

회복탄력성 개념을 적용한 항만 위기 관리 시스템 구축 연구

A Study on the Construction of Port Risk Management System
Based on Resilience

김성기 · 김찬호 · 김가현 · 최상균



한국해양수산개발원
KOREA MARITIME INSTITUTE

저자

김성기, 김찬호, 김가현, 최상균

내부연구진

연구책임자 김성기 한국해양수산개발원 항만연구본부 전문연구원
공동연구원 김찬호 한국해양수산개발원 항만연구본부 부연구위원
공동연구원 김가현 한국해양수산개발원 항만연구본부 전문연구원
공동연구원 최상균 한국해양수산개발원 항만연구본부 전문연구원

연구기간

2021. 5. 17. ~ 2021. 11. 16.

보고서 집필내역

연구책임자

김성기 연구총괄, 제1장, 제2장, 제3장, 제4장, 제5장

내부연구진

김찬호 제2장 제2절 일부, 제3장 제2절 일부, 제5장 제2절 일부
김가현 제2장 제1절 일부
최상균 제4장 제1절 일부

산·학·연·정
연구자문위원

이민규 부경대학교 교수
정문원 Cleveland State University 교수
신니나 세종대학교 교수
서민재 해양수산부 사무관

※ 순서는 산·학·연·정 순임

발간사

2020년과 2021년은 코로나19라는 단어로 기억될 것이다. 코로나19로 인한 이동의 어려움, 불투명한 종식 시기 등은 코로나19라는 전염병이 경제위기의 원인이 되게 하였으며, 글로벌 물류대란과 같은 사태를 야기하여 기업과 공급사슬의 생태계를 위협하고 있다. 코로나19로 인한 위협은 항만 또한 예외가 아니다. 실제로 2020년에 러시아 선원의 코로나19 확진으로 인한 감천항 기능 정지 및 부두 폐쇄 사례가 있었으며, 글로벌 물류대란으로 인한 선박 부족, 항만 장치물 상승 등도 코로나19로 인해 정상적인 항만 운영이 위협받은 사례이다.

이외에도 항만 운영에 대한 위협 사례는 국내외에서 계속 발생하고 있다. 2002년의 미국 서부항만 파업, 2003년의 태풍 매미, 2011년 발생한 동일본 대지진, 2020년의 베이루트항 폭발 사고 등이 대표적인 사례이며, 서두에서 언급한 코로나19와 같은 감염병도 새로운 위험 요인으로 떠올랐다. 여기에 더해 최근 많이 발생하는 사이버테러 등 예전에는 없었던 위험 요인이 계속 등장하고 있다. 이는 항만의 정상적인 운영을 위협할 수 있는 요인이 예측하기 어려울 정도로 다양화되고 있다는 의미이다. 이러한 상황에서 항만의 위기관리 시스템의 중요성은 점차 높아지고 있으며, 대비·대응·복구의 종합적인 관점에서 회복탄력성 강화에 대한 요구도 높아지고 있다.

현재 우리나라 항만은 커지는 운영 위협에 대비한 체계적인 위기관리 시스템이 부재한 상황이다. 본 연구는 이러한 상황에서 체계적인 위기관리를 위한 회복탄력성 기반의 항만 통합 위기관리 시스템 구축 방향을 제시하였다. 대표적인 항만 위기 사례를 분석하고 위험 요인 분류 관련 문헌 연구를 시행하였으며, 위험 관리의 개념 및 위기관리 시스템 구축 사례에 대해 알아보았다. 또한, 항만 위험 관리 관련 법·제도에 대해 분석하고 현행 항만 위험 관리 관련 시스템 구축 현황을 분석하여, 이를 기반으로 항만의 통합 위기관리 시스템 구축 방향과 활용 방안을 제시하였다. 본 연구가 향후 체계적인 항만의 위기관리 기반 마련과 관련 정책 수립의 밑거름이 되기를 기대한다.

본 연구는 항만연구본부 김성기 전문연구원이 책임을 맡았고, 동 본부의 김찬호 연구위원, 김가현 전문연구원, 최상균 전문연구원이 공동으로 집필하였다. 연구진의 깊은 노고에 감사 را 표현한다. 아울러 본 연구에 대해 자문과 조언을 아끼지 않은 미국

클리블랜드 주립대학의 정문원 교수와 세종대학교 신inna 교수에게 특별히 감사를 표하며, 연구의 발전에 도움을 주신 해양수산부 서민재 사무관, 부경대학교 이민규 교수께 깊은 감사를 드린다. 또한, 이 보고서의 감리를 맡아 적절한 조언을 주신 최상희 본부장에게 감사를 표하며, 이 보고서가 출판되기까지 도움을 주신 모든 분께 깊은 사의를 표한다.

2022년 1월
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 및 필요성	1
	2. 연구 목적	3
	제2절 연구 내용 및 방법	4
	제3절 선행연구 및 연구의 차별성	5
	1. 선행연구 분석	5
	2. 연구의 차별성	10
02	위험 관리 개념 _13	
	제1절 위험 관리	13
	1. 위험 관리의 정의	13
	2. 위험 관리의 절차	14
	3. 위험 관리와 회복탄력성	17
	제2절 위험 관리 시스템	19
	1. 위험 관리 시스템의 개념	19
	2. 위험 관리 시스템 사례	20
03	항만 위기 사례 및 위기관리 현황 _25	
	제1절 항만 위기 사례	25

1. 항만 위기 사례 분석	25
2. 항만 위험 요인 분류	35
제2절 항만 위기관리 관련 법·제도 현황	38
1. 관계법 현황	38
2. 국가계획 현황	42
제3절 항만 위기관리 시스템 현황	48
1. 부산항 재난안전관리 시스템	48
2. 항만보안 리스크평가 시스템	54
제4절 시사점	60

04 항만 위기관리 시스템 구축_63

제1절 항만 위기관리 시스템 구축 방향	63
1. 위험 식별 및 분석	64
2. 위험 관리 및 처리	74
3. 위기관리 체계 및 회복탄력성 평가	77
4. 부가 기능	80
제2절 항만 위기관리 시스템 구축 및 활용 방안	82
1. 구축 방안	82
2. 활용 방안 및 기대 효과	84

05 결론 및 제언_87

제1절 요약 및 결론	87
제2절 정책 제언 및 향후 연구	89
1. 위기관리 시스템의 개발 및 공식화 추진	89
2. 위기관리 수준 평가 전담팀 구성(안)	92
3. 후속 연구 제언	95

참고문헌_97

부록_103

표 목차

〈표 1-1〉 선행연구 정리	6
〈표 2-1〉 위험 관리의 원칙	14
〈표 2-2〉 위험 식별 및 분석에서 고려해야 할 사항	16
〈표 3-1〉 태풍 매미로 인한 부산항 신항 피해 내용	27
〈표 3-2〉 포항 지진으로 인한 포항항 피해 내용	28
〈표 3-3〉 아시아 항만의 위험 사례(2000~2011)	36
〈표 3-4〉 위험 요인의 분류	37
〈표 3-5〉 「국제선박항만보안법」 정리	39
〈표 3-6〉 「항만안전특별법」 중 자체안전관리계획 관련 내용	40
〈표 3-7〉 해양수산 분야 주요 재난 및 피해유형	47
〈표 3-8〉 보안위험 시나리오	56
〈표 3-9〉 평가 대상 시설	58
〈표 3-10〉 평가 방법	59
〈표 4-1〉 「재난 및 안전관리 기본법」 상 재난의 정의	65
〈표 4-2〉 항만 위험 요인의 분류 및 세부 위험 요인	66
〈표 4-3〉 항만 위험 요인 평가 결과	68
〈표 4-4〉 「항만법」 상 항만시설의 정의	70
〈표 4-5〉 위험 요인별 우선 관리 대상(예시)	73
〈표 4-6〉 9가지 회복탄력성 요인의 정의	74
〈표 4-7〉 태풍의 위험 관리 매트릭스	76
〈표 4-8〉 항만 위기관리 수준 등급 부여 기준	79
〈표 4-9〉 항만 위기관리 시스템 구축 방안	84
〈표 5-1〉 시스템 개발 추진 일정 및 내용(안)	90
〈표 5-2〉 「항만안전특별법」 개정(안)	91
〈표 5-3〉 항만시설보안심사관의 자격	92
〈표 5-4〉 항만 위기관리 수준 평가 전담관의 자격(안)	93

그림 목차

〈그림 1-1〉 연구 흐름도	5
〈그림 2-1〉 위험 관리의 원칙, 프레임워크, 과정	15
〈그림 2-2〉 통합 위험 관리 매트릭스	19
〈그림 2-3〉 KRM 시스템 구성도	21
〈그림 2-4〉 KRM 시스템 구현 모습(예시)	22
〈그림 2-5〉 디지털 트윈을 활용한 위험 관리 시스템 흐름도	23
〈그림 3-1〉 태풍 매미에 따른 부산항 북항 터미널 피해 모습	26
〈그림 3-2〉 베이루트항 폭발사고 피해현황	30
〈그림 3-3〉 아시아 항만의 위험 매트릭스(2000~2011)	36
〈그림 3-4〉 제1, 2, 3차 국가안전관리기본계획의 특징	42
〈그림 3-5〉 제4차 국가안전관리기본계획의 방향	43
〈그림 3-6〉 해양수산부 안전관리 집행계획의 추진 방향	46
〈그림 3-7〉 부산항 재난안전관리 시스템 시안	49
〈그림 3-8〉 재난안전관리 시스템 개선관리 체계도	51
〈그림 3-9〉 항만보안 리스크평가 시스템 구성도	55
〈그림 4-1〉 항만 위기관리 시스템 구성도	64
〈그림 4-2〉 위험 매트릭스의 구성	67
〈그림 4-3〉 위험 매트릭스 분석 결과	69
〈그림 4-4〉 항만의 회복탄력성 측정 모형	75
〈그림 4-5〉 위험 매트릭스에 따른 위험 요인 가중치	78
〈그림 4-6〉 울산항만공사 실시간 부두상황정보	81
〈그림 5-1〉 항만 위기관리 평가 전담팀 구성도(안)	94

정책제안

■ 분석 내용 및 방법

1. 기존 사례 및 문헌 연구를 통한 주요 항만 위기 사례 분류 및 구체적인 위험 요인 선정
2. 전문가 설문조사를 기반으로 한 위험 매트릭스 구축 및 위험 요인 평가
3. 항만의 회복탄력성 요인을 기반으로 한 위험 관리 매트릭스 구축 및 항만 위험 관리 시스템 구성 방안 제시

■ 정책제안

1. 항만 위기관리 시스템의 개발 및 공식화 추진
2. 위기관리 시스템을 기반으로 한 항만 위기관리 수준 평가 전담팀 구성
3. 회복탄력성에 대한 심화 이론 연구 및 시스템 구축에 대한 후속 연구 지원

요약

1. 연구의 목적

- 본 연구의 가장 큰 목적은 항만의 통합적인 위기관리를 위한 시스템 구축 방향을 제시하는 것
 - 현재 우리나라 항만에서는 항만공사나 지방해양수산청이 주체가 되어 재난안전 등에 대한 관리를 시행하고 있으며, 개별 운영주체들은 관리 규정에 따라 위기관리 활동을 수행
 - 하지만 개별적으로 이루어지고 있는 위기관리 활동은 한계가 있기 때문에 재난·안전·보안 등 주요 위험 요인들을 통합적이고 체계적으로 관리할 수 있는 시스템이 필요
- 또한 회복탄력성 개념을 적용한 항만 위기관리 시스템 구축 방향을 제시하고자 함
 - 회복탄력성은 위험 상황에서도 항만의 기능을 유지할 수 있도록 하는 충격에 대한 흡수·적응·복구력을 모두 아우르는 개념
 - 기존 연구의 회복탄력성 개념과 연계한 항만 위기관리 시스템 구축 방향을 제시하여 다양한 위험 요소에 대응할 수 있으며 사후 회복까지 고려한 종합적인 항만 위기관리 시스템 수립의 기반을 마련

2. 연구의 방법 및 특징

1) 연구의 방법

- 항만위기 사례 분석 및 문헌 연구
 - 재난·안전·보안 분야에서 기존에 있었던 항만 위기 사례를 분석하고, 분석 내용 및 문헌 자료를 기반으로 관리가 필요한 항만 위험 요인을 분류
 - 이를 통해, 연구에서 다룰 세부 위험 요인을 설정
- 위험 매트릭스 등을 활용한 항만 위험 관리 시스템 구축 방향 제시
 - 위험 매트릭스를 활용한 위험 요인 평가 및 분류
 - 위험 관리 표준 절차인 위험 식별 - 위험 분석 - 위험 평가 - 위험 처리에 맞추어 시스템을 구성
 - 회복탄력성 개념을 적용한 통합 위험 관리 매트릭스 구축 방향 제시

2) 연구의 특징

- 본 연구는 회복탄력성 개념에 기반한 우리나라 항만의 통합적인 위기 관리 시스템 구축 방향을 제시
 - 항만의 위험 요인 및 위험 관리에 관한 연구는 오래전부터 이루어져 왔으나, 회복탄력성에 관한 연구는 최근에야 시작
 - 특히, 회복탄력성 개념을 접목한 위험 관리 절차 구축에 관한 연구는 아직 부족한 상황으로 김성기 외(2020)에서 제시한 항만의 회복탄력성 측정 모형과 구성 요인을 기존에 정립된 위험 관리 절차에 접목하여 실제적으로 활용 가능한 위기관리 시스템 구축 방향을 제시

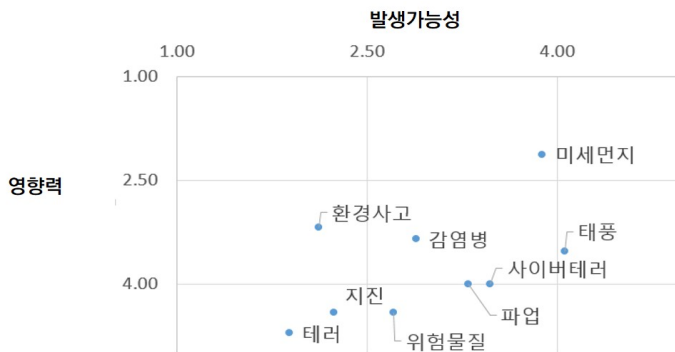
- 기존 연구에서 제시한 항만의 회복탄력성 측정 모형과 구성 요인을 위험 관리 절차에 접목하여 실제로 활용 가능한 위기관리 시스템 구축 방향을 제시
- 재난·안전·보안 분야 위험을 통합적으로 관리할 수 있는 시스템 구축 방향을 제시하고, 이를 실제로 활용하기 위한 방안을 제시

3. 연구 결과

1) 연구 결과 요약

- 위험 매트릭스를 활용한 항만 위험 요인 평가
- 자연재난(태풍, 지진해일), 사회재난(파업, 위험물질 폭발 또는 유출, 미세먼지, 감염병), 보안사건(테러, 환경사고, 사이버테러)의 영향력과 발생가능성을 평가

〈요약 그림〉 위험 매트릭스 분석 결과



- 위험 관리 매트릭스의 구성
- 회복탄력성의 아홉 가지 구성요인인 강건성, 여분성, 가시성, 유연성, 협력, 민첩성, 정보 공유, 반응을 기준으로 하여 요인별 관리 방안 수립

-
- 구축한 매트릭스를 평가 시스템과 연계
 - 위험 관리 체제 및 회복탄력성 평가
 - 위험 매트릭스를 통해 위험 요인별 가중치 설정
 - 가중치와 회복탄력성 요인별 평가 점수를 활용하여 항만별 위기관리 체제 평가 기준 수립
 - 평가 점수별로 항만별 등급 부여 및 등급에 따른 후속 조치 사항 마련

2) 정책대안 제시 내용 및 정책화 활동

- 위기관리 시스템의 개발 및 공식화 추진
- 시스템 개발은 정책 분야와 기술 분야로 나누어 총 4년에 걸쳐 추진
- 정책 분야에서는 부산항 등의 대형 항만을 대상으로 항만 위기관리 프로세스의 내용을 실제적으로 추진하여 연 위험 관리 요인 선정 및 평가, 회복탄력성에 기반한 위험 관리 매트릭스 구축 등을 수행
- 기술 분야에서는 1단계로 시스템 설계에 대한 타당성 조사와 소프트웨어 개발을 진행하고, 2단계에서는 시범 운영 및 고도화하여 전국 항만 대상으로 확대하고 서버 및 관리자를 위한 하드웨어를 설치
- 항만 위기관리 수준 평가 전담팀 구성
- 「국제항해선박 및 항만시설의 보안에 관한 법률」의 항만시설보안심사관의 자격요건을 참조하여 평가 전담팀 자격 마련
- 해양수산부의 항만재난안전 분야 담당자, 항만안전점검관, 학계나 관련 업계의 재난안전 관리 전문가 2인, 안전협의체의 근로자 단체가 지정한 1인 등 총 5인으로 구성된 항만 위험 관리 평가 전담팀 구성

3) 정책적 기여 등 기대 효과

- 항만의 운영을 위협하는 요인이 꾸준히 증가하고 있는 상황에서, 위기 관리 시스템 구축 방향을 제시
 - 통합 항만 위기관리 시스템의 구축과 평가 방향을 제시하여, 새로이 제정된 「항만안전특별법」의 제정 취지인 안전관리 촉진의 기반이 될 수 있을 것으로 기대
 - 각 항만의 위기관리 체제에 대한 평가가 가능해져 위기관리 및 회복탄력성 향상을 위한 정책 마련의 기반 자료로 활용
- 후속 연구 방향을 제시하여 향후 항만의 회복탄력성과 위기관리 시스템 관련 연구 활성화 기대
 - 항만별 위험 요인의 선정, 위험 매트릭스 구축을 통한 위험 요인 평가, 위험 대상 시설 선정, 위험 관리 매트릭스의 구성 등
 - 실제 웹 기반 전산 시스템 구축을 위해 시스템 설계, 기능 구성도, 데이터 개체 선정, 기능 구현, 화면 및 UI(User Interface) 설계 등의 연구
 - 회복탄력성에 대한 이론 연구를 통해 모형을 더 발전시키고, 이를 위기관리 매트릭스에 적용하여 위험 관리 수준을 고도화하려는 노력 필요

EXECUTIVE SUMMARY

1. Purpose

- The primary purpose of this study is to indicate a direction for constructing a system targeting comprehensive risk management of ports.
- At present, ports in Korea are primarily managed either by port authorities or regional offices of oceans and fisheries with regards to disaster safety. And individual port operators have been performing risk management activities in accordance with management regulations.
- However, risk management activities implemented individually do have certain limitations. Hence, a comprehensive and systematic system is necessary for managing major risk factors in the fields of disasters, safety and security.

-
- This study also aims to establish a port risk management system that applies the concept of recovery resilience.
 - Recovery resilience is a concept that embraces the ability to maintain functions of ports against dangerous situations, encompassing absorption, adaptation and recovery.
 - Indicating directions for building a port risk management system in connection with the concept of port resilience adopted from preceding studies will allow responding against a variety of risk factors. Furthermore, these efforts will lay a solid foundation for constructing a comprehensive port risk management system that takes ex-post recovery into consideration.

2. Methodology and Features

1) Methodology

- Case analysis and literature review regarding port risks
- This study analyzed existing cases of port risks in the fields of disasters, safety and security while classifying port risk factors which require management based on the result of analyses and data from literature.
- Through this process, specific risk factors were identified as the scope of this study.
- A direction for constructing a port risk management system was suggested by utilizing a risk matrix.

- Risk factors were evaluated and classified based on a risk matrix.
- A system is structured in accordance with the standard procedure of risk management that goes 'risk identification - risk analysis - risk assessment - risk treatment'.
- A direction for building a comprehensive risk management matrix was presented that applied the concept of recovery resilience.

2) Features

- This study suggests direction for building a comprehensive risk management system for Korean ports based on the concept of recovery resilience.
- Studies concerning risk factors and risk management of ports have been conducted for a long time, whereas studies regarding recovery resilience have started rather recently.
- In particular, studies for building a risk management process that applies the concept of recovery resilience are insufficient. Against these circumstances, this study intends to indicate a direction for building a practical risk management system by employing the measurement model for port resilience as well as constituents suggested by the Korea Maritime Institute (2020) onto the already established risk management framework.
- A direction for constructing a risk management system that can be used in the field by applying the measurement model and constituents of recovery resilience of ports presented in

the previous study with the risk management framework.

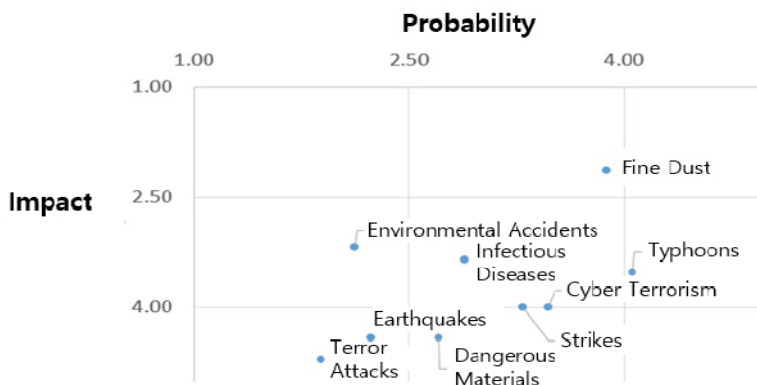
- This study aims to suggest a direction for building a comprehensive management system for risks in the areas of disaster, safety and security, while presenting measures for its practical use.

3. Results

1) Summary

- Assessment of port risk factors utilizing a risk matrix
- This study assessed the impact and probability of natural disasters (typhoons, tsunamis), social disasters (strikes, explosion or leakage of dangerous materials, fine dust, and infectious diseases) and security risks (acts of terrorism, environmental accidents, and cyber terrorism incidents).

〈Summary Picture〉 The result of Risk Matrix analysis



- **Components of a risk management matrix**
 - Based on 9 components of recovery resilience which include robustness, redundancy, visibility, flexibility, collaboration, agility, information-sharing, response, and recovery as the criteria, management measures for each component were established.
 - The established matrix is connected to the assessment system.
- **Risk management framework and the assessment of recovery resilience**
 - A weighted value per each risk factor is set based on the risk matrix
 - Utilizing a weight and an assessment score per factor of recovery resilience, the criteria for the risk management framework was established by port
 - This study assigns rankings for ports based on the assessment scores, while devising following-up measures in accordance with the rankings.

2) Policy suggestions and policy-making activities

- **Development and formulation of a risk management system**
 - The system development will be carried out over 4 years by dividing it into two categories; policy sector and technological sector.
 - As for the policy sector, specific contents of the port risk

management process are applied in practice targeting large ports such as Busan ports. During the process, risk management factors are selected and evaluated on an annual basis, while a risk management matrix is constructed based on recovery resilience.

- With regards to the technological area, the first step is to conduct a feasibility study for system design, followed by software development. The second step is to operate a pilot system, advance it and then expand the system to ports nationwide, while installing hardware for servers and managers.
- **Organization of a task force dedicated to assessing the level of port risk management**
- Qualifications for a dedicated assessment team are established by referring to the requirements of security examiners of port facilities stipulated in the ‘International Ship and Port Facility Security Act’.
- A team dedicated to assessing port risk management is formulated consisting of a total of 5 individuals; the team includes a person in charge of disaster safety at ports; one port safety inspector; 2 experts in disaster safety management and one person designated by workers’ organization from a safety consultative body.

3) Expected benefits including policy contribution

- With factors threatening port operation continuously

increasing, this study presents a direction for constructing a risk management system.

- As this study indicates a direction for building and assessing a comprehensive risk management system for ports, it will lay the foundation for accelerating ports' safety management, a purpose of the newly legislated Port Safety Special Act.
- With assessment of the risk management system carried out by individual port being available, this study can be utilized as basic data for making policies to enhance risk management and recovery resilience of ports.
- Presenting a direction for follow-up studies will further invigorate studies relevant to recovery resilience and risk management systems at ports.
- These studies may include selecting risk factors by port, evaluating risk factors through the construction of a risk matrix, selecting risk facilities and comprising a risk management matrix and so on.
- Studies with regards to system design, functional diagrams, selecting data entities, functional implementation as well as screen and UI (User Interface) design can be conducted to construct a web-based computer system.
- Efforts are required to further develop the model through theoretical study on recovery resilience and advance the level of risk management by applying it to the risk management matrix.

01

서론

제1절 연구 배경 및 목적

1. 연구 배경 및 필요성

2020년과 2021년은 코로나19로 인해 전 세계가 봉쇄된 해이다. 국가 간 이동 제한, 종식에 대한 불투명성 등으로 인해 코로나19는 단순한 전염병이 아닌 세계 경제의 위기 요인이 되었다. 코로나19로 인한 국경봉쇄와 이동제한은 기업과 공급사슬의 생태계 변화를 가져오고 있으며, 정상 운영에 위협을 초래할 수 있는 요인으로 떠오르고 있다. 이는 항만 또한 예외가 아니다. 우리나라에서 있었던 2020년 러시아 선원의 코로나19 확진으로 인한 감천항 기능 정지 및 부두 폐쇄가 대표적인 사례이다.

항만 운영에 대한 위협 사례는 국내외에서 계속 발생하고 있다. 2002년의 미국 서부항만 파업, 2003년의 태풍 매미, 2011년 발생한 동일본 대지진, 2020년의 베이루트항 폭발 사고 등이 대표적인 사례이며, 코로나19와 같은 감염병도 새로운 위험 요인으로 떠올랐다. 여기에 더해 최근 많이 발생하는 사이버테러 등 예전에는 없었던 위험 요인이 계속 등장하고 있다. 즉, 항만의 정상적인 운영을 위협할 수 있는 요인이 예측하기 어려울 정도로

다양화되고 있다. 이러한 상황에서 항만 위기관리 시스템의 중요성은 갈수록 높아지고 있으며, 대비·대응·복구의 종합적인 관점에서 회복탄력성 강화에 대한 요구도 높아지고 있다. 회복탄력성이란 ‘예상치 못한 충격을 흡수하여 기능이 중단되지 않도록 하고, 변화에 적응하여 원래의 기능을 신속하게 회복하는 능력’을 의미하며,¹⁾ 항만의 기능 유지라는 측면에서 크게 주목받는 개념이다.

위기관리란 조직의 기능을 위협할 수 있는 위험 요인과 관련하여 조직을 통제하고 지휘하는 일련의 활동으로 전통적인 위험(risk)관리를 포괄하는 개념이며, 위기관리 시스템은 접근하기 쉽도록 위기관리 기능을 프로그램 기반으로 시스템화한 것을 의미한다. 위기 관리의 중요성은 예전부터 강조되었으며, 우리나라에서도 「국가안전관리기본계획」 등을 통해 재난 및 안전 분야의 위험 관리 정책 방향과 실행 계획 수립의 기반으로 활용하고 있다. 또한 여기에 ‘회복력 확보’를 명시하여 위기관리와 회복탄력성 개념을 동시에 강조하고 있다.

항만 분야에서도 「해양수산부 국가안전관리 집행계획」 등을 통해 위험 요인 관리를 시행하고 있고, 개별 운영 주체들도 안전 점검이나 교육 등을 통해 위기관리를 실행하고 있다. 하지만 현재의 위기관리 체계는 이미 알려진 위험 요인에 대한 대비나 대응 측면에만 관리가 집중되어 있으며, 회복탄력성에서 강조하는 위험 요인의 식별, 복구 계획 등에 관한 체계는 부족한 면이 있다. 또한 항만의 위기관리를 위한 통합적인 시스템은 거의 전무한 상황이다. 최근 부산항만공사에서 부산항 재난안전관리 시스템 구축을 통하여 부산항 전체의 위기관리를 통합적으로 관리하려고 하고 있으나, 시스템 구축 초기 단계로 아직은 보완할 점이 있다.

효과적인 항만 위기관리를 위해서는 재난·안전·보안 등의 각종 위험 요

1) 김성기 외(2020), p. 24.

인을 통합적으로 관리할 수 있는 위기관리 시스템을 구축하는 것이 필요하다. 이를 위해서는 먼저 위기관리란 무엇인지, 어떠한 절차로 이루어지는지에 대해 분석할 필요가 있다. 또한 현재 우리나라 항만의 위기관리 및 위기리 시스템 현황을 분석하여 이를 기반으로 현재 체계의 단점을 보완할 수 있도록 회복탄력성 개념을 적용하여 시스템의 구축 방향을 제시하고, 실제적인 구축 및 활용 방안을 마련할 필요가 있다.

2. 연구 목적

본 연구의 가장 큰 목적은 항만의 통합적인 위기관리를 위한 시스템 구축 방향을 제시하는 것이다. 현재 우리나라 항만에서는 항만공사나 지방해양수산청이 주체가 되어 정부 정책에 따라 재난안전 등에 대한 관리를 시행하고 있으며, 개별 운영주체들은 관리 규정에 따라 위기관리 활동을 수행하고 있다. 또한 「국제항해선박 및 항만시설의 보안에 관한 법률」에 따라 보안 측면의 위기관리를 시행하고 있다. 하지만 개별적으로 이루어지고 있는 위기관리 활동은 한계가 있기 때문에 재난·안전·보안 등 주요 위험 요인들을 통합적이고 체계적으로 관리할 수 있는 시스템이 필요하다.

다음으로 항만 위기관리 시스템에 회복탄력성 개념을 도입하는 것이다. 회복탄력성은 위기 상황에서도 항만의 기능을 유지할 수 있도록 하는 충격에 대한 흡수·적응·복구력을 모두 아우르는 개념이다. 본 연구에서는 김성기 외(2020)에서 연구한 회복탄력성의 구성 요인과 연계한 항만 위기관리 시스템 구축 방향을 제시하여 다양한 위험 요소에 대응할 수 있으며 사후 회복까지 고려한 종합적인 항만 위기관리 시스템 수립의 기반을 마련하고자 한다.

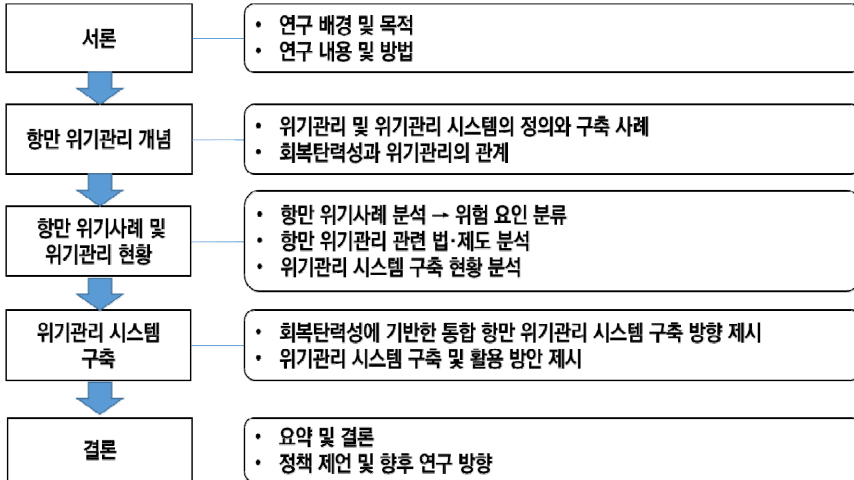
제2절 연구 내용 및 방법

본 연구는 총 다섯 개의 장으로 구성되어 있다. 제1장 서론에서는 연구의 배경과 필요성, 연구 목적 등에 대하여 서술하고 있으며, 선행연구 분석을 통해 본 연구의 차별성을 제시하고 있다. 제2장에서는 위기관리에 대한 국제 표준인 ISO 31000의 내용을 분석하여 위기관리의 정의 및 위기관리 절차에 대해 정리하고, 위기 관리 시스템의 개념과 시스템 구축 사례에 대해 분석하였다.

제3장은 재난·안전·보안 분야에서 기존에 있었던 항만 위기 사례를 분석하고, 분석 내용 및 문헌 자료를 기반으로 관리가 필요한 항만 위험 요인을 분류하고 연구에서 다룰 세부 위험 요인을 설정하였다. 또한 우리나라 항만의 위기관리 현황에 대한 내용을 분석하였다. 먼저 항만 위기관리에 관련된 법·제도인 「국제항해선박 및 항만시설의 보안에 관한 법률」, 「항만안전특별법」, 「국가안전관리기본계획」, 「해양수산부 국가안전관리 집행계획」을 분석하였다. 다음으로 우리나라 항만에 구축되어 있는 위험 관리 시스템인 부산항 재난안전관리 시스템과 항만보안 리스크평가 시스템에 대해 분석하고, 이를 기반으로 현재 항만 위기관리 체계 및 통합적인 위기관리 시스템 구축을 위해 보강해야 할 부분에 대한 시사점을 도출하였다.

제4장에서는 앞 장에서 분석한 내용들을 기반으로 항만 위기관리 시스템 구축 방향을 제시하였다. 위기관리 표준 절차인 위험 식별 - 위험 분석 - 위험 평가 - 위험 처리에 맞추어 시스템을 구성하고, 회복탄력성 개념을 적용한 통합 위기관리 매트릭스 구축 방향을 제시하였다. 또한 신속성을 높이기 위한 실시간 정보 공유 시스템 구축 방향, 통합 위기관리 시스템 구축 및 활용 방안을 제시하였다. 마지막 제5장에서는 연구의 주요 결과를 요약하고 통합 위기관리 시스템 구축 및 활용에 관한 정책적 시사점을 도출하였다. <그림 1-1>은 연구의 전체적인 흐름을 나타낸 것이다.

〈그림 1-1〉 연구 흐름도



자료: 연구진 작성

제3절 선행연구 및 연구의 차별성

1. 선행연구 분석

위험 관리는 매우 오래전부터 연구가 진행된 주제로 수많은 선행연구가 존재한다. 따라서 본 연구에서는 항만의 위험 요인 및 위기 사례에 관한 연구, 항만의 회복탄력성에 관한 연구, 회복탄력성과 위기관리의 결합에 관한 연구를 위주로 선행연구를 분석하였다. 〈표 1-1〉은 대표적인 선행연구의 연구 방법 및 연구 내용을 정리한 것이다.

〈표 1-1〉 선행연구 정리

구분	연구 목적	연구 방법	주요 연구 내용
주요 선행 연구	1 -과제명: ERM 적용사례 연구: K-water의 구축사례를 중심으로 -연구자: 이용재·김세종(2009) -연구 목적: 공공기관 위험 관리 시스템 구축사례 분석을 통한 시사점 도출	문헌 연구 사례 연구	-전사적 위험 관리의 개념 -위험 관리 기본원칙 -K-water 위험 관리 시스템 구축 사례
	2 -과제명: 선진국의 재난관리 및 안전관리 기준 조사분석을 위한 연구 -연구자: 한국지방행정연구원(2009) -연구 목적: 재난관리 및 안전관리 기준 마련을 위한 선진국 사례 분석	사례 연구	-미국, 캐나다, 영국, 독일, 일본 5개국의 재난관리 및 안전관리 기준 현황 분석
	3 -과제명: 가칭 항만물류안전 및 보안에 관한 법률(안) 제정의 필요성과 주요 내용 -연구자: 권기훈(2013) -연구 목적: 물류안전의 확보에 관한 단일 법안 제정의 필요성 제시	문헌 연구 사례 연구	-항만물류안전 및 보안 관리를 위한 법률 제정(안)
	4 -과제명: 항만 shutdown(공급지장)의 파급효과 분석 -연구자: 이민규 외(2014) -연구 목적: 항만 공급지장의 사회적 파급효과 분석 및 대응 정책 제시	문헌 연구 사례 조사 산업연관분석	-국내외 항만 공급지장 사례 조사 -사회적 파급효과 분석 -정책적 시사점 제시
	5 -과제명: 항만의 회복탄력성 측정 모형 구축에 관한 연구 -연구자: 김성기 외(2020) -연구 목적: 항만 회복탄력성의 구성 요인 및 측정 모형 구축	문헌 연구 사례 조사 요인분석 시스템다이나믹스	-항만 및 공급사슬 피해 사례 및 대응 방안 조사 -항만의 잠재적 위험 및 회복탄력성 요인 정의 -항만의 회복탄력성 측정 모형 구축 -시스템다이나믹스 시뮬레이션을 통한 수량적 측정
	6 -과제명: Disruption risks and mitigation strategies: an analysis of Asian ports -연구자: Lam and Su(2015) -연구 목적: 아시아 지역 항만의 붕괴 사고 조사 및 분류	문헌 연구 전문가 인터뷰	-아시아 지역 항만의 주요 사건 정리 -위험 매트릭스 로 사건을 분류 -리스크 대응 방안 제시

구분	연구 목적	연구 방법	주요 연구 내용
7	-과제명: Portfolio of port - centric supply chain disruption threats -연구자: Loh <i>et al.</i>(2017) -연구 목적: 항만 위기 유발 요인 분류	문헌 연구 사례 연구	-항만에서 유발될 수 있는 공급사슬 위험 요인 분석 -위험 요인 분류
8	-과제명: US container port resilience in a complex and dynamic world -연구자: Justice <i>et al.</i>(2016) -연구 목적: 미국 컨테이너 항만의 회복탄력성 향상 방안 제시	문헌 연구	-미국 컨테이너 항만 위협 요인 조사 -대응 방안 제시
9	-과제명: Multi-level port resilience planning in the UK: how can information sharing be made easier? -연구자: Shaw, Grainger, and Achuthan(2017) -연구 목적: 영국 항만의 회복탄력성 개선 방안 제시	문헌 연구 사례 분석	-영국 항만의 회복탄력성 현황 조사 -이해관계자 간 정보 공유를 통한 회복탄력성 향상 방안 제시
10	-과제명: Stakeholder mapping and disruption scenarios with application to resilience of a container port -연구자: Almutairi <i>et al.</i>(2019) -연구 목적: 항만 위기 시나리오와 이해관계자 매핑을 통해 회복탄력성 향상의 우선순위 제시	문헌 연구 시나리오 분석 이해관계자 매핑	-항만 위기 시나리오 설정 -시나리오별 이해관계자 분류 -시나리오-이해관계자 매핑을 통한 선호도 모델링 -회복탄력성 향상 방안의 우선순위 제시
11	-과제명: Resilience orchestration and resilience facilitation: How government can orchestrate the whole UK ports market with limited resources - the case of UK ports resilience -연구자: Shaw, Achuthan, and Grainger.(2019) -연구 목적: 제한된 자원하에서 영국 항만 전체의 회복탄력성 향상 방안 제시	문헌 연구 전문가 인터뷰 사례 연구	-영국의 항만 시스템에 대한 회복탄력성 향상 계획 수립 -정부와 다른 이해관계자 간 차이가 정부 부서의 역할에 미치는 영향 조사 -정부 화합 이론(government orchestration theory)에 근거한 회복탄력성 향상 방안 제시

구분	연구 목적	연구 방법	주요 연구 내용
12	-과제명: A policy making framework for resilient port infrastructure systems -연구자: Mansouri, Nilchiani, and Mostashari(2010) -연구 목적: 리스크관리 기반 의사 결정 모형 개발	설문조사 의사결정나무	-회복탄력성이 강한 항만을 만들기 위한 의사결정 방법론 -위험의 발생가능성, 영향력, 피해 정도에 관한 데이터를 기반으로 의사결정나무를 통한 투자 결정 방법 제시
13	-과제명: Enterprise resilience: managing risk in the networked economy -연구자: Starr, Newfrock, and Delurey(2003) -연구 목적: 기업의 위험 관리와 회복탄력성의 접목	문헌 연구 사례 연구	-네트워크 경제하에서 기업 위기 관리의 변화 트렌드 -회복탄력성과 위기관리의 차이점 제시
14	-과제명: On the value of mitigation and contingency strategies for managing supply chain disruption risks -연구자: Tomlin(2006) -연구 목적: 기업의 위험 관리 전략 분석	수리 분석	-위험 요인별 기업의 위기관리 전략 제시 -공급자의 상황에 따른 기업의 최적 위험 관리 전략 제시
15	-과제명: The changing nature of risk and risk management: The challenge of borders, uncertainty and resilience -연구자: Smith and Fischbacher (2009) -연구 목적: 전통적인 위험 관리를 벗어난 새로운 체계에 대한 연구	문헌 연구	-회복탄력성 개념에 대한 정의 -위기관리와 회복탄력성의 관계에 대한 분석
16	-과제명: Resilience: A risk management approach -연구자: Mitchell and Harris (2012) -연구 목적: 회복탄력성 개념과 위험 관리의 비교	문헌 연구	-회복탄력성 개념에 대한 소개 -기존 문헌의 위기관리와 회복탄력성 개념 비교
17	-과제명: Port Risk Management in Container Terminals -연구자: Pallis(2017) -연구 목적: 항만 위험 관리 방법론 제시	문헌 연구 사례 분석	-항만 위기관리를 위한 분석 도구 제시 -그리스 항만 사례를 대상으로 위기 사례 분석

구분	연구 목적	연구 방법	주요 연구 내용
18	-과제명: Risk Management Framework for Handling and Storage of Cargo at Major Ports in Malaysia towards Port Sustainability -연구자: Kadir <i>et al.</i> (2020) -연구 목적: 항만 위험 관리를 위한 프레임워크 제안	문헌 연구 사례 분석 설문조사	-설문조사를 기반으로 한 항만 위험 요인에 대한 데이터 수집 -말레이시아 항만 사례를 대상으로 위기관리 프레임워크 적용 후 효과 분석
19	-과제명: A decision support methodology for risk management within a port terminal -연구자: Mabrouki, Bentaleb, and Mousrij(2014) -연구 목적: 항만 터미널 내의 운영 위험 분석 방법론 제시	사례 분석 AHP	-RO-RO 터미널 내의 운영 위험 분석 및 평가 -AHP에 기반한 위험 요인의 중요성 분석
20	-과제명: Overtopping hazards to port activities: Application of a new methodology to risk management (PORT Risk Management Tool) -연구자: Alises <i>et al.</i> (2014) -연구 목적: 오버토픽 현상에 대한 위험 관리 방법론 개발	사례 분석 수리 분석	-오버토픽 현상에 대한 항만시설물의 취약성 계산 -실제 사례 분석을 기반으로 한 오버토픽 위기관리 프레임워크 제시
21	-과제명: Analytics with digital -twinning: A decision support system for maintaining a resilient port -연구자: Zhou <i>et al.</i> (2021) -연구 목적: 디지털 트윈을 활용한 항만 위험 관리와 회복탄력성 측정	문헌 연구 시뮬레이션	-디지털 트윈을 활용한 위기관리 방안 효과 시뮬레이션 -시뮬레이션을 통한 회복탄력성 측정
본 연구	-과제명: 회복탄력성 개념을 적용한 항만 위기관리 시스템 구축 연구 -연구 목적: 회복탄력성을 기반으로 한 우리나라 항만의 통합적인 위기 관리 시스템 구축 방향 제시	문헌 연구 사례 연구 위험 관리 매트릭스	-우리나라 항만 위기관리 시스템 구축 방향 제시 -위기관리 시스템 활용 방안 및 제도적 지원 방안 제시

자료: 연구진 작성

2. 연구의 차별성

앞에서도 언급하였듯이 본 연구의 목적은 회복탄력성 개념에 기반한 우리나라 항만의 통합적인 위기관리 시스템 구축 방향을 제시하는 것이다. 항만의 위험 요인 및 위기관리에 관한 연구는 오래전부터 이루어져 왔으나, 회복탄력성에 관한 연구는 최근에야 시작되었으며 회복탄력성 개념을 접목한 위기관리 절차 구축에 관한 연구는 아직 그 수가 많지 않다. 본 연구에서는 김성기 외(2020)에서 제시한 항만의 회복탄력성 측정 모형과 구성 요인을 기준에 정립된 위험 관리 절차에 접목하여 실제적으로 활용 가능한 위험 관리 시스템 구축 방향을 제시하고자 한다.

기존의 연구는 위기관리 및 위기관리 시스템, 회복탄력성에 대해 통합적으로 다루고 있지 않은 경우가 많다. 항만의 위험 요인에 대해 다룬 Lam and Su(2015), Loh *et al.*(2017), Justice *et al.*(2016)의 연구는 위기관리 사례와 잠재적인 위험 요인, 개략적인 대응 방안에 대해 다루었을 뿐 구체적인 관리 시스템에 대해서는 다루지 않았다. 또한 항만의 회복탄력성에 대해 다룬 Shaw, Grainger, and Achuthan(2017), Almutairi *et al.*(2019), Shaw *et al.*(2019)은 특정 국가 및 항만의 회복탄력성 현황과 향상 방안에 대해 연구하였지만 이를 위기관리와 연계하여 연구하지는 않았다. 회복탄력성에 관한 내용과 위기관리의 개념을 연계한 연구로 Smith and Fischbacher(2009), Mitchell and Harris(2012) 등이 있지만 각각의 개념을 소개하고 비교한 후 두 개념의 접목에 대한 필요성을 논했을 뿐 구체적인 연계 방안이나 시스템 구축 등에 대해서는 논의하지 않았다. 구체적인 위기관리 시스템의 내용에 관해서는 Pallis(2017), Kadir *et al.*(2020), Mabrouki, Bentaleb, and Mousrij(2014) 등이 의미 있는 연구 결과를 제시하였지만 최근 위기관리 분야에서 중요한 개념으로 떠오르고 있는 회복탄력성과의 연계가 부족하다.

본 연구는 회복탄력성의 구성 요인 및 측정에 관한 기존 연구 결과를 바탕으로 위기관리 시스템과 접목하는 방안에 대해 연구하였다. 항만의 위기를 유발할 수 있는 요인에 대한 사례 분석, 현행 법·제도 및 위기관리 시스템 구축 사례를 바탕으로 항만의 통합 위기관리 시스템 구축 방안을 제시하고, 위기관리 방안 마련에 회복탄력성을 적용했다. 즉, 재난·안전·보안 분야 위험을 통합적으로 관리할 수 있는 시스템 구축 방향을 제시하고, 이를 실제로 활용하기 위한 방안을 제시하는 것이 선행연구와 구별되는 본 연구의 특징이다. 또한, 최근 그 중요성이 강조되고 있는 회복탄력성 개념을 적용하여 위기에 대한 관리뿐만 아니라 항만의 기능 유지, 기능 회복에 관한 사항까지 아우르는 시스템을 구축하고자 하는 점이 본 연구의 차별성이라 할 수 있다.

02

위험 관리 개념

제1절 위험 관리

회복탄력성 기반의 항만 위기관리 시스템 구축을 위해서는 먼저 전통적인 위험 관리와 위험 관리 시스템에 관한 분석이 필요하다. 본 절에서는 위험 관리의 정의 및 위험 관리 절차, 위험 관리와 회복탄력성의 관계에 대해 알아보고, 위험 관리 시스템의 개념 및 사례에 대해 알아보도록 한다.

1. 위험 관리의 정의

위험(risk)은 경제, 통계학 등 학문분야에 따라 정의하는 개념이 조금씩 다르기 때문에, 하나의 뜻으로 정의하기에는 어려움이 존재한다. Rejda(2008)는 위험을 ‘손실 및 손해의 발생(occurrence of a loss)과 관련된 불확실성’으로 정의하였다. 국제표준화기구(ISO: International Organization for Standardization)는 위험을 ‘목적에 대한 불명확한 영향(effect of uncertainty on objectives)’으로 정의하였다. 여기에서 불확실성은 해당 사건과 관련하여 정보 부족 등으로 인해 발생하며, 목적은 다양한 측면에서 고려될 수 있고, 적용 수준 또한 다양하다. 영향은 기대를 벗어난 형태

이고, 긍정적 또는 부정적일 수 있다. 위험의 정의를 살펴보면, 공통적으로 불확실성(uncertainty)을 내포하고 있음을 알 수 있다.

위험과 관련하여 조직(organization)을 통제하고 지휘하는 일련의 활동을 위험 관리(risk management)라고 일컫는데, ISO(2009)는 효과적인 위험 관리를 위해 11가지 기본원칙을 제시한 바 있다. <표 2-1>은 위험 관리의 원칙을 정리한 것이다.

〈표 2-1〉 위험 관리의 원칙

번호	피해 내용
1	가치의 창출과 보호(create and protects value)
2	조직 프로세스와의 통합(integral part of organization processes)
3	의사결정의 한 과정(part of decision making)
4	위험의 불명확성의 명확한 언급(explicitly addresses uncertainty)
5	체계적, 조직적, 시기적절성(systematic, structured, and timely)
6	이용 가능한 최선의 정보에 기반(based on the best available information)
7	맞춤형 위험 관리(tailored)
8	사람과 문화적 요소 등을 고려(takes human and cultural factors into account)
9	투명하고 포괄적(transparent and inclusive)
10	변화에 동적, 반복적이고 적절한 대응(dynamic, iterative and responsive to change)
11	조직의 지속적인 개선과 향상을 촉진(facilitates continual improvement and enhancement of the organization)

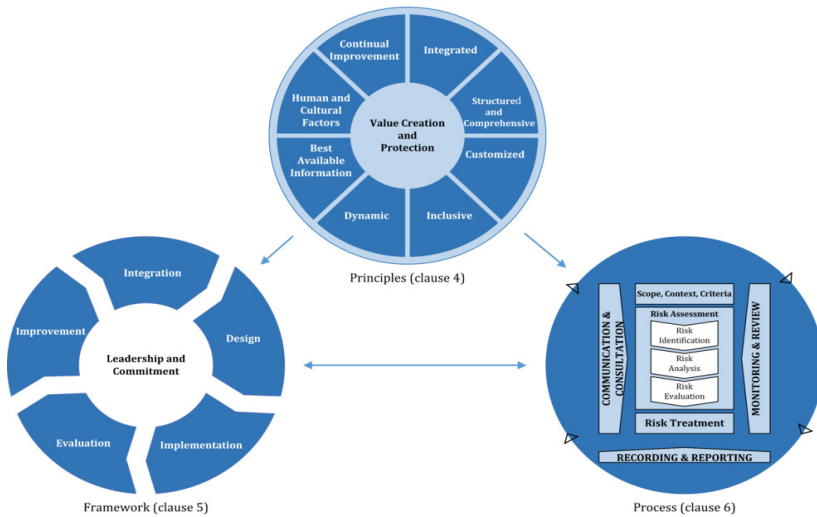
자료: ISO(2009)

2. 위험 관리의 절차

〈그림 2-1>은 ISO가 제시한 효과적인 위험 관리를 위한 원칙(principle), 프레임워크(framework), 과정(process)을 나타내고 있다. 이 중 위험 관리 과정은 위험 관리 대상, 기준 등을 설정(scope, context, criteria), 위험 식별

(risk identification), 위험 분석(risk analysis), 위험 평가(risk evaluation), 위험 처리(risk treatment), 모니터링과 검토(monitoring and review) 순으로 구성되어 있다. 이 중 위험 식별 - 위험 분석 - 위험 평가를 수행하는 일련의 과정을 위험 측정(risk assessment) 단계라고 한다.

〈그림 2-1〉 위험 관리의 원칙, 프레임워크, 과정



자료: ISO(2018)

ISO(2018)에 따르면, 위험 식별 단계에서는 발생 가능한 위험의 유형, 시기, 장소, 방법 및 원인 등을 파악하며, 식별 단계에서 파악되지 못한 위험은 향후 분석의 고려대상이 되기 어렵다. 따라서 발생 가능한 모든 위험을 나열하기 위해서는 조직 구성원 간 브레인스토밍(brainstorming) 등 다양한 분석 방법을 사용해야 한다. 또한 위험의 주된 원인이 조직의 통제 하에 있는지 파악하는 것도 위험 식별 단계에서 이루어진다.

위험 분석 단계는 위험의 성격을 이해하고, 위험의 수준을 결정하기 위

한 과정이다. 이 단계에서는 위협의 발생 가능성과 긍정적·부정적 원인 및 결과 등을 고려하는 과정이 수반된다. 또한 위협 분석 단계는 위협 평가와 처리에 대한 결정을 돕기 위한 필수 단계이다. <표 2-2>는 위협 식별과 위협 분석 단계에서 고려해야 하는 사항을 정리한 것이다.

〈표 2-2〉 위협 식별 및 분석에서 고려해야 할 사항

위협 식별	위협 분석
• 유형 및 무형의 위협 원천 • 원인과 사건 • 위협과 기회 • 취약성과 능력 • 내·외부의 맥락 변화 • 새로운 위험 지표 • 자산 및 자원의 성격·가치 • 결과 및 목표에 대한 영향 • 지식의 한계 • 정보의 신뢰성 • 시간 관련 요인 • 관련자들의 편견, 가정, 신념	• 사건의 가능성(likelihood) 및 결과 • 결과의 성격과 규모 • 복잡성과 연결성 • 시간 관련 요인 및 변동성 • 기존 통제 절차의 효율성 • 민감도 및 신뢰 수준

자료: ISO(2018)

위협 평가 단계는 분석 단계에서 도출된 결과를 바탕으로, 위협의 처리 방식 및 처리 우선순위 등에 대한 의사결정을 지원하는 단계이다. 이 단계에서는 특정 위협에 대해 심층 분석이 필요하다는 결론에 도달할 수도 있고, 발생 위협에 대한 별다른 조치 없이 현재 상황을 유지하는 것이 좋다는 결론에 도달할 수도 있다.

위협 처리 단계는 전이(transfer), 회피(avoid), 완화(mitigate), 수용(accept) 등 네 가지로 구분할 수 있다. 위협의 전이는 위협을 다른 개체(예: 계약, 금융 등)와 공유하는 방식이다. 위협의 회피는 위협의 원인을 제

거하기 위해 관련 활동을 중단하는 방법이다. 위험의 완화는 위험의 발생 가능성과 위험 발생으로 나타나는 영향을 낮추는 방법을 말한다. 마지막으로 위험의 수용은 위험으로 인해 발생하는 기회를 추구하기 위해서 현재의 위험을 수용하거나 가중하는 방법이다.

이와 같은 위험 처리방식은 상호배타적일 필요는 없으며, 위험을 처리하는 데 여러 개의 방식을 동시에 선택할 수 있다. 위험을 처리하는 데 법적인 부분을 고려해야 하며, 해결과정에서 수반되는 노력과 비용은 위험을 해결함으로써 발생하는 편익보다는 적어야 할 것이다. 또한 위험을 처리하는 과정에서 새로운 위험이 발생할 수 있다.

위험 모니터링과 검토 단계는 위험 관리 처리과정의 한 부분으로 위험에 대한 지속적인 체크와 모니터링이 필요하다. 모니터링을 통해 위험의 변화 등을 식별하게 된다.

3. 위험 관리와 회복탄력성

최근에는 위험 관리에 회복탄력성 개념을 결합하려는 시도가 꾸준히 이루어지고 있다. 대표적인 연구를 몇 가지 살펴보면, 먼저 Starr, Newfrock, and Delurey(2003)는 기업의 위험 관리 방식에 대한 연구에서 현대 사회와 같이 네트워크 기반의 경제하에서는 기업의 위험 관리의 방식이 기존의 단순한 위험 관리 체제에서 회복탄력성 개념으로 변화해야 한다고 주장하였다. 기존의 위험 관리가 단순히 잠재적인 취약성에 대처할 수 있는 ‘포인트 솔루션’이었다면, 회복탄력성을 적용한 새로운 위험 관리는 기업 내 각 부분 간의 연결성을 고려하여 위험에 좀 더 신속하고 유연하게 대처할 수 있는 조직을 만들어 나가는 과정으로 보았다. 또한 위험에 대한 일회성 대처에 그치는 것이 아니라 지속적인 위험 대처 프로세스를

만드는 것이 무엇보다 중요하다고 주장하였다.

Smith and Fischbacher (2009)는 과거보다 위험 요인이 다양해지고 위험 요인에 의한 불확실성이 커지고 있는 상황에서는 전통적인 위험 관리 관점을 벗어난, 회복탄력성 개념을 접목한 새로운 위험 관리 체계가 필요하다고 보았다. 회복탄력성은 비즈니스 연속성과 안정성을 확보하는 데 필요한 개념으로 위험 관리에 대한 새로운 접근 방식의 기반이 될 수 있을 것이라 주장하였다. 이는 ‘연속적인 프로세스’를 강조한 Starr, Newfrock, and Delurey(2003)의 관점과 일치하는 것이다.

마지막으로 Mitchell and Harris(2012) 또한 회복탄력성이 위험 관리의 새로운 지표가 될 수 있을 것이라 보았다. 회복탄력성은 다양한 위험 요인과 각 요인의 영향을 통합적으로 관리할 수 있는 지표이며, 위험 관리의 맥락에서 회복탄력성을 강화하기 위해서는 다양한 위험 관리 옵션을 통합적으로 관리할 수 있는 동적인 시스템을 구축하는 것이 필수라고 주장하였다. 다만 회복탄력은 측정하기 어려운 개념이므로, 이 부분에 대해 신중한 접근이 필요하다는 것을 강조하였다. <그림 2-2>는 Mitchell and Harris(2012)가 제시한 통합 위험 관리 매트릭스로, 위험 축소(risk reduction), 위험 전환 또는 공유(transfer or sharing risks), 더 나은 준비(being better prepared), 효과적인 반응과 회복(responding and recovering effectively)의 네 가지 관점에서 다양한 위험 요인에 대한 관리 방법을 나타내고 있다.

〈그림 2-2〉 통합 위험 관리 매트릭스

	Risk reduction (preventing hazard/ shock, reducing exposure and vulnerability)	Transfer or share risks	Being better prepared	Responding and recovering effectively	References
Climate change risk	Greenhouse gas emissions reduction, poverty reduction	(Re)insurance, community savings and other forms of risk pooling	Monitor salinisation, coral bleaching, seasonal forecasts	Support environmental migration and livelihood transitions	McGray et al. (2008)
Disaster risk	Land use planning, poverty reduction, strong building codes with enforcement	(Re)insurance, community savings and other forms of risk pooling	Early warning, evacuation, first aid training	Cash-transfers, rapid shelter provision, risk assessments in reconstruction	UNISDR Global Assessment Report (2011)
Conflict risk	Conflict analysis informing policy and programming decisions, consensus building approaches, electoral reform in some contexts	Building wider allegiances and coalitions for peace	Early warning, conflict analysis, training in mediation, development of negotiation strategies, proactive peacekeeping	Peacekeeping, transitional justice/ peace building, new governance and decision-making processes, economic opportunities	GSDRC on conflict (Haider, 2011)
Economic and financial shocks	Transformative and promotive social protection, land reform, migration, build foreign reserves	Redistributive tax measures, with investment in welfare/benefit for more exposed individuals	Early warning, economic trend analysis, coordination between government departments, macro-economic shock facilities	Cash and other asset transfers, increases in aid, supported investment flows.	Devereux and Sabates-Wheeler (2004), te Velde (2008)

자료: Mitchell and Harris(2012), p. 4

제2절 위험 관리 시스템

1. 위험 관리 시스템의 개념

위험 관리 시스템이란 앞에서 살펴본 위험 관리의 개념을 적용하여 한 조직이나 시설에 대해 위험 관리 단계별로 세부적인 방법론을 구축하고 체계화하여 만든 컴퓨터 프로그램 기반의 시스템을 의미한다. 위험 관리 시스템 구축의 필요성은 크게 세 가지 관점에서 생각해볼 수 있다. 먼저 구체성이다. 앞에서 살펴본 위험 관리의 개념은 추상적인 것들이며, 각 단계가 완벽히 연계되어야만 비로소 의미가 생긴다. 위험 식별 - 위험 분석 - 위험

평가는 하나의 단계만 실행할 경우 큰 의미를 가지기 어려우나, 단계별로 구체적인 접근법과 분석 방법을 결정하고 하나의 시스템 구축을 통해 세 단계가 연계된다면 위험 관리 능력 향상뿐만 아니라 회복탄력성 향상에도 기여할 수 있다. 다음은 지속성이다. 위험 관리를 조직 내에서 하나의 시스템으로 구축하지 않는다면 단발성 이벤트가 될 가능성이 크다. 시스템화를 통해 관련자 및 조직들이 관리하고, 담당자가 변경되더라도 시스템을 통해 인수인계가 가능해야만 지속적인 위험 관리가 가능할 것이며, 이는 Starr, Newfrock, and Delurey(2003)가 주장한 회복탄력성 기반의 지속적인 위험 관리 프로세스와도 일치한다. 마지막은 접근성 및 신속성이다. 위험 관리에 있어 가장 중요한 요인 중 하나는 관련 조직 및 담당자 간의 신속한 정보 공유 체계이다. 관련 기관 및 담당자가 하나의 시스템을 통해 의사소통하고 정보를 공유할 수 있다면 재난상황에 대한 적시 대처가 가능할 것이다.

2. 위험 관리 시스템 사례

1) K-water 리스크관리 시스템

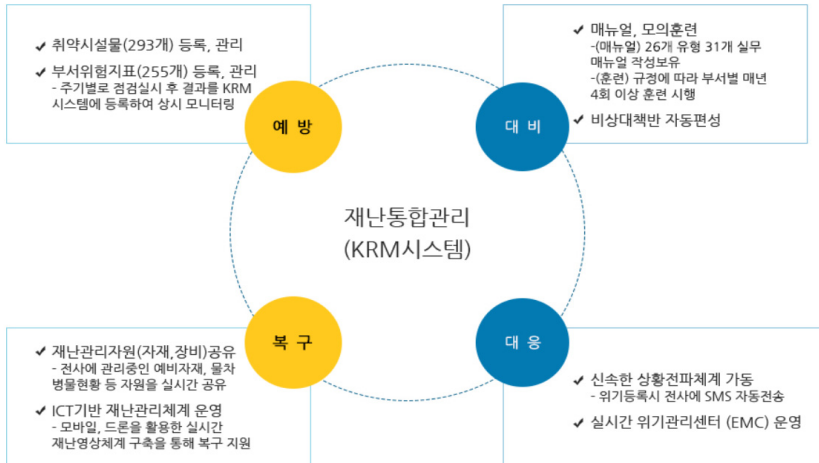
K-water는 국내 공공기관 중 최초로 전사적 리스크관리(ERM: Enterprise Risk Management) 개념을 적용한 위험 관리 시스템을 구축하였다.²⁾ 2007년에 ERM 시스템을 구축하고 운영하기 시작하여 2012년에는 KRM(K-water Risk Management System)이라는 이름으로 브랜드화하였고, 2014년에는 모바일 KRM을 구축하고, 2015년에는 시스템 고도화를 완료하였다.³⁾

2) 이용재·김세종(2009), p. 97.

3) K-water 홈페이지(검색일: 2021. 9. 22)

KRM은 예방-대비-대응-복구의 네 단계로 이루어진 재난통합관리 시스템이다. <그림 2-3>은 KRM 시스템의 구성을 나타낸 것이다. 그림을 살펴 보면, 예방 단계에서는 취약시설물 및 부서위험지표를 등록하고 관리하여 주기별 점검 및 상시 모니터링 결과를 등록하고 있으며, 대비 단계에서는 재난 대비 매뉴얼 작성 및 등록, 부서별 모의훈련, 비상대책반 자동 편성 등을 관리하고 있다. 대응 단계에서는 신속한 상황전파 체계 구축, 실시간 위기관리센터 운영 등의 기능을 갖추고 있으며, 복구 단계에서는 예비자재 등의 재난자원 관리, 모바일·드론 등의 ICT 기반 재난관리 체계를 운영하고 있다. ISO의 위험 관리 절차와 KRM의 시스템 구성을 비교해보면, 예방 단계는 위험 식별 및 위험 분석, 대비 단계는 위험 평가, 대응 및 복구 단계는 위험 처리 단계와 관련이 깊다. 즉, 겉으로 보이는 단계는 다르지만 위험 관리 시스템은 기본적으로 ISO의 위험 관리 체계 표준에 따라 시행되고 있다.

<그림 2-3> KRM 시스템 구성도



자료: K-water 홈페이지(검색일: 2021. 9. 22)

KRM은 민간기업에서 많이 활용하던 ERM의 개념을 공공기관에 적용하여 시스템을 구축한 사례이며, <그림 2-4>와 같이 가시화된 위험 관리 시스템 구축을 통해 위험 관리의 수준을 한 단계 향상시켰다는 점에서 큰 의의를 가지고 있다.

<그림 2-4> KRM 시스템 구현 모습(예시)

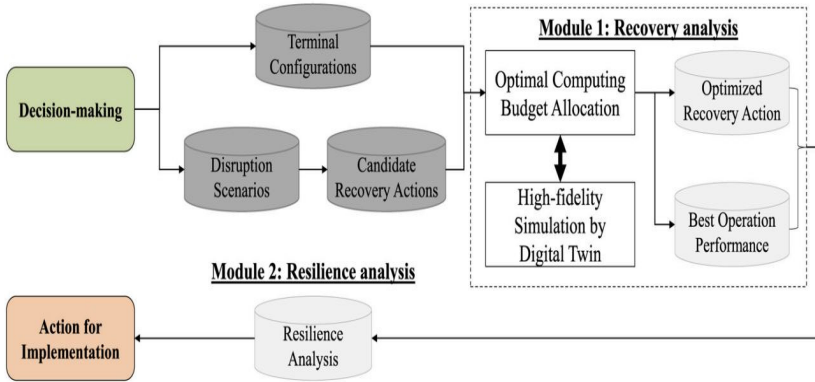


자료: 이용재·김세종(2009), p. 99

2) 디지털 트윈을 활용한 위험 관리 의사결정 시스템

Zhou *et al.*(2021)은 회복탄력성과 위험 관리를 결합하여, 항만에서 디지털 트윈 기반의 시뮬레이션을 활용한 위험 관리 시스템을 제안하였다. <그림 2-5>는 Zhou *et al.*(2021)이 제시한 시스템의 흐름도를 나타낸 것으로, 간단히 설명하면 회복탄력성을 위험 관리의 성과 지표로 설정하고, 시뮬레이션을 통해 위험 처리 방안의 효과를 측정하는 것이다.

〈그림 2-5〉 디지털 트윈을 활용한 위험 관리 시스템 흐름도



자료: Zhou *et al.*(2021), p. 3

위험 관리의 절차대로 위험 요소를 식별하여 기능 붕괴 시나리오(disruption scenario)를 설정하고 위험 분석 및 위험 처리 절차를 통해 잠재적인 복구 방안(candidate recovery action)을 설정하게 되는데, 이 두 단계는 디지털 트윈을 통한 터미널 구성(terminal configuration)과 병행하게 된다. 이후 복구 방안의 효과 분석(recovery analysis) 과정에서 디지털 트윈을 활용하여 정확성 높은 시뮬레이션을 실시하게 되며, 시뮬레이션 결과를 바탕으로 회복탄력성을 계산하게 된다. 여기서 회복탄력성은 시뮬레이션으로 측정한 복구 방안의 효과와 위험 사건 발생 이전의 평상시 성과의 비율로 계산한다.

Zhou *et al.*(2021)이 제시한 위험 관리 의사결정 시스템은 아직 구체적으로 특정 조직에 적용된 사례는 아니지만 회복탄력성과 위험 관리 시스템을 결합하였고, 위험 관리 시스템에 디지털 트윈과 같은 신기술의 적용 방안을 제시하였다는 점에서 의의가 있다. 또 앞으로의 적용 가능성도 충분하다고 할 수 있을 것이다.

03

항만 위기 사례 및 위기관리 현황

제1절 항만 위기 사례

항만 위기관리 시스템 구축을 위해서는 먼저 항만 기능 중단을 초래할 수 있는 위험 요인에 대한 연구가 필요하다. 본 절에서는 대표적인 항만 위기 사례를 알아보고 문헌 연구 등을 통해 항만 위험을 초래할 수 있는 요인들을 체계적으로 정리해보도록 한다.

1. 항만 위기 사례 분석

1) 자연재해

(1) 태풍 - 태풍 매미 사례

태풍 매미는 Lam and Su(2015)에서도 지적했듯이 항만에 가장 큰 피해를 준 태풍으로 기록되고 있으며, 완전 복구까지 총 91일이 걸릴 정도로 항만 운영에 큰 위기를 초래하였다. 2003년 9월 12일에 우리나라에 상륙한 매미는 최대 풍속이 51.1m/s로, 관측 이래 가장 강력한 바람을 동반하여 부산항에 큰 피해를 입혔다. 부산항 북항의 신감만부두에서는 태풍으로

인해 전체 7기의 안벽 크레인 중 6기가 피해를 입었는데, 크레인 1기가 바람에 날려 220m를 이동해 다른 크레인과 충돌하였으며, 다른 크레인에서도 크레인 간 연쇄 충돌이 일어나면서 심각한 피해를 입었다. 또한 북항의 또 다른 부두인 자성대부두에서도 크레인 2기가 바람에 의해 전복되는 피해가 발생하였다.⁴⁾

크레인 1기의 무게는 약 908톤으로 이처럼 무거운 크레인이 태풍으로 인해 연쇄 전복된 것은 매우 드문 사례이다. 강력한 바람으로 인해 크레인을 고정하는 핀 컵과 그 주변의 콘크리트가 파손되었고, 전복 방지를 위해 크레인을 지지하고 있는 해안 측 앵커 네 개와 육상 측 앵커 두 개가 뽑혀 크레인이 전복된 것으로 조사되었다.⁵⁾ <그림 3-1>은 당시 크레인이 전복된 현장의 사진이다.

〈그림 3-1〉 태풍 매미에 따른 부산항 북항 터미널 피해 모습



자료: (좌) 동아일보(2003. 9. 13); (우) 부산일보(2010. 8. 28)

4) 김형근 외(2012), p. 17.

5) 위의 책, p. 19.

또한 태풍 상륙 당시 건설 중이었던 부산항 신항 또한 민자부두 및 작업 부두, 방파제, 수로, 연결 잔교 준설토 투기장 호안 등에 큰 피해를 입었으며, 부산항 신항의 전체 피해액은 약 238억 원으로 추산되었다. <표 3-1>은 부산항 신항의 피해 사례 및 규모를 정리한 것이다.

<표 3-1> 태풍 매미로 인한 부산신항 피해

피해 지역	피해 내용	피해 규모	피해액
1, 2공구 호안	사석 유실	57만 m ²	159억 원
	오탁방지막 및 기타 유실	-	
민자 부두	매립토 및 재하성토 유실	35m ²	37억 원
	장비 파손	PBD 6대 등	
연결 잔교	오탁방지막 유실	40SPAN	5억 원
서방파제 및 작업 부두	진입 도로 포장 파손	20m	2억 원
	작업 부두 B 구간 파손	50m ²	
동방파제	두부 상치 콘크리트 파손	20m	40억 원
	두부 T.T.P(32톤) 유실	200개	
옹원수로	수로 매몰	5만 m ²	4억 원

자료: 감형근 외(2012), p. 22 내용을 바탕으로 연구진 재구성

태풍 당시 집계된 항만시설의 피해는 총 86건으로 전체 피해 금액은 1,063억 3,400만 원에 달한다. 항만별로 살펴보면 부산항 북항이 앞에서 살펴본 크레인 전복과 궤도 이탈로 인해 576억 4천만 원의 피해를 입었으며, 신선대부두와 감만부두에서 운영용 건물 파손 등 26건으로 인해 618억 9,100만 원의 피해가 발생하였다. 부산항 신항은 <표 3-1>에서 살펴본 것과 같이 1, 2 공구 호안과 동방파제 일부 유실 등이 발생하여 수로 매몰을 제외한 5건에 대한 피해 금액은 237억 6,700만 원으로 집계되었다. 이외에도 감천항에서 중앙부두와 서방파제가 파손 등 4건의 피해가 발생하여 30억 1,400만 원의 피해 금액이 발생하였다. 피해 복구 비용은 부산항 북항의 전복된 크레인을 대체하는 데 576억 4천만 원이 발생한 것을 비롯해

총 1,251억 4천만 원으로 전체 피해 금액의 약 1.18배에 달하는 것으로 집계되었다.⁶⁾

(2) 지진 - 포항 지진 사례

우리나라는 지진의 위협이 비교적 적은 나라로, 지진으로 인한 항만 위험은 거의 발생하지 않았다. 하지만 2017년에 있었던 포항 지진으로 인해 항만시설에 피해가 발생해 우리나라 항만도 더 이상 지진에 안전지대가 아니라는 사례가 생겼다. 2017년 11월 포항시 북구 흥해읍에서 발생한 지진은 리히터 규모 5.4로 1978년에 우리나라에서 지진 관측이 시작된 이래 규모 5.8이었던 2016년의 경주 지진(규모 5.8)에 이어 사상 두 번째로 강력한 지진으로 기록되었다. 경주 지진은 항만시설에 피해를 입히지 않았으나, 포항 지진 때는 포항항 부두와 방파제 등에 소규모의 피해가 발생하였다. 포항지방해양수산청의 조사에 따르면 포항 구항, 신항 및 영일만항에 총 12건의 피해가 발생하였다.⁷⁾ <표 3-2>는 포항 지진의 피해 내역을 정리한 것이다.

<표 3-2> 포항 지진으로 인한 포항항 피해 내용

피해 시설	피해 내용
포항 영일만항 일반부두	에이프런 콘크리트 포장 이격 및 단차
	야적장 아스콘 포장 균열
포항 영일만항 역무선부두	에이프런 콘크리트 포장 이격 및 단차
포항 영일만항 어항방파제 및 파제제	상치 콘크리트 이격(시점부 및 제두부 등)
	파제제 접속부 침하 및 이격
포항 영일만항 어선물양장	상치 콘크리트와 콘크리트 포장 이격
포항구항 화물부두	상치 콘크리트와 아스콘 포장 이격 및 균열

6) 한겨레(2003. 9. 18)

7) 김우선·천민수(2017), p. 14.

피해 시설	피해 내용
포항구항 여객부두	에이프런 구간 및 측구 접속부 이격
포항구항 해경부두	상치 콘크리트와 콘크리트 포장 이격
포항신항 10번 및 11-1번 선석	상치 콘크리트 돌출 및 이격
	레일 침하 및 이격
포항구항 여객선 터미널 (건축물 연면적 2,916.06m ²)	내벽 균열
	내벽 대리석 타일 손상
	바닥재 균열
	외벽 유리(양면) 파손
	천장 내장재(철재) 파손
	주차장 바닥 균열
포항신항해운센터 (건축물 연면적 6,482m ²)	내벽 균열
	천장 및 벽체 내장재 파손
포항항 서방파제 등대	내외벽 벽체 균열
포항지방해양수산청 청사	1~5층 내벽 및 계단 균열
	1~5층 타일, 몰딩, 천장재 및 유리 파손
	아스콘 균열

자료: 김우선·천민수(2017), pp. 14~15 내용을 바탕으로 연구진 재구성

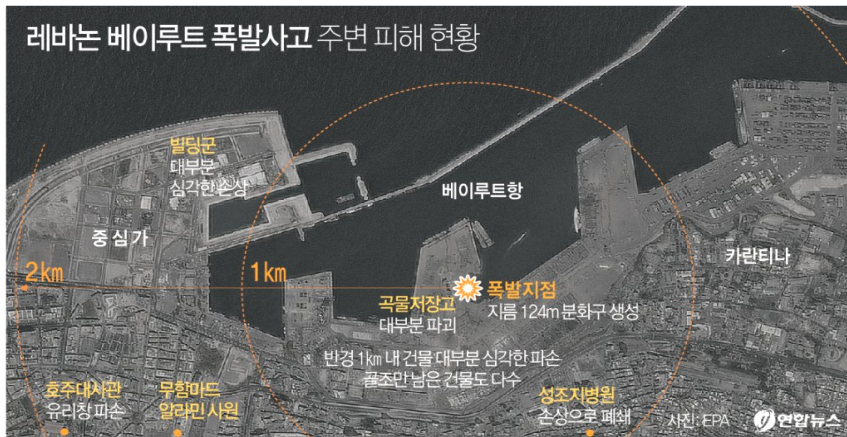
표에서 볼 수 있듯이 포항 지진으로 인한 피해는 대부분 콘크리트 및 아스콘 포장 이격, 내벽 균열 및 내장재 파손 등으로 경미한 것들이며, 피해 규모도 크지 않아 복구에 어려움은 없었다. 하지만 우리나라에서도 지진으로 인해 항만시설에 피해가 갈 수 있다는 것을 보여준 사례이며, 1995년의 한신·아와지 대지진이나 2011년의 동일본 대지진과 같은 큰 지진에 대비할 필요가 있다는 점을 일깨워준 사례이다.

2) 사회재해

(1) 사고 - 베이루트항 폭발 사고 사례

2020년 8월 4일 레바논 베이루트항에서 대규모의 폭발 사건이 일어났다. 항만의 폭죽 창고에서 발화가 시작되어 질산암모늄 보관창고로 불이 옮겨붙으며 2,700톤 이상의 질산암모늄이 폭발하여 베이루트항에서 반경 10km까지 영향을 미쳤다.⁸⁾ 최소 TNT 2.2kt에 해당하는 폭발력으로,⁹⁾ 이는 2015년 텐진항 폭발사고를 넘어 항만에서 일어난 가장 강력한 폭발사고로 기록되었다. 폭발지점에는 지름 124m의 분화구가 생성되었으며, 항만시설은 물론 베이루트 시내 중심가까지 큰 피해를 입었다.¹⁰⁾ <그림 3-2>는 폭발사고로 인한 주변 피해 현황을 나타낸 것이다.

<그림 3-2> 베이루트항 폭발사고 피해현황



자료: 연합뉴스(2020. 8. 6)

8) 연합뉴스(2020. 8. 6)

9) 중앙일보(2020. 8. 6)

10) 연합뉴스(2020. 8. 6)

폭발로 인해 최소 135명 이상이 사망하였으며, 30만 명 이상의 이재민이 발생하였다. 또한 최소 30억 달러에서 최대 150억 달러의 경제적 피해가 발생할 것으로 추산되어, 중간값인 90억 달러로 가정 시 레바논 GDP의 17%에 이르는 피해가 발생한 것이다.¹¹⁾ 식품 수입 물량의 80% 정도를 처리하던 베이루트항 시설이 거의 파괴됨에 따라 교역이 중단되었으며, 이에 따라 식품 가격이 급등하는 등 국민들의 생활에도 큰 피해를 주었다.¹²⁾

베이루트항 폭발 사고는 항만 위험물 관리에 대한 경각심을 일깨우는 대표적인 사건이다. 폭발의 원인이 되었던 질산암모늄은 우리나라 항만에도 보관되어 있는 물질이다. 2020년 9월 기준으로 부산 신항에 질산암모늄은 5,990톤, 북항에 1,656톤이 보관되어 있다. 또한 중국 텐진항 폭발사고의 원인이었던 시안화나트륨도 부산항에 3,236톤이 보관 중이다.¹³⁾ 따라서 위험물 관리 소홀로 인한 사회재해 예방을 위해 노력할 필요가 있다.

(2) 파업 - 미국 LA·롱비치항 파업 사례

2002년 10월 미국 서부의 대표적인 항만인 LA, 롱비치항을 포함하여 총 29개 항만에서 파업이 발생하였다. 파업의 원인은 항만 운영을 관장하는 태평양해운협회(Pacific Maritime Association)에서 항만 장비 현대화를 추진함에 따라 국제항만창고노조(International Longshore and Warehouse Union)가 일자리 감소 등을 이유로 반발한 것이다. 파업으로 인해 미국 서부 29개 항만에서 사업장이 폐쇄되었으며, 그에 따라 항만 하역 업무가 완전 정지되어 총 파업 기간인 10일간 미국 경제에 큰 타격을 주었다.¹⁴⁾

11) 국민일보(2020. 8. 11)

12) 뉴시스(2020. 8. 6)

13) 연합뉴스(2020. 10. 14)

14) 이민규 외(2014), p. 34.

파업이 길어지면서 파업으로 인한 경제적 피해 규모 또한 크게 나타났다. 당시 대한무역투자진흥공사(KOTRA) LA지부의 발표에 의하면 항만 폐쇄로 인한 피해액은 첫 5일 동안 하루 10억 달러로 추산되었다. CNN에 의하면 당시 항만 기능 정지로 인해 물류가 멈추면서 자동차, 의류, 식품, 농업 등의 산업 등에 하루 약 20억 달러 이상의 간접 피해가 발생한 것으로 추산하였다. 이는 항만 기능 정지로 인하여 수출입 운송이 적시에 시행되지 않아 발생한 계약 해지나 주문 취소로 유발되는 기업의 매출 감소액을 합산한 것이다. 남부 캘리포니아 지역에서는 LA항과 롱비치항의 기능 정지로 3억 7천5백만 달러의 피해를 입었으며, 캘리포니아주 전체에서는 항만 기능 정지가 수출입업체에 미친 손실의 규모가 약 12억 달러에 달한다는 LA카운티의 발표가 있었다. 하지만 추산된 피해금액은 항만을 이용하는 제품의 세관절차를 통해 추산한 금액이므로 실제 경제손실은 더 클 것으로 생각된다.¹⁵⁾

우리나라에서도 항만 노동자 파업으로 인한 항만 위기 사례가 종종 있었다. 대표적으로 2003년 5월 화물연대의 파업으로 인해 부산항의 기능이 마비되어 장치율이 크게 상승한 사례가 있다. 파업 전 부산항의 평상시 장치율은 53% 수준이었으나, 6일간의 파업 동안 장치율이 81%까지 상승하여 부두 기능이 크게 상실되었다.¹⁶⁾ 최근에는 항만파업이 자주 발생하지 않아 큰 피해 사례가 없지만, 파업 또한 항만에 위협을 초래할 수 있는 요인이라는 것을 항상 염두에 두고 있어야 할 것이다.

(3) 기타 - 감염병으로 인한 공급망 대란 사례

최근에 일어나고 있는 글로벌 공급망 대란도 항만 위협을 초래하는 요인

15) 위의 책, p. 36.

16) 해양한국(2003), p. 21.

이 될 수 있다. 실제로 미국 LA항과 롱비치항의 항만 적체는 우리나라 주요 항만의 운영에도 위협 요인으로 작용하고 있다. 미국 항만의 화물 적체 현상은 코로나19로 인한 것으로, 코로나19로 항만 노동인력은 줄어들었는데 보복 소비로 인한 수입 물동량이 증가하면서 항만 적체가 심화되고 있다. 미국 항만의 화물처리가 원활하게 이루어지지 않으면서 주요 선사들의 선박이 항만에서 대기하는 시간이 길어지고, 이는 우리나라 기업들의 선박과 컨테이너 수급에도 영향을 미쳐 물류가 제 기능을 하지 못하고 항만의 장치율이 급증하는 결과를 가져왔다. 통상 항만의 장치율은 70% 전후로 유지되어야 항만 운영이 원활하게 이루어지나, 물류대란으로 인해 부산항의 장치율은 90% 내외까지 상승하여 수출용 컨테이너 반입 허용기간을 입항 5일 전에서 3일 전으로 단축하는 등의 긴급조치를 취하게 되었으며,¹⁷⁾ 이는 화주와 선사, 운송업체의 비용 부담을 가중하고 결과적으로 항만 운영의 위기 요인으로 작용하였다.

또한 요소수 부족으로 인한 화물차의 운행 장애도 항만의 위험을 유발할 수 있는 요인이다. 요소수는 컨테이너 화물 차량의 운행에 필수적으로 활용되는데, 주요 요소 수출국인 중국이 전력난, 비료 부족 등의 사정으로 인해 요소 수출을 제한하면서 품귀 현상이 벌어져 차량 운행에 차질이 빚어지고 있다. 컨테이너 트럭뿐만 아니라 항만 내 하역장비도 요소수가 필요한 경우가 많기 때문에¹⁸⁾ 항만 내 화물 적체가 심화되고 최악의 경우에는 물류가 정지할 수 있다는 우려까지 제기되고 있는 상황이다.

3) 보안사건

항만 보안사건은 인명 손실, 환경적 피해, 교통 및 물류시스템 중단 또는

17) 해양한국(2021. 10. 1)

18) 연합뉴스(2021. 7. 29)

경제적인 혼란을 초래할 수 있는 교통보안사건(transportation security incidents)으로부터, 밀입국과 밀수 등 보안위반(breach of security), 항만 운영을 위한 IT 시스템을 공격하여 항만에 위협을 주는 사이버테러에 이르기까지 매우 다양하다.

현재까지 물리적 테러로 인해 항만 기능이 정지된 사례는 보고된 바 없으나,¹⁹⁾ 수출입물류 체계의 기반으로 국가중요시설물인 항만에 대한 테러 가능성은 상존하고 있기 때문에 철저한 대비가 필요하다. 또한, 최근에는 물리적 테러뿐만 아니라 사이버테러 위협이 점차 증가하고 있다. 항만출입 및 운영시스템, 관제센터 등의 IT 시스템을 기반으로 한 항만의 정보화 시스템 구축이 진행되면서 랜섬웨어, 웹 바이러스, 디도스 공격(DDoS, 분산 서비스 거부) 등의 다양한 사이버테러 사건이 발생하고 있는 추세이다. 해운 및 항만 분야의 사이버테러 발생에 대한 사례를 살펴보면, 2011년 이란 쉬핑라인, 2012년 호주 세관, 2016년 글로벌 선사 등에 대한 해킹 사례의 경우 화물 관련 정보를 유출하여 화물 탈취에 활용한 사례이며,²⁰⁾ 2017년 2월에 발생한 독일의 대형 컨테이너 선박 항해 시스템에 대한 해킹 사례는 해커의 공격으로 선박 자체가 탈취된 사례이다.

특히 2017년 6월에는 세계 최대 해운선사인 A.p. Mooller-Maersk의 운영시스템이 랜섬웨어의 한 종류인 ‘페티아(Petya)’의 공격을 받는 사건이 발생하였다. 이에 따라 머스크의 자회사인 APM터미널에서 전 세계 총 63개 터미널의 운영시스템이 마비되면서 약 3,000억 원으로 추산되는 피해가 발생하여 사이버테러의 심각성을 알려주었다.²¹⁾ 또한 2018년 7월에는 중국 국적 선사 코스코의 미주법인 전산망이 사이버테러 공격을 받아 기능이 정지돼 전산시스템이 마비되었다. 이 때문에 화주들이 급하게 타

19) 김찬호·최건우·박상원(2017), p. 54.

20) 보안뉴스(2018. 6. 9)

21) 조선비즈(2017. 6. 30)

선사로 예약을 변경하면서 선사의 경제적 손실과 더불어 화주 측면에서는 선박 확보에 난항을 겪는 사건이 발생한 바 있다.²²⁾ 이외에도 2018년에 발생한 미국 샌디에이고 항만과 스페인 바르셀로나 항만에 대한 랜섬웨어 공격,²³⁾ 2020년 5월에 발생한 이란 샤히드 라자이 항만의 운영시스템에 대한 공격 등 항만을 대상으로 한 사이버테러가 발생하여 심각한 항만 내 정체현상의 원인이 되기도 하였다.²⁴⁾ 이러한 해외의 사례뿐만 아니라 국내에서도 2011년 전남 진도 연안 해상교통관제센터에 대한 해킹 사건,²⁵⁾ 2019년 현대상선 선박이 랜섬웨어 공격을 받아 메인 컴퓨터가 정지되는 사건 등이 발생하였다.²⁶⁾

2. 항만 위험 요인 분류

항만 위험 요인의 분류에 대해 구체적으로 다룬 문헌을 살펴보면, 먼저 Lam and Su(2015)는 2000년에서 2011년까지 아시아 지역 항만에서 발생한 위험 사례들을 정리하여 총 15가지의 위험 사례를 자연재해(natural disasters), 인적재해(man-made accidents), 파업(port strike)의 세 가지로 분류하였다. 또한 이 사례들에 대해 발생가능성(likelihood)과 심각성(severity)을 측정하여 개별 사건들을 4x4 위험 매트릭스로 정리하였다. <그림 3-3>은 위험 매트릭스를 나타낸 것이며, <표 3-3>은 문헌에서 다룬 주요 사건들을 요약 정리한 것이다.

22) 코리아쉬핑가제트(2018. 7. 31)

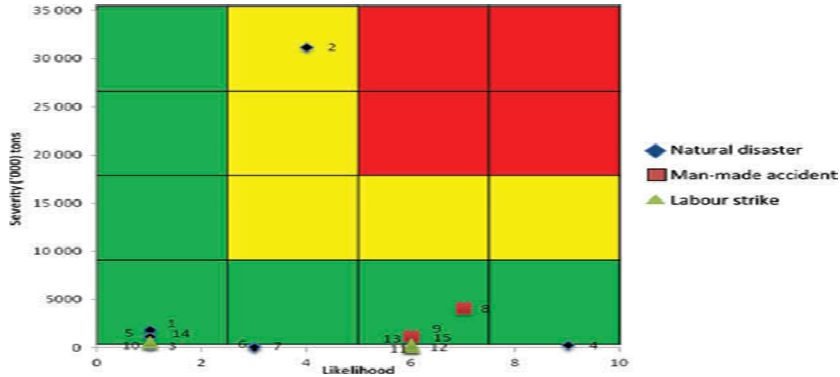
23) 박한선 외(2019), p. 39.

24) 연합뉴스(2020. 5. 19)

25) 아주경제(2014. 4. 20)

26) 박한선 외(2019), p. 36.

〈그림 3-3〉 아시아 항만의 위험 매트릭스(2000~2011)



자료: Lam and Su(2015), p. 422

〈표 3-3〉 아시아 항만의 위험 사례(2000~2011)

위험 종류	국가 및 항만	일자	피해 기간
지진	인도, 칸들라	2001. 1. 26	8일
태풍 매미	한국, 부산	2003. 9. 12	91일
쓰나미	인도, 첸나이	2004. 12. 26	1일
태풍	대만, 가오슝	2010. 10. 22	1일
겨울 악천후	중국, 칭황다오	2010. 12. 1	1.5일
지진과 쓰나미	일본, 센다이	2011. 3. 11	36일
	일본, 하치노헤 등	2011. 3. 11	13일
기름 유출	중국, 다렌	2010. 7. 16	5일
선박 충돌	인도, 뭄바이	2010. 8. 7	8일
파업	중국, 선전	2007. 4. 6	1.5일
	인도, 코친	2008. 8. 6	2일
		2009. 5. 12	2일
		2010. 8. 17	3일
		2011. 2. 2	7일
	방글라데시, 치타공	2010. 10. 7	6일

자료: Lam and Su(2015)의 내용을 바탕으로 연구진 재구성

Loh *et al.*(2017)은 공급사슬의 붕괴를 초래할 수 있는 항만 위험 요인에 대해 연구하면서 위험 요인을 시설 위험(infrastructure threat), 계획 위험(planning threat), 인력 위험(manpower threat), 보안 위험(security threat)의 네 가지로 분류한 후, 발생가능성과 결과의 중대성(consequence)을 기준으로 위험 매트릭스를 작성하였다. <표 3-4>는 문헌에서 제시한 위험 요인을 정리한 것이다.

<표 3-4> 위험 요인의 분류

종류	구체적인 위험 요인
시설 위험	• 하역장비 고장 • 부적절한 항만하역장비 • 산업재해 • 정전 • 선박관리시스템의 고장 • 항만정보시스템의 고장 • 수로상에서의 충돌
계획 위험	• 수로 혼잡 • 터미널 내 혼잡 • 항만-배후지 간 운송 혼잡 • 시설 및 장비 부족
인력 위험	• 항만 노동자 파업 • 인력 부족 • 작업 지시 오해
보안 위험	• 불법거래 • 밀수/밀수품 • 밀항자 • 침입 및 도난 • 테러 공격(물리적/사이버)

자료: Loh *et al.*(2017)의 내용을 바탕으로 연구진 재구성

지금까지 국내외의 주요 항만 위기 사례와 기존 문헌에서 제시한 항만 위험 요인의 분류에 대해 알아보았다. 본 연구에서는 해당 사례들을 기반으로 항만 위험 관리 시스템 구축을 위한 위험 요인 선정을 실시하며, 자세한 내용은 제4장에서 설명하도록 한다.

제2절 항만 위기관리 관련 법·제도 현황

본 절에서는 항만 위기관리와 관련된 법 및 제도에 대해 살펴본다. 먼저 재난안전 분야의 보안사건과 관계가 깊은 「국제항해선박 및 항만시설의 보안에 관한 법률」과 신설된 「항만안전특별법」의 내용에 대해 알아보고, 다음으로 「국가안전관리기본계획」과 「해양수산부 국가안전관리 집행계획」에 대해 살펴보도록 한다.

1. 관계법 현황

1) 국제항해선박 및 항만시설의 보안에 관한 법률

「국제항해선박 및 항만시설의 보안에 관한 법률」(이하 「국제선박항만보안법」)은 국제항해를 위한 선박과 그 선박이 이용하는 항만시설의 보안에 관한 사항을 규정하여 보안상의 위험을 효과적으로 방지하기 위한 목적으로 제정되었다. 보안에 관계된 부분은 제3장 항만시설의 보안확보를 위한 조치이며, 이 중 위험 관리와 관계가 깊은 내용은 제5조, 제23조, 제24조, 제25조, 제26조이다. <표 3-5>는 해당 조문의 내용을 정리한 것이다.

〈표 3-5〉 「국제선박항만보안법」 정리

구분	내용 요약
제5조 국가항만보안계획 등	10년마다 항만의 보안에 관한 종합계획 수립 및 시행 • 항만의 보안에 관한 기본방침 • 항만의 보안에 관한 중장기 정책방향 • 항만의 보안에 관한 행정기관의 역할 • 항만의 보안에 관한 항만시설소유자의 역할 • 항만에서의 보안시설 · 장비의 설치 및 경비 · 검색 인력의 배치 • 항만시설보안책임자 등에 대한 교육 · 훈련계획 • 보안사건에 대한 대비 · 대응조치 • 항만보안에 관한 국제협력 • 그 밖에 항만의 보안을 확보하기 위하여 필요한 사항
제23조 항만시설보안책임자	항만시설 보안업무의 효율적 수행을 위해 보안책임자 지정
제24조 항만시설보안평가	5년마다 항만시설 보안에 관한 시설, 장비, 인력 등에 대한 평가 시행
제25조 항만시설보안계획서	항만시설소유자가 보안평가의 결과를 반영하여 보안취약요소에 대한 개선 방안 및 보안등급별 조치 사항 등을 포함한 계획서 작성
제26조 항만시설보안심사	항만시설보안계획서에 따른 조치 이행 여부 등을 확인하기 위해 해양수산부장관이 항만시설보안심사 실시

자료: 「국제선박항만보안법」 내용을 바탕으로 연구진 재구성

이 중 항만 위험 관리 시스템 구축에 가장 참조할 만한 내용은 제24조의 항만시설보안평가에 관한 내용이다. 항만보안이 제대로 수행되고 있는지 평가하기 위해서는 보안상의 위험 요인 및 보호 대상 시설, 보안조치 등이 먼저 결정되어야 하기 때문이다. 이는 「국제선박항만보안법 시행령」에 잘 나타나 있다. 시행령 제28조 항만시설보안평가에 따르면 평가항목에 i)보안사건 또는 보안상의 위협으로부터 보호되어야 하는 사람 · 시설 및 장비의 확인과 보안상의 위협에 대한 분석, ii)보안상 위협 또는 결함을 줄이기 위하여 필요한 보안조치 및 그 우선순위 결정, 보안조치의 실효성, iii)항만

시설의 보안상 결함의 보완과 수립된 보안절차의 검증 등의 내용이 반드시 포함되어야 한다. 이는 제2장 제1절에서 알아본 위험 측정의 3단계인 위험 식별, 위험 분석, 위험 평가 단계와 거의 일치하는 개념으로, 항만시설보안 평가가 실제로 위험 관리에 기반하고 있음을 보여준다.

2) 항만안전특별법

「항만안전특별법」은 항만에서의 안전사고와 재해 예방을 위해 항만운송 참여자의 책임 명확화 및 안전관리 촉진을 위해 2021년 8월 3일 제정되었으며 2022년 8월 4일 시행될 예정이다. 해당 법에서는 항만 내에서 발생하는 안전사고에 대해 국가의 책무, 항만운송 참여자의 기본 의무 및 안전 확보 의무 등을 정하고 있으며, 항만안전협의체의 구성과 운영에 관한 사항, 안전교육, 자체안전관리계획의 수립 등에 관한 사항을 규정하고 있다. 또한 안전사고 발생 시의 사업정지, 과징금, 과태료 등 처벌 규정 또한 포함하고 있다. 이 중 항만 위험 관리 시스템과 관계된 내용은 자체안전관리계획의 수립에 관한 조항이다. 자체안전관리계획에 관한 조항은 제9조로, 자세한 내용은 <표 3-6>과 같다.

<표 3-6> 「항만안전특별법」 중 자체안전관리계획 관련 내용

구분	내용 요약
제9조 자체안전관리계획의 수립·승인 등	항만하역사업자의 자체안전관리계획 수립 의무를 규정 • 항만 내 출입통제 • 시설 안전확보 및 안전장비 지급 관리청의 자체안전관리계획 승인 및 변경에 관한 사항을 규정 • 수립한 자체안전관리계획의 승인 • 필요할 경우 자체안전관리계획 변경 명령 • 이행 확인을 위한 서류 검사 및 안전관리 상태 확인·조사 또는 점검 • 안전관리에 관한 업무 보고 요구

구분	내용 요약
	• 항만안전점검관에 관한 사항 • 시정조치 업무 수행을 위한 항만안전점검관 지정 • 공무원이나 항만공사 직원, 해양수산부 장관이 인정하는 자로 임명

자료: 「항만안전특별법」의 내용을 바탕으로 연구진 재구성

항만의 안전관리계획의 수립 및 점검은 관리청의 감독하에 항만하역사업자가 시행하게 되어 있으며, 해양수산부가 표준 모형을 개발한 후 각 사업자가 이를 기반으로 자체안전관리계획을 수립하게 될 것으로 보인다. 만약 통합 항만 위험 관리 시스템이 구축되고 표준 모형을 시스템에 포함하게 된다면 각 사업자의 안전관리계획 수립의 가이드가 될 수 있으며, 통일된 시스템으로 위험 및 안전관리의 효율성 향상 또한 기대할 수 있을 것이다. 항만 안전에 관한 정보 공개와 관계기관 간의 협조 또한 시스템을 통해 수행한다면 법 제정을 통해 기대한 안전 문화 확산과 안전사고 예방에 도움이 될 수 있을 것이다.

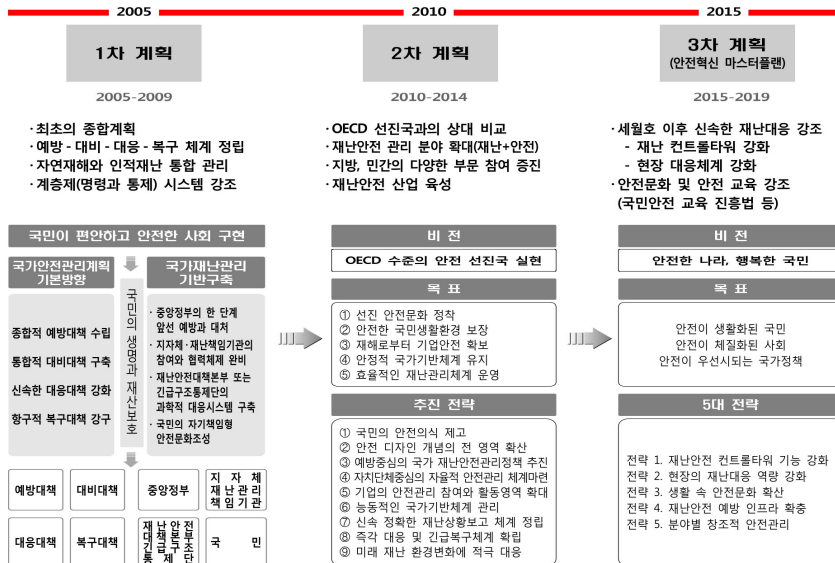
「항만안전특별법」은 계속되는 항만 내 안전사고를 방지하고 항만 내 작업 종사자의 안전하게 일할 권리를 보장하기 위해 새로이 제정된 법이다. 법의 제정 및 시행 취지 달성을 위해서는 많은 노력이 수반되어야 하며, 항만 통합 위험 관리 시스템도 그러한 노력의 일환으로 구축되어야 한다. 위험 관리 시스템 구축을 통해 안전 관리 위험 요인의 선정, 관리 대상 시설의 선정, 안전관리계획의 수립 등과 같이 위험 관리 단계에 맞춘 표준화된 절차를 마련하고 이를 통해 항만의 위험 요인을 통합적으로 관리한다면 협의체 운영 및 정보 공유를 원활히 하는 데 도움을 줄 수 있을 것이다.

2. 국가계획 현황

1) 국가안전관리기본계획

국가안전관리기본계획은 해양수산부의 안전관리 계획도 이를 기반으로 수립한다. 2005년부터 5년 단위로 계획을 수립하여 중장기적 정책 발전 방향을 제시하고 있으며, 2021년 현재는 제4차 국가안전관리기본계획(2020년~2024년)이 적용되고 있다. <그림 3-4>는 제1, 2, 3차 국가 안전관리기본계획의 특징을 요약한 것이다. 제1차 국가안전관리기본계획은 최초의 종합계획으로, 예방-대비-대응-복구의 네 단계를 정립했다는 데 의의가 있으며, 제2차 계획은 선진국, 즉 OECD 평균 수준의 안전을 이루하는 것을 목표로 하였다. 제3차 계획은 세월호 사고를 계기로 현장대응 체계 구축과 신속한 재난대응을 강조하였다는 특징이 있다.

<그림 3-4> 제1, 2, 3차 국가안전관리기본계획의 특징



자료: 중앙안전관리위원회(2019), p. 9

제4차 국가안전관리기본계획에서는 국가의 책임 강화, 각 부처 재난안전 관련 사업의 포괄, 실효성 있는 재정투자계획과 연계, 꾸준한 성과 평가, 국제사회의 재난안전 관련 요구 등을 반영하여 4대 전략 및 17개 중점 추진과제를 수립하였다. <그림 3-5>는 제4차 국가안전관리기본계획의 기본 방향을 나타낸 것이다.

<그림 3-5> 제4차 국가안전관리기본계획의 방향

비 전	
365일 전국민 안심사회	
목 표	
안전책임을 다하는 정부 / 스스로 안전을 지키는 국민 / 재난에 강한 안전공동체	
핵심지표	
재난·안전사고 사망자 40% 감축	
4대 전략 및 17개 중점 추진과제	
전략 1. 포용적 안전관리	■ 안전취약계층 보호·지원 ■ 국민 참여형 재난안전 교육·훈련 ■ 국민 안전권 보장기반 마련 ■ 안전관리계획의 실행력 제고
전략 2. 예방적 생활안전	■ 국민생명 지키기 3대 프로젝트 ■ 미세먼지 감축 및 먹는 물 수질관리 ■ 생활주변 안전환경 조성 ■ 일상생활 속 안전문화 확산
전략 3. 현장중심 재난대응	■ 재난대응체계 혁신 ■ 육상·해상 현장대응역량 강화 ■ 지자체·민간 재난관리역량 확대 ■ 재난현장의 정보·소통체계 개선
전략 4. 과학기술 기반 재난관리	■ 미래·첨단 재난안전 산업육성 및 기술개발 ■ 대형 복합재난으로부터 회복력 확보 ■ 기후변화에 대한 선제적 대응 ■ 대규모 재난 관리역량 강화 ■ 국제협력 증진 및 해외재난으로부터 국민 보호

자료: 중앙안전관리위원회(2019), p. 40

4대 전략은 포용적 안전관리, 예방적 생활안전, 현장중심 재난대응, 과학 기술 기반 재난관리인데 이 중 위험 관리 시스템 구축과 관계가 깊은 것은 현장중심 재난대응(전략 3)이다. 또한 과학기술 기반 재난관리(전략 4)의 중점 추진과제 중 대형 복합재난으로부터 회복력 확보는 회복탄력성 개념과 관계가 있다. 따라서 중점 추진과제 중 5개(재난대응 체계 혁신, 육상·해상 현장대응역량 강화, 지자체·민간 재난관리역량 확대, 재난현장의 정보·소통 체계 개선, 대형 복합재난으로부터 회복력 확보)를 중심으로 계획의 주요 내용을 살펴보도록 한다.

재난대응 체계 혁신에서는 비상상황대응 체계 혁신, 문제해결형 상황관리 체계 구축, 재난관리 인력 양성 기반 확충을 강조하고 있다. 현장에서 실제로 작동하는 재난대응 체계를 구축하기 위해 긴급구조 외의 상황 대응은 소관 기관에서 담당하도록 하였으며, 모든 재난에 공통적으로 적용되는 「표준화된 재난대응원칙」을 제도화하였다. 또한 국가위기관리 매뉴얼-훈련의 환류 체계를 수립하고 신종재난에 대한 매뉴얼 확대 및 신속한 정비·개선을 위한 제도적 장치를 마련하였으며, 중앙과 지방 간의 신속한 재난 상황 정보 공유 및 관리를 위해 시스템 표준화와 재난안전 정보 연계 기반을 마련하는 것을 목표로 하고 있다.

육상·해상 현장대응역량 강화는 초기 현장대응 체계의 개선 및 교육훈련 프로그램의 운영 및 훈련 체계 개선을 핵심 내용으로 하고 있다. 특히 대규모 해상재난사고 합동훈련 체계 개선과 해양선박사고 표준·실무 매뉴얼 및 현장조치 행동 매뉴얼 정비, 대규모 사고 대비 표준대응절차 마련을 목표로 삼는다. 또한 해양 오염사고에 대해서는 무인기 및 첨단 ICT 기술을 활용한 스마트 해양오염 예방 체계 구축과 방재 인프라 확충 등을 강조하고 있다.

지자체·민간 재난관리역량 확대는 지역안전조직의 역량 강화 및 지자체

의 재난관리 재정 기반 강화, 재난관리 평가 체계 개선을 통한 지자체 역량 강화 유도를 핵심으로 하고 있다. 특히 재난관리 평가 체계 개선의 경우 기존의 구성요소별 평가(개인·부서·조직·네트워크의 실적)에서 재난관리 단계(예방-대비-대응-복구)별로 평가하는 것으로 변경하여 지자체의 재난 대비 핵심역량을 측정하는 것이 목표이다. 또한 기업의 재해경감활동을 지원하고 공공성이 강한 기업에 이를 확산하여 실질적인 재해경감 역량을 갖 추도록 유도하고 있다.

재난현장의 정보·소통 체계 개선의 핵심은 통합 재난 예·경보 체계의 구축 추진이다. 이는 재난의 예·경보를 원활히 할 수 있도록 통합 시스템을 구축하는 것으로, 재난 예·경보 발송 후 통합 전달, 매체별 전송까지 단번에 시행할 수 있도록 시스템 간 메시지 및 시스템 정합 기술표준 마련을 추진한다. 또한 다매체 기반 멀티미디어 재난정보 전달 플랫폼 구축을 위해 정부와 연구기관, 방송사 등이 협력하여 관련 연구를 수행하고, 예·경보 서비스 확대 및 지자체와 공공기관으로 확산하는 것을 추진하고 있다.

마지막으로, 대형복합재난으로부터 회복력 확보는 대형복합재난에 대한 복구 체계 구축, 예방·현장·협력 중심의 사회재난관리 체계 혁신, 재난원인 조사의 전문성 제고 및 기관 간 협력 강화를 핵심으로 하고 있다. 국민 소득 수준에 상응하도록 복구지원 체계를 개선하고, 지자체별로 과거 사례를 기반으로 재난대응에 필요한 자원 비축기준을 마련하도록 추진하고 있다. 또한 비축기준에 따라 지자체별 보유량의 적정성 검토 및 부족량 확보 방안을 마련하는 것도 동시에 추진하고 있으며, 위치 기반의 재난자원관리 정보 활용을 통해 부족자원을 신속하게 동원할 수 있도록 기반 시스템을 마련하도록 추진하여 회복탄력성 강화를 목표로 하고 있다.

2) 해양수산부 국가안전관리 집행계획

「해양수산부 국가안전관리 집행계획」(이하 집행계획)은 위에서 살펴본 국가안전관리기본계획을 근거로 하여 수립되는 연도별 집행계획이다. 집행계획에서는 해양수산부 소관의 재난인 해양 선박사고, 대규모 오염사고, 적조, 지진(지진해일), 풍수해(태풍 등)에 대해 관리 주체 및 관리 체계, 관리 대책 등에 대한 구체적인 실행 계획을 제시하고 있다. <그림 3-6>은 집행계획의 추진 방향을 나타낸 것이다.

〈그림 3-6〉 해양수산부 안전관리 집행계획의 추진 방향

정책방향		바다에서의 국민 생명·재산 보호 최우선
예 방	형식적인 교육·점검을 탈피한 국민참여 해양사고 예방활동 추진	■ 해양재난 예방을 위한 종사자 및 대국민 교육 시행 ■ 재난 위험시설 및 지역에 대한 실효성 사전점검 실시 ■ 해양재난 대비 기반시설 보강 및 정비 추진
	현장중심 훈련과 매뉴얼 개선으로 철저한 재난 대비체계 유지	■ 해양재난 현장훈련을 통해 대응능력 향상·개선 ■ 실제 재난상황에서 작동하도록 위기관리 매뉴얼 점검·개선 ■ 빅데이터 활용 해양안전 기술 및 예·경보 시스템 구축
대 비	신속한 사고수습을 위한 해양재난 현장 대응력 강화	■ 초기상황 대응역량 제고 및 신속한 상황전파체계 구축 ■ 신속한 현장대응 기반조성 및 관계기관 협업 강화 ■ 재난발생 시 신속한 비상기구 가동을 통한 총력대응
	체계적인 복구 추진으로 안정적 해양수산 재난관리체계 지속유지	■ 체계적 복구지원으로 철저한 사후관리 ■ 유사사고 발생에 대비한 사고대응 모니터링 추진 ■ 신속하고 정확한 피해 집계 및 복구지원 추진

자료: 해양수산부(2020), p. 12

집행계획에서는 해양수산부 소관 주요 재난을 크게 사회재난과 자연재난으로 나누어 분류하고 있다. <표 3-7>은 해양수산 분야 주요 재난 및 피해유형을 정리한 것이다.

<표 3-7> 해양수산 분야 주요 재난 및 피해유형

구분		사고 및 피해유형
사회 재난	해양선박사고	인명 및 선박피해(충돌, 접촉, 좌초, 침몰, 전복 등)
	대규모 오염사고	선박사고 및 시설물(유류·위험물 등) 손상에 따른 해상·연안 오염피해
자연 재난	적조	어류의 아가미에 부착하여 양식어류 질식사 피해
	조수	해수면의 상승에 의한 해안 인접 지역 저지대 주거지 및 해안도로 침수 피해(주기적, 반복적)
	지진(지진해일)	인명 및 시설피해(항만·어항, 수산·표지·해운·연안시설 등 공공시설과 어선, 어망·어구, 양식시설 등의 사유시설)
	풍수해(태풍 등)	

자료: 해양수산부(2020), p. 2

집행계획에서 다루고 있는 재난 중 항만에 관련된 것은 풍수해 중 태풍, 지진·지진해일 및 미세먼지이다. 본 연구에서는 세 가지 유형의 재난에 대해 중점 추진 대책 위주로 살펴보도록 한다. 먼저 태풍에 관한 중점 추진 대책은 i)인명·선박피해 예방, 항만의 기능 유지를 위한 시설확충 및 해안 정비 등의 인프라 보강, ii)비상연락망 정비, 매뉴얼 보완 등의 선제적 상황관리태세 확립 및 신속한 비상대응 체계 구축·운영, iii)대응역량 강화를 위한 위기대응 훈련 추진의 세 가지이다. 인프라 보강은 예방, 비상대응 체계 구축 및 위기대응 훈련은 대비 단계에 속한다고 할 수 있다. 다음으로 지진·지진해일의 경우 i)항만시설 내진성능 보강 및 점검·훈련 실시, ii)상황별, 시나리오별 행동요령 위주로 대응 매뉴얼 개편의 두 가지로 대비 단계에 집중되어 있다.

마지막으로 미세먼지에 관한 추진 대책은 i)선박 배출원의 관리 강화,

특히 선박연료유 국제규제 강화에 대비한 이행수단확보, ii)야드트랙터 동력원 전환 등 친환경 항만운영체제 구축의 두 가지로 예방 단계에 집중되어 있다. 이외에도 공통적인 재난대비 역량 강화 방안으로 현장대응역량 강화 훈련, 매뉴얼 정리, 소속기관 재난관리 평가, 종사자 협의체, 해양수산 재난안전 분야 민·관·학 전문가 의견수렴을 위한 재난관리 포럼 운영 등의 계획을 제시하고 있다.

제3절 항만 위기관리 시스템 현황

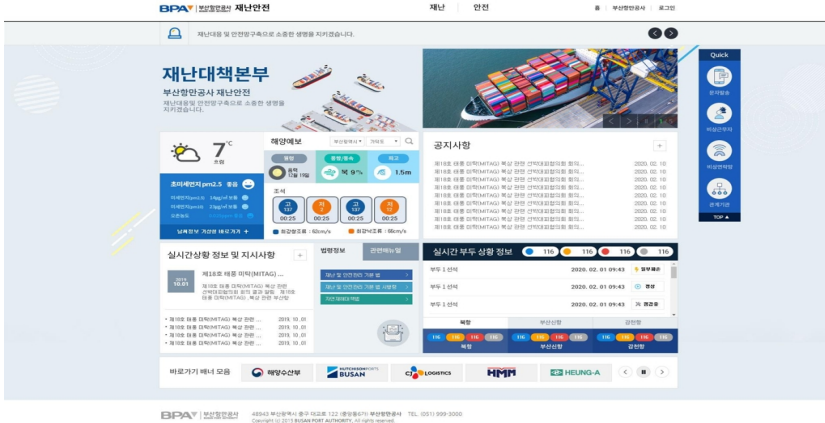
본 절에서는 현재 우리나라에 구축되어 있는 항만 위기관리와 관련된 시스템 현황에 대해 알아보도록 한다. 가장 대표적인 위기관리 시스템으로 최근 구축된 부산항만공사의 부산항 재난안전관리 시스템과 항만보안 리스크평가 시스템을 들 수 있다.

1. 부산항 재난안전관리 시스템

부산항만공사가 운영하는 부산항 재난안전관리 시스템은 안전사고 예방 및 신속한 재난대응을 위해 부산항만공사에서 2020년 6월부터 운영하고 있는 시스템이다.²⁷⁾ <그림 3-7>은 부산항 재난안전관리 시스템의 시안을 보여주고 있다.

27) 부산항만공사 체인 포털(검색일: 2021.10. 11)

〈그림 3-7〉 부산항 재난안전관리 시스템 시안



자료: 연합뉴스(2020. 2. 6)

1) 구축 배경

사회적으로 재난 및 안전관리의 중요성이 부각되면서 관련 법 등의 강화로 안전서류와 같은 관리 사항은 점차 늘어나고 있으나, 대다수 항만 내 기업체들은 인력 및 예산 부족으로 인해 안전업무를 지원하기 위한 독자적인 시스템 구축이 어려운 상황이다. 부산항 재난안전관리 시스템은 부산항만공사에서 선제적으로 인프라를 구축하고 항만 내 기업들의 안전업무를 지원하여 재난안전 관련 업무효율을 높이기 위한 목적으로 구축되었다. 또한, 대다수의 기업체에서 다양한 안전기법(위험성 평가, 현장점검, KOSHA-MS, 아차사고(Nearmiss) 관리 등)을 통해 현장의 위험 요인을 발굴하고 있으나, 체계적인 개선관리로 이어지지 못하고 있어 통합적인 시스템 구축을 통해 위험발굴과 개선관리의 연결을 지원하고 있다.

특히, 「산업안전보건법」 제36조에 규정된 위험성 평가 실시를 지원하기 위한 시스템을 마련하였다. 「산업안전보건법」에서는 현장의 위험을 정량화

하여 관리하는 위험성 평가 제도를 규정하고 있으나, 전문지식이 부족한 중소기업가 평가 시행에 어려움을 겪고 있어 재난안전관리 시스템 안에 위험성 평가 기능을 구축해서 이를 통해 평가를 쉽게 시행할 수 있도록 지원하고 있다. 이외에도 안전제안, 작업 중지요청, 아차사고 관리를 통해 다양한 항만관계자의 의견을 수렴해 소통하는 안전관리를 추진하고, 안전수칙 위반자를 관리하여 항만 내 안전질서를 유지하고 자율적 안전수칙 준수문화를 조성하기 위한 목적도 가지고 있다.

2) 시스템 구성 및 주요 기능

부산항 재난안전관리 시스템의 구성 요소 및 주요 기능은 크게 위험 요인 발굴 관리, 위험 요인 개선관리 통합운영, 위험 요인 개선관리 협업, 위험성 평가, 안전수칙 위반자 관리, 항만연관 사업자 시스템 지원, 안전제안 및 작업 중지요청, 재난 분야의 여덟 가지로 구분할 수 있으며, 이외에도 안전수칙동영상 시청, 재해통계 및 각종 자료실 기능을 제공하고 있다.

(1) 위험 요인 발굴 관리

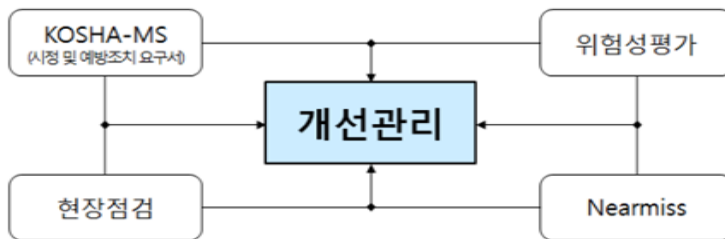
위험 요인 발굴 관리 기능은 담당 부서별로 실시한 안전점검 결과를 시스템으로 관리하고, 실시한 안전관리 실적을 총괄하여 나타내는 기능이다. 이는 안전관리, 특히 위험물관리에 있어서 「산업안전보건법」에 규정한 방법에 맞게 안전점검을 실시하여 법적 요구 사항이 누락하지 않도록 하기 위함이다. 위험 요인 발굴을 위해서 크게 네 가지의 방법을 활용한다. 먼저 현장점검은 「산업안전보건법」 및 공공기관 안전관리 지침, 기타 정부방침에 따라 현장에서 직접 점검하는 방법이다. 위험성 평가는 「산업안전보건법」 제36조에 따라 작업장의 유해·위험 요인을 발굴하고 각 요인의 위험성을 평가하여 관리하는 방법이다. 다음으로 KOSHA-MS는 안전보건경영시

시스템을 의미하는 것으로, 시스템 운영 시 확인된 부적합 사항과 위험 요인에 대해 시정 및 예방조치 요구서를 발행하고 관리하는 것이다. 마지막으로 아차사고는 잠재위험 요인을 관리하는 안전기법 중 하나로 실제로 사고가 발생하지 않았어도 사고가 발전할 수 있는 위험 요인을 발굴하여 관리하는 방법이다. 부산항만공사에서는 재난안전관리 시스템상에 이 네 가지 방안에 대한 카테고리를 만들어 각 담당자가 해당하는 위험 요인을 등록하도록 하고 있다.

(2) 위험 요인 개선관리 통합운영

위험 요인 개선관리 통합운영 기능은 앞에서 설명한 네 가지 방법을 통해 발굴한 위험 요인을 한눈에 확인하여 개선, 관리 할 수 있도록 하여 안전관리 효율성을 증대하기 위한 것이다. 발굴한 위험 요인에 대한 개선 조치 사항을 등록하도록 하고, 개선되지 않은 위험 요인을 담당자가 시스템 상에서 바로바로 확인하고 조치할 수 있도록 하는 것이다. <그림 3-8>은 시스템의 개선관리 체계를 나타낸 것이다.

〈그림 3-8〉 재난안전관리 시스템 개선관리 체계도



자료: 부산항만공사(2021), p. 3

(3) 위험 요인 개선관리 협업

위험 요인 개선관리 협업 기능은 안전관리 담당자뿐만 아니라 타 부서 및 타사 관계자와 위험 요인을 합동관리 할 수 있도록 하는 것이다. 구체적으로, 4개 분야의 위험 요인을 등록할 때 등록하는 사람이 담당 부서(운영, 건설의 2개 부서) 및 담당 업체를 지정하도록 하고, 담당 부서와 담당 업체는 관할구역의 위험 요인이 등록될 경우 조치를 취하고 결과를 입력하도록 하는 것이다. 현장점검 시 발굴된 위험 요인 및 미흡 사항에 대한 부서 간 협업을 통해, 사무실에서도 개선 여부를 확인 가능하도록 하여 담당자의 현장관리 업무효율성을 증대할 수 있다.

(4) 위험성 평가

위험성 평가 기능은 부산항 재난안전관리 시스템의 핵심요소로, 「산업안전보건법」 기준에 맞는 위험성 평가를 항만 내 기업이 누구나 쉽게 할 수 있도록 하는 기능이다. 현재 위험성 평가와 관련하여 안전보건공단에서 두 가지 평가 시스템(KRAS, Charm)을 제공하고 있으나, 시스템 간 연동이 안 돼 작업과 화학물질에 대한 평가를 각각 실시해야 하는 문제가 발생하고 있다. 또한 KRAS에 보건평가(근골격계, 소음) 기준이 법의 내용을 충족하지 못하며, KOSHA-MS에서 시행하도록 하는 그 밖의 위험성 평가에 대한 내용도 누락되어 있다. 부산항 재난안전관리 시스템은 이러한 단점을 보완하여 작업별, 시설별, 물질별로 평가가 가능하도록 메뉴를 구성하고, 평가기준을 관련 법의 내용과 KOSHA-MS 인증기준에 충족하도록 구성하고 있다. 또한 위험성 평가 절차가 어려워 관리가 힘든 문제를 해소하기 위해 위험성 평가 메뉴를 ‘사전준비, 위험 요인 파악 및 위험성 추정, 위험 요인 분류, 감소 대책’ 등으로 세분화하고, 진행 단계별로 가이드를 제공하여 사용자의 편의성을 높였다.

(5) 안전수칙 위반자 관리

안전수칙 위반자 관리 기능은 항만관계자가 합동으로 항만 안전수칙을 위반한 사람을 관리할 수 있도록 하는 것이다. 이를 위해 부산항만공사, 부산항 및 부산신항보안공사, 터미널운영사, 항운노조에서 안전수칙 위반자를 등록하여 관리할 수 있도록 시스템을 구축하였다. 사람의 경우는 항만 출입증 번호를 기반으로 위반자를 등록·관리하고, 차량은 차량번호를 기반으로 등록·관리하도록 하였다. 안전수칙 위반자 점검은 ‘부산항 10대 안전수칙’ 위반 여부를 중심으로 실시하여 등록하고, 보안상의 문제가 있기 때문에 부산항만공사와 보안공사는 전 부두의 위반 내역 및 위반자 조회가 가능하도록 하고, 터미널운영사의 경우는 관할 부두 내 위반내역 조회만 가능하도록 권한을 설정하여 관리하도록 하였다.

(6) 항만연관사업자 시스템 지원

항만연관사업자 시스템 지원 기능은 KOSHA-MS와 같이 대외 정보 관리가 필요한 몇몇 기능을 제외하고 기타 모든 기능을 사내 협력업체, 항만 건설업체, 항만운송사업자 등 항만연관사업자별로 사용할 수 있도록 시스템을 구축하여 지원하는 것이다. 이러한 통합 지원 시스템은 관계자 간의 의사소통을 원활하게 하여 정보 공유 및 가시성 향상에 큰 도움을 줄 수 있다.

(7) 안전제안 및 작업 중지요청

안전제안 기능은 항만관계자가 직접 항만안전관리를 위한 제안을 제출할 수 있도록 하여 시스템 개선에 활용하는 것으로, 관계자 모두가 안전관리 체계 개선에 기여할 수 있도록 하여 참여도를 높인다. 작업 중지요청 기능은 사고가 발생할 우려가 있는 급박한 위험이 있는 경우 바로 신고하여 작

업을 중지할 수 있도록 조치하는 것이다. 위험을 실시간에 가깝게 파악하고 관리함으로써 사고를 미연에 방지하고, 사고가 발생하더라도 피해를 줄이는 효과를 기대할 수 있다.

(8) 재난 분야

재난 분야 기능은 자연재난(풍·수해, 조수, 지진, 해일 등) 및 사회재난(선박사고, 해양오염, 화물운송거부 등) 관련 정보와 재난 시의 행동 매뉴얼을 시스템상에 등록하여 관리하는 것이다. 현재는 재난 정보 및 매뉴얼 등록, 비상연락망 관리 등의 기능만을 갖추고 있지만, 향후 기능연속성 수립계획 등에 활용할 수 있도록 시스템을 발전시켜 재난·안전을 종합적으로 관리할 수 있도록 할 예정이다.

2. 항만보안 리스크평가 시스템

항만보안 리스크평가 시스템은 우리나라 항만의 항만보안심사 평가 체계의 전산화와 표준화를 목표로 미국의 항만보안 리스크평가 도구인 PSRAT을 벤치마킹하여 2014년부터 구축을 시작하여 현재까지 계속 시스템 구축 및 고도화가 이루어지고 있다. 아직 정식으로 채택되어 사용하고 있지는 않으나, 항만 위험을 초래할 수 있는 요인들을 식별하고 평가 체계를 마련하여 시스템화하였다는 점에서 큰 의의가 있다.

1) 구축 배경

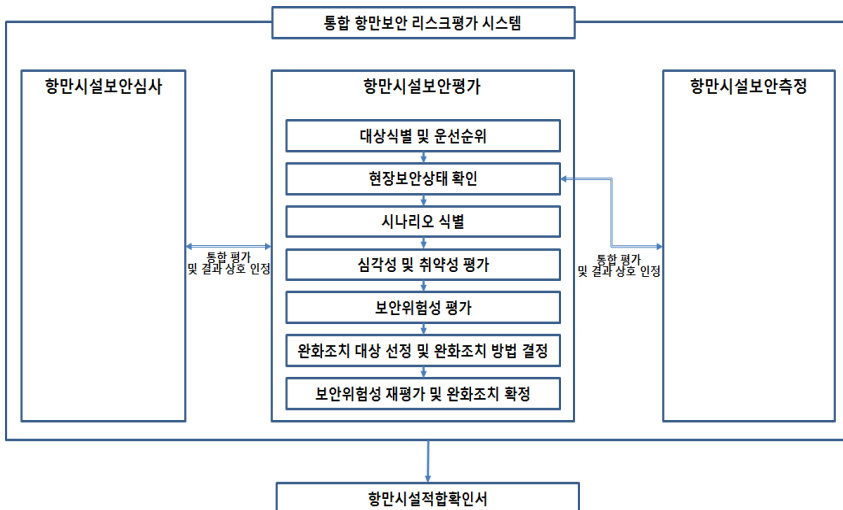
우리나라의 기존 항만보안심사 평가 체계는 전산화, 표준화되어 있지 않아 보안심사 또는 평가를 받는 주체가 심사 또는 평가결과를 활용하거나

과거 결과 이력을 살펴보고 항만보안을 더욱 확고히 하기 위한 정책 또는 제도를 만드는 데 많은 시간과 노력이 요구되었다. 따라서 항만에서 발생할 수 있는 보안 리스크를 평가하기 위한 항만보안 리스크평가 시스템을 구축함으로써 항만보안에 책임이 있는 항만시설주체 및 정책을 만드는 정책 당국자들이 그 결과를 활용하여 항만보안을 더욱 공고히 하려는 목적으로 시스템을 구축하였다.

2) 시스템 구성 및 주요 기능

항만보안 리스크평가 시스템은 크게 보안위협 시나리오 설정, 평가 대상 시설 설정, 리스크 평가 지표 및 기준 설정, 종합 리스크 평가를 통한 점수화로 이루어져 있으며, 이를 전산 시스템으로 구현한 것이다. <그림 3-9>는 항만보안 리스크평가 시스템의 구성을 나타낸 것이다.

〈그림 3-9〉 항만보안 리스크평가 시스템 구성도



자료: 시스템 내용을 기반으로 연구진 작성

(1) 보안위협 시나리오 설정

항만보안 리스크평가 시스템에서는 먼저 항만시설에 위협을 초래할 수 있는 보안위협을 시나리오로 정리하였다. 우리나라의 항만시설보안평가에서 적용하고 있는 항만시설에 대한 보안위협 및 보안사건과, 미국 PSRAT에서 설정하고 있는 시나리오를 기반으로 하여 크게 아홉 가지의 시나리오를 구성하였다. 우리나라의 항만시설보안평가와 미국의 PSRAT가 설정하고 있는 항만시설에 대한 보안위협 시나리오는 많은 부분에서 상이하다. 아울러 테러의 유형과 더불어 해상에서 발생할 수 있는 보안위협의 유형 등도 모두 상이하다. 이는 항만시설에 대한 보안위협 시나리오가 어느 시각에서 보느냐에 따라 달라질 수 있다는 것을 의미한다.

미국은 2001년 발생한 9·11 테러 직후 폭탄사건을 동반한 테러에 대한 방어체제를 갖추는 것에 집중한 반면, 우리나라는 폭탄을 동반한 대량살상이 가능한 테러를 포함하여 항만의 기능을 마비시킬 수 있는 폭탄을 동반하지 않는 테러나 항만에서 실질적으로 빈번하게 일어나고 있는 화물도난, 밀항, 밀수 등도 항만에서 발생할 수 있는 보안사건으로 규정하고 있다.

항만보안 리스크평가 시스템은 PSRAT 시스템에서 강조하고 있는 시설물 파괴를 동반한 테러와, 우리나라에서 강조하고 있는 환경사고 및 화물도난, 밀항자 등의 사건 발생 시나리오를 종합하여 <표 3-8>과 같이 시나리오를 설정하였다.

〈표 3-8〉 보안위협 시나리오

번호	시나리오 내용
1	① 테러에 의한 대상시설물의 파괴 또는 손상
	② 해상테러
	(a) 해양으로부터 대상시설물로 폭발물질이 반입되어 발생한 공격
	(b) 운항 중인 선박에 대한 선박 및 보트를 이용한 공격
	(c) 항만시설에 정박 중인 선박에 대해 선박 및 보트를 이용한 공격

번호	시나리오 내용
	(d) 해양으로부터 발사된 폭탄으로 인해 발생한 공격 ㉞ 자살폭탄테러 (a) 부적절한 운영 또는 행동으로 인한 대상시설물의 파괴 또는 손상 ㉞ 대량살상/생화학무기 테러 (a) 폭발성 내부 공격으로 인한 대상시설물의 파괴 또는 손상 (b) 육지로부터 대상시설물로 폭발물질이 반입되어 발생한 공격 (c) 항만시설에 대한 트럭 또는 자동차를 이용한 공격 (d) 육지에서 발사된 폭탄으로 인해 발생한 공격 ㉞ 사이버테러
2	㉞ 대상시설물의 파괴를 동반하지 않는 환경사고 ㉞ 사람의 사망 또는 인질 사고 ㉞ 마약/무기 밀반입 ㉞ 폭동 ㉞ 환경극단론자(극단적인 환경그룹에 의한 행동이 선박과 승무원의 안전을 위협하는 행위) ㉞ 이차적인 손상(석유화학제품공단이 공격목표가 되는 경우, 인접한 항만이나 터미널에 정박한 선박이 유독가스나 화재에 의해 발생하는 피해) ㉞ 화물도난 ㉞ 밀항자(밀입국)

자료: 시스템 내용을 기반으로 연구진 작성

(2) 평가 대상 시설 설정

위협 시나리오 설정의 다음은 위협에 노출될 수 있는, 리스크 평가 대상 시설 설정 단계이다. 항만보안 리스크평가 시스템에서는 「항만법」 제2조 제5항과 「국가보안시설 및 보호장비 관리지침」을 준용하여 대상 시설을 설정하였다. 선정된 평가 대상 시설은 「항만법」 상의 기본시설, 기능시설, 지원시설에 포함되는 시설 19개와 제한구역으로 설정된 8개를 합쳐 총 26개 시설이다. <표 3-9>는 선정된 평가 대상 시설을 정리한 것이다.

〈표 3-9〉 평가 대상 시설

구분	시나리오 내용
항만 시설	관련 법: 「항만법」 제2조제5항 - 항로·정박지·선유장·선회장 등 수역시설 - 방파제·방사제·파제제·방조제·도류제·갑문·호안 등 외곽시설 - 도로·교량·철도·궤도·운하 등 임항교통시설 - 안벽·물양장·잔교·부잔교·돌핀·선착장·램프(ramp) 등 계류시설 - 선박의 입항·출항을 위한 항로표지·신호·조명·항무통신에 관련된 시설 등 항행 보조시설 - 고정식 또는 이동식 하역장비, 화물 이송시설, 배관시설 등 하역시설 - 대합실, 여객승강용 시설, 소화물 취급소 등 여객이용시설 - 창고, 야적장, 컨테이너 장치장 및 컨테이너 조작장, 사일로, 저유시설, 화물터미널 등 화물의 유통시설과 판매시설 - 선박을 위한 급유시설과 급수시설, 얼음 생산 및 공급 시설 등 선박보급시설 - 항만의 관제·정보통신·홍보·보안에 관련된 시설 - 방음벽·방진망·수림대 등 공해방지시설 - 보관창고, 집배송장, 복합화물터미널, 정비고 등 배후유통시설 - 선박기자재, 선용품 등을 보관·판매·전시 등을 하기 위한 시설 - 화물의 조립·가공·포장·제조 등을 위한 시설 - 공공서비스의 제공, 시설관리 등을 위한 항만 관련 업무용 시설 - 항만시설을 사용하는 자, 여객 등 항만을 이용하는 자 및 항만에서 일하는 자를 위한 휴게소·숙박시설·진료소·위락시설·연수장·주차장·차량통관장 등 후생복지시설과 편의제공시설 - 항만 관련 산업의 기술개발이나 벤처산업 지원 등을 위한 연구시설 - 신·재생에너지 관련 시설, 자원순환시설 및 기후변화 대응 방재시설 등 저탄소 항만의 건설을 위한 시설 - 그 밖에 항만기능을 지원하기 위한 시설로서 해양수산부령으로 정하는 것
항만 구역 내 제한 구역	관련 법: 「국가보안시설 및 보호장비 관리지침」 - 선박에 인접한 육상 및 수상 측 지역 - 탑승 및 하선지역, 검색된 여객 및 선원의 대기장소와 검색지점을 포함한 처리장소 - 화물 및 선용품의 적재 또는 하역이 이루어지는 지역 - 위험물 및 유해물질이 수용되는 지역 - 보안 및 감시통제실을 비롯하여 선박통행관제실, 항로표지 및 항만의 통제빌딩 - 보안장비 및 감시장비가 있는 지역 - 필수적인 전기, 무선 및 통신설비, 용수와 기타 유틸리티 - 선박, 차량 및 개인에 의한 접근이 제한된 항만시설 내 기타 위치

자료: 시스템 내용을 기반으로 연구진 작성

(3) 평가 방법

항만보안 리스크평가 시스템에서는 크게 발생 가능성(중요도), 발생 결과, 취약성의 세 가지 지표를 통해 평가를 시행한다. 발생 가능성(중요도)은 발생 가능성, 시간적 지속성, 공간적 범위로 구성되어 있고, 발생 결과는 영향력 지표인 인명 손실, 경제적 손실, 환경 영향, 공공 안전, 상징적 영향과 복구 능력 지표인 대응능력, 복원력으로 구성되어 있다. 마지막으로 취약성은 접근 용이성, 시설물의 견고성, 이용성으로 구성되어 있다. 리스크 평가 점수는 각 지표에 점수를 매겨 특정한 산식을 통해 도출한다. <표 3-10>은 평가 방법을 정리한 것이다.

<표 3-10> 평가 방법

평가항목		평가 기준	
발생 가능성 (중요도)	발생 가능성	공격시도의 가능성을 나타내는 것	
	시간적 지속성	시나리오 발생 시 사고가 지속되는 시간	
	공간적 범위	시나리오 발생 시 공간적으로 파급되는 정도	
발생 결과	영향력	인명 손실	공격성공으로 인한 사망자 및 상해자의 수
		경제적 손실	공격성공으로 인한 경제적 손실
		환경 영향	공격성공으로 인한 생태계 파괴
		공공 안전	공격성공으로 인해 공공 안전 및 방위에 미치는 영향
		상징적 영향	공격성공으로 인한 상징물의 손실
	복구 능력	대응능력	운영자의 대응능력으로 항만시설보안심사 기준표를 적용
		복원력(관계기 관의 복원능력)	관계기관 간의 유기적 보안 정도를 측정
취약성	접근 용이성	공격자가 시설에 접근하기가 용이한지를 평가	
	시설물의 견고성	공격에 대해 시설물이 얼마나 견고한지를 평가	
	이용성	시설물이 공격 가능자로부터 어느 정도 노출되어 있는지 평가	

자료: 시스템 내용을 기반으로 연구진 작성

제4절 시사점

이상과 같이 항만 위기관리와 관련된 대표적인 법·제도들과 항만 위험 관리 시스템 사례에 대해 살펴보았다. 먼저 법적인 측면에서 「국제선박항만보안법」은 항만보안평가에 위험 관리 개념을 적용하고 있으며, 10년마다 항만 보안에 관한 종합계획을 수립하고 5년마다 항만시설 보안 수준을 평가하도록 하여 체계적인 보안 관리의 기반이 되고 있으나, 보안 측면에 관한 내용만 규정하고 있으며 위험 관리 시스템에 관한 내용은 다루고 있지 않다. 또한 신설된 「항만안전특별법」은 항만에서의 안전사고와 재해 예방을 위해 최초로 만들어진 법이라는 점에서 큰 의의가 있으며, 안전확보 의무, 안전교육 의무, 하역사업자의 자체안전관리계획 수립 의무, 안전점검관 등에 대해 정하고 있어 향후 체계적인 안전관리의 기본이 될 수 있다. 하지만 안전관리계획 수립의 구체적인 시기나 주기, 재난안전관리 수준 평가에 대한 내용 등이 부족하여 보완할 점이 많다.

국가계획 측면에서 재난·안전 분야의 대표적인 규정인 「국가안전관리기본계획」은 재난안전 관리의 기본적인 틀과 정책방향을 제공하는 것으로, 예방-대비-대응-복구의 네 단계로 구성된 정책 추진 방향을 규정하고 있다. 또한 현장 대응역량 강화, 소통 체계 개선 등의 구체적인 목표를 제시하고 있으며, 회복탄력성의 개념도 일부 포함하고 있어, 종합적인 항만 위기관리 시스템 구축 방향 설정에 활용할 수 있을 것이다. 하지만 국가의 최상위 계획인 만큼 위기관리 내용에 대한 구체성이 떨어지는 면이 있다.

「해양수산부 국가안전관리 집행계획」은 국가안전관리 기본계획에 대한 실제적인 집행 내역을 포함하고 있으나, 지진해일이나 태풍과 같은 자연재해에 대한 내용이 많으며, 집행 실적과 목표 설정에 집중하고 있어 구체적인 위기관리 시스템 구성에 대한 내용은 부족하다. 종합적으로 살펴보면,

현재의 법·제도는 회복탄력성 개념의 적용 등 항만 위험기관리의 큰 방향에 대해서는 제시하고 있으나 이를 뒷받침할 구체적인 제도가 미비하며, 재난안전과 보안을 별개의 내용으로 다루고 있어 종합적인 항만 위기관리에 관한 제도는 마련되어 있지 않다. 따라서 재난안전 및 보안을 모두 포괄할 수 있는 항만 위기관리 시스템 구축을 통해 실제적인 위기관리 방안 수립과 연계할 필요가 있다.

현재 구축되어 있는 부산항 재난안전관리 시스템은 재난안전분야에서 항만 위험 관리를 위해 구축된 첫 시스템이라는 점과 부산항 관계자들이 통합적으로 활용할 수 있는 시스템이라는 점에서 큰 의의를 가진다. 하지만 현재는 항만 내 기업의 위험성 평가 지원 위주로 시스템이 구성되어 있어, 종합적인 항만 위기관리를 위해서는 위험 식별 및 분석 단계에서 보완해야 할 점이 있다.

항만보안 리스크평가 시스템은 위험 분석의 단계별로 기능이 구현되어 있으며, 위험 시나리오와 대상 시설을 구체적으로 식별하였다는 점에서 의의가 있다. 하지만 보안사건만을 대상으로 하고 있으며, 시스템의 기능이 항만시설보안평가의 지원 위주로 구성되어 있어 종합적인 위기관리와는 거리가 있다는 한계를 지니고 있다. 따라서 본 연구에서는 두 시스템의 장점을 취합하고 단점을 보완하여 관련 법·제도에서 제시하는 위험 관리 방향을 기본으로 하고, 김성기 외(2020)에서 제시한 회복탄력성 요인을 적용하여 회복탄력성 기반의 항만 위기관리 시스템의 구축 방향 및 구축 방안을 제시하고자 한다.

04

항만 위기관리 시스템 구축

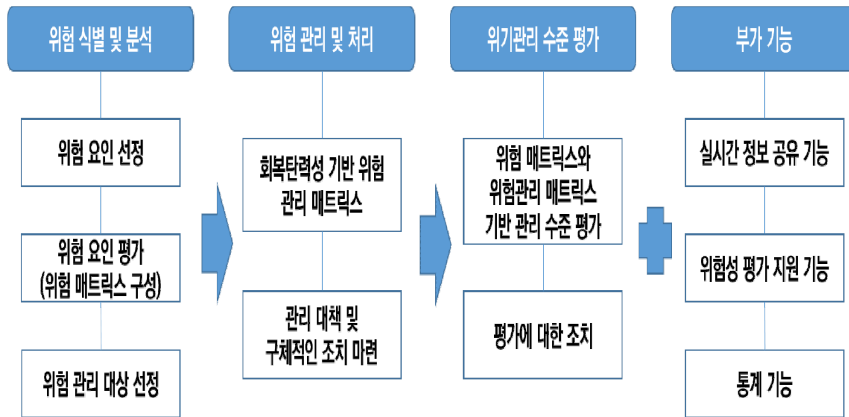
제1절 항만 위기관리 시스템 구축 방향

지금까지 항만 위기 사례와 위험 관리의 개념, 항만 위기관리 관련 법·제도 및 위기관리 시스템 현황에 대해 알아보았다. 현재 우리나라에서는 「국가안전관리기본계획」 등을 통해 위기관리의 정책적 방향을 제시하고 있으나 이를 뒷받침할 구체적인 시스템이 부족하며, 항만에서는 부산항 재난안전관리 시스템 등의 구축을 통해 위기관리 시스템 구축의 첫걸음을 시작하고 있는 수준이다. 본 절에서는 앞에서 분석한 사례들을 바탕으로 현재의 위기관리 체계를 보완하고 관리할 수 있는 종합적인 항만 위기관리 시스템의 구축 방향을 제시한다.

본 연구에서 제시하는 위기관리 시스템은 항만 전체의 원활한 운영 및 기능 유지를 뒷받침할 수 있는 시스템을 의미하며, 시스템 구성은 위험 관리의 기본적인 절차를 바탕으로 하여 크게 항만 위험 요인의 식별 및 분석, 위험 관리 및 처리의 두 가지 단계로 이루어진다. 위험 요인 식별 및 분석

단계에서는 위험 매트릭스를 기본으로 한 위험 요인 평가 방안을 제시하며, 위험 관리 및 처리 단계에서는 회복탄력성 개념을 도입하여 체계적인 관리 시스템을 제시한다. 또한 여기에 더해 위기관리 수준 평가 시스템의 구축 방향에 대해 제시하며, 마지막으로 위기관리 시스템에 필요한 부가 기능을 제시한다. <그림 4-1>은 본 연구에서 제시하는 항만 위기관리 시스템의 구성을 나타낸 것이다.

〈그림 4-1〉 항만 위기관리 시스템 구성도



자료: 연구진 작성

1. 위험 식별 및 분석

위험 식별 및 분석은 크게 세 단계로 구성하며 각 단계는 위험 요인 선정 - 위험 요인 평가 - 위험 대상 시설 선정이다.

1) 위험 요인 선정

위험 요인 선정은 항만의 원활한 운영을 방해하고 기능 저하나 정지를 초래할 수 있는 요인을 식별하는 단계이다. 위험 요인 선정의 기준으로 활용할 수 있는 것으로 먼저 「재난 및 안전관리 기본법」 제3조에서 규정하고 있는 재난에 대한 정의가 있다. 앞에서 살펴본 「국가안전관리기본계획」도 해당 법을 바탕으로 구성되어 있다. 해당 법에서는 재난을 크게 자연재난과 사회재난으로 구분하고 있으며, 해외재난을 추가로 정의하고 있다. <표 4-1>은 해당 법에서 규정하고 있는 재난에 대한 정의를 정리한 것이다.

<표 4-1> 「재난 및 안전관리 기본법」 상 재난의 정의

분류	정의
자연재난	태풍, 홍수, 호우(豪雨), 강풍, 풍랑, 해일(海溢), 대설, 한파, 낙뢰, 가뭄, 폭염, 지진, 황사(黃砂), 조류(藻類) 대발생, 조수(潮水), 화산활동, 소행성·유성체 등 자연우주물체의 추락·충돌, 그 밖에 이에 준하는 자연현상으로 인하여 발생하는 재해
사회재난	화재·붕괴·폭발·교통사고(항공사고 및 해상사고를 포함한다)·화생방사고·환경오염사고 등으로 인하여 발생하는 대통령령으로 정하는 규모 이상의 피해와 국가핵심기반의 마비, 「감염병의 예방 및 관리에 관한 법률」에 따른 감염병 또는 「가축전염병예방법」에 따른 가축전염병의 확산, 「미세먼지 저감 및 관리에 관한 특별법」에 따른 미세먼지 등으로 인한 피해
해외재난	대한민국의 영역 밖에서 대한민국 국민의 생명·신체 및 재산에 피해를 주거나 줄 수 있는 재난으로서 정부 차원에서 대처할 필요가 있는 재난

자료: 「재난 및 안전관리 기본법」을 바탕으로 연구진 정리

또한, 「해양수산업 국가안전관리 집행계획」에서 정의하고 있는 해양수산 분야 주요 재난도 위험 요인 선정의 기준으로 활용할 수 있다. 해당 재난은 선박사고, 적조, 조수, 지진, 풍수해 등이 있으며 자세한 내용은 <표 3-7>에서 제시한 바 있다. 보안 위험에 관련해서는 항만보안 리스크평가

시스템에서 이미 정의하여 사용하고 있는 시나리오가 있기 때문에 이를 그대로 활용할 수 있다. 보안 위험 요인에 대한 자세한 내용은 <표 3-8>에 제시한 바 있다.

본 연구에서는 제2장의 항만 위기 사례 분석 내용과 문헌 연구 결과, 「재난 및 안전관리 기본법」과 「해양수산부 국가안전관리 집행계획」의 재난 유형 분류 중 항만과 관련이 깊은 요인들, 항만보안 리스크평가 시스템의 보안 위험 요인 등을 기반으로 하여 항만의 위험 요인을 선정하였다. 이에 따라 항만의 위험 요인을 크게 자연재난, 사회재난(인적재난), 보안사건의 세 가지로 분류하고, 세부 위험 요인을 정리한다. Lam and Su(2015)에서 따로 분류했던 파업은 사회재난의 하위 요인으로 분류하고, 항만보안 리스크평가 시스템에서 분류하고 있는 보안사건 중 최근 그 위험 빈도가 늘어나고 있는 사이버테러를 별도의 요인으로 분류하였다. <표 4-2>는 세 가지 위험 요인 분류에 대한 세부 사항들을 정리한 것이다.

<표 4-2> 항만 위험 요인의 분류 및 세부 위험 요인

분류	세부 위험 요인
자연재난	• 태풍 • 지진(지진해일)
사회재난 (인적재난)	• 파업 • 위험물질 폭발 또는 유출 사고 • 글로벌 공급망 대란 • 미세먼지 • 감염병 확산
보안사건	• 시설물 파괴를 동반한 테러 • 시설물 파괴를 동반하지 않은 환경사고 • 사이버테러

자료: 연구진 작성

2) 위험 요인 평가

항만 위험 요인을 선정한 후에는 각 요인의 위험성에 대한 평가가 필요하다. 위험성을 평가하는 기준에는 여러 가지가 있으나, 본 연구에서는 Lam and Su(2015), 항만보안 리스크평가 시스템의 기준을 따라 위험 요인의 발생 가능성과 영향력을 기준으로 한 위험 매트릭스를 구성하여 각 요인의 위험성을 평가한다. 위험 매트릭스의 구성은 위험성 평가를 위해 흔히 사용되는 방법으로, <그림 4-2>와 같이 발생 가능성과 영향력을 각각 3단계로 구분하여 3x3의 매트릭스를 구성한다. 영향력과 발생가능성이 모두 낮은 LI(Low Impact)-LP(Low Probability) 단계부터, 영향력과 발생가능성이 모두 높은 HI(High Impact)-HP(High Probability) 단계 까지 총 9단계로 위험 요인을 분류하는 것이다. 영향력과 발생가능성에 대한 평가는 각 위험 요인의 역사적인 피해 정도, 발생 빈도 등을 조사하여 정량적으로 평가하는 방법이 있으나, 자료 수집이 용이하지 않고 지구 환경 변화에 따른 발생 빈도의 변화 등을 반영하기가 어렵다는 단점이 있어 전문가들의 설문조사로 측정하는 경우가 대부분이다.

<그림 4-2> 위험 매트릭스의 구성

	Probability		
Impact	Low	Medium	High
Low	LI-LP	LI-MP	LI-HP
Medium	MI-LP	MI-MP	MI-HP
High	HI-LP	HI-MP	HI-HP

자료: Murray, Grantham, and Damle(2011), p. 41

본 연구에서는 <표 4-2>에서 분류한 항만 위험 요인을 바탕으로 위험 요인의 시범적인 평가를 위한 설문조사를 실시하였다. 다만, 설문조사 샘플 수가 적은 것을 고려하여 가장 최근에 발생하여 사람들의 인식이 왜곡될 수 있는 글로벌 공급망 대란은 제외하고 다른 위험 요인들에 대하여 설문을 실시하였다. 설문 시 발생 가능성 및 영향력의 범위는 1~5 사이로 측정하였으며, 설문 대상은 항만 관련 업계 전문가 5인, 항만청 및 항만공사의 실무 전문가 5인, 항만 연구자 10인으로 이메일 및 대면 조사를 실시하여 총 20부를 회수하였다. <표 4-3>은 설문조사의 결과를 정리한 것이다.

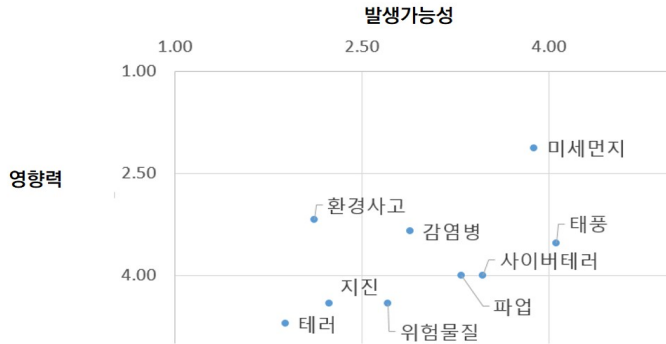
<표 4-3> 항만 위험 요인 평가 결과

분류		평가 결과	
		영향력	발생 가능성
자연재난	태풍	3.53	4.06
	지진(지진해일)	4.41	2.24
사회재난	파업	4.00	3.29
	위험물질 폭발 또는 유출	4.41	2.71
	미세먼지	2.13	3.88
	감염병	3.35	2.88
보안사건	테러	4.71	1.88
	환경사고	3.18	2.12
	사이버테러	4.00	3.47

자료: 연구진 작성

<표 4-3>에 제시한 평가 결과를 바탕으로 위험 매트릭스를 구성해 보았다. 영향력과 발생가능성의 등급을 정하는 기준의 경우 낮음(low)은 1.0 ~ 2.5 이하, 중간(media)은 2.5 초과 ~ 4.0 이하, 높음은 4.0 초과 ~ 5.0 으로 설정하였다. <그림 4-3>은 설문 결과를 바탕으로 도출한 위험 매트릭스이다.

〈그림 4-3〉 위험 매트릭스 분석 결과



자료: 연구진 작성

분석 결과, 미세먼지는 LI-MP 그룹에 속하고 있어 영향력은 낮으나 발생 가능성은 중간 정도이며, 시설물 파괴를 동반하지 않는 환경사고는 MI-LP 그룹으로 영향력은 중간 정도이나 발생 가능성은 낮은 것으로 조사되었다. 감염병, 사이버테러, 파업은 MI-MP 그룹으로 중간 정도의 발생 가능성과 영향력을 가지고 있으며, 태풍은 중간 정도의 영향력과 높은 발생 가능성을 가지고 있는 요인으로 평가되었다. 지진과 시설물 파괴를 동반하는 테러는 영향력은 높으나 발생 가능성은 낮은 그룹으로 분류되었고, 위험물질의 폭발 및 유출은 높은 영향력과 중간 정도의 발생 가능성을 지닌 것으로 분류되었다. 다만 본 결과는 시범적인 설문조사에 의한 것이므로 실제 시스템 구축 시에는 좀 더 체계적인 설문조사를 통해 객관성을 높일 필요가 있을 것이다. 실제 설문을 실시할 경우 KDI나 KISTEP에서 시행하는 예비타당성 조사 AHP 설문 절차를 참조하여, 각 항만에 대하여 지방해양수산청 안전관리자(항만공사가 있는 항만의 경우 항만공사 인원 포함), 각 항만에서 작업하는 운영사·하역사, 선사 인원 10인 내외, 학계 전문가들로 구성된 정부 추천 평가위원 10인 내외로 설문조사 대상을 구성하고 최저·최고 응답을 제외하여 결과를 내는 방식을 고려할 수 있다.

3) 위험 관리 대상 선정

위험 요인 평가의 다음 단계는 위험 관리 대상의 선정이다. 위험 관리 대상 선정은 앞에서 정의한 다양한 위험 요인별로 영향을 받을 수 있는 주요 항만시설이나 장비 등을 정의하는 단계로 실제적인 위기관리 체계를 구축하기 위한 기반이 된다.

위험 관리 대상 선정의 기준으로 활용할 수 있는 규정으로 「항만법」 제2조 제5항의 항만시설에 대한 정의가 있다. 해당 조항에서는 항만시설을 크게 기본시설, 기능시설, 지원시설, 항만친수시설, 항만배후단지의 다섯 가지로 분류하고 세부적인 시설에 대한 정의를 내리고 있다. <표 4-4>는 해당 조항의 항만시설에 대한 정의를 나타낸 것이다.

<표 4-4> 「항만법」 상 항만시설의 정의

분류	세부 위험 요인
기본시설	• 항로, 정박지, 소형선 정박지, 선회장 등 수역시설 • 방파제, 방사제, 파제제, 방조제, 도류제, 갑문, 호안(해안보호둑) 등 외곽시설 • 도로, 교량, 철도, 궤도, 운하 등 임항교통시설 • 안벽, 소형선 부두, 잔교, 부잔교, 돌핀(계선말뚝), 선착장, 램프(경사식 진출입로) 등 계류시설
기능시설	• 선박의 입항 · 출항을 위한 항로표지 · 신호 · 조명 · 항무통신에 관련된 시설 등 항행 보조시설 • 고정식 또는 이동식 하역장비, 화물 이송시설, 배관시설 등 하역시설 • 대합실, 여객승강용 시설, 소하물 취급소 등 여객이용시설 • 창고, 야적장, 컨테이너 장치장 및 컨테이너 조작장, 사일로(시멘트, 곡물 등 산적 화물의 저장시설), 유류저장시설, 가스저장시설, 화물터미널 등 화물의 유통시설과 판매시설 • 선박을 위한 연료공급시설과 급수시설, 얼음 생산 및 공급 시설 등 선박보급시설 • 항만의 관제 · 정보통신 · 홍보 · 보안에 관련된 시설 • 항만시설용 부지 • 「어촌 · 어항법」 제2조제5호나목의 기능시설(어항구에 있는 것으로 한정) • 「어촌 · 어항법」 제2조제5호다목의 어항편익시설(어항구에 있는 것으로 한정) • 방음벽, 방진망, 수림대 등 공해방지시설

분류	세부 위험 요인
지원시설	• 보관창고, 집배송장, 복합화물터미널, 정비고 등 배후유통시설 • 선박기자재, 선용품 등을 보관·판매·전시 등을 하기 위한 시설 • 화물의 조립·가공·포장·제조 등을 위한 시설 • 공공서비스의 제공, 시설관리 등을 위한 항만 관련 업무용 시설 • 항만시설을 사용하는 사람, 여객 등 항만을 이용하는 사람 및 항만에서 일하는 사람을 위한 휴게소·숙박시설·진료소·위락시설·연수장·주차장·차량통관장 등 후생복지시설과 편의제공시설 • 항만 관련 산업의 기술개발이나 벤처산업 지원 등을 위한 연구시설 • 신·재생에너지 관련 시설, 자원순환시설 및 기후변화 대응 방재시설 등 저탄소 항만의 건설을 위한 시설 • 그 밖에 항만기능을 지원하기 위한 시설로서 해양수산부령으로 정하는 것
항만친수시설	• 낚시터, 유람선, 낚시어선, 모터보트, 요트, 윈드서핑용 선박 등을 수용할 수 있는 해양레저용 시설 • 해양박물관, 어촌민속관, 해양유적지, 공연장, 학습장, 갯벌체험장 등 해양 문화·교육 시설 • 해양전망대, 산책로, 해안 녹지, 조경시설 등 해양공원시설 • 인공해변·인공습지 등 준설토를 재활용하여 조성한 인공시설
항만배후단지	• 항만배후단지

자료: 「항만법」을 바탕으로 연구진 정리

「항만법」상의 항만시설은 위험 관리 대상 선정의 기준이 될 수 있지만, 모든 관리 대상을 해당 기준으로 선정할 수는 없다. 특히 사회재난의 경우는 시설에 한정하여 관리 대상을 선정하기가 어려운 경우가 많다. 예를 들어 코로나19와 같은 감염병의 경우 기본적으로 지원시설 중 후생복지시설과 편의제공시설, 항만친수시설 전체 등 사람의 통행이 잦은 시설이 관리 대상이 될 수 있겠지만, 해당 시설이 모든 범위를 포함할 수는 없으며 작업자 동선이나 방역 시설 등에 대한 관리가 필요하다. 파업의 경우는 특정 시설이 영향을 받는다고 할 수 없으며, 파업 발생 시의 협상 전략이나 유사 시의 대체 시설이나 인력 확보 계획에 대한 관리가 더 중요하다. 글로벌

공급망 대란의 경우 항만시설 외에도 트럭 등의 연계 운송시설 운영 현황, 주요 항로로 연결되는 해외 항만의 운영 현황 등에 대한 정보 관리가 필요하다. 따라서 「항만법」을 기준으로 위험 요인별 관리 대상 시설을 선정하되, 전문가와 항만 실무자의 판단에 따라 적절히 관리 대상 시설 및 장비를 추가할 필요가 있다. 또한 「항만법」 상의 정의는 넓은 범위에서 항만시설을 정하고 있기 때문에 위험 요인별 관리 대상은 해양수산부 장관과 같은 의사결정자가 선정하되, 해당 관리 대상의 세부 목록은 각 시설의 운영 주체가 정하여야 할 것이다.

현재 부산항의 태풍에 대비한 주요 항만시설 관리 현황을 살펴보면 대비 단계에서 방파제·안벽·호안 등 주요 방재시설물을 수시로 점검하고 정비하도록 되어 있고, 항만시설 공사장 등에 대하여 태풍·해일 발생 시에 보강 작업 등 관리 방안을 수립하고 있으며 외곽 및 계류시설, 하역시설(레일형 장비, 타이어형 장비, 기타 장비)에 대해 풍속에 따른 대처 방안을 수립하여 관리하고 있다. 이외에 재난발생 위험이 높은 시설에 대하여 측정관리 대상시설로 지정하여 관리하도록 되어 있다. 여기서 하역시설의 경우 세부 관리대상은 선석 크레인, RTGC 등의 하역 장비가 될 수 있으며 선석마다 그 구성이 다를 수 있다. 따라서 세부 목록을 일괄적으로 지정하기보다는 운영 주체가 작성하고 관리하도록 방향을 잡아야 할 것이다. 또한 동일본 대지진의 사례와 같이 규모가 큰 재해의 경우 거의 모든 항만시설이 관리 대상이 될 수 있다. 이러한 경우에는 우선적으로 관리 대상이 되는 시설의 선정이 필요하다. <표 4-5>는 위험 요인별 우선 관리 대상의 예시이다. 보안사건의 경우 현행 항만보안 리스크평가 시스템에서 「항만법」 상 항만시설 전체를 대상으로 평가를 시행하고 있기 때문에 이를 이대로 준용하였다. <표 4-5>의 내용은 예시일 뿐 실제 시스템 구축을 위해서는 더 많은 전문가와 실무자들의 의견 수렴이 필요할 것이다.

〈표 4-5〉 위험 요인별 우선 관리 대상(예시)

위험 요인		관리 대상
자연재난	태풍	• 방파제, 호안 등의 외곽시설 • 안벽, 잔교, 선착장 등의 계류시설 • 하역장비, 화물 이송시설 등 하역시설 • 해양레저용 시설 • 해안산책로 등 해양공원시설
	지진 (지진해일)	• 방파제, 갑문, 호안 등의 외곽시설 • 도로, 교통, 철도 등의 임항교통시설 • 안벽, 잔교, 선착장 등의 계류시설 • 창고, 야적장 등의 화물 유통시설 • 하역장비, 화물 이송시설 등 하역시설 • 대합실 등의 여객이용시설 • 항만친수시설 전체
사회재난 (인적재난)	파업	• 항만 노동자
	위험물질	• 창고, 야적장 등의 화물 유통시설 • 보관창고 등의 배후유통시설 • 연구시설(위험물질을 취급하는 연구시설)
	글로벌 공급망 대란	• 창고, 야적장 등의 화물 유통시설 • 보관창고 등의 배후유통시설 • 트럭 등의 연계운송장비
	미세먼지	• 항만 노동자, 특히 야외 작업자 • 하역장비, 이송장비 등의 하역시설
	감염병	• 항만 노동자 • 불특정 다수의 출입이 많은 후생복지와 편의제공시설 • 여객 출입이 잦은 여객 이용시설
보안사건		• 항만시설 전체

자료: 연구진 작성

2. 위험 관리 및 처리

위험 관리 및 처리는 앞에서 식별한 위험 요인과 관리 대상을 바탕으로 실제적인 관리 방안 마련을 위한 단계이다. 본 연구에서는 체계적인 위험 관리 방안 마련을 위해 회복탄력성 개념을 활용한다. 회복탄력성이란 “예상치 못한 충격을 흡수하여 기능이 중단되지 않도록 하고, 변화에 적응하여 원래의 기능을 신속하게 회복하는 능력”을 의미한다.²⁸⁾ 앞에서 살펴보았듯이, 회복탄력성을 위험 관리의 지표로 활용하려는 시도들이 다양한 연구에서 이루어지고 있으며, 「국가안전관리기본계획」에도 회복력 확보가 재난안전관리를 위한 중요한 방향으로 제시되어 있다.

김성기 외(2020)의 연구에서는 회복탄력성의 개념을 세 가지의 잠재 요인과 아홉 가지의 세부요인으로 정의하고 설문조사를 활용하여 그 타당성을 검증하였다. 세부요인은 강건성, 여분성, 가시성, 유연성, 협력, 민첩성, 정보 공유, 반응, 회복이다. <표 4-6>은 각 요인의 정의를 나타낸 것이며, <그림 4-4>는 해당 연구의 회복탄력성 측정 모형을 나타낸 것이다.

〈표 4-6〉 9가지 회복탄력성 요인의 정의

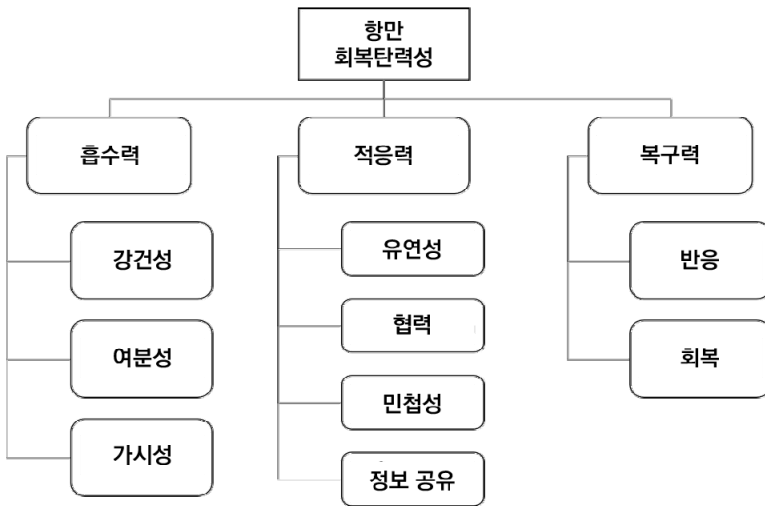
요인	정의
강건성 (Robustness)	초기 안정적인 구성의 변경 없이 급한 변화에 저항할 수 있는 기능
여분성 (Redundancy)	예상치 못한 기능 붕괴에 대응할 수 있는 작업 능력의 여유분
가시성 (Visibility)	핵심 작업 프로세스에 대한 정보를 적시에 접근할 수 있는 능력
유연성 (Flexibility)	최소한의 노력으로 변화하는 환경과 기능 장애에 적응할 수 있는 능력
협력 (Collaboration)	사업상 파트너와의 전술적, 운영적 또는 전략적 수준에서 공동 의사결정을 내리고 협력하는 수준

28) 김성기 외(2020), p. 24.

요인	정의
민첩성 (Agility)	예상치 못한 환경 변화와 기능 장애에 신속하게 대응하고 이러한 변화를 기회로 전환하는 능력
정보 공유 (Information Sharing)	파트너와의 공동 작업을 위한 내·외부 커뮤니케이션, 신뢰 및 상호의 존성 수준
반응 (Response)	방지 수준을 평가하고 활동을 통제하기 위한 사고 또는 비상사태에 대 해 요구되는 행동
회복 (Recovery)	정상 운영 상태로 신속하게 복귀할 수 있는 기능

자료: 김성기 외(2020), p. 70

〈그림 4-4〉 항만의 회복탄력성 측정 모형



자료: 김성기 외(2020), p. 71

실제적인 위험 관리 방안과 회복탄력성의 연계를 위해서는 아홉 가지 세부요인을 적용하여 〈그림 4-7〉과 같은 통합 위험 관리 매트릭스 구축이 필요하다. 매트릭스의 행은 위험 요인, 열은 회복탄력성 요인으로 설정하고, 해당하는 셀에 각 요인의 강화를 위한 위험 관리 및 처리 방안을 작성하여 관리하는 것이다. 〈표 4-7〉은 발생 가능성이 가장 높은 것으로 평가된 태

풍에 대한 위험 관리 매트릭스의 예시이다. 각 셀에는 관리 대책의 큰 카테고리리를 표시하고, 셀 클릭 시 세부 대책을 확인할 수 있도록 화면을 구성한다. 예를 들어, <표 4-7>의 강건성 아래 셀을 클릭하면 관리 대상 시설 및 점검 방법을 확인할 수 있도록 하고, 가시성 아래 셀을 클릭하면 행동 요령 매뉴얼을 확인할 수 있도록 하는 것이다.

<표 4-7> 태풍의 위험 관리 매트릭스

요인	흡수력			적응력				복구력	
	강건성	여분성	가시성	유연성	협력	민첩성	정보공유	반응	회복
태풍	관리 대상 시설물의 주기적 점검·정비	태풍 방재 물자 목록 및 예비자원 관리	태풍 대비 행동요령 매뉴얼 관리	상황 대응을 위한 비상근무 체계 사전 점검	항만시설 사용자들의 태풍대비 안전관리점검 상태 확인 및 공동대응절차 마련	방재교육 및 훈련 실시 수검 계획 및 점검	비상연락망 점검 및 실시간 상황 공유 체계 마련	대책본부 편성 및 상황 전달 체계 점검	복구 비용의 추산 및 복구 계획 수립

자료: 연구진 작성

매트릭스에 들어가는 위험 관리 및 처리 대책은 완전히 새로운 것이 아니며, 기존에 이미 시행하고 있는 대책들도 많다. 그럼에도 불구하고 위험 관리 매트릭스의 작성을 통해 얻을 수 있는 효과는 여러 가지가 있다. 먼저 사용자의 접근성이다. 단순히 문서로 관리하는 것보다 시스템상에서 바로 각종 대책을 확인할 수 있도록 하는 것이 적시 대처에 더 효과적일 것이다. 즉, 위험 관리 매트릭스의 작성 자체가 민첩성의 강화로 이어질 수 있으며, 관계기관이 동일한 시스템을 사용하여 위험 관리를 시행함으로써 협력 및 정보 공유 역량의 강화도 기대할 수 있다. 다음으로 회복력의 강화를 기대

할 수 있다. 김성기 외(2020)에 따르면 우리나라 항만은 흡수력과 적응력 부분의 역량은 어느 정도 갖추고 있지만, 회복력 부분의 확보가 미흡하다. 피해 정도에 따라 다양한 시나리오를 설정하고, 시나리오에 따른 복구 비용 및 복구 계획을 사전에 수립하여 시스템으로 확인할 수 있게 한다면 회복력의 강화가 가능할 것이다. 마지막으로 매트릭스를 구축하면 위험 관리 체제가 얼마나 잘 갖추어졌는지에 대한 평가를 수월하게 진행할 수 있다. 평가에 관한 내용은 다음에서 자세히 서술하도록 한다.

3. 위기관리 체계 및 회복탄력성 평가

항만의 위기관리가 얼마나 잘 이루어지고 있는지 평가하는 것은 위기관리 시스템 구축에 있어 반드시 필요한 일이며, 효과적인 위기관리 체계 마련을 위해서도 필요하다. 본 연구에서는 항만 위험 관리 매트릭스를 활용한 평가 체계를 설정하고자 한다. 평가는 아홉 가지 요인별 관리 대책의 이행 정도에 대해 이루어진다. 아홉 가지 요인별 관리 수준에 대해 ‘매우 미흡 - 미흡 - 보통 - 충분 - 매우 충분’의 5점 척도 평가를 시행하고, 합산 점수를 도출한다. 또한 요인별로 가중치를 부과하는데, 가중치는 회복탄력성 요인별로 설정하는 것이 아니라, 위험 요인별로 설정한다. 즉, 위험 정도가 높은 요인에 대한 관리 대책 이행 정도가 평가 점수에 더 큰 비중을 차지하도록 하는 것이다. 따라서 위험 요인별 합산 점수에 요인의 가중치를 곱하여 위험 요인별 최종 점수를 산출하고, 모든 위험 요인의 점수를 더한 것이 항만의 위기관리 수준 평가 점수가 되는 것이다. 위험 요인별 가중치는 앞에서 살펴본 위험 매트릭스에 따라 설정하도록 한다. <그림 4-5>는 위험 매트릭스의 영역에 따른 가중치를 나타낸 것이다.

〈그림 4-5〉 위험 매트릭스에 따른 위험 요인 가중치

		Probability		
		Low	Medium	High
Weights		1	2	3
1	Low	LI-LP (1)	LI-MP (2)	LI-HP (3)
2	Medium	MI-LP (2)	MI-MP (4)	MI-HP (6)
3	High	HI-LP (3)	HI-MP (6)	HI-HP (9)

자료: Murray, Grantham, and Damle(2011), p. 42

〈그림 4-5〉에 따르면 발생 가능성이 높고 영향력이 큰 위험 요인(HI-HP)은 발생 가능성이 낮고 영향력도 낮은 위험 요인(LI-LP)에 비해 9배의 비중을, 발생 가능성이 중간이고 영향력이 중간인 위험 요인(MI-MP)은 4배의 비중을 가진다. 〈그림 4-3〉의 분석 결과에 따르면 미세먼지와 시설물의 파괴를 동반하지 않는 환경사고의 가중치는 2, 지진과 시설물의 파괴를 동반하는 테러의 가중치는 3, 태풍, 감염병, 사이버테러의 가중치는 4, 태풍과 위험물질의 폭발 및 유출의 가중치는 6이 되는 것이다. 다만 여기서 위험 요인별 발생 가능성과 영향력의 정도는 각 항만마다 다를 수 있다. 예를 들어 태풍의 위협이 높은 편인 남해안의 항만들은 서해안의 항만들에 비해 태풍 대비의 필요성이 더 높을 것이다. 따라서 위험 매트릭스에 대한 조사는 항만별로 진행되어야 할 것이다.

항만의 위기관리 수준에 관한 평가 점수는 [식 4-1]에 의해 결정한다.

평가 점수=요인 1의 가중치×(요인 1에 대한 강건성 점수+여분성 점수+가시성 점수+유연성 점수+협력 점수+민첩성 점수+정보 공유 점수+반응 점수+회복 점수)+...+요인 n의 가중치×(요인 n에 대한 강건성 점수+여분

성 점수+가시성 점수+유연성 점수+협력 점수+민첩성 점수+정보 공유 점수+반응 점수+회복 점수 -----[식 4-1]

최종 평가 및 위험 관리 체계 개선에 대한 조치는 평가 점수를 100점 단위로 표준화한 후 다섯 단계로 등급을 부여하여 진행한다. 등급 부여의 기준은 <표 4-8>과 같이 정할 수 있다.

<표 4-8> 항만 위기관리 수준 등급 부여 기준

점수	등급	조치
90 이상~100	최우수	조치 사항 없음
80 이상 ~ 90 미만	우수	현재 관리 체계를 유지하되, 자율개선 노력
70 이상 ~ 80 미만	보통	미흡 사항에 대한 개선 조치 검토 후 보고
60 이상 ~ 70 미만	미흡	위험 관리 체계 개선 계획 수립 후 보고 및 개선 사항에 대한 점검 실시
60 미만	매우 미흡	전문가 및 전문 조직에 의한 개선 조치 컨설팅 및 개선 사항에 대한 점검 실시

자료: USCG(2013)의 PSRAT 프로그램 기준 등을 참고하여 연구진 작성

또한 이러한 평가와 병행하여 김성기 외(2020)에서 제안한 설문조사를 활용한 회복탄력성 평가를 항만 구성원들 대상으로 실시한다면, 위기관리 수준 평가 점수와 항만 구성원이 인식하는 항만의 회복탄력성 수준과의 차이를 비교할 수 있다. 이를 통해 구성원들의 인식은 좋지만 실제로는 관리가 제대로 시행되고 있지 않은 요인을 찾아 강화하는 등 항만의 위기관리와 회복탄력성 강화에 대한 심도 깊은 시사점을 도출할 수 있을 것이다. 설문조사를 활용한 회복탄력성 수준 측정에 대한 내용은 부록에서 제시한다.

항만의 위기관리 수준 평가는 항만별로 비교하여 상벌을 내리기 위한 것이 아닌, 해당 항만의 위기관리 역량 강화를 위해 필요한 것이다. 회복탄력성 관점에서 시스템을 통해 항만 위기관리를 실시하고, 관리 수준에 대한 평가를 통해 상대적으로 취약한 부분, 관리가 미흡한 부분을 찾아내고 이를 피드백하여 관리 수준 강화에 활용한다면 좀 더 실효성 있는 위기관리 체계의 구축이 가능할 것이다.

4. 부가 기능

항만 위기관리 시스템의 원활한 운영을 위해서는 위에서 설명한 기능들 외에 부가 기능이 필요하다. 본 절에서는 필요한 부가 기능으로 실시간 정보 공유 기능, 위험성 평가 지원 기능, 통계 기능의 세 가지를 제안한다.

1) 실시간 정보 공유 기능

실시간 정보 공유 기능은 주요 관리 대상 시설의 실시간 정보를 알려주는 기능이다. 현재 울산항만공사에서는 재난안전 홈페이지를 통해 주요 선석의 실시간 부두상황정보를 제공하고 있다. <그림 4-6>은 울산항만공사 재난안전 홈페이지의 해당 기능을 나타낸 것이다.

〈그림 4-6〉 울산항만공사 실시간 부두상황정보



자료: 울산항만공사 재난안전 홈페이지(검색일: 2021. 10. 21)

항만 종합 위험 관리 시스템에서는 이와 비슷하게 시설의 실시간 정보를 제공할 필요가 있다. 관리 대상 시설에 이상이 발생할 경우 발견자가 담당자에게 바로 전파하여 이상을 등록하고, 관계자 모두에게 알람을 보내서 조치에 나설 수 있도록 하는 것이다. 이러한 기능의 구현을 통해 재난안전 관리 체계와 회복탄력성 강화에 기여할 수 있을 것이다.

2) 위험성 평가 지원 기능

본 절에서 말하는 위험성 평가는 위에서 설명한 위험 요인 평가와는 별개의 기능으로, 현재 부산항 재난안전관리 시스템에서 구현한 바 있는 항만 내 개별 사업장의 위험성 평가를 지원하는 기능을 의미한다. 개별 사업장은 「산업안전보건법」에 따라 위험성 평가를 실시하게 되어있으나, 영세업체는 위험성 평가에 많은 어려움을 겪고 있다. 따라서 부산항 재난안전관리 시스템에서 구현한 개별 사업장의 위험성 평가 기능을 그대로 통합 항만 위기관리 시스템으로 흡수하여, 부산항뿐만 아니라 다른 항까지 지원

할 수 있도록 확대하는 것이 필요하다. 이를 통해 항만 전체의 위기관리와 개별 사업장의 위험성 관리를 통합함으로써 개별 사업장이 좀 더 안전한 환경을 만드는 데 기여할 수 있을 것이다.

3) 통계 기능

현재 우리나라에는 항만 재난·안전 관련 통계 구축이 미흡한 상황이다. 재난 발생 건수, 피해액, 복구 시일 등의 관련 통계 자료는 학술적, 정책적 연구의 기반이 되지만 이에 대한 데이터베이스 구축이 미흡하여 정량적 연구에 어려움을 겪고 있다. 따라서 통합 위기관리 시스템을 통해 항만 안전 및 재난에 관한 통계를 제시한다면 앞으로의 학문적 발전에 기여할 수 있을 것이다.

제2절 항만 위기관리 시스템 구축 및 활용 방안

1. 구축 방안

본 연구에서 제시하고 있는 통합 항만 위기관리 시스템은 전국의 모든 무역항에서 활용할 수 있도록 통일된 양식을 기반으로 한 하나의 시스템으로 구축한다. 항만별로 별개의 시스템을 구축하게 되면 의사소통에 지장이 생길 수 있으며, 중앙의 관리가 어려워지기 때문이다. 다만 시스템을 개발하여 단번에 전국 항만에 적용하기는 어려우므로, 주요 항만 위주로 시범적으로 적용한 후 시험 운영을 통해 개선점을 찾아 시스템을 완성하여 전국 항만으로 확장하는 방법을 고려할 수 있을 것이다.

통합 위기관리 시스템은 자연재난과 사회재난, 보안사건을 대상으로 한다. 현재 보안의 경우 해당 법률에 따라 항만시설보안평가, 항만시설보안심사 등 자체적인 위험 관리와 평가를 시행하고 있으며, 항만보안 리스크평가 시스템을 통해 이를 지원하고 있다. 다만 리스크평가 시스템은 아직 정식으로 활용하고 있는 시스템이 아니며, 보안사건의 범위가 점차 넓어지고 CCTV, 침단 감시 장비 등의 기술 발전으로 안전·재난과 보안 관리 간의 경계가 모호해지는 상황에서 보안 관리 시스템을 따로 운영하는 것은 비효율적일 수 있다. 따라서 초기에는 자연재난과 사회재난을 위주로 시스템을 구성하되, 보안 관리 및 평가 시스템을 흡수하여 통합하는 방식으로 나아가야 할 것이다. 다만, 보안의 경우 비밀인가 취급 권한 문제가 있기 때문에 사용자의 권한 설정 문제를 해결해야 할 것이다.

위험 요인의 선정은 중앙에서 큰 틀을 제시하되, 각 항만의 특성에 맞추어 선정할 필요가 있다. 액체 화물을 많이 취급하는 울산항의 경우는 유류나 화학물질의 유출을 주요 위험 요인의 하나로 선정하는 식으로 각 항만의 취급 화물, 지리적 요인, 시설적 특성을 반영하여 일부 요인을 추가하거나 제외할 수 있다. 위험 매트릭스의 구성을 통한 가중치 부여는 앞에서 언급한 대로 항만별로 시행하도록 한다. 위험 관리 대책 수립 및 회복탄력성 기반 매트릭스의 구성은 각 항만의 안전관리 담당자가 현재 수립되어 있는 안전 관리 대책 위주로 시행한 뒤, 보강이 필요한 회복탄력성 요인에 대해서 별도로 관리 대책을 수립하여 입력하는 방식으로 진행한다. 또한, 위험 관리 매트릭스에서 바로 해당 매뉴얼 조회, 관리 대상 시설 및 점검 결과 입력 등을 바로 시행할 수 있도록 하여 시스템 편의성을 높일 필요가 있다. 관리 체제의 평가는 해사 분야의 해사안전감독관이나 최근 신설된 항만보안감독관 제도와 같이 항만 재난·안전 관리 분야의 전문 인력을 확보하여 시행해야 할 것이며, 향후 항만 보안 관리 기능까지 통합하는 시스템을 구축할 때 필요하다면 해양수산부에 항만안전보안 전담과를 설립하는

등의 조직 개편 방안도 고려해야 할 것이다. <표 4-9>는 지금까지 제시한
항만 통합 위기관리 시스템의 구축 방안을 정리한 것이다.

〈표 4-9〉 항만 위기관리 시스템 구축 방안

구분	주요 내용
구축 종류	• 전국 항만 통합 위기관리 시스템 • 주요 항만 위주로 시범 시스템 개발 후 전국 항만에 적용
구축 대상	• 자연재난, 사회재난, 보안사건 관리 • 자연재난, 사회재난 관련 시스템을 먼저 구축한 후 보안 관리 기능 통합
구축 형태	• 웹 기반의 관리 시스템 • 위험 요인 선정 및 평가, 관리 대상 시설 선정, 위험 관리 및 처리 방안 마련, 위험 관리 수준 평가 기능 포함 • 실시간 정보 공유 및 모니터링 시스템, 통계 기능 포함
구축 주체	• 해양수산부와 항만공사가 협력하여 주요 항만 위주로 구축 • 추후 전국 항만 대상으로 확대 • 위험 요인 및 관리 대상 시설 선정의 경우 중앙에서 가이드라인을 제시 하되 항만별로 시행

자료: 연구진 작성

2. 활용 방안 및 기대 효과

항만 통합 위기관리 시스템을 구축함으로써 점점 늘어나는 위기관리 이슈에 체계적으로 대응할 수 있다. 항만 기능을 위협하는 요소는 점차 늘어나고 있다. 폭우와 같은 예상치 못한 자연재해의 발생 빈도가 점차 늘어나고 있으며, 미세먼지·감염병과 같이 예전에는 위험 요인으로 고려하지 않았던 재난들도 그 심각성을 더해가고 있다. 사이버테러와 같이 기술의 발전에 따른 새로운 위험 요인들도 계속 나타나고 있다. 이러한 상황에서 위험 요인의 선정부터 관리 방안 마련까지 일관적으로 체계화하고, 매트릭스

를 활용한 시각화와 평가를 통해 평상시의 관리 체계를 점검하는 것은 위기관리 수준을 향상시킬 수 있다. 또 상황 발생 시 실시간 정보 공유를 기반으로 한 대처 속도의 향상, 대처 결과에 따른 위험 관리 매트릭스의 업데이트라는 환류 체계를 갖추어 항만의 위기관리 역량 향상을 기대할 수 있을 것이다.

또한 회복탄력성을 기반으로 한 위기관리와 평가 체계를 갖추으로써 정부가 정확한 수치적 자료를 바탕으로 안전관리 정책 방향을 설정할 수 있다. 위험 관리 매트릭스에서 위험 요인별로 관리 대책이 회복탄력성 요인에 맞게 적절하게 수립되었는지, 제대로 이행되고 있는지에 대한 점검이 쉽게 가능하며 항만별 특성에 맞춘 평가를 통해 어떤 측면에서 관리가 미흡한지, 향후 어떤 측면을 강화해나가야 할지에 대한 판단을 내릴 수 있다. 이를 기반으로 「국가안전관리기본계획」 수립에 대한 제언이 가능하며, 「해양수산부 국가안전관리 집행계획」 수립 또한 좀 더 체계적으로 진행할 수 있을 것이다.

마지막으로, 부산항만공사에서 지원하고 있는 개별 사업장의 위험성 평가 기능을 전국 항만으로 확대함으로써 항만 전체의 위기관리와 더불어 개별 기업의 위기관리를 좀 더 효율적으로 진행할 수 있을 것이다. 개별 운영 주체의 위험성 평가 지원은 부산항 재난안전관리 시스템의 가장 큰 장점이다. 통합 항만 위기관리의 기본적인 주체는 정부와 항만공사가 되겠지만, 개별 사업장 및 운영 주체의 지원과 의사소통은 반드시 필요하다. 따라서 이를 전국 항만으로 확대할 수 있도록 시스템상에서 지원하여 관리 주체와 운영 주체가 협업할 수 있도록 한다면 더 효율적인 위기관리가 가능할 것이다.

05

결론 및 제언

제1절 요약 및 결론

본 연구는 항만의 기능 유지를 위협하는 요인이 점차 증가하고 있는 상황에서 체계적인 위기관리를 위한 항만 통합 위기관리 시스템 구축 방향을 제시하는 것을 목적으로 하였다. 이를 위해 대표적인 항만 위기 사례를 분석하고 위험 요인 분류 관련 문헌 연구를 시행하였으며, 위험 관리의 개념 및 위험 관리 시스템 구축 사례에 대해 알아보았다. 또한, 항만 위기관리 관련 법·제도에 대해 분석하고 현행 항만 위기관리 관련 시스템 구축 현황을 분석하여, 이를 기반으로 항만의 통합 위기관리 시스템 구축 방향과 활용 방안을 제시하였다.

제1장에서는 연구의 배경과 목적, 연구의 전체적인 내용과 방법, 선행연구 및 연구의 차별성에 대해 서술하였다. 항만 운영을 위협하는 요인들이 계속 늘어나고 있으며, 위험 및 안전관리가 점차 중요하게 부각되고 있는 상황에서, 회복탄력성에 기반한 항만의 통합 위기관리 시스템 구축을 통해 효율적인 위기관리가 가능함을 강조하였다. 제2장에서는 전통적인 위험 관리의 국제 표준인 ISO 31000의 내용을 바탕으로 위험 관리의 개념과 위험 관리의 절차에 대해 서술하였으며, 위험 관리와 회복탄력성을 연계하려는

연구 흐름에 대해 알아보았다. 위험 관리는 크게 위험 식별 - 위험 분석 - 위험 평가 - 위험 처리의 단계를 거쳐 이루어지며, 지속적인 위험 대처 프로세스 구축을 위해서는 회복탄력성의 개념을 적용하는 것이 중요하다. 또한 기존 문헌에 제시된 위험 관리 시스템 구축 사례를 분석하여 위험 관리 시스템의 개념 및 구축 방향에 대해서도 알아보았다.

제3장에서는 항만 위기 사례를 분석하고 우리나라의 항만 위기관리 현황에 대해 알아보았다. 태풍, 지진 등의 자연재해와 위험물 폭발, 파업, 공급망 대란 등의 사회재해, 사이버테러 등의 보안사건 사례를 분석하고, 위험 매트릭스를 통해 위기 사례를 분류한 문헌 연구를 시행하여 위기관리 시스템 구축을 위한 위험 요인 선정의 발판을 마련하였다. 또한 현재 우리나라의 항만 위기관리 관련 관계법 현황, 국가계획 현황 등을 분석하여 위기관리 시스템 구축을 위한 시사점을 도출하였다. 마지막으로 현재 우리나라에 구축되어 있는 항만 위기관리 관련 시스템의 사례인 부산항의 재난안전관리 시스템, 항만보안 리스크평가 시스템에 대해 분석하여 장점과 보완점 등을 도출함으로써 회복탄력성 기반 위기관리 시스템 구축 방향을 위한 기반을 마련하였다.

제4장에서는 앞장에서 시행한 문헌 연구 및 사례 분석 내용을 기반으로 통합 항만 위기관리 시스템의 구축 방향과 구축 및 활용 방안을 제시하였다. 통합 항만 위기관리 시스템은 위험 요인 선정 및 평가, 관리 대상 시설 선정, 회복탄력성을 기반으로 한 위험 관리 매트릭스 작성, 위기관리 체계 평가 기능 등으로 구성되며, 부가적으로 실시간 정보 공유, 위험성 평가, 통계 기능 등이 포함된다. 항만 위기관리 주체들이 하나의 시스템을 활용하여 관리를 시행한다면 원활한 의사소통 및 관리 역량 향상을 기대할 수 있을 것이다.

항만의 운영을 위협하는 요인은 꾸준히 증가하고 있으며, 관련 사건도

계속 발생하고 있다. 이러한 상황에서 위기관리의 중요성은 계속 강조되고 있으며, 위험의 사전 예방 및 대비만이 아니라 사건 발생 후의 회복력까지 고려하는 회복탄력성 개념은 중요한 연구 주제가 되고 있다. 본 연구는 김성기 외(2020)의 항만 회복탄력성 측정 관련 연구를 발전시켜 이를 기반으로 한 통합 항만 위기관리 시스템의 구축과 평가 방향을 제시하였다. 실제로 항만 통합 위기관리 시스템이 구축된다면 새로이 제정된 「항만안전특별법」의 제정 취지인 안전관리 촉진의 기반이 될 수 있을 것이며, 각 항만의 위기관리 체제에 대한 평가가 가능해져 위기관리 및 회복탄력성 향상을 위한 정책 마련의 기반이 될 수 있을 것이다.

제2절 정책 제언 및 향후 연구

1. 위기관리 시스템의 개발 및 공식화 추진

현재 항만의 위기관리 시스템은 공식적으로 구성된 것이 없으며, 대부분 서류로 관리되고 있다. 이와 비교하여 본 연구에서 제안한 시스템은 위기관리에 대한 업무 효율성을 증대시킬 뿐만 아니라, 시각화를 통한 가시성 향상, 체계적인 관리 방안 마련을 용이하게 함으로써 항만 재난 및 안전, 보안과 관련한 지원 체계를 수립하는 데 필요한 각종 자료를 제공할 수 있다.

본 연구에서 제안한 시스템을 구축하고 활용하기 위해서는 단계적인 절차를 거쳐 개발을 추진해야 하며, 법이나 제도적으로 활용 방안에 대해 명시할 필요가 있다. 먼저 시스템 개발은 정책 분야와 기술 분야로 나누어

총 4년에 걸쳐 추진한다. 정책 분야에서는 부산항 등의 대형 항만을 대상으로 본 연구에서 제시한 항만 위기관리 프로세스의 내용을 실제적으로 추진한다. 연구는 해양수산부의 주관 하에 용역으로 실시하며, 해양수산부·항만공사·전문 연구기관의 협력 하에 위험 관리 요인 선정 및 평가, 회복탄력성에 기반한 위험 관리 매트릭스 구축 등을 실제로 수행하여 시스템에 들어갈 콘텐츠를 마련하고 실제 시스템 구축 시의 보완점을 도출하는 것을 목표로 한다. 기술 분야에서는 실제 통합 항만 위기관리 시스템을 구축하는 것을 목표로 하며 2단계로 나누어 추진한다. 1단계에서는 시스템 설계에 대한 타당성 조사와 소프트웨어 개발을 진행하며, 2단계에서는 개발 완료된 소프트웨어를 시범 운영 및 고도화하여 전국 항만 대상으로 확대하고, 서버 및 관리자를 위한 하드웨어를 설치한다. <표 5-1>은 항만 위기관리 시스템 개발의 추진 일정 및 내용을 나타낸 것이다.

〈표 5-1〉 시스템 개발 추진 일정 및 내용(안)

구분		2022	2023	2024	2025
정책 연구		○○항을 대상으로 한 위기관리 프로세스 연구	기술연구 지원		
기술 연구	1단계		타당성조사	SW 개발	
	2단계			HW 설치	SW 고도화

자료: 연구진 작성

통합 항만 위기관리 시스템이 유효하게 활용되기 위해서는 법·제도적 뒷받침이 필요하다. 법·제도 개선 방안으로는 먼저 「해양수산부 국가안전관리 집행계획」에 항만 위기관리 시스템 관련 내용을 포함하는 것을 고려할 수 있다. 집행계획의 재난·사고 관리 대책 중 역량 강화 방안의 일환으로 본 연구에서 제시한 통합 항만 위기관리 시스템 구축 관련 내용과 추진 일정 등을 포함하여 추진을 공식화한다면 시스템 구축 작업이 탄력을 받을

수 있을 것이다. 또한 신설된 「항만안전특별법」에 항만 위기관리 시스템을 활용한 위기관리 수준 평가 관련 내용을 포함하도록 개정을 추진할 수 있다. 「항만안전특별법」은 항만에서의 자율적 안전관리를 촉진하여 안전 문화 확산과 안전사고 예방을 목적으로 제정된 법률로 항만 위기관리와 가장 직접적인 관계가 있는 법률이기 때문이다. 현재 「항만안전특별법」에는 항만안전점검관에 의한 자체안전관리계획 승인·이행 확인과 시정조치에 관한 내용만 있을 뿐 위기관리 수준 평가에 관한 별도의 조항은 포함되어 있지 않다. 따라서 「항만안전특별법」에 평가에 관한 조항을 신설하는 것을 제안하고자 한다. 평가의 주체는 해양수산부 장관이며, 매년 또는 격년으로 관리 수준에 대한 평가를 실시한다. 항만 위기관리는 작업자의 안전 확보와 항만의 기능 유지를 위해 중요한 요소이므로 행정력이 허락하는 한 자주 관리 체계를 점검하는 것이 필요하기 때문이다. <표 5-2>는 법률 개정(안)에 관한 내용이다.

〈표 5-2〉 「항만안전특별법」 개정(안)

구분	내용
신설	제○조(항만 안전 및 위기관리 수준 평가) ① 해양수산부 장관은 항만의 안전 및 위기관리 수준에 대한 평가를 실시하여야 한다. ② 해양수산부 장관은 제1항에 따라 항만의 안전 및 위기관리 수준 평가를 실시한 때에는 그 결과를 문서로 작성하여 해당 항만시설 소유자에게 통보하여야 한다. ③ 해양수산부 장관은 항만의 안전 및 위기관리 수준 평가에 대하여 해마다 재평가를 실시하여야 한다. ④ 항만의 안전 및 위기관리 수준 평가의 항목 및 평가 방법 등에 관하여 필요한 사항은 해양수산부령으로 정한다.

자료: 연구진 작성

표와 같이 항만의 위기관리 수준 평가에 대한 사항을 법으로 규정한 후, 통합 항만 위기관리 시스템을 구축, 활용하여 공식적인 평가를 시행한다면 효율적인 항만 안전 관리를 위한 도구로 자리할 수 있을 것이다.

2. 위기관리 수준 평가 전담팀 구성(안)

현재 항만의 위기관리 시스템에 관한 평가 체계는 실제로 구축되어 있지 않다. 항만별로 재난 및 안전, 보안에 관한 조직이 구성되어 위험 관리를 담당하고 있으며, 별도 평가는 이루어지지 않는다. 항만 보안의 경우 항만시설보안평가 등을 통해 보안 수준에 대한 평가를 시행하고 있으나, 시스템의 미비로 평가 결과에 대한 환류 체계가 제대로 구축되어 있지 않다. 본 연구에서 제안한 위험 관리 시스템의 환류 체계를 올바르게 구축하기 위해서는 평가 제도가 반드시 필요하며, 위기관리에 대한 평가를 전담으로 할 수 있는 전문지식을 갖춘 평가담당관이 반드시 필요하다. 평가 전담팀을 통해 전문적으로 항만의 위기관리 수준 평가 업무를 담당하게 함으로써 평가시스템에서 발생할 수 있는 오류를 지속적으로 수정·보완하여 평가시스템의 완성도를 높여나가며, 그 결과를 바탕으로 항만시설의 체계적인 위기관리를 위한 정책 방안 수립의 기틀을 마련해나갈 수 있을 것이다.

평가 전담팀의 팀원은 항만 위기관리에 대한 전문지식을 가진 자로 구성할 필요가 있다. 그 자격 조건에 대해서는 「국제선박항만보안법 시행규칙」에 있는 항만시설보안심사관의 자격요건을 참조하여 정할 수 있을 것이다. <표 5-3>은 항만시설보안심사관의 자격을 나타낸 것이다.

<표 5-3> 항만시설보안심사관의 자격

구분	내용
항만시설보안심사관의 자격	항만시설보안심사관은 다음 각 목의 요건을 모두 갖추어야 한다. 가. 항만시설보안심사(최초보안심사·갱신보안심사 또는 중간보안심사)에 1회 이상 참여한 경력이 있을 것 나. 다음의 어느 하나에 해당할 것 1) 항만시설 보안 관련 업무에 3년 이상 종사한 경력이 있는 사람 2) 항만시설보안책임자로서 2년 이상 종사한 경력이 있는 사람 3) 5급 이상의 공무원 중 다음의 요건을 모두 갖춘 사람 가) 해양수산 분야 근무 경력이 3년 이상일 것

구분	내용
	나) 항만시설 보안 관련 경력이 1년 이상일 것(5급 이상의 직급에서의 경력으로 한정한다)
	4) 제1호에 따른 선박보안심사관의 자격이 있는 사람
	다. 다음의 어느 하나에 해당하는 교육을 받았을 것
	1) 법 제40조에 따른 보안교육기관에서 실시하는 교육으로서 별표 2에 따라 항만시설보안책임자에게 요구되는 보안교육: 20시간
	2) 해양수산인재개발원에서 실시하는 항만시설보안 실무: 20시간

자료: 「국제선박항만보안법 시행규칙」 [별표 5]

항만시설보안심사관의 자격은 항만시설 보안 심사 참여 경력을 갖추고, 보안 관련 업무 종사 경력, 보안 시설책임자로서의 경력, 해양수산 분야 근무 경력과 보안 관련 경력 중 하나를 갖추거나 선박보안심사관의 자격을 갖추어야 하며, 보안관련 교육을 이수하여야 한다. 위험 관리 수준 평가 전담팀도 이와 유사하게 설정하되, 현재 안전관리 관련 심사나 평가 제도는 없기 때문에 심사 참여 경력은 제외하고 재난 및 안전 관련 근무 경력자를 대상으로 소정의 교육을 이수하게 한 후 평가 관련 업무 전담 심사관으로 임명할 수 있을 것이다. <표 5-4>는 위기관리 수준 평가전문 인력의 자격(안)을 정리한 것이다.

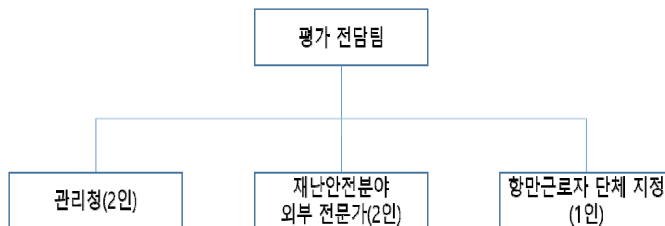
〈표 5-4〉 항만 위기관리 수준 평가 전담관의 자격(안)

구분	내용
	항만 위기관리 수준 평가 전담관은 다음 각 목의 요건을 모두 갖춰야 한다.
	가. 다음의 어느 하나에 해당할 것
	1) 항만재난안전관리 관련 업무에 3년 이상 종사한 경력이 있는 사람
	2) 항만재난안전관리 책임자로서 2년 이상 종사한 경력이 있는 사람
자격	3) 5급 이상의 공무원 중 다음의 요건을 모두 갖춘 사람
	가) 해양수산 분야 근무 경력이 3년 이상일 것
	나) 항만재난안전관리 관련 경력이 1년 이상일 것(5급 이상의 직급에서의 경력으로 한정한다)
	나. 해양수산인재개발원에서 실시하는 재난안전실무자 및 관리자 교육을 받았을 것

자료: 「국제선박항만보안법 시행규칙」의 항만시설보안심사관 자격 내용을 참조하여 연구진 작성

본 연구에서 제안한 시스템은 자연재난, 사회재난, 보안사건을 모두 포함하고 있으나, 보안 관리에 관한 평가는 「국제선박항만보안법」에 따라 시행하게 되어 있으므로, 위기관리 수준 평가 전담팀의 업무는 자연재난 및 사회재난에 대한 관리 수준 평가로 한정한다. 평가 전담팀은 해양수산부의 11개 지방해양항만청에 모두 구성하도록 한다. 즉, 평가 전담팀은 해양수산부에서 운영하되 전문성을 확보하기 위해 해양수산부의 항만재난안전 분야 담당자와 외부 전문 인력을 활용한다. 해양수산부의 항만재난안전 분야 담당자는 신설된 「항만안전특별법」에서 규정하고 있는 항만안전점검관을 포함하여야 한다. 또한, 항만안전협의체에 노·사·정의 대표가 참여하고 있음을 고려하여 안전협의체에 참여하는 근로자 단체가 지정한 1인이 참여하도록 하여 총 5인 내외로 구성한다. <그림 5-1>은 항만 위기관리 수준 평가 전담팀의 구성도를 나타낸 것이다.

〈그림 5-1〉 항만 위기관리 평가 전담팀 구성도(안)



자료: 연구진 작성

3. 후속 연구 제안

본 연구는 항만의 회복탄력성 구성 요인을 위험 관리와 연계하여 구체적인 항만의 통합 위기관리 시스템 구축과 평가 방향을 제시하였다는 의의를 가진다. 다만 실제적인 시스템 활용을 위해서는 몇 가지 후속 연구가 반드시 필요하다.

먼저 정책적으로는 시스템 구축 전에 특정 항만을 대상으로 하여 실제로 위험 요인의 선정, 위험 매트릭스 구축을 통한 위험 요인 평가, 위험 대상 시설 선정, 위험 관리 매트릭스의 구성 등을 진행하는 연구가 필요하다. 이러한 연구를 통해 시스템 구축의 틀을 마련하고, 본 연구에서 제시한 내용에 대한 보완 방안 등을 도출할 수 있을 것이다. 또한 실제 웹 기반 전산 시스템 구축을 위해 시스템 설계, 기능 구성도, 데이터 개체 선정, 기능 구현, 화면 및 UI(User Interface) 설계 등의 연구가 필요할 것이다.

이론적으로는 회복탄력성 개념에 대해 더욱 심도 있는 연구가 필요하다. 본 연구의 위험 관리 매트릭스는 회복탄력성의 아홉 가지 구성 요인을 기반으로 하고 있다. 해당 요인의 일차적인 타당성 검증은 완료되었지만, 회복탄력성에 대한 다양한 이론이 있는 만큼 이에 대한 이론 연구를 통해 모형을 더 발전시키고, 이를 위험 관리 매트릭스에 적용하여 위험 관리 수준을 고도화하려는 노력을 기울여야 할 것이다.

참고문헌

국내 문헌

- 권기훈(2013), 「가칭 항만물류안전 및 보안에 관한 법률(안) 제정의 필요성과 주요 내용 - 항만물류안전을 중심으로 -」, 『법과 정책연구』, 13(2), pp. 437~470.
- 김성기 외(2020), 「항만의 회복탄력성 측정 모형 구축에 관한 연구」, 한국해양수산개발원.
- 김우선·천민수(2017), 「지진에 대비한 항만기능 유지의 필요성과 추진방안」, 한국해양수산개발원.
- 김찬호·최건우·박상원(2017), 「항만보안 관리체계 효율화 방안 연구」, 한국해양수산개발원.
- 김형근 외(2012), 「항만에서의 재난 및 재해 영향과 대응방안 연구」, 한국해양수산개발원.
- 박한선 외(2019), 「해상 사이버 보안체계 강화방안 연구」, 한국해양수산개발원.
- 부산항만공사(2021), 「부산항 재난안전시스템」(내부자료).
- 이민규 외(2014), 「항만 shutdown(공급지장)의 파급효과 분석」, 한국해양수산개발원.
- 이용재·김세종(2009), 「ERM 적용사례 연구: K-water의 구축사례를 중심으로」, 『Crisisonomy』, 5(1), pp. 85~101.
- 중앙안전관리위원회(2019), 「제4차 국가안전관리기본계획」
- 한국지방행정연구원(2009), 「선진국의 재난관리 및 안전관리 기준 조사분석을 위한 연구」

해양수산부(2020), 「2021년 국가안전관리 집행계획(안)」

해양한국(2003), 「이달의 기상도: 화물연대 파업으로 항만물류 대란」, 한국해사문제 연구소, p. 21.

국외 문헌

Almutairi, A. *et al.*(2019), “Stakeholder mapping and disruption scenarios with application to resilience of a container port”, *Reliability Engineering & System Safety*, 182, pp. 219-232.

Alises, A. *et al.*(2014), “Overtopping hazards to port activities: Application of a new methodology to risk management (POrt Risk MAnagement Tool)”, *Reliability Engineering & System Safety*, 123, pp. 8-20.

ISO(2009), “ISO 31000: 2009 Risk Management-Principles and guidelines”

ISO(2018), “ISO 31000: 2018 Risk management – Guidelines”

Justice, V. *et al.*(2016), “US container port resilience in a complex and dynamic world”, *Maritime Policy & Management*, 43(2), pp. 179-191.

Kadir, Z. *et al.*(2020), “Risk management framework for handling and storage of cargo at major ports in Malaysia towards port sustainability”, *Sustainability*, 12(2), 516.

Lam, J. S. L. & S. Su(2015), “Disruption risks and mitigation strategies: an analysis of Asian ports”, *Maritime Policy & Management*, 42(5), pp. 415-435.

Loh, H. S. *et al.*(2017), “Portfolio of port-centric supply chain disruption threats”, *The International Journal of Logistics Management*, 28(4), pp. 1368-1386.

Mabrouki, C., F. Bentaleb, & A. Mousrij(2014), “A decision support methodology for risk management within a port terminal”, *Safety Science*, 63, pp. 124-132.

Mansouri, M., R. Nilchiani, & A. Mostashari(2010), “A policy making framework for resilient port infrastructure systems”, *Marine Policy*, 34(6), pp. 1125-1134.

Mitchell, T. & K. Harris(2012), “Resilience: A risk management approach”, *ODI back ground note*, pp. 1-7.

- Murray, S. L., K. Grantham, & S. B. Damle(2011), "Development of a generic risk matrix to manage project risks", *Journal of Industrial and Systems Engineering*, 5(1), pp. 35-51.
- Pallis, P. L.(2017), "Port risk management in container terminals", *Transportation Research Procedia*, 25, pp. 4411-4421.
- Rejda, G. E(2008), "Principles of risk management and insurance", 10th ed., Pearson Addison Wesley.
- Shaw, D. R., A. Grainger, & K. Achuthan(2017), "Multi-level port resilience planning in the UK: how can information sharing be made easier?", *Technological Forecasting and Social Change*, 121, pp. 126-138.
- Shaw, D. R. *et al.*(2019), "Resilience orchestration and resilience facilitation: How government can orchestrate the whole UK ports market with limited resources—the case of UK ports resilience", *Government Information Quarterly*, 36(2), pp. 252-263.
- Smith, D. & M. Fischbacher(2009), "The changing nature of risk and risk management: The challenge of borders, uncertainty and resilience", *Risk management*, 11(1), pp. 1-12.
- Starr, R., J. Newfrock, & M. Delurey(2003), "Enterprise resilience: managing risk in the networked economy", *Strategy and business*, 30, pp. 70-79.
- Tomlin, B.(2006), "On the value of mitigation and contingency strategies for managing supply chain disruption risks", *Management science*, 52(5), pp. 639-657.
- USCG(2013), PSRAT Program(내부자료).
- Zhou, C. *et al.*(2021), "Analytics with digital-twinning: A decision support system for maintaining a resilient port", *Decision Support Systems*, 143, 113496.

인터넷 자료

- 국민일보(2020. 8. 11.), 「레바논 대폭발로 GDP 17%가 날아갔다」, <https://news.naver.com/main/read.naver?mode=LS2D&mid=shm&sid1=104&sid2=234&oi>

-
- d=005&aid=0001351025 (검색일: 2021. 9. 22.)
- 뉴시스(2020. 8. 6.), 「레바논 폭발참사 직접피해 최대 18조원 전망..식품가 폭등 조짐」, <https://news.v.daum.net/v/20200806113944222> (검색일: 2021. 9. 22.)
- 동아일보(2003. 9. 13.), 「태풍 강타 100여명 사망 실종...147만가구 정전사태」, <https://www.donga.com/news/Economy/article/all/20030913/7981701/1> (검색일: 2021. 9. 22.)
- 보안뉴스(2018. 6. 9.), 「사이버 해적 아시나요? 해양산업 노리는 해커들」, <https://www.boannews.com/media/view.asp?idx=70179> (검색일: 2021. 6. 22.)
- 부산일보(2010. 8. 28.), 「매미... 아직도 잊히지 않는 그해 여름 부산」, <http://www.busan.com/view/busan/view.php?code=20100827000195> (검색일: 2021. 9. 22.)
- 부산항만공사 체인 포털, https://www.chainportal.co.kr/nexacro/index.html?screenid=screen_main (검색일: 2021. 10. 11.)
- 아주경제(2014. 4. 20.), 「이스라엘, 이란에 '눈에는 눈'...최대항만에 사이버 보복 공격」, <https://www.ajunews.com/view/20140419021915115> (검색일: 2021. 6. 22.)
- 연합뉴스(2020. 5. 19.), 「해양안전시스템도 해킹 위협 크다... '선박 보안' 검토해야」, <https://www.yna.co.kr/view/AKR20200519132200009> (검색일: 2021. 6. 22.)
- _____(2020. 8. 6.), 「축구장보다 큰 분화구가 된 베이루트항...폭발참사 전후」, <https://www.yna.co.kr/view/AKR20200806037700009> (검색일: 2021. 9. 22.)
- _____(2020. 10. 14.), 「베이루트항 폭발 질산암모늄 등 인화성 물질 7천t 부산항 보관」, <https://www.yna.co.kr/view/AKR20201014046200051> (검색일: 2021. 9. 22.)
- _____(2020. 2. 6.), 「부산항 재난·안전관리 시스템 구축...6월부터 가동」, <https://www.yna.co.kr/view/AKR20200206063000051> (검색일: 2021. 9. 22.)
- _____(2021. 7. 29.), 「빈 곳이 없다'...부산 신항 컨테이너 반입 제한 강화」, <https://www.yna.co.kr/view/AKR20210729066400051> (검색일: 2021. 10. 20.)
- 울산항만공사 재난안전 홈페이지, <https://www.upa.or.kr/safe/pub/main/index.do> (검색일: 2021. 10. 21.)
- 조선비즈(2017. 6. 30.), 「머스크, 미주유럽서 랜섬웨어 피해 여전...일시적 물류대란

- 가능성」, https://biz.chosun.com/site/data/html_dir/2017/06/30/2017063001855.html (검색일: 2021. 6. 22.)
- 중앙일보(2020. 8. 6.), 「질산암모늄 ‘팡’…베이루트항에 버섯구름 최소 100명 사망」, <https://www.joongang.co.kr/article/23842157#home> (검색일: 2021. 9. 22.)
- 코리아슈핑가제트(2018. 7. 31.), 「中 선사 코스코 미주법인 사이버테러 피해」, https://www.ksg.co.kr/news/main_newsView.jsp?pNum=118610 (검색일: 2021. 6. 22.)
- 한겨레(2003. 9. 18.), 「태풍 ‘매미’ 부산항만 피해 1천억원대」, <http://legacy.www.hani.co.kr/section-004000000/2003/09/004000000200309181457811.html> (검색일: 2021. 9. 22.)
- 해양한국(2021. 10. 1.), 「해소되지 않은 항만적체」, <http://www.monthlymaritimekorea.com/news/articleView.html?idxno=31911> (검색일: 2021. 10. 20.)
- K-water 홈페이지, https://www.kwater.or.kr/safety/sub02/disaInfo03Page.do?s_mid=1939 (검색일: 2021. 9. 22.)

법령 자료

- 「국제항해선박 및 항만시설의 보안에 관한 법률」(2021. 2. 19., 법률 제17021호).
- 「국제항해선박 및 항만시설의 보안에 관한 법률 시행령」(2021. 2. 19., 대통령령 제30958호).
- 「국제항해선박 및 항만시설의 보안에 관한 법률 시행규칙」(2021. 6. 30., 해양수산부령 제486호).
- 「산업안전보건법」(2021. 5. 18., 법률 제18180호).
- 「재난 및 안전관리 기본법」(2021. 6. 23., 법률 제17698호).
- 「항만법」(2021. 6. 9., 법률 제17620호).
- 「항만안전특별법」(2021. 8. 3., 법률 제18369호).

부록

회복탄력성 측정을 위한 설문 문항

다음 질문은 항만의 회복탄력성 관련 질문입니다. 항만의 역량에 관한 아래의 질문에 대한 귀하의 생각을 1~5 사이의 값으로 답변 부탁드립니다.
(1: 매우 아니다 3: 보통이다 5: 매우 그렇다).

No	질문	응답				
		①	②	③	④	⑤
1	항만은 어떤 상황에서도 원래의 업무를 수행할 수 있다.	①	②	③	④	⑤
2	항만은 어떠한 외부 변화에도 안정된 상황을 유지한다.	①	②	③	④	⑤
3	항만은 특별한 조정이 필요 없이 다양한 상황에서 잘 작동한다.	①	②	③	④	⑤
4	항만은 장비, 인력 등 물리적 작업 지원을 위한 예비 자원을 유지한다.	①	②	③	④	⑤
5	항만은 비상시를 위한 백업 에너지 시스템과 다용도 자원을 보유하고 있다.	①	②	③	④	⑤
6	항만은 예상치 못한 수요 변동을 처리하기 위한 여유 능력을 가지고 있다.	①	②	③	④	⑤
7	항만에는 모든 작업을 정확하게 추적하는 정보 시스템이 있다.	①	②	③	④	⑤
8	항만은 장비, 인력 등에 대한 실시간 데이터를 관리하고 있다.	①	②	③	④	⑤

No	질문	응답				
		①	②	③	④	⑤
9	항만은 데이터 분석을 위한 효과적인 비즈니스 인텔리전스 프로그램이 있다.	①	②	③	④	⑤
10	항만은 기능 중단에 대처하기 위해 작업 일정을 조정할 수 있다.	①	②	③	④	⑤
11	항만은 기능 중단에 대처하여 작업 처리 능력을 조정할 수 있다.	①	②	③	④	⑤
12	항만은 주요 경영 목표를 달성하기 위해 많은 업체와 협력한다.	①	②	③	④	⑤
13	항만은 파트너와 공동으로 전략적 목표를 설정한다.	①	②	③	④	⑤
14	항만은 주요 파트너와 공동으로 상호 이익을 위해 노력한다.	①	②	③	④	⑤
15	항만은 고객들에게 맞춤형 서비스를 제공하며, 갑작스러운 요구에도 대응할 수 있다.	①	②	③	④	⑤
16	항만의 운영 모형은 급격한 환경변화에도 빠르게 대응할 수 있다.	①	②	③	④	⑤
17	항만의 직원은 여러 종류의 작업을 수행하며 작업을 빠르게 전환할 능력을 가지고 있다.	①	②	③	④	⑤
18	항만은 파트너들과 상황에 맞는 적절한 정보를 교환한다.	①	②	③	④	⑤
19	항만은 파트너들과 주기적으로 정보를 교환한다.	①	②	③	④	⑤
20	항만은 파트너들과 정확한 정보를 교환한다.	①	②	③	④	⑤
21	항만은 운영 중단에 신속하게 대응할 수 있다.	①	②	③	④	⑤
22	항만은 위기에 대한 적절한 대응을 할 수 있다.	①	②	③	④	⑤
23	항만에는 위기 상황을 대비한 비상대응조직이 구성되어 있다.	①	②	③	④	⑤
24	항만은 큰 손실을 흡수할 수 있는 능력이 있다.	①	②	③	④	⑤
25	항만은 적은 비용으로 위기에서 회복할 수 있다.	①	②	③	④	⑤
26	항만은 위기 대처 능력에 의해 손실의 영향을 줄일 수 있다.	①	②	③	④	⑤

기본연구보고서 발간목록

Ⅰ 2021년

01	시민참여형 해안돌봄 정책 도입방안 연구	정지호
02	해양 플라스틱 쓰레기가 선박 운항에 미치는 영향분석 연구	김보람
03	여성어업인 노동정책 방향 연구	홍혜수
04	순환경제 시스템을 활용한 어업폐기물의 자원화 방안 연구	고동훈
05	1conomy 시대, HMR 시장 확대에 따른 수산부문 대응전략 수립 연구	마창모
06	AIS 데이터 기반 해상교통 안전 평가모델 개발 연구	황선일
07	항만 에너지 관리시스템 도입을 위한 로드맵 구축 연구 - 부산항 신항 전기에너지 소비를 중심으로 -	김근섭
08	해양분야 리빙랩 활성화 방안 연구	좌미라
09	빅데이터의 연계·활용을 통한 선박의 배출량 산정체계 고도화 방안 연구	안용성
10	해양공간계획 집행체계 고도화 방안 연구	최희정
11	수산식품산업 푸드테크 환경분석 및 적용전략 연구	이상건
12	AIS데이터기반 해상물동량 추정 연구	황수진
13	항만부문 정책의사결정 지원 빅데이터 플랫폼 구축 방안 연구	이기열
14	항만 컨테이너 물류 프로세스 디지털화 모형 연구	서정용
15	해양수산 분야 국제산업연관표 구축기반 연구	정수빈
16	해양수산 과학기술 정책평가모형 연구 - 해양수산 R&D를 중심으로 -	전형모
17	글로벌 경제위기와 해운산업 대응체계 연구	박성화
18	항만산업 경기진단체계 구축 연구 - 경기동행지수 개발을 중심으로 -	김성아
19	전국 무역항 부두 분류 체계 개선방안 연구	이수영
20	IMO 규제기반 해사산업의 글로벌 지속발전방안 연구 - 新해사산업의 육성 및 지원을 위한 법제화 연구(5차년도) -	박한선
21	수소에너지 거점 구축을 위한 항만의 대응방안 연구	신수용

2020년

01	해양수산업의 지역 간 연관구조 분석	장정인
02	해양수산 분야 기술 대외의존도 분석연구 - 스마트항만을 중심으로 -	전형모
03	지역 해양수산 오픈 플랫폼 구축방안 연구	최지연
04	갯벌 거버넌스 개선방안에 관한 연구	육근형
05	해양환경정책의 능동적 추진을 위한 재원체계 개선 방안 연구	박수진
06	항만 대기환경 관리 표준 및 평가모형 연구	안용성
07	해양수산분야 사회문제해결형 R&D 기반 구축 연구	좌미라
08	해양 유입 하천쓰레기 관리체계 개선방안	이윤정
09	수산식품 품질·안전관리 제도 개선방안 연구	이헌동
10	국제법 변화에 대응한 어선원 안전 및 권리 제고방안 연구	한덕훈
11	스마트 양식 클러스터 추진 방안 수립 연구	이상철
12	해양포유류 보호에 관한 수산업 대응 방안 연구	정명화
13	수산물 수급통계 개선 방안 연구	김수현
14	IMO 온실가스 규제 대응 정책방향 연구	박한선
15	퇴직전문가 활용을 통한 해운업 경쟁력 강화방안 연구	안영균
16	글로벌 선사들의 물류통합화 전략에 대한 국적선사의 대응방안	전형진
17	내항여객운송항로 정책 발전방안 연구	김태일
18	블록체인 기술기반 식품콜드체인 체계 구축 연구	조지성
19	항만자동화 도입 관련 노무 갈등 해소 방안 연구	김찬호
20	스마트항만과 스마트도시 연계 발전 방안 연구	이연경
21	항만의 회복탄력성 측정 모형 구축에 관한 연구	김성기
22	IMO 규제기반 해수산업의 글로벌 지속발전방안 연구 - 新해수산업의경제적파급효과분석연구(4차년도) -	박한선
23	국내 항만연계 산업의 가치사슬 및 공급사슬 연계성 강화방안 - 자동차 산업을 중심으로	신수용

수시연구보고서 발간목록

Ⅰ 2021년

01	해양환경산업 육성 방안 연구	한기원
02	선원의 인권 및 근로여건 향상을 위한 선원근로감독관 제도 개선 방안 연구	허성례
03	포스트 코로나 시대를 대비하는 지역 해양축제 활성화 연구	최일선
04	회복탄력성 개념을 적용한 항만 위기관리 시스템 구축 연구	김성기
05	중대재해처벌법 시행에 따른 항만에서의 대응방안 연구	최상균
06	크루즈산업 COVID-19 방역체계 구축방안 연구	황진희
07	한국형 선주사의 최적 운영방안 연구	고병욱
08	어촌형 생활서비스 전달체계 개선 연구	이호림
09	원양산업의 ESG 도입 기초 연구	윤미경
10	수상레저활동 관리체계 개선방안 연구	홍장원
11	연안지역 자연성 회복을 위한 정책 방향_간척지·담수호 중심으로	정지호
12	스마트항만 구축에 따른 탄소저감 효과 연구 - 동력전환을 중심으로 -	김가현

Ⅰ 2020년

01	포스트 코로나 19 해양수산 분야 정책방안	박광서
02	생분해성 어구 사용 활성화 방안 연구	심성현
03	해양법 전문인력 양성 방안 연구	박영길
04	무인도서 해양주권 강화와 이용 활성화를 위한 제도 개선방안	정지호
05	지역 해양수산 재정분권 대응방향	황재희
06	데이터 3법 개정에 따른 항만·물류 데이터 활용도 제고 방안	이기열
07	양식 활어 유통 효율화 방안 연구	마창모
08	해양레저관광사업 추진을 위한 제도정비 방안	홍장원
09	해양바이오기업의 규제 정비 방안 연구	최석문
10	비상체제 시 선원의 안전을 위한 선박-항만-항공 이동경로 구축방안	이혜진

일반연구보고서 발간목록

Ⅰ 2021년

01	해양수산 정책영향평가를 위한 기초 연구	김주현
02	해양교육의 사회·경제적 가치 평가 연구	이슬기
03	해양수산업 경기진단체계 기초연구 - 해운업을 중심으로	권장한
04	선박 기술진보를 고려한 탄소 배출량 추정 연구	최건우
05	서포트벡터머신(SVM) 기법을 활용한 해운시황 예측 연구	김병주
06	크루즈 여객 수요 전망 모형 구축 연구	안승현
07	디지털 공급사슬 물류정보통합 구축전략 연구(Ⅲ)	서정용
08	수출용 전복의 유통경로 분석 연구	이정필
09	인공지능기반 해상운임 예측 연구(3차년도)	황수진
10	인공신경망모형을 이용한 양식수산물 단수 전망에 관한 연구 - 김 양식을 중심으로 -	천성훈
11	해양수산분야 미래 리스크 발굴 및 파급효과 분석 연구	박광서

Ⅰ 2020년

01	지역 해양관광 경쟁력 지수 체계화 연구	최일선
02	AIS 기반 글로벌 선박 배기가스 배출량 분석 연구	강무홍
03	김 중기 수급전망모형 「Gim-MFoS」 구축 연구	허수진
04	중앙 북극 공해 비규제어업방지협정 이행방안 연구	김민수
05	동해 평화관광구역 조성 방안 연구	윤인주
06	디지털 공급사슬 물류정보통합 구축전략 연구(Ⅱ) - 일반 수출입 컨테이너 정보교환방식 중심 -	이연경
07	스트레스 테스트를 통한 우리나라 해운·조선 기업의 안정성 분석	박성화
08	인공지능기반 해상운임예측 연구	황수진
09	국제물류주선업 실태분석 및 경쟁력 제고 방향 연구	최나영환
10	디지털화에 따른 개별 직업의 대체 가능성 추정 연구	박희대
11	시계열 분석을 통한 해운시장 분석 및 예측 연구	고병욱
12	해양수산분야 글로벌 경제효과 분석모형(KMI-GEM) 시범 구축 연구	임병호
13	해운항만물류 인력양성사업 관리운영 제도 개선 방안 연구	이자연

수시연구 2021-04

회복탄력성 개념을 적용한 항만 위기관리 시스템 구축 연구

인쇄 2022년 1월 29일

발행 2022년 1월 31일

발행인 김 종 덕

발행처 한국해양수산개발원

주 소 49111 부산시 영도구 해양로 301번길 26(동삼동)

연락처 051-797-4800 (FAX 051-797-4810)

등록 1984년 8월 6일 제313-1984-1호

조판·인쇄 효민디앤피 (051-807-5100)

판매 및 보급: 정부간행물판매센터 Tel: 02-394-0337

정가 15,000원