

항만하역업 안전관리 개선방안에 관한 연구

심민섭* · 이정민** · 김도연*** · † 김울성

*,**한국해양대학교 KMI-KMOU 학연협동과정, ***한국산업안전보건공단 부산광역시본부 과장, † 한국해양대학교 물류시스템공학과 부교수

A Study on Improvement of Safety Management by Port Stevedoring Industry

Min-Seop SIM* · Jeong-Min Lee** · Do-Yean KIM*** · † Yul-Seong Kim

*,**KMI-KMOU Cooperation Course, Korea Maritime and Ocean University, Busan 49112, Korea

***Manager, Korea Occupational Safety and Health Agency, Busan, Korea

† Associate Professor, Logistics System Engineering, Korea maritime and Ocean University, Busan 49112, Korea

요 약 : 최근 국제 교역량 증가에 따른 물동량 폭증은 항만하역업 내 위험 노출 및 안전사고 증가로 이어지고 있다. 그리고 2021년 1월부터 중대재해처벌법이 시행되면서 항만하역업 내 안전을 중요시하고 생명을 보호하는 각종 지침과 법안들이 제정되고 있다. 하지만, 이러한 노력에도 불구하고 항만하역업 내 중대형 안전사고는 지속적으로 발생하고 있다. 한국산업안전보건공단에 따르면 2016년부터 2019년 4년 동안 항만하역업 내 재해사수는 연평균 4.2%씩 증가하였다. 항만하역업 사고의 효율적인 사후관리나 안전 관련 법/제도를 마련하기 위해서는 사고 원인과 피해를 고려한 위험도 분석이 진행되어야 현실적인 사고 저감방안 및 방지대책을 수립할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 5년간 한국산업안전보건공단에서 집계된 항만하역업 사고사례 1,039건을 바탕으로 위험성 평가를 진행하여 항만하역업 내 주요 위험요인 및 예방대책을 도출하였다. 이후 IPA분석과 Borich 요구도 분석, The Locus for Focus 분석을 진행하여 예방대책에 대한 우선순위를 결정하였다.

핵심용어 : 항만하역업, 위험성 평가, Bow-Tie 분석기법, IPA 분석, Borich 분석, The Locus for Focus model

Abstract : Recently, the increase of international trade volume is leading to risk exposure and safety accidents in the port terminal industry. In addition, as Serious Disaster Punishment Act came into effect on January, 2021, various guidelines and laws to protect safety and life in port terminals are being enacted. However, despite these efforts, medium-to-large safety accidents in the port terminal industry have occurred. According to the Korea Occupational Safety and Health Agency, from 2016 to 2019, the number of casualties in the port handling industry increased by 4.2%. To build some effective follow-up management of port accidents and preparation of related safety laws/systems, a risk analysis in consideration of causes and damage of accidents should be conducted. Therefore, in this study, major risk factors and preventive measures were derived by conducting risk assessment based on 1,039 cases of port terminal accidents collected by the Korea Occupational Safety and Health Agency for five years. Priorities for preventive measures were then determined through IPA analysis, Borich needs analysis, and The Locus For Focus analysis.

Key words : stevedoring industry, hazard assessment, bow-tie analysis, IPA analysis, borich analysis, the locus for focus model

1. 서 론

최근 국제 교역량 증가에 따른 물동량 폭증으로 인하여 항만터미널 내 반출 및 선적작업 시 장비의 재조작물(Re-handling)이 증가하였다(Kim et al., 2022). Covid-19 발생 이후 전 세계 야드장치율은 증가하였으며(Gui et al., 2022) 야드공간이 점점 혼잡해지자 항만터미널 내 위험 노출 가능성이 증가하게 되었다. 우리나라 수출입 물동량은 대부분 해상 운송에 의존하고 있으며(Lee and Noh, 2018) 예기치 못한 안전사고로 컨테이너터미널의 정상적인 기능을 수행하지 못하면 신규 물동량 유치 및 기존 물동량 유지에 타격을 받게 될

가능성이 있다(Cha and Noh, 2016).

그리고 2021년 1월 산업현장에서 사업주가 안전·보건 의무를 다하지 않아 인명 사고가 발생할 경우 사업주를 처벌하는 중대재해처벌법이 통과하였다(Choi, 2021). 이와 같이 안전을 중시하는 공감대와 분위기가 형성되고 있으며 항만터미널 내 안전과 생명을 보호하는 각종 지침과 법안들이 제정되고 있다. 한국산업안전보건공단에서는 2015년 「컨테이너 하역 안전에 관한 기술지침」을 발간하여 컨테이너선 하역작업 재해 예방을 위한 지침을 정하였으며, 2020년에는 「안전보건 실무 길잡이-항만하역업」을 발간하여 항만하역작업의 재해현황을 고시함으로써 항만하역작업 안전사고에 대한 경각심을 일깨

† Corresponding author : 정희원, logikys@kmou.ac.kr 051)410-4332

* 정희원, tla6355@g.kmou.ac.kr 051)410-4890

** 정희원, jmjm3646@g.kmou.ac.kr 051)410-4890

*** 정희원, logikim@kosha.or.kr 051)520-0634

우고 있다.

하지만 이러한 노력에도 불구하고 항만하역업에서는 크레인, 스프레더 추락에 의한 사망사고, 크레인과 선박 간 충돌 사고 등 다양한 중대형 안전사고가 발생하고 있다. 안전보건공단(의 보고서¹⁾)에 따르면 2016년부터 2019년 동안 항만하역업의 재해자수는 연평균 4.2%씩 증가하였으며 자세한 내용은 <Table 1>과 같다. 이러한 결과는 항만하역업 내 사고 위험 요인에 대하여 관심을 기울이고 사고원인에 대한 예방대책을 세워야 한다는 것을 의미한다.

Table 1 Status of safety accident(2016~2019)

Year	2016	2017	2018	2019	CAGR
no.	242	220	268	274	4.2%

Source : Korea Occupational Safety and Health Agency

항만 운영과 관련된 선행연구들을 살펴보면 대부분 항만의 효율성, 생산성, 운영 최적화, 경쟁력 강화 등의 내용을 다루고 있다. 이에 반해 항만 안전사고 관리와 관련된 논문은 부족한 실정이다. 항만 사고의 효율적인 사후관리나 안전 법/제도를 마련하기 위해서는 사고원인과 피해를 고려한 위험도 분석이 진행되어야 현실적인 사고 저감방안과 방지대책을 수립할 수 있다(Kim, 2016).

따라서 본 연구에서는 항만하역작업 시 실제 발생한 재해 사례의 실증분석을 통해 미래 발생가능한 위험성 요인들을 도출하고 이를 통해 항만터미널 안전예방대책을 수립하고자 하였다. 이를 위해 항만하역업에 대한 위험성 평가를 진행하여 사회경제적으로 영향이 큰 위험요인을 도출하였으며, 주요 위험요인에 대한 Bow-Tie 분석기법을 진행하였다. 이후 항만터미널 관련 종사자 및 전문가를 대상으로 예방대책에 대한 설문조사를 진행하였으며, IPA분석 및 Borich분석을 통해 예방대책의 우선순위를 도출하였다. 기초자료는 2016년부터 2020년까지 한국산업안전보건공단에서 집계된 항만하역업 사고사례 1,039건을 사용하였으며, 한국산업안전보건공단의 「정성적 보우타이(Bow-Tie) 리스크 평가 기법에 관한 지침」 기준에 따라 위험성 평가를 진행하였다.

2. 이론적 고찰

2.1 항만하역업 개요

컨테이너터미널은 부두에 위치하여 하역작업, 화물보관, 육상운송기관에 컨테이너 및 화물을 인수 및 인도하는 장소이다(Kim, 2006). 하역작업 단계는 본선작업, 부두 이송작업, 컨테이너 야드작업, 컨테이너 인수·인도작업, CFS작업 순으로 이

루어진다.

또한, 항만하역업은 단순 성과급제와 일노다사 체제의 노동력 공급과 같은 특성이 있다. 일용직의 경우 항만별로 노동자 측인 단일의 항운노조가 있고 사용자 측인 다수의 하역회사가 존재한다. 보편적으로 하역작업 전에 하역회사는 필요한 노동력을 항운노조에 요청하게 되며, 항운노조는 작업반 단위로 노동력을 하역회사에 공급한다. 항만하역작업은 반장, 양화장치 운전원, 신호수, 본선·육상작업자로 이루어져 있으며, 인원은 약 10명에서 20명 정도로 구성되어 있다. 작업장 단위의 작업에서 신호체계를 확립하는 것은 매우 중요하며, 그렇지 못할 경우 산업재해가 발생할 가능성이 높아진다.

항만 인력체제는 크게 항운노조에 의한 독점적 일용직 노동공급 체제와 상용화 체제로 구분할 수 있다(Kang et al., 2021). 일용직은 1일 단위로 근로계약을 체결하는 근로자를 의미하며, 보통 1개월 미만의 일을 하는 형태로 고용된다. 반면, 상용직은 상시적으로 근무하는 근로자를 의미하며 1년 이상 고용계약기간을 책정한다. 따라서 상용직은 일용직과 비교하여 안정적으로 고용되어있는 형태이다. 항만 상용화는 하역회사들이 직접 상시 고용하는 것으로, 최근 신설된 컨테이너터미널은 대부분 상용화 체제를 도입하고 있다.

그리고 항만하역업은 열악한 작업환경과 함께 노동집약적인 특성을 지닌다(Ha, 1999). 이에 따라 항만하역업은 컨테이너터미널 자동화를 통해 신속하고 안전한 작업환경을 추구하고 있다. 대부분 항만하역작업은 인력에 의존하고 있으며 물동량 폭주로 인한 교대작업의 부족과 높은 노동강도는 작업자의 피로를 증가시키는 주요 원인이다. 또한, 항만하역작업 중 소음, 악취, 분진 등의 문제가 발생할 수 있으며, 안전거리 미확보, 작업자의 시야 제한과 같은 위험성이 존재한다.

항만하역업에서 취급하는 화물을 살펴보면 조선기자재, 플랜트제품, 철강 등의 중량화물과 파이프, 철 구조물, 원목 등 길이가 긴 장척화물 등으로 구성되어 있으며, 이러한 화물들은 하역작업 시 위험성을 높인다. 그 외에도 유해가스, 산소결핍을 유발 화물과 포장불량 화물이 있으며, 작업 중 선박의 움직임과 야적장 협소로 인한 작업환경 문제도 존재한다. 그럼에도 불구하고 항만터미널 내 근로자들은 선박의 기항스케줄을 맞추기 위해 열악한 환경 속에서 작업을 수행하는 상황이다.

2.2 항만하역업 안전관리 관련 선행연구

Kim(2016)은 광양항 컨테이너터미널 운영사의 5년간 안전 사고 사례를 바탕으로 항만의 하역 안전재해에 대한 사고 요인별, 사고 유형별 위험도를 계산하는 방안을 제시하였다. 위험도 분석 시 사고 확률과 피해에 대한 수치의 불확실성을 고려하기 위하여 위험도 매트릭스 기법에 퍼지 기법을 적용하였다. 또한, 안전사고 사례를 기준으로 피해, 위험수준에 대한 범위, 사고 빈도를 퍼지 집합으로 전환 및 규칙을 통해 최종 위험도를 산정하였다. 분석결과 사고 유형별로는 외부차량손

1) 한국산업안전보건공단, 「안전보건 실무길잡이-항만하역업」

상, 컨테이너 및 화물 손상, 야드 장비 손상의 순으로 위험도가 높게 분석되었으며, 세부요인으로는 장비조작 실수, 장비 오작동, 스프레더와 컨테이너 충돌 순으로 나타났다. 동 연구는 사고 유형별 위험도와 세부요인들의 사고 위험도 수치를 산정하고 위험 요소 간 위험 순위를 비교하였다는 점에서 의의가 있다.

Won et al.(2017)은 세계적인 자동화 추세에 맞추어 저탄소 자동화 컨테이너터미널에 맞는 오버헤드 셔틀 컨테이너터미널과 관련된 안전사고 대비 운영전략을 다루었다. 안전사고는 컨테이너터미널 내에서 발생할 수 있는 하역장비와 이송장비로 인한 사고, 작업자로 인한 인사사고와 물적 피해 사고, 자연재해 사고로 정의하였다. 기존 야드 하역장비의 안전사고를 바탕으로 오버헤드 셔틀 컨테이너터미널의 안전사고 유형을 도출하였으며, 셔틀 컨테이너터미널의 안전사고 대비전략으로 유지보수 요구사항, 안전사고 처리방안, 시스템 구성요소별 안전 요구사항을 제안하였다. 동 연구는 오버헤드 셔틀 컨테이너터미널의 설계와 운영을 반영하여 새로운 개념을 실용화하는데 기여한다는 점에서 의의가 있다.

Cha and Noh(2016)는 광양항의 'A' 컨테이너터미널에서 발생한 2012년부터 2015년 재해현황을 바탕으로 본선장비(Gantry Crane), 이송장비(Yard Tractor), 야드 장비(Transfer Crane)에 대하여 안전교육으로 인한 사고율 변화에 대하여 분석하였다. 분석결과 교육 전 사고건수가 가장 많은 것으로 나타났으며, 교육 준비과정과 집중 교육기간에는 사고건수가 줄어든 것으로 나타났다. 또한, 컨테이너터미널의 안전교육 중 자체 교육, 장비별 안전수칙 교육, 법정 교육이 안전사고 예방에 있어 중요한 역할을 한다고 설명하였다. 그리고 주요 사고 원인에 대한 교육 및 안전수칙 준수의 필요성을 강조하고 사고를 사전에 예방하기 위한 안전교육 강화가 중요하다고 설명하였다. 동 연구는 컨테이너터미널의 안전교육이 안전사고를 줄이는데 크게 기여하다는 것을 교육 전, 교육 준비과정, 집중 교육기간으로 나누어 설명하였다는 점에서 의의가 있다.

Nam et al.(2010)은 부산항 컨테이너터미널의 교대근무제 현황을 고찰한 뒤 현장 직원들의 교대제 근무형태를 분석하여 문제점을 진단하고 그 해결방안을 제시하고자 하였다. 항만하역업에서 교대근무는 작업의 효율성, 연속성, 경제적 이익 측면에서 이점을 가지나 근로자들은 일상생활의 리듬 및 자신의 신체와 맞지 않는 시간대에 근무를 하여 다양한 문제점이 발생한다고 설명하였다. 또한, 이러한 문제점에 대한 해결방안으로서 탄력적 인력활용에 의한 유희인력 감소, 터미널 간 인력 교류 활성화, 아웃소싱 인력활용, 교대인력의 복지 개선 등을 제시하였다. 동 연구는 항만분야를 대상으로 교대제 근무에 대한 문제점을 고찰하고 해결방안을 제시하였다는 점에서 의의를 가진다.

Kim et al.(2009)은 부산항 컨테이너터미널의 교육훈련 현황을 설문조사하여 교육훈련 수준과 제도 및 성과를 평가하고 교육훈련의 문제점과 개선방안을 제시하였다. 설문조사에 앞

서 부산항 컨테이너터미널의 교육훈련 현황과 해외 컨테이너터미널의 교육훈련을 비교분석하였다. 부산항 교육훈련 내용별 월평균 시간을 살펴보면, 안전교육이 월평균 8.29시간으로 가장 높게 나타났다. 그 다음으로 기능향상 교육 7.50시간, 교육훈련 5.54시간, 교양교육 2.64시간, 자격증 취득교육 2.46시간 순으로 나타났다. 그리고 분석결과를 바탕으로 효율적인 교육훈련 관리가 이루어지기 위해서는 기업과 종업원이 교육훈련의 중요성을 함께 인식하고 세분화된 교육훈련이 실시되어야 하며, 교육 후의 자격과 라이선스 취득을 바탕으로 급여를 차등화해야 된다고 설명하였다. 또한, 비정규직 및 도급 용역인원을 위한 교육훈련에 재정적 지원과 회사의 관심이 필요하며, 관련기관(국토해양부, 노동부, 지자체 등)에서 부산항 경쟁력 제고에 필요한 교육훈련비를 적극적으로 지원하여야 한다고 설명하였다. 동 연구는 컨테이너터미널의 현장인력 교육훈련에 대한 객관적인 자료를 통해 컨테이너터미널의 교육훈련 전략 수립에 기여하다는 점에서 의의가 있다.

Park et al.(2019)은 부산항의 'A' 컨테이너터미널에서 발생한 3년간의 사고데이터를 바탕으로 위험성 평가기법을 진행하였다. 이후 사고방지 방안을 알아보고자 Bow-Tie 분석기법을 진행하였으며, 분석결과 야드 트랙터 충돌사고가 주요 위험요인으로 나타났다. 또한, 작업자의 불안정한 행동(운전미숙, 운전자 피로, 장비의 후진)이 사고의 주요원인으로 파악되었다. 야드 트랙터의 충돌사고 예방대책으로는 작업자들에게 적절한 휴게시간과 안전운전을 위한 기술적 장치(사각지대 경보 시스템, 전방 충돌 감지 시스템, 줄음 감지 시스템)를 설치하여야 하며, 사고 예방을 위하여 노·사간 협력이 필요하다고 설명하였다. 동 연구는 Bow-Tie 분석기법을 활용하여 컨테이너터미널 관련 실무에 다양한 시사점과 항만하역업의 안전사고 연구의 필요성을 제시한다는 점에서 의의가 있다.

2.3 분석기법

2.3.1 위험성 평가 개요

본 연구에서는 재해통계 일반현황에서 파악한 위험요인에 따른 사고발생 현황을 바탕으로 「정성적 보우타이(Bow-Tie) 리스크 평가 기법에 관한 지침」에 따라 위험성 평가를 진행하였다. 한국산업안전보건공단에서는 발생 빈도(Level) 및 결과의 강도(Strength)에 대한 평가기준을 제공하고 있으며, 이를 바탕으로 주요 위험요인을 선정하였다. 발생 빈도(Level)는 6등급으로 구분하며, 자세한 내용은 <Table 2>와 같다.

Table 2 Frequency of occurrence(Level)

Grade	Frequency	Content
1	1 time per over 500 years	Almost None
2	1 time per 100~500 years	very low
3	1 time per 50~100 years	low
4	1 time per 10~50 years	medium
5	1 time per 1~10 years	high
6	1 time per year or less	very high

Source : Qualitative bow-Tie guidelines, KOSHA, 2011

다음으로 결과의 강도(Strength)는 6등급으로 구분하며, 자세한 내용은 <Table 3>과 같다.

Table 3 Severity of Results(Strength)

Grade	People	Reputation	Environment	Finance
1	Outpatient treatment	None	None	None
2	Week injury	Linght effect	Light effect	1million~10million
3	Physical impairment	Significant effect (Limited)	Small effect	10million~100 million
4	1 death	Significant effect (Domestic)	Mesoscale effect	100 million~billion
5	2~9 death	Serious effect (Domestic)	Significant effect	1billion~10billipn
6	10 or more death	Serious effect (International)	Serious effect	Over 10 billion

Source : Qualitative Bow-Tie guidelines, KOSHA, 2011

발생빈도(Level)와 결과의 강도(Strength)를 바탕으로 도출된 리스크 산정표는 <Table 4>와 같다. 위험성은 결과의 발생빈도와 결과의 강도를 곱하여 산정하며 리스크 허용기준은 ALARP(As low as reasonably practical: 합리적으로 실행가능한 낮은 수준) 원칙을 바탕으로 정하게 된다. 일반적으로 붉은색의 경우 수용 불가능한 위험으로 분류되고 이에 대한 예방대책과 감소대책을 산정할 필요가 있다.

Table 4 Risk matrices

Grade	Strength(S)						
	1	2	3	4	5	6	
Level (L)	1	1	2	3	4	5	6
	2	2	4	6	8	10	12
	3	3	6	9	12	15	18
	4	4	8	12	16	20	24
	5	5	10	15	20	25	30
	6	6	12	18	24	30	36

Source : Qualitative Bow-Tie guidelines, KOSHA, 2011

2.3.2 Bow-Tie 분석기법

Bow-Tie 분석기법은 위험요인(Hazard)으로부터 결과까지 리스크 경로에 따라 예방대책과 감소대책을 분석하고 설명하기 위해 Bow-Tie 선도를 사용하는 방법이다(Tae et al., 2013; Kim et al., 2022). Bow-Tie 선도는 위험요인(Event)을 중심으로 왼쪽에 위험요인의 원인과 관련된 사고 시나리오, 오른쪽에 위험요인의 결과와 관련된 사고 시나리오를 표시한다. 예방대책은 원인과 사상 사이에 작성을 하며, 감소대책은 사상과 결과 사이에 표시한다.

분석기법에 사용되는 용어의 정의는 다음과 같다. 위협(Threat)은 사상의 원인(Cause)을 의미한다. 예방대책(Preventive control)은 위험요인(Hazard)이 사상으로 전개되는 것을 방지하는 대책을 의미한다. 감소대책(Mitigation control)은 사상이 사고의 결과로 이어지는 것을 방지하는 대책을 의미한다. 악화요소(Escalation factor)는 예방대책 및 감소대책의 역할 또는 기능을 무효화시키거나 악화시키는 요소를 의미한다. 악화요소 방지대책(Escalation factor control)은 악화요소를 관리하여 예방대책과 감소대책이 정상적인 역할을 유지하도록 하는 대책을 의미한다.

보우타이 선도(Bow-Tie Diagram)에는 위험요인, 사상의 원인, 사상의 결과, 예방대책, 감소대책, 악화요소, 악화요소 방지대책이 표시된다. 보우타이 선도는 사상의 원인과 결과를 하나의 그림으로 표현하여 이해관계자에게 설명할 때 유용하게 사용된다. Bow-Tie 분석기법은 위험요인과 예방대책을 찾는 분석이라는 점에서 다른 위험성 평가 방법과 유사하지만 Bow-Tie 선도를 사용하여 사고원인과 결과, 예방대책을 한눈에 파악하기 용이하다는 장점을 가지고 있다. 또한, 다른 위험성 평가기법과 다르게 휴먼에러를 사고 발생원인에 포함할 수 있어 현실적인 위험성 평가를 진행할 수 있다. Fig. 1은 보우타이 선도의 진행절차를 나타낸다.

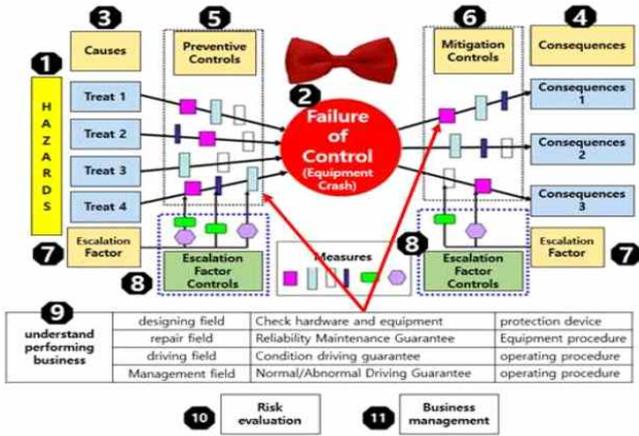


Fig. 1 Process of bow-Tie analysis
Source : Qualitative bow-Tie guidelines, KOSHA, 2011

2.3.3 IPA 분석기법

IPA 분석기법은 상대적인 중요도 성취도의 비교값을 바탕으로 향후 개선 및 우선적 자원할당에 관한 의사결정을 내리는 분석기법이다(Nam et al., 2021). X축은 만족도, Y축은 중요도를 의미하고 각 산출값은 2차원 좌표상에 표시되어 4분면 각각에 대한 전략적 시사점을 도출한다. 그리고 원점은 속성들의 평균치에 대한 산출평균을 사용한다.

I 사분면은 고객의 중요도와 만족도가 모두 높은 상태로 중요시되는 요소이다. 따라서 관리자는 사태를 지속적으로 유지하는 것이 바람직하다. II 사분면은 고객의 중요도는 높으나 만족도가 낮은 상태이다. 따라서 관리자는 만족도 개선을 위해 시급하게 투자를 진행할 필요가 있다. III 사분면은 고객의 중요도와 만족도가 모두 낮은 상태로 평가속성에 대해 불필요하다고 느끼는 요소이다. 따라서 추가적인 자원투자를 지양하여야 하는 사분면이다. IV 사분면은 고객의 중요도는 낮으나 만족도가 높은 상태로 평가속성에 대한 만족도가 과잉된 요소이다. 따라서 투자를 줄이거나 상황에 맞게 중지하여 다른 분야로의 전환이 필요한 사분면이다. IPA 모델은 Fig. 2와 같다.

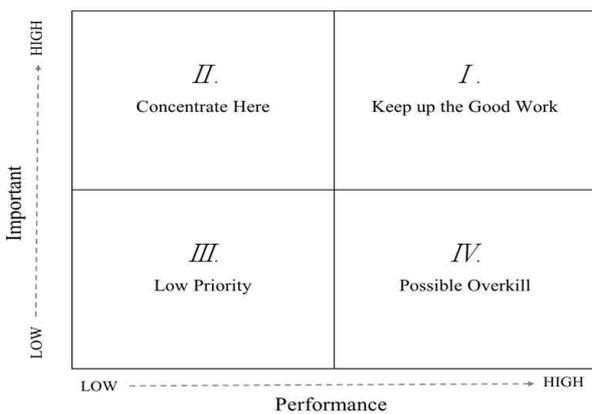


Fig. 2 Model of IPA analysis

2.3.4 Borich 요구도분석

요구는 현재의 수준과 기대하는(바람직한) 수준 차이를 규명하는 것이다. Borich 요구도 분석은 필요수준과 현재수준의 차이에 필요수준의 평균을 곱한다. 그리고 바람직한 수준에 가중치를 주어 나타난 결과값을 서열화한 후 우선순위를 도출하는 요구도 공식이다(Kim et al., 2015). Borich 요구도 산출 방식은 Fig. 3과 같다.

$$\text{Needs} = \frac{\sum (RL - PL) \times \overline{RL}}{N}$$

RL: required level (perceived importance)
PL: present level (knowledge level)
 \overline{RL} : average of the required level
N: total number of cases

Fig. 3 Model of Borich analysis

Source : Choi et al. 2021

2.3.5 The Locus for Focus 모델

The Locus for Focus 모델은 단순 좌표표시 방식의 Borich 요구도 분석에서 한 단계 더 나아가 평면좌표를 통해 시각적 효과를 극대화한 모델이다. The Locus For Focus 모델의 4분면에서 X축은 바람직한 수준의 값을 의미한다. 그리고 Y축은 바람직한 수준과 현재 수준의 차이를 의미한다. 제 1사분면은 HH분면으로 바람직한 수준이 평균보다 높고 두 수준의 차이 또한 평균보다 높은 영역으로 우선순위가 가장 높은 영역이다. 제 3사분면은 LL분면으로 바람직한 수준이 평균보다 낮고 두 수준의 차이 또한 평균보다 낮은 영역으로 우선순위로 고려되지 않는 영역이다. 반면, The Locus for Focus 모델에서 1사분면 다음 차순위 분면으로 2사분면 또는 4사분면을 선정할 때는 주의가 필요하다. X축의 평균에 가까우면서 바람직한 수준과 현재 수준의 차이가 클수록 요구도가 높은 것으로 해석한다. The Locus for Focus 모델은 Fig. 4와 같다.

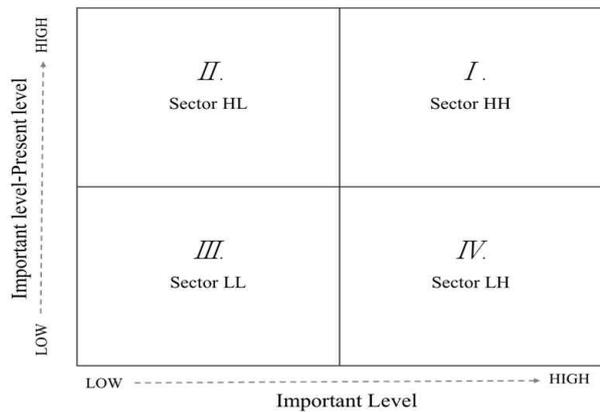


Fig. 4 Model of The Locus for Focus

2.4 선행연구와의 차별성

본 연구에서는 기존 선행연구와 달리 한국산업안전보건공단에서 제시한 위험성 평가 기준에 따라 위험도를 수치화(빈도×강도)하여 위험요인에 대한 객관적인 평가를 진행하였다. 또한, Bow-Tie 분석기법을 통해 항만하역업의 재해원인과 예방대책을 수립한 뒤 IPA분석, Borich 요구도분석, The Locus For Focus 분석을 진행하여 예방대책에 대한 우선순위를 결정하였다는 점에서 차별성을 가지고 있다.

3. 항만하역업 재해통계

3.1 재해통계 일반현황

2016년부터 2020년까지 한국산업안전보건공단에서 집계된 5년간 통계 재해자 리스트를 바탕으로 항만하역업 재해통계 일반현황에 대한 실증분석을 진행하였다. 항만하역업은 소업종별로 ‘해상하역업’과 ‘항만 내의 육상 하역업’으로 구성되며, 총 1,039회의 사고가 집계되었다. 이와 관련하여 자세한 내용은 아래의 <Table 5>와 같다.

Table 5 Status of safety accident by working time (Unit: No)

		2016	2017	2018	2019	2020
Steve dore	Onshore	179	183	217	227	189
	Offshore	8	16	11	4	5
	Sum	187	199	228	231	194
	Total	1,039				

3.1.1 작업시간대별 사고발생 현황

작업시간대별 사고발생 현황을 살펴보면 주간 교대 전 08-12시 사이에 사고가 362명(34.8%)으로 가장 많이 발생하였다. 그 다음으로 13-17시 280명(26.9%), 18-22시 174명(16.7%), 03-07시 114명(11.0%), 23-02시 109명(10.5%) 순으로 나타났다. 이러한 결과는 오전 근무시간에 특히 안전관리가 취약한 것을 의미하며, 작업 시작 전 관리감독자는 TBM(Tool box meeting)을 진행하여 안전수칙을 상기시킬 필요가 있다. 이와 관련하여 자세한 내용은 아래의 <Table 6>과 같다.

Table 6 Status of safety accident by working time (Unit: No, %)

H	08-12	13-17	18-22	23-02	03-07	Sum
No	362	280	174	109	114	1,039
Rate(%)	34.8	26.9	16.7	10.5	11.0	100.0

3.1.2 근속기간에 따른 사고발생 현황

근속기간에 따른 사고발생 현황을 살펴보면, 1년 미만인 근로자 사고가 314명(30.2%)으로 가장 많이 발생하였다. 그 다음으로 10년 이상 290명(27.9%), 5-10년 185명(17.8%), 1-3년 147명(14.1%), 3-5년 103명(9.9%) 순으로 나타났다. 근속기간에 상관없이 사고발생 빈도가 전체적으로 비슷하게 나타났다. 이러한 결과를 통해 항만하역업은 직무 숙련도와 상관없이 언제 어디서든 산업재해가 발생할 수 있다는 사실을 알 수 있다. 이와 관련하여 자세한 내용은 아래의 <Table 7>과 같다.

Table 7 Status of safety accident by working time (Unit: No, %)

Years	Less 1	1-3	3-5	5-10	Over 10	Sum
No	314	147	103	185	290	1,039
Rate(%)	30.2	14.1	9.9	17.8	27.9	100.0

3.1.3 발생유형에 따른 사고발생 현황

발생유형에 따른 사고발생 현황을 살펴보면, 하역업은 건축물·구조물 및 표면에 의한 재해자 수가 254명(24.4%)으로 가장 많이 발생하였다. 그 다음으로 부품, 부속물 및 재료 229명(22.0%), 교통사고 158명(15.2%), 설비·기계 141명(13.6%), 용기, 용품, 가구 및 기구 110명(10.6%) 등의 순으로 나타났다. 이러한 결과를 통해 항만하역업은 건축물·구조물 및 표면에 해당하는 Q/C, T/C 작업과정에서 사고가 빈번하게 발생한다는 것을 알 수 있다. 사고를 예방하기 위해서는 작업공정 준수 및 충분한 의사소통과 노후화된 장비에 대한 주기적인 점검을 기반으로 작업이 진행되어야 한다. 이와 관련하여 자세한 내용은 아래의 <Table 8>과 같다.

Table 8 Status of safety accident by type (Unit: No, %)

	No	Rate(%)
Buildings and structures	254	24.4
Traffic accident	158	15.2
Parts, fittings and materials	229	22.0
People, animals and plants	16	1.5
Facilities and machinery	141	13.6
Supplies, furniture and utensils	110	10.6
Portable and manpower machinery	21	2.0
Etc.	110	10.6
Sum	1,039	100.0

3.1.4 재해자 구분에 따른 사고발생 현황

재해자 구분에 따른 사고발생 현황을 살펴보면, 사고부상자가 923명(88.8%)으로 가장 많이 발생하였다. 다음으로 질병이 환자 96명(9.2%), 사망자 20명(1.9%) 순으로 나타났다. 항만하역업 내 사고는 인명피해로 이어질 확률이 높으므로 안전수칙 준수를 위하여 각별히 신경써야한다. 이와 관련하여 자세한

내용은 아래의 <Table 9>와 같다.

Table 9 Status of safety accident by classification
(Unit: No, %)

	Injured	Disease	Death	Sum
No	923	96	20	1,039
Rate(%)	88.8	9.2	1.9	100.0

3.1.5 위험요인에 따른 사고발생 현황

위험요인에 따른 사고발생 현황을 살펴보면, 하역업은 떨어짐/무너짐으로 인한 사고가 227명(21.8%)으로 가장 많이 발생하였다. 그 다음으로 넘어짐 176명(16.9%), 부딪힘 158명(15.2%), 끼임 144명(13.9%) 등의 순으로 나타났다. 사고내용을 구체적으로 살펴보면 장비결함 및 작업자의 실수로 인한 컨테이너 선적작업 중 낙상사고와 본선작업을 위해 사다리교 이동 중 떨어지는 사고가 많이 발생하였다. 이외에도 떨어짐과 관련된 사고로 신호수가 난간 및 열려진 홀드 등으로 떨어지는 사고, 상하차 작업 시 차량 위에서 실족과 떨어지는 사고, 화물 이동 시 화물이 떨어지는 사고, 라싱 콘이나 작업막대가 떨어지는 사고 등이 발생하였다. 이와 관련하여 자세한 내용은 아래의 <Table 10>과 같다.

Table 10 Status of safety accident by hazard factors
(Unit: No, %)

	No	Rate(%)
Collapsing·Turning over	15	1.4
Electric shock	1	0.1
Stuck	144	13.9
Tumble	176	16.9
Falling·Collapse	227	21.8
Hit	103	9.9
Clash	158	15.2
Excessive motion	71	6.8
Traffic accident	18	1.7
Abnormal temperature	5	0.5
Work-related diseases	93	9.0
Cut	8	0.8
Explosion	1	0.1
Etc.	19	1.8
Sum	1,039	100.0

4. 사고사례 실증분석

4.1 분석개요

본 연구에서는 항만하역업에서 실제로 발생한 재해사례를 통해 항만하역업 상의 안전예방대책들을 도출하고 그 중 최우선 예방대책을 도출하여 항만하역업의 안전관리 개선사항을

제시하고자 하였다. 이를 위해 항만터미널에 대한 위험성 평가를 진행하여 사회·경제적으로 큰 영향을 미치는 위험요인을 도출한 뒤 주요 위험요인에 대한 Bow-Tie 분석을 진행하여 예방대책들을 도출하였다. 이후 항만터미널 관련 전문가 들을 대상으로 설문조사를 실시하여 예방대책에 대한 IPA분석 및 Borich분석을 진행하였고 이를 통해 예방대책의 우선순위를 도출하였다. 기초자료는 2016년부터 2020년까지 한국산업안전보건공단에서 집계된 항만하역업 사고사례 1,039건을 사용하였으며, 위험성 평가는 한국산업안전보건공단에서 발표한 정성적 보우타이(Bow-Tie) 리스크 평가 기법에 관한 지침의 기준에 따라 진행하였다. 본 연구의 분석흐름은 아래의 Fig. 5와 같다.



Fig. 5 Flow of Analysis

4.2 위험성 평가

재해통계의 일반현황에서 도출된 위험요인을 바탕으로 위험성 평가를 진행하였다. 항만하역업의 위험요인 중 떨어짐·무너짐으로 인한 위험도 점수가 24점으로 가장 높게 나타났다. 떨어짐·무너짐 사고는 5년 동안 223회 발생하였다. 이는 발생빈도(Level) 6등급에 해당하며, 사고 발생 시 인적 피해 4등급, 평판 피해 3등급, 환경 피해 1등급, 재정적 피해 3등급으로 측정되었다. 위험성 평가결과는 아래의 <Table 11>과 같다.

Table 11 Result of hazard assessment

Hazard Factors	L	Strength(S)				Results (L×S)
		P	R	E	F	
Collapsing·Turning over	6	3	2	1	2	18
Electric shock	6	3	3	1	2	18
Stuck	6	2	2	1	2	12
Tumble	6	2	2	1	2	12
Falling·Collapse	6	4	3	1	3	24
Hit	6	3	2	1	2	18
Clash	6	3	2	1	2	18
Excessive motion	6	1	1	1	2	12
Traffic accident	6	3	2	1	3	18
Abnormal temperature	6	3	2	1	2	18
Work-related diseases	6	1	2	1	2	12
Cut	6	2	2	1	2	12
Explosion	5	4	4	3	4	20

4.3 Bow-Tie 분석

항만하역업의 위험성 평가결과에서 도출된 가장 위험도가 높은 사상은 떨어짐·무너짐(Falling·Collapse)요인으로 나타났다. 이에 대한 사고 발생원인(Cause)은 장비 노후화, 부주의, 작업절차 미준수, 열악한 근무환경, 일용직, 자연재해로 파악되었다. 발생원인이 사상의 결과로 이어지는 것을 방지하기 위한 예방대책은 첫째, 디지털 트윈을 이용하여 장비 관리 및 주기적인 점검 및 장비의 노후화에 대비해야 한다. 둘째, 작업 시 경고음 필수 및 작업자의 충분한 휴식시간 보장을 통해 부주의로 발생하는 사고를 예방하여야 한다. 세 번째, 작업절차 미준수와 관련해 작업자 간 원활한 의사소통과 함께 항만용어 및 작업 관련 지침이 만들어져야 한다. 네번째, 노동집약적 작업 특성을 가진 항만하역업의 열악한 작업환경에 대하여 노사 간 협력을 통해 안전한 작업환경을 구축하고자 노력해야 하며 사고위험 지역에서는 경고음을 필수적으로 작동하여 사고를 방지해야한다. 다섯번째, 항만하역업은 일용직 근로자의 비율이 높기 때문에 안전관리자 및 관리감독자가 필수적으로 작업환경을 통제해야 하며, 일용직 근로자를 대상으로 한 안전교육이 진행되어야 한다. 마지막으로 자연재해로 인한 예방대책으로는 작업중지 기준 및 지침을 규정하여 악천후에도 불구하고 무리한 작업이 진행되는 경우를 방지해야 한다.

예방대책에 대한 악화요소로는 과다한 업무, 기술 부족, 경고음 오작동, 항만용어 및 작업지침 비표준화, 작업장 내 소음, 관리자의 근무 태만, 작업자 업무 강행 등으로 나타났다. 또한, 악화요소에 대한 방지대책으로는 적당한 업무 지시, 신기술 도입, 통일된 항만용어 및 작업 지침 개정, 통신장비 지

급 등이 실시되어야 한다. 디지털 트윈 기술 도입 시, 국내의 디지털기술 역량이 부족하면 대책을 세우는데 한계가 있으므로, 기술 보충을 위해 해외기술 도입을 고려할 필요가 있다. 또한, 항만하역장비의 주기적인 점검을 의무로 규정하여 장비 노후화로 인한 사고를 방지할 필요가 있다. 다음으로 경고음 오작동에 대비한 방지대책으로 주기적인 점검이 진행되어야 하며, 적절한 업무 분담 및 업무 강행 방지를 통해 인적 부주의로 인한 사고를 방지할 수 있을 것으로 판단된다. 항만하역업은 화물별, 선박별, 작업별로 구분된 작업표준기준이 부족한 상황이다. 또한, 항만용어가 부정확하거나 불일치 하는 경우가 있으므로 통일된 지침을 개정할 필요가 있다.

다음으로 사상의 결과는 작업자 상해, 작업 지연, 하역장비 파손으로 나타났다. 발생한 사상이 결과로 이어지는 것을 방지하기 위한 감소대책은 먼저, 작업자의 상해에 대비하여 보호구 착용의무 및 응급조치 교육 의무화가 되어야 한다. 둘째, 작업지연과 관련하여 인근 터미널 간의 장비공유를 통해 손상된 장비 및 해당 장비를 운용가능한 인력이 구비 되어야 한다. 마지막으로 하역장비 파손과 관련하여 하역장비는 대부분 고가의 중장비이기 때문에 장비 파손 보증을 들어 사고발생 시 재정적 피해를 낮추고 손상된 장비에 대한 유지보수작업이 가능한 시설이 구축되어야 한다.

감소대책에 대한 악화요소는 보호구 미착용, 응급조치 교육 미참여, 대체인력 부족, 터미널 간 과잉경쟁, 유지보수 시설 부족 등으로 나타났다. 또한, 악화요소에 대한 방지대책으로는 보호구 미착용 시 과태료 부과, 응급조치 교육 의무화, 대체인력 채용, 터미널 간 유지보수 시설 공유 등이 실시되어야 한다.

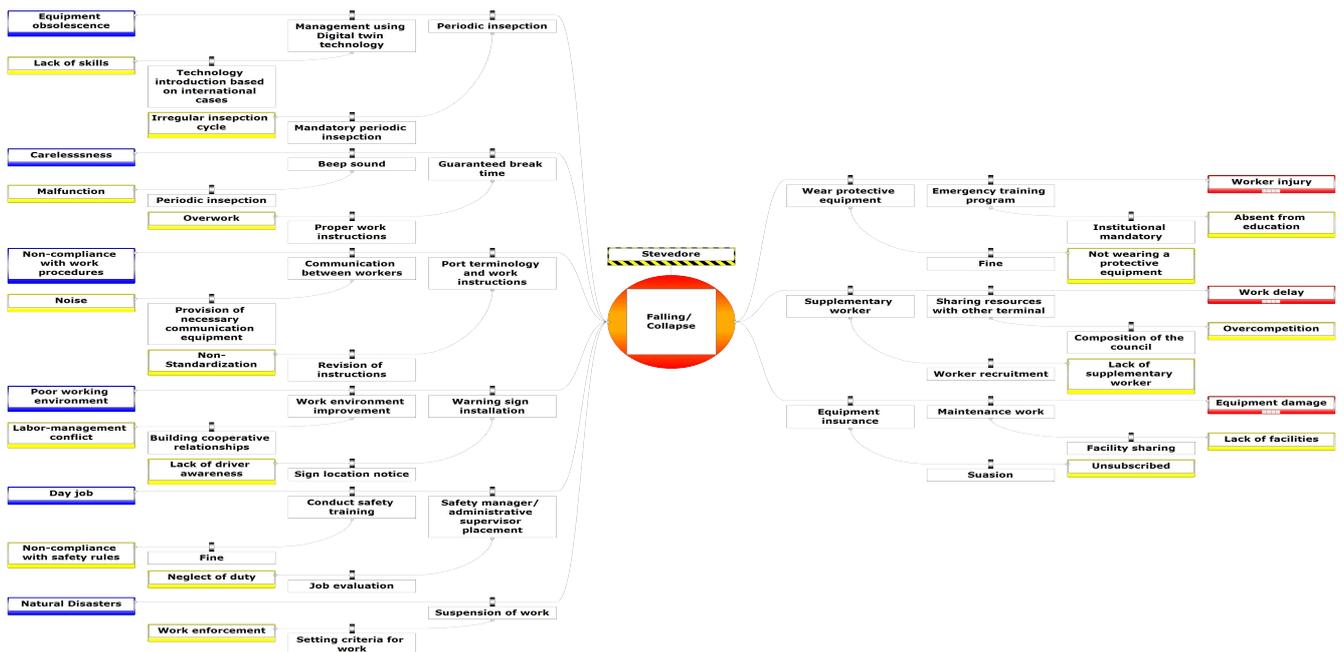


Fig. 6 Diagram of Bow-Tie analysis

4.4 우선순위 분석

4.4.1 설문조사 일반현황

본 연구의 설문은 2022년 01월 03일에서 01월 20일까지 항만하역업 관련 전문가 및 종사자를 대상으로 실시하였으며 장방문, SNS 메신저, e-mail 등을 활용하여 총 59부의 설문지를 회수하였다. 회수된 설문 데이터는 Microsoft Excel 프로그램을 이용하여 분석을 실시하였다.

하역업 설문 응답자의 일반특성을 살펴보면 직급의 분포는 대리 이하 16명(27.1%), 과장 15명(25.4%), 차장 13명(22.0%), 부서장 2명(3.4%), 임원급 1명(1.7%) 순이고, 근무연수의 분포는 10년 이상이 40명(67.8%), 5~10년 10명(16.9%), 1~3년 4명(6.8%), 1년 이하 2명(3.4%) 순으로 나타났다. 현재 근무업종의 분포는 항만 관련 종사자가 56명(94.9%), 연구기관 2명(3.4%), 기타 1명(1.7%) 순으로 나타났고, 연령의 분포는 40~50세 28명(47.5%), 50~60세 14명(23.7%), 30~40세 12명(20.3%), 30세 이하 3명(5.1%), 60세 이상 2명(3.4%) 순으로 나타났다. 자세한 내용은 <Table 12>와 같다.

Table 12 General attributes of survey respondents

category		Number(%)
Position	Executive	1(1.7)
	The head of a department	2(3.4)
	Deputy director	13(22.0)
	Section chief	15(25.4)
	below deputy	16(27.1)
	Sum	59(100.0)
Work experience	more than ten years	40(67.8)
	5~10 years	10(16.9)
	3~5 years	3(5.1)
	1~3 years	4(6.8)
	less than a year	2(3.4)
	Sum	59(100.0)
Occupation	Port-related workers	56(94.9)
	A research institution	2(3.4)
	etc.	1(1.7)
	Sum	59(100.0)
Age	Over 60	2(3.4)
	50~60 years old	14(23.7)
	40~50 years old	28(47.5)
	30~40 years old	12(20.3)
	Under 30	3(5.1)
	Sum	59(100.0)

4.4.2 IPA 분석

Bow-Tie 분석기법을 통해 도출된 항만하역업의 안전예방대책에 대해 x축은 현재만족도, y축은 미래중요도로 설정하여 IPA분석을 실시하였다. 그 결과 x축을 나타내는 현재만족도의 평균값은 3.30, y축을 나타내는 미래중요도의 평균값은

4.22이며 이를 기준으로 Fig. 7과 같이 4분면을 구성하였다.

항만하역업 안전예방대책 중에서 현재만족도와 미래중요도가 모두 높아 지속적으로 유지할 필요가 있는 제 1사분면에 해당되는 예방대책은 장비의 주기적인 점검(TBM: Time Based Maintenance), 안전교육, 의사소통체계 확립, 경고음이 포함되었다. 이를 통해 안전사고에서 부주의, 작업절차 미준수, 안전의식 부재와 같은 휴먼에러의 예방 필요성이 강조되고 있는 것을 알 수 있다. 또한, 취급작업에 대한 위험성 인지 및 안전성 강화, 올바른 작업방법 및 작업 위험성에 대한 대처법 숙지, 더 나아가 작업근로자들 간의 위험과 안전에 대한 공감대 형성을 중요하게 인식하고 있음을 알 수 있다.

다음으로 현재만족도는 낮으나 미래중요도는 높은 중점적인 개선이 필요한 제 2사분면에는 노사 간 협력이 포함되었다. 현재만족도와 미래중요도가 모두 낮아 점진적으로 개선이 필요한 제 3사분면에는 작업중지 기준의 확립, 디지털 트윈기술 적용(CBM), 항만용어 및 작업 표준화, 상용화 체제 전환 등이 포함되었다. 마지막으로 현재만족도는 높으나 미래중요도가 낮아서 효율성 제고가 필요한 제 4사분면에는 충분한 휴식시간 보장이 포함되었다.

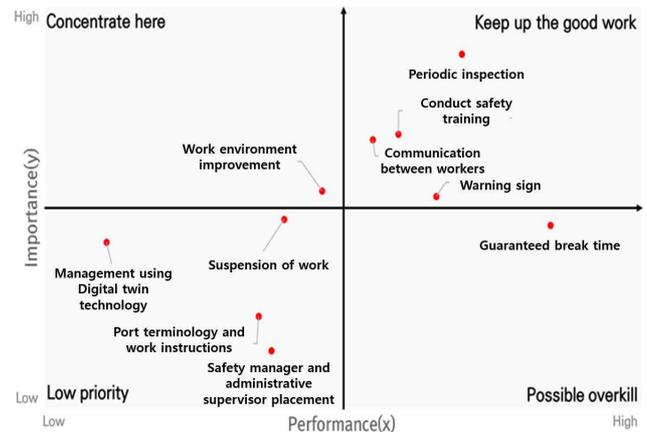


Fig. 7 Results of IPA analysis

4.4.3 Borich 분석

장비의 주기적인 점검(과 의사소통 체계확립이 우선순위에 서 각각 1위, 2위로 나타났다. 반면에 충분한 휴식시간의 보장과 상용화 체제전환은 우선순위에서 각각 9위, 10위로 나타났다. 이는 항만하역업 안전사고의 주요 원인인 부주의, 작업절차 미준수, 안전의식 부재와 같은 휴먼에러에 대한 예방대책의 중요성을 나타내는 결과이다. 반면에 충분한 휴식시간과 일용직 노동자의 상용화 체제전환은 현재의 만족도 뿐만 아니라 미래의 중요도에도 다른 예방대책에 비해 효과가 낮다는 의견이 많은 반영된 것으로 판단된다.

Table 13 Results of The Borich Priority Formula

no.	Preventive control	Importance	Performance	Difference	Borich	Rank
1	Management using Digital twin technology	4.12	2.98	1.14	4.68	4
2	Periodic inspection	4.68	3.46	1.22	5.71	1
3	Warning sign	4.25	3.42	0.83	3.53	7
4	Guaranteed break time	4.17	3.58	0.59	2.47	9
5	Communication between workers	4.42	3.34	1.08	4.80	2
6	Port terminology and work instructions	3.90	3.19	0.71	2.78	8
7	Work environment improvement	4.27	3.27	1.00	4.27	5
8	Conduct safety training	4.44	3.37	1.07	4.74	3
9	Safety manager and administrative supervisor placement	3.80	3.20	0.59	2.25	10
10	Suspension of work	4.19	3.22	0.97	4.04	6

4.4.4 The Locus for Focus 분석

항만하역업 안전예방대책의 Borich 요구도 분석결과를 바탕으로 x축은 미래중요도, y축은 미래중요도와 현재만족도의 차이값으로 설정하여 The Locus For Focus 모델을 구축하였다. The Locus For Focus 모델 분석결과는 다음 Fig. 8과 같다.

가장 우선순위가 높은 영역인 HH영역에는 장비의 주기적인 점검, 의사소통 체계확립, 안전교육이 포함되었으며 이는 전체 10개의 항목 중 가장 우선적으로 고려해야 하는 항목으로 볼 수 있다. 이는 IPA분석과 Borich요구도 분석결과와 동일하게 항만하역업 안전사고의 주요원인 중 휴먼에러에 대한 대응을 중요하게 인식하고 있다는 것을 의미한다. 우선순위로 고려되지 않는 영역인 LL영역에는 경고음, 항만용어 및 작업 표준화, 상용화 체제 전환, 충분한 휴식시간 보장이 포함되었다.

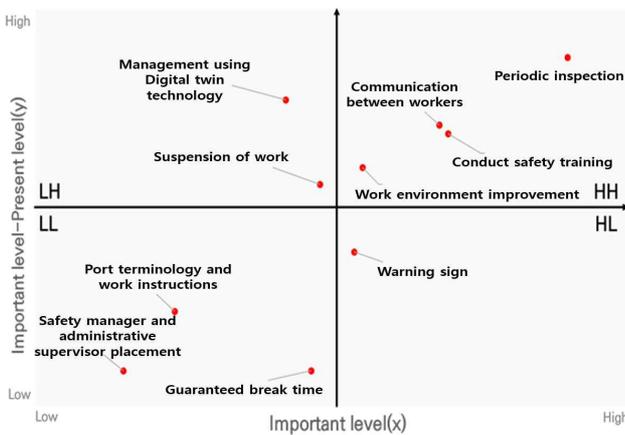


Fig. 8 Results of The Locus for Focus Model

4.4.5 우선순위분석 종합결과

항만하역업의 안전예방대책에 대한 만족도와 중요도 분석을 통해 항만하역업의 안전사고 발생에 대한 예방효과가 있는 실효성 있는 대책 운용을 실현할 수 있는 종합분석 결과를 도출하였다. <Table 14>와 같이 Borich 요구도 분석의 상위순위 항목, IPA분석의 지속유지 영역, The Locus for Focus 모델의 HH영역을 고려하여 우선 순위군을 결정하였다.

종합 분석결과, 공통적으로 요구가 높게 나타난 항목은 장

비의 주기적인 점검, 의사소통체계 확립, 안전교육 총 3가지 항목으로 나타났다. 이는 Bow-Tie 분석에서 도출된 항만하역업 안전사고 예방대책 10개 중 설문 응답자들이 현재, 미래에서 모두 중요하게 생각하고 있으며, 가장 우선적으로 진행되어야 할 항목임을 알 수 있다.

Table 14 Final results of Priority Analysis

Preventive control	Borich	IPA	Locus	final rank
Periodic inspection	1	keep up	HH	top priority
Communication between workers	2	keep up	HH	top priority
Conduct safety training	3	keep up	HH	top priority
Management using Digital twin technology	4	Low priority	LH	-
Work environment improvement	5	Concent rate	HH	-
Suspension of work	6	Low priority	LH	-
Warning sign	7	keep up	HL	-
Port terminology and work instructions	8	Low priority	LL	-
Guaranteed break time	9	overkill	LL	-
Safety manager and administrative supervisor placement	10	Low priority	LL	-

5. 결 론

최근 국제 교역량의 증가와 비대면 사회 기조에 따른 물동량의 폭증은 항만하역업 내 안전사고 증가로 이어지고 있다. 국내의 경우 해상운송 의존도가 높기 때문에 항만터미널의 기능은 중요하며 항만하역업에서 발생하는 예기치 못한 안전사고 등에 의해 국내 수출입 환경은 큰 타격을 받을 수 있다. 이와 함께 최근 통과된 중대재해처벌법 등과 같이 사회 전반에 걸쳐 안전을 중시하는 분위기 및 공감대가 형성되고 있으며 항만터미널 산업과 관련한 안전 및 생명을 보호하는 각종 지침과 법안들 또한 제정되고 있다. 하지만 이러한 노력에도 불구하고 2016년부터 2019년 동안의 항만하역업 재해자 수는 연평균 4.2%씩 증가하였다. 이를 통해 항만하역업에서 발생가능한 리스크에 대하여 관심을 기울이고 주요 사고원인에 대한 예방대책을 세워야 하는 것을 알 수 있다. 따라서 항만터미널에서 이루어지는 항만하역업의 실제 재해사례 실증분석를 통해 미래 발생가능한 위험성 요인들을 도출하고 이를 통해 항만하역업 안전예방대책을 수립하고자 하였다.

본 연구에서는 2016년부터 2020년까지 한국산업안전보건공단에서 집계된 항만하역업 사고사례 1,039건과 한국산업안전보건공단의 정성적 보우타이(Bow-Tie) 리스크 평가 기법에 관한 지침 기준을 사용하여 항만하역업에 대한 위험성 평가를 진행하였고 사회경제적 영향이 큰 위험요인들을 도출하였다. 이러한 요인들에 대한 Bow-Tie 분석을 통해 안전예방대책을 도출하였다. 이후 항만터미널 관련 전문가 및 종사자를 대상으로 설문조사를 진행하여 예방대책에 대한 IPA분석 및 Borich분석을 통해 예방대책의 우선순위를 도출하였고 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 항만터미널에서의 위험요인으로는 떨어짐·무너짐 사고가 주요 요인으로 파악되었다. 사고 발생원인은 장비 노후화, 부주의, 작업절차 미준수, 열악한 근무환경, 일용직, 자연재해로 파악되었으며, 사고 발생 시 작업자 상해, 작업 지연, 하역장비 파손으로 이어질 수 있다.

둘째, 항만하역업 안전사고에 대한 예방대책으로 장비의 주기적인 점검, 의사소통 체계 확립, 안전교육이 가장 우선적으로 유지 및 개발되어야 한다. 즉, 다양한 위험요인이 존재하는 항만하역업에서 휴먼에러 관련 안전예방대책에 좀 더 주의를 기울일 필요가 있다. 이에 대한 방안으로 장비의 주기적인 점검 의무화, 작업자 간 원활한 의사소통을 위한 의사소통 장비 지급, 안전교육의 의무화 및 안전교육 미이수 시 과태료 부과 등과 같은 대책을 강화할 필요가 있다.

분석결과에 대한 시사점으로 첫째, (장비의 주기적인 점검) 하역업에서 사용되는 화물 인양 및 화물 운반용의 대부분 장비는 항만법과 건설기계관리법에 따라 통상 2년을 주기로 정기 안전검사를 수행하여야 한다. 하지만 노후 장비에 대해서도 그 기준이 동일하게 적용되기 때문에 사업주는 검사비용

발생과 검사로 인한 장비 사용불가의 사유로 장비가 고장 나지 않는 이상 선제적으로 예방검사를 실시하지 않고 있다. 따라서, 노후장비에 대해서는 장비의 종류, 설치 연도, 사용 시간, 감가상각 등을 감안하여 정기 안전검사 주기를 차별화하고, 검사 항목에는 방호장치(비상정지장치, 제동장치, 과부하방지장치 등)를 반드시 포함하는 등 표준안전검사 테이블을 제정하여 그 기준에 따라 검사를 수행하도록 법제화할 필요가 있다.

둘째, (의사소통체계 확립) 하역이 이루어지는 장소인 해상과 육상은 선박을 중심으로 두 공간이 물리적으로 분리되어 있으며, 선박 내부에서 상부와 하부 간 거리가 멀어 육상에 의한 의사소통이 불가능하다. 특히 선종·화물종류에 따라 하역방법이 다양하고 취급하는 화물이 중량물이어서 안전한 작업을 위해서는 작업자들 간 정보공유와 작업지휘자의 적재적소 통제 역할이 무엇보다 중요하다고 할 수 있다. 하지만, 대형 하역사를 제외한 대부분의 중소형 하역사는 부두에 접안하는 선사에 따라 하역사와 항운노조의 소속이 수시로 바뀐다. 그리고 인근 선박과 동시작업이 많아 공간이 부족하다는 이유로 위험예지활동(TBM: Tool Box Meeting)을 정상적으로 실시하지 않는 경우가 많다. 또한, 작업자들 간 또는 작업자와 작업지휘자 간 충분한 정보교류가 이루어지지 않아 사고발생 가능성이 높다. 따라서, 운영사(하역사)는 작업하는 전체 근로자를 대상으로 갱(Gang) 또는 선박 단위 등 통신그룹을 선정된 뒤 그 그룹별로 작업 시작 전 체널번호를 지정하고 사용방법 등을 충분히 설명한 후 지속 유지되도록 관리하여야 한다. 통신수단의 보급 기저에는 정부(해양수산부/고용노동부)의 제정 사업이 뒷받침되어 하역사의 경제적 부담을 덜어 줄 필요가 있다. 그리고 작업시작 전 TBM 활동이 활성화될 수 있도록 정부 또는 관련 기관, 운영사 주관의 지속적인 관심이 필요하다.

셋째, (항만하역 안전교육) 항만작업의 위험성에 비해 항만운송사업법에 의한 교육의 시간 및 주기가 2년에 2시간 이상으로 매우 부족하다(산업안전보건법의 정기교육은 매 분기 3시간 이상임). 항만작업의 모든 근로자는 산업안전보건법에 의한 교육을 받아야 하나 일부 일용직 근로자(개인사업주)는 교육 의무자가 아니어서 항만운송사업법에 의한 교육만 받으면 되는 교육 사각지대가 발생하고 있다. 또한, 교육프로그램 자체가 건설업과 제조업이 주력 분야라 항만관련 특성이 다소 소홀히 다루어지고 있다. 따라서, 항만운송사업법의 내용에 산업안전보건법의 안전관련 사항을 강화하고 교육 시간과 주기, 상호 인정 및 부분 면제 등에 대해서도 충분히 반영될 수 있도록 검토할 필요가 있다. 그리고 항만하역업에는 다양한 계층 및 계약관계의 근로자가 투입되므로 항만을 출입하는 모든 근로자가 항만관련 기초 안전보건 교육을 항만연수원 등 지정 교육기관에서 이수하도록 제도를 도입할 필요가 있다.

사 사

본 논문은 해양수산부 제4차 해운항만물류 전문인력양성사업의 지원을 받아 수행된 연구임.

본 논문은 한국해양수산개발원이 후원한 해양수산 미래 리스크 논문 공모전 수상작임을 밝힙니다.

References

- [1] Cha, S. H. and Noh, C. K.(2016), “The Accidents analysis for safety training in the container terminal”, *Journal of Navigation and Port Research*, Vol. 40, No. 4, pp. 197-205.
- [2] Choi, C. H.(2021), “A Legal Logic for Punishing Corporate Officers”, *Labor Law Review*, No. 51, pp. 1-38.
- [3] Choi, M. J., Jeong, H. S., Jung, Y. G. and Lee, H. Y.(2021), “Analysis of Needs for Infection Control Education in Long-Term Care Hospitals for the Epidemic of COVID-19: Borich Priority Formula and the Locus for Focus Model”, *Health and Social Welfare Review*, Vol. 41, No. 1, pp. 8-21.
- [4] Gui, D., Wang, H. and Yu, M.(2022), “Risk assessment of port congestion risk during the COVID-19 pandemic”, *Journal of Marine Science and Engineering*, Vol. 10, No. 2.
- [5] Ha, M. S.(1999), “New Operating Strategies for the Korea’s Container Terminals in the Globalization Era”, *Journal of Korea Port Economic Association*, Vol. 15, pp. 89-106.
- [6] Kang, H. W., Sim, M. S. and Kim, Y. S.(2021). “An Exploratory Study on the Determinants of Manpower Utilization of Container Terminals in the Busan Port and Gwangyang Port”, *Journal of Korea Port Economic Association*, Vol. 37, No. 1, pp. 121-142.
- [7] Kim, B. I.(2006), “The Relative Effects of Three Dimensions of Port Logistics Service Quality on Customer Satisfaction”, *Journal of Korea Port Economic Association*, Vol. 22, No. 1, pp. 125-149.
- [8] Kim, D. J.(2016), “A risk analysis of accidents for improving port logistics productivity—A case study of a container operator of a port”, *Product. Rev*, Vol. 30, No. 4, pp. 53-79.
- [9] Kim, D. Y., Sim, M. S., Lee, J. M. and Shin, Y. R.(2022), “A Study on the Improvement of Safety Management by Port Logistics Industry Using Bow-Tie Analysis”, *Journal of Navigation and Port Research*, Vol. 46, No. 1, pp. 57-72.
- [10] Kim, I. Y., Lim, B. and Kim, D.(2015), “The priority of education needs of the managerial competencies for Korean Medicine doctors”, *Journal of Society of Preventive Korean Medicine*, Vol. 19, No. 2, pp. 57-66.
- [11] Kim, J. Y., Jun, K. J. and Shin, Y. J.(2009), “A Study on The Analysis of Education and Training of The Container Terminal”, *Journal of Korea Port Economic Association*, Vol. 25, No. 2, pp. 201-230.
- [12] KOSHA Guide(2011), “Guidelines for Semi-quantitative Risk Assessment Method Bow-Tie”.
- [13] Lee, C. B. and Noh, J. H.(2018), “A Trend Analysis on Export Container Volume Between Korea and East Asian Ports”, *Journal of Korea Port Economic Association*, Vol. 34, No. 2, pp. 97-114.
- [14] Nam, D. G., Kim, J. T. and Shin, Y. J.(2010), “A study on the improvement of the shift pattern for field employees in Busan container terminal”, *Journal of Korea Port Economic Association*, Vol. 26, No. 1, pp. 144-171.
- [15] Nam, J. W., Sim, M. S., Cha, J. U., Kim, J. H. and Kim, Y. S.(2021), “A Study on the Demand Analysis of Sharable Resources in the Busan New Port Container Terminal”, *Journal of Navigation and Port Research*, Vol. 45, No. 4, pp. 186-193.
- [16] Park, S. H., You, J. W. and Kim, Y. S.(2019), “A Study on the Improvement of Safety Management on Container Terminal—Using Hazard Identification and Bow-tie Method”, *Journal of Navigation and Port Research*, Vol 43, No. 1, pp. 57-63.
- [17] Tae, C. H., Lee, H. S., Byun, C. H., Yang, J. M., Park, C. and Ko, J. W.(2013), “A Study on Risk Analysis of Manufacturing Process Using the Bow-Tie Method”, *Journal of the Korean Institute of Gas*, Vol. 17, No. 3, pp. 33-38.
- [18] Won, S. H., Cho, S. W. and Choi, S. H.(2017), “Operation Strategies to Cope with the Safety Accidents in Overhead-Shuttle Container Terminals”, *Korean Journal of Logistics*, Vol 25, No. 4, pp. 33-46.

Received 10 November 2022

Revised 20 February 2023

Accepted 20 February 2023