

# 항만 안전사고 대응 관리 시스템

정민환<sup>1</sup>, 이해원<sup>1</sup>, 박태영<sup>1</sup>, 송영주<sup>2</sup>, 주현정<sup>3</sup>, 김인수<sup>4</sup>  
<sup>1</sup>한국공학대학교 IT경영학과, <sup>2</sup>한국공학대학교 소프트웨어학과  
<sup>3</sup>경기대학교 관광이벤트학과, <sup>4</sup>한전 KDN  
 alsghks9700@naver.com, rkdmsa@tukorea.ac.kr, ty990520@naver.com,  
 yeongju0922@naver.com, twincornjr@gmail.com, diun81@daum.net

## Port Safety Accident Management System

Min-Hwan Jeong<sup>1</sup>, Hye-Won Lee<sup>1</sup>, Tae-Young Park,  
 Yeong-Ju Song<sup>2</sup>, Hyeon-Jung Joo<sup>3</sup>, In-Soo Kim<sup>4</sup>  
<sup>1</sup>Dept. of IT Management, Tech University of Korea  
<sup>2</sup>Dept. of Software, Tech University of Korea  
<sup>3</sup>Dept. of Tourism Events, Kyong-Gi University  
<sup>4</sup>KEPCO Knowledge Data & Network Co.

### 요 약

항만 안전사고를 줄이고자 하는 노력에도 불구하고 항만 산재는 지속적으로 발생하고 있으며, 2017년 이후 지속적으로 증가하는 추세이다. 이는 근무 기간이 적어 충분한 훈련이 되지 않았거나 근로자의 안전보다 작업의 효율성이나 비용을 더 우선시하는 환경, 컨트롤 타워의 부재 등으로 인해 발생하는 것으로 추정된다. 본 프로그램에서는 안전사고 관리 기능을 통해 항만 산재를 체계적으로 관리하여 개선된 작업 환경을 제공하고, 훈련 알고리즘을 통해 근로자의 항만 사고를 효과적으로 예방하고자 한다.

### 1. 서론

항만 안전사고는 2021년 기준으로 과거 10년간 약 2800명의 사상자를 발생시킬 정도로 지속되고 있다.[1] 항만 안전사고가 근절되지 않는 원인으로는 항만 근로자에 대한 안전교육 실시 및 조치가 제대로 이행되지 않음, 안전관리에 대한 점검·사고 조사·관리의 미흡함, 항만운송 참여자 사이의 책임 소재를 가리는 컨트롤타워의 부재를 원인으로 들 수 있다. 이로 인해 기존의 안전관리체계만으로는 작업별 특성에 맞는 안전관리를 시행하는 데에 한계가 있다.[2]

항만사고 예방과 항만의 특수한 작업환경을 고려한 새로운 안전관리가 필요하다는 사회적 요구로 인해 2021년 8월에 항만안전특별법(법률 제18369호)이 제정되었다.[3] 그러나 법 제정만으로 실질적인 예방 효과가 있을지는 미지수이다. 각 근로자별로 실시되는 안전 교육의 적절성을 파악할 수 없고 이행 및 관리가 여전히 미흡할 가능성이 있기 때문이다. 그러므로 기존의 안전교육에 항만안전특별법을 기반한 훈련 시나리오를 도입하여 실천성을 높이고, 특정 항만 근로자에 대한 훈련 시나리오의 적합 여부를 평가할 수 있는 프로세스를 적용하는 것이 필요하다.

본 연구는 항만안전특별법에 의거하여 항만운송 참여자의 책임 소재를 명확히 하고, 책임에 따른 도상 및 실전훈련을 진행하여 항만 사고에 체계적으로 대응하기 위한 프로세스를 제안한다. 해당 프로세스를 포함하여 시나리오 작성 및 평가와 통계 관리 등의 기능을 수행하는 관리 시스템 개발을 목적으로 한다.

### 2. 본론

#### 2.1. 시스템 기능

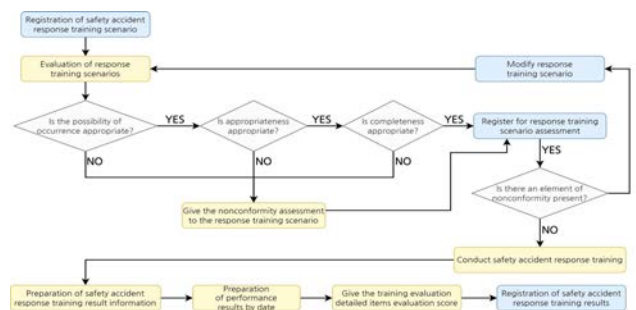
##### 2.1.1 항만 안전사고 대응 관리 시스템 구성



<그림 1> 항만 안전사고 대응 관리 시스템 구성

그림 1은 본 논문에서 제시하는 항만 안전사고 대응 관리 시스템의 전체 구성을 나타낸다. 해당 시스템에 핵심인 안전사고 대응훈련 시나리오 작성·평가, 시나리오 기반 훈련 수행·관리는 아래의 알고리즘과 함께 상세히 설명한다.

##### 2.1.2. 대응 훈련 시나리오 작성·평가 프로세스



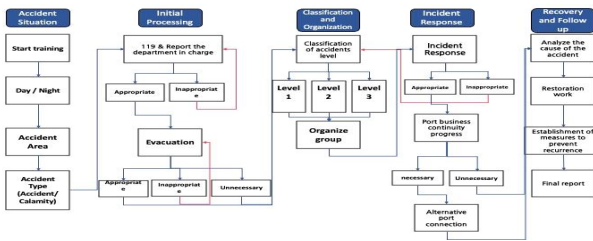
<그림 2> 대응 훈련 시나리오 작성·평가 프로세스

해당 프로세스를 기반으로 항만에서 발생하는 안전사고를 예방함과 동시에 실제 사고가 발생 시 보다 효과적인 대처를 하는 것을 목표로 한다.

항만에서 발생할 수 있는 사고를 시나리오로 작성하고, 작성된 시나리오를 2.2 에서 소개할 훈련 시나리오 평가 기준에 따라 적합 여부를 판단한다.

대응훈련 시나리오로써 적합하지 않은 경우, 부적합 판정을 하고 시나리오를 수정하여 다시 평가를 진행하도록 한다. 적합 판정을 받은 경우에는 시나리오를 기준으로 대응 훈련을 작성하여 일자별로 수행한다. 대응-복구 작업에 대해 점수를 매겨 해당 훈련이 적절했는지를 판단하고, 부적절한 경우 다시 훈련을 진행하도록 함으로써 사고 예방의 효과를 높이고자 하였다.

2.1.3. 시나리오 기반 대응 훈련 수행 프로세스



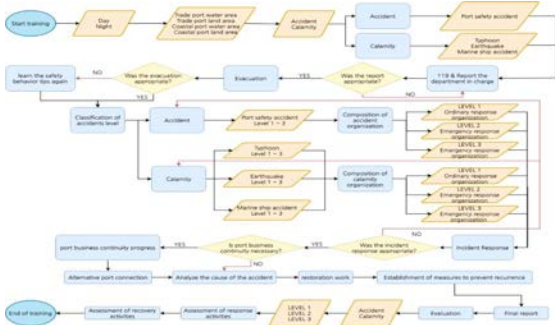
<그림 3> 시나리오 기반 대응 훈련 수행 프로세스

해당 프로세스는 훈련과 실제 사고 발생 시 대응-복구 방법에 대한 전반적인 흐름을 나타낸다.

훈련의 진행은 우선 사고 상황을 정의하는 것으로 시작한다. 도상-실전 훈련, 사고 발생 시간, 사고 구역, 사고 유형을 선택하여 사고 상황을 정의한다. 초기 처리의 대응이 적절하지 않은 경우 다시 진행하도록 하고, 적절한 대응을 한 경우에는 분류 및 조직 구성을 진행한다.

분류 및 조직 구성에서는 사고-재난의 상황을 분류 기준에 따라 고려하여 사고 수준을 정의하고 조직을 구성한다. 사고 대응은 사고-재난 수준에 따라 적절한 대응 활동을 수행하고, 항만업무 연속성 필요 여부를 확인한다. 사고-재난에 대한 대응이 끝난 후에는 복구 및 후속조치를 진행한다. 앞선 일련의 과정들을 통해 사고-재난에 대처하기 위한 체계적인 훈련 방법을 제시하였다.

2.1.4. 대응 훈련 적합성 판단 알고리즘



<그림 4> 대응 훈련 적합성 판단 알고리즘

훈련의 진행은 작성된 시나리오를 기반으로 사고-재난의 세부적인 상황을 정의하는 것으로 시작된다. 훈련

상황의 정의가 완료되면, 대피와 119 신고를 진행한 후, 사고-재난 수준을 정의하고 조직 구성을 진행한다.

재난의 경우 항만에서 발생빈도가 비교적 낮고 피해가 큰 태풍과 지진, 유출로 인한 해양 오염 등의 위험에 직면할 수 있는 선박 사고를 각각 Level 별로 정의하였다.

분류	Level 1	Level 2	Level 3	
사고	인명 피해가 없거나 단순 물피 사고가 발생한 경우	경상 사고가 발생한 경우	중상 및 사망 사고가 발생한 경우	
재난	지진	40 미만의 국내 지진이 발생한 경우	40 ~ 49의 국내 지진이 발생한 경우	50 이상의 국내 지진이 발생한 경우
	태풍	태풍의 직간접 영향으로 태풍 특보가 발표될 가능성이 예상될 때	태풍의 직간접 영향으로 폭풍, 호우 또는 해일이 주의보 기준에 도달한 경우	태풍의 직간접 영향으로 폭풍, 호우 또는 해일이 경보 기준에 도달한 경우
	선박 사고	위기 징후 감시를 통해 통계적 시기 도래, 기상 요인 등에 의한 징후 관련 형상이 나타나고 있으나, 재난으로 발전 가능성이 적은 경우	해양 선박 사고로 인하여 위기 징후 활동이 비교적 활발하여 재난으로 발전할 수 있는 경향이 나타난 경우	해양 선박 사고로 인하여 위기 징후 활동이 매우 활발하여 재난으로 발생하였거나 발생할 가능성이 확실한 경우

<표 1> 사고-재난 수준 분류

표 1을 기반으로 사고-재난 수준을 분류하고, 각 수준에 맞게 조직을 구성한다.

사고-재난 수준	조직 구성
Level 1	총괄통제부
Level 2	총괄통제부, 복구대책부, 운영대책부, 지원부
Level 3	총괄통제부, 복구대책부, 운영대책부, 지원부, 보상지원부, 대외협력부

<표 2> 조직 구성

총괄통제부는 평시 조직으로 운영하며 Level1의 사고-재난이 발생한 경우에 대응하고, Level2 와 Level3은 긴급 대응 조직을 추가 구성하여 사고-재난 대응과 복구 작업을 진행한다. Level1~2는 해당 항만에서 자체적으로 처리하지만 Level3은 사고-재난의 심각도가 높다고 판단되어 외부와 협력하여 대응하기 위한 부서를 추가로 구성하였다.

사고 수준	사고 대응 방법
Level 1	1. 항만 안전사고 초기 상황 확인 2. 조치사항 지시 3. 사고현장 방문 및 대응상황 점검 4. 시설물 점검 및 복구 계획 수립
Level 2	1. 항만 안전사고 초기 상황 확인 2. 긴급 대응조직 편성 & 사고 대응 지휘 체제 구축 3. 비상근무 발령 & 24시간 대응체계 가동 5. 조치사항 지시 4. 사고현장 방문 및 대응상황 점검 5. 시설물 점검 및 복구 계획 수립
Level 3	1. 항만 안전사고 초기 상황 확인 2. 긴급 대응조직 편성 & 사고 대응 지휘 체제 구축 3. 비상근무 발령 & 24시간 대응체계 가동 4. 조치사항 지시 5. 유관기관 상황 전파 6. 사고현장 방문 및 대응상황 점검 7. 시설물 점검 및 복구 계획 수립 8. 방송사 - 언론 기관에 보도 지원

<표 3> 사고 대응 방법

재난 수준	재난 대응 방법
Level 1	1. 재난 위기 징후 감시활동 강화 2. 위기경보 발령(관심) 3. 비상연락망 및 협조체제 점검 4. 피해 규모 예측 및 대응 계획 사전 검토 5. 항만 내 사고 취약 시설 등 장비 점검 6. 안전관리 매뉴얼 점검 및 검토 7. 수습-복구 인력-장비-물자 점검 및 출동태세 확인
Level 2	1. 재난 주의보 발령(위기) 2. 비상연락망 및 협조체제 가동 3. 긴급 대응조직 편성 & 사고대응 지휘 체계 구축 4. 유출에 따른 해양환경오염 여부 및 2차 피해 가능성 조사 5. 시설물 점검 및 복구 계획 수립 6. 항만업무연속성 필요 여부 확인 후 진행
Level 3	1. 재난 위기 경보 발령(심각) 2. 비상연락망 및 협조체제 가동 3. 긴급 대응조직 편성 & 사고대응 지휘 체계 구축 4. 유관기관 상황 전파 5. 유출에 따른 해양환경오염 여부 및 2차 피해 가능성조사 6. 항만업무연속성 필요 여부 확인 후 진행 7. 시설물 점검 및 복구 계획 수립 8. 방송사 언론 기관에 보도 지원

<표 4> 재난 대응 방법

대응이 적절했는지를 판단한 후, 항만업무 연속성의 필요성을 확인한다. 항만업무 연속성이란 재난으로 인해 해당 항만에서 운송 업무에 지장이 생기는 경우, 손해를 최소화하기 위해 인근 항만과 연계하여 기존의 업무를 타 항만에서 진행하는 것을 의미한다.

사고 수준	사고-재난 복구 방법
Level 1	1. 시설피해현황 파악 2. 피해 시설물 자체 점검 3. 피해 복구 작업 진행
Level 2	1. 시설피해현황 파악 2. 항만 내 2차 피해 우려지역 점검강화 및 피해 조사 3. 피해 시설물 자체 점검 4. 피해 복구 작업 진행 5. 수습상황 점검 (재난)
Level 3	1. 시설피해현황 파악 2. 항만 외 2차 피해 우려지역 점검 강화 및 피해 조사 3. 피해 시설물 자체 점검 4. 피해 복구 작업 진행 5. 수습상황 점검 6. 단계별 수습상황 브리핑 및 보도자료 배포 (재난)

<표 5> 사고-재난 복구 방법

대응이 끝난 이후에는 복구 작업을 진행하고 최종보고와 함께 해당 훈련을 앞서 정의한 대응-복구 방법을 기준으로 일자별로 평가함으로써 훈련을 종료한다. 본 논문에서 제안하는 대응 훈련 프로세스는 사고와 재난으로 나누어 훈련 상황을 구분하고, 사고-재난 수준과 조직구성, 대응 및 복구방법을 정의함으로써 주요 항만에서 실제로 적용할 수 있는 기준을 마련하였고, 체계적인 훈련의 필요성과 방법을 제시하였으며, 평가하는 기준 또한 마련하여 훈련의 효율성과 실용성을 높이고자 하였다.

2.2. 훈련 시나리오 평가 기준

훈련 시나리오 평가 기준 유형은 발생가능성, 적절성, 완전성으로 분류되며, 각 평가 기준 당 적합, 미흡, 부적합으로 평가한다. 첫 번째 기준은 ‘발생가능성’으로 훈련 시나리오 수행 시 발생할 수 있는 위험들을 실제성, 인과관계, 항만의 위험 및 취약요소 등을 고려하여 평가한다.

두 번째 기준은 ‘적절성’으로 작성한 시나리오의 내용이 시간, 특성, 장소 등의 상황과 적절한지 여부를 고려하여 평가한다. 세 번째 기준은 ‘완전성’으로, 시나리오의 물리적·경제적 피해, 상황대응, 복구 및 회복, 사고 설비 등의 필요사항을 기술하였는지 고려하여 평가한다.

일자별 수행 결과를 등록하는 과정에도 평가에 대한 기준이 요구된다. 대응-복구 방법을 기준으로 최소 1점, 최대 5점처럼 각기 세부적인 정도를 숫자의 크기에 따른 점수를 매기고, 모든 항목이 평가된 후 총합 점수를 확인할 수 있다. 만일 점수의 총합이 최소 점수를 넘지 못하면, 불합격으로 처리되어 훈련을 더 체계적으로 준비하여 수행할 필요가 있다. 이로 인해 사용자는 날짜별로 정렬된 대응훈련 시나리오 내용을 순차적으로 확인할 수 있으며 따라서 수행자들은 계획적으로 훈련을 진행할 수 있게 되어 효과적이다.

3. 구현 결과



<그림 5> 안전사고 정보 조회 구현 결과

안전사고 정보 관리 기능은 실제 발생한 안전사고 정보를 저장하여 관리할 수 있게 만든 기능이다. 안전사고의 유형과 수준, 발생 원인과 사고 경위 등을 기록하여 체계적으로 관리한다. 또한 사고의 처리 담당자와 사고자에 대한 정보를 포함하고 있어 책임을 구분하는 컨트롤타워의 역할을 한다.

4. 결론

항만 안전사고를 예방하기 위해 다양한 노력을 기울이고 있지만 안전교육 실시 및 조치가 제대로 이행되지 않거나, 컨트롤 타워의 부재, 각 항만마다 상이한 훈련 조건 등 항만 노동자들의 안전을 보장하기 위해 부족한 부분이 일부 존재하고, 이는 반드시 해결되어야 하는 과제이다.

본 프로그램을 이용하여 항만 안전사고를 체계적으로 관리하고, 훈련 적합성 판단 알고리즘을 통해 훈련의 효율성과 실효성을 높이고자 하였다.

Acknowledgement

본 논문은 해양수산부 실무형 해상물류 일자리 지원사업의 지원을 통해 수행한 ICT멘토링 프로젝트 결과물입니다.

참고문헌

[1] 경향신문. (2021). 항만 사고 10년간 2800명...항만안전점검관 등 대책 발표, 7월 5일  
 [2] 변민철 (2022). 항만 안전 매뉴얼 ‘유명무실 ...’작업환경은 변한게 없다”, 경인일보, 2월25일  
 [3] 항만안전특별법 (2021. 8. 3. 법률 제 18369 호)