

현장수요기반 IoT/빅데이터 항만하역 안전시스템 구축방안 연구

A Study on Port Labour Safety System with IoT
and Big Data Analysis

2017. 12.

전형모·최상희·이언경

보고서 집필 내역

〈연구책임자〉

전형 모 : 제1장, 제4장, 제5장, 제6장, 제7장

〈연구진〉

최상 희 : 제3장

이언 경 : 제2장, 제7장 2절

〈외부연구진〉

김유 창 (동의대학교 교수) : 제5장 2절, 3절

이재 인 (동의대학교 교수) : 제5장 2절, 3절

산·학·연·정 연구자문위원

권 해 경 (NGL 대표)

서 영 우 (투그램 대표)

윤 종 현 (씨스존 소장)

송 혁 기 (경북항운노조 부장)

전 용 호 (항만물류협회 팀장)

* 연구자문위원은 산·학·연·정 순임

연구감리자

이 성 우 (한국해양수산개발원 연구위원)

임 종 관 (외부감리위원)

우리나라 수출입 물동량의 99.7%를 담당하고 있는 국내 항만은 많은 대내외적 어려움 속에서도 2017년 부산항 컨테이너 물동량이 2천만 TEU를 넘어서는 등 지속적으로 성장하고 있다. 그러나 상당수 국내 벌크항만의 하역작업은 여전히 재래식 하역형태를 취하고 있으며, 해당 항만에서 작업을 수행하는 작업자의 안전사고는 지속적으로 발생하고 있는 것 역시 사실이다. 또한 근골격계에 대한 작업부하 및 분진, 소음 등으로 인한 장기간에 걸친 손상은 제대로 파악되지 못하고 있다.

본 연구의 목적은 국내 항만작업현장 각종 사고 및 질병재해에 대한 유형 및 주요원인을 파악하고 이에 대응하는 4차 산업혁명 기술을 기반으로 하는 시스템 구축방안을 제시, 항만하역작업자의 안전을 강화하고 건강을 증진하는데 있다. 이를 위해서 본 연구에서는 항만 안전사고 및 질병재해의 원인 및 상황, 결과를 체계적으로 정보화, 통계화 할 수 있는 분류체계를 제시하고, 실제 하역현장 및 작업형태를 인간공학적 접근방법으로 분석하여 주요사고 및 질병재해의 원인을 도출하였다. 그리고 IoT와 빅데이터 분석기술을 활용하여 작업자의 안전을 강화하고 질병재해를 저감할 수 있도록 하는 시스템을 제안하였다.

본 연구는 우리 연구원의 전형모 전문연구원이 연구책임을 맡았고, 최상희 연구위원, 이연경 부연구위원이 연구를 수행하였다. 그리고 동의대학교 김유창 교수, 이재인 교수가 외부 연구진으로써 참여했으며, 한국항만물류협회 전영호 팀장, 경북항운노조 송혁기 부장, 엔지엘 권해경 대표, 씨스존 윤상현 소장, 투그램 서영우 대표가 자문을 해주셨다. 아울러 본 연구와 관련하여 포항지방해양수산청의 협조로 포항항 철재부두 하역현장에 대한 작업환경 실사를 수행할 수 있었으며, 실제 현장에서 많은 조언을 해주었던 경북항운노조 작업자 여러분께도 깊은 감사의 말씀을 드린다.

끝으로 본 보고서가 지금 이 순간에도 우리나라 항만하역현장에서 작업을 하고 있는 항만 작업자 여러분의 안전과 건강을 개선하고 행복을 증진할 수 있는 정책 및 시스템 마련에 도움이 될 수 있기를 바란다.

2017년 12월
한국해양수산개발원
원 장 양 창 호



요 약 · i

제1장

서 론 · 1

제1절 연구의 배경 및 필요성	1
제2절 연구의 목적	3
제3절 연구의 범위 및 방법	4
1. 연구의 범위	4
2. 연구의 내용 및 방법	4

제2장

국내외 항만산업재해 현황 · 6

제1절 국외 산업재해 사례 및 대응실태	6
1. 국외 산업재해 주요 사례	6
2. 국외 산업재해 대응실태	21
제2절 국내 산업재해 사례 및 대응실태	33
1. 국내 산업재해 주요 사례	33
2. 국내 산업재해 대응실태	44
제3절 시사점	55

제3장

국내외 IoT/빅데이터 기술 운용실태 · 56

제1절 IoT/빅데이터 개념 및 구성	56
1. 항만 IoT의 개념과 구성요소	56
2. 항만 빅데이터의 개념과 구성요소	59
제2절 유형별 IoT/빅데이터 활용현황	63
1. 개요	63
2. 단순정보 제공형	63
3. 예측정보 제공형	64
4. 시설관제 및 제어형	65
5. 예측정보기반 비용절감(생산성 향상)형	67
6. 시사점	70
제3절 산업안전 대응을 위한 IoT/빅데이터 기술 분석	74
1. 개요	74
2. 시설 안전사고 예측 및 방지	75
3. 작업자 안전상태 모니터링	77
4. 작업장 사고예방 모니터링	81
5. 시사점	82

제4장

항만작업 사고와 질병 유형분류 · 86

제1절 항만작업 사고재해와 질병재해 구분	86
제2절 항만작업 사고재해 유형분류	88
1. 항만작업 사고유형 분석	88

2. 항만작업 사고 분류체계 수립	97
제3절 항만작업 질병재해 유형분류	106
1. 항만작업 질병재해 유형분석	106
2. 항만작업 질병재해 분류체계 수립	112
제4절 시사점	114

제5장

철재부두 하역작업 위험도·유해도 분석 · 115

제1절 분석대상 화물 및 부두 선정	115
제2절 철재부두 하역작업 분석	117
1. 코일 하역프로세스	118
2. 후판 하역프로세스	120
제3절 철재부두 하역작업 위험도 및 유해도 분석	123
1. 철재부두 위험도 분석	123
2. 철재부두 유해도 분석	144
제4절 종합 및 시사점	161

제6장

IoT/빅데이터 기반 항만 안전시스템 구상 · 164

제1절 위험도 대응 안전시스템 구상	164
1. 위험도 결과분석 및 대응방향	164
2. 안전시스템 구상	166
3. 장비 및 시스템 구성	172

제2절 유해도 대응 안전시스템 구상	177
1. 근골격계 유해도 예측시스템 구상	177
2. 장비 및 시스템 구성	178
제3절 종합 및 시사점	179

제7장

결론 및 정책제언 · 180

제1절 결론	180
1. 요약 및 결론	180
2. 연구의 한계점 및 향후 추진 방향	183
제2절 정책제언	185
1. 항만 내 IoT 기반 안전시스템 시범사업추진 방안	185
2. 항만 안전사고 실태조사 및 통계 관련 법·제도 개선 방안	188
3. 항만사고 및 질병재해 대응 공공분야 빅데이터 시스템 구축	195



참고문헌 · 201



부 록 · 211

〈표 2-1〉 ILO 노동 통계상의 업무상 사고 분류.....	22
〈표 2-2〉 ILOSTAT의 산업재해 통계자료 분류.....	22
〈표 2-3〉 ILO의 상해형태별 산업재해 분류.....	23
〈표 2-4〉 ILO의 신체부위별 산업재해 분류.....	24
〈표 2-5〉 ILO의 사고형태별 산업재해 분류.....	24
〈표 2-6〉 ILO의 사고 물체에 의한 산업재해 분류.....	26
〈표 2-7〉 미국 워싱턴주 산업재해 예방 및 재활방법.....	27
〈표 2-8〉 영국의 산업재해 예방 조직의 역할.....	29
〈표 2-9〉 일본의 노동기준 감독관의 역할.....	30
〈표 2-10〉 산업재해 분류.....	44
〈표 2-11〉 발생형태별 산업재해 유형 분류체계.....	46
〈표 2-12〉 산업재해 관련 법.....	48
〈표 2-13〉 산업재해 예방 및 대응을 위한 4대 추진과제 및 17대 실천수칙.....	50
〈표 3-1〉 기관별 IoT 정의.....	57
〈표 3-2〉 향만 IoT의 기술적 구성.....	59
〈표 3-3〉 빅데이터의 정의.....	60
〈표 3-4〉 빅데이터의 기술적 구성요소.....	61
〈표 3-5〉 향만의 빅데이터 정보.....	62
〈표 3-6〉 단순정보 제공형.....	63
〈표 3-7〉 예측정보 제공형.....	65
〈표 3-8〉 시설관제 및 원격제어형.....	66
〈표 3-9〉 예측정보기반 비용절감(생산성 향상)형.....	69
〈표 3-10〉 센서의 종류 및 적용분야.....	71
〈표 3-11〉 설비 안전사고 예측 및 방지.....	76
〈표 3-12〉 작업자 안전상태 모니터링.....	79
〈표 3-13〉 작업장 사고예방 모니터링.....	82
〈표 3-14〉 IoT 기반 안전시스템의 기술적 구성요소와 기능.....	82
〈표 3-15〉 향만 내 IoT 기반 안전시스템의 기술구성요소.....	84
〈표 3-16〉 IoT 기반 안전시스템 구축 사업화 고려사항.....	85
〈표 4-1〉 업무상 사고 및 질병 구분기준.....	86

〈표 4-2〉 항만작업 사고재해와 질병재해 구분	87
〈표 4-3〉 처리화물 별 재해발생 건수	89
〈표 4-4〉 화물형태별 물동량 분배	90
〈표 4-5〉 안전보건공단 재해분류체계	98
〈표 4-6〉 해양 및 해상교통 안전관리 행정표준코드	98
〈표 4-7〉 식품안전 표준코드 - 식품안전품목분류(곡류)	99
〈표 4-8〉 의약품 표준코드 사례(KD 코드)	101
〈표 4-9〉 재해요목별 세부내용	102
〈표 4-10〉 항만작업 사고재해 분류코드	104
〈표 4-11〉 4차근로환경조사 중 분석 대상자 선정	107
〈표 4-12〉 4차 근로환경조사 유해요인 정의	107
〈표 4-13〉 항만작업 질병재해 분류코드	113
〈표 5-1〉 천만톤 당 재해 발생건수(2011~2015 평균)	115
〈표 5-2〉 처리물량(2011~2015 평균)	116
〈표 5-3〉 철재하역 하역프로세스	117
〈표 5-4〉 코일 선적작업 단계	118
〈표 5-5〉 후판 선적작업 단계	120
〈표 5-6〉 위험요인 도출방법	125
〈표 5-7〉 위험도 평가척도(강도 및 빈도)	128
〈표 5-8〉 코일 선적작업 위험분석	131
〈표 5-9〉 코일 선내 지게차 작업 위험분석	134
〈표 5-10〉 코일 선내 드로핑 작업 위험분석	135
〈표 5-11〉 코일 고박작업 위험분석	137
〈표 5-12〉 후판 선적 꺾새작업 위험분석	139
〈표 5-13〉 후판 선적 마그네틱작업 위험분석	141
〈표 5-14〉 후판 선내 꺾새작업 위험분석	142
〈표 5-15〉 근골격계부담작업의 작업빈도(가능성)	146
〈표 5-16〉 근골격계부담작업의 작업부하(중대성)	147
〈표 5-17〉 OWAS분석의 조치단계 분류	150
〈표 5-18〉 주요 유해요인	151

〈표 5-19〉 코일 선측작업 유해요인 분석.....	152
〈표 5-20〉 코일 선내 드로핑작업 유해요인 분석.....	153
〈표 5-21〉 코일 선내 지게차작업 유해요인 분석.....	154
〈표 5-22〉 코일 고박작업 유해요인 분석.....	155
〈표 5-23〉 후판 선측작업 유해요인 분석.....	157
〈표 5-24〉 후판 선내 결식작업 유해요인 분석.....	158
〈표 5-25〉 후판 선내 마그넷작업 유해요인 분석.....	159
〈표 6-1〉 철재하역작업 주요 내재된 위험성 및 사고요인.....	165
〈표 6-2〉 철재부두 스마트 안전모 구상.....	174
〈표 6-3〉 철재부두 장비 위치인식 기술비교.....	175
〈표 7-1〉 「항만법」개정안 신·구조문대비표.....	192
〈표 7-2〉 산업안전보건기준에 관한 규칙 및 항만하역작업 안전기준.....	194
〈표 7-3〉 항만하역작업 작업현장 상황정보(예시).....	199
〈표 7-4〉 항만사고 및 질병재해 대응 공공분야 빅데이터 수집정보.....	200

» 그림목차

〈그림 1-1〉 연구추진 프로세스.....	5
〈그림 2-1〉 도쿄 금속가공회사 화재사고 현장.....	7
〈그림 2-2〉 미국 뉴욕 건설 크레인 붕괴사고.....	8
〈그림 2-3〉 제벨 알리(Jebel Ali) 터미널 충돌사고.....	9
〈그림 2-4〉 Jebel Ali 터미널 선박충돌 및 사고과정 분석.....	11
〈그림 2-5〉 아비장(Abidjan)항의 안벽크레인 붕괴사고.....	12
〈그림 2-6〉 미국 Packer Avenue Marine Terminal 컨테이너 추락사고.....	13
〈그림 2-7〉 미국 휴스턴항 크레인과 트럭 충돌사고.....	14
〈그림 2-8〉 미국 에버글레이즈항 트럭과 야드트랙터 충돌사고.....	15
〈그림 2-9〉 도미니카공화국 Sansouci항 페리선 충돌사고.....	16
〈그림 2-10〉 스페인 라스팔마스항 페리선 충돌사고.....	17
〈그림 2-11〉 이탈리아 제노아항 컨테이너선과 관제탑 충돌사고.....	18
〈그림 2-12〉 중국 천진항 위험물 창고 폭발사고 이후 모습.....	19
〈그림 2-13〉 독일 함부르크항 정박 선박의 화물칸 화재.....	19
〈그림 2-14〉 핀란드 Vuosaari항 컨테이너 압사사고.....	20
〈그림 2-15〉 독일 브레머하펜항의 추락하는 컨테이너 압사사고.....	21
〈그림 2-16〉 업무상 사고에 의한 업종별 및 사고유형별 사망자수(2016년).....	33
〈그림 2-17〉 질병사고에 의한 업종별 및 질병종류별 사망자수(2016년).....	34
〈그림 2-18〉 LP 건조작업 시 화재 예방 장치.....	35
〈그림 2-19〉 항만하역재해 사고추이.....	38
〈그림 2-20〉 산업별 재해도수율 비교.....	39
〈그림 2-21〉 코일 선적 및 줄걸이 해체작업.....	41
〈그림 2-22〉 선재 지게차 작업.....	42
〈그림 2-23〉 라싱바 추락사고 상황도.....	43
〈그림 3-1〉 스마트헬멧(좌) 및 포스코 스마트헬멧 장치(우).....	77
〈그림 3-2〉 하니웰 & 인텔 Connected Worker시스템.....	81
〈그림 4-1〉 처리화물별 재해발생 비율.....	89
〈그림 4-2〉 재해 한 건당 처리화물량.....	91
〈그림 4-3〉 작업단계별 재해발생비율(2011~2015 평균).....	92
〈그림 4-4〉 기인물 별 재해유발 비율(2011~2015 평균).....	93

〈그림 4-5〉 재해 발생형태 비율(2011~2015 평균).....	94
〈그림 4-6〉 재해 발생부위 비율(2011~2016 평균).....	95
〈그림 4-7〉 재해 발생결과 비율(2011~2016 평균).....	96
〈그림 4-8〉 항만하역 재해발생 요인 분석	97
〈그림 4-9〉 항만하역 안전사고 코드화 예시.....	105
〈그림 4-10〉 4차 근로환경조사 - 운수·기계조작자 유해환경.....	108
〈그림 4-11〉 4차 근로환경조사 - 운수·기계조작자 유해작업형태.....	109
〈그림 4-12〉 4차 근로환경조사 - 운수·기계조작자 질병재해 정도.....	109
〈그림 4-13〉 4차 근로환경조사 - 기능직 및 단순노무직 유해환경.....	110
〈그림 4-14〉 4차 근로환경조사 - 운수·기능직 및 단순노무직 유해작업형태.....	111
〈그림 4-15〉 4차 근로환경조사 - 운수·기능직 및 단순노무직 질병재해 정도.....	111
〈그림 5-1〉 화물 별 재해건수 / 처리물량 비교.....	116
〈그림 5-2〉 철재부두 하역프로세스	118
〈그림 5-3〉 코일 선적작업 프로세스.....	119
〈그림 5-4〉 후판 선적작업(걸쇠) 프로세스.....	121
〈그림 5-5〉 후판 선적작업(마그넷) 프로세스.....	122
〈그림 5-6〉 위험성 평가 절차.....	124
〈그림 5-7〉 캐나다 ccohs 작업위험도 측정 및 평가척도.....	126
〈그림 5-8〉 호주 작업위험도 측정 및 평가척도	126
〈그림 5-9〉 안전보건공단 위험성 평가.....	127
〈그림 5-10〉 위험도 계산 방법.....	128
〈그림 5-11〉 위험도 평가척도 (강도 및 빈도).....	129
〈그림 5-12〉 코일 선측 줄걸이 작업.....	130
〈그림 5-13〉 코일 선측작업 위험도 분석.....	132
〈그림 5-14〉 코일 선내작업.....	133
〈그림 5-15〉 코일 선내 지게차 작업 위험도분석	134
〈그림 5-16〉 코일 선내 드로핑 작업 위험도분석	136
〈그림 5-17〉 코일 고박작업.....	137
〈그림 5-18〉 코일 고박작업 위험도분석.....	138
〈그림 5-19〉 후판 선측작업.....	139

〈그림 5-20〉 후판 선측작업 걸쇠 위험도분석	140
〈그림 5-21〉 후판 선측 마그넷작업 위험도분석	141
〈그림 5-22〉 후판 선내작업	142
〈그림 5-23〉 후판 선내작업 걸쇠 위험도분석	143
〈그림 5-24〉 철재화물 작업위험도 종합	144
〈그림 5-25〉 근골격계질환 유해요인 조사 전체 흐름도	146
〈그림 5-26〉 근골격계부담작업의 유해도 추정	147
〈그림 5-27〉 인간공학적 작업분석 방법 비교	149
〈그림 5-28〉 코일 선측작업 유해도 분석	153
〈그림 5-29〉 코일 선내 드로핑작업 유해도 분석	154
〈그림 5-30〉 코일 선내 지게차작업 유해도 분석	155
〈그림 5-31〉 코일 고박작업 유해도 분석	156
〈그림 5-32〉 후판 선측작업 유해도 분석	157
〈그림 5-33〉 후판 선내 걸쇠작업 유해도 분석	158
〈그림 5-34〉 후판 선내 마그넷작업 유해도 분석	159
〈그림 5-35〉 철재화물 작업 유해도 종합	160
〈그림 5-36〉 철재하역작업 공간별 위험/유해 요인	161
〈그림 5-37〉 철재화물 작업 위험도/유해도 종합	162
〈그림 6-1〉 크레인 사고대응 시스템 흐름도	167
〈그림 6-2〉 크레인 - 작업자 안전시스템 구상	168
〈그림 6-3〉 지게차 사고대응 시스템 흐름도	169
〈그림 6-4〉 지게차 - 작업자 안전시스템 구상	170
〈그림 6-5〉 철재부두 작업 안전시스템 개념도	171
〈그림 6-6〉 작업자 IoT 장구	173
〈그림 6-7〉 빅데이터 분석 솔루션	176
〈그림 6-8〉 근골격계 질병재해 예측 빅데이터 분석	178
〈그림 7-1〉 IoT/빅데이터 기반 항만하역시스템 구현 프로세스	186
〈그림 7-2〉 항만 재해자 1인당 경제적 손실액 추이	187
〈그림 7-3〉 항만 내 IoT 기반 안전시스템 시범사업 수행	188
〈그림 7-4〉 산업안전보건법 - 항만법 개선 방향	190

〈그림 7-5〉 항만하역 안전보건관리 강화구상.....	193
〈그림 7-6〉 산재예방통합정보시스템 개념도	195
〈그림 7-7〉 건설정보안전시스템 구성도	196
〈그림 7-8〉 중앙해양심판원 해양사고통계 시스템	197
〈그림 7-9〉 항만하역장비 온라인 관리시스템 개념도	198
〈그림 7-10〉 항만사고 및 질병재해 대응 공공분야 빅데이터 시스템 개념도	200

요약

현장수요기반 IoT/빅데이터 항만하역 안전시스템 구축방안 연구

1. 연구의 목적

- 선박의 대형화 및 항만물동량의 증가로 국내 항만은 점차 기계화 및 대형화, 현대화 되고 있으나 그에 따른 작업자 안전 및 작업여건에 대한 개선은 크게 이뤄지지 못하고 있음
 - 2005년 이후 지속적으로 항만하역사고 자체는 감소하고 있으나 2015년까지 매년 100여건 이상의 항만재해가 발생하고 있어, 유사업종에 비해 재해도수율은 여전히 높은 수준임
 - 특히 사람과 장비가 동일한 공간 내에서 함께 작업을 수행하는 벌크화물의 경우 재해발생의 위험이 더욱 높게 나타나고 있음
 - 반면, 국내 항만에서의 작업안전 및 질병재해에 대한 정책적, 기술적 대비는 빈약한 편이며, 독립적이고 체계적인 통계체계 구축 역시 미흡한 실정임
- 이 연구의 목적은 국내 항만작업현장의 각종 사고 및 질병재해에 대한 유형 및 주요원인을 파악하고 IoT/빅데이터 기술을 기반으로 해당 문제를 완화시켜 궁극적으로는 항만작업환경을 개선하고 작업자의 안전을 확보하는데 있음
 - 항만작업 사고 및 질병재해 데이터의 체계적 수집 및 관리를 위한 분류체계 및 데이터 표준화를 제시하였음
 - 실제 항만작업 현장에서 발생하고 있는 사고 및 질병재해를 현장중심으로 조사 및 분석하여 그 원인을 파악하였음
 - 동시에 국내외 IoT/빅데이터 기술을 분석하여 해당 원인을 해결 및 완화시킬 수 있는 안전시스템을 구상하고 제안하고 있음

2. 연구의 방법 및 특징

1) 연구방법

- 본 연구는 크게 네 부분(기본현황조사, 분류체계수립, 하역작업환경 분석, 안전시스템 구상)으로 나누어져 있으며 각 장별로 분석의 내용과 연구방법은 다음과 같음
 - 본 연구의 제2장에서는 국내외 항만 및 작업현장에서 발생하는 사고사례와 대응실태를 기존 통계자료 및 현장 전문가 인터뷰, 국내외 문헌조사를 통해 국내외 사례와 대응실태를 파악하였음.
 - 제3장에서는 동시에 국내외에서 운용되고 있는 IoT/빅데이터 분석기술을 조사 및 분석하고, 특히 산업안전 강화를 위한 기술 적용방안에 대한 분석을 수행하였음
 - 제4장에서는 타분야의 분류체계 및 코드화 사례를 검토하여, 국내 항만 하역 안전사고 및 질병재해에 대한 분류체계 및 표준코드를 제시하고자 하였음
 - 제5장에서는 실제 국내 철재하역현장을 대상으로 인간공학적 동작 및 작업분석 기법을 활용하여 항만작업환경 위험도 및 유해도를 측정함으로써 항만에서 발생하는 사고 및 질병재해의 주요원인을 규명하였음
 - 제6장에서는 3장의 기술분석과 관련 기술전문가 자문을 기반으로 5장에서 규명된 사고 및 질병재해의 주요원인을 저감할 수 있는 IoT/빅데이터 분석기술 기반 안전시스템을 제시하였음

2) 연구의 특징

- 본 연구는 그동안 거의 연구가 이뤄지지 못하고 있던 국내항만 하역작업현장에 대한 인간공학적 분석을 수행, 항만작업자가 노출되어 있는 위험을 과학적으로 진단하고 안전을 강화하고자 하였음
 - 기존 항만하역 작업자 안전에 대한 연구는 주로 사례분석이나 작업자 명단, 설문 등을 활용하여 수행되었으며, 체계적인 과학적 분석기법은 활용

되지 못하였음

- 그동안 주로 교육이나 안전규정강화 등에 의지해 왔던 작업현장 안전대책 대신 첨단기술을 활용하여 근본적 방지책을 제시하고 있음
 - 대부분의 항만에서 여전히 재래식 하역이 주로 수행되고 있는 상황에서 첨단기술인 IoT/빅데이터 분석기술을 도입, 작업자의 상황인식 및 사전 대피능력 강화를 통한 안전확보 방안을 제시했음
- 단기적 사고발생 대응에서 벗어나 장기적인 작업환경 및 작업자 부담에 대한 분석을 위한 자료축적 및 모니터링 방안을 제시하였음

3. 연구 결과

1) 연구 결과 요약

- 항만 안전사고 및 질병재해 분류체계 수립 및 표준코드 제시하였음
 - 항만안전사고에 대해 화물정보, 사고요인, 사고시기, 피해자, 사고결과에 대해 체계적인 분류코드를 제시, 향후 정성적 사고사례 모음에서 벗어나 아닌 빅데이터 분석기법을 활용하여 정량적, 통계적으로 사고상황 및 요인을 분석할 수 있는 코드화 기반 분류체계를 제시하였음
 - 동시에 하역작업으로 인한 항만작업자의 장기적 손상을 추적할 수 있도록 항만작업 질병재해에 대해 작업자정보, 작업정보, 유해환경정보, 질병재해정보 등으로 구분된 분류코드를 제시하였음
- 철재부두 하역작업 위험도 평가 결과는 후판 선내결쇠작업이 가장 빈도가 강도가 높았고(4,4), 코일 선내 드로핑 작업 (3,4), 후판 선측 결쇠작업(3,4) 등이 그 뒤를 잇고 있으며 해당 작업들은 모두 허용불가능 정도를 넘어서고 있음
 - 주요 재해발생 형태는 장비와 작업자와의 충돌, 화물과 작업자와의 충돌 등이며 그 원인으로는 주로 바람 등 예기치 못한 사태의 발생, 과권하 등 장비조작 오류, 작업자의 안전규정 무시, 작업자와 장비조작자 간 소통불량, 장비관리 소홀, 습기나 주위 환경으로 인한 위험노출 등으로 볼 수 있음

- 특히 주로 상호 정보의 교류가 원활하였을 경우 발생하지 않을 수 있는 위험요인이 다수 있는 것을 볼 수 있음
- 작업자의 장기적 손상을 유발할 수 있는 유해도가 높은 작업은 코일 선내 지게차작업 시 작업자(Action Category 4), 후판 선내 드로핑작업(Action Category 3) 등으로 분석되었음
- 주요 유해요인으로는 부자연스러운 자세가 주를 이루고 있는 것으로 분석되었으며, 특히 생산성 확보 및 항만하역자가 스스로의 수익을 올리기 위해서 빠른 속도로 작업을 수행하고 있어 이러한 부자연스러운 자세는 짧은 시간 내에 지속적이고 반복적으로 발생하고 있음
- 작업자-장비-환경을 중심으로 하여 항만작업환경에 대한 상황 및 정보를 빠르게 공유하고 사전 대피할 수 있도록 하는 IoT 기반 적응적 안전시스템을 제안하였음
- 철재하역에서 안전사고를 감소시키기 위해서는 작업자와 장비, 주변 환경의 정보가 모두 가시화되고 상호 공유되어 사고발생 시 적응적 대응이 가능토록 하여 피해를 최소화하고 더 나아가 구조적으로 사고발생 가능성을 낮추어야 함.
- 동시에 작업자의 몸에 가해지는 다양한 부담을 정보화 및 통계화, 그리고 분석할 수 있는 빅데이터 기반 통합분석시스템을 제안하였음
- 해당 시스템은 작업자에 걸리는 작업부하에 대한 모니터링 및 주변상황 정보(소음, 대기 등)를 수집, 지속적으로 누적하여 장기적인 질병재해 원인분석 및 사전대응이 가능하도록 구성하였음

2) 정책적 기여

- 항만하역 안전사고에 대한 체계적인 분류체계 및 법제화 방안을 동시에 제시, 국내 항만하역작업에서 발생하는 안전사고에 대한 실제적인 원인 분석 및 대응방안을 제시할 수 있는 정책대안 마련에 기여
- IoT 및 빅데이터 분석기술 등 첨단 4차산업혁명 기술의 전통산업 적용방안을 제시함으로써 국가 해양수산 과학기술 및 R&D 정책 수립에 기여

3) 기대효과

- 그동안 소외되어 왔던 항만하역작업자의 안전 및 건강에 대한 과학적 분류 체계 제시 및 통계수집 제도화 방안을 제안함으로 작업자에게 안전한 일터를 제공하고 작업자 사상사고 발생으로 인한 사회·경제적 손실을 저감하고 국가에 대한 국민의 신뢰성 제고에 기여할 것으로 기대

제1장

서론 《

제1절 연구의 배경 및 필요성

국내 수출입 화물물동량의 대부분을 차지하고 있는 항만은 점차 기계화 및 대형화, 현대화 되고 있으나 그에 따른 작업자 안전 및 작업여건에 대한 개선은 크게 이뤄지지 못하고 있는 것이 사실이다. 물론 2005년 이후 지속적으로 항만 하역사고 자체는 감소하고 있으나 2015년까지 매년 100여건 이상의 항만재해가 발생하고 있고, 사망자는 지속적으로 발생하고 있는 실정이다. 또한 유사한 업종인 운수창고통신업에 비해서도 재해도수율이 여전히 높게 나타나고 있으며 근골격계손상, 소음성 난청, 분진으로 인해 천식 등의 질병성 재해도 줄어들고 있지 못하다. 특히 벌크항만 하역작업 시에는 장비와 작업자 간, 작업자와 작업자간 상호인지 및 신호인식 문제로 인한 사상사고가 발생하고 있다. 사고는 주로 철재 화물 처리 시 사고 발생이 많은 것으로 조사되었으며, 철재 45명(35.5%), 잡화 10명(8.1%), 산물 9명(7.3%) 순인 것으로 조사되고 있으며 사고 장소는 주로 선내로 나타나고 있다¹⁾.

국내에서는 이러한 재해에 대한 통계구축 및 재해사례를 조사하여 배포, 항만 별로 교육을 실시하는 등 사고저감 노력을 기울이고 있으나 보다 근본적인 원인 분석 및 대책을 내놓지는 못하고 있다. 먼저 사고가 왜 발생하는지에 대한 분석이 필요한데 현재 분석되고 제시되는 주요 이유로는 ‘작업자 부주의 및 실수’로 치부되는 경우가 대다수이다. 그러나 실제 재해사고 발생을 단순히 작업자 실수로 돌리는 것은 공정하지 못하다. 인간은 누구나 실수하고 육체적, 체력적, 그리고 집중력의 한계를 가지고 있다. 또한 작업환경 자체가 개선되지 않고는 극복될 수 없는 질병재해도 존재한다. 국내 하역작업자는 여전히 높은 소음과 진동

1) 한국항만물류협회, 「항만하역재해통계 및 사례」 2012, 2013, 2014, 2015, 2016의 자료 토대 저자 작성

속에서 분진을 흡입하며 무거운 화물을 옮기고 있다. 현재 다양한 규제와 산재 보상 등이 이뤄지고 있지만 완전히 효과를 거두고 있다고 말하기에는 부족한 면이 있다. 특히 사고재해와 달리 질병재해는 항만분야에 대해서 별도로 조사 및 분석이 되고 있지 않아서 작업자들이 다양한 통증을 호소해도 이에 대한 마땅한 원인규명이 어려운 실정이다. 따라서 항만분야 질병재해의 요인 및 결과에 대한 분류체계 마련 및 데이터 수집, 그리고 이를 기반으로 하는 예방대책 마련이 시급하다. 이를 위하여 현재 국내외적으로 가장 각광받고 있는 화두 중 하나인 4차 산업혁명 기술의 도입을 고려할 수 있다. 4차 산업혁명은 컴퓨터 연산능력과 데이터 저장능력, 네트워크 기술의 커다란 진보 하에 현실세계의 모든 사물이 상호 연결되어 정보를 취합, 통합하고, 발달된 인공지능을 활용하여 분석, 예측, 공유하여 이세상의 자원을 최적으로 활용하는 세계로의 진입을 의미한다고 할 수 있다. 이러한 4차 산업혁명의 주요기반 기술은 사물들을 연결시켜주는 사물인터넷과 거대한 데이터를 처리하는 빅데이터 분석이라 할 수 있다. 항만재해의 기인물과 사람을 연결하고 항만현장에서 발생하는 다양한 정보를 수집·분석할 경우 기존의 제도와 교육만으로는 역부족이었던 항만작업현장의 개선을 이뤄낼 수 있을 것이다.

제2절 연구의 목적

전술하였듯이 국내 항만에서의 작업안전 및 질병재해에 대한 정책적, 기술적 대비는 빈약한 편이다. 특히 항만의 열악한 작업여건으로 인해 발생하고 있는 질병재해에 대해서는 독립적인 통계조차 제대로 갖추지 못하고 있다.

이에 본 연구의 목적은 국내 항만작업현장의 각종 사고 및 질병재해에 대한 유형 및 주요원인을 파악하고 IoT/빅데이터 기술을 기반으로 해당 문제를 완화시켜 궁극적으로는 항만작업환경을 개선하고 작업자의 행복을 증진하고자 하는 것이다. 이를 위해서는 먼저 항만작업 사고 및 질병재해 데이터의 체계적 수집 및 관리를 위한 분류체계를 수립하고, 해당 체계에 따라 실제 항만작업 현장에서 발생하고 있는 사고 및 질병재해를 수요자 중심으로 조사 및 분석하여 그 원인을 정확히 파악하고자 한다. 동시에 국내외 IoT/빅데이터 기술을 분석하여 해당 원인을 해결 및 완화시킬 수 있는 안전시스템을 구상하고 제안하는 데에 본 연구의 목적이 있다.

제3절 연구의 범위 및 방법

1. 연구의 범위

본 연구의 공간적 범위는 국내 항만현장을 대상으로 한다. 특히 재해분석 결과 화물량이 많으면서 주요재해가 빈번하게 발생하고 있는 철재부두를 대상으로 현장에서의 실사조사를 수행한다. 그 외의 부두 및 화물에 대해서는 문헌조사를 수행한다.

본 연구의 시간적 범위는 2011~2015년까지 과거 5년간의 문헌을 중심으로 조사하고, 2016년 등 최신자료를 추가로 분석한다. 또한 현장 및 설문조사는 2017년 현재를 중심으로 수행한다.

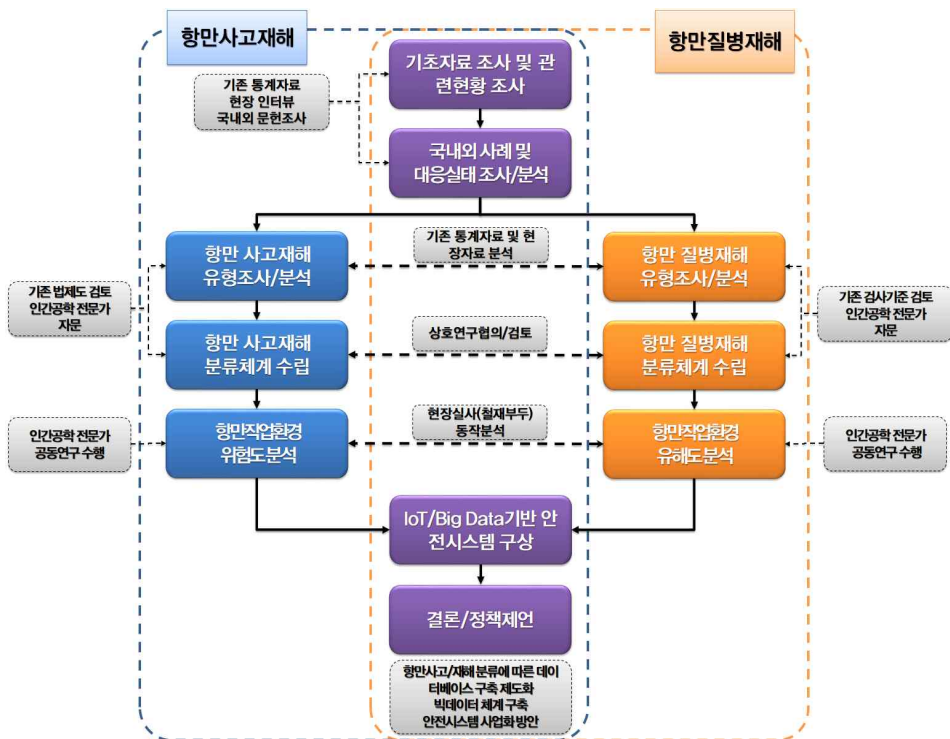
연구의 내용적 범위는 ① 국내외 항만 및 산업재해 현황 및 대응실태, ② 작업재해 방지 관련 IoT/빅데이터 기술조사 및 분석, ③ 항만하역작업 사고 및 질병재해 조사·분석 및 분류체계 수립, ④ 철재부두를 대상으로 한 하역작업 위험도 및 유해도 분석, ⑤ 철재항만 작업안전시스템 구상, ⑤ 결론 및 정책제언을 중심으로 연구를 수행한다.

2. 연구의 내용 및 방법

본 연구의 주요내용은 국내 항만현장의 사고 및 질병재해의 사례 및 유형을 조사 및 분석하고 분류체계를 수립, 실제 항만에서의 항만작업 위험도 및 유해도 분석을 기반으로 발생원인을 분석한 후 IoT/빅데이터 기술을 적용하여 문제 해결방안을 제시하고, 마지막으로 정책적 대응방안도 제언하는 것이다. 이를 위하여 먼저 기존 통계자료 및 현장 전문가 인터뷰, 국내외 문헌조사를 통해 국내외 사례와 대응실태를 파악한다. 이러한 기초자료와 기존 연구자료 및 통계자료를 분석하여 항만에서 발생하는 사고 및 재해의 유형을 조사하고 그 주요요인과 결과를 파악한다. 이를 기반으로 국외 및 타산업 분류체계, 기존 항만 사고분류체계의 장단점과 항만 적용성을 고려하여 항만사고 재해 및 질병재해 분류체계

를 수립한다. 수립된 분류체계에 따라 실제 항만에서 현장실사를 통해 인간공학적 동작 및 작업분석 기법을 활용하여 항만작업환경 위험도 및 유해도를 측정함으로써 항만에서 발생하는 사고 및 질병재해의 주요원인을 규명한다. 도출된 사고 및 질병재해 원인에 대한 기술적 해결가능성 검토를 수행, 실제 항만에 적용할 수 있는 안전시스템을 구상 및 제안한다. 마지막으로 정책제언을 통해 항만작업 사고재해 및 질병재해 데이터 분류체계 제도화 및 데이터 수집 제도화, 안전시스템의 사업화 방안을 위한 법제도 정비에 대해 제언한다.

〈그림 1-1〉 연구추진 프로세스



자료: 저자작성

제2장

국내외 항만산업재해 현황 <<

제1절 국외 산업재해 사례 및 대응실태

1. 국외 산업재해 주요 사례

1) 전체 산업 산업재해 사례

가. 일본

(1) 추락·붕괴사고

후쿠시마 다이이치(Fukushima Daiichi)의 발전소에서 저수조 뚜껑 제거 작업 중이던 근로자가 비어있던 탱크 안으로 떨어져서 1명이 사망하는 사고가 발생했다. 피해 근로자는 보호구를 착용하고 있었지만 연결 고리가 보호구 안에 꽂혀 있어서 제 기능을 하지 않은 것으로 조사되었다.²⁾

(2) 화재·폭발사고

도쿄 금속가공회사인 비카타테쿠라무 공장에서 화재가 발생하여 총 8명이 화재로 화상 등의 재해를 입었다. 마그네슘을 취급하는 공정에서 물이 들어가 폭발했거나, 용접 불꽃이 튀어 화재가 발생한 것으로 추정되고 있다.³⁾

²⁾ 안전보건공단 홈페이지, 국외재해 사례, [일본] 떨어짐 및 끼임 사고로 근로자 2명 사망, <http://www.kosha.or.kr/www/boardView.do?contentId=357565&menuId=6309&boardType=A2>(검색일 2017. 7. 31.)

³⁾ 안전보건공단 홈페이지, 국외재해 사례, [일본] 금속가공회사 화재로 8명 부상, <http://www.kosha.or.kr/www/boardView.do?contentId=357565&menuId=6309&boardType=A2>(검색일 2017. 7. 31.)

〈그림 2-1〉 도쿄 금속가공회사 화재사고 현장



자료: 안전보건공단 홈페이지, 국외재해 사례, [일본] 금속가공회사 화재로 8명 부상, <http://www.kosha.or.kr/www/boardView.do?contentId=357565&menuId=6309&boardType=A2>(검색일 2017. 7. 31.)

(3) 충돌사고

별목된 목재를 차량에 적재하여 제재소에 가져가려고 작업하던 중, 길이 약 9m, 무게 약 2톤인 목재가 흔들리면서 트럭 크레인 화물칸에서 작업 중이던 근로자에게 충돌되어 사망사고가 발생했다. 동종 재해를 예방하기 위하여 위험장소에서 작업을 금지하고, 안전모 등 보호구를 착용하며 안전작업수칙에 따라 작업을 실시해야 한다.⁴⁾

(4) 중독·질식사고

사이타마시 사무실 건물에서 엘리베이터 도장작업을 하던 남성 근로자 2명이 액상 박리제를 사용하여 기존의 페인트 제거작업 중 박리제 등 유해물질을 흡입하여 사고가 발생했다.⁵⁾

4) 안전보건공단 홈페이지, 국외재해 사례, [일본] 목재 차량적재 작업 중 충돌로 근로자 1명 사망, <http://www.kosha.or.kr/www/boardView.do?contentId=357565&menuId=6309&boardType=A2>(검색일 2017. 7. 31.)

5) 안전보건공단 홈페이지, 국외재해 사례, [일본] 엘리베이터 도장작업 중 근로자 2명 사망, <http://www.kosha.or.kr/www/boardView.do?contentId=357565&menuId=6309&boardType=A2>(검색일 2017. 7. 31.)

나. 미국

(1) 추락·붕괴사고

미국 뉴욕의 건축현장에서 2013년 3월 1일 금요일 오후 5시 30분 크레인이 붕괴하는 사고가 발생하여 근로자 두 명이 사망하고 지나가는 행인들이 부상을 당하는 사고가 발생했다. 크레인이 붕괴하면서 인근 아파트와 건물을 손상시켰으며, 잔해물이 교차로에 떨어지면서 일대 교통이 통제되고 인근 160여 아파트 주민들이 대피하는 사태가 벌어졌다.⁶⁾

〈그림 2-2〉 미국 뉴욕 건설 크레인 붕괴사고



자료: 안전보건공단 홈페이지, 국외재해 사례, [미국] 크레인 붕괴사고로 근로자 2명 사망, <http://www.kosha.or.kr/www/boardView.do?contentId=357565&menuId=6309&boardType=A2>(검색일 2017. 7. 31.)

(2) 화재·폭발사고

2014년 7월 1일 오후 미국 인디애나주 마리온에 있는 GM공장에서 폭발사고가 발생하여 근로자 1명이 사망하고 여러 명이 부상을 당하는 사고가 발생했다. 소방서에 따르면 염소 탱크에서 폭발사고가 발생하였으며, 지속적으로 누출이 발생하여 화학물질팀과 소방관들이 화학물질에 노출된 근로자들을 조치하였다.⁷⁾

⁶⁾ 안전보건공단 홈페이지, 국외재해 사례, [미국] 크레인 붕괴사고로 근로자 2명 사망, <http://www.kosha.or.kr/www/boardView.do?contentId=357565&menuId=6309&boardType=A2>(검색일 2017. 7. 31.)

⁷⁾ 안전보건공단 홈페이지, 국외재해 사례, [미국] GM공장 폭발사고로 근로자 1명 사망, 수명 부상, <http://www.kosha.or.kr/www/boardView.do?contentId=357565&menuId=6309&boardType=A2>(검색일 2017. 7. 31.)

(3) 충돌사고

2014년 6월 24일 미국 뉴욕주 경계지역의 Mahwah Route 287번 도로에서 작업 중이던 근로자들에게 벽돌을 실은 트레일러가 추돌하면서, 근로자 3명이 사망했다. 그리고 추가적인 추돌사고로 승용차에 타고 있던 부부 및 트레일러 운전자가 부상 당하는 사고가 발생했다. 사고는 고장난 믹서기를 수리하던 중 발생하였으며 사고로 6시간가량 도로가 통제되었다.⁸⁾

2) 항만분야 산업재해 사례

가. 붕괴사고

(1) 아랍에미리트 두바이 제벨 알리(Jebel Ali)항 항만크레인과 선박 충돌사고

2017년 5월 4일, 세계 초대형 선사 중 하나인 CMA-CGM의 10,000+TEU 급 선박인 CENTAURUS호가 아랍에미리트의 제벨 알리 컨테이너 터미널에 접안하던 중 안벽크레인과 충돌, 안벽크레인 그대로 전도하는 사고가 발생하였다.⁹⁾

〈그림 2-3〉 제벨 알리(Jebel Ali) 터미널 충돌사고



자료: Blueoceana Company 홈페이지, <http://www.blueoceana.com/?p=1647> 기반 저자 편집(검색일 2017. 6. 15.)

8) 안전보건공단 홈페이지, 국외재해 사례, [미국] 고속도로 작업 근로자 교통사고로 3명 사망, <http://www.kosha.or.kr/www/boardView.do?contentId=357565&menuId=6309&boardType=A2>(검색일 2017. 7. 31.)

9) Blueoceana Company 홈페이지, <http://www.blueoceana.com/?p=1647>(검색일 2017. 6. 15.)

이는 안벽에 빠르게 접근하던 선박이 속도를 미처 줄이지 못하고 진입각도 역시 잘못되어 선박의 선수가 크레인과 충돌하게 된 사고이다. 해당 사고로 다행히 인명피해는 발생하지 않았으나 크레인 밑에서 대기 중이던 야드트랙터 및 컨테이너를 그대로 깔아뭉개는 등 자칫 대형인명사고로 이어질 수 있는 위험천만한 사고였다. 또한 선박이 마지막 열의 크레인이 아닌 중간 열의 크레인과 충돌하였다면 크레인이 모두 도미노처럼 무너질 수 있었다고 전문가들은 입을 모으고 있다.¹⁰⁾ 그런데 이번 사고의 문제점 중 하나는 충돌 얼마 전부터 사고를 예측할 수 있는 상황임에도 선박과 크레인이 충돌하여 크레인이 전도되는 동안 어떤 경보도 울리지 않았다는 점이다. 실제 사고 동영상을 본 항만운영 전문가들은 충돌 100m 전부터 선박의 속도와 진입각도를 보면 해당 선박이 제대로 접근할지 안벽크레인과 충돌할지를 알 수 있는 상황이었다고 말했다.

해당 사고 동영상을 분석한 <그림 2-4>을 보면 더 확실히 알 수 있다. 먼저 충돌직전(①)까지 해당 크레인 인근의 야드트랙터는 일상적인 움직임을 보이고 있었고, 어떠한 회피동작도 취하지 않고 있다. 초대형 선박이 크레인과 충돌 직전까지 접근하였으나 바로 인근 야드트랙터 운전자의 시야에는 해당 광경이 보이지 않고 있다는 점을 보여주고 있다. 마찬가지로 크레인 뒤에 위치한 건물에서도 어떠한 대피 움직임이 보이고 있지 않다. 선박과 크레인이 충돌하여 운전자 없이 정차중인 야드트랙터가 전도되는 크레인에 압착되는 순간(②)에 와서야 주변의 야드 트랙터들이 급히 회피하는 모습을 보이고 있다. 그 와중에도 건물 내에서는 어떠한 대피가 이뤄지지 않고 있는 것을 볼 수 있다. 크레인이 전도되어 건물에 부딪치는 순간(③)에 와서야 사람들은 대피를 시작한 듯 크레인이 완전히 넘어져 먼지가 크게 오르는 순간(④)에서야 건물 내 사람들이 다급하게 뒤쳐 나오는 모습을 볼 수 있다.

다행히 해당 사고에서 인명피해가 발생하지 않았다. 국내에서도 선박과 안벽 크레인이 스치는 유사한 사고가 가끔 일어나고 있다고 전문가들은 밝히고 있다.

10) 저자가 부산항 신항 컨테이너터미널 운영담당자를 인터뷰한 자료를 정리

〈그림 2-4〉 Jebel Ali 터미널 선박충돌 및 사고과정 분석



자료: 유튜브, <https://www.youtube.com/watch?v=2UX1nF4L3OI>, 저자 편집

(2) 코트디부아르의 아비장(Abidjan)항의 크레인 붕괴사고

제벨 알리(Jebel Ali)항 안벽크레인 붕괴사고와 유사하게 2017년 5월 18일 아비장항의 안벽크레인(QC)의 연동장치에 문제가 생겨 크레인이 무너져 컨테이너와 각종 장비들을 파손시켰다. 다행히 이 사고로 사망자 혹은 부상자는 발생하지 않았다.¹¹⁾

¹¹⁾ The Maritime Executive, <http://maritime-executive.com/article/freighter-destroys-container-crane-at-port-of-abidjan>(검색일: 2017. 9. 20.)

〈그림 2-5〉 아비장(Abidjan)항의 안벽크레인 붕괴사고



자료: The Maritime Executive, <http://maritime-executive.com/article/freighter-destroys-container-crane-at-port-of-abidjan>(검색일: 2017. 9. 20.)

나. 추락사고

(1) 미국 필라델피아 Packer Avenue Marine 터미널 추락사고

2017년 7월 10일 미국 필라델피아의 Packer Avenue Marine 컨테이너터미널에서 선박에서 트럭 하역 시 컨테이너가 트럭에 떨어지는 사고가 발생하여 운전자가 사망했다. 컨테이너를 운반하던 Top-pic이 컨테이너를 제일 위에 적재하려다 트럭에 컨테이너를 떨어뜨리는 사고가 발생했다.¹²⁾

¹²⁾ Philly.com 홈페이지, <http://www.philly.com/philly/news/pennsylvania/philadelphia/packer-marine-0man-dead-at-south-philly-port-after-shipping-container-falls-on-truck-20170710.html>(검색일: 2017. 9. 20.)

〈그림 2-6〉 미국 Packer Avenue Marine Terminal 컨테이너 추락사고



자료: Philly.com 홈페이지, <http://www.philly.com/philly/news/pennsylvania/philadelphia/packer-marine-0man-dead-at-south-philly-port-after-shipping-container-falls-on-truck-20170710.html>(검색일: 2017. 9. 20.)

(2) 일본 키노트리섬 항만 계류시설 익수사고

2014년 3월 30일 오전 7시 30분경 일본 도쿄 남쪽 약 1,700km 떨어진 키노트리섬의 항만 계류시설 공사장 근로자들이 부잔교가 기울어지면서 바다에 빠지는 사고가 발생해 총 16명이 바다에 빠졌으며, 그 중 5명이 사망하고 2명이 실종되었다. 사고 발생 직후 해상 보안 본부에서 항공기와 경비정을 파견하였으며, 공사를 발주한 국토교통성은 부잔교를 설치하는 작업 중에 뒤집어져 사고가 발생한 것으로 발표했다.¹³⁾

¹³⁾ 안전보건공단 홈페이지, 국외재해 사례, [일본] 항만계류시설 건설 근로자 2명 사망 10명 부상 <http://www.kosha.or.kr/www/boardView.do?contentId=357565&menuId=6309&boardType=A2>(검색일 2017. 7. 31.)

다. 충돌사고

(1) 미국 휴스턴항의 Barbers Cut 터미널 크레인과 트럭 충돌사고

2017년 4월 미국 휴스턴항의 Barbers Cut 터미널에서 RTGC가 트럭 외부에 서있던 운전자를 치어 사망하는 사고가 발생했다.¹⁴⁾

〈그림 2-7〉 미국 휴스턴항 크레인과 트럭 충돌사고



자료: Click2Houston 홈페이지, <https://www.click2houston.com/news/truck-driver-killed-by-crane-at-port-of-houston-authorities-say>(검색일 2017. 7. 31.)

(2) 미국 에버글레이즈(Everglades)항의 트럭과 야드트랙터의 충돌사고

2016년 10월 10일, 미국 에버글레이즈항에서 트럭과 야드트랙터의 충돌로 운전자 1명은 사망하고 야드트랙터 운전자 1명은 부상당하는 사고가 발생했다. 두 차량이 다니는 교차로는 정지 신호 또는 교통 신호와 같은 교통 제어 장치가 작동하지 않아 사고가 발생했다.¹⁵⁾

¹⁴⁾ Click2Houston 홈페이지, <https://www.click2houston.com/news/truck-driver-killed-by-crane-at-port-of-houston-authorities-say>(검색일 2017. 7. 31.)

¹⁵⁾ SunSentinel 홈페이지, <http://www.sun-sentinel.com/local/broward/fl-port-everglades-cargo-container-accident-20161010-story.html>(검색일: 2017.9.20.)

〈그림 2-8〉 미국 에버글레이즈항 트럭과 야드트랙터 충돌사고



자료: SunSentinel 홈페이지, <http://www.sun-sentinel.com/local/broward/fl-port-everglades-cargo-container-accident-20161010-story.html>(검색일: 2017. 9. 20.)

(3) 도미니카공화국 Sansouci항 페리선 충돌사고

2017년 5월 19일, 페리선이 산토도밍고의 Sansouci항의 부두를 들이받았다. 사고는 도킹 중에 발생하여 선박과 항만 구조물에 많은 피해를 입혔다. 그리고 항만 부두에 묶여 있는 케이블 중 하나가 고장난 상황이 발생했다. 이번 사고로 일부 컨테이너 및 항만 주변부의 구조물이 손상되어 재산 피해가 발생했다고 항만당국이 공식 발표했다.¹⁶⁾

¹⁶⁾ Maritime Herald 홈페이지, <http://www.maritimeherald.com/2017/ferry-kydon-crashed-pier-port-santo-domingo/>(검색일: 2017. 9. 20.)

〈그림 2-9〉 도미니카공화국 Sansouci항 페리선 충돌사고



자료: Maritime Herald 홈페이지, <http://www.maritimeherald.com/2017/ferry-kydon-crashed-pier-port-santo-domingo/>
(검색일: 2017. 9. 20.)

(4) 포르투갈 Leixões항 화물선과 유조선 충돌사고

2017년 1월 26일 선박 조타 장치의 오작동으로 인해 벌크선과 유조선이 충돌하여 선박뿐만 아니라 터미널 부두에 심각한 손상을 입혔다.¹⁷⁾

(5) 인도 타밀나두(Tamil Nadu)항 이접안 선박 충돌사고

2017년 1월 28일 인도 타밀나두항에서 유조선과 LPG선의 충돌사고가 발생했는데 인명 및 환경피해는 없었다. LPG선이 출항하는 상태였고, 유조선이 정박을 하기 위해 항만에 들어오다가 충돌이 발생했다.¹⁸⁾

¹⁷⁾ Maritime Herald 홈페이지, <http://www.maritimeherald.com/2017/bulk-carrier-erasmos-collided-with-docked-oil-tanker-blue-emerald-in-portugal/>(검색일: 2017. 9. 20.)

¹⁸⁾ Indian Express 홈페이지, <http://www.newindianexpress.com/states/tamil-nadu/2017/jan/28/two-cargo-ships-collide-at-tamil-nadu-port-1564430.html>(검색일: 2017. 9. 20.)

(6) 스페인 라스팔마스(Las Palmas)항 페리선 충돌사고

2017년 4월 21일 스페인 라스팔마스항에서 페리선이 항만에 정박하지 못하고 안벽을 들이박는 사고가 발생했으나 인명피해는 없었다. 이 사고의 원인은 엔진의 에너지 부족으로 인한 제어 장치 고장으로 밝혀졌다.¹⁹⁾

〈그림 2-10〉 스페인 라스팔마스항 페리선 충돌사고



자료: Live Leak 홈페이지, https://www.liveleak.com/view?i=e14_1492811982 (검색일: 2017. 9. 20.)

(7) 이탈리아 제노아(Genoa)항 선박과 항만관제탑 충돌사고

2013년 5월 8일, 이탈리아 제노아항에서 컨테이너선이 항만관제탑과 충돌하여 7명이 사망하고 5명이 부상당하는 사고가 발생했다. 사고의 원인은 컨테이너선 엔진 오작동 혹은 컨테이너선과 예인선 사이 연결 문제로 추정되고 있다.²⁰⁾

¹⁹⁾ Live Leak 홈페이지, https://www.liveleak.com/view?i=e14_1492811982 (검색일: 2017. 9. 20.)

²⁰⁾ MailOnline 홈페이지 <http://www.dailymail.co.uk/news/article-2321133/Genoa-cargo-ship-crash-At-seven-people-killed-40-000-tonne-container-ship-smashes-control-tower-Italian-port.html> (검색일: 2017.9.20.)

〈그림 2-11〉 이탈리아 제노아항 컨테이너선과 관제탑 충돌사고



자료: MailOnline 홈페이지, <http://www.dailymail.co.uk/news/article-2321133/Genoa-cargo-ship-crash-At-seven-people-killed-40-000-tonne-container-ship-smashes-control-tower-Italian-port.html>(검색일: 2017. 9. 20.)

라. 화재·폭발사고

(1) 중국 천진항 위험물 창고 폭발사고

2015년 8월 12일 중국 천진항 빈하이 신구 항만에서 위험물 창고에 적재되어 있던 컨테이너에 든 화학물질이 폭발하여 화재가 발생하고 그 불이 주변 창고 등에 옮겨져서 2차 폭발이 발생하여 165명 사망, 8명 실종, 298명이 부상을 당했다. 그리고 12,428개의 차량의 소실이 발생하는 등 1조 3천억 원 규모의 재산피해가 발생했다. 사고원인은 가연성의 니트로셀룰로우스(nitrocellulose)가 발화되었고, 불법적인 적재로 인하여 사고가 발생한 것으로 파악되었다.²¹⁾

²¹⁾ BBC News 홈페이지, <http://www.bbc.com/news/world-asia-china-37927158> (검색일: 2017. 7. 31.)

〈그림 2-12〉 중국 천진항 위험물 창고 폭발사고 이후 모습

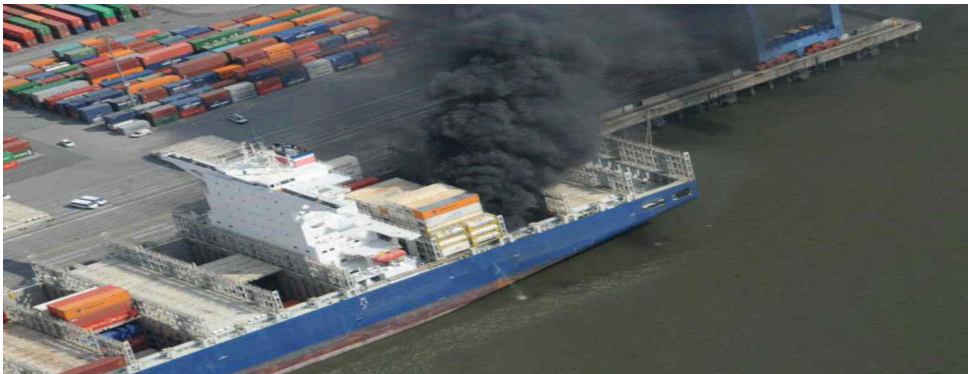


자료: BBC News 홈페이지, <http://www.bbc.com/news/world-asia-china-37927158> (검색일: 2017. 7. 31.)

(2) 독일 함부르크항 정박 중 선박 화물칸 화재 사고

2016년 9월 1일 독일 함부르크항에서 선박 화물칸에서 용접작업 중 화재가 발생하여 3명이 부상 당하고 선박 갑판이 불에 탔다.²²⁾

〈그림 2-13〉 독일 함부르크항 정박 선박의 화물칸 화재



자료: World Maritime News 홈페이지, <http://worldmaritimenews.com/archives/200984/containership-on-fire-at-port-of-hamburg/> (검색일: 2017. 9. 20.)

²²⁾ World Maritime News 홈페이지, <http://worldmaritimenews.com/archives/200984/containership-on-fire-at-port-of-hamburg/> (검색일: 2017. 9. 20.)

마. 끼임 및 압사사고

(1) 미국 오클랜드(Oakland)항 끼임사고

2016년 12월 18일, 미국 오클랜드항에서 선적 컨테이너 사이에 작업자가 끼인 사고가 발생했다.²³⁾

(2) 미국 시애틀(Seattle)항 끼임사고

2012년 5월 17일, 미국 시애틀항에서 작업자가 포크리프트와 컨테이너선 사이에 끼여서 사망한 사고가 발생했다.²⁴⁾

(3) 핀란드 헬싱키의 Vuosaari항 압사 사고

2015년 10월 22일, 핀란드 헬싱키의 Vuosaari항에서 부두작업자가 선적 작업 중 두 개의 컨테이너 사이에 깔려 압사한 사고가 발생했다.²⁵⁾

〈그림 2-14〉 핀란드 Vuosaari항 컨테이너 압사사고



자료: World Maritime News 홈페이지, <http://worldmaritimenews.com/archives/174637/finnish-dockworker-crushed-to-death-by-containers/> (검색일: 2017. 9. 20.)

23) East Bay Times 홈페이지, <https://www.eastbaytimes.com/2016/12/18/port-of-oakland-one-injured-in-accident/> (검색일: 2017. 9. 20)

24) KOMONEWS 홈페이지, <http://komonews.com/archive/work-stoppage-at-port-of-seattle-after-worker-dies-in-accident> (검색일: 2017. 9. 20)

25) World Maritime News 홈페이지, <http://worldmaritimenews.com/archives/174637/finnish-dockworker-crushed-to-death-by-containers/> (검색일: 2017. 9. 20.)

(4) 독일 브레머하펜항의 컨테이너 압사사고

독일 브레머하펜(Bremerhaven)항에서 선적 작업 중에 안벽크레인 붐이 무너져 컨테이너가 작업자 위로 떨어져 사망한 사고가 발생했다.²⁶⁾

〈그림 2-15〉 독일 브레머하펜항의 추락하는 컨테이너 압사사고



자료: World Maritime News 홈페이지, <http://worldmaritimeneews.com/archives/160989/bremerhaven-crane-operator-dies-in-boom-collapse/> (검색일 2017. 9. 20.)

2. 국외 산업재해 대응실태

1) 산업재해 유형 및 분류체계

1998년 제네바에서 열린 제16회 국제노동통계학회(Sixteenth International Conference of Labour Statisticians, Geneva, 1998) 결의문에 따르면 업무상 사고를 4개로 분류하여 ILO 노동통계 데이터베이스 ILOSTAT에 제공해야 한다. 이 결의문에서 정의하고 있는 업무상 사고 4가지는 산업재해(Occupational Accident), 사고성재해(Occupational Injury), 부상재해(Case of Occupational Injury), 근로손실(Incapacity for Work)로 분류된다.²⁷⁾

²⁶⁾ World Maritime News 홈페이지, <http://worldmaritimeneews.com/archives/160989/bremerhaven-crane-operator-dies-in-boom-collapse/> (검색일 2017. 9. 20.)

〈표 2-1〉 ILO 노동 통계상의 업무상 사고 분류

구분	정의
산업재해	◦ 예기치 못한 사건들이 업무와 관련해 발생하여 하나 이상의 근로자들이 부상, 질병, 사망을 초래하는 업무상 사고를 지칭
사고성재해	◦ 업무상 사고로 인한 개인의 부상, 질병, 사망을 지칭
부상재해	◦ 한 명의 근로자가 업무상 사고로 인해 업무상 손상을 당한 경우
근로손실	◦ 업무상 부상으로 인해 피해를 입은 근로자가 정상적인 업무를 수행하지 못한 시간을 지칭

자료: 김철환 외, 「산재기금 재정투자에 따른 산재예방 사업 효과분석」, 한국지식경영연구원, p.33, 2010. 6. 기반 저자 정리

ILO의 ILOSTAT에 등록되어 있는 산업재해 통계자료는 경제활동에 의해 손실된 업무상 부상 등 4개로 분류된다.

〈표 2-2〉 ILOSTAT의 산업재해 통계자료 분류

구분	정의
총산업재해건수 (total cases)	◦ 업무상 부상으로 인해 근로 손실이 발생한 총 건수
사망재해건수(fatal cases)	◦ 근로자가 업무상 사고로 인해 치명적인 부상을 당했고, 이로 인해 1년 이내 사망한 사고의 경우
부상재해건수(non-fatal cases, temporary and permanent incapacity)	◦ 근로자가 업무상 사고로 인해 일시적 장애 및 영구 장애를 가진 건수
일시적 장애건수 (cases of temporary incapacity)	◦ 업무상 부상을 입은 근로자가 부상일로부터 얼마간 작업 손실이 발생하였으나, 부상 이후 1년 이내 다시 직장에서 정상적인 업무로 복귀된 건수

자료: 김철환 외, 「산재기금 재정투자에 따른 산재예방 사업 효과분석」, 한국지식경영연구원, pp.33-34, 2010. 6. 기반 저자 정리

ILO는 산업재해 형태를 골절 등 상해형태, 다리 등 부상위치, 사고형태, 사고 물질 등에 따라 4가지로 분류한다. 먼저 ILO는 상해의 형태에 따라 산업재해를 분류하고 있는데, 직업병(occupational diseases)에 해당하는 것은 상해형태별 분류에서 제외했다.²⁸⁾

27) 김철환 외, 「산재기금 재정투자에 따른 산재예방 사업 효과분석」, 한국지식경영연구원, p.33, 2010. 6. 기반 저자 정리

〈표 2-3〉 ILO의 상해형태별 산업재해 분류

구분	정의
10. 골절(Fractures)	◦ 단순골절, 복합골절, 탈구, 내부 또는 신경부상에 의한 골절을 포함
20. 탈구(Dislocations)	◦ 중첩 및 변위를 포함
25. 삐거나 염좌(Sprains and strains)	◦ 개방되고 찢어진 상처, 과도한 운동에 의한 빠는 것
30. 뇌진탕 및 기타 내부손상(Concussions and other internal injuries)	◦ 골절이 동반되지 않은 내부 타박상, 출혈, 열상, 파열 등을 포함
40. 절단 및 적출(Amputations and enucleations)	◦ 신체부위 절단, 눈적출도 포함
41. 기타 부상(Other wounds)	◦ 열상, 자상, 손톱이나 귀를 잃거나, 신경손상 등과 관련된 부상
50. 외과적 부상(Superficial injuries)	◦ 찰과상, 긁힌 자국, 이물질이 눈에 들어 간 것, 비독충에 의한 물림 상처 등
55. 타박상(Contusions and crushing)	◦ 혈종, 멍 등의 상처
60. 화상(Burns)	◦ 뜨거운 물체, 화재, 마찰, 방사선, 화학물질, 일광욕, 번개, 전류 등에 의한 화상
70. 급성 중독(Acute Poisonings)	◦ 유독성, 일산화탄소 등에 의한 질식, 주입, 섭취, 흡수 등에 의한 중독
80. 기후노출의 영향(Effects of weather exposure)	◦ 동상, 열사병, 일사병, 기압저하, 번개 소리에 의한 청력 손실 등을 포함
81. 질식증(Asphyxia)	◦ 익사에 의한 질식, 산소부족에 의한 질식, 호흡기 이물질에 의한 질식 등을 포함
82. 전류영향(Effects of electric currents)	◦ 전류, 번개로 인한 감전, 화상 등을 포함
83. 방사선 영향(Effects of radiations)	◦ X선, 방사선물질, 자외선 등에 의한 영향
90. 복합 부상(Multiple injuries of different nature)	◦ 다른 속성에 의한 복합 부상
99. 기타 불특정 부상(Other and unspecified injuries)	◦ 전염병 등과 같이 분류가 불가능한 부상

자료: ILO, 「Recording and notification of occupational accidents and diseases」, 1996, pp.59-61.를 기반으로 하여 저자 정리

²⁸⁾ ILO, 「Recording and notification of occupational accidents and diseases」, 1996, pp.59

또한 ILO는 부상당한 신체 부위에 따라 산업재해를 분류한다.

〈표 2-4〉 ILO의 신체부위별 산업재해 분류

구분	정의
1. 머리	◦ 두개골, 눈, 귀, 입, 코, 얼굴, 불특정 머리 등
2. 목	◦ 목구멍, 경추
3. 몸통	◦ 등, 흉부, 복부, 골반, 불특정 몸통 등
4. 위쪽 팔	◦ 어깨, 팔, 팔꿈치, 팔뚝, 손목, 손, 손가락 등
5. 아래쪽 다리	◦ 엉덩이, 무릎, 다리, 발, 발목, 발가락 등
6. 다중위치	◦ 머리와 몸통, 하나 이상의 팔다리 등
7. 일반 부상	◦ 호흡기, 소화기, 신경계통의 일반 부상
9. 식별하기 어려운 부위 부상	◦ 정보를 식별하기 어려운 환부에만 사용

자료: ILO, 「Recording and notification of occupational accidents and diseases」, 1996, pp.62-64.를 기반으로 하여 저자 정리

ILO는 사고형태별로 산업재해를 분류하고 있다.

〈표 2-5〉 ILO의 사고형태별 산업재해 분류

구분	정의
1. 사람 추락 (Falls of persons)	◦ 높이 솟아 있는 나무, 건물, 사다리, 기계, 차량 등에서 추락 우물, 도랑, 굴착된 땅, 구멍 등 땅 속으로의 추락 ◦ 이와 같은 높이에서의 사람의 추락
2. 낙하 물질에 맞은 사고 (Struck by falling objects)	◦ 미끄러져 동굴 속으로 들어가면서 흙, 돌, 바위, 눈 등에 부딪히는 사고 ◦ 건물, 벽, 사다리, 물건더미 붕괴에 의해 부딪히는 사고 ◦ 취급 중인 낙하 물체에 부딪히는 사고 ◦ 이외 낙하 물체에 부딪히는 사고
3. 낙하 이외 물체에 부딪히는 사고(Stepping on, striking against or struck by objects excluding falling objects)	◦ 걷는 도중에 물체를 밟아서 나는 사고 ◦ 사람이 정지된 물체에 부딪히는 사고 ◦ 움직이는 물체에 부딪히는 사고 ◦ 날아다니는 조각 및 입자 등에 부딪히는 사고

구분	정의
4. 끼임 사고(Caught in or between objects)	◦ 물체에 갇히는 사고 ◦ 고정된 물체와 움직이는 물체 사이에 끼이는 사고 ◦ 날아다니거나 떨어지는 물체를 제외한 움직이는 물체 사이에 끼이는 사고
5. 과도한 운동에 의한 사고(Overexertion or strenuous movements)	◦ 물체를 들오 올리는 과도한 운동에 의한 사고 ◦ 물체를 밀거나 당기거나 하는 격심한 운동에 의한 사고 ◦ 물체 취급 또는 던지기 등 과도한 운동에 의한 사고 ◦ 기타 과도한 움직임에 의한 사고
6. 극한 온도의 접촉 사고(Exposure to or contact with extreme temperature)	◦ 매우 더운 환경에 의한 노출 ◦ 추운 외부 환경에 의한 노출 ◦ 뜨거운 물체와의 접촉 ◦ 차가운 물질과의 접촉
7. 전류에 의한 노출(Exposure to or contact with electric current)	◦ 전류에 의한 사고
8. 유해물질 또는 방사선과의 접촉(Exposure to or contact with harmful substances or radiations)	◦ 유해물질 흡수에 의한 사고 ◦ 방사선 노출에 의한 사고 ◦ 이외 방사선 노출 사고
9. 다른 유형의 사고(Other types of accident, not elsewhere classified, including accidents not classified for lack of sufficient data)	◦ 기타 다른 유형의 사고 ◦ 자료 부족에 의해 분류가 어려운 사고

자료: ILO, 「Recording and notification of occupational accidents and diseases」, 1996, pp.65-66.을 기반으로 하여 저자 정리

ILO는 부상 및 사고 물체에 의한 산업재해 분류가 있다.

〈표 2-6〉 ILO의 사고 물체에 의한 산업재해 분류

구분	정의
1. 기계 (Machines)	◦ 전기모터를 제외한 원동기, 변속기, 금속 가공 기계, 나무/톱 등 몰딩머신, 농업기계, 광업기계, 굴착기/음료제조/종이제조/인쇄 기계 등에 의한 사고
2. 수송 및 리프팅 장비(Means of transport and lifting equipment)	◦ 크레인/엘리베이터 등 리프팅 장치, 도시철도 등 철도수송 수단, 철도를 제외한 기타 바퀴로 움직이는 교통수단, 항공수송 수단, 해상수송 수단, 기타 운송수단
3. 기타 장비(Other equipment)	◦ 보일러 등 기타장비, 용광로, 냉장설비, 전기 손 공구, 사다리 등 기타장비에 의한 사고
4. 방사성 물질(Materials, substances and radiations)	◦ 폭발물, 분진/가스 등의 물질, 방사능 등에 의한 사고
5. 작업환경(Working environment)	◦ 야외, 실내, 광산/터널 등 지하 등에서의 사고
6. 기타 물체(Other agencies, not elsewhere classified)	◦ 동물, 분류되지 않은 다른 기관 등에 의한 사고
7. 다른 유형의 사고(Agencies not classified for lack of sufficient data)	◦ 충분한 자료 부족으로 분류가 어려운 사고

자료: ILO, 「Recording and notification of occupational accidents and diseases」, 1996, pp.67-71.을 기반으로 하여 저자 정리

2) 산업재해 예방 및 대응실태

가. 미국

미국의 산업안전보건 관련 국가 행정조직은 연방정부와 주정부 차원으로 나뉘어진다. 연방정부의 산업안전보건 행정조직은 노동부(Ministry of Labor, MOL) 산하의 산업안전보건청(Occupational Safety and Health Agency, OSHA), OSHA의 기술연구소인 SLTC(Salt Lake Technical Center)가 있

다.²⁹⁾ 또한 보건 및 인간지원부(Ministry of Health and Human Services, MHHS)의 질병통제센터 (Center for Disease Control, CDC) 산하의 산업안전보건연구소(National Institute of Occupational Safety and Health, NIOSH)가 있다. 연방 OSHA의 승인을 받은 경우 주정부가 독자적으로 산업안전보건법을 제정하고 프로그램을 운영할 수 있다.³⁰⁾

미국의 산업안전보건청(OSHA)의 주요업무는 안전보건 관련 기준 및 지침 제정, 사업장 감독·처벌 및 교육·훈련, 데이터 기록 요청 및 통계 프로그램 개발, 재정지원, 상담업무를 하고 있다.³¹⁾

특히 미국 워싱턴주는 노동산업부(the Department of Labor and Industries)의 보험서비스국에서 산재보험을 운영하고 있다. 워싱턴주 내에 거주하는 근로자가 직장에서 상해를 입었는데 사업주가 자가보험이 없는 경우 워싱턴주 기금(the Washington State Fund)에 의해 보상을 받는다. 워싱턴주는 산업안전과 보건법(WISHA)에 따라 사업의 위험 유형이나 사업장의 작업과정 특성에 맞는 안전 프로그램을 실시하도록 하고 있다. 즉 산업재해에 대한 예방 및 재해사업의 중요성을 파악하여 예방사업, 산재자의 직업 복귀 및 직무 전환 등을 추진한다.³²⁾

〈표 2-7〉 미국 워싱턴주 산업재해 예방 및 재해방법

구분	정의
안전프로그램 개발	• 사업장에 적극적이고 효과적인 안전프로그램을 개발 • 고용당시 근로자의 업무 적합성을 확인 • 사업장 안전 및 보건 규칙에 따라 근로자 안전교육을 철저히 시행 • 적절한 장비를 사용하도록 교육 및 유도 • 안전 및 보건 인센티브 프로그램 제공
사고 후 직업 복귀 의지가 있는 근로자를 고용한 사업주 재정적 지원	• 사고 후 직업 복귀한 근로자를 고용하는 사업주에 대해서는 재정적으로 지원 • 부상비용의 면제(No injury cost)인데, 직업 복귀한 근로자가 고용된 지 3년 이내에 부상을 당하면, 어떠한 청구 비용이나 과거기록을 통한 처벌이 해당 사업주의 실적으로 비전과

29) 한국산업안전공단, 산업안전보건연구원, 「주요 선진국의 산재예방 조직 및 운영에 대한 비교 연구: 미국, 영국, 독일, 일본을 중심으로」, 2007, p27.

30) 한국산업안전공단, 산업안전보건연구원, 상계서, p27.

31) 한국산업안전공단, 산업안전보건연구원, 상계서, p31.

32) 이현주 외, 「외국의 산재보험제도 연구: 선보장·후정산제도를 중심으로」, 한국노동연구원, 2004, p57.

구분	정의
	◦ 새로운 청구비용은 새로운 청구비용은 워싱턴주의 두 번째 부상기금 (Second Injury Fund)에서 지불 ◦ 보험료 면제(premiums waived)로 해당 근로자를 고용한 지 3년까지는 그 근로자에 대한 산재보험료와 의료비용보험료(medical aid premiums)를 면제 - 그러나 보충적 연금보험료(supplemental pension assessment) 부담은 면제되지 않으며 근로자와 사업주가 절반씩 부담
산재근로자 직업 복귀할 수 있도록 직무전환 유도	◦ 가능한 한 빨리 산재근로자가 작업장으로 복귀할 수 있도록 가벼운 업무로 직무전환 시행 - 산재근로자가 완전히 회복될 때까지 일시적으로 기초업무를 수행 - 쉬운 업무 직무 전환을 통한 빠른 업무 복귀는 산재 근로자는 빠른 회복과 함께 급여를 받을 수 있고, 사업주는 보험료 경감 효과가 존재 - 수정된 직무의 수행은 의사(적절한 직무 선정 도움), 사업주, 근로자의 협력을 통해 가능

자료: 이현주 외, 「외국의 산재보험제도 연구: 선보장·후정산제도를 중심으로」, 한국노동연구원, 2004, pp. 68-69.를 기반으로 하여 저자 작성

나. 영국

영국은 1974년 발효된 작업장 보건안전법(Health and Safety at Work etc. Act, HSWA)에 근거하여 산업안전보건체계를 중앙정부에서 관리하고 있다. HSWA에 따라 산업보건안전위원회(Health and Safety Commission, HSC)와 산업보건안전청(Health and Safety Executive, HSE)을 두었다. 이들의 역할은 작업장의 근로자 및 공공의 안전과 보건을 위한 연구수행, 정보 및 자문제공, 새로운 법규나 기준을 제정하는 것이다.³³⁾ 2008년 4월 1일 HSC와 HSE가 산업안전보건청(HSE)으로 통합되었다. 영국의 산업안전 정책집행은 HSE 중심의 중앙기관과 지방정부로 이원화되어 있다. 지방정부는 소규모의 지역 밀착형 사업을 담당하고 있다.³⁴⁾

33) 한국산업안전공단, 산업안전보건연구원(2007), 전개서, p. 93; 화학공학소재연구정보센터, <https://www.cheric.org/files/research/ip/p200103/p200103-201.pdf> (검색일: 2017. 9. 20.)

34) 건설경제, http://www.cnews.co.kr/m_home/view.jsp?idxno=201408211120281500336(검색일: 2017. 9. 20.)

〈표 2-8〉 영국의 산업재해 예방 조직의 역할

구분	역할
산업보건안전 위원회(HSC)	◦ HSE의 자문을 받아 필요한 기준을 제안하고 제정 ◦ HSE를 통해서 제정된 기준을 지키도록 보장 ◦ 잠재적 유해성을 일으키는 개인과 조직에 대해 필요한 조치를 지원 ◦ 관련 연구, 결과 출판, 훈련 규정과 정보에 대해 합의 ◦ 기능 수행에 필요한 적절한 비용을 HSE에 지불
산업보건 안전청(HSE)	◦ 근로자의 안전과 건강증진에 대한 자문과 정보를 제공 ◦ HSC의 일부 기능을 수행하는 데 제안서 준비, 권고사항을 제시, 결정사항을 이행 ◦ 핵시설물의 설치에 대한 법령과 관련한 여러 가지 사항들에 대해 법적 권리를 행사 ◦ 독성화학물질 평가 등의 사안에 대해 환경청(Environment Agency)과 협력하여 법적인 소관관청으로의 역할을 수행 ◦ 다른 공공기관과 MOU를 체결

자료: 한국산업안전공단, 산업안전보건연구원, 「주요 선진국의 산재예방 조직 및 운영에 대한 비교 연구: 미국, 영국, 독일, 일본을 중심으로」, 2007, p97, p103.을 기반으로 하여 저자 작성

영국은 산업재해 예방을 위해 첫째, 감독관이 안전보건법 준수 여부를 조사하고, 둘째, 사업장에서 발생한 재해와 직업병을 보고하도록 하는 제도화하고, 셋째, 컨설턴트를 등록하여 일상적인 안전 및 보건에 관해 조언을 받을 수 있도록 하고 있다. 영국 정부와 HSE는 감독관들이 사업장을 방문하여 안전보건법 준수 여부를 확인하는 비용을 안전보건법을 준수하지 않는 사업장이 지불하는 것이 옳다고 판단하여 2012년 10월 1일부로 보건 안전(비용)규정 23-25조 규정에 따라 Fee For Intervention(FFI)라는 법을 발효했다.³⁵⁾ 또한 영국은 상해, 질병 및 위험사고에 대한 보고규칙(Reporting of Injuries Disease and Dangerous Occurrences Regulation 1995, RIDDOR)에 의거하여 사업장에서 발생한 재해와 직업성질환을 보고하도록 하고 있다. 영국의 산업안전보건 관련 통계는 RIDDOR에 의해 보고된 자료를 기반으로 집계되고 있다. RIDDOR의 보고내용은 사망 또는 부상, 직업병, 위험상황, 가스사고 등이다.³⁶⁾ 그리고 산업안전보건 컨설턴트 등록(OSHCR, Occupational Safety and Health

35) 이만창외, 「산업안전보건의 규제제도에 관한 연구」, 안전보건공단 & 한국규제학회, 2016, p197

36) 이만창 외, 상계서, pp. 200-202.

Consultants Register) 제도로써 영국의 보건 및 안전 상담 컨설턴트들이 공개적으로 등록한 것으로 고용주와 사업주에게 사업장의 안전 및 보건에 관해 조언해 주고 있다. 이 등록의 목표는 기업이 일반적인 보건과 안전의 위험성을 관리하는 데 도움을 주는 것이다.³⁷⁾

다. 일본

일본의 산업안전보건 관련 조직은 중앙정부에 후생노동성이 있고 지방조직은 도도부현의 노동국 아래 노동기준감독서의 노동국 등이 있다. 후생노동성은 주로 노동관계법령을 만들고 각종 시책을 기획·입안한다. 후생노동성의 산업안전보건 관련 부서는 노동기준국이다. 노동기준국의 산업안전보건과 관련한 곳은 안전위생부이다. 안전위생부는 노동재해의 방지, 직업성질환의 예방, 건강의 유지증진을 위한 업무를 수행하고 있다.³⁸⁾

도도부현의 노동국은 노동보험징수와 노동기준, 취업안정, 고용안전 관련 일을 수행하고 있다. 노동기준감독서는 노동기준행정의 최일선 기관으로서 노동기본법, 노동안전위생법, 진폐법, 작업환경측정법, 노동자재해보상보험법 등의 노동관련 법규를 실제 현장에 적용하는 역할을 수행한다. 노동기준감독관이 배치되어 산업재해 관련 업무를 수행하고 있다.³⁹⁾

〈표 2-9〉 일본의 노동기준 감독관의 역할

구분	역할
임검감독 (臨檢監督)	노동기준법, 노동안전위생법 등의 법률에 기초하여 정기적으로 근로자로부터 상담을 받고 위반사항이 있는지를 확인하여 사업주에게 개선조치를 지도
사법경찰사무	- 노동기준법, 노동안전위생법 등에 따라 벌칙 부여 - 사업주 등이 법률을 위반하고 사안이 중대하고 질이 나쁘다고 판단할 경우 형사소송법에 기초하여 범죄조사 및 송치 가능

37) 이민창 외, 상계서, p. 203.

38) 한국산업안전공단, 산업안전보건연구원, 「주요 선진국의 산재예방 조직 및 운영에 대한 비교 연구: 미국, 영국, 독일, 일본을 중심으로」, 2007, p. 161.

39) 한국산업안전공단, 산업안전보건연구원, 상계서, p. 169.

구분	역할
재해조사	◦ 공장과 공사현장 등에 대해 중대한 노동재해가 발생했을 경우 직접 발생현장에 가서 재해발생상황과 그 원인 등에 대해 조사를 하고 재발방지를 위해 필요한 지도를 수행

자료: 한국산업안전공단, 산업안전보건연구원, 「주요 선진국의 산재예방 조직 및 운영에 대한 비교 연구: 미국, 영국, 독일, 일본을 중심으로」, 2007, p176.을 기반으로 하여 저자 작성

라. 기타국

(1) 독일

독일의 산업안전보건에 관한 총괄적인 책임을 담당하고 있는 부서는 연방 노동사회성(Bundesministerium für Arbeit und Soziales, BMAS)이다. 연방 노동사회성의 주된 업무는 노동행정과 사회복지행정으로 나뉘어진다. 노동행정은 고용과 실업문제, 노동권 및 법, 산업안전 등의 제반 내용을 관할한다. 노동사회성은 산업안전보건법령의 작성과 제안을 수행하고 산재보험조합(Berufsgenossenschaften, BG)에서 정한 재해예방규정을 검토하고 승인하는 역할을 수행한다.⁴⁰⁾

독일은 체계적인 예방 개념으로 사업장 위험성을 평가하고 있다. 위험성의 법적 근거는 산업안전보건법(Arbeitsschutzgesetz) 제5조 및 제6조이다. 위험성 평가는 체계적 예방개념 속에서 노동에서의 사고 및 노동에 기인한 건강손상 방지 그리고 인간에게 적합한 노동의 설계 및 구성을 위한 효과적인 사업장 안전 보건을 구축하는 것을 목표로 하고 있다.⁴¹⁾

(2) 캐나다

캐나다 온타리오주에서는 산재보험법의 운영을 책임지기 위해 산재보험위원회(Workplace Safety Insurance Board, WSIB)는 산재근로자가 현장으로 돌아갈 때 까지 근로자와 사업자를 지원하고 있다.⁴²⁾

40) 한국산업안전공단, 산업안전보건연구원, 상거서, p. 132.

41) 이만창 외, 「산업안전보건의 규제제도에 관한 연구」, 안전보건공단 & 한국규제학회, 2012, p. 213.

42) wsib ontario 홈페이지, http://www.wsib.on.ca/WSIBPortal/faces/WSIBStreamPage?_afGUID=835502100635000451

WSIB는 1997년에 제정된 산재보험법(Workplace Safety and Insurance Act, WSIA)을 운용하기 위한 관리책임을 맡고 있는 기구이다. WSIB의 기능은 산재보상, 근로자의 재할과 재취업, 사업주의 산재보험료의 결정, 징수 및 투자, 보상결정에 대한 재검토 등이다.⁴³⁾

&_afrLoop=195832638533000&_afrWindowMode=0&_afrWindowId=14odt478zj_1#%40%3F_afrWindowId%3D14odt478zj_1%26_afrLoop%3D195832638533000%26_afrWindowMode%3D0%26fGUID%3D835502100635000451%26_adf.ctrl-state%3D14odt478zj_29 (검색일: 2017.9.20.)

43) 이현주 외, 「외국의 산재보험제도 연구: 선보장·후정산제도를 중심으로」, 2004, p.101, p.108.

제2절 국내 산업재해 사례 및 대응실태

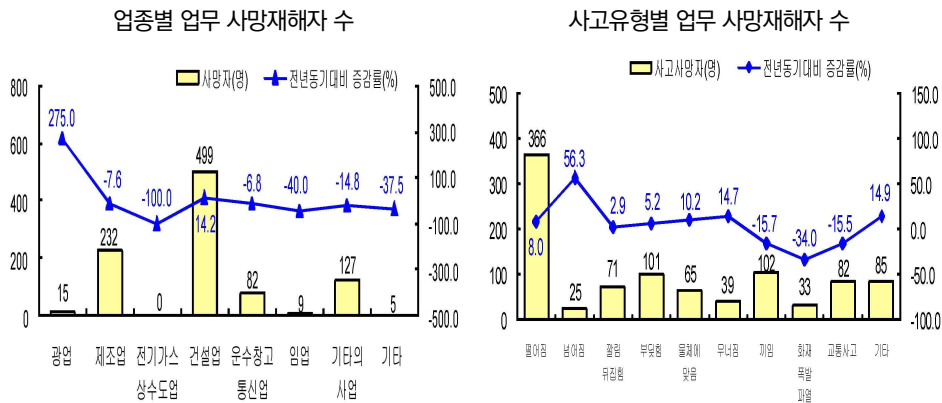
1. 국내 산업재해 주요 사례

1) 전체산업분야 주요 사고사례

가. 산업재해 통계

2016년 기준 업무상 사고에 의한 사망재해 수는 건설업, 제조업, 기타 사업(서비스업), 운수창고통신업의 순이다. 재해유형별 사고사망자 수를 살펴보면 떨어짐사고가 전체 사고의 37.8%를 차지하는 등 가장 많이 발생한다.

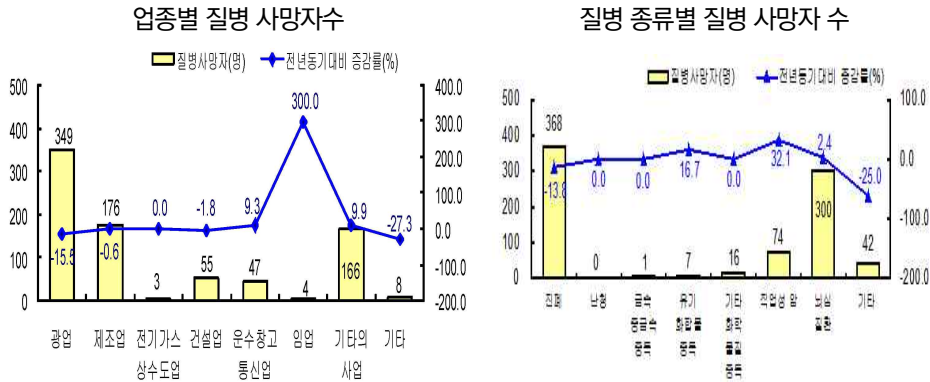
〈그림 2-16〉 업무상 사고에 의한 업종별 및 사고유형별 사망자수(2016년)



자료: 고용노동부, “2016년 산업재해 발생현황”, 2017, pp.11-12.

질병사고는 제조업이 전체의 38.0%(2,992명)로 가장 많이 발생하고, 질병사망자는 광업이 전체의 43.2%인 349명으로 1위를 차지한다. 질병재해 유형을 살펴보면 질병자 수는 요통, 신체부담작업, 진폐 등의 순이고, 질병사망자는 진폐, 뇌심질환이 많다.

〈그림 2-19〉 질병사고에 의한 업종별 및 질병종류별 사망자수(2016년)



자료: 고용노동부, “2016년 산업재해 발생현황”, 2017, p.13, p.15.

나. 국내 대형 산업재해 사례

(1) 폭발사고

① LP 가스를 이용한 건조 작업 중 폭발사고

건조책임자가 2012년 9월 17일 오후 건조실 버너에 불을 붙이는 순간 폭발했다. 재해 발생 주요 원인은 가스검지 및 경보설비가 부착되지 않아 LP가스의 누설을 감지하지 못했기 때문이다. 가스 누설 상태를 인지하지 못한 현장 책임자가 점화 원인 중 하나인 라이터를 켜기 때문에 발생했다.⁴⁴⁾

이러한 사고를 방지하기 위해서는 인화성물질의 누설여부를 감지할 수 있는 가스검지기를 설치하고, 사람이 있는 장소는 가스누설 경보장치를 설치해야 한다. 그리고 건조설비의 온도가 정상범위에서 벗어나는 경우 위험을 알릴 수 있는 경보설비를 설치하고, 불꽃이 감지되면 자동으로 밸브를 차단시키는 장치도 설치해야 한다. 마지막으로 폭발 피해를 최소화하기 위한 폭발압력 방산구를 설치해야 한다.⁴⁵⁾

44) 고용노동부, 안전보건공단, 「대형사고예방을 위한 중대재해사례집」, 2013. 10, pp. 5-6.

45) 고용노동부, 안전보건공단, 상계서, p.7.

〈그림 2-21〉 LP 건조작업 시 화재 예방 장치

가스검지기



가스누설 경보설비



폭압방산구



자료: 고용노동부, 안전보건공단, 「대형사고예방을 위한 중대재해사례집」, 2013. 10, p. 7.

② 익산공장 Dust Silo 폭발사고

마루판의 반제품이 틀어진 상태로 절단기계(Crosscut Saw)에 들어가 그레콘(Grecon)의 알람이 울렸고, 작업자는 집진설비의 이상 유무를 확인하는 중에 백필터에서 연기가 발생함을 인지했다.⁴⁶⁾ 이에 옥외소화전을 이용하여 화재진압을 했는데, 화재가 집진기 인근에 설치된 사일로(Silo) 내부로 퍼져 압력방산구가 터지면서 소화 작업을 진행 중이던 협력업체 근로자 3명이 화상을 입었다.⁴⁷⁾ 집진기 및 집진기(백필터) 내에 화재가 발생한 경우 내부에 설치된 살수설비를 이용하여 화재 진화 작업을 해야 하나, 살수 설비를 조작하지 않고 외부에 있는 소화전을 이용한 소화 작업으로 화상을 입었다.⁴⁸⁾

(2) 추락사고

① 승강로에 끼인 일반작업용 리프트가 떨어져 사망

작업자 3명이 3층 작업장에서 작업 중 더워서 냉방장치가 있는 2층으로 이동하여 작업하고자 제품을 3층에서 2층으로 운반시키려고 리프트 운반구에 물건을 넣었다. 그때 운반구가 내려가면서 탈각 소리가 나서 2층에 내려가 보니 운반구가 덜 내려온 상태에서 대차 한쪽이 들려있어 리프트 운행이 비정상적으로 멈추었다.⁴⁹⁾ 사고가 발생한 리프트의 운반구는 비정상적인 낙하를 방지하기 위

46) 고용노동부, 안전보건공단, 상계서, p.8.

47) 고용노동부, 안전보건공단, 상계서, p.8.

48) 고용노동부, 안전보건공단, 상계서, p.9.

해 설치한 용접부위가 떨어져 나가 방호장치의 기능을 상실하여 사고가 발생했다. 이러한 추락 사고를 방지하기 위해서는 리프트 운반구의 낙하위험이 있는 장소에는 근로자의 출입을 금지하고 고장상태 등을 정기적으로 점검한 후 근로자를 출입시켜야 한다.⁵⁰⁾

② 철강회사 크레인 작업 중 추락사고

작업자 3명이 천장크레인 작업 중 추락하여 사망사고가 발생했다. 작업자가 고철장에 입고되어 있는 고철의 정리정돈 작업을 수행하던 중 고철 운반용 천장크레인 조정석이 이동 중에 점점 통로에서 추락하여 사고가 발생했다. 재해 발생 원인은 고철장 천장크레인 점검통로에 추락방지를 위한 방호울 등의 안전조치가 미설치되어 있었기 때문이다.⁵¹⁾

③ 카고크레인 작업대 탈락사고

4.5톤의 카고크레인을 타고 작업대를 옮기던 중 작업대에 타고 있는 근로자 2명이 약 7.9m 아래로 추락하여 사망사고가 발생했다. 이 사고는 작업대와 붐을 연결한 연결핀이 빠지면서 추락사고가 발생했다. 또한 운전석에서 카고크레인을 조작하던 운전원 1명이 떨어지는 작업대에 맞아 부상을 입었다.⁵²⁾ 추락사고를 방지하기 위하여 탑승설비가 떨어지거나 뒤집히지 않도록 조치를 취해야 하나, 크레인 붐과 작업대를 연결하는 연결핀을 끼워 넣고 안전핀을 체결하지 않아 결국 연결핀이 빠져 사고가 발생했다.⁵³⁾

(3) 협착사고

지게차 운전자가 작업 중인 피해자를 발견하지 못해 충돌사고로 작업자가 사망하는 사고가 발생했다. 작업자는 부산물을 이동대차에 싣고 이동하고 있었고, 지게차 운전자는 창고에 물건을 입고하기 위해 후진했는데 피해자가 이를 미처

49) 고용노동부, 안전보건공단, 상계서, p.22.

50) 고용노동부, 안전보건공단, 상계서, p.23.

51) 고용노동부, 안전보건공단, 상계서, pp.18-19.

52) 고용노동부, 안전보건공단, 상계서, p.57.

53) 고용노동부, 안전보건공단, 상계서, p.58.

발견하지 못하고 지게차와 건물구조물 사이에 끼이는 사고가 발생했다.⁵⁴⁾ 이러한 충돌 사고를 방지하기 위해서는 작업장 내에 근로자가 안전하게 이동할 수 있는 안전 통로 구획을 표시해야 하고, 회전통로의 사각지대 해소를 위해서는 반사경을 설치해야 한다. 그리고 지게차 후진 경보음이 주변 기계 소음에도 들릴 수 있도록 경보음을 상향 조정해야 한다.⁵⁵⁾

(4) 붕괴사고

① 판재더미 붕괴사고

작업자가 건조 완료한 목재더미를 출고한 후 다른 목재 더미의 건조작업을 하기 위한 준비로 바닥 청소작업을 실시했다. 그런데 판재더미가 건조 중 수축·변형이 발생하여 무게중심이 변하여 판재더미의 일부가 붕괴되었다. 이로 인하여 바닥 청소 작업 중인 근로자를 덮쳐 1명이 사망하고 1명이 부상을 입었다.⁵⁶⁾ 사고원인은 첫째, 붕괴 사고에 대한 안전대책을 포함한 작업계획서가 작성되어 있지 않았고, 둘째, 물체가 낙하될 위험이 있는 작업 시 안전모 등 개인보호구를 착용해야 하나 이러한 기본적인 안전 수칙을 지키지 않았기 때문이다.⁵⁷⁾

② 시스템비계 무너짐사고

3개 협력업체의 13명 근로자가 투입되어 보일러 내부 정비공사, 노즐팁 보강공사, 비파괴검사 등 보일러 보수 및 비파괴검사를 수행 중이었다. 보일러 내부에 설치된 시스템비계 하부 기초트러스 받침(Base Truss)이 파괴되어 시스템비계가 도괴되면서 붕괴사고가 발생했다. 이로 인하여 비계에 설치된 작업발판 상부에서 작업 중이던 작업자 13명이 추락하여 2명이 사망하고 11명이 부상을 입었다.⁵⁸⁾ 비계 반입 시 부재 특성, 상세 조립도, 부재조립방법 등을 검토한 후 조립작업을 실시하여야 하나 작업자들이 시공한 경험을 토대로 조립작업을 실시하였다. 그리고 조립 시 부재를 누락했을 뿐만 아니라 조립상태가 불량하여

54) 고용노동부, 안전보건공단, 상계서, p.24.

55) 고용노동부, 안전보건공단, 상계서, p.25.

56) 고용노동부, 안전보건공단, 상계서, p.12

57) 고용노동부, 안전보건공단, 상계서, p.13

58) 고용노동부, 안전보건공단, 상계서, p.43

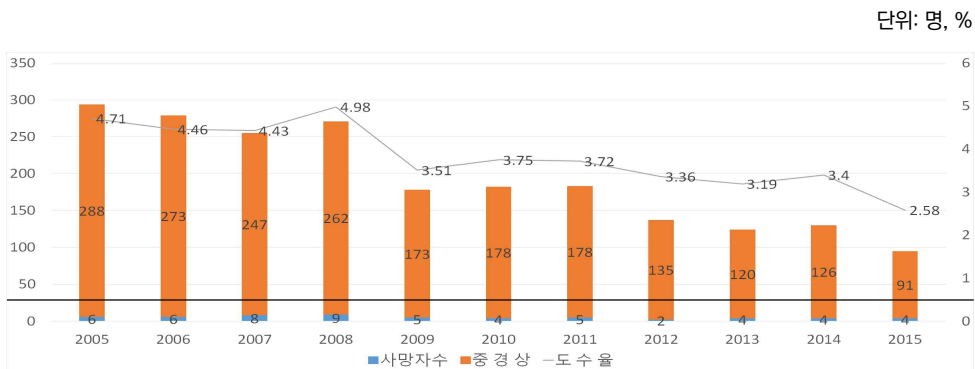
자중이 맞지 않고 투입근로자 체중, 추가로 설치한 작업발판, 자재 적치 하중 등이 더해져서 지지하는 하부 기초트러스 받침이 하중을 견디지 못하고 붕괴되어 사고가 발생했다.⁵⁹⁾

2) 항만분야 주요사고사례

가. 산업재해 통계

국내 항만물류협회에서 매년 발표하고 있는 항만하역재해 통계를 분석해 보면 2005년 이후 국내 항만에서의 사고는 지속적으로 감소하고 있음을 볼 수 있다. 항만작업 중 발생하는 중경상 부상자는 2005년 288명에서 2015년 91명으로 크게 감소하였고 연 근로시간 대비 재해자 수의 비율은 나타내는 재해도수율 역시 2005년 4.71명에서 2015년 2.58로 감소하였다. 즉 전반적으로 항만재해가 감소하고 있음을 볼 수 있다. 그러나 사망자 수는 2005년 이후 큰 변화를 보이지 않고 있으며, 중상자 비율도 지속적으로 40% 내외를 유지하고 있어 항만작업자는 여전히 작업위험에 노출되어 있음을 볼 수 있다.

〈그림 2-22〉 항만하역재해 사고추이



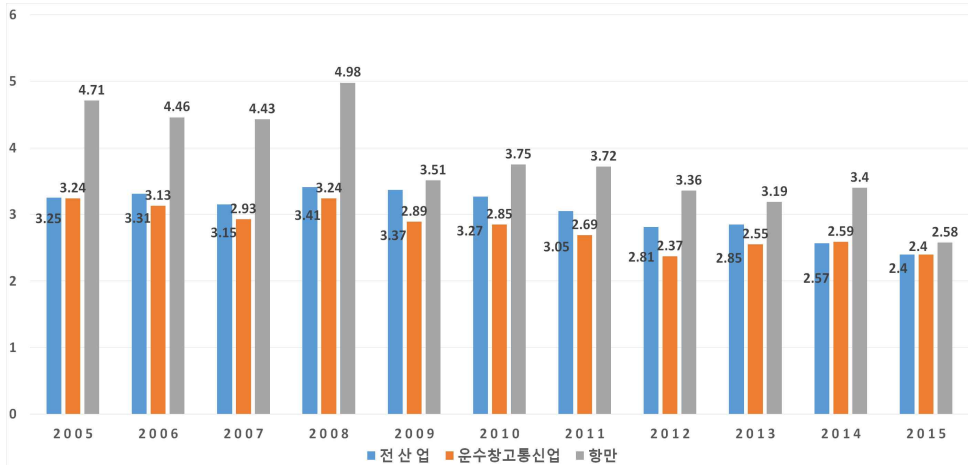
자료: 한국항만물류협회, 「항만하역재해통계 및 사례」, 2016.

또한 항만산업의 재해도수는 산업 평균은 물론 작업형태가 유사한 운수창고 통신업보다도 재해도수율이 지속적으로 높게 나타나고 있음을 볼 수 있다.

59) 고용노동부, 안전보건공단, 상계서, p.44

〈그림 2-23〉 산업별 재해도수율 비교

단위: %



자료: 한국항만물류협회, 「항만하역재해통계 및 사례」, 2016, 안전보건공단, 「산업재해분석」 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 의 내용을정리하여 저자가 작성

항만에서 주로 발생하고 있는 질병재해는 소음성 난청, 근골격계 질환, 분진 피해, 방사능 피폭 등으로 볼 수 있으나 아직 항만분야에서의 명확한 통계자료는 구축되어 있지 못하다.

나. 국내 대형 산업재해 사례

(1) 추락사고

① 벌크화물 작업 시 추락사고

선내의 열악한 작업환경으로 인한 사고도 발생하고 있다. 특히 선내 작업 시 대부분의 경우 선내에는 이미 화물의 일부가 적재되어 있어 그로 인한 2차사고가 발생한다. 수출용 파이프 선적을 위해 접안 중인 선박 선내에서 4단을 쌓은 후 5단을 쌓기 위하여 파이프적재 받침목을 깔고 내려오던 중 작업자의 발이 미끄러지면서 몸의 중심을 잃고 벽면과 파이프 사이 공간에 추락하였다.⁶⁰⁾ 선

60) 한국항만물류협회, 「항만하역재해통계 및 사례」, 2016, p55.

박 내에서는 화물을 높게 쌓기 때문에 일정이상 화물이 적재되면 좁은 공간 내 추락사고가 많이 발생한다. 특히 조도가 낮은 야간작업 시 이러한 사고의 위험은 더욱 높아지게 된다.

다른 사례를 살펴보면 H빔 선적작업 중 선외에서 선내로 들어오던 7m H빔을 붙잡으려고 서있던 중 선박의 롤링으로 인해 제품이 요동쳐 이를 피하기 위해 뒷걸음치던 작업자가 맨홀형태의 개구부에 빠지면서 왼쪽 갈비뼈 5대와 팔과 다리 등에 타박상을 입는 증상을 입기도 하였다.

② 컨테이너 선박 추락사고

컨테이너 적하 작업 시에는 신호수가 선박난간에서 무전으로 작업지휘를 하게 되는데 적재상태 확인을 위해서 몸을 돌리다가 떨어지기 쉽다. 유사한 형태로 두 개의 홀드사이 통로에서 신호를 하던 신호수가 홀드 아래를 쳐다보다 추락하여 사망하는 경우도 발생하였다.⁶¹⁾

(2) 충돌/협착사고

① 철재화물과 충돌사고

일반적으로 하역작업은 작업 내내 하역장비와 중량화물, 작업자가 같은 공간 내에서 지속적으로 투입되는 고위험 작업이다. 특히 하역 중 화물과의 충돌로 인한 작업자 재해가 주로 발생하고 있다. 적재물이 떨어지는 이유는 무척이나 다양하다. 사망사고 사례를 살펴보면 철제품 하역을 위해 접안 중인 선박 선내에서 신호 중인 작업자가 선내 천정에 결합되어있던 제품받침대가 떨어지면서 재해자에게 부딪혀 사망하였다.⁶²⁾ 또한 후판을 선적하기 위해 끌어올리는 작업 중 지상 6m 정도 올라간 상태에서 화물을 끌어올리던 벨트가 끊어지면서 후판이 낙하, 작업자가 화물에 협착되어 사망하였다.⁶³⁾ 코일의 선적 작업 시에는 코일이 모두 내려온 다음에 작업자가 직접 줄걸이용 벨트를 풀어야 한다. 이때는 당연히 작업자가 코일에 접근해야 하는데 방심하는 순간 미끄러져 코일사이에

61) 한국항만물류협회, 「항만하역재해통계 및 사례」, 2008, p58.

62) 한국항만물류협회, 「항만하역재해통계 및 사례」, 2016, p56.

63) 한국항만물류협회, 「항만하역재해통계 및 사례」, 2009, p58.

협착되어 사망하는 재해도 발생하였다.⁶⁴⁾ 철재 파이프 적재 작업 도중 작업자가 고임을 제거하다가 파이프가 굴러 피하려 했으나 이미 적재되어 있는 파이프에 걸려 넘어지면 압착되어 사망하기도 하였다.⁶⁵⁾

② 원목화물 충돌사고

원목화물 하역을 위한 와이어 작업 시 보조와이어를 감아 작업자 대피 후 원목을 들어 올리던 중 원목이 기울어져 깔려있던 원목의 끝단을 누르게 되었고, 해당 원목은 충격으로 회전하여 대피장소에 있던 작업자를 벽면으로 협착시켜 사망케 하였다⁶⁶⁾. 즉 작업자는 안전수칙을 지켜 안전한 장소로 대피해 있었으나 2차 충돌까지는 대비하지 못한 것이다. 야적장에서도 낙목 사고는 발생한다. 원목야적장에서 원목 상차 작업 중, 크롤리크레인 장비 기사가 화물차가 오도록 신호하였으나 관리작업자가 신호를 오인하여 장비 쪽으로 이동하다 원목이 낙목하여 사망하였다.⁶⁷⁾

〈그림 2-24〉 코일 선적 및 줄걸이 해체작업



자료: 포항 포스코 철재부두, 저자가 촬영, 2014

64) 한국항만물류협회, 「항만하역재해통계 및 사례」, 2008, p62.

65) 한국항만물류협회, 「항만하역재해통계 및 사례」, 2012, p59.

66) 한국항만물류협회, 「항만하역재해통계 및 사례」, 2012, p57.

67) 한국항만물류협회, 「항만하역재해통계 및 사례」, 2016, p58.

③ 장비와 협착사고

선내 지게차 작업을 위해서는 작업자가 지속적으로 바로 옆에서 보조해줘야 하며, 선내의 낮은 조도 및 비산먼지로 인한 열악한 시야, 화물 크기에 따른 운전자 사각으로 인해 작업자-지게차 또는 작업자-화물 간 협착사고가 지속적으로 발생하고 있다. 일례로 코일선적 작업 중에 비산먼지 제거를 위해 홀드 살수 작업을 수행 중인 작업자가 코일을 적재하고 후진하던 지게차의 바퀴에 우측다리가 협착되는 사고가 발생하여 과다출혈로 사망하였다.⁶⁸⁾

〈그림 2-25〉 선재 지게차 작업



자료: 포항 포스코 철재부두, KMI 촬영, 2014

④ 라싱바와의 충돌사고

국내 터미널에서는 선박에서 라싱 자재를 설치 중 라싱바가 떨어져서 안전 통로에서 작업중인 작업자가 상해를 입는 사고가 발생하기도 하였다.

68) 한국항만물류협회, 「항만하역재해통계 및 사례」, 2012, p55.

〈그림 2-26〉 라싱바 추락사고 상황도



자료: 자료 제공처의 요청에 따라 출처 미공개

⑤ 컨테이너 콘과의 충돌사고

컨테이너 상하역시 컨테이너의 코너캐스트 불량이나 노후화, 콘 자체의 문제로 인해서 낙하하여 선내 작업자나 신호수를 타격하는 사건도 벌어진다. 콘 자체가 쏠딩이이고 무게도 상당하여 안전모를 쓰고 있다고 해도 작업자와 부딪힐 경우 상당한 부상을 입히게 되며, 콘에 부딪힌 작업자가 홀드 안으로 떨어져 사망하기도 한다. 점차 선박이 대형화되고 있어 외부의 충격 없이도 작업자가 무심코 중심을 잃고 선내로 추락하여 사망하는 경우도 발생한다.⁶⁹⁾

(3) 질식사고

원목하역 작업 시 발생하는 또다른 주요 유형은 가스질식 또는 산소결핍에 의한 사고이다. 특히 원목은 자연적으로 가스를 내뿜게 되어 이러한 사고가 많이 발생하고 있다. 원목 하역을 위해 접안한 선박에서 원목 및 각재류 하역작업을 종료한 후 하역량 부족분에 대하여 확인 차 출입구 갱웨이를 통해 선창 내부로 진입한 작업자가 가스에 질식하여 의식을 잃고 쓰러져 산소결핍으로 사망하였다.⁷⁰⁾ 유사한 사례로 원목 하역작업에서 부두에 정박한 선박의 선창내부의 각

⁶⁹⁾ 저자가 부산항 컨테이너 터미널 현장 인터뷰 내용을 정리

⁷⁰⁾ 한국항만물류협회, 「항만하역재해통계 및 사례」, 2014, p57.

재 및 원목을 내리기 위하여 홀드 내부로 이동 중(Hold step ladder로 이동) 산소결핍에 의한 질식으로 사망하는 등⁷¹⁾ 원목선창에서의 질식은 주요 위험요인 중 하나로 판단된다.

2. 국내 산업재해 대응실태

1) 산업재해 유형 및 분류체계

산업재해는 통계적 분류, 상해정도별 분류, 상해종류에 의한 분류, 재해 형태별 분류 4가지로 나뉜다. 통계적 분류는 재해예방의 방침을 결정하기 위한 자료로, 포괄적으로 재해를 통계하기 위해 사용하는 방법이다. 상해정도별 분류는 산업재해 정도를 부상의 결과로 생긴 노동기능의 저하 정도에 따라 구분하는 방법이다. 상해종류에 의한 분류는 인적 측면의 재해 형태로 상해 형태에 따른 분류 방법이다. 재해 형태별 분류는 인적, 물적 측면이 모두 포함된 재해 형태의 분류 방법이다.⁷²⁾

〈표 2-10〉 산업재해 분류

구분	분류항목	세부항목
통계적 분류	-	◦ 강도울, 천인룰, 빈도울 등 재해 통계
상해 정도별 분류	사망	◦ 업무상 목숨을 잃게 되는 경우
	중상해	◦ 부상으로 인하여 8일 이상의 노동 상실을 가져온 상해 정도
	경상해	◦ 부상으로 1일 이상 7일 이하의 노동 상실을 가져온 상해 정도
	무상해 사고	◦ 응급처치 이하의 상처로 작업에 종사하면서 치료를 받는 상해 정도
상해 형태별 분류	① 골절	◦ 뼈가 부러진 상태
	② 동상	◦ 저온물 접촉으로 생긴 동상 상해
	③ 부종	◦ 국부의 혈액순환 이상으로 몸이 통통 부어 오르는 상해
	④ 찢림	◦ 칼날 등 날카로운 물건에 찢린 상해

71) 한국항만물류협회, 「항만하역재해통계 및 사례」, 2012, p58.

72) 21세기 안전기술연구소, 「일반(정기) 안전교육자료: 산업재해의 발생요인 및 대책」, 2012. 12., pp.2~3.

구분	분류항목	세부항목
	⑤ 타박상	◦ 타박, 충돌, 추락 등으로 피부 표면보다는 피하조직 또는 근육부를 다친 상해
	⑥ 절단	◦ 신체 부위가 절단된 상해
	⑦ 중독·질식	◦ 음식, 약물, 가스 등에 의한 중독이나 질식된 상해
	⑧ 찰과상	◦ 스치거나 문질러서 벗겨진 상해
	⑨ 베임	◦ 창, 칼 등에 베인 상해
	⑩ 화상	◦ 화재 또는 고온물 접촉으로 인한 상해
	⑪ 청력장해	◦ 청력이 감퇴가 된 상해
	⑫ 시력장해	◦ 시력이 감퇴 또는 실명이 된 상해
	⑬ 기타	◦ ①~⑫항목으로 분류 불능 시 상해 명칭을 기재
	⑭ 그 외	◦ 뇌진탕, 익사, 피부병 등
재해 형태별 분류	① 추락	◦ 사람이 건축물, 비계, 기계, 사다리, 계단, 경사면, 나무 등에서 떨어지는 것
	② 전도	◦ 사람이 평면상으로 넘어진 경우
	③ 충돌	◦ 사람이 정지물에 부딪힌 경우
	④ 낙하, 비래	◦ 물건이 주체가 되어 사람이 맞은 경우
	⑤ 협착	◦ 물건에 끼여진 상태, 말려든 상태
	⑥ 감전	◦ 전기 접촉이나 방전에 의해 사람이 충격을 받은 경우
	⑦ 폭발	◦ 압력의 급격한 발생 또는 개방으로 폭음을 수반한 팽창이 일어날 경우
	⑧ 붕괴, 도괴	◦ 적재물, 비계, 건축물이 무너진 경우
	⑨ 파열	◦ 용기 또는 장치가 물리적인 압력에 의해 파열된 경우
	⑩ 화재	◦ 화재로 인한 경우를 말하며 관련물체는 발화물을 기재
	⑪ 무리한 동작	◦ 무거운 물건을 들다가 허리를 삐거나 부자연한 자세 또는 동작의 반동으로 상해를 입은 경우
	⑫ 이상온도 접촉	◦ 고온이나 저온에 접촉한 경우
	⑬ 유해물 접촉	◦ 유해물 접촉으로 중독이나 질식된 경우
	⑭ 기타	◦ ①~⑬항목으로 구분 불능 시 발생형태 기재

자료: 21세기 안전기술연구소, 「일반(정기) 안전교육자료: 산업재해의 발생요인 및 대책」, 2012. 12., pp. 2-3을 기반으로 하여 저자 작성

한국산업안전보건공단이 발간한 자료에 의하면 산업재해를 작업 중 재해, 건설현장 재해, 교통재해, 광산재해, 체육행사 등 작업 외 재해, 업무상 질병, 기타 재해 등으로 분류하고 있다.⁷³⁾ 산업재해 유형 분류 시 산업재해 발생 형태를 우선적으로 파악·분류하고, 상해에 직접적인 영향을 주지 못한 경우에는 원인이

된 물체 또는 물질을 확인하여 재해자에게 어떻게 접촉, 폭로되었는가를 기준으로 분류한다.⁷⁴⁾

〈표 2-11〉 발생형태별 산업재해 유형 분류체계

분류 코드	발생형태	정의
0	물체 및 설비에 접촉	
00	상세정보 부족한 물체 및 설비에 접촉	-
01	추락	◦ 사람이 인력(중력)에 의하여 건축물, 구조물, 가설물, 수목, 사다리 등의 높은 장소에서 떨어지는 것을 말함
02	전도·전복	◦ 사람이 거의 평면 또는 경사면, 총계 등에서 구르거나 넘어짐 또는 미끄러진 경우와 물체가 전도·전복된 경우를 말함
03	충돌·접촉	◦ 재해자 자신의 움직임동작으로 인하여 기인물에 접촉 또는 부딪히거나, 물체가 고정부에서 이탈하지 않은 상태로 움직임(규칙, 불규칙)등에 의하여 접촉충돌한 경우를 말함
04	낙하·비래	◦ 구조물, 기계 등에 고정되어 있던 물체가 중력, 원심력, 관성력 등에 의하여 고정부에서 이탈하거나 또는 설비 등으로부터 물질이 분출되어 사람을 가해하는 경우를 말함
05	협착·감김	◦ 두 물체 사이의 움직임에 의하여 일어난 것으로 직선운동하는 물체 사이의 협착, 회전부와 고정체 사이의 끼임, 로울러 등 회전체 사이에 물리거나 또는 회전체돌기부 등에 감긴 경우를 말함
06	붕괴·도괴	◦ 토사, 적재물, 구조물, 건축물, 가설물 등이 전체적으로 허물어져 내리거나 또는 주요 부분이 꺾어져 무너지는 경우를 말함
07	압박·진동	◦ 재해자가 물체의 취급과정에서 신체특정부위에 과도한 힘이 편중·집중·눌려진 경우나 마찰접촉 또는 진동 등으로 신체에 부담을 주는 경우를 말함
09	기타 물체 및 설비에 접촉	-
1	신체반작용 및 동작	
10	상세정보 부족한 신체반작용 및 동작	-
11	신체반작용	◦ 물체의 취급과 관련없이 일시적이고 급격한 행위동작,

73) 한국산업안전보건공단, 「산업재해 기록·분류에 관한 지침」, 2012.5., p.17.

74) 한국산업안전보건공단, 상계서, p. 25

분류 코드	발생형태		정의
			균형상실에 따른 반사적 행위 또는 놀람, 정신적 충격, 스트레스 등을 말함
	12	부자연스런 자세	◦ 물체의 취급과 관련없이 작업환경 또는 설비의 부적절한 설계 또는 배치로 작업자가 특정한 자세동작을 장시간 취하여 신체의 일부에 부담을 주는 경우를 말함
	13	과도한 힘·동작	◦ 물체의 취급과 관련하여 근육의 힘을 많이 사용하는 경우로서 밀기, 당기기, 지탱하기, 들어올리기, 돌리기, 잡기, 운반하기 등과 같은 행위동작을 말함
	14	반복적 동작	◦ 물체의 취급과 관련하여 근육의 힘을 많이 사용하지 않는 경우로서 지속적 또는 반복적인 업무수행으로 신체의 일부에 부담을 주는 행위동작을 말함
	19	기타 신체반작용 및 동작	-
2	유해·위험물질 및 환경에 노출·접촉		
	20	상세정보 부족한 유해, 위험물질 환경에 노출 및 접촉	-
	21	이상온도 노출·접촉	◦ 고·저온 환경 또는 물체에 노출·접촉된 경우를 말함
	22	이상기압 노출	◦ 고·저기압 등의 환경에 노출된 경우를 말함
	23	유해·위험 물질 노출·접촉	◦ 유해·위험물질에 노출·접촉 또는 흡입하였거나 독성동물에 쏘이거나 물린 경우를 말함
	24	소음노출	◦ 폭발음을 제외한 일시적·장기적인 소음에 노출된 경우를 말함
	25	유해광선 노출	◦ 전리 또는 비전리 방사선에 노출된 경우를 말함
	26	산소 결핍·질식	◦ 유해물질과 관련 없이 산소가 부족한 상태·환경에 노출되었거나 이물질 등에 의하여 기도가 막혀 호흡기능이 불충분한 경우를 말함
	29	기타 유해·위험물질 및 환경에 노출·접촉	-
3	화재 등 특정사고		
	31	화재·폭발	◦ 가연물에 점화원이 가해져 비의도적으로 불이 일어난 경우를 말하며, 방화는 의도적이기는 하나 관리할 수 없으므로 화재에 포함시킴
		폭발	◦ 건축물, 용기 내 또는 대기 중에서 물질의 화학적, 물리적 변화가 급격히 진행되어 열, 폭발, 폭발압이 동반하여 발생하는 경우를 말함
	32	전류접촉	◦ 전기설비의 충전부 등에 신체의 일부가 직접 접촉하거나 유도전류의 통전으로 근육의 수축, 호흡곤란, 심실세동 등이 발생한 경우 또는 특별고압 등에 접근함에 따라 발생한 섬락 접촉, 합선·훈촉 등으로 인하여 발생한 아크(Arc)에 접촉된

분류 코드	발생형태	정의
		경우를 말함
39	기타 화재 등 특정사고	-
4	폭력행위	
41	폭력행위	◦ 의도적인 또는 의도가 불분명한 위험행위(마약, 정신질환 등)로 자신 또는 타인에게 상해를 입힌 폭력폭행을 말하며, 협박·언어·성폭력 및 동물에 의한 상해 등도 포함함
9	기타 발생형태	
99	기타 발생형태	-
Z	분류불능	

자료: 한국산업안전보건공단, 「산업재해 기록·분류에 관한 지침」, 2012.5., pp. 49-50을 기반으로 하여 저자 작성

2) 산업재해 관련 법제도 분석

국내 산업재해 관련 법령은 「산업안전보건법」, 「진폐의 예방과 진폐근로자의 보호 등에 관한 법률」, 「한국산업안전보건공단법」, 「산업재해보상보험법」 등이 있다. 산업재해에는 보상과 예방이라는 두 가지 측면이 있는데, 산업재해 보상은 노동자가 이미 직업병에 걸리거나 산업재해 사고를 당한 후에 그 노동자를 어떻게 산재로 인정하고 치료하고 보상을 해주는가 하는 문제를 다루는 것이다. 산업재해 예방은 노동자가 직업병에 걸리거나 산재 사고를 당하기 전에 그런 일이 발생하지 않도록 미리미리 조치를 취하자는 것이다.⁷⁵⁾ 「산업안전보건법」, 「진폐의 예방과 진폐근로자의 보호 등에 관한 법률」, 「한국산업안전보건공단법」은 산업재해 예방을 목적으로 만들어진 법이다. 「산업재해보상보험법」은 산업재해 보상 측면이 강한 법이라고 할 수 있다.

〈표 2-12〉 산업재해 관련 법

구분	목적	조문 내용
----	----	-------

⁷⁵⁾ 하종강의 노동과 꿈 홈페이지: 산업재해의 예방과 보상, <http://hadream.com/xe/sanjae/56328>(검색일 2017. 9. 30)

구분	목적	조문 내용
산업안전보건법 (법률제13906호)	산업안전·보건에 관한 기준을 확립하고 그 책임의 소재를 명확하게 하여 산업재해를 예방하고 쾌적한 작업환경을 조성함으로써 근로자의 보건을 유지·증진함을 목적으로 하고 있다.	- 산업재해 예방계획의 수립·공표 - 사업장의 산업재해 발생건수 등 공표 및 산업재해 발생 기록 및 보고 - 안전·보건 관리 체계 - 안전보건관리규정 - 안전교육, 안전인증, 안전검사 등의 유해·위험 예방 조치 - 근로자의 보건관리
산업재해보상 보험법 (법률 제14499호)	산업재해보상보험 사업을 시행하여 근로자의 업무상의 재해를 신속하고 공정하게 보상하며, 재해근로자의 재활 및 사회 복귀를 촉진하기 위하여 이에 필요한 보험시설을 설치·운영하고, 재해 예방과 그 밖에 근로자의 복지 증진을 위한 사업을 시행하여 근로자 보호에 이바지하는 것을 목적으로 하고 있다.	- 산업재해 보상 보험 및 예방 심의위원회를 설치 - 근로복지공단 설립 및 운영 - 업무상 재해 인정기준 마련, 업무상 질병 판정위원회 운영 등의 보험급여 관련 사항 - 진폐에 따른 보험급여의 특례 - 근로복지 사업 - 산업재해 보상보험 및 예방기금 - 심사청구 및 재심사 청구
진폐의 예방과 진폐근로자의 보호 등에 관한 법률 (법률제14839호)	진폐(塵肺)의 예방과 분진작업(粉塵作業)에 종사하는 근로자에 대한 건강관리를 강화하고, 진폐에 걸린 근로자 및 그 유족에 대한 위로금의 지급에 관한 사항을 정하여 근로자의 건강 보호와 복지 증진에 이바지하는 것을 목적으로 한다.	- 진폐의 예방 - 건강진단, 진폐근로자의 보호 등 건강관리 - 진폐위로금 지급 등 진폐근로자 보호 사업
한국산업안전보건공 단법 (법률 제14502호)	한국산업안전보건공단을 설립하여 산업재해예방 기술의 연구·개발과 보급, 산업안전보건 기술지도 및 교육, 안전·보건진단 등 산업재해 예방에 관한 사업을 효율적으로 수행하게 함으로써 근로자가 안전하고 건강하게 일할 수 있도록 하고 사업주가 재해 예방에 힘쓰게 하여 국민 경제발전에 이바지함을 목적으로 한다.	- 한국산업보건공단 설립 정관 - 한국산업안전보건공단의 사업 내용 명시 - 산업재해예방기술 연구개발 및 보급 - 산업안전보건에 관한 교육 - 사업장 산업재해 예방을 위한 안전·보건 진단 또는 관리 등과 이를 위한 기술지원 - 유해하거나 위험한 기계, 기구 등의 안전인증 또는 안전검사 - 산업재해예방을 위한 시설자금 지원 - 산업재해예방시설의 설치·운영 - 산업안전보건에 관한 정보 및 자료의 수집·발간·제공

구분	목적	조문 내용
		- 산업안전보건에 관한 국제협력 - 산업안전보건에 관하여 노동부장관이나 그 밖에 중앙행정기관의 장이 위탁하는 사업 등

자료: 국가법령정보센터 각 법령을 기반으로 하여 저자 작성

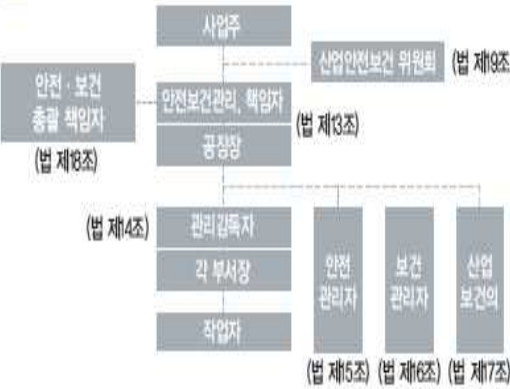
3) 산업재해 재해대응체계 분석

고용노동부와 산업재해예방 안전보건공단이 산업재해 예방 및 대응을 위해 4대 추진과제 및 17대 실천수칙이 있는 “산업재해예방 안전수칙 가이드북”을 발간했다. 4대 추진과제는 이크(IECR)이라는 이니셜로 표현된다. 첫째, 위험요인 드러내기(Identify), 둘째, 사고위험 없애기(Eliminate), 셋째, 잠재위험 통제하기(Control), 넷째, 사고 시 신속 대응하기(Response)이다. 17대 실천수칙은 4대 추진과제를 실현하기 위한 기본적인 안전수칙이다.⁷⁶⁾

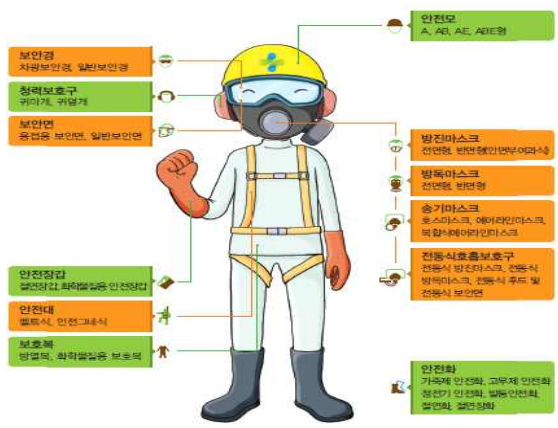
〈표 2-13〉 산업재해 예방 및 대응을 위한 4대 추진과제 및 17대 실천수칙

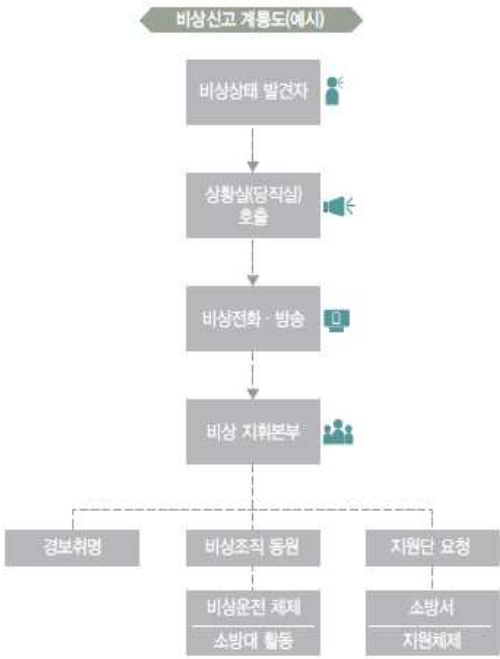
4대 추진과제	17대 실천수칙	개요
위험요인 드러내기 (Identify)	1. 작업장 위험요인 발굴하기	◦ 사업장 내 잠재위험을 포함하여 작업장의 모든 위험요인을 노·사가 자율적으로 발굴·도출하는 안전보고 활동
	2. 위험요인 목록 작성하기	◦ 드러난 위험요인에 대하여 모든 위험을 허용 가능한 위험과 허용 불가능 위험으로 분류하여 목록화하여 개선활동을 위한 기초자료로 활용
	3. 작업장 위험요인 알려주기	◦ 위험요인 목록을 작업장 근로자에게 신속·명확하게 알려주기 위하여 발굴된 위험을 허용 가능한 위험과 허용 불가능 위험에

76) 고용노동부, 안전보건공단, 「산업재해예방 안전수칙 가이드북」, 2013.9., pp. 6-7.

4대 추진과제	17대 실천수칙	개요
		따라 불류하여 근로자가 위험 상황에 직면되지 않도록 하는 조치 - (예) 계단, 바닥 등 미끄럼 위험이 있는 장소에 “미끄럼방지 주의 표지판” 설치
사고위험 없애기 (Eliminate)	4. 확인된 위험요인 표시 및 표지	◦ 작업장 내 허용 불가능 위험요인에 대한 안전수칙 표시 및 표지를 근로자가 쉽고, 명확하게 식별하여 불안정한 행동을 유발하지 않도록 장소, 설비, 작업별 위험요인을 표시 및 표지하여 근로자의 위험요인에 대한 경각심 부여 
	5. 작업자가 위험요인 개선 요청하기	◦ 작업자의 다양한 넘어짐, 끼임, 떨어짐 등에 의한 위험요인과 열악한 작업환경에 의한 질병을 예방하기 위해 개선대책을 수립하여 우선적으로 개선 ◦ 안전보건관리 체계 - 각 사업장별 안전보건조직체계에 따라 관리감독자, 관리책임자 등 단계별 개선 요청 

4대 추진과제	17대 실천수칙	개요
잠재위험 통제하기 (Control)	조치하기	
	7. 안전조치 이상유무 감시하기	◦ 대형사고가 발생할 수 있어 위험방지가 특히 필요한 화재, 폭발, 누출 등 위험물질 취급, 밀폐공간 작업, 정비·보수 등의 작업 시 관리감독자 지정, 업무분장 등을 통한 점검 ◦ 안전·보건 조치 대상 설비 
	8. 사고위험성 최소화 하기	◦ 작업장의 다양한 넘어짐, 끼임, 떨어짐 등에 의한 위험요인과 열악한 작업 환경에 의한 질병 등 위험성을 최소화하기 위해 개선대책을 수립, 시행 ◦ 위험성을 최소화하기 위한 절차  ◦ 위험성 개선 조치 절차  • 위험성 개선 후 개선대책의 타당성, 위험성 감소여부 피드백 실시

4대 추진과제	17대 실천수칙	개요
	하기	
	10. 작업 전 안전교육 및 개인별 위험요인 숙지하기	◦ 작업시작 전 안전교육 및 작업자 개인별 유해·위험요인 숙지를 통해 안전수칙을 준수하여 안전작업이 이뤄질 수 있도록 조치
	11. 개인보호구 지급 및 착용하기	◦ 기계·설비 등 근원적 안전보건 확보가 어려운 경우의 유해·위험요인으로부터 근로자를 보호하기 위하여 해당 작업조건에 맞는 보호구를 지급·착용  The diagram shows a worker in full PPE. Labels include: 안전모 (A, AE, AE, AE형), 방진마스크 (호흡기, 방진필터, 방진필터, 방진필터), 방독마스크 (호흡기, 방독필터, 방독필터, 방독필터), 송기마스크 (호흡기, 송기필터, 송기필터, 송기필터), 전동식호흡보호구 (호흡기, 방독필터, 방독필터, 방독필터), 안전장갑 (방독장갑, 방독장갑, 방독장갑, 방독장갑), 안전대 (방독대, 방독대, 방독대, 방독대), 보호복 (방독복, 방독복, 방독복, 방독복), 안전화 (방독화, 방독화, 방독화, 방독화).
	12. 안전작업절차 표시 및 준수하기	◦ 사업장에서 정비, 보수 등의 비정상작업 또는 잠재 위험이 존재하는 작업공정에서 근로자가 지켜야 할 안전작업절차를 구체적으로 제정, 부착하여 안전한 작업을 유도
	13. 작업시작 전, 중, 후 안전점검하기	◦ 산업재해예방을 위해서 작업시작 전, 중, 후 안전점검을 통한 문제점 도출 및 안전대책 수립, 조치 등 주기적인 피드백 실시로 자율안전체계 구축
	14. 하청업체 안전작업 책임자 지정 및 작업 관리하기	◦ 하청업체 근로자의 안전한 작업을 위하여 하청업체의 관리감독자가 근로자의 안전작업에 대한 철저한 관리

4대 추진과제	17대 실천수칙	개요
	16. 사고 발생 시 긴급대피 및 관계기관에 신고하기	◦ 사고 발생 시 초기에 진압해 사고피해의 확산 최소화, 인적 및 물적 재산 피해 최소화, 사업장 생산중단기간 감소를 위한 긴급대비 절차 마련  <pre> graph TD A[비상신고 계통도(예시)] --> B[비상상태 발견자] B --> C[상황실(담당직실) 호출] C --> D[비상전화·방송] D --> E[비상 지휘본부] E --> F[경보취명] E --> G[비상조직 동원] E --> H[지원단 요청] G --> I[비상운전 체제 소방대 활동] H --> J[소방서 자원체제] </pre>
	17. 사고원인·대응 적절성 조사 및 재발방지 조치하기	◦ 산업재해는 반복해서 발생하는 속성이 있기 때문에 발생한 산업재해를 분석·검토하여 동종재해 또는 유사재해의 재발방지에 노력 필요 ◦ 사고 조사보고서 포함 내용 - 사고조사팀 전원의 소속·성명 기록 및 서명날인 - 사고일시 및 장소 - 사고조사 일시 - 사고유형, 사고물질명과 설비명 - 사고개요와 원인 - 사고로 인한 피해의 크기와 범위 및 경제적 손실비용 - 수행된 비상대응 적절성 검토 - 동종사고 재발방지 대책 등

제3절 시사점

국내외 항만사고사례를 분석한 결과, 원인이 불분명한 것이 존재하기는 하지만, 대부분의 사고는 상호 정보 교환 실패 및 인지 센서 등이 없어 충돌하는 사고, 사고 발생시점의 경고 등이 없어 발생했다. 예를 들면 제벨 알리(Jebel Ali) 항의 선박이 안벽크레인을 친 사고, 미국 에버클레이즈항의 트럭과 야드트랙터의 충돌사고 등은 부딪히기 전 상호 인지센서에 의한 정보 교환만 있었다면 사전에 사고를 방지할 수 있었다. 그리고 미국 필라델피아 Packer Avenue Marine 터미널 컨테이너 추락사고, 독일 브레메하펜항의 컨테이너 압사 사고도 기계 고장에 대한 경고음 등이 발생했다면 추락하는 컨테이너 등에 의한 2차 사고를 예방할 수 있었다. 그러므로 IoT 센서 기술 등을 활용한다면 일부 항만 하역사고는 사전에 예방이 가능할 것으로 판단된다.

ILO, OECD에서 분류 및 집계하는 산업재해 통계는 사망자 수, 피해액 등 사고 집계, 변화 추이 분석에 초점이 맞추어져 있으므로 해외에 제출하는 통계는 이 목적에 맞추어 구성하는 것이 필요하다.

미국, 독일, 일본 등 선진국 등은 산업재해 발생 후 작업자의 직업 복귀 등 사고자를 중심으로 정책이 펼쳐져 있다. 그리고 이들 국가들은 사고 발생 전에 감독관을 기업에 파견하여 사고 발생가능성을 조사하는 등 사후 처리가 아닌 사전 예방에 더 많은 예산과 노력을 투자하고 있다.

우리나라는 상해정도, 상해형태, 재해형태 등으로 데이터를 정리하고 있다. 이로 인하여 산업재해 발생요인, 인과관계에 대한 면밀한 분석의 한계가 존재한다. 우리나라도 고용노동부와 산업재해예방 안전보건공단이 산업재해 예방 및 대응을 위해 ‘산업재해예방 안전수칙 가이드북’을 발간했다. 항만하역부분도 한국항만물류협회가 발간하는 항만하역 안전사고 사례를 좀 더 발전시켜 항만하역사고 예방 안전수칙 가이드북을 발간하는 것이 필요할 것으로 판단된다. 국내외 사례를 분석해볼 때 사고 발생원인을 분석하여 사고가 발생하지 않도록 예방 조치를 마련하고 있으므로 사고데이터 수집, 분석, 예측, 가이드북 발간 등에 대한 준비 및 노력이 더욱 필요할 것으로 생각된다.

제3장 국내외 IoT/빅데이터 기술 운용실태 《

제1절 IoT/빅데이터 개념 및 구성

1. 항만 IoT의 개념과 구성요소

IoT는 다양한 기관에서 각각 서로 다른 정의들을 발표하고 있으나 중국에는 사람, 사물, 네트워크, 통신, 정보, 지능, 상호연결, 표준, 인프라 등 9개 단어로 표현되고 있다.

산업통상자원부(2014)에서는 다양한 각 기관들의 IoT 정의들을 종합, 분석하여 다음과 같이 그 정의를 제시하고 있다. IoT란 ‘센서를 통해 데이터 수집이 가능한 사물들이 서로 연결되어 사람의 개입 없이 스스로 데이터를 분석, 판단하고 상호 소통을 통해 서비스를 창출하는 글로벌 네트워크인프라’로서 정의하고 있다.⁷⁷⁾

동 연구에서는 IoT에 대한 정의는 별도로 설정하지 않고 기존 각 기관 및 정부에서 제시한 IoT 정의를 참조, 활용하고자 한다. 따라서 이를 기반으로 항만 내 적용되는 IoT 기술에 대한 의미를 다음과 같이 제시한다.

항만에서 사용되는 IoT 기술은 항만 내 모든 자원들(장비, 시설, 컨테이너, 사람 등)이 위치, 상태 등의 정보를 공유함으로써 상호 간 가시성(Visibility), 예측가능성(Predictability), 민첩성(Agility)을 확보하고, 이를 기반으로 상황을 분석/예측함으로써 항만 자원들의 자율적인 의사결정이 가능한 기술을 의미한다⁷⁸⁾.

⁷⁷⁾ 산업통상자원부, 「사물인터넷을 활용한 제조업 경쟁력 강화방안 연구」, 2014.10, p13

⁷⁸⁾ 한국해양수산개발원, 「IoT 기반 차세대 항만 물류 및 운영시스템 기술 개발 기획연구」, 최종 발표자료, 2016.06

〈표 3-1〉 기관별 IoT 정의

기관	명칭	정의
ITU-T	IoT	• 현존하는 그리고 진화되고 있는 상호운용가능한 정보통신기술을 기반으로 물리적, 가상적 사물들이 상호연결을 통해서 진화된 서비스를 가능하게 하는 정보사회를 위한 글로벌 인프라 • 모든 사물에게까지 네트워크 연결을 제공하는 네트워크의 네트워크
EU policy Outlook RFID	IoT	• 대상물들(objects) 간에 통신 가능한 네트워크와 서비스
EU IoT in 2020	IoT	• 표준화된 통신프로토콜에 기반한 독자적이면서 자체주소를 가진 상호 연결된 대상물의 전 세계 네트워크
IERC (European Research Cluster on Internet of Things)	IoT	• 현재의 인터넷과 진화되고 있는 새로운 인터넷을 모두 포함하는 차세대 인터넷의 부분으로서, 표준기반의 상호운용 가능한 통신프로토콜을 기반으로 자가 설정이 가능한 동적인 글로벌 네트워크 인프라. 이러한 인프라에서 물리적, 가상적 사물들은 식별자와 속성들을 가지며, 지능적 인터페이스를 제공하고, 중요하게는 정보네트워크에 유연하게 통합될 수 있어야 한다.
CASAGRAS	IoT	• 데이터 캡처 및 통신 기능의 가용성을 활용해 물리적 객체 및 가상객체를 연결하는 글로벌 네트워크 인프라는 기존의 발전하고 있는 인터넷과 네트워크 인프라를 포함한다. 그것은 독립적인 협력서비스 및 응용프로그램개발을 위한 기초로 특정 개체식별, 센서 및 연결기능을 제공하며 자율적인 데이터 캡처, 이벤트 전송, 네트워크연결 및 높은 수준의 상호 운용성을 특징으로 한다
CERP	IoT	• 미래인터넷의 통합부분이며 물리적 또는 가상의 식별자를 가진 표준 및 상호운용 통신프로토콜, 물리적 형태와 지능, 자동 구성기능과 역동적인 글로벌 네트워크 인프라 • 지능형 인터페이스를 사용하고 원활하게 정보네트워크에 통합되며 자율적으로 반응하면서 사물이 환경에 대해 '감지' 데이터와 정보를 교환하여 서로 환경과의 상호작용을 통한 의사소통이 활성화되고, 정보, 사회적 과정에 적극적으로 참여될 것으로 예상되는 것을 말한다.
Cisco	IoT	• 네트워크들의 네트워크로 각기 운용되는 에너지, 운송, 비즈니스, 교육, 홈네트워크 등이 보다 진화된 보안, 분석, 관리능력을 갖는 거대한 네트워크로 통합, 형성하게 될 것
KISDI 프리미엄 레포트	IoT	• 사람, 사물, 공간 등 모든 것들(Things)이 인터넷(Internet)으로 서로 연결되어, 모든 것들에 대한 정보가 생성수집되고 공유·활용되는 것
위키피디아	IoT	• 사물에 센서나 데이터 취득이 가능한 구조의 인터넷을 연결한 기술

기관	명칭	정의
환경경제용어 사전 (네이버)	IoT	• 유·무선통신망으로 연결된 기기들이 사람의 개입 없이 센서 등을 통해 수집한 정보를 서로 주고받아 스스로 일을 처리하는 것을 의미한다
인텔코리아	IoT	• 인텔리전스한 디바이스가 모여서 새로운 서비스를 창출하는 것. 사물인터넷이 인텔리전트하기 위해서는 3가지 요소를 갖추고 있어야 함. 느낄 수 있고(센서), 느끼는 것을 갖고 판단할 수 있어야하고(프로세스), 판단한 것을 말할 수 있어야 하는(통신프로토콜) 3가지 요소가 필요
IBM Smarter Planet	IoT	• 지구 자체는 늘 엄청난 데이터를 생성해내고 있으나, 아직까지 우리는 생성된 데이터를 활용하고 있지 못하다. 이제 모든 사물들이 상호 연결됨으로 인해서 지속적으로 발생된 데이터를 실제로 접근할 수 있게 된다. 지구는 이러한 데이터와 이에 대한 분석을 기반으로 하나의 거대한 신경시스템처럼 진화하게 될 것이며, 이를 기반으로 지능이 개발되고 결국 좀 더 스마트한 지구가 될 것이다. 이것이 IoT이다.
KISA	IoT	• 인간, 사물, 서비스의 분산된 환경요소에 대해 인간의 명시적 개입 없이 상호협력적으로 센싱, 네트워킹, 정보처리 등의 지능적 관계를 형성하는 사물공간 연결망 • 고유하게 식별 가능한 사물(Things)이 만들어낸 정보를 인터넷을 통해 공유하는 환경
산업통상자원부	IoT	• 센서를 통해 데이터 수집이 가능한 사물들이 서로 연결되어 사람의 개입 없이 스스로 데이터를 분석, 판단하고 상호 소통을 통해 서비스를 창출하는 글로벌 네트워크 인프라
Cisco	IoE	• 만물인터넷은 사람, 프로세서, 데이터, 사물 등 세상만물이 인터넷에 연결돼 서로 소통하며 새로운 가치와 경험을 창출하는 기술. 사물인터넷에서 확장된 개념으로 사람, 모바일, 클라우드 등 모든 것을 서로 연결시켜 상호 소통할 수 있음
ETSI	M2M	• 인간의 직접적인 개입이 꼭 필요하지 않은 둘 혹은 그이상의 객체 간에 일어나는 통신
IEEE	M2M	• 가입자장치(Subscriber station)와 기지국(Base station)을 걸쳐 코어-네트워크에 위치하는 서버 간의 정보교환 혹은 가입자장치 간 인간의 개입 없이 발생하는 정보 교환
3GPP	MTC	• 인간의 개입이 꼭 필요하지 않는 하나 혹은 그 이상의 객체가 관여하는 데이터 통신의 형태
ITU-T	MOC	• 인간의 직접적인 개입이 최소한으로 요구되거나, 혹은 요구되지 않는 둘 혹은 그 이상의 객체 간의 통신
ITU-T	USN	• 센서가 수집한 정보를 상황인식 기능에 의하여 처리한 후 때와 장소, 대상을 불문하고 지식서비스를 제공하는 현존하는 물리적 네트워크상의 개념적인 네트워크

자료 : 산업통상자원부, 「사물인터넷을 활용한 제조업 경쟁력 강화방안 연구」, 2014. 10, p10~12

산업통상자원부(2014)에서는 IoT의 구성요소를 디바이스(반도체칩, 센서, 통신모듈, 단말기)와 서비스(플랫폼, 통신, 서비스)로 구분하여 제시하고 있다. 동 연구에서는 항만에서 사용되는 IoT의 구성요소를 한국해양수산개발원(2016)에서 제시한 항만 IoT를 기준으로 일부 수정하여 다음 5가지로 구분하였다.

항만 IoT는 센서를 통해 항만 내 각종 자원들의 위치나 상태정보를 수집하는 정보수집기술, 수집된 정보를 기반으로 가공된 의사결정 정보를 각 자원들에게 표현하는 정보제공(단말)기술, 각종 IoT 구성요소들을 관리하는 통합플랫폼 기술, 통신망을 통한 각 자원들 간의 상호 연결을 담당하는 통신네트워크 기술, 각 정보를 빅데이터를 통해 가공, 분석하여 항만 내·외부 자원들에게 서비스하는 운영시스템 기술 등으로 구성된다.

〈표 3-2〉 항만 IoT의 기술적 구성

구성요소	세부내용
정보수집기술	• 항만 내 모든 자원들(장비, 시설, 컨테이너, 사람 등)로부터 위치, 상태, 보안 등의 정보를 수집하기 위한 부착형/설치형 장치 및 관련 소프트웨어
정보제공기술	• 수집된 자원들의 의사결정 정보를 작업자 또는 각 자원들에게 공유하기 위한 장치 및 관련 소프트웨어
통합플랫폼 기술	• 항만 내 IoT 디바이스 및 시스템 간 통신, 디바이스 관리 등을 위한 프로토콜 및 플랫폼 장치 및 관련 소프트웨어
통신네트워크 기술	• 항만 내 IoT 디바이스 및 통합플랫폼, 시스템 간 통신을 위한 네트워크 인프라
운영시스템 기술	• 수집된 자원들의 정보를 빅데이터를 통해 처리/가공/분석하여 항만 내·외부 자원들에 서비스하기 위한 장치 및 관련 소프트웨어

자료 : 한국해양수산개발원, 「IoT 기반 차세대 항만 물류 및 운영시스템 기술 개발 기획연구」, 2016를 기반으로 세부내용을 수정하여 저자 작성

2. 항만 빅데이터의 개념과 구성요소

일반적으로 빅데이터 또한 다양한 전문가 및 기관에서 여러 정의들을 제시하고 있다. 〈표3-3〉의 빅데이터 정의들을 분석해보면 빅데이터는 데이터의 다

양성, 대규모성, 신속성에 대한 속성을 포함하고 있다. 따라서 기존의 DB도구로서 관리, 분석이 불가능해 새로운 분석방법이 필요한 기술이다.

〈표 3-3〉 빅데이터의 정의

기관	정의
Doug Laney (2001)	• 빅데이터 구성요소로 Volume, Velocity, Variety를 설정. Volume은 데이터의 크기, Velocity는 데이터 In/Out 속도, Variety는 데이터의 형태 및 데이터의 생성원의 다양성을 의미
Dedić, N.; Stanier, C. (2017).	• 빅데이터는 비 체계적, 반 구조적 및 구조화 된 데이터를 포함하지만 주요 초점은 구조화되지 않은 데이터
IDC ⁷⁹⁾	• 빅데이터 기술은 다양한 형태로 구성된 방대한 크기의 데이터로부터 경제적으로 필요한 가치를 추출할 수 있도록 디자인된 차세대 기술
McKinsey Global Institute(2011)	• 빅 데이터는 일반적인 데이터베이스 소프트웨어 톨로 캡처, 저장, 관리 및 분석 할 수 있는 능력을 넘어서는 데이터세트를 의미
네이버 지식백과	• 빅데이터란 디지털 환경에서 생성되는 데이터로 그 규모가 방대하고, 생성 주기도 짧고, 형태도 수치 데이터뿐 아니라 문자와 영상 데이터를 포함하는 대규모 데이터를 말한다
교육과학기술부외 4개 부처	• 빅데이터는 데이터 형식이 다양하고, 생성 속도가 매우 빨라 새로운 관라분석 방법이 필요한 대용량 데이터를 의미

- 자료: 1. Laney, Douglas. "3D Data Management: Controlling Data Volume, Velocity and Variety" (PDF). Gartner. Retrieved 6 February 2001
2. Dedić, N.; Stanier, C. "Towards Differentiating Business Intelligence, Big Data, Data Analytics and Knowledge Discovery". 285. Berlin ; Heidelberg: Springer, 2017
3. 네이버, <http://terms.naver.com/entry.nhn?docId=3575873&cid=59088&categoryId=59096> 검색일: 2017.10. 5.
4. McKinsey Global Institute, 「Big Data: The next frontier for innovation, competition, and productivity」, 2011. 06
5. 네이버, <http://terms.naver.com/entry.nhn?docId=1691554&cid=42171&categoryId=42183>, 검색일: 2017.10. 5.
6. 교육과학기술부외, 「스마트 국가 구현을 위한 빅데이터 마스터플랜」, 2012. 11, p1

⁷⁹⁾ 네이버, <http://terms.naver.com/entry.nhn?docId=3575873&cid=59088&categoryId=59096>, 검색일: 2017.10

McKinsey Global Institute(2011) 보고서⁸⁰⁾에 따르면 빅데이터는 데이터 분석기술, 빅데이터 기술 및 시각화 기술 등 크게 3가지의 기술구성을 제시하고 있다. 또한 ETRI에서는 데이터를 수집, 추출, 변환 및 로딩하는 데이터 생성단계와 대용량 데이터를 저장하고 실시간 및 분산처리하기 위한 데이터 관리단계로 구성하고 있다. 또한 관리데이터를 분석하고 시각화하는 데이터 활용 단계까지 총 3가지 구성요소로 정의하고 있다.

〈표 3-4〉 빅데이터의 기술적 구성요소

기관	구성요소		세부내용
McKinsey Global Institute(2011)	데이터 분석기술		• 기계학습, 자연언어 처리 등
	빅데이터 기술		• 비즈니스 인텔리전스, 클라우드 컴퓨팅, 데이터베이스
	시각화 기술		• 차트, 그래프 및 데이터 표시
ETRI(2014)	데이터 생성 기술		• 데이터 수집(검색엔진) • 데이터 추출, 전송, 변환, 적재
	데이터 관리 기술	저장	• 비정형 데이터 관리, 분산 데이터베이스 • 빅데이터 저장, 초경량 서버
		실시간 처리	• In-Memory 플랫폼, 메시징, 데이터 관리 • 데이터 스트림 처리
		분산 처리	• 클라우드 컴퓨팅, 분산처리
	데이터 활용 기술	데이터 분석	• 자연어 처리, • 데이터 패턴, 데이터 마이닝, 데이터 순서화
		표현	• 시각화(도표, 그래픽) • 데이터 획득 및 재해석

자료: 1. McKinsey Global Institute, 「Big Data: The next frontier for innovation, competition, and productivity」, 2011. 06.

2. 한국전자통신연구원, 「특허분석을 통한 빅데이터 기술개발 동향」, 2014 Electronics and Telecommunications Trend(2014)에서 인용하여 재정리

항만에서 빅데이터는 항만의 기능을 수행하기 위해 항만을 이용하는 다양한 이해관계자, 자원들이 생성하는 정보이다. 따라서 앞서 언급한 IoT와 빅데이터

⁸⁰⁾ McKinsey Global Institute, 「Big Data: The next frontier for innovation, competition, and productivity」, 2011. 06.

는 매우 밀접한 관련성을 가지고 있다. 이는 IoT를 통해 생성, 수집된 모든 자원들의 위치 및 상태 정보가 항만의 효율성, 안전성, 보안성 향상을 위해 관리되고 활용될 수 있다.

따라서 항만에서 생성, 활용되어야 하는 데이터가 매우 중요한데, 항만의 빅데이터는 크게 3가지 데이터로 구성될 수 있다.

첫째, 항만 내부자원들, 즉 항만 내 장비, 인프라 시설, 건물, 화물 및 사람들에 대한 위치와 상태정보를 생성할 수 있어야 한다.

둘째, 항만 이용자원으로서 항만을 이용하는 선박, 외부트럭, 철도, 외부출입자, 차량 등 외부자원들의 위치와 상태정보가 필요하다.

셋째, 항만인근의 해상교통, 파랑, 기후, 인근도로, 교량 및 교통 등의 위치 및 상태 정보들이다.

이와 같이 항만 내외의 자원들에 대한 정보가 수집되면 데이터의 관리(저장 및 실시간 처리)는 기존 빅데이터의 관리기술을 이용하도록 한다.

〈표 3-5〉 항만의 빅데이터 정보

구성요소	세부내용
항만 내부자원	• 항만 내 모든 자원들(장비, 인프라시설, 건물, 화물, 사람 등)의 위치, 상태 등의 정보
항만 이용자원	• 항만을 이용하는 선박, 외부트럭, 철도, 외부 출입자 및 차량 등 외부 자원들의 위치 및 상태에 대한 정보
항만 인근자원	• 항만인근의 해상교통, 파랑, 기후, 인근도로, 교량 및 교통 등의 위치 및 상태 정보

자료 : 저자작성

그러나 데이터의 활용은 기존 항만업무, 목적에 적합하도록 데이터를 분석하는 알고리즘, 필요한 방식으로 정보를 시각화하여 제공하는 커스터마이징이 필요하다.

제2절 유형별 IoT/빅데이터 활용현황

1. 개요

본 절에서는 다양한 부문에서 현재 운용중인 IoT와 빅데이터의 활용에 대하여 조사해 보았다. 조사결과 IoT와 빅데이터는 크게 단순정보제공, 예측정보제공, 시설관제 및 제어, 예측정보기반 비용절감 등 4가지 목적에 따라 활용되고 있었다. 물론 활용분야는 가전, 의료, 에너지, 환경, 교통, 물류, 건설, 행정 등 다양한 부문에서 실질적으로 사용되고 있다.

2. 단순정보 제공형

월풀, 하이얼 등 가전회사는 각종 음식물의 요리 및 보관을 위한 조리법과 상태정보를 디스플레이나 스마트 기기를 통해 정보를 제공해 준다. 또한 스마트 약병인 Glowcap은 환자의 약 복용 시간 등을 정보해 주는 역할을 수행한다. 스마트 알약인 헬리우스는 알약 복용을 통해 환자의 심박, 체온 등 건강상태와 약복용 시간 등 정보를 수집하고 스마트 기기로 정보전달해 주는 역할을 수행한다. 이외에도 국내에서는 스마트 케어홈시스템을 통해 거주노인의 건강상태체크, 청결관리 등을 수행하며 국내 주유가격을 비교하여 소비자에게 최저가 정보를 제공하는 유가정보서비스도 수행하고 있다.

이와 같은 제품들의 IoT기술은 센서를 통해 정보를 수집하나 그 데이터량은 비교적 적고 단순하며 단순정보를 제공하는 수준에 그치고 있다.

〈표 3-6〉 단순정보 제공형

국가/기업	제품명	기능
월풀	인터랙티브 레인지	• 조리 원격제어(온도/타이머), 요리온도, 요리상태 정보제공

국가/기업	제품명	기능
Vitality	스마트약병 GlowCap	• 환자의 약복용 보조하는 약병. 불빛, 오디오, 전화, SMS 등을 통해 경보
프로테우스 바이오메디컬	스마트알약 Helius	• 초미세 알약으로 위 및 건강상황(약복용, 심박, 체온)을 체크하여 스마트폰으로 전송
이탈리아	Coop Italia	• 맞춤형 된 쇼핑을 위해 식품품 진열대와 스마트 선반(양방향 식품정보)을 구현한 차세대 슈퍼마켓
LG유플러스	스마트 케어홈 시스템	• 실시간 노인 건강상태체크, 식사, 청결관리
한국 석유공사	유가예보서비스	• 최저가 유가정보서비스, 물가안정

- 자료: 1. 산업통상자원부, 「사물인터넷을 활용한 제조업 경쟁력 강화방안 연구」, 2014. 10 재정리
 2. Bits, <https://bits.blogs.nytimes.com/2015/08/03/the-internet-of-things-and-the-future-of-farming/>, 검색일 : 2017.06.25.
 3. Accenture, <https://newsroom.accenture.com/news/supermarket-of-the-future-opens-its-doors-coop-italia-and-accenture-reinvent-the-grocery-shopping-experience.htm>, 검색일 : 2017.07.10.
 4. 건설경제신문, <http://www.cnews.co.kr/uhtml/read.jsp?idxno=201707191439278200946>, 검색일 : 2017.07.20.
 5. 윤미영, 권정은, 「빅데이터로 진화하는 세상 : Big Data 글로벌 선진사례」, 한국정보화진흥원, 2012 자료 재구성

3. 예측정보 제공형

예측정보 제공형은 정보수집을 위해 다양한 대량의 센서 또는 정보수집을 수행하며 빅데이터 분석을 통해 발생 가능한 상황을 예측하고, 의사결정정보를 제공하는 경우이다.

코벤티스는 심장박동 모니터링 필름 ‘픽스(PiiX)’를 이용해 환자의 건강정보를 수집, 심장 이상 여부를 판단하고, 이상 발생 시 의사 연결하는 기능을 가진다. 롤스로이스의 경우 판매된 항공기 엔진과 추진체에 대한 센서기반의 빅데이터 수집, 분석을 통해 고장 및 운용 기간을 사전예측, 유지보수를 수행하고 있다. 미국의 온팜시스템은 토양정보, 농산물 이력, 구성성분 등을 기반으로 수확 시기와 수요를 예측하는 정보를 제공한다. 또한 미국은 탈세방지시스템을 위해 기존 경험적 자료를 기반으로 빅데이터 분석을 활용하여 탈세 및 사기 범죄 예방시스템 구축하여 운용 중에 있다.

국내에서는 광명사에서 각 시설물에 미세먼지 센서를 부착, 실시간 정보를 수집하여 공기질을 예측하고 살수차의 최적경로를 선정하는 데 사용하기도 한다. 이외에도 유전자 분석시스템은 개인 유전체 염기서열 분석으로 질병가능성, 약물효과 및 부작용 예측하는 등 맞춤형 건강진단서비스 제공하고 있다.

〈표 3-7〉 예측정보 제공형

국가/기업	제품명	기능
Corventis	심장박동 모니터링 NUVANT	• 심장박동 모니터링 필름 '픽스(PiiX)'를 이용해 환자의 심장 이상 여부를 판단하고, 이상 발생 시 의사 연결
롤스로이스	토탈케어	• 롤스로이스는 항공기 엔진판매 후 IoT기술을 이용, 엔진 및 추진체 각종 센서기반 유지보수 데이터 수집
미국	On Farm Systems	• 토양정보, 농산물 이력, 구성성분, 수확시기, 수요 등 정보제공
미국 국세청	탈세방지 시스템	• 빅데이터 분석을 활용하여 탈세 및 사기 범죄 예방시스템 구축
광명시- KT	미세먼지 측정시스템	• 광명시 IoT 기반 유동인구와 미세먼지 취약지역 분석, 공기질 관측망 및 살수차 최적경로 구축
DNA Link	유전자 분석시스템	• 개인 유전체 염기서열 분석으로 맞춤형 건강진단서비스 제공(질병가능성, 약물효과 및 부작용 예측)

자료: 1. 산업통상자원부, 「사물인터넷을 활용한 제조업 경쟁력 강화방안 연구」, 2014. 10 재정리
 2. 한국경제신문, <http://news.hankyung.com/article/2017061961891>, 검색일: 2017. 06. 20.
 3. The New York Times, https://bits.blogs.nytimes.com/2015/08/03/the-internet-of-things-and-the-future-of-farming/?smprod=nytcore-iphone&smid=nytcore-iphone-share&_r=2, 검색일: 2017. 07. 25.
 4. 윤미영, 권정은, 「빅데이터로 진화하는 세상 : Big Data 글로벌 선진사례」, 한국정보화진흥원, 2012 자료 재구성
 5. IT Daily, <http://www.itdaily.kr/news/articleView.html?idxno=84291>, 검색일: 2107.07.29.

4. 시설관제 및 제어형

시설관제 및 제어형은 IoT 정보를 수집을 통해 사물의 상태를 실시간으로 모니터링하고 원격제어를 통해 제어를 수행하는 형태이다. 우리의 실생활에 가장 손쉽게 적용되고 있는 것은 스마트폰을 통해 원격으로 도어를 개폐하거나, 사용자의 감성, 습관에 적합한 조명의 온-오프, 밝기 등을 조절하는 부분 등이다.

산업분야에서 적용이 활발한 곳은 전력 및 가스 사용량의 모니터링, 가스, 물,

유류 등의 이상유무와 누수를 감지하는 것 등이 있다. 또한 이와 같은 기반시설의 이상 유무 발생 시 원격으로 잠금 및 폐쇄할 수 있는 원격제어 기능도 가지고 있다.

도시분야에서도 IoT가 활발히 적용되고 있는데 사람과 도시의 각 시설물의 연결을 통해 교통, 에너지, 범죄, 환경 등을 실시간으로 모니터링하고 주차장, 가로등, 충전소, 조명, 폐기시설 등 효율적인 시설이용이 가능하도록 관리하고 있다.

국내에서는 주로 아파트 및 빌딩의 효율적 관리를 위해 IoT 기술이 사용되고 있다. 사용자들은 주로 음성이나 스마트 기기를 통해 가전기기의 제어, 보안, 화재 및 가스감지, 아파트 시설 이용 등을 이용하고 있다.

〈표 3-8〉 시설관제 및 원격제어형

국가/기업	제품명	기능
락티론	스마트 도어록	• 스마트폰으로 원격에서 개폐를 조정할 수 있는 도어록
필립스	지능형 조명 휴	• 사용자 조명 원격제어(외출, 취침, 기상, 자동)
네스트	지능형 원격 온도조절기	• 학습능력을 갖추어 개인맞춤 자동 냉난방제어, 연기/가스 감지
벨킨	전력관리 위모(WeMo)	• 가전기기의 전력사용량 모니터링 및 On/Off 제어를 수행, 전등, 가스, 전기, 상하수도 원격검침 확대 가능
Gas Natural	원격검침	• 원격으로 가스사용량, 이상유무 검침
러시아	송유관 관리시스템	• 유럽 전역에 설치된 송유관의 전송량 실시간 확인, 재고관리
테슬라	IoT 자동차	• 자동차 내 인터넷 상시연결을 통해 지리정보, 응용프로그램, 자동업그레이드, 스마트충전, 스마트여행플랜, 자율주행 등 가능
영국	슈퍼 커넥티드 스마트시티	• 영국 Glassgow 도시에 교통, 범죄, 에너지, 환경 등을 실시간 모니터링할 수 있는 종합적 운영 시스템 구축
스페인	커넥티드 스마트시티	• 바르셀로나에 전기자동차 충전인프라, 주차 시스템, 스마트 쓰레기통, 스마트가로등의 설치로 도시의 스마트화

국가/기업	제품명	기능
KT	기가지니 스마트홈	• 음성명령을 통한 가전기기 제어, 보안, 안전, 위험감지 및 아파트 편의시설 이용
LG전자	스마트홈	• 집안 내 가전제품 제어, 내부 상황 확인 및 이벤트 감지
LG 유플러스	스마트빌딩 시스템	• 화재, 보안, 안전사고 사전예방, 관리효율성 향상, 무인주차 등 편의성 확보
LG 참빛 영동도시가스	스마트 가스미터	• 원격검침 및 관제를 통한 가스사고 사전예방, 에너지사용량 체계적 관리와 안정적 공급
수자원 공사	물관리시스템	• 수도관 부착센서기반 유량, 수질, 유수율(물공급량과 수도요금의 비율), 누수량, 누수위치 등을 관측하여 효율적 물관리, 물부족 방지, 인력저감

자료: 1. 산업통상자원부, 「사물인터넷을 활용한 제조업 경쟁력 강화방안 연구」, 2014. 10 재정리

2. MITCNC Blog, <https://blogmitcnc.org/2014/08/21/the-tesla-iot-car-case-study/>, 검색일 : 2017.06.10.
3. Cisco, <http://www.cisco.com/c/en/us/solutions/internet-of-things/resources/case-studies.html>, 검색일: 2017.07.10.
4. 아이뉴스, http://news.inews24.com/php/news_view.php?g_serial=1035767&g_menu=020310&rrf=nv, 검색일: 2017.07.16.
5. 뉴시스, http://www.newsis.com/view/?id=NISX20170724_0000048617&clD=13001&pID=13000, 검색일 : 2017.07.24.
6. 건설경제신문, <http://www.cnews.co.kr/uhtml/read.jsp?idxno=201707191439278200946>, 검색일: 2017.07.20.
7. 뉴시스, http://www.newsis.com/view/?id=NISX20170729_0000054377&clD=13001&pID=13000, 검색일: 2017.07.30.
8. 윤미영, 권정은, 「빅데이터로 진화하는 세상 : Big Data 글로벌 선진사례」, 한국정보화진흥원, 2012

5. 예측정보기반 비용절감(생산성 향상)형

예측정보기반의 비용절감형은 주로 공장, 병원, 유통센터, 의류회사, 물류회사, 반도체 및 전자회사, 철강회사 등에서 많이 사용되고 있다. 따라서 다양한 시설, 장비, 작업자 등에 대량의 센서를 부착하여 빅데이터를 수집하고 작업자-장비-설비 등의 실시간 연결정보와 온도, 습도 등 주변정보를 통합적으로 관리, 분석한다. 동 기술은 주로 대량의 정보를 빅데이터 분석을 통해 장애 발생할 상황들을 예측하고 이를 고객들에게 사전에 맞춤형태로 정보를 제공하여 발생되

는 비용을 절감하고 있다.

시스코는 커넥티드버스를 통해 승객의 안전과 연비를 향상시키고 승객들에게 예측된 교통정보를 제공한다. 미국의 다임러트럭은 공장 내 직원과 기계를 실시간으로 연결하고, 여기에서 발생하는 모든 대량정보들을 관리/작업자에게 제공하고 있다. 이를 통해 부품의 과부족 상태, 차량의 상태 등을 파악, 예측하고 재고관리와 사전 비효율적 생산을 방지하도록 하고 있다. 블랙&데커의 경우 가상창고와 공장의 연결을 통해 실시간 생산성, 실노무비용, 작업라인 간 자원의 교대, 장비효율성, 라인생산성 확보를 위한 정보들을 제공받아 생산성 향상 및 비용절감을 위한 의사결정을 수행한다.

미국 국립보건원에서는 각종 유전자 데이터의 공유, 약의 소비정보들의 파악을 통해 새로운 질병예측, 질병발생장소 및 전염속도를 예측하여 새로운 치료제 개발과 질병의 확산을 사전에 방지하는 데 활용하고 있다. 또한 구글은 온라인 및 SNS 상에서 감기와 관련된 검색어 분석을 통한 독감 예보 시스템 제공하고 있다. 웹포인트는 슈퍼컴퓨터를 이용하여 과거 데이터를 분석하여 진단 및 치료율 향상, 환자맞춤형 치료법 제공, 진료비 절감하는 데 기여하고 있다.

월마트나 자라는 IoT기술을 이용하여 각종 웹 및 수요, 판매상황에 대한 실시간 정보를 수집, 분석을 통해 재고문제를 해결하고 니즈 맞춤형 제품 예측, 미래제품개발자료 등을 확보하는 데 활용하고 있다.

국내에서는 대한통운이 차량의 위치와 경로, 운송화물상태, 연료소모량, 속도 등 실시간 관제 기반 최적운송경로, 공차율 최소화, 에너지 절감, 온실가스 감축에 기여하고 있다. 또한 스마트팩토리 구축을 통해 IoT 기술(자재, 생산설비-설비운전상태 모니터링)을 기반으로 빅데이터 분석과 예측정보를 제공함으로써 제품불량률 감소, 제작기간 단축, 맞춤형 제품개발, 다품종 대량생산, 에너지 효율성확보, 재고비용 감소를 달성하고 있다.

GS에서는 SAS®수요예측솔루션을 개발, 빅데이터 분석을 통해 전력 운영계획수립, 비용절감, 실시간전력수요량 예측에 활용하고 있다.

〈표 3-9〉 예측정보기반 비용절감(생산성 향상)형

국가/기업	제품명	세부내용
시스코	커넥티드 버스	• 버스 GPS 추적을 통해 안전과 연비를 향상, 고속인터넷 사용 기반 교통정보 제공
미국 (다임러트럭)	Rockwell Automation	• 공장 내 직원-기계의 실시간 연결, 관리/작업자에게 대량정보제공 (부품 과부족 상태, 차량상태 파악)
블랙&데커	Cisco and Aero Scout	• 가상창고-공장 연결을 통해 실시간 생산성, 실노무비용, 작업라인 간 자원교대, 장비효율성, 라인생산성 확보
덴마크	베스타스 윈드시스템	• 대용량 기상 및 지형데이터 분석 기반 터빈 관리 및 배치장소 결정, 에너지 생산량 및 설치 전 투자수익률 분석, 날씨변화 대응분석, 풍력에 측정정보 분석
미국 국립보건원	유전자 데이터공유 시스템	• 유전자 데이터의 공유 및 분석을 통해 신질환 신속진단서비스, 난치병 유전자정보 공유 및 신치료제 개발, 치료확률 향상
미국 국립보건원	Pillbox 프로젝트	• 미국 약 검색 사이트를 통해 약 종류/기능확인 비용절감, 질병발생장소 및 전염속도 분석
웹포인트	슈퍼컴퓨터 환자치료 시스템	• 슈퍼컴퓨터를 활용, 과거 데이터를 분석하여 진단 및 치료율 향상, 환자맞춤형 치료법 제공, 진료비 절감
구글	독감 예보시스템	• ‘감기’와 관련된 검색어 분석을 통한 독감 예보 시스템 제공
월마트	월마트랩	• ‘@월마트랩(Walmartlabs)’운영을 통해 소비자 수요에 기반한 재고 관련 문제 해결
자라	패스트패션	• 빅데이터 기반 내부생산 및 재고를 예측, 관리, 니즈맞춤형 생산, 재고비용감소, 미래제품개발자료 확보
마이크론 테크놀로지	지능형 생산공정 시스템	• 제품 생산 시간에 영향을 미치는 요소 분석을 통한 비용절감 방안 수립
아마존	맞춤형 제품홍보	• 빅데이터 기반 고객별 구매내역, 취미, 독서 경향을 분석, 맞춤형 상품을 고객별로 자동제시
롤스로이스	토탈케어	• 센서 기반 빅데이터 수집, 분석, 활용을 통한 엔진 결함 및 교체시기 분석, 비행스케줄 조정(항공사), 연료사용량 최적화

국가/기업	제품명	세부내용
민관합동 스마트공장 추진단	스마트 팩토리	• IoT 기술(자재, 생산설비-설비운전상태 모니터링), 빅데이터 기반 예측정보 제공으로 제품불량률 감소, 제작기간 단축, 맞춤형 제품개발, 다품종 대량생산, 에너지효율확보, 재고비용 감소
GS	SAS®수요예측솔 루션	• 빅데이터 분석을 통해 전력 운영계획수립, 비용절감, 실시간전력수요 량 예측
포스코	공급, 수요, 생산 분석	• 데이터 수집(금리, 투기자본, 광물가격, 수요, 온도, 습도, 압력)과 분석(수요vs공급가격, 공정데이터)을 통해 가격 및 공급리스크 회피, 물가안정

자료 : 1. 산업통상자원부, 「사물인터넷을 활용한 제조업 경쟁력 강화방안 연구」, 2014. 10 재정리
 2. Cisco, <http://www.cisco.com/c/en/us/solutions/internet-of-things/resources/case-studies.html>,
 검색일: 2017. 07
 3. Cisco, http://www.cisco.com/c/dam/en_us/solutions/industries/docs/manufacturing/c36-732293-00-stanley-cs.pdf, 검색일: 2017.07.25.
 4. 윤미영, 권정은, 「빅데이터로 진화하는 세상 : Big Data 글로벌 선진사례」, 한국정보화진흥원, 2012 자료 재구성
 5. 위키백과, http://ko.wikipedia.org/wiki/%EB%B9%85_%EB%8D%B0%EC%9D%B4%ED%84%B0,
 검색일: 2017.07.25
 6. 헤럴드경제, <http://mbiz.heraldcorp.com/view.php?ud=20131202000425#cb>, 검색일 : 2017.07.25
 7. EBN, <http://www.ebn.co.kr/news/view/902447>. 검색일 : 2017.07.25
 8. 디지털타임즈, http://www.dt.co.kr/contents.html?article_no=2017062302100151753001&ref=naver,
 검색일 : 2017.07.25

6. 시사점

이상에서와 같이 국내외 IoT와 빅데이터의 개념 분석, 활용현황에 대하여 살펴해보았다.

동 기술들의 활용현황 분석을 통해 다음과 같은 시사점을 얻을 수 있다.

첫째, 현황실태 분석결과 IoT와 빅데이터의 관련 기술들은 원천기술들이 이미 개발되어 있으며 대부분 실현가능한 기술들이다. 따라서 동 기술들은 태동기를 넘어 성장, 성숙단계에 들어서고 있다고 판단된다. 특히 서비스, 가전, 의료 및 건강, 에너지 및 환경, 물류, 건설, 교통 등 전 분야에 걸쳐 그 영역은 앞으로 더욱 확장되고 실현성이 높아질 것으로 판단된다. 물론 각 분야별, 제품별, 활용용도별로 정보수집을 위한 센서부착장치, 정보제공을 위한 단말장치, 전용

어플리케이션 및 플랫폼 등은 해당 영역에 적합하게 커스터마이징을 수행해야 한다. 해당영역에 적합한 커스커마이징 개발을 수행해야 최적화된 결과를 얻을 수 있을 것이다.

둘째, IoT의 핵심기술은 정보수집을 위한 센서기술이다. 한국해양수산개발원(2014)⁸¹⁾에서는 센서기술이 나노, MEMS, SoC 기술, 비접촉 무선화, 지능화, 소형화, 소재다변화, 저가격화 등의 기술이 접목되어 초소형, 고성능, 다기능의 스마트 센서로 발전하고 있으며 USN (Ubiquitos Sensor Network)의 핵심기반이 되고 있다고 언급했다. 센서는 물리센서, 화학센서, 바이오센서로 구분되며 대부분 IoT, 빅데이터 기술에 사용되고 있다.

〈표 3-10〉 센서의 종류 및 적용분야

구분	센서 종류
감지대상	물리센서 (힘, 온도, 전자기, 광학 등) 화학센서 (가스, 이온, 수질 등) 바이오센서 (혈당센서, 단백질 센서, DNA 센서, 세포칩 등)
감지방식	저항형센서, 용량형센서, 광학식 센서, 자기식 센서 등
집적도	단순센서, 전자식센서, 디지털 센서, 지능형 센서 등
구현기술	반도체 센서, MEMS ⁸²⁾ 센서, 나노센서, 융복합센서 등
적용분야	자동차, 모바일, 가전, 환경, 물류, 의료, 국방, 우주 등

자료: 한국해양수산개발원, 「산학연관 미래물류기술 네트워크 구축, 운영」, 2014, 12. p234

아래 표에서 나타나듯이 일부 바이오센서를 제외하고는 대부분 센서들이 개발되어 사용 중에 있다. 이중 일부는 국내에서 개발되어 공급, 사용되고 있는 부분도 있다.

81) 한국해양수산개발원, 「산학연관 미래물류기술 네트워크 구축, 운영」, 2014, 12. p234

82) MEMS: Micro Electro Mechanical System, 초정밀전자기계시스템

〈표 3-10〉 센서 종류별 생산 및 적용현황

구분		협력업체	국내업체	응용분야	비고
물리센서	압력	모토롤라, 덴소, 보쉬	KEC, 케피코	자동차, 의료, 모바일	수입, 모듈제작
	가속도	Analog device, 보쉬, 덴소	현대오토넷, 케피코, SML	자동차, 사무, 자동화	센서모듈 제작
	각속도	Analog device, 보쉬, 덴소	현대오토넷, 케피코, SML	자동차, 사무, 자동화	개발중
	토크	보쉬, BI, TRW, SSI	대성전기, LG이노텍	자동차, 사무, 자동화	국산화
	레벨	Hella, AISHIN, WABCO	현대오토넷	자동차, 사무, 자동화	국산화
	유량/유속	Intelligent controls, McMillan	아이에스텍, 두온시스템	자동차, 의료, 환경, 자동화	칩수입, 모듈제작
	온도	Sensirion, Kamstrup	오토닉스, GE써모텍 등	자동차, 의료, 환경, 자동화	센서모듈제작
	습도	Sensirion, Able Ins. & Cont.	SY하이텍	자동차, 의료, 환경, 자동화	개발판매중
	광	Gems Sensors, ENDRICH	고텐시, KEC	자동차, 의료, 환경, 자동화	생산중
	이미지	Agilent, Omnivision, Toshiba	삼성, 마그나칩, 한성엘컴텍	자동차, 의료, 환경, 자동화, 모바일, 보안	생산중
화학센서	가스	Figaro, FIS	오토, 신우	자동차, 의료, 환경, 자동화, 모바일, 보안	칩수입, 센서모듈개발
바이오센서	혈당센서	산쿄제약, Sontra, Medical	아이센스, 올메니쿠스	의료, 바이오	생산중
	단백질 센서	Ciphergen, Genome solutions	프로테오젠, 파나진	환경, 의료, 보안, 바이오	개발중
	DNA센서	Affymetrics, 캐피털바이오	굿젠, 네오딘	환경, 의료, 보안, 바이오	개발중

자료 : 한국해양수산개발원, 「산학연관 미래물류기술 네트워크 구축, 운영」, 2014, 12. p234~235

한국해양수산개발원(2014)⁸³⁾에 따르면 국내에 120여개의 센서업체가 있고, 자동차센서는 40개 이상의 글로벌 기업들이 경쟁하고 있는 형국이다. 의료, 항공, 군수, 물류용의 경우 30여개 이상의 업체가 경쟁을 벌이고 있다. 이와 같이 센서 기술은 모바일 기기 및 스마트 기기와 연계되어 USN (Ubiquitous Sensor Network)기술로 발전하고 있으며 정보통신 강국인 우리나라의 경쟁력과 기술력은 상당한 수준에 이르는 것으로 나타나고 있다.

셋째, IoT와 빅데이터는 밀접한 상관관계에 있다. 기본적으로 IoT기술은 센서를 통해 수집된 정보를 기반으로 하고 있다. IoT는 각 자원, 사물들 간의 연결로 인한 위치, 상태정보가 과거 각 자원들의 개별정보보다 수백배에서 수만배까지의 정보를 발생시키므로 반드시 빅데이터의 분석과 의사결정을 위한 예측기법이 필요하다. 따라서 빅데이터 기술이 반드시 IoT를 위한 센서기반 정보획득을 필요로 하지는 않지만, IoT기술dms 필히 빅데이터의 정보수집, 정보저장, 정보분석과 예측기법을 필요로 한다.

넷째, IoT나 빅데이터 기술은 정보를 기반으로 하기 때문에 정보수집을 위한 방법에 따라 그 효율성에서 차이가 발생한다. 특히 의료분야의 경우 세부적인 개인 생체, 유전자, 치료정보 등을 제공해야 하므로 상호 원원의 전략을 구축해야 한다. 또한 물류부문은 항만, 철송장, ICD, 물류센터 등 다양한 물류거점과 선박, 철도, 트럭, 항공 등 다양한 운송수단이 연결되어 있어 각종 정보에 대한 많은 이해관계자들이 얹혀 있는 형국이다. 물류부문은 각 노드와 링크가 원활하게 연결되어야 전체 물류의 시너지 효과를 볼 수 있으며 정보 또한 이해관계자 간의 상호호환성을 가져야 한다. 따라서 IoT와 빅데이터 기술이 실제 사용되기 위해서는 정보수집을 위한 법적, 시스템적 고려가 반드시 필요한 상황이다.

다섯째, 앞서 각 활용현황들을 분석해 본 결과 해외와 국내의 IoT, 빅데이터 기술력 차이는 없는 것으로 나타났다. IDG(2016)⁸⁴⁾에 따르면 G20 국가들 중 한국이 IoT 발전을 위한 준비지수 2순위에 랭크되는 것으로 나타났다. 또한 일본정부 발표한 사물인터넷 경쟁력 순위에서 우리나라가 국가경쟁력 4위를 랭크하는 것으로 나타났다.⁸⁵⁾ 우리나라는 엔지니어 수와 클라우드 등의 분야에서

⁸³⁾ 한국해양수산개발원, 「산학연관 미래물류기술 네트워크 구축, 운영」, 2014, 12. p236

⁸⁴⁾ 대한뉴스, <http://blog.naver.com/mudarbong/220857142313>, 검색일 : 2017.07.25

강점을 드러내는 것으로 발표되었다.

이상과 같이 IoT, 빅데이터 기술은 갑작스럽게 등장한 신기술이라기 보다는 M2M(Machine to Machine), MoC(Machine of Communication) 등 과거부터 꾸준히 연구개발되어 오던 부분으로서 하드웨어 측면보다 서비스적인 소프트웨어 측면이 강화된 것 이외에 크게 다른 기술은 아니다.

제공되는 정보의 표시방법이 휴대폰,패드 등 손을 사용하는 장치에서 구글글래스 등 착용형 장치로의 발전이 진행되고 있는 상황이다. 웨어러블 기기의 배터리 착용 및 제공정보의 한계 등 원활한 작업을 위한 제약적 요인이 다소 존재하지만 이는 곧 기술적으로 해결될 사안이라 판단된다.

제3절 산업안전 대응을 위한 IoT/빅데이터 기술 분석

1. 개요

각 산업분야에서 해당 분야의 작업인력과 시설 등 안전사고 방지를 위한 IoT 및 빅데이터 기술의 국내외 적용 사례를 살펴보고자 한다.

사례조사 결과 각 분야에서 안전과 관련된 IoT, 빅데이터 기술들은 앞서 우리가 분류했던 추락, 전도, 충돌, 붕괴, 협착, 폭발, 파열, 화재, 노출 등 사고 발생형태별로 그 기술들이 다르게 개발되거나 적용되지 않는다. 즉, 대부분이 사고발생 가능성이 있는 형태들을 통합적으로 모니터링, 감지하여 사전에 사고를 방지하기 위한 기술로 개발, 적용되고 있다.

이에 본 절에서는 산업안전 대응을 위한 IoT 및 빅데이터 기술을 크게 시설 안전사고 예측 및 방지, 작업자의 안전상태 모니터링, 작업장 사고예방 모니터링 등 3가지 분야로 나누어 살펴보았다.

85) ZDNet Korea, http://www.zdnet.co.kr/news/news_view.asp?article_id=20170312111431, 검색일 : 2017. 03.12

2. 시설 안전사고 예측 및 방지

설비 안전사고 예측 및 방지기술은 각종 작업장 내 설비, 장비 등에 센서를 부착, 위치 및 작동상태 등에 대한 정보를 수집, 분석하게 된다. 이를 기반으로 시설의 이상 유무를 진단하고, 수집된 정보를 통합적으로 빅데이터 분석을 통해 향후 발생 가능한 사고들을 사전에 제거할 수 있도록 하는 예방기능을 가지게 된다.

포스코의 경우 공장 내 각 시설(설비)에 IoT 센서를 부착, 실시간 시설의 상태 변화에 대한 데이터를 수집하고 이를 분석하여 설비의 안전작동 등을 진단, 예측하고 예지정비가 가능한 스마트 팩토리를 개발 중에 있다. 이를 기반으로 안정적인 조업환경을 유지하고 설비들의 수명을 연장할 수 있는 장점을 가지게 된다. 또한 작업자의 위험상황도 자동으로 판단하고 안전을 위한 경보를 제공하기도 한다. 두산중공업의 경우도 스마트 태그를 통해 환경설비의 위치 및 상태 정보를 실시간으로 확인하며, 가스누출, 화재발생 등 문제가 발생할 경우 이를 해당부서에 즉시 전송할 수 있도록 하는 시스템을 갖추고 있다.

두산중공업과 한국통합물류협회에서는 지게차 등 현장의 이동장비에 대한 IoT 기술(센서, 카메라 등)을 적용하여 정보제공 및 경보를 통해 사람 및 타 시설(설비, 장비)과의 충돌을 사전에 방지할 수 있는 시스템을 갖추고 있다. 특히 한국통합물류협회에서는 물류현장 내 지게차와 작업자 간 충돌 방지, 접안도크 작업 시 낙상방지, 사각지대 장비 및 사람충돌 예방하기 위해 IoT 기술을 활용한 작업장 개선사업을 적극 추진하고 있다.

〈표 3-11〉 설비 안전사고 예측 및 방지

국가/기업	제품명	세부내용
포스코	스마트 팩토리 (개발중)	• 목적 : 최첨단 안전사고 예방시스템 구축(포항2 열연공장) • 구성 : IoT 센서, 통신시스템, 빅데이터, 단말장치 • 효과 - IoT센서 기반데이터 실시간 수집을 통해 목적에 부합하는 공장을 가동 - 설비와 제품품질 간의 상관관계를 데이터로 수집 - 수집된 데이터 분석을 통해 설비상태의 실시간 진단 및 예측, 예지정비 - 안정적 조업환경 유지 및 설비수명 연장 - 작업자의 위험상황을 자동 판단하고 안전 경보 - 탄소배출량 감축
두산중공업	스마트태그	• 목적 : 환경설비의 위치 및 상태정보 실시간 확인 • 구성 : 센서(스마트 태그 222곳), 통신장치 • 효과 - 환경설비 위치정보 확인 - 점검이력 및 운영상황 실시간 확인 - 문제점 발생 시 해당부서에 즉시 전송
	자동화재 진압시스템	• 목적 : 1만 7천 톤 단조프레스의 위험발생 사전감지 • 구성 : 센서, 통신 및 경보장치 • 효과 - 화재의 전조현상 사전 감지 - 문제점 발생 시 해당부서에 즉시 전송
	어라운드뷰 시스템	• 목적 : 각종 장비운영 시 충돌방지 및 사각지대 해소 • 구성 : 센서, 카메라, 단말장치 • 효과 : 지게차 운전석의 360도 외부 감시 및 모니터링
한국통합 물류협회	물류현장 안전관리 시스템	• 물류현장 사고위험 요인(장소, 위치)에 IoT 기기 설치를 통해 사전 사고방지 및 경보체계 구축 • 구성 : 비콘(위치센서), 전용앱, 경보기 * 위험요인과 사람 간 접근거리별 단계적 경보음, 위험요인별 다른 유형 경보 • 효과 : 지게차와 작업자 간 충돌 방지, 접안도크 작업 시 낙상방지, 사각지대 장비 및 사람충돌 예방

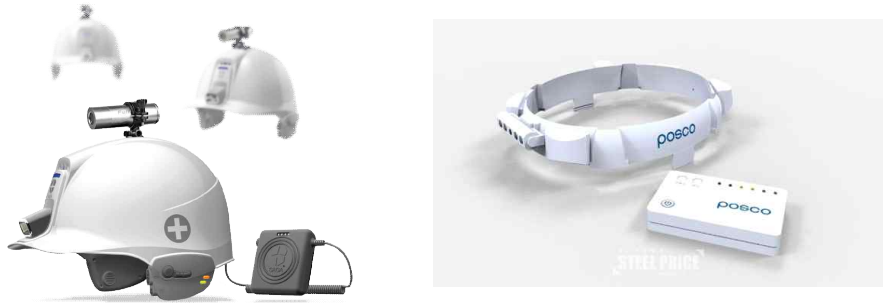
자료: 1. 매일신문, http://www.imaeil.com/sub_news/sub_news_view.php?news_id=5565&yy=2017, 검색일 : 2017.07.25

2. 스코어데일리, <http://www.ceoscoredaily.com/news/article.html?no=26015>, 검색일 : 2017.07.25

3. 한국경제, <http://land.hankyung.com/news/app/newsview.php?aid=2017053104811>, 검색일 : 2017.07.25

4. EBN, <http://www.ebn.co.kr/news/view/902447>, 검색일 : 2017.07.25

〈그림 3-1〉 스마트헬멧(좌) 및 포스코 스마트헬멧 장치(우)



자료: 1. Y&K, http://m.ynkinno.co.kr/include/sol_saga.asp, 검색일 : 2017.09.12

2. Steel Price, <http://www.steelprice.co.kr/news/articleView.html?idxno=7283>, 검색일 : 2017.07.25

3. 작업자 안전상태 모니터링

작업시설의 위험정보만큼 중요한 부분은 해당 작업장에서 근무하는 작업자들의 건강 및 위험에 대한 안전정보이다.

포스코에서는 스마트 안전모를 통해 작업자의 안전을 상시 체크하고 사고발생 가능성을 예측하여 방지할 수 있는 기능을 개발 중에 있다. 스마트헬멧은 카메라, 랜턴, 가스감지기, 고전압감지기, 전동모터, 무선궤속마이크, 스마트태그 등으로 구성된다. 이와 같은 장치들을 통해 위험 노출을 사전에 감지하면 진동으로 작업자에게 대피경보를 알려주게 된다. 또한 외부통제실에서도 작업장의 영상과 음성정보를 실시간으로 모니터링, 관제할 수 있으며 작업자의 안전모 충격이나 사용자 움직임 등을 파악하여 즉각적인 위험을 인지, 사후조치를 취할 수 있게 한다. 또한 스마트TBM(Tool Box Meeting)은 작업자의 스마트 기기를 통해 해당설비의 작업유형, 안전작업절차, 설비 특성별 잠재위험, 재해발생이력 등을 확인해 볼 수 있게 한다. 이와 더불어 비콘(Beacon)을 통해 위험구간 접근 시 경보를 알려 줄 수 있는 기능도 제공한다.

해외에서는 철강회사인 North Star Blue scope Steel이 IBM과 협력하여 EWS(Employee Wellness and Safety)시스템을 개발, 적용하고 있다. 동 시스템은 첫째, 정보수집 측면에서 헬멧 및 손목밴드 등 웨어러블 기기를 통해 작업

자의 상태를 모니터링하고, 작업자 주변 상황 등 정보를 종합하여 상관관계 분석 통해 위험한 사고 조합까지도 탐지할 수 있도록 하고 있다. 작업자의 상태정보는 보호장비에 대한 올바른 사용 상태, 작업자의 피부 온도, 심장 박동, 몇 분 동안의 움직임 등이며, 주변환경에 대한 정보는 온도, 습도, 노이즈, 독성가스 등 주변 환경 데이터 등으로 구성된다. 둘째, 정보분석과 제공 측면에서 빅데이터 분석을 통해 직원 및 관리자에게 실시간 경보 및 맞춤형 의사결정정보를 제공한다. 즉, 다양한 안전사고 및 위험상황 시나리오를 기반으로 현장 상황별 정보통합, 분석과 위험요인, 안전지침을 제공한다. 이중 작업자의 건강이 손상되거나 안전 절차가 수행되는 경우 사전 예방 조치를 취하게 된다. 셋째, 제공된 정보에 의한 작업자의 의사결정 및 판단을 통해 근로자는 피로와 불필요한 작업에 소요되는 시간을 감소시키고 최우선 과제에 더 많은 시간을 집중할 수 있는 방법을 구현하게 된다.

하니웰 및 인텔에서는 독립적인 호흡기구(SCNA), 심장박동모니터, 다중마이크로컨트롤러장치, 클라우드 대시보드 등의 기술을 기반으로 작업자의 유독가스 노출, 호흡, 심박수, 자세 및 동작 정보의 모니터링이 가능한 시스템을 개발하였다. 따라서 위와 같은 작업자의 상해가 예상되는 작업장에서 동 시스템을 활용하여 작업자 상해를 사전 예방, 신속한 사후조치가 가능토록 하고 있다.

이외에도 건설회사에서는 스마트헬멧을 통해 현장작업자의 질병, 작동노동강도 등을 모니터링하여 작업효율 향상과 작업자의 근골격계 부상을 방지할 수 있도록 하고 있다.

석유회사에서는 드릴링 플랫폼 등 현장에서 작업자의 질병환경 노출을 제한하고 경보를 알려줄 수 있는 시스템을 운영하고 있다. 작업장(드릴링 플랫폼)에서 작업자의 활동, 위치 및 화학 물질에 대한 노출을 추적하고, 열악한 환경에 대한 노출을 제한함으로써, 근로자가 필요한 휴식 권고하여 병가를 40% 이상 감소시키는 효과를 보고 있다.

〈표 3-12〉 작업자 안전상태 모니터링

국가/기업	제품명	세부내용
포스코	스마트 안전모 (개발중)	• 목적 : 상시 안전점검, 사고예측 및 방지 • 구성 : 카메라, 랜턴, 가스감지기, 고전압감지기, 전동모터, 무선귀속마이크, 스마트태그 등 • 효과 - 위험(가스 등) 노출 시 사전감지, 진동으로 작업자에게 대피 전송 - 외부통제실에서 작업장 영상 및 음성정보 실시간 확인/공유 - 비상버튼을 통해 재난을 바로 통보 - 안전모 충격발생 시 바로 착용자 안전상태 확인 - 사용자 움직임 여부로 안전사고 발생 파악 - 응급시 스마트폰 앱 이용한 구조요청
	스마트 TBM (Tool Box Meeting)	• 목적 : 안전활동을 스마트 IoT와 연동 시행 • 구성 : 센서(비콘), 통신장치 • 효과 : 해당설비의 작업유형, 작업안전절차, 설비 특성별 잠재위험, 재해 발생 이력 등 확인, 위험구간 접근경보 기능
한컴	MDS	• 목적 : 작업자 안전장비의 향상 * 한컴이 호흡기, 마스크, 보호복 등 개인 안전장비 기업(산청)을 인수 • 구성 : 한컴 MDS의 IoT 및 열화상감지 기술 접목 • 효과 - 개인 안전장비의 기능적 한계 극복, 생산관리시스템 혁신 - AR/VR 기반 제품테스트, 안전교육시스템 구축
North Star Bluescope Steel	IBM Employee Wellness and Safety 시스템	• 목적 : 위험한 환경에서 작업자에게 도움을 줄 수 있는 웨어러블 안전기술 • 구성 : 헬멧 및 손목밴드(센서), 사용자정의 플랫폼, 빅데이터(AI기반) • 효과 - 센서데이터를 수집하고 분석, 예측 - 작업자 상태모니터링, 정보를 종합, 작업자 주변 상황 등 통합상관관계 분석 통해 위험한 사고 조합까지도 탐지 * 작업자정보 : 피부 온도, 심장 박동, 일정기간 움직임 모니터링 * 외부정보 : 온도, 습도, 노이즈, 독성가스 등 주변 환경 데이터 수집 * 기타정보 : 보호장비 바른사용여부, 위험상황 시간 및 위치 제한사항 - 빅데이터 분석을 통해 직원 및 관리자에게 실시간 경보 및 맞춤형 안전 지침을 제공 * 다양한 안전사고 및 위험상황 시나리오 모니터링 * 센서를 통한 현장 상황별 정보통합 및 제시 - 작업자 건강이 손상되거나 안전 절차가 수행되는 경우 사전 예방 조치를 취함

국가/기업	제품명	세부내용
		- 정보에 기반한 작업자 의사결정 및 판단이 생성 * 근로자는 피로와 불필요한 작업에 소요되는 시간을 감소 * 최우선 과제에 더 많은 시간을 집중할 수 있는 방법을 구현
하니웰 & 인텔	Connected Worker시스템	• 목적 : 작업자의 유독가스 노출, 호흡, 심박수, 자세 및 동작 정보의 모니터링 • 구성 : 독립적인 호흡기구(SCNA), 심장박동모니터, 다중마이크로컨트롤러장치, 클라우드 대시보드 • 효과 - 잠재적인 장비고장 방지 및 예측 - 위험조건 발생 시 가동중지 - 근로자의 위험감소 - 고객 생산성 향상 - 예기치 않는 사고위험 방지
건설회사	스마트헬멧	• 목적 : 작업자 질병 모니터링 • 구성 : 헬멧(센서), 웨어러블장치, 클라우드, 빅데이터, 정보제공 장치 • 효과 - 작업자의 질병 체크 - 작업자의 위치 및 상태데이터 모니터링을 통해 작업자 허리부상 방지
석유회사	웨어러블 디바이스	• 목적 : 작업자 질병환경 노출 제한, 경보 • 구성 : 헬멧(센서), 웨어러블장치, 클라우드, 빅데이터, 정보제공 장치 • 효과 - 작업장(드릴링 플랫폼) 작업자의 활동, 위치 및 화학 물질에 대한 노출을 추적 - 열악한 환경에 대한 노출을 제한함으로써, 근로자가 필요한 휴식 권고하여 병가를 40 % 이상 감소

자료: 1. 매일신문, http://www.imaeil.com/sub_news/sub_news_view.php?news_id=5565&yy=2017, 검색일 : 2017.07.25

2. Internet of Things Blog, <https://www.ibm.com/blogs/internet-of-things/worker-safety-and-wearables/>, 검색일 : 2017.07.25

3. 중앙일보, <http://news.joins.com/article/21741915>, 검색일 : 2017.07.10.

4. Initiafy, <http://www.initiafy.com/blog/the-iot-revolutionizing-safety-in-construction-and-mining>, 검색일 : 2017.07.25

〈그림 3-2〉 하니웰 & 인텔 Connected Worker시스템



자료 Honeywell, :<https://www.honeywell.com/newsroom/news/2015/11/honeywell-intel-demonstrate-wearable-iot-connected-safety-solutions-for-industrial-workers-first-responders> 검색일 : 2017.07.25

4. 작업장 사고예방 모니터링

작업장의 사고예방을 위한 모니터링시스템도 가동되고 있다. 광업회사에서는 광산작업 시 광산의 위험을 사전에 감지하고 즉각 대응할 수 있는 시스템을 구축, 활용하고 있다. 작업자들의 헬멧, 웨어러블 장치 및 작업장 곳곳의 주요 거점과 장비에 센서를 부착, 작업현장에서 근로자, 기계의 움직임을 추적하여 각 자원 간의 충돌을 방지하고 광산축의 붕괴 등 위험이 발생할 때를 사전 예측하고 대응할 수 있도록 하고 있다. 또한 각 시설들을 원격제어가 가능하도록 하여 부상과 사고의 예방, 연료의 절감 등을 실현하고 있다.

〈표 3-13〉 작업장 사고예방 모니터링

국가/기업	제품명	세부내용
광업회사	웨어러블 디바이스	• 목적 : 광산작업장 위험 사전 감지 및 대응 • 구성 : 헬멧(센서), 웨어러블장치, 클라우드, 빅데이터, 정보제공 장치 • 효과 : - 작업 현장에서 근로자와 기계의 움직임을 추적 - 작업자 및 기계와의 충돌 방지 - 광산 축의 붕괴 등 위험이 발생할 때를 예측하고 사전 대응 - 원격제어를 통한 장비가동 온-오프, 부상과 사고 예방, 연료절감 등

자료 : Initiafy, <http://www.initiafy.com/blog/the-iot-revolutionizing-safety-in-construction-and-mining>,
검색일 : 2017.07.25

5. 시사점

IoT와 빅데이터를 통한 항만 내 작업공간, 작업자 등의 안전을 확보하기 위해서는 필수적인 구성요소 및 절차들이 동반되어야 한다.

산업현장에서 IoT와 빅데이터 기반 안전시스템을 구축하기 위한 기술적 필수 구성요소는 i) 자원 간의 연결(통신망), ii)원격 액세스, iii) 작업가시성 확보, iv) 대량정보(작업자, 설비, 장비, 기반시설 등)의 수집, v) 데이터 분석 및 예측, vi) 정보의 제공(의사결정 정보, 경고 및 단말장치), vii) 행동 등 7가지로 구성된다.

〈표 3-14〉 IoT 기반 안전시스템의 기술적 구성요소와 기능

구성요소	기능
자원 간의 연결	• 작업공간 내 사람, 장비, 작업장 등 자원들을 연결하면 근로자 및 환경안전을 향상
원격 액세스	• 분산, 격리된 작업을 원격으로 모니터링하고 관제
작업가시성 확보	• 작업프로세스, 환경조건 등 각 위험요소에 대한 가시성 확보(위험물질, 열악조건 작업)
정보수집	• 각종 센서를 기반으로 자원들의 위치, 상태 등의 정보를 실시간 수집
빅데이터 분석 및 예측	• 안전시스템 성능 및 정지상태 원인 파악 • 안전관련 고장 빈도, 기간, 시간 및 위치 파악 • 선행 지표를 식별하고 기계 고장이 발생하기 전 기계 문제를 예측

구성요소	기능
정보제공	• 비디오, 음성 및 디스플레이 기술을 통해 안전사고 발생 또는 예측 시 작업자와 모니터링하고 통신 • 작업자에게 안전 오류 및 발생위치 경고 • 안전 및 운영 전문가의 안전도 향상 계획 개발
행동	• 검사기능을 제어시스템에 통합 • 작업프로세스 자동화와 작업속도 향상 • 인력 확보, 우선순위 작업 집중 및 오류가능성 감소 • 비정상적 정보 사전 예측 • 잠재적 문제점 신속 파악 및 해결 • 사전에 위험한 작업을 안전한 작업으로 전환

자료: EHS Today, <http://www.ehstoday.com/safety/reimagining-safety-industrial-internet-things>, 2017.07.25를 정리 요약

안전 IoT 및 빅데이터 기술들은 내륙의 철강공장, 건설현장, 석유현장, 광산, 물류센터, 항만 등 작업장의 성격에 따라 달라지기보다는 각 작업장의 사고유형에 따라 예방이 가능토록 해야 한다.

항만의 경우 첫째, i) 작업자 및 화물의 추락, ii) 화물 및 장비의 전도, iii) 장비 간, 장비와 작업자 간, 장비와 시설 간, 장비와 화물 간의 충돌 등 iv) 위험화물의 폭발 및 파열, v) 항만 내 화재 등 안전사고 가능성이 높은 대상에 센서 부착, 웨어러블디바이스 착용이 이루어져야 한다. 또한 각종 항만 외부의 주변정보(온도, 습도, 이상기후, 타 시설정보 등)도 수집되어야 한다. 둘째, 작업장, 작업자, 작업시설 정보와 통합, 빅데이터 분석을 통해 사고 발생가능성이 있는 상황을 통합적으로 분석, 예측, 경보할 수 있는 플랫폼 개발이 필요하다. 셋째, 작업자에게는 정보제공 디바이스(스마트헬멧, 워치, 휴대폰, HUD 등)로 진동, 디스플레이 등 다양한 수단으로 위험 가능정보 등을 제공할 수 있는 기본적인 시스템이 갖추어져야 한다.

〈표 3-15〉 항만 내 IoT 기반 안전시스템의 기술구성요소

구성요소	기능
센서부착 및 통신망 연결기술	• 작업자(장비운전자, 선박 측 작업자, 야드관리자 등) • 화물(컨테이너, 벌크 등) • 장비(선박, 안벽/야드/이송/기타 장비 등) • 시설(안벽/야드/도로/건물/게이트 등 관련시설) • 설비(변전소/전원시설 등)
정보수집기술	• 내부정보 : 작업자, 화물, 장비, 시설, 설비 정보 • 외부정보 : 기후(온도, 습도), 해상 및 육상 정보
빅데이터 분석 및 예측기술	• 항만의 사고발생 예측 시나리오 • 안전관련 시설 및 장비 고장 빈도, 기간, 시간 및 위치 파악 • 선행 지표 식별, 고장 및 사고 발생 전 문제 예측
정보제공기술	• HHD, HMD, HUD 이용한 사전정보 제공 - 비디오, 음성 및 디스플레이(AR/VR) 기술 이용 - 안전사고 발생 또는 예측 시 작업자와 모니터링하고 통신 - 작업자에게 안전 오류 및 발생위치 경고 • 안전 및 운영 전문가의 안전도 향상 계획 개발

자료: 저자작성

실질적으로 항만 내 안전시스템 구축사업이 실효성을 가지기 위해서는 항만 내 관계자들의 능동적 참여, 현 실태의 정확한 파악, 유의미한 데이터 및 정보 결정, 안전시스템 구현과 개선, 분석 및 최적화 등 5가지 항목이 반드시 고려되어야 한다.

특히 IoT 연결은 사람, 프로세스, 관련 기술들 모두를 고려해야 하며, 연결계획 수립 시 항만 IT, 운영, 보안 및 안전 전문가도 반드시 포함되어야 한다. 또한 항만의 실태와 문제점들이 파악되어야 하며 데이터의 종류, 데이터수집의 자동화, 기존 DB의 활용, 안전시스템 통합, 타 시스템과 연계성 등을 모두 고려해야 한다.

이와 같은 실질적 데이터를 기반으로 수집해야 할 데이터 종류, 수집대상 및 방법, 정보전달방법, 정보전달 대상 및 정보기반 조치사항 등이 명확히 정의되어야 한다. 더불어 수집된 데이터는 분석을 위해 정확한 데이터가 지정되고 통

합적으로 분석되어야 한다. 특히 데이터 분석, 예측의 효율성을 확보하기 위해 데이터 수집, 분석 및 해석을 위한 표준 절차의 개발도 이루어져야 한다.

〈표 3-16〉 IoT 기반 안전시스템 구축 사업화 고려사항

전제조건	세부내용
능동적 참여	• IoT 연결작업은 사람, 프로세스 및 기술을 모두 포함 • 자원 간 연결작업 배치나 확장 시 운영 및 IT 이해 관계자뿐만 아니라 환경 보전 및 안전 전문가도 포함하도록 구성
현 실태 파악	• 현 안전관련 실태와 문제점 파악이 중요 * 안전데이터의 종류 * 데이터 수집의 자동화 여부 * 기존 DB로 안전데이터 수집가능 여부 등 * 통합적 안전시스템 사용여부 * 장비 및 기계의 네트워크 연결여부
유의미한 데이터 및 정보의 결정	• 안전, 운영 및 기타 팀원들의 목표달성을 위한 안전시스템 데이터 지정 * 수집데이터 종류 * 수집대상 및 방법 * 실행가능한 정보전달 방법 * 정보를 전달받는 대상 * 정보로 인한 조치방안
안전시스템 구현 및 개선	• 안전시스템 데이터는 통합안전컨트롤러에서 이용 • 변경사항은 각 정보수집지점에 대한 새로운 태그 작성, 정확한 데이터를 지정
분석 및 최적화	• 작업자 정보의 의사결정, 조치 • 데이터 수집, 분석 및 해석을 위한 표준 절차 개발 • 안전 시스템 데이터의 액세스, 분석 및 실행 * 안전 준수 및 생산성 향상 * 작업자 및 환경안전 향상 * 안전휴지시간 절감 * 안전작업 재현

자료: EHS Today, <http://www.ehstoday.com/safety/reimagining-safety-industrial-internet-things>, 2017.07.25 참조하여 정리

제4장

항만작업 사고와 질병 유형분류 《

제1절 항만작업 사고재해와 질병재해 구분

안전보건공단은 ‘산업재해 기록·분류에 관한 지침’을 통해 산업현장에서 발생하는 재해에 대한 분류지침을 제시하고 있다. 지침에 따르면 업무상 사고 재해자와 업무상 질병재해자는 다음과 같이 분류된다.

〈표 4-1〉 업무상 사고 및 질병 구분기준

구분	업무상 사고 재해자	업무상 질병재해자
기준	◦ 우발적으로 발생	◦ 일정한 시간이 경과하여 발생
요부질환	◦ 떨어짐·넘어짐 등의 사고 또는 평상시 수행하던 작업과 다른 일시적인 중량물 취급 등의 작업, 동작행위로 급격하게 발병	◦ 반복·누적 작업으로 발병한 경우 또는 평상시 수행하던 작업과 동일한 중량물 취급 등의 작업으로 인하여 급격하게 발병
요부 외 신체부위 염좌 등 질환	◦ 떨어짐·넘어짐 등의 사고와 일시적인 신체반작용 동작행위 등으로 발병	◦ 평소작업의 누적·반복적 동작으로 발병
감염성 질환	◦ 배양기 등의 설비사고로 누출되어 감염·발병	◦ 사람(환자), 동물, 식물 등에 접촉하거나 세균, 바이러스가 함유된 물체, 주사기 등의 취급과정에서 감염, 잠복기를 거쳐 발병
화학적, 물리적 인자로 인한 질환	◦ 설비사고 또는 일시적 작업수행 오류로 급성중독·손상	◦ 정상적인 작업 중에 장시간 노출되어 만성 중독·손상
산소결핍 및 이상기압 등 주위환경 요인에 의한 질식 또는 질환	◦ 설비사고 또는 일시적인 작업수행, 행위 등으로 발생	◦ 고소작업 또는 잠함작업 등에 지속적으로 종사함에 따라 발생

상기 기준에 따라 본 연구에서도 항만작업에서 발생하는 재해를 항만작업 사고재해와 항만작업 질병재해로 구분하여 분석한다. 항만재해 사고는 항만작업 중 발생하는 다양한 안전사고로 인해 발생하는 즉각적인 피해를 의미하고 항만작업 질병재해는 일상적인 작업환경 속에서 장기적으로 누적 및 노출되어 발생하는 질병 및 손상을 의미한다.

〈표 4-2〉 항만작업 사고재해와 질병재해 구분

구분	항만작업 사고재해	항만작업 질병재해
발생요인	◦ 우발적 안전사고	◦ 일상 작업환경과 조건
발생형태	◦ 즉각적인 손상 또는 피해 발생	◦ 일정한 시간 경과 후 누적된 결과로 질병 발생
발생결과	◦ 골절, 타박, 파열, 절상, 화상, 동상, 중독, 질식, 찰과상, 창상, 염좌, 청력, 시력장애, 사망 등	◦ 요통, 근육통, 두통, 복통, 호흡곤란, 심혈관질환, 피부질환, 전신피로, 청력장애, 시력장애, 수면장애, 우울증

자료: 저자작성

제2절 항만작업 사고재해 유형분류

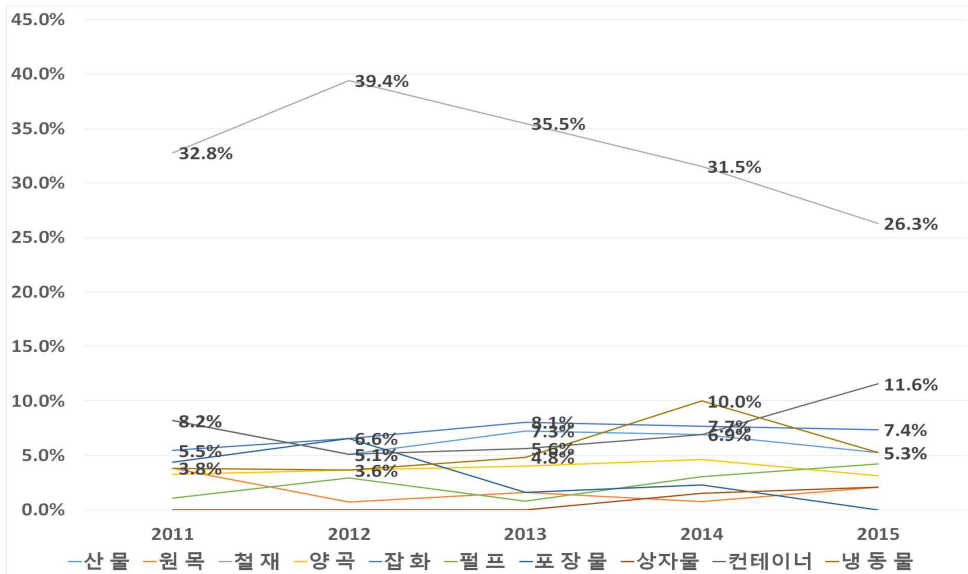
1. 항만작업 사고유형 분석

체계적인 사고유형 구분을 위해 2011년부터 2015년까지 과거 5년간 발생한 사고에 대해 주요 요인별 분석을 수행한다. 항만에서 발생하는 사고의 주요 요인으로는 화물종류, 작업단계, 사고발생 시간, 사고기인물 및 사고형태로 구분할 수 있다.

1) 취급화물별

먼저 사고가 가장 많이 발생하는 화물은 철재화물로 과거 5년 평균 33.5%의 사고가 철재화물 처리과정에서 발생하고 있다. 이는 철재화물의 특성상 중량화물이 주를 이루고 있고, 작업자 투입이 많으며 하역과정 및 형태가 복잡하여 사고발생이 많은 것으로 판단된다. 철재 다음으로 사고가 많이 발생하는 화물은 컨테이너 화물로 과거 5년간 전체 사고 중 평균 7.3%의 사고가 컨테이너 화물 처리 중 발생하였다. 일반적으로 벌크화물에 비해 자동화 및 기계화가 비교적 잘 이뤄져 있고, 화물의 규격화도 잘 되어 있는 컨테이너 화물은 사고발생이 상대적으로 낮을 것으로 판단되었으나 연간 처리 물량 자체가 많아 사고발생이 상당히 일어나고 있는 것으로 판단된다. 뒤를 이어 잡화화물(6.9%) 및 산물(6.7%), 냉동물(5.4%) 순으로 사고가 많이 발생되고 있다.

〈그림 4-1〉 처리화물별 재해발생 비율



자료: 한국항만물류협회, 『항만하역재해통계 및 사례』 2012, 2013, 2014, 2015, 2016의 자료를 토대로 저자 작성

〈표 4-3〉 처리화물 별 재해발생 건수

구분	산물	원목	철재	양곡	잡화	펠프	포장물	상자물	컨테이너	냉동물	기타	계
2011	15	7	60	6	10	2	8	0	15	7	53	183
2012	7	1	54	5	9	4	9	0	7	5	36	137
2013	9	2	44	5	10	1	2	0	7	6	38	124
2014	9	1	41	6	10	4	3	2	9	13	32	130
2015	5	2	25	3	7	4	0	2	11	5	31	95
평균	9	2.6	44.8	5	9.2	3	4.4	0.8	9.8	7.2	38	133.8

자료: 한국항만물류협회, 『항만하역재해통계 및 사례』 2012, 2013, 2014, 2015, 2016의 자료를 토대로 저자 재구성

일반적으로 작업환경이 열악하다고 알려져 있는 원목부두의 사고발생율은 낮게 나타나고 있는데 이는 작업환경이 안전하다기 보다는 처리물량 자체가 높지 않아(0.25%) 사고발생 건수가 낮게 나타나는 것으로 판단된다. 이를 보다 구체적으로 분석하기 위해서 2011~2015년 실제 국내 항만에서 처리된 품목별 물

동량과 사고자 수를 함께 분석하였다. 그러나 한국항만물류협회 하역재해통계상의 화물구분과 국내 항만물동량 통계상의 화태구분이 상이하거나 명확하지 못한 부분이 많아 정확한 물동량 재구분은 사실상 불가능하다. 따라서 본 분석은 정확한 수치를 비교한다기보다는 단순히 주요 품목별 작업 위험성 경향을 파악하기 위한 분석이라고 봐야 할 것이다. 먼저 2011~2015년 사이 국내 항만화물 통계분류상의 32개 품목 중 컨테이너 화물과 비컨테이너 화물을 구분하여 연도별 물량을 파악하고, 이 중 비컨테이너 화물 품목별 물동량을 항만물류협회 항만재해 통계상의 처리화물 분류에 맞춰 물량을 재분배하였다. 이 중 상자물과 포장물, 펄프, 잡화, 냉동물 기타는 구분이 모호하여 정확한 물동량 구분이 불가능하므로 ‘기타+’라는 별도의 품목으로 묶었다. 나머지 산물(모래, 무연탄, 유연탄, 철광석, 기타광석 및 생산품), 원목(원목), 철재(고철, 철강 및 그 부품), 양곡(양곡), 컨테이너(컨테이너), 냉동물(육류, 어패류, 갑각류 등)으로 구분하여 물동량을 분배하였다.

〈표 4-4〉 화물형태별 물동량 분배

단위: 천RT

연도	산물	원목	철재	양곡	컨테이너	기타+	총물동량
2011	298,310	3,710	95,964	9,056	348,285	555,864	1,311,190
2012	291,644	3,095	98,012	8,931	370,701	566,207	1,338,589
2013	295,769	3,406	97,186	8,273	391,387	562,904	1,358,925
2014	313,832	3,289	99,219	8,128	418,201	573,234	1,415,904
2015	331,125	3,462	97,689	8,540	429,628	592,609	1,463,054
평균	306,136	3,392	97,614	8,586	391,641	570,164	1,377,532

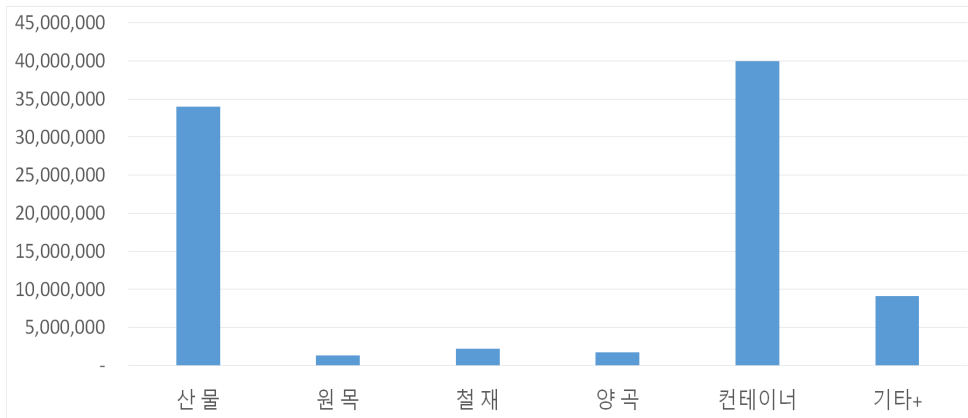
자료: 해양수산부 해운항만물류정보센터, <https://www.spidc.go.kr>, (검색일 2017.07.03.)의 자료를 토대로 저자 작성

상기 2011~2015년 처리된 평균 품목별 물동량과 재해자를 비교해 보면 처리화물 대비 가장 높은 사고율을 보이는 작업은 원목화물로 1,304,779톤을 처리할 때 마다 1명의 재해가 발생하는 것으로 나타났다. 그 뒤를 이어 양곡화물

1,717,117톤을 처리할 때마다 1명의 재해가 발생하고, 철재는 2,178,884톤을 처리할 때마다 재해가 발생하고 있다. 전술하였듯이 장비가 비교적 현대화되어 있고 화물이 규격화 되어 있는 컨테이너 터미널이 가장 안전한 것으로 분석되고 있다.

〈그림 4-2〉 재해 한 건당 처리화물량

단위: RT



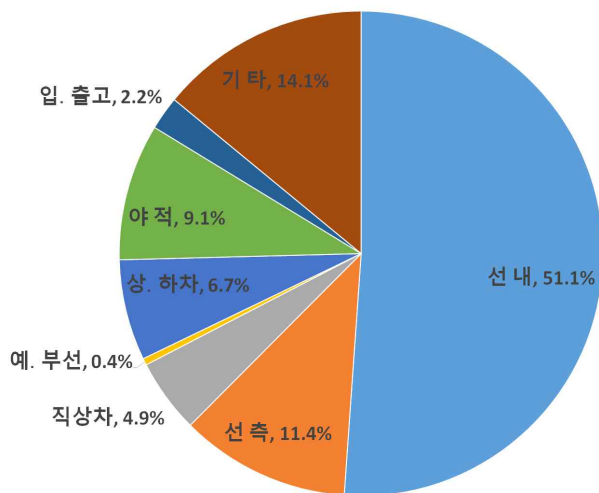
자료: 저자작성

2) 작업단계별

작업 단계에서 사고가 가장 많이 발생하는 작업은 역시 선내작업으로 분석되었다. 선내 작업은 일반적으로 화물이 적재되어 있는 선박의 선창 내에서 이뤄지는 작업을 의미한다. 항만작업은 결국 선박에 화물을 적재하거나, 선박에 적재되어 있는 화물을 양하하는 작업이므로 선내작업은 항만작업에 있어 가장 주요한 작업이라고 할 수 있다. 이러한 선내는 밀폐되고 좁은 공간 내에서 작업자와 화물, 그리고 장비 등이 혼재하여 작업이 이뤄지는 공간으로 충돌, 협착, 추락 등의 사고가 지속적으로 발생하는 고위험구간으로 볼 수 있다. 특히 선창의 구조상 음영구역이 많아 주야간 상시 조명이 필요하며, 야간 및 새벽 작업 시에는 충분한 조도가 확보되지 못하는 경우가 많이 발생하고 있다. 선내 작업

뒤를 이어 사고가 많이 발생하는 작업은 선측작업으로 선박이 정박하고 있는 안벽구간에서 이뤄진다. 선측 작업은 선내의 화물을 장비를 이용하여 안벽에 내리거나 안벽의 화물의 선내로 올리는 작업으로 선내 작업이 비해 공간은 비교적 넓으나 사람과 장비, 화물이 혼재되어 지속적인 작업이 이뤄지는 공간으로 사고의 위험성을 내포하고 있다. 야적장에 화물을 야적하거나 하역하는 야적작업, 차량에 화물을 싣고 내리는 상하차 작업, 그리고 선측에 화물을 내리지 않고 차량위의 화물을 바로 선박에 싣고 내리는 직상차 작업 등이 그 뒤 잇고 있다.

〈그림 4-3〉 작업단계별 재해발생비율(2011~2015 평균)

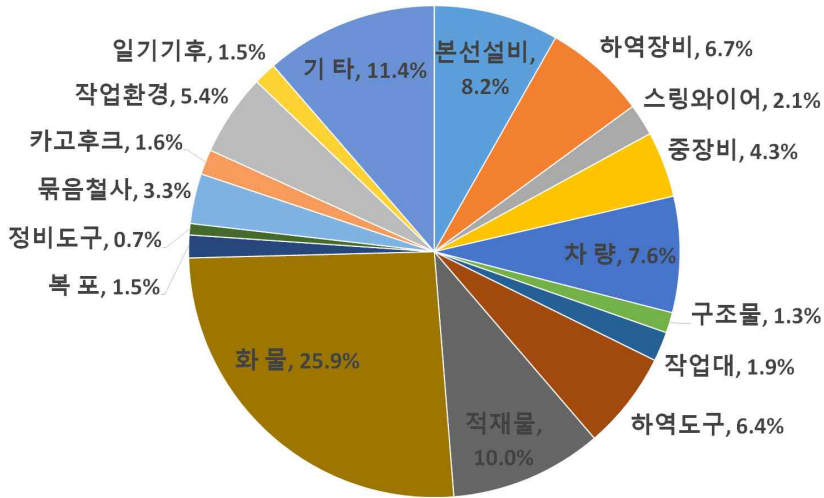


자료: 한국항만물류협회, 『항만하역재해통계 및 사례』 2012, 2013, 2014, 2015, 2016를 토대로 저자 작성

3) 재해 기인물 및 형태별

재해를 일으키는 주요 기인물으로는 화물이 가장 대표적이다. 즉 화물의 낙하나 붕괴 등으로 인하여 작업자가 다치는 경우가 많으며, 작업자가 화물 위에서 추락하는 경우도 종종 발생한다. 그 뒤를 이어 많은 비중을 차지하는 것은 적재물, 본선설비 및 하역장비, 하역도구 등 하역을 위한 정비나 도구로 인해 재해가 발생하고 있다.

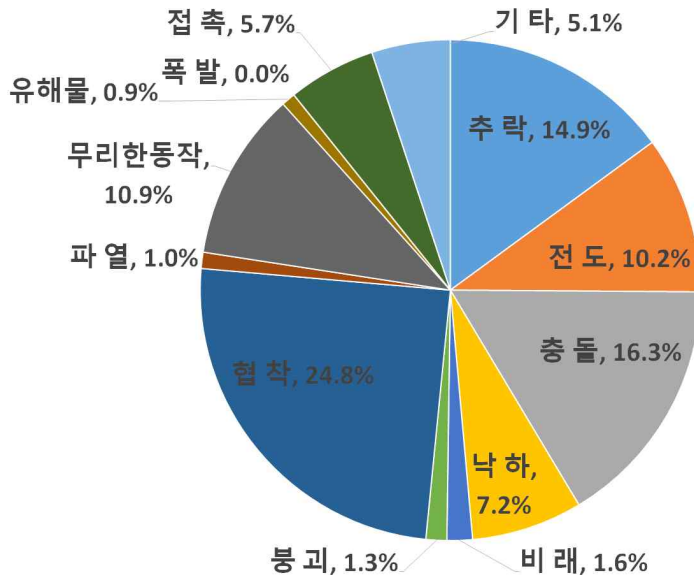
〈그림 4-4〉 기인물 별 재해유발 비율(2011~2015 평균)



자료: 한국항만물류협회, 『항만하역재해통계 및 사례』 2012, 2013, 2014, 2015, 2016를 토대로 저자 작성

재해의 주요유발형태로는 협착이 가장 높게 나타나고 있다. 협착은 장비 또는 화물에 사람이 끼이는 형태로 전체 사고발생 유형 네 건 중 한 건에 협착에 의해 발생하고 있다. 장비와의 충돌(16.3%), 추락(14.9%), 무리한 동작(10.9%), 전도(10.2%), 낙하(7.2%) 등이 그 뒤를 잇고 있다. 즉 전체 사고의 60% 가까이가 사람과 장비 간에 발생하고 있어 이에 대한 대비가 필요하다.

〈그림 4-5〉 재해 발생형태 비율(2011~2015 평균)

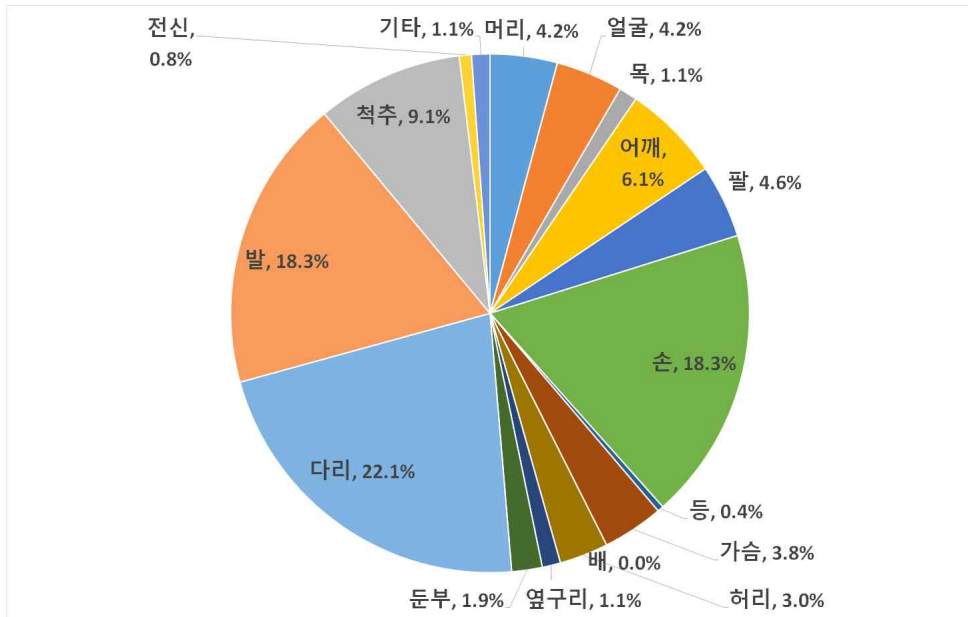


자료: 한국항만물류협회, 『항만하역재해통계 및 사례』 2012, 2013, 2014, 2015, 2016를 토대로 저자 작성

4) 재해부위 및 결과별

항만작업 시 사고재해를 가장 많이 당하는 신체부위는 다리(22.1%)이며 손(18.3%)과 발(18.3%)이 그 뒤를 잇는다. 이는 사고유발형태가 주로 협착이나 충돌, 추락으로 분석되고 있어 자연스럽게 사지가 해당 끼이는 사고가 많이 발생한다고 볼 수 있다. 또한 척추(9.1%) 및 어깨(6.1%), 머리(4.2%) 등도 재해를 비교적 높게 당하는 부위로 분석되고 있는데 이는 주로 추락이나 화물의 낙하로 인해 발생한다고 판단된다.

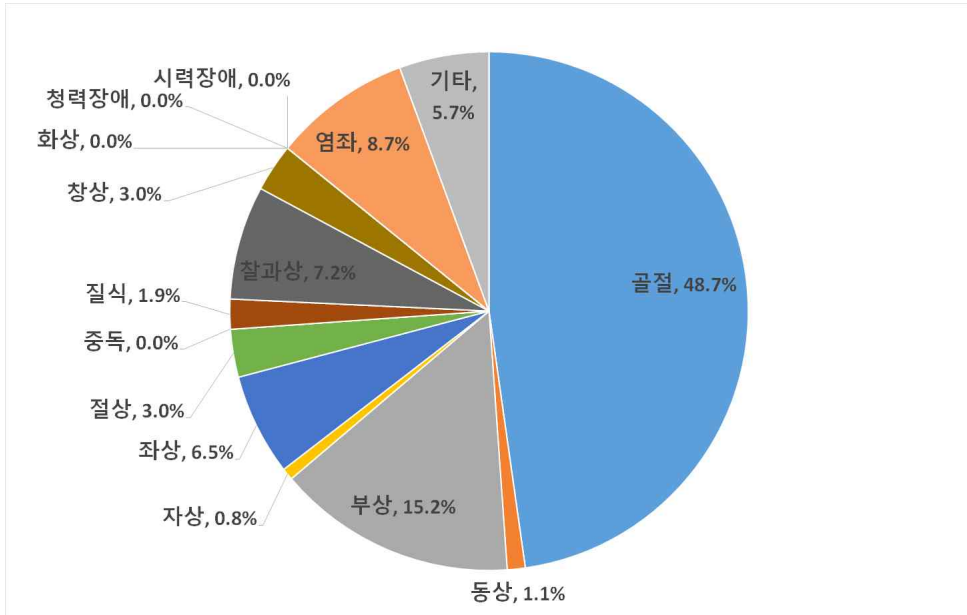
〈그림 4-6〉 재해 발생부위 비율(2011~2016 평균)



자료: 한국항만물류협회, 『항만하역재해통계 및 사례』 2012, 2013, 2014, 2015, 2016를 토대로 저자 작성

항만하역사고 재해결과로 가장 많이 발생하는 것이 골절로 전체 재해결과의 48.7%를 차지한다. 이는 기인물(화물)-발생형태(협착)-발생부위(다리)와 연결된다고 판단된다. 그 외 부상(15.2%), 염좌(8.7%), 좌상(6.5%) 등이 뒤를 이으며 창상(3.0%), 절상(3.0%), 그리고 질식(1.9%) 순으로 발생하고 있다.

〈그림 4-7〉 재해 발생결과와 비율(2011~2016 평균)



자료: 한국항만물류협회, 『항만하역재해통계 및 사례』 2012, 2013, 2014, 2015, 2016를 토대로 저자 작성

5) 종합분석

하역 작업 중 가장 사고가 많이 발생하고 있는 품목은 철재화물이며 컨테이너와 잡화, 산물 등이 그 뒤를 잇고 있다. 철재화물의 경우 화물의 무게 및 작업형태, 특성에 의해 사고가 많이 발생하고 있으며 원인은 사고발생건수 자체는 낮으나 처리물량대비 가장 높은 사고 발생율을 보이고 있어 작업자체가 위험하다는 점을 확인할 수 있었다. 항만하역작업 단계 중에서는 작업자와 장비, 화물이 혼재되어 있는 반밀폐공간인 선내에서의 작업 중 절반이상의 사고가 발생하고 있고, 이때 주요 사고기인물은 화물 및 하역장비, 도구 등이다. 그에 따라 사고의 형태 역시 사람과 장비, 화물간의 협착이 가장 많이 발생하고 있으며 그 외 충돌 및 추락, 전도, 낙하 등이 주요 재해형태가 되고 있다. 협착으로 인해 주로 부상을 입는 부위는 다리, 손, 발 등 사지이며 해당 부위에 입는 재해는 골절 및 부상 그리고 염좌로 분석된다.

〈그림 4-8〉 항만하역 재해발생 요인 분석



자료: 저자작성

그러나 현재 한국항만물류협회 통계자료는 기본적으로 사고별 화물, 단계, 요인 등이 구분되어 수집되고 있지 않으며 그에 따라 보다 명확한 관계분석을 위한 교차분석 및 요인분석이 불가능하다. 또한 재해요인과 형태, 결과가 구분 및 분류되어 있지 못하고, 인적 및 물적 불안전 행동에 대한 분석도 이뤄지지 못하고 있어 이에 대한 분류체계 수립 및 데이터베이스화가 필요하다.

2. 항만작업 사고 분류체계 수립

1) 타분야 분류체계 분석

국내 산업재해에 대한 분류체계는 안전보건공단의 재해분류체계⁸⁶⁾가 있다. 해당 분류체계는 크게 재해가 발생한 사업장 특성, 재해를 당한 재해자 특성, 그리고 재해발생에 대한 특성으로 크게 구분되며 각 특성별로 분류체계가 수립되어 있다. 전체 산업에 대한 재해를 기록하기 위한 분류체계로 포괄적이며 나열식 분류형태로 사고재해에 대한 기록을 유지하기 위한 목적으로 구성되어 있다. 그러나 항만 사고재해의 특성을 세부적으로 반영하기에는 어려움이 있다. 예를 들어 기인물 분류코드의 경우 항만에 해당하는 분류는 '03. 운반, 인양 설비·기계'이나 세부분류상 항만의 주요 기인물을 세부적으로 다루지 못하고 있으며, 가장 주요한 기인물인 화물은 분류에 명시되어 있지 못하다. 따라서 체계적인 항만하역작업 사고 분류 및 분석, 통계정보 축적을 위해서는 항만작업에 적합한 보다 세부적인 분류체계의 정립이 필요하다.

⁸⁶⁾ 안전보건공단, 『산업재해 기록·분류에 관한 지침』, 2016. 6

〈표 4-5〉 안전보건공단 재해분류체계

구분	분류체계
사업장 특성 분석항목의 분류체계 및 기준	산업, 규모, 행정구역, 사업장 형태, 공사종류, 공사금액, 공사기간
재해자 특성 분석항목의 분류체계 및 기준	국적, 성별, 연령, 직업, 고용형태, 근무형태, 근무기간
재해발생 특성 분석항목의 분류체계 및 기준	재해발생일시, 재해발생시점, 재해종류, 피해현황, 안전방호조치, 안전방호조치여부, 개인보호조치, 개인보호조치여부, 작업형태, 발생형태, 기인물, 작업지역 및 공정, 작업내용, 떨어짐 장소, 떨어짐 높이, 감전전압, 점화원, 불안정한 상태, 불안정한 행동, 상병종류, 상병부위, 근로손실일

자료: 안전보건공단, 『산업재해 기록·분류에 관한 지침』, 2016. 6

행정안전부는 국내 행정기관 간 행정정보의 공유 및 공동이용을 활성화 하기 위한 행정코드를 표준화하여 시스템을 구축하여 관리하고 있다⁸⁷⁾. 총 54개 분야에 대해 코드를 분류하고 있다. 예를 들면 해양 및 해상교통 안전관리 분야에서는 선박용도와 선박종류에 대한 코드를 정의하고 있다. 그러나 엄밀히 말해서는 분야 간 표준화는 이뤄져 있지 못하며 각 코드별 수준도 달라 실제로는 코드 참조 및 공유에 그치고 있다. 예를 들면 해양 및 해상교통 안전관리 행정표준코드는 나열식 코드로 이뤄져 있으나 식품안전 행정표준코드는 대분류화 소분류로 구분, 하나의 코드로 구분이 가능하도록 되어 있다. 예를 들면 식품품목분류 코드는 식물성(대분류) - 곡류(중분류) - 쌀(소분류) - 쌀건조(세분류)로 총 14자리 코드로 구성되어 있어 검색 및 데이터 분석에 용이하게 되어 있다.

〈표 4-6〉 해양 및 해상교통 안전관리 행정표준코드

선박용도		선박종류	
코드값	코드값의미	코드값	코드값의미
01	여객선	01	강선
02	일반화물선	02	목선

87) 행정표준코드 관리시스템, <https://www.code.go.kr/jsp/index.jsp>, 검색일 2017. 10. 17

선박용도		선박종류	
코드값	코드값의미	코드값	코드값의미
04	유조선	04	시멘트선
05	예인선	05	경금속선
06	부선	06	합성수지선(F.R.P)
07	보트	99	기타선
08	모타보트	.	.
09	유선	.	.
10	특수화물선	.	.
11	특수어선	.	.
12	특수여객선(수중익선)	.	.
13	특수여객선(공기부양선)	.	.
14	잠수유람선	.	.
15	요트(파워)	.	.
16	요트(크루즈)	.	.
17	수상스쿠터	.	.
18	수상오토바이	.	.
19	제트스키	.	.
20	카누	.	.
21	카약	.	.
22	기타선	.	.

자료: 행정표준코드 관리시스템, <https://www.code.go.kr/jsp/index.jsp>, 검색일 2017. 10. 17

〈표 4-7〉 식품안전 표준코드 - 식품안전품목분류(곡류)

대분류	중분류	소분류	세분류	코드
식물성	곡류	쌀	쌀건조	A0100100004000
			쌀냉동	A0100100008000
		보리	보리건조	A0100200004000
			보리냉동	A0100200008000
		밀	밀건조	A0100300004000
			밀냉동	A0100300008000
		메밀	메밀건조	A0100400004000

대분류	중분류	소분류	세분류	코드
		수수	수수건조	A0100600004000
			수수냉동	A0100600008000
		옥수수	옥수수건조	A0100700004000
			옥수수냉동	A0100700008000
		귀리	귀리건조	A0100800004000
			귀리냉동	A0100800008000
		호밀	호밀건조	A0100900004000
			호밀냉동	A0100900008000
		울무	울무건조	A0101000004000
			울무냉동	A0101000008000
		기장	기장건조	A0101100004000
			기장냉동	A0101100008000
		피	피건조	A0101200004000
			피냉동	A0101200008000
		퀴노아	퀴노아건조	A0101300004000
			퀴노아냉동	A0101300008000
		트리테케일	트리테케일건조	A0101400004000
			트리테케일냉동	A0101400008000
		벼	벼건조	A0101500004000
			벼냉동	A0101500008000
		기타곡류	기타곡류건조	A0101600004000
			기타곡류냉동	A0101600008000

자료: 행정표준코드 관리시스템, <https://www.code.go.kr/jsp/index.jsp>, 검색일 2017. 10. 17

의약품표준코드 역시 개별 의약품을 식별하기 위하여 고유하게 설정된 번호로 국가코드, 제조업코드, 품목코드 및 검증번호 등을 포함한 13자리 코드로 구성되어 있다.⁸⁸⁾ 따라서 하나의 코드만으로 바로 의약품의 국가, 업체, 종류,

⁸⁸⁾ 보건복지부, 사회보장정보원, 『보건의료정보 기초코드 분류체계 개발 및 용어표준 활용 지원도구 개발 연구보고서』, 2015, p89~90.

규격, 제형, 수량, 포장형태 등을 파악할 수 있어 의약품의 분류 및 통계화가 쉽게 이뤄져 있다.

〈표 4-8〉 의약품 표준코드 사례(KD 코드)

상품명	규격	제형	수량	포장형태	대표코드	표준코드
바이엘아스피린	100mg	정	30	PTP	8806411000606	8806411000613
			100			8806411000620
			1,000			8806411000637
	500mg	정	200	PTP	8806411000705	8806411000712
			20			8806411000729

자료: 보건복지부, 사회보장정보원, 『보건의료정보 기초코드 분류체계 개발 및 용어표준 활용 지원도구 개발 연구보고서』, 2015, p89~90.

2) 코드화 기반 항만작업 사고 분류체계

국내 항만작업 사고에 대한 개별 표준분류체계는 제도화되어 있지 못하다. 일부 관련 연구에서는 항만하역사고 재해를 13개 요목별로 상세하게 분류하여 제시하고 있다.⁸⁹⁾ 주요 유형분류로는 취급화물, 재해발생장소, 작업단계, 상해 종류, 기인물, 인적/물적 불안정한 행동, 발생요일, 근무년수, 나이 등으로 구분된다.

⁸⁹⁾ 남영우, '인천항 항만하역 재해분석 및 예방대책에 관한 연구', 인하대학교 박사논문, 2006, p34

〈표 4-9〉 재해요목별 세부내용

No	재해요목	세부 내용
1	취급화물	각재, 고철, 광석, 괴탄, 냉동물, 모래, 무연탄, 부원료, 수산물, 시멘트, 쌀, 알미늄괴, 양곡, 원당, 원목, 잉고트, 자동차, 잡화, 철재, 컨테이너, 코일, 파이프, 기타
2	재해 발생 장소	선내, 선측, 야적장
3	상해 종류	골절, 동상, 부종, 찰림, 타박상, 절단, 중독, 찰과상, 창상, 화상, 청력장애, 시력장애, 뇌진탕, 익사, 피부병, 기타
4	재해 발생형태	추락, 전도, 충돌, 낙하, 붕괴, 협착, 감전, 폭발, 파열, 화재, 무리한 동작, 이상온도 접촉, 유해물 접촉, 기타
5	재해정도	경상, 중상, 사망
6	상해부위	둔부, 팔, 손, 다리, 발, 옆구리, 눈, 가슴, 배, 등, 골반, 귀, 코, 허리, 어깨, 목, 머리, 턱, 전신, 사망
7	작업단계	선내, 선측, 직상차·직선적, 예부선, 상·하차, 야적, 입출고, 기타
8	기인물	본선설비, 하역설비, 예부선, 차량, 구조물, 작업대, 하역용구, 적재물, 화물, 복표, 묶음철사, 받침대, 동력기관, 정비도구, 작업환경, 선박 로링, 기타
9	인적 불안정한 행동	위험장소 접근, 안전장치 기능의 제거, 복장·보호구의 잘못된 사용, 불안정한 속도조작, 장비·기계·하역용구의 잘못된 사용, 운전중인 기계장치의 손질, 불안정한 적재·적하 및 하적단 쌓기·할기 불량, 불안정한 자세·동작, 감독 및 연락·신호 불충분, 위험물 취급 부주의, 불안정한 상태 방치, 기타 분류불능
10	물적 불안정한 상태	안전방호조치 결함 및 부적절, 물의 배치·배열 및 작업장소·통로 결함, 보호구 및 복장의 결함, 작업환경의 결함, 작업공정의 결함, 안전표지 미 부착·경계표시 부재·경계구역 미 설정, 선박의 로링, 기타 분류불능
11	발생요일	월, 화, 수, 목, 금, 토, 일
12	근무년수	1년 미만, 1년 이상 5년 미만, 5년 이상 10년 미만, 10년 이상 20년 미만, 20년 이상 25년 미만, 25년 이상 30년 미만, 30년 이상
13	나이	20대, 30대, 40대, 50대, 60대

자료: 남영우, 「인천항 항만하역 재해분석 및 예방대책에 관한 연구」, 인하대학교 박사논문, 2006, p34

그러나 사고발생 원인요인과 사고발생 결과가 같은 분류형태에서 혼재되어 있으며 재해발생 장소 및 작업단계 등 상호 독립적이지 못한 요인도 포함되어 있다. 또한 일부 실제 항만에서 발생하고 있는 기인물 역시 누락되어 있다. 무엇보다 단순한 나열식 분류에 그치고 있어 향후 빅데이터 분석 등 통계적 기법

에 해당 분류체계를 바로 적용하기에는 어려움이 있다.

따라서 본 연구에서는 이를 보완하고 기존항만물류협회 분류형태 및 ‘산업재해 기록·분류에 관한 지침’과의 통일성을 고려하면서도 향후 데이터 수집 및 빅데이터 분석을 고려하여 식품안전품목분류나 의약품표준코드와 같이 항만작업 안전사고 1건당 1개 매칭 코드화를 기반gks 분류체계를 수립한다.

1) 대분류

대분류로는 화물정보, 사고원인정보, 사고시기정보, 피해자 정보, 사고결과 정보로 구분한다.

2) 중분류

중분류는 화종, 세부품목, 작업단계, 기인물, 행동/상태, 세부내용, 발생요일, 시간대, 연속작업시간, 근무년수, 근무시간대, 나이 성별, 재해형태, 상해정도, 재해정도 등 17개의 중분류를 포함한다. 각 사고요인은 실제 하역작업에 있어 사고발생에 영향을 끼칠 수 있는 요인들을 망라하였다.

3) 소분류

소분류는 항목이 많아 분류코드를 A~Z로 표기한다. 소분류에는 각 중분류의 세부 목록이 포함된다. 예를 들면 사고요인(0) 중 취급화물(0)에는 산물(A) 부터 기타(L)가 포함된다.

4) 종합

전체 항만작업 사고재해 분류코드는 다음과 같다. 대분류로는 크게 화물정보, 사고요인, 사고지점, 재해자, 사고결과로 나누고 각 분류별로 해당 분류에 맞는 정보를 정리한다. 예를들면 화물정보에는 재해 발생 시 관련된 화물의 정보로 대상지역, 대상항만, 취급화물, 세부품목으로 나뉜다. 관련 소분류로는 관련 내용들이 포함된다.

〈표 4-10〉 항만작업 사고재해 분류코드

대분류	중분류	소분류
화물정보	대상지역	0. 경기도, 1. 강원도, 2. 충청남도, 3. 전라북도, 4. 전라남도, 5. 경상북도, 6. 경상남도, 7. 제주도
	대상항만	경상북도 예시: 0. 포항항, 1. 후포항, 2. 강구항, 3. 구룡포항
	취급화물	0. 산물, 1. 원목, 2. 양곡, 3. 철재, 4. 고철, 5. 잡화, 6. 펄프, 7. 포장물, 8. 상자물, 9. 컨테이너
	세부품목	철재 예시: 코일, 후판, 선재, 슬래브, 빌렛, 파이프, 기타
사고요인	작업단계	선내, 선측, 직상차·직선적, 예부선, 상·하차, 야적, 입출고, 기타
	기인물	본선설비, 하역설비, 예부선, 차량, 구조물, 작업대, 하역용구, 스링와이어, 적재물, 화물, 복표, 묶음철사, 받침대, 동력기관, 정비도구, 카고후크, 작업환경, 일기기후, 선박 롤링, 기타
	행동/상태	인적 불안정한 행동, 물적 불안정한 행동
	세부내용	
	인적 불안정한 행동 세부내용	위험장소접근, 안전장치기능의제거, 복장·보호구의잘못사용, 불안정한속도조작, 장비·기계·하역용구의잘못사용, 운전중인기계장치의손질, 불안정한적재·적하및하적단쌓기·헐기 불량, 불안정한자세·동작, 감독및연락·신호불충분, 위험물취급부주의, 불안정한상태방치, 기타분류불능
	물적 불안정한 행동 세부내용	안전방호조치 결함 및 부적절, 화물의 배치·배열 및 작업장소·통로결함, 보호구 및 복장의 결함, 작업환경의 결함, 작업공정의 결함, 안전표지 미부착·경계표시 부재·경계구역 미설정, 선박의 롤링, 기타
시기	발생요일	월, 화, 수, 목, 금, 토, 일
	시간대	07:00~12:00, 12:00~17:00, 17:00~22:00, 22:00~03:00, 03:00~07:00
	연속작업시간	30분, 60분, 90분, 120분, 150분, 180분, 210분, 240분, 270분, 300분
재해자	근무년수	1년 미만, 1년~3년, 3~5년, 5~10년, 10년 이상
	나이	20대, 30대, 40대, 50대, 60대
	성별	남, 여
사고결과	사고 발생형태	추락, 전도, 충돌, 봉괴, 협착, 폭발, 파열, 화재, 노출, 기타
	상해부위	머리, 목, 체간, 상지, 하지, 전신, 다발성 신체부위, 기타 신체부위
	상해종류	골절, 자상, 타박상, 절상, 염좌, 중독/질식, 찰과상, 화상/동상, 장애, 기타 분류불능

자료: 저자작성

예를 들어 경북(5) 포항항(0)의 철재부두(3)에 코일(0)을 취급하다가 선측(1)에서 BTC(1) 장비이상(1, 3)으로 수요일(2) 15시에(1, 5) 발생하였는데 피해자는 근무한지 5년(3)이 약간 넘는 40대(2) 여자(1)로 장비와 충돌(2)하여 목(1)에 골절(0)을 입어 사망(5) 하였다면 해당 사고의 코드는 5030(화물정보)-1113(사고요인)-215(사고시점)-321(재해자)-2015(사고결과)이 된다.

〈그림 4-9〉 항만하역 안전사고 코드화 예시



제3절 항만작업 질병재해 유형분류

1. 항만작업 질병재해 유형분석

국내에서 현재 항만 중심의 질병재해 유형분석 및 통계자료의 체계적인 구축은 이뤄져 있지 못하다. 한국항만물류협회는 사고에 대해서만 통계를 구축하고 있으며 고용노동부와 안전보건공단은 ‘운수업’ 또는 ‘수상운수업, 항만하역 및 화물취급사업’으로 분류하여 포괄적 통계를 다루고 있다. 따라서 향후 체계적인 항만작업자의 질병재해 분석 및 예방을 위해서는 항만자체의 질병재해 분류체계 구축 및 데이터 수집이 이뤄져야 할 것이다.

본 연구에서는 1차적으로 국내에서 안전보건공단이 2014년 수행한 적 있는 ‘제4차 근로환경조사’의 원시자료를 기반으로 산업 전반적인 산업질병재해 요인 및 결과에 대한 분석을 수행한다. 특히 항만분야가 포함되어 있는 운수업을 중심으로 질병재해요인과 결과를 분석한다.

1) 분석대상 목록 선정

제4차 근로환경 조사는 국내 20대 전 산업분야 종사자 50,007명을 대상으로 수행되었으며 이중 운수업 대상자는 1702명이 포함되어 있다. 가능한 항만과 유사한 분야로 좁히고자 이 중 항만이 없는 서울, 대구, 광주, 대전, 세종, 충북 지역 운수업 종사자는 제외한다. 또한 종사 직종 중에서 사무종사자, 판매종사자, 농림어업 숙련 종사자, 군인 등을 제외하고 주로 기능원 및 관련기능 종사자, 장치, 기계조작 및 조립 종사자, 단순노무 종사자를 중심으로 분석을 수행한다. 단 장치, 기계조작 및 조립종사자는 항만하역장비 조작 관련 종사자이고 기능원 및 관련기능 종사자와 단순노무 종사자는 지상 하역작업 종사자로 볼 수 있어 이에 대한 구분이 필요하다.

〈표 4-11〉 4차근로환경조사 중 분석 대상자 선정

지역	업종	직종	조사대상 명수
부산, 인천, 울산, 경기, 강원, 충남, 전북, 전남, 경북, 경남, 제주	운수업	장치, 기계조작 및 조립 종사자	654명
		기능원 및 관련기능 종사자, 단순노무 종사자	214명

자료: 안전보건공단, 「4차근로환경조사 설문지」, 2014를 토대로 저자 재구성

2) 운수업 분야 장치, 기계조작 및 조립 종사자

가. 유해요인 분석

제4차 근로환경 조사에서는 진동, 소음, 고온, 저온 등 총 9개의 유해요인을 정의하고 있으며, 또한 무리한 자세나 작업, 스트레스를 주는 작업에 대해서도 9개의 유해요인을 정의하고 있다.

〈표 4-12〉 4차 근로환경조사 유해요인 정의

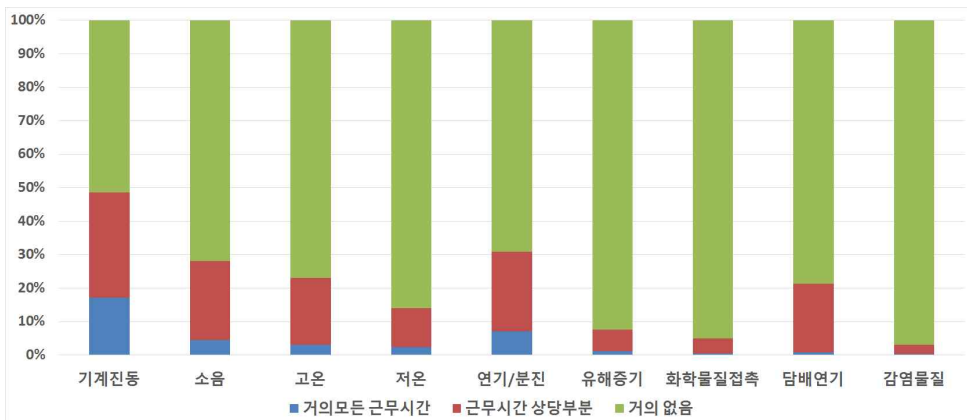
유해환경 문항		유해작업 문항	
Q23_a	A. 수공구, 기계 등에 의해 발생하는 진동	Q24_a	A. 피로하거나 통증을 주는 자세
Q23_b	B. 다른 사람에게 말할 때 목청을 높여야 할 정도의 심한 소음	Q24_b	B. 사람을 들어 올리거나 이동시킴
Q23_c	C. 일하지 않을 때조차 땀을 흘릴 정도로 높은 온도	Q24_c	C. 무거운 물건을 끌거나, 밀거나, 이동시킴
Q23_d	D. 실내/실외에 관계없이 낮은 온도	Q24_d	D. 계속 서 있는 자세
Q23_e	E. 연기, 흙(웅점흙 또는 배기가스), 가루나 먼지(목분진, 광물 분진 등) 등의 흡입	Q24_e	E. 반복적인 손동작이나 팔 동작
Q23_f	F. 신너와 같은 유기용제에서 발생한 증기 흡입	Q24_f	F. 고객, 승객, 학생, 환자와 같은 직장 동료가 아닌 사람들을 직접 상대함
Q23_g	G. 화학제품/물질을 취급하거나 피부와 접촉함	Q24_g	G. 화가 난 고객이나 환자를 다룸
Q23_h	H. 다른 사람이 피는 담배연기	Q24_h	H. PC, 네트워크, 대형컴퓨터 등 컴퓨터로 일함

자료: 안전보건공단, 「4차근로환경조사 설문지」, 2014를 토대로 저자 재구성

이 중 항만하역작업과 연관이 낮은 Q24_f, Q24_g, Q24_h, Q24_i 는 본 연구에서 제외한다.

먼저 운수업 종사자 중 장비 및 기계를 조작하는 종사자는 거의 모든 근무시간 및 근무시간 상당부분 동안 기계진동에 대한 노출이 높은 것으로 나타나고 있다. 그 다음으로 연기 및 분진, 소음, 고온 등에 시달리고 있는 것으로 나타난다. 이는 대부분의 장비기사가 장시간 쉬지않고 크레인 또는 차량에서 장비를 조작하고 있는 작업여건상 자연스러운 상황으로 판단되며, 또한 장비의 대다수가 디젤엔진을 사용하고 있어 매연이나 연기 등에도 취약한 것으로 판단된다.

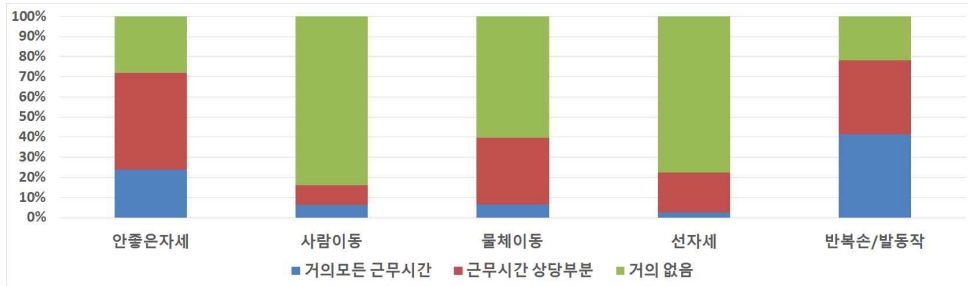
〈그림 4-10〉 4차 근로환경조사 - 운수·기계조작자 유해환경



자료: 안전보건공단, '4차근로환경조사 원시자료' 2017를 토대로 저자 정리 및 분석

유해한 작업형태로는 근무 중 상당시간 동안 안좋은 자세로 일하는 응답자가 70%를 넘고 있으며, 80%에 가까운 종사자가 근무시간 상당부분 동안 반복적인 손 및 발동작을 수행하고 있다고 나타났다. 이는 장비조작의 특성상 장시간 앉아 있어야 하며, 단순 반복적 작업이 많다는 것을 나타낸다.

〈그림 4-11〉 4차 근로환경조사 - 운수·기계조작자 유해작업형태

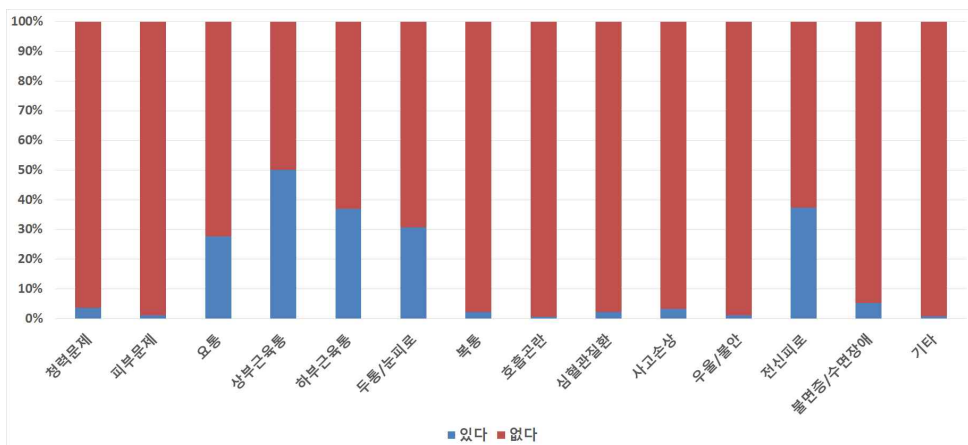


자료: 안전보건공단, '4차근로환경조사 원시자료' 2017를 토대로 저자 정리 및 분석

나. 질병재해 분석

유해요인 분석에서 살펴보았듯이 운수업 종사자 중 장비 및 기계를 조작하는 작업자는 환경적으로는 기계진동 및 소음, 분진에 장시간 시달리고 있고, 안좋은 자세로 지속적이고 반복적인 작업을 수행하고 있다고 분석된다. 그에 따라 상당수 작업자가 요통 및 상하부 근육통, 두통 및 눈의 피로, 그리고 전신피로를 호소하고 있음을 볼 수 있다.

〈그림 4-12〉 4차 근로환경조사 - 운수·기계조작자 질병재해 정도



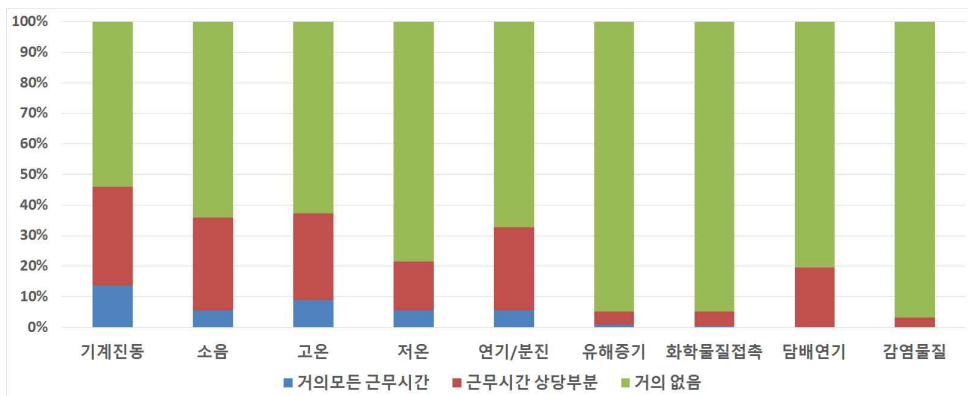
자료: 안전보건공단, '4차근로환경조사 원시자료' 2017를 토대로 저자 정리 및 분석

3) 운수업 분야 기능직 및 단순노무직 종사자

가. 유해요인 분석

운수업 종사자 중 기능직 및 단순노무직 종사자는 지상에서 상하역을 담당하는 근무자로 볼 수 있다. 그러나 의외로 이들도 근무시간의 상당시간 동안 기계진동에 시달리고 있다고 호소하고 있어 이에 대한 추가적 분석이 요구된다. 동시에 작업장에서의 소음 및 고온, 연기 및 분진에 가장 주요한 유해작업환경으로 분석되고 있다.

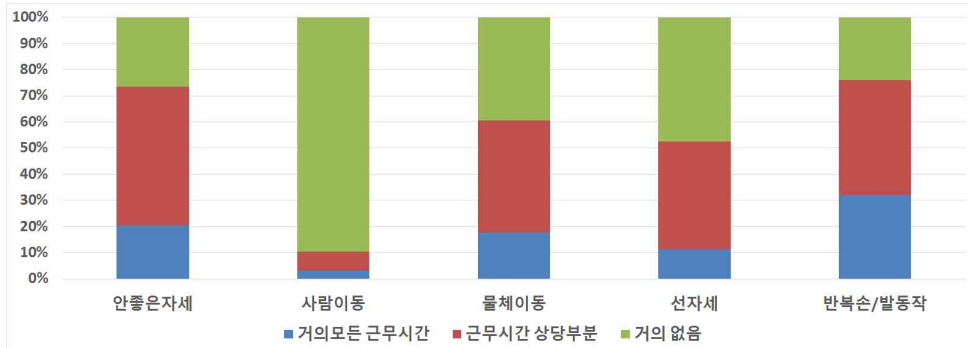
〈그림 4-13〉 4차 근로환경조사 - 기능직 및 단순노무직 유해환경



자료: 안전보건공단, '4차근로환경조사 원시자료' 2017를 토대로 저자 정리 및 분석

유해한 작업형태로는 근무 중 상당시간 동안 안좋은 자세로 일하는 응답자가 70%를 훌쩍 넘고 있으며, 80%에 가까운 종사자가 근무시간 상당부분 동안 반복적인 손 및 발동작을 수행하고 있다고 나타났다. 그 이외에도 장비조작자와 달리 장시간 선 자세로 작업을 하며, 화물 등 물체를 이동하는 작업을 많이 수행하고 있다.

〈그림 4-14〉 4차 근로환경조사 - 운수·기능직 및 단순노무직 유해작업형태

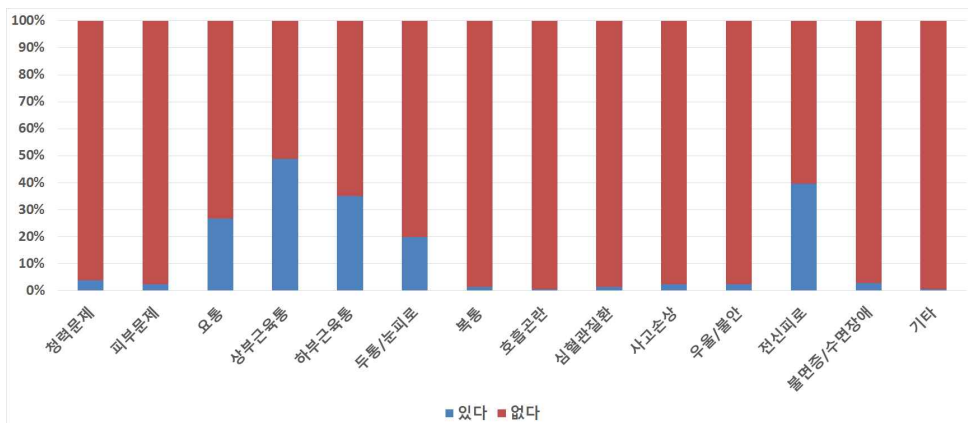


자료: 안전보건공단, '4차근로환경조사 원시자료' 2017를 토대로 저자 정리 및 분석

나. 질병재해 분석

주로 서서 화물을 다루는 운수업의 기능직 및 단순노무직의 경우 상부근육통이 다른 통증에 비해 높은 비율로 나타나고 있으며 전신피로 역시 주요한 질병재해로 분석되고 있다. 대신 장비 및 기계조작자에 비해 두통/눈의 피로에 대한 부담은 낮은 것으로 분석되고 있다.

〈그림 4-15〉 4차 근로환경조사 - 운수·기능직 및 단순노무직 질병재해 정도



자료: 안전보건공단, '4차근로환경조사 원시자료' 2017를 토대로 저자 정리 및 분석

2. 항만작업 질병재해 분류체계 수립

항만질병재해 분석은 항만사고재해와 달리 일시적으로 사건이 발생하는 형태가 아니라 지속적인 작업 누적에 따라 결과적으로 발생하는 재해이기 때문에 명확하게 사건별로 구분하여 분류하고 데이터베이스를 구축하기는 현실적으로 어려움이 있다. 대신 연단위 또는 월단위로 작업자의 특성, 작업공간 및 처리화물, 주요업무, 관련 유해작업환경 및 작업형태, 그리고 질병재해 정도를 꾸준히 추적할 수 있는 형태로 분류 및 통계화가 필요하다.

1) 대분류

대분류로는 작업자 정보, 작업일반 정보, 유해환경 정보, 질병재해 정보로 크게 구분된다. 여기서 작업일반 정보와, 유해환경 정보는 근무기간 동안 근무자에 따라 여러 기간으로 나뉘질 수 있다.

2) 중분류

중분류는 대분류에 따라 성별, 나이, 근무연수(이상 작업자 정보), 항만위치, 주요취급화물, 주요작업, 연간 근로시간, 주요근무 시간대, 연속근무시간(이상 작업 정보 일반), 유해환경 노출정보, 유해작업 수행정도, 보호장구 착용정도(유해환경 정보), 질병형태, 업무연관성(이상 징별재해 정보) 등 14개의 중분류로 구분된다.

3) 소분류/세부분류

소분류는 각 중분류에 대한 개별 사항이 포함되며 필요항목에 따라서는 세부분류가 포함된다.

4) 종합

질병재해는 사고재해와 달리 사고별 단일 코드화는 어려우나 분류코드에 맞춰 나열식 데이터베이스 구축은 가능하다. 또한 동일 작업자라도 근무기간동안 취급화물이나 작업형태 등의 큰 변화가 있다면 해당 작업 근무연수에 따라 다르게 데이터 수집 및 분석이 이뤄져야 한다.

〈표 4-13〉 항만작업 질병재해 분류코드

대분류	중분류	소분류	세부 분류
0. 작업자 정보	0. 성별	남, 여	.
	1. 나이	20대, 30대, 40대, 50대, 60대	.
	2. 근무연수	1년미만, 1년~3년, 3~5년, 5~10년, 10년 이상	.
1. 작업정보 일반	0. 지역/항만	경기도, 강원도, 충청남도, 전라북도, 전라남도, 경상북도, 경상남도, 제주도	경상북도 예시: 포항항, 후포항, 강구항, 구룡포항
	1. 취급화물	산물, 원목, 양곡, 철재, 고철, 잡화, 펄프, 포장물, 상자물, 컨테이너, 냉동물, 기타	.
	2. 주요작업	단순노무, 신호수, 장비조작, 관리감독, 기타	장비조작예시:크레인,지게차,Y.T, 스트래들캐리어
	3. 연간근로시간	50일 미만, 50~100일, 100~150일, 150~200일, 200~250일, 250~300일, 300~365일	2시간 미만, 2시간~4시간, 4시간~6시간, 6시간~8시간, 8시간~10시간, 10시간 이상
	4. 근무시간대	07:00~12:00, 12:00~17:00, 17:00~22:00, 22:00~03:00, 03:00~07:00	주 1회, 주 2회, 주 3회, 주 4회, 주 5회, 주 6회, 주 7회
	5. 연속근무시간	30분, 60분, 90분, 120분, 150분, 180분, 210분, 240분, 270분, 300분	.
2. 유해환경 정보	0. 유해환경 노출정도	진동, 소음, 고온, 저온, 연기/분진, 유해증기, 화학물 접촉, 담배연기, 감염물질	근무시간 내내, 거의 모든 근무시간, 근무시간 3/4, 근무시간 절반, 근무시간 1/4, 거의 노출없음
	1. 유해작업 수행정도	반복적인 동작, 부자연스러운 자세, 물체이동, 선자세, 사람이동	근무시간 내내, 거의 모든 근무시간, 근무시간 3/4, 근무시간 절반, 근무시간 1/4, 거의 노출없음
	2. 보호장구 착용정도	안전모, 안전화, 안전장갑, 안전조끼, 보안경, 마스크, 귀마개, 기타	근무시간 내내, 거의 모든 근무시간, 근무시간 3/4, 근무시간 절반, 근무시간 1/4, 거의 노출없음
3. 질병재해 정보	0. 질병형태	청력, 피부, 요통, 상부근육통, 하부근육통, 두통/눈피로, 복통, 호흡곤란, 심혈관질환, 사고손상, 우울/불안, 전신피로, 불면증/수면장애, 기타	생활에 심각한 지장, 생활에 보통 지장, 생활에 약간 지장, 생활에 지장 거의 없음
	1. 업무연관성	강한 연관성, 보통 연관성, 약한 연관성, 연관성 없음, 모름	.

자료: 저자작성

제4절 시사점

국내에서는 국가적으로 산업 전반에 걸친 근로환경조사가 이뤄지고 있으나 항만사고에 대한 개별적인 재해통계는 거의 다뤄지지 못하고 있으며, 항만사고에 대한 별도의 통계는 수집은 되고 있으나, 구조적인 통계체계를 갖추고 있다기보다는 현황수집 및 정리 정도로 향후 세부적인 사고원인 및 분석을 위해서는 부족한 감이 없지 않다. 이에 본 장에서는 항만에서 발생하는 사고와 질병의 유형을 분류하고 향후 빅데이터 분석에 활용하기 위한 데이터베이스 구축에 편리하도록 코드화를 수행하였다. 향후 세부화물, 품목 등에 대한 검토와 분류기준에 대한 보다 정확하고 세밀한 추가적인 연구가 이뤄지고, 이를 기반으로 항만 사고 및 재해 통계가 체계적, 구조적, 장기적으로 수집, 데이터베이스가 구축, 분석된다면 안전사고 및 질병에 대한 방어 및 예방체계가 갖춰질 것이다. 이를 위해서는 무엇보다 분류 및 코드화, 수집, 빅데이터 분석에 대한 제도적 장치가 마련되어야 할 것이다.

제5장 철재부두 하역작업 위험도·유해도 분석 《

제1절 분석대상 화물 및 부두 선정

본 장에서는 실제 항만작업 현장을 분석하여 작업환경의 위험도 및 유해도를 분석하고 이를 기반으로 기술적 개선가능성을 검토하고자 한다. 본 연구의 시간적, 물리적 한계로 인해 국내 전 항만, 전 품목에 대한 실제조사는 불가능 하여 대표성을 가지는 화물품목 하나를 선정하여 해당화물 처리부두의 위험도와 유해도를 분석한다.

대상화물을 선정하기 위해서 가장 먼저 고려해야 할 것은 물량대비 사고발생 건수이다. 물량대비 사고발생건수가 많다는 것은 하역작업 자체가 위험하다는 것을 의미하기 때문이다. 2011~2015년 평균 물량대비 사고건수가 가장 많은 화물은 원목, 양곡, 철재화물 순이다. 산물과 컨테이너 화물은 자동화가 많이 이뤄져 있어 비교적 안전하다고 볼 수 있다.

〈표 5-1〉 천만톤 당 재해 발생건수(2011~2015 평균)

구분	산 물	원 목	철 재	양 곡	컨테이너
천만 톤당 재해건수	0.29	7.66	4.59	5.82	0.25

자료: 한국항만물류협회, 『항만하역재해통계 및 사례』 2012, 2013, 2014, 2015, 2016 및 해양수산부 해운항만물류정보센터, <https://www.spidc.go.kr>, (검색일 2017.07.03.)의 자료를 토대로 저자 작성

동시에 고려해야 하는 것이 연간 처리물량이다. 물량 대비 발생건수가 많더라도 물량 자체가 작으면 향후 시스템 구축에 따른 파급효과나 확장성이 떨어지기 때문이다. 처리물량이 가장 많은 화물은 컨테이너이며 그 뒤를 산물이 잇고 있다.

〈표 5-2〉 처리물량(2011~2015 평균)

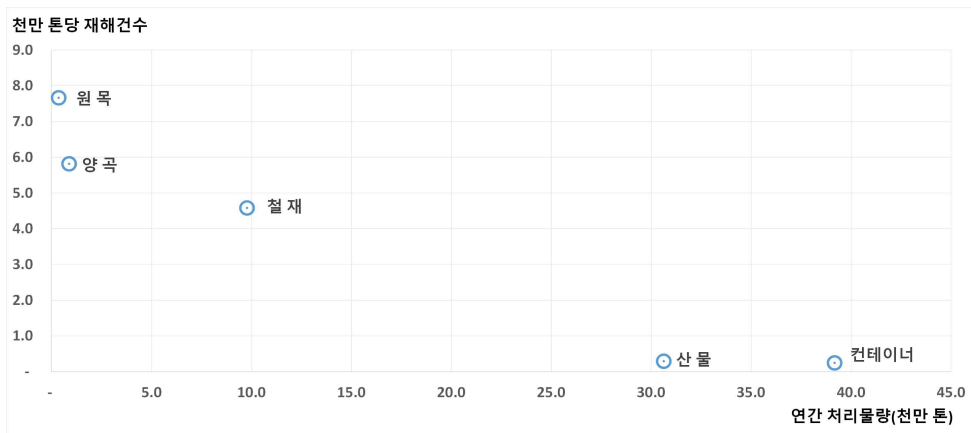
단위: 천만톤

구분	산 물	원 목	철 재	양 곡	컨테이너
평균 처리물량	30.61	0.34	9.76	0.86	39.16

자료: 해양수산부 해운항만물류정보센터, <https://www.spidc.go.kr>, (검색일 2017.07.03.)의 자료를 토대로 저자 재구성

처리물량과 사고건수를 비교한 결과 가장 적정한 수준을 유지하는 철재화물을 위험성 및 유해성 분석대상으로 선정하였다.

〈그림 5-1〉 화물 별 재해건수 / 처리물량 비교



자료: 저자작성

제2절 철재부두 하역작업 분석

철재부두의 물류 프로세스는 크게 선내작업, 육상작업, 이송작업으로 구분된다. 선내작업은 선박과 선측 간 일어나는 작업, 육상작업은 선측과 이송장비 간 일어나는 작업, 이송작업은 부두와 공장 또는 창고 사이에 이뤄지는 작업을 의미한다.

〈표 5-3〉 철재하역 하역프로세스

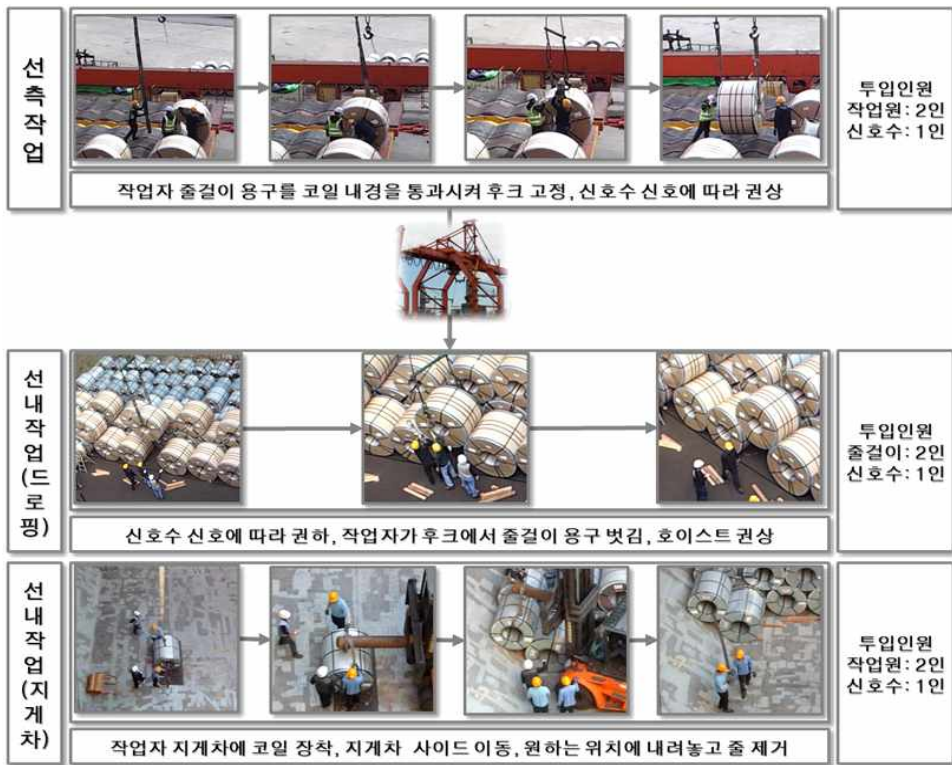
구분	주요내용
선내작업	- 철재화물을 선적한 선박이 안벽에 접안하면 본선의 데릭이나 육상의 크레인(모바일 하버크레인 등)이 철재품을 하역하여 선측이나 트럭 등 이송장비에 내려놓는 작업 - 대로 선측의 철재품을 크레인에 걸어서 운송선의 선창 내에 내려놓고, 선창 내에서 Dunnage 및 Lashing 하는 작업
육상작업	- 일반하역의 경우 본선에서 선측으로 내려지는 철재 화물을 다시 육상에서 지게차나 크레인을 이용하여 다시 트럭이나 트레일러 등 이송장비에 상차하는 작업 - 반대로 공장이나 야적장에서 운반되어온 철재가 이송차량 위에서 바로 선내로 이동되지 못하고 선측에 하차될 경우 육상작업이 발생 - 또한 공장이나 야적장에서 일어나는 이송장비에서의 철재화물 상하차 작업
이송작업	- 육상작업을 통해 상차된 철재화물을 부두와 철재공장 또는 창고 사이에 이송하는 작업

자료: 최상희, 전형모 「POSCO 특수하역 요금 체계 개선 및 산정에 관한 연구」, 한국해양수산개발원, 2014, p.145을 참조 및 저자 작성

이 중 일반적으로 철재부두 하역은 선내작업을 일컫는다. 선내작업은 또한 품목별로 작업 프로세스가 다르며 세부 프로세스는 각 품목별 표준작업서에 기재하게 된다. 철재부두에서 주로 취급하는 품목은 코일, 후판, 선재이며 그 외 스퀘어, 빌렛, 파이프 등의 제품이 있다.

선측작업은 동일하나 선내 작업은 적재된 코일 위에 바로 내려놓는 드로핑⁹²⁾ 방식과 선창 바닥에 내려놓아 지게차로 이동시키는 지게차 방식이 있다. 하역작업을 처음 시작하거나 선창 양 끝에 코일을 붙이는 경우는 지게차를 이용하고 그 외에는 직접 드로핑 방식을 사용한다.

〈그림 5-3〉 코일 선적작업 프로세스



자료: 최상희, 전형모 「POSCO 특수하역 요금 체계 개선 및 산정에 관한 연구」, 한국해양수산개발원, 2014, p147.

92) 드로핑: 크레인으로 선창내의 기존 적재된 화물위에 화물을 바로 내리는 작업.

2. 후판 하역프로세스

후판하역은 일반적으로는 걸쇠를 후판의 사방에 걸착시켜 후판을 들어 올리는 일반적인 방식과 전자력을 이용한 마그넷 방식이 있다.

〈표 5-5〉 후판 선적작업 단계

작업 단계	작업내용
후판 걸쇠 걸이	- 신호수가 크레인 운전자에게 신호를 보내어 지정한 위치에 후크 권하 - 작업자가 후판 각 지점에 걸쇠를 걸고 안전지대로 이동
후판 권상	- 신호수에 신호에 따라 크레인 운전자는 일정높이 까지 권상한 후 정지 - 작업원은 후판의 위치를 조정하며 걸쇠 상태 확인
본선 이동 / 권하	- 크레인 운전자는 신호수의 신호에 따라 후판을 선박으로 이동시켜 선내 신호수에 신호에 따라 선박 내 지정된 위치로 권하 시킴
후판 선적	- 작업자는 후판의 위치를 잡아주며 미리 준비된 Dunage 위로 조정 - 크레인 운전자는 신호수의 신호에 따라 지정된 위치까지 천천히 후판을 권하 시킨 후 정지
걸쇠 해제	- 후판이 원하는 위치에 정지되면 작업자는 후판에서 걸쇠를 해제
호이스트 권상	- 신호수의 신호에 따라 크레인 운전자는 호이스트를 권상 시킴
육상으로 이동	- 다시 육상의 파렛 위로 크레인의 호이스트를 이동시킴

자료: 최상희, 전형모 「POSCO 특수하역 요금 체계 개선 및 산정에 관한 연구」, 한국해양수산개발원, 2014, p148.

후판 걸쇠작업의 선내 작업은 코일방식과 유사하게 적재된 후판위에 바로 내려놓는 드로핑 방식과 선창 바닥에 내려놓아 지게차로 이동시키는 지게차 방식이 있다. 하역작업을 처음 시작하거나 선창의 양끝 쪽에 후판을 쌓는 경우는 지게차를 이용하고 그 외에는 직접 드로핑 방식을 사용한다.

〈그림 5-4〉 후판 선적작업(걸쇠) 프로세스



자료: 최상희, 전형모 「POSCO 특수하역 요금 체계 개선 및 산정에 관한 연구」, 한국해양수산개발원, 2014, p149.

후판 마그넷 방식의 선내작업은 말 그대로 전자석을 이용하여 하역을 수행하는 자동화 방식으로 작업 투입인원이 적고, 적재되는 후판 사이에 고임목도 필요 없으며 하역 속도도 빠르다는 장점이 있으나 선창의 구조에 따라 사용의 제한이 존재한다.

〈그림 5-5〉 후판 선적작업(마그넷) 프로세스



자료: 최상희, 전형모 「POSCO 특수하역 요금 체계 개선 및 산정에 관한 연구」, 한국해양수산개발원, 2014, p149.

제3절 철재부두 하역작업 위험도 및 유해도 분석

1. 철재부두 위험도 분석

1) 작업 위험성 평가 개요

가. 위험성 평가의 개념

안전보건공단에 따르면 안전의 개념은 일반적으로 “사고로부터 자유로운 상태” 또는 “고통, 부상이나 사망, 손실로부터 안전한 상황”으로 정의되어 왔으나 보다 기능적으로 정의하면 “사고로 인한 손실의 관리”라고 정의하고 있다.⁹³⁾ 즉, 부상이나 질병은 물론, 작업장과 외부 환경으로 인해 발생하는 다양한 재해를 관리하고 방지하는 것을 의미하며, 이는 ‘사고를 방지하는 것과 사고가 발생되었을 때 손실을 최소화하는 것’⁹⁴⁾ 모두를 포함하는 것이 안전이다. 따라서 먼저 안전을 확보하기 위해서는 작업현장에 어떠한 잠재적 위험이 존재하는지에 대한 인식이 필요하다. 그리고 이러한 인식은 막연한 경험이나 작업자의 감이 아니라 실제 위험요소에 대한 체계적인 분석 및 정의가 이뤄져야 하며 이러한 분석이 바로 위험성 평가의 주요 목적이 된다.⁹⁵⁾

즉, 위험성 평가란 ‘위험요인을 파악하고 해당 위험요인에 의한 부상 또는 질병의 발생 가능성(빈도)과 중대성(강도)을 추정·결정하고, 감소대책을 수립하여 실행하는 일련의 과정’⁹⁶⁾을 의미한다.

나. 위험성 평가의 목적

안전보건공단은 위험성 평가의 목적을 ‘사업장의 잠재되어 있는 위험요인을 체계적으로 파악하여 위험의 크기를 평가한 후 허용범위를 벗어난 위험요인에 대해 개선을 통하여 허용 가능한 위험수준을 제어함으로써 산업 재해를 예

93) 안전보건공단, 『위험성 평가, 안전분야 기술자료』, 2005, p1.

94) 안전보건공단, 『위험성 평가, 안전분야 기술자료』, 2005, p1.

95) 안전보건공단, 『위험성 평가, 안전분야 기술자료』, 2005, p1.

96) 고용노동부 ‘사업장 위험성 평가에 관한 지침, 노용노동부고시 제2016-17호.

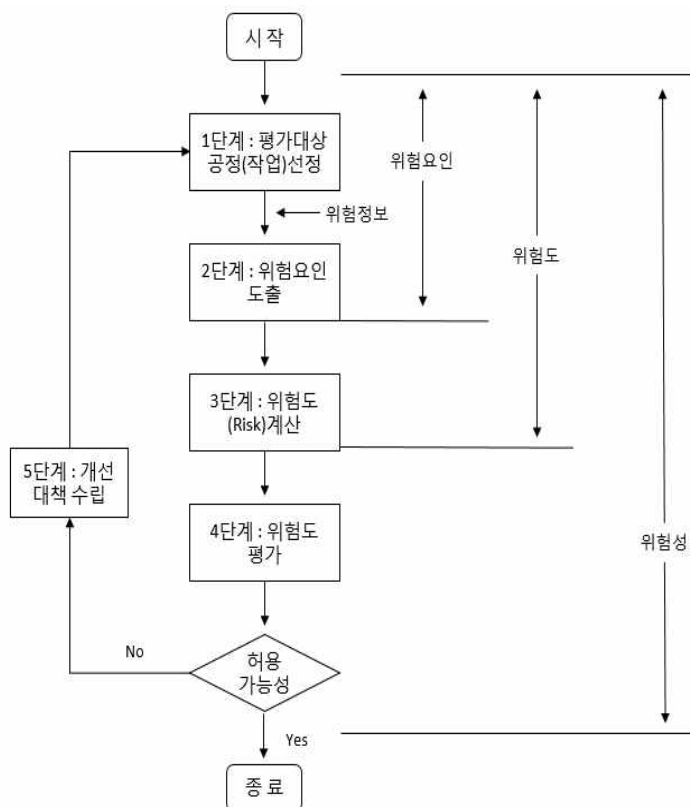
방'97)으로 정의하고 있다.

2) 위험성 평가의 절차 및 방법

가. 평가절차

위험성 평가는 1단계인 평가대상공정(작업) 선정에서부터 5단계인 개선 대책 수립 절차에 걸쳐 이뤄진다.

〈그림 5-6〉 위험성 평가 절차



자료: 안전보건공단, 『위험성 평가, 안전분야 기술자료』, 2005, p11~12.

97) 고용노동부 '사업장 위험성 평가에 관한 지침', 노용노동부고시 제2016-17호.

나. 단계별 수행방법

(1) 1단계 : 평가대상 공정(작업) 선정

평가대상을 공정(작업)별로 분류하여 선정 분류된 공정이 1개 이상의 단위작업으로 구성되고 단위작업이 세부 활동으로 구분될 경우 단위작업을 하나의 평가 대상으로 선정한다.

(2) 2단계 : 위험요인의 도출

위험요인 도출방법으로 위험을 4M의 항목인 기계(Machine), 물질 및 환경(Media), 인적(Man), 관리(Management)⁹⁸⁾ 4가지로 나누어 도출한다.

〈표 5-6〉 위험요인 도출방법

구분	주요내용
기계(Machine)	모든 생산설비의 불안전상태를 유발시키는 물적 위험 평가
물질 및 환경(Media)	소음, 분진, 유해물질 등 작업환경 평가
인적(Man)	작업자의 불안전행동을 유발시키는 인적위험 평가
관리(Management)	사고를 유발시키는 관리적인 결함사항 평가

자료: 안전보건공단, '4M 위험성 평가기법에 관한 기술지침' KOSHA CODE, 2008, p6.를 토대로 저자 작성

(3) 3단계 : 위험도 계산

2단계에서 파악된 대상공정 및 작업의 위험요인에 대한 위험도 추정이 이뤄져야 한다. 일반적으로 위험도 추정을 위해서는 복잡한 방식보다는 가능성과 중대성의 조합을 통해 추정하도록 하고 있다. EU-OHSA⁹⁹⁾의 작업 위험성 평가 가이드라인(Directive 89/391/EEC)에서는 작업 위험성 추정을 위해 사고의 중대성(minor damage, non-injury incident, minor injury, serious injury, fatal, multiple-fatality)rhk 발생 가능성(improbable, possible, probable,

⁹⁸⁾ 안전보건공단, '4M 위험성 평가기법에 관한 기술지침' KOSHA CODE, 2008, p6.

⁹⁹⁾ European Agency for Safety and Health at Work, <https://osha.europa.eu/en/legislation/guidelines/guidance-on-risk-assessment-at-work>, 검색일: 2017.10.03

inevitable)을 추정하여 위험성을 평가하도록 하고 있으며, 미국 OSHA에서도 가능성(likelihood)과 중대성(severity)을 평가하도록 권장하고 있다.¹⁰⁰⁾ 캐나다¹⁰¹⁾ 및 호주¹⁰²⁾ 역시 같은 방식으로 가능성과 중대성을 추정할 것을 권하고 있으며, 두 기준의 조합방법으로는 행렬조합 결과에 따라 5단계로 나뉘서 위험성을 평가하도록 하고 있다.

〈그림 5-7〉 캐나다 ccohs 작업위험도 측정 및 평가척도

Table 1: Risk matrix				Table 2: Risk Ratings	
Probability	High			Description	Colour Code
	Med.			Immediately Dangerous	
	Low			High Risk	
				Medium Risk	
				Low Risk	
				Very Low Risk	

자료: CCOHS, http://www.ccohs.ca/oshanswers/hsprograms/risk_assessment.html, 검색일: 2017. 10. 03

〈그림 5-8〉 호주 작업위험도 측정 및 평가척도

Risk Rating Matrix					
Consequences (C)	Likelihood (L)				
	Rare	Unlikely	Possible	Very Likely	Certain to Occur
Catastrophic	moderate	moderate	high	critical	critical
Major	Low	moderate	moderate	high	critical
Moderate	Low	moderate	moderate	moderate	high
Minor	very low	low	moderate	moderate	moderate
Insignificant	very low	very low	low	low	moderate

자료: Western Sydney University, https://www.westernsydney.edu.au/_data/assets/pdf_file/0020/12917/12917_Hazard_Identification,_Risk_Assessment_and_control_Procedure.pdf, 검색일: 2017. 10. 03

¹⁰⁰⁾ Hazard identification and Risk assessment – OSHA, 2017.10.03

¹⁰¹⁾ CCOHS, http://www.ccohs.ca/oshanswers/hsprograms/risk_assessment.html, 검색일: 2017. 10. 03

¹⁰²⁾ Western Sydney University, https://www.westernsydney.edu.au/_data/assets/pdf_file/0020/12917/12917_Hazard_Identification,_Risk_Assessment_and_control_Procedure.pdf, 검색일: 2017. 10. 03

국내에서도 고용노동부 사업장 위험성평가에 관한 지침 제9조(위험성 추정)에서 위험을 일으킬 수 있는 요인에 대하여 가능성(사고의 빈도)과 중대성(사고의 강도)의 크기를 추정하고 이를 행렬로 조합, 곱셈, 덧셈 등의 방법으로 위험성을 추정할 것을 정하고 있다. 고용노동부와 안전보건공단은 실제 현장에서 측정방법으로 곱셈법을 권장하고 있다.¹⁰³⁾

〈그림 5-9〉 안전보건공단 위험성 평가

위험성 추정 방법

- 유해·위험요인에 대한 위험성 추정은 가능성과 중대성의 수준을 곱하여 계산한다.
- 위험성 추정(가능성×중대성)은 다음과 같다.

**위험성 추정
(예시)**

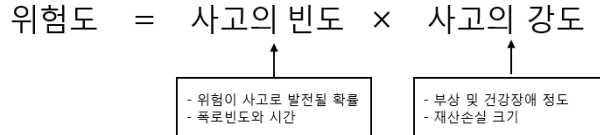
가능성(빈도) \ 중대성(강도)	대	중	소
	대	중	소
상	높음(9)	높음(6)	보통(3)
중	높음(6)	보통(4)	낮음(2)
하	보통(3)	낮음(2)	낮음(1)

자료: 고용노동부, 안전보건공단, 『현장작업자를 위한 위험성 평가 실무 길라잡이』, 2015, p28.

실제로 현장에서 위험성 평가는 복잡한 방법이라고 해서 단순한 방법과 크게 결과가 다르지 않고, 과거 조선업 등에서는 복잡한 위험성 평가방법을 사용하였으나, 방법이 복잡하며 실효성이 없다고 판단하여 현재는 사용하지 않고 있다. 따라서 본 연구에서도 국내외적으로 주로 사용되는 위험성 평가 방법인 사고 가능성과 중대성을 기반으로 위험성을 평가한다. 또한 곱셈법과 행렬을 사용하는 방식은 실질적으로는 차이가 없으므로 국내 안전보건공단에서 권장하는 곱셈법을 적용한다.

¹⁰³⁾ 안전보건공단, <http://www.kosha.or.kr/trList.do?medSeq=35668&codeSeq=1100000&medForm=103&menuId=-1100000103>, 검색일: 2017. 10. 03

〈그림 5-10〉 위험도 계산 방법



자료: 안전보건공단, '4M 위험성 평가기법에 관한 기술지침' KOSHA CODE, 2008, p7.

최종적인 위험도 결정시에는 현재의 안전조치 상황을 고려하여 빈도와 강도의 수준을 정한다. 일반적으로 강도는 재해나 사고로 인한 어떠한 인적손실이 없는 1단계 '영향 없음' 부터 사망 또는 노동력을 상실하는 치명적인 상해 수준인 4단계 '중대재해'로 분류한다. 빈도는 5년에 1회 이상 발생하는 1단계 '가능성 거의 없음'부터 매일 사고가 발생하는 수준의 5단계 '빈번함'으로 나뉘진다.¹⁰⁴⁾

〈표 5-7〉 위험도 평가척도(강도 및 빈도)

강도	내용	점수	빈도	내용	점수
영향 없음	재해로 인한 인적손실이 없는 경우	1	가능성 거의 없음	5년 1회 이상 발생할 경우	1
경미한 불휴업재해	경미한 상해를 포함한 불휴업 재해인 경우	2	가능성 낮음	3년 1회 정도 발생할 경우	2
경미한 휴업재해	휴업재해인 경우	3	가능성 있음	1년 1회 정도 발생할 경우	3
			가능성 높음	1개월 1회 정도 발생할 경우	4
중대재해	사망 또는 노동력 상실재해를 가져오는 치명적인 재해인 경우	4	빈번함	1일 1회 정도 발생할 경우	5

자료: 안전보건공단, 『4M 위험성 평가절차 및 방법』, 2007, p25을 바탕으로 저자 일부 수정

104) 안전보건공단, 『4M 위험성 평가절차 및 방법』, 2007, p25.

(4) 4단계 : 위험도 평가

위험도 평가는 3단계에서 행한 위험요인별 위험도 계산값(수준)에 따라 허용할 수 있는 범위의 위험인지, 허용할 수 없는 위험인지를 판단한다. 위험성의 크기는 점수에 따라 총 6단계로 구분되며 기본적으로는 모든 단계에서 개선이 요구되나 3단계(8점) 이상부터는 계획적으로 개선이 필요하며, 4단계(9점 이상)작업장 내에서 허용이 불가능한 수준으로 해당 위험은 반드시 저감되어야 한다.¹⁰⁵⁾

〈그림 5-11〉 위험도 평가척도 (강도 및 빈도)

빈도 \ 강도	영향 없음	경미한 불휴업재해	경미한 휴업재해	중대재해
빈번함	필요에 따라 개선 (5)	가급적 빨리 개선 (10)	신속하게 개선 (15)	즉시개선 (20)
가능성 높음	필요에 따라 개선 (4)	계획적으로 개선 (8)	가급적 빨리 개선 (12)	즉시개선 (16)
가능성 있음	필요에 따라 개선 (3)	필요에 따라 개선 (6)	가급적 빨리 개선 (9)	가급적 빨리 개선 (12)
가능성 낮음	필요에 따라 개선 (2)	필요에 따라 개선 (4)	필요에 따라 개선 (6)	계획적으로 개선 (8)
가능성 거의 없음	필요에 따라 개선 (1)	필요에 따라 개선 (2)	필요에 따라 개선 (3)	필요에 따라 개선 (4)

자료: 고용노동부, 안전보건공단, 『위험성평가 해설지침서』, 2017, p36~45.를 기반으로 저자 재작성

(4) 5단계 : 개선대책 수립

위험의 정도가 허용할 수 없는 위험, “허용 불가 위험”에 대해서 개선대책 수립이 필요하다. 개선대책으로는 작업방식을 변경하거나 작업장 내 안전장치 강화 등을 고려해 볼 수 있으나 모두 생산성 저하와 연결될 수 있어 이에 대한 고려가 필요하다.

3) 철재부두 위험성 평가

철재부두 작업 위험성을 평가하기 위해서 포항항 철재부두를 방문하여 화물

¹⁰⁵⁾ 고용노동부, 안전보건공단, 『위험성평가 해설지침서』, 2017, p36~45.

별, 작업공간별로 작업을 관찰 및 동영상을 촬영하여 분석하였다. 보다 체계적 분석을 위해서 항만의 표준작업서를 기반으로 작업단계를 세부적으로 구분하여 분석을 수행하였으며, 전술하였듯이 기계적, 물질/환경적, 인적, 관리적 요인으로 구분하여 작업장의 위험요인을 검토하였다.

동시에 10년 이상 숙련된 작업자를 대상으로 인터뷰를 수행하였으며 포항항과 광양항 철재부두의 작업반장급 이상 10인을 대상으로 작업별 사고빈도와 사고강도를 조사·분석하였다. 이러한 분석을 기반으로 철재하역 작업장 내에 내재되어 있는 작업위험성을 정성 및 정량적으로 평가하였다.

가. 코일 선적작업 분석

코일의 선적은 크게 선측작업, 선내작업, 그리고 선적된 코일을 고정하는 고박작업으로 구분된다.

(1) 코일 선측작업

코일 선측작업이란 코일을 적재할 선박이 접안한 안벽에서 화물을 크레인 등 하역장비와 연결하여 선내로 이동시키는 작업을 의미한다. 대부분의 철재코일은 줄걸이 방식으로 선적하며 코일을 운반해온 차량이나 프레임 위에서 바로 선적하는 직상차 방식과 야드에 적재되어 있는 코일을 지게차를 이용하여 선측으로 이동시켜 선적하는 방식이 있다.

〈그림 5-12〉 코일 선측 줄걸이 작업



야드 - 선측



직상차

자료: 광양항 및 포항항 포스코 제품부두, 저자 직접촬영

코일 선측 직상차 줄걸이 작업 분석 시 발생할 수 있는 사고의 형태는 주로 장비나 화물과 사람의 충돌 및 협착이다. 기계적 요인으로는 크레인의 과권하¹⁰⁶⁾로 인한 충돌이나 지게차 이동 중 사람을 못보고 부딪치는 위험이 존재한다. 또한 갑자기 바람이 강하게 불어올 경우 줄걸이 작업의 특성상 화물이 움직여 작업자와 부딪칠 수 있으며 인적인 요인으로는 작업자가 코일 사이로 줄걸이를 통과시키다가 그 사이에 손가락이 끼일 수 있다. 그 외 직상차 작업시에는 바닥이 고르지 못하여 작업자가 발을 빼거나 넘어지면서 화물과 부딪칠 수 있는 위험이 존재한다.

〈표 5-8〉 코일 선측작업 위험분석

위험요인	사고형태	주요내용
기계적	충돌	크레인 의 권하시 과권하로 인한 충돌 위험
	충돌/ 협착	코일이 옆으로 굴러 끼임 및 충돌 위험
물질 및 환경	충돌	지게차 이동 중 주변 작업자와 부딪히는 사고 위험
	충돌	외부의 바람의 영향으로 권하하는 크레인의 줄걸이 와이어가 흔들려 대기중인 작업자와 부딪히는 사고 위험
	충돌 (직상차)	평편하지 못한 직상차 바닥에서 작업자가 발을 헛디뎈 발을 접지르거나 화물과 부딪히는 위험
인적	기타	외부에서 이루어지는 작업으로 기후의영향(고온)을 많이 받아 작업자가 넘어지는 등의 안전사고 위험
	협착	코일 줄걸이 작업시 줄을 코일 내부로 통과 시키기는 작업으로 손가락의 협착 위험
	충돌	코일 선적 방향과 일치하도록 코일 방향을 인력으로 조정시 작업자와 충돌 위험
관리적	충돌	크레인 권하 또는 권상 시 작업자가 충분히 떨어지지 않아서 충돌위험 내재

자료: 저자작성

철재부두에서 10년 이상 근무한 작업반장 이상의 숙련 작업자를 10인을 대상으로 코일 선측작업의 사고강도와 사고빈도를 조사하여 위험도를 산출하였다. 조사는 선측 직상차 작업과 선측 지상 작업을 구분하였으나 동작분석 결과 작업

106) 과권하: 권하작업 중 운전자 실수로 도달 위치보다 더 내리는 움직임

단계상 큰 차이가 없어 통합하여 위험도를 산출하였다. 작업자 10인의 평균 사고강도는 2.55이고 사고빈도는 2.75로 위험도는 7.0으로 나타났다. 그러나 작업자 개인이 느끼는 사고강도 2와 사고강도 4가 정확히 2배의 차라고 말하기는 어렵다. 즉 사고강도 및 사고빈도의 단계별 점수가 선형적으로 연결된다고 말할 수 없기 때문에 평균을 적용하여 위험도를 산정하는 것은 부정확할 가능성이 높다. 그에 따라 본 연구에서는 평균값 대신 최빈도 값을 사용하여 작업의 위험도를 산정하였다. 코일 선측작업의 사고강도로 조사 대상자들이 가장 많이 선택한 단계는 2단계 ‘경미한 불휴업재해’이며 사고빈도는 3단계 ‘가능성 있음 - 연 1회’로 그에 따라 코일 선측작업의 위험도는 6으로 평가되어 허용 가능한 수준이며 필요에 따라 개선이 필요하다고 판단된다.

〈그림 5-13〉 코일 선측작업 위험도 분석



자료: 저자작성

(2) 코일 선내작업

코일 선내작업이란 선측의 코일을 하역장비를 이용하여 선박의 선창으로 이 동시켜 선창 내에 적재시키는 작업을 의미한다. 선내 작업은 크게 지게차를 사 용하는 작업과 지게차 없이 바로 이미 적재되어 있는 화물 위에 내려놓는 작업 이 있다. 지게차 작업은 하역 초기단계에 사용되며 코일을 선창 벽면 등에 쌓아 서 보다 효율적으로 적재를 할 수 있도록 하고 있으며, 이후 어느 정도 작업이 진행되면 드로핑 작업으로 전환한다. 일반적으로 코일은 최대 3단까지 적재하는 데 이는 공간이 남아도 그 이상 적재하면 바닥의 코일에 손상이 가기 때문이다.

〈그림 5-14〉 코일 선내작업



지게차 작업



드로핑 작업

자료: 광양항 및 포항항 포스코 제철부두, 저자 직접촬영

코일 선내 지게차 작업 시 잠재된 가장 큰 위험은 지게차와 사람의 충돌이다. 선내에서 사용되는 코일용 지게차는 30톤 가까이 되는 코일을 운반해야 하기 때문에 상당히 큰 지게차가 투입되며 그에 따라 운전자는 뒤나 옆의 주위를 원 활하기 보기가 힘들다. 따라서 작업자는 지게차가 이동하거나 작업 시에 거리를 두고 떨어져 있어야 하나 실제 작업현장에서는 작업의 효율을 위해 지게차 바로 옆에서 함께 이동하고 작업 시에도 바짝 붙어서 손으로 화물의 위치를 잡아주거 나 미는 등의 보조 역할을 수행하고 있어 자연스럽게 사고의 위험에 노출되어 있다. 또한 지게차 작업 시 동시에 화물 밑으로 고임목을 조정하는 등의 작업을 수행하고 있어 손이나 팔의 협착 위험성이 높다. 또한 신호수 위치에 따라서 시 야가 지게차에 가릴 수 있어 그로 인한 충돌사고위험도 내재하고 있다.

〈표 5-9〉 코일 선내 지게차 작업 위험분석

위험요인	사고형태	주요내용
기계적	충돌	작업자와 지게차의 동시작업이 진행됨에 따른 충돌 위험
물질 환경적	기타	외부에서 이루어지는 작업으로 기후의 영향(고온)을 많이 받아 안전사고의 위험
인적	협착	코일 고임목 및 고무바킹 삽입 시 손가락의 협착 위험
	충돌	크레인에 걸려있는 코일을 인력으로 회전 시 작업자와 코일과 부딪히는 사고 위험
관리적	충돌/협착	신호수가 보이지 않거나 신호가 불량하여 오조작, 오판단에 의한 충돌 및 협착 위험

자료: 저자작성

코일 선내 지게차 작업의 경우 숙련 작업자를 대상으로 사고강도와 사고빈도를 조사한 결과 사고강도는 2, 사고빈도는 3으로 작업 위험도는 항만작업에서 허용이 가능한 수준이며 필요에 따라 개선이 필요한 수준인 6으로 평가할 수 있다.

〈그림 5-15〉 코일 선내 지게차 작업 위험도분석



자료: 저자작성

코일 선내 드로핑 작업은 지게차 작업과는 다른 특성을 가지고 있는데 이는 지게차 대신 크레인을 사용하여 선창으로 권하 하고 있는 화물에 작업자가 바로 밑에서 대기하다가 접근하여 코일의 정확한 적재위치를 조정하기 때문에 다양한 충돌, 협착 등의 위험이 상존하며 조작오류 또는 기계적 오류로 인해 화물이 낙하하여 충돌할 수 있는 위험역시 존재한다. 그 위에 2단 이상 쌓을 때 작업자가 위에서 작업 중 미끄러져 넘어져 낙상하거나 미처 피하지 못하고 그대로 내려오는 화물에 깔리는 위험, 1단의 배치가 부정확하여 2단을 그 위에 쌓을 때 1단에 쌓인 코일이 버팀목을 넘어 굴러서 사람이 협착되거나 2단의 코일이 전도되는 사고가 발생할 수 있다.

〈표 5-10〉 코일 선내 드로핑 작업 위험분석

위험요인	사고형태	주요내용
기계적	협착	지게차의 도움없이 크레인으로 코일을 고임목 위에 위치시키기 위해 인력의 힘으로 미세조절을 함으로 주위 작업자와의 충돌 및 끼임 위험
	충돌	코일 운반 시 무게 중심 위치 부정합으로 편하중 발생하여 근로자 맞음 위험
	충돌	크레인의 권하시 과권하로 인해 바로 밑에서 대기중인 작업자와 화물의 충돌 위험
물질 환경적	전도	코일과 코일의 사이가 좁아 크레인의 줄걸이를 해제한 후 크레인 권상 시 와이어가 코일 사이에 끼어 코일의 전복위험
인적	추락	2단 이상 코일 선적 작업 중 코일 상부에서 작업자가 미끄러져 넘어질 위험
	충돌	권상·하 중 작업반경 내 작업자 위치 시 화물과 부딪힘 위험
관리적	추락	2단 작업 시 오르고 내릴 경우 안전사다리 미사용으로 인한 추락 및 실족의 위험
	충돌	2단 코일 선적 작업 시 1단에 쌓여진 코일이 하중을 버티지 못하고 고임목을 이탈함으로 인해 주위 작업자와 충돌 위험
	충돌	로프 등의 관리소홀로 줄이 끊어져서 코일이 낙하, 바로 밑에서 대기하고 있던 작업자와 충돌 가능

자료: 저자작성

코일 선내 드로핑 작업의 경우 사고강도와 사고빈도를 조사한 결과 사고강도는 4, 사고빈도는 3으로 작업 위험도는 허용이 불가능하고 가급적 빠른 개선을 요하는 12로 평가된다. 이는 코일 선내 드로핑 작업의 경우 지게차 작업에 비해 내재된 위험이 많아 위험도가 높게 나타난다고 판단된다.

〈그림 5-16〉 코일 선내 드로핑 작업 위험도분석



자료: 저자작성

(3) 코일 고박작업

코일 고박작업이란 적재된 코일을 선내에서 움직이지 않도록 고정시키는 작업으로 일반적으로 코일 선적작업 중간 한 열이 모두 선적되면 수행된다. 고박 작업은 전문 작업자가 별도로 있으며 고박 작업 중에는 지게차나 크레인 등의 장비는 움직이지 않는다. 고박을 위해서는 전용 끈을 사용하여 별도의 고박용 유압식 밴딩공구를 이용하여 고정시킨다.

〈그림 5-17〉 코일 고박작업



자료: 광양항 및 포항항 포스코 제품부두, 저자 직접촬영

라싱 작업 시 문제점은 유압식 밴딩공구 자체가 무게가 3~5kg에 달하고 있어 코일 상부 작업 시 떨어져서 작업자와 충돌할 위험이 있다. 또한 작업 중 코일 사이에 발이 협착되거나 3단 높이에서 떨어져 다치는 위험이 내재되어 있다.

〈표 5-11〉 코일 고박작업 위험분석

위험요인	사고형태	주요내용
기계적	충돌	2단 이상으로 선적되어있는 코일을 고박하기 위해 밴딩라싱 수공구(무게 : 3~5kg)를 높게 드는 작업 시 수공구가 떨어져 안전사고의 위험
물질 환경적	추락/ 협착	코일과 코일 사이의 고박용 줄을 삽입하는 작업 시 협소한 공간에서 작업함으로 끼임 및 추락의 위험
인적	추락	2단 이상 코일 선적 작업 중 코일 상부에서 작업자가 미끄러져 넘어질 위험

자료: 저자작성

코일 고박작업은 사고 강도 자체는 크게 높지 않아 일반적으로 경미한 비휴업 재해인 2단계이나 사고의 빈도는 비교적 높아 1개월에 1회 이상 발생한다고 분석되었다. 그에 따라 코일 고박작업의 위험도는 8로, 허용은 가능하나 계획적인 작업개선이 요구된다.

〈그림 5-18〉 코일 고박작업 위험도분석



자료: 저자작성

나. 후판 선적작업 분석

후판은 코일과 함께 가장 많이 철재부두에서 작업이 이뤄지는 철재제품으로 코일과 마찬가지로 선측작업과 선내작업으로 구분된다.

(1) 후판 선측작업

후판 선측작업은 걸쇠를 이용하거나 마그넷 장비를 사용하여 작업이 이뤄진다. 걸쇠방식은 후판 여러장을 한꺼번에 4개 모퉁이에서 걸쇠를 끼어서 고정시키고 걸쇠와 크레인을 와이어로 연결하여 들어올리는 방식이고 마그넷 방식은 크레인 끝 부분에 전자석 장비가 장착되어 자기력으로 후판을 들어 올리는 방식이다.

〈그림 5-19〉 후판 선측작업



후판 걸쇠방식



후판 마그넷방식

자료: 광양항 및 포항항 포스코 제철부두, 저자 직접촬영

후판 선측 걸쇠작업에 내재된 위험은 후판을 잡기위해 권하 시 작업자와 장비 간의 충돌 위험, 후판작업 중 한쪽 걸쇠가 빠져 후판이 떨어지는 위험, 후판위에 올려놓은 받침목이 권상 중 작업자에게 떨어지는 문제 등이 내재되어 있다. 또한 직상차 사용 시 바닥이 불규칙적이고 널려있는 받침목에 걸려 작업자가 넘어지거나 권상 중인 후판과 충돌하거나 바람으로 인해 후판이 사람과 충돌을 일으키기도 한다.

〈표 5-12〉 후판 선측 객쇄작업 위험분석

위험요인	사고형태	주요내용
기계적	충돌	크레인의 권하시 과권하로 인한 충돌 위험
	충돌	후판 위에 받침목(던네지)를 올려 크레인으로 운반함으로 받침대(던네지)의 낙하 위험
기계적 위험	충돌/추락	크레인이 인양중인 후판 위에 작업자가 올라타는 등 충돌 및 추락의 위험
물질 환경적	충돌	작업장 바닥의 정리정돈 상태가 좋지 작업자가 넘어져 후판과 부딪치는 문제
물질 환경적	충돌	외부의 바람 및 기후의 영향으로 권하하는 크레인의 후판이 흔들려 작업자와 부딪히는 사고 위험 및 중량물 낙하 위험
인적	충돌	걸쇠가 잘 빠지지 않을시 무리한 타격으로 인해 안전사고 위험

자료: 저자작성

후판은 제품이 넓고 날카로워 사람과 가벼운 충돌로도 상해정도가 심할 수 있으며 코일에 비해 가벼워 바람에 영향을 많이 받는다. 이로 인해 후판 선측 결쇠 작업의 사고강도는 3 또는 4로 나타나고 있으며 사고빈도는 3단계로 분석되어 후판 결쇠 선측작업의 위험도는 허용이 불가능한 12로 평가된다.

〈그림 5-20〉 후판 선측작업 결쇠 위험도분석



자료: 저자작성

후판 선측 마그넷 방식은 전자력을 이용한 일종의 자동화 방식으로 선측작업 시 사람의 간섭이 적어 결쇠 작업이 비해 비교적 안전하고 빠른 작업으로 볼 수 있다. 위험요인으로는 전자력이 불균일하거나 바람이 많이 불 경우 여러장을 한 번에 전자력으로 들어 올리다가 아래쪽 후판이 낙하하여 작업자나 신호와 충돌할 수 있는 위험이 있다. 원칙적으로는 마그넷이 후판을 권상하여 선박으로 이동 시에는 이동경로에는 작업자가 지나다닐 수 없으나 실제로는 선박 위에서 후판 이동 경로 상 사람의 횡단이 종종 발생하고 있어 위험에 내재되어 있다.

〈표 5-13〉 후판 선측 마그넷작업 위험분석

위험요인	사고형태	주요내용
기계적	충돌	마그넷에 접촉된 후판과 후판 사이의 공간이 넓거나 전자력에 불균일할 경우 크레인 이동 시 추락 위험
물질 환경적	충돌	바람이 많이 부는 등 날씨 및 기후의 영향을 받아 후판의 추락 위험
인적	충돌	신호수가 보이지 않거나 신호가 불량하여 크레인의 오조작, 오판단에 의한 중량물 낙하 위험
관리적	충돌	작업자가 크레인 작업 중 작업구간 이동중 화물낙하에 따른 충돌 위험

자료: 저자작성

후판 선측 마그넷작업은 전술하였듯이 자동화된 작업형태로 사람의 간섭이 적어 위험도도 낮게 평가되었다. 사고강도는 경미한 부상인 2단계, 사고빈도 역시 발생 가능성이 낮은 2단계로, 위험도는 허용가능하며 필요시 개선이 필요한 4로 평가되었다.

〈그림 5-21〉 후판 선측 마그넷작업 위험도분석



자료: 저자작성

(2) 후판 선내작업

후판선내 작업 역시 선측작업과 마찬가지로 걸쇠방식과 마그넷 방식으로 이뤄진다.

〈그림 5-22〉 후판 선내작업



후판 걸쇠방식



후판 마그넷방식

자료: 저자작성

걸쇠 방식은 위치에 따라 직접 드로핑하거나 지게차를 사용하며 묶음과 묶음 사이에 다음 항만에서의 하역을 위해 고임목을 하나하나 깔게 된다. 이 경우 작업자가 이동 중 고임목에 걸려 넘어질 수 있으며, 권하하는 후판과 충돌할 위험이 내재되어 있다. 또한 작업이 급할 경우 후판 권하 중에도 작업자가 충분히 피하지 않아 후판과 충돌 위험이 높다. 걸쇠를 탈착 시킬 때 튀어서 사람과 충돌하거나 손가락이나 발이 협착할 가능성도 내재되어 있다.

〈표 5-14〉 후판 선내 객쇄작업 위험분석

위험요인	사고형태	주요내용
기계적	협착	작업시 걸쇠 댐핑에 작업자의 손가락 및 발의 협착 위험
	충돌	학카걸이가 올바르게 걸리지 않을 경우 학카걸이가 튀어 안전사고 위험
물질 환경적	추락/충돌	작업장 바닥의 정리정돈 상태가 좋지 않아 추락의 위험, 대피공간 미확보, 후판과 충돌
관리적	충돌	작업자가 안전거리를 확보하지 않아 권하중인 크레인의 걸쇠가 흔들려 작업자와 부딪히는 사고 위험

자료: 저자작성

후판 선내 결쇠작업은 이처럼 작업자가 하역 중 지속적으로 간섭하고 있어 위험도가 상당히 높은 작업으로 분석되었다. 사고 강도는 3 또는 4로 사고 발생 시 치명적인 부상이 야기될 것으로 판단되고 사고 빈도역시 3 또는 4로 상당히 자주 발생하는 사고로 볼 수 있다. 실제 철재항만 사망사고의 상당수가 후판적재 과정 중에 발생하고 있다. 그에 따라 후판의 위험도는 가장 높은 16으로 즉시개선이 필요한 작업으로 평가된다.

〈그림 5-23〉 후판 선내작업 결쇠 위험도분석

빈도 \ 강도	영향 없음	경미한 불휴업재해	경미한 휴업재해	중대재해
빈번함	필요에 따라 개선 (5)	가급적 빨리 개선 (10)	신속하게 개선 (15)	즉시개선 (20)
가능성 높음	필요에 따라 개선 (4)	계획적으로 개선 (8)	가급적 빨리 개선 (12)	즉시개선 (16)
가능성 있음	필요에 따라 개선 (3)	필요에 따라 개선 (6)	가급적 빨리 개선 (9)	가급적 빨리 개선 (12)
가능성 낮음	필요에 따라 개선 (2)	필요에 따라 개선 (4)	필요에 따라 개선 (6)	계획적으로 개선 (8)
가능성 거의 없음	필요에 따라 개선 (1)	필요에 따라 개선 (2)	필요에 따라 개선 (3)	필요에 따라 개선 (4)

사고강도					사고빈도				
0	0	5	5		0	0	5	5	0
1	2	3	4		1	2	3	4	5

자료: 저자작성

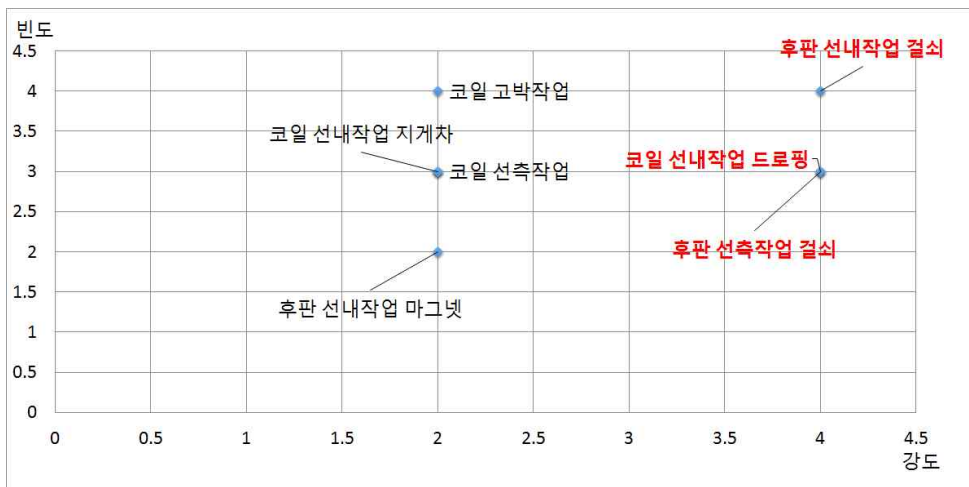
후판 선내 마그넷 방식은 작업 중 사람이 간섭하지 않아 특별한 위험분석이 필요치 않아 분석에서 제외한다.

4) 위험도 평가 종합

위험도 분석 결과 작업장 내에서 허용이 불가능하여 바로 대응이 필요한 작업 단계는 후판 선내 결쇠작업(위험도 16), 그 뒤를 코일 선내 드로핑작업(위험도 12)과 후판 선측 결쇠 작업(위험도 12)이다. 해당 작업단계에서 주로 발생하는 사고형태는 장비(크레인)와 작업자와의 충돌, 화물과 작업자와의 충돌 등이며

그 원인으로서는 주로 바람 등 예기치 못한 사태의 발생, 과권하 등 장비조작 오류, 작업자의 안전규정 무시, 작업자와 장비조작자 간 소통불량, 장비관리 소홀, 습기나 주위 환경으로 인한 위험노출 등으로 볼 수 있다. 특히 주로 상호 정보 교류 원활 및 사전 인지 시 발생하지 않을 수 있는 위험요인이 다수를 차지하고 있어 이에 대한 개선이 필요하다. 코일 고박작업과 코일 선측작업, 코일 선내 지게차 작업은 비교적 허용이 가능한 위험수준으로 장기적으로 작업의 형태나 방식, 교육 등을 통해 개선해 나가야 할 것이다.

〈그림 5-24〉 철재화물 작업위험도 종합



자료: 저자작성

2. 철재부두 유해도 분석

4장에서 살펴보았듯이 항만하역작업을 포함한 물류 및 운수업에서 발생하는 일반적인 질병재해는 요통, 상부 및 하부 근육통 등 근골격계 질환의 대다수를 이루고 있으며 그 외 소음으로 인한 청력손실이나 미세먼지 등으로 인한 영향 등은 명확히 드러나고 있지 못하다. 따라서 본 연구에서는 먼저 항만하역작업자의 작업형태를 분석하여 근골격계질환의 유해요인을 분석한다.

1) 근골격계질환 유해성 평가의 절차 및 방법

근골격계질환 유해요인 평가의 기본원칙은 ‘부담작업(부담작업이 단위작업으로 구분되는 경우에는 각 단위작업) 각각’에 대하여 실시하며, ‘근로자가 1명이 둘 이상의 부담작업에 종사하는 경우 각각에 대하여 실시’하는 것을 기본원칙으로 한다.¹⁰⁷⁾

가. 근골격계질환 유해요인 평가개요 및 방법

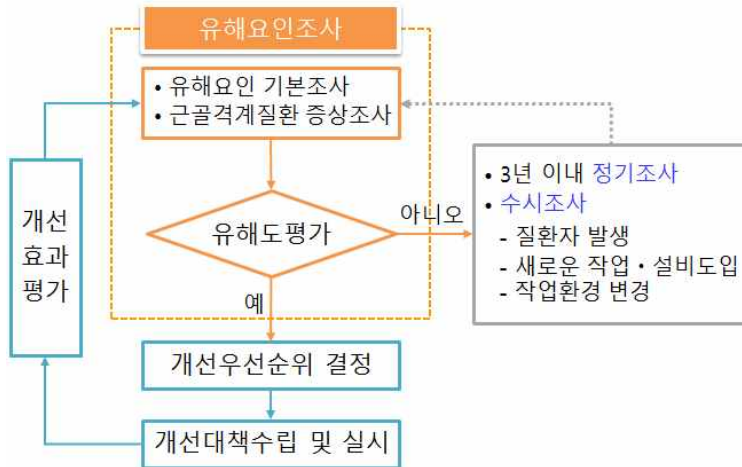
국내 안전보건공단의 유해요인 평가지침¹⁰⁸⁾에 따라 항만작업장의 유해요인을 평가하고 이를 분석한다. 조사의 기본적인 흐름은 안전공단의 유해요인 조사방식을 따르되 본 연구에서는 3년에 걸친 정기조사 및 수시조사가 현실적으로 불가능 하므로 현상을 중심으로 한 유해도 평가를 중심으로 수행한다. 이를 위해서는 근골격계질환 유해요인 평가표를 이용하여 조사가 진행되며 근골격계질환 유해요인 평가는 작업조건을 토대로 측정한다. 근골격계 부담작업의 평가는 기본적으로 작업자를 대상으로 한 ‘설문조사’방법과 직접 작업현장을 분석하는 ‘작업측정 방식’을 병행한다¹⁰⁹⁾. 설문조사는 현장작업 10년차 이상의 경험을 가진 숙련자를 대상으로 하며 작업측정은 위험도 평가와 마찬가지로 직접 현장을 동영상으로 촬영하여 이를 기반으로 분석한다.

107) 안전보건공단, 「근골격계질환 유해요인조사 및 예방관리 프로그램」, 2015. 02. 10, p32.

108) 안전보건공단, 「근골격계부담작업 유해요인 조사지침」 2011. 09

109) 안전보건공단, 「근골격계질환 유해요인조사 및 예방관리 프로그램」, 2015. 02. 10, p14

〈그림 5-25〉 근골격계질환 유해요인 조사 전체 흐름도



자료: 안전보건공단, 「근골격계질환 유해요인조사 및 예방관리 프로그램」, 2015. 02. 10, p30.

나. 유해도 평가

안전보건공단의 지침에 따라 근골격계질환 유해요인 평가척도는 작업부하(중대성)와 작업빈도(가능성)를 기반으로 하고, 작업빈도의 결정은 연 2~3회의 최하부터 초과근무시간까지 지속발생하는 최상까지 총 5단계로 구분된다.

〈표 5-15〉 근골격계부담작업의 작업빈도(가능성)

구분	사고형태	주요내용
최상	5	초과근무(1일 8시간 이상)
상	4	계속(1일 4시간 이상)
중	3	자주(1일 4시간 미만)
하	2	가끔(하루 또는 주 2~3일)
최하	1	3개월 마다(년 2~3회)

자료: 고용노동부, 안전보건공단, 『위험성평가 해설지침서』, 2017, p110.

작업부하 역시 ‘매우쉬움’에서 ‘매우 힘들’까지 총 5단계로 구분된다. 본 연구에서는 작업자 설문 통해 작업자가 스스로 인지하는 운동자각도(Borg’s Rating of Perceived Exertion, RPE)를 기반으로 작업부하를 측정한다.

〈표 5-16〉 근골격계부담작업의 작업부하(중대성)

구분	작업부하 (중대성)	주요내용	분류기준	
			Brog's Scale	심박수
최대	5	매우 힘들	16 등급 이상	160 이상
대	4	힘들	14~15 등급	140~150
중	3	약간 힘들	12~13등급	120~130
소	2	쉬움	10~11등급	100~110
최소	1	매우 쉬움	6~9등급	90 이하

※ Brog's Scale: 작업부하(workload)를 근로자가 지각하는 정보를 활용하여 작업부하(또는 활동수준)에 따른 심박수 변화와 연관성(상관계수=0.88)을 근거로 개발한 범주형 비율척도

자료: 고용노동부, 안전보건공단, 『위험성평가 해설지침서』, 2017, p111.

근골격계부담작업의 유해도는 상기 작업부하와 작업빈도를 추정한다. 최소 1부터 최대 25까지 유해도 점수가 산정되며, 이 중 점수가 8점 이상인 작업에 대해서는 근골격계에 부담을 주는 유해해작업으로 분류, 인간공학적인 작업자세 평가기법 적용하게 된다.

〈그림 5-26〉 근골격계부담작업의 유해도 추정

작업빈도 (가능성)	작업부하 (중대성) 단계	최대	대	중	소	최소
		5	4	3	2	1
최상	5	25	20	15	10	5
상	4	20	16	12	8	4
중	3	15	12	9	6	3
하	2	10	8	6	4	2
최하	1	5	4	3	2	1

자료: 고용노동부, 안전보건공단, 『위험성평가 해설지침서』, 2017, p110.

다. 인간공학적 작업자세 평가

유해도 평가를 통하여 근골격계질환 유해요인 평가척도가 8점 이상인 작업에 대해서는 인간공학적 작업자세분석의 수행이 필요하다. 현재 일반적으로 실제 작업현장에서 많이 사용되는 기법으로는 OWAS(Ovako Working Posture Analysis System),¹¹⁰⁾ RULA(Rapid Upper Limb Assessment), REBA(Rapid Entire Body Assessment) 등이 있으며 그 외 작업현장에 따라 BRIEF, JSI 등의 분석기법이 있다.¹¹¹⁾

평가대상 산업분야에 따라 각 평가기법의 적용이 구분된다. 일반적으로 OWAS는 철강업의 자세를 분석하기 위해 개발된 기법으로 중량물 취급작업, 건설업 해머작업, 선박업 등에 적용되고 있으며, RULA는 포장작업, 의류제조업 등, REBA는 서비스업 및 일반제조업에서 활용되고 있다. 특히 OWAS는 작업 자세를 단순화하는 단점이 있으나 그 결과 특별한 현장에 쉽게 적용이 가능한 장점이 있다. RULA는 OWAS보다 보다 세부적인 분석이 가능하나 상체를 주로 사용하는 조립라인에 용이하고 하체에 대한 평가가 어렵다고 알려져 있다. 이를 보완한 REBA는 전신자세에 대한 평가가 가능하나 목과 허리에 대한 과소평가가 이뤄지는 반면 허리 굽힘과 쪼그려 앉기에 대해서는 과평가가 이뤄지는 경향이 있다. 항만의 철재하역작업의 경우 프로세스 분석 결과 손목의 반복적 움직임 등 작은 움직임 보다는 전신을 사용한 움직임이나 쪼그려 앉는 등의 부자연스러운 자세가 많아 RURA나 REBA 방식 보다는 전신에 대한 자세평가 및 쪼그려 앉기 등의 자세분석이 가능한 OWAS가 보다 적절한 평가방식이라고 볼 수 있다. 실제로 OWAS는 항만작업과 가장 유사한 조선업이나 선박업에서 많이 사용되고 있으며 해외 연구에서도 항만¹¹²⁾이나 창고¹¹³⁾의 화물취급 작업자 분석에 OWAS를 사용하고 있다.

¹¹⁰⁾ Ovako Oy(Finland) 철강 회사의 Karhu, Finnish Institute for Leadership(Finland)의 Kansio와 Finland 노동 위생 연구소 (Institute of Occupational Health)의 Kuorinka가 개발한 근골격계질환 유발자세 평가방법

¹¹¹⁾ 안전보건공단, 산업안전보건연구원, 「작업특성에 따른 인간공학적 유해요인 평가방법 도구 개발에 관한 연구 - 작업 특성에 따른 근골격계 증상, 동작수행능력 및 인간공학적 평가」 2005 연구보고서, p177~179.

¹¹²⁾ J.N. Saraji 외, 'EVALUATION OF MUSCULOSKELETAL DISORDERS RISK FACTORS AMONG THE CREW OF THE IRANIAN PORTS AND SHIPPING ORGANIZATION'S VESSELS', Acta Medica Iranica 2004. 42(5):350-354.

¹¹³⁾ Sarkar K 외, 'Examination of postures and frequency of musculoskeletal disorders among manual workers in Calcutta, India' Int J Occup Environ Health. 2016 Apr;22(2):151-8

〈그림 5-27〉 인간공학적 작업분석 방법 비교

분석기법	OWAS	RULA	REBA	BRIEF	JSI
초기 적용작업	철강업	VDT작업	간호작업		
적용 작업분야	중량물취급작업 건설업현미작업 간호업무, 슈퍼 마켓캐시어업무 양계업 선박업	포장작업 VDU작업 의류 제조업 슈퍼마켓 체크아 웃 작업 자동차 검사작업 카펫수선, 금속작 업	일반제조업에 적용가능		중소제조업 검사업 재봉업 육류가공업 포장업 자료 입력 및 처리 손목 움직임이 많 은 작업
제작년도	1977년	1993년	2000년		1995년
주된 관찰부위	전신	상지	전신	전신	손가락/손목
평가 항목	정적인 자세 (허리, 상지, 하지)	①불편한 자세 (목, 물통, 팔, 다리, 손목), ② 근육의 사용 (정적/동적) ③ 근육의 힘	①단순반복작업 (목, 신체부담작업 (일반 제조업) 에 대해 자세, 빈 도, 힘사용시간	①정적인 자세를 간단하게 평가가 능 ②간단한 평가지 와 기본적인 지 식만으로 사용가 능	손가락 및 손목의 움직임이 많은 작 업에 적합
부하평가	4 classes	4 action level (7 score level)	5 action level (15score level)		5 strain index
장점	단순하고 현장 적용이 가능	현장 상체를 주로 사 용하는 조립라인 에 용이	RULA의 개선 목적으로 생겨 하지 작업의 분 석이 용이	①정적인 자세를 간단하게 평가가 능 ②간단한 평가지 와 기본적인 지 식만으로 사용가 능	손가락 및 손목의 움직임이 많은 작 업에 적합
단점	①작업자세를 단순화 - 목이 작업에는 수정 본이 필요 ②RULA에 비 작업자세 부하 저평가 경향 ③중량물 에 한계 ④반복성 미고	①인간공학 전문 가만이 사용 가능 ②특별한 장비 필요없이 분석 가능 ③하체의 자세에 대해 평가가 불 충분함 (균형된 하지자세에 해 지평가경향 ④반복성과 정적 자세의 고려가 미흡	①목과 허리의 신전자세에 대 해 과소평가 ②목과 허리의 굴곡자세와 다 리를 꼬고된 자 세에 대해 과대 평가 ③RULA에 비 작업자세부 하 지평가경향 ④반복성 미고 자세의 고려가 미흡		①손, 손목부위 작 업한정 ②평가의 객관성이 약함

자료: 안전보건공단, 산업안전보건연구원, 「작업특성에 따른 인간공학적 유해요인 평가방법 도구 개발에 관한 연구 - 작업 특성에 따른 근골격계 증상, 동작수행능력 및 인간공학적 평가」 2005 연구보고서, p179.

OWAS는 작업과정을 동영상으로 촬영하여 허리, 팔, 다리, 하중/힘에 대해 자세코드를 작성하여 분류하게 된다. 이후 기록된 코드를 기반으로 신체부위별 각 코드의 비율을 조사, 작업부하에 영향이 높은 신체부위를 판단한다. 이후 각 자세를 4가지 작업수준(Action category)으로 구분하여 작업의 유해도를 판단한다. 만약 분석결과 Action category가 3이상인 경우 개선대책을 수립하고 실시해야 한다.¹¹⁴⁾

〈표 5-17〉 OWAS분석의 조치단계 분류

작업자세 수준	평가내용	개선 필요성
Action category 1	이 자세에 의한 근골격계 부담은 문제 없다.	개선이 불필요하다.
Action category 2	이 자세는 근골격계에 유해하다.	가까운 시일 내에 개선해야 한다.
Action category 3	이 자세는 근골격계에 유해하다.	가능한 한 빠른 시일 내에 개선해야 한다.
Action category 4	이 자세는 근골격계에 매우 유해하다.	즉시 개선해야 한다.

자료: 안전보건공단, <http://www.kosha.or.kr/content.do?menuId=1750#1>, 검색일: 2017. 10. 4.

2) 철재부두 유해성 평가

포항항 철재부두를 방문하여 화물별, 작업공간별로 작업을 관찰 및 동영상을 촬영하여 작업 동작을 분석하였다. 위험도 평가와 마찬가지로 항만의 표준작업서를 기반으로 작업단계를 세부적으로 구분하였으며, 반복성, 부자연스러운 자세, 과도한 힘, 접촉 스트레스, 진동 등 5대 주요 유해요인¹¹⁵⁾을 기반으로 정성적 동작분석을 수행하였다.

¹¹⁴⁾ 안전보건공단, <http://www.kosha.or.kr/content.do?menuId=1750#1>(검색일: 2017. 10. 4.)

¹¹⁵⁾ 안전보건공단, 「근골격계부담작업 유해요인 조사지침」 2011. 09., p9.

〈표 5-18〉 주요 유해요인

유해요인	유해요인의 원인
반복성	같은 근육, 힘줄 또는 관절을 사용하여 동일한 유형의 동작을 되풀이 해서 수행함
부자연스런 자세 또는 취하기 어려운 자세	반복적 혹은 지속적으로 팔을 뻗음, 비틀, 구부림, 머리 위 작업, 무릎 꿇음, 쏘그림, 고정자세를 유지, 손가락 집기 등
과도한 힘	물체를 취급할 때 들어올리거나 내리기, 밀거나 당기기, 돌리기, 휘두르기, 지탱하기, 운반하기, 던지기 등과 같은 행위, 동작으로 인해 근육의 힘을 많이 사용해야 하는 것
접촉스트레스	작업대 모서리, 키보드, 작업공구, 가위사용 등으로 인해 손목, 손바닥, 팔 등이 지속적으로 눌리거나 반복적으로 물체에 압력을 가함으로써 해당신체부위가 충격을 받게 되는 것
진동	신체의 특정부위가 동력기구 또는 장비와 같은 진동하는 물체와 접촉함으로써 영향을 받게 되는 것

자료: 안전보건공단, 「근골격계부담작업 유해요인 조사지침」 2011. 09., p9.

동시에 철재부두 작업 유해성을 평가하기 위해서 먼저 10년 이상 숙련된 작업자를 대상으로 인터뷰를 수행하였으며 포항항과 광양항 철재부두의 작업반장급 이상 10인을 대상으로 작업별 작업부하와 작업빈도를 조사·분석하여 유해도 점수를 산정하였다. 산정된 유해도의 점수가 8점 이상인 작업에 대해서는 OWAS 분석을 적용하여 작업개선 필요성을 검토하였다.

가. 코일 선적작업 분석

코일의 선적은 크게 선측작업, 선내작업, 그리고 선적된 코일을 고정하는 고박작업으로 구분된다.

(1) 코일 선측작업

코일 선측작업은 코일을 운반해온 차량이나 프레임 위에서 바로 선적하는 직상차 방식과 야드에 적재되어 있는 코일을 지게차를 이용하여 선측으로 이동시켜 선적하는 방식으로 구분되나 작업특성상 큰 차이가 없어 동일한 작업으로 보고 분석을 수행하였다.

코일 선측작업에 내재되어 있는 유해요인으로는 코일에 줄을 걸기 위해 허리

를 60도 이상 숙이고 작업하는 부자연스러운 자세가 발생하며, 코일에 줄을 건 후 크레인이 약간 들어올린 상태에서 선적방향으로 코일을 회전시키기 위해서 허리, 어깨, 다리 등에 과도한 힘이 주어지게 된다.

〈표 5-19〉 코일 선착작업 유해요인 분석

유해요인	신체부위	주요내용
과도한 힘	허리, 어깨, 다리	코일 줄걸이 작업 시 코일이 본선으로 이동하기 전 코일 선적방향과 일치하도록 코일방향을 조정하는 과정에서 허리, 어깨, 다리에 과도한 힘이 발생함
부자연스러운 자세	허리	코일 줄걸이 작업 시 코일을 배에 선적하기 위해 크레인 줄에 코일을 거는 작업 중 작업자의 부자연스런 자세가 발생함(허리 : 앞으로 굽힘 60도)

자료: 저자작성

철재부두에서 10년 이상 근무한 작업반장 이상의 숙련 작업자를 10인을 대상으로 코일 선착작업의 작업부하와 작업강도를 조사하여 유해도를 산출하였다. 위험도와 마찬가지로 평균이 아닌 최빈도 값을 대푯값으로 정하였으며 그에 따라 작업부하는 2단계 ‘쉬움’, 작업빈도는 4단계 ‘계속 - 1일 4시간 이상’으로 평가되어 유해도는 8점을 기록하였다.

유해도 점수가 8점 이상이기 때문에 OWAS 분석을 수행하였으며 그 결과 허리를 숙이는 줄걸이 작업에 대해서는 ‘Action category 2’로 가까운 시일 내에 개선이 필요하며 코일을 조정하는 자세에 대해서는 ‘Action category 1’로 특별한 개선이 요구되지 않는다고 평가되었다.

〈그림 5-28〉 코일 선착작업 유해도 분석



자료: 저자작성

(2) 코일 선내작업

코일 선내작업은 코일 선내 드로핑작업과 선내 지게차작업으로 구분된다. 코일 선내 드로핑작업에 내재되어 있는 유해요인으로는 권하하는 코일을 기존 코일 위에 적재하기 위하여 몸으로 밀며 위치를 조정하는 작업 수행 중 허리, 어깨, 다리 등에 과도한 힘이 주어지게 된다.

〈표 5-20〉 코일 선내 드로핑작업 유해요인 분석

유해요인	신체부위	주요내용
과도한 힘	허리, 어깨, 다리	선적작업 시 크레인으로 코일본선 이동후 알맞은 위치에 선적하기 위해 작업자가 직접 위치를 조정하는 과정에서 허리, 어깨, 다리에 과도한 힘이 발생함

자료: 저자작성

코일 선내 드로핑작업의 작업부하는 3단계 ‘약간 힘들’, 작업빈도는 4단계 ‘계속 - 1일 4시간 이상’으로 평가되어 유해도는 12점을 기록하였다. 유해도 점수가 8점 이상이기 때문에 OWAS 분석을 수행하였으며 그 결과 ‘Action category 2’로 개선이 필요하다고 평가되었다.

〈그림 5-29〉 코일 선내 드로핑작업 유해도 분석



자료: 저자작성

코일 선내 지게차 작업에 내재되어 있는 유해요인으로는 지게차로 벽 등에 코일을 고정시킨 후 작업자가 고임목을 직접 밑으로 집어넣어 고정하는 자세에서 무릎 및 허리의 부자연스러운 자세가 발생하게 된다.

〈표 5-21〉 코일 선내 지게차작업 유해요인 분석

유해요인	신체부위	주요내용
부자연스러운 자세	무릎, 허리	선적작업 시 크레인을 통해 배에 운반된 코일을 지게차를 이용해 코일을 선적할 때 작업자는 코일이 움직이지 않도록 고임목을 설치하는 과정에서 무릎, 허리에 부자연스런 자세가 발생함 (무릎 쫓그리고 앉음, 허리: 40도 앞으로 굽힘, 옆으로 15도 비틀)

자료: 저자작성

이러한 코일 선내 지게차\작업의 작업부하는 4단계 ‘힘듦’, 작업빈도는 4단계 ‘계속 - 1일 4시간 이상’으로 평가되어 유해도는 16점을 기록하였다. 유해도 점수가 8점 이상이기 때문에 OWAS 분석을 수행하였으며 그 결과 ‘Action category 4’로 즉시 개선이 필요하다고 평가되었다.

〈그림 5-30〉 코일 선내 지게차작업 유해도 분석



자료: 저자작성

(3) 코일 고박작업

코일 고박작업에 내재되어 있는 유해요인으로는 라싱을 위한 유압식 밴딩공구의 무게가 3~5kg 으로 상당하고, 이를 아무 지지구조 없이 손으로 잡아 1분 이상 지속 작업을 하고 있어 손목과 팔에 부담을 주고 있다. 또한 다양한 위치에서 고박을 수행하고 있어 손을 높이 드는 등의 부자연스러운 자세를 계속 유지하여야 한다.

〈표 5-22〉 코일 고박작업 유해요인 분석

유해요인	신체부위	주요내용
과도한 힘	손목, 어깨	라싱(고박) 작업 시 선적된 코일을 고박시키기 위해 밴딩라싱 수공구(무게: 3~5kg)를 1분 이상 사용함으로써 손목, 어깨에 과도한 힘이 발생함(1분 밴딩라싱 수공구 사용시: 1분 이상 사용)
부자연스러운 자세	손, 팔꿈치	라싱(고박) 작업 시 알맞은 위치에 선적된 코일을 움직이지 않도록 고박시키는 작업에서 손, 팔꿈치가 어깨 위로 올라가는 부자연스런 자세가 발생함

자료: 저자작성

코일 고박작업의 작업부하는 3단계 ‘약간 힘들’, 작업빈도는 3단계 ‘자주(1일 4시간)’으로 평가되어 유해도는 9점을 기록하였다. 유해도 점수가 8점 이상이기 때문에 OWAS 분석을 수행하였으며 그 결과 ‘Action category 2’로 개선이 필요하다고 평가되었다.

〈그림 5-31〉 코일 고박작업 유해도 분석



자료: 저자작성

나. 후판 선적작업 분석

후판은 코일과 함께 가장 많이 철재부두에서 작업이 이뤄지는 철재제품으로 코일과 마찬가지로 선측작업과 선내작업으로 구분된다.

(1) 후판 선측작업

후판 선측작업은 일반적인 걸쇠를 사용하는 방식과 마그넷을 사용하는 방식이 있다. 마그넷 방식은 대부분 자동화 방식으로 작업자의 개입이 거의 없기 때문에 본 연구에서는 걸쇠를 사용하는 방식이 대해서만 유해성을 평가한다. 후판 선측작업에 내재되어 있는 유해요인은 지속적으로 허리를 굽혀 걸쇠를 후판에 고정시키는 자세이다.

〈표 5-23〉 후판 선측작업 유해요인 분석

유해요인	신체부위	주요내용
부자연스러운 자세	허리	후판 본선이동 작업 시 크레인으로 후판을 본선으로 운반하기 위해서 작업자가 걸쇠를 후판에 거는 작업에서 허리에 부자연스런 자세가 발생함 (허리 : 앞으로 굽힘 80도 이상)

자료: 저자작성

후판 선측작업의 작업부하는 3단계 ‘약간 힘들’, 작업빈도는 4단계 ‘계속 - 1일 4시간 이상’으로 평가되어 유해도는 12점을 기록하였다. 유해도 점수가 8점 이상이기 때문에 OWAS 분석을 수행하였으며 그 결과 ‘Action category 2’로 개선이 필요하다고 평가되었다.

〈그림 5-32〉 후판 선측작업 유해도 분석



자료: 저자작성

(2) 후판 선내작업

후판 선내작업은 걸쇠를 사용하는 방식과 마그넷을 사용하는 방식이 있다. 후판 선내 걸쇠작업에 내재되어 있는 유해요인은 다음 항만에서의 원활한 하역을 위해 후판과 후판사이에 고임목을 설치하는 과정에서 작업자가 지속적으로 허리를 굽히는 자세이다.

〈표 5-24〉 후판 선내 결쇠작업 유해요인 분석

유해요인	신체부위	주요내용
부자연스러운 자세	허리, 무릎	선적 작업 시 다음항만에서의 하역을 위해 후판과 후판 사이간격을 유지하도록 작업자가 고임목을 설치하는 작업 중 허리, 무릎에 부자연스런 자세가 발생함 (허리: 앞으로굽힘 80도 이상, 무릎: 앞으로 굽힘)

자료: 저자작성

후판 선내 결쇠작업의 작업부하는 3단계 ‘약간 힘들’, 작업빈도는 4단계 ‘계속 - 1일 4시간 이상’으로 평가되어 유해도는 12점을 기록하였다. 유해도 점수가 8점 이상이기 때문에 OWAS 분석을 수행하였으며 그 결과 ‘Action category 3’로 가능한 빠른 시간 내에 개선이 필요하다고 평가되었다.

〈그림 5-33〉 후판 선내 결쇠작업 유해도 분석



자료: 저자작성

후판 선내 마그넷작업에 내재되어 있는 유해요인은 크레인으로 이동하여 선 내로 권하 하는 후판을 지속적으로 바라보는 과정에서 목에 부담이 발생하는 부분이다.

〈표 5-25〉 후판 선내 마그넷작업 유해요인 분석

유해요인	신체부위	주요내용
부자연스러운 자세	목	마그넷 접촉된 후판을 크레인을 이용하여 선내에 드로핑 하는 작업 중 선내에 있는 작업자가 크레인을 계속하여 주시하는 과정에서 목에 부자연스런 자세가 발생함(목: 위로보기 45도)

자료: 저자작성

후판 선내 마그넷작업의 작업부하는 2단계 ‘쉬움’, 작업빈도는 4단계 ‘계속 - 1일 4시간 이상’으로 평가되어 유해도는 8점을 기록하였다. 유해도 점수가 8점 이상이기 때문에 OWAS 분석을 수행하였으며 그 결과 ‘Action category 1’로 개선이 불필요 하다고 평가되었다.

〈그림 5-34〉 후판 선내 마그넷작업 유해도 분석



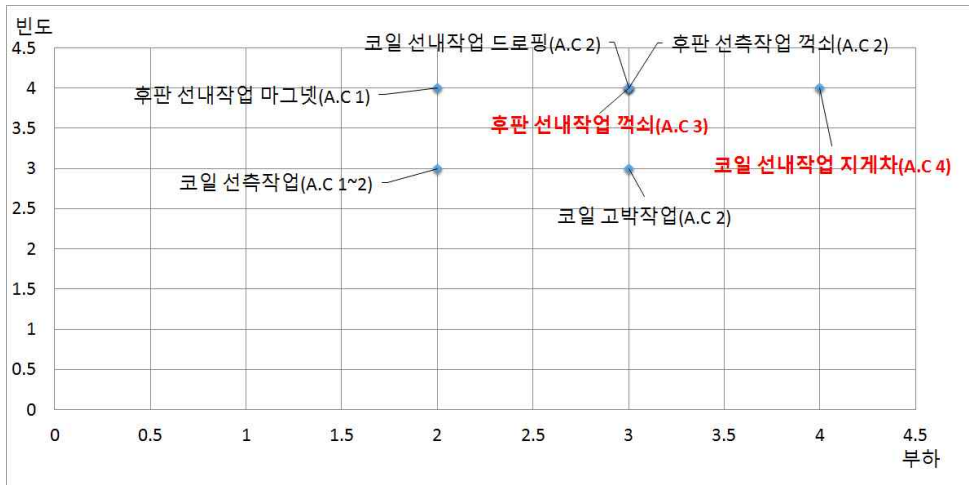
자료: 저자작성

3) 유해도 평가 종합

철재화물 작업분석 결과 주요 유해요인은 부자연스러운 자세가 주를 이루고 있는 것을 볼 수 있다. 이는 중량물을 사람이 직접 들거나 옮겨 근육에 부담을

주는 작업 형태가 아니라 크레인이나 지게차 등 장비와 함께 작업하는 철재하역 작업 특성에 기인한 것으로 판단된다. 또한 하역 생산성 확보 및 항만하역자의 스스로의 수익을 높이기 위해서 작업자가 비교적 빠른속도로 작업을 수행하고 있으며 이러한 부자연스러운 자세는 짧은 시간 내에 지속적이고 반복적으로 발생하고 있다. 분석 결과 가장 부담을 주는 작업은 코일의 선내지게차 작업 시 작업자가 지속적으로 몸을 숙여 코일 밑으로 받침목을 설치하는 작업으로 이는 단지 유해도 뿐 아니라 위험도 역시 높게 나타난다. 실제 해당 작업의 OWAS 분석결과 Action Category가 4로 분석되어 작업자가 느끼는 부담감과 동작분석이 일치하는 점을 볼 수 있다. 지속적으로 허리를 굽혀 후판의 걸쇠를 제거하고 고임목을 깔아야 하는 작업 역시 작업자들의 몸에 부담을 주는 작업으로 Action Category 3으로 평가되어 빠른 개선이 요구되고 있다.

〈그림 5-35〉 철재화물 작업 유해도 종합

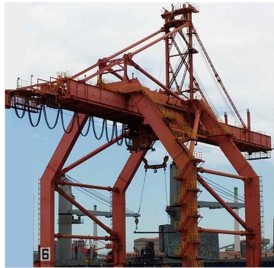


자료: 저자작성

제4절 종합 및 시사점

본 장에서는 철재화물 하역작업을 화물별, 작업단계별, 작업형태별로 구분하여 하역작업에 내재되어 있는 위험도와 유해도를 평가하고 작업의 문제점을 파악하였다. 철재 하역작업 위험요소로는 크레인 또는 지게차 등 장비의 조작오류로 인한 사람과의 충돌, 화물의 부적절한 배치로 인한 화물과 사람의 충돌, 미끄러짐 또는 고온으로 인한 작업자 낙상 및 낙상 후 화물과의 충돌 또는 협착, 시야불량에 의한 화물 또는 장비와의 충돌 등이 있으며 유해요인으로는 무거운 화물의 위치조정으로 인한 과도한 힘, 걸쇠 설치, 코일 줄결이, 고임목 설치 등 허리와 무릎을 과도하게 굽히며 옆으로 꺾는 부자연스러운 자세 등이 있다.

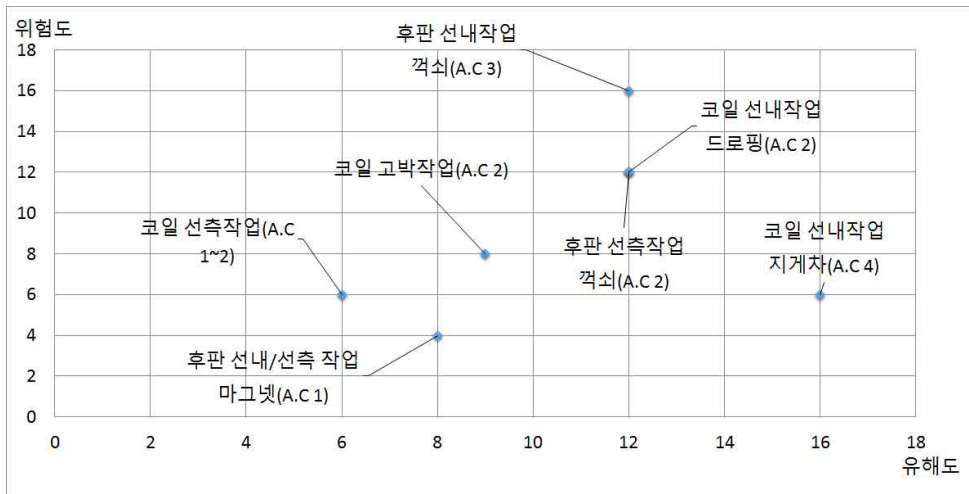
〈그림 5-36〉 철재하역작업 공간별 위험/유해 요인

유해 요인 코일/후판 위치조정 → 과도한 힘 코일 줄결이 → 부자연스러운 자세 후판 격쇠걸착 → 부자연스러운 자세	지게차-코일 받침목 설치 → 부자연스러운 자세 화물 위치조정 → 과도한 힘 무거운 벤딩공구 → 과도한 힘 후판/코일 고임목 설치 → 부자연스러운 자세
	
위험 요인 크레인 과권하 → 충돌 강종 화물흔들림 → 충돌 화물 낙하 → 충돌 화물방향 전환 → 충돌 발 헛딛음 → 낙상 (또는 고온) 손가락 끼임 → 협착	화물낙하 → 충돌
크레인 과권하 → 충돌 지게차-사람 동시작업 → 충돌 화물 적재위치 조정 → 충돌 화물 낙하 → 충돌 화물 전도 → 충돌/협착 시야불량/신호오류 → 충돌 발 헛딛음 → 낙상 (또는 고온) 화물 베타목 깔기 → 협착	크레인 과권하 → 충돌 지게차-사람 동시작업 → 충돌 화물 적재위치 조정 → 충돌 화물 낙하 → 충돌 화물 전도 → 충돌/협착 시야불량/신호오류 → 충돌 발 헛딛음 → 낙상 (또는 고온) 화물 베타목 깔기 → 협착

자료: 저자작성

작업별로는 후판선내 결쇠작업, 코일 선내 드로핑작업, 후판 선측 결쇠작업이 위험도와 유해도가 모두 높은 작업으로 분석되었다. 이는 해당 작업이 모두 장비와 화물, 작업자가 함께 가까운 거리에서 움직이면서 작업이 수행되고 있어 위험도가 높게 나타나며 고임목 설치 등 지속적인 작업자 간섭이 이뤄지고 있기 때문으로 판단된다. 코일 선내 지게차작업은 위험도는 높지 않으나 유해도가 가장 높은 작업이다. 반면 코일 선측작업, 후판 선내/선측 마그넷작업은 위험도와 유해도 모두 낮은 것을 볼 수 있다. 특히 마그넷작업은 자동화 작업으로 사람의 간섭이 낮아 가장 안전한 작업 중 하나로 분석되고 있다.

〈그림 5-37〉 철재화물 작업 위험도/유해도 종합



자료: 저자작성

본 장에서의 조사 및 분석결과 철재하역 작업의 안전도를 향상시키기 위해서는 작업자와 장비, 화물의 동선을 원천적으로 분리하는 것이 가장 효과 높은 방안으로 분석되었으나 이 경우 작업 효율성이 상당히 떨어지게 된다. 현재는 철재화물 표준작업서에서 ‘화물이 권하할 때 충분한 안전거리를 두고 피해 있을 것’ 등을 명기하고 안전교육도 이뤄지고 있으나 실재 현장에서는 촉박한 작업시간으로 인해 정확히 지켜지지 않는 못하고 있는 것이 사실이다. 또한 바쁘고 익숙

한 작업환경 속에서는 갑자기 발생하는 돌발변수에 제대로 대응하지 못하는 경우가 발생하며 순간적으로 오판이나 잘못된 정보를 받아들이는 경우도 종종 발생하고 있다. 따라서 현재의 작업상황 및 조건을 유지한 상태에서 안전도를 높이기 위해서는 단기적으로는 작업 중에 정확하고 즉각적인 정보의 교환과 상황 인식 방법 개선, 장기적으로는 위험요인의 원천적 제거가 필요하다.

유해요인 제거는 더욱 어려워서 작업 중에 허리를 굽히거나 돌리는 행위를 제거하는 것은 사실상 불가능하다. 물론 발받침 등의 보조기구를 이용하여 부자연스러운 자세를 완화할 수 있으나 이는 생산성 저하로 이어지기 때문에 현실적인 대안이 되지 못한다. 그에 따라 유해요인은 제거보다는 작업자의 작업자세 및 건강을 지속적으로 모니터링하고 사전 예방을 하는 방향으로 개선을 이뤄나가야 할 것이다.

제6장 IoT/빅데이터 기반 항만 안전시스템 구상 《

본 장에서는 IoT/빅데이터 분석기술을 활용하여 5장에서 분석된 철재부두의 위험성 및 유해성을 제거 또는 저감시키기 위한 방안을 구상한다. 특히 새로운 기술을 새로 개발하기보다는 3장에서 검토한 기존의 센서, 네트워크, 데이터 수집 및 분석 기술을 철재부두 작업환경에 맞게 조합 및 구성한다.

제1절 위험도 대응 안전시스템 구상

1. 위험도 결과분석 및 대응방향

1) 주요 위험도 결과 분석

5장의 분석결과 철재하역에 있어서 주요 위험작업은 코일의 선내 드로핑작업, 후판 선내 드로핑작업, 후판 선측작업, 결쇠작업이 위험도 12 이상으로 즉각적인 개선이 필요한 작업이다. 작업의 단계는 다르나 해당 작업단계의 내재된 위험성은 상호 유사하다. 기본적으로 화물이나 장비가 작업자와 지속적으로 인접해 있거나 동일한 동선 상에서 작업이 이뤄지는 것이 가장 큰 위험이다. 그로 인한 사고발생 형태는 고장, 실수 등 다양한 이유로 크레인으로부터 화물의 낙하 또는 급작스러운 움직임으로 인한 작업자와의 충돌, 협착 등이 발생한다. 또 다른 내재된 위험성은 작업자 공간의 불안정성으로 인해 작업자가 넘어지거나 떨어지는 것이다. 이는 낙상으로 인한 직접적인 상해 같은 1차 피해는 물론, 이후 이를 장비조작자가 인식하지 못하여 그대로 작업을 진행, 작업자가 화물이나 장비에 깔리는 심각한 2차 피해로 이어질 수 있다. 그 다음으로 위험도 높은 작업인 코일 선내 고박작업 시에는 중량도구 사용으로 인한 피해이며, 선내 지게

차작업 시에도 크레인작업과 유사한 형태의 지게차와의 협착이 발생하고 있다.

〈표 6-1〉 철재하역작업 주요 내재된 위험성 및 사고요인

작업단계	위험도	내재된 위험성	주요 사고발생 요인	사고결과
코일 선내드로핑작업	12	코일이 선내로 내려올 때 작업자 바로 밑에서 대기	기계고장, 과권하, 줄걸이 등 도구 노후, 관리소홀	충돌, 협착
		코일 위에 코일 적재 시 작업자가 직접 위치조정	강풍, 조작오류, 작업자 실수	충돌, 협착
		코일 2단 적재 시 코일 위에서 작업자 대기	작업자 낙상, 크레인 작업자 불인식	충돌, 협착, 낙상
후판 선내드로핑작업	16	후판이 선내로 내려올 때 작업자 바로 밑에서 대기	기계고장, 과권하, 줄걸이 등 도구 노후, 관리소홀	충돌, 협착
		후판 위에 후판 적재 시 작업자가 직접 위치조정	강풍, 조작오류, 작업자 실수	충돌, 협착
		후판과 후판 사이 고임목 설치	작업자 낙상, 크레인 작업자 불인식	충돌, 협착, 낙상
후판 선측걸쇠작업	12	크레인 강하 시 작업자 바로 밑에서 대기	기계고장, 과권하, 줄걸이 등 도구 노후, 관리소홀	충돌, 협착
		후판 걸쇠 걸착 후 바로 옆에서 작업자 대기	강풍, 조작오류, 작업자 낙상	충돌, 협착
코일 선내고박작업	8	코일 위에서 중량도구 사용	도구낙하, 발끼임, 작업자 낙상	충돌, 협착, 낙상
코일 선내지게차작업	6	지게차와 작업자가 동일 동선에서 지속 작업	운전자/작업자 상호 미인식, 조작오류	충돌, 협착

자료: 저자작성

2) IoT/빅데이터 기술 기반 사고위험 대응방향

주요 위험작업의 내재된 위험요인은 결국 하역 작업자와 그 외의 공간, 화물, 장비 등과의 연관관계 속에서 발생한다. 특히 화물의 낙하, 과권하 등 1차적인 사고보다는 그 이후 발생하는 2차 사고에서 보다 큰 재해가 발생하고 있으며 이러한 사고는 작업자가 인지하지 못하는 비정상적인 상황에서 짧은 시간 내에

일어나고 있다. 따라서 본 연구에서는 작업공간에 대한 작업자와 운전자의 가시성 확대, 장비 등의 실시간 정보 수집, 작업자와 장비 등과의 실시간 연계 및 정보제공 등을 IoT 기술을 통해 실현하여 1차 사고는 물론 이후 발생하는 2차 사고 저감을 목표로 시스템을 구성한다. 물론 IoT 기술을 통해 저감이 어려운 부분도 있다. 예를 들면 불안정한 작업 공간에 의한 작업자 낙상, 중량도구 사용 실수로 인한 부상발생 등이다. 이중 낙상 자체를 IoT 기술로 막을 수 없지만, 낙상에서 이어지는 2차 사고발생은 저감이 가능하다.

또한 직접적인 센싱기술 기반 인식확대로 해결이 불가능한 상황적 문제는 장기적으로 항만하역작업 중 발생하는 공간정보를 수집, 빅데이터 분석을 통해 사고발생에 대한 패턴분석을 통해 사고요인 자체를 줄이는 것도 가능하다. 즉 장비 및 부품의 고장주기 파악 및 예측, 작업자 나이 및 숙련도에 따른 최적의 휴식시간 및 교대시간 조정 등을 통해 사고가 발생할 수 있는 상황을 사전에 예방이 가능하다.

2. 안전시스템 구상

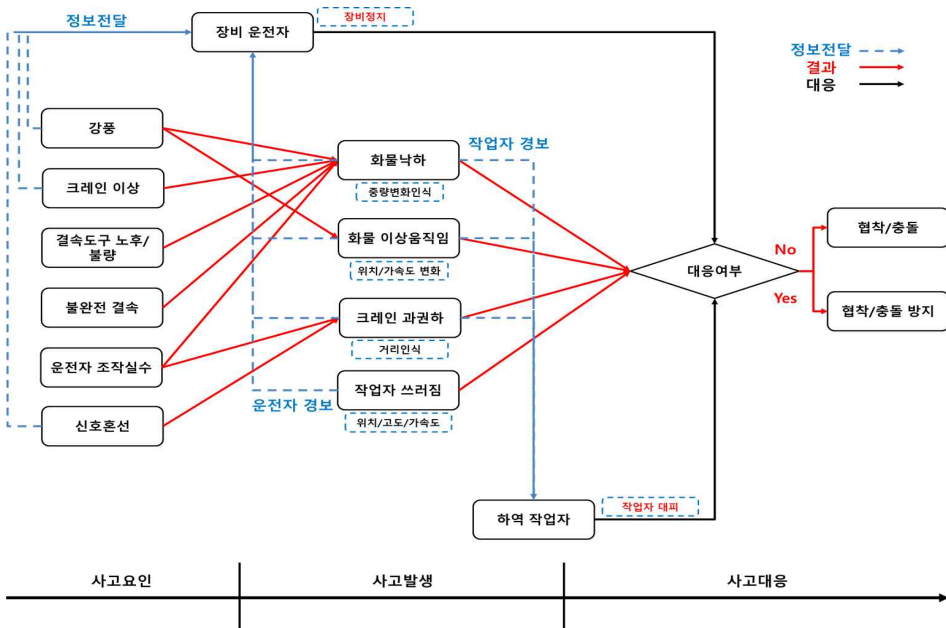
1) 작업자 - 크레인 - 주변상황

크레인과 사람과의 관계에서 주요 위험요인은 권상, 권하 중 작업자가 위험공간 내 진입하는 위험, 작업자가 어떤 이유로든 중심을 잃고 비틀거리거나 넘어져 장비와 권상/권하 하는 화물과 충돌하거나 화물에 깔리는 위험 등이 있다. 이러한 위험을 저감하기 위해서는 크레인과 작업 간 직접적인 연결 및 경고 시스템 구축이 필요하다. 이를 위해서는 먼저 사람의 위치 정보가 필요하다. 특히 낙상이나 추락의 상황을 크레인 작업자에게 빨리 알리기 위해서는 단순한 위치 정보 뿐 아니라 사람의 추락이나 넘어짐에 대한 정보를 제공해야 한다. 해당 정보는 특별한 정보해석이 필요하지 않기 때문에 크레인 운전자에게 직접 전달하여 조작을 멈추거나, 크레인 시스템에 전달하여 자동으로 장비를 멈추게 할 수 있다. 후자의 경우가 더 빠르고 안전하게 작업자를 보호할 수 있으나 인식과 해석의 정확도, 크레인 장비개선 부담, 작업 효율성 등을 고려할 경우 크레인 운

전자에게 전달하여 수동으로 장비를 멈추게 하는 방법이 더 현실적이라 할 수 있다. 크레인 역시 작업/위험 반경 내 사람이 진입하였을 경우 바로 인식하고 작업자에게 경고할 수 있는 시스템이 갖춰져 있어야 한다.

하역작업 안전을 위해서는 작업자와 크레인과의 관계뿐 아니라 크레인 조작자의 과권하로 인해 사람과 장비 또는 화물이 충돌하거나, 바람 등으로 인해 화물이 움직이거나 낙하(마그넷)하여 사람과 충돌하는 위험, 줄결이 도구 이상이나 화물체결 실수로 화물이 낙하는 경우 등에 대한 대응도 필요하다. 따라서 크레인에서는 수시로 풍향 및 풍속에 대한 모니터링이 필요하며 한계 이상의 풍속이 발생하였을 경우에는 크레인 조작자가 이를 바로 인지하고 작업을 중단해야 한다. 또한 화물의 중량을 지속적으로 모니터링하여 화물이 갑자기 낙하할 경우 지상 작업자들에게 즉각 경고를 보낼 수 있어야 한다. 특히 선내에서 권하하거나 권상할때에는 선창바닥과 크레인 간 고도차가 상당히 나기 때문에 즉시 경고를 보낼 경우 불필요한 재해 발생을 방지할 수 있다.

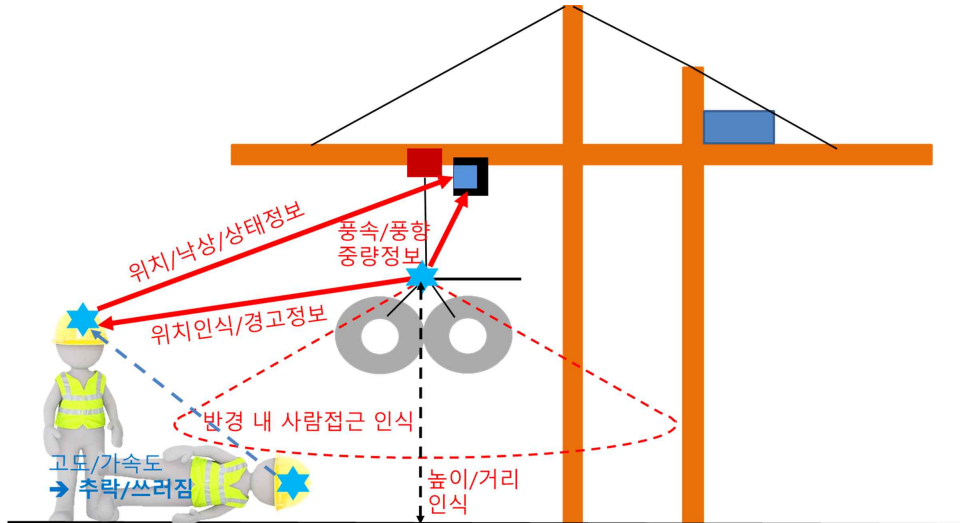
〈그림 6-1〉 크레인 사고대응 시스템 흐름도



자료: 저자작성

상기 시스템 흐름을 물리적으로 구현하면 다음과 같다. 먼저 크레인 호이스트에서 풍속 및 풍향을 인식하고, 화물의 중량을 인지할 수 있어야 한다. 이 중 일정 수준 이상의 순간적 강풍이나 중량변화에 따른 낙하인식 정보는 장비운전자와 작업자에게 즉각적으로 전달되도록 통신모듈이 갖춰져야 한다. 또한 호이스트를 중심으로 반경 내 작업자의 접근을 인식할 수 있어야 하며 과권하 방지를 위한 호이스트와 지상과의 거리가 인식되어야 한다. 작업자는 안전모 등 개인장비에 상기 정보들 중 작업자 대피를 요하는 경고를 받을 수 있는 통신모듈 및 진동장비, 그리고 위치와, 고도, 가속도를 인식할 수 있는 센서가 장착되어야 할 것이다. 장비운전자 역시 모니터 및 경고를 통해 상황을 인지할 수 있어야 한다. 마지막으로 각 센서와 장비 운전자, 작업자 간의 근거리 통신망이 구축되어야 할 것이다.

〈그림 6-2〉 크레인 - 작업자 안전시스템 구상

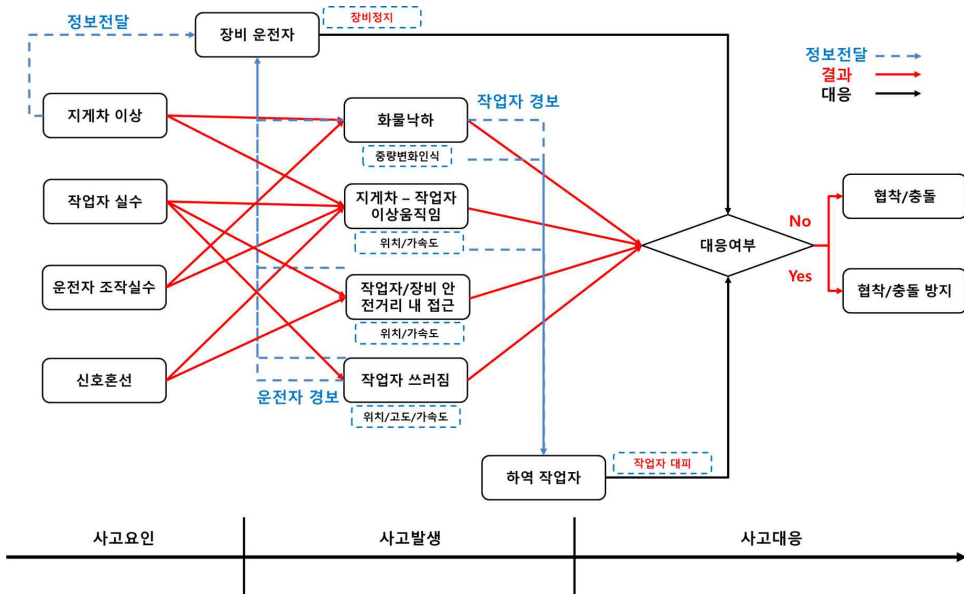


자료: 저자작성

2) 작업자 - 지게차

지게차는 주로 선내에서 작업자와 함께 작업을 수행하는 장비이며 5장의 동작분석 결과 작업자와 유사한 동선으로 움직이고 있어 충돌의 위험의 큰 장비이다. 특히 코일을 적재하고 이동할 경우 시야를 많이 가리고 후판의 경우는 지게차의 폭보다 후판의 폭이 훨씬 넓어 회전이나 이동 시 사람과 충돌 가능성이 높아 위험도도 높게 분석되었다. 따라서 지게차의 작업 및 위험반경을 정확히 인식하고 작업자가 해당 범위 내에 들어올 경우 작업자에게 즉각적 경고 및 작업중단 등의 필요한 조치를 취해야 한다. 또한 크레인과 마찬가지로 작업자의 낙상이나 넘어짐 등 이상상태 발생을 바로 지게차 작업자가 인지할 수 있어야 한다.

〈그림 6-3〉 지게차 사고대응 시스템 흐름도

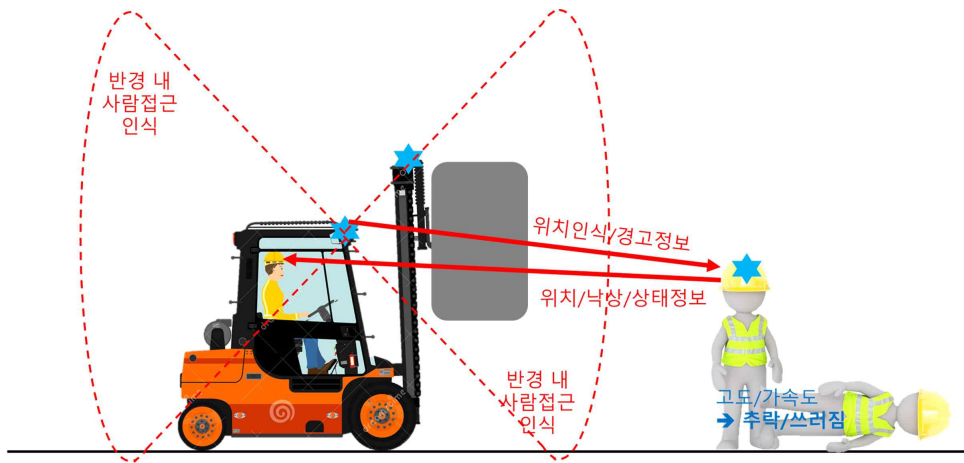


자료: 저자작성

상기 시스템 흐름을 물리적으로 구현하면 기본적으로 지게차 운전자와 작업자 모두 상호 반경 내 진입을 인식하는 센서가 요구되며 특히 지게차의 경우 후방은 물론 전방에 화물로 인해 가려지는 사각지역을 인식할 수 있도록 센서가

위치해야 한다. 동시에 지게차는 화물의 중량을 인식하여 화물의 낙하 등을 바로 작업자에게 경고할 수 있어야 한다. 크레인과 마찬가지로 작업자는 안전모 등의 개인장비를 통해 위치, 가속도, 고도 등의 정보를 보내 지게차 운전자 사각에서의 안전을 확보해야 하며 이 모든 정보는 근거리 통신망을 통해 직접적으로 상호 전달되어야 할 것이다.

〈그림 6-4〉 지게차 - 작업자 안전시스템 구성



자료: 저자작성

3) 작업자 및 작업환경 정보

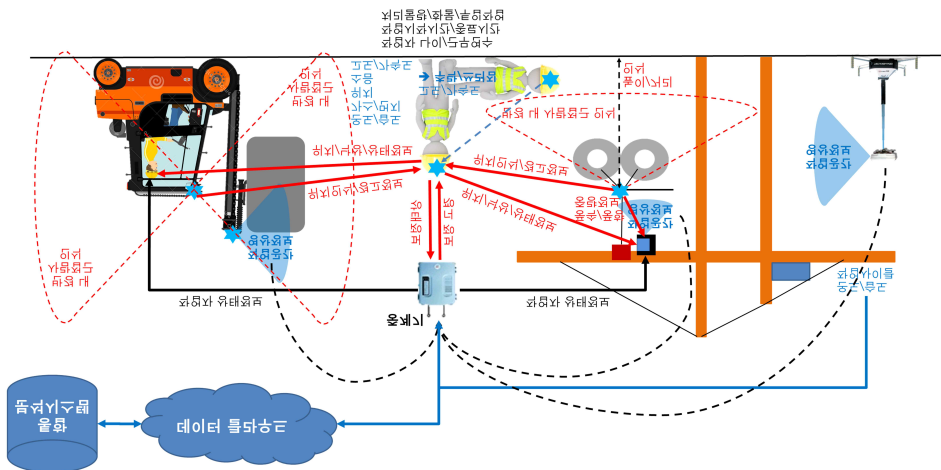
작업자 정보는 일반적으로 단기적인 안전사고 방지보다는 장기적인 빅데이터 분석을 통해 사고예방에 활용이 가능하다. 작업자 정보는 작업자 자체에 대한 정보와 작업자 주변정보로 구분된다. 작업자 자체에 대한 정보는 작업자 나이, 근무연수, 작업시간 및 지속시간, 처리화물 및 물량, 투입작업(선내, 선측 등) 등에 대한 정보가 있다. 또한 작업자 작업환경에 대한 정보로 온도, 습도, 미세먼지, 소음 등에 대한 정보가 있다. 해당 정보는 작업자뿐만 아니라 크레인을 통해서도 수집이 가능하다. 이러한 작업자 및 작업환경 정보가 누적될 경우 빅데이터 분석에 따라 예방적 조치가 가능해진다. 예를 들어 특정온도에서 특정 작업을 지속적 작업 시 안전사고 확률이 올라간다는 분석이 나온다면, 이에 사전

에 휴식이나 작업자 교대 등의 조치로 사고확률을 낮출 수 있게 된다.

또한 가능하면 스마트 CCTV 등을 통하여 영상정보를 활용할 수 있다. 영상 정보는 단순 센서가 담을 수 없는 방대한 양의 정보를 가지고 있다. 즉 센서가 단순 접근거리 정보를 보낼 수 있다면 영상정보는 해석에 따라 접근방향, 작업자의 이상상태 등을 모두 확인할 수 있어 보다 입체적인 안전시스템 구축이 가능해진다.

상기 정보들은 현장에서 직접분석이 될 수 없기 때문에 중계기를 통해 통합 분석시스템으로 전달되어야 한다. 특히 이러한 정보는 많은 정보가 모두 모이고 또한 분석된 정보는 각 작업현장으로 분산되어야 하므로 각 작업현장에는 중계기를 설치하고 클라우드로 정보를 전송하여 분석하는 것이 효율적일 것이다. 따라서 해당 정보와 모든 장비를 연결한 철재부두 작업 안전시스템 구성도는 다음과 같다.

〈그림 6-5〉 철재부두 작업 안전시스템 개념도



자료: 저자작성

3. 장비 및 시스템 구성

1) 네트워크

가장 먼저 필요한 사항은 네트워크의 구축이다. 가용한 네트워크로는 W-PAN 방식, W-LAN 방식, 그리고 LP-WAN 방식인 LoRa,와 LTE-M이나 NB-LTE를 고려할 수 있다. W-PAN 방식은 많이 알려진 블루투스나 ZigBee를 사용하는 것으로 비교적 저렴한 근거리 통신 방식이나 철재구조물과 철재화물이 많은 환경에서는 충분한 도달 거리가 확보 되지 않을 가능성이 높다. W-LAN 방식은 보다 장거리까지 데이터 전송이 가능하나 소모전력이 높고 구축비용도 높아 철재부두에 적용하기에는 어려움이 있다. LP-WAN 방식은 장거리 저전력 IoT 통신방식으로 각광을 받고 있는 방식으로 국내에서는 SKT가 LoRa 방식을, KT는 LTE-M 방식을 사용하여 구축 중에 있다. LTE-M 방식은 기지국이 필요하나 LoRa는 장비 간 직접통신(peer-to-peer)이 가능하다. 따라서 단순히 작업장 내 근거리 통신망 구축을 고려한다면 LoRa가 합리적 대안일 수 있다. 단, 현재 전국적으로 항만에 IoT 네트워크 구축이 추진되고 있어 향후 실제 항만에 구축되는 통신방식과 통일하는 것도 고려하여야 할 사항이다.

2) 중계 및 클라우드 시스템

현장에서 장비와 장비 간 통신 및 현장에서 취합되는 정보를 중계기를 통해 통합분석까지 구축하기 위한 시스템을 고려해야 한다. 물론 초기 단계에서 시스템 도입을 실현하기 위해서는 먼저 현장 장비 간 통신망을 우선 구축할 수 있으나 향후 빅데이터 분석까지 연계하기 위해서는 중계시스템 구축이 요구된다. 철재부두 하역안전 시스템 구축에서 고려해 볼 수 있는 중계시스템은 이동형 DCU(Data Concentrate Unit, 데이터 집중장치)를 활용할 수 있다. DCU는 LoRa 기반의 센서통신, 서버통신, 그리고 긴급정보(경보)까지 제공이 가능하고, 구축비용¹¹⁶⁾도 크게 높지 않아 철재부두 작업단위에 적용이 가능하다.

한 항만에서는 여러 선석에서 동시에 철재하역 작업이 이뤄지고 있어 이러한

¹¹⁶⁾ DCU 구축비용은 시장에서 대당 100만원 내외로 알려져 있음

데이터의 동시취합 및 관리를 위해서는 클라우드 플랫폼을 활용할 수 있다. 개별 기업이 클라우드를 구축할 수 있으나 이보다는 기존 통신사의 클라우드 서비스의 이용이 합리적이다.

3) 작업자 개인장치

상기 시스템 구성에 이어서 고려해야 할 IoT 장비는 작업자의 상태와 위치를 인식하고 외부로 보내며, 외부에서 보내오는 정보와 경고를 받아들일 수 있는 작업자 개인장치이다. 3장에서 살펴보았듯이 현재 활용할 수 있는 관련 장비로는 IoT 기능이 부여된 안전모, 조끼, 신발, 장갑, 시계, 허리띠 및 스마트폰 등이 있다.

〈그림 6-6〉 작업자 IoT 장구



자료: 엔지엘 자문자료

각 장구마다 장단점과 활용방향이 달라 작업 상황에 따라 모두 착용하면 좋겠지만 비용적 부담은 물론 대부분의 작업자는 웨어러블 장비 착용에 불편함과 거부감을 가지고 있어 전 장비의 현장도입에는 어려움이 있다. 대신 항만 작업자가 가장 거부감이 적고 다양한 센서를 모듈형으로 탈부착할 수 있는 장구가 스마트 안전모이다. 안전모는 현재도 작업 시 반드시 착용하게 되어 있으며 크기가 비교적 커서 다양한 센서를 탈부착하기에 용이한 장점이 있다. 실제로 포스코에서 구축 중인 스마트 팩토리에서도 가장 가능성 높은 개인단말로 평가되어 스마트 안전모를 개발하고 있다.

스마트 안전모에 장착되어야 할 센서는 기본적으로 위치, 자이로, 소음, 먼지, 온습도 등이며 인근 장비 및 중계기와 연계를 위한 근거리/중거리 통신모듈이 장착되어야 한다. 동시에 작업자에게 경고를 줄 수 있는 진동모듈과 시스템을 유지하기 위한 배터리 등이 필요하다. 일반적으로 현재 개발되고 있는 스마트 안전모에는 카메라가 장착되어 있으나 항만하역 현장에서는 개인 카메라의 효용성이 낮으며 항만작업자의 거부감도 커 철재항만 스마트 안전모에서는 배제한다. 따라서 철재항만의 필요에 따라 필수 시스템을 구성하면 기존 시중의 스마트 안전모보다 경량의 저렴한 시스템 구축이 가능하다.

〈표 6-2〉 철재부두 스마트 안전모 구성

부품		요구사항/형태
위치센서	GPS	5미터 단위구분
	Bluetooth Low Energy	2미터 안팎 구분
가속도/자이로 센서		낙하/넘어짐 인식
소음센서		주변 소음인식
먼지센서		주변 먼지/미세먼지 인식
온습도 센서		온도 및 습도인식
진동모듈		경고/알람
배터리		충전식 배터리(12시간)

4) 장비부착 센서

지게차의 근접센서 등은 이미 상용화되어있는 제품이 다양하다. 일반적으로 적외선이나 초음파 등을 활용하는 방식이며 최근들어 WiFi나 Zigbee, 블루투스를 활용하여 위치를 인식하고 있다. 더 나아가서는 수 cm까지 위치를 인식하는 UWB 방식이 있으며, 실시간 영상분석을 이용할 수도 있다. UWB나 영상분석이 가장 정확하나 가격이 비싸고 분석알고리즘 등을 별도로 개발해야 하는 등의 추가적인 노력과 비용이 많이 들어 철재하역 안전시스템에 활용은 어려울 수 있다. 따라서 장비와 사람간의 위치인식을 5미터 정도에서 수행할 수 있는 3D IR(3차원 적외선 통신)을 활용하여 센서를 지게차 및 크레인 호이스트 장착, LoRa 통신 방식을 활용하여 정보를 교환하는 방식이 가장 적절하다고 판단된다.

〈표 6-3〉 철재부두 장비 위치인식 기술비교

구현 방안	기술 검토
Bluetooth Low Energy	2미터 안팎 구분
초음파	30센티미터~2미터 접근 구분
IR, 3D IR	30센티미터~5미터 단위 구분
UWB	작업장 내 센티미터 단위 구분
GPS	일반 GPS는 5미터 단위 구분
영상 분석	최신 알고리즘으로 작업자 인식

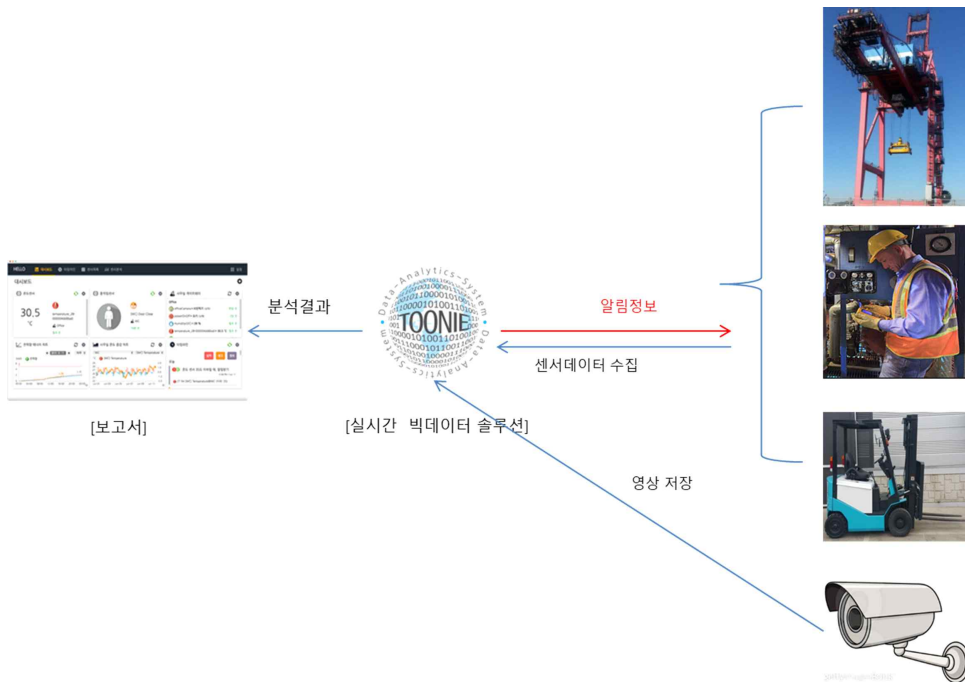
자료: 씨스존 자문자료

마지막으로 크레인에는 중력센서, 풍향/풍속 센서와 영상감시 장치를, 지게차에는 영상감시 장치를 부착하여 철재하역 작업공간이 상황을 모니터링 할 수 있다.

5) 빅데이터 분석 시스템 구축

지속적으로 작업자정보 및 작업 환경정보를 취합 축적, 분석을 수행하여 사고 발생에 대한 패턴인식 및 필요시 안전규정의 변경까지 고려할 수 있다. 빅데이터 분석을 위해서는 빅데이터 알고리즘을 구축해야 하며 철재부두에서 별도로 구축하기 보다는 일반적인 빅데이터 알고리즘 기법을 활용한 솔루션을 도입하는 것이 더 효율적이라고 판단된다.

〈그림 6-7〉 빅데이터 분석 솔루션



자료: 투그램 자문자료

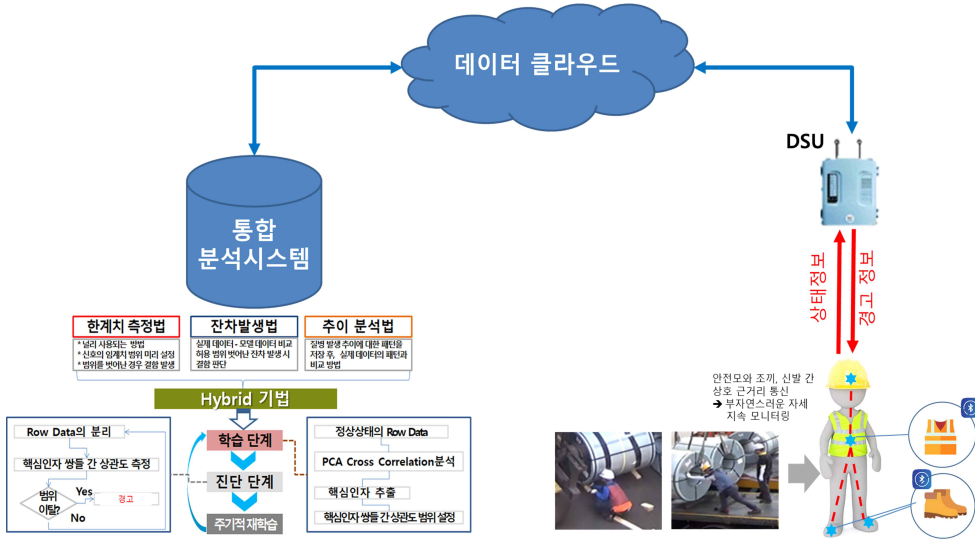
제2절 유해도 대응 안전시스템 구상

5장에서 분석결과 철재하역작업 유해도를 완화하기 위해서는 작업형태나 구조를 바꿔야하나 이는 자동화나 로봇틱스 등으로 완화가 가능하며 IoT 기술로는 즉각적인 개선을 이루기는 힘들다. 그러나 장기적인 작업자 데이터 축적 및 분석을 통해 유해도에 따른 작업자 신체에 일어날 수 있는 손상을 사전에 인지하고 관리할 수 있다.

1. 근골격계 유해도 예측시스템 구상

근골격계 질병재해 발생위험을 예측하기 위해서는 먼저 작업자의 자세에 대한 지속적인 모니터링이 필요하다. 이를 위해서는 안전모와 상반신을 인식하는 조끼, 그리고 신발 간에 위치인식을 통해 자세의 추정이 이뤄져야 하고 해당 정보를 통합분석시스템에 축적하여 작업자의 지속적인 자세추적이 필요하다. 이를 위해서는 스마트 안전모 등 관련 시스템에 로그인 기능이 부여되어 기록을 추적해야 하고, 개인정보 보호를 위한 보안망과 데이터 익명화, 다른 이유로 정보열람을 막는 캡슐화 등이 이뤄져야 한다. 이렇게 누적된 데이터를 기반으로 작업자의 작업패턴을 분석, 근골격계 질병에 대한 예측이 가능해진다.

〈그림 6-8〉 근골격계 질병재해 예측 빅데이터 분석



자료: 저자작성

2. 장비 및 시스템 구성

기본적으로 1절의 안전시스템 시스템 구성과 크게 다르지 않으나 작업자가 착용하는 장구가 스마트 안전모뿐 아니라 블루투스 기반 위치인식 센서가 부착된 조끼와 신발을 착용하게 된다. 블루투스 위치센서는 저전력에 가볍고 싼 장점에 비해 인식거리가 2미터 이내라는 단점이 있으나 사람의 신체거리가 2미터를 넘기 않기 때문에 해당 센서가 가장 적합하다고 볼 수 있다.

제3절 종합 및 시사점

본 장에서는 IoT/빅데이터 기반 철재하역 안전시스템을 제안하였다. 철재하역에서 안전사고를 감소시키기 위해서는 작업자와 장비, 주변 환경의 정보가 모두 가시화되고 상호 공유되어 사고발생 시 즉응적 대응이 가능토록 하여 피해를 최소화하고 더 나아가 구조적으로 사고발생 가능성을 낮추는 데 해당 시스템의 목적이 있다. 본 장에서 제안된 안전 시스템은 2단계로 구축이 가능하다.

먼저 1단계로 철재부두 작업현장에 IoT 기술을 접목하여 비교적 낮은 구축비용으로 사고발생율을 저감시킨다. 현재 국내 IoT 장비 및 센서, 통신네트워크 기술이 모두 상당 수준에 올라있어 해당 1단계 구축은 바로 적용이 가능한 수준이 이르러 있다. 해당 시스템이 구축될 경우 사람과 장비가 충돌하여 일어나는 치명적인 상해를 대폭 감소시킬 수 있을 것이라 기대된다.

2단계로는 단순히 사고저감이 아니라 빅데이터 분석을 통해 근본적으로 문제를 예방하고 안전규정을 바꾸며, 작업자의 질병재해를 발생가능성을 사전에 예측하여 적절한 조치를 받을 수 있도록 하는 단계이다. 이를 위해서는 철재부두에서 발생하는 모든 상황을 영상정보를 포함하여 취득하여야 하며 이 방대한 정보를 해석하기 위한 빅데이터 분석 시스템을 구축해야 한다. 초기 투자비용이 높은 편이나 한번 구축하면 하나의 작업 단위가 아닌 항만 전체, 더 나아가서는 국가 전반에 걸쳐 사고재해 분석이 가능하도록 확장이 가능해 국가 차원에서 수행해 나갈 필요가 있다.

또한 4장에서 제시하고 있는 항만안전재해 표준코드를 적용, 그동안 항만에서 발생하는 사고사례에 대해 분석을 함께 수행할 경우 그 효과를 배가시킬 수 있을 것이라고 기대할 수 있다.

제7장

결론 및 정책제언 <<

제1절 결론

1. 요약 및 결론

1) 국내외 항만 하역재해 및 대응현황

2005년 이후 국내 항만에서의 사고는 중경상 부상자가 2005년 288명에서 2015년 91명으로 크게 감소하였고 연 근로시간 대비 재해자 수의 비율을 나타내는 재해도수를 역시 2005년 4.71명에서 2015년 2.58로 감소하는 등 지속적으로 감소하고 있다고 볼 수 있으나, 사망자 수는 2005년 이후 큰 변화를 보이지 않고 있으며, 중상자 비율도 지속적으로 40% 내외를 유지하고 있어 항만작업자는 여전히 작업위험에 노출되어 있음을 볼 수 있다. 특히 유사한 타 산업인 운수·창고·통신업 보다도 높게 나타나고 있어 이러한 위험은 더욱 크다고 볼 수 있다. 주로 발생하는 사고의 형태는 추락사고, 충돌 및 협착 사고, 질식사고 등이며 이 중 특히 장비와의 협착사고가 빈번하게 일어나고 그 피해도 큰 사고의 형태이다. 외국항만에서도 폭발, 크레인 붕괴, 끼임 및 압사사고 등이 일어나고 있다.

ILO 등 주요국제기구는 업무상 사고를 데이터베이스화하여 관리할 것을 각국에 요청하고 있으며, 미국, 독일, 일본 등 선진국 등은 산업재해 발생 후 작업자의 직업 복귀 등 사고자를 중심으로 정책이 펼쳐져 있다. 또한 그리고 이들 국가들은 사고 발생 전에 감독관을 기업에 파견하여 사고 발생가능성을 조사하고, 전문 컨설턴트를 활용하여 문제점 개선에 도움을 주는 등 사후 처리가 아닌 사전 예방에 더 많은 예산과 노력을 투자하고 있다.

우리나라 역시 다양한 제도를 활용하여 산업안전에 대한 수준을 높여가고 있다. 고용노동부와 산업재해예방 안전보건공단이 산업재해 예방 및 대응을 위해 ‘산업재해예방 안전수칙 가이드북’을 발간하고 있으며 근로환경 조사 등을 수행, 자료구축도 꾸준히 해나가고 있다. 그러나 항만하역부문에 대한 세부적인 대응방안은 여전히 부족한 편이다. 따라서 국내외 사례를 분석해볼 때 사고 발생원인을 분석하여 사고가 발생하지 않도록 예방 조치를 마련하고 있으므로 사고데이터 수집, 분석, 예측, 가이드북 발간 등에 대한 준비 및 노력이 필요할 것으로 생각된다.

2) 국내외 사업안전 관련 IoT/빅데이터 기술운용 실태

국내외 사업안전 관련 IoT/빅데이터 분석기술 검토 결과 관련 기술들은 원천 기술들이 이미 개발되어 있으며 대부분 실현가능한 기술들이 대다수로 이미 태동기를 넘어 성장, 성숙단계에 들어서고 있다고 판단된다. IoT의 핵심기술 중 하나는 주로 정보수집을 위한 센서기술이며 국내의 센서기술 수준은 세계적 수준에 비해 크게 뒤쳐지지 않고 있다.

산업현장에서 IoT와 빅데이터 기반 안전시스템을 구축하기 위한 기술적 필수 구성요소는 i) 자원간의 연결(통신망), ii) 원격액세스, iii) 작업가시성 확보, iv) 대량정보(작업자, 설비, 장비, 기반시설 등)의 수집, v) 빅데이터 분석 및 예측, vi) 정보의 제공(의사결정 정보, 경고 및 단말장치), vii) 행동 등 7가지로 구성된다. 특히 항만의 경우 항만의 경우 i) 작업자 및 화물의 추락, ii) 화물 및 장비의 전도, iii) 장비 간, 장비와 작업자 간, 장비와 시설 간, 장비와 화물 간의 충돌 등 iv) 위험화물의 폭발 및 파열, v) 항만 내 화재 등 안전사고 가능성이 높은 대상에 센서가 부착되어 지속적인 모니터링이 이뤄져야 할 것이다.

3) 항만 작업사고 및 질병재해 분류

항만작업 사고 및 질병재해 분류체계는 데이터베이스 구축 및 체계적인 분석을 염두에 두고 이뤄져야 하나 기존의 통계는 구조적인 통계체계를 갖추고 있다 기보다는 현황수집 및 정리 정도로 향후 세부적인 사고원인 및 분석을 위해서는 부족함 감이 없지 않다. 이에 본 연구에서는 항만에서 발생하는 사고와 질병의

유형을 분류하고 향후 빅데이터 분석에 활용하기 위한 데이터베이스 구축에 편리하도록 코드화를 수행하였다. 향후 세부화물, 품목 등에 대한 검토와 분류기준에 대한 보다 정확하고 세밀한 추가적인 연구가 이뤄지고, 이를 기반으로 항만 사고 및 재해 통계가 체계적, 구조적, 장기적으로 수집, 데이터베이스가 구축, 분석된다면 안전사고 및 질병에 대한 방어 및 예방체계가 갖춰질 것이다. 이를 위해서는 무엇보다 분류 및 코드화, 수집, 빅데이터 분석에 대한 제도적 장치가 마련되어야 할 것이다.

4) 철재부두 하역작업 위험도 및 유해도 분석

철재부두 위험도와 유해도는 현장작업자에 대한 작업분석 및 인터뷰, 설문조사를 기반으로 수행하였다. 철재화물 작업분석 결과 주요 재해발생 형태는 장비와 작업자와의 충돌, 화물과 작업자와의 충돌 등이며 그 원인으로는 주로 바람 등 예기치 못한 사태의 발생, 과권하 등 장비조작 오류, 작업자의 안전규정 무시, 작업자와 장비조작자 간 소통불량, 장비관리 소홀, 습기나 주위 환경으로 인한 위험노출 등으로 볼 수 있다. 특히 주로 상호 정보의 교류가 원활하였을 경우 발생하지 않을 수 있는 위험요인이 다수 있는 것을 볼 수 있다. 위험도 평가 결과는 후판 선내걸쇠작업이 가장 빈도가 강도가 높았고(4,4), 코일 선내 드로핑 작업 (3,4), 후판 선측 걸쇠작업(3,4) 등이 그 뒤를 잇고 있으며 해당 작업들은 모두 허용불가능 정도를 넘어서고 있다. 그 외 코일 고박작업과 코일 선측 작업, 코일 선내 지게차작업 역시 작업자 안전 확보를 위해서는 개선이 요구된다. 철재화물 작업분석 결과 주요 유해요인은 부자연스러운 자세가 주를 이루고 있는 것을 볼 수 있다. 특히 생산성 확보 및 항만하역자가 스스로의 수익을 올리기 위해서 빠른 속도로 작업을 수행하고 있어 이러한 부자연스러운 자세는 짧은 시간 내에 지속적이고 반복적으로 발생하고 있다. 작업자 몸에 부담이 가는 유해도 높은 작업은 코일 선내 지게차작업 시 작업자가 지속적으로 몸을 숙여 코일 밑으로 받침목을 설치하는 작업으로 이는 단지 유해도뿐 아니라 위험도 역시 높게 나타난다. 실제 해당 작업의 OWAS 분석결과 Action Category가 4로 분석되어 작업자가 느끼는 부담감과 동작분석이 일치하는 점을 볼 수 있다. 지속적으로 허리를 굽혀 후판의 걸쇠를 제거하고 고임목을 깔아야 하는 작업 역시

작업자들의 몸에 부담을 주는 작업으로 Action Category 3으로 평가되어 빠른 개선이 요구되고 있다.

5) IoT/빅데이터 분석기술 기반 항만 안전시스템 제안

철재하역에서 안전사고를 감소시키기 위해서는 작업자와 장비, 주변 환경의 정보가 모두 가시화되고 상호 공유되어 사고발생 시 즉응적 대응이 가능토록 하여 피해를 최소화하고 더 나아가 구조적으로 사고발생 가능성을 낮추어야 한다. 그에 따라 작업자-장비-환경을 중심으로 하는 내부적 통신망 기반의 안전시스템을 제안하였다. 해당 안전시스템의 구축비용은 낮은 반면 작업자의 가시성 확대와 즉응적 대응능력을 담보할 수 있을 것으로 기대된다. 더 나아가 단순히 사고 저감이 아니라 빅데이터 분석을 통해 근본적으로 문제를 예방하고 안전규정을 바꾸며, 작업자의 질병재해 발생가능성을 사전에 예측하여 적절한 조치를 받을 수 있는 방안도 제시하였다. 초기 투자비용이 높은 편이나 한번 구축하면 하나의 작업 단위가 아닌 항만 전체, 더 나아가서는 국가 전반에 걸쳐 사고재해 분석이 가능하도록 확장이 가능해 국가 차원에서 수행해 나갈 필요가 있다.

2. 연구의 한계점 및 향후 추진 방향

현재 국내 다양한 산업분야에서 소위 4차산업혁명 관련 기술의 도입 및 이를 기반으로 한 생산성, 효율성 향상 노력이 활발히 이뤄지고 있다. 항만물류 분야 역시 아직은 시작단계이나 IoT와 빅데이터 기술 등의 도입을 통해 항만자원의 효율적 사용, 화물가시성 확보 및 물류흐름 최적화 등의 노력이 이뤄지고 있다. 그러나 이러한 기술들이 생산성뿐 아니라 항만 작업자의 안전을 보호하고 작업 환경 자체를 개선할 수 있는 가능성을 가지고 있음에도 이에 대한 노력은 이뤄지지 못해왔던 것이 사실이다. 이는 해외에서도 크게 다르지 않아 IoT/빅데이터 기술이 항만작업자의 안전을 향상시킬 수 있다는 언급은 많으나 실제로 주요 항만에서 실제적으로 안전시스템 구축이 추진된 사례는 아직 발견되지 않고 있다. 본 연구에서는 항만 작업의 위험성과 유해성을 과학적 분석기법을 통해 분석하고 그 결과를 바탕으로 IoT 및 빅데이터 분석 기술 기반의 항만작업 안전

시스템 제시하였다.

그러나 대상 하역작업이 철재하역작업 하나에 그쳐있으며 대상 세부품목도 주로 처리되는 코일과 후판에만 한정된 아쉬움이 있다. 그에 따라 작업의 형태 및 투입장비에 대한 적용 범위가 좁아져서 향후 타 항만이나 작업에 바로 적용하기에는 어려움이 있다. 향후 전체항만 작업형태에 대한 연구범위의 확대가 필요하다고 판단된다.

항만작업의 위험도 및 유해도 분석기법에 대한 연구도 필요하다. 본 연구에서는 국내외적으로 많이 쓰이는 방식을 기반으로 안전보건공단에서 권장하는 기법을 사용하여 하역작업을 분석하였다. 그러나 해당 분석기법은 주로 제조업의 생산공정 등에 쓰이는 기법으로 항만에 맞지 않을 수 있다. 따라서 향후 다양한 작업분석 기법을 동시에 수행하고, 그 결과를 상호 비교하여 항만작업에 가장 적합한 방식을 찾아내는 연구도 이뤄져야 할 것이다. 그에 따라 항만작업안전 측정 및 분석 매뉴얼도 제작이 가능할 것이라 판단된다.

또한 본 연구에서 제안하는 안전시스템을 실제 항만에 구축하기 위해서는 시스템구축에 따른 비용은 물론 항만하역작업자의 재해에 따른 직접적, 사회 간접적 비용에 대한 고려가 이뤄져야 할 것이다. 현재까지는 항만작업자의 재해에 따른 면밀한 분석은 이뤄지지 못하고 있다.

마지막으로 질병재해에 대한 장기적인 추적연구도 필요하다고 판단된다. 즉 현재의 항만 작업환경과 이에 따른 질병재해에 대한 상관성을 명확히 밝히고 이에 대한 근본적인 해결이 필요하다. 해당 연구는 본 연구에서 제안하고 있는 작업현장에 대한 영상정보 취득 및 빅데이터 분석을 통해 이뤄질 수 있을 것이다. 이러한 연구는 민간에서 수행하기 보다는 국민의 안전과 보건을 책임지는 국가 차원에서 이뤄져야 할 것으로 판단된다.

제2절 정책제언

1. 항만 내 IoT 기반 안전시스템 시범사업추진 방안

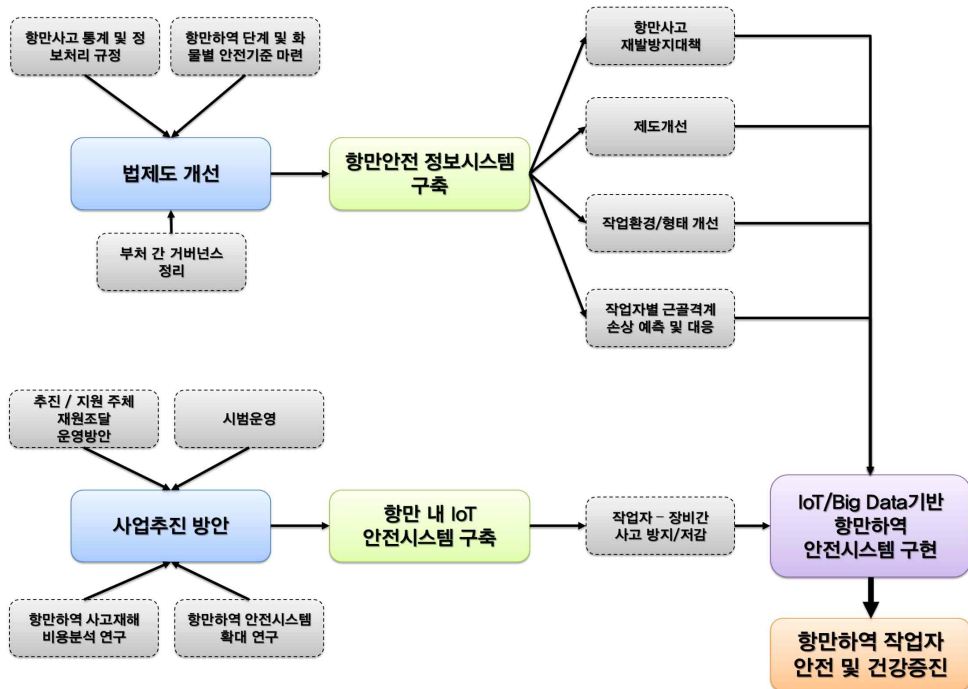
1) 배경 및 목적

본 연구에서는 크게 두 가지 형태의 항만하역 안전시스템을 제안하고 있다. 하나는 항만 작업현장에 IoT 개념을 적용하여 작업자의 사고발생 위험을 저감시키는 ‘항만 내 IoT 기반 안전시스템’이며, 또 다른 하나는 코드화된 항만사고 및 유해환경, 재해정보, 그리고 실시간 현장 데이터에 대한 통합 DB 구축 및 분석하여 유해 작업환경을 개선시키고 작업자의 질병재해 및 안전사고를 예측, 예방하는 ‘항만사고 및 질병재해 대응 공공분야 빅데이터 시스템’이다. 후자는 시스템 구축에 시간이 소요될 것으로 판단되며 민간보다는 공공의 영역으로 판단된다. 따라서 해당 시스템을 실현 및 확대하기 위해서는 우선적으로 정책적, 제도적 기반이 마련되어야 한다. 먼저 법·제도적으로는 현재 산업안전보건법에 따른 사고결과 및 재해통계 중심의 항만사고 결과 취합에서 사고의 기인물, 형태, 원인 및 결과를 모두 아울러 향후 장기적으로 분석 및 문제점 발굴이 가능한 형태로의 전환이 필요하며, 이를 위해서는 개별 법안으로서의 항만법의 개정이 요구된다. 동시에 산업안전보건법과의 관계, 고용노동부와 해양수산부 등 관련 부처 간의 협의도 요구된다. 이를 기반으로 항만사고 DB구축 및 분석, 장기적인 재해방지 대책 마련을 위한 항만안전정보시스템을 구축할 필요가 있다. 해당 시스템은 항만하역 시 발생하는 사고는 물론 향후 항만하역장비 관리 DB까지 포함하여야 할 것이다.

반면 ‘항만 내 IoT 기반 안전시스템’은 실제로 빠른 시간 내에 구축이 가능하며 공공보다는 민간의 영역으로 볼 수 있다. 해당 시스템을 국내 항만작업현장에 구현하기 위해서는 민간중심의 사업추진 방안이 제시되어야 한다. 해당 사업추진 방안에는 추진 및 지원주체, 재원조달, 운영방안 등이 고려되어야 한다. 해당 시스템은 먼저 철재부두 대상으로 시범적으로 운영이 가능하며 향후 추가적인 연구 및 과제를 통해 벌크화물을 중심으로 전 항만에 적용확대가 가능해질

것이다. 동시에 사업추진의 타당성 검토를 위해서는 국내 항만 내 하역사고 및 질병재해 발생에 따른 직접적, 간접적, 사회적 비용에 대한 연구 역시 필요하다.

〈그림 7-1〉 IoT/빅데이터 기반 항만하역시스템 구현 프로세스



자료: 저자작성

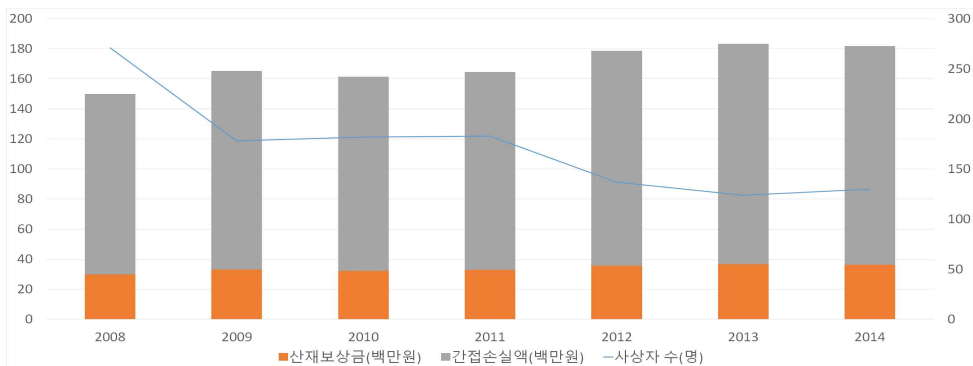
2) 추진내용

전술하였듯이 ‘항만 내 IoT 기반 안전시스템’은 기본적으로는 민간 중심으로 사업이 이뤄지는 형태로 추진이 타당하다고 판단된다. 그러나 현재 이론적으로만 구성된 시스템이므로 해당 시스템이 실제 하역작업 시 작업자의 사고를 줄이는지에 대한 시범사업의 추진이 필요하다.

일반적으로는 국내 컨테이너 터미널이나 양곡부두 등의 경우 하역사가 해당 부두에 대한 관리책임을 지고 있다. 하지만 포항항이나 광양항 등 국내 대형 철재부두는 포스코나 현대제철 등 배후의 제철소에서 전용부두로 사용하고 있는

며 하역사는 선박에 따라 배당을 받아 작업을 수행하게 된다. 따라서 안전시스템의 중복 투자를 막기 위해서는 부두를 전용으로 사용하고 있는 대형 철재화주가 시스템을 구축하는 것이 합리적으로 보일 수 있다. 그러나 국내항만에서 하역노무를 담당하는 항운노조는 화주와 계약을 맺는 것이 아니라 하역사와 노무계약을 맺고 하역작업을 수행하고 있으며, 산재보험료에 대한 부담도 하역사가 지고 있다. 즉 안전시스템 도입을 통해 항만하역 중 산재 발생건수가 줄어들어 보험요율이 인하될 경우 그 혜택은 하역사에게 돌아가기 때문에 하역사가 안전시스템의 시범사업을 주도적으로 추진하는 것이 타당하다고 판단된다. 향후 안전시스템의 검증이 끝난 후 본격적인 사업화 시 중복적인 투자를 막기 위하여 IoT 기반 안전시스템을 운영하는 공동 자회사를 설립할 수도 있다. 현재 안전시스템에 대한 투자를 통해 얻을 수 있는 잠재이익은 산재감소로 인한 보험료의 절감 및 기타 작업지연 등의 간접비용 절감이다. 항만물류협회 통계를 기반으로 2014년 재해자 1인당 평균 경제적 손실은 1억 8천 2백만 원(산재보상금 3천 6백만 원, 간접비용 1억 4천 5백만 원)에 달하고 꾸준히 증가하고 있는 경향을 볼 수 있다.¹¹⁷⁾

〈그림 7-2〉 항만 재해자 1인당 경제적 손실액 추이

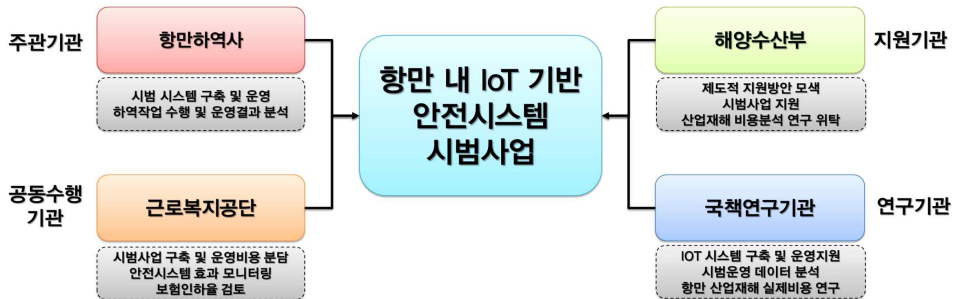


자료: 한국항만물류협회, 「항만하역재해통계 및 사례」, 2016, p12.

117) 자료: 한국항만물류협회, 「항만하역재해통계 및 사례」, 2016, p12.

단 시스템 도입에 따라 실질적인 보험료 인하효과를 가져오기 위해서는 산재 보험 당국인 근로복지공단의 협력이 필요하다. 따라서 가장 실효적인 방안은 근로복지공단과 함께 시범사업을 통해 안전시스템의 실제 효과를 상호 확인하는 것이 요구된다. 근로복지공단은 기관의 주요기능 및 역할이 산업재해 근로자의 보건향상과 근로자 복지증진을 목표로 하고 있는 공공기관으로서 항만하역 작업자의 안전향상 및 산업재해 저감을 위한 시범사업에 참여할 당위성이 충분하다고 판단된다. 또한 한국해양수산개발원은 시스템의 구성 및 장비구성, 안정화 및 모니터링, 효과분석 등을 수행하고 동시에 시스템 타당성 분석을 위한 항만 산업재해 직접 및 사회간접적 비용분석, IoT 기반 항만하역 안전시스템 대상품목 확대 등의 후속연구 수행이 요구된다. 해양수산부 역시 항만작업자 안전에 책임을 지고 있는 기관으로서 시범사업의 지원기관으로 참여가 요구된다.

〈그림 7-3〉 항만 내 IoT 기반 안전시스템 시범사업 수행



자료: 저자작성

2. 항만 안전사고 실태조사 및 통계 관련 법·제도 개선 방안

1) 배경 및 목적

기본적으로 국내 산업작업현장에서의 안전 및 보건에 관한 관리는 「산업안전보건법」에서 총괄하고 있으며 담당부처는 고용노동부이다. 「산업안전보건법」의 목적은 ‘산업재해를 예방하고 쾌적한 작업환경을 조성함으로써 근로자의 안전과 보건을 유지·증진함을 목적으로 한다.’¹¹⁸⁾이며 이는 본 연구의 목적과 정확히

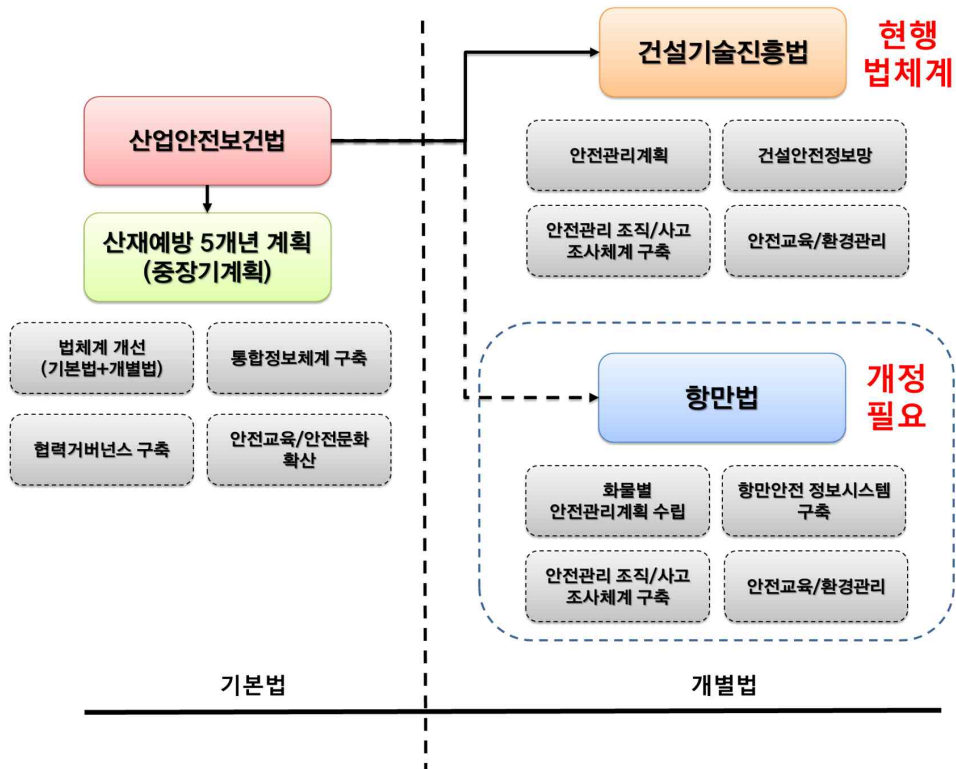
부합한다. 그러나「산업안전보건법」은 국내 산업 전반을 다루고 있어 항만의 특성을 세부적으로 다루고 있지 못하는 면이 있다. 산업재해에 대한 통계부분과 안전기준 부분에서는 항만의 특성을 반영한 보완에 요구된다.

예를 들어 국토교통부는 「산업안전보건법」상의 안전기준과 통계처리 외에 추가적으로 「건설기술 진흥법」을 통해 건설공사의 안전관리를 위한 조치를 요구하고 있다. 먼저 건설공사의 안전관리를 위한 안전관리계획을 작성하여 인허가기관의 장에게 제출하고 승인을 받아야 하도록 하고 있다. 「산업안전보건법」은 산업재해 예방계획을 수립하도록 하고 있으며 현재 ‘제4차 산재예방 5개년계획(2015~2019)’이 수립되어 있다. 그러나 해당 계획은 중장기 계획으로 개별 작업장의 안전계획으로 볼 수는 없으며 이를 「건설기술 진흥법」상의 작업장 별 안전관리계획이 보완하고 있다. 실제 ‘제4차 산재예방 5개년계획(2015~2019)’에서는 법체계 선진화 부분에서 ‘수규자의 법률 이해도의 제고를 위해 모든 기업이 준수해야 할 사항과 업종·유해인자별 특성 등을 반영한 사항을 구분’¹¹⁹⁾을 위해 「산업안전보건법」을 기본으로 하여 유해 및 위험요인별 개별법 체계를 제시하고 있다. 또한 「건설기술 진흥법」은 건설사고 통계 등을 관리하는 건설공사 안전관리 종합망의 구축·운영 및 자료수집에 대해 명시하고 있으며 동시에 안전관리 비용, 안전관리 조직, 안전교육, 환경관리, 사고조사 및 사고조사 위원회의 운영 등을 규정하고 있어 건설공사의 안전을 더욱 강화하고 있다. 따라서 항만 역시 항만에 적합한 안전기준 수립 및 재해 통계체계 구축, 화물별 특성을 고려한 안전관리계획을 수립할 필요가 있다.

118) 산업안전보건법 제1장 제1조(목적)

119) 고용노동부, 「4차 산재예방 5개년계획(2015~2019)」, 2015, p31.

〈그림 7-4〉 산업안전보건법 - 항만법 개선 방향



자료: 저자작성

2) 추진내용

가. 항만 발생 안전사고 실태조사 및 통계관리 법제화

‘산업재해통계업무 처리규정(예규 제124호, 2017.6.15.)’에서는 산업재해 예방을 통해 근로자의 안전과 보건 유지를 위해 「산업안전보건법」 제4조제1항제8호에 따른 산업재해에 관한 조사 및 통계의 유지 및 관리를 시행하고 있다. 또한 동법 시행규칙 제4조제1항에 따른 산업재해조사표 제출과 전산입력·통계업무 처리에 관하여 필요한 사항을 규정함을 목적으로 하고 있다.¹²⁰⁾ 자료관리 및 통계업무처리는 현재 안전보건공단에서 자료관리, 통계업무처리, 고용노동부장관

¹²⁰⁾ 고용노동부, 「산업재해통계업무처리규정」, 시행 2017.6.15.

보고 등을 시행하고 있다. 공단에서 관리하는 재해통계는 재해율, 사망만인율, 요양재해율, 강도율, 도수율¹²¹⁾ 등으로 항만 안전사고 원인 분석 및 집계에는 한계가 있는 항목이다. 또한 산업재해 통계 산출 목적은 노동자의 건강과 삶의 질을 향상시키는 데 있는데 일부 중대재해를 제외하고는 작성된 통계 간 인과관계 분석 등 심층 분석을 하지 않고 단순 나열식 통계를 제시하기 때문에 사고예방, 재해감소에는 크게 효과가 없다.

따라서 「산업안전보건법」 제16조의 3의 안전보건관리 담당자 및 관련 조직을 항만터미널(항만물류협회)뿐만 아니라 항만공사, 지방해양수산청, 지자체에 설립하고 중앙조직의 항만기술안전과와 긴밀하게 연계한다. 안전보건관리 담당자는 정기적으로 항만 현장의 안전사고 데이터를 수집하고, 심층 원인분석, 안전대책 마련 등을 정기적으로 시행한다.

항만에서 발생하는 안전사고를 사전에 예방하고 통계상에 체계적으로 관리하기 위해서는 「항만법」 내 안전사고 조사 담당자, 안전사고 조사 및 통계 관리에 대한 조항을 신설할 필요가 있다.

「항만법」 “제4장 항만의 관리와 사용” 내에 「산업안전보건법」 제13조(안전보관관리책임자) 제6항 산업재해의 원인 조사 및 재발 방지대책 수립에 관한 사항, 제7항 산업재해에 관한 통계의 기록 및 유지에 관한 사항, 제16조의 3 (안전보건관리 담당자 및 관련 조직)과 연계한 조항 신설이 필요하다.

법률 제14452호 항만법 일부를 다음과 같이 개정한다. 제22조의4(안전사고 실태조사와관리) 조항을 다음과 같이 신설한다.

¹²¹⁾ 재해율(임금근로자수 1만 명당 발생하는 사망자 비율), 사망만인율(임금근로자수 10,000명당 발생하는 사망자수의 비율), 요양재해율(근로자수 100명당 발생하는 요양재해자수), 도수율(1백만 근로시간당 요양재해 발생 건수), 강도율(근로시간 합계 1,000시간당 요양재해로 인한 근로손실일수)

〈표 7-1〉 「항만법」개정안 신·구조문대비표

현행	개정안
〈신설〉	제22조의4(안전사고실태조사와관리)를 다음과 같이 신설한다. ① 항만사업자는 항만을 안전하게 운용하기 위한 안전관리계획을 1년단위로 수립하여 인허가청의 승인을 받아야 한다. ② 안전관리계획을 수립하여야 할 항만구역의 범위, 안전관리계획의 수립 기준 및 승인 절차 등의 필요한 사항은 대통령령으로 정한다. ③ 해양수산부장관은 항만을 안전하게 관리·운영하기 위하여 항만구역에 대한 안전사고 관리실태조사를 실시할 수 있다. ④ 해양수산부장관은 안전사고 통계의 기록 및 유지를 해야 한다. ⑤ 안전사고실태조사 및 통계 관리의 범위, 대상 및 방법 등에 필요한 사항은 대통령령으로 정한다.

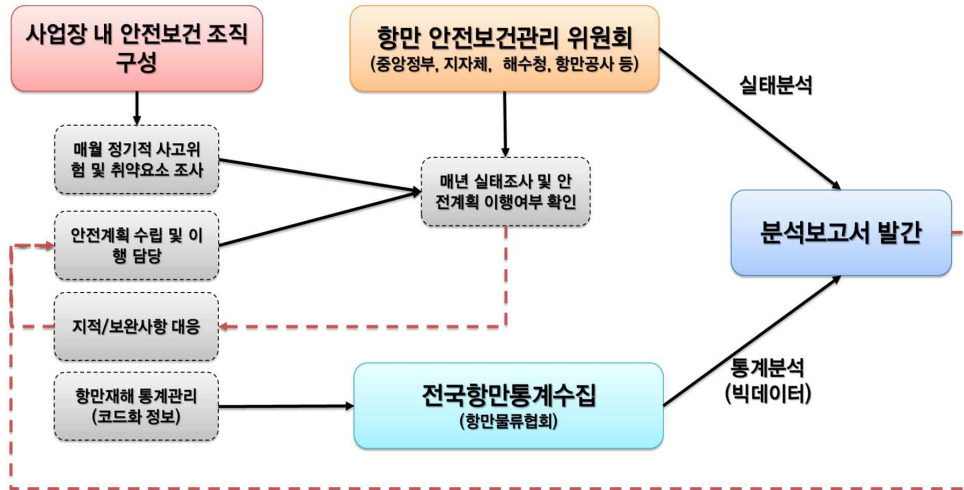
자료: 저자작성

항만법 개정을 통해 안전사고 실태조사와 관리 등에 대한 조항이 추가되면, 해양수산부령의 “항만 안전사고 실태조사 및 통계관리 규정”을 신설한다.

해당 규정에는 안전사고 실태조사 담당 조직, 시기, 실태조사 대상 및 방법, 사후 조치 등에 대한 사항을 정의한다. 또한 4장에서 언급한 항만 안전 및 보건 사고 통계 분류에 따라 현장 조사 계획을 수립하고, 사고 발생원인 분석 방법과 통계 집계 등의 방법을 명시한다.

예를 들면 운영사 사업장 내 안전보건관리 담당자는 매달 정기적으로 안전사고 위험요소와 취약요소를 조사한다. 그리고 매년 중앙정부, 지자체, 지방해양수산청, 항만공사, 항만물류협회 등으로 구성된 안전보건관리 담당자들은 항만구역 내 안전 및 보건관리 실태를 조사한다. 또한 4장의 분류체계에 따라 안전사고 실적을 수집하고 사고가 발생한 원인을 심층적으로 분석한 후 통계자료로 만든다. 항만 안전사고 통계는 항만물류협회 안전 및 보건 담당자가 정부로부터 위탁받아 통계를 관리한다. 또한 산업안전보건법에서 요구하는 재해 통계를 정리하여 송부한다. 그리고 빅데이터 분석을 통해 심층 분석한 항만 안전사고 통계는 안전사고 예방 및 예측에 활용하고 실태분석과 함께 매년 분석 보고서 형태로 발간하여 관련자에게 배포한다. 해당 보고서는 향후 항만별 안전계획 수립에 반영토록 한다.

〈그림 7-5〉 항만하역 안전보건관리 강화구상



자료: 저자작성

나. 항만 하역작업 단계 및 취급 화물별 안전관리계획 수립 및 안전기준 마련

「항만법」 내에 각 항만 운영사는 화물별 특성에 맞는 안전관리계획을 수립하여 이를 인허가청에 승인받도록 한다. 해당 안전관리계획에는 안전관리의 대상 범위, 사고저감 및 사고 시 대응방안, 조직구성, 통계유지 방안 등의 내용을 포함하도록 하며 안전사고 실태조사 시 해당 계획의 수행여부를 확인토록 한다. 특히 「산업안전 보건기준에 관한 규칙」에서 규정하고 있는 항만하역작업 안전기준의 실질적인 준수 및 점검에 대한 내용이 포함되어야 할 것이다.

문제는 「산업안전 보건기준에 관한 규칙」에 포함된 안전기준도 개선이 필요하다는 점이다. 「산업안전보건기준에 관한 규칙」의 제2편 안전기준을 살펴보면 제1장 기계·기구 및 그 밖의 설비에 의한 위험예방에는 공작기계, 프레스, 고속 성형체, 보일러, 사출성형기 등 기계 형태별 안전기준뿐만 아니라 지게차, 화물 자동차, 컨베이어, 건설기계, 산업용 로봇 등 운송기계별로도 기준을 마련하고 있다. 제86조에서 제224조에 걸쳐 기계 관련 안전기준이 정리되어 있다. 제2장은 폭발·화재 및 위험물 누출(제225조~300조), 제3장 전기로 인한 위험(제301조~327조), 제4장 건설작업 등에 의한 위험(제328조~384조), 제5장 중량물 취

급시의 위험(제385조~386조), 제6장 하역작업 등에 의한 위험(제387조~404조, 제1절 화물취급작업(제387조~393조), 제2절 항만하역작업(제394조~404조)), 제7장 벌목작업에 의한 위험(제405조~406조), 제8장 궤도 관련 작업 등에 의한 위험(제407조~419조)이 정의되어 있다. 그러나 항만하역작업의 작업안전기준은 기계업, 건설업과 달리 10개 조항으로만 정리되어 있을 뿐만 아니라 하역 작업 단계, 품목별 특성을 반영하지 못하고 있다.

〈표 7-2〉 산업안전보건기준에 관한 규칙 및 항만하역작업 안전기준

관련 절	조항
제2절 항만하역작업	제394조 통행설비의 설치 등
	제395조 급성 중독물질 등에 의한 위험 방지
	제396조 무포장 화물의 취급방법
	제397조 선박승강설비의 설치
	제398조 통선 등에 의한 근로자 수송시의 위험방지
	제399조 수상의 목재·뿔목 등의 작업 시 위험 방지
	제400조 베일포장화물의 취급
	제401조 동시작업의금지
	제402조 양하작업 시의 안전조치
	제403조 흑부착슬링의 사용
	제404조 로프 탈락 등에 의한 위험방지

자료: 고용노동부, 「산업안전보건기준에 관한 규칙」, 고용노동부령 제206호, 2017.12.28., 일부개정

우선 선내, 선측, 직상차, 예부선, 상하차, 야적, 입출고 등 항만 하역 작업에서 발생할 수 있는 위험요소를 재해원인 및 발생 유형 등을 고려하여 상세 분류하여 정의할 필요가 있다. 또한 항만은 컨테이너, 벌크(철재, 목재, 곡물 등) 화물 등 취급제품 특징에 따라 사용 장비, 위험요소가 달라지므로 세분화된 정의가 필요할 것으로 판단된다. 즉 「산업안전보건기준에 관한 규칙」에 항만하역 단계별, 취급화물별 안전사고 발생 원인을 기반으로 위험요인을 정의하여 규칙에 담아내는 것이 필요하다. 예를 들면 항만 내 정보전달 체계 오류에 의한 차량

및 선박 충돌, 화물 및 장비에 의한 협착사고 등을 명시하는 것이 필요할 것으로 판단된다.

3. 항만사고 및 질병재해 대응 공공분야 빅데이터 시스템 구축

1) 배경 및 목적

본 연구에 지속적으로 논의되었듯이 현재 국내 항만사고 및 재해에 대한 통계 체계 구축이 필요한 시점이다. 고용노동부 ‘제4차 산재예방 5개년계획(2015~2019)’에서도 14대 추진과제 중 하나로 ‘안전보건 지식·정보기반의 확충’을 설정하여 세부 추진사항으로 합리적인 산업재해 통계산출, 안전보건 지식 기반 강화, 통합 정보체계 구축을 추진하고 있다. 해당 통합시스템은 현재 각 지방관서 및 공단, 민간 기관 등에 산재되어 있는 정보를 통합하는 방향으로 추진 중에 있다. 통합된 정보는 모바일과 Open API 형태로 국민, 근로자, 사업주 등에게 공개되어 산재를 조기에 예방하고 관리하는 데 활용될 것으로 기대된다.

〈그림 7-6〉 산재예방통합정보시스템 개념도



자료: 고용노동부, 「4차 산재예방 5개년계획(2015~2019)」, 2015, p34.

또한 국토교통부에서는 이미 건설기술진흥법에 따라 ‘건설안전정보시스템’을 실제로 구축, 한국시설안전공단에서 운영하고 있으며, 사고사례의 입력 및 검색, 정보열람 및 사고조사 결과까지 통합하여 건설안전정보의 관리 및 국가정책에 활용토록 하고 있다. 그러나 현재는 DB구축 및 정보통합, 공유까지는 이뤄지고 있으나, 정보의 분석 및 예측, 컨설팅까지는 이어지지 못하고 있다.

〈그림 7-7〉 건설정보안전시스템 구성도



자료: 건설안전정보시스템, <https://www.cosmis.or.kr/>, 검색일: 2017. 10. 22

해양수산분야에서는 현재 해양수산부 산하 중앙해양안전심판원에서 해양사고 현황 및 통계시스템을 운영하고 있다. 통계자료의 수집은 해양수산관서 및 언론, 중앙해양안전심판원 자체 자료 등을 통해 이뤄지며 주요 통계자료로는 사고의 종류, 선박규모 및 용도, 시간 및 해역 등 발생현황뿐 아니라 조사 및 심판결

과, 면허징계현황, 사고원인 등에 대한 통계까지 수집, 분석, 그리고 제공되고 있다. 또한 개별 해양사고의 위치 및 내용정보까지 자세히 제공하고 있다.

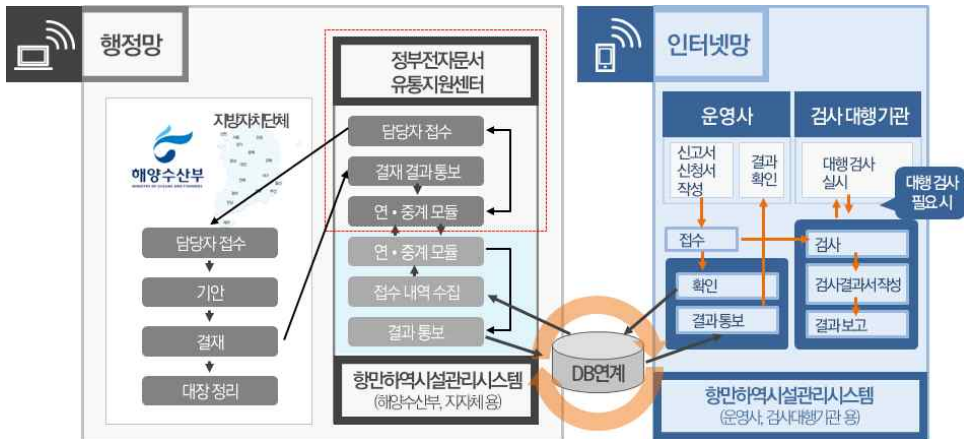
〈그림 7-8〉 중앙해양심판원 해양사고통계 시스템



자료: 중앙해양안전심판원, <https://data.kmst.go.kr/>, 검색일: 2017. 10. 23

항만에서도 항만하역장비의 안전점검 및 관리를 위한 시스템 구축이 이뤄지고 있다. 기존 항만하역장비는 각 지방해양수산청에서 지역별로 관리하고 있으며 대부분 종이나 문서 형태로 관리되고, 관리대장은 일년 주기로 업데이트 되고 있다. 따라서 안전점검 이력 및 장비의 정확하고 안전한 관리를 위한 통합정보시스템 구축이 요구되고 있어 이에 대한 시스템 구축을 추진 중이다.

〈그림 7-9〉 항만하역장비 온라인 관리시스템 개념도



자료: 해양수산부, 항만 하역장비 기술기준 현행화 연구, 2015, p272.

이처럼 국내 건설 및 해양, 항만장비 분야에서 사고 및 재해, 안전관련 정보의 통합 및 관리가 시행 또는 추진 중에 있으나 정작 인명이 직접 관련되어 있는 항만하역 안전사고 및 질병재해에 대한 통계 시스템은 구축되어 있지 못하다. 현재는 각 항만에서 사고 발생 시 각 지방 고용노동청에 개별적으로 신고하고 있으며, 1년에 한번 항만물류협회에서 엑셀 형태로 자료를 취합, 단순 정리하고 있는 수준이다. 그에 따라 근본적인 사고원인 및 요인에 대한 분석은 이뤄지지 못하고 있다. 또한 본 연구 본문에서 전술되었듯이 향후 작업환경 개선, 재발방지대책 수립, 제도개선 및 작업자별 근골격계 손상에 대한 조기에측을 위해서는 보다 체계적이고 통합적인 항만사고 및 질병재해에 대한 통합 DB 및 빅데이터 분석 시스템 구축이 요구된다.

2) 추진내용

항만하역 사고재해 및 유해환경 정보에 대한 통합정보시스템 구축은 크게 세 가지 범주의 데이터가 수집 및 통합, 분석될 수 있다. 먼저 현재도 일부 수집중에 있으며 가장 직관적인 안전사고 정보이다. 해당 정보는 사고발생에 대응하여 정보가 발생하며 4장에서 제안한 바와 같이 화물정보, 사고요인, 사고시점, 재해자, 사고결과의 분류로 코드화하여 정보수집이 가능하다.

두 번째는 작업현장 상황정보이다. 사고발생에 대해서면 정보 수집 시 항만작업환경에 대한 입체적 분석이 어려울 수 있다. 특히 향후 빅데이터 분석을 고려하였을 경우 주변 환경정보의 수집은 필수적이다. 작업현장 상황정보는 크게 작업자/장비조작자 정보, 작업환경 정보, 장비정보, 그리고 별도의 영상분석 정보로 구분할 수 있다. 단 해당 정보를 수집하기 위해서는 6장에서 제안된 형태의 IoT 안전시스템이 구축되어 있어야 한다.

〈표 7-3〉 항만하역작업 작업현장 상황정보(예시)

구분	작업자/운전자	작업환경	장비정보	별도 상황정보 (영상분석)
수집 정보	나이 근무연수 성별 총 작업시간 작업시간 대 작업 지속시간 휴식시간 간격 처리화물 물량 투입작업단계 등	온도 습도 대기 소음 풍랑 등	장비연수 사이클 수 장비 온도 장비 습도 주요부품 사용연수 등	작업속도(상황, 시간) 반응속도(상황, 시간) 작업 중 이동동선 작업 중 심박수/걸음수 작업자 시야각도 사고발생 순서 등

자료: 저자작성

세 번째 정보는 마찬가지로 6장에서 제안된 IoT 기반의 유해도 대응 안전시스템을 통해 수집되는 정보이다. 해당 정보는 작업자의 작업에서 직접 수집되는 정보로 해당 작업자가 어떤 자세를 어느 정도 지속적으로 유지하는지에 대한 객관적 정보 수집이 가능하다.

네 번째 정보는 일반적인 작업자 설문을 통한 질병재해 정보이다. 질병재해 정보는 4장에서 제안한 항만작업 질병재해 분류코드에 따른 정보로 연간 단위로 취합되는 작업자 정보, 작업정보 일반, 유해환경정보, 질병재해 정보이다. 질병정보는 원인과 결과를 직접적으로 파악하기 힘들게 때문에 매년 해당 정보를 작업자를 대상으로 조사 및 분석하고, 누적하여 작업환경과 질병발생의 연관성으로 추적해 나가는 형태로 이뤄진다. 해당 정보는 IoT 시스템을 통해 직접 측

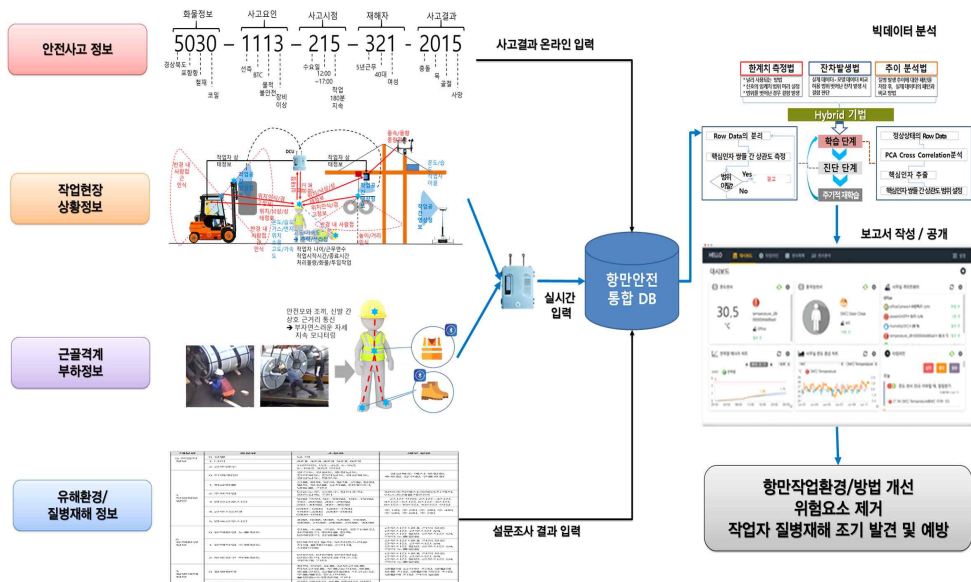
정되는 작업환경 정보와 근골격계 손상정보와 결합되어 보다 정밀한 분석이 가능해진다.

〈표 7-4〉 항만사고 및 질병재해 대응 공공분야 빅데이터 수집정보

구분	내용	정보내용	정보취득방식	비고
안전사고 정보	항만작업 중 안전사고 발생에 따른 사고정보	사고 발생당시 화물, 요인, 시점, 재해자, 사고결과	사고발생 결과 분석(개별항만)	수시
작업현장 상황정보	항만작업 중 실시간 환경정보	작업자 정보, 온도 등 환경정보, 장비정보, 영상정보	IoT 센서 영상정보	실시간
근골격계 부하정보	항만작업 중 실시간 작업자 자세정보	작업자 자세, 지속시간, 부하, 위치 등	IoT 센서 영상정보	실시간
유해환경/ 질병재해 정보	항만 작업자가 체감하는 유해환경 및 질병정보	나이, 성별, 연간근로시간, 유해환경 노출, 유해작업 수행, 질병정보, 연관성 등	작업자 설문	연간

자료: 저자작성

〈그림 7-10〉 항만사고 및 질병재해 대응 공공분야 빅데이터 시스템 개념도



자료: 저자작성

참고문헌 《

〈국내 문헌〉

- 21세기 안전기술연구소, 「일반(정기) 안전교육자료: 산업재해의 발생요인 및 대책」, 2012. 12.
- 고용노동부, 「2016년 산업재해 발생현황」, 2017.
- 고용노동부, 「사업장 위험성 평가에 관한 지침」, 고용노동부고시 제2016-17호
- 고용노동부, 「산업재해통계업무처리규정」, 고용노동부 예규 제 124호, 시행 2017.6.15.
- 고용노동부, 「산업안전보건기준에 관한 규칙」, 고용노동부령 제206호, 2017.12.28., 일부개정
- 고용노동부, 안전보건공단, 「대형사고예방을 위한 중대재해사례집」, 2013.10.
- 고용노동부, 안전보건공단, 「산업재해예방 안전수칙 가이드북」, 2013.9.
- 고용노동부, 안전보건공단, 『위험성평가 해설지침서』, 2017, p36~45, p110~111.
- 고용노동부, 안전보건공단, 「현장작업자를 위한 위험성 평가 실무 길라잡이」, 2017. 10. 03.
- 고용노동부, 「4차 산재예방 5개년계획(2015~2019)」, 2015, p31, p34.
- 교육과학기술부외, 「스마트 국가 구현을 위한 빅데이터 마스터플랜」, 2012.11
- 김철환 외, 「산재기금 재정투자에 따른 산재예방 사업 효과분석」, 한국지식경영연구원, 2010. 6.
- 남영우, 「인천항 항만하역 재해분석 및 예방대책에 관한 연구」, 인하대학교 박사논문, 2006, p34.
- 보건복지부, 사회보장정보원, 「보건의료정보 기초코드 분류체계 개발 및 용어표준 활용 지원도구 개발 연구보고서」, 2015, p89~90.
- 산업통상자원부, 「사물인넷을 활용한 제조업 경쟁력 강화방안 연구」, 2014.10
- 안전보건공단, 「4차근로환경조사 설문지」, 2014

- 안전보건공단, 「4차근로환경조사 원시자료」, 2017
- 안전보건공단, 「4M 위험성 평가기법에 관한 기술지침 KOSHA CODE, 2008」, p6~7.
- 안전보건공단, 『4M 위험성 평가절차 및 방법』, 2007, p25.
- 안전보건공단, 「근골격계부담작업 유해요인 조사지침」 2011. 09., p9.
- 안전보건공단, 「근골격계질환 유해요인조사 및 예방관리 프로그램」, 2015. 02. 10. p14, 30, 32.
- 안전보건공단, 산업안전보건연구원, 「작업특성에 따른 인간공학적 유해요인 평가 방법 도구 개발에 관한 연구 - 작업 특성에 따른 근골격계 증상, 동작수행능력 및 인간공학적 평가」 2005 연구보고서, p177~179.
- 안전공단, 산업안전보건연구원, 「주요 선진국의 산재예방 조직 및 운영에 대한 비교 연구: 미국, 영국, 독일, 일본을 중심으로」, 2007
- 안전보건공단, 「산업재해분석」, 2005.
- 안전보건공단, 「산업재해분석」, 2006.
- 안전보건공단, 「산업재해분석」, 2007.
- 안전보건공단, 「산업재해분석」, 2008.
- 안전보건공단, 「산업재해분석」, 2009.
- 안전보건공단, 「산업재해분석」, 2010.
- 안전보건공단, 「산업재해분석」, 2011.
- 안전보건공단, 「산업재해분석」, 2012.
- 안전보건공단, 「산업재해분석」, 2013.
- 안전보건공단, 「산업재해분석」, 2014.
- 안전보건공단, 「산업재해분석」, 2015.
- 안전보건공단, 「산업재해 기록·분류에 관한 지침」, 2012.5
- 안전보건공단, 「산업재해 기록·분류에 관한 지침」, 2016.6.
- 안전보건공단, 「『위험성 평가, 안전분야 기술자료』, 2005, p1, p11~12
- 윤미영, 권정은, 「빅데이터로 진화하는 세상 : Big Data 글로벌 선진사례」, 한국정보화진흥원, 2012
- 이민창외, 「산업안전보건의 규제제도에 관한 연구」, 안전보건공단 & 한국규제학

- 회, 2016
- 이현주 외, 「외국의 산재보험제도 연구: 선보장·후정산제도를 중심으로」, 한국노동연구원, 2004.
- 최상희, 전형모 「POSCO 특수하역 요금 체계 개선 및 산정에 관한 연구」, 한국해양수산개발원, 2014, p145~149.
- 한국전자통신연구원, 특허분석을 통한 빅데이터 기술개발 동향, 2014 Electronics and Telecommunications Trend(2014)
- 한국항만물류협회, 「항만하역재해통계 및 사례」, 2012.
- 한국항만물류협회, 「항만하역재해통계 및 사례」, 2013.
- 한국항만물류협회, 「항만하역재해통계 및 사례」, 2014.
- 한국항만물류협회, 「항만하역재해통계 및 사례」, 2015.
- 한국항만물류협회, 「항만하역재해통계 및 사례」, 2016.
- 한국해양수산개발원, 「IoT 기반 차세대 항만 물류 및 운영시스템 기술 개발 기획 연구」2016.06
- 한국해양수산개발원, 「산학연관 미래물류기술 네트워크 구축, 운영」, 2014, 12.
- 해양수산부, 항만 하역장비 기술기준 현행화 연구, 2015, p272.

〈국외 문헌〉

- ILO, 「Recording and notification of occupational accidents and diseases」, 1996
- Dedić, N.; Stanier, C. (2017). "Towards Differentiating Business Intelligence, Big Data, Data Analytics and Knowledge Discovery". 285. Berlin ; Heidelberg: Springer
- J.N. Saraji 외, 'EVALUATION OF MUSCULOSKELETAL DISORDERS RISK FACTORS AMONG THE CREW OF THE IRANIAN PORTS AND SHIPPING ORGANIZATION'S VESSELS', Acta Medica Iranica 2004. 42(5):350-354.

- Laney, Douglas. "3D Data Management: Controlling Data Volume, Velocity and Variety" (PDF). Gartner. Retrieved 6 February 2001
- McKinsey Global Institute, 「Big Data: The next frontier for innovation, competition, and productivity」, 2011.06
- OSHA, "Hazard identification and Risk assessment" 2017.10.03.
- Sarkar K 외, 'Examination of postures and frequency of musculoskeletal disorders among manual workers in Calcutta, India' Int J Occup Environ Health. 2016 Apr;22(2):151-8

〈인터넷 자료〉

- 건설경제, http://www.cnews.co.kr/m_home/view.jsp?idxno=201408211120281500336(검색일: 2017. 9. 20.)
- 건설안전정보시스템, <https://www.cosmis.or.kr/>(검색일: 2017. 10. 22.)
- 네이버, <http://terms.naver.com/entry.nhn?docId=3575873&cid=59088&categoryId=59096>(검색일: 2017.10. 5.)
- 네이버, <http://terms.naver.com/entry.nhn?docId=1691554&cid=42171&categoryId=42183>(검색일: 2017.10. 5.)
- 뉴스시스, http://www.newsis.com/view/?id=NISX20170724_0000048617&cID=13001&pID=13000(검색일: 2017.07.24.)
- 뉴스시스, http://www.newsis.com/view/?id=NISX20170729_0000054377&cID=13001&pID=13000
- 법제처 홈페이지, <http://www.moleg.go.kr>, (검색일: 2017. 7. 31)
- 아이뉴스 24, http://news.inews24.com/php/news_view.php?g_serial=1035767&g_menu=020310&rrf=nv, (검색일: 2017.07.16.)
- 안전보건공단 홈페이지, 국외재해 사례, [일본] 떨어짐 및 끼임 사고로 근로자 2명 사망, <http://www.kosha.or.kr/www/boardView.do?contentId=357565&menuId=6309&boardType=A2>(검색일 2017. 7. 31.)

- 안전보건공단 홈페이지, 국외재해 사례, [일본] 금속가공회사 화재로 8명 부상,
<http://www.kosha.or.kr/www/boardView.do?contentId=357565&menuId=6309&boardType=A2>(검색일 2017. 7. 31.)
- 안전보건공단 홈페이지, 국외재해 사례, [일본] 목재 차량적재 작업 중 충돌로 근로자 1명 사망, <http://www.kosha.or.kr/www/boardView.do?contentId=357565&menuId=6309&boardType=A2>(검색일 2017. 7. 31.)
- 안전보건공단 홈페이지, 국외재해 사례, [일본] 엘리베이터 도장작업 중 근로자 2명 사망, <http://www.kosha.or.kr/www/boardView.do?contentId=357565&menuId=6309&boardType=A2>(검색일 2017. 7. 31.)
- 안전보건공단 홈페이지, 국외재해 사례, [미국] 크레인 붕괴사고로 근로자 2명 사망, <http://www.kosha.or.kr/www/boardView.do?contentId=357565&menuId=6309&boardType=A2>(검색일 2017. 7. 31.)
- 안전보건공단 홈페이지, 국외재해 사례, [미국] GM공장 폭발사고로 근로자 1명 사망, 수명 부상, <http://www.kosha.or.kr/www/boardView.do?contentId=357565&menuId=6309&boardType=A2>(검색일 2017. 7. 31.)
- 안전보건공단 홈페이지, 국외재해 사례, [미국] 고속도로 작업 근로자 교통사고로 3명 사망, <http://www.kosha.or.kr/www/boardView.do?contentId=357565&menuId=6309&boardType=A2>(검색일 2017. 7. 31.)
- 안전보건공단 홈페이지, 국외재해 사례, [일본] 항만계류시설 건설 근로자 2명 사망 10명 부상, <http://www.kosha.or.kr/www/boardView.do?contentId=357565&menuId=6309&boardType=A2>(검색일 2017. 7. 31.)
- 안전보건공단, <http://www.kosha.or.kr/trList.do?medSeq=35668&codeSeq=1100000&medForm=103&menuId=-1100000103>(검색일: 2017. 10. 03)
- 안전보건공단, <http://www.kosha.or.kr/content.do?menuId=1750#1>(검색일: 2017. 10. 4.)
- 유튜브, <https://www.youtube.com/watch?v=2UX1nF4L3OI>(검색일 2017. 7. 31)
- 중앙해양안전심판원, <https://data.kmst.go.kr/>(검색일: 2017. 10. 23.)

하종강의 노동과 꿈 홈페이지: 산업재해의 예방과 보상, <http://hadream.com/xe/sanjae/56328>(검색일 2017. 9. 30)

한국경제신문, <http://news.hankyung.com/article/2017061961891>(검색일: 2017. 06. 20.)

해양수산부 해운항만물류정보센터, <https://www.spidc.go.kr:10443/websquare/websquare.html?w2xPath=/squ/com/main/frtMain.xml>(검색일: 2017. 07. 03)

행정표준코드 관리시스템, <https://www.code.go.kr/jsp/index.jsp>(검색일: 2017. 10. 17)

European Agency for Safety and Health at Work, <https://osha.europa.eu/en/legislation/guidelines/guidance-on-risk-assessment-at-work>(검색일: 2017.10.03.)

화학공학소재연구정보센터, <https://www.cheric.org/files/research/ip/p200103/p200103-201.pdf> (검색일: 2017. 9. 20.)

MailOnline 홈페이지, <http://www.dailymail.co.uk/news/article-2321133/Genoa-cargo-ship-crash-At-seven-people-killed-40-000-tonne-container-ship-smashes-control-tower-Italian-port.html>(검색일: 2017.9.20.)

The Maritime Executive, <http://maritime-executive.com/article/freighter-destroys-container-crane-at-port-of-abidjan>(검색일: 2017. 9. 20.)

World Maritime News 홈페이지, <http://worldmaritimenews.com/archives/160989/bremerhaven-crane-operator-dies-in-boom-collapse/> (검색일: 2017. 9. 20.)

World Maritime News 홈페이지, <http://worldmaritimenews.com/archives/174637/finnish-dockworker-crushed-to-death-by-containers/> (검색일: 2017. 9. 20.)

World Maritime News 홈페이지, <http://worldmaritimenews.com/archives/200984/containership-on-fire-at-port-of-hamburg/>(검색일: 2017.

9. 20.)

East Bay Times 홈페이지, <https://www.eastbaytimes.com/2016/12/18/port-of-oakland-one-injured-in-accident/>(검색일: 2017. 9. 20)

KOMONEWS 홈페이지, <http://komonews.com/archive/work-stoppage-at-port-of-seattle-after-worker-dies-in-accident>(검색일: 2017. 9. 20)

BBC News 홈페이지, <http://www.bbc.com/news/world-asia-china-37927158> (검색일: 2017. 7. 31.)

Blueoceana Company 홈페이지, <http://www.blueoceana.com/?p=1647>(검색일 2017. 6. 15.)

Maritime Herald 홈페이지, <http://www.maritimeherald.com/2017/ferry-kydon-crashed-pier-port-santo-domingo/>(검색일: 2017. 9. 20.)

Maritime Herald 홈페이지, <http://www.maritimeherald.com/2017/bulk-carrier-erasmos-collided-with-docked-oil-tanker-blue-emerald-in-portugal/>(검색일: 2017. 9. 20.)

Indian Express 홈페이지, <http://www.newindianexpress.com/states/tamil-nadu/2017/jan/28/two-cargo-ships-collide-at-tamil-nadu-port-1564430.html>(검색일: 2017. 9. 20.)

Philly.com 홈페이지, <http://www.philly.com/philly/news/pennsylvania/philadelphia/packer-marine-0man-dead-at-south-philly-port-after-shipping-container-falls-on-truck-20170710.html>(검색일: 2017. 9. 20.)

SunSentinel 홈페이지, <http://www.sun-sentinel.com/local/broward/fl-port-everglades-cargo-container-accident-20161010-story.html>(검색일: 2017.9.20.)

Click2Houston 홈페이지, <https://www.click2houston.com/news/truck-driver-killed-by-crane-at-port-of-houston-authorities-say>(검색일 2017. 7. 31.)

Live Leak 홈페이지, https://www.liveleak.com/view?i=e14_1492811982

(검색일: 2017. 9. 20.)

MailOnline 홈페이지, <http://www.dailymail.co.uk/news/article-2321133/Genoa-cargo-ship-crash-At-seven-people-killed-40-000-tonne-container-ship-smashes-control-tower-Italian-port.html>(검색일: 2017.9.20.)

Wsib Ontario 홈페이지, http://www.wsib.on.ca/WSIBPortal/faces/WSIBStreamPage?fGUID=835502100635000451&_afrLoop=195832638533000&_afrWindowMode=0&_afrWindowId=14odt478zj_1#%40%3F_afrWindowId%3D14odt478zj_1%26_afrLoop%3D195832638533000%26_afrWindowMode%3D0%26fGUID%3D835502100635000451%26_adf.ctrl-state%3D14odt478zj_29(검색일: 2017. 9. 20)\

The New York Times, https://bits.blogs.nytimes.com/2015/08/03/the-internet-of-things-and-the-future-of-farming/?smprod=nytcore-iphone&smid=nytcore-iphone-share&_r=2(검색일: 2015.08.03.)

Accenture, <https://newsroom.accenture.com/news/supermarket-of-the-future-opens-its-doors-coop-italia-and-accenture-reinvent-the-grocery-shopping-experience.htm>(검색일: 2016.12.06.)

IT Daily, <http://www.itdaily.kr/news/articleView.html?idxno=84291>(검색일: 2017.07.29.)

Cisco, <http://www.cisco.com/c/en/us/solutions/internet-of-things/resources/case-studies.html>, (검색일: 2017.07.10.)

Cisco, http://www.cisco.com/c/dam/en_us/solutions/industries/docs/manufacturing/c36-732293-00-stanley-cs.pdf(검색일: 2017.07.25.)

Western Sydney University, https://www.westernsydney.edu.au/__data/assets/pdf_file/0020/12917/12917_Hazard_Identification,_Risk_Assessment_and_control_Procedure.pdf(검색일: 2017. 10. 03)

- CCOHS, http://www.ccohs.ca/oshanswers/hsprograms/risk_assessment.html(검색일: 2017. 10. 03)
- 위키백과, http://ko.wikipedia.org/wiki/%EB%B9%85_%EB%8D%B0%EC%9D%B4%ED%84%B0(검색일:)
- 해럴드경제, <http://mbiz.heraldcorp.com/view.php?ud=20131202000425#cb>(검색일 : 2017.07.25.)
- 디지털타임즈, http://www.dt.co.kr/contents.html?article_no=2017062302100151753001&ref=naver(검색일 : 2017.07.25.)
- 대한뉴스, <http://blog.naver.com/mudarbong/220857142313>(검색일 : 2017.07.25.)
- 스코어데일리, <http://www.ceoscoredaily.com/news/article.html?no=26015>(검색일 : 2017.07.25.)
- 한국경제, <http://land.hankyung.com/news/app/newsview.php?aid=2017053104811>(검색일 : 2017.07.25)
- EBN, <http://www.ebn.co.kr/news/view/902447>(검색일 : 2017.07.25.)
- http://m.ynkinno.co.kr/include/sol_saga.asp, 2017.09.12
- <http://www.steelprice.co.kr/news/articleView.html?idxno=7283>, 2017.01.31
- 매일신문, http://www.imaail.com/sub_news/sub_news_view.php?news_id=5565&yy=2017(검색일 : 2017.07.25.)
- Internet of Things Blog, <https://www.ibm.com/blogs/internet-of-things/worker-safety-and-wearables/>(검색일 : 2017.07.25.)
- 중앙일보, <http://news.joins.com/article/21741915>(검색일 : 2017.07.10.)
- Initiafy, <http://www.initiafy.com/blog/the-iot-revolutionizing-safety-in-construction-and-mining>(검색일 : 2017.07.25.)
- Honeywell, <https://www.honeywell.com/newsroom/news/2015/11/honeywell-intel-demonstrate-wearable-iot-connected-safety-solutions-for-industrial-workers-first-responders>(검색일 : 2017.07.25.)

EHS Today, <http://www.ehstoday.com/safety/reimagining-safety-industrial-internet-things>(검색일2017.07.25.)

부록 1 : 항만 위험도 분석 종합분석표 《

화물	작업 공간	작업 형태	위험 요인	사고 형태	주요내용	위험도
코일	선측작업	작상차/ 지상	기계적	충돌	크레인의 권하 시 과권하로 인한 충돌 위험	6
				충돌/ 협착	코일이 옆으로 굴러 끼임 및 충돌 위험	6
			물질 및 환경	충돌	지게차 이동 중 주변 작업자와 부딪히는 사고 위험	6
				충돌	외부의 바람의 영향으로 권하하는 크레인의 줄걸이 와이어가 흔들려 대기중인 작업자와 부딪히는 사고 위험	6
				충돌	평편하지 못한 작상차 바닥에서 작업자가 발을 헛디뎈 발을 접지르거나 화물과 부딪히는 위험	6
			인적	기타	외부에서 이루어지는 작업으로 기후의 영향(고온)을 많이 받아 작업자가 넘어지는 등의 안전사고 위험	6
				협착	코일 줄걸이 작업시 줄을 코일 내부로 통과 시키기는 작업으로 손가락의 협착 위험	6
				충돌	코일 선적 방향과 일치하도록 코일 방향을 인력으로 조정시 작업자와 충돌 위험	6
			관리적	충돌	크레인 권하 또는 권상 시 작업자가 충분히 떨어지지 않아서 충돌위험 내재	6
	선내작업	지게차	기계적	충돌	작업자와 지게차의 동시작업이 진행됨에 따른 충돌 위험	6
			물질 환경적	기타	외부에서 이루어지는 작업으로 기후의 영향(고온)을 많이 받아 안전사고의 위험	6
			인적	협착	코일 고임목 및 고무바킹 삽입시 손가락의 협착 위험	6
				충돌	크레인에 걸려있는 코일을 인력으로 회전 시 작업자와 코일과 부딪히는 사고 위험	6
			관리적	충돌/ 협착	신호수가보이지않거나신호가불량하여오조작,오판단에의한충돌및협착위험	6

화물	작업 공간	작업 형태	위험 요인	사고 형태	주요내용	위험도
		드로핑	기계적	협착	지게차의 도움없이 크레인으로 코일을 고임목 위에 위치시키기 위해 인력의 힘으로 미세조절을 함으로 주위 작업자와의 충돌 및 끼임 위험	12
				충돌	코일 운반 시 무게 중심 위치 부정합으로 편하중 발생하여 근로자 맞음 위험	12
				충돌	크레인의 권하시 과권하로 인해 바로 밑에서 대기중인 작업자와 화물의 충돌 위험	12
			물질 환경적	전도	코일과코일의사이가좁아크레인의줄걸이를해제한후크레인권상시와이어가코일사이에끼여코일의전 복위험	12
			인적	추락	2단이상코일선적작업중코일상부에서작업자가미끄러져넘어질위험	12
				충돌	권상하중 작업반경 내 작업자 위치 시 화물과 부딪힘 위험	12
			관리적	추락	2단작업시오르고내릴경우안전사다리미사용으로인한추락및실족의위험	12
				충돌	2단코일선적작업시1단에쌓여진코일이하중을버티지못하고고임목을이탈함으로인해주위작업자와충돌위험	12
				충돌	로프등의관리소홀로줄이끊어져서코일이낙하,바로밑에서대기하고있던작업자와충돌가능	12
	고박작업	밴딩공구	기계적	충돌	2단이상으로선적되어있는코일을고박하기위해밴딩라싱수공구(무게:3~5kg)를높게드는작업시수공구가떨어져안전사고의위험	8
			물질 환경적	추락/협착	코일과 코일 사이의 고박용 줄을 삽입하는 작업시 협소한 공간에서 작업함으로 끼임 및 추락의 위험	8
			인적	추락	2단이상코일선적작업중코일상부에서작업자가미끄러져넘어질위험	8
후판	선측작업	걸쇠	기계적	충돌	크레인의 권하시 과권하로 인한 충돌 위험	12
				충돌	후판위에받침목(던네지)를올려크레인으로운반함으로받침대(던네지)의낙하위험	12
			기계적 위험	충돌/추락	크레인이 인양중인 후판 위에 작업자가 올라타는 등 충돌 및 추락의 위험	12
			물질 환경적	충돌	작업장 바닥의 정리정돈 상태가 좋지 작업자가 넘어져 후판과 부딪치는 문제	12
				충돌	외부의 바람 및 기후의 영향으로 권하하는 크레인의 후판이 흔들려 작업자와 부딪히는 사고 위험 및 중량물 낙하 위험	12

화물	작업 공간	작업 형태	위험 요인	사고 형태	주요내용	위험도
			인적	충돌	걸쇠가 잘 빠지지 않을시 무리한 타격으로 인해 안전사고 위험	12
			관리적	충돌	크레인과 작업자의 작업이 동시에 진행에 따른 충돌위험	12
		마그넷	기계적	충돌	마그넷에 접촉된 후판과 후판사이의 공간이 넓거나 전자력에 불균일할 경우 크레인 이동시 추락 위험	4
			물질 환경적	충돌	바람이 많이 부는 등 날씨 및 기후의 영향을 받아 후판의 추락 위험	4
			인적	충돌	신호수가보이지않거나신호가불량하여크레인의오조작,오판단에의한중량물낙하위험	4
	선내작업	걸쇠	관리적	충돌	작업자가크레인작업중작업구간이동중화물낙하에따른충돌위험	4
			기계적	협착	작업시 걸쇠 댄핑에 작업자의 손가락 및 발의 협착 위험	16
				충돌	학카걸이가 올바르게 걸리지 않을 경우 학카걸이가 튀어 안전사고 위험	16
			물질 환경적	추락/충돌	작업장바닥의정리정돈상태가 좋지않아추락의위험,대피공간미확보,후판과충돌	16
			관리적	충돌	작업자가 안전거리를 확보하지 않아 권하중인 크레인의 걸쇠가 흔들려 작업자와 부딪히는 사고 위험	16
				충돌	로프등 관리소홀로 줄이 끊어져서 후판이 낙하, 바로 밑에서 대기하고 있던 작업자와 충돌가능	16

부록 2 : 항만 유해도 분석 종합분석표 《

화물	작업 공간	작업 형태	유해 요인	신체 부위	주요내용	유해도	Action Category
코일	선측작업	직상차/지상	과도한 힘	허리,어깨,다리	코일 줄걸이 작업시 코일이 본선으로 이동하기전 코일 선적방향과 일치하도록 코일방향을 조정하는 과정에서 허리, 어깨, 다리에 과도한 힘이 발생함	8	1
			부자연스러운 자세	허리	코일 줄걸이 작업시 코일을 배에 선적하기 위해 크레인줄에 코일을 거는 작업중 작업자의 부자연스런 자세가 발생함 (허리:앞으로굽힘60도)	8	2
	선내작업	지게차	부자연스러운 자세	무릎,허리	선적작업시 크레인을 통해 배에 운반된 코일을 지게차를 이용해 코일을 선적할 때 작업자는 코일이 움직이지 않도록 고임목을 설치하는 과정에서 무릎, 허리에 부자연스런 자세가 발생함 (무릎쫄그리고앉음,허리:40도앞으로굽힘,옆으로15도비틀)	16	4
		드로핑	과도한 힘	허리,어깨,다리	선적 작업시 크레인으로 코일 본선이동 후 알맞은 위치에 선적하기 위해 작업자가 직접 위치를 조정하는 과정에서 허리, 어깨, 다리에 과도한 힘이 발생함	12	2
	고박작업	밴딩공구	과도한 힘	손목,어깨	라싱(고박) 작업시 선적된 코일을 고박시키기 위해 밴딩수공구 (무게:3~5kg)를 1분 이상 사용함으로써 손목, 어깨에 과도한 힘이 발생함 (1번밴딩라싱수공구사용시:1분이상사용)	9	2
			부자연스러운 자세	손,팔꿈치	라싱(고박)작업시 알맞은 위치에 선적된 코일을 움직이지 않도록 고박시키는 작업에서 손, 팔꿈치가 어깨위로 올라가는 부자연스런 자세가 발생함	9	2

화물	작업 공간	작업 형태	유해 요인	신체 부위	주요내용	유해도	Action Category
후판	선측작업	걸쇠	부자연스러 운 자세	허리	후판 본선이동 작업시 크레인으로 후판을 본선으로 운반하기 위해서 작업자가 걸쇠를 후판에 거는 작업에서 허리에 부자연스런 자세가 발생함 (허리:앞으로굽힘80도이상)	12	2
	선내작업	걸쇠	부자연스러 운 자세	허리,무릎	선적 작업시 다음항만에서의 하역을 위해 후판과 후판사이 간격을 유지하도록 작업자가 고임목을 설치하는 작업중 허리, 무릎에 부자연스런 자세가 발생함 (허리:앞으로굽힘80도이상,무릎:앞으로굽힘)	12	3
		마그넷	부자연스러 운 자세	목	마그넷 접착된 후판을 크레인을 이용하여 선내에 드로핑하는 작업중 선내에 있는 작업자가 크레인을 계속하여 주시하는 과정에서 목에 부자연스런 자세가 발생함 (목:위로보기45도)	8	1

부록 3 : 철재하역 유해성 OWAS 평가결과 ≪

1. 코일 선적작업 분석

1) 코일 선적작업 - 코일 선적방향 조정

OWAS 분석표			
작업내용 코일 줄걸이 작업			
신체부위	코드	자세설명	해당 자세에 대한 그림
허리	1	곧바로 편 자세 (서 있음)	코드 1 2 3 4
	2	상체를 앞 또는 뒤로 굽힌 자세	
	3	바로 서서 비틀거나 옆으로 굽힌 자세	
	4	상체를 앞으로 굽힌 채 옆으로 비튼 자세	
팔	1	양손을 어깨 아래로 내린 자세	코드 1 2 3
	2	한 손만 어깨 위로 올린 자세	
	3	양손 모두 어깨 위로 올린 자세	
다리	1	의자에 앉은 자세	코드 1 2 3 4 5 6 7
	2	두 다리를 펴고 선 자세	
	3	한 다리로 선 자세	
	4	두 다리를 구부린 자세	
	5	한 다리로 서서 구부린 자세	
	6	무릎꿇은 자세	
	7	걸기	
하중/힘	1	10Kg이하	
	2	10~20Kg	
	3	20Kg이상	

ACR	(1)			(2)			(3)			(4)			(5)			(6)			(7)		
	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)
(1)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
(2)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
(3)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	2	2	3	1	1	1	1	2
(4)	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	3	3
(5)	2	2	3	2	2	3	2	3	3	3	4	4	3	4	4	3	3	4	2	3	4
(6)	3	3	4	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
(7)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	4	4	1	1	1	1	1	1
(8)	2	2	3	1	1	1	1	1	1	2	4	4	4	4	4	4	3	3	3	1	1
(9)	2	2	3	1	1	1	1	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1
(10)	2	3	3	2	2	3	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
(11)	3	3	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3
(12)	3	3	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3
(13)	4	4	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3

다리
하중

허리 팔

Action Category

1

OWAS 평가 결과 및 개선대책

Action Category 1으로 이 자세에 의한 근골격계 부담은 문제 없다.
개선 불필요하다.

2) 코일 선착작업 - 코일 줄걸이 작업

OWAS 분석표

작업내용		코일 줄걸이 작업	
신체부위	코드	자세설명	해당 자세에 대한 그림
허리	1	곧바로 편 자세 (서 있음)	   
	2	상체를 앞 또는 뒤로 굽힌 자세	
	3	바로 서서 비틀거나 옆으로 굽힌 자세	
	4	상체를 앞으로 굽힌 채 옆으로 비튼 자세	
팔	1	양손을 어깨 아래로 내린 자세	  
	2	한 손만 어깨 위로 올린 자세	
	3	양손 모두 어깨 위로 올린 자세	
다리	1	의자에 앉은 자세	   
	2	두 다리를 펴고 선 자세	
	3	한 다리로 선 자세	
	4	두 다리를 구부린 자세	
	5	한 다리를 서서 구부린 자세	
	6	무릎꿇은 자세	
	7	걸기	
하중/힘	1	10Kg이하	
	2	10~20Kg	
	3	20Kg이상	

AC2		(1)			(2)			(3)			(4)			(5)			(6)			(7)		
		(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)
(1)	(1)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
	(2)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
	(3)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	2	2	3	1	1	1	1	1	2
(2)	(1)	2	2	3	2	2	3	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	3	3	3
	(2)	2	2	3	2	2	3	2	3	3	3	4	4	3	4	4	3	3	4	2	3	4
	(3)	3	3	4	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
(3)	(1)	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	4	4	4	1	1	1	1	1	1
	(2)	2	2	3	1	1	1	1	1	2	4	4	4	4	4	4	3	3	3	1	1	1
	(3)	2	2	3	1	1	1	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1
(4)	(1)	2	3	3	2	2	3	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
	(2)	3	3	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
	(3)	4	4	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4

다리
하중

허리 팔

Action Category

2

OWAS 평가 결과 및 개선대책

Action Category 2 로 이 자세는 근골격계에 유해하다.
가까운 시일 내에 개선해야 한다.

허리가 비틀린 상태에서 작업을 하기 때문에 작업 자세 개선이 고려된다.

3) 코일 선내작업 - 지게차

OWAS 분석표

작업내용		선적 작업	
신체부위	코드	자세설명	해당 자세에 대한 그림
허리	1	곧바로 편 자세 (서 있음)	   
	2	상체를 앞 또는 뒤로 굽힌 자세	
	3	바로 서서 비틀거나 옆으로 굽힌 자세	
	4	상체를 앞으로 굽힌 채 옆으로 비튼 자세	
팔	1	양손을 어깨 아래로 내린 자세	  
	2	한 손만 어깨 위로 올린 자세	
	3	양손 모두 어깨 위로 올린 자세	
다리	1	의자에 앉은 자세	   
	2	두 다리를 펴고 선 자세	
	3	한 다리로 선 자세	
	4	두 다리를 구부린 자세	
	5	한 다리로 서서 구부린 자세	
	6	무릎 꿇은 자세	
	7	걷기	
하중/힘	1	10Kg이하	
	2	10~20Kg	
	3	20Kg이상	

ACR	(1)			(2)			(3)			(4)			(5)			(6)			(7)		
	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)
(1)	(1)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
	(2)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
	(3)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	2	2	3	1	1	1	1	2
(2)	(1)	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	3	3
	(2)	2	2	3	2	2	3	2	3	3	3	4	4	3	4	4	3	3	4	2	3
	(3)	3	3	4	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
(3)	(1)	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	4	4	1	1	1	1	1	1
	(2)	2	2	3	1	1	1	1	1	2	4	4	4	4	4	4	3	3	3	1	1
	(3)	2	2	3	1	1	1	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1
(4)	(1)	2	3	3	2	2	3	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
	(2)	3	3	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
	(3)	4	4	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4

다리
하중

허리 팔

Action Category

4

OWAS 평가 결과 및 개선대책

Action Category 4 로 이 자세는 근골격계에 매우 유해하다.

즉시 개선해야 한다.

허리를 비틀고 쏘고려 앉은 자세에서 작업을 하므로 작업 자세에 대한 개선이 시급하다.

4) 코일 선내작업 - 드로핑

OWAS 분석표

작업내용	선적 작업		
신체부위	코드	자세설명	해당 자세에 대한 그림
허리	1	곧바로 편 자세 (서 있음)	
	2	상체를 앞 또는 뒤로 굽힌 자세	
	3	바로 서서 비틀거나 옆으로 굽힌 자세	
	4	상체를 앞으로 굽힌 채 옆으로 비튼 자세	
팔	1	양손을 어깨 아래로 내린 자세	
	2	한 손만 어깨 위로 올린 자세	
	3	양손 모두 어깨 위로 올린 자세	
다리	1	의자에 앉은 자세	
	2	두 다리를 펴고 선 자세	
	3	한 다리로 선 자세	
	4	두 다리를 구부린 자세	
	5	한 다리로 서서 구부린 자세	
	6	무릎꿇은 자세	
	7	걸기	
하중/힘	1	10Kg이하	
	2	10~20Kg	
	3	20Kg이상	

AC2	(1)			(2)			(3)			(4)			(5)			(6)			(7)		
	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)
(1)	(1)	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
	(2)	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
	(3)	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	2	2	3	1	1	1	1	1	2
(2)	(1)	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	3	3
	(2)	2	2	3	2	2	3	3	3	3	4	4	3	4	4	3	3	4	2	3	4
	(3)	3	3	4	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
(3)	(1)	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	4	4	4	1	1	1	1	1
	(2)	2	2	3	1	1	1	1	1	2	4	4	4	4	4	4	3	3	3	1	1
	(3)	2	2	3	1	1	1	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1
(4)	(1)	2	3	3	2	2	3	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
	(2)	3	3	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
	(3)	4	4	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4

다리
하중

허리 팔

Action Category

2

OWAS 평가 결과 및 개선대책

Action Category 2로 이 자세는 근골격계에 유해하다.

가까운 시일 내에 개선해야 한다.

중량물을 취급함으로써 과도한 힘이 발생함으로 중량물 개선이 고려된다.

5) 코일 고박작업

OWAS 분석표

작업내용		라싱(고박) 작업	
신체부위	코드	자세설명	해당 자세에 대한 그림
허리	1	곧바로 편 자세 (서 있음)	
	2	상체를 앞 또는 뒤로 굽힌 자세	
	3	바로 서서 비틀거나 옆으로 굽힌 자세	
	4	상체를 앞으로 굽힌 채 옆으로 비튼 자세	
팔	1	양손을 어깨 아래로 내린 자세	
	2	한 손만 어깨 위로 올린 자세	
	3	양손 모두 어깨 위로 올린 자세	
다리	1	의자에 앉은 자세	
	2	두 다리를 펴고 선 자세	
	3	한 다리로 선 자세	
	4	두 다리를 구부린 자세	
	5	한 다리로 서서 구부린 자세	
	6	무릎꿇은 자세	
	7	걸기	
하중/힘	1	10Kg이하	
	2	10~20Kg	
	3	20Kg이상	

ACR	(1)			(2)			(3)			(4)			(5)			(6)			(7)		
	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)
(1)	(1)	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
	(2)	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
	(3)	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	2	2	3	1	1	1	1	1	2
(2)	(1)	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	3	3
	(2)	2	2	3	2	2	3	2	3	3	3	4	3	4	4	3	3	4	2	3	4
	(3)	3	3	4	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
(3)	(1)	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	4	4	1	1	1	1	1	1
	(2)	2	2	3	1	1	1	1	1	2	4	4	4	4	4	3	3	3	1	1	1
	(3)	2	2	3	1	1	1	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1
(4)	(1)	2	3	3	2	2	3	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
	(2)	3	3	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
	(3)	4	4	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4

다리
하중

허리 팔

Action Category

2

OWAS 평가 결과 및 개선대책

Action Category 2로 이 자세는 근골격계에 유해하다.

가까운 시일 내에 개선해야 한다.

허리가 뒤로 젖혀지고 양 팔이 어깨 위로 올라가는 자세이기 때문에 작업 자세 개선이 고려된다.

2. 후판 선적작업 분석

1) 후판 선적작업 - 결쇠

OWAS 분석표

작업내용		후판 본선이동 작업	
신체부위	코드	자세설명	해당 자세에 대한 그림
허리	1	곧바로 편 자세 (서 있음)	
	2	상체를 앞 또는 뒤로 굽힌 자세	
	3	바로 서서 비틀거나 옆으로 굽힌 자세	
	4	상체를 앞으로 굽힌 채 옆으로 비튼 자세	
팔	1	양손을 어깨 아래로 내린 자세	
	2	한 손만 어깨 위로 올린 자세	
	3	양손 모두 어깨 위로 올린 자세	
다리	1	의자에 앉은 자세	
	2	두 다리를 펴고 선 자세	
	3	한 다리로 선 자세	
	4	두 다리를 구부린 자세	
	5	한 다리로 서서 구부린 자세	
	6	무릎꿇은 자세	
	7	걸기	
하중/힘	1	10Kg이하	
	2	10~20Kg	
	3	20Kg이상	

AC2	(1)			(2)			(3)			(4)			(5)			(6)			(7)		
	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)
(1)	(1)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1
	(2)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1
	(3)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	2	2	3	1	1	1	1	2
(2)	(1)	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	3
	(2)	2	2	3	2	2	3	2	3	3	3	4	4	3	4	4	3	3	4	2	3
	(3)	3	3	4	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
(3)	(1)	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	4	4	4	1	1	1	1	1
	(2)	2	2	3	1	1	1	1	1	2	4	4	4	4	4	4	3	3	3	1	1
	(3)	2	2	3	1	1	1	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1
(4)	(1)	2	3	3	2	3	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
	(2)	3	3	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
	(3)	4	4	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4

다리
하중

허리 팔

Action Category

2

OWAS 평가 결과 및 개선대책

Action Category 2로 이 자세는 근골격계에 유해하다.

가까운 시일 내에 개선해야 한다.

허리가 비틀린 상태에서 작업을 하므로 작업 자세에 대한 개선이 고려된다.

2) 후판 선내작업 - 마그넷

OWAS 분석표

작업내용		후판 선내 작업	
신체부위	코드	자세설명	해당 자세에 대한 그림
허리	1	곧바로 편 자세 (서 있음)	   
	2	상체를 앞 또는 뒤로 굽힌 자세	
	3	바로 서서 비틀거나 옆으로 굽힌 자세	
	4	상체를 앞으로 굽힌 채 옆으로 비튼 자세	
팔	1	양손을 어깨 아래로 내린 자세	  
	2	한 손만 어깨 위로 올린 자세	
	3	양손 모두 어깨 위로 올린 자세	
다리	1	의자에 앉은 자세	   
	2	두 다리를 펴고 선 자세	
	3	한 다리로 선 자세	
	4	두 다리를 구부린 자세	
	5	한 다리로 서서 구부린 자세	
	6	무릎꿇은 자세	
	7	걸기	
하중/힘	1	10Kg이하	
	2	10~20Kg	
	3	20Kg이상	

AC2		(1)			(2)			(3)			(4)			(5)			(6)			(7)		
		(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)
(1)	(1)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
	(2)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
	(3)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	2	2	3	1	1	1	1	1	2
(2)	(1)	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	3	3
	(2)	2	2	3	2	2	3	2	3	3	3	4	4	3	4	4	3	3	4	2	3	4
	(3)	3	3	4	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	
(3)	(1)	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	4	4	4	1	1	1	1	1	1
	(2)	2	2	3	1	1	1	1	1	2	4	4	4	4	4	4	3	3	3	1	1	1
	(3)	2	2	3	1	1	1	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1	1
(4)	(1)	2	3	3	2	2	3	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
	(2)	3	3	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
	(3)	4	4	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4

다리
하중

허리 팔

Action Category

1

OWAS 평가 결과 및 개선대책

Action Category 1 로 이 자세에 대한 근골격계 부담은 문제 없다.
개선 불필요하다.

3) 후판 선내작업 - 결쇠

OWAS 분석표

작업내용		선적 작업(지게차)	
신체부위	코드	자세설명	해당 자세에 대한 그림
허리	1	곧바로 편 자세 (서 있음)	
	2	상체를 앞 또는 뒤로 굽힌 자세	
	3	바로 서서 비틀거나 옆으로 굽힌 자세	
	4	상체를 앞으로 굽힌 채 옆으로 비튼 자세	
팔	1	양손을 어깨 아래로 내린 자세	
	2	한 손만 어깨 위로 올린 자세	
	3	양손 모두 어깨 위로 올린 자세	
다리	1	의자에 앉은 자세	
	2	두 다리를 펴고 선 자세	
	3	한 다리로 선 자세	
	4	두 다리를 구부린 자세	
	5	한 다리로 서서 구부린 자세	
	6	무릎 꿇은 자세	
	7	걸기	
하중/힘	1	10Kg이하	
	2	10-20Kg	
	3	20Kg이상	

ACR	(1)			(2)			(3)			(4)			(5)			(6)			(7)		
	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)
(1)	(1)	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
	(2)	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
	(3)	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	2	2	3	1	1	1	1	1	2
(2)	(1)	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	3	3
	(2)	2	2	3	2	2	3	2	3	3	4	4	3	4	4	3	3	4	2	3	4
	(3)	3	3	4	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	4
(3)	(1)	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	4	4	1	1	1	1	1	1
	(2)	2	2	3	1	1	1	1	2	4	4	4	4	4	4	3	3	3	1	1	1
	(3)	2	2	3	1	1	1	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1	1
(4)	(1)	2	3	3	2	2	3	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	4
	(2)	3	3	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	4
	(3)	4	4	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	4

다리
하중

허리 팔

Action Category

3

OWAS 평가 결과 및 개선대책

Action Category 3으로 이 자세는 근골격계에 유해하다.

가능한 빠른 시일 내에 개선해야 한다.

허리와 다리를 구부린 상태에서 작업을 하므로 작업 자세에 대한 개선이 고려된다.

부록 4 : 철재하역 유해요인/위험성 평가 설문지 <<

철재하역작업 유해요인 평가 / 위험성 평가

- 한국해양수산개발원은 IoT/빅데이터 기술을 활용하여 항만 작업자의 안전과 건강을 개선하고자 하는 연구를 수행 중에 있습니다.
- 이제 먼저 항만작업현장에 내재되어 있는 작업 유해요인 및 위험성을 평가하고자 합니다.
- 본 설문지는 작업의 유해요인 및 위험성을 평가하기 위하여 조사하는 것입니다.
조사목적 이외의 어떠한 목적으로도 공개되지 않고 비밀이 보장됩니다
- 예시를 참고하여 평가척도를 확인하고 아래의 표에 점수를 기입 해주시기 바랍니다.
누락된 곳이 하나라도 있으면 안됩니다. 건강한 노동과 건강한 환경을 위하여 여러분의 성의 있는 답변을 바랍니다. 감사합니다.

연구 주관기관	서면자료결과 제출처
한국해양수산개발원 전형모 전문연구원(연구책임자) 051-797-4391	이메일: hmjeon@kmi.re.kr
최상희 연구위원 051-797-4681	fax: 051-797-4359
이연경 부연구위원 051-797-4682	(담당자: 전형모 전문연구원)

I. 자문자 현황

소속					
응답자 성명		직위		경력 (년)	
전화번호			이메일		
주요 취급 화물	① _____ ② _____ ③ _____ ④ _____ ⑤ _____				

Ⅱ. 평가항목

1. 유해요인 평가

1-1. 유해요인 평가척도

작업부하(A)	점수	작업빈도(B)	점수
매우 쉬움	1	3개월 마다(년2-3회)	1
쉬움	2	가끔(하루 또는 주 2-3일)	2
약간 힘들	3	자주(1일 4시간)	3
힘들	4	계속(1일 4시간 이상)	4
매우 힘들	5	초과근무 시간(1일 8시간 이상)	5

1-2. 예 시

작업명	작업내용	작업부하(A)	작업빈도(B)	총점수(AXB)
선재 선적 작업	선재 줄걸이 작업	3	4	12

1-3. 점수 기입표

작업명	작업내용	작업부하(A)	작업빈도(B)	총점수(AXB)
코일 선적 작업 (줄걸이-직상차-선내 드로핑)	코일 줄걸이 작업			
	선적 작업			
	라싱(고박) 작업			
코일 선적 작업 (줄걸이-선측-선내 지게차)	코일 줄걸이 작업			
	선적 작업			
후판 선적 작업 (걸쇠-선내 지게차)	후판 본선이동 작업			
	선적 작업(지게차)			
후판 선적 작업 (마그넷-선내 드로핑)	후판 본선 이동			
선재 선적 작업 (줄걸이-직상차-선내 드로핑)	선재 줄걸이 작업			
	선적 작업			
	라싱(고박) 작업			
선재 선적 작업 (줄걸이-선측-선내 지게차)	선재 줄걸이 작업			
	선적 작업			

2. 위험성 평가

2-1. 위험성 평가척도

강도(A)	내용	점수	빈도(B)	내용	점수
영향 없음	재해로 인한 인적손실이 없는 경우	1	가능성 거의 없음	5년 1회 이상 발생할 경우	1
경미한 불휴업재해	경미한 상해를 포함한 불휴업 재해인 경우	2	가능성 낮음	3년 1회 정도 발생할 경우	2
경미한 휴업재해	휴업재해인 경우	3	가능성 있음	1년 1회 정도 발생할 경우	3
중대재해	사망 또는 노동력 상실 재해를 가져오는 치명적인 재해인 경우	4	가능성 높음	1개월 1회 정도 발생할 경우	4
			빈번함	1일 1회 정도 발생할 경우	5

2-2. 예 시

작업명	작업내용	강도(A)	빈도(B)	총점수(AXB)
선재 선적 작업	선재 줄걸이 작업	2	2	4

2-3. 점수 기입표

작업명	작업내용	강도(A)	빈도(B)	총점수(AXB)
코일 선적 작업 (줄걸이-직상차-선내 드로핑)	코일 줄걸이 작업			
	선적 작업			
	라싱(고박) 작업			
코일 선적 작업 (줄걸이-선측-선내 지게차)	코일 줄걸이 작업			
	선적 작업			
후판 선적 작업 (걸쇠-선내 지게차)	후판 본선이동 작업			
	선적 작업(지게차)			
후판 선적 작업 (마그넷-선내 드로핑)	후판 본선 이동			
선재 선적 작업 (줄걸이-직상차-선내 드로핑)	선재 줄걸이 작업			
	선적 작업			
	라싱(고박) 작업			
선재 선적 작업 (줄걸이-선측-선내 지게차)	선재 줄걸이 작업			
	선적 작업			

현장수요기반 IoT/빅데이터 항만하역 안전시스템 구축방안 연구

• 인 쇄	2017년 10월 28일 인쇄
• 발 행	2017년 10월 31일 발행
• 발 행 인	양 창 호
• 발 행 처	한국해양수산개발원 49111 부산시 영도구 해양로 301번길 26(동삼동)
• 연 락 처	051-797-4800 (FAX 051-797-4810)
• 등 록	1984년 8월 6일 제313-1984-1호
• 조판·인쇄	크리커뮤니케이션 Tel : 02-2273-1775

판매 및 보급 : 정부간행물판매센터 Tel : 394 - 0337

정가 15,000원