

국내 항만위험물 안전관리체계 개선방안

A Study on the Improvement of Safety Management
System for Dangerous Goods in Korean Ports

2016. 12.

김우선 · 최나영환 · 김대현



한국해양수산개발원
KOREA MARITIME INSTITUTE

보고서 집필 내역

<연구책임자>

김 우 선 : 연구총괄, 제1장, 제5장 3절, 제6장

<연구진>

최나영환 : 제3장 1절, 제3장 4절, 제4장 일부,
제5장 2절

김 대 현 : 제2장, 제3장 2절, 제3장 3절, 제5장 1절

외부 원고자문

최 용 석 (순천대학교 사회과학대학 교수)

산·학·연·정 연구자문위원

조 동 오 (전 한국해양대학교 교수)

강 수 성 (허치슨터미널 과장)

서 정 한 (한국해사위험물검사원 팀장)

김 화 영 (목포해양대학교 부교수)

길 광 수 (한국해양수산개발원 선임연구위원)

권 영 범 (해양수산부 사무관)

여 기 동 (해양수산부 서기관)

* 순서는 산·학·연·정 순임

연구감리자

김 범 중 (한국해양수산개발원 선임연구위원)

발간사

2015년 8월에 발생한 중국 천진항 폭발사고로 171명이 사망하고, 12명 실종, 700여명 부상과 6천여 명의 이재민이 발생하였다. 또한, 부산 사상구 화학물질 보관창고에서의 사고(2015.8.) 및 인천신항에서의 위험물 폭발사고(2015.8.)가 발생하는 등 항만위험물에 의한 대형사고를 경험하면서 위험물 사고가 우리나라에 미치는 영향에 대해서 인식하는 계기가 되었다.

국제사회는 지속적으로 국제 교역량이 증가하고 보안·안전에 대한 인식이 높아짐에 따라 위험물질 운송관리 및 감독 수위를 점차 강화하는 추세이다. 특히 선진국을 중심으로 위험물 운송에 대한 국제 관리규정을 강화하거나 자국 수입규제를 강화하는 방법으로 위험물질 운송사고로부터 안전을 보장하려는 노력을 지속적으로 펼치고 있다.

지금까지 우리나라의 항만정책의 기초는 항만의 시설개발을 통한 물동량 증가 및 서비스 향상을 위한 하역생산성에 초점이 맞추어져 있었다. 그래서 항만위험물 관리에 대한 논의는 상대적으로 소홀하게 다루어졌다. 그 이유는 국가 경제성장 및 사회적 효율성을 달성하기 위해서 항만위험물 관리분야는 국민의 안전을 우선적으로 고려하면서도 경제성장과 물류의 효율화를 고려해 조심스럽게 진행해야 하는 중요하지만 까다롭고 어려운 과제이기 때문이다.

이 같은 점에서 이 연구에서 추구하고 있는 항만의 안전도 향상을 위한 개선방안은 매우 시의적절하며 위험으로부터 안전한 사회 구현에 크게 이바지할 것으로 기대된다.

이 연구의 결과는 우리의 항만이 보다 안전하게 관리될 수 있도록 안전관리체계를 개선하는데 필요한 개선방안을 전문가 평가를 통해 제시했다는 점에서 이 분야의 선도적 연구임과 동시에 보다 효과적인 정책개발에 활용될 정책연구라 할 수 있다. 위험물 안전사고로부터 안전한 항만은 국가가 국민에게 보장해야 하는 기본적 과업인데, 이러한 국가의 기능을 수행하는데 이 연구의 성과가 활용될 것으로 기대한다.

끝으로 이 연구의 책임을 맡은 항만연구본부의 김우선 부연구위원과 연구진의 노고에 깊은 감사를 표한다. 아울러 이 연구에 자문과 조언을 아끼지 않은 전 한국해양대학교 조동오 교수, 허치슨터미널 강수성 과장, 한국해사위험물검사원 서정한 팀장, 목포해

양대학교 김화영 부교수, 해양수산부 권영범 사무관, 여기동 서기관께 깊은 감사를 드린다. 끝으로 이 보고서의 감리를 맡아 적절한 지적과 조언으로 완성도를 높여 주신 우리 원의 김범중 연구위원, 김광수 선임연구위원과 이 보고서가 출판되기까지 도움을 주신 모든 분께 이 자리를 빌려 감사를 드린다.

2016년 12월
한국해양수산개발원
원 장 양 창 호

목 차

제1장 서 론	1
제1절 연구의 배경 및 필요성	1
제2절 연구의 목적	2
제3절 연구의 범위와 방법	3
1. 연구의 내용 및 범위	3
2. 연구의 방법 및 추진전략	4
제4절 기존 연구검토	6
1. 주요항만의 위험물 관리실태 및 대책(1996)	6
2. 항만 내 위험물 관리제도의 개선방안(1997)	6
3. 항만터미널 내 위험물내장 컨테이너 운영관리제도 개선 방향(1999) ·	7
4. 국제기준과 조화된 위험물운송관리체계 구축방안 연구(2009)	7
5. 부산항 내 포장위험물 안전관리의 개선방안에 관한 연구(2009)	8
6. 항만터미널 위험물 관리 개선에 관한 연구(2013)	8
7. 본 연구와의 차별성	8
제2장 항만위험물 관리 현황 및 문제점	10
제1절 개요 및 법규	10
1. 항만위험물의 정의	10
2. 국내 위험물 관련 법규	12
3. 국제 위험물 관련 규정	17
제2절 국내 위험물 처리 현황	23
1. 수출입 절차	23
2. 화물량	26

3. 시설	28
4. 위험물 사고	34
5. 국내 위험물 관련 기관	44
6. 위험물 관리 정보시스템 현황	46
7. 항만위험물관리자 교육 현황	48
8. 위험물 사고 시의 대응체제	50
제3절 우리나라의 항만위험물 관리의 문제점	53
1. 법·제도적 문제점	53
2. 정책적 문제점	56
3. 기술적 문제점	59

제3장 항만위험물 관리 해외사례 및 시사점 61

제1절 일본	61
1. 일본의 위험물 개념 및 관련 법률	61
2. 항만위험물에 관한 법률	65
3. 항만위험물 보안감독자 및 취급자 자격 및 교육 내용	69
4. 항만위험물 재해 대책	72
제2절 싱가포르	83
1. 항만 내 위험물 분류	83
2. 싱가포르 항만 내 위험물 관리	84
제3절 네덜란드	85
1. 항만 내 위험물 분류	85
2. 위험물 관련 법령	86
3. 위험물 관리 시 활용되는 기술	87
제4절 시사점	88
1. 항만 내 위험물 분류기준 통일화	88
2. 현실적인 대응 매뉴얼 구축 필요	88
3. 효율적인 위험물 관리 기술 확보	89

제4장 개선방안 적용 우선순위와 항만위험물 사고 위험도 분석 · 90

제1절 개선방안 우선순위 분석	90
1. 개선방안 선정	90
2. 우선순위 분석 방법론(AHP)의 정의	91
3. 요인도출 및 설문개요	94
4. 설문 결과 평가	98
제2절 항만위험 발생요인에 따른 위험도 분석	100
1. 위험도 분석 방법의 절차	100
2. 위험물 인자 도출	101
3. 위험물 관리수준 설정	105
4. 위험도 평가모델 개발	108
5. 시뮬레이션 분석	111
제3절 시사점	117

제5장 항만위험물 관리 개선방안 119

제1절 법·제도 개선방안	120
1. 수송규정 및 저장규정의 통일화	120
2. 항만위험물 관리주체 설정 및 관련 법률 개정	123
3. 포장위험물 안전장비 및 소방장비 법제도 정비	124
제2절 정책적 개선방안	126
1. 항만인근 방재센터 설립	127
2. 위험물관리자 자격 강화	129
3. 위험물관리자 실무교육·훈련 강화	130
제3절 기술적 개선방안	133
1. 위험물 통합관리시스템 구축	133
2. 위험물 위험도 평가시스템 마련	137
3. 위험물 적치 시스템 개발	141

제6장 결론 및 정책제언	144
제1절 결 론	144
제2절 정책제언	145
1. 항만위험물 관련 특별법 제정	145
2. 항만위험물 안전관리 조직의 신설 필요	146
3. 항만위험물 안전 통합 로드맵 수립	146
4. 각 부문별 연차별 추진 로드맵	148
5. 연차별 통합 추진 로드맵	152
참고문헌	156
부록 1. AHP 분석 설문지	160
부록 2. 항만의 위험도 평가 설문지	166

표 목 차

〈표 2-1〉 국내 법률상 위험물의 정의	11
〈표 2-2〉 국내 위험물 관련 법령	13
〈표 2-3〉 자체안전관리계획 세부사항	14
〈표 2-4〉 위험물 안전관리법에 의한 위험물 분류	15
〈표 2-5〉 유해화학물질관리법상 물질의 정의	16
〈표 2-6〉 국제해사기구의 위험물 분류 및 실행규칙	20
〈표 2-7〉 IMDG 코드상 위험물 분류	21
〈표 2-8〉 IMDG상 포장위험물 격리방법	22
〈표 2-9〉 부산항 컨테이너 위험물 처리실적	26
〈표 2-10〉 산적액체위험물 항만 수출입물동량	28
〈표 2-11〉 산적액체위험물 관련 항만시설 현황	29
〈표 2-12〉 부산항 위험물 저장시설 현황	31
〈표 2-13〉 인천항 위험물 저장시설 현황	32
〈표 2-14〉 울산항 상업용 탱크터미널 현황	32
〈표 2-15〉 위험물 연도별 점검 실적	33
〈표 2-16〉 위험물 사고 발생장소별 특징분석표	43
〈표 2-17〉 국내의 위험물질 정보시스템 현황	46
〈표 2-18〉 산적액체위험물 관리자 교육과정	48
〈표 2-19〉 위험물관리자 강습교육 및 실무교육	49
〈표 2-20〉 위험물관리자 강습과목	49
〈표 2-21〉 위험물 사고 시 기관별 대응체제 현황	50
〈표 2-22〉 위험물안전관리법과 IMDG 코드의 위험물 분류의 차이	54
〈표 3-1〉 일본 소방법 위험물 분류	62
〈표 3-2〉 항착법 구성	66
〈표 3-3〉 선박에 의한 위험물 운송기준에 따른 위험물 분류	67

〈표 3-4〉 안벽구분 기준	68
〈표 3-5〉 위험물 접안하역 허용량	68
〈표 3-6〉 위험물취급자 면허 종류 및 취급가능 위험물	70
〈표 3-7〉 위험물취급자 면허의 시험 과목	71
〈표 3-8〉 정보수단 정비 세부 내용	75
〈표 3-9〉 선박에 의한 위험물 운송기준에 따른 위험물 분류	84
〈표 3-10〉 싱가포르 선석별 위험물 반입 허가량 예(Jurong Port Container Berth)	85
〈표 3-11〉 등급에 따른 위험물 격리표	86
〈표 4-1〉 항만위험물 안전관리 개선방안의 세부 요인	97
〈표 4-2〉 1차 계층 분석 결과	98
〈표 4-3〉 2차 계층 분석 결과	99
〈표 4-4〉 세부 평가항목에 대한 중요도 및 우선순위	100
〈표 4-5〉 전국 위험물 종류별 사고현황	103
〈표 4-6〉 전국 위험물 사고유형별 사고현황	103
〈표 4-7〉 위험물사고 시간대별 현황	103
〈표 4-8〉 위험물 사고 발생원인별 위험등급	104
〈표 4-9〉 위험물 리스크 관리 세부 요인	106
〈표 4-10〉 1차 계층 분석 결과	106
〈표 4-11〉 2차 계층 분석 결과	106
〈표 4-12〉 위험물 리스크 세부 평가항목에 대한 가중치와 우선순위 ·	107
〈표 4-13〉 발생빈도, 심각도, 위험도 판정 기준	109
〈표 4-14〉 매트릭스 구조(Matrix) 위험도 등급 판정기준 및 결과	109
〈표 4-15〉 위험도 등급 판정결과 비교	110
〈표 4-16〉 몬테카를로 시뮬레이션 결과	112
〈표 4-17〉 인적요인 시뮬레이션 결과	114
〈표 4-18〉 물적 요인 시뮬레이션 결과	115
〈표 4-19〉 기타 요인 시뮬레이션 결과	115
〈표 4-20〉 원인 불명 시뮬레이션 결과	116
〈표 4-21〉 위험물사고 발생원인별 사고원인 및 위험등급	116

〈표 5-1〉 위험물 선박운송 및 저장규칙 위험물과 타 관련 국내법 간의 관계	122
〈표 5-2〉 하역 소방설비 및 안전장비 최소기준	126
〈표 5-3〉 위험물 안전장비 및 소방장비에 관한 개정안	127
〈표 5-4〉 미국 NCB의 교육 과정	132
〈표 5-5〉 영국 CTI의 교육 과정	133
〈표 5-6〉 위험도에 따른 분류	138
〈표 5-7〉 관리주체 유형의 특성	142
〈표 5-8〉 외국 항만의 위험물컨테이너 처리·취급 방법	143
〈표 6-1〉 정책부문 추진 로드맵	148
〈표 6-2〉 법제도부문 추진 로드맵	150
〈표 6-3〉 기술부문 추진 로드맵	151
〈표 6-4〉 1차 연도 추진 로드맵	152
〈표 6-5〉 2차 연도 추진 로드맵	152
〈표 6-6〉 3차 연도 추진 로드맵	153
〈표 6-7〉 4차 연도 추진 로드맵	154
〈표 6-8〉 5차 연도 이후 추진 로드맵	155

그림 목 차

〈그림 1-1〉 항만위험물 안전관리체계	3
〈그림 1-2〉 연구추진 흐름도	5
〈그림 2-1〉 위험물 운송 관련 국제규정 및 지역별 법규와 국제협약 ...	18
〈그림 2-2〉 운송수단별 위험물 국제기구 및 규칙	19
〈그림 2-3〉 IMDG 포장위험물 상호 간의 격리표	23
〈그림 2-4〉 항만을 통한 위험물 운송절차	25
〈그림 2-5〉 휴스턴항 폭발사고(좌)와 한양 에이스호 폭발사고(우)	37
〈그림 2-6〉 천진항 폭발현장	38
〈그림 2-7〉 항만위험물 사고 이후 파급효과	44
〈그림 2-8〉 국내 위험물 관련 기관	45
〈그림 2-9〉 화학물질 유출 시 국가대응 체계도	51
〈그림 2-10〉 위험물 사고 위기경보 수준에 따른 대응체계	52
〈그림 3-1〉 일본 소방법 및 하위 법률 체계	63
〈그림 3-2〉 일본 항만 관련법의 구성 개략도	65
〈그림 3-3〉 일본 항만위험물 재해대책	73
〈그림 3-4〉 로테르담항의 e-nose 사진 및 설치 현황	87
〈그림 4-1〉 항만위험물 안전관리 개선방안 선정	90
〈그림 4-2〉 설문조사 분석 과정도	95
〈그림 4-3〉 항만위험물 안전관리 개선방안 계층구조	96
〈그림 4-4〉 위험도 분석 방법의 절차	101
〈그림 4-5〉 항만의 사고 건수와 피해금액	102
〈그림 4-6〉 피해금액 시뮬레이션 결과	113
〈그림 4-7〉 심각도 시뮬레이션 결과	113
〈그림 4-8〉 위험도 시뮬레이션 결과	114
〈그림 4-9〉 항만위험물 안전관리 개선방안 요인별 우선순위	118

〈그림 5-1〉 항만위험물 관리 개선방안 비전	119
〈그림 5-2〉 항만위험물 규정 통일화를 위한 단계	123
〈그림 5-3〉 항만위험물관리협의체 구성	124
〈그림 5-4〉 전국 방재센터 현황 및 부산항 및 인천항 방재센터 설치도 ·	128
〈그림 5-5〉 위험물 항만안전관리자의 자격 강화 방안	130
〈그림 5-6〉 항만위험물 통합관리시스템 구축	134
〈그림 5-7〉 위험도 관리체계	138
〈그림 5-8〉 위험도 평가 프로세스	139
〈그림 5-9〉 리스크 평가 모형	140
〈그림 6-1〉 항만위험물 안전 선진화 로드맵	147

연구성과 요약

국내 항만위험물 안전관리체계 개선방안

1. 연구의 목적

- 국내 항만의 위험물 안전관리체계 개선을 위해 우리나라 항만위험물 관리체계 문제점을 분석하고, 개선방안을 제시하여 항만위험물 관리의 선진화를 목적으로 함
- 기존 항만위험물 관련 조직, 시설, 인력, 제도를 포괄하는 법·제도, 정책, 기술 분야에 대해서 안전사고 발생의 관리 개선방안 도출을 통해 국내 항만위험물 취급의 안전도를 향상시키고, 지속가능한 항만 안전 운영체계를 구축함

2. 연구의 방법 및 특징

1) 연구방법

〈표〉 본 연구 방법의 특징

특징	주요 내용	자료수집	방법론 선택 이유
기초 분석	- 국내 항만위험물 관리, 정책 자료 수집 - 일본, IMO 등 해외자료 수집 및 정리	- 관련 문헌조사 - 국내외 사례조사	- 국내 관련 연구가 미흡하여 기초 자료 수집 필요
설문 조사	- 항만위험물 안전관리 문제점 및 실태 조사 - 항만위험물 리스크 평가를 위한 위험도 설문 조사	- 전문가 대상 심층면담 및 회의 - 항만위험물 안전관리자 대상 회의	- 실무종사자 종사자 및 전문가를 대상으로 항만위험물 관리현황 및 실태 파악
통계 자료 분석	- 항만위험물 안전관리 방안 도출을 계층분석 실시 - 항만위험물 리스크 평가를 통한 위험도 저감을 위한 몬테카를로 분석 실시	- 전문가 대상 설문 조사 - 항만위험물 안전관리자 대상 설문 조사	- 항만위험물 안전관리 방안 도출 및 위험도 저감을 위한 정책적 시사점 도출에 초점을 맞춰 기존 연구의 한계 해소

2) 연구의 특징

- 본 연구는 법·제도적, 정책적, 기술 측면의 연구를 종합적으로 수행하여 각 부문별 상호연관 분석과 개선방안 수립을 통해 항만의 위험물 안전도 향상을 위한 정책적 시사점을 제시함
- 적용 우선순위 분석과 항만위험물 사고 시 사고비용, 심각도와 위험도를 분석하여 개별요인 간 중요도를 도출하였으며 정책 추진 시 우선순위에 따른 통합 로드맵을 수립하여 항만안전도 향상을 위한 종합적인 추진체계를 수립

3. 연구 결과

1) 연구 결과 요약

- 항만의 특수성을 고려하여 항만위험물의 종합적 관리를 위한 특별법 제정 필요
 - 항만의 위험물 관련 법령과 관리조직은 화물의 분류, 취급, 보관 및 관리 등에 대해 상이한 취급방법을 가짐
 - 그러나, 항만의 특수성을 고려하였을 경우 항만 내 분류, 취급, 보관 및 관리되고 있는 항만위험물의 종합적인 관리가 필요
 - 항만위험물의 종합적 관리를 통해 국제규격에 맞는 체계와 안전도 향상을 이루기 위해서 항만위험물 관련 특별법 제정 및 항만위험물 관리 담당 조직이 필요
- 항만 안전도 향상을 위한 특별법을 추진하기 위해서는 안전관리 조직의 신설이 필요함
 - 항만위험물 안전관리 개선을 위한 정책의 지속적 추진을 위해 지방 ↔ 중앙 ↔ 유관기관의 형태로 연계되어 설립 및 운영되어야 함
 - 안전관리 정책 추진을 위해 관련활동을 지원할 수 있는 조직과 위원회가 수반
- 항만위험물 안전도를 향상시키기 위한 항만위험물 관리 안전 통합 로드맵 수립이 필요

- 정책적 개선방안은 항만인근 방재센터 설립, 위험물 관리자 자격 강화, 위험물 관리자 실무교육 및 훈련 강화 등이 도출됨
- 법·제도적 개선방안은 수송규정·저장규정 통일화, 하역안전장비 및 소방 장비 법제도 정비, 항만위험물 관리주체 설정 및 특별법 정립 등이 도출
- 기술적 개선방안은 위험물 통합관리시스템 구축, 위험물 위험도 평가시스템 마련, 위험물적치 시스템 개발로 구성

2) 정책적 기여

- 항만위험물 안전관리를 위한 정책, 법제도, 기술적 부문의 개선방안 도출
- 개선방안의 구체적 실행대안을 제시하여 궁극적으로 개선방안 추진을 위한 통합 로드맵 제시

3) 기대효과

- 항만위험물 안전관리 개선방안 도출을 통해 항만위험물 사고 예방 및 위험도 저감을 통해 항만의 생산성 향상 및 지속적인 부가가치 창출이 가능한 환경 조성
- 향후 항만위험물 관리와 관련한 기초자료 및 항만위험물 관리 안전 로드맵 수립을 위한 정책적 근거자료로 활용 가능

Executive Summary

A Study on the Improvement of Safety Management System for Dangerous Goods in Korean Ports

1. Purpose

- The purpose of this study is to analyze the problems of Korea's safety management system for dangerous goods, presenting improvement measures. Therefore, it aims to enhance the safety management system for dangerous goods, advancing the overall management of dangerous goods in domestic ports.
- The study intends to draw improvement measures for managing the safety accidents with regards to law·institution, policy, and technology which are covering the organizations, facilities, manpower and systems of existing dangerous goods in ports. Through this effort, it contributes to enhancing the safety of handling dangerous goods in domestic ports, establishing a sustainable port safety operation system.

2. Methodologies and Features

1) Methodologies

<Table> Features of this study's methodologies

Features	Major contents	Data collection	Reasons for selection
Basic analysis	<ul style="list-style-type: none"> - Collect policy materials on the management of dangerous goods in domestic ports - Collect and summarize overseas data such as Japan and IMO 	<ul style="list-style-type: none"> - Related literature review - Domestic and foreign case studies 	<ul style="list-style-type: none"> - Need to collect basic research materials due to the lack of related domestic research

Features	Major contents	Data collection	Reasons for selection
Survey	<ul style="list-style-type: none"> - Survey on the problems and current status of safety management for dangerous goods - Survey on the risk level to assess the risk of dangerous goods in ports 	<ul style="list-style-type: none"> - In-depth interview and hold meetings with experts - Meeting with safety managers of dangerous goods in ports 	<ul style="list-style-type: none"> - Examine the current status of managing dangerous goods with experts and workers on the field
Analysis of statistical data	<ul style="list-style-type: none"> - Conduct hierarchy analysis for deriving safety management measures for dangerous goods - Conduct Monte Carlo analysis for reducing the risk level through the risk assessment of dangerous goods in ports 	<ul style="list-style-type: none"> - Survey to experts - Survey to safety managers of dangerous goods in ports 	<ul style="list-style-type: none"> - Address the limitations of existing research by focusing on drawing safety management measures for dangerous goods in ports and deriving policy implications for reducing the risk level

2) Features

- A comprehensive research considering legal, institutional, policy and technological perspectives is conducted to analyze the interconnectedness of each sector and to establish improvement measures. Based on this, the study provides policy implications to improve the safety of dangerous goods in ports.
- The analysis is carried out to examine the priority of system application, the cost in the case of dangerous goods related accidents and the severity and risk level to derive the importance between individual factors. The study establishes an integrated roadmap in accordance with the priority, building a comprehensive implementation system to improve the safety of ports.

3. Results

1) Summary

- With special characteristics of ports in mind, a special law should be legislated for the comprehensive management of dangerous goods in ports.
 - The laws and management organizations related to ports' dangerous goods are different in terms of the classification, handling, storage and management of cargoes.
 - However, a comprehensive management is required for dangerous goods in ports that are classified, handled, stored and managed, considering special characteristics of ports.
 - A comprehensive management of dangerous goods in ports would improve the system and safety which are able to keep up with the international standards. Therefore, the legislation of a special law related to dangerous goods in ports and relevant management organization are essential.
- It is necessary to establish a new organization for safety management to legislate a special law to raise the safety of ports.
 - The organization should be interconnected and operated under the structure of local government ↔ the central government ↔ relevant institutions. Such structure would continuously implement policies for improving the safety management of dangerous goods in ports.
 - Organizations and committees should be accompanied to support relevant activities for implementing safety management policies
- An integrated roadmap for the safe management of ports' dangerous goods should be established to raise the safety of dangerous goods in ports.
 - The study derives the policy improvement measures including the establishment of fire proof centers at nearby ports, strengthening the qualifications of managers in charge of dangerous goods, job training to safety managers and enhancing the training.
 - Legal and institutional improvement measures include the standardization of transport•storage regulations, restructuring law and systems regarding loading and unloading safety and firefighting equipment. And the designation of principal agent for managing dangerous goods and the legislation of a special law are also included.
 - Technological improvement measures consist of the establishment of an

integrated management system of dangerous goods, the preparation of risk assessment system as well as the development of stacking system for them.

2) Policy contribution

- Derive improvement measures from policy, legal·institutional, technological perspectives for the safe management of dangerous goods in ports
- Present an integrated roadmap for implementing the improvement measures by suggesting specific actions plans

3) Expected benefits

- Derive improvement measures for the safe management of dangerous goods in ports hence prevent accidents and reduce the risk level caused by dangerous goods. Through this effort, create an environment in which ports' productivity is improved and added values are sustainably generated
- Use the study as a base material with regards to the management of dangerous goods in ports in the future
- Utilize it as a policy base for establishing a roadmap for the safety management of dangerous goods in ports

제1장 서 론

제1절 연구의 배경 및 필요성

2015년 8월에 발생한 중국 천진항 폭발사고로 171명이 사망하고, 12명 실종, 700여 명 부상과 6천여 명의 이재민이 발생하였다.¹⁾ 또한, 부산 사상구 화학물질 보관창고에서의 사고(2015.8.) 및 인천신항에서의 위험물 폭발사고(2015.8.)가 발생하는 등 항만위험물에 의한 대형사고를 경험하면서 위험물 사고가 우리나라에 미치는 영향에 대해서 인식하는 계기가 되었다.

국제사회는 지속적으로 국제 교역량이 증가하고 보안 및 안전 인식이 강화되고 있고, 이에 따라 위험물의 운송·관리 및 감독이 강화되고 있다. 예를 들어 선진국의 경우 위험 화물에 관한 규정을 강화하고 있으며, 자국 수입규제 등의 방안을 마련하여 위험화물의 사고로부터 안전을 확보하는 노력을 강화하고 있다.²⁾

지금까지 우리나라의 항만정책의 기초는 항만의 시설개발을 통한 물동량 증가 및 서비스 향상을 위한 하역생산성에 초점이 맞추어져 있었다. 그래서 항만 위험물 관리에 대한 논의는 상대적으로 소홀하게 다루어졌다. 그 이유는 국가 경제성장 및 사회적 효율성을 달성하기 위해서 항만위험물 관리분야는 국민의 안전을 우선적으로 고려하면서도 경제성장과 물류의 효율화를 고려해 조심스럽게 진행해야 하는 중요하고도 어려운 분야이기 때문이다.

국내 항만을 통해 위험물질을 운송하는 한국의 화학산업은 2013년 생산액 기준으로 약 1,770억 달러 규모로 세계5위로 성장하였다.³⁾ 규모면에서 국내 화

1) 중국 항만국, 「天津港“8·12”特别重大火灾爆炸事故调查报告」

2) 한국교통연구원, 「위험물질 운송관리 시스템 구축을 위한 실태분석 및 제도정비 방안」, 2012.

3) 공기정, “화학사고 제로를 향한 과학기술의 역할”, 제3회 국민안전기술 포럼, 2015.04

화산업은 일본, 독일 등 전통적 화학산업 강국 수준에 근접해 있다. 그러나 국내 위험물 취급시설이 노후하고, 취급장소가 주거지역과 근접해 있으며, 화학물질의 대량유통으로 안전사고의 위험이 높다. 또한, 국내 화학산업은 다종의 유해물질을 취급하고 있고, 그 중에 대부분이 고온·고압 등의 까다로운 조건에서 취급되고 있어 화재, 폭발 및 독성 등의 잠재적인 위험 요인이 다수 존재한다. 이에 대처하기 어려울 뿐 아니라 일단 사고가 발생하면 막대한 재해를 유발하는 경우가 많다.

따라서 국제기구 및 경제협력체 등과 공조 체제, 국제표준제정, 다자간 협정 안전관리체계를 강화하고 있다. 늦었지만 향후 국내 항만위험물의 관리체계도 국제적인 표준을 따라서 개선해야 한다. 이를 위해 국내 법·제도의 정비, 사고방지를 포함한 항만 내 위험화물의 효율적인 관리에 대한 본격적인 논의를 체계적으로 진행해야 한다.

제2절 연구의 목적

본 연구의 목적은 국내 항만의 위험물 안전관리체계 개선을 위해 우리나라 항만위험물 관리체계 문제점을 분석하고, 개선방안을 제시하여 항만위험물 관리의 선진화를 목적으로 한다. 세부 연구 목적은 아래와 같다.

첫째, 지금까지 수행된 항만위험물 관련 연구를 검토하여 본 연구와의 차별성을 제시한다. 이는 본 연구가 향후 항만위험물 관련 법제도 개정 및 정책추진에 있어서 중요한 참고자료로 활용가능하다는 것을 제시하려 한다.

둘째, 항만위험물의 취급 현황 및 문제점을 살펴본다. 이를 위해 항만위험물 관련 국내외 법규를 살펴본다. 국내 항만위험물 관련 현황을 파악하기 위해 위험물 컨테이너의 수출입절차, 항만 내 취급 화물량, 위험물 취급 시설, 위험물 관련 사고, 국내 위험물 관련 기관, 위험물 관리 정보시스템 현황, 항만위험물 관리자 교육 현황과 위험물 사고 시의 대응체계를 검토한다. 국내 항만위험물 관련 현황을 바탕으로 법제도적, 정책적, 기술적 문제점을 제시한다. 이를 바탕

으로 향후 개선해야 할 개선방안을 도출한다.

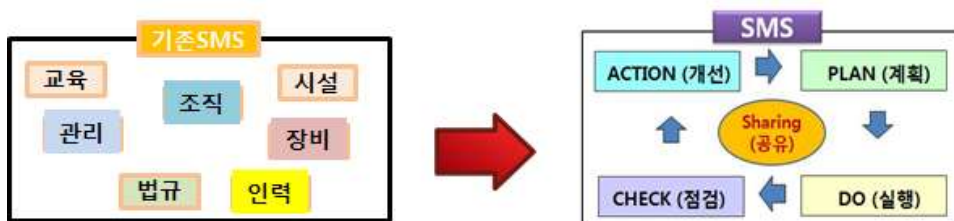
셋째, 국내 항만위험물 관련 문제점을 개선하기 위해서 일본, 싱가포르, 네덜란드의 항만위험물 관리 현황을 살펴본다. 각 나라별 항만위험물 안전관리체계를 검토하여 벤치마킹을 위한 시사점을 도출한다.

넷째, 국내 항만위험물 안전관리의 문제점 및 외국 선진항만의 사례를 검토하여 국내 항만위험물의 관리개선 요인을 도출한다. 도출된 요인을 바탕으로 개선방안을 제시한다. 또한, 항만의 사고 발생 시 위험도를 분석하여 핵심요인별 사고발생에 따른 영향을 개량적으로 분석 제시한다.

다섯째, 도출된 관리개선 요인을 바탕으로 항만위험물 관리 개선방안을 기술한다. 개별 요인별 실행방안 및 핵심추진 사항을 제시하여 정부정책 수행에 기여하고자 한다.

여섯째, 정책제언을 통해 국내 항만위험물 안전관리의 선진화를 위한 정부차원의 정책을 제시하고자 한다. 항만위험물과 같이 사고 발생 시 막대한 피해가 발생하는 화물의 안전관리에 대해서는 정부의 정책이 매우 중요하기 때문이다.

〈그림 1-1〉 항만위험물 안전관리체계



주 : SMS(Safe Management System)

제3절 연구의 범위와 방법

1. 연구의 내용 및 범위

본 연구의 내용은 항만위험물 안전관리체계 개선을 위해서 필수적으로 고려

해야 하는 문제점을 분석하고 개선방안을 제시한다. 이를 위해 우선순위와 위험도를 분석하여 개선방안의 효과적인 추진체계를 제시한다.

먼저 제1장에서는 연구의 배경 및 필요성, 연구의 목적, 연구의 범위와 방법과 기존 연구검토를 통해 차별성을 제시한다. 제2장에서는 우리나라 항만위험물 취급 현황 및 문제점을 분석하기 위해서 항만위험물의 개요, 국내외 관련 법규, 수출입 절차, 화물량, 시설, 위험물 관련 사고 사례, 국내 위험물 관련 기관, 위험물 관리 정보시스템 현황과 위험물 사고 시 대응체제에 대해서 검토한다. 이를 바탕으로 법제도, 정책적, 기술적 측면의 항만위험물 관리 문제점을 도출한다.

제3장에서는 국내 문제점에 대한 개선방안 제시를 위해 항만위험물 관리 관련 사례 분석 및 시사점 도출을 위해 일본, 네덜란드 및 싱가포르의 사례를 검토한다. 선진 외국의 사례를 통해 국내에 벤치마킹 가능한 대안을 도출한다.

제4장에서는 항만위험물 관리 개선방안 도출을 위해 델파이기법으로 전문가를 활용하여 문제점의 개선방안을 도출하고, AHP 분석을 통해 적용 우선순위를 도출한다. 또한 항만위험물 사고 시의 항만에 미치는 위험도를 분석하기 위해 몬테카를로 시뮬레이션을 이용하여 항만위험물 사고 시 피해금액, 심각도, 리스크를 분석하여 항만안전도를 제시한다.

제5장에서는 4장에서 도출된 개선방안에 대한 세부적인 실행방안을 법제도, 정책적, 기술적으로 구분하여 제시한다.

제6장에서는 본 연구의 결론 및 정책제언을 제시한다.

2. 연구의 방법 및 추진전략

본 연구는 기본적으로 문헌조사와 통계자료 분석을 통하여 연구를 수행한다. 즉, 국내의 항만위험물 관리, 정책자료 수집 관련 통계자료 및 국내 항만위험물 관련 문제점에 관한 연구보고서 등을 검토한다. 또한, 해외자료 수집 및 분석을 통하여 IMO, 일본의 항만위험물 관련 정책자료를 수집 정리한다.

항만위험물 관련 문제점 및 개선방안 도출을 위해서 전문가의 자문을 구한다. 개선방안을 법제도, 정책 및 기술로 구분하여 정리하며, AHP⁴⁾ 분석을 이용

하여 적용 우선순위를 도출한다.

몬테카를로 시뮬레이션을 이용한 항만의 위험도 평가에서는 항만에서의 위험물인자를 도출하고, 위험물 규제에 따른 영향을 설정하며, 위험물 사고를 방지하기 위한 관리수준을 설정하여, 각 위험물별로 Fault time → Effect → Action 프로세스에 대한 확률분포를 가정하여 모델을 수립하여 시뮬레이션 분석을 수행하였다.

〈그림 1-2〉 연구추진 흐름도



4) 계층분석방법(Analytic Hierarchy Process)

제4절 기존 연구검토

1. 주요항만의 위험물 관리실태 및 대책(1996)

조동오(1996)의 연구는 우리나라 주요항만을 대상으로 위험물에 대한 취급 실태와 문제점을 관리제도, 시설, 인적자원 등으로 나누어 살펴보았다. 이를 바탕으로 위험물에 대한 안전성을 확보하기 위한 종합적인 대책과 각 항만의 대응 방안을 제시하였다.

본 연구에서는 위험물의 정의, 분류 및 위험물 취급관련 국내외 법규를 조사하였다. 또한, 인천항, 부산항, 여수항, 울산항의 위험물 취급실태 및 문제점을 설문조사와 현장방문을 통해 파악하였다. 문제점으로는 위험물 통계의 부정확성, 위험물 운송에 대한 규제 미흡, 위험물 사고 시 비상대응체제 구축 미비, 위험물 부두 및 하역시설관리 허술, 취급화물에 적합한 소화장비 비치 미비 및 위험물 취급자의 교육체계가 미흡함을 지적하였다.

부산항, 인천항, 광양항, 울산항의 위험물 취급실태와 문제점을 분석하였으며, 벤치마킹을 위해 싱가포르, 일본, 노르웨이, 네덜란드의 위험물 취급현황과 시사점에 대해서 조사하였다. 또한, 우리나라 주요항만의 위험물 관리실태와 문제점을 토대로 위험물관리제도, 부두관리, 위험물 사고 시 비상대응체제, 위험물취급자 교육제도의 개선방안 등 모든 항만에 공통되는 총체적 대책과 각 항만의 특수한 문제점에 대한 대책을 제시하였다.

2. 항만 내 위험물 관리제도의 개선방안(1997)

목진용(1997)은 우리나라 항만 내 위험물 관리체계 현황과 문제점을 개략적으로 파악하고, 일본, 싱가포르, 노르웨이, 네덜란드 등 외국의 위험물 관리제도를 살펴본 후 우리나라의 항만 내 위험물 관리제도에 관한 개선방안을 제시하였다.

우리나라 항만 내 위험물 관리체계 현황에서는 항만 내 위험물 취급량 및 출입항 선박량을 항만별로 구분하여 제시하였다. 항만 내 위험물 관리제도의 현황 및 문제점에서는 위험물의 정보처리, 위험물 검사제도, 사설(전용) 터미널

의 관리 및 위험물 사고대비 비상대응체제에 대해서 조사하였다.

주요국의 위험물 관리제도에서는 주요국의 위험물 관련법규, 항칙법, 공용부두의 위험물 관리요령, 석유류의 운송 및 위험물의 운송, 위험물 관리체제, 항만당국의 권한과 의무, 공공항만위험물 통제에 관한 지침, 탱커터미널의 위험물 관리, 위험물의 포장과 취급 등에 대해서 조사하였다.

본 연구에서는 위험물정보관리시스템의 구축, 항만 내 위험물 검사제도의 개선, 사설(전용)부두의 관리 개선 및 부두시설 구분과 하역허용량 설정 등 우리나라 항만위험물 관리제도의 개선방안을 제시하였다.

3. 항만터미널 내 위험물내장 컨테이너 운영관리제도 개선 방향(1999)

김현(1999)은 외국 선진 항만과 부산항만의 항만터미널 내 운영관리 실태를 조사하고, 현재 부산항의 문제점으로 지적되는 항만터미널 내 위험물컨테이너의 효율적인 취급·보관을 위한 개선 방향을 모색하였다.

이를 위해 위험물의 특성과 분류를 국제해상위험물규칙(IMDG Code)의 위험물 분류에 따라 9단계로 구분하여 설명하였다. 로테르담, 브레머하펜, 오클랜드와 동경의 위험물내장 컨테이너 운영관리 실태를 조사하였다. 이를 통해 항만터미널 내 위험물컨테이너 보관방법을 2가지 유형으로 구분하였다. 또한 우리나라 위험물내장 컨테이너 운영관리 현황을 분석하고 문제점과 운영관리 개선 방향을 기술하였다.

4. 국제기준과 조화된 위험물운송관리체계 구축방안 연구(2009)

노홍승외(2009)의 연구는 육상(도로)부문의 국내 위험물질 관련 법제도가 물질별, 운송수단별, 부처별로 분산되어 있고, 국제기준에 부합되지 않거나 국제기준과 혼동되는 부분에 대하여 보완 가능한 위험물질 운송 관리법령(안)을 마련하기 위한 연구이다.

이를 위해 국내 위험물질운송 관련법령, 국내 위험물 운송 및 유통 현황을 분석하였다. 또한 위험물질운송 관련 국제기준 및 해외규정 등 사례 분석을 하

였으며 기존 위험물질운송관리법(안)을 검토 수정 제안하고, 시행령 및 시행규칙(안)을 제시하였다.

5. 부산항 내 포장위험물 안전관리의 개선방안에 관한 연구(2009)

김태용 외(2009)의 연구에서는 부산항을 이용하는 포장위험물의 안전을 위해 포장위험물 관리제도와 현황을 살펴보고 그 개선방안을 제시하기 위한 연구이다. 이를 위해 위험물의 정의, 포장위험물의 위험특성에 대해서 기술하고, 포장위험물 해상운송에 관한 국제기준 및 국내법규를 조사하였다. 또한 포장위험물 운송 및 처리현황을 조사하였으며, 부산항 내 포장위험물의 관리 현황 및 대책을 제시하였다.

개선방안으로는 위험물장치장의 시설확충, 포장위험물 종사자의 교육 강화, CIP(Container Inspection Program)검사의 강화, 포장위험물 조작장의 설치 및 위험물컨테이너의 반입절차 개선을 제시하였다.

6. 항만터미널 위험물 관리 개선에 관한 연구(2013)

강수성(2013)의 연구에서는 항만 내의 항만위험물 관리 실태를 평가하고, 선진적 안전관리시스템을 구축하기 위한 제도적인 개선방안을 연구하였다. 그리고 항만위험물에 대한 체계적 안전관리를 위한 현실적 개선방안을 제시하였다. 이를 위해 첫째, 항만위험물 안전관리자 자격기준 마련과 해사위험물 전문교육기관 설립의 필요성, 둘째, 항만위험물의 저장방법의 개선을 위한 새로운 장치장 모델 제안 필요성, 셋째, 항만구역에 적용할 위험물 규정 마련 필요성, 위험물 컨테이너 점검 실효성 강화와 전문성 확보, 방재기구 신설 및 단일 위험물 정보시스템 필요성 등을 제안하였다.

7. 본 연구와의 차별성

앞서 살펴본 관련 선행 연구 외에도 「위험물 취급 항만의 소방시설 및 안전관리자 교육현황에 관한 연구(2015)」, 「Formal Safety Assessment를 활용한 국내

주요 항만 취급위험물질(유류 및 HNS)의 해상운송사고 분석(2013)」, 「위험물 부두 안전설비 강화에 관한 연구(2016)」등 다수 연구들이 수행되었다. 이들 선행 연구를 종합하면 다음과 같다.

기술적 측면에서는 사고방지를 위한 모니터링시스템, 정보시스템, 파워 콘트롤 타워, 워터커텐, 비상발전기, 화재방지 파이프 라인 및 도구, 인명보호장구와 긴급샤워시설 등 항만 내 갖추어야 하는 기본적인 안전성 강화 설비를 제시하고 있다.

제도적 측면에서는 법률적 미비사항, 정책적 미비사항 및 자체안전관리계획서의 미비한 내용, 선박입출항법상 안전조치 관련 세부사항 규정 미비, 안전관리자의 자격 요건에 대한 규정 미비, 안전관리자 보유기준에 대한 규정 미비, 안전관리 전문 업체에 대한 관리 규정 미비, 안전관리자의 업무 분장에 대한 법적 규정 미비와 안전관리자에 대한 재교육 및 현장 교육 미비 등을 들 수 있다.

선행연구와 달리 본 연구에서는 법·제도적, 정책적, 기술 측면의 연구를 종합적으로 수행하여 각 부문별 개선방안 수립을 통해 항만의 위험물 안전도 향상을 위한 안전관리체계 제고방안을 제공한다. 또한 적용 우선순위 분석과 항만위험물 사고 시 사고비용, 심각도와 위험도를 분석하여 개별요인별 중요도를 도출한다. 이를 통해 정책추진 시 우선순위에 따른 통합 로드맵을 수립하여 항만안전도 향상을 위한 종합적인 추진체계를 수립한다.

제2장 항만위험물 관리 현황 및 문제점

제1절 개요 및 법규

제2장에서는 위험물의 정의, 국내 위험물 관련 법규 및 위험물의 국제 규약상 분류 및 차이점에 대하여 서술하였다. 또한 국내 법률상 항만 내 위험물 이동에 따른 법률적 적용범위에 대하여 알아보고 이에 따른 항만 내 위험물 관리 현황에 대한 법적 근거 및 한계점을 도출하였다.

1. 항만위험물의 정의

위험물은 일반적으로 사회생활을 영위하는 데에 필요한 물질 중 취급 부주의로 화재, 폭발, 중독, 방사성 장애, 부식 등의 위험을 초래하여 인간 및 재산에 직접적인 악영향을 미치는 물질과 이러한 영향을 포함하는 품목으로 정의된다.⁵⁾ 이를 바탕으로 항만위험물을 정의하면 “일반적으로 사회생활을 영위하는 데 있어 필요한 물질 중 취급을 잘못하면 화재, 폭발, 중독, 방사성 장애, 부식 등의 위험이 발생하여 인간 및 재산에 직접적인 악영향을 미치는 물질 및 그것을 포함하는 물품으로 항만을 통해 수출입, 환적되는 화물”로 정의한다. 국내 법률상 위험물의 정의는 법률에 따라 상이하게 규정하고 있으며 각각의 정의는 <표 2-1>과 같이 규정하고 있다.

⁵⁾ 화학용어사전편찬회, 「화학용어사전」, 2003, p.524.

〈표 2-1〉 국내 법률상 위험물의 정의

국내법률	위험물의 정의
위험물 안전관리법 (2016. 1. 27.개정)	<ul style="list-style-type: none"> • 인화성 또는 발화성 등의 성질을 가지는 것으로서 대통령령이 정하는 물품을 의미하며 6가지 유형으로 분류됨(제2조 2항) ① 산화성고체 : 고체로서 산화력의 잠재적 위험성 또는 충격에 대한 민감성이 있는 물질을 의미 ② 가연성 고체 : 화염에 의한 발화의 위험성 또는 인화의 위험이 있는 물질 ③ 자연발화성 물질 및 금수성 물질 : 고체 또는 액체로서 공기 중에서 발화의 위험성이 있거나 물과 접촉하여 발화하거나 인화성 가스를 발생하는 위험성이 있는 물질 ④ 인화성 액체 : 액체(제 3.4 석유류 및 동식물류는 1기압 20에서 액상인 것에 한함)로서 인화의 위험성이 있는 물질 ⑤ 자기반응성 물질 : 고체 또는 액체로서 폭발의 위험성 또는 가열분해가 격렬하게 발생하는 물질 ⑥ 산화성액체 : 액체로서 산화력의 잠재적 위험성이 있는 물질
위험물 선박 운송 및 저장 규칙 (2015. 3. 10.개정)	<ul style="list-style-type: none"> • 위험물의 분류를 화학류, 고압가스류, 인화성 액체류, 가연성 물질류, 산화성 물질류, 독물류, 방사성 물질, 부식성, 유해성 물질 등 총 9가지로 분류 및 정의함(제2조 1항) ① 화약류 : 폭발성 물질(화학반응으로 주위환경에 손상을 줄 수 있는 온도·압력 및 속도를 가진 가스를 발생시키는 고체 물질, 액체 물질 또는 그 혼합물을 말한다) 및 폭발성 제품(한 종류 이상의 폭발성 물질을 포함한 제품을 말한다)으로서 해양수산부장관이 고시하는 것 ② 고압가스 : 섭씨 50도에서 0.30 메가파스칼을 초과하는 증기압을 가진 물질 또는 섭씨 20도 및 압력 0.1013메가파스칼에서 완전히 기체인 물질 중 다음에 정하는 물질로서 해양수산부장관이 고시하는 것 ③ 인화성 액체류 : 인화점에 따라 저인화점, 중인화점, 고인화점 인화성 액체로 구분됨 ④ 가연성 물질류 : 가연성물질(화기 등으로 쉽게 점화되거나 연소하기 쉬운 물질, 자체반응 물질과 이와 관련된 물질 및 둔감화된 화학류), 자연발화성 물질(자연발열이나 자연발화하기 쉬운 물질), 물 반응성 물질(물과 반응하여 인화성 가스를 발생하는 물질) ⑤ 산화성 물질류 : 산화성물질(다른 물질을 산화시키는 성질을 가진 물질, 유기과산화물은 제외), 유기과산화물(쉽게 활성산소를 방출하여 다른 물질을 산화시키는 성질) ⑥ 독물류 : 독물(인체에 독작용을 미치는 물질), 병독을 옮기기 쉬운 물질(살아있는 병원체, 살아있는 병원체를 함유하고 있는 물질이나 살아있는 병원체가 붙어있다고 인정되는 것)

국내법률	위험물의 정의
	⑦ 방사성 물질 : 「원자력법」 제2조에 따른 방사성물질(방사성 물질에 오염된 것을 포함) ⑧ 부식성물질 : 부식성을 가진 물질 ⑨ 유해성 물질 : 위의 물질 외에 사람에게 해를 끼치거나 다른 물건을 손상시킬 우려가 있는 물질
화학물질 관리법 (2016. 5. 29.개정)	• 원소·화합물 및 그에 인위적인 반응을 일으켜 얻어진 물질과 자연 상태에서 존재하는 물질을 화학적으로 변형시키거나 추출 또는 정제한 것을 의미(제2조 1항)
고압가스안전관리법 (2016. 3. 22.개정)	• 고압가스는 압축가스, 아세틸렌가스, 액화가스, 액화시안화수소, 액화브롬화메탄 및 액화산화에틸렌가스 등으로 규정함 ⁶⁾
산업안전보건법 (2016. 1. 27.개정)	• 유해물질은 직업상 암을 유발하는 물질 및 위해·위험성이 있어 근로자에 중대한 건강장애를 일으킬 수 있는 물질로 정의됨(제39조의2 1항)

자료 : 각 관련법에 의거 KMI 작성.

2. 국내 위험물 관련 법규

국내 위험물에 관련된 법규는 위험물의 종류와 관련 분야에 의해 분류되어 있으며 그러한 분류에 따라 해당 부처가 관리하고 있다. 국민안전처는 위험물 안전관리법 등을 담당하고 인화성 액체류, 산화성 물질류, 가연성 물질류, 자연발화성 물질, 독물류 및 급수성 물질을 관리하고 있으며, 환경부는 화학물질관리법 등에 의거하여 유독물질, 허가물질, 제한물질 또는 금지물질, 사고대비물질, 그 밖에 유해성 또는 위해성이 있는 물질 등의 위험물 분류를 통해 관리하고 있다. 해양수산부의 경우 위험물 선박 운송 및 저장규칙 등을 담당하고 있으며 IMDG 코드⁷⁾에 준용하여 화학류, 가스류, 인화성 액체류, 가연성 고체, 산

⁶⁾ 구체적으로 정의하면, 상용온도에서의 압력이 1메가파스칼(Mpa) 이상인 압축가스로서 실제로 그 압력이 1메가파스칼 이상 되는 것 또는 섭씨 35도 온도에서 압력이 1메가파스칼 이상이 되는 압축가스(아세틸렌가스 제외), 섭씨 15도 온도에서 압력이 0파스칼을 넘는 아세틸렌가스, 상용온도에서 압력이 0.2메가파스칼 이상 되는 액화가스로서 실제로 그 압력이 0.2메가파스칼 이상 되는 것 또는 압력이 0.2메가파스칼이 되는 경우의 온도가 섭씨 35도 이하인 액화가스, 섭씨 35도 온도에서 압력이 0파스칼을 초과하는 액화가스 중 액화시안화수소·액화브롬화메탄 및 액화산화에틸렌가스 등으로 규정

⁷⁾ IMDG 코드는 1965년 국제해사기구에서 채택한 International Maritime Dangerous Goods, 즉 국제 해상위험물 규정으로 포장된 위험물을 해상으로 운송하는 경우 강제 적용되는 국제 운송

화성물질, 독물, 방사성물질, 부식성 물질, 유해성 물질 등 총 9가지의 위험물로 분류하여 관리하고 있다. 기타 부처에서 담당하는 국내 위험물 관련 법령에 관한 사항은 아래의 <표 2-2>와 같다.

<표 2-2> 국내 위험물 관련 법령

관련법	담당부처	위험물질	관련분야
위험물 안전관리법	국민안전처	인화성 액체류, 가연성 물질류, 산화성 물질류, 독물류, 자연발화성 물질 및 금수성, 자기반응성 물질	제조-취급-운송-보관
고압가스안전관리법	산업통상자 원부	고압가스	제조-취급-운송-보관
화학물질관리법	환경부	산화성 물질류, 독물류, 부식성 물질, 유해성 물질	제조-취급-운송-보관
폐기물의 국가간 이동 및 처리에 관한 법률	환경부	방사성 물질 외 위험물	운송-처리
총포·도검·화약류 등의 안전관리에 관한 법률	행정자치부	화약류	제조-취급-운송-보관
농약관리법	농림축산 식품부	독물류	제조-취급-운송-보관
원자력법	미래창조과 학부	방사성 물질	제조-운송
선박안전법	해양수산부	방사성 물질 외 위험물	취급-운송-보관
선박의 입항 및 출항 등에 관한 법률	해양수산부	위험물	취급-운송
해양환경관리법	해양수산부	방사성 물질 외 위험물	취급-운송-보관
관세법	기획재정부	전체 위험물	보관
항공법	국토교통부	전체 위험물	취급-운송-보관
철도안전법	국토교통부	전체 위험물	취급-운송-보관
산업안전보건법	고용노동부	방사성 물질 외 위험물	제조-취급-운송-보관

자료: 강수성(2013), 항만터미널 위험물 관리 개선에 관한 고찰, 한국해양대학교 석사학위논문, p.24.

규칙임. 우리나라의 경우 1979년부터 법적근거를 도입하기 시작함

선박의 입항 및 출항에 관한 법률(구 개항질서법)은 1961년 12월 30일에 제정되었으며 IMDG 코드를 준용하여 위험물 선박운송 및 저장규칙을 규정하였다. 동 법률은 선박 및 항만에서의 위험물 반입에 관한 사항에 관하여 규정하고 있으며 위험물 반입 시 입항 전 해양수산부령에서 정하는 취지에 따라 해양수산부 장관에게 신고하도록 규정하고 있다. 또한, 해양수산부장은 필요시에 항만의 안전, 오염방지, 저장 능력 등을 고려하여 위험물의 종류 및 수량을 제한 또는 안전에 필요한 조치를 할 것을 명할 수 있도록 규정하고 있다. 위험물 하역에 있어서는 대통령령으로 정하는 바에 따라 자체안전관리계획을 수립하여 해양수산부장의 승인을 받도록 하고 있으며 2015년 10월부터 선박의 입항 및 출항 등에 관한 법률 제34조 1항에 의해 자체안전관리계획서를 작성 후에 시행을 강제화하고, 이러한 과정을 거쳐 항만 내 위험물 취급업체에 대한 안전을 강화하는 정책을 시행하였다.

자체안전관리계획서는 항만당국 및 유관기관에 관련된 항만 내 위험물 관리에 따른 정보 및 비상상황 시 긴급대응에 대한 계획을 포함하고 있으며 이를 통해 각 위험물 취급업체 내부에서 진행되는 안전관리수준을 강화시키는 것을 목적으로 수립된다. 이에 따른 안전관리계획서의 세부사항은 다음과 같다.

〈표 2-3〉 자체안전관리계획 세부사항

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ① 회사가 취급하는 위험물의 종류, 하역시설 규모, 취급수량, 운영형태 등 ② 위험물 안전관리자 책임 및 권한, 조직원 간의 개별 업무 분장, 안전관리 전담조직, 위험물 하역 시설 명칭·규격 및 수량 등 ③ 위험물 취급자 및 안전관리자에 대한 직무교육 및 안전교육 등 교육 및 훈련 종류와 교육 내용 ④ 소방시설, 안전장비, 오염방재장비 등 취급 위험물의 종류·규모에 맞는 안전시설 비치 및 유지 여부 ⑤ 취급위험물 종류에 따른 작업절차서를 포함한 취급위험물 종류별 특성, 위험도, 취급 방법 등에 따른 안전작업 요령과 기상상태 등에 따른 하역작업 기준 ⑥ 부두, 하역장비, 선박에 대한 정기적 안전점검, 하역작업 전 사전점검과 하역 중 안전점검 시행 등 ⑦ 화재, 오염사고, 자연·재해사고, 부두 내의 화재사고 등 비상사태를 대비하여 상황별로 적합한 비상대응 절차 수립, 정기적인 비상훈련 및 교육계획 수행 |
|--|

- ⑧ 위험물 취급 시 시설물 점검, 하역작업 중 발견되는 불안전요소, 개선사항에 대한 보고 체계, 처리절차
- ⑨ 이외 항만 당국에서 고시한 각 항만별 위험물 하역작업 시 안전수칙과 선박 기름화물 이송 절차에 관한 사항

자료: 해양수산부 항만운영과 고시자료 재정리. 2016. 5.

위험물 안전관리법은 위험물의 저장, 취급, 운반 및 안전관리에 관한 사항을 규정하여 위험물로 인한 위해 방지 및 공공의 안전성 확보를 위해 제정되었다. 본 법은 위험물의 저장·취급 및 운반과 이에 따른 안전관리에 관한 사항을 규정함으로써 위험물로 인한 위해를 방지하고 공공의 안전을 확보하기 위함이 목적이며 위험물관리상 총 6가지 유형으로 물질을 분류하였다. 이는 제1류인 산화성 고체, 제2류 가연성 고체, 제3류 자연발화성 물질 및 금수성 물질, 제4류 인화성 액체, 제5류 자기반응성 물질 및 제6류 산화성 액체로 분류되며 이에 따른 각 물질별 성질, 위험요소 및 품목은 아래의 <표 2-4> 와 같다.

<표 2-4> 위험물 안전관리법에 의한 위험물 분류

유별	성질	위험요소	품명
제1류	산화성고체	고체로 산화력의 잠재위험성 또는 충격에 대한 민감성이 존재하는 물질	아염소산염류, 염소산염류, 과염소산염류, 무기과산화물, 브롬산염류, 질산염류, 요오드산염류, 과망간산염류, 중크롬산염류, 기타 및 관련성분 함유물
제2류	가연성고체	화염에 의해 발화 위험성 또는 인화 위험이 존재하는 물질	황화린, 적린, 유황, 철분, 금속분, 마그네슘, 인화성고체, 기타 및 관련성분 함유물
제3류	자연발화성 물질 및 금수성물질	고체 또는 액체로 공기 중에 발화 위험성이 있거나 물과 접촉하여 발화 또는 인화성 가스를 발생할 위험성이 존재하는 물질	칼륨, 나트륨, 알킬알루미늄, 알칼리튬, 황린, 알칼리금속 및 알칼리토금속, 유기금속화합물, 금속의 수소화물, 금속의 인화물, 칼슘 또는 알루미늄의 탄화물, 기타 및 관련성분 함유물
제4류	인화성액체	액체(제 3,4 석유류 및 동식물류는 1기압 20℃에서 액상인 것에 한함)로서 인화의 위험성이 있는 물질	특수인화물, 제1석유류, 알코올류, 제2석유류, 제3석유류, 제4석유류, 동식물유류

유별	성질	위험요소	품명
제5류	자기반응성 물질	고체 또는 액체로 폭발 위험성 또는 가열 분해가 격렬하게 발생하는 물질	유기과산화물, 질산에스테르류, 니트로화합물, 니트로소화합물, 아조화합물, 디아조화합물, 하드라진 유도체, 히드록실아민, 히드록실아민염류, 기타 및 관련성분 함유물
제6류	산화성액체	액체로서 산화력의 잠재적 위험성이 있는 물질	과염소산, 과산화수소, 질산, 기타 및 관련성분 함유물

자료: 한국소방산업기술원(2013). 「위험물 이동탱크저장소 안전성향상 방안에 관한 연구」, p.10.

위험물시설의 설치는 동법 제6조 1항에 의거하여 위험물 시설을 설치하고자 하는 자는 대통령령이 정하는 바에 따라 그 설치장소를 관할하는 특별시장·광역시장 또는 시도지사의 허가를 받아야 하며 위험물시설의 정기점검은 동법 제18조 1항에 의거하여 제재소 관리인은 제5조 4항의 규정에 따른 기술기준에 적합한지의 여부를 정기적으로 점검하여 점검결과를 기록하여 보존하도록 하고 있다.

화학물질관리법은 국민건강 및 환경상의 위해를 예방하고 화학물질을 적절하게 관리하는 한편 화학물질로 인해 발생하는 사고에 신속히 대응하기 위하여 제정되었다. 여기에서 화학물질이란 유독물질, 허가물질, 제한물질 또는 금지물질, 사고대비물질, 그 밖에 유해성 또는 위해성이 있거나 그러한 우려가 있는 화학물질을 의미한다. 화학물질과 관련한 용어의 정의는 다음의 <표 2-5>와 같다.

<표 2-5> 유해화학물질관리법상 물질의 정의

용어	용어의 정의
화학물질	• 원소·화합물 및 그에 인위적인 반응을 일으켜 얻어진 물질과 자연 상태에서 존재하는 물질을 화학적으로 변형시키거나 추출 또는 정제한 것을 의미
유독물질	• 유해성이 있는 화학물질로서 대통령령으로 정하는 기준에 따라 환경부장관이 정하여 고시한 것을 의미
허가물질	• 위해성이 존재하다고 우려되는 화학물질로 환경부장관이 관계 중앙행정기관의 기관장과 협의 및 화학물질 평가위원회의 심의를 거칠 경우 제조, 수입, 사용이 가능함

용어	용어의 정의
제한물질	• 특정용도로 사용되는 경우 위해성이 크다고 인정되는 화학물질로서 그 용도로의 제조, 수입, 판매, 보관·저장, 운반 또는 사용이 금지되는 물질
금지물질	• 위해성이 크다고 인정되는 화학물질로 모든 용도로의 제조, 수입, 판매, 보관, 저장, 운반 또는 사용이 금지된 물질
사고대비 물질	<ul style="list-style-type: none"> • 화학물질 중에서 급성독성·폭발성 등이 강하여 화학사고의 발생 가능성이 높거나 화학사고가 발생한 경우에 그 피해 규모가 클 것으로 우려되는 화학물질로서 화학사고 대비가 필요하다고 인정되는 물질 1. 인화성, 폭발성 및 반응성, 유출·누출 가능성 등 물리적·화학적 위험성이 높은 물질 2. 경구투입, 흡입 또는 피부에 노출될 경우 급성독성이 큰 물질 3. 국제기구 및 국제협약 등에서 사람의 건강 및 환경에 위해를 미칠 수 있다고 판명된 물질 4. 그 밖에 화학사고 발생의 우려가 높아 특별한 관리가 필요하다고 인정되는 물질

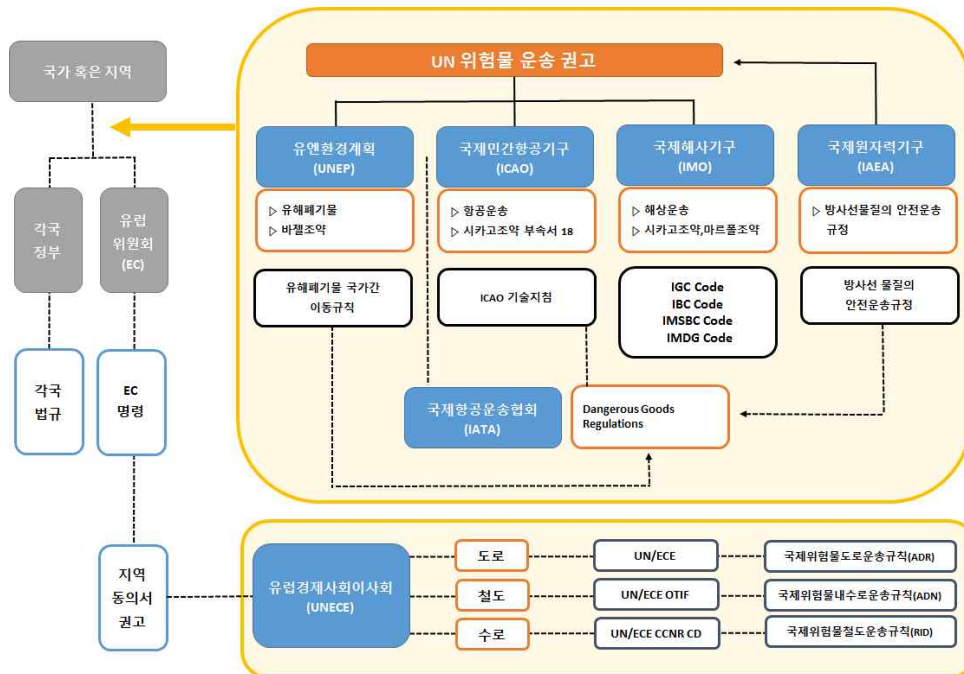
자료: 국가법령정보센터(<http://www.law.go.kr>) 검색일 : 2016. 06. 02

3. 국제 위험물 관련 규정

1956년 UN 경제사회이사회⁸⁾의 위험물운송전문가 위원회(UNCOE)⁸⁾에서 포장 위험물에 대한 유엔권고(UN Recommendation)를 제정하였다. 이는 유엔경제사회이사회(ECOSOC)는 위험물 운송을 통제하는 국제규칙이 각 운송수단별, 지역별, 국가별로 통합되지 못하는 상황을 인식함에 따라 1956년 위험물 운송에 관한 유엔권고를 통해 선박, 항공, 도로, 철도 등 운송수단에 적용 가능한 기준안을 제정하게 된 것이다.

⁸⁾ United Nation Committee of Expert of Transport of Dangerous Goods

〈그림 2-1〉 위험물 운송 관련 국제규정 및 지역별 법규와 국제협약



자료: 한국교통연구원, 국제기준과 조화된 위험물 운송 관리체계 구축방안 연구 재정리, 2009, p.7.

유엔권고 이후 국제해사기구(IMO), 국제민간항공기구(ICAO), 유럽경제위원회(UNECE), 국제철도운송기구(OCTI) 등이 운송수단별 위험물 운송기준을 제정하게 되었으며 운송수단별로는 선박은 국제해상위험물규칙(IMDG Code), 항공은 위험물항공운송기술지침(TI), 철도는 국제위험물철도운송규칙(RID), 도로는 국제위험물 도로운송규칙(ADR), 내수로의 경우는 국제위험물내수운송규칙(ADN) 등으로 국제기준이 제정되었다.

유엔권고는 법적 성격상 구속력이 없으나 국제해상위험물규칙, 위험물항공운송기술지침, 국제위험물철도운송규칙, 국제위험물 도로운송규칙, 국제위험물 내수운송규칙 등과 같은 국제규칙은 국내법상 적용되어 이를 통해 구속력을 적용하고 있다. 특히 IMDG Code는 국내의 선박안전법상 위험물선박운송 및 저장규칙, 해양환경관리법상 선박으로부터의 오염방지, 선박입출항법상 위험물의 항만반입통제 등에 적용되었다.

〈그림 2-2〉 운송수단별 위험물 국제기구 및 규칙



자료: 한국해사위험물검사원(2010), 「IMDG Code 교육자료」

국제해사기구(International Maritime Organization : IMO)의 국제해상인명안전협약(SOLAS Convention)에 의하면 해상위험물은 포장 위험물, 산적 액화가스, 산적 액체화학품, 산적 고체위험물로 구분되며 이와 관련한 하위 실행규칙은 다음의 <표 2-6>과 같다.

〈표 2-6〉 국제해사기구의 위험물 분류 및 실행규칙

위험물 분류	관련시행규칙	관련내용
포장 위험물	국제 해상 위험물 규칙 (Internaitonal Maritime Dangerous Goods Code : IMDG Code)	<ul style="list-style-type: none"> • 포장위험물을 9가지로 분류함 ① 화약류 ② 가스류 ③ 인화성액체 ④ 가연성물질류 ⑤ 산화성물질 및 유기과산화물 ⑥ 독물 및 전염성물질 ⑦ 방사성물질 ⑧ 부식성물질 ⑨ 유해성물질
산적 액화 가스	국제액화가스운송선의 구조 및 설비기준 (International Code for the Construction and Equipment of Ships carrying Liquefied Gases in Bulk: IGC Code)	<ul style="list-style-type: none"> • 곡물을 제외한 산적고체화물을 A,B,C 그룹으로 분류함 ① A Group: 해상운송 중 화물 액상화가 원인으로 선박 복원성 상실 및 전복 위험성을 지닌 화물 ② B Group: 선박의 화재 및 폭발 그로 인한 인명피해 등의 위험한 상황이 발생 가능한 화학적 위험성을 띤 화물 ③ C Group: 액상화 또는 화학적 위험성이 없는 화물
산적 액체 화학품	국제산적위험화학품운송선의 구조 및 설비기준 (International Code for the Construction and Equipment of Ships carrying Liquefied Gases in Bulk : IBC Code)	<ul style="list-style-type: none"> • 규칙에서 정의한 위험물은 화재 위험성이 있는 물질, 건강에 유해한 독성물질, 반응성 물질 및 해양오염 물질을 의미 • 선박의 화물탱크 배치, 화물격납 설비, 화물의 이송, 온도제어, 소화와 통풍장치 등
산적 고체 위험물	국제해상고체산적화물규칙 (International Maritime Solid Bulk Cargoes Code : IMSBC Code)	<ul style="list-style-type: none"> • 화물탱크 배치, 화물 압력, 온도 조절, 화물탱크 통풍, 전기 설비, 소화와 가스탐지 장치 등
방사성 폐기물	선박 내에 적재되고 포장된 방사성 핵연료, 플루토늄·고준위 방사성 폐기물에 대한 안전 운송에 관한 국제규칙 (International Code for the Safe Carriage of Package Irradiated Nuclear Fuel, Plutonium and High-Level Radioactive Wastes on Board Ships : INF Code)	<ul style="list-style-type: none"> • 선박 손상 복원성, 화재의 안전조치, 화물 구역 온도 관리, 구조적인 고려 사항, 화물 고박, 방사능 물질 보호 등에 관련된 규정 등

자료: 해양한국(2016), 「해상클레임 예방가이드 위험물 해상운송」재정리

특히 IMDG 코드는 2002년 5월 IMO 75차 회의에서 IMDG Code 31차 개정판의 발행과 동시에 강제화를 결정하고 2004년 1월 1일부터 발효가 되었으며 현재 2년마다 개정이 되며 국내 규정도 이에 대응하여 개정되고 있다.

주요 내용으로는 위험물의 분류 원칙을 포함한 등급(Class) 정의, 위험물 목록, 시험절차, 포장요건, 표시·표찰, 운송서류 등이 포함된다.

위험물의 분류는 화약류, 가스류, 인화성 액체류, 가연성고체, 산화성물질, 독물·전염성물질, 방사성물질, 부식성 물질, 유해성 물질 등 총 9가지이고, 구체적인 분류는 <표2-7>과 같다.

〈표 2-7〉 IMDG 코드상 위험물 분류

Class / Division	내용
Class 1	화약류 (Explosives)
1.1	대폭발 위험성이 있는 물질 및 제품
1.2	발사 위험성은 있으나 대폭발 위험성은 없는 물질 및 제품
1.3	화재 위험성이나 약간의 폭발 위험성 또는 약간의 발사 위험성이나 그 양쪽 모두가 있으나, 대폭발 위험성은 없는 물질 및 제품
1.4	중대한 위험성이 없는 물질 및 제품
1.5	대폭발 위험성이 있는 매우 둔감한 물질
1.6	대폭발 위험성이 없는 매우 둔감한 물질
Class 2	가스류 (Gases)
2.1	인화성 가스
2.2	비인화성, 비독성 가스
2.3	독성가스
Class 3	인화성 액체류 (Flammable Liquids)
Class 4	가연성 물질류 (Flammable Solid, Spontaneous Combustible & Substances which, in contact with water, emit flammable gases)
4.1	가연성 물질
4.2	자연발화성 물질
4.3	물과 접촉 시 인화성 가스를 방출하는 물질(물반응성 물질)
Class 5	산화성 물질류 (Oxidizing Substances & Organic Peroxides)
5.1	산화성 물질
5.2	유기과산화물

〈표 2-7〉 IMDG 코드상 위험물 분류(계속)

Class / Division	내용
Class 6	독성 및 전염성물질 (Toxic & Infectious Substances)
6.1	독성물질
6.2	병독을 옮기기 쉬운 물질(전염성 물질)
Class 7	방사성 물질 (Radioactive Materials)
Class 8	부식성 물질 (Corrosive Substances)
Class 9	기타의 위험물질 및 제품(Miscellaneous Dangerous Substances & Articles)

자료: 한국해사위험물검사원 홈페이지(<http://www.komdi.or.kr>) 검색일 : 2016. 02. 20.

적재방법은 포장위험물 상호 간의 격리표의 분류에 따라 1~4로 나누고 있으며 선박의 구조를 고려하여 갑판상부와 갑판하부에 따라 적재기준이 다르게 나타난다.

〈표 2-8〉 IMDG상 포장위험물 격리방법

적재방법	1	2	3	4
갑판상부 적재	수평거리로부터 3m이상 격리	수평거리로부터 6m이상 격리	수평거리로부터 12m이상 격리	수평거리로부터 24m이상 격리
갑판하부 적재	동일 화물창 또는 구획에 적재가능. 단, 수평거리 3m이상 떨어지게 적재	별도의 화물창 또는 구획에 적재	1화물창 이상 또는 1구획실 이상 떨어지게 적재	선수미방향 으로 1화물창 이상 또는 1구획실 이상 떨어지게 적재

자료: 한국해사위험물검사원 홈페이지(<http://www.komdi.or.kr>) 검색일 : 2016. 02. 20.

야드에서 2가지 이상의 위험물을 혼재하여 적재할 경우에는 유출에 대한 피해를 최소화시키기 위해 화물 간 격리(Segregation)를 규정하고 있다. 격리방법은 2차 위험성, 화물의 반응성, 확산성 등을 고려하여 충분한 격리, 1차 구획실 또는 1화물창에 대한 격리, 1구획실 또는 1화물창 종방향에 대한 격리 적재 형태로 구분되고, 동일물질로 구성되어 있으나 물질 내 수분 함량이 상이한 위험물, 상호접촉에 따른 위험 반응이 발생하지 않는 위험물을 제외한 모든 화물은 규정된 적재방법을 준수해야 한다.

〈그림 2-3〉 IMDG 포장위험물 상호 간의 격리표

위험물 분류	1.1 1.2 1.5	1.3 1.6	1.4	2.1	2.2	2.3	3	4.1	4.2	4.3	5.1	5.2	6.1	6.2	7	8	9
화약류 1.1,1.2,1.5				4	2	2	4	4	4	4	4	4	2	4	2	4	×
화약류 1.3, 1.6				4	2	2	4	3	3	4	4	4	2	4	2	2	×
화약류 1.4				2	1	1	2	2	2	2	2	2	×	4	2	2	×
가스류 2.1	4	4	2	×	×	×	2	1	2	×	2	2	×	4	2	1	×
가스류 2.2	2	2	1	×	×	×	1	×	1	×	×	1	×	2	1	×	×
가스류 2.3	2	2	1	×	×	×	2	×	2	×	×	2	×	2	1	×	×
인화성 액체 3	4	4	2	2	1	2	×	×	2	1	2	2	×	3	2	×	×
가연성 물질 4.1	4	3	2	1	×	×	×	×	1	×	1	2	×	3	2	1	×
자연발화성 물질 4.2	4	3	2	2	1	2	2	1	×	1	2	2	1	3	2	1	×
물반응성 물질 4.3	4	4	2	×	×	×	1	×	1	×	2	2	×	2	2	1	×
산화성 물질 5.1	4	4	2	2	×	×	2	1	2	2	×	2	1	3	1	2	×
유기과산화물 5.2	4	4	2	2	1	2	2	2	2	2	2	×	1	3	2	2	×
독물 6.1	2	2	×	×	×	×	×	×	1	×	1	1	×	1	×	×	×
전염성 물질 6.2	4	4	4	4	2	2	3	3	3	2	3	3	1	×	3	3	×
방사성 물질 7	2	2	3	3	1	1	2	2	2	2	1	2	×	3	×	2	×
부식성 물질 8	4	2	2	1	×	×	×	1	1	1	2	2	×	3	2	×	×
유해성 물질 9	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×

■ “X”는 격리가 불필요함을 나타냄.

자료: 한국해사위험물검사원 홈페이지(<http://www.komdi.or.kr>) 검색일 : 2016. 02. 20.

제2절 국내 위험물 처리 현황

1. 수출입 절차

국내 포장위험물 수출의 경우 화주가 수출예정인 위험물을 검사대행기관인 한국해사위험물검사원에 검사의뢰하며 이때 MSDS, Packing List 등을 첨부한다. 한국해사위험물검사원은 해당 위험물의 국제법 및 국내규정 적합여부 및 용기 안전성 등을 고려하여 검사를 실시하며 적합할 경우 위험물컨테이너수납 검사증(CPCDGs: Container Packing Certificate of Dangerous Goods)을 발급한다.

화주로부터 해상운송을 의뢰받은 해운사가 각 해수부 지방청에 항만 내 반입 24시간 전 위험물 반입신고서에 위험물 적하일람표를 첨부하여 반입신고를

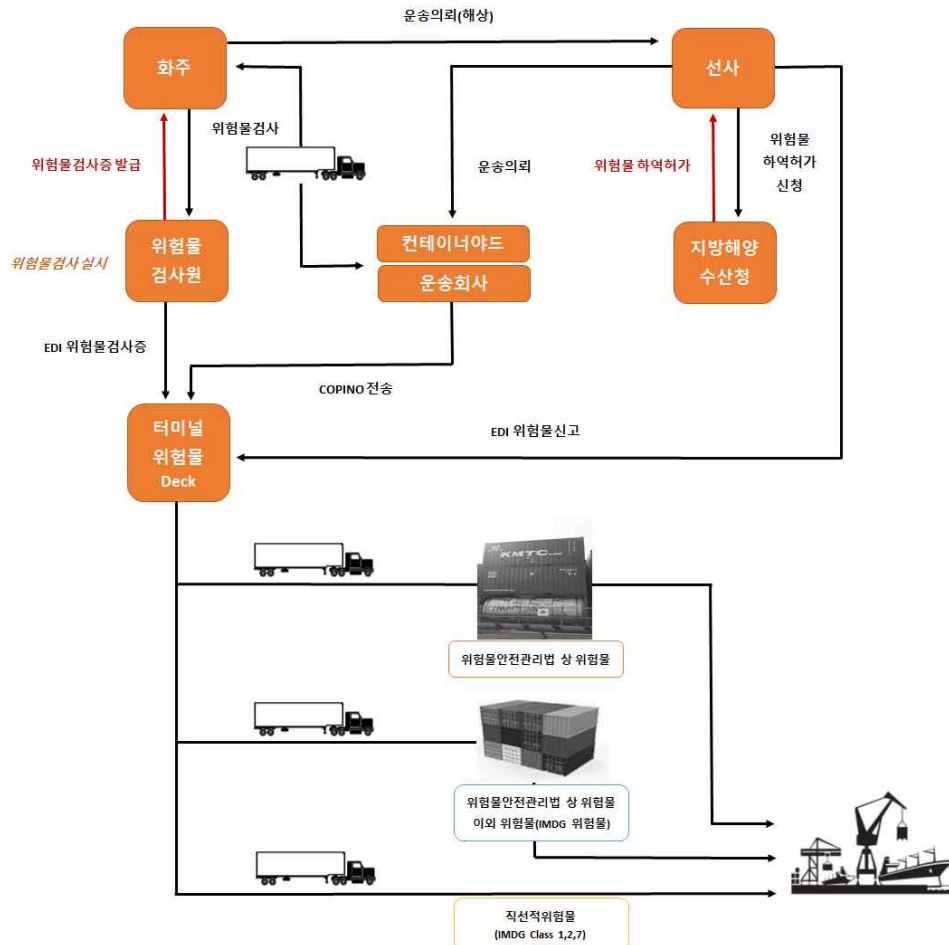
하며 적합시에 지방청은 반입신고 확인서를 발급하고, 반입신고 후 해운회사는 하역회사에 위험물적하일람표를 케이엘넷을 통해 EDI로 위험물 반입을 신고한다.

하역회사로 반입된 위험물 중 화약류, 고압가스류, 방사성물질의 경우 보관 없이 선적이 진행되며 「위험물 안전관리법」에 적용되는 위험물은 위험물 옥외저장소, 그 외 위험물은 일반 화물 장치장에 저장된 후 선적된다. 항만위험물 수입의 경우 세관에 수입신고와 관할 지방 해양수산청에 반입신고를 해야 한다.

세관 수입신고의 경우 전 출항지에 대해서 ㉠출항 전 신고, ㉡입항 전 신고, ㉢보세구역 도착 전 신고, ㉣보세구역 장치 후 신고 중 수입업자의 필요에 따라 신고방법 선택이 가능하다. 위험물 반입신고는 반입 24시간 전 혹은 이전 출항지에서 해당 도착항까지의 운항 시간이 24시간을 초과하지 않는 경우에는 관할 지방 해양수산청으로 반입신고를 해야 한다.

한국해사위험물검사원의 검사를 통과한 수출 위험물의 흐름도는 <그림 2-4>와 같다. 해사위험물검사원의 검사를 통과하여 CPC를 발급받은 위험물은 화주 공장을 출발하여 도로운송 혹은 철도를 통해 항만구역으로 반입되고, 위험물을 전송받은 운송사는 해운회사 또는 화주로부터 받은 위험물에 대한 정보를 터미널 반입 전까지 e-TRANS를 통해 터미널로 전송한다. 터미널은 해운사로부터 사전신고된 위험물 정보와 운송사의 위험물 반입정보를 비교하여 정보가 일치하는 경우 해당 위험물을 항만으로 반입하고, 반입된 위험물은 위험물의 종류에 따라 옥외저장소 저장, 선적 또는 일반 화물 장치장에 저장된다.

〈그림 2-4〉 항만을 통한 위험물 운송절차



자료: 강수성(2013), 항만터미널 위험물 관리 개선에 관한 고찰, 한국해양대학교 석사학위논문, p.33.

수입 위험물은 선적지에서 검사가 완료됨에 따라 해사위험물검사원의 검사 없이 해운사가 해당 위험물 정보를 해당 터미널에 신고하며 터미널은 위험물정보에 따른 작업계획 수립 후 위험물을 양하한다.

산적액체위험물의 경우 일반적으로 파이프라인을 통해 부두 배후지의 저장 탱크로 하역한다. 부두 내 위험물관리는 파이프라인을 통한 이송 중 발생 가능한 화물유출 및 화재폭발 등의 사고안전관리를 위해 각 부두마다 자체안전관리

계획서에 따라 부두를 운영하고 있다. 부두 배후지의 저장탱크의 경우 항만 내 위험물 취급안전규칙에 적용되는 시설이 아니며 초기의 시설 설치 시 설비기준은 위험물 안전관리법 시행규칙 제 33조 『옥외탱크저장소의 위치·구조 및 설비의 기준』을 따른다.

부두 내 위험물관리는 파이프라인을 통한 이송 중 발생 가능한 화물유출 및 화재폭발 등의 사고안전관리를 위해 자체안전관리계획서를 각 부두마다 작성 후 이에 따라 운영하고 있다. 부두 배후지 저장탱크의 경우 위험물 안전관리법에 적용되는 시설로 초기 시설 설치 시 인근탱크와의 거리, 인근 주택지와의 안전거리와 같은 시설기준은 동법의 기준에 따른다.

2. 화물량

부산항의 컨테이너 전용부두 위험물 처리실적은 증가 추세에 있다. 2012년 450,357TEU에서 2013년 409,614TEU로 9% 하락하였으나, 2014년 475,151TEU로 전년대비 16% 증가하였다. 신항은 위험물 화물의 처리실적이 지속적으로 증가하고 있으며, 컨테이너 기준으로 북항은 2013년 전년대비 36.7%로 하락하였으나, 2014년 전년대비 41.2% 증가하여 위험물 화물의 처리 비중이 급증하였다.

〈표 2-9〉 부산항 컨테이너 위험물 처리실적

(단위: TEU)

	구분	2012년	2013년	2014년
부산항 전체	소계	450,357	409,614	475,151
	수출입	246,351	203,861	263,034
	T/S	204,016	205,753	212,117
북항계	소계	200,236	126,745	179,022
	수출입	140,213	76,721	126,404
	T/S	60,023	50,024	52,618
자성대 부두	소계	42,421	48,142	52,561
	수출입	34,931	27,729	31,437
	T/S	7,490	20,413	21,124

	구분	2012년	2013년	2014년
신선대 부두	소계	62,218	38,272	67,758
	수출입	46,703	22,306	55,545
	T/S	15,515	15,966	12,213
감만부두	소계	45,624	13,492	27,890
	수출입	30,965	9,499	21,400
	T/S	14,659	3,993	6,490
신감만 부두	소계	31,972	26,839	30,813
	수출입	17,837	17,187	18,022
	T/S	14,135	9,652	12,791
우암부두	소계	18,001	17,101	-
	수출입	9,777	9,288	-
	T/S	8,224	7,813	-
신항계	소계	248,996	282,869	296,129
	수출입	105,343	127,140	136,630
	T/S	143,663	155,729	159,499
신항1부두	소계	36,601	45,190	46,651
	수출입	9,630	16,166	18,632
	T/S	26,971	29,024	28,019
신항2부두	소계	80,540	84,690	94,926
	수출입	28,552	32,124	40,683
	T/S	51,998	52,566	54,243
신항3부두	소계	48,869	51,743	29,604
	수출입	22,372	25,204	18,728
	T/S	26,497	26,539	10,876
신항4부두	소계	70,122	69,916	85,010
	수출입	38,871	40,068	42,735
	T/S	31,251	29,848	42,275
신항5부두	소계	12,864	31,330	39,938
	수출입	5,918	13,578	15,852
	T/S	6,946	17,752	24,086

자료: 부산항 컨테이너 화물 통계집, 2015, 부산항만공사, 2015.

최근 5년간 국내 항만의 산적액체위험물 수출입물량은 2011년 4억 3,663만 톤, 2012년 4억 4,897만 톤, 2013년 4억 4,706만 톤, 2014년 6억 3,714만 톤, 2015년 3억 8,589만 톤으로 처리하였다. 2015년에는 원유, 석유관련 제품의 수출입 감소로 큰 폭으로 하락하였다.

〈표 2-10〉 산적액체위험물 항만 수출입물동량

(단위: MT)

품목		2011	2012	2013	2014	2015
		계	계	계	계	계
원유(역청유), 석유	수입	139,573,733	139,988,522	131,224,966	179,295,359	111,102,248
	수출	12,030,899	10,819,211	8,341,927	9,424,469	5,331,245
석유 정제품	수입	67,757,273	72,503,505	77,203,058	122,888,988	74,466,073
	수출	95,890,854	98,708,435	96,161,859	140,243,947	86,754,974
석유가스 및 기 타가스	수입	63,473,822	65,268,149	71,801,454	96,687,965	52,934,085
	수출	3,672,341	4,526,170	4,563,081	6,250,567	4,097,782
화학공업생산물	수입	27,100,763	27,901,055	26,445,386	38,165,931	22,233,720
	수출	27,131,733	29,254,317	31,316,666	44,178,202	28,969,150
수입계		297,905,591	305,661,231	306,674,864	437,038,243	260,736,126
수출계		138,725,827	143,308,133	140,383,533	200,097,185	125,153,151
총 계		436,631,418	448,969,364	447,058,397	637,135,428	385,889,277

※ 통계치는 우리나라 전체 물동량 기준임
 자료 : 울산항만공사 통계자료(2016)

3. 시설

1) 산적액체위험물 시설 현황

산적액체위험물은 산적액체위험물 운송선박의 시설 등에 관한 기준(위험물 안전관리법 제237조 제1호)에 의해 분류된다. 산적을 통해 운송되는 인화성 액체류인 액화가스물질, 액체화학품, 인화성 액체물질, 유해성 액체물질, 액체화학품 폐기물로 분류되고, 위험물 안전관리법(제2조)에 명시되어 있는 위험물 분류 중 제4류 인화성액체 및 제6류 산화성액체로 구분되어 있다.

2015년 현재 국가항 내 산적액체위험물을 취급하는 부두는 총 56개로 선석수는 총 149개가 분포되어 있다.

〈표 2-11〉 산적액체위험물 관련 항만시설 현황

번호	항만명	항만시설명	선석수	주요취급화물
1	대산항	한화토탈부두	7	석유제품유 및 액화석유가스
2		한화종합화학	1	섬유원료
3		씨텍부두	6	나프타, 에틸렌 등
4	대산항	현대오일뱅크부두	9	나프타 및 벤젠
5	안정항	한국가스공사	2	액화천연가스
6	지세포항	한국석유공사	1	원유
7	부산항 북항	감만부두	1	석유제품유
8		동명부두	4	윤활유
9		동삼안벽	1	윤활유
10	부산항 감천항	감천 6부두	4	액체화물
11	광양항	OKYC터미널	4	원유 및 석유제품유
12		U-1입출하부두	1	원유
13		원유부두	3	케미컬,유탕커
14		제1제품부두	8	케미컬탱커
15		코스모스부두	1	가스캐리어
16		제2제품부두	2	케미컬,유탕커
17		광양항 사포1부두	1	유류
18		VCM부두	1	가성소다
19		LPG부두&E1부두	2	부탄 및 프로판
20		삼남부두	1	케미컬
21		낙포부두	5	원유, 화학제품
22		석유화학부두	2	석유화학제품
23		중흥부두	5	석유화학제품
24		제2중흥부두	2	석유화학제품
25		LNG부두	1	액화천연가스
26	울산항	제3부두	1	케미컬제품류
27		제4부두	2	케미컬제품류
28		제5부두	1	케미컬제품류
29		용잠/UTT	1	액체화학
30		SK에너지	20	석유화학제품
31		SK가스부두	2	액화석유가스
32	울산신항	모래부두	1	화학제품류
33	온산항	대한유화부두	2	케미컬제품류

번호	항만명	항만시설명	선석수	주요취급화물
34		OTK 1부두	2	화학제품류
35		태영호라이즌	2	케미컬류
36		효성부두	1	케미컬류, 고압가스류
37		동북부두	3	액체화물류
38		온산2부두	1	케미컬제품류
39		정일1,2부두	4	액체화물
40		신항3,4부두	2	액체화물
41	울산항	원유부이	1	원유
42	온산항	S-OIL부두/원유부이	9	원유 및 액화가스,케미컬제품류
43	울산신항	현대오일터미널	1	석유제품류
44	인천남항	한일탱크터미널	1	케미컬제품류
45	인천북항	sk부두 돌핀	3	원유 및 케미컬제품류
46		GS칼텍스 돌핀	1	석유제품류 및 케미컬제품류
47	인천신항	한국가스공사 돌핀	2	액화천연가스
48		E-1 돌핀	1	액화석유가스
49	제주항	제4부두	1	석유제품유
50	평택항	동부두	1	액체화물
51		서부두	1	액체화물
52		한국가스공사	2	액화천연가스
53		한국석유공사	2	액화석유가스 및 석유제품유
54		한국서부발전	1	석유제품유
55		SK가스터미널	1	액화석유가스
56		SP탱크터미널	1	케미컬제품유
총 선석수			149	

자료: 해양수산부 항만운영과 내부자료 재구성

컨테이너 위험물은 각 항마다 상이한 차이를 나타나고 있으며 기존의 통계 자료를 통해서는 해상반입, 육상반입상 보관화물, 터미널 자체 사용되는 위험물, 위험물 환적화물량 등 정확한 항만 내 위험물 이동경로 및 적치량을 분류하기 어렵다. 또한 대부분의 항만에서 인화성 액체류의 반입량이 많으나 Bunker-A, Bunker-C, 윤활유, 폐유 등의 분류기준이 모호하여 수치상 IMDG 코드에 포함되거나 제외되어 있다.

부산항의 위험물 시설은 북항 31개소, 신항 37개소로 총 68개소가 산재되어 있으며, 저장능력은 북항 20,250톤, 신항 31,866톤 등 총 52,116톤이다.

〈표 2-12〉 부산항 위험물 저장시설 현황

부 두	운영회사	위험물저장소 현황 (68개소 / 52,116톤)		구분
신선대부두	CJ대한통운	옥외저장 2 옥내저장 3 이동탱크 2 주유취급소 1 지하탱크 1	5,500톤	북항
자성대부두	(주)한국허치슨터미널	옥외저장 3 지하탱크 3 이동탱크 1 주유취급소 2	1,250톤	
감만부두	부산인터내셔널터미널(주)	옥외저장 5 주유취급소 2	9,000톤	
신감만부두	동부부산컨테이너터미널(주)	옥외저장 2 옥내탱크 2 이동탱크 1 주유취급소 1	4,500톤	
신항 1부두	부산신항 국제터미널(주)	옥외저장 6 주유취급소 1 옥내저장 2	7,200톤	신항
신항 2부두	부산신항만(주)	옥외저장 6 옥내저장 2	9,440톤	
신항 4부두	현대부산 신항만(주)	옥외저장 5 주유취급소 1	2,721톤	
신항 5부두	(주)비엔씨티	옥외저장 9 주유취급소 1 옥내탱크 1 옥내저장 3	12,505톤	

자료 : 부산광역시 소방안전본부, 항만위험물 안전관리 실태 확인 결과(내부자료), 2015.8.

인천항의 위험물 시설은 신항 11개소, 남항 4개소로 총 15개소가 산재되어 있으며, 저장능력은 신항 35,358톤, 남항 1,650톤으로 총 37,008톤이다.

〈표 2-13〉 인천항 위험물 저장시설 현황

부 두	운영회사	위험물저장소 현황 (15개소 / 37,008톤)		구분
HJIT	한진인천컨테이너터미널	옥외저장 5 주유취급소 1	16,278톤	인천 신항
SNCT	선광신컨테이너터미널(주)	옥외저장 5	19,080 톤	
ICT	PSA 인천컨테이너터미널	옥외저장 3 지하탱크 1	1,650톤	인천 남항

자료: KMI 조사, 2016. 09.

울산항의 경우는 산적 액체 위험물이 주류를 이루고 있고, 총 탱크 수는 746기, 저장용량은 3,653,228 kl이다.

〈표 2-14〉 울산항 상업용 탱크터미널 현황

운영회사	위험물저장소 현황 (탱크수(기) / 저장용량)	
정일스톨드헤븐	207	1,215,000 kl
한국보팍터미널	142	274,600 kl
태영인터스트리	107	250,850 kl
태영호라이즌	41	232,450 kl
오드펠터미널코리아	85	313,710 kl
효성	12	25,000 kl
동북화학	37	199,000 kl
온산탱크터미널	10	97,500 kl
SK가스(지허브)	59	490,000 kl
현대오일터미널	35	279,918 kl
성운탱크터미널	11	275,200 kl
합계	746	3,653,228 kl

자료: 울산항만공사, 「2015년 전국항만별 통계자료」

3) 위험물 수입컨테이너 점검 현황

위험물 수입컨테이너의 수납검사 및 용기·포장검사는 (재)한국해사위험물검사원, 용기검사는 (사)한국선급에서 의뢰를 받아 대행하고 있다.

용기검사의 경우 낙하시험, 기밀시험, 수압시험, 수직단적재 검사 등의 최소 기준만 통과하면 되며, 주입물은 온도변화에 따른 팽창이 있으므로 공기 확보율을 검사한다.

컨테이너는 수출의 경우 전수 조사를 하나, 수입의 경우 샘플 검사를 실시하고 있다. 점검수량은 2009년 3,317개에서, 2010년 3,693개, 2011년 4,297개, 2012년 4,876개, 2013년 5,409개로 매년 증가하고 있다. 항만별 점검수량은 2013년 기준물동량이 가장 많은 부산지방해양수산청이 3,976개로 가장 많았으며, 다음으로 여수지방해양수산청 527개, 인천지방해양수산청 508개, 울산지방해양수산청 239개 순이며, 위반율은 2010년 21.9%로 높은 수준이었으나 지속적으로 감소하여 2013년 6.2%를 기록하였다.

〈표 2-15〉 위험물 연도별 점검 실적

(단위: TEU)

점검연도	항만	점검수량	위반건수	위반율(%)
2013년	부산청	3,976	209	5.3
	여수청	527	1	0.2
	인천청	508	73	14.3
	울산청	239	35	14.6
	포항청	30	1	3.3
	평택청	129	16	12.4
	소계	5,409	335	6.2
2012년	부산청	3,437	295	8.6
	여수청	511	24	4.7
	인천청	518	86	16.6
	울산청	234	33	14.1
	포항청	51	1	2.0
	평택청	125	14	11.2
	소계	4,876	453	9.3
2011년	부산청	3,003	420	14.0
	여수청	421	91	21.6
	인천청	424	74	17.5

점검연도	항만	점검수량	위반건수	위반율(%)
	울산청	324	44	13.6
	포항청	20	3	15.0
	평택청	105	12	11.4
	소계	4,297	644	15.0
2010년	부산청	2549	534	20.9
	여수청	401	84	20.9
	인천청	400	109	27.3
	울산청	312	78	25.0
	포항청	9	0	0
	평택청(시범)	22	4	18
	소계	3,693	809	21.9
2009년	부산청	2,308	418	18.1
	여수청	408	129	31.6
	인천청	401	79	19.7
	울산청	200	60	30.0
	소계	3,317	686	20.7

자료: 해양수산부 해사산업기술과 내부행정자료

4. 위험물 사고

위험물 사고는 사고 발생 시 누출, 화재, 폭발 등을 동반하여 막대한 인적·물적 피해를 가져오는 것이 특징이다. 여기에서는 국내·외 위험물 제조·저장 시설물 및 해상, 항만에서 발생한 위험물 사고 현황을 조사·정리한다.

1) 위험물 제조·저장 시설물 사고사례

2000년대 초 발생한 여천화학공단 폭발사고와 2012년 구미공단 불산 누출사고가 대표적인 사례이다.

가. 여천공단 폭발사고

여천공단 폭발사고는 MEK-PO(메틸에틸케톤 과산화물) 공정에서 온도가 급상승하여 MEK-PO가 분해 및 폭발한 사고로 관리자의 안전관리 규정 미준수로 인해 발생하였다.

공정작업 이후 시설 내 MEK-PO 잔여물은 폭발 위험성이 있으므로 중화작업을 실시해야 하나 작업자는 중화작업을 실시하지 않은 상태에서 시설기기를

가동시켰다. 이 때 기기 내 급속한 온도상승으로 잔여물이 폭발하였고, 이 사고로 인해 25명의 사상자와 화학물질이 하천으로 유입되는 등 인적·환경적 막대한 피해가 발생하였다. 공정건물 및 공정설비 전파, 공장주변 승용차 20여대 파손 및 주변업체 시설 일부파손으로 약 60억 원의 재산피해를 가져왔다.

나. 구미불산 누출사고

구미불산 누출사고의 경우 불산 이송 도중 근무자의 부주의로 인해 호스연결 작업 간에 불산이 누출되었다. 불산 이송 과정 중 순차적으로 에어밸브와 원료밸브의 플랜지를 제거해야 하나 작업순서를 따르지 않고 동시에 제거한 것이 사고의 원인으로 조사되었다.

이 사고로 인해 1차 피해로 35명의 사상자가 발생하였고, 2차 피해로 인해 2,497명이 병원치료를 받았으며 135헥타르의 농작물, 가축 2,750마리 및 포도, 사과, 배 등 과수 및 조경수, 가로수 등 광범위한 지역에 환경피해가 발생하였다. 차량 25대와 주변건물 부식 등 73개 업체 약 94억 원의 경제적 손실이 발생하였다.

이러한 사고들은 안전관리자 및 작업자의 안전관리 규정 미준수가 사고를 발생시킨 주요 원인이었으며 근로자의 부주의 및 안전 불감증 또한 이러한 사고를 발생시키는 원인으로 지목되었다.

2) 해상 위험물 사고사례

2002년 콜롬보 인근 해상에서 발생한 한진 펜실베니아 폭발 사고 및 2006년 인도양에서 발생한 현대소속 컨테이너선 포춘호 폭발사고는 국내 위험물 컨테이너 수송 및 보관에 대한 안전관리의 중요성을 인식하게 된 계기가 되었다.

가. 한진 펜실베니아호 폭발사고

한진 펜실베니아호는 운항 중 원인 불명의 컨테이너 폭발로 인해 화재가 발생하였다. 4번 선창에서 발생한 화재는 4일간 지속되었고, 6번 선창 폭발 이후 전소되었다.

당시 6번 선창의 컨테이너에는 중국선적의 불꽃놀이용 화약이 적재되어 있었고, 폭발 이후 감항성을 잃은 선박은 예인선에 의해 싱가포르로 옮겨져 전손

처리 후 중국선박해체업체에 매각되었다. AON⁹⁾ 해상재보험협회 보고서(2003)에 따르면 선체 60천만 달러, 화물 1억 7,500만 달러의 피해가 발생하여 보험배상 처리하였다.

나. 현대 포춘호 폭발사고

현대 포춘호의 경우 선미에서 초기 화재 발생 이후 불길이 위험물 컨테이너에 옮겨 붙으며 폭발하였다. 화재 발생 이후 27명의 선원은 독일군함에 의해 구조되었으며 초기화재에 의해 60~80개의 컨테이너가 전손되었다. 이후 11월 23일 선미에 적재되어 있던 불꽃놀이용 화약이 폭발하며 전소되었다.

화재 전소 후 배는 오만으로 예인되어 2,249개의 컨테이너는 타선으로 옮겨졌으며 화물 및 선박피해 추산 8억 달러의 피해액이 발생하였다.

3) 항만위험물 사고사례

항만에서 일어난 사고로는 1947년 발생한 휴스턴항 비료운반선 폭발 사고(Texas Disaster), 2015년 1월 울산항 한양 에이스호 폭발사고, 동년 8월에 발생한 중국 천진항 폭발사고가 있다.

가. 미국 휴스턴항 폭발사고

1947년 발생한 휴스턴항 비료운반선 폭발사고(Texas Disaster)는 선적 중인 액체위험물에 화재가 발생하여 항만 전체로 번진 사고이다. 암모니아질산염 2,200톤을 선적한 Grandcamp호에서 초기화재가 발생한 뒤 인근선석에 정박 중인 비료운반선 및 항만 전체로 화재가 확산되어 연쇄 화재가 발생했다.

초기진화 실패 이후 화물이송 파이프라인으로 수증기를 주입하여 재진화를 시도하였다. 그러나 이때 주입된 수증기가 화물창 내 암모니아 질소 및 유황과 반응하여 폭발이 발생하였다. 5,500여 명의 사상자 발생과 인근 케미컬공장 등을 포함한 500여 채의 주택 및 건물이 파괴되었으며 1,100여 대의 자동차를 포함하여 1억 달러의 손실액이 발생하였다.

초기 화재대응 시 소방관들의 잘못된 대응방법이 연쇄폭발 발생의 시발점이

⁹⁾ 1919년에 설립된 영국 런던에 본사를 둔 보험회사

되었다. 또한 화재 발생 시 폭발가능성이 있는 위험물이 선적된 선박이 인근에 정박 중이었으나, 피항 등 적극적인 안전 활동을 실시하지 않은 것도 추가 폭발의 원인이라 할 수 있다.

〈그림 2-5〉 휴스턴항 폭발사고(좌)와 한양 에이스호 폭발사고(우)



자료: 위키피디아 홈페이지, 뉴시스 보도자료 2015.01.12.

나. 울산항 에이스호 폭발사고

국내의 대표적인 항만위험물 폭발사고로는 2015년 1월 울산항에서 발생한 한양 에이스호 폭발사고가 있다. 선체파괴 혹은 증기로 인한 혼합산이 평형수 탱크 내 해수와의 반응으로 인해 가스가 발생하였고, 밀폐된 탱크 안에서 팽창압력으로 폭발이 일어났다.

사고 원인은 선박노후화에 따른 구조적 결함으로 인해 발생한 사고로 추정하고 있다. 선원들의 경우 이전 사고내역을 통해 관련 사고에 대한 인식은 있었으나, 이에 대한 선원 및 선박관리자의 안일한 대응이 사고를 발생시켰다.

다. 인천 선광터미널 컨테이너 폭발 사고

2015년 9월 8일 인천신항 선광신컨테이너터미널 내 위험물 야적장에서 컨테이너 폭발사고가 발생하였다. 이는 중국에서 수입된 합성수지 원료인 ‘푸르푸릴 알콜’을 보관중인 컨테이너가 10일째 적치 중에 내부압력을 이기지 못하고 철재마개가 풀리며 폭발이 일어난 것으로 완벽하게 세정되지 않은 저장탱크에 알코올을 적재하면서 기존의 화물 찌꺼기와 화학반응으로 인한 폭발로 추정되고 있다.

사고 컨테이너는 중국 측의 위험물 컨테이너 점검제도(Container Inspection

Program, 이하 CIP)를 통해 점검이 완료된 화물이었으며, 한국 측의 검사는 실시되지 않았다. 수입컨테이너의 경우 수입컨테이너 전체의 1% 수준만이 샘플검사 대상이며 전체의 0.1%만 개방검사를 실시하고 있다. 따라서 대부분의 위험물이 선적된 수입 컨테이너의 경우 단순한 서류 확인만으로 처리된다. 따라서 수출국의 CIP 검사 수준 및 신뢰성에 따라 유사사고가 언제든지 발생할 수 있다.

라. 중국 천진항 폭발사고

2015년 8월 12일 중국 천진항에 위치한 신구 컨테이너 야적장에서 산적되어 있는 위험물 컨테이너가 화재·폭발 사고가 발생하였다. 위험물 보관 및 처리업체인 루이하이(瑞海) 물류회사의 컨테이너 보관창고에서 화재 발생 후 보관중인 위험물에서 초기 폭발이 일어났다. 초기 화재 이후 위험물 폭발로 추정되는 폭발이 발생하였고 이를 진압하기 위해 소방관들이 투입되어 화재진압 중 2차 폭발이 일어났다.

초기 화재 원인은 불분명하나, 1차 폭발은 보관 중이던 탄화칼슘에서 화재에 의한 열이 전도되어 폭발한 것으로 추정하고 있다. 2차 폭발의 경우 창고에 보관중인 질산암모늄과 소방수가 반응하여 수소가 발생하였으며 여기서 발생한 수소가 열과의 화학반응을 통해 초대형 폭발로 이어진 것으로 조사되었다.

초기에 발생한 2차례 폭발의 경우 진도 2.3-2.9 정도의 강도가 측정되어 중국지진네트워크의 관측결과 최초 폭발은 TNT 3톤, 두 번째 폭발은 TNT 21톤 규모였다.

〈그림 2-6〉 천진항 폭발현장



자료: 영국 인디펜던트.보도자료 2015.08.13.

천진항 폭발사고로 인해 엄청난 인적, 물적 피해가 발생하였으며, 이는 자연 재해가 아닌 단일사고로 세계 최대 피해수준이다. 화재진압 시에 투입된 소방관을 포함하여 165명이 사망하였고 8명이 실종되었으며 793명의 부상자가 발생하는 등 많은 사상자가 발생하였다. 건물 7동 및 자동차 8,000대 이상이 전소되었으며 700여 명이 직접 피해를 입고 인근 800여 명 및 17,500여 가구에 간접피해가 발생하였다.

이는 직접경제 손실액이 약 700억 위안, 간접적인 손실액의 경우 추산되지 않을 정도¹⁰⁾의 큰 피해 규모이며 세계재보험협회에 의하면 상해·생명보험, 기업재산 등의 실제 피해액에 대한 보험 지급금이 미화 기준 최소 10억 달러에서 최대 15억 달러로 추정¹¹⁾하고 있다.

중국의 항만관리체제는 고도성장을 목표로 항만의 생산성·효율성 증대를 중심으로 항만운영을 하는 등 안전체계에 대한 사회적 인식이 부족한 상황이다. 천진은 2000년대 대규모 외국자본을 유치하여 동강 항구 건설 프로젝트 등 급속적인 외적 확장을 목표로 성장전략을 추진해 왔으나 현지물류기업의 영세화, 설비 전문화 수준 미비 등의 안전 의식은 미흡한 편이다.¹²⁾

항만 안전관리에 있어서 위험물 관리 업체의 수준은 낮았으며 당국의 단일한 업체관리가 이러한 사고를 발생시킨 계기가 되었다. 사고 업체는 폭발사고 이전 실시된 안전평가 등에서 40개의 전문제와 24개의 잠재적인 위험성이 있는 것으로 적발되어 영업정지 처분을 받은 적이 있다. 또한 2014년 10월에서 다음해 6월까지 임시허가증이 만료된 이후에도 허가 없이 불법적으로 운영을 한 전례가 있다. 따라서 매년 발간하는 텐진항 안전감독국의 <2015년 유해화학기업 목록>에 루이하이(瑞海) 물류회사는 미등록¹³⁾되어 있는 상황이었다.

2003년 4월에 시행된 중국 안전관리생산감독총국 규정 <위험화학품 사업관련 안전성 평가 가이드라인>에서의 저장공간 관련 규정에 의하면 면적 550m²

10) 중국경제주간보도. 2015. 09. 01 자

11) 파이낸셜타임즈. 2015. 08. 18 자

12) “위험물에 대한 인식과 이해를 높이자”, 해양한국. 2007. p.133.

13) 大爆炸倉庫違規經營 老闆是李瑞環姪 - 蘋果日報 - 要聞港聞 - 2015.08.15.". Apple Daily, 2015. 08. 16 자

이상의 위험물 전용창고의 경우 도로, 철도 등 공공시설에서 최소 1km 이상의 거리를 확보해야 하지만 사고업체는 거주구역으로부터 600m 이내에서 창고운영을 하였으나 당국은 업체운영을 승인¹⁴⁾하는 안일함을 보였다. 이러한 다양한 잠재 위험요소가 있었음에도 불구하고 사고 당시 루이하이(瑞海) 물류회사는 천진해사국의 위험물 취급과 관련하여 안전평가 및 정식승인을 받아 사고 이전까지 정상 운영¹⁵⁾하였다. 사고 이후 결국 24명의 루이하이(瑞海) 관계자와 25명의 정부당국자가 구속되었으며 사고 관련 조사 및 심판에서 사고업체 관련자 및 당국관계자의 관련 안전규정 준수미비를 구속사유로 지적하였다.

지난 2월에 중국정부에 의해 발표된 천진항 폭발사고 보고서는 사고 발생의 주요 문제에 대해서 업체가 당국의 승인 이전 시설물 건설 진행, 업체의 무허가 운영 및 부정한 수단을 통한 위험물 경영 승인 취득, 질산암모늄 저장 규정 위반, 위법적 방식의 운반·하역 등 업무 진행, 안전생산관련 교육 미 실시, 규정상 명시된 응급 프로세스 작성 및 응급훈련 미 실시를 원인으로 지적하였다. 또한, 인허가 및 안전관리에 있어서 천진시 지방정부 각 담당자들의 직무소홀 및 부패, 안전관리 법규의 허술함 등 인적·법적 문제점 또한 주요 원인으로 지적하였다.

이러한 폭발사고 발생 이후 중국 주요 항만들은 이와 유사한 사고방지를 위해서 사전관리방안을 모색하였고 안전규정을 강화하였다. 중국 국무원 안전생산 위원회는 2015년 8월16일자 안전검사 긴급통지를 통해 각 지방의 해사안전국에 통보하여 위험화학품과 폭발위험물의 안전항목에 대해 중점 관리하라고 지시하였다.

14) 『위험화학품 경영허가 관리방법』 제8조 2항에 따르면 위험물저장소와 인근토지의 거리는 관련법, 법령 및 규정의 조항에 의거하여 규정되어 있고, 위험물설비 관련규정인 『위험화학품 사업관련 안전성평가 가이드라인』상 저장지역의 요건은 아래와 같이 명시되어 있음 6. 大型仓库(库房或货场总面积大于9000m²) 7. 中型仓库(库房或货场总面积在550m² -9000m²之间) 应在远离市区和居民区的主导风向的下风向和河流下游的地域 7. 大中型仓库与周围公共建筑物、交通干线、工矿企业等的距离应在1000m以上, 也可采取措施满足安全防护要求。

15) 『위험화학품안전관리조례』 제12조에 따르면 안전관리생산감독관리부서에서는 유해화학물질 생산 및 저장과 관련된 신축·증축·개축 안전에 대해 안전 조건 심사를 실행해야 하고, 유해화학물질을 저장 및 하역하는 항만을 신축·개축·증축하는 건설의 경우 항구행정관리부서에서 국무원 교통운송주관부서의 규정에 의거하여 안전조건 심사를 실시하도록 되어 있음

교통운수부는 올해 1월 28일부로 4조의 구체적인 조치를 제시하여 위험화학품의 안전생산관리감독을 강화하여 전 분야에서 안전생산의 기초를 마련하는 것을 목적으로 하는 시행규칙을 명시한 <위험화학품의 항만작업 안전관리에 대한 법률 및 법규의 요구를 관철시키기 위한 의견>을 공표하였다.

시행규칙의 세부 내용은 ① 위험화학품 보관시설의 안전조건·안전시설설비 및 소방설비·준공검수의 심사강화, ② 항만경영허가에 대한 엄격한 심사, ③ 기업의 안전생산 교육 촉구 등 엄격한 작업인력 교육 및 자질관리, ④ 위험물 관련 기업들의 작업보고제도의 엄격한 이행 및 선적 위험물 컨테이너에 대한 현장 검사 강화 등 위험화학물의 작업관리감독 강화, ⑤ 기업의 중대 위험원 안전관리 이행 감시 및 중대한 위험 원인 등록 강화 등의 관리 강화, ⑥ 검사관리 모델 혁신 등의 내용이 포함된 현장 안전관리감독 검사 강화, ⑦ 검사관리 기관 역량 강화 및 정보화 중심의 안전관리 수준 개선 등 검사관리능력 강화, ⑧ 기업과 정부의 총체적인 응급구조의 체계개선을 통한 응급상황 관리 강화, ⑨ 협동 관리·감독 강화 및 안전관리·감독 업무 분담 등 협력체계 구축 강화 등이 포함되어 있다.

천진시는 폭발사고 이후 도로 및 항만 내 위험물의 통합적이고 체계적인 관리를 위해 다양한 정책을 시행하였다. 위험물 등급제를 적용하여 통일된 위험물 데이터틀 구축 및 이에 따른 보관 및 운수 등에 동일하게 적용하는 안전방재망을 구축하였고, 항구 내 위험화학물 기업과 위험물 도로운송 업체를 대상으로 하는 CCTV 감독시스템 구축사업을 시행할 것을 공표하였다.

상하이시는 2015년 09월 『상하이 위험화학물 도로운반 관리 강화 관련 통고』를 통해 위험물 운수에 관한 새로운 규정을 발표하고, 항만위험물에 대한 검역과 관리·감독 강화를 실시하였다. 이는 상하이 내 운영되는 주요 위험물 수송차량 관리를 위한 공동 제어 플랫폼 설립 및 접근차량 디렉터리 네트워크 구축을 통해 타 성(省)과 시(市)에서 운반한 위험물 수송 차량에 대한 검사와 시내로의 진입 차량기록을 전자시스템으로 관리한다는 내용이다. 또한, 상하이시 소재의 화학공업 회사들을 대상으로 사전 예약 제도를 실시하고, 위험요인 관리를 위해 사전보고를 의무화하여 미통보 기업에 한해 블랙리스트 기재 후

특별관리 하도록 규정하고 있다. 불량으로 수입 위험물을 선적하여 보고할 시 이에 해당하는 회사에 대하여 블랙리스트에 등재하고, 등재 기업에 한해 시당국에서는 특별 관리와 랜덤 검사 건수를 높이는 페널티를 부과하며 항만위험물 관리 업무를 위한 항만관리소를 신설하고, 항만위험물 통합 안전관리시스템 등의 구축을 진행하고 있다.

광저우 안전생산관리국은 2015년 12월 『광저우 위험물품 임시 적재관리방법』 시행을 공표하였다. 3종류의 위험물에 대한 적재방법 및 16개 위험물에 대한 적재소 지정 등을 주요 내용으로 하고 있다.

닝보는 15년 08월경 5일간 닝보·저우산 지역 내 11개 위험화학물 기업의 특별안전검사를 실시하였다. 시당국은 안전관리 시행 시 안전 교육 미실시, 소방설비 및 관리설비 부품의 규정기한 초과와 필수 소방방재시설의 일부 미확보 등을 적발하고 시정명령을 지시하였다.¹⁶⁾

4) 시사점

위험물 사고는 제조, 취급, 운송, 보관 등의 과정에서 물질의 공간적 이동 시 발생 가능성이 높다. 또한 공간의 이동이 없더라도 기화, 온도, 습도, 산소 함유량 등의 영향에 의해 고유의 화학적 작용이 시간의 경과에 따라 일어나는 경우도 빈번하다. 따라서 사고 발생에 관련된 많은 요인들을 관리하고 억제하기 위해서는 세심한 주의 및 관리가 필요하다. 위의 위험물 사고상 발생요인 중 대부분의 경우 인적과실, 부주의 등에 의한 인적요인이 대부분이다. 특히 이송작업 간의 안전의식 미흡, 물질의 위험성 인식 미흡, 위험물 관리 및 안전에 대한 안일한 태도 등 안전관리자 및 작업자의 부주의가 크다. 위험물 사고는 단순히 화재, 폭발, 유출에 따른 직접적인 1차적 피해만이 아니라 물질별 특성에 따라 유독성 등에 의해 환경적 피해, 2차적인 재산·인명손실 등에 따른 간접적 피해와 같이 막대한 영향을 미친다.

다음 <표 2-16>에서 보는 바와 같이 발생장소에 따른 기존 사고들의 피해수준과 사후여파를 분석한 결과 항만위험물 사고의 피해수준과 사후여파가 다른

¹⁶⁾ 김우선(2015), 천진항 폭발사고의 시사점, KMI, p.11.

장소의 사고들보다 심각한 것으로 나타났다. 사고의 수준에 따른 차이는 있으나 휴스턴 폭발사고, 천진항 폭발사고 등에서 나타났듯이 항만위험물 사고는 상당한 물적·인적피해가 발생하며 사고 발생 이후 2차 피해는 환경적 피해는 물론 경제 전반에 있어 사회 및 산업기능 축소까지 영향을 미칠 수 있다. 이는 항만운영 중단에 따른 물류마비로 인해 산업전반에 영향을 미치는 항만의 특성에서 기인된 것이다. <그림 2-7>을 통해 알 수 있듯이 항만운영 정지 혹은 마비(shutdown)가 발생한 경우 사회 및 산업 전반의 기능이 축소되며 이는 국가 경제에 심각한 영향을 미칠 수 있다는 것을 염두에 두어야 한다. 따라서 항만위험물 안전관리의 중요성에 대해 사회 전반의 공감대를 이끌어내고 이를 바탕으로 항만위험물 안전관리 역량 강화에 집중할 수 있는 토대를 마련해야 한다.

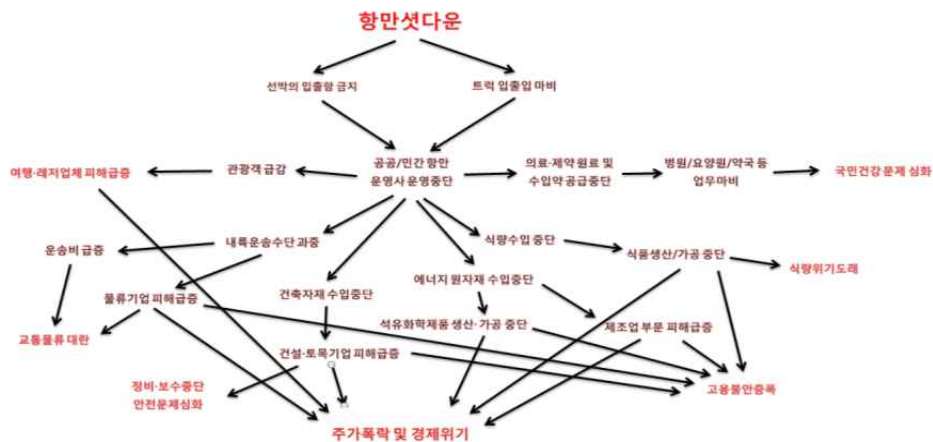
〈표 2-16〉 위험물 사고 발생장소별 특징분석표

발생장소	육상	해상	항만
대표적 발생사고	<ul style="list-style-type: none"> 여천공단 폭발사고 구미불산 누출사고 	<ul style="list-style-type: none"> 펜실베니아호 폭발사고 포춘호 폭발사고 	<ul style="list-style-type: none"> 휴스턴항 폭발사고 울산항 에이스호 폭발사고 인천신항 컨테이너 폭발사고 천진항 폭발사고
주요 사고원인	<ul style="list-style-type: none"> 관리자 안전관리규정 미준수 근무자의 부주의 등 	<ul style="list-style-type: none"> 직접적인 원인 불명 취급 부주의 등 	<ul style="list-style-type: none"> 작업자의 부주의 노후화에 따른 구조적문제 위험물 취급 부주의 초기 화재대응 실패 등
피해수준	<ul style="list-style-type: none"> 대부분 이송작업 등 상황에서 사고가 발생하므로 상대적으로 많은 인명피해가 발생 재산피해는 사고 수준에 따라 차이가 있음 2차피해, 환경피해 발생 	<ul style="list-style-type: none"> 대부분 컨테이너 혹은 화물창에서 발생하며 인명피해는 미미한 편 선박, 화물에 대한 직접적인 피해는 물론 운항 지연 등에 의한 2차적 피해로 인한 많은 재산손실 발생 	<ul style="list-style-type: none"> 접안중인 선박에서의 폭발, 누출 혹은 컨테이너의 폭발로 발생하며 대부분 많은 인명피해가 발생 사고수준에 따라 재산피해 차이가 있으나 사고유형 중 가장 큰 재산피해가 발생 심각한 2차 피해, 환경피해 등

발생장소	육상	해상	항만
사후여파	<ul style="list-style-type: none"> • 많은 물적·재산적 피해 및 인명 손실에 따른 관련 산업 피해 • 2차적 환경피해로 인한 문제 발생 등 	<ul style="list-style-type: none"> • 화물 운송지연 등으로 인한 물류 네트워크상 관련기업의 피해 • 경우에 따라 해상 오염에 따른 천문학적인 처리비용 및 사회적비용 발생 등 	<ul style="list-style-type: none"> • 항만기능 정지에 따른 항만물동량 감소 및 화물수송 항로 네트워크 혼선 발생 • 항만시설 및 항만 주변 산업시설 파괴에 따른 항만기능 개편 • 육상·해상·대기오염 등에 따른 많은 처리비용 발생 • 장기적으로 경제 전반에 심각한 영향 등

자료: KMI 작성. 2016.

〈그림 2-7〉 항만위험물 사고 이후 파급효과



자료: 이민규 외(2014), 항만 공급 지장의 파급효과 분석. KMI. p.84. 재도식

5. 국내 위험물 관련 기관

국내 위험물 관련 기관 및 단체는 한국해사위험물검사원, 한국소방엔지니어링, 국립환경과학원, 한국국토안전연구원, 화학물질안전원, 한국위험물환경기술, 한국위험물학회, 한국소방안전협회, 한국소방산업기술원 등이 있다.

한국해사위험물검사원은 위험물의 해상운송 및 저장에 대한 재해예방과 기술진흥을 위한 국내 및 해외의 기준제도 연구개발과 성과 보급을 담당하고 있다. 한국소방엔지니어링은 종합방재컨설팅 및 소방 종합대책을 제공하고, 방화 관리·점검·설계·감리 및 화재시뮬레이션을 통한 화재 위험평가를 실시하는 기관이다. 국립환경과학원은 화학물질 안전관리 DB를 구축하고, 화학물질안전관리정보시스템(KISChem)을 제공한다. 한국국토안전연구원은 건설·건축·토목·시공 업종의 안전점검 및 안전진단 사업을 실시하고 있다. 화학물질안전원은 화학물질안전 전담 기관으로 화학사고 및 테러 대응, 예방 및 연구개발을 담당하고 있다. 한국위험물환경기술은 위험물 탱크 안전 성능시험과 위험물시설 안전진단 등을 실시하는 기관이다. 한국위험물학회는 위험물질에 대한 체계적, 전문적 연구를 통한 안전관리체계 향상을 도모하고 있으며, 한국소방안전협회는 소방기술과 안전관리에 관한 교육·조사 및 연구 등의 업무를 수행하고 있다. 한국소방산업기술원은 소방설비 및 위험물 시설에 대한 안전성과 품질 확보를 담당하고 있다.

〈그림 2-8〉 국내 위험물 관련 기관



6. 위험물 관리 정보시스템 현황

국내 위험물 관리 정보시스템은 환경부, 고용노동부 등에서 4개 시스템을 운영하고 있으며, 기본물질정보, 물리화학적 특성, 독성에 대한 정보, 응급조치, 폭발 및 화재 위험성, 누출 시 대처요령, 규제정보 등을 제공하고 있다.

국립환경과학원은 환경부의 산하연구기관으로 화학물질안전관리정보시스템, 화학물질정보시스템(NCIS), 화학사고응급대응정보시스템(CEIS)을 구축하여 Web site와 application을 통해 위험물의 정보를 제공하고 있다. 산업안전보건공단은 고용노동부의 산하기관으로 KOSHA MSDS(Material Safety Data Sheet)를 구축하여 약 15,000종의 위험물질 정보를 제공하고 있다.

해외의 위험물질에 대한 정보시스템은 미국의 CHRIS, 유럽의 ECHA, 일본의 NITE GHS 등 대표적으로 24개의 시스템이 구축되어 있다.

〈표 2-17〉 국내외 위험물질 정보시스템 현황

시스템 명칭	담당부처·기관
국내 위험물질 정보제공	
화학물질안전관리정보시스템(KISChem)	국립환경과학원
화학물질정보시스템(NCIS)	국립환경과학원
KOSHA MSDS	산업안전보건공단
화학사고응급대응정보시스템(CEIS)	국립환경과학원
해외 위험물질 정보제공	
Computer-Aided Management of Emergency Operations(CAMEO)	National Oceanic and Atmospheric Administration
Chemical Hazards Response Information System(CHRIS)	US Coast Guard
ChemDate	National Chemical Emergency Center(NCES)
National Library of Medicine(NLM)	National Institutes of Health(NIH)
Hazardous Substances Data Bank (HSDB)	National Institutes of Health(NIH)
NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards	Center for Disease Control and Prevention(CDC)

시스템 명칭	담당부처·기관
Developing the Chemical Risk Information Platform(CHRIP)	National Institute of Technology and Evaluation(NITE)
Emergency Response Guideline 2012(ERG 2012)	U.S. Department of Transportation
International Chemical Safety Cards (ICSCs)	International Programme on Chemical Safety(IPCS)
Protective Action Criteria(PAC)	U.S. Department of Energy(DOE)
Chemical Data Base(Chemical DB)	The University of Akron
IPCS Environmental Health Criteria Monographs(EHC)	International Programme on Chemical Safety(IPCS)
SAFE WORK	Governance frameworks
EUROPEAN CHEMICALS AGENCY(ECHA)	유럽화학물질청
The European Chemical Industry Council(CEFIC)	유럽화학산업협회
14303 화학상품	일본 화학공업일보사
기타 GHS 정보제공	
ESIS(European chemical Substances Information System)	European Chemicals Agency (ECHA)
IUCLID Dataset	European Chemicals Agency (ECHA)
Chemical Carcinogenesis Research Information System(CCRIS)	National Institutes of Health(NIH)
Genetic Toxicology(GENE-TOX)	National Institutes of Health(NIH)
OECD Existing Chemicals Database(SIDS)	Organization for Economic Cooperation and Development(OECD)
ECOTOXicology database	United States Environmental Protection Agency
일본 NITE GHS	National Institute of Technology and Evaluation(NITE)
International Agency for Research on Cancer(IARC)	World Health Organization(WHO)

자료: 한국위험물학회, 위험물제조소 소화설비기준 등의 개선연구, 2015, p.78.

7. 항만위험물관리자 교육 현황

위험물 안전관리자에 대한 교육은 위험물 종류 및 관련 분야에 따라서 관할 기관이 상이하고, 적용되는 법률 또한 다르다.

산적액체위험물 관리자의 경우 선박의 입항 및 출항 등에 관한 법률 시행규칙 20조 6항에 따라 한국해사위험물 검사원에 위탁교육을 실시하고, 5년 이상 산적액체 위험물을 취급한 자를 대상으로 하는 안전관리자 양성교육, 3년 주기의 안전관리자 재교육을 시행하고 있다. 관리자 교육은 총 5개 과목을 시행하고 있으며 양성과정의 경우 40시간, 재교육과정의 경우 16시간을 이수해야 한다.

〈표 2-18〉 산적액체위험물 관리자 교육과정

과목	세부 교육내용	교육시간	
		양성 과정	재교육 과정
개요	<ul style="list-style-type: none"> ○ 위험물 특성 ○ 해양오염물질 특성(해양 관련 법령에서 규정된 물질) 	6	3
관련 법규	<ul style="list-style-type: none"> ○ 국제법규 <ul style="list-style-type: none"> - 위험물 운송에 관한 IMO 협약 및 규칙 - 해양오염물질 운송에 관한 IMO 협약 및 규칙 - 그 외 사고 및 책임한계 등 관련 협약 ○ 국내법규 <ul style="list-style-type: none"> - 「선박안전법」, 「선박의 입항 및 출항 등에 관한 법률」 및 「해양환경관리법」 - 위험물 하역에 관한 자체안전관리계획서 운영 방안 	4	4
위험물취급 안전관리	<ul style="list-style-type: none"> ○ 산적액체위험물 일반사항 ○ 산적액체위험물 운송선박 일반사항 ○ 해상 및 육상하역설비, 안전취급방법 ○ 선박 및 육상 간 안전점검 방법 ○ 위험물 하역에 관한 안전관리 ○ 사고 발생 시 대처방법: 비상조치법 및 의료응급처치 ○ 위험물 안전사고 사례 	22	6
현장실습	○ 산적액체위험물 하역 현장의 안전관리 실습	4	-
안전일반	○ 정신교육(위험물 안전관리의 중요성) 및 입학·수료	3	3
평가	○ 평가	1	-
총계		40	16

자료: 선박의 입항 및 출항 등에 관한 법률 시행규칙 제20조 6항 별표 4

포장위험물 관리자의 경우 위험물 안전관리법상 옥외저장소의 안전관리자 기준에 따라 교육을 실시하고, 한국소방안전협회에서는 위험물 안전관리자 강습교육 24시간과 2년 주기로 8시간 이내의 실무 교육을 이수해야 한다.

〈표 2-19〉 위험물관리자 강습교육 및 실무교육

교육과정	교육대상자	교육시간	교육시기	교육기관
강습교육	안전관리자가 되고자 하는 자	24시간	신규 종사 전	협회
	위험물운송자가 되고자 하는 자	16시간		
실무교육	안전관리자	8시간 이내	신규 종사 후 2년마다 1회	협회
	위험물운송자	8시간 이내	신규 종사 후 3년마다 1회	협회
	탱크시험자의 기술인력	8시간 이내	신규 종사 후 2년마다 1회	기술원

자료: 중앙소방안전본부, 위험물 통계자료, 2012

강습 과목은 위험물 안전관리 법령, 소방학개론, 위험물 성상 등 총 11개의 과목으로 구성되어 있다.

〈표 2-20〉 위험물관리자 강습과목

강습과목	1. 위험물 안전관리 법령
	2. 소방학개론
	3. 위험물성상
	4. 위험물제조소 등의 소방시설 종류 및 적용기준
	5. 위험물제조소 등 시설기준
	6. 위험물 저장·취급·운반기준
	7. 위험물제조소등 점검실무
	8. 응급처치요령
	9. 전기·가스안전관리
	10. 소화기 구조원리 및 사용법
	11. 위험물제조소등 화재예방 및 사례

자료: 한국소방안전협회, 위험물 안전관리자 강습교재, 2013

8. 위험물 사고 시의 대응체제

국가 사고 및 재난 시에 사고 대응 주관기관은 중앙행정기관으로 일원화되어 있으며, 지원체제의 경우 위험물 및 저장시설 종류, 사고 원인, 사고 유형 등에 따라서 관할부서가 구분되어 있는 상황이다.

환경부는 화학유해물질에 대한 유출·화재 폭발로 인한 환경오염, 운송차량의 전복 등에 의한 물질 유출에 대한 지원을 실행한다. 산업통상자원부는 인적·물적·기계적 결함 등에 의한 독성가스 유출 시의 지원체제를 갖추고 있다. 고용노동부는 유해 및 위험 화학 물질의 제조·취급하는 시설에서의 화재·폭발로 인한 누출 등의 지원체제를 마련하고 있다. 국민안전처는 인화성·발화성 물질의 저장·취급·운반 등의 부주의로 인한 화재와 누출 사고에 대한 지원을 실행한다.

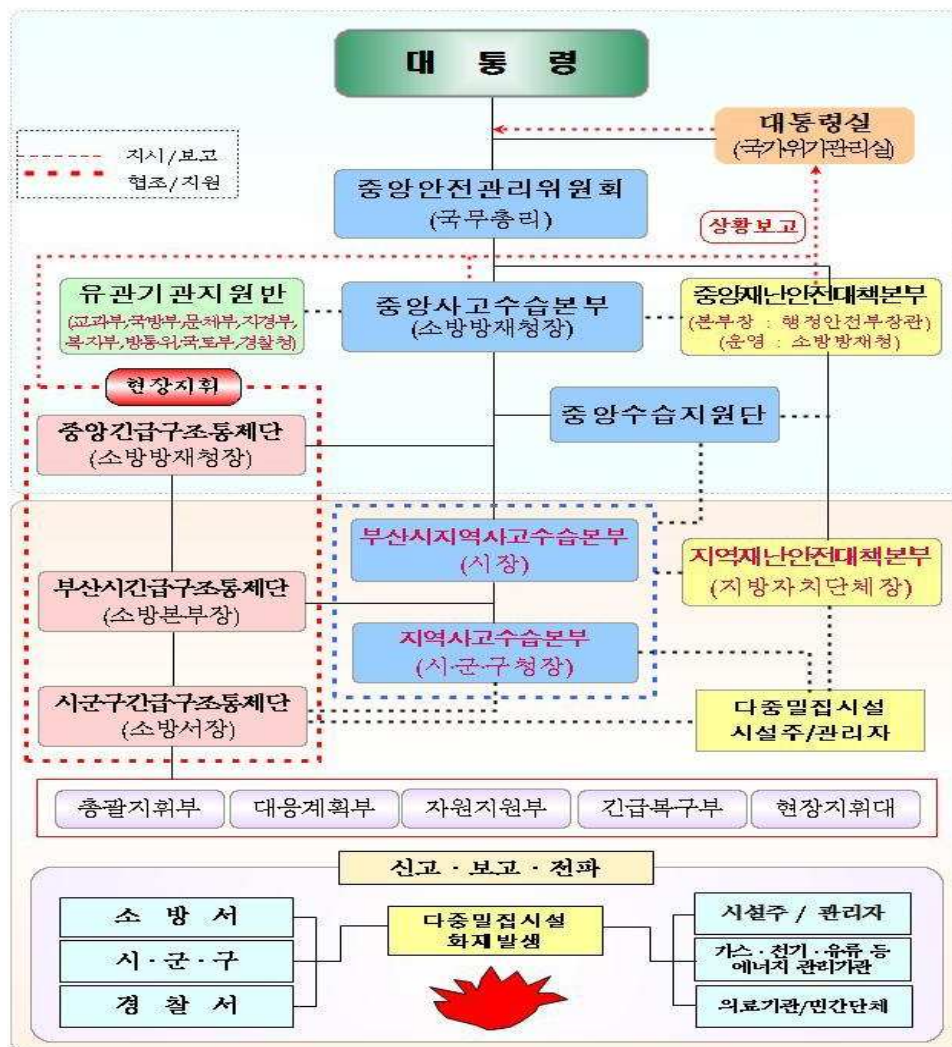
〈표 2-21〉 위험물 사고 시 기관별 대응체제 현황

기관	대응체제
환경부	<ul style="list-style-type: none"> 주의·설비결함 등으로 인한 화학물질 유출로 대규모 환경오염피해 발생 <ul style="list-style-type: none"> - 운전미숙이나 작업자 실수 등에 의한 취급시설에서 화학유해물질 유출 - 부품결함 및 설비 노후화 등에 의한 화학유해물질 누출 화재·폭발 등 화학유해물질 유출로 인한 대규모 환경 오염피해 발생 <ul style="list-style-type: none"> - 화재·폭발로 인해 손상된 시설에서 화학유해물질 누출 - 태풍, 지진 등의 자연 재해로 인한 화학유해물질 대량 유출 운송차량 전복 등의 교통사고로 기인한 대량의 화학유해물질 유출로 범정부적 차원에서 환경오염 대처가 필요한 상황 발생 <ul style="list-style-type: none"> - 운반차량 교통사고 등으로 인한 다량의 화학유해물질 유출
산업통상자원부	<ul style="list-style-type: none"> 독성가스 대규모 유출사고로 인근 지역에 오염피해 발생 <ul style="list-style-type: none"> - 중요 핵심부품 결함, 설비 노후화 등으로 독성가스 유출 - 운전자의 조작 미숙 및 실수 등으로 인한 사고발생 독성가스 취급지에서 폭발 및 화재로 인한 인근지역 주민피해 발생 <ul style="list-style-type: none"> - 인적, 물적, 기계적 결함으로 인한 독성가스 취급시설 화재·폭발 - 이상반응으로 인한 대규모 독성가스 취급시설 폭발
고용노동부	<ul style="list-style-type: none"> 유해·위험성 화학물질의 제조, 저장, 취급, 사용하는 시설에서 대규모 화재 및 폭발 또는 독성물질 누출
중앙안전소방본부	<ul style="list-style-type: none"> 위험물 안전관리법에 근거하여 인화성 또는 발화성의 화재위험물질인 석유류 등의 저장·취급 또는 운반시설에서 부주의 등으로 기인한 화재 발생 및 누출 사고

자료: 환경부(2012), 「화학사고 비상대응 안내서」, p.60.

화학물질 유출 시의 국가대응 체계는 사고발생 지역의 기초단체장이 주체가 되어 방재작업을 수행하기 위한 총괄반, 구조/구급반, 방재활동반 등으로 구성된 현장지휘본부를 설치 운영한다. 이후 사고 상황 및 경과를 지역재난안전대책본부, 중앙재난안전대책본부, 중앙안전관리위원회를 통해 대통령에게 보고한다.

〈그림 2-9〉 화학물질 유출 시 국가대응 체계도



자료: 부산광역시사하소방서(2014), 대량위험물 취급시설 화재대응 매뉴얼(내부자료)

또한 위험물 사고에 대한 위기경보체제가 갖추어져 있고, 총 4단계의 위기수준에 따라 적절한 대응 방안¹⁷⁾이 마련되어 있다.

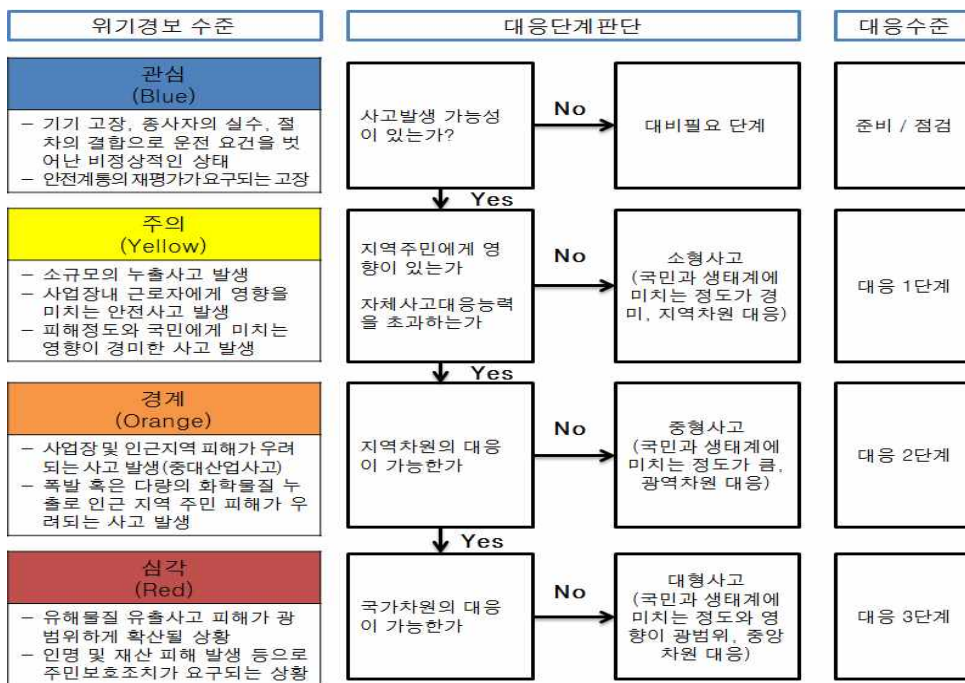
관심(Blue)단계는 사고 이전의 대비단계로 사고 발생을 억제하기 위한 준비와 점검을 실시하는 단계이다.

주의(Yellow)단계는 대형사고 이전에 소규모 누출사고 발생에 대응하는 단계로 지역주민에게 미치는 영향도, 자체적 사고 대응 가능 여부 등을 판단한다.

경계(Orange)단계는 주의 단계에서 사고가 확대되거나 중대형 폭발·화재사고가 발생한 단계로 지역차원에서 사고 대응 여부를 판단한다.

심각(Red)단계는 대규모 사고로 유해화학물질 등이 상당 부분 확산된 단계로 국가차원에서 중앙정부가 사고에 대한 처리와 확산방지를 강구한다.

〈그림 2-10〉 위험물 사고 위기경보 수준에 따른 대응체계



자료: 부산광역시사화소방서, 상계서, p.7.

17) 부산광역시사화소방서, 대량위험물 취급시설 화재대응 매뉴얼(내부자료), 2014.6.

제3절 우리나라의 항만위험물 관리의 문제점

우리나라 항만위험물 관리의 문제점을 법·제도적, 정책적 및 기술적 문제점으로 구분하여 제시한다.

1. 법·제도적 문제점

1) 유해화학물질 등의 저장규정 부재

항만구역 내 반입되는 위험물 중 위험물 안전관리법에 적용을 받지 않는 위험물은 별도의 위험물 보관 적용 없이 일반야적장에 보관되고 있다. 이러한 위험물은 옥외저장소 규정이 적용되지 않아 3단 이상 적치 및 안전장비·소화장비 기준이 없는 등 법적 사각지대에서 방치되고 있다. 특히, 위험물안전관리법상에서 적용받지 않는 독성(Class6.1), 부식성(Class8), 유해성물질 등의 경우에는 항만구역 내에서 적용되는 시설규정이 없어 옥외저장소가 아닌 야적장에 보관하고 있는 상황이다.

현재 이러한 항만 내 유해화학물질 관리와 관련하여 환경부와 해수부의 관리 현황을 살펴보면 환경부의 경우 항만 내 야적장 보관의 경우 임시로 보관하는 하역·운송작업의 일환으로 파악하여 별도의 지침이 수립되어 있지 않다. 또한, 해수부의 경우 터미널 사업자의 자체안전관리계획서에 따라 IMDG Code 적용 위험물의 관리를 담당하게 하여 물질별 안전관리보다는 관리조직, 시설 및 비상대응에 초점을 맞추고 있어 컨테이너 야적장 보관에 대한 공백이 예상된다. 또한 항만 내 야적된 유해화학물질 종류 및 야적위치 등의 정보 또한 상호 공유가 되지 않으므로 안전관리의 어려움이 따른다. 따라서 이러한 안전관리 공백을 완화할 법제도 개선이 시급히 마련되어야 한다.

2) 안전장비 법적 규정 미비

산적액체위험물의 경우 항만 설비에 관한 법적 규정이 취약한 상황으로 화물 특성에 근거하여 산적액체위험물 취급 항만에 대해서는 항만 내의 위험물

저장시설이 아닌 하역시설 및 화물이송시설로 분류되고 있다. 위험물 하역 및 이송 작업을 위해 항만시설 안전설비에 관한 기준은 항만시설 자체안전관리규정에 따라 운영되고 있어 각 부두별 안전관리기준이 상이하다.

또한 안전장비에 관한 법적 규정은 선박입출항법 제34조 3항 「위험물의 특성에 맞는 소화장비의 비치」에 명시되어 있으며 자체안전관리계획서상 장비규정, 보유량 등의 사항을 명시하고 있으나 화물의 특성, 하역능력 등이 고려되지 않고 일반적인 사항으로 기재되어 있다. 따라서 항만 규모 및 특성에 맞는 안전장비 법적 비치기준을 마련하여야 한다.

3) 해상규정과 육상저장 규정 상이

해상수송과 저장에 관한 법률이 상이함에 따라 국내법인 위험물 안전관리법과 국제적 규정 사항인 UN Model과 IMDG Code에서의 위험물 분류체계와 차이가 발생한다. 선박입출항법의 경우 IMDG Code에 따라 위험물을 구분하여 운송하도록 하고 있으나, 위험물이 항만에서 저장·적치될 경우 위험물 안전관리법, 화학물질관리법 등 각 물질별 관리법에 따른 규정의 적용을 받아 위험물을 재분류해야 하며, IMDG 코드상의 물질분류가 국내법에는 적용되지 않는 문제가 있다.

〈표 2-22〉 위험물안전관리법과 IMDG 코드의 위험물 분류의 차이

위험물 안전관리법		IMDG 코드	
분류	성 질	분류	성 질
1	산화성고체	5.1	산화성고체
2	가연성고체	4.1	가연성고체
3	자연발화성 및 급수성물질	4.2 4.3	자연발화성 및 급수성물질
4	인화성액체	3 6.1	인화성액체
5	자기반응성물질	4.1 5.2	자기반응성물질
6	산화성액체	5.1 8	산화성액체

자료: 국립환경과학원(2013), 「GHS 전면시행에 대비한 유독물 분류·표시」, 한국해사위험물검사원, 「기준제도 연구실」 자료를 정리 편집

따라서 항만 내 위험물 관리에 있어 여러 부처가 상이한 기준을 적용하고 위험물 물질 및 수송·보관 등 공간적 이동 상황 간에 상이한 분류 기준이 적용됨에 따라 실무자들의 혼란 및 업무과중이 발생하고 있다.

4) 항만위험물 분류의 비일관성

현재 항만 내 포장위험물 저장시설은 위험물안전관리법 및 소방법에 따라 옥외저장소로 구분되어 중앙소방안전본부의 시설기준에 의해 위험물별 저장분류 및 관리가 되고 있다. 또한, 화학물질관리법의 적용을 받는 물질의 경우 환경부, 농약관리법에 적용되는 독물류의 경우 농림축산식품부 등 물질별 관리기준 및 시설기준에 대한 해석이 상이하여 매 기관 점검 시 터미널 안전관리자들의 혼란이 발생하고 있다. 이는 항만 내 물질별 사고에 따른 각 유관기관들의 책임과 시행규칙 기준이 상이하기 때문에 나타나는 것으로 판단된다.

또한 해양수산부, 국민안전처, 환경부 등 각각의 유관기관들의 책임소재는 재난 및 안전관리 기본법 시행령상 명시되어 있으나 항만 내 위험물사고 발생 시 어느 부처가 주도적인 역할을 할 것인지 명시되어 있지 않아 통합적인 관리가 어렵다. 이는 항만 내 위험물 관리 및 대응에 대한 각 부처들의 분류 기준 및 분류체계가 상이하여 통합적인 대응을 어렵게 만드는 원인이 되고 있다.

5) 사고 발생 시 대응 매뉴얼 미비

항만 내 위험물 사고 발생 시에 이에 대한 각 터미널의 대응은 자체안전관리계획서상 명시되어 있고 국가 사고 및 재난 발생 시 대통령을 중심으로 중앙안전관리위원회 및 국민안전처의 중앙사고수습본부를 중심으로 위험물 종류, 사고 유형, 사고 원인, 사고 규모 등에 따라 각 유관기관이 지원본부를 지원하는 형식으로 운영되고 있다. 그러나 국민안전처에서 운영하고 있는 매뉴얼은 관심, 주의, 경계, 심각 4단계에 따른 사고규모 및 위기경보 수준에 따른 대응수준별 매뉴얼은 존재하나 위험물안전관리법상 위험물별 사고대응 체계 및 사고 장소와 관련된 종합적인 사고대응 매뉴얼은 미비한 실정이다.

또한, 그 외 유관기관에서 관리하고 있는 위험물의 사고 발생 시 위험물 취

급, 사고대응과 관련하여 유관기관과의 협조 또한 환경부의 유해화학물질에 대한 지원, 산업통상자원부의 독성가스 유출 시 지원체계, 고용노동부는 유해 및 위험 화학 물질의 지원체계 등이 있다고 하나 환경부의 화학재난합동방재 센터 이외 타 기관의 장비 및 인력 보유 수준은 미비한 편이다. 따라서 항만의 특수성을 고려한 사고 발생 시 구체적이고 즉시 적용가능한 통합적 대응매뉴얼 마련이 필요하다.

6) 피해보상 관련 법률 불충분

일반적으로 항만 내 위험물 사고 발생 시 초기대응 과정에서 소방방재청, 환경부, 국민안전처 등의 비상대응조직이 현장에 투입되기 이전에 각 터미널에서 보유한 인력과 방재장비를 활용한다. 이때 각 터미널의 인력 및 방재장비 보유량이 상이하여 터미널 서로 간에 상호 지원을 통해 비상대응을 실시하고 있다.

그러나 이러한 비상대응조직을 자체 운영하는 과정에서 비상대응 중 일어날 수 있는 협력 터미널 운영사 지원 인력에 대한 인적손실 보존의 피해보상과 관련된 법적 규정이나 자체 손해보험 약정상 보상근거가 될만한 구체적인 명시가 없는 실정이다. 이러한 경우 사고가 발생하더라도 타 터미널의 사고에 대해 소극적으로 대응할 수밖에 없다.

따라서 위험물사고 비상대응 지원을 위한 법적 보상근거가 확립되어야 할 것으로 판단된다.

2. 정책적 문제점

정책적 문제점으로는 항만안전관리자 전문성 결여, 안전 교육훈련의 효율성 저하와 피교육자 수요 불충족, 안전관리 훈련의 강제조항 부재, 항만관할부서의 문제, 유해화학물 사고 시 대응 지연 등으로 나타났다.

1) 항만안전관리자 전문성 결여

우리나라의 항만위험물 안전관리자의 자격 요건은 ‘위험물 관련 기능사 자격증소지자’로 규정하고 있다. 그러나 위험물 기능사의 경우 화재예방, 소화 방

법, 위험물에 대한 화학적 성질 및 취급 등의 기본적인 위험물의 지식에 대한 내용으로 항만에 들어오는 위험물을 종합적으로 관리할 수 있는 전문성이 떨어지는 것으로 평가된다.

항만의 경우 우리나라에서 이용되는 대부분의 화물이 들어오고 나가는 출입구로 다종다양한 위험물을 적치하고 관리하는 역할을 수행하고 있다. 앞서 위험물 현황에서도 살펴보았듯이 항만에 반출입되는 위험물 물량이 지속적으로 증가하고 있는 가운데 위험물을 관리하고 안전을 책임질 관리자의 역할이 강조되고 있다.

이에 따라 항만에서 위험물을 관리하는 위험물관리자는 모든 종류의 위험물에 대한 정보와 취급 수칙을 숙지하는 것이 타당하다. 이에 항만의 특수성을 고려한 위험물 안전관리자의 자격 강화가 필요한 것으로 판단된다.

2) 안전 교육훈련의 효율성 저하와 피교육자 수요 불충족

교육의 경우, 선박입출항법 시행규칙 제20조(교육기관의 지정 및 운영 등) 2항 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 2명 이상의 강사를 확보할 것을 요구하고 있다. 첫째, 산적액체위험물 취급 안전관리자로서 경력이 5년 이상인 자, 둘째, 교육기관에서 산적액체위험물을 취급하는 위험물 안전관리자 양성과정 과목을 강의한 경력이 5년 이상인 사람으로 규정하고 있다.

현재 우리나라 항만위험물 취급 안전관리자 교육은 양성과정에서 6개 과목 40시간, 재교육의 경우는 4개 과목 16시간으로 구성되어 있다. 교육과정에는 위험물의 개요, 위험물 관련 법규, 위험물 취급에 대한 안전관리, 현장실습, 안전일반, 평가 등으로 구성되어 있으며 일반적인 내용으로 구성되어 있다.

해사위험물검사원에서는 산적위험물 교육을 실시하고 있고, 한국소방안전협회에서는 포장위험물의 안전관리자 교육을 실시하고 있다. 그러나 산적위험물 관련 교육의 경우 전문 강사의 확보가 어려운 상황이다. 위험물을 취급하는 선박 근무자에 대한 교육은 탱커직무교육상 유조선, 케미컬, 액화가스, LNG 등 화물의 성질에 따라서 직무교육과 안전교육을 수행하고 있어 보다 전문적인 교육을 받고 있다.

그러나 국내 위험물 교육과정은 업무에 구분 없이 동일한 교육을 실시하여 교육의 효율성이 저하되고 있다. 특히, IMDG 코드 교육은 한국해사위험물검사원에서 실시하고 있으나 교육장소가 수도권에 있어 피교육자의 교육수요를 만족시키기 어려워 피교육자 대상인 해상·항만 안전관리자의 교육수요를 고려한 다양한 교육과정 편성의 요구가 높다.

3) 안전관리 훈련의 강제조항 부재

소방안전본부, 터미널 안전관리자, 위험물검사원 등의 관계자와의 인터뷰 결과, 항만의 훈련 상황은 지방 소방본부와 터미널 운영사가 연계하여 합동훈련을 실시하고 있으나 법적 강제 조항이 없고, 항만 시설의 경우 일반 건축물로 규정되어 있어 관리대상에서 제외되어 있는 등의 맹점이 있다.

각 터미널 운영사별 자체 사고대응매뉴얼은 갖추고 있으나, 실질적인 훈련이 이루어지고 있지 않는 상황이다. 이로 인해 실제 사고 발생 시에 매뉴얼에 따른 효과적인 대처가 가능할 것인가에 따른 우려가 생긴다.

4) 항만관할부서의 문제

위험물 사고 발생 시 대응체계에서 살펴보았듯이 위험물 사고에 따른 대응체계는 잘 갖추어져 있다. 그러나 우리나라의 법적 체계가 위험물질별 관할부서가 상이하고, 항만에서 사고가 발생하였을 시 컨트롤 타워가 명확하게 정립되어 있지 않는 문제가 있다. 또한 법률적 부분에서 위험물 수송 규정과 안전관리 규정이 상이하고, 규정되어 있는 물질이 각각 차이가 있어 대응하기에 어려움이 있다.

실제로 항만에서 사고가 발생하였을 때 발생지점에 따른 대응 주체 문제, 컨테이너의 경우 혼재에 따른 다양한 위험물의 폭발·화재 발생 시 국민안전처, 환경부 등 어느 부처가 관할할 것인가에 대한 대응 관할부처의 문제 등이 시급히 해결되어야 하는 상황이다.

5) 유해화학물 사고 시 대응 지연

우리나라의 경우는 위험물 사고 시 초동 대응은 국민안전처에서 실시하고

있고, 환경부 산하기관인 화학재난 합동방재센터(이하, 방재센터)에서 위험 물질에 대한 대응 조치를 하고 있다. 현재 우리나라의 방재센터는 6개 주요 산업단지(구미, 서산, 익산, 시흥, 울산, 여수)에 설치되어 있으나, 부산항, 인천항 등 위험물 컨테이너 유입량과 빈도가 상당히 높은 항만에는 방재센터가 없는 상황이다. 이는 부산 컨테이너 터미널에서 위험물 사고가 발생하였을 시 울산 방재센터에서 출동하여 대처해야 하나 준비 및 출동에 소요되는 시간이 오래 걸리고, 지리적으로 떨어져 있는 문제로 인해 효과적으로 대응하기에는 한계점이 있다.

3. 기술적 문제점

1) 항만 내 CIP 검사소 부재/실효성 저하

컨테이너 터미널 내 위험물에 대한 검사 장소가 없어 CIP 검사에서 작업 정체와 위험물의 누출 시에 대처가 어려운 점이 있다.

일반적으로 포장 위험물 용기와 내부검사의 경우는 위험물검사원에서 실시하고 있으며 CIP 검사를 위한 장치장 등이 없는 관계로 보관 장소에서 검사하고 있는 실정이다. 또한 CIP 검사에 있어 내부화물 점검과 같은 중요 사항보다는 외관점검을 중심으로 실시하고 있어 실효성이 있는 검사가 이루어지고 있지 않은 실정이다.

2) 통합시스템 부재

현재 우리나라에서는 위험물 사고에 대응가능한 관련 부처 및 각 항만 간의 통합정보시스템이 마련되어 있지 않은 실정이다. 위험물질 관련 항만관련자 및 이용자에게 통합적인 정보서비스를 제공하지 못하고 있는 상황이다. 현재 항만 운영 및 해운항만물류관련 정보시스템은 부산청 등 3개 지방청과 4개 항만공사에서 분산하여 운영하고 있어 관련 종사자들이 업무처리에 어려움을 겪고 있다. 항만 내 위험물 정보시스템의 통합화와 동시에 위험물정보 등록, 위험물 모니터링, 사고대응 및 이력관리 정보시스템 구축의 필요성이 제기되고 있다.

3) 컨테이너 위험물 화물 통합적치 문제

항만 내 위험물 적치 방법의 경우 항만에서의 위험물은 관리의 효율성을 목적으로 특정장소에 집하 및 보관되는 상황이다. 이는 관리의 효율성이라는 장점은 있으나 터미널 등지의 위험물 사고가 발생하였을 시 연쇄폭발 등으로 인한 막대한 피해가 발생할 가능성이 있고, 화재 진압의 어려움 등의 단점도 가지고 있다. 그러므로 현행과 같은 위험물의 통합 적치 시스템을 활용하되 물질별 특성을 고려한 적치 방법의 개선이나 일반 컨테이너와의 혼재 방법 등의 다양한 적치 방법을 도출하여 위험물 관리의 효율성 및 안전성을 높일 수 있는 방안을 마련할 필요성이 있다.

4) 위험 관리 모니터링 시스템 부재

현재 항만에 대한 위험도 평가에 대한 연구가 별로 진행되지 않은 상황에서 항만위험물 사고 발생에 대한 리스크, 심각도 등을 고려한 체계적인 연구 필요성이 제기되고 있다. 항만위험물에 대한 위험도 성격, 발생원인 등의 요인을 고려하여 위험물 사고의 인식 강화 및 효과적 대응 방안 마련이 필요할 것이다.

네덜란드 등 선진항만에서는 항만 내에 대기질을 분석할 수 있는 모니터링 시스템을 구축하여 운영하고 있다.

5) 위험물 취급정보 및 물동량정보 미비

항만정보시스템에서의 위험물 분류코드를 정비 및 통합하고, 위험물 통계 등에 관한 정보 통합이 필요하다. 즉, PORT-MIS상의 위험물 분류코드를 국제규범(IMDG 코드)으로 재분류하여 통합된 정보제공을 해야 한다. 그리고 위험물의 안전한 관리를 실현하기 위해 터미널 위험물 물동량, 입출항 선박 척수, 각 항만의 적치·저장 화물량 등의 정보를 일괄적으로 제공할 수 있는 시스템 구축이 필요하다.

제3장 항만위험물 관리 해외사례 및 시사점

3장에서는 일본의 위험물 및 항만위험물에 관한 다양한 법률을 정리하고, 항칙법¹⁸⁾에서 규정하고 있는 항만위험물의 개념 및 범위, 안벽 분류별 허용 용량 등을 고찰한다. 이외에 싱가포르, 네덜란드의 항만위험물 관리체계를 살펴본다.

제1절 일본

1. 일본의 위험물 개념 및 관련 법률

1) 위험물 정의 및 분류

일본에서 위험물은 인화성물질, 폭발성물질, 독극물 및 방사성 물질 등 위험성이 있는 물질을 총칭하는 것이 일반적이다. 소방법에서는 석유, 알코올 등 화재 발생의 위험성이 크고, 화재 발생 시 확대 위험성이 높으며 소화가 곤란한 물질을 위험 화물로 규정하고 있다. 그리고 소방법에서는 화재 예방의 관점에서 저장, 취급, 운반 방법 등에 대한 하드웨어, 소프트웨어 모두 규정하고 있으며, 일정 수준 이상의 위험성을 가진 물질은 특정 요건을 충족하는 위험 시설 이외의 장소에서는 저장 및 취급이 불가능하다.

소방법에서 정의하고 있는 위험물 분류는 6종으로 우리나라의 위험물안전관리법과 동일하다. 이외의 고압가스와 독극물, 방사성 물질 등은 소방법에서 일정 부분은 명시되어 있으나, 별도의 법령 및 관할부처가 담당하고 있다.

¹⁸⁾ 항칙법은 일본의 항내에서 선박교통의 안전 및 항내의 정비를 목적으로 제정된 법률

〈표 3-1〉 일본 소방법 위험물 분류

분류	성질	품명
제1류	산화성고체	1. 염소산염류(塩素酸塩類) 2. 과염소산염류(過塩素酸塩類) 3. 무기과산화물(無機過氧化物) 4. 아염소산염류(亜塩素酸塩類) 5. 취소산염류(臭素酸塩類) 6. 질산염류(硝酸塩類) 7. 요오드산염류(よう素酸塩類) 8. 과망간염산류(過マンガン酸塩類) 9. 중크롬염산류(重クロム酸塩類) 10. 기타 법령으로 규정된 물질 11. 전 항에 열거된 물질이 함유된 물질
제2류	가연성고체	1. 황화린 2. 적린 3. 유황 4. 철분 5. 금속분 6. 마그네슘 7. 이 외에 법령으로 규정된 물질 8. 전 항에 열거된 물질이 함유된 물질 9. 인화성고체
제3류	자연발화성물질 및 금수성(禁水性)물질	1. 칼륨 2. 나트륨 3. 알킬알루미늄 4. 알칼리튬 5. 황린 6. 알칼리금속(칼륨 및 나트륨 제외) 및 알칼리토금속 7. 유기금속화합물 8. 금속의 수소화물 9. 금속의 린화물 10. 갈슘 및 알루미늄의 탄화물 11. 이 외에 법령으로 규정된 물질 12. 전 항에 열거된 물질이 함유된 물질
제4류	인화성액체	1. 특수인화물 2. 제1 석유류 3. 알콜류 4. 제2 석유류 5. 제3 석유류 6. 제4 석유류 7. 동식물유류

〈표 3-1〉 일본 소방법 위험물 분류(계속)

분류	성질	품명
제5류	자기반응성물질	1. 유기과산화물 2. 질산에스테르류 3. 니트로화합물 4. 니트로소화합물 5. 아조화합물 6. 디아조화합물 7. 하트라진 유도체 8. 히드록실아민 9. 히드록실아민염류 10. 이 외에 법령으로 규정된 물질 11. 전 항에 열거된 물질이 함유된 물질
제6류	산화성고체	1. 과염소산 2. 과산화수소 3. 질산 4. 전 항에 열거된 물질이 함유된 물질

자료: 일본 소방법 별표 제1호

2) 위험물 관련 법률

위험물 관련 법률 체계는 상위 법률은 소방법이 규정되어 있고, 하위 정령(政令)¹⁹⁾으로는 소방법시행령과 위험물 규제에 관한 정령이 있으며, 성령(省令)²⁰⁾은 소방법시행규칙, 위험물 규제에 관한 규칙이 제정되어 있다.

〈그림 3-1〉 일본 소방법 및 하위 법률 체계



자료: 노미방재주식회사 홈페이지, <https://www.nohmi.co.jp/>, 검색일 : 2016.07.25.

¹⁹⁾ 내각이 규정하는 명령

²⁰⁾ 각 성(省)의 장관이 규정하는 명령으로 소방법은 총무장관이 제정함

소방법은 화재를 예방하고, 경계하여 화재로부터 국민의 생명, 신체 및 재산을 보호하는 것을 목적으로 한다. 또한 화재, 지진 등의 재해에 의한 피해를 경감시키고, 재해 등에 의한 부상자 수송을 신속히 행하여 사회의 안녕과 질서를 유지하고, 사회공용 증진을 위해 제정된 법률이다. 소방법은 1948년 7월 24일 제정되었고, 법령 내용은 제9장²¹⁾으로 구성되어 있으며 위험화물에 관한 사항은 제3장에 명시되어 있다.

위험물의 규칙에 관한 법령은 소방법 중 위험화물 부분에 대한 위임 및 실시를 위하여 필요한 규정을 명시한 법률이다. 세부적으로 제조소 허가, 설립, 구조 및 설비 기준, 저장 및 취급 기준, 운반 및 이송 기준, 위험물보안감독자, 위험물취급자 면허, 위험물시설보안원, 예방 규정, 자위방위조직 등을 규정하고 있다.

고압가스의 경우 경제산업성에서 주관하고 있으며, 고압가스보안법에서 규정하고 있다. 본 법률은 고압가스에 의한 재해방지를 위해 고압가스의 제조, 저장, 판매, 수입, 이동, 소비, 폐기 등의 사항을 규정하고 있다. 또한 민간사업자 및 고압가스보안협회에 의한 고압가스의 자주적 활동을 촉진하고, 공용 안전을 확보하는 목적으로 제정되었다.

독극물질은 후생노동부가 관할하고 있으며, 이에 관련되어 있는 사항은 독물 및 독극물취체법(毒物劇物取締法)에서 다루고 있다. 본 법률은 독극물에 대한 보건위생상의 취지로 필요한 조치를 실행하는 것을 목적으로 한다. 급성 독물을 고려하여 독물 및 극물을 지정하고, 제조, 수입, 판매, 취급 등에 관한 규칙을 제정하였다.

방사성 관계 법률은 방사성 물질을 취급하는 조직, 취급방법 등에 따라 관계 부처가 상이하다. 방사성 동위원소의 운송은 국토교통성이 담당하고, 방사성동위원소를 의료 목적으로 이용할 시에는 문부과학성과 후생노동부가 담당하고 있다.

21) 1장 총칙, 2장 화재 예방, 3장 위험물, 4장 소방설비 등, 5장 화재 경비, 6장 소화 활동, 7장 화재 조사, 8장 잡칙, 9장 벌칙

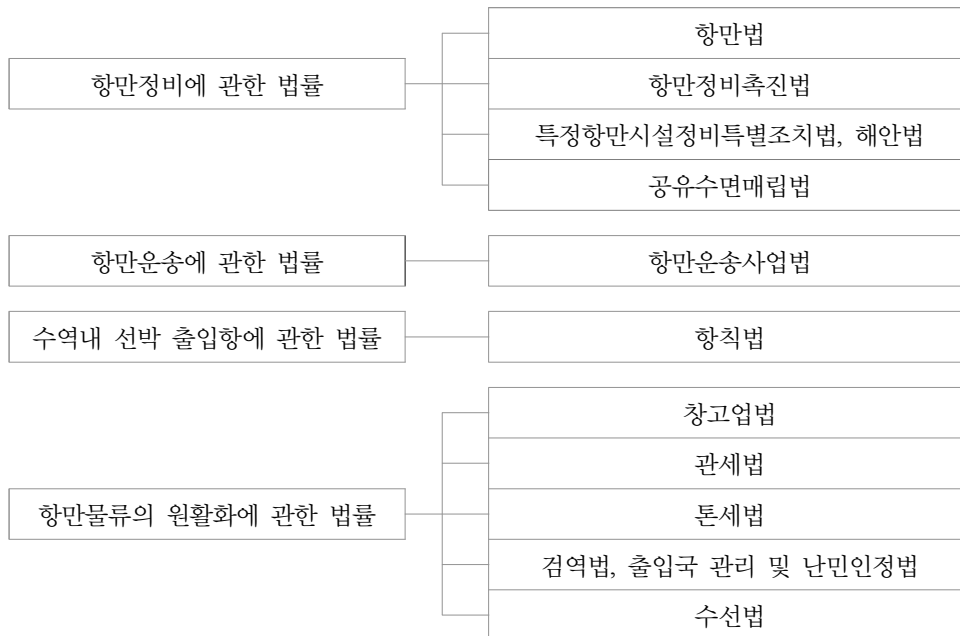
2. 항만위험물에 관한 법률

1) 항만 관련 법률 및 위험물 관련 법률

일본의 항만에 관한 법률은 항만의 정비, 항만운송, 수역 내 선박 출입항, 항만물류의 원활화 등을 규정하고 있다.

항만의 정비에 관한 법률은 「항만법」, 「항만정비촉진법」, 「특정항만시설정비특별조치법」, 「공유수면매립법」 등이 있으며, 항만에서 하역, 부선운송, 검수 등의 사업은 「항만운송사업법」으로 규정하고 있다. 제한된 수역에 다수의 선박이 출입하는 항만의 선박교통 안전이나 항내 정비를 목적으로 「항칙법」이 제정되어 있다. 그 외 「창고업법」, 「관세법」, 「톤세법」, 「검역법, 출입국 관리 및 난민인정법」, 「수선법」 등 선박 출입항을 원활하게 실행하고, 항만물류를 효율적으로 수행하기 위한 법령이 규정되어 있다.

〈그림 3-2〉 일본 항만 관련법의 구성 개략도



자료: 일본 항만 관련법령집 수정·편집

항만위험물과 관련해서는 항칙법에 규정되어 있으며, 항칙법은 항내에서 선박교통의 안전 및 항내의 정비를 목적으로 지정된 법률로 총칙, 입출항 및 정박, 항로 및 항법, 위험물, 수로의 보전, 등화 등, 잡칙, 벌칙으로 총 8개의 세부 지침이 지정되어 있다.

〈표 3-2〉 항칙법 구성

지침	항목	일부 내용
총칙	법의 목적, 항 구역, 선박 및 특정항의 정의	항칙법은 항내에서 선박교통의 안전 및 항내의 정비를 목적으로 함
입출항 및 정박	입출항 신고, 정박지, 이동제한, 수리 및 계선, 계류 등의 제한, 이동 명령, 정박 제한	선박은 특정항에 입항할 시 국토교통성령에 의해 항장에게 신고해야 함
항로 및 항법	항로, 항법	선박은 특정항에 입항 또는 통과 시 국토교통성령에 지정된 항로를 통해 이동해야 함
위험물		<ul style="list-style-type: none"> - 폭발물 그 외 위험물을 적재한 선박은 특정항에 입항 시 항의 경계 외에서 항장의 지휘를 받아야 함 - 위험물을 적재한 선박은 특정항에서는 정박지의 지휘를 받아야 하는 경우를 제외하고 항장이 지정한 장소에 정박, 계류해야 함 - 선박은 특정항에서 위험물의 적재, 하역 시에는 항장의 허가를 받아야 함
수로의 보전	수로 환경 보전	항내 또는 항 경계 외 1만 미터 이내의 수면에 밸러스트, 폐유, 석탄 등의 폐기물을 버려서는 안 됨
등화 등	화재경보	특정항내에 있는 선박은 기적 또는 사이렌을 구비하며, 운행하고 있는 경우를 제외하고 해당 선박에 화재가 발생할 시에는 화재를 나타내는 기적 또는 사이렌으로 장음을 5회 울려야 함
잡칙	공사 등의 허가 및 진수 등의 신고, 어업 제한, 등화 제한, 흡연 등의 제한, 선박교통 제한, 원자력선에 대한 규제, 항장이 제공하는 정보의 청취, 항법의 준수 및 위험에 대한 권고, 행정수속법의 적용 제외	
벌칙	각종 규제 위반 시의 범칙금 및 형벌 규정	

자료: 항칙법 법률 수정·편집

위험물에 관한 사항은 폭발물 외 위험물을 적재한 선박의 경우 특정항에 입항 시 항의 경계 밖에서 항장²²⁾의 지휘를 받아야 하며, 위험물을 적재한 선박

은 특정항에서는 정박지의 지휘를 받아야 하는 경우를 제외하고 항장이 지정한 장소에 정박, 계류해야 한다. 또한 선박은 특정항에서 위험물의 적재, 하역 시에는 항장의 허가를 받아야 한다.

2) 항만에서의 안벽 구분에 따른 하역 허용 기준

항칙법에서 위험물(제21조 1항)은 「선박에 의한 위험물 운송기준을 정한 고시」에서 규정하고 있는 것을 말한다. 상기 규정에 따라 위험물을 화약류, 고압가스, 인화성액체류, 가연성물질류, 산화성물질류, 독물류, 방사성물질류, 부식성물질, 유해성물질 등 9종류로 분류하고 각각의 정의를 명시하고 있다.

〈표 3-3〉 선박에 의한 위험물 운송기준에 따른 위험물 분류

구 분	항목
폭발물	- 화약류 산화성물질(유기과산화물)
기타 위험물	고압가스 인화성액체류 가연성물질류 산화성물질류 독물류 방사성물질 부식성물질 유해성물질 기타

자료: 항칙법 시행규칙의 위험물 종류를 규정하는 고시

위험물의 항만 하역 허용 기준의 경우 항장은 부두의 특성에 따라 <표 3-4>와 같이 안벽구분을 결정하고, 안벽구분의 변경 시에는 관할 해상보안본부장을 경유하여 본청 교통부장에게 보고하여야 한다.

일반안벽은 선석 단위로 A, B, C1, C2로 구분하고, A와 B 또는 B와 C1의 중

22) 일본의 경우, 항칙법시행령 별표2에 지정되어 있는 항칙법 제3조 2항의 특정항에서 해상보안청장관이 해상보안관(기본적으로 해당 항을 관할하는 해상보안부장 또는 해상보안청장)을 임명하고, 해상보안청장의 지휘감독을 받아 항칙에 관한 법령에서 규정하는 사무를 관리하는 자를 말함

간에 해당하는 선석에 대해서는 하역허용량과 해당 항의 특수사정을 감안하여 분류한다. 안벽구분을 C2로 구분해야 하는 컨테이너 전용안벽에 대해서는 별도 기준을 따른다.

〈표 3-4〉 안벽구분 기준

안벽분류	기 준
A	여객선을 계류하는 선석 또는 근접 선석 관광객이 출입하는 선석 선박의 출입빈도가 굉장히 높은 장소의 근접선석 시·주거지에 인접한 선석(거리 기준은 100미터 이내)
B	A, C1, C2 이외의 선석
C1	항만법상의 보안항내로 지정된 안벽의 선석 시·주거지에서 상당히 떨어져 있고 한산한 장소에 있는 A 이외의 선석(거리 기준은 500미터 이상)
C2	컨테이너 전용안벽

자료: 일본 위험물적재선박의 정박장소 지정 및 위험물 하역허가기준

위험물의 종류(9종류)와 안벽분류(4개 구분)를 기준으로 각각의 하역 허용량이 한정되어 있으며, 단위는 정미중량²³⁾ 톤수로 규정한다.

〈표 3-5〉 위험물 접안하역 허용량

종류	종류별		1일 하역허용량(톤)				비고
			A	B	C1	C2	
폭발류	화약류	등급 1.1, 1.2, 1.5	0	5	20	20	특별한 보안제도를 취할 것
	산화성물질류	유기관산화물질	0.2	5	20	20	
그 외의 위험물	고압가스	인화성고압가스	0.5	10	20	20	
		비인화성고압가스	1	20	100	400	
		독성고압가스	1	20	100	100	

²³⁾ 정미중량(正味重量, Net weight)은 물건의 내용물에 대한 실질 중량을 말함

〈표 3-5〉 위험물 접안하역 허용량(계속)

종류	종류별	1일 하역허용량(톤)				비고
		A	B	C1	C2	
인화성액체류	용기등급 I	2	50	250	1,000	
	용기등급 II	5	100	500	2,000	
	용기등급 III	10	250	1,000	4,000	
가연성물질	가연성물질	10	250	1,000	4,000	
	자연발화성물질	5	100	500	2,000	
	물반응가연성물질	5	100	500	2,000	
산화성물질	산화성물질	5	100	500	2,000	
	유기산화물질(폭발물 제외)	1	20	100	400	
독물류	독물	10	250	1,000	4,000	
방사성물질	제 1류	0	0	-	-	특별한 보안제도를 취할 것
	제 2류	0	-	-	-	
	제 3류	0	-	-	-	
부식성물질		10	250	1,000	4,000	
기타	종류별 다른 성분이 혼재되어 있는 경우는 두 종류 이상의 위험물 하역허용량을 산정하여 수량을 결정					

자료: 위험물적재선박의 정박장소 지정 및 위험물 하역허가기준

3. 항만위험물 보안감독자 및 취급자 자격 및 교육 내용

일본의 항만위험물보안감독자 및 취급자는 위험물 규제에 관한 정령(政令)에 의해 자격 및 업무가 규정되어 있다.

법률에서 규정하고 있는 위험물보안감독자의 업무는 다음과 같다.

첫째, 위험물 취급 작업 실시 시에 해당 작업이 기술상 기준 및 예방규정 등의 보안에 관한 규정에 적합하도록 작업자에 대하여 필요한 지시를 내려야 한다.

둘째, 화재 등의 재해가 발생한 경우에는 작업자를 지휘하여 대응 조치를 실행하고, 즉시 소방기관 및 그 외 관계자에게 연락을 취해야 한다.

셋째, 위험물시설보안원을 둔 제제소 등에서는 위험물 시설보안원에 필요한 지시를 내리고, 그 외 제제소 등에서는 위험물시설보안원(제59조)²⁴⁾의 업무를

수행해야 한다.

넷째, 화재 등의 재해 방지에 관하여 해당 제조소 등에 인접한 제조소 등 그 외 관련 시설 관계자와 지속적인 연락을 실행해야 한다.

다섯째, 전 항 이외에 위험물 취급작업의 보안 관련 필요한 감독업무를 수행한다.

위험물보안감독자 및 취급자가 취급할 수 있는 위험물은 취급 위험물의 종류와 범위에 따라 상이하다. 갑종(甲種)위험물취급자는 모든 종류의 위험물을 취급가능하고, 을종(乙種)위험물취급자는 해당 을종위험물면허에서 규정하는 종류의 위험물로 한정된다. 병종(丙種)위험물취급자는 가솔린, 경유, 제3석유류(중유, 윤활유 및 인화점 130도 이상의 물질로 한정), 제4석유류 및 동물성 유류로 한정한다.

〈표 3-6〉 위험물취급자 면허 종류 및 취급가능 위험물

면허의 종류		취급가능한 위험물
갑종		모든 종류의 위험물
을종	제1류	염소산염류, 과염소산염류, 무기과산화물, 아염소산염류, 취소산염류, 질산염류, 요오드산염류, 과망간염산류, 중크롬염산류 등 산화성고체
	제2류	황화린, 적린, 유황, 철분, 금속분, 마그네슘, 인화성고체 등 가연성 고체
	제3류	칼륨, 나트륨, 알킬알루미늄, 알칼리튬, 황린, 알칼리금속 및 알칼리토금속, 유기금속화합물, 금속의 수소화물, 금속의 린화물, 칼슘 및 알루미늄의 탄화물 등의 자연발화성 및 급수성 고체
	제4류	특수인화물, 제1 석유류, 알콜류, 제2 석유류, 제3 석유류, 제4 석유류, 동식물유류 등 인화성 액체
	제5류	유기과산화물, 질산에스테르류, 니트로화합물, 니트로소화합물, 아조화합물, 디아조화합물, 하드라진 유도체, 히드록실아민, 히드록실아민염류 등 자기반응성물질

- 24) 1) 제조소 등의 제조 및 설비를 기술상 기준에 적합하도록 유지하기 위한 정기 및 임시 점검을 수행, 2) 전항의 점검을 실행할 시 점검을 실행한 장소의 상황 및 보안을 위한 조치를 기록하고 보존, 3) 제조소 등의 구조 및 설비에 이상을 발견한 경우에는 위험보안감독자 및 그 관계자에게 연락하고, 상황을 판단하여 적합한 조치를 취할 것, 4) 화재가 발생한 경우 또는 화재 발생의 위험성이 있을 시에는 위험물보안감독자와 협력하여 대응 조치를 취할 것, 5) 제조소 등의 계측장비, 제어장비, 안전장비 등의 기능이 제대로 유지되도록 보안관리할 것, 6) 전 항 이외에 제조소 등의 구조 및 설비 보안에 관하여 필요한 업무

〈표 3-6〉 위험물취급자 면허 종류 및 취급가능 위험물(계속)

면허의 종류		취급가능한 위험물
을종	제6류	과염소산, 과산화수소, 질산 등 산화성 액체
병종		가솔린, 등유, 경유, 중유 등

자료: 일본소방시험연구센터 홈페이지, <https://www.shoubo-shiken.or.jp/kikenbutsu/kind.html>, 검색일(20160725)

면허의 자격 요건은 을종과 병종의 경우 필요 요건이 없으나, 갑종의 경우는 별도의 자격 요건²⁵⁾이 갖추어져야 시험에 응시할 수 있다. <표 3-7>과 같이 각종 면허에 따른 시험과목도 상이하다.

〈표 3-7〉 위험물취급자 면허의 시험 과목

갑종위험물시험 과목	
1. 물리학 및 화학	
1) 위험물의 취급작업에 관한 보안에 필요한 물리학	
2) 위험물의 취급작업에 관한 보안에 필요한 화학	
3) 연소 및 소화에 관한 이론	
2. 위험물의 성질, 화재예방, 소화 방법	
1) 모든 종류의 위험물에 대한 성질에 관한 개론	
2) 위험물 종류별 공통 특성	
3) 위험물 종류별 공통 화재예방 및 소화 방법	
4) 품명별 위험물 일반 성질	
5) 품명별 위험물 화재예방 및 소화 방법	
3. 위험물에 관한 법령	
을종위험물시험 과목	
1. 기초 물리학 및 기초 화학	
1) 위험물의 취급작업에 관한 보안에 필요한 물리학	
2) 위험물의 취급작업에 관한 보안에 필요한 화학	
3) 연소, 소화에 대한 기초 이론	
2. 위험물의 성질 및 화재예방, 소화 방법	
1) 모든 종류의 위험물에 대한 성질에 관한 기초 개론	
2) 제1류에서 제6류 중 수험에 관한 위험물 종류의 공통 특성	

²⁵⁾ 1) 대학 등에서 화학에 관한 학과 등을 졸업한 자, 2) 대학 등에서 화학에 관한 수업과목을 15단위 이상 이수한 자, 3) 을종위험물취급자 면허를 가지고 실무경력 2년 이상인 자, 4) 화학 관련 석사 또는 박사 학위를 가진 자

〈표 3-7〉 위험물취급자 면허의 시험 과목(계속)

을종위험물시험 과목	
3) 제1류에서 제6류 중 수험에 관한 위험물 종류의 공통 화재예방 및 소화 방법	
4) 수험에 관한 위험물 종류의 품명별 위험물 일반 성질	
5) 수험에 관한 위험물 종류의 품명별 위험물 화재예방 및 소화 방법	
3. 위험물에 관한 법령	
병종위험물시험 과목	
1. 연소 및 소화에 관한 기초 이론	
2. 위험물의 성질 및 화재예방 및 소화 방법	
1) 병종위험물취급자의 취급가능 위험물 종류에 관한 기초 지식	
2) 병종위험물취급자의 취급가능 위험물 종류의 화재예방 및 소화 방법	
3. 위험물에 관한 법령	

위험물보안감독자 및 취급자의 보수교육의 경우는 해당 지역 위험물안전협회연합회에서 실시하고 있다. 위험물의 규제에 관한 규칙 제58조 14항에 의거하여 위험물취급자면허를 교부받은 자, 현재 위험물제조소, 저장소 및 취급소에서 위험물의 취급 작업에 종사하는 자는 규정된 기간 내²⁶⁾에 강습을 받아야 한다.

보수교육의 내용은 해당 지역의 위험물안전협회연합회 및 프로그램에 따라 상이하며 교육 시간은 3시간이 일반적이다. 예를 들어 사이타마현 위험물안전협회연합회의 경우 급유취급소와 그 외 시설로 분류하여 강습을 실행 중에 있으며, 보수교육 내용은 위험물관계법령에 관한 사항, 위험물 화재예방에 관한 교육 등으로 구성되어 있다.

4. 항만위험물 재해 대책²⁷⁾

일본에서는 항만위험물 재해 대책을 사고 발생 전·중·후로 구분하여 중요사

²⁶⁾ 계속적으로 위험물취급작업에 종사하는 자는 3년 이내, 신규 또는 재종사자는 종사한 날로부터 1년 이내로 규정하고 있음

²⁷⁾ 국토교통성의 항만위험물 등 재해대책집의 자료를 활용하여 작성함.
(<http://www.mlit.go.jp/common/001036320.pdf>)

항을 제시하고 있다. 국토교통성 항만위험물 등 재해대책편에 의하면 항만에서 위험물 등의 누설, 유출, 폭발 등으로 인해 다수의 사상자 등이 발생하는 대규모 항만재해에 관한 대책을 항만위험물 재해 예방, 항만위험물 재해대응 대책, 항만위험물 재해 복구로 구분하고 있다.

〈그림 3-3〉 일본 항만위험물 재해대책

전	중	후
항만 위험물 재해 예방	항만 위험물 재해대응 대책	항만 위험물 재해 복구
① 항만재해대책 추진 • 각 중 사업·계획에 입각한 대책 실시 • 항만시설 정비 및 재해에 대한 안전성 확보 ② 위험물 관리체제 정비 • 정보수집·연락체제 정비 • 통신수단 정비 • 관계기관과의 연계 • 응급복구체제 정비 • 후방 지원체제 정비 ③ 재해 및 방재에 관한 연구 및 관측 추진 ④ 방재교육 실시 • 방재에 관한 연수 실시 • 방재지식 보급 • 인재육성 ⑤ 방재훈련 ⑥ 재발방지책 실시	① 재해발생 직전의 정보 수집·연락 및 통신 확보 ② 재해발생 직후 정보 수집·연락 및 통신 확보 • 재해정보 수집, 전달 • 통신수단 확보 ③ 활동체계 확립 ④ 정부본부에 대한 대응 • 관계 부처 연락 회의 • 정부본부 ⑤ 재해 발생 후 시설 긴급 점검 ⑥ 재해대응용 기자재 및 복구 기자재 확보 ⑦ 재해발생 시 복구공사 실시 ⑧ 재해발생 시 항만기능 확보 ⑨ 2차 재해 방지 대책 ⑩ 지방공용단체 지원 ⑪ 재해자에 대한 대응 • 정보수집, 기자재 제공 • 피난 활동 ⑫ 재해발생 시 전파 활동	① 재해복구 기본 방침 ② 항만 복구 • 재해복구 촉진 • 재발 방지

자료: 항만위험물 등 재해대책집 수정·편집하여 작성

1) 항만위험물 재해 예방

항만위험물 재해 예방에 고려되는 주요 요인으로는 항만재해대책 추진, 위험물 관리체제 정비, 재해 및 방재에 관한 연구 및 관측 추진, 방재교육 실시, 방재훈련, 재발방지책 실시 등이 있다.

(1) 항만재해대책 추진

① 각 중 사업·계획에 입각한 대책 실시

항만재해대책의 추진의 취지는 항만에서 위험물 등에 관한 재해를 방지하고, 재해가 발생한 경우 피해 확대를 방지하기 위해 위험물 등의 취급구역을 다른 구역과 분리하는 등 항만계획 책정 시에 방재상의 대책을 실행하고 있다. 그리고 항만계획 등에 의거하여 위험물 등에 관한 재해대책사업을 계획적이고 통합적으로 추진하여 안전하고 신뢰성이 높은 항만공간을 확보하고, 재해에 강한 국가 정립·항만 가꾸기를 추진하고 있다.

② 항만시설 정비 및 재해에 대한 안전성 확보

항만시설의 정비 및 재해에 대한 안전성을 확보하는 것이 중요한 사안으로 평가된다. 국내외의 사회경제활동에 영향을 최소화시키기 위해 항만의 규모, 항만 간 대체성·보완기능을 고려하는 한편, 위험물 취급시설의 집약, 중요한 항만시설까지의 안전거리 확보, 위험물 취급시설로의 진입진로의 다양화 등 재해에 강한 항만정비를 추진하고, 대규모 항만재해 발생에 대한 안전성, 신뢰성을 향상시키는 것이 중요한 사항이다.

주민 피난이나 피해지역의 복구·부흥 지원거점이 되는 임해부 방재거점에 대하여 위험물 등의 취급시설과의 거리 등을 고려하여 정비를 추진하고, 항만관리자에 대한 방재거점이 적절하게 관리·운영되도록 매뉴얼 등을 정비하고 있다.

그리고 항만시설이 피해를 입을 것에 대비하여 그 상황과 이용불가 정보를 항만관계자에게 신속히 전달되도록 피해정보수집·발신 시스템을 정비하고 있다.

(2) 위험물 관리체제 정비

① 정보 수집·연락체제 정비

석유 기지 등 재해방지법 특별방재지역 이외의 지역인 항만에서도 위험물 취급시설이 집약되어 있고, 이에 관련한 하역활동이 일어나고 있다. 위험물 취급사업자는 자주방재조직과 공동방재조직을 설치해야 하고, 항만관리자는 사업자와 연계하여 필요한 지원을 해야 한다.

항만 사업소 내의 재해발생에 대비하여 사업소의 자주방재조직과 공동방재조직과의 연계에 힘쓰고, 원활한 정보전달을 위한 체제를 정비하고, 재해발생 시 정보 수집, 연락, 분석체제를 강화하여 야간, 휴일의 경우에도 대응할 수 있도록 역할 분담을 명확하게 하여 그 취지를 환기시키는 활동을 하고 있다.

② 정보수단 정비

재해정보 수집·연락, 제공에 필요한 관측·감시기기, 통신시설, 정보제공 장치 등의 정비를 추진하기 위해 <표 3-8>의 시책을 실시하고, 운영에 관한 규정 정비와 정기적인 점검을 실시하여 재해 시 원활하고 효과적인 체제를 갖추고 있다.

〈표 3-8〉 정보수단 정비 세부 내용

정보수단	주요 내용
정보 전송시스템 정비	<ul style="list-style-type: none"> • 재해 현장의 화상정보기기 및 정보통신기기 등의 정비 • 비상본부에 재해현장의 화상 전송을 위한 전송시스템 정비 • 해상에서 피해 상황 등을 확인할 수 있는 화상전송시스템 정비
위험관리 및 행정정보 통신 시스템 정비	<ul style="list-style-type: none"> • 재해에 관한 각종 정보 수집·파악을 위한 위험관리시스템 정비 • 항만에 관한 행정정보통신시스템의 다양화 • GIS 개발·정비 촉진 • 항만공항부는 긴급 시 통신수단의 신뢰성을 향상시킬 수 있는 방안 마련
종합방재정보 공유 시스템 정비	<ul style="list-style-type: none"> • 일반피해 정보, 공용시설 피해정보 등 종합방재정보 공유 시스템 정비 • 항만이용자 및 배후지역 주민에게 적절한 정보제공을 위한 재해정보판, 방송시설 등의 정보제공 장치 정비
재해우선 전화 위치 숙지 및 복구 훈련	<ul style="list-style-type: none"> • NTT 등의 전기통신사업자가 제공하는 재해우선전화의 설치장소 숙지 및 복구 훈련을 실시하여 재해 시 대응 가능한 체제 확립

③ 관계기관과의 연계

국토교통성 지방정비국 등은 빈번히 항만관리자, 해안관리자, 하천관리자, 경찰, 소방, 자위대, 해상보안청 관계기관과 연락 및 조정을 행하고, 관계기관 간의 연락체제, 각종 재해에 대한 대응대책 등의 역할분담을 협의하고 있다.

④ 응급복구체제 정비

응급복구용 기자재는 항만관리자와 연계하여 비축해 두고, 응급복구공사 등의 사항을 관계기관과 상호지원이 가능하도록 협조체제를 구축하고, 사전에 인원 배치, 기자재 제공·조달 체제, 상호 지원 체제에 대한 정비 방안을 구축하고 있다.

대규모 재해 발생 시에는 지방정비국 간의 지원을 신속·적절하게 실현하기 위해 지방정비국은 지원처 지정, 지원에 관한 연락·요청 수속, 재해대책본부와

의 역할 분담·연락조정 체제, 지원기관의 활동 거점, 지원요원 집합·배치 체제와 기자재 집적·운송 체제 등에 대한 “지원계획”을 수립하는 활동을 하고 있다.

⑤후방지원체제 정비

국토교통성 지방정비국은 재해 발생 시 직원 및 그 가족의 상황을 확인하는 체제를 마련해 두고 있다. 비상본부 운영에 필요한 식량, 물, 연료 등의 공급을 확보해 두어야 하며, 재해대응이 장기화될 경우 직원 교대요원 확보에 관한 체제를 마련해야 한다.

(3) 재해 및 방재에 관한 연구 및 관측 추진

위험물의 재해가 발생한 경우 관계기관과 연계하여 발생원인에 대한 인적·물적 사항을 철저하게 규명하는 것이 중요하다.

항만재해에 관한 데이터를 모으고, 재해에 관한 안전성 확보의 관점에서

- 위험물 재해의 위험물 종류, 항만시설 구조·자재 종류 등의 대응에 관한 지식의 수집·분석·평가
- 항만 재해 피해방지를 위한 항만시설 계획·설계 방법의 고도화, 일상점검 방법의 고도화, 기술상의 기준 등의 정비·검토
- 재해 관련 데이터, 응급복구데이터, 피해방지·응급복구 활동에 필요한 정보기반 개발

등의 연구를 진행하여야 하고, 항만재해 피해를 줄이기 위한 기상·해상의 관측기기 정비 및 데이터 축적 등을 추진해야 하는 취지를 밝히고 있다.

(4) 방재교육 실시

① 방재에 관한 연수 실시

직원을 대상으로 재해발생 시의 조치를 취할 수 있도록 관계 법령, 실무 등에 관한 강연회, 연구회 등을 실시한다.

② 방재지식 보급

방재지식 보급은 국토교통성 관계기관지 활용, 방재에 관한 도서, 비디오, 팸플릿 등을 작성·발행하여 국민적 관심을 확산시킨다. 그리고 방재에 관한 강연

회, 심포지엄 등을 관계기관과 공동 개최하는 계획을 세우는 방안도 모색한다. 또한 방재지식 보급 시 고령자, 장애인, 외국인, 영유아, 임산부 등을 배려해야 하는 조항이 들어 있다.

③ 인재 육성

피해를 받은 항만시설의 피해정보를 신속하게 수집·점검, 원활한 재해응급 대책과 재해복구사업의 조사업무 등에 필요한 인재 육성 및 활용을 도모하고, 학술기관을 포함한 공적 기관 등의 연수 참가를 지원하는 내용이 포함되어 있다.

(5) 방재훈련

재해응급대책이 신속하고 원활하게 실시될 수 있도록 관계 행정기관 등과 연계하여, 대규모 재해를 대비하는 훈련을 실시해야 하고, 훈련 실시에 있어서 계획단계에서 다수의 기관이 참여하는 방안을 마련하는 등 관계기관의 연계강화에 노력해야 한다.

① 비상소집

일괄 전달장치 및 해당 장치 사용이 불가능한 상황을 대비하여 전화 등에 의한 인원소집, 교통 기관 운행상황을 고려한 주거지 근방의 기관에서의 집합, 이동무선전화장치 이용 등의 훈련을 실시한다. 그리고 비상소집에 관한 훈련은 연 1회 이상 실시하는 것이 바람직하다.

② 정보 수집·연락

재해발생 시 상황을 고려하여 소관시설의 피해상황 등에 관한 정보를 신속하고 적절하게 전달하는 훈련을 실시하고, 재해발생 시의 통신 확보를 도모하기 위해 비상통신의 취급, 기기 조작 숙련도를 향상시키기 위한 실질적 훈련을 실시하는 것이 중요하다.

③ 재해대책본부 설치 운영

신속한 초동대응체제 수립을 위해 비상본부 또는 지방정비국 등에서 소속되는 재해대책본부 설치, 본부회의 개최·운영 등에 관한 훈련을 실시한다.

④ 응급대책

소관시설에 관한 응급복구공사와 2차 재해방지대책 등이 재해 상황에 원활

하게 진행될 수 있도록 훈련을 실시한다.

훈련 후에는 평가를 실시하고, 발견된 개선점에 대해서는 재해대책업무에 활용하는 등 이후 훈련에 반영하는 것이 중요한 사항이다.

(6) 재발방지책 실시

재해원인 조사를 실시하는 경우 조사위원회를 설치하여 신속한 종합 조사를 실행하고, 그 결과를 바탕으로 재발방지대책을 적절하게 실시하도록 되어 있다.

2) 항만위험물 재해대응 대책

항만에서 위험물 재해가 실질적으로 발생하였을 때 이를 대처하기 위한 방안 마련에 노력하여야 하며, 재해발생 시의 정보 수집 및 연락, 정부본부의 역할, 재해복구에 관한 사항, 재해 피해자에 대한 조치 등의 내용이 포함되어 있다.

(1) 재해발생 직전의 정보 수집·연락 및 통신 확보

동해지진경계선언(東海地震警戒宣言) 등 항만에서 위험물 취급시설에 피해를 미칠 가능성이 있는 정보입수가 원활하게 진행되는 체제를 확보하고, 항만 관리자와 연락을 취해 재해위험지의 상황을 파악하고 있다. 재해 발생이 예상되는 경우 관계기관, 보도기관 등을 이용하여 항만이용자에게 신속하게 전달되어야 한다.

(2) 재해발생 직후 정보 수집·연락 및 통신 확보

위험물 재해가 발생하면 재해 규모와 피해 정도에 따라 피해정보를 신속, 광역적으로 수집하고 연락하도록 되어 있다. 이러한 경우 다량의 정보를 효과적으로 전달할 수 있는 통신수단·기기를 활용하고, 피해규모의 조기파악에 노력해야 한다. 그리고 재해법에 근거하여 비상재해대책본부(이하, 정부본부)를 설치하는 내용이 포함되어 있다.

① 재해정보의 수집·전달

대규모 위험물 재해가 발생한 경우 현지에서의 정보, TV, 라디오 등의 일반 정보를 이용하여 재해규모, 범위 등에 대하여 확인해야 한다. 지방정비국은 재

해대책본부를 필요로 하는 대규모 항만재해가 발생한 경우 즉시 국토교통성 비상재해대책본부에 연락을 취하도록 되어 있다.

국토교통성, 지방정비국, 항만관리자는 재해발생 후 관계기관과 연계하여 2차 재해에 유의해야 하고, 시설피해 정보를 신속하게 수집, 상호 공유한다. 지방정비국, 항만관리자는 피해정보 등 긴급하게 필요한 정보는 재해발생 후 즉시 국토교통성에 연락하고, 규정된 절차, 내용, 정확성을 확보하도록 되어 있다.

국토교통성 내각국은 지방정비국, 항만관리자를 통해 항만시설의 피해상황, 응급대책 활동상황, 재해대책본부 설치상황, 일반피해 상황 등의 정보를 수집하고 비상본부 등에 보고하도록 되어 있다.

비상본부 또는 내각국은 항만시설 피해에 관한 1차 정보에서 긴급보고를 요하는 것에 대해서는 즉시 국토교통성 장관을 비롯한 간부들에게 전달하는 동시에 국무총리, 내각부, 관계 부처 등에도 연락을 취한다.

피해정보 수집·연락 시에는 창구를 일원화하여 현지의 재해대책에 지장을 초래하지 않도록 하는 것이 중요한 사항이다.

② 통신수단 확보

재해발생 직후 즉시 재해정보의 연락이 가능한 통신수단을 확보하고, 만약 기존통신 네트워크에 장애가 발생한 경우 선박무선 등의 이동통신회선을 활용하거나, 긴급정보연락용 회선 설정을 실행하는 매뉴얼이 갖추어져 있다.

(3) 활동체계 확립

지방정비국은 지방정비국 재해업무계획 및 초동체제에 관한 매뉴얼에 따라 비상소집을 실시하도록 되어 있다.

국토교통성, 지방정비국은 경찰, 소방, 자위대, 해상보안청, 항만관리자 등의 관계 기관 및 관계 사업자와 연락을 취해 응급대책을 실시한다.

(4) 정부본부에 대한 대응

① 관계 부처 연락회의

대규모 위험물 피해가 발생했을 시 피해 1차정보를 확인·공유, 응급대책 조정을 실행하기 위한 관계 부처 연락회의에 직원을 출석시키고, 피해현지 상황

을 파악, 응급대책을 신속하게 실시하기 위해 현지조사단 직원을 파견하는 등을 내용이 포함되어 있다.

② 정부본부

정부본부가 설치된 경우 본부원으로서 직원을 파견하고 재해응급대책의 종합조정에 관한 활동을 실시한다.

정부의 현지대책본부가 설치된 경우 본부원으로서 직원을 파견하고, 현지에서 피해응급대책의 종합조정에 관한 활동을 실시하도록 되어 있다.

(5) 재해 발생 후 시설 긴급 점검

소관시설 응급복구활동을 실시하기 위해 항만관리자와 연계하여 긴급점검 실시 체제를 구축하고, 2차 재해 발생에 대비한 긴급점검을 실시하도록 되어 있다. 긴급점검 결과를 바탕으로 항만관리자와 연계하여 필요한 대책을 강구해야 하는 내용이 있다.

(6) 재해대응용 기자재 및 복구기자재 확보

피해확대를 방지하기 위한 소발활동과 기름 유출에 대응하기 위한 기름회수선 출동 준비를 철저히 한다. 또한 소방청에서 요청이 있을 경우 신속히 출동하여 소방 활동을 지원한다.

원활한 응급복구를 위해 주요 재해복구용 기자재를 조달할 수 있는 조치를 취하고, 복구공사 거점과 운송거점이 되는 부체식(浮體式) 방재기지를 항만관리자와 연계하여 신속하게 준비하도록 되어 있다.

(7) 재해발생 시 복구공사 실시

항만시설이 피해를 입은 경우 피해 확대 방지와 항만기능 확보를 위해 신속하고 계획적으로 긴급공사를 시공·지휘하는 등 시설 피해상황에 따라 적절한 응급공사를 시공하도록 한다. 또한 응급공사 실시상황에 대하여 관계기관과 긴밀한 정보교환을 실시하고, 필요시 부체식 방재기지를 피해지 근방에 배치하여 복구공사 거점으로 활용하는 내용이 포함되어 있다.

(8) 재해발생 시 항만기능 확보

항만시설에 대하여 피해상황을 파악하고, 신속하게 항로 개척, 가설 등의 응급복구를 실행하여 항만기능 확보에 노력해야 한다. 재해발생 시 원활한 수송로를 확보하기 위해 최우선적으로 필요한 안벽에 대한 응급복구를 실시하고, 부채식 방재기지 활용을 강구하도록 되어 있다. 그리고 필요시 피해 항만소관 이외의 항만공항부와 항만관리자에게 대체 수송안벽 확보에 관한 지원 요청을 실시하고 있다.

대규모 피해가 발생하여 근방 간선도로, 철도 등이 통제되는 경우에는 관계기관과 연계하여 대체수송 해상로를 설정하고, 필요한 안벽 확보를 위해 근방 항만관리자에게 협력을 요청한다.

(9) 2차 재해 방지 대책

위험물 재해는 방재업무활동 시에 2차 재해의 위험성이 높다. 소방청 등 전문적인 기관과 연계하여 항만이용자, 방재업무에 종사하는 자의 안전을 확보하는 것이 중요한 사항이다.

구조물과 고정식 하역기기 등에 대해서는 외관상 피해를 받지 않은 것처럼 보여도 열기나 소화활동에 의해 구성하는 부재 등에 의해 화학반응을 일으키는 경우가 있다. 2차 재해로 인한 피해 확산을 방지하기 위해서는 충분한 시설 점검·현지조사를 실시하고, 피해상황 등을 충분히 파악한 후 복구공사를 실시하도록 되어 있다. 그리고 시설의 점검에 있어 담당관을 현지에 파견하여 기술적 지도를 실시하고, 필요시 전문가를 파견하여 지도·조언을 받아야 한다.

(10) 지방공용단체 지원

대규모 재해가 발생한 경우 또는 발생 우려가 있는 경우에는 지방공용단체에 대한 지원을 실시해야 한다.

① 정보수집, 기자재 제공

항만공항부는 필요시 화상정보기기 및 정보통신기기를 구비하고 항만업무선을 이용하여 상황을 파악해야 한다. 지방공용단체로의 재해정보 제공 등 긴밀

한 정보연결이 이행되어 있다.

재해대응을 원활하게 실행하기 위해 지방공용단체의 요청에 대한 응급복구용 기자재와 재해대책선박 등의 제공을 실시하고, 응급복구공사나 2차 재해방지 검토 시에는 담당관 또는 전문가를 파견하는 등의 조치를 취하도록 되어 있다.

② 피난활동

지방공용단체에 의한 피난유도에 있어 피난장소, 피난 경로 상황 등이 정보 이용자와 주민에게 신속하게 전달될 수 있도록 하고, 항만관리자와 협력하여 필요한 지도·조언을 실행하도록 한다.

지방공용단체, 지역주민이 피난장소 이외의 장소를 이용하려는 요청이 올 경우 시설 상황을 확인한 후 적절한 조치를 취해야 한다.

(11) 재해자에 대한 대응

지방정비국은 재해구조법에 의거하여 재해 피해자 및 그 가족에 대하여 대기 장소 확보, 연락수단 확보, 대기에 필요한 물자 제공 등의 구조활동에 필요한 협력·지원을 실행하도록 되어 있다.

(12) 재해발생 시 전파 활동

일반 주민이나 재해 피해자 가족 등의 요구 사항을 충분히 파악하고, 항만이 용자와 주민, 재해 피해자에게 피해 상황, 응급대책 상황, 2차 재해 위험성, 항로 규제·통행 규제 등의 상황 등의 도움이 되는 정보를 매스미디어, 인터넷을 활용하여 신속하게 제공하도록 되어 있다.

3) 항만위험물 재해 복구

항만위험물 재해가 발생하고 재해에 대한 대책을 실행한 이후 피해 항만지역의 복구에 관한 사항을 간략하게 정리하였다.

(1) 재해복구 기본 방침

국토교통성은 지방공용단체가 피해지역의 재해복구 기본방침을 검토하고 복구계획을 수립하는 경우와 항만관리자가 재해복구의 기본방침을 검토하고 복

구계획 수립 시에 적절한 지도·조언을 실시해야 한다.

피해항만관리자에 의해 재해복구대책을 추진할 시에는 직원을 파견하고 협력을 요청한 경우에는 신속히 검토하여 적절한 조치를 취해야 한다.

(2) 항만 복구

① 재해복구 촉진

항만관리자와 연계하여 재해발생 후 항만기능의 조기복구에 힘써야 하며 민생 안전, 항만기능 확보, 시설 유지 등을 위해 필요시 응급공사를 실시하도록 되어 있다.

재해로 인한 지역 사회경제활동의 저하를 최소화시킬 수 있도록 신속하고 원활하게 복구를 진행해야 하고, 복구에 있어 주변 환경 보전을 고려해야 한다. 또한 수송기능을 확보하기 위한 부체식 방재기지의 활용, 인근 항만에서 대체 수송이 가능하도록 안벽 확보에도 노력을 기울여야 한다.

② 재발 방지

재발 방지의 관점에서 항만시설 복구 시 양질의 복구공사를 실시해야 한다. 재해발생 원인을 규명하고, 문제점을 제거·개선하여 다시 재해가 발생하지 않도록 노력해야 하는 사항이 포함되어 있다.

제2절 싱가포르

1. 항만 내 위험물 분류

싱가포르 항만법 236장 「위험화물, 석유 및 폭발물 규칙조항」에 따라 싱가포르 항만 내 위험물은 위험화물, 석유류 및 폭발물로 분류되어 있다.

위험화물의 경우 2005년 1월 이후 포장 위험물의 운송, 하역 및 저장에 대한 모든 위험물 분류를 UN번호와 IMDG 코드에 준거하여 싱가포르 항만공사가 별도로 지정한 MPA²⁸⁾ GROUP에 따라 분류한다. 이는 IMDG 코드 내 9개의 위험물 종류를 3개의 그룹으로 재편하여 분류하는 것으로 그룹에 따라 선박 양하

가능 여부, 항만 내 보관 및 직반송으로 구분하여 관리한다. 재편된 그룹은 <표 3-9>와 같다.

〈표 3-9〉 선박에 의한 위험물 운송기준에 따른 위험물 분류

분류	특성
MPA GROUP 1	• 선박이 부두에 직접 접안하여 적양하가 허용되지 않는 위험물
MPA GROUP 2	• 선박이 직접 접안하여 적양하가 가능하나 보관이 허용되지 않는 위험물
MPA GROUP 3	• 적양하 이후 부두 내 저장시설에 보관이 가능한 위험물

석유류의 경우 인화점 온도에 따라 각각 A, B, C 급으로 구분하여 Class A는 인화점 23도 이하의 석유류나 액화석유가스류, Class B는 인화점 23도 이상 66도 이하의 석유류, Class C는 인화점 66도 이상의 석유류를 뜻한다.

폭발물의 경우 무기 및 폭발물법(Arms and Explosives Act)상 규정된 폭발물을 의미하며 싱가포르 환경국이 관리하고 항만 내 저장이 불가하여 양하 후 직반출하고 있다.

2. 싱가포르 항만 내 위험물 관리

싱가포르 항만 내 위험물 입항 시에는 우선 선박입항 12시간 이전에 선주 혹은 화주는 Portnet, JP online, Marinet 등을 통해 위험물 반입정보를 항만당국에 보고해야만 한다. 이때 모든 위험물의 정확한 기술적 명칭, IMO Class, UN 번호, 인화점 등의 보고내용이 정확히 명시되어 있어야 한다. 또한 포장 위험물의 경우 컨테이너 번호 및 선내 컨테이너 적재위치가 명확히 보고되어야 한다. 각 항의 선석별 위험물별 하역 허용 용량이 규제되어 있다. 아래의 <표 3-10>의 경우 그 예이다.

28) Maritime and Port Authority of Singapore

〈표 3-10〉 싱가포르 선석별 위험물 반입 허가량 예(Jurong Port Container Berth)

(단위: 톤)

Berth	IMO Classes 1.1, 1.2, 1.3(except 1.3G and 1.3H), 1.5 and 1.6	IMO Classes 1.3G, 1.3H and 1.4(NEQ)	IMO Class 2.1 compressed	IMO Class 2.1 liquefied	IMO Class 2.3	IMO Classes 3 and 8 FP < 26℃	IMO Class 4.2	IMO Class 4.3	IMO Class 5.1	IMO Class 5.2	IMO Class 6.1
J19	Prohibited	0.2	5	25	Prohibited	25	20	30	250	20	20
J18	Prohibited	20	15	40	0.3	40	30	50	750	100	50
J17	Prohibited	20	20	75	0.3	75	50	75	750	175	50
J16	Prohibited	20	25	250	0.3	250	150	250	750	175	50
J15	Prohibited	20	25	500	1.5	500	300	600	750	175	50
J14	Prohibited	20	25	500	1.5	500	300	600	750	175	50
J13	Prohibited	20	25	500	1.5	500	300	600	750	175	50
J24	Prohibited	20	20	75	0.3	75	50	75	750	175	50
J25	Prohibited	20	15	40	0.3	40	30	50	750	175	50

자료: 국토해양부 보고서(2010), 「위험물 안전관리 선진사례 및 기술동향 - 싱가포르 항만위험물 관리 시스템」

석유류의 경우 등급에 따른 수송량, 수송에 관한 제약조건, 적양하 시 선박의 정박시간, 작업시간 등의 제약조건이 규정되어 있다.

A급 석유류의 경우 규정된 지역 내 이송한계량, 적양하 시 일정한 정박시간 이외 항내 구역 정박금지, 야간작업 금지 등의 제약이 따른다. B급 석유류의 경우 적양하 시 일정한 정박시간 이외 항내 구역 정박금지 등의 제약을 받는다.

제3절 네덜란드

1. 항만 내 위험물 분류

항만 내 보관장소에서의 위험물 분류는 IMDG Code에 준거하여 격리 및 구분하고 있으며 접근성과 위험상황 발생 시 대응이 용이하도록 노상적재가 일반적이다. 그러나 창고 내 보관을 할 경우 IMO 요건에 따라 명확히 위험물의 구

분이 있어야 하며 다른 적재구역과 격리되어야 한다.

특수공간이나 장치장 저장 시에는 <표 3-11>과 같이 코드상 다른 등급 위험물과의 격리표가 명확히 제시되어 있는데 이는 IMDG 코드의 물질 간의 이격거리 기준에 준하여 제정된 것으로 여겨진다.

〈표 3-11〉 등급에 따른 위험물 격리표

등급		2.1	2.2	2.3	3	4.1	4.2	4.3	5.1	5.2	6.1	8	9
인화성 가스	2.1	0	0	0	S	A	S	0	S	S	0	A	0
무독, 비인화성 가스	2.2	0	0	0	A	0	A	0	0	A	0	0	0
유독가스	2.3	0	0	0	S	0	S	0	0	S	0	0	0
인화성 액체류	3	S	A	S	0	0	S	A	S	S	0	0	0
가연성고체	4.1	A	0	0	0	0	A	0	A	S	0	A	0
자연발화성물질	4.2	S	A	S	S	A	0	A	S	S	A	A	0
물과 작용 시 인화성가스 발생하는 물질	4.3	0	0	0	A	0	A	0	S	S	0	A	0
산화성물질	5.1	S	0	0	S	A	S	S	0	S	A	S	0
유기과산화물	5.2	S	A	S	S	S	S	S	S	0	A	S	0
독물	6.1	0	0	0	0	0	A	0	A	A	0	0	0
부식성물질	8	A	0	0	0	A	A	A	S	S	0	0	0
기타 위험물	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

- “0” 서로 격리를 요하지 않는 위험물
- “A” 요구사항 “away from ...(...와 떨어진)”을 뜻한다. (3미터 간격)
- “S” 요구사항 “separated from...(...와 분리된)”을 뜻한다. (6미터 간격)

위험물 부두는 주택밀집지역에서의 거리에 따라 Zone A, B, C, D로 분류되며 Zone A는 주택밀집지역에서 0-100m, Zone B는 100-300m, Zone C는 300-500m, Zone D: 500-1500m로 구분되며 이에 따른 접안 가능한 위험물 등급과 허가량 또한 상이하다.

2. 위험물 관련 법령

네덜란드의 위험물 관련 법령은 불법방해법(Nuisance Act), 수질오염법(Water

Pollution Act), 화학물질폐기법(Act on Chemical Waste) 등과 법령으로써 외부 안전 법령(External Safety Decree)과 주요 사고 법령(Major Accidents Decree: BRZO)이 있다. 지역 법령으로써 로테르담시 항만관리청의 위험물에 관한 항만 규칙(Port Bye-laws)이 있다. 항만규칙은 선박교통신호, 접안과 정박에 관한 규정, 석유·LNG 부두 규정, 환적 시 규정, 안전설비에 대한 규정 등이 수록되어 있다.

3. 위험물 관리 시 활용되는 기술

로테르담항의 경우 효율적인 위험물 관리 및 사고대응을 위해 E-nose (Electric nose)를 활용하여 위험물 유출 시 빠른 사고대응이 가능하도록 활용되고 있다. 만약 가스 등의 유해화학물질 유출 시 대기의 변화를 감지하여 관련 정보가 무선으로 중앙관리서버로 송출되며 레인몬트 환경보호청에서 네트워크를 모니터링하고 이에 대응하도록 시스템화되어 있다. 로테르담항은 2015년까지 순찰선대와 항만에 150개의 e-nose를 설치하여 We-nose 네트워크를 운영 중에 있으며 2016년까지 250개로 확대 설치할 예정이다.

〈그림 3-4〉 로테르담항의 e-nose 사진 및 설치 현황



자료: 로테르담 항만청 홈페이지(<http://portofrotterdam.com>), 검색일: 2016. 10. 17

또한 로테르담시 항만관리청이 개발한 선박운송위험물 정보와 긴급대응 (Substance Information for Ship Transport and Emergency: SISTER) 시스템을 사용하여 위험물의 운송과 사고에 관한 정보를 제공하고 있다. 이는 4가지(물질,

산적운송규정, 포장화물운송규정, 사고대응) 모듈로 구성되어 있으며 MARPOL 규정, IMDG 코드를 포함한 위험물 관련 데이터를 포함하며 이에 따른 고화점과 점도, 세척요건과 최저하역온도 등에 관한 정보를 제공하고 있다.

제4절 시사점

1. 항만 내 위험물 분류기준 통일화

네덜란드와 싱가포르의 경우 포장위험물 보관 및 이송에 있어 위험물 분류기준을 선박운송 및 보관과정에서 국제 해상 위험물 규칙인 IMDG 코드에 준용하여 화물분류를 통일화하여 한국 및 일본과 같이 선박운송상의 분류기준과 보관상 분류기준이 상이함에 따른 공백을 최소화하였다. 네덜란드의 경우 위험물 사고 발생 시 접근과 대응이 용이하도록 IMDG 코드분류에 따른 노상적재와 위험물 분류에 따른 이격거리 유지 등 화물관리 및 사고대응에 대해 효율적으로 대처할 수 있도록 분류화하였다.

그러나 일본의 경우 우리나라의 위험물안전관리법과 같은 체계로 위험물을 분류하고 있으며 항만 내 위험물 분류기준을 소방법상 관리체계를 바탕으로 적용하고 있다. 각 국가 간의 상이한 위험물 분류 및 산재 혹은 적치하는 포장위험물 보관방법에 따른 효과적인 위험물 사고 대처 여부는 전문가 사이에서도 의견이 분분하다.

2. 현실적인 대응 매뉴얼 구축 필요

일본은 항만위험물 관련 사고에 대비하여 국토교통성을 중심으로 지방정비국, 항만관리자, 해안관리자, 하천관리자, 경찰, 소방, 자위대, 해상보안청 관계기관과의 유기적인 대응체계를 구축하고 시나리오에 따라 매년 1회 이상 관련 유관기관이 참여하는 훈련을 실시하고 있다. 또한, 2차 재해 발생 이후 시설 및 인명 피해 정도에 따른 복구 매뉴얼에 따라 피해상황 파악, 대안 항로 개척, 가

설 등의 응급복구를 실행하여 항만기능 확보 및 안벽에 대한 응급복구, 방재기지 활용 등의 항만 내 위험물 사고 발생에 특화된 시나리오 및 대응 매뉴얼을 갖추고 있다.

한국의 경우 각 소방청마다 대량위험물 취급시설 화재대응 매뉴얼, 화학물질 사고 초동대응 행동매뉴얼 등 사고 시 대응 매뉴얼은 갖추고 있으나 항만위험물 사고와 관련한 유관기관과의 유기적 대응체계 및 사고에 따른 복구, 대안 확보 등 발생 이후 대응 매뉴얼 구축이 미흡하다. 특히 사고발생 후 2차 재해에 대한 다양한 시나리오 검토 이후 이에 대한 대응체계 구축, 장비 손실 시 대체 가능한 장비확보 등에 대한 현실적이고 구체적인 사고 대응 매뉴얼 등이 필요할 것이다.

3. 효율적인 위험물 관리 기술 확보

네덜란드의 경우 효율적인 위험물 관리 및 사고대응을 위해 E-nose 활용 및 사고대응 시스템 구축, 선박운송위험물 정보와 긴급대응(Substance Information for Ship Transport and Emergency: SISTER) 시스템 구축 등 항만위험물 안전관리 기술을 효율적으로 활용되고 있다.

항만 내 위험물 사고 발생 시 신속하고 정확한 사고 대응이 필요하며 대부분 초기 사고 수습에 있어 한국의 경우 항만 내 안전관리자들의 노하우와 경험 및 터미널 내 방재장비에 의존하고 있다. 그러나 이러한 대응은 각 터미널마다 인력구성이 상이하고 장비구비의 차이를 나타내고 있으므로 좀 더 효율적이고 확실한 초기 사고 대응 시스템 구축이 필요하다.

따라서 사고 위험을 조기에 발견하고 전문적이며 신속하게 처리할 수 있는 사고 대응 시스템 구축을 위해서는 IoT 기술 및 정보시스템 기술을 활용한 시스템 구축이 필요할 것으로 판단된다.

제4장 개선방안 적용 우선순위와 항만위험물 사고 위험도 분석

제1절 개선방안 우선순위 분석

1. 개선방안 선정

항만위험물 안전관리체계 구축을 위해 우리나라 항만 내 위험물 관리의 문제점을 정리하였다. 18가지의 문제점을 정리하여 9가지의 개선방안으로 압축정리하였다. 최종적으로 안전관리체계(Safety Management System) 구축을 통해 선순환적인 안전관리체계 구축을 목표로 한다.

〈그림 4-1〉 항만위험물 안전관리 개선방안 선정



2. 우선순위 분석 방법론(AHP)의 정의

T. Saaty가 고안한 계층분석적 의사결정방법(Analytic Hierarchy Process, AHP)은 의사결정의 계층구조를 구성 중인 요소들 간의 쌍대비교(pairwise comparison)를 실시하고 이에 의한 판단을 통해 평가자의 지식, 경험 및 직관을 포착 및 활용하고자 하는 하나의 의사결정 방법론이다.²⁹⁾

이는 의사결정상 계층구조를 구성하는 속성 간의 쌍대 비교에 관한 판단을 통해 평가자의 전문적 지식, 경험, 직관을 포착하고자 하는 의사결정방법론으로 의사결정 과정 중에 수학적 이론에 근거하여 상대적 비교·분석을 통해 이론 적용의 명확성, 단순성, 간편성, 범용성 확보가 용이하다는 장점에 의해 다양한 분야에서 널리 활용되고 있다.

계층 분석적 기법은 인간은 문제해결을 위해 효과적인 사고를 수행한다는 전제 하에 다음과 같은 3가지 원리를 착안하였다. 복잡한 사회적 현상을 구성 요소 혹은 작은 부분으로 나누고 이에 따라 결과적으로 계층구조를 설정하고 사고하는 인간의 사고적 특징을 나타내는 계층적 구조설정(hierarchical structuring), 인간은 관측한 사물 간의 관계를 인식하며 이때 짝을 이루는 구성인자 사이의 선호도를 판단하기 위해 유사한 사물들을 묶어 특정 기준에 대비하여 비교하는 상대적 중요도 설정(weighting), 마지막으로 사물 및 생각들을 논리적 일관성이 갖추어지도록 관계를 설정하고, 이를 통해 유사한 성격을 지닌 사물 또는 생각을 관련성이나 동질성 등으로 묶는 논리적 일관성(Consistency)이다.

계층화 분석기법은 다양한 대안에 대한 불확실성이 존재하고, 여러 가지 기준의 의사결정을 내려야 할 상황에서 수학적 방법으로 상대적 우선순위(relative priority)를 찾아내고, 이상적인 의사결정을 내릴 수 있는 방법으로 주어진 의사결정 문제의 계층 분석화를 통해 상위 계층의 관점에서 직계에 위치한 하위 계층에 있는 요인들의 상대적인 중요도 또는 가중치를 쌍대비교에 의해 측정하여 결국 의사결정상 최하위 계층에 있는 대안에 대한 상대적 가중치 혹은 계층 간의 우선순위를 도출하는 것이다.

29) 양정모, AHP를 활용한 연구과제 선정방법 개선을 위한 연구. 한국학술진흥재단, 2007. p.3.

또한, 이는 문제 해결을 위한 여러 대안들 중 다면적인 평가기준과 이에 대한 우선순위 도출을 위한 다수가 주체인 의사결정을 수행하기 위해 설계되었으며 의사결정자의 합리적이고 직관적인 판단 또는 비합리적인 판단을 근거로 정량적 요소와 정성적 요소를 함께 고려함으로써 의사결정문제의 해결을 위한 포괄적인 틀을 제공하고 있다.

AHP를 통한 의사결정은 다음과 같은 6단계를 거친다.

- 1단계: 주어진 의사결정 문제에서 상호 관련된 여러 의사결정 사항들을 계층구조로 분해
- 2단계: 동일한 계층에 위치한 의사결정 속성들 간의 쌍대비교 실시
- 3단계: 고유치 방법(Eigenvalue Method)을 통한 각 계층의 의사결정 속성 간의 상대적 중요도 또는 가중치 추정
- 4단계: 최하층의 평가 대안들의 우선순위를 도출하기 위해 의사결정 속성들의 상대적 가중치를 종합
- 5단계: 통합 및 그룹 판단결과를 도출
- 6단계: 민감도 분석을 진행

이에 따른 계층분석적 기법의 적용 절차는 다음과 같다.

첫 번째, 의사결정문제를 상호관련된 의사결정사항들의 계층으로 분류 후 의사결정계층을 결정한다. 우선 계층과 계층 내의 요소들을 규정하고 관련된 질문을 작성하고 의사결정자가 이러한 질문에 대한 응답한 결과에 대해 문제가 발생하였으면 계층과 요소들을 수정하여 하며 이를 통해 수정된 질문을 만들고 동일한 의사결정자에게 재질문하여 문제가 제거될 때까지 이러한 과정을 반복적으로 수행한다.

두 번째, 동일한 계층의 의사결정 요소들 간 쌍대비교를 통해 판단자료를 수집한다. 직계 하위계층이 n 개의 요소로 구성되어 있으면 1~9점 척도를 통해 $n(n-1)/2$ 회 비교 작업 이후 쌍대비교 행렬을 작성한다.

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{21} & a_{13} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & 1 & a_{23} & \cdots & a_{2n} \\ a_{31} & a_{32} & 1 & \cdots & a_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & a_{n3} & \cdots & 1 \end{bmatrix} \quad a_{ij} = 1/a_{ji}, a_{ii} = 1$$

세 번째, 고유치방법의 사용을 통해 각 계층별 의사결정 요소의 상대적 가중치를 추정한다. 만약 동일한 계층 간의 비교 대상인 n 개 요소에 대한 상대적 중요도를 $w_i (i=1, \dots, n)$ 라 하면, 쌍대비교행렬의 식은 다음과 같이 $a_{ij} = w_i / w_j (i, j = 1, \dots, n)$ 로 표시된다. 이때 비교행렬은 아래와 같이 정리된다.

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{21} & a_{13} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & 1 & a_{23} & \cdots & a_{2n} \\ a_{31} & a_{32} & 1 & \cdots & a_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & a_{n3} & \cdots & 1 \end{bmatrix}$$

이 식을 행렬과 벡터 기호를 사용하여 간단히 나타내면 $A \cdot w = n \cdot w$ 로 나타낼 수 있으며 이 식을 만족시키는 w 를 구하는 것이 가중치를 구하는 것이다. 또한, 계층분석법에서는 평가자가 정확한 w 를 확인할 수 없는 경우 쌍대비교를 통해 정확한 평가를 하는 것은 불가능한 것으로 가정하기 때문에 실제적으로 w 를 추정하는 식은 다음과 같다.

$$A' \cdot w' = \lambda_{\max} \cdot w'$$

λ_{\max} 는 행렬 A 의 가장 큰 고유치이며 이 고유치는 항상 n 보다 크거나 동일하기 때문에 계산된 λ_{\max} 가 n 에 근접한 값일수록 A 의 수치는 일관성이 확보된다고 평가할 수 있다. 일관성의 정도 측정은 일관성 지수를 산출한 후

이를 일관성 비율식에 대입하는 것이며 이에 관한 일관성 지수와 일관성 비율식은 다음과 같다.

$$\text{일관성 지수(Consistency Index: CI)} = (CI) = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1)$$

$$\text{일관성 비율(Consistency Rate: CR)} = (CR) = (CI / RI) \times 100\%$$

이때 일관성 비율의 수식인 RI는 난수지수(Random Index)를 의미하는데, 이 지수는 수치를 1부터 9까지 임의적으로 설정하고, 작성된 역수행렬을 통해 행렬에 대한 일관성 평균 지수를 구한 값으로 이때 이 지수는 일관성의 허용한도를 의미한다. 만약, 일관성 비율이 10% 이내인 경우, 해당 쌍대비교 행렬의 일관성은 존재한다고 판단한다. 가중치를 구하는 방법은 고유치방법이 널리 사용되고 있으나 이외에도 기하평균, 산술평균, 조화평균, 평균치변환, 최소자승법 등의 방법도 사용가능하다.

마지막으로 평가대상이 되는 다수의 대안들에 대한 종합순위를 얻기 위하여 의사결정요소 간의 상대적인 가중치를 종합하며 이러한 요소의 종합가중치를 나타내는 식은 다음과 같이 나타낸다.

$$C[1, k] = \prod_{i=2}^k B_i$$

$C[1, k]$: 첫 번째 계층에 대한 k번째 계층요소의 종합가중치

B_i : 추정된 w벡터를 구성하는 행을 포함하는 $n_{i-1} \cdot n_i$ 행렬

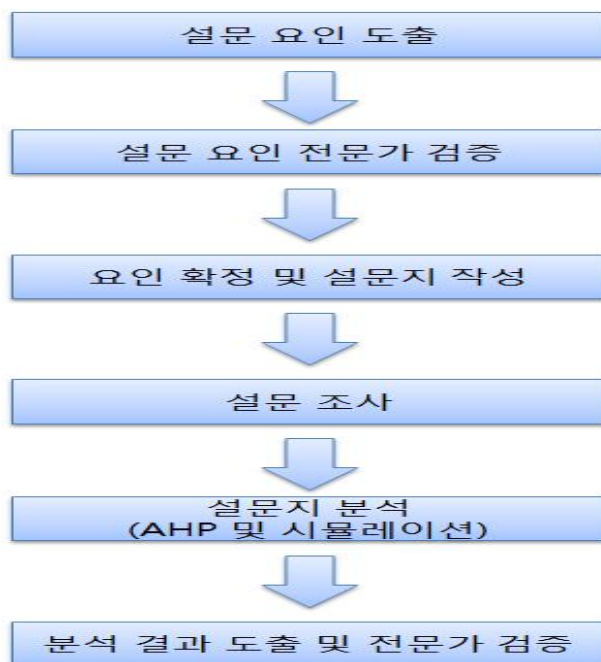
n_i : i번째 계층의 요소 수

3. 요인도출 및 설문개요

우리나라의 항만위험물 안전관리 문제점으로 제시된 결과를 바탕으로 안전관리의 개선방안 요인을 도출하였다. 설문조사 분석은 먼저 우리나라 항만위험물의 현황 조사에서 나타난 문제점을 바탕으로 터미널운영사 안전관리자, 한국

소방산업기술원, 관련 전공 교수 등 전문가 집단의 패넬토론법을 통해 개선방안 설문요인을 도출하였다. 다음으로 설문 요인의 타당성과 현실성을 확보하기 위해 델파이기법³⁰⁾을 활용하여 전문가 집단 검증 작업을 실시하였다. 요인 확정 이후 설문지를 작성하여 우리나라에서 위험물을 취급하는 주요 항만인 부산항, 인천항, 여수·광양항, 울산항의 터미널 안전관리자를 대상으로 전문가 설문을 진행하였다.

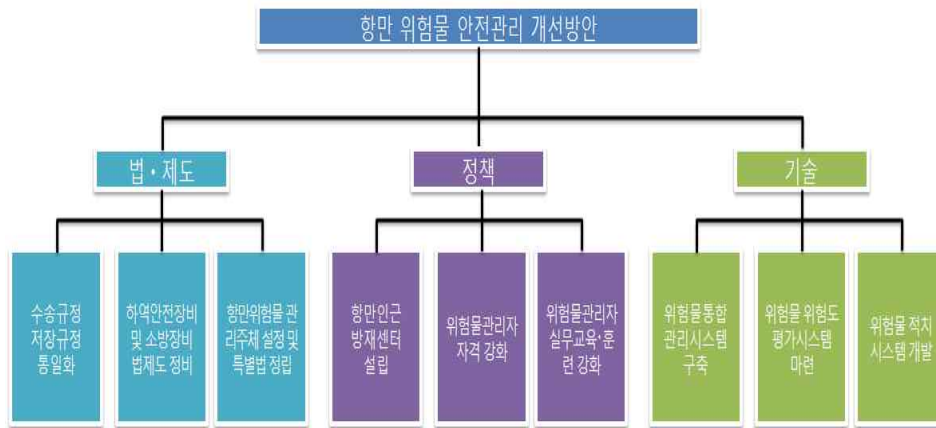
〈그림 4-2〉 설문조사 분석 과정도



항만위험물 안전관리 개선방안의 세부 요인은 1차 계층과 2차 계층으로 분류하였다. 1차 계층은 법·제도 요인, 정책적 요인, 기술적 요인으로 구분된다.

³⁰⁾ 익명성을 보장하여 여러 전문가들의 의견을 수렴하는 방법으로 해당 주제에 대한 개별 전문가에게 수차례 반복질의를 통해 수정·보완한 의견을 종합하여 신뢰성 있는 결론을 도출하는 방법

〈그림 4-3〉 항만위험물 안전관리 개선방안 계층구조



2차 계층 중 법·제도 요인에서 수송규정 및 저장규정 통일화, 하역안전장비 및 소방장비 법제도 정비, 항만위험물 관리주체 및 특별법 정립으로 설정하였다. 수송규정 및 저장규정 통일화는 항만 내 위험물 수송 및 저장에 관한 분류를 IMDG 코드에 준하여 국내 법률로 통일하는 방안을 의미한다. 하역안전장비 및 소방장비 법제도 정비는 위험물안전관리법상 물질 및 저장설비에 따른 항만 소방장비 설치 및 유지에 관한 법제도 정비와 자체안전관리계획서 및 선박의 입출항에 관한 법률상 하역안전장비 설치 및 유지에 관한 법제도의 정비에 관한 사항이다. 항만위험물 관리주체 및 특별법 정립은 항만위험물을 주관하는 관리주체(컨트롤타워)를 명확히 하고, 항만의 특수성을 고려한 특별법을 정립하는 것을 말한다.

정책적 요인은 항만인근 방재센터 설립, 위험물관리자 자격 강화, 위험물관리자 실무교육·훈련 강화로 설정하였다. 항만인근 방재센터 설립의 경우 현재 우리나라의 방재센터가 6개 주요 산업단지(구미, 서산, 익산, 시흥, 울산, 여수)에 설치되어 있으나, 부산, 인천 등 위험물 컨테이너 유입빈도가 높은 항만을 중심으로 방재센터의 설립 및 지원이 필요하다는 내용이다. 위험물관리자 자격 강화는 현재 항만위험물관리자가 될 수 있는 조건은 위험물기능사로 다양한 항만위험물을 안전하게 취급하고, 관리하기에는 한계가 있다. 그러므로 항만 내

복잡·다양한 위험물 관리를 안전하게 실행할 수 있는 안전관리자의 자격기준을 강화하는 사안이다. 위험물관리자 실무교육·훈련 강화는 항만 내 위험물관리자에 대한 의무적인 실무교육 주기를 설정하고, 커리큘럼을 강화하는 내용이다. 또한 항만위험물 관리자 및 취급자에 대한 훈련 프로그램을 개발하고, 실효성이 있는 시행책을 마련하는 취지이다.

기술적 요인에는 위험물 통합관리시스템 구축, 위험물 위험도 평가시스템 마련, 위험물 적치 시스템 개발로 구분하였다. 위험물 통합관리시스템 구축은 환경부, 국민안전처, 산업통상자원부, 국토교통부, 해양수산부 등 각 부서의 위험물 정보를 통합적으로 검색 및 관리가 가능한 시스템을 구축하는 사안이다. 위험물 위험도 평가시스템 마련은 항만 내 위험물 저장에 따른 위험물 요인 도출 및 위험도 평가모델을 설정함으로써 체계적인 위험도 평가시스템을 구축하는 것을 말한다. 위험물 적치 시스템 개발은 항만 내 위험물 적치 시 위험물 등급별 특성 등을 고려하여 안전성을 높일 수 있는 위험물 배치 시스템을 개발하고 적용하는 것을 의미한다.

〈표 4-1〉 항만위험물 안전관리 개선방안의 세부 요인

평가요소		평가 요소의 세부 내용
법·제도	수송규정, 저장규정 통일화	항만 내 위험물 수송 및 저장에 관한 분류를 IMDG 코드에 준하여 국내 법률 통일
	하역안전장비 및 소방장비 법제도 정비	위험물안전관리법상 물질 및 저장설비에 따른 항만 소방장비 설치 및 유지에 관한 법제도 정비 자체안전관리계획서 및 선박의 입출항에 관한 법률상 하역안전장비 설치 및 유지에 관한 법제도 정비
	항만위험물 관리주체 및 특별법 정립	항만위험물을 주관하는 관리주체를 설정하고, 항만의 특수성을 고려한 특별법 정립
정책	항만인근 방재센터 설립	부산, 인천 등 위험물 컨테이너 유입빈도가 높은 항만을 중심으로 방재센터 설립 및 지원 필요
	위험물관리자 자격 강화	항만 내 위험물 관리(복잡·다양한 위험물)를 안전하게 실행할 수 있는 안전관리자의 자격기준 강화

〈표 4-1〉 항만위험물 안전관리 개선방안의 세부 요인(계속)

평가요소		평가 요소의 세부 내용
정책	위험물관리자 실무교육·훈련 강화	항만 내 위험물관리자에 대한 의무적인 실무교육 주기설정 및 커리큘럼 강화 항만위험물 관리자 및 취급자에 대한 훈련 실효성 있는 훈련 프로그램 개발 및 시행책 마련
	위험물통합 관리 시스템 구축	각 부서의 위험물 정보를 통합적으로 검색 및 관리가 가능한 시스템 구축
기술	위험물 위험도 평가시스템 마련	항만 내 위험물 저장에 따른 위험물 요인 도출 및 위험도 평가 모델 설정으로 체계적인 위험도 평가시스템 구축
	위험물 적치 시스템 개발	항만 내 위험물의 적치 시 특성 등을 고려하여 안전성을 높일 수 있는 위험물 배치 시스템 개발

4. 설문 결과 평가

총 45명의 항만위험물관리자를 대상으로 설문 조사를 하였으며, 유효하지 않은 응답을 제외하여 총 42부 설문지를 분석에 활용하였다.

1차 계층으로 법·제도, 정책, 기술적 요인을 대상으로 분석을 실시하였다. 응답자의 일관성 검증 결과, 0.00409로 0.1이하로 나타나 일관성이 확보된 것을 알 수 있다. 중요도의 경우 법·제도 요인이 0.449로 가장 높았고, 기술적 요인이 0.328, 정책적 요인이 0.223 순으로 분석되었다.

〈표 4-2〉 1차 계층 분석 결과

평가요인	중요도	일관성지수
법·제도	0.449	0.00409
정책	0.223	
기술	0.328	

2차 계층의 일관성 검증결과 각 평가요인에 대한 세부 평가항목의 일관성 지수가 모두 0.1이하로 일관성이 확보되었다.

법·제도 요인의 3가지 세부 평가항목에 대한 가중치를 분석한 결과 항만위험물 관리주체 및 특별법 제정요인이 0.448로 가장 중요하게 도출되었으며, 다

음으로 수송규정 및 저장규정 통일화가 0.279, 하역안전장비 및 소방장비 법제도 정비가 0.274의 순으로 분석되었다. 항만위험물 관리주체 및 특별법 제정에 대한 중요성이 크게 인식한 반면, 수송규정 및 저장규정 통일화와 하역안전장비 및 소방장비 법제도 정비의 차이는 미미한 수준이었다.

정책 요인의 3가지 세부 평가항목은 항만인근 방재센터 설립요인의 중요도가 0.378로 가장 높았으며, 위험물관리자 실무교육 및 훈련강화가 0.348, 위험물관리자 자격 강화가 0.273순으로 분석되었다.

기술적 요인의 세부 평가항목에 대해서는 위험물 통합관리시스템 구축의 중요도가 0.621로 월등히 높았으며, 위험물 적치 시스템 개발이 0.205, 위험물 위험도 평가시스템 마련이 0.174의 순으로 중요도가 분석되었다.

〈표 4-3〉 2차 계층 분석 결과

주요인	세부 평가항목	중요도		일관성 지수
		단계별 가중치	합계	
법·제도	수송규정 및 저장규정 통일화	0.279	1.000	0.02
	하역안전장비 및 소방장비 법제도 정비	0.274		
	항만위험물 관리주체 및 특별법 정립	0.448		
정책	항만인근 방재센터 설립	0.378	1.000	0.03
	위험물관리자 자격 강화	0.273		
	위험물관리자 실무교육 및 훈련 강화	0.348		
기술	위험물 통합관리시스템 구축	0.621	1.000	0.00026
	위험물 위험도 평가시스템 마련	0.174		
	위험물 적치 시스템 개발	0.205		

1차 계층과 2차 계층의 가중치를 적용하여 9개 세부평가항목에 대한 상대적 중요도를 분석한 결과는 <표 4-4>와 같다. 일관성 검증결과 전체 세부 평가항목의 일관성 지수가 0.01로 일관성이 확보되었다.

9개의 세부 평가항목 중 항만위험물 관리주체 및 특별법 정립요인이 0.212로 가장 중요한 요인으로 도출되었다. 다음으로 위험물 통합관리시스템 구축이 0.155, 수송규정 및 저장규정 통일화가 0.132, 하역안전장비 및 소방장비 법제

도 정비가 0.129, 항만인근 방재센터 설립이 0.105의 순으로 우선순위가 도출되었다. 1차 계층분석에서 기술적 요인이 정책적 요인보다 높은 중요도로 산정되었으나, 세부 평가요인은 기술적 요인의 한 가지 요인을 제외한 나머지 요인들은 정책적 요인이 더 중요한 것으로 분석되었다. 이는 기술적 요인에서 위험물 통합시스템 구축 요인이 상당히 중요한 사안으로 평가된 결과로 판단된다.

〈표 4-4〉 세부 평가항목에 대한 중요도 및 우선순위

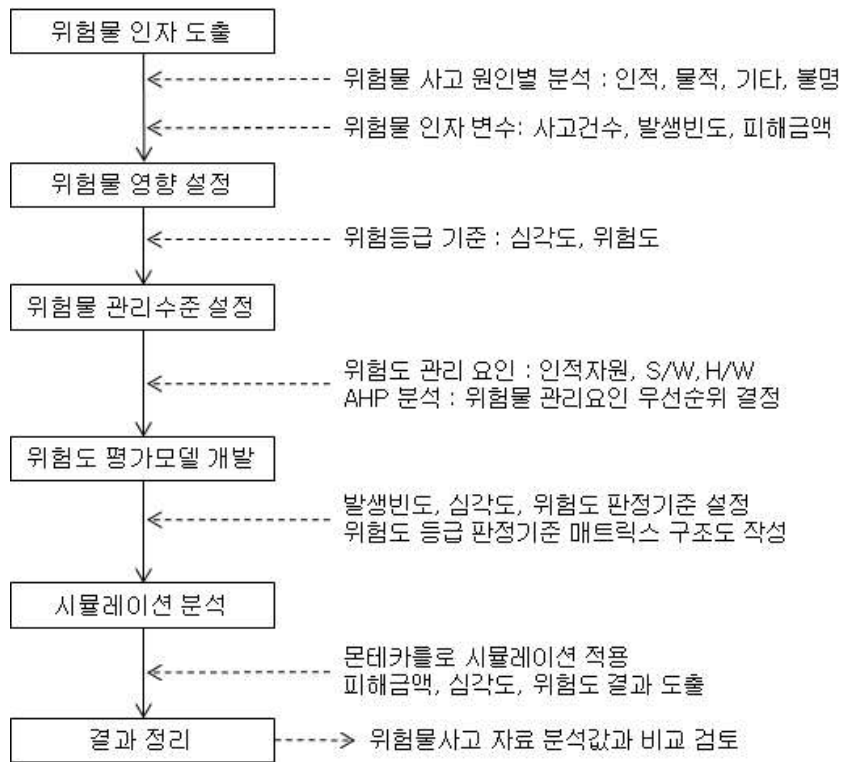
세부 평가항목	중요도	우선순위	일관성지수
수송규정 및 저장규정 통일화	0.132	3	0.01
하역안전장비 및 소방장비 법제도 정비	0.129	4	
항만위험물 관리주체 및 특별법 정립	0.212	1	
항만인근 방재센터 설립	0.105	5	
위험물관리자 자격 강화	0.076	7	
위험물관리자 실무교육 및 훈련 강화	0.097	6	
위험물 통합관리시스템 구축	0.155	2	
위험물 위험도 평가시스템 마련	0.043	9	
위험물 적치 시스템 개발	0.051	8	

제2절 항만위험 발생요인에 따른 위험도 분석

1. 위험도 분석 방법의 절차

항만위험물사고에 따른 위험의 정도를 정량적으로 평가하기 위해 항만위험 발생요인을 구분하고 이를 평가하기 위한 방법을 제시하고자 한다. 위험도를 정량적으로 평가함으로써 위험도를 낮추기 위한 대안의 우선순위를 도출할 수 있다. 몬테카를로 시뮬레이션을 통해 위험도를 분석하기 위해서 도입된 분석 방법 절차는 다음 <그림 4-4>와 같다. 항만위험 발생요인에 따른 위험도 분석을 위한 방법을 분석 절차 단계별로 설명하고자 한다.

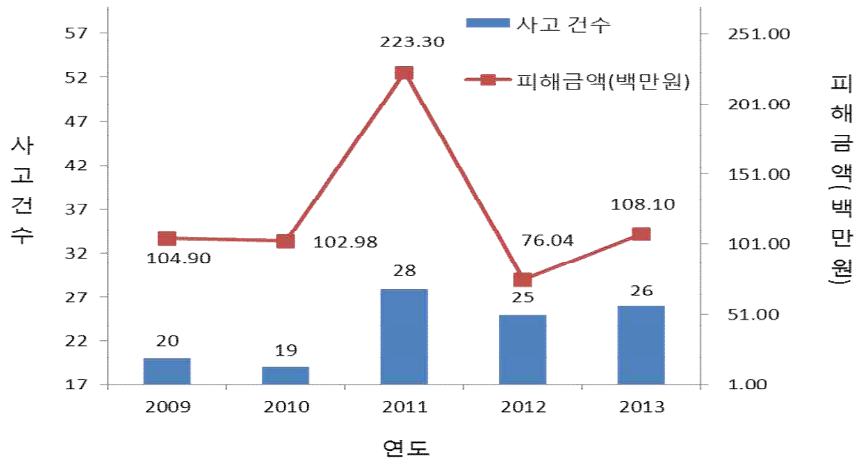
〈그림 4-4〉 위험도 분석 방법의 절차



2. 위험물 인자 도출

항만의 경우 안전사고에 따른 피해금액은 연간 평균 1억 23백만 원에 달하고 있으며, 이러한 안전사고는 다양한 사고유형을 가지고 있다. 항만 안전사고 발생으로 인해 항만 운영효율성 저하와 많은 경제적 손실이 발생하고 있다. <그림 4-5>는 항만 사고 발생 추이를 나타낸 것으로 매년 사고건수 및 피해금액이 불규칙성을 띄며 발생하고 있다. 이러한 현상은 항만 운영측면에서 안전 사고 의식이나 대응 방안 등이 효과적으로 진행되고 있지 않음을 시사하고 있다. 지속적이고 일관된 관리방안의 시행으로 사고 건수 및 피해금액을 줄여나가는 것이 필요하다.

〈그림 4-5〉 항만의 사고 건수와 피해금액



특히, 항만 컨테이너터미널의 경우에는 작업영역별 사고유형을 분류하여 각 유형별 사고의 발생빈도 및 심각도를 감안하여 리스크를 산정하고 있다. 그러나 항만위험물 사고는 막대한 피해금액이 발생함에도 불구하고 연간 사고발생 빈도가 낮아 유형별로 심각도를 분류하여 위험도를 산정하기는 어려운 실정이다.

따라서 항만의 위험물 관련 안전사고에 대한 현황자료 분석을 통하여 상대적인 심각도(Severity)와 위험도(Risk)를 표현하기 위해서 위험물 종류별 사고건수를 정리하였다. 전국적으로 2015년 위험물 사고는 총 85건이 발생하여 2014년 총 62건 대비 37%가 증가하였다. 2015년의 경우 한 해 동안 전체 85건 중 제4류 위험물에 의한 사고가 76건(89.4%)으로 대부분을 차지하였다. 18개 지자체 중에서 대형 석유화학단지가 입지하고 있으면서 해상운송량이 많은 광양항과 울산항이 위치한 전남과 울산이 높게 나타났다. 또한 위험물 제조소가 가장 많은 경기와 경북지역이 상대적으로 높았다. 따라서 항만에서 위험물 취급이 많은 인천항, 광양항, 울산항이 위험물 사고 발생이 많은 지역으로 분류할 수 있다. <표 4-5>와 같이 제4류 위험물인 인화성 액체는 이동탱크저장소용으로 매년 사고빈도가 매우 높은 편이다.

〈표 4-5〉 전국 위험물 종류별 사고현황

유별	성질	위험물 종류별 사고건수	
		2015년	2014년
제1류	산화성고체	0	0
제2류	가연성고체	1	2
제3류	자연발화성 물질 및 금수성물질	3	3
제4류	인화성액체	76	54
제5류	자기반응성 물질	1	1
제6류	산화성액체	2	1
기타		2	1
계		85	62

〈표 4-6〉 전국 위험물 사고유형별 사고현황

유형별	화재	폭발	누출	계
2015년	53	13	19	85
2014년	32	10	20	62
합계	85	23	39	147

위험물 사고의 사고유형별 분류에서는 화재(62.4%), 누출(22.4%), 폭발(15.2%) 순으로 발생하여 화재가 많은 비중을 차지하고 있다. 폭발 비율은 낮지만 피해규모가 크다. 전체 위험물 사고 중에 옥외 저장소 2건의 위험물사고 재산피해가 21억 38백만 원으로 경기도 소재 물류센터 한 곳에서의 재산피해액이 2,100백만 원에 이르는 경우도 있었다.

〈표 4-7〉 위험물사고 시간대별 현황

구 분	0시-03시	03시-06시	06시-09시	09시-12시	12시-15시	15시-18시	18시-21시	21시-24시	계
2015년	8	6	10	17	15	13	6	10	85
2014년	2	7	1	15	17	15	3	2	62

위험물 사고는 주로 주간에 발생하는 경향이 뚜렷하고 사고 발생빈도가 높은 시간대는 09시-12시, 12시-15시, 15시-18시 순으로 나타났다. 2015년의 위험물 사고의 특이사항은 이른 아침, 저녁 및 새벽시간대의 사고 빈도가 크게 증가하였다.

항만위험물 사고에 대한 현황을 분석하여 각 사고의 상대적인 심각도(Severity)와 위험도(Risk)를 제시하고자 한다. 심각도는 위험물 발생사고 당 피해금액의 관계로 정의하여 위험물 사고의 심각성 정도를 표현하였다. 위험도는 연간 평균 사고발생 빈도(Frequency), 사고결과의 심각도의 2요소로 구성되며, 아래 식으로 나타낸다.

$$\text{심각도} = \text{피해금액} \div \text{사고건수}$$

$$\text{위험도} = \text{발생빈도} \times \text{심각도}$$

각 위험물의 사고에 따른 영향의 정도를 손실규모(비용)로 산출하고 있으나 심각도로 계수화하여 표현하는 것이 용이하다. 발생빈도, 심각도, 위험도 분석은 일반적으로 사용(철도, 건설현장 사고 해석 등)하는 개념이다. 이를 근거로 한 매트릭스 리스크 등급 판정기법으로 경제 및 경영 등 각종 분야에서 사용하고 있다. 발생원별로는 인적 요인은 관리감시 부주의, 기계 등 오조작, 보수작업 부주의, 조치소홀 등이며, 물적 요인은 부식 및 노후, 설계불량, 고장 및 파손, 시공불량 등이 포함된다.

〈표 4-8〉 위험물 사고 발생원인별 위험등급

사고원인	사고건수 (2년간)	연간발생빈도	피해금액 (백만원)	위험등급	
				심각도	위험도
인적 요인	77	38.5	1637.1	21.3	818.6
물적 요인	29	14.5	1775.5	61.2	887.8
기타 요인	28	14	385.1	13.8	192.6
원인 불명	13	6.5	4189.4	322.3	2094.7

<표 4-8>은 최근 2년간의 위험물 사고 발생원인별 사고건수, 발생빈도, 피해금액을 근거로 위험등급을 판정하기 위한 심각도와 위험도를 분석한 것이다.

위험등급 중 심각도는 원인 불명인 경우가 가장 높으며, 물적 요인, 인적 요인, 기타 요인의 순으로 나타났다. 위험도는 원인 불명, 물적 요인, 인적 요인, 기타 요인 순으로 나타났다.

위험등급 중 위험도가 높다는 것은 사고 발생빈도가 낮더라도 피해금액이 크다는 것을 의미한다. <표 4-8>에서 원인 불명은 연간발생빈도가 6.5로 낮지만 사고당 피해금액이 4189.4백만 원으로 매우 높아 심각도가 높고 위험도는 매우 높게 책정이 되는 것을 볼 수 있다.

3. 위험물 관리수준 설정

위험물 사고 발생원인을 관리를 위한 요인으로 변환하기 위해 항만 실무자들이 이해하고 있는 구분기준인 인적자원관리, S/W관리, H/W관리 등의 3가지 평가요인으로 크게 분류하여 각 세부 평가항목을 선정하였다.

따라서 위험물 사고 발생원인별로 인적 요인은 인적자원 관리, 물적 요인은 H/W 관리, 기타 요인 및 원인 불명은 S/W 관리와 매치가 되도록 하여 <표 4-9>와 같이 세부평가항목까지 선정하였다.

위험물 영향에 따른 리스크 관리측면에서의 수준을 설정하기 위하여 위험물 리스크 평가 Action을 평가요인으로 하고 이 요인들의 중요도에 따른 우선순위를 평가하기 위하여 AHP 분석을 하였다. 항만위험물 전문가들에게 받은 설문 결과에 근거하여 세부 평가항목별 가중치 및 우선순위를 도출하였다.

위험물 리스크 평가에서 평가요인은 인적자원 관리, S/W 관리, H/W 관리로 1차 계층을 구성하였다. 인적자원 관리는 위험물 리스크 평가활동 중 인적자원의 관리측면으로 안전교육 강화, 관리인원 업무 개선, 관리자 숙련도 확보 등의 관리방안으로 구성하였다.

S/W 관리는 위험물 리스크 평가활동 중 소프트웨어적인 활동의 관리측면으로 운영시스템 보완, 안전매뉴얼 보완, 관련 프로그램 개발 등으로 관리방안이 구성된다. H/W 관리는 위험물 리스크 평가활동 중 하드웨어적인 활동으로 위험물시설 보완, 관리장비 신규 도입, 관리장비 성능개선 등의 관리방안으로 구성하였다.

〈표 4-9〉 위험물 리스크 관리 세부 요인

측정 목표	평가 요인	주요내용	세부평가항목
위험물 리스크 평가	인적자원 (HR) 관리	위험물 리스크 평가 활동 중 인적자원의 관리측면	안전교육 강화
			관리인원 업무 개선
			관리자 숙련도 확보
	S/W 관리	위험물 리스크 평가 활동 중 소프트웨어적인 활동의 관리	운영시스템 보완
			안전매뉴얼 보완
			관련 프로그램 개발
	H/W 관리	위험물 리스크 평가 활동 중 하드웨어적인 활동의 관리	위험물시설 보완
			관리장비 신규 도입
			관리장비 성능개선

응답자의 일관성 검증 결과, 0.00699로 0.1 이하로 나타나 일관성이 확보된 것으로 파악되었다. 중요도의 경우 인적자원관리가 0.543으로 가장 높았고, S/W 관리가 0.244, H/W 관리가 0.213 순으로 분석되었다.

〈표 4-10〉 1차 계층 분석 결과

평가요인	중요도	일관성지수
인적자원관리	0.543	0.00699
S/W 관리	0.244	
H/W 관리	0.213	

〈표 4-11〉 2차 계층 분석 결과

주요인	세부 평가항목	중요도		일관성지수
		단계별 가중치	합계	
인적자원관리	안전교육 강화	0.317	1.000	0.00015
	관리인원 업무 개선	0.283		
	관리자 숙련도 확보	0.400		
S/W 관리	운영시스템 보완	0.426	1.000	0.00262
	안전매뉴얼 보완	0.299		
	관련 프로그램 개발	0.274		

주요인	세부 평가항목	중요도		일관성지수
		단계별 가중치	합계	
H/W 관리	위험물시설 보완	0.412	1.000	0.00422
	관리장비 신규 도입	0.284		
	관리장비 성능 개선	0.304		

인적자원 관리 요인의 3가지 세부 평가항목에 대한 가중치를 분석한 결과 관리자 숙련도 확보(0.400)요인이 가장 중요하게 도출되었으며, 다음으로 안전교육 강화(0.317), 관리인원 업무 개선(0.283)으로 중요도가 산정되었다.

S/W관리 요인의 3가지 세부 평가항목은 운영시스템 보완(0.426)요인의 중요도가 가장 높았으며, 안전매뉴얼 보완(0.299), 관련 프로그램 개발(0.274) 순으로 산정되었다.

H/W관리 요인의 세부 평가항목에 대해서는 위험물시설 보완(0.412)의 중요도가 가장 높았으며, 관리장비 성능 개선(0.304), 관리장비 신규 도입(0.284) 순으로 중요도가 산정되었다.

일관성 검증결과 각 평가요인에 대한 세부 평가항목의 일관성 지수가 0.1 이하로 일관성이 확보되었다.

〈표 4-12〉 위험물 리스크 세부 평가항목에 대한 가중치와 우선순위

주요인	세부 평가항목	중요도	우선순위	일관성지수
인적자원 관리	안전교육 강화	0.176	2	0.00
	관리인원 업무 개선	0.157	3	
	관리자 숙련도 확보	0.222	1	
S/W 관리	운영시스템 보완	0.100	4	
	안전매뉴얼 보완	0.070	6	
	관련 프로그램 개발	0.064	7	
H/W 관리	위험물시설 보완	0.087	5	
	관리장비 신규 도입	0.060	9	
	관리장비 성능 개선	0.064	7	

9개의 세부 평가항목에 대한 상대적 중요도를 산정한 결과, 9개의 세부 평가항목 중 관리자 숙련도 확보(0.222)요인이 가장 중요한 요인으로 도출되어 위험물 관리를 위한 가장 우선적인 관리대안이다. 안전교육 강화(0.176), 관리인원 업무 개선(0.157) 요인 순으로 중요도가 도출되어 인적자원의 관리가 가장 중요하며, 우선적인 위험물 관리대안인 것으로 인식하고 있다. S/W 관리의 세부 평가항목과 H/W 관리의 세부 평가항목이 낮은 우선순위를 보여 관리 방안으로서의 중요도가 낮은 것을 알 수 있다. 일관성 검증결과 각 평가요인에 대한 세부 평가항목의 일관성 지수가 0.00으로 일관성이 확보되었다.

도출된 세부 평가항목의 우선순위는 위험물 관리수준 설정 시에 사용되며, 주요인에 대한 Action 적용의 우선순위 역할을 할 것이다.

4. 위험도 평가모델 개발

위험도는 사고 발생빈도와 사고결과의 심각도라는 정량화된 수치로 구성되므로 위험도를 등급화하는 방법으로 위험도 값을 평가하는 것보다는 발생빈도와 심각도를 등급으로 분류하고 위험도 매트릭스를 이용하여 위험도를 평가하는 방법이 일반적으로 사용되고 있다.³¹⁾³²⁾³³⁾ 위험도 매트릭스를 통하여 위험도 등급뿐만 아니라 발생빈도, 심각도 등급을 쉽게 파악할 수 있는 장점이 있기 때문이다.

본 연구에서는 항만위험물 사고에 대한 발생빈도, 심각도를 다섯 단계로 구분하여 매트릭스 위험도 등급 판정기준과 결과를 제시하였다. 발생빈도 및 심각도에 대한 매트릭스 구조로 구성하여 위험도 등급을 판별하는 경우에는 발생빈도와 심각도의 곱인 위험도 수치와 대응하는 결과가 도출되어야 한다. <표 4-13>은 발생빈도, 심각도, 위험도를 5단계로 구분하고 각 단계별 값의 범위를 설정하여 이 범위를 판정기준으로 사용할 수 있다. 발생빈도(F1~F5) 및 심각

31) 장광우(2013), “리스크 평가 매트릭스를 활용한 위험물 수송 리스크 분석 및 관리방안”, 서울 과학대학교기술대학교 철도전문대학원, pp.24-25.

32) S. Gunderson(2005), “A Review of Organizational Factors and Maturity Measures for System Safety Analysis,” *Systems Engineering*, Vol.8, pp.234-244.

33) N. B. Johansen, S. Sorenson, C. Jacobson, O. F. Adeler, A. Breinholt(2007), "Risk Assessment of Sewer Systems", *NOVATECH Session 4.3*, pp.925-932.

도(S1~S5)의 등급은 경험적으로 계산하여 구분한 값이며, 위험도(R1~R5)는 발생빈도와 심각도의 곱으로 설정하지 않았다.

〈표 4-13〉 발생빈도, 심각도, 위험도 판정 기준

발생빈도(Frequency)		심각도(Severity)		위험도(Risk)	
F1	<10	S1	<20	R1	<400
F2	<20	S2	<40	R2	<600
F3	<30	S3	<60	R3	<1000
F4	<40	S4	<80	R4	<1500
F5	<50	S5	<100	R5	<2200

〈표 4-13〉의 발생빈도 및 심각도 등급에 따라 위험도 등급을 판정할 수 있도록 〈표 4-14〉와 같이 매트릭스 구조를 완성하였다. 〈표 4-14〉는 발생빈도와 심각도의 매트릭스 구조를 이용하여 위험도 등급을 판정하는 것과 이를 바탕으로 항만위험물 사고의 위험도 등급이 나타나 있다.

각 요인별로 판정기준을 적용하기 위해 〈표 4-8〉에서 구한 위험등급을 〈표 4-13〉 판정 기준에 대입시키면, 인적요인은 발생빈도(F)가 38.5이므로 F4, 심각도(S)가 21.3이므로 S2, 위험도(R)는 818.6이므로 R3에 해당되므로 〈표 4-14〉에서 R3영역에 표시되었다. 물적요인은 발생빈도(F)가 14.5이므로 F2, 심각도(S)가 61.2이므로 S4, 위험도(R)는 887.8이므로 R3에 해당되므로 〈표 4-14〉에서 R3영역에 표시되었다. 기타요인은 발생빈도(F)가 14이므로 F2, 심각도(S)가 13.8이므로 S1, 위험도(R)는 192.6이므로 R1에 해당되므로 〈표 4-14〉에서 R1영역에 표시되었다.

〈표 4-14〉 매트릭스 구조(Matrix) 위험도 등급 판정기준 및 결과

구분		심각도(Severity)				
		S1	S2	S3	S4	S5
발생빈도 (Frequency)	F1	R1	R2	R2	R3	R4
	F2	R1	R2	R3	R3	R5
	F3	R2	R3	R4	R5	R5
	F4	R3	R3	R5	R5	R5
	F5	R3	R5	R5	R5	R5

구분		심각도(Severity)				
		S1	S2	S3	S4	S5
발생빈도 (Frequency)	F1					원인 불명
	F2	기타 요인			물적 요인	
	F3					
	F4		인적 요인			
	F5					

<표 4-15>는 발생빈도 및 심각도의 곱인 리스크 지표와 매트릭스 방식의 리스크 등급을 사고별로 비교·정리하였다. 각 요인별 매트릭스 구조 등급 판정 결과, 인적요인은 R5, 물적요인은 R4, 기타요인은 R1의 위험도 등급으로 나타났다. 각 요인별 특성을 살펴보면, 기타 요인은 발생빈도가 낮으면서 심각도가 가장 낮게 판정되어 주요 관리대상이 되지 않는다. 인적 요인은 발생빈도가 높으나 심각도가 낮은 기준에 들어간다. 물적 요인은 발생빈도가 낮으면서 심각도가 높은 기준에 들어간다. 원인 불명은 발생빈도가 낮지만 심각도가 가장 높아 중점 관리가 필요한 영역에 포함된다.

따라서 원인 불명의 발생빈도는 상대적으로 낮으나 심각도는 높아 매트릭스 위험도 등급 판정에서 위험도 등급보다 한 단계 높게 판정되었다.

〈표 4-15〉 위험도 등급 판정결과 비교

구분	위험도 수치 등급	매트릭스(Matrix) 구조	비고
인적 요인	R3	R3	일치
물적 요인	R3	R3	일치
기타 요인	R1	R1	일치
원인 불명	R5	R4	비일치

5. 시뮬레이션 분석

몬테카를로 시뮬레이션(Monte Carlo Simulations)은 단일값을 갖는 전통적인 확정적 분석방법의 한계를 극복하기 위한 방법으로 확률 통계적 분석방법에 속

한다. 미래의 불확실한 변동성을 변수로 하여 위험도를 분석하기에 적합한 방법이라고 할 수 있다. 특히 다양한 시나리오 선정 후에 미래의 불확실성을 감안하여 사고 위험도를 평가하기 위한 용도로 사용이 가능하다.

몬테카를로 시뮬레이션은 항만위험도 평가모델의 주요 구성요소를 대상으로 사고건수, 발생빈도, 피해금액을 특정 변수로 지정하여 반복적으로 시뮬레이션을 실행하여 현재 시점에서 미래 시점의 위험도를 평가할 수 있다.

투입변수에 적용되는 확률분포 적용 측면에서 사고건수, 발생빈도, 피해금액 등의 실제 자료 분석을 바탕으로 변수별 특성에 부합하는 특성값을 적용하고자 하였다. 그러나 항만위험물 사고의 경우 사고발생 건수가 작아 시뮬레이션에 적용하기 어려운 점이 있으므로 위험물사고에 대한 통계값을 활용하여 추정하여 사용하였다.

사고건수와 피해금액은 난수발생을 통해 500회 시행으로 구한 값이며, 심각도, 위험도는 난수생성에 의해 추정된 값이다.

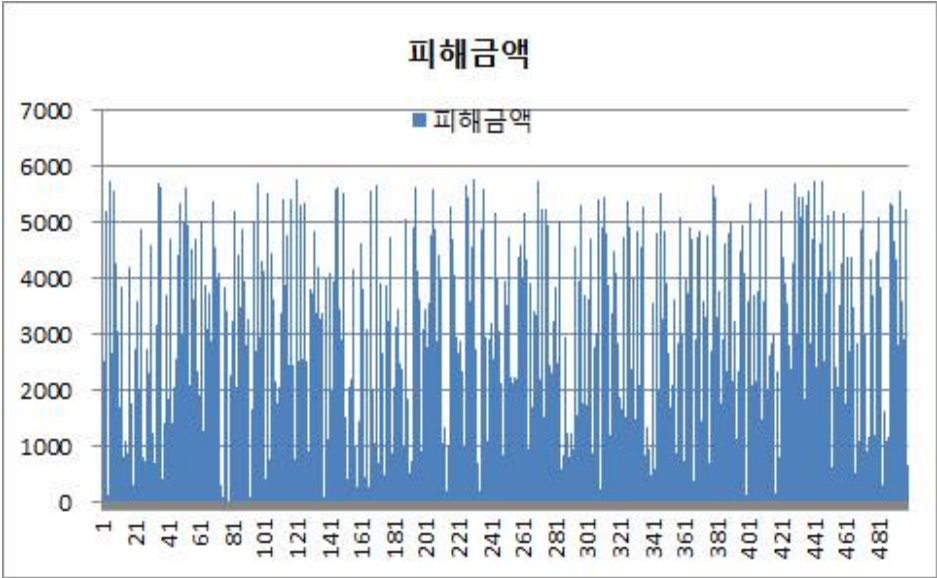
기본 특성값을 바탕으로 시뮬레이션을 수행한 결과값은 아래와 같다.

〈표 4-16〉 몬테카를로 시뮬레이션 결과

구분	피해금액	심각도	위험도
시행	500	500	500
평균	2,920.7	39.9	42.1
최소값	5.0	0.1	0.0
최대값	5,772.0	89.9	176.9
최빈값	4,158.0	89.9	0.0
표준편차	1,640.8	22.9	44.7
분산	2,692,330.4	524.0	1,998.8

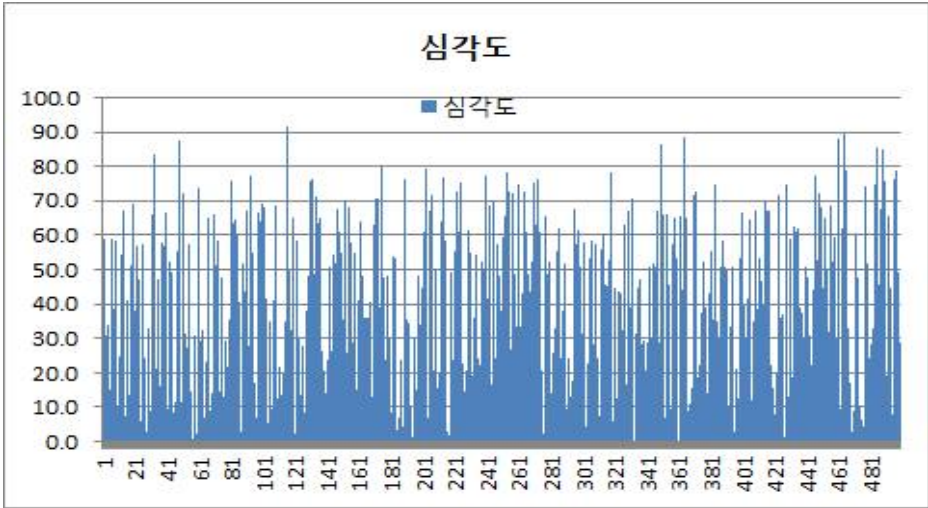
피해금액에 대한 시뮬레이션 결과는 아래 <그림 4-6>과 같다.

〈그림 4-6〉 피해금액 시뮬레이션 결과



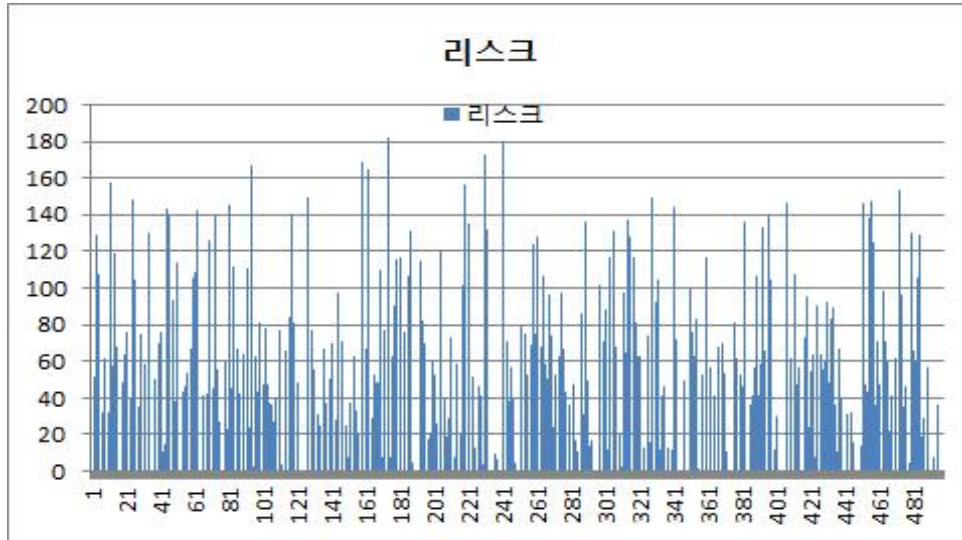
심각도에 대한 시뮬레이션 결과는 아래 <그림 4-7>과 같다.

〈그림 4-7〉 심각도 시뮬레이션 결과



위험도에 대한 시뮬레이션 결과는 아래 <그림 4-8>과 같다.

<그림 4-8> 위험도 시뮬레이션 결과



인적 요인에 대한 시뮬레이션 결과는 다음과 같다. 인적 요인에 의한 위험물 사고의 경우 피해금액이 평균 8억 20백만 원이고 심각도 21.7, 위험도 410.1로 나타났다.

<표 4-17> 인적요인 시뮬레이션 결과

구분	피해금액	심각도	위험도
시행	500	500	500
평균	820.2	21.7	410.1
최소값	5.0	0.1	2.5
최대값	1637.0	50.1	818.5
최빈값	667.0	27.2	333.5
표준편차	468.7	12.7	234.4
분산	219712.1	162.5	54928.0
첨도	-1.2	-1.0	-1.2
왜도	0.0	0.2	0.0

물적 요인에 대한 시뮬레이션 결과에서는 위험물사고의 발생 시 피해금액이 평균 8억 12백만 원이고 심각도 21.4, 리스크 406.1로 나타났다.

〈표 4-18〉 물적 요인 시뮬레이션 결과

구분	피해금액	심각도	위험도
시행	500	500	500
평균	812.3	21.4	406.1
최소값	0.0	0.0	0.0
최대값	1637.0	106.6	818.5
최빈값	368.0	22.5	184.0
표준편차	470.7	13.1	235.3
분산	221543.6	171.8	55385.9
첨도	-1.2	2.3	-1.2
왜도	0.0	0.6	0.0

기타 요인에 대한 시뮬레이션 결과에서는 위험물사고의 발생 시 피해금액이 평균 1억 96백만 원이고 심각도 14.0, 리스크 98.2로 나타났다.

〈표 4-19〉 기타 요인 시뮬레이션 결과

구분	피해금액	심각도	위험도
시행	500	500	500
평균	196.4	14.0	98.2
최소값	1.0	0.1	0.5
최대값	385.0	29.4	192.5
최빈값	17.0	9.9	8.5
표준편차	111.4	8.0	55.7
분산	12411.0	64.1	3102.7
첨도	-1.2	-1.1	-1.2
왜도	0.0	0.0	0.0

원인 불명에 대한 시뮬레이션 결과에서는 위험물사고의 발생 시 피해금액이 평균 21억 26백만 원이고 심각도 350.5, 리스크 1,063.0으로 나타났다.

〈표 4-20〉 원인 불명 시뮬레이션 결과

구분	피해금액	심각도	위험도
시행	500	500	500
평균	2,126.0	350.5	1,063.0
최소값	1.0	0.2	0.5
최대값	4,175.0	1,043.8	2,087.5
최빈값	2,086.0	298.0	1,043.0
표준편차	1,170.0	221.8	585.0
분산	1,368,828.6	49,210.9	342,207.2
첨도	-1.2	0.0	-1.2
왜도	0.0	0.6	0.0

위험도 평가를 위한 몬테카를로 시뮬레이션 실험 결과, 인적 요인과 물적 요인에 대한 피해금액, 심각도, 위험도는 큰 차이점을 보이지 않았으나 기타 요인은 피해금액, 심각도, 위험도 등이 상대적으로 낮게 나타났으며, 원인 불명의 경우 피해금액, 심각도, 위험도가 상당히 높게 나타나 우선적인 관리가 필요함을 알 수 있었다.

〈표 4-21〉 위험물사고 발생원인별 사고원인 및 위험등급

사고원인	위험물사고 자료 분석값			시뮬레이션 결과값		
	피해금액	심각도	위험도	피해금액	심각도	위험도
인적 요인	1,637.1	21.3	818.6	820.2	21.7	410.1
물적 요인	1,775.5	61.2	887.8	812.3	21.4	406.1
기타 요인	385.1	13.8	192.6	196.4	14.0	98.2
원인 불명	4,189.4	322.3	2,094.7	2,126.0	350.5	1,063.0

<표 4-21>의 위험물사고에 대한 자료의 분석값과 시뮬레이션 결과값을 비교한 것이다. 심각도는 시뮬레이션 결과값이 인적 요인, 기타 요인, 원인 불명에서 높게 나타났고, 위험도는 시뮬레이션 결과값이 모두 낮게 나타났다.

따라서 시뮬레이션 실험을 통해서 항만위험물 사고의 위험도는 위험물 사고

자료 분석값보다는 상대적으로 낮게 추정하는 것을 알 수 있다.

몬테카를로 시뮬레이션의 주요 평가변수로 피해금액, 심각도, 위험도를 선정하여 500회의 시뮬레이션을 통해 구한 값들은 기존의 통계값에서 구하기 어려운 평가값을 도출한 것이다. 또한 위험물사고에 대한 심각도와 위험도를 산출하여 객관적인 비교 기준을 확보하는 것이다. 몬테카를로 시뮬레이션의 경우 적합한 분포를 추정하여 투입변수에 대한 확률분포를 판단하여 검토할 필요가 있으나 자료가 부족한 경우를 가정하여 난수를 일양분포를 가정하여 사용하였다.

다만, 항만위험물 사고 자료 수집의 한계로 인해 투입변수의 설정 근거기간을 불특정하게 추정하였다는 점과 확률론적인 방법을 사용하여 실제값과 비교하므로 시계열적인 추적 분석자료가 부족한 점 등에서는 분석의 한계가 있다.

제3절 시사점

우리나라 항만위험물 안전관리의 문제점을 해결하기 위한 개선방안 요인을 선정하고, AHP 분석을 통해 다양한 개선방안 요인 중 그 요인의 중요도와 우선순위를 분석하였다.

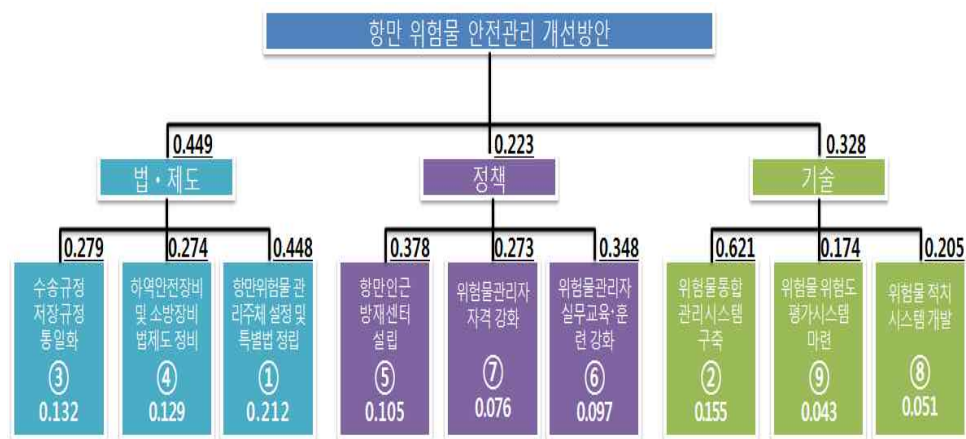
항만위험물 안전관리자들이 항만위험물 안전관리를 위해 우선적으로 정비해야 할 사항으로 법·제도 확립을 요구하였다. 또한 세부적 요인으로는 항만위험물 관리주체 및 특별법 정립, 위험물 통합관리시스템 구축, 수송규정 및 저장규정 통일화 등이 우선적으로 해결해야 하는 사항으로 평가되었다.

이는 항만위험물의 사고 발생 시 관리주체의 혼재 및 대응 방안의 불명확화 등에 대한 우려가 큰 것으로 판단된다. 즉 항만위험물의 사고 예방 및 안전관리를 위해 가장 시급하게 해결해야 하는 사항이 항만위험물 관리주체를 정하고, 항만 고유의 특성을 고려한 특별법을 제정이라는 의견이 많았다. 그리고 현재 해양수산부에서 위험물 통합관리시스템 구축을 진행 중에 있으나, 위험물의 제조·취급·운송·보관과정에서의 일괄적이고 통합적인 정보관리시스템 구축이 중요한 요인으로 평가되었다. 또한 현재 국제법을 따르는 수송규정과 국내법을

적용하는 저장규정상의 위험물 범위의 차이로 인해 관리가 제대로 이루어지고 있지 않는 문제점을 해결하기 위한 대책 마련이 시급한 것으로 지적되었다.

이외에도 하역안전장비 및 소방장비의 안전관리를 위한 법·제도 개선, 항만 인근 방재센터 설립, 위험물관리자에 대한 실무 교육 및 훈련 강화, 위험물관리자 자격 강화, 위험물 적치시스템개발, 위험물평가시스템 구축 등의 대책 마련도 필요할 것으로 사료된다.

〈그림 4-9〉 항만위험물 안전관리 개선방안 요인별 우선순위



위험물 발생원인 평가에서는 9개의 세부 평가항목에 대한 상대적 중요도를 산정한 결과, 9개의 세부 평가항목 중 관리자 숙련도 확보(0.222)요인이 가장 중요한 요인으로 도출되었다. 이에 안전교육 강화(0.176), 관리인원 업무 개선(0.157) 요인 순으로 중요도가 도출되어 인적자원의 관리가 가장 중요하다고 인식되고 있다.

위험물사고에 대한 자료의 분석값과 시뮬레이션 결과값을 비교한 결과 시뮬레이션 결과값이 인적요인과 기타요인의 심각도를 제외하고는 높게 나타났다. 몬테카를로 시뮬레이션의 주요 평가변수로 피해금액, 심각도, 리스크를 선정하여 500회의 시뮬레이션을 통해 구한 값들은 기존의 통계값에서 구하기 어려운 평가값을 도출한 결과이다. 또한 위험물사고에 대한 심각도와 리스크를 산출하

여 객관적인 비교 기준을 확보하는 것이다.

분석결과를 바탕으로 항만위험물 안전도 향상을 위한 세부분야별 우선순위와 사고발생 시 피해금액 등을 통해 잠재적 위험을 계량화 및 대응방안을 명확화할 수 있다.

제5장 항만위험물 관리 개선방안

항만위험물 관리 개선방안을 기술하기 위해 비전을 수립하고, 추진방향과 세부추진내용을 제시한다. 비전은 세계에서 가장 안전한 항만이라는 목표를 세웠다. 추진방향은 법제도 체계를 완비하고, 정책적 역할을 확립하며, 기술적 안전확보를 목표로 한다. 세부내용은 ① 수송규정·저장규정 통일화 ② 하역안전장비 및 소방장비 법제도 정비 ③ 항만위험물 관리주체 설정 및 특별법 제정 ④ 항만인근방재센터 설립 ⑤ 위험물관리자 자격 강화 ⑥ 위험물관리자 실무교육·훈련 강화 ⑦ 위험물 통합관리시스템 구축 ⑧ 위험물 위험도 평가시스템 마련 ⑨ 위험물 적치 시스템 개발이다.

〈그림 5-1〉 항만위험물 관리 개선방안 비전



제1절 법·제도 개선방안

1. 수송규정 및 저장규정의 통일화

네덜란드와 싱가포르의 경우 포장위험물 보관 및 이송에 있어 위험물 분류 기준을 선박운송 및 보관과정에서 국제 해상 위험물 규칙인 IMDG 코드에 준용하여 화물분류를 통일화하였으며 위험물 사고 발생 시 접근과 대응이 용이하도록 IMDG 코드분류에 따른 노상적재와 위험물 분류에 따른 이격거리 유지 등 화물관리 및 사고대응에 대해 효율적으로 대처할 수 있도록 분류하고 있다.

국내의 경우 항만 내 선박 적재규정상 위험물 분류는 IMDG 코드의 위험물 분류기준을 준용한 해양수산부의 「위험물 선박운송 및 저장규칙」을 준용하고 있다. 그러나 항만 내 저장 및 이동 규정의 경우 위험물안전관리법, 화학물질관리법 등 각 물질별 관리법에 따른 규정을 따르고 있다. 이에 따라 항만 내 포장 위험물 관리상의 비효율성 문제는 지속적으로 실무에서 종사 중인 안전관리자들에 의해 제기되고 있다.

기존의 위험물안전관리법상 위험물은 제1류(산화성 고체), 제2류(가연성고체), 제3류(자연발화성 물질 및 급수성 물질), 제4류(인화성액체), 제5류(자기반응성물질), 제6류(산화성액체) 등으로 분류되어 있으며 이에 대한 위험물별 저장·취급에 관한 기준, 수납용기 종류 및 최대용적 또는 중량, 위험물 혼재 기준 등이 지정되어 있다. 따라서 이러한 분류기준에 따라 위험물 선박운송 및 저장 규칙상 규정하고 있는 9가지 물질 중 인화성액체류(IMDG Class 3), 가연성 물질류(Class 4), 산화성물질류(Class 5), 독물류 중 3급 부위험성물질(Class 6.1), 부식성물질 중 산화성액체(Class 8)등 5가지 물질만이 항만 내 옥외저장소에 수용 가능하다.

〈표 5-1〉 위험물 선박운송 및 저장규칙 위험물과 타 관련 국내법 간의 관계

위험물 선박운송 및 저장규칙 (IMDG Code)		타 위험물 관련 국내법 적용 위험물
류별	위험물 분류	관련 국내법
1	화약류	총포·도검·화약류 등의 안전관리에 관한 법률
		폐기물의 국가 간 이동 및 그 처리에 관한 법률
		산업안전보건법
		관세법
2	고압가스	고압가스안전관리법
		폐기물의 국가 간 이동 및 그 처리에 관한 법률
		산업안전보건법
		관세법
3	인화성액체류	위험물안전관리법
		폐기물의 국가 간 이동 및 그 처리에 관한 법률
		산업안전보건법
		관세법
4	가연성고체	위험물안전관리법
		폐기물의 국가 간 이동 및 그 처리에 관한 법률
		산업안전보건법
		관세법
5	산화성물질	위험물안전관리법
		화학물질관리법
		폐기물의 국가 간 이동 및 그 처리에 관한 법률
		산업안전보건법
		관세법
6	독물	위험물안전관리법
		화학물질관리법
		농약관리법
		폐기물의 국가 간 이동 및 그 처리에 관한 법률
		산업안전보건법
		관세법
7	방사성물질	원자력법
		관세법

〈표 5-1〉 위험물 선박운송 및 저장규칙 위험물과 타 관련 국내법 간의 관계(계속)

위험물 선박운송 및 저장규칙 (IMDG Code)		타 위험물 관련 국내법 적용 위험물
류별	위험물 분류	관련 국내법
8	부식성물질	위험물안전관리법
		화학물질관리법
		폐기물의 국가 간 이동 및 그 처리에 관한 법률
		산업안전보건법
		관세법
9	유해성물질	화학물질관리법
		폐기물의 국가 간 이동 및 그 처리에 관한 법률
		산업안전보건법
		관세법

자료: 국가법령정보센터(<http://www.law.go.kr>) 검색일: 2016. 06. 02

따라서 위험물안전관리법상 적용을 받지 않는 화약류(IMDG Class 1), 고압가스류(Class 2), 방사성물질(Class 7)의 경우 직반출 처리되고 있으며 일부 독물류(Class 6), 일부 유해성물질(Class 9)의 경우 직반출 혹은 일반 컨테이너 야적장에 보관되고 있다.

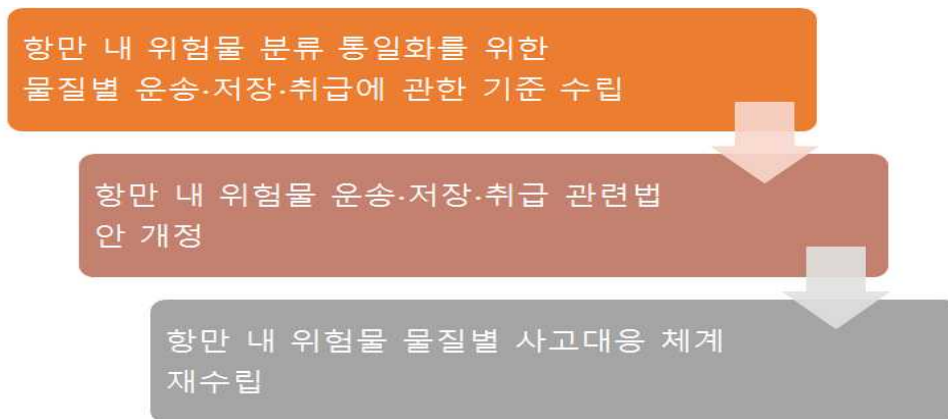
최근 위험물안전관리법의 적용을 받는 위험물 이외에 고압가스류, 기타 유해성물질 등 다양한 물질들이 항만 내에서 반입·반출되고 있음에 따라 이에 대한 저장 및 보관 필요성도 대두되고 있다. 특히 적양하 시 직반출 대상 위험물의 경우 항내 보관불가에 따른 터미널 외 노상대기, 차량 대기에 따른 정체 등의 문제를 야기하고 있으므로 이에 대한 대책이 필요한 실정이다.

따라서 항만 내 위험물의 경우 저장규정을 위험물안전관리법, 화학물질관리법 등의 분류가 아닌 IMDG 코드에 따른 위험물 분류를 통해 저장 및 수송에 관한 항만 내 위험물의 효율적인 위험물 관리체계 구축이 필요하다. 그러나 이러한 체계 구축은 여러 관련기관의 의견조율 및 법령 등의 개정검토가 필요하므로 장기적인 관점에서 위험물 관련 관계기관의 법 개정 및 이해관계 조율 등을 통해 단계적으로 진행해야 할 필요가 있다.

우선적으로 선진국 및 국제기구의 관련 규정과 국제협약 및 기준 등을 참조

하여 항만 내 위험물 분류 통일화를 위한 세부적인 물질별 운송·저장·취급에 관한 기준을 수립할 필요가 있다. 이후 항만 내 위험물 운송·저장·취급을 위한 관련법안 개정, 항만 내 위험물 물질별 사고대응 체계 재수립 등을 통해 항만 위험물 통합관리를 위한 지속적인 노력이 필요할 것으로 판단된다.

〈그림 5-2〉 항만위험물 규정 통일화를 위한 단계



2. 항만위험물 관리주체 설정 및 관련 법률 개정

현재 항만 내 포장위험물 저장시설은 위험물안전관리법 및 소방법에 따라 옥외저장소로 구분되어 중앙소방안전본부의 시설기준에 의해 위험물별 저장분류 및 관리가 되고 있다. 또한, 화학물질관리법의 적용을 받는 물질의 경우 환경부, 농약관리법에 적용되는 독물류의 경우 농림축산식품부 등 물질별 관리기준 및 시설기준에 대한 해석이 상이하여 매 기관 점검 시 터미널 안전관리자들의 혼란이 야기되고 있다. 이는 항만 내 물질별 사고에 따른 각 유관기관들의 책임과 시행규칙 기준이 상이하기 때문에 나타나는 것이다.

또한 해양수산부, 국민안전처, 환경부 등 각각의 유관기관들의 책임소재가 불명확하여 항만 내 위험물 관련 시설관리 및 사고대응에 어려움이 나타나고 있다. 항만 내 위험물 저장 및 운송관리에 대한 명확한 관리주체가 불분명하지만 물질별 성질 및 위험물 관리의 전문성으로 인해 특정 기관이 이를 전담하여

관리하기에는 무리가 뒤따른다.

따라서 항만 내 포장위험물의 전문적이고 효율적인 관리를 위해 각 관계기관들로 이루어진 항만위험물관리협의체를 구성하도록 한다. 협의체는 해양수산부 위험물 담당자 및 항만공사 담당자, 소방안전본부 위험물 담당자, 환경부 관계자, 고용노동부 관계자, 세관 관계자, 농림축산식품부 관계자 등으로 구성된다. 협의체 설립에 따른 각 관계기관의 시설설비 기준 및 위험물 안전관리 기준 또한 협의사항에 따라 개정되어야 할 것이며 협의체 구성 이후 개정 및 조율과정은 장기적이고 지속적으로 이루어져야 할 것으로 판단된다.

항만위험물 관리를 전담할 수 있는 조직과 각 기관별 의견을 조율할 수 있는 협의체를 구성하기 위해 법률 개정이 필요하다.

〈그림 5-3〉 항만위험물관리협의체 구성



3. 포장위험물 안전장비 및 소방장비 법제도 정비

현재 산적위험물 하역작업과 관련한 안전장비 및 소방장비는 해양수산부의 「선박의 입항 및 출항 등에 관한 법」, 「항만 및 어항설계기준」, 「국민 안전처의 위험물안전관리법」상 명시되어 있다.

해양수산부의 「선박의 입항 및 출항 등에 관한 법률 시행령」14조 자체 안전관리계획서의 수립 및 승인 등에 근거하여 총 톤수 1천 톤 이상의 위험물 운송 선박이 접안 가능한 부두시설 및 위험물 하역작업에 필요한 시설을 갖춘 산적액체위험물을 취급하는 업체는 관할 항만당국의 승인을 받아 자체안전관리계획서를 수립하여 이에 대한 의무비치 장비를 <표 5-2>와 같이 명시하고 있다.

〈표 5-2〉 하역 소방설비 및 안전장비 최소기준

구분	안전설비 비치 최소기준
소방설비	<ul style="list-style-type: none"> ○ 폼소화설비 1대 <ul style="list-style-type: none"> * 포말원액 800리터 이상, 10마력 이상 소화펌프 ○ 물분무 소화전 설비 1대 <ul style="list-style-type: none"> * 소방호스 20미터 이상 ○ 이동식 분말소화기 1대 <ul style="list-style-type: none"> * 용량 20킬로그램 이상의 바퀴부착 ○ 휴대식 분말소화기 또는 폼 소화기 6대
안전장비	<ul style="list-style-type: none"> ○ 자장식 호흡기 2세트 ○ 알루미늄 방화복 2세트 ○ 가스마스크 5세트 ○ 위험물 작업용 보호의 5세트 <ul style="list-style-type: none"> * 취급 화물의 특성에 맞는 보호의를 갖추어야 하며, 케미컬선팅 작업 부두의 경우 화학복을 말한다. ○ 고무장갑 10세트 ○ 보호안경 10세트

자료: 해양수산부, 위험물 하역 자체안전관리계획서 승인 업무처리 지침, 2015. 09.

그러나 이는 산적액체위험물에만 해당되는 사항으로 포장위험물 하역시설에 대한 안전장비 및 소화장비 구비요건의 경우 「선박의 입항 및 출항 등에 관한 법률 시행령」 35조 위험물 취급 시의 안전조치상 3.위험물 특성에 맞는 소화장비의 비치라는 일반규정이 명시되어 있다. 최근 늘어나고 있는 포장위험물 수출입과 관련하여 포장위험물의 적양하 작업 시 초기대응 및 인명 보호 목적의 안전장비 및 소방장비 설비기준 마련이 요구되고 있다. 그러나 컨테이너 선박에서 적양하 시 포장위험물에 의한 사고가 발생하는 경우 안전조치를 위한 최소한의 안전장비 및 소화장비 구비 기준은 없는 실정이다.

따라서 선박의 입항 및 출항 등에 관한 법률 시행령 제 35조의 1항의 소화장비 비치에 대한 기준안을 신설할 필요가 있다.

〈표 5-3〉 위험물 안전장비 및 소방장비에 관한 개정안

현안	개정안
제35조(위험물 취급 시의 안전조치 등) ① 무역항의 수상구역등에서 위험물취급자는 다음 각 호에 따른 안전에 필요한 조치를 하여야 한다. 1. ~ 2. (생략) 3. 위험물의 특성에 맞는 소화장비의 비치 4. ~ 6. (생략) ② 위험물 안전관리자의 자격 및 보유기준은 해양수산부령으로 정한다. ③ 해양수산부장관은 제1항에 따른 안전조치를 하지 아니한 위험물취급자에게 시설·인원·장비 등의 보강 또는 개선을 명할 수 있다.	제35조(위험물 취급 시의 안전조치 등) ① 무역항의 수상구역등에서 위험물취급자는 다음 각 호에 따른 안전에 필요한 조치를 하여야 한다. 1. ~ 2. (현안) 3. 위험물의 특성에 맞는 소화장비의 비치 4. ~ 6. (현안) ② (현안) ③ (현안) ④ (신설) 법 제35조 제1항 제3호에서 “ <u>위험물의 특성에 맞는 소화장비의 비치 기준은 별표 3과 같다.</u> (별표 3 하역소방설비 및 소화장비 구비 최소기준 신설)

선박의 입항 및 출항 등에 관한 법률상 안전장비 마련과 관련한 최소기준은 산적액체위험물 취급소 및 포장위험물 취급소 또한 기존 자체안전관리계획서에 따른 최소장비기준을 준용할 필요가 있다.

제2절 정책적 개선방안

우리나라의 항만위험물 안전관리의 정책적 문제점에는 항만인근 방재센터의 부재, 위험물관리자의 자격 기준의 저하, 위험물 관리자 및 취급자의 실무교육·

훈련의 약화 등이 지적되었다.

이러한 문제점은 위험물 관련 전문가 인터뷰, 일본·싱가포르·네덜란드 등의 해외 사례 연구를 통해 개선방안을 제시하고자 한다.

1. 항만인근 방재센터 설립

항만위험물 안전관리 개선방안 설문조사 결과 정책적 요인에서 항만인근 방재센터 설립이 가장 중요도가 높고, 우선시되는 사안으로 평가되었다.

우리나라의 경우는 위험물 사고 시 초동 대응은 국민안전처 지방 소방서에 실시하고 있고, 환경부 소속인 화학재난 합동방재센터(이하, 방재센터)에서 위험 물질에 대한 대응 조치를 하고 있다.

현재 우리나라의 방재센터가 6개 주요 산업단지인 구미, 서산, 익산, 시흥, 울산, 여수에는 설치되어 있다. 그러나 부산, 인천 등 위험물 컨테이너 유입빈도가 상당히 높은 항만에는 방재센터가 없는 실정이다. 부산 컨테이너 터미널에서 위험물 사고가 발생하였을 시에는 울산 방재센터에서 출동하여 대처해야 한다. 초동대응이 중요한 위험물 사고 시 준비 및 출동에 소요되는 시간이 오래 걸리고, 지리적으로 떨어져 있는 문제로 인해 효과적으로 대응하기에는 한계점이 있다.

위험물 컨테이너의 비중이 증가하는 추세에서 주요 항만인 부산항과 인천항 등에서 위험물 사고가 발생하였을 시 효과적인 대응이 어려운 것이 사실이고, 초동 대응을 실시하는 지방 소방서의 경우 위험 물질의 폭발 사고에서 능동적으로 대처할 수 있는 인력과 방재장비가 부족한 실정이다.

일본의 경우 항만에서 위험물 사고가 발생하였을 시에는 행정부처의 지방지국(국토교통성 지방정비국), 경찰, 소방청, 자위대, 해상보안청, 항만관리자 등이 연계하여 방재활동을 실행한다. 그리고 지방 소방청에는 물질별 대응 가능한 소방장비 및 소화약제, 전문 인력³⁴⁾, 대응 매뉴얼이 갖추어져 있어 대응이 가능한 상황이다.

³⁴⁾ 지방 소방청은 연 1회 소방점검 시의 운영사 및 배후 물류단지의 취급 위험물을 조사하고, 조사된 위험물질의 종류 및 수량 등에 따라 전문 인력 및 소방 장비 등을 구비하고 있다.

우리나라에서 지방 소방서에 위험물에 대한 전문 인력, 소방 장비 등을 배치 시키는 시스템을 마련하는 것은 오랜 시간이 소요되고, 화학물질을 담당하고 있는 환경부와의 중복 투자비용이 발생할 가능성이 있다.

그러므로 현재 위험물질에 대한 대응 시스템이 갖추어져 있는 방재센터를 위험물 컨테이너의 비중이 높은 부산항과 인천항 등에 설치하는 것이 바람직하다고 판단된다.

〈그림 5-4〉 전국 방재센터 현황 및 부산항 및 인천항 방재센터 설치도



그리고 현재 항만의 위험물 시설 안전점검의 경우 국민안전처와 환경부의 방재센터에서 각각 진행하고 있어, 중복 점검과 정보 공유가 되지 않는 문제점³⁵⁾이 있다. 그러므로 항만에 대한 위험물 시설 및 안전 점검을 두 기관이 합동으로 실시하여 담당자들 간의 정보 공유를 통해 위험물 관리의 안전성을 높이고, 사고 발생 시 효과적인 대처가 가능한 시스템을 구축할 필요성이 있다.

2. 위험물관리자 자격 강화

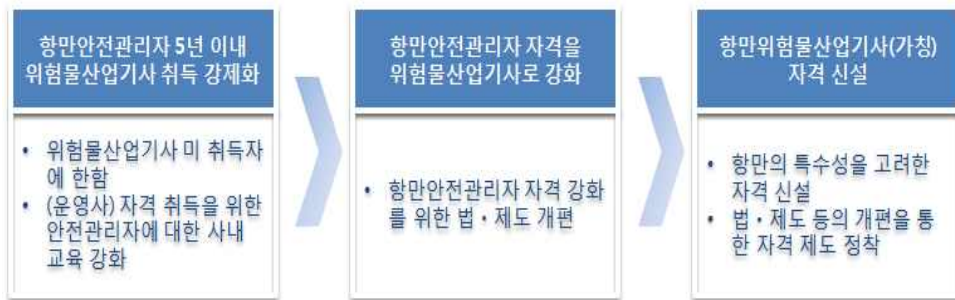
우리나라의 항만위험물 안전관리자의 자격 요건은 위험물기능사 자격이 있는 자로 규정되어 있다. 그러나 위험물 기능사의 경우는 화재예방 및 소화방법, 위험물에 대한 화학적 성질과 취급방법 등의 기본적인 위험물 관련 지식만 습득하면 되므로 항만에 들어오는 위험물을 종합적으로 관리하는 것은 어려움이 있다. 항만의 경우 우리나라에서 이용되는 모든 위험물이 들어오고 나가는 출입구의 역할을 수행하고 있다. 이에 따라 항만에서 위험물을 관리하는 위험물관리자는 모든 종류의 위험물에 대한 정보와 취급 수칙을 숙지하는 것이 바람직하다. 이에 장기적으로는 항만에서 다루는 모든 종류의 위험물에 대한 화재예방, 소화방법, 항만의 특수성을 고려한 위험물 취급 실무 등 자격요건을 포함한 항만위험물산업기사와 같은 전문 자격을 마련하는 것이 이상적일 것이다.

그러나 이러한 특수 자격을 신설하고 운영하기 위해서는 관련 법률 개정 및 관할 주체 등의 많은 행정 업무 등이 진행되어야 하는 어려움이 있고, 현재 항만위험물관리자로 업무 수행 중인 자의 시험 여부 등의 해결해야 하는 사안이 다수 존재한다. 그러므로 일차적으로 현행을 유지하되 터미널 운영사는 항만안전관리자로 업무를 수행하는 자에게 5년 이내에 항만위험물산업기사를 취득할 수 있도록 사내 교육 강화 및 자격 강제화 등의 방안을 마련할 필요가 있다. 그리고 점진적으로 항만안전관리자의 자격을 강화하기 위해 위험물관리자 자격

³⁵⁾ 화학재난합동방재센터의 설치 및 운영에 관한 규정에 의거하여 방재센터 내 구성 팀이 환경부, 국민안전처, 고용노동부, 산업통상부, 지자체로 구성되어 있어 합동 점검을 실행하고, 화학구조팀(국민안전처)은 위험물관리법상 지도 점검의 권한이 없어 지방소방관서와 함께 점검을 실행 중이나 부처 간 긴밀한 연계를 통한 합동 점검의 형식은 아닌 상황이다.

을 위험물기능사에서 항만위험물산업기사로 자격 기준을 변경하는 방안을 마련하는 것이 바람직하다고 판단된다.

〈그림 5-5〉 위험물 항만안전관리자의 자격 강화 방안



3. 위험물관리자 실무교육·훈련 강화

정책적 요인에서 위험물관리자 실무교육·훈련 강화는 두 번째로 중요도가 높은 사안으로 평가되었다. 항만인근 방재센터 설립의 경우는 신설의 필요성인 반면, 위험물관리자 실무교육·훈련 강화는 현 상황에 대한 문제점으로 전문가들은 개선의 여지가 상당히 있는 것으로 지적하였다.

국내 위험물 교육과정의 경우, 안전관리자와 위험물취급자의 구분 없이 모두 동일한 교육을 실시하고 있다. 그리고 IMDG 코드 교육의 경우 한국해사위험물검사원에서 실시하고 있으나, 재정 등의 문제로 인해 교육 실시장소가 수도권에 집중되어 있어 피교육자에 대한 수요를 충분히 만족시키지 못한다는 어려움이 있다.

위험물 실무교육에 대한 개선점으로는 첫째, 위험물취급자, 위험물관리자, 위험물운송자에 대한 교육 과정이 분리되어야 한다. 위험물취급자는 IMDG Code 개론, 포장, 위험물 적재, 위험물 컨테이너 입고 방법 등을 중점적으로 교육하고, 위험물관리자는 최신 위험물 관련 서류 및 검사방법의 변경 사항, 신규 등록 위험물 화물의 특성 및 대응방안, 현행 위험물 관련 법률 및 정책의 개선 방안 그룹토론 실시 등을 통해 보다 전문적·정책적인 부분의 교육이 진행되어

야 한다. 그리고 위험물운송자는 IMDG Code 개론, 항만 내 위험물 운송 시의 사고 방지 등의 교육을 실시하여 교육 프로그램의 세분화 및 다양화가 이루어져야 할 것이다.

둘째, 위험물 교육 장소를 전국적으로 각 시도별로 갖추어 피교육자의 수요를 충족시킬 필요가 있다. 일본의 경우 각 지역마다 위험물안전협회연합회가 설치되어 해당 지역의 위험물 담당자가 교육을 받고 있다. 미국의 경우도 국가 화물검사원(National Cargo Bureau)에서 위험물 교육을 전담하여 10개의 세부 교육과정을 운영 중이고, 뉴욕 및 미 해안의 주요 항만에 15개 지부를 설치하여 위험물 교육을 실시 중이다.

〈표 5-4〉 미국 NCB의 교육 과정

과 정	프로그램명	내 용
1	1-day course	Retraining
2	2-day course	Initial training
3	2-day course with vessel stowage and segregation	Retraining + vessel stowage & segregation course
4	2-day 49CFR course	49CFR requirements
5	3-day course	Initial Training + function specific vessel stowage & segregation course
6	IMDG code function specific vessel stowage & segregation course	IMDG code vessel stowage & segregation provisions
7	Marine terminal course	Specifically for marine terminal operators
8	1-day shipboard training	Specifically for vessel personnel
9	1/2-day hazmat recognition course	Specifically for worker without direct responsibility for dangerous goods
10	Self-study course in hazardous materials	Minimum requirements of 49CFR

자료: NCB(2013), <http://www.natcargo.org/>.

영국은 CTI(Cargo Training International)에서 24개의 과정을 현장에 직접 방문하여 교육을 실시하거나, On-line 교육과정을 운영하는 등의 맞춤형 교육을 운영하고 있다.

〈표 5-5〉 영국 CTI의 교육 과정

과 정	프로그램명	내 용
1	Dangerous goods by road (Initial training)	Legal responsibilities/Documentation/ Dangerous goods classes/Packaging, marking and labelling/ IBCs/Mixed packing/
2	Dangerous goods by road (retraining)	Accident instructions/GB road regulations/ Placarding of vehicles/Validation
3	Dangerous goods by sea (Initial training)	Legal responsibilities/Documentation/ Dangerous goods classes/Packaging, marking and labelling/ IBCs/Stowage, separation and segregation/Limited quantities/ EMS/MFAG/Validation
4	Dangerous goods by sea (Retraining)	
5	Dangerous goods safety adviser (Initial training)	Vehicle operations/Driver responsibilities and training requirements/ Environmental protection/Reporting duties/ Safety audits/ Emergency procedures/The role of the DGSA/Training requirements/ DGSA examination syllabus/Job functions of the DGSA/ Transport of dangerous goods by rail and inland waterways
6	Dangerous goods safety adviser (Retraining)	
7	49 CFR (Initial training)	Basic understanding of the DOT 49 CFR regulations/Use DOT 49 CFR manual
8	49 CFR (Retraining)	
9	Lithium batteries by road & sea	Hazard classes and proper shipping names/ Marking and labelling a shipment/ Packaging requirements/Completion of documentation/ Special provisions/Limited quantities/Checking of shipments
10	Limited and excepted quantities by road and sea	Locate key information in the IATA, ADR and IMDG/Prepare and package for shipment/Correctly mark and label a package/Complete the documentation

자료: CTI(2013), <http://www.cargotraining.com/>.

우리나라도 점진적으로 전국 주요 항만 등에 한국해사위험물검사원 교육센터 지사(가칭)를 설립, 산업체 현장 방문 교육, On-line강습 등 맞춤형 운영을 실시하여 교육의 실효성을 높이고, 피교육자의 수요를 충족시킬 필요가 있다.

훈련의 경우 항만에 대한 지방 소방본부와 터미널 운영사가 연계하여 합동 훈련은 실시하고 있으나 법적 강제 조항이 없다. 항만 시설의 경우 일반 건축물로 분류되어 관리 대상에 포함되어 있지 않는 등 실질적인 훈련이 되고 있지 못하는 문제점이 있다. 터미널 운영사별 자체 사고대응매뉴얼은 갖추고 있으나, 실제 사고 발생 시에 매뉴얼에 따른 대처가 가능할지에 대한 우려가 있다. 그러므로 법 및 정책 개정을 통해 연간 1회 이상 터미널 운영사³⁶⁾와 지방 소방본부, 해양경비안전서, 방재센터 등과 연계한 합동 훈련 실시를 의무화하는 것이 바람직하다. 또한 합동 훈련 이후 문제점이나 개선점을 공유하여 훈련의 실효성을 높이는 것이 중요하다.

제3절 기술적 개선방안

1. 위험물 통합관리시스템 구축

항만 내 위험물 관리를 효과적으로 수행하기 위해서는 위험물질 안전관리 및 보관을 위한 통합관리시스템이 필요하다. 위험물질 관련 항만관련자 및 종사자에게 정보서비스를 제공하기 위한 정보포털을 구축하고, 항만 내 위험물 정보의 종합적인 관리를 위한 위험물정보 등록, 위험물 모니터링, 사고대응 및 이력관리 정보시스템을 구축해야 한다.

³⁶⁾ 실제 사고 발생 시 인근 터미널 간의 협조 체제가 갖추어져 있으므로, 합동 훈련 시에도 인근 터미널 운영사와 연계하여 공동으로 훈련에 참여하는 것이 바람직하다.

〈그림 5-6〉 항만위험물 통합관리시스템 구축



1) 위험물 안전관리 정보포털

항만^Y내 위험물 안전관리를 위한 정보포털은 위험물 취급 안전관리자 관련 민원절차와 위험물 전문 정보를 통합^Y제공하는 포털이다. 항만 안전관리자의 행정정보를 손쉽게 얻고, 행정업무 추진의 편의성을 높이는데 목적이 있다. 기반을 구축할 때는 해양수산부, 국토교통부, 환경부 등 관련 기관의 협조를 얻어야 한다.

추진을 위해서는 국민 및 항만관련업체 관점에서 위험물질 안전관리와 관련한 정보(법령, 민원, 서식)를 1차적으로 구축하고 민원²⁴ 등과 협의를 통하여 위험물 관리와 관련된 서비스 제공을 위한 업무협의를 추진해야 한다.

먼저 해결해야 하는 사항은 각 주무부처 및 기관의 관련 최신 정보의 검토 및 확인이 가능해야 하며, 이를 기반으로 단계적으로 참여기관 확대 및 효율적 연계방안을 강구해야 한다.

2) 위험물 보안·모니터링 시스템

위험물이 항만 내 반입되어 보관되는 동안에는 지속적인 보안·모니터링이 필요하다. 항만 내 보안·모니터링 시스템은 위험물 적치장에서 발생하는 모든 내용을 모니터링하여 일어날 수 있는 문제를 사전에 인지하고 해결함으로써 터미널 안전도를 향상시키는데 목적이 있다.

실시간 모니터링, 통합 항만 작업, 사전인지 및 통합경보 등 항만 내에서 일어나는 위험물관련 상황이 관련 업무 종사자들에게 업무 영역에 따라서 즉시 전달되어야 한다. 이러한 기능을 이용해서 사용자는 실시간 모니터링 정보를 가지고 필요한 정보를 이용하여 작업이 수행되어야 한다는 것이다.

위험물 모니터링 운영에서 매우 중요한 것은 정확한 필요정보들이 실시간으로 제공되어 이를 바탕으로 작업을 수행해야 한다.

위험물 관리를 위해서는 각 기관별로 관리되고 있는 위험물 정보를 항만위험물 관리측면에서 재가공하여야 한다. 이를 통해 육상에서 관리하고 있는 위험물 정보(운전자, 운송차량, 제조업체, 운송업체 등)를 이용하여 위험물의 안전관리와 공공부문과 연계된 방재기능을 효율적으로 연계하여 활용할 수 있다.

효율적인 위험물의 모니터링을 위해서는 물질 기본정보, 환경거동 정보, 사고 위험성, 응급의학 정보, 독성 정보, 사고 대응정보, 사고 및 테러 이력, 화재 대응정보, 취급주의 정보, 규제 및 관련 법령 등의 위험물 관련 정보를 종합 DB의 형태로 구축해야 한다.³⁷⁾

3) 위험물 사고관리 시스템

위험물 사고관리 시스템은 사고발생과 동시에 모니터링센터의 확인정보와 해당 위험물의 물질정보를 실시간으로 항만 내 안전담당자, 경찰서, 방재전문기관 등에 정보를 제공한다. 이를 통해 신속하고 적합한 사고처리가 가능하도록 지원하고 관련 방재정보를 정확하게 제공하는 시스템이다.

관련 기관으로는 해양수산부, 국민안전처(중앙소방본부), 경찰청, 군, 환경부,

³⁷⁾ 한국교통연구원 「위험물질 운송관리 시스템 구축을 위한 실태분석 및 제도정비 방안, 2012.

지방환경청 및 지방자치단체 등이 있다.

사고접수 및 정보의 확산을 위한 기초정보관리구축을 바탕으로 사고 정보 공유시스템으로서의 연계를 통해 전파해야한다. 또한, 사고물질 정보를 관리하여 사고대응 지원시스템으로서의 정보유지와 위험물질 사고관리 시스템을 구축하여야 한다. 이를 위해 위험물 관련 운송정보(출발지, 도착지, 위험물질 종류 및 양, 누출 시 대응방법) 및 스케줄(반입시간, 반출시간)에 대한 사전 신고가 이루어져야 한다.

관련기관 간 연계체계가 먼저 이루어져야 하며, 사고관련해서 사고 장소, 사고 조사, 사고 자료, 자료 관리에 관한 체계적인 규정을 구축하는 것이 선결과제이다.

시스템은 사고대응, 사고관리, 외부연계 등으로 구성할 수 있다. 본래 목적에 맞게 위험물 사고 발생 시 신속정확한 사고대응이 가능하도록 모니터링 시스템을 통해 사고 상황을 감지하고, 대응정보를 제공한다. 사후에는 사고 관련 이력을 관리하는 등 기관 간 정보공유 기능을 강화함으로써 위험물 사고 예방과 대응성, 신속성을 높일 수 있다.

4) 위험물 통계 및 이력관리 시스템

항만 내 위험물 통계를 포함한 이력관리 시스템은 시스템에 대한 사용내역, 사고내역(위험요소, 사고내역 등)을 취합하여 이력 및 통계정보를 제공하는 시스템이다.

시스템 구축을 위해서는 환경부, 행정안전부, 고용노동부, 해양수산부, 중앙소방본부, 경찰청 및 화주·제조사·운송사 등의 협조가 필요하다. 이행을 위해서는 화물정보, 보관관리, 사고정보 통계, 물질통계를 단계별로 통합 통계정보 시스템을 구축해야 한다.

이를 위해 유관기관의 시스템과 신규 구축 시스템 간 연계를 통한 정보획득 및 내부 시스템 구축 간 유기적 연결을 위한 구조개선과 사고정보, 시스템 통합 등 체계화 및 표준화가 필요하다.

2. 위험물 위험도 평가시스템 마련

1) 위험도의 정의

불안정한 상태는 일반적으로 불확실성(uncertainty)과 위험도(risk)로 정의할 수 있다. Frank Knight(1972)에 의하면 의사결정 시 확률분포가 존재하여 의사결정에 참고할 수 있으면 위험성 하의 의사결정, 존재하지 않으면 불확실성하의 의사결정이라고 한다. 이외에도 Schumpeter(1934)는 예측하고자 하는 결과값에 대한 확률분포가 알려져 있는 경우, Lindley(1971)는 통계분석이 가능한 경우로 위험도를 정의하고 있다.³⁸⁾

위험도의 분류는 위험도 성격에 따른 분류, 위험도 성격과 발생원에 의한 분류, 통제가능여부에 따른 분류 등으로 구분할 수 있다.

〈표 5-6〉 위험도에 따른 분류

분류기준	분류항목	내용
위험도 성격에 따른 분류	-Known -Known-Unknown -Unknown-Unknown	-알고, 측정가능 -예상가능, 비일반적 -예측불가
위험도 성격과 발생원에 의한 분류	-External-Unpredictable -External-predictable -Internal-technical -Legal	-예측어려운 외적요인 -예측가능한 외적요인 -내부적이며 기술적요인 -기술관련 법적관련 사항
통제가능여부에 의한 분류	-통제가능한 위험 -통제불가능한 위험	-사업과정에 통제가능한 위험 -사업과정에 통제불가능한 위험

자료: 이용택, “SOC사업의 위험도분석 및 관리기법의 이해”, 포커스, 2013 일부 수정

2) 위험도 관리체계

위험도 관리체계는 특정상황에 관련된 위험도의 원인을 파악하여 관련인자를 식별한다. 식별된 위험도 발생 시 예상되는 결과를 확률적 분석기법을 활용

³⁸⁾ 이용택, “SOC사업의 위험도분석 및 관리기법의 이해”, 포커스, 2013

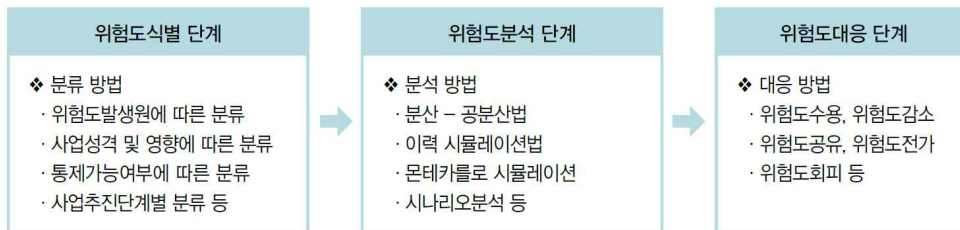
하여 계량화한다. 이를 통해 위험도의 부정적인 영향을 체계적으로 관리하는 과정을 말한다. 위험도관리의 분류체계는 연구자별로 차이는 있으나 일반적으로 위험도 식별(Risk Identification), 위험도 분석(Risk Analysis), 위험도 대응(Risk Response)으로 구분하고 있다.³⁹⁾

첫째, 위험도 식별은 위험도의 원인을 조사하여 관련인자의 유형과 특성을 파악한다. 이 과정을 통해 발생 가능한 위험도의 성격을 규명한다. 추진과정에서 향후 발생될 수 있는 모든 위험도의 근본적인 원인과 주요 발생 인자 등을 파악하고, 개별 위험도의 발생 결과에 관한 잠재적 영향도 고려요인으로 넣어야 한다.

둘째, 위험도 분석은 여러 가지 확률론적 분석방법을 활용하여 인식되는 위험요인들을 계량화하는 과정이다. 이 단계에서는 위험도의 발생규모를 포함한 위험도 변수에 대한 개별적 영향과 종합적 위험도 영향을 계량화하여 추정하고 평가해야 한다.

셋째, 위험도 대응 단계에서는 식별가능하고, 분석된 위험도 요인의 처리방안을 정립하는 과정으로 위험에 대응하기 위해 담당자는 특정 위험을 회피, 전가 및 수용 등의 적절한 대응방안을 수립해야 한다.

〈그림 5-7〉 위험도 관리체계



자료: 이용택, “SOC사업의 위험도분석 및 관리기법의 이해”, 포커스, 2013

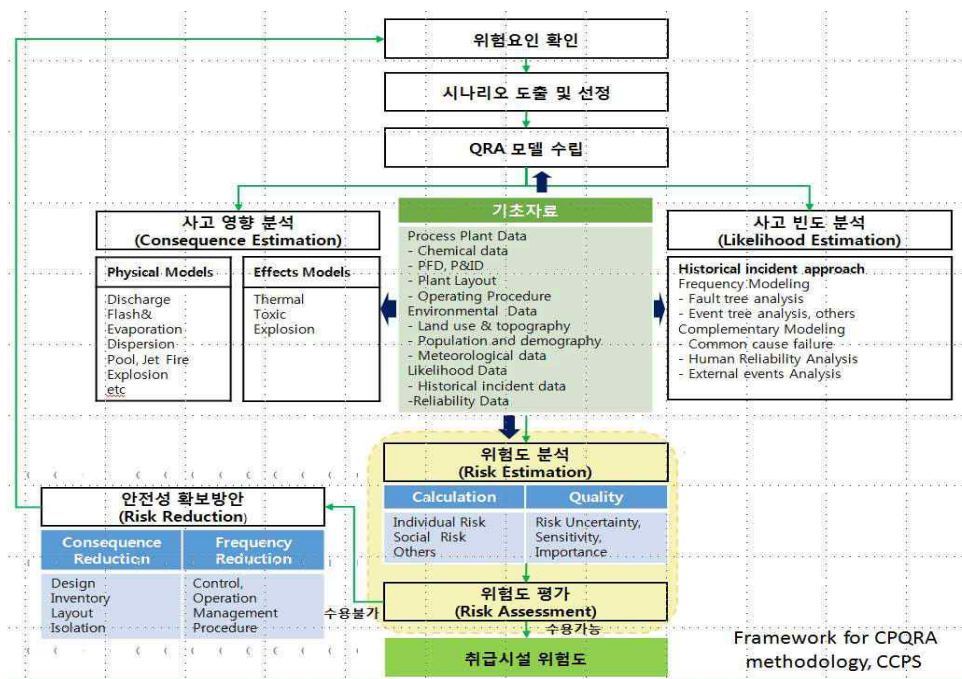
³⁹⁾ 이용택, “SOC사업의 위험도분석 및 관리기법의 이해”, 포커스, 2013

3) 항만별 위험도 평가

현재 관에서 주도하는 우리나라 항만의 위험물 관리는 소방본부, 해양수산부 등의 현장점검 위주로 구성되어 있다. 단순히 육안 및 서류검사를 통해 위험성을 판단하고 있으므로 체계적이고 지속적인 분석의 어려움이 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 매년 개별항만의 위험도 평가를 통해 정량적이며 합리적인 안전관리체계 확보방안을 수립해야 한다.

항만의 위험도 평가에 사용할 수 있는 방법론은 미국의 CCPS(Center for Chemical Process Safety)에서 사용하고 있는 CPQRA(Chemical Process Quantitative Risk Assessment)방법이다. CPQRA는 양적인 의미에서 위험성의 정의, 분석, 평가, 통제 및 관리방법 등에 대비해 잠재적인 방법을 제시한 것이다.⁴⁰⁾

〈그림 5-8〉 위험도 평가 프로세스



자료: 화학물질안전원, 「안전성 확보 방안」, 내부자료 인용

40) 이숙길 외 “CPQRA를 이용한 위험물질의 누출에 따른 독성인자평가”, 한국안전학회 학술발표, 1997.

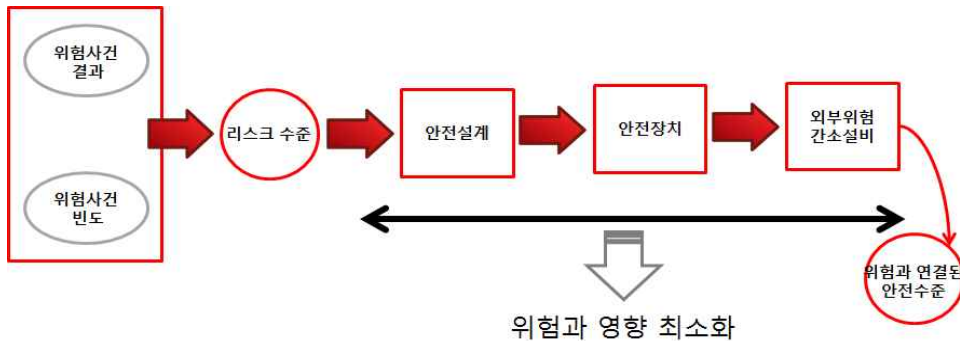
CPQRA 방법은 기초자료조사를 통해, QRA 모델 수립, 사고빈도분석, 사고영향분석, 위험도 분석을 수행한다. 이러한 과정을 통해 위험도 평가를 수행하여 취급시설의 안전성 확보방안 및 위험도를 분석한다.

4) 위험도 평가의 기대효과

항만의 위험도 평가의 기대효과는 CPQRA 방법을 통해서 위험물 사고 빈도, 위험물 사고 영향 등을 분석하여 리스크 레벨을 결정할 수 있다. 결정된 리스크 레벨은 안전디자인, 안전장치 및 외부 리스크 감소 설비 등을 통해서 용납 가능한 리스크 레벨로 낮출 수 있다. 이를 통해서 리스크 및 영향의 최소화를 이룰 수 있다.

항만에서의 위험물 사고는 항만인근의 민간인 주거지역 및 관련 시설에 심대한 영향을 미칠 수 있다. 따라서 사고위험을 낮춤으로써 항만의 물류흐름의 단절로 인한 금전적, 물리적 손실과 영업을 수행하지 못함으로 발생하는 잠재적 손실 등을 최소화할 수 있다.

〈그림 5-9〉 리스크 평가 모형



자료: Ron Bell, "The Original Concept", Reference from Dow Chemical

5) 위험도 평가 관리주체

항만의 위험도 평가를 위한 관리주체는 정부주도형(자체운영형, 위탁운영형), 공공기업 주도형, 민간기업 주도형 등 3가지를 고려할 수 있다. 향후 공정

성, 공공성 등을 고려해보면 정부부처에서 위탁센터를 운영하는 자체 운영형이 가장 합리적이다. 해양수산부에서는 기획 및 일반관리 업무를 수행하고 평가는 외부 전문적인 기관에서 수행하는 것이 타당하다.

〈표 5-7〉 관리주체 유형의 특성

구분	정부 주도형		공공기업 주도형	민간기업 주도형
	자체운영형	위탁운영형		
운영 형태	-정부부처에서 모든 센터 운영을 직접 수행	-정부부처는 기획, 일반관리 업무수행 -평가는 외부에 위탁	-평가관리 및 운영을 공공기업에 위임	-평가의 관리 및 운영을 민간에 위임
장점	-직접통제 가능 -정보보안 강점 -관련기관 업무협조 유리 -내부수요파악 유리	-직접통제 가능 -정보보안 강점 -내외부 수요에 신속한 응답 -저비용으로 평가업무 수행가능 -민간에 대한 공공 서비스 기능 강화	-간접통제 가능 -운영 및 관리 예산 절감 -정보보안 강점	-신규서비스 발굴 -정부 예산 지원 불필요
단점	-운영인력 부족 및 전문인력 부족 -외부수요에 탄력대응 곤란 -센터 운영 및 유지 비용 발생	-평가비용 발생 -예산제약으로 신규 서비스 발굴 어려움	-내외부 수요에 신속 대응 -신규 서비스 및 개선노력 미흡 -정보연계 업무 한계	-통제 어려움 -정보보안 취약 -정보 연계 업무 한계

자료: 한국교통연구원, 「위험물질 운송관리 시스템 구축을 위한 실태분석 및 제도정비 방안」, 2012. p.236.

3. 위험물 적치 시스템 개발

1) 항만 내 위험물 관리

해상운송 및 육상운송의 연결 지점인 항만지역은 육상운송보다 해상운송과 많은 관련성을 가지고 있다. 왜냐하면, 해상운송을 담당하는 선박이 계류하는 안벽, 안벽에서 적양하되는 화물을 일시 보관하는 장치장, 소량화물을 분류·포장·라벨부착·혼재·재처리·가공하는 기능을 담당하는 소량화물조작장 등 물류

기지가 항만구역 내에 위치하고 있기 때문이다. 따라서 부두지역과 항만배후지역에 추가하여 선박이 입출항하고 정박하며 채널을 따라 부두에 접안하는 공간인 항구를 통틀어서 통상 항만지역이라 부른다.

항만지역이 가지는 해상운송 쪽으로의 관련성과 근접성으로 인하여 외국 선진 항만의 경우 항만 지역 내 위험물컨테이너의 운영관리제도는 국제해사기구가 제정한 국제해상위험물규칙 등의 국제협약에 그 기초를 두고 있다. 왜냐하면 국제해사기구가 항만을 보다 효과적으로 국제해운무대에 통합하고 있고, ‘IMO 권고안’을 충분히 고려하여 해상인명 안전국제 협약(SOLAS), 국제해상위험물규칙(IMDG Code), 선박으로부터의 오염방지를 위한 국제협약(MARPOL) 등을 제정했기 때문이다.

2) 외국의 위험물컨테이너 취급 현황

선진 항만의 항만 내 위험물컨테이너의 운영관리제도를 살펴보면, 항만 내 위험물의 취급 및 운반에 관한 내용은 대다수 항만이 유사하다.

외국 항만에서는 IMO Class 1과 7 등 그 위험도가 큰 소량의 위험물컨테이너를 제외한 대다수 위험물 컨테이너가 전용의 위험물 장치장이 아닌 터미널 야드 내 일반장치장에 일반컨테이너와 혼재되어 보관되고 있다. 유럽, 미주 및 아시아의 대표적인 선진 항만인 네덜란드 로테르담, 독일의 브레머하펜, 미국 오클랜드 및 일본 도쿄 항만의 항만 내 위험물컨테이너의 처리·보관 방법은 아래와 같다.(<표 5-8> 참조)

〈표 5-8〉 외국 항만의 위험물컨테이너 처리·취급 방법

항만	위험물 처리, 보관 방법
로테르담	<ul style="list-style-type: none"> - IMO 1&7 위험물은 보안감독자 입회하에서 선박작업을 수행하고 야드 내 별도 전용장치장에 보관 - IMO 1&7 이외 위험물컨은 위험물 간 60cm 이상 간격을 유지하며 일반 장치장 블록의 외부 도로 쪽에 일반컨테이너와 혼재하여 보관 - 탱크컨테이너는 그라운드 레벨에 보관 - 소화장비/시설, 유출 위험물질 수거시설 구비 - IMO 표찰 및 UN Code의 체계적인 관리

항만	위험물 처리, 보관 방법
브레머하펜	<ul style="list-style-type: none"> - IMO 1&7 위험물은 각각 별도의 전용장치장에 보관 - IMO 1&7이외의 위험물컨테이너는 위험물간 1베이씩 건너뛰어 적재 - 손상된 위험물컨테이너 및 소독 컨테이너는 각각 별도의 지역에 보관
오클랜드	<ul style="list-style-type: none"> - CY내 컨테이너 이격거리 유지하여 일반컨테이너와 혼재 - 소화시설 설치
동경	<ul style="list-style-type: none"> - IMO 1, 2, 6.2&7 위험물은 터미널 내 보관 불허 - 이외의 위험물컨테이너의 경우 일반 장치장 블록에 혼재

자료: 김현, “항만터미널내 위험물내장 컨테이너 운영관리제도 개선방향”, 해양한국, 1999.2.

항만터미널 내 위험물컨테이너의 보관방법을 두 가지로 정리하면 첫째, IMO 1(폭발물)&7(방사능) 등 위험도가 큰 컨테이너화물은 항만터미널 밖에 위치한 위험물 장치장에 별도 보관한다. 이외 위험물 컨테이너는 적정 안전거리를 유지하여 일반 컨테이너와 혼재하거나 또는 각 일반컨테이너 장치블록 내 일정 구역을 할당하여 보관한다. 둘째, IMO 1&7 등 위험도가 큰 위험물컨테이너는 항만터미널 내에 위치한 계급별 각각의 위험물 장치장에 별도 보관한다. 이외 위험물컨테이너는 일반컨테이너와 혼재하여 보관하고 있다.

3) 국내 항만위험물컨테이너 적치방법 개선(안)

선진 외국 항만의 항만터미널 내 위험물컨테이너 취급 및 보관 방법을 벤치마킹 해 보면 안전성을 저해하지 않는 기초 위에서 터미널 운영의 효율성을 높이기 위한 방향으로 위험물컨테이너의 항만터미널 내 관리지침을 구비하고 있다. 위험물컨테이너 간 적정거리를 유지하면서 일반 장치장블록에 일반컨테이너와 혼재하여 장치함으로써 선박작업능률을 향상시키고 야드의 장치능력도 증대시킬 수 있다.

이를 위해 첫째, IMO 1.1, 1.2, 1.3&7의 위험물컨테이너는 직반출입을 원칙으로 하고 여타의 위험물컨테이너는 일반컨테이너와 혼재 또는 각 장치블록의 일정 구역을 위험물컨테이너 보관지역으로 지정 활용한다. 둘째, IMO 1.1, 1.2, 1.3&7의 위험물컨테이너를 터미널 내 각각 별도 장치장에 보관하고 그 외의 위험물컨테이너는 첫째 항목과 동일하게 적용한다.

별도의 위험물 보관지역은 철책으로 보호하고 CCTV 등의 시설을 설치하여 엄격한 보안체제를 구축한다.

제6장 결론 및 정책제언

제1절 결 론

우리나라의 항만하역 및 관련 산업은 물동량 기준 대외 수출입화물의 99% 이상을 처리하는 관문 역할을 하고, 고생산성과 우수한 안전성은 항만의 선진화를 위한 필수조건이 된다. 그동안 우리나라의 항만 산업은 생산성 향상을 목표로 항만장비의 현대화, 고도화, 자동화 및 시설확보에 노력을 쏟아 왔다. 이러한 성과로 2015년 항만처리 물동량은 약15억 톤에 이른다. 그러나 우리나라의 항만안전은 OECD 22개 국가 중 23위를 기록할 정도로 낙후되어 있다.⁴¹⁾ 대만국 항만산업이 발전하여 글로벌 선진 항만이 되기 위해서는 항만의 생산성 향상과 더불어 항만의 안전성 확보에 대한 노력을 기울여야 한다.

세계 유수의 선진 항만들은 오랜 시간동안 항만의 안전성 확보가 비용 절감으로 이어지며, 안전을 확보하면서 생산성 향상에 많은 노력을 기울여 왔다. 항만 안전도 향상을 위해 법률·제도·기술을 정비하고, 관리 및 운영 조직을 구축하여 안전성이 높은 항만을 구축하기 위해서 노·사·정이 협력해 왔다. 이러한 노력을 바탕으로 부가가치가 높은 선진 항만을 구축하였다. 앞으로 우리나라 항만의 생산성과 부가가치를 지속적으로 높이기 위해서 위험물 안전은 매우 중요하다.

따라서 본 연구의 목적은 국내 항만의 위험물 안전관리체계 개선을 위해 우리나라 항만위험물 관리체계 문제점을 분석하고, 개선방안을 제시하여 항만위험물 관리의 선진화를 목적으로 하였다.

이를 위해 항만위험물 취급현황 및 문제점을 분석하기 위해서 항만위험물의 정의, 국내 위험물 관련 법규, 규정 및 항만위험물 관련 해외규정을 살펴보았

41) 기획재정부, 「2011 국가경쟁력보고서」, 2012.

다. 위험물 안전관리 현황을 고찰하기 위해서 위험물 사고사례 현황, 국내 위험물 관련 기관 현황, 국내 위험물 관리 정보시스템 현황, 항만위험물 관리자 교육 현황, 항만위험물의 수출입 절차, 취급물동량 및 사고 시 대응체계 등을 살펴보았다. 이를 통해 우리나라 항만위험물 관리의 문제점을 정책적, 법제도적, 기술적 문제점으로 구분하여 분석하였다.

개선방안 도출을 위해 선진항만을 보유하고 있는 일본, 네덜란드 및 싱가포르의 항만위험물 관련 규정을 살펴보았다. 이를 통해 국내 항만위험물 안전관리 개선방안 도출을 위한 참고자료로 사용하였다.

도출된 개선방안의 정량적 평가를 통해 우선순위 도출 및 항만위험도를 평가하기 위해서 전문가 자문, 설문을 수행하였다. 설문결과를 AHP 분석을 통해 우선순위를 도출하였으며, 위험도 평가를 위해 몬테카를로 시뮬레이션을 통해 각 항목별 영향도 및 심각도를 조사하였다.

항만위험물 안전관리를 위한 정책, 법제도, 기술적 부문의 개선방안을 각각 3개씩 총 9개를 도출하여 개별 개선방안의 구체적인 실행대안을 제시하였다.

제2절 정책제언

1. 항만위험물 관련 특별법 제정

앞에서 살펴본 바와 같이 항만의 위험물 관련 법령 및 관리조직은 화물종류(위험화물)별로 산재해 있다. 개별 기관별, 기능별 주요 취급 위험물과 각 위험물별 취급방법이 다양하여 전문기관에서 담당하는 것은 당연하다. 그러나 항만은 폐쇄적인 공간으로 우리나라 위험물의 100%가 항만을 통해서 수출입된다. 따라서 항만의 특수성을 고려하면 항만위험물의 경우 종합적인 관리가 필요하다. 그러나 현행법에서는 개별 위험물별로 구분하여 관리하여 종합적인 관리에 어려움이 있다. 따라서 항만위험물의 종합적 관리를 통해 국제규격에 맞는 체계와 안전도 향상을 이루기 위해서는 항만위험물 관련 특별법의 제정을 통해 단일화된 조직에서 관리하는 것이 바람직하다.

2. 항만위험물 안전관리 조직의 신설 필요

항만의 안전도 향상을 위한 특별법을 추진하기 위해서는 안전관리 조직의 신설이 필요하다. 본 연구에서 제안하고 있는 법률의 개선, 정책적 추진방안, 기술적 제언의 지속적인 추진을 위해서는 지방 ↔ 중앙 ↔ 유관기관의 형태로 연계되어 설립 및 운영되어야 한다. 이를 추진하기 위해 관련활동을 지원할 수 있는 조직과 위원회가 수반되어야 한다.

안전관리조직은 담당팀장을 포함하여 5~6명 정도의 인원이 필요할 것으로 판단된다. 관련 인원은 항만별 위험도 평가 및 이의 개선 관리를 위한 역할을 수행한다. 이를 바탕으로 항만의 안전도 향상을 위한 지속적인 로드맵을 수립하여 추진한다.

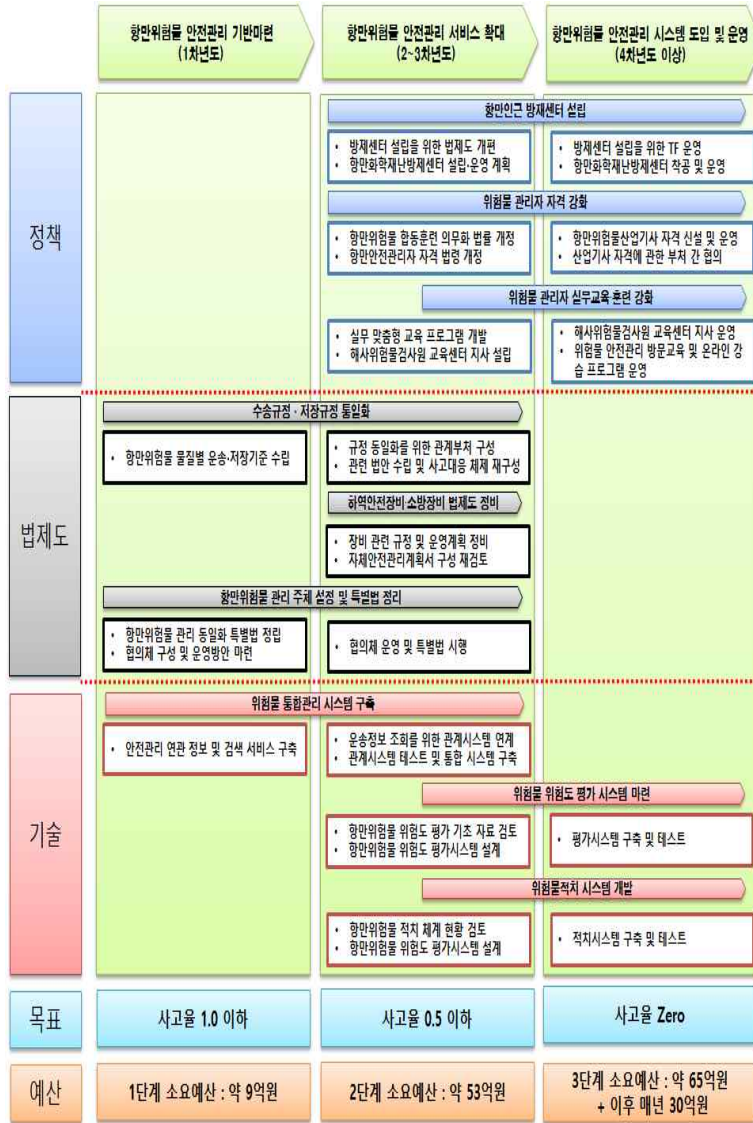
3. 항만위험물 안전 통합 로드맵 수립

항만의 위험물의 안전도를 향상시키기 위해서는 먼저 항만위험물관리 프레임임을 구축해야 한다. 항만위험물관리 프레임은 정책적, 법제도적, 기술적으로 구분하여 제시한다.

정책적 개선방안은 항만인근 방재센터 설립, 위험물 관리자 자격 강화, 위험물 관리자 실무교육·훈련 강화로 구성된다. 법제도적 개선방안 수송규정·저장규정 통일화, 하역안전장비 및 소방장비 법제도 정비 및 항만위험물 관리주체 설정 및 특별법 정립으로 구성된다. 기술적 개선방안은 위험물 통합관리시스템 구축, 위험물 위험도 평가시스템 마련, 위험물적치 시스템 개발로 구성된다. 이러한 개선방안을 효과적으로 추진하기 위해서 정책 추진 비전과 목표를 설정하고, 이를 바탕으로 로드맵을 수립해야 한다. 로드맵은 본 연구결과에 따라 항만 위험물안전관리에 적합하도록 정책적, 법제도적 및 기술적 프레임으로 구성하였다.

로드맵의 각 단계는 도입, 추진, 발전단계로 구성하였다. 지속가능한 항만위험물 안전 프레임을 구축하여 사고율을 제로화(Zero)하는 것을 목표로 한다.

〈그림 6-1〉 항만위험물 안전 선진화 로드맵



월드 NO.1

Safety Port

구축

4. 각 부문별 연차별 추진 로드맵

1) 정책부문 추진 로드맵

〈표 6-1〉 정책부문 추진 로드맵

구분	세부 정책	세부내용
1차 연도	항만인근방재센터 설립	<ul style="list-style-type: none"> - 항만화학재난방재센터 설립을 위한 법령 개정(안) 도출 - 기존 화학재난방재센터의 구성 및 운영 현황 등에 대한 사전 연구 - 항만(부산항, 인천항) 화학재난방재센터 설립 TF 구성
	위험물 관리자 자격 강화	<ul style="list-style-type: none"> - 항만안전관리자에 대한 법령 개정(안) 도출을 위한 사전 연구 · 현행 법률 검토, 법률 개정 사항 검토 - 해외 항만안전관리자의 자격 기준 조사
	위험물 관리자 실무교육·훈련 강화	<ul style="list-style-type: none"> - 해외 항만위험물 관련 실무교육 현황 조사 · 위험물취급자, 관리자, 운송자의 맞춤형 교육을 위한 교육 과정 조사 및 벤치마킹 요인 도출 - 한국해사위험물검사원 교육센터 지사(가칭) 설립을 위한 TF 구성 · 주요 항만 교육센터 지사 설립 추진(안) - 항만위험물합동훈련(항만 운영사 및 관할부처) 의무화 법률 개정(안) 도출 · 적용 범위 및 관할부처(지방 소방본부, 해양경비안전서, 방재센터 등) 규정
2차 연도	항만인근방재센터 설립	<ul style="list-style-type: none"> - 법제도 개편을 위한 부처 간 협의 - 항만 화학재난방재센터 설립 및 운영 TF 구성 · 항만 화학재난방재센터 설립에 대한 조직 구성 및 운영 방안 논의
	위험물 관리자 자격 강화	<ul style="list-style-type: none"> - 항만안전관리자에 대한 법령 개정(안) 도출 · 기존 안전관리자에 대한 위험물산업기사 취득 강제화 등 - 항만위험물산업기사(가칭) 자격 신설(안) 도출 · 시험 과목, 자격(대상 범위), 시행 일정 등 - 국민안전처, 해양수산부, 터미널 안전관리자(실무자) 등의 업무 협의체 구성 · 항만위험물산업기사(가칭) 자격 신설에 관한 법률 개정 및 운영방안
	위험물 관리자 실무교육·훈련 강화	<ul style="list-style-type: none"> - 항만위험물 실무교육 맞춤형 프로그램 개발 · 위험물취급자, 관리자, 운송자별로 맞춤형 프로그램 개발 - 한국해사위험물검사원 교육센터 지사 설립에 대한 법률 개정(안) 도출 - 한국해사위험물검사원 산업체 현장방문 교육, On-line 교육을 위한 TF 운영 · 터미널 방문교육 추진(안) 도출

구분	세부 정책	세부내용
		<ul style="list-style-type: none"> · On-line 강습 추진(안) 도출 - 항만위험물합동훈련 의무화 법률 개편을 위한 부처 간 협의
3차 연도	항만인근방재센터 설립	<ul style="list-style-type: none"> - 법률 개편 및 항만 화학재난방재센터 설립 추진 · 부산항, 인천항 항만화학재난방재센터 건설 계획 수립 - 항만 화학재난방재센터 운영 TF · 항만 화학재난방재센터 설립 후 조직 구성, 운영 방안, 대응 체계 등 세부 지침 설정
	위험물 관리자 자격 강화	<ul style="list-style-type: none"> - 항만안전관리자에 대한 법령 개정(안) 시행 · 기존 안전관리자에 대한 위험물산업기사 취득 강제화 등 - 항만위험물산업기사(가칭) 자격 신설(안)에 대한 부처 간 협의
	위험물 관리자 실무교육·훈련 강화	<ul style="list-style-type: none"> - 항만위험물 실무교육 맞춤형 프로그램 운영 - 한국해사위험물검사원 교육센터 지사 설립 계획 - 위험물 안전관리 터미널 방문교육 시범운영 - 위험물 안전관리 On-line 강습 프로그램 시범운영 - 항만위험물합동훈련 의무화 법률 개편 후 시행
4차 연도 이후	항만인근방재센터 설립	<ul style="list-style-type: none"> - 부산항, 인천항 항만화학재난방재센터 착공 및 운영(4차 연도 착공 → 7차 연도 준공 후 업무 수행) - 항만 화학재난방재센터 운영 TF · 업무 안정화까지 운영 사항 점검 및 개선 활동 수행
	위험물 관리자 자격 강화	<ul style="list-style-type: none"> - 항만위험물산업기사(가칭) 자격 운영
	위험물 관리자 실무교육·훈련 강화	<ul style="list-style-type: none"> - 항만위험물 실무교육 맞춤형 프로그램 운영(계속) - 한국해사위험물검사원 교육센터 지사 착공(4차 연도 착공 → 7차 연도 준공 후 업무 수행) - 위험물 안전관리 터미널 방문교육 운영(계속) - 위험물 안전관리 On-line 강습 프로그램 운영(계속)

2) 법제도부문 추진 로드맵

〈표 6-2〉 법제도부문 추진 로드맵

구분	세부 정책	세부내용
1차 연도	수송규정·저장규정 통일화	<ul style="list-style-type: none"> - 항만 내 위험물 분류 통일화를 위한 물질별 운송·저장·취급에 관한 기준 수립 - 해외 항만위험물 수송 및 저장 기준 사례 조사
	하역안전장비 및 소방장비 법제도 정비	<ul style="list-style-type: none"> - 전국 항만 하역안전장비 및 소방장비 운영 관련 조사 및 관련 장비 운영 관련 해외사례 조사 · 하역안전장비 및 소방장비 운영현황 조사 · 해외 선진 운영 사례를 통해 적정 수요 및 장비 보유 수준 조사 후 개선점 도출 - 항만 하역안전장비 및 소방장비 보유 및 관리 관련 규정화 작업을 위한 사전 방안 마련 · 부지면적, 주요 하역 화물, 하역 규모를 고려한 최소 장비 보유 기준 제시 · 관리·감독을 위한 관계기관과의 합동 조직 구성(안) 마련
	항만위험물 관리주체 설정 및 특별법 정립	<ul style="list-style-type: none"> - 해외 주요 선진 항만위험물 관리 법안 및 실태 조사를 통한 벤치마킹 사례 도출 - 항만 내 위험물 규정 통일 및 관리주체 설정을 위한 각 관계부처 간 협의체 구성(안) 추진 - 항만위험물 관리 통일을 위한 특별법(안) 제정을 위한 사전연구
2차 연도	수송규정·저장규정 통일화	<ul style="list-style-type: none"> - 항만 내 위험물 규정 통일을 위한 각 관계부처 간 협의체 구성(안) - 각 부처간 항만 내 위험물 운송·저장·취급 관련법안(안) 개정 - 항만 내 위험물 물질별 사고대응 체계 재수립
	하역안전장비 및 소방장비 법제도 정비	<ul style="list-style-type: none"> - 전국 항만 하역안전장비 및 소방장비 운영 계획(안) 마련 후 관련 사항 개정(안) 도출 및 자체안전관리계획서 재검토 - 평가 결과 활용안 마련 및 합동조직 구성 준비를 위한 부처 간 협의
	항만위험물 관리주체 설정 및 특별법 정립	<ul style="list-style-type: none"> - 항만위험물 관리 통일을 위한 특별법(안) 수립 - 협의체 운영을 위한 예산편성 및 운영방안 마련
3차 연도	수송규정·저장규정 통일화	<ul style="list-style-type: none"> - 각 부처의 항만 내 위험물 운송·저장·취급 관련법안(안) 개정 및 시행
	항만위험물 관리주체 설정 및 특별법 정립	<ul style="list-style-type: none"> - 항만위험물 관리 통일을 위한 특별법(안) 시행 - 협의체 구성 및 운영

3) 기술부문 추진 로드맵

〈표 6-3〉 기술부문 추진 로드맵

구분	세부 정책	세부내용
1차 연도	위험물 통합관리 시스템 구축	<ul style="list-style-type: none"> -항만위험물 안전관리 연관 정보 구축 및 검색 서비스 구축 · 항만위험물 안전관리와 법령 정보 및 민원 서식 등의 인허가 정보 데이터 구축 -항만위험물 운송정보 시스템 구축 - 시범운영을 위한 정보체계 구축
2차 연도	위험물 통합관리 시스템 구축	<ul style="list-style-type: none"> - 항만위험물 운송 정보조회를 위한 관계시스템 연계 · 위험물 취급관련 시스템 연계 및 정보서비스 - 운송관리 시스템 서비스 강화 · 항만위험물 보관, 관리 및 제공 서비스 강화 - 사고 및 방재 정보 제공 및 연계 · 항만위험물 사고 및 방재 위한 정보기반구축
3차 연도	위험물 통합관리 시스템 구축	<ul style="list-style-type: none"> - 항만위험물 운송 정보조회 관계시스템 연계 테스트 및 완료 · 항만위험물 수출입정보, 운송정보 및 화주정보 등 연계 - 항만위험물 통합관리시스템 구축완료
	위험물 위험도 평가시스템 마련	<ul style="list-style-type: none"> - 항만위험물 위험도 평가를 위한 현황 검토 · 시설, 운영, 물동량, 위험물취급 종류 등 - 항만위험물 위험도 평가시스템 설계 · 구조, DB, 평가모델 등
	위험물적치 시스템 개발	<ul style="list-style-type: none"> - 항만위험물 적치 체계 현황 검토 · 위험물 종류별 고려사항, 면적, 이격거리 등 - 항만위험물 위험도 평가시스템 설계 · 구조, DB, 평가모델 등
4차 연도 이후	위험물 위험도 평가시스템 마련	<ul style="list-style-type: none"> - 항만위험물 위험도 평가시스템 구축 · 위험도 평가 모델 설계 · 시스템 모델 설계 · 사용데이터 수집 및 입출력 모델 설계 - 항만위험물 위험도 평가시스템 구축 및 테스트 · 위험도 평가 모델 구축 · 시스템 모델 구축 · 사용데이터 수집 및 입출력 모델 구축 · 사용성 점검을 위한 테스트
	위험물 통합관리 시스템 구축	<ul style="list-style-type: none"> - 항만위험물 적치 시스템 구축 · 항만위험물 적재규칙 설계 · 시스템 모델 설계 · 사용데이터 수집 및 입출력 모델 설계 - 항만위험물 적치 시스템 구축 및 테스트 · 항만위험물 적재규칙 모델 구축 · 시스템 모델 구축 · 사용데이터 수집 및 입출력 모델 구축 · 사용성 점검을 위한 테스트

5. 연차별 통합 추진 로드맵

〈표 6-4〉 1차 연도 추진 로드맵

구분	세부 정책	1차 연도	예산
법제도	수송규정·저장규정 통일화	(기준수립) 항만위험물 물질별 운송·저장·취급	·연구용역 및 컨설팅 약 2억원
		(해외조사) 항만위험물 수송 및 저장 기준	
	항만위험물 관리주체 설정 및 특별법 정립	(해외조사) 항만위험물 관리 법안 실태 조사	
		(협업체 구성) 규정 통일화·관리주체 설정	
		(사전연구) 관리 통일화를 위한 특별법(안) 제정	
기술	위험물 통합관리 시스템 구축	<div>- 항만위험물 안전관리 연관 정보 구축 및 검색 서비스 구축</div> <div>· 항만위험물 안전관리와 법령 정보 및 민원 서식 등의 인허가 정보 데이터 구축</div> <div>- 항만위험물 운송정보 시스템 구축</div> <div>- 시범운영을 위한 정보체계 구축</div>	<div>연구용역 및 컨설팅 약 3억원</div> <div>·개발비 약 4억원</div>
총계			약 9억원

〈표 6-5〉 2차 연도 추진 로드맵

구분	세부 정책	2차 연도	예산
정책	항만인근방재센터 설립	(법 개정) 항만화학재난방재센터 설립 개정(안)	·연구용역 및 컨설팅 약 4억원
		(사전연구) 기존 방재센터 구성 및 운영현황	
		(TF구성) 항만 화학재난방재센터 설립	
	위험물 관리자 실무교육·훈련 강화	(해외조사) 해외 실무교육 현황 조사	
		(TF구성) 한국해사위험물검사원 교육센터 지사 설립	
법제도	수송규정·저장규정 통일화	(법 개정) 항만위험물합동훈련 의무화 법률 개정(안)	·연구용역 및 컨설팅 약 4억원
		(협업체구성) 규정 통일화를 위한 관계부처 구성	
		(법 개정) 항만위험물 운송·저장·취급 법안	
	하역안전장비 및 소방장비 법제도 정비	(체계수립) 항만위험물별 사고대응 체계 재수립	
		(실태조사 및 해외조사) 항만 하역안전장비 및 소방장비 및 관련 장비 운영	
		(사전연구) 하역안전장비 및 소방장비 관리 규정	
	항만위험물 관리주체 설정 및 특별법 정립	(법 개정) 항만위험물 관리 통일화 특별법(안)	
		(방안마련) 협업체 운영 예산편성 및 운영방안	

구분	세부 정책	2차 연도	예산
기술	위험물 통합관리 시스템 구축	<ul style="list-style-type: none"> - 항만위험물 운송 정보조회를 위한 관계시스템 연계 - 위험물 취급관련 시스템 연계 및 정보서비스 - 운송관리 시스템 서비스 강화 - 항만위험물 보관, 관리 및 제공 서비스 강화 - 사고 및 방재 정보 제공 및 연계 - 항만위험물 사고 및 방재 위한 정보기반구축 	<ul style="list-style-type: none"> ·연구용역 및 컨설팅 약 3억원 ·개발비 약 5억원
총계			약 16억원

〈표 6-6〉 3차 연도 추진 로드맵

구분	세부 정책	3차 연도	예산
정책	항만인근방재센터 설립	(협약) 법제도 개편을 위한 부처 간 협약 (TF구성) 항만 화학재난방재센터 설립 및 운영	<ul style="list-style-type: none"> ·연구용역 및 컨설팅 약 4억원 ·개발비 약 5억원
	위험물 관리자 자격 강화	(사전연구) 항만안전관리자 자격 법령 개정(안) 도출 (해외조사) 항만안전관리자의 자격 기준	
	위험물 관리자 실무교육·훈련 강화	(개발) 항만위험물 실무교육 맞춤형 프로그램	
		(법 개정) 한국해사위험물검사원 교육센터 지사 설립	
		(TF구성) 산업체 현장방문 교육, On-line 교육 운영 (협약) 항만위험물합동훈련 의무화 법률 개편	
법제도	수송규정·저장 규정 통일화	(법 시행) 항만위험물 운송·저장·취급 법안	<ul style="list-style-type: none"> ·연구용역 및 컨설팅 약 3억원
	하역안전장비 및 소방장비 법제도 정비	(법 개정) 항만 하역안전장비 및 소방장비 운영 계획 (검토) 자체안전관리계획서 재검토	
		(협약) 평가결과 활용안 마련 및 합동조직 구성 준비	
	항만위험물 관리 주체 설정 및 특별법 정립	(법 시행) 항만위험물 관리 통일화 특별법(안) (협약체구성) 특별법 재검토 및 운영	
기술	위험물 통합관리 시스템 구축	<ul style="list-style-type: none"> - 항만위험물 운송 정보조회 관계시스템 연계 테스트 및 완료 - 항만위험물 수출입정보, 운송정보 및 화주정보 등 연계 - 항만위험물 통합관리시스템 구축완료 	<ul style="list-style-type: none"> ·연구용역 및 컨설팅 약 10억원
	위험물 위험도 평가시스템 마련	<ul style="list-style-type: none"> - 항만위험물 위험도 평가를 위한 현황 검토 - 시설, 운영, 물동량, 위험물취급 종류 등 - 항만위험물 위험도 평가시스템 설계 - 구조, DB, 평가모델 등 	<ul style="list-style-type: none"> ·개발비 약 15억원

구분	세부 정책	3차 연도	예산
	위험물적치 시스템 개발	<ul style="list-style-type: none"> - 항만위험물 적치 체계 현황 검토 · 위험물 종류별 고려사항, 면적, 이격거리 등 - 항만위험물 위험도 평가시스템 설계 · 구조, DB, 평가모델 등 	
	총계		약 37억원

〈표 6-7〉 4차 연도 추진 로드맵

구분	세부 정책	4차 연도	예산
정책	항만인근방재센터 설립	(설립) 항만 화학재난방재센터 설립 계획	·연구용역 및 컨설팅 약 2억원
		(TF운영) 조직구성, 운영방안, 대응체계 등 지침 설정	
	위험물 관리자 자격 강화	(법 시행) 항만안전관리자 자격 법령 개정	·개발비 약 2억원
		(신설) 항만위험물산업기사(가칭) 자격 신설	
	위험물 관리자 실무교육·훈련 강화	(협의체 구성) 항만위험물산업기사 법 개정 및 운영	·S/W 약 3억원 ·H/W 약 4억원
		(운영) 항만위험물 실무교육 맞춤형 프로그램	
		(설립) 한국해사위험물검사원 교육센터 지사 설립 계획	
		(운영) 위험물 안전관리 터미널 방문교육 시범운영	
		(운영) 위험물 안전관리 On-line강습 프로그램 시범운영	
		(법 시행) 항만위험물합동훈련 의무화 법률	
기술	위험물 위험도 평가시스템 마련	<ul style="list-style-type: none"> - 항만위험물 위험도 평가시스템 구축 · 위험도 평가 모델 설계 · 시스템 모델 설계 · 사용데이터 수집 및 입출력 모델 설계 	·연구용역 및 컨설팅 약 6억원
	위험물적치 시스템 개발	<ul style="list-style-type: none"> - 항만위험물 적치 시스템 구축 · 항만위험물 적재규칙 설계 · 시스템 모델 설계 · 사용데이터 수집 및 입출력 모델 설계 	·개발비 약 6억원
	총계		약 23억원

〈표 6-8〉 5차 연도 이후 추진 로드맵

구분	세부 정책	5차 연도 이후	예산
정책	항만인근방재센터 설립	(설립) 항만화학재난방재센터 착공 및 운영 (5차 연도 착공→7차 연도 준공 후 업무 수행)	
		(TF운영) 업무 안정화까지 운영사항 점검·개선활동	
	위험물 관리자 자 격 강화	(협의) 항만위험물산업기사 자격 부처 간 협의 (5차 연도)	·S/W 약 3억(년)
		(운영) 항만위험물산업기사(가칭) 자격 운영	
	위험물 관리자 실 무교육·훈련 강화	(운영) 항만위험물 실무교육 맞춤형 프로그램(계속)	·H/W ⁴²⁾ 약 27억(년)
		(설립) 한국해사위험물검사원 교육센터 지사 착공 (5차 연도 착공→7차 연도 준공 후 업무 수행)	
		(운영) 위험물 안전관리 터미널 방문교육 운영(계속)	
		(운영) 위험물 안전관리 On-line강습 프로그램 운영(계속)	
기술	위험물 위험도 평 가시스템 마련	<ul style="list-style-type: none"> - 항만위험물 위험도 평가시스템 구축 및 테스트 · 위험도 평가 모델 구축 · 시스템 모델 구축 · 사용데이터 수집 및 입출력 모델 구축 · 사용성 점검을 위한 테스트 	·연구용역 및 컨설팅 약 6억원
	위험물적치 시스 템 개발	<ul style="list-style-type: none"> - 항만위험물 적치 시스템 구축 및 테스트 · 항만위험물 적재규칙 모델 구축 · 시스템 모델 구축 · 사용데이터 수집 및 입출력 모델 구축 · 사용성 점검을 위한 테스트 	·개발비 약 6억원
총계			약 42억원 (매년 30억 원 운영비 소요예정)

42) 항만화학방재센터, 한국해사위험물검사원 교육센터 지사 설립에 대한 건설비는 제외하고, 매년 사용될 예산 비용을 포함, 항만화학방재센터는 연간 예산 및 방재장비 구입 및 유지보수비 2개소 14억(1개소당 7억), 한국해사위험물검사원 교육센터 운영비 3개소 9억(1개소당 3억)을 예산 항목으로 산정

참 고 문 헌

〈국내 문헌〉

- 강수성, 항만터미널 위험물 관리 개선에 관한 연구 -부산항 H터미널 중심으로, 한국해양대학교 학위논문, 2013.
- 공기정, 화학사고 제로를 향한 과학기술의 역할, 제3회 국민안전기술 포럼, 2015.4.
- 김우선·최나영환·김대현, 「중국 천진항 폭발사고의 시사점」, 한국해양수산개발원, 2015.
- 김인범·현성호·이용재·차정민, 위험물 취급 항만의 소방시설 및 안전관리자 교육현황에 관한 연구, 한국위험물학회지 3권 2호, 2015. pp.1-6.
- 김태용, 부산항내 포장위험물 안전관리의 개선방안에 관한 연구, 한국해양대학교 학위논문, 2009.
- 김현, 「항만터미널내 위험물내장 컨테이너 운영관리제도 개선 방향」, 한국해사문제연구소, 해양한국 305, 1999. 2. pp.36-41.
- 노홍승, 「국제기준과 조화된 위험물 운송관리체계 구축 방안 연구」, 한국교통연구원, 2009.
- 노홍승·민연주·박민철·성홍모·박수진, 「위험물질 운송관리 시스템 구축을 위한 실태분석 및 제도정비 방안」, 한국교통연구원, 2012.
- 목진용, 「항만 내 위험물 관리제도의 개선방안」, 한국해양수산개발원, 1997.
- 양정모, AHP를 활용한 연구과제 선정방법 개선을 위한 연구, 한국학술진흥재단, p3, 2007.
- 이수길·이내우·최재욱·설수덕, CPQRA를 이용한 위험물질의 누출에 따른 독성 인자평가, 한국안전학회 발표집, 1997.
- 이용택, 「SOC사업의 위험도분석 및 관리기법의 이해」, 포커스, 2013.
- 조동오, 「주요항만의 위험물 관리실태 및 대책」, 한국해양수산개발원, 1996.
- 장광우, 리스크 평가 매트릭스를 활용한 위험물 수송 리스크 분석 및 관리방안, 서물과학대 학기술대학교 학위논문, 2013. pp.24-25.
- 조심정·김동진, Formal Safety Assessment를 활용한 국내 주요 항만 취급 위험물질(유류 및 HNS)의 해상운송사고 분석, 한국안전학회지 28권 8호, pp.57-65, 2013.

- 화학용어사전편찬회, 「화학용어사전」, p. 524, 2003.
- 「위험물 안전관리 선진사례 및 기술동향- 싱가포르 항만위험물 관리 시스템」, 국토해양부, 2010.
- 「2011 국가경쟁력보고서」, 기획재정부, 2012.
- 「대량위험물 취급시설 화재대응 매뉴얼」, 부산광역시사하소방서, 2014.6.
- 「위험물제조소 소화설비기준 등의 개선연구」, 한국위험물학회, p.78, 2015.
- 「위험물 이동탱크저장소 안전성향상 방안에 관한 연구」, 한국소방산업기술원, p.10, 2013.
- 「항만위험물 안전관리 실태 확인 결과」, 부산광역시 소방안전본부, 2015.8.
- 「해상클레임 예방가이드(28) ; 위험물 해상운송」, 해양한국, 2016.
- 「GHS 전면시행에 대비한 유독물 분류·표시」, 국립환경과학원, 2013.

〈국외 문헌〉

- N. B.Johansen, S. Sorenson, C. Jacobson, O. F. Adeler, A. Breinholt, "Risk Assessment of Sewer Systems", NOVATECH Session 4.3, pp.925-932, 2007.
- S. Gunderson, "A Review of Organizational Factors and Maturity Measures for System Safety Analysis," Systems Engineering, Vol.8, pp.234-244, 2005.
- 중국 항만국, 「天津港“8·12”特别重大火灾爆炸事故调查报告」

〈인터넷 자료〉

- 국가법령정보센터(www.law.go.kr)
- 국민안전처(www.mpss.go.kr)
- 부산항만공사(www.busanpa.com)
- 울산항만공사(www.upa.or.kr)
- 위키피디아 홈페이지(<https://www.wikipedia.org/>)
- 한국소방안전협회(www.kfsa.or.kr)
- 한국해사위험물검사원(www.komdi.or.kr/)
- 환경부(www.me.go.kr)
- 해양수산부(www.mof.go.kr)

Asia Insurance Review (<http://www.asiainsurancereview.com/>)

Cargo Training International(<http://www.cargotraining.com/>)

ChemLink 자료 (<http://chemlinked.com/chempedia>)

National Cargo Bureau(<http://www.natcargo.org/>)

法令データ提供システム(law.e-gov.go.jp/)

能美防災株式会社(<https://www.nohmi.co.jp/>)

一般財団法人 消防試験研究センター(<https://www.shoubo-shiken.or.jp/>)

国土交通省(www.mlit.go.jp/)

〈보도 자료〉

Apple Daily, 大爆炸倉庫違規經營 老闆是李瑞環姪 - 蘋果日報 - 要聞港聞 -16 AUG 2015.

BBC News, China explosions: Tianjin blasts 'on seismic scale',14 AUG 2015.

(available at: <http://www.bbc.com/news/world-asia-china-33901206>)

CEWEEKLY, 天津爆炸事故直接经济损失或达700亿 隐性影响难估量, 31 AUG

2015. (available at: <http://www.ceweekly.cn/2015/0831/125579.shtml>)

DIGITAL TRENDS, Tianjin explosion destroys over 8,000 new cars in China, 14 AUG 201

5. (available at: <http://www.digitaltrends.com/cars/tianjin-explosion-destroys-over-8000-cars-news-pictures/>)

Independent, Tianjin explosion: 44 dead and 400 injured as huge blasts rock Chinese port

city (available at: <http://www.independent.co.uk/news/world/asia/tianjin-explosion-huge-blasts-rock-chinese-city-10452453.html>)

International Business Times, Tianjin Aftermath: 'Chemical Rain' Leaves Streets Foaming, R

esidents Complain about Rashes, 18 AUG 2015. (available at: <http://www.ibtimes.co.in/tianjin-aftermath-chemical-rain-leaves-streets-foaming-residents-complain-about-rashes-643377>)

Nature News, Tianjin explosion leads to massive fish die-off, mysterious foam falls out of t

he sky, burning the skin of citizens as Chinese government declares everything's fi

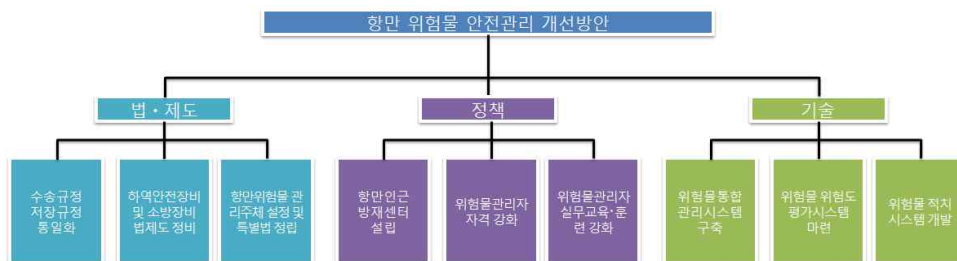
- ne, 20 AUG 2015. (available at: http://www.naturalnews.com/050864_Tianjin_cyanide_gas_fish_die-off.html)
- TIME, Searching Questions Asked in the Aftermath of the Tianjin Blasts, 14 AUG 2015. (available at: <http://time.com/3997727/tianjin-blast-china-ruihai-warehouse-chemicals-zoning/>)
- The Financial Times, Financial Times, Insurers set for \$1.5bn loss after Tianjin blast, warns Fitch, 18 AUG 2015. (available at: <http://www.ft.com/cms/s/0/b75dcbb8-4594-11e5-b3b2-1672f710807b.html#axzz3udSPTW9B>)
- The Guardian, Tianjin explosion: China sets final death toll at 173, ending search for survivors, 12 SEP 2015. (available at: <http://www.theguardian.com/world/2015/sep/12/tianjin-explosion-china-sets-final-death-toll-at-173-ending-search-for-survivors>)
- The Guardian, Chinese authorities investigate mass fish death near Tianjin explosion site, 21 AUG 2015. (available at: <http://www.theguardian.com/world/2015/aug/21/chinese-authorities-investigate-mass-fish-death-near-tianjin-explosion-site>)
- The Guardian, China blasts: thousands seek refuge as Tianjin explosions death toll reaches 55, 14 AUG 2015 (available at: <http://www.theguardian.com/world/2015/aug/14/china-explosions-thousands-seek-refuge-55-killed-tianjin-blasts>)
- Xinhwa News, Chemicals at blasted warehouse not yet determined: authorities, 14 AUG 2015. (available at: http://news.xinhuanet.com/english/2015-08/14/c_134515849.htm)

부록 1. AHP 분석 설문지

□ 분석방법

- 계층 분석 방법(Analytic Hierarchy Process, AHP)은 여러 가지 대안에 대한 다면적 분석기준을 활용한 의사 결정 지원 방법의 하나로써 의사결정 과정을 다단계로 구분한 후에 단계별 분석을 실시하여 합리적인 최종 의사결정에 이를 수 있도록 지원하는 의사결정방법
- AHP는 경제, 경영, 국방, 정치 등의 여러 분야에서 판단과 선택, 성과의 측정/평가, 의사결정/정책결정, 타당성 분석 및 검증 등이 필요한 경우에 폭넓게 활용

□ 항만위험물 안전관리 개선방안 계층구조



□ 항만위험물 안전관리 개선방안의 세부 내용

평가요소		평가 요소의 세부 내용
법·제도	수송규정, 저장규정 통일화	• 항만 내 위험물 수송 및 저장에 관한 분류를 IMDG 코드에 준하여 국내 법률 통일
	하역안전장비 및 소방장비 법제도 정비	• 위험물안전관리법상 물질 및 저장설비에 따른 항만 소방장비 설치 및 유지에 관한 법제도 정비 • 자체안전관리계획서 및 선박의 입출항에 관한 법률상 하역 안전장비 설치 및 유지에 관한 법제도 정비
	항만위험물 관리주체 및 특별법 정립	• 항만위험물을 주관하는 관리주체를 설정하고, 항만의 특수성을 고려한 특별법 정립
정책	항만인근 방재센터 설립	• 부산, 인천 등 위험물 컨테이너 유입빈도가 높은 항만을 중심으로 방재센터 설립 및 지원 필요
	위험물관리자 자격 강화	• 항만 내 위험물 관리(복잡·다양한 위험물)를 안전하게 실행할 수 있는 안전관리자의 자격기준 강화
	위험물관리자 실무교육·훈련 강화	• 항만 내 위험물관리자에 대한 의무적인 실무교육 주기설정 및 커리큘럼 강화 • 항만위험물 관리자 및 취급자에 대한 훈련 실효성 있는 훈련 프로그램 개발 및 시행책 마련
기술	위험물통합 관리시스템 구축	• 각 부서의 위험물 정보를 통합적으로 검색 및 관리가 가능한 시스템 구축
	위험물 위험도 평가시스템 마련	• 항만 내 위험물 저장에 따른 위험물 요인 도출 및 위험도 평가모델 설정으로 체계적인 위험도 평가시스템 구축
	위험물 적치 시스템 개발	• 항만 내 위험물의 적치 시 특성 등을 고려하여 안전성을 높일 수 있는 위험물 배치 시스템 개발

[설문작성의 예]

본 연구는 항만위험물 안전관리 개선방안의 가중치 평가 시에 어느 문항을 우선적으로 해결해야 할 것인지에 대한 의견을 수렴하고자 합니다.

평가 항목을 보다 용이하게 검토하기 위해서 쌍대비교 방식을 선택하였습니다.

다. 예를 들어 항만위험물 안전관리 개선방안 가중치 의사결정에서 “법·제도적”측면이 “정책적” 측면에 비해 “중요”하다고 판단되면 아래와 같이 표시해 주시기 바랍니다.

평가 항목	절대 중요		매우 중요		중요		약간 중요		같 다	약간 중요		중요		매우 중요		절대 중요		평가 항목
법·제 도	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	정책

[중요도 기준]

중요도 판단에 필요한 척도는 다음과 같은 중요도 척도를 사용합니다.

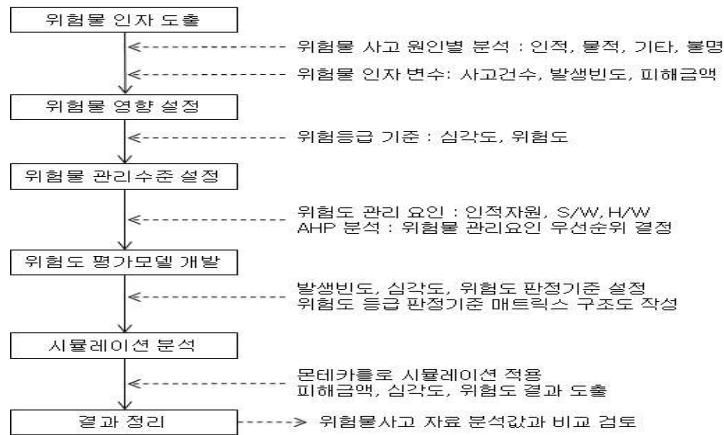
중요도	정의
1	동일한 정도로 중요(equal importance)
3	약간 더 중요 (moderate importance)
5	중요 (strong importance)
7	매우 중요 (very strong importance)
9	절대 중요 (absolute importance)
2, 4, 6, 8	위의 수치들의 중간정도의 중요성

[AHP 설문 응답 시 유의사항]

□ 응답 예

예) 항목 A의 평가기준에서 판단할 때 항목 B가 항목 C보다 매우 중요하다고 생각하시면 아래와 같이 기입하면 됩니다.

평가 항목	절대 중요		매우 중요		중요		약간 중요		같다	약간 중요		중요	매우 중요		절대 중요		평가 항목	
항목 B	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	항목 C



□ 응답 일관도

- AHP 분석에서는 분석의 부산물로 비일관도 지수가 생성됩니다. 비일관도 지수가 0.15이상이 될 경우 응답결과를 신뢰할 수 없다고 판단되어 재설문하게 됩니다. 비일관도 지수가 높게 나오는 데는 크게 다음과 같이 두 가지 경우가 해당됩니다.

예) 1. $A > B$: A가 B보다 2배 중요하다고 응답
 2. $A \gg C$: A가 C보다 4배 중요하다고 응답
 → $B > C$ 라고 응답해야 함.

[원인 1] 서수적 일관성 결여 : $A > B > C$ 의 순위가 바뀌게 응답

[원인 2] 기수적 일관성 결여 : 위 예에서 B가 C보다 9배 중요하다고 응답할 경우

[설문작성]

- 항만위험물 안전관리를 구성하는 법·제도요인, 정책요인, 기술적 요인 지표들 간의 상대적 중요도를 평가하는 항목입니다. 각 행렬에 나와 있는 두 개 요인의 중요도를 평가하여 주시기 바랍니다.

평가 속성	절대중요		매우중요		중요		약간중요		동일		약간중요		중요		매우중요		절대중요	평가속성
법·제도	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	정책
법·제도	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	기술
정책	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	기술

- 항만위험물 안전관리의 법·제도요인을 구성하는 수송규정 및 저장규정 통일화, 하역안전장비 및 소방장비 법제도 정비, 항만위험물 관리주체 및 특별법 정립 지표들 간의 상대적 중요도를 평가하는 항목입니다. 각 행렬에 나와 있는 두 개 요인의 중요도를 평가하여 주시기 바랍니다.

평가속성	절대중요		매우중요		중요		약간중요		동일		약간중요		중요		매우중요		절대중요	평가속성
수송규정 저장규정 통일화	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	하역안전 장비 소방 장비 법제 도 정비
수송규정 저장규정 통일화	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	항만위험 물 관리주체 및 특별법 정립
하역안전 장비 소방 장비 법제도 정비	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	항만위험 물 관리주체 및 특별법 정립

- 항만위험물 안전관리의 정책요인을 구성하는 항만인근 방재센터 설립, 위험물관리자 자격 강화, 위험물관리자 실무교육·훈련 강화 지표들 간의 상대적 중요도를 평가하는 항목입니다. 각 행렬에 나와 있는 두 개의 중요도를 평가하여 주시기 바랍니다.

평가속성	절대중요		매우중요		중요		약간중요		동일		약간중요		중요		매우중요		절대중요	평가속성
항만인근 방재센터 설립	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	위험물관리자 자격 강화
항만인근 방재센터 설립	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	위험물관리자 실무교육·훈련 강화
위험물관리자 자격 강화	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	위험물관리자 실무교육·훈련 강화

- 항만위험물 안전관리의 기술적 요인을 구성하는 위험물통합 관리시스템 구축, 위험물 위험도 평가시스템 마련, 위험물 적치 시스템 개발 지표들 간의 상대적 중요도를 평가하는 항목입니다. 각 행렬에 나와 있는 두 개의 요인의 중요도를 평가하여 주시기 바랍니다.

평가속성	절대중요		매우중요		중요		약간중요		동일		약간중요		중요		매우중요		절대중요	평가속성
위험물통합 관리시스템 구축	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	위험물 위험도 평가시스템 마련
위험물통합 관리시스템 구축	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	위험물 적치 시스템 개발
위험물 위험도 평가시스템 마련	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	위험물 적치 시스템 개발

----- 응답해 주셔서 대단히 감사드립니다-----

부록 2. 항만의 위험도 평가 설문지

- 설 문 지 1-

안녕하십니까?

본 설문지는 항만의 위험도 평가모델 개발을 위한 설문으로 평가영역과 세부구성항목에 대한 가중치 분석을 위한 것입니다. 본 연구는 설문지 1과 2로 구성되어 있습니다. 설문지 1은 각 항목 간 상대평가를 위한 것이고 설문지 2는 각 항목의 절대 평가를 위한 것입니다. 설문지 1과 2는 같은 항목으로 구성되어 있지만 평가의 방법을 달리 하고 있으니 이점 유의하셔서 설문에 응답해 주시면 감사하겠습니다. 귀하의 소중한 의견을 적극적으로 개진해 주시면 대단히 감사하겠습니다.

2016. 07.

※ 설문을 작성 하신 후, -----로 보내 주시면 감사하겠습니다.

※ 본 설문에 대한 문의는 ☎ -----로 연락 바랍니다.

I. 평가항목 설명

* 다음 제시된 항목은 위험물 리스크 평가에 중요한 요인들입니다. 평가요인과 세부평가항목들을 숙지하시고 각 항목 간 비교평가 설문에 응답해 주시면 감사하겠습니다.

측정 목표	평가 요인	주요내용	세부평가항목
위험물 리스크 평가	인적자원 관리	위험물 리스크 평가 활동 중 인적자원의 관리측면	안전교육 강화
			관리인원 업무 개선
			관리자 숙련도 확보
	S/W 관리	위험물 리스크 평가 활동 중 소프트웨어적인 활동의 관리	운영시스템 보완
			안전매뉴얼 보완
			관련 프로그램 개발
	H/W 관리	위험물 리스크 평가 활동 중 하드웨어적인 활동의 관리	위험물시설 보완
			관리장비 신규 도입
			관리장비 성능개선

Ⅲ. 다음은 항만의 위험물 리스크 평가를 위한 세부항목으로 어느 요인이 더 중요한지 응답해 주시기 바랍니다.

1. 인적자원 관리 세부평가항목 간의 상대적 중요도 비교

[illegible]

2. S/W 관리 세부평가항목 간의 측정요소 간의 상대적 중요도 비교

[illegible]

3. H/W 관리 세부평가항목 간의 상대적 중요도 비교

[illegible]

- 설문지 2 -

1. 다음은 항만의 위험물 리스크 평가에 필요한 항목들입니다. 각 항목들이 위험물 리스크 관리에 어느 정도 중요한지 응답해 주시기 바랍니다.

위험물 리스크 평가항목	평가항목의 중요도 정도				
	전혀 중요하 지않다	중요하 지않다	보통 이다	중요 하다	매우 중요 하다
안전교육 강화					
관리인원 업무 개선					
관리자 숙련도 확보					
운영시스템 보완					
안전매뉴얼 보완					
관련 프로그램 개발					
위험물 시설 보완					
관리장비 신규 도입					
관리장비 성능 개선					

2. 현재 근무하고 있는 항만에서 위험물 리스크 평가를 위한 각 항목들의 현
황이 적절한지 또는 각 항목들이 위험물 관리를 위해 잘 유지·관리되고
있는지 응답해 주시기 바랍니다.

위험물 리스크 평가항목	평가항목의 적절성 정도				
	매우 적절하 지않다	적절 하지 않다	보통 이다	적절 하다	매우 적절 하다
안전교육 강화					
관리인원 업무 개선					
관리자 숙련도 확보					
운영시스템 보완					
안전매뉴얼 보완					
관련 프로그램 개발					
위험물 시설 보완					
관리장비 신규 도입					
관리장비 성능 개선					

- 감사합니다 -

국내 항만위험물 안전관리체계 개선방안

2016年 12月 29日 印刷

2016年 12月 31日 發行

편집겸
발행인 양 창 호

발행처 한국해양수산개발원
부산광역시 영도구 해양로301번길 26

전 화 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 : 02-394-0337

정가 15,000원