

항만 shutdown(공급 지장)의 파급효과 분석

Analysis on economic effects of
port shutdown

2014. 12.

이민규·김찬호·김우선·안영균



한국해양수산개발원
KOREA MARITIME INSTITUTE

보고서 집필 내역

| 연구책임자 |

이 민 규: 제1장, 제4장, 제5장, 제7장

| 연구진 |

김 우 선: 제6장

김 찬 호: 제2장, 제6장, 제7장

안 영 균: 제2장, 제3장

| 외부 집필진 |

박 병 원 (과학기술정책연구원): 제4장, 제5장

추 봉 성 (순천향대학교 국제통상학과): 제2장

산·학·연·정 연구자문위원

신승식 (전남대학교 물류교통학부)

유승훈 (서울과기대 에너지환경대학원)

김대곤 (국립재난안전연구원 연구위원)

주상호 (해양수산부 항만물류기획과 사무관)

* 연구자문위원은 산·학·연·정 순임

연구감리자

김 형 태 (한국해양수산개발원 연구감리위원)

발 간 사

최근 세월호 침몰 사고, 경주 리조트 붕괴 사건, 판교 공연장 환풍기 붕괴 사건 등 예기치 못한 사건들이 발생하면서 안전에 대한 사회적 관심이 점차 높아지고 있다. 항만 부문도 예외가 아니어서 항만 안전을 위한 위기관리 시스템의 구축이 필요한 상황이다. 자연 재해 및 항운노조 파업 등으로 항만 shutdown이 발생한다면 사회·경제적 파급효과가 매우 크기 때문에 항만 shutdown에 대한 예방적, 완화적, 회복적 차원의 다각적인 대응책 마련이 필요한 것이다.

기존의 항만 안전 연구는 법, 제도적 검토, 항만 운영사 차원의 대응체계 수립 등에 주로 초점이 맞춰져 있다. 항만 shutdown의 파급효과를 정성적, 정량적으로 분석한 연구는 거의 수행되지 않은 것이다. 항만 shutdown은 발생 가능성이 매우 낮지만 잠재적으로 엄청난 파급력을 갖는 사건인 X 이벤트의 사례로 간주할 수 있다. X 이벤트는 일반적으로 예상할 수 있는 범위를 뛰어넘어 발현되는 전형적인 위험 사건으로 정의된다. 만약 항만 shutdown을 X 이벤트 관점에서 살펴본다면, 항만 shutdown의 파급효과맵과 인과지도 작성이 가능하다. 즉, 항만 shutdown의 주요 동인과 촉발 경로를 제시하고, 경로간 우선순위를 선정하여 피해의 확산을 막을 수 있는 구체적 전략을 제시할 수 있다.

또한 본 연구는 산업연관분석의 수요유도형 모형과 공급유도형 모형을 적용하여 항만 shutdown에 따른 지역별, 산업별 파급효과를 산정한다. 분석 결과는 항만 shutdown의 국가 경제적 잠재 손실로 간주하여 항만 위기 관리시스템의 리스크 편익 자료로 활용될 수 있다. 본 연구는 항만 shutdown에 따른 파급효과의 분석과 대응 정책 대안의 제시를 주요 목적으로 하였다. 특히 항만 shutdown 발생에 따른 피해의 최소화와 항만 서비스 정상화를 위한 구체

적 정책 방안을 제시하고 정부의 위기관리매뉴얼, 위기대응체계의 개선 방향을 제안하였다. 본 연구는 X 이벤트 개념을 설명하고 X 이벤트 분석에 대한 자세한 설명을 추가하는 등 관련 연구가 활성화될 수 있도록 많은 노력을 기울였다. 즉, 항만 shutdown 현상을 불확실한 미래에 대처하기 위한 X 이벤트 이슈로 간주한 연구로서 앞으로 항만 학계의 많은 관심 속에서 관련 연구가 지속 발전할 수 있기를 기대하는 바이다.

본 연구 보고서는 연구책임자인 한국해양수산개발원의 이민규 부연구위원을 중심으로 김우선 부연구위원, 김찬호 부연구위원, 안영균 연구원이 공동으로 연구한 결과물이다. 그리고 과학기술정책연구원 박병원 박사님은 항만 shutdown에 대한 X 이벤트 분석에 대해 많은 조언을 해주셨으며, 순천향대학교 추봉성 교수님은 일본 대지진 피해 사례를 자세하게 정리해 주셨다. 박병원 박사님과 추봉성 교수님께 깊은 감사의 말씀을 드린다. 더불어 연구 방향에 대해 아낌없는 조언과 전문적 의견을 제시해주신 전남대학교의 신승식 교수님, 서울과학기술대학교의 유승훈 교수님, 국립재난안전연구원의 김대곤 박사님, 해양수산부 주상호 사무관님, 본원의 김형태 연구감리위원님께서도 깊은 감사를 표하는 바이다.

2014년 12월
한국해양수산개발원
원 장 김 성 귀

| 목 차 |

제1장 서 론

제1절 연구의 배경	1
제2절 연구의 목적	5
제3절 연구의 내용과 방법	7
1. 연구의 내용	7
2. 연구의 방법	9

제2장 국내외 사례 조사

제1절 국내 사례 분석	10
1. 태풍 매미로 인한 부산항 피해사례	10
2. 국내 안전사고의 발생	16
제2절 국외 사례 분석	24
1. 동일본(東日本) 대지진의 피해사례	24
2. 한신(阪神)·아와지(淡路) 대지진의 피해사례	30
3. 미국 LA·Long Beach항 등 항운노조 파업의 피해 사례	34
제3절 해외의 정책 대응방안 사례	37
1. 시대별 항만 지진정책의 변화	38
2. 재해 복구 관련 법령 및 복구제도	39
3. 항만 방재 및 대응체제 개요	40
제4절 소결	48

제3장 선행연구 조사

제1절 선행연구 검토의 필요성	49
------------------------	----

제2절 선행연구 고찰	51
1. 국내 선행연구	51
2. 해외 선행연구	56
제3절 선행연구의 한계점	61

제4장 항만 shutdown의 파급효과 분석방법론

제1절 X 이벤트 분석	63
1. X 이벤트의 정의	63
2. 필수 복잡성 법칙의 개념	65
3. X 이벤트 사례	66
제2절 산업연관분석의 개요	66
1. 산업연관분석의 필요성	66
2. 산업연관표의 구조	67
3. 산업연관분석 모형	70

제5장 항만 shutdown의 파급효과 사례분석

제1절 항만 shutdown에 대한 X 이벤트 분석	78
1. 항만 shutdown의 유발 동인 및 촉발경로	78
2. 항만 shutdown의 산업부문별 파급효과 분석	80
3. 항만 shutdown의 인과지도와 사회적 의미	84
4. 정책적 시사점	87
제2절 항만 shutdown의 산업연관분석	88
1. 지역산업연관표	88
2. 시나리오의 설정	97
3. 분석 결과	99
4. 시사점	102

제6장 항만 shutdown에 대한 대응방안

제1절 재난분야 국가위기관리체계	103
제2절 국가기반체계 보호 기본지침	105
1. 개요	105
2. 국가기반시설의 관리기준	109
3. 위험관리기준	110
제3절 항만관련 정부의 안전계획	113
제4절 소결	116
1. 항만분야 재난 관련 표준 매뉴얼의 부재	116
2. 전국 항만 단위의 국가기반체계 보호 기본계획 수립 필요	117

제7장 결론 및 정책제언

제1절 결론	118
제2절 정책 제언	121
1. 항만 관련 사고의 표준매뉴얼 마련	121
2. 항만 위기관리 시스템의 구축	123
참고문헌	126
부록 1. 일본의 정책적 대응방안 사례	131
부록 2. 일본 동북아대지진 항만별 피해사례	138

| 표 목 차 |

표 1-1. 우리나라 수출입 물동량	2
표 1-2. 유사안전관리제도의 실태	4
표 1-3. 재난안전 관련 유사 법령 및 제도	4
표 1-4. 연구 흐름도	8
표 2-1. 태풍 ‘매미’ 개황	11
표 2-2. 태풍 ‘매미’ 상황 및 경로	11
표 2-3. 피해보상 사례	12
표 2-4. 부산광역시 발생 피해 범위	13
표 2-5. 해운대 지역 피해 사례	14
표 2-6. 신감만 지역 피해 사례	15
표 2-7. 태풍 ‘매미’로 인한 발생피해	16
표 2-8. 해양안전 및 해양사고의 종류 및 정의	17
표 2-9. 인적재난의 종류 및 소관기관	18
표 2-10. 인적재난 발생 현황	19
표 2-11. 인적재난 중 화재 발생 현황	19
표 2-12. 인적재난 중 폭발 발생 현황	20
표 2-13. 인적재난 중 전기(감전) 발생 현황	21
표 2-14. 자연재난 발생 현황	21
표 2-15. 최근 대규모 자연재난 발생 현황	22
표 2-16. 자연재난 발생 현황 및 복구비	23
표 2-17. 해양사고의 발생현황	24
표 2-18. 주요 항만의 피해 개요	25
표 2-19. 주요 항만의 피해 사례	27
표 2-20. 주요 기업의 피해 사례	28
표 2-21. 산업 피해 사례	29
표 2-22. 일본 대지진 피해 사례(종합)	30
표 2-23. 파업협상 주요 일정	35
표 2-24. 美 항운노조 파업 기관별 추정 피해금액	37

표 2-25. 일본의 시대별 항만 지진정책	38
표 2-26. 정비 대상 기준	40
표 2-27. 항만 SOC 정비 프로그램(내진 강화 안벽 정비)	42
표 2-28. 내진 강화 안벽 시책의 경위	43
표 2-29. 카와사키항 및 사카이센보쿠항의 광역 방재거점 정비계획	44
표 2-30. TEC-FORCE 조직	45
표 2-31. TEC-FORCE 업무	46
표 2-32. BCP 시행 목적	46
표 2-33. 항만 BCP의 기본적인 구성 및 항만 BCP협의회	47
표 3-1. 선행연구 검토의 목적	49
표 3-2. 주요 선행연구 리스트	50
표 3-3. 우리나라 자연재해 피해액 추이	52
표 3-4. 태풍 루사 전과 후의 총산출 변화	53
표 3-5. 모형별 각 산업별 산업과급효과 분석 결과	54
표 3-6. 고베항 컨테이너 환적물량 비율 변화	57
표 3-7. Finland & 7-shocks가 선정한 7가지 쇼크	59
표 4-1. X 이벤트 정의	63
표 4-2. X 이벤트 성립을 위한 3요소	65
표 4-3. 필수 복잡성 법칙의 7원칙	65
표 4-4. X 이벤트 사례	66
표 4-5. 산업연관표의 구성 항목	69
표 5-1. 항만의 전염병 창궐 + 항운 종사자들의 연쇄적 파업의 복합시나리오	79
표 5-2. 대분류 기준 28개 산업	89
표 5-3. 「운수및보관」의 세분류	89
표 5-4. 주요 항만의 연도별 항만물동량	90
표 5-5. 주요 항만의 연도별 컨테이너물동량	91
표 5-6. 2010년 항만별 수출입 일반화물의 시도 물동량 비율	91
표 5-7. 2010년 항만별 수출입 컨테이너의 시도 물동량 비율	92
표 5-8. 지역의 재분류	92
표 5-9. 울산지역의 산업별 수출액과 수입액	93
표 5-10. 산업분류와 상품분류의 일치화	94

표 5-11. 전국 기준 산업별 수입과 수출의 해운운송 비중	95
표 5-12. 울산지역 항만연관 산업의 통계치(2005년 기준)	96
표 5-13. 울산항 품목별 물동량	96
표 5-14. 울산항 shutdown의 적용 모형	98
표 5-15. 수요유도형 모형의 최종수요 변동	98
표 5-16. 공급유도형 모형의 부가가치 변동	98
표 5-17. 울산항 3개월 shutdown의 전국 산업별 매출액 영향	99
표 5-18. 울산항 3개월 shutdown의 지역별 매출액 영향	100
표 5-19. 울산항 3개월 shutdown의 전국 산업별 사회경제적 효과	101
표 5-20. 울산항 3개월 shutdown의 지역별 사회경제적 효과	102
표 6-1. 매뉴얼 종류 및 보유현황	104
표 6-2. 표준매뉴얼 작성·관리현황(30종)	105
표 6-3. 안전행정부 국가기반체계 보호지침의 목적	106
표 6-4. 안전행정부 분야별 국가기반시설 지정기준	106
표 6-5. 안전행정부 분야별 국가기반시설 지정현황	109
표 6-6. 응급조치에 일시 사용할 장비 및 인력 지정관리기준 등	110
표 6-7. 발생 확률 등급 판단기준표	111
표 6-8. 피해크기 등급 등급 판단기준표	111
표 6-9. 영향요인별 피해 등급 판단기준표	112
표 6-10. 위험도 판정 기준표	113
표 6-11. 항만관련 위험요인 분석	114
표 6-12. 위기경보 수준별 발령 판단기준 및 활동내용	115
표 부록-1. 피해실태 조사를 통한 향후 과제 도출	132
표 부록-2. 표류물 수거 정비선 및 수거 현장	133
표 부록-3. 항만배후단지 진화 현장	134
표 부록-4. 한신·아와지 대지진 복구계획	135
표 부록-5. 재해 발생 시 물자수송 확보를 위한 과제	136
표 부록-6. 내진 대응 수문, CCTV 카메라	137

| 그림 목 차 |

그림 2-1. 인적재난 중 환경오염 발생 현황	20
그림 2-2. 한신·아와지대지진 및 동일본대지진의 피해 항만 비교	26
그림 2-3. 대지진으로 인한 고베항 피해 사진	31
그림 2-4. 대지진 고베항 항만시설 파손 현장	32
그림 2-5. 한신·아와지 대지진으로 인한 물동량 감소 추이	33
그림 2-6. 룡비치항 조합원 파업 모습(2002년)	34
그림 2-7. 일본의 내진 강화 안벽 정비 상황	41
그림 3-1. X 이벤트의 인과지도 사례	56
그림 3-2. 파업 발생 당시 미국 서부 해안 항만들의 수출물량 추이	57
그림 3-3. Global Risk 2014 위험간의 상호작용 맵	60
그림 4-1. 일상적 환경의 분포와 X 이벤트의 발생 범위를 포괄하는 분포 비교	64
그림 4-2. 산업연관표의 구조(1)	68
그림 4-3. 산업연관표의 구조(2)	69
그림 4-4. 지역간 산업연관표 및 투입계수표	76
그림 5-1. 항만 shutdown 파급효과 맵	83
그림 5-2. 항만 shutdown 인과지도 분석	86
그림 5-3. 항만 shutdown의 경제적 파급효과 경로	97
그림 6-1. 정부의 재난분야 위기관리 매뉴얼 관리체계	104

Executive Summary

Analysis on economic effects of port shutdown

1. Purpose

The study aims to present policy instruments to respond to port shutdown through analysis on its spill-over effects.

- It quantitatively estimates economic effects of port shutdown through inter-industry analysis.

- Forecasting enablers and triggers of port shutdown, it develops a causal map to estimate expected loop and spill-over effects.

- It also presents specific policy instruments to minimize damage and restore normal port services.

The study presents policy instruments for a port risk management system.

- It reviews a domestic emergency management system in the national disaster area, a framework guideline on protection of national infrastructure and port-related government safety plans to identify policy implications.

- Policy instruments (preparing standard manuals and establishing a port risk management system)

2. Methodologies and Features

1) Methodologies

Previous literature review

- Review foreign and domestic previous researches on shutdown of national infrastructure including ports (focusing on risk-based input-output analysis research paper)

⇒ Find the issues pertaining to model design through the previous literature review

- Foreign case study (LA/LB port in USA, Kobe port in Japan)

⇒ Find a policy improvement direction in the port area

Consultation and research council

- Interview with port officials to develop a port shutdown scenario
- Expert forum on risk-based input-output analysis model
- External consultation on foreign port shutdown cases and economic spill-over effects (commissioning manuscripts, etc.)
- Indirect consultation through review of government's internal materials (Ministry of Oceans and Fisheries and Ministry of Security and Public Administration)

Expert workshop

- Brainstorming through expert workshop
- Develop a port shutdown causal map through opinion exchange and discussion
- Identify policy implications

Input-output analysis

- Design a demand-driven model and a supply-driven model
- Apply a port shutdown scenario to the models

2) Features

The study quantitatively estimates decreases in direct/indirect sales by industry and measures the scale of national loss based on the port shutdown scenario.

Consider a port service shutdown an X-event to analyze its spill-over effects

- Presents port shutdown enablers and triggers in detail
- Develop a port shutdown causal map of primary, secondary and tertiary spill-over effects.

The study presents direction in improving the government's safety plans, risk management manual and response systems as corresponding measures for port shutdown.

3. Results

1) Summary

Review foreign and domestic port-related natural and man-made disaster cases

- Regarding natural disasters, the Great Hanshin Awaji Earthquake in Japan occurred in 1995, the Typhoon Maemi that swept the Busan Port, Korea in 2003 and the Tohoku Earthquake happened in Japan in 2011 are studied.

- For man-made disaster-caused port shutdown, LA Long Beach Port workers' strike in the US reviewed.

- Foreign policy response cases studied and major port disaster prevention and response systems compared and analyzed to review the scale of quantitative damage

Estimate economic side effects of port shutdown through an input-output analysis model

- Predict port shutdown enablers and triggers
- Develop a causal map of port shutdown to estimate possible loop and side effects.

- Possible port shutdown scenarios are developed to calculate accompanying effects on national sales volume and sales volumes by region and industry.

Review national infrastructure emergency response system and find its implications

- Investigate domestic emergency management system in the disaster area, basic guidelines on national infrastructure protection and government's port-related safety plans.

- Comparing with advanced countries, Korea has a lower level of port disaster manuals. It is therefore imperative to establish a framework protection plan for national infrastructure, especially for ports nation-wide.

2) Policy contribution

There were no such reports that describe the importance of ports quantitatively, rather than qualitatively. But the research presents measured data on spill-over effects from port shutdown.

Based on the analysis, the risk-benefit of the port industry is calculated to establish the government's port policies.

The effectiveness of the developed models can be proved when establishing upper-level port plans such as 'a basic plan on national ports'.

3) Expected benefits

Develop a comprehensive port risk management system

- The study quantitatively estimates port shutdown damage and therefore, highlights importance of port functions.

- “Port Risk Management Manual” is developed based on the strengthened importance of port functions and responsiveness to port accidents is increased.
- In addition, “Comprehensive Port Risk Management System” is constructed to systematically manage pre- and post-management system in occurrence of various port-related accidents.

제1장 서론

제1절 연구의 배경

최근 기상 이변의 여파로 강력한 자연 재해 사고가 빈번하게 발생하면서 우리나라에 많은 피해를 끼치고 있으며, 그 피해액의 규모가 점차 증가하고 있는 상황이다. 예를 들어, 1984년 태풍 준으로 인한 피해액이 2,502억 원이었지만, 2003년 태풍 매미로 인한 피해액은 4조 2,225억 원으로 증가하였다(김형근 외, 2012). 자연 재해로 인한 피해는 항만 시설도 예외가 아니어서 2003년 태풍 매미로 인해 부산항의 선박 입항이 불가능해지고 컨테이너 크레인 이 붕괴되는 등 항만의 기능이 일시적으로 중단되고 물류 활동에 큰 혼란이 야기된 바 있다. 또한 기후 변화, 지구 온난화 등으로 인한 해수면 및 지진 해일고의 상승이 예상됨에 따라 많은 항만 구역의 침수 가능성이 커지고 있다. 요컨대 자연 재해가 항만 시설에 물리적 피해를 야기함으로써 항만의 물류 기능이 약화될 가능성이 점차 높아진 것이다.¹

자연 재해뿐만 아니라 항운노조 파업도 항만 서비스 활동을 제한시키는 요인으로 볼 수 있다. 항운노조 파업의 경우, 항만 시설에 대한 직접적인 물리적 피해를 초래하지는 않지만 서비스 활동을 일시적으로 중단시킬 수 있다.² 2013년 3월 홍콩항 파업의 경우, 홍콩항의 크레인 기사와 하역노동자들이 주축이 되어 파업에 돌입하였으며 총 40일간 이어져왔다. 파업 기간 동안

¹ 본 연구에서는 항만에 영향을 미치는 재난, 재해(disaster)를 인간에 의한 테러가 아니라 자연 재해로 간주한다. Park(2008)은 LA항과 롱비치항이 폭탄 테러를 당할 경우에 대해 연구를 수행한 바 있다.

² 서비스의 회복력(resilience) 측면에서 살펴본다면, 물리적 피해를 동반하는 자연재해가 항만 파업에 비해 영향력이 더욱 크다고 볼 수 있다. 항운노조 파업의 경우, 파업 참가자들이 현장에 복귀하면 서비스가 금방 정상화될 수 있지만, 자연재해의 경우 장치 및 시설물의 물리적 복구가 선행되어야 한다.

많은 선박이 홍콩항 대신 중국 선전항 등으로 이전하면서 홍콩항의 컨테이너 물동량이 급감하였다. 이를테면 파업 기간인 2013년 3월, 4월, 5월 홍콩항의 컨테이너 물동량이 전년 동기 대비 각각 11.0%, 10.0%, 9.2% 감소하였다.³ 결과적으로 홍콩항의 항운노조 파업은 홍콩항의 항만 서비스 공급을 일시적으로 차단했다고 볼 수 있다.

주지하다시피 우리나라는 대외 의존도(=수출입 총액/명목 GDP)가 103% (2013년 기준)⁴에 이르는 세계 8위의 무역 대국이며, 수출입 화물의 99.7%(중량 기준, 2013년)가 수상운송으로 처리되고 있다. 이에 따라 자연 재해, 재난 사고 및 항만 파업으로 인해 항만의 기능이 일시적으로 중단된다면, 국가 경제에 부정적 영향을 초래할 것으로 예견된다. 항만은 국가 물류 차원에서 수출입 제품의 신속하고 막힘없는(seamless) 운송을 보장해야 하는 핵심기반 시설인 것이다.

〈표 1-1〉 우리나라 수출입 물동량

(단위: 천 톤, %)

연도	수출			수입		
	해상	항공	전체	해상	항공	전체
2009	194,059 (99.4)	1,256 (0.6)	195,315	492,398 (99.8)	1,049 (0.2)	493,447
2010	214,084 (99.3)	1,416 (0.7)	215,499	557,095 (99.8)	1,254 (0.2)	558,350
2011	249,565 (99.5)	1,296 (0.5)	250,861	596,591 (99.8)	1,247 (0.2)	597,838
2012	246,697 (99.5)	1,281 (0.5)	247,977	601,138 (99.8)	1,196 (0.2)	602,334
2013	246,186 (99.5)	1,262 (0.6)	247,447	605,135 (99.8)	1,193 (0.2)	606,328

자료: 관세청 수출입무역통계

이에 따라 항만 서비스의 단절에 대비한 예방적인 방안을 우선적으로 모색할 필요가 있다. 하지만 예기치 못한 자연 재해의 물리적 충격을 100% 방지하기란 불가능에 가깝기 때문에 항만서비스의 공급 지장이 발생할 경우,

³ 홍콩항만개발위원회

⁴ 한국은행 경제통계시스템

피해를 최소화하고 신속하게 항만 서비스를 정상화하도록 완화적, 회복적인 대책이 마련되어야 한다. 이른바 항만 위기관리(risk management) 시스템의 구축이 반드시 필요한 것이다. 최근 세월호 침몰 사고, 경주 리조트 붕괴 사건, 판교 공연장 환풍기 붕괴 사건 등 예기치 못한 사건들이 발생하면서 안전에 대한 사회적인 관심이 점차 높아지고 있으며, 항만 부문에서도 안전을 위한 위기관리 시스템의 구축이 필요한 즈음이다.

항만 shutdown(공급 지장)은 발생 가능성이 매우 낮지만 잠재적으로 엄청난 파급력을 갖는 사건이므로 X 이벤트(extreme events)의 범주로 간주할 수 있다. X 이벤트는 일반적으로 예상할 수 있는 범위를 뛰어넘어 발현되는 전형적인 위험 사건으로 정의된다. 여러 번 발생하여 많은 양의 통계 자료가 있는 사건의 경우, 수학적 모델 등 다양한 방식의 통계기반의 추정이 가능하다. 하지만 극단적 영역에 속해있는 X 이벤트는 통계적 추정이 불가능하며 경험적 데이터가 거의 없고, 어떠한 맥락에서 어떠한 경로를 통해 발현될 것인지 알 수 없다(박병원, 2012). 항만 부문에서도 X 이벤트 발생 가능성이 증가하고 있으며, 이에 따라 미리 대응할 필요가 있다. X 이벤트 연구는 핀란드 정부가 2009년 국제응용시스템분석연구소(IIASA: International Institute for Applied Systems Analysis)에 의뢰하여 인류사회의 X 이벤트로 명명한 프로젝트를 출범시키면서 유명해졌다. 즉, 핀란드 정부가 선정한 7가지 극단적 사건 중에서 불과 3년 만에 3가지 사건(유럽통화연맹 위기, 노키아 인수, 인터넷 단절)이 유사한 형태로 현실화됨으로써 X 이벤트 연구의 적절성이 입증된 바 있다.

우리나라는 과거 반세기 동안 급속한 경제발전 단계에서 불확실한 위험요소의 중요성과 대응역량을 구비하는 데 소홀하였다. 최근 많은 재난들이 반복적, 대규모로 발생하지만 이들 위험에 대한 대응은 계속 소극적, 사후적으로 진행되고 있으며 법제/관리 시스템도 부족한 형편이다. 특히 유사안전관리 제도는 각 부처 및 청이 중복적으로 관할하기에 관리의 중복 문제도 대두되고 있는 상황이다. 또한 재난관리 책임기관도 91개 보호기관 중 73개가 중복(80.2%)되어 있다.

〈표 1-2〉 유사안전관리제도의 실태

기간시설/ 주관부서	중복율/ 관리제도건수	분야
국가중요시설/국방부, 경찰청	41%(107/435)	공공기관, 산업, 전력, 방송, 정보통신, 교통 등
보안목표시설/국정원	41%(107/431)	공공기관, 산업, 전력, 방송, 정보통신, 교통 등
시특법에 의한 시설/국토부	44%(115/46,182)	도로, 철도, 항만, 댐, 건축물, 하천
특정관리대상시설/방재청	32%(84/5,421)	시설물, 건축물

자료: 국립재난안전연구원

한편, 국립재난안전연구원에 따르면, 국가위기 발생 시 위기관리 활동의 기준과 방향을 제시하는 기본규범으로 만든 위기관리 표준매뉴얼 중 12개가 기간시설과 관련된 내용으로 유사한 관련 법 및 제도도 56개⁵에 달하여 중복되어 있는 실정이다.

〈표 1-3〉 재난안전 관련 유사 법령 및 제도

에너지	정보/ 통신	교통/수송	금융	보건/ 의료
10	6	19	7	5
원자력	환경	식용수	정부중요시설	합계
4	1	2	2	56

자료: 국립재난안전연구원

체계적인 미래연구 인프라가 취약한 국내 공공, 민간 부문의 주요 의사결정자들은 현상적 흐름과 시각에 매몰되기 쉬우므로 새로운 차원의 불확실한 미래에 대처하기 위해 다양한 X 이벤트 이슈들의 발굴이 필요하다. 또한 국민의 안전에 대한 사회적 관리가 국가의 기본적인 역할임을 고려할 때 선제

⁵ 풍수해, 지진, 대형화산폭발, 산불, 화학 유해물질 유출 사고, 대규모 환경오염(수질/해양), 공동구 재난, 댐 붕괴, 지하철대형화재사고, 고속철도대형사고, 다중밀집시설대형사고, 인접국가 방사능누출, 가축질병, 감염병, 정보통신, 금융전산, 원전안전, 전력, 원유수급, 보건의료, 식용수, 육상화물 운송, GPS 전파혼신, 우주전파재난 등(박병원 외, 2012)

적인 미래위험 대응을 위한 체계적인 연구가 시급하다. 특히, X 이벤트는 특정 분야에 제한되지 않고 사회 전체적으로 치명적인 영향을 끼친다는 점에서 주요 핵심 인프라 시설의 관리부터 국민의 높은 안전 의식 배양까지 부처 간 협업을 이끌어 낼 수 있는 복합적인 이슈 발굴이 필요하다고 사료된다.

기존의 항만 재난 및 재해의 영향 관련 연구는 법, 제도적 장치의 마련, 항만 운영사 차원의 대응체계 수립 등에 주로 초점이 맞춰져 있다. 다시 말하면, 항만 서비스 공급 지장을 X 이벤트 현상으로 간주하여 항만 서비스 공급 지장의 파급효과를 자세하게 추산한 연구는 수행되지 않았다. 항만 서비스의 공급 지장 효과는 국가 경제적 잠재 손실(potential losses from a port disruption)로 간주할 수 있으며⁶, 이에 대한 정량적 수치는 항만 재난 대응 시스템 구축을 위한 근거로 기능할 수 있다. 또한 선행 연구는 항만 서비스의 단절을 유발하는 주요 동인(enablers)과 촉발 경로(triggers)를 구체적으로 제시하지 않았다. 항만 공급 지장 발생 시, 1차, 2차, 3차 파급효과로 이어지는 피해 확산의 고리를 끊어주기 위한 현실적인 전략이 필요하며, 항만 공급 지장 시나리오의 파급효과와 항만 공급 지장 파급효과 인과지도의 구축에 따른 정책 포트폴리오(portfolio) 작성이 요구된다. 예방적 차원, 완화적 차원, 회복적 차원에서 정책 포커스와 세부 추진 방안을 구축해야 하는 것이다.

제2절 연구의 목적

본 연구는 항만 shutdown에 따른 파급효과를 분석하고 항만 shutdown에 대한 대응 정책 대안을 제시하는 데 연구의 목적을 두고자 한다. 이를 구현하기 위한 연구의 세부 목적은 다음과 같다.

⁶ 항만은 국가 경제의 기반 인프라로서 항만의 공급 지장 효과 발생 시 수출입 화물의 운송 제약 등 국가 경제에 미치는 부정적인 영향이 클 것으로 예상된다. 항만의 공급지장효과는 항만 서비스의 리스크 편익으로 간주할 수 있다. 본 연구는 항만 산업의 경제적 위상을 생산유발효과가 아닌, 공급지장 효과 혹은 항만 안전의 리스크 편익으로 간주하여 항만의 중요성을 강조하고자 한다.

첫째, 항만 shutdown 발생에 대한 피해의 최소화와 항만 서비스 정상화를 위한 구체적인 정책 방안을 제시한다. 본 연구에서는 항만 shutdown의 파급효과맵과 인과지도를 작성하여⁷ 항만 폐쇄의 주요 동인과 촉발 경로를 제시하고, 경로간 우선순위를 선정하여 피해의 확산을 막을 수 있는 구체적 전략을 제시한다. 인과지도는 선택과 집중이 필요한 정책 부문을 파악하는 데 많은 도움이 될 것으로 기대된다. 또한 분석 결과는 항만 shutdown의 구체적인 상황을 묘사함으로써 항만 위기관리 매뉴얼의 효율적인 활용에 도움이 될 것으로 판단된다. 실제로 항만 shutdown이 발생할 경우 어떠한 현상이 나타날지에 대해서 다양하게 예견하고, 경제적 측면뿐만 아니라 사회적 측면의 효과를 살펴본다. 항만 shutdown 사건의 전개 양상을 세부적으로 살펴봄으로써 각 상황에 대응하기 위한 대책을 마련할 수 있는 것이다.

둘째, 항만 shutdown에 따른 국가 전체적 경제적 파급 효과를 정량적 수치로 제시한다. 특정 항만이 일정 기간 동안 shutdown되는 구체적인 사례를 설정하고 시나리오별(수입 감소, 수출 감소, 항만산업의 공급지장) 경제적 파급효과를 산정한다. 수요유도형 모형과 공급유도형 모형을 구축하고 특정 지역을 중심으로 한 지역산업연관분석을 수행하여 지역별, 산업별 파급효과 분석 결과를 제시할 수 있다. 관세청 무역 통계(HS 기준)를 활용하여 수출입액을 해상운송과 항공운송 기준으로 분류하고, 항만 shutdown 기간에 따라 외생변수를 설정한다. 파급효과를 생산, 부가가치 측면뿐만 아니라 취업자 수, 가계소득 측면에서 살펴보는 등 경제적, 사회적 효과를 제시한다. 분석 결과는 항만 shutdown의 국가 경제적 잠재 손실로 간주하여 항만 위기 관리시스템의 리스크 편익 자료로 활용 가능하다.

셋째, 항만 shutdown에 대한 대응방안으로 정부의 안전계획, 위기관리 매뉴얼, 위기대응체계의 개선 방향을 제시한다. 국가의 위기관리 매뉴얼 및 위기대응체계를 중심으로 제도적 측면을 중점적으로 살펴보는 것이다. 특히 정부의 항만 사고 관련 위기관리 매뉴얼을 검토하고, 매뉴얼이 효과적으로 기능

⁷ 항만 shutdown의 파급효과맵과 인과지도 작성은 항만 shutdown을 X 이벤트 관점에서 살펴보는 것이다.

하기 위한 구체적 방안을 제안한다. 예를 들어, 항만 위기관리 매뉴얼을 표준 매뉴얼로 지정함으로써 해양수산부가 주관하는 항만 재난관리 체계의 구축을 검토한다. 즉, 항만 위기관리 매뉴얼의 효율적 체계를 구축하고 항만 shutdown 발생 시 피해규모를 최소화할 수 있는 정상화 방안을 추구한다.

넷째, 항만 정책에 대한 분석 방법으로 공급 유도형 모형과 파급효과맵, 인과지도 분석의 활용 가능성을 검토한다. 본 연구에서 항만 shutdown의 경제적 파급효과를 가늠하는 분석 모형으로서 공급 유도형 모형의 실효성을 확인하며, 모형의 개발 및 보완을 추진한다. 또한 전국 무역항을 대상으로 항만 shutdown의 인과지도 작성을 통해 항만 위기관리 시스템 구축을 위한 정책 포트폴리오를 도출할 수 있다. 본 연구의 모형은 ‘전국 무역항 기본계획’ 등 상위 계획 단계에서 그 실효성을 발휘할 것으로 기대한다.

제3절 연구의 내용과 방법

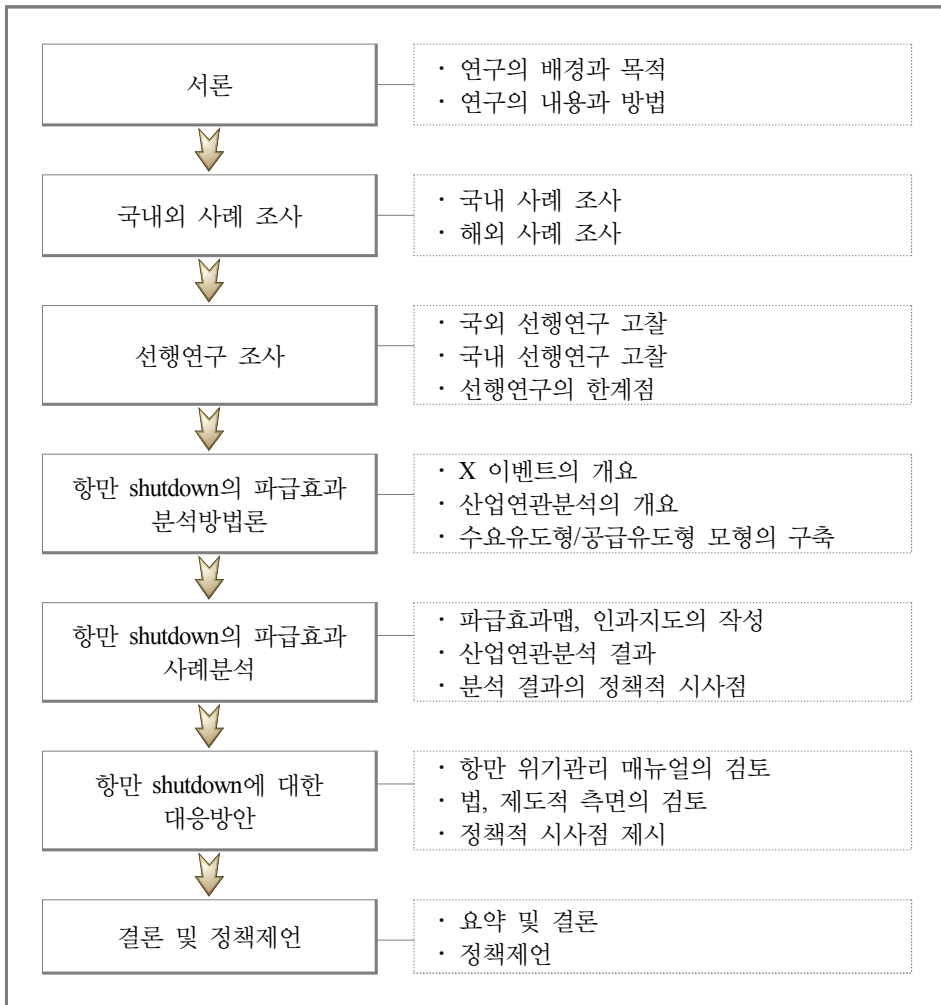
1. 연구의 내용

제1장 서론 다음의 연구 내용은 다음과 같이 구성된다. 제2장은 항만 shutdown의 사례 조사 부분으로 국내외 항만 shutdown의 사례 조사를 검토한다. 특히 항만 shutdown 사건 이후의 정책 추진 방향에 대한 다양한 시사점을 도출한다. 제3장에서는 항만 shutdown의 사례, 공급 유도형 모형, X 이벤트 분석 관련 국·내외 선행연구를 리뷰하고 선행연구의 한계점과 본 연구의 차별성을 언급한다. 제4장에서는 항만 shutdown의 파급효과 분석 방법론을 설명하며, X 이벤트의 개요, 산업연관분석의 개요, 수요유도형·공급유도형 모형 등을 다룬다.

제5장의 내용은 항만 shutdown의 파급효과 사례분석으로 정성적 분석과 정량적 분석결과를 제시한다. 정성적 분석은 전문가 워크숍 및 시스템 다이내믹스(system dynamics) 등을 활용하여 항만 shutdown의 파급효과맵과 인과지도를 도출한다. 정량적 분석결과는 수요유도형, 공급유도형 모형을 이용하여

특정 시나리오(울산항의 3개월 shutdown)에 대한 파급효과를 매출액, 부가가치, 취업자수, 가계 소득 변화 측면에서 살펴본다. 분석 결과는 정책적 대응 방안을 위주로 하여 정책 포트폴리오 도출에 주안점을 둔다. 제6장은 항만 shutdown에 대한 대응방안 제시를 목표로 항만 위기관리 매뉴얼을 검토하고 정책적 시사점을 도출한다. 마지막으로 제7장에서는 주요 분석결과와 본 연구의 의의를 요약하고 정책적인 시사점을 제시한다.

〈표 1-4〉 연구 흐름도



2. 연구의 방법

본 연구는 문헌 연구, 사례분석, 전문가 워크숍, 실증 분석 등을 수행한다. 문헌 연구에서는 기존에 수행된 항만 공급 지장 연구, X 이벤트 분석 연구를 면밀히 검토하고 본 연구의 차별성을 도출한다. 사례분석은 일본 사례를 중심으로 과거의 항만 피해 사례와 정책적 대응 방안을 살펴본다. 전문가 워크숍 및 시스템 다이내믹스를 활용하여 항만 shutdown의 파급효과맵과 인과지도를 작성하며, 실증분석으로 산업연관분석을 통해 항만 shutdown의 경제적 파급효과를 계측한다. 또한 항만 위기관리 매뉴얼에 대한 현황 파악 및 개선점을 강구한다. 다양한 연구 방법을 토대로 항만 shutdown의 사회적·경제적 파급효과를 분석하고, 항만 기능의 안정적 유지를 위한 항만 위기관리 시스템의 구축과 항만 안전 정책의 우선 순위 도출을 지원하고자 한다.

제2장 국내외 사례 조사

제2장에서는 항만 shutdown 요인과 관련하여 자연재해 및 인적재난에 대한 국내외 사례 조사를 제시한다. 자연재해의 경우 일본 사례를 중심으로 설명하며, 각 부문별 피해 사례와 피해 발생 이후의 정책적 대응방안을 살펴본다.

제1절 국내 사례 분석

1. 태풍 매미로 인한 부산항 피해사례

1) 항만 부문 피해

(1) 피해 개요

제 14호 태풍 매미는 2003년 9월 12일 20시 사천시 부근 해안에 상륙하여 13일 02시 30분 울진 동해상으로 빠져나갔고, 동 태풍은 비와 강풍을 동반하고 한반도를 상륙한 후에도 태풍 강도가 계속 유지되었기에 큰 피해를 유발하였다.

태풍 매미의 특징은 저기압의 영향을 받아 강한 바람과 함께 해일이 동반되어 평균해수면을 상승시켰고, 만조 시간과 겹치면서 피해가 가중되었다는 것이다. 이러한 강도의 태풍이 내습할 확률이 매우 낮다고 전망되었기 때문에 항만 시설 등이 일정 수준 이상의 강도를 버텨낼 수 있는 수준으로 설계되지 못하여 우리나라 다수의 항만시설이 파손되었다.

〈표 2-1〉 태풍 ‘매미’ 개황

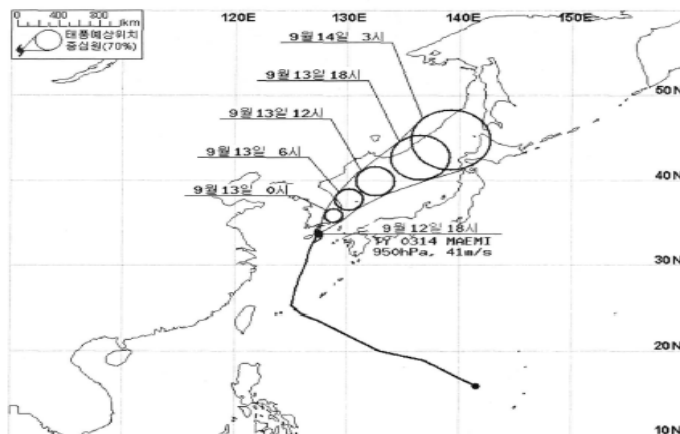
구분	개황
중심기압	950hPa (‘59년 사라호 952hPa, ’02년 루사호 967hPa)
최대풍속	60.0m/sec (사라호 47.0m/sec)
이동진로	경남 사천 상륙, 함안·대구·청송 경유, 울진 해상 진출

자료: 박상길(2005) 등 자료 토대로 KMI 재작성

〈표 2-2〉 태풍 ‘매미’ 상황 및 경로

태 풍 상 황	시각	2003년 9월 12일 18시
	위치	33.8N, 127.5E (경남 남해 남남서쪽 약 120km 부근 해상)
	진행방향 및 속도	북북동, 40km/h
	중심기압	950hPa
	중심부근 최대풍속	41m/s
	풍속 25m/s이상	태풍중심 반경 약 130km 이내 (서쪽 반경 약 110km)
	풍속 15m/s이상	태풍중심 반경 약 440km 이내 (서쪽 반경 약 330km)

태풍 위치 및 예상경로



(2) 피해 범위

태풍 매미로 인한 항만 재해의 특징으로는 먼저 태풍 자체로 인한 발생 피해뿐만 아니라 태풍으로 야기된 침수피해가 막대하다는 점이다. 남해 권역의 항만은 자연적인 방파제 역할을 하는 해안으로 파랑을 차단하기에 유리한 조건이지만, 만조 시 해일로 인한 평균수위가 상승하면 더 큰 피해가 발생할 수 있다. 태풍 매미로 인한 피해는 강한 바람에 의한 항만구조물의 파괴와 이상 고조(異常高潮) 및 천문조(天文潮)가 태풍 발생 시 작용하여 야기된 수위상승에 의한 침수피해로 분류할 수 있다.

바람에 의한 피해는 계류선박의 충돌·좌초로 인한 피해 및 항내 이동식 및 고정식 구조물의 파손이라고 할 수 있다. 침수피해는 방파제·호안 등을 넘어서 들어오는 파랑 등으로 인한 항만배후부지의 피해로 부두 인근 하역사, 조선소 등의 시설이 손상되었으며 실제로 해당 업체들은 손해보상청구를 제기, 원고 일부 승소한 바 있다.

〈표 2-3〉 피해보상 사례

업체명	구분	원고청구액(원)	인정액(원)	인정율(%)
대우건설	서울중앙지법 2004가단296510	19,000,000	15,190,082	80
	서울남부지법 2004가단59748	13,000,000	10,167,261	78
	서울중앙지법 2005가단289243	26,000,000	23,400,000	90
	소계	58,000,000	48,757,343	84
한진중공업	서울중앙지법 2004가단296510	19,000,000	15,190,082	80
	서울남부지법 2004가단59748	13,000,000	10,167,261	78
	서울중앙지법 2005가단289243	26,000,000	23,400,000	90
	소계	58,000,000	48,757,343	84

부산광역시의 피해범위를 살펴보면, 항만부문에서 항만시설 및 선박피해가 발생하였으며 이외에 건물, 농경지, 농작물, 하천관련시설 등 광범위한 범위에서 큰 피해가 발생하였다.

〈표 2-4〉 부산광역시 발생 피해 범위

범위	피해 범위
건물	386동(7,070,039천원)
선박	896척(10,642,783천원)
농경지	4.11ha(69,189천원)
농작물	4,907.54ha
침수면적	280ha
항만시설	어항시설 254개 소
하천	827개 소(737,629m) 소하천은 1,375개 소(540,735m)

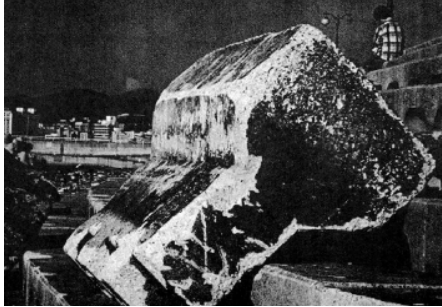
(3) 피해 내역

가. 해운대 지역

해운대 지역은 해운대 해수욕장을 중심으로 미포 선착장과 해수욕장의 시설 파손 및 해수욕장의 모래 유실이 발생하였다. 또한 해운대 인근 콘도 부지와 주차 중인 차량의 금전적 손실도 크게 발생하였다.

당시 선박이 좌초하였는데 30~50m 정도로 수평 이동하면서 건축 중인 공사장에 부딪히면서 2차 피해가 발생하였다. 공사장 충돌 당시 인근 콘도까지 월파량이 직접적으로 날아들면서 내부시설이 파손되었다. 또한 동 공사장 내 월파량이 유입되면서 저수지 수준의 침수가 발생하였다. 해수욕장의 모래는 파랑에 의해 심해로 유실되었고, 일부는 백사장 배후도로까지 밀려오면서 30~60cm 정도의 퇴적이 발생하였다.

〈표 2-5〉 해운대 지역 피해 사례

해상호텔 충돌사고	공사장 월파랑 유입 침수
	
해운대해수욕장 모래 도로·인도 유입	민락동해변공원 밀려온 블럭(수평30m)
	

자료: 박상길(2005) 등 자료 토대로 KMI 재작성

2) 신감만 및 인근 지역

신감만 컨테이너부두에서는 태풍 매미에 의하여 총 7기의 컨테이너 크레인 중 6기가 전도 파손되는 피해가 발생하였다. 106호기가 약 220m 이동하면서 105호기와 충돌하여 함께 전도 파손되었으며, 104호기도 이동하여 103호기와 102호기, 101호기가 연쇄충돌하며 함께 전도 파손되었다(김형근 외, 2012).

태풍으로 인한 강력한 바람과 이에 따른 항력, 양력, 피칭모멘트는 핀킵과 핀킵 인근 콘크리트 시설의 파손을 야기하였고, 이로 인해 앵커가 뽑히거나 용접이 끊어지는 사고가 발생하였다. 신선대 인근 공사 현장의 태풍 피해를 보면 높이가 10.5m 정도의 파고가 방파제를 넘어와 등루(높이 14.5m)가 파손되었고, 안벽 예정지에 거치한 50톤급 T.T.P 300여개가 유실되었다.

〈표 2-6〉 신감만 지역 피해 사례

신감만 부두 크레인 붕괴(1)	신감만 부두 크레인 붕괴(1)
	
신감만 크레인 붕괴 시 안벽충돌사고	자성대부두 크레인 이탈사고
	

자료: 박상길(2005) 등 자료 토대로 KMI 재작성

3) 추정 피해금액

2003년 태풍 매미로 인한 피해는 태풍재해 가운데 국내 역사상 최대 규모의 피해로 기록되었다. 당시 중앙재해대책본부 자료에 의하면 전국의 피해규모는 국민소득의 감소, 생산시설의 파손 및 사회간접자본에 대한 피해액을 합산하여 5조원대에 달할 것으로 추정되었다. 이는 당시 국내총생산(GDP) 약 4~5백조원 중 1% 이상의 손실에 해당하는 것이다.

특히 강풍과 파랑, 해일로 인하여 항만에 계류 중이던 5,833척의 선박이 파손되었으며, 이로 인한 피해금액은 약 350억 원에 달하는 것으로 추정되었다. 또한 항만시설 127개 소가 피해를 입었으며 발생 피해금액은 약 1,200억 원으로 집계되었다. 태풍 당시에 사망 119명, 실종 13명 등 인명피해 발생도 상당한 등 실제 발생피해는 훨씬 더 클 것으로 추정된다.

〈표 2-7〉 태풍 ‘매미’로 인한 발생피해

구분/지역명			부산	대구	강원	전남	경북	경남	제주	총계
선박	동력 (척)	전파	417	1	2	136	26	1,769	15	2,383
		반파	411	1		134	27	2,416	41	3,064
	무동 (척)	전파	60		1		13	208	1	283
		반파	8			2	6	87		103
	계(척)		896	2	3	272	72	4,480	57	5,833
	피해액(백만원)		10,643	2	4	1,330	133	22,144	388	34,787
항만 관련 시설	항만	개소	62		2	9	8	18	5	127
		피해액 (백만원)	60,110		508	9,501	11,109	25,765	11,456	123,692
	어항	개소	20		1	63	32	234	19	376
		피해액 (백만원)	13,828		255	7,933	14,782	90,908	2,099	134,303
	피해액소계 (백만원)		73,928		763	17,434	25,891	116,673	13,555	257,995

자료: 중앙재해대책본부

2. 국내 안전사고의 발생

항만과 관련된 해양사고에 대한 정의는 「해양안전 및 해양사고 등의 수습에 관한 규정」에서 찾아볼 수 있다. 본 규정 제2조에서 정의하고 있는 해양안전 및 해양사고의 종류는 크게 여섯 가지로 정의하고 있다. 첫째, 해양사고는 「해양사고의 조사 및 심판에 관한 법률」 제2조 제1호에 의한 해양에서 발생한 선박사고와 「해양환경관리법」 제2조에서 정의하고 있는 해양환경 물질의 배출에 의해 발생한 사고인 해양오염사고를 포함하고 있다. 둘째, 선원사고는 선원과 관련하여 발생한 선상난동, 폭력 및 기타 안전사고를 말하며, 셋째, 항만사고는 항계 내 또는 항계부근에서 발생한 화재나 폭발, 그리고 항만의 운영에 지장을 주거나 지장을 초래할 우려가 있는 사고를 말한다. 넷째, 재난사고는 「재난 및 안전관리기본법」 제3조 제1호의 규정에 따른 재난으로 태풍, 홍수, 호우 등에 의한 재난과 화재, 붕괴, 폭발 등 사회적 사고를 인한 사회재난으로 구분된다. 다섯째, 해적사고는 해적, 해상강도 등에 의한 사고를 말하며, 여섯째인 테러사고는 「국가대테러활동지침」 제2조 제1호에 규정되어 있

는 테러 중 해양, 항만 등과 관련된 사고 등을 말한다. 이상에서 언급한 해양 관련 사고의 종류 및 정의는 다음과 같다.

〈표 2-8〉 해양안전 및 해양사고의 종류 및 정의

구분	정의
해양사고	○ 「해양사고의 조사 및 심판에 관한 법률」 제2조제1호에 의한 해양에서 발생한 선박사고 - 선박의 구조·설비 또는 운용과 관련하여 사람이 사망 또는 실종되거나 부상을 입은 사고 - 선박의 운용과 관련하여 선박이나 육상시설·해양시설이 손상된 사고 - 선박이 멸실·유기되거나 행방불명된 사고 - 선박이 충돌·좌초·전복·침몰되거나 선박을 조종할 수 없게 된 사고 - 선박의 운용과 관련하여 해양오염 피해가 발생한 사고 ○ 「해양환경관리법」 제2조에 의한 선박 및 해양시설 등으로부터 기름 및 유해액체물질등과 폐기물의 배출로 인해 발생한 사고(“해양오염사고”)
선원사고	○ 선원과 관련하여 발생한 선상난동, 폭력 기타 안전사고
항만사고	○ 「개항질서법」상 개항과 지정항의 항계내(「항만법」상 육상구역을 포함) 및 항계부근에서 발생한 화재나 폭발 또는 항만운영에 지장을 초래하거나 초래할 것으로 예상되는 사고
재난사고	○ 「재난 및 안전관리기본법」 제3조제1호의 규정에 따른 재난으로 인하여 발생된 해양항만관련 사고 - (자연재난) 태풍, 홍수, 호우(豪雨), 강풍, 풍랑, 해일(海溢), 대설, 낙뢰, 가뭄, 지진, 황사(黃砂), 조류(藻類) 대발생, 조수(潮水), 그 밖에 이에 준하는 자연현상으로 인하여 발생하는 재해 - (사회재난) 화재·붕괴·폭발·교통사고·화생방사고·환경오염사고 등으로 인하여 발생하는 대통령령으로 정하는 규모 이상의 피해와 에너지·통신·교통·금융·의료·수도 등 국가기반체계의 마비, 「감염병의 예방 및 관리에 관한 법률」에 따른 감염병 또는 「가축전염병예방법」에 따른 가축전염병의 확산 등으로 인한 피해
해적사고	○ 해적·해상강도 등에 의하여 선박이 피랍되거나 화물·현금 등을 약탈당한 사고 및 선원·여객 등이 사상을 당한 사고
테러사고	○ 「국가대테러활동지침」(대통령 훈령) 제2조제1호 각 목의 불법행위 중 해양항만관련 사고 - 국가중요시설 또는 다중이 이용하는 시설·장비의 폭파 등 「폭탄테러행위의 억제를 위한 국제협약」 제2조에 규정된 행위 - 선박억류, 선박의 안전운항에 위협을 줄 수 있는 선박 또는 항해시설의 파괴 등 「항해의 안전에 대한 불법적 행위의 억제를 위한 협약」 제3조에 규정된 행위 - 해저에 고정된 플랫폼의 파괴 등 「대륙붕상에 소재한 고정플랫폼의 안전에 대한 불법적 행위의 억제를 위한 의정서」 제2조에 규정된 행위 - 핵물질을 이용한 인명살상 또는 핵물질의 절도·강탈 등 「핵물질의 방호에 관한 협약」 제7조에 규정된 행위

자료: 해양안전 및 해양사고 등의 수습에 관한 규정 및 각종 법률(2014)

1) 인적재난

인적재난은 국민의 생명, 신체 및 재산과 국가에 피해를 주거나 줄 수 있는 사고로 화재, 붕괴, 폭발, 교통사고, 환경오염사고 및 이와 유사한 사고를 말한다(소방방재청). 인적재난은 총 23종의 종류가 있는데, 종류별로 이에 대한 소관기관이 상이하다.

〈표 2-9〉 인적재난의 종류 및 소관기관

구분	내용
중앙부처 소관	○ 도로교통사고 : 경찰청 교통안전담당관실 ○ 화재사고 : 소방방재청 방호조사과 ○ 산불사고 : 산림청 산불방지과 ○ 철도사고 : 국토교통부 철도기술안전과 ○ 항공기사고 : 국토교통부 항공철도사고조사위원회 ○ 승강기 : 안전행정부 안전개선과 ○ 유도선사고 : 소방방재청 안전제도와과 ○ 광산사고 : 지식경제부 안전대책팀 ○ 가스사고 : 지식경제부 안전대책팀 ○ 환경오염사고 : 환경부 비상계획담당관실 ○ 폭발사고 : 지식경제부 안전대책팀 ○ 공단내시설사고 : 지식경제부 안전대책팀 ○ 보일러사고 : 지식경제부 안전대책팀 ○ 해양사고 : 해양경찰청 수색구조과 ○ 전기(감전)사고 : 지식경제부 안전대책팀
지방자치단체 소관	○ 붕괴, 수난(익사 등), 등산, 추락, 농기계, 자전거, 레저, 놀이시설 사고 등

자료: 소방방재청(2012)

2011년 기준 인적재난 발생건수는 총 28만 6,851건으로 2005년 대비 연평균 1.8% 증가하고 있다. 이로 인해 인명피해는 사망과 부상을 합쳐 총 36만 5,947명으로 연평균 0.4% 증가하고 있다. 즉 인적사고 발생 건당 인명 피해가 감소하고 있음을 알 수 있다. 한편, 인명피해 중 사망자 수는 2011년 기준 6,709명으로 2005년 8,294명에 비해 연평균 3.5% 감소하고 있지만, 부상자 수는 2011년 기준 35만 9,191명으로 2005년 이후 연평균 0.5% 증가하고 있다. 이러한 추세는 사회가 다변화, 복잡화 되면서 인적재난 발생 건수가 증가함

에 따라 부상자 수는 소폭 증가하고 있지만 사건 사고에 대한 대응시스템이 발달하면서 사고 발생 건당 사망자 수는 감소하고 있다는 것을 반증하고 있다.

〈표 2-10〉 인적재난 발생 현황

(단위: 명)

구분		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
발생건수		257,278	256,992	272,090	277,303	292,287	280,607	286,851
인명 피해	계	357,332	357,552	351,657	355,832	376,835	366,911	365,947
	사망	8,294	8,008	7,849	7,414	7,257	6,758	6,709
	부상	349,038	349,544	343,808	348,418	369,587	360,153	359,191

자료: 소방방재청(2012)

한편, 인적재난 중 화재로 인해 발생한 재난사고는 2011년 기준 43,875건으로 2003년 이후 연평균 4.3% 증가하고 있지만, 이로 인한 인명피해는 연평균 5.1% 감소하고 있는 추세이다. 특히 화재로 인한 인명피해 중 사망자 수는 2011년 263명으로 2003년 이후 연평균 12.2%의 높은 감소율을 보이고 있다.

〈표 2-11〉 인적재난 중 화재 발생 현황

구분	발생건수	인명피해	사망	부상	부상비율
2003	31,372	2,833	744	2,089	26.3%
2004	32,737	2,304	484	1,820	21.0%
2005	32,340	2,342	505	1,837	21.6%
2006	31,778	2,180	446	1,734	20.5%
2007	47,882	2,459	424	2,035	17.2%
2008	49,631	2,716	468	2,248	17.2%
2009	47,631	2,441	409	2,032	16.8%
2010	41,863	1,892	304	1,588	16.1%
2011	43,875	1,862	263	1,599	14.1%
CAGR('03~'11)	4.3%	-5.1%	-12.2%	-3.3%	-7.5%

자료: 소방방재청(2012)

아울러 폭발로 인한 사고는 2011년 기준 49건으로 2003년 이후 연평균 8.5% 감소하는 추세이며, 이로 인한 인명피해도 동기간 연평균 8.9% 감소하는 추세에 있다.

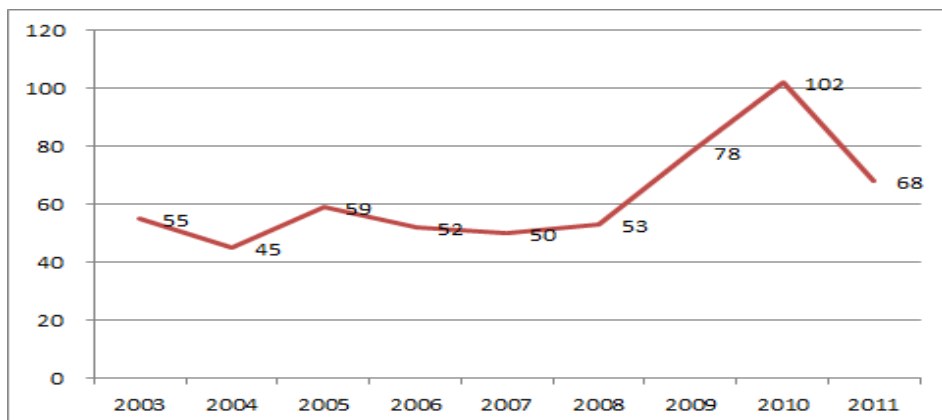
〈표 2-12〉 인적재난 중 폭발 발생 현황

구분	발생건수	인명피해	사망	부상	부상비율
2003	100	211	20	191	9.5%
2004	69	131	14	117	10.7%
2005	67	104	12	92	11.5%
2006	86	157	5	152	3.2%
2007	90	166	9	157	5.4%
2008	60	131	8	123	6.1%
2009	46	73	6	67	8.2%
2010	41	65	1	64	1.5%
2011	49	100	5	95	5.0%
CAGR('03~'11)	-8.5%	-8.9%	-15.9%	-8.4%	-7.7%

자료: 소방방재청(2012)

한편, 기름유출로 인한 환경오염 발생건수는 2011년 68건으로 2003년 이후 연평균 2.7% 증가하고 있는 추세이다.

〈그림 2-1〉 인적재난 중 환경오염 발생 현황



자료: 소방방재청(2012)

인적재난 중 전기(감전) 사고는 2011년 581건으로 2003년 이후 연평균 42.6%의 높은 증가 추세를 보이고 있으며, 이로 인한 인명 피해도 2011년 581명으로 2003년 대비 연평균 42.1% 증가하고 있는 상황이다.

〈표 2-13〉 인적재난 중 전기(감전) 발생 현황

구분	발생건수	인명피해	사망	부상	부상비율
2003	34	35	11	24	31.4%
2004	20	31	11	20	35.5%
2005	44	33	14	19	42.4%
2006	40	52	22	30	42.3%
2007	47	43	9	34	20.9%
2008	134	135	15	120	11.1%
2009	579	579	46	533	7.9%
2010	585	585	47	538	8.0%
2011	581	581	46	535	7.9%
CAGR('03~'11)	42.6%	42.1%	19.6%	47.4%	-15.8%

자료: 소방방재청(2012)

2) 자연재난

자연재난은 태풍, 홍수, 호우, 강풍, 풍랑, 해일, 조수, 대설, 가뭄, 지진(지진해일), 황사 등과 같은 자연현상으로 인해 발생하는 재난을 말한다(자연재해대책법 제2조). 2012년 기준 자연재난으로 인해 발생한 인명피해는 16명으로 2004년 14명에 비해 약간 증가하고 있으며, 재산피해는 1조 892억 원으로 2004년 대비 연평균 1.5% 감소하고 있는 추세에 있다.

〈표 2-14〉 자연재난 발생 현황

(단위 : 명, 억원)

구분	인명피해	재산피해
2004	14	12,304
2005	52	10,498
2006	63	19,430
2007	17	2,518

구분	인명피해	재산피해
2008	11	637
2009	13	2,988
2010	14	4,268
2011	78	7,942
2012	16	10,892
CAGR('04~'12)	1.7%	-1.5%

자료: 소방방재청(2012)

한편, 지난 1998년 이후 발생한 자연재난 중 인명피해가 가장 컸던 자연재난 사고는 지난 1998년 7월 31일에서 8월 18일까지 발생한 집중 호우이다. 본 사건은 324명의 인명피해가 발생하여 단일 사고로 최대 인명피해를 입힌 자연재난 사고로 기록되고 있다. 한편 재산 피해로 가장 많은 피해를 입힌 자연재난은 지난 2002년 8월 31일부터 9월 1일까지 단 이틀에 걸쳐 한번도를 덮친 태풍 ‘루사’로 기록되는데, 이때의 재산피해액은 5조 1,479억 원에 이른다. 아울러 2003년 9월 12일부터 9월 13일까지 발생한 태풍 ‘매미’로 인한 재산피해도 4조 2,225억 원에 이르는 것으로 나타나고 있다.

〈표 2-15〉 최근 대규모 자연재난 발생 현황

(단위 : 명, 억원)

구분	인명피해	재산피해
호우(1998.7.31~8.18)	324	12,478
태풍 ‘루사’(2002.8.31~9.1)	246	51,479
태풍 ‘매미’(2003.9.12~9.13)	131	42,225
대설(2004.3.4~3.5)	-	6,734
대설(2005.12.3~12.24)	14	5,206
호우(2006.7.9~7.29)	62	18,344

자료: 소방방재청(2012)

한편, 발생한 자연재난을 복구하기 위해 투입한 복구비는 2012년 2조 532억 원으로 2004년 이후 연평균 1.1% 증가하고 있으나, 2004년부터 2012년까

지 누적 복구액이 13조 151억 원으로 누적 피해액 7조 1,477억 원의 1.82배에 이른다.

〈표 2-16〉 자연재난 발생 현황 및 복구비

(단위 : 명, 억원)

구분	인명피해	재산피해	복구비
2004	14	12,304	18,821
2005	52	10,498	16,487
2006	63	19,430	36,509
2007	17	2,518	4,897
2008	11	637	1,476
2009	13	2,988	7,735
2010	14	4,268	7,154
2011	78	7,942	16,540
2012	16	10,892	20,532
합계	278	71,477	130,151
CAGR('04~'12)	1.7%	-1.5%	1.1%

자료: 소방방재청(2012)

3) 해양사고

해양사고는 「해양사고의 조사 및 심판에 관한 법률」 제2조 제1호에 의거 해양에서 발생한 선박사고와 「해양환경관리법」 제2조에 의한 선박 및 해양시설 등으로부터 기름 및 유해액체물질 등과 폐기물의 배출로 인해 발생한 사고로 구분할 수 있다. 2013년 기준 발생한 해양사고는 총 638건으로 2007년 이후 연평균 2.0% 증가하고 있는 실정이다. 이중 어선에 의한 해양사고가 444건으로 전체 해양사고의 69.6%를 차지하고 있다. 한편 해양사고를 일으킨 선박의 척수는 2013년 기준 818척으로 2007년 이후 연평균 1.3% 증가하고 있는데, 이중 어선이 536척으로 전체 해양사고 발생 척수의 65.5%를 차지하고 있다. 이로 인해 발생한 인명피해는 2013년 기준 264명으로 2007년 이후 연평균 3.6% 증가하고 있다. 즉 해양사고 건수나 해양사고를 일으킨 선박의 척

수가 소폭으로 증가하면서 인명피해가 늘고 있다는 것은 해양사고로 인한 인명피해가 대형화되고 있다는 것을 의미한다.

〈표 2-17〉 해양사고의 발생현황

구분		2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	CAGR (07-13)
해양사고 건수	계	566	480	723	737	946	726	638	2.0%
	어선	405	355	608	553	747	537	444	1.5%
	(구성비)	71.6	73.9	84.1	75	79	73.9	69.6	-0.5%
	비어선	161	125	115	184	199	189	194	3.2%
해양사고 발생척수	계	759	636	915	961	1,197	941	818	1.3%
	어선	495	435	725	672	888	653	536	1.3%
	(구성비)	65.2	68.4	79.2	70	74.2	69.4	65.5	0.1%
	비어선	264	201	190	289	309	288	282	1.1%
인명피해	계	214	240	243	247	280	232	264	3.6%
	어선	122	120	142	187	203	159	158	4.4%
	(구성비)	57	50	58.4	75.7	72.5	68.5	59.9	0.8%
	비어선	92	120	101	60	77	73	106	2.4%

자료: 소방방재청(2012)

이러한 통계에 의한 재난의 빈도는 미미한 증가추세에 있으나, 최근들어 사회적인 이슈가 되고 있는 세월호 사고, 경주 리조트 사고, 판교 공연장 환풍기 붕괴 사건 등 예기치 못한 사건에 의해 많은 사상자가 발생하면서 사회적으로 안전에 대한 관심이 고조되고 있는 상황이다.

제2절 국외 사례 분석

1. 동일본(東日本) 대지진의 피해사례

1) 항만 부문 피해

(1) 피해 개요

2011년 3월 11일 일본 기상청 관측 역사상 최대 규모인 진도(M) 9.0의 지

진(The 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake)이 발생하였다. 당시 동일본(東日本)을 중심으로 아오모리현(靑森縣)의 하치노헤항(八戸港)에서부터 이바라키현(茨城縣)의 카시마항(鹿島港)에 이르기까지 태평양측 모든 항만(국제거점항만 및 중요항만 14개항, 지방항만 17개항)의 방파제와 안벽 등에 큰 피해가 발생하여 항만기능이 전면 마비되었다.

〈표 2-18〉 주요 항만의 피해 개요

구분	항만	주요 피해 상황	침수고(m)
아오모리현 (靑森縣)	하치노헤항 (八戸港)	- 북방파제 총 길이 3,500m 중 1,875m 이동 또는 수몰, 방파제 개구부 및 포트 아일랜드 지구 해일로 인한 침식 - 지진 진동에 의한 피해는 경미	5.4~8.4
이와테현 (岩手縣)	쿠지항 (久慈港)	- 해일에 의한 구조물의 피해는 경미 - 지진 진동에 따른 잔교 일부 경미한 변형 발생	8.2~8.7
	카마이시항 (釜石港)	- 남측 방파제 50%, 북측 방파제의 케이슨 80% 수몰 또는 이동 - 지진 진동에 따른 스가(須賀)지구 제방과 하역야드 경계부분 10~20cm 단차 발생 - 지진에 의한 단층운동으로 항만 전체에 걸쳐 지반 침하(50cm)	6.6~9.1
	오오후나토항 (大船渡港)	- 방파제 일부를 제외하고 수몰 - 잔교식 안벽과 하역지 일부 변형 - 지진에 의한 단층운동에 따라 항만 전체에 걸쳐 지반 침하	9.5
미야기현 (宮城縣)	이시노마키항 (石巻港)	- 방파제에 대한 피해는 확인되지 않음 - 부두 액상화에 따른 하역야드 포장에 균열 발생, 해일에 의한 야드 침하	3.3~5.0
	센다이 시오가마항 (仙台塩釜港)	- 방파제에 대한 피해는 확인되지 않음 - 대부분의 안벽이 이용 가능한 상태이며, 타카마츠(高松)부두는 재해 직후 긴급화물수송 개시 - 타카사고(高砂) 컨테이너선석을 비롯한 일부 안벽의 Apron과 하역지대에 침하 및 단추 확인	5.7~14.5

자료: 국토교통성 항만국(2011)

(2) 피해 범위

고베항(神戸港)을 제외하고 오사카항(大阪港) 등 인근 항만이 이용 가능했던 한신(阪神)·아와지(淡路) 대지진 때와는 달리, 동일본(東日本) 대지진의 경우 아오모리현(青森県)의 하치노헤항(八戸港)에서부터 이바라키현(茨城県)의 카시마항(鹿島港)까지 남북 500km에 걸친 광범위한 지역에서 항만기능이 일시적으로 전면 마비되어 일본 전역 항만이 피해 범위에 포함되었다.

〈그림 2-2〉 한신·아와지대지진 및 동일본대지진의 피해 항만 비교



(3) 피해 내역

동일본(東日本) 대지진으로 인한 항만 피해의 특징으로는 먼저 해일에 의한 방파제 피해가 막대했으며 하치노헤항(八戸港), 카마이시항(釜石港), 오오후나토항(大船渡港), 소마항(相馬港) 등에서 제1선 방파제가 전체적으로 파괴되거나 반파되었다. 또한 지진으로 인해 안벽 배후 Apron과 하역지대의 액상화 등에 따른 침하가 발생해 안벽과의 사이에 큰 단차가 생긴 사례가 많았다. 아울러 해일에 의해 많은 선박이 표류하면서 방파제 내에서 좌초되거나 기름 유출, 항만시설과의 충돌, 선박의 육상이동 등의 피해가 발생하였다. 기타 피해로는 항만을 강타한 해일로 인해 야적장에 보관되어 있던 컨테이너나 목재 등이 다수 유출되었으며, 그 일부는 해상으로 흘러들어가 항만 주변의 차량이나 계류선박, 건축물 등과 함께 항로 및 정박 시 장애를 유발하였다.

〈표 2-19〉 주요 항만의 피해 사례



자료: 국토교통성(2011)

2) 지자체 부문 피해

(1) 기업 피해 사례

지진 발생 시 가장 진도가 높았던 진앙지는 센다이현을 포함한 일본 동북

지역이었다. 일본 동북지역은 우리나라의 경북·경남 산업단지와 유사하게 일본 전역에서 가장 많은 공장들이 밀집되어 있는 지역이기에 지진에 따른 경제적 피해가 가중되었다. 동북지역에는 소니, 파나소닉 등 일본 유수의 전자 기업들과 Texas Instrument 등 글로벌 반도체 생산 공장, 도요타, 닛산, 혼다 등 다수의 자동차 공장이 입지하고 있었다. 이는 동북지역이 지정학적으로 북미나 유럽 대륙으로 해상 운송하기에 매우 유리한 입지 조건을 형성하고 있었기 때문이다. 동일본 지진과 동북부 16개 항만에서 발생한 항만 shutdown은 자동차, 전자관련 대기업 산업 단지의 제품생산, 화물 운송 등에 심각한 피해를 야기하였으며⁸, 지진으로 인한 공장시설 설비의 파괴 등 직접적인 피해도 발생하였다.

〈표 2-20〉 주요 기업의 피해 사례

기업	피해 사례
소니(전자)	미야기 4개 공장, 후쿠시마 2개 공장 피해로 제품생산중단
Texas Instrument(반도체)	일본 현지 생산 공장 피해(전체 매출의 10%를 차지하는 일본 미호(Miho) 지역 생산 공장이 피해를 입어 생산 차질) → 정상 공장 가동은 9월경에야 개시함
파나소닉(전자)	센다이에 있는 파나소닉 공장은 쓰나미로 전면 파괴됨
도요타(자동차)	지진 발생 이후 생산 잠정 중단(약 10일간 공장 폐쇄) → 도요타의 생산라인 폐쇄로 약 9만 5,000대 규모 생산 차질
닛산(자동차)	지진 발생 이후 생산 잠정 중단(지진 발생지역과 가까운 이와키(Iwaki)에 있는 엔진 생산 공장을 포함한 3개 공장을 일정 기간 동안 가동 중단 → 부품 공급업체들부터 부품 공급이 원활치 못하여 공장 가동의 올스톱
혼다, 스즈키(자동차)	지진 발생 이후 생산 잠정 중단

자료: Wall Street Journal(2012)

(2) 산업 피해 사례

일본 동북지역에는 전기·전자, 자동차, 반도체 등 다수의 제조업 공장들이 입

⁸ 제품 수출입이 묶인 채로 해상수송이 한 달 이상 중단되어 생산품 공급에 극심한 차질이 발생하였다.

지하고 있었는데 항만의 파괴에 따른 수출입 차질로 인해 기업들의 영업이익이 크게 하락하였다. 특히 자동차, 반도체의 경우 적기에 물품을 인수해야 하는 산업인데, 수출입이 중단되면서 주문 취소, 단골고객 이탈, 페널티 지급 등 큰 피해가 발생하였다. 또한 완제품의 수출뿐만 아니라 단기적으로 부품소재 수입의 차질이 발생하여 자동차, 전기·전자 등 제조업체들의 생산 중단이 발생하였다.

〈표 2-21〉 산업 피해 사례

산업	피해 사례
자동차	- 태국 내 최대 자동차 메이커인 도요타 태국법인으로부터 트랜스미션 등을 포함한 부품공급이 원활하지 않아 3월 25일까지 캠리 및 프리우스 모델의 생산량을 줄임 - GM은 최근 출시한 플러그인 하이브리드 차량인 Chevrolet Volt의 트랜스미션 부품을 일본으로부터 공급받고 있는데, 현재 피해 상황을 예의 주시하고 있음
반도체	- 도시바, Texas Instrument, Renesas 등 주요 반도체 생산업체들의 생산에 차질이 빚어지면서 스마트폰, 태블릿 PC, 디지털카메라 등 전자제품 생산업체들이 부품 수급에 어려움이 발생
BT 수지 (BT Resin)	- Credit Suisse Group에 따르면 현재 일본은 전 세계 BT 레진의 90%를 공급하고 있는데, 제품 공급에 차질이 발생할 경우 각종 전자제품에 들어가는 인쇄배선기판 및 인쇄회로기판 생산에 영향을 미칠 전망

자료: Wall Street Journal(2012)

3) 추정 피해금액

2011년 일본 대지진 피해 규모는 일본 역사상 발생한 자연재해 가운데 최대가 될 것으로 추산된다⁹. 일본 국토교통성 발표에 의하면 2011년 대지진으로 인해 항만 부문에 발생한 피해 규모는 400억 달러(약 3.2조 엔)로 추정되는데, 400억 달러의 피해 추정 금액에는 항만인프라 파손으로 인한 직접적 손실뿐만 아니라 항만 shutdown으로 인한 수출입 지연으로 항만 이용 기업들이 간접적으로 손해를 입은 금액까지 포함되어 있다. 즉 400억 달러의 피해 금액은 정량적 피해와 정성적 피해를 합산한 금액이다.

⁹ 한일산업·기술협력재단 참조

〈표 2-22〉 일본 대지진 피해 사례(종합)

구분	피해 사례
정량적 피해	- 부두 및 방조제의 단차 발생, 균열, 수몰 등의 시설 피해, 항로의 수심 변화, 부두의 붕괴, 항만시설의 파손, 석유탱크와 곡물사이로 등 대형 저장시설의 파손 및 화재, 육상에 장치되어 있던 컨테이너의 유실, 재해지역으로 향하는 화물수송 항로네트워크의 붕괴
정성적 피해	- 일부 선사들이 대지진 이후 일본 항만을 기항지에서 배제하는 등 계량적으로 추정이 불가능한 피해 및 항만 이용 수출입 기업들의 수출지연으로 인한 간접적 피해

자료: 국토교통성(2013)

2. 한신(阪神)·아와지(淡路) 대지진의 피해사례

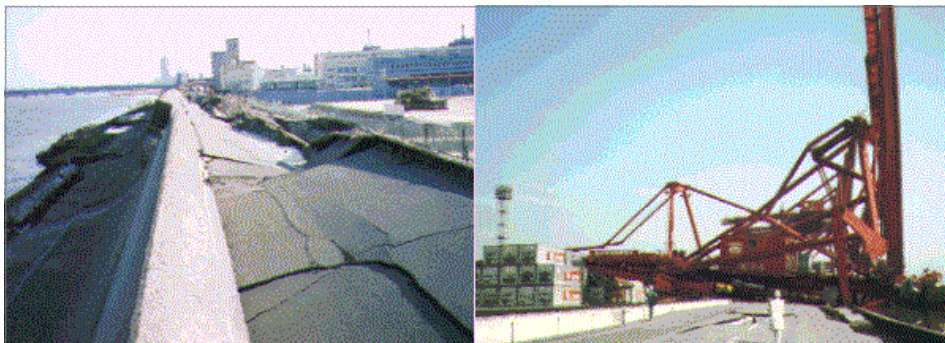
1) 항만 부문 피해

(1) 피해 개요

한신(阪神)·아와지(淡路) 대지진은 1995년 1월 17일 발생한 규모 7.2의 지진으로 2011년 동북 대지진 발생 이전까지 일본에서 발생한 지진 중에서 항만 시설에 가장 큰 피해를 입힌 지진으로 기록되었다. 고베 시와 "한신지역"(阪神地域)인 니시노미야 시(西宮市), 아시야 시(芦屋市), 다카라즈카 시(塚市) 등 효고 현 남동부에 위치한 인구 과밀 지역과 아와지 섬에서 최대 진도 7도를, 오사카에서 진도 6.4를 기록된 바 있다.¹⁰ 특히, 약 150만 명이 거주하는 고베 시에서 큰 피해를 입은 것으로 나타났다. 수출입액 측면에서 일본 전국의 약 10%를 담당하고 있던 고베항(神戸港)이 엄청난 피해를 입었기 때문에 광범위한 경제적 혼란이 야기되었다.

¹⁰ 김형근 외(2012) 참조

〈그림 2-3〉 대지진으로 인한 고베항 피해 사진



(2) 피해 내역

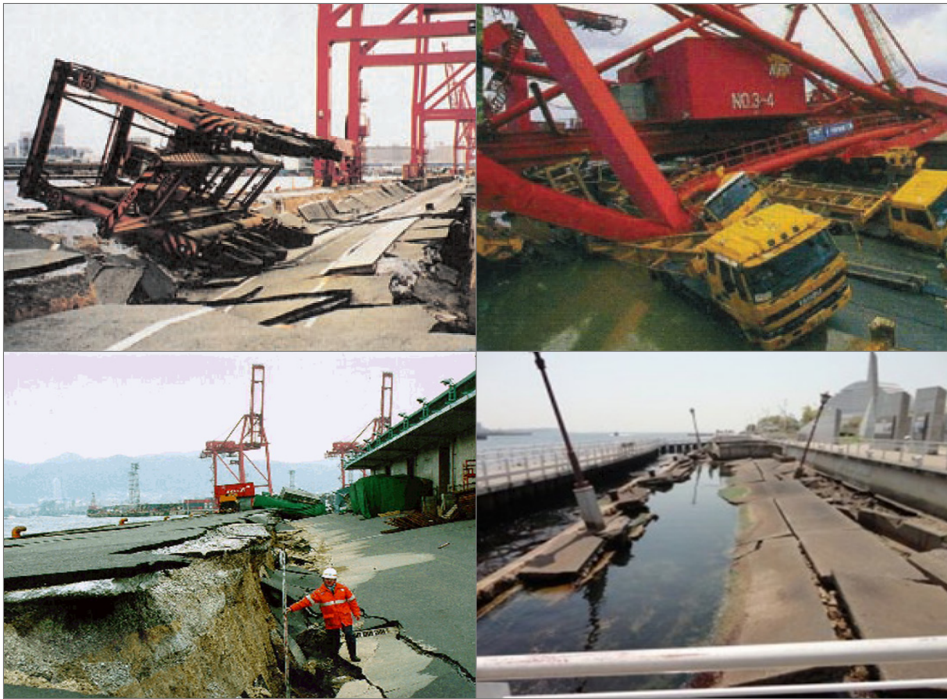
안벽 피해의 대부분은 침하에 의해 발생하는데, 당시 케이슨 본체가 바다 쪽으로 기울어져 안벽 배후가 최대 3m 정도 침하했으며 일부에서는 케이슨 안벽 배후 매립지 액상화에 따라 야드 함몰이 발생하기도 하였다. 방파제의 경우, 방파제 기초 마운드의 액상화에 따라 케이슨 본체가 최대 2m 가량 침하하거나 기울어져 방파제 기능이 크게 저하되었다. 하역기기는 대부분의 안벽에서 배후지 지반의 액상화가 발생하여 하역기기가 궤도를 이탈하거나 전도되었으며, 컨테이너터미널에서는 안벽이 이동하거나 기울어져 상부 갠트리 크레인(G/C)이 손상을 입었다.

배후단지 창고는 창고 기둥, 외벽 등에 손상이 발생하여 시영(市營) 창고의 경우 총 89개 동 가운데 85개 동이 피해를 입었으며, 매립지반은 임해부 및 연근해 인공섬 등의 매립지가 액상화로 인해 침하되었다. 도로의 표면 역시 액상화에 따라 분출된 진흙에 도로가 수십 cm 정도 덮여 교통 기능이 며칠간 마비되었다. 이 외에는 페리 승강부와 교량, 고가 임항도로 신(新)교통시스템 등의 피해와 더불어 전기설비 피해로 인한 항행지원시설 등의 마비, 원유저장탱크 본체의 균열로 인한 유독가스 사고 등이 발생했다.

당시 고베항이 서일본(西日本) 관문항이었던 만큼 항만에 대한 직접적인 피해는 물론 항만 폐쇄에 따른 파급효과가 매우 크게 발생하였다. 대지진으로 고베항의 물류기능이 정지된 후 수출입 컨테이너화물은 오사카만과 후쿠

오카만, 이세만, 동경만 등으로 유출되어 고베항에서 처리되던 화물을 타 항만으로 이전하게 되었을 뿐만 아니라, 원거리 우회 하역에 따른 손실이 완전 복구 때까지 2년간 약 2,000억엔에 달한 것으로 추정된다. 이 외에도 원자재 수입중단 및 제품의 출하정지로 인해 고베항 배후지에 엄청난 간접 경제 피해가 발생하였다.

〈그림 2-4〉 대지진 고베항 항만시설 파손 현장



2) 지자체 부문 피해

(1) 기업 피해 사례

고베 시에는 중화학공업단지(일반기계, 철강, 전기, 고무 등)의 산업클러스터가 형성되어 있었는데, 일본 3대 대기업인 스미토모의 고베공장 폐쇄, 가와사키 중공업의 공장 파손으로 인한 이전, 기타 중화학 공장들이 시설의 손상

으로 인한 고베 시 철수를 결정하였다. 중화학공업단지의 제품들은 생산 후 고베항을 이용하여 직접적으로 해상 수송되는 경우가 대다수였기 때문에 중화학공업단지의 철수는 고베항 항만물동량의 급감을 야기하였다.

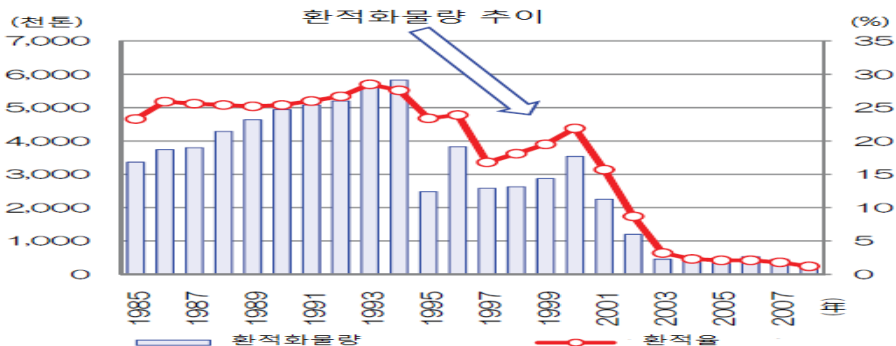
3) 추정 피해금액

1995년 발생한 한신(阪神)·아와지(淡路) 지진으로 중단된 컨테이너하역은 응급공사를 통해 2개월 후부터 재개되었으며 고베항 완전 복구까지 약 2년의 시간이 소요되었다.¹¹

효고현(兵庫県) 추계결과에 따르면 한신(阪神)·아와지(淡路) 지진으로 인한 총 피해액 9조 9,268억엔 중 항만관련 손실규모는 간접피해를 제외한 직접피해규모만 약 1조~1조 400억엔에 달하는 것으로 추정되었다. 지진 직후 고베세관 관내 수출입총액을 보면, 재해 발생 직후인 1995년 수출입총액이 전년 대비 38.9%의 대폭적인 감소를 기록한 가운데 1996년에는 전년 대비 49.9% 감소하였다. 1997년에는 재해 전 수준을 초과했으나 그 이후에는 화물증가세 둔화가 지속되었으며 일본 내 점유율도 재해 전 수준까지 회복하지 못하였다.

또한 재해를 계기로 중계무역의 지표인 고베항의 환적화물량과 국내 점유율이 지속적으로 감소하였는데 이러한 배경에는 재해로 인한 항세(港勢)의 급격한 위축과 항만사용료가 저렴한 신흥국 항만으로의 화물이전을 꼽을 수 있다.

〈그림 2-5〉 한신·아와지 대지진으로 인한 물동량 감소 추이



¹¹ 1997년 5월 고베항 복구 완료를 선언하였다.

3. 미국 LA·Long Beach항 등 항운노조 파업의 피해 사례

항만 재난사고는 앞서 설명한 해양사고, 기름유출로 인한 환경오염사고, 태풍과 같은 자연재난 사고 등이 직접적인 연관성을 갖고 있다고 할 수 있다. 그러나 항만에서 발생한 인적재난은 항만을 shutdown시킬 정도의 큰 사고가 아니기 때문에 인적재난으로 인해 항만이 shutdown된 사례는 쉽게 찾아보기 어렵다고 할 수 있다. 다만, 미국의 서안항만에서 발생한 항만인력과 사용자와의 협상 시 발생한 파업으로 항만이 shutdown된 사례를 꼽을 수 있다. 본 연구에서는 항만인력의 파업에 의해 항만이 shutdown된 사례를 살펴보고자 한다.

1) 사건 개요

(1) 발생 배경

국제항만창고노조(ILWU: International Longshore and Warehouse Union)는 부두의 업무를 관장하고 있는 ‘태평양 해운협회’(PMA: Pacific Maritime Association)에서 통신시스템에서 게이트 체크인까지 모든 장비를 현대화하려는 것에 반발, 파업을 준비하였다. 2002년 10월부터 부두 노조가 파업에 돌입하여 LA, 롱비치 항 등 미국 서해안 29개 항만에서 사업장 폐쇄가 단행되었으며 부두 업무가 완전 마비되어 파업기간 10일 간 미국 경제에 심각한 타격을 입혔다.

〈그림 2-6〉 롱비치항 조합원 파업 모습(2002년)



3년 주기로 진행되는 항만 노동자에 대한 계약 조건 협상은 정례적으로 시행되고 있었으며, 1971년부터 항만 노동자들의 파업은 없었다. 1971년에도 장비의 현대화, 컨테이너 크레인이 도입되면서 선적 과정이 획기적으로 변경했으며, 이에 따라 항만 노동자의 수가 10만 명에서 1만 5천명까지 대폭 감소했다. 태평양 해운협회의 전미(全美) 주요 항만시설의 현대화작업 계획이 발표되자 항만 노동자들은 지난 1971년의 컨테이너 크레인 도입 때와 마찬가지로 대폭적인 고용 감소로 인하여 일자리가 많이 사라지지 않을까 우려하였다.

〈표 2-23〉 파업협상 주요 일정

날짜	파업협상내용
2002. 7. 1	노사양측 협상 시작 ¹²
2002. 9. 26	PMA 시한부 직장폐쇄(Lockout) 조치
2002. 9. 29	PMA 직장폐쇄 무기한 연기조치
2002. 10. 3	정부중재 노사협상 타결 실패
2002. 10. 7	태프트-하틀리법 발효(사업장 폐쇄 금지)

자료: 산업자원부 무역진흥과 보도자료(2002)

(2) 파업 대응방안

파업 당시에 파업으로 인한 경제적 손실이 하루 20억 달러에 달하는 것으로 추산되자 결국 부시(George W. Bush) 대통령이 태프트-하틀리법을 적용하면서 10일 간 이어진 사업장 폐쇄를 중단시켰다. 동 법령은 지난 1947년 제정되었으며 특정 노사문제가 "국가의 안전이 심각한 위기상황에 처할 경우" 대통령이 80일간의 파업 유예기간을 설정하고 근로자에게 강제 업무 복귀명령을 내릴 수 있는 법령이다.

¹² 사용자측: 태평양해운협회(PMA: Pacific Maritime Association)

노동자측: 국제항만창고노조(ILWU: International Longshore and Warehouse Union(LA, 롱비치 등 29개 항만, 10,500명으로 구성)

2) 항만 부문 피해

(1) shutdown 항만 발생

LA항, 롱비치항 등 미국 서해안 29개 항만에서 사업장 폐쇄가 단행되었으며 10일간의 항만 완전 폐쇄가 이루어졌다. 테프트-하틀리법에 의거 연방법원의 항만재개 결정이 내려지고 그 다음날 바로 항만 업무가 시작되었지만, 아직까지 하역작업을 못한 화물을 운송하기 위해서 6주 가량의 기간이 추가 소요되었다. 특히 미국 선박이 가장 많이 입·출항하는 LA항, 롱비치항의 경우에는 파업 기간 중에 항만에 정박하지 못하고 인근 해역에서 하역작업을 대기하는 선박이 200여척에 달하는 등 심각한 계류현상이 발생하였다.

(2) 추정 피해금액

항만파업이 장기화되면서 항만파업으로 인한 경제적 피해 규모가 크게 나타났다는데, 당시 KOTRA LA지부 발표에 따르면 연간 3,000억 달러의 화물을 처리하는 서부 항만은 항만 shutdown으로 인한 피해액이 첫 5일 동안 하루 10억 달러였으나, 이후에는 피해액이 더욱 커질 것으로 전망하였다.¹³

CNN에 따르면 당시 항만 shutdown으로 인해 자동차, 의류, 식품, 농업 등의 산업을 위주로 하루 20억 달러의 간접 피해가 발생한 것으로 추산했다. 이는 항만 폐쇄로 인하여 적시에 수출입 운송이 이루어지지 않아 계약이 해지되거나 주문이 취소됨으로써 발생하는 각 기업의 매출 감소액을 합산한 것이다.

남부 캘리포니아 지역의 경우 LA항 및 롱비치항의 폐쇄로 3억 7천 5백만 달러의 무역 피해를 입었으며 캘리포니아주 전체적으로 항만폐쇄가 수출입업체에 끼친 손실 규모가 약 12억 달러에 이른다는 LA 카운티의 보고서가 발표되기도 하였다. 하지만 LA 카운티 경제개발부서의 윌리 베이커에 따르면, 이러한 통계치는 항만을 이용하는 제품의 세관절차 수치이므로 실제 경제손실은 훨씬 크다고 언급하였다. 그는 발표된 손실규모가 전체 피해액의 2/3 정도로 축소 계상되었다고 언급하였다.¹⁴

¹³ 보수적 계산 시에도 최소 10억 달러*10일 = 약 100억불의 피해액 추산

미국 서부 항만은 약 400만 개의 일자리를 창출한다는 평가를 받고 있는데, 이는 서부 항만 인근에 GM, 도요타 등 자동차 관련 공장들이 다수 입지해 있어서 생산·출고한 완제품을 서부 항만을 통해 해상 수송하는 경우가 많기 때문이다. 파업 당시 자동차 조립공장은 엔진 및 트랜스미션이 부족해져서 생산을 일시 정지해 약 5,000여 명 노동자의 일거리가 없어져 이들이 임시 무급휴가를 신청하였으며, 대형의류제조업체인 Gap과 월마트 같은 소매업체들은 항만폐쇄로 제품이 들어오지 않아 실적에 큰 피해를 입었다.

〈표 2-24〉 美 항운노조 파업 기관별 추정 피해금액

(단위 : 억 US달러)

기관	추정금액		비고
	일(日)	Total	
KOTRA(LA지부)	10	100	서부항만 직접적 손실
CNN	20	200	제조, 식품, 농업 등 피해
LA카운티	-	15.8	수출입 전문업체 손실

자료: KOTRA, CNN 보도자료 등 토대로 KMI 재작성

제3절 해외의 정책 대응방안 사례

일본은 지정학적으로 환태평양 조산대에 위치하여 지진·해일 등의 자연재난 피해가 빈번하게 발생한다. 지진·해일로 인한 일본항만의 과거 피해사례는 1946년 쇼와(昭和)남해지진(M 8.0)을 비롯해서 1964년 니가타(新潟)지진(M 7.5), 1983년 일본서안 중부지진(M 7.7) 및 2011년 동일본(東日本)대지진(M 9.0) 등이 있다.

재해 발생빈도가 높은 만큼 일본 정부는 재해방지 정책을 다각적 차원에서 수립하고 있는데, 일반적으로 재해가 발생한 이후에 미흡했던 부분을 보완하는 방식의 정책을 시행하고 있다. 그렇다면 왜 재난사고가 발생하기 이

¹⁴ 자료: The end of the port strike: Dock around the clock, The Economist, 2002.

전에 이러한 정책을 시행하지 않는가라고 반문할 수 있는데, 이는 X 이벤트(자연재해 등 포함)가 확률적으로 발생가능성이 매우 낮은 사건이기 때문에 사전대응책을 마련하는 것이 사실상 불가능하기 때문이다.

본 절에서는 재난사고 등에 대한 정책 대응 사례가 많으며 전 세계를 통틀어 가장 선진화된 정책적 대응 매뉴얼을 가지고 있는 일본의 사례를 검토하였다.

1. 시대별 항만 지진정책의 변화

일본 정부는 시대별로 지진에 대응하는 항만정책을 변화해 왔다. 즉 일본은 지진, 쓰나미 등 재해에 의한 큰 피해를 경험해 왔으며, 이러한 피해를 줄이기 위한 정책을 시대별로 수립 및 시행하고 있다. 지진정책의 모태가 되는 것은 내진강화 안벽시설 개발을 주요 내용으로 하는 1980년대 초 ‘항만의 대규모 지진대책 시설 정비 구상’이다. 이후 지속적으로 지진에 대응하는 항만정책이 수립되다가, 2011년 수도 직하 방향으로 발생한 대지진을 경험한 이후 2013년 ‘수도 직하 지진대책 특별 조치법’을 제정, 시행 중에 있다.

〈표 2-25〉 일본의 시대별 항만 지진정책

년도	지진정책
1984	항만의 대규모 지진대책 시설 정비 구상 - 1983년에 발생한 일본 서안 중부지진 피해를 기반으로 내진강화 안벽 정비 추진
1996	항만의 대규모 지진대책 시설 정비에 관한 기본방침 - 1995년에 발생한 한신(阪神)·아와지(淡路) 대지진을 기반으로 내진강화 안벽의 정비추진과 안벽·녹지·긴급수송도로의 통합 정비
2005	2005년: 교통정책심의회 “지진에 강한 항만 구축” - 각지에서 대규모 지진 발생 가능성을 내포하고 있는 가운데, “하드웨어 대책을 중심으로 한 시설정비에서 소프트웨어 대책의 통합 전개로의 전환” 등의 시각에서 대규모 지진 대책을 근본적으로 재설정하고 조기에 실시해야 할 시책을 정리
2008	2008년: 항만 개발, 이용 및 보전, 항로개발에 관한 기본방침 변경 - 교통정책심의회 “일본 산업의 국제경쟁력 강화 등을 위한 향후 항만정책

년도	지진정책
	의 방향성” 등을 변경. 향후 향만이 나아가야 할 방향으로서 재해에 강한 향만구축을 위해 “향만 BCP”에 관한 기본방침 책정
2012	2012년: 교통정책심의회 “향만의 지진·해일대책의 방향성-섬나라 일본의 생명선 유지를 위해” - 동일본 대지진의 교훈과 대규모 지진에 대한 대응 강화를 위해 기본적인 정책방향의 하나로서 “향만 BCP를 기반으로 한 향만 재해 대응력 강화” 추진
2013	2013년: “수도 직하 지진대책 특별 조치법” 시행 - 동일본 대지진의 교훈을 바탕으로 수도권 직하형 지진이 발생한 경우에 수도의 중추기능 유지를 위해 수도 직하형 지진에 의한 방재를 통해 국민의 생명과 재산을 보호하기 위한 목적으로 해당 법이 제정, 시행됨

2. 재해 복구 관련 법령 및 복구제도

1) 관련 법령

(1) 재해 대책기본법(1961. 11. 15 제정)

재해 대책기본법 제 88조에서는 국가가 재해 복구를 위해 그 비용의 일부를 부담하거나 보조하는 재해 복구사업에 대한 주무 대신의 재해 복구사업비 결정은 도도부현(都道府縣)지사의 보고, 기타 지방공공단체가 제출하는 자료 및 실시 조사 결과 등을 기반으로 적정하고 신속하게 수행해야 한다고 명시하고 있다. 또한 동 법률에서는 재해 복구사업비를 결정할 시 해당 사업에 관한 주무 대신은 재해 재발 방지를 위해 재해 복구사업과 보완 시설의 설치 혹은 개량 사업이 순조롭게 진행될 수 있도록 충분히 고려해야 한다고 규정하고 있다.

(2) 공공 토목시설 재해 복구사업비 국고 부담법(1951. 3. 31 제정)

공공 토목시설 재해 복구사업비 국고 부담법 제2조에서는 “재해 복구사업”이란 재해로 인해 필요한 사업으로 재해와 관련된 시설을 원형으로 복구해야 함을 명시하고 있다¹⁵. 시설 피해규모가 경미한 경우(안벽 Apron 피해 등)에는 원칙적으로 원형을 복구하지만, 피해규모가 큰 경우(안벽 본체 피해 등)에

¹⁵ 원형으로 복구가 불가능할 경우에는 해당 시설의 종전 효용을 복구하기 위한 시설을 포함한다.

는 설계 외력(설계진도, 설계파고)이나 적용 설계기준을 재설정하여(예시: 하카타항(博多港) 설계진도 0.05→0.10) 복구하는 것으로 규정하고 있다.

2) 재해 복구사업 실시 Flow 개요

직할 재해의 경우 재해 발생시 2~3개월에 걸쳐 재해 현지조사를 거쳐 이를 바탕으로 국토교통성(國土交通省)과 재무성(財務省) 간 협의 후 재해 규모를 추정한다. 재해속보의 경우 재해 후 1주일 이내에 대략적인 피해요인, 시설명, 피해액 등을 신속하게 보고하며, 재해 후 1개월 이내에 공문서로 해당 내용을 국토교통성 대신에게 보고해야 한다. 다만 피해발생 유무에 상관없이 매월 2회(1일, 15일) 재무성에 피해건수 및 피해액을 보고하도록 되어 있다.

3. 항만 방재 및 대응체제 개요

1) 내진 강화 안벽 정비

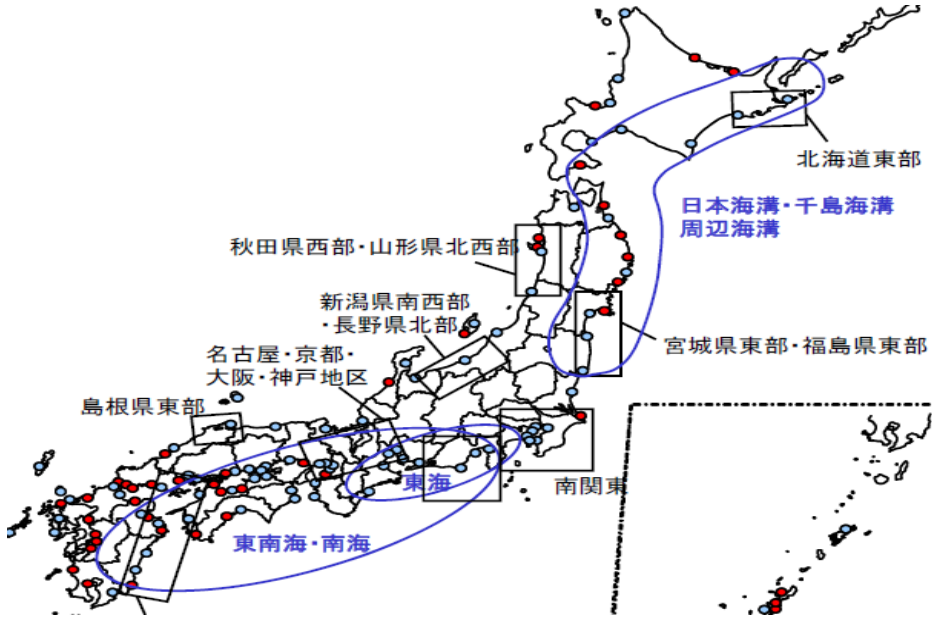
(1) 항만의 대규모 지진대책 시설 정비 기본방침(1996. 12. 책정)

대규모 지진 발생 시 긴급물자나 피난자 등을 수송하기 위한 내진 강화 안벽 정비는 “항만의 대규모 지진대책 시설 정비 기본방침(1996년 12월 책정)”을 근거로 추진한다. 이는 지진 발생 가능성이 높은 지역에서 내진 강화 안벽이 정비되지 않은 항만이 많은 편이어서 구체적인 대응책 마련이 시급했기 때문이다. 본 기본방침 중에서 내진 강화 안벽 정비 대상으로 선정되는 기준은 다음과 같다.

〈표 2-26〉 정비 대상 기준

내진 강화 안벽 정비 대상 항만
▶ 항만 배후지역에 일정 규모의 인구를 가진 항만 ▶ 지형 요인에 따라 긴급물자 수송을 해상수송에 의존할 수밖에 없는 배후지역을 보유한 항만 ▶ 낙도항로가 취항하고 있으며, 재해 시에도 낙도항로 유지가 필요한 항만 등

〈그림 2-7〉 일본의 내진 강화 안벽 정비 상황



●	내진 강화 안벽 미정비 항만 (45개 항만)
●	내진 강화 안벽 정비 중/완료 항만(81개 항만)
□	특정 관측지역 및 관측 강화 지역
○	지진 방재대책 추진지역의 지정범위 표시

주: 주요 항만 이상만 표기

자료: 국토교통성 항만국(2011)

(2) 항만 SOC 정비 중점계획(2003. 10.)

국토교통성 항만국에서는 “항만의 대규모 지진대책 기본방침(1996년 12월)”을 바탕으로 “사회자본 정비 중점계획(2003년 10월 각의 결정)”에서 제시된 중점목표를 달성하기 위해 내진강화 안벽 정비를 비롯한 다양한 방재대책을 추진하였다.

항만 안벽 건설·개량과 관련해서 대규모 지진이 발생한 경우 지진 재해 직후 긴급물자, 건설기계 등의 해상수송기능을 담당할 필요성이 높은 안벽의

내진강화를 목적으로 2006년 3월 “내진 강화 안벽 긴급 정비 프로그램(2006년~2010년 5년간)”을 책정하였다. 2006년 1월 책정 당시 55%였던 정비율을 목표연차인 2010년까지 70%까지 향상시키며 장기적으로는 100%까지 끌어올릴 계획을 수립하였다.¹⁶

내진강화 안벽은 “항만 시설의 기술상 기준”의 성능 규정화에 맞춰 재해 시 담당하게 될 기능을 고려해서 내진강화 안벽을 새롭게 “내진강화 안벽(특정)”과 “내진강화 안벽(표준)” 2종류로 분류하고 정비를 추진하였다.

〈표 2-27〉 항만 SOC 정비 프로그램(내진 강화 안벽 정비)

프로그램 내역
▶ 전국 내진 강화 안벽 정비율을 70%까지 향상 ▶ 임해 모든 도도부현(都道府縣)에서 내진 강화 안벽 정비 ▶ 2009년 8월 현재 내진 강화 안벽 정비완료 170선석/정비중 46선석/계획 336선석으로, 전국 평균 정비율(%)=(170+46)/336=64% ▶ 내진강화 안벽이 정비되지 않은 현과 항만 등에 높은 우선순위를 설정하는 한편, 기존 노후안벽은 개량을 중심으로 정비

내진강화 안벽은 각 항만 및 인접 항만의 필요 및 기존 시설, 항만기능을 감안하고 비용축소 관점, 항만법 제3조 3항의 규정에 의한 항만계획과의 정합성을 고려해서 내진강화 안벽이 필요한 항만에 대해 “내진강화 안벽(특정)”을 최저 1선석 확보하도록 하고 그 이외는 “내진강화 안벽(표준)”의 설치를 기본으로 하였다. 다만, 인접 항만의 상황에 따라 피해 직후 사용할 수 있는 시설이 인근에 있는 경우 “내진강화 안벽(특정)”의 대체시설로 “내진강화 안벽(표준)”을 설치할 수 있도록 예외를 두었다. 내진 강화 안벽에 관한 시책의 경위는 다음과 같다.

¹⁶ 실제로 90% 이상 수준을 달성한 바 있다.

〈표 2-28〉 내진 강화 안벽 시책의 경위

내진 강화 안벽 시책의 개요	내진 강화 안벽 시책 재설정 요인
기본방침(1996년) 설정 이전 ▶ 2,000GT급 선박이 긴급물자의 수송에 이용된다고 가정. 수심 5.5m을 내진 강화 안벽의 기본적인 수심으로 설정	
▽	
항만의 대규모 지진 대책 시설 정비 기본방침(1996년) ▶ 항만 배후 인구규모가 많은 기간적 항만에 대해서는 수심 10m 규모의 내진 강화 안벽을 확보하는 것을 원칙으로 함 ▶ 그 이외의 항만에 대해서는 수심 7.5m 안벽 정도의 규모를 기본으로 함	한신·아와지 대지진(1995년 1월) ▶ 긴급물자의 해상수송이 내항 RORO 선박 등으로 이루어짐. 또한 피난민 수용시설로서 대형 휠리 등이 활용됨 ▶ 긴급물자를 수송하는 내진 강화 안벽 수심으로 10m 정도를 확보할 필요가 있음
▽	
내진 강화 안벽 긴급 정비프로그램 (2006년) ▶ 2006년부터 2010년까지 내진 강화 안벽 정비 추진을 위해 책정 - 내진 강화 안벽을 기능에 따라 2가지로 구분 - 내진 강화 안벽이 미정비된 항만을 우선적으로 정비 - 기존에 노후화된 안벽의 개량을 중심으로 정비 착수	2005년 4월 말 시점에서 긴급물자 수송과 관련된 내진 강화 안벽의 정비율은 54%(내진 강화 안벽 필요수 336선석에 대한 비율)
▽	
시책 재설정 자료: 국토교통성 (2011)	2011년 3월 동일본대지진 발생

2) 기간 광역 방재거점 정비 및 운용체제 강화

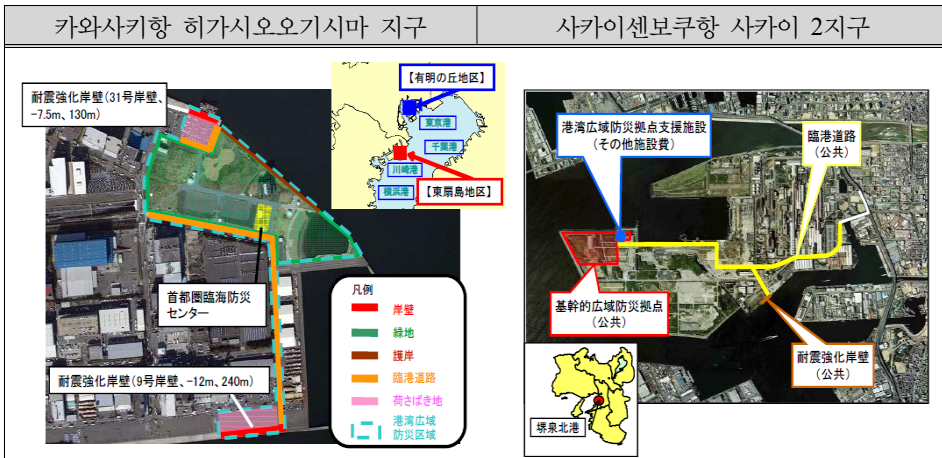
다수의 도도부현(都道府縣)¹⁷에 피해가 미치는 대규모 재해 발생 시 긴급물

¹⁷ 일본의 지자체 단위(한국의 경우 도, 시, 면, 읍 등에 해당)

자의 중계거점이나 광역지원부대의 베이스캠프 기능을 담당하게 될 기간 광역 방재거점을 동경만(東京灣) 임해부 및 케이한신(京阪神) 도시권에 정비한다. 또한 항만법에 의해 비상 재해 시에는 국토교통성 대신이 기간적 광역 방재거점을 관리·운영할 수 있도록 규정하였다.

카와사키항(川崎港) 히가시오오기시마(東扇島)지구(15.8ha)는 수도 직하형 지진 등 대규모 재해 발생 시 긴급물자 수송활동 등을 원활하게 하기 위해 관련 정비를 추진해서 2008년부터 개시하였다. 사카이센보쿠항(堺泉北港) 사카이(堺) 2지구(27.9ha)의 경우 동남해, 남해지진 등 대규모 지진 발생 시 긴급물자 수송활동 등을 원활히 하기 위해 관련 정비를 추진해서 2008년부터 정비를 착수하였다.

〈표 2-29〉 카와사키항 및 사카이센보쿠항의 광역 방재거점 정비계획



3) 긴급 재해 대책 파견대(TEC-FORCE) 종합사령부 설치

국민 생명과 재산을 지진, 수해, 토사 등의 재해 등에서 보호하고 지구온난화 등에 의한 재해 리스크 증대에 대응하며 인원·기자재 파견체제 등을 확보하고 위기관리체제를 강화하기 위해 2008년 긴급 재해 대책 파견대(TEC-FORCE: Technical Emergency Control Force)를 창설하였다.

긴급 재해 대책 파견대는 국토교통성 방재회의 설치에 관한 훈령에 의해 추가되며, 국토교통성과 국토기술정책종합연구소, 국토지리원, 지방지분부국(지방운수국, 지방항공국), 기상청에 설치되어 있다. 국토교통성 대신이 긴급 재해 대책 본부장으로 총괄 지휘하게 되며, 피해지 지방지분부국의 대원은 피해지방 지분부국의 재해대책 본부장의 지휘 하에서 활동하게 되고 피해지의 국토지리원과 기상청 대원은 국토지리원 재해대책 본부장, 기상청 재해대책 본부장의 지휘 하에서 활동을 수행한다.

〈표 2-30〉 TEC-FORCE 조직



자료: 종합정책국 기술안전과(2008)

TEC-FORCE 설치 이전까지 정부에 의한 긴급지원은 재해 발생 시 대응하는 개별 대응형태였다. 그러나 피해상황의 신속한 상황 파악과 함께 사회 기반시설의 조기 복구(초동대응의 신속화, 전문팀에 의한 집중대응, 복구대책에 관한 기술지도 강화), 2차 재해의 방지(고도의 기술지도, 긴급대책, 재해 위기도 예측을 통한 피난 관리), 긴급수송 조달 등의 필요성이 높아짐에 따라 사전에 직원을 TEC-FORCE 대원으로 임명하는 등 인원 및 기자재의 파견체제를 정비해서 신속한 재해 복구활동을 전개한다.

즉, 일본 정부가 주도적으로 긴급조사를 실시해서 관계기관과의 협의를 거쳐 필요한 긴급대응대책을 마련하고 전국 지방지분부국의 직원 등이 정부의 통합조정 에 따라 활동하게 되며, 재해지방 공공단체 등이 수행하는 재해 긴급대책에 대해 기술적인 지원을 한다. TEC-FORCE의 업무는 국토교통성 방

재업무계획에 포함되어 긴급재해 대책파견대의 파견과 관련된 파견순서, 지휘명령체계 등을 국토교통성 방재회의에서 결정하고 있다.

〈표 2-31〉 TEC-FORCE 업무

TEC-FORCE의 구체적인 임무
▶ 피해상황의 신속한 파악: 하천, 도로, 항만, 도시, 주택, 제방, 해안 등에 관한 피해상황 파악 지원 ▶ 피해 발생 및 확대 방지: 건축물 위험도 판정, 피해 주택 위험도 판정, 하천·해안·항만시설로부터의 침수나 범람, 토사재해 등의 방지를 위한 긴급 지원 ▶ 피해지의 조기 복구: 긴급물자 수송조달 지원 등

4) 항만 사업 지속계획(BCP)의 책정

재해 발생 시 항만의 주요 기능 확보를 위해 항만의 물류 수송 기능뿐만 아니라 해운사업자나 항만운송사업자 등 민간사업자 및 관련 행정기관 등의 기능이 유지될 필요가 있기 때문에 항만관계자들이 협력해서 항만의 사업지속 계획(BCP: Business Continuity Plan)을 책정할 필요가 있다. 항만 BCP란 지진 등 대규모 재해에 대비하여 항만시설이나 항만기능의 피해를 최소화하면서 항만물류기능의 지속 혹은 빠른 시기에 복구할 수 있도록 평상시 추진해야 되는 활동과 재해 시 복구방법 등을 명시한 계획을 의미한다.

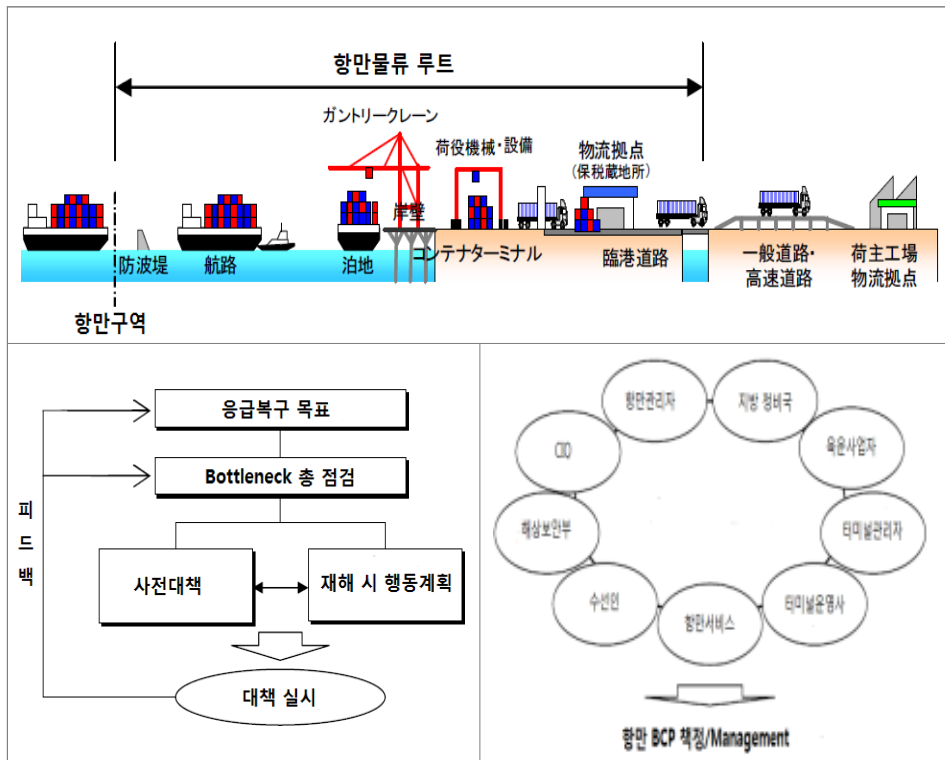
항만물류는 해역에서 육상에 이르기까지 민관 등 다양한 이해 관계자들이 관여하고 있기 때문에 재해에 따라 일부 항만 기능이 정지되면 항만물류 기능 전체가 정지될 우려가 있다. 따라서 항만 BCP에서는 기존 방재관점과 달리 다음 4가지의 관점을 중요하게 고려할 필요가 있다.

〈표 2-32〉 BCP 시행 목적

항만 BCP의 4가지 관점
① 항만물류기능의 유지, 조기 복구를 위한 목표설정과 목표달성을 위한 관리 ② 항만물류와 관련된 화주, 물류기업, 행정기관 등 다양한 관계자들의 참여 ③ 해상-부두-육상을 일관/총괄하는 대책 ④ H/W·S/W관점의 종합적이고 실천적인 대책

BCP 계획대상인 항만물류 서비스는 터미널, 임항도로, 항로·정박지 등으로 구성된 항만물류 루트 상의 모든 시설과 관계자들의 협력을 통해 창출되는 활동이기 때문에 항만물류 루트를 1개의 단위로 계획을 세운다. BCP 책정 주체인 항만 BCP는 항만물류 루트 관계자들의 주체적인 참여가 필수적이고 관계자의 합의 하에 책정되어야 하므로 항만물류 루트 관계자들로 구성되는 “항만 BCP 협의회”를 구성한다.

〈표 2-33〉 항만 BCP의 기본적인 구성 및 항만 BCP협의회



자료 : Central consulting(2010)

제4절 소결

국내 사례 조사 검토 결과, 2003년 태풍 매미로 인한 부산항 피해 사례를 항만 shutdown의 대표적 사례로 들 수 있다. 항만 시설이 일정 수준 이상의 태풍 강도를 견딜 수 있는 수준까지 설계되지 않았기에 항만시설 127개소가 피해를 입었고 발생 피해금액은 약 1,200억 원으로 집계되었다. 이는 항만 shutdown에 따른 항만의 직접적 피해 규모로 수출입 중단에 따른 생산 차질 효과를 감안하면 경제적 피해 규모는 더욱 크다.

국외 사례 조사로 일본의 동일본 대지진, 한신·아와지 대지진, LA·Long Beach항 항운노조 파업의 사례를 검토하였다. 2011년 동일본 대지진에 따른 항만 피해 규모는 항만 인프라 손실로 인한 직접 손실액과 수출입 지연으로 인한 간접 손실액을 합산하여 400억 달러로 추정되었다. 1995년 발생한 한신·이와지 대지진은 고베항의 물류기능을 중단시켰으며, 이로 인해 고베항에서 처리되던 화물이 타 항만으로 이전하게 되었다. 2002년 미국 LA항, 롱비치항의 항운노조 파업은 10일간 진행되었지만 항만 서비스의 정상화까지 약 6주간의 기간이 추가 소요되었다. 항만 기능의 일시적 마비는 제품생산 중단, 화물 운송 차질 등의 큰 피해를 야기한다.

국내외 사례 조사 검토 결과, 항만 shutdown은 항만 자체의 직접적 피해뿐만 아니라 수출입 지연으로 인한 기업들의 생산 중단을 야기하는 것으로 나타났다. 따라서 항만 shutdown으로 유발되는 경제적 피해가 크기 때문에 피해를 최소화하고 신속하게 항만 서비스를 정상화할 수 있는 방안이 필요하다. 특히 대외의존도가 높고 기술, 시스템이 고도화되어 있는 우리나라의 인프라 환경을 고려할 때 자연재해뿐만 아니라 인간에 의해 유발되는 다양한 재난요소들에 대해 X 이벤트 관점에서의 철저한 검토가 필요할 것으로 판단된다(윤정현, 2014).

제3장 선행연구 조사

제3장에서는 연구방법론을 중심으로 항만 shutdown에 관련된 선행연구를 검토한다. 제2장이 항만 shutdown 사례의 현황을 제시하는 데 주안점을 뒀다면, 제3장은 항만 shutdown의 파급효과를 산정하기 위한 연구방법론을 위주로 살펴본다.

제1절 선행연구 검토의 필요성

선행연구 고찰을 통해서 현재까지 수행된 연구 상태를 파악하고, 이를 통해 본 연구과제의 문제를 해결하기 위한 준거기준으로 사용한다. 본 연구에서 선행연구 검토를 통해 달성하고자 하는 목적은 다음과 같다.

〈표 3-1〉 선행연구 검토의 목적

- ① 연구 범위를 구체적으로 한정한다
- ② 새로운 접근방법(연구방법론)을 적용한다
- ③ 새로운 아이디어를 찾고, 새로운 자료원(information source)을 검토
- ④ 선행연구와의 차별성을 추구하여 진일보한 연구 성과 도출을 추구

본 장에서는 연구를 본격적으로 시행하기 전에 본 연구와 관련성이 높다고 판단되는 기존문헌들의 검토 작업을 수행한다. 선행연구 검토는 다음과 같은 의미를 갖는다. 첫째, 다른 연구자의 경험이나 연구 상의 한계점을 통해 시사점을 도출할 수 있고, 둘째 기존 문헌이 연구문제의 가장 중요한 자료원

이 되며, 셋째 본 연구가 선행연구와 어느 정도 차별성을 가지고 있으며 어떠한 연구성과가 도출될 수 있는지 예상해 볼 수 있다.

특히 본 연구의 경우에는 항만 서비스 폐쇄라는 특수한 사례를 연구하는데 우리나라의 경우 과거 자연재해 혹은 파업 등의 원인으로 항만 폐쇄가 발생한 경우가 거의 없었다.¹⁸ 반면 일본의 경우 환태평양지진대에 위치하고 있어서 지진이 자주 발생하고 과거 큰 규모의 지진이 발생하여 잠정적으로 항만이 폐쇄된 사례가 있었다. 또한 미국의 경우 항만노조가 활성화되어 있어 매 3년마다 항만노동자들은 새로 계약을 체결해야 하는데 본인들의 주장이 관철되지 않을 시에 파업을 감행하는 사례가 종종 있어 LA항, 롬비치항 등 파업으로 인해 항만이 폐쇄되는 사례가 발생해 왔다.

따라서 본 연구는 이처럼 기존 항만 폐쇄 사례 들을 연구·분석한 선행연구들을 고찰하여 기존에 세계 각지에서 발생한 항만 폐쇄 시의 경제적 손실을 검토하고 항만 폐쇄가 국가적으로 야기할 수 있는 사회적 영향력을 살펴본다. 또한 X 이벤트 선행 연구로부터 X 이벤트의 다양한 사례를 검토하고 항만 shutdown에 파급효과맵, 인과지도를 작성하기 위한 요건들을 살펴본다. 본 연구에서는 지진, 태풍, 파업 등으로 인한 항만폐쇄 및 X 이벤트와 관련한 선행 연구 9편의 결과와 의미를 검토하였으며, 주요 선행 연구 목록은 다음과 같다.

〈표 3-2〉 주요 선행연구 리스트

선행 연구 목록	내용	방법론
류문현·조승국(2010), “자연재난의 국민경제적 파급효과 분석 - 태풍피해를 중심으로 -”	태풍 루사급 피해가 발생할 경우의 경제적 피해 추정	이벤트 행렬의 구축
이창근·김의준(2009), “물류산업의 공급지장이 국민경제에 미치는 영향: 산출승수와 생산-생산승수의 적용”	물류산업의 파업에 따른 국민경제의 손실 효과	공급유도형 모형, 리츠-스폴딩 모형
박병원 외(2012), 「과학기술기반의 국가발전 미래연구 IV」	한국의 X 이벤트 사례 (인터넷단절, 75세	파급효과, 인과지도 작성

¹⁸ 2003년 9월 태풍 ‘매미’로 인해 부산항 자성대, 신감만 크레인 이 파손되는 피해가 있었으나, 정부의 신속한 대응, 항운노조 및 터미널 운영사의 적극적 협조 등으로 빠른 시간 내 항만 서비스가 정상화될 수 있었다.

선행 연구 목록	내용	방법론
	은퇴시대의 도래, 동북아 원전사고 등)	
Chang(2000), "Disasters and Transport Systems: Loss, Recovery and Competition at the Port of Kobe after the 1995 Earthquake"	일본 고베 대지진 발생(1995년)에 따른 고베항만 폐쇄 사례	인접 항만과의 시계열 패턴 비교
Park et al.(2008), "The State-by-State Economic Impacts of the 2002 shutdown of the Los Angeles-Long Beach Ports"	미국 LA항, 롱비치항(2002년) 폐쇄의 경제적 손실 효과	NIEMO(National Interstate Economic Model)
Park(2008), "The economic impacts of dirty bomb attacks on the Los Angeles and Long Beach ports: Applying the supply-driven NIEMO"	미국 LA항, 롱비치항의 폭탄 공격으로 인한 경제적 손실 효과	Supply-side MRIO-type model
Rose and Wei(2013), "Estimating the Economic Consequences of a Port Shutdown: The Special Role of Resilience"	미국 텍사스 Beaumont and Port Arthur 폐쇄의 경제적 손실 효과	inoperability input-output model
IIASA(2012), "7 shocks and Finland"	핀란드의 7가지 X 이벤트 사례	시스템 다이내믹스 분석
WEF(2014), "Global Risk 2014"	글로벌 리스크(경제, 환경, 지정학, 사회, 기술)	설문조사, 워크숍, 인터뷰

제2절 선행연구 고찰

1. 국내 선행연구

1) 류문현·조승국(2010)

이 연구는 투입산출모형(input-output model)에 근거한 이벤트 행렬(event matrix)을 이용하여 우리나라 자연재난의 발생에 따른 경제적 피해를 추정한다. 투입산출모형은 외부의 충격이 경제시스템에 미치는 파급효과를 분석하는 데 매우 유용하게 사용되고 있다. 하지만 투입산출모형은 외부 충격을 받

는 분야 및 영향을 받는 분야의 파급효과에 주안점을 두기 때문에 경제의 주요 요인을 반영하지 못하는 단점이 있다. 이러한 단점을 해소하기 위해서는 투입산출 구조에 외생적으로 발생하는 재난의 충격을 반영할 수 있는 새로운 체계가 필요하다. 이벤트 행렬은 외생적 또는 내생적인 요소에 대한 자연재난의 피해를 전통적인 투입산출표 내에 반영한 표로서 자연 재난의 경제적 파급효과에 대한 정확한 추산이 가능하다.

〈표 3-3〉 우리나라 자연재해 피해액 추이

(단위: 억원)

연도	2004	2005	2006	2007	2008
태풍	3,876	1,539	130	1,747	9
호우	2,439	3,911	20,990	472	581
대설	7,648	6,110	57	81	36
호우,태풍	0	0	0	0	0
폭풍설	0	0	0	0	0
강풍	0	103	155	75	11
풍랑	0	0	63	360	0
합계	13,963	11,664	21,394	2,735	637

자료: 류문현·조승국(2010)

우리나라도 세계적인 기후변화에 따른 기상이변으로 인해 자연재난의 빈도와 피해 강도가 증가하고 있다. 예를 들어, 2002년 발생한 집중호우 및 태풍 루사로 우리나라 자연재난에서 사상 초유의 막대한 피해가 발생하였으며, 2003년 태풍 매미, 2004년 태풍 매기, 2005년 태풍 나비 등 자연재난에 따른 피해가 계속 발생하고 있다. 본 연구는 자연재난이 발생할 시 자연재난의 간접적 피해를 고려한 경제적 피해를 정량적으로 추정하는 방법론을 제시하고 있으며, 2005년 28개 부문의 산업연관표를 기준으로 2002년에 발생한 태풍 루사급 피해가 발생할 경우에 대한 경제적 피해 정도를 추정하였다.

〈표 3-4〉 태풍 루사 전과 후의 총산출 변화

(단위: 백만원, %)

산업부문	자연재난전	자연재난후	감소율(%)
1. 농림수산물	42,945,436	42,420,726	1.22
2. 광산품	3,230,943	3,230,582	0.01
3. 음식료품	72,147,537	70,898,610	1.73
4. 섬유 및 가죽제품	41,452,422	40,928,665	1.26
5. 목재 및 종이제품	19,503,926	19,265,541	1.22
6. 인쇄 및 복제	7,024,654	6,902,957	1.73
7. 석유 및 석탄제품	76,703,813	75,908,301	1.04
8. 화학제품	139,403,298	138,192,624	0.87
9. 비금속광물제품	23,768,511	23,683,718	0.36
10. 제1차 금속제품	117,164,165	116,802,547	0.31
11. 금속제품	43,596,611	43,384,715	0.49
12. 일반기계	69,616,537	68,891,664	1.04
13. 전기 및 전자기기	190,141,678	187,742,507	1.26
14. 정밀기기	11,460,686	11,337,463	1.08
15. 수송장비	132,329,747	130,586,199	1.32
16. 기타제조업제품	13,625,615	13,472,738	1.12
17. 전력, 가스 및 수도	46,389,328	46,017,669	0.80
18. 건설	150,573,572	148,089,399	1.65
19. 도소매	106,267,662	105,056,707	1.14
20. 음식점 및 숙박	56,724,420	56,073,452	1.15
21. 운수	78,736,340	77,891,457	1.07
22. 통신 및 방송	49,068,196	48,595,973	0.96
23. 금융 및 보험	88,153,857	87,357,980	0.90
24. 부동산 및 사업서비스	204,842,686	202,327,404	1.23
25. 공공행정 및 국방	68,872,829	67,683,883	1.73
26. 교육 및 보건	115,634,318	113,703,427	1.67
27. 사회 및 기타서비스	58,565,022	57,539,831	1.75
28. 기타제조업제품	40,864,115	40,403,368	1.13
합계	2,068,807,934	2,044,384,107	1.18

자료: 류문현·조승국(2010)

2) 이창근·김의준(2009)

본 연구는 물류산업의 파업이 한국경제에 미치는 영향을 분석한 것이다. 분석과정에서 공급측면에서의 투입산출모형과 생산승수(Ritz-Spaulding) 모형을 사용하였다. 연구 목적은 물류산업의 공급적 측면을 고려하여 동 산업부문의 파업이 초래하는 경제적 파급효과를 산업연관분석을 통해 분석하는 데 있다. 수요 유도형 모형을 적용하면 어떤 산업부문의 최종수요가 한 단위 변화할 때 타 산업부문의 산출이 어떻게 변화하는지 분석하기 때문에 연구 목적에 부합하지 않다고 판단하여 공급 유도형 모형을 적용하였다.

공급유도형 모형은 부가가치 중 자본이나 노동 같은 투입요소의 증대가 각 산업의 생산에 미치는 영향을 분석하거나 외생적인 특정산업이 투입요소로 작용해 타 산업의 생산에 직접적으로 미치는 영향을 구할 수 있으며, 특정산업의 생산 변화에 따른 모든 산업의 산출에 미치는 영향을 분석하는 것이 가능하다. 이 연구의 방법론을 응용하여 항만 shutdown 발생 시 항만연계 산업들의 산출량에 미치는 파급효과를 계측하는 것이 가능하며, 승수 계상 시에는 항만 폐쇄가 야기할 산업별 피해액을 예측하는 것도 가능하다.

〈표 3-5〉 모형별 각 산업별 산업파급효과 분석 결과

산업	생산승수 모형			공급유도형
	생산파급효과	고용파급효과		모형
		해당산업	전산업	공급지장효과
1. 농림수산물	1.841	0.048	1.119	2.945
2. 광산물	1.886	0.012	2.261	70.664
3. 음식료품	2.139	0.025	6.538	2.253
4. 섬유 및 가죽제품	1.987	0.016	1.903	1.975
5. 목재 및 종이제품	1.911	0.014	2.605	4.092
6. 인쇄 및 복제	2.189	0.018	2.006	3.302
7. 석유 및 석탄제품	2.207	0.009	46.958	3.140
8. 화학제품	1.742	0.008	2.954	3.592
9. 비금속광물제품	2.213	0.013	2.986	3.145
10. 제1차 금속제품	1.471	0.004	4.348	5.501
11. 금속제품	2.724	0.014	2.149	2.810
12. 일반기계	2.406	0.012	2.516	2.335
13. 전기 및 전자기기	1.887	0.009	2.728	2.223

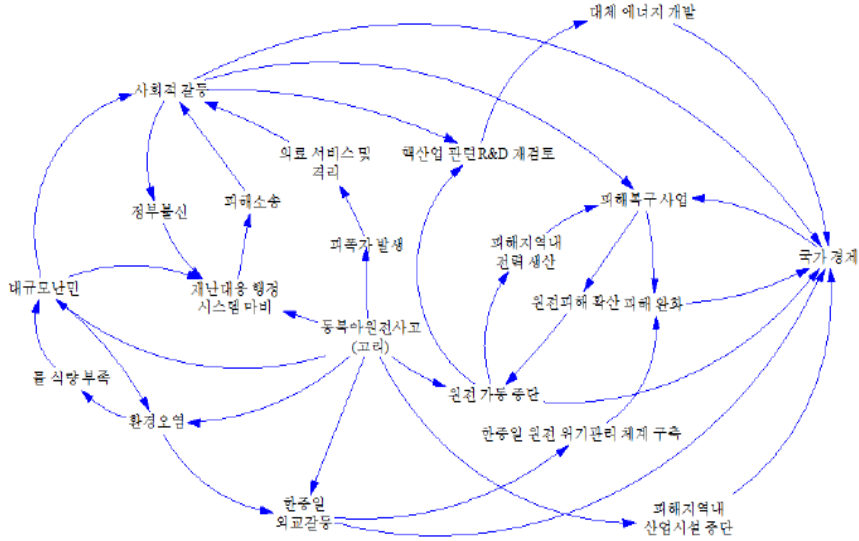
산업	생산증수 모형			공급유도형 모형
	생산파급효과	고용파급효과		
		해당산업	전산업	공급지장효과
14. 정밀기기	2.597	0.017	2.332	3.115
15. 수송장비	2.349	0.010	3.541	1.729
16. 기타제조업제품	2.763	0.020	2.440	2.057
17. 전력, 가스 및 수도	1.990	0.008	5.231	3.108
18. 건설	2.532	0.019	1.855	1.141
19. 도소매	1.797	0.031	1.223	2.226
20. 음식점 및 숙박	2.389	0.042	1.684	2.179
21. 운수	1.879	0.013	1.571	2.203
22. 통신 및 방송	1.733	0.010	3.064	2.334
23. 금융 및 보험	1.334	0.009	1.415	2.511
24. 부동산 및 사업서비스	1.557	0.012	1.540	2.226
25. 공공행정 및 국방	1.860	0.017	1.628	1.027
26. 교육 및 보건	1.793	0.021	1.342	1.147
27. 사회 및 기타서비스	2.148	0.026	1.459	1.563
28. 기타	3.348	0.033	0.000	3.208
29. 파업 관련 물류 산업	2.246	0.027	1.316	4.142

자료: 이창근·김의준(2009)을 참조하여 KMI 재작성

3) 박병원 외(2012)

본 연구는 과학기술이 기반이 되는 중장기 국가발전을 위한 다양한 이슈를 제기하고 이를 뒷받침하는 성장전략을 제시하고 있다. 연구 내용 중에서 X 이벤트 사례를 분석하고 이러한 사례가 발생한 배경과 사건발생의 시사점 등을 서술하였다. X 이벤트의 사례로 동북아 원전사고, 유가 급등, 인터넷 단절 사고 등을 선정하였으며, X 이벤트의 인과지도 등을 제시하였다. 동 연구는 X 이벤트 등 해운·항만 여건의 급격한 변화에 따른 항만의 기능변화 방향을 분석하고, 대내외 환경변화에 시의 적절하게 대응할 수 있는 정책 방향을 제시하는 데 도움을 준다. 또한 동 선행연구의 고찰을 통해서 X 이벤트로 인한 항만의 패러다임 변화 상황에서 항만투자 효과를 높이기 위한 항만투자 정책방향을 검토할 수 있다.

〈그림 3-1〉 X 이벤트의 인과지도 사례



자료: 박병원 외(2012)

2. 해외 선행연구

1) Chang(2000)

본 연구는 고베 지진의 발생으로 인한 고베항의 변화 양상을 보여주고 있다. 1995년 고베시 남서쪽을 진원지로 하는 지진이 일본 본토 남부의 관서지방에서 발발하였으며, 일본은 고베 지진으로 인해 5천여명 이상의 인명피해가 발생하고 특히 항만구조물이 막대한 손상(90% 이상)을 입어 물류 기능을 발휘하지 못하는 손상을 입었다. 특히 실질적으로 고베항이 항만물류기능을 회복하기까지는 약 2년 이상의 기간이 소요되었으며, 동 기간 중 고베항은 잠정 폐쇄되었다. 대지진이 발생하기 전까지는 컨테이너 물동량 처리 기준으로 6위를 유지하던 고베항은 지진 발생 이후 17위로 급락하였으며, 이는 장기간의 항만폐쇄가 고객 감소, 물동량의 급감을 가져올 수 있음을 보여준다.

〈표 3-6〉 고베항 컨테이너 환적물량 비율 변화

기점	종점	1994년 고베항 환적물량(톤)	1994년 고베항 환적비율(%)	환적비율 변화 (‘94~’95)	환적비율 변화 (‘94~’96)
중국	US/캐나다	1,611,000	28	-52	-62
한국	US/캐나다	969,000	17	-63	-71
US/캐나다	중국	840,000	14	-71	-22
US/캐나다	한국	590,000	10	-10	-10
고베항 총 환적물동량		5,811,000	100	-57	-34

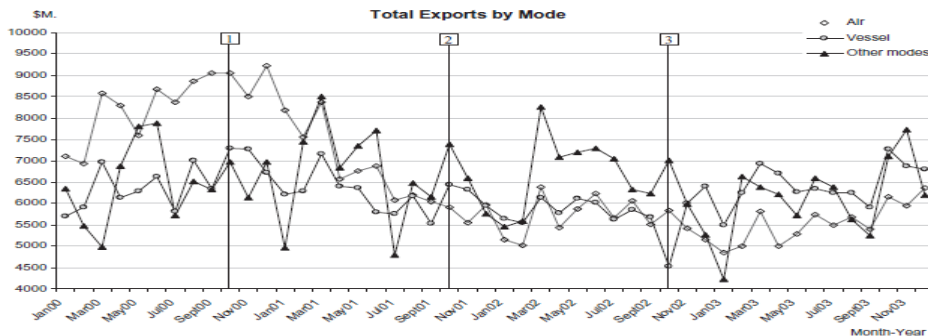
자료: Chang(2000)

2) Park et al.(2008)

본 연구는 2002년 LA항, Long Beach항 등 미국 서부 해안을 중심으로 발생하였던 10일간의 항만 파업이 미국 경제에 미친 영향을 분석하였다. 행동 경제학 이론을 접목시켜 항만 shutdown 기간 중 항만관계자들의 행위를 분석하고 이들의 행위가 미국 경제 전반에 미치는 영향을 검토하였다.

동 연구는 항만관계자들이 항만 폐쇄 기간 중 불확실한 상황 하에서 가장 합리적인 선택을 할 수 있다고 가정하였는데, 이는 금번 항만폐쇄가 테러나 예측이 불가능했던 요인에서 비롯된 것이 아니라 항운노조 파업이라는 어느 정도 예측이 가능했던 상황 하에서 발생하였기 때문이다. 경제적 효과 추정 시에는 NIEMO(National Interstate Economic Model) 모형을 사용하였다.

〈그림 3-2〉 파업 발생 당시 미국 서부 해안 항만들의 수출물량 추이



자료: Park et al.(2008)

3) Park(2008)

본 연구는 프로젝트 리스크 분석, 시나리오 기법 등의 방법론을 통해 LA 항, Long Beach항이 방사능(radiological dispersal device) 공격을 당하는 36가지 시나리오를 상정하고, 테러로 인해 해당 항만이 폐쇄될 경우에 발생하는 경제적 손실을 예측하였다. 추정 시에는 공급 측면에서의 MRIO(Multi-Region Input-Output) 모델을 사용하였다.

MRIO 모형은 복수의 투입변인과 산출변인 간의 관계를 분석하는 방법으로 어떤 투입변인이 산출변인에 얼마나 영향을 미치는가를 조명할 수 있다. 동 선행연구의 방법론을 응용할 시에는 항만폐쇄의 투입변인을 통해 산출변인인 다양한 경제 부문이 어떠한 영향을 받는지 계측할 수 있다. 또는 항만폐쇄를 포함한 복수의 내생적 변인을 설정하고, 항만폐쇄의 영향을 외생적 변인으로 두고 회귀방정식에 의하여 항만 shutdown의 영향을 계측할 수 있다.

4) Rose and Wei(2013)

본 연구는 공급측면과 수요측면에서의 투입-산출 모형을 고려하여 미국 텍사스 Beaumont and Port Arthur가 90일간 폐쇄할 경우의 경제적 손실 효과를 계측하였다. 동 항만은 석유화학산업 배후단지를 포함하고 있는 대형 항만으로 항만과 석유화학 공장이 매우 긴밀한 관계를 유지하고 있는데 shutdown 발생 시 지역총생산이 약 130억 달러까지 감소할 가능성이 높은 것으로 분석되었다. 그러나 항만 폐쇄 종료 후에 항만 운영을 재개하면 기존 총생산의 70%까지 총생산을 회복할 수 있을 것으로 전망하였다. 본 연구는 공급과 수요 측면에서 항만폐쇄의 영향을 고려하였기에 한 가지 측면에서 shutdown의 영향을 계측할 때에 비해 자세한 분석 결과를 도출할 수 있었다. 또한 동 선행연구는 항만폐쇄가 미치는 영향을 국가차원이 아닌 해당 항만이 위치한 지자체 차원에서 계측한 것도 다른 선행연구들과 차별화된 점이다.

5) IASA(2012)

우리나라와 유사한 소규모 개방경제 국가인 핀란드는 유달리 글로벌 충격에 취약한 면모를 보였다. 가령, 2008년 글로벌 금융위기, 2011년 일본 대지진 등 외부에서 발생한 글로벌 충격으로 핀란드 노키아 기업은 생산에 막대한 타격을 입었으며 핀란드 국내총생산이 약 8.2% 하락하였다.

이러한 경험을 통해 핀란드 정부는 2009년 국제응용시스템분석연구소에 의뢰하여 ‘인류사회의 X 이벤트(극단적 사건)’로 명명한 프로젝트를 출범시켰다(박병원 외, 2012). 이 프로젝트의 일부인 Finland & 7-shocks는 만약 7가지의 극단적 사건이 일어날 경우 핀란드가 어떤 방식으로 극복할지에 관한 연구로 불확실한 미래의 충격에 효과적으로 대응하기 위한 ‘회복력 구축방안(resilient portfolio)’을 제시하였다(윤정현, 2012).

〈표 3-7〉 Finland & 7-shocks가 선정한 7가지 쇼크

1. 유럽통화연맹(The European Monetary Union)의 붕괴
2. 경쟁기업의 노키아 인수 or 노키아 본사의 해외 이전
3. 차이나 쇼크 - 중국경제의 경착륙, 내분으로 인한 위기
4. 핀란드 대표 산업인 펄프·제지 산업의 해외 이전
5. 현재의 10% 수준으로 에너지 가격 폭락
6. 국가 인터넷망의 단절
7. 유럽의 심각한 홍수와 가뭄으로 인한 피해

자료: IASA(2012)

위 7가지 쇼크 중 불과 3년 만에 3가지가 유사한 위기형태로 현실화되었는데(유럽통화연맹 위기, 노키아 인수, 인터넷 단절) 이는 X 이벤트 연구의 적실성을 입증하는 것이다.

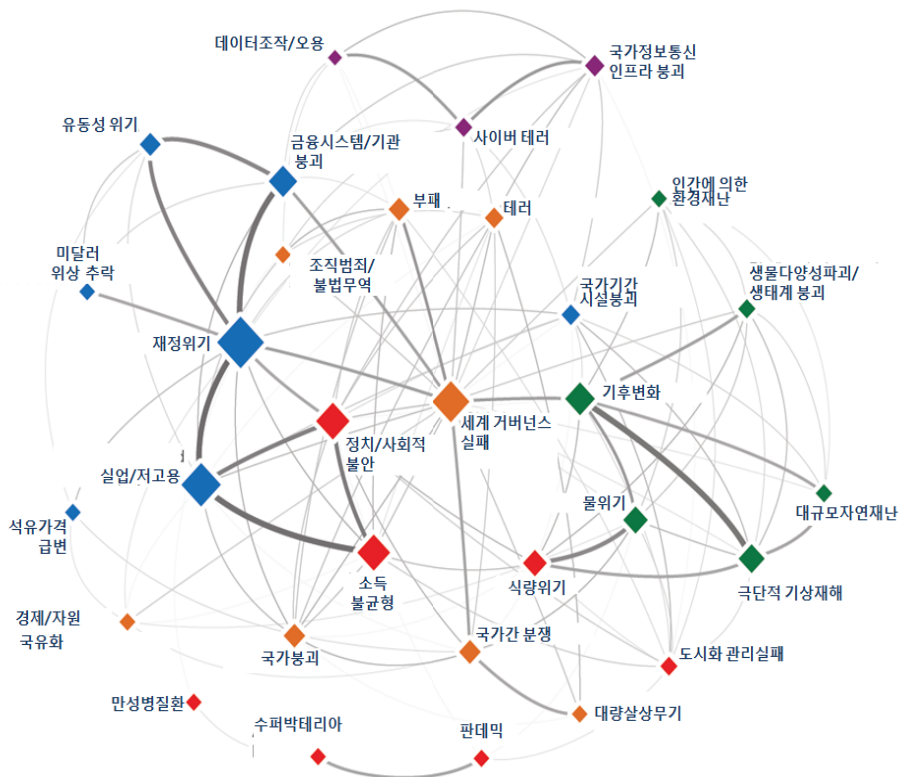
6) WEF(2014)

세계경제포럼(World Economic Forum)은 시대에 따라 전 세계가 직면한 위험양상의 변화를 파악하기 위해 매년 ‘Global Risk’ 보고서를 발표하고 있다. 2014년 1월 16일 발표된 ‘Global Risk 2014’는 앞으로 글로벌 경제에 미칠 위

험요인들을 경제, 환경, 지정학, 사회, 기술 5개 분야에서 총 31개를 선정하였다.

WEF는 발생가능성은 낮지만 주목해야 할 2014년의 위험군으로 ‘국가기간 시설 붕괴’, ‘정보통신 인프라 붕괴’ 등을 선정하였다. 국가기간시설은 기능이 서로 다르더라도 상호 간 연결도가 높기 때문에 어느 한 부문에서의 사고가 곧바로 다른 부문에서의 피해로 확산될 수 있다. 즉, 발달된 교통, 정보 인프라를 거쳐서 사고지점에서 공간적 제약을 받지 않는 광역적 재난으로 사고가 전파될 가능성이 높아지고 있다.

〈그림 3-3〉 Global Risk 2014 위험간의 상호작용 맵



자료: WEF(2014)

제3절 선행연구의 한계점

선행연구를 검토한 결과, 항만 shutdown의 파급효과를 분석한 국내 연구 사례는 현재까지 없는 것으로 나타났다. 다만 이창근·김의준(2009)이 분석한 물류산업 파업의 경우가 항만 shutdown 케이스와 가장 유사한 사례로 간주할 수 있다. 국외 연구의 경우, NIEMO, Supply-side MRIO model, inoperability input-output model 등 다양한 산업연관분석의 모형을 적용하여 항만 폐쇄에 따른 경제적 파급효과를 추정한 바 있다. 이들 국외 연구는 전국의 모든 항만이 폐쇄되는 극단적인 상황보다는 미국 LA항, 롱비치항, Beaumont and Port Arthur in Texas 등 특정 항만이 폐쇄되는 경우의 시나리오를 가정하였다. 이러한 점을 고려하여 본 연구에서는 일정 기간 동안(3개월) 진행될 특정 항만(울산항)의 폐쇄 시나리오를 가정하여 수요유도형 모형과 공급유도형 모형을 기반으로 지역산업연관분석을 수행한다. 특히 항만폐쇄의 파급효과를 생산 감소 및 부가가치 감소 등 산업 경제적 측면뿐만 아니라 취업의 감소, 가계 소득의 감소 등 가계의 사회적 측면까지 고려한다.

한편 항만 shutdown을 X 이벤트 현상으로 간주하여 파급효과맵과 인과지도 분석을 수행한 연구 사례는 아직까지 수행되지 않았다. 박병원 외(2012)는 한국의 X 이벤트 사례로 인터넷 단절, 75세 은퇴시대 도래, 동북아 원전사고, 에너지 가격 급변의 4가지 이슈를 선정한 바 있다. 박병원 외(2012)는 교통망 파괴(지하철, 고속철 등)를 한국적 맥락에서의 X 이벤트 후보 목록으로 꼽았으며 핵심 인프라 시설에 대한 안전 이슈가 부각되면서 항만 shutdown에 대한 X 이벤트 관점의 검토가 필요한 상황이다. 항만 shutdown에 대한 파급효과는 경제적 측면뿐만 아니라 사회적, 보건적 측면에서 나타날 수 있다. 예컨대 항만 shutdown으로 인해 식량 수입이 중단되면 식량 위기의 도래, 고용불안의 증가와 같은 사회 문제가 발생할 수 있다. 또한 의료, 제약 원료 및 수입 약품의 공급이 중단될 경우 병원과 양국의 업무가 마비되고 국민 건강 문제가 심화될 수 있다. 파급효과맵과 인과지도 분석은 항만 서비스 단절의 파급효과를 다양한 측면에서 검토할 수 있는 방법론이다. 항만 기능 및 정책에 대

한 파급효과 분석에 대한 수요가 높은 상황에서 항만 shutdown의 X 이벤트 분석은 항만의 파급효과를 가늠할 수 있는 새로운 방법론의 적용 사례로 의의가 있다고 판단된다.

제4장 항만 shutdown의 파급효과 분석방법론

제4장에서는 항만 shutdown의 파급효과 분석방법론인 X 이벤트와 산업연관분석을 살펴본다. X 이벤트라는 극단적인 사건의 개념과 분석 사례를 검토하고, 정량적 분석을 위한 산업연관분석 모형을 구축한다.

제1절 X 이벤트 분석

1. X 이벤트의 정의

정보기술의 발달로 인한 경제주체(국가, 기업, 개인 등)간의 상호의존 심화, 기후변화로 인한 환경·보건·농업 부분의 위기 증가, 급속한 기술발달로 인한 사회 복잡성의 증대 등은 미래사회에 대한 불확실성을 높이는 결과를 초래하고 있다. 이러한 가운데, X 이벤트는 자연재해와 사회의 복잡성 등이 결합하여 일반적으로 예상할 수 있는 범위를 뛰어넘어 발현되는 전형적인 위험사회의 사건이라 할 수 있다. 즉 과거 여러 번 발생하여 앞서 많은 양의 통계 자료가 누적된 사건의 경우, 수학적인 모델 등 다양한 방식의 통계기반을 통해 추정이 가능하지만 극단적 영역에 속해있는 X 이벤트의 경우는 경험적 데이터가 거의 없어 통계적 추정이 불가능하다. 또한 어떠한 맥락에서 어떠한 경로를 통해 발현될 것인지에 대해서도 알 수 없는 특성을 가진다(박병원, 2012).

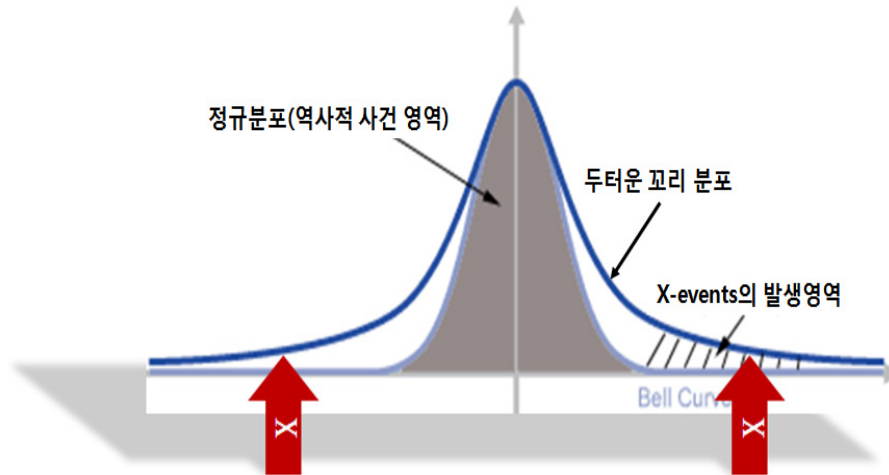
〈표 4-1〉 X 이벤트 정의

- 정상적인 영역에서 발생하는 모든 사건과 보완적인 관계에 있는 뜻밖의 사건이라고 할 수 있음
- 아웃라이어 사건
 - ※ outlier: 표본 중 다른 대상들과 확연히 구분되는 통계적 관측치
- 매우 드물고, 놀라우면서, 사회적 파급효과가 아주 큰 사건

자료: Casti(2012)

X 이벤트는 어떠한 사건을 촉발시키는 방아쇠(trigger)임과 동시에, 시간적 혹은 공간적으로 점차 확대되어 후속 사건들을 연속적으로 발생시키는 원동력이 된다(Casti, 2010). X 이벤트가 갖는 충격의 크기는 각 사회의 대응성(responsiveness)과 적응력(adaptableness)에 달려있기 때문에, 과연 어디까지가 X 이벤트인지 객관적으로 규정하기 어렵다. 하지만 X 이벤트로 인해 발생한 사건들의 연속성 또는 인과관계를 파악한다면 후속 사건들의 양태와 X 이벤트의 파급효과를 전반적으로 파악할 수 있다(박병원, 2012).

〈그림 4-1〉 일상적 환경의 분포와 X 이벤트의 발생 범위를 포괄하는 분포 비교



자료: IIASA(2012)

한편, X 이벤트가 성립하기 위한 세 가지 요건은 사건의 전개시간, 사건으로 인한 영향력이 지속되는 영향력의 시간, 그리고 돈이나 희생자 수로 표시되어 사건의 전체 규모를 측정하는 총 영향력 등이라 할 수 있다. 즉, X 이벤트는 단기, 중기, 또는 장기의 시간 동안에 어떤 개인이나 단체가 피해나 이익을 경험하며 그 피해나 이익을 추산할 수 있는 사건이어야 하며, 특히 해당 사건의 영향력을 화폐 등의 단위로 정량화할 수 있을 경우에만 X 이벤트라 할 수 있다.

〈표 4-2〉 X 이벤트 성립을 위한 3요소

- 전개시간: 사건이 시작해서 끝날 때까지의 시간
- 영향력의 시간: 어떤 개인이나 집단이 피해나 이익을 경험하는 시간
- 총 영향력: 돈이나 희생자 수로 표시되어 사건의 전체 규모를 측정하는 총 영향력

자료: Casti(2012)

2. 필수 복잡성 법칙의 개념

1) 필수 복잡성 법칙의 정의

필수 복잡성 법칙은 요컨대 ‘서로 영향을 미치는 둘 이상의 시스템 간에 유지할 수 없을 정도로 큰 복잡성 격차가 생겼을 때 그 간격을 좁히는 수단으로 사건(X사건)이 발생’ 한다는 것이다. 즉, 필수 복잡성 법칙은 X 이벤트가 발생하는 원인을 설명할 수 있는 로직이라고 할 수 있다.

2) 필수 복잡성 법칙의 7가지 원칙

필수 복잡성 법칙은 다음에서 볼 수 있듯이 일곱 가지 원칙이 있는데, X사건은 이 원칙 중 여러 개가 결합되어 촉발하게 된다. 특히 일곱 가지 원칙 중에서『필수 다양성의 법칙』은 다른 원칙들보다 X사건의 발생을 가장 효율적으로 해석할 수 있는 주된 원칙이다.

〈표 4-3〉 필수 복잡성 법칙의 7원칙

복잡성의 원칙	특징
창발성	- 전체는 부분의 합과 다르다.
붉은 여왕 가설	- 생존을 위해 진화한다.
세상에 공짜는 없다	- 효율성과 탄력성 사이의 트레이드오프.
골디락스 원칙	- ‘딱 알맞은’ 정도의 자유.
불완전성	- 논리만으로는 충분하지 않다.
나비 효과	- 작은 변화가 엄청난 결과를 야기할 수 있다.
필수 다양성의 법칙	- 복잡성만이 복잡성을 제어할 수 있다.

자료: Casti(2012)

3. X 이벤트 사례

필수 복잡성 법칙에 의거하여 복잡성의 부조화로 인해 돌발적으로 X 이벤트가 발생한 사례는 테러, 여객기 추락사고, 전염병 발생 등 국가적·글로벌적으로 이슈가 되는 사건(event) 이외에도 야구선수의 연속안타, 교통사고 등의 사회적 사건·사고 등 일상생활에서도 쉽게 찾아 볼 수 있다.

〈표 4-4〉 X 이벤트 사례

- 2011년 에어프랑스447 추락사고
 - 복잡성의 부조화 : 비행기 계기와 정보시스템은 매우 다양한 시각적, 청각적 신호를 제공함
 - 시스템의 복잡성(비행기와 주변 환경)이 통제자(조종사들)가 관리할 수 있는 복잡성에 비해 너무 커지면서 결국 비행기가 추락(X사건)
- 9·11테러
 - 복잡성의 부조화 : 해계모니를 보유하고 있는 미국과, 미국을 둘러싸고 있는 제3세계권의 글로벌 권력을 둘러싼 갈등 발생
 - 시스템의 복잡성(미국과 주변 환경)이 통제자(세계 평화 유지)가 관리할 수 있는 복잡성에 비해 너무 커지면서 결국 테러사건 발생(X사건)
- 이외 전염병 창궐, 가스 폭발사고, 야구선수의 연속안타 신기록 등 X사건은 다양한 종류의 사건들로 구성됨

자료: Casti(2012)

제2절 산업연관분석의 개요

1. 산업연관분석의 필요성

본 장에서는 항만 shutdown에 따른 경제적 파급효과를 산정하기 위해 산업연관분석(inter industry analysis 또는 input-output analysis)을 적용한다.¹⁹ 산업

¹⁹ 항만 shutdown의 경제적 파급효과 분석을 위해 산업연관분석을 적용한 연구는 Danielis and Gregori(2013), Jung *et al.*(2009), Park(2008), Park *et al.*(2008), Rose and Wei(2013) 등이 있다.

연관분석은 최종 수요 및 공급이 변할 때 산업 전반에 미치는 직·간접적인 파급효과를 측정할 수 있는 방법론으로 항만 shutdown에 따른 경제적 파급효과를 정량적으로 측정하기에 적절하다고 판단된다.²⁰

한 국가의 국민 경제에서는 재화와 서비스가 생산되고 그 생산과정에서 각 산업은 원재료의 거래관계를 토대로 직·간접적으로 연관을 맺는다. 산업 연관분석은 특정 산업에서 생산된 상품이 타 산업의 상품생산을 위한 원재료로 투입됨으로써 각 산업의 직·간접적인 연관관계를 정량적으로 파악하는 분석기법으로 볼 수 있다.²¹ 산업별 생산활동이 최종수요의 구성과 각 산업부문의 기술, 산업부문간의 상호연관관계에 좌우되는 것에 주목하여 특정 산업부문의 수요가 국민경제에 끼치는 다양한 파급효과를 산업부문별로 분석 및 예측한다. 산업연관분석은 최종수요에 의한 생산, 고용, 소득 등 국민경제에 미치는 각종 파급효과를 분석할 수 있어서 경제계획 수립 및 예측 등에 유용한 분석도구로 활용될 수 있다.²²

2. 산업연관표의 구조²³

산업연관표는 일정 기간(1년) 중 생산된 모든 재화와 용역의 산업부문간 거래, 최종수요부문과 산업부문간의 거래, 투입요소와 산업간 거래를 일정한 기록 원칙에 따라 행렬 형태로 정리한 표라고 할 수 있다.²⁴

²⁰ 하지만 산업연관분석의 한계점으로 선형 관계, 자원 제약 조건의 미비, 가격의 비변동성을 꼽고 있으며(Okuyama, 2007), 이러한 한계점을 보완하기 위한 방법으로 연산일반균형(CGE) 모형을 적용하기도 한다.

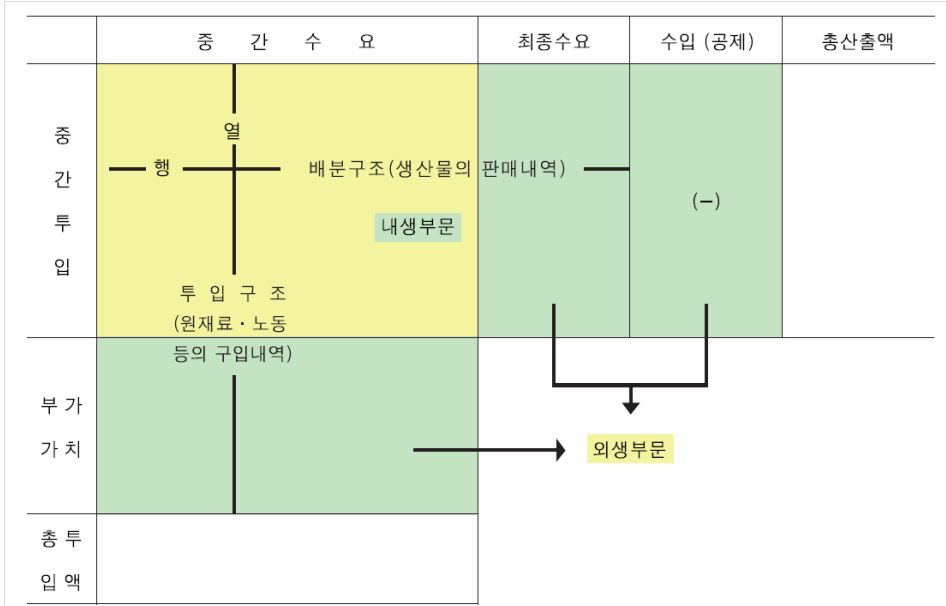
²¹ Leontief(1936) 참조

²² 한국은행(2007) 참조

²³ 한국은행(2007) 참조

²⁴ 강광하(2000) 참조

〈그림 4-2〉 산업연관표의 구조(1)



자료: 한국은행(2007)

산업연관표의 세로방향(열)은 각 산업부문의 비용 구성, 즉 투입구조를 나타내며, 중간투입과 부가가치(노동, 자본 등) 투입으로 이루어진다.²⁵ 또한, 가로방향(행)은 각 산업부문의 배분 구조를 나타내며, 중간재 등의 중간수요와 소비, 투자, 수출 등의 최종수요로 구성된다.²⁶ 각 산업부문의 총산출액과 이에 상응하는 총투입액은 크기가 같다.

<그림 4-4>에서 산업부문 상호간의 거래인 중간수요와 중간투입을 내생부문이라고 하고, 최종수요와 부가가치를 외생부문이라고 한다. 내생부문은 외생부문의 수치가 모형 밖에서 주어지면 수동적으로 모형 내에서 그 값이 결정되며, 외생부문은 내생부문과 상관없이 모형 밖에서 값이 결정되는 부분이다.²⁷ 외생부문 값의 변동이 국민 경제에 어떠한 파급효과를 미치는지 살펴보

²⁵ 총투입액 = 중간투입 + 부가가치

²⁶ 총수요액 = 중간수요 + 최종수요

²⁷ 한국은행(2007) 참조

는 것이 산업연관표 작성의 중요한 목적이다.²⁸

〈표 4-5〉 산업연관표의 구성 항목

부문	분류	구성 항목
내생부문	중간수요	- 산업별 중간수요
	중간투입	- 산업별 중간투입
외생부문	최종수요	- 소비: 민간소비지출, 정부소비지출 - 투자: 민간고정자본형성, 정부고정자본형성, 재고증가 - 수출
	부가가치	- 피용자 보수, 영업잉여, 고정자본소모, 순생산세

산업연관표에서 생산유발계수를 유도하기 위해 산업연관표의 구성 요소를 <그림 4-5>와 같이 기호 형태로 나타낸다.

〈그림 4-3〉 산업연관표의 구조(2)

		중 간 수 요						최종 수요	수입 (공제)	총 산출액
		1	2	...	j	...	n			
중 간 투 입	1	x_{11}	x_{12}	...	x_{1j}	...	x_{1n}	Y_1	M_1	X_1
	2	x_{21}	x_{22}	...	x_{2j}	...	x_{2n}	Y_2	M_2	X_2
	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$				$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
	i	x_{i1}	x_{i2}		x_{ij}		x_{in}	Y_i	M_i	X_i
	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$				$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
	n	x_{n1}	x_{n2}	...	x_{nj}	...	x_{nn}	Y_n	M_n	X_n
부가가치		V_1	V_2	...	V_j	...	V_n			
총투입액		X_1	X_2	...	X_j	...	X_n			

산업연관표를 행을 기준으로 살펴보면, i 산업의 총산출액(X_i)은 중간수요(x_{ij})와 최종수요(Y_i)를 합산한 후 총수입(M_i)을 뺀 값과 같다.

²⁸ Miller and Blair(2010) 참조

$$X_i = \sum_{j=1}^n x_{ij} + Y_i - M_i = \sum_{j=1}^n a_{ij} X_j + Y_i - M_i \quad (\text{IV-1})$$

투입계수 a_{ij} 는 j 부분에 사용되는 i 재의 중간투입액(x_{ij})을 총투입액(X_j)으로 나눈 값으로 각 산업별 생산관계를 나타내며, 투입계수는 재화 혹은 용역에 대한 최종수요가 늘어날 때 산업부문으로 파급되는 생산유발효과 크기를 계측하기 위한 용도로 활용된다.

산업연관표를 열을 기준으로 살펴보면, j 산업의 중간투입(x_{ij}), 부가가치(V_j), 총투입(X_j)이 기록되며, j 산업의 투입구조의 관계는 식 (IV-2)와 같이 제시할 수 있다.

$$X_j = \sum_{i=1}^n x_{ij} + V_j = \sum_{i=1}^n r_{ij} X_i + V_j \quad (\text{IV-2})$$

식 (IV-2)에서 r_{ij} 는 중간투입을 총산출로 나눈 값($r_{ij} = x_{ij}/X_i$)으로 산출계수라고 하며, j 부분의 총투입은 j 부분이 모든 부문에서 구매한 금액과 부가가치의 합계와 서로 일치한다.

3. 산업연관분석 모형

1) 수요유도형 모형

(1) 생산유발계수

투입계수는 각 산업 부문이 생산에 활용하기 위한 용도로 다른 부문에서 구입한 중간투입액을 총투입액으로 나눈 값으로 산업간의 연관관계 또는 상호의존관계를 제시하기 때문에 해당 산업의 기술구조 또는 생산함수라고 한다. 투입계수를 통해 최종수요에 의한 직·간접적 생산변동을 생산유발효과라고 하며, 이를 계측하는 것이 산업연관분석의 주요 목적이다.

$$\text{투입계수: } a_{ij} = \frac{x_{ij}}{X_j}, \quad x_{ij} = a_{ij}X_j \quad (\text{IV-3})$$

생산유발계수는 최종수요가 한 단위 증가할 때 이를 달성시키기 위해 각 산업에서 직·간접적으로 유발되는 생산액 수준을 의미하며, 다음과 같이 유도될 수 있다. 먼저, 식 (IV-1)을 산업별로 전개하면 식 (IV-4)와 같이 수급방정식을 도출할 수 있다.

$$\begin{bmatrix} a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + \cdots + a_{1n}X_n + Y_1 - M_1 \\ \vdots \\ a_{i1}X_1 + a_{i2}X_2 + \cdots + a_{in}X_n + Y_i - M_i \\ \vdots \\ a_{n1}X_1 + a_{n2}X_2 + \cdots + a_{nn}X_n + Y_n - M_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_1 \\ \vdots \\ X_i \\ \vdots \\ X_n \end{bmatrix} \quad (\text{IV-4})$$

식 (IV-4)의 수급방정식을 행렬로 표현하면 식 (IV-5) 및 식 (IV-6)과 같이 나타낼 수 있다.

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ & \vdots & & \\ a_{i1} & a_{i2} & \cdots & a_{in} \\ & \vdots & & \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_1 \\ \vdots \\ X_i \\ \vdots \\ X_n \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Y_1 \\ \vdots \\ Y_i \\ \vdots \\ Y_n \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} M_1 \\ \vdots \\ M_i \\ \vdots \\ M_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_1 \\ \vdots \\ X_i \\ \vdots \\ X_n \end{bmatrix} \quad (\text{IV-5})$$

$$AX + Y - M = X \quad (\text{IV-6})$$

여기에서 A 는 투입계수행렬, X 는 총산출액 벡터, Y 는 최종수요 벡터, M 은 총수입액 벡터를 나타낸다. 식 (IV-6)을 X 에 대해서 전개하면 식 (IV-7)이 도출된다.

$$X = (I - A)^{-1}(Y - M) \quad (\text{IV-7})$$

식 (IV-7)에서 $(I-A)^{-1}$ 는 레온티에프 역행렬(Leontief inverse matrix)이며, $(I-A)^{-1}$ 의 원소 α_{ij} 는 j 부문 최종수요 한 단위 증가로 직·간접적으로 유발되는 i 부문 산출의 변화량을 의미한다.²⁹

본 연구에서는 최종수요 발생에 따른 국내 생산파급효과만 정확하게 측정하기 위해서 국산거래표를 이용한다. 즉 $(I-A_d)^{-1}$ 형의 생산유발계수표를 이용하여 국산품에 대한 최종수요가 외생변수로 주어질 때 이를 달성시키기 위해 요구되는 총산출액을 구하는 것이다.³⁰

$$X = (I - A_d)^{-1} Y_d \quad (\text{IV-8})$$

(2) 부가가치유발계수

산업연관표에서는 최종수요의 변동이 국내생산의 변동을 유발하고, 생산활동에 의해서 부가가치가 창출되므로 결과적으로 최종수요의 변동이 부가가치의 원천이라고 간주한다.³¹ 부가가치유발계수는 다음과 같이 유도될 수 있다.

부가가치계수는 부가가치(V_i)를 총산출액(X_i)으로 나눈 계수로 한 단위 생산에 직접적으로 유발되는 부가가치를 나타내며, 부가가치행렬($\hat{A}_v$)은 부가가치계수 벡터를 대각행렬로 전환한 것이다.

$$V = \hat{A}_v X \quad (\text{IV-9})$$

식 (IV-9)에서 V 는 부가가치 벡터, $\hat{A}_v$ 는 부가가치계수의 대각행렬을 의미

²⁹ $(I-A)^{-1} = I + A + A^2 + A^3 + A^4 + \dots$ 이며, I 는 각 산업부문의 직접생산효과, A 는 1차 생산파급효과, A^2 는 2차 생산파급효과, A^3 는 3차 생산파급효과 등을 의미한다.

³⁰ 국산품과 수입품의 투입비율이 각 수요부문마다 일정하지 않으므로 최종수요 발생에 따른 국내 생산파급효과만을 정확하게 계측하기 위해서는 국산과 수입을 구분하여 작성한 $(I-A_d)^{-1}$ 형의 생산유발계수표가 적합하다(한국은행, 2007).

³¹ 한국은행(2007) 참조

하며, 식 (IV-9)에 생산유발관계식 식 (IV-8)을 대입하면 식 (IV-10)이 도출된다.

$$V = \hat{A}_v(I - A_d)^{-1} Y_d \quad (\text{IV-10})$$

식 (IV-10)에서 $\hat{A}_v(I - A_d)^{-1}$ 을 부가가치유발계수 행렬이라고 하며, 부가가치유발계수는 어떤 산업의 국내생산물에 대한 최종수요가 한 단위 발생할 경우 경제 전체에서 직·간접적으로 유발되는 부가가치 단위를 나타낸다.³²

2) 공급유도형 모형

수요유도형 모형은 생산의 산출 과정을 분석하는 데 중점을 두기 때문에 공급 단계에서 발생하는 충격을 계산하기에 적절하지 않다. 이에 반해, 공급유도형 모형(supply-driven model)은 특정 산업의 공급 지장에 따른 직간접적 효과를 나타낼 수 있다(Oosterhaven, 1988).

식 (IV-2)를 행렬의 형태로 표시하면 식 (IV-11)과 같다.

$$X = XR + V \quad (\text{IV-11})$$

여기에서 X 는 총산출액 벡터, R 은 산출계수행렬, V 는 부가가치 벡터를 나타낸다. 식 (IV-11)을 X 에 대해서 전개하여 풀면 식 (IV-12)가 도출된다.

$$X = V(I - R)^{-1} \quad (\text{IV-12})$$

여기서 $(I - R)^{-1}$ 는 산출역행렬(output inverse matrix)³³이며, 특정 산업의 공급지장이 직간접적으로 미치는 공급지장효과를 계측할 수 있다.

³² 한국은행(2007) 참조

³³ 산출역행렬의 행의 합계는 투입요소의 단위 변화에 대해 경제 전체의 총산출 변화를 나타내는 공급승수가 된다(Ghosh, 1958).

3) 운영불능 모형

Haines and Jiang(2001)이 제안한 운영불능 투입산출 모형(inoperability input-output model, IIM)은 생산 손실 개념을 반영하여 재난, 테러 등으로 인한 국가 경제적 손실을 추정 가능하다. 여기에서 운영불능 리스크는 기존 시스템이 예상했던 생산액을 달성하지 못하는 리스크를 말하며, 0과 1사이의 연속적인 값으로 정의하였다. 0은 예상생산액을 달성한 경우이며, 1은 완전한 운영불능 상태를 일컫는다.

$$\text{운영불능 리스크} = \frac{\text{예상 생산액} - \text{감소된 생산액}}{\text{예상 생산액}} \quad (\text{IV-13})$$

i 산업의 예상 생산액, 감소된 생산액을 X_i , $\tilde{X}_i$ 라고 하면, 운영불능 리스크(Q_i)는 식 (IV-14)로 표현될 수 있다.

$$Q_i = \frac{X_i - \tilde{X}_i}{X_i} \quad (\text{IV-14})$$

한편, 운영불능 모형은 식 (IV-15)의 수요유도형 모형으로부터 전개 가능하다.

$$X = AX + C \quad (\text{IV-15})$$

여기에서 A 는 투입계수행렬, X 는 총산출액 벡터, C 는 최종수요 벡터를 의미한다. 운영불능 모형 및 모형의 구성요소는 식 (IV-16)에서 식 (IV-19)까지 나타난다.

$$Q = A^*Q + C^* \quad (\text{IV-16})$$

$$Q = (\hat{X})^{-1}(X - \tilde{X}) \quad (\text{IV-17})$$

$$A^* = (\hat{X})^{-1}A(\hat{X}) \quad (\text{IV-18})$$

$$C^* = (\hat{X})^{-1}(C - \tilde{C}) \quad (\text{IV-19})$$

A^* 는 산업간 연결성을 나타내는 상호의존성 행렬(interdependency matrix)이며³⁴, C^* 는 정규화된 최종 수요의 손실(normalized degraded final demand)을 뜻한다. 최종 수요의 손실이 주어지면 식 (V-20)으로부터 운영불능 리스크가 계산된다.

$$Q = (I - A^*)^{-1}C^* \quad (\text{IV-20})$$

4) 지역산업연관분석

항만 shutdown은 전국 단위에서 동시에 발생하기보다는 특정 항만을 중심으로 발생할 공산이 크다. 전쟁 발생 및 전국 항만의 연대 파업 등과 같은 극단적인 상황보다는 지역 단위의 자연 재해, 국지적 파업, 항만내 사고 등이 초래한 특정 항만의 shutdown이 더욱 가능성이 높은 것이다. 특정 항만의 shutdown에 따른 경제적 효과를 지역별로 파악하기 위해서는 지역산업연관분석의 적용이 요구된다. 국가 단위의 산업연관분석은 전국의 어느 지역에서도 같은 경제 효과가 나타나는 등 지역적 특성을 전혀 반영하지 못한다.

본 연구에서는 지역산업연관표 중에서 여러 지역을 포괄하는 지역간 산업연관표를 채택하여 분석에 활용하였다.³⁵ 지역간 산업연관표의 중간 투입물은 지역내 생산품, 타지역 생산품, 수입품으로 나누어진다. 따라서 지역간 산업연관표의 투입계수는 지역내 투입계수, 지역간 투입계수 및 수입투입계수로 구분 가능하다.³⁶

³⁴ A^* 는 Dietzenbacher(1997)이 제안한 Ghosh 가격 모형의 계수 행렬과 유사하다.

³⁵ 지역산업연관표는 지역내 산업연관표와 지역간 산업연관표로 나누어진다.

〈그림 4-4〉 지역간 산업연관표 및 투입계수표

		중간수요		최종수요		지역내 산출액
		지역1	지역2	지역1	지역2	
국산 투입	지역1	x_{11}^d	x_{12}^d	Y_{11}^d	Y_{12}^d	X_1
	지역2	x_{21}^d	x_{22}^d	Y_{21}^d	Y_{22}^d	X_2
수입투입		M_1	M_2	Y_1^m	Y_2^m	
부가가치		V_1	V_2			
지역내 산출액		X_1	X_2			

→

		중간수요	
		지역1	지역2
국산 투입	지역1	a_{11}^d	a_{12}^d
	지역2	a_{21}^d	a_{22}^d
수입투입		a_1^m	a_2^m
부가가치		a_1^v	a_2^v
지역내 산출액		1	1

<그림 4-6>은 전 지역을 지역 1과 지역 2의 두 지역으로 구성한 지역간 산업연관표의 구조를 나타낸다. 각 지역의 각 산업부문에서 생산된 생산물은 중간수요(x)와 최종수요(Y)로 배분된다.

$$x_{11}^d + x_{12}^d + Y_{11}^d + Y_{12}^d = X_1 \quad (\text{IV-21})$$

$$x_{21}^d + x_{22}^d + Y_{21}^d + Y_{22}^d = X_2$$

중간투입액을 총산출액으로 나눈 투입계수($a_{ij}^d = x_{ij}^d/X_j$)를 대입하여 변환을 하면 식 (IV-22)와 같다.

$$\begin{bmatrix} a_{11}^d & a_{12}^d \\ a_{21}^d & a_{22}^d \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Y_1^d \\ Y_2^d \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \end{bmatrix} \quad (\text{IV-22})$$

$$(Y_1^d = Y_{11}^d + Y_{12}^d, \quad Y_2^d = Y_{21}^d + Y_{22}^d)$$

여기에서 최종수요와 생산과의 관계를 전개하면, 생산유발계수를 유도할 수 있다.

$$X = (I - A^d)^{-1} Y^d \quad (\text{IV-23})$$

$$\begin{aligned} (I - A^d)^{-1} &= \left\{ \begin{bmatrix} I & 0 \\ 0 & I \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} A_{11}^d & A_{12}^d \\ A_{21}^d & A_{22}^d \end{bmatrix} \right\}^{-1} \\ &= \begin{bmatrix} I - A_{11}^d & -A_{12}^d \\ -A_{21}^d & I - A_{22}^d \end{bmatrix}^{-1} = \begin{bmatrix} B_{11} & B_{12} \\ B_{21} & B_{22} \end{bmatrix} \end{aligned} \quad (\text{IV-24})$$

또한 부가가치유발계수는 식 (IV-25)과 같이 정리될 수 있다.

$$\widehat{A}^v (I - A^d)^{-1} = \begin{bmatrix} \widehat{A}_1^v & 0 \\ 0 & \widehat{A}_2^v \end{bmatrix} \begin{bmatrix} B_{11} & B_{12} \\ B_{21} & B_{22} \end{bmatrix} \quad (\text{IV-25})$$

제5장 항만 shutdown의 파급효과 사례분석

제1절 항만 shutdown에 대한 X 이벤트 분석

1. 항만 shutdown의 유발 동인 및 촉발경로

최근 국내 항만을 둘러싼 구조적 취약성이 조금씩 나타나고 있다. 예를 들어, 동일본의 대지진, 미국서안의 항만노조 파업, 2001년 9.11테러 이후의 항만시설에 대한 보안사건 등에 의한 항만 폐쇄 등이 그것이다. 더군다나 최근 부쩍 늘어난 대규모 지진 발생 가능성에 비해 일부 항만시설의 노후화로 인해 균열 및 붕괴 위험이 커지고 있으며, 이로 인해 취약한 항만간 기능 대체 및 분산화 요구가 증가하고 있다. 아울러 사회적 이슈로 확대되지는 않았지만 2001년 9.11테러 이후 전 세계적으로 불고 있는 항만시설 및 국제항해 선박에 대한 보안 위협 등이 항만을 shutdown시킬 수 있는 극단적 시나리오로 환경을 조성하고 있다.

한편, 항만을 shutdown시킬 수 있는 촉발 경로(triggers)의 예를 살펴보면, i) 외부변수에 의한 테러 및 항만 폐쇄, ii) 항만근로자의 동시다발적 파업, iii) 치사율 및 전염율이 높은 신종 전염병의 확대, iv) 지진 등 돌발적인 자연재해의 발생, 그리고 v) 기타 복합적인 요인 등을 생각해 볼 수 있다.

첫째, 외부변수에 의한 테러 및 항만폐쇄의 경우이다. 남북이 대치되어 있는 우리나라의 현실 속에서, 우리나라를 둘러싸고 있는 강대국 간(미·중, 중·일 간) 어떠한 이유에서든 긴장이 고조되고, 그 상황이 악화되어 국지적인 충돌이 발생할 경우, 우리나라의 수출입물류를 대표하는 항만시설이 강제 폐쇄됨으로써 전국적인 공급 불안 및 물류대란을 야기할 수 있다. 또한, 외부 세력의 사이버테러로 전국 항만 간의 중계통신망(ex. EDI: 항만물류전자문서 교환시스템)이 다운될 경우 전국적으로 항만의 화물처리가 마비될 수 있는 상황으로까지 전개될 수 있다.

둘째, 항만근로자의 동시다발적 파업의 경우이다. 전국적으로 2만 여명에 달하는 항운 노조원, 하역사 항만근로자, 항만보안인력 등이 회사의 임금, 사회보장, 고용문화에 대해 불만을 품고 연대한다면 과거 미국 서부 항만의 마비 사태와 같은 대규모 항만 shutdown 상황이 발생할 수 있다.

셋째, 치사율, 전염율이 높은 신종 전염병의 확대에 의한 항만 shutdown이다. SARS나 신종플루와 같은 비접촉성 감염병 환자가 특정 부두에서 발생할 경우, 해당 부두뿐만 아니라 항만 전체, 나아가 그 항만을 경유했던 선박의 최종 접안 시설의 기능까지 중단하고 해당 시설의 관련자들을 모두 조사 및 격리해야 하는 상황이 도래할 수 있다.

넷째, 지진, 해일 등 돌발적인 자연재해 발생의 경우이다. 일본의 고베, 후쿠시마 사태처럼 예기치 못한 강력한 자연재해가 발생할 경우, 보다 취약한 내진등급으로 건설된 항만 시설이 파괴될 가능성이 높으며 즉각적인 복구가 불가능하기 때문에 다른 항만의 과중을 야기하거나 연쇄적인 항만 shutdown을 발생시킬 수 있다.

다섯째, 기타 복합적인 동인에 의한 항만 shutdown이다. 전술한 촉발동인들이 2개 이상 동시에 발생하거나 연쇄적으로 일어날 경우, 우발 상황에 대한 대응이 어려워지며 파급력 또한 증폭될 수 있다.

〈표 5-1〉 항만의 전염병 창궐 + 항운 종사자들의 연쇄적 파업의 복합시나리오

20XX년 O월O일, 며칠째 결근 중이던 부산 신항 북컨테이너 터미널 근로자 김모씨가 인근 대학병원에서 사망했다. 어지러움과 고열을 호소한지 닷새만이었다. 병원측은 아직 확실하지 않으나 동남아에서 발원된 신종 바이러스 감염병일 확률이 높다고 발표하였다.

병원 측은 잠복기가 3주이고, 비접촉성 감염력을 지닌 바이러스의 특징을 감안할 때 김씨가 근무하였던 북컨테이너 터미널의 근로자 모두에 대해 정밀검사가 필요하다는 점을 발표하였다. 문제는 김씨의 동료 2명이 지난 주 서컨테이너 터미널로 새로 발령 받았으며 담당 과장 두 명은 이미 인천과 울산항으로 두 차례나 출장을 다녀온 사실이 뒤늦게 확인되었다.

부산항만공사는 다행히 추가적인 확진판정을 받은 근로자들이 나타나지 않았으며 항만 방역이 철저히 이루어졌다고 발표하였다. 또한 모든 선적·하역이 평소와 같이 이루어질 것임을 공식화했다. 그러나 이미 부산항 모든 컨테이너 터미널의 근로자들은

자신들이 바이러스 잠복기에 놓여있을지 모른다는 불안감에 떨고 있었으며 인천과 울산항에서도 항만공사 발표에 대한 불신의 분위기가 만연해 있었다.

일주일 후, 부산·경남 항운노조는 "철저한 방역과 검사를 통해 안정성이 재차 확인 될 때까지 노조원의 생명을 위협하는 오염 항만에서의 근무를 중단할 예정이며, 이를 허용치 않고 강제투입 요구 시, 전국 항운 노조원들의 연대 파업으로 맞대응할 것"이라고 경고했다.

항만공사 및 항운회사 측은 부분적인 순환 검사와 방역작업은 하겠지만 전면적인 재검사와 그 기간 동안의 운영 중단은 있을 수 없다고 대답하였다. 또한 노조가 자의적으로 파업을 강행할 경우, 법적으로 대응할 것임을 밝혔다. 3일 뒤, 전국 항만노조는 '근로자의 생명을 위협하는 사측에 무기한 저항할 것'을 천명하며 무기한 파업에 돌입, 전국적인 항만 shutdown이 발생한다.

2. 항만 shutdown의 산업부문별 파급효과 분석

항만을 shutdown 시킬 수 있는 동인(enables) 및 촉발경로(triggers)에 의한 항만 shutdown이 발생할 경우, 항만의 shutdown이 여러 산업에 미칠 수 있는 영향을 정성적으로 분석하기 위해 전문가 자문회의를 진행하였다. 참석한 전문가는 항만운영 및 보안 관련 공무원, 항만물류관련 업·단체 임원, 연구원 등 10여명이 참석하였으며, 전문가 자문회의를 통해 항만 shutdown이 발생할 경우의 산업부문별 파급력 및 casual and effect간의 인과관계 등을 브레인스토밍을 통해 작성하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

1) 제조업·석유화학 부문

항만 shutdown이 발생할 경우 가장 먼저 예상되는 피해는 수입 및 수출이 중단되어 나타나는 경제 대혼란이다. 제조업 기반의 수출 중심 경제 구조(경제의 수출입의존도는 2013년 기준 103%)를 가진 우리나라는 원자재 수입에 굉장히 민감한데, 1차적으로 원자재 수입의 중단은 국내 석유화학제품, 반도체, 자동차, 철강, 섬유 등 주력 산업제품 생산에 차질을 가져오며, 수출 역시 중단됨에 따라 내수 경제의 타격은 물론 무역수지에도 악영향을 유발할 것으로 충분히 예상할 수 있다. 더군다나 제1의 수출 품목인 석유화학제품의 원활한 생산, 공급, 수출이 어려워지며 생산, 민간소비 부문 모두 에너지 부족 현

상을 겪게 될 것으로 판단된다.

2) 식품 생산/가공 부문

식량(곡물)자급률이 23%에 불과하고(2012년 기준), 식량비축분 대비 해외 의존도가 세계 3위인 국내 식량수급 구조상, 항만기능이 멈출 경우 엄청난 식량대란으로 이어질 것으로 예상할 수 있다. 특히, 쌀 이외의 식량 품목에 있어서 의무 비축량이 법제화되어 있지 않은 국내 환경의 특성 상, 항만이 마비 되면 1개월 이내에 밀과 콩을 주원료로 하는 기본 먹거리의 생산과 유통에 문제가 발생할 수 있으며, 이들 품목을 가공하여 제품을 생산하는 제과, 제빵 업체들 역시 큰 타격을 받게 되는 등 식음료 도·소매 부문 전반에 위기가 도래할 것으로 전망된다. 다시 말해 항만기능의 shutdown은 국민의 먹거리에 위협을 가할 수 있다는 것이다.

3) 물류·유통 부문

항만이 shutdown됨에 따라 항만에서 국내로 유입되는 화물의 운송 및 항만을 통해 외국으로 수출되는 화물의 해상운송이 전면 마비됨에 따라 초기에는 수입제품을 국내로 조달하기 위한 내륙의 기차, 트럭 등이 항만에 집중됨에 따라 항만도시의 교통난의 일일킬 것이다. 이어서 shutdown된 항만에 기항 예정인 선박이 초기에 대체 항만으로 이동함으로써 대체 항만에 대한 체선·제화 현상이 급격하게 발생할 것이다. 특히 초기에 생필품을 중심으로 내륙의 운송비용이 급등하여 산업품목 전반에까지 물류비용을 상승시킬 것으로 예상된다. 이러한 현상이 장기화될 경우에는 항공화물을 제외한 물류 운송 전 분야에서 운송 발주량 감소로 물류·유통 업체 전반에 위기가 도래할 것이다.

4) 고용·노동 부문

항만 shutdown으로 인한 원자재 수급의 중단은 곧바로 제조업·가공업체들의 위기로 발전할 것이며, 이는 관련 생산업체들의 경제위기 상황을 타개하

기 위한 구조조정으로 이어져 산업부문 근로자들의 고용 불안이 증폭될 것으로 전망된다. 아울러 이에 앞서서는 항만 자체의 항만근로자의 고용불안도 큰 역할을 할 것이다.

5) 문화관광 부문

해상 여객터미널의 shutdown을 가정한다면 여객터미널을 통해 들어오는 관광객이 급감함에 따라 여행·관광업체의 피해가 급증할 것이다. 항만 주위의 지자체들은 관광객 유치에 어려움이 발생하며, 연안 관광산업과 연계된 지역의 재정 상황은 급격히 악화될 것으로 전망된다.

6) 보건·의료 부문

원자재 및 물품 수입 중단으로 각종 의료제품·제약 생산을 위한 원료 수급과 해외수입 의약품 공급에 큰 차질이 발생할 것이다. 항만의 shutdown이 장기화 될 경우, 병원, 약국, 보건소, 요양원 등지에서 필요로 하는 약품과 백신의 적정 비축량이 무너지고 비상약을 중심으로 재고량 확보가 사활적인 문제로 대두될 것이다. 결국 약제비의 대폭인상, 정상적인 치료, 간병 활동 중단 등으로 인하여 국민 보건 체계 전반이 흔들리게 될 것이다.

7) 경제 전반

수출입 화물의 99.7%가 해상 물동량인 만큼, 전국적 규모로 항만이 shutdown 되는 극단적인 상황이 발생한다면, 일차적으로 국내 산업부문 전반에 걸쳐 물자의 생산이 중단되고 수많은 기업들의 연쇄 파산이 발생할 것이다. 특히 금융부문에서 외국인 투자 자본의 매도가 발생하여 주식시장 자본이 급격히 유출될 수 있으며, 투자 위축과 외환 유출은 국가 신용등급의 하락과 환율 급등으로 이어지고 결국 국가 경제 전반의 위기로 이어질 수 있다. 이상에서 설명한 항만 shutdown이 여러 산업분야에 미치는 영향을 하나의 그림으로 나타내면 다음과 같다.

3. 항만 shutdown의 인과지도와 사회적 의미

1) 항만 shutdown시 예상되는 악순환

주요 항만의 shutdown시 내륙 교통수단으로의 대체율이 부담 한도를 넘을 경우 육상교통수단 전반의 혼란을 야기할 것이며 이는 다시 이용 가능한 대체 항만의 기능에도 악영향을 미침으로써 shutdown 대상항만 이외 대체 항만의 마비도 유발시킬 수 있으며, 이는 다시 내륙 교통수단의 과중이라는 악순환을 일으킬 것이다.(피드백 루프 A)

공급사슬체계의 마비(피드백 루프 A)로 물가가 대폭적으로 상승할 경우, 생필품을 시작으로 유통시장 전반의 사재기 현상이 발생할 것이다. 이는 전반적인 정상 시장 기능의 마비와 사회불안을 유발하며 다시금 사재기를 자극하는 악순환으로 귀결될 수 있다.(피드백 루프 B)

이와 같이, 시장기능이 마비되고 사회불안이 증폭된다면 국내외 자본이 외국으로 이탈되는 현상이 가속화될 수 있을 것이다. 더욱이 수출 중단으로 인한 대규모 손해배상이 금융권 위기로 이어질 경우에는 국내 거주 불안 심리가 작동하여 자본가, 중산층 중심의 해외이주 러시가 일어나고 이는 재차 금융위기로 전환되며, 결과적으로 사회불안을 증폭시키는 악순환에 빠질 것이다.(피드백 루프 C)

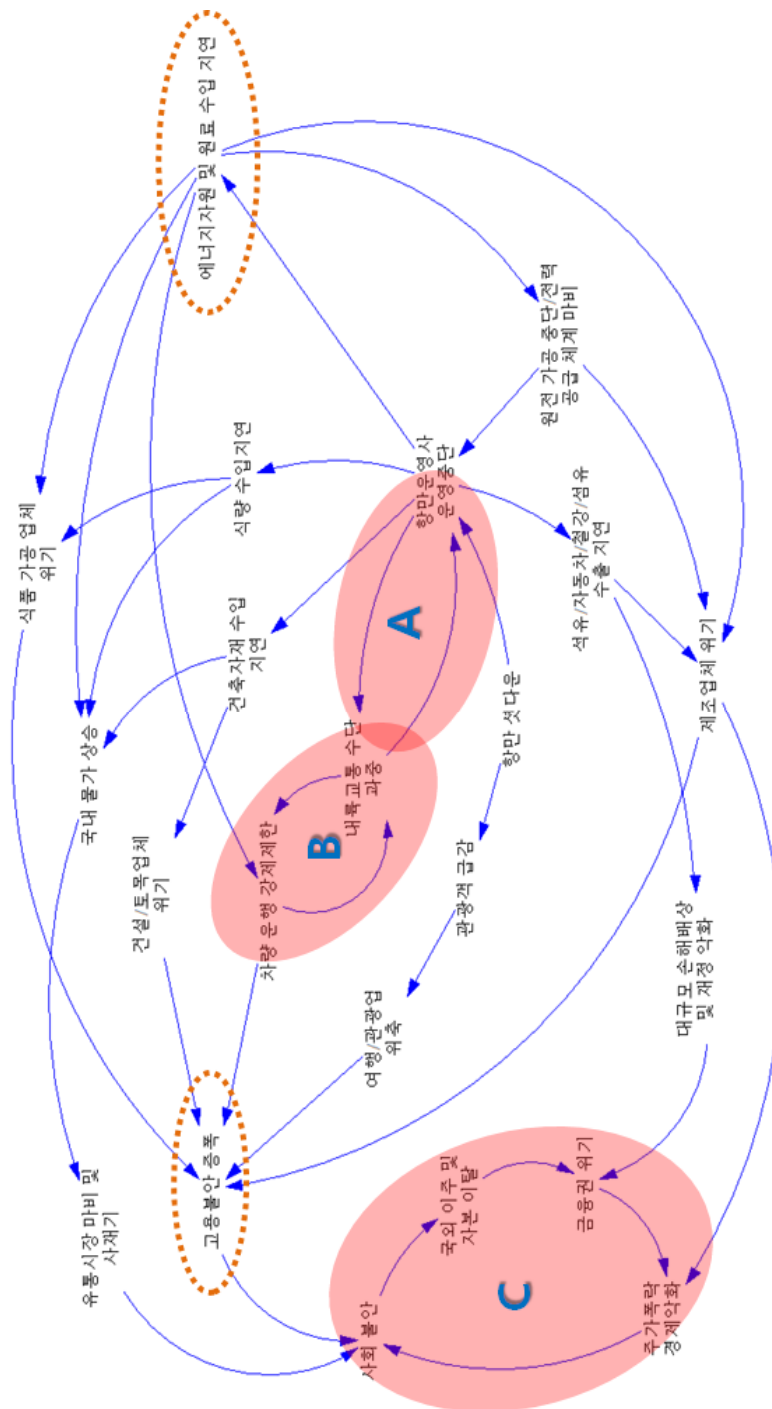
2) 악순환의 핵심 포인트

항만 shutdown시 예상되는 사회적 이슈들로는 다음과 같은 것들을 생각해 볼 수 있다. 우선 에너지·전력 수급 체계의 붕괴로 인하여 전력생산을 위한 석유, 천연가스, 핵 등의 공급 중단이 야기될 것이다. 특히 핵원료의 공급지장은 국내 에너지 공급체계의 30% 이상을 점하고 있는 원전 가동 중단을 야기할 것이다. 이런 상황은 전력 공급체계의 위기를 뜻하며 국가 인프라, 생산시설, 민간 소비, 거주지 등 사회 전 부문에 엄청난 파급력(사회불안 등)을 미칠 것이다. 뿐만 아니라 또다시 물류·항만 기능 마비를 고착화시키는 역할을 할 것이다.

아울러 항만 shutdown은 고용 시장의 붕괴를 가져올 수 있으며, 제조업, 식품가공업, 화학, 섬유, 운송·물류업, 관광업 등 산업 전반의 일자리를 붕괴시키는 문제로 귀결될 수 있을 것이다. 더군다나 고용 시장의 붕괴가 갖는 심각성은 실업자들에게 대체재를 제공할 수 없다는 점이며 부족한 물자수급에 대한 접근성을 더욱 악화시켜 사회 구성원 전반의 생존을 위협하는 결과를 초래할 것이다.

이러한 항만 shutdown의 인과관계를 그림으로 나타내면 다음과 같다.

〈그림 5-2〉 항만 shutdown 인과지도 분석



4. 정책적 시사점

전문가 자문회의를 통해 항만 shutdown으로 인해 발생할 수 있는 사회전반에 대한 영향을 분석하는 가운데, 항만 shutdown에 대한 정책적인 대응책 마련의 필요성이 제시되었는데, 이를 정리하면 다음과 같다.

1) 항만의 기능별 대체역량 확보

핵원료, 주요 곡물 등 국민의 안정적인 경제활동과 생존에 직결되는 전략품목의 경우 항만운영의 효율화를 도모하기 위한 일부 항만에 대한 기능 집중화 정책에서 유사시 지속가능한 수급을 위한 안정화 정책으로 항만운영 및 개발 정책이 전환되어야 할 필요성이 있다는 것이다. 즉 유사시에 대비한 항만기능의 contingency plan이 반드시 수립되어야 한다는 것이다.

2) 항만노동인력에 대한 복지정책 확보

현재 우리나라의 항만운영사는 운영시간 출혈경쟁을 통해 물동량을 확보하고 있으며, 이로 인해 항만노동인력에 대한 근로조건은 열악해 질 수 밖에 없다. 항만 노동인력에 의한 집단행동으로 인해 항만이 shutdown될 수 있는 환경이 조성되어 있는 셈이다. 그렇기 때문에 항만운영사의 재정건전성을 확보하기 위한 정책 마련이 시급하며, 이를 통해 항만노동인력의 근로조건 향상 등 복지를 향상시키는 계기를 마련해 나가야 한다.

3) 항만 shutdown을 가정한 전주기적 대응 거버넌스 마련

항만 shutdown시 종합 컨트롤타워의 권한과 책임, 전략품목의 대체기능 항만들을 대상으로 예방, 피해완화, 복구 단계별로 구분한 위기대응 매뉴얼을 명문화할 필요가 있다. 또한 항만 간 위기 신호를 정부 차원에서 신속하게 공유할 수 있도록 부처 간 통합 조기경보·모니터링 시스템을 구축할 필요가 있다. 즉 항만관련 정부부처 및 관련 시설 간 협의를 통해 유사 시 생

필품 및 전략품목의 수급을 위한 항만과의 연계 비상도로망을 구축하고 비축기지의 추가 확보 등을 협의하여 추진해야 한다. 이로써 비상사태 발생 시의 혼란을 최소화해 나가는 전주기적 대응 거버넌스 체제를 구축해 나가야 한다.

4) 항만 내 터미널, 부두별 병렬적인 검역, 안전 시스템 구축

항만은 온갖 종류의 다양한 화물과 여객이 입출입하는 물류 노드로서 그 자체만으로도 전염병의 위험에 매우 노출되어 있는 시설이다. 그렇기 때문에 국가 차원에서 구축되어 있는 총괄 통제시스템만으로는 대규모 전염병 발생과 같은 돌발 상황 시 적절한 대처가 어렵다. 따라서 항만 내 근로자 및 운송물류에 대한 병렬적인 검역을 포함한 안전 시스템을 구축함으로써 항만이 전염병으로부터 자유로운 구역이 될 수 있도록 종합적인 항만검역 감시·관리 시스템의 도입과 함께 이를 지원하기 위한 법제화가 필요하다.

제2절 항만 shutdown의 산업연관분석

1. 지역산업연관표

본 연구는 특정 항만의 shutdown이 미치는 영향력을 정량적으로 분석하기 위해 한국은행(2009)에서 공표한 2005년 기준 지역산업연관표를 활용한다.³⁷⁾ 지역산업연관표상 산업의 분류는 통합대분류(28부문), 통합중분류(78부문), 통합소분류(168부문)로 나눌 수 있는데, 산업연관분석에서 가장 일반적으로 활용되는 통합대분류를 따른다.

37) 현재까지 공표한 가장 최신의 지역산업연관표는 2005년 기준 자료이다. RAS기법을 이용하면 최근 연도 기준으로 지역산업연관표를 추정할 수 있다.

〈표 5-2〉 대분류 기준 28개 산업

번호	산업명	번호	산업명
1	농림수산물	15	수송장비
2	광산물	16	기타제조업제품
3	음식료품	17	전력가스및수도
4	섬유,가죽제품	18	건설
5	목재,종이제품	19	도소매
6	인쇄,출판및복제	20	음식점및숙박
7	석유,석탄제품	21	운수및보관
8	화학제품	22	통신및방송
9	비금속광물제품	23	금융및보험
10	제1차금속	24	부동산및사업서비스
11	금속제품	25	공공행정및국방
12	일반기계	26	교육및보건
13	전기,전자기기	27	사회및기타서비스
14	정밀기기	28	기타

항만산업은 하역, 운수보조서비스, 보관 및 창고, 기타 운수관련서비스에 해당하며, 통합대분류의 운수및보관(21부문)에 포함된다. 항만 shutdown 발생으로 운수및보관 산업의 최종수요가 감소하는 등 운수및보관 산업이 가장 직접적으로 영향을 받는다고 볼 수 있다.

〈표 5-3〉 「운수및보관」의 세분류

통합대분류		통합중분류		통합소분류	
21	운수및보관	59	육상운송	132	철도운송
				133	도로운송
				134	택배
		60	수상 및 항공운송	135	수상운송
				136	항공운송
		61	운수관련서비스	137	운수보조서비스
				138	하역
				139	보관 및 창고
				140	기타 운수관련서비스

자료: 한국은행

공급 지장이 발생하는 항만을 연구 대상으로 선정하기 위해 항만의 물동량 순위와 항만별 화물 기종점 자료를 살펴본다. <표 5-4>에서 항만 물동량 기준 상위 5대 항만은 부산항, 광양항, 울산항, 인천항, 평택·당진항이다. 또한 컨테이너물동량은 부산항, 광양항, 인천항, 평택·당진항, 울산항의 순으로 많이 처리하였다(<표 5-5> 참조). <표 5-6>과 <표 5-7>의 화물 기종점 자료로부터 전국 5대 항만별로 항만 인근 지역의 화물을 얼마나 많이 처리했는지 가늠할 수 있다. 울산항의 경우, 전체 화물에서 울산지역의 화물이 차지하는 비율이 94%에 이른다. 이에 비해, 부산항 컨테이너 화물은 부산지역의 화물이 6.2%에 불과하다. 항만 shutdown이 발생할 경우, 항만에서 멀리 떨어진 지역의 화물일수록 인근의 대체 항만을 이용할 가능성이 높을 것으로 판단된다. 본 연구는 항만 폐쇄 후 다른 항만으로 화물이 대체될 가능성이 거의 없는 상황을 가정하기 때문에 울산항을 적합한 분석 대상으로 삼는다.

<표 5-4> 주요 항만의 연도별 항만물동량

(단위: 천 톤)

항만	2009	2010	2011	2012	2013
부산항	226,182	262,070	294,335	312,041	324,858
광양항	182,727	206,691	219,928	237,342	239,546
울산항	169,382	171,664	193,752	196,972	191,031
인천항	132,397	149,785	147,669	143,939	146,106
평택·당진항	51,321	76,681	95,632	100,712	109,251
대산항	64,716	66,122	66,543	70,122	68,979
포항항	58,688	63,108	66,874	62,765	61,647
기타항만	191,129	207,946	226,457	214,695	217,507
전국	1,076,541	1,204,068	1,311,190	1,338,589	1,358,925

자료: SP-IDC

〈표 5-5〉 주요 항만의 연도별 컨테이너물동량

(단위: 천TEU)

항만	2009	2010	2011	2012	2013
부산항	11,980	14,194	16,185	17,046	17,686
광양항	1,830	2,088	2,085	2,154	2,285
인천항	1,578	1,903	1,998	1,982	2,161
평택·당진항	378	447	530	517	519
울산항	319	336	327	373	386
포항항	3	71	129	143	115
목포항	77	94	99	105	94
기타항만	175	237	258	230	225
전국	16,341	19,369	21,611	22,550	23,469

자료: SP-IDC

〈표 5-6〉 2010년 항만별 수출입 일반화물의 시도 물동량 비율

(단위: %)

시도	부산항	광양항	인천항	울산항	평택항
서울	14.2	0.4	5.3	0.6	4.2
부산	42.3	0.1	0.2	0.1	0.2
대구	2.0	0.0	0.1	0.2	0.0
인천	3.0	0.0	82.3	0.2	24.0
광주	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1
대전	1.1	0.0	0.4	0.1	0.2
울산	3.0	0.1	0.0	94.7	2.0
경기	6.0	0.1	6.3	1.1	58.2
강원	0.5	0.0	0.5	0.0	0.1
충북	0.8	0.0	0.7	0.1	0.2
충남	1.7	0.2	2.3	1.1	8.5
전북	0.9	0.1	0.3	0.1	1.6
전남	0.7	98.6	0.3	0.1	0.1
경북	6.8	0.1	0.3	0.8	0.2
경남	16.9	0.4	1.1	0.7	0.3
합계	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

자료: 한국해양수산개발원(2012)

〈표 5-7〉 2010년 항만별 수출입 컨테이너의 시도 물동량 비율

(단위: %)

시도	부산항	광양항	인천항	울산항	평택항
서울	1.5	0.0	5.4	0.0	0.6
부산	6.2	0.4	0.8	0.1	0.4
대구	2.8	0.1	0.3	0.0	0.1
인천	1.6	0.0	42.0	0.0	4.6
광주	3.2	11.2	0.1	0.0	0.1
대전	1.0	0.7	0.3	0.0	0.4
울산	15.8	0.0	0.1	94.0	0.0
경기	12.6	5.0	39.2	0.1	60.5
강원	0.4	0.0	0.3	0.0	0.1
충북	2.7	2.2	2.4	0.0	1.7
충남	4.3	2.5	7.0	0.0	28.2
전북	3.7	14.2	0.4	0.0	0.2
전남	4.3	61.4	0.3	0.0	1.2
경북	18.4	0.6	1.1	5.7	1.2
경남	21.5	1.6	0.2	0.1	0.9
합계	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

자료: 한국해양수산개발원(2012)

지역산업연관표의 16개 지역 분류를 울산과의 지리적 유사성을 기준으로 7개 권역으로 재분류한다.

〈표 5-8〉 지역의 재분류

구분	지역	대상 지역
01	수도권	서울, 인천, 경기
02	충청권	대전, 충북, 충남
03	전라권	광주, 전북, 전남
04	경북권	대구, 경북
05	경남권	부산, 경남
06	울산	울산
07	강원, 제주권	강원, 제주

울산지역의 산업별 수출입을 살펴보면, 수출은 수송장비, 석유 및 석탄제품, 화학제품의 순서로 많고, 수입은 광산품이 63.7%로 가장 큰 비중을 차지한다. 중간수요의 수입액(41조 6천억 원)은 최종수요의 수입액(1조 9천억 원)에 비해 훨씬 많은 편이다. 울산지역의 수입의 대부분은 소비자, 정부 등 최종수요자의 수요를 충족시키기보다는 생산 활동을 위한 중간 투입재의 역할을 수행한다.

〈표 5-9〉 울산지역의 산업별 수출액과 수입액

(단위: 백만원)

부문	산업명	수출액	수입액	
			중간수요	최종수요
01	농림수산물	7,921	94,355	24,756
02	광산품	9,064	26,490,518	-929
03	음식료품	49,227	202,288	90,876
04	섬유 및 가죽제품	416,404	77,202	153,328
05	목재 및 종이제품	122,956	227,634	6,380
06	인쇄, 출판 및 복제	996	11,348	829
07	석유 및 석탄제품	11,890,836	1,428,800	72,465
08	화학제품	9,244,779	4,536,874	91,785
09	비금속광물제품	21,508	120,231	8,318
10	제1차 금속제품	1,992,113	2,774,862	50,243
11	금속제품	713,215	339,620	19,990
12	일반기계	1,170,118	1,322,972	443,393
13	전기 및 전자기기	2,699,456	1,118,035	246,722
14	정밀기기	8,086	530,321	237,905
15	수송장비	20,182,607	991,815	88,472
16	가구 및 기타제조업제품	17,059	18,145	53,129
17	전력가스및수도	2,076	1,922	1,280
18	건설	1,078	413	0
19	도소매	204,685	22,131	0
20	음식점및숙박	31,923	34,289	76,611
21	운수및보관	850,896	413,112	61,331
22	통신및방송	7,210	12,335	6,039

부문	산업명	수출액	수입액	
			중간수요	최종수요
23	금융및보험	22,946	110,205	17,284
24	부동산및사업서비스	49,289	630,605	61,752
25	공공행정및국방	17	5,340	2,645
26	교육및보건	710	149	69,619
27	사회및기타서비스	14,727	33,178	48,223
28	기타	23,825	35,827	0
합계		49,755,730	41,584,526	1,932,445

자료: 한국은행

28개 산업 가운데 항만을 통한 해상 운송이 가능한 16개 산업(01~16부문)을 주요 분석 대상으로 삼는다. 울산지역 화물의 수출입액에 해운운송 비중을 곱하면 항만을 통해 운송되는 수출입액을 도출할 수 있다. 이를 계산하기 위해 산업연관표의 산업 분류와 HS(Harmonized System) 코드를 서로 매칭하여 관세청의 수출입 자료로부터 <표 5-11>의 전국 기준 산업별 수출입의 해운운송 비중을 구한다.

〈표 5-10〉 산업분류와 상품분류의 일치화

산업연관표상의 산업	해당 HS 코드
농림수산물	01, 03, 04, 05, 06, 07, 08, 10, 12, 13, 14
광산물	25, 26(2601은 제외), 27(2701~2711은 제외)
석탄제품	2701, 2702, 2703, 2704
석유제품	2709, 2710
금속제품	2601, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 78, 79, 80
음식료품	02, 09, 11, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24
섬유 및 가죽제품	41, 42, 43, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67
목재 및 종이제품	44, 45, 46, 47, 48
인쇄 및 복제	49

산업연관표상의 산업	해당 HS 코드
화학제품	28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40
비금속 광물제품	68, 69, 70, 81
일반기계	84
전기 및 전자기기	85
정밀기기	90, 91
수송장비	86, 87, 88, 89
기타 제조업 제품	82, 83, 92, 93, 94, 95, 96, 97

주: 한국은행에 문의 결과, 산업연관표 상의 산업에 해당하는 HS 코드 분류의 기준이 자체적으로 설정되어 있지만, 외부에 공개하지 않는다고 함

자료: 고병욱 외(2013)

〈표 5-11〉 전국 기준 산업별 수입과 수출의 해운운송 비중

(단위: %)

부문	산업명	수출	수입
01	농림수산물	96.0	96.0
02	광산물	99.9	99.9
03	음식료품	97.4	98.8
04	섬유 및 가죽제품	80.4	91.6
05	목재 및 종이제품	99.0	98.6
06	인쇄, 출판 및 복제	44.4	63.0
07	석유 및 석탄제품	100.0	100.0
08	화학제품	78.6	93.5
09	비금속광물제품	82.1	81.4
10	금속제품	92.8	91.9
11	일반기계	64.3	79.3
12	전기 및 전자기기	22.9	29.2
13	정밀기기	39.6	82.4
14	수송장비	75.0	55.2
15	가구 및 기타제조업제품	74.6	76.4

자료: 관세청

지역산업연관표의 통합소분류 기준은 항만연관 산업과 정확히 매칭되지 않는다. 예를 들어, 운수보조서비스(137), 하역(138), 보관및창고(139), 기타 운

수관련서비스(140)는 수상운송뿐만 아니라 육상운송 및 항공운송과도 연계된 산업이다. 이들 산업의 매출액을 기준으로 산업연관분석을 수행한다면, 항만연관 산업의 효과를 과대 추정할 우려가 있다. 이에 따라 본 연구에서는 통계청(2006)을 기준으로 울산지역 항만연관 산업의 통계치를 적용한다. <표 5-12>에 따르면 울산지역 항만연관 산업의 2005년 매출액과 부가가치는 각각 1,268억 원, 738억 원에 이른다.

〈표 5-12〉 울산지역 항만연관 산업의 통계치(2005년 기준)

(단위: 백만 원)

산업		매출액	부가가치
수상운송업	내항화물운송업	55,417	31,219
	항만내 운송업	15,267	9,032
운송관련서비스업	수상화물취급업	56,103	33,522
합계		126,787	73,773

자료: 통계청(2006)

울산항의 품목별 항만물동량을 살펴보면, 석유관련 품목(원유, 석유정제품, 화학공업생산물, 석유가스)이 전체의 80.5% 비중을 차지하며, 차량 품목이 약 6.3%를 차지한다. 즉, 울산항의 주요 기능은 석유품목과 차량의 수출입 지원으로 볼 수 있다.

〈표 5-13〉 울산항 품목별 물동량

(단위: 천 톤)

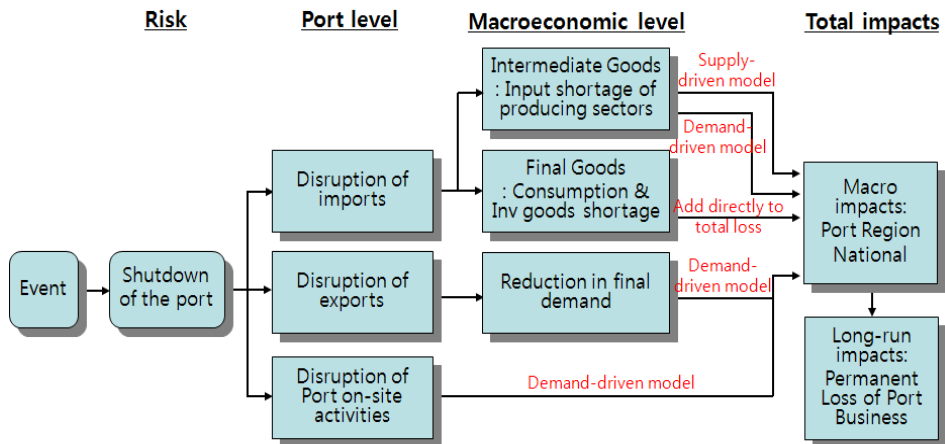
품목	2009	2010	2011	2012	2013
원유(역청유), 석유	62,551	64,195	76,012	74,114	71,583
석유정제품	48,844	45,973	54,159	59,606	58,644
화학공업생산물	19,184	21,280	21,179	20,367	19,118
차량및그부품	8,781	10,895	12,607	12,642	12,007
기타 광석 및 생산물	4,035	4,249	3,872	4,028	4,701
석유가스 및 기타가스	3,519	4,020	4,139	3,841	4,464
철강및그제품	3,897	3,663	4,098	3,998	3,065
기타 품목	18,570	17,389	17,686	18,375	17,449
합계	169,382	171,664	193,752	196,972	191,031

자료: SP-IDC

2. 시나리오의 설정

울산항 shutdown에 따른 경제적 파급효과를 산정하기 위해서는 먼저 항만 shutdown의 시나리오를 설정해야 한다. 항만 shutdown으로 인해 해운운송 화물의 수입 감소, 수출 감소³⁸⁾, 항만산업의 공급 지장 등이 주로 발생할 것으로 가정한다.³⁹⁾ 항만 shutdown 기간은 IEA(2012) 지침의 회원국 의무 비축일을 기준으로 3개월(90일)로 설정한다.

〈그림 5-3〉 항만 shutdown의 경제적 파급효과 경로



자료: Rose and Wei(2013)를 토대로 저자 수정

울산항 shutdown에 따른 시나리오별 경제적 영향은 <표 5-14>와 같다. 먼저 수입의 감소는 중간재 수입제품의 공급 감소를 유도하며, 감소된 제품의 생산은 최종재 수요의 감소로 이어진다.⁴⁰⁾ 수출의 감소와 항만산업의 공급

38) 울산항 항만물동량 중에서 수입 물동량과 수출 물동량이 차지하는 비중이 86.5%에 이르며, 환적 물동량은 1.3%에 불과하다. 환적 물동량 감소에 따른 효과는 매우 낮을 것으로 판단되어 시나리오에서 고려하지 않는다. 또한 항만 shutdown 시, 연안 물동량(12.1%)은 육상 운송이나 타 항만으로의 전이가 발생할 것으로 가정한다.

39) Rose and Wei(2013)은 세 가지 시나리오를 가정하였다. Part *et al.*(2007)과 Park(2008)은 수출입 감소를 주요 시나리오로 산정하였다.

40) 수입의 감소는 중간재뿐만 아니라 최종재 수입의 감소로 이어진다. 최종재 수입의 감소는 국내 생산의 경제적 파급효과와 관련성이 없다.

지장은 수출재와 항만서비스의 수요 감소를 야기하며 수요유도형 모형으로 적용 가능하다.

〈표 5-14〉 울산항 shutdown의 적용 모형

시나리오	경제적 영향	적용 모형	모형식
수입의 감소	중간재의 공급 감소	공급유도형 모형	$\Delta X = \Delta V(I - R)^{-1}$
수출의 감소	수출재의 수요 감소	수요유도형 모형	$\Delta X = (I - A_d)^{-1} \Delta Y_d$
항만산업 공급지장	항만서비스의 수요 감소	수요유도형 모형	$\Delta X = (I - A_d)^{-1} \Delta Y_d$

수요유도형 모형의 경우, 최종수요의 변화 ΔY_d 는 다음과 같이 도출한다. 항만 shutdown 기간을 3개월로 가정했기 때문에 외생변수의 변동은 연간 통계치의 1/4을 곱해서 계산한다.

〈표 5-15〉 수요유도형 모형의 최종수요 변동

시나리오	계산식
수출의 감소	울산지역 산업별 연간 수출액 × 산업별 해운운송 비중 × 1/4
항만산업 공급지장	울산지역 항만연관 산업의 연간 매출액 × 1/4

공급유도형 모형의 경우, 부가가치의 변동 ΔV 는 아래의 계산 과정을 통해 도출한다.

〈표 5-16〉 공급유도형 모형의 부가가치 변동

시나리오	계산 과정	비고
수입의 감소	1. 울산지역의 산업별 중간재 수입의 감소	- 울산지역 산업별 연간 수입액 × 1/4
	2. j 산업별 중간투입재(국산+수입) 중에서 가장 많이 감소한 값($\Delta x_{ij}/x_{ij}$)을 선택	- 국산재와 수입재의 차이가 없다고 가정
	3. $\Delta x_{ij}/x_{ij} = \Delta X_j/X_j$ 관계에서 ΔX_j 산정	- 레온티에프 생산함수 가정에서 도출
	4. $V_j/X_j = a_v$ 와 ΔX_j 에서 ΔV_j 산정	

3. 분석 결과

울산항의 3개월 shutdown에 따른 경제적 파급효과는 <표 5-17>에서 <표 5-20>까지 제시되어 있다. 수출 감소의 파급 효과가 수입 감소의 파급 효과에 비해서 큰 편이다.⁴¹⁾ 전국 산업별로 살펴보면, 석유 및 석탄제품, 수송장비, 화학제품의 매출액 감소가 큰 것으로 나타났다. 지역별로 살펴보면, 울산권의 매출액이 15.0% 감소하며, 경북권, 경남권이 그 다음으로 감소한다. 항만공급 시장 효과는 수입 및 수출 감소 효과에 비해 매우 작은 값을 가진다.

<표 5-17> 울산항 3개월 shutdown의 전국 산업별 매출액 영향

(단위: 십억 원, %)

부 문	산업명	수입 감소		수출 감소		항만공급시장		종합	
		금액	비율	금액	비율	금액	비율	금액	비율
01	농림수산물	-145.5	-0.3	-32.5	-0.1	-0.1	0.0	-178.1	-0.4
02	광산물	-16.9	-0.5	-31.0	-1.0	0.0	0.0	-47.9	-1.5
03	음식료품	-204.5	-0.3	-62.9	-0.1	-0.2	0.0	-267.5	-0.4
04	섬유 및 가죽제품	-221.0	-0.5	-161.1	-0.4	-0.1	0.0	-382.2	-0.9
05	목재 및 종이제품	-121.2	-0.6	-101.6	-0.5	-0.1	0.0	-222.9	-1.1
06	인쇄, 출판 및 복제	-20.4	-0.3	-20.1	-0.3	-0.1	0.0	-40.6	-0.6
07	석유 및 석탄제품	-3,252.1	-4.2	-3,681.9	-4.8	-5.3	0.0	-6,939.3	-9.0
08	화학제품	-2,367.4	-1.7	-3,592.6	-2.6	-0.9	0.0	-5,961.0	-4.3
09	비금속광물제품	-121.9	-0.5	-91.0	-0.4	0.0	0.0	-212.9	-0.9
10	제1차 금속제품	-654.2	-0.6	-1,703.4	-1.5	-0.5	0.0	-2,358.0	-2.0
11	금속제품	-239.9	-0.6	-479.5	-1.1	-0.2	0.0	-719.6	-1.7
12	일반기계	-287.1	-0.4	-555.4	-0.8	-0.2	0.0	-842.7	-1.2
13	전기 및 전자기기	-533.8	-0.3	-538.0	-0.3	-0.3	0.0	-1,072.1	-0.6
14	정밀기기	-31.0	-0.3	-42.9	-0.4	0.0	0.0	-73.9	-0.6
15	수송장비	-3,013.5	-2.3	-5,499.4	-4.2	-1.8	0.0	-8,514.7	-6.4
16	가구 및 기타제조업제품	-58.4	-0.4	-122.9	-0.9	-0.1	0.0	-181.4	-1.3
17	전력가스및수도	-178.9	-0.4	-288.1	-0.6	-0.4	0.0	-467.3	-1.0

41) 01부문에서 16부문까지의 수출액(48조 5천억 원)이 중간수요 수입액(40조 3천억 원)보다 훨씬 크기 때문이다.

부 문	산업명	수입 감소		수출 감소		항만공급지장		종합	
		금액	비율	금액	비율	금액	비율	금액	비율
18	건설	-588.2	-0.4	-28.0	0.0	-0.1	0.0	-616.4	-0.4
19	도소매	-247.6	-0.2	-396.3	-0.4	-0.7	0.0	-644.5	-0.6
20	음식점및숙박	-154.7	-0.3	-70.6	-0.1	-0.3	0.0	-225.7	-0.4
21	운수및보관	-609.5	-0.8	-297.8	-0.4	-33.3	0.0	-940.6	-1.2
22	통신및방송	-73.1	-0.1	-94.8	-0.2	-0.4	0.0	-168.3	-0.3
23	금융및보험	-58.2	-0.1	-228.7	-0.3	-1.2	0.0	-288.2	-0.3
24	부동산및사업서비스	-484.2	-0.2	-527.6	-0.3	-1.5	0.0	-1,013.3	-0.5
25	공공행정및국방	-206.7	-0.3	-3.7	0.0	-0.1	0.0	-210.6	-0.3
26	교육및보건	-362.2	-0.3	-43.7	0.0	-0.2	0.0	-406.1	-0.4
27	사회및기타서비스	-167.9	-0.3	-45.1	-0.1	-0.4	0.0	-213.4	-0.4
28	기타	-127.7	-0.3	-156.9	-0.4	-0.7	0.0	-285.3	-0.7
합계		-14,548.1	-0.7	-18,897.3	-0.9	-49.2	0.0	-33,494.5	-1.6

〈표 5-18〉 울산항 3개월 shutdown의 지역별 매출액 영향

(단위: 십억 원, %)

지 역	지역명	수입 감소		수출 감소		항만공급지장		종합	
		금액	비율	금액	비율	금액	비율	금액	비율
01	수도권	-1,973.2	-0.2	-1,746.7	-0.2	-3.5	0.0	-3,723.3	-0.4
02	충청권	-646.8	-0.3	-825.4	-0.4	-1.4	0.0	-1,473.6	-0.6
03	전라권	-590.0	-0.3	-906.1	-0.4	-1.8	0.0	-1,498.0	-0.6
04	경북권	-807.9	-0.3	-1,352.6	-0.6	-1.4	0.0	-2,161.9	-0.9
05	경남권	-984.5	-0.4	-1,366.4	-0.5	-2.3	0.0	-2,353.2	-0.9
06	울산	-9,399.5	-6.4	-12,645.1	-8.6	-38.7	0.0	-22,083.3	-15.0
07	강원, 제주권	-146.1	-0.2	-54.9	-0.1	-0.2	0.0	-201.2	-0.3
합계		-14,548.1	-0.7	-18,897.3	-0.9	-49.2	0.0	-33,494.5	-1.6

<표 5-19>, <표 5-20>은 울산항의 3개월 shutdown에 따른 파급효과를 부가 가치, 피용자보수, 취업자 수 측면에서 나타난 것이다. 매출액 감소 경우와 마찬가지로 석유 및 석탄제품, 수송장비, 화학제품에서 사회경제적 파급효과가 크게 나타난다. 울산항의 3개월 shutdown으로 전국 GDP가 1.1% 가량 감소한다. 아울러, 피용자 보수와 취업자 수가 각각 0.9%, 0.7% 줄어드는 효과가 발

생한다. 지역별로 살펴볼 때, 울산, 경남권, 경북권을 중심으로 파급효과가 집중되어 있다.

〈표 5-19〉 울산항 3개월 shutdown의 전국 산업별 사회경제적 효과

(단위: 십억 원, 명, %)

부문	산업명	부가가치		피용자보수		취업자 수	
		금액	비율	금액	비율	인원	비율
01	농림수산물	-101.9	-0.4	-12.8	-0.5	-7,422	-0.4
02	광산물	-30.4	-1.6	-8.8	-1.2	-229	-1.3
03	음식료품	-71.6	-0.3	-20.3	-0.4	-1,054	-0.4
04	섬유 및 가죽제품	-116.9	-0.9	-63.3	-0.9	-2,587	-0.7
05	목재 및 종이제품	-55.1	-1.0	-27.4	-1.0	-1,009	-1.0
06	인쇄, 출판 및 복제	-17.3	-0.6	-8.9	-0.6	-372	-0.6
07	석유 및 석탄제품	-2,161.1	-9.3	-120.7	-8.5	-1,260	-9.0
08	화학제품	-1,091.7	-3.4	-431.8	-3.1	-9,078	-2.4
09	비금속광물제품	-67.6	-0.9	-30.7	-0.9	-941	-0.9
10	제1차 금속제품	-421.6	-1.9	-124.6	-1.8	-2,237	-1.9
11	금속제품	-217.8	-1.6	-131.2	-1.7	-3,717	-1.3
12	일반기계	-230.5	-1.2	-136.9	-1.2	-3,336	-1.0
13	전기 및 전자기기	-268.0	-0.6	-117.7	-0.6	-2,982	-0.5
14	정밀기기	-20.9	-0.6	-11.9	-0.6	-531	-0.6
15	수송장비	-1,827.5	-6.4	-1,091.2	-6.4	-21,102	-5.6
16	가구 및 기타제조업제품	-49.9	-1.2	-31.2	-1.2	-1,482	-1.3
17	전력가스및수도	-200.9	-1.1	-43.8	-1.1	-707	-1.0
18	건설	-278.4	-0.4	-170.0	-0.4	-6,384	-0.4
19	도소매	-385.8	-0.6	-166.4	-0.6	-17,044	-0.6
20	음식점및숙박	-91.5	-0.4	-43.2	-0.4	-5,803	-0.4
21	운수및보관	-406.3	-1.2	-218.8	-1.2	-10,768	-1.1
22	통신및방송	-81.8	-0.3	-28.6	-0.3	-522	-0.3
23	금융및보험	-174.3	-0.3	-71.0	-0.3	-1,876	-0.3
24	부동산및사업서비스	-710.8	-0.5	-210.4	-0.5	-7,334	-0.5
25	공공행정및국방	-139.3	-0.3	-96.4	-0.3	-2,219	-0.3
26	교육및보건	-276.0	-0.3	-222.1	-0.3	-6,573	-0.4
27	사회및기타서비스	-108.0	-0.4	-55.3	-0.4	-4,123	-0.4
28	기타	0.0	-	0.0	-	0	-
합계		-9,602.8	-1.1	-3,695.3	-0.9	-122,691	-0.7

〈표 5-20〉 울산항 3개월 shutdown의 지역별 사회경제적 효과

(단위: 십억 원, %)

지역	지역명	부가가치		피용자보수		취업자 수	
		금액	비율	금액	비율	금액	비율
01	수도권	-1,437.0	-0.3	-683.7	-0.3	-29,933	-0.4
02	충청권	-438.5	-0.5	-191.6	-0.5	-7,906	-0.4
03	전라권	-422.5	-0.5	-158.5	-0.4	-7,782	-0.4
04	경북권	-647.4	-0.7	-299.8	-0.8	-13,211	-0.7
05	경남권	-831.6	-0.8	-394.5	-0.8	-17,571	-0.7
06	울산	-5,731.6	-14.2	-1,922.8	-13.1	-43,676	-10.6
07	강원, 제주권	-94.2	-0.3	-44.3	-0.3	-2,613	-0.3
합계		-9,602.8	-1.1	-3,695.3	-0.9	-122,691	-0.7

4. 시사점

항만 shutdown은 화물의 수입 감소, 수출 감소, 항만산업의 공급 지장 등을 야기하며, 이는 연관 산업의 매출액 감소를 초래한다. 매출액 감소는 부가가치, 피용자보수, 취업자 수의 감소로 이어지기 때문에, 결국 사회 경제적으로 심각한 문제가 발생할 수 있는 것이다. 즉, 항만 shutdown이 장기간 지속된다면 매출액이 크게 감소한 산업부터 고용 불안이 증폭될 것으로 전망된다.

울산항의 3개월 shutdown은 석유 및 석탄제품, 수송장비, 화학제품에서 큰 매출액 감소를 야기하는 것으로 나타났다. 또한 울산항 마비는 GDP가 약 1.1% 감소하는 등 우리나라 경제에 심각한 타격을 미친다. 즉, 수출입이 우리나라 경제에 차지하는 역할이 큰 상황을 감안한다면, 항만이 마비될 경우 우리나라 경제가 제대로 작동하기 어렵다는 것을 짐작할 수 있다.

제6장 항만 shutdown에 대한 대응방안

제6장에서는 항만에서 발생할 수 있는 각종 X 이벤트를 효율적으로 방지하거나 제어할 수 있는 효과적인 항만 위기관리 시스템 구축 방안을 제시한다. 이를 위해 현재 구축된 항만 위기관리 시스템의 현황을 검토하고 시스템의 문제점을 분석하여 시사점을 도출하고자 한다.

제1절 재난분야 국가위기관리체계

각종 재난⁴²에 대비한 우리나라의 재난분야 위기관리 체계는 「재난 및 안전관리 기본법」에 근거한다. 특히 동법 제34조의 5에서 규정하고 있는 「국가위기관리기본지침」(대통령훈령 제318호, BH국가안보실)에 운영 근거를 두고 있다. 위기 유형은 ‘2개 분야 30개 재난유형(재난 20, 국가기반 10)’으로 분류하고 있으며, 재난관련 대응 매뉴얼은 30개 표준매뉴얼, 233개의 실무매뉴얼, 4,764개의 행동매뉴얼로 구성되어 있다.

표준매뉴얼은 국가적 차원의 관리가 필요한 재난에 대한 관련기관의 임무와 역할을 포함하고 있으며, 재난의 종류에 따라 주관기관이 상이하다. 실무매뉴얼은 각 행정기관에서 실제 적용하고 시행할 조치사항들을 포함한 것으로 주관기관이 지정한 재난관리 기관이 작성하도록 되어 있다. 행동매뉴얼은 지자체, 공공기관 등 현장조치기관의 행동절차를 포함하고 있으며, 실무매뉴얼을 작성한 기관이 지정한 재난 관리기관에서 작성하도록 되어 있다. 정부의 재난분야 위기관리 매뉴얼 관리체계는 각 매뉴얼별 작성기관, 협의조정

⁴² 재난은 자연재난과 사회재난(인적재난+사회적재난)을 포함하는 포괄적 개념으로 재난 및 안전관리 기본법 제3조 제1호에서 정의하고 있는 재난의 정의는 “국민의 생명·신체·재산과 국가에 피해를 주거나 줄 수 있는 것”임

기관, 조정승인 기관으로 구분한다. 각 표준, 실무, 행동매뉴얼별 작성 및 조정·승인주체가 다르다.

〈표 6-1〉 매뉴얼 종류 및 보유현황

구 분	내 용	작성기관
표준매뉴얼 (30종)	- 유형별 위기관리체계 및 관련기관 임무·역할 수록 - 국가적 차원에서 관리가 필요한 재난에 대하여 재난관리 체계와 관련기관의 임무·역할을 규정한 문서(표준지침서) - 위기대응 실무매뉴얼의 작성 기준	재난관리 주관기관
실무매뉴얼 (233개)	- 각 행정기관에서 실제 적용·시행할 조치사항 수록 - 표준매뉴얼에서 규정하는 기능과 역할에 따라 실제 재난 대응에 필요한 조치사항·절차를 규정한 문서(업무절차서) - 현장조치 행동매뉴얼의 작성 기준	주관기관 이 지정한 재난관리 기관
행동매뉴얼 (4,764개)	- 지자체, 공공기관 등 현장조치기관의 행동절차 수록 - 재난현장에서 임무를 직접 수행하는 기관의 행동조치 절차를 구체적으로 수록한 문서(행동절차서) - 시·군·구는 재난유형별 현장조치 행동매뉴얼을 통합 작성 가능	실무매뉴 얼 작성 기관이 지정한 재난관리 기관

자료: 안전행정부(2014)

〈그림 6-1〉 정부의 재난분야 위기관리 매뉴얼 관리체계



자료: 안전행정부(2014)

표준매뉴얼이 작성된 재난에는 풍수해, 지진, 대형 화산폭발, 적조 등 4개의 자연재난과 산불 등 26개의 사회재난에 대해 표준매뉴얼이 작성되어 있다. 항만의 관리주체인 해양수산부와 관련된 표준매뉴얼은 2014년 5월 작성된 적조에 대한 표준매뉴얼과 2014년 8월에 작성된 대규모 해양오염 및 해양선박사고 관련 표준 매뉴얼이다.

〈표 6-2〉 표준매뉴얼 작성·관리현황(30종)

구분	작성기관	재난유형
자연재난 (4)	소방방재청	- 풍수해, 지진, 대형 화산폭발
	해양수산부	- 적조(신규, '14.5)
사회재난 (26)	산림청	- 산불
	환경부	- 유해화학물질유출사고, 대규모수질오염, 식용수(지역상수도)
	해양수산부	- 대규모 해양오염, 해양 선박사고(신규, '14.8)
	국토교통부	- 공동구 재난, 댐붕괴, 지하철대형사고, 고속철도대형사고, 식용수(광역 상수도), 육상화물운송
	소방방재청	- 다중밀집시설대형화재
	원자력안전위원회	- 인접국가방사능누출, 원전안전(방사능누출)
	농림축산식품부	- 가축질병
	보건복지부	- 감염병, 보건의료
	미래창조과학부	- 정보통신, GPS 전파혼신, 우주전파 재난
	금융위원회	- 금융전산
	산업통상자원부	- 원전안전(가동중지), 전력, 원유수급
	고용노동부	- 사업장 대규모 인적사고(신규, '14.8)

자료: 안전행정부(2014)

제2절 국가기반체계 보호 기본지침

1. 개요

국가기반체계는 에너지, 정보통신 등 기능이 마비되면, 인명, 재산, 국가경제에 막대한 영향을 미칠 수 있는 물적·인적 기능체계를 말한다. 이들 국가기반체계를 보호하기 위해 안전행정부에서는 「재난 및 안전관리 기본법」 제25조 제2항 및 제26조에 의거하여 ‘국가기반체계 보호 기본지침’을 작성하고 있다.

‘국가기반체계 보호 기본지침’ 수립의 목적은 국가기반체계의 보호 관리계획 작성기준과 보호활동에 대한 세부사항을 규정함으로써 어떠한 유형의 재

난 발생 시에도 최소한도의 국가기능 유지(차질 없는 공공 서비스 제공)하는 데 있다. 여기서 국가기반체계 보호활동이란 안전점검 및 정비, 경비 등 예방 활동, 운영 연속성 확보를 위한 보호목표의 설정, 위험요인 파악 및 자원관리, 재난 시 상황관리를 포괄하는 것으로 예방활동뿐만 아니라 포괄적이고 연속적인 관리 등을 포함한다.

〈표 6-3〉 안전행정부 국가기반체계 보호지침의 목적

1. 안전관리	2. 평시 운영연속성 관리	3. 재난 시 상황관리
· 안전점검(육안검사) · 정밀 안전진단 (전문가진단) · 시설경비 등	· 보호목표의 설정 - 기능(업무)+인력+물적장비 · 위험요인 식별, 위험도 분석 · 위험대응대책 수립 · 보호자원 관리 · 교육·훈련, 재난관리 역량강화	· 상황실 운영 및 재난 모니터링 · 재난 예·경보 · 유관기관 상황전파 및 기관 연계 · 복구활동, 자원동원 · 대책마련, 사고수급

자료: 안전행정부(2014)

국가기반시설은 에너지, 정보통신, 교통수송, 금융, 보건의료, 원자력, 환경, 정부 중요시설 및 식용수 등 9개 분야의 274개 시설이 지정되어 있다. 이들 시설이 국가기반시설로 지정되기 위해서는 관계 중앙행정기관의 장이 소관분야의 기반시설 중 국가기반체계 보호를 위해 지속적으로 감독할 필요가 있다고 인정하는 시설물에 대해 안전행정부의 조정위원회의 심의를 거쳐 지정한다.

〈표 6-4〉 안전행정부 분야별 국가기반시설 지정기준

분야	지정 기준
에너지	○ 전력·석유·가스공급에 필요한 생산·공급시설과 비축시설
정보통신	○ 교환기 등 주요 통신장비가 집중된 시설 및 정보통신 서비스의 전국 상황 감시시설 ○ 국가행정을 운영·관리하는 데에 필요한 기간망과 주요 전산시스템
교통수송	○ 인력 수송과 물류 기능을 담당하는 체계와 실제 운용하는 데에 필요한 교통·운송시설 및 이를 통제하는 시설

분야	지정 기준
금융	○ 은행 및 투자매매업·투자중개업을 운영하는 데에 필요한 시설이나 체계
보건의료	○ 응급의료서비스를 제공하는 시설과 이를 지원하는 혈액관리 업무를 담당하는 시설
원자력	○ 원자력시설의 안정적 운영에 필요한 주제어장치(主制御裝置)가 집중된 시설과 방사성폐기물을 영구 처분하기 위한 시설
환경	○ 「폐기물관리법」에 따른 생활폐기물 처리를 위한 수집부터 소각·매립까지의 계통상의 시설
정부중요시설	○ 중앙행정기관이 입주하고 있는 주요 시설
식용수	○ 식용수 공급을 위한 담수(湛水)부터 정수(淨水)까지 계통상의 시설

자료 : 안전행정부(2014)

한편, 9개 분야의 국가기반체계 중 식용수 분야가 80개 시설로서 가장 많은 국가기반시설을 가지고 있으며, 그 다음은 보건의료(44개), 에너지 분야(41개), 교통수송(35개), 정보통신(21개) 등의 순이다. 특히 교통수송 분야 중 해양수산부가 관리하고 있는 국가기반시설로는 부산항을 비롯한 12개 무역항 시설에 불과하다.

〈표 6-5〉 안전행정부 분야별 국가기반시설 지정현황

분야별	계	지정 시설
에너지 (41) (산업부)	전력	20 - 화력(12): 삼천포·영흥·보령·인천·하동·신인천·부산복합·당진·울진화력본부, 태안·평택·서인천 발전본부 - 원자력(4): 고리·영광·월성·울진 원자력발전소 - 수력(2): 양양 양수발전소, 팔당 수력발전소 - 전기(2): 한국전력거래소(중앙급전소, 천안지사)
	가스	3 - 생산기지(인수,저장,기화,송출)(3): 평택, 인천, 통영
	석유	18 - 생산시설(5): SK에너지 울산·인천, GS칼텍스 여수, S-Oil 온산, 현대오일뱅크 대산 공장 - 비축시설(9): 한국석유공사 울산·거제·여수·서산·평택·구리·용인·곡성·동해지사 - 수송시설(4): 대한송유관공사 서울·경인·대전·충청지사
정보통신 (21)	통신	12 - 통신교환국사(7): KT 광화문·혜화지사, 용인교환국, LGU+ 종합연구소, SKT 분당사옥(NW관리센터), 보라매·둔산사옥

분 야 별	계	지 정 시 설
(미래부)		(교환/전송실) - 망관리센터(4): KT 전국망센터, LGU+ 종합상황실, 상암교 환국, SK브로드밴드 동작종합정보센터 - 해저케이블육양국(1): KT 송정해저케이블육양국
	전산	9 - 전산망(7): 외교정보전용망, 우정사업정보센터, 정부통합전 산센터, 국가정보통신망, G4C시스템, 주민등록전산정보센 터, 광주정부통합전산센터 - 정보센터(2): 고용보험전산망, 국민건강보험공단
교통수송 (35) (국토부,해 수부)	철도	1 - 철도(1): 한국철도공사 전국 철도시설
	항공	9 - 항공교통센터(1): 인천 중구 - 공항(8): 인천국제, 김포, 김해, 제주, 울산, 양양, 여수, 무안 공항
	화물	2 - 내륙컨테이너기지(2): 의왕, 양산 ICD
	도로	1 - 고속국도(1): 한국도로공사 성남 교통정보센터
	지하철	10 - 지하철(10): 서울메트로, 서울도시철도공사, 부산교통공사, 인천메트로, 대전·대구·광주도시철도공사, 서울도치철도9호 선, 신분당선, 코레일공항철도
	항만	12 - 무역항(12) : 부산·인천·여수·광양·마산·울산·동해묵호·군 산·목포·포항·평택당진·대산항
금융(8) (재정부, 금융위)	금융	8 - 공공은행(4): 한국·한국수출입·산업·중소기업은행 - 공공기관(4): 금융결제원, 한국거래소, 코스콤, 한국예탁결제원
보건의료 (44) (복지부)	의료 서비스	24 - 병원(12): 국립중앙의료원, 서울·부산·경북·충남·충북·전남· 전북대학교병원, 길병원, 단국대 부속병원, 연세대 원주 세 브란스병원, 목포 한국병원 - 응급의료정보센터(12): 서울·부산·대구·인천·광주·대전·수원· 의정부·원주·강릉·전주·창원 응급의료정보센터
	혈 액	20 - 혈액원(17): 대한적십자사 혈액관리본부, 중앙·서울남부·서 울동부·서울서부·부산·대구·경북·인천·울산·경기·강원·충 북·대전·충남·전북·광주·전남·경남·제주 혈액원 - 혈액검사센터(3): 중앙·중부·남부 혈액검사센터
원자력(5) (원안위)	원자력	5 - 원자력발전소(4): 고리·한빛·월성·한울 원자력본부 - 방사성폐기물처분시설(1): 중·저준위 방사성폐기물처분시설 ※ 5개소 36개 시설(주제어실, 방사능방재시설 등)
환경(5) (환경부)	매립	5 - 쓰레기매립장(5): 수도권매립지관리공사, 부산시 생곡매립 장, 대구시 환경자원매립장, 광주시 광역위생매립장, 대전시 환경자원매립장
식용수 (80)	댐	30 - 다목적댐(16): 소양강·충주·횡성·안동·임하·함천·남강·밀양· 대청·용담·섬진강·주암·부안·보령·장흥·군위댐

분 야 별		계	지 정 시 설
(국토부, 환경부)			- 생공용수댐(14): 대곡·사연·대암·선암·영천·안계·구천·연초·광동·달방·수어·운문·평림·감포
	정수장	50	- 광역정수장(20): 반월·시흥·성남·수지·와부·덕소·일산·송전·청주·충주·석성·보령·천안·고산·화순·구미·사천·고양·덕정·반송 - 지방정수장(30): 서울 암사·강북, 부산 화명·덕산, 대구 매곡·고산, 인천 부평·수산, 광주 용연·덕남, 대전 송촌·월평, 울산 회야·천상, 성남 복정, 부천 까치울, 안양 비산·포이·청계통합, 안산 안산·연성, 군포 군포, 김포 고촌, 춘천 소양, 여수 둔덕, 목포 몽탄, 김해 삼계·명동, 창원 칠서, 진주 제2정수장
정부중요 시설 (안행부)	정부 중요 시설	4	- 중앙행정기관(4): 정부서울청사, 정부과천청사, 정부대전청사, 정부세종청사
합계		243	

자료 : 안전행정부(2014)

2. 국가기반시설의 관리기준

국가기반체계 보호관리계획은 어떠한 유형의 재난 발생 시에도 최소한의 국가기반 서비스 수준의 유지를 목적으로 한다. 이를 위해서 보호지침에 따라 보호관리계획을 수립하지만, 소관분야에 적용되는 안전관리기준, 국가재난관리기준, 위험성분석 등과 연관시켜 계획의 효과 제고를 기본방향으로 한다. 그렇기 때문에 ‘국가기반체계 보호지침’에서는 시설물의 보호목표를 설정하고 있다. 한편, 교통수송 분야의 항만과 화물 관련 시설물의 보호 목표는 컨테이너야드를 장치율의 85% 미만으로 운영하도록 규정하고 있다.

〈표 6-6〉 응급조치에 일시 사용할 장비 및 인력 지정관리기준 등

분 야 별		지 정 시 설
에너지	전기	○ 예비전력 1,000MW 이상 유지할 수 있는 발전소 가동
	석유	○ 30일분의 석유 사용량을 30일 이내에 생산할 수 있는 생산능력 유지 ○ 연간내수량의 일평균 사용량 55일분 석유 비축량 유지
	가스	○ 최소 운영재고 19.6만톤 이상의 안전재고 유지 및 중단없는 공급을 위한 공급능력 유지
정보통신		○ 통신재난관리기본계획상 복구 우선순위 중 제2순위 이상의 대상에 대한 통신기능 유지
교통수송	철도	○ 1일 열차 운행률 30퍼센트 이상 유지
	항공	○ 항공사 : 1일 항공기 운항률 50퍼센트 이상 유지 ○ 공항운영 : 항공기 운항이 다소 지연되는 경우가 있더라도 중단되지 않는 공항 운영 유지
	항만	○ 컨테이너야드(CY) 장치율 85퍼센트 미만으로 운영 유지
	화물	○ 컨테이너야드(CY) 장치율 85퍼센트 미만으로 운영 유지
	도로	○ 고속도로 및 우회도로 모두 교통 두절로 인터체인지(IC)간 접근 불가능 지속 상태를 24시간 미만으로 유지
	기타	○ 1일 지하철 운행률 40퍼센트 이상 유지
금융		○ 금융전산시스템 마비 상태를 12시간 미만으로 유지
보건 의료	의료서비스	○ 응급의료기능 100퍼센트 유지
	혈액	○ 1일 공급능력의 100퍼센트 이상 유지
원자력		○ 주제어실 근무 주기를 24시간 미만으로 유지
환경		○ 주 4일 이상(1일 8시간 이상) 쓰레기 반입 및 매립시설 운영 <침출수(沈出水) 처리업무는 매일 8시간 이상 운영>
식용수		○ 정수장(광역) : 1일 식용수 공급량의 70퍼센트 이상 공급능력 유지
		○ 정수장(지방) : 1일 식용수 공급량의 30퍼센트 이상 공급능력 유지

자료 : 안전행정부(2014)

3. 위험관리기준

위험관리는 국가기반체계의 기능, 시설에 발생 가능한 위험요인을 식별하고, 위험의 우선순위와 영향력을 분석하여 위험 발생가능성의 감소 및 위험

발생 시 대응대책을 준비하는 일련의 활동을 뜻한다. 이를 위해 위험요인을 식별하고, 위험도를 분석한 후 중점관리위험요소로 선정하여 이에 대한 위험 대응대책을 수립해야 한다. 위험요인 식별은 국가기반체계의 기능, 시설에 발생 가능한 사고 및 기능정지의 원인을 뜻하며 사고유형 결정의 근거가 된다. 위험도 분석은 식별한 위험요인(사고유형)별로 위험성과 영향력 등을 분석하여 최종 위험도를 판단하게 된다. 여기서, 위험성은 ‘발생 확률 등급 판단 기준표’와 ‘피해 크기 등급 판단 기준표’에 의해 도출한 사고유형의 발생 확률 등급과 피해 크기 등급을 곱하여 산출하고 있다.

$$\text{위험성} = \text{발생 확률 등급} \times \text{피해 크기 등급} \quad (\text{VI-1})$$

여기서 발생 확률 등급과 피해 크기 등급 판단 기준은 각각 5등급으로 구분되는데, 그 기준은 다음과 같이 설정하고 있다.

〈표 6-7〉 발생 확률 등급 판단기준표

등급	심각도	판단 기준
5	매우 높음	1일 1회 정도 발생할 가능성
4	높음	1개월 1회 정도 발생할 가능성
3	보통	1년 1회 정도 발생할 가능성
2	낮음	3년 1회 정도 발생할 가능성
1	매우 낮음	10년 1회 정도 발생할 가능성

자료 : 안전행정부(2014)

〈표 6-8〉 피해크기 등급 등급 판단기준표

등급	심각도	판단 기준
5	매우 높음	즉시 교체 필요
4	높음	교체 필요
3	보통	즉시 보수·보강 필요
2	낮음	보수·보강 필요
1	매우 낮음	보수·보강 불필요

자료 : 안전행정부(2014)

한편, 영향력은 ‘영향요인별 가중치’와 ‘영향요인별 피해 등급 판단기준표’에 의해 산정한 사고유형의 가중치와 피해등급을 가중 합산하여 산출하게 된다.

$$\text{영향력} = \sum \text{영향요인별 가중치} \times \text{영향요인별 피해 등급} \quad (\text{VI-2})$$

여기서 영향요인별 가중치는 인적피해 0.5, 경제적 피해 0.3, 사회적 피해 0.2 등 인적피해를 가장 높게 평가하고 있으며, 영향 요인별 피해 등급 판단은 다음의 기준표를 활용하여 산정하고 있다.

〈표 6-9〉 영향요인별 피해 등급 판단기준표

등급	심각도	판단 기준	
5	매우 높음	인적피해	사망 발생
		경제적피해	10억 이상 손실
		사회적피해	광역 단위 사회적 불안·불편, 심리적 피해 발생
4	높음	인적피해	전치 4주 이상
		경제적피해	1000만원 이상, 10억 미만
		사회적피해	도시 내 사회적 불안·불편, 심리적 피해 등 발생
3	보통	인적피해	전치 2주 이상, 4주 미만
		경제적피해	1000만원 미만
		사회적피해	구(區)·소도시 단위 사회적 불안·불편, 심리적 피해 발생
2	낮음	인적피해	경미한 상해
		경제적피해	경미한 손실
		사회적피해	동(洞)·마을 단위 사회적 불안·불편, 심리적 피해 등 발생
1	매우 낮음	인적피해	상해 없음
		경제적피해	피해 없음
		사회적피해	개인 단위 사회적 불안·불편, 심리적 피해 발생

자료 : 안전행정부(2014)

이상에서 위험요인별로 위험성과 영향력 등을 산출한 결과 산정된 점수별로 위험도를 판정하게 되는데, 그 기준은 다음과 같다.

〈표 6-10〉 위험도 판정 기준표

영향력 위험성	매우 높음 (4.1~5.0)	높음 (3.1~4.0)	보통 (2.1~3.0)	낮음 (1.1~2.0)	아주 낮음 (1.0 이하)
매우 높음 (21~25)	높음	높음	보통	낮음	낮음
높음 (16~20)	높음	높음	보통	낮음	낮음
보통 (11~15)	높음	높음	보통	낮음	낮음
낮음 (6~10)	높음	보통	보통	낮음	낮음
아주 낮음 (1~5)	높음	보통	낮음	낮음	낮음

자료 : 안전행정부(2014)

위의 기준표를 적용한 위험도 분석결과에 따라 중점관리 위험요소를 선정하고 위험요인 및 사고유형별로 위험경감 대책 및 사고 발생 시 대응대책을 마련하게 된다.

제3절 항만관련 정부의 안전계획

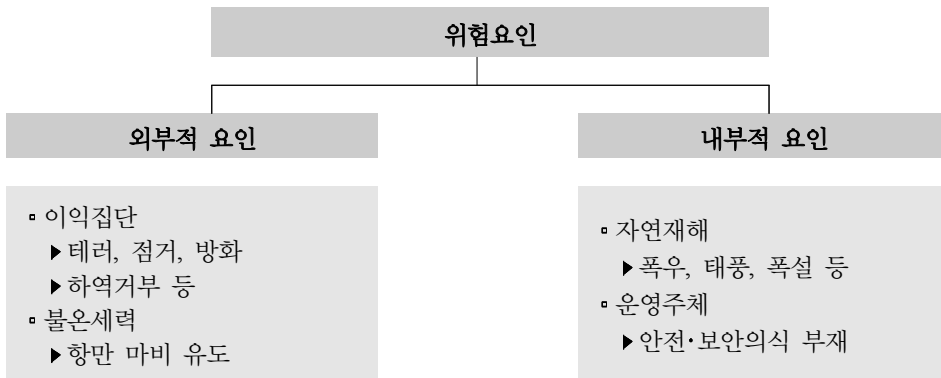
2014년 2월 안전행 정부는 어떠한 유형의 재난 발생 시에도 최소의 국가기능을 유지하기 위해 국가기반체계를 보호하고 이를 관리하기 위해 ‘국가기반체계계획’의 작성기준과 보호활동에 대한 세부사항을 규정하기 위하여 ‘국가기반체계 보호지침’을 마련하였다⁴³. 이 지침에 따라 국가기반체계 보호 기본계획을 수립해야 하는 대상은 9개 분야의 국가기반체계를 관리하는 10개 중앙행정기관과 274개 국가기반시설을 직접 관리하고 있는 90개 기관이다. 해양수산부는 교통수송 분야의 국가기반시설인 무역항을 관리하고 있어서 이에 대한 기본계획을 수립해야 했으며, 2014년 3월 ‘2014년 국가기반체계 보호 기

43 「재난 및 안전관리 기본법」 및 「재난 및 안전관리 기본법 시행령」에 근거

본계획’을 수립한 바 있다.⁴⁴

해양수산부의 ‘2014년 국가기반체계 보호 기본계획’의 기본방향은 첫째, 국가 경제와 국민생활에 큰 지장을 야기할 수 있는 물류대란을 사전에 예방하고 우리 항만의 대외 경쟁력을 확보한다. 둘째, 예선파업, 항만근로자 하역 거부 등의 사건 발생 시 피해를 최소화하여 항만 내 수출입 물류지원을 위해 예선의 안정적 확보·운영 및 항만하역작업의 원활한 운영을 도모한다. 셋째, 항만하역 종사자들의 하역 거부행위 및 집단행동 예방과 하역거부에 따른 항만물류 차질 위기상황을 효율적으로 관리한다. 마지막으로 항만 관련 산업 종사자들에 의한 집단 작업 거부 시에도 국가 항만 물류기능의 최소 수준 유지로 국민생활 안정을 도모한다.

〈표 6-11〉 항만관련 위험요인 분석



자료: 해양수산부(2014)

본 기본계획의 대상인 해양수산부 관할 국가기반시설은 전국 항만 중 12개 무역항으로 부산, 인천, 여수, 광양, 마산, 울산, 동해·묵호, 군산, 목포, 포항, 평택·당진, 대산항 등이 지정되었다. 안전행정부가 주무부처인 해양수산부에 ‘국가기반시설 지정지침 수립’을 요청하고, 다시 해양수산부가 안전행정부에 국가기반시설 지정 대상 선정 및 안전정책조정위원회 심의를 요청하여

⁴⁴ 국가기반시설을 직접 관리하는 기관에서도 국가기반체계의 보호계획과 세부계획을 수립해야 한다.

전문가 및 유관기관의 의견 수렴과 안정정책조정위원회의 심의를 거쳐 주무부처인 해양수산부가 국가기반시설로 지정하여 설정되었다. 한편, 국가기반시설로 지정되기 위해서는 「재난 및 안전관리 기본법」 제25조의 2에 의거 다른 기반시설이나 체계 등에 미치는 연쇄효과, 둘 이상의 중앙행정기관의 공동대응 필요성, 국가 안전보장과 사회 경제에 미치는 피해규모 및 범위, 재난의 발생 가능성 또는 복구의 용이성 등을 고려해야 한다. 교통수송분야의 지정기준은 인력수송과 물류기능을 담당하는 체계와 실제 운영하는 데 필요한 교통·운송시설 및 이를 통제하는 시설로 요건을 갖추어야 한다.

12개 무역항의 재난관리체계에서 비상대책본부는 해운물류국장을 총괄반장으로 하되, ‘경계’ 경부 발령 이후에는 장·차관을 본부장으로 확대하여 설치되며, 총괄반장 밑에는 홍보반, 비상대책반, 지원반, 시설관리반 등 4개 반 20여명으로 구성된다. 한편, 위기경보는 관심, 주의, 경계, 심각 등 4단계로 그 수준이 구분되며, 이에 따라 해양수산부의 비상대책본부의 활동내용도 서로 다르다.

〈표 6-12〉 위기경보 수준별 발령 판단기준 및 활동내용

수준	발령 판단기준	활동내용
관심 (Blue)	징후가 있으나 그 활동수준이 낮아서 가까운 기간 내에 국가 위기로 발전할 가능성이 비교적 낮은 상태	징후활동 감시 기관과의 협조체계 점검
주의 (Yellow)	징후 활동이 비교적 활발하고 국가위기로 발전할 수 있는 일정 수준의 경향성이 나타나는 상태	관련 정보수집 정보공유 활동 강화 관련기관과의 협조체계 가동
경계 (Orange)	징후 활동이 활발하고 전개 속도, 경향성 등이 현저하여 국가위기로 발전할 가능성이 농후한 상태	조치계획 점검 관련기관과 함께 인적·물적 자원의 동원 준비
심각 (Red)	징후 활동이 매우 활발하고 전개 속도, 경향성 등이 심각하여 국가위기 발생이 확실시되는 상태	즉각 대응태세 유지

자료 : 해양수산부(2014)

제4절 소결

1. 항만분야 재난 관련 표준 매뉴얼의 부재

우리나라 정부 차원에서 관리하는 재난은 「재난 및 안전관리 기본법」에 근거하여 풍수해, 지진, 대형 화산폭발, 적조 등 4개의 자연재난과 산불, 유해화학물질 유출사고, 대규모 해양오염, 해양 선박사고 등 26개 사회재난이다. 이들 30개 재난사건에 대해서는 안전행정부가 직접 관리하는 표준매뉴얼을 작성하여 관리하고 있다.

여기서 중요한 점은 항만과 관련된 표준매뉴얼이 대규모 해양오염, 적조, 해양 선박사고 등 3개 재난에 그치고 있다는 것이다. 이들 가운데 적조, 해양 선박사고는 2014년 사회적 이슈가 된 사건의 발생으로 인해 국가 위기관리 표준매뉴얼로 마련된 것이다. 가령 2014년 발생한 세월호 침몰 사건의 수습 과정에서 기관별 임무와 역할이 명기된 표준매뉴얼이 구비되지 않았기에 정부의 대응이 순조롭지 못했다는 것은 주지의 사실이다. 이러한 대형 사고의 발생을 계기로 해양수산부가 주도하는 해양선박사고 위기관리 표준매뉴얼을 구축하였다. 대형 사고는 사고 발생 초기에 신속하고 효율적으로 대응해야 인명 및 재산 피해를 최소화할 수 있기에 표준매뉴얼의 구비가 필수적이다.

항만 shutdown과 관련해 발생 가능한 재난에 대해 주무부처인 해양수산부는 실무 및 행동매뉴얼은 마련하여 운용하였지만, 국가차원의 표준매뉴얼은 마련하지 못했다. 여기서 표준매뉴얼과 실무 또는 행동매뉴얼의 차이는 재난 사건이 발생했을 경우 누가 대책반의 반장이 되어 사건을 수습하느냐에 달렸다. 물론 실무와 행동 매뉴얼에서 사건이 발생했을 경우 해양수산부의 장·차관이 대책반장이 될 수 있으나, 타 부처와의 연계된 대책마련에 많은 시간이 소요될 수 있다는 점에서 많은 차이가 발생한다. 다시 말해 항만 shutdown의 표준 매뉴얼이 마련되면 안전행정부 중심의 대책반이 운영되기 때문에 범 정부차원에서의 대응 마련이 신속하게 이루어질 수 있다. 현재 항만 shutdown의 재난 발생에 대한 대응체계 마련은 표준매뉴얼이 마련된 타 분야의 위기관리 시스템보다 다소 지연될 수 있다는 한계를 가지고 있다.

2. 전국 항만 단위의 국가기반체계 보호 기본계획 수립 필요

2014년 해양수산부에서는 「국가기반체계 보호 기본계획」을 수립한 바 있다. 「국가기반체계 보호 기본계획」은 부산항을 비롯하여 12개 무역항을 대상으로 한다. 우리나라에는 이들 12개 무역항뿐만 아니라 「항만법」 제2조에서 구분하듯 국가관리무역항 14개, 지방관리무역항 17개, 국가관리연안항 11개, 지방관리연안항 18개의 항만이 있다. 총 60개의 항만이 있음에도 불구하고 「국가기반체계 보호 기본계획」에서 12개 무역항을 대상으로 한 것은 수출입에 중요한 항만을 기준으로 설정한 것으로 풀이된다.

12개 무역항은 우리나라 수출입 항만 물류의 대부분을 담당하는 등 중요한 측면이 있다. 하지만 이들 12개 항만시설이 자연재해 또는 인적재난 등으로 기능이 마비될 경우 나머지 항만이 12개 항만을 대체하는 contingency 항만으로 기능할 수 있기 때문에 이들 항만에 대한 「국가기반체계 보호 기본계획」 마련도 반드시 필요할 것으로 판단된다.

아울러 현재 수립된 「국가기반체계 보호 기본계획」에서는 12개 항만이 재난 등 사건이 발생했을 경우를 대비하여 주변 항만을 어떻게 이용할 것인가에 대한 contingency plan은 포함하지 않고 있다. 즉 기존의 해양수산부의 「국가기반체계 보호 기본계획」에서는 안전관리, 평시 운영연속성 관리, 재난 시 상황관리 등 안전행정부의 지침에 따라 「국가기반체계 보호 기본계획」을 수립했음에도 불구하고 대책마련이 대상항만에 대한 대책마련에만 치우쳐 있어 재난 발생 시 국가 경제 활동이 마비되지 않도록 하는 항만 기능의 연속성을 확보하는 차원의 contingency plan의 마련은 이루어져 있지 않다는 것이다.

제7장 결론 및 정책제언

제1절 결론

세월호 침몰 사고, 경주 리조트 붕괴 사건, 판교 공연장 환풍기 붕괴 사건 등 예기치 못한 사건들이 발생하면서 안전에 대한 사회적 관심이 높아지고 있다. 항만 부문도 예외가 아니어서 항만 안전에 대한 관심이 높아지고 있으며, 항만 안전 위기관리 체계의 구축이 필요한 상황이다. 특히 우리나라 수출입 화물의 99%가 해상으로 운송되는 현실을 감안한다면 항만의 정상적인 운영은 국가 경제 발전의 선결 조건인 셈이다. 즉, 항만 서비스 단절에 대비한 예방책을 미리 구축해 둘 필요가 있으며, 우리나라 항만 서비스 공급 지장의 파급효과 및 정책 방안을 제시한 연구는 전무한 상황이다.

본 보고서는 『제1장 서론』, 『제2장 국내외 사례 조사』, 『제3장 선행연구 조사』, 『제4장 항만 shutdown의 파급효과 분석방법론』, 『제5장 항만 shutdown의 파급효과 사례분석』, 『제6장 항만 shutdown에 대한 대응방안』으로 구성되었다. 본 연구는 항만 shutdown에 따른 파급효과를 분석하고 항만 shutdown에 대한 대응 정책 대안을 제시하는 데 목적을 두고 있으며, 각 장별로 다음의 연구를 수행하였다.

제1장 서론에서는 연구의 배경, 목적, 연구 내용과 방법을 소개하였다. 항만 shutdown을 X 이벤트 관점에서 살펴보고, 경제적 파급효과 분석의 중요성을 강조하였다. 또한 이를 위해 어떤 방법론으로 어떤 방향으로 연구가 진행되는지에 대한 연구 흐름도를 제시하였다.

제2장 국내외 사례 조사에서는 항만과 관련이 있는 과거 자연재해 또는 인적재난과 관련된 국내외 사례를 검토하였다. 자연재해의 경우 1995년 발생한 한신·이와지 대지진 사례, 우리나라에서 2003년 발생한 태풍 매미로 인한 부산항 피해, 그리고 2011년 일본에서 발생한 동일본 대지진을 조사하였다. 인

적재난으로 인한 항만 shutdown 사례는 미국 LA·롱비치항 항운노조 파업을 검토하였다. 또한 해외 정책 대응방안 사례를 조사하여 주요 항만 방재 및 대응체계를 비교 분석하였다. 시기별 정책의 변화 추이를 검토하여 재해 대응 정책이 어떻게 변모해 왔는지를 살펴보았다. 본 장에서는 과거 사례를 단순히 검토하는 것에 그치지 않고 정량적으로 얼마만큼 손실이 발생하였는지를 조사하였다. 예를 들어 2011년 일본 대지진의 경우 국제거점항만 및 주요 항만 14개항, 지방항만 17개항의 항만기능이 마비된 사실을 확인하였으며, 이로 인한 피해는 국토교통성에 의하면 약 400억 달러 이상인 것으로 추정되었다.

제3장은 주요 선행연구를 방법론 위주로 검토하고 모형 구축에 참조하였다. 국내 선행연구의 경우, 과거 자연재해 또는 파업으로 항만 shutdown이 발생한 사례가 전무했기 때문에 선행연구를 찾는 것이 어려웠다. 유사 사례로 태풍 등의 자연재해가 국가경제에 미친 파급효과 분석이나 물류산업의 파업에 따른 국민경제의 손실효과 연구 등을 검토하였다. 해외 연구의 경우 환태평양지진대에 위치하여 지진·쓰나미로 인한 항만 폐쇄를 경험한 일본 사례와 항만노조가 상대적으로 활성화 되어 있어 노조파업으로 항만이 폐쇄되었던 미국 사례 등을 소개한 선행연구를 검토하였다. 일본 선행연구는 고베 대지진으로 인한 항만 폐쇄, 미국 선행연구는 LA·롱비치항 폐쇄와 텍사스 Beaumont항 폐쇄의 경제적 파급효과를 제시하였다. 또한 해외 X 이벤트 연구 사례를 검토한 바 있다.

제4장 항만 shutdown의 파급효과 분석방법론은 학계에서 본격적으로 연구가 시작된 지 얼마 되지 않은 X 이벤트 개념을 고찰하였다. X 이벤트라는 개념을 본 보고서에서 사용하는 이유는 항만 shutdown은 X 이벤트 정의와 마찬가지로 표본 중 다른 대상들과 확연히 구분되는 통계적 관측치이자 매우 드물고, 놀라우면서, 사회적 파급효과가 매우 큰 사건이기 때문이다. Casti(2010), 박병원 외(2012) 등을 검토하고 X 이벤트가 발생하기 위한 동인인 필수복잡성 법칙과 몇 가지 실제 사례를 기술하였다. 항만 shutdown은 발생 확률이 매우 낮지만 발생할 수 있으며 발생 시에 그 파급력이 매우 크다는 것을 X 이벤트 개념을 차용하여 설명하였다. 본 연구에서는 항만

shutdown에 따른 경제적 파급효과를 산정하기 위해 산업연관분석을 적용한다. 특히 수요유도형 모형, 공급유도형 모형, 운영불능 모형, 지역산업연관분석 모형 등을 소개한다.

제5장은 항만 shutdown의 유발 동인, 촉발 경로 등을 전망하고 인과지도를 그려서 항만 shutdown 시 예상되는 순환고리와 그 파급효과를 추정하였다. 이를 통해 항만 shutdown의 산업부문별 파급효과를 분석하였으며 제작된 인과지도를 통해 사회적, 정책적 시사점을 고찰하였다. 또한 지역산업연관표 자료를 소개하고 항만 shutdown이 발생할 수 있는 시나리오를 설정하였다. 국내 항만폐쇄 발생 시 야기되는 산업별 및 지역별 매출액, 부가가치, 취업자 수 등을 계상하였는데 항만 shutdown의 경제적 파급효과는 매출액 감소 효과가 매우 커 국가 전체적으로 막대한 손실을 가져 오는 것으로 전망되었다.

제6장 항만 shutdown에 대한 대응방안은 국내 재난분야 국가위기관리체계, 국가기반체계 보호 기본지침, 항만관련 정부의 안전계획 등을 조사하였다. 그 결과 우리나라는 아직 항만분야 재난 관련 표준 매뉴얼이 미흡한 수준으로, 전국 항만 단위의 국가기반체계 보호 기본계획 수립이 긴요한 것으로 판단되었다.

요컨대 항만은 shutdown 시 국가 전체에 막대한 피해를 발생시키는 국가 중요시설이다. 따라서 항만시설의 정지를 예방하거나 신속히 복구하기 위해서는 체계화된 기본계획의 수립이 필요하다. 발생가능한 모든 사건·사고에 대응하기 위해서는 항만의 정지에 대한 요인들을 카테고리별로 구분하고 이에 대한 대응방안도 국가 차원에서 세부적으로 정리하여 수립할 필요가 있다. 또한 본 연구의 구축 모형은 상위 항만 계획 단계 수립 시 그 실효성을 발휘할 것으로 기대된다.

제2절 정책 제언

1. 항만 관련 사고의 표준매뉴얼 마련

1) 필요성

항만 관련 사고 발생 시 직간접적으로 막대한 규모의 손실로 이어지기 때문에 사고가 발생하기 전에 이를 방지하는 예방책 마련이 선결되어야 한다. 하지만 항만은 자연재해나 인적재해 등 갑작스런 원인에 의해 언제든지 기능이 저하 및 마비될 수 있다. 따라서 항만 관련 사고가 발생할 경우 얼마나 신속하고 체계적으로 대응하느냐가 국가적 손실을 줄이고 사고 발생 이후 해당 항만·지자체·국가가 얼마나 빨리 피해를 극복하고 회복할 수 있는지를 결정한다.

항만 관련 사고에 효율적으로 대응하기 위해서는 표준 매뉴얼의 작성 및 적용이 반드시 필요하다. 현재 항만 부문에는 매뉴얼 활용이 미흡한 수준으로 항만 사고 시의 대응방안을 체계적으로 기술하고 있는 표준매뉴얼이 존재한다면 사고 발생 시 보다 신속한 흐름으로 사고에 대응 할 수 있다. 특히 매뉴얼을 활용하여 초동 대응을 할 수 있다면 사고로 인한 부(-)의 파급효과를 크게 줄일 수 있다.

2) 문제점

항만의 shutdown 발생 시 발생하는 피해는 국가 경제에 미치는 그 파급력이 매우 막대하다. 실제로 2011년 일본 대지진 발생 시 항만 부문에 발생한 피해 규모는 약 400억 달러로 추정되었으며, 미국 LA·롱비치항 파업 시에 추정된 전(全)산업 피해 규모는 간접피해만 해도 하루 약 20억 달러인 것으로 추산되었다. 또한 글로벌 경제 대국인 미국의 파업 당시 적시에 수출입 지원이 이루어지지 않아 발생하는 세계 주요 기업의 매출 감소 손실액은 미국 경제 손실 대비하여 약 10배 이상 규모인 것으로 추정 되었다.

우리나라는 아직 공식화된 표준매뉴얼이 없어 매뉴얼 제정을 통한 향후

항만 재난사고의 신속 대응이 요구된다. 세월호 선박 침수 사고 사례를 살펴 보면 사건 발생 이후의 보상 및 지원 대책 정책은 다각도에서 수행되었지만, 사고발생 방지를 위한 사전적인 대응책 마련은 미흡했다는 평가이다. 세월호 사건 당시 정부중앙재해대책본부의 초동대응미흡이 발생하였는데, 문제로 지적된 것은 정부의 위기관리매뉴얼에 대해 예·경보체계가 없다는 것이었다. 현재 일부 재난매뉴얼이 존재하지만 예상 밖 재난상황에 대비하기 미흡하고, 각 부처 간 연계·통합된 내용으로 작성 되지 않아서 활용하기 어렵다는 의견이 많다.

3) 표준매뉴얼의 마련

항만 shutdown의 파급효과맵과 인과지도를 살펴봤듯이 항만 사고는 국가적 재난사고 발생 가능성이 높음에도 불구하고 아직까지 표준매뉴얼 상 해양수산부가 주관이 될 수 없다. 구축된 표준매뉴얼의 유형을 보면, 대형 재난이 발생하여 대규모 인적, 사회적, 경제적 피해를 야기했기에 표준매뉴얼 작성 구축의 필요성이 제기된 경우가 대부분이다. 예를 들어, 지하철대형사고, 고속철도대형사고, 육상화물운송 등은 과거 재난이 발생한 사례들이다. 최근 해양 선박사고 표준 매뉴얼이 신규로 작성된 바 있는데, 이는 세월호 사건으로 인해 해양 선박사고를 해양수산부 주관 하에 일관적으로 대응할 필요성이 있다고 판단되었기 때문이다. 현재 항만 사고는 사고 유형별로 소방방재청, 환경부, 고용노동부 등 다양한 기관이 주축이 되어 대응해야 하는데, 항만 사고를 실질적으로 담당해야 할 해양수산부가 중심이 되지 않으면 보고체계나 협업 과정에서 많은 어려움이 발생할 것으로 판단된다. 즉, 육상화물운송에 대해서 국토교통부가 위기관리 표준매뉴얼을 작성했듯이 항만 사고에 대해서 해양수산부가 작성기관으로 주도적으로 역할을 해야 할 것으로 판단된다.

2. 항만 위기관리 시스템의 구축

1) 필요성

항만의 shutdown을 일으킬 수 있는 잠재적인 원인은 여러 가지에서 찾아볼 수 있었다. 첫째는 태풍, 지진, 해일 등에 의한 자연적인 재해이며, 둘째는 항만노무인력(항운노조, 항만보안인력 등)이 발생시킨 행위에 의한 결과이며, 셋째는 전기, 사이버 해킹 등에 의한 항만 운영상의 지장, 넷째는 테러 및 전쟁 등 국가 위기 상황 또는 항만에 대한 직접적인 공격에 의한 항만의 shutdown을 들 수 있다.

이들 원인은 사전에 방지할 수 있는 원인과 그렇지 못한 원인으로 구분할 수 있으며, 이에 대한 대응방안도 서로 다르며 원인을 대처하기 위한 방안도 국가 또는 항만운영사 차원에서 마련해 둔 것도 있다. 그렇다면 항만의 기능을 마비시킬 수 있는 상황에 대처하기 위한 수단으로 무엇이 마련되어 있으며, 각 대응방안들이 상호 유기적으로 어떻게 연계되어 있는지 검토하여 대응방안을 마련하는 것이 필요하다. 다시 말해 항만의 기능을 마비시키는 원인은 항만의 기능을 마비시키는 위험요소 즉, 리스크로서 작용하는 것이며, 이에 대응한 리스크 매니지먼트가 바로 리스크로부터 항만 기능을 유지시켜 항만을 통한 국가 경제활동을 뒷받침하는 대응 방안일 것이다.

2) 문제점

항만 shutdown 원인 중 자연재해, 테러, 전쟁 등 외부 공격에 의한 항만 shutdown에 대비한 계획은 국가적 차원의 국민안전종합대책, 비상대비계획, 중앙재난안전대책 등의 대응 방안이 구비되어 있다. 특히 항만과 같이 국가 중요시설물에 대해서는 국가보안목표 관리지침에 따른 대응방안이 이미 마련되어 있다. 하지만 이들 계획은 사전적 의미의 대응과 사건이 발생한 후 단기적 처리방안을 제시했을 뿐 사건 발생 후 당해 시설물의 기능을 회복하는 데 필요한 복구차원의 대응방안은 포함하지 않은 것으로 판단된다.

예를 들어, 우리나라의 항행시설의 장애에 대한 위기대응 실무매뉴얼을 살

펴보면, 항행시설의 위기상황에 대처하기 위한 대응지침, 위기관리 체계, 위기상황에 따른 조치목록 및 초동조치사항, 현장 대응체계 구축, 대국민 홍보 등에 관한 자세한 관리 및 대처 매뉴얼이 마련되어 있을 뿐, 사건이 발생한 후 관계기관 간의 복구를 위한 협력체계 및 이행방안에 대해서는 자세한 방안이 마련되어 있지 않다. 더욱이 항만을 포함하는 국가중요시설물에 대한 관리지침에서도 시설물의 지정, 경비·보안계획, 경비상황실의 설치, 보호구역의 설치, 출입증의 발급, 출입통제, 외국인에 대한 보안관리, 보호장비의 보호, 신원조사, 특정시설물의 경비 및 보안업만 등에 대해서만 규정하고 있을 뿐 복구에 대한 매뉴얼 및 규정은 마련되어 있지 않은 상황이다.

그렇기 때문에 항만 shutdown 원인이 발생할 경우, 사건 발생 이후 시설물을 복구시킴으로써 시설물이 재기능할 수 있는 복구대책에 대해서 아무런 방안이 마련되어 있지 않아서 복구에 상당한 시간과 관련 기관 간의 복구를 위한 갈등이 발생할 수밖에 없다. 이를 해결하기 위해서는 많은 갈등처리 비용이 소요될 수밖에 없을 것이다. 따라서 항만 shutdown 발생한 후 이를 복구시키기 위한 각종 제도적 기반과 매뉴얼이 마련되어야 갈등을 해소하기 위한 사회적 비용과 복구 시간 지체에 따른 직접적인 비용 절감을 도모할 수 있을 것이다.

3) 정책적 시스템의 마련

이를 위해서는 다음과 같은 정책적 시스템이 마련되어야 할 것이다. 첫째, 각종 위기 대응 매뉴얼에서 복구를 위한 대응방안 등이 마련되어야 할 것이다. 물론 국가 중요시설물이면서 상업적 시설이기도 한 항만시설물의 복구문제는 항만시설물의 소유권자인 국가 또는 개인이 부담해야 할 것이다. 하지만 상업적 시설 이전에 국가중요시설물로서 국가 경제의 기반이 되는 항만이 국가재난(자연재해, 테러, 전쟁, 정전, 사이버테러 등)에 의해 그 기능이 마비될 경우 국가에서 일정부분 복구를 위한 비용을 부담해야 한다. 아울러 상업적 시설물의 운영을 통해 이익을 창출하고 있는 항만운행사 또는 항만공사 등도 복구 비용을 부담해야 하므로 두 기관 간 비용 부담에 대한 갈등 문제

가 대두될 수 있다. 그렇기 때문에 복구 대응방안 마련 시 반드시 관련 기관 간의 역할 문제, 비용 부담 문제 등도 함께 다루어져야 할 것이다.

둘째, 각종 위기 대응 매뉴얼에는 contingency plan이 포함되어 있으나, 그 구체성이 미약한 수준이다. 예를 들어 전쟁과 같은 국가 위기상황에 대비하기 위한 충무계획 상의 contingency plan을 살펴보면, 항만 shutdown 시 폐쇄된 항만의 주요 취급화물의 대체부두로 어떤 항만을 이용하라고만 계획되어 있을 뿐, 이용에 따른 비용부담 또는 대체부두 이용을 위한 선박의 이동경로 및 폐쇄부두와 대체부두 간 화물 이동에 대한 대응 방안 등은 구체적으로 마련되어 있지 않은 상황이다. 그렇기 때문에 대체부두를 이용하기 위한 시간과 비용이 구체적인 계획이 수립된 경우보다 많이 소요될 수밖에 없을 것이다. 따라서 contingency plan에는 대체부두 지정과 더불어 대체부두 이용에 따른 비용처리 문제, 폐쇄부두와 대체부두 간의 communication channel, 대체부두로의 이동 수단(선박, 철도, 도로 등) 등에 대한 구체적 명시가 필요할 것이다.

셋째, 사후적 복구가 중요하지만, 사전적 복구(예방)도 중요하다. 여러 가지 예방 방안 중 제한된 비용으로 효과적으로 사건을 방지할 수 있는 방안을 모색하고 어떤 예방이 선행되어야 하는지 사전적 판단을 내려야 할 것이다. 본 연구에서는 항만을 폐쇄시킬 수 있는 여러 가지 동인을 찾아보고 그 결과에 의한 인과지도를 작성하였다. 인과지도 상에서 항만 shutdown에 의해 파급될 수 있는 여러 영향 가운데 다른 2차, 3차 영향이 발생하는 원인으로 작용하는 핵심(core) 영향이 발생하는데, 이들 1차적 원인이 바로 제한된 예방비용을 효과적으로 분배하기 위한 core 부분이 될 것이다. 따라서 항만을 폐쇄시킬 수 있는 여러 가지 사건의 근간이 되는 원인을 밝혀내고 그 원인 간 우선순위를 선정하여 제한된 비용을 효과적으로 분배하기 위한 항만 위기관리 평가시스템을 구축해 나가야 할 것이다.

참 고 문 헌

〈국내 문헌〉

- 강광하, 「산업연관분석론」, 연암사, 2000.
- 고병욱·김태일·이민규·이건우, 「외항해운산업의 산업연관효과 평가를 위한 위성계정 도입방안」, 한국해양수산개발원, 2013.
- 관세청, 수출입무역통계 DB, 관세청.
- 김민규, 「항만시설의 지진피해와 그 대책」, 한국원자력연구소, 2010.
- 류문현·조승국, “자연재난의 국민경제적 파급효과 분석 - 태풍피해를 중심으로 -”, 생산성 논집 제24권 제3호, 2010.
- 박병원, “X-event란 무엇인가?” 「Future Horizon」, 제13호. 과학기술정책연구원, 2012.
- 박병원·홍성주·송치웅·윤정현·정민주·이정환, 「과학기술기반의 국가발전 미래연구IV」, 과학기술정책연구원, 2012.
- 박병원 외, 「미래사회 중장기 난제해결을 위한 기술사회적 대응방안」, 경제·인문사회연구회, 2014.
- 박상길, “태풍 매미로 인한 항만하천의 피해분석”, 2005 한국지형공간정보학회 하계학술 발표대회, 2005.
- 소방방재청, 「2011년 재난연감」, 소방방재청, 2012.
- 안전행정부, 「국가 위기관리매뉴얼 및 위기대응 체계」, 안전행정부, 2014.
- 윤정현, “극단적 미래사건(X-events)의 파급효과 분석 방법론”, 「Future Horizon」, 제12호, 과학기술정책연구원, 2012.
- _____, “한국의 극단적 재난사례: 만약 원전사고가 일어난다면?”, 「Future Horizon」, 제21호, 과학기술정책연구원, 2014.
- 이창근·김의준, “물류산업의 공급지장이 국민경제에 미치는 영향: 산출승수와 생산·생산 승수의 적용”, 한국지역개발학회지 제21권 제3호, 2009.

- 통계청, 「2005 운수업통계조사보고서」, 통계청, 2006.
- 한국개발연구원, 「항만부문사업의 예비타당성조사 표준지침 연구」, 한국개발연구원, 2001.
- 한국어촌어항협회, 「일본의 태·폭풍 피해에 따른 어항 및 항만시설의 보수보강 사례조사」, 한국어촌어항협회, 2010.
- 한국은행, 「산업연관분석해설」, 한국은행, 2007.
- _____, 「2005년 지역산업연관표」, 한국은행, 2009.
- 한국해양수산개발원, 「2011년 국가교통수요조사 및 DB구축사업: 해상화물 O/D 보완갱신」, 한국해양수산개발원, 2012.
- 한일무역보험공사, 「일본 지진 피해 현황 및 국내외 경제 동향」, 한일무역보험공사, 2011.
- 한일산업기술협력재단, 「일본대지진 이후 일본물류에 미치는 영향」, 한일산업기술협력재단, 2012.
- 해양수산부, 「2014년 국가기반체계 보호 기본계획」, 해양수산부, 2014.

〈영문 문헌〉

- Cameron, A., MacKenzie, Joost R. Santos, Kash Barker, "Measuring changes in international production from a disruption : Case study of the Japanese earthquake and tsunami", *International Journal of Production Economics*, 138, 2012.
- Casti, J. L., *Mood Matters: From Rising Skirt Lengths to the Collapse of World Powers*, New York: Copernicus Books, 2010
- _____, *X-Events: The Collapse of Everything*, New York, William Morrow, 2012.
- Chang, S. E., "Disasters and transport systems: Loss, recovery and competition at the port of Kobe after the 1995 earthquake", *Journal of Transport Geography*, 8, 2000.
- Daisuke, S. and K. Goto, "Numerical modeling of the 2011 Tohoku-oki tsunami in the offshore and onshore of Sendai Plain", *Sedimentary Geology* 282, 2012.
- Danielis, R. and T. Gregori, "An input-output-based methodology to estimate the

- economic role of a port: The case of the port system of the Friuli Venezia Giulia Region, Italy", *Maritime Economics & Logistics*, 15(2), 2013.
- Dietzenbacher, E., "In vindication of the Ghosh model: A reinterpretation as a price model", *Journal of Regional Science*, 37, 1997.
- Gosh, A., "Input-output approach in an allocation system", *Economica*, 25, 1958.
- Haimes, Y. Y. and P. Jiang, "Leontief-based model of risk in complex interconnected infrastructures", *Journal of Infrastructure Systems*, 7(1), 2001.
- IEA, *IEA Response System for Oil Supply Emergencies*, Paris: IEA, 2012.
- IIASA, "7 shocks and Finland", *X-events in Human Society*, International Institute for Applied Systems Analysis, 2012.
- Jung, J., J. R. Santos, and Y. Y. Haimes, "International trade inoperability input-output model(IT-IIM): Theory and application", *Risk Analysis*, 29(1), 2009.
- Leontief, W., "Quantitative input-output relations in the economic system of the United States", *The Review of Economics and Statistics*, 18(3), 1936.
- Miller, R. E. and P. D Blair, *Input-Output Analysis: Foundations and Extensions, 2nd ed.*, Cambridge: Cambridge University Press, 2010.
- Okuyama, Y., "Economic modeling for disaster impact analysis: Past, present, and future", *Economic Systems Research*, 19(2), 2007.
- Okuyama, Y. and S. E. Chang, *Modeling Spatial and Economic Impacts of Disasters*, Springer, 2004.
- Oosterhaven, J., "On the plausibility of supply-driven input-output model", *Journal of Regional Science*, 28(2), 1988.
- Park, J. Y., "The economic impacts of dirty bomb attacks on the Los Angeles and Long Beach ports: Applying the supply-driven NIEMO(National Interstate Economic Model)", *Journal of Homeland Security and Emergency Management*, 5(1), 2008.
- Park, J. Y., P. Gordon, J. E. Moore II, and H. W. Richardson, "The state-by-state economic impacts of the 2002 shutdown of the Los Angeles-Long Beach ports", *Growth and Change*, 39(4), 2008.

- Park, J. Y., P. Gordon, J. E. Moore II, H. W. Richardson, and L. Wang, *Simulating the State-by-State Effects of Terrorist Attacks on Three Major U.S. Ports: Applying NIEMO (National Interstate Economic Model)*, in H. W. Richardson, P. Gordon, and J. E. Moore II(ed.), *The Economic Costs and Consequences of Terrorism*, Cheltenham: Edward Elgar, 2007.
- Rose, A. and D. Wei, "Estimating the economic consequences of a port shutdown: The special role of resilience", *Economic Systems Research*, 25(2), 2013.
- Santos, J. R. and Y. Y. Haimen, "Modeling the demand reduction input-output (I-O) inoperability due to terrorism of interconnected infrastructures", *Risk Analysis*, 24(6), 2004.
- Srivihok, et al. "Development of an online tool for tsunami inundation simulation and tsunami loss estimation", *Continental Shelf Research*, 2011.
- Tadahiro Fukusumi, Hitodhi Ozaki, and Masao Koba, "Influence of the ground profile on the reduction of earthquake motion at the filled man-made islands in the Kobe harbor during the 1995 Hyogoken Nambu earthquake", *Soil Dynamics and Earthquake Engineering* 22, 2002.
- WEF, *Global Risk 2014 9th Edition*, World Economic Forum.

〈일문 문헌〉

- 国土交通省(2014), 国土交通省業継続計画第3版
- 国土交通省(2006), 耐震強化岸壁緊急プログラム
- 総合政策技術安全課(2008), 緊急災害対策派遣隊(TEC-FORCE)の概要
- 国土交通省(2011), 東日本大震災の記録: 国土交通省の災害対応
- Central consulting(2009), 港湾BCP策定支援業務
- 内閣府経済社会総合研究所(2007), 巨大災害による経済被害をどう見るか: 阪神・淡路大震災 `9/11テロ `ハリケーン・カトリナを例として
- 鈴木克洋(2011), 東日本大震災による我が国経済への影響: 被害と復興が経済に与える影響の整理

- 湯沢昭・須田熙(1989), 地震による港湾機能の経済被害予測 `土木学会論文集第401号
- DBJ(2011), 大震災がチ地域経済に与える影響について: 阪神・淡路大震災をケーススタ
 デイとして
- 港湾空港技術研究所(1997), 釧路沖地震による釧路港の経済被害と液状化対策の費用
 便益分析
- 国土交通省(2011), 東北地方の港湾における被災状況について(現地調査速報)
- 山内啓嗣(2014), 大規模地震発生における地方の港湾機能回復に関する研究,高知国工
 科大学大学院, 修士論文
- 港湾空港技術研究所(2011), 2011年東日本大震災による港湾・海岸・空港の地震・津波被
 害に関する調査速報
- 静岡県(2013), 静岡県防災・危機管理機能の施策の方向
- 岡山県危機管理課(2013), 岡山県地震・津波被害想定調査
- 中央防災会議事務局(2008), 中部圏・近畿圏の内陸地震に係る被害想定手法(案)につい
 て: 交通被害 `ライフライン被害 `孤立集落の発生など
- 神奈川県地震被害想定調査委員会(2009), 神奈川県地震被害想定調査
- 中部経済連合会(2005), 巨大地震に備えた中部のインフラ整備: ものづくりを支える物
 流面からの提言
- 兵庫県(2014), 阪神・淡路大震災の復旧・復興の状況について
- 国土技術政策総合研究所(2011), 港湾における地震・津波による被害状況と復旧支援に
 ついて “東日本大震災”調査報告会資料
- Inter Risk Report(2013), 港湾における地震・津波対策について
- 港湾空港技術研究所(2011), 港湾における津波被害

〈온라인자료〉

- 관세청 수출입무역통계(<http://www.customs.go.kr>) (2014년 9월 2일)
- 한국은행 경제통계시스템(<http://ecos.bok.or.kr>) (2014년 7월 21일)
- 해양수산부 해운항만물류정보센터(<http://www.spidc.go.kr>) (2014년 7월 21일)
- 홍콩항만개발위원회(<http://www.pdc.gov.hk>) (2014년 7월 21일)

부록 1. 일본의 정책적 대응방안 사례

1. 동일본(東日本)대지진 정책대응사례

1) 거시적 대응

(1) 응급복구

하치노헤항에서부터 카시마항에 이르는 항만기능 회복을 위해 항로 전개 등을 실시함과 동시에 기간적 수송을 담당하는 시설(수출입·내항컨테이너, 웨리, RORO선)과 화력발전소용 석탄 취급시설 등에 대한 응급복구를 실시하였다.

(2) 복구회의 설치

재해 직후 항만기능이 충분히 회복되지 않은 상태에서 배후권은 물론 관동지방 전체의 산업과 물류의 복구에 지장이 발생함에 따라 항만의 조기 복구를 위해 관계자들로 구성된 복구회의를 설치하였다. “신 항만건설”의 관점에서 산업부흥을 지원하는 물류기능과 산업활동을 연계한 피해 방재 방향성을 검토해 지역관계자 모두에게 해당되는 공통지침으로서 “산업·물류부흥계획 방침(2012년 8월)”을 책정하였다.

(3) 복구공정표 수립

복구에 상당기간의 시한을 요하는 시설(방파제)과 중요한 시설(컨테이너 등 기간적 수송을 담당하는 시설, 제조업의 조업재개에 필요한 시설들)에 대해서는 “복구 공정표”를 책정하였다.

공정표 스케줄에 맞추어 피해지 항만에서 긴급지원물자 수송을 조기 복구시키기 위해서 선로·정박지 등에 대한 수로확보작업과 안벽 복구를 중심으로

한 다각적인 복구가 추진되었다. 이에 따라 지역 항만 전체가 입항선박의 흡수제한 및 안벽 적재하중 제한 속에서도 3월 15일 카마이시항(釜石港)과 이바라키항(茨城港)을 시작으로 3월 24일까지 피해를 당한 국제거점항만 및 중요항만 중 일부가 개장하였다.

(4) 항만구조물 안전성 확보

항만구조물에 대해 특히 영향을 많이 끼치는 주파수대역인 0.3~1Hz을 고려해서 항만 구조물을 설계하고 설치하였다. 관련 시뮬레이션 결과 항만 입구부 방파제 유무에 따라 해일의 높이 및 이동속도에 차이를 나타냈다. 방파제가 있을 시의 해일의 크기는 8.0m로 방파제가 없을 시의 13.7m에 비해 5.7m 낮았으며, 해일의 이동속도 역시 4m 크기의 해일의 경우 방파제 설치 시에 비해 6분 정도 해일이 늦게 도달하여 구조물 설치로 인한 효과가 있는 것으로 검토 되었다.

(5) 지진·츠나미 및 피해실태를 통한 향후 과제 도출

X 이벤트는 사전 발생 가능성을 예측하는 것이 불가능하므로, 사건 발생 이후 피드백을 통해 현상을 개선해 나가는 것이 필요하다. 일본 정부는 향후 과제 도출을 통해 장래 발생 가능성이 있는 X 이벤트의 피해규모를 줄이고자 과제 로드맵을 수립하였다.

〈표 부록-1〉 피해실태 조사를 통한 향후 과제 도출

향후 과제	
1	전파수치계산을 통한 해일 크기와 진원지역 검토
2	해일 방파제의 해일 저감효과와 해일 안정성 검토
3	타 방파제나 방조제의 효과와 해일 안정성 검토
4	석유 탱크 등 위험물 해일 안정성 검토
5	콘크리트 건축물의 해일 안정성 검토
6	컨테이너 등 표류와 침몰 검토
7	선박 피해 실태, 해일 계류력 검토
8	항로 및 해안 침식 검토
9	지진과 해일의 복합 재해 검토

향후 과제	
10	피난과 희생자 실태 파악
11	유효한 피난방법과 시설 검토
12	선박 피난 실태 파악
13	복구 상황 파악
14	해일 방재시설의 강도 검토
15	새로운 해일 방재시설 검토
16	GPS 파랑계를 통한 실시간 예측 추진

2) 미시적 대응

(1) 해상표류물 및 표류선박 대응

국통교통성 항만국에서는 해상보안청이 제공하는 해상 표류물 정보를 바탕으로 4척의 해양환경 정비선으로 해상표류물의 수거작업을 실시해 5월 3일부터 7월 14일까지 12,327.9m³의 표류물을 수거하였다.

〈표 부록-2〉 표류물 수거 정비선 및 수거 현장



(2) 임해지역 화재 대응

여진으로 인해 발생한 치바(千葉) 코스모 석유정유소의 LPG 탱크 화재에 대응하여 소방선 및 소방기능 강화형 순시선을 긴급 투입하고 해상재해방지센터 소속 소방선 및 동경 소방청 소방선과 함께 해상 소화활동을 실시하였다.

특히 육상에서의 대응이 곤란한 상황 속에서 해상 소화기능을 보유한 소방청 등의 소유 선박을 이용한 소화활동이 큰 역할을 하였다.

〈표 부록-3〉 항만배후단지 진화 현장



(3) 항로 전개 및 확보

해일로 인해 가옥과 차량, 컨테이너 등이 항만으로 유출되어 긴급지원물자를 수송하는 선박의 안정적인 항해에 지장을 줌에 따라 동북(東北)지방정비국은 관동(?東)지방정비국과 재해 응급대책 협정을 체결하고 긴급물자수송선을 입항시키기 위한 항로 전개작업을 실시하였다.

지진 발생 2주 후 주요 항에서는 모든 항로 전개작업이 마무리되어 긴급물자 수송 등이 가능해졌으며, 특히 재해 시 긴급물자수송을 목적으로 정비된 내진 강화 안벽은 긴급물자뿐만 아니라 석탄, 사료 등 일반화물 수송에도 이용되는 등 지역산업 복구에 큰 역할을 하였다.

2. 한신(阪神)·아와지(淡路)대지진 정책대응사례

1) 거시적 대응

(1) 대책본부 설치

일본정부는 “한신(阪神)·아와지(淡路)대지진 복구 기본방침 및 조직에 관한 법률”을 기반으로 한신·아와지 복구 대책본부를 설치(1995년 2월 24일)하고 “한신·아와지 재해 복구계획(1995년 7월 7일)”을 책정하여 재해 전 상태로의 복구를 포함한 “창조적 복구”를 공표하였다.

〈표 부록-4〉 한신·아와지 대지진 복구계획

복구계획 개요
▶ 목표연차: 2005년 ▶ 대상지역: 효고현(兵庫縣) 내 재해 구조법 대상지역인 10개시 ▶ 기본이념: 인간과 자연, 인간과 인간, 인간과 사회가 조화되는 “공생사회” 건설 ▶ 기본목표 - 21세기에 대응한 복지 도시 건설 - 재해에 강한 도시 건설 - 다중심 네트워크형 도시권 형성 등

재해 후 10년이 경과한 2005년에는 10년에 걸쳐 추진해온 창조적 복구 대책(6개 분야 54개 주제)에 관해 피해지 현지조사와 워크숍 등을 통해 복구사업에 대한 총괄적인 검증을 실시하였다.

(2) 재해 대책 국제종합 검증사업

재해 분야별 중요과제 도출·해결을 위한 구체적인 행동계획을 담고 있는 “한신·아와지 재해 복구계획 추진시책”을 책정하고, 재해 대책의 종합적인 검증을 위해 “재해 대책 국제종합 검증사업”을 실시하였다.

검증결과와 관련 전문가들의 의견을 기반으로 새로운 지역사회 건설 추진을 위해 “한신·아와지 재해 복구계획 후기 5개년 추진 프로그램”, “한신·아와지 복구계획 3개년 추진 프로그램” 등을 마련하고 추진하였다.

(3) 방재미래센터 개설

한신·아와지 대지진의 경험과 교훈을 계승하기 위해 “방재 미래센터”를 개설하였다.

2) 미시적 대응

(1) 재해 대응 관련 향후 과제 도출

재해 발생 시 원활한 물자수송 확보를 위해 “한신·아와지 대지진 복구에

따른 고베시의 도시 내 물류 방향성에 관한 조사연구 보고서”를 기반으로 “재해 발생 시 물자수송 확보를 위한 과제”를 선정하였다. 선정된 과제는 향후 지속적인 개선을 통해 장래 재해 발생 시에 보다 효율적이고 신속한 대응이 가능 하는데 도움이 되도록 하였다.

〈표 부록-5〉 재해 발생 시 물자수송 확보를 위한 과제

과제	내용
1. 주행 허가 차량 지정방법	▶ 주행목적의 중요성과 시급성을 평가하기 위한 기준 및 허가 차량 평가기준을 사전에 명확히 설정
2. 긴급 물자 등의 거점 위치와 관리·운영체제	▶ 배송거점 등은 원칙적으로 피해지 외에 위치하게 되므로 권역 외에서는 재해지역 내 도로를 점유하지 않고 도달 할 수 있는 위치이어야 함 ▶ 배송거점의 관리 및 운영 원활화를 위한 작업지시방법, 대피소 등과의 연락방법, 필요한 기자재의 수배 등에 관한 매뉴얼 작성 ▶ 배송거점의 운영에 있어서는 물류 전문가의 지식과 경험 등을 조기에 활용할 수 있도록 해야 함(사전 계약의 필요성)
3. 도로 정보 등 정보제공 체제	▶ 한신·아와지 지진에서는 정체장소가 시시각각 변한데다 이와 관련한 정보를 수집하지 못했기 때문에 수송효율의 저하로 이어짐. 이에 따라 치밀한 도로 정보 제공 체제의 구축이 요구됨
4. 대체 수송경로 설정	▶ 지진 후의 수송에 있어서는 해상 경로를 포함해 다양한 우회경로를 이용. 사전에 다양한 피해사례를 파악한 후 대체 경로를 설정해 두고, 지진 발생 시 경로 이용방법에 대한 정확한 정보를 제공해 물자수송의 혼란 방지
5. 피해자 및 거점 수요의 명확한 전달과 각종 매뉴얼 작성	▶ 구호물자 발송자에 대해 피해자나 배송거점의 요구를 정확히 전달 가능한 “발송자용 매뉴얼” 작성이 요구됨 ▶ 긴급수송을 위한 매뉴얼과 관련 내용 검토

자료 : ‘지진 대응을 위한 중부 인프라 정비’ 일본 중부경제연합회(2005)

(2) 물류인프라에 대한 내진 경비 강화

CCTV카메라 설치, 쓰나미 대응 수문 건설 등 내진 경비시스템 강화

〈표 부록-6〉 내진 대응 수문, CCTV 카메라



부록 2. 일본 동북아대지진 항만별 피해사례

1. 하치노헤항

하치노헤항은 해일에 의한 피해가 대부분이었으며 지진 진동으로 인한 피해는 발생하지 않았다. 하치타로우 지구 P안벽에서는 일부 호안의 유출이 확인된 가운데, 컨테이너선석인 J안벽(수심 13m)에서는 크레인 주행 장치 피해가 일부 파악되었을 뿐이며 지진에 의한 손상은 별로 없었다.

내진강화 안벽인 하치타로우 지구 N안벽(수심 7.5m) 역시 지진에 의한 손상은 전혀 확인 되지 않았으나, 니켈광석 등을 대량으로 적재해 둔 카와라기 지구 A안벽에서는 일부 침하가 발견되었다.



2. 쿠지항

쿠지항(久慈港)에서는 하치노헤항과 마찬가지로 대부분에 피해가 해일에 의해 발생했으며 지진 진동에 의한 피해는 일부 잔교에서만 확인되었다. 다만 일부 안벽에서는 장소에 따라 상부구조물과 포장 간 5~11cm의 균일이 발생하는데 배후지 접근로에서는 포장 일부가 파손되었다.



3. 카마이시항

카마이시항은 지각변동으로 인해 항 전체에 걸쳐 심각한 지반침하가 발생하였다.

구체적으로 카마이시항에서 가장 피해가 컸던 부분은 방파제였는데, 특히 북측 방파제(전장 990m)는 대부분이 해일에 의해 수몰되거나 변형이 일어났으며, 남측 방파제(전장 670m) 역시 육상측 일부가 수몰되었다.

스가지구 안벽 및 물양장, 그리고 Apron과 케이슨 배후에 10cm 정도의 단차가 발견되었으나, 내진 강화 안벽으로 설계된 스가지구의 안벽(수심 7.5m)에서는 이상이 발견되지 않았다.



4. 오오후나토항

오오후나토항에서는 카마이시항과 마찬가지로 항 전체에 걸쳐 발생한 지각변동으로 인해 50cm 정도의 지반이 침하하였다.

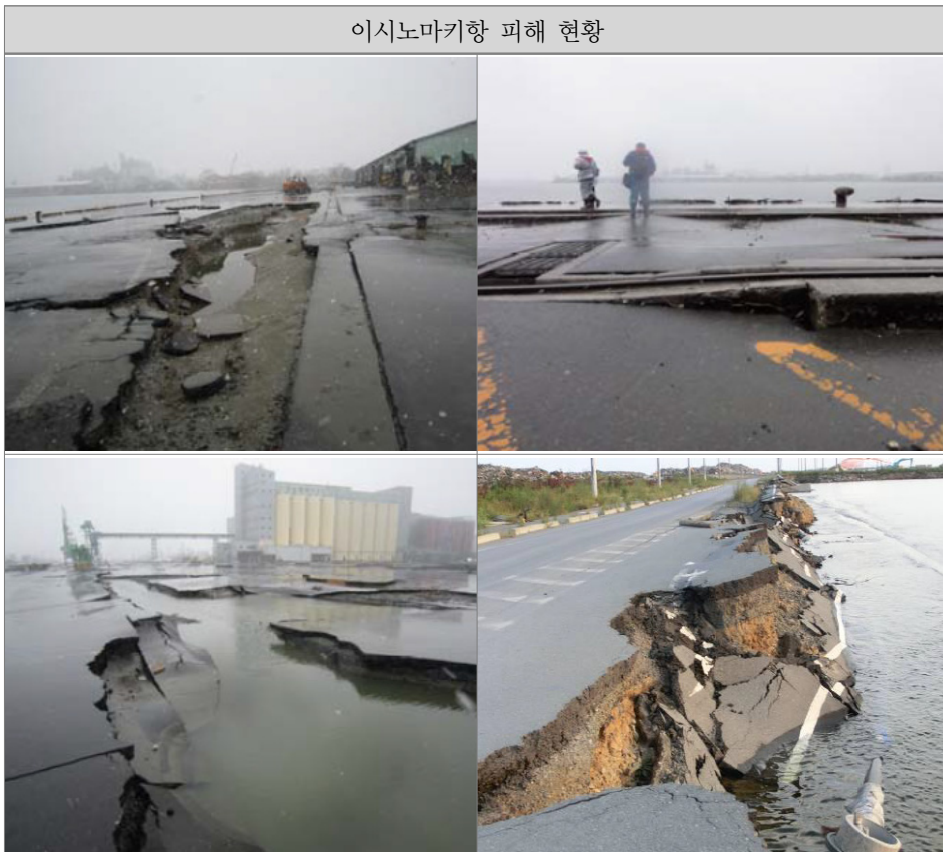
Apron 배후에 10cm 정도의 침하와 함께 20cm 정도의 단차가 발견되었으며, 그 외 남측과 북측 방파제 일부를 제외하고 대부분의 케이슨이 수몰되었다. 또한 야드에서는 콘크리트 포장의 일부가 변형되었다.



5. 이시노마키항

1964년 중요항만으로 지정된 이시노마키항은 지진 발생 시 단층운동으로 인해 안벽 전체의 변형은 물론 야드 내에 대규모의 액상화 현상과 침하(히요리부두의 경우 최대 1m) 발생하여 막대한 피해 발생하였다.

그 외 일부 배후지역의 단차(15~20cm)와 함께 하역기기의 피해(부두에 설치된 3기의 살화물용 하역기기 중 2기가 소실)가 발생하였다.



6. 센다이시오가마항

2001년 특정 중요항만으로 지정된 센다이시오가마항의 경우, 총 길이 240m 내진 강화 안벽으로 설계된 다카마츠(高松)부두 Apron 배후의 단차와 야드 내 지반 침하(20cm)현상이 발생하였다. 하지만 타 피해항과는 달리 대규모의 액상화현상 등이 발견되지 않음에 따라 긴급물자 및 원자재 하역이 조속히 개시되었다.

타카사고 부두에서는 해상과 육상측 간 큰 단차로 인해 크레인 레일에 손상을 입었으며, Apron 배후에서도 비교적 큰 침하가 발견되었다. 야드에서는 일부 제방과 컨테이너화물이 유출되었다.



항만 shutdown(공급 지장)의 파급효과 분석

2014年 12月 29日 印刷

2014年 12月 31日 發行

편집검
발행인 김 성 귀

발행처 한국해양수산개발원
서울특별시 마포구 매봉산로 45

전 화 02-2105-2700 FAX : 02-2105-2800

등 록 1984년 8월 6일 제313-1984-1호

조판·인쇄/크리커뮤니케이션 02-2273-1775

판매 및 보급 : 정부간행물판매센터 Tel : 394 - 0337

정가 15,000원