creative commons

COMMONS DEED

저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:

저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.

비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.

변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 이용허락규약(Legal Code)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

Disclaimer

dCollection

경영학박사 학위논문

항만보안과 항만회복탄력성이 항만의 지속가능성 성과에 미치는 영향에 관한 연구

2021년 02월

서울대학교 대학원

경영학과 생산관리전공

김 찬 호

항만보안과 항만회복탄력성이 항만의 지속가능성 성과에 미치는 영향에 관한 연구

지도교수 박 상 욱

이 논문을 경영학박사 학위논문으로 제출함
2021년 1월

서울대학교 대학원
경영학과 생산관리전공
김 찬 호

김찬호의 박사 학위논문을 인준함
2021년 1월

위 원 장 양 홍 석 (인)
부 위 원 장 최 강 화 (인)
위 원 박 상 욱 (인)
위 원 김 연 성 (인)
위 원 신 니 나 (인)

초 록

2020년은 코로나19로 인해 세계가 봉쇄된 해로 기억될 것이다. 그동안 세계화로 인해 복잡성, 불확실성 및 우발성이 증가된 상황에서 코로나19와 같은 예상하지 못한 위협은 사회적 취약성을 높이는 원인으로 작용하였다. 그렇기 때문에 코로나19 이후의 새로운 질서에 대한 논의가 세계적으로 진행되고 있으며, 그 중심에 회복탄력성이 있다.

코로나19로 인한 회복탄력성 확보문제와 같은 사회적 이슈는 예전에도 있었다. 1960년대 환경문제 및 1970년대 오일쇼크로 인한 자원고갈에 따른 지속가능성, 2001년 미국의 9.11테러에 따른 보안문제가 그러한 사례가 될 수 있다. 보안, 회복탄력성 및 지속가능성의 공통점은 예측하지 못하는 위협에 대비·대응하는 방안이라는 점이다. 특히 이들은 예측하지 못하는 위협에 대비·대응함으로써 국민의 생명과 재산은 물론 국가의 사회적, 경제적 안정을 도모하는 것에 목적을 두고 있다는 공통적인 목적을 가진다. 따라서 보안과 회복탄력성은 사회적 안보와 밀접한 연관성을 가지며, 이러한 사회적 안보는 사회적, 경제적, 환경적 영역이 모두 허용 가능한 경계 내에서 작동할 때만 실현될 수 있다.

그러나 항만보안과 관련하여 그동안 항만서비스의 공급자와 이용자 간에는 그 성과에 대해 많은 의견차가 있었다. 또한 항만 현장에서 항만보안, 항만회복탄력성, 항만의 지속가능성 등이 분리·적용되고 있어, 예상하지 못하는 위협에 대응한 항만보안, 항만회복탄력성 및 항만의 지속가능성의 통합적인 현장 적용 필요성이 제기되고 있다.

따라서 본 연구에서는 항만보안수준-항만회복탄력성-항만보안운영성과-사회·경제적 지속가능성성과 및 환경적 지속가능성성과 간의 관계를 우리나라의 항만보안을 담당하고 있는 운영사 및 이용자인 선사를 대상으로 한 설문조사를 통해 실증 분석하여, 항만보안 이행이 항만보안운영성과에 미치는 영향을 파악하고 항만보안-항만회복탄력성-지속가능성 등의 통합·관리의 필요성을 제시하고자 하였다.

연구결과, 항만보안과 항만의 지속가능성 간에, 그리고 항만회복탄력성과 항만의 환경적 지속가능성 간에는 직접적으로 유의한 영향을 미치지 않으나, 항만보안-항만회복탄력성-항만보안운영성과-항만의 지속가능성성과 간에는 매개효과가 존재하여 항만보안이나 항만회복탄력성은 항만의 지속가능성을 도모하기 위해 유기적으로 연계하여 관리할 필요가 있음을 시사하고 있다. 또한 전체적으로 항만보안수준은 항만회복탄력성의 하위요소인 흡수력, 적응력, 복구력 등에도 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 다만, 복구력에 대해서는 항만서비스 공급자인 운영사에서는 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났으나, 선사에서는 유의한 영향을 미치지 못하는 것으로 나타났다. 이는 항만회복탄력성 복구력의 대상에 대한 운영사와 선사의 입장차가 존재하기 때문이다. 그럼에도 불구하고, 항만 운영사 입장에서는 항만보안과 항만회복탄력성의 목표를 비즈니스 파트너인 선사와 공유하고 공동으로 상호 이익을 위한 협력을 도모할 필요가 있다. 아울러 운영사와 선사 모두에서 항만보안수준과 항만보안운영성과 중 운영효율성 간 관계에 있어 항만보안수준은 운영효율성에 유의미한 영향을 미치고 있는 것으로 확인되었다.

종합적으로 세계화로 인해 복잡성이 증가된 사회의 특성상 사회적 재난을 초래할 수 있는 위협은 다양화되었다. 이에 대응하여 공급사슬의 한 노드이자 국가 중요시설인 항만에 있어 항만보안과 항만의 회복탄력성 확보의 필요성도 높다. 특히 항만보안이 단순히 항만시설에 대한 접

근제어만을 의미하는 것이 아니라 접근제어와 회복탄력성을 통한 항만보안운영성과의 달성은 항만과 기업, 지역, 국가가 현재와 미래 모두 공존하기 위해 중요한 요소로 항만서비스의 공급자인 항만 운영사와 이용자인 선사 등을 포함하는 이해관계자 간 이해와 더불어 확보를 위한 모두의 협력이 필요하다. 또한 모든 이해관계자 간 사회적, 경제적, 환경적 영역의 지속가능발전 목표에 대한 타협과 더불어 항만보안, 항만회복탄력성 및 지속가능성 등에 대한 신중한 통합·관리가 필요하다.

주요어 : 항만보안, 항만회복탄력성, 항만보안운영성과, 사회·경제적 지속가능성성과, 환경적 지속가능성성과

학번 : 2007-30142

목 차

제 1 장 서 론 ····· 1
제1절 연구의 배경 및 목적 ····· 1
1. 연구의 배경 ····· 1
2. 연구의 목적 ····· 3
제2절 연구방법 및 구성 ····· 5

제 2 장 문헌연구 ····· 7
제1절 항만보안수준 ····· 7
제2절 항만보안운영성과 ····· 20
제3절 항만의 회복탄력성 ····· 28
제4절 항만의 지속가능성성과 ····· 50

제 3 장 연구모형 ····· 64
제1절 연구모형과 가설 ····· 64
제2절 연구의 조작적 정의 ····· 70

제 4 장 연구모형의 실증분석 ····· 77
제1절 자료 수집 ····· 77
1. 개요 ····· 77
2. 표본의 구성 ····· 78
3. 기술적 통계량 ····· 80
제2절 결과 분석 ····· 82
1. 요인의 타당성 검증 - 확인적 요인분석 ····· 82

2. 연구모형(항만보안수준-항만회복탄력성-항만보안운영성과-지속가능성성과)의 분석결과 ····· 90
3. 세부 연구모형 1(항만보안수준-항만회복탄력성-항만보안운영성과)의 분석결과 ····· 98
4. 세부 연구모형 2(항만회복탄력성-운영효율성)의 분석결과 104
5. 세부 연구모형 3(항만보안수준-항만회복탄력성)의 분석결과 108
6. 세부 연구모형 4(항만보안수준-운영효율성)의 분석결과 ·· 117
7. 매개효과 ····· 121

제 5 장 결론 및 시사점 ····· 128

제1절 연구결과의 요약 ····· 128

제2절 연구의 시사점 ····· 134

1. 연구의 학문적 시사점 ····· 134
2. 연구의 실무적 시사점 ····· 138

제3절 연구의 한계 및 향후 연구과제 ····· 141

1. 연구의 한계 ····· 141
2. 향후 연구과제 ····· 143

<참고문헌> ····· 145

<부록 1 : 설문지> ····· 177

<Abstract> ····· 181

<감사의 글> ····· 185

표 목 차

<표 2-1> 공급사슬에서의 파괴적 이벤트 ····· 7
<표 2-2> 항만 위협의 종류 ····· 11
<표 2-3> ISPS Code의 보안등급 기준 ····· 15
<표 2-4> ISPS Code의 보안등급별 조치사항 ····· 16
<표 2-5> 보안관리 요인 ····· 18
<표 2-6> 선사 측면의 ISPS Code 이행에 따른 긍정적 영향 ····· 22
<표 2-7> 선사 측면의 ISPS Code 이행에 따른 부정적 영향 ····· 23
<표 2-8> 항만운영사 측면의 ISPS Code 이행에 따른 영향 ····· 25
<표 2-9> ISPS Code 이행에 따른 보안성과 ····· 26
<표 2-10> 공급사슬 분야의 회복탄력성 정의 및 키워드 ····· 29
<표 2-11> 공급사슬 분야의 회복탄력성 요인의 정의 및 관련 문헌 · 31
<표 2-12> 인프라 시스템 회복탄력성의 정의와 키워드 ····· 35
<표 2-13> 인프라 분야의 회복탄력성 요인 정의 및 문헌 근거 ··· 42
<표 2-14> 공급사슬관리 분야의 지속가능성 정의 ····· 51
<표 2-15> 항만 분야의 지속가능성 성과요인 ····· 61
<표 3-1> 항만보안수준 및 항만보안운영성과의 조작적 정의 ····· 72
<표 3-2> 항만회복탄력성의 조작적 정의 ····· 74
<표 3-3> 항만지속가능성성과의 조작적 정의 ····· 76
<표 4-1> 응답자의 소속별 분류 ····· 78
<표 4-2> 응답자의 근무경험 기준 분류 ····· 79
<표 4-3> 문항별 평균 및 표준편차 ····· 81
<표 4-4> 항만보안수준의 수렴타당성 검증 결과 ····· 83
<표 4-5> 항만회복탄력성의 수렴타당성 검증 결과 ····· 85
<표 4-6> 항만보안운영성과의 수렴타당성 검증 결과 ····· 87
<표 4-7> 사회·경제적 지속가능성성과의 수렴타당성 검증 결과 ·· 88
<표 4-8> 환경적 지속가능성성과의 수렴타당성 검증 결과 ····· 89
<표 4-9> 판별타당성 검증 결과 ····· 90

<표 4-10> 연구모형의 모형적합도 ····· 92
<표 4-11> 연구모형의 검증 결과 ····· 93
<표 4-12> 연구모형의 조절효과 검증 ····· 95
<표 4-13> 연구모형의 집단 간 가설검증 결과 비교 ····· 95
<표 4-14> 세부 연구모형 1의 모형적합도 ····· 99
<표 4-15> 세부 연구모형 1의 검증 결과 ····· 100
<표 4-16> 세부 연구모형 1의 조절효과 검증 ····· 101
<표 4-17> 세부 연구모형 1의 집단 간 가설검증 결과 비교 ····· 102
<표 4-18> 세부 연구모형 2의 모형적합도 ····· 105
<표 4-19> 연구모형 3의 검증 결과 ····· 105
<표 4-20> 세부 연구모형 2의 조절효과 검증 ····· 106
<표 4-21> 세부 연구모형 2의 집단 간 가설검증 결과 비교 ····· 106
<표 4-22> 세부 연구모형 3의 모형적합도 ····· 109
<표 4-23> 세부 연구모형 3의 검증 결과 ····· 110
<표 4-24> 세부 연구모형 3의 조절효과 검증 ····· 111
<표 4-25> 세부 연구모형 3의 집단 간 가설검증 결과 비교 ····· 111
<표 4-26> 연구모형 1의 모형적합도 ····· 118
<표 4-27> 세부 연구모형 4의 검증 결과 ····· 118
<표 4-28> 세부 연구모형 4의 조절효과 검증 ····· 119
<표 4-29> 세부 연구모형 4의 집단 간 가설검증 결과 비교 ····· 120
<표 4-30> 연구모형의 매개효과 검증(델타법) ····· 122
<표 4-31> 연구모형의 매개효과 검증(부트스트래핑) ····· 123
<표 4-32> 연구모형에서 운영사 집단의 매개효과 검증(델타법) · 124
<표 4-33> 연구모형에서 운영사 집단의 매개효과 검증(부트스트래핑) 125
<표 4-34> 연구모형에서 선사 집단의 매개효과 검증(델타법) ····· 126
<표 4-35> 연구모형에서 선사 집단의 매개효과 검증(부트스트래핑) · 127

그 림 목 차

<그림 1-1> 연구 흐름도 ····· 6
<그림 2-1> 항만보안의 개념 ····· 10
<그림 2-2> 공급사슬 회복탄력성 측정 프레임워크 ····· 33
<그림 2-3> 인프라 분야의 회복탄력성 삼각형 예시 ····· 39
<그림 2-4> 회복탄력성 삼각형과 수량적 측정법 ····· 40
<그림 2-5> 공급사슬 분야 지속가능성성과 측정모형 예시 ····· 60
<그림 3-1> 연구모형: 항만보안수준-항만회복탄력성-항만보안 운영성과-항만지속가능성성과 간 관계 ····· 66
<그림 3-2> 세부 연구모형 1: 항만보안수준-항만회복탄력성-항만보안운영성과 간 관계 ····· 67
<그림 3-3> 세부 연구모형 2: 항만회복탄력성과 항만운영효율성 간 관계 ····· 68
<그림 3-4> 세부 연구모형 3: 항만보안수준과 항만회복탄력성 간 관계 ····· 69
<그림 3-5> 세부 연구모형 4: 항만보안수준과 항만보안운영성과 중 운영효율성 간 관계 ····· 70
<그림 4-1> 응답자의 주요 이용항만 ····· 80
<그림 4-2> 항만보안수준의 확인적 요인분석 ····· 82
<그림 4-3> 항만회복탄력성의 확인적 요인분석 ····· 84
<그림 4-4> 항만보안운영성과의 확인적 요인분석 ····· 86
<그림 4-5> 사회·경제적 지속가능성성과의 확인적 요인분석 ····· 87
<그림 4-6> 환경적 지속가능성성과의 확인적 요인분석 ····· 88
<그림 4-7> 연구모형 ····· 92
<그림 4-8> 연구모형의 가설검증 결과 종합 ····· 97
<그림 4-9> 세부 연구모형 1 ····· 99
<그림 4-10> 세부 연구모형 1의 가설검증 결과 종합 ····· 102
<그림 4-11> 세부 연구모형 2 ····· 105

<그림 4-12> 세부 연구모형 3 ····· 109
<그림 4-13> 세부 연구모형 3의 가설검증 결과 종합 ····· 113
<그림 4-14> 세부 연구모형 4 ····· 118

제 1 장 서 론

제1절 연구의 배경 및 목적

1. 연구의 배경

2020년은 코로나19로 인해 세계가 봉쇄된 해로 기억될 것이다. 코로나19로 인한 이동제한, 국경봉쇄, 종식에 대한 불투명성 등은 코로나19라는 전염병을 보건위기에서 경제위기로 확대시키는 원인으로 작용했다.[1] 이러한 국경봉쇄와 이동제한은 글로벌 공급사슬의 생태계 변화를 초래하여 세계적으로 포스트 코로나19 시대의 'new normal'에 대한 논의의 필요성을 제기시켰다. 더욱이 회복탄력성(resilience) 강화에 대한 요구가 높아지고 있다.[2] 이와 더불어, 2001년 9.11테러와 2011년 발생한 동일본 대지진 등 테러와 자연재해는 공급사슬의 보안과 회복탄력성 강화에 대한 필요성을 제기한 원인이 되어 왔다. 또한, 1960년대 급격한 산업화로 인한 환경오염 문제와 1970년대 초 오일쇼크로 촉발된 자원고갈 문제는 "미래 세대가 자신의 필요를 충족시킬 수 있는 능력을 손상시키지 않으면서 현재의 필요를 충족"시키는 지속가능성(substantiality) 문제를 초래하는 원인으로 작용했다(Brundtland Report, 1987). 여기서 회복탄력성은 파괴적인 상황 속에서도 어떤 것을 어떻게 유지(maintain)시킬 것인가에 대해 목적을 두고 있으며, 지속가능성은 현재 및 미래 세대를 위한 인도적 생활 조건을 유지시키기 위해 어떤 것을 어떻게 지속(Sustain)시킬 것인가에 대해 목표를 두고 있다(Robertson, 2017). 즉 세계 무역의 80%를 담당하는 항만에서의

---

1) 이동제한, 국경봉쇄로 인한 코로나19의 경제적 여파로 인해 세계 경제가 -4.4% 감소할 것이라는 전망도 나오고 있는 상황(IMF, 2020).
2) chathamhouse(검색일: 2020. 8. 1).

회복탄력성과 지속가능성은 필수적인 사회 서비스 제공과 보장 유지(maintain)를 통해 지속(sustain)적으로 서비스를 제공함으로써 이를 이용하는 이용자의 사회·경제적 질을 높이기 위한 것이라 할 수 있다(Fiksel, 2013; Rockström 등, 2009). 그렇기 때문에 공급사슬이 중단되거나 중단될 수 있는 위협이 증가하는 상황에서 현재 가지고 있는 공급사슬의 기능에 영향을 주지 않으면서도 위협에 대비한 복구력을 향상시키기 위한 다양한 보안 활동의 효율성 확보가 다국적 기업에 중요한 문제로 대두되고 있다(Yang & Hsu, 2018).

하지만 회복탄력성과 지속가능성 확보는 장기적 관점의 효과에 염두를 둔 투자로서 기업은 자원 활용의 효율성 확보를 통해 단기적 효과를 창출하는 데 집중하기 때문에 예상하지 못하는 상황에 대비한 보안이나 회복탄력성 확보 또는 미래 지향적 목표를 달성하기 위한 지속가능성 확보를 위한 비용 투자에는 회의적일 수밖에 없다(Margolis 등, 2007; Gao & Bansal, 2013; Mandojana 등, 2015). 이와 더불어 우리나라에서는 예상하지 못하는 위협을 식별·대비하기 위한 항만보안과 회복탄력성에 대한 법·제도가 분리 운영되어 있어 이에 대한 통합적 관리의 한계가 발생하고 있으며, 관리의 중복성 문제도 발생하고 있다.

지금은 코로나19와 같이 예상하지 못한 전염병이 국경봉쇄와 이동제한 등을 초래함으로써 원자재 조달, 생산, 판매 등 글로벌 공급사슬체계를 위협하고 있다. 이로 인해 세계 경제가 지난 2008~2009년 글로벌 금융위기에 육박하는 어려움에 처해 있다. 이러한 예상하지 못하는 위협에 대비한 회복탄력성 확보와 이를 통한 사회의 지속가능발전을 도모해야 한다는 세계적 요구가 강화되고 있는 상황이다. 그러나 회복탄력성과 지속가능성 확보는 장기적 관점의 투자가 동반되는 것으로 단기적 성과를 우선시하는 기업의 특성상 이들을 확보하기 위한 투자와 그에 따른 효과에 대한 회의적 시각이 존재하기 마련이다. 더군다나 우리나라의 경

우, 항만보안, 회복탄력성 관련 법·제도 등이 분리되어 있기 때문에 사회적 안보의 개념으로서 통합·관리되고 있지 않은 문제점이 있다. 따라서 2001년 9.11테러로 인해 도입되어 지속적으로 강화되고 있는 항만보안제도에 따른 '항만보안수준', '항만회복탄력성', '항만보안운영성과', '항만의 지속가능성성과(사회·경제적, 환경적)' 간 영향관계를 분석함으로써 불확실성에 따라 사회적 취약성이 높아지는 가운데 이들 요인에 대한 관리방안을 마련하기 위한 실증적 근거를 마련할 필요가 있다. 이를 통해 실무적으로는 항만보안은 물론 항만의 회복탄력성을 확보하고 지속가능성과의 통합·관리에 대한 정당성을 확보할 수 있을 것이다.

2. 연구의 목적

보안(security)은 보호할 대상에 대한 접근제어를 통해 안전(safety)을 확보하는 것으로 여기서 안전은 국민의 생명과 재산, 국가의 경제적 안정을 위해하는 잠재적 위협을 방지하는 것이라 할 수 있다. 항만은 국민의 생명과 재산을 외부의 위협으로부터 보호해야 하는 국경이기 때문에 항만은 보안과 안전이 공존하는 공간이다(해양수산부, 2018). 즉 항만보안은 보호할 대상인 항만에 대한 접근제어를 통해 국민의 생명과 재산은 물론 국가의 경제적 안정을 도모하기 위한 활동이다. 항만보안에서 다루는 위협은 허리케인 및 홍수와 같은 자연적 위험, 운영자 오류와 같은 인위적 위험, 화학, 생물 및 핵 물질과 같은 무기로 인한 위험 등을 포함한다(Russel & Arlow, 2015). 더욱이 코로나19 시대에 항만보안은 접근제어라는 기본적인 역할로 잠재적 감염자에 대한 항만 접근을 제어하는 하나의 수단으로서 그 기능이 확대되고 있다.

여기서 중요한 것은 항만보안은 국민의 생명과 재산, 국가의 경제적 안정을 위해하는 잠재적 위협 방지를 목적으로 보호 대상인 항만에 대한

접근제어 활동이며, 이러한 항만보안의 목적은 항만에 대한 잠재적 위협으로부터 항만의 기능을 지속 유지시킴으로써 국민의 생명과 재산, 국가의 경제적 안정을 도모하는 것이다. 그렇기 때문에 항만보안은 항만 및 국가의 지속가능발전을 위한 하나의 수단이다. 더군다나 항만보안은 단순 보안 사건만을 위협의 대상으로 삼는 것이 아니라 자연적 위험, 인위적 위험과 대량파괴를 동반하는 무기로 인한 위험 등을 대상으로 하기 때문에 이에 대한 대비·대응 활동으로써 항만을 특정 품질과 상태로 유지시키기 위한 것이며, 거시적으로는 회복탄력성 확보를 위한 하나의 수단이라 할 수 있다(CISA, 2019).

그러나 기존의 연구에서는 항만보안과 보안운영성과 간, 항만보안과 회복탄력성 간, 회복탄력성과 지속가능성과 간 부분적 상관관계에 대한 연구에 집중되어 왔다. 특히 항만보안이 회복탄력성을 확보하는 하나의 수단으로서 항만보안의 목적인 국가의 지속가능발전에 미치는 영향을 실증분석을 통해 밝히는 연구는 거의 전무한 상태이다.

이에 본 연구에서는 항만보안수준-항만회복탄력성-항만보안운영성과-사회·경제적 지속가능성성과 및 환경적 지속가능성성과 간의 관계를 우리나라의 항만보안을 담당하고 있는 운영사 및 이용자인 선사를 대상으로 한 설문조사를 통해 실증 분석함으로써 항만보안, 항만회복탄력성 및 항만의 지속가능성의 통합관리 및 항만보안 이행에 대한 당위성을 확보하는 데 연구의 목적을 두었다. 또한 항만보안수준-항만의 운영효율성 간 및 항만보안수준-항만회복탄력성의 하위요소 간, 항만보안수준-항만회복탄력성-항만보안운영성과 간 영향 관계 등을 추가 분석함으로써 전체 연구모형을 세분화하고, 항만보안 이행이 항만운영효율성에 미치는 영향을 파악하고 항만보안-항만회복탄력성 통합관리 등에 대한 구체적인 방향을 제시하고자 하였다. 더불어 이들 요인 간의 영향관계를 다양한 분석방법을 통해 실증 분석하여 각각의 요인 간 상관관계를 밝힘으로써

항만보안 분야 연구의 범위를 확대시키는 데 학문적 시사점을 두고자 하였다.

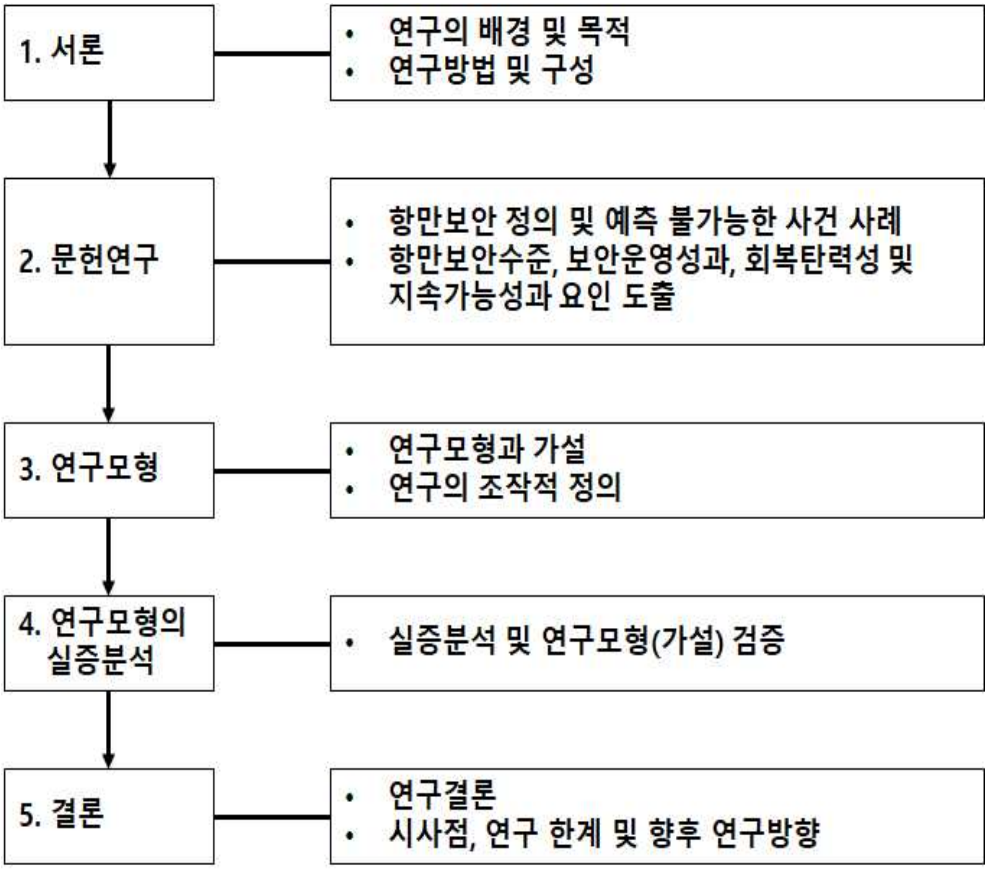
제2절 연구방법 및 구성

본 연구는 문헌연구와 실증연구를 병행하였다. 우선 문헌연구에서는 항만보안수준, 항만보안운영성과, 항만회복탄력성 및 항만의 지속가능성과에 대한 문헌연구를 통해 각각의 요인에 대해 검토하여 본 연구의 목적에 적합한 연구가설을 설정하는 데 활용하였다.

아울러 실증연구를 위해서는 선행연구에서 도출된 요인에 대해 항만보안 관련 전문가의 요인 검증 등을 통해 항만보안 특성을 반영한 항만보안수준, 항만보안운영성과, 항만회복탄력성 및 항만의 지속가능성과 등에 대한 설문지를 설계하였다. 설문조사는 항만보안의 공급자인 항만운영사, 이용자인 선사, 그리고 항만보안제도를 설계하고 이행하는 항만당국 등 보안관계자를 대상으로 실시하였으며, 그 결과의 분석에는 R 4.0.0 lavaan을 활용하였다.

본 연구는 모두 5장으로 구성되어 있다. 1장인 서론에서는 연구의 배경 및 목적, 연구방법 및 구성에 대해 기술하고 있으며, 2장에서는 문헌연구를 통해 본 연구에서 다루고 있는 네 가지 요인(항만보안수준, 항만보안운영성과, 항만회복탄력성 및 항만의 지속가능성성과)에 대한 지표들을 선정하는 등 이론적 기반을 구축하였다. 3장에서는 2장에서 선정한 네 가지 요인에 대한 지표들을 기반으로 연구모형과 연구가설을 설정하였으며, 요인별 지표에 대한 조작적 정의를 내리고 있다. 4장에서는 네 가지 요인에 대한 지표를 바탕으로 한 설문조사를 실시하여 데이터를 수집하고 연구모형의 타당성을 검증하였다. 아울러 5장에서는 연구의

주요 결과를 요약하고, 분석결과를 바탕으로 한 학문적, 실무적 시사점과 더불어 연구의 한계와 향후 연구모형의 발전 방향을 제시하였다.



〈그림 1-1〉 연구 흐름도

제 2 장 문헌연구

제1절 항만보안수준

항만은 세계 무역량의 80%[3], 무역가치의 70%를 담당하는 사회기반시설로서 국가의 중요시설(critical infrastructure)이다(UNCTAD, 2018). 그렇기 때문에 예상하지 못하는 사건으로 인한 항만기능의 중지는 단순히 항만을 운영하는 운영사의 경영난만을 의미하는 것이 아니라 항만이 속한 지역은 물론 국가의 경제에도 막대한 피해를 줄 수 있다. 그러므로 예상하지 못하는 사건에 대한 식별, 대비, 대응은 국가 경제에 있어서 매우 중요한 활동이라 할 수 있다(CISA, 2019). 여기서 예상하지 못하는 사건에는 전통적으로 지진, 해일 등의 자연재해, 테러로 인한 파괴 등 대단위의 파괴를 동반하는 사건이 포함된다고 할 수 있다. 이러한 파괴적(disruptive) 이벤트(event)에 대해 Fiksel 등(2015)은 격변(turbulence), 고의적 위협(deliberate threats), 외부 압력(external pressure), 제한된 자원(limited resource), 민감도(sensitivity), 연결성(connectivity) 등 여섯 가지로 구분하고 있다.

〈표 2-1〉 공급사슬에서의 파괴적 이벤트

구분	정의	예시
격변 (turbulence)	통제할 수 없는 외부환경의 빈번한 변화	예측 불가능한 수요, 통화 및 가격 변동, 지정학적 혼란, 자연재해, 기술 실패, 전염병
고의적 위협 (deliberate	운영을 방해하거나, 인명도는 재정적 피해를 초	테러와 방해 행위, 불법 복제 및 절도, 노동 분쟁, 특수

3) 전 세계 항만에서 처리하는 항만물동량은 2019년 기준 201.8억 톤으로 2000년 이후 연평균 4.2% 증가하였으며, 컨테이너 물동량도 2019년 기준 2.958억 TEU로 2000년 이후 연평균 5.3% 증가.

구분	정의	예시
threats),	래시키기 위한 의도적 공격	이익 단체, 산업 스파이 행위, 제품 책임
외부 압력 (external pressure)	특정 회사에 국한되지 않는 제약이나 장벽	경쟁 혁신, 정부 규정, 가격 압력, 기업 책임, 사회/문화 문제, 환경, 건강 및 안전 문제
제한된 자원 (limited resource)	생산 가용성에 대한 제약	원자재 가용성, 유틸리티 가용성, 인적 자원, 천연자원
감도 (sensitivity)	제품 생산과정에 적용되는 높은 상품품질의 요구	제한된 재료, 공급 순도, 제조의 엄격함, 취급의 취약성, 운영의 복잡성, 장비의 신뢰성, 안전 위험, 이해관계자에 대한 중단 가시성, 브랜드의 상징성, 품질에 대한 고객 요구사항
연결성 (connectivity)	파트너사에 대한 의존성	공급망의 규모 및 범위, 수출입 채널, 전문 소스에 대한 의존, 정보 흐름에 대한 의존, 아웃소싱 수준

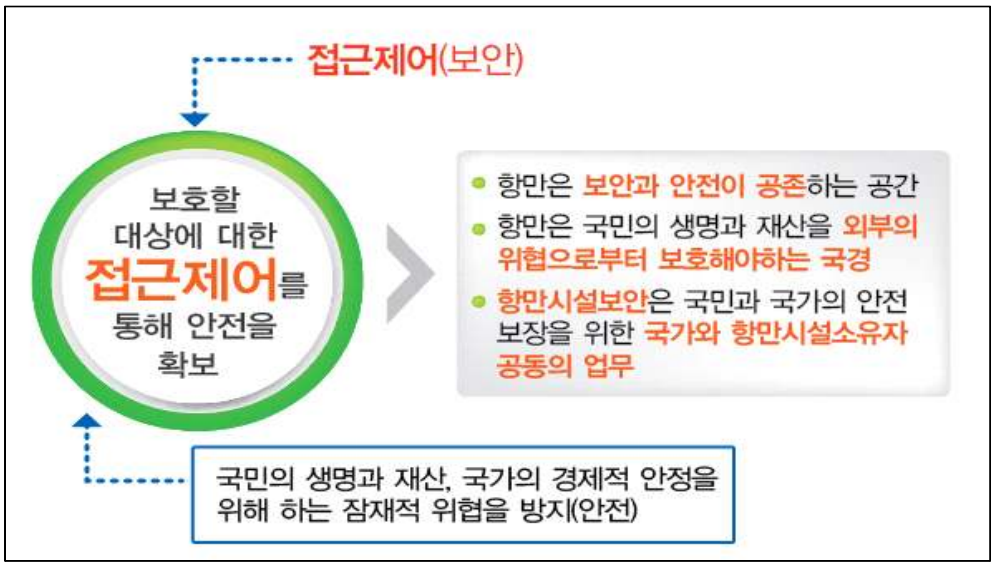
자료: Fiksel. J. 등.(2015), From Risk to Resilience: Learning to Deal with Disruption, MIT Sloan Management Review.

이 중 항만보안은 고의적 위협(deliberate threats)과 연관성이 매우 높다. 항만보안의 본격적인 시작 원인은 2001년 9월 11일 미국 뉴욕에서 발생한 세계무역센터 폭발 테러다. 테러 이후, 미국은 자국으로 입국하는 모든 운송수단, 공항, 항만 등에 대한 보안을 강화하기 시작하였다. 이후, 국제해사기구(International Maritime Organization, IMO)는 국제 항해선박 및 이들 선박이 기항하는 항만시설에 대한 보안 규정인 ISPS Code를 2004년 발효시킴으로써 국제 항해선박을 운행하

는 선사와 이들 선박이 기항하는 항만의 운영사들로 하여금 각종 보안활동을 이행하도록 규정하고 있다.

ISPS Code의 목적은 보안위협을 탐지하고 국제무역에 사용되는 선박 및 항만시설에 영향을 미치는 보안사건·사고에 대한 예방조치를 위한 이해당사자 간 프레임워크 구축, 해상보안을 확보하기 위한 이해당사자 간 역할과 책임, 보안 관련 정보의 수집 및 교환, 변화하는 보안수준에 대응하기 위한 계획과 절차, 평가는 물론 선박 및 항만시설에 대한 보안 신뢰성을 확보하는 것이다(IMO, 2003). 즉 ISPS Code에서 정의하고 있는 보안활동은 위협의 식별, 위협에 대한 예방조치 및 이를 위한 이해당사자 간 정보의 수집과 교환, 보안환경 변화에 따른 보안계획 및 절차의 수립 및 평가를 통해 선박 및 항만시설에 대한 보안 신뢰성을 확보하기 위한 일련의 활동을 의미한다. 이러한 보안활동이 적용되는 항만시설에는 선박과 항만 간에 인터페이스가 이루어지는 장소로서 정박지(anchorage), 대기 정박지(waiting berths) 및 해상 접근(approaches from seaward)과 같은 영역 등이 포함된다(IMO, 2003).

한편, 우리나라의 「국제항해선박 및 항만시설의 보안에 관한 법률」에서는 국제항해와 관련한 보안상의 위협을 효과적으로 방지하여 국민의 생명과 재산을 보호하는 것을 보안의 목적으로 두고 있다. 아울러, 법률 제5조 제7항에 따른 '국가항만보안기본계획'에서는 발생 가능한 무형의 잠재적 위협으로부터 유형의 수단을 통해 방지하여 지속적이고 안정적인 국가 수출입물류 활동을 보장하는 것으로 항만보안 활동을 정의하고 있다. 즉 항만보안은 보호할 대상인 항만에 대한 접근제어를 통해 국민의 생명과 재산은 물론 국가의 경제적 안정을 도모하기 위한 활동으로 정의할 수 있다. 그렇기 때문에 항만보안은 항만에 대한 접근제어라는 수단을 통해 국민의 생명과 재산은 물론 국가의 경제적 안정을 도모하는 것에 목적을 둔다(해양수산부, 2017).



자료: 해양수산부(2017), 2018~2027 제2차 국가항만보안계획.

〈그림 2-1〉 항만보안의 개념

항만의 기능을 위협하는 원인은 다양하다. 세계화는 공급사슬의 복잡성과 기업 간 상호 의존성을 증가시켰고, 이는 다양해지는 예측할 수 없는 사고에 대한 공급사슬의 취약성을 증가시키는 원인으로 작용했다(Wagner & Bode, 2006). 공급사슬의 취약성을 높이는 원인으로는 자연재해, 파업, 공급업체 파산, 테러 공격, 전쟁 또는 정치적 혼란 등이 있으며, 그 결과로는 원자재 또는 상품의 선적이 중단되어 공급사슬의 기능이 중단되는 상황이 발생할 수 있다(Wilson, 2007).

항만은 제조자와 고객 간 상품의 물리적 흐름을 목적으로 상품을 처리(loading/unloading), 운송(shipping), 분류(sorting), 저장(storage)하는 공급사슬상의 노드(node)(Nicolae 등, 2016)로서 항만의 기능 중단은 공급사슬 기능의 중단으로 이어질 수 있다. 항만의 기능을 중단시키는 위협(threats)은 다양한 모습으로 존재한다. 이러한 위협에는 허리케인 및 홍수와 같은 자연적 위험, 화학, 생물 및 핵물질과 같은 무

기로 인한 위험 등 외부환경에 의한 위협(Russel & Arlow, 2015)은 물론 항만사고, 하역장비 고장, 위험화물 취급실수, 항만의 혼잡도, 항만인력의 기술부족, 내륙-항만 간 연계운송의 어려움, 보안사건 등 내부환경에 의한 위협(Darbra & Casal, 2004; Pinto & Talley, 2006; Mennis 등, 2008; Gurning, 2011; Paul & Maloni, 2010; Blackhurst 등, 2005; Berle 등, 2011) 등이 존재한다. Loh 등(2017)은 이들 위협을 시설, 계획, 인력 및 보안 등으로 구분하고 있다.

〈표 2-2〉 항만 위협의 종류

시설 위협	계획 위협
· 하역장비 고장	· 수로 혼잡
· 부적절한 항만하역장비	· 터미널 내 혼잡
· 산업재해	· 항만-배후지 간 운송 혼잡
· 정전	· 시설 및 장비 부족
· 선박교통관리시스템의 고장	보안위협
· 항만정보시스템 고장	· 불법거래
· 수로 상에서의 충돌	· 밀수/밀수품
인력 위협	· 밀항자
· 항만노동자 파업	· 침입 및 도난
· 작업 지시의 오해	· 테러 공격(물리적, 사이버)

자료: Loh, H. S., Thai, V. V, Wong, Y. D., & Yuen, K. F.(2017), Portfolio of port-centric supply chain disruption threats, The International Journal of Logistics Management.

항만에서 발생한 각종 위협의 결과는 공급사슬의 중단 및 손실의 원인으로 작용할 수 있는데(Loh 등, 2017), 그 결과는 재무적 손실, 서비스 이용의 편차, 서비스 기능의 상실 등으로 나타날 수 있다(Gaonkar & Viswanadham, 2004; Gurning 등, 2011; Berle 등, 2011). 특히 보안위협과 관련하여 2001년 9.11 테러와 같은 테러 사건도 문제가 되겠지만 최근에는 사이버테러에서도 쉽게 찾아볼 수 있다.

최근 항만의 운영을 마비시키는 대표적인 인위적 보안위협에 사이버테러가 있다. 항만출입시스템, 항만운영시스템, 항만운영 관제센터 등 IT 시스템을 기반으로 한 항만의 정보화 및 자동화가 진행되면서, 랜섬웨어, 웜 바이러스, 서비스 거부공격(DDoS) 등 사이버테러에 대한 노출이 증가하고 있다. 해운·항만 분야에서 발생한 사이버테러에 대한 사례는 지속적으로 발생하고 있다. 2011년 이란쉬핑라인, 2012년 호주세관, 2016년 글로벌 선사 등에 대한 해킹은 화물정보를 유출하여 화물탈취 및 밀수에 활용한 사례이며[4], 2017년 2월 독일의 8,250TEU급 컨테이너 선박의 항해 시스템에 대한 해킹은 해커들에 의해 선박 자체가 탈취되는 사례로 기록되고 있다. 특히 2017년 6월, 세계 최대 해운선사인 A.P.몰러 머스크의 운영시스템이 랜섬웨어의 일종인 '페티아(Petiya)'의 공격을 받았는데, 이로 인해 머스크 자회사인 APM터미널의 전 세계 63개 터미널 운영시스템의 기능이 마비되어 약 3,000억 원의 피해가 발생해 사이버테러에 대한 경각심을 높이는 계기가 되었다.[5] 또한 2018년 7월, 중국선사 코스코의 미주법인 전산망이 사이버테러 공격을 받아 중단되면서 전산시스템이 마비되어 화주들이 타 선사로 예약을 변경하는 등 경제적 손실과 더불어 화주 측면에서는 선박을 확보하는데 어려움을 겪은 바 있다.[6] 이외에도 2018년 미국 샌디에고 항만과 스페인 바르셀로나항에 대한 랜섬웨어 사이버테러[7], 2020년 5월 이란 샤히드 라자이 항만의 항만운영시스템(TOS)에 대한 사이버테러 등은 항만에 대한 사이버테러로 이로 인해 심각한 항만 정체현상을 초래하기도 하였다.[8] 이러한 해외의 사례뿐만 아니라, 국내에서도 2011년 전남

---

4) http://www.boannews.com/media/view.asp?idx=70179(검색일: 2020. 6. 22).
5) http://news.chosun.com/site/data/html_dir/2017/06/28/2017062802191.html(검색일; 2020. 6. 22).
6) http://www.ksg.co.kr/news(검색일: 2020. 6. 22).
7) 한국해양수산개발원(2019), 해상 사이버 보안체계 강화방안 연구.
8) 항만 시스템 내부에 침투하는 데 실패했으며, 항만 내 몇 개의 민간 운영시스템에만 피해.

진도 연안 해상교통관제센터(Vessel Traffic Management System, VTS)에 대한 해킹, 2019년 현대상선 소속 일부 선박이 랜섬웨어에 감염되어 선박 내의 메인 컴퓨터가 잠기는 사건이 발생하였다.[9)]

한편, 사이버테러와 더불어 항만의 기능을 마비시킬 수 있는 예상하지 못한 위협 사례에는 최근에 발생한 코로나19 전염병에서도 찾아볼 수 있다. 특히 접근제어를 통해 항만을 보호한다는 측면에서 항만에서 전염병 확산 방지를 위한 항만보안의 중요성이 높아지는 상황이다. 2020년 6월 22일, 부산 감천항에 입항 중이던 러시아 국적 냉동화물선의 선원 16명이 코로나19 확진자로 판정받으면서 하역작업 중이던 항만근로자와 세관원, 도선사 등 총 55명이 자가 격리되어 하역작업이 중단되는 사건이 발생하였다.[10)] 아울러 23일에는 다른 러시아 선박에서도 확진자가 발생하면서 밀접 접촉자 150명이 자가 격리되어 감천항 7개 부두 중 1~3부두가 폐쇄되었다. 감천항 1~3부두의 폐쇄는 23일부터 26일까지 3일간으로 예정됐으나, 확진자 확산과 더불어 항만근로자가 입항된 러시아 선적 선박의 출항 등 코로나19 감염에 대한 불안감이 해소되기 전까지는 하역작업 중지를 요청하여, 7월 3일이 돼서야 하역작업을 재개할 수 있었으며, 자가 격리된 항만근로자들이 7월 8일에 복귀하면서 감천항 1~3부두가 다시 정상 운영되게 되었다.[11)]

이러한 사례를 통해 알 수 있는 것은 항만시설의 기능을 마비시킬 수 있는 예측할 수 있거나 예측할 수 없는 이벤트에는 다양한 원인이 존재한다는 것이다. 아울러, 그 결과는 항만의 정상적인 운영 조건을 어렵게 하여 항만기능과 경쟁력을 저하시킬 수 있는 다양한 영향으로 나타날 수 있다. 여기에는 생산성 손실, 생산비용 증대, 수익 손실, 평판, 이미지

---

9) http://www.ajunews.com/view/20140419021915115(검색일: 2020. 6. 22.).
10) http://newsis.com/view/?id=NISX20200622_0001068927&cID=10899&pID=10800.
11) http://www.segye.com/newsView/20200623521758?OutUrl=naver.

및 브랜드 손상, 서비스 지연 등을 들 수 있다(Sanchis 등, 2020). 즉 항만의 기능을 마비시킬 수 있는 보안위협에는 항만보안 강화의 원인이 된 테러부터 시작하여 최근에는 사이버테러, 전염병으로까지 확대되고 있으며, 이로 인해 항만서비스 제공의 중단 또는 지연, 항만의 평판 및 브랜드의 손상, 항만서비스 제공비용 증가, 고객 니즈의 불충족, 근로자 부상, 데이터 손실, 장비의 물리적 손상, 물동량 감소 등 다양한 부정적 영향으로 나타날 수 있다.

이처럼 항만의 기능을 마비시킬 수 있는 예측하지 못하는 다양한 원인 중 하나인 항만 보안사건에는 심각한 인명 손실, 환경 피해, 교통시스템 중단 또는 경제적 혼란을 초래하는 교통보안사건(transportation security incidents, TSI)으로부터, 밀입국, 밀수 등 보안위반(breach of security)에 이르기까지 다양하다. 그러나 테러행위를 동반한 보안위반 행위는 교통보안사건으로 확대될 수 있기 때문에 항만시설에 대한 접근제어를 통해 보안위반 행위를 방지하는 것이 항만보안의 첫 번째 수단이라 할 수 있다.[12)]

특히 공급사슬의 하나의 노드로서 항만기능의 중단은 기업의 공급사슬 성능에 부정적인 영향을 미칠 수 있어, 공급사슬의 리스크에 대한 보안 관리는 가장 중요한 문제 중 하나로 간주되고 있다(Hendricks & Singhal, 2005; Thai, 2009).

Closs & McGarrell(2004)은 공급사슬의 리스크에 대한 보안 관리에 대해 자산(제품, 시설, 장비, 정보 및 인력)을 도난 또는 손상으로부터 보호하고 테러 공격, 상품의 무단 밀수입을 방지하기 위해 채택된 정책, 절차 및 응용기술 프로그램으로 정의하고 있다. 이를 통해 기업은 제품, 운송, 정보 및 개인 안전을 성공적으로 제어하고 관리할 수 있다고 제시

12) US Maritime Transportation Security Act of 2001.

하고 있다. 즉 보안은 자산을 도난 또는 손상으로부터 보호하고 테러 공격, 밀수입 등을 방지하기 위해 도입한 제어 및 관리 정책, 절차 및 응용기술 프로그램이라 할 수 있다.

항만시설에 대한 보안조치사항은 항만의 보안등급에 따라 상이하다. ISPS Code는 보안등급을 3등급으로 구분하고 있다. 등급별 특징을 살펴보면, 보안1등급(security level 1)은 항만시설이 정상적으로 운영되는 상황으로 일상적인 최소한의 보안조치가 유지되는 평상수준이다. 보안2등급(security level 2)은 항만시설에 보안사건이 일어날 가능성이 증대되어 일정 기간 강화된 보안조치가 유지되어야 하는 경계수준이다. 그리고 보안3등급(security level 3)은 항만시설에 보안사건이 일어날 가능성이 뚜렷하거나 임박한 상황이어서 일정 기간 최상의 보안조치가 유지되어야 하는 비상수준을 의미한다.[13)]

〈표 2-3〉 ISPS Code의 보안등급 기준

보안 1등급	국제항해선박과 항만시설이 정상적으로 운영되는 상황으로 일상적인 최소한의 보안조치가 유지되어야 하는 평상수준
보안 2등급	국제항해선박과 항만시설에 보안사건이 일어날 가능성이 증대되어 일정기간 강화된 보안조치가 유지되어야 하는 경계수준
보안 3등급	국제항해선박과 항만시설에 보안사건이 일어날 가능성이 뚜렷하거나 임박한 상황이어서 일정기간 최상의 보안조치가 유지되어야 하는 비상수준

자료: IMO(2004), ISPS Code.

아울러 보안등급별로도 보안조치사항이 상이하다. 보안1등급에서는 항만시설 출입 인원 및 차량에 대한 보안검색, 경계 및 무단출입 방지, 비허가 인원과 무기류 반입 금지, 제한구역 설정 및 허가자에 대한 제한구역 출입, 화물과 선용품의 항만시설 내 이동, 취급에 대한 감시, 보안

13) IMO(2004), ISPS Code.

업무 담당자 간 통신수단 확보, 여객인원의 수화물에 대한 검색 등의 보안조치사항 등을 포함하고 있다. 보안1등급에서는 항만시설이 정상적으로 운영될 수 있도록 최소한의 보안조치를 유지하는 것을 목적으로 한다. 보안2등급에서는 보안1등급의 조치사항에 더해 순찰인원의 추가배치, 출입구의 1/2 이상 폐쇄, 검색비율의 증가, 순찰선 운항, 감시장비의 지속운용 및 운용기록 상시 유지, 철제차단기 등 접근 차단시설의 설치, 차량의 주차 통제, 위탁수하물에 대한 정밀 검색 등이 추가로 포함되어 있다. 그리고 보안3등급에서는 항만의 기능을 중지시키는 것을 포함하고 있어, 사실상 보안3등급은 보안사건에 따른 항만의 마비를 의미한다.[14)]

〈표 2-4〉 ISPS Code의 보안등급별 조치사항

보안등급	조치사항
보안 1등급	1. 항만시설을 출입하는 인원이나 차량에 대한 일상적인 보안검색, 경계 및 무단출입 방지 업무를 수행할 것 2. 허락받지 아니한 인원과 무기류의 항만시설 반입을 금지할 것 3. 항만시설 내에 보안상 필요에 따라 제한구역을 설정하고, 제한구역은 허가받은 인원만이 출입할 수 있도록 할 것 4. 화물과 선용품의 반입·반출, 항만시설 내 이동, 보관 및 처리 과정에서의 보안상 위협을 초래하는 불법행위가 발생하지 아니하도록 감시할 것 5. 항만시설 보안업무 담당자 간 통신수단을 확보하고 통신보안에 대한 조치를 마련할 것 6. 국제여객터미널에서 탑승하는 여객의 위탁 수하물에 대한 검색을 할 것 7. 그 밖에 국제협약(ISPS Code)에서 항만시설에 대하여 보안1등급에서 취하도록 정한 보안조치를 할 것
보안 2등급	1. 항만시설에 대한 보안1등급 시의 조치사항을 이행할 것 2. 항만시설을 순찰하는 인원을 평상시보다 늘려 배치할 것 3. 항만시설 출입구 2분의 1 이상을 폐쇄할 것 4. 출입자, 출입차량 및 출입자 소지품의 검색비율을 높여 검색

14) IMO(2004), ISPS Code.

보안 등급	조치사항
	할 것 5. 해상에서의 보안강화를 위하여 순찰선을 운항시킬 것 6. 항만시설에 대한 감시장비를 계속적으로 운용하고 운용기록은 상시 유지할 것 7. 항만시설 출입구에 철제차단기 등 접근 차단시설을 설치할 것 8. 정박한 선박 주위에 차량의 주차를 통제할 것 9. 국제여객터미널에서 탑승하는 여객의 위탁수하물을 금속탐지기 등으로 정밀 검색할 것 10. 그 밖에 국제협약(ISPS Code)에서 항만시설에 대하여 보안 2등급에서 취하도록 정한 보안조치를 할 것
보안 3등급	1. 항만시설에 대한 보안2등급 시의 조치사항을 이행할 것 2. 항만시설보안계획으로 지정한 항만시설에 대한 접근금지 조치를 할 것 3. 항만시설보안계획으로 지정한 항만시설에서 화물이동 및 차량 이동을 중지시킬 것 4. 항만시설보안계획으로 지정한 항만시설의 운영을 중지할 것 5. 항만시설보안계획으로 지정한 항만시설에서 대피 조치를 할 것 6. 항만시설 내 제한구역에 대한 검색을 할 것 7. 항만시설 내 위험물질의 보호 조치 및 통제를 할 것 8. 항만시설 내 선용품의 인도를 중지할 것 9. 위탁 수하물의 취급을 금지할 것 10. 그 밖에 국제협약(ISPS Code)에서 항만시설에 대하여 보안 3등급에서 취하도록 정한 보안조치를 할 것

자료: IMO(2004), ISPS Code.

위의 〈표 2-4〉의 보안등급별 보안조치사항의 특징을 살펴보면, 항만시설에 대한 출입 제어, 항만시설에 대한 보안감시, 출입 허가자에 대한 출입 감시, 화물처리에 대한 감독, 선용품 처리에 대한 감독, 보안통신에 대한 준비, 보안인력의 전문성 등으로 나타낼 수 있다.

Gutiérrez & Hintsa(2007)는 공급사슬보안(supply chain security) 확보를 위해 시설관리, 화물관리, 인적자원 관리, 정보관리, 비즈니스 네

트워크 및 기업관리 시스템, 위기관리 및 재해복구 등 6개 분야 관리의 필요성을 제시하고 있다. 아울러, Yang과 Hsu(2018)도 화물관리, 시설관리, 제고관리, 정보관리, 인적자원 관리, 파트너십 관리, 보안사고 예방 및 처리 등을 보안관리(security management) 요인으로 제시하고 있다. 이를 통해 기업의 공급사슬에 대한 위험성을 줄이고 회복탄력성에 대한 기업의 능력과 운영성과에 긍정적 영향을 미칠 수 있다는 것을 밝히고 있다. 특히 보안관리 중 시설관리 및 파트너십 관리가 공급사슬망의 보안관리뿐만 아니라 기업의 회복탄력성에 미치는 영향이 크다고 하고 있다.

〈표 2-5〉 보안관리 요인

구분	세부요인
화물관리	화물보관에 대한 기록 및 관리, 안전구역 운영 및 출입통제, 화물 유형별 관리, 선적과정 시 화물검사 등
시설관리	시설보안과 보안구역 지정·운용, 출입절차 모니터링 및 관리, 사람과 차량 출입의 기록, 24시간 CCTV의 설치·운용 등
정보관리	암호화, 무단 액세스의 방지, 정보시스템의 상시 점검, 상용 데이터 및 프로그램의 정기적 백업 등
인적자원 관리	공급망의 보안 문제에 대한 교육 제공, 보안 문제에 대한 조직 전체의 인식, 보안교육 프로그램의 제공, 직원 퇴사 시 컴퓨터 액세스 및 보안 패스 변환 등
파트너십 관리	위험성이 낮고 보안이 높은 파트너의 선택, 파트너에 대한 정기적 평가, 상업적 성과에 대한 관리 및 기록 시스템 구축, 공급사슬보안 관련 파트너사에 대한 강화 요구 등
보안사고 예방 및 처리 관리	정기적인 보안 분석, 보안사고에 대한 조사 및 대응 계획, 보안사고 통계 데이터에 기반을 둔 보안정책 수립, 보안사고 발생 시 신속한 정보 공유 등

자료: Yang, C., & Hsu, W.(2018), Evaluating the impact of security management practices on resilience capability in maritime firms－a relational perspective. *Transportation Research Part A, 110*, 220－233.

Chang & Thai(2016)는 항만의 보안품질을 확보하는 요인으로 기술보안시설(RFID 등), 정보보안시설(EDI 등), 물리적 보안시설(CCTV, 출입관리시스템 등), 보안서비스에 대한 보안인력의 전문지식, 보안운영 관련 보안인력의 전문성, 보안문제 관련 보안인력의 열정, 화물검색의 신속성, 보안문서 관리의 신속한 절차, 보안절차 관련 문제에 대한 신속한 대응, 엄격한 화물검색 절차, 보안문서 관리의 엄격한 절차 등을 제시하고 있다. 아울러 대만의 선사, 에이전시, 포워더, 터미널 운영사를 대상으로 항만보안 품질 확보와 항만서비스 품질 간에 미치는 영향과 더불어 항만보안 품질과 항만서비스 품질이 고객 만족도에 미치는 영향을 조사하여, 항만보안 품질 확보가 항만서비스 품질에 긍정적 영향을 미친다는 것과 함께 항만보안 품질과 항만서비스 품질이 고객 만족도에도 긍정적 영향을 미친다는 것을 제시하였다.

특히 항만보안을 확보하기 위한 요인의 중요 순서를 보면, 엄격한 화물검색 절차, 보안운영 관련 보안인력의 전문성, 보안문제 관련 보안인력의 열정, 보안서비스에 대한 보안인력의 전문지식, 물리적 보안시설(CCTV, 출입관리시스템 등), 정보보안시설(EDI 등), 화물검색의 신속성, 기술보안시설(RFID 등), 보안문서 관리의 엄격한 절차, 보안절차 관련 문제에 대한 신속한 대응, 보안문서 관리의 신속한 절차 등의 순으로 제시하고 있다(Chang & Thai, 2016).

이상에서 살펴본 바와 같이, 항만보안을 확보하기 위한 ISPS Code의 보안조치사항과 Yang & Hsu(2018)와 Chang & Thai(2016) 등의 선행연구에서 제시하고 있는 보안관리 또는 항만보안품질 요인의 확보는 항만의 보안수준을 의미하며, 공통적으로 엄격한 화물검색 절차, 물리적 보안시설, 보안사건에 대한 신속한 처리, 보안인력의 전문성 등을 포함하고 있는 것을 알 수 있다.

제2절 항만보안운영성과

항만보안수준의 성과에 대해서는 많은 선행연구가 있다. 우선, Peleg-Gillai 등(2006)은 공급사슬망에서 ISPS Code, CSI(Container Security Initiative), C-TPAT(Customs-Trade Partnership Against Terrorism), AMR(Advanced Manifest Rule), FAST(Free and Secure Trade Initiative), ISP/PAS 28000:2005, WCO Framework, AEO 제도 등 보안 관련 제도 시행이 공급사슬망의 운영성과에 미치는 영향을 11개의 제조기업 및 3개의 물류서비스 공급자를 대상으로 조사하였다. 그 결과, 제품의 안전 개선(도난 및 분실 38% 감소, 변조 37% 감소), 재고관리 개선(재고 14% 감소, 정시성 12% 증가), 공급망의 가시성 향상(공급망 데이터에 대한 액세스 50% 증가, 운송정보의 적시성 30% 증가), 제품처리 개선(상품의 자동처리 43% 증가), 프로세스 개선(공정 편차 30% 감소), 효율적 통관 절차(화물지연 49% 감소, 화물검사 48% 감소), 속도개선(운송시간 29% 감소), 복구력 개선(문제 식별시간 30% 감소, 문제에 대한 응답시간 단축), 고객만족도 향상(고객이탈 26% 감소, 신규고객 20% 증가) 등의 긍정적인 효과가 있었다고 제시하고 있다. Peleg-Gillai 등(2006)의 제조기업과 물류기업을 대상으로 한 실증연구에도 불구하고, 항만보안의 요구사항과 운영성과 간의 영향을 실제의 데이터를 통해 분석한 선행연구는 그다지 많지 않다. 이는 항만보안과 관련된 자료는 보안문제로 인해 확보하기 어렵고, 보안에 따른 운영성과는 기업 차원에서 기업의 평판에 영향을 미칠 수 있어 데이터를 제공하지 않는 것과 관련이 있기 때문이다(Sadovaya & Thai, 2015).

그렇기 때문에, 대부분의 선행연구는 보안의 요구사항과 기업의 일반적인 성과에 한정하여 보안과 이의 운영성과 간을 분석하고 있다(Sadovaya & Thai, 2015). 기업의 일반적인 성과는 재무성과, 운영

성과, 고객성과 및 마켓성과 등 4개 부분으로 구분할 수 있다(Williams, 2008). 재무성과는 수익, 투자자본수익률(ROI), 총자산이익률(ROA), 현금흐름 등 재무적 성과를 포함하며, 운영성과에는 서비스 또는 제품의 품질, 생산성, 유연성, 신뢰성, 가시성, 운송시간, 배송실패, 효율성, 대응시간 등이 포함되어 있다. 고객성과에는 고객관계, 고객만족도, 고객 재방문비율, 고객 니즈에 대한 이해 등이 포함되어 있으며, 마켓성과에는 시장점유, 시장성장, 판매량, 판매성장률, 신규 서비스 및 제품의 발전 수준, 경쟁력 위치, 평판 및 이미지, 글로벌 시장에 대한 진입정도 등이 포함되어 있다(Williams, 2008).

이 구분에 따라 항만을 포함한 해운·항만 분야의 ISPS Code 이행에 따른 성과는 긍정적인 성과와 부정적인 성과로 나뉜다. 우선, 긍정적인 성과를 정리해 보면 다음과 같다. 항만의 이용자인 선사 측면에서는 ISPS Code 이행에 따라 재무적으로 매출증가, 비용 및 보험비용 절감(Thai, 2007; Gutiérrez 등, 2007) 등의 효과를, 운영성과 측면에서는 화물취급 개선, 재고관리 개선, 문서 처리의 향상, 운송시간 절감 및 효율성 증가, 가시성 증가 등의 긍정적 효과를 기대하고 있다(Crutch, 2006; Thai, 2007; Bichou, 2008). 고객성과로는 고객만족도 향상, 브랜드 강화 및 높은 고객서비스 등을 기대하나, ISPS Code의 이행으로 인한 마켓성과는 기대하지 않는 것으로 나타나고 있다.

〈표 2-6〉 선사 측면의 ISPS Code 이행에 따른 긍정적 영향

구분	긍정적 효과
재무성과	· 매출증가(Thai, 2007) · 비용 절감(Gutiérrez 등, 2007) · 보험비용 절감(Gutiérrez 등, 2007)
운영성과	· IT 활용도 향상(Thai, 2007) · 문서 처리 향상(Thai, 2007) · 인력 활용도 향상(Thai, 2007) · 화물 취급 개선(Thai, 2007) · 재고 관리 개선(Thai, 2007) · 데이터 관리 향상(Thai, 2007) · 운송시간 절감 및 효율성 증가(Thai, 2007) · 가시성 증가(Bichou, 2008; Crutch, 2006; Thai, 2007) · 화물흐름의 증가(Yang & Hsu, 2018)
고객성과	· 고객 만족도 향상, 높은 고객서비스, 브랜드 강화 (Gutiérrez 등, 2007; Thai, 2007) · 늦은 예약 감소(Bichou, 2008)
마켓성과	

선사 측면에서 ISPS Code 이행에 따른 부정적 효과를 보면, 우선 재무성과 측면에서 재정적 손실, 추가비용, 높은 인건비, 보안세 및 관세의 증가 등이 있을 것으로 판단하고 있다(Thai, 2007; Yang, 2010; Urciuoli 등, 2010). 운영성과 측면에서는 통관지연, 항만의 혼잡도 증가, 처리시간 예측에 대한 신뢰성 및 유연성 감소, 추가 작업량 증가, 추가인력 확보 및 직원 교육, 화물 처리시간 증가, 항만회전시간 증가, 선박의 항해시간 증가 등이 있는 것으로 판단하고 있다(Thai, 2007; Bichou, 2008; Yang, 2010; Urciuoli 등, 2010; Elena 등, 2015). 아울러, 고객성과 측면에서는 늦은 예약 감소(Bichou, 2008), 마켓성과 측면에서는 경쟁력 및 평판 저하에 영향을 준다고 여기고 있다(Yang, 2010).

〈표 2-7〉 선사 측면의 ISPS Code 이행에 따른 부정적 영향

구분	부정적 효과
재무성과	· 재정적 손실(Yang, 2010) · 추가 비용(Yang, 2010; Urciuoli 등, 2010) · 높은 인건비(Urciuoli 등, 2010) · 보안세 및 관세 증가(Thai, 2007)
운영성과	· 컨테이너 통관 지연(Thai, 2007; Yang, 2010) · 혼잡도 증가(Yang, 2010) · 처리시간 예측에 대한 낮은 신뢰성(Urciuoli 등, 2010) · 유연성 감소(Urciuoli 등, 2010; Yang, 2020) · 민간 정보 공개에 대한 위험성 증가(Yang, 2010) · 추가 작업량(Thai, 2007; Yang, 2010) · 추가인력 확보(Thai, 2007) · 추가 직원 교육(Bichou, 2008) · 처리시간 증가(Urciuoli 등, 2010; Yang, 2010) · 항만회전시간 증가(Elena 등, 2015) · 선박항해시간 증가(Elena 등, 2015)
고객성과	
마켓성과	· 경쟁력 저하 및 평판 저하(Yang, 2010)

ISPS Code 이행으로 인한 성과에 대해 선사 입장에서도 많은 간극이 발생한다. 특히, 재무성과에 대해 매출증가, 비용절감 및 보험비용의 절감 등을 기대하는 입장과 ISPS Code 이행으로 인한 추가비용(인건비, 보안세 및 관세 등) 발생으로 재정적 손실이 발생할 수 있다는 입장으로 갈린다. 이는 ISPS Code 이행으로 인한 운영성과에 대한 의견차에서 발생한다고 할 수 있다. ISPS Code 이행이 기업성과에 긍정적인 영향이 있다는 선사에서는 ISPS Code 이행으로 인해 IT 활용도 향상, 문서 처리 향상, 인력 활용도 향상, 화물 취급 개선, 재고관리 개선, 운송시간 절감 및 효율성 증가, 가시성 증가 및 화물흐름의 증가 등에 긍정적인 영향을 주고, 이는 다시 고객만족도 향상, 높은 고객서비스, 브랜드 강화 등 고객성과에 긍정적인 영향을 주어 결과적으로 재무적 성과

향상에 기여한다고 보고 있다. 그러나 ISPS Code 이행이 기업성과에 부정적인 영향이 있다는 선사에서는 컨테이너 통관지연, 혼잡도 증가, 처리시간 예측에 대한 낮은 신뢰성, 유연성 감소, 민간 정보 공개에 대한 위험성 증가, 추가 작업량, 추가인력 확보, 추가 직원교육, 처리시간 증가, 항만회전시간 증가, 선박항해시간 증가 등 ISPS Code 이행으로 인해 추가 작업이 필요하고, 이로 인해 처리시간에 대한 신뢰성이 낮아져 경쟁력이 저하되고 기업의 평판이 낮아져 재정적 손실이 발생한다는 것으로 해석할 수 있다.

반면, 항만서비스의 제공자인 운영사 측면에서는 ISPS Code 이행에 따른 비용 증가를 재무적인 부정적 영향으로 보고 있을 뿐 긍정적인 효과는 없다는 의견이다. 운영성과로는 문서 처리의 향상에는 긍정적인 반면, 운영 프로세스의 지연, 문서 작업 및 행정적 작업 증가 등에는 부정적인 영향이 있는 것으로 보고 있다(Arsham 등, 2009). 아울러 운영사 측면에서 ISPS Code 이행이 고객성과 또는 마켓성과에 미치는 영향은 고객만족도 증가와 평판 증가에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 평가하고 있다(Chang & Thai, 2016). 운영사 입장에서 ISPS Code 이행이 고객만족도 및 평판 증가에 긍정적인 영향을 준다고 여기면서도 그 결과가 재무적 성과로 이어지지 않는 것은 운영사 입장에서는 ISPS Code 이행을 위한 비용투입이 증가하기 때문으로 해석할 수 있다(Arsham 등, 2009).

〈표 2-8〉 항만운영사 측면의 ISPS Code 이행에 따른 영향

구분	긍정적 효과	부정적 효과
재무성과		· 비용 증가(Arsham 등, 2009)
운영성과	· 문서 처리 향상(Arsham 등, 2009)	· 운영 프로세스 지연, 서류 작업 증가, 행정적 작업 증가(Arsham 등, 2009)
고객성과	· 고객만족도 증가(Chang & Thai, 2016)	
마켓성과	· 평판 증가(Chang & Thai, 2016)	

ISPS Code 이행에 따른 성과에 대한 선사 및 항만운영사 간 입장차는 ISPS Code 이행을 위한 각종 보안체계 도입에 어려움을 주었다. 우리나라의 경우, 2007년 ISPS Code 이행에 따른 「국제 항해선박 및 항만시설의 보안에 관한 법률」이 제정되고 법률에 의해 '제1차 국가항만보안계획'이 수립되었으나, 예산확보의 문제로 계획에 따른 보안체계 도입이 지연되는 문제를 가졌다(김찬호, 2017). 이러한 예산 문제를 해소하고자 2010년 「항만시설보안료 징수방법 및 징수요율 산정 등에 관한 업무처리요령」 고시 재정을 통해 항만의 시설소유자가 항만시설을 이용하는 선사, 화주, 여객 등으로부터 항만시설보안료를 징수하여 보안 예산을 충당할 수 있도록 하였다. 그러나 시설 간 경쟁, 선사 및 화주의 반발 등으로 인해 항만시설보안료 징수조차 어려운 실정이었다(김찬호, 2017). 이는 보안이 우발성과 불확실성이 높아지는 가운데 선호하는 미래(사회, 경제 및 환경 측면)를 확보하기 위한 통합 프레임워크라는 것에 대한 인식(Smiljanic, 2016)보다는 비용의 문제에 주로 집중되어 있기 때문으로 해석할 수 있다(Peleg-Gillai 등, 2006).

ISPS Code 이행과 관련하여 선사 및 운영사 모두 보안을 비용과 연관 지어 인식하고 있음에도 불구하고, ISPS Code 이행에 따른 보안성

과와 관련해서는 선사 및 항만운영사 모두 긍정의 영향이 있다고 보고 있다. 선사는 ISPS Code 이행으로 인해 보안개선, 도난 감소, 변조 감소, 피해 감소, 밀수 감소, 사고에 대한 빠른 복구(Gutiérrez 등, 2007), 밀항자 감소, 공격 감소(Timlen, 2007), 심사 감소, 우선 심사(Crutch, 2006; Gutiérrez 등, 2007; Thai, 2007), 거버넌스 향상(Bichou, 2008; Thai, 2007) 등에 긍정적인 영향이 있다고 판단하고 있다. 운영사 측면에서는 안전 및 보안수준 증가, 리스크 감소, 항만구역의 관리 감독 효율성 증가, 화물 및 사람의 흐름에 대한 관리감독 효율성 증가(Arsham 등, 2009) 등의 긍정적 영향이 있음을 제시하고 있다. 즉 ISPS Code 등 보안 관련 각종 제도의 도입은 보안성과만을 고려한다면 사회·경제적 성과에 긍정적인 영향을 미친다는 것에 항만서비스 이용자인 선사와 공급자인 운영사 모두 동의하고 있다.

〈표 2-9〉 ISPS Code 이행에 따른 보안성과

선사 측면	운영사 측면
· 보안개선(Thai, 2007) · 도난 감소, 변조 감소, 피해 감소, 밀수 감소, 사고에 대한 빠른 복구(Gutiérrez 등, 2007) · 밀항자 감소, 공격 감소(Timlen, 2007) · 심사 감소, 우선 심사(Crutch, 2006; Gutiérrez 등, 2007; Thai, 2007) · 거버넌스 향상(Bichou, 2008; Thai, 2007)	· 안전 및 보안수준 증가, 리스크 감소, 항만구역의 관리 감독 효율성 증가, 화물 및 사람의 흐름에 대한 관리감독 효율성 증가 (Arsham 등, 2009)

주: 심사 감소 및 우선 심사는 세계관세기구(WCO)의 Safe Framework(공급사슬 전반에 대한 통합관리를 통한 보안을 확보하기 위한 각국 세관과 기업의 협력체계에 대한 표준) 및 AEO 인증(Safe Framework의 표준에 따라 일정 자격을 취득한 국제 화물운송 참여기업으로 통관절차의 간소화 등 혜택), 국제표준화기구(ISO)의 ISO/PAS 28000:2007(컨테이너 보안 표준과 기업 보안관리 표준으로 이를 인정받은 항만은 안전항만으로 인식)을 받은 기업 또는 항만에 주어지는 혜택.

한편, Yang & Hsu(2018), Yang & Wei(2013) 등의 연구에서는 각종 보안 관련 제도 이행을 위한 비용문제를 감안하지 않고 보안 관련 제도 이행에 따른 보안성과를 중심으로 각종 보안 관련 이행수준과 보안성과 간의 관계를 분석하고 있다. 이들 연구에서 다루고 있는 보안성과는 크게 사회적 안전, 경제적 안전 및 보안 확보로 인한 운영 효율성 문제이다. 사회적 안전과 관련하여 보안사건 발생빈도, 부상자 발생수준 등을 포함하고 있으며, 경제적 안전은 화물의 손실 및 손상을 포함하고 있다. 그리고 보안 확보로 인한 운영 효율성 문제와 관련해서는 화물의 흐름, 장비의 오작동, 세관검사의 수 및 국경에서의 대기시간 등을 포함하고 있다. 특히, Yang & Hsu(2018)의 연구에서는 보안성과와 관련된 사회적 안전, 경제적 안전 및 보안 확보로 인한 운영 효율성과 관련하여 보안사건 발생빈도, 화물의 손실 및 손상 및 화물의 흐름[15] (운영 효율성을 통한 화물 흐름의 증가) 등의 요인을 보안성과를 측정하기 요인으로 선정하고 있다.

15) 강화된 보안수준에도 불구하고 화물의 흐름이 증가했다는 것은 강화된 보안절차가 화물의 처리시간에 부정적 영향을 주기보다는 효율적 통관, 프로세스 개선, 화물처리 개선 등을 통해 화물처리의 정시성, 화물검사 시간 단축 등을 통해 화물 처리시간이 개선되었다는 것을 반증하는 것으로 이는 다시 운영효율성의 증대를 의미(Peleg-Gillai 등, 2006; Yeo 등, 2013).

제3절 항만의 회복탄력성

2011년 동일본 대지진 이후 공급사슬 분야 및 공항, 항만, 도로 등 사회간접자본시설에서 본격적으로 연구되기 시작한 회복탄력성(resilience)은 라틴어 'Resilire'에서 기원한다. 'Resilire'는 '되돌아간다(to leap back)'의 의미를 가진다(Omer 등,, 2012). 회복탄력성에 대한 연구는 1973년 사회생태학 분야의 Holling이 회복탄력성을 '시스템이 변화를 흡수하여 현 상태를 유지하는 능력'으로 정의하면서 시작되었다. 이후 생태학, 심리학, 사회학, 교육학, 건축학, 경영학, 경제학 등 여러 학문 분야에서 많은 연구가 이루어지고 있으나 분야별로 회복탄력성에 대한 정의가 달리 사용되어 왔다.

공급사슬 분야에서 회복탄력성 연구는 2011년 동일본 대지진으로 인해 일본을 중심으로 동아시아 지역의 공급사슬이 파괴되고 그 중요성이 증대되면서 활발하게 진행되기 시작하였다. 공급사슬 분야의 회복탄력성 개념은 연구에 따라 다양하게 정의되고 있다. 우선, Rice & Caniato(2003)는 '예상하지 못한 파괴(disruption)에 반응하는 능력과 정상적인 공급 네트워크 운영 상태로 회복할 수 있는 능력'으로 정의하고 있다. Christopher & Peck(2004)은 '제한된 기능 저하 여부가 있든 없든 장애(disturbance) 및 파괴 발생 시에도 공급사슬을 운영할 수 있는 역량'으로 정의하고 있다. Gaonkar & Viswanadham(2007)은 '심각한 파괴에 따른 여파 후에도 기능을 유지하고, 회복하는 공급사슬의 능력'으로, Ponomarov & Holcomb(2009)은 '계획한 수준의 연결성과 구조 및 기능에 대한 제어를 통해 운영의 연속성을 유지함으로써 예상치 못한 이벤트에 대비하고, 파괴에 대응하며, 기능을 복구하는 공급사슬의 능력'으로 정의하고 있다. Petit 등(2010)은 '공급사슬이 심각한 변화를 견디고, 적응하고 성장하는 능력'으로 정의하고 있다.

다수의 선행연구에서 내린 공급사슬 분야 회복탄력성의 정의에는 공통적으로 파괴 또는 방해와 유지(maintain) 또는 회복(recover)의 개념을 포함하고 있다. 이를 통해 다수의 선행연구에서는 예상하지 못한 공급사슬 기능의 파괴 또는 방해에 대비·대응하여 기능을 정상적으로 유지하거나 회복할 수 있는 능력으로서 회복탄력성을 보고 있는 것을 알 수 있다.

〈표 2-10〉 공급사슬 분야의 회복탄력성 정의 및 키워드

문헌	정의	키워드
Rice & Caniato(2003)	예상하지 못한 파괴(disruption)에 반응하는 능력과 정상적인 공급 네트워크 운영 상태로 회복할 수 있는 능력	react disruption
Christopher & Peck(2004)	제한된 기능 저하 여부가 있든 없든 장애(disturbance) 및 파괴 발생 시에도 공급사슬을 운영할 수 있는 역량	disruption decrease
Gaonkar & Viswanadham (2007)	심각한 파괴에 따른 여파 후에도 기능을 유지하고, 회복하는 공급사슬의 능력	maintain recover disruptive
Ivanov & Sokolov(2013)	사전에 설정한 성과(또는 허용 가능한 수준으로 조정한 성과)를 달성하면서 동시에 계획된 정책을 유지, 실행 및 복구할 수 있는 능력	maintain recover planned
Ponomarov & Holcomb(2009)	계획한 수준의 연결성과 구조 및 기능에 대한 제어를 통해 운영의 연속성을 유지함으로써 예상치 못한 이벤	prepare disruption continuity

문헌	정의	키워드
	트에 대비하고, 파괴에 대응하며, 기능을 복구하는 공급사슬의 능력	
Pettit 등(2010)	공급사슬이 심각한 변화를 견디고, 적응하고 성장하는 능력	adapt change
Poins & Koronis(2012)	공급사슬이 예상하기 힘든 파괴 사건을 예측하고 이에 적응하며, 구조와 기능에 대한 제어를 잃지 않아 강건한 운영 상태를 유지할 수 있도록 공급사슬 네트워크를 계획하고 설계하는 능력	anticipating disruptive maintain
Kim 등(2015)	노드(node)와 아크(arc) 수준에서 촉발될 수 있는 파괴를 견디는 네트워크 수준의 속성	withstand disruption
Kamalahmadi & Mellat(2016)	갑작스러운 기능 장애에 직면할 확률을 낮추고 구조와 기능에 대한 통제력을 유지하여 기능 장애의 확산에 저항하며, 기능 장애를 극복할 수 있는 즉각적이고 효과적인 반응 계획을 통한 복구 및 대응, 그리고 공급사슬 운영을 강건하게 복원할 수 있는 적응 능력	adaptive disturbance robust
Shin & Park(2019)	피할 수 없는 사건의 결과에 대응하여 기업이 원래의 운영 상태로 돌아가거나 보다 더 바람직한 상태로 이행하기 위한 기업의 능력	unavoidable return disturbed

자료: 김성기 외(2020), 항만의 회복탄력성 측정 모형 구축에 관한 연구. 한국해양수산개발원.

공급사슬 분야에서 회복탄력성의 구성요인으로 Pettit 등(2010)은

공급사슬의 취약성 유인 요인과 회복탄력성 관련 공급사슬 요인에 대한 연구를 통해 취약성 요인으로 격변, 고의적 위협, 외부 압력, 제한된 자원, 민감도, 연결성, 공급자/고객 파괴 등 일곱 가지를 제시하고 있다. 아울러, 회복탄력성 요인으로 구매 유연성, 주문 충족 유연성, 능력(capacity), 효율성, 가시성, 적응성, 예측성, 회복, 확산성, 협력, 조직, 시장 위치, 보안, 재무 건전성 등 14가지를 제시하고 있다. 이들 요인을 통해 Pettit 등(2013)은 2010년 'Supply Chain Resilience Assessment and Management'라는 회복탄력성 평가 및 관리 도구를 개발하기도 하였다.

Jüttner & Mackaln(2013)은 공급사슬 회복탄력성과 공급사슬 관리, 취약성 간의 관계에 대한 연구를 통해 회복탄력성 구성요인으로 유연성, 속도(velocity), 가시성, 협력 등을 제시하였다. Hohenstein 등(2015)은 2003년부터 2013년까지 출간된 공급사슬 분야 회복탄력성 관련 67개의 논문에서 다룬 총 36개의 회복탄력성 요인 중 가장 중요하게 다뤄지는 여섯 가지 요인으로 다음의 〈표 2-11〉과 같이 유연성, 가시성, 용량, 협력, 여분성, 민첩성 등을 제시하고 있다.

〈표 2-11〉 공급사슬 분야의 회복탄력성 요인의 정의 및 관련 문헌

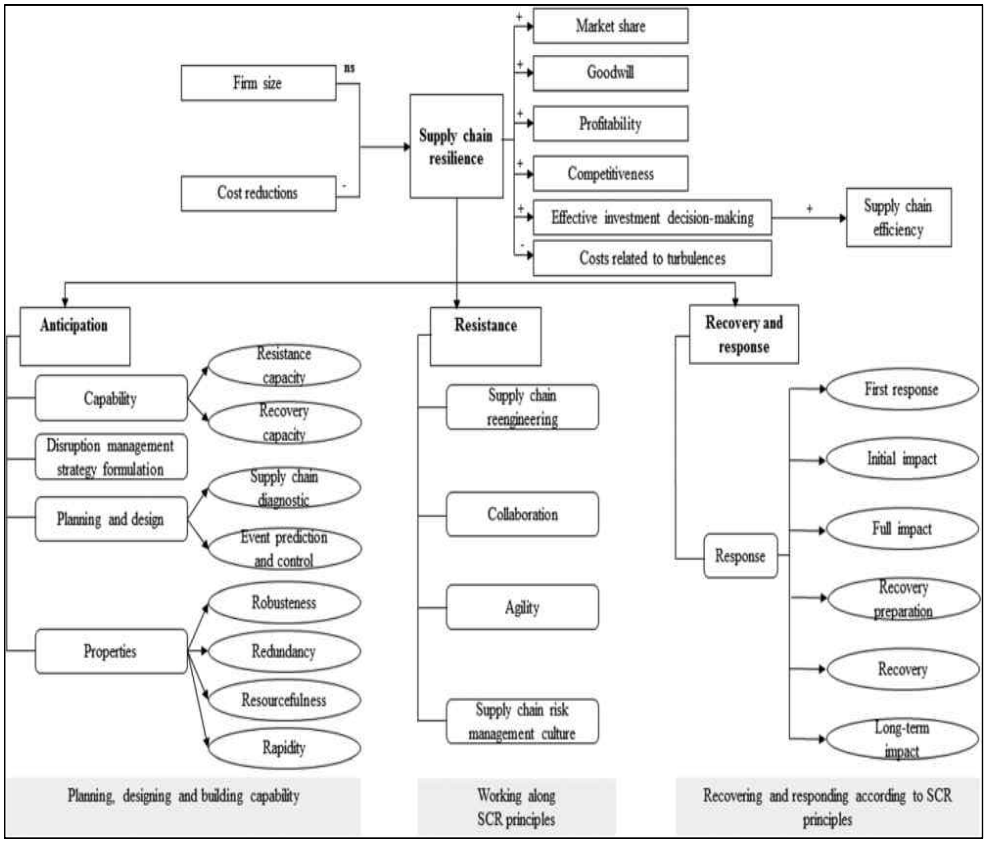
요인	정의	관련 문헌
유연성 (Flexibility)	최소한의 노력과 시간으로 변화하는 환경과 이해관계자의 요구에 적응할 수 있는 능력	Erol 등 (2010)
가시성 (Visibility)	운영에 핵심적이거나 유용한 것으로 간주되는 공급사슬 운영과 관련한 타 구성원 및 경영진에 대한 정보를 적시에 공유하거나 접근하는 정도	Jüttner & Mackaln (2013)
능력 (Capacity)	지속적인 생산 수준을 유지할 수 있게 하는 자산의 가용성	Pettit 등 (2013)
협력	둘 이상의 공급사슬 구성원 간의 전	Scholten &

요인	정의	관련 문헌
(Collaboration)	술적, 운영적 또는 전략적 수준에서 공동 의사결정을 내리고 협력하는 수준	Schilder (2015)
여분성 (Redundancy)	여러 공급업체를 통해 급한 변화에 대응할 수 있는 능력 및 생산 또는 운송 능력의 여유분 확보	Hohenstein 등(2015)
민첩성 (Agility)	예상치 못한 시장 변화에 신속하게 대응하고 이러한 변화를 비즈니스 기회로 전환하는 능력	Jain 등 (2008)

자료: 김성기 외(2020), 항만의 회복탄력성 측정 모형 구축에 관한 연구. 한국해양수산개발원.

Chowdhury & Quaddus(2017)도 운영 취약성, 공급사슬 성과, 공급사슬 회복탄력성 간 관계 연구를 통해 회복탄력성의 구성 요소를 크게 능동적 역량(proactive capability), 수동적 역량(reactive capability), 공급사슬 디자인(supply chain design) 세 가지로 구분하였다. 아울러, 능동적 역량의 하위 요인으로 유연성, 여분성, 통합, 효율성, 시장에서의 강점, 재무 건전성, 준비도 등을 제시하였다. 수동적 역량에는 반응성과 회복성을, 그리고 공급사슬 디자인에는 밀도, 복잡도, 임계도(criticality) 등을 제시하여 총 12가지 요인을 제시 하였다.

Shashi 등(2019)은 2003년부터 2018년까지 공급사슬의 회복탄력성 관련 논문들을 검토하여, 회복탄력성 측정에 관한 프레임워크를 구성하였다. 프레임워크에는 공급사슬 분야의 회복탄력성을 예측성, 저항성, 회복 및 반응의 세 가지 차원으로 정의하고 각각의 측정 지표들을 제시하였다. 강건성, 여분성, 디자인 등을 예측성의 측정 지표로, 협력, 민첩성 등을 저항성의 측정 지표로, 다양한 반응 능력은 회복 및 반응의 측정 지표로 제시하였다.



자료: Shashi, Centobelli, P., Cerchione, R., & Ertz, M.(2019), Managing supply chain resilience to pursue business and environmental strategies. *Business Strategy and the Environment, 29*, 1215 - 1246.

〈그림 2-2〉 공급사슬 회복탄력성 측정 프레임워크

한편 2011년 동일본 대지진 이후 방재 개념으로 사회간접자본시설인 도로, 철도, 공항, 항만, 발전소 등 인프라 시스템에 대한 회복탄력성에 대한 연구가 활발하게 진행되어 왔다. 인프라 분야의 회복탄력성에 대한 정의도 공급사슬 분야와 같이 연구에 따라 차이가 있다. 우선, Fiskel(2003)은 '구조와 기능을 유지하면서 기능 저하를 견딜 수 있는 시스템의 능력'으로 정의하고 있으며, Bruneau 등(2003)은 '지역사회 단위에서 위험을 완화하고, 재해가 발생했을 때 그 영향을 억제하며, 혼

란을 최소화하고 추가 사건의 영향을 완화하는 방법으로 복구 활동을 수행할 수 있는 능력'으로 정의하고 있다. Rose & Liao(2005)는 '잠재적 손실을 방지하기 위해 시스템 중단 시 맞춤형 대응을 시행할 수 있는 능력'으로 표현하고 있으며, Hollnagel 등(2007)은 '기능 변경 및 장애 발생 전후에 시스템의 기능을 조정하여 중대한 사고 발생 후 또는 지속적인 중단이나 스트레스에도 운영 상태를 유지할 수 있는 시스템의 고유 능력'으로 정의하고 있다. 아울러 Rose(2007)는 회복탄력성을 정적인 관점과 동적인 관점으로 구분하여, '기능을 유지하는 개체 또는 시스템의 능력(정적인 관점)'과 '개체 또는 시스템이 심각한 충격으로부터 신속하게 회복하여 목표한 상태로 도달할 수 있는 능력(동적인 관점)'으로 정의하고 있다. UNISDR(2009)는 '위험을 방지하고 흡수, 수용 및 복구하는 시스템의 능력'으로 정의하였으며, Jackson(2010)은 '조직이 하드웨어 및 소프트웨어 시스템의 실패 또는 손실의 심각성과 발생 가능성을 완화하고, 변화하는 환경에 적응하여 적절하게 대응할 수 있는 능력'으로 정의하고 있다. 한편, 항만의 회복탄력성에 대해 Omer(2012)는 '시스템이 원래의 서비스 제공 수준으로 돌아가거나 그에 근접할 수 있도록 충격을 흡수하거나, 시스템 파괴로부터 회복하는 능력'으로 정의함으로써 충격에 대한 흡수와 회복의 중요성을 제시하고 있다. 아울러 Hossain 등(2019)은 '시스템이 파괴적인 사건의 충격을 흡수하고 미리 정의된 수준의 성능으로 회복할 수 있는 능력을 기술하는 시스템의 본질적 속성'으로 정의하였다.

이상에서 살펴본 인프라 분야의 회복탄력성에 대한 정의는 공급사슬 분야와 유사하나 인프라 분야의 회복탄력성은 예상하지 못하는 위협에 대응해 원래의 능력을 유지하거나 빠르게 회복하는 능력을 강조하고 있다. 더욱이 사회간접자본시설로서 예상하지 못한 기능의 파괴에 대응한 작업능력 여유 등을 포함하는 흡수력(absorb)에 대한 필요성을 강조하는 특징을 보인다.

〈표 2-12〉 인프라 시스템 회복탄력성의 정의와 키워드

문헌	정의	키워드
Fiskel (2003)	구조와 기능을 유지하면서 기능 저하를 견딜 수 있는 시스템의 능력	tolerate retain
Bruneau 등 (2003)	지역사회 단위에서 위험을 완화하고, 재해가 발생했을 때 그 영향을 억제하며, 혼란을 최소화하고 추가 사건의 영향을 완화하는 방법으로 복구 활동을 수행할 수 있는 능력	mitigate recovery disruption
Rose & Liao(2005)	잠재적 손실을 방지하기 위해 시스템 중단 시 맞춤형 대응을 시행할 수 있는 능력	adaptive disruption avoid
Hollnagel 등(2007)	기능 변경 및 장애 발생 전후에 시스템의 기능을 조정하여 중대한 사고 발생 후 또는 지속적인 중단이나 스트레스에도 운영 상태를 유지할 수 있는 시스템의 고유 능력	adjust disturbance sustain
Rose(2007)	정적인 관점 : 기능을 유지하는 개체 또는 시스템의 능력 동적인 관점 : 개체 또는 시스템이 심각한 충격으로부터 신속하게 회복하여 목표한 상태로 도달할 수 있는 능력	maintain recover rapidly
UNISDR (2009)	위험을 방지하고 흡수, 수용 및 복구하는 시스템의 능력	resist absorb recover
Jackson (2010)	조직이 하드웨어 및 소프트웨어 시스템의 실패 또는 손실의 심각성과 발생 가능	mitigate failure adapt

문헌	정의	키워드
	성을 완화하고, 변화하는 환경에 적응하여 적절하게 대응할 수 있는 능력	
Omer 등(2012)	시스템이 원래의 서비스 제공 수준으로 돌아가거나 그에 근접할 수 있도록 충격을 흡수하거나 시스템 파괴로부터 회복하는 능력	absorb recover disruption
Hossain 등(2019)	시스템이 파괴적인 사건의 충격을 흡수하고 미리 정의된 수준의 성능으로 회복할 수 있는 능력을 기술하는 시스템의 본질적 속성	absorb disruptive recover

자료: 김성기 외(2020), 항만의 회복탄력성 측정 모형 구축에 관한 연구. 한국해양수산개발원.

항만 분야에 있어 기능의 중지를 초래하는 위협의 발생사례는 우리 주변에서 흔히 찾아볼 수 있다. 우선, 일본의 한신(阪神)·아와지(淡路) 대지진 사례를 들 수 있다. 1995년 1월 17일 규모 7.2 강도로 발생한 한신·아와지 대지진으로 인해 고베항에서 안벽침하, 방파제 액상화, 하역기기 전도, 안벽이동에 따른 갠트리크레인 손상 등의 피해가 발생하였다. 배후단지 또한 지반 침하, 도로 액상화로 인한 교통기능 마비, 전기설비 피해로 인한 항행지원시설 마비, 원유저장탱크의 본체 균열에 따른 유독가스 유출사고 등도 발생하였다. 이로 인해 고베항의 기능이 완전히 마비되었으며, 시설이 복구되기까지 약 2년이 소요되었는데, 직접적인 피해규모가 약 1조~1조 400억 엔에 달했으며, 직간접 피해를 집계하면 약 10조 엔이 발생한 것으로 추산되었다(한국해양수산개발원, 2014). 고베항의 시설이 복구되는데 약 2년여가 소요되었으나, 문제는 사건 발생 이전에 고베항이 처리하던 일본 수출입물동량 10%를 물류기능이 마비되면서 처리하지 못하면서 이용자가 이탈한 점이다. 특히 고베항의 이

용자인 선사가 고베항의 대체항만으로서 우리나라의 부산항을 선택했으며, 이로 인해 고베항은 부산항에 대비하여 경쟁력을 잃을 수밖에 없었다(박용안, 최기영, 2013).

2011년 3월 11일 발생한 동일본 대지진은 진도 9.0으로 일본에서 발생한 최대 강도의 지진으로 일본 동부지역에 위치한 아오모리현과 이마라키현에 위치한 14개 중요항만과 지방항만 17개의 기능이 마비되어 일본 내 공급사슬체계가 무너지는 결과가 초래되었으며, 이로 인한 경제적 피해는 4,138억 엔에 달했다(한국해양수산개발원, 2017).

이러한 항만에 대한 위협사례는 일본뿐만 아니라 우리나라에서도 발생한 바 있다. 2003년 9월 12일, 최대풍속 51.1m/s의 태풍 매미가 부산항을 포함한 경남 동부지역에 상륙하면서, 부산항 신감만 및 자성대 부두 크레인이 전복되는 등 항만시설에 대해 보고된 피해만 총 86건으로 피해금액은 1,063억 원에 달했다. 아울러, 이를 복구하기 위해 소요된 비용은 1,251억 원에 이르렀다.[16] 또한, 2017년 11월 15일에는 포항지역에 진도 5.4의 지진이 발생하면서 포항·영일만항, 포항 구항 및 신항 등 12개 시설에 24억 원의 피해가 발생하였다.[17]

아울러, 2020년 4월 6일에는 부산항 신항 2부두에서 오션네트워크익스프레스(ONE) 소속 15만 톤급 컨테이너운반선과 육상크레인이 충돌하는 사고가 발생하였다. 해양수산부에 따르면 사고선박은 프로펠러가 수면에 노출된 상태에서 평상시 접안하기 위한 6노트 내외보다 빠른 약

---

16) 한겨레(2003. 9. 18), 태풍 '매미' 부산항만 피해 1천억원대, http://legacy.www.hani.co.kr/section-004000000/2003/09/004000000200309181457811.html(검색일: 2020. 6. 22).

17) 중앙재난안전대책본부 보도자료(2017. 12. 6), 포항 지진피행 복구비 1,445억원 확정, http://www.mois.go.kr/frt/bbs/type010/commonSelectBoardArticle.do?bbsId=BBSMSTR_000000000008&nttId=60882(검색일: 2020. 7. 5).

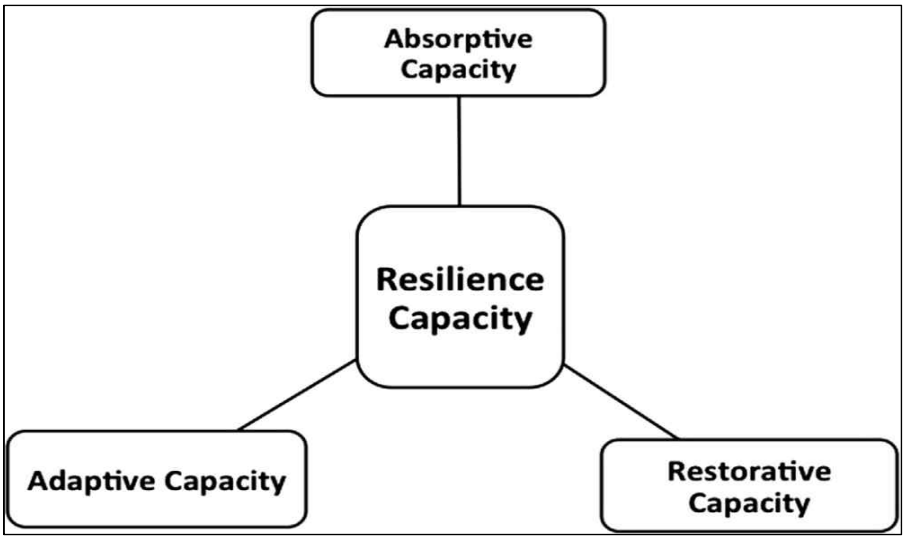
8노트로 토도를 끼고 우선회하는 과정에서 선박이 부두 쪽으로 밀려 2부두 8번 선석의 육상크레인과 충돌하게 된 것이다.[18] 이로 인해, 부산항 신항 2부두 8번 선석에 위치한 육상크레인 1기가 완파되고 3기가 부분 파손되었다. 파손된 시설 복구에 신규장비 도입 등 약 300억 원이 소요되고, 크레인이 파손된 1개 선석을 사용하지 못함으로써 발생하는 영업 손실까지 따지면 피해액은 훨씬 늘어날 것으로 판단되고 있다.[19] 특히, 장비 업체에서 파견된 전문가에 따르면, 장비 수리 및 제작에 약 1년 6개월가량이 소요될 것으로 예상되어 그 피해규모는 더 커질 것으로 예상되고 있다.[20]

이러한 다수의 사례에도 불구하고, 인프라 분야의 회복탄력성 요인에 대한 선행연구는 많지 않다. 그럼에도 불구하고, Bruneau 등(2003)은 지진에 대한 회복탄력성 연구를 통해 회복탄력성의 요인으로 강건성, 여분성, 자원동원력, 신속성 등을 포함하는 개념적인 프레임워크를 제시하였다. Adjetey-Bahun 등(2014)은 이 네 가지 차원에 대한 수량적 측정시스템을 제시하기도 하였다. Shirali 등(2013)은 인프라 엔지니어링 분야의 회복탄력성에 관한 연구를 통해 경영진의 참여, 올바른 문화, 학습 문화, 인지도와 불투명도, 준비도, 유연성 등 여섯 가지 회복탄력성 요인을 제시하고 설문조사를 통해 요인의 중요도도 제시하고 있다. 이외에도, Vugrin 등(2010), Francis & Bekera(2014), Yu 등(2015)은 회복탄력성을 흡수력(absorptive capability), 적응력(adaptive capability), 복구력(restorative capability) 등의 합으로 정의하고 있다. 특히, Vugrin 등(2010)은 흡수력에 강건성과 여분성을 측정 지표로, 적응력에 비상 대책과 대체능력(substitutability)을 측정 지표

---

18) 해양수산부 보도자료(2020. 5. 4), 부산신항 크레인 충돌사고 선박, 프로펠러 수면 위 노출상태로 무리한 운항-해수부 중앙해양안전심판원, 사고원인 조사 결과 중간발표-.
19) https://www.yna.co.kr/view/AKR20200423116600051.
20) https://www.dailylog.co.kr/news/articleView.html?idxno=20022.

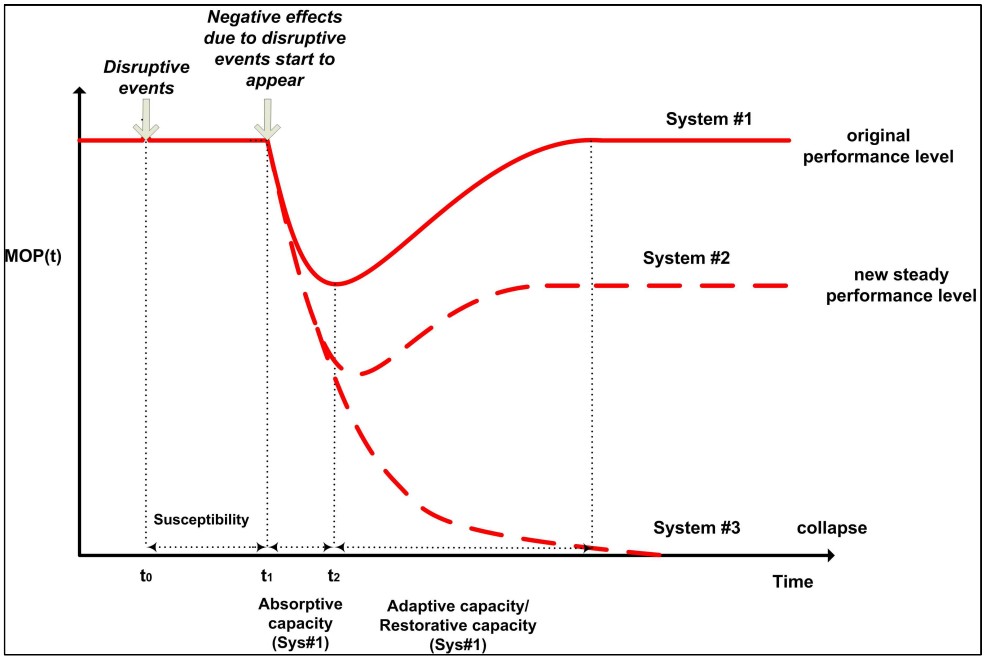
로, 복구력의 측정 지표로 복구 자원의 양과 신속한 조달력을 제시하였다(유순영 외, 2016).



자료: Francis, R., & Bekera, B.(2014), A metric and frameworks for resilience analysis of engineered and infrastructure systems. *Reliability Engineering and System Safety, 121*, 90 - 103.

〈그림 2-3〉 인프라 분야의 회복탄력성 삼각형 예시

이러한 회복탄력성 삼각형에 대해, Nan & Sansavini(2017)는 회복탄력성을 수량적으로 측정하였다. 아래의 〈그림 2-4〉에서 보면, 인프라 시스템의 정상적인 성과라고 할 때, 파괴적인 위협상황이 발생(t_0)하여 이에 따른 부정적인 영향이 시작되는 시점(t_1)에서 부정적 영향이 최대가 되는 시점(t_2)까지의 기간을 흡수력으로 정의하고, 부정적 영향이 최대가 되는 지점(t_2)에서 정상적인 성과로 회복되는 시점까지를 적응력과 복구력으로 정의하고 있다.



자료: Nan, C. 등(2014), A quantitative method for assessing resilience of interdependent infrastructures, Reliability Engineering and System Safety, p.37.

〈그림 2-4〉 회복탄력성 삼각형과 수량적 측정법

이상에서는 공급사슬과 인프라 시설에서의 회복탄력성에 대한 정의를 살펴보았다. 항만은 공급사슬상의 노드(node)(Nicolae 등, 2016)로서 공급사슬의 한 축을 담당하면서 인프라 시설이다. 그렇기 때문에 항만의 회복탄력성은 공급사슬 분야의 회복탄력성과 사회인프라 시설로서의 회복탄력성을 접목함으로써 공급사슬의 기능을 유지하고 사회인프라 시설로서 예상하지 못하는 위협에 대비한 신속한 회복능력 확보가 필요하다. 따라서, 항만의 회복탄력성은 '예상하지 못한 충격을 흡수하여 기능이 중단되지 않도록 유지하고, 변화에 적응하여 정상적인 기능으로 신속하게 복구하는 능력'이라 할 수 있다. 여기서 중요한 키워드는 '흡수', '유지', '적응', '신속', '복구'라 할 수 있다. 즉 기능이 중단되지 않도록 유지하는 것은 공급사슬의 하나로서 필요한 것이고, 항만을 정상적인 기능으

로 신속하게 복구하는 것은 인프라 시스템의 하나로서 항만의 회복탄력성을 의미한다 할 수 있다.

한편, 회복탄력성의 요인을 구체화한 연구는 공급사슬 분야의 Shashi 등(2019)과 인프라 시스템 분야의 Vugrin 등(2010)이 있으며, 이들 연구에는 유사성이 존재한다. Shashi 등(2019)은 공급사슬 분야 회복탄력성의 요인으로 예측성, 저항성, 회복과 반응 등을 제시하고 있는데, 이는 인프라 분야 회복탄력성 삼각형의 흡수력, 적응력, 복구력과 상응하는 개념으로 볼 수 있다. 아울러 각각의 하위 요인으로 강건성과 여분성이 예측성과 흡수력의 하위 요인으로 동일하게 제시되었으며, 적응력의 하위 요인으로 제시된 비상대책과 대체능력은 공급사슬 재구성 및 민첩성과 유사하다. 회복과 반응은 복구력과 유사한 개념이라 할 수 있다. 즉 공급사슬 분야와 인프라 시스템에서 제시한 다양한 회복탄력성 요인들 간에는 상당한 유사성을 가진다. 이는 공급사슬 분야의 회복탄력성이 예상하지 못한 충격에 대응하여 기능의 중단 없이 유지하는 것을 우선하고, 인프라 분야 회복탄력성은 예상하지 못한 충격에 기능을 신속하게 복구하는 것을 우선할 뿐 근본적인 목적은 예상하지 못한 충격을 흡수, 적응, 복구하는 것에 같이 하기 때문이다.

이러한 공급사슬과 인프라 분야 회복탄력성 요인의 유사성 속에서 다수의 선행연구에서 제시하고 있는 회복탄력성 요인은 강건성, 여분성, 가시성, 유연성, 협력, 정보 공유, 반응, 회복 등으로 각 요인의 정의와 관련 문헌 근거는 다음과 같다.

〈표 2-13〉 인프라 분야의 회복탄력성 요인 정의 및 문헌 근거

요인	정의	근거
강건성 (Robustness)	초기 안정적인 구성의 변경 없이 급한 변화에 저항할 수 있는 기능	Purvis 등 (2016)
여분성 (Redundancy)	예상치 못한 기능 파괴에 대응할 수 있는 작업능력의 여유분	Hohenstein 등(2015)
가시성 (Visibility)	핵심 작업 프로세스에 대한 정보를 적시에 접근할 수 있는 능력	Jüttner & Mackaln (2013)
유연성 (Flexibility)	최소한의 노력으로 변화하는 환경과 기능 장애에 적응할 수 있는 능력	Erol 등 (2010)
협력 (Collaboration)	사업상 파트너와의 전술적, 운영적 또는 전략적 수준에서 공동 의사결정을 내리고 협력하는 수준	Scholten & Schilder (2015)
정보 공유 (Information Sharing)	파트너와의 공동 작업을 위한 내·외부 커뮤니케이션, 신뢰 및 상호 의존성 수준	Wu 등 (2014)
반응 (Response)	방지 수준을 평가하고 활동을 통제하기 위한 사고 또는 비상사태에 대해 요구되는 행동	Norrman & Jansson (2004)
회복 (Recovery)	정상운영 상태로 신속하게 복귀할 수 있는 기능	Pettit 등 (2010)

한편, 우리나라에서는 항만의 회복탄력성과 관련한 유사한 법률이나 계획이 다수 존재한다. 「재난 및 안전관리 기본법」 제22조에 따른 「해양수산부 국가 안전관리 집행계획」, 「비상사태등에 대비하기 위한 해운 및 항만 기능 유지에 관한 법률」, 「해양수산부 중앙사고수습본부 설치 및 운영 등에 관한 규정」, 「국민보호와 공공안전을 위한 테러방지법」 등을 들 수 있다.

우선, 「해양수산부 국가 안전관리 집행계획(이하 집행계획)」은 「국가안전기본계획」의 해양수산 분야의 연도별 집행계획이다. 집행계획의 대

상은 해양 선박사고, 해양 오염사고, 적조, 조수, 지진(지진해일 포함), 풍수해(태풍 등) 등 해양수산 분야에서 발생하고 있는 주요 재난이며, 집행계획에서는 재난에 대한 관리주체, 관리체계, 관리대책은 물론 재난 시 중앙사고수습본부 구성과 운영에 관한 계획을 포함하고 있다. 집행계획은 바다에서 국민의 생명과 재산을 보호하는 것을 목적으로 예방, 대비, 대응, 복구 등 네 단계의 실행방향을 포함하고 있다. 이 중 대응 및 복구 단계는 회복탄력성과 관련 있는 사항으로 대응 단계에서는 초기상황 대응역량 제고 및 신속한 현장대응 기반 조성을 포함하고 있으며, 복구 단계에서는 체계적 복구지원, 유사사고 발생에 대비한 모니터링, 신속한 피해 집계 및 복구지원 등이 포함되어 있다(해양수산부, 2019). 집행계획 이행을 위해 풍수해 및 조수에 대비한 연안정비사업, 국가해양관측망 구축 및 운영사업, 항만시설유지보수 사업 등이, 지진 및 지진해일과 관련한 지진계측시스템 운용사업, 국가어항관리의 일환으로 유지보수 및 안전시설 신규설치 및 보수사업 등이 포함되어 있다. 아울러, 지진대응 역량 강화를 위한 모의훈련도 진행하고 있다. 또한, 집행계획에는 재난에 대비한 위기관리 매뉴얼이 설정되어 있는데, 매뉴얼에는 재난 대응과 관련한 유관기관 간 역할에 대한 정의가 포함되어 있다. 그러나 회복탄력성과 관련하여 집행계획이 가지는 한계점은 예상하지 못한 위협이 발생했을 때를 가정하여 시설물이 환경변화에 저항할 수 있는 능력(강건성, 여분성, 가시성 등)을 가지고 있는지에 대한 평가체계를 포함하지 않고 있다는 것이다. 즉 회복탄력성 측면에서 집행계획은 재난에 대비한 시설물의 정비와 재난 발생 시 적용될 위기관리 매뉴얼에 집중되어 있어, 시설물의 회복탄력성 수준을 평가하고 이를 통해 예상하지 못하는 위협으로부터 시설물의 기능을 유지하거나 신속히 복구하기 위한 계획을 수립하는 데 한계가 있다고 할 수 있다.

2020년 1월부터 시행되기 시작한 「비상사태등에 대비하기 위한 해운 및 항만 기능 유지에 관한 법률(이하 해운항만기능유지법)」은 해운·

항만 기능에 큰 장애가 발생하였을 때 기능을 유지하기 위한 목적으로 시행한 법률이다. 따라서 기능의 유지 측면에서 공급사슬 분야의 회복탄력성과 관련이 있다. 특히 「해운항만기능유지법」에서는 비상사태를 '전시·사변 또는 이에 준하는 비상사태 및 해운업체의 파산 등 해운 및 항만 기능에 중대한 장애가 발생하여 수출입 화물의 수송이 정지되거나, 항만에서의 선박 입항 및 출항이 불가능하여 국민 경제에 심각한 피해가 예상되는 경우'로 정의함으로써 이에 대비하기 위한 각종 대비방안을 법률에 포함하고 있다(법제처, 2020). 여기에는 10년 단위의 비상사태 등 대비 해운·항만 기능 유지에 관한 기본계획(이하 기본계획)을 5년마다 수립하도록 정해져 있는데, 기본계획에는 해운·항만 기능 유지를 위한 중·장기 정책 방향, 장래 물동량 수급 및 해운·항만 환경에 관한 전망, 국가필수선박 지정 및 항만운영협약 체결 등 기능 유지에 필요한 제도 및 지원방안 등이 포함된다(법제처, 2020). 아울러 법률에서는 비상사태에 기능 유지를 위해 국가필수선박 제도와 항만운영협약 제도 등을 규정하고 있는데, 국가필수선박 제도는 비상사태 등이 발생하는 경우 국민경제에 긴요한 물자와 군수물자를 수송하기 위하여 국제선박 및 공공기관의 선박을 필수선박으로 지정하는 제도이다. 또한 항만운영협약은 비상사태 등이 발생하는 경우, 선박의 입항·출항 및 화물의 하역 등 항만 기능을 유지하기 위하여 예선업 등록자, 항만하역사업 등록자, 항만운송관련사업 등록자와 협약을 체결하도록 한 제도이다(법제처, 2020). 즉 국가필수선박 제도와 항만운영협약 제도 등은 비상사태에 대비한 해운·항만 기능의 최소한의 작업능력을 보유하는 회복탄력성의 여분성과 관련이 있는 제도라 할 수 있다. 그럼에도 불구하고, 「해운항만기능유지법」의 회복탄력성과 관련한 한계성은 회복탄력성에 포함되어 있는 여러 가지 요인 중 여분성(국가필수선박 제도와 항만운영협약 제도 등) 확보에 집중되어 있다는 것이다. 즉 초기 안정적인 구성의 변경 없이 급한 변화에 저항할 수 있는 강건성이나 위기 이후 위기로 인한 변화된 환경에 적응하고 신속하게 복구하기 위한 각종 요인들에 대한 내용은 포함하

고 있지 않다는 것이다.

다음은 「해양수산부 중앙사고수습본부 설치 및 운영 등에 관한 규정(이하 수습본부 운영 규정)」이다. 「재난 및 안전관리 기본법」 제15조의2에 따라 재난 발생 시 중앙사고수습본부 운영에 관해 필요한 사항을 규정하고 있는 수습본부 운영 규정은 재난의 수습 및 대응, 복구를 위한 활동을 규정하고 있다는 점에서 회복탄력성과 관련이 있다. 수습본부 운영 규정에서는 재난을 「재난 및 안전관리 기본법」에 따라 자연재난과 사회재난으로 정의하고 이에 대한 수습 및 대응, 복구 활동에 대해 규정하고 있다. 재난 및 사고가 발생할 경우 중앙사고수습본부를 설치하고 재난 및 사고 피해 상황 관리·복구계획 수립을 위한 피해조사 및 복구 방안 마련 등의 역할을 수행한다(해양수산부, 2020). 특히 행정안전부의 중앙재난안전상황실과의 협조를 통해 평시의 재난 및 사고 상황을 모니터링함으로써 예상하지 못하는 재난 및 사고에 대한 인지능력을 높여 대비·대응 능력을 키우는 특징을 가진다. 그럼에도 불구하고, 수습본부 운영 규정이 회복탄력성과 관련하여 가지는 한계는 재난 및 사고 모니터링을 통한 예측하기 어려운 위협에 대한 대비 능력을 확보하기보다는 재난 및 사고 발생 이후 신속하게 대응 조직을 구성하고 이를 통해 수습 및 복구 활동을 할 수 있도록 해주는 규정이라는 점에서 회복탄력성의 한 부분만을 담당한다 할 수 있다.

다음은 테러방지라는 측면에서 항만보안과 유사한 성격을 가진 「국민보호와 공공안전을 위한 테러방지법(이하 테러방지법)」이다. 테러방지법은 2016년, 테러의 예방 및 대응 활동 등에 관하여 필요한 사항과 테러로 인한 피해보전 등을 규정함으로써 테러로부터 국민의 생명과 재산을 보호하고 국가 및 공공의 안전을 확보하는 것을 목적으로 제정되었다(법제처, 2020). 테러방지법의 대상 사건은 사람의 생명에 대한 위험, 항공기, 선박, 핵물질 취급 원자력시설 등에 대한 파괴, 사망, 중상해 또

는 중대한 물적 손상을 유발하는 폭발 행위 등 각종 테러이다. 이에 대응하여 테러방지법은 국가테러대책위원회의 구성 및 운영, 대테러센터의 운영, 테러 위험인물에 대한 정보 수집, 테러예방을 위한 안전관리대책의 수립, 테러 취약요인 사전제거 등을 통해 테러 발생의 가능성을 낮추는 데 집중하고 있다. 특히, 법률 제25조 제2항에 따라 1만㎡ 이상의 대규모 점포, 유원시설, 도시철도 역사 및 철도시설, 5천㎡ 이상의 여객터미널, 여객항만, 체육시설(5천 석 이상), 공연시설(1천 석 이상), 지역축제장소(1만㎡ 이상), 경마장 및 경륜장, 경정장 등 다중이용시설은 테러 예방대책을 수립해야 한다. 테러 예방대책에는 인원·차량에 대한 출입통제 및 자체 방호 계획, 테러 첩보의 입수·전파 및 긴급대응 체계 구축방안, 테러사건 발생 시 비상대피 및 사후처리 대책 등이 포함되어야 하는데, 테러 예방대책에 따른 활동에는 테러 유형식별, 테러 위협평가, 보호대상 식별, 대책 수립 및 시행, 대책 평가 및 보완 등 5단계의 활동이 포함되어 있다.[21] 이러한 식별, 위협평가, 보호대상식별, 대책 수립 및 시행 등은 회복탄력성과 더불어 항만보안과 밀접한 연관성을 가진다. 특히 식별, 위협평가, 보호대상식별 등은 항만보안과 밀접한 유사성을 가지며, 대책 수립 및 시행 등은 회복탄력성의 협력, 민첩성, 정보공유 등 회복탄력성 삼각형의 적응력과 유사하다. 특히 대책 수립 및 시행 단계의 구성내용을 살펴보면, 조직·체계구축, 인력관리, 장비관리, 시설관리, 통신관리, 대테러 활동, 교육·훈련 등의 내용을 포함하고 있어 「국제항해선박 및 항만시설의 보안에 관한 법률」 및 IMO의 ISPS Code에서 규정하고 있는 항만시설소유자가 보안계획에 포함해야 하는 내용과 동일하다고 할 수 있다. 이러한 유사성으로 인해 항만보안을 담당하는 실무자 입장에서는 업무의 중복성으로 인한 업무의 비효율성 문제를 제기하고 있다.[22]

---

21) 대테러센터(2016), 다중이용시설 테러예방활동 가이드라인.
22) 항만 보안 담당자 인터뷰(2020년 7월).

이상 공급사슬 및 인프라 분야의 회복탄력성과 더불어 회복탄력성과 연관된 우리나라의 법·제도 등에 대해서 살펴보았다. 공급사슬 및 인프라 분야에서 정의되고 있는 회복탄력성은 연구자의 연구목적에 따라 차이가 있으나, 회복탄력성은 '예상하지 못한 충격을 흡수하여 기능이 중단되지 않도록 유지하고, 변화에 적응하여 정상적인 기능으로 신속하게 복구하는 능력'으로 공통적으로 '흡수', '유지', '적응', '신속', '복구' 등의 요인을 포함하고 있다. 회복탄력성과 연관된 우리나라의 법·제도와 관련하여, 「해양수산부 국가 안전관리 집행계획」은 지진(지진해일 포함), 풍수해(태풍 등) 등의 재난으로부터 국민의 생명과 재산을 보호하는 것을 목적으로 예방, 대비, 대응, 복구 등 네 단계의 실행방향을 포함하고 있으나, 예방과 대비에 집중되어 있어 대응 및 복구와 관련한 한계점을 가진다. 2020년 1월부터 시행한 「비상사태등에 대비하기 위한 해운 및 항만 기능 유지에 관한 법률」은 비상사태에 대비하여 해운 및 항만의 기능을 유지시키기 위한 최소의 제도를 마련하고 있다는 점에서 항만의 회복탄력성을 확보하고 있다고 할 수 있다. 그러나 「해운항만기능유지법」이 회복탄력성의 여분성(국가필수선박 제도와 항만운영협약 제도 등)을 확보하는 데 집중되어 있을 뿐 초기 안정적인 구성의 변경 없이 급한 변화에 저항할 수 있는 강건성이나 위기 이후 위기로 인한 변화된 환경에 적응하고 신속하게 복구하기 위한 각종 회복탄력성의 요인들에 대한 내용은 포함하고 있지 않다는 한계성을 가진다고 할 수 있다. 「해양수산부 중앙사고수습본부 설치 및 운영 등에 관한 규정」은 재난의 수습 및 대응, 복구를 위한 활동을 규정하고 있다는 점에서 회복탄력성과 관련이 있으나, 재난 및 사고 발생 이후 신속하게 대응 조직을 구성하고 이를 통해 수습 및 복구 활동을 할 수 있도록 해주는 규정이라는 점에서 회복탄력성의 한 부분만을 담당한다 할 수 있다. 2016년 제정된 「국민보호와 공공안전을 위한 테러방지법」은 파괴, 사망, 중상해 또는 중대한 물적 손상을 유발하는 폭발 행위 등 각종 테러에 대응하여 다중이용시설에 대한 테러 예방대책을 수립·이행하도록 규정하고 있어 다중이용시설의

회복탄력성을 높이고 있다. 그러나 테러 예방대책은 식별, 위협평가, 보호대상 식별, 대책 수립 및 시행 등에 집중되어 있어 회복탄력성의 회복에 대한 내용은 빠져있는 한계점을 가진다. 그럼에도 불구하고 「국민보호와 공공안전을 위한 테러방지법」에 따라 다중이용시설별로 수립해야 하는 테러예방대책의 구성내용 중 대책 수립 및 시행 단계의 조직·체계 구축, 인력관리, 장비관리, 시설관리, 통신관리, 대테러 활동, 교육·훈련 등의 내용은 항만보안시설별로 수립·이행해야 하는 항만시설보안계획서의 내용과 유사하다. 회복탄력성 측면의 테러 예방대책과 보안 측면의 항만시설보안계획서 내용이 유사한 것은 보안이 물리적 수단 또는 방어적인 보안 조치를 통해 침입, 공격, 재해(자연 또는 인위)의 영향으로부터 중요 인프라 시설에 대한 위협을 줄이기 위한 수단이고, 회복탄력성은 이러한 위협으로부터 신속하게 적응하고 복구할 수 있도록 시설이 변화하는 조건에 대비하고 적응하는 능력을 확보하기 위한 것으로 상호 협력적 관계에 있기 때문일 것이다. 이는 미국 국토안보부가 중요시설에 대한 보안 및 회복탄력성을 하나의 전략으로 보고 있는 점에서도 확인할 수 있다(CISA, 2019). 다만, 실무자 입장에서는 테러에 대응하는 항만보안법과 테러방지법의 유사성으로 인해 업무가 중복되지만 실무적으로는 분리해서 이행하기 때문에 업무의 비효율성이 작용할 수 있는 문제점을 가진다.[23]

CISA(2019)와 더불어 Voss(2009)는 식품제조 및 유통기업을 대상으로 보안에 대한 투자가 기업의 보안성과에 미치는 영향을 분석하여 보안에 대한 투자는 기업 내부 및 공급사슬 전체의 보안사건을 식별하고 보안사건을 줄이는 데 긍정적인 영향을 미치며, 회복탄력성의 요인 중 복구력을 높인다고 제시하고 있다. 특히 보안을 기업의 중요 전략으로 간주하고 있는 기업의 보안에 투자는 그렇지 못한 기업보다 기업의 보안성과(보안사건에 대한 식별력 증대 및 보안사건 감소)와 회복탄력성 요

23) 항만 보안 담당자 인터뷰(2020년 7월).

인 중 복구능력을 높이는데 긍정적인 영향이 있다고 제시하고 있다. Yang & Hsu(2018) 등은 대만의 선사, 운영사 및 포워드 등을 대상으로 한 설문조사를 통해 보안관리(화물, 시설, 정보, 인력, 파트너, 사고 방지 및 프로세스 등)가 회복탄력성 능력(민첩성, 유연성, 신속성) 등에 미치는 영향을 분석하여, 보안관리가 회복탄력성 능력에 긍정적인 영향을 준다는 것을 제시하고 있다. 또한 회복탄력성의 민첩성, 유연성, 신속성 등은 보안 관리를 통해 확보할 수 있다고 제시하고 있다. 즉 보안은 회복탄력성을 확보하기 위한 하나의 수단으로서 상호 분리되어 있는 개념이 아니라 상호 연관되어 예상하지 못한 위협에 대비하여 기능을 유지시키기 위한 상호 협력적 관계라 할 수 있다.

한편, 보안과 회복탄력성이 지향하는 것은 예상하지 못한 위협에 대비하여 위협을 식별하고 위협에 대한 취약성을 보강하고, 위협 발생 시 신속하게 복구시킴으로써 보호하고자 하는 것의 기능을 지속가능하게 유지시키는 것이다. 여기서 중요한 것은 예상하지 못하는 위협인데, 이는 다시 말해 불확실성과 우발성이며, 보안과 회복탄력성은 이러한 우발성과 불확실성에 대한 대비·대응 방안이라 할 수 있다. 아울러, 항만이라는 사회간접자본시설에서 보안과 회복탄력성의 확보는 국민의 생명과 재산은 물론 국가의 경제적 안정을 도모하는 것에 목적을 두고 있어 사회적 안보와 밀접한 연관성을 가진다. Smiljanic(2016)은 이러한 사회적 안보는 사회적, 경제적, 환경적 영역이 모두 허용 가능한 경계 내에서 작동할 때만 실현될 수 있다고 함으로써 사회적, 경제적, 환경적인 지속가능발전 목표와의 타협이 필요하다고 제시하고 있다. 이는 불확실성, 우발성과 같은 복잡성에 대응하는 보안과 회복탄력성은 단순한 의사결정이라기보다 더 높은 수준의 신중함이 필요하기 때문이다(Matutinović, 2015).

제4절 항만의 지속가능성성과

1960년대 환경문제와 1970년대 오일쇼크 등 자원고갈 문제로 인해 대두된 지속가능성에 대해, 1987년 Brundtland Report는 “미래 세대가 자신의 필요를 충족시킬 수 있는 능력을 손상시키지 않으면서 현재의 필요를 충족”시키는 것이라고 정의하였다. 이러한 지속가능성에 대한 정의는 시간이 흐르면서 사회, 경제 및 생태 시스템 내에서 그리고 그 사이에서 의미 있는 공존을 추구하는 것으로 발전하였다(Levin, 2006). 이러한 변화에는 사회, 경제 및 생태 시스템이 복잡하게 발전하여 왔고 이러한 복잡성은 불확실성을 내포하고 있기 때문이다(Érdi, 2008). 즉 사회가 변화하면서 불확실성이 높아지고 예측하지 못하는 위협으로 다가와 사회, 경제 및 생태 시스템의 파괴를 초래할 수 있기 때문에 현재의 사회나 미래의 사회가 의미 있는 공존을 추구하기 위해 필요한 것이 지속가능성이다. 아울러, Robertson(2017)은 지속가능성은 현재 및 미래 세대를 위한 인도적 생활 조건을 유지시키기 위해 어떤 것을 어떻게 지속(sustain)시킬 것인가에 목표를 두고 있다고 하고 있다. 따라서 지속가능성은 사회, 경제, 생태 시스템의 복잡성으로 인한 불확실성에 대응하여 현재 및 미래 사회가 의미 있는 공존을 지속시키기 위한 것이며, 어떤 것을 어떻게 지속시킬 것인가에 대한 사회적 합의라 할 수 있다.

이에 대해 Cheon(2017), Cheon & Deakin(2010), Denktas-Sakar & Karatas-Detin(2012) 등은 지속가능성을 확보하기 위해서 이해관계자 간 지속가능성의 목적이 되는 ‘어떤 것’의 유지에 대한 통합적 관리의 중요성을 제시하고 있다. 이는 조직과 이해관계자의 관계는 물론 조직에 대한 접근 방식이 매우 역동적으로 다양하기 때문이다(Podnar & Jancic, 2006). 즉 사회, 경제 및 생태 시스템이 복잡하고 이에 속한 이해관계자 간 이해가 복잡하게 얽혀 있어 의미 있는 공존을 위해서는 지속시켜야 하는 대상인 ‘어떤 것’에 대한 이해관계자 간 사

회적 합의(또는 통합적인 이해)를 기반으로 한 관리가 중요하기 때문이다.

이러한 이해관계자 간 통합적 이해와 이를 기반으로 한 관리에 대해 공급사슬 분야에서는 지속가능공급사슬관리(Sustainable Supply Chain Management, SSCM)라 하고, 연구자에 따라 다양한 정의가 내려지고 있다. Panigrahi 등(2019)은 1995년부터 2015년까지 발간된 공급사슬관리 분야의 지속가능성에 대한 연구를 분석하여 다양한 SSCM에 대한 정의를 다음과 같이 정리하고 있다.

〈표 2-14〉 공급사슬관리 분야의 지속가능성 정의

근거	정의
Shrivastava (1995)	자원 활용, 에너지 활용 및 관련 비용, 제품 설계, 오염 및 공급망의 폐기물 관리 관련 장기적으로 발생하는 위험 감소
Beamon(1999)	친환경 설계, 자원 절약, 유해 물질 감소 및 제품 재활용과 같은 제품의 전체 생애주기 동안 제품의 환경 영향을 최소화하는 것을 목표로 하는 확장된 공급망 관리
Jørgensen & Knudsen(2006)	기업이 조직 및 지리적 경계에 걸쳐 분산된 생산 프로세스에서 사회적 책임을 관리하는 수단
Linton 등(2007)	제품 설계, 제조 부산물, 제품 사용 중 생성된 부산물, 제품 수명 연장, 제품 수명 종료 및 수명 종료 시 복구 프로세스를 포함하여 공급망 관리의 핵심을 넘어 확장되는 문제와 흐름을 통합
Seuring(2008)	지속가능한 개발 및 공급망 관리의 통합(공급망에 따른 환경 및 사회적 측면)
Font 등(2008)	비즈니스 활동의 환경적, 사회적, 경제적 영향을 고려하기 위해 기존 공급망 관리 프로세스에 지속가능성 추가
Ciliberti 등 (2008)	지속가능성의 세 가지 차원, 즉 경제, 환경 및 사회적 차원을 모두 고려한 공급망 관리
Carter & Rogers (2008)	조직 간 비즈니스 결정이 조직과 공급망의 장기적인 경제적

근거	정의
	성과를 개선하도록 조직의 사회적, 환경적, 경제적 목표를 체계적으로 조정된 방식으로 통합하는 것
Seuring & Muller(2008)	재료, 정보 및 자본 흐름의 기업 간 협력을 관리하는 동시에 고객 및 이해관계자 요구사항에서 파생된 경제, 환경 및 사회와 같은 세 가지 지속가능성의 목표
Pagell & Wu (2009)	진정으로 지속가능한 공급망을 만드는 최종 목표로 공급망을 보다 지속가능하게 만들기 위해 취해진 특정 관리 조치
Badurdeen 등 (2009)	모든 제품 수명에 대한 원활한 정보 공유와 함께 여러 생애주기를 통해 폐쇄형 루프에서 수명주기의 사전 제조, 제조, 사용 및 사용 후 단계에서 관련된 소싱, 조달, 전환 및 물류 활동의 계획 및 관리에 관한 공유된 비전을 달성하기 위해 사회적 및 환경적 영향을 명시적으로 고려한 기업 간의 순환 단계
Haake & Seuring(2009)	상품의 설계, 인수, 생산, 유통, 사용, 재사용 및 폐기와 관련된 자연환경 및 사회적 문제와 관련된 우려에 대응하여 형성된 일련의 공급망 관리 정책, 취해진 조치 및 관계 서비스
Wolf(2011)	제조업체가 공급망 파트너와 전략적으로 협력하고 지속가능성을 위해 조직 내 및 조직 간 프로세스를 공동으로 관리하는 정도
Closs 등(2011)	잠재적 글로벌 위험을 계획, 완화, 감지, 대응 및 복구하는 회사의 능력을 반영(제품 개발, 채널 선택, 시장 결정, 소싱, 제조 복잡성, 운송, 정부 및 산업 규제, 자원 가용성, 인재 관리, 대체 에너지 플랫폼 및 보안과 같은 위험 및 공급망 사항 관리)
Wittstruck & Teuteberg(2012)	환경적 및 사회적/윤리적 측면을 추가하여 공급망 관리의 전통적인 개념을 확장
Hassini 등 (2012)	공급망 운영, 자원, 정보 및 자금을 관리하여 공급망 수익성을 극대화하는 동시에 환경 영향을 최소화하고 사회복지를 극대화하는 것
Ahi & Searcy (2013)	제품 조달, 생산 및 유통과 관련된 자재, 정보 및 자본 흐름을 효율적이고 효과적으로 관리하도록 설계된 주요 조직 간 비즈니스 시스템과 경제적, 환경적, 사회적 고려사항을 자발적으로 통합하여 조정된 공급망 생성 이해관

근거	정의
	계자의 요구사항을 충족하고 장·단기적으로 조직의 수익성, 경쟁력 및 복구력을 향상시키기 위한 서비스
Pagell & Shevchenko (2014)	지속가능한 공급망은 장기간에 걸쳐 환경과 사회 시스템에 해를 끼치지 않도록 보장하면서 경제적 생존력을 달성하는 것을 목표로 최소한으로 지속가능하게 만드는 공급망의 설계, 조정, 제어 및 조직
Raut 등(2015)	다양한 고객 요구와 복잡한 제품 구성 요소로 인해 글로벌 경쟁과 함께 비즈니스 간의 강력한 내부 경쟁에 대해 지속가능한 공급망 관리(SSCM)는 환경 고려사항, 사회적 성과 및 경제적 기여를 통합하는 관리 프로세스

자료: Panigrahi, S. S., Bahinipati, B., and Jain. V.(2019), Sustainable supply chain management: A review of literature and implications for future research. *Management of Environmental Quality: An International Journal, 30*(5), 1001-1049.

위의 표에서 보는 바와 같이, SSCM은 장기적이며(Shrivastava, 1995), 상품 또는 서비스의 생애주기 관리(Beamon, 1999), 재료, 정보 및 자본 흐름의 기업 간 협력(Seuring & Muller, 2008), 소싱, 조달, 전환 및 물류 활동의 계획 및 관리에 관한 비전 공유(Badurdeen 등, 2009), 공급망 파트너와의 전략적 협력 및 조직 내 및 조직 간 프로세스의 공동 관리(Wolf, 2011), 잠재적 위험에 대한 계획, 완화, 감지, 대응 및 복구 능력(Closs 등, 2011), 공급망의 설계, 조정, 제어 및 조직(Pagell & Shevchenko, 2014) 등 다양한 방식이 환경, 사회, 경제적 측면에서 통합적으로 이루어지는 관리 프로세스이다. 그 결과는 세 가지(three dimension) 측면으로 구분할 수 있다.

환경적 측면의 SSCM은 환경 및 생태를 손상시키지 않도록 공급사슬 프로세스와 기능을 수행하는 것이다. 여기에는 유해 폐기물과 배출물의 관리 및 처리(Panigrahi 등, 2019), 에너지 사용의 최적화를 통한 탄소 배출량 감소 및 친환경 운송시스템의 운용(Bevilacqua 등, 2014),

효과적인 제품 설계, 재사용 및 재활용을 통한 포장비용 최소화, 효율적인 저장, 창고 및 운송 시설을 통한 매출 및 채용 비용 감소(Carter & Rogers, 2008), 재활용, 재사용 및 폐기물 감소를 통한 희소 자원의 효과적인 사용(Rao & Holt, 2005), 환경성과를 개선하기 위해 공급사슬 파트너들과 긴밀히 협력(Darnall 등, 2008), 환경친화적 제품 프로세스와 디자인 개발(Rusinko, 2007) 등을 포함하고 있다.

사회적 측면의 SSCM은 인간의 생존과 발전을 위해 포용적이고, 연결되고, 공평하고, 신중하고, 안전한 방식(Gladwin 등, 1995)으로 인도주의적 가치와 윤리를 기반으로 제품 또는 서비스를 제공하는 기업이 기업의 목표에 여러 이해관계자의 니즈를 포함하고 니즈의 변화를 관리하는 것이 강조되고 있다(Wagner와 Schaltegger, 2003). 그렇기 때문에 사회적 측면의 지속가능성은 빈곤 완화, 정의와 인권 보장, 직원의 모든 복지(Krause 등, 2009), 파트너사와 기업의 가치와 표준 공유, 장기적이고 공정한 파트너십 유지, 적절한 의사소통 및 공급업체 개발, 공정한 가격 정책, 노동의 권리, 임금, 고용 안정을 보호하고 아동 및 비윤리적 노동 관행의 완화(Leire & Mont, 2010), 공급사슬의 공급자와 구매자 간 윤리적 가치 기반 협력(Roberts, 2003) 등을 통해 확보 가능하다고 많은 선행연구들이 제시하고 있다.

환경적, 사회적 측면의 지속가능성과 함께 경제적 차원의 지속가능성에 대한 추구도 필요하다. 재무성과, 비용 최소화, 경쟁우위 및 이익과 같은 전통적인 성과와 더불어 최근에는 파트너십을 촉진하기 위한 협업계획, 예측 및 보충(replenishment) 시스템, 정보 공유를 통한 협력관계(Attaran, 2007), 공급업체와 협력하여 회사의 SC 전략 및 목표를 식별, 초안 작성 및 전달(Krause 등, 2009) 등을 통한 비즈니스 프로세스의 투명성(Pagell & Wu, 2009)을 확보하는 것을 경제적 지속가능성을 유지시키는 것으로 제시되고 있다.

이상에서 살펴본 바와 같이 공급사슬 분야의 지속가능성 관리는 공급망의 장기적인 경제적 성과를 개선하기 위한 주요 조직 간 비즈니스 프로세스의 체계적인 조정에서 조직의 사회적, 환경적, 경제적 목표의 전략적이고 투명한 통합과 이의 달성에 목표를 둔다(Carter & Rogers, 2008).

이러한 공급사슬 분야의 지속가능성과 마찬가지로 인프라 분야의 지속가능성에 대한 연구도 많이 수행되어 왔다. UN은 1992년 브라질 리우데자네이루에서 열린 환경과 개발 컨퍼런스(UN Conference on Environment and Development)에서 환경보전을 고려한 저개발국가의 지속가능한 개발과 관련하여 사회, 경제, 환경 측면의 21가지 방향을 논의한 바 있다. 여기서, 사회-경제 측면으로는 개발도상국 및 국내 관련 지속가능발전을 가속화하기 위한 국제 협력, 빈곤 퇴치, 소비 패턴 변화, 인구 역학적 지속가능성, 인간 건강상태 보호 및 증진, 지속가능한 인간 정착 개발 촉진, 의사결정에 환경 및 개발 통합 등 일곱 가지 방향을 제시하였다. 아울러 환경 측면에서는 대기보호, 토지자원 계획 및 관리에 대한 통합 접근, 삼림 벌채 퇴치, 취약한 생태계 관리(사막화 및 가뭄 퇴치, 지속가능한 산 개발 등), 지속가능한 농업 및 농촌 개발 촉진, 생물다양성 보전, 생명공학의 환경적 관리, 해양, 해안 지역의 보호 및 생물자원의 보호, 합리적 사용 및 개발, 담수자원의 품질 및 공급 보호(수자원의 개발, 관리 및 사용에 대한 통합 접근방식 적용), 독성 및 위험 제품에 대한 불법적인 국제운송 방지를 포함한 독성 화학물질의 환경적 관리, 유해 폐기물의 환경적 관리, 폐기물 및 하수 관련 문제의 환경적 관리, 방사성 폐기물의 안전하고 환경친화적 관리 등 13개 방향을 제시하였다.

UN의 제안을 활용하여, Diaz-Sarachaga 등(2017)은 개발도상국의 지속가능 인프라 평가시스템(Sustainable Infrastructure Rating

System for Developing Countries, SIRSDEC)을 제시한 바 있다. 평가시스템의 사회적 측면 요인으로는 커뮤니티 및 이해관계자의 참여, 지역민의 역할, 공정한 개발, 사회적 영향 및 편익 등 네 가지가 포함되었다. 경제적 측면의 요인으로는 빈곤퇴치, 농업에 대한 영향, 지역 원자재의 소비, 지역 일자리 창출 등 네 가지를, 환경적 측면의 요인으로는 문화재 보호, 자연생태계 보전, 생물다양성, GHG 배출, 에너지 소비, 수자원 관리, 홍수 위험, 대기질, 폐기물 관리 등 아홉 가지 요인을 포함하였다. 더욱이 Diaz-Sarachaga 등(2017)은 지속가능성 관리와 관련하여 국제표준, 프로젝트의 지속가능성 관리 계획(project sustainability management), 지속가능성 리스크 관리(sustainability risk management) 계획, 지속가능성 조달계획, 검사 및 감사계획, 보고 및 학습효과 관리 등을 제시하고 있다.

한편, 공급사슬과 인프라 분야의 지속가능성 간의 차이는 공급사슬 분야의 지속가능성이 비즈니스 프로세스의 투명성 제고, 공급자와 구매자 간 윤리적 가치 창출, 친환경적 공급사슬 프로세스와 기능 수행 등을 통해 사회적, 경제적, 환경적인 지속가능성을 추구함으로써 공급사슬 유지를 위해 현재의 사회나 미래의 사회가 공존을 추구하기 위해 필요한 것을 정의하고 있는 반면, 인프라 분야의 지속가능성은 인프라 시설과 관련하여 환경, 재해·재난, 자원, 빈곤 문제 등 세계적인 이슈에 대해 현재 사회와 미래 사회가 어떻게 공존을 추구해야 하는지에 초점을 맞추고 있다는 점에서 차이를 보인다. 즉 공급사슬 분야와 인프라 분야의 지속가능성은 '어떤 것'을 유지시켜야 하느냐에 차이가 있을 뿐 '어떻게' 해야 하는지에 대한 차이는 범위의 문제(기업과 공급사슬 이해관계자 간 vs. 시설 소유자와 사회 간)이지 방법의 차이는 아닐 수 있다.

한편, 공급사슬의 노드로서 사회인프라 시설인 항만의 지속가능성에 대해 2014년 세계수상교통시설협회(PIANC)는 "항만의 주체가 항만 사

용자와 함께 녹색경제성장 전략을 바탕으로 협력하고 이해관계자 참여를 바탕으로 적극적이고 책임감 있게 항만을 개발·운영하고, 항만이 위치한 지역과 공급사슬 내의 역할을 감안하여 항만의 이익과 항만이 위치하고 있는 지역의 발전을 위해 미래 세대와의 공존을 도모하는 것"이라고 정의하고 있다. 아울러 이를 실현시키기 위해, 환경과 사회 측면의 이슈를 정리하였는데, 우선 환경 측면으로는 토지이용계획, 복합운송 및 연계성, 대기질, 수질 및 침전물 관리, 준설영향, 소음영향, 에너지 및 기후변화 완화, 기후 관련 적응력, 생태계 관리, 경관 관리 및 삶의 질, 선박폐기물 관리, 지속가능 자원관리 등을 제시하고 있다. 사회 측면에서는 항만시설을 관리하고 소유하는 정부 입장에서 법적 프레임워크, 이해관계자의 참여, 보고관리, 환경관리시스템 및 증서, 환경적인 허용 등을 제시하면서(PIANC, 2014) 사회간접자본시설로서 항만의 사회적, 환경적 책임을 부각시키고 있다.

PIANC 이외에도 항만 분야의 지속가능성에 대한 연구가 지속적으로 이루어지고 있는데, Lu 등(2016)은 항만의 지속가능성과 관련하여 지속가능성 참여, 지속가능성 관행, 지속가능성 정책, 지속가능성 훈련 등 4개 요인을 강조하고 각각의 요인에 대한 세부요인을 제시하고 있다. 우선 지속가능성 참여(sustainability participation)의 세부요인으로 지속가능한 개발목표 설정, 지속가능한 개발 프로그램 참여, 지속가능한 개발 관련 컨퍼런스 참석, 직원과의 지속가능한 개발 문제에 대한 논의, 지속가능한 개발을 구현하기 위한 엄격한 절차 준수, 지속가능한 개발 문제에 대한 신속한 대응, 지속가능발전 커뮤니케이션 채널 구축, 주기적인 지속가능한 개발회의 소집 및 참여, 친환경 전력 운영 장려(예, 전기 자동차), 직원과의 지속가능한 개발정보 공유, 지속가능성 개발 관련 위험의 직원과의 공유, 조정을 통한 지속가능한 개발 개선 등 12개의 요인을 제시하였다. 지속가능성 관행(sustainability practices)과 관련해서는 접안선박의 CO_2 배출 및 소음 완화, 지속가능한 개발 규정에

대한 최신 정보 수집, 항만운영으로 인한 CO_2 배출 및 소음 완화, 지속가능한 개발을 위한 평가기준 설정, 항만 지역 차량의 CO_2 배출 저감방안 적용, 지속가능한 개발 관련 문제의 최우선 해결, 하역작업 시 ISO 14001 규정의 엄격한 준수, 아름다운 항만구역과 바다 전망 조성, 항만구역의 친수공간 확대, 벌크화물 취급 시 분진 저감을 위한 파이프라인 및 창고 운영, 법적 요건을 초과한 지속가능한 개발 달성 노력, 항만 설계 및 건설에 친환경 재료 사용 등 12개 요인을 제시하고 있다. 지속가능성 정책(sustainability policy)과 관련해서는 지속가능한 개발정책에 대한 공론화, 지속가능발전을 위한 책임 분담, 지속가능한 개발 관련 규정, 지속가능한 개발 실행 코드 설정, 재활용·온실가스 감축·자원 절약을 위한 평가지표 설정 등 다섯 가지 요인을 제시하고 있다. 마지막으로 지속가능성 훈련(sustainability training)과 관련해서는 지속가능한 개발 과정이 직원의 업무에 효과적으로 적용되도록 설계, 충분한 지속가능한 개발 교육과정 제공, 우수한 커리큘럼 구성을 통한 지속가능한 개발 프로그램 제공, 항만사고 관련 주기적 훈련 실행 등 4개 요인을 제시하고 있다(Lu 등, 2016).

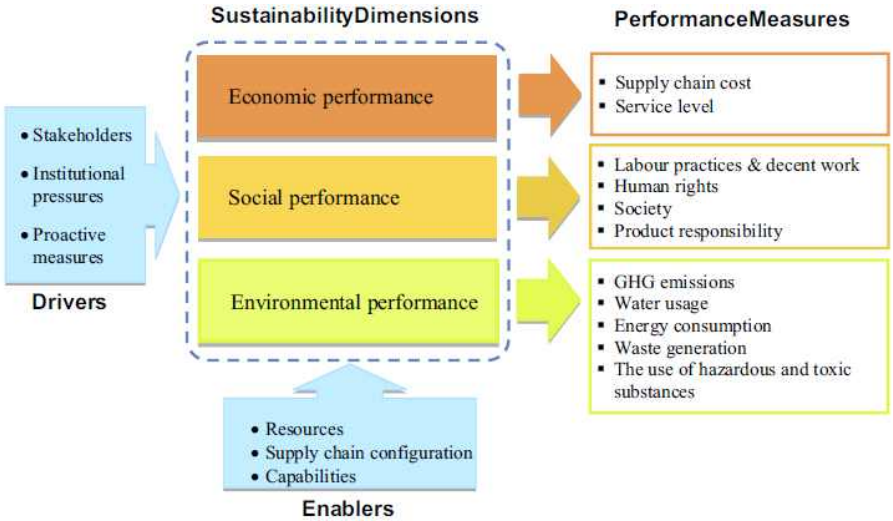
Kim & Chiang(2017)은 항만 분야의 지속가능성 관행과 관련하여 새로운 혁신 프로세스와 관행에 대한 지속적 검토와 도입, 항만서비스의 지속적 모니터링과 개선, 내부 시스템 확장(복합운송, IT 통합, 통합 ICT 등)을 통한 지속적인 운영 효율성 개선, 이해관계자와의 소통과 협력을 통한 이해관계자의 니즈 충족 등의 필요성을 제시함으로써 새로운 혁신 서비스, 기존 서비스의 지속적 모니터링, 이해관계자와의 소통 등을 통해 지속가능한 항만운영을 도모할 수 있음을 제기하고 있다. 아울러 이들은 항만의 운영과 관련하여 협력과 거버넌스와 관련한 지속가능성 관행을 환경기술, 프로세스 및 품질 개선, 모니터링 및 업그레이드, 능동적 참여, 협력 및 소통 등 4개 요인으로 제시하고 있다. 각각의 요인에 대한 세부요인으로 새로운 장비 및 기술 도입, 재생 가능 및 대체

에너지원 사용, 지속가능한 건축물의 건설, 차량경로의 최적화(이상 환경기술), 차량 활용성(복합운송), 재정적 및 환경적 위험 감소, 항만의 안전 및 보안 개선, 항만 시설 및 장비 업그레이드, 환경지수 개발(이상 프로세스 및 품질 개선), 항만 인프라의 활용성 제고, 서비스 차별화, 서비스 품질 향상, 공동 계획 및 공급망 통합(이상 모니터링 및 업그레이드), 운영 투명성, 정보와 지식의 교환, 주요 이해관계자와의 긴밀한 관계(이상 능동적 참여), 직원 채용 및 유지, 폐기물 감소, 훈련 및 교육, 친환경 관행에 대한 인센티브 제공(이상 협력 및 소통) 등을 제시하고 있다(Kang & Kim, 2017).

이러한 지속가능성 관리에 대한 성과는 관리의 시행 주체인 기업이(공급사슬의 공급자, 항만운영사 등) 실제로 수행하고 있거나 특정 문제와 관련하여 수행한 것을 측정함으로써 기업의 사회, 경제, 환경적 목표를 실현시키는 것을 의미한다(Clarkson, 1995). 그렇기 때문에 지속가능성의 성과는 반응(reactive), 방어(defensive), 조정(accommodative), 예방(proactive) 등의 특성을 가진다. 이러한 특성을 반영하여 Schltegger & Burritt(2014)는 공급사슬의 지속가능성 성과 측정 요인으로 기업의 지속가능성 활동 참여 수준, 내·외부 위험에 대한 반응력, 위험의 완화 수준 및 지속가능성 활동을 통한 예방의 효과 등을 제시하고 있다. 즉 기업의 지속가능성 관리는 현재와 미래 세대 간 공존을 위한 위험(risk)과 기회(opportunity)에 대한 관리로 이에 대한 성과는 사회, 경제 및 환경 측면의 위험 경감과 기업 활동뿐만 아니라 사회적 활동의 연속성을 목표로 한다 할 수 있다.

이러한 지속가능성 성과와 관련된 선행연구로서 Varsei 등(2014)은 공급사슬 분야의 지속가능성 성과 측정도구를 제안하면서, 경제 측면의 성과로 공급사슬망의 비용 최소화 및 서비스 수준의 극대화를 제시하고 있다. 사회 측면의 성과 측정 항목으로는 노동 관행과 양질의 근로조건,

인권, 사회 및 제품에 대한 책임 등 네 가지 요인을 선정하였으며, 환경 측면의 성과 측정 항목으로는 GHG 배출량, 수자원 이용량, 에너지 소비량, 폐기물 배출량, 위험·위해물질 사용량 등을 제안하고 있다.



자료: Varsei, M., Soosay, C., & Sarkis, J.(2014), Framing sustainability performance of supply chains with multidimensional indicators. *Supply Chain Management: An International Journal, 19*(3), 242 - 257.

〈그림 2-5〉 공급사슬 분야 지속가능성성과 측정모형 예시

Foo 등(2018)과 Chowdhury(2014)는 녹색공급사슬관리(green supply chain management)가 지속가능성성과에 미치는 영향에 대한 연구를 통해 녹색공급사슬관리가 지속가능성성과에 긍정적인 영향이 있는 것으로 연구결과를 제시하고 있다. 여기서, 경제적 지속가능성성과의 요인으로 적정 판매량, 낮은 비용, 요구수준의 수익 창출, 판매율 증가 등을 제시하고 있다. 수질오염 조정을 위한 적정수준의 측정, 대기오염 조정을 위한 적정수준의 측정, 토양오염 조정을 위한 적정수준의 측정, 재활용 수준 및 재활용 자재의 판매, 위해물질 및 화물물질 사용에 대한

조정, 환경인증 및 감사, 환경 관련 법적 규정의 준수, 공급자의 환경 관련 성과에 대한 평가 등을 환경적 지속가능성 성과요인으로 제시하고 있다. 사회적 지속가능성 성과요인으로는 표준 임금 및 시간외수당 지급, 법적 규정에 따른 수당 지급(퇴직수당, 의료혜택, 어린이 돌봄 시설, 교통비 지급 등), 직원의 건강 및 위생 수준에 대한 측정, 아동노동 관련 엄격한 규정 준수, 노동 강요 및 노동 착취, 공급자의 사회적 이행 사항에 대한 모니터링, 직원의 회사에 대한 만족도 등을 제시하고 있다.

항만 분야에서도 지속가능성성과에 대해 다수의 연구가 진행되어 왔다. Stein & Acciaro(2020)는 2012년부터 2019년까지 발간된 기존 연구에서 제시하고 있는 경제, 사회 및 환경 측면의 지속가능성 요인들을 정리하여 항만의 협력적 지속가능성(corporate sustainability) 가치창출 모델을 제시하면서 다음의 경제, 사회, 환경 측면의 항만의 지속가능성 성과요인들을 제시하고 있다.

〈표 2-15〉 항만 분야의 지속가능성 성과요인

구분	요인
경제적 요인	○ 수입 및 수익 - 연간물동량, 선박당 처리물량, 이용료 수입, 비용, 투자비 및 시장 점유율, 관리 효율성 등 ○ 서비스 품질 - 배후단지와의 연계성(운송거리, 연계수송량), 화물취급 서비스 품질(사고 수, 화물취급의 환경적 영향), 항만운영 품질, 항만시설이용료, 투자비용 등 ○ 거시 측면의 가치 - GDP에 대한 기여, 조세수입에 대한 기여, 무역활동의 용이성(무역량), 크루즈 여행(승객 수), 화물량(환적 및 화물 취급량) 등
사회적 요인	○ 지역사회 영향 - 일자리 창출, 안전사고 발생건수, 보안사고 발생건수, 회복탄력성 관련 회복시간, 문화유산에 대한 영향 여부 등

구분	요인
	○ 고용품질 - 훈련 품질, 협력적 지속가능성 결정 시 고용인력의 참여 여부, 협력적 기업문화의 존재 여부 등 ○ 법적·정책적 효과 - 협력적 지속가능성 정책의 수립 여부, 협력적 지속가능성 관련 정보 공유, 협력적 지속가능성 관련 노력, 평가체제 구축 여부, 녹색항만개발 계획 수립 여부 등
환경적 요인	○ 수질오염관리 - 기름유출비상계획 여부, 발라스트 수 오염관리, 화물 유출방지, 쓰레기 및 폐수 처리 여부 등 ○ 환경효율성 - 유해 폐기물 관리, 고형 폐기물 투기 관리, 에너지 소비(kw/h), 물 소비(리터), 폐기물 발생량(톤), 친환경 자재 및 디자인 여부, 열 생성, 에너지 품질(재생에너지 사용) 등 ○ 대기오염관리 - 속도 및 연소 감소, 유독가스 배출 규정, cold ironing, 저유황연료 사용 공공교통 활성화 장려, 빛 방출, 먼지 제어, 선석 배정을 통한 선박의 오염물질 저감 등 ○ 소음제어 - 소음저감, 소음제어 관련 규정, 인프라 건설 및 확장 시 지역사회에 대한 방해 회피 등 ○ 해양환경 보호 및 해양생태계시스템 보존 - 습지 및 해양 서식지 보존, 해양생태계에 대한 시설의 방해 감소, 항만구역 내 퇴적물 및 해안 침식 제어, 토양 및 퇴적물 품질, Biotope 생성, 항만구역 내 식목, 퇴적물 처리, 발라스트 수 오염물질 관리 등

자료: Stein, M., & Acciaro, M.(2020), Value Creation through Corporate Sustainability in the Port Sector: A Structured Literature Analysis. *Sustainability, 12*(5504).

아울러, Lu 등(2016)은 항만운영사 관점에서 지속가능한 공급사슬 관리와 항만의 지속가능성 성과 간 관계에 대한 연구를 통해, 항만의 사회·경제적 지속가능성 성과로는 서비스 품질의 향상, 지역주민과 항만 당국 간 관계 개선, 항만 당국의 산업 및 경제발전에 대한 협력, 항만 주변 지역의 경제발전 향상에 영향을 주는 것을 제시하였다. 환경적 성과로는 항만 지역의 교통사고 감소, 산업재해 감소, 기름 유출로 인한 오염 저감, 항만 지역의 대기질 개선, 항만지역의 소음 감소 등에 영향을 준다고 제시하고 있다.

이상에서 살펴본 바와 같이, 기업의 지속가능성 관리는 현재와 미래 사회가 공존하기 위해 우발성과 불확실성의 위험(risk)을 감소시키고 이를 통해 기회(opportunity)를 창출하여 기업의 활동을 유지(sustain) 시키기 위한 활동이라 할 수 있다. 그렇기 때문에 앞에서 살펴본 보안과 회복탄력성 등과 공통의 목적을 가진다고 할 수 있다. 그렇지만 보안이 위험을 식별하는 데, 회복탄력성은 예상하지 못한 충격을 흡수, 적응, 복구하는 데 초점을 두고 있는 반면, 지속가능성 관리는 비즈니스 파트너는 물론 사회와의 협력을 통한 위험의 통합적 관리에 초점을 맞추고 있다는 점에서 차별성을 가진다고 할 수 있다. 다만, 그동안의 공급사슬 뿐만 아니라 항만 분야의 지속가능성 관리가 환경문제에 초점이 맞추어져 왔기 때문에 지속가능성의 성과로 선행연구에서 제시한 많은 요인들은 보안 문제와 다소 거리가 멀다. 하지만 세계화로 인해 공급사슬의 복잡성과 기업 간 상호 의존성이 증가하면서 예측할 수 없는 위협이 다양해져 공급사슬의 취약성이 증가하는 상황에서 보안과 회복탄력성의 필요성이 커지는 점을 감안한다면, 국민의 생명과 재산은 물론 국가의 경제적 안정을 도모하는 사회적 안보 측면의 보안과 연계되는 지속가능성 성과요인 도출이 필요하다.

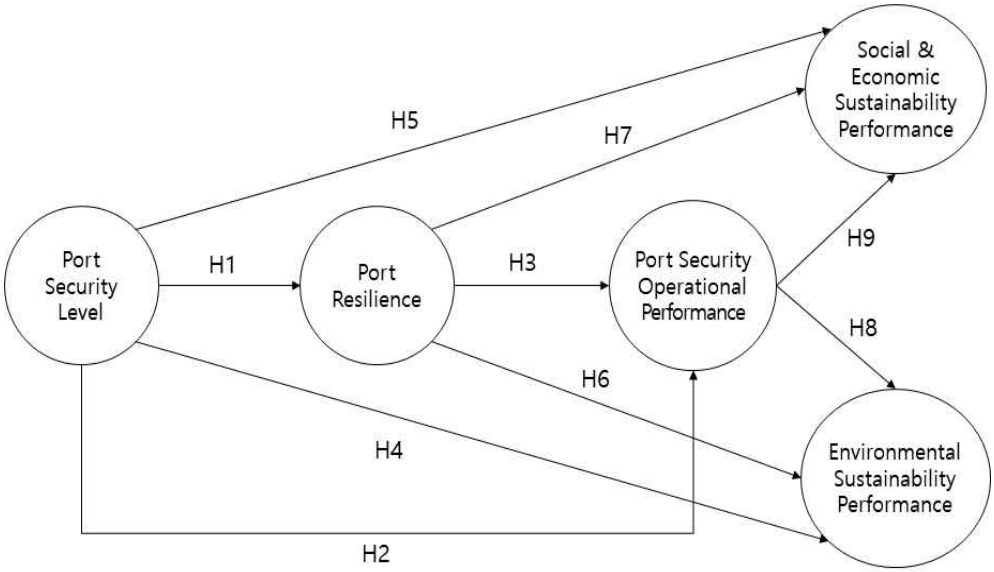
제 3 장 연구모형

이 장에서는 본 연구의 연구모형과 가설을 제시하고자 한다. 아울러, 앞 장에서 분석한 문헌연구를 기반으로 연구모형의 가설을 검증하기 위한 변수를 제시하고자 한다. 본 연구의 연구모형은 '항만보안 수준', '항만회복탄력성', '항만운영성과', '사회·경제적 지속가능성과', '환경적 지속가능성과' 등 다섯 가지 요인 간 어떠한 영향을 미치는가를 규명하는 것을 목표로 한다. 이러한 관계 규명을 통해 기존 선행연구와의 유사점 및 차이점을 비교하고, 본 연구의 결과를 통해 항만의 보안, 회복탄력성, 항만운영성과 및 사회·경제적, 환경적 지속가능성성과와 관련한 국가적 차원의 전략에 대한 시사점을 제시하는 데 본 연구의 의미를 찾고자 한다.

제1절 연구모형과 가설

본 연구의 2장에서는 항만보안수준, 항만보안운영성과, 항만의 회복탄력성, 항만의 지속가능성성과(사회·경제적, 환경적) 등과 관련된 요인 및 각 요인 간 관계에 대한 선행연구를 살펴보았다. 이를 기반으로 본 연구에서는 항만보안수준-회복탄력성-항만보안운영성과-항만의 지속가능성성과 간의 관계 등을 실증적으로 확인하고자 한다. 아울러, 전체 연구모형을 세분화하여 1) 항만보안수준-회복탄력성-항만보안운영성과 간의 영향 관계, 2) 항만의 회복탄력성과 항만보안운영성과 중 운영효율성 간 영향관계, 3) 항만보안수준과 항만의 회복탄력성 간 영향관계, 4) 항만보안수준과 항만보안운영성과 중 운영효율성 간 영향관계 등에 대해서도 실증 분석함으로써 각 요인 간 영향관계를 세부적으로 살펴보고자 한다.

본 연구의 연구모형은 항만보안수준-항만회복탄력성-항만보안운영성-항만의 지속가능성성과(사회·경제적 및 환경적) 간 영향을 실증적으로 확인하기 위한 연구모형이다. 우선, 본 연구모형을 통해 강화된 항만보안수준이 사회·경제적 지속가능성 성과와 환경적 지속가능성 성과에 유의미한 영향을 주는지에 대해 분석하고, 항만회복탄력성이 사회·경제적 지속가능성성과와 환경적 지속가능성성과에 유의미한 영향을 주는지에 대해서도 분석하고자 한다. 더욱이 항만보안수준과 항만회복탄력성을 통한 항만보안운영성과가 사회·경제적 지속가능성성과와 환경적 지속가능성성과에 유의미한 영향을 주는지에 대해 분석함으로써 강화된 항만보안수준과 항만회복탄력성을 통해 향상된 항만보안운영성과가 항만의 지속가능성 성과에도 어떠한 영향을 줄 수 있는지 확인하고자 한다. 이를 통해, 항만이라는 사회간접자본시설에서 보안과 회복탄력성의 확보가 국민의 생명과 재산은 물론 국가의 경제적 안정을 도모하기 위한 사회적 안보와 밀접한 연관성을 가질 수 있다는 것을 확인하고자 한다. 특히, Smiljanic(2016)이 제안했듯 이러한 사회적 안보는 사회적, 경제적, 환경적 영역이 모두 허용 가능한 경계 내에서 작동할 때만 실현될 수 있기 때문에 항만이라는 공간에서의 보안과 회복탄력성 확보가 현재와 미래 세대의 공존을 위한 요인이라는 시사점을 도출하고자 한다. 즉 현재와 미래 사회가 공존하기 위해 우발성과 불확실성의 위험(risk)을 감소시키고 이를 통해 기회(opportunity)를 창출하여 기업의 활동을 유지(sustain)시키기 위한 활동으로서 항만보안, 항만회복탄력성 등이 사회적 합의를 통해 확보되고 있는지를 분석함으로써 항만보안, 항만회복탄력성 등을 강화하기 위한 실무적 시사점을 도출하기 위함이다. 본 연구의 연구모형과 연구가설은 다음과 같다.

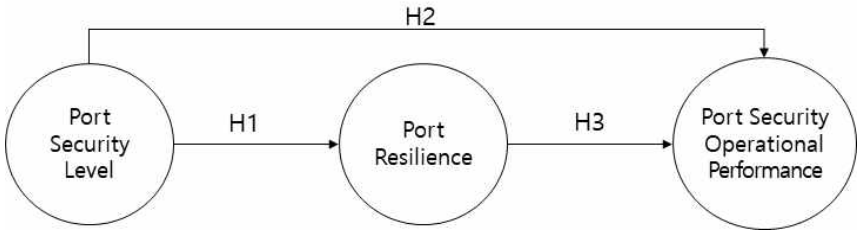


〈그림 3-1〉 연구모형: 항만보안수준-항만회복탄력성-항만보안 운영성과-항만지속가능성성과 간 관계

H1: 항만보안수준은 항만회복탄력성에 긍정적인 영향을 미칠 것이다.
H2: 항만보안수준은 항만보안운영성과에 긍정적인 영향을 미칠 것이다.
H3: 항만회복탄력성은 항만보안운영성과에 긍정적인 영향을 미칠 것이다.
H4: 항만보안수준은 환경적 지속가능성성과에 긍정적인 영향을 미칠 것이다.
H5: 항만보안수준은 사회·경제적 지속가능성성과에 긍정적인 영향을 미칠 것이다.
H6: 항만회복탄력성은 환경적 지속가능성성과에 긍정적인 영향을 미칠 것이다.
H7: 항만회복탄력성은 사회·경제적 지속가능성성과에 긍정적인 영향을 미칠 것이다.
H8: 항만보안운영성과는 환경적 지속가능성성과에 긍정적인 영향을 미칠 것이다.
H9: 항만보안운영성과는 사회·경제적 지속가능성성과에 긍정적인 영향을 미칠 것이다.

본 연구의 연구모형에 대한 세부 연구모형은 다음과 같다.

세부 연구모형 1은 항만보안수준-항만회복탄력성-항만보안운영성과 간 영향을 실증적으로 확인하기 위한 연구모형이다. 본 연구모형을 통해 항만보안수준과 항만보안운영성과 간에 있어 항만회복탄력성이 직·간접적으로 어떠한 유의미한 영향을 주는지를 분석하고자 한다. 이를 통해, 위협을 식별하는 데 초점을 맞추고 있는 보안과 위협에 대해 대비, 대응, 복구하는 것에 초점을 맞추고 있는 회복탄력성이 항만의 보안운영성과 확보를 위해 상호보완적인 관계임을 증명함으로써 항만보안과 항만회복탄력성의 통합적 관리의 필요성을 제시하고자 한다.

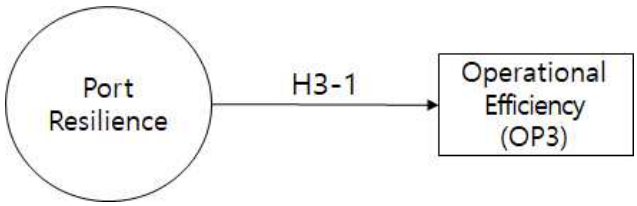


〈그림 3-2〉 세부 연구모형 1: 항만보안수준-항만회복탄력성- 항만보안운영성과 간 관계

H1: 항만보안수준은 항만회복탄력성에 긍정적인 영향을 미칠 것이다. H2: 항만보안수준은 힝만 보안운영성과에 긍정적인 영향을 미칠 것이다. H3: 항만회복탄력성은 항만보안운영성과에 긍정적인 영향을 미칠 것이다.

세부 연구모형 2는 항만회복탄력성과 항만보안운영성과의 하위요소인 항만의 운영효율성 간 관계에서 항만회복탄력성이 항만의 운영효율성에 미치는 영향을 실증적으로 확인하기 위한 연구모형이다. 특히 예상하지 못하는 위협 발생 시 신속하게 복원시킴으로써 보호하고자 하는 것의 기능을 유지시키기 위한 회복탄력성이 항만의 운영효율성에 미치는 영향을

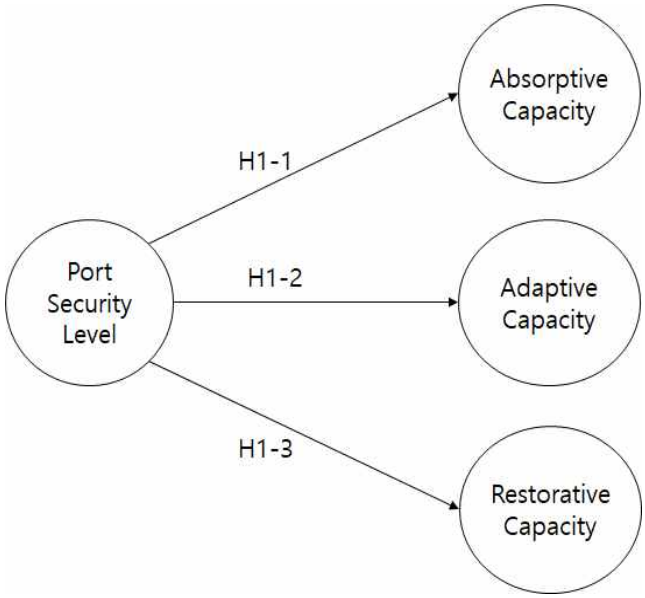
분석함으로써 항만의 회복탄력성이 화물 흐름의 효율성으로 대변되는 운영효율성에도 긍정의 영향을 주어 항만의 회복탄력성 확보가 기존 항만의 운영에 긍정의 기능으로서 필요한지에 대한 시사점을 도출하는 데 활용하고자 한다.



〈그림 3-3〉 세부 연구모형 2: 항만회복탄력성과 항만운영효율성 간 관계

H3-1: 항만회복탄력성은 항만운영효율성에 긍정적인 영향을 미칠 것이다.

세부 연구모형 3은 항만보안수준과 항만회복탄력성 간 관계에서 강화된 항만보안수준이 항만회복탄력성의 하위요소에 미치는 영향을 실증적으로 확인하기 위한 연구모형이다. 항만보안은 예상하지 못하는 위험을 식별하는 데 우선적인 목적이 있으며, 회복탄력성은 위험을 신속 대응하고 복구시키는 것에 초점이 맞추어져 있기 때문에 예상하지 못하는 위험에 대해 상호 협력적인 관계라 할 수 있다. 하지만, 제2장에서 살펴본 바와 같이 우리나라의 항만보안과 회복탄력성 관련 법·제도는 분리되어 있어 각 기능 간 연계 가능성이 낮다고 할 수 있다. 그렇기 때문에 항만보안수준이 항만회복탄력성의 흡수력, 적응력, 복구력 등 세부요인에 미치는 영향을 분석하고, 항만보안수준이 어떤 요인에 보다 높게 유의미한 영향을 주는지를 검증함으로써 향후 항만보안과 연계된 항만의 회복탄력성의 어떠한 능력을 보강해야 하는지에 대한 시사점을 도출하기 위해 필요하다.

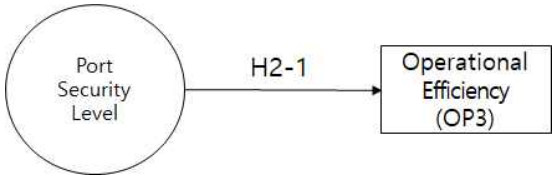


〈그림 3-4〉 세부 연구모형 3: 항만보안수준과 항만회복탄력성 간 관계

H1-1: 항만보안수준은 항만회복탄력성의 흡수력에 긍정적인 영향을 미칠 것이다. H1-2: 항만보안수준은 항만회복탄력성의 적응력에 긍정적인 영향을 미칠 것이다. H1-3: 항만보안수준은 항만회복탄력성의 복구력에 긍정적인 영향을 미칠 것이다.

세부 연구모형 4는 항만보안수준과 항만보안운영성과 중 운영효율성 간 관계에서 강화된 항만보안수준이 항만의 운영효율성에 미치는 영향을 실증적으로 확인하기 위한 연구모형이다. 이는 제2장의 선행연구에서 살펴본 바와 같이 항만보안과 운영효율성 간 관계에는 상반된 의견이 상존한다는 것에서 비롯된다. 즉 강화된 항만보안수준에도 불구하고 항만보안이 항만의 운영효율성에 유의미한 영향을 주는지에 대해 분석함으로

써 항만보안 이행에 대한 시사점을 도출하는 데 세부 연구모형 4의 목적을 둔다.



〈그림 3-5〉 세부 연구모형 4: 항만보안수준과 항만보안운영성과 중 운영효율성 간 관계

H2-1: 항만보안수준은 항만운영효율성에 긍정적인 영향을 미칠 것이다.

제2절 연구의 조작적 정의

본 연구에서 핵심 개념으로 사용될 '항만보안수준', '항만회복탄력성', '항만보안운영성과' 및 '항만의 지속가능성성과'(사회·경제적, 환경적 성과) 등의 실제 설문 상 조작적 정의는 다음과 같다. 조작적 정의에 대해서는 국내의 항만 관련 전문가 및 항만운영사 실무자들에 대한 인터뷰를 통해 내용적 타당성을 확보하였다.

항만보안수준에는 항만보안을 확보하기 위해 ISPS Code의 보안조치사항과 Yang & Hsu(2018), Chang & Thai(2016) 등의 선행연구에서 제시하고 있는 여러 요인 중 화물검색 절차의 엄격한 수준 정도, 물리적 보안시설(CCTV, 출입통제시설 등)의 구비 정도, 보안사건·사고에 대한 대응의 신속 정도, 보안인력의 보안서비스에 대한 전문지식 수준 정도 등이 포함되었다. 이들 네 가지 요인을 포함한 이유는 이들 요

인이 2004년 ISPS Code가 도입되면서 국제항해선박이 이용하는 모든 항만에서 기본적으로 시행해야 하는 것으로 예상하지 못하는 위험에 대한 식별, 대응 및 식별과 대응을 위한 보안인력의 보안 관련 규정, 절차 등에 대한 전문지식 등이 항만의 보안운영성과, 항만회복탄력성 및 항만의 지속가능성 성과 등에도 긍정적인 영향을 미치는가를 측정하기 위한 것이기 때문이다.

항만보안운영성과에는 화물손실 및 손상 감소 수준, 보안사건 및 하역작업 시 사고 빈도의 감소 수준, 항만의 운영효율성 증가 수준 등이 포함되었다. 이를 통해 항만보안이 사회적 안전, 경제적 안전 및 보안 확보로 인한 운영 효율성 문제에도 유의미한 영향을 미치는지를 측정하고자 하였다. 선행연구에서는 사회적 안전과 관련하여 보안사건 발생빈도, 부상자 발생 수준 등을 포함하고 있으며(Thai, 2007; Timlen, 2007), 경제적 안전은 화물의 손실 및 손상(Gutiérrez 등, 2007)을 포함하고 있다. 보안 확보로 인한 운영 효율성 문제와 관련해서는 화물 취급, 재고관리, 운송시간 및 운송 효율성, 화물의 흐름, 장비의 오작동, 세관검사의 수 및 국경에서의 대기시간, 가시성 등을 포함하고 있다(Crutch, 2006; Gutiérrez 등, 2007; Thai, 2007; Arsham 등, 2009; Yang & Hsu, 2018). 선행연구와 더불어, Yang & Hsu(2018)의 연구에서는 보안성과와 관련된 사회적 안전, 경제적 안전 및 보안 확보로 인한 운영 효율성 문제별로 보안사건 발생빈도, 화물의 손실 및 손상과 화물의 흐름(보안검색 처리시간 감소 → 운영 효율성 증가 → 화물 흐름의 증가) 등의 요인을 보안성과로 선정하여 분석하고 있어, 본 연구에서도 이를 적용하였다.

〈표 3-1〉 항만보안수준 및 항만보안운영성과의 조작적 정의

개념	측정문항 및 변수	근거
항만보안 수준	화물 검색 절차 엄격한 수준 정도(식별)	IMO ISPS Code(2004) Chang & Thai (2016) Yang & Hsu(2018)
	물리적 보안시설(CCTV, 출입통제시설 등)의 구비 수준 정도(식별)	
	보안 사건·사고에 대한 대응의 신속 수준(대응 및 신속성)	
	보안인력의 보안서비스에 대한 전문지식 수준(전문성)	
항만보안 운영성과	화물손실 및 손상 감소 수준(경제적 안전성)	Woo 등(2011) Yang & Wei(2013) Yang & Hsu(2018)
	보안사건 및 부상 사고 빈도의 감소 수준(사회적 안전성)	
	항만의 운영효율성 증가 수준(보안 운영 효율성)	

다수의 선행연구에서 제시하고 있는 회복탄력성 요인은 강건성, 여분성, 가시성, 유연성, 협력, 정보 공유, 반응, 회복 등이 포함되어 있다. 우선, '강건성'에는 어떤 상황에서든 원래의 업무를 수행할 수 있는 수준, 어떠한 외부 변화에도 안정된 상황을 유지할 수 있는 수준, 특별한 조정이 필요 없이 다양한 상황에서의 운영 수준(Brandon-Jones 등, 2014; Wieland & Wallenberg, 2012)등 초기 안정적인 구성의 변경 없이 급한 변화에 저항할 수 있는 기능을 측정하기 위한 내용으로 구성하였다. '여분성'에는 Chowdhury 등(2019), Wieland & Wallenberg (2012) 등이 제시하고 있는 장비, 인력 등 물리적 작업 지원을 위한 예비 자원의 유지 수준, 비상시를 위한 백업 에너지 시스템과 다용도 자원의 보유 수준, 예상치 못한 수요 변동을 처리하기 위한 여유 능력 보유 수준 등 예상치 못한 기능 파괴에 대응할 수 있는 작업능력의 여유분 수준을 측정하기 위한 내용으로 구성하였다. '가시성'에는 모든 작업을 정

확하게 추적하는 정보시스템의 구축 수준, 장비, 인력 등에 대한 실시간 데이터 관리 수준, 데이터 분석을 위한 효과적인 비즈니스 인텔리전스 프로그램 구축 수준(Pettit 등, 2013) 등 핵심 작업 프로세스에 대한 정보를 적시에 접근할 수 있는 능력을 측정하기 위한 내용으로 구성하였다. '유연성'에는 Mandal 등(2016)이 제시하고 있는 기능 중단에 대처하기 위해 작업일정 조정 능력, 기능 중단에 대처하여 작업 처리능력 조정능력 등이 포함되었는데, 이는 최소한의 노력으로 변화하는 환경과 기능 장애에 적응할 수 있는 능력을 측정하기 위함이다. '협력'에는 Mandal 등(2016)이 제시하고 있는 주요 경영목표 달성을 위한 많은 업체와의 협력 수준, 파트너와의 전략적 목표 공유 수준, 주요 파트너와 공동으로 상호이익을 위한 노력 수준 등 파트너와의 전술적, 운영적 또는 전략적 수준에서 공동 의사결정을 내리고 협력하는 수준을 측정하기 위한 내용으로 정의하였다. '정보공유'에는 파트너와의 공동 작업을 위한 내·외부 커뮤니케이션, 신뢰 및 상호 의존성 수준을 측정하기 위해 파트너들과 상황에 맞는 적절한 정보 교환 수준, 파트너들과의 주기적 정보 교환 수준, 파트너들과의 정확한 정보 교환 수준 등을 포함시켰다(Brandon-Jones 등, 2014). '반응'에는 운영 중단에 대한 신속한 대응 능력, 위기에 대한 적절한 대응 능력, 위기 상황을 대비한 비상대응 조직의 구성 등(Chowdhury 등, 2019) 방지 수준을 평가하고 활동을 통제하기 위한 사고 또는 비상사태에 대해 요구되는 행동을 측정하기 위한 내용으로 구성하였다. 마지막으로 '회복'에는 큰 손실을 흡수할 수 있는 능력 수준, 적은 비용으로 위기에서 회복할 수 있는 능력, 위기 대처 능력에 의해 손실의 영향을 줄일 수 있는 수준 등(Chowdhury 등, 2019) 정상운영 상태로 신속하게 복귀할 수 있는 기능을 측정하기 위한 내용으로 구성하였다.

〈표 3-2〉 항만회복탄력성의 조작적 정의

개념	측정문항 및 변수	근거
강건성	어떤 상황에서든 원래의 업무 수행 수준	Brandon-Jones 등 (2014)
	어떠한 외부 변화에도 안정된 상황 유지 수준	Wieland & Wallenberg (2012)
	특별한 조정이 필요 없이 다양한 상황에서의 운영수준	
여분성	장비, 인력 등 물리적 작업 지원을 위한 예비 자원의 유지 수준	Chowdhury 등 (2019)
	비상시를 위한 백업 에너지 시스템과 다용도 자원의 보유 수준	
	예상치 못한 수요 변동을 처리하기 위한 여유 능력 보유 수준	Zsidisin & Wagner (2010)
가시성	모든 작업을 정확하게 추적하는 정보시스템의 구축 수준	Pettit 등 (2013)
	장비, 인력 등에 대한 실시간 데이터 관리 수준	
	데이터 분석을 위한 효과적인 비즈니스 인텔리전스 프로그램 구축 수준	
유연성	기능 중단에 대처하기 위해 작업 일정 조정 능력	Mandal 등 (2016)
	기능 중단에 대처하여 작업 처리 능력 조정 능력	
협력	주요 경영 목표 달성을 위한 많은 업체와의 협력 수준	
	파트너와의 전략적 목표 공유 수준	
	주요 파트너와 공동으로 상호 이익을 위한 노력 수준	
정보 공유	파트너들과 상황에 맞는 적절한 정보 교환 수준	Brandon-Jones 등 (2014)
	파트너들과의 주기적 정보 교환 수준	
	파트너들과의 정확한 정보 교환 수준	

개념	측정문항 및 변수	근거
반응	운영 중단에 대한 신속한 대응 능력	Chowdhury 등 (2019)
	위기에 대한 적절한 대응 능력	
	위기 상황을 대비한 비상대응조직의 구성	
회복	큰 손실을 흡수할 수 있는 능력 수준	
	적은 비용으로 위기에서 회복할 수 있는 능력	
	위기 대처 능력에 의해 손실의 영향을 줄일 수 있는 수준	

마지막으로 항만의 지속가능성성과는 사회·경제적 측면의 지속가능성 성과와 환경적 측면의 지속가능성 성과를 측정하기 위한 내용을 포함하였다. 이는 지속가능성이 사회적, 경제적, 환경적 영역에서 지속가능성 발전 목표와 통합·관리될 때 그 성과가 발생할 수 있기 때문이다(Smiljanic, 2016). 다만, 항만보안을 통한 항만의 지속가능성 발전 목표가 예상하지 못하는 위협을 식별, 대비, 대응함으로써 국민의 생명과 재산은 물론 국가의 경제적 안정을 도모하는 것에 목적을 둔 사회·경제적 안보이기 때문에 거시적인 측면에서 사회적 지속가능성 성과와 경제적 지속가능성 성과를 묶어 항만의 사회·경제적 지속가능성 성과를 측정하는 데 사용하였다. 이는 Lu 등(2016)의 구분과도 같다. 한편, 사회·경제적 지속가능성 성과에는 지역사회와의 관계 수준, 국가의 산업 및 경제발전에 대한 협력 수준, 주변 지역의 경제발전에 대한 기여 수준, 관계 기업들의 경제적 성과에 대한 기여 수준 등을 포함하였다. 이는 지역사회와의 관계 수준은 사회적 안보 측면에서 항만의 지속가능성 성과를 측정하기 위함이고, 국가의 산업 및 경제발전에 대한 협력 수준, 주변 지역의 경제발전에 대한 기여 수준, 관계 기업들의 경제적 성과에 대한 기여 수준 등은 국가, 지역, 기업에 대한 경제적 안보 측면에서의 항만의 지속가능성 성과를 측정하기 위함이었다. 환경적 지속가능성 성과로는 지역사회와의 공존을 도모하기 위해 항만에서 발생하는 환경문제

와 관련되어 있는 주변 지역의 대기질 개선에 대한 기여 수준, 주변 지역의 소음 감소에 대한 기여 수준, 주변의 수질 개선에 대한 기여 수준 등을 포함시켰다.

〈표 3-3〉 항만지속가능성성과의 조작적 정의

개념	측정문항 및 변수	근거
사회·경제적 지속가능성 성과	지역사회와의 관계 수준	Lu 등(2016)
	국가의 산업 및 경제발전에 대한 협력 수준	
	주변 지역의 경제발전에 대한 기여 수준	
	관계 기업들의 경제적 성과에 대한 기여 수준	Lu & Lin(2016)
환경적 지속가능성 성과	주변 지역의 대기질 개선에 대한 기여 수준	Lu 등(2016)
	주변 지역의 소음 감소에 대한 기여 수준	
	주변의 수질 개선에 대한 기여 수준	Lu & Lin(2016)

다음 장에서는 이러한 기존 선행연구에 기초한 조작적 정의가 현실적으로 유의미한지를 실제 조사된 자료들을 통하여 실증적으로 분석하고자 한다.

제 4 장 연구모형의 실증분석

본 장에서는 문헌연구를 통하여 설정한 연구모형과 연구가설에 대해 실증분석을 하도록 한다. 실증분석을 위한 자료는 항만운영 관계자들과 항만 이용자인 선사들을 대상으로 설문조사를 수행하여 수집하였다. 분석방법은 확인적 요인분석과 구조방정식모형을 활용하였다. 먼저 설문조사에 대해 설명하고, 문헌연구를 통해 구성한 '항만보안수준', '항만회복탄력성', '항만보안운영성과', '사회·경제적 지속가능성과', '환경적 지속가능성과'의 다섯 가지 요인의 타당성을 검증한 후, 가설검증 결과에 대해 논하고자 한다.

제1절 자료 수집

1. 개요

본 연구에서는 데이터 수집을 위해 설문조사를 실시하였다. 우선, 설문 문항과 관련하여 해외 문헌연구를 통해 영어로 된 문항을 구성하였으나, 설문 대상은 우리나라 업체들인 관계로 우리나라 말로 번역하였다. 번역 후 항만 및 공급사슬 분야 전문가 중 영어와 한국어 이중 언어 구사자에게 자문을 실시하여 번역 과정에서 발생할 수 있는 문항의 의미가 변하는 일이 없도록 하였다. 또한, 해운·항만 부문의 국책연구기관인 한국해양수산개발원의 관련 전문가, 국내 항만 관련 전문가 및 항만 운영사 실무자들에 대한 인터뷰를 통해 의미가 모호한 문항 등을 수정하여 설문의 내용적 타당성(content validity)을 확보하였다. 설문지는 응답자의 소속, 근무경험, 주요 이용항만 등의 기본정보 항목과 37개로 구

성된 요인별 질문으로 구성하였다. 설문에 대한 응답은 리커트 5점 척도(1=매우 아니다, 5=매우 그렇다)로 측정하였다. 설문 대상자는 항만서비스의 공급자인 운영사의 시설보안책임자(PFSO), 내부보안심사자, 운영전략 및 비상대응 담당자, 항만서비스의 이용자인 선사의 선박보안책임자(SSO), 안전품질, 운항 담당자, 항만당국(항만물류협회 포함)의 보안담당자 등 항만보안 관련 실무자들을 대상으로 하였으며, 설문조사는 이메일과 전화 조사를 통해 이루어졌다. 설문은 2020년 8월에서 9월까지 2개월간 실시하였으며, 최종 응답 수는 253개이다.

2. 표본의 구성

설문조사 응답자들의 특성을 소속, 근무경험, 주요 이용 항만의 세 가지로 나누어 살펴보았다. 먼저 〈표 4-1〉은 응답자들을 소속별로 분류한 결과로서 선사가 126개로 49.8%의 비율을 보였으며, 운영사가 103개로 40.7%, 항만당국이 24개로 9.5%의 비율로 나타났다. 본 연구에서 항만당국의 응답은 운영사와 같은 것으로 분류하여 분석을 실시한다. 이는 항만당국은 운영사와 마찬가지로 항만시설 및 항만보안을 관리하는 입장에 있으며, 항만당국이 직접 관리하는 공용부두들도 있기 때문이다.

〈표 4-1〉 응답자의 소속별 분류

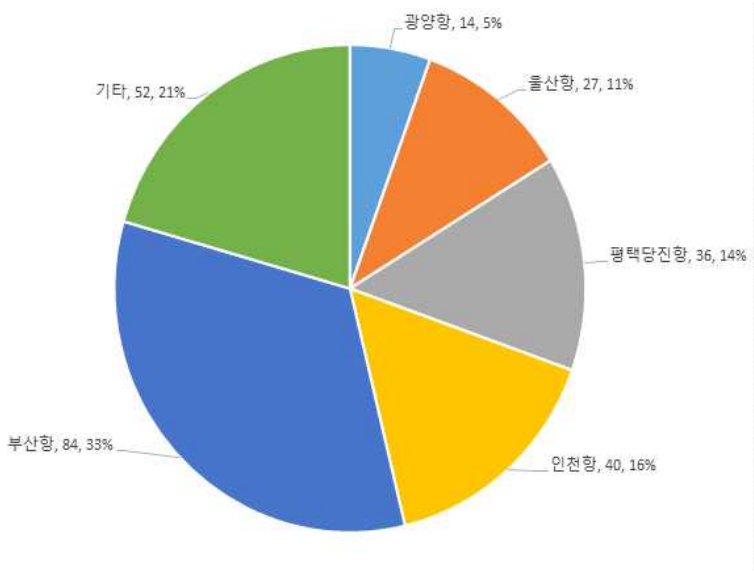
구분		응답 수	비율
소속	선사	126	49.8%
	운영사	103	40.7%
	항만당국	24	9.5%
합계		253	100%

다음으로 〈표 4-2〉는 응답자들의 근무경험을 기준으로 분류한 결과이다. 5년 이하가 43명으로 17.0%, 5~10년이 49명으로 19.4%로 나타났으며, 10~15년이 48명으로 19.0%, 15~20년이 42명으로 16.6%, 20년 초과가 71명으로 28.1%의 비율을 보여 가장 높은 것으로 나타났다. 전문가라고 할 수 있는 10년 초과 근무자가 전체의 63.7%로 높은 비중을 보여 설문 응답에 대한 신뢰성이 비교적 높게 나타날 것이라 생각할 수 있다.

〈표 4-2〉 응답자의 근무경험 기준 분류

구분		응답 수	비율
근무 경험	5년 이하	43	17.0%
	5~10년	49	19.4%
	10~15년	48	19.0%
	15~20년	42	16.6%
	20년 초과	71	28.1%
합계		253	100%

마지막으로 〈그림 4-1〉은 주요 이용항만을 기준으로 분류한 결과이다. 총 19개 항만에서 응답함으로써 응답결과에 대한 전국 단위의 신뢰성을 확보했다고 할 수 있다. 한편 항만별 응답 분포를 살펴보면, 부산항이 84개로 33.2%로 나타나 가장 많은 비중을 차지하며, 인천항이 40개로 15.8%, 평택·당진항이 36개로 13.2%, 울산항이 27개로 10.7%, 광양항이 14개로 5.5%의 순으로 나타났다. 이들 5대 항만이 전체의 79.4%를 차지하고 있으며, 나머지 14개의 군소항만들이 20.6%로 나타났다. 이는 군소항만의 경우 운영사의 수가 적으며, 군소항만을 주로 이용하는 선사들의 수도 적기 때문인 것으로 파악된다.



〈그림 4-1〉 응답자의 주요 이용항만

3. 기술적 통계량

다음의 〈표 4-3〉은 각 문항별 평균과 표준편차를 나타낸 것이다. 평균은 2.65에서 4.19 사이로 나타나고 있으며, 표준편차는 0.19에서 1.01 사이의 값을 보이고 있다. 항만보안수준에 있어서는 sec2(물리적 보안시설의 구비 수준)가 평균 4.19로 가장 높게 나왔으며, 항만보안운영성과는 sop2(보안사건 및 부상 사고 빈도의 감소 수준)가 평균 3.75로 가장 높게 나왔다. 항만회복탄력성은 협력 중 col1(주요 경영목표 달성을 위한 많은 업체와의 협력 수준)이 항만회복탄력성의 요인 중 가장 높은 평균(3.57)을 보였으며, rec2(적은 비용으로 위기에서 회복할 수 있는 능력)가 평균 2.65로 가장 낮게 나왔다. 사회·경제적 지속가능성 성과에서는 sesp3(주변 지역의 경제발전에 대한 기여 수준)이 평균 3.86으로 가장 높게 나왔으며, 환경적 지속가능성 성과에서는 esp1(주변 지역 대기질 개선에 대한 기여 수준)이 평균 3.2로 가장 높게 나왔다.

〈표 4-3〉 문항별 평균 및 표준편차

문항	평균	표준편차	문항	평균	표준편차
sec1	3.87	0.88	rob1	3.38	0.94
sec2	4.19	0.84	rob2	3.15	1.01
sec3	3.96	0.85	rob3	3.15	0.96
sec4	3.71	0.79	red1	3.47	0.89
sop1	3.66	0.86	red2	3.2	0.88
sop2	3.75	0.84	red3	3.12	0.92
sop3	3.55	0.89	vis1	3.31	0.97
sesp1	3.44	0.99	vis2	3.48	0.92
sesp2	3.8	0.93	vis3	3.09	0.87
sesp3	3.86	0.89	fle1	3.39	0.84
sesp4	3.42	0.98	fle2	3.35	0.84
esp1	3.2	0.93	col1	3.57	0.94
esp2	3.11	0.92	col2	3.25	0.96
esp3	3.13	0.89	col3	3.42	0.94
			ims1	3.48	0.81
			ims2	3.49	0.84
			ims3	3.45	0.85
			res1	3.23	0.92
			res2	3.31	0.87
			res3	3.5	0.86
			rec1	2.85	0.92
			rec2	2.65	0.93
			rec3	3.19	0.92

주: sec(항만보안성과), sop(항만보안운영성과), sesp(사회경제적 지속가능성성과), esp(환경적 지속가능성성과), rob(강건성), red(여분성), vis(가시성), fle(유연성), col(협력), ims(정보공유), res(반응), rec(회복).

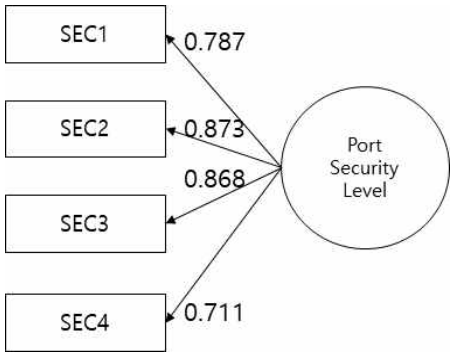
제2절 결과 분석

1. 요인의 타당성 검증 - 확인적 요인분석

연구가설의 검증 시행에 앞서, 먼저 확인적 요인분석을 통해 다섯 가지 요인들의 수렴타당성과 판별타당성 검증을 시행하였다. 분석에는 R 4.0.0의 lavaan 패키지(Yves, 2012)를 활용하였다.

1) 항만보안 수준의 확인적 요인분석

항만보안수준은 화물검색절차, 물리적 보안시설, 보안사고에 대한 대응, 보안인력의 지식수준과 관련한 네 가지 변수로 구성하였다. 〈그림 4-2〉는 항만보안수준의 확인적 요인분석 결과를 나타낸 것으로, 화살표의 수치는 표준화된 추정치를 의미한다.



〈그림 4-2〉 항만보안수준의 확인적 요인분석

수렴타당성이란 하나의 요인을 측정하는 여러 변수들 사이에 높은 상관관계가 존재해야 한다는 의미로, 일반적으로 각 변수의 표준화 추정치

와 합성신뢰도(Composite Reliability, CR), 평균분산추출(Average Variance Extracted, AVE)의 값을 활용하여 판단한다. 〈표 4-4〉는 항만보안수준 관련 측정 변수들에 대한 유의도 검정결과 및 CR, AVE를 나타낸 것이다.

〈표 4-4〉 항만보안수준의 수렴타당성 검증 결과

요인	측정변수	추정치	표준화 추정치	S.E.	p-value	CR	AVE
Port Security Level	Sec1	1	0.787			0.885	0.660
	Sec2	1,071	0.873	0.071	0.000**		
	Sec3	1.085	0.868	0.073	0.000**		
	Sec4	0.826	0.711	0.069	0.000**		

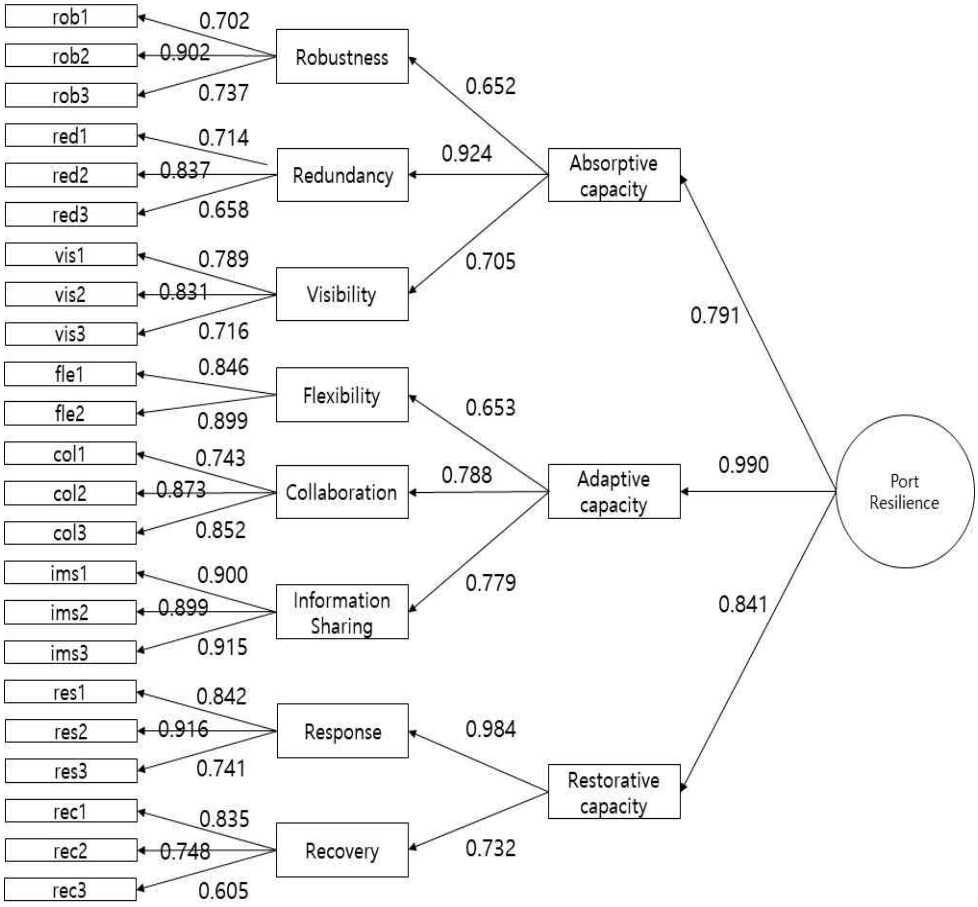
주: ** : p〈=0.01에서 유의, *:p〈=0.05에서 유의.

위 표에서 S.E.는 표준오차(Standardized Error)로 표준편차에 해당하는 값을 나타내며, p-value는 유의확률을 나타낸다. 수렴타당성은 일반적으로 표준화 적재량이 0.5 이상, CR이 0.7 이상, AVE가 0.5 이상이면 만족한다고 판단할 수 있다. 항만보안수준의 경우, 표준화추정치가 0.711에서 0.866 사이의 값을 보이고 있어 1% 수준에서 유의함을 나타낸다. 아울러 CR이 0.885, AVE가 0.660으로 수렴타당성이 만족되었다.

2) 항만회복탄력성의 확인적 요인분석

항만회복탄력성은 흡수력, 적응력, 복구력의 세 가지 하위요인에 흡수력(강건성, 여분성, 가시성 등), 적응력(유연성, 협력, 정보공유 등),

복구력(반응과 회복) 등을 포함시켜 총 여덟 가지 요인을 설정하였다. 〈그림 4-3〉은 항만회복탄력성의 확인적 요인분석 결과를 나타낸 것이다.



〈그림 4-3〉 항만회복탄력성의 확인적 요인분석

〈표 4-6〉은 항만회복탄력성 관련 측정 변수들에 대한 유의도 검정결과 및 CR, AVE를 나타낸 것이다. 항만회복탄력성의 경우 표준화 추정치가 0.605에서 0.990 사이의 값을 보이며, CR이 0.750~0.909, AVE가 0.541~0.818로 모두 기준치를 넘어 수렴타당성이 만족되었음을 알 수 있다.

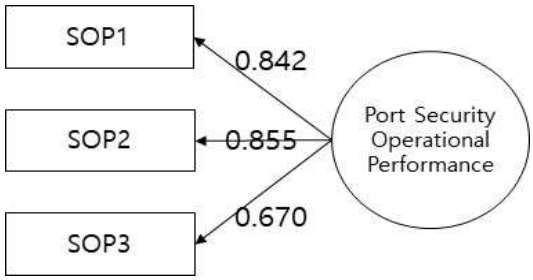
〈표 4-5〉 항만회복탄력성의 수렴타당성 검증 결과

요인	측정변수	추정치	표준화 추정치	S.E.	p-value	CR	AVE
Robustness	Rob1	1	0.702			0.827	0.617
	Rob2	1.389	0.902	0.121	0.000**		
	Rob3	1.081	0.737	0.102	0.000**		
Redundancy	Red1	1	0.714			0.782	0.548
	Red2	1.152	0.837	0.102	0.000**		
	Red3	0.976	0.658	0.102	0.000**		
Visibility	Vis1	1	0.789			0.823	0.609
	Vis2	1.004	0.831	0.081	0.000**		
	Vis3	0.817	0.716	0.074	0.000**		
Flexibility	Fle1	1	0.846			0.865	0.762
	Fle2	1.044	0.899	0.083	0.000**		
Collaboration	Col1	1	0.743			0.864	0.680
	Col2	1.208	0.873	0.089	0.000**		
	Col3	1.146	0.852	0.087	0.000**		
Information Sharing	Ims1	1	0.900			0.750	0.818
	Ims2	1.039	0.899	0.048	0.000**		
	Ims3	1.075	0.915	0.048	0.000**		
Response	Res1	1	0.842			0.874	0.699
	Res2	1.021	0.916	0.056	0.000**		
	Res3	0.815	0.741	0.060	0.000**		
Recovery	Rec1	1	0.835			0.777	0.541
	Rec2	0.920	0.748	0.082	0.000**		
	Rec3	0.740	0.605	0.080	0.000**		
Absorptive capacity	Robustness	1	0.652			0.810	0.592
	Redundancy	1.367	0.924	0.198	0.000**		
	Visibility	1.311	0.705	0.197	0.000**		
Adaptive capacity	Flexibility	1	0.653			0.786	0.551
	Collaboration	1.150	0.788	0.148	0.000**		
	Information Sharing	1.150	0.779	0.138	0.000**		
Restorative capacity	Response	1	0.984			0.856	0.752
	Recovery	0.760	0.732	0.080	0.000**		
Resilience	Absorptive capacity	1	0.791			0.909	0.771
	Adaptive	1.316	0.990	0.214	0.000**		

요인	측정변수	추정치	표준화 추정치	S.E.	p-value	CR	AVE
	capacity						
	Restorative capacity	1.860	0.841	0.264	0.000**		

3) 항만보안운영성과의 확인적 요인분석

항만보안운영성과는 화물의 손실 및 손상, 보안사건 및 부상사고 빈도, 운영효율성과 관련된 세 가지 측정 변수들로 구성하였다. 〈그림 4-4〉는 항만보안운영성과의 확인적 요인분석 결과를 나타낸 것이다.



〈그림 4-4〉 항만보안운영성과의 확인적 요인분석

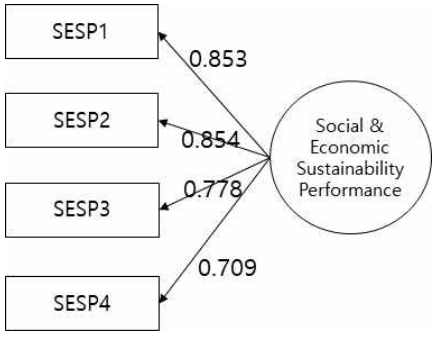
〈표 4-6〉은 항만보안운영성과 관련 측정 변수들에 대한 유의도 검정 결과 및 CR, AVE를 나타낸 것이다. 항만보안운영성과의 경우, 표준화 추정치가 0.670에서 0.855 사이의 값을 보이며, CR이 0.835, AVE가 0.630으로 모두 기준치를 넘어 수렴타당성이 만족되었음을 알 수 있다.

〈표 4-6〉 항만보안운영성과의 수렴타당성 검증 결과

요인	측정변수	추정치	표준화 추정치	S.E.	p-value	CR	AVE
Security Operational Performance	Sop1	1	0.842			0.835	0.630
	Sop2	0.982	0.855	0.086	0.000**		
	Sop3	1.163	0.670	0.091	0.000**		

4) 사회·경제적 지속가능성성과의 확인적 요인분석

항만의 사회·경제적 지속가능성성과는 항만과 지역사회와의 관계, 항만의 국가산업 및 경제발전 협력, 지역 경제발전 기여도, 관계 기업들의 경제적 성과와 관련된 네 가지 측정 변수들로 구성하였다. 〈그림 4-5〉는 사회·경제적 지속가능성성과의 확인적 요인분석 결과를 나타낸 것이다.



〈그림 4-5〉 사회·경제적 지속가능성성과의 확인적 요인분석

〈표 4-7〉은 사회·경제적 지속가능성성과 관련 측정 변수들에 대한 유의도 검정결과 및 CR, AVE를 나타낸 것이다. 사회·경제적 지속가능

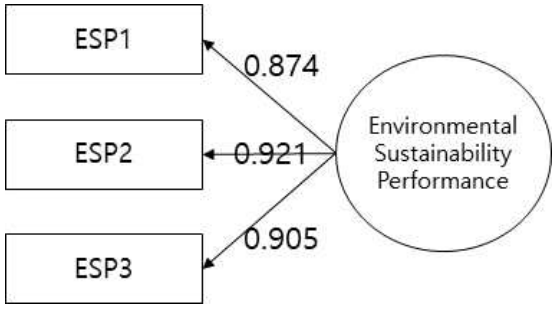
성성과의 경우, 표준화 추정치가 0.709에서 0.854 사이의 값을 보이며, CR이 0.877, AVE가 0.641로 모두 기준치를 넘어 수렴타당성이 만족되었음을 알 수 있다.

〈표 4-7〉 사회·경제적 지속가능성성과의 수렴타당성 검증 결과

요인	측정변수	추정치	표준화 추정치	S.E.	p-value	CR	AVE
Social & Economic Sustainability Performance	Sesp1	1	0.853			0.877	0.641
	Sesp2	0.945	0.854	0.058	0.000**		
	Sesp3	0.838	0.778	0.058	0.000**		
	Sesp4	0.839	0.709	0.067	0.000**		

5) 환경적 지속가능성성과의 확인적 요인분석

항만의 환경적 지속가능성성과는 항만 주변의 대기질, 소음, 수질과 관련된 세 가지 측정변수들로 구성하였다. 〈그림 4-6〉은 환경적 지속가능성성과의 확인적 요인분석 결과를 나타낸 것이다.



〈그림 4-6〉 환경적 지속가능성성과의 확인적 요인분석

〈표 4-8〉은 환경적 지속가능성성과 관련 측정변수들에 대한 유의도 검정결과 및 CR, AVE를 나타낸 것이다. 환경적 지속가능성성과의 경우, 표준화 추정치가 0.874에서 0.921 사이의 값을 보이며, CR이 0.928, AVE가 0.810으로 모두 기준치를 넘어 수렴타당성이 만족되었음을 알 수 있다.

〈표 4-8〉 환경적 지속가능성성과의 수렴타당성 검증 결과

요인	측정변수	추정치	표준화 추정치	S.E.	p-value	CR	AVE
Environmental Sustainability Performance	Esp1	1	0.874			0.928	0.810
	Esp2	1.054	0.921	0.051	0.000**		
	Esp3	1.005	0.905	0.050	0.000**		

6) 판별타당성 검증

마지막으로 각 요인 간 판별타당성에 대해 검증해보았다. 판별타당성은 서로 다른 개념을 나타내는 요인들 간에는 차이가 존재해야 한다는 뜻으로, 판별타당성의 검증은 AVE와 요인 간 상관계수의 자승치를 비교하는 것으로 확인할 수 있다. AVE가 상관계수의 자승치보다 클 경우 판별타당성이 있는 것으로 본다. 〈표 4-10〉은 각 요인 간 상관계수의 자승치와 AVE를 나타낸 것으로 행렬의 대각은 AVE, 나머지는 상관계수의 자승치를 보여주고 있다.

〈표 4-9〉 판별타당성 검증 결과

구분	PSL	PR	SOP	ESP	SESP
PSL	0.660				
PR	0.397	0.771			
SOP	0.623	0.433	0.630		
ESP	0.118	0.166	0.265	0.810	
SESP	0.377	0.524	0.442	0.132	0.641

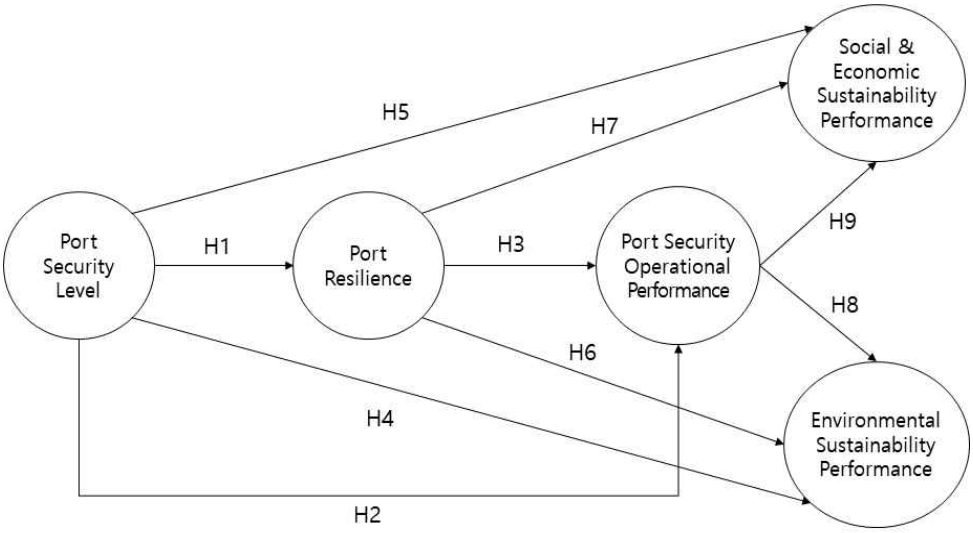
위의 〈표 4-9〉를 보면, AVE가 상관계수의 자승치보다 모두 크게 나타나 요인 간 판별타당성이 확보되었음을 알 수 있다. 확인적 요인분석 결과를 통해 다섯 가지 요인의 수렴타당성과 요인의 판별타당성이 모두 검증되어, 다음에는 설정한 연구모형에 대한 모형적합도와 가설검증 결과를 알아보도록 한다.

2. 연구모형(항만보안수준-항만회복탄력성-항만보안운영성과-지속가능성성과)의 분석결과

첫 번째로 항만보안수준, 항만회복탄력성, 항만보안운영성과, 사회·경제적, 환경적 지속가능성성과 등 다섯 가지 요인 간 관계에 대해 살펴보았다. 우선, 본 연구모형을 통해 강화된 항만보안수준이 사회·경제적 지속가능성성과와 환경적 지속가능성성과에 유의미한 영향을 주는지에 대해 분석하고자 한다. 아울러 항만회복탄력성이 사회·경제적 지속가능성성과와 환경적 지속가능성성과에 유의미한 영향을 주는지에 대해서도 분석하고자 한다. 더욱이 항만보안수준과 항만회복탄력성을 통한 항만보안운영성과가 사회·경제적 지속가능성성과와 환경적 지속가능성성과에 유

의미한 영향을 주는지에 대해서도 분석함으로써 강화된 항만보안수준과 항만회복탄력성을 통해 향상된 항만보안운영성과가 항만의 지속가능성성과(사회·경제적, 환경적)에도 유의미한 영향을 줄 수 있다는 것을 확인하고자 한다. 이를 통해, 항만이라는 사회간접자본시설에서 보안과 회복탄력성 확보가 국민의 생명과 재산은 물론 국가의 사회·경제적 안정을 도모하기 위한 사회적 안보 기능으로서 역할을 할 수 있는지를 확인하고자 한다. 특히, Smiljanic(2016)은 사회적 안보는 사회적, 경제적, 환경적 영역이 모두 허용 가능한 경계 내에서 작동할 때만 실현될 수 있기 때문에 본 연구모형을 통해 항만이라는 공간에서 보안과 회복탄력성 확보가 현재와 미래 세대의 공존을 위한 요인이라는 시사점을 도출하고자 한다. 〈그림 4-7〉은 연구모형을 나타낸 것이다.

H1: 항만보안수준은 항만회복탄력성에 긍정적인 영향을 미칠 것이다.
H2: 항만보안수준은 항만보안운영성과에 긍정적인 영향을 미칠 것이다.
H3: 항만회복탄력성은 항만보안운영성과에 긍정적인 영향을 미칠 것이다.
H4: 항만보안수준은 환경적 지속가능성성과에 긍정적인 영향을 미칠 것이다.
H5: 항만보안수준은 사회·경제적 지속가능성성과에 긍정적인 영향을 미칠 것이다.
H6: 항만회복탄력성은 환경적 지속가능성성과에 긍정적인 영향을 미칠 것이다.
H7: 항만회복탄력성은 사회·경제적 지속가능성성과에 긍정적인 영향을 미칠 것이다.
H8: 항만보안운영성과는 환경적 지속가능성성과에 긍정적인 영향을 미칠 것이다.
H9: 항만보안운영성과는 사회·경제적 지속가능성성과에 긍정적인 영향을 미칠 것이다.



〈그림 4-7〉 연구모형

우선, 모형적합도를 살펴보면 〈표 4-10〉과 같이 나타난다. 모형적합도 지수의 기준을 살펴보면 일반적으로 χ^2값을 df(자유도)로 나눈 값이 3보다 작은 경우, CFI 값이 0.9보다 큰 경우, TLI 값이 0.9보다 큰 경우, RMSEA 값이 0.1보다 작은 경우 좋은 적합도를 보인다고 판단한다(Hair 등, 2006). 본 연구모형의 경우, TLI의 값이 0.893으로 0.9에 거의 근접한 수치를 보이고 있다. 아울러, χ^2/df는 3 이하, CFI 값은 0.9 이상, RMSEA 값이 0.1 이하로 거의 모든 지표에서 기준을 만족하고 있어 좋은 적합도를 보여주고 있다.

〈표 4-10〉 연구모형의 모형적합도

구분	χ^2	df	P-value	CFI	TLI	RMSEA
수치	1233.249	608	0.000	0.902	0.893	0.064

다음으로 가설검증 결과를 살펴보면 〈표 4-11〉과 같이 나타난다.

〈표 4-11〉 연구모형의 검증 결과

구분	추정치	표준화 추정치	S.E.	p-value
PSL→PR(H1)	0.309	0.630	0.052	0.000**
PSL→SOP(H2)	0.654	0.622	0.083	0.002**
PR→SOP(H3)	0.571	0.266	0.171	0.001**
PSL→ESP(H4)	-0.253	-0.216	0.144	0.079
PSL→SESP(H5)	0.113	0.093	0.124	0.359
PR→ESP(H6)	0.392	0.164	0.232	0.091
PR→SESP(H7)	1.212	0.487	0.257	0.000**
SOP→ESP(H8)	0.643	0.578	0.151	0.000**
SOP→SESP(H9)	0.314	0.271	0.127	0.013*

항만보안수준과 항만회복탄력성의 관계(H1)는 표준화 추정치 0.630, 항만보안수준과 항만보안운영성과의 관계(H2)는 0.622, 항만회복탄력성과 항만보안운영성과의 관계(H3)는 0.266으로 모두 1% 수준하에서 유의하다. 항만보안수준과 환경적 지속가능성성과의 관계(H4)는 표준화 추정치가 -0.216으로 음수이며, 항만보안수준과 사회·경제적 지속가능성성과의 관계(H5)는 0.093, 항만회복탄력성과 환경적 지속가능성성과와의 관계(H6)는 0.164로 나타나나, 이 세 가지 경로는 모두 5% 수준 하에서 유의하지 않은 것으로 분석되었다. 다음으로 항만회복탄력성이 사회·경제적 지속가능성성과에 미치는 영향(H7)은 0.487, 항만보안운영성과와 환경적 지속가능성성과와의 관계(H8)는 0.578로 모두 1% 수준 하에서 유의하게 나타난다. 마지막으로 항만보안운영성과와 사회·경제적 지속가능성성과의 관계(H9)는 0.271로 5% 수준 하에 유의하다. 정리해 보면, 항만보안수준은 항만회복탄력성, 항만보안운영성과에 정(+)의 방향으로 유의미한 영향을 미치며, 항만회복탄력성은 항만보안

운영성과와 사회·경제적 지속가능성성과에 정(+)의 방향으로 유의한 영향을 미침을 알 수 있다. 또한 항만보안운영성과는 환경적 지속가능성성과와 사회·경제적 지속가능성성과에 정(+)의 방향으로 유의한 영향을 미치는 것으로 나타난다. 최종적으로 연구가설 H1, H2, H3, H7, H8, H9 등 여섯 가지 연구가설은 채택되었다.

2) 응답자 집단의 조절효과

설문 응답자의 조절효과가 존재하는지 검증해보기 위해 비제약모형과 측정계수 제약모형, 구조계수 제약모형 간의 차이가 존재하는지를 모형의 적합도 사이에 χ^2 차이 검증을 통해 확인하였다. 측정계수 제약모형이란 측정변수와 잠재변수 간의 관계에 대한 추정치가 모두 동일하다고 가정하는 것이며, 구조계수 제약모형이란 잠재변수 간의 인과관계 계수가 모두 동일하다고 가정하는 모형이다. 비제약모형과 측정계수 제약모형 간의 적합도에 차이가 없고, 측정계수 제약모형과 구조계수 제약모형 간의 적합도에 차이가 존재한다면 이는 조절효과가 존재한다는 의미이다.

〈표 4-12〉는 검증 결과를 나타낸 것이다. 본 연구모형에서는 비제약모형 분석 시 오차분산이 음수로 계산되는 헤이우드(Heywood) 문제가 발생하여 적응력과 복구력의 분산을 매우 작은 값(0.005)으로 고정한 후 분석을 시행하였다. 이러한 분산을 작은 값으로 설정하는 것은 헤이우드 문제를 해결하기 위한 일반적인 방법 중 하나이다(우종필, 2016). 비제약모형과 측정계수 제약모형의 적합도 차이는 p-value가 0.098로 5% 수준 하에서 유의하지 않아 두 모형 간에 차이가 존재하지 않는 것으로 나타났다. 반면, 측정계수 제약모형과 구조계수 제약모형은 p-value가 0.003으로 1% 수준 하에서 유의한 것으로 나타나 두 모형 간에 적합도 차이가 있는 것으로 나타나 조절효과가 존재함을 알 수 있다.

〈표 4-12〉 연구모형의 조절효과 검증

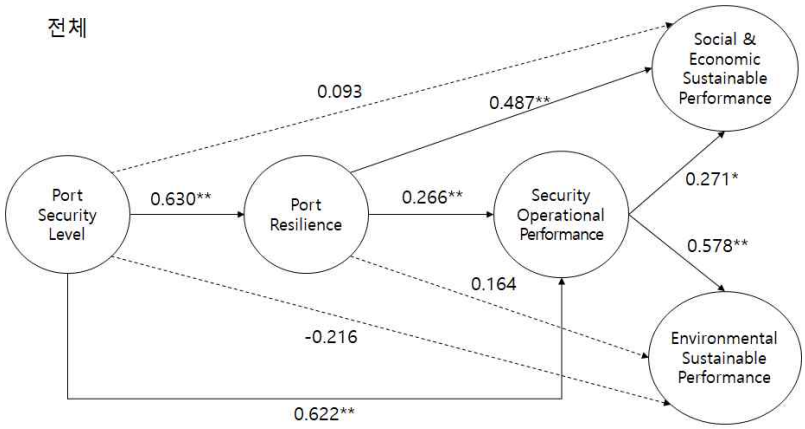
구분	추정치	df	χ^2	χ^2 diff.	df diff.	p-value
테스트1	비제약모형	1220	2141.1			
	측정계수 제약모형	1252	2183.8	42.698	32	0.098
테스트2	측정계수 제약모형	1252	2183.8			
	구조계수 제약모형	1261	2208.8	24.97	9	0.003**

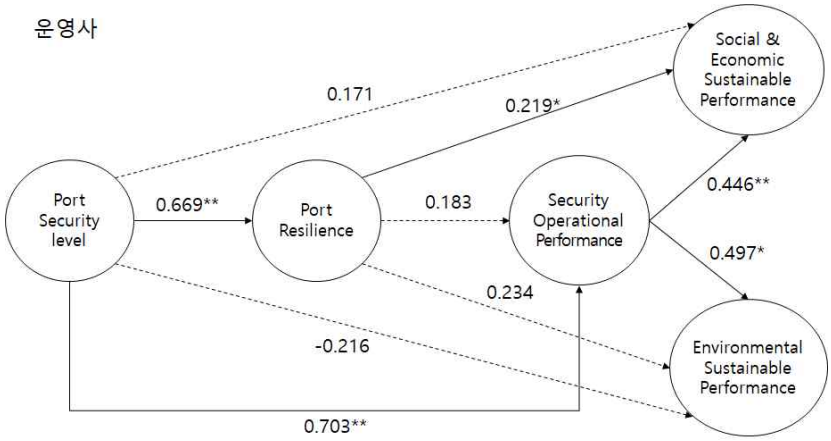
〈표 4-13〉 연구모형의 집단 간 가설검증 결과 비교

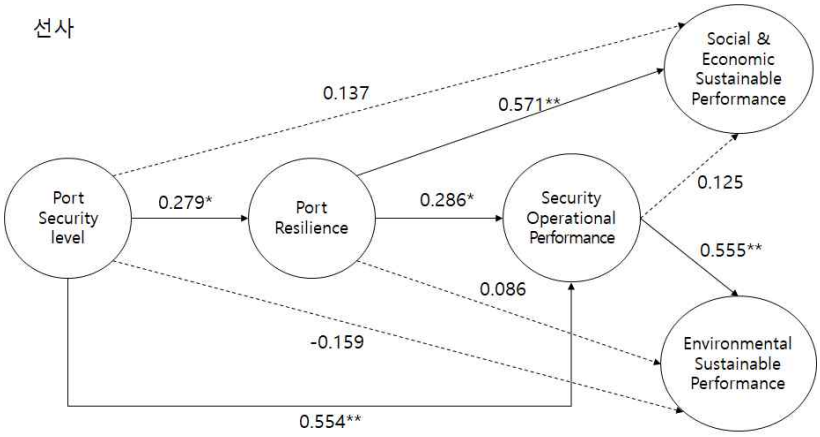
구분		추정치	표준화 추정치	S.E.	p-value
PSL→PR(H1)	운영사	0.389	0.669	0.078	0.000**
	선사	0.113	0.279	0.049	0.021*
PSL→SOP(H2)	운영사	0.676	0.703	0.108	0.000**
	선사	0.552	0.554	0.100	0.000**
PR→SOP(H3)	운영사	0.304	0.183	0.166	0.067
	선사	0.702	0.286	0.282	0.013*
PSL→ESP(H4)	운영사	-0.241	-0.216	0.219	0.271
	선사	-0.178	-0.159	0.143	0.215
PSL→SESP(H5)	운영사	0.193	0.171	0.179	0.282
	선사	0.148	0.137	0.128	0.245
PR→ESP(H6)	운영사	0.449	0.234	0.256	0.080
	선사	0.236	0.086	0.305	0.440
PR→SESP(H7)	운영사	0.425	0.219	0.213	0.047*
	선사	1.529	0.571	0.450	0.001**
SOP→ESP(H8)	운영사	0.576	0.497	0.233	0.013*
	선사	0.621	0.555	0.172	0.000**
SOP→SESP(H9)	운영사	0.522	0.446	0.192	0.007**
	선사	0.136	0.125	0.146	0.351

조절효과가 존재하는 것으로 분석되었기에 집단 간 가설검증 결과를 비교해보았다. 위의 〈표 4-13〉은 그 결과를 나타낸 것이다. 연구가설 H1과 H2는 운영사와 선사 모두 채택되었으나, 연구가설 H3은 선사에서만 채택되었다. 연구가설 H4, H5, H6은 두 집단 모두에서 채택되지 않았으며, 연구가설 H7, H8은 모두 채택되었다. 연구가설 H9는 운영

사에서만 채택되었다. 전체 결과와 다른 점은 운영사에서는 항만회복탄력성이 항만보안운영성과에 미치는 영향이 유의하지 않게 나타났으며, 선사에서는 항만보안운영성과가 사회·경제적 지속가능성성과에 미치는 영향이 유의하지 않은 것으로 나타난 것이다. 〈그림 4-8〉은 연구모형의 검증결과와 조절효과를 종합적으로 나타낸 것이며, 점선은 유의하지 않은 경로를 나타낸다.







주: 실선은 유의한 효과, 점선은 유의하지 않은 효과를 나타냄

〈그림 4-8〉 연구모형의 가설검증 결과 종합

3) 분석결과의 의미

연구모형에 대한 연구가설 검증결과, 항만보안수준과 항만회복탄력성의 관계는 정(+)의 관계, 항만회복탄력성과 항만보안운영성과 간 관계는 정(+)의 관계, 항만보안운영성과와 사회·경제적 지속가능성성과 및 환경적 지속가능성성과 간에 정(+)의 방향으로 유의한 영향이 있는 것으로 확인되었다. 이는 불확실성과 우발성을 가지는 위협에 대해 식별, 대비, 대응, 복구하는 기능을 가진 항만보안수준과 항만회복탄력성을 통한 항만보안운영성과는 사회적, 경제적, 환경적 지속가능성을 도모하기 위해 Smiljanic(2016)이 말한 바와 같이 사회적 안보 개념의 관리도구임을 의미한다고 할 수 있다. 그렇기 때문에 항만보안이 단순히 항만시설에 대한 접근제어만을 의미하는 것이 아니라 접근제어를 통한 위협의 식별은 위협에 대한 대비·대응·복원 기능을 가진 항만회복탄력성을 통해 위협으로 인한 항만시설의 취약성을 낮추는 항만보안운영성과를 도모할 수 있다는 것을 의미한다. 또한 결국에는 항만과 기업, 지역, 국가가 현

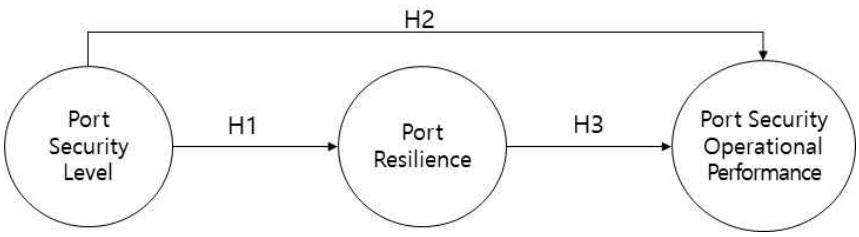
재와 미래 모두 공존하는 사회적, 경제적, 환경적 지속가능성을 달성할 수 있다는 것을 의미한다. 즉 위협에 대한 항만보안과 항만회복탄력성 확보는 항만을 통해 현재와 미래가 공존하기 위한 사회적 안보 측면의 도구이며, 이를 확보하기 위해서는 모든 이해관계자 간 사회적, 경제적, 환경적 영역에서 지속가능발전 목표에 대한 타협(Smiljanic, 2016)이 필요하다. 더불어 항만보안, 항만회복탄력성 및 지속가능성 등에 대한 신중한 통합·관리가 필요하다는 점을 시사하고 있다(Matutinović, 2015). 이러한 통합적 관리의 필요성은 항만보안수준이 사회·경제적 지속가능성성과와 환경적 지속가능성성과에 직접적으로는 유의한 영향을 주지 않고 있다는 점과 더불어 항만회복탄력성도 환경적 지속가능성성과에 직접적으로 유의미한 영향을 주지 않고 있다는 연구결과에서도 확인할 수 있다. 즉 항만보안과 항만회복탄력성 단독으로는 사회·경제적 지속가능성성과와 환경적 지속가능성성과에 직접적으로 유의한 영향을 미치지 않기 때문에 이들 요인 간 협력의 필요성을 제기할 수 있다는 의미로 해석 가능하다. 이러한 결과는 본 장의 마지막 부분에서 시행하고 있는 연구모형에 대한 매개효과 분석에서도 확인할 수 있다. 다음은 본 연구모형을 기반으로 세부적으로 각 요인 간 또는 요인과 세부요인 간의 영향관계를 살펴보고자 한다.

3. 세부 연구모형 1(항만보안수준-항만회복탄력성-항만보안운영성과)의 분석결과

세부 연구모형 1에서는 항만보안수준과 항만회복탄력성, 항만보안운영성과의 세 가지 요인 간 관계에 대해 살펴보았다. 이를 통해, 항만보안수준과 항만보안운영성과 간에 항만회복탄력성이 직·간접적으로 어떠한 유의미한 영향을 주는지를 분석하고자 한다. 즉 위협을 식별하는 데 초점을 맞추고 있는 보안과 위협에 대해 대비, 대응, 복구하는 것에 초

점을 맞추고 있는 회복탄력성이 항만의 보안운영성과 확보를 위해 상호 보완적인 관계임을 증명함으로써 항만보안과 항만회복탄력성의 통합적 관리의 필요성을 제시하고자 한다. 아래의 〈그림 4-9〉는 세부 연구모형 1을 나타낸 것이다.

H1: 항만보안수준은 항만회복탄력성에 긍정적인 영향을 미칠 것이다.
H2: 항만보안수준은 항만보안운영성과에 긍정적인 영향을 미칠 것이다.
H3: 항만회복탄력성은 항만보안운영성과에 긍정적인 영향을 미칠 것이다.



〈그림 4-9〉 세부 연구모형 1

우선, 모형적합도를 살펴보면 〈표 4-14〉와 같이 나타난다. 세부 연구모형 1의 경우, TLI의 값이 0.892로 0.9보다 낮게 나타나나 거의 근접한 수치를 보여주며, χ^2/df가 3 이하, CFI의 값이 0.9 이상, RMSEA 값이 0.1 이하로 다른 모든 지표에서 기준을 만족하고 있어 대체적으로 좋은 적합도를 보여주는 모형으로 판단할 수 있다.

〈표 4-14〉 세부 연구모형 1의 모형적합도

구분	χ^2	df	P-value	CFI	TLI	RMSEA
수치	865.154	391	0.000	0.903	0.892	0.069

다음으로 가설검증 결과를 살펴보면 〈표 4-15〉과 같이 나타난다.

〈표 4-15〉 세부 연구모형 1의 검증 결과

구분	추정치	표준화 추정치	S.E.	p-value
PSL→PR(H1)	0.319	0.583	0.054	0.000**
PSL→SOP(H2)	0.684	0.650	0.081	0.000**
PR→SOP(H3)	0.445	0.231	0.141	0.002**

항만보안수준과 항만회복탄력성의 관계(H1)는 표준화 추정치 0.583, 항만보안수준과 항만보안운영성과의 관계(H2)는 0.650, 항만회복탄력성과 항만보안운영성과의 관계(H3)는 0.231로 나타나 모두 유의수준 1% 하에서 유의하다. 즉 항만보안수준은 항만회복탄력성과 항만보안운영성과에 모두 정(+)의 방향으로 유의미한 영향을 미치며, 항만회복탄력성 또한 항만보안운영성과에 정(+)의 방향으로 유의한 영향을 미침을 알 수 있었다. 또한, 추정치의 크기는 항만보안수준이 항만보안운영성과에 미치는 영향에서 가장 크게 나타나며, 항만회복탄력성이 항만보안운영성과에 미치는 영향에서 가장 작게 나타난다.

2) 응답자 집단의 조절효과

설문 응답자의 집단(운영사/선사)을 조절변수로 하여 조절효과에 대해 분석한 결과는 〈표 4-16〉과 같이 나타난다. 비제약모형과 측정계수 제약모형의 적합도 차이는 p-value가 0.067로 5% 수준 하에서 유의하지 않아 두 모형 간에 적합도 차이가 존재하지 않는 것으로 나타났다. 측정계수 제약모형과 구조계수 제약모형은 p-value가 0.022로 5% 수준 하에서 유의한 것으로 나타나 두 모형 간에 적합도 차이가 있어 세부 연구모형 1에서도 조절효과가 존재함을 알 수 있다.

〈표 4-16〉 세부 연구모형 1의 조절효과 검증

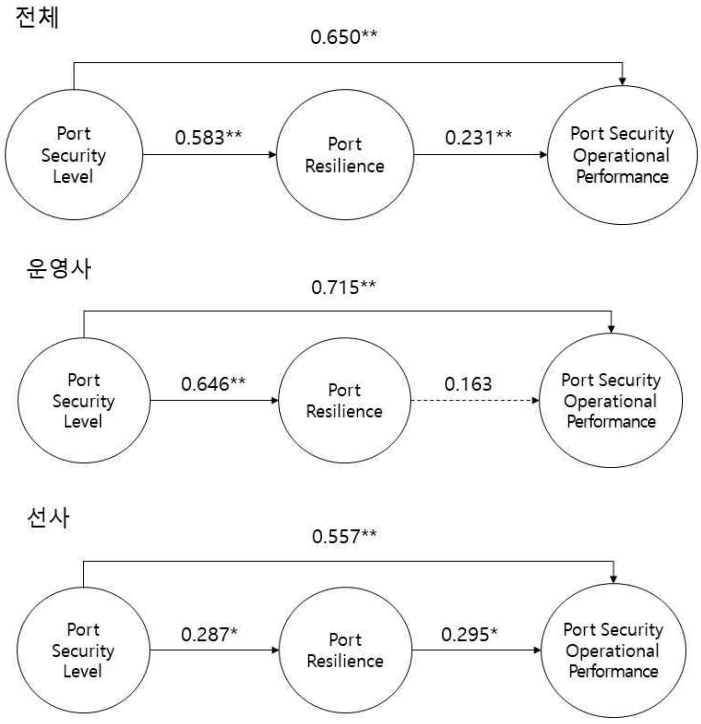
구분	추정치	df	χ^2	χ^2 diff.	df diff.	p-value
테스트1	비제약모형	782	1385.1			
	측정계수 제약모형	809	1423.8	38.701	27	0.067
테스트2	측정계수 제약모형	809	1423.8			
	구조계수 제약모형	812	1433.4	9.6422	3	0.022*

다음은 가설검증 결과를 비교해보았다. 〈표 4-17〉은 그 결과를 나타낸 것이다. 항만보안수준이 항만회복탄력성에 주는 영향은 표준화 추정치가 운영사에서 0.646으로 1% 수준에서 유의하며, 선사에서는 0.287로 5% 수준 하에서 유의한 것으로 나타나 선사 집단에서 크기가 더 작은 것으로 나타났다. 또한 항만회복탄력성이 항만보안운영성과에 미치는 영향은 운영사에서 0.163으로 나타났으나, p-value가 0.093으로 5% 수준 하에서 유의하지 않은 것으로 나타났다. 선사에서는 0.295로 5% 수준 하에서 유의한 것으로 나타났다. 항만보안수준이 항만보안운영성과에 미치는 영향은 운영사에서 0.715로, 선사에서는 0.557로 둘 다 1% 수준 하에서 유의한 것으로 나타났다. 즉 선사와 운영사 모두 항만보안수준이 항만회복탄력성과 항만보안운영성과에 정(+)의 방향으로 유의한 영향을 미치며, 추정치의 크기는 운영사에서 더 크게 나타난다. 반면, 항만회복탄력성이 항만보안운영성과에 미치는 영향은 선사에서만 정(+)의 방향으로 유의한 것으로 보고 있음을 알 수 있다.

〈표 4-17〉 세부 연구모형 1의 집단 간 가설검증 결과 비교

구분		추정치	표준화 추정치	S.E.	p-value
PSL→PR(H1)	운영사	0.392	0.646	0.080	0.000**
	선사	0.128	0.287	0.054	0.018*
PSL→SOP(H2)	운영사	0.696	0.715	0.108	0.000**
	선사	0.536	0.557	0.099	0.000**
PR→SOP(H3)	운영사	0.262	0.163	0.156	0.093
	선사	0.639	0.295	0.252	0.011*

〈그림 4-10〉은 세부 연구모형 1의 결과와 조절효과를 종합적으로 나타낸 것이며, 점선은 유의하지 않은 경로를 나타낸다.



주: 실선은 유의미한 효과, 점선은 유의하지 않은 효과를 나타냄.

〈그림 4-10〉 세부 연구모형 1의 가설검증 결과 종합

3) 분석결과의 의미

세부 연구모형 1에 대한 연구가설 검증결과, 항만보안수준은 항만회복탄력성과 항만보안운영성과 모두에 정(+)의 방향으로 유의미한 영향을 미치는 것으로 나타난다. 특히 항만보안수준에 영향을 받은 항만회복탄력성도 항만보안운영성과에 정(+)의 방향으로 영향을 미치고 있어, Yang & Hsu(2018)가 보안관리가 회복탄력성에 긍정적인 영향을 미치고, 다시 회복탄력성은 보안운영성과에도 긍정의 영향을 미친다는 연구와도 동일한 결과를 얻을 수 있었다. 하지만, Yang & Hsu(2018)의 연구와 달리 본 연구에서는 항만보안수준이 항만보안운영성과에 미치는 직접효과와 더불어 항만보안수준이 항만회복탄력성을 통해 항만보안운영성과에 미치는 간접효과도 정(+)의 방향으로 영향을 미치고 있다는 점을 확인하고 있다는 것이다. 즉 예상하지 못하는 위험을 식별하는 데 초점이 있는 항만보안과 더불어 회복탄력성 확보는 화물손실 및 손상 감소, 보안사건 및 부상사고 빈도 감소, 항만의 운영효율성 등 항만보안운영성과를 증가시키는 데 유의미한 영향을 미치는 상호 협력적인 개념이라고 할 수 있다.

아울러 설문응답자의 집단에 따른 조절효과 분석결과에 따르면, 선사의 경우는 전체 분석결과와 동일한 결과를 나타내고 있다. 그러나 운영사는 항만보안수준이 항만회복탄력성에 정(+)의 방향으로 영향을 주나, 항만회복탄력성을 통한 항만보안수준은 항만보안운영성과에 유의한 영향을 주지 않는 것으로 나타나 전체 분석결과와 차이를 보인다. 이는 항만보안과 항만회복탄력성을 시행해야 하는 주체로서 운영사는 항만보안과 회복탄력성을 예상하지 못하는 위험에 대비한 상호 협력적인 기능이 아닌 독립된 기능으로 간주할 수 있다는 것을 내포하는 결과라 할 수 있다. 실무적으로는 본 연구의 2장에서 살펴본 것과 같이 우리나라의 항

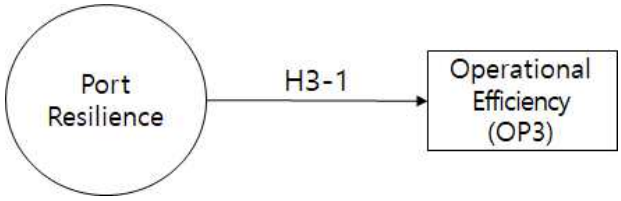
만보안 및 회복탄력성과 관련된 법률과 제도는 위협에 대한 대비·대응 체계 구축을 통해 항만의 기능을 유지시킴으로써 항만을 통한 국민의 생명과 재산, 국가의 경제적 안정을 도모하는 공통의 목적을 가지고 있음에도 불구하고 법률 간 연계성이 낮아 이를 이행하는 주체인 운영사는 이행 및 관리의 중복 문제를 제기하는 상황이 반영된 결과라 할 수 있다. 그렇기 때문에 「국제항해선박 및 항만시설의 보안에 관한 법률」에 따른 국가항만보안계획 및 항만시설보안계획, 「비상사태등에 대비하기 위한 해운 및 항만 기능 유지에 관한 법률」에 따른 비상사태 등 대비 해운·항만 기능 유지에 관한 기본계획, 「해양수산부 국가 안전관리 집행계획」, 「국민보호와 공공안전을 위한 테러방지법」에 따른 다중이용시설에 대한 테러예방대책 등의 유기적 연계를 위한 통합된 관리방안 마련이 필요하다.

4. 세부 연구모형 2(항만회복탄력성-운영효율성)의 분석 결과

1) 연구모형 설명 및 분석결과

다음으로, 항만회복탄력성과 항만보안운영성과의 하위요소인 항만 운영효율성 간의 관계에 대해 살펴보았다. 이는 항만회복탄력성이 가지는 강건성, 여분성, 가시성, 유연성, 협력, 정보공유, 반응 및 회복 등의 특성이 화물 흐름의 효율성으로 대변되는 운영효율성에 유의미한 영향을 주는지에 대해 분석함으로써 항만회복탄력성 확보가 항만의 운영에도 기능하는지에 대한 시사점을 도출하기 위함이다. 다음의 〈그림 4-11〉은 세부 연구모형 2를 나타낸 것이다.

H3-1: 항만회복탄력성은 항만운영효율성에 긍정적인 영향을 미칠 것이다.



〈그림 4-11〉 세부 연구모형 2

모형적합도를 살펴보면 〈표 4-18〉과 같이 나타난다. 세부 연구모형 2의 경우 χ^2/df가 3 이하이며, CFI와 TLI의 값이 0.9 이상, RMSEA 값이 0.1 이하로 모든 지표에서 좋은 적합도의 기준을 만족하고 있는 것을 볼 수 있다.

〈표 4-18〉 세부 연구모형 2의 모형적합도

구분	χ^2	df	P-value	CFI	TLI	RMSEA
수치	504.746	241	0.000	0.919	0.908	0.070

다음으로 가설검증 결과를 살펴보면 〈표 4-19〉와 같이 나타나는데, 항만회복탄력성과 운영효율성의 관계는 표준화 추정치 0.632로, 1% 수준 하에서 유의하게 나타난다. 즉 항만회복탄력성은 항만의 운영효율성에 정(+)의 방향으로 유의한 영향을 미친다는 결과로 가설이 채택되었다.

〈표 4-19〉 연구모형 3의 검증 결과

구분	추정치	표준화 추정치	S.E.	p-value
PR→OP3(H3-1)	1.443	0.632	0.214	0.000**

2) 응답자 집단의 조절효과

다음은 설문 응답자 집단(운영사/선사)을 조절변수로 하여 조절효과에 대해 분석하였다. 세부 연구모형 2에서는 전제 연구모형과 마찬가지로 비제약모형 분석 시 오차분산이 음수로 계산되는 헤이우드 문제가 발생하여 적응력의 분산을 매우 작은 값(0.005)으로 고정한 후 분석을 시행하였다. 〈표 4-20〉은 검증 결과를 나타낸 것이다. 비제약모형과 측정계수 제약모형은 p-value가 0.199로 5% 수준 하에서 유의하지 않아 차이가 없는 것으로 나타났으며, 측정계수 제약모형과 구조계수 제약모형 또한 p-value가 0.973으로 5% 수준 하에서 유의하지 않은 것으로 나타나 차이가 존재하지 않는 것으로 검증되었다. 즉 세부 연구모형 2에서는 집단에 의한 조절효과가 존재하지 않는다.

〈표 4-20〉 세부 연구모형 2의 조절효과 검증

구분	추정치	df	χ^2	χ^2 diff.	df diff.	p-value
테스트1	비제약모형	484	833.47			
	측정계수 제약모형	506	860.80	27.33	23	0.199
테스트2	측정계수 제약모형	643	860.80			
	구조계수 제약모형	646	860.80	0.001	1	0.973

〈표 4-21〉 세부 연구모형 2의 집단 간 가설검증 결과 비교

구분		추정치	표준화 추정치	S.E.	p-value
PR→OP3(H3-1)	운영사	1.227	0.634	0.237	0.000**
	선사	1.411	0.513	0.393	0.000**

조절효과 검증에서 효과가 없는 것으로 나타났으나, 가설검증에 대해

비교를 시행해 보았다. 〈표 4-21〉은 집단 간 가설검증 결과를 비교한 것이다. 항만보안수준이 운영효율성에 주는 영향은 표준화 추정치가 운영사에서 0.634, 선사에서 0.513으로 모두 1% 수준 하에서 유의한 것으로 나타났다. 즉 운영사와 선사 모두에서 항만회복탄력성은 운영효율성에 정(+)의 방향으로 유의한 영향을 미치며, 추정치의 크기는 운영사 집단에서 조금 더 크게 나타나나 유의미한 차이는 존재하지 않는다.

3) 분석결과의 의미

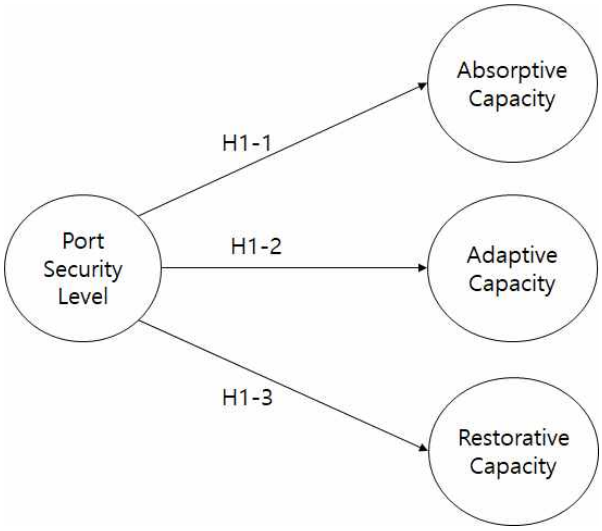
세부 연구모형 2에 대한 연구가설 검증 결과, 항만회복탄력성은 항만의 운영효율성에 정(+)의 방향으로 유의미한 영향을 주며, 운영사와 선사 간에도 그 결과가 같다는 것을 알 수 있다. 이는 항만회복탄력성이 가지는 능력인 강건성, 여분성, 가시성, 유연성, 협력, 정보공유, 반응 및 회복의 특성이 항만의 운영효율성에도 정(+)의 영향을 미친다는 것으로 해석된다. 특히 정보공유 등을 통한 가시성 확보는 예상하지 못하는 위협 상황뿐만 아니라 화물 흐름에도 정(+)의 방향으로 영향을 미쳐 항만의 운영효율성이 증대될 수 있다는 것을 보여주는 것이라 해석될 수 있다. 이러한 연구결과는 Yang & Hsu(2018)의 연구결과와도 동일한데, Yang & Hsu(2018)에서는 회복탄력성의 민첩성, 유연성 및 속도가 공급사슬에서 불확실한 이벤트에 대한 항만운영사 및 선사의 대응력을 높이기 때문으로 해석하고 있으며, 이는 다변화되는 시장 상황을 감안할 때 기업의 경쟁력을 높이는 요인으로 작용한다고 제시하고 있다. 즉 항만회복탄력성은 비상시에 대비·대응하기 위한 시스템이기는 하나 평상시에도 항만운영사 및 선사의 경쟁력을 높이기 위해 적용 가능한 항만운영시스템이라는 의미를 가진다.

5. 세부 연구모형 3(항만보안수준-항만회복탄력성)의 분석 결과

1) 연구모형 설명 및 분석결과

다음은 항만보안수준과 회복탄력성의 하위요인(흡수력, 적응력, 복구력) 간의 관계에 대해 살펴보았다. 항만보안은 예상하지 못하는 위험을 식별하는 데 우선적인 목적이 있으며, 회복탄력성은 위험에 신속 대응하고 복구시키는 것에 초점이 맞추어져 있기 때문에 예상하지 못하는 위험에 대해 상호 협력적인 관계라 할 수 있다. 그렇기 때문에 항만보안수준이 항만회복탄력성의 흡수력, 적응력, 복구력 등 세부요인에 미치는 영향을 분석하고, 항만보안수준이 어떤 요인에 보다 높게 유의미한 영향을 주는지를 검증함으로써 향후 항만보안과 연계된 항만회복탄력성의 어떠한 능력을 보강해야 하는지에 대한 시사점을 도출하기 위해 필요하다. 〈그림 4-12〉는 세부 연구모형 3을 나타낸 것이다.

H1-1: 항만보안수준은 항만회복탄력성의 흡수력에 긍정적인 영향을 미칠 것이다.
H1-2: 항만보안수준은 항만회복탄력성의 적응력에 긍정적인 영향을 미칠 것이다.
H1-3: 항만보안수준은 항만회복탄력성의 복구력에 긍정적인 영향을 미칠 것이다.



〈그림 4-12〉 세부 연구모형 3

아래의 〈표 4-22〉는 세부 연구모형 3의 모형적합도를 보여준다. 연구모형 2의 경우 χ^2/df가 3 이하이며, CFI와 TLI의 값이 0.9 이상, RMSEA 값이 0.1 이하로 모든 지표에서 좋은 적합도의 기준을 만족하고 있는 것을 볼 수 있다.

〈표 4-22〉 세부 연구모형 3의 모형적합도

구분	χ^2	df	P-value	CFI	TLI	RMSEA
수치	686.601	310	0.000	0.914	0.902	0.069

다음으로 가설검증 결과를 살펴보면 〈표 4-23〉과 같이 나타난다.

〈표 4-23〉 세부 연구모형 3의 검증 결과

구분	추정치	표준화 추정치	S.E.	p-value
PSL→Absorptive (H1-1)	0.275	0.421	0.056	0.000**
PSL→Adaptive (H1-2)	0.458	0.690	0.066	0.000**
PSL→ Restorative (H1-3)	0.464	0.259	0.076	0.000**

항만보안수준과 흡수력의 관계(H1-1)는 표준화 추정치 0.421, 적응력(H1-2)은 0.690, 흡수력(H1-3)은 0.259로 나타나며, p-value가 세 경로 모두 0.000으로 1% 수준하에서 유의하게 나타나 세 가지 가설이 모두 채택되었다. 즉 항만보안수준은 회복탄력성의 하위 요인인 흡수력, 적응력, 복구력에 모두 정(+)의 방향으로 유의미한 영향을 미친다는 결과이다. 또한 계수의 크기는 적응력, 흡수력, 복구력으로 나타나 적응력에 가장 큰 영향을 미치며, 복구력에 가장 작은 영향을 미치는 것으로 나타났다.

2) 응답자 집단의 조절효과

다음은 설문 응답자의 집단(운영사/선사)을 조절변수로 하여 조절효과에 대해 분석해보았다. 〈표 4-24〉는 검증 결과를 나타낸 것이다. 비제약모형과 측정계수 제약모형은 p-value가 0.127로 5% 수준 하에서 유의하지 않아 차이가 없는 것으로 나타났으며, 측정계수 제약모형과 구조계수 제약모형은 p-value가 0.001로 1% 수준 하에서 유의한 것으로 나타나 차이가 존재하는 것으로 검증되었다. 즉 세부 연구모형 3에서도 집단에 의한 조절효과가 존재한다.

〈표 4-24〉 세부 연구모형 3의 조절효과 검증

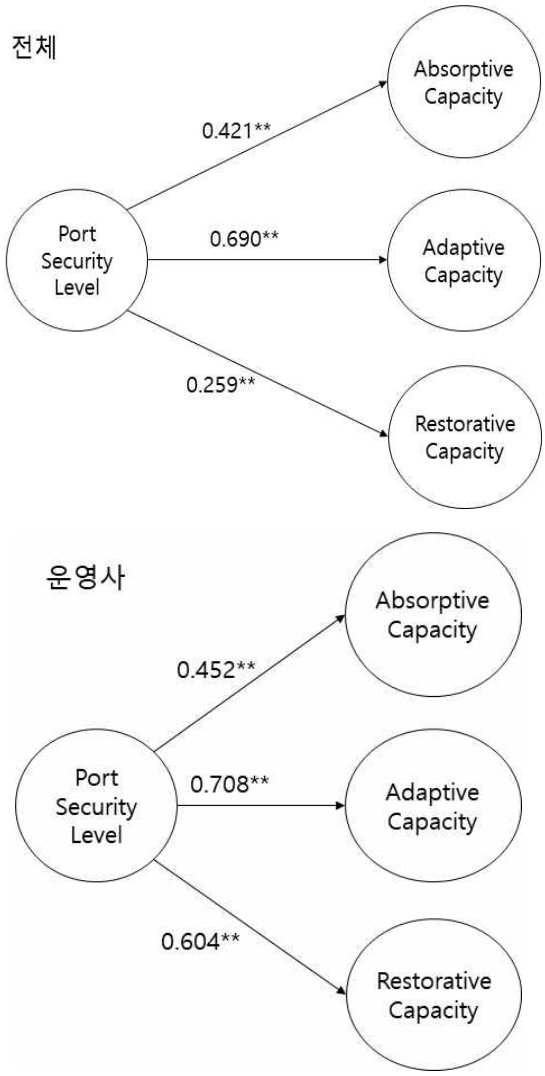
구분	추정치	df	χ^2	χ^2 diff.	df diff.	p-value
테스트1	비제약모형	620	1095.6			
	측정계수 제약모형	643	1126.4	30.822	23	0.127
테스트2	측정계수 제약모형	643	1126.4			
	구조계수 제약모형	646	1142.0	15.644	3	0.001**

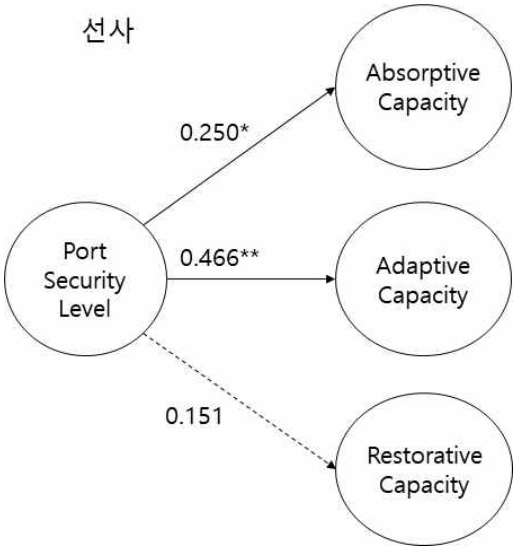
〈표 4-25〉 세부 연구모형 3의 집단 간 가설검증 결과 비교

구분		추정치	표준화 추정치	S.E.	p-value
PSL→Absorptive (H1-1)	운영사	0.323	0.452	0.083	0.000**
	선사	0.123	0.250	0.059	0.037*
PSL→Adaptive (H1-2)	운영사	0.527	0.708	0.095	0.000**
	선사	0.227	0.466	0.076	0.003**
PSL→ Restorative (H1-3)	운영사	0.584	0.604	0.102	0.000**
	선사	0.154	0.151	0.111	0.151

〈표 4-25〉는 집단 간 가설검증 결과를 비교한 것이다. 항만보안수준이 흡수력에 미치는 영향은 표준화 추정치가 운영사에서 0.452로 1% 수준에서 유의하며, 선사에서는 0.250으로 5% 수준 하에서 유의한 것으로 나타나 선사 집단에서 효과가 더 약한 것으로 나타났다. 또한 적응력은 운영사에서 0.708, 선사에서 0.466으로 둘 다 1% 수준 하에서 유의한 것으로 나타났다. 복구력은 운영사에서는 0.604로 1% 수준 하에서 유의한 것으로 나타나나, 선사에서는 5% 수준 하에서도 유의하지 않은 것으로 나타났다. 즉 운영사는 항만보안수준이 흡수력, 적응력, 복

구력에 모두 정(+)의 방향으로 유의한 영향을 미친다고 보나, 선사에서는 흡수력과 적응력에만 정(+)의 방향으로 유의한 영향을 미치는 것으로 보고 있다. 또한 계수도 운영사 집단에서 더 크게 나타남을 알 수 있다. 〈그림 4-13〉은 세부 연구모형 3의 결과와 조절효과를 종합적으로 나타낸 것이며, 점선은 유의하지 않은 경로를 나타낸다.





주: 실선은 유의한 경로, 점선은 유의하지 않은 경로를 나타냄.

〈그림 4-13〉 세부 연구모형 3의 가설검증 결과 종합

3) 분석결과의 의미

항만보안수준이 항만회복탄력성의 하위 요인인 흡수력, 적응력 및 복구력 모두에 정(+)의 방향으로 유의한 영향을 주는 것으로 분석되었다. 특히 회복탄력성의 하위요소 중 적응력에 가장 큰 영향을 미치는 것으로 분석되었으며, 그다음은 흡수력, 복구력 순으로 나타났다. 이는 Yang & Hsu(2018)의 연구에서 공급사슬의 보안관리가 민첩성(agility), 유연성(flexibility) 및 속도(speed) 등 회복탄력성의 능력을 향상시키는 데 긍정적인 영향을 준다는 연구결과와 유사한 결과가 도출되었다고 할 수 있다. 항만보안의 이행이 항만회복탄력성 중 비즈니스 파트너 간 정보교환을 통해 작업일정, 작업 처리능력 등을 조절하는 능력인 유연성을 확보하고 이러한 노력을 통해 주요 파트너와 공동으로 상호 이익을 도모하는 데 항만보안이 긍정적인 영향을 미칠 수 있다는 것으로 해석될 수

있다. 다시 말해, 항만보안은 예상하지 못하는 위험을 식별하는 데 우선의 목적을 두고 있기 때문에 항만보안 이행을 통해 식별된 위험에 대한 정보를 파트너들과 공유하고 협력함으로써 위험에 대한 항만시설의 회복탄력성 중 흡수성을 확보하는 데 긍정의 영향을 미친다는 것을 의미한다. 그렇기 때문에 항만보안 이행을 통한 회복탄력성을 구축하는 데 있어 식별된 위험에 대한 파트너들과의 정보공유가 가장 중요한 기능이라 할 수 있다. 아울러 본 연구의 결과는 정부와 민간 간 정보공유와 협력을 통해 국가 중요시설의 보안과 회복탄력성을 강화할 수 있다는 미국 국토안보부의 보고서 내용과도 동일한 결과라 할 수 있다(CISA, 2019). 특히, 실무적으로는 2016년 항만보안사건 발생이 증가하면서 항만보안 관련 유관기관 간 정보공유체계 구축에 대한 필요성이 제기되어 선박을 통해 입국하는 선원 및 승객 등에 대한 출입국 정보를 유관기관 간에 공유하기로 하였으나, 아직도 정보에 대한 공유가 유기적으로 이루어지지 않고 있어, 향후 항만보안 및 항만의 회복탄력성을 확보하기 위한 관계기관 간 정보공유 체제 구축의 필요성을 다시 한 번 확인하는 유의미한 결과라 할 수 있다.

아울러, 본 연구는 항만보안과 항만회복탄력성 간 관계 연구에서 다루지 않고 있는 항만보안과 항만회복탄력성의 하위 요인인 흡수력과 복구력과의 관계도 검증함으로써 기존 연구와 차별성을 보이고 있다. 특히, 항만보안수준이 흡수력과 복구력에도 정(+)의 방향으로 유의한 영향을 주는 것으로 분석되었다. 이는 항만보안이 어떠한 상황 또는 변화에도 원래의 업무를 수행하거나 안정된 상황을 유지하기 위한 시설의 강건성에 긍정의 영향을 미치며, 정보시스템 구축을 통한 화물 흐름의 가시성, 운영 중단에 대한 신속하고 적절한 대응 능력, 위기 상황에 대비한 반응력, 위기로 인한 손실의 영향을 줄일 수 있는 회복력 등에 항만보안이 정(+)의 방향으로 유의미한 영향을 미칠 수 있다는 것을 보여주는 결과이다. 다만, 항만보안수준이 회복탄력성의 적응력에 가장 큰 영

향을 미치고 있어 항만보안수준과 흡수력 및 복구력 간 관계를 증대시킬 필요가 있다.

한편, 항만보안수준과 항만회복탄력성의 흡수력, 적응력 및 복구력 간 관계에 있어 항만서비스를 공급하는 운영사와 이용하는 선사의 조절효과를 분석한 결과 설문응답 집단에 따른 조절효과가 있는 것으로 분석되었다. 운영사 측면에서는 집단을 고려하지 않은 전체 분석결과와 마찬가지로 모든 요인에 정(+)의 방향으로 유의한 영향을 미치는 것으로 분석되었으나, 그 크기에서 전체 분석결과와는 다소 상이하게 적응력, 복구력, 흡수력 순으로 정(+)의 영향이 높은 것으로 나타났다. 반면, 선사 측면에서는 항만보안수준이 흡수력과 적응력에 정(+)의 방향으로 유의한 영향을 미치나, 복구력에는 유의한 영향을 미치지 않는다는 연구결과가 도출되어 운영사와 상이한 결과가 도출되었다. 이를 통해 알 수 있는 것은 운영사와 선사 모두가 항만보안수준이 항만회복탄력성의 흡수력에 가장 큰 정(+)의 효과가 있다고 보고 있으나, 복구력에서는 상반된 의견을 보이고 있다는 점이다. 즉 회복탄력성의 기본적인 목적인 복구력(대응과 회복)에 대한 항만보안수준의 역할에 있어 운영사와 선사의 반응이 상이하다는 것이다. 이는 항만회복탄력성 중 복구력에 대한 운영사와 선사 간 입장차가 반영된 결과라 생각할 수 있다. 즉 항만보안과 항만회복탄력성의 확보 주체로서 운영사는 항만보안과 항만회복탄력성의 확보가 항만기능의 유지를 통한 운영성과를 도출하는 기반으로 경제적 운영성과와 직결되기 때문에 복구력에 대한 중요성을 인식하고 있는 것을 반영한 결과라 판단된다. 반면, 선사 입장에서 회복탄력성은 해상운송시스템의 복구를 의미하기 때문에 이용항만의 변경을 통해 해상운송시스템의 복구를 도모할 수 있다는 것에 기반을 둔 결과라 할 수 있다. 운영사는 선석, 화물처리, 급유 등의 서비스 제공을 통해 수익을 창출하고, 선사는 선박운영을 통해 화물을 운송함으로써 수익을 창출하기 때문에 운영사는 생산성 향상을 통해 짧은 시간에 많은 선사에 서비스를 제

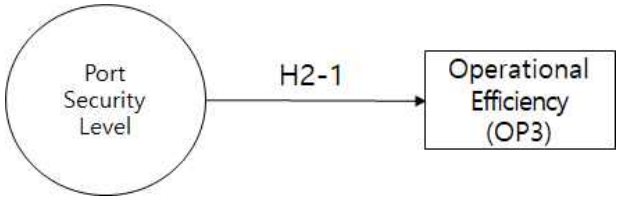
공하는 것을 목적으로 하고, 선사는 선박이 항만에서 머무르는 재항시간을 감소시켜 전체 항해시간을 감소시킴으로써 수익을 창출하는 데 목적을 두고 있는 점이 반영된 결과라 할 수 있다(Zhiyuan 등, 2016). 즉 운영사는 생산성 향상과 안정적인 항만서비스 제공을 통해 수익을 창출하고, 선사는 신속한 해상운송서비스 제공을 통해 수익을 창출하기 때문에 항만의 회복탄력성에 대한 입장차가 존재한다는 것을 확인한 결과이다. 이러한 운영사와 선사의 회복탄력성에 대한 입장차는 지난 1995년 일본 고베항만에서 발생한 지진으로 인한 고베항의 기능마비(shut-down)시 많은 선사가 고베항의 대체항만으로 부산항을 선택한 사례에서도 찾아볼 수 있다. 그렇기 때문에 항만보안과 항만의 회복탄력성의 목표에 대한 집단(운영사/선사) 간 이해의 차가 존재한다고 할 수 있다. 이는 항만보안과 회복탄력성의 성과와 목표에 대해 비즈니스 파트너인 운영사와 선사 간에 공유가 미흡하다는 것을 반증하는 결과라 판단된다. 하지만 위협에 대한 항만보안과 항만회복탄력성 확보는 항만기능 유지를 통한 운영사만의 경제적 성과를 달성하기 위한 것이 아니라, 이를 통한 안정적인 항만서비스 제공은 선사의 안정적인 네트워크 구축을 의미하고 이를 통해 선사도 경제적 성과를 도모하기 위한 협력적 메커니즘의 기반이 될 수 있다는 것에 대한 공통의 인식이 필요하다. 그렇기 때문에 항만이라는 국가 중요시설에서의 보안과 회복탄력성의 문제는 항만서비스 공급의 주체인 운영사와 이용자인 선사 간 공존을 위한 문제로서 이를 확보하기 위한 전략 마련에도 통합적인 준비가 필요하다는 시사점을 도출할 수 있다.

6. 세부 연구모형 4(항만보안수준-운영효율성)의 분석결과

1) 연구모형 설명 및 분석결과

다음은 항만보안수준과 항만의 보안운영성과의 측정변수 중 하나인 운영효율성의 관계에 대한 분석결과를 살펴보도록 한다. 기존 문헌연구에서는 강화된 항만보안수준이 항만의 운영효율성에 미치는 영향이 긍정과 부정으로 나뉘고 있는 것을 확인할 수 있었다. 여기서 항만의 운영효율성은 화물 흐름에 대한 것으로 항만보안이 운영효율성에 긍정적인 영향을 미친다는 연구는 항만보안 도입으로 화물 관련 데이터 관리가 향상되고 화물처리의 가시성이 증가하여 궁극적으로는 화물처리 시간을 감소시킴으로써 화물 흐름을 증가시킨다는 입장이다(Crutch, 2006; Gutiérrez 등, 2007; Thai, 2007; Arsham 등, 2009; Yang & Hsu, 2018). 반면, 운영효율성에 대한 항만보안의 부정적인 영향을 나타낸 문헌연구는 항만보안으로 인해 통관지연, 혼잡도 증가, 낮은 신뢰성의 처리시간 예측, 추가 작업량 등으로 인해 항만의 회전시간이 증가한다는 입장이다(Thai, 2007; Yang, 2010; Urciuoli 등, 2010; Elena 등, 2015). 이와 같이 항만보안과 운영효율성 간 상반된 의견 대립은 아직도 존재한다. 그렇기 때문에 본 연구에서는 강화된 항만보안수준이 항만의 운영효율성에 어떠한 유의미한 영향을 주는지를 분석함으로써 항만보안과 운영효율성 간 상반된 의견 대립에 대한 시사점을 제시하고자 하였다. 아래의 〈그림 4-14〉는 세부 연구모형 4를 나타낸 것이다.

H2-1: 항만보안수준은 항만운영효율성에 긍정적인 영향을 미칠 것이다.



〈그림 4-14〉 세부 연구모형 4

분석에는 확인적 요인분석과 마찬가지로 R 4.0.0의 lavaan 패키지를 활용하였다. 우선, 모형적합도를 살펴보면, 아래의 〈표 4-26〉과 같이 나타난다.

〈표 4-26〉 연구모형 1의 모형적합도

구분	χ^2	df	P-value	CFI	TLI	RMSEA
수치	22.251	5	0.000	0.974	0.949	0.117

세부 연구모형 4의 경우 χ^2/df가 4 이상이며, RMSEA 값이 0.117로 기준을 만족하지 못하나, CFI와 TLI의 값이 0.9 이상으로 좋은 적합도의 기준을 만족하고 있다.

다음으로 가설검증 결과를 살펴보면 〈표 4-27〉과 같이 나타난다.

〈표 4-27〉 세부 연구모형 4의 검증 결과

구분	추정치	표준화 추정치	S.E.	p-value
PSL→ SOP3(H2-1)	0.787	0.605	0.081	0.000**

표준화 추정치는 0.605, p-value가 0.000으로 1% 수준하에서 유

의하게 나타난다. 즉 항만보안수준은 운영효율성에 정(+)의 방향으로 유의한 영향을 미친다는 결과로 가설이 채택되었다.

2) 응답자 집단의 조절효과

다음으로 설문응답자 집단(운영사/선사)을 조절변수로 하여 조절효과에 대해 분석해보았다. 아래의 〈표 4-28〉은 검증 결과를 나타낸 것이다. 비제약모형과 측정계수 제약모형은 p-value가 0.052로 5% 수준 하에서 유의하지 않아 차이가 없는 것으로 나타났으며, 측정계수 제약모형과 구조계수 제약모형은 p-value가 0.008로 1% 수준 하에서 유의한 것으로 나타나 차이가 존재하는 것으로 검증되었다. 즉 세부 연구모형 4에서는 집단에 의한 조절효과가 존재한다는 의미이다.

〈표 4-28〉 세부 연구모형 4의 조절효과 검증

구분	추정치	df	χ^2	χ^2 diff.	df diff.	p-value
테스트1	비제약모형	10	23.950			
	측정계수 제약모형	13	31.670	7.720	3	0.052
테스트2	측정계수 제약모형	13	31.670			
	구조계수 제약모형	14	38.737	7.067	1	0.008**

〈표 4-29〉는 집단 간 가설검증 결과를 비교한 것이다. 운영사의 경우, 표준화 추정치가 0.690으로 나타났으며, 선사는 0.364로 나타났다. 즉 운영사와 선사에서 모두 항만보안수준은 운영효율성에 정(+)의 방향으로 유의한 영향을 미친다는 결과가 나타났으나, 계수가 운영사 집단에서 더 크게 나타났다.

〈표 4-29〉 세부 연구모형 4의 집단 간 가설검증 결과 비교

구분		추정치	표준화 추정치	S.E.	p-value
PSL→ OP3 (H2-1)	운영사	0.884	0.690	0.110	0.000**
	선사	0.438	0.364	0.109	0.000**

3) 분석결과의 의미

항만보안수준이 항만보안성과 중 항만의 운영효율성에 정(+)의 방향으로 유의미한 영향을 주는 것으로 분석되었다. 특히, 지금까지 이 관계에 있어 항만의 이용자인 선사 측면에서는 정(+)과 부(-)의 효과가 상존하는 것으로 연구되었으나, 본 연구에서는 항만서비스 이용자인 선사와 공급자인 운영사 모두 정(+)의 방향으로 유의한 영향이 있다고 분석되었다. 이러한 결과는 Yang & Hsu(2018)의 연구에서 항만보안수준이 화물의 흐름에 정(+)의 효과가 있다는 연구결과와 동일하며, Peleg-Gillai 등(2006)의 연구에서 공급사슬에서의 보안성과로 공급망의 가시성 향상, 제품처리 개선, 운송정보의 적시성 증가, 화물지연 및 화물검사 감소, 운송시간 감소 등이 있다는 결과와도 유사하다고 할 수 있다. 실무적으로는 2004년 ISPS Code가 시행되기 시작하면서, ISPS Code 시행 강화를 도모하기 위해 Safe Framework, AEO 인증제도, ISO/PAS 28000:2007 등을 통해 보안에 대한 일정 자격을 취득한 국제화물운송 참여기업에 간소화된 통관절차(Customs fast-tracking & priority treatment)를 제공함으로써 항만보안에 따른 통관시간 문제를 해소하고 있는 점이 반영된 결과라 할 수 있다. 아울러 「보세화물 입출항 하선 하기 및 적재에 관한 고시」에 따라 화물이 선박에 적재되기 24시간 전까지 화물의 적하목록을 세관에 전자문서로 제출하고, 신고된

적하목록 세관검색과 화물검색이 필요한 위험화물을 분류하여 위험을 내포하고 있다고 판단되는 화물에 대해 화물보안검색을 하게 된다(법제처, 2020). 이는 화물 흐름의 가시성 및 보안검색의 효율성을 높임으로써 화물 흐름을 저해하지 않는다는 것을 의미할 수 있다. 결론적으로 그동안 ISPS Code에 따라 항만보안수준이 강화되어 항만의 운영효율성에 긍정과 부정의 영향을 미친다는 상반된 연구가 대립되어 왔다. 그러나 본 연구의 결과에서는 항만보안수준이 항만의 운영효율성에 정(+)의 방향으로 유의미한 영향을 미치며, 이 결과에는 항만서비스 공급자인 운영사나 이용자인 선사 모두 동의하고 있다. 더군다나 ISPS Code와 더불어 시행되기 시작한 여러 관세제도는 잠재적 위험화물을 식별하고 이로 인해 효율적인 보안검색을 가능하게 해 화물의 흐름을 높이는데 유의미하만 영향을 줄 수 것을 확인한 연구결과라 할 수 있다(Crutch, 2006; Gutiérrez 등, 2007; Thai, 2007; Arsham 등, 2009; Yang & Hsu, 2018).

7. 매개효과

다음으로는 연구모형에 대한 매개효과를 검증함으로써 설명변수와 내생변수 간에 매개변수의 효과를 분석하여 그 중요성을 확인하였다. 매개효과의 검증은 R 4.0.0의 lavaan 패키지를 사용하여 간접효과 경로가 통계적으로 유의한지 알아보는 방식으로 시행하였다. 이때 표준오차를 델타법(delta method)으로 계산하는 방법과 부트스트래핑(bootstrapping)을 이용하여 계산하는 방법, 두 가지를 시행하였다. 두 가지 방법 중 부트스트래핑을 이용하는 방법이 좀 더 엄격한 검사가 가능하며, 최근 많이 이용되고 있는 방법이다. 먼저 델타법으로 계산한 결과는 〈표 4-30〉과 같다. 직접효과와 간접효과의 수치는 표준화 추정치이며, 괄호 안은 p-value를 나타낸다.

〈표 4-30〉 연구모형의 매개효과 검증(델타법)

설명변수	매개변수		내생변수	직접효과	간접효과
PSL	PR		SOP	0.622 (0.000**)	0.168 (0.000**)
PSL	PR		ESP	-0.216 (0.079)	0.103 (0.000**)
PSL	PR		SESP	0.093 (0.359)	0.307 (0.000**)
PR	SOP		ESP	0.164 (0.091)	0.154 (0.007**)
PR	SOP		SESP	0.487 (0.000**)	0.072 (0.035*)
PSL	PR	SOP	ESP	-0.216 (0.079)	0.097 (0.005**)
PSL	PR	SOP	SESP	0.093 (0.359)	0.045 (0.032*)

델타법으로 검증한 결과 항만보안수준 → 항만회복탄력성 → 항만보안운영성과와 항만회복탄력성 → 항만보안운영성과 → 사회·경제적 지속가능성성과의 경우 직접효과와 간접효과가 모두 유의하게 나타났다. 항만보안수준 → 항만회복탄력성 → 환경적 지속가능성성과, 항만보안수준 → 항만회복탄력성 → 사회·경제적 지속가능성성과, 항만보안수준 → 항만보안운영성과 → 환경적 지속가능성성과의 경우, 직접효과는 유의하지 않고 간접효과만 유의한 것으로 나타났다. 다중 매개효과의 경우 항만보안수준 → 항만회복탄력성 → 환경적 지속가능성성과/사회·경제적 지속가능성성과 모두 간접효과만 유의한 것으로 나타났다. 결론적으로, 델타법을 적용할 시 모든 경로에 매개효과가 존재하는 것으로 분석되었다.

다음으로 〈표 4-31〉은 부트스트래핑 방법을 적용하여 검증한 결과이다. 부트스트래핑은 5,000회를 시행하였다. 델타법과 다르게 항만보안

수준 → 항만회복탄력성 → 항만보안운영성과, 항만보안수준 → 항만회복탄력성 → 사회·경제적 지속가능성성과, 항만보안수준 → 항만회복탄력성 → 사회·경제적 지속가능성성과 등 세 가지 경우에만 간접효과가 유의하게 나타나 매개효과가 존재하는 것으로 분석되었다. 즉 항만회복탄력성이 항만보안운영성과에 미치는 영향은 직접적인 효과와 항만회복탄력성을 매개로 한 간접효과가 모두 존재하며, 항만보안수준이 사회·경제적 지속가능성성과에 미치는 영향은 직접적인 효과는 없지만 항만회복탄력성을 매개로 한 간접효과와 항만회복탄력성, 항만보안운영성과를 매개로 한 다중매개효과가 존재한다고 할 수 있다.

〈표 4-31〉 연구모형의 매개효과 검증(부트스트래핑)

설명변수	매개변수		내생변수	직접효과	간접효과
PSL	PR		SOP	0.622 (0.000**)	0.168 (0.009**)
PSL	PR		ESP	-0.216 (0.079)	0.103 (0.167)
PSL	PR		SESP	0.093 (0.359)	0.307** (0.001)
PR	SOP		ESP	0.164 (0.091)	0.154 (0.104)
PR	SOP		SESP	0.487 (0.000**)	0.072 (0.158)
PSL	PR	SOP	ESP	-0.216 (0.079)	0.097 (0.062)
PSL	PR	SOP	SESP	0.093 (0.359)	0.045 (0.047*)

마지막으로, 연구모형에서 운영사와 선사 집단의 조절효과가 존재하는 것으로 분석되었기 때문에, 각 집단의 매개효과에 대해 검증해보았다. 조절효과 분석 시와 동일하게 오차분산이 음수로 계산되는 헤이우드

문제가 발생하여 적응력과 복구력의 분산을 매우 작은 값(0.005)으로 고정한 후 분석을 시행하였다. 〈표 4-32〉와 〈표 4-33〉은 각각 운영사 집단의 매개효과를 델타법과 부트스트래핑으로 검증한 결과이다.

〈표 4-32〉 연구모형에서 운영사 집단의 매개효과 검증(델타법)

설명변수	매개변수		내생변수	직접효과	간접효과
PSL	PR		SOP	0.703 (0.000**)	0.123 (0.060)
PSL	PR		ESP	-0.216 (0.271)	0.156 (0.080)
PSL	PR		SESP	0.171 (0.282)	0.147 (0.044*)
PR	SOP		ESP	0.234 (0.080)	0.091 (0.129)
PR	SOP		SESP	0.219 (0.047*)	0.082 (0.123)
PSL	PR	SOP	ESP	-0.216 (0.271)	0.061 (0.122)
PSL	PR	SOP	SESP	0.171 (0.282)	0.055 (0.116)

〈표 4-33〉 연구모형에서 운영사 집단의 매개효과 검증(부트스트래핑)

설명변수	매개변수		내생변수	직접효과	간접효과
PSL	PR		SOP	0.703 (0.000**)	0.123 (0.082)
PSL	PR		ESP	-0.216 (0.271)	0.156 (0.180)
PSL	PR		SESP	0.171 (0.282)	0.147 (0.149)
PR	SOP		ESP	0.234 (0.080)	0.091 (0.412)
PR	SOP		SESP	0.219 (0.047*)	0.082 (0.433)
PSL	PR	SOP	ESP	-0.216 (0.271)	0.061 (0.433)
PSL	PR	SOP	SESP	0.171 (0.282)	0.055 (0.375)

델타법으로 검증한 결과, 운영사 집단에서는 항만보안수준 → 항만회복탄력성 → 사회·경제적 지속가능성성과의 경우만 간접효과가 유의하게 나타났으나, 부트스트래핑의 경우 모든 간접효과가 유의하지 않은 것으로 나타났다. 즉 전체 집단의 경우와 다르게 운영사 집단에서는 매개효과가 존재하지 않는 것으로 분석되었다.

다음으로 〈표 4-34〉와 〈표 4-35〉는 각각 선사 집단의 매개효과를 델타법과 부트스트래핑으로 검증한 결과이다. 델타법으로 검증한 결과 선사 집단에서는 항만보안수준 → 항만회복탄력성 → 항만보안운영성과, 항만보안수준 → 항만회복탄력성 → 사회·경제적 지속가능성성과, 항만회복탄력성 → 항만보안운영성과 → 환경적 지속가능성성과의 세 가지 경로에서 간접효과가 유의하게 나타났다. 그러나 부트스트래핑의 경우 운영사와 마찬가지로 모든 간접효과가 유의하지 않은 것으로 나타났다. 즉

선사 집단에서도 운영사 집단과 마찬가지로 매개효과가 존재하지 않는 것으로 추측할 수 있다.

〈표 4-34〉 연구모형에서 선사 집단의 매개효과 검증(델타법)

설명변수	매개변수		내생변수	직접효과	간접효과
PSL	PR		SOP	0.554** (0.000)	0.080* (0.038)
PSL	PR		ESP	-0.159 (0.215)	0.024 (0.454)
PSL	PR		SESP	0.137 (0.245)	0.159* (0.036)
PR	SOP		ESP	0.086 (0.440)	0.159* (0.036)
PR	SOP		SESP	0.572** (0.001)	0.036 (0.363)
PSL	PR	SOP	ESP	-0.159 (0.215)	0.044 (0.067)
PSL	PR	SOP	SESP	0.137 (0.245)	0.010 (0.378)

〈표 4-35〉 연구모형에서 선사 집단의 매개효과 검증(부트스트래핑)

설명변수	매개변수		내생변수	직접효과	간접효과
PSL	PR		SOP	0.554** (0.000)	0.080 (0.193)
PSL	PR		ESP	-0.159 (0.215)	0.024 (0.736)
PSL	PR		SESP	0.137 (0.245)	0.159 (0.114)
PR	SOP		ESP	0.086 (0.440)	0.159 (0.564)
PR	SOP		SESP	0.572** (0.001)	0.774 (0.363)
PSL	PR	SOP	ESP	-0.159 (0.215)	0.044 (0.527)
PSL	PR	SOP	SESP	0.137 (0.245)	0.010 (0.755)

제 5 장 결론 및 시사점

제1절 연구결과의 요약

2020년은 코로나19의 해이다. 2019년 말부터 시작하여 전 세계로 확산된 코로나19는 세계 경제를 위기로 몰아넣었다. 특히 전염병의 확산을 방지하기 위해 시행된 이동제한과 국경봉쇄는 글로벌 공급사슬에 영향을 주어 세계 무역량이 감소하는 결과가 초래되었다. 특히 국가 간 무역의 80%를 담당하는 해상운송에 대한 영향은 2008~2009년 글로벌 금융위기 시의 감소율 -4.13%보다 낮은 -5.6%로 예상되기도 한다. 코로나19는 예상하지 못했던 위협으로 세계화로 인해 복잡성이 증가된 사회의 특성상 더 큰 사회적 재난을 초래할 수 있다는 점을 보여준 사례이다. 그렇기 때문에 최근에는 이러한 예상하지 못하는 위협에 대비한 사회적 회복탄력성(resilience) 확보의 문제가 이슈화되고 있다.

예상하지 못하는 위협에 반응하여 정상적인 기능 상태로 신속하게 회복할 수 있는 회복탄력성은 위협에 대해 '어떤 것'을 '어떻게 유지'(maintain) 시킬 것인가에 대한 것으로 '어떤 것'에 대한 사회적 합의를 통해 확보될 수 있다. 따라서 공급사슬의 노드이자 국가 중요시설인 항만의 회복탄력성은 필수적인 사회 서비스 제공과 보장 유지(maintain)를 통해 지속(sustain)적으로 서비스를 제공함으로써 항만 이용자의 사회·경제적 질을 높이기 위한 것이라 할 수 있다(Fiksel, 2013; Rockström 등, 2009). 특히 예상하지 못하는 위협을 식별하고 식별된 위협에 대한 기능의 취약성을 보완하는 보안(security)은 국가 중요시설인 항만에 있어 회복탄력성 및 지속가능성과 더불어 사회적 안보를 확보하기 위한 중요한 요인이다(CISA, 2019; Matutinović, 2015). 그렇기 때문에 항만보안, 항만회복탄력성 및 항만의 지속가능성은 다양화되는 위협에 대

응하여 세계 무역의 80%를 담당하는 항만의 기능을 유지하고 미래 사회와 그 기능을 공존시키기 위해 반드시 필요한 기능이라 할 수 있다. 그러나 항만 현장에서는 항만보안, 항만회복탄력성, 항만의 지속가능성 등이 분리되어 적용되어 이행의 중복성이 발생하는 등 적용의 비효율성이 존재한다. 이로 인해, 예상하지 못하는 위협에 대응한 항만보안, 항만회복탄력성 및 항만의 지속가능성의 통합적인 현장 적용 필요성이 제기되기도 한다.[24)]

아울러 항만보안에 대한 성과에 대해 항만서비스를 제공하는 운영사와 이용하는 선사 간에 차이를 보인다. 이는 항만보안의 국제 규정인 ISPS Code 이행에 따른 비용투입에 따른 것이다. 물론 기업 차원에서는 비용투입에 따른 유형의 성과가 필요하다. 그렇지만 항만보안은 우발성과 불확실성이 높아지는 가운데 선호하는 미래(사회, 경제 및 환경 측면)를 확보하기 위한 것으로 투자에 대한 성과는 서비스를 미래에도 지속 유지함으로써 발생한다 할 수 있다(Smiljanic, 2016).

이러한 점을 감안하여, 본 연구에서는 항만보안수준-항만회복탄력성-항만보안운영성과-사회·경제적 지속가능성성과 및 환경적 지속가능성성과 간의 관계를 우리나라의 항만보안을 담당하고 있는 운영사 및 이용자인 선사를 대상으로 한 설문조사를 통해 실증 분석함으로써 항만보안, 항만회복탄력성 및 항만의 지속가능성의 통합관리 및 항만보안 이행에 대한 당위성을 확보하는 데 연구의 목적을 두었다. 또한 항만보안수준-항만의 운영효율성 간 및 항만보안수준-항만회복탄력성의 하위요소 간, 항만보안수준-항만회복탄력성-항만보안운영성과 간 영향 관계 등 전체 연구모형을 세분화하여 분석함으로써 항만보안 이행이 항만운영효율성에 미치는 영향을 파악하고 항만보안-항만회복탄력성 통합관리 등에 대한 구체적인 방향을 제시하고자 하였다.

---

24) 항만 운영사 실무 담당자 인터뷰(2020년 7월).

이를 위해, 본 연구에서는 '항만보안수준', '항만회복탄력성', '항만보안운영성과', '사회·경제적 지속가능성성과', '환경적 지속가능성성과'의 개념을 기존 관련 문헌연구들을 통해 설정하였으며, 각각의 요인들에 대한 하위 요인들도 관련 선행연구 및 문헌들을 통해 설정하였다. 아울러 개념의 유의함을 확인하고, 각각의 요인 간 관계에 있어 어떤 형태로 영향을 미치는가를 확인하기 위해 다음의 연구모형을 설정하였다.

연구모형: 항만보안수준-항만회복탄력성-항만보안운영성과-항만지속가능성성과(사회·경제적, 환경적) 간 관계
세부 연구모형 1: 항만보안수준-회복탄력성-항만보안운영성과 간 관계
세부 연구모형 2: 항만회복탄력성-운영효율성 간 관계
세부 연구모형 3: 항만보안수준-항만회복탄력성(하위요소) 간 관계
세부 연구모형 4: 항만보안수준-운영효율성 간 관계

아울러 연구가설을 설정하였으며, 이를 검증하기 위해 전국 항만에 위치한 터미널 운영사, 선사, 항만물류협회 및 항만당국의 보안 관련 시설보안책임자(PFSO), 선박보안책임자(SSO), 내부보안심사자 등 보안 관계자 및 운영담당자 등을 대상으로 설문의 취지를 설명한 후 설문조사를 실시하여 총 253개의 설문자료를 수집하였다. 수집된 자료를 토대로 연구모형에 따른 연구가설을 R 4.0.0의 lavaan 패키지를 활용하여 검증하였다. 기본적인 검증방법에는 구조방정식을 이용하였다. 아울러 항만서비스 공급자인 운영사와 이용자인 선사를 구분하여 이해관계자별 연구모형 및 연구가설에 대해 검증함으로써 운영사와 선사 간 차별성을 검증하였다.

연구모형인 항만보안수준, 항만회복탄력성, 항만보안운영성과, 사회·경제적 지속가능성성과, 환경적 지속가능성성과 등 다섯 가지 요인 간

관계에 있어서 항만보안수준과 항만회복탄력성의 관계는 정(+)의 관계, 항만회복탄력성과 항만보안운영성과 간 관계는 정(+)의 관계, 항만보안운영성과와 사회·경제적 지속가능성성과 및 환경적 지속가능성성과 간에는 정(+)의 영향이 있는 것으로 확인되었다. 이는 불확실성과 우발성을 가지는 위협에 대한 식별, 대비, 대응, 복원 기능을 가진 항만보안수준과 항만회복탄력성을 통한 항만보안운영성과는 사회적, 경제적, 환경적 지속가능성을 도모하기 위한 사회적 안보 개념의 관리도구임을 시사한다. 하지만 항만보안수준-사회·경제적 지속가능성성과, 항만보안수준-환경적 지속가능성성과, 항만회복탄력성과 환경적 지속가능성성과 간에는 직접적으로 유의한 영향을 미치지 않는 것으로 분석되었다. 즉 항만보안과 항만의 지속가능성 간이나 항만회복탄력성과 항만의 환경적 지속가능성 간에는 직접적으로 유의한 영향을 미치지 않으나, 항만보안-항만회복탄력성-항만보안운영성과-항만의 지속가능성성과 간에는 매개효과가 존재하여 항만보안이나 항만회복탄력성은 항만의 지속가능성을 도모하기 위해 유기적으로 연계하여 관리할 필요가 있음을 시사하고 있다.

세부 연구모형 1인 항만보안수준과 회복탄력성, 항만보안운영성과의 세 가지 요인 간 관계에 있어 항만보안수준은 항만회복탄력성과 항만보안운영성과에 모두 정(+)의 방향으로 유의미한 영향을 미치며, 항만회복탄력성 또한 항만보안운영성과에 정(+)의 방향으로 유의한 영향을 미침을 알 수 있었다. 또한, 설문응답자 집단에 따른 조절효과 분석결과에 따르면, 선사의 경우에는 전체의 분석결과와 같으나, 운영사는 항만보안수준이 항만회복탄력성에 정(+)의 방향으로 영향을 주나, 항만보안수준에 영향을 받은 항만회복탄력성은 항만보안운영성과에 유의한 영향을 주지 않는 것으로 나타나 전체 분석결과와 상이한 결과를 보였다. 이런 결과는 항만운영사 입장에서 항만보안과 항만회복탄력성이 예상하지 못하는 위험에 대비한 통합관리 기능이 아닌 독립된 기능으로 인식하고 있는 점이 반영된 결과라 판단된다. 즉 항만보안과 항만회복탄력성은 각종 위

협을 식별하고 대비·대응, 복구를 통해 항만 기능을 유지하기 위한 유기적인 수단이나, 이의 시행주체인 운영사는 그렇게 인식하고 있지 않다는 것이다. 따라서 항만보안 및 회복탄력성 간을 유기적으로 연계하기 위한 노력이 필요하다는 실무적 시사점이 도출될 수 있었다.

세부 연구모형 2인 항만회복탄력성과 항만의 운영효율성 간의 관계에 있어 항만회복탄력성은 항만의 운영효율성에 정(+)의 방향으로 유의미한 영향을 미친다는 것을 확인할 수 있었다. 또한 설문 집단에 따른 조절효과는 없어, 운영사와 선사 간에도 그 결과가 같다는 것을 알 수 있었다. 특히 정보공유 등을 통한 가시성 확보는 예상하지 못하는 위협 상황뿐만 아니라 평상시의 화물 흐름에도 정(+)의 영향을 미쳐 결과적으로는 항만의 운영효율성이 증대될 수 있다는 것을 보여주는 것으로 평상시에도 항만운영에 적용 가능한 항만운영시스템이라는 의미로 해석할 수 있었다.

세부 연구모형 3인 항만보안수준과 항만회복탄력성의 하위요소(흡수력, 적응력, 복구력) 간 관계에 있어 항만보안수준은 흡수력, 적응력, 복구력 모두에 정(+)의 방향으로 유의미하게 영향을 미친다는 것을 확인하였다. 특히 회복탄력성의 하위 요인 중 적응력에서 가장 높은 영향을 미치는 것으로 확인되었다. 적응력은 파트너와 공동의 상호이익을 위한 전략적 목표를 공유·협력하고 예상하지 못하는 위협에 대해 주기적이고 정확한 정보를 교환함으로써 작업 일정, 작업 처리능력, 공급능력 등을 조절하는 능력에 대한 것이다. 즉 항만보안 활동을 통해 식별된 위협에 대한 상황을 파트너들과 공유는 항만의 회복탄력성을 제고하는 데 많은 영향을 미칠 수 있다는 것을 시사한다. 또한, 본 연구모형에서는 기존 선행연구에서 다루지 않고 있는 항만보안수준과 회복탄력성의 흡수력과 복구력 관계에 있어서도 정(+)의 방향으로 유의한 영향을 미치는 것으로 분석되었다. 이는 항만보안수준이 회복탄력성의 강건성, 여분성,

가시성(이상 흡수력), 반응과 회복(이상 복구력) 등에도 유의미한 영향을 미쳐 항만의 회복탄력성을 강화할 수 있는 요인이 될 수 있다는 것을 의미한다. 한편, 설문 집단에 따른 조절효과 분석에서 운영사 측은 적응력, 복구력, 흡수력 순으로 항만보안수준이 항만회복탄력성에 정(+)의 방향으로 유의미한 영향을 주고 있는 것으로 나타났다. 반면, 선사 측면에서는 항만보안수준이 흡수력과 적응력에 정(+)의 방향으로 유의한 영향을 주나 복구력에는 유의한 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 즉 회복탄력성의 기본적인 목적인 위협에 대한 신속한 대응과 회복과 관계한 항만보안수준의 역할에 대해 운영사와 선사의 반응이 상이하다는 점이다. 이는 항만보안과 회복탄력성의 목표에 대한 이해의 차가 존재한다는 것으로 해석될 수 있다. 즉 운영사는 항만보안과 항만회복탄력성 이행의 주체로서 항만시설을 위협으로부터 신속하게 복구함으로써 항만 기능을 유지하는 것에 항만보안과 회복탄력성의 목표를 두고 있는 반면, 선사의 회복탄력성은 항만의 신속한 복구라기보다 선사가 가진 네트워크를 신속하게 복구함으로써 선사의 서비스를 유지하는 것에 회복탄력성의 목표를 두고 있다는 것이다. 그렇기 때문에 항만운영사 입장에서는 항만보안과 항만회복탄력성의 목표를 비즈니스 파트너인 선사와 공유하고 공동의 상호 이익을 위한 협력을 도모할 필요가 있음을 시사한다.

세부 연구모형 4인 항만보안수준과 항만보안운영성과 중 운영효율성 간 관계에 있어 항만보안수준은 운영효율성에 정(+)의 유의미한 영향을 미치고 있는 것으로 확인되었다. 특히 운영사와 선사 모두에서 항만보안수준이 운영효율성에 정(+)의 방향으로 유의한 영향을 미친다는 결과가 나타나, 이해관계자 간 의견 차이는 발생하지 않는 것을 확인하였다. 이는 ISPS Code 시행과 더불어 Safe Framework, AEO 인증제도, ISO/PAS 28000:2007 등을 통한 통관절차의 간소화 및 24시간 적하목록신고제도 등을 이행함으로써 운송정보의 적시성 및 가시성이 증가하고 화물검사를 감소시켜 항만보안에 따른 검색시간 문제를 해소하고 있

는 현실을 반영한 의미라 할 수 있다.

종합적으로 본 연구를 통해 확인할 수 있었던 점은 세계화로 인해 복잡성이 증가된 사회의 특성상 사회적 재난을 초래할 수 있는 위협이 다양화되었고, 이에 대응하여 공급사슬의 한 노드이자 국가 중요시설인 항만에 있어 항만보안과 항만의 회복탄력성 확보의 필요성이 크다는 점이다. 그렇기 때문에 항만보안이 단순히 항만시설에 대한 접근제어만을 의미하는 것이 아니라 접근제어와 회복탄력성을 통한 항만보안운영성과의 달성은 항만과 기업, 지역, 국가가 현재와 미래가 모두 공존하기 위한 것으로 항만서비스의 공급자인 항만운영사와 이용자인 선사 등을 포함하는 이해관계자 간 이해와 더불어 확보를 위한 모두의 협력이 필요하다. 또한, 모든 이해관계자 간 사회적, 경제적, 환경적 영역의 지속가능발전 목표에 대한 타협과 더불어 항만보안, 항만회복탄력성 및 지속가능성 등에 대한 신중한 통합·관리도 필요하다.

제2절 연구의 시사점

1. 연구의 학문적 시사점

본 연구는 '항만보안수준', '항만회복탄력성', '항만보안운영성과', '사회·경제적 지속가능성성과', '환경적 지속가능성성과'의 개념 간 관련성을 파악하기 위해 다수의 모형을 설정하고 개념 간 영향을 실증적으로 분석하고자 하였다. 이에 따른 본 연구의 학문적 관점에서의 시사점은 다음과 같다.

첫째, ‘항만보안수준’, ‘항만회복탄력성’, ‘항만보안운영성과’, ‘사회·경제적 지속가능성성과’, ‘환경적 지속가능성성과’ 등과 관련한 선행연구를 기반으로 각각의 요인을 도출하고 요인 간 관계에 대한 다섯 개의 연구모형을 설정하여 실증 분석하였다는 점이다. 기존 문헌은 ‘항만보안수준’과 ‘항만보안운영성과’ 간 관계, ‘항만보안수준’, ‘항만회복탄력성’, ‘항만보안운영성과’ 간 관계 등에 관한 실증 분석을 통해 각 요인 간 어떠한 영향을 미치는지를 분석하고 있다. 또는 ‘보안’과 ‘회복탄력성’, ‘회복탄력성’과 ‘지속가능성’ 간 관계에 대해 개념적(conceptual)으로 접근하여 공급사슬 및 국가 중요시설에 대한 ‘보안’, ‘회복탄력성’ 및 ‘지속가능성’의 중요성을 제시하고 있다. 하지만 본 연구에서는 ‘항만보안수준’, ‘항만회복탄력성’, ‘항만보안운영성과’, ‘사회·경제적 지속가능성성과’, ‘환경적 지속가능성성과’ 등의 요인에 대해 실증 분석을 통해 요인 간 관계를 분석함으로써 각종 위협에 대응한 각각의 요인들의 중요성을 제시하고 있으며, 위협에 대응한 항만의 기능 유지를 위한 각 요인 간 연계성 강화를 제시하고 있어 기존 문헌연구와 차별성을 가진다.

둘째, 공급사슬 분야에서 많이 연구되고 있는 회복탄력성의 개념을 항만 분야에 적용하고, 이를 항만보안수준, 항만보안운영성과, 항만의 지속가능성성과(사회·경제적, 환경적)와 연계하여 그 영향을 분석함으로써 항만 분야에서 회복탄력성의 역할을 규명하고 있다는 점이다. 특히 그동안 항만을 포함한 인프라 시설에서의 회복탄력성은 지진, 태풍 등으로 인해 시설구조가 파괴되거나 변화하는 상황에 대한 대비, 대응, 복구 등을 통해 시설의 기능을 유지하는 것에 대다수의 연구가 초점을 맞추고 있었다. 그러나 본 연구에서는 파괴를 동반하는 보안사건에 대한 항만보안과 연계한 항만의 회복탄력성을 연구함으로써 기존 선행연구와 차별성을 가진다고 할 수 있다. 더군다나, 항만보안수준과 항만회복탄력성 간 관계에 있어 항만보안수준이 항만회복탄력성의 적응력뿐만 아니라 흡수력 및 복구력에도 정(+)의 방향으로 유의한 영향을 미친다는 연구결과

는 기존 연구결과와 차별된다.

셋째, 설문 집단(항만운영사 vs. 선사)에 따른 각 연구모형별 조절효과를 분석함으로써 집단에 따른 연구모형에 대한 분석결과를 비교하였다는 점에서 기존의 연구와 차별성을 가진다. 본 연구의 설문 대상자는 항만서비스 공급자인 운영사와 이용자인 선사를 대상으로 하였다. 본 연구의 2장에서 살펴보았듯이, 그동안 항만운영사와 선사는 항만보안에 따른 보안운영성과에 대해 많은 입장차를 보여 왔다. 이는 기존 선행연구가 공급자(운영사) 입장 또는 이용자(선사) 입장을 분리하였거나 공급자와 이용자를 합쳐 항만보안과 보안운영성과 간 영향관계를 분석하였기 때문이다. 따라서 하나의 연구를 통해 항만서비스 공급자와 이용자를 구분하여 항만보안과 항만보안운영성과 간 영향관계를 분석하고, 공급자와 이용자를 포함한 전체 연구결과와 비교함으로써 이해관계자에 따른 입장차를 비교할 수 있었다는 측면에서 기존 선행연구와 차별성을 가진다. 특히 설문 집단에 따른 조절효과 분석을 통해 항만보안수준-항만회복탄력성의 하위요소 간 영향관계에서 입장차를 확인할 수 있었다. 즉 운영사는 위협에 대응한 신속 대응을 통해 성과를 창출하는 데 회복탄력성의 목적을 두는 반면, 선사는 항만에서 발생한 위협에 대해 신속하게 대체항만을 선정하여 네트워크를 복원하는 데 회복탄력성의 목표를 둘 수 있다는 것이다.

넷째, 매개효과 분석을 통해 항만보안수준과 항만보안운영성과 간에 항만회복탄력성이 미치는 영향, 항만보안수준과 환경적 지속가능성성과 간에 항만회복탄력성이 미치는 영향, 항만보안수준과 사회·경제적 지속가능성성과 간에 항만회복탄력성이 미치는 영향, 항만회복탄력성과 환경적 지속가능성성과 간에 항만보안운영성과가 미치는 영향, 항만회복탄력성과 사회·경제적 지속가능성성과 간에 항만보안운영성과가 미치는 영향, 항만보안수준과 환경적 지속가능성성과 간에 항만회복탄력성과 항만

보안운영성과가 미치는 영향, 항만보안수준과 사회·경제적 지속가능성성과 간에 항만회복탄력성과 항만보안운영성과가 미치는 영향을 분석함으로써 설명변수와 내생변수 간에 매개변수의 효과를 분석하여 그 중요성을 확인하고 있다는 점이다. 특히 델타법과 부트스트래밍의 두 가지 방법을 사용하여 매개효과를 분석하였는데, 델타법을 이용했을 경우에는 모든 경로에서 매개효과가 있는 것으로 분석되었다. 반면, 부트스트래밍을 활용하여 매개효과를 분석한 결과는 델타법과 다른 결과를 보였지만, 항만회복탄력성이 항만보안운영성과에 미치는 영향은 직접적인 효과와 회복탄력성을 매개로 한 간접효과가 모두 존재하는 것으로 분석되었다. 아울러 항만보안수준이 사회·경제적 지속가능성성과에 미치는 영향은 직접적인 효과는 없지만 회복탄력성을 매개로 한 간접효과와 회복탄력성, 항만보안운영성과를 매개로 한 다중매개효과가 존재한다고 할 수 있다. 즉 직·간접적으로 항만보안수준, 항만회복탄력성, 항만보안운영성과 및 사회적·경제적 지속가능성성과와 환경적 지속가능성성과 간에는 영향을 미치는 것으로 분석되었다.

다섯째, 항만 분야에 있어 항만보안에 대한 연구를 회복탄력성과 지속가능성까지 연계하여 연구함으로써 연구대상의 범위를 확대했다는 점이다. 그동안 항만보안에 관한 연구는 항만보안제도 도입에 따른 성과를 분석하는 연구에 집중되어 왔다. 이는 항만보안제도 도입으로 인해 비용이 투입되기 때문에 비용투입 대비 효과에 대한 연구를 수행함으로써 항만보안제도 도입에 대한 필요성을 제시하는데 연구의 목적을 두었기 때문이다. 아울러 항만 분야에서 회복탄력성 연구는 태풍, 지진 등 자연재해에 관계되어 대부분 수행되어 왔으며, 일부 선행연구에서 보안 문제와 연계된 회복탄력성 연구가 진행되어 왔다. 또한 항만 부문에서의 지속가능성 연구는 환경 문제와 연계되어 일부 연구가 진행되어 왔다. 하지만, 본 연구에서는 항만보안 문제와 연계된 항만회복탄력성 및 지속가능성을 연구의 주제로 다루고 있어 항만보안과 관련된 연구 범위를 넓혔으며,

자연재해 이외의 고의적 위협에 대한 항만회복탄력성과 지속가능성의 중요성을 제시하는 연구결과가 도출되어 기존 선행연구와 차별성을 가진다.

2. 연구의 실무적 시사점

본 연구의 실무적 시사점은 다음과 같다.

첫째, 강화된 항만보안수준이 항만운영효율성에 유의미한 영향을 미치지 못할 수 있다는 다수의 기존 연구와 달리 본 연구에서 항만보안수준은 항만 운영효율성에 정(+)의 유의미한 영향을 미치는 것으로 분석되었다. 특히 항만서비스를 이용하는 선사 입장에서도 항만보안수준이 항만운영효율성에 부정적인 영향을 미칠 수 있다는 기존 선행연구 결과와 달리 두 변수 간에 유의미한 영향이 있다는 것으로 분석되었다. 이는 항만에서의 보안활동과 더불어 관세 부문의 Safe Framework, AEO 인증제도, ISO/PAS 28000:2007, 24시간 rule 등이 적용되어 통관업무의 효율성이 높아졌기 때문으로 해석될 수 있다. 즉 잠재적 위협에 대해 항만보안업무와 관세업무의 식별 기능이 상호작용함으로써 검색대상의 정확성, 보안검색의 효율성을 높여 화물 흐름의 가시성을 높였기 때문으로 해석될 수 있다. 그렇기 때문에 항만보안업무와 관세업무의 상호 연계성을 강화하기 위한 기관 간 협력이 필요할 것이다.

둘째, 항만보안수준은 항만회복탄력성의 흡수력, 적응력, 복구력 모두에 정(+)의 방향으로 유의한 영향을 준다. 특히 적응력에 많은 유의미한 영향을 주는 것으로 나타났다. 적응력은 파트너와 공동의 상호이익을 위한 전략적 목표를 공유·협력하고, 예상하지 못하는 위협에 대해 주기적이고 정확한 정보를 교환함으로써 작업 일정, 작업 처리능력, 공급

능력 등을 조절하는 유연성을 확보하는 능력으로서 위협에 대한 식별 기능을 가진 항만보안과의 관계성이 높다 할 수 있다. 즉 항만보안은 예상하지 못하는 위협을 식별하는 데 우선의 목적을 두고 있기 때문에 항만보안 이행을 통해 식별된 위협에 대한 정보를 파트너들과 공유하고 협력함으로써 항만시설의 유연성을 확보할 때 항만의 회복탄력성을 확보할 수 있다는 것을 의미한다. 그렇기 때문에 항만보안과 관련된 유관기관 간 정보공유체계 구축은 항만보안은 물론 항만회복탄력성을 확보하는 데 중요한 요소라 할 수 있다.

셋째, 항만보안수준과 항만회복탄력성의 흡수력, 적응력, 복구력 간의 관계에 있어 항만운영사와 선사 간에는 항만보안수준과 복구력 간의 관계에서 상반된 결과가 도출되었다. 즉 운영사는 정(+)의 영향이 있는 반면, 선사는 그렇지 않다는 것이다. 이는 항만회복탄력성 중 복구력의 대상에 대한 운영사와 선사 간 입장차가 반영된 결과라 생각할 수 있다. 즉 운영사는 생산성 향상과 안정적인 항만서비스 제공을 통해 수익을 창출하고, 선사는 신속한 해상운송서비스 제공을 통해 수익을 창출하기 때문에 항만의 회복탄력성 중 복구에 대한 입장차가 존재한다 할 수 있다. 이는 항만운영사 입장에서 항만보안이나 항만회복탄력성의 성과와 목표에 대해 비즈니스 파트너인 선사와 공유가 미흡하다는 것을 반증하는 결과라 판단된다. 즉 위협에 대한 항만보안과 항만회복탄력성 확보는 항만기능 유지를 통한 운영사만의 경제적 성과를 달성하기 위한 것이 아니라, 이를 통한 안정적인 항만서비스 제공은 선사의 안정적인 네트워크 구축을 의미하고 이를 통해 선사도 경제적 성과를 도모하기 위한 협력적 메커니즘의 기반이 될 수 있다는 것에 대한 공통의 인식이 필요하다는 점이다. 따라서 항만이라는 국가 중요시설에서의 보안과 회복탄력성 문제는 항만서비스 공급의 주체인 운영사와 이용자인 선사 간 공존을 위한 문제이기 때문에 이를 확보하기 위한 전략 마련에도 통합적인 준비가 필요하다는 시사점을 도출할 수 있다.

넷째, 항만회복탄력성은 항만의 운영효율성에 정(+)의 방향으로 유의한 영향을 미치며, 이에 대한 결과는 운영사와 선사에서도 동일하다. 이는 예상하지 못하는 위협에 대비한 항만회복탄력성이 가지는 특성이 항만의 운영효율성에도 긍정의 영향을 미친다는 뜻이다. 특히 항만회복탄력성의 요소인 정보공유를 통한 가시성 확보는 예상하지 못하는 위협 상황뿐만 아니라 평상시 항만의 운영효율성을 높이는 요소로 작용할 수 있다. 그렇기 때문에 항만회복탄력성은 비상시에 대비·대응하기 위한 시스템뿐만 아니라 평상시에도 항만운영에 적용 가능한 항만 운영방안이라 할 수 있다. 이는 항만회복탄력성이 특정 상황에 대비한 기능이라는 인식에서 탈피하여 기존 항만운영시스템과 연계·운용하기 위한 노력이 필요함을 시사한다.

다섯째, 예상하지 못하는 위험을 식별하는 데 초점이 있는 항만보안과 위험 관련 회복탄력성 확보는 화물손실 및 손상 감소, 보안사건 및 부상사고 빈도 감소, 항만의 운영효율성을 증가시키는 데 유의한 영향을 미치는 상호 협력적 개념이라고 볼 수 있다. 그러나 현실적으로 우리나라에서는 항만보안과 회복탄력성 관련 법·제도가 분리되어 있어 항만보안과 항만회복탄력성을 연계하는 데 한계가 있다. 따라서 이러한 한계점을 극복하고 항만보안과 회복탄력성의 성과를 최대화하기 위해서는 이들 법·제도를 유기적으로 연계해 통합 관리하기 위한 협력이 필요하다.

여섯째, 본 연구를 통해 확인할 수 있었던 점은 세계화로 인해 복잡성이 증가된 사회의 특성상 사회적 재난을 초래할 수 있는 위협에 대응한 항만보안은 항만시설에 대한 접근제어만을 의미하는 것이 아니라 회복탄력성을 통한 항만보안운영성과의 달성은 항만과 기업, 지역, 국가가 현재와 미래 모두 공존하기 위한 사회적 기반이라는 점이다. 또한, 이를 확보하기 위해서는 모든 이해관계자 간 사회적, 경제적, 환경적 영역의 지속가능발전 목표와의 타협은 물론 항만보안, 항만회복탄력성 및 지속

가능성 등에 대한 통합·관리의 필요성을 시사하고 있다.

제3절 연구의 한계 및 향후 연구과제

1. 연구의 한계

본 연구가 가지는 한계점을 살펴보면 다음과 같다. 첫째, 항만보안수준의 요인 설정에 있어, Chang & Hsu(2018)의 연구에서 보듯 항만의 보안품질을 확보하기 위한 관리요인으로 화물관리, 시설관리, 정보관리, 인력관리, 보안의 질적 수준 등 다양한 요인을 포함하지 않았다는 점이다. 이들 요인을 포함하지 않은 이유는 본 연구에서 설정하고 있는 항만보안수준의 요인이 ISPS Code상의 보안수준 level 1 상태에서 준수해야 하는 최소 조건의 요인이라는 점이다. 이로 인해, 항만보안운영성과에 영향을 주는 항만보안수준 요인에 대한 세부적인 시사점을 도출하는 데 한계를 가진다.

둘째, 항만보안수준과 항만보안운영성과 간 관계를 검증하는 데 있어 보안비용에 대한 변수를 포함하지 않고 있다는 점이다. 비용변수를 포함하지 않은 이유는 보안비용 투입으로 인한 보안의 성과가 보안수준을 높여 보안사건 및 사고 등 위협을 줄이는 직접적인 효과와 더불어 보안사건 및 사고 발생으로 인한 부정적인 경제적 영향 완화와 기능의 안정성 확보를 통해 경제적 성과를 유지하는 등 간접적인 효과를 가질 수 있다고 판단했기 때문이다. 다만, 항만보안수준과 항만보안운영성과 간 조절변수로 보안비용을 포함하지 않음으로써 보안비용 투입이 항만보안수준과 항만보안운영성과 간에 어떠한 영향을 주는지에 대한 구체적인 시사점을 도출하는 데 한계를 가진다.

셋째, 사회·경제적 지속가능성성과의 요인을 설정하는 데 있어 사회적 요인과 경제적 요인을 합쳐 사회·경제적 지속가능성성과의 요인으로 연구모형에 사용되었다는 점을 들 수 있다. 이를 분리하여 연구모형에 적용하지 못한 이유는 항만보안수준이 사회적 지속가능성성과에 영향을 미칠 수 있는 요인이 보안사건 및 사고를 줄여 사회적인 안전성을 확보함으로써 사회와의 관계 개선에 영향을 주는 것이 대표적인 사회적 성과라고 판단했고, 이는 Lu 등(2016)의 선행연구에서도 확인할 수 있었기 때문이다. 다만, Stein & Acciaro(2020) 등이 사회적 지속가능성성과로 제시하고 있는 고용품질, 법적·정책적 효과에 대한 성과를 포함하지 못함으로써 이에 대한 세부적인 시사점을 확보하는 데 한계가 있음을 밝히고자 한다.

넷째, 본 연구의 설문은 코로나19가 한창인 상황에서 진행되어 항만보안, 항만회복탄력성, 항만지속가능성 등에 대해 설문응답자의 주관성이 개입될 수 있다는 한계점을 들 수 있다. 특히 설문응답자가 대외 홍보효과를 고려하여 과장하여 응답하였을 가능성도 있을 수 있어 특정 상황이 종료된 이후 시간적 격차를 두고 장기적으로 추적 조사(longitudinal survey)가 필요하다.

다섯째, 설문응답이 항만별로 분포하고 있어 연구모형에 대한 항만별 분석을 통해 항만별 항만보안수준과 항만회복탄력성 등을 측정할 수 있었으나, 항만별로 이를 측정하기에 충분한 설문응답을 확보하지 못해 이를 수행하지 못했다는 연구의 한계를 가진다 할 수 있다.

2. 향후 연구과제

연구의 한계에서 언급된 내용을 토대로 본 연구의 향후 연구를 다음과 같이 제시할 수 있다. 첫째, 항만보안수준과 항만보안운영성과 간 조절변수로 보안비용을 포함시켜 보안비용 투입이 항만보안수준과 항만보안운영성과 간에 어떠한 영향을 주는지에 대해 분석함으로써 항만보안수준을 확보하기 위한 실무적 시사점을 도출할 필요가 있다. 아울러 항만보안수준, 항만보안운영성과, 보안비용 등과 더불어 Stein & Acciaro(2020) 등이 사회적 지속가능성성과로 제시하고 있는 고용품질, 법적·정책적 효과에 대한 성과를 포함해 각 요인 간 영향관계를 분석함으로써 항만보안을 강화하기 위한 실무적 함의를 분석하는 것이 필요하다.

둘째, 코로나19라는 특정 상황이 종료된 이후 시간적 격차를 두고 장기적으로 '항만보안수준', '항만회복탄력성', '항만보안운영성과', '사회·경제적 지속가능성성과', '환경적 지속가능성성과' 간 관계를 추적 조사함으로써 연구결과에 대한 특정 상황의 영향력을 확인해 볼 필요가 있다.

셋째, 공급사슬 분야에는 지속가능성관리 전략에 대한 많은 선행연구가 존재한다. 이들 지속가능성관리 전략과 항만 분야의 사회, 경제, 환경 지속가능성성과 간 영향관계 분석을 기반으로 항만의 지속가능성을 제고하기 위한 관리모형을 구축하는 연구가 필요하다.

넷째, 항만보안수준 및 항만회복탄력성 관련 항만별 측정모형에 관한 연구가 필요하다. 이를 통해 항만별 항만보안수준 및 항만회복탄력성 수준을 측정함으로써 항만보안수준 및 항만회복탄력성을 강화하기 위한 실무적 이행방안을 마련할 필요가 있다.

마지막으로 본 연구에서 활용한 변수들을 세분화하여 연구결과의 구체성을 높이는 노력이 반드시 필요하다.

〈참고문헌〉

〔저서 및 단행본〕

Adjetey-bahun, K., Birregah, B., & Chatelet, E. (2014. 5). *Simulation-based approach to quantifying resilience indicators a simulation-based approach to quantifying resilience indicators in a mass transportation system.* ISCRAM 2014 Conference Proceedings - 11th International Conference on Information Systems for Crisis Response and Management, University Park, Pennsylvania, USA, 75 - 79.

Alliance for Logistics Innovations through Collaboration in Europe. (2013). *Sustainable, safe and secure supply chain : Research & innovation roadmap*. Strategy for European Technology Platforms.

Ascencio, L. M. (2011). Security in the logistics chain and its impact on mesoamerican competitiveness. *Bulletin FAL, 300(8)*.

Bahadur, V. A. & Dodman, D. (2020). Disruptive resilience: an agenda for the new normal in cities of the global South, *IIED Briefing*.

Bakare, H., & R., G. M. (2020). *Regional planning for resilient and sustainability post-COVID-19 recovery and transport infrastructure transformation in Nigeria.* Association of Nigerian geographers(Southwest zone) special virtual Conference on COVID-19 Theme: Geographers and Post-COVID-19.

Bell, M Hosseinloo, S. H., & Kanturska, U. (2009). *Security and environmental sustainability of multimodal*. Springer.

Bernard K. (2015). *Port Security-Threats and Vulnerabilities*. Laurea University.

Bichou, K. (2008). *Security and risk-based models in shipping and ports: Review and critical analysis.* Discussion Paper No. 2008-20. OECD.

Bonini, S. (2012). *The business of sustainability*. McKinsey on Sustainability & Resource Productivity, 96 - 105.

Brooks, M. R. (2015). *Port performance thoughts to share why measure performance? how to measure? why? (Answer drives choice of metrics for government)*. Dalhouse University.

Canfin, P. (2017). *Sustainability, stability, security*. WWF.

Center for Security Studies. (2014). *Resilience in security policy: present and future*. CSS Analysis in Security Policy, *142*, 1 - 4.

China Economic Information Service. (2019). *Xinhua-Baltic international shipping centre development index report*.

Chowdhury, M. M. H. (2014). *Supply chain sustainability and resilience: The case of apparel industry in Bangladesh*. Curtin University.

CISA. (2019). *A Guide to Critical Infrastructure Security and Resilience,* (Issue November).

Conrad, S., Beyeler, W., Thomas, R., Corbet, T., Brown, T., Hirsch, G., & Hatzi, C. (2003). *How do we increase port security without imperiling maritime commerce? using flight simulators and workshops to begin the discussion.*

International System Dynamics Conference.

Crutch, M. (2006), *The benefits of investing in global supply chain security: Executive summary from the CVCR 2006 roundtable meeting.* Center for Value Chain Research, Lehigh University, U.S.

Deloitte. (2020). *COVID-19 Orchestrating the recovery of organizations and supply chains.*

Ducruet, C., Itoh, H., & Merk, O. (2014). *Time efficiency at world container ports.* In International Transport Forum.

Érdi, P. (2008). *Complexity explained.* Berlin: Springer-Verlag.

Essig, M., Hülsmann, M. Kern, E., & Klein-Schmeink, S. (2012). *Supply chain safety management: Security and robustness in logistics.* Springer.

Fiksel, J., & Croxton, K. L. (2015). From risk to resilience: learning to deal with disruption. *MIT Sloan Management Review.*

Gaonkar, R., & Viswanadham, N. (2004). *A conceptual and analytical framework for the management of risk in supply chains.* The 2004 IEEE International Conference on Robotics & Automation.

Global Situational Awareness Center. (n.d.). *Maritime & port security information sharing & analysis Organization.* Maritime & Port Security ISAO.

Gopalakrishnan, K., & Peeta, S. (2010). *Sustainable and Resilient Critical Infrastructure Systems.* Springer.

Gurning, R. O. S. (2011) *Maritime disruptions in the Australian-Indonesian wheat supply chain : An analysis of risk assessment and mitigation strategies.* University of

Tasmania.

Ha, M. (2016). *Measurement, modelling and analysis of container port*. Liverpool John Moores University.

Helminen, R., Dooms M., & Geerts, M. (2017). *Matching Policy and Port Performance Indicators.* PORTOPIA.

Hintsa, J., & Hameri, A. (2007). Voluntary supply chain security program impacts: An empirical study with BASC member companies. *World Customs Journal, 1*(2).

Hiranandani, V. (2014). Sustainable development in seaports: a multi-case study. *WMU Journal of Maritime Affairs, 13*, 127 - 172.

IMO. (2003). *ISPS Code*.

Interagency Security Committee. (2015). *Presidential policy directive 21 implementation: An interagency security committee white paper,* (Issue February).

Ivanov, D., Sokolov, B., & Dolgui, A. (n.d.). The ripple effect in supply chains: trade-off "efficiency-flexibility-resilience" in disruption management. *HAL archives-ouvertes.*

Jackson, S. (2010). *Architecting resilient systems: accident avoidance and survival and recovery from disruptions*. John Wiley & Sons.

Jefferies, Andrew, Raj Mehta, P. K. & M. C. (2020). The impact of Cyber on "Critical Infrastructure" in the Next normal COVID-19 creates a new generation of critical infrastructure requiring new levels of security and oversight. *Deloitte,* 1 - 4.

Jeong, J. (2013). *Progress and challenges: ten years after the ISPS code*. World Maritime University.

Kolbasov, O. S. (1992). UN Conference on Environment and Development. Izvestiya - Akademiya Nauk, Seriya Geograficheskaya, 6(June), 47 - 54.

Lambert, D. M. (Ed.). (2006). *Supply chain management: processes, partnerships, performance* (2nd ed.). Supply Chain Institute.

Linkov, I., Kiker, G. A., & Wenning, R. J. (2007). *Environmental security in harbors and coastal Areas*. Springer.

Lozano, R. (2012). *Orchestrating organizational changes for corporate sustainability*. Greenleaf.

Lu, C., & Yip, T. L. (2017). *Sustainability in shipping introduction definition of sustainability practices in shipping green strategies suggestions.* International Leadership Conference "Current Challenges and Opportunities in Ocean and Coastal Sustainable Development".

Macharis, M. D., & Vrije, C. (2003). *A framework for sustainable port planning in inland ports: a multi stakeholder approach.* 43rd Congress of the European Regional Science Association: "Peripheries, Centres, and Spatial Development in the New Europe".

Margolis, J. D., Elfenbein, H. A., & Walsh, J. P. (2007). *Does it pay to be good? A meta-analysis and redirection of research on the relationship between corporate social and financial performance.*

Matutinović, I. (2015). *National security in the context of sustainability*. In Conference proceedings "Croatia in Contemporary Security Environment - Threats, Challenges

and Responses".

Mazaheri, A. (2008). *How the ISPS code affects port and port activities,* (Issue 2). University College of Borås.

Melnyk, B. S. A., Closs, D. J., Griffis, S. E., Zobel, C. W., & Macdonald, J. R. (2014, January). Understanding supply chain resilience. *Supply Chain Management Review*.

Nan, C., Sansavini, G., Kröger, W., & Rudolf, H. (2014). *A quantitative method for assessing the resilience of infrastructure systems.* Probabilistic Safety Assessment and Management PSAM12, Honolulu, Hawaii.

National Association of Countries. (2014). *Sustainable ports: strategies for port development and operations: A guide for country leaders*.

Ngangaji, M. M. F. (2019). *An assessment of container terminal efficiency in East Africa ports using data envelopment analysis (DEA): the case of Dar es Salaam & Mombasa ports.* World Maritime University.

Nicolae, F., Cotorcea, A., Ristea, M., & Roman, I. (2016). The time factor in maritime transport and port logistics activities. *Naval Academy Scientific Bulletin*, *XIX*(1), 73 - 79.

Nowakowski, T., Werbińska-Wojciechowska, S., & Chlebus, M. (2015). *S*upply chain vulnerability assessment methods—possibilities and limitations. *Safety and Reliability of Complex Engineered Systems*, 1667 - 1678. Taylor & Francis Group,

Nukala, V., Nagurney, A., Cruz, J., & Dong, J. (2003).

Supply chain analysis. *Risk Management in Global Supply Chain Networks*, 201-222. Springer.

OECD. (2020). *Building back better: A sustainable, resilient recovery after COVID-19,* (Issue June).

Özıspa, N., & Arabelen, G. (2018a). *Assessment of port sustainability indicators in the sustainability reporting process*. Beykoz Akademi Dergisi, auguste(1), 1-28.

Özispa, N., & Arabelen, G. (2018b). *Sustainability issues in ports: content analysis and review of the literature (1987-2017)*. SHS Web of Conferences, 58.

PIANC. (2014). *A Guide for Port Authorities*.

Policy Research Corporation. (2009). *The impact of 100% scanning of U.S.-bound containers on maritime transport*, 1 - 83, European Commission.

Rebstock, G. J. (2013). *Embedding sustainability: a change management guide for ports*. University of Southern California.

Rice, J. B., & Spayd Philip, W. (2005). I*nvesting in Supply Chain Security: Collateral Benefits*. IBM Center for the Business of Government.

Robertson, M. (2017). *Sustainability: Principles and practice* (second ed.). Routledge.

Rodrigue, J.-P., Comtois, C., & Slack, B. (2016). *The geography of transport systems*. Routledge.

Russel, D. L., & Arlow, P. C. (2015). *Industrial security: managing security in the 21st Century*. John Wiley & Sons, Inc.

Russell, H. R. (2020). *Methodology for quantifying resiliency*

of transportation systems. Aeronautical University.

Serafimova, T. (2020). Covid-19: An opportunity to redesign mobility towards greater sustainability and resilience?. *Policy Brief.* Florence School of Regulation, Transport, European University Institute, *(19).*

Sheffi, Y., & Rice, B. J. (2005). A supply chain view of the resilient enterprise. *MIT SLoan Management Review, 47*(1).

Shin, N. (2018). *An integrated model for supply network resilience: capabilities, exchange relationship, and network attributes*. Seoul National University.

Smiljanic, D. (2016). *Sustainability and national security.* 11th PhD Conference "New Approaches to the national security" at Bmo, Czech.

UNCTAD. (2007). *Maritime security: ISPS Code implementation, costs and related financing,* (Issue March).

UNCTAD. (2016). *Port management series. Port Management,* Series, 4.

UNCTAD. (2018). *50 Years of review of maritime transport 1968-2018: Reflecting on the past exploring the future,* (Issue 10).

UNCTAD. (2019). *Review of maritime transport 2019,* (Issue October).

UNIDO. (2020). *Ongoing recovery of manufacturing production with uncertain future.*

UNISDR. (2009). *Terminology on Disaster Risk Reduction.*

Urciuoli, L., & Sternberg, H. (2010.7.11). *The Effects of security on transport performance.* 12th WCTR, Lisbon, Portugal.

Velea, I., Hintsa, J., & Hameri, A. (2004). *Impacts of recent security regulations on port operations and strategies comparison of three european ports.* International Conference on Information Systems, Logistics and Supply Chain (ILS).

WHO. (2020). *COVID-19 weekly epidemiological update*, (Issue November).

WSP. (2020). *What will be the "new normal" for global supply chains post COVID-19?.*

WTO. (2020). *Trade statistics and outlook trade set to plunge as COVID-19 pandemic upends global economy*, (Vol. 2020, Issue April).

김찬호, 최건우, 박상원. (2017). *항만보안 관리체계 효율화 방안 연구.* 한국해양수산개발원.

박용안, 최기영. (2013). *부산항과 고베항의 거점기능을 둘러싼 경쟁과 협력관계 분석.* 해양정책연구, 27(2), 93-131.

桑國忠. (1999). *Evaluation of green supply chain management in lectronic manufacturing firms in Taiwan.* 行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告.

우종필. (2016). *우종필교수의 구조방정식모델 개념과 이해 Amos 4.0-20.0 공용.* 한나래아카데미.

한국해양수산개발원. (2014). *항만 shutdown(공급지장)의 파급효과 분석*, 27.

한국해양수산개발원. (2017). *지진에 대비한 항만기능 유지의 필요성과 추진방안*, 38.

해양수산부. (2017). *2018-2027 제2차 국가항만보안계획.*

해양수산부, (2019). 2020년 국가안전관리 집행계획(안)

2) 논문

Ahi, P., & Searcy, C. (2013). A comparative literature analysis of definitions for green and sustainable supply chain management. *Journal of Cleaner Production*, *52*, 329 - 341.

Alvarez, P. (2005). Development of a system of indicators for sustainable port management. *Marine Pollution Bulletin*, *50*, 1649 - 1660.

Alyami, H., Lee, P. T., Yang, Z., Riahi, R., Bonsall, S., Wang, J., Alyami, H., Lee, P. T., Yang, Z., Riahi, R., & Bonsall, S. (2014). An advanced risk analysis approach for container port safety evaluation. *Maritime Policy & Management*, *41*(7), 634 - 650.

Amalahmadi, M., & Parast, M. M. (2016). A review of the literature on the principles of enterprise and supply chain resilience: Major findings and directions for future research. *International Journal of Production Economics*, *171*, 116 - 133.

Antão, P., Calderón, M., Puig, M., Michail, A., Wooldridge, C., & Darbra, R. M. (2016). Identification of occupational health, safety, security (OHSS) and environmental performance indicators in port areas. *Safety Science*, *85*(March), 266 - 275.

Arturo, M., Estrada, R., Salarzadeh, H., & Chin, A. T. H. (2017). Measuring ports efficiency under the application of PEP-Model. *Procedia - Procedia Computer Science*, *104*(December 2016), 205 - 212.

Asgari, N., Hassani, A., Jones, D., & Hoang, H. (2015). Sustainability ranking of the UK major ports: Methodology and case study. *Transportation Research Part E, 78*, 19 - 39.

Behrends, S., Lindholm, M., & Woxenius, J. (2008). The impact of urban freight transport: A definition of sustainability from an actor's perspective. *Transportation Planning and Technology, 31*(6), 693 - 713.

Bergmans, A., Vandermoere, F., & Loots, I. (2014). Co-producing sustainability indicators for the port of Antwerp: how sustainability reporting creates new discursive spaces for concern and mobilisation. ESSACHESS-*Journal for Communication Studies, 7*(1), 107 - 123.

Berle, Ø., Egil, B., & Rice, J. B. (2011). Formal vulnerability assessment of a maritime transportation system. *Reliability Engineering and System Safety, 96*(6), 696 - 705.

Berle, Ø., Jr, J. B. R., & Asbjørnslett, B. E. (2011). Failure modes in the maritime transportation system: a functional approach to throughput vulnerability. *Maritime Policy & Management, 38(6).* 605-632.

Bichou, K. (2004). The ISPS code and the cost of port compliance: An initial logistics and supply chain framework for port security assessment and management. *Maritime Economics & Logistics, 6*(July), 322 - 348.

Bichou, K. (2011). Assessing the impact of procedural security on container port efficiency. *Maritime Economics*

& Logistics, 13(1), 1 - 28.

Blackhurst, J., & Handfield, R. B. (2007). An empirically derived agenda of critical research issues for managing the severity of supply chain disruptions: Design characteristics and mitigation. *Decision Science, 38*(1). 131-156.

Brandon-jones, E., Squire, B., Autry, C. W., & Petersen, K. J. (2014). A Continent Resource-Based Perspective of Supply Chain Resilience and Robustness. University of Tennessee. *Journal of Supply Chain Management, 50*(3), 55 - 73.

Bruneau, M., Eeri, M., Chang, S. E., Eeri, M., Ronald, T., Eeri, M., Lee, G. C., Eeri, M., Rourke, T. D. O., Eeri, M., Reinhorn, A. M., Eeri, M., Shinozuka, M., Eeri, M., Wallace, W. A., & Winterfeldt, D. Von. (2003). A framework to quantitatively assess and enhance the seismic resilience of communities. *Earthquake Spectra, 19*(4), 733 - 752.

Caldeirinha, V. R., & Felício, J. A. (2014). The relationship between 'position-port', 'hard-port' and 'soft-port' characteristics and port performance: conceptual models. *Maritime Policy & Management, 41*(6), 539 - 570.

Campisi, T., Basbas, S., Skoufas, A., & Akgün, N. (2020). The impact of COVID-19 pandemic on the resilience of sustainable mobility in sicily. *Sustainability*, 1 - 24.

Carpenter, A., Lozano, R., Sammalisto, K., & Astner, L. (2018). Securing a port's future through circular economy: Experiences from the port of Gävle in contributing to

sustainability. *Marine Pollution Bulletin, 128*, 539–547.

Carter, C. R., & Rogers, D. S. (2008). A framework of sustainable supply chain management: Moving toward new theory. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, 38*(5), 360–387.

Cavelty, M. D., & Kristensen, K. S. (2015). Resilience and (in)security: Practices, subjects, temporalities. *Security Dialogue, 46*(1), 3–14.

Celik, M., & Topcu, Y. I. (2010). Assessment of ISPS Code compliance at ports using cognitive maps. *International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation, 4*(3), 359–362.

Chang, C., & Thai, V. V. (2016). Do port security quality and service quality influence customer satisfaction and loyalty? *Maritime Policy & Management, 43*(6), 720–736.

Cheon, S. (2017). The economic–social performance relationships of Ports: Roles of stakeholders and organizational tension. *Sustainable Development, 25*, 50–62.

Cheon, S., & Deakin, E. (2010). Supply chain coordination for port sustainability lessons for new institutional designs. *Journal of the Transportation Research Board, 2166*, 10–19.

Chiappetta, A. (2019). Cybersecurity benefits and resilience of ports. *European Transport, 3*(75), 1-18.

Chou, C., & Ding, J. (2013). Application of an integrated model with MCDM and IPA to evaluate the service

quality of transshipment port. *Mathematical Problems in Engineering*, (2013), 1-7.

Chowdhury, M. M. H., Quaddus, M., & Agarwal, R. (2019). Supply chain resilience for performance: role of relational practices and network complexities. *Supply Chain Management: An International Journal, 24*/5, 659 - 676.

Christopher, M. (2004). Building the resilient supply chain. *International Journal of Logistics Management, 15*(2), 1 - 13.

Darbra, R., & Casal, J. (2004). Historical analysis of accidents in seaports. *Safety Science, 42*, 85 - 98.

Denktas-Sakar, G., & Karatas-Cetin, C. (2012). Port sustainability and stakeholder management in supply chains: A framework on resource dependence theory. *Asian Journal of Shipping and Logistics, 28*(3), 301 - 320.

Denni L. Bryant. (2009). The outlook for maritime security. *Journal of Commerce*, January, 56 - 59.

Diaz-Sarachaga, J. M., Jato-Espino, D., & Castro-Fresno, D. (2017). Methodology for the development of a new sustainable infrastructure rating system for developing countries (SIRSDEC). *Environmental Science and Policy, 69*, 65 - 72.

Dinwoodie, J., Tuck, S., Knowles, H., Benhin, J., & Sansom, M. (2012). Sustainable development of maritime operations in ports. *Business Strategy and the Environment, 126*(June 2011), 111 - 126.

Dobers, P., & Springett, D. (2010). Corporate social responsibility: Discourse, narratives and communication.

Corporate Social Responsibility and Environmental Management, 17, 63 - 69.

Dong, G., & Zhong, D. (2019). Tacit collusion of pricing strategy game between regional ports: The case of Yangtze river economic belt. *Sustainability, 11*(365).

Ellis, J. (2011). Analysis of accidents and incidents occurring during transport of packaged dangerous goods by sea. *Safety Science, 49*(8 - 9), 1231 - 1237.

Erol, O., Sauser, B. J., & Mansouri, M. (2010). A framework for investigation into extended enterprise resilience. *Enterprise Information Systems, 4*(2), 116 - 136.

Faber, H. M., Miraglian, S., Qin, J., & Stewart, G. M. (2020). Bridging resilience and sustainability-decision analysis for design and management of infrastructure systems. *Sustainable and Resilient Infrastructure, 5*(1 - 2), 102 - 124.

Fabiano, B., Currò, F., Reverberi, A. P., & Pastorino, R. (2010). Port safety and the container revolution: A statistical study on human factor and occupational accidents over the long period. *Safety Science, 48*(8), 980 - 990.

Feo-valero, M., García-menéndez, L., & Garrido-hidalgo, R. (2011). Valuing freight transport time using transport demand modelling: A Bibliographical Review. *Transport Reviews, 31*(5), 625 - 651.

Fiksel, J. (2003). Designing resilient, sustainable systems. *Environmental Science & Technology, 37*(23), 5330 -

5339.

Fiksel, J. (2017). Sustainability and resilience: toward a systems approach. *Sustainability: Science, Practice and Policy, 2*(2), 14-21.

Foo, P. Y., Lee, V. H., Tan, G. W. H., & Ooi, K. B. (2018). A gateway to realising sustainability performance via green supply chain management practices: A PLS-ANN approach. *Expert Systems with Applications, 107*, 1-14.

Francis, R., & Bekera, B. (2014). A metric and frameworks for resilience analysis of engineered and infrastructure systems. *Reliability Engineering and System Safety, 121*, 90-103.

Fu, Y., Kok, R. A. W., Dankbaar, B., Ligthart, P. E. M., & Riel, A. C. R. Van. (2018). Factors affecting sustainable process technology adoption: A systematic literature review. *Journal of Cleaner Production, 205*, 226-251.

Gao, J., & Bansal, P. (2013). Instrumental and integrative logics in business sustainability. *Journal of Business Ethics, 112*(2), 241-255.

Gilman, S., & Gilman, S. (2010). Sustainability and national policy in UK port development. *Maritime Policy & Management, 30*:4(May), 275-291.

Goulielmos, A. M., Anastasakos, A., & Gatzoli, A. (2014). The effect of maritime security regime (ISPS Code) on world supply of seafarers. *SPOUDAI-Journal of Economics and Business, 64*(1), 63-77.

Grosvold, J., Hoejmose, S. U., & Roehrich, J. K. (2014). Squaring the circle: Management, measurement and

performance of sustainability in supply chains. *Supply Chain Management, 19*(3), 292 - 305.

Gualandris, J., & Kalchschmidt, M. (2014). Customer pressure and innovativeness: Their role in sustainable supply chain management. *Journal of Purchasing and Supply Management, 20*(2), 92 - 103.

Ha, M. & Ahn. K. (2017). Measurement of port service quality in container transport logistics using importance - performance analysis: A case of Busan Port. *Korean Institute of Navigation and Port Research, 41*(5), 353 - 358.

Hakam, M. H. (2015). Nordic container port sustainability performance—A conceptual intelligent framework. *Journal of Service Science and Management, 8*, 14 - 23.

Hemalatha, S., Dumpala, L., & Balakrishna, B. (2018). Service quality evaluation and ranking of container terminal operators through hybrid multi-criteria decision making methods. *Asian Journal of Shipping and Logistics, 34*(2), 137 - 144.

Hernandez-vivanco, A., Bernardo, M., & Cruz-c, C. (2018). Sustainable innovation through management systems integration. *Journal of Cleaner Production, 196*, 1176 - 1187.

Hohenstein, N.-O., Feisel, E., Hartmann, E., & Giunipero, L. (2015). Research on the phenomenon of supply chain resilience. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, 45*(1/22005), 90 - 117.

Holling, C. S. (1973). Resilience and stability of ecological

systems. *Annual Review of Ecology and Systematics, 4*, 1 - 23.

Hosseini, S., Ivanov, D., & Dolgui, A. (2019). Review of quantitative methods for supply chain resilience analysis. *Transportation Research Part E, 125*(February), 285 - 307.

Hoyle, B. (1999). Scale and sustainability: the role of community groups in Canadian port-city waterfront change. *Journal of Transport Geography, 7*, 65 - 78.

Ivanov, D., Pavlov, A., Dolgui, A., & Pavlov, D. (2017). Disruption-driven supply chain (re)-planning and performance impact assessment with consideration of pro-active and recovery policies. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 7 - 24.

Jørgensen, T. H. (2008). Towards more sustainable management systems: through life cycle management and integration. *Journal of Cleaner Production, 16*, 1071 - 1080.

Jüttner, U., & Maklan, S. (2011). Supply chain resilience in the global financial crisis: An empirical study. *Supply Chain Management: An International Journal, 16*(4), 246 - 259.

Kamalahmadi, M., & Mellat, M. (2016). A review of the literature on the principles of enterprise and supply chain resilience: Major findings and directions for future research. *International Journal of Production Economics, 171*, 116 - 133.

Kang, D., & Kim, S. (2017). Conceptual model development

of sustainability practices: The case of port operations for collaboration and governance. *Sustainability, 9*(2333), 1-15.

Keskinen, M., Sojamo, S., & Varis, O. (2019). Enhancing security, sustainability and resilience in energy, food and water. *Sustainability, 11(24), 7244.*

Kevin, B., & Vinod, R. (2009). An empirical analysis of the effect of supply chain disruptions on long run stock price performance and equity risk of the firm. *Production and Operations Management*, 14(1), 35-52.

Kim, S., & Chiang, B. (2014). Sustainability practices to achieve sustainability in international port operations. *Journal of Korea Port Economic Association, 30*(3), 15-37.

Kim, S., & Chiang, B. G. (2017). The role of sustainability practices in international port operations An analysis of moderation effect. *Journal of Korea Trade, 21*(2), 125-144.

Kim, Y., Chen, Y.-S., & Linderman, K. (2015). Supply network disruption and resilience: A network structural perspective. *Journal of Operations Management*, (33-34), 43-59.

Kin, F., Hui, P., Aye, L., & Du, C. F. (2019). Engaging employees with good sustainability: Key performance indicators for dry Ports. *Sustainability. 11*(2967), 1-11.

Klassen, R. D., & Vereecke, A. (2012). Social issues in supply chains: Capabilities link responsibility, risk (opportunity), and performance. *International Journal of*

Production Economics, *140*(1), 103 - 115.

Klibi, W., & Martel, A. (2012). Modeling approaches for the design of resilient supply networks. *International Journal of Production Economics, 135*(2), 882 - 898.

Lambert, D. M., García Dastugue, S. J., & Croxton, K. L. (2005). An evaluation of process-oriented supply chain management frameworks. *Journal of Business Logistics, 26*(1), 25-51.

Laureys, V., & Easton, M. (2018). Resilience of public and private security providers: a state-of-the-art literature review. *Policing: An International Journal of Police Strategies & Management*.

Layaa, J., & Dullaert, W. (2014). Measuring and analysing terminal capacity in East Africa: The case of the seaport of Dar es Salaam. *Maritime Economics & Logistics, 16*(2), 141 - 164.

Lee, P. T., & Kwon, O. K. (2019). Sustainability challenges in maritime transport and logistics industry and its way ahead. *Sustainability*, *11*(5), 1331, 1 - 9.

Levin, S. (2006). Learning to live in a global commons: Socioeconomic challenges for a sustainable environment. *Ecological Research*, *21*, 328 - 333.

Li, K. X., Park, T., Lee, P. T., Mclaughlin, H., & Shi, W. (2018). Container transport network for sustainable development in South Korea. *Sustainability, 10*(3575), 1-16.

Lim, S., Pettit, S., Abouarghoub, W., & Beresford, A. (2019). Port sustainability and performance: A systematic

literature review. *Transportation Research Part D, 72*(April), 47 - 64.

Linton, J. D., Klassen, R., & Jayaraman, V. (2007). Sustainable supply chains: An introduction. *Journal of Operations Management, 25*(6).

Liu, C., Shang, K., Lirn, T., Lai, K., & Lun, Y. H. V. (2018). Supply chain resilience, firm performance, and management policies in the liner shipping industry. *Transportation Research Part A, 110*, 202 - 219.

Loh, H. S., & Thai, V. Van. (2014). Managing port-related supply chain disruptions: A conceptual paper. *Asian Journal of Shipping and Logistics, 30*(1), 97 - 116.

Loh, H. S., Thai, V. V., Wong, Y. D., & Yuen, K. F. (2017). Portfolio of port-centric supply chain disruption threats. *International Journal of Logistics Management, 28*(4), 1368-1386.

Lozano, R., Fobbe, L., & Carpenter, A. (2019). Analysing sustainability changes in seaports: Experiences from the Gävle Port Authority. *Sustainable Development, 27*, 409 - 418.

Lu, C., & Lin, C. (2016). Identifying crucial sustainability assessment criteria for container seaports. *Maritime Business Review, 1*(2), 90 - 106.

Lu, C., Lai, P., Chiang, Y., & Lu, C. (2016). Container terminal employees' perceptions of the effects of sustainable supply chain management on sustainability performance. *Maritime Policy & Management, 43*(5), 597 - 613.

Lu, C., Shang, K., Lin, C., & Lu, C. (2016). Examining sustainability performance at ports: port managers' perspectives on developing sustainable supply chains. *Maritime Policy & Management, 43*(8), 909 - 927.

Lun, Y. H. V., Wong, C. W. Y., Lai, K. H., Cheng, T. C. E., Lun, Y. H. V., Wong, C. W. Y., Lai, K. H., & Cheng, T. C. E. (2008). Institutional perspective on the adoption of technology for the security enhancement of container transport. *Transport Reviews, 1647*, 20 - 33.

Macdonald, J. R., & Corsi, T. (2013). Supply chain disruption management: Severe events, recovery, and performance. *Journal of Business Logistics, 34*(4), 270 - 288.

Malindretos, G. (2019). Supply chain resilience and sustainability. *Investment Research and Analysis Journal, 5*(1). 16-40.

Maloni, J. A. P., & M. J. (2010). Modeling the effects of port disasters. *Maritime Economics & Logistics, 12*, 127 - 146.

Mandal, S., Sarathy, R., Korasiga, V. R., Bhattacharya, S., & Dastidar, S. G. (2016). Achieving supply chain resilience. *International Journal of Disaster Resilience in the Built Environment, 7*(5), 544 - 562.

Mazaheri, A., & Ekwall, D. (2009). Impacts of the ISPS code on port activities: a case study on Swedish ports. *Intermodal Transportation Research, 2*(4), 326 - 342.

Mennis, E., Platis, N. A., Lagoudis, N. I., & Nikitakos, N. (2008). Improving port container terminal efficiency

with the use of Markov theory. *Maritime Economics & Logistics*, *10*, 243 - 257.

Montreuil, B., & Á, D. Á. M. (2011). Toward a physical internet: meeting the global logistics sustainability grand challenge. *Logistics Research, 3*(2), 71 - 87.

Moya, J. M., & Valero, M. F. (2017). Port choice in container market: a literature review. *Transport Reviews, 37*(3), 300 - 321.

Muangpan, T., & Suthiwartnarueput, K. (2019). Cogent business & management key performance indicators of sustainable port: Case study of the eastern economic corridor in Thailand. *Cogent Business & Management, 6*(1), 1-18.

Nir, A., Lin, K., & Liang, G. (2010). Port choice behaviour-from the perspective of the shipper. *Maritime Policy & Management, 30*(2), 165 - 173.

Norrman, A., & Jansson, U. (2004). Ericssion's proactive supply chain risk management approach after a serious sub-supplier accident. *Journal of Physical Distribution and Logistics Management, 34*(5), 434 - 456.

Notteboom, T. E. (2006). The time factor in liner shipping services. *Maritime Economics & Logistics, 8*, 19 - 39.

Omer, M., Mostashari, A., Nilchiani, R., & Mansouri, M. (2012). A framework for assessing resiliency of maritime transportation systems. *Maritime Policy & Management, 39*(7), 685 - 703.

Onwuegbuchunam, D. E., Aponjolosun, M. O., & Oludare, A. A. (2018). ISPS code's compliance and operational

performance in Nigeria Seaports: Port users perspective. *Journal of Shipping and Ocean Engineering, 8*, 54 - 62.

Ortiz-de-mandojana, N., & Bansal, P. (2016). The long-term benefits of organizational resilience through sustainable business. *Strategic Management Journal, 37*, 1615 - 1631.

Panigrahi, S. S., Bahinipati, B., & Jain, V. (2019). Sustainable supply chain management: A review of literature and implications for future research. *Management of Environmental Quality: An International Journal, 30*(5), 1001 - 1049.

Paulraj, A. (2011). Understanding the relationships between internal resources and capabilities, sustainable supply management and organizational sustainability. *Journal of Supply Chain Management, 47*(1), 19 - 37.

Pettit, T. J., Fiksel, J., & Croxton, K. L. (2010). Ensuring supply chain resilience: Development of a conceptual framework. *Journal of Business Logistics, 31*(1), 1-21.

Pinto, C. A., & Talley, W. K. (2006.). The security incident cycle of ports, *Maritime Economics & Logistics, 8*(3), 267-286.

Ponomarov, S. Y., & Holcomb, M. (2009). Understanding the concept of supply chain resilience. *International Journal of Logistics Management, 20*(1), 124 - 143.

Renn, O. (2020). The call for sustainable and resilient policies in the COVID-19 crisis: How can they be interpreted and implemented? *Sustainability, 12*(6466).

Rezaei, J., Palthe, L. V. W., Tavasszy, L., & Wiegmans, B. (2019). Port performance measurement in the context of

port choice: an MCDA approach. *Management Decision, 57*(2), 396 - 417.

Roh, S., Thai, V. V, Diew, Y., & Port, G. (2016). Towards sustainable ASEAN port development: Challenges and opportunities for Vietnamese ports. *Asian Journal of Shipping and Logistics, 32*(2), 107 - 118.

Rohács, J., & Simongáti, G. (2007). The role of inland waterway navigation in a sustainable transport system. *Transport, XXII*(3), 148 - 153.

Rose, A. (2011a). Economic resilience to natural and man-made disasters: Multidisciplinary origins and contextual dimensions. *Environmental Hazards, 7*(4), 383 - 398.

Rose, A. (2011b). Environmental innovation and societal transitions resilience and sustainability in the face of disasters. *Environmental Innovation and Societal Transitions, 1*(1), 96 - 100.

Rosseel, Y. (2012). lavaan: An R package for structural equation. *Journal of Statistical Software, 48*(2), 1-36.

Sadovaya, E., & Thai, V. V. (2015). Impacts of implementation of the effective maritime security management model (EMSMM) on organizational performance of shipping. *Asian Journal of Shipping and Logistics, 31*(2), 195 - 215.

Sanchis, R., & Canetta, L. (2020). A conceptual reference framework for enterprise resilience enhancement. *Sustainability*, *12*(4), 1464, 1-27.

Sayareh, J., Iranshahi, S., & Golfakhrabadi, N. (2016).

Service quality evaluation and ranking of container terminal operators. *Asian Journal of Shipping and Logistics, 32*(4), 203 - 212.

Schaltegger, S., & Burritt, R. (2014). Measuring and managing sustainability performance of supply chains: Review and sustainability supply chain management framework. *Supply Chain Management, 19*(3), 232 - 241.

Schellinck, T., & Brooks, M. R. (2014). Improving port effectiveness through determinance/performance gap analysis. *Maritime Policy & Management, 41*(4), 328 - 345.

Schipper, C. A., Vreugdenhil, H., & de Jong, M. P. C. (2017). A sustainability assessment of ports and port-city plans: Comparing ambitions with achievements. *Transportation Research Part D: Transport and Environment, 57*, 84 - 111.

Scholten, K., & Schilder, S. (2015). The role of collaboration in supply chain resilience. *Supply Chain Management: An International Journal, 20*(4), 471 - 484.

Seuring, S., & Mu, M. (2008). From a literature review to a conceptual framework for sustainable supply chain management. *Journal of Cleaner Production, 16*, 1699 - 1710.

Shashi, Centobelli, P., Cerchione, R., & Ertz, M. (2020). Managing supply chain resilience to pursue business and environmental strategies. *Business Strategy and the Environment, 29*, 1215 - 1246.

Shiau, T., & Chuang, C. (2015). Social construction of port

sustainability indicators: a case study of Keelung Port. *Maritime Policy & Management, 42*(1), 26 - 42.

Shin, N., & Park, S. (2019). Evidence-based resilience management for supply chain sustainability: an interpretive structural modelling approach. *Sustainability, 11*(2), 484.

Shin, S., Kwon, O. K., Ruan, X., Chhetri, P., & Lee, P. T. (2018). Analyzing sustainability literature in maritime studies with text mining. *Sustainability, 10*(3522).

Sislian, L., Jaegler, A., & Cariou, P. (2016). A literature review on port sustainability and ocean's carrier network problem. *Research in Transportation Business & Management, 19*, 19 - 26.

Siu, J., Lam, L., & Yap, W. Y. (2019). A stakeholder perspective of port city sustainable development. *Sustainability, 11*(447).

Soni, U., Jain, V., & Kumar, S. (2014). Measuring supply chain resilience using a deterministic modeling approach. *Computers & Industrial Engineering, 74*, 11 - 25.

Stein, M., & Acciaro, M. (2020). Value creation through corporate sustainability in the port sector: A structured literature analysis. *Sustainability, 12*(5504).

Tae, G., Thai, V. V, & Yeon, S. (2015). An analysis of port service quality and customer satisfaction: The case of Korean container ports. *Asian Journal of Shipping and Logistics, 31*(4), 437 - 447.

Talley, W. K., Ng, M., & Marsillac, E. (2014). Port service chains and port performance evaluation. *Transportation Research Part E, 69*, 236 - 247.

Thai, V. V, & Grewal, D. (2007). The maritime security management system: Perceptions of the international shipping community. *Maritime Economics & Logistics, 9*, 119 - 137.

Thai, V. V. (2009). Effective maritime security: conceptual model and empirical evidence. *Maritime Economics & Logistics, 36*(2), 147 - 163.

Thai, V. V. (2013). Logistics service quality: Conceptual model and empirical evidence. *International Journal of Logistics, 16*(2).

Thai, V. V. (2014). Impacts of security improvements on service quality in maritime transport: An empirical study of Vietnam. *Maritime Economics & Logistics, 9*, 335 - 356.

Thai, V., & Grewal, D. (2007). The maritime security management system: perceptions of the international shipping community. *Maritime Economics & Logistics, 9*, 119 - 137.

Tokui, J., Kawasaki, K., & Miyagawa, T. (2017). The economic impact of supply chain disruptions from the Great East-Japan earthquake. *Japan & The World Economy, 41*, 59 - 70.

Ullah, N., Hossain, I., Jaradat, R., Hosseini, S., Marufuzzaman, M., & Buchanan, R. K. (2019). A framework for modeling and assessing system resilience using a bayesian network: A case study of an interdependent electrical infrastructure system. *International Journal of Critical Infrastructure Protection, 25*, 62 - 83.

Vaggelas, G. K. (2019). Measurement of port performance

from users' perspective. *Maritime Business Review, 4*(2), 130 - 150.

Varsei, M., Soosay, C., & Sarkis, J. (2014). Framing sustainability performance of supply chains with multidimensional indicators. *Supply Chain Management: An International Journal, 19*(3), 242 - 257.

Volkan ÇAĞLAR. (2016). Sustainable container terminal operations: Challenges and enhancements. *Karadeniz Araştırmaları Dergisi*, 49, 141 - 157.

Voss, M. D., Whipple, J. M., & Closs, D. J. (2009). The role of strategic security: Internal and external security measures with security performance implications. *Transportation Journal, 48*(2), 5-23.

Wagner, M., & Schaltegger, S. (2003). How does sustainability performance relate to business competitiveness?. GMI Theme Issue: Sustainability Performance and Business Competitiveness, *Greener Management International*, *44,* 5-16.

Ward, P. T., & Duray, R. (2000). Manufacturing strategy in context: Environment, competitive strategy and manufacturing strategy. *Journal of Operations Management, 18*(2), 123-138.

Wieland, A., & Wallenburg, C. M. (2012). Dealing with supply chain risks linking risk management practices and strategies to performance. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, 42*(10), 887 - 905.

Woo, S., & Pettit, S. J. (2011). Port evolution and performance in changing logistics environments. *Maritime*

Economics & Logistics, 13, 250 - 277.

Wu, I., Chuang, C., & Hsu, C. (2014). Information sharing and collaborative behaviors in enabling supply chain performance: A social exchange perspective. *International Journal of Production Economics, 148*, 122 - 132.

Wu, J., Yan, Hong., & Liu, J. (2010). DEA models for identifying sensitive performance measures in container port evaluation. *Maritime Economics & Logistics, 12*, 215 - 236.

Xiao, Z., Siu, J., & Lam, L. (2017). A systems framework for the sustainable development of a port city: A case study of Singapore's policies. *Research in Transportation Business & Management, 22*, 255 - 262.

Yang, C., & Hsu, W. (2018). Evaluating the impact of security management practices on resilience capability in maritime firms—a relational perspective. *Transportation Research Part A, 110*, 220 - 233.

Yang, C., & Wei, H. (2013). The effect of supply chain security management on security performance in container shipping operations. *Supply Chain Management: An International Journal, 1*(March), 74 - 85.

Yang, Y. (2010). Impact of the container security initiative on Taiwan's shipping industry. *Maritime Policy & Management, 37*(3), 699 - 722.

Yang, Z., Ng, A. K. Y., & Wang, J. (2014). A new risk quantification approach in port facility security assessment. *Transportation Research Part A, 59*, 72 - 90.

Yeo, G., Pak, J., & Yang, Z. (2013). Analysis of dynamic

effects on seaports adopting port security policy. *Transportation Research Part A, 49*, 285 - 301.

Yoon, D., & Gim, J. (2014). A study of economic efficiency in port security inspection. *Journal of Advanced Transportation, 48*, 443 - 453.

Zailani, S., Subaramaniam, S. K., Iranmanesh, M., & Shaharudin, R. M. (2015). The impact of supply chain security practices on security operational performance among logistics service providers in an emerging economy: Security culture as moderator. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, 45*(7), 652-673.

Zavala-alc, A. (2020). A conceptual framework to manage resilience and increase sustainability in the supply chain. *Sustainability, 12*(6300), 1 - 38.

Zogp, F., & For, I. (2011). Expert systems with applications designing a sustainable supply chain using an integrated analytic network process and goal programming approach in quality function deployment. *Expert Systems with Applications: An International Journal, 38*, 13731 - 13748.

Zsidisin, G. A., & Wagner, S. M. (2010). Do perceptions become reality? The moderating role of supply chain resiliency on disruption occurrence. *Journal of Business Logistics, 31*(2), 1 - 21.

3) 인터넷

법제처 홈페이지 (검색일: 2020. 7. 1.)

Drewry 홈페이지, Container Forecaster(~2020. 6) (검색일: 2020. 8. 1.)

IMF 홈페이지, Policy Responses to COVID-19 (검색일: 2020. 7. 19., 2020. 10. 30.)

Shipping Intelligence Network 홈페이지 (검색일: 2020. 7. 11.)

〈부록 1 : 설문지〉

PART A. 기본 정보

1. 귀하의 소속은 어디입니까?

① 터미널운영사 ② 선사 ③ 항만당국(항만공사, 항만청 등) ④ 기타( )

※ 다음은 통계처리를 위한 귀하의 정보입니다. 귀하의 정보는 통계법에 의해 자료 처리 외의 목적으로는 절대 사용되지 않을 것임을 알려드립니다.

기업명		성별	
근부부서		직급	
근무년수		휴대폰	
		이메일	
주요 이용항만(1개소) ※ 선사소속일 경우		서비스 항만(1개소) ※ 선사이외의 경우	

PART B. 항만보안, 회복탄력성 및 지속가능성 연구

※ 회복탄력성은 예상치 못한 충격을 흡수하여 기능이 중단되지 않도록 하고, 변화에 적응하여 원래의 기능을 신속하게 회복하는 능력으로써 항만의 회복탄력성은 강건성, 여분성, 가시성, 유연성, 협력, 민첩성, 정보공유, 반응, 회복 등으로 평가

※ 지속가능한 운영은 경제적 성장과 더불어 사회적 공헌, 환경적 책임을 통한 지속적인 성장을 도모하는 운영 모형을 의미

※ **다음의 질문에 대한 답변은 운영사(항만당국)소속일 경우는 소속 항만(또는 터미널), 운영사 이외일 경우는 주요 이용 항만(또는 터미널)을 대상으로 답해주시기 바랍니다.**

[문항 1]

다음 질문은 예상치 못한 충격에 대비하기 위한 보안 수준에 관한 질문입니다. 귀하의 운영 터미널 또는 귀하의 주요 이용 항만(또는 터미널)의 보안 수준에 관한 아래의 질문에 1~5 사이의 값으로 답변 부탁드립니다. (1: 매우 아니다, 3: 보통이다 5: 매우 그렇다).

No	질문	응답				
1	항만의 전반적인 화물 검색 절차는 엄격한 수준이다.	①	②	③	④	⑤
2	항만의 물리적 보안시설(CCTV, 출입통제시설 등)은 잘 갖추어져 있다.	①	②	③	④	⑤
3	항만의 보안 사건・사고에 대한 대응은 신속하게 이루어진다.	①	②	③	④	⑤
4	항만의 보안인력은 보안서비스에 대한 전문지식을 갖추고 있다.	①	②	③	④	⑤

[문항 2]

다음 질문은 항만의 회복탄력성 관련 질문입니다. 항만의 역량에 관한 아래의 질문에 대한 귀하의 생각을 1~5 사이의 값으로 답변 부탁드립니다. (1: 매우 아니다, 3: 보통이다 5: 매우 그렇다).

No	질문	응답				
1	항만은 어떤 상황에서든 원래의 업무를 수행할 수 있다.	①	②	③	④	⑤
2	항만은 어떠한 외부 변화에도 안정된 상황을 유지한다.	①	②	③	④	⑤
3	항만은 특별한 조정이 필요 없이 다양한 상황에서 잘 작동한다.	①	②	③	④	⑤
4	항만은 장비, 인력 등 물리적 작업 지원을 위한 예비 자원을 유지한다.	①	②	③	④	⑤
5	항만은 비상시를 위한 백업 에너지 시스템과 다용도 자원을 보유하고 있다.	①	②	③	④	⑤
6	항만은 예상치 못한 수요 변동을 처리하기 위한 여유 능력을 가지고 있다.	①	②	③	④	⑤

No	질문	응답				
7	항만에는 모든 작업을 정확하게 추적하는 정보 시스템이 있다.	①	②	③	④	⑤
8	항만은 장비, 인력 등에 대한 실시간 데이터를 관리하고 있다.	①	②	③	④	⑤
9	항만은 데이터 분석을 위한 효과적인 비즈니스 인텔리전스 프로그램이 있다.	①	②	③	④	⑤
10	항만은 기능 중단에 대처하기 위해 작업 일정을 조정할 수 있다.	①	②	③	④	⑤
11	항만은 기능 중단에 대처하여 작업 처리 능력을 조정할 수 있다.	①	②	③	④	⑤
12	항만의 협력 파트너들은 공급 능력을 유연하게 조정할 수 있다.	①	②	③	④	⑤
13	항만은 주요 경영 목표를 달성하기 위해 많은 업체와 협력한다.	①	②	③	④	⑤
14	항만은 주요 파트너와 공동으로 상호 이익을 위해 노력한다.	①	②	③	④	⑤
15	항만은 파트너들과 상황에 맞는 적절한 정보를 교환한다.	①	②	③	④	⑤
16	항만은 파트너들과 주기적으로 정보를 교환한다.	①	②	③	④	⑤
17	항만은 파트너들과 정확한 정보를 교환한다.	①	②	③	④	⑤
18	항만은 운영 중단에 신속하게 대응할 수 있다.	①	②	③	④	⑤
19	항만은 위기에 대한 적절한 대응을 할 수 있다.	①	②	③	④	⑤
20	항만에는 위기 상황을 대비한 비상대응조직이 구성되어 있다.	①	②	③	④	⑤
21	항만은 큰 손실을 흡수할 수 있는 능력이 있다.	①	②	③	④	⑤
22	항만은 적은 비용으로 위기에서 회복할 수 있다.	①	②	③	④	⑤
23	항만은 위기 대처 능력에 의해 손실의 영향을 줄일 수 있다.	①	②	③	④	⑤

[문항 3]

다음 질문은 항만의 운영 성과에 관한 질문입니다

항만의 운영 성과에 관한 아래의 질문에 대한 귀하의 생각을 1~5 사이의 값으로 답변 부탁드립니다. (1: 매우 아니다, 3: 보통이다 5: 매우 그렇다).

No	질문	응답				
1	항만에서 화물의 손실 및 손상은 감소하고 있다고 생각한다.	①	②	③	④	⑤
2	항만에서 하역 작업 시 사고 빈도는 감소하고 있다고 생각한다.	①	②	③	④	⑤
3	항만의 운영효율성은 증가하고 있다고 생각한다.	①	②	③	④	⑤

[문항 4]

다음 질문은 항만의 지속가능성 성과에 관한 질문입니다

항만의 지속가능성 성과에 관한 아래의 질문에 귀하의 생각을 1~5 사이의 값으로 답변 부탁드립니다. (1: 매우 아니다, 3: 보통이다 5: 매우 그렇다).

No	질문	응답				
1	항만당국은 지역사회와 좋은 관계를 맺고 있다고 생각한다.	①	②	③	④	⑤
2	항만당국은 국가의 산업 및 경제 발전에 적극적으로 협력하고 있다고 생각한다.	①	②	③	④	⑤
3	항만은 주변 지역의 경제 발전에 기여하고 있다고 생각한다.	①	②	③	④	⑤
4	항만 관계 기업들의 경제적 성과는 증가하고 있다고 생각한다.	①	②	③	④	⑤
5	항만 주변 지역의 대기질은 개선되고 있다고 생각한다.	①	②	③	④	⑤
6	항만 주변 지역의 소음은 줄어들고 있다고 생각한다.	①	②	③	④	⑤
7	항만 주변의 수질은 개선되고 있다고 생각한다.	①	②	③	④	⑤

Abstract

A Study on the Impact of Port Security and Port Resilience on Port Sustainability Performance

Kim, Chan Ho
Department of Business Administration
The Graduate School
Seoul National University

Because of COVID-19, 2020 is a year we will remember. According to the World Trade Organization estimates and predictions, world merchandise trade for 2020 declined by 9.2% as of October, and this may be followed a 7.2% drop in 2021, or a 21.3% drop in the worst-case scenario. In other words, in the context of increased complexity, uncertainty, and contingency caused by globalization, unexpected threats such as COVID-19 caused an increase in social vulnerability. Therefore, the world is discussing a new normal after COVID-19, and there is resilience at the center of the discussion.

Social issues such as the need to secure resilience due to COVID-19 have always existed. Environmental issues in the 1960s and oil shocks in 1970 sparked discussions on sustainability due to resource depletion, and the September

11, 2001 terrorist attacks in the United States sparked global discussions on security issues. In terms of unforeseen threats, security, resilience, and sustainability are terms that have preparedness and responsiveness in common. In particular, they have a common purpose of promoting the social and economic stability of the country as well as the lives and property of the people by preparing for and responding to unforeseen threats. Therefore, security and resilience are closely related to social security, and social security can be realized when the social, economic, and environmental domains all operate within acceptable boundaries.

However, in terms of port security, there have been many differences of opinion on the performance between port service providers and users. In addition, at the port site, port security, port resilience, and port sustainability are carried out separately, resulting in redundancy of implementation and inefficient application. Therefore, there is a need for an integrated field application of port security, port resilience, and port sustainability in response to unexpected threats.

This study aimed to carry out a survey of port security operators and shipping companies in Korea and an empirical analysis of the relationship among port security level, port resilience, port security operation performance, socioeconomic sustainability performance, and environmental sustainability performance, thereby finding justification for port security,

integrated port security management, port resilience, and port sustainability. In addition, the research model was subdivided into 4 detailed research models to identify the impact of port security implementation on port operation efficiency and to present specific directions for port security, port resilience and port sustainability integrated management.

As a result of the study, there was no direct significant relationship between port security and port sustainability or between port recovery elasticity and port environmental sustainability. However, there was a relationship among port security, port resilience, port security operational performance, and port sustainability. There is a mediating effect, suggesting that port security and port resilience need to be managed in a systemic way to promote port sustainability. In addition, the port security level was found to have a significant effect on the subfactors of port resilience, such as absorption, adaptability, and recovery. However, the recovery factor was found to have a significant effect on the operator, which is a port service provider, but not on the shipping company. In other words, port operators and shipping companies had different views on recovery as one of the subfactors of port resilience. Therefore, from the perspective of port operators, it is necessary to share the goals of port security and port resilience with the shipping company, which is a business partner, and jointly promote mutual benefits. In addition, in terms of the relationship between the port security level and the operational efficiency

of the port security operational performance, both the operator and the shipping company, it was confirmed that the port security level has a significant effect on the operational efficiency.

Comprehensively, it was confirmed through this study that the threat that could cause social disasters has diversified due to the nature of society, which has become more complex due to globalization. From this point of view, the necessity of securing security and resilience of ports is high. As such, port security does not simply mean controlled access to port facilities. Rather, mutual understanding among and efforts made by all stakeholders, including port operators as port service providers and shipping companies as service users, are required if they intend to achieve port security operation performance through controlled access and resilience for mutual existence and survival of ports, businesses, regions, and countries both in the present and future. In addition, there is a need for careful integration and management of port security, port resilience, and sustainability, as well as compromise among all stakeholders on the goals of sustainable development in the social, economic, and environmental areas.

Keywords : security, resilience, security operational performance, sustainability performance, port, supply chain
Student Number : 2007-30142

감사의 글

오랫동안 학위논문을 준비하고 마무리하는데 도움을 주신 많은 분들께 이 글을 통해 진심으로 감사의 인사를 드리고자 합니다. 가장먼저, 입학 이후 오랜 기간 동안 가르침을 주신 박상욱 교수님께 감사드립니다. 항상 인자하신 표정과 말씀으로 지도해 주신 그 모습과 말씀 잊지 못할 것입니다. 아울러 본 논문이 완성되기 까지 아낌없이 조언을 주신 김연성 교수님, 양홍석 교수님, 최강화 교수님, 신니나 교수님께도 감사의 말씀드립니다.

논문작성과 더불어 연구원생활을 병행하면서, 많은 도움을 받은 한국해양수산개발원 항만투자운영연구실의 김성기, 최상균, 김성아, 김가현 박사들께도 감사의 마음 전합니다. 아울러 2004년 한국해양수산개발원 입사 이후 지금까지도 항만관련 연구경험과 지식을 나누어 주신 김형태 박사님께도 감사의 말씀드립니다. 그리고 논문이 완성될 수 있도록 여러 조언을 주신 인천연구원의 김운수 박사님, 부산대학교 김상열 교수님, 부경대학교 이민규 교수님 그리고 인터뷰와 설문에 응답해주신 항만업계의 여러분들께도 감사드립니다.

아울러 늦게나마 공부하는데 항상 응원과 사랑을 아낌없이 주신 아버지 김종희님과 어머님 박영서님의 은혜에 감사의 말씀드립니다. 그리고 항상 저를 믿고 묵묵히 지켜봐준 와이프 김진숙님께 감사를 드리며, 늘 함께 하지 못하는 아빠에게 늘 사랑한다고 말해주는 딸 김혜윤에게 사랑한다고 전하고 싶습니다. 또한 마음속으로 격려해주신 장인, 장모님께도 감사의 말씀드립니다.

여러분들의 지도와 응원에 힘입어 앞으로도 사회발전에 기여하는 연구자로 거듭날 수 있도록 노력해 나가겠습니다. 감사합니다.

2021년 2월

김찬호 올림