

스마트항만 도입에 대한 항만 운영자와 이용자 간의 인식차이에 관한 실증연구

- 광양항을 중심으로 -
최성희*

An Empirical Study on the Difference in Perception of Introducing
Smart Port between Port Operators and Users in Gwangyang Port
Choe, Song-Hui

Abstract

Overseas advanced ports are promoting smartification, as well as full automation of the terminals surrounding container terminals. A smart port can be defined as a comprehensive concept that pursues increased operational efficiencies, maximization of profit, efficient use of energy, and construction of eco-friendly ports with the introduction of fourth-industrial-revolution technology, including port automation. However, Korea is making efforts to introduce fourth-industrial-revolution technology into ports, but indications are that they are somewhat insufficient compared to advanced ports abroad. Therefore, this study conducted a survey about operators and users of container terminals in Gwangyang Port by deriving the factors determining the introduction of smart ports, such as cost, service, time, safety, and environment, from previous studies. This study analyzed the factors determining the introduction of smart ports and moderating effects when the adjustment variables of operators and users were applied to the pros and cons. As a result of the analysis, it was found that port operators and users have a moderating effect on cost, time, safety, and environmental factors, but not on service factors. These results indicate that port operators try to reduce costs through efficient operation, time management, and by reducing safety accidents by building smart ports, but analysis showed that the negative effects of smart ports have affected port users. The results of this study were derived through a moderated regression analysis and suggested implications for introducing smart ports in the conclusion.

Key words: Smart port, Gwangyang port, Moderating effects, 4th industrial revolution technology, Port automation

▷ 논문접수: 2020. 08. 31. ▷ 심사완료: 2020. 09. 17. ▷ 게재확정: 2020. 09. 23.

* 순천대학교 미래융합대학, 전임연구원(경영학박사), 제1저자, csh3476@scnu.ac.kr

I. 서론

전 세계적으로 4차 산업혁명 기술이 다양한 산업 분야에서 다양하게 적용되고 있으며, 해운·항만물류산업도 4차 산업혁명 기술이 도입되면서 해외 선진항만 간의 경쟁이 심화되고 있다. 그리고 4차 산업혁명 기술 도입이 가속화되면서 해운·항만물류산업의 혁신은 경쟁력 확보의 수단이 아닌 생존을 위해 필요한 요소라 할 수 있다(장명희·김윤미, 2019). 스마트항만(Smart Port)은 항만의 자동화를 포함한 사물인터넷(IoT), 인공지능(AI) 등 4차 산업혁명 기술과 혁신을 통한 물류의 최적화, 효율적인 에너지 사용, 친환경, 배후도시와의 연계강화 등 항만의 포괄적인 기능과 역할이 포함된 개념이며(김근섭외 2인, 2018), 많은 연구에서 해외 선진항만들이 스마트항만 구축을 통해 터미널 운영비 절감, 생산성 향상, 선박 대형화 대응, 실시간 정보공유, 에너지 소비량 감축 및 환경오염 최소화 등 긍정적인 효과를 제시하고 있다. 그리고 컨테이너 터미널을 중심으로 스마트항만 구축에 노력하고 있으며, 항만 운영의 시스템화, 무인자동화, 친환경화 등을 통해 항만 경쟁력을 향상시켜 경쟁우위를 확보하고 있다(전상현외 3인, 2020).

특히, 네덜란드, 독일, 미국, 중국, 싱가포르 등을 중심으로 컨테이너 항만에 완전무인자동화나 스마트화가 급속하게 진행되고 있으나, 우리나라는 해외 선진항만 대비 진행이 다소 미흡한 것으로 지적되고 있다. 따라서 우리나라는 2020년 2월에 관계부처 합동으로 '수출입 물류 스마트화 추진방안'을 발표하였으며, 부산신항 2-3단계, 인천신항 1-1단계는 야드 부문만 자동화하여 반자동화 터미널로 운영할 계획이다. 그리고 광양항 컨테이너부두 3-2단계에 대한 안벽·이송·야드 영역의 자동화 구축전

략을 마련하고, R&D로 추진되는 고성능 컨테이너 자동하역시스템(OSS)을 착공할 계획이다.

최근 광양항 컨테이너 터미널 운영사들이 운영사 통합을 위한 논의를 추진하고 있으며, 운영사 통합이 이루어지면 3-2단계의 자동차부두를 2-1단계로 이전하여 3-2단계에 스마트항만 구축이 가능해진다. 그리고 광양항 인근 동·서측배후단지에 물류·제조업체가 입주하여 운영하고 있으며, 북측배후단지도 2030년까지 11만 m^2 가 개발될 예정이다. 또한, 광양만권경제자유구역의 산업단지를 비롯한 준설토 투기장이 산업단지로 개발되고 있어 신규 물동량 창출에 따른 3-3단계 부두의 스마트항만 구축 필요성이 제기되고 있으며, 컨테이너선의 초대형화, 해운동맹의 영향력 강화 등에 대응하고 광양항의 경쟁우위를 확보하기 위한 스마트항만 구축은 선택이 아닌 필수로 항만 운영자인 항만공사(PA)의 역할이 무엇보다 중요하다.

해외 선진항만을 중심으로 스마트항만이 구축되어 운영되고 있는데, 주요 목적은 비용 절감, 서비스 개선, 장비 운영의 최적화를 통한 시간 절감, 안전사고 감소 및 환경오염 최소화 등으로 요약할 수 있다. 그러나 스마트항만의 도입 효과에 반해 항만의 완전무인자동화와 스마트화는 시스템 불안정에 따른 위험성이 증가할 수 있으며, 항만 관련 주체들 간에 스마트항만의 도입에 대한 인식차이가 크다고 할 수 있다.

따라서 본 연구에서는 선행연구 분석을 통해 비용, 서비스, 시간, 안전·환경 등 스마트항만의 도입 결정요인과 연구변수를 도출하였으며, 광양항 관련 주체인 운영자와 이용자를 대상으로 설문조사를 시행하였다. 그리고 실증분석을 위해 SPSS 17.0을 활용하여 독립변수인 광양항의 스마트항만 도입 결정요인이 조절변수인 광양항 운영자와 이용자가 투

입되었을 때 종속변수인 스마트항만의 도입 의견에 어떠한 영향을 미치는지 분석하기 위해 조절회귀분석을 시행하였다. 조절회귀분석은 조절변수가 독립변수와 종속변수 간의 조절효과를 분석하는 방법으로 3단계의 과정을 거치며, 마지막 3단계에서 상호작용변수가 유의수준 하에서 유의하게 나타나면 조절효과가 있다고 해석할 수 있다.

본 연구는 광양항의 운영자와 이용자 간의 스마트항만 도입에 대한 인식차이를 분석하여 시사점을 제시하였으며, 연구 결과는 향후 광양항의 스마트항만 구축 시 항만 관련 주체 간의 기초자료로 활용될 수 있다.

II. 이론적 배경

1. 국내외 스마트항만 운영현황

4차 산업혁명은 2016년 6월에 개최된 다보스 포럼(Davos Forum)에서 처음 사용되어 전 세계적으로 이슈화되었으며, 우리나라도 4차 산업혁명의 주도권을 선점하고 지능정보사회 실현을 앞당기기 위해 2016년 12월에 관계부처 합동으로 ‘제4차 산업혁명에 대응한 지능정보사회 중장기 종합대책’을 수립하고 발표하였다. 이후 4차 산업혁명 기술은 다양한 산업분야에 적용되고 있으며, 해운산업도 자본·노동집약적인 산업에서 벗어나 인공지능(AI), 사물인터넷(IoT), 빅데이터, 블록체인 등 4차 산업혁명 기술을 도입하면서 주요 해운국 간의 경쟁이 심해지고 있다(황진희외 2인, 2017). 특히, 해외 선진항만들은 컨테이너 항만을 중심으로 완전무인자동화 터미널을 구축하여 운영하고 있으며, 이는 터미널 시설과 장치장의 공간을 효율적으로 활용하고 생산성 향상 및 물류비용을 절감하기 위함이다. 그

러나 우리나라의 경우 4차 산업혁명 기술을 항만에 도입하기 위해 노력하고 있으나, 해외 선진항만에 비해 다소 미흡한 것으로 지적되고 있다(김학소, 2018).

따라서 해양수산부는 2019년에 ‘제2차 신항만건설 기본계획’을 수립하고 부산신항 서측 컨테이너 부두부터 4차 산업혁명 기술 접목을 통해 자동화 항만을 단계적으로 적용하여 스마트화 시스템 선도 사업을 추진할 계획이며, 인천신항은 1-2, 1-3단계 컨테이너부두부터 자동화 및 스마트화를 추진할 계획이다. 그리고 광양항은 한국형 항만 자동화 시스템 테스트 베드 구축 및 실모형의 OSS¹⁾ 개발로 항만 자동화 시스템 발전 기반을 마련할 계획이다.

현재 AI, IoT, 빅데이터, 블록체인 등 4차 산업혁명 기술이 완벽하게 구현되고 있는 스마트항만은 존재하지 않으나 스마트항만을 구성하는 무인자동화, 친환경 항만 등의 분야에서 발전되고 있으며, 무인자동화가 이루어지면서 최근 친환경 항만화가 접목되고 있다(홍종욱, 2018). 우리나라도 현재까지 부산신항과 인천신항의 일부 터미널에서 반자동화 방식으로 컨테이너 터미널을 운영하고 있으나, 네덜란드의 로테르담항(2015년), 미국의 롱비치항(2016년), 중국의 칭다오항과 상하이 양산항(2017년)이 완전무인자동화 컨테이너 터미널을 개장하여 운영하고 있다. 특히, 완전무인자동화 터미널은 기존 터미널 운영보다 인건비, 동력비 등 운영비를 37% 절감할 수 있으며, 항만 생산성을 40%까지 증대할 수 있어 컨테이너선의 대형화 추세에 필수조건으로 인식되고 있다(최상희외 2인, 2017).

네덜란드의 로테르담항은 스마트항만을 구축하기 위해 ‘SMARTPORT’라는 조직을 설립하여 스마트

1) OSS(Overhead Shuttle System)는 항만 내 컨테이너의 자동 운송(플랫폼)과 자동반출입(오버헤드셔틀)이 가능한 대용량·초고속 자동하역시스템임(관계부처합동, 2019).

물류(Smart Logistics), 에너지·산업(Energy & Industry), 항만 인프라(Port Infrastructure), 항만도시(World Port City), 항만 전략(Port Strategy) 등을 5대 핵심 분야로 설정하고, 해당 영역별로 로드맵을 수립하여 다수의 연구 프로젝트를 수행하고 있다(정태원, 2018). 특히, 로테르담항은 선박, 항만, 육상 물류의 관련 데이터가 실시간 공유되는 통합 항만 커뮤니티 시스템을 통해 연간 약 3,200억원 규모의 비용을 절감하고 있다(관계부처 합동, 2020). 그리고 독일의 함부르크항도 'smartPORT' 프로그램을 통해 공급망 최적화 및 운송 네트워크 효율성 향상을 목표로 물류(smartPORT logistics) 분야에 12개 프로젝트, 에너지 소비량 감축 및 환경 영향 최소화를 목표로 에너지(smartPORT energy) 분야에 15개의 프로젝트 등이 완료되었거나 수행 중에 있으며(김근섭외 2인, 2018), 물류 분야에 IoT 기술을 활용해 내륙과 해상교통 흐름을 실시간으로 제어하여 항만 운영비가 75% 절감되고 교통 체증이 15% 줄어들었다(이언경외 4인, 2017).

중국은 정부 차원에서 교통운수부(MOT)가 광저우항, 닝보항, 상하이항, 칭다오항 등 11개 항만을 대상으로 지능형 항만 운영, 안전관리의 개선, 물류 통합, 사업모델의 혁신 등 4개 분야에 대해 스마트항만을 구축하기 위한 시범사업을 진행하고 있으며, 2017년에 칭다오항과 상하이 양산항이 완전자동화 시스템을 구축하여 항만 효율성을 크게 향상시켜 세계 최고의 기술력을 갖춘 것으로 평가되고 있다(김형근, 2018). 그리고 싱가포르의 MPA(Maritime Port Authority of Singapore)는 2019년에 '해운항만 R&D 2030'을 발표하고 스마트항만의 생태계 조성을 위한 계획과 각 기관별 역할을 분담시켰으며, 5단계로 목표를 제시하여 장기적으로 해운·항

만산업의 디지털 변환을 위한 기반을 조성하고 있다(이태휘, 2020). 특히, 싱가포르는 차세대 항만으로 개발 중인 Tuas 터미널을 2040년까지 연간 최대 6,500만 TEU를 처리할 수 있도록 완전무인자동화 시스템으로 운영할 계획이며, 2021년부터 점진적으로 개장할 예정이다.²⁾

우리나라도 2020년 2월에 관계부처 합동으로 '수출입 물류 스마트화 추진방안'을 발표하였으며, 광양항에 세계 최고 수준의 자동화 항만 구축 방안 검토를 통해 컨테이너부두 3-2단계에 대한 안벽-이송-야드 영역의 자동화 구축전략을 마련하여 R&D로 추진되는 고성능 컨테이너 자동화역시스템(OSS)을 도입할 계획이다. 그러나 박귀분의 2인(2020)은 광양항이 경쟁항만 대비 자동화 및 스마트항만 개발 노력이 미흡한 상태이며, 광양항을 스마트항만으로 발전시키지 못하면 세계 항만과의 자동화와 스마트화 수준 격차가 심해져 광양항의 경쟁력이 하락할 것이라 지적하였다.

2. 선행연구 분석

스마트항만은 4차 산업혁명 기술과 혁신을 통한 물류의 최적화, 효율적인 에너지 사용, 친환경, 배후도시와의 연계 강화 등 항만의 포괄적인 기능과 역할이 포함된 개념이라 할 수 있으며, Deloitte사는 스마트항만을 IoT 기술을 바탕으로 한 통찰력을 갖춘 완벽하게 통합된 항만으로 정의하고 있다. 그리고 함부르크항만당국(HPA)은 스마트항만이 고객에게 최상의 서비스를 제공함으로써 지속 가능한 경제성장 달성뿐만 아니라 항만에서 발생하는 미세먼지 등 환경 영향을 최소화해 항만도시민에게 삶의 질을 높이는 항만이라 정의하였으며, 유럽연합

2) [https://www.mpa.gov.sg/web/portal/home/media-center/news-releases\(2020.6.1. 검색\)](https://www.mpa.gov.sg/web/portal/home/media-center/news-releases(2020.6.1. 검색))

집행위원회(EC)에서는 ‘2020 Strategy’의 일환으로써 스마트항만의 평가 프로젝트를 수행하여 항만 운영, 친환경, 에너지 소비 등 3가지 측면에서 스마트항만의 개념을 정립한 후 각 부문별 관련 지표를 정의하였다(김근섭외 2인, 2018; 정태원, 2018; 이언경·이수영, 2018). 또한, 관계부처 합동(2019)에서는 스마트항만을 항만 설비의 자동화·지능화³⁾ 및 선박·육상과의 정보연계를 통해 설비 운용 최적화를 달성하는 항만으로 정의하고 있다. 이처럼 스마트항만은 다양하게 정의되고 있으며, 결론적으로 스마트항만은 항만 자동화를 포함한 4차 산업혁명 기술의 도입으로 항만 운영의 효율성 증대 및 이익 극대화, 효율적인 에너지 사용 및 친환경 항만 구축 등을 지향하는 포괄적인 개념으로 정의할 수 있다.

최근 들어 컨테이너 터미널을 중심으로 자동화 및 스마트화의 필요성과 해외 선진항만의 운영 사례 분석에 따른 우리나라 항만의 도입 전략에 관한 연구가 활발히 진행되고 있으며, 주요 선행연구는 다음과 같다.

먼저, 스마트항만의 구축 필요성에 관한 연구로 전영환외 3인(2008)은 컨테이너 물동량 증가, 선박의 대형화, 인건비 증가, 정보통신기술의 변화, 첨단 기술개발 등 다양한 환경변화로 이에 대응하기 위해 자동화 컨테이너 터미널이 개발되고 있다고 주장하였으며, 김형근(2018)은 세계 유수의 항만들이 4차 산업혁명의 변화 속에서 신속한 항만 내 운송작업의 개선뿐만 아니라 인건비 등 물류비용 절감, 안전과 환경적 측면을 고려하여 새로운 로봇틱 항만으로 변환하고 있다고 주장하였다. 박문수·김

장현(2018)은 고도화 및 대형화된 물류창고와 항만 시설의 효율적 관리를 위해 IoT와 결합한 스마트물류시스템 도입이 세계적으로 확산되고 있으며, 주요 선진국 기업들은 이를 도입함으로써 생산성 향상, 고비용구조 개선, 대량화물의 신속처리 등을 통해 경쟁력을 강화하고 있다고 주장하였다. 그리고 유지원·김율성(2020)은 컨테이너 터미널의 완전자동화 추진에 대해 정부와 항만공사는 안전사고 방지, 기술축적, Green Port 구축 등 시대적인 필요성을 강조하고, 터미널 운영사는 운영비 절감, 생산성 향상, 안전사고 감소 등을 위해 터미널의 자동화가 필요하다고 주장하였다. 또한, 채기영·이철용(2020)은 부산항의 전략적 발전을 위해 부산시와 부산항만공사가 민간과 파트너십을 구축해 터미널의 운영비용과 화주의 물류비용을 절감할 수 있는 스마트항만의 구축 필요성을 제시하였으며, 특히 종합적인 관점에서 스마트항만을 구축하기 위한 정책 수립 및 집행이 필요하다고 주장하였다.

해외 선진항만의 스마트항만 운영 사례를 분석한 연구로 김근섭외 2인(2018)은 로테르담항이 스마트항만의 로드맵 수립 시 높은 에너지 사용료, 인건비, 임대료 등의 개선 필요성과 유럽 최대 항만으로서의 입지, 석유화학 산업단지 조성, 높은 인구밀집도 등 지역의 환경적 특징을 고려했다고 제시하였으며, Khaled(2016)가 스마트항만의 로드맵을 수립할 때 차세대 선박 개발 방향, 세계 경제 중심지 및 환적항 변화 양상, 항만에 인접한 도시의 교역구조 변화, 선종·용도별 선박 도입 및 활용의 정도, 항만산업의 거버넌스 재구성, 항만서비스를 제공하는 공급자와 이용자의 글로벌화 및 종합물류산업의 진출 등 산업생태계의 종합적인 고려를 강조했다. 정태원(2018)은 로테르담항이 IBM의 사물인터넷을 활용하여 다양한 항만 정보를

3) 자동화는 설비 제어의 기계 자동화로 인적과실 최소화 및 효율 증대, 지능화는 사물인터넷을 통한 설비의 연결, 설비 운용 정보 수집·분석으로 최적 설비 운용 계획 수립·조정을 의미함.

항만주체들과 실시간 공유함으로써 물동량 처리 효율성이 향상되었다고 제시하였으며, 이언경·이수영(2019)은 로테르담항이 자동화 구축뿐만 아니라 데이터 플랫폼(Portbase PCS)을 도입하여 네덜란드의 모든 항만 운영 데이터를 실시간으로 공유 및 관리하고 있다고 제시하였다. 원승환·조성우(2020)는 컨테이너 터미널에 자동화를 도입하면 운영사는 단위당 운영비를 절감하여 수익이 증가하나 초기 투자비를 회수해야 하며, 장기적으로 자동화가 많이 도입될수록 더욱 우수한 기술을 저렴하게 사용할 수 있다고 주장하였다. 그리고 이태휘(2020)는 로테르담항이 항만시설 개발과 확장을 통해 경쟁력 확보에 한계가 있어 현재 수준보다 높은 항만 운영의 효율을 달성하기 위해 항만의 스마트화를 추진하고 있다고 제시하였다.

우리나라 항만의 스마트화 구축 관련 전략을 제시한 연구로 조성우·원승환(2014)은 2만TEU~3만TEU급 선박의 등장에 대비해 항만 인프라 시설의 정비 및 확장이 필요하고 선사가 요구하는 서비스 수준인 24시간 또는 늦어도 36시간 이내에 하역작업을 완료하기 위해 높은 생산성을 달성할 수 있는 항만으로 변모해야 한다고 주장하였으며, 최형림(2017)은 기존 해운·항만물류산업은 선박과 화주, 화물 등을 확보하는 게 경쟁력이었지만 빅데이터, IoT 등 ICT 투자를 통해 가시성을 확보하고 선박 운항과 터미널 운영의 효율성을 개선하여 운영비를 절감하는 것이 새로운 대안으로 주목받고 있다고 주장하였다. 김학소(2018)는 자동화 터미널의 경제적 효과로 항만 운영비 37% 절감, 항만 생산성 40% 이상 향상, 환경오염 감소, 안전사고 예방, 터미널 운영비 20~30% 절감 등의 효과가 있다고 제시하였다. 그리고 박귀분의 2인(2020)은 스마트기술로 수집된 데이터를 기반으로 한 신속·정확하게

고객의 욕구를 파악하고 광양항의 차별화된 서비스 제공을 위해 플랫폼 기반 비즈니스 모델을 구축하여 항만물류 주체 간에 표준화된 데이터와 실시간 정보공유 체계가 필요하다고 주장하였다.

스마트항만의 도입 효과에 관한 연구로 홍종욱(2018)은 4차 산업혁명 기술 도입으로 항만작업의 프로세스를 정형화, 무인화, 자동화하여 작업효율을 제고시키고, 이런 프로세스에서 발생하는 데이터를 구조화해 공급사슬 전체 영역에 신속하고 정확하게 전달할 수 있으며, 빅데이터 분석을 통해 사전 작업준비로 전체 프로세스 관련 시간과 비용을 절감할 수 있다고 주장하였다. KMI(2018)는 자동화 컨테이너 터미널의 긍정적 효과로 미국의 LBCT가 80% 이상의 환경오염을 줄였으며, 중국의 샤먼항은 운영비 37%, 유지보수비 20%, 연료비 25% 등 절감, 호주의 Patrick 터미널은 안전사고 90%가 감소했다고 제시하였다. 그리고 강현명의 2인(2019)은 첨단기술을 기반으로 한 자동화 터미널이 네덜란드를 비롯한 독일, 중국 등을 중심으로 도입되고 있으며, 대형선박이 접안하여 신속하게 많은 양의 컨테이너를 처리할 수 있는 터미널 개발이 항만 경쟁력을 높이는 요인이라 주장하였다.

이외에 조성우의 2인(2017)은 초대형 컨테이너선의 출현 대비 터미널의 효율성 증대를 위한 미래지향적 신개념 컨테이너 터미널과 관련된 연구가 많이 이루어지고 있으나, '저탄소 자동화 컨테이너 터미널' 과 같은 신개념 터미널의 안전에 관한 연구나 매뉴얼이 전무한 상황을 반영하여 긴급상황 유형, 대처방안, 비상운영 계획 등을 제시하였다.

이상과 같이 선행연구를 분석해 보면, 스마트항만의 구축 필요성 및 도입 효과, 전략, 해외 선진항만의 스마트항만 운영 사례 분석 등의 연구가 진행되고 있어, 본 연구에서는 항만을 관리·운영하고

있는 항만 운영자와 항만을 이용하고 있는 이용자 간의 스마트항만 도입에 대한 인식차이를 분석하여 분석결과에 대한 시사점을 제시하고자 한다.

III. 연구 설계

1. 연구의 모형

선행연구와 같이 스마트항만은 컨테이너 터미널을 중심으로 터미널의 완전자동화를 비롯한 4차 산업혁명 기술을 도입함으로써 항만 운영의 효율성이

향상되고, 운영경비 절감으로 이익 극대화, 효율적인 에너지 사용으로 친환경 항만을 구축할 수 있어 해외 선진항만들은 항만의 경쟁력을 높이기 위해 스마트항만을 구축하고 있다. 따라서 본 연구에서는 <표 1>과 같이 선행연구를 분석하여 스마트항만 도입 결정요인에 대한 변수를 선정하고 조작적 정의를 하였다.

그러나 스마트항만은 긍정적인 측면에 반해 스마트화에 따른 시스템 불안정으로 하역작업의 위험성 증가, 정보공유에 따른 중요정보 노출, 전체 시스템을 통제하고 긴급상황에 대처할 수 있는 전문인력

표 1. 연구 측정변수의 조작적 정의

요인	측정변수	선행연구
비용	X1. 운영경비: 인건비, 동력비 등 터미널 운영경비 절감 기여	전영환외 3인(2008), 이언경외 4인(2017), 홍종욱(2018), 김근섭외 2인(2018), 박문수·김장현(2018), 김형근(2018), 김학소(2018), 이언경·이수영(2019), 유지원·김율성(2020), 원승환·조성우(2020)
	X2. 작업비용: 적·양하 등 항만하역 작업비용 절감 기여	
	X3. 물류비용: 보관, 포장, 이적, 운송 등 항만 내 물류비용 절감 기여	
	X4. 시설사용료: 항만시설 사용료 절감 기여	
서비스	X5. 물동량 처리: 항만 경쟁력 확보 및 효율적인 항만 운영에 따른 처리 물동량 증대 수준	전영환외 3인(2008), 조성우·원승환(2014), Deloitte(2017), 최형림(2017), 홍종욱(2018), 웨이치·원승환(2018), 김근섭외 2인(2018), 박문수·김장현(2018), 정태원(2018), 김형근(2018), 김학소(2018), 이언경·이수영(2019), 강현명의 2인(2019), 박귀분의 2인(2020), 유지원·김율성(2020)
	X6. 해운동맹: 해운동맹(얼라이언스)의 요구 대응 수준	
	X7. 터미널 생산성: 야드 이송장비, 장치장 장비, 게이트 반·출입 등 터미널 생산성 향상 기여	
	X8. 초대형선 입항: 초대형 선박 기항(입항) 가능 수준	
	X9. 정보공유: 실시간 신속·정확한 정보공유 수준	
	X10. 이용 절차: 항만 이용관련 불필요한 절차와 관련서류 간소화 기여	
시간	X11. 대기 시간: 선박이나 트레일러 대기 시간 감소 기여	전영환외 3인(2008), 조성우·원승환(2014), Vonck(2017), 이언경외 4인(2017), 홍종욱(2018), 김근섭외 2인(2018), 차상현·노창균(2018)
	X12. 이적 작업: 야드 내 불필요한 이적작업·시간 감소 기여	
	X13. 위치 추적: 화물 및 장비의 실시간 위치 추적 가능 수준	
	X14. 이동시간: 장비의 이동경로 최적화로 이동시간 감소 기여	
안전	X15. 안전사고: 휴먼에러(Human Error) 및 위험 작업의 자동화에 의한 안전사고 감소 기여	조성우·원승환(2014), 황진희외 2인(2017), 조성우외 2인(2017), 웨이치·원승환(2018), 정태원(2018), 김형근(2018), 김학소(2018), 유지원·김율성(2020), 이태휘(2020), 원승환·조성우(2020)
	X16. 사고 원인 규명: 신속·정확한 사고 원인 규명 수준	
환경	X17. 친환경 항만: 운영 장비의 동력 전환에 따른 미세먼지, 대기오염 물질, 소음 등 감소로 친환경 항만 구축 기여	
	X18. 근로 환경: 항만 근로자의 작업조건과 환경 개선 기여	

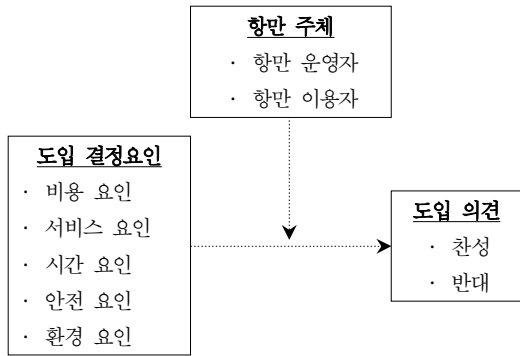


그림 1. 연구의 모형

요구 및 인력 구조조정, 초기 투자비 과다 등 부정적인 측면도 우려되고 있어 항만 관련 주체별 스마트항만 도입에 대한 인식차이가 존재한다.

따라서 본 연구에서는 비용, 서비스, 시간, 안전, 환경 등 스마트항만 도입 결정요인이 광양항의 운영자와 이용자의 조절변수가 투입되었을 때, 도입 찬성과 반대 의견에 어떠한 영향을 미치는지 분석하기 위해 <그림 1>과 같이 연구모형을 설계하였다.

2. 분석 방법

본 연구는 선행연구 분석을 통해 연구의 이론적 근거를 제시하였으며, 실증연구에서는 광양항의 스마트항만 도입 결정요인과 도입 의견의 영향 관계

에 있어 항만 운영자와 이용자의 조절작용을 분석하였다. 그리고 설문은 참여자의 일반적 특성 3개 문항, 스마트항만 도입 결정요인 관련 18개 문항, 스마트항만 도입 의견 관련 1개 문항 등 총 22개 문항으로 구성하였으며, 실증분석을 위한 변수들은 Likert 5점 척도로 측정하였다.

본 연구에서는 설문조사를 통해 수집한 자료를 데이터 코딩(data coding)한 후 'SPSS 17.0'을 활용하여 분석하였으며, 신뢰성 분석을 위해 일반적으로 많이 사용하고 있는 크론바하 알파(Chronbach's Alpha) 계수를 측정하였다. 그리고 타당성 검정을 위해 탐색적 요인분석(EFA: Exploratory Factor Analysis)을 시행하였으며, 스마트항만 도입 결정요인이 광양항 운영자와 이용자의 조절변수가 투입되었을 경우 도입 찬성과 반대 의견에 미치는 영향을 분석하기 위해 조절회귀분석을 시행하였다.

그리고 조절회귀분석을 위해 독립변수는 스마트항만의 도입 결정요인, 종속변수는 도입 찬성과 반대, 조절변수는 항만 운영자와 이용자로 설정하였다. Baron & Kenny(1986)가 제시한 3단계 조절회귀분석은 독립변수가 종속변수에 미치는 영향력을 조절변수가 어떻게 변화시키는지 검증하는 방법이다. 따라서 본 연구에서는 <그림 2>와 같이 1단계로 독립변수가 종속변수에 미치는 영향을 분석,

단계	모형	조건
1단계	$Y = \beta_{10} + \beta_{11}X$	
2단계	$Y = \beta_{20} + \beta_{21}X + \beta_{22}W$	
3단계	$Y = \beta_{30} + \beta_{31}X + \beta_{32}W + \beta_{33}XW$	ΔR^2 또는 β_{33} 이 유의

자료 : 홍관수(2018), p.317.

그림 2. 조절회귀분석의 절차

2단계로 독립변수와 조절변수가 종속변수에 미치는 영향을 분석, 3단계로 독립변수와 조절변수의 상호작용효과, 즉 조절효과를 살펴보기 위해 독립변수와 조절변수를 곱한 상호작용변수를 추가하여 독립변수, 조절변수 그리고 상호작용변수가 종속변수에 미치는 영향을 분석하였다. 이때 2단계의 R^2 과 3단계의 R^2 의 차이를 나타내는 ΔR^2 이 유의하거나, 상호작용변수가 종속변수에 미치는 영향력인 β_{33} 이 유의하면 조절효과가 있다고 본다(홍관수, 2018).

IV. 실증분석

1. 자료의 일반적 특성 및 기초 통계분석

본 연구에서는 예비용 설문지를 작성하여 설문조사 실시 전에 설문지의 타당성을 검토하였으며, 이를 근거로 2020년 6월부터 7월 말까지 약 2개월간 광양항 컨테이너 터미널 운영자와 이용자를 대상으로 설문지를 시행하여 불성실 답변 설문지를 제외한 152부를 실증분석에 활용하였다.

표본의 일반적 특성은 <표 2>와 같으며, 광양항 운영자가 69명(45.4%), 이용자가 83명(54.6%)을 차지하고 있다. 그리고 직급은 부장급 이상이 101명(66.4%), 근무연수는 11년 이상이 91명(59.9%)으로

높게 나타났으며, 이는 설문 응답자가 업무의 책임자와 업무에 대한 경험이 풍부한 자로 본 통계분석의 신뢰성이 확보된 것으로 유추할 수 있다. 또한, 광양항의 스마트항만 도입에 대해 32명(21.1%)은 반대, 120명(78.9%)은 찬성하는 것으로 나타났으며, 항만 주체별로 운영자 11명(7.2%)과 이용자 21명(13.8%)이 반대하였으나 대다수가 스마트항만 도입을 찬성하고 있는 것으로 조사되었다.

<표 3>과 같이 스마트항만의 도입 요인별 중요도를 살펴보면, 안전요인이 평균 4.41점으로 가장 높게 나타났으며, 환경요인이 4.38점, 서비스요인이 3.92점, 비용요인이 3.62점, 시간요인이 2.70점 순

표 3. 스마트항만 도입 요인별 중요도

요인	평균	표준편차
비용	3.62	.52739
서비스	3.92	.48576
시간	2.70	.45740
안전	4.41	.59362
환경	4.38	.62439

으로 나타났다. 따라서 광양항의 스마트항만 도입으로 항만에서의 안전사고 감소, 사고 발생 시 신속하고 정확한 사고 원인 규명, 친환경 항만 구축, 항만 근로자의 작업조건과 환경 개선 등 안전과 환

표 2. 표본의 일반적 특성(N=152)

측정항목		빈도	비율(%)	측정항목		빈도	비율(%)
항만 주체	항만 운영자	69	45.4	스마트항만 도입 찬/반	반대	32	21.1
	항만 이용자	83	54.6		찬성	120	78.9
직 급	사 원	2	1.3	근 무 연 수	2년 미만	1	0.7
	대 리	9	5.9		3-5년	9	5.9
	과 장	40	26.3		6-10년	51	33.6
	부 장	71	46.7		11-15년	64	42.1
	임 원	30	19.7		16년 이상	27	17.8

경관련 개선이 요구되는 것으로 판단된다. 반면, 선박이나 트레일러의 대기 시간 감소, 불필요한 이적 작업, 화물 및 장비의 실시간 위치 추적, 장비의 이동경로 최적화로 이동시간 감소 등 시간요인의 중요도가 상대적으로 낮게 나타난 것은 현재 광양항의 이와 같은 조건이 양호한 것으로 판단된다.

2. 타당성과 신뢰성 분석

본 연구에서는 독립변수들의 신뢰성을 검증하기 위해 <표 4>와 같이 Cronbach's α 계수를 확인하였는데 모든 변수에서 신뢰도가 0.75 이상으로 나타나 변수들이 각 요인에 관해 내적 일관성을 지니

고 있다고 볼 수 있다. 그리고 측정변수들의 타당성을 검증하기 위해 주성분분석(Principal Components Analysis)을 사용하여 요인분석을 시행하였으며, 안전사고 감소, 신속·정확한 사고 원인 규명, 친환경 항만 구축, 항만 근로자의 작업조건과 환경 개선 등 안전요인과 환경요인이 하나의 요인으로 추출되면서 서비스, 비용, 시간, 안전·환경 등 고유치가 1 이상인 4개 요인이 추출되었다. KMO 값은 0.842로 나타나 요인분석을 위한 변수 선정이 바람직하며, 유의확률 값이 .000으로 공통요인이 존재하고 전체(누적) 83.8%를 설명하고 있어 측정변수의 타당성이 확인되었다.

표 4. 스마트항만 도입 결정요인의 타당성 및 신뢰도 분석결과

측정변수	서비스요인	비용요인	시간요인	안전·환경요인	공통성	Cronbach's α
X8	.935				.896	.763
X10	.935				.897	.761
X6	.933				.885	.761
X5	.922				.862	.758
X7	.922				.860	.763
X9	.886				.808	.759
X1		.952			.908	.761
X3		.943			.891	.760
X2		.938			.886	.766
X4		.917			.847	.764
X13			.930		.923	.759
X11			.920		.905	.762
X14			.904		.888	.765
X12			.850		.787	.767
X15				.837	.721	.762
X18				.829	.714	.765
X16				.794	.719	.760
X17				.792	.692	.759
고유치	6.115	3.782	3.512	1.680	-	-
누적분산비율(%)	34.0	55.0	74.5	83.8	-	-

KMO 값: 0.842, Approx. Chi-Square: 2878.012, df: 153, Sig.: 0.000

3. 실증분석

본 연구에서는 비용, 서비스, 시간, 안전·환경 등 광양항의 스마트항만 도입 결정요인과 도입 성과 반대 의견 간의 관계에 있어 항만 운영자와 이용자의 조절변수가 투입되었을 경우 조절작용을 분석하고자 한다. 조절효과 분석은 1단계, 2단계, 3단계 과정을 거쳤으며, 마지막 3단계에서 상호작용항(독립변수x조절변수)이 통계적 유의수준 하에서 유의미한 결과값이 나타나면 조절효과가 있다고 해석할 수 있다. 1차 분석 결과, 모형 2에서는 VIF값이 10 이하로 다중공선성 문제가 발생하지 않았으

나, 상호작용변수가 추가된 모형 3에서 VIF값이 10 이상으로 다중공선성 문제가 발생하여 평균중심화(Mean Centering) 방법을 사용하여 해결하였다. 평균중심화는 각 관측치를 해당 변수의 평균으로 차감하는 것이며, 이를 통해 상호작용변수는 독립변수와 종속변수와의 상관관계가 낮아지는 효과가 있어 다중공선성 문제를 해결할 수 있다(홍관수, 2018).

〈표 5〉와 같이 요인별 3단계 조절회귀분석의 회귀모형은 3개이며, 모형 1은 독립변수 → 종속변수 모형, 모형 2는 독립변수+조절변수 → 종속변수 모형이고, 모형 3은 독립변수+조절변수+상호작용변수(독립변수x조절변수) → 종속변수 모형이다. 그리고

표 5. 조절회귀분석 결과

모형	R	R ²	수정된 R ²	추정값의 표준오차	통계량 변화량				유의확률 F 변화량
					R ² 변화량	F 변화량	df1	df2	
1	.286	.082	.075	.393	.082	13.320	1	150	.000
2	.324	.105	.093	.390	.023	3.866	1	149	.051
3	.449	.202	.185	.369	.097	17.937	1	148	.000
a. 예측값: (상수), 비용요인(A), b. 예측값: (상수), A, 항만 주체(B), c. 예측값: (상수), A, B, A x B (모형 3) 비표준화 계수: .494, t값: 4.235, α: .000									
1	.068	.005	-.002	.409	.005	.687	1	150	.408
2	.221	.049	.036	.402	.044	6.922	1	149	.009
3	.253	.064	.045	.400	.015	2.429	1	148	.121
a. 예측값: (상수), 서비스요인(A), b. 예측값: (상수), A, 항만 주체(B), c. 예측값: (상수), A, B, A x B (모형 3) 비표준화 계수: .246, t값: 1.559, α: .121									
1	.123	.015	.009	.407	.015	2.303	1	150	.131
2	.286	.082	.069	.395	.067	10.824	1	149	.001
3	.391	.153	.136	.380	.071	12.489	1	148	.001
a. 예측값: (상수), 시간요인(A), b. 예측값: (상수), A, 항만 주체(B), c. 예측값: (상수), A, B, A x B (모형 3) 비표준화 계수: -.532, t값: -3.534, α: .001									
1	.094	.009	.002	.409	.009	1.344	1	150	.248
2	.222	.049	.037	.401	.041	6.352	1	149	.013
3	.411	.169	.152	.377	.120	21.362	1	148	.000
a. 예측값: (상수), 안전·환경요인(A), b. 예측값: (상수), A, 항만 주체(B), c. 예측값: (상수), A, B, A x B (모형 3) 비표준화 계수: -.988, t값: -4.622, α: .000									

조절회귀분석에서 조절효과가 통계적으로 유의하기 위해서는 모형 2와 모형 3의 R^2 변화량의 차이가 통계적으로 유의해야 한다(상계서, 2018).

분석 결과를 살펴보면, 먼저 비용요인은 모형 2와 3의 R^2 이 각각 0.105와 0.202로 R^2 변화량은 0.097 증가한 것으로 분석되었으며, R^2 변화량의 통계적 유의성은 유의확률 F 변화량을 통해 판단할 수 있는데 모형 3에서 유의확률 F 변화량이 0.000으로 $\alpha=0.05$ 수준에서 통계적으로 유의하게 나타나 항만 주체의 조절효과가 존재한다고 할 수 있다. 그리고 모형 3에서 상호작용변수의 비표준화 회귀계수가 0.494이고 t값은 4.235로 나타났으며, $\alpha=0.05$ 수준에서 통계적으로 유의한 것으로 나타나 비용요인과 스마트항만 도입 의견의 관계에서 항만 주체의 조절효과가 있는 것으로 분석되었다.

서비스요인은 모형 2와 3의 R^2 이 각각 0.049와 0.064로 R^2 변화량은 0.015 증가, 유의확률 F 변화량은 0.121로 $\alpha=0.05$ 보다 높게 분석되었으며, 모형 3에서 비표준화 회귀계수가 0.246이고 t값은 1.559로 나타나 서비스요인과 스마트항만 도입 의견의 관계에서 항만 주체의 조절효과는 없는 것으로 분석되었다.

시간요인은 모형 2와 3의 R^2 이 각각 0.082와 0.153으로 R^2 변화량은 0.071 증가, 유의확률 F 변화량은 0.001로 $\alpha=0.05$ 보다 낮게 분석되었으며, 모형 3에서 비표준화 회귀계수가 -0.532이고 t값은 -3.534로 나타나 서비스요인과 스마트항만 도입 의견의 관계에서 항만 주체의 조절효과는 있는 것으로 분석되었다.

마지막으로 안전·환경요인은 모형 2와 3의 R^2 이 각각 0.049와 0.169로 R^2 변화량은 0.120 증가, 유의확률 F 변화량은 0.000으로 $\alpha=0.05$ 보다 낮게 분석되었으며, 모형 3에서 비표준화 회귀계수가

-0.988이고 t값은 -4.622로 나타나 서비스요인과 스마트항만 도입 의견의 관계에서 항만 주체의 조절효과는 있는 것으로 분석되었다.

따라서 분석 결과를 정리하면, 비용요인, 시간요인, 안전·환경요인에서 항만 주체(항만 운영자와 이용자)의 조절변수가 투입되었을 때 이 요인들이 스마트항만의 도입 찬성과 반대 의견에 유의한 영향을 미치고 있으나, 서비스요인은 유의한 영향을 미치지 않는 것으로 분석되었다. 항만 경쟁력 확보나 물동량 증대, 해운 얼라이언스 대응, 터미널 생산성 향상, 초대형 선박 기항, 실시간 정보공유 및 서류 간소화 등 항만의 자동화나 스마트화에 따른 서비스요인은 항만 운영자와 이용자들의 공통적인 관심으로 조절효과가 없는 것으로 분석되었다고 사료된다.

반면, 항만의 자동화와 스마트화를 통해 정부나 항만 관리자는 친환경 항만 구축, 안전사고 감소, 첨단기술 축적 등을 강조할 수 있으며, 터미널 운영사는 인건비나 연료비 증가에 따른 운영경비 절감, 터미널 내 장비의 최적 운영, 항만 근로자의 작업조건과 환경 개선 등을 강조, 항만 이용자는 자동화나 스마트화에 따른 시스템 불안정으로 하역작업의 위험성 증가 등에 대한 부정적인 측면 등 항만 관련 주체별로 관심이 달라 비용, 시간, 안전·환경요인에서 조절효과가 있는 것으로 분석되었다고 사료된다.

V. 결론

해외 선진항만들은 컨테이너 항만을 중심으로 완전무인자동화를 비롯한 4차 산업혁명 기술을 활용한 스마트항만을 구축하여 운영하고 있으며, 이는

항만 운영의 효율성 증대 및 이익의 극대화, 효율적인 에너지 사용을 통한 친환경 항만을 구축하기 위함이다. 그러나 많은 선행연구에서 지적하였듯이 우리나라의 경우 4차 산업혁명 기술을 항만에 활용하기 위해 노력하고 있으나, 해외 선진항만에 비해 미흡한 것으로 지적하고 있다.

우리나라는 '제2차 신항만건설 기본계획'을 통해 부산신항, 인천신항, 광양항에 4차 산업혁명 기술을 접목하고 자동화 항만을 단계적으로 적용하여 스마트화 시스템 선도산업을 추진할 계획을 수립하였다. 그리고 2019년에 관계부처 합동으로 '스마트 해상물류 체계 구축전략'을 수립하여 광양항에 항만 자동화 설비의 현장 실증, 부산항과 인천항에 항만 지능화 및 주체 간 연계 실증하고 울산항을 스타트업 육성 및 물류정보 생태계로 구축할 계획이다.

해외 선진항만들은 스마트항만 운영을 통해 인건비, 동력비 등 터미널 운영비 절감, 항만 생산성 향상, 공급망 최적화, 에너지 소비량 감축, 환경오염 최소화 등 긍정적인 효과가 나타나고 있다. 그러나 긍정적인 효과에 반해 항만의 완전무인자동화와 스마트화에 따른 시스템의 불안정으로 선박이나 야드에서의 적·양하 작업 시 위험성이 증가할 수 있으며, 실시간 정보공유에 따른 중요정보 노출, 전체 시스템을 통제하고 긴급상황에 신속하게 대처할 수 있는 전문인력 투입 및 기존 인력의 구조조정, 초기 투자비 과다 등 항만 관련 주체별 스마트항만의 도입에 대한 인식차이가 크다고 할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 선행연구 분석을 통해 스마트항만의 도입 결정요인을 도출하였으며, 광양항 컨테이너 터미널 운영자와 이용자를 대상으로 설문을 시행하여 광양항의 스마트항만 도입 결정요인이 운영자와 이용자의 조절변수가 투입되었을 때 도입 의

견에 어떠한 영향을 미치는지 분석하기 위해 조절 회귀분석을 시행하였다.

연구모형에서 독립변수를 비용, 서비스, 시간, 안전, 환경 등 5개의 요인으로 설정하였으나, 요인분석에서 안전과 환경요인이 하나의 요인으로 도출되어 비용, 서비스, 시간, 안전·환경 등 4개의 요인으로 실증분석을 시행하였다. 신뢰성과 타당성 분석 결과, 연구에 사용된 측정변수들은 내적 일관성을 지니고 있었으며, 타당성도 확인되었다. 그리고 항만 운영자와 이용자의 조절변수가 광양항의 스마트항만 도입 결정요인인 독립변수와 도입 의견인 종속변수 간에 조절효과를 분석하기 위해 3단계의 과정을 거쳤으며, 3단계에서 상호작용변수(독립변수 \times 조절변수)가 유의수준 하에서 유의미한 결과값이 나타나면 조절효과가 있다고 해석할 수 있다.

분석 결과, 비용요인, 시간요인, 안전·환경요인은 R^2 변화량이 증가하고 유의확률 F 변화량이 $\alpha = 0.05$ 수준에서 통계적으로 유의하게 나타나 항만 주체의 조절효과가 있는 것으로 분석되었다. 반면, 서비스요인은 R^2 변화량이 증가하였으나 유의확률 F 변화량이 $\alpha = 0.05$ 보다 높게 나타나 항만 주체의 조절효과가 없는 것으로 분석되었다.

항만의 스마트화에 따른 서비스요인은 항만 운영자와 이용자의 공통적인 관심으로 조절효과가 없는 것으로 분석되었다고 사료된다. 그러나 항만의 스마트화에 따른 비용, 시간, 안전·환경 등에 대한 항만 주체들의 입장은 매우 큰 차이가 있을 것이다. 즉, 정부나 항만 관리자의 경우 친환경 항만 구축이나 안전사고 감소, 첨단기술 축적, 항만의 경쟁력 강화, 첨단시설 투자에 따른 항만시설 사용료 인상 등을 강조할 수 있으며, 터미널 운영사의 경우 높은 인건비나 연료비 절감을 통한 운영경비 절감, 터미널 내 장비의 이동경로나 위치 추적을 통

한 운영시간 최적화, 근로자의 작업조건과 환경 개선 등을 강조할 수 있다. 그리고 항만 이용자의 경우 업종에 따라 차이가 있겠지만 하역비 및 항만 이용료 절감, 선박과 트레일러의 대기 시간 및 휴먼에러에 따른 안전사고 감소, 신속하고 정확한 사고 원인 규명 등에 관심이 있을 것이고, 터미널 운영사의 운영경비나 위험 작업의 자동화, 환경오염, 항만 근로자의 작업조건 등은 항만 이용자의 이익과 다소 상반되기 때문에 관심이 적을 수 있다. 이처럼 항만 관련 주체별로 스마트항만 도입의 비용, 시간, 안전·환경요인 등에 대한 기대치가 달라 조절효과가 있는 것으로 분석되었다고 사료된다.

따라서 광양항의 스마트항만 도입에 앞서 항만 관련 주체들 간에 앞서 언급한 요인별 문제점을 논의하고 협의해야 하며, 상호 간에 부정적인 영향을 미칠 요인에 대해서는 적극적인 개선이 필요하다. 그리고 항만의 자동화와 스마트화 관련 시스템의 불안정은 스마트항만 구축의 가장 큰 장애 요인이기 때문에 전체 시스템을 통제하고 긴급상황에 신속하게 대응할 수 있는 전문인력 양성이 요구된다. 또한, 인력 구조조정 문제가 사회적 쟁점이 될 수 있으므로 기존 항만 근로자에 대한 재교육을 위한 산·학·관 협력체제가 구축되어야 한다. 이처럼 스마트항만 도입을 위한 논의 및 협의, 문제점 개선, 전문인력 양성 등을 통해 광양항의 경쟁력을 향상 시키기 위해서는 광양항을 관리·운영하고 있는 여수광양항만공사의 역할이 매우 중요하다.

본 연구는 광양항의 운영자와 이용자 간의 스마트항만 도입에 대한 인식차이를 분석한 연구이며, 향후 광양항의 스마트항만 구축 시 항만 관련 주체 간의 기초자료로 활용할 수 있다. 그러나 연구의 대상을 좀 더 세분화하여 분석할 필요가 있으며, 항만 관련 주체별 문제 해결 방안이 제시되지 않아

향후 연구의 과제로 남는다.

참고문헌

- 강현명 · 홍상태 · 문상영(2019), 항만 자동화 터미널의 효율성 분석 연구, 물류학회지, 제29권 제5호, 11-22.
- 관계부처 합동(2016), 제4차 산업혁명에 대응한 지능정보 사회 중장기 종합대책, 1-49.
- 관계부처 합동(2019), 스마트 해상물류 체계 구축전략(안), 1-24.
- 관계부처 합동(2020), 수출입 물류 스마트화 추진방안; 해상물류를 중심으로, 1-16.
- 김근섭 · 이기열 · 김보경(2018), KMI 동향분석, Vol.74, 1-14.
- 김학소(2018), 4차 산업혁명 시대의 항만물류 대응전략, 국제상학, 제33권 제4호, 239-254.
- 김형근(2018), 중국 로보틱 항만 현황과 우리나라 자동화 항만 구축 필요성 연구, 중국학, 제64집, 283-296.
- 박귀분 · 최용석 · 김선구(2020), 스마트 광양항 개발 및 운영 방안 연구, 해운물류연구, 제36권 제1호, 101-116.
- 박문수 · 김장현(2018), 4차 산업혁명과 인천시 항만의 스마트 물류 적용에 관한 탐색적 접근, 물류학회지, 제28권 제4호, 47-59.
- 원승환 · 조성우(2020), 컨테이너 터미널 자동화 기술 동향에 관한 연구, 전자무역연구, 제18권 제2호, 1-22.
- 웨이치 · 원승환(2018), 컨테이너 터미널에 적용 가능한 인 터덕스트리 4.0 기반 제품/서비스의 개념 설계 및 중요성 분석, 로지스틱스연구, 제26권 제3호, 91-110.
- 유지원 · 김율성(2020), 컨테이너터미널 자동화에 대한 관련 주체별 인식연구, 한국항해항만학회지, 제44권 제3호, 195-202.
- 이연경의 4인(2017), 4차 산업혁명시대 항만물류산업 고도화 방안 연구, 한국해양수산개발원.
- 이연경 · 이수영(2019), 4차 산업혁명시대 국내 스마트항만 수준 측정과 비교분석, 해운물류연구, 제35권 제2호, 323-348.
- 이태휘(2020), 스마트항만의 해외사례 분석과 정책 시사점; 유럽과 싱가포르를 중심으로, 한국항만경제학회지, 제36집 제1호, 77-90.
- 장명희 · 김윤미(2019), 해운항만산업의 블록체인 도입에 따른 혁신저항에 관한 연구, 한국항만경제학회지, 제35집 제4호, 121-146.
- 정상현의 3인(2020), 컨테이너 터미널의 사물인터넷(IoT) 적용가능성에 관한 연구, 한국항만경제학회지, 제36집 제2호, 1-18.
- 정영환의 3인(2008), 우리나라 자동화 컨테이너터미널 발전을 위한 핵심요인 분석에 관한 연구, 한국항만경제학회지, 제24권 제4호, 97-114.
- 정태원(2018), 스마트 항만의 선진사례 분석과 시사점, 해운물류연구, 제34권 제3호, 489-510.
- 조성우 · 원승환(2014), 유럽의 자동화 항만 구축 성공사례를 통한 우리나라의 미래형 항만 구축 방안에 관한 연구, EU연구, 제38호, 205-236.
- 조성우 · 최상희 · 원승환(2017), 저탄소 자동화 컨테이너 터미널 긴급상황 및 대처방안에 관한 연구, 전자무역연구, 제15권 제2호, 93-115.
- 차상현 · 노창균(2018), 컨테이너터미널에서 야드 이송장비 자동화 적용방안에 관한 연구, 한국항해항만학회지, 제42권 제3호, 217-226.
- 채기영 · 이철용(2020), SWOT · AHP를 이용한 부산항 경쟁력 평가요인과 발전방향에 관한 연구, 한국항만경제학회지, 제36권 제1호, 105-128.
- 최상희 · 이연경 · 강무홍(2017), KMI 동향분석, Vol.31, 1-19.
- 최형립(2017), 4차 산업혁명과 해운항만물류산업의 대응 방안, 부산발전연구원, 21-22.
- 한국해양수산개발원(2018), KMI 인포그래픽, 통권 제5호, 5.
- 홍관수(2018), SPSS 회귀분석, 경문사.
- 홍종욱(2018), 스마트항만 도입 결정요인과 성과에 관한 연구, 중앙대학교 박사학위논문.
- 황진희 · 안영균 · 김주현(2017), 4차 산업혁명과 해운산업 정책방향, 한국해양수산개발원.
- Baron, R. M. & Kenny, D. A.(1986), The Moderator-mediator Variable Distinction in Social Psychological Research: Conceptual, Strategic, and Statistical Considerations, *Journal of Personality and Social Psychology*, 51(6), 1173-1182.
- Khaled, E. S.(2016), Smart Seaports Logistics Roadmap, *Journal of Renewable Energy and Sustainable Development*, 2(2), 91-95.
- Vonck, I.(2017), *Ports of the Future*, Baltic Ports Conference.
- <http://www.mpa.gov.sg>(Maritime and Port Authority of Singapore)

스마트항만 도입에 대한 항만 운영자와 이용자 간의 인식차이에 관한 실증연구

- 광양항을 중심으로 -

최성희

국문요약

해외 선진항만들은 컨테이너 터미널을 중심으로 터미널의 완전자동화뿐만 아니라 스마트화를 추진하고 있다. 스마트항만은 항만 자동화를 포함한 4차 산업혁명 기술의 도입으로 항만 운영의 효율성 증대 및 이익 극대화, 효율적인 에너지 사용 및 친환경 항만 구축 등을 지향하는 포괄적인 개념으로 정의할 수 있다. 그러나 우리나라의 경우 4차 산업혁명 기술을 항만에 도입하기 위해 노력하고 있으나, 해외 선진항만에 비해 다소 미흡한 것으로 지적되고 있다. 따라서 본 연구에서는 선행연구를 통해 비용, 서비스, 시간, 안전·환경 등 스마트항만의 도입 결정요인을 도출하여 광양항 컨테이너부두 운영자와 이용자들을 대상으로 설문조사를 실시하였다. 이를 통해 스마트항만의 도입 결정요인과 도입의 찬성과 반대 의견에 있어 항만 운영자와 이용자의 조절변수가 투입되었을 때의 조절효과를 분석하였다. 분석 결과, 비용, 시간, 안전·환경요인에서 항만 운영자와 이용자의 조절효과가 있는 것으로 분석되었으나, 서비스요인에서 조절효과가 없는 것으로 분석되었다. 이처럼 항만 운영자의 경우 스마트항만 구축으로 효율적인 작업 및 시간 관리, 안전사고 감소 등을 통해 비용을 절감하고자 하나, 항만 이용자의 경우 스마트항만이 가져올 부정적인 효과가 반영되었다고 판단된다. 본 연구는 조절회귀분석을 통해 연구의 결과를 도출하였으며, 결론에서 스마트항만 도입의 시사점을 제시하였다.

주제어: 스마트항만, 광양항, 조절효과, 4차 산업혁명 기술, 자동화 항만