

컨테이너터미널 자동화에 대한 관련 주체별 인식연구

유지원* · † 김율성

*한국해양수산개발원 항만연구본부 연구원, † 한국해양대학교 물류시스템공학 부교수

A Study on the Perception of the Subjects about Automated Container Terminal

Ji-Won You* · † Yul-Seong Kim

*Researcher, Port Research Department, Korea Maritime Institute, Busan 49111, Korea

† Associate Professor, Logistics System Engineering, Korea Maritime and Ocean University, Busan 49112, Korea

요 약 : 선박 대형화는 규모의 경제 추구를 위한 글로벌 해운선사들의 생존전략이며, 이러한 전략에 따라 허브항만에서 많은 화물을 동시에 적양하하고 있다. 이러한 상황에 대응하기 위해 컨테이너터미널은 터미널 시설 확충과 장치장 공간의 효율성 및 생산성을 높이기 위한 자동화 도입을 추진하고 있다. 유럽의 항만은 지속적인 인건비 상승과 부족한 노동력 문제 해결을 위하여 자동화를 도입하였으며, 최근 세계 경제의 저성장과 초대형 선박의 등장, 대기오염, 안전사고 등에 관한 문제를 해결하기 위해 미국, 중국 등 각국에서 완전자동화 컨테이너터미널 건설이 증가하고 있다. 국내 항만은 국외 완전자동화 컨테이너터미널과 비교하면 자동화 도입 초기 단계이며 변화하는 항만환경에 대한 대응책으로 자동화 도입을 추진하고 있음에도 불구하고 컨테이너터미널 관련 이해관계자의 인식에 관한 연구는 부족한 실정이다. 집단 간 인식을 파악한 결과 컨테이너터미널 운영사는 인건비 감소, 해운선사는 서비스 향상, 항운노조는 안전사고 예방, 항만공사 및 정부기관은 서비스 향상의 중요도가 높게 나타났다. 따라서 집단 간 인식을 면밀히 살펴보고자 일원배치 분산분석(One Way Anova)을 수행한 후 집단 간 이해관계를 살펴보기 위한 기초자료로써 시사점을 도출하고자 한다.

핵심용어 : 컨테이너터미널 자동화, 터미널 운영사, 해운선사, 항운노조, 항만공사, 일원배치 분산분석

Abstract : The production of larger of ships is a survival strategy for global shipping companies to pursue the economics of scale. According to this strategy, to respond to this situation, many containers are loading/unloading simultaneously in the hub port. Additionally, the container terminals are promoting the introduction of automation to expand the terminal facilities and increase efficiency/productivity of the container yards. European ports have introduced automation to address rising labor costs and shortages of labor. Recently, the construction of fully automated container terminals is increasing in the United States and China to resolve problems such as the slow growth of the global economy, the emergence of large ships, air pollution, and safety accidents. Domestic ports are at an early stage compared to the world's advanced container terminals, and countermeasures are being prepared to respond to the changing ports. However, research on the recognition difference analysis that examines the opinions of stakeholders is insufficient. As a result of analyzing the recognition among the groups, it was found that container terminal operators reduced labor costs, improved shipping services for shipping companies, prevented safety accidents for port union labor, and increased service for port authority and government agencies. Thus, to closely examine the perception among the groups, one-way ANOVA was performed, and then the implications were deduced as the basic data for the smooth introduction of automation.

Key words : Automated container terminal, Terminal operator, Shipping company, Port authority, Port labor union, One way ANOVA

1. 서 론

세계 컨테이너 교역 물동량은 2018년과 비교하여 2019년 IMF 이후 가장 낮은 증가율을 기록하였다. 물동량 증가율이 감소한 이유로 미·중 무역분쟁, 경제 성장률 둔화, 일본 수출 규제, 브렉시트(영국 EU 탈퇴) 등 어려운 대외 여건으로 무역 규모가 감소한 것으로 나타났다(Choi, 2019). 컨테이너 물동량 증가세 둔화에 따라 컨테이너터미널은 많은 물동량을 안정적

으로 확보하고, 제한된 시간에 많은 물동량을 처리하기 위한 경쟁이 심화되고 있다. 반면, 글로벌 해운선사는 화주들의 안정적인 물량 확보와 경쟁우위 전략을 위해 초대형 선박 발주, 얼라이언스 및 M&A 등을 통하여 서비스 범위를 확장하고 비용 경쟁력을 갖추어 화주의 니즈를 충족시키고 있다. 선박 대형화는 규모의 경제 추구를 위한 해운선사들의 생존전략이 되었으며, 이러한 전략에 따라 허브항만에서 많은 화물을 동시에 적양하하고 있다. 선사들의 선박 대형화 전략에 대응하기 위

† Corresponding author : 종신회원, logikys@kmou.ac.kr 051)410-4332

* 정회원, jiwon@kmou.ac.kr 051)410-4890

(주) 이 논문은 “컨테이너터미널 자동화 필요성에 대한 관련 주체별 인식차이 연구”란 제목으로 “2019 한국항해항만학회 추계학술대회(부산항국제전시컨벤션센터, 2019.11.20.-21, pp. 216-217)”에 발표되었음.

해 컨테이너터미널은 터미널 시설 확충과 장치장 공간의 효율성 및 생산성을 높이기 위해 자동화 도입을 추진하고 있다.

컨테이너터미널 자동화와 관련해 초기 유럽에서는 높은 인건비와 노동력 부족 문제에 대한 대응책으로 1993년 세계 최초로 네덜란드 로테르담 ECT에 자동화를 도입하였다. 최근 전 세계적으로 컨테이너터미널 간 치열한 경쟁이 심화되고 있으며, 이러한 경쟁상황에서 터미널의 경쟁우위 전략 중 하나로 완전자동화를 추진하고 있다. 컨테이너터미널은 더이상 효율성, 생산성, 서비스 품질 등의 요소로만 평가되는 것이 아닌 Green Port, 안전사고 등 경제적, 사회적, 환경적으로 지속 가능한 발전을 종합적으로 고려하고 있다. 최근 완전자동화 컨테이너터미널을 개장한 유럽(로테르담항)과 미국(롱비치항), 중국(칭다오항, 양산심수항 등) 등은 인건비 절감과 비용문제가 아닌 Green Port 정책의 일환으로 추진한다고 대외적으로 밝히고 있다. 이는 항운노조의 일자리와 관련되거나 기술굴기 등의 목적에 대한 반감을 최소화하고자 Green Port 정책을 표명한 것일 수도 있으나 컨테이너터미널 완전자동화 도입은 시대적인 흐름은 분명한 것으로 보인다.

현재 우리나라 역시 해양수산부와 항만공사 중심으로 컨테이너터미널 완전자동화 도입을 추진하고 있다. 컨테이너터미널 완전자동화 도입에 대해 정부와 항만공사는 Green Port와 안전사고 방지, 기술축적 등의 시대적인 필요성을 강조하고 있으며, 터미널 운영사는 비용절감과 생산성향상, 안전사고 감소 등을 위해 자동화의 필요성을 강조하고 있다. 반면, 해운선사는 비용 절감은 터미널 운영사의 몫이기 때문에 서비스 및 안전성 등을 위해 필요하지만 완전자동화에 따른 시스템 불안정성 등에 따른 하역작업 리스크 증가 등의 부정적인 시각도 가지고 있다. 항운노조 역시 완전자동화 필요성을 인정하면서도 일자리 상실에 대한 우려 등으로 반대 입장을 분명히 하고 있다. 이렇듯 컨테이너터미널 완전자동화에 대한 항만 관련 주체별 인식이 매우 상이하다. 따라서 본 연구에서는 컨테이너터미널 완전자동화에 대해 운영주체인 터미널 운영사와 이용주체인 해운선사, 관리주체인 항만공사, 노무주체인 항운노조 등 관련 주체별 도입 필요성과 도입 요인 등에 대한 인식 차이를 살펴보고자 한다. 구체적으로 컨테이너터미널 완전자동화 도입에 대한 긍정·부정적 견해, 도입 시기, 도입 시 우려되는 요인 등의 탐색적 분석과 도입 요인에 대해 관련 주체별로 어떠한 인식을 가지고 있는지 분석하고자 한다. 이를 통해 컨테이너터미널 자동화 도입에 대한 이해관계자 간 인식격차를 최소화하면서 완전자동화를 추진할 수 있도록 시사점을 제공하고자 한다.

2. 컨테이너터미널 자동화 현황분석

2.1 국내 컨테이너터미널 자동화 현황분석

현재 부산항 신항 2-3단계, 인천 신항 1-1단계 등 국내 주

요 컨테이너터미널은 게이트와 야드부분은 자동화, 안벽과 이송영역은 유인으로 운용되는 반자동화 수준에 있다. 컨테이너터미널 운영비용 중 인건비가 상당 부분을 차지하고 있어 운영상에 부담이 따르므로 비용 절감 및 생산성 증대를 위하여 부산항 신항 및 인천 신항 등에서 자동화 개발이 이루어지고 있다(Byeon, 2019). 또한, 최근 컨테이너 이송작업 시 디젤연료 사용으로 인한 각종 오염물질이 배출문제가 대두됨에 따라 해양수산부는 2019년 ‘제2차 신항만 건설 기본계획(2019~2040)’에 육상전원공급설비(AMP; Alternative Maritime Power) 설치로 항만 미세먼지 50% 저감 등 국내 항만을 세계적인 스마트·친환경 항만으로 발전시켜나갈 계획을 발표하였다. 이처럼 국내 항만은 친환경 자동화 항만 구현을 위해 기술력 확보에 노력을 기울이고 있다. 이와 함께 최근 부산항 신항 2-5단계 입주업체 선정을 위한 공고절차와 우선협상대상자 선정 등의 과정에서 완전자동화를 위한 컨테이너터미널 레이아웃과 시스템 설계 등을 계획하고 있다. 이렇듯 국내에서도 컨테이너터미널 완전자동화 세계적인 흐름에 편승하기 위해 노력하고 있는 것으로 판단된다.

2.2 국외 컨테이너터미널 자동화 현황분석

세계 주요항만에서는 점차 상승하는 인건비와 부족한 노동력 문제를 해결하고자 자동화를 추진하고 있으며, 효율적인 토지 이용과 작업 능률을 극대화하기 위하여 항만시설의 자동화에 관심을 기울이고 있다(Hong et al. 2001). 세계 최초의 자동화 터미널은 1993년 개장한 네덜란드 로테르담의 ECT 터미널이다. ECT 터미널의 성공적인 운영에 따라 2003년 독일 함부르크 CTA 터미널, 2007년 호주 Patrick 터미널, 2008년 네덜란드 로테르담 Euromax 터미널이 개장하였고, 2015년 APM 터미널과 RWG(Rotterdam World Gateway)가 동시에 개장하였다. Port Technology(2016)는 LA, LB 터미널에 자동화를 도입하는 것이 초대형선을 처리할 수 있는 가장 합리적인 해결책으로 판단하여 2017년 미국 LBCT(Long Beach Container Terminal)터미널을 개장하였다. LBCT 터미널은 자동화를 통해 인건비 및 운영비 37% 절감, 생산성 40% 향상, 대기오염 80% 감소 등의 성과를 보였다. 또한, 중국은 2017년 5월 아시아 최초로 완전 무인 자동화 터미널 QQCTN(Qingdao New Qianwan Container Terminal)을 개장하였으며, 2017년 12월 양산심수항 4-1단계도 개장하였다. 초기 유럽에서 자동화 항만을 선도하였지만, 최근에는 중국이 자동화의 중심에 있다. 그밖에 모로코 탕헤르항, 미국의 버지니아항, 싱가포르의 투아스항, 태국의 람차방항 등에서 자동화 항만을 개발 중이다.

3. 선행연구 고찰

3.1 컨테이너터미널 자동화 선행연구

컨테이너터미널 자동화와 관련된 선행연구는 게이트, 야드, 터미널의 하역 생산성을 결정하는 주요 지표인 안벽영역으로 나누어 검토하였다. Choi et al.(2007)은 국내 컨테이너터미널 게이트에 RFID(Radio Frequency Identification)와 OCR(Optical Character Recognition) 기술을 적용하여 효율적인 게이트 운영시스템을 제시하였다. 컨테이너터미널 게이트에서 주로 바코드를 활용하여 차량과 컨테이너 정보수집에 비효율적 요소가 존재하는 문제점을 해결하기 위하여, RFID/OCR 기술의 장점을 통합하여 연구한 결과 기존 인식오류문제를 해결하고, 게이트 통과시간을 단축했다.

Cha et al.(2018)은 컨테이너터미널에서 자동화 시스템은 서비스 및 수익성 향상을 위해 필수적이며, 터미널을 효율적으로 운영하고 생산성을 높이기 위하여 장비의 실시간 위치와 상태 확인이 필요하다고 하였다. 컨테이너터미널에 DGPS를 실제로 적용하여 기존 야드이송장비 시스템과 야드이송장비 자동화 시스템을 비교하고 적용방안에 대하여 제시하였다.

Eglynas et al.(2019)는 유인으로 운용되는 컨테이너 크레인에서 발생하는 오류, 불안정, 환경오염, 컨테이너 보안 등의 문제점을 밝혔다. 이러한 문제점을 개선하기 위하여 이론과 시뮬레이션을 통해 화물 취급 시 사전에 위험요인 제거, 보안 및 처리속도 개선을 기대할 수 있는 결과를 도출하고, 이를 바탕으로 자동화 크레인 시스템 통합의 필요성을 강조하였다.

3.2 컨테이너터미널 선택요인 선행연구

컨테이너터미널 자동화와 관련해서 관련 주체들의 인식을 분석하기 위해서는 터미널을 선택하는 요인이 무엇인지에 대한 선행연구 검토가 필요하다. 우선, Vega et al.(2019)의 연구에서는 화주를 포함한 관련 주체들의 항만선택은 항만운송비용, 항만특징, 항만 효율, 지정학적 위치, 화물유형 등 다양한 외부요인들에 의해 이루어진다고 하였다. 동 연구에서는 항만선택 시 화주가 고려하는 요인으로 항만 이용비용, 정기선사 기항빈도, 항만이용시간, 화물유형, 항만 역할수행능력 등을 제시하였다. 연구결과를 바탕으로 운영 주체가 전략적 운영체계를 구축하면 화주의 항만선택에 영향을 미친 것으로 분석하였다.

Jeong(2018)의 연구는 문헌조사와 설문조사를 통해 화주가 항만을 선택할 때 미치는 결정요인을 도출하고자 Kano 모형을 기반으로 분석을 수행하였다. 분석결과 컨테이너수급 원활성, 항로 다양성, 항만 및 터미널 규모, 화물처리 신속성, 내륙운송비용 순으로 중요도가 나타났으며 항만운영인력의 전문성과 해상 운송비용보다 컨테이너수급 원활성과 항로의 다양성 등 전반적으로 항만서비스가 주요 고려요인으로 작용한 것으로 나타났다.

Park(2017)의 연구는 항만선택요인에 대한 이용자의 지각이나 인지가 높아지면 특정항만의 선호도가 높아진다고 밝혔다. 따라서 항만선택행위모형을 검토하여 이를 반영한 터미널 운영사의 운영전략을 구성하였다. 항만선택 속성의 특성 형태는 주체에 따라 인식이 다를 수 확인하고자 이해당사자들 간의 의견을 종합하였다. 선사 측면에서의 항만선택 요인은 항만의

화물처리량을 고려하였으며 항만공사는 항로의 다양성, 항만의 운송량 및 처리량, 항만비용 등의 순으로 나타났다. 마지막으로 운영사는 화물 운송량 및 처리량, 항만비용, 복합운송 연계성이 항만선택의 주요요인으로 나타났다.

3.3 시사점 및 설문조사 요인구성

컨테이너터미널 영역별 자동화 요인을 추출하기 위하여 자동화 관련 선행연구를 검토하였으나 국내 컨테이너터미널 주체간 이해관계를 올바르게 평가하고 분석하기 위한 기초연구가 활발히 이루어지지 않아 부족한 실정이다. 선사의 항만선택 영향력이 커짐에 따라 면밀한 설문조사를 위하여 항만선택에 관한 선행연구도 검토하였다. 기존 선행연구와의 차별점을 두고 자 게이트, 야드, 장치장, 안벽으로 범위를 정하였으며, 터미널 내 운용되는 장비의 비용 및 생산성을 고려하여 관련요인을 추출 후 컨테이너터미널 이해관계자의 인식을 파악하는 연구를 진행하였다. 최종적으로 추출한 요인은 다음 Table 1과 같다.

Table 1 Factors of questionnaires

No.	Measurement Variable
A1	Labor cost reduction
A2	Reduced freight handling costs
A3	Reduced freight storage cost
A4	Maintenance cost reduction
B1	Gantry Crane(G/C) Productivity
B2	Yard Transfer Equipment Productivity
B3	Yard Equipment Productivity
B4	Gate carry-in and out productivity
C1	Gantry Crane(G/C) Automation
C2	Yard Transfer Equipment Automation
C3	Yard Equipment Automation
C4	Gate transfer and import automation
D1	Freight Damage and Loss Frequency Reduction
D2	Safety accident prevention
D3	Reduction of various pollutants
D4	System sharing between departments
E1	Arrival / Departure Schedule Service
E2	Prompt Unloading Service
E3	Integrated Logistics Information Service
E4	Linked transportation service

4. 실증분석

4.1 연구방법

본 연구는 각종 문헌, 정기간행물, 연구자료 보고서 등을 종합적으로 검토하여 요인과 세부항목을 구성하였고, 이를 바탕으로 구조화된 설문지를 작성하였다. 설문조사는 E-mail과 대면조사를 병행하였으며, 2019년 9월 1일부터 2019년 11월 30일까지 실시하였다. 컨테이너터미널 자동화와 관련한 주체별 인식차이를 분석하기 위하여 일원배치 분산분석(One Way ANOVA)을 수행하였다.

4.2 연구대상 및 일반현황

본 연구의 목적인 컨테이너터미널 자동화에 대한 관련한 주체별 인식차이를 분석하고자 컨테이너터미널 개발 및 관리

주체(항만공사 및 정부 기관), 운영 주체(컨테이너터미널 운영사, 항운노조), 이용 주체(해운선사)를 중심으로 설문조사를 실시하였다. 응답자의 일반사항을 간략하게 살펴보면, 컨테이너터미널 운영사 99부, 해운선사 86부, 항운노조 99부, 항만공사 및 정부 기관 91부, 총 375부로 집계되었다. 설문응답자의 근무연수는 5년 이하 108명, 10년 이하 78명, 15년 이하 70명, 20년 이하 77명, 25년 이하 42명 순으로 나타났다.

Table 2 Current state of respondents

(Unit: Person)		
Workplace	Frequency (n)	Ratio (%)
Container Terminal Operator	99	26.4
Shipping Company	86	22.9
Port Labor Union	99	26.4
Port Authority & Government Agency	91	24.3
Working Years	Frequency (n)	Ratio (%)
5 years or less	108	28.8
10 years or less	78	20.8
15 years or less	70	18.7
20 years or less	77	20.5
25 years or less	42	11.2

컨테이너터미널 자동화에 대한 일반적인 질문에 대한 응답 현황은 다음과 같다. 컨테이너터미널 자동화 도입에 긍정적인 응답자는 259명(69.1%), 부정적인 응답자는 116명(30.9%)으로 나타났다. 각 집단 간 세부적인 결과로는 컨테이너 터미널 운영사의 긍정적 응답은 87.9%, 부정적 응답은 12.1%이며, 해운선사는 긍정적 응답 91.8%, 부정적 응답 6.5%로 나타났다. 항운노조는 긍정적 응답 2.1%, 부정적 응답 97.9%이며, 항만공사 및 정부기관은 긍정적 응답 91.2%, 부정적 응답 8.8%로 나타났다. 또한, 국내 컨테이너터미널 자동화의 적절한 도입 시기는 향후 10년 이하가 145명으로 가장 많았으며, 향후 5년 100명, 향후 3년 89명, 향후 1년 29명, 기타 9명 순으로 나타났다. 국내 컨테이너터미널 도입에 따른 일자리 우려에 대하여 매우 높음 141명, 높음 130명, 보통 79명, 낮음 21명, 매우 낮음 3명으로 컨테이너터미널 자동화 도입에 따른 일자리 감소 및 인력재배치 등을 우려하고 있는 것으로 나타났다.

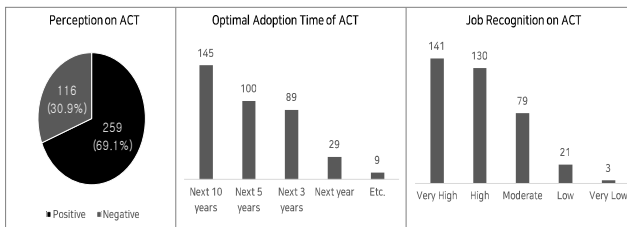


Fig. 1 Survey basic questions

컨테이너터미널 자동화 도입 시 우려요인은 노동조합과의 견 차이가 4.3점으로 가장 높았으며, 높은 투자비용 4.1점, 인프라구축 기간의 장기화 3.9점, 운영에 필요한 기술 부족 3.7점 순으로 나타났다. 컨테이너터미널 도입을 원활하기 위해 정부에서 마련해야 할 정책으로 노동조합과의 갈등해소 4.4점,

인프라 투자비용 지원 4.2점, 새로운 기술개발 지원 4.2점, 퇴직자 재취업 프로그램 운영 4.0점 순으로 나타났다.

Table 3 Worrying factors and government policy on ACT

Pressing Concerns about ACT	Mean
Disagreement among labor unions	4.3
High investment cost	4.1
Longer period of infrastructure construction	3.9
Shortage of skills required for operation	3.7
Government policy on ACT	Mean
Resolving conflict with labor unions	4.4
Infrastructure investment cost support	4.2
New technology development support	4.2
Retiree reemployment program	4.0

4.3 주체별 인식차이 분석결과

Table 4와 같이 집단별 평균이 가장 높은 요인을 살펴본 결과, 컨테이너터미널 운영사는 인건비 감소, 해운선사는 서비스향상, 항운노조는 안전사고 예방에 대해 중요성이 높았지만, 자동화 기술축적에 강한 부정적인 인식을 보였다. 마지막으로 항만공사 및 정부 기관은 서비스향상에 대하여 중요도가 높은 것으로 나타났다. 산출된 평균은 전반적으로 안전사고 예방요인에 대해 터미널 운영사(4.01점), 해운선사(4.33점), 항운노조(4.59점), 항만공사(4.24점) 모두 중요도가 높게 나타나 최근 항만 내에서 발생하는 안전사고에 대한 인식이 강화되고 있는 것으로 해석된다.

또한, 자동화 도입에 긍정적인 주체(터미널 운영사, 항만공사, 해운선사)는 서비스향상, 생산성, 자동화 기술축적의 중요도가 높은 반면, 항운노조는 자동화 기술축적(3.41점)의 중요도가 낮은 것으로 나타났다.

앞서 각 요인에 대하여 집단 간 견해차이가 있는 것을 밝힌 후 집단 간 하나의 검정변수에 대해 평균의 차이가 통계적으로 유의한지 검정하고자 일원배치 분산분석(One-Way ANOVA)을 실시하였다. Table 5와 같이 컨테이너터미널 자동화 도입에 대한 5가지 요인 중 적어도 한 개 이상의 집단과 인식 차이가 발생하는 요인은 비용, 자동화 기술축적, 안전성, 서비스향상으로 나타났다. 각 요인 중 자동화 기술축적(F=24.32, p=0.000)이 집단 간 가장 큰 인식 차이를 보이며, 비용(F=11.72, p=0.000), 안전성(F=8.70, p=0.000), 서비스향상(F=3.54, p=0.015)의 순으로 나타났다.

Table 4 The result of mean comparison between group

Factors/Measurement Variable		Terminal Operator		Shipping Company		Port Labor Union		Port Authority	
		Mean	Rank	Mean	Rank	Mean	Rank	Mean	Rank
Cost	Labor cost reduction	4.10	1	4.19	4	4.51	2	3.67	18
	Reduced freight handling costs	3.71	16	4.09	8	4.23	3	3.87	14
	Reduced freight storage cost	3.45	20	3.66	19	3.96	8	3.64	19
	Maintenance cost reduction	3.49	18	3.65	20	3.87	13	3.47	20
Productivity	Gantry Crane(G/C) Productivity	3.95	9	4.02	13	3.82	14	3.99	5
	Yard Transfer Equipment Productivity	4.05	2	4.08	11	4.14	4	3.98	7
	Yard Equipment Productivity	4.03	4	3.98	15	3.98	7	3.82	15
	Gate carry-in and out productivity	3.99	6	3.97	16	3.93	10	3.91	10
Technology	Gantry Crane(G/C) Automation	3.84	13	4.03	12	3.43	16	3.91	11
	Yard Transfer Equipment Automation	3.90	11	4.12	5	3.42	17	3.95	8
	Yard Equipment Automation	4.04	3	4.10	7	3.35	20	3.93	9
	Gate transfer and import automation	3.89	12	4.08	10	3.42	19	3.91	12
Safety	Freight Damage and Loss Frequency Reduction	3.80	14	4.09	9	3.89	12	3.88	13
	Safety accident prevention	4.01	5	4.33	1	4.59	1	4.24	2
	Reduction of various pollutants	3.47	19	3.94	17	3.44	18	3.76	16
	System sharing between departments	3.73	15	4.02	14	3.45	15	3.70	17
Service	Arrival / Departure Schedule Service	3.96	8	4.12	6	3.89	11	3.99	6
	Prompt Unloading Service	3.99	7	4.31	2	4.05	5	4.30	1
	Integrated Logistics Information Service	3.94	10	4.28	3	3.96	9	4.15	3
	Linked transportation service	3.70	17	3.91	18	4.00	6	4.13	4

Table 5 One way ANOVA results

Factors		Sum Sq.	Mean Sq.	F	P
Cost	Between Groups	14.63	4.88	11.72	0.000
	Within Groups	154.29	0.42		
Productivity	Between Groups	0.87	0.29	0.47	0.701
	Within Groups	226.69	0.61		
Accumulation of Technology	Between Groups	25.71	8.57	24.32	0.000
	Within Groups	130.35	0.35		
Safety	Between Groups	14.65	4.88	8.70	0.000
	Within Groups	207.18	0.56		
Service	Between Groups	5.58	1.86	3.54	0.015
	Within Groups	193.84	0.53		

각 요인별 세부항목에서도 유의미한 차이가 존재하는지 확인하고자 일원배치 분산분석을 수행한 결과는 Table 6 ~ Table 10과 같다. 우선, 비용요인 분석결과 인건비 절감(F=19.142, p=0.000), 화물처리비 절감(F=8.852, p=0.000), 화물보관비 절감(F=5.152, p=0.002) 항목에서 집단 간 인식 차이가 있는 것으로 나타났다. 항운노조는 컨테이너터미널 자동화 도입 시 비용 절감(인건비(4.51점), 화물처리비(4.23점), 화물보관비(3.96점)) 항목을 중요하게 고려해야 한다고 인식하고 있지만 항만공사 및 정부 기관은 비용요인을 중요하게 고려하지 않는 것으로 나타났다.

Table 6 Result of one way ANOVA : Cost

Group		n	mean	F	P
A1	Terminal Operator	99	4.10	19.412	0.000
	Shipping Company	86	4.19		
	Port Labour Union	97	4.51		
	Port Authority	91	3.67		
A2	Terminal Operator	99	3.71	8.852	0.000
	Shipping Company	86	4.09		
	Port Labour Union	97	4.23		
	Port Authority	91	3.87		
A3	Terminal Operator	99	3.45	5.152	0.002
	Shipping Company	86	3.66		
	Port Labour Union	97	3.96		
	Port Authority	91	3.64		

생산성요인의 세부항목에 대한 분산분석결과 야드이송 장비 생산성(F=0.65, p=0.583), 장치장 장비 생산성(F=0.906, p=0.438), 게이트 반·출입 생산성(F=0.138, p=0.937)에서 집단 간 인식차이가 없는 것으로 나타났다. 터미널 운영사, 해운선사, 항운노조, 항만공사 및 정부 기관은 터미널 내에서 운용되는 장비의 생산성(야드이송 장비 생산성, 장치장 장비 생산성, 게이트 반·출입 생산성)이 향상될 것으로 기대하는 것에 대해 견해가 같은 것으로 나타났다.

Table 7 Result of one way ANOVA : Productivity

	Group	n	mean	F	P
B2	Terminal Operator	99	4.05	0.65	0.583
	Shipping Company	86	4.08		
	Port Labour Union	97	4.14		
	Port Authority	91	3.98		
B3	Terminal Operator	99	4.03	0.906	0.438
	Shipping Company	86	3.98		
	Port Labour Union	97	3.98		
	Port Authority	91	3.82		
B4	Terminal Operator	99	3.99	0.138	0.937
	Shipping Company	86	3.97		
	Port Labour Union	97	3.93		
	Port Authority	91	3.91		

자동화 기술축적요인의 세부항목에 대한 분산분석결과 안벽 장비(G/C) 자동화(F=10.765, p=0.000), 야드이송 장비 자동화(F=14.193, p=0.000), 장치장 장비 자동화(F=21.334, p=0.000), 게이트 반·출입 자동화(F=13.512, p=0.000)에 집단 간 인식차이가 있는 것으로 나타났다. 터미널 운영사, 해운선사, 항만공사 및 정부 기관은 국내 항만의 경쟁력 강화, 안정적인 운영, 기술력 확보 등의 이유로 중요하게 인식하고 있지만, 항운노조는 안벽 장비(G/C) 자동화(3.43점), 야드이송 장비 자동화(3.42점), 장치장 장비 자동화(3.35점), 게이트 반·출입 자동화(3.42점) 자동화 기술축적 중요도를 상당히 낮게 인식하고 있는 것으로 나타났다.

Table 8 Result of one way ANOVA : Accumulation of Technology

	Group	n	mean	F	P
C1	Terminal Operator	99	3.84	10.765	0.000
	Shipping Company	86	4.03		
	Port Labour Union	97	3.43		
	Port Authority	91	3.91		
C2	Terminal Operator	99	3.90	14.193	0.000
	Shipping Company	86	4.12		
	Port Labour Union	97	3.42		
	Port Authority	91	3.95		
C3	Terminal Operator	99	4.04	21.334	0.000
	Shipping Company	86	4.10		
	Port Labour Union	97	3.35		
	Port Authority	91	3.93		
C4	Terminal Operator	99	3.89	13.512	0.000
	Shipping Company	86	4.08		
	Port Labour Union	97	3.42		
	Port Authority	91	3.91		

안전성요인의 세부항목에 대한 분산분석결과 각종 오염물

질 저감(F=7.165, p=0.004), 부처 간 시스템 공유(F=7.204, p=0.002)에 집단 간 차이가 있는 것으로 나타났다. 항만을 이용하는 해운선사는 컨테이너터미널 자동화 도입으로 운영상 안전성(부처 간 시스템 공유, 3.94점), (오염물질 저감, 4.02점)을 중요하게 인식하고 있는 것으로 나타났지만, 컨테이너터미널 운영사는 안전성에 대한 중요도가 비교적 낮게 나타났다.

Table 9 Result of one way ANOVA : Safety

	Group	n	mean	F	P
D3	Terminal Operator	99	3.47	7.165	0.004
	Shipping Company	86	3.94		
	Port Labour Union	97	3.44		
	Port Authority	91	3.76		
D4	Terminal Operator	99	3.73	7.204	0.002
	Shipping Company	86	4.02		
	Port Labour Union	97	3.45		
	Port Authority	91	3.70		

마지막으로 서비스향상 요인의 세부항목에 대한 분산분석결과 입·출항 정시성 서비스(F=1.085, p=0.356)에 대하여 집단 간 인식에 차이는 발생하지 않았으나, 신속한 하역 서비스(F=3.547, p=0.015), 통합물류 정보서비스(F=3.728, p=0.012) 항목에서 상대적으로 해운선사와 항만공사 및 정부 기관의 중요도 인식이 높게 나타났다.

Table 10 Result of one way ANOVA : Service Improvement

	Group	n	mean	F	P
E1	Terminal Operator	99	3.96	1.085	0.356
	Shipping Company	86	4.12		
	Port Labour Union	97	3.89		
	Port Authority	91	3.99		
E2	Terminal Operator	99	3.99	3.547	0.015
	Shipping Company	86	4.31		
	Port Labour Union	97	4.05		
	Port Authority	91	4.30		
E3	Terminal Operator	99	3.94	3.728	0.012
	Shipping Company	86	4.28		
	Port Labour Union	97	3.96		
	Port Authority	91	4.15		

5. 결 론

5.1 연구결과

물류시장의 경쟁이 심화되고 있는 상황에서 컨테이너 선사

들은 경쟁에서 살아남기 위해 컨테이너 단위당 비용을 줄일 수 있는 선박 대형화에 집중하게 되었고, 항만들은 선사들의 선박 대형화에 대응하기 위해 항만시설 및 장비의 생산성을 높이는데 집중할 수밖에 없다. 최근 정부에서도 IT 기술을 접목한 항만물류시스템 구축, 항만시설 및 장비의 생산성 향상과 안전사고 감소, Green Port 등을 통하여 자동화 항만 구현을 위한 관련 연구가 활발히 이루어지며, 우리나라도 피해갈 수 없는 시대적인 흐름이 되었다. 이에 본 연구에서는 컨테이너터미널 완전자동화와 관련해 이해관계자 간 인식차이를 탐색적으로 분석하여 향후 자동화의 원활한 도입을 위한 기초자료로 활용하고자 하였다. 우선, 컨테이너터미널 자동화 선행연구와 항만선택요인 선행연구를 동시에 비교하여 자동화에 관련한 요인을 추출하였다. 추출된 요인을 바탕으로 컨테이너터미널 운영주체, 이용주체, 개발 및 관리주체, 노무주체 간 컨테이너터미널 자동화의 도입 필요성과 중요성에 대한 인식을 탐색적으로 살펴보고자 하였다. 컨테이너터미널 자동화와 관련해서는 도입 필요성에는 대부분 공감(70%)하고 있으며, 도입시기에서도 10년 이내가 가장 많은 것으로 나타났다. 다만, 컨테이너터미널 자동화와 관련해서는 일자리 감소 및 인력재배치 등에 대한 우려가 높았다.

컨테이너터미널 자동화 도입에 대한 선택요인과 세부항목별로 관련 주체 간 인식차이가 있는지 분석한 결과 비용, 자동화 기술축적, 안전성 요인에 유의미한 차이가 있는 것으로 분석되었다. 집단 간 평균을 비교하여 컨테이너터미널 자동화 도입에 찬성하는 집단과 반대하는 집단으로 분류하여 살펴본 결과 도입을 찬성하는 터미널 운영사, 항만공사, 해운선사 측은 서비스향상, 생산성 향상, 자동화 기술축적의 중요도를 높게 인식하고 있지만, 항운노조 측은 자동화 기술축적 시 일자리 변화를 우려하는 것으로 나타났다. 또한, 터미널 운영주체(컨테이너터미널 운영사)와 이용주체(해운선사)로 분류하여 살펴본 결과 터미널 운영사는 인건비 절감, 생산성 향상, 안전성 향상을 기대하지만, 해운선사는 서비스 통합, 신속한 서비스, 화물 처리비용 절감의 중요도 인식이 높은 것으로 나타났다. 마지막으로 터미널 운영주체(터미널 운영사)와 컨테이너터미널 개발 및 관리주체(항만공사 및 정부기관)로 분류하여 비교한 결과 터미널 운영사는 인건비 절감, 생산성 향상, 자동화 기술축적을 중요하게 인식하고 있지만, 항만공사 및 정부기관은 서비스 및 생산성 향상을 더욱 중요하게 평가하고 있는 것으로 나타났다.

5개 요인에 대한 세부항목에 대하여 관련 주체 간 인식 분석 결과는 다음과 같다. 첫째, 항운노조는 컨테이너터미널 자동화 도입을 통하여 인건비, 화물처리비, 화물보관비 즉, 비용 절감에 대한 중요도를 높게 평가하고 있다. 둘째, 컨테이너터미널 운영사, 해운선사, 항운노조, 항만공사 및 정부 기관은 전반적으로 자동화 도입으로 인하여 생산성 향상의 중요도를 높게 평가하고 있다. 셋째, 해운선사와 항만공사 및 정부 기관은 컨테이너터미널 자동화 도입으로 인한 기술축적의 중요도를 높게 평가하고 있지만, 항운노조는 기술축적에 대해 상대적으로 중요도를 낮게 평가하고 있다. 넷째, 컨테이너터미널 운영의 안전성(시스템 공유와 오염물질 저감)에 대해 해운선사는 중요도가 높으나, 상대적으로 다른 주체들은 다소 낮게 평가하였다. 마지막으로 서비스향상 부분에서는 전반적으로 터미널 운영사와 항운노조는 중요도를 비교적 낮게, 해운선사와 항만공사 및 정부기관은 중요도를 높게 평가하고 있어 인식차이가 발생하는 것으로 나타났다. 서비스에 해당하는 요인 중 특히 신속한 하역 서비스와 통합물류 정보서비스에 향상에 대한 중요도가 높게 나타났다.

본 연구의 분석결과에서 나타난 바와 같이, 컨테이너터미널 자동화 도입은 전반적으로 생산성 향상과 물류비용 절감을 기대할 수 있을 것으로 판단된다. 하지만 터미널 내 근로자들은 실업 및 근로조건 악화에 대한 우려도 상존하고 있는 것으로 확인되었다. 따라서 자동화의 도입에 필요성은 인식하면서도 반대의사를 명확히 하고 있는 항운노조와의 갈등을 최소화하려는 적극적인 사회적 합의가 필요하다. 앞서 살펴본 이해관계자인 터미널 운영사와 해운선사, 항만공사 및 정부 기관, 항운노조 간의 협의체를 구성하여 자동화 도입에 대한 구체적인 논의를 본격적으로 시작해야만 한다.

5.2 연구의 한계점 및 향후 과제

본 연구에서는 컨테이너터미널 자동화 도입에 대한 관련 주체별 인식차이를 분석하고자 하였다. 관련 주체별 일반 현황(근무연수, 근무분야, 직책 등)을 세분화하여 연구를 진행하지 못한 부분과 표본의 전문성 등에 대한 부분적 한계가 있는 것으로 판단된다. 그러나 컨테이너터미널 자동화와 관련한 이해관계자의 전반적인 인식을 분석한 본 연구의 결과는 향후 컨테이너터미널 자동화 기술의 유연한 도입을 위한 기초적인 자료로써 충분한 의의가 있다고 판단된다.

향후 컨테이너터미널 자동화 도입을 위한 인과모형 분석과 컨테이너터미널 자동화 관련 이해관계자들의 이견을 좁히기 위한 대책 및 해결방안 마련 연구가 필요할 것이다.

사 사

본 논문은 『2019년 부산항만공사 Jump Up Campus』 연구과제의 지원을 받아 수행되었음.



Fig. 2 Summary of analysis results by subject

References

- [1] Byeon, J. T.(2019), “Automation of Busan Container Terminals - Through the advanced case and strategy presented by GTO - ”, Korea Maritime and Ocean University, Graduate school of Global Logistics.
- [2] Cha, S. H. and Noh, C. K.(2018), “A Study on Application of Yard Transportation Equipment Automation System in the Container Terminal”, Journal of Korean Navigation and Port Research, Vol. 42, No. 3. pp. 217-226.
- [3] Choi, H. R., Park, B. J. and Keceli, Y.(2007), “Development of the automated gate system based on RFID/OCR in a container terminal”, Journal of the Korea Industrial Information Systems Research, Vol. 6, No. 2, pp. 65-68.
- [4] Ha, T. Y and Choi, Y. S.(2005), “A Comparative Study on Productivity of High Performance Quay Crane in Container Terminal”, Journal of Korean Navigation and Port Research, Vol. 29, No. 6, pp. 547-553.
- [5] Hong, D. H. and LEE, S. M.(2001), “Study on optimized design for automated operation of gate complex in port”, Journal of The Korea Society of Computer and Information, Vol. 6, No. 2, pp. 65-68.
- [6] Jeong, K. J.(2018), “A Study on the Differences of Perception between Terminal Operators and Shipping Companies about Container Terminal Automation”, Korea Maritime and Ocean University, Graduate school of Global Logistics.
- [7] Jeong Y. H.(2018), “A Study on the Seaport Selection Criteria for Shippers using Kano Model : A Case of Gwangyang Port”, Chonnam National University.
- [8] Kim, Y. S., Hur, Y. S. and Shin, C. H.(2007), “A Classification of Port Similarity in Container Carriers’ Perspective”, Journal of Korean Navigation and Port Research, Vol. 42, No. 3.
- [9] “Korea Maritime Institute, 2020 Maritime and Fisheries Outlook Conference(2020), The number of container freight, <https://www.kmi.re.kr/web/board/view.do?rbsIdx=111&idx=168>”.
- [10] Laura, V., Víctor, C. and Julián, A.(2019), “Assessing the impact of major infrastructure projects on port choice decision: The Colombian case”, Transport Research Part A. Vol. 120, pp. 132-148.
- [11] Lee, E. K. and Lee, S. Y.(2017), “A Comparative Analysis on the Level of the Korean Smart Port in the Era of 4th Industrial Revolution”, The Journal of shipping and logistics, Vol. 103, No. 0, pp. 323-348.
- [12] Park, B. I.(2017), “An Exploratory Two-dimensional Approach to Port Selection Behavior”, Journal of Korea Port Economic Association, Vol. 33, No. 4. pp. 37-58.
- [13] Tomas, E., Mindaygas, J., Sergej, J., Audrius, S., Arunas, A. and Salius, G.(2019), “Analysis of the Efficiency of Shipping Containers Handling/Loading Control Methods and Procedures”, Advances in Mechanical Engineering, Vol. 11, No. 1. pp. 1-12.

Received 24 March 2020

Revised 29 April 2020

Accepted 09 June 2020