

중국 로보틱 항만 현황과 우리나라 자동화 항만 구축 필요성 연구

김형근*

【목 차】

- | | |
|-----------------------|-----------------------|
| 1. 서론 | 4. 우리나라 로보틱 항만 도입 필요성 |
| 2. 선행연구분석 및 로보틱 항만 개념 | 1) 물동량 증대 및 선박대형화 |
| 1) 선행연구분석 | 2) 항만간 기술경쟁 가속화 |
| 2) 로보틱 항만 개념 및 변천 | 3) 친환경 항만의 중요성 |
| 3. 중국의 로보틱 항만 운영 현황 | 4) 항만내 안전 |
| 1) 상하이 로보틱 항만 | 5. 결론 |
| 2) 칭다오 로보틱 항만 | |

【초록】

로보틱 항만은 기존 항만에서 지출되던 인건비와 각종 비용의 약 40%를 절감할 수 있을 뿐만 아니라 초대형 선박을 유치하는데 필수적인 요소인 하역작업의 효율성을 40% 정도 개선할 수 있어 세계 유수의 항만들이 앞다퉈 개선하려는 움직임을 보이고 있다. 게다가 항만 내 사고가 빈발하게 발생하여 입는 인적손실을 최소화하기 위해서도 로보틱 항만은 희망사항이 아닌 필수사항으로 대두되고 있다. 뿐만 아니라 배터리를 사용한 친환경 장비를 운영하므로 배출되는 오염물질도 없어 친환경적이다. 세계 10대 초미세먼지 오염항만 오명을 가지고 있는 부산의 경우 하루라도 빨리 로보틱 항만으로의 전환이 필요한 시점이다.

이에 본 연구는 우리나라와 경쟁관계에 있고 지리적으로 인접해 있는 중국의 로보틱 항만 운영 사례를 짚어보고 로보틱 항만의 조속한 도입 필요성에 대한 탐색적 연구를 진행하였다.

【키워드】 중국, 물류산업, 스마트 물류, 로보틱 항만, 자동화 항만

* 신라대학교 국제지역학부 중어중국학전공 부교수 (kimhg@silla.ac.kr)

1. 서론

항만은 전통적으로 제조산업을 후방에서 지원하면서 국가경제 발전에 밑바탕이 되는 기반 시설이다. 특히 우리나라와 같이 부존자원이 부족해 국제무역을 통한 경제성장을 지속해온 나라일수록 항만의 역할 중요성이 대두된다. 60년대 박정희 정권의 수출주도형 산업발전정책 이후 70년대 중화학공업 육성정책은 수출입 규모의 비약적인 증가로 이어졌으며 이는 항만을 통한 원부자재의 수입은 물론 반제품, 완성품의 수출 창구로서의 중요한 역할을 수행하였다. 육로를 통한 수출입이 봉쇄된 사실상의 섬나라인 우리나라는 항만을 통한 해상운송이 무역기반의 핵심적인 역할을 수행해 온 것이다.

2만개 이상을 싣고 다니는 초대형 컨테이너선박에 의한 국제운송서비스가 본격화되고 해운경기가 널뛰기 하듯 불안정함을 보임에 따라 해운업계의 합종연횡은 일상화 되고 있다. 새로운 얼라이언스가 생기면 그에 따른 해운항만 물류산업의 경쟁환경이 급속하게 변화하는 것이다. 선박의 크기가 대형화됨에 따라 규모에 걸맞는 하역속도가 항만의 경쟁력을 가늠하는 중요한 잣대로 부상하고 있다. 세계 우수 항만들은 4차 산업혁명의 변화의 물결속에서 새롭게 변모하는 항만 경쟁환경의 변화에 발맞춰 신속한 항만내 운송작업 개선과 동시에 인건비 등 물류비용 절감 및 안전과 환경적 측면을 고려한 새로운 로보틱 항만으로 탈바꿈하고 있다.

미래 물류환경 변화에 대응하는 유력한 대안으로 국내외적으로 로보틱 항만에 대한 필요성에 대한 논의는 이뤄지고 있는데 반해 관련 연구는 매우 제한적이다. 특히 로보틱 항만 또는 제4차 산업혁명 관련 항만물류 모델에 관한 연구는 극히 저조한 상황이다. 물류산업의 근간이 되는 항만산업의 패러다임이 스마트한 로보틱 항만으로 변화하고 있는 가운데, 일본과 중국 등 주변 국가들에 비해 국내의 로보틱 항만에 대한 준비가 한참 뒤쳐진 현황에 대한 문제인식에서 본 연구의 필요성과 연구의 의의가 있다.

이에 본 연구는 우리나라의 자동화 항만의 조속한 도입이 필요한 당위성을 해외의 사례에서 찾아보았다. 특히 우리나라와 가장 인접해 있으면서 세계 10대 항만 중 7개가 포함되어 있는 중국의 사례를 살펴보고 그에 따른 자동화 항만 시사점을 도출하였다. 연구주제가 시대흐름에 따라 새롭게 부상하는 것이어서 관련 문헌자료를 참고하는데 제약이 많았으며 관련 연구내용도 중국과 한국에서 찾아보기가 힘들었다. 따라서 본 연구의 한계는 중국 로보틱 항만 건설, 도입, 운영에 관한 전반적인 사항을 파악해보고 이에 따른 우리나라 자동화 항만 도입의 필요성 짚어보는 탐색적 연구라 할 수 있다. 향후 관련연구가 지속되어 조속히 우리나라에 자동화 항만이 도입될 수 있다는데 본 연구의 의의를 찾을 수 있을 것이다.

2. 선행연구 분석 및 로보틱 항만 개념

1) 선행연구 분석

글로벌 회계법인으로 유명한 Deloitte사(2017)¹⁾는 관련 보고서에서 로보틱 항만을 사물인터넷(IoT) 기술을 응용하여 사물과 사물이 서로 완벽하게 통합되어 하나된 일처리 능력을 가진 항만으로 설명하였다. OECD(Olaf Merk, 2016)에서 발표한 자료에 따르면 공간, 시간 및 자원의 낭비를 최소화하고 활용을 극대화하는 항만이라고 평가하기도 하였다. Hamburg port authority(2017)²⁾에서는 스마트 도시(smart city)를 적용한 개념으로 항만운영, 친환경, 에너지 소비 등 3가지 범위로 구분해 로보틱 항만을 설명하기도 하였다. 해외에서는 항만을 더 이상 단순한 노드(node)의 형태의 공급망으로 보지 않는다. 통합된 물류, 효율적인 에너지 활용, 친환경적 운영, 배후도시와의 연계 등 보다 광의의 개념으로 항만을 크게 인식하고 있으며 그에 대한 결과물이 바로 로보틱 항만이라고 할 수 있다.

<표1> 로보틱 항만에 대한 정의

구분	정의 또는 개념	수단/조건
Deloitte(2017)	IoT 기술을 바탕으로 통찰력을 가진 완벽하게 통합된 항만	- 효율적 항만운영, 항만활동 확대 (외부시장) - 새로운 비즈니스모델 기회 수반
Olaf Merk, OECD (2016)	오직 생존 수단으로써의 공간, 시간 및 자원의 낭비 최소화, 활용 극대화 실현 화물 흐름으로 최대화 보다는 지역의 가치 최대화 강조	- 생산성, 항만의 물리적 한계 및 친환경적 요구 등 현재 항만의 제약요인들을 해결 - 기술과 혁신이 해결 수단으로 작용
Peter, JLT Mobile computer(2016)	IoT에 의해 모든 항만 장치가 연계된 자동화 형태의 항만 구축 물리적 인프라와 IT 기술의 통합	- 정보수집을 위한 내부 저장소(클라우드) 구축을 통해 항만 내 활동 정보 저장
Hamburg port authority(2017)	스마트 도시를 적용한 개념 항만운영, 친환경, 에너지소비 3가지 범위로 구분	- 운송수단의 통합, 에너지 효율성 - 항만도시 및 지역의 사회,경제적 개발 등

*출처 : '스마트항만의 개념과 발달과정', 물류신문(2018.7.18.)

로보틱 항만은 1차적으로 항만 내 업무를 효율적으로 처리하는 것을 목표로 한다. 항만내에서의 업무는 효율성을 극대화 하기 위해 전체 물류 프로세스에서의 시간과 비용을 절감하기 위한 노력에 방점을 둔다. 항만에서 생성되는 정보의 수집, 분석, 실행, 공유 등을 원활하게

1) Deloitte, "Smart port point of view", 2017.

2) Hamburg port authority, "Smart port enegy", 2017.

로보틱 향만의 개념을 명확히 정의한 연구는 수행되지 않았다. 로보틱 향만을 설명할 때 자주 등장하는 단어가 있다. 자동화(automatically), 인공지능(AI), 사물인터넷(IoT), 정보통신 기술(ICT) 등이 그것이다. 로보틱 향만은 제4차 산업혁명 기술을 통해 자동적이며 자율적인 물류흐름을 최적화하는 향만을 의미한다.

<그림1> 지능형 기반 로봇틱 항만 개념도



저출산, 고령화, 환경오염 등 사회문제가 대두되면서 도시문제 해결과 경쟁력 제고를 위한 대책이 필요하게 되었다. 제4차 산업혁명이 도래함에 따라 도시문제 해결을 위한 해법으로 스마트 도시가 부상하고 있다. 우리나라도 이러한 흐름에 적극적으로 대응하기 위해 기존의 u-city를 스마트 도시로 개정하는 법규를 신설하는 등 제도적 정비를 하고 있다. 스마트 도시는 인프라, 데이터, 서비스 등으로 세분하여 교통문제, 범죄문제, 상하수도, 쓰레기처리와 같은 생활서비스 등의 문제해결을 추진하고 있다.³⁾

3) 이현숙, “스마트시티의 개념과 정책동향. 융협 weekly tip, 84”, ‘융협연구정책센터’, 1-9, 2017

지능형교통체계(ITS: Intelligent Transport System)는 도로, 차량, 신호시스템 등 교통체계 구성요소에 첨단기술을 접목시켜 교통효율성을 높이고 있다. 스마트도로는 기존 지능형교통시스템의 발전된 형태로 도로교통의 스마트화, 첨단교통통신시스템을 의미한다.⁴⁾

지능형교통체계의 일환인 스마트교통, 스마트공항 시스템을 보다 자세히 들여다 보면 거점에서 센서 기반의 정보생산과 필요 당사자 간 공유가 실시간으로 이뤄지는 자동화 단계가 구축되어 있다. 스마트 체계를 설계할 때 정해진 범위 내에서 제한적으로 판단하는 지능화 단계가 완성되어 있다. 항만과 공항은 지리적인 입지와 이용되는 이동수단에 따른 차이가 있지만 근본적으로 운송수단의 연결거점 역할을 수행하고 관련 정보가 대량으로 생산된다는 점에서 공통점이 있다. 글로벌 수출입 물류의 관점에서 접근하면 우리나라를 출발하거나 유입되는 경계선상에 있기 때문에 보안이 철저하게 요구되는 공통점이 있다.

로보틱 항만을 구성하는 3대 요소로는 지능화된 항만, 자동화된 항만, 친환경적인 항만 등이 제시되고 있다. 지능형 로보틱 항만은 효율성 높은 터미널의 운영과 자동적이며 효과적인 안전관리 등이 가능해야 진정한 의미에서의 로보틱 항만이다. 자동화 항만은 항만 하역에서 안벽, 이송, 야드 장비의 자동화가 구현되는 항만이다. 친환경 항만은 친환경 기술 및 인프라 등으로 적용하여 도시와 조화를 추구하는 항만이다.⁵⁾

로보틱 항만은 항만 내에서 이뤄지는 작업의 효율화를 도모하는 개념으로 한정시키지만 궁극적으로 스마트물류의 개념에서 접근할 수 있다. 물류의 전체 프로세스에서 항만이라는 해운물류거점이 존재하기 때문에 로보틱 항만 구축은 글로벌 물류프로세스 개선이라는 파급 효과를 창출한다. 이렇듯 세계 우수 항만들은 정보기술의 발전에 따라 고효율, 친환경 수요에 맞춘 첨단물류기술 확보가 가능해졌다. 물류기술에 대한 관심이 높아져 도시물류, 자동화, 효율화, 친환경 기술 등에 초점을 맞춰 진화하고 있다.⁶⁾

3. 중국의 로보틱 항만 운영 현황

작년 중국의 항만 컨테이너 물동량은 총 2억 368만 TEU로 2016년 대비 8.3% 증가했으며 그 중에서 중국 10대 항만의 물동량은 1억 7,489만 TEU로 2016년 대비 6.6% 증가했다.

항만별로는 상하이항이 2016년 대비 8.3% 증가한 4,023만 TEU로 사상 처음으로 4,000만 TEU를 초과하였다. 이로써 명실상부한 세계 1위 컨테이너항만으로 자리매김하고 있다. 선전항은 2016년도 마이너스 성장을 하였으나 2017년 전년대비 5.1% 증가한 2,521만 TEU로 중국내 2위 항만으로 도약하였다. 3위는 Ningbo-Zhoushan항으로 컨테이너 처리량은 2,464만 TEU에 달했다. 특이한 것은 Ningbo-Zhoushan항이 중국 10대 항만 중 전년대비 증가율이 가장 높았다는 것이다. 전년대비 14.2%의 비약적인 증가를 보였다.

중국의 싱크탱크인 중국사회과학원은 2018년도의 중국의 수출입 총액이 약 7.2% 증가할

4) 국토해양부, 「자동차·도로교통 분야 지능형 교통체계(ITS) 계획 2020」, 2012.

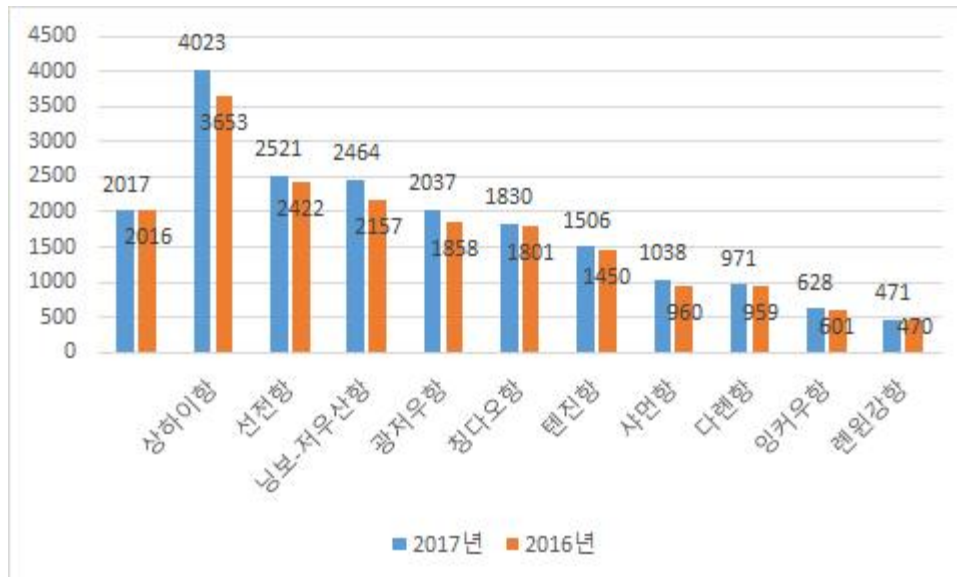
5) 국토해양부, 「제2차 해양수산발전기본계획(2011-2020)」, 2010.

6) 권용장, “미래의 첨단물류 기술”, 전자공학회지, 39(5), 20-25.

것으로 예상하였다. 이에 따라 중국 항만의 컨테이너 물동량도 6.5% 내외의 안정적인 증가세를 유지할 것으로 예상된다.

<그림2> 중국 10대 컨테이너항만 물동량

(단위 : 만 TEU)



*출처 : 『중국항구』, 2018년 2월호 참조 및 공개자료를 검색하여 저자 정리

중국의 경우, 정부 차원에서 교통운수부(MOT)가 광저우항, 샤먼항, 닝보항 등 11개 항만을 대상으로 지능형 항만운영, 안전관리 개선, 물류 통합, 사업모델 혁신 등 4개 분야에 대한 스마트 항만 구축 시범사업을 진행 중에 있다. 칭다오항과 상하이항은 각각 2016년과 2017년에 완전자동화 시스템을 도입하여 효율성을 크게 향상 시켰으며 현재 세계 최고의 기술력을 지닌 것으로 평가되고 있다. 중국은 안정적이고 효과적인 스마트 항만 구축을 위해 기술개발의 촉진, 정부와 민간의 참여 유도, 항만산업과의 융합 등 단계적 개발을 시행하고 있다.⁷⁾

<표2> 중국 로보틱 항만 시범사업 추진 현황

구분	지능적 항만운영	안전관리 개선	물류협력	사업모델 혁신
상세내용	완전자동화 시스템 도입을 통해 30% 효율성 향상 및 85% 인력감축 목표	위험화물 및 야적장 실시간 모니터링 소방/안전관리 부처간 시스템 공유 및 연계	항만중심의 물류 플랫폼 완성 복합운송시스템 구축	통합물류정보서비스 플랫폼 개발 원스톱 통관 등 절차 간소화
대상항만	상하이, 칭다오, 샤먼	탕산, 닝보, 우후	칭황다오, 텐진, 난징, 광저우	잉커우, 다롄, 칭다오, 상하이, 샤먼

*출처 : 제19차 동북아 항만국장회의 자료를 토대로 한국해양수산개발원 정리자료 발췌

7) <http://www.mediakn.com/mobile/article.html?no=4056>

1) 상하이 로보틱 항만(Shanghai Robotic Port)

2017년 12월 운영에 들어간 상하이 양산항의 4단계 자동화터미널은 선박에서 컨테이너를 내리는 하역작업에서부터 트랙터차량에 컨테이너를 옮겨 나르고 항만의 출입구를 통과하는 전 과정이 모두 자동화된 항만으로 중국내에서는 칭다오항, 샤먼항에 이은 세 번째로 운영되는 완전자동화 항만이다.

<표3> 상하이 양산항(제4단계 터미널) 완전자동화터미널 개황

운영일시	2017년 12월 10일 정식 운영 개시 - 양산항 제4단계 터미널은 동하이따치아오(东海大桥)의 남쪽인 양산심수항의 가장 서쪽 측면에 위치해 있으며 바다를 매립하여 형성되어 있음.
안벽길이	2,350m
선석현황	총 7개 선석(7만 톤급 선석 2개, 5만 톤급 선석 5개) 자동화 터미널 개장시 상하이항內 총 53개 컨테이너 선석 보유 시스템 설치사 : Huawei
터미널 야드 형태	수직형 터미널
컨테이너 처리 능력	설계 컨테이너 처리 능력 : 운영초기 400만 TEU, 운영 안정화 後 630만 TEU
부지 면적	2,230,000m ²
평균 수심	11m (최대 15m)
총사업비	최대 140억 위안(추정) 지분율 : SIPG(상하이국제항만그룹) 30% : 중국내 금융대출 70%
투자주체	상하이국제항만그룹
운영기관	상하이국제항만그룹 상둥분공사(자회사) SIPG 100% 출자 설립

*출처 : 해양수산부

양산항 제4단계 터미널은 중국 SIPG(Shanghai International Port Group)와 ZPMC(Zhenhua Shanghai Heavy Industry)가 상하이 양산도에 공동 개발한 것으로 2.2백만m²의 면적을 가진 세계에서 가장 큰 완전무인자동화 컨테이너터미널이다. 총 길는 2,350m이며 7개의 선석(7만 톤급 2개, 5만 톤급 5개)을 보유하고 있으며, 가장 처음 개장한 1단계의 경우 연간 4백만 TEU의 컨테이너를 처리 할 수 있는 용량으로 건설되었으며 향후 완전 개항 후에는 630만 TEU까지 처리할 수 있도록 설계되어 있다.

양산항 제4단계 터미널의 핵심은 터미널운영시스템과 장비제어시스템이라고 할 수 있다. 이 2개의 핵심시스템은 모두 중국내에서 자체 개발하고 상용화해 운영되는 최초의 완전무인자동화 터미널이 바로 양산항 제4단계 터미널이다. 터미널운영시스템은 SIPG에서 개발하였고, 장비제어시스템은 ZPMC에서 책임지고 각각 개발하여 운영 중에 있다.

<그림2> 중국 상하이 로보틱항만 전경



*출처 : <http://www.caijing365.com/html/caijing/guona20171212/116706.html>(2018.08.21. 검색)

먼저 개장하여 운영 중인 제1 터미널의 경우 10대의 자동 STS(ship-to-shore) 크레인⁸⁾과 40대의 ASC(Automated stacking cranes, 자동야드크레인), 50대의 AGV(Automated Guide Vehicle, 자동운반차량)⁹⁾를 운영하고 있다. 향후 완전 개장시에는 총 26대의 STS 크레인과 120대의 ASC, 130대의 AGV를 운영할 계획을 가지고 있다.

ZMPC는 중국을 비롯한 전세계 무인자동화 컨테이너터미널에 지속적으로 자동화 장비를 납품하고 있다. 중국 최초의 무인자동화 컨테이너 터미널인 샤먼항 원하이 터미널과 칭다오 항 치엔완 컨테이너터미널에 자동화 설비를 납품했다. 또한 현재 준비 중인 이탈리아 바도항, 아랍 에미레이트 칼리파항, 중국 탕산항 등에도 무인자동화 시스템을 납품할 예정이다.

지금까지는 우리나라의 항만물류기술이 중국을 앞서고 이것을 중국이 벤치마킹하였으나 이제는 우리가 ZMPC의 기술력과 당국의 적극적인 지원에 대한 벤치마킹이 필요한 시점이 되었다고 할 수 있다.

2) 칭다오 로보틱 항만(Qingdao Robotic Port)

칭다오 치엔완 컨테이너 터미널(QQCTN : Qingdao Qianwan Container Terminal)은 2017년 5월부터 제1단계 2개 선석을 아시아 권역에서 최초로 완전무인자동화 컨테이너 터미널 운

8) 안벽에 위치하여 선박으로부터 컨테이너를 싣고 내리는 역할을 수행하는 대형크레인으로 현장에서 는 보통 갠트릭레인이라고 통용된다.

9) 완전자동화터미널에서 사용되는 무인이동기구로써 기존 유인으로 운반되던 야드 트랙터를 대신하는 자동화 설비이다. AGV는 완전충전 시 12시간 동안 사용할 수 있는 배터리를 장착하고 있으며 배터리 충전시간이 길어지는 경우 작업의 효율성이 떨어지는 단점을 보완하기 위해 배터리 교체방식도 도입되었다. 한편 배터리 부족시의 경우 자동 배터리충진시스템도 도입 운영하고 있어 배터리 교체에 대한 고민이 해결되었다.(충전시간 2시간, 배터리 교체시간 6분)

영을 시작하였다. 네덜란드 로테르담항과 미국 롱비치항에 이어 세계 3번째로 건설된 것이다. 최근 5년간 유럽, 북미, 아시아 지역에 친환경 기반의 완전무인자동화 컨테이너 터미널은 로보틱 항만이 실현하려는 것과 같은 개념으로 하역작업의 자동화, 운송효율 증대, 하역시간 단축, 비용절감, 친환경적 운영 등 부분에서 효과가 탁월하다.

<그림3> 중국 칭다오항 로보틱항만 완전자동화컨테이너터미널 운영 사진



*출처 : http://www.sohu.com/a/140043595_237762(2018.08.21. 검색)

칭다오항은 운영개시 약 7개월 만인 2017년 12월에 칭다오항 자동화터미널 작업 효율을 증명하는 평균효율이 세계 최고 수준임을 증명하는 기념비적인 사건이 있었다. 바로 ‘ZIM시카고호’ 선장이 칭다오항에 입항하여 선적되어 있던 컨테이너를 모두 하역하는데 걸린 시간과 처리갯수를 반영한 평균효율 확인서를 칭다오항에 제출한 것이다. 작업 당일 0시 20분에 하역을 시작하여 오전 9시 25분에 모든 선적화물을 하역 완료하였는데 그 시간동안 모두 1,785개의 컨테이너가 하역되었고 하역작업과정에서 칭다오항 자동화컨테이너터미널의 안벽크레

인 평균 효율성은 39.6Van/h에 달했다는 것을 선장이 확인해 준 것이다. 이 수치는 전 세계 자동화터미널 운영사상 최단시간내에 이뤄낸 것으로 세계 자동화터미널 평균 작업효율보다 50% 향상된 수준이다.

칭다오항은 완전자동화터미널 운영개시 7개월만에 낮은 비용, 완전 스마트화, 높은 효율성 및 안정성, 이산화탄소 배출 제로 등의 성과를 내면서 ‘칭다오항 모델’이라는 수식어로 중국 국내외에서 극찬을 받은 바 있다.

두려운 것은 칭다오항의 로봇틱 효율은 날이 갈수록 진화하고 있다는 것이다. 개장 후 1년 여간 인터넷 및 언론을 통해 공개된 운영현황을 보면 선박은 입항 기준 663항차, 총 79.48만 TEU의 컨테이너 화물을 자동화 설비로 하역하였다. 개장 초기 크레인의 평균 작업효율은 26.1 Unit/hour 였으나, 운영 개시 불과 수개월 후에는 33.1 Unit/hour에 이르렀다. 2018년 4월에는 칭다오항에 입항 한 ‘코스코 헬라스(Cosco Hellas)호’의 하역 작업시 사상 최단시간기록인 42.9 Unit/hour를 달성하기도 하였다.

칭다오항은 지난 1년 여간 각종 악천후와 운영상 돌발변수 속에서도 운영의 안정성을 확인시켜주고 있다. 또한 안벽크레인, 자동야드크레인(ASC), 자동운반차량(AGV)등 주요 설비들의 운행 안정률은 99.9%에 달한다고 발표한 바 있다.

4. 우리나라 로봇틱 항만 도입 필요성

1) 물동량 증대 및 선박대형화 추세

세계적으로 매년 전체 해상물동량의 약 60%가 해운상선 컨테이너로 운송되고 있으며 세계 각국의 항만에서 처리되는 컨테이너 물동량은 약 6.9억 TEU(2016년말 기준) 정도로 추산되고 있다. 하역작업, 항만 내 이동, 컨테이너 야드 적재, 항만 반출 등 항만 내에서 약 10톤 가량의 컨테이너가 연간 20억 회 이상 들어올려짐과 동시에 이동되고 있다. 우리나라의 한해 컨테이너 물동량은 2016년말 기준 약 2,600만 TEU로 추산되어지며 이는 세계 4위 수준이다. 전체 컨테이너 물동량 중 수출입과 관련된 컨테이너 물동량은 약 59%인 1,500만 TEU 정도로 추산되며, 나머지 40% 정도인 1,030만 TEU는 다른나라에서 우리나라 항만으로 들어와 배를 갈아타는 환적화물에 해당한다.

항만의 수요는 수출입 교역량 규모에 따라 예측할 수 있다. 세계 무역경기는 국제경기와 밀접한 관계를 가지고 있다. 권역별로 차이가 있지만 최근 세계경제가 상승추세를 보임에 따라 교역규모도 비례하여 증가할 것으로 예상된다. 특히 우리나라를 포함한 아시아 권역은 인도, 동남아 국가를 중심으로 신흥국간 교역규모가 늘어나고 있다. 장기적으로 아시아 권역의 교역규모 확대는 중국의 뉴노멀(New normal, 新常态)을 넘어선 새로운 경제 성장의 활력소가 될 것으로 보인다.¹⁰⁾

10) 한국해양수산개발원, 『2018년 선종별 해운시장 분석과 전망』, 3-146, 2017.

북미와 유럽간 항로를 제외한 거의 대부분의 항로에서 기항하고 있는 항만의 수가 감소함에 따라 각자 허브항만이 되기 위한 경쟁이 날로 격화되고 있다. 남미의 파나마 운하가 2016년 6월 확장 개통됨에 따라 13,000TEU 급 대형선박 통과가 가능하게 되었다. 선박의 대형화 추세에 불을 붙인 것이다.¹¹⁾ 초대형선박의 증가는 증가하는 화물수요에 보폭을 맞춘 변화라기 보다는 선사의 원가절감 차원에서 규모의 경제를 이루기 위한 것으로 보여진다. 따라서 당분간 선박의 대형화 추세는 이어질 것으로 예상된다.

2) 항만간 기술경쟁 가속화

항만간 허브항만 지위를 차지하기 위한 기술경쟁은 날로 격화되고 있다. 특히 4차 산업혁명이라 불리는 융합기술이 항만분야에 접목되면서 기술의 진보가 매우 빠르게 이뤄지고 있다. 항만미래기술은 인공지능 기반의 로보틱, 자동화, 자율주행차량, 사물인터넷, 빅데이터, 가상/증강현실, 보안기술 등이 총망라되어 종합적인 기술 접합분야이다.¹²⁾

세계적인 컨테이너선사인 머스크라인은 IBM社와 협업하여 블록체인기술을 활용한 컨테이너 화물 추적 시스템을 개발하는데 합의하였다. 블록체인 기술은 암호화된 블록이 개별 컴퓨터를 통해 사슬처럼 연결되어 있고 위변조가 불가능하여 4차 산업혁명을 선도할 핵심기술로 부상하고 있다. 블록체인 기술은 제조업체, 포워더, 선사, 터미널 운영사, 수하인, 세관당국 및 항만당국 등 컨테이너 운송과 관련된 모든 참여자가 공유된 자료를 사용하도록 지원하므로 가시성을 향상시킬 것으로 전망된다.¹³⁾

한편 물류비 절감을 위해 컨테이너 야드 내 작업자가 없는 완전무인자동화인 로보틱 항만을 각국의 항만은 도입을 서두르고 있다. 우리나라 대부분의 항만은 현재까지 컨테이너의 콘테이너 작업은 물론 안벽크레인의 해상 작업, 야드크레인 육상작업 모두 사람이 직접 수작업을 통해 이뤄지는 낙후된 수준을 보이고 있다. 바다 위 선박의 움직임으로 완전무인화가 힘든 안벽의 경우 원격조정을 자동화로 간주하고 있다. 현재 유럽 로테르담, 미국 롱비치항, 중국 칭다오항 등이 대표적인 무인자동화 방식으로 진정한 로보틱 항만이라고 분류할 수 있다.¹⁴⁾

3) 친환경 항만의 중요성

프랑스 파리에서 개최된 제21차 유엔기후변화협약에서 세계 각국은 환경보호의 일환으로 파리협정에 체결하였다. 현재까지는 선진국에만 온실가스 감축의무를 부과했던 교토의정서 체제와 달리 전세계 175개국이 기후변화에 대응하도록 의무 제도시행을 강화하였다. 파리협

11) 상계서.

12) Dubai Port World, 'A turning point: The potential role of ICT innovations in ports and logistics', 2015.

13) 한국해양수산개발원, 『KMI 동향 분석』, 26, 3-6, 2017

14) 최상희, "미래융합 및 수요기반 해운항만물류기술개발사업 기획연구", 해양수산연구기획사업 공청회 발표자료, 한국해양과학기술진흥원, 2017.

정에서 기술된 바에 따르면 우리나라도 2030년까지 현재까지의 탄소배출량 전망치 대비 37%를 강제적으로 감축해야 한다.¹⁵⁾

부산항의 경우 중국의 주요 7개 항만 및 두바이, 싱가포르와 함께 ‘세계에서 가장 초미세먼지가 심각한 오염 항만’으로 꼽힌 바 있다.¹⁶⁾ 초미세먼지의 농도가 연안 인근항로를 따라서 집중적으로 수치가 높게 나타나고 있는 가운데 우리나라 최대 항만인 부산항이 오염항만의 불명예를 안은 것이다. 선정된 10대 최고 오염 항만은 대부분 최근 물동량이 급증하고 있는 중국의 항만들(칭다오, 텐진, 상하이, 광저우, 선전, 닝보)이 포함되었고 환적화물이 많은 싱가포르와 부산항의 초미세먼지 농도가 높은 것으로 보고되었다. 이에 친환경적인 항만 운영과 관리 및 국민건강 증진을 위한 측면에서도 로보틱항만 건설이 조속히 추진되어야 할 것이다.

4) 항만내 안전 문제

항만내 안전사고 발생에 대한 효과적인 대응책 마련이 시급하다. 매달 7.4명이 항만 내 안전사고로 교통받고 있다. 항만 내 안전사고는 하역작업 중 발생사고, 항만 내 교통사고, 화재 등 다양한 원인에 의하여 발생되고 있다.¹⁷⁾

항만하역작업은 항만에서 선박에 선적, 운반, 적부, 반출, 분류, 정돈 등을 수행하는 작업을 의미한다. 부두의 민영화 추세에 따라 기계화가 이뤄지고 있으나 사람이 필요한 화물 하역작업은 작업인부의 육체노동이 필요하다.¹⁸⁾ 하역작업은 신속성, 정확성이 매우 중요하므로 최대한시간내에 작업을 마무리 해야 한다. 특히 혹한기, 혹서기, 우천시 등 열악한 근무환경에서 하역작업이 이뤄지므로 작업환경이 좋지 못한 경우가 많아 안전사고에 늘 노출되어 있다.¹⁹⁾ 정부와 관련기관, 하역업체, 노조 등 이해당사자들의 노력에 의해 재해율이 많이 낮아졌으나 불안정한 작업환경에서의 근무는 안전사고를 피하기 어려운 실정이다. 이러한 문제들을 로보틱 항만 도입으로 일거에 해결할 수 있다.

5. 결론

세계 경기의 회복세에 힘입어 세계 주요 항만의 물동량 유치 경쟁은 날로 치열해지고 있는 상황이다. 기존의 항만 기술만으로는 늘어나는 물동량 처리와 경쟁항만과의 경쟁에서 뒤쳐질 수 밖에 없다. 우리나라와 인접한 중국의 항만은 경쟁력 확보를 위한 로보틱 항만을 이미 도입하여 운영 중에 있는 시점에서 우리나라 항만도 로보틱 항만으로의 탈바꿈을 더 이상 미룰 수 없는 상황이 되었다.

15) 부산광역시 보도자료, 2016.

16) Z. Wan et al., Nature, 530:275-277, 2016.

17) 한국항만물류협회, 『항만하역재해통계』, 2016.

18) 홍종욱, “스마트항만 도입 결정요인과 성과에 관한 연구”, 국제상학, 2018.

19) 박진수, 『해상교통공학』, 효성출판사, 2001, p.99.

로보틱 항만은 기존 항만에서 지출되던 인건비와 각종 비용의 약 40%를 절감할 수 있을 뿐만 아니라 초대형 선박을 유치하는데 필수적인 요소인 하역작업의 효율성을 40% 정도 개선할 수 있어 세계 유수의 항만들이 앞다퉈 개선하려는 움직임을 보이고 있다. 뿐만 아니라 배터리를 사용한 친환경 장비를 운영하므로 배출되는 오염물질도 없다. 세계 10대 초미세먼지 오염항만인 부산의 경우 하루라도 빨리 로보틱 항만으로의 전환이 필요한 시점이다. 게다가 항만내 사고가 빈발하게 발생하여 입는 인적손실을 최소화하기 위해서도 로보틱 항만은 희망사항이 아닌 필수사항으로 대두되고 있다.

본 연구는 로보틱 항만의 도입 필요성을 조망하기 위해 우리의 경쟁항만인 중국의 상하이 항과 칭다오항의 사례를 분석한 탐색적 연구이다. 향후 후속 연구를 통해 보다 깊이 있고 체계적인 연구가 수행되는데 연구결과가 밑바탕이 된다면 본 연구의 의의가 될 수 있을 것이다.

【참고문헌】

- ‘스마트항만의 개념과 발달과정’, 물류신문, 2018.07.18.
- 국토해양부, 「자동차·도로교통 분야 지능형 교통체계(ITS) 계획 2020」, 2012.
- 국토해양부, 「제2차 해양수산발전기본계획(2011-2020)」, 2010.
- 권용장, “미래의 첨단물류 기술”, 전자공학회지, 39(5), pp.20-25.
- 박진수, 「해상교통공학」, 효성출판사, 2001, p.99.
- 부산광역시 보도자료, 2016.
- 이현숙, “스마트시티의 개념과 정책동향. 융합 weekly tip, 84”, ‘융합연구정책센터’, 1-9, 2017.
- 최상희, “미래융합 및 수요기반 해운항만물류기술개발사업 기획연구”, 해양수산연구기획사업 공청회 발표자료, 한국해양과학기술진흥원, 2017.
- 홍종욱, “스마트항만 도입 결정요인과 성과에 관한 연구”, 국제상학, 2018.
- 한국항만물류협회, 『항만하역재해통계』, 2016.
- 한국해양수산개발원, 『IoT 차세대 항만물류 및 운영시스템 기술개발 사전기획보고서』, 2015.
- _____, 『KMI 동향 분석』, 26, 3-6, 2017.
- _____, 『2018년 선종별 해운시장 분석과 전망』, 3-146, 2017.
- 『중국항구』, 2018년 2월호.
- Dubai Port World, ‘A turning point: The potential role of ICT innovations in ports and logistics’, 2015.
- Hamburg port authority, “Smart port energy”, 2017.
- <http://www.mediakn.com/mobile/article.html?no=4056>
- Z. Wan et al., Nature, 530:275-277, 2016.
- Deloitte, “Smart port point of view”, 2017.
- <http://www.caijing365.com/html/caijing/guona20171212/116706.html>

【논문초록】

키워드	중문	中国, 物流产业, 智能港口, 机器港口, 自动化港口		
Key Words	영문	China, Logistics Industry, Smart Logistics, Robotic Port, Automatically Port		
<div><div>A Study on Conduct Robotic Port of China and Necessity of Possible to Construct Automatically Port in Korea</div><div>Kim, Hyung-Geun</div><div><p>The robotic ports will be save about 40% of the labor costs and expenses that were spent in existing ports, and the robotic ports also have very highly efficient. Therefore there are used to attract super big size vessels. There can be improve the efficiency of loading and unloading work by about 40%. The major ports in the world would be change to automatically robotic ports.</p><p>In addition, the human loss caused by frequent accidents in the port to minimize, change to the robotic port is becoming a necessity rather than a hope. Because it operates environmentally friendly equipment using batteries, it is eco-friendly because there is no pollutant to be discharged. In the case of Busan port, which has the world's 10th dust-contaminated port stigma, it is necessary to change to automatically robotic port as soon as possible.</p><p>This paper examines the case of China's robotic ports which is competitive and closed to Korea, and explores the necessity of rapid introduction of robotic ports.</p></div></div>				
저 자 인적사항	성 명	김형근 / 金亨根 / Kim, Hyung-Geun		
	소 속	신라대학교 글로벌비즈니스대학 중어중국학전공		
	Em@il	kimhg@silla.ac.kr		
논 문 작성일시	투 고 일	2018년 08월 30일	심 사 일	2018년 09월 01일
	수 정 일	2018년 09월 15일	게재확정일	2018년 09월 22일