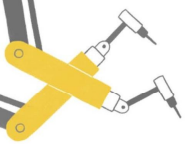


기술동향

스마트 항만

KISTEP 거대공공사업센터 이종선





Contents

 제1장 개요	1
 제2장 기술·산업동향	5
 제3장 정책동향	18
 제4장 R&D 투자동향	24
 제5장 결론	28



제1장 개요

1.1. 작성 배경

 급증하는 국제해운 온실가스 배출량을 저감하고, 2050 탄소중립을 실현하기 위한 무탄소·친환경 스마트 항만의 중요도 증가

- 전 세계 CO₂ 배출량의 약 3%가 국제해운에서 발생하고 있으며, 지속 증가하는 추세, 국제 해사기구(IMO)는 2050년까지 Net Zero를 달성하는 목표를 제시

※ 2018년 기준 국제해운 분야 CO₂ 배출량은 약 10.8억 톤 기록, 1990년 대비 2배 수준¹⁾

- 해운 분야에서 배출하는 온실가스의 규모는 총배출량의 3% 수준이지만 1990년 이후 배출량 증가속도는 총배출량 증가보다 빨라 개선이 시급함

- 수출입을 하는 모든 기업의 온실가스 배출 Scope-3에 해상 운송이 포함되므로, 해운·항만 단계에서 탄소 배출량 감축은 범국가적 탄소중립 실현에 기여함

※ 'Scope 체계'는 GHG(Green House Gas) Protocol에 정의된 체계를 응용하며, Scope-3는 항만 및 배후단지를 포함, 생산활동에서 간접적으로 발생하는 모든 탄소배출을 포함

- 우리나라 해운·항만의 연간 탄소 배출량도 약 132만 톤 수준에 달하며, 정부는 이를 2050년까지 약 31만 톤 규모로 감축하기 위한 계획을 수립하여 추진 중²⁾

※ [해운] ('19) 102만 톤 → ('50) 31만 톤, [항만] ('19) 30만 톤 → ('50) 탄소중립

- 항만의 효율화·자동화 등 스마트화를 통해 탄소배출 제로화를 추진, 항만을 수소 에너지 생태계 거점으로 전환하는 등 탄소중립 실현에 항만의 역할 확대 전망

 항만의 '생산성 향상' 및 '안전성 강화'를 위해 ICT 등 첨단기술을 적용한 스마트 항만의 개발은 세계 주요 항만국을 중심으로 지속 확대

- 국제 무역량 증가, 기후위기 불확실성 대응 등으로 인해 항만 물류의 복잡성이 증가, 최적 의사결정 지원을 위한 항만 물류의 디지털 전환이 주요 화두로 등장

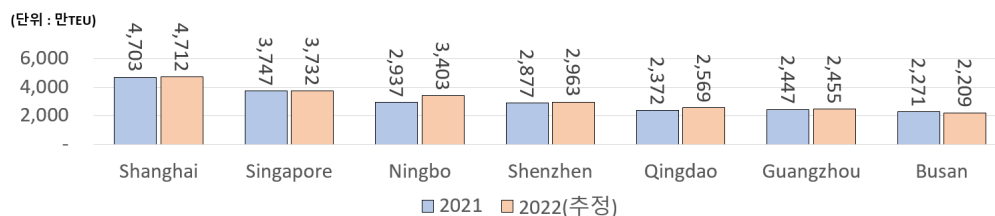
1) 대외경제정책연구원(2022), 「글로벌 수송 부문의 온실가스 감축 현황과 시사점」

2) 해양수산부(2021), 「해양수산분야 2050 탄소중립 로드맵」

- 유럽 항만 물동량의 상당 부분을 차지하는 네덜란드의 로테르담 항만, 독일의 함부르크 항만, 이탈리아의 살레르노 항만 등이 스마트 항만으로 전환 중
 - ※ 로테르담 항만의 'Pronto' 플랫폼, 함부르크 항만의 'smartPORT', 살레르노 항만의 'Smart tunnel' 프로젝트를 통해 각 항만은 디지털·스마트화를 통해 효율성 향상을 추진 중
- 중국의 칭다오 항만은 2016년부터 완전무인자동화터미널을 운영 중이며, 싱가포르의 TUAS 항만은 2040년 완공을 목표로 스마트 항만을 구축 중
 - ※ 싱가포르의 TUAS 항만은 터미널 물류시스템 자동화 기술, 선박추적 및 정시 입항 기술, 드론 기술 등 각종 최첨단 기술 적용될 예정이며, 6,500만 TEU의 컨테이너 처리 가능 규모

 전 세계 항만 컨테이너 물동량은 지속 증가 추세이며, 부산항은 세계 7위 규모 항만이나, 세계 주요항만과 비교하면 상대적으로 생산성이 낮은 것으로 분석

- 전 세계 항만 컨테이너 물동량은 2022년 기준 8.7억 TEU로 전년 대비 1.5% 증가한 것으로 집계되었으며, 최근 10년간 연평균 3.4% 규모로 성장
- 최근 우크라이나-러시아 전쟁, 중국의 제로 코로나 정책 등으로 증가세가 둔화하였으나, 점진적 회복세가 예상, 2026년 물동량은 약 10억 TEU 전망
 - ※ TEU : Twenty-foot Equivalent Unit, 20피트(6.096m) 길이의 컨테이너 크기를 부르는 단위



* 출처 : Drewry(2022)

[그림 1] 세계 주요항만 컨테이너 물동량

- 2022년 기준 우리나라 전국 컨테이너 화물처리량은 약 2,881만 TEU로 집계, 전년 대비 △4.1% 감소한 수준, 이중 약 77%에 달하는 2,207만 TEU를 부산항에서 처리
 - ※ 기타 주요항만은 2022년 기준 인천항(319만 TEU, △4.9%), 광양항(186만 TEU, △12.3%) 등 수준
- 2022년 기준 부산항의 선석생산성*은 75.5회/hr 수준, 세계 평균(62.9회/hr)보다는 높지만, 글로벌 주요 컨테이너 항만 대비 경쟁력이 다소 낮게 분석되어 개선 필요
 - * 선석생산성 : 선석 접안시간당 컨테이너 양적화 횟수를 나타낸 지표로, 지표가 높을수록 컨테이너 화물을 빠르게 처리하는 것을 의미
 - ※ Shanghai 103.9회/hr, Singapore 81.3회/hr, Ningbo 84.7회/hr (KMI, 2023)

 본 브리프에서는 기후위기 대응 및 생산성 향상을 위한 기술인 '스마트 항만' 분야에 대한 국내외 동향을 살펴보고 시사점을 도출하고자 함

1.2. 기술의 정의 및 범위

 (정의) 스마트 항만(Smart Port)은 전통적인 항만 운영 방식에 최신 ICT 기술 등을 결합하여 생산성, 안전성을 극대화하기 위한 개념

- 스마트 항만은 정보통신기술, 인공지능, 사물인터넷 등 기술을 통해 무인화·자동화 체계를 구축하여 물류 최적화, 에너지 효율 및 안전성 향상을 추구하는 특징
- 컨테이너선 대형화에 따른 항만 장비의 대형화도 미래형 항만의 주요 특징

 (구성) 스마트 항만 관련 기술은 ‘HW 분야’(화물처리용 장비 등), ‘SYSTEM 분야’(운영시스템, 정보수집·분석소프트웨어 등)로 구분

- (HW-Crane) 크레인: 항만과 컨테이너 터미널에서 핵심적인 역할을 하는 주요 HW 장비로서 용도와 설치장소에 따라 안벽 크레인, 야드 크레인으로 구분
 - 안벽 크레인은 항만에 접안하여 선박에 컨테이너를 하역하는 기능, 야드 크레인은 야드 내에 설치되어 컨테이너를 이동·적재·반출하는 기능을 수행
 - 컨테이너 수송선의 대형화에 따라 크레인도 대형화 추세에 있으며, 하역 생산성 향상을 위해 ICT 등 첨단기술을 접목하여 무인화·자동화로 전환하는 추세

- (HW-이송장비) 터미널의 안벽과 야드 간 컨테이너를 운반하는 장비로서 과거 트럭, 스트래들 캐리어에서 AGV*, 자율주행 트럭 등 무인화·자동화로 전환 중

* AGV : Automated Guided Vehicle (무인 이송차량)

- 현재 세계 주요 항만에서는 AGV 또는 생산성을 높인 Lift-AGV가 높은 수준의 자동화를 지원, 최근 자율주행 기반 이송장비가 개발되어 현장에 배치되기 시작

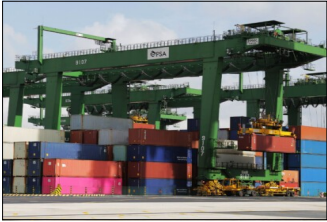
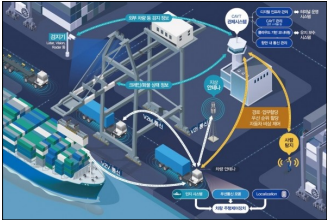
- (SYSTEM) 항만 내외에서 화물의 이동 및 보관을 제어하는 터미널 운영 시스템(TOS*)이 핵심이며, 최근 지능화 및 자동화를 고도화하는 통합 플랫폼 개발 중

* TOS : Terminal Operating System (터미널 운영 시스템)

- 터미널 자동화를 고도화하기 위해 터미널 운영 시스템과 각종 자동화 장비를 연계하기 위한 통합 플랫폼이 개발되었고, 인공지능 기반 물류 최적화 개념도 등장

본 브리프에서는 미래 항만으로서 스마트 항만의 핵심 개발 트렌드인 대형화·스마트화가 활발하게 추진 중인 HW(안벽·야드 크레인, 이송장비) 및 System(항만운영) 분야에 집중하여 동향을 소개

〈표 1〉 스마트항만 기술 요소 및 주요 이슈

분야	요소	기능 및 특징	주요 이슈
H. W.	 안벽크레인 (Quay Crane)	- 안벽에 설치되어 선박에 컨테이너를 하역(Load or Un-load)하는 장비 - 항만 하역 생산성을 결정하는 핵심 요소	- 컨테이너 선박 대형화에 따라 크레인 대형화 추세 - 하역 생산성 향상을 위해 첨단 ICT, IoT 기술을 적용한 무인 자동화 추세 - 이동방식에 따라 크게 RTGC와 RMGC로 구분, 무인 자동화가 용이한 RMGC로 점차 전환되는 추세
	 야드크레인 (Yard Crane)	- 컨테이너 야드에 설치되어 컨테이너를 이동·적재 또는 반출하는 장비 - 높은 수준의 무인 자동화 기술 확보	
	 야드 이송장비 (Yard Transportation Equipment)	터미널의 안벽과 야드 사이에서 컨테이너를 운반하는 장비	
S Y S T E M	 터미널 운영 시스템 (Terminal Operation System)	항만 내외에서 화물의 이동 및 보관을 제어하는 시스템	터미널 자동화를 고도화하기 위해 각종 자동화 장비와 연계된 통합 플랫폼 필요성 증가

* RTGC : Rubber Tired Gantry Crane (타이어로 움직이며, 기동성이 뛰어난 특징)

RMGC : Rail Mounted Gantry Crane (레일 위에서 전기로 구동되며, 무인화·자동화 용이)

제2장 기술·산업동향

2.1. 글로벌 기술·산업 동향

2.1.1. 글로벌 항만 자동화 효과 분석 및 규모 전망

 완전 자동화 터미널을 선도적으로 도입한 항만*의 운영 성과를 분석한 결과 처리물동량, 선박 접안시간 및 기항횟수 부문에서 생산성 향상³⁾

* (미)로스앤젤레스·롱비치항, (네)로테르담항, (중)상하이항, 칭다오항 4개 항만 분석

- 2020년 기준 완전 자동화 터미널의 처리물동량은 전년 대비 평균 30.2% 증가, 기항횟수는 21.8% 증가, 접안시간은 4.6% 증가한 수준으로 조사
 - 반면, 일반 터미널 처리물동량은 △1.9% 감소, 기항횟수는 △3.1% 감소, 접안시간은 16.2% 증가하는 것으로 조사되어 자동화 항만의 생산성 증가 확인

 스마트 항만 구축에 따른 탄소배출 저감 효과 연구에 따르면 터미널의 부분·완전 스마트화가 CO₂ 배출량 저감에 영향을 미치는 것으로 조사⁴⁾

- 완전 자동화 터미널은 비자동화 대비 34%, 반자동화 대비 22%의 CO₂ 배출량 저감 효과가 있는 것으로 분석되었으며, 자동화 수준에 비례하여 탄소배출 저감 효과를 확인
- 장비 설치 및 30년 운영비용을 현재가치로 환산하면 동일 탄소 배출량을 기준으로 '완전 자동화 터미널'의 경우가 가장 적은 비용이 발생하는 것으로 분석
 - 30년간 동일 탄소배출 가정 시 완전 자동화 터미널 3,458억 원, 반자동화 터미널 3,531억 원, 비자동화 터미널 3,985억 원의 운영비용이 발생하는 것으로 분석

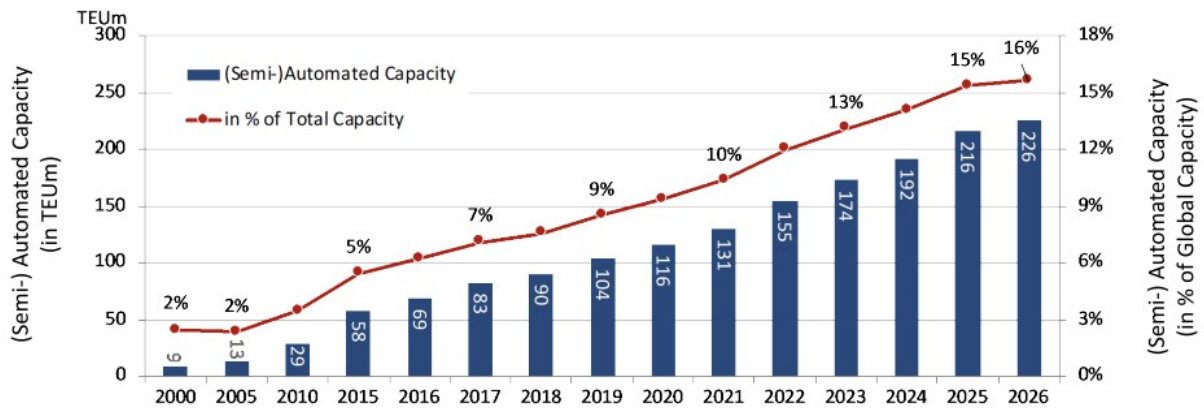
3) KMI(2022), 「완전자동화터미널, 글로벌 공급망 대란에서 그 안정성을 증명하다」

4) KMI(2021), 「스마트항만 구축에 따른 탄소저감효과 연구 -동력전환을 중심으로-」

2021년 기준 전 세계에 자동화 터미널은 총 81개가 운영 중이며, 2026년까지 34개 자동화 터미널 추가 예상, 자동화 항만장비 수요는 지속 증가할 전망

- 향후 자동화 터미널의 화물처리 능력과 비중은 지속 증가하고, '22~'26년 기간 동안 신설되는 전체 항만 용량의 약 42%가 자동화 장비를 포함할 것으로 전망

※ 자동화(반 자동화 포함) 항만의 화물처리 능력은 2021~2026 기준으로 연평균 약 10% 규모로 성장이 예상되며, 2026년에는 글로벌 물동량의 약 16%를 담당할 것으로 전망

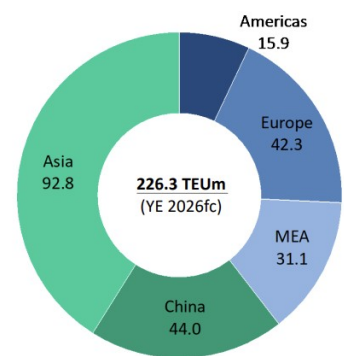


* 출처 : DS Research, Conatiner Terminal Foresight 2026, 2023

[그림 2] 자동화 터미널 운영 화물처리 능력 추이 및 전망

- 2026년까지 추진될 자동화 터미널 프로젝트는 중국을 중심으로 한 아시아 지역 비중이 높으며, 중국의 자동화 터미널 용량은 2021년 대비 2배 수준 전망
 - 2021년 기준 중국의 자동화 터미널 용량은 23.9TEUm이나 2026년에는 44.0TEUm으로 성장하여 유럽을 제치고 세계 최고 수준의 용량을 확보 예상

(Semi-) Automated Terminal Capacity			
구분	2021년 [TEUm]	2026년 (예상) [TEUm]	변화량 (예상) [TEUm]
북미·남미	12.1	15.9	+3.8 (+32%)
유럽	29.8	42.4	+12.6 (+42%)
중동·아프리카	19.0	31.1	+12.1 (+64%)
중국	23.9	44.0	+20.1 (+84%)
아시아	46.2	92.9	+46.7 (+101%)
합계	131.0	226.3	+95.3 (+73%)



* 출처 : DS Research, Conatiner Terminal Foresight 2026, 2023

[그림 3] 지역별 터미널 자동화 용량 전망 (2021-2026)

2.1.2. 안벽&야드 크레인 동향

 (중국·EU 중심 기술개발) 하역·이송장비는 중국의 ZPMC, 자동제어시스템은 유럽의 ABB, Siemens에서 세계 최고 수준의 기술력 확보

- ZPMC 크레인은 세계 104개국에 진출, 세계 크레인 시장의 70%를 점유한 세계 최대의 항만 크레인 개발사이며, 특히 미국 내 설치된 안벽 크레인의 80%가 ZPMC 제품
- ABB는 전 세계 30개 이상의 터미널에 1,000대 이상의 자동 적재 크레인 보급⁵⁾

 (안벽 크레인 대형화) 화물선 연료비, 각종 항비, 인건비 절약을 위해 컨테이너선이 대형화됨에 따라 안벽 크레인도 대형화하는 추세

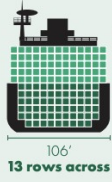
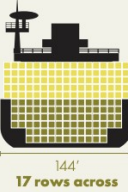
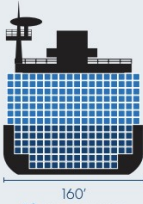
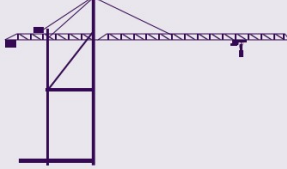
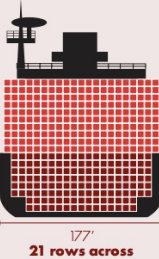
- 해상 운송에서 대형 컨테이너선 투입 시 연료비, 항비 등이 증가하나, 규모의 경제로 인해 TEU당 물류비용이 감소하여 컨테이너선 규모가 증가 추세

※ 4,000TEU 급에서 10,000TEU 급으로 전환 시 TEU당 물류비용이 37% 절감되는 효과⁶⁾

- 2023년 현재 세계 최대 컨테이너선은 글로벌 해운사인 MSC에서 보유한 'MSC 테사'호이며, 24,116TEU 급으로 1981년 이후 컨테이너선 규모가 약 6배 크기로 증가
- 컨테이너선 및 크레인은 일반적으로 'Panamax', 'post Panamax', 'Super post Panamax' 급으로 구분하며, 작업 가능한 컨테이너선-크레인 용량이 정해짐
 - 각 급 화물선은 파나마 운하의 신·구형 수문을 기준으로 너비가 일정 수준을 넘지 않도록 설계되며, 파나마 운하 통행이 불가할 정도의 초대형 컨테이너선 건조 추세
 - ※ 각 급 선박 너비 한계는 Panamax 급 106ft, post Panamax 급 161ft, Super post Panamax(Neo-Panamax & Mega-ship) 급 202ft 수준
 - Panamax 급 컨테이너선 적재용량은 최대 5,000TEU 규모였으나, 컨테이너선이 대형화되면서 최근 20,000TEU를 넘었고, 초대형 컨테이너선 발주는 지속될 전망
 - 컨테이너선이 대형화되면서 넓고, 높게 배치된 컨테이너를 하역하기 위해서는 그 규모에 상응하는 안벽 크레인을 개발하고 도입하는 것이 항만 경쟁력과 직결
 - 안벽 크레인 크기도 Panamax 급에서는 약 82ft 높이 수준이었으나, Super post Panamax 급에서는 약 161ft로 두 배 규모로 확대됨

5) Port Technology International(2023), 「Port of Colombo employs ABB's automated cranes for new terminals」

6) KMI(2022), 「컨테이너선 대형화의 경제적 효과 분석」

	Vessel: Container Configuration Cross-Section	Vessel: Profile	Ship-to-Shore Gantry Crane
Panamax	 Container Stacks: 5 above 6 below 106' 13 rows across	 965' 3,000 - 5,000 TEU Maximum length/beam of original Panama Canal locks	 Example size: Lift height, in feet: 82' Outreach, in containers: up to 16 across
Post-Panamax	 Container Stacks: 5 above 6 below 144' 17 rows across	 1,100' 4,500 - 10,000 TEU Example Post-Panamax size	 Example size: Lift height, in feet: 115' Outreach, in containers: 17 to 19 across
Neo-Panamax	 Container Stacks: 7 above 6 below 160' 18 rows across	 1,200' 12,000 - 14,400 TEU Maximum length/beam of new Panama Canal locks	 Example size: Lift height, in feet: 161' Outreach, in containers: 20 to 23 across
Megaship	 Container Stacks: 10 above 8 below 177' 21 rows across	 1,300' 10,000 - 20,000 TEU Example Megaship size	

* 출처 : US Bureau of Transportation(2021)

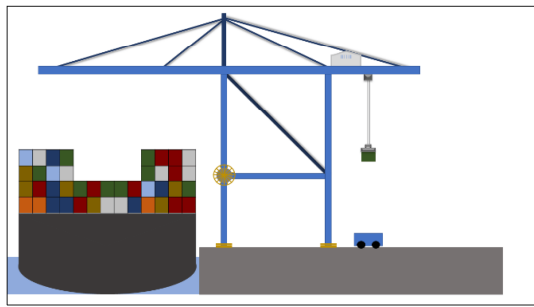
[그림 4] 컨테이너선 및 안벽 크레인 규모 비교

❏ (크레인 자동화) 컨테이너선 대형화에 따라 평균 하역량이 증가하여 크레인 화물 처리 속도와 안정성이 강조되며, 자동화로 전환되는 추세

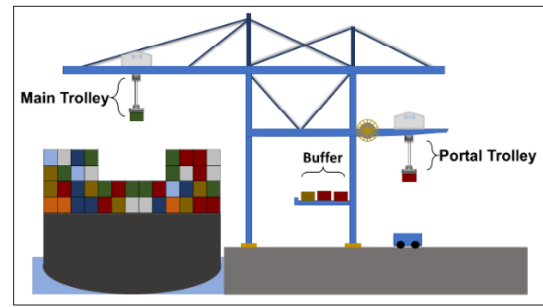
- (안벽 크레인) 하역 생산성 향상을 위해 원격조종 더블 트롤리 안벽 크레인(DTQC*)이 상용화된 이후 지속적인 기술 고도화를 통한 자동화 수준 향상 중

* DTQC : Dual Trolley Quay Crane (컨테이너 화물을 하역하는 2개의 트롤리가 양방향으로 동작하는 안벽 크레인)

- DTQC는 기존의 STQC(Single Trolley Quay Crane)보다 무인 자동화에 유리하고, 시간당 화물 처리속도가 더 높아 세계 주요 항만에서는 DTQC로 전환하는 중



(a) Single-trolley QC



(b) Dual-trolley QC

* 출처 : D Naeem et al.,(2022)

[그림 5] 싱글 트롤리 안벽 크레인(좌)와 듀얼 트롤리 안벽 크레인(우)

- 특히, 최근 컨테이너선에서 하역하거나, 선적하는 과정만 원격으로 조종, 나머지 과정은 휴먼에러 등 비효율 요소를 제거하기 위해 모두 자동화되는 추세
 - ※ 최근 개장한 부산항 신항 6부두에서 국내 최초로 원격조종 기반의 DTQC 도입
- 최근 차세대 안벽크레인으로서 컨테이너를 하역하는 장치인 트롤리를 양방향으로 총 4개 설치하는 멀티 트롤리 안벽 크레인(MTSC*) 개념이 등장함
 - * MTSC : Multi Trolley Ship-to-shore Crane (Konecranes에서 제안한 MTSC는 4개의 트롤리를 운영하여 동시에 4대의 이송 차량에 화물을 인계할 수 있는 신개념 안벽 크레인)
 - ※ 안벽 크레인(Quay Crane)과 STS 크레인(Ship-to-shore Crane)은 동일한 개념



* 출처 : D Naeem et al.,(2022)

[그림 6] 멀티 트롤리 안벽크레인 개념도

- (야드 크레인) 물류 흐름의 전 과정을 실시간 모니터링, 계획하기 위한 데이터 공유 소프트웨어를 적용하는 등 상당한 수준의 무인 자동화 기술 확보
 - 야드 크레인(안벽 크레인 대비 고려해야 할 요인이 적어, 2010년대에 자동화 기술이 상용화 단계에 도달했고, 효율성 향상을 위한 요소기술 개발이 진행 중)

- 과거에는 고무 타이어로 구동되는 RTGC* 타입을 주로 이용하였으나, 현재는 전기로 구동되어 자동화에 유리한 ARMGC* 방식이 주로 활용됨

* RTGC : Rubber Tired Gantry Crane / ARMGC : Automated Rail Mounted Gantry Crane



* 출처 : 부산항컨테이너터미널 홈페이지

[그림 7] ARMGC 야드 크레인

- 컨테이너 터미널 전 영역 자동화를 위해 AGV*, 자율주행 야드 트럭 등 자동 이송 장비와의 연계에 유리한 캔틸레버(Cantilever)형 야드 크레인 도입 확대 추세

* AGV : Automated Guided Vehicle (무인 이송차량)

※ 기존 라멘(rahmen)형 야드 크레인은 구조 특성상 자동 이송장비가 접근하기 어려움



* 출처 : www.konecranesusa.com

[그림 8] 라멘(Rahmen)형(좌) 및 캔틸레버(Cantilever)형(우) 야드 크레인

2.1.3. 이송장비 동향

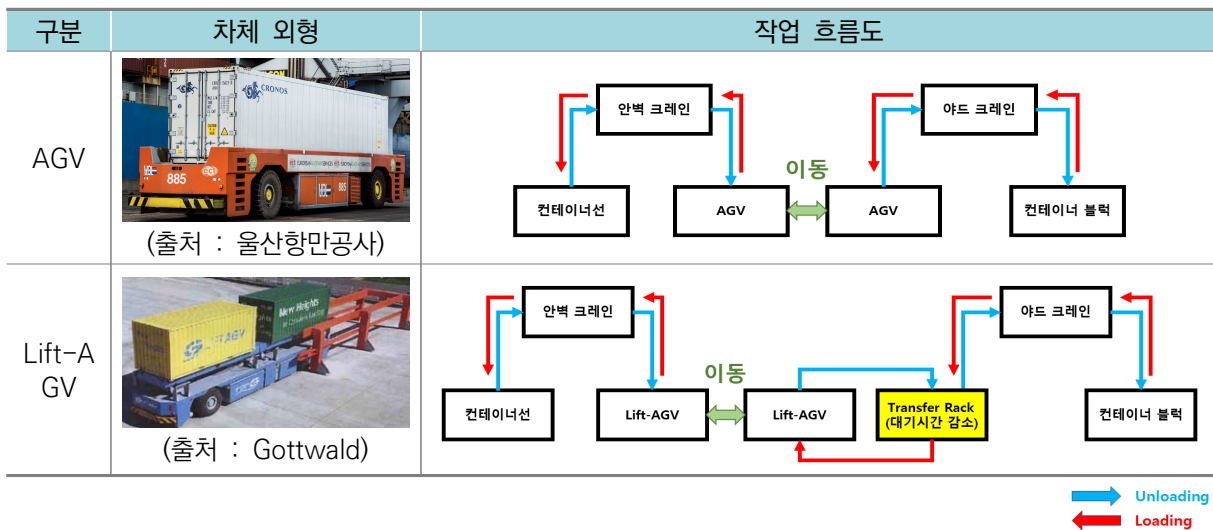
- ☒ (이송장비 자동화) 항만 자동화 이송장비 중 AGV 및 Lift-AGV가 일반적이나 최근 자율주행 기반 이송장비가 개발되어 현장 배치

- AGV는 트레일러로만 구성되나, Lift-AGV는 컨테이너를 별도의 플랫폼(랙)에 올릴 수 있도록 리프팅 기능 탑재, 차량 대기시간을 줄여 생산성이 높음
 - Lift-AGV가 생산성은 높으나, 복잡한 구조로 인해 단가 및 유지보수 비용 높음
- AGV류 이송장비는 네이게이션 및 원격제어를 위한 통신장치 및 레이더, 라이다 센서 등 안전확보용 장비를 탑재, 이동경로 탐색 및 주행 자동화 또는 원격통제

〈표 2〉 주요 항만별 자동화 이송장비 도입현황

구분	터미널명	이송장비 도입현황	구분	터미널명	이송장비 도입현황
네덜란드 로테르담항	ECT	AGV	싱가포르 투아스항	PSA 터미널	AGV
	RWG	Lift-AGV	중국 양산항	SIPG 터미널	AGV
	APM	Lift-AGV	태국 램차방항	허치슨 터미널	자율주행 야드트럭
독일 함부르크항	CTA	AGV	부산 신항 2-5단계	동원 터미널	AGV (2023년 예정)
미국 LB항	LBCT	AGV			

* 출처 : 한국해양수산개발원(2017), 저탄소 자동화 컨테이너 터미널 2단계 기획연구 보고서



* 출처 : 저자 구성

[그림 9] AGV(상) 및 Lift-AGV(하) 비교

- Westwell에서 카메라·라이다·레이더·GPS 기반 자율주행 이송장비(Q-Truck)를 개발하여 태국 Laem Chabang항 및 아랍에미리트 CSP 2단계에 운영 중

2.1.4 HW 분야 시장전망

 글로벌 항만기술산업 시장 규모는 스마트 항만 장비 도입 등으로 지속 성장이 예상되며, 자동화 항만 장비·시스템의 보급이 확대될 전망

- 2021년 글로벌 항만산업 HW 시장 규모는 9.4조 원* 수준에서 2024년 10.9조 원으로 성장, 자동화 항만 장비 시장은 2019~2025 기간에 34.7% 성장 전망**

* 장비별로 안벽크레인 3.7조 원, 야드크레인 2.3조 원, 자동이송장비(AGV 등) 0.6조 원 수준⁷⁾

** ('19) 1,527백만 달러 → ('25) 2,058백만 달러⁸⁾

- 2025년 자동화 항만 장비 시장 규모는 분야별로 ASC* 885백만 달러, RMGC 575백만 달러, RTGC 263백만 달러, 기타 335백만 달러 순으로 성장 전망

* ASC : Automated Stacking Crane (자동 적층 크레인)

〈표 3〉 전 세계 자동화 항만 장비·시스템 시장규모

[단위 : 백만 달러, %]

장비/시스템별 시장 규모	2015	2019	2025	변동 (%)	
				'19-'15	'19-'25
Software / Service	172.14	237.12	327.96	37.75	38.31
ASC	507.23	650.54	884.96	28.25	36.03
Cantilever RMGC	331.41	431.30	575.30	30.14	33.39
RTGC	151.65	201.81	262.90	33.08	30.27
Other	187.12	243.76	334.55	30.27	37.25
Total (incl. SW/Service)	1349.55	1764.53	2385.67	30.75	35.20

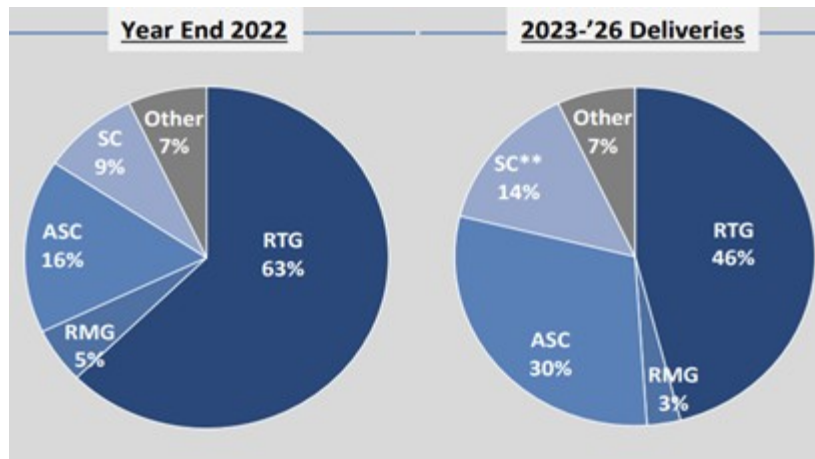
* 출처 : Multimarket Insight, Global Automated Container Terminal Market Status and Outlook 2020-2025

- 향후 도입될 터미널(야드) 자동화 장비 중 ASC의 비중이 크게 확대되고, RTGC 비중은 크게 줄어듦 것으로 전망
 - 2022년 말 기준으로 컨테이너 화물의 약 84%가 비 자동화 기기에 의해 처리되었으나, 터미널 자동화 수요가 증가함에 따라 관련 장비도입 확대 전망
 - 2023~2026년 동안 약 1,120개의 신규 ASC가 도입될 것으로 전망되며, 이는 향후 새로 도입되는 전체 야드 장비의 30%에 해당하는 규모
 - ※ 야드 장비 중 ASC 구성 비중 : (~'22) 16% → ('23~'26) 30%

7) 관계부처합동(2023), 「스마트항만 기술산업 육성 및 시장 확대 전략」

8) Multimarket Insight, Global Automated Container Terminal Market Status and Outlook 2020-2025

- 2022년 말 기준 전체 야드 장비 중 RTGC 구성 비중은 약 63% 수준이었으나, 2023~2026년 동안 도입되는 RTGC는 약 46% 수준으로 대폭 감소할 전망
- ※ RMGC는 동기간 5% → 3%로 조사되었으나, 이는 내륙 터미널에 설치된 레일은 제외된 것으로서 전체 RMGC의 약 50%만 포함된 수치 (RTG = RTGC)



* 출처 : DS Research, Conatiner Terminal Foresight 2026, 2023

[그림 10] 야드 장비 구성 현황 및 향후 도입 전망 (2022~2026)

- 이송장비 중 현재 전 세계에 운영 중인 AGV는 2019년 말 기준 대략 1,070대 규모이나, 향후 운영 규모가 지속적으로 증가할 것으로 전망
- 싱가포르 투아스항 1단계(~2027)에서만 400대 이상 투입이 예정되어 있어 AGV는 향후 전 세계 2,000대 이상 운영될 것으로 전망

2.1.5. 항만운영 SYSTEM 동향

📊 (미국 중심 기술개발) 터미널 운영시스템 분야는 미국의 Navis社에서 세계 최고 수준의 기술력을 바탕으로 높은 비율로 시장 점유 중

- 2017년 기준 전 세계 1,322개 터미널을 대상으로 조사한 결과 Navis社의 TOS 시장 점유율은 24.4% 수준으로 조사

📊 (지능형 통합 플랫폼) 자동화 터미널 고도화를 위한 통합 항만운영 플랫폼 및 AI·디지털트윈 기반 운영 시스템 개발 필요성 증가

- (통합 플랫폼) 자동화 터미널 고도화를 위해 항만 운영 시스템(TOS*)과 각종 자동화 장비의 제어시스템(ECS*) 간 통합 필요성에 따라 스마트 플랫폼 개발

* TOS : Terminal Operating System / ECS : Equipment Control System

- 국내에서는 부산항 신항 서컨테이너 터미널 2-5단계에서 IoT 플랫폼을 도입하여 안벽크레인, 야드크레인, AGV 등 장비와 TOS와의 연계 예정
- (지능형 항만운영) 유럽 등 선진 항만을 중심으로 AI·디지털트윈 기반의 선박 입출항 관리, 화물 흐름 최적화 등 지능형 항만 운영 시스템을 개발 중
- Awake.AI(핀란드)는 인공지능 기반 선사·항만·육상운송 주체를 연결하는 디지털 플랫폼을 통해 선박 도착 예정시간 예측 및 일정 관리 서비스 제공 중

2.1.6. 항만운영 SYSTEM 분야 시장전망

글로벌 항만의 스마트화에 따른 PCS*, TMS* 수요가 증가하여 2025년 기준 항만 System 분야 시장은 20억 달러 이상 규모가 될 것으로 전망

- 항만 System 분야 시장은 모든 기술 분야에서 연평균 20% 이상 수준으로 성장 예상되며, 특히, TMS 시장 규모가 10억 달러 이상 가장 크게 성장할 전망
- 특히 자동화 하역장비, 이송장비 증가로 인하여 장비제어 및 관리·관제 SW가 시장의 확대를 견인할 것으로 전망

〈표 4〉 항만 소프트웨어 시장 전망

[단위 : 백만 달러]

구분	2017	2018	2019	2025	CAGR (%) ('19~'25)
Softwar/Services	-	-	237	328	-
PCS	114	120	127	538	27.2
TMS	395	416	440	1,540	23.2
AIS*	212	223	236	796	22.5
RTLS*	138	146	155	594	25.1
Others	46	47	49	151	20.6

* PCS : Process Control Systems / TMS : Transportation Management Systems
/ AIS : Automatic Identification Systems / RTLS : Real Time Location Systems

* 출처 : Market&Market(2018)

- 자동화 항만 증가에 따라 TOS 시장의 성장도 예상되며, 2022~2026년에 추가 운영 예정인 34개 자동화 터미널의 신규 TOS는 1,700억 원 규모의 시장이 될 것으로 예상

2.2. 국내 기술·산업 동향

 (물동량 감소) 2022년 기준 전세계 컨테이너 물동량이 증가*한 것에 반해 국내 컨테이너 물동량은 오히려 감소하였으며, 증가율도 장기 하락 추세

* 2022년 전 세계 컨테이너 항만 물동량은 전년 대비 1.5% 증가한 8.71억 TEU를 기록하였으며, 최근 10년간 연평균 3.4% 규모로 성장

- 2022년 국내 컨테이너 항만 물동량은 2,881만 TEU 수준으로 집계, 전년 대비 $\Delta 4.1\%$ 로 2010년 이후 최대폭으로 감소

※ 2022년 국내 주요 컨테이너 항만의 물동량이 전년 대비 감소, 부산항 $\Delta 2.8\%$ 감소, 인천항 $\Delta 4.9\%$ 감소, 광양항 $\Delta 12.3\%$ 감소한 것으로 조사

- 물동량 증가율은 2010년 18.5% 이후 장기 하락 추세이며, 전년 대비 물동량이 감소한 것은 2020년($\Delta 0.4\%$)에 이어 2022년($\Delta 4.1\%$)이 두 번째로 집계

※ 국내 컨테이너 물동량 추이(전년 대비 증감율) : ('10) 1,937만(18.5%) → ('13) 2,347만(4.1%) → ('16) 2,601만(1.3%) → ('19) 2,923만(0.9%) → ('22) 2,281만 TEU($\Delta 4.1\%$)

 (기술격차) 우리나라의 스마트 항만 기술산업 수준은 선진국 대비 자동화 장비 분야는 2.4~3.8년, 시스템 분야는 1.8~2.3년 정도 격차 존재

- 항만산업 관련 우리 기업은 2000년대 초까지 주요 글로벌 공급자였으나, 가격 및 기술 경쟁력 약화와 국내 시장 침체 등으로 글로벌 시장에서 경쟁력이 약화

- (안벽 크레인) 두산에너빌리티, 현대인프라솔루션 등 국내업체는 2000년대 초 8.1% 수준의 세계 시장 점유율을 확보하였으나, 2021년 기준 2.0%에 불과

※ 특히, 2013년부터 2017년까지 5년간은 수주 실적이 전무

- (야드 크레인) 2004년 12.3%, 2005년 14.3% 등 비교적 높은 수준의 세계 시장 점유율을 확보하였으나, 시장 경쟁력을 상실하며 2013년 이후 수주가 급감

- 크레인 등 장비 분야는 기술 선도국인 유럽, 중국, 미국 대비 격차가 분명하나, 소프트웨어 및 시스템 분야는 비교적 경쟁력을 갖춘 것으로 평가

- 기술 선도국 대비 안벽크레인 분야 3.4년, 이송장비 분야 3.8년, 야드크레인 분야 2.4년, 운영시스템 분야 1.8년 정도 격차가 있는 것으로 평가

- 다만, 소프트웨어·시스템 분야에서 일부 국내 기업들은 세계적으로 인지도를 확보하고 있는 것으로 조사됨

※ TOS 분야의 싸이버로지텍, 토탈소프트뱅크, 제어시스템 분야의 서호시스템 등 국내업체는 각 분야에서 경쟁력을 갖춘 것으로 평가

〈표 5〉 국내 항만 기술산업 분야별 기술 수준

구 분		최고 기술국 대비 수준 분석			
		상대적 수준(%)	기술 격차(년)		
자동화 장비	안벽크레인 (더블트롤리 컨테이너 크레인)	75.8			3.4
	이송장비 (AGV)	70.1			3.8
	야드크레인 (ARMGC)	83.3			2.4
시스템	TOS (Terminal Operating System)	87.7			1.8
	PCS (Process Control System)	83.5			2.3

* 출처: 해양수산부(2021), 「광양항 항만자동화 테스트베드 구축 정책성 분석보고서」

국내 항만도 자동화 하역 장비를 일부 도입하였으나, 부산항·인천항을 제외하면 자동화 항만 장비를 도입한 항만은 전무, 국내 기업의 시장 점유율도 저조

- 2022년 기준 무인 원격조종 야드크레인 보급 현황은 부산항 신항 132기, 인천항 28기로 부분 자동화만 이루어진 수준이며, 기타 하역 장비는 모두 유인 운전 중
 - 여수·광양항과 울산항은 무인 자동화 야드크레인과의 같은 부분 자동화 장비도 도입되지 않은 것으로 조사
- 컨테이너 물동량 기준 세계 10대 항만 중 6개에서 전 영역 자동화 항만을 운영 중이나 국내는 미도입 상황이며, 핵심장비의 세계 시장 점유율도 하락 추세
 - 최저가 장비도입, 육성정책 부재, 해외 기업의 공격적 국내 진출 등으로 국내 산업 기반이 약화됨에 따라 기술격차 및 시장 점유율이 벌어지고 있는 상황
 - ※ 국내 기업의 세계 안벽 크레인 시장 점유율 : ('03) 8.1% → ('12~'21) 1.1%
- 국내 안벽 크레인 시장은 2004년까지 대부분 국산을 사용하였으나, 이후 해외 기업 제품의 시장 점유율이 증가하는 추세이며, 부품 국산 점유율은 저조한 상태
 - 2021년까지 부산항 신항 안벽 크레인은 모두 외국산을 사용하였으나, 2022년 BPA가 추진하여 부산항 신항 최초로 국산 안벽 크레인 설치
 - ※ 국내 기업의 국내 안벽 크레인 시장 점유율 : ('04) 88.4% → ('11) 43.6% → ('22) 36.2%
- 국내 최대 규모인 부산항의 경우 크레인 부품 국산 점유율은 기계 부분 28%, 전기 부분 31%, 총 30% 수준으로 조사되어 저조한 상태인 것으로 나타남

☐ TOS는 세계 1위 공급업체인 미국의 Navis社가 시장을 주도 중이나, 국내 기업도 경쟁력을 갖추고 해외 TOS 공급 실적을 확보 중

- 국내 TOS 관련 주요 기업으로는 싸이버로지텍, 토탈소프트뱅크, 현대무팩스 등이 있으며, 3사는 그간 전 세계 117개 항만 터미널에 TOS 공급실적 확보
 - TOS 개발 가능한 항만물류소프트웨어 기업으로는 KL-Net, 동양시스템즈 등
- 국내 주요 항만 SW 기업과 미국 Navis社는 직원 수, 연매출 규모에서 상당한 격차를 보이고 있어, 차세대 기술선도 및 시장 점유율 확대에 어려움 예상

〈표 6〉 국내외 주요 항만 SW 기업 비교

구분	기업명	설립연도	직원수	연매출
국내	토탈소프트뱅크	1988	108명	121억 원('20)
	싸이버로지텍	2000	304명	541억 원('20)
국외	Navis(미국)	1988	870명	1,55억 원('19)

* 출처 : (국내) 사람인('21.11.29.), (국외) Cargotec, ZIPPIA('21.11.29.)

제3장 정책동향

3.1. 글로벌 정책 동향

 (EU) 'SMART-PORT' 프로젝트를 통해 스마트 항만의 기준을 제시하고, 유럽 전반의 스마트 항만 관련 정책 수립의 토대를 마련

- (스마트 항만 기준) EU는 SMART-PORT 프로젝트를 통해 스마트 항만이 되기 위한 기준을 운영, 에너지 소비, 환경 부문에 총 23개 세부기준으로 제시함
 - (운영) '대형선박 수용 능력', '선석 생산성' 등을 통해 항만 운영 지원수준 및 운영 성과를 측정하고, 정보통신 기술의 수 등으로 기존 항만과의 차별성 평가
 - (에너지 소비) 에너지 관리 인증 등을 통해 항만의 에너지 소비와 관련된 관리 수준을 측정하는 한편, 에너지 소비와 관련된 운영 성과를 전반적으로 평가
 - (환경) 국제 표준 기반 시스템 여부를 통해 환경 관리 수준을 평가하는 한편, 폐기물, 대기, 소음 등 환경과 관련된 운영 성과를 전반적으로 평가

〈표 7〉 EU 스마트 항만 기준 (SMART-PORT)

부문	세부 기준	핵심 성과 지표
운영 (9개)	선석 생산성	연간 컨테이너 처리량 / 컨테이너 안벽 길이
	인프라 생산성	연간 컨테이너 처리량 / 터미널 면적 등 5개
	대형선박 수용 능력	수심 14m 이상의 안벽 길이 / 전체 컨테이너 안벽 길이
	최대 가용 능력과 사용률	연간 컨테이너 처리량 / 컨테이너 터미널 처리 능력 등 3개
	기술 수준	항만과 터미널 운영사가 사용하고 제공하는 정보통신기술 개수
	자동화 수준	연간 컨테이너 처리량 / 안벽 크레인 개수 등 7개
	연계운송 수준	항만 인입 철도 길이 / 터미널 면적 등 3개
	항로	컨테이너 처리량 / 선사 개수 등 3개
	품질·안전·보안	안전·보안 관련 약정 혹은 인증 개수 등 4개
에너지 소비 (8개)	전체 에너지 소비	항만 당국 에너지 소비량 / 항만 면적 등 2개
	컨테이너 에너지 소비	컨테이너 에너지 소비량 / 컨테이너 처리량 등 2개
	내부 차량 에너지 소비	내부 차량 에너지 소비량 / 터미널 면적
	사무실 에너지 소비	항만 사무실 에너지 소비량 / 터미널 면적
	조명 에너지 소비	항만 터미널 조명 시스템 에너지 소비량 / 터미널 면적
	하역장비 에너지 소비	터미널 하역장비 에너지 소비량 / 컨테이너 처리량 등 3개

부문	세부 기준	핵심 성과 지표
	재생에너지 사용	항만 당국 재생자원 난방연료 사용량 / 항만 당국 전체 난방연료 사용량 등 4개
	에너지 관리	표준에 따른 에너지 관리 관련 약정 혹은 인증 개수 / {터미널 운영사 개수 + 1} 등 2개
환경 (6개)	환경 관리 시스템	국제 표준 기반 환경 관리 시스템 개수 / {터미널 운영사 개수 + 1} 등 2개
	폐기물 관리	폐기물 관리 계획 개수 / {터미널 운영사 개수 + 1} 등 9개
	물 관리	항만 활동 물 소비량 / 항만 면적 등 7개
	대기 배출 관리	대기 질 평가 감시 시스템 개수 / 항만 면적 등 2개
	소음 공해	낮, 저녁, 밤 통합 소음 수준 등 2개
	해상 오염물 유출	해상 오염물 유출량 / 선박 기항 횟수 등 2개

* 출처 : KCI(2020), 유럽의 스마트 항만 정책 사례를 통한 시사점 연구

- (독일-함부르크항) 독일의 스마트 항만 관련 정책은 함부르크항을 중심으로 독일 자체의 'smartPORT' 프로젝트를 통해 IT 기반 물류 최적화를 추진 중
 - 함부르크항의 지능형 항만관리시스템은 'smartPORT'를 기반으로 하며, 이는 'smart PORT energy'와 'smartPORT logistics'로 구성
 - smartPORT energy는 에너지의 소비·배출·비용 절감을 목표로 하며, 자원의 효율적인 사용을 촉진하기 위해 재생 에너지원 확대, 에너지 효율 향상을 추진
 - smartPORT logistics는 글로벌 공급사슬에서 함부르크항의 효율성을 높이기 위해 교통 흐름, 인프라, 화물흐름 세 가지 요소로 생태계를 조성, 경제성 확보
- (네덜란드-로테르담항) 로테르담항은 스마트 항만을 구축하기 위해 'smart- port' 조직을 설립, 총 3개 영역의 로드맵을 수립하고, 부문별 프로젝트 추진
 - (스마트 물류) 지속 가능하고, 효율적인 공급망을 핵심 목표로 하며, 컨테이너 시장을 중점으로 진행, 2020년 기준 14개 프로젝트 추진 중(16개 완료)
 - (스마트 에너지 및 산업) 지속 가능한 에너지 구현을 위한 재생에너지 확장 및 화석연료 저감을 주로 다루며, 2020년 기준 10개 프로젝트 추진 중(8개 완료)
 - (미래 지향적 항만 인프라) 해상 인프라와 내수로의 효율적인 활용을 통해 항만 지역 부가가치 향상이 목적, 2020년 기준 8개 프로젝트 추진 중(8개 완료)

☒ (싱가포르) 스마트 항만 관련 R&D는 'Singapore R&D Roadmap 2030', 정책은 'NGP(Next Generation Port) 2030'을 기반으로 추진 중

- 싱가포르 항만은 2022년 컨테이너 물동량 기준 세계 2위의 규모이며, 2040년 완공 예정인 TUAS 항만은 세계 최대의 완전 자동화 항만이 될 것으로 전망

- (로드맵) 싱가포르 해운항만 산업 디지털 변환의 기반을 조성하기 위해 로드맵을 발표하였으며, 총 5가지 주요 전략 중 스마트 항만 관련 전략을 첫 번째로 제시
 - ①세계적 수준의 효율적·지능적 차세대 항만 건설, ②전략적 해양공간 구축 및 해상교통 관리, ③스마트 항만 운영과 자율운항시스템 구축, ④효과적인 해운항만 보안·안전시스템 구축, ⑤지속 가능한 해운항만 환경 조성 및 에너지 이용
- (NGP 2030) 스마트 기술 기반의 디지털 플랫폼, 지능형 화물터미널, 자율운항 시스템 및 로봇 등 완전히 디지털화된 항만 구축을 목표로 총 4단계로 구성
 - 항만의 마스터플랜과 개발을 목표로 ①안전하고 보안이 철저한 항만 ②효율적 항만 ③지능형 항만 ④친환경 커뮤니티 지향 항만 4개 비전 제시
 - (1단계, 2017) 반자동 및 AGV 시험운영, (2단계, 2021) 지능형 및 자동화 화물 터미널, (3단계, 2025) 자율운항 항만, (4단계, 2030) 완전 디지털 항만
 - 기존의 도심에 위치한 기존 컨테이너 부두를 외곽으로 이동시키는 TUAS Port 건설과 밀접하게 관련
- (디지털 전환) 싱가포르 해양항만청(MPA)은 물류 원스톱 플랫폼, 최적 항로 계획 등을 위해 'digitalPORT@SG'를 추진 중이며, 6개 세부 계획을 제시
 - ① 문서 디지털화, ② 플랫폼 구축, ③ 프로세스 간소화, ④ 국제적 상호운용성 제고, ⑤ 해운항만 원스톱 서비스, ⑥ JIT*를 통한 항만 가치사슬 통합으로 구성

* Just In Time : 주문과 생산(납품) 시점을 통일하여 재고비용을 줄이는 관리 기법
 ※ 2020년 기준으로 ①~③는 완료 되었으며, ④~⑥은 추진 중

(중국) 정부 차원에서 11개 항만*을 대상으로 스마트 항만 구축 추진 중이며, 칭다오 항만 등은 지능형 항만 운영 부문에서 세계 최고 수준

- * 중국 정부는 광저우항, 샤먼항, 우후항, 닝보항, 상하이항, 칭다오항, 난징항, 톈진항, 탕산항, 칭황다오항, 다롄항을 스마트 항만 시범사업 항만으로 지정
- 중국은 2022년 컨테이너 물동량 기준 세계 최대의 상하이 항만을 포함하여 상위 10대 항만 중 7개 항만을 운영 중이며, ZPMC 등을 보유한 항만 기술선도 국가
 - 중국 정부는 '지능형 항만 운영', '안전관리 개선', '물류통합', '사업모델 혁신' 등 4개 분야에 대해 스마트 항만 구축 시범단지를 각각 지정하고 사업을 추진 중
 - (지능형 항만 운영) 칭다오항, 상하이항, 샤먼항을 완전 자동화 시스템 도입을 위한 시범 단지로 지정하였으며, 현재 세계 최고 수준의 기술력 확보

※ 칭다오항은 2016년, 상하이항은 2017년부터 완전 자동화 시스템을 도입

- (안전관리 개선) 탕산항, 우후항, 닝보항을 위험화물 및 야적장 실시간 모니터링, 부처 간 시스템 공유 및 연계를 통한 안전관리 개선 시범 항만으로 지정
 - (물류 협력) 친황다오항, 톈진항, 난징항, 광저우항을 항만 중심의 물류 플랫폼 완성, 복합 운송시스템 구축을 위한 시범단지로 지정
 - (사업모델 혁신) 잉커우항, 다롄항, 칭다오항, 상하이항, 샤먼항을 통합 물류정보 서비스 플랫폼 개발, 원스톱 통관 간소화를 위한 시범단지로 지정
- 중국 정부는 안정적인 스마트 항만을 구축하기 위해 기술개발 촉진, 민간참여 유도, 항만 산업과 융화하는 단계로 계획을 추진 중

〈표 8〉 중국 스마트 항만 시범사업 분야별 지정 항만 현황

구분	지능적 항만운영	안전관리 개선	물류 협력	사업모델 혁신
상세 내용 (목표)	• 완전 자동화 도입 • 30% 효율성 향상 • 85% 인력 감축	• 위험화물 및 야적장 실시간 모니터링 • 소방/안전관리 부처 간 시스템 공유 및 연계	• 항만 중심의 물류 플랫폼 완성 • 복합운송 시스템 구축	• 통합 물류정보 서비스 플랫폼 개발 • 원스톱 통관 간소화
대상 항만				

* 출처 : 중국 교통운수부(MOT), 제19차 동북아 항만국장회의, KMI 재구성

3.2. 국내 정책 동향

스마트 항만을 산업통상전략의 일환으로 인식하고, 국정과제*에 포함하는 한편, 구축을 위한 각종 기본계획 및 전략을 수립하여 추진 중

* [국정과제 40] 세계를 선도하는 해상교통물류체계 구축 (2022.7.)

- 정부는 선박·물류거점을 확충하고, 해운·물류 산업의 경쟁력을 확보하기 위해 2026년까지 광양항에 완전 자동화 항만을 구축하는 등 국정과제로 추진 중
- 「스마트 해상물류체계 구축전략」(2019) 이후로 「수출입물류 스마트화 전략」(2020) 등 항만 자동화를 위한 관련 정책이 지속적으로 추진됨

- 현재 「제3차 해양수산발전 기본계획」(2021-2030)에 따라 국내 주요 항만을 중심으로 4차 산업 기술기반의 차세대·최첨단 스마트 항만 건설을 추진 중
 - 부산항 신항 2-5단계를 완전 자동화 운영이 가능한 항만으로 건설을 추진하며, 크레인 하역 장비 원격조정 시스템을 도입, 향후 이송영역까지 자동화 추진
 - 수출입 물류 실시간 정보연계 등 스마트화를 통해 2025년까지 환적 비용 40%, 선박 항만 대기 50%, 트럭화물 반출입시간 50% 감소 목표 제시
 - 한국형 스마트 항만 테스트베드(2023~2026)를 구축하고, 이를 통해 부산항 등 국내 주요 항만에 자동화·지능화를 추진
- 또한, 「제4차 전국항만 기본계획」(2021-2030)에 따라 항만 장비 국산화를 통한 산업육성, 첨단장비 유지보수, 데이터 기반 물류체계 효율화 등을 추진 중

〈표 9〉 제4차 전국항만 기본계획(고부가가치 디지털 항만 구축)

추진과제	세부 추진내용
디지털·스마트 항만 건설 및 고효율·친환경 항만 운영시스템 구축	• 4차 산업 기술기반의 차세대·최첨단 스마트 항만 건설(부산, 광양) • 스마트 항만과 자율운항선박, 자율주행트럭 등 타 운송수단 연결
	• 신기설 국산화 기반 스마트 물류시스템 구축 ※ 스마트 항만 테스트베드 구축(광양), 국산 하역장비 도입(부산)
지속 가능한 에너지 항만 구축	• 신재생에너지 생산·지원시설 확대로 분산형 에너지 전환체계 구축

* 출처 : 해양수산부(2020), 제4차 전국항만 기본계획

- 해양수산부는 「2030 항만정책 방향과 추진전략」(2020)을 통해 항만 자동화 및 스마트 해상 물류 기반 마련을 위한 국내 기술 중심의 항만 자동화 전략 제시
- 해양수산부는 「스마트 항만 기술산업 육성 및 시장 확대 전략」(2023)을 통해 국가 R&D 투자 확대, 부품 국산화 등 항만 장비 기술경쟁력 확보 중요성 강조
 - (세계 수준의 기술기반 확보) ‘국내 기업 기술경쟁력 확보’, ‘산업연계·협력기반 조성’, ‘산업육성을 위한 기술인재확보’ 세 가지 세부추진 과제로 구성
 - (국내 항만 기술산업 성장을 위한 안정적인 시장 확보) ‘국내 기술기업 우대’, ‘국내 기업 해외 진출 지원’, ‘창업·금융 지원’ 세 가지 세부추진 과제로 구성
 - (적극적인 소통과 육성체계 구축으로 정책기반 조성) ‘지속 가능한 항만기술산업 육성체계 구축’, ‘정책소통 강화’ 등 두 가지 세부추진 과제로 구성

〈표 10〉 스마트 항만 기술산업 육성·확대 전략의 중점 및 세부추진 과제

분야	목표	
세계를 선도하는 항만기술 분야 기술기반 확보	글로벌 기술력 확보	핵심기술 분야에 대한 국가 R&D 투자와 중소기업 육성 실증 공간 확보와 전문기관을 통한 체계적인 R&D 추진 국내 표준화 추진 및 국제 표준화 적극 참여
		핵심기술 분야에 대한 국가 R&D 투자와 중소기업 육성 실증 공간 확보와 전문기관을 통한 체계적인 R&D 추진 국내 표준화 추진 및 국제 표준화 적극 참여
		스마트항만장비 개발·유지 인력 양성 지원 기존 인력 전환 등을 통한 운영인력 확보
	산업 내 연계·협력 확대	신규 개발 항만터미널에 K-스마트항만 장비 도입 K-기술을 통해 진해신항을 스마트 항만으로 개발 운영 중인 기존 터미널 장비의 스마트화 촉진
		해외항만개발 협력사업을 통한 해외진출 지원 스마트항만 관련 국제협력 강화
		스마트 항만장비 도입 관련 금융지원 스마트 항만장비분야 창업·투자지원
국내 항만 기술산업 성장을 위한 안정적인 시장 확보	우리 항만을 세계 최고 수준의 스마트 항만으로 개발	신규 개발 항만터미널에 K-스마트항만 장비 도입 K-기술을 통해 진해신항을 스마트 항만으로 개발 운영 중인 기존 터미널 장비의 스마트화 촉진
		해외항만개발 협력사업을 통한 해외진출 지원 스마트항만 관련 국제협력 강화
	우리 항만을 세계 최고 수준의 스마트 항만으로 개발	신규 개발 항만터미널에 K-스마트항만 장비 도입 K-기술을 통해 진해신항을 스마트 항만으로 개발 운영 중인 기존 터미널 장비의 스마트화 촉진
		해외항만개발 협력사업을 통한 해외진출 지원 스마트항만 관련 국제협력 강화
적극적인 소통과 육성체계 구축으로 정책기반 조성	육성체계 구축	항만기술산업 육성을 위한 제도적 기반 마련 관계기관 협력체계 구축
		항운노조 등 이해관계자와의 소통 강화 민관협의체 및 전문가 자문단 구성
	정책소통 강화	항운노조 등 이해관계자와의 소통 강화 민관협의체 및 전문가 자문단 구성
		항운노조 등 이해관계자와의 소통 강화 민관협의체 및 전문가 자문단 구성

* 출처 : 관계부처합동(2023)

제4장 R&D 투자동향

※ '18~'22년 NTIS 국가연구개발사업 과제정보에서 스마트 항만 관련 검색 키워드를 적용하여 추출한 데이터 활용(과제검색키워드) 스마트항만, 항만물류, 항만장비, 항만인프라, 항만안전, 항만자동화, 터미널 등

4. 국내 R&D 투자동향

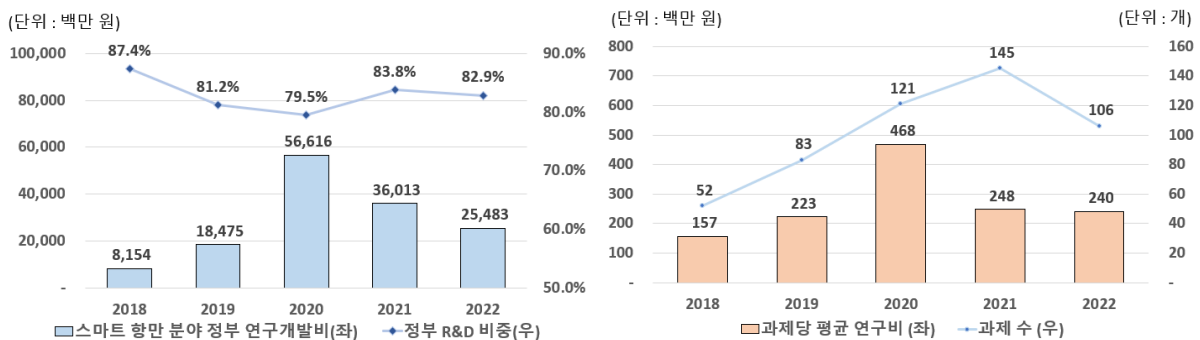
▣ (전체 투자규모) 최근 5년간('18~'22) 스마트 항만 분야 정부 R&D 투자는 연평균 33.0% 규모로 증가, 5년간 총 투자 규모는 약 1,447억 원 수준

- 정부 R&D 연간 투자 기준으로 2020년 약 566억 원을 정점으로 이후 감소 추세이며, 과제 수 및 과제당 평균 연구비도 감소 또는 정체 상태

※ 2020년 이후 정부 R&D 투자는 연평균 약 $\Delta 32.9\%$, 과제당 연구개발비는 약 $\Delta 28.3\%$ 수준으로 감소 추세

- 2020년 이후 정부 R&D 투자 규모는 지속 감소하는 추세이지만 총연구개발비 내 비중은 상승하여 2022년 기준 약 82.9% 수준으로 집계

※ 총연구개발비는 정부·민간연구비의 합으로 구성되며, 민간연구비는 지방정부·대학·기업 등에서 투자하는 현금 또는 현물을 포함



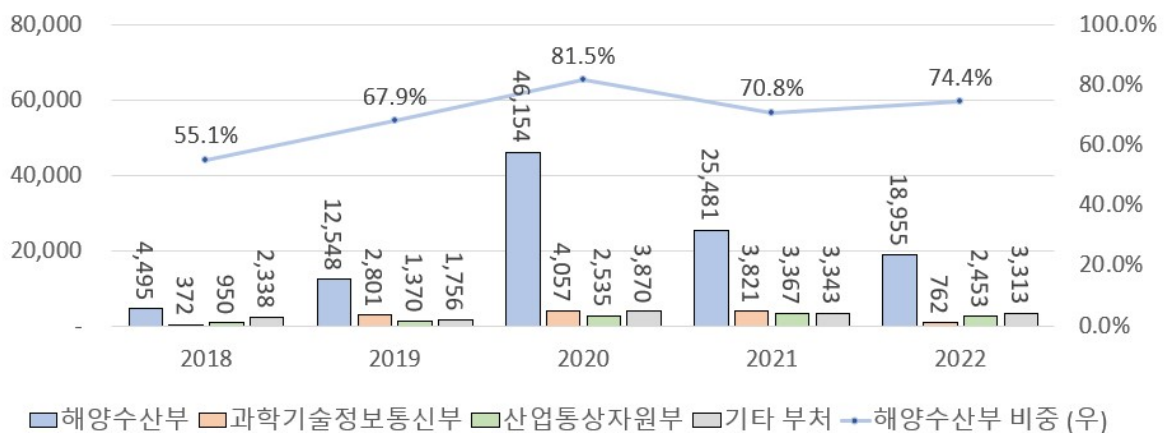
[그림 11] 스마트 항만 분야 정부 R&D 투자규모 및 과제당 평균 연구비('18~'22)

❖ (부처별, 주요사업별) 최근 5년간('18~'22) 스마트 항만 분야에 투자하고 있는 부처 중 해양수산부 비중이 가장 높고, 투자 규모 기준 상위 5개 사업 모두 해양수산부에서 추진 중인 사업(종료 사업 포함)

- (부처별) 최근 5년간 누적 투자액 중 해수부가 74.4%(1,076억 원)를 차지, 다음으로 과기부 8.2%(118억 원), 산업부 7.4%(107억 원) 순으로 집계

※ 비중이 낮은 중기부 (3.3%, 48억 원), 환경부 (2.1%, 31억 원) 등은 기타로 구성

(단위: 백만 원)



[그림 12] 스마트 항만 분야 부처별 투자규모 ('18~'22)

- (주요사업별) 최근 5년간 전체 투자액 중 상위 5개 사업 모두 해수부 사업이며, 누적 연구비는 약 762억 원(57.9%) 규모이며, 2022년 기준 가장 규모가 큰 사업은 '스마트항만-자율운항선박 연계기술개발' 사업

〈표 11〉 스마트 항만 분야 주요사업별 정부 R&D 투자규모 및 비중('18~'22)

(단위: 백만 원)

세부사업명	사업 기간	누적 투자액* ('22 연구비)	누적 비중* ('18~'22)	총사업비
IoT기반지능형항만물류기술개발(해수부)	'19~'21	34,769 (사업종료)	24.0%	35,132
스마트자동화항만상용화기술개발(해수부)	'19~'23	29,026 (30)	20.1%	29,702
스마트항만-자율운항선박연계기술개발(해수부)	'21~'25	9,600 (5,600)	6.6%	28,960
안전한항만구조및관리기술개발(해수부)	'18~'22	8,139 (사업종료)	5.6%	34,315
ICT기반항만인프라스마트재해대응기술개발(해수부)	'21~'25	7,726 (4,530)	5.3%	27,400

* 누적 투자액 및 비중은 과제 검색 기준으로 실제 총사업비와 차이가 발생함

〈표 12〉 스마트항만-자율운항선박연계기술개발(해수부) 사업개요

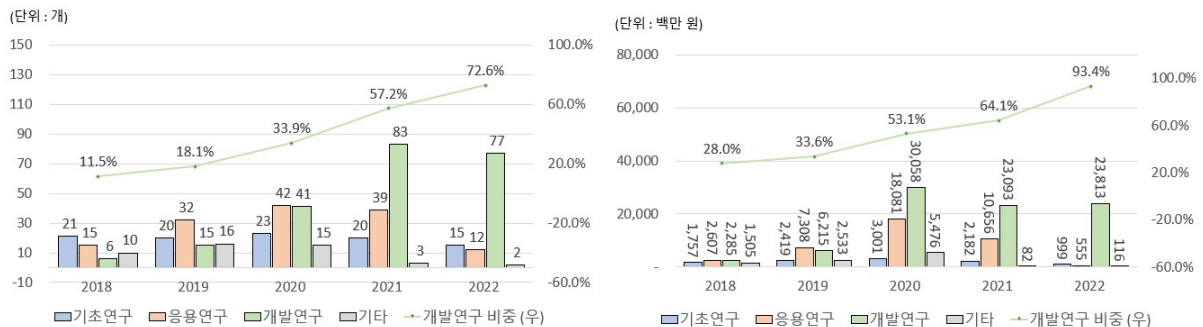
사업목적	• 자율운항선박이 항만에 안전하고 효율적으로 입항 또는 출항할 수 있도록 육상과 연계되는 자동화·지능화 시스템(하드웨어 및 소프트웨어)개발		
사업기간	2021~2025	총사업비, 사업규모	기투자액(~'23년) : 161억 원 '24년 예산 규모 : 51억 원
내역사업	• 자율운항선박 도선지원 및 자동계류, 영상인식기술, 지능형 해상교통 관제. 디지털트윈		
내역사업 세부개요	• (사업내용) 스마트한 해상물류 체계 구축을 위한 안전운항 시스템 개발 및 자율운항 선박이 안전하고 효율적으로 항만에 입·출항할 수 있도록 통합제어 및 운용시스템을 개발		
	연번	세부 사업내용	
	1	자율운항선박 도선지원 및 자동계류 시스템 개발	
	2	스마트 해상물류 통합 프로세스 설계 기술 개발	
	3	영상인식기술 기반 선원 및 화물관리 시스템 개발	
	4	지능형 해상교통 관제시스템 개발	
	5	자율운항선박 육상제어 시뮬레이터 개발	
	6	디지털트윈기반 자율운항선박 관리 기술 개발	

'23년 12월 현재 확인 가능한 최신 정보는 과제 단위('22)와 사업 단위('24)가 상이함

❏ (연구개발단계별) 최근 5년간('18~'22) 전체 누적 투자 규모 기준 개발연구가 가장 높은 비중(59.0%)을 차지하였으며, 점차 증가하여 2022년 기준 93.4% 수준이며, 기초·응용 연구는 투자 비중 축소 추세

- 스마트 항만 관련 개발연구는 과제 수, 연구비 측면 모두에서 비중이 지속적으로 증가하고 있으나, 연구비 규모는 2020년 이후 감소하는 경향
- 반면, 기초연구 및 응용연구 분야의 연구비 비중은 지속적으로 하락하여 2022년 기준 각 3.9%(약 10억 원), 2.2%(약 6억 원) 수준으로 집계

※ 기초연구비 비중 : ('18) 21.6% → ('22) 3.9%, 응용연구비 비중 : ('18) 32.0% → ('22) 2.2%



[그림 13] 스마트 항만 분야 연구개발단계별 과제 수(좌) 및 연구비(우) ('18~'22)

▣ (연구수행주체별) 최근 5년간('18~'22) 산업계(836억 원, 57.8%), 연구계(374억 원, 25.8%), 학계(186억 원, 12.9%) 순으로 투자

- 2019년 이후 스마트 항만 관련 투자에서 중소·중견기업 비중이 지속적으로 최고 수준, 2022년 기준 전체 연구비의 약 50.9% 규모를 중소·중견기업에서 수행

〈표 13〉 스마트 항만 분야 연구수행주체별 정부 R&D 투자 규모 및 비중('18~'22)

[단위: 백만 원]

연구수행주체	2018	2019	2020	2021	2022	총합계	비중
산	2,837	9,388	38,680	19,380	13,337	83,620	57.8%
(대기업)	(-)	(813)	(7,482)	(614)	(1,017)	(9,925)	
(중소중견기업)	(2,837)	(8,575)	(31,198)	(18,766)	(12,320)	(73,695)	
학	3,161	3,778	4,859	3,763	3,062	229.4	12.9%
연	2,156	4,971	11,882	10,826	7,545	275.9	25.8%
기타	-	339	1,195	2,043	1,540	184.9	3.5%

▣ (연구개발단계-연구수행주체별) 산·연계는 개발연구 비중, 학계는 기초연구 비중이 가장 높고, 개발연구는 산업계에서 주도적으로 수행

- 최근 5년간('18~'22) 전체 누적 기준으로 개발연구에 855억 원(59.0%)가 투자되었고, 그중 중소·중견기업에서 약 496억 원* 규모 연구를 수행

* 전체 누적 투자 규모 대비 34.2%, 개발연구 누적 투자 규모 대비 58.0% 수준

〈표 14〉 스마트 항만 분야 연구수행주체별-연구개발단계별 정부 R&D 투자 규모('18~'22)

[단위: 백만 원]

구분	(산) 대기업	(산) 중소·중견기업	(학) 대학	(연) 출연연, 국공립연구소	기타	합계
기초연구	58 (0.0%)	-	6,359 (4.4%)	3,926 (2.7%)	14 (0.0%)	10,357 (7.2%)
응용연구	1,146 (0.8%)	19,597 (13.5%)	5,652 (3.9%)	11,391 (7.9%)	1,421 (1.0%)	39,207 (27.1%)
개발연구	8,722 (6.0%)	49,553 (34.2%)	4,703 (3.2%)	18,834 (13.0%)	3,652 (2.5%)	85,464 (59.0%)
기타	- (-)	4,545 (3.1%)	1,909 (1.3%)	3,229 (2.2%)	30 (0.0%)	9,713 (6.7%)
합계	9,925 (6.9%)	73,695 (50.9%)	18,623 (12.9%)	37,380 (25.8%)	5,117 (3.5%)	144,740 (100%)

* 각 요소 값의 크기가 클수록 진한 붉은 색으로 표시 (Heatmap)

제5장 결론

5.1. 요약 및 정리

 (필요성) 국제해운 탄소 배출량 증가 및 국제 무역량 증가에 대응하기 위해 세계 주요 항만을 중심으로 스마트 항만 도입이 확대되는 추세

- 전 세계 CO₂ 배출량의 약 3%가 국제해운 부문에서 발생하며, 2018년 기준 10.8억 톤을 기록, 국제해운 부문 증가속도가 전체 증가율보다 높아 대책 마련 시급
 - ‘완전 자동화 터미널’ 도입 시 항만 CO₂ 배출량의 34%를 저감 할 수 있다는 연구결과가 있으며, 자동화 수준에 비례하여 탄소배출 저감에 기여
- 컨테이너선 대형화에 따른 대형 항만 장비 및 높은 생산성의 자동화 터미널 보유 여부가 항만 경쟁력과 직결되는 요소
 - 전 세계 항만 컨테이너 물동량은 지속적으로 증가, 2022년 기준 전년 대비 1.5% 증가한 8.7억 TEU를 기록, 2026년 9.9억 TEU로 지속 성장 전망
 - 완전 자동화 터미널을 도입한 항만을 대상으로 분석한 결과 처리물동량, 선박 접안시간 및 기항횟수 부문에서 생산성 향상을 확인

 (글로벌) 미래형 항만으로서 스마트 항만의 주요 개발 트렌드는 대형화, 자동화이며, 향후 중국 중심의 아시아 지역 프로젝트가 높은 비중 차지

- 물류비용 절감을 위해 컨테이너선 대형화 추세에 있으며, 그에 따른 크레인 등 항만 장비의 대형화, 평균 하역량 증가에 따른 항만 자동화가 주요 기술 동향
 - 컨테이너선이 대형화 되면서 넓고, 높게 배치된 컨테이너를 하역하기 위해서는 안벽 크레인 대형화가 필수적이며, 향후 항만 경쟁력과 직결되는 기술요소
 - 하역 생산성 향상을 위해 안벽 및 야드 크레인 자동화가 주요 기술 동향이며, 야드 크레인은 상당한 수준의 무인·자동화 기술을 확보, 현재는 효율성 향상 중

- 2026년까지 중국의 자동화 터미널 용량은 2021년 대비 2배 수준이 될 것이며, 중국 중심의 아시아 지역 자동화 터미널 프로젝트가 높은 비중을 차지할 것
 - 2026년 중국의 자동화 터미널 용량은 세계 최고 수준인 44.0TEUm으로 전망되며, 아시아는 2021년 대비 2배 이상 증가한 92.9TEUm이 될 것으로 전망
 - ※ 중국 자동화 터미널 용량은 ('21) 23.9 → ('26) 44.0TEUm, 약 84% 성장 전망, 중국 제외 아시아 지역 자동화 터미널 용량은 ('21) 46.2 → ('26) 92.9TEUm, 약 101% 성장 전망
- 2021년 기준 글로벌 항만산업 장비 시장 규모는 9.4조 원 수준, ASC, RMGC 등 자동화 항만 장비 시장은 '19~'25 기간 동안 약 34.7% 성장, 소프트웨어/서비스 부문도 38.3% 성장할 것으로 전망
 - 향후 도입되는 자동화 장비 중 ASC의 비중이 크게 확대, RTGC 비중은 크게 줄어들 전망이며, AGV 수요는 지속 증가하여 2,000대 이상까지 확대될 전망
 - 항만 System 분야 시장은 연평균 20% 이상 수준으로 성장, 2025년에는 24.1억 달러 규모로 급격하게 확대, 특히 TMS 시장 규모가 가장 크게 성장할 전망

(국내) 2022년 국내 컨테이너 물동량은 전년 대비 △4.1% 감소, 국내 스마트 항만 보급 현황 및 기술 수준은 선도국(기업) 대비 열세로 분석

- 2022년 전 세계 컨테이너 물동량은 전년 대비 1.5% 증가한 것에 반해 국내는 △4.1% 감소하였으며, 국내 최대 부산항을 비롯하여 인천항, 여수·광양항 등 모두 감소
 - 2022년 기준 부산항의 선석생산성*은 75.5회/hr 수준, 세계 평균(62.9회/hr)보다는 높지만, 글로벌 주요 컨테이너 항만 대비 경쟁력이 다소 낮게 분석되어 개선 필요
 - * 선석생산성 : 선석 접안시간당 컨테이너 양적화 횟수를 나타낸 지표로, 지표가 높을수록 컨테이너 화물을 빠르게 처리하는 것을 의미
 - ※ Shanghai 103.9회/hr, Singapore 81.3회/hr, Ningbo 84.7회/hr (KMI, 2023)
- 국내 자동화장비·운영시스템의 기술 수준은 선도국 대비 1.8~3.8년 기술격차를 보이며, 부산항·인천항은 부분 자동화 도입, 기타 주요 항만은 자동화 장비 전무
 - 국외 기업의 저가 수주, 국내 기업 육성 정책 부재 등으로 국내 항만장비 산업 기반이 지속 약화됨에 따라 국내 기업의 국내·국외 시장 점유율도 지속 하락 추세
 - 2022년 기준 무인 원격조종 야드크레인 보급 현황은 부산항 신항 132기, 인천항 28기로 부분 자동화만 이루어진 수준, 기타 하역장비는 모두 유인 운전 중
 - ※ 여수·광양항과 울산항은 무인 자동화 야드크레인과는 같은 부분 자동화 장비 도입 없음

5.2. 정책제언

국내 항만의 조속한 경쟁력 확보를 위해 스마트 항만 R&D 기획, 기술개발, 실증, 현장적용까지 전주기형 R&D 설계 및 예산지원 필요

- 스마트 항만을 목표로 개발되고 있는 기술들은 대부분 선박, 항만, 항만설비 등 대형 항만 물류 자원이 대상이며, 이를 실증하기 위한 테스트베드 운영이 필수
 - 실제 운영 중인 선박, 항만 등을 대상으로 아직 개발 중인 기술을 적용하고, 검증하는 것은 현실적으로 불가능, 민간 주체 테스트베드 운영의 불확실성 해소 필요
 - ※ 여수광양항만공사는 2023년 12월 국내 최초의 한국형 스마트 항만 조성을 위한 「광양항 자동화부두(항만자동화 테스트베드)」 구축사업을 본격적으로 추진한다고 발표
 - 항만 인프라 기술과 같이 테스트베드가 필요한 R&D는 기획-실증-현장적용을 포함하는 전주기형 R&D 설계 및 예산지원과 함께 테스트베드 활용 활성화 필요

항만은 국가 중요시설임에도 불구하고 외산 장비 비중이 높아 유지·보수·보안 문제가 지적되어, 항만 장비 국산화 지원 R&D 확대 필요

- 현재 국내 항만의 주요 장비는 외산 비중이 높아 신기술 적용 시 통신 프로토콜 등 문제 발생할 수 있으며, 국가 중요시설의 보안 확보를 위해 항만 장비 국산화가 시급
 - ICT 기술은 항만 장비 대부분에 적용되며, 타 기술 분야 대비 급격하게 발전하는 특징이 있고, 현장 수요도 빠르게 변화하므로 이에 대한 방안 마련 필요
 - 미국은 중국의 ZPMC 크레인을 대상으로 ‘스파이 도구’ 의혹을 제기하였는데, ZPMC 크레인의 국내 전체 항만 점유율은 52.8% 수준으로 보안 대책 마련 시급
 - 기술의 발전 속도가 빠른 ICT 분야 신기술을 적용하고, 대체가능 하거나, 개발이 시급한 항만 장비의 국산화 촉진을 위해 핵심장비 국산화 R&D 사업 확대 필요

스마트 항만의 핵심 요소인 시장참여자 간의 데이터 공유와 활용을 활성화하기 위한 기술적·제도적 장치 마련 및 전문인력 육성 필요

- 민간기업의 데이터가 공개되면 영업비밀이 노출되는 위험이 발생할 수 있으므로 이를 기술적으로 보완하기 위한 익명성 기반의 데이터 공유 플랫폼 구축 필요
- 스마트 항만 운영·유지·관리에 필수적인 항만물류 전문지식을 갖추고 IT·AI 등 관련 기술을 다룰 수 있는 항만물류 신기술 전문인력 양성 사업 강화 필요

향후 스마트 항만 도입 시 효율적으로 CO₂ 배출을 저감하기 위한 실증연구 추진 및 CO₂ 배출원 목록화, 모니터링 시스템 구축 필요

- 항만 무인·자동화에 따른 에너지 소비 효율 제고 외에도 항만 운영 최적화, 수소·풍력·태양광 등 무탄소 신재생에너지원 도입으로 온실가스 배출 최소화를 달성하기 위한 실증연구 필요
- 항만 내에서 운영되는 온실가스 배출원을 체계적으로 목록화하고, 가동현황을 실시간 모니터링 하는 시스템을 구축, 체계적인 탄소배출 저감효과 산출 방법 마련 및 고도화 필요

참고문헌

문헌자료

- 한국해양수산개발원(2017), 「저탄소 자동화 컨테이너 터미널 2단계 기획연구 보고서」
- 한국해양수산개발원(2021), 「스마트항만 구축에 따른 탄소저감효과 연구 -동력전환을 중심으로-」
- 한국해양수산개발원(2022), 「완전자동화터미널, 글로벌 공급망 대란에서 그 안정성을 증명하다」
- 한국해양수산개발원(2022), 「컨테이너선 대형화의 경제적 효과 분석」
- 한국해양수산개발원(2023), 「2022년 세계 컨테이너 항만 서비스 지표」
- 해양수산과학기술진흥원(2023), 「스마트항만 장비 및 부품산업 경쟁력 강화 기술개발 기획연구」
- 한국해양수산개발원(2023), 「2023 해양수산 전망대회 - 항만물동량 추이와 전망」
- 대외경제정책연구원(2022), 「글로벌 수송 부문의 온실가스 감축 현황과 시사점」
- 원승환(2020), 「유럽의 스마트 항만 정책 사례를 통한 시사점 연구」
- 이태휘(2020), 「스마트항만의 해외사례 분석과 정책 시사점: 유럽과 싱가포르를 중심으로」
- 해양수산부(2021), 「해양수산분야 2050 탄소중립 로드맵」
- 해양수산부(2020), 「제4차 전국항만 기본계획」
- 해양수산부(2020), 「2030 항만정책 방향과 추진전략」
- 해양수산부(2021), 「광양항 항만자동화 테스트베드 구축 정책성 분석보고서」
- 해양수산부(2023), 「우리 기업·기술로 글로벌 스마트항만 만든다」
- 해양수산부(2023), 「스마트 항만 기술산업 육성 및 시장 확대 전략」
- DS Research(2023), Conatiner Terminal Foresight 2026
- Multimarket Insight, Global Automated Container Terminal Market Status and Outlook 2020-2025
- Port Technology International(2023), 「Port of Colombo employs ABB's automated cranes for new terminals」



|저자소개|

이 종 선

한국과학기술기획평가원 거대공공사업센터 부연구위원

Tel: 043-750-2466 E-mail: jongsunn@kistep.re.kr

|편집위원소개|

전 승 수 연구위원

여 준 석 연구위원

김 승 균 연구위원

황 덕 규 부연구위원

한국과학기술기획평가원 사업조정본부

Tel: 043-750-2444 E-mail: skkim@kistep.re.kr

※ 본 KISTEP 기술동향브리프의 내용은 필자의 개인적 견해이며, 기관의 공식적인 의견이 아님을 알려드립니다.

[KISTEP 브리프 발간 현황]

발간호 (발행일)	제목	저자 및 소속	비고
57 (23.01.06.)	MZ세대를 위한 미래 기술	지수영·안지현 (KISTEP)	미래예측
- (23.01.20.)	KISTEP Think 2023, 10대 과학기술혁신정책 아젠다	강현규·최대승 (KISTEP)	이슈페이퍼 (제341호)
58 (23.02.02.)	세계경제포럼(WEF) Global Risks 2023 주요내용 및 시사점	김다은·김유신 (KISTEP)	혁신정책
59 (23.02.07.)	미국의 「오픈사이언스의 해」 선포와 정책적 시사점	이민정 (KISTEP)	혁신정책
- (23.02.21.)	‘데이터 보안’ 시대의 10대 미래유망기술	박창현·임현 (KISTEP)	이슈페이퍼 (제342호)
60 (23.03.06.)	연구자산 보호 관련 주요국 정책 동향 및 시사점	유지은·김보경 (KISTEP)	혁신정책
61 (23.03.20.)	美, 「과학적 진실성 정책 및 실행을 위한 프레임워크」의 주요 내용 및 시사점	정동덕 (KISTEP)	혁신정책
- (23.03.29.)	우리나라 바이오헬스 산업의 주력산업화를 위한 정부 역할 및 지원방안	홍미영·김주원 안지현·김종란 (KISTEP)	이슈페이퍼 (제343호)
62 (23.03.30.)	2021년 한국의 과학기술논문 발표 및 피인용 현황	한혁 (KISTEP)	통계분석
63 (23.03.30.)	2021년 신약개발 정부 R&D 투자 포트폴리오 분석	강유진·김종란 (KISTEP)	통계분석
- (23.04.03.)	국방연구개발 예산 체계 진단과 제언	임승혁·안광수 (KISTEP)	이슈페이퍼 (제344호)
64 (23.04.06.)	2023년 중국 양화의 주요 내용 및 과학기술외교 시사점	강진원·장지원 (KISTEP)	혁신정책
65 (23.04.10.)	2023 인공지능 반도체	채명식·이호윤 (KISTEP)	기술동향
66 (23.04.13.)	생성형 AI 관련 주요 이슈 및 정책적 시사점	고윤미·심정민 (KISTEP)	혁신정책
- (23.04.17.)	STI 인텔리전스 기능 강화 방안 -12대 과학기술혁신 정책 이슈를 중심으로-	변순천 외 (KISTEP)	이슈페이퍼 (제345호)

발간호 (발행일)	제목	저자 및 소속	비고
67 (23.04.17.)	「OECD Science, Technology, Innovation Outlook 2023」의 주요 내용 및 시사점	홍세호·심정민 (KISTEP)	혁신정책
- (23.04.19.)	임무지향형 사회문제해결 R&D 프로세스 설계 및 제언	박노언·기지훈·김현오 (KISTEP)	이슈페이퍼 (제346호)
68 (23.05.02.)	전기차 배터리 핵심광물	이승필·여준석·조유진 (KISTEP)	기술동향
- (23.05.03.)	기업 혁신활동 제고를 위한 R&D 조세 지원 정책 연구 : 국가전략기술 연구개발 기업을 중심으로	구본진 (KISTEP)	이슈페이퍼 (제347호)
69 (23.05.04.)	허위·조작정보 대응을 위한 OECD 원칙 및 과학기술 시사점	배용국·정미나 (KISTEP)	혁신정책
70 (23.06.08.)	OECD MSTI 2023-March의 주요 결과	정유진 (KISTEP)	통계분석
71 (23.06.09.)	2022년 지역 과학기술혁신 역량평가	한혁·안지혜 (KISTEP)	통계분석
72 (23.06.23.)	일본, 『사이언스 맵 2020』의 주요내용 및 정책적 시사점	이미화·심정민 (KISTEP)	혁신정책
- (23.06.27.)	국가연구개발 성과정보 관리체계 개선 제언	김행미 (KISTEP)	이슈페이퍼 (제348호)
- (23.06.28.)	신입과학기술인 직무역량에 대한 직장상사-신입간 인식 비교 분석	박수빈 (KISTEP)	이슈페이퍼 (제349호)
73 (23.06.30.)	2021년도 국가연구개발사업 내 여성과학기술인력 현황	한혁 (KISTEP)	통계분석
74 (23.07.03.)	2022년 국가 과학기술혁신역량 분석	김선경·한혁 (KISTEP)	통계분석
- (23.07.05.)	기술패권경쟁시대 한국 과학기술외교 대응 방향	강진원·김진하 (KISTEP), 이정태(KIST)	이슈페이퍼 (제350호)
- (23.07.06.)	학문분야별 기초연구 지원체계에 대한 중장기 정책제언 (국내외 지원현황의 심층분석을 기반으로)	안지현·윤성용·함선영 (KISTEP)	이슈페이퍼 (제351호)
75 (23.07.14.)	美 2023 국방과학기술전략서(NDSTS)의 주요 내용 및 시사점	유나리·최충현·임승혁· 한민규(KISTEP)	혁신정책
76 (23.07.27.)	2023년 IMD 세계경쟁력 분석	한혁 (KISTEP)	통계분석

발간호 (발행일)	제목	저자 및 소속	비고
77 (23.07.27.)	2021년 미국 박사학위 취득자 현황 분석	한혁 (KISTEP)	통계분석
78 (23.07.26.)	제 5차 과학기술기본계획과 과학기술분야 중장기계획 간 연계현황 및 시사점	홍정석·심정민 (KISTEP)	혁신정책
79 (23.08.01.)	일본 통합혁신전략 2023외 주요 내용 및 시사점	양은진·심정민 (KISTEP)	혁신정책
80 (23.08.21.)	일본 2023 우주기본계획외 주요 내용 및 시사점	최충현·문태석·이재민· 강현규(KISTEP)	혁신정책
81 (23.08.29.)	미국의 R&D와 혁신 현황	한혁 (KISTEP)	통계분석
82 (23.08.30.)	2023년 유럽혁신지수 분석과 시사점	한웅용 (KISTEP)	통계분석
83 (23.09.01.)	희토류 화수 및 재활용 기술	박정원·문윤실·이현경 (KISTEP)	기술동향
84 (23.09.20.)	화합물 전력반도체	유형정·김기봉 (KISTEP)	기술주권
85 (23.09.21)	『OECD Artificial Intelligence in Science: Challenges, Opportunities and the Future of Research』의 주요 내용 및 시사점	정하선·심정민 (KISTEP)	혁신정책
86 (23.09.22.)	우주쓰레기 제거 기술	문성록, 최충현, 한민규 (KISTEP)	기술동향
87 (23.10.04.)	2023년 The Global AI Index 결과 분석	한혁 (KISTEP)	통계분석
- (23.10.17.)	중소기업 경쟁력 강화를 위한 고경력 과학기술인 활용 조사 및 시사점	김인자·김가민·이원홍 (KISTEP)	이슈페이퍼 (제352호)
88 (23.10.24.)	스마트양식	이선명 (KISTEP)	기술동향
89 (23.10.25.)	지구관측위성	최충현 (KISTEP)	기술동향
90 (23.10.31.)	2023년 세계혁신지수(GII) 분석	한혁 (KISTEP)	통계분석
91 (23.11.02.)	2022년도 국가연구개발사업 집행 현황	김한울·한혁 (KISTEP)	통계분석

발간호 (발행일)	제목	저자 및 소속	비고
92 (23.11.02.)	2022년도 국가연구개발사업 협력 현황	한혁·김한울 (KISTEP)	통계분석
93 (23.11.10.)	최근 전쟁 양상 분석을 통한 국방 R&D 시사점 제언	김상준·한민규 (KISTEP)	혁신정책
94 (23.11.16.)	국내 과학기술 전공 학생 현황 분석	김가민·박수빈 (KISTEP)	통계분석
- (23.11.20.)	대학의 기술사업화 전담 조직 현황진단과 개선방안	이길우·방형욱(KISTEP) 정영룡(전남대학교) 김성근(부산대학교) 이지훈(서울과학기술대학교) 김태현(과학기술사업화진흥원)	이슈페이퍼 (제353호)
95 (23.11.21.)	일본 지역 과학기술혁신정책의 발전 및 시사점 - 『과학기술혁신백서 2023』을 중심으로 -	김다희·심정민 (KISTEP)	혁신정책
96 (23.11.22.)	차세대 이차전지	김선교 (KISTEP)	기술주권
97 (23.11.24.)	주요국 양자정보과학기술 인력양성정책 동향 및 시사점	권재영·임승혁 (KISTEP)	혁신정책
98 (23.11.27.)	2021년도 세계 R&D 투자 상위 기업 현황	한혁 (KISTEP)	통계분석
99 (23.11.28.)	2021년도 우리나라 민간기업의 연구개발활동 현황 분석	김한울·이새롬·한혁 (KISTEP)	통계분석
100 (23.11.30.)	폐플라스틱 화학적 재활용 기술	이연진·여준석 (KISTEP)	기술동향
- (23.12.04.)	플라스틱 국제협약 대응을 위한 과학기술의 역할	유새미·고진원·박노언 (KISTEP)	이슈페이퍼 (제354호)
101 (23.12.07.)	청정 암모니아 생산·활용	이소희·정두엽 (KISTEP)	기술동향
102 (23.12.12.)	지진재난 대응 기술	유현지(KISTEP)· 윤혜진(KICT)	기술동향
103 (23.12.14.)	탄소중립 녹색기술의 환경적 영향	KISTEP 기술예측센터, KEITI 기술산업기획실	미래예측
104 (23.12.15.)	자율주행시스템	박종록 (KISTEP)	기술주권

발간호 (발행일)	제목	저자 및 소속	비고
105 (23.12.21.)	배양육의 미래	조아라, 임현, 정의진 (KISTEP)	미래예측
106 (23.12.22.)	우주 발사체-누리호 이후 세계 발사체 기술동향 중심으로	정지훈, 김은수 (KISTEP)	기술동향
107 (23.12.22.)	항노화 치료제	안지현, 이민정 (KISTEP)	기술동향