

국외출장결과보고서



구 분	내 역					
출장자	소속	항만연구본부	성명	이혜령	직급	전문연구원
				이다예		전문연구원
				조아현		전문연구원
출장목적 (중복선택 가능)	<input checked="" type="checkbox"/> 현지조사(현장, 전문가 회의) <input type="checkbox"/> 국제행사 주최 <input type="checkbox"/> 국제행사 참가 <input type="checkbox"/> 국제회의(정부대표단) 참석 <input type="checkbox"/> 세미나, 교육, 훈련 <input type="checkbox"/> 기타 ()					
	<input checked="" type="radio"/> 출장목적 : 선진 항만 터미널 견학 및 글로벌 선도기업/기관 인터뷰 - 선진 항만 터미널 현장 견학, 관계 기업 및 기관 면담					
관련사업 (예산항목)	- 「스마트항만 자동 이송장비 적용 확대 방안 마련 용역」(수탁) (사업기간 : 2023.12.6. ~ 2025.12.4. (2차년도 2024.4.26. ~ 2024.11.21.))					
	사업 계획 상 예산 반영 여부		<input type="checkbox"/> 반영 <input type="checkbox"/> 출장지 대체 <input checked="" type="checkbox"/> 해당없음(수탁)			
출장기간	2024.9.29(일) ~ 2024.10.4(금) (4박 6일)		출장지		영국(런던), 벨기에(브뤼셀)	
출장일정	일자	방문지	주요업무*		비고	
	9.29(일)	부산→인천→런던	항공 이동		KE1410(08:00-09:10), KE907(10:50-17:20)	
	9.30(월)	Aldrivers	기업 관계자 면담			
		영국 교통부	정부 관계자 면담			
	10.1(화)	런던→펠릭스토우 이동	이동			
		펠릭스토우항	항만 현장 견학 및 면담			
		펠릭스토우→런던 이동	이동			
	10.2(수)	영국 → 벨기에 이동	이동			
		앤티워프대학	학계 관계자 면담			
	10.3(목)	벨기에	출장결과 정리 및 출국 준비			
브뤼셀→ 암스테르담 → 인천 → 부산		항공 이동		KL1706(15:05-16:00), KE926(21:30-16:40, +1), KE1419(18:25-19:35)		
출장성과	<input checked="" type="radio"/> 항만 이송장비 자동화 및 자율화 관련 해외 선진 사례 파악 - 항만 자동화 및 자율화 관련 해외 선도 기업의 보유 기술 파악 - 항만 현장 견학을 통한 자율이송장비 단계별 도입 현황과 계획, 쟁점사항 파악 - 항만 자동화 및 스마트화 관련 정부 정책과 연구 동향 파악 <input checked="" type="radio"/> 한국과의 협력 방안에 대한 의견 수렴 - 해외 선도 기업과의 신기술·장비 공동 개발, 기술이전 등의 프로젝트 관련 의견 수렴 - 스마트항만 분야 국제 공동연구 프로젝트 관련 의견 수렴					
향후계획	<input checked="" type="radio"/> 출장 중 파악한 내용을 바탕으로 본 과제의 효과적 수행 - 출장 중 파악한 사례, 쟁점사항 등을 연구진과 공유하여 효과적인 과업 수행 지원 - 자동이송장비 기술 동향, 국내 항만 도입 방안, 자동이송장비 개발 방안 등에 활용					
참고 등 특이사항 (검의사항)	<input checked="" type="radio"/> 특이사항 없음					

* 주요 업무 수행 계획 별지 작성 후 첨부

주요 업무내용 (계획(), 결과(√))

업무유형	<input checked="" type="checkbox"/> 현지조사(현장, 전문가 회의) <input type="checkbox"/> 국제행사 주최 <input type="checkbox"/> 국제행사 참가 <input type="checkbox"/> 국제회의(정부대표단) 참석 <input type="checkbox"/> 세미나, 교육, 훈련 <input type="checkbox"/> 기타 ()
업무①	9.30.(월) 오전 / Aldrivers 관계자 인터뷰 및 영국 교통부 면담
수행계획	<p>□ Aldrivers 관계자 인터뷰</p> <ul style="list-style-type: none"> - 참 석 자 : AI Drivers 관계자, (KMI) 이해령 전문연구원, 이다예 전문연구원, 조아현 전문연구원, (한국교통연구원) 탁세현 연구위원, 정하림 전문연구원, 이선영 연구원, (한국항만기술단) 최동호 부사장 등 - 인터뷰 질문 <ul style="list-style-type: none"> · 기업현황(규모, 주요 관련기관과(터미널, 항만장비업체 등)의 협업 현황 등) · 기업의 시작(항만장비시장 진입 이유), 보유 기술형태 및 수준, 개발과정, 시장성 · 인력 확보 및 육성 전략/미래 기업성장 전략 · 자율주행 이송장비 도입을 위한 주요 고려사항(필요조건) 및 핵심 기술 · 자율주행 구현을 위한 주요 인프라 · TOS(Terminal Operation System)-FMS(Fleet Management System) 연계 관련 쟁점 · 자율주행 이송장비에서 AI의 역할 및 활용 방안 · 영국의 터미널 내 자율주행 주행을 위한 장비 인증, 검사 체계 등 마련 여부 · 자동 이송장비 타입(트랙터형, 새시형 등)별 솔루션 적용가능성 · 자율주행 시스템 문제 발생시 책임(보수 등) 주체 · 국내 자율주행 이송장비 도입을 위한 협력 방안
수행결과	<p>□ Aldrivers 소개</p> <ul style="list-style-type: none"> - 항만 내 자율주행트럭(ATT) 뿐만 아니라 Yard Crane, STS crane의 자동화 기술을 개발하고 항만 내에 자동화 기술을 적용 · 자동화 장비의 H/W와 S/W 중 자동화 관련 S/W를 사업영역으로 하고 있으며, 지역별 및 항만별 특성에 맞춤형 자동화 솔루션을 제공하는 것이 기업의 목표 · 특히 기존 항만 인프라 변경 없이 자동화 솔루션을 적용하여 항만 자동화 관련 '역량(Capability)' 향상을 지원하는 것이 본사의 가치라 할 수 있음 - 핵심보유기술 <ul style="list-style-type: none"> · 차량 개조(Retrofitting Technology) : 기존 차량을 자율주행 S/W로 제어하기 위한 필수 기술인 Drive-By-Wire 기술을 기반으로 항만에서 운행되고 있는 트럭을 개조 · 디지털 맵 및 위치 추정(Localization) 기술 : 자율주행 등 항만의 자동화를 위하여 항만 내에 디지털 맵을 구축하고 이를 기반으로 한 자율주행 차량의 위치 추정 및 네비게이션 기술 개발 · V2X 통신 : 자율주행차량의 빠른 제어 지원을 통한 안전성 확보를 위하여 항만내에 V2X 통신 장비를 설치하여 차량의 위치 정보 수집, 안전 서비스 제공, 경로 및 제어 명령 등 □ 주요 사례에 기반한 쟁점사항 <ul style="list-style-type: none"> - (AGV와의 차별성) AGV 혹은 IGV의 경우 노면에 설치되어 있는 인프라(트렌스폰더 등)에 의한 차량 주행 경로의 높은 제약사항(Pre-Fixed Route)으로 인하여 차량의 유연한 운영에 한계를 보임. 또한 화물 무게의 변화, 유인 운전 차량과의 혼재시 운행 불가 등의 문제로 인하여 추후의 확장성이 제한됨 - (인터페이스 기술의 필요성) 자율주행트럭(ATT)의 도입기 컨테이너의 이동 단계(차량 운행

주요 업무내용 (계획(), 결과(√))

	<p>의 80% 차지)에만 기술개발 및 적용이 집중되기 쉬운데 항만의 특성을 고려하여 컨테이너의 상하역 단계(차량 운행의 20%차지)에 대한 고려가 필요. 이를 위하여 기존에 운행되고 있는 Crane 장비와의 정보 교환 (Interface) 방안에 대한 논의 및 도입 필수</p> <ul style="list-style-type: none"> - (기술 중심에서 목적 중심으로의 이동 필요성) 자율주행트럭(ATT)의 도입시 이송 구간의 자동화만을 고려하기 쉬운데 항만 자동화의 목적인 “항만 생산성 향상과 자동화를 통한 자원 낭비 최소화”를 위한 필요 기술 선별 및 도입 필요. 물리-가상이 연계된 디지털 트윈 기술을 통한 자동화 항만에서의 효율적 운영 방안 모색등의 노력 필요 - (기존 ATT의 한계) 현재 개조되어 운행되고 있는 차량의 경우 자유도(Degree of Freedom)의 한계로 인하여 상하역 구간에서의 후진 주행에 한계를 가지고 있어 상하역 구간에 필요 이산으로 빠른 진입후 서행 전진 주행을 통한 정차를 수행중에 있음. 이러한 한계를 극복하기 위한 차체의 디자인 변형 등의 노력 필요 <p>□ 한국과의 협업 방안</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aldrivers는 자동화 솔루션을 개발하고 적용하는 역할로, 한국의 H/W 및 S/W 기업과 협력하여 다양한 협업 및 기술개발이 가능할 것으로 기대 - H/W 개발사와 협업 혹은 기술이전을 통한 한국형 자율주행 이송장비 개발, 국내 항만의 인프라 현황 및 자율주행 요구사항 등을 가장 합리적인 비용으로 달성하기 위한 대안 마련 등 다양한 유형의 협력을 논의해볼 수 있음 <div data-bbox="336 1016 863 1323">  </div> <div data-bbox="884 1016 1410 1323">  </div>
<p>업무②</p>	<p>9.30.(화) 오후 / UK Department for Transport 인터뷰</p>
<p>수행계획</p>	<p>□ UK Department for Transport 인터뷰</p> <ul style="list-style-type: none"> - 참 석 자 : 영국 교통부 관계자, (KMI) 이혜령 전문연구원, 이다예 전문연구원, 조아현 전문연구원, (한국교통연구원) 탁세현 연구위원, 정하림 전문연구원, 이선영 연구원, (한국항만기술단) 최동호 부사장 등 - 인터뷰 질문 <ul style="list-style-type: none"> · 영국의 항만 시스템의 전반적인 구조와 운영 방식, 특히 정부와 민간 섹터의 역할 분담 · 영국 정부가 해양 산업의 기술 발전을 지원하는 주요 정책이나 이니셔티브 · 영국 항만의 자동화 및 스마트화 계획의 현재 진행 상황과 향후 목표 · 신규 및 기존 항만에 새로운 장비를 도입하는 과정에서 정부의 역할, 이와 관련된 지원이나 규제 현황 · 항만 자동화 관련 새로운 기술 개발 지원 방안, 특별한 연구 개발 프로그램이나 자금 지원 계획 · 항만 자동화와 스마트화에 따른 인력 변화에 대비한 인력 훈련 프로그램이나 정책 · 영국 해운, 항만 산업의 기술 혁신과 관련하여 현재 직면한 가장 큰 과제는 무엇이며, 이를 해결하기 위한 정부의 전략

주요 업무내용 (계획(), 결과(√))

수행결과

□ 영국 항만 개발 개요

- UK Department for Transport 측은 영국의 항만 시스템을 크게 세 가지로 구분하여 설명
 - Company Port: 민간 회사가 운영하는 항만
 - Trust Port: 공공의 이익을 위한 비영리 항만
 - Municipal Port: 지방 자치 단체에 의해 운영되는 항만
- 대부분의 항만은 해외 자본과 기업에 의해 운영되고 있으며, 시장 주도하에 개발이 이루어짐. 영국 정부의 개입은 특정 상황, 특히 대규모 투자나 EU 규제, 그리고 Green Maritime Technology와 같은 환경 규제 이슈에 한정됨

□ 영국 항만 자동화 및 스마트화

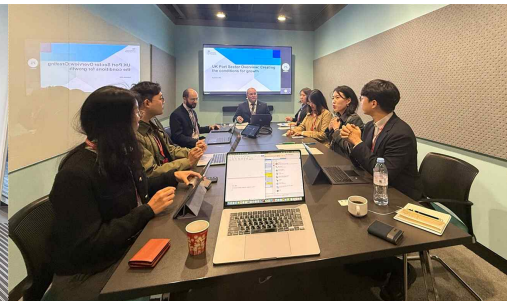
- 항만 자동화 및 스마트화는 상업적 이익을 기반으로 민간 기업 주도로 이루어지고 있음. 영국 정부의 역할은 비교적 제한적이나, 특정 프로젝트에는 정부 차원의 지원이 이루어짐. 특히 항만 인프라보다는 선박 자동화에 대한 투자가 집중되고 있음.
- 항만 자동화: 자동화 기술은 현재 상업적 요구에 의해 개발 및 적용 중
- 선박의 안전 및 자동화 기술에 대한 정부 투자는 Maritime Coastguard Agency (MCA)에서 주도
- Smart Shipping Acceleration Fund(SSAF): 이 기금은 영국 정부의 해운 기술 발전을 위한 주요 이니셔티브 중 하나로, 첨단 기술 도입을 통한 해운 산업의 경쟁력 강화를 목표로 함. 이를 통해 스마트 해운 기술의 가속화를 지원하고 있으며, 이 자금은 기술 개발 및 상업화를 위한 중요한 촉매제로 작용

□ 스마트 항만 관련 기술 개발 및 인력 양성

- 영국 정부는 기술 개발 및 인력 양성을 지원하는 방안으로, 신규 항만과 기존 항만 모두에 새로운 장비를 도입하고 있음. 이러한 투자는 항만의 스마트화뿐만 아니라 기술력 향상을 위해 필수적인 요소로 간주되고 있음. 특히, 항만의 기술 발전을 촉진하기 위해서는 다양한 전문가와 인력 양성이 중요하며, 이를 위한 교육 프로그램 및 훈련 또한 병행되고 있음.
- Maritime UK의 'Maritime 2050' 전략에 따라 미래 해운 인력 개발에 주력
- 정부와 산업계 협력을 통한 해운 및 항만 분야 인력 양성 프로그램 운영

□ 결론

- 영국 항만의 자동화 및 스마트화는 민간 주도에 따라 발전하고 있으며, 정부의 개입은 규제, 안전 기준 수립, 혁신 지원 등을 통해 간접적으로 산업 발전을 도모
- 정부는 주로 선박 자동화 기술을 주도적으로 지원하며, SSAF와 같은 자금을 통해 스마트 해운 기술 개발을 가속화하고 있음.
- 향후 항만과 해운 분야의 기술 개발과 인력 양성을 위해 지속적인 투자가 이루어질 전망



주요 업무내용 (계획(), 결과(√))

업무③	10.1.(화) 펠릭스토우항 관계자 인터뷰 및 현장견학
수행계획	<p>□ 펠릭스토우항 관계자 인터뷰 및 현장견학</p> <ul style="list-style-type: none"> - 참 석 자 : 펠릭스토우항 관계자, (KMI) 이해령 전문연구원, 이다예 전문연구원, 조아현 전문연구원, (한국교통연구원) 탁세현 연구위원, 정하림 전문연구원, 이선영 연구원, (한국항만기술단) 최동호 부사장 등 - 인터뷰 질문 <ul style="list-style-type: none"> · 기업현황(물동량, 주요 하역장비, 터미널 운영 전략 등) · 정부의 스마트·자동화 항만 관련 지원 및 관련정책 현황 · 스마트·자동화항만 관련 투자 현황 및 계획 · Q-Truck 도입 배경 및 전략 · 여러 타입의 자동 이송장비 중 Q-Truck을 선택한 이유 · Q-Truck 기술 수준, 주요 인프라 및 장단점 · 자율주행 이송장비 도입을 위한 주요 고려사항(필요조건) 및 핵심 기술 · TOS(Terminal Operation System)-FMS(Fleet Management System) 연계 관련 쟁점 · 자율주행 이송장비 도입 효과(ex. 생산성, 경제성, 효율성 등) · 자동화 추진을 위한 항만 근로자 협상 과정 · Brownfield 자동화 시 중요한 점
수행결과	<p>□ 개요</p> <ul style="list-style-type: none"> - 장소: Port of Felixstowe - 참석자: 펠릭스토우항 관계자, (KMI) 이해령, 이다예, 조아현 전문연구원, (KOTI) 탁세현 연구위원, 정하림 부연구위원, 이선영 연구원, (한국항만기술단) 최동호 부사장 <p>□ Felixstowe항 소개</p> <ul style="list-style-type: none"> - 허치슨 터미널이 운영하고 있는 영국 최대 컨테이너 항만으로, 연평균 400만 TEU를 처리 - 9개 선석, 29개 QC(Quay Cranes)를 보유하고 있으며 내륙 연결성(Inland connectivity)이 뛰어남 <p>□ 자동화 장비 운영 현황</p> <ul style="list-style-type: none"> - 총 84대의 야드크레인 중 현재 14대의 RYC(Remote Yard Crane)가 운영 중이며 5개는 시운전 중, '25년에 6대 추가 도입 예정 - 이송장비는 100대의 Q-truck(Westwell社) 주문, 현재 18대(제한된 작업부하)의 Q-truck이 작동중이며 16대는 시운전 상태, '25-'26년에 66대 추가로 도입 예정 <p>□ 이송영역 자동화 추진 배경</p> <ul style="list-style-type: none"> - 펠릭스토우항은 도시 외곽에 위치한 항만으로서, 인력난이 자동화 추진의 주된 배경, 로테르담항 ECT도 유사한 이슈가 있었음 - 자동화의 장점은 인력 수급 문제 해소, 비용 절감, 그리고 효율성 향상 <p>□ 자동 이송장비 관련</p> <ul style="list-style-type: none"> - Q-truck은 트랜스폰더 없이 GPS맵 기반으로 운영되며, 360도 라이다 등의 센서를 활용하고 있어 추가적인 인프라 구축은 불필요 - 40ft 컨테이너 및 트루스트랙이 필요 없는 컨테이너만 운송 가능 - Q-truck 주행지원을 위한 전체 터미널 지도는 미구축 상태이며, 터미널 Mapping(차세대


주요 업무내용 (계획(), 결과(√))

디지털 HD 기술 적용)은 Westwell社에서 제공

- 현재 유인/무인차량이 혼재(Mixed)되어 운영 중이며, 배터리 충전 시간을 최소화하기 위해 배터리 교체형을 채택
 - 태국 람차방항(허치슨 터미널 운영)에 Q-truck을 도입하여 운영 중이기 때문에(약 4년 전 도입) 기술검증이 완료된 장비로 판단하여 도입 결정,
 - IGV는 아직 기술검증이 미흡한 단계로 보이며, 향후 검증이 완료된다면 도입을 고려할 수 있는 대안이라 생각함
 - 또한 ATT(Autonomous Terminal Tractor)는 기존 YT(Yard Tractor)와 유사한 구조를 가지고 있어 운영상 혼란을 최소화할 수 있을 것이라 판단
 - 한편, Q-truck은 기존 YT 대비 3배 이상 비싸지만, Q-truck이 다양한 운영상 이점을 지니고 있다고 생각했으며, 이를 고려하면 1.7년 정도면 투자금을 회수할 수 있을 것이라 예상
 - Q-truck의 작업 효율은 기존 유인 YT 대비 약 80~85% 수준으로 예상
 - ATT 도입을 위해 항운노조와 약 2년간 협상 진행했으나 결렬됨(장비는 이미 도입)
 - FMS는 Westwell社에서 제공한 시스템을 사용하고 있으며, TOS에서 FMS로 작업 지시를 전달하는 단방향(one-way) 인터페이스 구조
 - 중국산 장비에 대한 보안 우려가 최근 제기되었으나, 현재까지 실제 보안 문제는 발생하지 않았으며 중대한 리스크 요인으로 판단되지 않음
 - 현재 사용 중인 WiFi 통신에서 연결 불안정 이슈가 발생하고 있어, 장비의 안정적인 운영을 위해 Private 5G 네트워크 인프라를 구축할 계획
 - Q-truck은 폭우시에는 운행 제약이 있기는 함
 - 자율주행 시스템에서 안전성과 효율성은 때때로 상충할 수 있는 요소로, 두 요소간 적절한 균형점을 찾는 것이 중요한 과제
 - 현재 Q-truck 주행 경로가 협소하여 차량 운행의 민감도에 영향을 미치는 상황
 - 기존 인프라를 최대한 활용한 운영 최적화가 중요 과제임
 - 향후 야드의 수직배치도 고려중, 상황에 따라 교통 정체나 병목구간이 발생할 수도 있지만, TP(Transfer Point)를 어떻게 구성하느냐에 따라 그 영향이 달라질 수 있다고 생각
- 기타
- 스마트, 디지털도 중요한 주제이기는 하나, 최근 굉장이 중요한 이슈 중 하나는 친환경
 - 영국의 2050 net zero 달성을 위해 2035년까지 장비 전기화 등을 통해 넷제로 추진 예정, 다만 현재는 전력망 인프라의 한계가 존재함



주요 업무내용 (계획(), 결과(√))

	<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p>* 보안상 이유로 ATT 운영 현황 사진은 Port of Felixstow 홈페이지 사진으로 대체</p>
업무④	10.2.(수) 엔트워프대학 관계자 인터뷰
수행계획	<p>□ 엔트워프대학 관계자 인터뷰</p> <ul style="list-style-type: none"> - 참 석 자 : 엔트워프대학 관계자, (KMI) 이해령 전문연구원, 이다예 전문연구원, 조아현 전문연구원, (한국교통연구원) 탁세현 연구위원, 정하림 전문연구원, 이선영 연구원, (한국항만기술단) 최동호 부사장 등 - 인터뷰 질문 <ul style="list-style-type: none"> · 스마트 및 자동화 항만을 위한 교육, 연구 프로그램 · 엔트워프 대학의 스마트항만 프로젝트 소개 · 항만 자동화에 따른 효과 및 연구 동향 · 항만 자동화를 위한 EU 또는 공공부문의 지원 정책
수행결과	<p>□ 스마트 및 자동화 항만 관련 교육 프로그램</p> <ul style="list-style-type: none"> - 석사 과정: 해상 및 항공 운송 관리(MMAT) 석사, 해양 및 물류 관리 석사 과정 등을 통해 전문인력을 양성 - 마스터 클래스 및 여름 학교: 항만 및 물류 운영의 혁신, 디지털 전환, 자동화를 포함하여 물류 및 항만 관리의 다양한 측면에 중점을 둔 특별과정 운영 - 스마트항만 및 혁신 이니셔티브: 업계와의 연구 협업을 통해 공급망 최적화 및 터미널 최적화와 같은 기술 발전을 통합하고, 항만 디지털화, 스마트기술, 물류 부문의 연구개발에 중점 - C-MAT: 기술, 디지털혁신, 지속가능성과 같은 주제를 다루는 고급 마스터 프로그램 - TransportNET: 엔트워프대학을 포함한 7개 대학의 공동 연구 협력 네트워크 <p>□ 항만 자동화 및 스마트화 관련 연구 프로젝트 소개</p> <ul style="list-style-type: none"> - 프로젝트1. 스마트항만성숙도지표 <ul style="list-style-type: none"> · 항만 당국과 이해관계자에게 항만의 스마트 성숙도를 평가하고, 각 항만에 맞춤형 벤치마킹 전략 수립을 지원 · 5가지 평가지표는 운영, 안전 및 보안, 역량, 싱크로운송, 에너지 및 환경 · 예들 들어 특정 항만의 지표별 측정 수준을 여타 항만과 비교하여 강점과 약점을 분석하고, 해당 항만의 스마트화 추진을 위한 맞춤형 솔루션을 제시 - 프로젝트2. AI 기반 예인 솔루션 <ul style="list-style-type: none"> · 엔트워프-브뤼헤항만을 대상으로 AI 기반 솔루션을 사용하여 예인선 업무 최적화를 탐구 · 엔트워프-브뤼헤의 복잡한 수로에 맞추어 선박을 예인하는 것은 매우 까다로운 작업이며,

주요 업무내용 (계획(), 결과(√))

AI 기반 솔루션을 통해 이동거리를 최적화하고 선박 대기시간을 최소화하여 비용 절감 달성에 기여

- 다수의 운영 시나리오를 비교 분석하여 최적의 솔루션을 검토
- 프로젝트에서 시도한 솔루션은 상당한 비용 절감 효과를 보였으며, 실제 적용이 충분히 가능할 것으로 기대

□ 항만 관련 R&D 추진 유형

- 엔트워프 대학이 추진 중인 항만 분야 R&D는 EU, 정부, 은행 등의 펀딩 프로젝트에 대학이 세부 주제를 제안하여 수행하는 방식과, 대학으로 접수된 특정 연구 수요에 따라 수행하는 방식으로 추진 중
- (1)EU 또는 정부에서 특정 주제에 대한 펀딩을 열고, 세부 주제와 컨소시엄을 제안하여 선정되는 경우 프로젝트 수행(Project Call)
- (2)벨기에 은행, 프랑스 은행 등 은행에서 R&D 프로젝트 펀딩을 지원하고, 대학에서 연구 주제를 발굴하여 수행
- (3)엔트워프항만 등에서 필요한 연구 주제에 대한 R&D 수행을 요청

□ 기타 논의사항

- 현재까지는 자동화항만의 효율성이 기존에 비해 효과적으로 개선되지 않는 경향을 보임
- 항만 내 상황 변화가 많은 곳일수록 자동화 전환 시 유연하게 대처하지 못하는 문제가 발생할 가능성도 있음
- 항만 자동화 및 스마트화를 위해 적용할 수 있는 기술을 파악하는 것도 중요하지만, 신기술을 적용하기 위한 규제 개선과 전문인력 양성도 대비가 필요

