

국외출장 결과보고서

구 분		내 역				
출장자	소속	물류·해사산업연구본부 물류정책·기술연구실	성명	강무홍	직급	부연구위원
출장목적 (중복선택 가능)	☐ 현지조사(현장, 전문가 회의) ☒ 국제행사 주최 ☒ 국제행사 참가 ☐ 국제회의(정부대표단) 참석 ☐ 세미나, 교육, 훈련 ☐ 기타 (					

출장성과	○ 2025 KMI-NJCU 세미나 개최 계획 수립 - 매년 개최하고 있는 KMI-NJCU 세미나(11월 개최 예정)와 관련해서 NJCU 실무자와의 미팅을 통해 사전 준비 사항 파악 및 계획 수립 ○ 제7회 NeLT-TRF 국제 공동 세미나 개최 - 7회째 맞는 NeLT-TRF 국제 공동 세미나 개최를 통해 글로벌 네트워크 확대 및 한-미 국제 공동 연구 기반 마련 - TRF Korean Chapter의 TRF Asian Chapter로의 확대 기반 마련
향후계획	○ 출장 성과 강화 및 확대 계획 - NeLT-TRF 간 공동연구, 네트워크 강화 등을 통해 연구 협력 강화 * 2026년 제8회 NeLT-TRF 국제 공동 세미나 개최 확정(노퍽, 버지니아주) * 2026년 제1회 TRF Asian Chapter 개최 예정 ○ 출장 성과 공유 - 최신 글로벌 물류기술 연구 동향 및 방법론을 발표 및 보고서 등을 통해 산·학·연·정에 확산 ○ 정책화 등 활용계획 - 국제 세미나 개최 결과를 기반으로 공동연구 발굴 및 협의 - KMI가 운영 중인 디지털 전환/공급망 협의회에 컨퍼런스 결과를 기반으로 전략 마련
참고 등 특이사항 (건의사항)	○ 해당 사항 없음

※ 참고자료(경비 세부내역)

1) 적용기준 : KMI 여비규정 국가 및 도시별 등급구분 중 '나' 등급(미국/세인트루이스) 적용

2) 국외출장 공무상 필요에 의해 로밍 신청(공무통화내역 사후 실비정산)

3) 여행자보험, 로밍이용 요금, 제수수료 등: 실비정산

4) 회의 개최(3회) 일정

4-1) 2025 KMI-NJCU 세미나 개최 계획 논의(11월 개최)

- 회의일시 : 2025. 4. 8.(화) 15:00
- 참 석 자 : 이은수 교수(NJCU), 강무홍 등 25명
- 회 의 비 : $30,000 \times 25\text{명} = 750,000\text{원}(745,503\text{원})$

4-2) 2027년도 NeLT-TRF 국제 세미나 개최 계획 논의(TRF committee 등 참석)

- 회의일시 : 2025. 4. 9.(수) 15:00
- 참 석 자 : Ricardo Ungo(Old Dominion University, TRF President), Jill Bernard Bracy(University of Missouri – St. Louis, TRF Executive Vice President), 강무홍 등 13명
- 회 의 비 : $30,000 \times 13\text{명} = 390,000\text{원}(335,555\text{원})$

4-3) 2025 TRF Korean Chapter 세미나 개최 및 업무협의

- 회의일시 : 2025. 4. 10.(목) 15:00~ 4. 11.(금)
- 참 석 자 : Ricardo Ungo(Old Dominion University, TRF President), Jill Bernard Bracy(University of Missouri – St. Louis, TRF Executive Vice President), 강무홍 등 10명
- 회 의 비 : $30,000 \times 10\text{명} = 300,000\text{원}(296,621\text{원})$

* 예산항목

- 「미래물류기술 고도화 연구사업」(일반사업)

5) 체제비 및 숙박비: \$485(717,280원 / 717,281원 중 1원 절사)

출장자	출장지	체제비	상세내역(A) / USD\$			제외내역(B) / USD\$				계 (A-B)	비고
			단가	일수	소계	항공	회의비	렌트	소계		
강무홍	나등급	일비	30	7	210	-	-	-		210	-
		식비	59	7	413	79 (4식)	59 (3식)	-	138	275	-
		숙박비	206	5	1,030	-	-	-	-	-	법인카드 집행 실비정산
합계			-	-	1,653	-				485	-

※ 숙박비 : 우리원 숙박비 기준에 상한액의 50% 초과분까지 내에서 집행할 수 있음

⇒ 숙박비 초과 사유 : 2025 TRF Korean Chapter 세미나 개최 장소 인근에서 숙박 예정, 치안 등의 사유로 인해 여비규정 조항에 따른 금액을 초과할 수 있음. 숙박비 상한액 1/2 추가지급 내에서 법인카드 실비정산[1인당 1.5 × 1박 내에서 실비정산(상한액의 50%) 초과지급]신청

(적용 환율)

통화선택 USD:달러(미국) ▼

일자선택 2025-02-11 

연월일 8자리로 '-' 없이 입력해야 합니다. 예) 20160101

고시회차 ☐ 최초 ☒ 현재 ☐ 특정회차 고시회차

조회

 다운로드  다운로드 인쇄하기

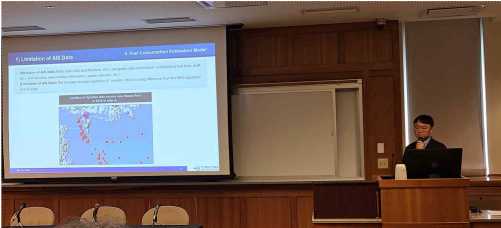
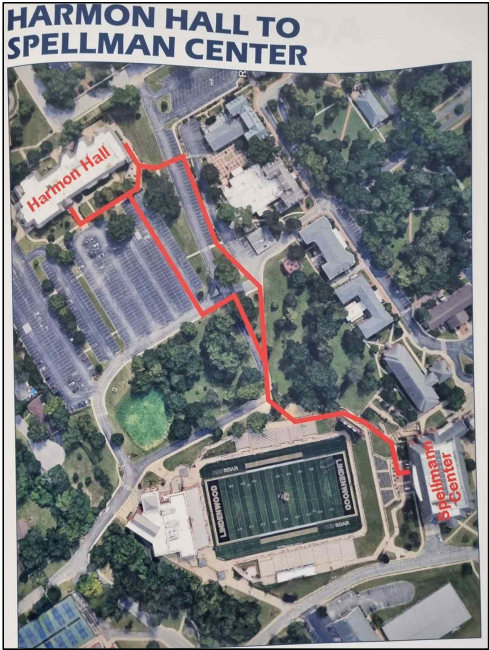
고시일시 : 2025년02월11일 13시42분00초 (191회차)

조회시각 : 2025년02월11일 13시47분08초

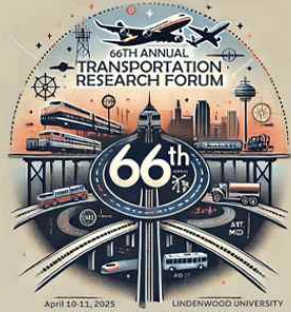
통화	현찰				송금		외화 수표 파실때	매매 기준율	환가 료율	미화 환산율
	사실 때		파실 때		보낼 때	받을 때				
	환율	Spread	환율	Spread						
미국 USD	1,478.93	1.75	1,428.07	1.75	1,467.70	1,439.30	1,436.82	1,453.50	6.16847	1.0000

주요 업무내용 (계획(), 결과(√))

업무유형	☐ 현지조사(현장, 전문가 회의) ☒ 국제행사 주최 ☒ 국제행사 참가 ☐ 국제회의(정부대표단) 참석 ☐ 세미나, 교육, 훈련 ☐ 기타 ()
업무①	04.08.(화, 오전) 2025 KMI-NJCU 세미나 개최 계획 논의(11월 개최)
수행계획	☐ KMI-NJCU 세미나 개요 - 행사취지 : 글로벌 물류공급망 리스크 심화로 한국의 대미 수출·투자에 적신호 예상으로 해당 리스크 해소를 위한 전문가 대응방안 논의 - 매년 KMI와 NJCU가 공동으로 개최하고 있는 행사로, 해양수산부 장관, KMI 원장, 뉴욕 총영사, 엘렌 박 뉴저지 주의원, Jersey City 시장 등 주요 인사들을 비롯한 200여 명의 국내외 전문가가 참석하는 대형 국제 행사 ☐ 주요 논의 내용 - 참석자 : NJCU 이은수 교수, 강무홍 부연구위원 등 - 주요 내용 · NJCU와의 사전 협력 및 요청을 위해 KMI-NJCU 세미나 추진위원장인 NJCU의 이은수 교수와 미팅 추진 ① 미국진출 물류기업 간담회 겸 한미 해상물류공급망 컨퍼런스 환영 만찬 기획 ② 본 행사인 한미해상물류공급망 컨퍼런스 계획 수립 ③ 기타 KMI-NJCU 기관 간 협조사항 사전 논의
수행결과	☐ KMI-NJCU 세미나 개최 계획 논의 - 세미나 일정 관련 논의(당초 9월에서 11월로 개최일자 연기 예정) · 센터장 변경(이성우 선임연구위원→김은수 연구위원)에 따라 준비 기간을 고려하여 개최 일정 변경 예정 · 귀국 후 이성우 선임연구위원과 함께 논의 예정 - 세미나 준비 관련 · 2024년과 마찬가지로 KMI와 NJCU 공동으로 준비 예정 · 주요 VIP 참석과 관련해서는 KMI 센터와 NJCU 이은수 교수 등이 추진 예정 · 행사 1주일 전 KMI 한국 연구진들 참여하여 세미나 진행 및 준비 함께 추진 요청
업무②	04.08.(화, 오후) 2025 TRF Korea Chapter 세미나 개최 준비
수행계획	☐ 세미나 준비(물품 구입 등) - 참석자 : 강무홍 부연구위원, 한경대학교 문상영 교수 등 - 주요 내용 · 세미나에 필요한 물품 구입(사무용품 및 다과 등) · 명패, 명찰, 차례 등 제작

수행결과	□ TRF 사무국과 공동으로 세미나 준비 - 세미나 관련 준비물 구입(명찰 등) - 참석자 명찰 제작 
업무③	04.09.(수, 오전) 2025 TRF Korea Chapter 세미나 개최 준비
수행계획	□ 세미나 준비(행사장 점검) - 참석자 : 강무홍 부연구위원, 한경대학교 문상영 교수 등 - 주요 내용 · 행사장 점검, 시뮬레이션, 동선 체크, 참석자, 홍보물, 영상, 마이크 확인 등 점검 회의
수행결과	□ 세미나 준비(행사장 점검) - 행사장 사전 방문 및 점검, 발표 시뮬레이션, 주요 동선 체크 등  <행사장 사전 점검>  <세미나 시뮬레이션>  <행사장 간 주요 동선 체크>

업무④	04.09.(수, 오후) 2027년도 NeLT-TRF 국제 세미나 개최 계획 논의
수행계획	□ TRF Forum 개요 - TRF(Transportation Research Forum)는 미국 내 가장 큰 교통/물류 관련 포럼으로 매년마다 컨퍼런스를 개최하고 있으며, 2014년 제1차 NeLT-TRF 국제 공동 세미나를 개최하였음 - 본 컨퍼런스에서는 항만뿐만 아니라 육상운송과 관련된 다양한 연구들이 발표될 예정이며, 발표자들과의 네트워킹을 통해 공동연구 기반 확보 중 - 특히 NeLT에서는 TRF Korean Chapter를 운영하고 있으며, 2025년 행사 참석을 통해 TRF Asian Chapter로 확대 추진 예정 □ TRF 회장단 회의 - 참석자 : TRF 회장단, 강무홍 부연구위원, 한경대학교 문상영 교수 등 - 주요 내용 · TRF 회장단과의 회의를 통해 TRF Korea Chapter 운영 성과 발표 및 2026년 Asian Chapter 확대 방안 논의 · 이를 기반으로 아시아 국가 중심의 2027년 TRF Asian Chapter 국제 세미나 필요성 강조 및 개최 계획 논의
수행결과	□ TRF 회장단 회의 개최 - 참석자 : TRF 회장단(Ricardo Ungo 교수, Joseph Schwieterman 교수 등), 강무홍 부연구위원, 한경대학교 문상영 교수, 경상대학교 박주동 교수 등 - 2027년 TRF 세미나 한국 개최 관련 · TRF 세미나의 경우 미주를 대상으로 추진하기 때문에 외국, 특히 아시아에서 개최하는 것은 무리가 있을 것 같음 → 참석자가 많이 줄어들 것으로 예상됨 · 외국에서 개최한 것은 인근 캐나다가 거의 유일한 것으로 알고 있음 · 따라서, 2026년 TRF Asian Chapter 세미나를 개최하여 미국 연사 몇몇을 초청하는 형태로 우선 진행하는 것이 좋을 것 같음 - TRF Asian Chapter 운영 관련 · 현재 TRF Korean Chapter는 잘 운영되고 있는 것 같으며, 한국 인근 일본, 중국, 대만 등의 국가에 있는 TRF Member를 초청하여 Asian Chapter로 운영하면 좋을 것 같음 · 특히 TRF Asian Chapter Annual Meeting을 한국을 시작으로 인근 국가에서 돌아가면서 개최하면 향후 TRF Annual Meeting도 아시아에서 개최할 수도 있을 것임 · Asian Chapter 확대와 관련해서는 2025년 내 협의를 통해 결정토록 할 예정임  

업무⑤	04.10.(목) TRF 컨퍼런스 참석
수행계획	□ 개요 - 미국 최대 교통학회인 TRF 컨퍼런스의 발표 세션 참석 - TRF 참석 전문가들과의 네트워킹을 통한 국제 공동 연구 발굴 등 □ 주요 일정 - 오전/오후 Lectern Sessions 참석(세부 일정 미정) - 시상식 및 Dinner Banquet 참석  66th International Meeting of the Transportation Research Forum April 10-11, 2025 • St. Louis, Missouri
수행결과	□ 세션 참석 - 논문 세션 참석을 통한 물류기술 관련 최신 연구 동향 파악 - 연구자 교류를 통한 향후 국제 공동연구 기반 마련   □ 시상식 및 Banquet 참석 

업무⑥	04.11.(금) 2025 TRF Korean Chapter 세미나 개최 및 발표			
수행계획	□ (오전) 세미나 행사장 점검 및 준비 - 참석자 : 강무홍 부연구위원, 한경대학교 문상영 교수 등 - 장소 : Lindenwood University - 주요 내용 · 행사 지원 사항관련 기관별/담당자별 업무분담 회의 · 행사장 자리 배치, 진행 순서 등 점검 회의			
	□ (오후) 2025 TRF Korean Chapter 세미나 개최 및 발표 - 참석자 : TRF 세미나 참석자, 강무홍 부연구위원 등 - 장소 : Lindenwood University - 주요 내용 · 논문 발표(A Study on the Effectiveness of Korea's Eco-Friendly Shipping and Port Policy Based on AIS, 강무홍)			
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Time</th><th>Program</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>15:15~16:45</td><td> [Presentations] - A Study on the Effectiveness of Korea's Eco-Friendly Shipping and Port Policy Based on AIS · Moohong Kang(Associate Research Fellow, Korea Maritime Institute) - Global Port Infrastructure Sufficiency Index · Ju Dong Park(Professor, Kyungsang National University) - Analyzing automation in container terminals · Ricardo Ungo(Old Dominion University) </td></tr> </tbody> </table>	Time	Program	15:15~16:45
Time	Program			
15:15~16:45	[Presentations] - A Study on the Effectiveness of Korea's Eco-Friendly Shipping and Port Policy Based on AIS · Moohong Kang(Associate Research Fellow, Korea Maritime Institute) - Global Port Infrastructure Sufficiency Index · Ju Dong Park(Professor, Kyungsang National University) - Analyzing automation in container terminals · Ricardo Ungo(Old Dominion University)			
수행결과	□ 세미나 개최 - 주요 참석자 : Ricardo Ungo 교수(TRF 회장), Joseph Schwieterman 교수 등 20여 명			
	   			

□ 주요 발표 내용

① A Study on the Effectiveness of Korea's Eco-Friendly Shipping and Port Policy Based on AIS (KMI 강무홍 부연구위원)

□ 연구 배경

- 전 세계적으로 기후변화에 따른 자연재해가 빈번해지고 있는 가운데, 온실가스 감축을 위한 탈탄소 정책이 주요 이슈로 부상하고 있음
- 한국 역시 2020년을 기준으로 태풍 경로의 변화, 집중호우에 따른 산사태 및 홍수 발생 등 환경 변화에 따른 피해가 커지고 있어 적극적인 대응이 요구됨
- 특히 해운산업에서 배출되는 온실가스가 지구온난화의 주요 원인으로 지적되며, 선박에서 배출되는 이산화탄소, 질소산화물, 황산화물 등의 관리 필요성이 커지고 있음
- IMO(국제해사기구)에 따르면 2012년 기준 전 세계 선박에서 약 8억 톤의 CO₂가 배출되었으며, 세계 주요 항만(부산항 포함)에서는 NO_x 및 SO_x 배출량이 전체의 약 20%를 차지하는 등 항만 배출의 심각성이 부각되고 있음

□ 관련 연구 동향

- 선박 배출량 추정과 관련된 선행연구는 미국과 이탈리아 등에서 주로 수행되어 왔으며, 최근에는 중국에서도 AIS 데이터를 활용한 연구가 활발하게 이루어지고 있음
- 대부분의 기존 연구는 선박의 입출항 통계와 AIS 정보를 기반으로 배출량을 추정하는 방식이었으나, 본 연구는 실제 선박의 이동 경로를 기반으로 한 Bottom-up 방식의 정밀 분석 모델을 개발하고자 함
- 이를 통해 미반영된 배출량을 최소화하고, 시간대별 및 항만별로 세분화된 배출량 분포를 정량화할 수 있는 기반을 마련함

□ 연료 소비 추정 모델 개발

○ AIS 데이터의 한계

- AIS(Automatic Identification System)는 선박 위치와 속도, 목적지 등의 동적 정보를 제공하지만, 평균 수신 주기가 57분으로 너무 길어 연속적인 이동 분석에 어려움이 있음
- 이로 인해 선박 위치 정보의 누락이나 특정 지점에 데이터가 집중되는 문제가 발생하며, 정밀한 배출량 추정에 한계가 존재함

○ AIS 데이터 보완 방안

- 이러한 문제를 보완하기 위해 본 연구에서는 선박이 두 지점 간을 이동할 때, 이동 거리 비율에 따라 해당 구간을 격자(Grid) 또는 래스터(Raster) 단위로 나누어 배출량을 분배하는 방식을 제안하였음
- 이 방법은 누락된 데이터를 보정하고 이동 경로상의 배출 분포를 정밀하게 추정하는 데 효과적인 것으로 나타남

○ 연료 소비 추정식 및 검증

- 본 연구에서는 Corbett et al.(2009)의 속도 기반 3차 방정식 모델을 활용하여 선박의 연료 소비량을 추정함
- 실제로 A 선사의 29척 선박에 대한 2019년 데이터를 비교 분석한 결과, 기존 모델은 평균 약 12.8%의 과대 추정 경향을 보임

○ 제1차 보정

- 기존 모델의 한계점을 개선하기 위해, 선박 제원(배수톤수, 전만하중, 현재 흘수 등)을 기반으로 총중량과 실제 적재율을 추정하고, 이를 메인 엔진의 Load Factor로 반영하여 모델을 보정함

- 그 결과, 오차율이 6.4%로 감소하여 모델의 정확성이 크게 향상됨
- 제2차 보정
 - 이후 2022년 A사의 총 48척(컨테이너선 38척, 유조선 7척, 벌크선 3척)에 대한 실제 연료 소비 데이터를 추가로 수집하고 모델 검증을 진행함
 - 일평균 비교 시 약 15%의 과대 추정이 나타났으며, 이를 보완하기 위해 회귀분석을 통해 ALF(Additional Load Factor)를 도출하고자 함
 - TEU, 선폭, 선장 등을 독립변수로 설정하여 분석한 결과, 통계적 유의성이 가장 높은 TEU 기준 회귀모델을 채택하였으며, 이 경우 평균 오차율은 약 4.64%로 개선됨
- 국내 정책 효과 분석
 - 배출규제해역(ECA) 지정 효과
 - 우리나라는 2022년 1월 1일부터 부산, 인천, 울산, 여수·광양 등 4대 항만을 배출규제해역(ECA)으로 지정하고, 항함량 0.1% 이하의 저유황 연료유(LSFO) 사용을 의무화함
 - 이 정책의 효과로, 기존의 황 2.5% 함유 연료유 대비 질소산화물(NOx) 배출량이 약 96%(265톤) 감소하는 것으로 추정됨
 - 감속운항(Slow Steaming) 정책 효과
 - 한국은 주요 항만에 감속운항 권장구역을 설정하고 선박 유형별로 10~12노트의 속도를 권장하고 있음
 - 이를 통해 연간 약 106,000톤의 이산화탄소 배출 감축 효과가 기대되며, 특히 부산항에서는 약 39,000톤의 연료 절감 가능성이 있는 것으로 분석됨
 - 다만, 현재 감속운항 권고의 이행률이 낮아 그 효과가 제한되고 있어, 이를 모니터링하고 관리할 수 있는 체계의 구축이 시급함
- 결론 및 제언
 - 연구 기여점
 - 본 연구는 AIS 데이터 기반의 정밀한 연료 소비 모델을 구축함으로써, 선박 배출량을 보다 실증적으로 추정하고 정책 효과를 정량화할 수 있는 기초자료를 제공함
 - 또한 국내 항만에 적용 중인 친환경 정책의 실효성을 분석함으로써, 향후 글로벌 친환경 해운정책 설계에 기여할 수 있는 근거를 마련함
 - 한계와 향후 과제
 - 현재 모델은 컨테이너선에 초점을 맞추고 있어, 벌크선 및 유조선 등 기타 선종에 대한 보정이 추가적으로 필요함
 - 전 세계적으로 컨테이너선은 전체 선박의 약 20% 정도만 차지하기 때문에, 글로벌 선박 배출량을 정확히 분석하기 위해서는 다양한 선종에 대한 연료 소비 특성 분석이 필수적임



② Global Port Infrastructure Sufficiency Index(경상대 박주동 교수)

□ 연구 개요 및 배경

- 지표 개발 배경 : 항만 인프라의 적정 수준을 평가하기 위한 새로운 글로벌 지표(Global Port Infrastructure Sufficiency Index)를 개발하고자 하였으며, 이는 한국의 항만 인프라 수준 분석을 시작점으로 점진적으로 글로벌 확대를 목표로 함
- 개발 단계
 - 1단계(2018.08~2019.12) : 지표 초기 개발 및 국내 항만 인프라 수준 평가에 집중. 데이터 수집 및 항만 개선 계획 수립 등의 기반 작업이 수행됨
 - 2단계(2020.01~2023.05) : 시범사업 실시 및 기존 지표 수정. 정량지표 중심에서 정성지표 중심으로의 전환을 추진함
 - 3단계(2023.06~2025.12) : 이전 단계 결과에 대한 리뷰를 기반으로, 지표 개발 목적을 재 설정하고 상용화를 위한 과제를 도출하는 데 초점을 맞춤

□ 지표 구성 및 평가 대상

- 평가 대상 항만 : 전 세계 주요 컨테이너 항만 47개를 대상으로 하였으며, 이들은 처리량 및 입출항 회수를 기준으로 선정됨. 해당 항만은 세계 컨테이너 물동량의 약 62%를 차지함
- 지역별 분포 : 동아시아(15개), 유럽(10개), 동남아(6개), 북미(7개), 중동 및 남아시아(각 2개), 아프리카(2개), 중남미(3개) 등으로 구성됨
- 전체 평균 물동량은 약 1,030만 TEU 수준

□ 지표 체계 및 수정 내용

- 초기 지표 구성 : 시간 정확성(Punctuality), 친환경성(Eco-friendly), 디지털화(Digitalization) 등 총 19개의 정량지표로 구성됨
- 수정된 지표 체계 : 총 18개의 정성지표로 개편되었으며, 주요 카테고리는 다음과 같음
 - 시간 정확성 : 평균 정박 대기시간(AWT), 선박 회항 시간(ATT) 등
 - 안전 및 보안 : 장비, 기술, 정보보안, 유지관리 등 포함
 - 디지털화 수준 : 국가 및 항만 차원의 디지털 전략, IT 인프라, 기술 수준 등으로 구분됨

□ 주요 분석 결과

- 시간 정확성 분석
 - 지역별 차이
 - 유럽은 ATT 1.06분/TEU로 가장 길고, 동남아는 0.77분/TEU로 가장 짧은 회항시간을 보임
 - 평균적으로 전 세계 항만의 회항시간(ATT)은 0.87분/TEU, 정박시간(ABT)은 0.64분/TEU, 대기시간(AWT)은 0.23분/TEU로 측정됨
 - 항만 규모별 차이
 - 허브항만이 소규모 항만보다 전반적으로 짧은 정박 및 대기 시간을 기록하였으며, 허브 항만의 AWT는 0.25분/TEU, 소규모 항만은 0.23분/TEU 수준
 - 선박 크기별 차이
 - 8,000TEU 이상 선박은 회항시간 46.6시간, 대기시간 7.2시간으로 비교적 효율적임
 - 8,000TEU 미만 선박은 대기시간이 11.6시간으로 더 길어 작은 선박의 운영 효율성이 떨어짐
 - 대기시간 비중은 평균 28.5%이며, 작은 선박에서는 무려 32.5%에 달함
- 안전·보안 및 디지털화 평가
 - 응답 항만 수 : 총 26개 항만이 설문에 응답했으며, 이 중 62%가 개발도상국에 위치함. 응답 항만 중 54%는 항만공사(PA), 19%는 터미널 운영사, 11%는 민간 항만운영회사, 4%는

국영항만관리회사로 구성됨

- 평가 영역 및 평균 점수

- 안전·보안(Safety & Security) 항목에서 장비 및 시설(4.29), 유지관리(4.46), 정보보안(4.38) 등이 높게 평가됨
- 인적요소(Human Factor)에서는 교육(4.20), 전문성(4.27) 등에 비해 인력충원 적정성(3.92)은 낮게 나옴
- 디지털화(Digitalization) 부문에서는 국가 전략(3.72), 항만전략(3.92), IT 교육(3.52), 기술 수준(3.92) 등이 평가됨
- 전체 평균 점수는 3.98점으로, 아직 개선 여지가 있는 수준임

□ 종합 결론 및 시사점

- 정확한 인프라 sufficiency 평가를 위한 지표 체계 구축을 통해, 지역·항만·선박 수준별로 세분화된 결과 도출 가능성이 입증됨.
- 개발도상국 항만의 디지털 전략, 보안 시스템, 인력 교육 측면에서 전반적인 개선의 여지가 크며, 이를 정책적으로 지원할 필요가 있음.
- 본 지표는 향후 상용화를 통해 글로벌 항만 인프라 개발 전략 수립, 정책 평가, 국제 비교 분석에 활용될 수 있을 것으로 기대됨



③ Analyzing automation in container terminals(Ricardo Ungo 교수, Old Dominion University)

□ 연구 배경 및 목적

- 세계 최초의 자동화 컨테이너 터미널은 1993년 네덜란드 로테르담의 ECT 델타 터미널에서 운영을 시작하였으며, 이후 약 30년간 다양한 자동화 기술이 글로벌 항만에 적용되어 왔음
- 동 발표는 항만 자동화의 개념과 유형, 주요 기술 구성, 추진 동기, 제약 요인, 그리고 자동화의 성과와 우려에 대해 고찰하고자 함

□ 항만 자동화 구성 요소 및 유형

- 기술 요소 구성 : 자동화는 단순한 기계화가 아닌, 게이트 프로세스(RFID, OCR), 예약시스템, 자율주행 차량(AGV), TOS(터미널 운영 시스템), 공급망 가시성 확보 기술, 로봇틱스 기반의 자동화, 의사결정 자동화 및 모니터링 등을 포괄함
- 자동화의 수준 분류
 - 자동화는 0 또는 1의 이진(binary) 상태가 아니라 연속선상에 있음

- 무자동화 – 부분자동화 – 완전자동화 사이의 스펙트럼으로 구분되며, 각 항만의 여건 (노동비용, 터미널 구성 등)에 따라 적정 수준을 선택해야 함

○ 터미널 유형별 자동화 방식

- 완전 자동화 터미널 : 야드, 수평 이송, 게이트, 예약 시스템까지 자동화
- 부분 자동화 터미널 : 주로 야드 중심 자동화
- 자동화 적용 가능성이 높은 분야 : 컨테이너 적치, 수평 이송, 게이트 운영 등
- 적용이 어려운 분야 : 적하작업(lashing), STS 크레인 운용, 트위스트락 해제 등

□ 자동화 도입의 결정 요인

○ 도입 유인

- 환경적 전략 및 친환경 전환
- 안전성 확보
- 트럭 대기시간 단축
- 항만의 처리 용량 및 공간 효율성 제고

○ 터미널 특성에 따른 고려사항

- 신규 개발 터미널(Greenfield)과 기존 항만(Brownfield) 간 도입 가능성 차이 존재
- 배치 및 구성(레이아웃), 가용 토지 등의 물리적 조건에 따라 자동화 수준 결정

○ 경제성 분석(ROI)

- 초기투자비용이 크며, 수익 회수에 10~20년이 소요될 수 있음
- 충분한 물동량이 없으면 경제성이 낮아짐

○ 노동 관련 이슈

- 노조의 강한 반발, 자동화로 인한 수익 공유 부족, 장비 투자 확대 등 갈등 요인
- 자동화 도입에 따른 사회적 비용과 노동자 재훈련 문제가 고려되어야 함

□ 자동화 장비 구성

○ 수평 이송 장비

- 자동 유도 차량(AGV), 자동 스트래들 캐리어(Auto SC) 등
- 워터사이드(Waterside) : QCs ↔ ASCs 간 컨테이너 이동
- 랜드사이드(Landside) : 게이트/철도 ↔ ASCs 간 컨테이너 이동

○ 야드 운영 장비

- 자동화 크레인(ASC, ARMG, ARTG), 고층 컨테이너 저장시스템(HBS)
- 자동 접안 시스템, 자동 STS 크레인, 자동 게이트 시스템 등

□ 글로벌 현황 및 미국 사례

○ 글로벌 기준(2024년) : 전 세계 약 1,000개 컨테이너 터미널 중 자동화 터미널은 74개(7%)

○ 미국 내 자동화 사례(총 6개소) : VIG (Virginia), Global Container Terminals (New Jersey), TraPac (LA), LBCT (Long Beach), APMT (LA) 등

○ 미국 vs 해외 터미널 비교

- 자동화 크레인, AGV, 자동 게이트 도입률에서 일부 차이 존재
- 여전히 미국은 자동화 비중이 낮은 편이며, 해외 주요 터미널과 비교 시 기술 격차가 존재함

□ 자동화의 영향 및 논쟁점

○ 노동 측면

- 혼재된 결과 : 일부 연구는 자동화가 인력 축소를 야기한다고 주장하나, 다른 사례에서는 기존 인력을 유지하거나 더 많은 인력을 활용해 자동화와 확장 운용을 병행하기도 함

- 문제점 : 자동화가 기대만큼의 효과를 내지 못할 수 있으며, 공급망의 병목이 자동화의 이점을 제한할 수 있음

○ 성과 측면

- 일반적으로 터미널 밀도 및 처리량 증가
- 그러나 일부 자동화 장비는 기존 수동 장비보다 속도가 느릴 수 있음
- 악천후 시 센서 기반 장비의 오작동 우려
- 예외상황 대응력이 자동장비에 부족한 경우도 있음



* 업무별 수행 결과는 각 700자 이내로 작성(관련 사진, 도표 필요시 추가)

* 보고서 총 분량은 10페이지 내외로 작성(필요시 조정)