

컨테이너 선박 대형화에 따른 TEU 그룹별 하역량 효율성 비교분석 - A, B 터미널 입항 선박을 중심으로*

박신우** · 박창기***

A Comparative Analysis on the Efficiency of Cargo Capacities by TEU Group According to Container Vessel Enlargement - Focusing on The Vessels Entering Terminal A and B

Park, Shin-Woo · Park, Chang-Ki

Abstract

Following the introduction of containerized sea transportation, the size of container ships has progressively increased. While the primary objective of this enlargement is to achieve economies of scale, it significantly affects the operational environment of ports where these ships dock, raising concerns about the validity of efficiency gains from ultra large container vessels from a port operational perspective. This study evaluates the efficiency of various ship sizes from January to December 2022, utilizing internal data from the container terminals A and B located in the Busan New Port. The analysis encompasses ships affiliated with The Alliance at Container Terminal A and those associated with 2M at Container Terminal B. Key input variables considered for the study include ship size (TEU), total berth time, and loading/unloading time, with cargo handling performance serving as the only output variable. The findings indicate that larger ship sizes exhibit higher efficiency compared to smaller container ships.

Key words: Vessel Upsizing, Efficiency Analysis, Container Ship

▷ 논문접수: 2024. 06. 09. ▷ 심사완료: 2024. 06. 25. ▷ 게재확정: 2024. 06. 28.

* 『본 논문은 2023년 한국항만경제학회 춘계학술대회에서 우수상으로 선정되었음』

** 국립한국해양대학교 KMI학연협동과정 석사과정, 제1저자, sw0849@g.kmou.ac.kr

*** Liverpool John Moores University Maritime Logistics 전공 박사, 교신저자, kobesai@naver.com

I. 서론

컨테이너를 이용한 해상운송이 본격적으로 도입되면서 컨테이너 선박의 크기는 꾸준히 증가하고 있다. 최근에는 극초대형 컨테이너 선박 (Ultra Large Container Vessel, ULCV) 20,000TEU급 컨테이너 선박 투입이 증가하고 있으며, 24,000TEU급 선박까지도 투입되고 있는 상황이다. 전문가들은 컨테이너 선박의 대형화는 계속해서 진행될 것으로 예상하고 있다.

한국해양수산개발원(2019)에 따르면 2011년 머스크사의 18,000TEU 대형 컨테이너 선박의 발주로 시작된 선박의 대형화는 그간 20,000TEU급 수준에서 멈추었으나, 2019년 23,000TEU 컨테이너 선박이 정기노선에 본격적으로 투입되기 시작했고, 국적선사인 HMM도 2020년 동일한 규모의 컨테이너 선박을 투입하였다. 또한, 대만의 글로벌 선사인 에버그린사도 23,000TEU 컨테이너 선박을 대량으로 발주하는 계획을 발표하는 등 글로벌 선사간의 선박대형화 경쟁 분위기가 고조되고 있음을 알 수 있다.

선박의 대형화는 근본적으로 선사가 규모의 경제 실현을 목적으로 추진된 것이기는 하나, 선박이 기항하는 항만 운영 환경에 있어서 많은 영향을 미치게 된다. 초대형 선박의 원활한 입출항을 위한 수심증설, 하역장비 대형화, 선석길이 확장 외에도 선박대형화에 따른 선박 당 평균하역물량 증가에 대한 항만 대응력도 높여야 할 필요가 있다.

평균하역물량 증가는 선박의 접안시간 증가로 이어질 가능성이 높고 이는 결과적으로 선박의 정시운항에 많은 지장을 줄 수 있기 때문에 초대형선 접안시간을 현 수준으로 유지하거나 단축할 수 있는 선석 생산성 향상 노력이 필요해 보인다. 이에 부두통합운영, 추가부두 조기개발, 예비선석 확보 등 다양한 방안을 적극 강구하여 항만의 경쟁력을 높힐 필요가 있어 보인다.

하지만, 이러한 초대형 컨테이너 선박의 등장에 따른 효율성 및 생산성이 항만의 운영 관점에서 과연

타당한지에 대한 의문도 지속적으로 제기되어 왔다.

Kim et al.(2024)은 선박 대형화에 따른 부산항 선석 생산성 및 효율성을 비교분석하여 선박의 대형화 추세와 대형화가 항만에 미치는 영향을 조사하였다.

2022년 개최된 제10회 부산국제항만컨퍼런스에서는 글로벌 주요 정기선사들의 초대형 컨테이너 선박 발주 현황을 분석하여 컨테이너 선박의 대형화 추세에 대한 심층적인 연구를 요구한 바가 있다.

이를 바탕으로 본 연구에서는 다음과 같이 연구 문제를 제시하고자 한다.

첫째, 10,000TEU급 미만(이하 “가” 그룹)의 선박이 타 그룹에 비하여 효율적인가?

둘째, 10,000TEU급 이상 15,000TEU급 미만(이하 “나” 그룹)의 선박이 타 그룹에 비하여 효율적인가?

셋째, 15,000TEU급 이상 20,000TEU급 미만(이하 “다” 그룹)의 선박이 타 그룹에 비하여 효율적인가?

넷째, 20,000TEU급 이상(이하 “라” 그룹)의 선박이 타 그룹에 비하여 효율적인가?

본 연구에서는 부산 신항의 특정 컨테이너 터미널사의 내부자료를 이용하여 선박의 규모별 효율성을 분석하여 항만 운영에 있어 선박대형화가 과연 효율적으로 운영되고 있는지에 대한 평가를 실시한다. 2024년 해운 얼라이언스가 재편되기 이전 A 컨테이너 터미널의 The Alliance 제휴 선사와 B 컨테이너 터미널의 The Alliance 및 2M 제휴 선사의 선박 운항 데이터를 바탕으로 효율성을 분석할 것이다. 또한, 최상의 관측치 대비 상대적 효율성 분석 과 투입 변수와 산출변수를 동시 분석할 수 있는 전통적인 DEA 접근 방식을 사용하여 컨테이너 터미널에 입항하는 선박의 상대적인 화물처리 작업 효율성을 평가하고, 이를 근거로 항만의 입장에서 대형화 추세가 항만 운영에 있어서 타당성을 지니고 있는지 판단할 수 있다. 효율성 분석에 필요한 데이터들은 부산 신항 A 및 B 컨테이너 터미널 선박 규모별 2022년 1월

부터 12월까지의 입출항 현황을 토대로 하며, 선행연구를 통해 효율성 분석 시 필요한 투입요소와 산출요소를 선정하였다.

본 연구는 I 절 서론에서 연구의 배경과 목적을, II 절에서는 선행연구를 검토하였다. III 절에서는 효율성 분석에 사용될 데이터와 분석 방법인 DEA 모형에 대해 설명한다. IV 절에서는 실증분석 결과를 제시하고, V 절에서는 연구의 결론과 시사점을 제시하였다.

II. 선행연구

1. 선박의 대형화 관련 선행연구

Kim et al.(2024)은 선박 대형화에 따른 부산항의 선석 생산성과 효율성을 비교 분석하여 선박의 대형화가 항만에 미치는 영향에 관한 연구를 수행하였다. 해당 연구를 통해 부산항의 평균 선석 생산성 순위를 도출하였다. 해당 순위는 HJNC가 가장 높았으며, 이후 PNC, HPNT, PNIT, BNCT, DPCT, HKT, BPT 순으로 나타났다. 또한, 가장 효율적인 터미널로 PNIT와 PNC, HJNC, HPNT 등을 도출하였다.

Oh(2020)은 부산항에 입출항 하는 선박을 규모별로 분류하고, 크기에 따른 TEU 당 단위 비교를 통하여 경제적 규모 효과가 가장 큰 선박 단위를 도출하였다.

Jungen et al.(20)의 연구에서는 컨테이너 선박의 대형화 추세를 파악하고, 긍정적인 측면뿐만 아니라 부정적인 측면까지 살펴봄으로써 대형화의 문제점을 언급하였다. 선박의 대형화에 따른 항만 인프라 개발에 미치는 영향뿐만 아니라, 파나마 운하, 수에즈 운하와 같은 글로벌 인프라 개발에도 영향을 주어 글로벌 항만 네트워크의 형태 변화에 영향을 미칠 것이라고 언급하였다.

Zhang (2024)의 연구에서는 초대형 컨테이너선 증가 추세가 항만 용량 및 운영에 미치는 영향을 분석

하고, 이러한 추세에 대응하기 위해 필요한 항만 개발 부분을 연구하였다. 초대형 컨테이너선을 수용하기 위해 항만은 수심 확보와 인프라 및 장비에 더 많은 투자를 해야 하며, 중소형 항만은 초대형 컨테이너선을 수용할 능력이 부족하므로 이를 개선하기 위해 상당한 자금 투입이 필요하다고 제안하였다.

2. 효율성 관련 선행연구

Kuo et al.(2020)은 글로벌 컨테이너 선사의 화물 및 친환경성을 평가하고, 각각의 효율성을 높이는 결정 요인을 분석하였다. 이 연구에서는 자사의 선복량, 용선 선복량, 직원 수, 그리고 운영비를 투입 변수로 선정하였고, 수익을 공통 산출 변수로, 화물 처리량을 화물 효율 산출 변수로, 이산화탄소 배출량을 친환경 산출 변수로 선정하였다. 분석 결과에 따르면, 컨테이너 선사는 화물 효율성을 6.9%, 친환경성을 10.85% 향상시킬 수 있으며, 결정 요인으로는 선박 수, 수익률, 자산 회전율이 화물 효율성과 친환경 효율성 모두에 유의미한 영향을 미치는 반면, 총선복량은 화물 효율성에만 유의미한 영향을 미친다고 언급하였다.

Lee and Yeo(2015)는 비방사적 DEA 모형으로 DEA-SBM 모형을 통해 해양수산부 내부자료인 2013년 외항해운기업의 재무제표와 손익계산서를 활용하여 경영효율성을 분석하였다. 또한, 특정 연도의 자료를 활용한 정태적 효율성을 분석하였으며, 투입요소는 비유동부채, 법인세 비용, 자본운을, 산출요소로는 매출액을 변수로 하여 분석을 진행하였다. 분석 결과로 증견선사 및 대형선사 중 효율성의 우수한 선사를 도출하였으며, 외항해운기업의 향후 경영전략인 대형화 또는 집중화 및 전문화에 대한 좌표를 제공하였다.

Mustafa Faluk Shair et al.(2021)은 DEA 모형에서 CCR 및 BCC 모형을 활용하여 남아시아 및 중동 지역의 15개 컨테이너 항만과 동아시아 지역의 15개 컨테이너 항만의 기술 효율성을 비교하였다. 투입요

소는 선석 수, 크레인 수, 선석 길이, 수심을, 산출요소는 컨테이너화물 취급실적을 변수로 하여 분석을 진행하였다. 분석 결과동아시아 항만이 남아시아 및 중동 지역의 15개 컨테이너 항만보다 전반적으로 효율적인 것으로 나타났다.

Kang et al.(2021)은 항만공사 및 터미널 내부자료를 바탕으로 DEA 모형을 통해 부산신항 컨테이너터미널 항만 효율성을 분석하였다. 투입변수는 선석 길이, 크레인 수, 부두 총면적을, 산출변수는 컨테이너 처리량을 변수로 하여 분석을 진행하였다. 분석 결과로 터미널 5개 사의 평균 효율성을 도출하였으며, 가장 효율적인 터미널 사를 도출하였다.

Luna, J. H. et al.(2018)의 경우 DEA 접근 방식을 사용하여 2015년 1분기에 Altamira Terminal Portuaria(ATP)에 입항한 152척의 컨테이너 선박 화물처리 작업에 대한 효율성 분석을 실시하였다. 투입 변수는 안벽크레인 수, 트럭 수, 야드 크레인 수, 작업 시간을, 산출변수는 컨테이너 화물처리실적으로 선정하였다. 이후 동일한 운영 조건을 기준으로 그룹화 하여 컨테이너 선박을 나누고, 그룹 내 가장 효율적인 선박을 도출하였다.

그 외 효율성 관련 투입변수와 산출변수에 관한 선행연구는 <표 1>과 같이 요약하였다.

3. 기존 선행연구와의 차별성

기존 선박의 대형화 관련 선행연구들을 살펴보면 선박의 대형화에 따른 항만 인프라 확충 및 선박 입항에 따른 대응 방안 도출, 선형과 생산성 및 효율성의 인과관계 도출을 목적으로 하였다. DEA 분석 연구는 주로 선사 및 항만 터미널 위주의 연구가 주류를 이루고 있으며, 실제로 초대형 컨테이너 선박을 대상으로 한 연구는 다소 부족한 실정이다. 또한, 초대형 선박이 입항하는 컨테이너 터미널의 운영 관점에서 선박의 크기 대비 물동량 처리를 효율적으로 수행하고 있는가에 대한 연구도 부족한 것으로 보인다.

따라서, 본 연구에서는 2022년 1년 동안의 선박명

과 선박의 규모, 평균 총 접안시간, 순 작업시간, 컨테이너 처리량 등의 국내 A 및 B 컨테이너 터미널 내부자료를 바탕으로 선박 규모별 컨테이너 물동량 처리에 따른 효율성 측정을 시도하였다.

표 1. 기타 효율성 분석 관련 투입 및 산출변수 선행연구 요약

저자	연구대상	투입변수	산출변수
손용정 (2015)	광양항 3개 터미널 및 부산항 10개 터미널	선석 수, 크레인 수, 수심, 면적	화물처리실적
Bang et al. (2012)	20개 글로벌 컨테이너 기업	총자산, 선박 수, 선복량(TEU)	총매출, 영업이익, 연간처리량
황경연 구종순 (2011)	국내·외 13개 컨테이너 선사	자산, 자본, 선복량(TEU)	매출액, 영업이익, 당기순이익
송재영 (2005)	세계 60위 항만 중 53개 항만	선석 길이, 총 면적, C/G 수, 야드장비, CFS 면적, 평균작업시간	화물처리실적

자료) 선행연구를 바탕으로 저자 작성

III. 데이터 및 분석모형

1. 데이터

본 연구에서는 2022년 1월부터 12월까지 부산 신항소재 두 개의 컨테이너 터미널(이하 “A”, “B”) 내부자료를 이용하여 컨테이너 선박 규모별 효율성을 분석하고자 한다. 분석 대상의 경우 A 컨테이너 터미널의 The Alliance에 가입된 선사별 입항 선박과 B 컨테이너 터미널의 The Alliance 및 2M에 가입된 선사별 입항 선박을 대상으로 하였으며, 선박명을 기준으로 평균을 내어 중복을 제거하는 전처리 작업을 수행하였다. 또한, 선박의 규모별 효율성을 분석하기 위해 투입변수는 선박의 규모, 총 접안시간, 순 작업

시간을 선정하였고, 산출변수는 해당 컨테이너 터미널 화물처리실적으로 선정하였다. 본 연구에서 활용될 분석대상과 주요 변수들의 요약은 <표 2>와 같이 나타내었고, 주요 변수들의 기초 통계량은 <표 3>과 <표 4>와 같다.

표 2. 분석대상 및 요약

분석대상	정기선 선사(The Alliance)	투입변수	산출변수
A 컨테이너 터미널 접안 정기선 선사 선박	HMM(HMM Company Limited)	선박규모(TEU), 총 접안시간, 순 작업시간	화물처리실적
	ONE(Ocean Network Express)		
	HLC(Hapag-Lloyd)		
	YML(YANG MING)		
분석대상	정기선 선사(The Alliance 및 2M)	투입변수	산출변수
B 컨테이너 터미널 접안 정기선 선사 선박	HMM(HMM Company Limited)	선박규모(TEU), 총 접안시간, 순 작업시간	화물처리실적
	ONE(Ocean Network Express)		
	HLC(Hapag-Lloyd)		
	YML(YANG MING)		
	MSC(Mediterranean Shipping Company)		
	MAE(A.P. Møller - Maersk)		

자료) 선행연구를 바탕으로 저자 작성

표 3. A 컨테이너 터미널 분석 대상 기초통계

구분	선박규모 (TEU)	접안시간 (h)	작업시간 (h)	처리량 (TEU)	구분	선박규모 (TEU)	접안시간 (h)	작업시간 (h)	처리량 (TEU)
HMM					ONE				
합계	458,223.0	1,140.8	1,084.1	13,3154.5	합계	448,380.0	1,363.3	1,247.4	123,393.2
평균	16,365.1	40.7	38.7	4,755.5	평균	7,005.9	21.3	19.5	1,928.0
최대값	23,964.0	63.4	61.0	8,427.5	최대값	20,182.0	40.4	39.0	5,016.0
최소값	6,763.0	18.2	16.6	1,658.0	최소값	1,012.0	8.2	6.5	495.0
중앙값	14,515.0	36.2	33.8	4,019.8	중앙값	5,581.0	20.1	17.6	1,614.2
표준편차	6,886.8	14.7	14.7	2,351.3	표준편차	5,876.2	8.7	8.8	1,300.2
HLC					YML				
합계	457,716.0	1,095.0	1,024.2	121,364.1	합계	235,286.0	586.0	544.7	57,773.9
평균	12,045.2	28.8	27.0	3,193.8	평균	10,694.8	26.6	24.8	2,626.1
최대값	19,870.0	55.8	53.3	6,804.0	최대값	14,220.0	53.3	51.9	5,216.5
최소값	1,049.0	7.0	4.6	268.0	최소값	4,662.0	16.9	15.6	1,215.7
중앙값	13,186.5	28.2	27.3	3,197.8	중앙값	11,714.0	22.8	20.9	2,397.8
표준편차	4,044.0	11.1	11.3	1,595.3	표준편차	3,724.4	10.2	10.1	1,290.8

표 4. B 컨테이너 터미널 분석 대상 기초통계

구분	선박규모 (TEU)	접안시간 (h)	작업시간 (h)	처리량 (TEU)	구분	선박규모 (TEU)	접안시간 (h)	작업시간 (h)	처리량 (TEU)
HMM					ONE				
합계	441,791.0	864.9	772.5	139,448.3	합계	635,047.0	1,843.9	1,643.9	269,935.1
평균	15,234.2	29.8	26.6	4,808.6	평균	8,355.9	24.3	21.6	3,551.8
최대값	23,964.0	60.4	57.2	9,967.7	최대값	20,170.0	78.1	76.0	8,540.8
최소값	6,763.0	9.7	7.0	1,204.3	최소값	1,012.0	9.4	6.8	343.5
중앙값	13,082.0	27.4	25.2	4,433.4	중앙값	6,724.0	23.8	20.9	3,236.4
표준편차	6,767.9	11.9	11.9	2,297.8	표준편차	5,567.2	10.6	10.6	1,957.3
HLC					YML				
합계	817,823.0	2,019.5	1,802.7	323,156.9	합계	339,903.0	779.8	685.6	118,019.1
평균	11,051.7	27.3	24.4	4,367.0	평균	9,997.1	22.9	20.2	3,471.2
최대값	19,870.0	52.2	49.3	9,931.2	최대값	14,220.0	36.7	34.7	5,768.3
최소값	1,049.0	7.0	4.8	351.0	최소값	4,662.0	9.0	7.3	928.0
중앙값	10,575.5	26.5	23.4	4,289.8	중앙값	8,626.0	24.1	20.7	3,308.3
표준편차	4,168.8	9.2	9.1	1,885.1	표준편차	3,576.2	7.4	7.2	1,473.8
MSC					MAE				
합계	434,068.0	1,072.3	947.8	176,669.3	합계	556,259.0	1,377.3	1,209.4	206,241.5
평균	12,057.4	29.8	26.3	4,907.5	평균	8,971.9	22.2	19.5	3,326.5
최대값	23,500.0	54.3	50.8	10,344.5	최대값	20,568.0	47.5	44.7	9,311.6
최소값	1,134.0	9.3	6.2	581.0	최소값	2,833.0	8.9	5.8	775.3
중앙값	9,422.0	27.9	25.2	4,443.6	중앙값	6,977.0	20.2	17.5	2,925.1
표준편차	6,138.0	12.0	11.8	2,596.4	표준편차	5,207.1	8.5	8.5	1,921.6

2. 분석모형

본 연구는 컨테이너 선박 대형화에 따른 효율성을 분석하는 데 있어 DEA(Data Envelopment Analysis) 모형을 활용하였다. DEA 모형은 선형계획법에 근거하여 상대적 효율성을 측정하기 위한 모형으로 Charnes et al.(1978)에 의해 최초로 제안되었다. 효율성을 측정하기 위해 투입요소와 산출요소의 가중 크기를 비교하여 각각의 사업단위(DMU; Decision Making Unit)별 효율성을 비교분석하여 투입요소 및 산출요소의 상대적 효율성을 분석한다. DEA 모형은 자료의 특성에 따라 다양한 모델로 구분될 수 있다. 대표적인 모델은 불변규모수익(CRS; Constant

Returns to Scale)의 CCR 모델과 가변규모수익(VRS; Variable Returns to Scale)의 BCC 모델이다. 또한, 투입변수와 산출변수의 기준을 어디에 두는가에 따라 투입지향 및 산출지향모형으로 구분된다. 선박별로 반고정된 컨테이너 선박의 규모를 고려하여 본 연구에서도 산출지향 모형을 사용하였다. 또한, DEA-CCR 모델은 평가대상이 되는 DMU의 투입물 가중합계에 대한 산출물 가중합계 비율이 1을 초과하면 안 되고, 각각의 투입요소와 산출요소의 가중치는 0보다 크다는 제약조건 하에 DMU의 산출물 가중합계 비율을 최대화 하는 선형계획법이다. 산출지향 CCR 모델은 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$\theta^{k*} = \min_{\theta, \lambda, s^-, s^+} \left\{ \theta^k - \epsilon \left(\sum_{m=1}^M s_m^- + \sum_{n=1}^N s_n^+ \right) \right\}$$

subject to

$$\theta^k x_m^k \geq \sum_{j=1}^J x_m^j \lambda^j + s_m^- \quad (m = 1, 2, \dots, M);$$

$$y_n^k \geq \sum_{j=1}^J y_n^j \lambda^j - s_n^+ \quad (n = 1, 2, \dots, N);$$

$$\lambda^j \geq 0 \quad (j = 1, 2, \dots, J)$$

$$s_m^- \quad (m = 1, 2, \dots, M);$$

$$s_n^+ \quad (n = 1, 2, \dots, N);$$

CCR 모델은 불변규모수익으로써 규모의 수익성 (Return to Scale)이 일정한 것으로 가정하므로 규모의 효율성 및 순수 기술적 효율성을 구분하지 못하는 한계점이 존재한다. 이러한 CCR 모델을 개선하기 위해 Banker et al.(1984)는 가변규모수익 형태인 BCC 모델을 제안하였으며 선형계획식은 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$\theta^{k*} = \min_{\theta, \lambda, s^-, s^+} \left\{ \theta^k - \epsilon \left(\sum_{m=1}^M s_m^- + \sum_{n=1}^N s_n^+ \right) \right\}$$

subject to

$$\theta^k x_m^k \geq \sum_{j=1}^J x_m^j \lambda^j + s_m^- \quad (m = 1, 2, \dots, M);$$

$$y_n^k \geq \sum_{j=1}^J y_n^j \lambda^j - s_n^+ \quad (n = 1, 2, \dots, N);$$

$$\sum_{j=1}^J \lambda^j = 1$$

$$\lambda^j \geq 0 \quad (j = 1, 2, \dots, J)$$

$$s_m^- \quad (m = 1, 2, \dots, M);$$

$$s_n^+ \quad (n = 1, 2, \dots, N);$$

규모의 효율성(SE; Scale Efficiency)은 가변규모 수확에 따라 증가하는 효율성의 크기로 정의할 수 있다. CCR 모델과 BCC 모델 2가지를 활용한 규모의 효율

성 산출식은 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$\text{규모의 효율성 (SE)} = \frac{\text{기술효율성 (CCR)}}{\text{순수기술효율성 (BCC)}}$$

IV. 실증분석

1. A 터미널 선박 규모별 DEA 분석결과

본 연구에서는 A 및 B 컨테이너 터미널에 입·출항하는 선박의 규모별 효율성을 산출지향 DEA-CCR, BCC, SE를 분석하였다. 또한, DEA-BCC를 기준으로 각 그룹별 최고치·최저치의 효율성을 보여주는 선박 규모를 정리하였다. A 컨테이너 터미널의 입항하는 The Alliance의 HMM 분석결과는 <표 5>와 같다.

HMM의 분석 결과를 보면 DEA-CCR, BCC, SE를 모두 만족하는 HOPE(12,430TEU), OSLO(23,000TEU), ROTTERDAM(23,820TEU), HAMBURG(23,964TEU)의 선박 규모가 가장 효율적인 것으로 나타났다.

표 5. A 컨테이너 터미널 HMM 선박 분석결과

구분	DMU(TEU)	CRS	VRS	SE	규모 수익
가	SINGAPORE(6,763)	0.708	1	0.708	IRS
	TOKYO(6,800)	0.756	1	0.756	IRS
	PROMISE(9,300)	0.820	0.912	0.899	IRS
나	HOPE(12,430)	1	1	1	CRS
	SPEED(13,082)	0.691	0.771	0.896	IRS
다	GAON(15,876)	0.785	0.871	0.902	IRS
	NURI(16,010)	0.823	0.868	0.949	IRS
라	OSLO(23,000)	1	1	1	CRS
	STOCKHOLM(23,000)	0.900	0.902	0.998	IRS
	ROTTERDAM(23,820)	1	1	1	CRS

ONE의 분석결과를 보면 DEA-CCR, BCC, SE를 모

두 만족하는 CONTSHIP ERA(1,118TEU), NYK ISABEL(2,664TEU), NYK MARIA(2,664TEU), CONSTELLATION(4,888TEU), ZEUS LUMOS (14,952TEU)의 선박 규모가 가장 효율적인 것으로 나타났다. A 컨테이너 터미널의 입항하는 The Alliance의 ONE 분석결과는 <표 6>과 같다.

표 6. A 컨테이너 터미널 ONE 선박 분석결과

구분	DMU(TEU)	CRS	VRS	SE	규모 수익
가	NOBILITY(1,012)	0.945	1	0.945	IRS
	CONSCIENCE(1,091)	0.705	1	0.705	IRS
	CONTSHIP ERA(1,118)	1	1	1	CRS
	PELICAN(1,809)	0.479	1	0.479	IRS
	NYK ISABEL(2,664)	1	1	1	CRS
	NYK MARIA(2,664)	1	1	1	CRS
	CONSTELLATION(4,888)	1	1	1	CRS
	MAGNIFICENCE(6,724)	0.449	0.494	0.908	DRS
	HONG KONG(8,212)	0.599	1	0.599	IRS
	CZECH(9,019)	0.782	1	0.782	DRS
나	SEASPAN BEACON(10,100)	0.631	0.631	1	DRS
	ZEUS LUMOS(14,952)	1	1	1	CRS
다	ZEAL LUMOS(15,000)	0.881	0.97	0.908	DRS
	ZENITH LUMOS(15,000)	0.932	1	0.932	DRS
라	TRIUMPH(20,170)	0.843	1	0.843	IRS
	MOLTREASURE(20,182)	0.681	0.681	1	DRS

HLC의 분석 결과를 보면 DEA-CCR, BCC, SE를 모두 만족하는 VEGA VENTO(1,120TEU), LINAH(14500TEU), AL DHAIL(15,000TEU)의 선박 규모가 가장 효율적인 것으로 나타났다. A 컨테이너 터미널의 입항하는 The Alliance의 HLC 분석결과는 <표 7>과 같다.

표 7. A 컨테이너 터미널 HLC 선박 분석결과

구분	DMU(TEU)	CRS	VRS	SE	규모 수익
가	ASIATIC REUNION(1,049)	0.638	1	0.638	IRS
	VEGA VENTO(1,120)	1	1	1	CRS
	ALLEGORIA(5527)	0.512	0.686	0.746	IRS
나	AL QIBLA EXPRESS(13296)	0.925	1	0.925	IRS
	LINAH(14500)	1	1	1	CRS
	MONTEVIDEO EXPRESS(13280)	0.344	0.530	0.649	IRS
다	AL DHAIL(15,000)	1	1	1	CRS
	AL MURAYKH(18,800)	0.615	0.814	0.755	IRS

YML의 분석 결과를 보면 DEA-CCR, BCC, SE를 모두 만족하는 WONDROUS(13,892TEU), WINNER(14,080TEU), WELLSRING(14,220 TEU) 선박 규모가 가장 효율적인 것으로 나타났다. A 컨테이너 터미널의 입항하는 The Alliance의 YML 분석결과는 <표 8>과 같다.

표 8. A 컨테이너 터미널 YML 선박 분석결과

구분	DMU(TEU)	CRS	VRS	SE	규모 수익
가	ESSENCE(4,662)	0.704	1	0.704	IRS
	COSMOS(5,327)	0.709	1	0.709	IRS
	ORCHID(5,551)	0.624	1	0.624	IRS
	MODERATION(6,258)	0.539	0.738	0.731	IRS
나	TRILLION(11,714)	0.642	1	0.642	IRS
	WONDROUS(13,892)	1	1	1	CRS
	WINNER(14,080)	1	1	1	CRS
	WARRANTY(14,220)	0.687	0.688	0.998	DRS
	WELLSRING(14,220)	1	1	1	CRS

2. B 터미널 선박 규모별 DEA 분석결과

B 컨테이너 터미널의 입항하는 The Alliance의 HMM 분석결과는 <표 9>와 같다. HMM의 분석 결과를 보면 DEA-CCR, BCC, SE를 모두 만족하는 COURAGE(8,566TEU), PLUTO (10,000TEU), NEPTUNE(10,077TEU)의 선박 규모가 가장 효율적인 것으로 나타났다.

같은 HMM의 선박이라도 A 컨테이너 터미널에서 20,000TEU가 넘는 초대형 컨테이너 선박이 가장 높은 효율성을 나타낸 것과는 대조되는 모습을 보여준다.

표 9. B 컨테이너 터미널 HMM 선박 분석결과

구분	DMU(TEU)	CRS	VRS	SE	규모 수익
가	ULANGA(2,257)	0.558	1	0.558	IRS
	COURAGE(8,566)	1	1	1	IRS
	FAITH(8,566)	0.611	0.624	0.979	IRS
나	PLUTO(10,000)	1	1	1	CRS
	NEPTUNE(10,077)	1	1	1	CRS
	PROMISE(11,167)	0.737	0.752	0.98	DRS
다	PRIDE(13,154)	0.962	1	0.962	DRS
	GAON(16,010)	0.798	0.817	0.976	DRS
라	NURI(160,10)	0.567	0.6	0.946	DRS
	ROTTERDAM(23,820)	0.898	1	0.898	DRS
라	SOUTHAMPTON(23,820)	0.924	1	0.924	DRS
	COPENHAGEN(23,964)	0.819	1	0.819	DRS
	DUBLIN(23,964)	0.824	1	0.824	DRS
	HAMBURG(23,964)	0.583	0.620	0.941	DRS

ONE의 분석 결과를 보면 DEA-CCR, BCC, SE를 모두 만족하는 CONSCIENCE(1,091TEU), NYK DANIELLA(2,664TEU), BOMAR HAMBURG (2,824TEU), PACE(6,350TEU)의 선박 규모가 가장 효율적인 것으로 나타났다. B 컨테이너 터미널의 입항하는 The Alliance의 ONE 분석결과는 <표 10>과 같다.

표 10. B 컨테이너 터미널 ONE 선박 분석결과

구분	DMU(TEU)	CRS	VRS	SE	규모 수익
가	NOBILITY(1,012)	0.615	1	0.615	IRS
	KALAMAZOO(1,042)	0.336	0.451	0.745	IRS
	CONFIDENCE(1,091)	0.293	1	0.293	IRS
	CONSCIENCE(1,091)	1	1	1	CRS
	LOS ANDES BRIDGE(2,221)	0.674	1	0.674	IRS
	NYK DANIELLA(2,664)	1	1	1	CRS
	CALIDRIS(2,792)	0.976	1	0.976	DRS
	BOMAR HAMBURG(2,824)	1	1	1	CRS
	ACX CRYSTAL(2,858)	0.707	1	0.707	IRS
	PACE(6,350)	1	1	1	CRS
가	HANOI BRIDGE(8,614)	0.862	1	0.862	DRS
	SEASPAN ADONIS(9,592)	0.972	1	0.972	IRS
	MOL BEACON(10,100)	0.862	1	0.862	DRS
	MANCHESTER BRIDGE(13,900)	0.601	1	0.601	DRS
	ZEPHYR LUMOS(14,952)	0.516	0.521	0.99	IRS
다	ZENITH LUMOS(15,000)	0.523	0.535	0.979	DRS
라	MOL TRADITION(20,000)	0.856	0.917	0.933	DRS
	MOL TREASURE(20,000)	0.949	1	0.949	DRS
	MOL TRUST(20,000)	0.767	1	0.767	DRS
	MOL TRIBUTE(20,170)	0.901	1	0.901	DRS

HLC의 분석 결과를 보면 DEA-CCR, BCC, SE를 모두 만족하는 LANTAU BEE (1,049TEU), SEASPAN AMAZON (10,100TEU)의 선박 규모가 가장 효율적인 것으로 나타났다. B 컨테이너 터미널의 입항하는 The Alliance의 HLC 분석결과는 <표 11>과 같다.

표 11. B 컨테이너 터미널 HLC 선박 분석결과

구분	DMU(TEU)	CRS	VRS	SE	규모 수익
가	LANTAU BEE(1,049)	1	1	1	CRS
	VEGA VENTO(1,120)	0.808	1	0.808	IRS
	AS PAULINE(2,572)	0.593	1	0.593	IRS
	CONSTANTIA(4,600)	0.285	1	0.285	IRS
	KYOTO EXPRESS(8,600)	0.413	0.429	0.962	IRS
나	SEASPAN AMAZON(10,100)	1	1	1	CRS
	EXPRESS ROME(10,114)	0.831	1	0.831	IRS
	MADRID EXPRESS(12,600)	0.943	1	0.943	DRS
	SAJIR(14,500)	0.559	0.580	0.964	IRS
다	AFIF(15,000)	0.549	0.599	0.917	DRS
	TIHAMA(19,870)	0.811	1	0.811	DRS

YML의 분석 결과를 보면 DEA-CCR, BCC, SE를 모두 만족하는 MILESTONE(6,589TEU), UTMOST(8,200TEU)의 선박 규모가 가장 효율적인 것으로 나타났다. B 컨테이너 터미널의 입항하는 The Alliance의 YML 분석결과는 <표 12>와 같다.

표 12 B 컨테이너 터미널 YML 선박 분석결과

구분	DMU(TEU)	CRS	VRS	SE	규모 수익
가	ESSENCE(4,662)	0.551	1	0.551	IRS
	COSMOS(5,327)	0.336	0.497	0.677	IRS
	ORCHID(5,551)	0.607	1	0.607	IRS
	MODESTY(6,258)	0.796	1	0.796	IRS
	MILESTONE(6,589)	1	1	1	CRS
	UTMOST(8,200)	1	1	1	CRS
나	EXPRESS BERLIN(10,114)	0.99	1	0.99	DRS
	WREATH(14,078)	0.904	1	0.904	DRS
	WIDTH(14,198)	0.736	0.743	0.991	IRS
	WARRANTY(14,220)	0.819	1	0.819	DRS

MSC의 분석 결과를 보면 DEA-CCR, BCC, SE를 모두 만족하는 MOON F(1,134TEU), NOA(6,500TEU), CONTI CHIVALRY(8,084TEU), CHANNE(8,819TEU), DEILA(14,036TEU), ARIES (15,000TEU), CLARA(19,224TEU)의 선박 규모가 가장 효율적인 것으로 나타났다. B 컨테이너 터미널의 입항하는 2M의 MSC 분석결과는 <표 13>과 같다.

표 13. B 컨테이너 터미널 MSC 선박 분석결과

구분	DMU(TEU)	CRS	VRS	SE	규모 수익
가	MOON F(1,134)	1	1	1	CRS
	RICCARDA II(1,496)	0.631	1	0.631	IRS
	LISA(5,000)	0.336	1	0.336	IRS
	NOA(6,500)	1	1	1	CRS
	CONTI CHIVALRY(8,084)	1	1	1	CRS
	NAVIOS UTMOST(8,200)	0.977	1	0.977	IRS
	BRUNELLA(8,819)	0.496	0.584	0.85	IRS
	CHANNE(8,819)	1	1	1	CRS
	ROMANE(9,440)	0.816	1	0.816	IRS
	나	GAYANE(10,776)	0.704	0.715	0.985
DEILA(14,036)		1	1	1	CRS
다	ARIES(15,000)	1	1	1	CRS
	MAYA(19,224)	0.851	0.883	0.963	DRS
	MIRJA(19,224)	0.975	1	0.975	DRS
	CLARA(19,224)	1	1	1	CRS
라	SIXIN(23,500)	0.929	0.961	0.966	DRS

MAE의 분석 결과를 보면 DEA-CCR, BCC, SE를 모두 만족하는 JENS MAERSK(2,833TEU), SANTA INES(7,114TEU), MAERSK SARNIA (8,450TEU), MAERSK HERRERA(15,226TEU), MAERSK HOUSTON(15,226TEU)의 선박 규모가 가장 효율적인 것으로 나타났다. B 컨테이너 터미널의 입항하는 2M의 MAE 분석결과는 <표 14>와 같다.

표 14. B 컨테이너 터미널 MAE 선박 분석결과

구분	DMU(TEU)	CRS	VRS	SE	규모 수의
가	JENS MAERSK(2,833)	1	1	1	CRS
	NORTHERN DIAMOND(3,700)	0,507	1	0,507	IRS
	CONSTANTINOS P II(4,253)	0,997	1	0,997	IRS
	LISA(4,256)	0,762	1	0,762	IRS
	MAERSK MAKUTU(4,650)	0,523	1	0,523	IRS
	GSL DOROTHEA(5,514)	0,397	0,483	0,821	IRS
	SANTA INES(7,114)	1	1	1	CRS
나	MAERSK EDINBURGH(13,062)	0,826	0,829	0,995	DRS
	MAERSK EUREKA(13,102)	0,842	0,862	0,977	DRS
다	MAERSK HERRERA(15,226)	1	1	1	CRS
	MAERSK HOUSTON(15,226)	1	1	1	CRS
	MERETE MAERSK(18,340)	0,833	0,843	0,989	DRS
라	MURCIA MAERSK(20,568)	0,901	0,902	0,999	DRS
	MOSCOW MAERSK(20,568)	0,799	0,806	0,991	IRS

3. 선박 규모 구간별 평균 효율성 분석결과

Hwang and Koo(2011)는 자료를 이용하여 효율성을 측정하고, 효율성의 평균을 산출하면 효율성의 크기를 비교할 수 있다고 하였으며, 효율성의 높고 낮음을 판단할 수 있다고 언급하였다.

Oh(2020)는 선박을 규모별로 분류하고, 크기에 따른 TEU 당 단위 비교를 통하여 경제적 규모 효과가 가장 큰 선박 단위를 도출하였다.

위 두 선행연구를 근거로 하여 선박 규모를

10,000TEU 미만 “가” 그룹으로, 10,000TEU 이상 15,000TEU미만 “나” 그룹으로, 15,000 TEU 이상 20,000TEU 미만 “다” 그룹으로, 20,000TEU 이상 “라” 그룹으로 범주를 두어 구간별 평균 효율성을 분석하였다. 분석결과는 A컨테이너 터미널의 DEA-CCR, BCC를 <표 15>, <표 16>으로 나타냈고, A컨테이너 터미널의 DEA-CCR, BCC를 <표 17>, <표 18>로 정리하였다.

표 15. A 컨테이너 터미널 입항 선박 CCR 평균효율성

구분	구분(TEU)	HMM	HLC	YML	ONE
가	~ 9,999	0,7555	0,7179	0,6741	0,6811
나	10,000~14,999	0,7875	0,7806	0,8225	0,8331
다	15,000~19,999	0,804	0,8168		0,9063
라	20,000~	0,958			0,7552

표 16. A 컨테이너 터미널 입항 선박 BCC 평균효율성

구분	구분(TEU)	HMM	HLC	YML	ONE
가	~ 9,999	0,9632	0,8627	0,9443	0,7899
나	10,000~14,999	0,9039	0,8203	0,8772	0,8598
다	15,000~19,999	0,8691	0,8709		0,9852
라	20,000~	0,9644			0,8375

A 컨테이너 터미널에 입·출항하는 선박의 DEA-CCR 평균효율성의 경우 대체로 선형이 커질수록 높은 효율성을 나타내는 것으로 분석되었다. DEA-BCC 평균효율성의 경우 HCL와 ONE은 15,000TEU급 이상 20,000TEU급 미만인 “다” 그룹에서 평균효율성이 가장 높은 것으로 나타났고, HMM은 20,000TEU급 이상 “라” 그룹으로 선박 선형이 커질수록 평균효율성이 높은 것으로 나타내는 것으로 분석되었다. YML은 10,000TEU 미만인 “가” 그룹에서 선박 평균효율성이 높은 것으로 분석되었다. 이는 DEA-BCC 평균효율성에서 비교적 낮은 규모의 선박을 운영하는 선사는 낮은 TEU급에서 높은 효율성을 나타내고, 선박의 규모가 커질수록 높은 TEU급에서

높은 효율성을 나타낸다는 것을 의미한다.

표 17. B 컨테이너 터미널 입항 선박 CCR 평균효율성

구분	구분 (TEU)	HMM	HLC	YML	ONE	MSC	MAE
가	~ 9,999	0.7379	0.7270	0.7292	0.7126	0.8112	0.7053
나	10,000 ~14,999	0.8506	0.7385	0.7292	0.8039	0.8019	0.8466
다	15,000 ~19,999	0.6825	0.7689	0.5231		0.9255	0.9156
라	20,000~	0.7738		0.8893		0.9291	0.8619

표 18. B 컨테이너 터미널 입항 선박 BCC 평균효율성

구분	구분 (TEU)	HMM	HLC	YML	ONE	MSC	MAE
가	~ 9,999	0.8127	0.8082	0.8248	0.8297	0.8952	0.8115
나	10,000 ~14,999	0.8835	0.7730	0.8248	0.9008	0.8259	0.8533
다	15,000 ~19,999	0.7085	0.8442	0.5345		0.9470	0.9199
라	20,000~	0.8711		0.9765		0.9614	0.8649

B 컨테이너 터미널에 입·출항하는 선박의 DEA-CCR 평균효율성과 DEA-BCC 평균효율성의 경우 HMM과 MAE를 제외한 선박 선형이 커질수록 효율성이 높은 것으로 나타났다. HMM의 경우 10,000TEU급 이상 15,000TEU급 미만인 “나” 그룹에서 평균효율성이 가장 높으나 20,000TEU급 이상인 “라” 그룹에서 평균효율성이 두 번째로 높은 것을 알 수 있다. 특히, DEA-BCC 평균효율성의 경우 차이가 0.0124정도로 차이가 크지 않음을 알 수 있다. 또한, MAE의 경우 15,000TEU급 이상 20,000TEU급 미만인 “다” 그룹에서 평균효율성이 가장 높으나 20,000TEU급 이상인 “라” 그룹에서 평균효율성이 두 번째로 높은 것을 알 수 있다. 따라서, B 터미널에서

는 대체적으로 선박의 규모가 커질수록 낮은 선형에 비하여 높은 효율성을 나타내는 것으로 분석되었다.

IV. 결론

본 연구는 A와 B 컨테이너 터미널의 내부자료를 이용하여 DEA 모형을 통해 선박의 규모별 효율성 분석을 수행하였다. 효율성 분석 결과 A 컨테이너 터미널에 입·출항하는 The Alliance 선사와 B 컨테이너 터미널에 입·출항하는 The Alliance 및 2M 선사 선박 규모별 효율성은 규모가 커질수록 낮은 선형의 컨테이너 선박에 비하여 높은 효율성을 나타내는 것으로 분석되었다.

이러한 분석결과를 바탕으로 서론에서 제시한 연구 문제에 대한 결론은 아래와 같이 요약된다.

첫째, A컨테이너 터미널에서 10,000TEU급 미만인 “가” 그룹에서 DEA-CCR 평균효율성은 타 그룹에 비하여 모두 비효율을 나타냈다. DEA-BCC 평균효율성의 경우 20,000TEU급 이상 초대형 컨테이너 선박을 운영하지 않는 YML이 가장 높은 효율성을 나타냈다. 또한, B컨테이너 터미널의 경우 DEA-CCR과 BCC 평균효율성은 타 그룹에 비하여 모두 비효율을 나타내는 것으로 분석되었다.

둘째, A컨테이너 터미널에서 10,000TEU급 이상 15,000TEU급 미만인 “나” 그룹에서 DEA-CCR 평균효율성은 20,000TEU급 이상 초대형 컨테이너 선박을 운영하지 않는 YML이 가장 높은 효율성을 나타냈고, DEA-BCC의 경우 타 그룹에 비하여 모두 비효율을 나타냈다. 또한, B 컨테이너 터미널의 경우 DEA-CCR과 BCC 평균효율성 모두 HMM과 20,000TEU급 이상 초대형 컨테이너 선박을 운영하지 않는 YML이 가장 높은 효율성을 나타내는 것으로 분석되었다. 하지만, 두 선사 모두 두 번째로 높은 효율성을 나타내는 것은 “라” 그룹으로 분석되었다.

셋째, A컨테이너 터미널에서 15,000TEU급 이상

20,000TEU급 미만인 “다” 그룹에서 DEA-CCR과 BCC 평균효율성 모두 ONE과 20,000TEU급 이상 초대형 컨테이너 선박을 운영하지 않는 HLC가 가장 높은 효율성을 나타냈다. B 컨테이너 터미널의 DEA-CCR과 BCC 평균효율성 모두 MAE와 20,000TEU급 이상 초대형 컨테이너 선박을 운영하지 않는 HLC가 가장 높은 효율성을 나타내는 것으로 분석되었다.

넷째, A 컨테이너 터미널에서 20,000TEU급 이상인 “라” 그룹에서 DEA-CCR과 BCC 평균효율성 모두 HMM이 가장 높은 효율성을 나타냈다. B 컨테이너 터미널의 경우 DEA-CCR과 BCC 평균효율성 모두 ONE, MSC가 가장 높은 효율성을 나타내는 것으로 분석되었다.

위 결과를 바탕으로 컨테이너 선박의 규모가 커질수록 효율성이 대체적으로 높다는 것을 분석할 수 있었다. 이를 바탕으로 컨테이너 선박의 대형화에 따른 우리나라 컨테이너 항만은 초대형 선박이 접안하더라도 중소형 및 대형 컨테이너 선박에 비하여 낮지 않은 효율성을 보여준다. 현재는 우리나라 항만이 동북아시아 메가포트의 역할을 충실히 이행하고 있는 것으로 판단된다.

하지만, 선박의 대형화는 시대적 흐름에 따라 계속해서 증가할 것으로 예상된다. 이는 근본적으로 선사가 규모의 경제를 실현하기 위한 목적으로 추진하는 것이기는 하나 선박이 기항하는 항만의 운영환경에 많은 영향을 미친다. 초대형 선박의 원활한 입출항을 위한 수심증설과 하역장비의 대형화, 선석길이의 확장 등 항만 인프라 개선이 필요하고, 선박 대형화에 따른 선박 당 평균하역물량 증가에 대한 항만 대응력도 높여야 할 필요가 있으므로 부산항의 글로벌 항만 경쟁력을 위해 꾸준히 투자가 필요한 것으로 보인다.

컨테이너 선박 대형화에 따른 효율성을 분석한 본 연구의 한계점은 다음과 같다.

첫째, 본 연구는 부산 신항 A 및 B 컨테이너 터미

널 내부자료만을 이용하여 결론을 도출한 작은 표본이다. 따라서, 해당 컨테이너 터미널 외 터미널의 부재로 인하여 해당 연구가 전체의 입장을 대변하기는 어려울 수 있다.

둘째, 선사와 항만에서 발생하는 인건비, 하역비용, 연료비, 항만운영비용 등 효율성에 미치는 영향을 분석하기 위한 비용적인 측면을 고려하지 못하였다. 컨테이너 터미널의 데이터만 고려하여 분석하였기 때문에 선사에서 제공할 수 있는 비용적인 부분을 반영하지 못하였다.

셋째, 본 연구는 2022년 1년치의 비교적 단기간의 데이터를 이용하여 분석하였다. 터미널 사에서 제공할 수 있는 데이터의 제약이 있기 때문에 해당 기간의 데이터를 제공받아 분석을 시도하였다.

이러한 한계점에도 불구하고 기존 연구와는 달리 실제로 초대형 컨테이너 선박이 입항하는 컨테이너 터미널의 운영 관점에서 선박의 크기 대비 물동량 처리를 효율적으로 수행하고 있는가에 대한 유의미한 결과를 도출했다는 점에서 차별성이 있으며, 향후 연구에서는 비용적인 부분과 더 많은 표본을 이용하여 효율성을 분석할 필요가 있다고 판단된다.

참고문헌

- 강석한, 남정우, 심민섭, 김울성. (2021). 부산신항 컨테이너 터미널 효율성 및 생산성 비교 분석. 한국항해항만학회지, 제45집 제3호, 138-147.
- 김정훈·남형식·강달원(2024), 선박 대형화에 따른 부산항 선석 생산성 및 효율성 비교분석, 한국해운물류학회지, 제40집 제1호, 137-156.
- 손용정(2015). DEA와 SNA를 이용한 효율적인 컨테이너 터미널의 영향력에 관한 연구. 한국항만경제학회지, 제31집 제3호, 155-166.
- 송재영·신창훈(2005). DEA 모형을 이용한 세계 주요 항만의 효율성 평가. 한국항해항만학회지, 제29집 제3호, 195-201.
- 오상훈(2020), 부산 입출항 선박 규모별 비용분석 연구, 국립한국해양대학교 대학원 석사학위논문

- 이태휘, 여기태. (2015). 비방사적 DEA 모형을 활용한 외항해운기업의 경영효율성 분석에 관한 연구. 한국항만경제학회지, 제31집 제1호, 37-49.
- 황경연 · 구중순(2011). 국내외 컨테이너선사의 효율성 비교를 통한 국제경쟁력 평가. 한국통상정보학회지, 제13집 제1호, 123-144.
- Banker, R. D., Charnes, A., & Cooper, W. W. (1984). Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management science*, 30(9), 1078-1092.
- Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European journal of operational research*, 2(6), 429-444.
- Jungen, H., Specht, P., Ovens, J., & Lemper, B. (2021). The rise of ultra large container vessels: Implications for seaport systems and environmental considerations. In *Dynamics in Logistics: Twenty-Five Years of Interdisciplinary Logistics Research in Bremen, Germany*, 249-275. Cham: Springer International Publishing.
- Korea Maritime Institute(2019), Weekly Report, Vol.153.
- Kuo, K. C., Lu, W. M., Kweh, Q. L., & Le, M. H. (2020). Determinants of cargo and eco-efficiencies of global container shipping companies. *The International Journal of Logistics Management*, 31(4), 753-775.
- Luna, J. H., Mar-Ortiz, J., Gracia, M. D., & Morales-Ramírez, D. (2018). An efficiency analysis of cargo-handling operations at container terminals. *Maritime Economics & Logistics*, 20, 190-210.
- Mustafa Faluk Shair, Khan Rafi Ullah and Mustafa Tariq. (2021). Technical efficiency comparison of container ports in Asian and Middle East region using DEA. *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, 37(1), 12-19.
- Tongzon, J. (2001). Efficiency measurement of selected Australian and other international ports using data envelopment analysis. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 35(2), 107-122.
- Zhang, M. (2024). Analysis of the Impact of Large Container Ships on Port Capacity. *Journal of Theory and Practice of Management Science*, 4(03), 30-35.

컨테이너 선박 대형화에 따른 TEU 그룹별 하역량 효율성 비교분석 - A, B 터미널 입항 선박을 중심으로

박신우 · 박창기

국문요약

컨테이너를 이용한 해상운송이 본격적으로 도입되면서 컨테이너 선박의 크기는 꾸준히 증가하고 있다. 선박대형화는 근본적으로 선사가 규모의 경제 실현을 목적으로 추진되는 것이기는 하나, 선박이 기항하는 항만운영 환경에 많은 영향을 미치게 된다. 이러한 초대형 컨테이너 선박의 등장에 따른 효율성이 항만의 운영 관점에서 과연 타당한지에 대한 의문이 지속적으로 제기되었다. 이에 본 연구에서는 부산 신항 컨테이너 터미널 사의 내부자료를 이용하여 2022년 1월부터 12월까지의 선박 규모별 효율성을 분석하였다. 분석 대상의 경우 A 컨테이너 터미널의 The Alliance에 가입된 선사별 입항 선박과 B 컨테이너 터미널의 The Alliance 및 2M에 가입된 선사별 입항 선박을 대상으로 하였으며, 투입변수는 선박규모(TEU), 총 접안시간, 순 작업시간을 선정하였고, 산출변수는 해당 컨테이너 터미널 화물처리실적으로 선정하였다. 분석결과 선박 규모별 효율성은 규모가 커질수록 낮은 선형의 컨테이너 선박에 비하여 높은 효율성을 나타내는 것으로 분석되었다.

주제어: 선박 대형화, 효율성 분석, 컨테이너 선박