

DEA를 활용한 글로벌해운선사의 효율성 측정[†]

방희석* · 강효원**

A Study on Measuring the Efficiency of Global Ocean Carriers by Using Data Envelopment Analysis

Heeseok Bang · Hyowon Kang

Abstract : The literature on efficiency of the maritime and shipping industry has typically focused on container ports and terminals. The study presented in this paper uses data envelopment analysis to evaluate ocean carriers based on financial and operational data from 2004 to 2007. A comparison is made up of the efficiency of global ocean carriers in efficiency of financial and operational performance respectively. A positive correlation is shown between the input and output data.

In the static-efficiency analysis, we describe CCR, BCC and scale efficiency of Global Ocean Carriers in 2007. And we also provide about the stability and trend of their efficiency for four years (2004-2007) in the dynamic-efficiency analysis.

The empirical results validate the necessity of restoring freight rates to facilitate the efficiency of the global ocean carriers supported by adjust of the supply of containership space. The study provides a basis for estimating the competitiveness of international shipping companies, for benchmarking best practice and for identifying the specific factors and causes of inefficiency.

Key Words : Global Ocean Carrier, DEA Analysis, Static · Dynamic Efficiency, DEA-Window

▷ 논문접수: 2010.10.21 ▷ 심사완료: 2010.12.01 ▷ 게재확정: 2010.12.17

† 이 논문은 2009학년도 중앙대학교 연구장학기금지원에 의한 것임

* 중앙대학교 경영경제대학 국제물류전공 교수, hsbang@cau.ac.kr, 02)820-6498, 주저자

** 중앙대학교 일반대학원 무역학과 박사과정, hwkang@wm.cau.ac.kr, 02)820-6499, 공동저자

I. 서론

글로벌금융위기로 인한 글로벌해운선사의 경영악화는 세계경제의 위축, 과도한 선박 발주 및 선복량 증가와 해상운임의 급격한 하락에서 촉발되었다. 해운산업은 높은 국제성, 대량·원거리 수송의 특징을 가지고 있어 외부적인 환경변화에 매우 민감하게 영향을 받는 특성이 있다.

세계적인 해운컨설팅기업인 Clarkson에 따르면 해운업 경기의 공급측면인 컨테이너 선복량은 2010년도에 전년대비 12.7% 증가하는 반면, 수요측면인 컨테이너물동량은 글로벌경기침체로 2.4%증가에 그쳐 해운업의 경영환경은 쉽게 개선되지 못할 것이라고 전망하였다.

해상운송분야의 주목할 만한 변화로는 해운동맹의 약화로 선사 간 컨테이너물량 경쟁이 본격화되었으며, 세계화주포럼·아시아화주협의회 등 화주를 대변하는 조직의 위상 강화로 선사의 운임 협상력은 점차 약화되는 추세에 있다. 또한 유럽의회의 반독점법(Anti-trust Law)을 적용한 ‘선사 공동협력행위 규제계획’의 지지와 미국 연방해사위원회의 항로별 ‘선사 공동선복량조절행위 및 담합행위’의 모니터링은 선사의 기업경영에 어려움을 가중시키고 있다.

항만물류분야의 변화로는 세계 각국의 컨테이너터미널 유치경쟁으로 전통적인 GSTO(Global Stevedore's Terminal Operator)뿐만 아니라 해상운송사업을 중심으로 하는 GCTO(Global Carrier's Terminal Operator)까지 컨테이너터미널운영사업에 적극적인 참여와 투자가 이루어지고 있다. 이와 같은 현상은 화주가 선사에게 생산 및 판매에 이르는 SCM 상 일관 물류서비스 요구를 더욱 가속화 시킬 것이다.

최근 태평양항로와 유럽항로의 물동량 증가에 따른 운임상승은 글로벌해운선사의 수익성 제고에 기여할 것으로 판단되고 있다. 그러나 이러한 물동량 증가는 글로벌 경기침체로 인한 일시적인 기저(基底)효과로 판단하는 것이 일반적인 견해로 해운업의 시장전망과 경기회복은 불투명하다.

국내 해운기업 역시 글로벌경제위기로 축소된 물동량에 따른 운임하락으로 경영상황이 매우 악화되고 있다. 이러한 해운기업의 경영상 어려움을 극복하기위해 선사의 효율적인 운영관리 목표설정과 효율성측정은 어려운 경영환경을 적극적으로 대처하는데 매우 중요하며 지속적으로 해결해 나가야 할 과제다.

본 연구는 글로벌해운선사에 대한 재무성과효율성(EFP)과 컨테이너화물취급 운영성과효율성(EOP)을 정태적·동태적분석으로 구분하여 해운산업 위기 극복을 위해 선사의 전략과 계획수립관점에서 효율성을 분석하여 제시함으로써 선사의 기업전략 수립에 기여하고자 한다.

II. 선행연구 및 DEA분석방법

1. 선행연구의 검토

해운물류분야의 DEA모형을 이용한 효율성 분석에 관한 연구는 항만분야, 물류 및 해운기업분야 등 국내·외적으로 많은 연구논문이 발표되고 있다.

해운항만분야의 문헌을 살펴보면 주로 컨테이너항만터미널의 효율성 측정을 위한 논문이 주로 연구되고 있으며, 관련문헌의 내용은 다음과 같다.

Tongzon(2001)¹⁾은 전 세계 16개 컨테이너항만의 효율성 분석을 위해 선석 수, 크레인 수, 예인선 수, CY면적, 대기시간, 종사자 수 등을 투입변수로 설정하고 컨테이너물동량 및 작업시간 내 컨테이너이동 수치를 측정하는 선박작업율을 산출요소로 하는 CCR분석을 실시하였다. 분석결과 규모의 수익이 불변하다는 CCR모형에서 멜버른, 로테르담, 요코하마, 오사카항만이 비효율적인 항만운영을 하는 것으로 나타났다.

Valentine et al.(2002)²⁾는 투입요소로 CY면적, 부두 CFS, 크레인 수, 산출요소로 컨테이너물동량을 선정하여 전 세계 31개 항만을 대상으로 컨테이너항만의 효율성을 분석하였다.

Wang et al.(2003)³⁾는 DEA 및 FDH분석을 활용하여 전 세계28개 컨테이너항만의 효율성을 비교 분석하였다. 항만 및 터미널의사결정권자는 DEA와 FDH분석에서 나타난 결과를 모두 고려해서 의사결정을 하는 것이 중요할 것이라고 권고하였다.

Cullinane et al.(2006)⁴⁾는 DEA-CCR/BCC모형을 이용하여 전 세계30위 컨테이너항만의 효율성을 분석하였다. 분석모형으로 컨테이너산업의 특성을 고려한 산출중심모형을 사용하였으며, 효율성 측정의 정교한 분석을 위해 DEA모형과 SFA(확률추론모형)을 비교하였다.

Lin et al.(2007)⁵⁾는 홍콩, 싱가포르, 부산, 도쿄, 요코하마, 고베, 나고야, 오사카, 카오

-
- 1) Tongzon, J., "Efficiency measurement of selected Australian and other international ports using data envelopment analysis", *Transportation Research Part A*, Vol.35, 2001, 107-122.
 - 2) Valentine, V. C. and Gray, R., "Competition of Hub Ports: A Comparison between Europe and the Far East", *Korean Association of Shipping Studies*, Vol.35, 2002, 193-213.
 - 3) Wang, T. F., Cullinane, K. and Song, D. W., "Container port production efficiency: A Comparative Study of DEA and FDH approaches", *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, Vol.5, 2003, 698-713.
 - 4) Cullinane, K., Wang, T. F., Song, D. W. and Ji, P., "The technical efficiency of container ports: Comparing data envelopment analysis and stochastic frontier analysis", *Transportation Research Part A*, Vol.40, 2006, 354-374.
 - 5) Lin, L. C. and Tseng, C. C., "Operational performance evaluation of major container ports in the Asia-Pacific region", *Maritime Policy & Management*, Vol.34, No.6, 2007, 535-551.

습, 킵항 등 10개 주요컨테이너터미널의 효율성 측정을 위해 DEA CCR, BCC, A&P, SCE, D&G모형을 활용한 효율성을 분석하였다.

모수원(2010)⁶⁾은 부산항과 광양항의 컨테이너터미널 효율성 분석을 위해 DEA와 TOBIT분석을 활용하여 보다 정교한 효율성 측정을 시도하였다.

Wu et al.(2010)⁷⁾는 선진국 7개국, 개도국 15개국 중 21개 주요 컨테이너터미널을 선정하여 DEA 분석을 실시하였다. 기술효율성 분석결과 개도국의 상하이항, 치타공항, 산토스항이 효율적으로 나타났으며, 선진국항만은 LA항이 가장 높은 효율성 지수 0.764를 기록하였다. 분석의 특징으로는 투입요소를 하나씩 제거하여 효율성의 변화를 살펴보는 민감도분석(Sensitivity analysis)을 통해 효율성의 변화를 살펴본 것이 기존의 분석과는 다른 점이라고 할 수 있다. 기술효율성에 가장 큰 변화를 주는 투입요소로는 컨테이너크레인, 야드크레인을 포함한 터미널 내 이송장비의 수가 기술효율성에 가장 높은 영향을 주는 것으로 나타났다.

물류 및 해운기업의 효율성 분석에 대한 논문을 살펴보면 이형석, 김기석(2006)⁸⁾은 국내 50개 해운선사의 효율성 분석을 위해 투입요소로 종업원수, 고정자산, 총자산, 산출요소로 매출액, 영업이익, 당기순이익을 이용하여 DEA효율성 분석을 실시하였다. 대부분의 연구가 특정시점에 국한된 정태적인 연구였던 것인 반면 DEA-Window분석을 이용하여 10년간 12개 해운선사의 동태적효율성 추세와 안정성을 파악하였다.

박홍균(2010)⁹⁾은 글로벌 물류기업 전문정보사이트¹⁰⁾¹¹⁾를 활용하여 글로벌물류기업이 운영하고 있는 물류서비스에서 매출액에 따른 효율성을 DEA-CCR, BCC 및 초효율성 분석을 활용하여 비교분석함으로써 글로벌물류기업의 효율성 수준을 파악하였다.

Cheon et al.(2010)¹²⁾는 전 세계 96개 컨테이너항만을 대상으로 항만의 소유구조와 형태에 따른 효율성변화를 분석하였다. 분석결과 항만소유구조의 변화는 컨테이너처리 실적의 생산성향상에 긍정적인 영향을 주었으며, 규모가 큰 항만일수록 최적화된 항만 운영이 가능해 터미널운영 및 화물취급서비스의 향상을 달성할 수 있다고 하였다.

6) 모수원·이광배, “부산항과 광양항의 컨테이너터미널의 효율성”, 『한국항만경제학회지』, 제26집 제2호, 2010. 139-149.

7) Wu, Y-C. J. and Goh, M., “Container port efficiency in emerging and more advanced markets”, *Transportation Research Part E*, Vol.46, 2010, 1030-1042.

8) 이형석·김기석, “DEA모형을 이용한 우리나라 해운업체의 정태적·동태적 효율성 분석”, 『大韓經營學會誌』, 제19권 제4호(통권57호), 2006, 1197-1217.

9) 박홍균, “글로벌 물류기업의 효율성 분석”, 『한국항만경제학회지』, 제26집 제2호, 2010. 19-35.

10) LQ, INC. <http://www.logisticsquarterly.com>

11) ARMSTRONG&ASSOCIATES, INC. <http://www.3plogistics.com>

12) Cheon, S. H., Dowall, D. E. and Song, D. W., “Evaluating impacts of institutional reforms on port efficiency changes: Ownership, corporate structure, and total factor productivity changes of world container ports”, *Transportation Research Part E*, Vol.46, 2010, 546-561.

이상과 같은 항만, 물류 및 해운기업의 효율성 분석에 활용된 문헌은 다음 <표 1>과 같이 요약할 수 있다.

<표 1> 선행연구의 요약

연구자	연구방법	변수		평가대상
		투입	산출	
Wu and Goh(2010)	DEA-CCR/BC C/A&P/Cross efficiency	CY면적 선석길이 이송장비 수	컨테이너 처리실적	선진국(7개국), 개도국(15개국) 21개 주요 컨테이너항만
Cheon, Dowall and Song(2010)	MPI	선석길이 터미널면적 크레인 무게	컨테이너 처리실적	전 세계 96개 컨테이너항만
모수원(2010)	DEA-CCR/BCC/SUPER	컨테이너야드 크레인 수	컨테이너 처리실적	한국 부산항, 광양항
박홍균(2010)	DEA-CCR/BCC	고용원 수 IT시스템 수 창고 수	매출액	글로벌물류기업 40개사
Lin and Tseng(2007)	DEA-CCR/BCC	CY면적 크레인 수 선석길이 심해선석 수	항만도착선 수 컨테이너 처리실적	홍콩, 싱가포르, 한국, 대만 컨테이너항만
김기석 · 이형석 (2006)	DEA-Window	종업원수 고정자산 총자산	매출액 영업이익 당기순이익	한국 50개 해운선사
Cullinane, Wang and Song(2006)	DEA SFA	선석길이 터미널면적 크레인 수 야드크레인 수 이송장비 수	컨테이너 처리실적	전 세계 30위 컨테이너항만
Wang, Cullinane and Song(2003)	DEA FDH	선석길이 CY면적 크레인 수 야드크레인 수 이송장비 수	컨테이너 처리실적	전 세계 28개 컨테이너 항만
Valentine and Gray (2002)	DEA-CCR	CY면적 부두 CFS 크레인 수	컨테이너 처리실적	전 세계 31개 컨테이너 항만
Tongzon (2001)	DEA-CCR	크레인(예인선) 수 CY면적 대기시간 선석/인원수	컨테이너 처리실적 선박의 작업속도	전 세계 16개 주요 컨테이너항만

2. 효율성과 DEA분석방법

기업을 포함한 조직의 성과측정은 효율성(efficiency)과 효과성(effectiveness)을 동시에 고려하여 다양한 측정방법을 활용하고 있다.¹³⁾ 효율성이란 특정 기업 또는 조직이 한정된 자원을 사용하여 최대의 결과물을 산출해 내는 것을 말한다. DEA분석은 비모수적 효율성 측정방법으로서 사전에 구체적인 함수형태를 가정하고 모수를 측정하는 효율성 측정방법과는 달리 평가대상 DMU(Decision Making Unit)의 투입요소와 산출요소를 활용하여 가장 효율적인 프론티어를 도출한 후 각 평가대상 DMU들이 효율적 프론티어로부터 상대적으로 어느 정도 떨어져 있는지의 여부를 측정하는 분석방법이다.¹⁴⁾

Charnes et al.(1978)¹⁵⁾가 최초로 분석모형을 제시한 DEA분석은 공·항만, 의료, 금융 및 교육기관의 효율성 분석에 적용되고 있으며, 일반적으로 투입요소로 제시되는 것은 생산을 위해 소요되는 장비 및 노동 등이며 산출요소는 투입요소의 활동으로 발생한 결과물이다.

Ahn et al.(1988)¹⁶⁾는 DMU의 선정기준에 대하여 다음과 같은 두 가지 기준을 제시하고 있다.¹⁷⁾ 첫째, DMU는 투입요소와 산출요소를 스스로 통제할 수 있는 경제주체여야 한다는 것으로 각 DMU가 주어진 환경변화에 따라 투입물과 산출물에 대한 자원배분을 자율적으로 할 수 있어야 함을 의미한다. 둘째, DMU의 수는 효율성 측정값의 신뢰도를 높이기 위해 충분한 자유도를 허용할 수 있을 만큼 커야 하며 자유도는 산출 및 투입요소의 합에 대한 DMU의 상대적 크기에 의해 결정된다.

현재까지 연구된 DEA분석은 다양한 모형으로 연구되어 왔으며, 본 연구에서는 글로벌 해운선사의 효율성 측정의 정태적분석을 위해 CCR-O, BCC-O모형과 동태적분석을 위해 DEA-Window모형을 사용하였다. DEA분석의 핵심은 비효율적인 DMU의 효율성 개선을 위하여 최적의 효율적인 프론티어를 가진 벤치마킹(Benchmarking)대상을 찾는 데 있으며, 기본적으로 투입중심(Input oriented)모형과 산출중심(Output oriented)모형으로 나눌 수 있다. 투입중심 모형은 현재 산출요소수준을 유지하면서 투입요소수준을 최소화하는 데

13) Cooper, W. W., Seiford, L. M. and Tone, K., *Data envelopment analysis: A comprehensive text with models, applications, references and DEA-Solver software*, New York: Springer, 2007

14) 강범석, “균형성가표 기반 DEA/CEM에 의한 해운선사의 경영효율성 측정모형에 관한 연구”, 인천대학교 동북아물류대학원 박사학위 논문, 2010, 22-23.

15) Charnes, A., Cooper, W. W. and Rhodes, E. L., “Measuring the efficiency of decision making units”, *European Journal of Operational Research*, Vol.2, Issue 6, 1978, 429-444.

16) Ahn, T., Charnes, A. and Cooper, W. W., “Some Statistical and DEA Evaluations of Relative Efficiencies of Public and Private Institutions of Higher Learning”, *Socio-Economic Planning Sciences*, Vol.22, No.6, 1988, 259-269.

17) 이상철, “OECD국가들의 통신시장 효율성측정 -자료포락분석(DEA)을 이용하여-”, 중앙대학교 일반대학원 석사학위논문, 2001, 3-4.

목적이 있어 기업의 운영과 관리적인 측면(Operational and Managerial Issues)에 밀접하게 관련된 반면 산출중심모형은 현재 투입요소수준을 유지하면서 산출요소수준을 최대화하는 목적이 있어 기업의 전략과 계획수립 측면(Planning and Strategy formulation)에 중점을 두는 모형이다¹⁸⁾. 따라서 산출중심모형은 투입요소가 자본재이며 대규모의 자본이 일시에 투여되는 고정자산의 성격이 강한 해운선사, 물류기업, 공·항만, 철강 및 자동차 산업 등의 평가에서 유용하게 사용되는 DEA분석 모형이라고 할 수 있다.

3. DEA-Window 분석

DEA분석에서 DMU별 투입·산출요소가 기간별로 주어진 경우 기간별 효율성지수도 전체 시계열 관점에서 효율성의 흐름을 개략적으로 파악할 수는 있으나, 단위 DMU별로 특정 기간의 효율성 점수를 다른 기간의 효율성과 직접 비교하기에는 무리가 있다. 단위 DMU의 효율성 상승 또는 하락과 같은 변화추이나 효율성 변동의 안정성을 비교하기 위한 방법으로 DEA-Window분석을 이용할 수 있다.¹⁹⁾

<표 2> DEA-Window의 특성

구분	특성
윈도우 수	$w = k - p + 1$
각 DMU에 대한 전체 윈도우 수	nw
전체 DMU의 수	npw
윈도우 폭	$p = \begin{cases} \frac{k+1}{2} & k \text{는 홀수} \\ \frac{k+1}{2} \pm \frac{1}{2} & k \text{는 짝수} \end{cases} \text{ or } p \leq k^D$

자료: 김태혁·박춘광·김병철, “국내 손해보험회사의 효율성 및 결정요인에 대한 Static and Dynamic 분석”, 『財務管理研究』, 제25권, 제4호, 2008. 12. 190을 참고하여 재작성함.

주: 1) Al-Eraqi, A. S., Mustafa, A., Khader, A. T. and Barros, C. P., “Efficiency of Middle Eastern and East African Seaports: Application of DEA Using Window Analysis”, *European Journal of Scientific Research*, Vol.23, No.4, 2008, 601.

대부분 DEA 분석은 어떤 특정시점의 투입물과 산출물만을 기준으로 효율성만을 측정하는 횡단면분석을 주로 다루었으나, 환경의 변화에 따른 효율성의 동태적인 변화를 고려할 수 없다는 단점이 있어 이러한 단점을 보완할 수 있는 방법으로 등장한 것이 DEA-Window 분석이다.²⁰⁾

18) Wu, Y-C. J. and Goh, M., op. cit., 1032.

19) 박만희, 「효율성과 생산성 분석」, 한국학술정보(주), 2008, 102-111.

20) Itoh, H., “Efficiency Changes at Major Container Ports in Japan: A Window Application of

DEA-Window 분석²¹⁾을 하기 위해서는 먼저 여러 기간에 걸친 데이터를 수집한 후, 동태적인 변화를 관찰할 기간의 폭을 결정해야 한다.

각 윈도우에서는 같은 DMU라 하더라도 기간이 다르면 서로 다른 DMU로 간주된다. 예컨대 n 개의 DMU들에 대해 k 기간 동안의 데이터를 수집한 후, 윈도우의 폭을 p 로 결정했다고 가정하자 이때 각 윈도우의 기간은 <표 2>와 같으며, 윈도우의 수는 모두 $w = k - p + 1$ 이 된다. 분석기간 동안 윈도우 폭이 결정되면 각 윈도우에 대한 관찰치의 수는 일정하게 되고 윈도우 효율성 평가는 이동평균법처럼 순차적으로 윈도우 분석이 진행되게 된다. DEA-Window 분석은 각 DMU 효율성의 추세(trend), 안정성(stability), 계절적 변동(seasonal behavior)등을 분석할 수 있다.²²⁾²³⁾

DEA-Window 분석은 DMU수가 투입물과 산출물의 수에 비해 충분치 않을 때에도 분석이 가능하며, 이는 실제 DMU의 수가 n 개라 하더라도 윈도우의 폭을 p , 윈도우 수를 w 로 결정했다면 각 DMU에 대한 전체 윈도우 수는 nw 로 증가하고, 전체 DMU 수는 npw 로 증가하기 때문이다.

Cooper 등에 따르면 DEA분석에 있어서 투입요소의 수가 i 이고 산출요소의 수가 j 이면, DMU의 수 N 은 다음 식을 만족시켜야 한다고 제안한 바 있다.²⁴⁾

$$N \geq \max \{i \times j, 3(i + j)\}$$

III. 실증분석

1 자료 및 투입·산출요소의 선정

본 연구에서 사용된 데이터는 세계적인 해운항만 및 물류 전문지인 Containerisation International(CI) On-Line Data²⁵⁾의 각 선사별 Financial Data 2004~2007년 자료를 이용하였다. 2008년 1월 기준 CI-Online에 등록된 컨테이너선사는 406개이며, 분석대상은 상위 20위 선사 중 데이터 등록이 완전한 12개사를 분석대상인 DMU로 선정하였다.²⁶⁾

Data Envelopment Analysis”, *Review of Urban & Regional Development Studies*, Vol.14, No.2, 2002, 140.

21) 이형석·김기석, 전계서, 2006, 1201-1202.

22) 김태혁·박춘광·김병철, 전계서, 190.

23) 이형석·김기석, “DEA/Window 모형을 이용한 국내 생명보험산업의 상대적 효율성 분석”, 『한국콘텐츠학회논문지』, 2008, Vol.8, No.5, 194-195.

24) 이형석·김기석, 상계서, 196.

25) CI-Online Data를 활용한 최근 논문은 손용정, “세계 주요 컨테이너항만의 효율성 비교 연구”, 『한국환경경제학회지』, 제26집 제1호, 2010, 136-137.

CI-Online에 등록된 선사의 전체 컨테이너 선복량은 12,672,160TEU이며 상위 20위 선사가 차지하는 선복량은 전체 선복량의 72.8%인 9,150,155TEU이다. 분석대상 12개 선사의 선복량은 전체 컨테이너 선복량의 69.4%, 8,730,800TEU로 나타나 전반적인 컨테이너 업계의 특성을 반영한다고 할 수 있다.

해운산업의 경우 다른 산업의 투자에 비해 초기에 거액의 투자가 필요하고 그 회수 기간도 비교적 장기이며 영업자산인 선박의 도입에 막대한 자본의 선(先)투입이 필요한 자본집약적인 성격을 띠고 있다.²⁷⁾

본 연구에서는 기존연구를 바탕으로 하여 <표 3>과 같이 투입요소와 산출요소를 선정하였으며, 기존연구와 차별되는 것으로 투입 및 산출요소의 성격을 해운선사의 특성을 반영한 다음 두 가지를 들 수 있다. 첫째, 해운선사의 재무적인 효율성을 측정하기 위해 투입요소로 총 자산²⁸⁾을 선정하였으며 산출요소로 매출액 및 영업이익을 선정하였다. 둘째, 해운선사의 컨테이너부문 운영의 효율성을 측정하기 위해 산출요소로 컨테이너선박수 및 선복량과 산출요소로 컨테이너 취급실적으로 선정하였다. 기존연구의 한계점으로 나타난 투입·산출요소의 재무적 관점과 운영적 관점에서 해운선사의 특성을 고려한 구체적이고 물리적인 변수의 도입²⁹⁾을 적용했다는 것이 기존연구와 차별되는 점이라고 할 수 있다.

<표 3> 투입·산출 요소

구분	투입요소			산출요소		
	총자산 (X1)	컨테이너 선박수 (X2)	컨테이너 선복량 (X3)	매출액 (Y1)	영업 이익 (Y2)	컨테이너화물 취급실적 (Y3)
단위	US\$	척	TEU	US\$	US\$	TEU
변수설명	총 자산	컨테이너 선박수	전체 컨선 선복량	매출액	영업이익	컨테이너 취급량

연구의 실증분석에 앞서 종합적인 투입·산출요소의 기술통계량을 분석한 2008년 1월 말 <표 4>에서 선정된 12개 글로벌해운선사의 투입요소를 살펴보면 총 자산(X1)이 가장 많은 선사는 약US\$324억, 가장 적은 선사는 약US\$26억이며, 컨테이너 선복량(X3)의 경우 분석대상선사 평균선복량은 약43만TEU를 기록하였다. 산출요소 중 영업이익(Y2)의 평균은 약US\$13.6억이며, 컨테이너화물 취급실적(Y3)의 평균은 약463만TEU로 분석되었다.

26) Containerisation International On-line의 Fleet Statistics 중 각 선사의 Financial Report 자료 참조.

27) 김형준, “국내 해운업계의 외화환산회계”, 『Korea Investors Service』, 2001.12, 16.

28) Fn Guide에 따르면 글로벌해운선사 중 국내H사의 2009년 재무제표 분석결과 총자산 약7조9천억 원 중 선박이 차지하는 비중이 74.6%인 약5조9천억원을 기록하여 해운선사의 영업행위유발자산은 선박으로 볼 수 있어, 투입요소 선정이 타당하다고 볼 수 있음.

29) 이형석·김기석, 전계서, 2006, 1215.

<표 4> 글로벌해운선사의 투입·산출요소의 기술통계량

구분	X1	X2	X3	Y1	Y2	Y3
단위	US\$	척	TEU	US\$	US\$	TEU
최대값	32,413,300,000	446	1,622,966	28,664,400,000	4,046,760,000	12,400,000
최소값	2,598,320,000	44	189,242	3,809,000,000	142,000,000	2,157,000
평균	10,911,209,500	122.75	431,258.42	10,925,410,833	1,363,983,083	4,637,139.75
표준편차	8,707,571,521	100.36	365,542.89	7,720,716,165	1,316,506,026	2,727,642.78

<표 5>는 투입·산출요소간 상관관계를 나타낸 것으로 대부분의 변수가 0.5이상의 높은 상관관계를 나타내고 있으나, X2-Y2, X3-Y2, Y2-Y3는 각각 0.407, 0.358, 0.357로 변수 간 상관관계가 비교적 낮게 측정되었다.

<표 5> 투입·산출요소의 상관관계표

구분	X1	X2	X3	Y1	Y2	Y3
X1	1					
X2	0.776**	1				
X3	0.770**	0.993**	1			
Y1	0.985**	0.731**	0.719**	1		
Y2	0.772**	0.407**	0.358**	0.787**	1	
Y3	0.663*	0.927**	0.927**	0.590*	0.357	1

주: **p<0.01, *p<0.05

2. 분석 연구모형

기존의 DEA분석방법에서는 투입 및 산출요소의 특성을 고려하지 않고 다수의 투입 및 산출요소를 일시에 고려하여 분석하였으나, 본 연구에서는 투입 및 산출요소의 특성을 고려하여 총자산을 투입요소로 매출액과 영업이익³⁰⁾을 산출요소로 하는 재무성과 효율성 모형과 컨테이너 선박수와 선복량을 산출요소, 컨테이너 취급실적을 산출요소로 하는 운영성과 효율성 모형으로 구분하여 분석하였다.

효율성을 평가하는데 효율성과 관련된 모든 변수를 DEA 모형에 포함시키는 것은 현실적으로 불가능할 뿐만 아니라 효율적이지 못한 것으로 알려져 있으며, 이는 투입·산출변수가 증가하게 되면 효율적으로 평가되는 DMU 수가 증가하는 특징을 가지고 있

30) 박석호, “국내 대형조선업계의 효율성 및 생산성 분석”, 『한국항만경제학회지』, 제26집 제4호, 2010, 196.

기 때문에 투입·산출요소의 수를 제한함으로써 DMU 효율성을 적절하게 차별화시킬 필요가 있다.³¹⁾ DEA 모형은 투입중심(Input-Oriented)모형과 산출중심(Output-Oriented) 모형으로 구분된다. 투입중심모형은 운영과 관리적인 문제(Operational and Managerial Issues)와 밀접하게 관련되어 있으며, 산출중심모형은 계획 및 전략수립(Planning and Strategies)문제와 관련 있다고 할 수 있다.³²⁾ 투입중심모형은 안정적인 수요를 바탕으로 현재 산출수준을 유지하면서 투입물의 비용을 최소화하려는 ‘투입최소화(Input Minimization)’ 측정에 적합하다고 할 수 있는 반면, 산출중심모형은 현재와 같이 주어진 투입요소에서 산출물을 최대화하려는 ‘산출극대화(Output Maximization)’ 측정에 적합하다. 이러한 관점에서 해운업의 경우 신규 선박발주 및 투입과 같은 하드웨어는 단기기간에 확보되어 투입요소로써 활용될 수 없으므로, 장기간의 비즈니스 전략을 바탕으로 투입요소의 확충 계획을 수립하여야 한다. 따라서 해운선사는 주어진 선박 수 및 선박량의 운영 및 관리에 중점을 두기 보다는 매출액 및 컨테이너화물 취급실적 등과 같은 산출요소를 극대화시키는 전략이 효율성을 추구하기에 용이할 것으로 판단된다.

다음 <표 6>에 분석대상 연구모형을 정리하였으며, DEA분석의 세부모형은 주어진 투입요소 수준을 유지하면서 산출물을 극대화하는 산출중심(Output oriented)모형을 사용하였다. 산출중심모형은 투입요소가 자본재이며 대규모의 자본이 일시에 투입되는 고정자산의 성격이 강한 해운·항만, 철강 및 자동차 산업 등의 효율성 측정에 유용하게 사용되는 DEA분석 모형이라고 할 수 있으며, 분석을 위한 소프트웨어는 Cooper DEA-Solver Learning Ver 3.0이다.³³⁾

<표 6> 분석대상 연구모형

연구모형	투입요소			산출요소		
	X1	X2	X3	Y1	Y2	Y3
재무성과 효율성 모형 EFP(Efficiency of Financial Performance)	○			○	○	
운영성과 효율성 모형 EOP(Efficiency of Operational Performance)		○	○			○

31) 오준목, “컨테이너터미널의 효율성과 생산성에 관한 연구: 대기율을 중심으로”, 순천대학교 박사학위논문, 2010, 56.

32) Cullinane, K., Song, D. W., Ji P. and Wang, T. F., “An Application of DEA Windows Analysis to Container Port Production Efficiency”, *Review of Network Economics*, Vol.3, Issue 2, 2004, 191.

33) Zhu, J., *Quantitative models for performance evaluation and benchmarking: Data envelopment analysis with spreadsheets and DEA Excel Solver*, Boston: Kluwer Academic, 263.

3. 실증분석 결과

1) 정태적 분석

(1) EFP(재무성과 효율성)모형

본 연구에서는 2007년도 글로벌해운선사의 재무성과 효율성을 분석하기 위한 EFP모형과 운영성과 효율성을 분석하기 위한 EOP모형으로 구분하여 분석하였으며, DEA분석 중 산출중심분석인 CCR-O, BCC-O모형을 사용하였다. <표 7>은 정태적 EFP분석 결과로 수집된 12개 글로벌해운선사의 자료를 분석하여 2007년도 Eccr(기술효율성), Ebcc(순수기술효율성), SE(규모효율성)³⁴⁾과 RTS(규모수익), 참조빈도 및 집단결과이다. 정태적 EFP분석결과 첫째, Eccr에서 COSCO, APL은 효율성 지수 1을 기록하여 효율적으로 운영되고 있는 선사로 측정되었으며, CCR의 참조빈도는 COSCO의 경우 3개 선사가 벤치마킹대상으로 삼고 있는 반면, APL은 COSCO를 제외한 모든 선사가 벤치마킹대상으로 삼고 있는 것으로 평가되었다.

<표 7> 정태적 EFP분석결과

Seq.	DMU	효율성			RTS	참조빈도 및 집단			
		Eccr	Ebcc	SE		CCR빈도	CCR집단	BCC빈도	BCC집단
1	MAERSK	0.481	1	0.481	DRS	0	4	0	1
2	COSCO	1	1	1	CRS	3	2	2	2
3	CSCL	0.539	0.581	0.928	DRS	0	2,4	0	2,4,7
4	APL	1	1	1	CRS	10	4	7	4
5	OOCL	0.544	0.585	0.929	DRS	0	2,4	0	2,4,7
6	NYK	0.551	0.963	0.572	DRS	0	4	0	4,7
7	MOL	0.842	1	0.842	DRS	0	2,4	6	7
8	HANJIN	0.628	0.811	0.774	DRS	0	4	0	4,7
9	KLINE	0.656	0.905	0.724	DRS	0	4	0	4,7
10	YML	0.861	1	0.861	IRS	0	4	1	10
11	ZIM	0.661	0.704	0.939	IRS	0	4	0	4,10
12	HMM	0.480	0.611	0.787	DRS	0	4	0	4,7
평균		0.687	0.847	0.820	-	-	-	-	-

둘째, Ebcc에서는 Maersk, COSCO, APL, MOL, YML 등 5개 선사가 효율성 지수 1을 기록하였다. 이 중 COSCO와 APL은 Eccr 뿐만 아니라 Ebcc에서 유일하게 1을 기록, SE역시 1로 판명되어 재무적으로 가장 효율적인 경영활동을 하고 있는 것으로 평가되었다.

34) 규모효율성(SE)=기술효율성(Eccr)/순수기술효율성(Ebcc)로 산정

DEA를 활용한 글로벌해운선사의 효율성측정

셋째, CSCL, OOCL의 경우 Eccr과 Ebcc 값이 모두 0.6 이하임에도 불구하고 SE가 0.9이상으로 나타나 이들 업체들은 전반적으로 비효율적으로 운영을 하고 있지만 규모 효율성 면에서 타 선사보다 우위에 있음을 알 수 있다.

넷째, Maersk의 경우 Eccr이 0.481로 이는 51.9%³⁵⁾의 경영 비효율성을 가지고 있으며, 이러한 비효율성은 규모비효율성을 초래하여 결국 규모의 수익효과가 감소하는 결과를 가져왔다. YML의 경우 Eccr에서 13.9%의 경영 비효율성이 있는 것으로 평가되며 규모비효율성의 개선은 투입요소의 증가로서 효율성을 개선시킬 수 있는 규모수익 체증(IRS)효과가 있는 것으로 분석되었다.

마지막으로 분석대상 선사의 전체적인 Eccr은 최적프론티어 대비 평균 0.687로 31.3%의 경영비효율성을 가지고 있다. 이러한 비효율성을 순수기술비효율성과 규모비효율성으로 나누어 살펴보면 15.3%의 순수기술비효율성과 18%의 규모비효율성이 존재함으로 기술비효율성은 규모비효율성에 더 큰 원인이 있다고 할 수 있으며, 규모수익을 살펴보면 규모수익감소(DRS)가 12개 선사 중 8개인 67%로 현재 글로벌선사들이 적정 규모를 넘어섰다고 할 수 있다.

(2) EOP(운영성과 효율성)모형

2007년 글로벌해운선사의 운영성과 효율성을 분석하기 위한 정태적 EOP분석결과 수집된 12개 선사의 Eccr, Ebcc, SE, RTS, 참조빈도 및 집단결과는 <표 8>과 같다.

<표 8> 정태적 EOP분석결과

Seq.	DMU	효율성			RTS	참조빈도 및 집단			
		Eccr	Ebcc	SE		CCR빈도	CCR집단	BCC빈도	BCC집단
1	MAERSK	0.461	1	0.461	DRS	0	3	1	1
2	COSCO	0.752	0.775	0.970	DRS	0	3	0	1,3
3	CSCL	1	1	1	CRS	11	3	9	3
4	APL	0.669	0.676	0.989	IRS	0	3	0	3,12
5	OOCL	0.908	0.953	0.953	IRS	0	3	0	3,12
6	NYK	0.656	0.684	0.958	IRS	0	3	0	3,12
7	MOL	0.559	0.608	0.919	IRS	0	3	0	3,12
8	HANJIN	0.801	0.857	0.934	IRS	0	3	0	3,12
9	KLINE	0.568	0.650	0.874	IRS	0	3	0	3,12
10	YML	0.663	0.793	0.835	IRS	0	3	0	3,12
11	ZIM	0.565	0.731	0.774	IRS	0	3	0	3,12
12	HMM	0.813	1	0.813	IRS	0	3	8	12
평균		0.701	0.811	0.874	-	-	-	-	-

35) 가장 효율적으로 경영한 해운회사의 최적 효율성을 1로 볼 경우 비효율성은 1-0.481=0.519

정태적 EOP분석결과 첫째, Eccr 뿐만 아니라 Ebcc에서 CSCL만이 유일하게 효율성 지수 1을 기록하여 효율적인 선사로 나타났으며, CCR의 참조빈도는 11개 선사가 CSCL을 벤치마킹대상으로 삼고 있어 컨테이너부문 운영성과가 탁월한 해운선사임을 알 수 있다.

둘째, Ebcc에서는 Maersk, CSCL, HMM 등 3개 선사가 효율적인 선사로 측정되었으며, CSCL만이 Eccr 뿐만 아니라 Ebcc와 SE에서 유일하게 효율성 지수 1로 측정되어 컨테이너화물취급 운영면에서 가장 효율적인 경영활동을 하고 있는 것으로 측정되었다.

셋째, MOL의 경우 Eccr과 Ebcc값 모두 0.65 이하임에도 불구하고 SE가 0.9이상으로 나타나 전반적인 효율성이 비효율적으로 나타났음에도 불구하고 규모효율성 면에서 타 선사보다 우위에 있음을 알 수 있다.

넷째, EFP모형과 유사하게 Maersk의 경우 Eccr이 0.461로 53.9%의 경영비효율성을 가지고 있어 규모의 수익감소와 같은 규모비효율성을 초래하고 있는 반면, HMM의 경우 Eccr이 0.813이며 투입요소의 일정한 증가가 산출요소의 월등한 증가를 가져오는 규모수익체증(IRS)으로 나타나 규모의 증대를 통해 비효율성을 개선할 수 있을 것으로 판단된다.

마지막으로 분석대상 선사 전체적인 기술효율성은 최적프론티어 대비 평균 29.1%의 경영비효율성을 가지고 있다. 이러한 비효율성을 순수기술비효율성과 규모비효율성으로 나누어 살펴보면 순수기술비효율성 18.9%, 규모비효율성 12.6%로 순수기술비효율성에 더 큰 원인이 있다고 할 수 있으며, 규모수익체증(IRS)이 12개 선사 중 9개인 75%로 Maersk, COSCO, CSCL을 제외한 글로벌해운선사들은 투입요소 증대로 더 큰 산출을 달성할 수 있음을 알 수 있다.

2) 동태적 분석

글로벌해운선사의 동태적 효율성을 분석하기 위하여 DEA-Window 모형을 사용하였으며, CCR-O 효율성을 구한 결과는 <표 9>, <표 10>과 같다.

동태적 분석에 활용된 해운선사 수(n)는 12, 분석기간(k)은 2004년에서 2007년까지의 4년, 윈도우의 폭(p)은 2, 윈도우 수(w)는 모두 3개이며, 앞서 살펴본 <표 2>에 의거 각 DMU에 대한 전체 윈도우 수는 DMU수(nw)는 36개, 전체 윈도우의 DMU수(npw)는 72개가 된다.

평균은 각 해운선사의 윈도우별 2년간 효율성을 평균한 것이며, 전체평균과 SD는 3개 윈도우평균의 평균값과 표준편차이다.

LDY(Largest Difference between scores in the same Year)는 각 해운선사의 동일 연도 효율성 값 차이 중 최대값을 의미하고, LDP(Largest Difference between scores across the entire Period)는 전체기간 효율성 값의 최대값과 최소값의 차이를 의미한다.

(1) EFP(재무성과 효율성)모형

총자산의 투입요소와 매출액과 영업이익의 산출요소를 포함하는 DEA-Window모형

<표 9> 동태적 EFP(2004~2007년 재무성과 효율성모형) DEA-Window(CCR-O)분석결과

Company	2004	2005	2006	2007	평균	전체평균	SD	LDY	LDP
MAERSK	0.842	0.625			0.734	0.500	0.175	0.340	0.573
		0.622	0.282		0.452				
			0.269	0.358	0.314				
COSCO	0.526	0.732			0.629	0.766	0.106	0.226	0.474
		0.732	0.833		0.783				
			0.774	1	0.887				
CSCL	0.948	0.882			0.915	0.679	0.186	0.444	0.533
		0.882	0.438		0.660				
			0.415	0.506	0.461				
APL	0.893	0.743			0.818	0.822	0.032	0.171	0.205
		0.699	0.870		0.785				
			0.823	0.904	0.864				
OOCL	0.828	0.710			0.769	0.671	0.084	0.118	0.313
		0.706	0.656		0.681				
			0.612	0.515	0.564				
NYK	0.591	0.783			0.687	0.595	0.106	0.238	0.391
		0.770	0.532		0.651				
			0.502	0.392	0.447				
MOL	0.832	0.740			0.786	0.735	0.037	0.196	0.212
		0.740	0.660		0.700				
			0.620	0.816	0.718				
HANJIN	0.924	0.825			0.875	0.568	0.231	0.440	0.643
		0.733	0.293		0.513				
			0.281	0.351	0.316				
KLINE	0.591	1			0.796	0.741	0.123	0.409	0.531
		1	0.713		0.857				
			0.671	0.469	0.570				
YML	0.806	0.780			0.793	0.497	0.225	0.622	0.667
		0.761	0.139		0.450				
			0.139	0.356	0.248				
ZIM	0.968	1			0.984	0.626	0.274	0.301	0.766
		0.725	0.424		0.575				
			0.405	0.234	0.320				
HMM	0.814	0.601			0.708	0.688	0.043	0.744	0.744
		0.457	1		0.729				
			1	0.256	0.628				

으로 2004년부터 2007년까지 4년간 글로벌 해운선사의 동태적인 EFP를 측정하였다.

<표 9>의 SD, LDY, LDP 측정값을 활용하여 2004~2007년간 12개 글로벌해운선사의 재무성과 효율성에 대한 동태적분석을 실시할 수 있다.

분석기간 전체의 EFP평균을 살펴보면 0.822의 APL가 가장 높은 효율성을 기록하였으며, Maersk는 0.500으로 분석기간 전체의 EFP가 가장 낮게 측정되었다.

분석기간 중 효율성 변화의 SD를 살펴보면 가장 안정적인 것으로 평가된 해운선사는 APL로 0.032이고, 반면 불안정한 것으로 평가된 선사는 SD가 0.274인 ZIM으로 나타났다.

각 글로벌해운선사의 연도별 효율성값 차이 중 최대값인 LDY값이 가장 작은 선사는 2004~2005년의 OOCL로 0.118을 기록하여, 연도별 재무성과 효율성 측면에서 가장 안정적인 운영을 한 것으로 분석된 반면, LDY값이 가장 큰 선사는 2006~2007년의 HMM으로 0.744를 기록하여 연도별 효율성이 가장 불안정했던 것으로 나타났다.

분석 전 기간 효율성 값의 최대값과 최소값의 차이인 LDP값이 작은 선사는 APL, MOL로 각각 0.205, 0.212로 최근 4년간 EFP의 변화가 가장 작았다는 것을 알 수 있고, 반면에 ZIM경우 0.766로 분석기간 동안 효율성 변화가 가장 컸음을 알 수 있다.

(2) EOP(운영성과 효율성)모형

분석대상 선사의 동태적인 컨테이너화물취급 EOP를 분석하기 위해 선박수, 선복량의 투입요소와 컨테이너 취급실적을 산출요소로 하는 DEA-Window분석을 실시하였다.

<표 10>의 SD, LDY, LDP 측정값을 활용하여 2004~2007년간 12개 글로벌해운선사의 운영성과 효율성에 대한 동태적분석을 파악할 수 있다.

분석기간 전체의 컨테이너화물취급 EOP 평균을 살펴보면 0.963, 0.939의 OOCL, HMM이 높은 효율성을 기록하였으며, EFP와 마찬가지로 Maersk는 분석대상 선사 중 컨테이너화물취급 EOP가 가장 낮은 0.554로 측정되었다. 효율성 변화의 표준편차(SD)를 살펴보면 가장 안정적인 EOP를 기록한 선사는 MOL로 0.025로 나타났으며, 반면 불안정한 것으로 평가된 선사는 표준편차가 0.103인 KLINE으로 나타났다.

각 글로벌해운선사의 연도별 효율성값 차이 중 최대값인 LDY값이 가장 작은 선사는 2005~2006년의 APL로 0.038을 기록하여 연도별 컨테이너화물취급 EOP 측면에서 가장 안정적인 운영을 한 것으로 분석된 반면 LDY값이 가장 큰 선사는 2004~2005년의 KLINE으로 0.352를 기록하여 연도별 효율성이 가장 불안정했던 것으로 나타났다.

분석 전 기간 효율성 값의 최대값과 최소값의 차이인 LDP값이 작은 선사는 OOCL, Hanjin으로 각각 0.103, 0.129로 최근 4년간 컨테이너화물취급 EOP의 변화가 가장 작았다는 것을 알 수 있고, 반면에 KLINE의 경우 0.432로 분석기간 동안 효율성 변화가 가장 컸음을 알 수 있다.

DEA를 활용한 글로벌해운선사의 효율성측정

<표 10> 동태적 EOP(2004~2007년 운영성과 효율성모형) DEA-Window(CCR-O)분석결과

Company	2004	2005	2006	2007	평균	전체평균	SD	LDY	LDP
MAERSK	0.640	0.588			0.614	0.554	0.074	0.167	0.243
		0.681	0.514		0.598				
			0.438	0.461	0.450				
COSCO	0.779	0.831			0.805	0.819	0.072	0.120	0.248
		0.973	0.853		0.913				
			0.725	0.752	0.739				
CSCL	0.860	0.803			0.832	0.898	0.049	0.175	0.197
		0.928	0.970		0.949				
			0.825	1	0.913				
APL	0.700	0.710			0.705	0.711	0.048	0.038	0.151
		0.792	0.754		0.773				
			0.641	0.669	0.655				
OOCL	0.928	0.962			0.945	0.939	0.028	0.060	0.103
		1	0.940		0.970				
			0.897	0.908	0.903				
NYK	0.859	0.779			0.819	0.764	0.072	0.080	0.204
		0.837	0.786		0.812				
			0.669	0.655	0.662				
MOL	0.552	0.521			0.537	0.563	0.025	0.114	0.132
		0.539	0.653		0.596				
			0.556	0.559	0.558				
HANJIN	0.680	0.672			0.676	0.710	0.032	0.096	0.129
		0.674	0.730		0.702				
			0.705	0.801	0.753				
KLINE	1	0.648			0.824	0.701	0.103	0.352	0.432
		0.739	0.674		0.707				
			0.574	0.568	0.571				
YML	0.740	0.714			0.727	0.731	0.059	0.063	0.179
		0.837	0.774		0.806				
			0.658	0.662	0.660				
ZIM	0.704	0.688			0.696	0.671	0.072	0.121	0.239
		0.804	0.683		0.744				
			0.581	0.565	0.573				
HMM	1	0.998			0.999	0.963	0.052	0.153	0.187
		1	1		1.000				
			0.966	0.813	0.890				

2004~2007년까지 1년 단위로 EFP, EOP분석결과추이를 살펴보면 2004~2005, 2005~2006, 2006~2007년까지 EFP 평균효율성이 0.791, 0.653, 0.528로 지속적인 하락세를

기록한 반면, EOP는 같은 기간 동안 0.765, 0.797, 0.694로 EFP에 비해 상대적인 낙폭이 크지 않은 점으로 미루어 볼 때, 해운선사의 효율성은 컨테이너화물취급 EOP의 변동보다 해상운임의 변동에 따른 EFP의 변화가 더욱 크다는 것을 알 수 있다. 과거 화주와의 운임협상에서 독점적 지위를 누렸던 해운선사들은 최근 유럽의회의 해운동맹철폐조치³⁶⁾와 미국 연방해사위원회³⁷⁾의 경쟁법(Competition law)제고 및 반독점법(Anti-trust law)을 적용하여 선사의 협력행위를 규제하려는 움직임이 가속화됨에 따라 해운동맹의 영향력이 대폭 축소될 것에 대비하여야 한다.

IV. 결론

본 연구에서는 DEA분석방법 중 CCR-O/BCC-O, Window분석을 활용하여 글로벌해운선사의 EFP(재무성과효율성)과 컨테이너화물취급 EOP(운영성과효율성)의 두 가지 측면의 정태적·동태적 분석을 실시하였으며, 분석결과는 다음과 같다.

첫째, 2007년도 EFP분석결과 Ebcc(순수기술효율성), Eccr(기술효율성)모두 1로 나타난 선사는 APL, COSCO 등 2개사로 나타나 다른 선사에 비해 재무적으로 가장 효율적인 경영활동을 하고 있는 것으로 나타났다. 분석대상 선사 전체적인 기술효율성은 최적프론티어 대비 평균68.7%의 경영효율성을 나타내고 있으며, 비효율성의 원인은 규모비효율성에 더 큰 원인이 있다고 할 수 있다. 또한 동태적 EFP분석결과(2004~2007년) 가장 높은 효율성을 기록한 선사는 APL로 분석기간 평균 0.822의 효율성을 나타냈으며, 효율성변화의 표준편차와 LDP 역시 0.032, 0.205로 APL이 가장 낮아 안정적인 운영을 한 것으로 평가되었다.

둘째, 2007년도 EOP분석결과 Ebcc(순수기술효율성), Eccr(기술효율성)모두 1로 나타난 선사는 CSCL로 나타나 다른 선사에 비해 운영성과효율성이 가장 높은 선사라 할 수 있다. 분석대상 선사의 전체적인 기술효율성은 최적프론티어 대비 평균70.1%의 경영효율성을 나타내고 있으며, 비효율성의 원인은 순수기술비효율성에 더 큰 원인이 있다고 할 수 있으며 투입요소증대로 더 큰 산출을 달성할 수 있을 것이라 예상되는 규모수익증가선사는 12개 선사 중 9개 선사로 나타났다. 동태적 EOP분석결과(2004~2007년) 가장 높은 평균효율성을 기록한 선사는 HMM(0.963), OOCL(0.939)로 나타났으며, 효율성변화의 표준편차 역시 각각 0.052, 0.028로 낮게 나타나 안정적인 운영을 한 것

36) 2008년 10월 18일 유럽의회(EC:European Council)는 유럽정기선사의 공동운임설정 및 선복량 조절행위를 금지하는 해운동맹(liner conference)철폐를 결정하였음. 단 시장점유율이 30%이하인 선사의 경우 선사 간 컨소시엄구성을 허용하였으나, 운임담합은 불허함.

37) 한국화주협의회, “2010년 아시아화주협의회(ASC)-세계화주포럼(GSF)연례회의”, 「참가결과보고서」, 2010. 9. 13.

로 평가되었다.

EFP모형의 규모수익(RTS)측면에서 YML, ZIM의 경우 규모비효율성의 개선은 투입 요소의 1% 증가로 산출요소가 1% 이상 증가하여 효율성을 개선시킬 수 있는 규모수익체증(IRS)효과가 있는 것으로 측정되어, 총 자산(X1)의 증가를 통한 EFP개선을 달성할 수 있는 전략이 필요할 것이다. 반면 Maersk, CSCL, OOCL, NYK, MOL, Hanjin, KLINE, HMM의 경우 규모수익체감(DRS)효과가 있는 것으로 측정되어, 투입요소인 총 자산(X1)을 감소시킴으로써 투입요소 대비 산출요소 비율을 개선³⁸⁾시켜 EFP를 제고시킬 수 있다.

기존연구는 DEA분석을 위해 선정된 투입·산출요소가 기업의 특성을 고려하지 않고 재무적관점에만 편중되어 있다는 한계가 있었으나, 본 연구에서는 해운기업의 특성을 고려한 변수를 투입·산출요소로 도입한 점에 연구의 기여가 있다고 본다. 그러나 선복량 기준으로 큰 비중을 차지하는 해운선사³⁹⁾의 데이터 누락, 글로벌경제위기 이후 해운물류환경 변화에 따른 효율성 분석이 이뤄지지 않은 점, 정기선 및 부정기선의 재무적성과를 구분하지 않고 투입·산출변수로 활용했다는 점이 한계점이라고 할 수 있다. 향후에는 DMU 효율성 변화와 최적프론티어의 기술변화를 동시에 고려할 수 있는 MPI(Malmquist Productivity Index)분석을 통해 총요소생산성 증가율의 변화를 측정하는 것도 의미가 있는 연구가 될 수 있을 것이다.

참고문헌

- 강범석, “균형성가표 기반 DEA/CEM에 의한 해운선사의 경영효율성 측정모형에 관한 연구”, 인천대학교 동북아물류대학원 박사학위 논문, 2010.
- 김태혁·박춘광·김병철, “국내 손해보험회사의 효율성 및 결정요인에 대한 Static and Dynamic 분석”, 『財務管理研究』, 제25권, 제4호, 2008. 12, 183-211.
- 김형준, “국내 해운업계의 외화환산회계”, 『Korea Investors Service』, 2001.12, 16.
- 모수원·이광배, “부산항과 광양항의 컨테이너터미널의 효율성”, 『한국항만경제학회지』, 제26집 제2호, 2010. 139-149.
- 박만희, 「효율성과 생산성 분석」, 한국학술정보(주), 2008.
- 박석호, “국내 대형조선업계의 효율성 및 생산성 분석”, 『한국항만경제학회지』, 제26집 제4호, 2010, 188-206.
- 박홍균, “글로벌 물류기업의 효율성 분석”, 『한국항만경제학회지』, 제26집 제2호, 2010. 19-35.

38) 이정동·오동현, 「효율성 분석이론」, IB Book, 2010, 100-101

39) 2008년 1월 선복량 기준 MSC(2위), CMA CGM(3위), Evergreen Line(4위), Hapag-Lloyd(5위)

한국항만경제학회지 제27집 제1호

- 손용정, “세계 주요 컨테이너항만의 효율성 비교 연구”, 『한국항만경제학회지』, 제26집 제1호, 2010, 131-143.
- 오준목, “컨테이너터미널의 효율성과 생산성에 관한 연구: 대기율을 중심으로”, 순천대학교 박사학위논문, 2010.
- 이상철, “OECD국가들의 통신시장 효율성측정 -자료포락분석(DEA)을 이용하여-”, 중앙대학교 일반대학원 석사학위논문, 2001.
- 이정동·오동현, 『효율성 분석이론』, IB Book, 2010.
- 이형석·김기석, “DEA모형을 이용한 우리나라 해운업체의 정태적·동태적 효율성 분석”, 『大韓經營學會誌』, 제19권 제4호(통권57호), 2006, 1197-1217.
- 이형석·김기석, “DEA/Window 모형을 이용한 국내 생명보험산업의 상대적효율성 분석”, 『한국콘텐츠학회논문지』, 2008, Vol.8, No.5, 192-206.
- 한국화주협의회, “2010년 아시아화주협의회(ASC)-세계화주포럼(GSF)연례회의”, 「참가결과 보고서」, 2010. 9. 13.
- Ahn, T., Charnes C. and Cooper, W. W., “Some Statistical and DEA Evaluations of Relative Efficiencies of Public and Private Institutions of Higher Learning”, *Socio-Economic Planning Sciences*, Vol.22, No.6, 1988, 259-269.
- Al-Eraqi, A. S., Mustafa, A., Khader, A. T. and Barros, C. P., “Efficiency of Middle Eastern and East African Seaports: Application of DEA Using Window Analysis”, *European Journal of Scientific Research*, Vol.23, No.4, 2008, 597-612.
- Charnes, A., Cooper, W. W. and Rhodes, E. L., “Measuring the efficiency of decision making units”, *European Journal of Operational Research*, Vol.2, Issue 6, 1978, 429-444.
- Cheon, S. H., Dowall, D. E. and Song, D. W., “Evaluating impacts of institutional reforms on port efficiency changes: Ownership, corporate structure, and total factor productivity changes of world container ports”, *Transportation Research Part E*, Vol.46, 2010, 546-561.
- Cooper, W. W., Seiford, L. M. and Tone, K., *Data envelopment analysis: A comprehensive text with models, applications, references and DEA-Solver software*, New York: Springer, 2007.
- Cullinane, K., Song, D. W., Ji P. and Wang, T. F., “An Application of DEA Windows Analysis to Container Port Production Efficiency”, *Review of Network Economics*, Vol.3, Issue 2, 2004, 184-206.
- Cullinane, K., Wang, T. F., Song, D. W. and Ji, P., “The technical efficiency of container ports: Comparing data envelopment analysis and stochastic frontier analysis”, *Transportation Research Part A*, Vol.40, 2006, 354-374.
- Itoh, H., “Efficiency Changes at Major Container Ports in Japan: A Window Application

- of Data Envelopment Analysis”, *Review of Urban & Regional Development Studies*, Vol.14, No.2, 2002, 133-152.
- Lin, L. C. and Tseng, C. C., “Operational performance evaluation of major container ports in the Asia-Pacific region”, *Maritime Policy & Management*, Vol.34, No.6, 2007, 535-551.
- Tongzon, J., “Efficiency measurement of selected Australian and other international ports using data envelopment analysis”, *Transportation Research Part A*, Vol.35, 2001, 107-122.
- Valentine, V. C. and Gray, R., “Competition of Hub Ports: A Comparison between Europe and the Far East”, *Korean Association of Shipping Studies*, Vol.35, 2002, 193-213.
- Wang, T. F., Cullinane, K. and Song, D. W., “Container port production efficiency: A Comparative Study of DEA and FDH approaches”, *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, Vol.5, 2003, 698-713.
- Wu, Y-C. J. and Goh, M., “Container port efficiency in emerging and more advanced markets”, *Transportation Research Part E*, Vol.46, 2010, 1030-1042.
- Zhu, J., *Quantitative models for performance evaluation and benchmarking: Data envelopment analysis with spreadsheets and DEA Excel Solver*, Boston: Kluwer Academic, 2003.
- ARMSTRONG&ASSOCIATES, INC. <http://www.3plogistics.com>
- Bloomberg <http://www.bloomberg.com>
- Clarksons. <http://www.clarksons.net>
- Containerisation International On-line <http://www.ci-online.co.uk>
- Fn Guide <http://www.fnguide.com>
- LQ, INC. <http://www.logisticsquarterly.com>

국문 요약

DEA를 활용한 글로벌 해운선사의 효율성 측정

방희석 · 강효원

최근까지 해운산업은 글로벌금융위기에 따른 컨테이너물동량 감소, 선복과잉 등 악재가 거듭되어 일부 선사는 유동성 위기까지 겪어 왔으며, 대형선사의 초대형컨테이너선의 경쟁적인 발주에 기인한 해운시황 악화의 우려가 심화되고 있는 상황이다. 이러한 해운산업의 악조건 속에서 효율적인 기업운영을 하기 위해서는 기업의 효율성 측정이 반드시 필요하다.

최근 해운산업의 효율성에 관련된 연구는 컨테이너항만 및 터미널효율성 측정에 관련된 연구가 다수 이뤄져왔으며, 해운선사 및 물류기업에 대한 효율성 측정에 대한 연구는 미진하였다.

본 연구는 DEA분석방법 중 CCR-O/BCC-O, Window분석을 활용하여 글로벌해운선사에 대한 재무성과효율성(EFP)과 컨테이너화물취급 운영성과효율성(EOP)을 정태적·동태적 분석으로 구분하였으며, 현재 해운산업 위기 극복을 위한 전략 및 계획수립관점에서 효율성을 분석했다. 효율성측정 변수들 간에는 정(+)의 상관관계가 나타났다.

정태적 분석(2007년)에서 재무성과효율성(EFP)은 APL, COSCO이 가장 재무적으로 효율적인 경영활동을 하고 있는 것으로 분석되었으며, 운영성과효율성(EOP)은 CSCL이 가장 높은 운영성과효율성을 기록하였다.

동태적 분석(2004~2007년)에서 재무성과효율성이 가장 높은 선사는 APL이며, 운영성과효율성은 HMM, OOCL이 높은 것으로 나타났다.

해운기업의 효율성을 회복시키기 위해서는 선복량 조정을 통한 해상운임의 회복이 필요한 것으로 분석되었다. 또한 본 연구에서는 글로벌해운기업의 경쟁력 평가의 기초자료 제공, 비효율성의 원인 및 특정한 도출 등을 통해 가장 효율적인 글로벌해운기업을 선정하여 비효율적인 기업을 위한 벤치마킹 정보도 제공하였다.

핵심 주제어 : 해운선사, 동태적·정태적 효율성, DEA, DEA-Window