



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

物流學碩士 學位論文

컨테이너 터미널의 생산성 평가지표에 관한 연구

- 부산항 북항을 중심으로 -

Productivity Evaluation Indicator of Container Terminal

- Focusing on Busan North Port -

指導教授 郭圭錫

2008年 月

韓國海洋 大學校 海事産業大學院

港灣物流學科

徐正泰

本 論文을 徐正泰의 物流學碩士 學位論文으로 認准함.

委員長 南 奇 燦 (인)

委 員 安 奇 明 (인)

委 員 郭 圭 錫 (인)

2008 年 月

韓 國 海 洋 大 學 校 海 事 產 業 大 學 院

港 灣 物 流 學 科

차 례

Abstract

제1장 서론	1
제1절 연구의 배경 및 목적	1
제2절 연구의 방법 및 내용	2
제2장 컨테이너 터미널의 경쟁환경 변화	4
제1절 대외적 환경변화	4
제2절 환경변화가 컨테이너터미널에 미치는 영향	8
제3장 컨테이너터미널의 생산성 개념	14
제1절 생산성의 개념	14
제2절 컨테이너터미널의 생산성 개념	14
제3절 컨테이너 터미널의 생산성 측정사례	17
제4절 분석 결과 및 시사점	20
제4장 컨테이너터미널 생산성에 미치는 요인분석	22
제1절 컨테이너터미널의 기능 및 시설	22
제2절 하역 및 이송장비	24
제3절 야드운영시스템	26

제4절 자동화컨테이너 터미널	-----	27
제5절 정보시스템	-----	28
제6절 노무공급시스템	-----	30
제7절 연계수송체계	-----	30
제8절 시사점	-----	30
제5장 컨테이너터미널 생산성 평가지표 선정	-----	31
제1절 컨테이너터미널 프로세스별 기본생산성 평가지표 분석	-----	31
제2절 컨테이너 터미널 생산성 평가지표 선정	-----	37
제3절 컨테이너 터미널 생산성 평가지표 적용	-----	40
제4절 컨테이너 터미널 생산성 평가지표 비교·분석	-----	47
제5절 평가	-----	49
제6장 결론	-----	50

표 차 례

<표 2-1> 동아시아 컨테이너 항만물동량 추이 및 전망	4
<표 2-2> 동아시아 환적물동량 전망	4
<표 2-3> 정기선사의 항만운영현황	5
<표 2-4> 글로벌운영사의 동북아 항만진출현황	6
<표 2-5> 컨테이너 선박의 대형화 단계	8
<표 2-6> 향후 컨테이너터미널의 규모전망	9
<표 2-7> 화북지역 항만의 현황 및 개발 계획	10
<표 2-8> 상해 컨테이너터미널 시설현황	11
<표 2-9> 요코하마 컨테이너터미널 시설현황	12
<표 3-1> 컨테이너터미널의 생산성 측정방법	16
<표 3-2> 생산성 분석의 국내외 문헌 참조	20
<표 4-1> 컨테이너터미널의 시설과 기능	22
<표 4-2> 컨테이너의 아웃리치	24
<표 4-3> RTGC와 RMGC비교	26
<표 4-4> PSA 운영시스템	29
<표 5-1> 양하 작업 프로세스	31
<표 5-2> 적하작업 프로세스	32
<표 5-3> 부산항 컨테이너 터미널 평가지표체계	40
<표 5-4> 부산항 북항 컨테이너터미널시설현황	40
<표 5-5> 부산항 컨테이너터미널 물동량 처리실적	41
<표 5-6> 생산성 점수계산표	41
<표 5-7> 시간당 총선석 생산성 평가기준	42
<표 5-8> 총선석 생산성 증가율 배점기준	42
<표 5-9> 선석길이당 처리량 배점기준	42
<표 5-10> 야드면적당 처리량 배점기준	43
<표 5-11> 인력당 처리량 배점기준	43
<표 5-12> 생산성 평가 결과표	47

Productivity Evaluation Indicator of Container Terminal

- Focusing on Busan North Port -

Seo Jeong Tae

Department of Port Logistics

Graduate School of Korean Maritime University

Abstract

Northeast Asia is in the center of the world's 3rd largest market handling 36% of the world trade backed by high economic growth of China. At the same time, ports in the region fiercely compete with each other to become mega-hub port. International maritime & logistics environment is also changing rapidly with some trends such as vessels getting larger and a few carriers dominating market through M&A and Alliance. This new environment is creating demand for high added-value logistics space. Despite Busan Port's such advantages as main trunk route location and excellent feeder network, major Chinese ports, with their heavy local cargo volume, pose serious challenge to the position of Busan Port. Therefore Busan Port needs to make qualitative strategy to attract high added-value cargo as well as to timely develop infrastructure and to improve productivity.

In the future, Busan Port will need to make more efforts to enhance productivity by removing inefficient factors in equipment and operating system as well as to push ahead with cost-saving & service improvement strategy.

This paper carried out a theoretical inquiry into productivity of container terminal by means of examining various factors affecting terminal productivity and analyzing previous studies at home and abroad on measuring productivity. Based on that, gross berth productivity(GBP), throughput per berth length, throughput per employee, throughput per container yard were designated as basic productivity indicator of Busan Port container terminal. Other indicators proposed in other early papers were integrated into qualitative indicator called "productivity enhancement efforts". "Year-on-year GBP growth" was added as another indicator to encourage "late starter" to boost their productivity.

The objective in making indicator is to encourage productivity enhancement in domestic container terminals. Utilizing the indicators mentioned above, the paper compared Busan Port container terminal productivity within North Port

Productivity indicator is a very necessary tool to enhance terminal productivity because it helps figure out what factor determines productivity. Therefore, terminal operators need to change their negative view on productivity evaluation and take more proactive stance in managing productivity related data and in making use of evaluation result to their advantage.

제1장 서론

제1절 연구의 배경 및 목적

전 세계 컨테이너 항만에서 처리된 물동량은 지난 30년간(1970~2000) 약 37배 이상 증가하였고, 동아시아 지역 항만물동량도 1990년 32백만 TEU에서 2002년 1억 23백만 TEU로 증가하였다. 동아시아 컨테이너항만 물동량은 2010년에는 2004년에 비해 85%~103% 증가할 것으로 추정되고 있고, 세계 물동량에 대해 약 48%의 수준을 유지할 것으로 전망되고 있다. 이러한 증가추세에 따라 동아시아의 환적물동량도 2010년에는 103.2백만~115.5백만 TEU에 이를 것으로 추정되고 있으며, 동아시아 환적물동량의 비중도 지금의 58%에서 60%로 증가할 것으로 전망되고 있다. 동아시아 중에도 중국의 경우 IMF, 세계은행 등 주요기관이 발표한 세계경제 성장률 전망에 따르면 2004년 9.5% 경제 성장률을 보인 후 2005년, 2006년 그리고 2007년에도 약 8%~9%의 높은 경제 성장률을 보여 동아시아의 물동량을 주도하고 있음을 알 수 있다[1].

중국 경제의 급속한 상승은 컨테이너 화물 및 용선시장의 급성장을 유인하였으며, 선사 전용터미널 확보 및 글로벌 네트워크 구축 등 전략적 제휴 강화와 해운물류활동을 소수의 거점항만에 집중시키는 등 해운시장에 변화를 주었고 선사들의 M&A를 통한 시장점유율 확대, 얼라이언스 구축 등을 통한 해운시장 독과점화 심화, 컨테이너 선박의 초대형화 추세가 가속화되고 있다. 참고로 8천 TEU급 이상의 초대형컨테이너 선박의 시장점유율은 현재의 28%에서 2011년에는 75%까지 급상승할 것으로 전망된다[2].

이러한 환경변화에 적극 부응하고자 글로벌 정기 선사들은 해상과 항만/내륙의 컨테이너 수송체계를 Hub & Spoke 체제로 재편하고 기항항만의 수를 줄여 운항빈도를 증가시키고, 항만배후부지에 물류센터 등을 확보 다양한 부가가치 물류서비스를 제공하는 데 역점을 두었다. 최근 중국 또한 국내 항만, 공항, 철도, 도로 등 물류인프라에 대한 투자를 대폭 확대 물류산업의 발전을 국가적 차원에서 적극 추진하면서 적지 않은 위협요인으로 작용하고 있고 부산항 역시 경쟁에서 도태되지 않고 동북아의 중심항으로 도약하기 위해 항만시설의 확충

과 배후단지 개발 등 하드웨어 기반확충 뿐만 아니라 부두운영의 효율화, IT 도입 등 소프트웨어 측면에서도 생산성 향상을 위해 적극 노력하고 있다. 향후, 항만 간 경쟁이 심화되고 항만산업의 기계화, 첨단자동화가 진전될 것으로 예상됨에 따라 생산성 향상 및 서비스 질의 제고 등 경쟁력 향상을 위해 보다 능동적으로 항만관리·운영의 선진화를 위한 제도적 장치가 필요하다 하겠다.

따라서 본 연구는 컨테이너터미널의 생산성 결정요인을 살펴보고, 컨테이너터미널의 생산성 향상 유인을 위해 생산성 평가 방안을 개발 제시하고자 한다. 이를 위한 세부 연구목적은 다음과 같다. 첫째, 세계해운·항만여건 변화에의 대응과 항만산업의 선진화를 위해 생산성 향상의 필요성을 제기함으로써 생산성 향상의 중요성을 재인식 하고, 둘째 국내외 선행연구에 대한 이론적 고찰을 통해 생산성 결정요인을 파악하며, 셋째 컨테이너터미널의 실정에 맞는 생산성 평가체계를 구축하고자 하는 것이다.

제2절 연구의 방법 및 내용

본 연구의 시간적 범위는 2005년을 기준으로 하되, 제반 실증분석에 사용되는 자료 등 기타 연구 목적상 필요한 경우에는 상기 시간적 범위 이외의 자료를 사용하였다.

본 연구는 우리나라 컨테이너터미널의 생산성 향상을 위한 생산성 평가방안을 제시하는 데 그 목적이 있다. 이러한 연구목적을 달성하기 위해 컨테이너터미널을 둘러싼 경쟁 환경 변화 분석, 컨테이너 생산성 결정요인 검토, 컨테이너터미널 생산성 평가지표 선정 및 부산항 컨테이너터미널의 생산성 평가·분석에 초점을 두었다. 따라서 본 연구는 제1장 ‘서론’에 이어 제2장 ‘컨테이너터미널의 경쟁 환경변화’에서는 컨테이너 정기선사 및 부두운영사의 경영전략 변화 등 컨테이너터미널을 둘러싼 대외적 환경변화와 중심항만이 되기 위한 대책을 검토하고 경쟁항만의 실태 분석을 통해 국내항만의 대처방안으로서 생산성 향상 및 생산성평가제도의 필요성을 제시하였다. 제3장 ‘컨테이너 터미널의 생산성 개념’에서는 생산성 평가에 관한 일반적인 이론을 고찰하고, 컨테이너터미널

의 생산성 측정에 관한 국내외 선행연구사례를 분석함으로써 생산성 평가방법론, 제약요인 등 컨테이너터미널 생산성에 관한 논의를 체계적으로 정리하고, 제4장 '컨테이너터미널 생산성에 미치는 요인분석'에서는 컨테이너터미널의 기능 및 시설, 하역 및 이송장비 등 컨테이너터미널 운영에 미치는 제반요인들을 탐색하였으며, 제5장 '컨테이너터미널 생산성 평가지표 선정'에서는 국내외 선행연구에 관한 이론적 고찰을 근거로 컨테이너터미널의 프로세스별 생산성 결정요인을 파악하고, 부산항의 현실에 맞는 평가지표를 선정하였으며, 이 지표를 토대로 부산항(북항) 컨테이너터미널의 생산성을 평가·분석하고 그 객관성을 입증하였다. 마지막 제6장 '결론'은 비교 분석한 자료를 토대로 분석결과 및 시사점을 제시하였다.

제2장 컨테이너터미널의 경쟁환경 변화

제1절 대외적 환경변화

1. 세계 컨테이너 항만물동량 전망[1]

OSC(Ocean Shipping Consultants)는 세계 컨테이너 항만물동량이 지속적으로 증가하여 2010년에는 4억 50만 TEU, 2015년 5억 530만 TEU로 증가할 것으로 전망하고 있다. 동아시아 물동량은 2010년 2억 500만~2억 2,550만 TEU, 2015년 2억 5,480만~2억 9,480만 TEU가 될 것으로 전망하였다.

<표 2-1> 동아시아 컨테이너 항만 물동량 추이 및 전망

(단위: 백만 TEU)

	2004	2005	2010	2015
동아시아	143~146.2	153.8~158.5	205~225.5	254.8~294.8
동북아	97.6~98.9	104.1~106.7	136~147.1	164.6~184.7
동남아	46.3~47.2	49.7~51.8	69~78.4	90.2~110.2

이러한 증가추세에 따라 동아시아의 환적물동량도 2010년에는 103.2백만~115.5백만 TEU에 이를 것으로 추정되고 있으며, 동아시아 환적물동량의 비중도 지금의 58%에서 60%로 증가할 것으로 전망되고 있다.

자료: Ocean Shipping Consultants. 'Container port strategy' 2007.

<표 2-2> 동아시아 환적 물동량 전망

(단위 : 백만 TEU)

	2004	2005	2010	2015
동아시아	71.8~73.1	76.9~79.7	103.2~115.5	77.8~91.8
동북아	42.2~43.0	22.3~22.9	29.8~32.5	36.6~41.4
동남아	46.3~47.2	49.7~51.8	32.1~36.5	41.3~50.3

자료: Ocean Shipping Consultants. 'Container port strategy' 2007.

2. 정기선사의 경영전략 변화

컨테이너화의 진전과 더불어 컨테이너 물동량이 지속적으로 증가하고 정기선 해운 시장구조가 변하면서 '90년대 초부터 대형컨테이너선 신조 발주가 증가되었다. 1994년 하반기 이후 세계 정기선 해운시장에서 운항 선박량이 급증하고 해상물동량 증가세가 크게 둔화되면서 선사간 집화경쟁이 심화되고 주요 항로 컨테이너운임이 하락세를 지속하는 등 경영환경이 악화됨에 따라 글로벌 지향 화주들의 물류수요를 충족시킬 수 있는 해운서비스 개발이 필요하게 되었다. 1995년 2월 CGM사의 구주항로 탈퇴로 TSA 공동운항그룹이 해체됨에 따라 잔류한 MISC사와 Nedlloyd사가 APL사 및 MOL사와 제휴관계를 구축한 것이 시초로 전략적 제휴가 주요 대형 선사들간에 새로운 경영전략으로 부각되었다[3,4].

<표 2-3>정기선사의 항만 운영현황

선사	항만	운영현황 및 확충계획
Maersk	Hong Kong, Kaohsiung, Yokohama, 예멘, Salalah항에 Rotterdam 등 13개항	연간 90만 TEU의 환적시설 건설
Maersk Line	Oakland, Long Beach, New York/New Jersey 등 11개 항	Salalah항에 90만 TEU의 환적시설 (Sea-land와 합작)건설
Evergreen	Los Angeles, Tacoma 등 7개 항	이탈리아 Taranto 항 환적센터 건설
COSCO	Hong Kong, Shekou 등 7개 항	Long Beach 및 Taicang 항 개발
NOL/APL	Karachi, Los Angeles, Oakland 등 8개 항	1998년 하반기에 Karachi 항에서 터미널 오픈
OOCL	Kaohsiung, Vancouver BC	시드니의 Port Botany 터미널 시설의 개발예정
현대상선	Long Beach, 부산, 광양, Kaohsiung,	N/A
한진해운	Long Beach, 부산, 광양, Kaohsiung, Seattle, Chicago, Tokyo, Osaka	중국과 태국에서 전용 터미널의 건설 계획
자료: Containerization International yearbook. 2007.		

3. 부두운영사업의 글로벌화

대형선사들이 수송비용의 절감 및 서비스의 질 향상, 수송시간의 단축 등을 이유로 운항선대의 기항지를 축소함에 따라 물동량이 소수의 항만에 집중하게 되어 하역서비스의 수요가 감소하였을 뿐만 아니라 선사들간의 경쟁격화에 따른 경영난으로 항만비용 절감에 대한 요구가 계속되면서 부두운영업체들은 터미널 운영에 어려움을 겪게 됨에 따라 대형 컨테이너터미널운영업체들은 터미

널 운영위험을 분산시킴과 동시에 추가수입원을 확보하기 위하여 타 항만에 대한 직접투자를 확대하는 한편 개별 항만에서의 운영권을 가진 업체들과의 합작 투자 또는 인수 합병을 통해 해외 터미널 진출을 확대하게 된다[5].

<표 2-4 >글로벌 운영사의 동북아 항만진출현황

구분	국가	항만	터미널	운영형태	선석길이 연간처리능력	
					(m)	(백만TEU)
AP Moller Terminal	대만	Kaohslung	Piers 76/77	Operation	675	1.00
			Piers 118/119	Operation	640	0.80
	일본	Kobe	RC 4/5	Operation	700	0.46
			Yokohama	MC1	Operation	750
	중국	Dalian	DCT	4.9%	1,461	1.50
			Hong Kong	Terminal 4,6,7	86.5%	3,292
	홍콩	Kong	Terminal 8 east	43%	1,088	1.50
			Shanghai CT	37%	2,081	1.70
Hutchison Ports	중국	Shanghai	Shanghai Pudong CT	30%	900	1.80
			Yantian	YICT	48%	2,350
	중국	Xiamen	XICT	49%	640	0.60
			Hutchison Delta Ports	jvs	2,611	1.20
	중국	Ningbo	Ningbo Beilun CT	49%	900	1.20
			Hutchison Busan CT	-	1,461	1.50
	한국	Busan	Hutchison Gamman	-	350	0.50
			Gwangyan	HKCT	-	350
P&O Ports	러시아	Vostochny	VICS	25%	672	0.40
			Qingdao	Qingdao Qianwan CT	49%	766
	중국	Shekou	Shekou CT	25%	650	0.80
			Tanjung Pager, Keppel, Brani	100%	8,228	16.50
PSA Coration	싱가폴	Pasir Panjang	Pasir Panjang	100%	2,145	5.00
			Dailian CT	44.1%	1,461	1.50
	중국	Dalian	Dailian Dagang	jv	555	0.30
			Fuzhou	Futzhou Qingzhou	jv	519
CSX World Terminal	중국	Guangzhou	Guangzhou CT	49%	1,299	1.40
			한국	Incheon	CT(건설중)	60%
	중국	Tianjin	CSX Orient T.	49%	640	1.00
			Xiamen	Xiangyu CT	Operation	
	러시아	Vostochny	VICS	jv	672	3.38
			한국	Busan	Newport(건설중)	Planned

자료: 부산항만공사 '동북아의 주요항만의 운영현황 및 개발계획' 2005.

4. 물류중심화 선점경쟁 격화

세계화 기업들의 글로벌 경영전략 및 그에 따른 국제물류환경 변화로 각국은 물류주도권을 확보하기 위하여 자국의 컨테이너 항만을 중심으로 물류중심화 경쟁을 전개하게 된다. 싱가포르의 PSA와 유럽의 유로카이그룹 등 주요 항만운영업체들은 항만간 네트워크를 구축하는 한편 항만을 SCM상의 종합물류거점으로 육성하고자 하며, 상해시는 2001년부터 2005년까지 제10차 5개년 계획 중 4대 핵심사업분야의 하나로 물류산업을 육성하며, 외교교 자유무역지대를 물류거점으로 육성하고 있으며, 홍콩은 자유항 제도를 이용한 경제체제의 자유화 추진, 둘째 국제물류 관련 인프라 확충, 셋째 물류산업의 민영화를 통한 운영체계의 효율화 강화, 넷째 중국 연계 물류체계 강화로 요약할 수 있으며, 대만은 카오슝항을 아태지역 환적거점 및 SCM거점으로 육성하기 위해 물류시스템 개선을 추진하고 있다.

5. 컨테이너 선박의 기술혁신

컨테이너 선박의 기술혁신은 대형화와 고속화로 대별된다. 건화물선 및 유조선은 30만 DWT급 이상의 대형화가 이미 진행되어 현재의 선형을 중심으로 자동화와 운항의 안전성 향상에 중점을 두고 있으며, 컨테이너선 또한 대형화, 고속화 추세가 강화되고 있다. 컨테이너선의 대형화는 1984년 파나막스선 출현 후 1988년 포스트파나막스(4,300 TEU), 1996년 6천 TEU급, 2000년대 9,000~1만 TEU급까지 성장하였고 향후 최대 1만5천 TEU급 차세대 컨테이너선이 건조될 것으로 전망되고 있다. 컨테이너선의 대형화는 대형항만을 중심으로 하는 Hub & Spoke 체계로 선사들의 기항전략을 변화시켰다. 1만 TEU급 이상의 거대 컨테이너선은 기항항만을 축소하더라도 항만에서의 회전율이 낮기 때문에 선박의 적정속도를 확보하는 것을 매우 중요시 여긴다. 이에 따라 항만에서 처리해야 할 물량은 증가한 반면 기항선박의 정시성을 유지하기 위한 빠른 회항시간(turnaround times)이 요구되기 때문에 컨테이너 터미널의 생산성은 더욱 중요해진다[3].

<표2-5> 컨테이너 선박의 대형화 단계

단계구분	TEU	LOA(m) ¹⁾	Beam(m) ²⁾	Design draught(m) ³⁾	Berth depth(m) ⁴⁾	
1세대(First generation):1968	1,100					
2세대(Second generation);1970-80	2-3,000	213	27.4	10.8	12	
3세대(Panamax):1980-90	3-4,500	294	32	12.2	12.8-13.0	
4세대(Post-Panamax):1988-95	4-5,000	280-305	41.1	12.7	13.5-14.0	
5세대(Fifth generation):1996-2005	6,400-8,000	300-347	42.9	14.0-14.5	14.8-15.3	
현단계(Current development stage)	8,000-10,500	320-380	43-47	14.5-15.0	15.3-15.8	
초대형선박(Ultra large container carriers from2008)	12,500	380-400	58-60	14.5-15.0	15.3-15.8	
	14,500	380-400	58	15.5	16.3	

주: 1) LOA(Length Over All 전장):선체 중앙의 중심선을 통한 선수미 간의 전체 길이
 2) Beam(전폭) : 선체의 가장 넓은 부분의 폭
 3) Draught(홀수) : 수선(Waterline)과 선체의 가장 깊은 부분간의 수직거리
 4) Depth(깊이) : 선체의 최상부 갑판과 선저 간의 수직 거리

자료: Ocean Shipping Consultants Ltd, East Asian Container Markets to 2020, 2006. 5.

제2절 환경변화가 컨테이너터미널에 미치는 영향[5,6,7]

컨테이너항만이 1만 TEU급 이상으로 예상되는 컨테이너 선박의 대형화 추세에 부응하기 위해서는 다음과 같은 대책이 요구된다. 첫째, 항내수심을 -15m 이상 확보해야 하고, 둘째 충분한 길이의 선석이 필요하며, 셋째 컨테이너 크레인의 처리능력을 향상시켜 선박의 재항시간을 단축시켜야 하며, 넷째 대규모 컨테이너선 물량을 일시에 처리할 수 있는 터미널 부지확보, 다섯째 게이트 능력 강화, 여섯째 터미널 전산시스템의 질적 향상 및 확대, 일곱째 항만준설을 포함한 투자확대, 끝으로 배후교통망의 정비가 필요하다.

<표 2-6> 향후 컨테이너터미널의 규모전망

항목		제 원
컨테이너선 규모		1만~1만5천TEU
항로 및 선석의 수심		(-)15~(-)16m
안벽길이		450m
안벽 안쪽길이		500m
부두면적		225,000m ²
길이		55m
높이		50m
컨테이너 크레인	트롤리속도	200m/m
	호이스트속도	250m/m
	대수	5~6기

컨테이너 선사들의 기항전략이 소수의 대형항만에만 기항하고 나머지 항만은

자료: 김형태 '컨테이너선의 대형화에 따른 항만의 물리적인 대응전략' 「해양한국」 2000.4.
 피더서비스로 연결하는 중심-주변항 체제로 전환됨에 따라 각국 항만은 대형모
 선이 접안할 수 있도록 항만을 대형화함과 동시에 시설을 현대화함으로써 항만
 의 경쟁력을 확보하여 중심항이 되기 위한 경쟁에 본격적으로 뛰어 들었다. 특
 히 컨테이너 물동량이 지속적으로 증가하는 동북아시아 지역의 항만들은 증가
 하는 수요와 역내항만간의 치열한 경쟁에 적극적으로 대처하기 위해 대형항만
 의 건설과 함께 기존항만의 확장, 하역장비의 현대화 대형화를 적극 추진중에
 있는데, 청도항의 컨테이너 시설은 청도항 집단유한공사와 P&O Port사 간 합
 작회사인 QQCT(Qingdao Qianwan Container Terminal)가 운영중인 3개 선석
 (피더선석 1개 제외)과 청도항무국 직속의 4개 선석을 포함하여 총 7개 선석을
 갖추고 있고 QQCT는 수심 14.5m, 안벽길이 766m, 8기의 갠트리 크레인을 갖
 추고 있고, 2002년에 운영이 시작된 명항터미널은 수심 16m, 안벽길이 1,400m,
 4개 선석으로 이루어져 있으며, 2005년까지 3개 선석을 연장하여 안벽을 총
 2,400m로 확장하였다. 화북지역 항만 현황 및 개발계획은 <표2-7>과 같다.

<표 2-7> 화북(동북)지역 항만의 현황 및 개발계획

구분	추가개발							
	시설현황				계획 (2010까지)		2010년 목표(누계)	
	선석수	안벽길 이(m)	면적(m ²)	연간처리 능력 (만TEU)	선석수	연간처리 능력 (만 TEU)	선석수	연간처리 능력 (만 TEU)
QQCT	8	2,500	350,000	460	-	8	460	
칭다오	신항	-	-	-	-	10	450	
	소계	8	2,500	350,000	460	10	910	
	CTT	4	1,300	575,000	200	3	425	
천진	CSXT	4	1,150	429,400	220	4	220	
	신항	-	-	-	-	10	450	
	소계	8	2,450	1,004,400	420	13	1,095	
대련	DCT	9	2,369	944,000	180	-	200	
	DCT2기	-	-	-	-	10	450	
	DCT3기	-	-	-	-	5	225	
소계	9	2,369	944,000	180	15	875		
합계	25	7,319	2,298,400	1,060	38	2,880		

중국 화동지역의 대표항만인 상하이항의 컨테이너터미널은 상해시를 관통하는 황포강변을 따라 배치되어 있고, 宝山(Baoshan), 長華振(Zhanghuabang), 軍工路(Jung -onglu) 등 두 컨테이너터미널은 총 8개 선석으로 구성되어 있으며, 상하이컨테이너터미널(Shanghai Container Terminal : SCT)이 운영하고 있다. 또한, 상해항무국(Shanghai Port Authority : SPA)이 관리하고 있는 푸둥지구 외고교(外高橋) 컨테이너터미널은 13개 선석으로 구성되어 있다. 2002년 5월 국무원의 정식결정에 따라 7월 말 착공된 '양산 대수심 컨테이너터미널 개발계획'은 두 섬을 매립하여 수심 15m 이상의 컨테이너터미널을 신설하는 것으로, '二字형'으로 된 두 개의 거대한 방파제 안벽을 건립하여 그 안쪽을 컨테이너 선석으로 이용하도록 설계되어 있고, 2005년 1,600m의 안벽에 5개 선석 건설을 시

작으로 2006년 4개, 2007년 4개 선석 등 총 4,350m의 안벽에 13개 선석을 완공 운영 중에 있으며, 약 32km에 이르는 동하이(東海)대교를 건설하여 대·소 양산과 상해 푸둥지구를 연결하였다.

<표2-8 > 상해 컨테이너터미널 시설현황

구 분	외고교 터미널					양산 터미널		
	SPICT	SPCWT	SECT	SMCT	SHSICT	SGICT		
	PHASE 1	PHASE 2/3	PHASE 4	PHASE 5	PHASE 1	PHASE 2	PHASE 3	
조업 개시일	1994	2000	2003.2	2004.12	2005. 12	2006. 12	2007.12	
생산성 (NET/GC/HR)	30MVS	30MVS	30MVS	30MVS	30MVS			
총면적(㎡)	550,000	1,659,800	1,630,000	1,630,000	1,335,000	1,183,000	930,000	
선석수	3	5	4	4	5	4	4	
수 심(m)	-12.0	-13.2	-14.2	-13.2	-15.5		17.5	
QUAY LENGTH	900m	1,565m	1,250m	1,100m	1,600m	1,400m	1,350	
장치능력 (TEU)	25,700	69,000	87,472	60,000	93,784	78,784	80,000	
처리능력 (TEU)	120만	225만	200만	200만	300만	250만	360만	
CFS AREA (㎡)	5,100	6,600	5,500	5,500	12,000	12,000	-	
G/CRANE	11 기	19 기	14 기	14 기	18 기	16 기	13기	
04년	230만	431만	282만	N/A	N/A		N/A	
(총 1,455만) 05년	250만	486만	363만	171만	17만		N/A	
(총 1,808만) 06년	170만	501만	340만	280만	320만	N/A	N/A	
(총 2,175만)								
외국 지분 현황 (USD)	HIT 30%	NIL	MSK 49%	HIT 50%	NIL	HIT/MSK 64%	SIPG 32%, CSCI&PSA 각30%, CMA 8%	
CARRIERS	HMM, NYK, ANL, OOCL, PIL, ZIM, APL, NEDL	CMA, CSCO, EMC, KLINE,, MOSK, NOR	MSK, CMA, MSC, KKL, NOR, EMC, MSC, PIL, YML, ZIM	HJS, COSCO,, CSAV, NOR, EMC, MSC, NYK, KMTC, CCNI	북유럽 / 남미 선	기항전노	CMA-CGM CSCL 등	
	SIPG 및 각 운영사 홈페이지 자료 참조							

자료 :

<표2-9 >요코하마 컨테이너터미널 시설현황

구분	선석 수	안벽길이 (m)	수심 (m)	집안능력 (D/W)	크레인 수
혼모쿠 터미널	15	3,710	11~15	15,000~60,000	27
미나미 혼모쿠 터미널	2	700	16	10,500	5
다이코쿠 터미널	7	2,020	12~15	30,000~60,000	13
합계	24				45
자료 : 부산항만공사 '동북아의 주요항만의 운영현황 및 개발계획'.2005.					

일본은 향후 10년내에 주요 지역별로 1만 TEU급 이상의 대형모선이 기항하는 항만이 10개항으로 집약될 것으로 전망되고 있어 깊은 수심과 충분한 하역장비 그리고 높은 하역능력을 구비한 항만개발을 추진하고 있다. 그중 요코하마항의 컨테이너 터미널 중 혼모쿠 터미널 BC돌계간(+D 돌계), 미나미 혼모쿠 터미널, 다이코쿠 2기 지구는 차세대 고규격 컨테이너 터미널로 지정되어 집중적으로 육성되고 있다.

이상 동북아의 경쟁항만들은 동북아 중심항만이 되기 위해 선석 확충, 충분한 하역장비 확보 및 배후물류부지 확대와 더불어 정부 정책적으로 중장기 전략을 수립 적극적인 해운항만정책을 시행하고 있다.

이러한 동북아 경쟁항만들의 중심항 선점을 위한 경쟁심화에서 부산항이 우위를 점하기 위해선 선석확대, 수심확보, 배후물류부지 확대 등 구조적인 문제뿐만 아니라, 8천 TEU급 선박 기항에 따른 시간당 330개를 처리할 수 있는 장비시설 확보(동시작업 크레인 개수를 늘리고 크레인의 방식을 더블 트롤리 등으로 개선) 및 터미널 하역방식의 새로운 기술개발을 통해 현재 컨테이너터미널 평균 시간당 컨테이너 처리능력(120~150개)을 개선하여야 하며 배후부지의 연계수송이 획기적으로 개선되어야 할 것이다.

동북아의 중심항만으로 거듭나기 위해선 국내외 경쟁항만과의 생산성을 비교

하여 부산항 생산성의 현재 위치를 파악하고 부산항 컨테이너 터미널의 생산성 저해요인을 분석, 개선함으로써 생산성을 제고하기 위한 체계적인 장치가 무엇보다 필요하다.

제3장 컨테이너 터미널의 생산성 개념

제1절 생산성의 개념

일반적으로 경제행위를 통하여 특정 재화를 생산할 때에는 노동, 자본, 원자재 등 많은 생산요소들의 투입에 의하여 이루어지기 때문에 생산성이란 생산물인 재화, 서비스 등과 같은 산출과 생산요소들의 투입비율로 정의되는 기술적·동태적인 개념이라고 할 수 있다. 따라서 생산성이란 생산요소의 투입물과 이로 인한 산출물과의 관계를 표시하는 것으로 투입물에 대한 산출물의 비율로 정의할 수 있다.

생산성의 향상은 생산기술의 점진적인 발전에 의한 획기적 변화를 가능하게 함으로써 궁극적으로 양적 성장에 의한 한계를 뛰어넘는 지속적인 경제성장을 가능하게 해 주며 효율성의 증진을 가능하게 한다. 지금까지는 주로 효율성의 측면에서 생산성을 분석하는 것이 일반적이었으나 최근 들어서는 이러한 효율성 측면 이외에도 효과성을 추가적으로 고려하여 생산성을 분석하고 있다

생산성 측정에 있어서 노동이나 자본 한 단위당 생산되는 산출량으로 측정되는 단일요소 생산성의 경우 측정이 상대적으로 쉬운 반면에 투입요소 투입만으로 설명할 수 없는 생산성의 변화를 총 요소 생산성이라고 정의하여 생산과정 전반에 걸친 생산기술을 간접적으로 측정하고 있다.

제2절 컨테이너터미널의 생산성 개념

일반적으로 컨테이너터미널의 생산성이란 단위당 실적과 투입비용을 고려하여 항만운영의 효율성을 측정하는 것으로 정의하고 있다. 이는 각 터미널의 주어진 주변여건 및 터미널 운영원칙 하에서 연간 처리 가능한 최대물동량으로 이해를 해야 한다. 터미널의 효율성은 많은 물동량을 처리하면 효율이 높다고 할 수 있지만 선사에 제공된 서비스의 수준, 터미널을 구성하고 있는 하부시스템의 효율성, 시스템 상호간의 원활한 흐름, 비용과 시간의 절감 측면에서 검토되어야 한다. 컨테이너 터미널의 생산성을 측정한다는 것은 노동, 장비 및 토지

의 효율적인 이용에 달려있으며, 이 세요소의 효율적 이용을 계량화함으로써 측정할 수 있다 하겠다[8].

컨테이너항만의 경쟁력을 결정하는 요인으로는 항만시설 및 장비보유현황, 컨테이너터미널의 생산성, 가격경쟁력 및 서비스 측면을 들고 있고, 컨테이너터미널의 국제경쟁력을 결정하는 요인으로는 매우 다양하지만 다른 조건이 동일하다고 가정할 경우 일정한 투입비용으로 최대의 산출량을 생산할 수 있는 경제적 효율성, 즉 컨테이너터미널의 생산성을 들고 있다.

컨테이너터미널의 생산성을 분석하기 위한 방법에는 전통적인 방법(시설별 생산성 분석방법과 종합적인 생산성 분석방법), 복합효용함수를 이용한 방법 및 자료포괄방법이 있지만, 이 논문에서는 생산성 개선 방안을 도출하기 위해 생산성 제약요인 도출이 가능한 전통적인 방법의 생산성 분석방법을 활용하였다. 컨테이너 생산성을 분석하기 위한 전통적 방법은 시설별 생산성 분석방법과 종합적인 생산성 분석방법이 있다. 시설별 생산성 분석방법은 컨테이너터미널의 구성단위인 개별시설의 기능에 따라 생산성(효율성)을 분석·평가하기 위하여 이용되는 방법이고, 종합적인 생산성 분석방법은 컨테이너터미널의 특성 및 능률을 종합적으로 분석·평가하기 위한 방법이다.

1. 시설별 생산성 분석방법

시설별 생산성 분석방법은 총 세 가지로 구성된다. 첫째는 하역능률(Efficiency)로 컨테이너 하역의 각 단계별 하역기기의 능률을 의미하는 것으로 안벽에서 컨테이너선의 컨테이너를 하역하는 컨테이너 크레인, 안벽이나 에이프런에서 야드 사이에서 컨테이너의 이동을 행하는 야드 기기의 능률을 평가하기 위한 지표, 둘째는 취출률>Selectivity)로 마살링 야드에 다 단적 되어 있는 컨테이너들로부터 특정 컨테이너를 이송 처리할 때 어느 위치에서 하역할 것인가를 분석·판정하기 위한 지표, 셋째로 특정 컨테이너터미널에 대한 정적인 활동, 즉 보관기능을 분석·평가할 경우 면적당 컨테이너 장치량이 가장 명확한 지표로 사용되는 토지이용률(Land Availability)이다.

2. 종합적 생산성 분석방법

종합적 생산성 분석방법에는 취급능력(Handling Ability), 장치능력, 처리능력이 있으며, 취급능력 측정은 실제로 일년간 안벽과 선박사이에서 취급한 컨테이너수의 실적치와 이 컨테이너터미널에 배치된 하역기기의 성능, 수량, 장치능력, 컨테이너 평균장치기간 등으로부터 계산된 계획최대 취급량을 의미하며, 실적치와 계획최대치의 비율이 컨테이너 터미널의 능률이라 할 수 있다. 장치능력(Stowing Capacity)은 그라운드슬롯 총수(TGS), 장치량, 단적수를 포함하여 측정하고, 처리능력(Terminal Productivity) 측정법은 컨테이너터미널의 하역이송기능 및 보관기능을 종합적으로 평가·분석하는 지표이다. 이러한 측정방법들을 토대로 컨테이너터미널의 생산성에 대한 상호비교 가능한 측정방법을 제시하면 <표3-1>과 같다[8].

<표3-1>컨테이너터미널의 생산성 측정방법

터미널 운영	요소	제약요인	생산성 지표	측정된 생산요소
야드	면적, 형태, 배치, 야드 취급방법, 이용기간	야드에 적재된 컨테이너 수	TEU/yr/gross acre TEU Capacity/net storage acre	야드화물처리 야드보관
크레인	크레인의 특성, 숙련도, 화물, 화물이용가능성, 고장, 선박특성, 운영시간, 레인수, 자무게	운영지체	Moves/gross(net) moves/gross gang Con./h/lane	순 생산성 총 생산성
게이트	동화정도, 자료의 이용가능성	의사, 서류화작업의 신속성	equipment, moves/h/lane truck turn arround	순 화물처리 총 화물처리
선석	선박스케줄, 이, 크레인수	선석이용효율 화정도	ship call/yr/berth	순이용도
노동	갱의 크기, 작업과안전규칙, 숙련도, 유인 동기, 선박특성	운영의 일반적인 속도	number of moves/man-hour	총노동생산성
자료: T. J. and T. M. Leschine, "Container Terminal Productive : A Perspective", "Maritime policy and Management, Vol.17, NO2, 1990.				

제3절 컨테이너터미널의 생산성 측정사례

1. 외국문헌 연구

(1) Port performance comparison applying data envelopment analysis[9]

항만의 효율성을 분석하기 위하여 서비스산업에서 주로 사용되는 자료포괄분석(DEA)방법론을 이용하여 항만의 효율성을 분석하였는데, 항만의 효율성을 측정하기 위한 산출요소로 화물처리능력, 서비스수준, 사용자 만족도, 선박이용회수 등을 사용하였으며, 투입요소로는 연평균 투입노동력, 항만당 연간 총투자자본과 각 설비, 화물특성 등을 고려하였다. 이밖에도 항만효율성에 영향을 미치는 요소들 각 기술수준, 터미널과 선사의 협력정도, 항만소요 및 운영형태 등을 고려하여 항만효율성을 측정하였다. DEA분석기법에 의한 생산성 분석은 동일항만에서의 생산성 변화추이 뿐만 아니라 기준항만과 비교대상 항만간의 생산성 비교가 가능함을 제시하였고 항만서비스의 질적 요소를 결정하는 변수를 분석에 포함시켜 각 항만의 서비스수준을 평가할 수 있다는 장점이 있다.

(2) PDI[10]

컨테이너터미널의 생산성을 측정하는 데 있어 통일된 방법이나 일반적인 기준이 없기 때문에 터미널간의 생산성을 직접적으로 비교하는 것은 의미가 없다. 최근 항만민영화의 급속한 진전에 의하여 항만간의 경쟁은 더욱 치열해지고 있는 상황하에서 터미널요금에 대해서 관심이 집중되고 있는 실정이다. 항만의 국제경쟁력을 분석할 경우 터미널 효율 및 생산성을 포함하여 경쟁력을 평가하였는데 터미널 효율 비교에 의한 경쟁력 비교는 상대적으로 간단한 방법이다. 그러나 컨테이너터미널의 생산성을 측정하는 것은 그리 간단하지 않은 실정이다. 이는 터미널, 선사 등이 사용하는 터미널의 생산성에 대한 정의가 서로 다르며, 또한, 작업시간, 처리량실적 등에 대한 정의가 상이하기 때문에 생산성에 대한 개념이 상이하기 때문이다. 따라서 터미널의 생산성 측정지표 및 측정지표의 통일화 작업이 필요하다. 우선 선박, 선석 및 야드에서의 작업시간에 대한 정의를 명확히 설정할 필요가 있다.

재항시간을 부표에서 부표까지 걸리는 시간으로 정의하고, 선박이 항만에서 보내는 모든 시간(접안대기, 서류작업, 예인, 도선, 기상관계로 인한 재항)을 포함해야 한다. 총 선석 점유시간(Gross Berth Time)은 첫 번째 계선주를 묶는 시간에서 마지막 계선주를 푸는 시간(First-to-Last Time) 즉 선박이 선석을 점유하고 있는 총시간으로 서류작업에 필요한 대기시간, 작업시간, 작업 교대, 화물처리시간 등이 포함되며, 순 선석점유시간(Net Berth Time)은 첫 번째 줄 풀기에서 마지막 줄 묶기(First unlash-to-Last lash Time) 또는 선석에서의 선박작업시간을 의미한다. 총 크레인 작업시간(Gross Gang Time)은 작업조(크레인)가 작업에 투입되도록 배정된 시간으로 작업전후의 대기시간 및 작업중단 시간을 포함하며, 순 크레인작업시간(Net Gang Time)은 작업조가 실제로 작업한 시간으로 컨테이너 취급과 다른 간접적인 활동 및 사소한 작업중단시간 등이 포함된다. 순수 크레인작업시간은 순작업시간과 유사하나 작업조가 실제로 컨테이너를 취급한 시간만을 포함하는 것으로 다른활동 및 작업중단시간은 제외된 시간이다.

이러한 개념을 기초로 항만접근성, 총선석 생산성, 순 선석 생산성, 총 크레인 작업생산성, 순 크레인작업생산성, 순수크레인작업생산성을 생산성 측정지표로 제시하였다. 항만접근성(Port Accessibility)은 재항시간과 총선석 점유시간과의 차이로 항만의 지리적인 여건으로 주로 접근수로의 길이 및 항행조건, 도선과 예선의 이용가능성, 선원과 화물의 입·출항을 책임지는 정부기관의 서비스 여부, 정박지 제공 등과 같은 요소를 고려하였고, 총 선석생산성(Gross Berth Productivity)은 이동회수(선박과 야드/안벽사이에 이송된 컨테이너수)를 총선석 점유시간(첫번째 계선과 마지막 계선 사이의 시간)으로 나눈 것으로 작업인력의 교대구조 및 근로조건 등을 고려하였으며, 순 선석생산성(Net Berth Productivity)은 총 선석생산성과 유사하나 순 선석 점유시간을 사용하였기 때문에 선박에 배정된 작업조(크레인)의 수와 순 크레인생산성을 고려하였다. 총 크레인작업생산성(Gross Gang Productivity)은 총 크레인 작업시간으로 이동회수(처리컨테이너 수-Moves)를 나눈 것으로 여기에는 노동조건이 반영되었는데 특히, 작업시작 전(Stand-by), 작업중 및 작업후의 휴식시간을 고려하였으며, 순 크레인작업생산성(Net Gang Productivity)은 총 크레인생산성과 유사하나, 순

크레인 작업시간으로 정의하고, 컨테이너의 이동과는 관련이 없는 해치커버의 조작 및 선내이적 등의 활동 등이 반영되었다. 순수크레인작업생산성(Net/Net Gang Productivity)은 순수 크레인 작업시간으로 설비와 장비의 기술적 처리능력과 이들 장비를 운영하는 인력의 숙련도 및 장비의 관리와 운영능력을 반영하였다.

또한 동 연구에서는 컨테이너터미널의 생산성에 영향을 미치는 요인을 터미널이 통제할 수 있는 요인과 통제할 수 없는 요소로 구분하였는데 통제가능 요소는 기획, 조직관리 및 운영, 노동력 및 장비의 유지 등이며, 통제 불가능요소는 선박의 형태 및 크기, 선창별·선박별 취급컨테이너의 수, 해치커버의 수, 터미널장비의 노후화정도, 기상조건 등이다. 항만간 생산성을 비교하기 위해서는 통제 불가능한 요소들에 의해 영향을 가장 적게 받는 측정지표를 선택해야 한다.

2. 국내문헌 연구

(1) 항만의 생산성측정에 관한 이론적 고찰[11]

이 연구에서는 항만의 생산성은 선박, 화물, 내륙운송수단에 따라서 달라지기 때문에 항만생산성을 측정할 때 항만에서의 선박의 정박기간, 화물처리의 품질, 항만을 통과하는 내륙운송수단에 대한 서비스 품질 등을 고려했다. 또한, 항만의 생산성 측정방법을 일반항만과 컨테이너항만으로 구분하여 측정방법을 제시하였는데, 일반항만의 생산성 측정방법은 공학적 측정방법과 경제적 측정방법, 컨테이너항만의 생산성 측정방법은 전통적인 순 생산성과 총 생산성으로 구분하였다.

(2) 자가 컨테이너 터미널의 운영개선 방안[12]

컨테이너터미널의 생산성을 측정하는 경우 각 터미널마다 통일된 측정지표가 없고, 터미널 본선작업과정에 포함되는 작업, 수량, 시간 등의 개념이 상이하여 이들에 대한 개념을 정리하였다. 모선과 크레인 작업시간과 관련하여 총 접안시간, 순 접안시간, 총 작업시간, 순 작업시간, 컨테이너 작업수량 등에 대한 개념을 정리하고, 정리한 개념을 기초로 컨테이너터미널의 생산성을 항만접근성, 총

선석당 생산성, 순선석당 생산성, 총 크레인 생산성, 순 크레인 생산성 등으로 분류하였다.

컨테이너 터미널의 생산성에 영향을 미치는 요소를 터미널과 선사가 통제할 수 있는 요소와 통제 불가능한 요소로 구분하여 생산성 향상 및 측정 시 고려해야 하기 때문에 순 크레인생산성을 생산성 측정지표로 사용할 것을 주장하였다.

제4절 분석결과 및 시사점

1. 분석결과

컨테이너터미널의 생산성은 각 터미널의 주어진 여건 및 터미널 운영 원칙 하에서 연간 처리 가능한 최대물동량이라고 정의할 수 있으므로 결국 컨테이너 터미널의 생산성이란 경제적 효율성을 추구하는 과정이라고 정의할 수 있다. 이러한 분석방법을 이용하여 컨테이너터미널의 생산성을 연구한 국내외 연구를 요약하면 <표3-2>와 같다.

<표3-2>생산성 분석의 국내외 문헌 검토

연구자	연구방법	연구내용	시사점
Y. Roll& Hayuth (1993)	DEA	<ul style="list-style-type: none"> ○ 항만간의 상대적 효율성비교 ○ DEA적용을 통한 방법론 확장 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 항만생산성의 상대적 비교 ○ 각 항만의 서비스수준평가
PDI (1997)	전통적 접근방법	<ul style="list-style-type: none"> ○ 생산성 측정지표 및 방법론 ○ 작업시간의 의미 규명 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 6개의 생산성 측정 지표 제시 ○ 측정방법의 표준화
박노경 (1998)	전통적 분석방법	<ul style="list-style-type: none"> ○ 항만생산성개념정립 및 방법론 제시 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 우리나라의 실정에 적합한 측정방법 및 지표개발
정승호 (1999)	전통적 분석방법	<ul style="list-style-type: none"> ○ 자가터미널의 생산성 측정 ○ 생산성 측정지표 도출 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 노무구조개선방안 제시 ○ 통일된기준안 마련

2. 시사점

컨테이너터미널의 생산성 측정방법과 지표가 다르기 때문에 항만간 상대비교가 어렵고, 이를 통한 비효율적인 요소가 무엇인지를 판단하기가 매우 어려운 실정이다. 우선 생산성 측정방법이 매우 다양하기 때문에 터미널이나 연구자가 어떤 측정방법을 선택하는가에 따라 각 항만의 효율성이 다르며, 동일한 측정방법을 선택한다고 할지라도 변수선정 및 선정변수에 대한 정의가 다르기 때문에 분석결과에도 차이가 발생할 수 있을 것이다. 따라서 컨테이너터미널의 생산성을 측정하여 항만간 비교가 가능하게 하기 위해서는 생산성에 대한 개념정립이 선행되어야 한다.

제4장 컨테이너터미널 생산성에 미치는 요인분석

제1절 컨테이너터미널의 기능 및 시설[6]

컨테이너터미널은 컨테이너선에 화물을 적재, 양륙, 적부(Stowage)하고 화물과 컨테이너의 인수도가 일어나는 장소이다. 이러한 컨테이너터미널의 기능은 크게 하역이송기능, 보관기능, 혼재기능으로 구분된다.

<표 4-1>컨테이너터미널의 시설과 기능

구분	하역이송기능	보관기능	혼재기능
안벽/에이프런	○		
마살링야드	○	○	
게이트	○		
컨트롤타워	△	△	△
CY		○	
CFS			○
수리소(하역기기용)	△	△	△
컨테이너 세척시설	△	△	
1. 안벽 컨테이너수리시설		△	

선박은 접안할 수 있는 시설을 안벽 또는 선석이라고 하며¹⁾,선박과 내륙을 연결하는 터미널의 가장 중요한 지역으로 선측크레인(C/C : Container Crane)에 의하여 컨테이너가 적·양하되는 장소이다. 안벽은 C/C, 야드이송장비, 컨테이너 내장화물의 중량 등을 감당할 수 있어야 하며 안벽길이는 대체적으로 300~350m이다.

1) 안벽(quay 혹은 wharf)은 선박이 계류하기 위해 필수적인 시설이며, 선석(berth)은 선박을 계류시키기 위해 일정수심이 확보되어야 하는 곳임

2. 에이프런

에이프런은 안벽 법선(quay line)을 따라 일정한 폭으로 포장된 부분으로 하역작업을 하거나 크레인이 주행할 수 있도록 레일을 설치하는 데 필요한 공간을 말하며 폭은 하역시설에 따라 다르나 보통 30~50m이다.

3. 마살링 야드

컨테이너선의 입항전에 계획된 본선적부계획에 따라 선적예정 컨테이너를 도착지 항구에서 하역할 순서대로 정렬하거나, 항구에 입항한 컨테이너선으로부터 양륙할 컨테이너를 언제든지 화주의 요구에 부응할 수 있도록 정렬하는 데 필요한 공간이다. 마살링 야드는 CY의 상당부분을 차지하며 운영방법에 따라 규모는 다르지만 컨테이너 터미널의 효율성에 직접적으로 영향을 미치는 중요한 부분으로 슬롯(Slot)이라 불리는 사각형의 선이 표시된 곳이 있으며, 1개의 슬롯에는 1개의 컨테이너가 적부계획에 따라 장치된다.

4. CY

CY는 이동을 대기하고 있는 컨테이너들을 적치하는 장소로서 컨테이너선과 CY간, CY와 도로/철도간 컨테이너 이송이 이루어진다. CY는 한계성이 명확치 않으나 마살링 야드의 배후에 위치되어 있으며 때로는 마살링야드까지 포함하여 CY라고 부르는 경우도 있다. 표준크기는 컨테이너 인수도, 공 컨테이너의 반출입 분포, 컨테이너의 하역방법에 따라 결정되나 보통 안벽 300m당 105,000m² 정도이다.

5. CFS

CFS는 반드시 터미널내 또는 그 인접한 곳에 있을 필요는 없으나, CY와 원활한 연결이 이루어질 수 있는 장소에 설치하는 것이 적당하다.

6. 컨트롤 센터

본선의 하역작업이나 CY내의 컨테이너 배치가 본부의 계획이나 지시대로 이루어지도록 통제·감독하는 기능을 수행한다.

7. 게이트

컨테이너터미널에서 보안상의 경계인 외곽에서의 출입구 외에 터미널 내부쪽 장치장 근처에 별도의 점검 장치를 갖춘 문처럼 생긴 구조물을 게이트라 한다. 터미널 내외로 컨테이너의 반출입이 이루어지는 장소로서 내륙컨테이너운송업자와 컨테이너터미널간 컨테이너에 대한 관리책임이 전환되는 곳이기도 하다.

8. 냉동시설

냉동컨테이너의 저온 유지와 위생, 세관빌딩 등에서 적절한 온도를 유지하기 위해 필요한 시설이다.

9. 기타

통관, 메인テナンス·리페어숍, 위생검사소 등이 있다.

제2절 하역 및 이송장비

1. 선측장비 : 안벽 크레인(Container Crane : C/C)

에이프런에 부설된 레일위를 주행하고 유압으로 신축하는 스프레더에 의해 컨테이너의 적·양하 작업을 수행한다. C/C는 아웃리치의 결정이 가장 중요하고, 선박의 대형화와 더불어 크레인의 인양높이, 호스트 및 트롤리 속도도 증가하고 있다. C/C의 신속한 하역작업은 선박의 재항시간을 단축시킬 뿐만 아니라 터미널 전체의 생산성을 높이는 데 기여하므로 다수의 하역기기를 동시에 투입하는 추세이다. 초대형선이 기항시간을 유지하면서 대량의 컨테이너를 처리하기 위해서는 장비능력 증대 외에 크레인의 생산성 향상이 필요하다[13].

<표4-2>컨테이너 크레인의 아웃리치

선박규모	아웃리치(m)	선창의 컨테이너 열수	인양높이(m)
Small Panamax	36이하	14열 이하	
Standard Panamax	36~44	14~16	20~30

Post- Panamax	44~48	16~18	33
Super Post- Panamax	50~52	18~20	36~38
	54~56	20~22	40

자료 : Cargo Systems, "Opportunities for Container Ports", 1988.

2. 이동장비

(1) AGV(Automated Guided Vehicle)

관제소의 PCS(Process Control System)로부터 목적지와 계획된 통로를 통보받아 자동항법장치를 이용하여 목적지까지 이동한다.

(2) Linear driven shuttle car(직선왕복 차량)

직선모터 기술을 사용하여 레일을 따라 주행하는 40' 샴시로서 엔진, 브레이크, 기어, 휠, 센서 등이 전혀 필요 없으며, 길이방향의 자동위치 검출과 횡단이동 및 바퀴의 회전이 원활하다.

(3) multi -trailer system

다량트레일러는 5개의 40' 컨테이너를 한번에 이송하는 시스템으로 하역작업을 효율적으로 수행한다

3. 야드장비[6]

(1) 스트래들 캐리어

터미널에서 컨테이너 운반에 사용되는 장비로 컨테이너를 마살링야드로부터 에이프런 또는 CY지역으로 운반 및 적재하며 샴시 위에 이적하는 데 사용한다.

(2) 트랜스테이너(Transtainer : T/C)

교각형의 기둥과 일정한 간격을 가지고 설치된 두 개의 주행각 하부에 이동할 수 있는 바퀴를 가지고 기둥의 상하로 컨테이너를 감아올려 적재 및 인수도를 수행하는 데 사용한다. RTGC와 RMGC로 구분되며, 장비의 선택은 처리량, 노동조건, CY의 면적 및 모양 등 터미널의 개별조건에 의해 결정된다.

<표4-3> RTGC 및 RMGC비교

구분	스팬	이동속도	장점	단점
RTGC	6~7열	152~180m/m	소형, 경량 연약지반사용가능 저가	설계 및 조종기능의 복잡성
RMGC	14~16열	135m/m	자동화 용이 일관통행이속가능 신속성	궤도에서만 이동

1) RTGC(Rubber -Tyred Gantry Crane)

고무바퀴가 장착된 야드크레인으로 스패이 6개의 컨테이너열과 1개의 트럭 차선에 이르며 4단 혹은 5단 적재가 가능하다.

2) RMGC(Rail-Mounted Gantry Crane)

레일위에 고정된 컨테이너의 적재블럭을 자유로이 바꿀 수가 없기 때문에 RTGC에 비해 작업의 탄력성은 떨어진다.

제3절 야드운영시스템

야드내 장치단수와 장치블럭의 배치는 이동작업과 장치작업에 사용되는 장비에 직접적으로 좌우되기 때문에 야드장비의 선택에 따라 야드운영시스템이 달라진다

1. 트랙터-트레일러 시스템

대형트랙터와 이것을 견인하는 트레일러로 구성되어 있으며 트레일러는 터미널 전용(야드용 샤시) 혹은 도로주행용으로 제작되고 터미널 전용트레일러는 컨테이너크레인의 하역이 쉽게 트레일러의 네 귀퉁이에 corner guider가 부착되어 있다.

2. 트랜스퍼 크레인 시스템

장치작업과 구획내 열간 이동작업에 활용하는 장치로 높은 단수의 장치능력과 통로건설용의 넓은부지를 필요로 하지 않기 때문에 야드의 경제적인 활용이 가능하나, 융통성을 갖지 못한다는 단점이 있다.

3. 프론트엔드로더 시스템

보다 특수한 하역장비로서 탑리프트 또는 사이드리프트 스프레더를 장착한 대형 리프트트럭을 사용한다.

4. 결합시스템

트랙터-샤시, T/C, 프론트엔드로더 등 각 장비가 갖고 있는 장점을 최대한으로 이용하고 약점을 최소화하기 위해 여러장비를 동시에 사용하는 방법이다.

제4절 자동화 컨테이너 터미널(ACTS)[14]

1. Automated Container Terminal System(ACTS)

컨테이너 선박이 대형화로 터미널에서 처리해야 할 컨테이너량이 현저히 증가한 결과, 선박의 운항 스케줄을 지키기 위해서는 보다 정확하고 신뢰할 만한 운영방법이 필요한데, 모든 장비의 POOL, 고도의 숙련된 노동력, 컴퓨터시스템에 의한 작업수행 등이 핵심이다. 컨테이너터미널의 자동화 단계는 4단계로 대별될 수 있으며, 완전자동화 컨테이너터미널은 모든 야드 장비가 터미널의 컴퓨터네트워크에 연결되어 컴퓨터에 의해 작업지시를 받는 마지막 단계이다. 현재 대부분 컨테이너터미널의 자동화는 2단계에서 3단계이다.

2. 개별 작업의 자동화 가능성

조석, 바람 적하상태 등에 따라 변하는 선박의 홀수 또는 위치 등에 대응할 수 있는 부두 측의 장비는 C/C뿐으로 기항선박에 특수 장치를 하지 않는 한

자동화는 어려우며 선박에 특수 장치를 하는 것도 거의 불가능하다. 전세계적으로 완전 자동화된 C/C는 존재하지 않으며 조작자가 참여하는 부분적인 자동화 C/C를 사용하고 있다. 부두와 마살링 야드간 이송작업의 자동화는 AGV 혹은 Traversers를 이용한다. 마살링야드에서의 해상과 육상측 작업은 현재의 기술수준으로도 완전 자동화가 가능하며 야드와 Interchange Slot 혹은 Rail Yard간 컨테이너 이송작업의 자동화는 AGV에 의해 가능하다. 게이트에서의 작업은 서류 확인과 컨테이너의 물리적 상태 조사작업이 필요하기에 완전자동화가 어렵다. 기타 주요 자동화기술로는 데이터 전송시스템, 자동인식시스템, 자동위치 시스템이 있다.

제5절 정보시스템

1. 운영방식

효율적인 터미널 운영을 위해서는 터미널내의 모든 활동들을 자연스럽게 연결 및 제어하는 기술이 필요한데 대다수 터미널은 양·적하, 야드관리, 장비이동 등에 대해 설계된 통합 운영정보시스템을 갖고 있다. 정보시스템의 운영방식으로는 무선주파수 데이터 통신(RFID), 전자문서 교환(EDI), IT도입을 통한 One stop service가 있다.

2. 싱가포르항의 정보화[15]

(1) PORTNET

PSA가 운영하고 있는 온라인 실시간처리 정보망으로 항만이용자들이 선박, 화물, 컨테이너 등 선적사항과 관련된 업무를 처리하거나 선박정보, 화물정보, 컨테이너 선적정보를 제공받을 수 있는 시스템으로 화주는 PORTNET을 통해 해운기업에 선적을 예약하고, PSA에 수출입신고하면, 해운기업은 PORTNET를 통해 화주에게 선적예약번호를 부여하고 PSA에 적하목록을 제출한다. PSA는 PORTNET을 통해 전송되어 오는 정보를 토대로 하역작업계획을 수립 작업한다.

(2) TRADENET

수출입 및 환적에 관한 정보를 전자적으로 전송할 수 있는 기본적인 기능 외에 세관과 무역개발청 또는 기타 관련정부기관에 각종 인허가 신청서를 제출하고 이에 대한 승인내용을 Mail Box를 통해 전달받을 수 있다.

(3) 물류정보 시스템

PSA는 컨테이너터미널에서 발생하는 모든 작업을 실시간으로 운영할 수 있는 다양한 시스템을 구축하고 있는데 이는 표 <4-4>와 같다.

<표4-4>PSA 운영 시스템

시스템 명	내 용
CITOS	<ul style="list-style-type: none"> 컨테이너터미널에서의 선박의 선석 및 크레인 지정 야드크레인의 자동위치 확인
CIMOS	<ul style="list-style-type: none"> 선박통행, 항만항해, 고도기획업무, 자동정산, 이동무선자료등관리 도선사, 예인선 등과 연결가능하며 PORTNET과 연계
CICOS	<ul style="list-style-type: none"> 재래터미널인 PPT에서 운영 트럭의 소요대수, 운행시간 단축 등을 위한 정보시스템
PTMS	<ul style="list-style-type: none"> 선박의 신속한 이·접안을 위해 개발 도선서비스와 관련된 선박정보 교환을 위한정보시스템
MRDTS	<ul style="list-style-type: none"> 입항선박과 PSA간에 선박정보 교환을 위한 정보시스템 도선사, 예인선 등의 작업스케줄을 자동적으로 작성
ATMS	<ul style="list-style-type: none"> PSA가 관련기관에 선박의 도선에 관한 모든자료 제공
자료: KML, 월간물류동향, 컴퓨터정보전화물회 서비스 제공 CITES	<ul style="list-style-type: none"> 항만이용자에게 계류선박, 컨테이너 및 화물에 대한 정보 제공
BOXNET	<ul style="list-style-type: none"> 트럭킹 업체에게 선박접안 예정시간, 양하완료 예정시간 등 제공 트럭운송에 대한 각종 정보 제공

제6절 노무공급체계

인적자원 이용의 효율성 및 하역생산성 향상과 이로 인한 비용절감을 위해 일본, 홍콩, 영국 등 주요 국가들이 일용제에서 상용제로 전환하였고 우리나라도 상용제로 전환하였다[16].

제7절 연계수송체계

컨테이너 운송은 해상/항만 구간에서 뿐만 아니라 항만/내륙 구간에서도 신속·정확한 일관수송을 필요로 하며 화물취급단계를 최소화하여 비용과 시간을 줄이기 위한 내륙운송체계의 합리화가 매우 중요하다. 따라서 항만경쟁력은 효율적인 배후수송망에 의해 좌우될 것으로 보인다. 전 세계적으로 전개되고 있는 효율적이고 저렴한 배후지 연계수송망이 주요 경쟁요인으로 부상한 것이 바로 이런 이유에서다. 우리나라 배후수송망으로는 육로수송(전용부두→ODCY→배후지)이 가장 큰 비중을 이루고 있고 철도운송 연안운송이 그 다음이다. 배후수송 시설의 부족은 항만 체선의 한 원인이 되고 있다.

제8절 시사점

컨테이너터미널의 생산성은 주어진 여건하에서 최대한의 효율성을 창출하는 것이다. 따라서 각 터미널은 처해 있는 현재상황이 어떠한지, 경쟁항만 대비 생산성은 어떠한지, 무엇이 문제인지를 파악하여야 하며, 무엇을 개선해야 효과적으로 생산성을 높일 수 있는지 알아야 한다. 그러기 위해선 관리항목, 점검항목, 측정방법 등에 있어 기준이 설정되어 있어야 한다.

본장은 이러한 관점에서 각 터미널이 생산성 제고를 위하여 관리하여야 할 대상을 제시하고 있다 하겠다.

제 5장 컨테이너터미널 생산성 평가지표 선정

제1절 컨테이너터미널 프로세스별 기본생산성 평가지표 분석

1. 컨테이너터미널 작업 프로세스별 생산성 결정요인 분석[14,16,17,18]

컨테이너터미널의 프로세스는 적하작업과 양하작업 프로세스로 구분할 수 있으며 각 프로세스별 생산성 결정요인은 <표5-1>, <표5-2>와 같으며 이러한 요인은 개별적으로 혹은 다른 프로세스의 요인과 복합적으로 작용하여 부두 생산성을 결정하게 된다. 이에 따라 적·양하 작업은 총 47개의 생산성 결정요인이 나타나고 있으며 그 관련 주체 역시 다양하게 나타나고 있다.

<표5-1>양하작업 프로세스 : 입항-양하-장치·보관-반출

구 분	작업구분	생산성결정요인	주체
양 하 전 작업	Planning	· 서류제출 적시성(선사→부두)	선사
		· EDI 체계의 효율성(선사→부두)	선사,항만청
		· Planning 마감시간의 적시성	부두
	통 관, 검역, 입출 국, 입항시스템	· 통관체계의 효율성	세관
		· 검역체계의 효율성	검역기관
		· 출입국체계의 효율성	출입국관리소
		· 입항-접안시간	항만청
양 하 작 업	부두의 효율성	· 부두의 형태	부두
		· 부두의 규모(안벽길이, 선석규모 등)	부두
		· 하역시스템(자동, 반자동, 일반)	부두
		· 접안선박의 평균길이, 규모	부두
	장비의 생산성	· 장비제원(능력)	부두
		· 시간당 하역능력 - 총 작업시간 대비 시간당 하역능력 - 순 작업시간 대비 시간당 하역능력	부두
		· 장비당 하역능력	부두
		· 선석길이당 하역능력	부두
		· 장비의 대수	부두

		- 해당 투입가능 대수, 선석당 장비대수	
	인력의 숙련도	· 시간당 처리능력(C/C1기당 평균)	부두
		· 인력 교육시스템	부두
	화물의 종류	· 화물의 구성(연간) - 수출입, 환적, 적·공, 냉동, 특수화물 비율	부두
	작업중단의 적정성	· 작업중단·지연 원인 및 시간	부두
양 하 후 작 업	부두운영의 효율	· 부두면적, 야드면적	부두
		· TGS	부두
	게이트운영	· 게이트운영의 효율화 - 전산화 유무, 통과시간, 통과절차	부두
전 양하 프로세스	부두운영 <표 5-2>적하작업	· 총 접안시간 대비 총 작업시간	부두
		· 총 접안시간 대비 관적작업시간	부두

구 분	작업구분	생산성결정요인	주체
적 하 전 작업	Planning	· 서류제출 적시성(선사→부두)	선사
		· EDI 체계의 효율성(선사→부두)	선사,항만청
		· CCT마감 적시성	선사,부두
		· Planning 마감시간의 적시성	부두
	통관 시스템	· 통관체계의 효율성	세관
적 하 작 업	부두의 효율성	· 부두의 형태	부두
		· 부두의 규모(안벽길이, 선석규모 등)	부두
		· 하역시스템(자동, 반자동, 일반)	부두
		· 접안선박의 평균길이, 규모	부두
	장비의 생산성	· 장비제원(능력)	부두
		· 시간당 하역능력 - 총 작업시간 대비 시간당 하역능력 - 순 작업시간 대비 시간당 하역능력	부두
		· 장비당 하역능력	부두
		· 선석길이당 하역능력	부두

		· 장비의 대수 - 척당 투입가능 대수, 선석당 장비대수	부두
	인력의 숙련도	· 시간당 처리능력(C/C1기당 평균)	부두
		· 인력 교육시스템	부두
	화물의 종류	· 화물의 구성(연간) - 수출입, 환적, 적·공, 냉동, 특수화물 비율	부두
	작업중단의 적정성	· 작업중단·지연 원인 및 시간	부두
적 하 후 작 업	통관, 검역, 입출국 , 출항시스템	· 검역체계의 효율성	검역기관
		· 출입국체계의 효율성	출입국관리소
		· 이항-출항시간	항만청
전 양하 프로세스	부두운영	· 총 접안시간 대비 총 작업시간	부두
		· 총 접안시간 대비 순 작업시간	부두

2. 프로세스별 생산성 평가 지표 추출[6,17]

부두의 적·양하 작업 프로세스에서 생산성에 영향을 줄 수 있는 요소는 <표5-1>, <표5-2>에서 살펴본 바와 같이 다양하다. 그러나 이러한 모든 요소들을 생산성 결정요인으로 결정하는 데는 자료수집의 용이성, 통계화의 가능성 등의 측면에서 한계가 있을 수 있다. 이에 따라 자료의 수집이 용이한 요인들을 추출하고 이러한 요인들을 통합·연계함으로써 생산성에 영향을 주는 요인들을 단순화하고 연구대상 각 부두와의 비교를 용이하게 할 필요성이 있다. 이러한 측면에서 본 연구는 컨테이너의 생산성에 영향을 미칠 수 있는 요소를 프로세스별로 정리하여 다음과 같이 정리하였다.

(1) 입출항절차의 신속성

선박의 항만 입·출항시 얼마나 신속하게 행정처리와 관계절차가 이루어지는가를 판단하는 요인으로 선박의 기항시간 대비 순입·출항시간의 비중이 기준이다.

(2) 접안선박의 규모

터미널에 접안하는 선박의 규모를 평가하는 요인으로 최적규모의 선박이 기항하고 있는가를 평가하는 것으로(일정수준 이상의 선박과 화물을 처리하는 선박) 터미널의 시설규모, 하역장비, 선사에 대한 마케팅능력 등이 통합적으로 고려되어 나타나는 요인이기 때문에 다양한 측면에서의 경쟁력을 평가할 수 있다.

(3) 선박 접안율

연간 안벽이용가능시간에 대한 선박의 접안시간 비율을 의미하는 것으로 선박접안율은 선박도착의 가변성, 타항만에서의 지연, 터미널의 생산성 등에 의해 영향을 받기 때문에 선박의 입출항 및 선석과 관련된 생산성 평가지표이며 총 접안시간 ÷ 연간작업시간(연간작업일수×일일작업시간×선석수) 동안 선박이 접안한 시간 비중을 평가하는 요인이다.

(4) 총 선석생산성 : GBP(Gross Berth Productivity)

총 선석생산성은 총 처리물동량(van)과 총 접안시간과의 관계를 평가하는 요인으로 총 접안시간 동안 처리된 컨테이너화물의 규모를 통해 생산성을 평가하는 것으로 기준은 선박이 첫 번째 계선주를 묶는 시간부터 마지막 계선주를 푸는 시간, 즉 선박이 선석을 점유하고 있는 총 접안시간 동안 처리한 컨테이너화물의 수량을 의미한다.

(5) 순 선석 생산성: NBP(Net Berth Productivity)

총 처리화물(van)과 총 작업시간과의 관계를 평가하는 요인으로 총 작업시간동안 처리된 컨테이너 화물의 규모를 통해 생산성을 평가하는 것으로 선박에서 최초로 하역되는 컨테이너의 라싱이 풀리는 순간부터 마지막으로 선적되는 컨테이너의 라싱이 완료되는 순간까지의 시간, 즉 순접안시간 동안 처리한 컨테이너화물의 수량을 의미한다.

(6) 선석 길이당 처리량

선석 길이당 처리실적은 부두의 생산성을 평가할 수 있는 가장 기본적인 척도로 선석길이당 어느 정도의 컨테이너 화물을 처리했는가를 판단하는 요인이다.

(7) 총 장비 생산성 : GP(Gross Productivity)

하역작업조가 작업에 투입되도록 배정된 시간(작업전의 대기시간 및 작업중단 시간 포함)동안에 처리한 컨테이너화물의 수량(van)을 의미하는 것으로 총 처리 화물과 장비의 총 작업시간과의 관계를 평가한다.

(8) 순 장비 생산성 : NP(Net Productivity)

총 처리화물(van)과 장비의 순 작업시간과의 관계를 평가하는 것으로 총 작업 시간과의 차이는 터미널의 작업 중단사유에 의하며, rigging time, boom up-down 시간, C/C · T/C Trouble, C/C · T/C간섭, 식사시간, 선체이동 중단시간 등이 있다.

(9) 장비의 능력

장비능력은 C/C의 처리실적과 제원상의 처리능력과의 관계를 평가하는 요인으로 C/C의 처리실적이 어느 정도인가를 평가하는 것으로 장비당처리물량÷제원상의 처리능력이 측정방법이다.

(10) 장비(C/C) 가동률

연간 작업시간과 C/C순작업시간과의 관계를 평가하는 요인으로 순작업시간 동안의 C/C가동률을 평가한 것으로 C/C순작업시간÷(연간작업일수X24시간)이다.

(11) 투입인력의 생산성

투입인력의 생산성은 연간 총처리물동량과 운영사 총인력규모와의 관계를 평가하는 요인으로 부두의 생산성을 평가할 수 있는 가장 기본적인 척도인 동시에 전세계 항만업계에서 가장 널리 사용되고 있는 지표이다.

(12) 야드 면적당 처리량

야드면적당 처리실적은 야드면적과 연간 처리물동량간의 관계를 평가하는 요인으로 부두의 기본적인 구조와 관련된 생산성 평가지표로 야드의 형태, 안벽과의 연계성 등에 따라 차이가 발생할 수 있다. 일반적으로 야드면적당 처리실적이 높을수록 야드를 효율적으로 운영하고 있는 것으로 판단한다. 그러나 야드면적당 처리실적이 높은 터미널이라고 하더라도 야드면적이 일정수준에 미치지 못하는 경우 이는 처리기준보다 많은 물량을 처리하여 비효율성이 높게 나타나는 것으로 평가할 수 있다. 따라서 야드면적당 처리실적은 연간처리물동량과 야드면적과의 관계를 고려하여 평가할 필요가 있다.

(13) 평균장치율

터미널의 평균장치량과 일시장치능력과의 관계를 평가하는 요인으로 물동량의 파동이 크게 나타나는 경우에도 평균장치량의 수준을 유지할 수 있을 만큼의 운영능력을 갖추고 있는 터미널이 상대적으로 높은 생산성을 확보할 수 있는 것으로 평균장치량÷일시장치능력×100이 산정방법이다.

(14) 평균장치일수

평균장치일수는 평균장치시간과 평균 장치물량과의 관계를 평가하는 요인으로 TEU당 평균장치시간이 길수록 생산성이 낮은 것으로 평가할 수 있다. 장치일수가 길수록 야드효율성이 낮아지며 이는 안벽 생산성에도 영향을 미칠 수 있다. 산정방법은 평균장치시간÷평균 장치량이다.

(15) 야드의 효율성(1 TEU당 핸들링수)

야드의 효율성은 컨테이너화물을 얼마나 효율적으로 장치하여 효율적인 야드 운영을 실시하는가를 판단하는 것으로 하역한 화물을 최초장치, 이송, 반출, 재선적 등을 위해 핸들링하는 경우가 있는데 총야드핸들링 수 ÷총컨테이너 처리물동량을 측정하는 것이다.

(16) 게이트당 처리실적

게이트당 처리실적은 안벽 및 야드면적당 처리실적과 함께 부두의 생산성을 평가할 수 있는 가장 기본적인 척도이다. 게이트당 처리실적은 일일 순작업시간당 게이트 반출입물량 규모 및 흐름에 따라 반출 또는 반입용으로 겸용하거나 또는 사용하지 않고 있다는 점을 고려하여 반출·반입별 게이트 수를 고려하지 않고 게이트당 처리실적을 기준으로 평가한다. 연간반출입 물량÷순작업시간(연간작업일수×일일순작업시간)÷게이트수가 산정방법이다

(17) 평균 반출입 시간

평균반출입시간은 트레일러의 turn around time을 의미하는 것으로 트레일러가 터미널에 진입하여 목적인 작업을 마치고 게이트를 통과하여 나오기까지의 시간이다.

제2절 컨테이너 터미널 생산성 평가지표 선정

1. 부산항 컨테이너 터미널 생산성 평가지표

이상에서 살펴본 바와 같이 평가항목은 총 17가지로 정리할 수 있으나, 터미널간 상대평가인 만큼 자료의 객관성이 확보되고 현재 생산성에 있어서 선두에 있는 업체에 대한 그 동안의 노력을 보상하는 지표, 중간 및 후미 업체에게는 생산성 향상을 유인하는 동기부여 지표, 자료의 객관성은 확보되지는 않지만 생산성 향상을 위한 노력을 평가할 수 있는 지표를 개발 선정하였다. 시간당 총 선석 생산성, 총 선석 생산성 증가율, 선석길이당 처리량, 야드면적당 처리량, 고용인력당 처리량 등 5개의 개량지표와 “생산성 증대노력의 적정성” 인 정성 평가지표가 그것이다

(1) 시간당 총 선석 생산성

지표 속성	계량	측정주기	년2회
측정 방법 및 산식	• A (100), A (87.5), B (75.0), B (62.5), C(50), D (37.5) ⁺ , D (25.0) ⁰ , E (12.5), E (0.0)		
	측정산식	총 처리물량/총 접안시간	+ 0
Data source	PORT- MIS자료 인용		
기타고려사항	선석구조		

(2) 전년대비 총 선석생산성 증가율

지표 속성	계량	측정주기	년2회
측정 방법 및 산식	• A (22.5%이상), A (20%), B (17.5%), B (15%), C(12.5%), D (10%), D (7.5%), E (5%), E (0.0)		
	측정산식	• 급년GBR/ 전년GBP	100 ₀ + 0
Data source	PORT- MIS자료 인용 + 0 + 0		
기타고려사항	• 부산항 전체평균증가율(C등급) • 동월 기간대비 비교		

(3) 선석 길이당 처리량

지표 속성	계량	측정주기	년2회
측정 방법 및 산식	• A (2,000TEU), A (1,750TEU), B (1,500TEU), B (1,350TEU), C(1,100TEU), D (850TEU), D (600TEU), E (350TEU), E (100TEU)		
	측정산식	• 연간 처리량/총 선석길이	
Data source	PORT- MIS자료 인용 + 0 + 0		
기타고려사항	선석구조 + 0		

(4) 고용 인력당 처리량

지표 속성	계량	측정주기	년1회	
측정 방법 및 산식	측정방법	• A (3,250TEU), A (3,000TEU), B (2,750TEU), B (2,500TEU), C(2,250TEU), D (2,000TEU), D (1,750TEU), E (1,500TEU), E (1,250TEU)		
	측정산식	• 연간처리량(TEU)/총인력(원)	0	
Data source	• PORT-MIS자료 인용			
기타고려사항	아웃소싱을 포함한 총 인력(줄잡이, 랫싱 제외)			
(5) 야드 면적당 처리량				

지표 속성	계량	측정주기	년2회	
측정 방법 및 산식	측정방법	• A (10TEU), A (8.75TEU), B (7.5TEU), B (6.25TEU), C(5.0TEU), D (3.75TEU), D (2.50TEU), E (1.25TEU), E (0.0)		
	측정산식	• 연간처리량(TEU)/야드 면적(m ²)	+	+
Data source	• PORT-MIS자료 인용 + 0			
(6) 항만생산성 향상 노력의 적정성				

지표 속성	정성	측정주기	년1회	
측정 방법 및 산식	정성	• 9등급 평가		
	측정방법	• A (100), A (87.5), B (75.0), B (62.5), C(50), D (37.5), D (25.0), E (12.5), E (0.0)		
Data source	측정산식	• 항만생산성분석체계의 합리성(20%) • 항만생산성 장애요인 도출의 적정성(20%) • 항만생산성 향상계획 수립의 신속성(20%) • 항만생산성 향상방안의 실현성(40%)	0	
	기타고려사항	운영사 제출 서류(생산성계획, 실행, 분석, 모니터링) • 등급 범위내 점수 계산		

2. 부산항 컨테이너 터미널 평가지표 체계

이상과 같이 5개의 정량지표와 1개의 정성지표로 평가지표를 구성하였고, 선사가 가장 중요시하는 지표와 운영사에서 중요시하는 지표의 비중을 높이 책정하였다,

<표 5-3 > 부산항 컨테이너 터미널 평가지표 체계

구분	평가지표	가중치	비고
생산성	시간당 총 선석 생산성	25	
	전년대비 총 선석생산성 증가율	25	
	선석 길이당 처리량	10	
	야드 면적당 처리량	10	
	고용 인력당 처리량	10	
합 계	생산성 향상 노력의 적정성	20	
		100	

제3절 컨테이너터미널 생산성 평가지표 적용

평가대상 부산항 북항 컨테이너 터미널의 시설현황은 <표5-4>와 같다.

<표5-4 > 부산항 북항 컨테이너 터미널 시설현황 (2005년 기준)

	자성대	신선대	감만부두	신감만부두	우암부두
종업원 수	785명	677명	876명	348명	253명
부두 길이	1,447m	1,500m	1,400m	826m	500m
부지면적	647천㎡	1,038천㎡	731천㎡	308천㎡	184천㎡
시설현황	(196천평)	(315천평)	(221천평)	(93천평)	(55천평)
CY 면적	462천㎡	672천㎡	336천㎡	153천㎡	156천㎡
주요 하역 장비	· C/C 14기 · T/C 36기, · T/H 13기 · R/S 5대, · Y/T 74대, · F/L 8대, · 지저 249대	· C/C 15기 · T/C 32기, · T/H 12대 · R/S 9대, · Y/T 79대, · F/L 10대, · 샷시 200대	· C/C 15기 · T/C 42기, · R/S 11대, · Y/T 84대, · F/L 6대, · 샷시 222대, · T/H 1대	· C/C 7기 · T/C 17기, · R/S 3대, · Y/T 36대, · F/L 1대, · 샷시 64대	· C/C 5기 · T/C 13기, · R/S 2대, · Y/T 24대, · F/L 2대, · 샷시 50대
생산성을 측정하기 위한 터미널별 물동량 처리실적은 <표5-5>와 같다.					

<표5-5>부산항 컨테이너터미널 물동량 처리실적

(단위: TEU)

터미널	물동량		접안시간		선석길이	야드면적	인원	선석길이당생산성	야드면적당생산성	인원당생산성
	2004년	2005년	2004	2005						
A 터미널	1,817,333	1,803,553	25,012	23,000	1,200	672,000	677	1,502.96	2.684	2,664.04
B 터미널	1,647,901	1,937,508	25,347	26,099	1,447	462,000	785	1,338.98	4.194	2,468.16
C 터미널	877,765	1,003,728	13,888	15,250	826	153,000	348	1,215.17	6.560	2,884.28
D 터미널	1,071,632	1,140,344	14,917	14,140	700	192,000	422	1,629.06	5.939	2,702.24
E 터미널	657,231	617,282	7,545	6,869	350	96,000	242	1,763.66	6.430	2,550.75
F 터미널	759,596	888,512	7,919	8,090	350	103,000	221	2,538.61	8.626	4,020.42
G 터미널	502,267	529,567	10,414	11,579	500	340,000	253	1,059.13	1.558	2,093.15

(단위: VAN)

터미널	물동량		접안 시간		선석길이(m)	야드면적(㎡)	인원	선석생산성		증가율
	2004년	2005년	2004년	2005년				2004	2005	
A 터미널	1,162,396	1,160,452	25,012	23,000	1,200	672,000	677	46.47	50.45	108.57
B 터미널	1,073,730	1,249,925	25,347	26,099	1,447	462,000	785	42.36	47.89	113.06
C 터미널	589,564	668,759	13,888	15,250	826	153,000	348	42.45	43.85	103.30
D 터미널	678,910	713,276	14,917	14,140	700	192,000	422	45.51	50.44	110.84
E 터미널	394,150	365,714	7,545	6,869	350	96,000	242	52.24	53.24	101.92
F 터미널	496,320	572,188	7,919	8,090	350	103,000	221	62.67	70.73	112.85
G 터미널	347,710	367,362	10,414	11,579	500	340,000	253	33.39	31.73	95.02

1. 생산성 평가 기준표

(1) 점수계산표

초기 평가를 시행함에 있어 생산성의 현 위치를 명확히 파악·제시하여 생산성 제고 유인에 있어 경쟁을 촉발하고자 순위·점수를 명확히 하고자 측정을 9등급으로 하고 각 등급별로 세분하여(10등급) 점수화하였다. 점수계산표는 <표 5-6>와 같다

<표5-6>점수계산표

구분	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
A+	100	98.75	97.50	96.25	95.00	93.75	92.50	91.25	90.00	88.75
A	87.5	86.25	85.00	83.75	82.50	81.25	80.00	78.75	77.50	76.25
B+	75	73.75	72.50	71.25	70.00	68.75	67.50	66.25	65.00	63.75
B	62.5	61.25	60.00	58.75	57.50	56.25	55.00	53.75	52.50	51.25
C	50	48.75	47.50	46.25	45.00	43.75	42.50	41.25	40.00	38.75
D+	37.5	36.25	35.00	33.75	32.50	31.25	30.00	28.75	27.50	26.25
D	25	23.75	22.50	21.25	20.00	18.75	17.50	16.25	15.00	13.75
E+	12.5	11.25	10.00	8.75	7.50	6.25	5.00	3.75	2.50	1.25
E	1	(0.25)	(1.50)	(2.75)	(4.00)	(5.25)	(6.50)	(7.75)	(9.00)	(10.25)

(2) 정량 지표별 배점 기준표

정량평가는 목표부여 평가방법을 선택하였으며 최저목표와 최고목표간 득점 구간을 설정하였다. 전년도 평균실적을 "C" 등급(10번)으로 책정하고 최고목표치와 최저목표치간 구간을 9등급으로 설정 아래와 같이 배점 기준표를 작성하였다.

<표5-7>시간당 총 선석생산성 배점기준

구분	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
A	100	98.75	97.50	96.25	95.00	93.75	92.50	91.25	90.00	88.75
A	87.5	86.25	85.00	83.75	82.50	81.25	80.00	78.75	77.50	76.25
B ⁺	75	73.75	72.50	71.25	70.00	68.75	67.50	66.25	65.00	63.75
B ⁰	62.5	61.25	60.00	58.75	57.50	56.25	55.00	53.75	52.50	51.25
C ⁺	50	48.75	47.50	46.25	45.00	43.75	42.50	41.25	40.00	38.75
D ⁺	37.5	36.25	35.00	33.75	32.50	31.25	30.00	28.75	27.50	26.25
D ⁰	25	23.75	22.50	21.25	20.00	18.75	17.50	16.25	15.00	13.75
E	12.5	11.25	10.00	8.75	7.50	6.25	5.00	3.75	2.50	1.25
E ⁺	1	(0.25)	(1.50)	(2.75)	(4.00)	(5.25)	(6.50)	(7.75)	(9.00)	(10.25)
E ⁰										
E ⁺		<표5-8>총 선석 생산성 증가율 배점기준								
E ⁰										
구분	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
A	22.5	22.25	22.00	21.75	21.50	21.25	21.00	20.75	20.50	20.25
A	20	19.75	19.50	19.25	19.00	18.75	18.50	18.25	18.00	17.75
B	17.5	17.25	17.00	16.75	16.50	16.25	16.00	15.75	15.50	15.25
B	15	14.75	14.50	14.25	14.00	13.75	13.50	13.25	13.00	12.75
C ⁺	12.5	12.25	12.00	11.75	11.50	11.25	11.00	10.75	10.50	10.25
D ⁺	10	9.75	9.50	9.25	9.00	8.75	8.50	8.25	8.00	7.75
D ⁰	7.5	7.25	7.00	6.75	6.50	6.25	6.00	5.75	5.50	5.25
E ⁺	5	4.50	4.00	3.50	3.00	2.50	2.00	1.50	1.00	0.50
E ⁰	0	(0.50)	(1.00)	(1.50)	(2.00)	(2.50)	(3.00)	(3.50)	(4.00)	(4.50)
E ⁺		<표5-9>선석 길이당 처리량 배점기준								
E ⁰										
구분	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
A ⁰	2,000	1,975	1,950	1,925	1,900	1,875	1,850	1,825	1,800	1,775
A	1,750	1,725	1,700	1,675	1,650	1,625	1,600	1,575	1,550	1,525
B	1,500	1,475	1,450	1,425	1,400	1,375	1,350	1,325	1,300	1,275
B	1,350	1,325	1,300	1,275	1,250	1,225	1,200	1,175	1,150	1,125
C	1,100	1,075	1,050	1,025	1,000	975	950	925	900	875
D	850	825	800	775	750	725	700	675	650	625
D	600	575	550	525	500	475	450	425	400	375
E ⁺	350	325	300	275	250	225	200	175	150	125
E ⁰	100	75	50	25	0	(25)	(50)	(75)	(100)	(125)
E ⁺										
E ⁰										
E ⁺										
E ⁰										
E ⁺										
E ⁰										

<표5-10>야드 면적당 처리량 배점기준

구분	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
A	10	9.875	9.750	9.625	9.500	9.375	9.250	9.125	9.000	8.875	
A ⁺	8.75	8.625	8.500	8.375	8.250	8.125	8.000	7.875	7.750	7.625	
B	7.5	7.375	7.250	7.125	7.000	6.875	6.750	6.625	6.500	6.375	
B ⁺	6.25	6.125	6.000	5.875	5.750	5.625	5.500	5.375	5.250	5.125	
C	5	4.875	4.750	4.625	4.500	4.375	4.250	4.125	4.000	3.875	
D	3.75	3.625	3.500	3.375	3.250	3.125	3.000	2.875	2.750	2.625	
D ⁺	2.5	2.375	2.250	2.125	2.000	1.875	1.750	1.625	1.500	1.375	
E	1.25	1.125	1.000	0.875	0.750	0.625	0.500	0.375	0.250	0.125	
E ⁰	0	(0.125)	(0.250)	(0.375)	(0.500)	(0.625)	(0.750)	(0.875)	(1.000)	(1.125)	
E ⁺											
E ⁰											
			<표5-11>인력당 처리량 배점기준								

구분	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
A	3,250	3,225	3,200	3,175	3,150	3,125	3,100	3,075	3,050	3,025
A ⁰	3,000	2,975	2,950	2,925	2,900	2,875	2,850	2,825	2,800	2,775
B	2,750	2,725	2,700	2,675	2,650	2,625	2,600	2,575	2,550	2,525
B ⁺	2,500	2,475	2,450	2,425	2,400	2,375	2,350	2,325	2,300	2,275
C	2,250	2,225	2,200	2,175	2,150	2,125	2,100	2,075	2,050	2,025
D ⁺	2,000	1,975	1,950	1,925	1,900	1,875	1,850	1,825	1,800	1,775
D ⁰	1,750	1,725	1,700	1,675	1,650	1,625	1,600	1,575	1,550	1,525
E	1,500	1,475	1,450	1,425	1,400	1,375	1,350	1,325	1,300	1,275
E ⁰	1,250	1,225	1,200	1,175	1,150	1,125	1,100	1,075	1,050	1,025
E ⁺										
E ⁰										
(3) 생산성 제고 노력 배점기준										
E ⁺										
	정성평가는 정량평가와 동일하게 100점을 최고점으로 9개 등급으로(A~E)									

구분하여 평점을 부여하였다.

+ 0

(4) 생산성 제고노력 평가요소별 착안사항	기준	A ⁺	A	B ⁺	B	C	D ⁺	D	E ⁺	E
정성평가 지표인 생산성 제고노력은 생산성 평가체계(PDCA) 구축에 따른 체계적인 관리여부를 측정하는 것을 근간으로 마련하였다.	점수	100	87.5	75	62.5	50	37.5	25	12.5	0

평정요소	착안사항	비중 (%)	배점기준	평점	
생산성 향상 계획의 신속성	주기적으로 환경변화와 생산성계획에 대한 검토를 시행하여 계획을 수정한다.	20			
생산성장요인 도출의 적정성	생산성제고향상을 위한 장애요인 분석이 전반적이고 매우 구체적이다.	20			
생산성 향상방 안의 실현성	생산성 향상 계획이 구체적이며 실현가능하고 추진성과 또한 구체적이다	40			
분석체계의 리성	합 계획, 분석, 실행, 모니터링 체계가 적절히 연계되어 있고 합리적이다.	20			
	평가 합계	100			

2. 생산성 평가지표 작성

앞서 제시한 생산성 평가 기준표를 근거로 부산항 북항 컨테이너 터미널을 평가를 실시하였고 평가 결과는 다음과 같다. 이해를 돕기 위해 평점산출방법을 간략히 설명하면 A터미널의 경우 선석 생산성은 <표5-5>를 근거로 산출하였을 때 50.45V/H를 기록하였고, 등급은 <표5-7>에 대입하였을 때 “C(10등급)”에 해당하고, 평점은 <표5-6>에 의해 50점이 된다. 이러한 방법으로 각각의 지표에 대한 평점을 산출하였다.

(1) A터미널

	선석생산성(V/H)	생산성증가율(%)	선석길이당 처리량(TEU)	야드면적당 처리량(TEU)	인력당처리량(TEU)	생산성제고노력	총점
지표	50.45	8.57	1,503	2.684	2,664	-	
등급	C	D ⁺	B ⁺	D ⁺	B ⁺	A	
평점	50	30	75	26.25	70	89.5	
가중치	0.25	0.25	0.1	0.1	0.1	0.2	
점수	12.5	7.5	7.5	2.63	7.0	17.9	55.03

(2) B터미널

	선석생산성(V/H)	생산성증가율(%)	선석길이당처리량(TEU)	야드면적당처리량(TEU)	인력당처리량(TEU)	생산성제고노력	총점
지표	47.89	13.06	1,339	4.194	2,468	-	
등급	C	B	B ⁺	C	B	B ⁺	
평점	47.5	52.5	66.25	41.25	60	82	
가중치	0.25	0.25	0.1	0.1	0.1	0.2	
점수	11.88	13.13	6.63	4.13	6	16.4	

(3) C터미널

	선석생산성(V/H)	생산성증가율(%)	선석길이당처리량(TEU)	야드면적당처리량(TEU)	인력당처리량(TEU)	생산성제고노력	총점
지표	43.85	3.30	1,215	6.560	2,884	-	
등급	C	E ⁺	B	B ⁺	A	B	
평점	43.75	7.5	55	65	81.25	73.5	
가중치	0.25	0.25	0.1	0.1	0.1	0.2	
점수	10.94	1.88	5.5	6.5	8.13	14.7	

(4) D터미널

	선석생산성(V/H)	생산성증가율(%)	선석길이당처리량(TEU)	야드면적당처리량(TEU)	인력당처리량(TEU)	생산성제고노력	총점
지표	50.44	10.84	1,629	5.939	2,702	-	
등급	C	C	A	B	B ⁺	B	
평점	50	41.25	81.25	58.75	72.5	74.5	
가중치	0.25	0.25	0.1	0.1	0.1	0.2	
점수	12.5	10.31	8.13	5.88	7.25	14.9	

(5) E 터미널

	선석생산성(V/H)	생산성증가율(%)	선석길이당처리량(TEU)	야드면적당처리량(TEU)	인력당처리량(TEU)	생산성제고노력	총점
지표	53.24	1.92	1,764	6.430	2,551		
등급	B	E ⁺	A	B ⁺	B ⁺	B	
평점	52.5	3.75	87.5	63.75	65	73.5	
가중치	0.25	0.25	0.1	0.1	0.1	0.2	
점수	13.13	0.94	8.75	6.38	6.5	14.7	

(6) F 터미널

	선석생산성(V/H)	생산성증가율(%)	선석길이당처리량(TEU)	야드면적당처리량(TEU)	인력당처리량(TEU)	생산성제고노력	총점
지표	70.73	12.85	2,539	8.626	4,020		
등급	B ⁺	B	A ⁺	A	A ⁺	A	
평점	70	51.25	100	86.25	100	89.5	
가중치	0.25	0.25	0.1	0.1	0.1	0.2	
점수	17.5	12.81	10	8.63	10	17.9	

(7) G 터미널

	선석생산성(V/H)	생산성증가율(%)	선석길이당처리량(TEU)	야드면적당처리량(TEU)	인력당처리량(TEU)	생산성제고노력	총점
지표	31.73	△5	1,059	1.558	2,093	-	
등급	D ⁺	E	C	D	C	B	
평점	31.25	0	45	15	41.25	72.5	
가중치	0.25	0.25	0.1	0.1	0.1	0.2	
점수	7.81	0	4.5	1.5	4.13	14.5	

제4절 컨테이너 생산성 평가지표 비교·분석

1. 평가결과

생산성 분석대상 부두인 부산항 북항 7개 컨테이너터미널에 대해 운영현황, 시설현황, 장비현황, 부두운영 및 화물처리실적 등을 중심으로 운영실태를 분석한 후, 이들 부두별로 6개의 생산성 평가지표를 작성하였다. 작성된 평가지표를 토대로 각 지표별 특성과 함께 7개 부두의 생산성을 비교·분석하였다.

<표 5-12>생산성 평가 결과표

	순위	총점	제고 노력	선석생산 성(V/H)	생산성증 가율(%)	선석길이 당 처리량 (TEU)	야드면적 당처리량 (TEU)	인력당 처리량 (TEU)	
A터미널	4	55.03	17.9	12.5	7.5	7.5	2.63	7.0	
B터미널	3	58.17	16.4	11.88	13.13	6.63	4.13	6	
C터미널	6	47.65	14.7	10.94	1.88	5.5	6.5	8.13	
D터미널	2	58.97	14.9	12.5	10.31	8.13	5.88	7.25	
E터미널	5	50.40	14.7	13.13	0.94	8.75	6.38	6.5	
F터미널	1	76.84	17.9	17.5	12.81	10	8.63	10	
G터미널	7	32.44	14.5	7.81	0	4.5	1.5	4.13	
2. 분석									

(1) 총 선석 생산성(GBP)

총 선석생산성은 선박이 첫 번째 계선주를 묶는 시간부터 마지막 계선주를 푸는 시간, 즉 선박이 선석을 점유하고 있는 총 접안시간 동안 처리한 컨테이너 화물의 수량을 의미하는 것으로 이용자인 선사의 입장에서 중요시하는 선박의 생산성 평가지표로 이는 터미널 선정시 운항스케줄의 근간이 된다. 시간당 총 선석생산성을 평가하였을 경우 1위는 F터미널로 시간당 70개를 기록하였으며, 기타 터미널은 모두 시간당 50개 안팎이었다.

(2) 총 선석 생산성 증가율

전년대비 총 선석생산성 증가율은 터미널의 생산성 제고를 위한 투자와 밀접한 관계를 가지며, 생산성에 있어서 중간 및 후미 업체에게 생산성 향상을 유인하고자 개발한 지표이다. 이 지표는 전년도 총 선석생산성 대비 금년도 총 선석 생산성 증가율에 대하여 평가하는 것으로 생산성 향상을 위해 시설증설 등 하드웨어적인 부문에 의해 영향을 많이 받는다. 평가대상 7개 터미널 중 B터미널이 전년대비 13%의 증가율을 보이며 총 선석 생산성 증가율에 있어 최고였다.

(3) 선석 길이당 처리량

선석 길이당 처리실적은 선석길이당 어느 정도의 컨테이너 화물을 처리했는가를 판단하는 것으로 F 터미널이 최고의 점수를 획득하였다. F터미널과 타 터미널을 비교해보면 약 1,000 TEU의 차이를 보여주고 있다.

(4) 야드 면적당 처리량

평가대상 7개 부두의 CY면적을 기준으로 야드면적당 실적(shifting 물량 제외)을 평가한 결과 F터미널이 가장 높은 것으로 나타났다. 야드면적당 처리량은 정방형 구조 터미널이 대부분 높은 수치를 보여주었다.

(5) 인력당 처리량

인력당 처리량에 있어서는 대부분의 터미널이 2,000~3,000 TEU였으나 F 터미널만 4,000 TEU를 처리해 최고를 기록하였다.

(6) 생산성 제고 노력

운영사가 제출한 생산성 제고노력 자료를 근거로 전문가로 구성된 평가단이 평가를 실시한 결과, 생산성 향상을 위한 인센티브제 시행, 하역장비 교체, Y/T POOLING제 및 24시간제 도입을 추진한 A터미널과, TWIN-SPREADER 도입, P.D.A(Personal Digital Assistant)시스템 도입 등을 추진한 F 터미널이 높은 점수를 받았다.

제5절 평가

본 연구에서 선정한 평가지표를 가지고 부산항 북항의 컨테이너 터미널에 대하여 생산성 평가를 실시한 결과 각 운영사들이 그 동안 자료의 신뢰성과 객관성을 이유로 평가에 대해 부정적으로 일관하던 태도에서 본 연구에서 제시한 평가지표에 대하여 PORT-MIS자료를 활용하고 전문평가단을 구성 평가하는 것에 대하여 신뢰감과 함께 객관성에 대하여 이의를 제기하지 않고 대체로 평가 결과에 대하여 인정하였다. 따라서 본 연구에서 제시한 평가지표 및 평가방법은 평가대상 터미널로부터 객관성과 공정성을 확인받았다고 할 수 있겠다.

제6장 결론

대형화와 고속화로 대별되는 컨테이너선박의 기술혁신은 지속될 것이며 정기 선사들은 글로벌 해운물류 서비스망 구축을 위해 글로벌 제휴를 주요한 경영전략으로 채택하여 시행중에 있다. 또한 대형 컨테이너터미널운영업체들은 선사들의 항만의 Hub & Spoke 전략에 따른 기항지 축소와 항만간 선박 및 화물 유치 경쟁 격화에 따른 경영 리스크를 줄이기 위해 부두운영사업의 글로벌화를 적극 추진하고 있는 추세이다. 이러한 대내외 환경변화에서 항만이 생존하기 위해서는 항만시설의 지속적인 확충, 생산성 제고, 다양한 부가가치 서비스 개발을 필요하게 하였다. 특히 선사는 기항항만을 선정할 때 항만비용 뿐만 아니라 생산성 즉, 선박의 대형화와 관계없이 제때에 내리고 정해진 스케줄대로 화물을 옮겨 실을 수 있는 능력을 평가한다. 따라서 치열해지는 동북아 중심항만 선점 경쟁에서 비교우위를 확보하기 위해서는 생산성에 있어 경쟁항만보다 비교우위에 있어야 한다.

컨테이너터미널 생산성 측정 방법에 있어 선행연구가들로부터 여러 가지 방법론이 제시되었고 이론적 정립을 이루었다 하겠으나 일률적으로 컨테이너터미널 상호간 생산성을 비교하는 데에는 한계가 있는 것 또한 사실이다. 컨테이너터미널 생산성 평가의 목표는 컨테이너터미널 간 동일한 기준에서 경쟁력정도를 비교하는 한편 선의의 경쟁을 유도하여 생산성 향상 및 국제경쟁력 강화의 지표로 활용하는데 있다. 따라서 무엇보다 중요한 것이 평가에 대한 객관성 및 공정성확보와 자료의 활용도에 있다 하겠다.

본 연구에서는 터미널 간 생산성 비교·분석이 비교적 용이하여 전 세계적으로 일반화된 전통적인 생산성분석방법에서 제시된 총 선석 생산성, 선석 길이 당 처리량, 야드면적당 처리량, 인력당 처리량 지표를 인용하고, 더불어 생산성 향상을 측정할 수 있는 지표인 전년대비 생산성 증가율과 생산성제고노력 지표를 개발하여 부산항 북항 컨테이너터미널 간 생산성을 비교 분석하였다. 방법론에 있어 선행연구와 다른 점은 첫째 평가에 사용되는 자료가 운영사에서 제시한 DATA가 아닌 수출입관련 정부 전자 인허가 업체인 KL-NET의 항만물류 정

보시스템 자료인 PORT-MIS 자료를 이용하여 객관화하였다는 점, 둘째 평가의 공정성 확보를 위해 전문가들로 구성된 평가단이 평가를 실시하였다는 점, 끝으로 결과가 아닌 과정을 평가하기 위해 정성지표를 도입하였다는 것이다. 피 평가업체인 부산항(북항) 컨테이너터미널 운영사들은 이러한 평가방법에 신뢰하였고, 평가실시 및 결과에 대하여도 이의를 제기하지 않았다.

평가지표는 지속적으로 환경에 맞게 진화되어야 한다. 생산성평가가 평가로만 그칠 것이 아니라 생산성 제고로 이어지도록 터미널 운영사는 생산성 평가결과에 대하여 심도 있는 분석과 개선노력을 경주하여야 한다. 더불어 지표 평가에 필요한 관련자료 및 정보관리체제 정비에 솔선하여 자료의 신뢰성문제로 평가에서 제외된 게이트 처리실적, 평균 반출입 시간 등이 지표에 포함되어 관리될 수 있도록 노력해야 한다.

참고문헌

1. Ocean Shipping Consultants, 'Container port strategy', 2007.
2. 동북아 물류유통연구소, '동북아 물류중심화 실천전략', 2005.
3. 김창곤, '컨테이너선의 대형화 추세에 대한 제언', 월간해양수산통권 , 제 191호, 2000.
4. Containerisation International Yearbook, 각 년호
5. 부산항만공사 항만위원회, '동북아 주요항만의 운영현황 및 개발계획', 2005.
6. 한국컨테이너부두공단, '우리나라컨테이너터미널생산성향상방안연구', 2002.
7. 김형태, '컨테이너선의 대형화에 따른 물리적인 대응전략', 해양한국 , 제 319호, 2000. 4.
8. T.J. and T. M. Leschine, 'container terminal productive : A Perspective', 'Maritime policy and Management', Vol.17, No2, 1990.
9. Y. Roll & Y. Hayuth, 'Port performance comparison applying data envelopment analysis', 1993.
10. Asbar, 'PDI', 1997.
11. 박노경, '항만의 생산성측정에 관한 이론적 고찰'. 한국항만학회지 , 제14집, 1998.
12. 정승호, '자가 컨테이너 터미널의 운영개선 방안', 한국해양대학교 논문지 , 제21집, 1999.
13. Cargo System, 'opportunities for container ports', 1988.
14. KMI 'A study on the system Design and Operation of Automated Container Terminal', 2000.
15. KMI, '월간동향', 제12호, 2001.
16. 이철영 · 양원 · 최재수 · 박진수 · 채양범 · 신창훈, '동북아 중심항만구축을 위한 컨테이너터미널의 개발 및 운영전략', 한국항만학회지 , 제12권, 제2호. 1998.
17. 허윤수 · 하원익 · 정승호, '부산항 컨테이너 전용터미널 운영개선을 위한 연구', 한국항만학회지 , 제14권, 제1호, 2000.
18. KMI, '국내컨테이너 항만기술개발 로드맵 수립 연구', 2007.