

# 초대형 컨테이너선 기항에 대응하는 항만생산성 예측

최용석\* · 하태영\*\*

\*한국해양수산개발원 책임연구원, \*\*한국해양수산개발원 연구원,

## Forecasting of Port Productivity to Response Very Large Container Ship

Yong-Seok Choi\* · Tae-Young Ha\*\*

Shipping, Logistics and Port Research Center, Korea Maritime Institute, Seoul, Korea

**요 약** : 본 연구의 목적은 초대형 컨테이너선 기항에 따른 컨테이너터미널의 항만생산성을 예측하는 것이다. 일반적으로 컨테이너터미널의 생산성은 컨테이너크레인, 야드크레인, 야드트랙터 등을 포함한 하역시스템의 생산성에 의해 평가된다. 그러므로 부산항 컨테이너터미널의 항만 생산성으로서 컨테이너크레인의 현재 생산성을 분석하고 초대형 컨테이너선에 의한 컨테이너를 처리하기 위한 순작업 생산성과 총작업 생산성을 예측한다. 생산성 향상을 위해 하역시스템 대안과 운영시스템 대안을 요약한다.

**핵심용어** : 초대형 컨테이너선, 하역시스템, 생산성

**ABSTRACT** : The objective of this paper is to forecast the port productivity of container terminal to response very large container ship. In general, the productivity of container terminal is evaluated by productivity of stevedoring system including container cranes, yard cranes, and yard tractors. Therefore, we analyze the current productivity of container crane as port productivity in Pusan ports and forecast net productivity and gross productivity of container cranes to handle the containers of very large container ship. In order to improve the productivity, we summarize alternatives of stevedoring system and operation system.

**KEY WORDS** : very large container ship, stevedoring system, productivity

### 1. 서 론

세계 해운항만산업은 국가간의 교역량 증대에 따라 급속하게 성장하고 있으며, 그 중 컨테이너물동량의 증가율은 향후 10년 동안 5~6% 증가될 것으로 예측되고 있다. 특히 동북아시아 지역은 중국의 경제성장에 힘입어 컨테이너물동량의 증가세가 연평균 6.2%가 될 것으로 전망되고 있다. 이러한 추세가 지속된다면 향후 2011년 이후에 동북아 컨테이너물동량은 전세계 교역량의 32%를 차지할 것으로 예측된다.

이러한 컨테이너 물동량의 증가에 따라 Baird(1999)는 차세대 컨테이너선에 대한 전망, 대형화가 항만에 미치는 영향 및 제

약조건, 항만의 필요조건 등에 관한 사항을 해운선사를 대상으로 설문 분석하였다. 분석결과를 보면 응답선사의 54%가 차세대 컨테이너선형으로 8천~1만TEU급을 예상했고, 대형화의 결과 기항 항만수가 줄어들며(77%), 처리비용이 감소할(46%) 것으로 기대하는 한편, 컨테이너터미널 생산성이 대형화의 주요 제약조건이 될 것으로 전망하였다(62%). 그리고 선박 대형화를 위한 항만의 조치로서 안벽 크레인 설치 확대(77%), 안벽 크레인의 대형화 및 속도 향상(96%), 컨테이너터미널 적재능력 증대(69%) 등이 지적되었다. 또한 김창곤(2002)은 컨테이너선의 대형화와 관련된 전문가들의 의견을 조사하는 한편, 시계열 분석을 이용하여 최대선박의 크기를 예측했다. 그러나 단순 회귀 분석에 의하면 선박크기가 시간흐름에 비례하여 무한히 증대

\*중신회원, drasto@kmi.re.kr 02)2105-2886

\*\*정회원, haty@kmi.re.kr 02)2105-2887

된다는 문제가 있다. 더불어 컨테이너선의 대형화가 화물확보를 둘러싼 선사간 과당경쟁을 유발하며, 하역시스템을 변화시키고, 중심항과 피더항의 차별화를 심화시킨다는 점 등을 그 영향을 지적하였다.

이와 같이 컨테이너선의 대형화 추세가 가속화됨에 따라 컨테이너터미널의 변화가 요구되며, 결국 하역시스템 자체가 고생산성을 위한 형태로 변화되어 갈 전망이다. 그러나 하역시스템의 생산성을 보완하기 위해서 안벽 크레인의 확대를 시도하더라도 안벽 크레인의 자체 생산성의 향상이 없이는 많은 문제들을 낳게 된다.

현재의 안벽 크레인의 생산성은 자연성장을 따라 점진적인 향상이 이루어지고 있으나 지난 10년사이 시간당 5개 정도의 향상에 그치고 있는 실정이다(최용석 외, 2005). 따라서 초대형 컨테이너선에 대응한 미래 요구생산성에 대한 예측과 이에 대응하는 생산성 향상 전략이 요구된다.

본 연구에서는 향후 입항이 예견되는 초대형선인 12,000TEU급 및 15,000TEU급 선박에서 하역되는 컨테이너 물동량을 처리하는데 필요한 항만의 생산성을 예측하는데 목적이 있다.

## 2. 컨테이너선 대형화와 영향

### 2.1 컨테이너선 대형화

컨테이너물동량의 증가추세에 따라 운송을 담당하는 컨테이너선의 규모도 급격하게 변화되고 있다. 1980년대 4천TEU급 선박에서 1990년대 6천TEU급 선박, 그리고 2000년대에 들어서는 8천TEU급 선박이 출현하고 있다. 특히 세계 주요 조선소들이 수주한 선박들은 5천~6천TEU급 선형과 8천TEU급 이상 포스트-파나막스급 선형이 주류를 이루고 있는 것이 특징이다. 현재 현대중공업은 COSCO사가 1만TEU급 선박 4척을 발주하여 세계 최초로 1만TEU급 컨테이너선 4척을 수주하였고, 삼성중공업은 1만2천TEU급 선박의 건조기술을 확보하고 있을 정도로 컨테이너선의 대형화는 향후 선사들의 규모의 경제에 의한 운송요구와 컨테이너 항만 시설의 대형화를 유도하고 있는 상황이다.

또한 2005년 3월 기준으로 BRS-Alphaliner의 자료에 의하면 7천5백TEU급 이상의 선박이 50척이 운항하고 있으며, 발주현황도 178척에 이를 정도로 컨테이너선의 대표선형도 높아지고 있는 추세에 있다. 또한 2007년말까지 약 200여척의 8,000TEU급 선박이 운항될 것으로 전망하고 있어 2008년 이후에는 8,000TEU급 선박이 주요 간선항로의 주력선형이 될 것으로 전망하고 있다.

그리고 많은 전문가들은 2006~2007년경에 12,500TEU급 선박이 발주되고, 2015년을 전후해서 15,000TEU급 초대형선이 취항하게 될 것으로 전망하고 있다.

Table 1 Large container ships on order in domestic industry

조선사	TEU	수량	인도예정	비고
현대중공업	8,200	5	2006년	Costamare Shipping(프랑스)
	8,200	4	2006년	CMA-CGM(프랑스)
	8,500	1	2005년	현대상선(한국)
	8,000	3	2005년	하팍로이드
	8,600	4	2005년	현대상선(한국)
	10,000	4	2006년	COSCO
현대삼호중공업	8,200	4	2006년	CMA-CGM(프랑스)
	8,000	5	2006년	유럽선주사 5곳
삼성중공업	8,100	4	2005년	CP Offen(독일), MSC(스위스)
	8,100	5	2005년	Seaspan Container Lines(캐나다)
	8,063	2	2006년	OOCL
	8,063	2	2003년	OOCL
	8,000	6	2006년	OOCL
	9,600	4	2006년	Seaspan Container Lines(캐나다)
대우조선	8,400	4	2006년	A-NRG, N-NRG
한진중공업	8,400	5	2007년	Mediterranean Shipping Co.(MSC)
한진중공업	8,000	5	2006년	CP Offen(독일), MSC(스위스)
	8,100	4	2006년	KZSG(독일)
		64		

자료 : 1. 국내 중공업회사 내부자료, (2005. 4)

### 2. BRS-Alphaliner

#### 2.2 초대형 컨테이너선 취항항로

향후 초대형 컨테이너선이 취항하게 될 경우 취항항로, 기항 중심항만, 중심항만 경쟁의 요인 등에서 많은 변화가 예상된다. 그 중에서도 취항항로가 항만의 선택요인이면서 항만이 갖추어야 할 요구사항이 될 가능성이 커지고 있다.

초대형 컨테이너선의 취항항로는 항로의 교역량 규모 및 항만물동량, 항로의 거리에 크게 의존하게 된다.

먼저, 항로의 교역량 규모는 초대형선의 컨테이너 집화 활동과 관련이 되어 취항 여부에 중요한 요인이 된다. 2002년 세계 컨테이너 교역량은 7,780만TEU이며, 동서항로 물동량이 3,196만TEU이었다. 동서항로 물동량 중 극동/유럽 항로가 43.2%를 차지하였고, 극동/북미항로가 39.7%를 차지하였다. 이를 다시 항만물동량으로 보면 전세계적으로 2억 7,600만TEU이며, 아시아 역내 항로를 포함한 극동/유럽간 항로가 74.3%, 극동/북미항로가 12.3%를 차지하고 있다.

그리고 초대형 컨테이너선이 추구하는 운송비의 규모의 경제효과를 가져오기 위해서는 운항항로의 거리가 길어야 한다. 극동/유럽 항로가 9,800마일이며, 극동/북미 항로가 6,000마일이다. Table 2와 같이 극동/유럽 항로에 현재의 대형선인 포스트 파나막스급의 48%가 취항하고 있다. 따라서 초대형 컨테이너선은 우선 극동/유럽 항로에 투입될 것이며, 다음에는 극동/북미 항로에 투입될 전망이다.

Table 2 Dispatch of Post-Panamax Container Ship(2004. 3)

항로 구분	투입척수
극동/유럽 항로	137
극동/북미 항로	67
펜들럼 항로	37
대서양 항로	0
유럽/남미 항로	6
기타 항로	36
합계	283

자료 : Drewry, Container market quarterly

2.3 컨테이너터미널 하역시스템 변화

현재까지 전 세계적으로 운영하고 있는 컨테이너터미널의 종류는 일반터미널, 반자동화터미널, 자동화터미널 등의 3가지로 분류할 수 있다. 반자동화터미널과 자동화터미널은 일반터미널의 C/C(Container Crane)-YT(Yard Tractor)-RMGC(Rail Mounted Gantry Crane) 시스템에서 파생된 터미널 형태로서 일반터미널과 비교해서 사람이 개입되지 않는 무인화 및 자동화 구간을 넓혀 나가는 것이다.

현재 컨테이너터미널의 하역시스템은 C/C-YT-샤시, C/C-YT-SC(Straddle Carrier), C/C-YT-RTGC(Rubber Tyred Gantry Crane), C/C-YT-RMGC 등 네가지로 나누어 볼 수 있다.

2002년 DSC(Drewry Shipping Consultant) 자료에 의하면 전세계적으로 연간 100만TEU 이상을 처리하는 컨테이너터미널 중 RTGC시스템이 51.4%로 가장 높게 나타나고 있고, SC시스템이 24.8%, RMGC시스템이 9.4%, OHBC시스템이 1.1%로 나타나고 있으며, 향후 초대형선의 등장과 점차 대형화되는 항만의 추세 및 자동화와 고효율화를 추구하는 하역시스템(안벽장비, 이송장비, 야드장비 포함)으로 인해서 향후 건설될 신규 컨테이너터미널에서는 RTGC시스템의 채택 빈도는 줄어들 것으로 예상된다. 그러므로 Table 3에서 비교한 1980년대 컨테이너터미널과 현재의 컨테이너터미널 만큼의 격차를 가지는 컨테이너터미널 및 하역시스템이 등장할 것이다.

Table 3 Comparison between typical 1980s and today's high volume container terminal

구분	1980년대 컨테이너터미널	현재 컨테이너터미널
선석수	2	4
안벽길이(m)	360	1,250
터미널 깊이(m)	350	560
터미널 면적(m <sup>2</sup> )	126,000	700,000
야드 면적(m <sup>2</sup> )	75,000	500,000
야드적재 규모(TEU)	2,500	20,000
수심(m)	14.0	16.0
크레인수	4	12
컨테이너 야드 장비	스트래들 캐리어	RTGC
연간 물동량(TEU)	300,000	1,500,000
CFS	터미널 내부	터미널 외부

이러한 측면에서 컨테이너선 대형화에 따른 선적량 증가에 따라 안벽에서의 양적하 생산성 향상, 대형 컨테이너선 재항시간 감소를 위해 양현 하역시스템(Slip in system), 옥터퍼스(Octopus) 시스템 등의 시스템적인 기술개발이 진행되고 있다. 그러나 컨테이너터미널의 전반적인 생산성은 안벽에서의 양적하 생산성 뿐만 아니라 이송차량의 성능, 장치장에서의 장치 생산성, 게이트에서의 외부 트럭 반출입 서비스율이 모두 향상되어야 한다. 이에 대한 대안으로 최근에는 생산성 향상과 인건비 절감을 위한 고효율의 무인 자동화터미널에 대한 연구개발이 활발히 진행되고 있다.

3. 생산성 수준 현황

초대형 컨테이너선에 대한 항만 생산성을 분석하기 위한 비교기준으로 부산항 컨테이너터미널을 대상으로 2004년도 처리실적을 분석하여 생산성 수준을 파악하면 다음과 같다.

C/C당 연간처리실적에서 대한통운감만의 경우 2004년도에 C/C 1기당 218.8천 TEU를 처리하여 국내 터미널 중 가장 높은 C/C당 처리실적을 보였다. 마찬가지로 터미널 처리실적에 의거하여 C/C 1기당 처리 가능한 하역능력을 가늠해 볼 수도 있다.

Table 4 Annual throughput based on C/C in 2004

구분	C/C 보유대수	터미널실적 (천TEU)	C/C당 처리량 (천TEU)
터미널			
신선대	13기	1,909	158.8
허치슨부산	14기	2,064	136.4
세방감만	4기	568	142.0
한진감만	3기	639	213.0
허치슨감만	4기	721	180.3
대한통운감만	4기	874	218.8
동부신감만	7개	1,023	146.1
한진감천	5기	575	115.0
우암	5기	564	113.6
평균	6.6기	993.6	158.2

실제 C/C당 안벽담당길이가 가장 작은 3개 터미널(세방감만, 허치슨감만, 대한통운감만)의 2004년도 평균 C/C의 순작업생산성과 총작업생산성을 보면, 그 외 터미널보다 상대적으로 높은 수치를 보이고 있고, 특히 허치슨감만의 경우 가장 높은 순작업생산성을 달성한 것으로 잠정 집계되고 있다.

국내터미널의 경우 C/C당 안벽담당길이가 기준으로 볼 때 터미널별로 현재의 C/C 보유대수에 추가로 1대의 C/C가 설치·운영될 필요가 있고, 이렇게 함으로써 C/C의 작업생산성을 향상시킬 수 있을 것으로 기대된다.

그러나 초대형 컨테이너선인 15,000TEU급에 대해서는 2004년 기준으로 순작업생산성이 가장 높은 허치슨감만의 30.6개를 가진 C/C 6대를 할당하더라도 시간당 183.6개 수준이므로

Table 6에서 추정된 293개의 62.7%정도의 수준이다. 따라서 현재의 C/C 생산성 기준으로는 많은 생산성 향상이 요구된다.

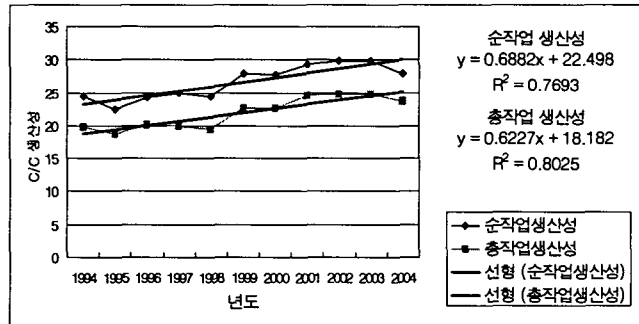
Table 5 C/C productivity in pusan ports(2004)

구분 터미널	총작업생산성(lifts/h)	순작업생산성(lifts/h)
신선대	23.6	28.0
허치슨부산	21.9	27.3
세방감만	23.4	26.5
한진감만	24.4	29.5
허치슨감만	26.1	30.6
대한통운감만	28.0	29.0
동부신감만	23.1	29.1
한진감천	21.9	25.8
우암	19.8	25.6
평균	24.1	28.2

주: 국내 터미널 내부자료(우암부두 제공)

C/C 생산성의 변화추세는 Fig. 1에서와 같이 C/C의 순작업 생산성과 총작업생산성은 시간당 약 5개 정도의 차이를 두고 성장세를 지속하고 있으나 10년간 약 5개 정도의 생산성 향상이 이루어진 셈이다.

Fig. 1 Trends of C/C productivity of container terminals in pusan port



초대형 컨테이너선의 입항에 따라 요구되는 생산성은 현재의 생산성 수준과 비교해서 약 2배 정도가 차이가 있다. 그러나 이러한 생산성 수준의 향상은 어느 하나의 시스템 도입이나 투자로 달성될 수 없다.

컨테이너터미널의 각 요소들이 초대형선에 대응한 생산성을 발휘하도록 하는 것이 필요하며, 항만 생산성을 지원하기 위해 초대형 컨테이너선 입항에 가장 큰 장애요인인 안벽전면수심과 입출항 해협의 수심 제약을 해결해야 한다. 즉 안벽전면수심은 향후 16m까지, 해협은 18~19m까지 확보되어야 한다.

그리고 초대형 컨테이너선 재항시 일시의 하역물량으로 인한 야드장치장의 처리능력이 증가하게 되므로 터미널의 폭이

최소 500m 이상 확보되어야 한다. 또한 초대형 컨테이너선의 선폭증가에 따라 C/C의 아웃리치가 22열까지 도달할 수 있도록 충분하여야 한다. 접안시에 선석에 추가적인 C/C 할당이 가능하도록 선석당 350m 이상을 확보하여야 한다.

#### 4. 하역량 및 생산성 전망

##### 4.1 유럽 ECT의 하역량 및 생산성 전망

초대형선의 하역물량을 추정하기 위해서는 먼저 컨테이너터미널의 성능을 분석하는 것이 선행되어야 한다.

유럽항만 중 ECT에서는 입항선박 크기에 따른 하역물량, 크레인 할당대수 및 크레인 생산성은 다음과 같이 추정하고 있다(Bottema, 2003). 입항 크기(call size)는 항만당 하역작업수를 의미하며, 선박의 크기에 따라 증가한다. 재항시간(port time)은 마케팅과 비용요소를 고려하여 스케줄에 따라 고정된다. 이를 바탕으로 산출된 컨테이너터미널의 성능은 크레인 생산성, 크레인 할당에 따른 안벽생산성이다. 특히 ECT에서는 6,200TEU 급 이상의 선박에 대해서는 재항시간 32시간을 서비스시간으로 고려하여 생산성을 분석하고 있다.

Figure 6 Terminal performance in ECT

Items	Type1	Type2	Type3	Type4	Type5
Vessel size(TEU)	4,400	5,200	6,200	6,200	8,800
# of Calls in Europe	4	4	4	3	3
Callsize(# moves per port)	1,000	1,250	1,500	2,000	3,000
Port time(hours)	24	24	24	32	32
Berth productivity(lifts/h)	42	52	65	85	94
Crane split	2	2.4	2.8	3.3	3.6
Crane productivity(lifts/h)	21	22	23	26	26

ECT에서 사용하고 있는 call size 모델을 이용하여 8,800TEU 급 선박에 대한 call size를 구하면 다음과 같이 2,987개의 하역량이 구해진다.

Table 7 Call size of container ship with 8,800TEU

Parameters	Values
Vessel size(TEU)	8,800
TEU/Box ratio	1.65
Load factor(%)	80
Port market share(%)	35

$$\begin{aligned} \text{call size} &= \text{vessel size} / \text{TEU/Box ratio} * \text{load factor} \\ &\quad * \text{port market share} * 2(\text{discharge \& load}) \\ &= 8,800 \text{ TEU} / 1.65 * 80\% * 35\% * 2 \\ &= 2987 \text{ (moves)} \end{aligned}$$

위의 식에서 load factor는 컨테이너 적재율이고, port market share는 항만 기항수를 의미하므로 50%일 경우는 2 port calling, 33%일 경우는 3 port calling이 된다.

위의 call size 산출식을 12,000TEU급과 15,000TEU급에 적용한 결과는 다음과 같다.

$$\text{call size} = 12,000 \text{ TEU} / 1.6 * 80\% * 35\% * 2 = 4,200 \text{ (moves)}$$

$$\text{call size} = 15,000 \text{ TEU} / 1.6 * 80\% * 35\% * 2 = 5,250 \text{ (moves)}$$

그러나 port market share는 메가 허브(mega hub), 지역항(regional port), 직기항(direct port), 피더항(feeder port)에 따라서 달리 적용된다. 15,000TEU급 선박을 이용하는 메가 'hub-spoke' 운영에서는 허브항과 허브항간을 운항하므로 port market share가 50%가 될 것이다.

그리고 산출된 call size를 32시간내에 처리하기 위해서는 항만생산성이 131개와 164개가 되므로 현재의 하역시스템으로 처리가 가능할 것으로 전망된다.

#### 4.2 순작업시간당 생산성 전망

양창호(2005)의 연구에서는 15,000TEU급의 초대형 컨테이너선이 동서 항로의 6개 항만에 기항한다고 가정할 경우 순작업시간당 생산성은 293개가 될 것으로 전망하였다. 이는 컨테이너선이 대형화되더라도 항만에서의 서비스 수준이 재항시간 24시간이 지켜진다는 가정을 한 것이며, 산출된 순작업시간당 생산성은 선박의 재항시 한 선박의 작업생산성을 의미하므로 이를 만족시키기 위해 할당된 C/C의 순작업시간당 생산성이 이 범위 안에 들어와야 한다는 의미이다. 그러나 2004년 부산항 컨테이너터미널의 C/C 순작업시간당 생산성 평균이 28.2개인 것을 감안할 때 시간당 293개를 처리하기 위해서는 10.4대가 필요하다. 따라서 현재의 C/C 생산성 수준이 아닌 C/C를 최대한 할당하여 선박작업에 투입하는 항만생산성을 높여야 한다. 물리적으로는 400m 선형에 동시작업이 가능한 최대 C/C 대수는 8대 이므로 순작업시간당 생산성 측면에서는 일정한 정도의 수준 향상이 필요하다.

Table 8 Demand productivity for very large container ship

구분	결과		비고
TEU 수(A)	15,000	12,000	
Lift 수(B)	9,375	7,500	TEU/Lifts=1.6 (B=A/1.6)
Lift per call (LPC) (C)	3,125	2,500	C=B*1/6*2
순작업시간(안벽)	16시간	16시간	two-shifts 기준
초대형선 총재항 시간	24시간	24시간	이접안시간, 크레인작업 준비시간, C/C 이동시간, 교대시간, 해치커버이동, 선내이적 등 포함
순작업시간으로 환산한 1항만 lifts 수 (D)	4,688	3,750	D=C*24/16
순작업시간당 (E)생산성	293	234	E=D/16

#### 4.3 총작업시간당 생산성 전망

12,000TEU급 컨테이너선의 적재물량에 대한 TEU/Lifts가 1.6일 때 load factor가 100%이고 port market share가 50%이면 LPC가 7,500이 된다. 12,000TEU급이 접안시 동시작업이 가능한 최대 C/C 대수가 7대 이므로 C/C의 총작업시간당 생산성은 45개가 산출된다.

Table 9 C/C productivity for container ship(12,000TEU)

선박크기	LPC	C/C 대수	C/C당 물량	총작업시간당 생산성
12,000	7,500	5	1,500	63
		6	1,250	52
		7	1,071	45
		8	938	39
		9	833	35
		10	750	31

15,000TEU급 컨테이너선의 경우는 C/C 대수 8대에서 총작업시간당 생산성이 49개가 된다. 2004년 부산항 컨테이너터미널의 C/C 총작업시간당 생산성 평균이 24.1이므로 Table 10의 결과를 반영하여 C/C를 최대한 할당하더라도 약 2배 정도의 생산성 향상이 필요하다.

Table 10 C/C productivity for container ship(15,000TEU)

선박크기	LPC	C/C 대수	C/C당 물량	총작업시간당 생산성
15,000	9,375	5	1,875	78
		6	1,563	65
		7	1,339	56
		8	1,172	49
		9	1,042	43
		10	938	39

## 5. 생산성 향상 과제

항만생산성은 장비위주의 하역시스템 측면의 향상뿐만이 아니라 운영시스템 측면에서의 향상도 필요하다. 따라서 생산성 향상을 위한 대안을 하역시스템 측면과 운영시스템 측면에서 제시하면 다음과 같다.

### 5.1 하역시스템 측면

하역시스템에는 안벽장비, 이송장비, 야드장비 모두에 대한 생산성 향상과제를 가지고 있으며, 가장 좋은 방법은 장비대수를 늘리는 것이나 이것은 투자비 대비 경제성면에서 효과적인 방법이 될 수 없으며, 장기적으로는 고생산성을 위한 장비로 구조개선을 해 나가거나 신개념 장비를 개발하는 것이다.

현재 국내에서도 고생산성의 새로운 장비의 개발이 추진되

고 있으며, 국내에 도입되지 않은 신기술도 있어 이러한 신기술의 도입으로 하역시스템 자체의 생산성이 향상될 것이다.

Table 11 Alternatives to improve the productivity in terms of stevedoring systems

대안	내용
C/C 작업 대수 증대	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 본선하역작업에 투입되는 작업크레인수 보장</li> <li>• 선박작업시간 증대(교대시간, 식사시간 단축 등)</li> <li>• 선석의 시간당 하역량 증가로 선박재항시간 단축효과</li> <li>• 초대형 컨테이너선(10,000TEU이상급) 대응</li> </ul>
C/C 성능 제고	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 선박대형화에 따른 아웃리치 증대</li> <li>• C/C의 기계적 성능(Hoist 및 Trolley 속도) 증강</li> </ul>
Multi-load Spreader	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 다량의 컨테이너 동시하역</li> <li>• Twin-lift에 의한 20ft 컨테이너 2개 동시하역</li> <li>• Tandem-Forties에 의한 40ft 컨테이너 2개 동시하역</li> </ul>
신개념 C/C 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 싱글형 C/C의 선형작업방식 탈피</li> <li>• Dual Trolley, Supertainer, Technotainer 등 신개념 C/C 기술 개발</li> </ul>
Double Stack Vehicle	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 다량의 컨테이너 동시 이송차량 개발</li> <li>• 20ft 4개/40ft 2개 동시적재로 안벽생산성 제고</li> <li>• 작업차량의 소요대수 절감 효과</li> </ul>
Shuttle Carrier /ALV	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 자기하역기능을 보유하며 기동성이 우수한 이송차량</li> <li>• C/C의 안벽대기비율 감소로 안벽생산성 제고</li> <li>• 작업차량의 소요대수 절감 효과</li> </ul>
YT 대수 증대	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 이송차량 소요대수의 보장</li> </ul>

Table 11과 같이 하역시스템의 생산성 향상을 위한 대안에서 C/C 및 YT의 대수 증대를 제외한 나머지 대안들은 지속적으로 기술개발이 이루어지고 있어 기술검증을 거쳐 현장에 적용되기까지의 기간을 단축한다면 초대형 컨테이너선에 대응하는 대안이 될 것이다.

### 5.2 운영시스템 측면

운영시스템의 개선에 의한 생산성 향상은 홍콩의 HIT에 있어서와 같이 지속적인 생산성 향상 노력으로 달성이 가능한 부문이다. 홍콩의 카와이청 컨테이너부두에서 60%를 처리하고 있는 HIT는 1994년부터 1.5 billion HK\$를 투자하여 약 30%의 생산성 향상을 달성한 것으로 알려지고 있는데, 주요 근간은 자동화 시스템의 도입이다. 국내에서도 이러한 자동화 관련된 시스템의 도입으로 일정 기간이내에 30% 정도의 생산성 향상은 가능할 것이다.

다음과 같이 게이트, 안벽, 야드의 영역별 자동화와 터미널 전체의 실시간 모니터링 등의 기반이 구축되고 부족한 장치공간 확충을 위한 고단적재 시스템 및 구축되고 효과적인 하역장비 운영을 위한 pooling operation 및 dual cycle operation이

지원된다면 운영시스템 측면의 생산성 향상이 가능할 것이다.

Table 12 Alternatives to improve the productivity in terms of operation systems

대안	내용
게이트자동화	• 게이트의 무인화 및 자동화 기술 적용
안벽자동화	• 본선하역작업의 무인화 및 자동화 기술 적용
야드자동화	• 구내이적/Remarshaling 무인화 및 자동화 기술 적용
실시간터미널 모니터링	• 게이트/안벽/야드의 현 작업상황에 대한 실시간 터미널 모니터링 기술 적용
고단적재 시스템	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 10단적 이상의 적 컨테이너 장치시스템</li> <li>• 재조작업을 최소화하는 선반창고형 설계구조</li> <li>• 터미널 소요부지면적을 획기적으로 축소</li> </ul>
Pooling Operation	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 이송차량 실시간 동시배차 운영기법</li> <li>• 안벽작업의 불균형을 해소 및 차량의 효율적 운영</li> </ul>
Dual Cycle Operation	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 이송차량의 공차운행 감소 및 운행거리 단축효과</li> <li>• 이송차량의 운행횟수 감소로 터미널 통행혼잡 완화</li> </ul>

## 6. 결 론

국가간의 교역량 증대에 따라 세계 해운항만산업이 급속히 성장함에 따라 컨테이너물동량이 증가세가 지속되고 있으며, 동북아시아에서의 물동량 증가세가 최고치를 경신하고 있다. 이러한 물동량 증가는 초대형 컨테이너선의 운항을 앞당기고 있다. 초대형 컨테이너선의 운항이 예상되는 취항항로인 극동/유럽 항로와 극동/북미 항로상에 위치한 입지적 여건으로 인해 대량의 컨테이너화물을 처리하기 위한 고생산성의 하역시스템에 대한 대체방안이 수립되어야 한다.

따라서 본 연구에서는 초대형 컨테이너선에 따른 항만의 하역물동량과 현재 생산성 대비 요구생산성을 예측하였다. 미래의 요구생산성을 달성을 위한 생산성 향상과제를 하역시스템 측면과 운영시스템 측면에서 대안을 제시하였다.

제시된 생산성 향상 대안은 하역시스템을 구성하는 하드웨어와 소프트웨어의 통합적인 향상이 필요하며, 신기술과 신기술의 조합을 통해서 향상시켜나가는 전략의 수립이 요구된다.

## 참 고 문 헌

- [1] 김창곤(2002), "해운물류비 절감을 위한 컨테이너선 대형화의 전망과 한계", 해운연구, 83-106.
- [2] 양창호(2005), "우리나라 항만물류 경쟁력 제고방안", 21세기 해양강국 실현을 위한 해양강국 정책방향, 105-123.
- [3] 최용석, 하태영(2005), "지식기반 시뮬레이션에 의한 컨테이너 터미널 설계 방안", 해양정책연구, 제20권, 제1호, 145-184.

- [4] 해양수산부(2004), 초대형 컨테이너선용 항만기술 연구사업, 1차년도 보고서.
- [5] Alfred J. Baird(1999), "Container Vessels of the Next Generation: Are Seaports Ready to face the Challenge?", 21st IAPH Conference(Theme: Global Trade through Port Cooperation), Kuala Lumpur, Malaysia, May 15-21.
- [6] De Monie G.(2005), "Selected Design Issues in Planning the Next Generation of Container Terminals", Port Technology International.
- [7] Michael A. Jordan, S.E.(2002), "Quay Crane Productivity", TOC America 2002, Miami.
- [8] Ulco Bottema(2003), "Berth Capacity & Container Vessel Size", Managing Marine Terminal Capacity & Productivity Seminar, Informa Maritime & Transport.