工學碩士 學位論文

선박대형화에 따른 컨테이너 터미널 장치장 규모 산정에 관한 연구

An Empirical Study on the Estimation of Terminal Storage Capacity

指導敎授　南 奇 燦

2004年　8月

韓國海洋大學校 大學院

物流시스템工學科

金　貞　恩

차 례

제 1장 서론
1.1 연구의 배경 ····· 1
1.2 연구의 목적 ····· 2
1.3 연구의 방법 및 구성 ····· 3

제 2장 해운항만 환경 변화
2.1 선박의 대형화 및 수주현황 ····· 5
2.1.1 선박의 대형화 ····· 5
2.1.2 국내조선소의 수주현황 및 선박 규모 ····· 7
2.2 선박의 대형화로 인한 항만환경 변화 ····· 8
2.2.1 펜들럼 스비스 증가와 기항항만의 축소 ····· 8
2.2.2 중심항 및 피더항으로의 역할 구분 ····· 9
2.2.3 항만에 미치는 영향 ····· 10

제 3장 국내 컨테이너터미널 현황
3.1 부산 북항의 시설 현황 ····· 12
3.1.1 일반현황 ····· 12
3.1.2 장치장 현황 ····· 13
3.2 부산 북항의 처리능력 ····· 14
3.2.1 안벽 하역능력 ····· 14
3.3 장치장 처리능력 ····· 16
3.3.1 장치장 규모 산정 방법 ····· 16
3.3.2 계획 하역능력과 실제 장치능력 비교 ····· 17
3.4 국내 터미널의 현황 문제점 ····· 20

제 4장 실증자료 분석

4.1 선박규모별 특성 분석 ····· 21
4.1.1 선박규모별 양·적하 특성 분석 ····· 21
4.1.2 양·적하 비율 ····· 22
4.1.3 대형선의 선박 규모별 처리량 ····· 24
4.1.4 선박당 접안시간 및 처리시간 ····· 25
4.1.5 대형선의 양·적하 물동량 예측 ····· 26
4.2 장치장 특성 ····· 27
4.2.1 장치장 점유율별 일수 ····· 27
4.2.2 연속장치일수 분석 ····· 29
4.2.3 터미널에서 ODCY로 반출된 수입컨테이너 ····· 29

제 5장 장치장 규모 산정

5.1 장치장 규모 산정시 환경설정 ····· 31
5.2 1개 선석 운영시 장치장 규모 산정 ····· 33
5.3 4개 선석운영시 장치장 규모산정 ····· 37
5.4 선박규모·양하비율별 과부족 ····· 38

제 6장 결론

6.1 결론 및 시사점 ····· 40
6.2 연구의 한계 및 추후 연구방향 ····· 42

참고문헌 ····· 43

표 차 례

<표 2-1> 컨테이너선의 연도별 대형화 추이 ····· 6
<표 2-2> 국내조선소의 대형컨테이너선 건조 현황 ····· 7
<표 2-3> 8,000TEU 급 이상 초대형 컨테이너선 수주현황 ····· 8
<표 3-1> 부산 북항 시설현황 ····· 13
<표 3-2> 터미널별 장치장 세부사항 ····· 14
<표 3-3> 하역능력 결정을 위한 주요 변수 및 하역능력 ····· 15
<표 3-3> 부산 북항 처리능력 ····· 15
<표 3-4> 연도별 컨테이너 터미널별 처리량 ····· 16
<표 3-5> 터미널별 계획 하역능력 대비 장치능력 비교 ····· 18
<표 3-6> 터미널별 평균 장치능력 및 과부족 ····· 19
<표 3-7> 부두 밖 CY 처리량 ····· 19
<표 3-8> 부산 북항 터미널별 계획능력 대비 실제 처리량 및 비율 ····· 20
<표 4-1> 신선대 터미널 입항 선박 규모별 양·적하 개수 ····· 21
<표 4-2> 1000Van 이상 취급시 양하 비율 회수 ····· 23
<표 4-3> 2000Van 이상 취급시 양하 비율 회수 ····· 24
<표 4-4> 2500Van 이상 취급시 양하 비율 회수 ····· 25
<표 4-5> 대형선의 선박규모별 처리량 ····· 26
<표 4-6> 선박접안 및 작업시간 ····· 27
<표 4-7> 선형식을 이용한 선박규모별 최대 양적하량 예측 ····· 28
<표 4-8> 장치장 점유율별 일수 ····· 29
<표 4-9> 장치장 점유율별 연속장치일수 분석 ····· 33
<표 5-1> 장치장 규모 산정시 환경설정 ····· 34
<표 5-2> 양하비율 50%, 2.5단 장치 ····· 35
<표 5-3> 양하비율이 50% 일때 필요한 블록수의 변화 ····· 36
<표 5-4> 양하비율이 60%일때 필요한 블록수의 변화 ····· 36
<표 5-5> 양하비율이 70%일때 필요한 블록수의 변화 ····· 38
<표 5-6> 4개 선석 터미널의 장치장 점유율 ····· 39

<표 5-7> 선박규모·양하비율별 과부족 ····· 37

그 림 차 례

<그림 2-1> 연도별 대형화 추이 ····· 6
<그림 4-1> 선박규모별 최대 적·양하량(Van) ····· 20
<그림 4-2> 장치장 점유율별 장치횟수 ····· 26
<그림 4-3> 장치장 70%초과한 경우의 요일별 횟수 ····· 26
<그림 5-1> 감만터미널 layout ····· 30

An Empirical Study on the Estimation of Terminal Storage Capacity

Kim, Jeong Eun

Department of Logistics Engineering
Graduate school of *K*orea Maritime University

Abstract

If the vessel is getting lager in size, the shipping company will reduce the port of call to cut down the staying time in port, and that reason classify the port part into the hu*b* port and feeder port. By the reason of those, the competition *b*etween rival ports is the deeper and deeper.

Generally, the container terminal is separated into Wharf, CY, and gate, *b*ut if to separate the terminal productive as special part is unreasona*b*le on total terminal operation. The discharging and loading capacity in CY, the storage capacity for admitting them in storage yard and harmonized operation in gate have to *b*e *b*alanced. Especially on wharf capacity, there are many flowing items like skill of worker, the num*b*er of crane, discharging capacity. But on CY, the storage space for the capacity of discharging and loading for container in moment are the fixed items, in time of requirement for expanding and changing of them is difficult. Therefore, in this research, on considering those factors, we predict the most volume of throughput on discharging and loading from 8,000 TEU and 1,2000 class vessel, and then estimate the scale of CY for handing the volume of throughput and assessing the additional necessary space of CY comparing with new port in Pusan.

제1장 서 론

1.1 연구의 배경

최근 해운 및 물류 환경은 과거와 달리 급격한 변화를 보이고 있다. 전 세계 컨테이너 물동량은 지속적으로 증가하고 있으며 화주들은 물류비 절감을 요구하고 있다. 또한 주요 정기선사들은 단위당 수송비용과 건조비용 절감과 같은 규모의 경제 효과를 추구하기 위해 선박의 대형화 및 고속화를 지향하고 있고 이러한 선사들의 관심과 선박의 대형화 추세는 대형선박 건조에 있어서 제약으로 작용하던 요소들이 조선기술의 발전을 통하여 해결됨으로써 계속될 것으로 전망된다.

선박의 대형화가 진행되면 선사의 기항지 축소로 인하여 항만은 중심항과 피더항으로 그 역할이 구분되며, 이는 중심항 선점을 위한 항만 간 경쟁을 심화시키는 요인으로 작용하게 된다. 이로 인해 각 경쟁항만은 기존 터미널의 확충뿐만 아니라 향후 개발계획에 있어서 안벽길이, 부두전면 수심확장과 대형선박의 재항 시간 단축을 위한 최신 하역기술 개발 및 하역장비 확충 등의 노력을 하게 된다.

부산항의 경우도 해운환경의 변화에 따라 6,000TEU급을 최대 수용 선박으로 하여 건설된 기존 항만 인프라 및 하역시스템 전반에 큰 변화가 올 수밖에 없게 된다. 특히 항만 건설의 경우 막대한 자본이 투자되는 대규모 사업으로 개발이 완료된 후에는 터미널 규모 및 구조를 변경하는 것이 쉽지 않다. 때문에 설계단계에서 최대 접안 선박의 규모와 그 선박이 처리하는 물동량, 즉 일시적으로 양·적하되는 컨테이너를 수용하여 처리할 수 있도록 하역시스템과 운영 및 정보 시스템이 계획되어야 한다.

현재 개발 단계에 있는 부산 신항은 약 8조원을 투자하여 8,000TEU급과 12,000TEU급의 선박을 최대 접안 선형으로 계획하여, 전면수심 16m 이상, 안벽길이 350m, 터미널 폭 600m 등의 규모로 설계되었다. 그러나 접안 선박 규

모에 비하여 1개 선석 당 처리할 수 있는 컨테이너 하역능력은 부산 북항의 선석당 실제 처리량보다 낮게 계획되어 있다. 이 하역능력을 기준으로 장치장 규모를 결정하였기 때문에 향후 입항이 예상되는 8,000TEU급, 1,2000TEU급과 같은 대형선에서 컨테이너가 일시적으로 양하될 때 이들 컨테이너를 모두 수용할 수 있을지 의문시 된다.

안벽하역능력은 작업자의 숙련도, 하역기기의 대수 및 생산성 등에 따라 유동적이다. 즉, 안벽하역능력이 선사가 요구하는 수준에 미달될 때에는 크레인을 추가 투입하여 생산성을 높일 수 있는 여지가 있다. 그러나 일시 장치능력이 부족할 경우는 장치장을 추가로 확보하는 것이 유일한 방안이나 이는 현실적으로 불가능하기 때문에 계획단계에서 충분한 장치능력을 확보하는 것이 필요하다. 특히 초대형선과 관련해서는 기존 터미널의 경우 장치능력이 절대적으로 부족하기 때문에 선형에 따른 장치장 규모를 실증자료를 바탕으로 하여 재산정할 필요가 있다.

1.2 연구의 목적

컨테이너 터미널을 영역별로 크게 구분해 보면 안벽, 장치장, 게이트로 나눌 수 있는데 터미널의 생산성을 측정할 때 특정 영역만을 구분지어 산정한다는 것은 전체적인 터미널 관점에서 보면 무리이다. 항만의 특성상 특정 영역의 생산성이 월등하게 높다 해도 나머지 영역이 그 생산성을 따라가지 못한다면 그 터미널의 생산성은 낮은 생산성을 지닌 영역으로 인하여 상쇄되기 때문이다. 다시 말해서 안벽에서의 양·적하 작업능력과 장치장에서 이를 수용할 수 있는 장치능력, 그리고 게이트에서의 반·출입 등이 원활하게 이루어질 수 있는 능력이 균형을 이루어야만 전체 터미널의 생산성이 높아질 수 있다. 특히 안벽하역능력의 경우는 앞절에서 언급한 바와 같이 작업자의 숙련도나 하역기기의 투입 등에 의하여 생산성을 높일 수 있는 여지가 있는데 반하여 장치장의 경우는 양·적하를 위한 컨테이너를 수용할 수 있는 장치 공간이란 물리적

이고, 고정적인 성격을 지니고 있어 필요할 경우 이를 확장 및 변경하는 데 어려움이 있다. 따라서 본 연구에서는 이러한 요인들을 고려하여 부산 신항 접안 설계 선형인 8,000TEU급, 12,000TEU급 선박에서 양·적하되는 컨테이너의 최대 물동량을 예측하여, 양하 컨테이너 물동량을 중심으로 이를 처리할 수 있는 장치장 규모를 산정한다. 그리고 산정한 결과를 기준으로 현재 설계된 부산 신항 터미널 규모와 비교하여 부산 신항에 추가로 필요한 장치장 규모를 도출하는데 목적이 있다.

1.3 연구의 방법 및 구성

지금까지의 많은 연구들은 안벽에서의 하역능력을 중심으로 컨테이너 터미널의 능력을 분석하였으나 본 연구는 계획안벽하역능력[1] 대비 실제로 안벽에서 처리한 하역능력을 실증 자료 분석을 통하여 국내터미널의 장치장 부족수준을 도출하였다. 또한 신선대 터미널에 입항 선박과 장치장, 게이트 반·출입 자료를 이용하여 선박의 특성 및 장치장 변화를 도출하여 부산 신항의 접안설계 선형인 8,000TEU급, 12,000TEU급 선박의 양·적하물동량을 예측하고 이를 기준으로 하여 필요한 적정 장치장 규모를 산정하였다.

본 논문은 제1장 서론에 이어 총 6장으로 구성된다. 1장 서론에서는 본 연구의 배경 및 목적, 연구의 대상 및 연구 방법에 관하여 설명하며, 2장에서는 국내외 해운·물류 환경 변화에 대해서 대형선박 출현에 따른 변화를 중심으로 설명한다. 3장에서는 국내 터미널의 실증 자료를 통하여 계획된 하역능력 대비 실제 능력의 차이를 살펴보고 문제점을 고찰해본다. 이어 4장에서는 실

1) 컨테이너 터미널의 선석당 하역능력을 결정짓는 중요한 요소인 C/C(Container Crane)대수 3기, 대기율은 1%～22% ,선석점유율은 대기율에 따라 30%～60%로 두고 이를 서비스 수준별로 A～H등급으로 나누어 분석한 결과 중 D등급의 선석당 연간하역능력 30만TEU를 말한하며, 국내 터미널은 선석당 연간하역능력을 이를 기준으로 하고 있다.(전국무역항 항만기본계획 용역보고서, 제1권, 해양수산부, 2001)

증자료를 통하여 선박규모별 양·적하 특성을 분석하고 향후 운항하게 될 대형선의 물동량을 예측한다. 5장에서는 4장에서 실증자료를 통해 분석된 결과를 기준으로 이에 필요한 적정 장치장 규모를 산정한다. 마지막으로 6장 결론에서는 연구결과를 종합하고 본 논문의 한계 및 향후 연구방향을 제시한다.

제 2 장 해운항만 환경 변화

2.1 선박의 대형화 및 수주현황

2.1.1 선박의 대형화

전세계 교역량의 증가에 따라 컨테이너 물동량은 연평균 7% 내외의 신장세가 지속되고 있으며, 이에 따라 컨테이너 선박의 투입이 증가 되고 있다. 그러나 1984년 미국 신해운법 발효 이후 세계 정기선 해운시장의 경쟁이 심화되어 저운임 환경에서도 경쟁력을 갖출 수 있는 방안으로 단위당 컨테이너의 운송비가 저렴한 컨테이너선의 대형화가 크게 진전되고 있다.

컨테이너선은 1960년대 들어서면서 1세대 선박이라고 할 수 있는 1,000 TEU급이 등장하였고, 1990년대에 들어서면서부터는 대형 선박에 대한 논의가 활발해진 가운데 최근에는 15,000TEU에 달하는 메가 선박(Mega ship)의 개념이 소개되고 있다. 영국의 해운관련 전문회사인 OSC(Ocean Shipping Consultants)는 2000년 8월 "NORTH EUROPEAN CONTAINERIZATION" 보고서에서 아시아~유럽항로에 2005년 8,500TEU급, 2010년 12,500TEU급의 선박이 취항할 것으로 전망하고 있으며 Delft 공대 교수인 Rijsen*b*rij는 향후 15~30년 이내에 15,000~18,000TEU급 선박의 출현을 예상하였다.

특히 1990년 중반에 들어 선박 대형화에 있어 가장 큰 제약 요인이었던 엔진의 추진력에 대한 문제가 해결되었고, 이러한 기술적 문제의 해결로 선사들은 재항비용(Port cost)을 절감시키기 위해 선박 대형화를 통한 규모의 경제 효과를 꾸준히 추구할 것으로 전망된다. DSC(Drewry Shipping Consultant)가 분석한 컨테이너 선박 대형화에 의한 정기선사들의 단위 수송당 비용절감 효과 분석결과에 의하면 6,000TEU급 선박과 4,000TEU급 선박의 TEU당 연간 운영비용을 비교할 때 6,000TEU급 선박이 21.1%의 비용절감 효과가 있는 것으로 나타나 8,000TEU급, 12,000TEU급으로 선박이 보다 대형화된다면 경제적인 효과는 매우 클 것으로 전망된다.

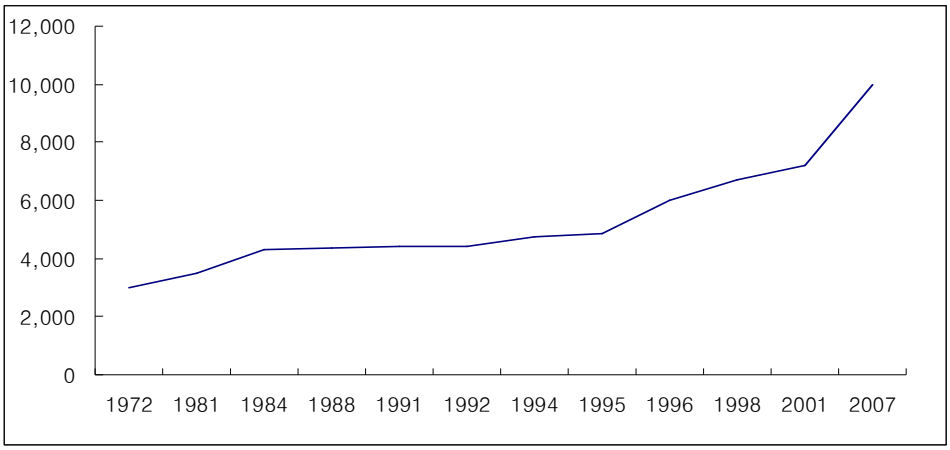
<표 2-1>컨테이너선의 연도별 대형화 추이

구분	인도연도	길이 (m)	흘수 (m)	선폭 (m)	갑판열수	적재능력 (TEU)
OCL	1972	287	13	32.1	13	3,000
Hapag-Lloyd	1981	246.5	12.5	32.2	13	3,500
USL	1984	289	12	32.0	13	4,300
APL	1988	275.2	12.5	39.4	14	4,340
Hapag-Lloyd	1991	294	12.6	32.2	13	4,400
현대상선	1992	264.1	13.5	37.1	15	4,411
NY*K*	1994	299.9	13	37.1	14	4,743
OOCL	1995	276	12	40	14	4,850
Maersk	1996	318.2	14	42.8	17	6,000
P&O	1998	299.9	13	42.8	17	6,690
Hapag-Lloyd*	2001	320	14.5	42.8	17	7,200
-		325	14-15	47	18	8,000
-	2007	-	-	-	-	10,000
Suez-Max**	2015	400	17.04	50	25	12,000

자료 : 전일수,“컨테이너 선박의 대형화와 항만의 대응 방안”,「항만」1999.

주 : * 현대 중공업이 2001년에 Hapag-Lloyd에 인도 예정인 선박

** Malacca- Max,1999,p.31



<그림 2-1> 연도별 대형화 추이

2.1.2 국내 조선소의 수주 현황 및 선박 규모

국내 조선소들은 2000년대 초기에 6,200~7,400TEU급 29척을 수주하여 선사에 인도하였으며, 2002년 12월 이후에는 8,000TEU 급 이상의 대형선박 64척을 수주하여 2006년까지 순차적으로 인도할 예정이다. 이에 따라 2006년 이후 해운시장은 6,000TEU~8,000TEU급 선박이 주력선박이 될 것으로 예상되며, 선사들은 정시성 유지 및 선복량을 맞추기 위하여 기항지 축소가 불가피할 것으로 전망된다.

<표 2-2> 국내 조선소의 대형 컨테이너선 건조 현황

조선소	선형(TEU)	척수	인도시기	비고
현대중공업	7,200	4	2000년~2003년	Hapag-Lloyd
	6,800	4	2000년 1월	P&O Nedlloyd
	6,730	5	2002년	MSC
	6,200	5	2000년~2001년	COSTAMARI 외 4개 선주
대우중공업	6,700	5	2001년 8월	Reederei
삼성중공업	7,400	6	2003년~2004년	OOCL

<표 2-3> 8,000TEU 급 이상 초대형 컨테이너선 수주현황(2002년 12월 이후)

조선사	TEU	수량(옵션)	인도예정	비고
현대중공업	8,200	5	2006. 3,5,6,7,9월	Costamare Shipping(그리스)
	8,200	4(4)	2006. 3,4,5,6월	CMA-CGM(프랑스)
	8,500	1	2005	현대상선(한국)
	8,000	3	2005,2006	하팍로이드
현대 삼호 중공업	8,200	4	2006.10	CMA-CGM사(프랑스)
	8,000이상	5	2006.8	유럽선주사 5곳
삼성중공업	8,100	4	2005	CP Offen(독일), MSC(스위스)
	8,100	5	2004~2005	Seaspan Container Lines(캐나다)
	8,063	2	2006	OOCL
	8,063[2)]	2	2003.4, 2003.6	OOCL
	8,000	6	2004~2006	OOCL
	9,600	4(4)	2006	Seaspan Container Line(캐나다)
대우조선	8,400	2(3)	2005~2006	A-NRG, N-NRG
	8,400	4	발주계획 2006.1~2007	Mediterranean Shipping Co(MSC)
한진중공업	8,000	5	2006	CP Offen(독일), MSC(스위스)
	8,100	4	2006	*K*ZOSG(독일)
IHI Marine Unite (일본)	8,120	4	2006	*K*-line
합 계		64(11)		

자료 : 1.국내 중공업회사 내부자료, 2003.11

2.2 선박의 대형화로 인한 항만환경 변화

2.2.1 펜들럼 서비스 증가와 기항항만의 축소

투입선박이 5,000TEU ~ 6,000TEU급으로 대형화됨에 따라 파나마 운하를

2) OOCL Shenzhen호.OOCL Long Beach 호

통과하여 운항하는 세계일주 서비스는 감소되었고, 대신 아시아를 중심축으로 하여 북미/아시아/구주간을 운항하는 펜들럼 서비스가 증가 하였다. 이렇게 북미/아시아/구주간 펜들럼 서비스가 증가한 이유는 선박의 대형화로 선가가 높아짐에 따라 선박을 효율성 있게 활용하기 위하여 북미 구주항로의 양방향서비스를 선택함으로써 북미-극동, 극동-유럽 간 화물을 모두 취급 할 수 있다는 이점을 얻을 수 있기 때문이다. 또한 동남아시아의 경제 발전에 따라 북미/극동항로가 동남아시아까지 연장될 필요성이 생겼는데, 추가 투자를 하지 않고도 극동/구주항로로 서비스할 수 있고, 동남아 역내 양방향 항로도 모두 서비스할 수 있는 장점이 있기 때문이다.

따라서 향후 12,000TEU～15,000TEU급으로 선박이 초대형화되면 위와 같은 이유에 기인하여 펜들럼 서비스에 우선적으로 투입될 것으로 예상된다.

그리고 대형선의 경우 막대한 초기 자본투자가 요구되기 때문에 소기의 단위당 수송원가 절감을 달성하려면 선박의 회전율을 높여야만 하는데, 이러한 초대형선은 대량화물을 취급하므로 항만 내 재항시간이 기존 5,000TEU ～ 6,000TEU급의 2배 이상 소요되기 때문에 기항 항만 수를 대폭 축소시켜야 하는 해상운송구조의 변화가 예상된다.

2.1.2 중심항 및 피더항으로의 역할 구분

선박의 대형화 및 고속화로 인하여 선사들은 선박이 기항지 수를 줄이는 정책을 추진하고 있다. 이는 선박의 회전시간 면에서 볼 때 하역을 위하여 터미널에 입·출항하고 하역작업을 하는 데 소요되는 시간이 전체 시간에서 상당히 높은 비율을 차지하기 때문이다. 따라서 운항시간의 단축과 정시화가 철저히 추구하기 위해서 기항지가 특정지역의 중계무역중심지나 대규모 배후지를 갖는 항만으로 한정되게 되었고, 그 결과로 중계 기간항로 서비스망의 기항지였던 일부항만이 피더서비스망의 기항지로 전락하였다.

이렇게 중심항과 피더항으로 역할이 구분되면 각 항만에서는 중심항의 위치를 선점하기 위한 경쟁이 심화되고, 터미널의 경쟁력을 확보하기 위해서 노

력할 수밖에 없게 된다.

2.1.3 항만에 미치는 영향

12,000TEU 또는 15,000TEU의 초대형 컨테이너선이 운항을 개시하게 되면 선사들은 기항지 축소를 위해 전 세계에 4 ~ 6개 정도의 항만을 기항 항만으로 한정짓게 될 것이고, 이렇게 되면 현재의 각 국별로 이루어져 있는 중심항 체제는 지역별 중심항 체제로 바뀌게 될 것이다.

또한 대형 선박을 수용하기 위해서는 항만의 시설 및 운영시스템에서의 변화가 불가피하게 된다. 대형선이 기항할 수 있는 항만의 안벽수심은 선박의 만재흘수를 고려하여 확보되어야 하는데 현재 선박 대형화를 주도 하고 있는 6,000TEU급 컨테이너선의 만재흘수의 경우 14.5m 내외이며 이를 수용하기 위해선 수심 15m 이상의 접안시설을 확보해야 한다. 따라서 현재 발주 및 건조중인 9,000TEU, 12,000TEU, 15,000TEU 급 선박을 수용하기 위해서는 이보다 1m ~ 2m 정도 더 깊은 수심이 필요하다. 또한 선박이 대형화 되면 기항지 축소로 인하여 양·적하되는 컨테이너 물동량이 기존 선형 보다 비율적으로 많아지게 되고 이에 비례하여 항만이 처리해야 할 물동량은 증대된다. 따라서 한번에 양·적하되는 물동량을 수용할 수 있는 충분한 장치장의 확보가 필요하다.

이렇게 대형선이 기항 할 수 있는 조건을 갖추지 못한 컨테이너항만은 중심항만 경쟁에서 뒤처질 수밖에 없어 항만 발전에 상당한 제약이 될 수 있다. 따라서 대형선이 기항하는 중심항이 되기 위해서는 컨테이너 장치장의 확장과 보다 대형화되고 신속한 하역장비의 도입, 그리고 On-dock 철도·복합운송체제 및 효율적인 운영정보체제를 구축하는 등의 개발계획을 수립하고 시행하는 노력이 필요하게 된다.

제 3 장 국내 컨테이너터미널의 현황

최근 터미널 환경의 주된 변화요인은 앞장에서 살펴 본 바와 같이 선박의 대형화 및 고속화, 그리고 중국항만의 빠른 개발 및 확장으로 요약할 수 있다. 복합운송의 발달로 특정 배후지역이 주변 경쟁항만과 공유됨에 따라 주요선사들은 대형 컨테이너선의 기항지를 축소하여 비용절감과 선박의 운항회전율을 높이고 있다. 이와 같은 상황 하에서 터미널은 더 이상 과거와 같이 특정 배후지권과 지리적 이점으로만 대형선이 기항하는 중심항만의 위상을 유지할 수는 없게 되었다. 또한 컨테이너 선박의 크기와 속도가 증가하면서 주요선사들은 항만의 컨테이너 취급능력의 확대와 터미널의 생산성 및 효율성 증대를 통한 선박의 항만 내 체류시간 단축을 요구하고 있다. 특히 선박의 재항시간 단축은 선사의 주요관심사가 되었으며 주요선사들의 기항지 선택에 있어 중요한 요인으로 부각되고 있다. 따라서 이를 위해선 대형선박의 물동량을 수용하고 처리 할 수 있는 충분한 장치능력을 확보할 필요가 있다.

그러나 앞서 언급한 선박의 대형화에 맞는 대고객서비스가 적극적으로 이루어지지 않는 항만은 치열한 경쟁에서 도태될 수밖에 없을 것이다. 국내에서도 선사의 요구 및 환경의 변화에 대처하기 위해서 지속적으로 컨테이너 터미널을 개발하고 있다.

컨테이너 터미널을 작업 영역별로 크게 나누어 보면 수출입화물의 양·적하 작업이 이루어지는 안벽과 수출입 화물이 터미널에 양하 또는 반입된 후 본선에 적하 또는 게이트를 통해 반출될 때까지 일시적으로 컨테이너를 보관하는 장치장, 그리고 각 수출입화물의 반·출입이 이루어지는 게이트로 구분할 수 있는데, 터미널의 전체적인 효율성 및 생산성을 향상시키기 위해서는 안벽에서의 양·적하작업, 장치장에서의 장치작업과 게이트에서의 반·출입 작업이 각 영역별로 서로 균형을 이루어야만 터미널의 전체적인 효율성을 향상시킬 수 있다. 즉, 다시 말하자면 장치장에서의 장치능력이 안벽에서의 양·

적하 능력보다 떨어지게 되면 안벽에서의 양·적하 작업도 또한 지연되기 때문에, 장치장에서의 장치작업능력과 안벽에서의 작업능력이 서로 균형을 이루어야 한다.

또한 항만의 건설 및 확장은 막대한 자본이 투자되는 대규모 사업으로 개발이 완료된 후에는 터미널 규모와 구조를 변경하는 것이 쉽지 않다. 그렇기 때문에 설계 과정에서 최대 접안 선박의 규모와 그 선박에서 일시적으로 양·적하되는 컨테이너를 수용할 수 있도록 충분히 계획되어져야 한다.

그러나 지금 개발 중인 부산 신항의 경우는 기존의 계획하역능력을 기준으로 계획되어져 있는데, 이는 부산 북항에서 처리한 실제능력에 훨씬 못미치고 있다. 따라서 본장에서는 이를 중심으로 국내 컨테이너 터미널의 현황 및 터미널이 처리한 실제하역능력을 살펴보고 국내 터미널이 지닌 문제점에 대해서 고찰 해 본다.

3.1 부산 북항의 시설 현황

3.1.1 일반현황

부산 북항의 전용터미널 접안 선석수는 총 21개로 5만톤급 16척, 2만톤급 1척, 1만톤급 1척, 5천톤급 3척이 접안할 수 있으며, 컨테이너를 장치하는 부두내 CY는 신선대터미널 672천㎡, HBCT 394천㎡, 감만터미널이 336천㎡를 확보하고 있다.

<표 3-1> 부산 북항 시설현황

구 분	자성대	신선대	감만	신감만	우암	감천
접안능력	5만톤급 4척 1만톤급 1척	5만톤급 4척	5만톤급 4척	5만톤급 2척 5천톤급 1척	2만톤급 1척 5천톤급 2척	5만톤급 2척
부지면적	647천㎡ (196천평)	1,039천㎡ (315천평)	731천㎡ (221천평)	308천㎡ (93천평)	184천㎡ (55천평)	148천㎡ (45천평)
CY면적	394천㎡ (203천평)	672천㎡ (203천평)	336천㎡ (102천평)	153천㎡ (46천평)	156천 ㎡ (47천평)	105천 ㎡ (32천평)
건물면적	38천㎡ (11천평)	28천㎡ (8.5천평)	16천㎡ (4.8천평)	12천㎡ (3.7천평)	5천㎡ (1.6천평)	4천㎡ (1.2천평)
CFS	3동 26천㎡	1동 11천㎡	1동 8.4천㎡	1동 5.5천㎡	-	-
철도수송 인입선	980m	925m	1,032m	-	-	-

자료 : 컨테이너화물 유통추이 및 분석, 한국컨테이너 부두공단, 2003

3.1.2 장치장 현황

부산 북항의 터미널은 모두 6열 T/C(Transfer Crane)를 이용하고 있으며, 터미널별 TGS보유수는 신선대가 16,597TGS로 가장 많고, 감천부두가 2,260TGS로 가장 적게 보유하고 있는 것으로 나타났다. 터미널별 TGS당 소요 면적은 우암 터미널이 67.94㎡/TGS로 가장 넓고, 감만 터미널이 26.71㎡/TGS로 가장 좁게 사용하고 있는 것으로 나타났다.

<표 3-2> 터미널별 장치장 세부 사항

구 분	자성대	신선대	감만	신감만	우암	감천
CY면적	394천㎡	672천㎡	336천㎡	153천㎡	156천 ㎡	105천 ㎡
TGS 수(개)	10,100	16,597	12,580	4,674	2,296	2,260
TGS당 소요면적	39.01㎡	40.49㎡	26.71㎡	32.73㎡	67.94㎡	46.46㎡

주 : TGS(TEU ground slot)는 20ft 컨테이너 1개를 바닥에 장치하는 장소를 의미하며 TGS 수는 컨테이너 터미널의 CY에 20ft 컨테이너를 1단으로 장치할 수 있는 개수임

자료 : 각 터미널 내부자료

3.2 부산 북항의 처리능력

컨테이너 터미널의 처리능력은 안벽의 하역능력과 장치장의 장치능력으로 크게 나눌 수 있다. 이들 처리능력은 컨테이너 터미널의 특성상 두 가지 처리능력 중 낮은 처리능력이 그 터미널의 처리능력이 된다.

3.2.1 안벽하역능력

1) 계획된 하역능력

<표 3-3>은 항만의 개발규모를 산정하기 위하여 제시된 대기율, 선석점유율 및 하역능력을 나타내고 있다. 컨테이너 터미널의 선석당 하역능력을 결정짓는 중요한 요소인 C/C(Container Crane)대수는 3기, 선석점유율은 대기율에 따라 30%~60%, 대기율은 1%~22% 수준에서 분석되었으며, 세부적인 요소는 <표 3-3>과 같다.

현재 터미널의 선석당 하역능력 기준인 30만TEU는 서비스 수준 분류 등급 중 D급으로 대기율 3%~7%, 선석점유율 42% 수준에서 결정되었고 이 하역능력을 본 연구에서는 계획하역능력으로 삼는다.

<표 3-3> 하역능력 결정을 위한 주요 변수 및 하역능력

구 분	지 표	대기율(%)							
		1~2	2~3	2~6	3~7	4~9	5~12	7~16	11~22
C/C 대수	대 수	3	3	3	3	3	3	3	3
연간작업 가능시간	연간작업일수	365	365	365	365	365	365	365	365
	일일작업시간	24	24	24	24	24	24	24	24
크레인 작업 시간율	선석점유율	0.30	0.35	0.40	0.42	0.45	0.50	0.55	0.60
	선박이동계수	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
	크레인작업계수	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
	실작업시간율	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
크레인 작업효율	설계능력(VAN)	45	45	45	45	45	45	45	45
	손실조정계수	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
	간섭계수	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83
환산계수	TEU/VAN	1.48	1.48	1.48	1.48	1.48	1.48	1.48	1.48
Overstow	계수	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97
선석당 연간하역 능력	연간하역능력	216,864	253,008	289,152	303,610	325,296	361,440	397,585	433,729
	(천TEU)	216	253	289	303	325	361	397	433
서비스 수준(등급 분류)		A급	B급	C급	D급	E급	F급	G급	H급
1선석당 표준하역능력		D급 적용 : 300(천TEU)							

자료 : 전국무역항 항만기본계획 용역보고서, 제1권, 해양수산부, 2001. 10.
주 : 대기율과 선석점유율은 1터미널 2~3선석 운영을 전제로 한 것이며 등급 분류의 서비스 수준은 대기율과 선석점유율을 기준으로 적정수준을 감안하여 구분한 것임

이를 기준으로 한 부산항의 각 터미널 안벽하역능력을 살펴보면 부산 북항의 일반부두를 제외한 컨테이너 전용터미널의 안벽하역능력은 자성대터미널, 신선대터미널, 감만터미널이 각각 120만TEU, 신감만터미널 65만TEU, 우암터미널 27만TEU, 감천터미널이 34만TEU 등 총 486만TEU로 계획되었다.

<표 3-4> 부산 북항의 처리능력

구 분	자성대	신선대	감만	신감만	우암	감천
부두길이	1,447m	1,200m	1,400m	826m	500m	600m
전면수심	-15m	-14~15m	-15m	-12~15m	-11m	-13m
하역능력	120만TEU	120만TEU	120만TEU	65만TEU	27만TEU	34만TEU

자료 : 컨테이너화물 유통추이 및 분석, 한국컨테이너부두공단, 2003.

2) 실제 처리량

실제 부산 북항의 경우 실증자료를 통하여 분석한 결과 자성대, 신선대, 감만 터미널 등의 선석당 처리량이 모두 계획하역능력 30만TEU를 상회하고 있으며, 특히 감만 터미널의 경우에는 고성능 크레인 설치와 대형선의 입항으로 설계능력의 2배가 넘는 물동량을 처리하고 있어서 30만TEU로 계획된 부산신항의 안벽하역능력은 보다 현실에 맞게 조정이 필요할 것으로 판단된다.

<표 3-5> 연도별 컨테이너 터미널별 처리량

(단위 : TEU)

구 분	자성대	신선대	감만	신감만	우암	감천
'98년	1,228,383	1,195,563	882,117	-	278,692	357,984
'99년	1,006,645	1,177,188	1,398,476	-	348,983	435,895
'00년	1,433,801	1,282,135	1,769,120	-	312,299	386,818
'01년	1,272,288	1,319,761	1,922,497	-	447,693	432,941
'02년	1,534,586	1,528,285	2,261,484	481,182	502,450	505,959
'03년	1,575,986	1,769,787	2,516,290	759,453	533,787	509,349
선석수	5	4	4	3	3	2
선석당 처리량 (2002년)	306,917.2	382,071.3	565,371	160,394	167,483.3	252,979.5
선석당 처리량 (2003년)	315,197.2	442,446.8	629,072.5	253,151	177,929	254,674.5

자료 : 한국컨테이너부두공단 홈페이지 www.kcta.go.kr

3.3 장치장 처리능력

3.3.1 장치장 규모 산정 방법

터미널의 장치장 규모를 계산하는 방법은 연간목표물동량이 계획되어 있을

경우 식1)을 이용하여 필요한 TGS 개수를 도출하고, 투입장비 제원(열 수, *b*ay 수)을 고려하여 1개 블록당 총 TGS 수를 결정한다. 그런 다음 필요한 TGS 수와 블록당 TGS수를 비교하여 필요한 TGS 수가 확보될 수 있는 총 블록수를 결정하게 된다.

$$\text{필요 } TGS\text{개수} = \frac{\text{연간목표물동량} \times \text{평균장치일} \times \text{분리계수} \times \text{피크계수}}{\text{연간장치일수} \times \text{최대단적수}} \quad \text{식 1)}$$

여기서 '분리계수 × 피크계수' 는 장치장의 평균 점유율로 표현할 수 있다. 예를 들어 터미널의 필요한 TGS 개수 산정 시 분리계수가 1.2, 피크계수가 1.3으로 계획하게 되면 1/(1.2×1.3)≒0.641이 되어 이 터미널의 평균 장치장 점유율은 64.1%가 된다.

3.3.2 계획 하역능력과 실제 장치능력 비교

만일, 터미널에서 확보한 TGS 개수를 알고 있을 때에는 식1)를 정리한 식2)로부터 해당터미널 장치장의 연평균 장치능력을 산정할 수 있다.

$$\text{연간물동량} = \frac{TGS\text{수} \times \text{연간장치일수} \times \text{최대단적수}}{\text{평균장치일} \times \text{분리계수} \times \text{피크계수}} \quad \text{식2)}$$

실제 부산 북항 터미널들의 계획하역능력과 실제장치능력을 비교[3]하기 위하여 식2)를 이용해서 각 터미널들의 평균 장치능력을 산정하여 보았다.

---

3) 계획하역능력과 실제장치능력 비교: 안벽하역능력은 결과적으로 장치장에 영향을 미치게 된다. 만약 선석당 연간 하역능력이 30만TEU로 계획되고 이를 기준으로 터미널이 설계 되었다면 장치장 규모 또한 30만TEU의 처리물동량을 처리할 수 있는 수준이 된다. 그러나 실제 터미널의 안벽하역능력이 계획보다 훨씬 상회한다면 장치장 부족의 결과를 초래할 것이다.

장치능력 산정에 이용된 factor 값에는 TGS 수를 각 터미널이 보유한 TGS 개수로 정하고 연간장치일수는 365일, 최대 단적수는 3.5단, 평균장치일 6.5일, 분리계수 1.2, 피크계수 1.3 등을 적용하였다.

그 결과 신선대, 감만, 자성대, 우암 등이 계획하역능력을 상회하는 장치능력을 확보하고 있는 것으로 나타났고, 반면 신감만, 감천터미널 등은 계획하역능력보다 낮은 장치능력을 확보하고 있는 것으로 나타났다.

<표 3-6> 터미널별 계획하역능력 대비 장치능력 비교

(단위 : TEU, %)

구 분	자성대	신선대	감만	신감만	우암	감천
계획하역능력	1,200,000	1,200,000	1,200,000	650,000	270,000	340,000
터미널별 장치능력	1,272,461	2,090,993	1,584,906	588,859	289,264	284,729
장치능력 확보율(%)	106.0	174.2	132.1	90.0	107.1	83.7

산정된 터미널별 장치능력과 2003년 처리량을 비교했을 때 장치장의 여유가 있는 터미널은 신선대터미널 한곳으로 약 31만TEU정도의 장치능력에 여유가 있는 것으로 나타났으나 반면, 신선대터미널의 제외한 나머지 터미널인 감만터미널의 경우 약 95만TEU, 자성대터미널이 약 31만, 신감만 터미널이 약 15만, 우암터미널이 약 24만, 감천터미널이 약 23만 TEU의 장치능력 과부족이 발생함에 따라 전체적으로는 약 158만TEU의 장치능력이 부족한 것으로 나타났다.

<표 3-7> 터미널별 평균 장치능력 및 과부족

터미널명	보유 TGS 수	장치능력 (TEU)	터미널 처리량(2003년) (TEU)	과부족(TEU)
자성대	10,100	1,272,461	1,575,986	-307,202
신선대	16,597	2,090,993	1,769,787	307,575
감만	12,580	1,584,906	2,516,290	-954,093
신감만	4,674	588,859	759,453	-153,394
우암	2,296	289,264	533,787	-242,625
한진감천	2,260	284,729	509,349	-227,238
합 계	48,507	6,111,212	7,664,652	-1,576,977

이렇게 부족한 장치능력에도 불구하고 이를 처리할 수 있었던 한 가지 이유로 부산 북항 배후에 위치한 부두 밖 CY를 들 수 있다. 이들 CY가 2002년 기준 부산항 총 처리물량의 약 28.6%인 270만 TEU를 처리한 바 있어 부산 북항 터미널들의 부족한 장치능력을 보조해 주고 있는 것으로 나타났다.

<표 3-8> 부두 밖 CY 처리량

구 분	CY수(개)	처리물량 (TEU)		
		계	수 출	수 입
임항지역	14	2,067,252	1,059,750	1,007,502
재송지역	2	192,644	83,715	108,929
철도지역	7	226,954	109,638	117,316
기타지역	3	221,153	110,660	110,493
합 계	26	2,708,003	1,363,763	1,344,240

그러나 부산 신항의 경우에는 부산 북항과 같은 배후 부두 밖 CY가 계획되지 않기 때문에 터미널 내에서 모든 화물을 처리해야만 하며, 만약 처리가 불가능할 경우 부산 북항의 ODCY나 양산 ICD를 이용해야 함으로써 막대한 추가 물류비가 소요된다. 따라서 부산 북항에 비해 경쟁력이 떨어질 뿐만 아니라 향후 주요 항만과의 경쟁에서 경쟁력이 떨어질 수밖에 없게 된다. 특히 향

후 주력선박이 될 대형선에서 일시적으로 양하되는 대규모 물동량을 처리할 수 있는 장치장을 충분히 확보하지 않을 경우에는 선박의 체선, 화물의 체화 등 서비스 악화로 인하여 선사가 기항을 기피할 가능성이 매우 높아진다.

3.4 국내 컨테이너 터미널의 문제점

앞서 살펴 본 바와 같이 부산 북항 터미널들의 실제 처리량은 계획된 총 하역능력에 비해 자성대 약 132%, 신선대 149%, 감만 212%, 우암 197%, 감천 151% 등을 처리하고 있으며 부족한 장치능력을 부두 밖 CY등을 이용하여 해결하고 있는 것으로 나타났다. 그러나 부산 신항은 부두 밖 CY가 계획되어 있지 않기 때문에 터미널 내에서 화물을 모두 처리해야 한다. 그럼에도 불구하고 계획하역능력과 동일하게 장치장을 계획한다면 장치장 부족문제가 심각해 질 것으로 예상된다. 따라서 보다 현실성 있게 하역 능력을 재조정하고 이를 반영하는 과정이 필요하다고 판단된다.

<표 3-9> 부산 북항 터미널별 계획능력 대비 실제 처리량 및 비율

구 분	자성대	신선대	감만	신감만	우암	감천
계획하역능력(TEU)	1,200,000	1,200,000	1,200,000	650,000	270,000	340,000
2002년 처리량(TEU)	1,534,586	1,528,285	2,261,484	481,182	502,450	505,959
2003년 처리량(TEU)	1,579,663	1,783,418	2,538,999	742,253	531,889	511,967
계획능력대비 처리비율(2002년)	127.9%	127.4%	188.5%	74.0%	186.1%	148.8%
계획능력대비 처리비율(2003년)	131.6%	148.6%	211.6%	114.2%	197.0%	150.6%

4. 실증자료 분석

4.1 선박규모별 특성 분석

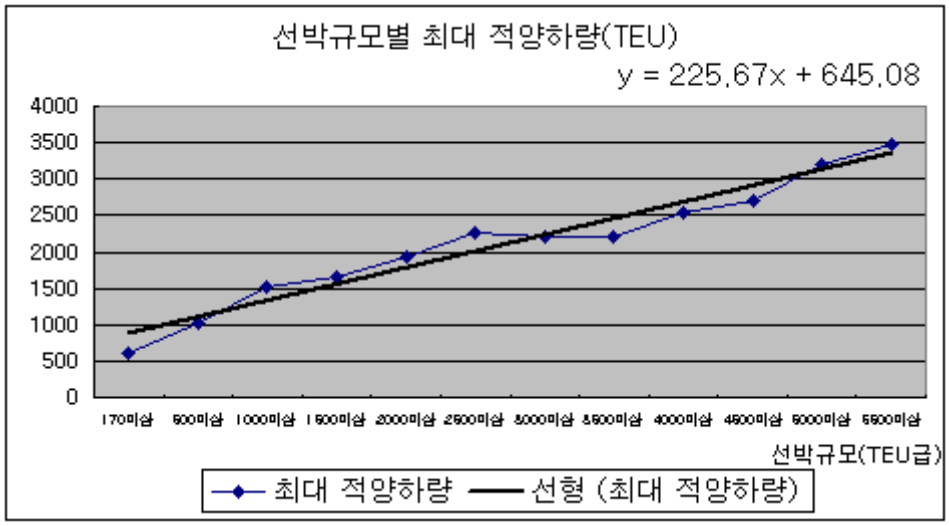
4.1.1 선박규모별 양·적하 특성 분석

본 연구에서는 터미널에 입항하는 선박의 특성 및 터미널 장치장의 변화를 도출하기 위하여 신선대터미널의 입항 선박과 장치장, 게이트 반·출입 자료를 이용하였다. 신선대터미널에 입항한 선박규모별 양·적하 처리량을 분석한 결과 평균 양·적하 개수는 5,500~5,999TEU급 선박들이 처리하는 개수가 2,029Van로 가장 많았고, 170TEU급 선박들이 처리하는 개수가 236Van으로 가장 적었다.(<표 4-1> 참조)

최대 양·적하 개수 측면에서는 170TEU급~5,999TEU급까지의 양·적하 개수가 비교적 선형으로 나타났으나, 6,000TEU급 이상의 선박의 처리량은 오히려 5,500~5,999TEU급 선박의 양·적하 개수보다 적은 것으로 나타났다.

<표 4-1> 신선대터미널 입항 선박 규모별 양·적하 개수

선박 규모	전체 처리량(Van)	입항 횟수(척)	평균양적하 개수(Van)	최소 양적하 개수(Van)	최대 양적하 개수(Van)
170 TEU급 이상	16,577	70	236.8	2	611
500 ~ 999 TEU급	154,643	328	471.5	20	1,027
1,000 ~ 1,499 TEU급	61,534	133	462.7	61	1,526
1,500 ~ 1,999 TEU급	20,508	27	759.6	146	1,656
2,000 ~ 2,499 TEU급	72,733	131	555.2	63	1,932
2,500 ~ 2,999 TEU급	285,350	364	783.9	75	2,262
3,000 ~ 3,499 TEU급	289,687	289	1,002.40	169	2,210
3,500 ~ 3,999 TEU급	29,434	39	754.7	404	2,196
4,000 ~ 4,499 TEU급	241,303	215	1,122.30	62	2,526
4,500 ~ 4,999 TEU급	120,545	92	1,310.30	177	2,717
5,000 ~ 5,499 TEU급	183,936	131	1,404.10	205	3,201
5,500 ~ 5,999 TEU급	495,292	244	2,029.90	200	3,479
6,000 TEU급 이상	25,068	27	928.4	311	2,174



<그림 4-1> 선박규모별 최대 적·양하량(Van)

4.1.2 양·적하 비율

1) 1,000Van 이상 처리 선박

신선대 입항 선박 중 1000Van 이상을 양·적하한 739척의 선박들에 대하여 양하 비율을 분석한 결과 양하 비율이 50%~59%인 경우가 전체의 31.5%로 가장 높았고, 60%~69%가 20.2%이며, 70%를 넘는 경우가 13.2%로 나타나 양하 비율이 50%를 넘는 경우는 전체 64.9%로 분석되었다.

<표 4-2> 1,000Van 이상 취급 시 양하 비율 횟수

(단위 : 회, %)

양하된 Van 비율	횟수	비율	양하된 TEU 비율	횟수	비율
30 이하	57	7.7	30 이하	56	7.6
30 ~ 39	35	4.7	30 ~ 39	43	5.8
40 ~ 49	168	22.7	40 ~ 49	162	21.9
50 ~ 59	233	31.5	50 ~ 59	232	31.4
60 ~ 69	149	20.2	60 ~ 69	147	19.9
70 ~ 79	39	5.3	70 ~ 79	39	5.3
80 ~ 89	11	1.5	80 ~ 89	12	1.6
90 이상	47	6.4	90 이상	48	6.5
총 합계	739	100.0	총 합계	739	100.0

주 : 1000Van 이상의 경우 1,000Van ~ 3,479Van까지의 통계치임

2) 2,000Van 이상 처리 선박

2,000Van 이상을 양·적하한 200척의 선박들에 대한 양하 비율을 분석한 결과 양하 비율이 50%~59%인 경우가 전체의 51.0%로 가장 높았고, 40%~49%를 처리하는 경우는 33.5%로 나타났으며 양하 비율 50%를 넘는 경우는 전체 60.5%로 분석되었다.

<표 4-3> 2,000Van 이상 취급 시 양하 비율 횟수

(단위 : 회, %)

양하된 Van 비율	횟수	비율	양하된 TEU 비율	횟수	비율
30 이하	2	1.0	30 이하	2	1.0
30 ~ 39	10	5.0	30 ~ 39	11	5.5
40 ~ 49	67	33.5	40 ~ 49	61	30.5
50 ~ 59	102	51.0	50 ~ 59	105	52.5
60 ~ 69	16	8.0	60 ~ 69	18	9.0
70 ~ 79	1	0.5	70 ~ 79	1	0.5
90 이상	2	1.0	90 이상	2	1.0
총 합계	200	100.0	총 합계	200	100.0

주 : 2,000Van 이상의 경우 2,000Van ~ 3,479Van까지의 통계치임

3) 2,500Van 이상 처리 선박

2,500Van 이상을 양적하한 선박들에 대한 양하 비율을 분석한 결과 양하 비율이 40%～49%인 경우가 전체의 44.6%로 가장 높았고, 50%～59%를 처리하는 경우는 39.3%로 나타났으며, 60%～69%를 처리하는 경우는 3.6%로 나타나 양하비율이 50%를 넘는 경우는 전체의 42.9%로 분석되었다.

<표 4-4> 2,500Van 이상 취급 시 양하 비율 횟수

(단위 : 회, %)

양하된 Van 비율	횟수	비율	양하된 TEU 비율	횟수	비율
30 ~ 39	7	12.5	30 ~ 39	6	10.7
40 ~ 49	25	44.6	40 ~ 49	28	50.0
50 ~ 59	22	39.3	50 ~ 59	20	35.7
60 ~ 69	2	3.6	60 ~ 69	2	3.6
총 합계	56	100.0	총 합계	56	100.0

주 : 2,500Van 이상의 경우 2,500Van ~ 3,479Van까지의 통계치임

이상의 분석에서 40%～ 69%의 양・적하 비율이 전체의 74.4%(1,000Van 이상)～92.5%(2,000Van 이상)를 차지하고 있어서 선박이 대형화가 되더라도 양・적하 비율은 40%～69%(약 70%)수준에서 유지될 것으로 예측할 수 있다.

4.1.3 대형선의 선박 규모별 처리량

4,000TEU급 이상의 대형선박 607척에 대하여 선박규모별 처리량을 세부적으로 분석한 결과 3,000TEU이상 대규모로 컨테이너를 처리하는 경우가 전체 선박의 약 30%를 차지하고 있는 것으로 나타났으며, 특히 5,500TEU급～6,000TEU급 선박들은 약 63% 이상이 3,000TEU를 넘게 처리하고 있다.

<표 4-5>의 음영부분은 신선대터미널에서 처리되어진 선박규모별 물동량 처리 주요 구간을 나타내고 있다.

<표 4-5> 대형선의 선박규모별 처리량

(단위 : TEU, %)

선박크기 / 처리량	4,000이상 ~ 4,500미만		4,500이상 ~ 5,000미만		5,000이상 ~ 5,500미만		5,500이상 ~ 6,000미만		6,000이상		합계	
	합계	비율	합계	비율	합계	비율	합계	비율	합계	비율	합계	비율
250미만	23	12.0	7	9.6	11	10.4	3	1.4	2	8.3	46	7.6
250~500		0.0	1	1.4	3	2.8	15	7.0		0.0	19	3.1
500~750		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0	0	0.0
750~1000		0.0		0.0	8	7.5		0.0	3	12.5	11	1.8
1,000~1,250	17	8.9	1	1.4		0.0	7	3.3	7	29.2	32	5.3
1,250~1,500	13	6.8	11	15.1	12	11.3	3	1.4	7	29.2	46	7.6
1,500~1,750	39	20.4	7	9.6	9	8.5	9	4.2		0.0	64	10.5
1,750~2,000	34	17.8	11	15.1	6	5.7	11	5.2	1	4.2	63	10.4
2,000~2,250	28	14.7	15	20.5	7	6.6	4	1.9	1	4.2	55	9.1
2,250~2,500	16	8.4	7	9.6	7	6.6	6	2.8	1	4.2	37	6.1
2,500~2,750	6	3.1	4	5.5	7	6.6	9	4.2		0.0	26	4.3
2,750~3,000	4	2.1	4	5.5	6	5.7	12	5.6	1	4.2	27	4.4
3,000~3,250	4	2.1	1	1.4	13	12.3	30	14.1		0.0	48	7.9
3,250~3,500	4	2.1	1	1.4	4	3.8	33	15.5		0.0	42	6.9
3,500~3,750	1	0.5	1	1.4	8	7.5	31	14.6		0.0	41	6.8
3,750~4,000	2	1.0	1	1.4	2	1.9	20	9.4	1	4.2	26	4.3
4,000~4,,250		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0	0	0.0
4,250~4,500		0.0		0.0		0.0	8	3.8		0.0	8	1.3
4,500~4,750		0.0	1	1.4	2	1.9	4	1.9		0.0	7	1.2
4,750~5,000		0.0		0.0	1	0.9	3	1.4		0.0	4	0.7
5,000~5,250		0.0		0.0		0.0	3	1.4		0.0	3	0.5
5,250이상		0.0		0.0		0.0	2	0.9		0.0	2	0.3
합계	191	100	73	100	106	100	213	100	24	100	607	100

4.1.4 선박당 접안시간 및 처리시간

앞절에서 분석한 것과는 별도로 신선대 터미널에 입항한 전체 선박 중 3,000TEU 이상을 처리하는 선박 209척에 대하여 접안시간과 작업시간을 분석

한 결과 대부분의 선박이 2일 이내에 작업을 마치는 것으로 나타났으며, 선박이 작업을 위해 접안한 시간이 1.7일 이내인 경우가 약 92%로 나타났고, 실제로 컨테이너의 양·적하를 위한 순수 작업시간이 1.6일 이내인 경우가 약 90%를 차지하고 있는 것으로 분석되었다. 실제 작업시간에 대하여 양하와 적하에 소요되는 시간이 각각 50% 정도라고 가정할 경우 양하에 소요되는 시간은 0.5일~0.8일(12시간~19.2시간)이내가 된다. 이는 향후 8,000TEU급, 12,000TEU급 등 초대형선이 접안하더라도 선박의 정시성은 보장되어야 함으로 이와 비슷한 시간 내에 작업이 완료되어야 할 것이다.

<표 4-6> 선박접안 및 작업시간

(단위: %)

접안시간(일)	척수	비율	누적비율	작업시간(일)	척수	비율	누적비율
1일미만	3	1.4	1.4	1일미만	12	5.7	5.7
1.1	18	8.6	10.0	1.1	28	13.4	19.1
1.2	24	11.5	21.5	1.2	34	16.3	35.4
1.3	41	19.6	41.1	1.3	31	14.8	50.2
1.4	32	15.3	56.5	1.4	36	17.2	67.5
1.5	36	17.2	73.7	1.5	23	11.0	78.5
1.6	19	9.1	82.8	1.6	23	11.0	89.5
1.7	19	9.1	91.9	1.7	8	3.8	93.3
1.8	8	3.8	95.7	1.8	6	2.9	96.2
1.9	2	1.0	96.7	1.9	3	1.4	97.6
2일 이상	7	3.3	100.0	2일 이상	5	2.4	100.0
합계	209	100.0		합계	209	100.0	

4.1.5 대형선의 양·적하 물동량 예측

선박규모별 최대 양·적하 개수가 비교적 선형 형태를 띠고 있는데(<표 4-1>과 <그림 4-1>) 이를 이용하여 미래 대형선의 최대 양·적하 개수를 예

측할 수 있다. 선박 규모에 따른 최대 양·적하량에 대한 선형식은 식3)과 같다.

$$Y = 225.67 \times X + 645.08 \quad \text{식3)}$$

식3)의 선형식을 이용하여 선박규모별 최대 양·적하량을 예측한 결과 6,000TEU급은 3,579Van(5,368TEU), 8,000TEU급은 4,484Van(6,722TEU), 10,000TEU급은 5,384Van(8,076TEU), 1,2000TEU급은 6,287Van(9,430TEU) 등으로 예측되었다.

<표 4-7> 선형식을 이용한 선박규모별 최대 양·적하량 예측

선박 규모	Van	TEU
6,000 TEU급 ~	3,579	5,368
6,500 TEU급 ~	3,804	5,707
7,000 TEU급 ~	4,030	6,045
7,500 TEU급 ~	4,256	6,384
8,000 TEU급 ~	4,481	6,722
8,500 TEU급 ~	4,707	7,061
9,000 TEU급 ~	4,933	7,399
9,500 TEU급 ~	5,158	7,738
10,000 TEU급 ~	5,384	8,076
12,000 TEU급 ~	6,287	9,430

주: Van당 TEU 환산계수는 1.5 적용

4.2 장치장 특성

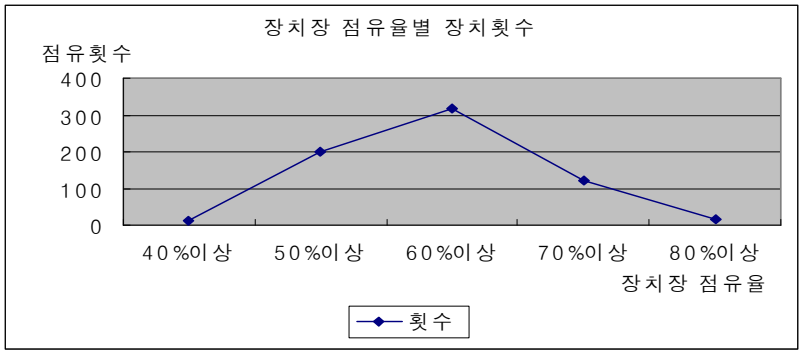
4.2.1 장치장 점유율별 일수

신선대 터미널의 장치장 점유율은 평균 62% 수준이지만 세부적으로 분석하면 분석 대상 기간인 663일 중 장치장 점유율이 60%이상인 경우가 318일,

50% 이상이 201일, 70% 이상이 120일, 80%이상이 14일로 분석되었으며, 장치장 점유율이 60% 이상인 총 일수는 총 452일로 68.2%로 나타났다.

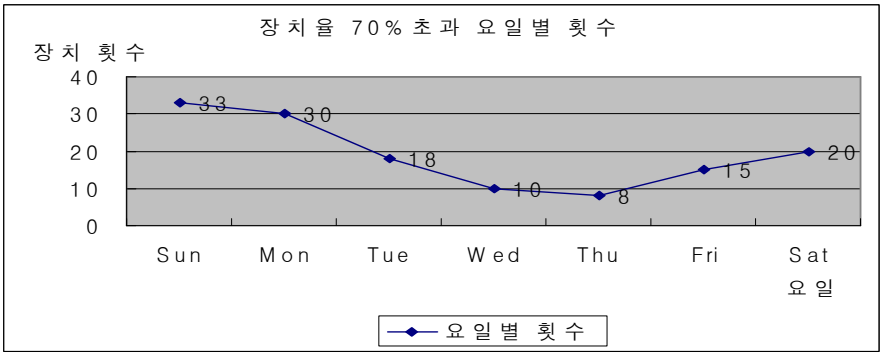
<표 4-8> 장치장 점유율별 일수

구분	40%이상	50%이상	60%이상	70%이상	80%이상	총 합계
횟수	10	201	318	120	14	663
비율	1.5%	30.3%	48.0%	18.1%	2.1%	100.0%



<그림 4-2> 장치장 점유율별 장치횟수

특히 장치율이 70%이상을 점유하고 있는 요일별 횟수를 분석해보면 토요일, 일요일, 월요일의 점유횟수가 많은 것으로 나타났다.



<그림 4-3> 장치율 70% 초과한 경우의 요일별 횟수

4.2.2 연속장치일수 분석

다음으로 장치장이 60% 이상 또는 70% 이상 연속적으로 점유되는 일수를 분석하였다. 장치장이 60% 이상 연속적으로 점유되는 경우, 연속 점유일수가 110일 정도의 장기간인 경우가 1회, 53일이 1회, 19일이 1회, 17일이 1회, 11일이 1회, 그리고 일주일 미만이 64회인 것으로 나타났다. 장치장이 70%이상 연속적으로 점유되는 경우는 11일이 1회, 8일이 1회, 7일이 2회, 그리고 일주일 미만이 43회 인 것으로 분석되었다.

<표 4-9> 장치장 점유율별 연속장치일수 분석

60% 이상 연속 장치일수(일)	횟수(회)	총일수(일)	70% 이상 연속장치일수(일)	횟수(회)	총일수(일)
1	22	22	1	19	19
2	8	16	2	8	16
3	9	27	3	6	18
4	8	32	4	6	24
5	9	45	6	4	24
6	8	48	7	2	14
11	1	11	8	1	8
17	3	51	11	1	11
18	1	18			
19	1	19			
53	1	53			
110	1	110			
합계		452	합계		134

4.2.3 터미널에서 ODCY로 반출된 수입컨테이너

부산 북항의 배후에 위치한 ODCY는 터미널 안벽처리 물동량의 약 28.6%를 처리하였다. 하지만 배후에 ODCY가 존재하지 않을 경우에는 ODCY에서 처리되었던 물동량이 터미널 내부에서 처리되어야 하기 때문에 ODCY에서 처리

된 물동량은 터미널 장치장 점유율에 상당한 영향을 미치게 된다. 본 연구의 대상인 신선대 터미널의 수입 물동량 중 ODCY에 반입된 물동량은 터미널 1일 반출 컨테이너의 28%에 이른다(부산광역시, 2003).

터미널에서 ODCY로 반입되는 1일 물동량을 1년으로 환산하면 약 12.3만 TEU(2002년 수입 물동량 기준)에 해당한다. 컨테이너 터미널 내 평균 장치일수가 약 6.5일이고 ODCY의 평균 장치일수가 약 3일임을 감안하면 ODCY가 없을 경우의 터미널 내 평균 장치일수는 약 7.34일((44만×6.5일+12.3만×3일)/44만)이 된다. 평균장치일수가 6.5일일 때, 신선대터미널의 장치장 평균점유율은 62%수준이었으나 평균장치일수가 7.34일이 될 경우 평균 점유율은 약 70%로 높아지게 되어 ODCY가 없을 경우에는 장치장에 매우 큰 영향을 미칠 것으로 예상된다.

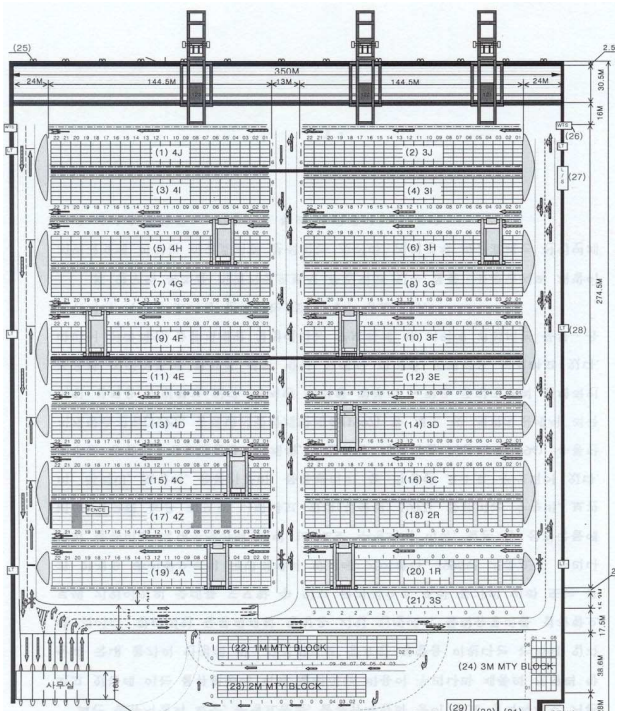
5장. 장치장 규모 산정

5.1 장치장 규모 산정시 환경설정

선박 양하 작업 시 필요한 장치장 규모를 산정하기 위해서는 컨테이너 장치에 필요한 CY(Container Yard)와 같이 컨테이너 장치에 직접 관련이 있는 공간과 이를 지원해주는 도로, 운영에 필요한 건물 등과 같은 컨테이너 장치공간과 직접 관련이 없는 공간을 구분할 필요가 있으며, 이를 위해선 터미널 배치계획의 기준이 되는 대상 터미널을 선정하고 그 터미널의 장치장 규모를 산정할 필요가 있다.

본 연구에서는 부산 신항과 동일하게 장방형 터미널인 감만터미널의 평면배치계획을 기준으로 장치장과 관련이 없는 공간 규모를 산정하였다. 감만터미널의 경우 장치장과 관련 없는 공간은 크레인이 있는 안벽부와 운영에 필요한 시설이 있는 부분으로 이들 공간의 폭은 약 150m 정도이다.

부산 신항의 경우 장치장 운영시스템으로 9열 T/C를 채택하고 있는데, 이 T/C는 작업에 필요한 폭이 약 50m이며, 1개 블록은 47*b*ay로 배치할 수 있어서, 1개 블록 내 총 TGS 개수는 약 423개(9열 × 47*b*ay)로 구성된다. 부산 신항의 폭이 600m임을 감안할 때 장치장과 관련이 없는 공간 폭인 150m를 제외하면 9개 블록((600m-150m)/50m)이 배치되어 장치장의 총 TGS 규모는 3,807TGS가 된다. 다만 부산 신항에 투입되는 장비사양, 도로배치, Gate 배치 등에 따라 8열밖에 배치하지 못할 수 있을 것이다.



<그림 5-1> 감만터미널 평면배치계획

터미널의 장치장 점유율은 선박에서 양적하한 물동량의 장치장 반·출입 및 수·출입화물의 Gate 반·출입과 구내이적 등으로 인한 컨테이너 이동으로 장치장의 점유율은 유동적으로 변화한다. 특히 양하 장치장의 경우 전일 양하 장치장에 장치된 컨테이너가 당일에 Gate를 통하여 반출되기 때문에 당일 장치장에 장치할 수 있는 컨테이너 개수는 전일 장치된 컨테이너 개수에서 Gate를 통하여 반출된 컨테이너를 제외하여야 한다. 결국 선박에서 양하되는 컨테이너 개수에서 당일 Gate를 통하여 반출되는 컨테이너 개수를 빼면 양하 장치장에 추가적으로 반입되는 물량이 되는 것이다. 본 연구에서는 수입컨테이너의 일일 Gate 반출률은 신선대터미널의 평균 Gate 반출율인 8.9%를 반영하였다. 본 연구의 목적인 8,000TEU급과 12,000TEU급의 선박이 6,720TEU와 9,430TEU의 컨테이너를 양·적하했을 때 필요한 장치장 규모 산정에 사용한 자료는 다음과 같다.

<표 5-1> 장치장 규모 산정시 환경 설정

구분		내용		비고
선박 관련	대상선박	8,000TEU급	12000TEU급	
	양·적하개수(TEU)	6,720	9,430	
	양하비율	50 ~ 70%		10% 단위
장치장 관련	선석당 기준 블록수(개)	9		
	양하장치장 블록수(개)	4.5		
	1개 블록당 TGS개수(개)	423		
	계획 장치단수	2.5단 ~ 4단		0.5단 단위
	전일장치율	40 ~ 85%		5% 단위
Gate 관련	당일 Gate 반출율	8.9%		
	선박 작업시 Gate 반출율	6%		

5.2 1개 선석 운영시 장치장 규모 산정

본 연구에서는 일반 컨테이너와 혼재가 불가능한 냉동컨테이너 블록과 위험물컨테이너 블록을 따로 구분하지 않고 장치장 규모를 산정한다.

1개 선석을 운영할 때 8,000TEU급 선박과 12,000TEU급 선박의 최대 물량으로 예측된 6,720TEU와 9,430TEU의 컨테이너 중 양하되는 컨테이너를 처리하기 위하여 필요한 블록수를 계산하는 방법은 다음과 같다.

장치단수 : Tn
전일 장치율 : Fr
양하 비율 : Dr
장치단수별 최대 장치가능한 개수 : Cc, Tn×4.5블록×423TGS
당일 Gate 반출율 : 8.9%
전일 장치된 개수 : Fn, Fr×Cc
당일 장치된 개수 : Ttn, Fn-Fn×8.9%
당일 장치가능한 개수 : Ct, Cc - Ttn
양하갯수 : Dn, 6720 × Dr, 9430 × Dr
과부족 : (Ct - Dn)÷(423TGS × Tn)
필요블록수 : 과부족을 올림

예를 들어 8,000TEU급 선박이 6,720TEU를 작업할 때 4.5개의 블록을 기준으로 양하 비율이 50%, 양하 장치장에 2.5단 적재, 전일 장치율이 40%일 때 장치장 부족으로 인해 추가로 필요한 블록수는 1개, 전일 장치율 55% 수준에서는 2개, 80%일 때는 3개 장치장이 추가로 필요한 것으로 분석된다.

<표 5-2> 양하비율 50%, 2.5단 장치

전 일 장치율 (%)	전일장치된 개수(TEU)	당일장치된 개수(TEU)	장치가능한 개수(TEU)	양하개수 (TEU)	과부족 (TEU)	과부족 블록(개)	필 요 블록수
40	1,903	1,789	2,969	3,361	-392	-0.4	1
45	2,141	2,013	2,745	3,361	-615	-0.6	1
50	2,379	2,236	2,522	3,361	-839	-0.8	1
55	2,617	2,460	2,298	3,361	-1,063	-1.0	2
60	2,855	2,684	2,074	3,361	-1,286	-1.2	2
65	3,093	2,907	1,851	3,361	-1,510	-1.4	2
70	3,331	3,131	1,627	3,361	-1,734	-1.6	2
75	3,569	3,354	1,404	3,361	-1,957	-1.9	2
80	3,806	3,578	1,180	3,361	-2,181	-2.1	3
85	4,044	3,802	956	3,361	-2,404	-2.3	3

<표 5-2>와 동일한 방법으로 필요한 블록수를 산정한 결과, 양하비율이

50% 수준일 때는 평균 장치율이 60% 수준에서는 적재단수에 관계없이 장치장이 부족한 것으로 나타났다.

<표 5-3> 양하비율이 50% 일 때 필요한 블록수의 변화

(단위 : 개, %)

장치율 (%)	2.5단		3단		3.5단		4단	
	8,000 TEU	12,000 TEU	8,000 TEU	12,000 TEU	8,000 TEU	12,000 TEU	8,000 TEU	12,000 TEU
40	1	2	0	1	0	1	0	0
45	1	2	1	2	0	1	0	1
50	1	3	1	2	0	1	0	1
55	2	3	1	2	1	2	0	1
60	2	3	1	2	1	2	1	1
65	2	3	1	2	1	2	1	2
70	2	3	2	3	1	2	1	2
75	2	4	2	3	1	2	1	2
80	3	4	2	3	2	3	1	2
85	3	4	2	3	2	3	2	2

양하비율이 60%인 경우에는 평균 장치율이 55% 수준에서 4단으로 적재할 때 1개 블록이 추가로 필요한 것으로 분석되었다.

<표 5-4> 양하비율이 60%일 때 필요한 블록수의 변화

(단위 : 개, %)

장치율 (%)	2.5단		3단		3.5단		4단	
	8,000 TEU	12,000 TEU	8,000 TEU	12,000 TEU	8,000 TEU	12,000 TEU	8,000 TEU	12,000 TEU
40	2	3	1	2	0	2	0	1
45	2	3	1	2	1	2	0	1
50	2	3	1	3	1	2	0	1
55	2	4	2	3	1	2	1	2
60	2	4	2	3	1	2	1	2
65	3	4	2	3	1	3	1	2
70	3	4	2	3	2	3	1	2
75	3	5	2	4	2	3	2	3
80	3	5	3	4	2	3	2	3
85	3	5	3	4	2	3	2	3

양하비율이 70%가 되면 4단으로 장치한다고 하더라도 장치장이 매우 부족함을 알 수 있다.

<표 5-5> 양하비율이 70%일 때 필요한 블록수의 변화

(단위 : 개, %)

장치율 (%)	2.5단		3단		3.5단		4단	
	8,000 TEU	12,000 TEU	8,000 TEU	12,000 TEU	8,000 TEU	12,000 TEU	8,000 TEU	12,000 TEU
40	2	4	1	3	1	2	0	2
45	2	4	2	3	1	2	1	2
50	3	4	2	3	1	3	1	2
55	3	5	2	4	2	3	1	2
60	3	5	2	4	2	3	1	2
65	3	5	2	4	2	3	2	3
70	3	5	3	4	2	3	2	3
75	4	5	3	4	2	4	2	3
80	4	6	3	5	3	4	2	3
85	4	6	3	5	3	4	2	3

결국 현재의 장치장 크기로는 4단으로 적재하더라도 선박 입항 전 장치율이 40%를 유지하지 않는 이상 선박의 대기는 필수적으로 발생할 수밖에 없게 된다.

5.3 4개 선석 운영시 장치장 규모 산정

지금까지 분석은 1개 선석을 기준으로 분석하였으나, 실제 부산 신항의 터미널 운영단위는 3~4개 선석이므로 4개 선석이 1개 운영단위일 경우에 대해서 분석한다.

본 연구에는 47*b*ay 9열 블록을 9개로 가정하였으나, 안벽장비의 제원이 증가되거나 야드 트랙터 이동의 효율성을 위하여 중앙부에 도로를 둘 경우에는 8개 블록으로 배치 될 수도 있다. 따라서 4개 선석의 배치계획상 선석당 8개 블록과 선석당 9개 블록을 확보할 수 있다고 가정하고, 이에 대한 과부족 블록수를 산정하였다.

신선대터미널이 확보하고 있는 TGS 수는 16,597개인데, 8개 블록을 확보한 터미널의 TGS 수는 13,538개로 신선대터미널이 확보한 TGS 수 대비 81.6%를 확보할 수 있으며, 9개 블록을 확보한 터미널은 15,228개로 신선대터미널이 확보한 TGS 수 대비 91.8%를 확보할 수 있다.

부산 신항의 경우 투입장비가 신선대터미널의 투입 장비보다 성능이 높고, 입항 예상 선박 또한 신선대 터미널 보다 규모가 큰 대형선이 입항한다는 가정에서 볼 때 신선대와 동일한 4개 선석에서 처리하는 물동량은 신선대터미널보다 높을 것으로 예상할 수 있다. 하지만 본 연구에서는 신선대터미널과의 비교를 위하여 처리 물동량 수준이 신선대터미널과 비슷한 수준이라고 가정하였다. 이 때 신선대터미널 보다 부족한 TGS 수는 장치장의 점유율을 높일 것이므로, 신선대 터미널의 평균 점유율 수준을 기준으로 부산 신항 터미널의 예상되는 평균 점유율을 산정한 결과, 8개 블록을 확보한 터미널은 약 82.9%, 9개 블록을 확보한 터미널은 76.4%의 평균점유율을 보일 것으로 전망된다.

<표 5-6> 4개 선석 터미널의 장치장 점유율

구분		8개 블록×4선석	9개 블록×4선석
TGS 수 (개)	4개 선석	13,536	15,228
	신선대 확보	16,597	
신선대 대비 TGS 확보율		81.6%	91.8%
신선대 평균 점유율		70%	
부산 신항 예상 평균점유율		82.9%	76.40%

주 : 부산 신항의 장치장 예상 평균 점유율은 70%+70%×(100%-81.6%), 70%+70%×(100%-91.8%)

5.4 선박규모 및 양하비율별 과부족

<표 5-6>의 예상평균점유율을 바탕으로 선박규모 및 양하비율별 과부족을 산정하였다. 그 결과 4개 선석을 운영하더라도 선석당 8개 블록을 확보할 경우에는 8,000TEU급 선박인 경우 양하비율이 70% 수준에서 과부족이 발생하며 12,000TEU급 선박인 경우에는 양하비율이 50% 수준에서도 과부족이 발생하였다. 9개 블록을 확보할 경우에는 어느 경우에도 과부족이 발생하지 않았다. 하지만 이러한 현상은 단지 1척의 선박이 입항하였을 때 나타나는 것으로 1개 선석에 1척의 대형선, 총 4척이 입항할 경우에는 장치장이 감당할 수 있는 수준을 넘게 된다. 즉 1개 선석에 8,000TEU급 선박이 접안했을 때 9개 블록을 확보한 터미널도 나머지 3개 선석에서 5,500TEU급 선박의 평균 물량인 3,000TEU를 처리해야 할 경우(<표 4-5>), 여유 공간인 3,824TEU(양하비율 50%시 양하물량 4,500TEU)를 넘게 되므로 장치장 점유율은 100%를 초과하게 된다. 만약 12,000TEU급 선박의 물량을 처리할 경우에는 장치장의 여유가 거의 없어서 다른 선박에 대한 서비스는 불가능해 진다.

<표 5-7>는 8,000TEU급, 12,000TEU급 선박이 각각 1척 접안했을 때의 장치장 상황을 나타낸 것이다.

<표 5-7> 선박규모 및 양하비율별 과부족

구 분		8개 블록 × 4개 선석		9개 블록 × 4개 선석	
장치장 평균 점유율		82.9%		76.4%	
여유 TGS(개)		1,157		1,796	
장치가능한 수(TEU)		4,628		7,184	
선박규모	양하비율	양하 TEU	과부족 TEU	양하 TEU	과부족 TEU
8,000TEU	50%	3,360	1,268	3,360	3,824
	60%	4,032	596	4,032	3,152
	70%	4,704	-76	4,704	2,480
12,000TEU	50%	4,715	-87	4,715	2,469
	60%	5,658	-1,030	5,658	1,526
	70%	6,601	-1,973	6,601	583

주 : 과부족 TEU에서 (-)는 부족분

만약 12,000TEU급 선박의 작업 물량 중 70%가 양하 물량이고, 양하작업 진행 중에 다른 선박 4,500TEU에 대한 양하작업을 동시에 수행하게 된다면 이를 위해서 필요한 TGS 수는 약 1,000개((4,500TEU-583TEU)÷4단) 정도로 3개 블록 규모가 추가로 소요되며 냉동컨테이너와 위험물컨테이너 블록을 고려한다면 5개 블록이 추가로 필요하게 된다. 이 때 5개 블록의 폭은 250m이므로 현재 터미널 폭인 600m에 더하면 850m가 된다.

제 6 장 결론

6.1 결론 및 시사점

본 논문은 선박 대형화에 따른 적정 장치장 규모를 산정하기 위하여 계획하역능력 대비 실제 터미널에서 처리한 능력을 실증 자료 분석을 통하여 국내 터미널의 장치장 과부족 수준을 도출하였다.

그리고 신선대터미널의 입항 선박 및 컨테이너의 장치장, 게이트 반·출입 자료를 이용하여 터미널에 입항하는 선박의 특성 및 터미널 장치장의 변화를 분석하고 이를 바탕으로 부산 신항의 설계 선형인 8,000TEU급과 1,2000TEU급 선박의 최대 양·적하량을 예측하였으며 장치장 규모를 산정하기 위하여 감만터미널의 평면계획배치를 기준으로 하여 부산 신항 터미널의 환경을 설정하여 확보 가능한 TGS수를 산정하였다. 이 결과를 기준으로 8,000TEU급과 1,2000TEU급의 예측 물동량인 6,720TEU, 9,430TEU로 예측된 물동량을 양하 비율별 전일 장치장의 장치율 수준에 따라 최대 적재단수를 고려하여 필요한 장치장 규모를 도출하였다. 그 결과 신선대터미널과 동일한 수준의 물동량을 처리한다고 가정하여 부산 신항 터미널에서 8,000TEU급, 1,2000TEU급 선박이 입항했을 때의 장치장의 과부족을 산정한 결과 부산 신항 터미널 계획 규모에서 최대한 TGS를 확보한다고 하더라도, 4척의 대형선이 접안하여 선박당 평균 1,800TEU 이상을 양하할 경우에는 장치장 점유율이 100%를 초과하게 되어 양하 작업을 진행할 수 없게 된다. 이러한 현상은 향후 간선항로를 운항하면서 부산항의 영업대상이 되는 주력 선박의 규모와 그 선박이 양·적하할 컨테이너 개수 및 안벽 크레인 생산성에 비하여 장치장 규모가 너무 협소하다는 데 그 원인이 있다.

따라서 향후 이러한 문제를 해결하기 위해서는 첫째, 설계 중인 터미널은 최대한의 장치장 규모를 확보하도록 해야 한다. 둘째, 현재 건설 중인 터미널 또한 가능한 컨테이너 장치에 필요한 공간을 최대한 확보하도록 해야 한다.

셋째, 대형선의 운항이 활성화될 경우, 부산 신항은 절대적으로 장치장이 부족할 것으로 예상되므로 터미널과 인접한 배후단지의 일부에 대해 초기에는 다른 기능으로 이용하더라도, 미리 미래 ODCY의 기능을 부여하여, 장치장이 부족한 시점에 부산 신항의 보조장치장으로 활용할 수 있도록 용도전환이 가능한 시설을 입주하도록 해야 한다. 넷째. 향후 각 터미널을 운영해야 하는 운영사들의 영업능력은 각기 다르므로 인접 터미널 간 장치장을 공유하여 사용할 수 있는 방안을 강구해야 한다. 예를 들어 터미널의 뒷부분 중 일부를 물량이 많은 인접 터미널에게 할당하고 전대사용료는 사용하는 터미널에게 부과하는 방안이 될 수도 있을 것이다. 다섯째, 장치장 계획 시 안벽 크레인을 3기로 한정시키지 않고, 5기, 6기 등 다양하게 놓고 분석함으로써 크레인 증가로 향상되는 생산성에 의하여 일시적으로 양하되는 컨테이너를 장치할 공간을 충분히 확보해야 한다. 특히 선석점유율과 안벽 크레인 대수는 Trade-off 관계에 있기 때문에 선석점유율이 높고, 선박의 정시성을 지킬 수 없을 경우에는 크레인 수를 늘리는 것을 통해 해결할 수 있으나 부족한 장치능력을 해결하기 위해 장치장을 추가로 확보하는 것은 매우 어렵다. 현재 논의되고 있는 항만들의 처리능력이 마치 안벽의 하역능력인 것처럼 오해할 수도 있으나, 부산 북항에서 보는 바와 같이 오히려 장치장 부족과 관련한 장치능력이 항만의 처리능력에 가까운 것이니 만큼 최대한 장치공간을 확보하여 터미널들의 처리능력을 향상시킬 필요가 있다. 상하이항의 예를 볼 때 3개 선석에서 150만 TEU 이상을 처리하는 와이까오차오 2단계, 3단계 터미널들은 내부 장치장을 절반 정도 밖에 활용하고 있지 않으며 기상 및 접근수로 -8.5m 등 악조건에서도 선박의 정시성을 확보하기 위하여 크레인을 최대 선박당 7기까지 투입하여 작업하고 있다는 점을 상기할 필요가 있다. 다시 말해 선석수를 늘리는 것만이 선박에 대한 서비스를 제고하는 것이 아니고 선박에 맞는 적정 안벽장비수, 여유있는 장치장 규모의 확보가 생산성 높은 터미널을 지향할 수 있고 아울러 선박 대형화가 일반적인 추세가 되었을 경우 중심항 선점에 있어 경쟁력의 한 요소로 기인할 수 있을 것이다. 또한 좁은 장치장 규모로 인하여 비롯

된 낮은 항만 처리능력을 안벽 하역능력 부족으로 오인해 추가로 선석을 개발해야하는 논리를 경계할 필요가 있다. 충분한 장치장 확보와 안벽하역능력 부족을 메우기 위해 안벽장비를 추가하는 총 비용보다 장치장 부족으로 인해 선석 추가나 신규항만을 개발해야 하는 비용이 훨씬 높을 것이기 때문이다.

6.2 본 연구의 한계 및 추후 연구방향

터미널 입항 선박 및 컨테이너의 장치장, 게이트 반·출입 자료를 이용하여 선박의 특성 및 장치장 변화를 분석하였다. 그러나 부산 신항 접안 최대 선형인 8,000TEU, 12,000TEU급 선박의 물동량을 예측함에 있어 단순히 선박 규모별 최대 양·적하량의 패턴이 선형의 형태란 것에 기인한 단순 선형식을 통해 예측하여 필요한 장치장 규모를 산정하였다. 그러나 향후 연구에서는 지역경제규모 등과 같은 경제적 지표 및 물동량 발생에 관련된 요인들을 반영하여 보다 현실적인 물동량을 도출하여 장치장 규모를 산정할 필요가 있다.

참 고 문 헌

[1] 강종희 외(2000), “21세기 글로벌 해운・물류”,한국해양수산개발원

[2] 김창곤 외(2000), “시뮬레이션 모델을 이용한 컨테이너 터미널 안벽하역능력 분석”, 한국해양수산개발원

[3] 김창곤(2003), “반출입 패턴에 따른 컨테이너 터미널의 재고수준변화에 대한 실증 분석”, 한국해운물류학회, 제39호, pp. 101 ~ 116

[4] 김홍배(1999), “컨테이너 터미널의 수입 장치장 운영정책”, 부산대학교 학위논문(박사)

[5] 전일수(1999), “컨테이너 선박의 대형화와 항만의 대응 방안”, 항만

[6] 양창호 외(2001), “컨테이너 터미널 선석능력 추정방안에 관한 연구”, 한국해양수산개발원

[7] 배종욱・김창곤(2001), “컨테이너터미널의 야드 재고량 분석에 관한 연구”, 해양정책연구, 제 16 권, 제 1 호,

[8] 신선대 터미널 내부 자료, 2002. 1 ~ 2003. 10

[9] 전국무역항항만기본계획재정비, 해양수산부, 2001. 12

[10] 우리나라 컨테이너부두 생산성 향상방안 연구, 한국컨테이너부두공단, 2002. 4

[11] 유명석(2000), “컨테이너터미널의 적정 운영규모 산정”, 한국해양대학교 학위논문(석사).

[12] 임진수, 박병인(1991), “컨테이너터미널 능력산정에 관한 연구”, 해운산업연구원

[13] 임진수, 이종훈, 최상희1997), “컨테이너터미널 하역능력 산정기준 및 적정 처리능력에 관한 연구”, 한국해양수산개발원

[14] 컨테이너화물 유통추이 및 분석, 한국컨테이너부두공단, 2003. 1

[15] 항만배후단지개발종합계획, 해양수산부, 2002. 10

[16] Clarkson,(2002), "World Ship Yard Monitor Data*b*ase"

[17] Dietrich p.(2001), "Ports and Liner Shipping-Development Trends", *International Symposium on Liner Shipping Ⅶ*

[18] *J*oan C. Rijsen*b*rij(2000), "Impact of Tomorrow Ships on Landside Infrastructure“, *The Terminal Operations Conference & Exhibition*

[19] *J*ordan Woodman Do*b*son(1998), "Pusan new Port Container Terminal", Pusan New Port

[20] Ralph, W. L.(2001), "Liner Market Prospects", *International Symposium on Liner Shipping Ⅶ*

[21] Ralph, W. L.(2001), "Liner Market Prospects", *International Symposium on Liner Shipping Ⅶ*

[22] UNCTAD(1973), "Berth Throughput", United Nation

[23] Wanhill,R.C.(1974), ,"Futher Analysis of Optimum Size Seaport", *Journal of the Waterways Harbours Coastal Engineering Division, 100*