

工學碩士 學位論文

하역능력에 따른 피더선석 개발에 관한 연구

A Study on the Development of Feeder Berths

指導教授 南 奇 燦

2005年 2月

韓國海洋大學校 大學院

物流시스템工學科

吳 孝 秦

本 論文을 吳孝秦의 工學碩士 學位論文으로 認准함.

委員長 工學博士 郭圭錫 印

委員 工學博士 金煥成 印

委員 工學博士 南奇燦 印

2004年 12月

韓國海洋大學校 大學院

物流시스템工學科

吳 孝 秦

# 목 차

<b>제1장 서론</b> .....	1
1.1 연구의 배경 및 목적.....	1
1.2 연구의 방법.....	2
<b>제2장 해운·항만 현황</b> .....	3
2.1 국제물류 환경변화.....	3
2.2 부산항의 현황.....	7
<b>제3장 피더선석에 대한 필요성 검토</b> .....	12
3.1 일반부두 폐쇄논의.....	12
3.2 일반부두의 높은 대기율 및 체선율.....	13
3.3 Hub-Spoke 운영체제에 대응.....	15
3.4 환적화물 유치.....	16
<b>제4장 피더선석의 하역능력 산정</b> .....	17
4.1 기초자료 분석.....	17
4.2 하역능력 산정.....	21
4.3 피더선석 규모.....	22
<b>제5장 피더선석 배치방안</b> .....	24
5.1 컨테이너 터미널별 피더물동량.....	24
5.2 컨테이너 터미널별 피더물동량 처리방안.....	25
<b>제6장 결론</b> .....	29
6.1 연구의 요약.....	29
6.2 연구의 한계 및 추후 연구방향.....	30

## 참고문헌

## 표 목 차

<표 2-1> 아시아 및 세계 컨테이너 물동량 실적 .....	3
<표 2-2> 세계 주요항만 실적 .....	4
<표 2-3> 정기선사 글로벌제휴 체제 .....	5
<표 2-4> 글로벌선사의 컨테이너 전용터미널 운영현황 및 확충계획.....	6
<표 2-5> 부산항의 선박입출항 추이 .....	7
<표 2-6> 세계 주요 5대 항만의 컨테이너화물 처리실적 .....	8
<표 2-7> 전국항만 대비 부산항의 컨테이너 처리실적 .....	8
<표 2-8> 항만별 환적화물 처리실적 .....	9
<표 2-9> 부산항 부두별 환적화물 처리실적 .....	10
<표 2-10> 부두별 외항 컨테이너선 입항척수 .....	11
<표 2-11> 부두별 컨테이너화물 처리량 및 집중도 .....	11
<표 3-1> 부산항 컨테이너 물동량 .....	12
<표 3-2> 부산항 컨테이너선의 대기율 및 체선율 .....	14
<표 3-3> 컨테이너선 대형화 추세 .....	15
<표 3-4> 부산항의 국가별 세계 환적화물 추이 .....	16
<표 4-1> 우암부두의 선석점유율 .....	18
<표 4-2> 우암부두의 컨테이너 크레인 작업현황 .....	19
<표 4-3> 선석당 처리능력 .....	21
<표 4-4> 일반부두의 컨테이너화물 처리실적 .....	22
<표 5-1> 선석길이별 컨테이너 처리량 .....	24
<표 5-2> 컨테이너 전용부두 선석점유율 .....	25
<표 5-3> 컨테이너 터미널별 처리가능량 .....	25
<표 5-4> 선석 및 크레인 공동운영시 경제적 효과 .....	26
<표 5-5> 개발필요 장비/시설/시스템 .....	27
<표 5-6> 부유식 일반하역터미널 기반시설 규모 .....	28

## 그 립 목 차

<그림 4-1> 일반부두의 컨테이너화물 처리실적 .....	22
<그림 4-2> 필요 선석수 도출 .....	23

# A Study on the Development of Feeder Berths

Hyo Jin Oh

Department of Logistics Engineering

Graduate School of Korea Maritime University

## Abstract

Since the middle of 1990s, Container terminals run short because of increasing container cargo throughput in Port of Busan. So general quays handled containers and they received semi-container ships and feeder ships from a route of Japan, Southeast Asia besides China and Russia. According to the port plan of Ministry of Maritime Affairs and Fishing in 2001, handling function of container in general quay is accommodated until 2011 and a general quay is expected to be rearranged as well as handle general cargo and iron frames. The close of general berths is under discussion, and if it is closed, the shortage of berth for middle and small container ships is a serious problem.

This research aims to rearrange berth efficiently by calculating process capacity per a berth and derive the number of needed berth for present middle and small size of containership's feedership. And this research proposes some substitutes to handle container cargo in general quay.

# 제1장 서론

## 1.1 연구의 배경 및 목적

세계 경제의 발전에 따라 세계 컨테이너 물동량은 연평균 7% 내외의 높은 성장률을 지속하고 있으며, 이에 따라 컨테이너 선박의 투입이 증가되고 있고, 1984년 미국 신해운법 발효 이후 세계 정기선 해운의 경쟁심화로 인한 저운임 환경에서도 경쟁력을 가지기 위해 컨테이너 단위당 운송비가 저렴한 컨테이너선의 대형화가 빠르게 진전되고 있다. 특히, 선사는 선박의 대형화를 통한 규모의 경제를 통하여 운송물량 단위당 비용을 절감하여 수익성을 제고하고 운항시간의 단축 및 서비스 수준의 제고 등으로 안정적인 수요를 확보하고자 노력하고 있다. 이에 선사들은 대형선을 기간항로 상에 위치한 몇몇의 중심항만에만 선택적으로 기항하게 하고, 나머지 중·소형항만과는 피더선으로 연결하는 Hub-Spoke 운영체제를 구축함으로써 중심항만에서의 환적물동량이 급격히 증가하게 되었다. 환적화물의 겨우 환적 컨테이너 1개당 220달러의 고부가가치를 창출하는 만큼 환적화물 유치에 중심항만이 될 수 있는 핵심요소로 부각되었다. 이에 각국의 항만은 환적화물에 대한 효율 인하, 관세상의 제도개선 등을 시행함으로써 환적화물을 유치하려고 노력하고 있다. 특히, 환적화물은 모선과 피더선간의 신속하고 원활한 연계가 중요하므로 우리나라가 동북아 물류 중심항만이 되기 위해서는 피더선의 확보, 피더부두 또는 피더선석에 대한 시설확충 및 개발이 필요하다.

한편, 부산항의 경우 1990년대 중반 이후 컨테이너 물동량의 급격한 증가로 인한 컨테이너 전용부두의 부족으로 일반부두에서도 컨테이너 화물을 처리하게 되었으며, 일본, 동남아항로 및 중국, 러시아항로의 세미 컨테이너선과 피더선을 수용하고 있다. 그러나 2001년 해양수산부의 항만기본계획에 의하면 이러한 일반부두의 컨테이너 처리기능을 2011년까지 한시적으로 허용하고 일반부두를 잡화 및 철재처리를 위한 전용부두로 기능을 재배치하고자 한다. 그리고, 친수성 항만공간 조성을 위하여 일반부두를 폐쇄하고자 하는 움직임을 보이고 있다. 하지만 일반부두가 폐쇄될 경우 소형 컨테이너선을 수용할 수 있는 부두시설부족이 심각한 문제로 등장할 것이며, 선석길이가 300m 이상의 선석에 중·소형 선박을 접안시키는 것은 상당히 비효율적이다.

이에, 본 연구에서는 현재 중·소형급 컨테이너 전용부두로 운영되고 있는 우암부두의 실제자료를 바탕으로 피더선에 대한 선석당 처리능력을 산정하여 필요한 선석수를 도출하고 이를 효율적으로 배치하는 방안을 제시하는 것을 목적으로 한다.

## 1.2 연구의 방법

중·소형 컨테이너선급의 피더선에 대한 선석당 처리능력을 산정하여 필요한 선석수를 도출하고 이를 효율적으로 배치하는 것을 목적으로 하는 본 연구의 구성은 다음과 같다.

1장 서론에 이어 제2장은 해운·항만의 현황 부분으로서 아시아지역의 컨테이너물동량 증가, 선박의 대형화에 따른 정기선 시장의 환경변화에 대한 국제물류 환경변화 등에 대해 살펴보고, 부산항의 선박입출항 현황, 컨테이너화물 및 환적화물의 처리실적, 일반부두의 입항선박 및 화물처리 실적을 파악하여 부산항의 전반적인 현황에 대해서 고찰한다. 제3장에서는 최근 정부의 일반부두 폐쇄논의, 일반부두의 높은 대기율 및 체선율, 세계 선사들의 Hub-Spoke 운영체제에 대응, 환적화물 유치 등을 위해 피더선석이 필요함을 제시한다. 제4장에서는 본 연구의 대상이 되는 2만톤급 선박을 대상으로 우암부두의 기초자료를 이용하여 선석당 처리능력을 산정하여 필요한 선석수를 도출하도록 한다. 제5장에서는 컨테이너 터미널별로 피더물동량을 분리한 뒤 터미널별 피더물동량을 처리하는 방안을 제시한다. 기존 터미널의 통합운영에 따른 하역능력 향상으로 확인한 추가능력을 피더용으로 활용하는 방안, 컨테이너 크레인의 추가배치에 따른 하역능력 향상을 피더용으로 활용하는 방안, 플로팅 부두를 활용한 피더물동량 처리방안 등을 제시하고자 한다. 제6장에서는 본 연구의 결과를 요약하고 연구의 한계점을 제시한다.

## 제2장 해운 · 항만 현황

### 2.1 국제물류 환경변화

#### 2.1.1 아시아지역의 컨테이너물동량 증가

지난 20여 년간 세계 컨테이너처리량은 GDP 증가율 대비 3배 수준의 증가율을 기록하면서 1980년 3800만TEU에서 2002년 2억7100만TEU로 연평균 9.2%의 증가율을 보였다. 특히 아시아권은 1980년 980만TEU에서 2002년 1억3200만TEU를 처리하여 세계물동량 증가율보다 높은 연평균 12.6%의 증가율을 기록하였다.

특히, 우리나라, 중국 등이 포함된 동북아시아 지역의 컨테이너 물동량은 1980년 770만TEU에서 2002년 8500만TEU로 연평균 11.6%가 증가하였으며, 아시아권에서는 점유율이 점차 감소하였으나 세계물동량에서 차지하는 비율은 1980년 19.8%에서 2002년 31.3%로 점유율이 점차 증가하고 있다.

<표 2-1> 아시아 및 세계 컨테이너 물동량 실적

(단위 : 천TEU, %)

구분	1980	1990	2000	2002	연평균 증가율 (‘80~’02)	
세계(A)	38,772	87,783	235,930	271,100	9.2	
아시아(B)		9,782	34,472	112,751	132,297	12.6
	극동(C)	7,661	23,015	71,421	84,920	11.6
	동남아	1,871	9,677	35,901	41,466	15.1
	남아시아	249	1,780	5,429	5,912	15.5
C/B	78.3	66.8	63.3	64.2	-	
C/A	19.8	26.2	30.3	31.3	-	

자료 : Drewry Shipping Consultants Ltd.(2002), Global Container Terminals, p.122., Michael Chia(2003), GTOs & The Global port industry, 23rd IAPH World ports conference.

또한, 2002년 세계 컨테이너터미널 실적치를 기준으로 세계 5대 항만, 20대 항만 중 11개 항만이 동북아 지역에 위치하고 있다. 이와 같은 동북아 지역으로의 컨테이너물동량 집중현상은 세계무역의 주간선항로(Main Trunk Route)상의 입지와 중국을 중심으로 한 거대한 배후시장이 형성되고 있기 때문이다.



<표 2-2> 세계 주요항만 실적

(단위 : 천TEU)

순위	항만명	2002년	2001년	증가율(%)	국가명
1	Hong Kong	19,144	17,826	7.4	China
2	Singapore	16,940	15,571	8.8	Singapore
3	Busan	9,453	8,073	17.1	South Korea
4	Shanghai	9,610	6,340	35.8	China
5	Kaohsiung	8,493	7,540	12.6	Taiwan
6	Shenzhen	7,610	5,076	49.9	China
7	Rotterdam	6,520	6,096	7.0	Netherlands
8	Los Angles	6,106	5,184	17.8	USA
9	Hamburg	5,373	4,689	14.6	Germany
10	Antwerp	4,777	5,218	13.3	Belgium
11	Port Klang	4,530	3,759	20.5	Malaysia
12	Long Beach	4,526	4,463	1.4	USA
13	Dubai	4,194	3,502	19.8	UAE
14	N.Y./N.J.	3,700	3,316	11.6	USA
15	Qingdao	3,410	2,640	29.2	China
16	Bremen/Bermer	2,999	2,915	2.9	Germany
17	Gioia Tauro	2,955	2,488	18.7	Italy
18	Tokyo	2,900	2,536	14.4	Japan
19	Felixstowe	2,750	2,800	-1.8	UK
20	Laem Chabang	2,749	2,367	16.1	Thailand

자료 : Containerisation International Yearbook, 2003.

### 2.1.2 정기선 시장의 환경변화

세계 정기선 시장 변화의 특징은 선박의 대형화에 따른 정기선사의 글로벌 제휴체제 확산, 전용 터미널 운영으로 요약할 수 있다. 현재 8,000TEU급 선박이 취항 중이며, 기술적으로는 10,000TEU급 이상의 선박건조도 가능하므로 선박의 대형화는 향후 계속될 것이다. 또한 국제복합운송 진전에 대응하고 선박대형화로 인한 기항지 축소, Hub-Spoke 전략의 추진, 고객서비스 강화, 통합물류비용의 절감 등을 위해 인수·합병(M&A) 등의 정기선사간 글로벌 제휴체제가 확산되고 있다.(<표 2-3> 참조)

<표 2-3> 정기선사 글로벌 제휴체제

구분	선사
뉴월드 얼라이언스	MOL, APL(NOR), 현대
뉴그랜드 얼라이언스	MISC, OOCL, Hapag-Lloyd, NYK,P&ONL
머스크/시랜드	Maersk, Sea-Land
유나이티드 얼라이언스	조양, 한진, DSR, UASC

이러한 세계 주요 선사들의 글로벌화가 진행됨에 따라 글로벌 경영전략도 변화하고 있다. 세계 주요 선사들의 글로벌 경영전략은 해외 물류기지를 확보·운영하고 서비스 범위를 확대시켜 일관된 수송체계를 구축하고 피더서비스를 강화하여 중소규모의 지역항만과 아시아역내 수송을 원활화하는 것에 중점을 두고 있다.

한편, 전용터미널운영은 주요 중심항만에 전용터미널을 확보하기 위한 목적으로 추구하고 있으며 비용절감과 경쟁력강화를 위해 전용터미널운영의 확대에 노력하고 있다. 컨테이너 수송원가의 약30%가 터미널에서 발생함에 따라 전용컨테이너 터미널의 확보·운영을 통해 컨테이너 수송비용을 절감하고 입·출항 및 하역작업에 있어서 자사선에 우선권을 부여하여 하주에게 안정적인 서비스를 제공하고 물량집하 경쟁에서 우위를 확보할 수 있도록 하고 있다. (<표 2-4> 참조)

<표 2-4> 글로벌선사의 컨테이너 전용터미널 운영현황 및 확충계획

선사	항 만	운영현황 및 확충계획
Sea-Land	Hong Kong, Kaohsiung, Yokohama, Rotterdam 등 13개항	예멘 Salalah항에 연간 90만TEU의 환적시설 건설
Maersk Line	Oakland, Long Beach, New York/New Jersey 등 11개항	Salalah항에 90만TEU의 환적시설(Sea-Land와 합작) 건설
Evergreen	Los Angeles, Tacoma 등 7개항	이탈리아 Taranto항 환적센터 건설
Cosco	Hong Kong, Shekou 등 7개항	Long Beach 및 Taicang항 개발
OOCL	Kaohsiung, Vancouver BC	시드니의 Port Botany 터미널시설의 개발예정
NOL/APL	Karachi, Los Angeles, Oakland 등 8개항	1998년 하반기에 Karachi항에서 터미널 오픈예정
현대상선	Long Beach, 부산, 광양, Kaohsiung	N/A
한진해운	Long Beach, 부산, 광양, Kaohsiung, Seattle, Chicago, Toyko, Osaka	중국과 태국에서 전용터미널의 건설계획

자료 : CI Year Book data.

## 2.2 부산항의 현황

### 2.2.1 선박입출항 현황

부산항의 입항선박은 2002년 기준 21,240척으로 전년대비 4.0% 증가하였고, 외항선박 12,510척, 내항선박 8,730척으로 각각 10.1%, -3.7% 증가하여 내항선박에 비해 외항선박의 입항이 크게 늘어난 것으로 나타났다. 컨테이너선의 경우 5,936척으로 전년대비 6.6%의 증가율을 보이고 있으며 전체 입항선박 중 컨테이너 선박이 차지하는 비율은 2001년 27.3%에서 2002년 27.9%로 다소 증가하였다.

출항선박의 경우 21,371척으로 전년대비 4.2% 증가하였으며, 외항선박은 12,606척, 내항선박은 9,765척으로 각각 10.3%, 7.4%의 증가율을 보이며 입항선박과 마찬가지로 외항선박의 출항이 크게 늘어난 것으로 나타났다. 컨테이너선의 경우 5,974척으로 전년대비 7.0% 증가하였으며 전체 선박 중 컨테이너 선박이 차지하는 비율은 2001년 27.2%에서 2002년 28%로 크게 증가하였다.

<표 2-5> 부산항의 선박입출항 추이

구 분		입 항			출 항		
		2001	2002	증가율(%)	2001	2002	증가율(%)
합 계	계	20,422	21,240	4.0	20,519	21,371	4.2
	일반선	14,856	15,304	3.0	14,938	15,397	3.1
	컨테이너선	5,566	5,936	6.6	5,581	5,974	7.0
외 항	계	11,361	12,510	10.1	11,428	12,606	10.3
	일반선	6,117	6,865	12.2	6,170	6,922	12.2
	컨테이너선	5,244	5,645	7.6	5,258	5,684	8.1
내 항	계	9,061	8,730	-3.7	9,091	9,765	7.4
	일반선	8,739	8,439	-3.4	8,768	8,475	-3.3
	컨테이너선	322	291	-9.6	323	290	-10.2

### 2.2.2 컨테이너화물 처리실적

최근 5년 동안의 부산항 컨테이너 처리실적을 살펴보면 2000년부터 2002년까지 연속 3년 동안 세계 컨테이너 처리실적 3위의 자리를 지켜왔다. 그러나 2003년 두 차례에 걸친 화물연대 운송거부 사태와 태풍 “매미” 등의 악재에

도 불구하고 대체크레인의 조속한 도입, 환적화물 입항료 면제 등의 인센티브 시행, 항만근로자의 24시간 상시근무체제 유지 등 관계기관과 업·단체의 노력에 힘입어 컨테이너 처리량 1,000만TEU를 돌파하여 전년대비 10.1%의 증가율을 보였다. 하지만 최근 중국의 항만시설 확충 및 물동량 증가에 따른 직기항의 증가로 상하이항, 선전항에 밀려 세계 5위의 컨테이너항만으로 떨어지게 되었다.

<표 2-6> 세계 주요 5대 항만의 컨테이너화물 처리실적

(단위 : 천TEU)

구분	1999년	2000년	2001년	2002년	2003년	전년대비 증가율(%)
1위 처리량	홍콩 16,100	홍콩 18,100	홍콩 17,826	홍콩 19,144	홍콩 20,449	6.8
2위 처리량	싱가포르 15,900	싱가포르 17,040	싱가포르 15,571	싱가포르 16,941	싱가포르 18,411	8.7
3위 처리량	카오슝 6,958	<b>부산</b> <b>7,540</b>	<b>부산</b> <b>8,072</b>	<b>부산</b> <b>9,453</b>	상하이 11,280	30.9
4위 처리량	<b>부산</b> <b>6,439</b>	카오슝 7,425	카오슝 7,540	상하이 8,610	선전 10,611	39.4
5위 처리량	로테르담 6,400	로테르담 6,300	상하이 6,334	카오슝 8,493	<b>부산</b> <b>10,407</b>	10.1

자료 : 각국 항만별 인터넷 홈페이지 참조

CONTAINERISATION INTERNATIONAL 2004. 3월호 참조

한편, 부산항의 전국항만 대비 컨테이너 처리량은 1999년 83.8%에서 2003년 78.9%로 우리나라의 최대 항만으로 여전히 높은 비율을 차지하고 있으나 광양항 등 타 항만에서의 컨테이너화물 처리가 점차 증가하면서 매년 소폭 감소하는 추세를 보이고 있다.(<표 2-7> 참조)

<표 2-7> 전국항만 대비 부산항의 컨테이너 처리실적

(단위 : TEU, %)

구분	1999년	2000년	2001년	2002년	2003년
전국항 (비중)	7,687,871 (100)	9,116,448 (100)	9,990,111 (100)	11,889,798 (100)	13,185,867 (100)
부산항 (비중)	6,439,589 (83.8)	7,540,387 (82.7)	8,072,814 (80.8)	9,453,356 (79.5)	10,407,809 (78.9)

### 2.2.3 환적화물 처리실적 및 추이

컨테이너선의 초대형화에 따라 세계 주요 간선항로상에 위치하고 있는 항만에서 환적화물이 크게 증가되고 있다. 부산항의 경우 환적화물의 증가율이 1999년부터 2003년까지 평균 31.2%의 비율로 꾸준히 증가하여 왔고, 2003년에 부산항에서 처리된 환적화물은 전국항만에서 처리된 환적화물의 92.4%인 425만TEU로서 부산항이 환적중심항만으로서 큰 중심역할을 담당하고 있음을 알 수 있다. 이는 중국 컨테이너 물동량의 증가와 일본 서안 컨테이너 물동량이 부산항 환적에 기인한 데 있다.

그러나 최근 중국의 급격한 경제성장과 항만시설의 확충에 따른 중국으로의 직기항 선사증대, 경쟁항만들의 적극적인 환적화물 유치전략, 부산항의 시설부족 등으로 환적화물 증가율이 2003년에는 9.4%로 급격히 둔화되었다.

<표 2-8> 항만별 환적화물 처리실적

(단위 : TEU, %)

구분		1999년	2000년	2001년	2002년	2003년
전국항	처리량	1,660,553	2,454,101	3,110,783	4,204,545	4,598,367
	(비중)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)
	증가율	36.8	47.8	26.8	35.2	9.4
부산항	처리량	1,632,473	2,389,956	2,942,983	3,887,457	4,251,076
	(비중)	(98.3)	(97.4)	(94.6)	(92.5)	(92.4)
	증가율	34.5	46.4	23.1	32.1	9.4
광양항	처리량	28,080	64,129	165,727	314,355	343,888
	(비중)	(1.7)	(2.6)	(5.3)	(7.5)	(7.5)
전국총물량 대비 점유율		21.6	26.9	31.1	35.7	34.9

자료 : 지방청 PORT-MIS 참조

부산항의 부두별 환적화물 처리실적을 살펴보면 감만부두에서 전체 환적화물량의 24.3%인 103만TEU를 처리하였으며 다음으로 일반부두에서 전체 환적화물량의 22.7%인 96만TEU를 처리한 것을 알 수 있다.

<표 2-9> 부산항 부두별 환적화물 처리실적

(단위 : TEU, %)

	1999년	2000년	2001년	2002년	2003년
합계	1,632,473	2,389,956	2,942,983	3,887,457	4,251,076
(비중)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)
자성대	192,425	439,556	486,704	679,373	717,433
(비중)	(11.6)	(18.4)	(16.5)	(17.5)	(16.9)
신선대	214,969	389,507	453,081	668,364	804,297
(비중)	(12.9)	(16.3)	(15.4)	(17.2)	(18.9)
우암부두	78,934	84,844	139,665	171,792	206,297
(비중)	(4.8)	(3.6)	(4.7)	(4.4)	(4.9)
감만부두	358,678	490,017	691,879	937,206	1,031,863
(비중)	(21.6)	(20.5)	(23.5)	(24.1)	(24.3)
신감만부두	-	-	-	176,129	302,303
(비중)	(-)	(-)	(-)	(4.5)	(7.1)
감천한진	139,983	136,317	176,999	225,535	225,703
(비중)	(8.4)	(5.7)	(6.0)	(5.8)	(5.3)
일반부두	647,484	849,715	994,655	1,029,058	963,180
(비중)	(39.0)	(35.5)	(33.8)	(26.5)	(22.7)

자료 : 지방청 PORT-MIS 참조

## 2.2.4 일반부두 입항선박 및 화물처리 실적

원래 일반부두는 컨테이너선 외의 일반 화물선이 접안하여 잡화 등 일반 화물을 하역할 수 있도록 설계되었다. 그러나 1990년대 중반 이후 부산항의 컨테이너 물동량의 급격한 증가로 컨테이너 전용부두가 부족하여 일반부두에서도 컨테이너 화물을 처리하고 있으며, 컨테이너 전용부두에 비해 하역료가 상대적으로 싸기 때문에 선사들이 선호하고 있다.

1999년에서 2003년까지 부산항의 부두별 외항 컨테이너선의 입항선박을 살펴보면 총 12,652척 중 일반부두에 입항한 선박은 6,499척으로 전체의 51.4%의 높은 비율을 차지하고 있다. (<표 2-10> 참조)

<표 2-10> 부두별 외항 컨테이너선 입항척수

(단위 : 척)

구분	2000	2001	2002	2003
계	10,199	10,769	11,625	12,652
자성대	1,156	1,209	1,282	1,365
신선대	869	890	975	1,145
우암부두	563	531	647	618
감만부두	1,427	1,490	1,643	1,728
신감만부두	-	-	505	874
감천부두	327	366	345	423
일반부두	5,857	6,283	6,228	6,499

자료 : 컨테이너정보, 한국컨테이너부두공단, 2004. 3. 통권24호

일반부두의 컨테이너 처리실적은 2003년을 기준으로 270만TEU로 부산항 전체 물동량의 25.9%를 차지하고 있다. 이는 2002년도에 비해 다소 감소했으나, 부산항에 있어 일반부두의 역할이 크다는 알 수 있다. (<표 2-11> 참조)

<표 2-11> 부두별 컨테이너화물 처리량 및 집중도

(단위 : TEU, %)

구분	1999	2000	2001	2002	2003
계	6,439,589	7,540,387	8,072,771	9,453,356	10,407,809
(비중)	(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)
자성대	1,006,645	1,433,801	1,272,288	1,534,586	1,584,429
	(15.6)	(19.0)	(15.8)	(16.2)	(15.2)
신선대	1,177,188	1,282,135	1,319,761	1,528,285	1,786,112
	(18.3)	(17.0)	(16.3)	(16.2)	(17.2)
우암부두	348,983	312,299	447,693	502,450	533,285
	(5.4)	(4.1)	(5.5)	(5.3)	(5.1)
감만부두	1,398,476	1,769,120	1,922,497	2,261,484	2,546,391
	(21.7)	(23.5)	(23.8)	(23.9)	(24.5)
신감만부두	-	-	-	481,182	745,544
	(0.0)	(0.0)	(0.0)	(5.1)	(7.2)
감천부두	435,895	386,818	432,941	505,959	512,240
	(6.8)	(5.1)	(5.4)	(5.4)	(4.9)
<b>일반부두</b>	<b>2,072,402</b>	<b>2,356,214</b>	<b>2,677,591</b>	<b>2,639,410</b>	<b>2,699,808</b>
	<b>(32.2)</b>	<b>(31.2)</b>	<b>(33.2)</b>	<b>(27.9)</b>	<b>(25.9)</b>

자료 : 한국컨테이너부두공단, 컨테이너화물 유통추이 및 분석(2003. 5) 참조



## 제3장 피더선석에 대한 필요성 검토

### 3.1 일반부두 폐쇄 논의

일반부두는 컨테이너선 외의 일반화물선이 접안하여 잡화, 시멘트 등의 일반화물을 하역할 수 있는 부두를 말한다. 부산항의 일반부두는 제1부두, 제2부두, 제3부두, 제4부두, 중앙부두, 북항의 7부두와 감천항의 중앙부두 등이 있다. 1990년대 초반까지만 하더라도 일반부두에서는 대부분 잡화나 시멘트 등의 일반화물만 취급하였으나 1990년대 중반 이후 부산항의 컨테이너 물동량이 급격히 증가함에 따라 일반부두에서도 대부분 컨테이너 화물을 처리하게 되었으며 일본, 동남아항로 및 중국, 러시아항로의 세미 컨테이너선과 피더선을 수용하고 있다.

그러나, 해양수산부의 항만기본계획에 의하면 일반부두의 컨테이너 처리기능을 2011년까지 한시적으로 허용하여 일반부두를 잡화 및 철재처리를 위한 전용부두로 기능을 재배치하고 부산신항만을 컨테이너 전용항만으로 만들고자 하고 있다. 부산북항의 경우 일반부두를 이용한 8,461척 선박 중 6,499척이 컨테이너선이고, 이는 부산항 전체 컨테이너선의 89.5%가 1만톤 미만의 중소형으로 일반부두의 기능이 축소될 경우 중·소형선박을 수용할 수 있는 부두가 부족할 것으로 예상된다.

또한, 부산항의 컨테이너 물동량을 보면, 부산신항이 완공되는 2016년의 경우 부산북항과 신항의 총 처리능력은 22,548천TEU로 예상 물동량에 비해 497천TEU를 초과하게 된다. 이는 일반부두의 처리능력인 3,109천TEU를 포함한 것으로 정부의 항만기본계획에 따라 일반부두가 폐쇄될 경우 부산항의 컨테이너화물 처리능력은 19,475천TEU로 예상 물동량에 비해 3,606천TEU를 초과하게 된다.

<표 3-1> 부산항 컨테이너 물동량

(단위 : 천 TEU)

	2003	2011	2016	2020
물동량	10,408	17,596	23,081	27,718

이처럼 일반부두를 폐쇄할 경우 소형선박을 수용할 수 있는 부두부족 문제

가 야기될 것이며, 일반부두의 저렴한 하역효율은 환적화물 유치의 핵심적인 기능을 담당하고 있다. 따라서, 정부에 의한 일방적인 폐쇄보다는 북중국 항만개발에 따른 부산항 환적화물 추세에 대한 세밀한 검토와 IT 기술의 발달 등에 의한 항만의 생산성 향상 등을 감안한 기존의 북항 및 부산신항의 컨테이너 전용부두의 적정처리 능력을 재조정하여 일반부두의 재개발 문제를 다뤄야 하겠다.

### 3.2 일반부두의 높은 대기율 및 체선율

일반부두는 원래 철재나 잡화 등의 일반화물을 처리하기 위해 건설된 부두이다. 즉, 현재 컨테이너 전용부두의 시설부족으로 중·소형 컨테이너선이나 세미컨테이너선을 수용하고 있지만 컨테이너 전용 크레인은 확보하고 있지 못한 상태이다. 따라서, 컨테이너선의 하역작업은 일반화물을 처리하고 있는 모바일 크레인이나 하버 크레인으로 처리를 하고 있어 하역작업이 비효율적으로 이루어지고 있다.

1999년부터 2003년까지 최근 5년간 부산항에 입항한 외항 컨테이너선은 꾸준히 증가하고 있으며, 특히, 2003년 부산항에 입항한 외항 컨테이너선은 총 12,654척이며 이 중 일반부두에 입항한 컨테이너선은 6,499척으로 전체의 50%를 넘는 비율을 차지하고 있다. 입항선박에 대한 대기율 및 체선율은 1999년부터 2002년까지 감소추세에 있었으나 2003년 두 차례의 화물연대 운송거부 및 태풍 “매미”의 영향 등으로 부산항 전체의 선박 대기율 및 체선율이 다소 증가하고, 일반부두의 경우 매년 컨테이너 전용부두에 비해 선박의 대기율 및 체선율이 높다는 것을 알 수 있다.

<표 3-2> 부산항 컨테이너선의 대기율 및 체선율

(단위 : 척수, %)

구분		1999	2000	2001	2002	2003
합계	입항척수	9,305	10,199	10,760	11,625	12,654
	대기척수	207	162	165	249	357
	(대기율)	(2.2)	(1.6)	(1.5)	2.1	2.8
	체선척수	85	77	69	172	222
	(체선율)	(0.9)	(0.8)	0.6	1.4	1.8
자성대	입항척수	935	1,156	1,283	1,282	1,362
	대기척수	-	-	-	28	46
	(대기율)	-	-	-	2.1	3.4
	체선척수	4	-	5	30	36
	(체선율)	0.4	-	0.4	2.3	2.6
우암	입항척수	593	556	545	695	618
	대기척수	-	-	-	2	24
	(대기율)	-	-	-	0.2	3.9
	체선척수	-	-	-	4	12
	(체선율)	-	-	-	0.5	1.9
신선대	입항척수	899	869	980	975	1,142
	대기척수	-	-	-	16	25
	(대기율)	-	-	-	1.6	2.2
	체선척수	1	-	1	20	33
	(체선율)	0.1	-	0.1	2.0	2.9
감만	입항척수	849	1,427	1,629	1,643	1,718
	대기척수	-	-	-	45	73
	(대기율)	-	-	-	2.7	4.2
	체선척수	10	-	8	46	79
	(체선율)	1.2	-	0.5	2.7	4.6
신감만	입항척수	-	-	-	505	885
	대기척수	-	-	-	3	21
	(대기율)	-	-	-	0.6	2.4
	체선척수	-	-	-	3	12
	(체선율)	-	-	-	0.6	1.4
감천	입항척수	364	360	372	348	430
	대기척수	-	-	-	1	5
	(대기율)	-	-	-	0.2	1.2
	체선척수	-	-	-	1	4
	(체선율)	-	-	-	0.2	0.9
일반부두	입항척수	5,665	5,831	5,951	6,177	6,499
	대기척수	207	162	165	154	164
	(대기율)	3.7	2.8	2.8	2.4	2.5
	체선척수	70	77	55	68	46
	(체선율)	1.2	1.3	0.9	1.1	0.7

자료 : 부산지방해양수산청 및 운영사 자료참조

주 : 대기선박 : 선석부족으로 대기한 선박, 체선선박 : 12시간 이상 대기한 선박

### 3.3 Hub-Spoke 운영체제에 대응

1990년대 들어 세계 주요 선사들은 규모의 경제를 이용하여 운송물량 단위당(TEU당) 비용을 절감하여 수익성을 제고하고 운항시간의 단축, 서비스 수준(정시성)의 제고 등으로 안정적인 수요를 확보하고자 컨테이너선의 대형화를 지속시켰다. (<표 3-3> 참조) 2003년 5월부터 운영중인 OOCL의 Chenzhen호는 8,063TEU로 적재능력이 1968년 900TEU보다 8배이상 증가하였고 선박길이도 323m에 달하고 있다.

<표 3-3> 컨테이너선 대형화 추세

구분	1세대	2세대	3세대	4세대	5세대		6세대
					1988	2001	2003
					APL	H.Lloyd	OOCL
Capa.(TEU)	900	1,500	2,300	4,458	4,340	7,179	8,063
DWT(tones)	15,000	29,000	37,000	57,800	54,655	100,000	99,518
Lenght(m)	180	220	275	290	290	320	323
Width(m)	24	25	32.14	32.2	32.2	42.8	42.8
Draft(m)	9.1	10.7	11.75	10.7	10.7	14.5	14.5
Speed(knots)	21	22.5	27.5	18	18	25.0	25.2

자료 : Zia H. Rizvi(2003), Problems Posed by Larger Container Vessels for Ports, Innovation and Possible Solutions, 23rd IAPH World ports conference.

이러한 선박의 대형화에 따라 선사들은 대형선을 소수 중심항만(Hub port)에만 선택적으로 기항하고 중·소형항만(Feeder port)과는 피더선으로 연결하는 Hub-Spoke 운항체제를 구축하게 되었다.

선사들은 기간항로상의 입지, 효율적인 연계수송망, 다양한 서비스 등을 기준으로 중심항을 선정하게 되었고, 이 중심항에서 중·소형항만으로서 환적물량이 급격히 증가하게 되었다. 따라서, 부산항과 같이 지역 중심 항만을 목표로 하는 경우 선박 대형화에 따른 증가하는 환적화물을 처리하는데 주안점을 둘 필요가 있으며, 이는 곳 중·소형 선박을 수용할 수 있는 피더 부두의 확보로 이어진다.

### 3.4 환적화물 유치

컨테이너선의 대형화에 따른 Hub-Spoke 운영체제에 따라 세계 주요 간선항로상에 위치하고 있는 중심항만에서는 환적화물이 크게 증가하고 있다. 부

산항의 경우 환적화물의 증가율이 1999년부터 2003년까지 평균 31.2%의 비율로 꾸준히 증가하여 왔고, 2003년 부산항에서 처리된 환적화물은 전국항만 대비 92.4%로 부산항이 환적중심항만으로 큰 중심역할을 담당하고 있음을 알 수 있다.

부산항의 국가별 환적화물 추이를 보면 1999년부터 꾸준히 증가하여 오다가 2003년도 부산항은 물동량의 40.8%를 차지하는 환적화물이 전년 대비 9.4%의 증가에 그쳐 부산항의 전반적인 증가율 둔화에 영향을 미쳤다. 특히, 중국 환적화물의 경우 2000년부터 2002년까지 평균 30.9%가 증가하였으나 2003년도에는 전년 대비 3.2% 증가에 머물러 중국 환적화물의 유치가 부산항의 큰 과제임을 시사하고 있다.(<표 3-4> 참조)

<표 3-4> 부산항의 국가별 세계 환적화물 추이

구 분	2000년	2001년	2002년	2003년	증가율
합 계	2,389,956	2,942,983	3,887,457	4,251,076	9.4
(비 중)	(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)	
중 국	675,708	869,016	1,157,817	1,194,301	3.2
(비 중)	(28.3)	(29.5)	(29.8)	(28.1)	
미 국	425,024	552,178	693,775	751,273	8.3
(비 중)	(17.8)	(18.8)	(17.9)	(17.7)	
일 본	355,612	468,060	576,425	677,096	17.5
(비 중)	(14.9)	(15.9)	(14.8)	(15.9)	
싱 가 폴	43,749	87,149	86,809	67,151	△22.6
(비 중)	(1.8)	(3.0)	(2.2)	(1.6)	
홍 콩	68,500	73,888	97,082	105,622	8.8
(비 중)	(2.9)	(2.5)	(2.5)	(2.5)	
기 타	821,363	892,692	1,275,549	1,455,633	14.1
(비 중)	(34.4)	(30.3)	(32.8)	(34.2)	

자료 : 부산지방해양수산청 자료 참조(부산항 환적화물 국가별 처리실적은 해당 국가를 기준점으로 하는 PORT-MIS 자료를 기준으로 표기하였음)

환적화물의 경우 환적 컨테이너 1개에 220달러의 고부가가치를 창출하는 만큼 환적화물 유치가 지역 내 중심항만이 될 수 있는 핵심요소로 부각되었다. 이에 각국의 항만은 외국 환적화물에 대한 효율인하, 관세상의 제도개선 등을 시행함으로써 환적화물을 유치하려고 노력하고 있다. 특히, 환적화물은 모선과 피더선간의 신속하고 원활한 연계가 중요하므로 우리나라가 동북아

물류 중심항만이 되기 위해서는 부산항과 광양항의 두 중심항 기능을 지원할 수 있는 피더선의 확보, 피더부두 또는 피더선석에 대한 시설확충 및 개발이 우선시 되어야 한다.

## 제4장 피더선석의 하역능력 산정

### 4.1 기초자료 분석

선석의 처리능력은 컨테이너 크레인의 처리능력을 기준으로 산정하는 방법과 서비스 수준을 기준으로 산출하는 방법이 있다. 우리나라에서는 그동안 컨테이너부두개발 계획 시 전자의 방법으로 선석처리능력을 산정하여 왔다. 이는 향후 발생 될 것으로 추정되는 물동량을 처리하기 위한 터미널에 대해 건설규모를 산정해야 하기 때문이다. 따라서, 본 연구에서는 컨테이너 크레인의 처리능력을 기준으로 현재 중·소형 컨테이너 전용부두인 우암부두의 실제 데이터를 이용하여 피더선석에 대한 처리능력을 산정하도록 하겠다. 또한, 피더선석에 대한 최대선박의 규모는 우암부두에 접안할 수 있는 최대 선박규모인 2만톤급으로 하였으며, 하역장비는 13열 컨테이너 크레인을 기준으로 하였다.

컨테이너 크레인의 처리능력을 기준으로 선석의 처리능력을 산정하는 방법에 의하면 컨테이너 크레인의 수, 컨테이너 크레인의 연간 작업가능시간, 컨테이너 크레인의 작업시간율, 컨테이너 크레인의 작업효율과 조정계수 등의 요소들에 의해 선석의 처리능력이 결정된다.

#### 4.1.1 컨테이너 크레인의 수

선석의 처리능력에 가장 큰 영향을 미치는 요인은 컨테이너 크레인의 설치대수라고 할 수 있다. 야드에서의 처리능력만 뒷받침된다면 이론적으로는 컨테이너 크레인의 설치대수만큼 안벽능력이 증가될 수 있다.(물론 크레인간 간섭계수 등을 고려해야 함) 특히, 컨테이너선의 대형화와 선박당 하역생산성 향상이라는 추세에 따라 선석당 설치하는 컨테이너 크레인 대수는 점차 늘어나고 있다. 우암부두의 경우 선석당 2기의 컨테이너 크레인을 설치하였으나 최근 13열 컨테이너 크레인 1기를 추가로 도입하여 선석당 2~3기의 컨테이너 크레인을 설치하고 있다.

#### 4.1.2 컨테이너 크레인의 연간 작업가능시간

연간 작업가능시간은 선석점유율 산정의 기본시간이 되는 365일을 기준으로 하고 있다. 기존 보고서상의 연간 작업일수 항목을 살펴보면 자성대 보고서와 PRC 보고서는 365일로 설정하였고, 항만적정능력산정 보고서는 330일, 광양항 1단계 개발 보고서에서는 345일, 부산신항만 보고서는 300일을 적용하였는데, 이는 총 작업가능일의 개념과 기상조건, 휴일, 장비고장 등과 같은 요소를 배제한 순수 작업일의 개념으로 나누어 산정한 것으로 판단된다.

일일작업가능시간은 총 작업시간의 개념을 도입하여 24시간을 적용하고 있는데, 하루 근무 가능한 24시간을 기준으로 한 총작업시간의 개념과 실제 자성대와 신선대의 작업시간 중 3조 2교대의 형태로 교대시간 2시간과 식사시간 2시간을 제외한 20시간을 기준으로 한 순작업시간의 개념으로 나누어 질 수 있다.

자성대보고서, PRC보고서에서는 작업가능한 총 근무시간인 24시간을 적용하였고 항만적정능력산정보고서 및 가덕신항만보고서에서는 순작업시간의 개념인 20시간을 기준으로 적용하고 있다.

#### 4.1.3 컨테이너 크레인의 작업시간율

컨테이너 크레인의 작업시간율은 선석점유율에 선박이동계수 및 크레인 가동률을 곱하여 산출하게 되는데, 선석당 적정 처리량을 산출하기 위해서는 먼저 항만서비스 중에서 가장 중요한 요인인 선박대기시간을 결정짓는 선석점유율을 산정하는 것이다. 기존 해양수산부의 “전국 무역항 항만기본계획 용역 보고서”에 따르면 피더선의 선석점유율을 0.26으로 산정하여 선석당 처리능력을 산정하였다. 그러나 우암부두의 실제 선석점유율을 살펴보면 우암부두 개장 후 1997년부터 2003년까지 평균선석점유율은 0.59로 상당한 차이가 있다는 것을 알 수 있다.(<표 4-1> 참조)

<표 4-1> 우암부두의 선석점유율

선석점유율	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
(%)	64.8	49.5	56.4	53.8	53.8	67.2	68.7

자료 : 한국컨테이너부두공단,

한편, 크레인이 실제로 작업하는 대상시간은 선석이 점유된 시간이 아니라 선박이 접안되어야 작업이 가능하므로 선박접안시간을 기준으로 한다. 따라

서 선석점유율에서 선박의 이접안시간을 제외하여야 하며, 이를 선박이동계수라고 한다. 보통 20시간의 평균 점유시간에 2시간의 이접안시간이 소요되는 것으로 추정하여 선박이동계수를 0.9로 사용하고 있다.(임진수 외, “컨테이너시설하역능력 산정기준 및 적정처리능력에 관한 연구”, 1997) 이론상 서비스 개념은 선석점유시간을 기준으로 하는데 비해 대부분의 작성통계 결과는 선박의 이접안시간이 제외된 선박점안율이라 할 수 있다.

크레인 가동률은 크레인의 작업시간을 말하는데, 선박이 접안 후 컨테이너의 양하작업을 시작해서부터 마지막 컨테이너의 적하작업을 마칠때까지의 총 작업시간에서 고장, 식사 등 작업중단시간을 제외한 실질작업시간을 의미한다. 따라서 크레인 작업시간의 선박작업시간에 대한 비율인 크레인작업계수는 0.95를 사용한다. 또한 식사, 크레인 고장, 벌크화물의 하역, 트랜스퍼크레인 고장, 라싱 등 본선사유로 인한 작업중지 등 여러 가지 요인에 의한 작업중단시간을 제외한 실질작업시간을 총 작업시간대비 약 80% 정도로 추정하고 있다. 우암부두의 경우 1997년부터 2003년까지 컨테이너 크레인의 실질작업시간율은 평균 0.78로 본 연구에서는 이를 기준으로 적용하였다.

<표 4-2> 우암부두의 컨테이너 크레인 작업현황

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
순작업(A)	13,464	7,688	9,312	9,312	11,408	13,664	14,880
총작업(B)	14,359	10,331	12,189	12,189	14,891	18,428	19,625
(A)/(B)	0.94	0.74	0.76	0.76	0.77	0.74	0.76

자료 : 한국컨테이너부두공단, 컨테이너화물 유통추이 및 분석

#### 4.1.4 컨테이너 크레인의 작업효율

컨테이너 크레인의 작업효율은 크레인의 설계능력과 크레인의 작업손실 조정계수 및 간섭계수를 곱하여 산출할 수 있다. 컨테이너 크레인의 설계능력은 이상적인 상태에서의 트롤리의 이동거리를 속도로 나누어서 구한 최대작업능력을 의미한다. 이상적인 상태란 크레인을 이동하지 않고 선박의 같은 부분에서 컨테이너를 하역하고, 하역된 컨테이너는 지체없이 장치장으로 이동하여 크레인의 작업에는 아무런 대기시간이 안 생기는 상태를 의미한다. 해양수산부의 “전국 무역항 항만기본계획 용역 보고서”에 따르면 피더선에 대한 크레인 설계능력을 13열 크레인을 기준으로 35VAN을 적용하고 있다. 본 연구의 대상이 되는 우암부두의 경우에도 현재 13열 컨테이너 크레인 5기를 보유하고 있으므로 컨테이너 크레인의 설계능력을 35 VAN 기준으로



적용하였다.

컨테이너 크레인의 순작업시간에도 컨테이너의 선박내 선창간 이동, 장치장 부족 및 장치장 하역장비의 능력부족으로 인한 대기, 컨테이너 크레인 하역지원시스템의 지연으로 인한 대기, 크레인 작업 전후의 작업손실, 휴식시간 전후의 작업손실, 옆 크레인과의 작업간섭, 크레인 운전기사의 작업미숙에 따른 지연, 바람·안개 등 악천후에 따른 작업속도 둔화 등 여러 가지 요인으로 인하여 많은 작업손실이 발생하게 된다. 이러한 요인들 가운데는 순작업시간에서 제외되는 작업중단시간도 포함되어 있으나(고장, 식사 등), 대부분은 작업중단시간에 체크되지 않기 때문에 이러한 요인에 따른 작업효율의 저하를 크레인작업손실조정계수로 조정하고 있다.

현재의 컨테이너 크레인의 작업능력은 실제 우암부두의 크레인 작업시간당 처리실적(19.16 VAN)과 크레인의 설계능력(35 VAN)을 비교할 때 약 55% 정도이다. 이 가운데서 고장, 식사 등 작업중단시간 등은 이미 조정이 되었으므로 크레인 작업손실에 따른 조정계수는 0.75를 적용하였다. 이는 실제 현재의 작업능률을 기준보다 높은 수치이지만 향후 충분한 장치장의 확보, 정보화 및 전산화의 진전에 따른 장치장 배정계획의 정확화 등에 따라 작업능률이 개선될 것으로 보고 0.75를 적용하기로 하였다.

간섭계수 또는 작업유휴계수로 표현되기도 하는데, 선박당 1기의 컨테이너 크레인을 투입하였을 경우의 생산성을 1로 보았을 때 컨테이너 크레인의 숫자가 늘면서 컨테이너 크레인 1기당 작업효율이 떨어지는 정도를 나타낸다. 해양수산부의 “전국 무역항 항만기본계획 용역 보고서”에 따르면 2만톤급 피더선을 대상으로 간섭계수를 0.9를 기준으로 선석당 처리능력을 산정하였다. 본 연구에서도 동일한 기준을 적용하기로 한다.

#### 4.1.5 조정계수

조정계수는 단위의 변환 및 실제 작업과 처리량과의 차이를 조정하는 계수이다. 조정계수는 TEU/VAN 비율인 단위환산계수와 Overstow 계수를 들 수 있다. 단위환산계수는 40피트 컨테이너의 증가와 함께 점차 증가하고 있으며, 현재는 보통 1.5를 적용하고 있다. 그러나 본 연구에서는 피더 선석인 2만톤급 선석을 대상으로 하고 있기 때문에 우암부두의 실적치를 근거로 하여 1.36을 적용한다.

Overstow 계수는 컨테이너의 하역작업시 해당 터미널에 하역할 컨테이너가 아닌데 작업하는 컨테이너의 비율을 뜻한다. 이는 하역할 컨테이너의 위

에 적재되어 있는 컨테이너에 대한 작업으로 터미널 통계에서는 선내이적이라는 항목으로 처리되고 있다. 이러한 선내이적 컨테이너는 터미널의 처리실적에 포함되지는 않지만 컨테이너 크레인의 입장에서 보면 작업을 한 것이며, 선석당 처리능력 산정방법은 컨테이너크레인의 작업횟수를 기준으로 한 것이므로 이를 감안해 주어야 한다. 우리나라의 경우 전체작업량의 3% 정도가 해당되므로 Overstow 계수는 0.97 정도가 되겠다.

## 4.2 하역능력 산정

앞 절에서 살펴본 선석당 처리능력을 산정하기 위해 필요한 요인들을 기준으로 피더선석의 선석당 처리능력을 산정해 보면 다음과 같다. C/C 대수 등 하역 능력에 영향을 미치는 요소 값은 터미널 마다 차이가 있기 때문에 본 연구에서는 이를 Case1과 Case2로 구분하여 적용하였다.

<표 4-3> 선석당 처리능력

구분		전국 무역항 항만 기본계획	Case1	Case2	
C/C 수		2	2	2.5	
연간작업 가능시간	연간 작업가능일수	365	365	365	
	일일 작업가능일수	24	24	24	
C/C 작업 시간율	선석점유율	0.26	0.59	0.59	
	선박이동계수	0.9	0.9	0.9	
	크레인 가동률	크레인작업계수	0.95	0.95	0.95
		실작업시간율	0.88	0.78	0.78
C/C 작업효율	크레인설계능력	35	35	35	
	크레인작업소실조정계수	0.75	0.75	0.75	
	간접계수	0.9	0.9	0.9	
단위 환산계수(TEU/VAN)		1.36	1.36	1.36	
Overstow 계수		0.97	0.97	0.97	
선석당 연간처리능력		106,816.6	214,847.0	268,558.7	

해양수산부의 “전국 무역항 항만 기본계획 용역 보고서”에서는 2만톤급 선석의 표준하역능력을 약 107만TEU로 산정하였다. 이 경우 2만톤급 선석의 선석점유율을 26%로 보고 있어 선석당 처리능력이 매우 낮은 수준으로

계산된 것을 알 수 있다.

Case1과 Case2는 우암부두의 실제 데이터를 이용하여 선석당 처리능력을 산정한 것이다. 최근 우암부두는 13열 컨테이너 크레인 1기 추가로 도입함으로써 2004년 현재 13열 크레인 5대를 보유하고 있다. 선석당 투입되는 컨테이너 크레인을 2기(Case2)와 2.5기(Case3)를 투입하였을 경우로 나누어 선석당 처리능력을 산정한 결과, 크레인 2기 투입시 약 215만TEU, 2.5기 투입시 약 269만TEU의 컨테이너를 처리할 수 있는 것으로 나타났다.

### 4.3 하역능력 산정 결과분석

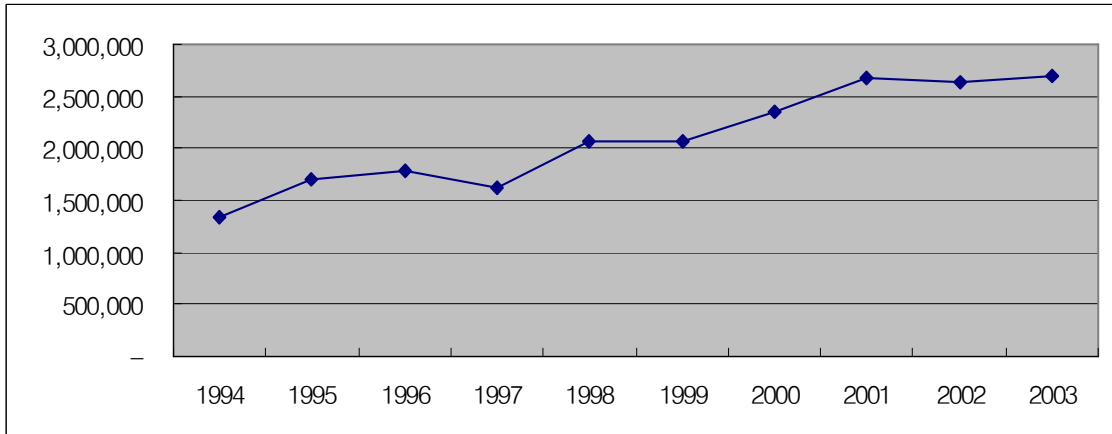
현재 부산항은 컨테이너 전용부두의 부족으로 일반부두에서 중·소형 컨테이너선의 화물을 처리하고 있으며, 컨테이너 전용부두에 비해 하역료가 저렴하여 선사들이 선호하고 있다. 따라서, 본 연구에서는 앞 절에서 분석한 피더선석에 대한 선석당 처리능력을 기준으로 일반부두에서 처리해온 컨테이너화물을 대상으로 필요 선석수를 도출하도록 하겠다.

1994년부터 2003년까지 일반부두에서 처리한 컨테이너화물의 처리실적을 살펴보면 1994년 약 1,334천TEU에서 2003년 약 2,700천TEU를 처리함으로써 연평균 10.2%의 비율로 꾸준히 증가하고 있다.

<표 4-4> 일반부두의 컨테이너화물 처리실적

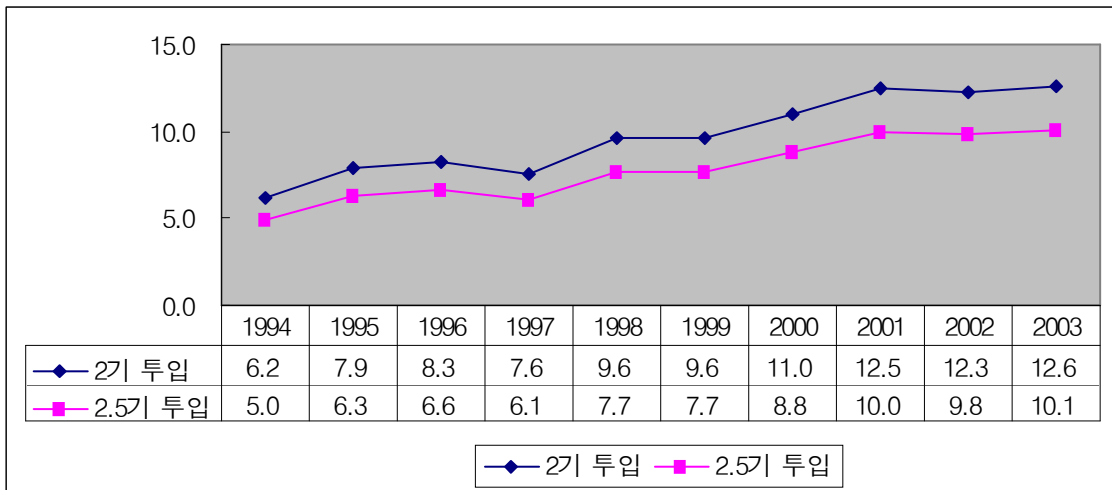
(단위 : TEU)

연도	처리량	연도	처리량
1994	1,333,135	1999	2,072,402
1995	1,700,971	2000	2,356,214
1996	1,774,760	2001	2,667,591
1997	1,628,062	2002	2,639,410
1998	2,604,671	2003	2,699,808



<그림 4-1> 일반부두의 컨테이너화물 처리실적

1994년부터 2004년까지 일반부두의 컨테이너화물 처리실적을 근거로 하여 컨테이너 크레인 2기를 투입하였을 경우와 2.5기를 투입하였을 경우로 나누어 필요한 피더선의 선석수를 계산해보면 컨테이너 크레인 2기 투입시 평균 12개의 선석이 필요하고, 2.5기 투입시 10개 선석이 필요한 것으로 나타났다. 따라서 향후 10~12개의 피더선석을 개발하거나 확보하여 일반부두의 처리량을 수용할 수 있는 방안을 마련해야 되겠다.



<그림 4-2> 필요 선석수 도출

## 제5장 피더선석 배치방안

### 5.1 컨테이너 터미널별 피더물동량

일반적으로 중·소형 컨테이너선이 접안하고 있는 선석의 안벽길이는 주로 160m 정도이다. 따라서, 본 연구에서는 안벽길이가 160m 이하인 선석에 중·소형 컨테이너선이 접안한다고 보고 1주일 동안 컨테이너 터미널에서 선석길이당 처리되는 컨테이너 물동량과 선박 접안실적 등을 바탕으로 안벽길이에 따른 선석별 컨테이너 처리량을 구해보도록 하겠다. 우선 1주일 총 처리능력은 접안가능척수와 척당 평균 처리량의 곱으로 구할 수 있다. 본 연구의 대상이 되는 160m 이하의 선석에서 접안가능 척수는 11.4대이고 척당 평균 처리량은 371.1TEU이며 따라서 선석당 1주일 총 처리능력은 4,226TEU이다. 1년을 52주로 보고 4개 선석을 기준으로 1년간 총 처리량을 구해보면 160m 이하의 선석에서는 879,091TEU, 200m 이하의 선석에서는 1,300,868TEU, 300m 이하의 선석에서는 2,005,902TEU, 300m 이상의 선석에서는 1,694,168TEU를 처리하고 있는 것으로 나타났다. (<표 5-1> 참조)

<표 5-1> 선석길이별 컨테이너 처리량

(단위 : TEU)

구분	160m 이하	200m 이하	300m 이하	300m 이상
총 접안선박수	368	335	816	17
총 점유시간	5,428.2	5,487.4	20,196.1	319.9
척당 평균점유시간	14.8	16.4	24.8	18.8
총 처리량	136,557	204,281	1,159,323	15,510
척당 평균 처리량	371.1	609.8	1,420.7	912.4
평균 시간당 처리량	25.2	37.2	57.4	48.5
1주일 시간	168	168	168	168
접안가능 척수	11.4	10.3	6.8	8.9
1주일 총 처리가능량	4,226	6,254	9,644	8,145
1년 총 처리량(4선석)	879,091	1,300,868	2,005,902	1,694,168

자료 : 각 터미널 내부자료

위 자료에 의하면 선석길이당 선박점유율이 160m 이하의 선석에서는 86.4%, 200m 이하의 선석에서는 87.8%, 300m 이하의 선석은 91.9%, 300m 이상의 선석은 89.4%의 비율로 높게 나타난다. 하지만 실제 컨테이너 전용부두의 선석점유율을 보면 이 비율보다 낮은 수준으로 2002년 기준 각 컨테이너 전용부두의 선석점유율을 보면 자성대 컨테이너터미널 56.8%, 신선대 컨

테이너 터미널 52.1%, 우암컨테이너터미널 67.2%, 감만컨테이너 터미널 70.1%, 신감만 컨테이너 터미널 35.9%, 감천한진 컨테이너 터미널 41.8% 수준인 것을 알 수 있다. (<표 5-2> 참조)

<표 5-2> 컨테이너 전용부두 선석점유율

(단위 : %)

	1998	1999	2000	2001	2002
자성대	63.3	45.4	53.9	50.5	56.8
신선대	47.5	42.7	51.2	45.9	52.1
우암	49.5	56.4	53.8	53.8	67.2
감만	33.0	43.4	62.8	55.6	70.1
신감만	0	0	0	0	35.9
감천	42.3	44.1	38.2	42	41.8

자료 : 한국컨테이너부두공단,

본 연구에서는 컨테이너 전용부두의 목표 선석점유율을 80%로 잡아 2002년 기준 실제 선석점유율에서 목표 선석점유율의 차이만큼의 선박이 접안할 수 있다고 보고 각 컨테이너 전용부두에서 처리가능한 컨테이너 처리량을 계산해 보면 자성대부두 174,060TEU, 신선대부두 258,453TEU, 우암부두 149,006TEU, 감만부두 108,128TEU, 신감만 419,327TEU, 감천 415,371TEU의 컨테이너를 더 처리할 수 있는 것으로 나타났다.

<표 5-3> 컨테이너 터미널별 처리가능량

구분	자성대	신선대	우암	감만	신감만	감천
실제 작업가능시간	12.8	12.8	12.8	12.8	12.8	12.8
1주일 작업시간	145.2	145.2	145.2	145.2	145.2	145.2
목표 선석점유율(A)	80.0%	80.0%	80.0%	80.0%	80.0%	80.0%
실제 선석점유율(B)	66.8%	60.4%	68.7%	71.8%	48.2%	48.5%
(A)-(B)	13.2%	19.6%	11.3%	8.2%	31.8%	31.5%
VAN	116,040	172,302	99,337	72,085	279,551	276,914
TEU/VAN 환산계수	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
TEU 환산	174,060	258,453	149,006	108,128	419,327	415,371

자료 : 각 터미널 내부자료

목표 선석점유율과 실제 선석점유율의 차이만큼 컨테이너 전용부두에서 처리할 수 있는 총 컨테이너 처리량은 1,524,345TEU로서 이는 일반부두에서 처리하고 있는 약 2,700,000TEU의 컨테이너 전량을 컨테이너 전용부두에서 처리하기란 현실적으로 불가능하다는 것을 의미하기도 한다. 따라서, 일반부두에서 처리하고 있는 컨테이너를 수용할 수 있는 다른 대안의 모색이 필요하다.

## 5.2 터미널별 피더물동량 처리방안

### 5.2.1 기존 터미널 통합운영에 따른 하역능력 향상

유명석(2000년)의 연구에 의하면 현재 부산항 4단계 터미널의 운영방식인 1개 운영사 1개 선석운영 형태의 경우 각 운영사간 물동량의 상이한 차이로 인하여 터미널간 시설 유휴화 또는 시설부족 현상이 동시에 발생하고, 컨테이너 크레인의 운영에 있어서도 선석당 배치된 크레인밖에 투입시키지 못하여 1,000TEU급 선박이 입항해도 크레인 2~3기가 투입되며 6,000TEU급 선박이 입항하여도 크레인은 2~3기 밖에 투입할 수 없는 등 비효율적으로 운영이 이루어지고 있다.

하지만 부산항 4단계 터미널의 4개 선석과 선석당 배치된 컨테이너 크레인 12기를 공동으로 운영할 경우 평균 재항시간이 15.29시간으로 현재의 20.42시간보다 5.13시간이 단축되어 생산성이 25.1%나 높아짐을 알 수 있다. 이러한 생산성은 기존의 운영형태에 비해 24만5천TEU의 컨테이너를 더 처리할 수 있음을 나타내며, 이것을 선박 척수로 환산하면 평균 선박 당 적양하량이 1,570TEU 이므로 156척의 선박을 더 처리하는 효과를 가져온다. 이것은 1개 선석의 증설하는 효과와 3기의 크레인을 확충하는 효과를 달성할 수 있는 것으로 나타났다. (<표 5-4> 참조)

<표 5-4> 선석 및 크레인 공동운영시 경제적 효과

구분	최적대안의 경제적 효과
평균재항시간 단축	현행 20.42시간 → 15.29시간
선석개발효과	4개 선석 → 5개 선석
하역장비 확충효과	크레인 12기 → 15기
선사비용절감 (용선료만고려)	척당 5,130,000원 절감 (2,700TEU급 기준)

자료 : 유명석, “컨테이너터미널의 적정운영규모 산정”, 한국해양대학교 석사학위 논문  
 주) 선사비용절감에서 용선료는 현업기준 적용, 시간당 용선료 : 1백만원

선석 및 크레인의 공동운영으로 부가적인 시설이나 장비확보 없이 1개 선석을 추가로 확보할 수 있는 효과와 3기의 크레인을 확충하는 효과를 달성할 수 있다. 부산항 4단계 컨테이너 터미널을 기존의 1개 운영사 1선석 운영에서 선석 및 크레인 공동 운영형태로 전환하여 얻을 수 있는 추가 생산성을 일반부두의 컨테이너 물동량을 처리하는데 배치하여 효율적으로 증·소

형급 컨테이너선의 피더물량을 수용할 수 있도록 해야되겠다.

### 5.2.2 플로팅 부두를 활용한 피더물동량 처리

플로팅 터미널은 해상에 부유구조물을 띄워 컨테이너 혹은 화물을 하역할 수 있는 형태로서 하역장비, 이송장비와 화물의 적재 가능한 공간을 지닌 신 개념의 첨단항만을 말한다. 안벽에는 확장 도크 시스템으로 선박의 크기에 따라 확장 또는 축소가 가능하도록 설계되어 있으며, 육지에 터미널을 건설하는 것보다 건설비용의 30%를 절감할 수 있고, 터미널의 Layout의 확장과 변경이 용이하며, 수심의 영향을 받지 않는다. 또한 안벽이 선박의 진입로와 수평으로 이루어져 있으므로 선박을 항만에 접안 시킬 때의 시간을 절약할 수 있다.( )

<표 5-5> 개발필요 장비/시설/시스템

구분	안벽	안벽↔야드	야드
장비	정밀제어 가능 C/C		
시설	부유구조식 터미널		
시스템	C/C 운영시스템		배후지 고려한 정밀한 장치장 운영시스템

미국의 해상기지 MOB에서는 원활한 물자의 이송을 위하여 RO-RO선박이나 컨테이너선과 같은 대형 선박으로부터 화물 및 컨테이너를 하역할 수 있으며, 화물을 저장하기 위하여 500만ft<sup>2</sup> 크기의 대용량의 화물저장능력을 갖도록 하였다. 그리고, 2002년 시노다는 일본 서부조선학회에서 플로팅 터미널의 필요성과 터미널의 구조 및 타당성을 연구하여 매립구조의 문제점을 극복하기 위한 한 방안으로 플로팅 터미널을 제시하였으며, 플로팅 터미널에 대해 건설공기의 단축과 구조물의 유연성 있는 배치, 수심확보, 이동가능성 등을 장점으로 제시하였다. 그가 제시한 플로팅 터미널은 안벽길이 350m, 폭 210m, 높이 20m의 터미널에 마주보는 양쪽 안벽에 2기의 컨테이너 크레인을 배치하고, 컨테이너 이송수단은 자동화 수송차(Automatic Container Carrier, ACC)를 사용하며, 2개로 구분된 장치장을 이용하여 연간 40만TEU를 처리할 수 있다고 주장하였다.

플로팅 터미널의 운영사례로는 1982년 미국 알래스카의 발데즈(Valdez)항구에 부유구조물을 사용한 안벽을 건설한 것으로서 플로팅 터미널의 크기는



213m×31m이며, 기상조건의 변화에도 적용 가능하도록 설계되었다.

플로팅 터미널의 안벽 위에 컨테이너 크레인을 설치하고 장치장과의 연계는 두 개의 스틸다리를 이용하여 컨테이너를 운반하도록 하였다. 이 터미널은 여덟 개의 1.858m<sup>2</sup>, 3.96m 높이의 중공 콘크리트 앵커들로 계류되어 있다. 이렇게 떠 있는 앵커들은 발데즈만의 바닥에 굴착된 구멍에 가라앉도록 자갈들로 채워져 있다.

국내에서는 한국해양수산개발원이 수행한 「부유구조물을 이용한 미래형 컨테이너 터미널 개발방안 연구」에서 발간한 보고서에서 플로팅 터미널에 대해 소개하고 있다. 이 보고서에 따르면 플로팅 터미널은 연근해 지역이나 내륙 인근 지역에 플로팅 형태로 건설 및 운영하는 형태로서 내륙과 약 500~1,000m의 교량으로 연계되며 일반 형태의 한 쪽 측면 하역방식으로 작업이 이루어진다. 처리가능 물동량은 150만TEU로 안벽길이는 2,460m이고 터미널의 규모는 800m×850m 정도이다.

<표 5-6> 부유식 일반하역터미널 기반시설 규모

구분	부유식 일반하역터미널
처리물동량	150만TEU/yr
소요수심	
안벽길이	2,460m
터미널 규모	800m×850m
에이프런 규모	1,600m×70m
야드 규모	710m×685m

자료 : 한국해양수산개발원, 부유구조물을 이용한 미래형 컨테이너터미널 개발방안 연구, 2003. 12

국외뿐만 아니라 국내에서도 플로팅 터미널에 대한 다양한 연구가 이루어짐에 따라 부산항에도 부산항의 주변여건과 환경조건을 고려하여 플로팅 터미널을 건설하고 컨테이너 전용부두에서 처리하지 못하는 일반부두의 물동량을 플로팅 터미널에서 처리할 수 있는 방안을 모색해야 되겠다.

## 제6장 결론

### 6.1 연구의 요약

세계화진전에 따른 국가간 교역량의 증가로 물동량은 지속적으로 증가하고 있다. 향후 10년간 세계 경제성장률은 2~3% 수준인 반면, 컨테이너 물동량의 증가율은 5~6%일 것으로 전망되고 있다. 특히, 동북아 지역의 컨테이너 물동량의 증가세는 더욱 두드러져 연평균 6.2% 증가세를 보이고 있으며 2011년에는 전 세계 교역량의 32%를 차지할 것으로 전망된다. 이러한 컨테이너 물동량의 증가로 세계 선사들은 선박의 대형화를 추진하고 있으며, 규모의 경제를 통하여 운송물량 단위당 비용을 절감하여 수익성을 제고하고 운항시간의 단축 및 서비스 수준의 제고 등으로 안정적인 수요를 확보하고자 하고 있다. 이에 선사들은 대형선을 기간항로상에 위치한 몇몇의 중심항만에만 선택적으로 기항하게 하고, 나머지 중·소형항만과는 피더선으로 연결하는 Hub-Spoke 운영체제를 구축함으로써 중심항만에서의 환적물동량이 급격히 증가하고 있다.

한편, 부산항은 1990년대 이후 컨테이너 물동량의 급격한 증가로 인한 컨테이너 전용부두의 부족으로 이를 다 수용하지 못하여 재래화물을 취급하고 있는 일반부두에서 컨테이너 화물을 처리하게 되었으며 일본, 동남아항로 및 중국, 러시아항로의 세미 컨테이너선과 피더선을 수용하고 있다. 그러나 2001년 해양수산부의 항만기본계획에 따라 일반부두의 컨테이너 처리기능을 폐쇄하고 잡화 및 철재처리를 위한 전용부두로 기능을 재배치하고자 하고 있다. 그리고 친수성 항만공간 조성을 위해 일반부두를 폐쇄하고자 하는 움직임이 일어나고 있다.

따라서, 본 연구는 중·소형급 컨테이너선이 접안할 수 있는 피더선석의 선석당 처리능력을 산정하여 필요한 선석수를 도출하고 이를 효율적으로 배치하여 일반부두의 컨테이너 물량을 처리하는 방안에 대해서 연구하였으며, 그 연구결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 부산항의 물동량을 기준으로 일반부두를 대체할 피더선석수를 산정하였다. 이러한 분석을 위하여 피더선박의 규모, 피더선석에 이용되는 컨테이너크레인의 규모와 하역능력, 적정 크레인 수, 작업시간을 및 효율성, 선석 점유율 등 광범위한 기초 자료 조사를 통해 피더선석의 적정 하역능력을 산

정하였다.

선석당 하역능력은 전국 무역항 항만기본계획의 경우와 실제 운영 중인 우암부두의 사례를 기준으로 총 3가지의 case를 제시하였다. 전국 무역항 항만기본계획의 경우 선석당 연간하역능력은 총 106,817TEU이며, case1의 경우 214,847TEU, case2는 268,559TEU로 분석되었다.

부산항의 적정 피더선석 수의 도출에서는 1994년부터 2004년까지 일반부두의 컨테이너화물 처리실적과 피더선박용 컨테이너 크레인(13열 기준)의 평균 투입 대수인 2기와 2.5기를 적용하여 최소 평균 10~12개의 피더선석이 필요한 것으로 분석되었다.

둘째, 피더선박의 효과적인 하역을 위하여 부산항의 피더선석의 배치방안을 제시하였다. 이를 위하여 각 터미널별로 선석규모에 따른 접안 선박의 규모와 선석별 적정 처리능력을 도출하여, 피더선박의 하역가능성 여부와 하역능력을 산출하였다. 이러한 분석은 일반부두의 재개발 과정에서 피더선석의 건설이 아닌 친수공간의 조성일 경우에 대체 방안으로 활용될 수 있다.

분석결과 감만 부두 터미널은 4개의 선석을 공동화할 경우 부가적인 시설이나 장비의 확보 없이 1개 선석을 추가로 확보할 수 있는 효과와 3기의 크레인을 확충하는 효과를 내는 것으로 나타났다. 이를 피더 화물을 처리하는 시설로 사용할 수 있는 것으로 가정하였다.

또 다른 방안으로는 플로팅 부두를 활용하여 피더물동량을 처리할 수 있다. 플로팅 부두는 해상에 부유구조물을 띄워 컨테이너 혹은 화물을 하역할 수 있는 형태의 부두로 하역장비, 이송장비와 적재공간을 지닌 첨단항만의 형태이다. 건설비용에 있어 육상시설보다 30%를 절감할 수 있고, 터미널 확장과 변경이 용이하며 수심의 영향을 받지 않는 장점이 있다.

## 6.2 연구의 한계점 및 연구방향

본 연구는 하역능력에 따른 피더선석의 개발방안에 관한 연구로서 다음과 같은 한계점을 가지고 있으며, 한계의 극복은 추후 연구과제가 될 것이다.

첫째, 일반부두가 폐쇄될 예정인 2011년까지 일반부두에서 처리하고 있는 컨테이너물동량에 대한 예측물동량을 대상으로 적정수의 피더선석수를 도출해야 되나 본 연구에서는 2003년까지의 자료를 이용하여 필요 선석수를 도출하였다. 이는 장래 컨테이너물동량을 반영하여 필요 선석수를 도출하는 데에 한계가 있다.

둘째, 플로팅 터미널에 대한 구체적인 개발 사례 및 기존의 운영 사례를

연구하여 부산항에 피더용 부두로 건설 가능한 플로팅 터미널에 대한 보다 구체적인 방안을 제시하지 못하였다.

## 참 고 문 헌

- [1] 한국컨테이너부두공단, 「컨테이너화물 유통추이 및 분석」, 1991~2003.
- [2] 한국컨테이너부두공단, 「우리나라 컨테이너부두 생산성 향상방안 연구」, 2002. 4.
- [3] 해양수산부, 「항만배후단지개발종합계획」, 2002. 10.
- [4] 해양수산부, 「전국무역항 항만기본계획 용역보고서」, 2001. 10.
- [5] 해양수산부, 「항만기본계획 재정비」, 1999. 12.
- [6] 해양수산부, 「한국의 항만」, 2002. 12.
- [7] 해양수산부, 「2004년 상반기 주요업무 평가결과」, 2004.
- [8] 한철환, 「컨테이너항만의 발전패턴과 중심항만전략에의 시사점」, 해양수산개발원, 2003. 4.
- [9] 김범중, 「컨테이너선박 대형화 현황과 항만의 대응추이」, 해양수산 동향, 1999. 11.
- [10] 신승식, 「1996년과 2001년의 컨테이너 화물 수송패턴 비교·분석」, 한국해양수산개발원, 2003. 5
- [11] 조철희 외, 「부유식 해상터미널의 도입방안 연구」, 황해권 수송시스템연구보고서, 2002
- [12] 유명석, 「컨테이너터미널의 적정 운영규모」, 한국해양대학교 석사학위논문, 2000. 2.
- [13] 코리아쉬핑가제트(<http://www.ksg.co.kr>)
- [14] 중앙일보 2003. 10. 15
- [15] Gustaaf De Monie, 「Re-evaluating the Economics of Transshipment」, TOC, 2001.
- [16] Shinda T., et al., 「A Fuctional Design and Feasibility Study on the Floating Container Terminal High Efficiency」, Transactions West Japan of Naval Architects, 2002
- [17] Ir Joan Rijsenbrij, 「Impact of Tomorrows ships on Landside Infrastructure」, TOC 2001