

論 文

부산항의 On Dock 운영화에 따른 소요 CY 면적 산정에 대하여*

여 기 태** · 구 자 윤***

Evaluation of the needed CY Area in Pusan Port under the On Dock Operating System

G. T. Yeo · J. Y. Koo

Key Words : 온도크 운영체계(On Dock Operation System), 소요 CY 면적(Needed CY Area), TGS(Twenty Ground Slot), 적 컨테이너(Full Container), 공컨테이너(Empty Container), 환적물동량(Transit cargo volumes), 부산항 컨테이너 화물량(Pusan Container Cargo Volumes), 평균장치단수(Average stacks), 평균장치일수(Average storage period)

Abstract

To develop the port productivity and effectiveness, the introduction of the On Dock Operating System in Pusan Container Terminals has to be considered and the present Off Dock CY be closed step by step.

This work aims to evaluate the needed CY area in Pusan Port under the On Dock Operating System. This researching flow is as follows. Firstly, estimate total sea-borne container cargo volumes in Korea and distribute them to all container terminals according to the past trends and the planned port development. Secondly, estimate the average period and the average tiers stored at On Dock CY in case of On Dock Operating System. Thirdly, caculate the needed CY Area to handle the distributed container cargo volume under the On Dock Operating System.

Finally, the following results are obtained.

- (1) In 1998, opening the Gamman Terminal, 827 thousands cubic meters are insufficient.
- (2) In 2001~2004, the insufficiency of needed CY Area will be maximized and estimated to be 936 thousands cubic meters in 2001.

* 이 논문은 한국컨테이너 부두공단의 연구 지원에 의하여 연구되었음.

** 정희원, 한국해양대학교 항만운송공학과 박사과정

*** 정희원, 한국해기연수원 교수

(3) In 2005~2011, opening the Gaduk Terminal, the insufficiency of needed CY Area will be decreased and estimated to be 240 thousands cubic meters in 2011.

1. 서론

현재 부산항은 수출입 컨테이너 물동량이 지속적으로 증가함에 따른 전용부두의 수용능력부족에 따라 On Dock CY에서 수행해야 할 본선의 하역 및 마샬링기능, 장치 및 보관기능, 잡화 및 분류기능 등의 총체적 기능 부족을 느끼고 있다. 이러한 부족은 부산항 컨테이너 물류체계 비정상화, 운송시간 및 물류비용 증가, 부산시내 교통체증 및 공해 유발 등의 여러 가지 문제를 낳고 있다. 특히, 부산지역에 산재해 있는 ODCY(Off-Dock CY)는 우리나라 컨테이너 수송체계상 On-Dock CY에서 수행하지 못하는 중요한 기능의 상당 부분을 담당함으로써 그 역할의 중요성이 인정되고 있지만, 필요 이상으로 기능이 비대해져 역기능이 노출되고 있는데, 컨테이너 수송체계상 ODCY 경유에 따른 컨테이너 이중조작 및 불필요한 수송시간과 수송비용을 추가적으로 발생시키며, 화주의 물적유통비 부담을 가중시키고, 이것은 곧 수출입 상품의 원가상승으로 이어져 우리나라 상품의 국제경쟁력을 저하시키고 국민경제적 손실을 초래하고 있다.

이러한 문제점 해결을 위하여 On Dock CY체제로의 변환이 필요한데, 이는 현재의 부산항 개발사항 및 가덕 신항만 개발에 따라 여러 가지 필요 구성요소들이 변화할 것으로 전망된다. 전용부두 확보 및 물동량 처리 원활화를 위하여 추진되는 상황을 보면, 98년 1월부터 부산항 감만부두가 개장되며, 99년 1월에는 양산 ICD 운영되고, 산재한 ODCY는 97년말 수영CY 폐쇄를 시작으로 본격화되어 부산항 컨테이너화물 처리여건이 크게 변화될 전망이다. 또한 2005년 가덕 신항만 1차 개발이 완료되면, 부산 북항에서 처리하고 있는 상당부분의 화물량이 이전될 것으로 예상된다. 이러한 여건을 감안할 때 On Dock CY체제로의 전환은 현 보유

인력 및 장비의 최대 활용 및 대선사 서비스 수준 제고를 기할 수 있는 큰 장점을 갖고 있으나, 장치장 면적의 부족, 인력 및 장비 변화, 부두내 Free time 조정 및 하역료 조정문제, 보세운송, 직통관운송 등의 효율 등 개발여건에 따라 변화하는 다양한 구성요소 또한 도출되고 있다.

본 연구에서는 이러한 문제점 중에 부족되는 장치장 면적에 초점을 두어 접근하며, 연구의 범위로서는 1998~2011년까지이며, 물동량 예측은 해양수산개발원이 제시한 장기 물동량예측치를 참조하였다.

2. 부산항의 컨테이너 물동량 예측

2.1 컨테이너 물동량 추정 개요

부산항 컨테이너 터미널을 On Dock 체제로 변환함에 따른 소요 CY 면적을 산출하기 위해서는 각 부두별 물동량을 예측해야 하는데, 본 연구에서는 부산항의 컨테이너 화물의 장기 수요예측을 위해 Fig. 1의 흐름에 따라 물동량을 추정하였다.

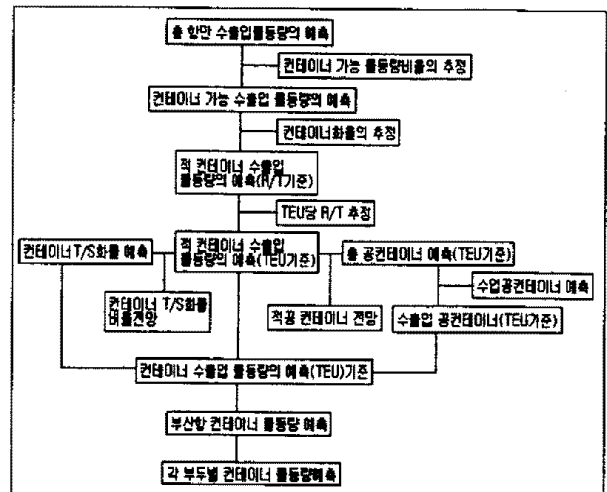


Fig. 1 Flow chart to estimate Pusan container-cargo volumes

2.2 우리나라 컨테이너 수출입 물동량 추정

1) 적컨테이너 수출입물동량 예측

(1) 컨테이너화 가능물동량 예측

컨테이너 가능화물은 유류, 제분공업생산물, 동식물성 생산품, 당류, 화학공업 생산품, 플라스틱 및 고무, 피혁류 및 제품, 방직용 섬유 등 잡화와 비철금속 및 제품, 기계류 및 부품, 차량 및 부품, 항공기 선박부품 등 기계류, 목재, 수산가공품, 선어, 유지류 등이며 양곡, 유류, 유지류, 비료, 시멘트, 광석류 등 일부 품목도 컨테이너화 하고 있는 추세이다.

컨테이너 물동량은 1976년 총 38만TEU이던 것이 연평균 14.7%의 증가세를 보이면서 1996년에는 537만TEU로 늘어나 불과 20년사이에 그 규모가 14배로 커졌으며, 특히 환적 컨테이너 물동량의 경우 중국의 경제활성화로 인한 교역 증대와 일본 등 인접국의 국내항만 이용증대의 결과 1982년에 1만 3천TEU에 불과하던 환적 물동량은 1996년에는 94만TEU에 이르러 연평균 44%라는 기록적인 증가율을 보이고 있다.

한편, 수출 물동량중 컨테이너화 가능물동량의 비율은 1970년대까지는 높은 증가세를 보이다가 1980년대 들어와서는 거의 정체상태를 나타내고 있다. 따라서 우리나라의 수출 컨테이너화 가능화물 비율도 향후 상당기간 동안은 높아지겠으나 장기적으로는 일정한 한계를 갖게 될 것이다.

수출입화물에 대한 컨테이너화율은 컨테이너운송의 진전에 따라 점차 높아지겠으나 장기적으로는 일정 한계를 갖게 될 것이다. 따라서 이와 같은

증가 추세를 반영하여 수출입화물의 컨테이너화율을 Table 1과 같이 추정하였다.

(2) 컨테이너 단위당 화물톤수 및 적 컨테이너 물동량 예측

수출입 컨테이너의 TEU단위당 화물톤수는 적재 기술의 향상과 함께 완만하게 증가해 나갈 것으로 판단된다. 그러나 제한된 용기내에 선적될 수 있는 톤(R/T)수는 일정한 물리적인 한계가 있을 것이다. 따라서 컨테이너 단위당 적재 화물톤수의 예측은 이러한 변화추세가 반영될 수 있도록 고려하였다. 우리나라 컨테이너화물의 TEU당 R/T는 1996년 기준 수입의 경우 17.0톤, 수출의 경우 20.2톤으로 수입화물이 다소 낮게 나타나고 있다. 그러나 그 격차는 다소 감소하는 양상을 보이고 있다.

컨테이너 단위당 화물톤수는 향후 다소 증가할 것으로 예상되는 가운데 일정한 한계에 수렴할 것이라는 전제하에 수출입화물의 TEU 당 화물톤수를 Table 2와 같이 추정하였다.

Table 2 Estimated R/T per TEU in import and export container cargo volumes (unit : RT/TEU)

연도	수입	수출
1994	16.12	20.75
1996	17.00	20.19
2001	16.40	21.22
2006	16.44	21.23
2011	16.46	21.24

(주) 1994, 1996년 수치는 실적치임.

Table 1 Containerized ratio in import and export cargoes and Estimation of container cargo volumes (unit : thousand tons)

연도	수입		수출	
	컨테이너화율	컨테이너가능화물	컨테이너화율	컨테이너가능화물
1994	0.3414	57,188	0.6017	55,178
1996	0.2909	83,846	0.5670	69,691
2001	0.3807	108,906	0.6448	102,880
2006	0.3931	149,000	0.6664	133,225
2011	0.4015	195,217	0.7229	156,818

(주) 1994년, 1996년 수치는 실적치임

또한, 컨테이너 가능화물을 분류하고 추정된 컨테이너화율을 적용하여 컨테이너화물을 산출한 후, 컨테이너 TEU당 톤수 추정치에 의거 화물톤수를 TEU단위로 환산하여 나타낸 것이 Table 3이다.

Table 3 Estimated full container cargo volumes in import and export

연도	구분	컨테이너가능 화물(천R/T)	컨테이너화물 (천R/T)	적컨테이너 (천TEU)
1994	수입	58,738	19,522	1,211
	수출	55,351	33,198	1,599
	계	114,089	52,720	2,810
1996	수입	83,846	24,387	1,435
	수출	69,691	40,348	1,998
	계	153,537	64,735	3,433
2001	수입	108,906	41,456	2,526
	수출	102,880	66,339	3,126
	계	211,786	107,795	5,652
2006	수입	149,000	58,570	3,562
	수출	133,225	88,778	4,183
	계	282,225	147,348	7,745
2011	수입	289,842	121,705	7,346
	수출	208,146	163,540	7,699
	계	497,988	285,245	15,075

(주) 1994, 1996년 수치는 실적치임.

2) 공컨테이너 수출입물동량 예측

공컨테이너 수입 물동량의 경우, 수출된 컨테이너의 회수 차원에서 발생하는 것이며 수출물동량의 경우 수입된 컨테이너의 반출 차원에서 발생하는 것으로 볼 수 있다. 우리나라는 컨테이너 자체를 생산하여 이중 상당량을 외국으로 수출하고 있으나 컨테이너 자체가 수출될 경우에도 대부분 화

물을 적재하여 방출하므로 순수한 공컨테이너의 수송물동량은 많지 않은 것으로 판단된다. 또한 국내 공컨테이너의 생산은 인건비 상승으로 인하여 1위자리를 중국에 내주면서 고전을 하고 있다. 국내 컨테이너 생산추세를 기본으로, 컨테이너의 생산 전망을 일본의 생산감소 추세를 고려하여 단순하게 예측하면 Table 4와 같다.

Table 4 Estimation of the domestic container productivities

연도	1989	1994	2001	2006
생산량 (천TEU)	347	129	53	28

(주) 1989, 1994년 수치는 실적치임.

공 컨테이너 수입, 수출 물동량은 전체 공컨테이너 물동량과 국내 생산전망치를 전제로 하여 수출 수량과 수입수량의 균형을 유지한다는 관점에서 Table 5와 같이 예측하였다.

Table 5 Estimated empty container cargo volumes in import and export

(unit : thousand TEU)

연도	수입	수출	합계
1994	442	188	630
1996	631	193	824
2001	799	255	1,054
2006	994	405	1,399

(주) 1994, 1996년 수치는 실적치임.

위에서 예측한, 적컨테이너 및 공컨테이너 물동량 예측치를 정리하면 Table 6과 같다.

Table 6 Estimated full/empty container cargo volumes in import and export (unit : thousand TEU)

연도	수입			수출			합계		
	적컨테이너	공컨테이너	계	적컨테이너	공컨테이너	계	적컨테이너	공컨테이너	계
1994	1,211	442	1,653	1,599	188	1,787	2,810	630	3,440
1996	1,435	631	2,066	1,998	193	2,191	3,433	824	4,257
2001	2,526	799	3,325	3,126	255	3,381	5,652	1,054	6,706
2006	3,562	994	4,556	4,183	405	4,588	7,745	1,399	9,144
2011	7,336	1,417	8,793	7,699	1,109	8,808	15,075	2,526	17,601

(주) 1994, 1996년 수치는 실적치임.

Table 7 Estimated North-East Asia container cargo volumes in import and export

(unit : thousand TEU)

구	분	1994	2001	2011	연평균증가율(%)	
					1994-2001	2001-2006
한 국	총 물 동 량	3,441	6,708	11,872	10.0	5.9
	역 내	1,608	3,601	7,034	12.2	6.9
	역 외	1,833	1,833	4,838	7.8	4.5
중 국	총 물 동 량	3,295	3,295	25,564	16.9	10.0
	역 내	899	899	11,532	21.2	12.8
	역 외	2,396	2,396	14,032	15.1	8.2
구 소 련	총 물 동 량	166	166	870	7.8	12.0
	역 내	135	135	757	8.6	12.1
	역 외	31	31	113	3.3	11.2
일 본	총 물 동 량	9,761	9,761	22,710	5.9	4.0
	역 내	1,181	1,181	4,526	9.2	7.5
	역 외	8,580	8,580	18,184	5.4	3.9
북 한	총 물 동 량	-	-	200	-	14.9
	역 내	-	-	130	-	15.0
	역 외	-	-	70	-	14.5
합 계	총 물 동 량	16,663	16,663	61,486	9.5	6.9
	역 내	3,823	3,807	23,979	13.9	9.7
	역 외	12,840	12,856	37,237	8.0	5.4

(주) 해운산업연구원, 「21세기 동북아경제권 형성에 대비한 화물운송센터 구축방안」, 1993. Andrew Penfold "Asian Containe Port Supply/Demand and Investment Needs", Seminar paper at Container Expo '95 Singapore, Oct. 1995. 등에 의거 최근의 동향을 반영하여 추정.

3) 환적 컨테이너 물동량 예측

(1) 환적 컨테이너 물동량 추세

환적 컨테이너 물동량은 1985년의 3만5천TEU에서 1996년에는 94만4천TEU로 그 동안 연평균 43.4%씩 급속하게 증가하였으며 특히 1993년과 1994년에는 각각 전년대비 144.9%, 55.5%씩 급격하게 증가하였다. 또한, 우리나라는 항만시설능력의 부족으로 주변국들의 환적수요를 충족시켜 주지 못하고 있는 실정에 있고 향후 항만시설의 확충이 충분히 이루어질 경우 컨테이너 환적물동량의 증가세는 가속화 될 것으로 전망된다.

(2) 동북아 지역의 컨테이너물동량 전망

동북아지역의 수출입 컨테이너물동량은 1994년 기준 총 1,666만TEU에 달하며 그 중에서 역내물동량은 전체 물동량의 약 22.8%에 해당하는 381만

TEU이다. 그러나 향후 역내물동량 증가율이 상대적으로 높게 나타남으로써 2011년에는 전체 물동량 6,100만TEU 중 약 40%에 해당하는 2,400만 TEU가 역내에서 발생할 전망이다.

동북아지역을 중심으로 한 정기선항로는 한, 일 항로, 한, 중항로, 한, 러항로, 일, 중항로, 일, 러항로 등 여객항로와 미주항로, 유럽, 지중해항로 등 역외항로로 구성되어 있다. 그 중에서 한국에서 환적가능한 컨테이너화물은 주로 북미항로, 유럽, 지중해 항로 등의 화물이 될 것이다.

중국의 북미, 유럽, 지중해 항로 물동량은 미국과 유럽의 저성장에서 불구하고 중국의 높은 경제 성장과 급격한 경제교류의 증가로 물동량이 크게 증가하고 있다. 그리고 해상운송의 컨테이너화 진전도 물동량 증가에 가세하고 있다. 앞으로도 이러

Table 8 Estimated transit cargo volumes in Korea (Arrival volumes)

(unit : thousand TEU)

구	분	1994	2001	2011	연평균증가율(%)	
					1994-2001	2001-2011
중 국	북 미	123	569	1,381	24.5	9.3
	유럽, 지중해	36	67	187	9.3	10.8
	소 계	159	636	1,568	21.9	9.4
러시아	북 미	2	6	25	14.7	15.3
	유럽, 지중해	1	2	4	9.1	7.2
	소 계	3	8	29	13.0	13.7
일 본	북 미	96	167	324	8.2	7.1
	유럽, 지중해	41	53	103	3.7	6.1
	소 계	137	220	427	7.0	6.2
북 한	북 미	0	4	9	-	8.4
	유럽, 지중해	0	2	5	-	9.6
	소 계	0	6	14	-	8.8
계	북 미	221	746	1,739	19.0	8.8
	유럽, 지중해	76	124	299	7.2	9.2
	소 계	297	870	2,038	16.6	8.9

(주) 국별 항로별 유치가능한 환적화물의 비율은 다음과 같이 적용하였음.

- 1) 중국/북미 : 2011년 15%, 2011년 이후 20%
중국/유럽, 지중해 : 2011년 3%, 2011년 이후 5%
- 2) 러시아/북미, 러시아/유럽, 지중해 : 50%
- 3) 일본/북미 : 2011년 5%, 2011년 이후 7%
일본/유럽, 지중해 2001년 5%, 2011년 이후 7%
- 4) 북한/북미, 북한/유럽, 지중해 : 70%

한 물동량 증가요인은 계속 작용할 것이므로 중국의 양대항로 물동량은 2011년까지 각각 연평균 15.4% 및 13.2%의 증가추세가 예상된다.

(3) 환적 컨테이너 물동량 예측

중국의 경우 컨테이너 항만시설의 부족현상이 상당기간 지속됨으로써 역외 컨테이너 수출입화물에 대하여는 우리나라를 비롯하여 일본, 대만 등지의 중심항만(hub port)에서 대부분 환적 수송될 전망이다.

특히 중국, 북미항로 화물의 경우 우리나라는 지리적 여건상 유리한 위치를 점하고 있어 환적 물동량이 유치 가능성이 높은 것으로 판단된다. 중국/북미 항로 컨테이너화물 중 우리나라에서 유치 가

능한 화물의 비율은 2001년 15%로 예상하였는데, 우리나라 컨테이너 항만의 시설이 대폭 확충됨에 따라 물동량 유치비율이 점차 높아질 것이기 때문이다.

중국/유럽, 지중해 항로의 경우 우리나라는 지리적 여건상 홍콩, 대만 등에 비하여 불리한 위치에 있어 유치 가능한 환적 컨테이너 물동량은 2011년 3%로 가정하였다.

구소련의 경우 북미 또는 유럽, 지중해 항로 화물의 약 50%를 우리나라에서 환적하게 될 것으로 보았는 바, 경쟁국인 일본의 주요 컨테이너 항만과 거리 및 비용 여건을 고려할 때 충분한 경쟁력을 확보할 수 있을 것으로 판단되기 때문이다.

일본의 경우에 있어서, 시해안 주요 항만과 큐슈에서 발생하는 불동량이 우리나라에서 환적될 전망이다. 이들 화물의 국내 항만 환적비율은 2011년 5%, 2003년 6%에 이를 전망이다.

마지막으로 북한의 경우 국내 환적비율은 70%에 이를 것으로 예상되는데, 이는 2000년대에는 대북관계가 획기적으로 개선되어 긴밀한 협조체제가 이루어질 것을 전제로 한 것이다.

4) 컨테이너 외항 물동량 예측

Table 9는 이제까지 예측한 수출, 수입 및 환적 화물 물동량을 종합적으로 정리한 것이다. 우리나라 수출입 및 환적 컨테이너 외항 물동량은 1996년 520만TEU에서 2001년에는 845만TEU, 2006년에는 1,181만TEU, 2011년에는 1,594만TEU로 각각 증가할 전망이다.

Table 9 Estimated ocean-going container cargo volumes (unit : thousand TEU)

구분	1994	1996	2001	2006	2011	
수출입	수입	1,653	2,068	3,325	4,556	5,927
	수출	1,787	2,192	3,381	4,588	5,941
	소계	3,440	4,457	6,706	9,144	11,868
환적	594	943	1,740	2,663	4,076	
총계	4,034	5,203	8,446	11,807	15,944	

(주) 1994, 1996년의 수치는 실적치임.

2.3 부산항의 컨테이너 물동량 추정

1) 부산항 컨테이너 물동량 처리실적 및 전망

1992년에서 1996년까지 부산항의 컨테이너 처리 실적은 Table 10과 같다.

Table 9와 같이 예측된 우리나라 항만의 외항물동량을 수출입 컨테이너 화물의 경우 컨테이너 모선에 의한 수송량은 항만개발계획을 고려하여 부산항과 광양항에 배분하고, 중소형 컨테이너(피더선 포함)에 의한 수송량은 부산/광양항을 비롯

Table 10 Container cargo volumes handled at each Terminal in Pusan

(unit : thousand TEU)

구분	1992	1993	1994	1995	1996	
부산항 전체	총계	2,751	3,071	3,826	4,502	4,761
	소계	2,595	2,808	3,231	3,643	3,819
	수입	1,131	1,275	1,537	1,750	1,838
	수출	1,464	1,533	1,694	1,893	1,981
	T/S	156	263	595	859	941
자성대	총계	1,108	1,124	1,331	1,539	1,660
	소계	1,040	1,069	1,161	1,267	1,377
	수입	453	462	524	611	669
	수출	587	607	637	656	708
	T/S	68	55	170	272	283
신선대	총계	746	1,007	1,162	1,262	1,326
	소계	694	873	992	1,076	1,108
	수입	314	416	510	534	543
	수출	380	457	482	542	565
	T/S	52	134	170	186	218
일반부두	총계	897	940	1,333	1,701	1,775
	소계	864	866	1,078	1,300	1,334
	수입	364	397	503	605	626
	수출	497	469	575	695	708
	T/S	36	74	255	401	441

(주) 1. 자료 : 해양수산부, 「컨테이너화물 유통추이 분석」, 각년호.

2. T/S 물량은 (입항기준 × 2) 물량임.

하여 인천, 아산, 군장, 목포, 마산, 울산, 포항 및 대산항에 배분한 결과 부산항의 컨테이너 물동량은 Table. 11과 같이 추정된다.

2) 부산항의 컨테이너 전용부두별 물동량 전망

부산항의 컨테이너 전용부두는 지역별로 신선대구역, 감만구역, 우암구역, 자성대-일반구역, 감천구역 및 가덕구역인 총 6개 권역으로 나눌 수 있으나, 본 연구는 부산 북항내의 On Dock CY의 소요 규모를 산정할 목적이므로 감천구역과 가덕구역을 제외한 4개 북항 구역 및 감천구역까지 포함된 5개 부산항 구역에 대한 소요 On Dock CY 규모를 구

Table 11 Estimated container cargo volumes in Pusan container terminals (unit : thousand TEU)

구분	1994	1996	1998	1999	2001	2005	2006	2011	
부산항	수입	1,537	1,838	1,919	1,978	2,026	2,226	2,261	2,582
	수출	1,694	1,980	2,049	2,106	2,137	2,387	2,542	2,772
	환적	594	941	1,107	1,207	1,375	1,823	1,813	2,421
	소계	3,825	4,759	5,075	5,291	5,538	6,436	6,616	7,775
	연안	46	84	210	260	587	614	664	902
	계	3,871	4,843	5,285	5,551	6,125	7,050	7,280	8,677

- (주) 1. 자료 : 자성대부두 기능시설(건축물) 기본계획 최종보고서(초안), 해운산업연구원, PP. 39, 1997.4
2. 1994, 1996년 수치는 실적치임.

Table 12 Estimated container cargo volumes in Pusan container terminals (unit: thousand TEU)

년도	신설대부두	감만구역		우암부두	자성-일반		감천부두	가덕 신항만	부산항 전체
		감만부두	감만부두 확장구역		자성대 부두	일반부두			
1996	1,326	-	-	22	1,660	1,753	-	-	4,761
1998	1,266	1,080	-	262	1,096	1,303	278	-	5,285
1999	1,340	1,154	-	278	1,158	1,325	295	-	5,551
2001	1,377	1,296	432	296	1,165	1,244	314	-	6,125
2005	1,280	1,200	480	356	1,000	768	365	1,601	7,050
2006	1,322	1,239	496	368	1,033	732	377	1,713	7,280
2011	1,167	1,093	437	325	911	360	333	4,051	8,677

- (주) 1. 자료 : 자성대부두 기능시설(건축물) 기본계획 최종보고서(초안), 해운산업연구원, PP. 41, 1997.4.
2. 신설부두 초년도물량 90%, 일반부두에서의 전배율 30%를 기준으로 함.
3. 신설부두의 개장시기는 감만부두(1998), 감만부두 확장구역(2001), 가덕 신항만(1단계 2005, 2단계 2011)로 각각 기준함.
4. 가덕 신항만 물동량을 제1단계 완공인 2005년부터 고려하였으며, 신설 초년도물량은 장기 공사계획 이므로 80%로 가정함.

하고자 한다.

부두별 물동량의 배분은 기본적으로 신설되는 부두에 어느 정도의 물량이 전배될 것인가에 달려 있는만큼 신설부두의 초년도물량, 일반부두로부터의 전배물량을 고려하여야 한다. 즉, 신설부두에서 처리될 초년도물량을 작게 적용할수록, 그리고 일반부두로부터의 전배물량을 크게 할수록 기존의 전용부두 처리물동량은 크게 예측되며, 본 연구의 목적은 물동량을 처리할 수 있는 On Dock CY의 소요를 산출할 목적인 만큼 기존 전용부두 처리 물

동량이 낙관적으로 계산되도록 고려하는 것이 바람직하다. 본 연구에서는 신설부두의 경우 초년도 물량의 90%를 처리하는 것으로 가정하였고, 일반부두에서의 전배율은 30%로 가정하여 각 부두별 물동량을 산출하였다.

전용부두 물동량 산출은 감만부두가 개장되는 1998년, 양산 ICD가 개장되는 1999년, 감만부두 확장구역이 개장되는 2001년, 가덕신항의 제1단계가 개장되는 2005년과 2006년, 가덕신항의 제2단계가 개장되는 2011년을 기준으로 그 추정량을 산출한다.

Table 13 Estimated import, export and transit container cargo volumes per Pusan areas

(unit : thousand TEU)

구역	부두	구분	1998	1999	2001	2005	2006	2011
신선대 구역	신선대 부두	수입	479	501	504	443	452	387
		수출	512	533	532	475	508	417
		환적	275	306	341	362	362	363
		계	1,266	1,340	1,377	1,280	1,322	1,167
감만구역	감만부두	수입	408	432	474	415	424	363
		수출	436	459	500	445	476	390
		환적	236	263	322	340	339	340
		계	1,080	1,154	1,296	1,200	1,239	1,093
	감만부두 확장구역	수입	-	-	158	166	170	145
		수출	-	-	167	178	191	156
		환적	-	-	107	136	136	136
		계	-	-	432	480	496	437
우암구역	우암부두	수입	99	104	108	123	126	108
		수출	106	111	114	132	141	116
		환적	57	63	74	101	101	101
		계	262	278	296	356	368	325
자성-일 반 구역	자성대 부두	수입	414	433	426	346	354	303
		수출	442	461	450	371	397	325
		환적	240	264	289	283	282	283
		계	1,096	1,158	1,165	1,000	1,033	911
	일반부두	수입	493	496	455	266	250	120
		수출	526	527	480	285	281	129
		환적	284	302	309	217	201	111
		계	1,303	1,325	1,244	768	732	360

(주) 감천구역과 가덕구역은 북항외이므로 분석에서 제외함.

Table 14 Full, empty container ratio in import and export

(unit : thousand TEU,%)

구분		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2011
수출	적	2,388	2,612	2,857	3,125	3,297	3,478	3,669	3,871	4,184	5,344
	점유율	91.3	91.7	92.1	92.4	92.2	92.0	91.7	91.4	91.2	89.8
	공	227	236	246	256	279	304	332	362	404	607
	점유율	8.7	8.3	7.9	7.6	7.8	8.0	8.3	8.6	8.8	10.2
	소계	2,615	2,848	3,103	3,381	3,576	3,782	4,001	4,233	4,588	5,941
수입	적	1,882	2,076	2,289	2,523	2,690	2,867	3,054	3,254	3,563	4,760
	점유율	74.6	75.0	75.5	75.9	76.4	76.8	77.3	77.7	78.2	80.3
	공	641	691	744	802	833	865	898	932	993	1,167
	점유율	25.4	25.0	24.5	24.1	23.6	23.2	22.7	22.3	21.8	9.7
	소계	2,524	2,767	3,034	3,325	3,523	3,731	3,952	4,186	4,556	5,927
합계	점유율	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
합계		5,139	5,615	6,137	6,706	7,099	7,514	7,953	8,419	9,144	11,868

(주) 해운산업연구원, 「신항만개발 투자우선순위 평가」, 1996. 7에 의거 재작성

Table 15 Estimated container cargo volumes according to full, empty container ratio per Pusan areas

(unit : thousand TEU)

구역	부두	구분	1998	1999	2001	2005	2006	2011
신선대역	신선대부	수출 적공	468	489	492	434	463	375
		소계	44	44	40	41	45	42
		수입 적공	357	376	383	344	354	311
		소계	122	125	121	99	98	76
감만구역	감만부두	수출 적공	398	421	462	406	434	450
		소계	38	38	38	39	42	40
		수입 적공	304	324	360	323	332	292
		소계	104	108	114	92	92	71
	감만부두 확장구역	수출 적공	-	-	154	163	174	140
		소계	-	-	13	15	17	16
		수입 적공	-	-	120	129	133	116
		소계	-	-	38	37	37	29
우암구역	우암부두	수출 적공	97	102	105	121	129	104
		소계	9	9	9	11	12	12
		수입 적공	74	78	82	96	99	87
		소계	25	26	26	27	27	21
자성-일반구	자성대부	수출 적공	404	423	416	339	339	292
		소계	38	38	34	32	58	33
		수입 적공	309	325	323	269	277	243
		소계	105	108	103	77	77	60
	일반부두	수출 적공	480	483	444	261	256	116
		소계	46	44	36	24	25	13
		수입 적공	368	372	345	207	196	96
		소계	125	124	110	59	54	24
소계	493	496	455	266	250	120		

(주) 감천구역과 가덕구역은 북항외이므로 분석에서 제외함.

3) 부산항의 각 영역별 수입, 수출, 환적 물동량 추정
앞서 추정된 영역별 물동량을 Table 11의 전국 컨테이너 물동량 처리실적 및 전망에서 보인 결과치의 비율로써 수입, 수출 및 환적 물량으로 배분하면 Table 13과 같다.

위에서 추정한 수출, 수입별 컨테이너 물량을 근거로 각 부두별 컨테이너 장치장 소요면적을 파악하기 위해서는 먼저 적컨테이너 및 공컨테이너 화물량을 추정해야 한다. 이를 위해서 Table 14의 우리나라 수출입 적공비율을 참조했다.

Table 16 Estimated average storage period under the On Dock Operating System

구 분		기존 터미널		ODCY	On Dock CY 운영시 평균 장치기간 추정(채택치)
		신선대부두	자성대부두		
수 출	보세 운송(14%)	2.1	2.7	-	7.345 (7.4일)
	ODCY 경유(86%)		2.2	5 ~ 7	
수 입	보세 운송(14%)	4.5	3.4	-	11.045 (11.1일)
	ODCY 경유(86%)		2.9	7 ~ 10	
환 적	동일 부두(1996년 7-12월)	2.8	3.1	-	3.15 (4.0일)
	타 부두(1994년)	3.6			

(주) 자료: PECT(1994, 1996), BCTOC(1996), KCTA 조사자료(1995)

Table 14의 우리나라 수출입 컨테이너의 적/공 비율 및 Table 13의 부두별 예상물동량을 근거로 하여 각 부두별 적/공 컨테이너 물량을 아래와 같이 산정하였다.

3. On Dock CY 운영체제시 부산항 소요 CY면적 산정

3.1 평균 장치기간 및 평균 적재단수 추정

1) 평균 장치기간 추정

신선대부두의 1996년 1월~6월간 컨테이너 평균 장치기간 조사에서 수출 2.1일, 수입 4.5일이었고, 자성대부두의 경우는 보세운송 수출이 2.7일, ODCY 수출이 2.2일, 보세운송 수입이 3.4일, ODCY 수입이 2.9일 각각 소요되었다.

한편, ODCY에서 수출 컨테이너화물일 경우 장치일수는 5~7일(최저 2일, 최고 10일)이 대부분이며, 장치사유는 선박입항일정을 맞추기 위한 CY에 컨테이너를 사전 반입하는 것과, 화주 공장 협소로 CY에 컨테이너 조기 반입하는 경우가 있다.

'95년 장치실적은 1,637천TEU이었고, 부산지역 ODCY에서 장치한 후 부두로 이송된 컨테이너가 1,267천TEU, 부산지역 ODCY/CFS에서 화물을 적입한 후 부두로 이송된 컨테이너는 197천TEU, 부산지역 ODCY에서 장치한 후 부두로 이송된 공컨테이너는 173천TEU였다.

또한, ODCY에서 수입 컨테이너화물일 경우 장치일수는 7~10일(최저 5일, 최고 20일)였고, 장치사유

는 화주창고 부족 또는 화물작업 여건 미비등 화주 사정으로 인한 컨테이너 인수 지연이 대부분이었다.

1995년 장치실적은 1,495천TEU였으며, 부산지역 ODCY에서 장치한 후 화주문전으로 수송된 컨테이너가 971천TEU, 부산지역 ODCY/CFS에서 화물을 인출한 컨테이너가 130천TEU, 부산지역 ODCY에서 장치한 후 화주문전으로 수송된 공컨테이너가 394천TEU였다.

환적 컨테이너의 경우 신선대부두의 평균 장치일수가 동일부두시 2.8일, 타부두시 3.6일, 자성대부두의 평균 장치일수가 3.1일로서 평균 3.2일로 조사되었으나, 타 부두로부터의 환적화물의 15일 이상의 장기 악성체제화물이 0.8%에 달하므로 각 터미널의 실무 담당자의 의견을 참작하여 본 연구의 환적화물 평균 장치일수는 4일로 가정하여 소요 CY의 규모를 산정한다.

ODCY의 경우에서 볼 수 있듯이 각 부두별 CY가 On Dock기능을 수행하게 되려면, 컨테이너의 CY 장치기간이 현재보다 길어져야 될 것으로 추측된다. 양산 ICD 용역보고서, 현행 터미널 관계자와 ODCY 업체에 대한 설문, 신선대부두와 자성대부두의 현행 평균 장치기간 등 유사자료의 내용을 고려하여 향후 각 부두별 CY내 평균 장치기간은 수출 컨테이너 7.4일, 수입 컨테이너 11.1일, 환적 컨테이너 4일로 추정하였다.

2) 평균 적재단수 추정

On Dock CY 체제가 도입될 경우 대체로 T/C 장비에 의한 운영이 실현될 것이므로 수출입 적 컨

테이너와 환적 컨테이너의 최대 적재단수는 Re-handling을 고려하여 3.5단이 되며, 여기에 Broken Space와 Pre-assign의 경험치를 분리계수로 잡아 평균 적재단수를 결정할 수 있다.

Table 17 Estimated average tiers under the On Dock Operating System

컨테이너 종류	최대 적재단수	분리계수	평균 적재단수
수출 적	3.5단	1.40	2.5단
수입 적	3.5단	1.25	2.8단
공	3단	1.25	2.4단
환 적	3.5단	1.25	2.8단

한편, 공 컨테이너의 경우는 통상 터미널에서 컨테이너 장치장소가 정방형의 형태는 적컨테이너 장치장으로 사용하고 공 컨테이너 장치장소는 정

방형이 아닌 경우가 많으며, 이 때 T/C보다는 F/L를 주로 사용하므로 최대 3단적을 하게 된다. 따라서 여기에 Broken Space와 Pre-assign의 경험치를 분리계수로 잡아 평균 적재단수를 결정할 수 있다.

따라서 On Dock CY 체제하에서의 컨테이너 화물종류별 평균 단적수를 Table 17과 같이 추정하였다.

3.2 On Dock CY 운영체제에 따른 소요 CY면적

1) 영역별 소요 TGS

각 영역의 부두별 수출 적, 수입 적, 수출 공, 수입 공, 환적 컨테이너별 물량을 처리하는데 소요되는 TGS는 다음 식을 이용하여 구할 수 있으며, 그 결과 소요 TGS 개수는 Table 18 ~ Table 21과 같다.

$$\text{소요 TGS} = \frac{\text{물동량} \times \text{평균장치일수} \times \text{피크계수}(1.3) \times \text{분리계수}}{\text{최대장치단수} \times 365\text{일}}$$

Table 18 Estimated TGS required in Sinsundae Area

구	분	수출 적	수입 적	수출 공	수입 공	환 적	계
신선대 부두	1998	4,934	5,041	483	2,010	1,399	13,867
	1999	5,155	5,309	483	2,059	1,557	14,563
	2001	5,187	5,408	439	1,993	1,735	14,762
	2005	4,575	4,857	450	1,631	1,842	13,355
	2006	4,881	4,998	494	1,614	1,842	13,829
	2011	3,953	4,391	461	1,252	1,847	11,904

Table 19 Estimated TGS required in Gamman Area

구	분	수출 적	수입 적	수출 공	수입 공	환 적	계
감만부두	1998	4,196	4,292	417	1,713	1,200	11,818
	1999	4,438	4,575	417	1,779	1,338	12,547
	2001	4,871	5,083	417	1,878	1,638	13,887
	2005	4,280	4,561	428	1,516	1,730	12,515
	2006	4,575	4,688	461	1,516	1,725	12,965
	2011	4,744	4,123	439	1,170	1,730	12,206
감만부두 확장구역	1998	-	-	-	-	-	-
	1999	-	-	-	-	-	-
	2001	1,624	1,694	143	626	554	4,641
	2005	1,718	1,821	165	610	692	5,006
	2006	1,834	1,878	187	610	692	5,201
	2011	1,476	1,638	176	478	692	4,460

Table 20 Estimated TGS required in Uam Area

구	분	수출 적	수입 적	수출 공	수입 공	환 적	계
우 암 부 두	1998	1,023	1,045	99	412	290	2,869
	1999	1,075	1,101	99	428	321	3,024
	2001	1,107	1,158	99	428	377	3,169
	2005	1,278	1,356	121	445	514	3,714
	2006	1,360	1,398	132	445	514	3,849
	2011	1,096	1,228	132	346	514	3,316

Table 21 Estimated TGS required in Jasungdae-General Area

구	분	수출 적	수입 적	수출 공	수입 공	환 적	계
자성대 부 두	1998	4,259	4,363	417	1,730	1,221	11,990
	1999	4,460	4,589	417	1,779	1,343	12,588
	2001	4,386	4,561	373	1,697	1,471	12,488
	2005	3,574	3,798	351	1,268	1,440	10,431
	2006	3,574	3,911	637	1,268	1,435	10,825
	2011	3,078	3,431	362	998	1,440	9,309
일반부두	1998	5,060	5,196	505	2,059	1,445	14,265
	1999	5,092	5,252	483	2,043	1,537	14,407
	2001	4,681	4,871	395	1,812	1,572	13,331
	2005	2,756	2,923	264	972	1,104	8,019
	2006	2,699	2,767	275	890	1,193	7,824
	2011	1,223	1,356	143	395	565	3,682

2) 부산항 종합개선대책 미추진시의 영역별 TGS 확보수

부산항 종합개선대책 미추진시의 부두별 TGS수 및 기확보 CY 평수는 다음과 같은 근거에서 산출된다.

신선대부두의 경우 1997년말경 50,000톤급 1개 선석이 늘어나나 배후 CY 조성은 없으므로, 1998년 기준으로 CY 규모 138천평의 10,723TGS를 확보한다.

감만부두의 경우 1998년 1월부터 50,000톤급 4개 선석으로 개장 운영할 예정이며, 1998년 기준으로 CY 규모 102천평의 10,128TGS를 확보한다. 한편 감만부두 확장구역은 2001년부터 50,000톤급 2선석,

5,000톤급 1선석으로 개장운영할 예정이며, 2001년 기준으로 CY 규모 81천평의 4,100TGS를 확보한다.

우암부두의 경우 현재 20,000톤급 1개 선석과 5,000톤급 2개선석이 운영중이며, 현재 CY 규모 33천평의 1,644TGS를 확보하고 있으며, 2000년 1월에 세그먼트 제작장의 15천평을 CY로 조성하여 648TGS 규모로 운영할 계획이다.

자성대부두의 경우 현재 120천평의 CY 규모로 9,982TGS를 확보하여 운영하고 있다.

일반부두의 경우는 20천평의 CY 규모를 TGS당 40m2를 사용하여 TGS를 환산하면 1,652TGS로 계산된다.

Table 22 Planned TGS per Pusan container terminals (unit: TGS, thousand pyong)

구		역	1998	1999	2001	2005	2006	2011
신선대 구역	신 선 대 부 두	TGS	10,723	10,723	10,723	10,723	10,723	10,723
		면 적	138	138	138	138	138	138
감만 구역	감만부두	TGS	10,128	10,128	10,128	10,128	10,128	10,128
		면 적	102	102	102	102	102	102
	확장구역	TGS	-	-	4,100	4,100	4,100	4,100
		면 적	-	-	81	81	81	81
우암 구역	우암부두	TGS	1,644	1,644	2,292	2,292	2,292	2,292
		면 적	33	33	48	48	48	48
자성-일반 구 역	자 성 대 부 두	TGS	9,982	9,982	9,982	9,982	9,982	9,982
		면 적	120	120	120	120	120	120
	일반부두	TGS	1,652	1,652	1,652	1,652	1,652	1,652
		면 적	20	20	20	20	20	20
북항 소계		TGS	34,129	34,129	38,877	38,877	38,877	38,877
		면 적	413	413	509	509	509	509
감천구역	감천부두	TGS	2,254	2,254	2,254	2,254	2,254	2,254
		면 적	23	23	23	23	23	23
부산항 총계 (가덕신항 제외)		TGS	36,383	36,383	41,131	41,131	41,131	41,131
		면 적	436	436	532	532	532	532

따라서, 부산항 종합개선대책 미추진시의 부두별 TGS수 및 기확보 CY 평수는 Table 22와 같이 정리된다.

3) 부산항 종합개선대책 미추진시의 영역별 추가 소요 CY면적

부두별 과부족 TGS갯수를 기준으로 연도별로 소요면적을 계산하면 Table 28과 같다. 이 Table. 23에 의하면 부산 북항의 경우 감만부두가 개장하는 1998년에는 250천평, 양산 ICD가 개장하는 1999년에는 278천평, 감만부두 확장구역이 개장하는 2001년에는 283천평, 가덕 신항 1차구역이 개장하는 2005년에는 171천평, 2006년에는 189천평, 가덕 신항 2차구역이 개장하는 2011년에는 73천평이 각각 부족한 것으로 평가되었다.

4. 결 론

부산항의 동북아 지역 Hub-port로 발전을 위한 On Dock CY 운영체제로의 전환의 필요성에 따라, 부산항에서는 부산시내에 산재해 있는 컨테이너

외곽장치장의 폐쇄를 계획하고 있고, 이에따라 선측 하역능력 비해 CY능력이 심각하게 부족한 현상이 나타날 것으로 예측된다.

본 연구에서는 부산항 컨테이너 물량을 원만히 처리할 수 있는 부두별 소요 CY면적 산출하고, 현재 확보CY와 비교를 통해 과부족을 산정하였다. 방법론적으로는 예측된 부산항의 컨테이너 물동량을 전용부두 권역별로 나누어서 고려하였는데, 신선대구역, 감만구역, 우암구역, 자성대-일반구역, 감천구역 및 가덕구역인 총 6개 권역으로 컨테이너 전용터미널권으로 분할하였고, 부산 북항내의 On Dock CY의 소요규모를 산정하기 위하여 감천구역과 가덕구역을 제외한 4개 북항 구역 및 감천구역을 연구의 대상으로 하였다. 각 영역의 부두별 수출 적, 수입 적, 수출 공, 수입 공, 환적 컨테이너 별 물량을 처리하는데 소요되는 면적(TGS)은 제시된 모델식을 사용하였으며, 투입자료인 장치일수는 양산 ICD 용역보고서, 현행 터미널 관계자와 ODCY 업체에 대한 설문, 신선대부두와 자성대부두의 현행 평균 장치기간 등 유사자료의 내용을 고려하여 향후 각 부두별 CY내 평균 장치기간으로

Table 23 The insufficiency of needed TGS per Pusan container terminals

(unit: TGS, thousand pyong)

구	역	1998	1999	2001	2005	2006	2011	
신선대 구역	신선대 부두	소요 TGS	13,867	14,563	14,762	13,355	13,829	11,904
		확보 TGS	10,723	10,723	10,723	10,723	10,723	10,723
	과부족 TGS (과부족 면적: 천평)		-3,144 (-38)	-3,840 (-46)	-4,039 (-49)	-2,632 (-32)	-3,106 (-38)	-1,181 (-14)
감만 구역	감만부두	소요 TGS	11,818	12,547	13,887	12,515	12,965	12,206
		확보 TGS	10,128	10,128	10,128	10,128	10,128	10,128
	감만부두 확장구역	소요 TGS	-	-	4,641	5,006	5,201	4,460
		확보 TGS	-	-	4,100	4,100	4,100	4,100
과부족 TGS (과부족 면적: 천평)		-1,690 (-20)	-2,419 (-29)	-4,300 (-52)	-3,293 (-40)	-3,938 (-48)	-2,438 (-30)	
우암 구역	우암부두	소요 TGS	2,869	3,024	3,169	3,714	3,849	3,316
		확보 TGS	1,644	1,644	2,292	2,292	2,292	2,292
	과부족 TGS (과부족 면적: 천평)		-1,225 (-15)	-1,380 (-17)	-877 (-11)	-1,422 (-17)	-1,557 (-19)	-1,024 (-12)
자성-일반 구역	자성대 부두	소요 TGS	11,990	12,588	12,488	10,431	10,825	9,309
		확보 TGS	9,982	9,982	9,982	9,982	9,982	9,982
	일반부두	소요 TGS	14,265	14,407	13,331	8,019	7,824	3,682
		확보 TGS	1,652	1,652	1,652	1,652	1,652	1,652
과부족 TGS (과부족 면적: 천평)		-14,621 (-177)	-15,361 (-186)	-14,185 (-172)	-6,816 (-82)	-7,015 (-85)	-1,357 (-16)	
북항 CY 총 과부족 TGS (북항 CY 총 과부족 면적: 천평)		-20,680 (-250)	-23,000 (-278)	-23,401 (-283)	-14,163 (-171)	-15,616 (-189)	-6,000 (-73)	
감천 구역	감천부두	소요 TGS	3,041	3,201	3,366	3,803	3,946	3,403
		확보 TGS	2,254	2,254	2,254	2,254	2,254	2,254
	과부족 TGS (과부족 면적: 천평)		-787 (-10)	-947 (-11)	-1,112 (-13)	-1,549 (-19)	-1,692 (-20)	-1,149 (-14)
부산항 CY 총 과부족 TGS (부산항 CY 총 과부족 면적: 천평)		-21,467 (-260)	-23,947 (-290)	-24,513 (-297)	-15,712 (-190)	-17,308 (-209)	-7,149 (-87)	

수출 컨테이너 7.4일, 수입 컨테이너 11.1일, 환적 컨테이너 4일로 각각 가정하였으며, 평균적재단수는 최대 적재단수로부터 Broken Space와 Pre-assign의 경험치를 분리계수로 잡아 평균 적재단수를 결정하였다. 연구결과, 부두별 과부족 TGS갯수를 기준으로 연도별로 소요면적을 계산하면 부산 북항의 경우 감만부두가 개장하는 1998년에는 250천평, 양산 ICD가 개장하는 1999년에는

278천평, 감만부두 확장구역이 개장하는 2001년에는 283천평, 가덕 신항 1차구역이 개장하는 2005년에는 171천평, 2006년에는 189천평, 가덕 신항 2차구역이 개장하는 2011년에는 73천평이 부족한 결과를 얻었으며, 이를 근거로 한 항만운영효율화를 위한 부산항의 종합개선대책이 시급한 과제로 평가되었다.

참고문헌

- 1) 大西正和, 需要豫測と コンピュータ プログラム,
日刊工業新聞社, pp. 120-135, 1984
- 2) 김덕영, 계량통계학, 인간사랑, pp. 171-259,
1983
- 3) 해운산업연구원, 자성대부두 기능시설(건축물)
기본계획 최종보고서, 1997.4
- 4) 해양수산부, 신항만개발 투자우선순위 최종보고
서, 1996.7
- 5) 해양수산부, 가덕신항만개발 기본계획용역보고
서, 1996.12
- 6) (주)양산아이시디, 내륙 컨테이너 기지조성 기
본 및 실시설계 보고서(운영편), 1993.12