

컨테이너터미널 리모델링 기술검토 : 부산항 사례

최용석* · 김우선** · 하태영***

*순천대학교 경영통상학부, **한국해양수산개발원 항만연구본부, ***한국해양수산개발원 항만연구본부

A Technical Review of Container Terminal Remodeling : the Case of Busan Port

Yong-Seok Choi* · Woo-Seon Kim** · Tae-Young Ha***

*Major of Logistics, Suncheon National University, Suncheon 540-742, Korea
,*Port Research Department, Korea Maritime Institute, Seoul 137-851, Korea

요 약 : 부산신항만의 개장과 함께 상하이항의 급속한 성장과 센젠항의 서비스와 생산성 신장뿐만 아니라 더욱 활동적인 광양항 등 한국의 항만은 국내외적으로 많은 변화에 직면하고 있다. 새로운 항만에 비교해서 부산항의 컨테이너 터미널들은 오래된 장비와 시설물을 보유하고 있으므로 서비스 수준과 경쟁력을 유지하기 위해 생산성 향상을 위한 리모델링에 착수할 필요성이 있다. 리모델링 활동은 게이트, 안벽, 야드, IT시스템 등에 대한 새로운 기술의 개발과 적용에 의해 지속적으로 시도되어야 한다. 영역별 대안들에 대한 기술적 검토를 위하여 설문조사와 면담조사를 하였으며, 리모델링 우선순위, 기술적용 기간, 적용 방향 등을 통해서 컨테이너터미널의 리모델링 활용계획을 설정하였다.

핵심용어 : 부산항, 컨테이너터미널, 리모델링, 생산성, 기술대안, 설문조사

Abstract : Many changes lie ahead for Korea both domestically and internationally including opening of Busan New Port, more active Gwangyang Port as well as rapid growth of Shanghai Port and enhanced services and productivity at Shenzhen Port. Compared to newer ports, container terminals in Busan Port possesses old equipment and facilities. Therefore, in order for Busan Port to maintain its service level and remain competitive, it needs to undergo remodeling to enhance productivity. Remodeling activities should be implemented on a continual basis by developing and applying new technologies such as those for gate system, berth system, yard system, and IT system. In order to review the alternatives, we performed questionnaire survey and interview. From the result of analysis, we designed the application plan based on priority in remodeling, period of technology application, and direction for application.

Key words : Busan port, Container terminal, Remodeling, Productivity, Technology alternative, Questionnaire

1. 서 론

한국의 컨테이너터미널은 안벽크레인의 시간당 생산성이 평균 24.7개로 아시아 경쟁항만인 홍콩과 싱가포르에 비해서 낮으며, 새로 개발된 부산신항보다 생산성 수준이 낮을 전망이다. 이는 부산신항이 신규항만으로서의 최신 하역시스템이 가지는 상대적으로 높은 생산성으로 인해 기존 부산항을 위주로 한 컨테이너터미널들의 경쟁력 확보가 필요하며, 이를 위한 리모델링 방안이 수립될 필요성이 있다.

부산·광양항 경쟁력강화위원회의 계획에 따르면 부산항 일반부두의 재개발과 관련해 공용부두로 운영 중인 1·2부두는 2008년 초, 중앙부두는 2010년 초에 재개발에 들어가고 3·4부두는 부산신항 건설이 완료되는 2011년 이후에 친수공간으로 개발하는 방안을 검토하고 있다.¹⁾

또한, 부산지역에 산재한 26개 ODCY(Off-Dock Container

Yard)는 2006년 12월말에 사용 허가기간인 보세설영특허가 만료된다. 부산항의 환적화물과 수출입화물의 일시 장치장 기능을 담당하던 ODCY의 폐쇄는 장치공간 측면에서 많은 부담을 주게 될 것이며, 이에 대한 해결방안이 수립되어야 한다.

이러한 국내 항만여건의 변화로 인해 부산항의 컨테이너터미널들은 새로운 항만시스템으로의 리모델링 방안을 모색해야 할 시점에 이르렀다.

최근에 개장되는 컨테이너터미널은 게이트, 안벽, 야드 등의 시설과 안벽크레인, 이송차량, 야드크레인 등의 장비를 최신의 하드웨어 시스템으로 구비하고 있다. 정보기술측면의 소프트웨어적인 요소에서도 생산성 및 운영효율성이 취약한 부분에 검증된 최신 기술을 급속히 도입하고 있다. 기존의 컨테이너터미널들이 검증된 최신 기술을 제때에 도입하여 물류체계를 변경하지 않을 경우 상대적 생산성 격차로 인해 중장기적으로 경쟁력 약화를 가져올 것이다.

* 대표저자: 최용석(중신회원), drasto@sunchon.ac.kr 061)750-5115

** 정회원, haty@kmi.re.kr 02)2105-2887

*** 정회원, firstkim@kmi.re.kr 02)2105-2889

1) 조선일보 2005년 6월 24일자 관련기사에서 발췌함.

따라서 본 연구에서는 2장에서 컨테이너터미널의 리모델링 개념을 도입하고 목표를 설정하였다. 3장에서는 리모델링 필요성을 파악하기 위하여 부산항의 경쟁력을 분석하였다. 4장에서는 현재 운영중인 컨테이너터미널에 적용가능한 리모델링 기술대안을 분석하였다. 그리고 5장에서는 리모델링 기술의 적용 타당성을 시스템영역별로 검토하여 기술대안의 도입 우선순위를 파악하여 체계화된 리모델링 방안을 도출하였다.

2. 컨테이너터미널 리모델링 개념

2.1 리모델링 개념과 유형

우리나라에서 리모델링의 용어는 일반 건축물을 대상으로 많이 사용되고 있으며, 도시계획 및 건축분야에서 리모델링(Remodeling), 리노베이션(Renovation), 리폼(Reform), 리바이탈리제이션(Revitalization) 등의 다양한 용어들이 혼재되어 사용되고 있다.²⁾

리모델링 사업이 빈번한 미국에서는 리모델링의 개념을 다음의 5가지로 분류하고 있다.³⁾

- ① 회복(Restoration) : 최초 시공 당시의 상태와 근접하도록 개보수를 실시하는 회복
- ② 역사적 보전(Historic Preservation) : 역사적 가치가 높은 건물에 대해 부가적 보전 및 역사성에 초점을 맞추는 역사적 보전
- ③ 복원(Rehabilitation) : 건물의 일부기능이 저하되어 부분 수선을 하는 복원
- ④ 리모델링(Remodeling) : 최소한의 구조적 변형으로 공간을 변화시키는 리모델링
- ⑤ 변형(Transformation) : 구조만 남겨놓고 새롭게 사용하기 위한 변형

미국에서 적용된 리모델링 개념을 항만시설에 적용한다면 일반적으로 노후 항만시설의 원형을 보존하기 위한 보수 및 복원과 노후시설의 구조를 바탕으로 새롭게 사용하기 위한 변형 및 개조 등으로 정의될 수 있으므로 항만공간측면에서는 기능재배치, 재개발 등의 의미를 포함하고 있다. 따라서, 기존에 사용된 용어 개념을 구분하면, 협의의 의미에서는 보수, 복원, 변형, 개조 등을 포함하고 광의의 의미에서는 기능재배치, 재개발을 포함한다.

이러한 개념을 통칭하는 용어로서는 현재 보편적으로 많이 쓰이고 있는 리모델링으로 정의하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

우리나라에서 적용되는 항만 리모델링의 유형구분은 다음 Table 1과 같이 기존 시설에 물양장, 안벽 등을 침식하거나 장비를 보완하여 화물 처리능력을 향상시키거나 환경친화적인 친수공간을 마련하는 등 항만 주변환경을 향상시키는 것까지 포함하고 있다.

Table 1 Classification of port remodeling type in Korea

유형구분	내 용
노후항만시설의 보수 및 개조	<ul style="list-style-type: none"> • 보수 및 복원 • 변형 및 개조
항만기능상의 효율성 제고	<ul style="list-style-type: none"> • 설계상 수심유지를 위한 준설/물양장에서 안벽으로 개축 • 집안능력 향상/보관능력 향상/관리부두에서 여객부두로 전환
유휴부지 활용	<ul style="list-style-type: none"> • 준설토 투기장, 배후부지, 불법점유시설 방지 • 미활용시설의 방지/기존 항만시설의 폐쇄
도시기능과의 상충 해소	<ul style="list-style-type: none"> • 소음, 분진발생 등 민원제기/교통문제 등 주변지역 불편 초래 • 시설미관상 문제/주민의 항만이용 및 교통유발에 대한 민원제기 • 배후 무허가 건물의 난립/항만기능 쇠퇴로 인한 도시기능 요구
친수성 기능의 강화	<ul style="list-style-type: none"> • 방파제의 편의시설 미비/항만기능의 쇠퇴 및 유휴화 • 기존 호안 및 호안주변 부지의 유휴화
제반 항만기능 혼재 해소를 위한 정비	<ul style="list-style-type: none"> • 역무선 등의 선박계류지 혼잡 • 항만기능상 혼재/조선소 난립에 따른 항만 및 도시발전 저해
기타 항만시설의 안전성/편의성 확보	<ul style="list-style-type: none"> • 불필요한 시설의 방지/부두 연결호안의 노후에 따른 붕괴 • 방파제 난간, 계단 등 안전시설의 미비/침수지역의 정비/기타

자료 : 해양수산부, 「노후항만시설물 조사 및 정비계획」, 2002.

이러한 포괄적인 항만 리모델링 개념에서 컨테이너터미널의 하역시스템 성격에 맞도록 범위를 설정하여 필요한 시점에 필요한 기술을 추가 도입하여 적용한다면, 컨테이너터미널에 요구되는 생산성 향상을 달성할 수 있을 것이다. 하역시스템 체계를 변화시키는 하드웨어적인 개조와 운영시스템을 교체하는 소프트웨어적인 변경을 통해서 요구되는 생산성 수준을 달성하도록 한다면 이러한 전반적인 신기술의 적용을 컨테이너터미널의 리모델링 개념으로 사용할 수 있을 것이다.

2.2 리모델링 목표

컨테이너터미널은 일반 항만과 달리 주고객인 선사의 서비스 요구에 부응해야 하므로 선사에서 요구하는 서비스 수준을 만족시키기 위한 생산성 수준을 확보하는 것이 리모델링을 위한 시발점이 될 수 있다. 이런 리모델링에 대한 요구는 컨테이너터미널에서 사용 중인 장비 및 시설물의 사용연한이 채워지지 않더라도 시설물 변경 및 새로운 시설물 도입이 빈번하게 일어남을 의미한다.

따라서, 컨테이너터미널의 리모델링은 현재 운영중인 컨테이너터미널의 기존 시설물, 장비, 장치, 레이아웃 등의 하드웨어

2) 이성우, 일본의 항만 리모델링 발전과정 연구, 「해양수산」, 2004. 7.

3) (사)일본건축학회, 「건축물의 내구계획에 관한 고찰」, 1998.

어적인 요소와 운영방식, 운영기법 등 정보기술측면의 소프트웨어적인 요소로 구성되며, 생산성 및 운영효율성이 취약한 부분을 검증된 최신 기술과 새로운 물류체계로 교체 또는 변경하여 고생산성의 첨단터미널로 변화시키는 기술이다.

이를 위해서는 컨테이너터미널의 장비 및 시설물들이 개별적인 물류체계로 정의되고, 정의된 물류체계들 간의 연계성을 최적화하는 것이며, 물류체계간의 연계성을 최적화하기 위해서는 장비의 사이클 타임 최소화과 시설물의 공간 활용을 최대화하도록 자원 활용 및 생산성 극대화를 1차 목표로 설정하여야 한다.

또한, 사이클 타임 최소화와 공간 활용 최대화를 달성하기 위해서 장비 및 시설물을 포함하는 게이트 운영, 야드 운영, 안벽 운영, IT 기술 등의 하드웨어적인 요소의 리모델링 기술과 컨테이너 작업정보 흐름처리에 대한 소프트웨어적인 요소의 리모델링 기술이 핵심기술로 개발되어야 하며, 이들 핵심 기술들은 검증된 최신의 기술이어야 한다.

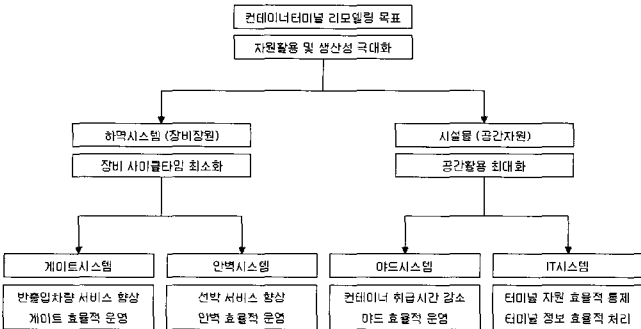


Fig. 1 The goal of remodeling in container terminal

2.3 항만 리모델링 관련 문헌 고찰

해양수산부의 「노후항만시설물 조사 및 정비계획」⁴⁾에서 조사된 항만 리모델링 분야의 외국 사례조사에서는 대규모 워터프론트 재개발, 항만기능 재배치 및 항만개조, 항만유지보수, 미국 주요항만의 항만 리모델링 사례등을 다루고 있다.

먼저 대규모 워터프론트 재개발은 외국사례 중에서 가장 많이 사례가 보고되고 있으며, 항만구역의 개발주체가 일원화되어 있는 외국에서는 이러한 대규모 개발이 비교적 용이할 수 있으며, 항만개발 측면보다는 쇠퇴하는 도심을 회복하고 수익성이 높은 용도로 전환하여 경제 파급효과를 도모하는 것이다. 따라서, 우리나라의 항만개발과는 다소 차이가 있다.

다음으로 항만기능 재배치 및 항만개조는 프랑스 마르세이유와 로마 씨비타베치아(Civitavecchia)의 사례와 같이 항만지역 전체를 대상으로 하는 대규모 사업이다. 이 경우 항만기능 재배치와 항만개조를 위해 항만국이 주체로 참여하는 개발방식이 된다.

그리고, 항만유지보수는 항만시설 자체의 기능정비 및 유지보수로 전세계 모든 항만에서 소규모로 꾸준히 일어나고 있으며, 항만의 고유 기능을 유지하기 위한 지속적인 관리사업이다.

반면, 미국 주요 항만의 항만 리모델링은 여러 형태의 리모델링들이 일어나고 있으며, 대규모 재개발(Redevelopment), 항만 리모델링 및 기능재배치(Rearrangement), 항만보수(Repair) 등의 리모델링 유형들에 대해서 미국 6개 항만에서 적용한 사례가 있으며, 항만 리모델링을 위한 벤치마킹으로 많이 활용되고 있다.

“전국 노후 재래 항만에 대한 리모델링 추진”⁵⁾과 “리모델링에 의한 항만의 효율적 개발방안 연구”⁶⁾에 의하면, 재래 항만에 대한 리모델링 사업은 두 방향으로 추진되는 것으로 밝히고 있다. 하나는 항만의 기능 유지 및 생산성 극대화로 기존 노후 재래시설에 대한 개보수 및 현대화, 시설 기능별 특성을 통한 종합물류체계 개선이며, 다른 하나는 친수성 항만공간간의 창조로서 폐쇄적이고 권위적인 시설물을 개방적이고 도시미관과 조화를 이루는 형태로 교체 혹은 개조하고 유향화된 항만부지를 도시기능과의 완충지로 개발하거나 지역별 항만특성에 맞는 다양한 시민 친수공간을 조성하는 것이라고 구분하고 있다.

전자의 리모델링 방안은 컨테이너터미널과 같이 시설 기능별 특성화가 필요한 물류체계를 포함하고 있고 후자의 리모델링 방안은 현재 항만시설의 25% 이상을 차지하고 있는 60, 70년대에 개발된 항만을 대상으로 하는 친수공간 확보 방안을 대부분 포함하여 2001년 상반기부터 사업을 진행하고 있다.

Table 2 Problems to improve the port productivity

구분	부산항					광양항			
	한진	현대	세방	대우	신원	자정	한진	세방	대우
터미널안벽구조의 정비					○	○			
충분한 하역장비 확보					○	○	○	○	○
선석 및 C/C 공동운영	○	○	○	○			○	○	○
배후연계수송망의 정비	○	○	○	○	○		○	○	○
야드장치장 정비					○	○			
항로 및 전면수심 준설	○	○	○	○	○	○	○	○	○
하역장비 유지보수시스템의 개선	○	○	○	○	○	○	○	○	○
터미널 운영시스템 개선	○		○	○	○		○	○	○
야드장치장의 효율적 활용	○	○	○	○	○	○	○	○	○
하역노무공급체계의 개선	○	○	○	○	○	○	○	○	○

주 : 음영으로 표시된 부분이 중점 개선과제임
 자료 : 한국컨테이너부두공단, 「우리나라 컨테이너부두 생산성 향상방안 연구」, 2002.

4) 해양수산부, 「노후항만시설물 조사 및 정비계획」, 2002.
 5) 송만순, 전국 노후 재래 항만에 대한 리모델링 추진, 해양한국, 2001. 5.
 6) 송만순, “리모델링에 의한 항만의 효율적 개발방안 연구”, 건국대학교 박사학위논문, 2004. 5.

Table 2에서와 같이 한국컨테이너부두공단의 「우리나라 컨테이너부두의 생산성 향상방안 연구」에서는 부산항과 광양항의 각 컨테이너터미널별로 하드웨어부문, 소프트웨어부문, 인력부문, 기타 제도부문에 대해서 생산성 향상을 위한 개선과제를 다음과 같이 제시하였다. 제시된 개선과제가 공통의 사항인 중점 개선과제는 항만청 및 항만공사 등의 주체에 의한 전면적인 사업의 시행이 필요한 경우이며, 특정 컨테이너터미널에 해당되는 경우는 필요에 맞게 개선을 해나가도록 설정하고 있어 문제해결을 위해 컨테이너터미널에 맞는 구체적인 기술의 소요와 규모를 결정해 나가도록 방향을 제시하고 있다.

3. 부산항 경쟁력 분석

3.1 시설현황

부산항 터미널 중 자성대, 신선대, 우암, 감만터미널의 시설현황을 안벽길이, 총면적, 실장치장면적, CFS(Container Freight Station)면적, TGS(Twenty foot equivalent unit Ground Slot)수에 대해서 종합하면 Table 3과 같다.

그리고, C/C대 YT의 비율이 가장 낮은 터미널은 우암부두로 C/C 1대당 4.80대의 비율을 보이며, C/C대 YT의 비율이 가장 높은 터미널은 신선대터미널로 C/C 1대당 6.08대의 비율을 보인다.

전체적으로는 부산항의 하역시스템 구성비의 평균은 C/C : TC : YT = 1 : 2.49 : 5.45이며, C/C대비 TC보유율이 낮았다.

Table 3 Current status for facilities of container terminals in Busan port

구분	자성대	신선대	우암	감만	
안벽길이(m)	1,447	1,200	500	1,400	
면적 (㎡)	총면적	647,426	1,038,803	183,956	602,408
	실장치장	394,312	671,547	155,440	409,472
	CFS	25,119	229,200	-	6,896
TGS	10,484	18,368	2,627	12,234	
장비 대수	C/C	14	13	5	15
	TC	33	32	13	41
	YT	76	79	24	90
장비 구성비	C/C:TC:YT	1:2.36:5.43	1:2.46:6.08	1:2.60:4.80	1:2.73:6.00

자료 : 운영사 내부자료(2005. 9.)

3.2 운영현황

부산항의 컨테이너터미널만을 대상으로 운영현황을 정리하면 2004년도 기준 총처리물량은 8,588만TEU, 총접안선박은 6,575척, 총접안시간은 104,742시간, 선석점유율은 60.8%, 척당 평균접안시간은 15.9시간, 척당평균하역량은 1,306TEU를 기록했다.

Table 4의 2000년부터 2004년까지 5년간의 운영현황을 살

펴보면, 안벽에서 C/C 처리능력이 높아져 안벽관련 지표가 전반적으로 증가하였으나 C/C의 총작업생산성은 증가세를 보이지 않고 있다.

Table 4 Current status for operation of container terminals in Busan port

구분	2000년	2001년	2002년	2003년	2004년
총처리물량(천TEU)	5,073	5,395	6,813	7,707	8,588
총접안선박(척)	4,368	4,809	5,448	6,155	6,575
총접안시간	74,934	70,002	93,718	102,931	104,742
선석점유율(%)	52.0	49.6	54.0	60.7	60.8
척당평균접안시간	17.2	14.6	17.2	16.7	15.9
척당평균하역량(TEU)	1,161	1,122	1,251	1,252	1,306
C/C 시간당처리량 (총작업생산성)	34.5 (22.6)	37.4 (24.5)	36.9 (23.8)	33.9 (21.9)	37.1 (23.6)

자료 : 부산항만공사, "2004년도 부산항 컨테이너화물 처리 및 수송 통계", 2005. 9.

3.3 해외 경쟁항만과 비교

전세계 10대 주요 항만들 중 부산항의 경쟁항만 또는 비교대상이 되는 홍콩항, 싱가포르항, 상하이항, 선전항, 가오슝항 등의 동남아 항만을 대상으로 하여 2004년 물동량을 고려하여 일반부두 및 신규 조성되어 운영이 정상궤도에 오르지 않은 터미널을 제외하고, 자성대, 신선대, 감만, 우암, 감천한진의 운영현황과 비교하면 Table 5와 같다.

Table 5 Comparison of operational facilities between foreign competitive ports and Busan port

항만	구분	선석수	선석길이 (m)	면적 (천㎡)	C/C 대수	2004년 처리물량(TEU)
홍콩항		23	7,259	2,485	89	21,932,000
싱가포르		42	10,921	3,389	133	21,329,000
상하이		23	7,071	3,256	46	14,567,000
선전		15	4,270	1,823	31	13,625,000
카오슝		19	5,122	1,907	49	9,714,000
평균		24	6,929	2,572	64	12,255,333
부산항		18	5,137	2,747	47	7,922,000

주 : 부산항은 일반부두를 제외한 수치임.

자료 : 한국컨테이너부두공단, 「세계 주요항만 2004년도 물동량, 시설, 개발계획 현황 및 분석」, 2005. 3.

먼저, 선석수에 있어서 경쟁항만의 평균은 24개이고, 부산항은 18개이며, 경쟁항만의 선석길이는 평균 6,929m, 선석당 평균길이는 304m인 반면, 부산항은 선석길이가 5,137m, 평균선석길이는 289m로 안벽의 규모가 열세이다. 그리고 하역장비

인 C/C 대수도 경쟁항만이 평균 64대이며, 부산항은 47대로 낮은 수준이다.

그러나 경쟁항만의 터미널 면적은 평균 2,572m²이고, 부산항은 2,747m²로 더 넓은 것으로 나타났다.

2004년 처리물량은 경쟁항만의 평균이 12,255,333TEU인 반면 부산항은 7,922,000TEU로 면적대비 처리물량이 적은 편이다.

Table 6에서와 같이 처리능력에 직접적인 영향을 미치는 안벽의 선석당 C/C 대수는 홍콩항이 가장 많은 3.9대이며, 평균이 2.7대, 부산항도 2.6대로 최근에 지속적인 C/C의 추가로 해외 경쟁항만과 비교해서 떨어지지 않는 유일한 항목이다.

앞에서 살펴본 바와 같이 부산항은 전체적으로 경쟁항만에 비해서 C/C대수를 제외하고는 낮은 처리능력을 보이고 있으며, 특히 야드면적당 처리물량이 적은 것으로 나타났다.

따라서 야드에서의 처리물량을 높이기 위한 기술의 도입 및 생산성 향상이 요구되며, 이를 위해서 현재의 기술수준에 맞는 리모델링 기술의 적용이 필요하다.

Table 6 Comparison of operational results between foreign competitive ports and Busan port

구분 항만	선석길이(m)당 처리물량(TEU)	C/C당 처리물량(TEU)	야드면적당 처리물량(TEU)	선석당 CC 대수
홍콩항	3,021	246,427	8,826	3.9
싱가포르	1,953	160,368	6,294	3.2
상하이	2,060	316,674	4,474	2.0
선전	3,191	439,516	7,474	2.1
카오슝	1,897	198,245	5,094	2.6
평균	2,424	272,246	6,432	2.7
부산항	1,542	168,553	2,884	2.6

4. 리모델링 기술대안 분석

4.1 리모델링 목표와 효과

본 연구의 리모델링 대안은 컨테이너터미널 생산성 향상을 위한 것으로 터미널의 하역시스템 특성을 고려하여 크게 게이트시스템, 안벽시스템, 야드시스템, IT시스템의 4가지 작업영역으로 구분하였다. 이 4가지 작업영역은 각각 서로 상이한 하역단계로 구성되어 있는 터미널의 하위시스템이다.

작업영역별로 제시된 리모델링 대안은 기존의 터미널 업무를 효과적으로 개선하여 비용절감 및 터미널 생산성을 향상시킬 뿐만 아니라, 하드웨어 기반기술과 소프트웨어 기반 기술을 모두 포함하는 기술에 해당한다.

작업영역별로 제시된 리모델링 대안의 목표와 터미널 적용시의 효과를 정리하면 Table 7과 같다.

리모델링 목표(Goal)는 게이트 시스템에서는 차량서비스 향상과 효율적 운영을 설정하였으며, 기술적용에 따른 리모델링 효과(Effect)는 4가지로 분류될 수 있다. 안벽 시스템에서는 선박서비스 향상과 효율적 운영을 목표로 하여 3가지 리모델링

효과로 분류하였다. 또한 야드 시스템과 IT 시스템에 대해서도 각각 목표와 리모델링 효과를 분류하였다.

예를 들어, 게이트 시스템의 리모델링 효과인 G_{g1}, G_{g2}, G_{g3}, G_{g4} 등의 4가지 중 반출입 차량서비스 향상은 차량 대기시간 단축과 차량 체류시간 단축으로 G_{g2}와 G_{g4}의 목표를 달성하는 것으로 설정될 수 있다.

Table 7 The goals and effects for remodeling by working area

영역	목표(Goal)	분류	리모델링 효과(Effect)
게이트 시스템	- 반출입 차량서비스 향상(G _{g2} , G _{g4}) - 게이트 효율적 운영(G _{g1} , G _{g3})	G _{g1}	• 컨테이너 정보 효율적 처리
		G _{g2}	• 차량 대기시간 단축
		G _{g3}	• 인력활용성 향상
		G _{g4}	• 차량 체류시간 단축
안벽 시스템	- 선박 서비스 향상(G _{a1} , G _{a2}) - 안벽 효율적 운영(G _{a2} , G _{a3})	G _{a1}	• 선박재항시간 단축
		G _{a2}	• 안벽 하역장비 생산성 향상
		G _{a3}	• 안벽 계획/운영 최적화
야드 시스템	- 컨테이너 취급시간 감소(G _{y2} , G _{y3}) - 야드 효율적 운영(G _{y1} , G _{y4})	G _{y1}	• 장치공간 활용도 향상
		G _{y2}	• 이적 작업 감소
		G _{y3}	• 재조작 작업 감소
		G _{y4}	• 야드 계획/운영 최적화
IT 시스템	- 터미널 자원의 효율적 통제(G _{i2} , G _{i3}) - 터미널 정보의 효율적 처리(G _{i1} , G _{i3})	G _{i1}	• Closing Time 단축
		G _{i2}	• 하역장비 실시간 통제
		G _{i3}	• 터미널 운영 최적화

4.2 게이트 리모델링 대안

게이트시스템 영역에 관한 리모델링 기술대안의 주된 목적은 터미널 외부와 연결되는 게이트의 외부트럭 반출입서비스 수준을 향상시키면서 효율적으로 운영되도록 개선하는 것을 의미한다.

게이트에서 외부트럭의 반출입 업무는 터미널 하역작업의 시작(반입) 및 종료(반출)가 이루어지는 작업으로 반입작업시 컨테이너 하역작업 처리에 필요한 관련 자료와 정보가 입수되고, 반출작업시 컨테이너의 각종 하역작업의 정보가 완료되는 중요한 작업영역에 해당한다.

따라서, 게이트시스템의 리모델링시에는 해당 컨테이너의 관련 정보를 비롯하여 외부차량에 대한 작업서비스를 효율적으로 처리할 수 있어야 한다. 이것은 외부차량의 게이트 반출입대기시간, 서비스시간 및 터미널 내 체류시간을 최소화할 수 있도록 시스템을 개선하는 것을 의미한다.

Table 8에서 제시한 대안 중 24시간 운영은 게이트 서비스를 24시간 시행하는 것이며, 적정시설 규모는 물동량에 맞는 적정규모의 적용을 의미하며, 무정차시스템은 게이트 서비스

를 받기위해 대기하지 않고 통과하는 시스템이며(최 외 5인, 2006), 분리게이트는 반입과 반출의 서비스를 분리하는 시스템이다(최 외 2인, 2006). 따라서 Table 8에서의 효과는 이러한 대안들을 적용할 경우 각 대안의 적용효과를 의미하는 것이다.

Table 8 Alternatives for remodeling of gate system

대안	내용	효과
24시간 운영	<ul style="list-style-type: none"> 게이트의 반출입 업무시간을 24시간으로 확대 외부차량의 방문시간대를 분산시켜 혼잡완화 터미널 내부 야드작업 서비스도 동시에 병행함으로써 실질적인 효과를 거둘 수 있음 	G _{g1} G _{g2}
적정 시설 규모	<ul style="list-style-type: none"> 반입 및 반출용 적정 레인수 설계 외부차량의 대기 및 주차공간의 확대 효율적인 운영을 통한 서비스 향상 	G _{g2} G _{g3}
무정차 시스템	<ul style="list-style-type: none"> 반출입 작업소요시간을 단축시킴 관련 정보의 신속 정확한 입수가 가능 차량의 정차 및 대기가 최소화됨 서비스 대기공간의 축소효과가 있음 	G _{g1} G _{g2} G _{g3}
분리 게이트	<ul style="list-style-type: none"> 외부차량의 터미널내 동선을 단축시킬 수 있음 외부차량의 동선 및 체류시간이 단축됨 원활한 차량 통행으로 야드의 반출입 작업 외에 본선하역작업에도 효과적임 	G _{g3} G _{g4}

4.3 안벽 리모델링 대안

안벽시스템에 관한 리모델링 기술대안의 목적은 터미널의 고객인 선박의 서비스 향상과 안벽의 효율적 운영이며, 터미널의 대표적인 생산성 지표인 안벽의 하역생산성을 제고시키는 것을 말한다.

Table 9 Alternatives for remodeling of berth system

대안	내용	효과
C/C 작업대수 증대	<ul style="list-style-type: none"> 본선하역작업에 투입되는 작업크레인수 증대 선박작업시간 증대(교대시간, 식사시간 단축 등) 선석의 시간당 하역량 증가로 선박제항시간 단축 초대형 컨테이너선(10,000TEU이상) 대응 	G _{a1}
C/C 성능 제고	<ul style="list-style-type: none"> 선박대형화에 따른 아웃리치 증대 C/C의 기계적 성능(속도 및 구조변경 등)증강 	G _{a1}
Multi-load Spreader	<ul style="list-style-type: none"> 다량의 컨테이너 동시하역 Twin-lift에 의한 20ft 컨테이너 2개 동시하역 Tandem-Forties에 의한 40ft 컨테이너 동시하역 	G _{a1} G _{a2}
신개념 C/C 개발(하 외, 2005)	<ul style="list-style-type: none"> 싱글형 C/C의 선형작업방식 탈피 듀얼트롤리, 더블트롤리, 슈퍼테이너형의 신개념 C/C 기술 개발 	G _{a1} G _{a2}
Double Stack Vehicle(하 외, 2005)	<ul style="list-style-type: none"> 다량의 컨테이너 동시 이송차량 개발 20ft 4개/40ft 2개 동시적재로 이송생산성 제고 작업차량의 소요대수 절감 	G _{a2}

서플라이어/자가하역차량(하 외, 2005)	<ul style="list-style-type: none"> 자가하역기능을 보유한 고성능 이송차량 도입 C/C의 안벽대기율 감소로 안벽생산성 제고 작업차량의 소요대수 절감 	G _{a2}
Pooling Operation	<ul style="list-style-type: none"> 이송차량 실시간 동시배차 운영기법 안벽작업의 불균형 해소 및 차량의 효율적 운영 	G _{a3}
Dual Cycle Operation	<ul style="list-style-type: none"> 이송차량의 공차운행 감소 및 운행거리 단축효과 운행횟수 감소로 터미널 차량통행 혼잡 완화 	G _{a3}
YT 운행대수증대	<ul style="list-style-type: none"> 이송차량 소요대수의 보강 C/C의 안벽대기율 감소 	G _{a3}

안벽의 하역생산성 제고는 대외적으로 선박의 제항시간 및 하역시간을 단축시켜 고객서비스 수준을 향상시킬 수 있으며, 대내적으로 하역장비의 작업능률을 높이고 비용 및 인력절감 효과를 거둘 수 있다.

4.4 야드 리모델링 대안

야드시스템에 관한 리모델링 기술대안의 목적은 컨테이너를 일시 보관하는 장치장의 활용성을 제고시키는 것이 주목적이며, 이를 위해 컨테이너 취급시간을 감소시켜 터미널의 내부작업을 원활히 수행하고 야드하역장비 및 시설을 효율적으로 이용하는 것이다. 특히, 야드시스템은 안벽 및 게이트시스템의 중계역할을 수행하는 터미널 작업이므로 재래식 컨테이너터미널 리모델링의 핵심과제라 할 수 있다.

Table 10 Alternatives for remodeling of yard system

대안	내용	효과
장치공간 증대	<ul style="list-style-type: none"> 터미널내 컨테이너 장치공간 증설 블록의 베이수/열수/단적수 구조변경 	G _{y1} G _{y2}
장비대수 증대	<ul style="list-style-type: none"> 부족한 야드하역장비의 보강 야드하역장비의 동선단축 및 생산성 제고 	G _{y1}
장비성능 제고	<ul style="list-style-type: none"> 야드하역장비의 기계적 성능 보강 	G _{y3}
시설배치 재정립	<ul style="list-style-type: none"> 터미널 레이아웃(블록 및 통행경로) 변경 	G _{y1} G _{y4}
고단적재 시스템(최 외, 2005)	<ul style="list-style-type: none"> 10단적 이상의 적 컨테이너 장치시스템 재조작을 최소화하는 선반창고형 설계구조 터미널 소요부지면적을 획기적으로 축소 	G _{y1} G _{y3}
전기식 TC ⁷⁾	<ul style="list-style-type: none"> 야드하역장비의 운영비용 절감 환경친화적(무공해) 터미널 장치장 운영 	G _{y4}

4.5 IT시스템 리모델링 대안

IT시스템에 관한 리모델링 기술대안의 목적은 앞서 언급한 3가지 작업영역인 게이트, 안벽, 야드시스템의 원활한 연계작업을 위한 보조수단으로 리모델링 대상이 된다. 이에, 터미

7) 부산항만공사는 지난 6월 22일 전용부두에 설치돼 있는 T/C 88대의 연료를 유류에서 전기 구동체제로 전환하는 하기로 하였음.

널 하역작업에 관련된 터미널 자원과 정보의 효율적 통제관리로 최적화·지능화·자동화 등을 달성할 수 있는 요소기술을 의미한다.

Table 11 Alternatives for remodeling of IT system

대안	내용	효과
게이트 자동화	• 게이트의 무인화 및 자동화 기술 적용	G ₁₃
안벽 자동화	• 본선하역작업의 무인화 및 자동화 기술 적용	G ₁₂
야드 자동화	• 구내이적/Remarshaling 무인화 및 자동화 기술 적용	G ₁₁ G ₁₂
실시간 모니터링	• 게이트/안벽/야드의 현 작업상황에 대한 실시간 터미널 모니터링 기술 적용	G ₁₁ G ₁₂

5. 기술적용 타당성 검토

5.1 기술검토 조사 방법

앞에서 검토된 시스템영역별 리모델링 기술대안에 대해 실제 도입시의 방안을 도출하기 위하여 설문목표를 다음과 같이 크게 세부분으로 구성하였다.

먼저 설문 목표1은 부산항 컨테이너터미널의 일반사항을 파악하는 것이며, 목표2 - 목표 5는 영역별 대안들에 대한 기술대안의 의견 조사이고, 목표 6은 리모델링 도입전략 수립을 위한 조사로 구성하였다.

- 목표 1 : 현재 컨테이너터미널의 일반사항에 대한 의견 조사
- 목표 2: 게이트 영역에 대한 리모델링 기술의견 조사
- 목표 3: 안벽 영역에 대한 리모델링 기술의견 조사
- 목표 4: 야드 영역에 대한 리모델링 기술의견 조사
- 목표 5: IT기술 영역에 대한 리모델링 기술의견 조사
- 목표 6: 리모델링 도입전략에 대한 의견 조사

설정된 설문 목표들에 대한 설문항목은 Table 12와 같이 설계하였다.

Table 12 Categories and items for questionnaire

설문목표	설문항목
일반사항 의견조사	• 국내 터미널의 전반적 경쟁력
	• 국내 터미널의 기반시설 경쟁력
	• 국내 터미널의 운영기술 경쟁력
	• 시설 및 운영개선 영역 우선순위
	• 영역별 기술수준
게이트 영역 기술의견 조사	• 기술대안 기대효과
	• 기술대안 생산성 효과
	• 기술대안 도입순서
안벽 영역 기술의견 조사	• 안벽생산성 향상 방안
	• 안벽장비 기술대안 생산성 효과

안벽 영역 기술의견 조사	• 기술대안 도입순서
	• 2단 적재차량 생산성 효과
	• 자가하역차량 생산성 효과
	• 이송차비 기술대안 생산성 효과
	• 이송장비 운영방식 효과
야드 영역 기술의견 조사	• 야드 생산성 향상 방안
	• 기술대안 생산성 효과
	• 초고층 적재시스템 생산성 효과
	• 전기식 TC 도입의향
	• 블록형태에 의한 장치공간 확보 방안
IT기술 영역 기술의견 조사	• 장치공간 확보의 야드 생산성 효과
	• 기술대안 도입 우선순위
	• 영역별 자동화의 생산성 효과
도입전략 의견조사	• 영역별 자동화의 도입순서
	• 리모델링 기술대안 도입 기대효과
	• 기술대안 도입시기

설문조사는 부산항의 컨테이너터미널의 운영현황을 파악하고 있는 항만분야의 실무 및 관련전문가를 각 기관별로 선정하였다. 설문응답자는 부산항 컨테이너터미널인 우암터미널, 허치슨부산터미널, 동부터미널, 감만터미널, 한진터미널, 신선대터미널 등의 운영실무자를 포함하여 총 20명으로 구성되어 있다. 설문조사는 1차로 2005년 7월 6일 발송하여 2005년 7월 19일까지 14일 동안 도착한 설문응답에 대해서 분석하였다. 설문조사와 병행해서 2005년 7월 7일부터 2005년 7월 8일까지 2일간 컨테이너터미널의 운영 전문가를 대상으로 설문대상과 동일한 내용을 가지고 면담조사를 실시하였다.

5.2 기술검토 설문조사 결과

컨테이너터미널의 실무자를 대상으로 한 설문 및 면담조사를 하여 얻은 설문 목표1에 대한 결과는 다음과 같다. 먼저 부산항 터미널과 경쟁항만에 대한 기술수준을 비교한 결과는 Fig. 2와 같고, 개선이 필요한 영역의 우선순위를 복수응답의 누적비율로 파악한 결과는 Fig. 3과 같다.

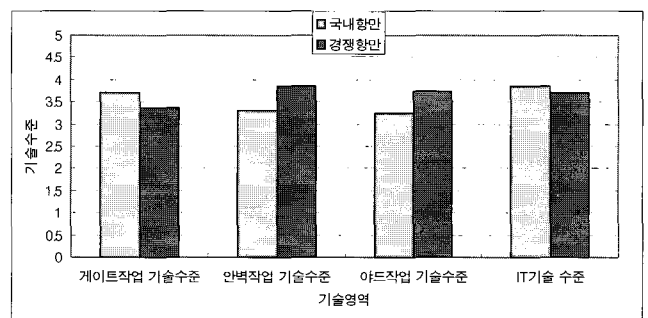


Fig. 2 Comparison of technical levels between domestic ports and competitive ports

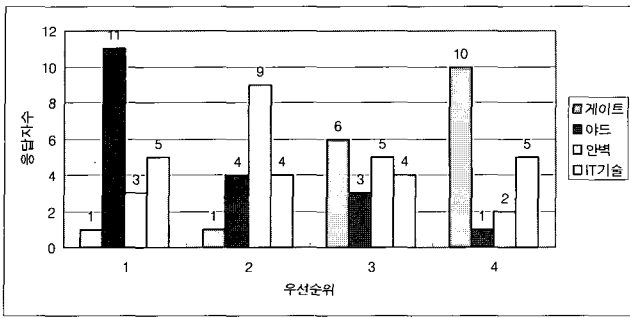


Fig. 3 Priority of improvement by each subsystem

Table 13 Priority of remodeling in terms of interview result

설문항목	분석 결과
경쟁항만에 대한 기술수준	기술우위 시스템 : 게이트시스템, IT시스템 기술열위 시스템 : 안벽시스템, 야드시스템
개선이 필요한 영역 우선순위	야드작업 > 안벽작업 > IT기술 > 게이트작업

Fig. 2와 Fig. 3의 결과를 바탕으로 Table 13과 같이 리모델링 우선순위를 파악하였으며, 경쟁항만에 대해서 기술수준이 우위를 가지는 시스템은 게이트시스템, IT시스템이며, 기술우위를 가지지 못하는 시스템은 안벽시스템, 야드시스템으로 나타났다. 그리고 개선이 필요한 영역 우선순위는 야드시스템, 안벽시스템, IT시스템, 게이트시스템 순으로 파악되어 본 연구에서는 리모델링 시스템별 우선순위를 야드시스템, 안벽시스템, IT시스템, 게이트시스템 순으로 선정하였다.

설문 목표6에서 설정한 도입전략에 대해서는 각 리모델링 영역별로 적용 시기를 분석한 결과 게이트시스템과 IT시스템은 5년 이내에 완료가 가능한 것으로 파악되었다. 안벽시스템과 야드시스템은 신개념 C/C와 초고층 적재시스템이 기술검증 기간을 고려하여 5년 이후에 현장에 적용가능하다고 판단되었으며, 나머지 기술대안은 5년 이내에 완료가 가능한 것으로 파악되었다. 리모델링 기술 적용이 가장 필요한 야드시스템은 1년 이내에 적용하기 어려우며, 중장기적인 계획하에 적용되어야 할 것으로 파악되었다.

컨테이너터미널의 생산성 향상의 주된 목표가 되는 8,000TEU~10,000TEU급 컨테이너선의 주력선형화는 향후 5년 이후, 12,000TEU급 초대형선의 주력선형화는 향후 7년 이후에 일어날 것이라고 추정할 경우 다음과 같이 판단할 수 있다. 기존의 컨테이너터미널이 12,000TEU급의 초대형 컨테이너선 미만의 컨테이너선을 서비스할 경우 리모델링 기술적용기간을 5년으로 설정하여 단계별 개발전략을 수립하여 자체기술 확보전략과 병행하는 것이 바람직하다. 또한, 5년 이내에 리모델링 기술대안들을 도입하여야 하며, 그 기간에 맞는 구체적인 우선순위 및 적용 계획을 수립하여야 한다.

그러나, 상대적으로 경쟁항만에 비해 경쟁력을 가지는 IT시스템은 기술발전 속도가 빠르고 적용기간이 새로운 장비 개발보다 상대적으로 짧으므로 안벽 자동화를 일부 도입하더라도

3년 이내에 적용하는 것이 필요하며, 기술적용 기간에 대한 신속한 대응이 필요하다.

5.3 기술적용 타당성 검토

기술적용 타당성 검토는 설문 목표2, 3, 4, 5에서 설정한 항목들에서 각 시스템별로 기대효과, 도입타당성, 적용성의 세 가지 항목으로 나누어서 평가한 종합결과는 Table 14와 같이 검토되었다.

각 항목들은 유무, 상중하 등의 서로 다른 기준에 의해서 평가되었으며, 이를 계량화하여 순위를 설정하였으므로 상대적 비교 의미를 가진다.

먼저, 게이트시스템의 분석결과를 보면, 기대효과에서는 무정차시스템이 가장 좋은 점수를 받았으며, 도입타당성에서는 24시간 운영대안이, 적용성에서는 분리게이트가 가장 좋은 점수를 받았다. 이를 종합하면, 24시간 운영이 종합점수 6점으로 가장 높은 우선순위를 가지며, 분리게이트, 무정차시스템, 적정시설규모 순으로 선정되었다.

Table 14 Review of priority both remodeling alternatives by each subsystems

시스템별 대안	항목	기대효과	도입 타당성	적용성	우선순위 (종합)
게이트	24시간 운영	3	1	2	1(6)
	적정시설규모	4	2	3	4(9)
	무정차시스템	1	3	4	3(8)
	분리게이트	2	4	1	2(7)
안벽	C/C 작업대수 증대	4	9	7	7(20)
	C/C 성능 제고	6	5	5	5(16)
	Multi-load Spreader	3	6	4	4(13)
	신개념 C/C 개발	5	7	9	9(21)
	DSV	8	1	3	3(12)
	SHC/ALV	9	2	8	6(19)
	Pooling Operation	1	3	1	1(5)
	Dual Cycle Operation	2	4	2	2(8)
야드	YT 운행대수 증대	7	8	6	8(21)
	장치공간 증대	4	4	4	3(12)
	장비대수 증가	3	6	3	3(12)
	장비성능 제고	5	1	2	2(8)
	시설배치 재정립	2	3	1	1(6)
	고단적재시스템	1	5	6	3(12)
IT	전기식 TC	6	2	5	4(13)
	게이트 자동화	4	3	3	4(10)
	안벽 자동화	3	1	4	3(8)
	야드 자동화	2	2	1	1(5)
	실시간 모니터링	1	4	2	2(7)

안벽시스템의 분석결과를 보면, 기대효과에서는 Pooling Operation이 가장 좋은 점수를 받았으며, 도입타당성에서는 DSV대안이, 적용성에서는 Pooling Operation이 가장 좋은 점수를 받았다. 이를 종합하면, Pooling Operation이 종합점수 5점으로 가장 높은 우선순위를 보이며, Dual Cycle Operation, DSV, Multi Load Spreader, C/C 성능제고, SHC/ALV, C/C 작업대수 증대, YT 운행대수 증대, 신개념 C/C 개발 순으로 산정되었다.

야드시스템의 분석결과를 보면, 기대효과에서는 고단적재시스템이 가장 좋은 점수를 받았으며, 도입타당성에서는 장비성능제고 대안이, 적용성에서는 시설배치 재정립이 가장 좋은 점수를 받았다. 이를 종합하면, 시설배치 재정립이 종합점수 6점으로 가장 높은 우선순위를 가지며, 장비성능 제고, 장비대수 증가, 장치공간 증대, 고단적재시스템, 전기식 TC 순으로 산정되었다.

IT시스템의 분석결과를 보면, 기대효과에서는 실시간 모니터링이 가장 좋은 점수를 받았으며, 도입타당성에서는 안벽자동화 대안이, 적용성에서는 야드자동화 대안이 가장 좋은 점수를 받았다. 이를 종합하면, 야드자동화 대안이 종합점수 5점으로 가장 높은 우선순위를 가지며, 실시간 모니터링, 안벽자동화, 게이트 자동화 순으로 산정되었다.

시스템별 대안을 적용하기 위한 우선순위를 분석한 결과는 Fig. 4와 같이 정리되었다. 리모델링 영역별 기술들의 기술적 선후관계와 도입시기를 반영하여 리모델링 기술별 적용시기를 설정한 것이다. 설정된 기간은 기술이 현장에 적용되어 안정화되는 기간을 포함하고 있으며, 적용시기가 완료되는 시점에는 기술이 검증되고 현장에서 운영에 사용되어 생산성 향상을 달성할 수 있어야 한다.

먼저, 게이트시스템에서는 우선적으로 24시간 운영을 시행하고 무정차시스템을 3년 내에 도입하고 중장기적으로는 분리게이트를 적용해야 하는 것으로 나타났다.

안벽시스템은 스프레더 변경, YT Pooling, Dual Cycle 등을 조기에 도입하고 C/C 대수증가는 3년 정도의 시간을 가지고 시행하며, 중장기적으로는 C/C 성능향상, 2단 적재차량, 셔틀캐리어 및 자가하역차량 등을 대안으로 가져가며, 향후에는 신개념의 C/C를 도입해야 하는 것으로 나타났다.

야드시스템은 장치공간 확대, TC대수 증가, TC 성능향상에 대한 투자가 필요하며, 중장기적으로 시설배치 재정립 및 전기식 TC를 도입하고 향후 기술이 검증되는 시점에 초고층 적재시스템을 도입해야 하는 것으로 나타났다.

IT시스템은 실시간 모니터링을 우선 도입하고, 게이트 자동화와 야드자동화를 3년 이내에 적용하고 중장기적으로는 안벽자동화를 도입해야 하는 것으로 나타났다.

6. 결 론

본 연구에서는 향후 새로운 컨테이너터미널의 개장으로 인해 야기될 수 있는 기존 컨테이너터미널과의 생산성 격차를

해소하고자 생산성 향상을 위한 각 영역별 리모델링 대안에 대한 기술적 검토를 하였다.

국내에 컨테이너터미널의 리모델링이란 개념이 정립되지는 않았지만 항만 리모델링의 한 범주에 속하면서 기술적 변화속도가 빠르고 신속히 적용해야 할 시급성을 가지고 있다.

따라서, 항만과 구별되는 컨테이너터미널의 리모델링 개념과 리모델링의 목표를 설정하였다. 또한 부산항의 경쟁력을 분석을 통해 부산항이 리모델링 우선 대상이 됨을 보였다.

컨테이너터미널의 리모델링을 위해 게이트, 안벽, 야드, IT 시스템에 대해서 구분하여 목표와 리모델링 효과를 정의하였으며, 각 시스템 영역별로 기술대안을 제시하고 대안의 효과를 분류하였다. 기술대안 타당성은 기대효과, 도입타당성, 적용성 측면에서 검토하여 도입의 우선순위를 분석하였다.

제시된 기술적 검토내용은 리모델링을 위한 선행단계의 고려요소들을 파악할 수 있으며, 향후 컨테이너터미널의 신기술 적용시에도 대안으로 고려가 가능할 것으로 판단되며, 컨테이너터미널의 기술적 수준을 분석하기 위해서도 적용이 될 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

- [1] 부산항만공사(2005), "2004년도 부산항 컨테이너화물 처리 및 수송 통계".
- [2] (사)일본건축학회(1998), "건축물의 내구계획에 관한 고찰".
- [3] 송만순(2001), "전국 노후 제재 항만에 대한 리모델링 추진", 해양한국.
- [4] 송만순(2004), "리모델링에 의한 항만의 효율적 개발방안 연구", 건국대학교 박사학위논문.
- [5] 이성우(2004), "일본의 항만 리모델링 발전과정 연구", 「해양수산」.
- [6] 최상희, 하태영(2005), "차세대항만 대응을 위한 고효율 야드시스템의 개발 연구", 해양정책연구, 제20권, 제2호, pp.81-126.
- [7] 최용석, 하태영, 김우선(2006), "컨테이너터미널의 분리게이트 운영효과 분석", 한국항해항만학회지, 제30권, 제5호, pp.389-396.
- [8] 최형림, 박남규, 박병주, 유동호, 권해경, 신중조(2006), "RFID 기반의 자동화 게이트시스템 개발, 해양정책연구", 제21권, 제1호, pp.83-108.
- [9] 하태영, 최용석(2005), "고성능 안벽크레인의 터미널 하역 생산성 비교분석", 한국항해항만학회지, 제29권, 제6호, pp.547-553.
- [10] 하태영, 최용석(2005), "자동화 컨테이너 터미널의 Shuttle Carrier 이송능력 분석", 한국시물레이션학회 논문지, 제24권, 제3호, pp.109-118.
- [11] 하태영, 최용석(2005), "2단 적재 차량의 컨테이너 이송능력 분석", 한국항해항만학회 2005 추계학술대회 논문집,

pp.255-261.

- [12] 한국컨테이너부두공단(2002), “우리나라 컨테이너부두 생산성 향상방안 연구”.
- [13] 한국컨테이너부두공단(2005), “세계 주요항만 2004년도 물동량, 시설, 개발계획현황 및 분석”.
- [14] 해양수산부(2002), “노후항만시설물 조사 및 정비계획”.

원고접수일 : 2006년 6월 12일

원고채택일 : 2006년 9월 4일