한국항해항만학회 제30권 제1호 춘계학술대회논문집 pp. 373~380, 2006. 6

컨테이너터미널의 리모델링 현황 및 기술검토

최용석* · 김우선** · 하태영***

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

Technical Review for Remodeling in Port Container Terminal

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

**Major of Logistics, Sunchon National University, Sunchon 540-742, Korea*

,*Port Research Department, Korea Maritime Institute, Seoul 137-851, Korea*

요 약 : 부산신항만의 개장으로 인해 국내외적으로 상하이항의 급속한 성장과 센젠항의 서비스와 생산성 신장뿐만 아니라 더욱 활동적인 광양항 등 한국의 항만은 많은 변화에 직면하고 있다. 새로운 항만에 비교해서 부산항은 오래된 장비와 시설물을 보유하고 있으므로 서비스 수준과 경쟁력 및 생산성을 유지하기 위해 생산성 향상을 위한 리모델링에 착수할 필요성이 있다. 그러한, 리모델링 활동은 게이트, 안벽, 야드, IT시스템 등에 대한 새로운 기술의 개발과 적용에 의해 지속적인 기초를 다져야 한다. 따라서, 본 연구는 리모델링의 개념 도입, 부산항 현황, 리모델링 기술검토 등을 소개한다.

핵심용어 : 부산항, 리모델링, 생산성

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 Shenzen Port. Compared to newer ports, Busan Port possesses old equipment and facilities. Therefore, in order for Busan Port to maintain its service level and remain competitive and productive, it needs to undergo remodeling to enhance productivity. Such 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. Therefore, this study is conducted the introduction of remodeling concept, the status of Busan Port, and the technical review of remodeling.*

KEY WORDS : *Busan Port, remodeling, productivity*

1. 서 론

국내의 컨테이너터미널은 안벽크레인의 시간당 생산성이 평균 24.7개로 아시아 경쟁항만인 홍콩과 싱가포르에 비해서 낮으며, 새로 개발된 부산신항보다 생산성 수준이 낮을 전망이다. 이는 부산신항이 신규항만으로서의 하역시스템이 가지는 상대적으로 높은 생산성으로 인해 부산항을 위주로 한 컨테이너터미널들의 경쟁력 확보가 필요하며, 이를 위한 리모델링 방안 수립이 필요하다.

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.

또한, 부산지역에 산재한 26개 ODCY(Off-Dock Container Yard)는 2006년 12월말에 사용 허가기간인 보세설영특허가 만

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

**정회원, haty@kmi.re.kr 02)2105-2887

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

료된다. 부산항의 환적화물과 수출입화물의 일시 장치장 기능을 담당하던 ODCY의 폐쇄는 장치공간 측면에서 많은 부담을 주게 될 것이며, 이에 대한 해결방안에 대한 수립이 요구된다.

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 장비와 함께 정보기술측면의 소프트웨어적인 요소에서 생산성 및 운영효율성이 취약한 부분에 검증된 최신 기술을 급속히 도입하고 있어 기존의 컨테이너터미널들이 검증된 최신 기술을 제때에 도입하여 물류체계를 변경하지 않을 경우 상대적인 생산성 격차로 인해 중장기적으로 경쟁력 약화를 가져올 것이다.

그러므로, 신규 항만의 지속적인 투자 및 개발과 함께 기존 컨테이너터미널의 경쟁력 확보를 위해 첨단터미널로 전환할 수 있도록 리모델링 기술을 개발, 적용하여 국내 관련 산업의 기술향상과 파급효과 등을 유도하려면 첨단터미널 리모델링 및 적용기술 개발이 필수적이다.

이를 위해서 컨테이너터미널에 리모델링 개념을 도입하고 목표를 설정하고자 한다. 리모델링 필요성을 파악하기 위하여 부산항의 경쟁력을 분석하고 현재 운영중인 컨테이너터미널에 적용가능한 리모델링 기술대안을 분석하고자 한다. 그리고 리모델링 기술의 적용 타당성을 시스템영역별로 검토하여 기술대안의 도입우선순위를 파악하여 체계화된 리모델링 방안을 도출하고자 한다.

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.[1)]

리모델링 사업이 빈번한 미국에서는 다음의 5가지 개념을 정의하고 있다.

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 부분수선을 하는 복원

④ 리모델링(Remodeling) : 최소한의 구조적 변형으로 공간을 변화시키는 리모델링

⑤ 변형(Transformation) : 구조만 남겨놓고 새롭게 사용하기 위한 변형

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

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 첨삭하거나 장비를 보완하여 화물 처리능력을 향상시키거나 환경친화적인 친수공간을 마련하는 등 항만 주변환경을 향상시키는 것까지 포함하고 있다.

이러한 포괄적인 항만 리모델링 개념에서 컨테이너터미널의 하역시스템 성격에 맞게 현대화된 장비를 설치함으로써 화물처리능력을 향상시키거나 운영시스템 및 하역시스템 체계를 변화시키는 등의 하드웨어적인 것과 소프트웨어적인 것의 개조에 범위를 둔다면 컨테이너터미널의 리모델링 개념으로 사용할 수 있을 것이다.

Table 1 Classification of port remodeling type in Korea

유형구분	내 용
노후항만시설의 보수 및 개조	•보수 및 복원 •변형 및 개조
항만기능상의 효율성 제고	•설계상 수심유지를 위한 준설/물양장에서 안벽으로 개축 •접안능력 향상/보관능력 향상/관리부두에서 여객부두로 전환
유휴부지 활용	•준설토 투기장, 배후부지, 불법점유시설 방치 •미활용시설의 방치/기존 항만시설의 폐쇄
도시기능과의 상충 해소	•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	•방파제의 편의시설 미비/항만기능의 쇠퇴 및 유휴화 •기존 호안 및 호안주변 부지의 유휴화
제반 항만기능 혼재 해소를 위한 정비	•역무선 등의 선박계류지 혼잡 •항만기능상 혼재/조선소 난립에 따른 항만 및 도시발전 저해
기타 항만시설의 안전성/편의성 확보	•불필요한 시설의 방치/부두 연결호안의 노후에 따른 붕괴 •방파제 난간, 계단 등 안전시설의 미비/침수지역의 정비/기타

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

2.2 리모델링 목표

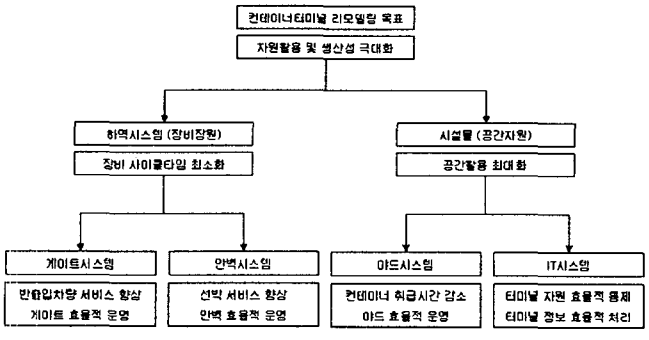
컨테이너터미널은 일반 항만과 달리 주고객인 선사의 서비스 요구에 부응해야 하므로 선사에서 요구하는 서비스 수준을 만족시키기 위한 생산성 수준을 확보하는 것이 리모델링을 위한 시발점이 될 수 있다. 이런 리모델링에 대한 요구는 컨테이너터미널에서 사용 중인 장비 및 시설물의 사용연한이 채워지지 않더라도 시설물 변경 및 새로운 시설물 도입이 빈번하게 일어남을 의미한다.

따라서, 컨테이너터미널의 리모델링은 현재 운영중인 컨테이너터미널의 기존 시설물, 장비, 장치, 레이아웃 등의 하드웨어적인 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 최소화와 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 핵심기술들은 검증된 최신의 기술이어야 한다.

Fig. 1 The goal of remodeling in container terminal



그리고, 개발된 리모델링기술을 컨테이너터미널에 적용하여 생산성 향상이 필요한 애로공정을 파악하여 개선할 수 있어야 한다. 이를 위해서 사전에 리모델링의 효과를 분석하기 위한 시뮬레이션 모델의 적용이 필요하며, 시뮬레이션 분석방법을 이용한 성능평가기술이 사용되어야 리모델링 기술대안을 컨테이너터미널에 적용 시에 발생할 수 있는 시행착오로 인한 손실비용을 최소화할 수 있다.

2.3 항만 리모델링 기존 연구

해양수산부의 「노후항만시설물 조사 및 정비계획」[2]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.

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"[3]과 "리모델링에 의한 항만의 효율적 개발방안 연구"[4]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 특성화를 통한 종합물류체계 개선이며, 다른 하나는 친수성 항만공간의 창조로서 폐쇄적이고 권위적인 시설물을 개방적이고 도시미관과 조화를 이루는 형태로 교체 혹은 개조하고 유휴화된 항만부지를 도시기능과의 완충지로 개발하거나 지역별 항만 특성에 맞는 다양한 시민 친수공간을 조성하는 것이라고 구분하고 있다.

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

한국컨테이너부두공단의 「우리나라 컨테이너부두의 생산성 향상방안 연구」에서는 부산항과 광양항의 각 컨테이너터미널별로 하드웨어부문, 소프트웨어부문, 인력부문, 기타 제도부문에 대해서 생산성 향상을 위한 개선과제를 다음과 같이 제시하였다.

---

2) 해양수산부, 「노후항만시설물 조사 및 정비계획」, 2002.

3) 송만순, 전국 노후 재래 항만에 대한 리모델링 추진, 해양한국, 2001. 5.

4) 송만순, "리모델링에 의한 항만의 효율적 개발방안 연구", 건국대학교 박사학위논문, 2004. 5.

Table 2 Improvement problem to improve the productivity

구 분	부산항							광양항			
	한진	현대	세방	대통	우암	신선대	자성대	현대	한진	세방	대통
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.

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.

부산항의 하역시스템 구성비의 평균은 C/C : TC : YT = 1 : 2.49 : 5.45이다.

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

구 분		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
장비대수	C/C	14	13	5	15
	TC	33	32	13	41
	YT	76	79	24	90
장비구성비	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

부산항은 세계 5대항만으로 높은 위상을 가지고 있으며, 전세계적으로 1천만TEU 이상을 처리하는 항만으로 천혜의 양항이다.

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

C/C 운영현황은 총작업기준으로 2000년 34.5TEU, 2001년 37.4TEU, 2002년 36.9TEU, 2003년 33.9TEU를 기록하였으나, 2004년 37.1TEU로 상승하였다.

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

구 분	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.

Table 4의 2000년부터 2004년까지 5년간의 운영현황을 살펴보면, 총처리물량, 총접안선박, 총접안시간이 증가하였으며, 이에 따라 선석점유율도 증가하였다. 척당평균하역량은 증가하고 있으나 척당평균접안시간은 감소하고 있어 C/C의 처리능력이 높아지고 있음을 알 수 있다. 그러나 C/C 의 총작업생산성이 증가추세를 보이지는 않아 안벽의 운영현황을 반영하지는 않는다.

3.3 해외 경쟁항만과 비교

전세계 10대 주요 항만들 중 부산항의 경쟁항만 또는 비교대상이 되는 홍콩항, 싱가포르항, 상하이항, 선전항, 가오슝항 등의 동남아 항만을 대상으로 한다. 기준물량은 2004년 물동량으로 하고 컨테이너터미널간의 정확한 비교를 위해서 일반부두 및 신규 조성되어 운영이 정상궤도에 오르지 않은 터미널을 제외하고, 자성대, 신선대, 감만, 우암, 감천한진의 운영현황과 비교한다.

먼저, 선석수에 있어서 경쟁항만의 평균은 24개이고, 부산항은 18개이며, 경쟁항만의 선석길이는 평균은 7,301m이고, 평균선석길이는 304m이다. 부산항은 선석길이가 5,137m이고, 평균선석길이는 289m이다.

경쟁항만의 전체면적은 평균 3,004㎡이고, 부산항은 2,747㎡

로 평균 257㎡ 작은 것으로 나타났다.

하역장비인 C/C 대수는 경쟁항만이 평균 64대이며, 부산항은 47대이다.

2004년 처리물량은 경쟁항만의 평균이 12,255,333TEU인 반면 부산항은 7,922,000TEU로 선석수 및 C/C 대수면에서 상대적으로 낮다.

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

구분 / 항만	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	3,572	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.

해외 경쟁항만과 부산항의 처리실적을 선석길이당 처리물량, C/C당 처리물량, 야드면적당 처리물량에 대해서 비교해보면 Table 6과 같이 선석길이당 처리물량의 경우 선전이 3,191TEU로 가장 높았으며, 평균이 2,424TEU인 반면 부산항의 경우 1,542TEU로 선전항의 50%수준에 불과하다.

그리고, 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 시설능력을 가지고 있음을 알 수 있다.

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.

Table 7 The goals and effects for remodeling by working area

영 역	목 표(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 반출입 대기시간, 서비스시간 및 터미널 내 체류시간을 최소화할 수 있도록 시스템을 개선하는 것을 의미한다.

Table 8 Alternatives for remodeling of gate system

대안	내용	효과
24시간 운영	•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	•반입 및 반출용 적정 레인수 설계 •외부차량의 대기 및 주차공간의 확대 •효율적인 운영을 통한 서비스 향상	G_{g2} G_{g3}
무정차 시스템	•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	•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

대 안	내 용	효과
C/C 작업 대수 증대	•본선하역작업에 투입되는 작업크레인수 증대 •선박작업시간 증대(교대시간, 식사시간 단축 등) •선석의 시간당 하역량 증가로 선박재항시간 단축 •초대형 컨테이너선(10,000TEU이상) 대응	G_{a1}
C/C 성능 제고	•선박대형화에 따른 아웃리치 증대 •C/C의 기계적 성능(속도 및 구조변경 등)증강	G_{a1}
Multi-load Spreader	•다량의 컨테이너 동시하역 •Twin-lift에 의한 20ft 컨테이너 2개 동시하역 •Tandem-Forties에 의한 40ft 컨테이너 동시하역	G_{a1} G_{a2}
신개념 C/C 개발	•싱글형 C/C의 선형작업방식 탈피 •듀얼트롤리, 더블트롤리, 슈퍼테이너형의 신개념 C/C 기술 개발	G_{a1} G_{a2}
Double Stack Vehicle	•다량의 컨테이너 동시 이송차량 개발 •20ft 4개/40ft 2개 동시적재로 이송생산성 제고 •작업차량의 소요대수 절감	G_{a2}
셔틀캐리어/자가하역차량	•자가하역기능을 보유한 고성능 이송차량 도입 •C/C의 안벽대기율 감소로 안벽생산성 제고 •작업차량의 소요대수 절감	G_{a2}
Pooling Operation	•이송차량 실시간 동시배차 운영기법 •안벽작업의 불균형 해소 및 차량의 효율적 운영	G_{a3}
DualCycle Operation	•이송차량의 공차운행 감소 및 운행거리 단축효과 •운행횟수 감소로 터미널 차량통행 혼잡 완화	G_{a3}
YT 운행 대수증대	•이송차량 소요대수의 보강 •C/C의 안벽대기율 감소	G_{a3}

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

Table 10 Alternatives for remodeling of yard system

대안	내용	효과
장치공간 증대	•터미널내 컨테이너 장치공간 증설 •블록의 베이수/열수/단적수 구조변경	G_{y1} G_{y2}
장비대수 증대	•부족한 야드하역장비의 보강 •야드하역장비의 동선단축 및 생산성 제고	G_{y1}
장비성능 제고	•야드하역장비의 기계적 성능 보강	G_{y3}
시설배치 재정립	•터미널 레이아웃(블록 및 통행경로) 변경	G_{y1} G_{y4}
고단적재 시스템	•10단적 이상의 적 컨테이너 장치시스템 •재조작을 최소화하는 선반창고형 설계구조 •터미널 소요부지면적을 획기적으로 축소	G_{y1} G_{y3}
전기식 TC	•야드하역장비의 운영비용 절감 •환경친화적(무공해) 터미널 장치장 운영	G_{y4}

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.

4.5 IT시스템 리모델링 대안

IT시스템에 관한 리모델링 기술대안의 목적은 앞서 언급한 3가지 작업영역인 게이트, 안벽, 야드시스템의 원활한 연계작업을 위한 보조수단으로 리모델링 대상이 된다. 이에는, 터미널 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_{i3}
안벽 자동화	•본선하역작업의 무인화 및 자동화 기술 적용	G_{i2}
야드 자동화	•구내이적/Remarshaling 무인화 및 자동화 기술 적용	G_{i1} G_{i2}
실시간 모니터링	•게이트/안벽/야드의 현 작업상황에 대한 실시간 터미널 모니터링 기술 적용	G_{i1} G_{i2}

5. 기술적용 타당성 검토

5.1 기술검토 설문조사 결과

앞에서 검토된 시스템영역별 리모델링 기술대안에 대해 실제 도입시의 방안을 도출하기 위하여 설문조사를 실시하였다.

설문조사는 부산항의 컨테이너터미널의 운영현황을 파악하고 있는 항만분야의 실무 및 관련전문가를 각 기관별로 선정하였다. 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.

설문응답자는 부산항 컨테이너터미널인 우암터미날, 허치슨부산터미널, 동부터미널, 감만터미널, 한진터미널, 신선대터미널 등의 운영실무자를 포함하여 총 20명으로 구성되어 있다.

컨테이너터미널의 실무자를 대상으로 면담조사를 하여 경쟁항만에 대한 기술수준, 개선이 필요한 영역 우선순위를 파악한 결과는 Table 12와 같다.

Table 12 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

Table 12의 우선순위와 같이 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.

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 기술적용 기간을 5년으로 설정하여 단계별 개발전략을 수립하여 자체기술 확보 전략과 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.

5.2 기술적용 타당성 검토

기술적용 타당성 검토는 각 시스템별로 기대효과, 도입타당성, 적용성의 세 가지 항목으로 나누어서 평가하고 종합결과를 검토하였다.

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

Table 13 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)
	YT 운행대수 증대	7	8	6	8(21)
야드	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)
	전기식 TC	6	2	5	4(13)
IT	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)

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 산정되었다.

안벽시스템의 분석결과를 보면, 기대효과에서는 Pooling Operation이 가장 좋은 점수를 받았으며, 도입타당성에서는 DSV대안이, 적용성에서는 Pooling Operation이 가장 좋은 점수

를 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.

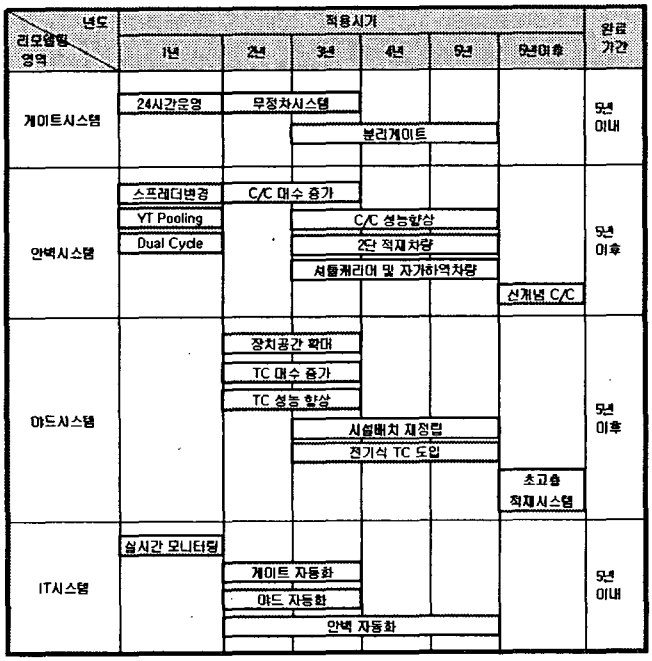


Fig. 2 Apply plan by remodeling technologies

그러므로 리모델링 영역별 기술들의 기술적 선후관계와 도입시기를 반영하여 리모델링 기술별 적용시기를 설정하면 Fig. 2와 같다. 설정된 기간은 기술이 현장에 적용되어 안정화되는 기간을 포함하고 있으며, 적용시기가 완료되는 시점에는 기술이 검증되고 현장에서 운영에 사용되어 생산성 향상을 달성할 수 있어야 한다.

6. 결론

본 연구에서는 향후 새로운 컨테이너터미널의 개장으로 인해 야기될 수 있는 기존 컨테이너터미널의 리모델링에 대한 기술적 대안을 제고하고자 각 영역별 리모델링 대안에 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, IT시스템에 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 이용이 가능할 것으로 판단되며, 컨테이너터미널의 기술적 수준을 분석하기 위해서도 적용이 될 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

[1] 부산항만공사, "2004년도 부산항 컨테이너화물 처리 및 수송 통계", 2005. 9.

[2] 송만순, 전국 노후 재래 항만에 대한 리모델링 추진, 해양한국, 2001. 5.

[3] 송만순, "리모델링에 의한 항만의 효율적 개발방안 연구", 건국대학교 박사학위논문, 2004. 5.

[4] 이성우, 일본의 항만 리모델링 발전과정 연구, 「해양수산」, 2004. 7.

[5] 한국컨테이너부두공단, 「우리나라 컨테이너부두 생산성 향상방안 연구」, 2002.

[6] 해양수산부, 「노후항만시설물 조사 및 정비계획」, 2002.