

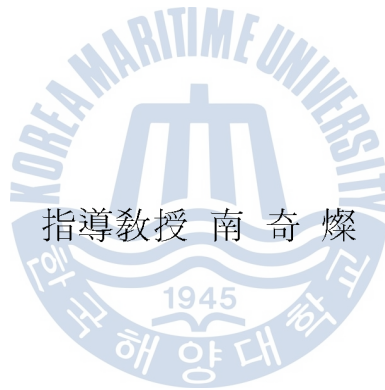
物流學碩士 學位論文

컨테이너터미널 생산성 분석

- 크레인 집중도를 중심으로 -

A Study on the Productivity of Container Terminals

- Focusing of Crane Intensity -



指導教授 南 奇 燦

2012年 2月

韓國海洋大學校 海事產業大學院

港 灣 物 流 學 科

黃 仁 中

차 례

제1장 서론

1.1 연구의 배경 및 목적	1
1.2 연구의 내용 및 방법	2
1.3 문헌 검토	3

제2장 컨테이너 터미널 생산성 분석

2.1 생산성의 개념	7
2.2 컨테이너 터미널 생산성 평가 요소	9
2.3 컨테이너 터미널 생산성 평가 지표	10

제3장 부산항 컨테이너 터미널 현황

3.1 컨테이너 터미널의 주요기능 및 시설현황	16
3.2 전국 항만별 컨테이너 처리실적	24
3.3 부산항 부두별 컨테이너 처리실적	25

제4장 크레인 집중도와 생산성과의 상관관계 분석

4.1 크레인 집중도와 생산성 현황	26
4.2 시나리오 분석	29

제5장 결론

5.1 결론	31
5.2 본 연구의 한계 및 연구방향	32

참고문헌

표 차 례

<표 1-1> 항만 생산성 평가지표	5
<표 2-1> 터미널 생산성 평가고려 요소	9
<표 2-2> 터미널 생산성 세부 평가 요소	10
<표 2-3> 생산성 관련 부문별 시간 개념	11
<표 3-1> 컨테이너 터미널 시설 현황 및 용도	17
<표 3-2> 자성대 부두현황	18
<표 3-3> 신선대 부두현황	19
<표 3-4> 우암 부두현황	20
<표 3-5> 신감만 부두현황	20
<표 3-6> 감만부두 현황	21
<표 3-7> 부산신항만의 완료된 사업 부두 현황	22
<표 3-8> 부산신항만에서 진행중인 사업 부두 현황	22
<표 3-9> 신항 연도별 시설 현황	23
<표 3-10> 신항 1단계 시설 현황	23
<표 3-11> 전국항만 물량처리 실적 및 부산항의 비중	24
<표 3-12> 부산항 부두별 컨테이너 처리실적	25
<표 4-1> 크레인 집중도와 투입량의 분석	27
<표 4-2> 표본선박의 생산성 분석	27
<표 4-3> 표본선박중 크레인 집중도가 크레인 투입량보다 높은 경우의 생산성	27
<표 4-4> 표본선박중 크레인 집중도가 크레인 투입량보다 낮은 경우의 생산성	27
<표 4-5> 표본선박중 크레인 집중도가 크레인 투입량보다 같은 경우의 생산성	28
<표 4-6> 기본 시나리오 결과	29
<표 4-7> 크레인 생산성 향상에 따른 결과	29
<표 4-8> 크레인 추가 투입에 따른 결과	30

그림 차례

[그림 2-1] 본선 하역시간 분류	11
[그림 3-1] 자성대부두 위치 및 전경	17
[그림 3-2] 신선대부두 위치 및 전경	18
[그림 3-3] 우암부두 위치 및 전경	16
[그림 3-4] 신감만부두 위치 및 전경	18
[그림 3-5] 감만부두 위치 및 전경	16
[그림 4-1] 표본선박 크레인 집중도와 크레인 투입량	28



A Study on the Productivity of Container Terminals

- Focusing on Crane Intensity -

Hwang In-Joong

Department of Port Logistics
Graduate Schedule of Maritime Industrial Studies
Korea maritime university

Abstract

Recently international shipping and logistics business environments have changed rapidly due to economy crises in Europe and USA and big paradigm shifting would be happened at not only parts of their industries but also other business.

Shipping lines and terminal have done their best to survive these global depressions by improving productivities and removing unnecessary costs.

Shipping lines have deeply considered terminal productivity, efficiency and costs, when they decide terminal assignments.

Now, terminals in Busan ports are meeting severe competition with other Korean ports' terminals and other inter Asia countries' terminals to become Hub ports.

So we need to have clear productivity methodology and find out how to improve productivity. Many studies were already conducted and many works were already done. However productivity tool and methodologies must be updated and reflected basis on latest needs or interests.

This paper carried out by reviewing various factors and formulas to calculate terminal productivities from previous studies and use actual example (337 vessels / over 3,000 TEU) and made scenarios in order to prove the connection between productivities and CI (Crane intensity).

Terminal productivity monitoring items and formulas including crane intensity are very necessary and important to enhance productivity itself and efficiency, because they should help what factors would affected to terminal productivities positively or negatively.

제1장 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

최근 해운 및 물류 환경은 급격히 변화 하고 있다. 미국의 리먼브러더스 사태 및 유럽경제의 혼돈 등 세계경제의 불확실성이 지속되고 화주들은 물류비 절감을 지속적으로 요구하고 있다. 또한 주요 선사들은 운항비용 및 단위당 운영비용을 줄이기 위해 선박의 대형화 및 초 저속운항을 추구하고 있다. 이러한 선박대형화는 대형선박건조의 기술이 향상됨으로 인해 그간의 선박건조 및 선박운항의 제약들이 조선기술의 비약적인 발전과 터미널 장비의 첨단화로 해결 되어 앞으로 지속될 전망이다.

얼마 전 발표된 MAERSK Line의 DAILY MAERSK 전략에서도 볼 수 있듯이, 선박의 대형화가 진행됨으로 인해 선사는 허브(HUB)항만과 피더(Feeder)항만으로 그 역할을 확실히 구분하게 되었다. 이는 허브(HUB)항이 되기 위한 한국 내 항만간의 경쟁뿐만 아니라 역내 다른 국가의 터미널과의 경쟁도 심화되는 결과를 가져온다. 이로 인해 각 경쟁항만은 기존 터미널의 확충, 장비 교체뿐만 아니라 향후 항만 개발에 있어서 안벽 길이, 대수심 확보에 노력하고 있다. 특히 선사가 정시성 확보에 심혈을 기울이고 이것을 하나의 중요한 전략으로 채택함으로 인해, 터미널들은 단기간에 최대한의 생산성을 올려야 하는 숙제를 안게 되었다.

선사가 터미널을 선정할 때는 다양한 요소를 고려하고 있다. 화물의 접근성, 화물의 양, 화주들의 선호도, 부대시설, 하역장비, 터미널 서비스, 항만 사용료, 운영 탄력성 등이 있다, 이중 일반적인 항만 자체의 제반요소를 제외하면 터미널의 생산성이 선사의 기항지 및 터미널 선택에 중요한 고려 사항이 된다. 그리고 제한된 환경 속에서 글로벌 기업들의 공급선관리 (SCM: Supply Chain management) 기능강화 및 물류비용을 줄이기 위한 운송시간 단축요구와 선박의 대형화에 따른 선사의 하역시간 단축 요구를 만족시키기 위해서는 터미널 생산성 향상만이 유일한 방안이다.

이런 상황에서 부산항 및 광양항이 동북아 허브(HUB)항만이 되기 위해서는 생산성을 높이고 이를 지속적으로 홍보함으로써 보다 많은 화물들이 부산 및 광양항으로 몰리게 해야 한다. 그러나 현재 부산항 및 광양항의 하역생산성은 경쟁 항만에 비해 경쟁력이 떨어진다, 그러므로 항만의 생산성을 높이기 위해

서는 컨테이너 터미널의 생산성에 대한 정확한 평가가 이루어질 수 있도록 개념을 정리하고, 기존에 고려하지 않았던 요소들도 찾아 이에 관한 연구를 해야 한다. 이렇게 함으로써 생산성에 영향을 주는 요인, 경쟁항만에 대한 우리나라 항만의 장점을 찾아내고 부족한 부분에 대한 극복방안, 장점에 대해서는 그것을 지속가능 하게 할 수 있는 방안을 찾을 수 있을 것이다.

기존연구에서는 컨테이너 터미널의 생산성을 측정하기 위해 투입요소인 야드 장치능력, 장비, 종업원, 시설 등의 개별적 투입요소에 따른 측정 결과를 도출하였다. 그러므로 주로 선석당 생산성, 안벽 길이 당 생산성, 야드 면적당 생산성, 암벽크레인 (Q/C :Quay Crane) 생산성에 대해 진행 하여 왔다. 하지만 근래에 중요하게 생각되고 있는 크레인 집중도 (C/I : Crane Intensity)는 많이 고려되지 않았다.

따라서 본 연구에서는 부산항 컨테이너 터미널을 중심으로 기존의 생산성 평가 방법으로 생산성을 분석하고 기존에 터미널 생산성의 대상으로 고려되지 않았던 크레인 집중도 (C/I : Crane Intensity)평가하기 위한 평가 모형을 통해 이 요소를 분석하고자 한다. 그리고 생산성 향상을 통한 경쟁력 제고 방안을 제시 함으로써 기존 컨테이너 생산성 분석에 유용한 분석 요소로 활용하고자 한다.

1.2 연구 내용 및 방법

본 논문의 목적을 달성하기 위해서 채택된 연구방법은 크게 문헌조사와 실증 분석으로 정리 할 수 있다. 문헌 조사의 경우 항만 생산성에 관한 선행연구를 검토하는 것과 항만현황 실태를 분석하고 생산성에 관한 산정방법 및 요소들 조사를 들 수 있다. 전자의 경우 선행 연구 분석을 통하여 항만 생산성의 개념을 파악하고 생산성 분석 방안을 찾는 것이 목적이다. 후자의 경우 각 항만의 시설 및 물동량 현황을 조사하고 이것들과 생산성과의 관계를 분석하는 것이 목적이다.

실증분석은 문헌 조사를 통하여 도출된 생산성 측정 방법 및 요소를 체계적으로 정리하여 크레인 집중도 (CI : Crane Intensity) 의 터미널 생산성 분석요소로서의 가능성을 알아본다. 또한 실제 표본을 가지고 생산성과 크레인 집중도 (CI: Crane Intensity) 와의 상관관계를 분석하였다.

기존의 항만 생산성에 관한 연구는 선석 및 일부 장비 생산성에 관한 연구가 대부분이 었다. 본 연구에서는 기존의 컨테이너 터미널 생산성 평가를 위해 생산성 평가 요소 및 방법을 알아본다. 그리고 C/I (Crane Intensity)와 생산성이

부산항 및 광양항의 생산성 평가요소로 적당한지를 알아본다.

본 연구에서는 1장 서론에 이어 총 5장으로 구성되어 있다. 1장 서론에서는 본 연구의 배경 및 목적, 연구의 대상 및 연구 방법에 관하여 설명하고, 2장에서는 기존의 컨테이너 터미널의 생산성 평가 요소 및 평가 방법에 대해 연구하고 있다. 그리고 3장에서는 부산항 컨테이너 터미널의 시설 현황을 조사하였고 4장에서는 크레인 집중도 (C/T)와 생산성과 상관관계를 분석을 통해서 기존 컨테이너 터미널 평가요소와 크레인 집중도(C/I : Crane Intensity)와 생산성 분석하고 한다. 5장 결론에서는 결과를 종합하고 논문의 한계 및 향후 연구방향을 제시한다.

1.3 문헌 검토

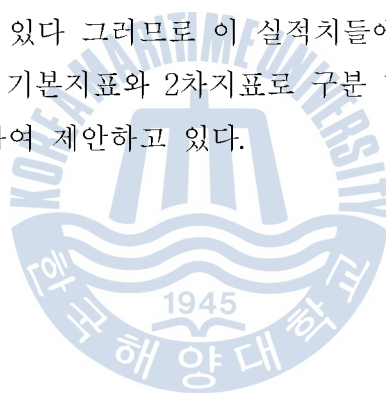
터미널 생산성에 관한 연구는 포괄적이고 상당한 깊이로 이루어 졌다. 다양한 시각으로 터미널 생산성에 관한 개념 정리 및 요소를 찾고자 하는 연구가 계속되었다. 이에 본 논문에서는 터미널 생산성에 관한 논문을 집중적으로 검토하였다.

원태완 (2011)은 컨테이너터미널의 생산성에 미치는 요소 및 효율성 증대에 관한 연구에서 터미널에 기향한 모선의 실증적 자료를 근거로 2009년 대한통운부산컨테이너 터미널(KBCT)에 집안한 2,498척 모선별 C/T (Closing time) 미 준수, 무게 불일치, 정보변경, 선석 혼잡도등이 터미널 생산성에 미치는 영향 및 문제점을 도출하였다. 도출된 결과로 선석 혼잡 시 야드 장비는 동시다발(양/적하, 반/출입)적으로 workload가 발생한다고 판단, 장비의 효율적 운영을 제안하였다. 그리고 무게 불일치 및 정보오류에 의한 컨테이너 재조작시 장비이동을 줄이기 위해 새로운 비즈니스 모델을 제안하였다.

서정태 (2008)는 컨테이너터미널의 생산성 평가지표에 관한 연구에서 총 선석 생산성, 선석 길이당 처리량, 야드면적당 처리량, 인력당 처리량 지표를 인용하고, 생산성 향상을 측정할 수 있는 지표인 전년대비 생산성 증가율과 생산성제고노력 지표를 개발하려 부산 북항 컨테이너 터미널 생산성을 비교분석 하였다. 그리고 평가지표는 지속적으로 환경에 맞게 진화되어야 하며, 생산성평가가 평가만으로 끝나는 것이 아니라 생산성 제고로 이어질 수 있도록 생산성 평가결과에 대하여 심도 있는 분석과 개선노력을 해야 한다고 했다. 그리고 신뢰성 문제로 평가에서 제외된 게이트 처리실적, 평균 반출입 시간 등이 지표에 추가되어야 한다고 주장했다.

차민식 (2006)은 부산항 컨테이너터미널 생산성 향상 방안에 관한 연구에서 국내 컨테이너 터미널의 시설 현황 및 처리능력을 분석하였으며, 실제 운영하고 있는 터미널의 현황 자료 분석을 통해 부산항 컨테이너터미널의 생산성을 평가 하였다. 부산항의 컨테이너터미널 생산성의 민감도를 분석하여 생산성 증대 방안을 모색하였다. 컨테이너터미널의 생산성 평가를 위해 컨테이너터미널에서 생산성 평가의 필요성을 알아보고 기존의 생산성 평가방법에 대해서 분석했다. 컨테이너 터미널 개발 및 시설 확충 계획에는 장기적인 안목이 요구되며, 한편 시설 및 장비 확충을 제외하고 터미널의 하역 효율성을 올리기 위한 다양한 기법 등의 적용 방안도 함께 고려해야 한다고 했다.

최용석 (2004)은 컨테이너터미널의 장비결합 생산성 분석을 위한 시뮬레이션 연구에서 생산성 평가지표에는 항만과 관련하여 일을 하는 전문가와 이용자들이 필요로 하는 정보들이 다양하며, 각각의 생산성 지표들은 특정한 개념과 필요를 가지고 사용되고 있다 그러므로 이 실적치들에서 얻은 객관적인 정보를 토대로 생산성 지표를 기본지표와 2차지표로 구분 할 수 있으며, 새로운 지표도 이론적 연구를 통하여 제안하고 있다.



<표 1-1> 항만생산성 평가 지표

평가대상	기본지표	2차지표
시설물 이용	선석당 처리량	- 안벽단위길이당 처리량 - 선석당 안벽통과 처리량 - 안벽 단위길이당 안벽을 통과하는 처리량 - 선석길이당 평균선박길이 - 터미널 처리량 밀도 * - 야드면적 처리량 밀도 * - 순선석길이당 처리량 밀도 *
선박재항시간	총 재항시간	- 선박대기시간 - 선박서비스시간 - 항만시간 ** - 총 선석시간 ** - 순 선석시간 **
선박점유	총 선석점유율	- 작업시간이용률 - 순 선석이용률 - 선석이용가능성 **
선박 생산성	선박작업시간당 처리량	- 선석에서 시간당 처리량 - 항만에서 선박시간당 처리량 - 총 작업반 생산성 *** - 순 작업반 생산성 *** - 순/순작업반 생산성 ***

주:

*: JWD의 Thomas Ward가 런던에서 열린 “Developments in Container Handling Technology” Conference에서 제안

** : 오스트레일리아의 Clive Hamilton이 1992년 2월에 암스테르담에서 열린 “Containerport and Terminal Performance in the Intermodal Chain” Conference에서 제안.

***: 미국의 국립항만 및 수로연구소의 Asaf Ashar가 제안.

임성택 (2003)은 우리나라 컨테이너터미널의 생산성 향상방안에 관한 연구에서 컨테이너터미널 생산성지표를 정립하고 이를 기반으로 부산의 9개 컨테이너 터미널의 생산성을 분석하였다. 체계적인 생산성관리를 하는 것이 얼마만큼의 효과를 터미널에 줄 수 있는지를 나타냈다. CC 1기 이상의 추가도입 효과를 거두었다고 주장했다. 그러므로 컨테이너터미널의 경쟁력 향상을 위해서는 운영 방법을 시스템화하여 체계화된 작업관리가 필요하며 이를 통해 생산성이 향상된다고 주장하고 있다.

허운수,하원익,정승호 (2000)는 부산항 컨테이너 전용 터미널 운영 개선을 위한 연구에서 터미널 생산성은 본선작업과 관련된 요소보다는 컨테이너 야드 운영과 관련된 요소에 의해 크게 영향을 받는 것으로 나타났다. 본선 작업 생산성은 본선 크레인 작업 속도보다는 야드 크레인 속도에 의해 결정된다고 보았다. 그리고 본선 작업중 발생하는 재조작에 관한 작업 분석에서 화물반입마감시간 초과, 양하지 변경, 모선변경, 반송화물이 상당한 비중을 차지하였다.

이러한 요인들은 재조작의 주원인이고 야드장비의 작업능력을 저하시킨다고 보았고 대기시간을 증가시키고, 해치작업 변경으로 인한 생산성 저하의 주요 원인으로 작용하고 있다고 판단했다. 또한 사전반출입정보 (COPINO)에 있어서 부정확한 화물 중량정보로 인하여 본선 감항성 및 적재 안전하중을 유지하기 위해 본선작업중에 재작업이 이루어지고 있다고 주장한다. 그러므로 터미널 운영개선을 위해서는 터미널 이용자와 외부환경을 함께 개선하는 것이 중요하다고 주장한다.

정승호 하원의 (1999)은 컨테이너 터미널 생산성 산정에 관한 실증 연구에서 국내 컨테이너 터미널과 외국 컨테이너 터미널을 비교하였다. 생산성에 영향을 미치는 크레인 기사 숙련도는 별 차이가 없는 것으로 평가하였으나, 외국터미널과 비교하여 반입마감시간 미준수, 양하지 변경, 모선변경 등이 터미널 운영에 혼란을 초래하고 생산성을 저하시키는 요인으로 봤다. 또한 노무공급에 있어서도 항운노조의 경직된 운영으로 인하여 비협조적이고 비탄력적인 것으로 나타났다. 이 또한 생산성에 악영향을 미친다고 봤다. 또한 여유 장비 미 보유로 인하여 장비 고장율이 높게 나타났다. 정치적, 정책적으로 결정되어야 하는 항운노조 문제를 제외하고 선사, 화주 그리고 터미널이 상의하여 화물반입마감시간 준수, 모선 및 양하지 변경 최소화에 노력해야 할 것이라고 주장 했다.

김수엽 (1998)은 “컨테이너터미널 하역생산성 제고에 주력해야” 기사에서 세계 항만업계에서는 안벽크레인 및 야드크레인 등 하역장비의 보강에 의한 생산성 제고가 두드러지고 있으며 이는 재항비용을 줄이려는 선사의 요구에 부응하고 하역 생산성 향상으로 물량을 증가시키는데 그 목적이 있다. 그리고 선측하역의 생산성 지표는 하역에 이용되는 크레인당 이동횟수 및 작업시간 또는 이와 같은 지표들의 변형 등 다양하며, 항만 생산성에 관한 자료는 민감하게 취급되고 있을 뿐만 아니라 항만마다 측정하는 방식이 각기 다르기 때문에 개별 항만의 생산성을 직접비교하는 것은 어렵다고 주장했다. 이에 따라 취급물량을 크레인당, 선박당, 선석당 등의 기준으로 생산성을 간편하게 비교하는 방법이 사용되고 있다고 말했다.

제2장 컨테이너터미널 생산성 분석

2.1 생산성의 개념

1) 일반적인 생산성의 개념

생산은 노동, 자본, 기술을 투입하여 인간에게 유용한 재화와 용역을 산출하는 전환과정이라고 정의한다. 생산을 통해 새로운 가치를 창조하는 것을 “생산적”이라 하고, 생산 활동의 결과를 투입단위로 파악하여 효율성을 나타내고자 투입단위당 산출물의 양 또는 금전적 가치로 파악된 것이 일반적인 생산성의 개념이다.

이런 생산성은 생산기술의 급격한 발전에 의해 획기적인 변화가 이루어졌고, 궁극적으로는 양적 성장의 한계뿐만 아니라 지속적인 경제성장을 가능하게 해 주는 효율성이 증진되었다. 즉 효율성을 높이기 위해 최소의 비용을 추구해 왔다.

지금까지는 일반적으로 효율성의 측면 (최소투입으로 최대의 생산을 지향하는 양적측면)에서 생산성을 분석하였으나 하지만 최근에는 이러한 효율성 측면 이외에도 효과성 (원하는 목표를 얼마나 달성했는가라는 질적측면)을 추가적으로 고려하고 있다.

생산성을 측정하는데 있어서 노동이나 자본 한 단위당 생산되는 산출량으로 측정되는 단일요소 생산성의 경우 측정이 쉬우나 투입요소 투입만으로 설명이 힘든 생산성 변화를 총 요소 생산성이라고 정의하여 생산성 전반에 걸친 생산 기술을 간접적으로 측정하고 있다.

2) 컨테이너터미널의 생산성 개념

일반적 생산성의 정의는 상기와 같으나 컨테이너 터미널에서 생각되는 정의는 약간의 차이가 있다고 생각된다.

기존의 연구에서는 컨테이너터미널의 생산성이란 “각 컨테이너터미널의 주어진 주변여건 및 운영원칙에 따른 연간 최대처리 가능물동량” 또는 Dowd와 Leschine (1989)는 “Container Productivity: A Prospective”, Port & Harbor, IAPH에서 노동, 장비, 토지의 효율적인 이용 정도를 말하는데 이 세 가지 요소의 이용 정도를 계량화 한 것”으로 정의하고 있다.

또 다른 정의로는 컨테이너터미널의 생산성이란 단위당 실적과 투입된 비용을 고려하여 항만운영의 효율성을 측정하는 것으로 정의되어 진다. 이는 각 터미널이 주어진 여건 및 운영원칙 하에서 연간 처리 가능한 최대물동량으로 이해하면 된다. 그러나 터미널의 효율성은 많은 물량을 처리하면 효율이 높아진다고 할 수 있지만 선사에서 제공된 서비스 수준, 터미널 하부시스템의 효율성, 시스템 상호간의 호환성, 비용절감의 측면도 고려되어야 한다. 컨테이너 터미널의 처리능력은 안벽처리능력, 장치장처리능력, 게이트처리능력에 많이 좌우되기에 이 세 가지 능력을 다 감안하여 터미널의 생산성을 평가해야 할 것이다.

기존 연구에서는 컨테이너 터미널의 생산성은 시간당 컨테이너 처리 개수로 표현되는 것 (Productivity) 과 Yard 면적 및 장비 보유 현황으로 구분되는 처리량 (Capacity)의 두 가지로 나누어지고 있다고 기술 하고 있다.

3) 컨테이너 터미널 생산성 평가의 필요성

컨테이너터미널의 생산성 향상은 터미널 운영사의 수익과 아주 밀접한 관계가 있으며 선사들의 선박 재항시간을 줄일 수 있는 주요한 요소로 생각되고 있다.

하지만 이러한 컨테이너 터미널의 생산성을 측정하는 것 자체가 상당히 어렵고 측정하는 기준 또는 통일성의 결여로 터미널마다 측정방법 및 기준이 다르기 때문에 터미널간의 생산성을 비교하는 것은 때때로 많은 어려움을 동반한다.

그러므로 통일된 터미널 생산성을 가지고 이를 공유함으로써 선박회사, 화주, 포워더 등이 터미널을 선정할 때는 다양한 요소를 고려하고 있다. 화물의 접근성, 화물의 양, 화주들의 선호도, 부대시설, 하역장비, 터미널 서비스, 항만 사용료, 운영 탄력성 등이 있다.

이에 따라 컨테이너터미널 터미널은 이미 제한되어 있는 요소들을 극대화 하여 생산성을 높임으로 인해서 터미널의 지속적인 성장과 고객유치가 가능하다.

2.2 컨테이너 터미널 생산성 평가 요소

컨테이너 터미널 생산성 산정을 위해서 먼저 생산성 산정이 되는 작업시간의 구성, 생산성에 미치는 요소들을 먼저 정립할 필요가 있다.

아래의 표에서는 터미널 생산성을 6가지요소로 평가할 수 있다고 말하고 있다.

<표 2-1> 터미널 생산성 평가고려 요소

1. Q/C (Quay Crane) 한대당 할당되는 이송장비 대수
2. 이송장비 사이클 타임
3. RMGC 혹은 RTGC 사이클 타임
4. Q/C (Quay Crane) 사이클 타임
5. RMGC 혹은 RTGC 대수
6. 장치장 내 블록 사양

자료: 부산대학교 산업공학과 김갑환, 전수민 (2008), 컨테이너 터미널에서의 하역 생산성 추정에 관한 연구

컨테이너터미널 작업 프로세스별 생산성 결정요인 분석은 다음과 같은 요소들을 고려하여 이루어진다.

- 입출항절차의 신속성
- 안전박의 규모
- 선박 접안율
- 총 선석생산성 GBP(Gross Berth Productivity)
- 순 선석생산성 NBP(Net Berth Productivity)
- 선석 길이당 처리량
- 총 장비 생산성 GP(Gross Productivity)
- 순 장비 생산성 NP(Net Productivity)
- 장비의 능력
- 장비 가동률
- 투입인력의 생산성
- 야드 면적당 처리량
- 평균장치율
- 평균장치일수
- 야드의 효율성 (1 teu 당 핸들링 수)

- 게이트당 처리실적
- 평균 반출입 시간

평가요소를 통제 가능한 요소와 통제 불가능한 요소로 나누어 생산성 평가요소를 구분하고 있다.

<표 2-2> 터미널 생산성 세부 평가 요소

통제 가능한 요소			통제 불가능한 요소		
터미널 측면	선사 측면	기타사유	터미널 측면	선사 측면	기타사유
운영구조 플래닝 기법 CCT 관리 여부 작업통제 능력 인력관련 노무구조 작업조당 투입인력 기사개인 능력 장비관련 장비댓수 고장시 수리 능력 부품조달 능력 장비가동 성능 전산 전산시스템	운영기법 CCT준수 여부 화물형태 (B/B, O/H등) 접안스케줄 준수여부 Stowage Plan 작성기법 정보제공 능력 운영능력 (화물관리능력, POD변경, 모선변경, 관매 및 사후관리 능력) 인력관련 라이싱 노무원 업무 협조 능력	국 내 화 주 인식 차이 EDI현황	장비관련 장비형태 및 종류 시설관련 야드 면적 야드 차량진행 방향 게이트 현황	선박의 형태 선박용량 선박길이 셀 가이드 형태 큰 형태 선명 해치커버 형태	기상상태 낮의 길이 조석

주: CCT (Cargo Closing time), POD (Port Of Destination)

자료: 정승호, 하원익 (1999) / 컨테이너 터미널 생산성 산정에 관한 실증연구

컨테이너 터미널의 생산성에 관련된 데이터 분석항목으로 GP(Gross Productivity), 마감시간, 야드분산, 당일 선석 혼잡도, 본선작업 수량, 계근무제 일치도를 지정했다.

아래의 표는 선박의 재항시간에 대한 구분을 나타내고 있는 표이다. 이 표를 통해 선박회사에서는 어떤 부분에 어떤 평가요소를 가지고 있는지를 볼 수 있다.

<표 2-3> 생산성 관련 부문별 시간 개념

부문	시간	내용	비고
본선 작업 시간	재항시간	외항 도착시간부터 외항 출발시간까지	선석, 서류, 도선, 예선, 약천후 등에 의한 대기시간 포함
	총 접안 시 간	최초의 훗줄이 비트에 걸리는 시간부터 이안시 마지막 훗줄이 비트에서 벗어나는 시간까지	서류준비기간, 작업조, 작업전환 및 준비, 화물취급, 장비고장, 약천후 등으로 인한 대기시간 포함
	순 접안 시 간	선박에서 최초로 하역되는 컨테이너의 라싱이 풀리는 순간부터 마지막으로 선적되는 컨테이너의 라싱완료 순간까지의 시간	본선작업(본선작업준비시간), 화물문제, 장비고장, Lashing/Unlashing시간, 콘 탈착시간, 해치커버 취급, 장비간섭, 기상상태로 인한 중단시간 등의 작업중단시간을 포함
크레인 시간	총 크레인 작업시간	갠트리크레인의 최소 이동순간부터 완료까지	본선작업 전후의 대기시간 및 작업중단 시간을 포함
	순 크레인 작업시간	총크레인 작업시간에서 작업시간 이외의 소요 시간을 제외한 시간	대기시간 및 모든 작업중단시간을 제외

자료: 정승호, 하원익 (1999)/ 컨테이너 터미널 생산성 산정에 관한 실증연구



자료: 정승호, 하원익 (1999)/ 컨테이너 터미널 생산성 산정에 관한 실증연구

[그림 2-1] 본선 하역시간 분류

2.3 기존 컨테이너 터미널의 생산성 평가지표 항목

1) 생산성 평가지표

생산성 평가지표는 아래와 같이 선박접안시간, 항만접근성, 입출항절차의 신속성 등 12가지 요소를 고려 할 수 있다.

가. 선박접안 시간

선박대기시간은 선사와 컨테이너터미널의 보는 시각에 따라 생산성 결과에 차이가 날수 있다.

컨테이너 터미널의 접안시간이란 선박이 완전히 접안하고 계류작업이 끝난 이후부터 작업완료 된 시점을 말한다.

선사의 접안시간이란 계류작업 이전 선박이 접안한 시간부터 계류작업이 완료되고 선박이 안벽에서 떨어진 시점까지라 본다. 그러므로 이러한 차이를 고려하여 생산성을 판단해야 할 것이다.

나. 항만접근성 = 재항시간 - 총 접안시간

항계에서 터미널까지의 접근거리 및 항해 상태, 도선사와 예인선의 능력, 본선, 선원, 화물 등을 통제하는 각 기간의 효율성, 선석 이용율을 평가하는 기준이 될 수 있음.

다. 입출항절차의 신속성

선박의 항만 입/출항시 얼마나 신속하게 행정처리와 관계절차가 이루어지는가를 평가하는 요인으로 선박의 기항시간 대비 순입/출항시간의 비중이 기준이 된다.

라. 접안선박의 규모

터미널에 접안하는 선박의 규모를 평가하는 요인으로 최적규모의 선박이 기항하고 있는가를 평가하는 것으로 (일정수준 이상의 선박과 화물을 처리하는 선박) 터미널의 시설규모, 하역장비, 선사에 대한 마케팅능력 등이 통합적으로 고려되어 나타나는 요인이기 때문에 다양한 측면에서 경쟁력을 평가할 수 있다.

마. 선박 접안율

연간 안벽이용가능시간에 대한 선박의 접안시간 비율을 의미하는 것으로 선박접안율은 선박도착의 가변성, 타항만에서의 지연, 터미널 생산성등에 의해 영향을 받기 때문에 선박의 입출항 및 선석작업과 관련된 생산성 평가지표이며 $\text{척 접안시간} / \text{연간작업시간}$ ($\text{연간작업일수} \times \text{일일작업시간} \times \text{선석수}$) 동안 선박이 접안한 시간 비중을 평가하는 요인이다.

바. 투입인력의 생산성

투입인력의 생산성은 연간 총처리물량과 터미널 운영사 총인력규모와의 관계를 평가하는 요인으로 전 세계적으로 터미널의 생산성을 평가할 때 기본적인 척도로 사용된다.

사. 선석 길이당 생산성

선석길이당 생산성은 $\text{본선 처리실적} / \text{선석길이}$

선석길이당 어느 정도의 컨테이너 화물을 처리했는가를 판단하는 기준으로 판단하는 지표이다. 이 생산성 역시 터미널의 생산성을 평가하는 중요한 기준이다.

아. 게이트 생산성

게이트 처리량 = $\text{게이트총반출입물량} / \text{일일순작업시간} \times \text{연간작업일수}$

게이트를 통해 반출입되는 총 물량은 적절한 게이트 수요를 판단하는 지표로 이용 가능하다.

게이트 혼잡도를 나타내는 지표로서 운송사에 대한 서비스를 측정할 수 있다. 과도하게 많은 게이트를 운영하게 되면 운영비 지출이 증가 할 수 있다.

자. 총 선석 생산성 (Gross Berth Productivity) = $\text{본선처리물량} / \text{총 접안시간}$

종전에는 총접안 시간은 첫 번째 계선주를 묶는 시간부터 마지막 계선주를 푸는 시간까지였으나, 최근에는 선박 접안 후 선사의 사정에 의하여 작업을 장시간 대기 후 작업하는 경우와 선박이 작업완료 후 선사의 사정으로 인해 선박의 입출항이 지연되는 경우가 있어, 총 접안시간은 입항 시 계선주를 다 잡은 시간부터 출항 시 마지막 계선주를 푸는 시간까지로 한다. 식사시간 및 해치커버작업시간도 포함한다.

선석당 생산성은 하역요금과 함께 선사가 터미널 선택 시 가장 중요한 지표가 된다.

차. 순 선석 생산성 (Net Berth Productivity) = 본선처리물량 / 순 작업시간
본선작업 중 선박의 귀책사유 (선박수리, 식사시간, 등)로 작업이 중단된 시간을 제외한다.

처리량에 있어서 대부분의 컨테이너터미널들은 순수하게 컨테이너처리량만을 산출하고 있지만 일부 컨테이너 터미널의 경우 벌크작업 수량 과 해치커버 작업 수량까지도 포함하는 경우가 있다.

카. 총 장비 생산성 (Gross Crane Productivity) =

본선처리물량 / 크레인총작업시간

컨테이너 크레인의 첫 컨테이너 작업부터 마지막 컨테이너 작업시까지 소요되는 시간을 말한다.

컨테이너크레인이 시간당 얼마나 많은 컨테이너를 처리하였는가를 나타내는 지표로서 컨테이너터미널에서 작업 효율성을 파악하는데 중요한 요소로 여기며 식사 및 교대시간도 포함된다.

타. 순 장비생산성(Net Crane Productivity)=

본선처리실적/크레인총작업시간-작업중단시간

컨테이너 작업간의 작업중단 시간을 제외한다.

컨테이너터미널에서 작업중단 시간에서 제외되는 내용은 식사시간, 교대시간, 크레인 고장시간, 등이며, 벌크 작업은 제외되는 경우도 있고 포함되는 경우도 있다.

터미널의 경쟁력 및 장비 설비, 노동력의 기술적 능력평가의 요소가 될 수 있다.

터미널 운영관점에서 가장 일반적으로 적용되는 것은 순 장비생산성(Net Crane Productivity)이며 선박회사의 경우 선박운항과 관련한 최대 관심사는 Port Stay를 줄이는 것이다. Port stay는 터미널 접근시간, 작업준비시간, 하역 작업 시간을 포함하는 것이다.

2) 항만 하역과 생산성

항만과 관련된 전체 생산지표는 운영지표 (Operational Indicator)와 재무지표 (Financial Indicators) 두 가지로 구분 할 수 있다.

그 중 운영지표를 살펴보면 화물의 품목에 대한 선박의 도착시각과 선박 재항시간 내역은 생산성분석에 있어 유지해야 할 가장 중요한 운영 총계치라 할 수 있다

- 도착시간 (arrival time)
- 대기 시간 (waiting time)
- 서비스 시간 (Service time)
- 회항 시간 (turnaround time)
- 선박당 톤수 (tonnage per ship)
- 선박의 접안시간당 작업시간 비율 (fraction of time berthed ships worked)
- 선박당 교대작업 갱수 (number of gangs employed ship per shift)
- 선박재항시간당 톤수 (tons per ship port hour)
- 선박접안시간당 톤수 (tons per ship berth hour)
- 갱시간당 톤수 (tons per ship berth hour)
- 갱유희시간 (gang idle time)

제3장 부산항 컨테이너 터미널 현황

3.1 컨테이너터미널의 주요 기능 및 시설현황

컨테이너 터미널의 기능은 하역, 보관, 환적, 운송이 동시에 이루어지는 곳으로 대표적인 종합 물류기지라고 할 수 있다. 컨테이너 터미널은 선석, 야드, 게이트로 그 영역을 나눌 수 있으며, 작업은 해당 모선 입항 전 선박의 크기 작업수량 등을 고려하여 적절한 선석을 계획하는 선석계획 작업과 수출 장치장에 장치되어 있는 수출 컨테이너를 컨테이너 선박에 적재하는 본선작업이 있고 수입된 컨테이너를 외부트럭의 반출 요청 시 적재 해주는 반출 작업, 수출 컨테이너가 지정 장치장에 도착했을 때 장치하는 반입 작업을 아드 작업이라고 하고 외부 트럭이 통과하는 게이트에서 컨테이너 정보를 확인하는 게이트 업무가 있다.

이와 관련하여 컨테이너 터미널은 대형화물을 신속하고 효율적으로 처리할 수 있도록 본선작업시스템, 구내이송 시스템, 장치 및 보관 시스템, 인수도 작업시스템, GATE 작업 시스템, 정보업무 및 관리 시스템을 통하여 유기적으로 운영될 수 있는 종합시스템의 체제를 갖추고 있다. 그리고 이들 시스템은 상호간에 순차적인 연결을 통하여 원활하게 화물을 유통함으로써 이용자와 관리자 모두에게 신속하고 안전한 양질의 서비스를 제공하고 있다. 컨테이너 터미널은 컨테이너 화물의 전 운송과정 중 접속점으로써 터미널에 연결되는 복수의 운송수단 사이에 컨테이너를 정확, 신속, 안전하게 하역 및 이송 할 수 있어야 한다. 따라서 컨테이너를 하역 및 이송하여 정리하는 기능이 가장 필요하며 이를 하역이송 기능이라 한다.

터미널은 설계 시 위치한 항만의 지형과 물동량 및 건설자의 운영 방법 채택 등의 특징에 따라 모양과 규모가 달라진다. 터미널의 외형적 규모는 부두에 최대 접안 가능한 선박이 동시에 접안되는 선석수로 표시되나, 터미널의 취급 능력은 일반적으로 부두를 설계 시 선박하역 작업을 위한 안벽크레인 (Quay Crane)의 연간 처리능력으로 표현하고 있다. 그러나 종합적 능력을 표현하기 위해서는 선박의 하역능력에 CY (Container Yard) 장치 능력, GATE 처리능력으로 세분하여 표현된다.

터미널의 주요시설은 최소한 다음과 같은 시설을 갖추고 있으며 부대시설로는 컨테이너 수리장 및 변전실 등의 시설을 갖추고 있다. 주요시설별 기능 및 용도는 아래와 같다.

<표 3-1> 컨테이너 터미널 시설 현황 및 용도

시 설	용 도
안벽	컨테이너 전용선을 접안시키는 곳으로 4000 teu 적재이상의 대형선박을 접안시키기 위해서는, 간조시에도 13m 이상의 수심이 필요하며, 계류하려면 길이는 300m 이상이 필요하다.
Apron	안벽에 접한 약 30 - 40 m의 육지 쪽을 칭하며, 여기에 컨테이너 크레인이 설치되어 선박에 양적하가 이루어진다.
Marshalling yard	Apron의 내측에 있는 컨테이너를 쌓아둔 넓은 장치장이다. 이 곳에서는 적재할 선박 별로 장치계획을 수립해서, 선적예정 컨테이너를 동일한 선적조건 별로 세분하여 정연히 장치하거나, 양하된 컨테이너를 화주에게 인도가 용이하도록 구분 장치를 한다.
Container Yard	Marshalling yard의 내륙 쪽에 위치하고 있으며, 수입 Full 컨테이너에 대한 화주 적출후 재회수된 공컨테이너 장치 및 수출모선이 확정되지 않은 Dummy Cargo를 장치하고 있다.
Gate	컨테이너 터미널의 반출입하는 컨테이너에 대한 필요서류의 접수, 봉인 (Seal), 및 컨테이너의 손상 유무를 검사하고 컨테이너의 무게를 측정하는 곳이다.
운영건물	컨테이너 터미널의 모든 하역작업을 제어하는 운영부서와 지원부서가 위치하고 있으며, 세관, 선사, 검수회사등 유관기관이 입주하여 있다.
Container Freight Station	컨테이너 1개에 미달하는 소화물이나 출하지에서 컨테이너에 직접 적입못한 대량 화물의 수출을 위하여 특정 장소 건물에 집적하였다가, 목적지 별도로 동종의 화물을 선별하여 컨테이너에 적입하는 장소이다.
냉동 장치장	냉동, 냉장,가운을 위한 냉동컨테이너를 보관하는 장치장으로 냉동컨테이너에 대한 지정된 온도를 지속적으로 유지하기 위하여 육상 전력 공급 장치에 접속시켜야 한다.
정비공장	정비공장은 터미널내에 하역장비의 정비, 수리를 하는 곳이나, 일부 소규모 터미널은 자체 시설을 확보하지 않고 전문회사에 의뢰하는 곳도 있다
컨테이너 수리장	On-Dock서비스의 주된 목적은 터미널내 일괄서비스 (One-Stop Service)를 제공하는 것이며, 이를 위하여 손상된 컨테이너를 수리할 수 있도록 각종 수리도구를 갖추고 있다.

자료: 한국해양대학교 해사산업대학원 원태완 / 컨테이너터미널의 생산성에 미치는 요소 및 효율성 증대에 관한 연구

1) 자성대부두



[그림 3-1] 자성대부두 위치 및 전경

대한민국 최초의 전용 컨테이너터미널인 부산허치슨컨테이너터미널 (HBCT)은 현재 5만톤급 컨테이너선이 접안 할 수 있는 선석 총 4개, 1만톤급

피더선이 접안 할 수 있는 선석 1개를 운영하고 있습니다. 지형적으로 안전한 내항에 위치해 있어 악천후 시에도 안정적이고 효율적인 하역작업을 수행할 수 있다. 또한, 다선석운영기법을 통하여 혼잡시간대에도 선석배정 및 하역작업을 수행하고 있다. 신속한 컨테이너 내륙 운송을 지원하기 위해, HBCT는 철송 및 고속도로 진입이 용이한 배후시설을 갖추고 있다. HPH의 선진운영기법을 도입하여 서비스 수준을 끌어올리기 위해 노력하고 있는 상황이다.

<표 3-2> 자성대 부두현황

구분	현황	
운영회사 시설 및 주요장비	면적(m ²)	624,000
	선석	5
	선석길이(m)	1,447
	수심	15
	CFS(m ²)	20,500
	Quay Cranes	14
	Rubber Tyred Gantry Cranes	36
	Reach Stackers	5
동시접안능력	50,000톤급(DWT) X 4 / 10,000톤급(DWT) X 1	
연간하역능력	1,700,000TEU	
총면적	624,000 m ²	

자료: 부산항만공사 홈페이지

2) 신선대부두

신선대부두는 미주와 유럽대륙을 연결하는 동북아 기종점인 부산항 내 있으며, 항로상 최근접 지점에 위치하고 있어 지경학적으로 우위를 점하고 있다. 지속적으로 증가되는 물동량과 컨테이너 선박의 대형화 추세에 적극 부응하고자 종합적이고 현대적인 시설을 갖추고 있어 신속하고 신뢰할 수 있는 작업이 가능하다.

또한 15~16m의 전면수심을 확보하고 있고, 8,000~10,000TEU급 선박의 하역작업이 가능한 첨단설비를 갖추고 있다.



[그림 3-2] 신선대부두 위치 및 전경

<표 3-3> 신선대 부두현황

구분	현황
개장	1998. 4
운영회사	대한통운부산컨테이너터미널(주)
주요장비	안벽 1,500m, C/C 15기, T/C 32기
동시접안능력	50,000톤급(DWT) X 5
연간하역능력	2,000,000TEU
총면적	1,288,000 m ²

자료: 부산항만공사 홈페이지

3) 우암부두

1996년 개장되어 2만톤급 1척과 5천톤급 2척이 동시에 접안할 수 있는 중소형 컨테이너 전용부두로서 5대의 C/C와 13기의 T/C등을 갖추고 우암터미널(주)에 의해 운영되고 있다.



[그림 3-3] 우암부두 위치 및 전경

<표 3-4> 우암 부두현황

구분	현황
개장	1996. 9
운영회사	우암터미널(주)
주요장비	안벽 500m, C/C 5기, T/C 13기
동시접안능력	20,000톤급(DWT) X 1 / 5,000톤급(DWT) X 2
연간하역능력	300,000TEU
총면적	182,000 m ²

자료: 부산항만공사 홈페이지

4) 신감만 부두

2002년 개장되어 5만톤급 2척과 5천톤급 1척이 동시에 접안할 수 있는 중소형 컨테이너 전용부두로서 5대의 C/C 7기와 T/C 16기등을 갖추고 동부부산컨테이너터미널(주)에 의해 운영되고 있다.



[그림 3-4] 신감만부두 위치 및 전경

<표 3-5> 신감만 부두현황

구분	현황
부두현황개장	2002. 4
운영회사	동부부산컨테이너터미널(주)
주요장비	안벽 826m, C/C 7기, T/C 16기
동시접안능력	50,000톤급(DWT) X 2 / 5,000톤급(DWT) X 1
연간하역능력	780,000TEU
총면적	308,000 m ²

자료: 부산항만공사 홈페이지

5) 감만부두

1994년부터 1997년까지 부산항 제4단계 개발사업으로 축조되어 오늘날까지 최첨단 장비들을 갖추고 신속 정확한 서비스를 제공하고 있다. 세방부산터미널(주)와 인터지스(주)가 각각 2개의 선석을 운영하고 있다.



[그림 3-5] 감만부두 위치 및 전경

<표 3-6> 감만부두 현황

구분	현황
개장	1998. 4
운영회사	세방부산터미널(주) 인터지스(주)
주요장비	안벽 1,400m, C/C 15기, T/C 42기
동시접안능력	50,000톤급(DWT) X 4
연간하역능력	1,560,000TEU
총면적	727,000 m ²

자료: 부산항만공사 홈페이지

6) 부산신항만

부산신항만은 1단계 북터미널 13개 선석에 더해 남터미널 2-1단계 및 2-2단계 각 4선석이 개장하여 현재 총 17개 선석이 운영하고 있다. 안벽길이는 총 2.25km이며 안벽 수심은 신항 2-1 단계는 18m, 신항 2-2 단계는 17m이다.

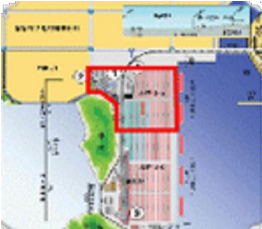
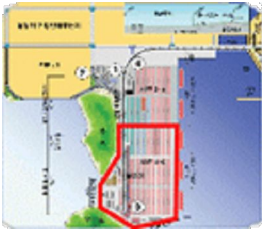
현재 부산항만공사에서는 부산항 신항 2-1단계 및 2-2단계 컨테이너부두건설을 완료하고 신항 2-5단계 및 2-6단계 컨테이너부두 건설사업을 추진중에 있습니다.

<표 3-7> 부산신항만의 완료된 사업 부두 현황

구분	신항 2-1단계	신항2-2단계	합계
완공	2009년	2011년	
안벽길이	1.1Km	1.15Km	2.25Km
선석수	4선석 (4천TEU이상×2선석) (2천TEU이상×2선석)	4선석 (4천TEU이상×2선석) (2천TEU이상×2선석)	8선석
수 심	DL(-)18.0m	DL(-)17.0m	-
전경			-

자료: 부산항만공사 홈페이지

<표 3-8> 부산신항만에서 진행중인 사업 부두 현황

구분	신항 2-5단계	신항 2-6단계	합계
완공	2017년	2019년	
안벽길이	0.7Km	1.05Km	1.75Km
선석수	2선석 (4천TEU이상×2선석)	3선석 (4천TEU이상×3선석)	5선석
수 심	DL(-)20.0m이상	DL(-)20.0m이상	
전경			

자료: 부산항만공사 홈페이지

<표 3-9>는 2009년 기준 신항의 연도별 시설 현황을 나타내고 있다.

<표 3-9> 신항의 연도별 시설 현황

시설구분내용		2006	2007	2009	전체
선석	안벽길이	1,200M (3)	800M (3)	1,200M (3)	3,200M (3)
	안벽전면수심	16M	16M	17M	16M/17M
야드	전체면적(m ²)	443,072	284,363	437,891	1,162,331
	보관장소(m ²)	191,735	111,750	186,739	490,224
	Ground Slot(TEU)	10,446	7,620	10,932	28,998
게이트	개소	12 (동측)		8 (서측)	20 (E/W)
철송장	트랙수	5		5	10
	철송 크레인	2		2	4

자료: 부산항만공사 홈페이지

<표 3-10>은 2009년 기준 신항 1단계의 시설 현황을 나타내고 있다.

<표 3-10> 신항의 1단계 시설 현황

시설구분	전체	1-1단계		1-2단계 (09. 5월 3선석)	비 고
		개장3선석	잔여3선석		
안벽크레인	26대	9대	9대	9대	
야드크레인	85대	18대	30대	36대	철송크레인4대포함
야드트랙터	165대	60대	55대	50대	
야드샤시	210대	80대	65대	65대	
리치스태커	4대	2대	-	2대	
엠펙터	6대	3대	-	3대	

자료: 부산항만공사 홈페이지

3.2 전국 항만별 컨테이너 처리실적

1993년부터 2010년까지의 전국 항만의 물동량을 나타내며 이 물동량 대비 부산항이 차지하는 비중을 나타내고 있다.

<표 3-11> 전국항만 물량처리 실적 및 부산항의 비중

연도	부산항	광양항	인천항	평택항	울산항	군산항	마산항	기타항	부산항 비중(%)
1993	3,070,681	112,860	18,878	1,547	-	-	-	-	-
1994	3,574,841	-	226,832	-	31,998	-	2,484	-	93.2
1995	4,130,099	11,826	296,225	-	42,567	-	7,347	-	92.0
1996	4,374,162	16,772	432,493	-	47,003	-	27,867	-	89.3
1997	4,811,279	19,141	508,062	-	93,009	-	37,669	5,800	87.9
1998	5,311,509	68,234	514,847	-	125,829	6,601	27,320	47,728	87.0
1999	5,655,533	454,696	574,656	-	149,493	3,638	35,879	29,920	81.9
2000	6,382,737	677,747	611,261	988	236,296	3,642	41,766	4,364	80.2
2001	8,072,814	887,092	663,042	21,111	258,468	19,714	65,016	2,857	80.8
2002	9,453,356	1,125,549	769,791	66,238	276,537	24,227	49,020	125,080	79.5
2003	10,407,809	1,235,292	821,071	152,259	318,279	61,817	47,352	141,992	78.9
2004	11,491,968	1,348,555	934,954	190,088	302,870	59,685	61,994	133,024	79.1
2005	11,843,151	1,460,818	1,148,666	227,652	316,432	57,218	55,559	106,964	77.8
2006	12,038,786	1,770,386	1,377,050	259,965	336,868	33,972	32,634	115,235	75.4
2007	13,261,484	1,736,916	1,663,800	318,902	380,406	28,783	29,468	124,164	75.6
2008	13,452,786	1,822,449	1,703,362	355,991	400,581	25,891	25,055	140,633	75.0
2009	11,980,325	1,830,317	1,578,003	377,511	319,334	68,160	13,482	174,246	73.3
2010	14,194,334	2,087,890	1,902,733	446,550	335,706	104,320	12,058	285,369	73.0

자료: 부산항만공사 홈페이지

3.3 부산항 부두별 컨테이너 처리실적

아래의 표는 1993년부터 2010년까지의 부산항에 있는 컨테이너 터미널들의 물량 처리 실적이다. 이 표를 통해 신항이 생긴 이후 신항으로의 물량이 이동하는 것을 알 수 있다.

<표 3-12> 부산항 부두별 컨테이너 처리실적

연도	합계	자성대 부두	신선대 부두	감만부두	우암부두	감천한진	신감만 부두	신항부두	일반부두
1993	3,070,681	1,123,690	1,006,525	-	-	-	-	-	940,466
1994	3,825,565	1,330,502	1,161,928	-	-	-	-	-	1,333,135
1995	4,502,596	1,538,933	1,262,692	-	-	-	-	-	1,700,971
1996	4,760,507	1,659,830	1,325,917	-	-	-	-	-	1,774,760
1997	5,233,880	1,808,146	1,452,036	-	340,554	-	-	-	1,633,144
1998	5,752,955	1,228,383	1,195,563	879,763	278,692	357,984	-	-	1,812,570
1999	6,439,589	1,006,645	1,177,188	1,398,476	348,983	435,895	-	-	2,072,402
2000	7,540,387	1,433,801	1,282,135	1,769,120	312,299	386,818	-	-	2,356,214
2001	8,072,814	1,272,288	1,319,761	1,922,540	447,693	432,941	-	-	2,677,591
2002	9,453,356	1,534,586	1,528,285	2,261,484	502,450	505,959	481,182	-	2,639,410
2003	10,407,809	1,584,429	1,768,112	2,546,391	533,285	512,240	745,544	-	2,699,808
2004	11,491,968	1,825,523	1,994,881	2,723,733	549,872	548,074	976,321	-	2,873,564
2005	11,843,151	2,126,665	1,961,854	2,862,209	577,322	497,661	1,098,615	-	2,718,299
2006	12,038,786	2,212,485	2,054,637	2,558,728	548,063	503,654	1,144,650	237,710	2,778,859
2007	13,261,484	2,274,667	2,400,869	2,842,747	531,276	574,775	1,250,132	579,168	2,807,850
2008	13,452,786	2,102,969	2,282,903	2,722,447	564,719	556,108	1,210,753	1,579,350	2,433,537
2009	11,980,325	1,897,842	2,655,718	2,081,426	551,930	42,987	1,165,817	2,690,791	893,814
2010	14,193,753	1,581,452	2,687,975	1,888,320	612,486	1,186	1,228,056	5,484,595	709,683

자료: 부산항만공사 홈페이지

제4장 크레인 집중도와 생산성과의 관계 분석

4.1 크레인 집중도 (Crane Intensity)와 생산성 현황

본 장에서는 2011년 1월부터 10월까지 부산의 한 터미널에 접안한 337척의 모선 (3000 Teu 이상)을 대상으로 하여 총 선석 생산성 (GBP: Gross Berth Productivity), 순 선석 생산성 (NBP: Net Berth Productivity), 총 장비 생산성 (GP: Gross Crane Productivity), 순 장비생산성 (NP: Net Crane Productivity) 과 크레인 집중도(Crane Intensity)와 생산성의 관계를 실증적으로 분석하고자 한다.

크레인 집중도 지표는 크레인 총 작업시간을 크레인 순 작업시간으로 나누어서 도출하였다. 컨테이너 집중도란 한 모선에 컨테이너들이 얼마나 적절히 분포되어 있는가를 보여주는 것이다. 안벽 크레인은 상당히 큰 구조를 가진 터미널 장비이다. 일반적으로 한 암벽크레인이 한 모선에 대해 작업을 하는 경우, 인접한 좌우 각 1 베이(bay)씩은 다른 암벽 크레인이 작업을 하지 못한다. 그러므로 컨테이너들이 적절히 모선에 분포가 되어있어야 할당된 암벽크레인들이 같은 비율로 작업량을 가질 수가 있고, 작업량이 고루 나누어지는 만큼 터미널 생산성은 올라가고, 재항시간은 줄어들 것이다. 그러므로 크레인 집중도는 요즘 들어 주요 선사에서 터미널의 생산성 평가의 한 지표로서 총 선석 생산성, 총 장비 생산성과 함께 고려되고 있다.

전술한 바와 같이 기존 연구의 경우 크레인 생산성에 관한 많은 연구가 수행되었으나 크레인 집중도(Crane Intensity)에 관한 고려는 없었다. 본 연구에서는 터미널의 생산성을 분석하는 많은 요소중에서 크레인 집중도를 추가하여 터미널 생산성 분석에 도움을 주고자 한다.

본 연구 대상 터미널의 경우 크레인 투입량 보다 터미널 집중도가 높은 비율이 낮은 비율보다 높아 장비 효율성 면에서 우수하다고 판단이 된다. 그렇지 못한 경우는 크레인 작업할당량의 쏠림현상이 발생하여 한 크레인에 작업할당량이 다른 크레인보다 많았을 것이라 판단된다.

<표 4-1> 크레인 집중도와 투입량의 분석

집중도 분석	모선 수	비율
크레인 집중도가 크레인 투입량보다 높은 경우	212	63%
크레인 집중도가 크레인 투입량보다 낮은 경우	56	17%
크레인 집중도가 크레인 투입량보다 같은 경우	69	20%
총 모선수	337	100%

아래의 표는 337 모선의 평균 생산성, 크레인 집중도 및 투입량을 나타내고 있다.

<표 4-2> 표본선박의 생산성 분석

총 선석 생산성	순 선석 생산성	총 장비 생산성	순 장비 생산성	크레인 집중도	크레인 투입량
106.4	117.5	32.8	36.0	3.6	3.4

<표 4-3>은 크레인 집중도가 크레인 투입량보다 높은 경우의 평균 생산성, 크레인 집중도 및 투입량을 나타낸다. <표 4-2>의 평균값과 비교 시 총 선석 생산성과 순 선석 생산성은 높고 장비 생산성은 낮다. 크레인 집중도는 0.1이 높다.

<표 4-3> 표본선박중 크레인 집중도가 크레인 투입량보다 높은 경우의 생산성

총 선석 생산성	순 선석 생산성	총 장비 생산성	순 장비 생산성	크레인 집중도	크레인 투입량
108.2	120.0	32.6	35.9	3.7	3.4

<표4-4>는 크레인 집중도가 크레인 투입량보다 낮은 경우의 평균 생산성, 크레인 집중도 및 투입량이다. <표4-2>의 평균값과 비교 시, 총 선석 생산성과 순 선석 생산성은 오히려 표본선박의 생산성 보다 높게 나오고 있으나, 총 장비 생산성 및 순 장비생산성 면에서는 0.8/0.6이 높다.

<표 4-4> 표본선박중 크레인 집중도가 크레인 투입량보다 낮은 경우의 생산성

총 선석 생산성	순 선석 생산성	총 장비 생산성	순 장비 생산성	크레인 집중도	크레인 투입량
108.6	118.6	33.6	36.6	3.5	3.7

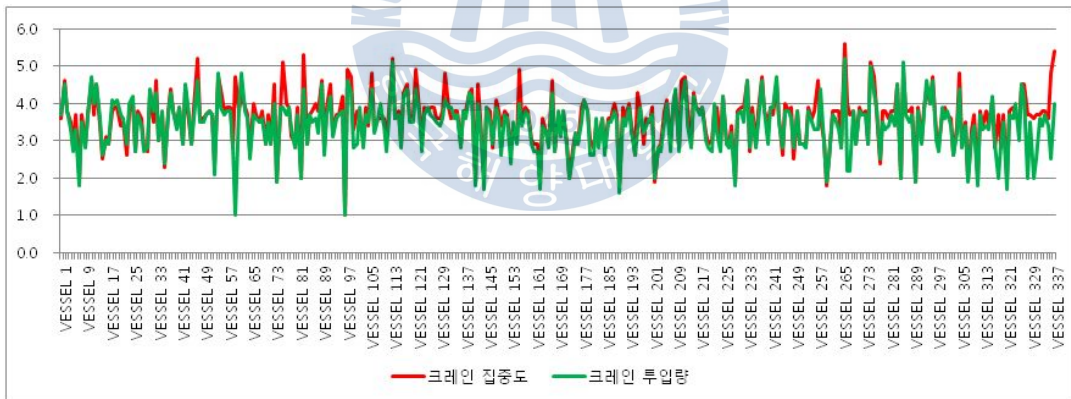
<표 4-5>는 크레인 집중도가 크레인 투입량과 같은 경우의 평균 생산성, 크레인 집중도 및 투입량이다. <표4-2>의 평균값과 비교 시, 모든 생산성의 판

단 요소 (총 선석 생산성, 순 선석 생산성, 총 장비 생산성 및 순 장비생산성) 들이 표본선박의 것들보다 보다 낮다.

<표 4-5> 표본선박중 크레인 집중도가 크레인 투입량과 같은 경우의 생산성

총 선석 생산성	순 선석 생산성	총 장비 생산성	순 장비 생산성	크레인 집중도	크레인 투입량
98.9	108.6	32.5	35.7	3.3	3.3

이를 종합하면 크레인의 집중도가 투입량 보다 높은 경우에 총 선석 생산성 및 순 선석 생산성이 표본선박의 생산성보다 좋은 것으로 나타났으며, 총 장비 생산성 및 순 장비 생산성에서의 차이는 극히 미미 하다고 판단된다. 크레인 집중도가 크레인 투입량 보다 낮은 경우 역시 생산성이 표본선박의 생산성보다 좋은 것으로 나타났다. 하지만 크레인 투입량에 비해 크레인 집중도가 못미친다는 것은 암벽 크레인의 작업량이 고루 분포되지 못했다고 생각이 된다. 하지만 크레인 집중도가 크레인 투입량과 동일한 경우 오히려 표본선박의 생산성에 비해 낮은 것으로 나타났다.



[그림 4-1] 표본선박 크레인 집중도와 크레인 투입량

4.2 시나리오 분석

1) 시나리오 분석 결과

터미널 야드 및 게이트 반출입 물량이 일정하다는 가정 하에, 한 모선에 대해 처리해야 할 양적하 양이 1000 move가 있다고 가정하고 선사 Stowage planner가 크레인 투입 예상량을 5기로 잡았을 경우 한 크레인당 처리해야 할 양은 200개이다 (총 처리량 / 크레인 투입수).

이 때 크레인의 시간당 총 생산성을 30 move라고 가정하면 크레인 작업 시간은 6.67시간이 된다. 그러므로 터미널에서 작업시간이 가장 긴 크레인의 양을 줄이거나 생산성을 높임으로써, 재항시간을 줄일 수가 있다.

<표 4-6> 기본 시나리오 결과

항 목	수 치
총 처리량 (Move)	1000
총 크레인 생산성 (Move / Hour)	30
크레인 투입수 (Unit)	5
제일 작업량이 많은 크레인 처리량 (Move)	200
제일 작업량이 많은 크레인 작업시간 (Hour)	6.7

여기서 크레인 생산성을 시간당 5개가 높아지는 것으로 가정하게 되면 크레인 작업시간은 1시간 (60분)이 줄어들게 된다.

<표 4-7> 크레인 생산성 향상에 따른 결과

항 목	수 치
총 처리량 (Move)	1000
총 크레인 생산성 (Move / Hour)	35
크레인 투입수 (Unit)	5
제일 작업량이 많은 크레인 처리량 (Move)	200
제일 작업량이 많은 크레인 작업시간 (Hour)	5.7

또한 크레인 생산성은 변하지 않았으나 크레인을 1대 더 투입하는 것으로 가정할 경우 크레인 작업시간은 1.1 (1시간 6분)이 줄어들게 된다.

<표 4-8> 크레인 추가 투입에 따른 결과

항 목	수 치
총 처리량 (Move)	1000
총 크레인 생산성 (Move / Hour)	30
크레인 투입수 (Unit)	6
제일 작업량이 많은 크레인 처리량 (Move)	167
제일 작업량이 많은 크레인 작업시간 (Hour)	5.6

2) 시사점

시나리오 분석 결과는 안벽크레인의 생산성을 높이면 제항시간이 줄어든다는 일반적인 상식을 보여주는 듯하지만, 이 분석결과에서 우리는 터미널 생산성 향상이 터미널 자체의 노력만으로 이루어 지지 않는다는 것을 알 수 있다.

시나리오의 가정에 따르면 크레인을 더 투입 하는 것이 제항시간 및 크레인 당 작업시간을 줄이는데 효과적으로 나오지만, 크레인이 투입되기 위해서는 재반 야드 장비들의 추가적 투입도 고려되어야 하므로 터미널의 추가적인 운영비용 증가를 가져올 수 있다. 그러므로 추가적 운영비용이 드는 장비추가 배치보다는 터미널 운영 방안을 개선함으로써 제항시간을 단축하는 방안이 우선 고려 될 필요가 있다.

하나의 현실적인 방안으로서 터미널 운영자와 선사가 유기적인 관계를 유지하여 선사 적재계획 담당자와 협의하여 할당된 각 크레인이 동일한 작업량을 가질 수 있도록 적부계획을 수립하는 것을 고려할 수 있다. 이러한 협력을 바탕으로 기존의 장비를 효율적으로 그리고 생산적으로 운영할 수 있는 구체적인 방안에 대한 연구가 필요할 것으로 보인다.

제5장 결론

5.1 결론

오늘날 항만간 혹은 같은 항만 내에서의 경쟁은 날이 갈수록 치열해지고 있다. 그리고 경쟁에서 뒤쳐지게 되면 시장에서 생존하기는 더욱 힘들다. 그리고 선사들은 컨테이너선들이 점차 대형화 되고 선사들이 운항비용, 재항시간 및 터미널 생산성에 더욱더 관심을 가지게 되고 항만의 기항 및 터미널 선정에 중요한 요소로 간주하고 있다. 그 동안 생산성 향상, 터미널 생산성에 영향을 주는 요소, 그리고 생산성 최적화 모델을 찾고자 많은 연구를 했었다. 그리고 컨테이너 터미널 생산성에 대한 선행연구에서 많은 방법이 제시되었으나 항만간, 컨테이너 터미널간의 생산성에 대한 정의는 명확히 정립되어 있지 않고 있다.

이로 인하여 해운 그리고 항만산업의 주체들이 서로 다른 정의를 가지고 생산성을 분석함으로써 혼란을 야기 시키고 있다. 그런 다른 한편에서는 좀 더 세밀한 컨테이너 터미널의 생산성 분석에 열을 올리고 있다.

이는 터미널 자체의 생산성 뿐 아니라 선사와 터미널 그리고 항만에 관련된 다른 당사자들과 함께 달성하는 목표 및 생산성을 설정하여 터미널 생산성을 극대화 하고, 선사는 재항시간을 줄이고자 노력하고 있다.

앞에서 기술한 바와 같이 선사는 선박의 대형화를 통하여 운항비용 절감 및 규모의 경제를 통하여 항에서 발생하는 제반비용을 줄이고자 하고 있다. 이와 더불어 핵심서비스에 대한 집중적인 서비스를 요구하는 것 또한 사실이다. 그러나 급변하는 국제경제상황과 해운시장의 호황 및 불황주기를 감안할 때 많은 자본이 투입되는 추가장비 도입 및 시설확충, 인력보강등은 장기적 안목을 가지고 신중히 이루어 져야 한다. 한편 터미널에서는 추가비용을 최소화 하면서 생산성 및 효율성을 높일 수 있는 다양한 시도와 적극적 노력이 있어야 할 것이다.

본 연구에서는 이전 연구에서 문헌연구를 통하여 기존에 정의되었던 생산성의 개념정의 와 생산성 평가 및 고려요소 등을 분석하였다. 또한 본 연구에서는 그동안 고려되지 않았던 크레인 집중도와 생산성과의 관계를 알아보고자 하였고, 이를 근거로 생산성 분석에 중요 요소로 생각되어야 한다고 사료된다.

이를 설명하기 위하여 두 가지 방법을 이용하였다. 하나는 실증사례분석이

며 다른 하나는 시나리오 분석이다.

실증사례분석은 부산의 한 터미널에서 1월부터 10월까지 작업한 3,000 Teu 이상의 선박에 대한 생산성 및 크레인 집중도를 조사하였다. 실증사례 분석에서는 크레인 집중도가 높으면 순 선석 생산성이 높은 것으로 파악되었다. 하지만 그 외의 평가요소들(총 선석 생산성, 총장비 생산성, 순장비 생산성)에는 크게 영향을 끼치지 않는 것으로 파악되었다. 그리고 시나리오 분석에서는 야드 점유율이 60%, 일일 게이트 반출입이 1,100 대, 모든 암벽크레인 작업량은 동일하다는 가정 하에 컨테이너 양적하 물량 1,000개를 처리할 경우의 생산성을 분석하였다. 가장 생산성을 높이기 쉬운 방법은 추가 장비(암벽크레인)를 투입하는 것이 가장 확실한 방법이지만 운영비용 증가를 가져온다. 그러므로 암벽크레인 생산성 및 분배를 효율적으로 함으로써 생산성을 높여 추가비용 없이 터미널 작업시간 및 재항시간을 줄일 수 있다고 판단되었다.

이를 설명하면, 크레인이 작업시간동안 얼마나 생산적으로 일을 했는지 보여주는 하나의 척도이다. 그리고 크레인의 집중도가 투입량 보다 높은 경우에는 총 선석 생산성 및 순 선석 생산성이 총 평균치 보다 높은 것을 확인 할 수 있다.

하지만 크레인 집중도 향상은 터미널 단독으로 달성할 수 있는 부분은 제한적이다. 그러므로 선사에서도 터미널의 생산성에 대한 중요성을 다시 한번 인지하여, 선박에 적재하는 컨테이너들의 분배를 극대화 하여야 할 것이다. 선사와 터미널의 관계에서 앞으로는 상생발전의 관계가 더욱 강조 될 것이라 생각이 된다.

5.2 본 연구의 한계 및 연구방향

크레인 집중도에 영향을 미치는 주체는 선사와 터미널이 있으나, 본 연구에서는 컨테이너 터미널에 제한하여 연구하였으며, 표본의 범위가 3,000 Teu 이상으로 정의되어 선박의 크기, 선석 혼잡도가 크레인 집중도에 어떻게 영향을 미치는지에 대한 분석이 이루어 지지 못했다.

따라서 향후 과제는 본 연구에서 제시하지 못한 크레인 집중도를 높이기 위한 선사와 터미널간의 영역 및 업무구분, 그리고 선박 크기, 선석혼잡도가 크레인 집중도에 어떤 영향을 미치는지에 대한 추가 연구가 필요하다고 생각이 된다.

참고문헌

- [1] 곽규석, 문성혁, 박병인, 백인흠(2009), “항만운영 관리론”, pp136-167
- [2] 김갑환, 전수민(2008), “컨테이너 터미널에서의 하역 생산성 추정에 관한 연구”, 지능정보연구, 제14권, 제3호, pp 77-86
- [3] 김수엽(1998), “컨테이너터미널 하역 생산성 제고에 주력해야”, 해양수산동향, 제900호, pp 214-227
- [4] 서종태 (2008), “컨테이너 터미널의 생산성 평가지표에 관한 연구”, 한국해양대학교, 해사산업대학원, 석사학위논문
- [5] 이정훈 (1997), “생산성 개념체계에 관한 연구”, pp 28-29
- [6] 이철영 (1998), “항만물류시스템”, p 17-20
- [7] 임성택 (2003), “우리나라 컨테이너 부두 생산성 향상방안 연구”, 동아대학교 대학원, 석사학위논문
- [8] 유동호 (2008), “컨테이너터미널 작업의 인과관계를 고려한 생산성 측정모델 개발”, 동아대학교, 대학원 박사학위논문
- [9] 원태완 (2011), “컨테이너터미널의 생산성에 미치는 요소 및 효율성 증대에 관한 연구”, 한국해양대학교, 해사산업대학원, 석사학위논문
- [10] 정승호, 하원익 (1999), “컨테이너 터미널 생산성 산정에 관한 실증연구”, 한국항해학회지, 제23권, 제4호, pp 77-88
- [11] 차민식 (2007), “부산항 컨테이너 터미널 생산성 향상 방안에 관한 연구”, 동아대학교, 석사학위논문

- [12] 최용석 (2004), "컨테이너터미널의 장비결합 생산성 분석을 위한 시뮬레이션 연구", 월간해양수산, 제 236호, pp 47-64
- [13] 허윤수, 하원익, 정승호(2000), "부산항 컨테이너 전용 터미널 운영 개선을 위한 연구", 한국항만학회, 제14권, 제1호, pp 13-26
- [14] T.J Dowd & T.M Leschine (1989), "Container Productivity: A Prospective", Port&Harbor, IAPH; 심기섭 전게서, pp 19

