

시뮬레이션 기법을 적용한 환적 컨테이너터미널 운영분석 교육시스템 개발연구

하창승[†] · 조규성 · 백천현^{*}

([†] 동명대학교 · 동명대학교 · ^{*}동의대학교)

Developing a Educational System on the Analysis of Transshipment Container Terminal Operation using a Simulation Approach

Chang-Seung HA[†] · Gyu-Sung CHO · Chun-Hyun PAIK^{*}

[†] Tongmyong University · Tongmyong University · ^{*}Donggeui University

(Received May 7, 2007 / Accepted November 3, 2007)

Abstract

Recently, the efficient planning and operations of container terminals have become essential problems to develop the evaluation method with operational rules. Container terminals are required to have enough berths and container yards as well as various equipments and facilities, but in reality there are many differences in their resources owing to the circumstances of each terminal. This study introduces a simulation model for evaluating various operation rules for improving the performance of transshipment container terminal operations. This model can analysis various factors (throughputs, utilizations etc) and shows operational alternative considering design factors of transshipment container terminal with the related circumstances.

Key Words : transshipment container terminal operation, simulation model, performance evaluation, education system

I. 서론

전 세계적으로 항만물동량이 증가되고 중국과 같은 거대 시장이 출현함에 따라 아시아 지역 내의 물동량은 크게 증가하게 되었으며, 물동량 증가뿐 만 아니라 선박의 대형화가 가속화되어 각 국가별 항만시설의 계획 및 운영이 매우 중요시

되고 있다. 효율적인 항만시설 계획 및 운영을 위해서 항만시설을 포함한 컨테이너터미널은 최근 컨테이너 선박의 대형화에 따라 선박의 재항 시간을 단축시켜야 하는 상황에 처해 있다. 이를 위해 하역시스템의 자동화, 운영시스템의 고도화, 터미널 시설물의 재배치, 운영인력의 재교육 등

[†] Corresponding author : 019-509-3495, hacha@tu.ac.kr

을 통해 터미널 전체의 생산성을 높이려고 많은 노력을 하고 있다. 이러한 노력과 함께 경제적 효과를 얻기 위해서는 터미널의 어느 부분을 먼저 보완하거나, 개선시켜야 생산성 향상에 크게 기여할 것인가를 파악해야 한다. 그 이유는 항만의 편의성을 논할 때 선주와 화주에 대한 서비스 수준을 가장 대표적인 지표로 사용하고 있기 때문이다. 선박이 항만에서 대기하지 않고 항만에 머무르는 시간이 단축될 수 있다면, 그리고 수출입화물이 항만에 신속히 반출입 될 수 있다면 서비스 수준이 높은 항만으로 인식되어 보다 경쟁력 있는 컨테이너터미널이 될 수 있다 (최용석 외, 2005).

경쟁력 있는 컨테이너터미널이 되기 위해서는 컨테이너터미널의 처리효율과 생산성을 높이는 것이다. 컨테이너터미널의 생산성은 일반적으로 안벽에서의 시간당 처리하는 양적하 개수로 나타내고 있으며, 생산성이 높다는 것은 주어진 시간 내에 처리하는 물동량이 많다는 것을 의미한다. 컨테이너터미널 운영 회사 입장에서는 컨테이너 크레인(CC: Container Crane)당 양적하 개수를 선주의 입장에서는 선박에서 처리하는 시간당 양적하 개수를 생산성으로 사용하고 있다. 안벽에서의 생산성은 각종 장비, 운영시스템, 인력, 터미널 부지, 장치규칙 및 무료장치기간 등 터미널 전체의 제반 요인에 의해 영향을 받게 되며 컨테이너터미널의 생산성 분석은 안벽길이 또는 야적장 면적크기, 안벽 크레인당 처리실적 등의 자료에 근거하고 있다 (양창호 외, 2004).

운영 중인 컨테이너터미널의 생산성을 향상시키기 위해서는 다양한 분석절차와 함께 목표 설정이 중요한 역할을 한다. 특히 목표 설정은 현재의 컨테이너터미널 자원을 최대한 활용하면서 최소투자로 최대효과를 달성하도록 하는 것이 필요하며, 이를 위한 효과적인 운영방안 모색이 필요하다. 이러한 요인으로 인해 항만시설로 구성되고 있는 하역장비와 터미널의 운송 및 연계를 통한 효율화 및 최적화된 컨테이너 터미널계획이

요구되고 있다 (Cho, G.S 외, 2006; 최상희, 2003). 특히 항만시설 중 컨테이너터미널은 국제 운송에 있어 해상운송과 내륙운송의 연결점으로써 하역 및 보관기능을 담당한다. 컨테이너터미널은 컨테이너 화물을 효율적으로 처리할 수 있는 선박의 접안시설인 안벽, 장치장, 하역 그리고 운반기 등이 결합된 기능을 수행함으로써 터미널의 처리능력은 여러 시설물과 장비들의 용량을 종합적으로 고려하여 평가되어야 한다. 그러나 컨테이너터미널의 개발은 국토의 활용과 재정지원의 특성상 장기적인 항만수요 및 공급을 조정하는 장기 개발계획에 따라 추진되고 이에 컨테이너터미널의 효율적인 운용을 위한 다각적이 노력들이 요구되고 있다 (배종욱, 2003). 기존의 컨테이너터미널은 경험에 의한 평가 위주로 운영되어, 정량화된 운영데이터 산출이 어려워 체계적인 시스템 운영에 한계가 있다. 따라서 본 연구에서는 컨테이너터미널의 효율적인 운영능력을 산정하고 운영 대안을 모색하기 위하여 보다 객관적인 접근 방법인 시뮬레이션 기법을 적용하여 컨테이너터미널의 적정 운영능력을 제시할 수 있는 평가모델에 관한 연구를 수행하고자 한다. 또한 이를 통해 다양한 시나리오에 따른 운영결과를 확인할 수 있는 컨테이너터미널 운영교육시스템을 개발 한다.

II. 컨테이너터미널 운영능력산정

1. 운영능력산정정의

항만시설은 수출입화물의 도착과 출발에 관련된 거점을 가리키며 항만능력이란 수출입화물의 원활한 도착과 출발을 수행하는 능력을 의미하고 이를 항만시설에서 양적하 되는 화물의 양으로 환산한다. 따라서 항만능력은 주로 하역능력으로 볼 수 있으며 안벽 및 장치장과 밀접한 관련이 있다. 여기서 안벽능력은 대개 도착하는 선박을 접안할 수 있는 선박의 규모와 선박에서 화물 양

적하를 수행하는 하역장비의 규모 및 생산성에 의존한다 (United Nations, 1973). 최근에는 컨테이너터미널의 적정하역능력을 안벽의 능력은 물론 장치장의 능력을 동시에 고려해야 한다는 주장이 제시되고 있다 (김창곤, 장성용, 2005). 실제 항만의 하역능력은 장치장에서 적정작업공간을 확보할 수 있느냐에 따라 영향을 받고 있어, 장치장에 과밀도가 발생할 경우 하역능력에 큰 지장을 초래할 수 있다. 그 이유는 안벽의 능력이 월등하더라도 장치장에서 병목이 발생할 경우 안벽에도 그 영향이 미치기 때문이다. 따라서 항만 능력은 선박의 도착분포와 안벽요인 및 장치장과 과밀도에 의한 영향을 고려하여 산정되는 것이 실제적인 방법으로 간주된다.

항만능력은 크게 시설측면과 운영측면으로 구성된다(Dowd & Leschin, 1989). 시설측면에는 안벽, 장치장, 게이트, 하역장비가 포함되며, 운영측면에는 컨테이너항만 운영근로자의 노동생산성이 포함된다. 컨테이너터미널에서 원활한 양적하작업이 이루어지기 위해서는 각각의 구성요소들이 최상의 운영조건 속에서 작업이 진행되어야 한다. 즉, 안벽과 장치장에서 원활한 양적하작업이 수행되기 위해서는 적정규모의 여유 공간을 확보하고 있어야 한다. 따라서 적정하역능력이라 함은 안벽의 양적하와 장치장의 운영에 과부하가 걸리기 이전까지의 하역능력을 가리킨다고 볼 수 있다. 그러나 컨테이너터미널의 적정하역능력을 산정할 경우에는 다양한 운영요소들이 고려되기 때문에 매우 복잡하고 이들을 정형화된 모델로 개발하여 산정하기가 매우 어렵다.

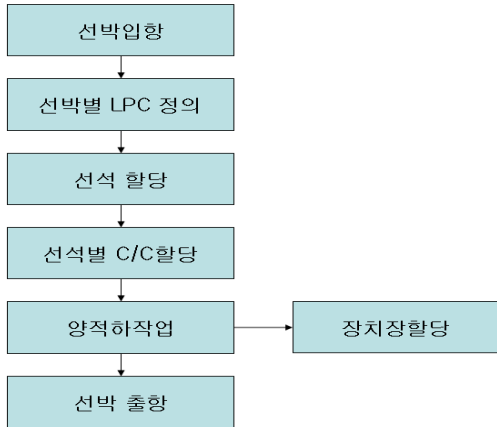
최근 들어 보다 합리적인 컨테이너터미널의 적정하역능력 및 운영능력을 효과적으로 산정하기 위한 다양한 연구들이 제시되고 있으며, 그 중에서도 보다 현실적인 접근 방법을 통한 실질적인 분석 연구인 시물레이션기법 적용을 통한 연구가 제시되고 있다. 기존의 시물레이션 기법을 적용한 연구에서는 컨테이너터미널내 안벽능력을 분석하기 위한 시물레이션 모델링 연구 또는 컨테

이너터미널 장치장의 재고수준에 관한 연구들이 수행되어 왔다. 윤원영 등 (2001)은 컨테이너터미널 운영능력을 산정할 수 있는 컨테이너터미널 운영 전용시물레이터를 개발하였다. 이 연구는 컨테이너터미널 시스템의 시물레이터를 개발하기 위한 설계방법으로 객체지향접근법을 적용하였으며, 객체지향 시물레이션을 위한 프로토타이핑으로 동적 시스템이론을 활용하였다. 김갑환 등 (2002)은 자동화 컨테이너터미널에서의 장치장 운영을 위한 자동화 컨테이너터미널에 대한 시물레이션 모델을 개발하고 운영 평가가 가능하도록 하였다. Dragović 등 (2005)은 컨테이너 항만에서의 선박-안벽 연결 시물레이션 모델을 개발하고 이를 S컨테이너터미널을 대상으로 항만운영정책을 평가를 할 수 있는 컨테이너터미널 운영시물레이션 분석연구를 수행하였다. 그러나 앞선 연구들은 환적화물 뿐만 아니라 수출입 화물을 동시에 고려하고 있기 때문에 환적컨테이너터미널의 특성만을 고려한 컨테이너터미널의 운영분석은 수행하고 있지 못하다.

2. 환적컨테이너터미널의 기본운영

환적화물이란 수출지와 수입지 사이에 직항로가 없거나, 다른 사정에 의하여 운송중간에 다른 선박이나 운송수단에 옮겨지는 화물을 말하며, 환적컨테이너터미널이란 환적화물을 취급하는 컨테이너터미널을 말한다. 따라서 환적컨테이너터미널 운영은 컨테이너가 적재된 선박을 선석에 할당시킬 것인지, 각 선석별로 선박에 할당할 CC대수, 장치장내 컨테이너 장치 등을 고려하여 컨테이너의 작업을 수행한다. 이를 그림으로 도식화하면 [그림 1]과 같다. 컨테이너터미널은 선박이 접안하는 안벽, 컨테이너를 임시로 저장하는 지역인 장치장으로 구성된다. 또한 컨테이너터미널 내에는 컨테이너를 운반하는 YT, 선박이 접안하는 선석에는 선박에서 양적하를 실시하는 CC와 장치장내에서 컨테이너 운반 및 장치할 경우에 사용

되는 TC(transfer crane)가 운영되고 있다.



[그림 1] 환적 컨테이너터미널 운영 흐름도

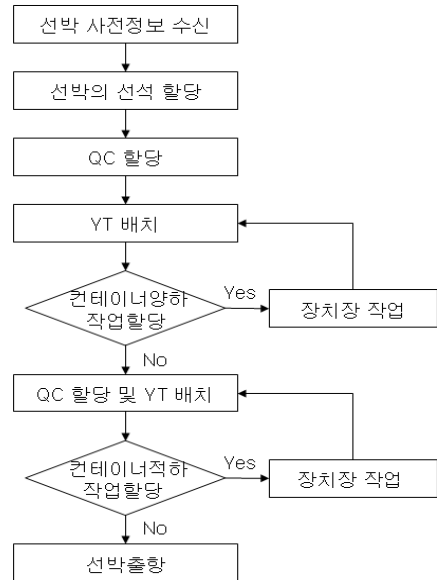
컨테이너터미널운영은 크게 두 가지로 구분한다. 첫 번째는 안벽 내 운영이고 두 번째는 장치장내 운영이다. 안벽 내 운영은 선박이 항구에 도착하기 전에 각 선석에서 작업하는 선박이 있는지, 각 선박별로 취급할 화물량, 화물량에 따른 CC를 몇 대 할당할 것인지 그리고 각 CC별로 몇 대의 YT를 할당할 것인지를 고려하여 운영된다. 안벽 내 운영흐름을 정리하여 나타내면 [그림 2]와 같다.

장치장에서는 선박이 입항하여 양하 될 컨테이너를 장치장의 어느 지역에 장치할 것인지, 이미 장치장에 장치된 컨테이너를 선박에 언제 적하시킬 것인지를 실시간으로 파악하여 작업이 수행된다. 즉 각각의 작업공간에서 YT와 TC는 주어진 물량을 컨테이너터미널의 흐름에 지장이 되지 않도록 고려하여 운영한다. 장치장 운영 시 장치장내에서 컨테이너를 장치 및 YT와 TC간의 컨테이너터미널 운영은 [그림 3]과 같다.

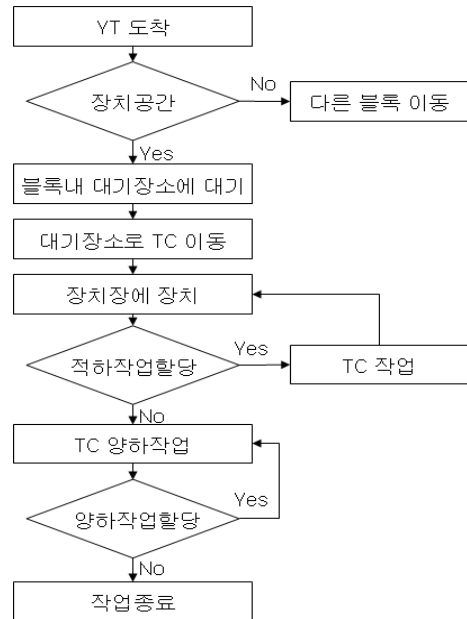
Ⅲ. 시물레이션모델 구축 접근방법

본 연구는 기존의 국내 컨테이너터미널 및 가까운 미래에 건설할 새로운 터미널을 대상으로

생산성과 서비스 수준의 균형을 이루는 환적컨테이너터미널의 시물레이션모델 개발 및 운영능력 분석연구이다.



[그림 2] 안벽내 운영 흐름도



[그림 3] 장치장내 운영 흐름도

일반적으로 항만에서의 복잡한 모든 이벤트를 반영하는 것은 현실적으로 시간과 비용이 많이 소요되며, 어떤 인위적인 가공데이터를 반영할 경우 현실과의 괴리가 커져 오히려 더 많은 오류의 원인이 될 수 있다는 점에서 다음과 같은 시뮬레이션 접근방법을 수행한다.

1. 거시적(포괄적) 관점의 접근

항만에는 매 순간 다양한 형태의 컨테이너 화물 흐름이 여러 경로로 상존하고 있고, 각각의 화물은 여러 종류의 절차와 자원에 의하여 처리되고 있음을 고려할 때, 항만의 운영능력을 산출하는 문제는 생산성을 극대화하는 장비의 배치문제 등과 비교하여 다소 거시적인 관점으로 접근한다.

2. 현실데이터를 기반으로 하는 시뮬레이션 수행

표준항만을 설정한 후 시설규모와 중요 모델링 변수, 즉 반출입되는 물동량, 안벽에서의 크레인 처리 성능 및 배치 대수 등과 같은 변수를 통계적 기법을 통해 가공하여 시뮬레이션을 하는 방법이 있으나, 기본 가정이 현실과 괴리가 있다면 그 결과를 신뢰하기 어렵다. 따라서 실제 데이터를 분석하여 시뮬레이션의 모델에 반영하는 것이 필요하며, 실제 데이터를 반영하였을 때 나타나는 다양한 서비스 및 생산성과 관련된 지표들을 분석하여 시뮬레이션모델에 적용한다.

3. 안벽과 장치장 여건을 고려한 시뮬레이션 수행

선박의 서비스 지표와 야드의 생산성 지표는 각각 선박과 컨테이너로 적용대상이 다르다. 즉 서비스 지표는 선박이 원하는 시간에 접안하여 원하는 시간에 출항하는 것에 초점을 맞춰야하기 때문에 선박을 개체로 설정할 필요가 있으며, 생

산성 지표는 한정된 자원 하에서 더욱 많은 물량을 처리한다는 관점에서 컨테이너를 개체로 설정한다.

IV. 시뮬레이션 모델 입력자료 분석

1. 입력자료 분석

시뮬레이션 모델을 구현하기 위해서는 환적 컨테이너터미널의 크기, 장비 수, 선박도착간격, 취급되는 컨테이너 물동량 등의 데이터를 시뮬레이션 입력 자료로 활용한다. 이를 위해 부산지역에 위치한 A컨테이너 터미널의 1년간의 실제 운영 데이터로부터 선박의 실제입출항시간, 접안시간, 이안시간, 작업개시시간, 선박길이, 적재능력, 40 Feet 양적하량, 20 Feet 양적하량, 할당크레인 수, 크레인 총 작업시간, 크레인 순 작업시간 등을 사용하였다. 주어진 데이터를 토대로 선박도착간격과 선박별 환적컨테이너 처리량을 <표 1>과 같이 산정하였다. 분석결과 선박도착시간 간격과 적하컨테이너량은 Beta 분포를 따르며, 양하컨테이너처리량은 ERLA분포를 따르는 것으로 분석되었다. 참고로 1 TEU(twenty footer equivalent unit)는 20피트짜리 컨테이너 하나를 지칭한다.

<표 1> 선박도착간격 및 처리량

구 분	분 류	통계값
선박도착시간 간격 (단위 : 분)	-	0.001+55× BETA(0.937,7.67)
선박별 환적컨테이너 처리량 (단위 : TEU)	적하컨테이 너처리량	-0.001 + 1.42e+003 *BETA(0.994, 4.2)
	양하컨테이 너처리량	-0.001+ERLA(259, 1)

환적 컨테이너터미널에서 운행되는 장비들의 주요운영능력은 <표 2>와 같다. CC, TC 및 YT 는 1회 운행 시 1 TEU만 취급하는 것을 가정하였으며, 각각의 운행능력을 토대로 시뮬레이션

입력값으로 사용하였다.

<표 2> 운영장비 능력

장비구분	항 목	사양	비고
CC	운행속도	3km/h	
	평균처리시간	35~40 TEU/h	
	1회 처리량	1 TEU	
TC	운행속도	8km/h	
	평균처리시간	40 TEU/h	
	1회 처리량	1 TEU	
YT	운행속도	20km/h	
	1회 처리량	1 TEU	

2. 환적 컨테이너터미널 구성

본 연구에서 고려하는 환적 컨테이너터미널의 구조는 다음과 같이 구성되어 있다.

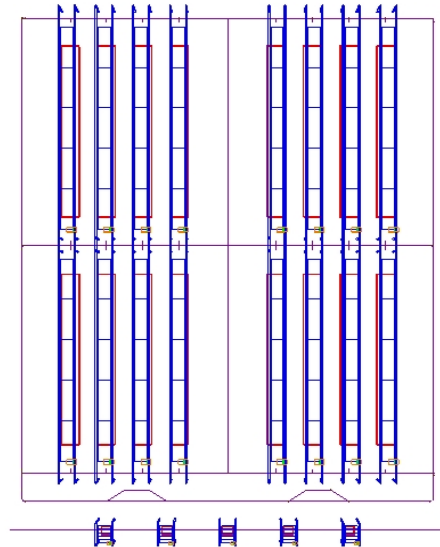
- 1) 장치장은 32블럭으로 구성되며, 각 블럭별로 컨테이너를 25bay 6열 4단 적재(블럭당 312 TEU 적재 가능)를 할 수 있다.
- 2) 장치장은 운영분석의 효율성을 위해 총 4개 (A, B, C, D)로 구분하였다.
- 3) 장치장에는 총 16대의 TC가 운행된다.
- 4) 안벽과 장치장내에서 운행되는 YT는 총 26대이며, CC는 5대가 운영된다.
- 5) 장치장은 수평방향으로 위치하며, YT는 장치장에서 해측(see side)을 기준으로 왼쪽에서 오른쪽으로 단방향 운행한다.
- 6) 선석은 총 2개로 선석의 길이는 각각 300m이다.
- 7) 컨테이너의 하역작업을 위한 CC의 작업공간인 에이프런(apron)의 길이는 20m이고 장치장내 도로 폭은 10m이다.

V. 시뮬레이션 수행 결과분석

1. 시뮬레이션 모델 구축

본 연구에서는 컨테이너터미널의 운영규칙과 입력 자료를 토대로 가상의 시뮬레이션모델을 구

현하였다. 가상의 시뮬레이션모델을 구현하기 위해서 시뮬레이션 S/W Tool인 AutoMod를 사용하였다(AutoSimulation, 2006). 환적컨테이너터미널의 운영능력을 분석하기 위해서 구현된 모델이 [그림 4]와 같다.



[그림 4] 시뮬레이션 모델구현

컨테이너터미널내 장치장에서는 다수의 YT가 운행되기 때문에 YT운행에 따른 장치장내 운행여건 및 터미널내 YT활용도를 분석하기 위해서 장치장을 총 9개의 구간을 설정하여 YT의 흐름과 혼잡도 등을 산정하였다.

2. 시뮬레이션 수행결과 및 분석

가상 환적 컨테이너터미널 모델을 구축 후 컨테이너터미널의 성능을 산정하였다. 환적컨테이너터미널에서 연간 처리된 컨테이너 물동량은 총 1,370,000 TEU이고, 컨테이너 처리량은 터미널내 반입 컨테이너와 반출 컨테이너가 각각 685,000 TEU로 동일하다. 반입과 반출이 동일한 이유는 환적 컨테이너터미널 특성과 외부 반입과 반출은 안벽을 통해서만 작업이 수행되기 때문에 반입과

반출이 동일한 결과를 얻었다. 또한 장치장을 A, B, C 및 D 4구역으로 구분하여 각 구역별로 처리된 처리량은 반입과 반출이 각각 171,250 TEU가 된다. 이를 정리하면 <표 3>과 같다.

<표 3> 터미널내 연간 컨테이너 처리량
(단위 : TEU)

구 분	처리량
반입 컨테이너 처리량	685,000
반출 컨테이너 처리량	685,000
블록별 반입 컨테이너 처리량	171,250
블록별 반출 컨테이너 처리량	171,250

본 환적 컨테이너터미널은 블록별로 312 TEU 적재가 가능하므로 최대 9,984 TEU 동시에 장치 가능하다. 그런데 본 시뮬레이션모델 구축 후 분석된 장치장의 컨테이너 점유율은 49.1%로 평균적으로 환적 컨테이너터미널에서는 약 4,902 TEU가 장치가 되어 있음을 알 수 있다. 본 모델에서 장치장 점유율이 낮은 이유는 기존의 컨테이너터미널에서는 수입과 수출컨테이너화물 외 철도수송과 육로수송에 의한 컨테이너의 반입과 반출을 고려하고 있지 않기 때문에 환적 컨테이너터미널내 장치장 점유율이 실제보다는 적게 나타났다. 또한 환적컨테이너를 취급할 경우 평균적으로 장치장내 장치기간은 3.84일로 나타났다. 장치장에서 장치되는 컨테이너는 터미널내 운영팀에서 접안할 선박에 대한 정보와 양적하 될 컨테이너의 정보를 사전에 입력받아 장치장내 장치에 대한 계획을 수립하기 때문에 장치공간내 장치되는 컨테이너는 거의 균일 하게 분포하게 된다. 장치장내 장치능력은 <표 4>와 같이 산출되었으며, 장치장을 총 9구간으로 나누어 각 구역별로 성능을 산정하면 <표 5>와 같다.

<표 4> 장치장 처리능력 (단위 : TEU)

블록명	블록별 장치량	총		장치기간	
		장치량	장치장 점유율		
A	A-1	7,299	29,182	49.1%	3.84일
	A-2	7,295			
	A-3	7,295			
	A-4	7,295			
B	B-1	7,299	29,184	49.1%	3.84일
	B-2	7,297			
	B-3	7,295			
	B-4	7,295			
C	C-1	7,299	29,184	49.1%	3.84일
	C-2	7,297			
	C-3	7,295			
	C-4	7,295			
D	D-1	7,299	29,180	49.1%	3.84일
	D-2	7,297			
	D-3	7,295			
	D-4	7,290			

<표 5> 구역별 YT 운영능력

장치장내 구역위치	연간운행 횟수(회)	구역 내 최대 동시 운행대수(대)
1구역	1,622	6
2구역	1,622	5
3구역	499	10
4구역	636	9
5구역	349	5
6구역	349	6
7구역	562	8
8구역	599	7
9구역	1,298	6

구역별 성능산정은 각 구역의 YT 흐름과 정체를 파악하여 YT 정체에 따른 컨테이너터미널의 환적컨테이너 지연방지 및 주어진 YT의 효율성을 파악하여 보다 효율성 있는 운영을 수립하기 위한 목적이다. 구역별로 1, 2 및 9 구역의 YT 운행횟수가 제일 많았는데 이는 1, 2 및 9구역이 장치장에서 안벽에 접안하고 있는 선박에 양적하 된 컨테이너를 운반하기 위해서 차량이 물리는 구역이기 때문이다. 또한 구역별로는 3 구역 내

에서 동시에 운행되는 차량이 제일 많은 것으로 분석되었다.

YT의 연간 주행횟수는 적하인 경우 2,530회, 양하인 경우 1,506회이다. 또한 1회 평균 주행시간은 적하인 경우 39초, 양하인 경우 136초가 소요되었다. 적하를 수행하는 경우에는 장치장의 해측에서 작업이 수행됨으로 안벽까지 거리가 적음으로 소요시간이 적으나, 양하작업은 장치장내 육측에서 작업이 수행됨으로 적하작업지역보다는 거리가 멀기 때문에 소요되는 운행시간이 큰 것으로 나타났다. 뿐만 아니라 장치장에서 운행되는 TC는 1회 평균 운행시간은 1분 51초로 계산됨으로 시간당 최대 33 TEU를 처리할 수 있음을 알 수 있다. 따라서 16대의 TC가 운영 중인 환적 컨테이너터미널에서 장치장내 장치처리능력은 시간당 최대 528 TEU가 된다.

VI. 결 론

본 연구는 환적 컨테이너터미널의 적정운영능력 산정 및 분석을 수행하기 위해 객관적인 접근방법인 시뮬레이션 기법을 적용함으로써 타당한 환적 컨테이너터미널의 적정운영능력을 제시할 수 있는 환적 컨테이너터미널 운영능력산정평가에 관한 연구이다.

환적 컨테이너터미널은 컨테이너를 효율적으로 처리할 수 있는 선박의 접안시설인 안벽, 장치장 그리고 운반기기 등이 결합된 기능을 수행하기 때문에 컨테이너터미널의 운영능력은 종합적으로 고려되어 평가되어야 한다. 그러나 컨테이너터미널의 운영은 다양한 복잡요소를 포함하고 있기 때문에 이를 정형화된 모델로 개발하여 분석하기가 쉽지 않다. 따라서 본 연구를 통해 환적 컨테이너터미널을 정형화 모델로 구축하고, 실제 컨테이너터미널 운영자료를 토대로 가상의 시뮬레이션모델 구축 및 분석을 통한 환적 컨테이너터미널의 정형화 모델로 구축하여 그 능력을 산정

하는 것은 매우 큰 의의가 있다. 하지만 본 연구에서는 특정 환경만 고려한 환적 컨테이너터미널을 고려하였으나, 환적컨테이너 물동량의 변화 및 터미널내 운영장비 대수에 따른 적정 운영능력산정이 필요하다. 이를 통해 보다 경쟁력 있고 원활한 환적 컨테이너터미널의 운영이 가능한 대안 선정이 가능할 뿐만 아니라 향후 컨테이너터미널 개발 시 본 접근방법을 고려한 체계적인 시스템 설계가 가능하다. 또한 본 연구를 통해서 개발된 시스템은 항만물류관련 학생들에게 항만시스템분야에 대한 다양한 항만터미널 운영시나리오작성 및 운영교육이 가능하므로 이를 통한 항만터미널 운영 결과 값을 실시간으로 피드백할 수 있어 항만물류 분야의 현장학습 및 운영에 대한 교육시스템으로 활용될 수 있다.

참고 문헌

- 김장곤·장성용(2005). 컨테이너 터미널 적정 능력에 대한 비교 분석 해운물류연구, 44.
- 배중욱(2003). 장기개발계획을 위한 컨테이너터미널의 처리능력산정, Journal of the korean institute of plant engineering 8(3).
- 양창호 외3명(2004). 결합생산성 분석방법을 통한 항만시스템 취급능력 향상방안, 한국해양수산개발원.
- 윤원용 외 3명(2001). 컨테이너터미널에서 컨테이너 크레인의 하역능력추정에 관한 시뮬레이션 연구, IE Interface 14(1), 67~78.
- 왕승진 외 5명(2002). 자동화 컨테이너터미널에서의 장치장 운영 시뮬레이션 연구, 대한산업공학회/한국경영과학회 2002춘계학술대회발표, 974~978.
- 최용석 외 2명(2005). 컨테이너터미널의 리모델링 방안 연구, 한국해양수산개발원.
- 최상희(2003). 시뮬레이션을 이용한 컨테이너터미널 설계의 중요성과 정책적 추진방법, 해양수산통권, 제229호.
- Auto Simulations(2006). AutoMod User's Manual, Salt Lake City, USA.
- Cho, G.S. · Hwang, H.S. · Bae, S.T.(2006). "A study on the performance evaluation model

- for picking and replenishing facility of refrigerated warehouse" Journal of the Korean Society of Maintenance Engineers 11(1), 53-62.
- Dowd, T.J. · Leschin, T.M.(1989). Productivity measurement and factors affecting container terminal productivity.
- Dragović, B. · Park, N. K. · Radmilović, Z.(2005). "Simulation modeling of ship-berth link with priority service" Maritime Economics & Logistics, 7(4), 361-335.
- United Nations(1973). Berth throughput, the secretariat of UNCTAD.