

최근 컨테이너 물류시스템의 환경 변화가 컨테이너  
터미널에 미친 영향에 관한 연구  
- 부산컨테이너부두운영공사를 중심으로 -

임봉택\* · 성경빈\* · 류형근\* · 이철영\*\*

A Study on the Influence of the Recent Environmental Changes of Container  
Logistics System on Container Terminal  
- with a Special Reference to BCTOC -

*Bong-Taek Lim\* · Kyung-Bin Sung\* · Hyung-Geun Ryu\* · Cheol-Yeong Lee\*\**

〈목 차〉

Abstract	4. 기초 통계량 분석
1. 서 론	5. 시뮬레이션 분석
2. 부산컨테이너부두운영공사(BCTOC)의 현황	6. 결 론
3. 시뮬레이션 모델의 구성	參考文獻

Abstract

For the purpose of analyzing the influence of the recent environmental changes of container logistics system in container terminal, the simulation model of container logistics system on BCTOC is developed in this paper. The simulation model is accomplished by the AweSim simulation language, and the several data which have been used in simulation gained through spot research and basic statistic analysis using the first half of 1998 electronic data in BCTOC.

The results of this study are as follows; (1) In the case of BCTOC, the decreasing of container volumes is observed during the first half of 1998 compare with that of 1997. (2) In the container handling service market, the monopolistic market system in the past rapidly diverts to the competition market system from now. (3) From the simulation results, the improving of container logistics system is observed. (4) Because of these results, BCTOC will come to strengthen customer service and competitive power through starting On-Dock service system and operating the team of customer management in the long term.

\* 한국해양대학교 대학원 물류시스템공학과

\*\* 정회원, 한국해양대학교 물류시스템공학과 교수

### 1. 서 론

1982년 우리나라 최초의 컨테이너터미널인 부산 컨테이너부두운영공사(BCTOC)가 서비스를 시작한 이래, 80년대와 90년대의 비약적인 경제성장과 더불어 우리나라의 컨테이너 물류시스템은 급속한 양적 팽창을 추구하고 있다.

그러나, 1998년 말부터 시작된 IMF체제를 기점으로 하여 우리나라의 컨테이너 물류시스템에 큰 변화가 일고 있다. 즉, 팽창일로이던 컨테이너 물동량 증가율의 감소, 추가적인 신항만 건설의 불투명 등은 장기적인 컨테이너 물류시스템의 변화를 예고하고 있는 것이다.

본 연구의 목적은 최근 우리나라 컨테이너 물류시스템의 환경 변화가 컨테이너 터미널에 미친 영향을 분석해 보기 위한 것이다. 연구의 범위는 우리나라의 대표적인 컨테이너 터미널인 부산컨테이너부두운영공사(BCTOC)로 제한하였으며, 연구의 적용기간은 '98년 상반기를 택함으로써 IMF체제하의 우리나라 컨테이너 물류시스템의 변화를 알아볼 수 있도록 고려하였다.

위의 목적을 위해서, 본 연구에서는 컨테이너 터미널(BCTOC)을 시스템적 관점에서 체계화하고, 컨테이너 물류시스템을 확률적인 면을 고려한 시뮬레이션 기법을 이용하여 모델화하여 그 결과를 분석하고자 한다.

## 2. 부산컨테이너부두운영공사의 현황

### 2.1 시설 및 장비 현황

BCTOC는 195,889평(647,566m<sup>2</sup>)에 이르는 면적에, 5만톤급 선박 4척과 1만톤급 피더 선박 1척이 동시에 접안할 수 있는 길이 1,477m의 부두안벽과, 29,855TEU를 동시에 보관할 수 있는 컨테이너 장치장, 17,000톤을 동시 보관할 수 있는 7,600평(25,199m<sup>2</sup>)의 화물 집화창고 3동 등의 설비를 갖추고 있다.

BCTOC의 주요 장비 현황을 살펴보면, 1998년 현재 컨테이너크레인(C/C) 13대, 트랜스퍼크레인(T/C) 31기, 스트래들캐리어(S/C) 16대, 야드트랙

터(Y/T) 56대 및 야드샤시(Y/C) 278대 등을 보유하고 있다.

### 2.2 물동량 현황

'97년 BCTOC에서 처리한 컨테이너 물동량은 183만1,000TEU로써 우리나라 총 컨테이너 물동량의 30.4%를 처리하였다(<표 2-1>참조).

한편, IMF의 영향을 받기 시작한 '98년 상반기 처리 실적을 '97년 상반기 처리 실적과 비교하면 팽창일로이던 컨테이너 물동량 증가율이 주춤거리면서, BCTOC와 PECT, 우암부두 등 기존의 터미널들은 오히려 물동량이 줄어든 결과를 나타내고 있다. 물론 이러한 결과는 IMF체제의 영향에 의한 전반적인 물동량의 감소에도 기인하지만, 신규 감만, 감천부두 등으로의 전배에 의한 영향이 지배적이라고 할 수 있다.

<표 2-1> 연간 컨테이너 처리 물동량(BCTOC)  
(단위 : TEU, %)

연도	'93	'94	'95	'96	'97
전체	1,162,020	1,470,425	1,618,416	1,697,761	1,831,091
수출입	1,070,354	1,210,863	1,267,153	1,566,571	1,397,000
T/S	47,430	112,609	130,536	131,190	434,091
능력대비	159.6	163.4	177.6	169.8	183.1
전년대비	97.9	126.5	108.7	104.9	107.9
선석점유율	86.6	86	89.1	.	.

자료) 부산지방해양수산청 및 BCTOC Internet site

## 3. 시뮬레이션 모델의 구성

### 3.1 개 요

본 장에서는 대기이론(Queueing Theory)을 기초로 하여 컨테이너 터미널에 있어서의 컨테이너 물류시스템에 관한 시뮬레이션 모델을 개발하고자 한다. 이를 위해서, 본 연구에서는 선박의 도착, 하역 컨테이너 수, 이송, 장치, Gate의 반입·반출 등과 같은 요소들을 확률분포포근사화하여 보다 현실에 가까운 모델을 개발한다.

### 3.2 터미널 내에서의 컨테이너 흐름

본 절에서는 컨테이너 물류시스템에 대한 각 하위시스템의 처리능력 및 부두처리능력 산정 시뮬레이션 모델을 작성하기 위하여 터미널 내에서의 요소들, 즉 선박, 컨테이너, 트럭 등의 흐름을 분석하기로 한다. 선박의 흐름은 부두처리능력 모델에, 컨테이너의 흐름은 컨테이너 물류시스템 모델에 관계된다.

#### (1) 선박의 흐름

컨테이너 터미널을 이용하는 선박의 흐름은 비교적 간단하다. 정해진 일정에 맞추어 입항한 컨테이너선은 터미널에 빈선석이 있을 경우, 즉시 접안하여 게트리 크레인에 의하여 하역작업을 한 후 작업이 끝나면 출항을 한다. 빈 선석이 없을 경우에는 묘박지 등에서 대기한 후 접안을 한다. 하역 작업시간은 하역 컨테이너 개수, 배정 크레인 수, 작업 능률 등에 의하여 결정된다.

#### (2) 터미널 내의 컨테이너 흐름

일반적으로 컨테이너는 선박, 트럭 또는 열차에 의해 컨테이너 터미널에 반입되어 일정기간을 장치장에서 머문 후에 선박, 트럭 또는 기차에 의하여 터미널 밖으로 반출된다.

### 3.3 시스템 모델의 구성

#### (1) 부두처리능력 모델

부두처리능력을 표현하는 데에 가장 일반적인 방법이 서비스 수준을 나타내는 지표로서 선박의 평균 대기시간을 들 수가 있다. 본 연구에서는 선박의 평균 도착시각 간격을 기초 통계분석에 의하여 정하고, 이에 대응되는 선박의 평균 대기시간을 구하고자 한다.

부두처리능력에 대한 개략적인 시뮬레이션 흐름도는 그림 3-1과 같다.

#### (2) 컨테이너 터미널 물류시스템 모델

모델을 구성하기 위해 BCTOC를 하역, 이송, 장치, Gate Complex 시스템 등 4개의 하위시스템으로 나누며, 각 시스템의 기능은 해상 컨테이너 화

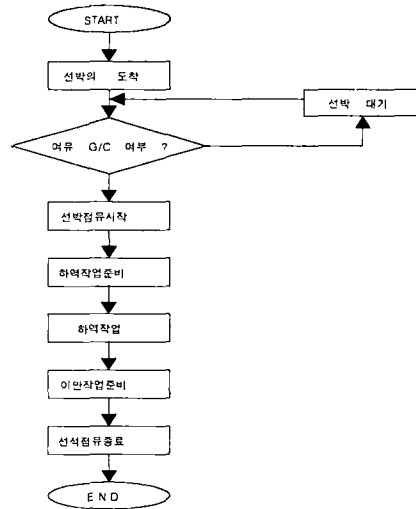


그림 3-1 부두처리능력 모델의 시뮬레이션 흐름도

물을 터미널 내의 하역, 이송, 장치, Gate 등의 처리과정을 거쳐 육상 컨테이너 화물로 변화시키는 것이다.

컨테이너 물류시스템 모델을 시뮬레이션 흐름도로 나타내면 그림 3-2와 같다.

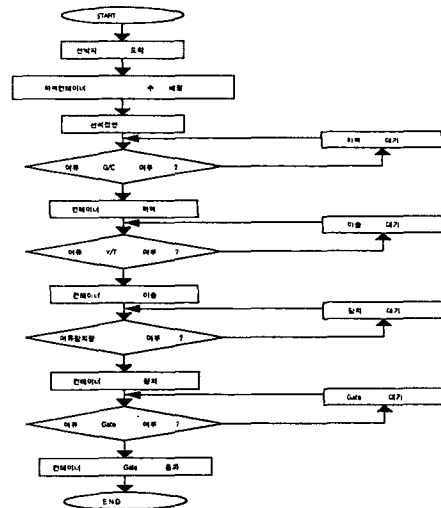


그림 3-2 컨테이너 물류시스템 모델의 시뮬레이션 흐름도

### 4. 기초 통계량 분석

본 장에서는 BCTOC를 1998년 1월 1일부터 6월 30일까지 이용한 선박들의 도착시간 간격분포, 척당 하역컨테이너 수 분포, 수출입 컨테이너 장치일 수 분포, Gate 출입 패턴 등에 관한 분석을 실시하였다. 또한 BCTOC의 각종 자료를 분석함에 있어서  $\chi^2$ -검정(Chi-square Test)기법을 이용하여 실제로 관측된 자료들이 특정한 확률분포를 따르는지 검정하였다. 사용된 Data는 BCTOC의 전산자료에 기초한 것이다.

#### 4.1 선박 도착시간 분포

기초 통계량 분석을 위해 1998년 상반기 중 BCTOC에 입항한 686척의 선박에 관한 자료를 분석하였는데, 이 기간동안에 입항한 선박을 톤수별로 살펴보면 평균 톤수 32,600 G/T, 최대 70,760 G/T, 최소 3,117 G/T이었다. 또한, 중앙값이 약 35,000 G/T, 표준편차 약 16,000 G/T 인 점을 고려하면 BCTOC에 입항하는 선박은 20,000~50,000 G/T급이 주류를 이루고 있음을 알 수 있다.

전산자료 분석에 의하면 선박의 도착시간간격에 대한 분포는 그림 4-1과 같다. 그리고 BCTOC에 입항한 686척 선박의 평균 도착시간 간격은 6.17시간이고 표준편차는 5.63시간이었다. 일반적으로 선박의 도착시간 간격분포는 일반부두의 경우 지수분포(Exponential Distribution), 컨테이너 터미널과 같은 전용부두(Specialized Berth)의 경우에는 Erlang-2를 따른다고 알려져 있다.

그러나, 그림 4-1 에서와 같이 BCTOC의 선박

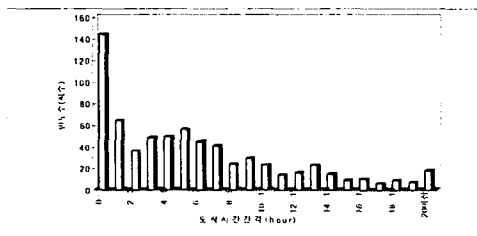


그림 4-1 선박 도착시간 간격

도착시간 간격에 대한 통계자료와 그 평균 및 표준편차에 대응하는 지수분포 및 Erlang-2 분포 아래서 기대되는 예상 도착 선박수를 비교하여 보면, BCTOC의 경우는 지수분포에 더욱 가깝다고 할 수 있다.

이를 좀 더 수학적으로 분석하기 위하여 지수분포 및 Erlang-2분포에 대한  $\chi^2$ -검정(Chi-square Test)을 실시하였는데, 두 가지 분포에 대한 가설이 모두 기각되었다.

그러나 Modelling을 위해서 특정한 확률분포를 취할 수밖에 없다면 그림 4-2에서 보는 바와 같이 지수분포로 가정하는 것이 최선이라고 할 수 있다. 또한 기존의 연구에서도 BCTOC의 경우 지수분포를 갖는다고 알려져 있는 점과 충분치 못한 자료(6개월)를 고려시 선박의 도착시간간격을 지수분포로 가정하여도 큰 무리가 없을 것으로 판단된다. 따라서 본 연구에서는 선박의 도착시간 간격 분포를 지수분포로 가정한다.

#### 4.2 하역 컨테이너 수

동 기간 동안에 BCTOC를 이용한 선박들의 하역(수출·수입·환적) 컨테이너의 분포는 그림 4-3에 나타나 있는 바와 같다. 척당 평균 하역 컨테이너 수는 775.6 unit이고 표준편차는 469.0 unit이다.

그림 4-3을 살펴보면, 선박당 하역 컨테이너 수는 대략 정규분포(Normal Distribution)의 형태를 취하는 것을 알 수 있다. 그러나 일반적인 정규분포를 가정할 시 실측치와 심각한 편차를 수반하므로 정규분포 형태를 지닌 부분(0~1,300 unit)과 지수분포 형태를 지닌 부분(1300~2,200 unit 이상)을

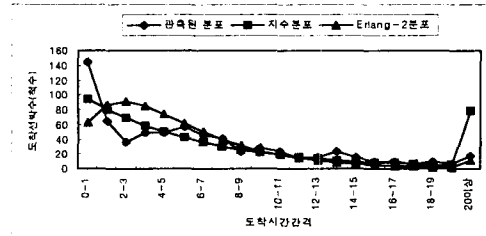


그림 4-2 선박 도착시간 간격분포

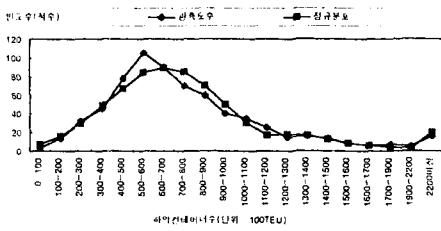


그림 4-3 선박당 하역 컨테이너 수와 수정정규분포

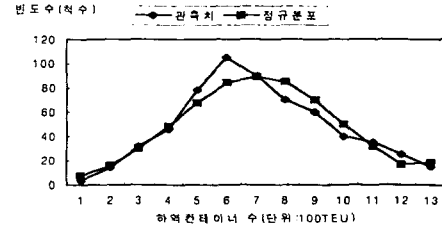


그림 4-4 하역 컨테이너 수와 정규분포 비교

구분하여 통계분석 및  $\chi^2$ -검정을 실시하였다. 먼저 정규분포부분을 평균이 653.2이고 표준편차가 270.0인 정규분포와 동일 그래프 상에 나타내면 그림 4-4와 같이 된다. 정규분포 가정시  $\chi^2$  값은 21.38로서 자유도 10 및 유의수준 0.01일 경우의  $\chi^2_{0.01,12}$  값인 23.2보다 작으므로, 선박당 하역 컨테이너 개수의 분포를 정규분포로 가정하는 것이 합당하다고 결론을 내릴 수 있다.

다음은 지수분포 부분을  $\lambda = 0.32$  인 지수분포와 동일 그래프 상에 나타내면 그림 4-5와 같다. 또한 이것에 대한  $\chi^2$ -검정 결과 자유도 5 및 유의수준 0.01일 경우  $\chi^2_{0.01,5}$  값은 15.1로,  $\chi^2$  값인 3.0보다 크므로 지수분포 부분에 대한 가정은 합당하다고 결론 내릴 수 있다.

앞의 그림 4-3은 실제 선박당 하역컨테이너 개수 분포와 2개의 분포 즉 정규분포와 지수분포를 합성한 분포(수정정규분포)를 나타낸 것이다.

#### 4.3 서비스 시간 분포

서비스 시간은 컨테이너 터미널을 이용한 선박

들의 접안시간, 즉 선석에서 소비한 선박의 평균시간을 말한다. 통계분석 결과, BCTOC의 각 선석에 접안한 선박의 평균 하역작업시간은 16.65시간이고, 표준편차는 9.42시간이었다.

선박은 선석에 접안한 후 하역작업 전까지와 하역작업 후 출항 전까지 각각 1시간씩 소요되므로, 선박의 평균 접안시간은 18.65시간이 된다.

그림 4-6은 하역컨테이너 수와 접안시간과의 상관관계를 도표로 표현한 것인데 1차 함수적인 관계를 나타내고 있다. 이것은 선박 하역시간당 하역 컨테이너 수가 대체로 일정하다는 것을 나타낸 것으로, 대부분 일정 수의 컨테이너 크레인이 선박에 할당되었음을 보여주는 것이라고 할 수 있다.

#### 4.4 컨테이너 장치기간

동 기간 동안에 BCTOC의 장치장을 이용한 컨테이너의 평균 장치기간은 수입 컨테이너가 2.2일, 수출 컨테이너가 2.5일이었다. 수출입 컨테이너의 장치일수별 분포는 그림 4-7에 나타나 있다.

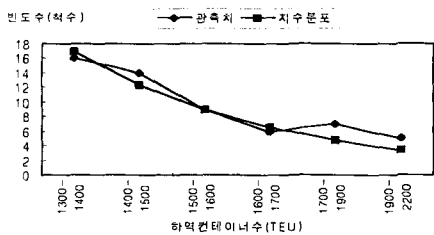


그림 4-5 하역컨테이너 개수와 지수분포 비교

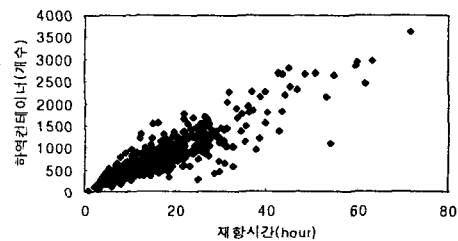


그림 4-6 하역컨테이너 수와 접안시간

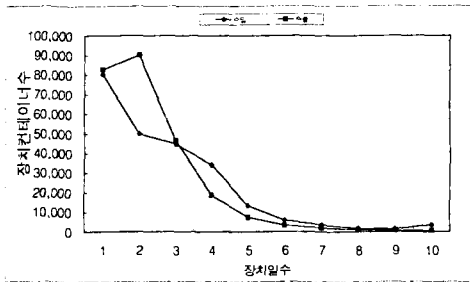


그림 4-7 컨테이너 장차일수 분포

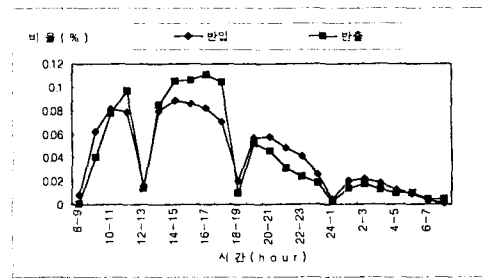


그림 4-8 Gate 출입 컨테이너 시간대별 분포

#### 4.5 Gate 출입 패턴

BCTOC의 Gate에 관한 자료는 동 기간동안에 Gate를 반출·입한 컨테이너의 출입상황을 토대로 자료를 수집하였다. BCTOC의 Gate는 오전 7~8시 및 오후 6~7시의 하루에 1시간씩 Gate를 패쇄한다. 그림 4-8에서 보는 바와 같이 주간(오전 8시부터 오후 6시 사이)에 Gate 반입 컨테이너 물동량의 66%, Gate 반출 컨테이너 물동량의 73%이상이 처리되고, 야간(오후 7시부터 오전 7시사이)에는 Gate 반입·반출 컨테이너 물동량이 각각 36%, 27% 정도 처리되고 있어 야간이 한가하다는 것을 알 수 있다.

### 5. 시뮬레이션 분석

#### 5.1 부두처리능력 분석

시뮬레이션 기법에 의하여 부두처리능력을 분석할 때 필요한 입력자료는 크게 선박 도착시간 간격 분포와 부두의 서비스 시간분포, 그리고 하역작업 준비시간 및 이안작업시간과 선석 수 등이다. 이를 시뮬레이션 흐름으로 설명하면 다음과 같다.

첫째, 선박은 Poisson Manner에 따라 도착한다. 즉 선박은 터미널에 평균도착시각 간격이 6.17시간인 지수분포에 따라 도착한다.

둘째, 선박당 평균 서비스 시간은 하역 컨테이너 개수에 따라 틀리므로 4장에서 분석된 컨테이너 개수 분포를 이용한다. 즉, 정규분포와 지수분포에 의해 발생하는 것으로 이원화 한다. 컨테이너크레인

처리능력은 재항시간과 컨테이너 개수와의 관계가 1차함수적인 관계에 근거하여, BCTOC의 시간당 처리능력을 46.6개로 산정하였다.

셋째, 본 모델에서는 선박의 접안 준비시간을 1시간, 이안 준비시간을 0.83시간으로 가정하였다.

넷째, 선석수는 총 5개이나 이중 하나는 1만톤급 Feeder선 전용이므로 12,000톤급 이하는 이 부두를 우선적으로 사용하거나 나머지 부두에도 접안 할 수 있도록 이원화하여 모델을 구성하였다.

#### (1) 모델의 구성

본 모델은 시뮬레이션 언어(Simulation Language)인 AweSim을 이용하여 시뮬레이션 하였는데, Network Model은 그림 5-1과 같이 구성된다.

시뮬레이션 수행기간은 6개월(4,320시간)로 하였는데, 이는 기초 통계분석 결과와의 비교를 통하여 Model의 타당성을 검토하기 위해서이다.

#### (2) 결과 및 분석

1998년 1월 1일부터 6월 30일까지 실측자료를 토대로 앞에서 제안한 모델을 이용하여 시뮬레이션 한 결과는 다음과 같다.

첫째, 평균 대기시간 및 서비스 시간은 각각 2.95시간, 20.5시간이며 평균 컨테이너 하역 개수는 734.6개, 총하역 컨테이너 개수는 528,900개였다. 또한 평균 선석 이용률 즉, 선석점유율은 59%, 가용율은 41%이고 총관측된 선박은 720척이었다.

둘째, 분석결과를 기초통계량 분석과 비교하면 표 5-1과 같은데, 대부분의 경우 현실 Data에 근접한 결과를 나타내고 있다.

최근 컨테이너 물류시스템의 환경 변화가 컨테이너 터미널에 미친 영향에 관한 연구 7

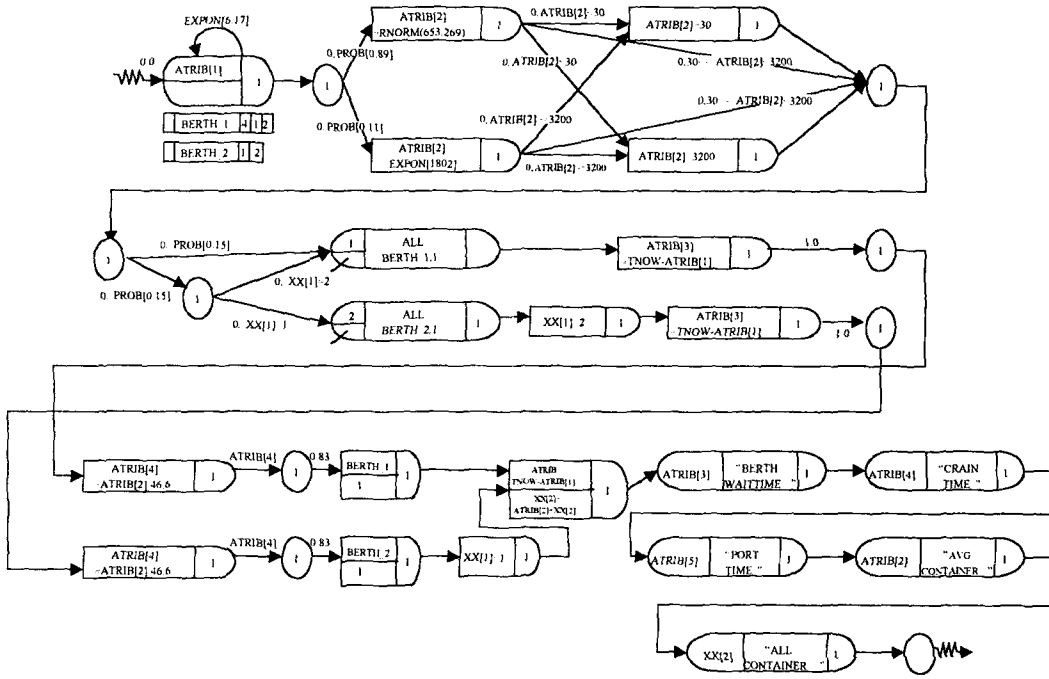


그림 5-1 부두처리능력 시뮬레이션 Network

<표 5-1> 기초 통계량 분석과의 비교

항목	시뮬레이션결과	통계분석결과	비교
선박수	720척	686척	+34척
평균재항시간	18.71시간(+1.83)	16.7시간	+2.01시간
평균컨테이너 개 수	734개	755개	-21개
총컨테이너 개 수	528,927개	532,042개	-3,075개

셋째, 본 연구결과를 1996년 연구된 바 있는 유사 연구결과와 비교하면 <표 5-2>와 같다.

이러한 분석결과는 BCTOC의 물동량이 96년 후반기 이후 서비스를 개시한 인근 항만(감천, 우암, 감만터미널) 등으로 분산된 것과 IMF체제의 영향에 따른 경기침체에 기인하여 전반적으로 물동량이 줄어든 것 등이 복합적으로 작용한 것으로 판단된다.

<표 5-2> 기존 연구결과(1996년)와의 비교

항 목	본연구결과	기존 연구결과 <sup>*)</sup>	비교
선석점유율	59%	81%	-22%
평균대기시간	2.95시간	12시간	-9시간
선박수	720척	897척	-177척

\*) 유승렬, 시뮬레이션에 의한 컨테이너 물류시스템의 분석에 관하여

한편, 이러한 물동량의 감소가 기존의 만성적인 체선·체화현상을 보이던 BCTOC의 물류시스템을 급격히 향상시킨 결과는 매우 아이러니컬하게 받아들여질 수 있다. 즉 선석점유율이 적정 수치로 인식되고 있는 60%를 유지한 점과 평균 대기시간이 급감한 점 등은 고무적이다, 이것이 물동량 감소에 따른 BCTOC의 수입감소로 작용함으로써 BCTOC의 경영을 압박하고 있다는 것이다. 그러나, BCTOC가 이에 대한 대응으로 고객 서비스체

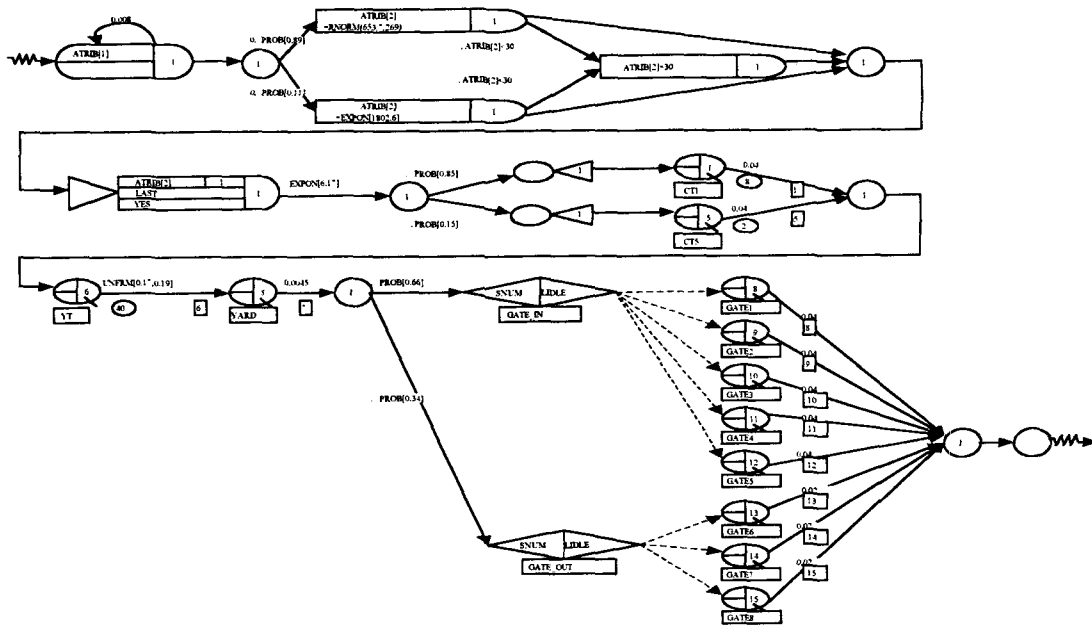


그림 5-2 터미널에서의 컨테이너 물류시스템 Network

계를 강화하고 잉여 장치장 능력을 활용한 On-Dock 시스템을 도입하는 등의 조치는 장기적으로 BCTOC의 경쟁력을 향상시키게 될 것이다.

5.2 컨테이너 물류시스템의 시뮬레이션 분석

선박은 평균 도착시각 간격이 6.17시간인 지수분포에 따라 도착한다. 이 때, 하역 컨테이너 수는 평균이 747.7, 표준편차 379.1인 정규분포와 평균 1,802인 지수분포를 일정비율에 따라 선택적으로 발생된다. 또한, 터미널 내에서 1기의 갠트리 크레인(G/C)은 시간당 26TEU를 하역하므로 컨테이너 1TEU를 하역하는 0.04시간이 걸린다고 가정한다. 또한, BCTOC에는 5선석에 전부 13기의 G/C가 있으나, 본 모델에서는 G/C의 수를 10기로 가정하였다(BCTOC는 현재 10 Gang을 유지하고 있으므로 G/C의 수와 관계없이 운용가능한 G/C는 10기로 제한된다).

그리고, BCTOC 내 Y/T의 수는 56대가 있으나,

본 모델에서는 40대로 가정하였다(철송 4대, CFS 5대를 제외하고 고장율 15%를 가정하면 실제 운용 가능한 대수는 40대). 또, 한 대의 Y/T가 컨테이너 1TEU를 이송하는데 10~12분이 걸린다고 가정하였다. BCTOC 내 장치장의 일일장치용량은 12,156TEU이고, 기초 통계분석에 의해서 컨테이너의 평균 장치기간은 2.7일로하여 컨테이너 물류시스템 모델을 작성하였다.

한편, Gate Complex에서는 반입 Gate의 경우 시간당 24TEU를 처리하고, 반출 Gate는 시간당 48TEU를 처리하며, Gate 내 Lane의 수를 8Lane으로 가정하였다(실제 11Lane이 있으나 반입 5, 반출 3Lane 만 사용).

(1) 모델의 구성

그림 5-2는 시뮬레이션 언어인 AweSim를 이용하여 개발한 Network Model을 나타낸 것이다.

(2) 결과 및 분석

시뮬레이션 수행기간을 180일(4,320시간)로 하여



시뮬레이션을 실시한 결과 다음과 같은 결과를 도출하였다.

첫째, 각 하위시스템의 평균 이용률은 G/C이 49.8%, Y/T가 57.5%, 장치시스템이 56.0%, Gate Complex가 49.3%이었고, 관측된 컨테이너 개수는 각 시스템에서 537,640개 정도이다.

전체적으로 볼 때, 각 하위시스템들의 평균이용률은 대략 50%정도를 유지하며 특정한 병목현상을 일으키는 하위시스템은 발생하지 않는다는 것을 알 수 있었다.

둘째, 총하여 컨테이너 개수를 기초 통계량 분석과 비교하면 총취급화물량이 각각 537,600개, 532,000개로 비슷한 결과를 보이고 있으므로, Model이 실제를 잘 반영하고 있다고 판단된다.

셋째, 이상의 결과를 기존 유사결과와 비교하면 <표 5-3>과 같다.

<표 5-3> 기존 연구결과(1996년)와의 비교

항 목	본 연구결과	기존 연구결과 <sup>(*)</sup>	비교
G/C의 평균이용률	49.8%	79.5%	-29.7%
Y/T의 평균이용률	57.5%	63.95%	-6.4%
장치장의 평균이용률	56.0%	71.1%	-15.1%
평 균	54.43%	71.5%	

주) 유승렬, 시뮬레이션에 의한 컨테이너 물류시스템의 분석에 관하여

<표 5-3>에서 G/C 이용률과 장치장 이용률을 중심으로 살펴보면, 본 시뮬레이션 모델이 현상을 잘 반영하고 있음을 다시 한번 확인할 수 있다. 즉, 이 수치들은 1997년 상반기(1~6월)의 BCTOC 수출·입 물동량이 약 915,000TEU에서 1998년 상반기에는 약 720,000TEU로 20%정도 감소한 수치와 상당히 근접하고 있음을 알 수 있다. 결국 이러한 장치장의 잉여능력은 BCTOC가 금년부터 On-Dock서비스를 제공할 수 있는 여력을 제공하고 있는 셈이다.

## 6. 결 론

본 연구에서는 최근 우리나라 컨테이너 물류시

스템의 환경변화 즉, 급속한 컨테이너 물동량의 증가, 신규 컨테이너 터미널의 증가, IMF체제에 의한 컨테이너 물류시스템의 변화 등이 컨테이너 터미널에 미친 영향을 분석해 보기 위하여 BCTOC의 컨테이너 물류시스템을 모델화하여 시뮬레이션을 수행하였다. 시뮬레이션은 AweSim Simulation Language를 통하여 실행되었으며, 여기에 사용된 각종 Data는 '98년 1월부터 6월까지 BCTOC의 실제 전산자료를 이용한 기초 통계분석과 현장조사에 의하여 산출되어졌다. 본 연구에 의한 결과는 다음과 같다.

### (1) 컨테이너 물동량의 감소와 전배

IMF체제가 시작된 '98년 이후 BCTOC의 경우 22.6%의 급격한 물동량 감소가 관측되었다. 그러나 이러한 감소는 IMF에 의한 여파라기보다는 인근 신규 터미널로의 전배에 의한 영향이 절대적이었다. 이러한 결과는 비록 물동량의 증가율은 감소하였지만 물동량 자체는 IMF체제의 영향하에서도 여전히 상승(부산항 전체의 경우 '97년 동기대비 컨테이너 물동량 11.4% 상승)하고 있다는 사실에 비추어 보아도 명백한 것이다.

### (2) 본격적인 컨테이너 터미널 서비스

#### 경쟁시대의 도래

과거 독점적으로 컨테이너를 하역하면서 대고객 서비스에 노력하지 않아도 되었던 독점시장체제에서 신규 항만의 급증으로 인한 물동량 확보 즉, 생존을 위한 경쟁시장체제로의 전환이 급속히 진행되고 있다.

그 예로서, BCTOC의 경우 1998년 중반기부터 조직개편을 통해 고객관리팀을 운영하고 있다.

### (3) 컨테이너 물류시스템의 개선

본 연구에 의한 시뮬레이션 결과에 의하면 BCTOC의 경우 '96년과 비교시 급격한 컨테이너 물류시스템의 개선이 관측되었다. 그 결과는 다음 표와 같이 요약된다.

특히, 선석 점유율이 UNCTAD나 선진 항만에서 적정값으로 인정하고 있는 수치인 60%대를 유지한 점이나, 각 하위시스템에서 특별한 병목현상이 발

항 목	'96년 → '98년
선석점유율	81% → 59%(-22%)
평균대기시간	12시간 → 3시간 (-9시간)
G/C의 평균이용률	79.5% → 49.8%(-29.7%)
Y/T의 평균이용률	63.95% → 57.5%(-6.4%)
Gate의 평균이용률	71.1% → 56.0%(-15.1%)

생하지 않은 점 등 최근의 컨테이너 물류시스템의 환경 변화가 BCTOC의 컨테이너 물류시스템을 크게 개선시킨 결과로 나타났다. 그러나, 1980년대부터 나타난 제 3세대 항만(적정 선석 점유율 30-40%)에 비하면 여전히 높은 수준을 유지하고 있다고 할 수 있다. 한편, 아이너리컬 하계도 이러한 결과는 궁극적으로 물동량의 감소에서 비롯된 것이기 때문에 BCTOC의 경영측면에서는 수익감소라는 경영압박으로 작용하고 있다.

(4) 경쟁력의 확보기회 제공

과거 만성적인 체선·체화현상을 보였던 BCTOC가 물동량의 감소에 따른 여유장치장을 활용한 On-Dock시스템의 서비스 개시나, 대고객 서비스 체계의 전환 등은 현실적인 경영압박에도 불구하고 장기적으로 BCTOC의 경쟁력을 확보하는데 유리한 기회를 제공하고 있다. 더구나 IMF체계에 의한 조직 정비와 경영개선 외압은 어떠한 절묘한 경쟁력 강화 Timing으로 작용할 수도 있을 것이다.

본 연구에서는 IMF체계에 의한 컨테이너 물류시스템의 영향을 파악해 보기 위하여 부득이 '98년 전반기 6개월간의 자료를 사용하였다. 따라서 자료의 부족에 의한 각종 통계자료의 부정확성을 배제하지 않을 수 없다. 또한 모델을 단순화 함으로써 G/C의 배정문제, 선석의 배정문제, 각종 장비의 고장문제 등 부정기적으로 발생하는 각종 문제들이 고려되지 못하였다. 따라서, 많은 축적된 자료와 상기의 문제점을 고려한 컨테이너 물류시스템의 분석은 차후의 연구과제로 남겨두기로 한다.

參考文獻

- 이철영, "항만물류시스템", 효성문화사, 1998년 pp. 58-390.
- 유승렬, "시물레이션에 의한 컨테이너 물류시스템의 분석에 관하여", 한국해양대학교 석사학위논문, 1997.
- 부산컨테이너 부두운영공사(BCTOC)전산실 "전산자료", 1998 1월~6월.
- 전일수, 김학소, 김범중, "우리나라 컨테이너 항만의 국제경쟁력 제고방안에 관한 연구", 해운산업연구원, 1993, pp. 34-120.
- 박진수, 박병인, "컨테이너 터미널의 능력 산정에 관한 연구", 해운산업연구원, 1990.
- 박창호, "부산항 컨테이너 물류시스템분석에 관한 연구", 한국해양대학교 대학원 박사학위논문, 1992.
- 한국해운항만청, "해운항만통계연보", 1996-1998.
- 전경련, "항만의 경쟁력 제고과제", 1997. 9, pp.307-360.
- 한국컨테이너 부두공단, "컨테이너 화물 취급 및 유통추이분석(91-95)", 1996.
- 김재연, "컴퓨터 시물레이션", 박영사, 1995.
- 김승연, 김동환, "시스템 시물레이션과 시물레이션 언어", 흥릉과학출판사, 1993.
- 안상형, 이명훈, "현대통계학", 학현사, 1995.
- Harndy A. TAHA, "Operation Research", pp. 612-618, Macmillan Publishing Company, a division of Macmillan, Inc. 1992.
- A. Alan B. Pritsker et. al., Simulation with visual slam and AweSim", System Pubulishing Coporation, 1997.
- E. G. Frankel, "Port Planing and Development : port design and equipment selection", Awiley-Interscience Publishcation, 1987.
- R. Robinson, "Asia hub/feeder nets: the dynamics of restructuring", MARIT. POL. MGMT., 1998, vol. 25, no. 1, pp. 21-40.