

시뮬레이션을 이용한 수평배치 컨테이너 터미널의 레이아웃 설계

전수민¹, 김갑환¹, 류광렬²

¹부산대학교 산업공학과, ²부산대학교 컴퓨터공학과

Su Min Jeon¹, Kap Hwan Kim¹, Kwang Ryel Ryu²

¹Department of Industrial Engineering, Pusan National University, Busan, 609-735

²Department of Computer Engineering, Pusan National University, Busan, 609-735

Abstract

항만에 위치한 컨테이너 터미널은 수송, 하역, 저장의 기능을 고루 갖춘 대표적인 물류 시스템이다. 터미널이 충분히 제 기능을 수행하여 터미널 생산성을 향상시키기 위해서는 효율적인 레이아웃 설계가 필요하다. 터미널 레이아웃은 초기 터미널 설계단계에서 우선적으로 고려되는 의사결정 부분이며 터미널 운영 및 컨테이너 취급 비용에 중요한 영향을 미치는 요소가 된다. 본 연구에서는 개념 설계에서 구분되어지는 장치장의 배치형태에서 수평 장치장을 모델로 하였다. 터미널 생산성에 영향을 미치는 이송능력과 적재능력의 효율적인 조정을 위하여, 블록의 배치와 사양에 따른 적재능력과 블록에 설치한 이적지점 개수에 따른 이송능력 대해 시뮬레이션을 통해 분석하고자 한다.

1. 서론

최근 세계 항만산업은 물류시스템의 변화에 따라 기능의 종류나 형태가 크게 변화되었다. 특히 수출입 물량과 관련되는 국제 물류의 기본 흐름은 컨테이너를 통한 수송이 대부분을 차지하고 있는 실정이다. 항만에 위치한 컨테이너 터미널은 하역, 보관, 환적, 운송이 동시에 이루어지는 대표적인 종합 물류 공간이다. 이러한 기능의 효율적인 운영은 터미

널 경쟁에서 성공 요소이며 이를 위한 기본적인 고려사항은 터미널 레이아웃이다. 터미널 레이아웃은 터미널 설계단계 시 결정 되어지는 부분이며 효과적인 레이아웃설계는 터미널 생산성 향상에 영향을 미치는 중요한 부분이 된다.

기존연구를 살펴보면, 장비 운영방식에 따라 컨테이너 터미널의 설계에 관한 연구는 Watanabe[11]가 온샤시 방식, 트랜스퍼 크레인 방식, 그리고 스트래들 캐리어 방식 하에서 전반적인 설계에 대해서 연구를 하였다. 세부 내용으로 터미널 계획을 수립할 때 장비 및 설비의 특성을 고려한 설계절차와 컨테이너를 적재시키는 장치 장을 포함한 전 시설에 대한 상호 관계를 고려한 시설배치 문제를 다루었다.

저장문제는 창고 운영문제에서도 동일시 다루게 되는데 Geotschalckx[8]는 Block Stacking 저장방식에서 저장 공간의 효율성과 창고 레이아웃 및 자재 취급 문제 등 이들 간의 상충 관계를 고려하여 저장 연별 최적 장치 깊이를 정하는 알고리즘을 제시 하였다. Castilo and Daganzo[7]는 컨테이너 터미널에서 수입 컨테이너의 장치장 운영 문제에 대해 기술하고 있다. 장치장의 야드 장비를 트랜스퍼 크레인으로 가정하고 재취급의 문제가 가장 심각한 상황을 대상으로 하였으며 컨테이너를 무작위로 쌓여 있는 베이로부터 빼어 낼 때 기대되는 취급회수를 추정하는 수식을 유도 하였다. 김갑환[8]은 저장물 야드 내에서 하나의 컨테이

너를 집는데 예상되는 재취급의 수와 초기에 베이의 장치현황이 주어진 경우의 총 재취급 기대횟수를 평가하는 방법론을 제시하였다.

김갑환과 박영만[9]은 수출 컨테이너를 대상으로 재취급 최소를 위하여 입고 시 장치위치를 결정하는 문제를 다루었는데 도착 컨테이너의 무게를 고려하여 재취급이 최소화 되는 장치 위치를 결정하는 방법을 제시하였다. 박강태[5]는 컨테이너 터미널의 생산성에 큰 영향을 미치는 선박의 접안시간을 줄이기 위해서 컨테이너 터미널의 수출 장치장 공간할당계획방법을 제안하였다.

김지환[2]은 일반 블록 장치장의 배치형태에 따른 장비의 운행거리와 장치 능력을 분석하였다. 진미주[4]는 장치장의 배치 형태에 따른 취급 장비의 운행거리와 적재능력으로 장치장의 성능을 수리모형을 이용하여 분석 및 평가하였다. 적재능력에 따른 블록의 개수 산정은 하였으나 블록을 구성하는 세부 사양은 설계 시 산정하지 않았다.

본 연구에서는 시뮬레이션을 통하여 컨테이너 터미널의 수평배치 장치장에서의 블록 배치와 블록의 사양에 따른 레이아웃 평가를 수행하였다. 시뮬레이터는 Em-plant 5.5버전을 이용하여 개발하였고, 현재까지는 하나의 선석을 대상으로 실험을 수행하였다.

본 연구의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 컨테이너 터미널의 전반적인 개요를 살펴보고 장치장에서 설계 시 고려되어지는 블록 배치 안에 대해서 대안을 제시하고 제시한 대안에 따른 저장능력을 고려하여 블록의 사양을 제시한다. 3장에서는 수치모형을 통해 블록의 배치 형태와 블록의 사양에 따른 적재 능력을 산정하고 시뮬레이션을 통하여 제안한 대안을 비교보고자 한다.

2.1 컨테이너 터미널의 개요

본 연구에서 다루는 컨테이너 터미널은 그림2와 같이 게이트, 야드, 선석으로 그 영역이 나뉘어 지며 컨테이너의 흐름의 시작이 선석과 게이트에 따라 크게 본선작업과 반출입 작업 두 가지로 구분되어진다. 이는 컨테이너의 속성에 따라 작업이 연결되어 지는데 수출컨테이너의 경우는 반출-적하, 수입컨테이너의 경우는 양하-반입의 관계를 가지게 된다. 또한 취급 장비의 목적에 따라 하역, 이송, 저장기능이 동시에 일어나기도 하는 곳이다.

본 연구에서 다루는 부분은 터미널을 통해 연계

수송되는 화물이 일시적으로 장치되는 야드를 말한다. 야드는 여러 개의 블록으로 구성되고, 하나의 블록에는 여러 개의 베이로(bay)가 존재한다. 따라서 컨테이너의 저장 위치를 구별하기 위해서는 블록의 배치단위와 베이 내 컨테이너 위치 단위의 정의가 필요하다. 장치장에서 블록 배치단위는 해측을 기준으로 블록 열과 블록 행으로 표현 한다. 블록 내 컨테이너 저장 단위는 베이를 기준으로 열과 단으로 표현한다. 그림 1은 장치장에서의 블록 배치 단위와, 베이 내 컨테이너 저장위치 단위를 나타낸 것이다.

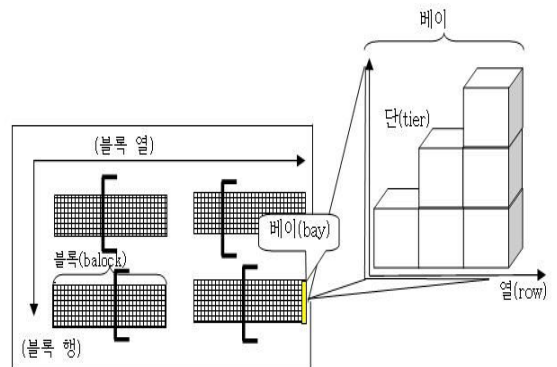


그림1. 블록 배치단위와 베이 내 컨테이너 저장위치 단위

야드 레이아웃 설계 시 우선으로 결정해야 할 부분은 블록배치 형태 결정이다. 기존의 블록 배치방식은 크게 두 가지형태로 나뉘어 지며 선석과 평행하느냐에 따라 수평, 수직으로 구분한다. 본 연구에서는 안벽법선과 나란히 배치되는 수평 장치장을 다룬다.

본 연구에서 다루는 장치장은 블록에 설치된 레일 상에서 이동하면서 작업을 수행하는 RMGC(Rail Mounted Gantry Crane)가 적용된 형태이다. 동일블록마다 크기가 같은 두 대의 RMGC가 사용되어지며 각 블록에는 외부트럭이나 YT(Yard Tractor)가 RMGC의 작업과의 연계를 위한 작업대기 위치 TP(Transfer Point)가 베이마다 존재한다.

2.2 컨테이너 터미널의 장치장 레이아웃 설계

컨테이너 터미널의 장치장 레이아웃 설계 시 컨테이너 터미널의 처리능력과 저장능력을 높이기 위하여 블록들을 어떻게 배치 할 것인가를 결정하는 것은 우선적으로 고려되어지는 중요한 의사결정 부분이다. 본 연구에서 가정한 사항은 다음과 같다. 장치장의 가로 길이(선석의 길이)와 컨테이너 물량은 주어지며

블록에 할당되어지는 총 크레인 대수는 10대이며 각 블록에 할당되어지는 크레인수는 같아야 한다. 따라서 본 연구에서는 제약 조건인 취급 장비의 대수를 만족시키고 저장능력과 이송능력을 고려한 설계대안을 제시하고자 한다.

2.2.1 블록 배치대안

컨테이너 터미널의 장치장 설계 시 우선적으로 고려해야 할 의사결정사항은 블록을 어떻게 배치 할 것인가이다. 본 연구에서 가정한 블록의 배치 형태는 수평배치 형태이며 장치장의 저장능력과 이송능력을 고려 할 경우 한 블록의 구성형태가 그 다음 단계의 의사결정 사항이 된다.

블록의 저장능력을 높이기위해서 블록의 단 수를 높게 한다면 장치장의 유희공간이 생겨 공간 활용측면에서 좋아지지만 컨테이너를 처리하는 과정에서 재취급이 발생하는 횟수가 증가하게 된다. 이송장비의 운행거리를 감소시키고자 블록과 블록사이에 통로를 많이 설치할 경우 장치장의 저장능력은 설치한 통로의 면적만큼 감소하게 된다. 따라서 블록 배치 대안은 크게 두 가지 경우로 나눌 수 있다. 저장능력을 우선으로 고려한 경우와 이송능력을 우선으로 고려한 경우이다. 그림2는 저장능력을 고려한 일반적인 터미널 배치대안이다.

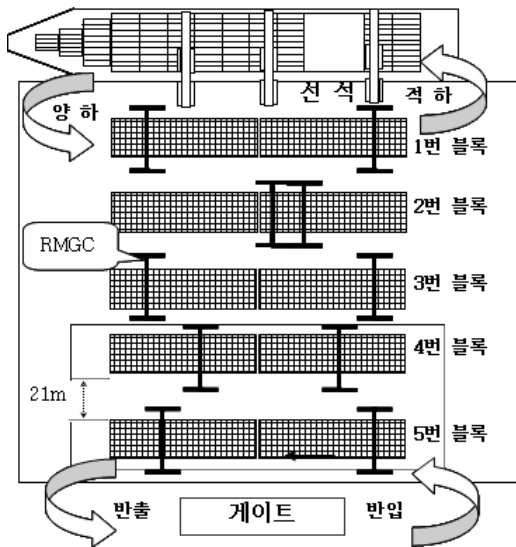


그림2. 블록 배치대안I

이송능력을 고려한다면 그림 3과 같은 블록 배치 대안이 되며 제약사항인 블록당 크레인의 대수는 동일해야 하므로 블록과 크레인이 1:1조건이 되어야 한다. 대안

1과 비교 상응하기 위해서 블록사이의 통로만큼의 저장 능력을 제외하고 15베이로 구성된 블록10개를 선적과 평행하게 2열 수직으로 5행으로 배치하는 경우이다. 그림3은 2열 5행으로 블록을 배치한 대안을 나타낸 것이다.

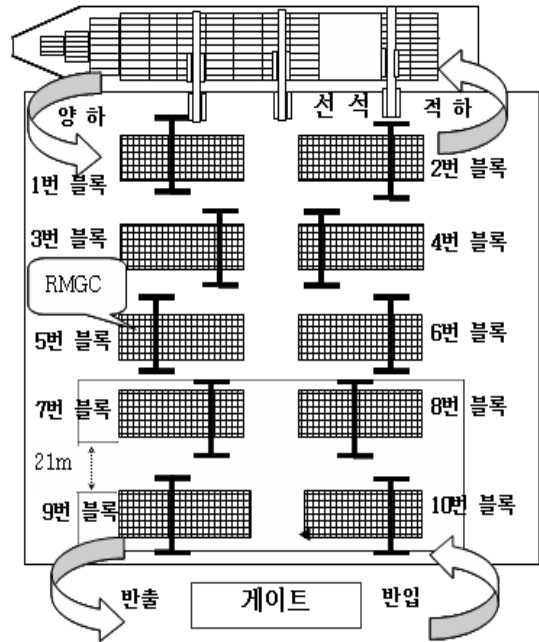


그림3. 블록 배치 대안II

2.2.2 장치장 설계 시 고려되어지는 요소

장치장 설계 시 고려되어지는 요소들은 블록을 구성하는 사양에 따라 중요한 영향을 미친다. 본 장에서는 우선 가능한 블록의 사양을 제시하고 각 대안별로 고려되어지는 요소들과 어떠한 관계가 있는지 알아보하고자 한다.

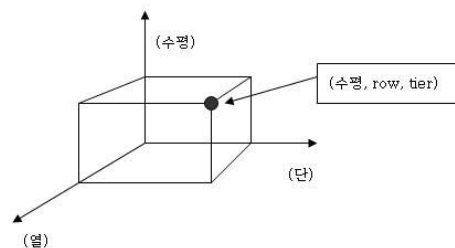


그림4. 블록 내 열 (row)과 단 (tier) 의 조합

표 1에서와 같이 열과 단의 정수단위로 변화 가능한 조합을 4가지 대안으로 나타내어진다.

표1. 적재능력을 고려한 블럭사양

대안1	대안2	대안3	대안4
4열6단	6열4단	8열3단	12열2단

제시한 4가지 대안은 블럭의 열과 단의 수가 동시에 바뀌어 지며 열의 수가 커질수록 단의 수는 낮아진다. 따라서 컨테이너 적재 높이가 낮아질수록 컨테이너 재취급 횟수는 줄어들지만 장치장내 블럭의 폭이 넓어져 RMGC 하역작업 시 트롤리 주행이 길어지는 단점이 있다. 또한 블럭의 폭이 넓어지게 되면 이송장비의 선석까지 운행거리가 길어지게 되어 CC와의 작업이 지연되는 경우가 생겨 터미널의 생산성에 영향을 미칠 수가 있다.

재취급 횟수는 다음과 같은 식에 의해서 구할 수 있다.[8] 변수A는 한 베이의 열수이며 변수C는 단수가 된다.

$$\text{평균 재취급 횟수} = \frac{C-1}{4} + \frac{C+2}{16A}$$

표2는 제시한 4가지 대안의 평균 재 취급 횟수를 구한 것을 나타낸다.

표2. 대안별 평균 재취급 횟수

구분	4열6단	6열4단	8열3단	12열2단
평균 재취급횟수	1.26 회	0.76 회	0.51 회	0.26 회

3. 장치장 설계

장치장 설계 시 고려되어지는 의사결정 부분은 컨테이너 처리 능력과 저장 능력이 있다. 앞에서 언급한 바와 같이 처리능력과 저장능력은 상충관계를 가지므로 있으므로 처리능력은 어느 정도를 갖출 것이며 저장능력은 어느 수준을 유지해야 할 것인지 적절한 타협이 필요하다.

3.1 블럭의 배치 형태와 블럭의 사양에 따른 적재 능력 산정

제시한 두 가지의 블럭 배치 형태와 4가지 블럭 사양에 대한 대안에 대해 수리 모형으로 분석 하였다. 장치장의 적재능력은 그라운드 슬롯(ground slot) 수

(TEU)로서 파악할 수 있다. 배치 형태에 따른 장치장의 적재 능력을 분석하기 위하여 다음과 같은 기호를 정의하였다.

- P : 장치장의 총면적에서 통로 면적을 제외한 장치장의 적재능력(총 블럭의 가용면적) (m²)
 - h : 장치장 내의 가로 방향 통로의 폭 (m)
 - v : 장치장 내의 세로 방향 통로의 폭 (m)
 - b : 장치장의 가로 길이
 - n : 블럭 배치도에서 블럭 열의 개수
 - m : 블럭 배치도에서 블럭 행
 - k : 블럭의 세로 길이(m)
 - d : 장치장 외곽의 네 변에 접한 양방향 세로통로의 폭 (외곽통로) (m)
 - GS : 장치장 내의 적재 슬롯의 총수 (TEU)
 - s : 컨테이너 1단위(1 ground slot)의소요 면적(m²)
 - C : 장치장 내의 총 장치능력
- 실제 컨테이너를 저장 및 하역 할 수 있는 블럭의 총 면적을 식[6]을 이용하여 구한다.
- $$P = k \times (b - d \times 2) \times m - (k \times m \times v) \times (n - 1) \quad [6]$$

블럭 배치와 제시한 4가지 블럭 사양에 따른 수치에 제의 초기값 설정은 표3과 같다.

표3. 수치예제의 초기값 설정

구분	값		구분	값	
선 석 길 이 (b)	300m		세로방향 통로폭(v)	21m	
가로방향 통로 폭(h)	20m		1그라운드 소 요 면 적 (s)	26.13m ² (1)	
블럭 열의 수(n)	5블럭	1	블럭 행의 수(m)	5블럭	5
	10블럭	2		10블럭	5
블럭의 세로 길 이 (k)	4열6단	14m	블럭 적단수(t)	4열6단	6
	6열4단	20m		6열4단	4
	8열3단	26m		8열3단	3
	12열 2단	37m		12열 2단	2

(1) ISO 규격 컨테이너 (20' 컨테이너) 기준1

3.2 장치장 설계 절차

장치장의 가로길이는 주어져 있고 세로 폭은 블럭 사양에 따라 계산되어 진다고 가정한다. 장치장 설계

절차는 다음과 같다.

- 단계1. 설계 시 고려되어지는 제약 요소를 산정 한다.
- 단계2. 제약을 고려한 블록의 배치대안과 블록 사양에 대한 후보 조합을 추출한다.
- 단계3. 가능해의 범위를 구하는 절차를 따라서 가능해를 찾는다.
- 단계4. 시뮬레이션수행.
- 단계5. 최적 대안을 선택한다.

제약 조건만 주어진 상태에서 각 배치 형태에 따라 이 제약 조건을 만족하는 가능해의 범위를 구하는 절차는 다음과 같다.[6]

3.2.1. 제약조건을 만족하는 가능해 구하는 절차

제약조건1. 적재능력은 요구되어지는 적재용량 (α_1)보다는 크거나 같아야 한다. 이 조건을 만족시키기 위한 열 또는 행의 개수는 β_1 보다 작거나 같아야 한다. 즉, 적재능력 $\geq \alpha_1$ (열/행의 개수 $\leq \beta_1$)

제약조건2. 선석으로부터의 취급장비의 평균 운행거리는 α_2 보다 작거나 같아야 한다. 이 조건을 만족시키기 위한 열 또는 행의 개수는 β_2 보다 크거나 같아야 한다. 즉, 선석으로부터의 거리 $\leq \alpha_2$ (열/행의 개수 $\geq \beta_2$)

제약조건3. 게이트로부터의 취급장비의 평균 운행거리는 α_3 보다 작거나 같아야 한다. 이 조건을 만족시키기 위한 열 또는 행의 개수는 β_3 보다 크거나 같아야 한다. 즉, 게이트로부터의 거리 $\leq \alpha_3$ (열/행의 개수 $\geq \beta_3$)

$\{\max(\beta_2, \beta_3) \leq \text{가능해} \leq \beta_1\}$ 를 만족하는 가능해를 선택한다.

3.2.2 블록 배치대안 적용 예제

위에서 제시한 절차를 블록배치대안에 적용시키고자 한다.

제약조건1. 요구되어지는 장치장의 총 적재능력은 3960(TEU)이다. 블록 배치치와 블록사양에 따른 적재능력의 가능해는 다음과 같이 찾을 수 있다. 블록의 사양에 따른 적재능력은 다음과 같다.

표4. 블록 사양에 따른 장치장 면적

블록 열의 개수	장치장 면적(m ²)			
	4열6단	6열4단	8열3단	12열2단
n=1	18100	25300	32890	46805
n=2	17710	23200	30160	42920
n=3	14770	21100	27430	39035

블록의 사양별 요구되어지는 장치장 면적은 다음과 같다.

표5. 블록 사양별 요구되어지는 장치장 면적

블록 사양	요구되어지는 장치장 면적(m ²)
4열6단	17245
6열4단	25868
8열3단	34491
12열2단	51737

4열 6단에서 요구하는 적재능력을 만족시키기 위해서는 $n \leq 2$ 이어야 한다.

제약조건2. 선석으로부터의 취급장비의 평균 운행거리는 600m보다 작거나 같아야 한다. 이 조건을 만족시키는 열의 개수는 2보다 크거나 같아야 한다.

블록 열의 개수	선석으로부터 평균거리
n=1	813.5m
n=2	556.4m
n=3	524.4m

제약조건3. 게이트로부터의 취급장비의 평균 운행거리는 600m보다 작거나 같아야 한다. 이 조건을 만족시키는 열의 개수는 2보다 크거나 같아야 한다.

블록 열의 개수	선석으로부터 평균거리
n=1	813.5m
n=2	513.4m
n=3	480.07m

블록 사양 4열6단일 경우에 $\{\max(\beta_2, \beta_3) \leq \text{가능해} \leq \beta_1\}$ 만족하는 가능해는 $\beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = 2$ 이므로 $n = 2$ 인 경우이다.

3.3 이적지점 개수(Pick up Delivery point)를 고려할 경우

3.2.1에서 제약 조건을 만족하는 가능해를 구하는 절차는 P/D 지점이 한 번 전체에서 발생하는 경우 취급 장비의 평균이동 거리를 구하여 가능해를 구한 것이다. 터미널 설계 시 이송능력을 고려한 경우 한 블록의 P/D개수의 많고 적음에 따라 트럭의 대기시간이 길어질 수도 있고 짧아질 수도 있다. 따라서 이송능력을 고려한 경우 P/D개수 산정은 중요한 요소가 될 수 있다.

P/D개수 산정을 위한 시뮬레이션 초기설정은 다음과 같다.

1. 하루동안 터미널의 게이트를 통과하는 외부 트럭의 시간대별 도착분포를 구하였다.
2. 분포가 가장 높은 시간대의 동일 모선에 실행될 수출 컨테이너를 실은 트럭의 도착 분포를 구하였다.
 데이터 수집결과 오후 2시~4시 사이에 외부트럭의 게이트 도착 빈도가 가장 높았으며, 해당 시간대 동안 같은 모선에 실행될 수출컨테이너의 도착 분포는 1분 간격의 지수분포를 따름을 알 수 있었다.
3. 하나의 트럭이 게이트를 통과해서 서비스를 받고 다시 게이트로 나가는 시간은 평균 25분으로 한다.

블록 배치대안I의 경우 가능한 P/D개수의 범위(K)는 1~5개 이다. 한 베이는 20ft컨테이너를 기준으로 되어있으므로 40ft의 경우일 때를 생각하면 총 17개의 베이로 볼 수 있고 트럭의 길이는 18m이고 하나의 베이는 약6.8m이므로 한대의 트럭이 3개의 베이를 차지한다고 볼 수 있다.

4. 시뮬레이션

블록을 구성하는 열과 단의 최적 조합을 찾기 위해서 시뮬레이션을 수행하였다. 모델링 되어있는 프로그램은 Em-Plant 5.5버전을 사용하여 개발 하였다. 시뮬레이션 초기화 단계에서 야드의 초기 상태는 모두 비어있는 것으로 하였으며 블럭에 배치된 동일 크기의 두 대의 RMGC는 고정적인 위치에 생성이 되며 두 RMGC사이의 작업 안전 영역으로 2베이 간격을 두었다. 20피트(ft)와 40피트(ft) 컨테이너는 구분하여 저장하도록 하였다. 컨테이너 터미널 환경을 최대 반영하기 위하여 실제 터미널에서의 수출 화물 터미널 내

반입 분포를 수출 화물이 터미널에 반입된 후 선박에 적하 할 때까지 장치되는 화물량의 비율(%)로서 적하 시작전 7일간의 자료를 수집하였으며, 수입화물 반출 분포에 대해서는 수입화물이 선박으로부터 양하된 후 반출되기 까지 터미널 내 장치되는 화물량의 비율(%)로서 양하 후 7일간의 자료를 수집하였다. 외부트럭 Gate 도착 시간 분포는 하루를 기준으로 2시간단위씩 나누어 외부트럭의 도착비율(%)을 수집하였다. 선박의 도착정보는 2004년 6월~8월 동안 실제 터미널에 도착한 선박 정보를 기초로 하였다.

하나의 선석을 대상으로 하였으며 CC는 3대를 할당 하였다. 블록의 용도는 수출입 혼용으로 가정하였으며 터미널 내 양 적하 반입반출 작업이 동시에 일어난다고 가정하였다.

4.1 P/D지점이 한 번 전체에서 발생하는 경우

P/D지점이 한번 전체에서 발생하는 경우와 P/D지점이 제한되어져 있는 경우에 대해서 블록 배치 대안별로 실험을 수행하였다.

4.1.2 블록 배치 I안의 실험 결과

블록이 선석과 수평한 형태로 해측에서 육측으로 배치되어있는 것을 말한다. 블록배치 I안의 경우는 한 블록을 구성하는 베이(bay)개수는 34가되며 2대의 RMGC가 할당되어진다. 블록 배치 I안의 형태에서 블록사양을 바꾸어 보았을 때 CC의 시간당 처리율은 6월 4단일때 가장 높았다. 그림 4는 각 대안에 따른 CC의 컨테이너 처리개수를 나타낸 것이다.

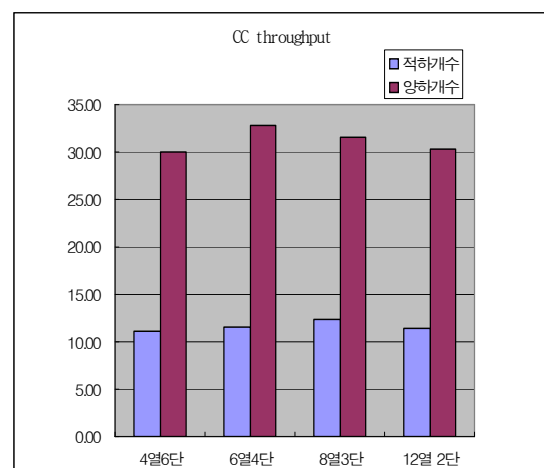


그림 5..수평배치 1열5단일경우 CC 시간당 처리율

그림 5는 각 대안에 따른 트럭의 서비스 타임을 나타낸 것이다. 서비스 타임이 짧다는 것은 트럭이 장치장

에서의 대기시간이 짧다는 것을 의미한다.

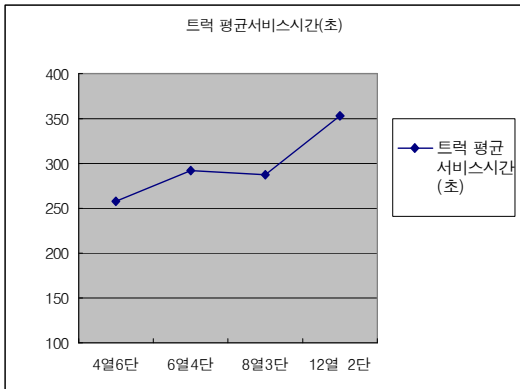


그림6. 수평배치1열 5단 일때 트럭서비스 타임

4.1.3 블록 배치 II안의 실험 결과

RMGC를 각 블록마다 한대씩 할당한다면 크레인의 컨테이너 처리능력을 고려하여 한 블록을 구성하는 베이의 수는 줄어들게 된다. 장치장내 블록배치는 그림3과 같이 하며 동일 블록 열 사이 트럭의 주행 통로를 두었다. 그림6은 블록 배치 II안의 형태에서 블록사양을 바꾸어 보았을 때 CC의 시간당 처리율을 나타내었다. 블록배치대안 I의 경우에 비해서 블록 사양에 따른 CC의 컨테이너 처리수가 대체적으로 높음을 알 수 있다.

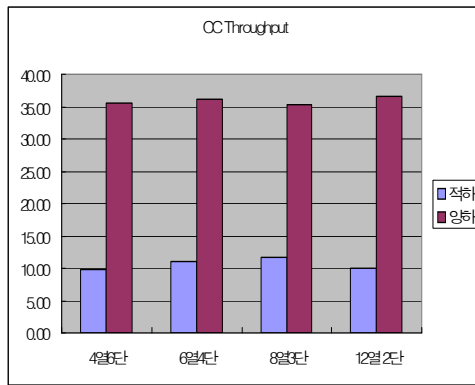


그림7.수평배치 2열5단일 경우의 CC 시간당 처리율

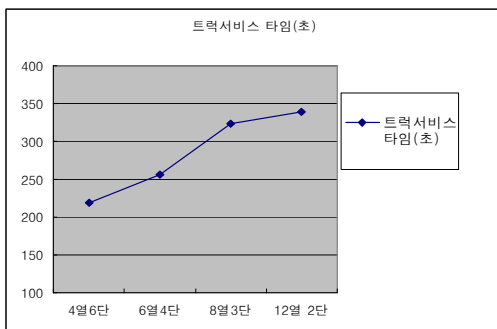


그림8.수평배치 2열5단일 경우의 트럭 서비스 타임

그림 8은 수평배치 2열5단일 경우 트럭의 서비스 타임을 나타낸 것이다.

블록배치 I안과 비교 해보면 트럭의 평균 서비스 타임은 줄어들음을 알 수 있다. 이는 블록 내 통로를 설치한 경우 이송장비의 선택과의 주행거리가 짧아져 터미널 서비스를 향상 시켰음을 알 수 있다.

4.2 이적지점 개수를 제한할 경우

5.1의 실험결과 6열4단의 경우가 생산성 측면에서 좋은 결과가 나왔다. 따라서 6열4단을 최적 대안으로 정하고 블록 배치 1안에 대한 최적의 P/D개수를 시뮬레이션을 통하여 알아보려고 한다.

그림 9는 블록 배치 1안에서 6열4단의경우의 P/D개수 변화에 따른 CC 시간당 처리율을 나타낸 것이다.

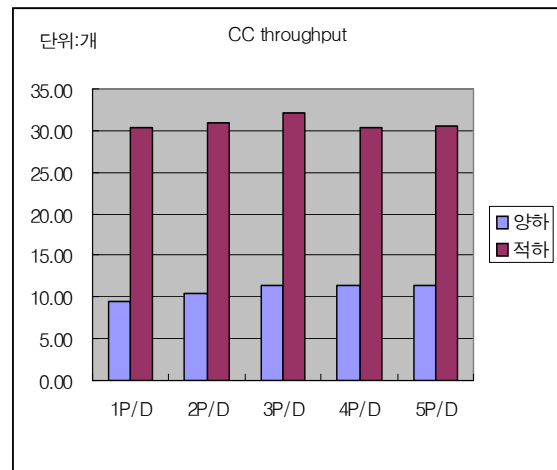


그림9. TP변화에 따른 CC 처리율

5.1.2에 나타낸 그림 5는 각 베이마다 P/D지점이 있다는 가정하에 블록의 열과 단의 수를 바꾸어 보았을 때의 CC 시간당 처리율이며 그림 8과 비교해 보면 6열4단의 P/D지점을 바꾸어 보았을 경우 TP지점이 3개인 경우와 결과 값이 비슷하게 나옴을 알 수 있다.

그림 10은 수평배치 1안에서 6열4단을 블록 사양을 선택하고 이때의 P/D지점을 바꾸어 보았을때의 트럭의 평균 서비스 타임을 나타낸 것이다.

P/D개수 변화에 따른 트럭의 평균 서비스 시간을 살펴보면 P/D를 5개와 1개의 경우 서비스 시간의 차이가 많음을 알 수 있다. 이는 서비스 받는 트럭의 대기 시간은 P/D의 개수가 줄어들에 따라 증가됨을 알 수 있다.

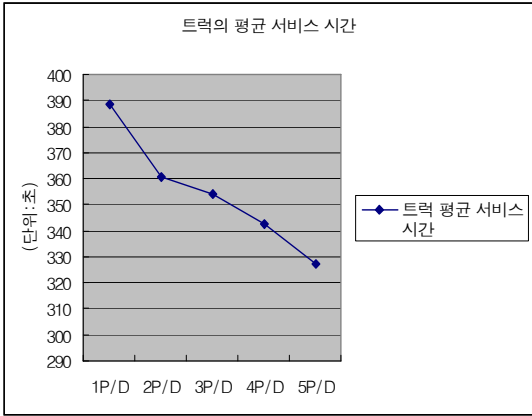


그림10. P/D개수변화에 따른 트럭의 평균서비스 시간

5. 결론 및 추후과제

본 연구에서는 컨테이너 터미널의 설계요소를 고려한 블록 배치 및 블록사양에 대해 터미널 생산성과의 관계를 알아보았다. 물량이 정해져있다는 가정 하에 블록의 열의 수와 단의 수를 동시에 바꾸어 보았으며, 단의 수가 정수가 되는 경우를 후보 대안으로 설정하였다. 이는 많은 경우의 조합수를 한정하게 하는 방안이라고 볼 수 있다. 따라서 실제 가능한 열과 단의 수의 범위를 확장해야 하며 수직배치 장치장의 경우와 레이아웃 성능의 비교 분석이 필요함이 사료된다.

Acknowledgement

본 연구는 2005년 차세대 물류 IT 기술연구사업단의 연구지원에 의한 것임.

참고문헌

[1] 김두열, 컨테이너 터미널의 수출컨테이너에 대한 장치장 공간할당 계획시스템, 석사학위논문, 부산대학교, 1995.
 [2] 김지환, 블록장치장의 배치형태에 따른 장비운행거리와 장치능력 분석, 석사학위논문, 부산대학교, 1999
 [3] 류명옥, 컨테이너 터미널에서의 작업시간에 관한 연구, 석사학위논문, 부산대학교, 1998.
 [5] 박강태, 모델 변경의 용이성을 고려한 컨테이너 터미널의 공간 할당 계획, 석사학위논문, 부산대학교, 1997.
 [6] 진미주, 컨테이너 터미널에서의 장치장에 대한

운행거리 모형과 적용, 석사학위논문, 부산대학교, 1999.

[7] Castilho, B., Daganzo, C. F., Handling strategies for import containers at marine terminals, Transportation Research, 27B(2), 151-166, 1993.
 [8] Goetschalckx, M., Ratiliff, D., Shared storage policies based on the duration stay of unit loads, Management Science, 36(9)September, 1120-1132
 [8] Kim, K.H., Evaluation of the number of rehandles in container yards, Computers Industrial Engineering, 32(4), 701-711, 1997.
 [9] Kim, K.H., Park, Y.M., Ryu, K.R., Deriving decision rules to locate export containers in container yard, European Journal of Operation Research, 124, 89-101, 2000.
 [10] Preston, P., Kozan, E., An approach to determine storage locations of containers at seaport terminals, Computers and Operation Research, 28, 983-995, 2001.
 [11] Watanabe, I., An Approach to the Automated Container Terminals, Seminar on Automated Container Terminals at Korean Institute of Machinery & Materials, 1996.