

컨테이너 터미널의 장치장 활용 방안에 관한 연구

송용석* · 남기찬** · 유주영*** · 김태원***

*동의대학교 유통관리학과 교수, **한국해양대학교 물류시스템공학과 교수, ***한국해양대학교 동북아물류시스템학과 대학원

An Efficient Method for Allocating Storage Yard for Container Terminal

Yong-Seok Song* · Ki-Chan Nam** · Ju-Young Yoo*** · Tae-Won Kim***

*Dept of Distribution Manager, Dong Eui University, Busan 614-714, Korea

**Dept of Logistics Engineering, National Korea Maritime University, Busan 606-791, Korea

***Graduate school of National Korea Maritime University, Busan 606-791, Korea

요 약 : 컨테이너 운송에 있어서 해상운송은 가장 큰 부분을 담당하고 있다. 컨테이너 터미널의 관점에서 볼 때는 서로 중량이 다른 컨테이너를 선박에 고르게 적재(고중량 화물은 하단적, 저중량 화물은 상단적)함으로써 선박의 무게중심을 유지하여 선박의 안정성을 확보하고, 빠른 하역작업을 통한 선박의 정시성을 확보하기 위해 컨테이너 터미널의 장치장에서의 운영계획 (Planning) 기술과 장치장 할당 방식이 매우 중요하다. 본 연구는 선적화물을 대상으로 터미널의 기존 야드 운영 방식을 설명하고, 본 연구에서 제안하는 게이트(Gate) 반입 화물량 예측(Time Base 운영 · 관리)을 통한 공간 할당 방식(Random Grouping)을 이용할 때의 장치장 활용도가 기존 방식에 비해 어느 정도 효율적인지를 비교 평가하는 것을 그 목적으로 한다.

핵심용어 : 컨테이너 적 · 양하 계획, 컨테이너 장치장, Time Base, Random Grouping method

Abstract : Maritime transport has been occupying the biggest part of the container transportation market. With regard to container terminal management, the planning technology and the space allocation system on the yard are very significant factors to secure the stability of ship and to ensure the reliability of schedules of ship throughout keeping barycenter of vessel by right loading and fast handling of cargoes.

The purposes of this paper are to illustrate the existing yard management systems such as Grouping method and Random Grounding method, and then to evaluate and compare the efficiency of yard availability between the existing management system(Grouping method) and Random Grouping which uses the forecasted inbound cargo volume at the gate by Time Base Operation.

Key words : Storage plan, Container yard, Time base, Random grouping method

1. 서 론

헌들은 다음과 같다.

국제컨테이너 운송에 있어서 해상운송은 가장 큰 부분을 담당하고 있다. 컨테이너 터미널의 관점에서 볼 때 선박의 안정성을 확보하고, 선박의 정시성을 확보하기 위해서는 장치장에서 이루어지는 운영계획(Planning) 기법은 매우 중요하다. 선박이 대형화되면서 한번에 양/적하되는 컨테이너 개수가 증가하고 있고, 양/적하 작업을 위한 입항선박의 수가 증가하고 있다. 이러한 관점에서 볼 때 컨테이너 터미널 장치장의 컨테이너 배치계획은 선박의 정시성을 확보하는데 매우 중요하다.

컨테이너터미널은 철저한 사전계획의 수립과 운영에 의해 그 생산성의 향상 여부가 결정되며, 특히, 컨테이너를 장치 · 보관하는 야드의 계획과 운영이 생산성 향상의 가장 중요한 요소로 볼 수 있다. 이러한 야드의 운영에 대한 주요 기존 문

Table 1 Literature Review

연구자	연구내용
Castilho & Daganzo(1993)	터미널에서 무작위로 쌓여있는 베이내에서 저장물을 꺼낼때 예상되는 취급횟수를 추정하는 연구
김갑환 (1997)	야드내에서 재취급의 횟수를 예측하는 연구
Kim, K H (2000)	수출컨테이너를 대상으로 반입시 재취급을 최소화하기 위하여 반입시 장치위치를 결정하는 연구
김갑환 (2000)	재취급을 최소화하기 위하여 입고시 장치위치를 결정하는 문제에 관한 연구
양지현 (2003)	창고에서 발생하는 재취급 문제에 대해 연구
장재호 외 (2004)	장치장에서 반입 컨테이너의 무게 정보를 활용하여 장치위치를 결정하는 방안을 연구

* 대표저자 : 송용석(정회원), soyoso@deu.ac.kr 017) 546-9578
 ** 종신회원, namchan@hhu.ac.kr 051) 410-4336
 *** 정회원, skalet79@hanmail.net 016) 870-0961
 *** 정회원, manggo@bada.hhu.ac.kr 051) 410-4912

오늘날 야드 계획 및 운영은 크게 Grouping 방식과 Random Grounding 방식에 의해 이루어지고 있다. Grouping 방식은 입항 예정인 선박의 화물을 임시 보관하기 위해 이 선박의 화물 양만큼의 보관공간을 야드 장치장에 미리 할당하는 방식으로 이 공간이 비어 있다고 하더라도 다른 선박의 화물을 보관할 수 없는 방식이다. 보통 3~4개 선석을 보유한 터미널과 같이 장치장이 넓은 경우에 적용한다.

반면에 Random Grounding 방식은 게이트를 통하여 반입되는 컨테이너 정보와 사전에 EDI를 통해 전송된 컨테이너 정보를 비교하여 실시간으로 장치장의 위치를 할당하는 방식이다.

보통 1~2개 선석을 보유한 터미널과 같이 장치장이 좁지만 처리량이 많은 경우에 적용한다.

이 기존 두 방식의 장단점을 살펴보면 다음과 같다. Grouping 방식은 할당공간이 일정 장소에 집중되어 있기 때문에 선박 접안 시 소수의 야드 장비로 빠른 시간 내에 하역작업이 가능하다. 또한, 야드 장비의 일방향 작업이 가능하여 장비의 동선을 최소화 할 수 있다는 장점이 있다. 반면, 많은 횡수의 재조작(Re-handling)과 구내이적이 발생하고 허비되는 공간(Broken Space)이 매우 많다는 단점이 있다.

Random Grounding 방식은 사전에 장치장을 할당하지 않고, 게이트를 통해 반입되는 순서대로 장치장 위치를 할당하기 때문에 허비되는 공간(Broken Space)이 없다는 장점이 있다. 반면, 할당된 위치가 전 장치장에 걸쳐서 넓게 분산됨으로 많은 야드 장비가 투입되어야 하고 야드 장비의 동선이 매우 길어진다는 단점이 있다.

본 연구에서는 6일전 사전 장치장 할당방식인 Grouping 방식과 게이트 반입 시점 할당 방식인 Random Grounding 방식의 단점을 보완하기 위해 두 방식의 장점을 혼용한 Random Grouping 방식을 제안하였다. 이 방식은 선박별·요일별로 게이트에 반입되는 컨테이너 양에 대한 패턴을 사전에 분석하고, 당일 반입(inbound)될 컨테이너 양을 예측하여 이에 필요한 공간만을 사전에 할당하는 야드공간 운영 방식이다. 또한, Time Base 운영·관리를 전제로 한 이 방식은 야드장비 이동 최소화와 재조작(Re-handling) 및 구내이적 최소화, 장치장의 활용도 향상 등의 효과를 기대할 수 있다.

Table 2 Yard Operation Way of Each System

구분	Grouping	Random Grounding	Random Grouping
장치장 사전 할당 유무	○	×	○
장치장 할당 시기	약 6일 전	게이트 반입시점	1일전
할당 규모	모선 선적 전체 화물량	반입된 화물량	1일당 예측치
할당 기준	Reference 기준 (모선, POD 중심)	Reference 기준 (모선, POD 중심)	선적 Time 중심

본 연구에서는 선적(수출, 수출환적)화물을 대상으로 터미널의 기존 야드 운영 방식을 설명하고, 본 연구에서 제안하는 게이트 반입 화물량 사전 예측을 통한 공간 할당 방식(Random Grouping)을 적용할 때의 장치장 운영의 효율성 정도를 터미널의 실증자료를 통해 기존 방식(Grouping)과 비교 평가한다.

본 연구는 운영 측면에서 time 정보를 바탕으로 한 Yard planning 알고리즘 개발과 터미널 장치장 배치 시뮬레이션 알고리즘 개발 및 작업횟수 감소를 통한 터미널 경제성 분석 등의 기초 자료로서 기여할 것으로 기대된다.

2. 야드 운영 방식

2.1 선적계획 수립 및 야드 Planning 절차

컨테이너터미널에서 선박에 컨테이너를 선적(loading)하는 계획 수립 절차는 다음과 같다.

① 선사로부터 화물예약정보(Booking Prospect)를 접안 6일전에 EDI를 통하여 접수한다.

② 터미널은 접수된 서류를 기준으로 적하 장치장을 할당하며, 그 이후에 게이트를 통해 해당 컨테이너 반입이 가능해진다.

③ CCT(Container Terminal Closing Time)가 종료(선박 접안 10시간 전)되기 전에 선사로부터 Loading Profile이 접수되는데, 접수되는 서류는 CLL(Container Loading List), Loading General Stowage Plan, Bay별 Stowage Plan, Special(Reefer 포함) Cargo List 및 Bay Plan, Danger Cargo No List 및 Bay Plan 등이다.

④ CCT 마감 후 정확한 반입분과 컨테이너 Loading List를 대조하며, 최종 선적 계획을 수립하고 야드 Planning을 실시한다.

야드 Planning을 할 때 고려할 점은 선박의 안정성을 위한 중량 배분 문제와 최종 목적항(POD; Port of Destination), 선박과 야드 간 동선 최소화, 장비의 간섭 최소화 등이다.(이, 2003)

2.2 장치장 할당 방식

현재 컨테이너터미널에서 사용하고 있는 장치장 할당 방식은 Grouping 방식과 Random Grounding 방식이 대표적이다.

1) Grouping 방식

Grouping 방식은 입항 예정인 선박의 화물을 임시 보관하기 위해 이 선박에 선적할 화물의 양만큼의 보관 공간을 야드 장치장에 미리(보통 6일 전) 할당하는 방식으로 이 공간이 비어 있다고 하더라도 다른 선박의 화물은 보관할 수 없다.

Grouping 방식의 장점은 할당된 공간이 일정 장소에 집중되어 있기 때문에 선박 접안 시 소수의 야드 장비를 투입하여 빠른 시간 내에 선박에 필요한 작업의 마무리가 가능하고 야드장비가 일(한쪽) 방향으로 작업이 가능하여 야드 장비의 동

선을 최소화 할 수 있다는 점이다.

반면, 본선작업 중인 야드 장비가 게이트로 반입된 다른 모선의 컨테이너를 할당된 공간에 적재하려면 되돌아가서 작업을 해야 한다. 이로 인해 야드 장비의 동선이 매우 길어지고, 본선 작업 생산성을 감소시키기 때문에 현재 작업위치에서 가장 가까운 위치에 일단 임시장치하게 된다. 그리고 현재 본선작업이 완료된 다음에 임시 장치된 해당 컨테이너를 할당된 공간으로 이적을 해야 하므로 많은 횟수의 재조작과 구내이적이 발생하게 된다.

또한 선박도착 6일전부터 장치장을 사전에 할당하고 이 공간에는 다른 모선의 컨테이너를 적재할 수 없기 때문에 허비되는 공간(Broken Space)이 매우 많다는 단점이 있다. (산업자원부, 2004) 개념적인 형태는 Fig. 1과 같다.

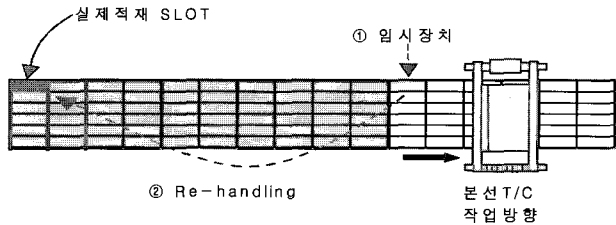


Fig. 1 Loading and working process under Grouping method

2) Random Grounding 방식

Random Grounding 방식의 경우 Grouping 방식과는 달리 게이트를 통하여 반입되는 컨테이너 정보와 사전에 EDI를 통해 전송된 컨테이너 정보를 비교하여 실시간으로 장치장의 위치를 할당하는 방식이다.

Random Grounding 방식의 장점은 사전에 장치장을 할당하지 않고, 게이트를 통해 반입되는 순서대로 장치장 위치를 할당하기 때문에 허비되는 공간(Broken Space)이 최소화된다는 점이다.

반면, 할당된 위치가 Grouping 방식처럼 특정지역에 집중되어 있지 않고, 전 장치장에 걸쳐서 넓게 분산됨으로써 많은 야드 장비가 투입되어야 하고, 야드 장비가 일방향으로 작업이 불가능하기 때문에 야드 장비의 동선이 매우 길어진다는 단점이 있다.

개념적인 형태는 Fig. 2와 같다.

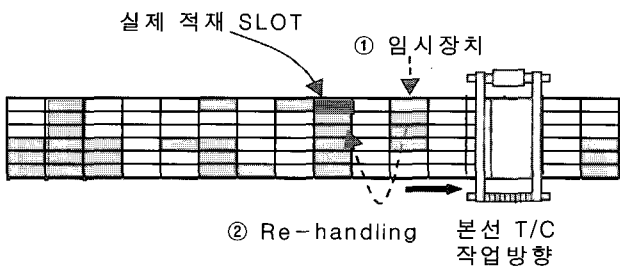


Fig. 2 Loading and working process under Random Grounding method

2.3 장치장 운영 및 관리 방식

1) Reference 방식

현재 컨테이너 터미널의 장치장은 대부분 정보시스템에서 개별 컨테이너에 부여한 Reference에 의해 운영·관리되고 있다. 컨테이너에 부여된 Reference는 모선정보, 중량(Weight) 정보, Size(20ft, 40ft, 45ft 등) 정보, 최종 목적항(POD; Port of Destination) 정보 등이다.

모선 Reference를 통해 모선별 화물을 분류하고, 중량 Reference를 통해 선박의 안정성을 도모(선박의 무게중심을 맞추기 위해 하단에 큰 중량, 상단에 작은 중량 컨테이너를 적재)하며, Size Reference를 통해 컨테이너 규격별로 적재하며, POD Reference를 통해 다음 기항지별 컨테이너를 분류한다.

그러나 Reference에 의한 운영·관리의 맹점은 동일 장치 공간에 모선 Reference가 다른 컨테이너가 있을 경우 이 컨테이너는 반드시 재조작을 통해 다른 장소로 구내 이적을 시켜야 하는 단점이 있다.

예를 들면 Fig. 3과 같이 동일공간에 적재된 화물 중 C모선의 입항 일정이 더 빠르다고 해도 모선 Reference가 다르기 때문에 모선의 입항 일정에 관계없이 2개의 컨테이너는 무조건 C모선의 적재공간으로 이동시켜야 하는 것이다.

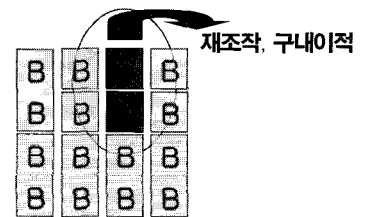


Fig. 3 Yard management based on Reference

2) Time Base 방식

Reference 방식의 단점을 개선하기 위해서는 컨테이너 Reference에 Time Reference의 추가가 필요하다. Reference에 Time 정보를 추가하게 되면 상·하단에 적재된 컨테이너의 선적 시간 확인이 가능해지기 때문에 재조작과 구내이적의 횟수를 감소시킬 수 있다.

예를 들어 장치장에 적재되어 있는 컨테이너를 Time Base로 관리하게 될 경우, 상·하단 컨테이너 선적 Time 정보를 비교하여 재조작 여부를 판단하게 되는데, 상단의 컨테이너 선적 Time이 더 빠른 경우에는 재조작이 필요 없다.

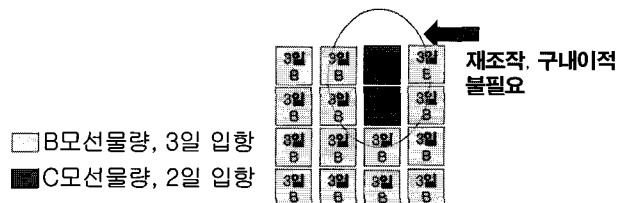


Fig. 4 Yard Management based on Time Base

3. Random Grouping 방식의 적용

1) Random Grouping 방식의 개념

본 연구에서 제안하는 Random Grouping 방식은 Grouping 방식과 Random Grounding 방식을 혼용하는 것으로서 Time Base 운영·관리를 전제로 야드장비 이동 최소화과 재조작 및 구내이적 최소화를 목적으로 한다.

장치장 할당은 과거 선박별·요일별로 게이트에 반입되었던 컨테이너 양에 대한 패턴을 분석하여, 1일당 필요한 공간만을 할당하는 방식이다.

예를 들어 과거 화물의 게이트 반입 패턴이 선박 입항 6일 전 10%, 5일전 20%, 4일전 40%라고 가정할 때 그에 해당하는 공간만을 할당한다. 개략적인 개념도는 Fig. 5와 같다.

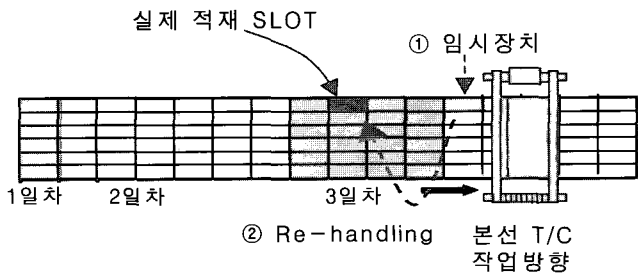


Fig. 5 Loading and working process under Random Grouping method

2) Random Grouping 방식의 적용

이 방식은 과거의 게이트 반입 패턴에 의존하기 때문에 당일 필요한 공간 예측에 오차가 발생할 수 있다. 예측된 양보다 적은 화물이 반입되는 경우에는 공간에 여유가 있으나 보다는 많은 화물이 반입되는 경우에는 재조작과 구내이적의 문제가 발생하게 된다. 이를 해결하기 위해서는 예측치에 어느 정도의 여유치를 감안하여야 하며, 예측치에 여유치를 합한 값이 당일 할당되는 공간이 된다.

다음날 공간 할당은 전날의 반입 화물량 예측치와 실제 반입된 컨테이너 화물량을 비교하여, 다음날 반입 화물량 예측시 반영하게 되며, 선박이 입항하는 당일의 공간 할당은 선사로부터 전송 받은 CLL(Container Loading List)상의 화물량과 그동안 반입된 컨테이너 화물량을 비교하여 그 차이만큼만 할당한다.

이 방식을 효과적으로 활용하기 위해서는 컨테이너의 POD 및 무게(Weight)를 고려하고, 야드 장비 작업이 최소화될 수 있도록 하는 공간 배치 시뮬레이션을 수행함으로써 가능해진다.

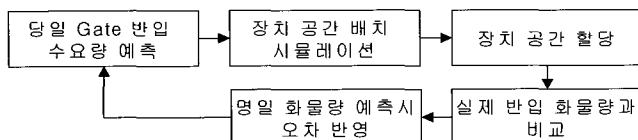


Fig. 6 Application of Random Grouping method

결국 이 방식은 당일 필요한 공간만을 할당하기 때문에 Grouping 방식 적용 시 발생하는 대규모의 허비되는 공간 (Broken Space)과 Random Grounding 방식 적용 시 발생하는 장비 이용의 비효율성문제를 해결할 수 있다.

4. 방식별 장치장 점유율 비교

본 연구에서는 Grouping 방식과 Random Grouping 방식을 적용할 때의 장치장 점유율 관계를 분석하였는데 자료는 H터미널의 입항 선박별 화물량 실측치를 사용하였다.

4.1 분석의 전제 조건

1) 선박 및 장치장 조건

장치장 점유율을 분석하는 전제 조건은 선박의 컨테이너 양·적하 비율을 양하 50%, 적하 50%로 가정하였으며, 환적 컨테이너의 화물량도 이와 동일한 것으로 가정한다.

H터미널의 컨테이너를 보관할 수 있는 TGS(20ft Ground Slot) 수는 이 터미널의 1개 선석이 평균 확보한 4,150TGS이며, TGS 당 적재 가능한 적체단수는 실제 터미널에서도 3.5단 적체를 100%로 보기 때문에 본 연구에서도 평균 3.5단을 적용한다. 그리고 장치장의 양하 장치장과 적하 장치장의 할당 비율을 각각 50%로 가정한다.

2) 선박당 컨테이너 물량

10일간 입항한 선박의 총 화물량과 적하비율(50%)을 반영한 적하(선적) 컨테이너 화물량은 Table 3과 같다. 선박 입항 일정은 1번 선박은 6일 후 입항하며, 2번 선박은 7일 후, 3번 선박은 8일 후 등 1일 간격으로 입항하는 것으로 가정한다.

Table 3 Loading container volume per ship

Unit : TEU

입항 선박 순서	양·적하 화물량	선적 컨테이너 량
1번	4,766	2,383
2번	933	467
3번	1,823	912
4번	570	285
5번	2,366	1,183
6번	3,617	1,809
7번	2,095	1,048
8번	765	383
9번	1,682	841
10번	627	314

4.2 Grouping 방식 적용시 장치장 점유율

1) 장치장 적재 수요

Grouping 방식은 미래 입항 선박에 선적할 컨테이너에 대한 장치공간을 사전에 100% 할당하는 방식이므로 Table 3의

1번 선박 선적컨테이너 2,383TEU에 대한 적재 공간이 1일째 100% 할당되며, 다른 모선의 컨테이너는 이 공간에 적재하지 못한다.

따라서 연속적으로 입항이 예정되어 있는 모선들의 장치장 적재 수요는 Table 4와 같으며, 6일째에 가장 많은 7,039TEU를 적재할 공간이 필요하게 된다.

Table 4 Demand of loading space on the yard under Grouping method

구분	선박별 장치장 적재 수요										누적 수요
	1번 선박	2번 선박	3번 선박	4번 선박	5번 선박	6번 선박	7번 선박	8번 선박	9번 선박	10번 선박	
1일	2,383										2,383
2일	2,383	467									2,850
3일	2,383	467	912								3,762
4일	2,383	467	912	285							4,047
5일	2,383	467	912	285	1,183						5,230
6일	2,383	467	912	285	1,183	1,809					7,039
7일		467	912	285	1,183	1,809	1,048				5,704
8일			912	285	1,183	1,809	1,048	383			5,620
9일				285	1,183	1,809	1,048	383	841		5,549
10일					1,183	1,809	1,048	383	841	314	5,578
11일						1,809	1,048	383	841	314	4,395
12일							1,048	383	841	314	2,586
13일								383	841	314	1,538
14일									841	314	1,155
15일										314	314

2) 예상 장치장 점유율

할당된 적하 장치장 2,075TGS(1개 선석이 확보한 4,150 TGS의 50%)와 1일 누적 소요장치 규모에 따른 1일 소요 TGS를 비교 분석한 결과, 첫 번째 선박이 입항하는 6일째의 장치장 점유율은 96.92%로 가장 높게 나타났다.

Table 5 Expected yard occupancy ratio

구분	1일 소요 장치 규모 (㉠)	1일 소요 TGS (㉠×3.5단)	적하 장치장 TGS	예상 장치장 점유율
1일	2,383	681	2,075	32.82%
2일	2,850	814	2,075	39.23%
3일	3,762	1,075	2,075	51.81%
4일	4,047	1,156	2,075	55.71%
5일	5,230	1,494	2,075	72.00%
6일	7,039	2,011	2,075	96.92%
7일	5,704	1,629	2,075	78.51%
8일	5,620	1,605	2,075	77.35%
9일	5,549	1,585	2,075	76.39%
10일	5,578	1,593	2,075	76.77%
11일	4,395	1,616	2,075	77.88%
12일	2,586	1,200	2,075	57.83%

4.3 Random Grouping 방식 적용시 장치장 점유율

1) 장치장 적재 수요

Random Grouping 방식의 경우 반입되는 컨테이너 화물량은 1일 반입 통계데이터를 이용하여 산정하였다. 선박에 선적되는 컨테이너는 게이트를 통하여 평균적으로 선박 선적 1일

전에 약 40%, 2일전 20%, 3일전 10%, 4일전 10%, 5일전 10%가 반입되며 선적 당일에 10%가 반입되었다.

이 패턴을 적용하게 되면 Table 3의 1번 선박 선적컨테이너 2,383TEU 중 1일차에는 10%인 238TEU에 대한 적재공간만이 필요하게 된다. 따라서 연속적으로 입항이 예정되어 있는 모선들의 장치장 적재 수요는 Table 6와 같으며, 6일째에 가장 많은 3,762TEU(음영 부분의 합계)을 적재할 공간이 필요하게 된다.

Table 6 Demand of loading space on the yard under Random Grouping method

구분	선박별 장치장 적재 수요										누적 수요
	1번 선박	2번 선박	3번 선박	4번 선박	5번 선박	6번 선박	7번 선박	8번 선박	9번 선박	10번 선박	
1일	238										238
2일	238	47									523
3일	238	47	91								899
4일	477	47	91	29							1,543
5일	953	93	91	29	118						2,827
6일	238	187	182	29	118	181					3,762
7일		47	365	57	118	181	105				2,253
8일			91	114	237	181	105	38			2,551
9일				29	473	362	105	38	84		2,731
10일					118	723	210	38	84	31	3,648
11일						181	419	77	84	31	3,258
12일							105	153	168	31	1,906
13일								38	336	63	1,294
14일									84	125	1,121
15일										31	312

2) 예상 장치장 점유율

할당된 적하 장치장 2,075TGS(1개 선석이 확보한 4,150 TGS의 50%)와 1일 누적 소요장치 규모에 따른 1일 소요 TGS를 비교분석 결과 첫 번째 선박이 입항하는 6일째의 장치장 점유율이 가장 높은 51.8%로 나타났다.

Table 7 Expected yard occupancy ratio

구분	1일 소요 장치 규모(㉠)	1일 소요 TGS (㉠×3.5단)	적하 장치장 TGS	예상 장치장 점유율
1일	238	68	2,075	3.28%
2일	523	149	2,075	7.20%
3일	899	257	2,075	12.38%
4일	1,543	441	2,075	21.25%
5일	2,827	808	2,075	38.93%
6일	3,762	1,075	2,075	51.80%
7일	2,253	644	2,075	31.02%
8일	2,551	729	2,075	35.13%
9일	2,731	780	2,075	37.60%
10일	3,648	1,042	2,075	50.23%
11일	3,258	931	2,075	44.86%
12일	1,906	545	2,075	26.24%

4.4 두 방식간 장치장 규모 및 점유율 비교

1) 1일 소요 TGS 수 비교

Grouping 방식과 Random Grouping 방식의 1일 소요 TGS

수를 가장 많은 적재 공간이 필요한 1번 선박 입항일(6일째)을 기준으로 비교해 보면 Grouping 방식이 2,011개의 TGS가 소요되어, Random Grouping 방식의 1,075개보다 87%의 TGS가 더 필요한 것으로 분석되었다.

1번 선박 입항 이후를 비교하더라도 Grouping 방식이 약 53%~153%의 TGS가 더 필요한 것으로 나타났다 (Table 8).

Table 8 Comparison between Grouping and Random Grouping results

구분	Grouping ㉠		Random Grouping ㉡		방식별 TGS 소요량 비교 ㉠ ÷ ㉡
	1일 소요 장치 규모	1일 소요 TGS 수	1일 소요 장치 규모	1일 소요 TGS 수	
1일	2,383	681	238	68	1001%
2일	2,850	814	523	149	546%
3일	3,762	1,075	899	257	418%
4일	4,047	1,156	1,543	441	262%
5일	5,230	1,494	2,827	808	185%
6일	7,039	3,011	3,762	1,075	187%
7일	5,704	1,629	2,253	644	253%
8일	5,620	1,605	2,551	729	220%
9일	5,549	1,585	2,731	780	203%
10일	5,578	1,593	3,648	1,042	153%
11일	4,395	1,616	3,258	931	174%

2) 장치장 점유율 비교

동일한 물량을 처리한다고 했을 때 Grouping 방식과 Random Grouping 방식을 적용했을 때의 점유율의 차이는 약 26.5% ~ 47.5% 수준으로 나타났다. 장치장 점유율의 차이는 Grouping 방식으로 적재 공간을 할당하게 되면 약 26.5%~47.5% 정도가 사용하지 못하는 허비공간(Broken Space)이 된다는 의미로 해석 할 수 있다.

Table 9 Comparison of yard occupancy ratio

구분	Grouping	Random Grouping	점유율 차이
1일째	32.82%	3.28%	29.54%
2일째	39.23%	7.20%	32.03%
3일째	51.81%	12.38%	39.43%
4일째	55.71%	21.25%	34.46%
5일째	72.00%	38.93%	33.07%
6일째	96.92%	51.80%	45.12%
7일째	78.51%	31.02%	47.49%
8일째	77.35%	35.13%	42.22%
9일째	76.39%	37.60%	38.79%
10일째	76.77%	50.23%	26.54%
11일째	77.88%	44.86%	33.02%
12일째	57.83%	26.24%	31.59%

3) 예측오차를 반영한 두 방식간 장치장 점유율 비교

Random Grouping 방식은 앞서 설명한 바와 같이 과거 게이트 반입 패턴을 바탕으로 1일 소요 공간을 할당하는 것으로 여기에는 실측치와 예측치간의 오차가 반드시 발생한다.

따라서 예측치에 여유치를 더하여 장치장을 할당하여야 하는데 본 연구에서는 H터미널의 2주간 게이트 반입 실적의 평

균치와의 차이를 여유치로 반영하였다.

H터미널의 최대치는 2,512TEU이며 평균치는 1,790TEU로 여유치는 약40%(2,512TEU÷1,790TEU=139.9%)이다.

Random Grouping 방식의 예측오차를 감안한 여유공간을 위해 Table 9에서 할당된 장치장 공간보다 40%의 공간을 더 반영할 경우, 필요한 장치장 할당 규모는 Table 10과 같다.

Grouping 방식은 여유치를 반영한 Random Grouping 방식의 경우보다도 6.45%~35.08%정도 장치장 점유율이 높게 나타나는 것으로 분석되었다.

Table 10 Yard occupancy ratio reflecting the forecast error and the peak value

구분	기존방식	본 연구	점유율 차이
1일째	32.82%	4.59%	28.23%
2일째	39.23%	10.08%	29.15%
3일째	51.81%	17.33%	34.48%
4일째	55.71%	29.75%	25.96%
5일째	72.00%	54.50%	17.50%
6일째	96.92%	72.52%	24.40%
7일째	78.51%	43.43%	35.08%
8일째	77.35%	49.18%	28.17%
9일째	76.39%	52.64%	23.75%
10일째	76.77%	70.32%	6.45%
11일째	77.88%	62.80%	15.08%
12일째	57.83%	36.74%	21.09%

5. 결론

본 연구에서는 Grouping 방식과 Time Base 운영·관리를 전제로 한 Random Grouping 방식에 대하여 적재공간 할당 방식을 설명하고, 소요 TGS 규모 및 장치장 점유율을 각각 분석하였다.

그 결과 1일 반입 화물량을 예측하여 장치장을 할당하는 Random Grouping 방식이 TGS 소요규모 측면에서 53% ~ 153%, 장치장 점유율 측면에서 6.45% ~ 35.08%가 낮게 나타나 Grouping 방식에 비해 장치장 활용을 효율적으로 할 수 있을 것으로 분석되었다.

본 연구의 한계는 기존의 컨테이너 터미널들이 컨테이너를 Reference로 관리하는 관계로 블록 간, bay간 재조작, 구내이 적화물량에 대한 실제 데이터를 구하는데 한계가 있었다.

연구를 보다 체계적으로 진행하기 위해서는 컨테이너 이동에 대한 실시간 데이터가 필요하며, 이 데이터를 통계화하여 시뮬레이션함으로써 보다 정확한 결과를 도출할 수 있을 것이다.

참고 문헌

[1] 강재호, 오명섭, 류광렬, 김갑환 (2004), “반입 컨테이너 무게를 고려한 재취급 최소화 장치 위치 결정 방안”. 한국지능정보시스템학회 2004년 추계학술대회 논문집, pp. 271-278.

- [2] 김운수 (2004), “컨테이너터미널의 효율성 분석”, 한국해양대학교 대학원
- [3] 남기찬 외(1999), “컨테이너 터미널 중장기계획 수립을 위한 시뮬레이션 모형 개발 : 안벽과 장치장 중심”, 대한교통학회지, 제 17권 1호, pp.159-171
- [4] 산업자원부 (2004), “컨테이너터미널 야드 장치장 배정자동계획시스템 개발에 관한 보고서”
- [5] 양지현 (2003), “재취급 최소화를 위한 혼적 결정 수리모형 및 해법”, 부산대학교 대학원
- [6] 왕승진 (2002), “자동화 컨테이너 터미널에서의 장치장 운영 시뮬레이션 연구”, 대한산업공학학회지
- [7] 이상훈 (2002), “ATC 작업 효율화를 위한 자동화 컨테이너 터미널의 장치장 할당 모형”, 한국해양대학교 대학원
- [8] 이채민, 신재영 (2003), “장치장 모니터링 시스템과 통합된 효율적인 수출 장치장 계획 시스템”, 한국해양항만학회지, 27권 1호, pp.31-40.
- [9] Castilho, B. and Daganzo, C. F. (1993), “Handling Strategies for Import Containers at Marine terminals”, Vol 27B, No.2, pp.151-166.
- [10] Chen, T. (1999), “Yard Operations in the Container Terminal - a Study in the ‘Unproductive Moves’”, MARIT. POL. MGMT., Vol.26, No.1, pp.27-38.
- [11] Kim, K. H. (1997), “Evaluation of the Number of Rehandles in Container Yards”, Computers & Ind. Eng. Vol.32, No.4, pp.701-711.
- [12] Kim, K. H., Park, Y. M. and Ryu, K. R. (2000), “Deriving Decision Rules to Locate Export Containers in Container Yard”, European Journal of Operational Research, Vol.124, pp.89-101.
- [13] Kim, K. H. and Bae, J. W. (1998), “Re-Marshaling Export Containers”, Computers and Industrial Engineering, Vol. 35, No. 3-4, pp.655-658.

원고접수일 : 2005년 11월 23일

원고채택일 : 2006년 4월 17일

