

컨테이너 터미널의 효율적인 장치장 활용 방안에 관한 연구

유주영*·송용석**·남기찬***·곽규석****

*,**한국해양대학교 대학원, ***,****한국해양대학교 물류시스템공학과 교수

A study on application method for container yard of container terminal.

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

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

요 약 : 컨테이너 운송에 있어서 해상운송은 가장 큰 부분을 담당하고 있다. 컨테이너 터미널의 관점에서 볼 때는 선박의 안정성을 확보하고, 선박의 정시성을 확보하기 위해서는 컨테이너 터미널의 장치장에서의 Planning 기술이 매우 중요하다. 본 연구의 목적은 컨테이너를 Reference로 관리하는 방식과 컨테이너를 Time으로 관리하는 방안으로 Gate로 반입되는 컨테이너를 예측하여 일일 필요한 장치장을 할당하는 방식간의 장치장 점유율 관계를 평가하여 보다 효율적인 장치장 관리에 대한 방안을 개념적으로 제시하는데 있다.

핵심용어 : 컨테이너 적·양하 계획, 컨테이너 장치장, Time Base

ABSTRACT : Marine transport is a big part of container transportation. In view of container terminal, the planning technology is very important to secure the stability and regularity at container yard. The purpose of this paper is to suggest more efficient container yard management by evaluating the container yard occupations from the methods of divide that predict the carried containers in gates.

KEY WORDS : stowage plan, container yard, Time Base

1. 서 론

컨테이너 운송에 있어서 해상운송은 가장 큰 부분을 담당하고 있다. 컨테이너 터미널의 관점에서 볼 때는 선박의 안정성을 확보하고, 선박의 정시성을 확보하기 위해서는 컨테이너 터미널의 장치장에서의 Planning 기술은 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 중요하게 부각되어 진다.

국내 컨테이너터미널의 정보화 보유수준은 타 국가에 비해

*유주영, skale179@hanmail.net 016)870-0961

**정희원, soyoso@hhu.ac.kr 017) 546-9578

***중신희원, namchan@hhu.ac.kr 051) 410-4336

****중신희원, kskwak@hhu.ac.kr 051) 410-4332

상당히 높은 편이며, 화주나 선사에 제공하는 정보서비스는 각종 서버나 Web상을 이용하고 있을 정도로 고도화되어 있다.

그러나 선사나 운송사로부터 터미널로 전송되어지는 컨테이너 정보의 부정확성과 컨테이너 터미널 반입 마감시간을 초과하여 반입되는 컨테이너 등으로 인한 선박 작업이 지연되는 경우가 많다.

컨테이너 정보의 부정확성, 즉 목적항의 부정확, 모선미지정, 중량 정보의 부정확 등은 컨테이너의 재조작 횟수를 증가시켜서 장비의 피로도 증가, 운전기사의 피로도 증가, 작업량 증가로 인한 인건비 상승을 유발하고 있는 실정이다.

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.

그러나 컨테이너항만의 정보서비스는 컨테이너터미널의 운

영측면보다는 컨테이너의 단순 유통 경로 및 장치 장소, 기간, 선박 스케줄에 한정되어 있으며, 생산성에 관련되는 계획·운영 부분은 상당히 미흡한 실정이다.

컨테이너항만의 야드 운영·계획은 대다수가 수작업에 의한 전산입력의 형태로 이루어지며, 컨테이너 정보와 소프트웨어에 의해 자동으로 계획을 수립하거나 운영하는 곳은 전무하다.

본 연구는 기존의 터미널 야드 운영 방식을 비교 분석하고, Gate 반입 물량 예측을 통한 장치장 할당 방식을 통하여 장치장 활용도를 높이는 방안 제시를 목적으로 한다.

2. 기존 터미널 운영 방식

2.1 야드 운영방식

터미널의 야드 운영 방식은 Job Request 방식과 Job Ordering 방식 등이 있으며, 일반적으로 국내 컨테이너 터미널은 현장의 작업 요청에 대해 시스템이 작업 할당을 하는 Job Request 방식을 사용하고 있고, 국외 컨테이너 터미널은 시스템상에 미리 정해진 순서에 따라 현장에 작업지시를 하는 Job Ordering 방식을 사용하고 있다.

Job Request 방식은 현장(Q/C, RTG 등)에서 작업을 요청하면 계획에 근거하여 시스템이 대상 작업 LIST를 현장 단말기에 표시하고, 작업의 선택은 현장에서 행하며 작업완료로 Confirm하는 형태로 본선 작업이나 야드 반출·입 작업시에 장치장이나 장비를 터미널 상황에 따라 통제요원과 언더맨의 유기적인 협조체제 아래 탄력적으로 운영된다.

Table 2-1 Job Request 방식에 의한 야드 운영

구분	Job Request
주요적용터미널	부산항 전 터미널
장점	작업자에게 재량권이 주어지기 때문에, 작업의 유연성이 높고 운영 시스템의 난이도가 높지 않아 시스템 구축이 용이
단점	시스템에 의해 최적화된 중앙통제가 불가능하여 생산성이 현장 요원 및 장비기사의 숙련도 및 성실성에 크게 좌우되어 일정수준 이상의 생산성 향상은 기대하기 어려움
장비할당방식	Manual 방식, 인력에 의존

Job Order은 계획, 반출/입 Event, Equipment availability, traffic 등을 시스템 스스로가 계산하여, 실시간으로 각 장비의 작업을 지시하고, 현장에서는 작업 수행 후 작업완료 Confirm을 하는 형태로, 장비 작업 할당 근거는 Ship/Yard Planning이 기준이 된다.

Table 2-2 Job Ordering 방식에 의한 야드 운영

구분	Job Order
주요적용터미널	HKG, SIN, HAM, R'IM, LGB, TYO, OSA 등 대부분의 주요 선진항만 터미널에서 이용
장점	터미널의 전체 상황을 시스템이 파악하고 Optimization Algorithm에 따라 최적의 작업 지시와 통제를 수행하여 생산성 향상을 기할 수 있음
단점	정교한 시간 예측, 터미널 상황의 실시간 Monitoring, 높은 수준의 최적화 Algorithm 등에 의한 통합관계 시스템의 기술적 난이도가 높아 시스템 구축이 어려움
장비할당방식	System에 의한 Real Time 방식

2.2 국내·외 터미널의 장치장 관련 운영 형태

국내 터미널들의 장치장의 장비 배정 및 이용 형태는 일부 전문가시스템을 적용한 사례도 있으나 대부분 경험에 의존하는 경우가 많다. 반면 외국의 대표적인 터미널인 ECT 터미널의 경우는 장치장 관제 및 작업의 지시는 시스템에 의한 자동화를 추구하고 있으며, 장비배정은 최적화 시스템으로 구축되어 있다.

Table 2-3 국내·외 터미널의 장치장 관련 운영 형태

구분	작업계획	장치장 관제	장비배정	작업지시
BC/TOC	본선작업 자동 (전문가시스템)	인력 (CCTV, 무전)	경험	인력 (Touch Screen)
PECT	본선작업 자동 (전문가시스템)	인력 (CCTV, 무전)	경험	인력 (Touch Screen)
한진감만	Computer Aided 수준	인력 (CCTV, 무전)	경험	인력 (Touch Screen)
현대감만	Computer Aided 수준	인력 (CCTV, 무전)	경험	인력 (Touch Screen)
ECT	Computer Aided 수준	시스템	최적화	시스템

2.3 사전예측을 통한 장치장 할당

장치장 할당 방식은 Grouping 방식과 Random Grounding 방식이 대표적이다. Grouping 방식의 경우는 1개 모선의 물량 적재에 필요한 공간 전체를 미리 할당하는 방식이다. Grouping 방식으로 장치장을 할당할 경우 소수의 야드 장비를 투입하여 빠른 시간내에 선박 작업을 마무리 할 수 있으나, 선박 작업을 하기 이전 단계, 즉 장치장에 컨테이너 목적항, 중량, 컨테이너 크기 등을 고려하여 다시쌓기를 하여야 하는 단계가 있다. 이 방식의 경우에는 야드 장비가 작업 중에 다른 모선의 컨테이너가 Gate를 통하여 반입되었을 때 해당 Slot에 임시 적재한 후 작업이 끝난 후에 재조작을 통하여 일괄적으로 다른 모선에 할당된 장치장으로 구내이적시켜야 한다. 따라서 매우 많은 재조작과 구내이적이 발생하게 되며, 개념적인 형태는 Figure 1과 같다.

Random Grounding 방식의 경우 Grouping 방식과는 달리

Gate를 통하여 반입되는 컨테이너 정보와 사전에 반입되어진 컨테이너 정보를 비교하여 장치장의 위치를 결정하는 방식이다.

본 연구에서는 Grouping 방식과 Random Grounding 방식을 혼용하며, 장치장 할당은 Gate를 통하여 반입되는 컨테이너의 일일 반입 물량 예측을 통해 필요한 장치장을 할당한다.

이 때 필요한 장치장의 규모는 예측오차를 반영하고, 피크 시간의 물량을 반영하여야 하기 때문에 예측된 물량보다 커질 것이다. 또한 당일의 예측치와 실제 반입된 컨테이너 물량을 비교하여, 다음날 반입 물량 예측시 반영한다.

Gate 반입 물량 예측을 통한 장치장 할당을 Grouping 방식과 Random Grounding 방식을 혼합하여 사용할 경우의 개략적인 개념도는 Figure 2와 같다.

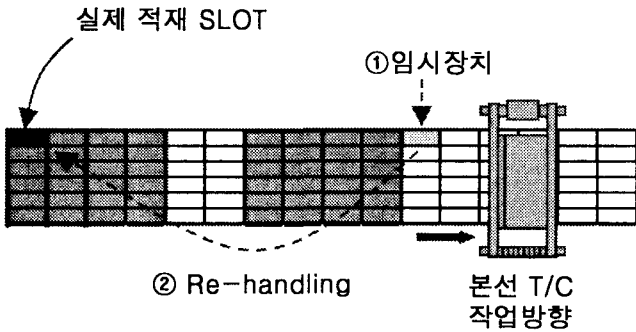


Figure 1. Grouping 방식의 적재 및 작업 방식

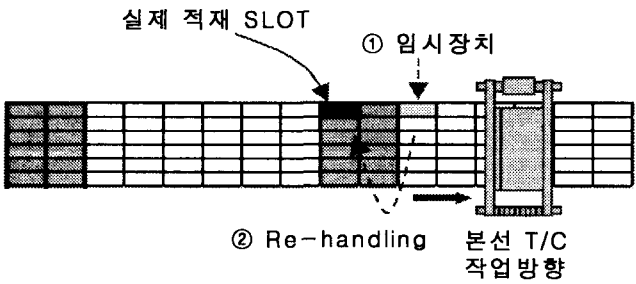


Figure 2. Random Grounding + Grouping 방식의 적재 및 작업 방식

3. 방식별 장치장 점유율 비교

본 연구에서는 신선대의 실제 과거 입항 선박의 컨테이너 처리량을 기본 데이터로 사용하여 각 방식별 장치장 점유율을 산정하였다. 선박당 컨테이너 물량 비율은 양하 50%, 적하 50%로 가정하였으며, 신선대 TGS수는 실제 4개 선석이 보유한 규모이지만 비교 분석을 위하여 1개 선석 보유한 TGS 수를 산정하였다. 또한 장치장할당은 양하, 적하 각각 50%로 가정하였다. 이때 신선대 1개 선석당 보유 TGS 수는

4,150(16,597(신선대 4개 선석 보유수)÷ 4)이다. TGS 당 장치 가능한 개수는 실제 터미널에서도 3.5단 적재를 100% 적재한 것으로 가정하고 있기 때문에 본 연구에서도 평균 3.5개를 적용하여 장치장 점유율 산정하였다.

3-1 선박당 컨테이너 물량

15일간 입항한 선박의 양적하 처리량과 선적(적하)해야 할 컨테이너의 개수를 50%로 가정하였을 때의 컨테이너 개수는 <Table 3-1>과 같다.

Table 3-1 선박당 선적 컨테이너 물량

입항 선박 순서	처리량	선적 컨테이너 량
1일	4,766	2,383
2일	933	467
3일	1,823	912
4일	570	285
5일	2,366	1,183
6일	3,617	1,809
7일	2,095	1,048
8일	765	383
9일	1,682	841
10일	627	314
11일	2,528	1,264
12일	704	352
13일	2,966	1,483
14일	2,763	1,382
15일	1,934	967

3.2 Grouping 방식에 의한 장치장 할당시 장치장 점유율

(1) Grouping 방식에 의한 모선별 장치장 할당 규모

Grouping 방식은 미래 입항 선박에 선적할 컨테이너에 대한 장치공간을 사전에 100% 할당하는 방식이다. 예를 들어 6일 후에 첫 번째 선박이 2,383 TEU를 선적해야 한다고 했을 경우 초일부터 6일까지 해당 선박에 필요한 장치장 Slot를 전체 할당하는 방식이다.

따라서 연속적으로 입항이 예정되어 있는 모선들에 할당된 Slot은 누적되어 <Table 3-2>와 같게 된다. 이 Slot의 공간은 다른 선박에는 할당되지 못하고, 할당된 공간보다 해당 선박의 입항 전까지 화물이 100% 반입이 되지 않기 때문에 Broken Space가 된다.

Table 3-2 기존방식(Grouping 방식)에 의한 모선별 장치장 할당 규모

구분	선박당 작업할 컨테이너에 할당된 장치 공간 규모												누적 규모
	1년 선박	2년 선박	3년 선박	4년 선박	5년 선박	6년 선박	7년 선박	8년 선박	9년 선박	10년 선박	11년 선박	12년 선박	
1일	2,383												2,383
2일	2,383	467											2,850
3일	2,383	467	912										3,761
4일	2,383	467	912	285									4,046
5일	2,383	467	912	285	1,183								5,229
6일	2,383	467	912	285	1,183	1,809							7,038
7일		467	912	285	1,183	1,809	1,048						5,702
8일			912	285	1,183	1,809	1,048	383					5,618
9일				285	1,183	1,809	1,048	383	841				5,548
10일					1,183	1,809	1,048	383	841	314			5,576
11일						1,809	1,048	383	841	314	1,264		5,657
12일							1,048	383	841	314	1,264	352	4,201
13일								383	841	314	1,264	352	3,153
14일									841	314	1,264	352	2,771
15일										314	1,264	352	1,930
16일											1,264	352	1,616
17일												352	352

(2) 기존방식(Grouping 방식)에 의한 장치장 점유율

분석 결과 선박 선적 물량에 따라 장치장 점유율은 다르게 평가되고 있으며, 첫 번째 선박이 입항하는 6일째의 장치장 점유율은 96.9%로 나타났다. 평상시 장치장 점유율도 72.0 ~ 77.9% 수준으로 예상되어 진다.

Table 3-3 기존방식에 의한 예상 장치장 점유율

1일 소요 장치 규모 (①)	1일 소요 TGS 수 (①×3.5단)	선적장치장에 할당된 TGS 수	예상 장치장 점유율
2,383	681	2,075	32.8%
2,850	814	2,075	39.2%
3,761	1,075	2,075	51.8%
4,046	1,156	2,075	55.7%
5,229	1,494	2,075	72.0%
7,038	2,011	2,075	96.9%
5,702	1,629	2,075	78.5%
5,618	1,605	2,075	77.4%
5,548	1,585	2,075	76.4%
5,576	1,593	2,075	76.8%
5,657	1,616	2,075	77.9%
4,201	1,200	2,075	57.8%

3.3 반입 물량 예측 통한 장치장 할당시 장치장 점유율

(1) Random Grounding 방식에 의한 모선별 장치장 할당 규모

Random Grounding 방식의 경우 반입되는 컨테이너 개수는 일일반입 통계데이터를 이용하였다. 선박에 선적되는 컨테이너는 Gate를 통하여 평균적으로 선박 선적 1일 전에 약 40%, 2일전 20%, 3일전 10%, 4일전 10%, 5일전 10%가 반입되며 선적 당일에 10%가 반입되었었다. 동일하게 가정하여 선박당 일일간 할당된 장치 공간 규모는 <Table 3-4>와 같다.

Table 3-4 선박당 선적 작업할 물량에 할당된 장치 공간 규모

구분	선박당 작업할 컨테이너에 할당된 장치 공간 규모												누적 규모
	1년 선박	2년 선박	3년 선박	4년 선박	5년 선박	6년 선박	7년 선박	8년 선박	9년 선박	10년 선박	11년 선박	12년 선박	
1일	238												238
2일	238	47											285
3일	238	47	91										376
4일	477	47	91	29									643
5일	953	93	91	29	118								1,284
6일	238	187	182	29	118	181							935
7일		47	365	57	118	181	105						872
8일			91	114	237	181	105	38					766
9일				29	473	362	105	38	84				1,091
10일					118	723	210	38	84	31			1,205
11일						181	419	77	84	31	126		918
12일							105	153	168	31	126	35	619
13일								38	336	63	126	35	599
14일									84	125	253	35	498
15일										31	506	70	607
16일											126	141	267
17일												35	35
합계	2,383	467	912	285	1,183	1,809	1,048	383	841	314	1,264	352	

(2) 반입 물량 예측 통한 장치장 할당시 장치장 점유율

분석 결과 선박 선적 물량에 따라 장치장 점유율은 다르게 평가되며, 첫 번째 선박이 입항하는 6일째의 장치장 점유율은 51.8%로 나타났다. 평상시의 장치장 점유율은 30.1% ~ 50.2% 수준으로 예상된다.

Table 3-5 반입 물량 예측 통한 장치장 할당시 장치장 점유율

1일 소요 장치 규모 (①)	1일 소요 TGS 수 (①×3.5단)	선적장치장에 할당된 TGS 수	예상 장치장 점유율
238	68	2,075	3.3%
523	150	2,075	7.2%
899	257	2,075	12.4%
1,542	441	2,075	21.2%
2,827	808	2,075	38.9%
3,762	1,075	2,075	51.8%
2,251	643	2,075	31.0%
2,550	729	2,075	35.1%
2,729	780	2,075	37.6%
3,649	1,042	2,075	50.2%
3,384	967	2,075	46.6%
2,194	627	2,075	30.2%

3.4 두 방식간 할당된 장치장 규모 및 점유율 비교

(1) 두 방식간 1일 소요 장치규모 및 TGS 수 비교

Grouping 방식의 장치장 할당 방식은 일일 예측 물동량을 반영한 Random Grounding 방식에 비해 1일 소요 장치 공간 규모와 1일 소요되는 TGS 수량 면에서 큰 차이가 있는 것으로 나타났다. 첫 번째 선박 입항 6일 전에는 Grouping 방식의 2,383 TEU인데 비해 예측모형을 적용할 경우 238TEU로 나타나 약 장치장이 90% 정도가 더 필요한 것으로 나타났다. 2일째의 경우 445%, 3일째 318%, 4일째 162%, 5일째 85% 등 필요 규

모 차이가 점차 감소하는 추세를 보인다. 그러나 여전히 그 차이는 53% ~ 901%로 Grouping 방식의 경우 예측모형 적용하는 경우 보다 더 많은 장치장이 필요한 것으로 나타났다.

Table 3-6 기존 방식과 본 과제 방식의 비교

Grouping 방식		예측모형 적용시		방식별 차이
1일 소요 장치 규모	1일 소요 TGS 수	1일 소요 장치 규모	1일 소요 TGS 수	
2,383	681	238	68	901%
2,850	814	523	150	445%
3,761	1,075	899	257	318%
4,046	1,156	1,542	441	162%
5,229	1,494	2,827	808	85%
7,038	2,011	3,762	1,075	87%
5,702	1,629	2,251	643	153%
5,618	1,605	2,550	729	120%
5,548	1,585	2,729	780	103%
5,576	1,593	3,649	1,042	53%
5,657	1,616	3,384	967	67%
4,201	1,200	2,194	627	91%

(2) 두 방식간 장치장 점유율 비교

동일한 물량을 처리한다고 했을 때 Grouping 방식과 Random Grounding 방식간을 적용했을 때의 점유율의 차이는 29.5% ~ 47.5% 수준으로 나타났다. 장치장 점유율의 차이는 Grouping 방식과 같이 장치장을 할당할 경우 29.5%~47.5% 정도의 사용하지 못하는 Broken Space가 발생한다는 의미로 해석 할 수 있다.

Table 3-7 장치장 점유율 비교

구분	기존방식	본과제 방식	점유율 차이
1일째	32.8%	3.3%	29.5%
2일째	39.2%	7.2%	32.0%
3일째	51.8%	12.4%	39.4%
4일째	55.7%	21.2%	34.5%
5일째	72.0%	38.9%	33.1%
6일째	96.9%	51.8%	45.1%
7일째	78.5%	31.0%	47.5%
8일째	77.4%	35.1%	42.3%
9일째	76.4%	37.6%	38.8%
10일째	76.8%	50.2%	26.6%
11일째	77.9%	46.6%	31.3%
12일째	57.8%	30.2%	27.6%

(2) 예측오차와 피크율(30%)를 반영시 두 방식간 장치장 점유율 비교

Gate 반입 확률모형을 통해 1일 장치장 소요 규모를 예측할 경우 예측오차가 발생하며, 예상치 못한 화물(보통 사전 정보가 없는 화물)로 인하여 필요한 장치장 규모가 커지는 경우가 발생한다. 또한 예측방식의 경우 화물의 목적항과 중량, 사이드로 구분하여 적재장소가 지정이 되기 때문에 Grouping 방식

처럼 대규모의 구내이적, 재조작 물량이 발생하지는 않지만 일정 수준의 재조작 물량이 발생하기 때문에 이러한 예측오차와 피크치를 반영하여야 한다. 본 연구에서는 예측오차와 재조작을 위한 여유공간을 위하여 <Table 3-7>에서 할당된 장치장 공간보다 1.3배 정도의 공간이 필요하다고 가정한다. 이때 필요한 장치장 할당 규모는 <Table 3-8>과 같다.

두 가지 방식을 상호 비교하여 장치장 점유율의 차이를 살펴 본 결과 본 연구에서 제시한 방식의 경우 11.5%~35.8%의 차이가 있는 것으로 나타났다.

Table 3-8 예측오차와 피크치를 반영한 장치장 점유율

구분	기존방식	본 연구	점유율 차이
1일째	32.8%	4.3%	28.5%
2일째	39.2%	9.4%	29.8%
3일째	51.8%	16.1%	35.7%
4일째	55.7%	27.6%	28.1%
5일째	72.0%	50.6%	21.4%
6일째	96.9%	67.3%	29.6%
7일째	78.5%	40.3%	38.2%
8일째	77.4%	45.6%	31.8%
9일째	76.4%	48.9%	27.5%
10일째	76.8%	65.3%	11.5%
11일째	77.9%	60.6%	17.3%
12일째	57.8%	39.3%	18.5%

4. 시사점

현재 컨테이너 장치장 컨테이너 적재, 조작 등의 관리는 Reference를 기준으로 관리되고 있다. 만일 Figure 3와 같이 장치장에 적재된 물량 중 선적 모선이 다를 경우 입항 모선 일정에 관계없이 재조작과 구내이적이 이루어지게 된다.

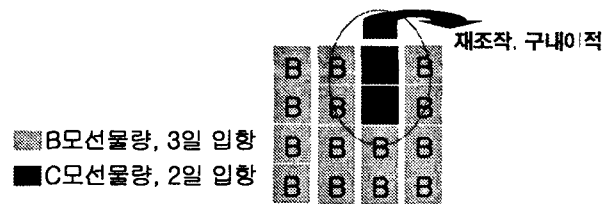


Figure 3 Reference를 기준으로 장치장이 관리될 경우

만일 장치장에 적재되어 있는 컨테이너 정보를 Time Base로 관리하게 될 경우, 아래쪽 컨테이너와 쌓여있는 컨테이너 Time 정보를 비교하여 재조작 여부를 판단하게 된다.

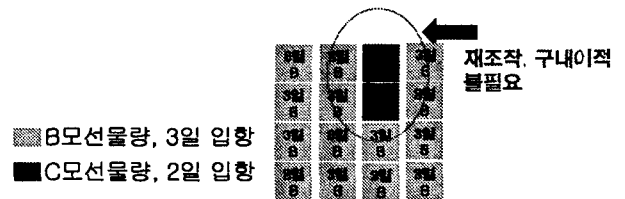


Figure 4 Time Base를 기준으로 장치장이 관리될 경우

앞서 논의되었던 일일 반입 컨테이너의 양을 예측하여 예측 오차와 피크치를 반영한 일일당 필요한 장치장을 할당하고, 이를 Time Base로 관리하게 될 때 재조작과 구내이적, Broken Space를 줄여 효율적으로 장치장을 관리하는 방안이 될 것이다.

5. 결론

본 연구에서는 일일 반입 컨테이너 양을 예측하여 일일당 필요한 장치장 규모를 할당하였을 때와 Grouping 방식으로 장치장을 할당하였을 때를 비교하였다. 그 결과 일일 반입 물동량을 예측하여 장치장을 할당한 경우가 장치장 이용도 측면에서 매우 효율적인 것으로 나타났다. 또한 시사점 측면에서 기존에 Reference로 관리하던 장치장 관리를 Time Base로 관리함으로써 재조작과 구내이적을 줄일 수 있다는 점을 개념적으로 설명하였다.

본 연구의 한계는 터미널이 컨테이너를 Reference로 관리하는 관계로 블록간, bay간 재조작, 구내이적에 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.

후 기

본 과제(결과물)은 산업자원부의 출연금 등으로 수행한 지역 전략산업 석박사 연구인력 양성사업의 연구결과입니다.

참 고 문 헌

- [1] 이채민, 신재영 (2003), 장치장 모니터링 시스템과 통합된 효율적인 수출 장치장 계획 시스템, 한국항해항만학회지, 27권 1호, pp.31-40.
- [2] Chen, T. (1999), Yaard Operations in the Container Terminal - a Study in the 'Unproductive Moves', MARIT. POL. MGMT., vol.26, no.1, pp.27-38.
- [3] 이상훈 (2002), ATC 작업 효율화를 위한 자동화 컨테이너 터미널의 장치장 할당 모형, 한국해양대학교 대학원
- [4] 최장림 (2000), 자동화 컨테이너터미널 통합운영시스템의 개념적 설계, 한국해양대학교 대학원
- [5] 남기찬 외(1999), 컨테이너 터미널 중장기계획 수립을 위한 시뮬레이션 모형 개발 : 안벽과 장치장 중심, 대한교통학회지
- [6] 김창곤 (2001), 수리모형을 이용한 컨테이너터미널 장치장 재고수준 분석, 한국해양수산개발원
- [7] 왕승진 (2002), 자동화 컨테이너 터미널에서의 장치장 운

- 영 시뮬레이션 연구, 대한산업공학회지
 [8] 김운수 (2004), 컨테이너터미널의 효율성 분석, 한국해양대학교 대학원