

컨테이너터미널의 하역데이터 분석에 의한 기능성 평가에 관한 연구*

김화영**

Study on Functional Assessment of Oversea Container Terminal by Data Analysis on Container Handling

Hwa-Young Kim

목 차

- | | |
|------------------------------|---------------------|
| I. 서론 | 3. 장치부의 설계항목 |
| II. 컨테이너터미널의 형태 | IV. 컨테이너터미널의 기능성 평가 |
| 1. 컨테이너터미널의 시설배치 | 1. 평가수법 |
| 2. 컨테이너 하역방식 | 2. 평가항목과 중요도 |
| III. 컨테이너터미널의 장치 및 하역시스템의 설계 | 3. 개선안의 평가대상 |
| 1. HICCT의 개요 | 4. 개선안의 평가결과 |
| 2. 컨테이너터미널의 설계항목 | V. 결론 |

Key Words: 컨테이너터미널, 기능성평가, 장치 · 하역시스템

Abstract

In general, the design of container yard and container handling system on container terminal are focused on operation of shipside than service about chassis from outside(C/O). It is not efficient for chassis from outside. The purpose of this paper is functional assessment of efficient container terminal and for higher performance of container terminal. First, the items which are concerned with container handling at the planning of container terminal are investigated and extracted through the practical data analysis of container terminal. Also, verified problems of planning and present condition through the functional assessment. Secondly, the improvements for container throughput in container yard are proposed and examined the effectiveness of improvements about queuing time of chassis from outside and service time of transfer crane by the evaluation decision model based upon multi criteria objectives.

▷ 논문접수: 2007. 05. 21 ▷ 심사완료: 2007. 06. 11 ▷ 게재확정: 2007. 06. 15

* 본 연구를 위해 도움을 주신 HICCT의 Atsushi Gotoh, Kimoto Kou씨에게 감사드립니다.

** 한국해양수산개발원 항만연구본부 책임연구원, hykim@kmi.re.kr, 02)2105-2817

I. 서론

최근의 국제물류는 원자재를 제외하고 대부분 컨테이너 수송에 의존하고 있고, 하주의 요구인 물류에 대응한 복합일관수송과 SCM(Supply Chain Management) 등 수송환경이 급속하게 변화하고 있어, 국제물류를 지탱하는 물류거점인 컨테이너터미널의 역할이 중요해지고 있다. 컨테이너터미널에 요구되어지는 중요한 서비스로는, 컨테이너 선박의 대형화에 따른 항만의 충분한 수심 확보, 본선으로의 컨테이너 하역의 신속화, 컨테이너터미널 이용요금의 저가격화, EDI 등을 이용한 신속한 일관통관체제 등을 예로들 수 있으며, 해운선사의 컨테이너 선박의 기항 항만을 선택하는데 있어서 중요한 평가요소가 되고 있다.

이와같이, 컨테이너터미널의 기능성평가에는 컨테이너 처리능력의 향상을 시작으로 해운선사의 항만이용 편리성을 고려한 안벽부 하역을 담당하는 컨테이너크레인의 생산성 향상, 야드샤시의 증가 등 컨테이너선의 하역서비스를 우선시 하고 있으나, 컨테이너 야드측에 있어서 야드샤시의 병목현상, 본선 하역 서비스 우선에 따른 외부트럭의 하역대기 시간 증가 등의 현상이 발생하고 있다. 이에따라, 외부트럭의 야드내에서의 대기시간의 완화, 터미널의 게이트 앞에서의 정체의 완화 등 운송회사, 하주의 요구가 높아지고 있다.¹⁾

따라서, 컨테이너터미널은 철저한 사전계획 수립과 운영에 의해 터미널의 생산성이 결정된다고 할 수 있고, 특히 컨테이너를 장치하는 장치장의 계획과 운영이 중요한 요소라고 할 수 있다. 이러한 야드 운영에 대한 기존의 연구로는 컨테이너터미널에 무작위로 쌓여있는 베이내에서 저장물을 꺼낼 경우 예상되는 취급 회수의 추정에 대한 Castilho & Daganzo(1993)의 연구와 야드내의 재취급 회수를 예측하는 김갑환(1997)의 연구, 재취급을 최소화하기 위한 입고시 장치위치를 결정하는 문제에 관한 김갑환(2000)의 연구가 있다.²⁾ 또한, 컨테이너터미널이나 항만의 생산성 측정 방식에 대한 연구문헌으로 정승호, 하원익(1999)은 선박의 접안시간 단축을 통한 항비 절감과 하역효율의 절감 효과를 주장하였고, 국내 컨테이너터미널의 생산성 향상을 위하여 선사와의 협의 통한 화물반입시간준수, 인접한 선석 운영사와의 크레인 및 선석의 공동사용 방안을 주장하였다. 또한, Peter(2002)는 컨테이너터미널의 생산성 측정의 범위를 선박, 야드, 게이트, 장비로 나누어서 터미널의 자원을 사용하여 달성할 경우와 고객의 필요조건에 대처하는 능력에 따라 설명하였다. Thomas 등(2000)은 컨테이너터미널의 생산성을 핵심 장비의 사용, 정박 이용 비율, 배의 하역과 적재 비율, 컨테이너터미널 지역당 처리량으로 보고 있다.

위의 논문들에서는 장치장내에 장치되어 있는 컨테이너의 재취급 회수의 추정과 문제해결에 대한 방안과 컨테이너터미널의 생산성 측정과 향상 방안에 대한 방법을 제시하고 있다. 그러나, 장치장의 재취급은 그 범위가 장치장내의 문제로 한정하고 있으며, 컨테이너

1) H.Y.Kim, Shinoda T., "Study on Improvement for Container Terminal Throughput by Database Analysis on Container Handling", Proc. of ISOPE, 2006.

2) 송용석, 남기찬, 유주영, 김태원, "컨테이너터미널의 장치장 활용방안에 관한 연구", 한국항해항만학회논문집, 2006, p.203.

터미널의 생산성 측정에 있어서도 부분적 생산성을 이용하여 컨테이너터미널의 생산성을 측정하는 방법을 제시하고 있다. 또한, 운영중인 컨테이너터미널을 대상으로 생산성 분석을 행하고 있으나, 이를 컨테이너터미널의 계획 및 설계 단계에서 반영될 수 있도록 한다면 보다 실제적이고 효율적인 컨테이너터미널 계획이 가능할 것이다.

따라서, 본 연구에서는 기존 컨테이너터미널의 장치 및 하역시스템의 계획과 설계시 고려되는 항목 뿐 아니라, 실제 컨테이너터미널의 하역데이터 분석을 통해 컨테이너터미널의 계획과 설계시에 반영될 수 있는 하역기능 항목을 설정하고, 컨테이너 처리능력 향상을 위하여 설정된 하역기능 항목이 반영된 개선안을 AHP(Analytic Hierachy Process)와 다기준분석법을 이용하여 도출하는 것을 목적으로 한다.

본 논문에서 II장에서는 컨테이너터미널의 일반적인 시설배치 및 하역방식에 대하여 서술하고, III장에서는 전형적인 OD(Origin and Destination)타입 컨테이너터미널인 일본의 하카타 컨테이너터미널의 계획시 결과와 하역데이터 분석을 통한 결과의 비교 검토 및 본 연구에서 제안한 하역기능 설계에 대하여 설명하고, IV장에서는 제안된 하역기능 설계항목을 고려한 개선안 항목의 제안과 평가결과를 서술하고, V장에서는 본 연구의 결론에 대하여 기술하였다.

II. 컨테이너터미널의 형태

컨테이너터미널은 육상과 해상의 접점으로 항만구역에 위치되어 있는 컨테이너 수송의 거점으로 컨테이너터미널의 시설 배치와 컨테이너 하역방식에 따라 여러 가지 형태가 있으나, 본 장에서는 컨테이너터미널의 일반적인 시설배치와 하역방식에 대하여 설명함으로써 컨테이너터미널 구성과 업무를 이해하고자 한다.

1. 컨테이너터미널의 시설배치

컨테이너터미널은 컨테이너 화물의 수송과 유통을 효율적으로 운영하기 위해 일반적으로 <그림 1>과 같이 시설배치가 이루어져 있다. 컨테이너터미널의 주요 시설로는 안벽부, 장치부(마살링야드), CFS(Container Freight Station), 관리동, 기타 시설 및 수리동 등이 있고, 기능은 다음과 같다.³⁾

1) 안벽부

안벽부는 선박의 계류를 위한 부분으로, 여기에는 갠트리 크레인(Gantry Crane, G/C)과 G/C을 위한 레일 등이 설비되어 있으며 본선과 육상간 컨테이너를 양·적하하는 업무가

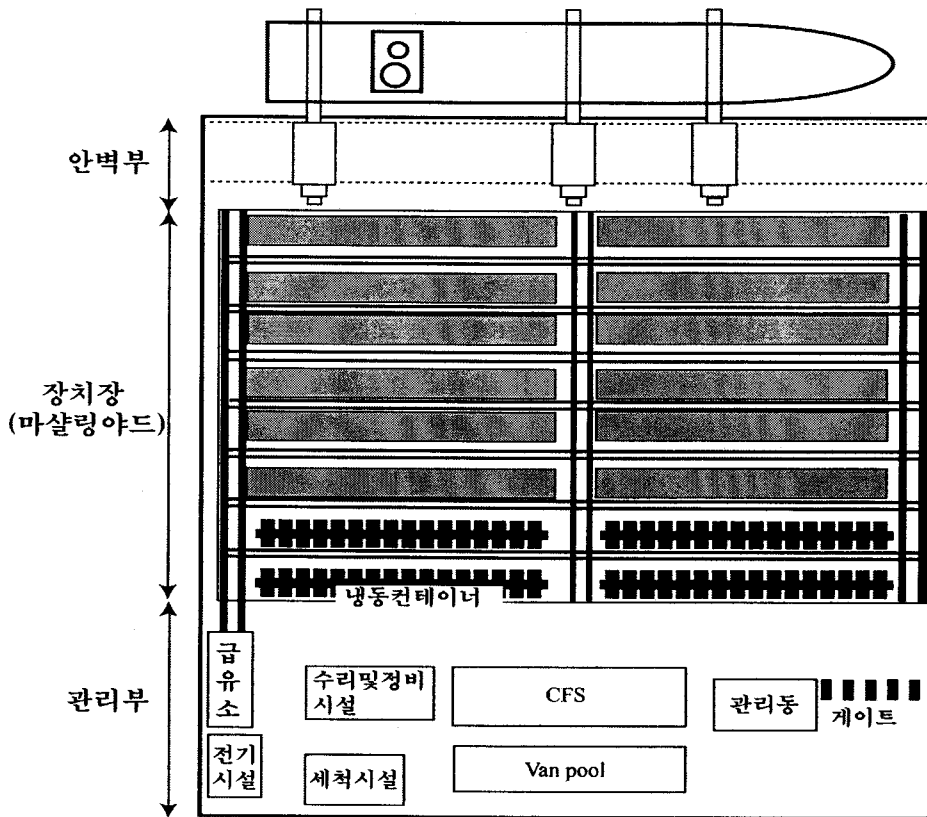
3) 篠田岳思・福地信義, コンテナターミナルにおける荷役の効率化と機能性評価に関する研究, 日本造船學會論文集, 1998, pp.631~632.

행해진다. 또한, 야드샤시와 G/C 으로부터의 컨테이너 임시 적치, 컨테이너선의 해치커버의 임시 적치 장소로도 이용된다.

2) 장치부 (마살링야드)

장치부는 선적할 컨테이너와 양하한 컨테이너를 정리 보관하는 장소이다. 야드내에는 컨테이너 장치를 위한 슬롯이 컨테이너의 사이즈에 맞추어 바둑판 모양으로 구획화되어 있고, 각 슬롯에는 장치된 컨테이너의 관리를 위해 번호가 매겨져 있다. 또한, 냉동 컨테이너의 장치장에는 전원 플러그가 설치되어 있다. 장치부에서의 하역은 야드하역기기에 의해 내·외부 샤시의 컨테이너를 장치장에 양·적하하게 된다. 본 연구에서는 야드하역기기인 트랜스퍼 크레인(Transfer Crane, T/C)에 의한 하역방식을 이용하였으며, T/C의 하역데이터를 분석하였다.

<그림 1> 일반적인 컨테이너터미널의 시설배치



자료 : 高橋宏直, 컨테이너輸送と 컨테이너港湾, 2004, p.20.

3) CFS(Container Freight Station)

CFS는 일반적으로 소량의 혼재화물을 컨테이너에 적재하거나 컨테이너로부터 적재되어 있는 화물을 꺼내어 하주 또는 운송업자에게 인도하는 작업을 행하는 시설이다. 컨테이너 터미널마다 차이는 있으나, 터미널 안에 위치한 경우도 있으며 터미널 밖에 위치하고 있는 경우도 있다.

4) 관리동 등 기타시설

그 밖에 관리동에는 컨테이너의 장치 계획, 야드 업무 등의 지시, 터미널 게이트에 있어서 컨테이너의 수속, 손상체크 등 컨테이너에 관한 관리 전반의 업무를 수행한다. 또한, 관리동 부근에는 컨테이너와 하역기기의 수리 및 정비를 위한 정비동, 컨테이너 세척을 위한 세척시설, 야드샤시 및 하역기기의 급유를 위한 급유시설, 야간작업을 위한 조명시설 등이 설치되어 있다.

2. 컨테이너 하역방식

본선으로부터 컨테이너의 양하시 작업 프로세스는 1)본선의 컨테이너를 G/C에 의해 안벽부로 이동시키고, 2) 컨테이너 장치 장소로 야드샤시 또는 반송기기에 의해 이동, 3) 장치부에서 단적수 등에 의해 컨테이너를 장치하는 방식으로 이루어진다. 또한, 컨테이너의 본선으로의 적하 업무는 이와 반대의 과정으로 진행된다. 이들 프로세스에 이용되는 하역기기에 의해 각각의 하역방식이 분류된다. 여기에서는 중대규모의 장치장에서 주로 이용되는 3가지 방식에 대하여 설명한다.⁴⁾

1) 스트래들 캐리어(Straddle Carrier, S/C) 방식

S/C 방식은 컨테이너터미널의 컨테이너의 반송, 장치된 컨테이너의 양하 및 적재를 위해 스트래들 캐리어라고 하는 컨테이너 전용 반송차량을 이용하는 방식이다.

S/C는 운전원 1명에 의해 운전되고, 장점으로는 세밀하고 재빠른 선회성과 고속운전이 가능하기 때문에 좁은 야드내에서도 자유도가 높아 기능성이 풍부하다. 또한, 투자액이 비교적 적게 들기 때문에 많은 항만에서 이용되고 있다. 반면 단점으로는 운전이 능숙한 운전원이 필요하다는 점과 장치를 위한 단적수가 3~4단 정도가 한계이다. 게다가, 컨테이너 슬롯간에 S/C의 이동을 위한 공간이 마련되어야 한다는 제약이 있다.

2) 트랜스퍼 크레인(Transfer Crane, T/C) 방식

T/C방식은 컨테이너터미널에서의 컨테이너 반송은 S/C 와 야드샤시(Yard Chassis,

4) 篠田岳思・福地信義, コンテナターミナルにおける荷役の効率化と機能性評価に関する研究(その2), 日本造船學會論文集, 1999, pp.591~592.

Y/C)에 의해 행하여지나, 장치장에서의 반송기로부터 컨테이너의 양하와 컨테이너의 단적을 위해 트랜스퍼 크레인이라고 하는 문형(門型) 크레인에 의해 작업이 수행된다. 크레인 가운데 대형의 것은 7열, 6단 처리가 가능한 능력을 보유한 것도 있다.

이 방식의 장점으로는 컨테이너간 이동을 위한 공간의 마련이 불필요하고 컨테이너를 높이 적재하기 때문에 토지의 유효한 이용이 가능한 장점이 있다. 또한, T/C중 RMTC(Rail Mounted Transfer Crane)의 경우에는 컴퓨터에 의한 자동제어도 가능하다. 단점으로는 컨테이너가 높이 적재되어 있기 때문에 지정 컨테이너를 장치장으로부터 꺼내는 데 있어 리프트링에 의한 시간이 필요한 것과 설비를 대규모로 하기 위한 초기 투자액이 많이 든다는 점을 들 수 있다.

3) 샴시(Chassis) 방식

샴시방식은 컨테이너를 샴시에 적재하여 트랙터에 의해 견인하여 장치장에 반송하고 샴시에 적재된 상태로 보관하는 방식이다.

이 방식의 장점으로는 샴시에 적재한 상태로 컨테이너를 장치시키므로 컨테이너가 용이하게 장치장으로부터의 반출이 가능하고 하주의 트랙터에 직접 인도가 쉽고, 평지에 장치하기 때문에 장치중 컨테이너의 손상이 거의 없다는 것이 장점이다. 그러나, 샴시에 적재한 상태로 장치하기 때문에 넓은 토지를 필요로 하는 점과 컨테이너마다 샴시가 필요하다는 단점이 있다.

본 연구에서는 최근 많은 터미널에서 채용하고 있는 T/C방식의 컨테이너터미널을 대상으로 하였으며, 야드하역기기의 실제 하역데이터를 분석함으로써 연구를 수행하였다. 다음 장에서는 본 연구에서 이용한 대상항만과 하역데이터 분석내용에 대하여 서술하였다.

Ⅲ. 컨테이너터미널의 장치 및 하역시스템의 설계

본 연구에서는 실제 컨테이너터미널의 장치장의 하역기기인 T/C의 하역결과를 기록한 하역데이터를 이용하여 데이터베이스를 구축하고, 객체지향언어인 Visual C++를 이용하여 구축한 데이터베이스를 분석함으로써 하역데이터를 분석하였다. 본 연구의 대상 컨테이너터미널은 하카타 항만에 위치한 하카타 아일랜드시티 컨테이너터미널(Hakata Island City Container Terminal, HICCT)로, 하카타 항만은 서일본에 위치하고 중국, 한국과 동남아시아로의 접근이 용이하다. 하카타 항만의 무역량은 2005년 기준으로 수출은 4,540천톤, 수입 8,632천톤으로 총 13,173천톤을 기록하였고, 총 컨테이너 취급량은 수·출입 전체 2005년 66만TEU를 처리하였으며 매년 증가추세에 있다.⁵⁾

5) www.port-of-hakata.co.jp의 항만통계자료

1. HICCT의 개요

하카타항에는 카시파크포트(Kashii Park Port container terminal, KPP)와 하카타 아일랜드 시티 컨테이너터미널(Hakata Island City Container Terminal, HICCT), 2개의 컨테이너터미널로 구성되어 있다. HICCT는 하카타항에서 컨테이너 취급량이 증가하여 2003년 9월부터 운영을 시작하였고, 터미널의 주요 시설로는 <표 1>에 나타낸 것과 같이 수심 14m, 안벽길이 330m, G/C 3기, 야드면적 146,551㎡, 장치용량은 9,560TEU의 중규모의 컨테이너터미널이다. 컨테이너 수송의 주요 수출품으로는 고무제품, 재이용 자재, 산업기계 및 자동차부품 등이며 수입품목으로는 전기기계, 야채와 청과 등의 식료품 등이다. 2006년 12월 현재 HICCT의 서비스 범위는 중국, 한국과 동남아시아, 북미, 유럽 등 17개국 45지역의 항만과 40개 항로에 월 210편의 컨테이너 항로 네트워크로 구성되어 있으며, APL, Mearsk Line, NYK 등 대형 컨테이너선사가 기항하고 있다.⁶⁾

2. 컨테이너터미널의 설계 항목

일반적으로 컨테이너터미널의 계획 및 설계시 이용되는 다카하시가 제안한 설계항목의 흐름을 <그림 2>에 나타내었다.⁷⁾ 그림에서와 같이 컨테이너터미널의 설계를 위한 전제조건으로는 컨테이너 연간취급량, 대상항로, 계획대상 최대 선형 컨테이너선이 있으며, 안벽부의 폭 결정에 있어서는 계획대상 최대 선형 컨테이너선에 따른 선장, 선폭 그에 따른 만재홀수선에 의해 안벽부의 길이와 필요한 안벽부 수심을 결정하게 된다. 장치부의 배치를 위한 설계항목의 결정에 있어서는 컨테이너 연간취급량을 기준으로 컨테이너터미널의 연간회전수와 피크계수에 의해 계획대상취급량을 결정하고 여기에 컨테이너 장치장의 최대단적수와 유효계수를 곱하여 장치장의 슬롯수를 계산한다. 계산된 슬롯수로 일반 컨테이너와 냉동 컨테이너의 슬롯수를 산정하고 전체 장치장의 면적을 계산한다. 장치장의 면적이 결정되면, 관리부에 있어서 시설면적을 산정한다.

다음절에서는 야드샤시, 외부트럭과 야드하역기기 사이에 하역업무가 이루어지고 있는 장치부의 설계항목에 대하여 구체적으로 서술하였다.

6) 하카타항, 「항만통계자료」, 2006년 자료

7) 高橋宏直, コンテナ輸送とコンテナ港湾, 2004, pp.37~40.

<표 1> HICCT의 시설현황

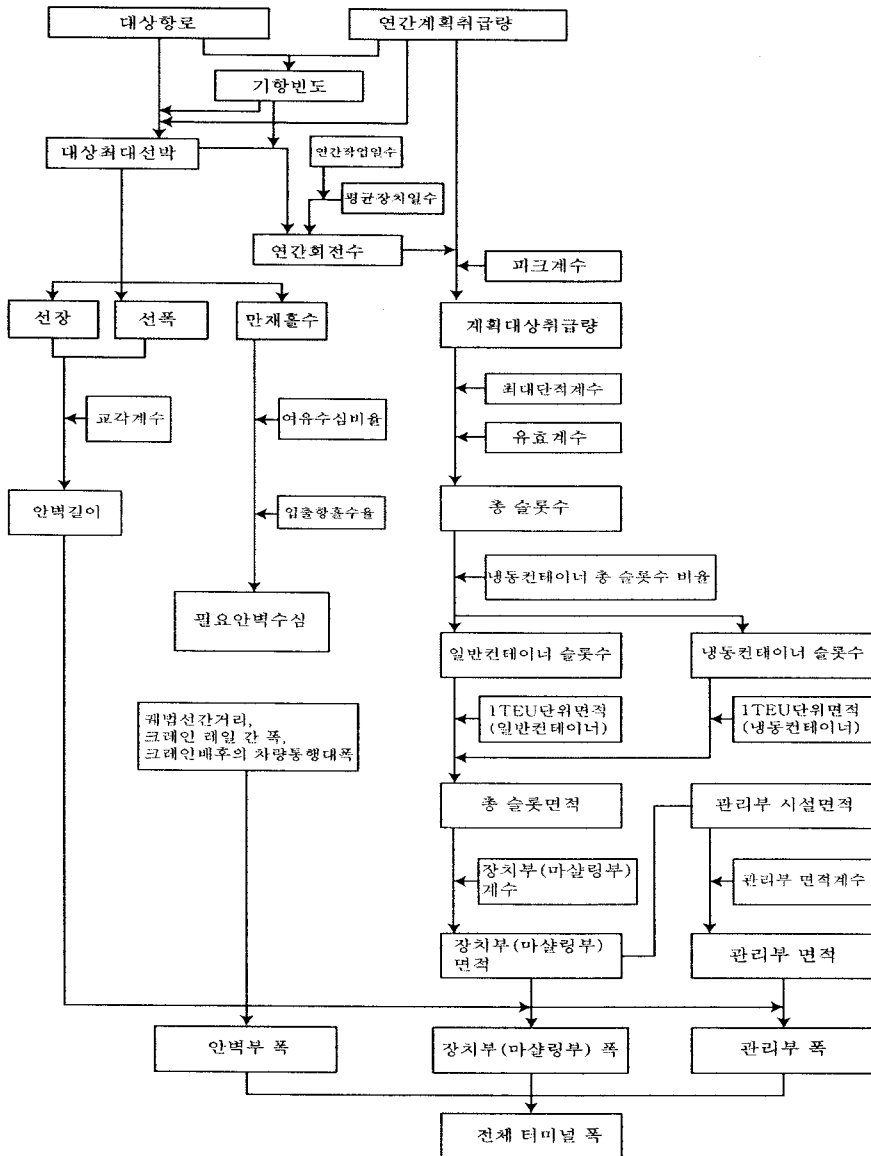
| 구분 | 시설현황 | | |
|------------|------------|---------------------|--------------------------------|
| 안벽부 | 수심 | -14.0m | 1 선석 |
| | 안벽길이 | 330m | 안벽폭 : 61m |
| 터미널부 | 전체면적 | 약 14.7ha | |
| | 장치부(마살링야드) | 8.1ha | 적재용량:7,744TEU |
| | Van pool | 1.8ha | 적재용량:1,824TEU |
| | 레인 | 8 레인 | 7 레인 : 일반컨테이너 1 레인 : 냉동컨테이너 |
| 하역기기 | 컨테이너 크레인 | 3 기 | 최대적재중량 : 40.6톤 |
| | 트랜스퍼 크레인 | 9 기 | 최대적재중량 : 40.7톤 |
| | 야드샤시 | 13 대 | |
| | 냉동컨테이너 | 240 Plugs | 440V |
| 기타 터미널 시설물 | 관리동 | 850m ² | 2 층 |
| | 보호(감시)시설 | 50m ² | |
| | 게이트 | 8 Units | 반입:4Unit, 반출:4Unit |
| | 수리, 정비시설 | 1,065m ² | 2 층 |
| | 컨테이너검사시설 | 18 Units | |
| | 전기변압시설 | 540m ² | |
| 보충시설 | 급유소 | 60kl | 30kl x 2 Units |
| | T/C 수리시설 | 1,600m ² | |
| | 컨테이너 수리시설 | 용량:4TEU | |
| | 컨테이너 세척시설 | 용량:10TEU | |
| | 조명시설 | 8 Units | |

자료 : 하카타항, 「항만통계」, 2006.

3. 장치부의 설계 항목

위에서는 안벽부, 장치부, 관리부의 컨테이너터미널 전체의 시설면적 설계에 대하여 설명하였으나, 터미널 내외로부터 컨테이너를 취급하는 중요한 장소인 장치부 설계에 대하여 설명하면 연간계획 취급량이 설정되면 터미널의 가동에 관계된 계수로서 연간작업일수, 평균장치일수, 연간회전율과 본선기항 등의 피크계수에 의해 계획대상 취급량이 결정되고 여기에 최대 단적계수와 유효계수를 고려하여 장치장의 슬롯수를 산정한다.

<그림 2> 컨테이너터미널 설계를 위한 일반적 모델



자료 : 高橋宏直, 「コンテナ輸送とコンテナ港湾」, 2004, p.37.

설정된 항목들은 터미널의 운영방법, 하역방식 등에 관련이 있으며 본 연구에서는 일반적인 공공 터미널에서 이용되는 설계 일반치와 2003년 9월에 운영을 개시한 일본의 HICCT에 있어서 시뮬레이션 검토를 행한 계획치와 실적치의 비교를 통해 각 설계항목의 검토를 행하였다.

본 연구에서는 <그림 3>에 나타난 것과 같이 HICCT의 하역기기인 트랜스퍼 크레인 (Transfer Crane, T/C)의 하역데이터를 이용하여 설계항목에 따른 분석을 행하였다.

<그림 3> HICCT의 T/C에 의한 하역 작업일보의 예

Daily work report of Hakata Island City Container Terminal

[Transfer crane No.7]

[Completed work data on 19:07, 13 / July / 2004 (Tue.)]

| No. | Operation | G/C | Container No. | Size | From | To | Stock address | Acceptance work time | Completed work time | Wait time | Comments | Flag |
|-----|---------------|-----|---------------|------|----------|----------|---------------|----------------------|---------------------|-----------|----------|--------------------|
| 37 | Ship to Stock | J3 | TRLU6698051 | 40 | CY013 | C115-4-4 | C115-2-3 | 8:57 | 9:11 | 14 | Reserved | Ordinary completed |
| 38 | Receipt | | UGMU8050570 | 40 | C121-1-2 | C121-4-2 | | 9:06 | 9:13 | 7 | Reserved | O/C |
| 39 | Rehandling | | EISU1316020 | 40 | C121-1-1 | TM004 | | 9:06 | 9:14 | 8 | | O/C |
| 40 | Delivery | | NYKU6057208 | 40 | C113-5-2 | C113-4-2 | | 9:09 | 9:16 | 7 | | O/C |
| 41 | Delivery | | TCKU9410917 | 40 | C113-5-1 | 1W005 | | 9:09 | 9:24 | 15 | Reserved | O/C |
| 42 | Delivery | | EMCU9190948 | 40 | C121-3-2 | KM009 | C119-7-3 | 9:16 | 9:28 | 12 | Reserved | O/C |
| 43 | Receipt | | DJLU5201770 | 40 | C119-6-2 | C119-5-1 | | 9:14 | 9:29 | 15 | | O/C |
| 44 | Spacing | | UGMU8991246 | 40 | C119-6-1 | IT001 | | 9:14 | 9:31 | 17 | | O/C |
| 45 | Rehandling | | NYKU6112239 | 40 | C127-1-3 | MI001 | | 9:26 | 9:34 | 8 | | O/C |
| 46 | Rehandling | | TGHU2538224 | 20 | C130-8-3 | C130-7-1 | | 9:16 | 9:35 | 19 | | O/C |
| 47 | Delivery | | FSCU3157245 | 20 | C130-8-2 | HE001 | | 9:16 | 9:37 | 21 | Reserved | O/C |
| 48 | Rehandling | | CLHU3190903 | 20 | C102-1-2 | C102-2-2 | C125-2-2 | 9:18 | 9:41 | 23 | Reserved | O/C |
| 49 | Delivery | | CLHU3190903 | 20 | C102-1-1 | TK036 | | 9:18 | 9:43 | 25 | | O/C |
| 50 | Shift-In | | CLHU3190903 | 40 | CY013 | C125-4-2 | | 9:19 | 9:45 | 26 | | O/C |
| 51 | Shift-In | | CLHU3190903 | 40 | CY007 | C125-2-1 | | 9:20 | 9:46 | 26 | | O/C |

Remark ; The abbreviation of O/C means Ordinary completed.

자료 : Daily work report of Hakata Island Container Terminal, 2004. 7.

1) 연간 계획 취급량

계획취급량은 터미널을 계획함에 있어서 처음에 설정되어야 하는 것으로 계획취급량에 관련된 요인으로는 터미널이 보유한 고객의 선사수와 기항 빈도의 가능성, 터미널의 배후지를 배경으로 한 수·출입의 특성, 20'/40' 컨테이너의 비율, 장래의 경제·산업 등에 관련한 취급량 성장계수 등이 있으나, 그 요인이 광범위하여 설정이 어려운 수치이다. 그리고, 컨테이너 취급수량에는 계절에 따른 변동의 폭이 있기 때문에 여기에서는 취급주기의 단위를 1년으로하고, 연간 계획 취급량을 TEU(Twenty foot Equivalent Unit)를 단위로 설정되었다.

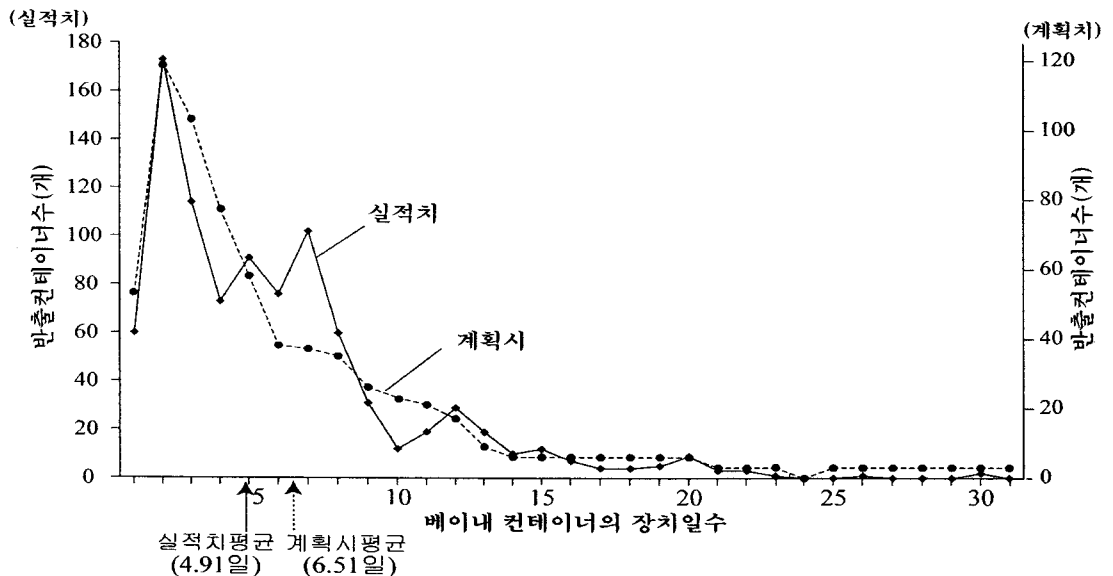
계획 당시의 연간 취급량은 KPP(Kashii Park Port container terminal)과 HCT(Hakozaki Container Terminal)의 취급량과 기능분배를 감안하여 1년간의 컨테이너 처리량을 300,000TEU로 설정하였으나, HICCT의 하역데이터 분석결과 운영개시 후 2004년 1년간 214,000TEU의 실적치를 기록하여, 계획시 컨테이너 처리량의 약 70%정도를 처리하고 있다.

2) 평균 장치일수

장치일수는 컨테이너 야드내에 컨테이너가 보관된 체류일수이고, 컨테이너터미널내에서의 장치기간이 긴 것은 컨테이너의 회전을 저하시켜 장치장의 슬롯수를 늘려야하는 요인으로 터미널측에 부담이 되는 요인이 된다.

컨테이너터미널내의 체류일수는 HICCT 계획시 시뮬레이션을 이용하여 추정한 결과와 2004년 7월 한달 동안의 T/C의 하역을 기록한 하역데이터 분석에 의한 수치를 비교하여 <그림 4>에 나타내었다. 시뮬레이션에 의한 계획시에는 2일째에 피크가 나타나는 것으로 설정되어 있으나, 실제 하역데이터 분석결과 2일째와 7일째에 피크가 나타나고 있다. 이것은 HICCT의 경우 무료장치기간이 일반 컨테이너는 7일, 냉동 컨테이너의 경우에는 3일인 것과 관련이 있는 것으로 추정된다. 또한, 계획시의 평균 장치일수가 6.51일로 설정되어 있으나 실적치의 경우에는 4.91일로 무료장치기간의 인센티브가 잘 활용되고 있으며 물류의 필요한 시기에 필요한 양이 적절하게 조달되고 있는 동향(Just in time)도 반영되고 있음을 추정할 수 있다.

<그림 4> 터미널 계획시의 장치일수와 실적치와의 비교 결과



3) 연간 작업일수

연간 작업일수는 컨테이너터미널의 1년간의 가동일수를 의미한다. 계획 당시에는 경쟁력있는 컨테이너터미널의 조건으로서 일본의 산업공동화 방지와 항만물류의 효율화 관점에서 2001년 7월에 내각의회 결정에 따라 「신종합 물류 대책대장」에 의해 컨테이너터미널 24시간 운영이 계획되어, 2001년 11월말의 항운노사의 합의에 의해 하역작업이 1월 1일을 제외하고 364일 24시간 실시와 게이트 작업의 주말과 국경일도 평일과 동일하

8:00~20:00까지 실시하도록 되었다. 그러나, HICCT의 하역데이터 분석에 의한 2004년 2월부터 2005년 1월까지 1년 동안의 가동일수는 298일 이었으며, 이것은 운영 직후에는 원칙적으로 24시간 운영의 체제에 직면하였으나 현재 배후지로부터의 수요가 적어 컨테이너 수급체제의 변화가 없었음을 나타내고 있음을 알 수 있다.

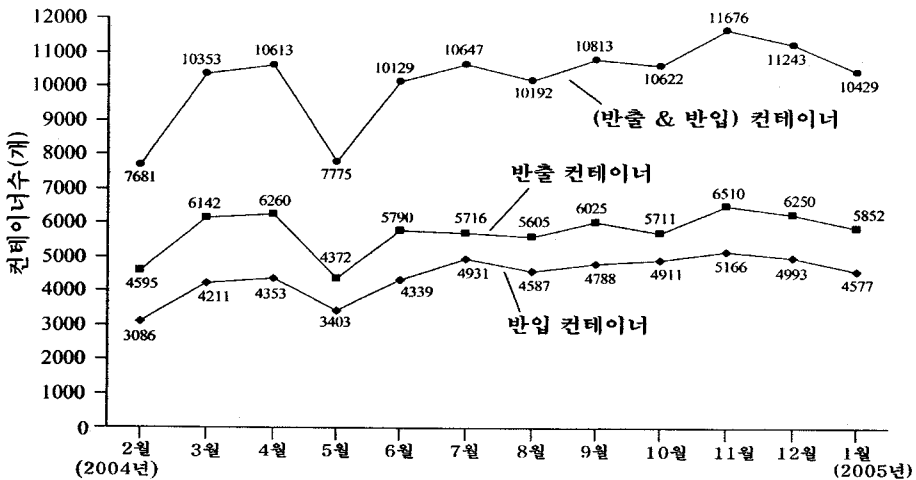
4) 연간 회전수

연간 회전수는 컨테이너터미널내에서 연간 컨테이너의 회전수이고, 작업일수를 평균 장차일수로 나누어 정의하고 장치부 면적의 이용 효율성을 표시하고 있다. 계획시와 실적치를 비교하면 컨테이너터미널 계획시에는 슬롯당 컨테이너의 연간 회전수 55.9개, 하역데이터 분석에 의한 컨테이너의 연간 회전수는 60.7개로 컨테이너터미널 계획시의 수치를 상회하여 컨테이너의 회전 효율이 계획시보다 높음을 알 수 있다.

5) 피크계수

컨테이너 화물의 피크는 연간 통틀어 소비동향과 관련되어 상품의 수요가 늘어나는 컨테이너 화물이 증가하는 3월과 11월이지만, 이것을 피크계수로 매월 반·출입 회수를 연간 반·출입 회수의 연간평균치로 나눈 것을 지표로 하고 있으며 계획시에는 일반적으로 1.2~1.3 정도로 가정된다. 다른 컨테이너터미널에서의 실적치로는 요코하마항의 컨테이너터미널의 월간 변동의 실적치는 1.123이었다.⁸⁾ 실적치를 추정하기 위해서 HICCT의 2004년 2월부터 2005년 1월까지 1년간의 하역데이터 분석을 통하여 하역기기 T/C의 컨테이너 취급량을 산출한 결과를 <그림 5>에 나타내었다.

<그림 5> HICCT의 연간 반·출입 컨테이너의 변화량



8) 高橋宏直, コンテナ輸送とコンテナ港湾, 2004, p.39.

이 결과에 기초하여 피크계수를 계산하면 피크계수의 실적치는 11월에 가장 취급량이 많아 계산 결과 $11,676/10,181=1.146$ 이 되지만, <그림 5>의 피크의 특징을 살펴보면 피크가 현저하게 떨어지는 시기가 있다는 것을 알 수 있다. 수치가 현저하게 낮은 2월과 5월의 수치를 제외하고 계산한 경우에는 $11,676/10,672=1.094$ 가 되어 피크계수가 연간을 통틀어 평균화됨을 알 수 있다.

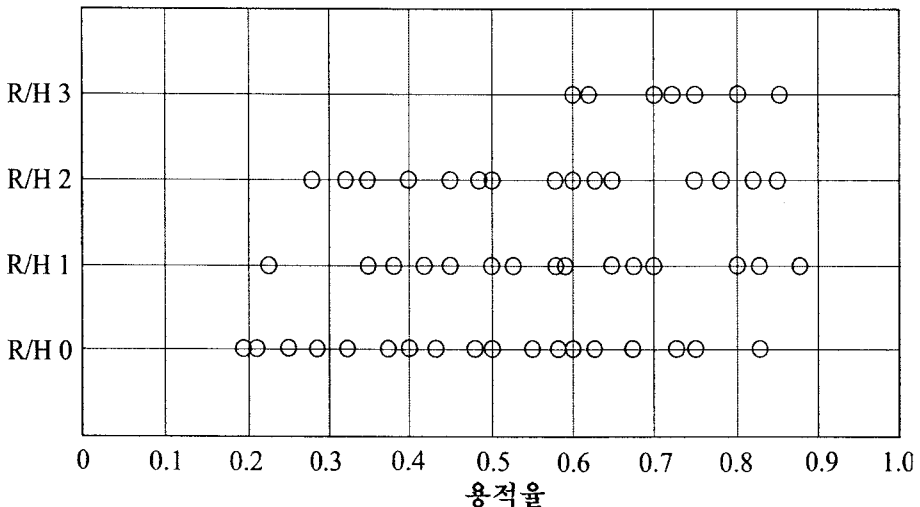
6) 계획대상 취급량

계획대상 취급량이란 컨테이너터미널내의 장치 총량으로 터미널의 1회전당 최대 컨테이너 장치개수를 의미한다. 이 수치는 장치용량을 결정하는 기본량으로 계획시에는 6,439TEU로 산정하였으나, 컨테이너터미널 완성시에는 7,296TEU의 장치용량 이었다. 그러나, HICCT의 하역데이터 분석결과 실적치는 4,231TEU로 추정되었고 전체 장치용량의 약 60%정도가 운용되고 있음을 알 수 있었으며, 계획시보다 실제로 많은 여유가 있음을 알 수 있었다.

7) 최대 단적계수

장치장에서의 최대 단적수는 장치량과 관련이 있으나, 일반적으로 컨테이너터미널의 계획시 단적수는 4단이였다. 최대 단적계수를 증가시키면 장치용량은 증가하기 때문에 시설면적의 감소를 예상할 수 있으나, 한편으로는 S/C와 T/C방식 등의 하역방식에 의해 필요한 컨테이너를 반출할 경우 리핸들링 작업의 빈도가 높아지는 것과 하역크레인의 권상 속도에 의한 작업시간의 저하 때문에 단적계수 설정에 주의할 필요가 있다.

<그림 6> 리핸들링 회수에 따른 용적율의 분포



주) R/H는 Rehandling의 약자로 즉, 재취급회수를 의미함

8) 유효계수

유효계수는 가동상태에 있어서 평균적인 단적수이고 최대 단적수와 가동시의 단적수의 비교를 통해 표시된다. 일반적으로 계획시에는 최대 단적수가 4단이고, 가동시의 단적수는 3단으로 설정하기 때문에 유효계수는 0.75로 설정되는 것이 일반적이나 HICCT에서는 최대 단적을 5단으로 하였으나 5단째는 일시 보관을 위한 단적으로 4단을 가정하였으며, 완성시와 동일하였다. 그러나, 주로 수입 컨테이너가 장치되는 C 라인에 있어서 한달간의 하역데이터를 분석한 결과의 실적치에서의 평균 용적율은 58.3%이었다. 이 결과로부터 가동시의 단적수는 2.3단 정도로 추정할 수 있다. <그림 6>는 C 라인의 특정 베이(Bay)에 있어서의 용적율과 리핸들링 작업의 관계를 나타낸 것으로 그림에서 나타낸 것과 같이 용적율이 높아질수록 단적수가 증가하기 때문에 그로인한 컨테이너 반출을 위한 리핸들링 작업이 증가하고, 그 결과 외부트럭의 하역대기시간 증가에 따른 서비스 저하와 신속한 본선 하역을 위한 투입 야드샤시의 대수 증가 가능성도 높아지게 된다.

9) 장치장의 슬롯수

위에서 설명한 항목들이 결정되면 컨테이너 야드내의 장치장의 슬롯수가 구해진다. 장치장의 슬롯수는 계획시에는 1,609TEU 이었으나 완성시에는 장래의 컨테이너 처리량 증가를 감안하여 1,824TEU로 설정되었다. 터미널 운영후에는 단적수를 증가시키지 않고 운영되고 있으며 장치면적에 대한 여유가 있어 편리성 향상을 위한 활용의 검토도 가능하다.

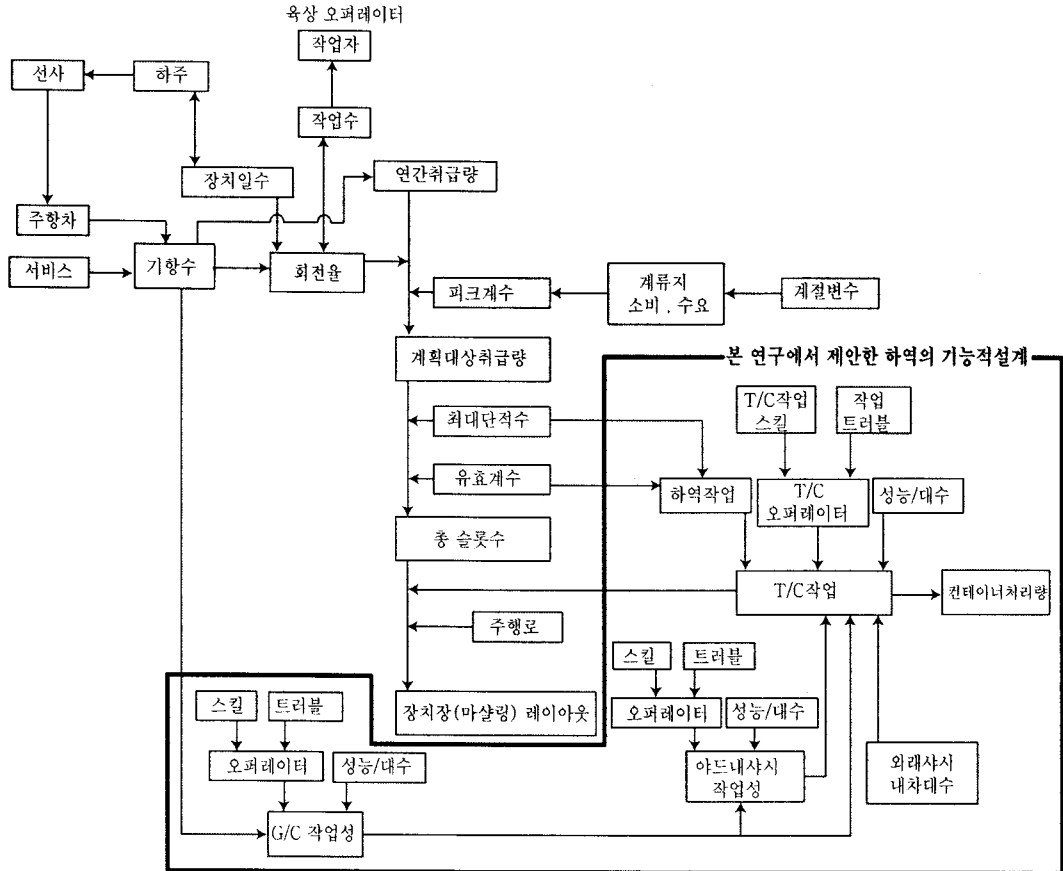
이와 같이 장치부의 슬롯수로부터 장치부의 면적이 구해지고 안벽부의 폭과 라인의 수와 필요한 하역기기의 대수를 구할 수 있다. HICCT에서는 장치부에 있어서 하역방법은 T/C에 의한 하역방식을 채용하고 있으며 예비 T/C 1기를 포함하여 전체 9기로 설정하였다.

이상을 종합하면, 컨테이너터미널에서 컨테이너 처리량이 많을수록 장치장 효율이 높아 지지만, 한편으로 하주 및 운송업자의 서비스 향상을 위해 외부트럭의 대기시간을 경감하기 위한 대책이 컨테이너 처리량 향상을 위한 중요한 과제임을 알 수 있다.

위에서 살펴본 것처럼 컨테이너터미널의 계획시와 운영후 실적치에는 차이가 있음을 알 수 있다. 따라서, 본 연구에서는 <그림 7>에 나타낸 것과 같이 기존의 장치장 설계방법에 더하여 하역기기를 중심으로 한 하역기능 부분을 제안하였다. <그림 7>에 나타낸 것과 같이 하역기기에 있어서 각 오퍼레이터의 하역기기 운용상의 작업스킬과 작업시 트러블을 고려하였다. 하역기기 오퍼레이터의 작업스킬과 작업시 트러블을 하역데이터 분석을 통해 추출하고 실제 시뮬레이션 모델을 이용하여 검증한 선행연구를 참고하였다.⁹⁾ 본 장에서 제안된 하역의 기능적 설계는 다음장에 있어서 외부트럭의 컨테이너 처리량 향상을 위한 개선안의 선정과 평가에 반영시켜 그 기능성을 평가하였다.

9) 金華榮·篠田岳思, "コンテナターミナルの荷役データ分析によるコンテナスループット向上に関する研究", 日本船舶海洋工學會講演論文集, 2005, pp.449-450.

<그림 7> 장치장 설계에 있어 하역의 기능적설계 제안



IV. 컨테이너터미널의 기능성 평가

컨테이너터미널의 하주 및 운송회사에 대한 서비스 즉, 외부트럭에 대한 편리성이 높은 컨테이너터미널로서의 개선을 위하여 하역데이터 분석결과를 바탕으로 HICCT의 컨테이너 처리량 향상을 위한 개선안을 책정하고 외부트럭의 대기시간과 T/C의 작업시간 등의 개선에 어느 정도 효과가 있는지를 아래에 기술한 일대비교법과 다기준분석법을 결합한 평가수법을 이용하여 검토하였다.

1. 평가수법

1) 일대비교법

<표 2>에 일대비교법의 예와 <표 3>에 평점표를 나타내었다. 예를들어, 컨테이너 처리

량 향상을 위한 기능성의 항목에 있어서 「(1)작업의 신속성, (3)작업의 편리성으로서의 대응」 과 같이 두 평가항목간의 평가를 점수표를 참고하여 주관적으로 상대적 우성도(優性度)를 비율척도에 환산한 수치를 부여한다.

<표 2> 일대비교법의 예

| 평가항목 | (1) | (2) | (3) | (4) | 상승평균 | 중요도 |
|-------------|-----|-----|-----|-----|-------|-------|
| (1)작업의 신속성 | 1 | 3 | 3 | 3 | 2.279 | 0.483 |
| (2)작업의 안전성 | 1/3 | 1 | 3 | 1 | 1.000 | 0.212 |
| (3) 작업의 편리성 | 1/3 | 1/3 | 1 | 1/3 | 0.438 | 0.093 |
| (4) 장치의 효율성 | 1/3 | 1 | 3 | 1 | 1.000 | 0.212 |

Ic = 0.051

<표 3> 평점표

| 일대비교치 | 의미 |
|---------|------------------------------------|
| 1 | 양쪽이 동등하게 중요한 경우(equal) |
| 3 | 전항목이 후항목보다 약간 더 중요한 경우(moderate) |
| 5 | 전항목이 후항목보다 중요한 경우(strong) |
| 7 | 전항목이 후항목보다 아주 중요한 경우(very strong) |
| 9 | 전항목이 후항목보다 극도로 중요한 경우(extreme) |
| 2,4,6,8 | 전후항목을 절충하기 위해 보완적으로 이용(compromise) |

이 경우, 신속성의 중요도에 3를 부여하고 역으로 「(3)작업의 편리성, (1)작업의 신속성으로의 대응」의 항목에는 1/3을 부여한다. 이와같이 전 평가항목에 수치를 부여하면 대각요소를 1로, 중요도를 수치화하기 위한 행렬 A가 다음의 (식 4.1)과 같이 결정된다.

$$A = \begin{pmatrix} 1 & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ 1/a_{12} & 1 & \cdots & a_{2n} \\ \cdot & \cdot & \cdots & \cdot \\ 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & \cdots & 1 \end{pmatrix} \quad (\text{식 4.1})$$

여기에서, 행렬 A의 최대고유치 λ_{\max} 에 대한 고유벡터를 구하여 이것을 정규화한 벡터를 (식 4.2)와 같이 w로 정의하면 w의 각 요소가 평가항목의 중요도를 의미한다.

$$w = \left. \begin{array}{l} \{w_1, w_2, \dots, w_n\}^T \\ \sum_{i=1}^n w_i = 1 \end{array} \right\} \quad (\text{식 4.2})$$

또한, 고유치를 구하는 번거로움을 없애기 위해 여기에서는 행렬의 각행에 대하여 상승 평균을 취해 중요도를 구하는 간단한 방법을 이용하였다.

일대비교가 정확하게 행하여진 경우에는 행렬 **A**에 있어서 정합성이 전체 요소에 대하여 성립해 $\lambda_{\max}=n$ 이 되지만 일반적으로 정합성이 전부 성립되는 일은 있을 수 없기 때문에 $\lambda_{\max} \geq n$ 가 된다. 그렇기 때문에 정합성을 조사하기 위해서 다음에 표시한 정합도 I_c 를 이용한다.

$$I_c = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1) \quad (\text{식 4.3})$$

I_c 의 허용범위는 0.1이하를 표준으로 하기 때문에 이 수치를 초과하는 경우에는 일대 비교법을 새로 행할 필요가 있다. 위의 예에서는 $I_c = 0.051$ 이기 때문에 정합성이 대체로 있는 것으로 판단할 수 있으며, 다른 항목의 정합도도 0.1이하로 정합성이 있는 것으로 평가되었다.

2) 다기준 분석법

후보안 x_i 의 평가항목에 대하여 평점을 p_{ij} 로하고 각 항목의 중요도를 w_j 로 하면 평가 대상 x_i 의 x_i 에 대한 우성의 정도를 다음의 식에 표시한 우조화지수(Concordance Indices) c_{ii}^k 에 의해 측정한다.

$$C_{ii}^k = \sum_{j \in C_{ii}^k} w_j \times \frac{|p_{ij} - p_{i'j}|}{\max_{1 \leq i, i' \leq n} |p_{ij} - p_{i'j}|} \quad (\text{식 4.4})$$

여기에 C_{ii}^k 은 선호조건을 표시하고, (식 4.5)와 같이 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned} C_{ii}^1 &= \{j | p_{ij} > p_{i'j}\} \\ C_{ii}^2 &= \{j | p_{ij} \sim p_{i'j}\} \\ C_{ii}^3 &= \{j | p_{ij} < p_{i'j}\} \end{aligned} \quad (\text{식 4.5})$$

여기에서, < 은 선호순서를 표시하고 ~ 은 선호정도가 비슷함을 의미한다. 선호조건은

평가대상의 우성 또는 열성을 평가하는 경우에 의해 달라지나 우성을 평가하는 경우에는 (식 4.2)을 이용한다.

또한, 다기준 분석법에서는 평가대상의 서열화를 위해 평가지수로서 우성평가지수 (Concordance dominance indices) c_i 를 이용한다. 이것은 평가대상자간의 상대적인 우열의 지표인 우조화지수 $c_{ii'}$ 를 이용하여 다음식과 같이 나타낼 수 있다.

$$C_i = \alpha \sum_{i'} c_{ii'} - \beta \sum_{i'} c_{i'i} \quad (\text{식 4.6})$$

여기에서, α, β 는 우성도와 비우성도에 대한 중요도이고, $\alpha > \beta$ 은 낙관적인 평가를 행하는 경우이고, $\alpha < \beta$ 는 비판적인 평가를 행한 경우를 의미한다.

2. 평가항목과 중요도

컨테이너 처리량 향상을 위한 개선안의 선정을 위해 필요한 항목을 가능한 한 독립성을 갖도록 선정하여 <그림 8>에 나타난 것과 같이 계층구조에 의해 평가항목간의 상호관계를 파악하면 평가항목의 중요도를 비교적 용이하게 결정할 수 있다. 계층구조에 의해 나타난 것과 같이 상위의 평가항목에는 크게 기능성, 비용과 서비스로 나누었고 이들 항목의 하위레벨을 정하였다. 예를들어, 기능성 항목에 있어서는 그 하위레벨의 항목으로서는 하역기기에 의한 작업 효율 향상을 평가하기 위한 작업의 신속성, 작업의 안전성, 작업의 용이도를 의미하는 편리성과 장치에 있어서의 장치 효율성을 고려하였다.

각 평가항목의 중요도에 대해서는 일대비교법에 의해 상위 항목과의 교차하여 중요도를 산정하였다.

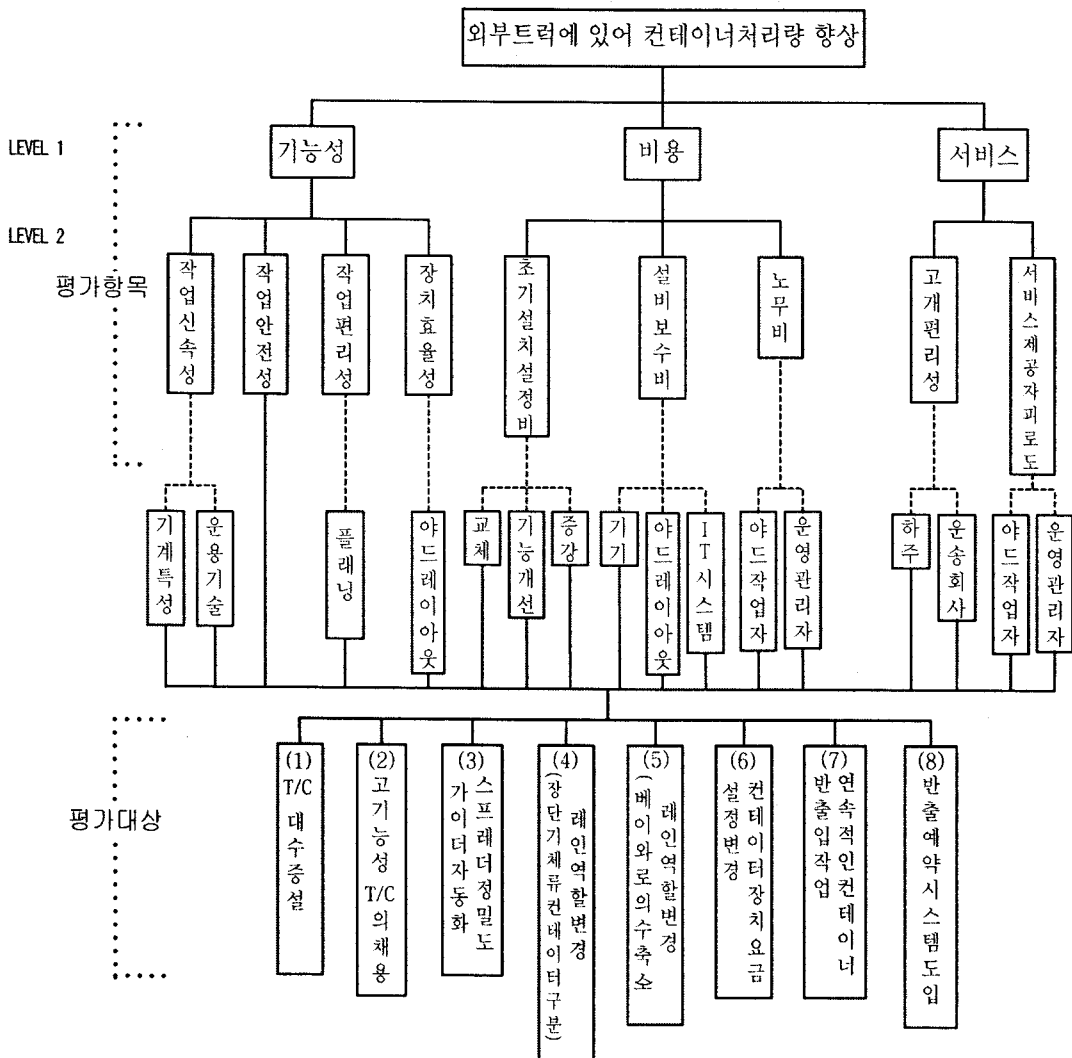
3. 개선안의 평가대상

컨테이너터미널의 하역데이터 분석과 동시에 서비스의 저하요인의 검증으로부터 외부트럭에 대한 컨테이너처리량 향상을 위한 개선안의 평가대상을 <표-4>에 나타내었다. 본 연구에서 책정한 개선안에 있어서 아래와 같이 크게 3가지 항목을 고려하였다. 또한, 각 평가대상 항목의 구체적인 개선안과 장·단점을 기술하였다. 본 개선항목의 설정의 합리성과 타당성을 검증하기 위하여 HICCT의 운영관리를 담당하고 있는 경영기획팀 그룹과의 협의 및 토의과정을 거쳐 선정 및 개선안 평가를 행하였다.

1) T/C의 기계능률의 향상

T/C의 기계능률의 향상을 위한 개선안으로서 예를들어, 각 레인에서의 기기대수를 증가시켜 반출작업의 피크와 본선측의 양하작업을 분리하여 컨테이너 하역을 수행하는 것을 생각할 수 있으나, 이 방법은 본선 하역에 대응하는 야드샤시와 외부트럭의 경로가 간섭되어 위험한 상태가 될 가능성다. 또한, 고기능성 T/C을 채용하는 방법과 샤시에 컨테이너 적재시 발생하는 T/C 오퍼레이터의 작업스킬과 트러블에 따른 시간을 경감시키기 위한 스프레더의 자동화, 샤시의 정위치를 위한 가이드 설치 방법을 생각할 수 있다.

<그림 8> 개선안 평가를 위한 계층구조도



2) 장치장 레이아웃 변경에 의한 기능성 향상

컨테이너터미널의 레이아웃의 변경에 따른 기능성 향상의 개선안으로서는 장기체류 컨테이너를 분리하여 하역에 저해가 되는 컨테이너를 배제하는 일과 레인의 역할을 분담하는 방법을 고려할 수 있으며 또한, 레인 자체를 분할하여 T/C의 주행시간의 단축과 혼잡의 분산등을 생각할 수 있다.

<표-4> 컨테이너처리량 향상을 위한 개선안

| 목적 | 개선안 | | | 개선안의 장점 | 개선안의 단점 |
|-----------------------|------------------------|---------------------|-------------------------------------|-------------------------------|------------------------|
| | 대분류 | 중분류 | 소분류 | | |
| 외부트럭에 있어서 컨테이너 처리량 향상 | T/C의 기계능력 향상 | (1)T/C대수의 증설 | 동일레인에서 외부트럭의 반출, 본선으로부터 양하작업분리 | T/C의작업 시간감소 | T/C의설비 투자비용 |
| | | (2)고기능성 T/C의 채용 | T/C의 권·상하속도, 주행성능향상 | T/C의작업 시간감소 | T/C의설비 투자비용 |
| | | (3)스프레더 정밀도,가이더 자동화 | 샤시의 정위치표시가이드설치 | T/C의작업 시간감소 | T/C의표시가이드 설치비용 |
| | 컨테이너 야드 레이아웃 변경 | (4)레인역할 변경 | 장기체류컨테이너(8일 이상)의 장치장소설치 | 리핸들링 작업의감소 | T/C의 컨테이너 이동작업 회수증가 |
| | | (5)레인분할 변경 | Bay1~17,18~33으로분할, Bay 17,18사이 통로설치 | 각 레인의 혼잡분산 | 컨테이너장치장소의감소,샤시 동선의검토필요 |
| | Row1~4,5~8분할,각레인을4열로설정 | | 횡이동거리감소에 의한작업시간단축 | 컨테이너 장치장소감소 | |
| | 컨테이너 야드 운영방식의 변경 | (6)컨테이너 장치요금설정 변경 | 무료장치기간의단축 | 장기체류컨테이너의감소에의한리핸들링작업의감소 | 하주축 불만 |
| | | (7)연속적인 컨테이너반출입작업 | 12~13시의T/C의 풀가동 | 점심시간후외부트럭의대기시간감소 | 노동비용의증가, 향노무자불만 |
| | | (8)반출예약 시스템도입 | 리드타임의 단축 | 사전에예약순으로 컨테이너장치, T/C의리핸들링작업감소 | IT시스템 변경비용,하주의 협력필요 |

3) 운영방식의 변경

컨테이너 야드의 운영방식을 변경함으로써 기능성 향상을 위한 개선안으로서는 장치기간에 대한 요금 설정의 변경, 사전예약 시스템을 활용한 시간관리를 행함으로 혼잡의 해소 등을 생각할 수 있다.

4. 개선안의 평가결과

본 연구에서 선정된 개선안 항목의 평가를 위하여 평가항목의 중요도 및 개선안에 대한 각 항목의 평점을 <표 5>에 나타내었다. 평가항목의 중요도의 설정에는 일대비교법을 이용하여 중요도를 설정하고 중요도의 합계를 1로 설정하여 평점에는 5단계로 평가를 행하였으며, 평가해석에는 다기준 분석법을 이용하였다.

<표 5>에 보인바와 같이 평가항목의 중요도 산정에 있어서, 기능성의 경우에는 작업의 편리성이 비용면에 있어서는 초기설치 및 설정비용, 서비스에 있어서는 고객의 편리성이 가장 중요한 것으로 평가되었고, 다기준 분석에 의한 평가에 있어서는 (3)스프레더 정밀도, 가이드설치, (4)레인의 역할변경이 좋은 것으로 평가되었다.

<표 5> 평가항목의 중요도 및 개선안에 대한 각 항목의 평점결과

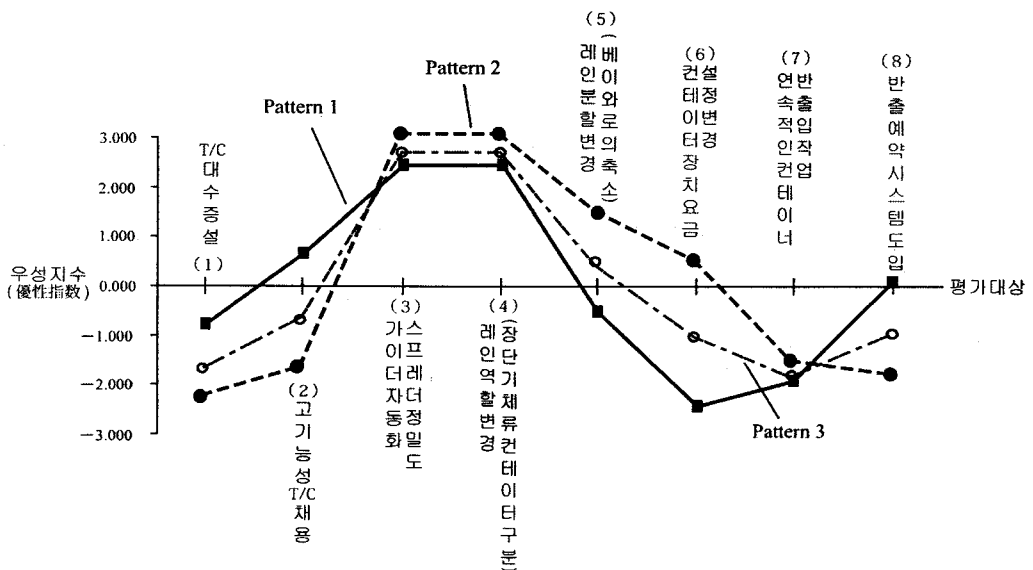
| 평가대상 | 기능성 | | | | 비용 | | | 서비스 | | 합계 |
|------|---------|---------|---------|---------|-------------|---------|---------|---------|---------------|-------|
| | 작업신속성 | 작업안전성 | 작업편리성 | 장치효율성 | 초기설치 설정비 | 설비보수비 | 노무비 | 고객편리성 | 서비스 제공자피로도 | |
| (1) | 4 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | |
| (2) | 4 | 4 | 4 | 3 | 2 | 2 | 2 | 4 | 3 | |
| (3) | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | |
| (4) | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | |
| (5) | 3 | 3 | 3 | 2 | 4 | 4 | 4 | 3 | 2 | |
| (6) | 2 | 3 | 2 | 3 | 4 | 4 | 4 | 2 | 2 | |
| (7) | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | |
| (8) | 4 | 3 | 4 | 4 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | |
| 중요도 | 0.28988 | 0.12717 | 0.05579 | 0.12717 | 0.11683 | 0.02700 | 0.05617 | 0.15000 | 0.05000 | 1.000 |
| Max | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | |

Remark; 1 : Very bad, 2 : Bad, 3 : Fair, 4 : Good, 5 : Excellent

또한, 개선안 평가에 있어서 기능성, 비용 및 서비스의 중요도를 3개의 패턴 즉, 1) 기능성항목을 중요시 한 경우, 2) 비용항목을 중요시 한 경우, 3) 기능성항목과 비용항목을 동일하게 한 경우로 설정하고 분석의 결과를 우열평가지수를 이용하여 정리한 결과를 <그림

9>에 나타내었다. 이 결과로부터 3개의 패턴 모두, T/C의 외부트럭에 대한 스프레더의 조정시간의 문제로부터 정밀도를 향상시키는 개선안이 유망한 대안으로 평가되었다. 구체적으로는 스프레더 조정에 있어서 자동화와 이와 더불어 T/C의 고기능화도 생각할 수 있다. 게다가, 장치장의 레이아웃과 관련하여 장치채류 컨테이너를 배제한 레인의 역할 변경도 개선안으로 유망한 것으로 평가되었다.

<그림 9> 개선안의 평가결과



IV. 결론

본 연구에서는 기존의 컨테이너터미널 계획 및 설계시에 설정되는 컨테이너터미널의 하역기능에 관련한 항목에 대하여 검토를 행하였다.

본 연구의 결과로는 첫째, 실제 컨테이너터미널에 있어서 장치장의 하역을 담당하는 T/C의 하역기록인 하역데이터를 데이터베이스화하여 구축하였고, 구축한 하역데이터베이스를 이용하여 기존 컨테이너터미널 계획 및 설계시의 하역기능 항목을 추출하여 HICCT 계획단계시, 시뮬레이션을 이용한 계획치와 하역데이터 분석을 통한 실적치와의 비교를 행하여, 터미널 계획시 장치장 용량의 60% 정도만 현재 활용되고 있음을 알 수 있었다. 이러한 결과로부터 계획시 효율적인 장치장의 계획 및 설계를 위하여 둘째로, 장치장 계획 및 설계에 있어서 선행 연구 사례에서 제안된 하역기기 오퍼레이터의 작업스킬, 작업시 트러블 부분과 하역기기의 성능 및 대수 등을 고려한 하역기능을 고려한 모델을 제안

하였다.

셋째, 본 연구에서 제안된 하역기능설계 모델을 고려한 컨테이너 처리량 향상을 위한 개선안의 선정에 있어서 하역기기의 성능, 장치장의 레이아웃, 운영방식 부분으로 나누어 구체적인 개선안을 책정하였다. 책정한 개선안을 외부트럭의 대기시간과 T/C의 작업시간 등의 개선에 어느 정도 효과가 있는지를 일대비교법과 다기준 분석법을 결합한 평가수법을 이용하여 책정한 개선안을 검토 하였다.

그 결과, 장치장 하역기기인 T/C의 기기성능 향상 부분 중 작업트러블이 발생하고 있는 사시에 컨테이너를 적재할 때 스프레더의 자동화 또는 정밀도 향상을 위한 사시의 정 위치 표시를 위한 가이드 설치의 개선안과 컨테이너 장치시 장기체류 컨테이너와 단기체류 컨테이너를 구분 장치하는 야드 레이아웃의 수정을 통한 컨테이너의 원활한 반출을 위한 개선안이 가장 선호되었으며, 그 이외에 장치장의 레인 및 배이의 축소, 고기능 T/C의 채용, 장치장 운영상의 컨테이너 장치요금 설정변경 등의 개선안이 좋은 것으로 평가되었다.

본 연구의 한계로는 하역데이터의 분석에 있어서 HICCT의 데이터만을 이용하여 컨테이너터미널 계획시와의 수치와 비교하였으나, 복수의 컨테이너터미널의 하역데이터를 수집하여 검토할 필요성이 있으며, 본 연구와 관련하여 선행된 연구에서 구축한 시뮬레이션 모델을 이용하여 개선안의 구체적인 효과를 계산할 필요가 있다. 또한, 개선안의 평가에 있어서도 컨테이너 운영사, 연구기관, 정부기관 등 다양한 전문가의 의견을 수렴하여 개선안 평가를 수행한다면 보다 정확하고 합리적인 결과를 도출할 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

1. 김안호·차용우·박노경, "국내 무역항만의 효율성 변화분석 : 1994-2003", 한국항만경제학회 국제 학술대회 발표논문지, 2005.
2. 박병인, "광양항 컨테이너 터미널의 중단기 효율성 추세분석 : DEA접근", 한국항만경제학회 국제 학술대회 발표논문지, 2005.
3. 여기태·박창호·서수완·허훈, "AHP법을 이용한 한중간 물류네트워크 구축에 따른 우선과제 평가에 관한 연구", 한국항만경제학회 국제학술대회 발표논문, 2004.
4. 이선용, 최형림, 박남규, 권해경, 임성택, "DEA 기법을 활용한 컨테이너터미널 생산성 측정에 관한 연구", 한국항해항만학회 추계학술대회논문집, 2004, p.331
5. 宮本 榮, 船舶·荷役の基礎用語, 成山堂, 1992
6. 天田乙丙, 港運がわかる本, 成山堂, 1995
7. 篠田岳思, 福地信義, あいまい問題の評価と意思決定支援ツールの構築 (その1) 日本造船學會論文集, 170号, 1991
8. 篠田岳思, 福地信義, "コンテナターミナルにおける荷役の効率化と機能性評価に関する研究 (その2)", 日本造船學會論文集, 1999, p.599~600
9. Shinoda,T., Kim,H., "Study on Improvement for Container Throughput by Database Analysis on Container Handling", Proc. Japan Naval Architects and Ocean Engineering Vol. 1, 2005, p449-450.

< 요약 >

컨테이너터미널의 하역데이터 분석에 의한 기능성 평가에 관한 연구

김화영

기존 컨테이너터미널의 장치장 및 하역시스템의 계획과 설계는 고객인 본선으로의 하역을 우선시 하였기 때문에 하주 및 운송회사 측의 서비스에 해당하는 외부트럭에 대해 편리성이 높다고 할 수 없다.

본 연구에서는 기존의 컨테이너터미널 계획시 설정된 터미널의 하역기능에 관련된 항목에 대해 검토하였다. 첫째, 실제 컨테이너터미널의 야드내 하역기기인 트랜스퍼 크레인의 하역데이터를 이용하여 하역 데이터베이스를 구축하고, 구축된 데이터베이스 분석을 통해 하역기능의 항목을 추출하였다. 컨테이너터미널 계획시와 운용시의 실적치와의 비교를 통하여 현황의 문제점을 검토하였다. 둘째, 보다 효율적인 컨테이너터미널 계획을 위하여 하역기기의 운전원의 작업스킬과 작업시 트러블을 고려한 하역기능 설계항목을 제안하였다. 셋째, 제안된 하역기능 설계항목을 바탕으로 하주 및 운송회사 측의 서비스 향상 즉, 외부트럭에 대한 컨테이너 처리량 향상을 위한 개선안을 하역기기의 기능성, 장치장의 레이아웃, 컨테이너 야드의 운영방식으로 나누어 실제 컨테이너터미널의 운영자와의 협의와 토론을 거쳐 책정하고, 외부트럭의 대기시간 및 하역기기 트랜스퍼 크레인의 작업시간 등에 어느 정도의 개선 효과가 있는지 일대비교법과 다기준 분석법을 결합한 평가법을 이용하여 검토하여 유망한 개선안을 도출하였다.

□ 주제어 : 컨테이너터미널, 기능성평가, 장치·하역시스템