

자동화 컨테이너터미널 개발 전략에 관한 연구

최형림* · 박남규** · 박병주*** · 유동호**** · 권해경*****

*동아대학교 경영정보학과 교수, **동명정보대학교 유통경영학과 교수, ***네브라스카 대학 Post Doctor
동아대학교 경영정보학과 박사과정, ****동아대학교 항만물류시스템학과 박사과정

A study on development strategy of Automated Container Terminal

Hyung-Rim Choi* · Nam-Kyu Park** · Byung-Joo Park***
· Dong-Ho Yoo**** · Hea-Kyung Kwon*****

*Department of Management Information Science, DongA University, Busan, Korea

**Department of distribution Management, Tongmyung University of Information Technology, Busan, Korea

***University of Nebraska-Lincoln, USA

****Department of Management Information System, DongA University, Busan, Korea

*****Department of Port&Logistics System, DongA University, Busan, Korea

요 약 : 세계적으로 컨테이너 물동량의 증가, 선박의 대형화 및 고속화, 터미널 운영비의 증가 및 기술 환경의 변화로 인해 자동화 컨테이너터미널(Automated Container Terminal : ACT)에 대한 관심이 고조되고 있고, 기존의 외국 ACT는 자동화 영역을 확장해 가고 있으며 세부 기술연구에 박차를 가하고 있는 실정이다. 국내에서도 세계적 추세를 인지하고, ACT의 필요성을 절감하여 1998년 10월 해양수산부에서 "ACT 개발 추진계획"을 수립하면서 ACT 개발에 관한 연구에 지원하고, ACT 건설을 추진하기로 하였다. 이후 1999년 12월에 해양수산부와 과학기술부는 "첨단항만 핵심기술 개발사업"을 "국가중점연구개발사업"으로 선정하였고, 현재 정부 지원아래 추진 및 연구 중에 있다. 이러한 자동화 컨테이너터미널 계획 및 개발에 관한 프로젝트가 추진되면서 터미널 운영, 자동화 장비, 정보시스템 구축에 관한 기술발전이 이루어지고 있다. 컨테이너터미널의 자동화는 장비뿐만 아니라 정보시스템과의 원활한 연계를 통해 이루어질 수 있다. 그래서 자동화의 수준은 운영시스템의 개발시기, 신뢰성, 투자비용, 취급물동량, 기술수준 등 제반 요소에 따라 달라진다. 본 연구는 해외 선진 ACT의 유형 및 유형별 특성을 파악하고, 각 유형별 특성을 분석함으로써 향후 ACT 개발 시 핵심적으로 고려해야 할 사항들을 제시할 수 있을 것으로 판단된다.

핵심용어 : 재래식 컨테이너터미널, 자동화 컨테이너터미널, 완전자동화 컨테이너터미널, 부분자동화 컨테이너터미널, CTA(Container Terminal Altenwerder), ECT(Europe Combined Terminal), TMP(Thamesport), PPT(Pirsir Panjang Terminal), HIT(Hong Kong International Terminal), 계획시스템, 운영시스템 등

ABSTRACT :

The interest of ACT (Automated Container Terminal) is increasing because of expansion of container's transportation quantity, appearance of large-sized and high-speed vessel, high labor cost of container terminal and the change of technical level. Therefore, the ACT had been developed in several ports in the world, such as ECT (Europe Combined Terminals) and CTA (Container Terminal Altenwerder). They have studied detailed technique for the operation of ACT. In Korea, it also has increased not only expansion and improvement of container terminal, but also necessity of ACT. Now, many projects related to the development of ACT are working in Korea. And the technical improvement of operating system, automated equipments and information system has accomplished by the projects. The ACT consists of the basic equipment and the integrated information system for operating and controlling automated equipments. The productivity of ACT is maximized through efficient connection between them. Thus, the automated degree of container terminal is dependent on the developing time of operating system, reliability, transportation quantity of container, investment amount and technical level. In this paper, we propose important strategy in developing ACT through analyzing the property of each ACT.

KEY WORDS : Conventional Container Terminal, Automated Container Terminal, Fully Automated Container Terminal, Partially Automated Container Terminal, CTA(Container Terminal Altenwerder), ECT(Europe Combined Terminal), TMP(Thamesport), PPT(Pirsir Panjang Terminal), HIT(Hong Kong International Terminal), Planning System, Operation System etc.

1. 서 론

세계적으로 컨테이너 물동량의 증가, 선박의 대형화 및 고속화, 터미널 운영비의 증가로 인해 자동화 컨테이너터미널(Automated Container Terminal : ACT)에 대한 관심이 고조되고 있고, 기존의 외국 ACT는 자동화 영역을 확장해 가고 있으며 세부 기술연구에 박차를 가하고 있는 실정이다. 한국에서도 세계적 추세를 인지하고, ACT의 필요성을 절감하여 1998년 10월 해양수산부에서 "ACT 개발 추진계획"을 수립하면서 ACT 개발에 관한 연구에 지원하고, ACT 건설을 추진하기로 하였다. 이후 1999년 12월에 해양수산부와 과학기술부는 "첨단항만핵심기술개발사업"을 "국가중점연구개발사업"으로 선정¹⁾하였고, 현재 정부 지원을 통해 추진 및 연구 중에 있다. 이러한 자동화 컨테이너터미널 계획 및 개발에 관한 프로젝트가 추진되면서 터미널 운영, 자동화 장비, 정보시스템 구축에 관한 기술발전이 이루어지고 있다. 컨테이너터미널의 자동화는 장비뿐만 아니라 정보시스템과의 원활한 연계를 통해 이루어질 수 있다. 그래서 자동화의 수준은 운영시스템의 개발 시기, 위험에 대한 인식도, 투자비용의 충분성, 자동화 범주와 물량특성, 기술수준 등 제반 요소에 따라 달라진다. 따라서 본 연구는 각기 상이한 선진 항만들의 ACT 유형이 각국이 처해있는 환경에 의존하고 있다는 가설을 상황적응론적인 관점에 따라 증명하고자 하며, 이 과정을 통해 한국에서의 ACT 개발을 위한 전략 및 고려사항을 도출하고자 한다.

2. 컨테이너터미널의 형태별 특성

본 절에서는 자동화 컨테이너터미널이 재래식 컨테이너터미널에 비해 어떤 점에서 차이가 있으며, 자동화 터미널의 유형은 어떻게 분류할 수 있는지에 대한 논의가 이루어진다.

2.1 재래식 컨테이너터미널

일반적으로 컨테이너터미널은 선박으로부터 양·적하되는 컨테이너를 야드에 장치하고 외부트럭 및 기차에 컨테이너를 전달하거나 그와 반대로 컨테이너를 처리하는 장소로 설명된다.²⁾

국내의 경우 대부분의 컨테이너터미널이 <표 1>에서와 같이 유인장비를 이용하여 컨테이너를 처리하는 재래식 컨테이너터미널이다.

- 1) 한국컨테이너부두공단(2003) : 자동화 컨테이너터미널 개발 워크샵
- 2) Dirk Steenken, Stefan Vob, and Robert Stahlbock(2004) : "Container terminal operation and operations research-a classification and literature review", OR Spectrum

이러한 재래식 컨테이너터미널은 모든 작업이 숙련된 작업자에 의해 수행되고, 계획 및 운영을 위한 정보시스템도 담당자에 의해 계획되고, 운영된다. 따라서 재래식 컨테이너터미널에서는 작업자의 숙련도가 컨테이너터미널의 생산성 결정에 영향을 미치고 있다고 할 수 있다.

<Table 1> The Equipment of Conventional Container Terminal

구 분	재래식 컨테이너터미널의 특징
선착장비	유인 컨테이너 크레인, 주로 Single Trolley 방식 채택
이송장비	유인 YT(Yard Truck), 유인 RS(Reach Stacker) 등
야드장비	유인 TC(Transfer Crane), 유인 SC(Straddle Carrier) 등
야드형태	선석방향과 수평배치

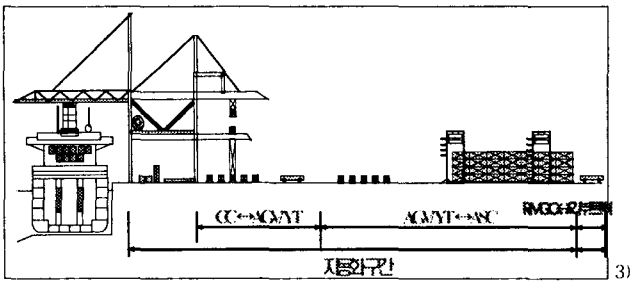
재래식 컨테이너터미널의 작업환경은 사람이 직접 장비를 조작하기 때문에 총 원가 중 인건비 비중이 높으며, 작업자의 작업위험성이 높은 점이 자동화 환경과는 다른 차이점이다. 또한 컨테이너의 야드 적재 상태가 야드작업의 생산성과 연관이 되고 있다는 점에서, 재래식 터미널의 경우, 야드 작업을 효율성을 높이기 어려운 현실적인 문제가 있다.

2.2 자동화 컨테이너터미널

ACT는 컨테이너터미널 운영의 핵심프로세스인 선박하역작업, 이송작업, 야드장치 작업의 일부 또는 전부를 자동화한 터미널을 의미한다. ACT는 자동화 범주에 따라 <표 2>와 같이 완전자동화와 부분자동화 구분할 수 있다. 이해를 돕기 위해 자동화의 범주를 <그림 1>과 같이 표현할 수 있다.

<Table 2> The Type of ACT

ACT 유형	자동화 구역			주요터미널
	하역	이송	장치	
완전자동화	선박하역 유인CC 선착하역 무인	AGV	무인 RMGC	· 독일 CTA · 네덜란드 ECT
부분자동화	유인CC	YT	무인 RMGC	· 영국 TMP · 싱가포르 PPT · 홍콩 HIT



<Fig. 1> The scope of Automation in the yard

2.1.1 완전자동화 컨테이너터미널

완전자동화의 범주는 야드 장치, 야드와 선측까지이며, 그 역의 방향도 포함한다. 이러한 범주의 자동화를 시행하고 있는 터미널은 독일 CTA와 네덜란드 ECT가 여기에 해당된다.

네덜란드 ECT는 1993년 세계 최초로 개장한 자동화 컨테이너터미널(DDN)로서, 이후 DDE(1996), DDW(2003)로 확대하였다. 선측 장비로는 Double Trolley 크레인을 사용하여, CC와 선측 작업을 자동화 하였으며. 이송장비는 AGV를 사용하며 야드장비는 ASC(Automated Stacking Crane)를 사용하여 컨테이너 처리작업을 수행하고 있다.

ASC의 경우 터미널 확대 (DDN→DDE→DDW)에 따라 함께 발전되어 적재단수가 높아져 야드생산성 향상에 기여하고 있으며, 블록별 1대의 ASC가 가동되고 있다. 따라서 ASC 고장 시에는 Rescue Crane을 이용하여 작업을 대체하고 있다는 것이 CTA의 DRMGC 방식과의 차이점이다. 그리고, ECT의 자동화 정보시스템은 3개 터미널에 독자로 운영되고 있지만 향후에는 세 개의 터미널을 통합 관리할 수 있는 계획을 가지고 있다.

CC의 경우 AGV 주행로가 CC의 Rail-span내에 위치하고 있어 공간이 협소하기 때문에 AGV 주행 시 복잡성을 초래한 점은 있지만, 반면 야드 공간 확보가 용이하다는 장점이 있다.

독일 CTA는 1단계와 2단계로 나누어 자동화 컨테이너터미널을 개발 중이고 1단계는 2002년 11월 이후 본격적으로 가동하였는데 피더부두 1선석을 포함하여 안벽길이가 총 810m이고, 피더부두에는 전용 크레인을 설치하여 작업 생산성을 높이고 있다. 장치장 배치는 단일 수직배치형이고, 장치장 크레인은 4단 10열의 2대의 DRMG(Double Rail Mounted Gantry Crane)를 사용하며 외부트럭을 통해 반출·입되는 컨테이너는 조이스틱으로 ATC(Automated Transfer Crane)를 원격으로 조정하여 처리하고 있다. 이러한 CTA의 경우 ECT 보다 훨씬 늦게 자동화하였으므로 장비의 진화 측면에서는 ECT보다 향상되었다고 볼 수 있다.

CC는 ECT와는 달리 Back-Reach아래에 AGV 주행로가 위치하고 있어 AGV의 레인을 증설하는데 있어 용이하다는 장점이

있는 반면, 야드 공간을 많이 차지한다는 단점이 있다.

추가적으로 영국의 TMP(Thamesport)를 완전자동화 컨테이너터미널의 범주에 포함시킬 수 있는데 AGV가 도입 되지 않아 부분자동화로 포함시켜 논의하고자 한다.

2.1.2 부분자동화 컨테이너터미널

부분자동화 컨테이너터미널의 경우<표 2>에서 보는 바와 같이 영국 TMP, 싱가포르 PPT, 홍콩 HIT가 해당된다. 본 연구에서는 부분자동화 컨테이너터미널의 특성을 다양한 측면에서 반영하고 있는 세 곳의 터미널만을 대상으로 논의하고자 한다.

먼저 영국 TMP(Thamesport)는 <표 3>과 같이 1990년대에 2개의 선석으로 개발되었고, 선석길이는 655m, 수심은 15.5m이다. 선박 양하역과 야드내 이송은 수작업으로 처리하고 있지만 선박의 양적하 작업은 수동으로 컨테이너를 처리하고 있으나, 야드의 컨테이너 적재는 RMGC(무인)를 이용하여 자동으로 처리되고 있다.⁴⁾

앞서 밝힌바와 같이 TMP는 수평배치의 형태이지만 수직배치에서의 작업처리와 유사한 형태를 취하고 있어 향후 완전자동화로 전환하기에 유리한 입장에 있다.

<Table 3> The Dimension of TMP

구분	내용
선석길이	655m
면적	680,000m ²
처리능력	550만
CC	6대(Single Hoist)
RMGC	19대
개장	1990년대

다음으로 싱가포르 PPT(Parsir Panjang Terminal)는 <표 4>에서 보는 바와 같이 선석길이는 2,267m이고, 면적은 800,000m²이며 CC, OHBC(무인), RMGC(유인) 등을 이용하여 컨테이너 처리작업을 수행하고 있다.

PPT는 1993년부터 OHBC(Over Head Bridge Crane)와 AGV를 이용한 자동화 컨테이너터미널 개발을 착수하였으나 AGV는 시험운행을 통과하지 못하여 현재 OHBC만을 이용하여 컨테이너 처리작업을 수행하고 있는 실정이다. 자동화의 대상은 환적화물에 국한하여 처리하고 있다.

따라서 완전자동화를 위해서는 AGV 운영에 대한 검증과 국내 수출입 컨테이너에 대한 자동화 방안이 마련되어야 할 것이다.

4) 한국물류정보통신 컨소시엄(2003) : 부산항만공사 정보시스템 구축을 위한 중장기계획 수립에 따른 해외 선진사례 벤치마킹 결과 보고서

5) <http://www.hph.com.hk/business/ports/europe/Thamesport.htm>

3) Patrick Meersmans(2002) : Optimization of Container Handling System

<Table 4>The Dimension of PPT

구분	내용
선석길이	2,267m
면적	800,000m ²
처리능력	227만
CC	22(Single Hoist)
OHBC	44대
RMGC	12대
AGV	5대(미사용)
개장	2000

세 번째로 홍콩 HIT(Hong Kong International Terminal)는 <표 5>와 같이 선석길이는 3,292m이고, 면적은 920,000m²이며 CC, RMGC(유인), RTGC등을 이용하여 컨테이너를 처리하고 있다. HIT의 RMGC는 다른 터미널과 달리 유인장비이지만 외부트럭에 컨테이너를 상·하차 할 경우 14피트 내에서만 작업자가 작업을 하고, 그 이외의 구간에서는 자동으로 움직이는 형태이다.

따라서 향후 완전자동화를 위해서는 야드장비 및 이송장비의 자동화에 대한 단계적 접근이 필요한 실정이다.

<표 5> The Dimension of HIT

구분	내용
선석길이	3,292m
면적	920,000m ²
처리능력	550만
CC	32대(Single Hoist)
RMGC	24대
RTGC	92대
개장	1976

3. 자동화 컨테이너터미널의 유형결정의 요인

제2장에서 살펴본 ACT의 특성을 바탕으로 본장에서는 이와 같은 유형이 어떠한 토양에서 발생하게 되었는지에 관해 논의

6) (주)신선대컨테이너터미널(2004) : 해외 항만(터미널) 벤치마킹 보고

7) http://www.hph.com.hk/business/ports/hong_kong/hit.htm

하고자 한다.

3.1 완전자동화 유형결정요인

앞서 살펴본 바와 같이 완전자동화 컨테이너터미널은 전 세계적으로 독일 CTA, 네덜란드 ECT 두 곳 뿐인데 이들 서구의 항만이 이와 같이 완전자동화를 갖추게 된 주요 원인은 다음과 같다.

- 생산성 향상에 관한 압력
- 인건비 절감에 관한 압력
- 자동화 기술 선점에 관한 강한 의지

이러한 원인에 의해 두 곳의 선진터미널은 완전자동화 방식을 채택하였는데 반해, TMP의 경우는 유사한 위치에 있는 항만으로 AGV를 사용하지 않고 RMGC만을 무인화하는 데 성공한 사례를 보이고 있다. 영국의 TMP가 부분 자동화를 시행한 동기는 예산의 제약 때문이다.⁸⁾

완전자동화라는 동일 범주 내에 있는 네덜란드와 독일의 경우도 그 동기는 유사할지 모르나, 자동화 내용면에서는 상이함을 보이고 있다.

네덜란드 ECT의 경우, 세계에서 최초로 완전자동화에 성공을 했다. 1993년 처음 만들었을 당시만 해도 자동화에 대한 기술이 고도화 되지 못하여, 생산성 측면에서 낙후된 기술이 도입되었었다. 예를 들면 처음 개장한 터미널이 DDN이었는데 이 터미널의 ASC의 적재능력이 2단적이 머물러 있었으며, 이것이 차츰 개선되어 DDW에서는 4단적을 하는 정도까지 발전하게 되었다.

2002년 말에 개장한 독일 CTA DML 경우는 처음부터 4단적 하역장비를 1블록에 2대를 도입하여 생산성문제를 적극적으로 해결하고자 하였다.

3.2 부분자동화 유형결정 요인

부분자동화를 구현한 터미널로는 영국의 TMP, 홍콩의 HIT 및 싱가포르의 PPT가 거론된다. 이들은 왜 완전자동화를 채택하지 않는 것인가? 예산상의 제약 때문인가? 아니면 기술상의 애로 사항 때문인가? 몇 가지 가설이 제기될 수 있다. 본 절에서는 이와 같은 제기 가능한 가설에 대해 직접 개발 담당자 및 운영 담당자와의 면담 및 이에 관한 연구자들의 문헌을 통해 이 문제에 대해 논의하고자 한다.

3.2.1 영국 TMP의 부분자동화 유형결정 요인

TMP는 앞서 설명한 바와 같이 유럽의 비싼 임금으로 인해 완전자동화 컨테이너터미널을 개발하고자 했으나 터미널의 예산

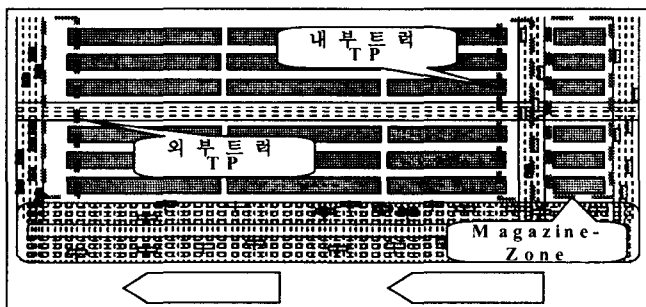
8) Jan Van Beeman (2003) : Automatic container Terminal, Internatioanl Symposium on Automatic container Terminal the Trend in 21st Century

문제로 인해 부분자동화 형태를 유지하고 있는 실정이다. 예산상의 이유로 인해 완전자동화의 꿈을 저버리고 부분화의 길을 선택했을 때 자동화 시스템의 기술상 어려움과 생산성 문제를 극복했는가?

완전자동화의 배경에는 24시간 꾸준히 무인자동시스템이 하역을 함으로서 투자비는 많이 소요되어도 인건비 등 운영비 경감을 달성함으로써 투자비를 상쇄할 수 있다는 계산에 근거한다. 그러나 총비용 개념의 관점에서는 부분자동화의 선택이 가능한 대안이라고 하여도, 기술적 문제와 생산성 문제를 어떻게 극복할 수 있었는가? 완전 자동화를 시행하는 터미널의 특징은 다음과 같다.

- 야드의 수직배치형
- 외부트럭의 야드블록의 끝단 위치
- ATC의 생산성 제고를 위한 운영전략
- AGV 생산성 제고를 위한 동적경로선정전략

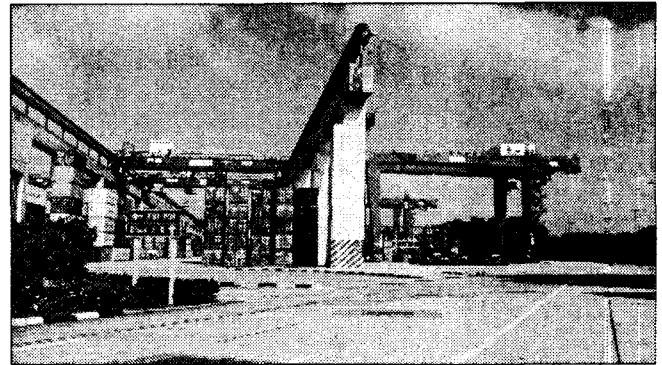
TMP의 경우, AGV사용하지 않고 내부사시만으로 선박과 야드간의 이송작업을 하고 있으며, 야드 배치도 수평배치형태이다. 이 작업은 빠르게 진행되는 선박하역작업과 보조를 맞추어 야 함에 반하여, 외부 트럭과의 상하차작업은 작업량이 많지 않는 특성을 보이고 있다. 따라서 야드의 양사이드 작업, 선박 하역과 외부트럭 작업,간의 스피드 차이를 해소해야하는 기술상의 문제가 있다. 이러한 문제해결방식으로 TMP는 버퍼구역을 설정하게 된다. <그림 2>의 오른쪽 구역에 Magazine Zone을 두고, 여기서 선적화물의 작업을 스피디하게 수행할 수 있도록 하였다. TMP는 외부차량을 왜 야드의 끝단에 두어 트럭 상하차작업을 하고 있는 이유가 무엇인가? 외부 트럭을 끝단에 두게 되면, ATC의 이동거리가 길게되어 야드의 생산성에 좋지 않는 영향을 미치게 된다. 그러나 생산성문제를 해결하기 위해 외부트럭을 야드 중간 중간까지 진입하게 만들면, 외부차량의 도착을 외부차량의 인식기술에 대한 문제와 동시에, 외부차량의 정위치를 맞추기 어려운 문제점을 동시에 안고 있다. 또한 외부차량이 야드 중간으로 진입하게 되었을 경우, 운전자의 안전에 대한 문제 및 차량들 간의 데드록(dead lock)현상 등이 발생하기 때문에 양 끝단에서 작업을 하게 된다. 끝단에서의 작업은 작업의 효율을 위해 조이스틱을 이용하여 현장 작업자가 미세하게 조정하는 점 등이 특징으로 부각된다.



<Fig. 2> Yard Type of TMP

3.2.2 싱가포르 PPT의 유형결정요인

PPT 역시 최초설계는 완전자동화를 지향했지만 AGV 시험운행 중 문제점 발생으로 완전자동화를 보류한 상태라고 보고되고 있다. PPT는 전체 물동량 중 환적화물이 85%를 차지하고 있고, 15%정도가 국내 수·출입 물량이다.⁹⁾ 따라서 환적화물을 효율적으로 처리하는 것이 가장 큰 목표로 선정하였다. 환적화물을 효율적으로 해결하기 위해 무인 OHBC(Overhead Bridge Crane)를 활용하고 있다.



<Fig. 3> OHBC of PPT

OHBC는 1분당 53m를 주행하면서 8단적을 적재하는 여타의 장비에 비해 주행속도는 떨어지지만 적재생산성 높은 것이 특징이다.¹⁰⁾ PPT는 왜 환적화물에 대해서만 무인자동화 시스템을 채택했을까? PPT는 외부트럭과의 상하차 작업은 유인 RMGC에 의하여 작업한다. 우선 전체 물량 중 수출입화물이 차지하는 비중이 높지 않기 때문에 생산성제고에 대해 큰 부담을 느끼지 않을 수 있다. 그러나 이러한 설명보다는 외부트럭 작업 또한 무인화할 경우, 안전상, 운용상, 기술상의 문제점이 걸림돌로 작용했을 것이다. 기술상의 문제점은 영국의 TMP가 느끼고 있는 점과 동일한 점이다. 즉, 외부차량 도착에 대한 인식의 어려움, 운전기사의 위험성, 외부차량 정위치의 어려움 등을 열거할 수 있다.

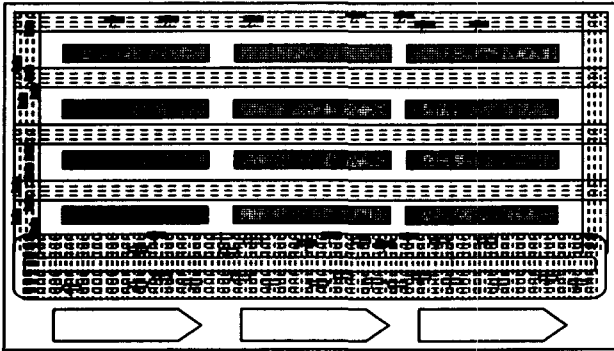
이러한 안전상의 문제와 기술상의 문제를 해결하기 위해 많은 상대적 물량비중이 많지 않는 곳에 거액의 투자비를 지불하는 대신, 외부트럭작업 대해서는 유인 RMGC 도입을 추진하게 되는 것이 더 이득이라고 판단한 것이다. 즉, 물류의 의사결정의 전략지침인 총비용 개념 및 차별화 전략에 충실히 따른 결정이라 보여진다.

여기서 논의하고자 하는 것은 유인 내부트럭의 경우 무인 OHBC와 연결을 어떻게 가능하게 하였는 가이다. 내부트럭의 경우는 규격이 일정하며, 내부트럭의 인식할 수 있는 장치를 공

9) (주)신선대컨테이너터미널(2004) : 해외 항만(터미널) 벤치마킹

10) 참고로 독일의 CTA의 RMGC는 4단적 적재하며, 주행속도는 분당 180meter 로서 주행의 속도가 매우 높다.

정위치에 탑재할 수 있으며, 차량운전기사의 훈련에 의해 정위치기가 가능하게 한다는 것이다. 이 점이 유인내부차량이 무인 OHBC와 인터페이스를 가능하게 한 제1의 공로자인 것으로서 오늘날 영국 TMP, 싱가포르 PPT 등 부분 자동화의 유형의 탄생 시킨 모태로서의 역할을 하고 있다.



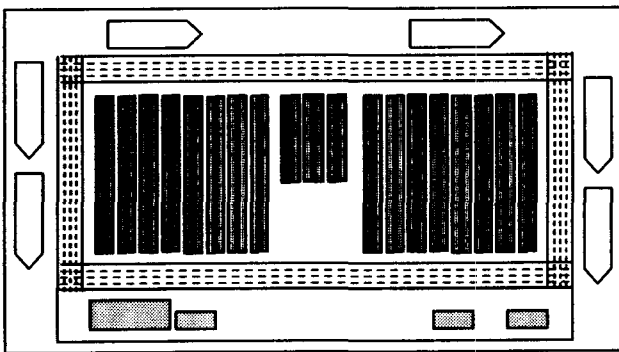
<Fig. 4> Yard Type of PPT

3.2.3 홍콩 HIT의 유형결정 요인

HIT는 90년대 이후 급격한 물량증가로 인해 부지확장 없이 재래식 컨테이너터미널을 이용한 적재능력 및 생산성 향상이 주요 목표로 대두되었다. 이러한 목표를 달성하기 위해 RMGC(유인)을 도입하여 부분자동화 함으로써 생산성을 향상시키고자 하였다.

야드 장비의 경우 RMGC(유인)을 사용하고 있는데 유인장비임에도 불구하고 이로 인해 HIT가 부분자동화 터미널로 분류되는 이유는 RMGC에 항상 작업자가 탑승해 있지만 블록내에서 작업할 때에는 자동으로 작업되고, 내부트럭 및 외부트럭에 상·하차를 위한 작업을 수행할 때 역시 목표지점 14피트 이내에 들어오기까지는 자동으로 수행되다가, 14피트 이내 들어오면 탑승하고 있는 작업자가 수동으로 작업을 수행하게 된다.

또, HIT는 <그림 5>에서와 같이 타 부분자동화 컨테이너터미널과 달리 야드의 배치 형태가 수직과 수평의 복합적 형태를 취하면서 작업을 수행하는 것이 주요 특성이라 하겠다.



<Fig. 5> Yard Type of HIT

4. 국내 자동화 컨테이너터미널 개발 전략

본 장에서는 앞서 파악된 선진 ACT의 현황 및 특성을 토대로 국내 터미널이 ACT 개발시 고려해야할 사항에 대해 논의를 하고자 한다.

4.1 ACT 추진 전략 분석

앞서 살펴본바와 같이 선진터미널의 ACT의 구현유형은 완전 자동화 또는 부분자동화를 불문하고 각각의 개발배경에 의존하고 있음을 알 수 있다. 즉 완전자동화를 추구하는 컨테이너터미널은 인건비의 압박에 더 이상 견디기 어려운 현실적 상황에 부가하여, 기술우위를 통한 경쟁력 있는 항만으로의 역할을 수행하고자 하는 배경을 가지고 있었으며, 이에 비해 부분 자동화를 추구하는 컨테이너터미널의 경우는 운영비용의 절감보다는 야드 자동화를 통한 생산성제고가 무엇보다도 우선시되고 있다는 것이다. 이것은 각국의 컨테이너터미널 개발전략이 상황에 따라 최선의 방안을 모색하고 있다는 것을 실증적으로 보여주는 것으로서 국내의 자동화 컨테이너터미널 개발 교훈이 되는 점이다. (<표 6> 참조)

<Table 6> Environment and Automatization Type of Each Terminal

터미널	환경	자동화 형태
PPT	환적화물이 85% 차지	환적화물 : OHBC(자동) 수출입화물 : RMGC(수동)
HIT	인건비 상대적 저렴	RMGC(유인), 일정부분 자동화
TMP	예산부족	AGV 사용하지 않음, 자동화 가능 요건 구비
CTA, ECT	인건비 상승, 기술우위 선점	완전자동화

4.2 국내 자동화 전략의 유형

국내의 경우, 자동화 컨테이너를 개발하고자 하는 움직임이 광양항 및 부산북항의 터미널에서 일어나고 있다.

광양항3단계2차 터미널의 경우, 완전자동화를 위한 핵심기술개발 및 정보시스템 개발 ISP 연구가 있었다.

- 1998년~2003년 첨단항만핵심기술 개발 사업
- 2000년도 광양항 3단계2차 ACT 기본계획 수립
- 2002년도 광양항 3단계 2차 ISP 수립

지금까지의 기본 방향은 새로이 건설되는 터미널에는 완전자동화를 하며, 그것도 2002년 말에 개장된 독일 CTA의 유형을 따라가는 것이 최적이라는 암묵적 동의가 바탕으로 되어 있다.

본 절에서는 광양항에서 개발의 기본 방향에 대해 이미 국가적 차원에서 검증이 완료된 상태이므로 더 이상의 문제를 삼지는 않을 것이다. 다만, 선진터미널의 사례에서 본 바와 같이 우리나라의 상황이 구미의 여건과 유사하며, 개발 동기에 일치하는 가에 대한 논의가 필요하다.

우리나라의 완전 자동화의 개발 배경은 다음과 같다.

- 현재 한국의 인건비 수준이 컨테이너터미널 총원가의 44%에 육박하고 있어, 더 이상 수작업으로 방치하기 어려운 상황이다.
- 인력에 의한 생산성 제고에도 한계를 보이고 있어 더 이상 재래식 방식에 의존하기 어렵다.
- 작업자의 재해율이 국내 타산업에 비해 무려 5배 이상을 보이고 있어, 더 이상 재래식 방법으로는 안전을 확보하기 어렵다는 것이다.
- 국내의 터미널 건설 기술, 조선 기술, 크레인기술수준은 세계적인 수준인데 비해, 터미널의 자동화 기술이 늦어 이에 대한 기술선점의 의욕이 팽배해 있다는 것이다.

이러한 개발 배경을 뒷받침하는 연구가 수행된 바 있는데 그 연구는 AHP기법에 의해 광양항 컨테이너 터미널의 개발 목표의 우선 순위를 조사하였다.¹¹⁾

- 운영비 절감(1위)
- 운영효율화 및 생산성 향상(2위)
- 고객서비스 제고(3위)
- 자동화시스템 성능향상(4위)
- 초기투자비 절감(5위)

국내 광항항의 경우, 목표 개발 배경에 비추어 서구의 완전자동화 유형을 채택하는 전략이 바람직한 것으로 판단된다. 다만 국내에서는 충분한 기술축적이 없기 때문에 추진 시 다음의 사항을 고려할 필요가 있다.

첫째, 자동화 부분과 비자동화 부분의 인터페이스를 위한 기술적, 제도적 방안이 강구되어야 한다. 둘째, 운영, 정보기술, 토목, 장비들의 유기적인 결합을 통해 정보시스템이 개발되어야 한다는 것이다.

셋째, 자동화 컨테이너터미널 시스템 개발전략으로 점진적 접근방법을 사용해야 한다. 즉, 먼저 안정성을 목표로 개발하고 차츰 효율성을 높이는 단계로 나아가야 하는데 그러기 위해서는 검증된 기술을 활용하여야 한다.

5. 결 론

컨테이너터미널에 있어 자동화는 세계적 추세이다. 그러나 무분별한 자동화 도입은 막대한 손실을 초래할 가능성이 높다고 할 것이다. 그러므로 자국의 환경에 적합한 자동화 방식을 채택하여 단계적으로 완성도를 향상시켜 나감으로써 경쟁력 확보 및 생산성 증대를 달성하여야 한다.

따라서 본 연구에서는 자동화 컨테이너터미널에 대한 선진 ACT의 최신 현황과 자동화 장비, 운영의 특성 및 ACT 개발을 위해 추구한 전략을 분석함으로써 연구의 성과를 나타내었다고 본다. 이러한 사항들을 향후 국내 ACT 개발 시 활용할다면 국내환경에 적합한 자동화 컨테이너터미널의 개발이 가능할 뿐만 아니라 국제적으로도 경쟁력 우위를 확보할 수 있을 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

- [1] Dirk Steenken, Stefan Vob, and Robert Stahlbock(2004) : "Container terminal operation and operations research-a classification and literature review", OR Spectrum
- [2] Dr.Thomas Koch(2003) :, "Automated Container Terminal-Benefits for Operators and their Clients", International Symposium on Automated Container Terminal, the Trand in the 21th Century
- [3] Jan van Beeman (2003) : Automatic container Terminal, Internatioanl Symposium on Automatic container Terminal the Trend in 21st Century
- [4] Patrick Meersmans(2002) : Optimization of Container Handling System
- [5] 박남규, 최형림, 이창섭(2004) : AHP기법을 활용한 자동화 컨테이너터미널 운영목표 설정에 관한 연구
- [6] (주)신선대컨테이너터미널(2004) : 해외 항만(터미널) 벤치마킹 보고
- [7] 한국물류정보통신 컨소시엄(2003) : 부산항만공사 정보시스템 구축을 위한 중장기계획 수립에 따른 해외 선진사례 벤치마킹 결과 보고서
- [8] <http://www.hph.com.hk/business/ports/europe/Thamesport.htm>
- [9] http://www.hph.com.hk/business/ports/hong_kong/hit.htm

11) 박남규, 최형림, 이창섭(2004) : AHP기법을 활용한 자동화 컨테이너터미널 운영목표 설정에 관한 연구