

자동화 컨테이너 터미널

박 경 택 <한국기계연구원 자동화연구부 선임연구원>

1. 서 론

컨테이너선과 컨테이너 터미널의 발전 역사를 살펴보고, 현재의 컨테이너 터미널이 당면한 문제점과 자동화 컨테이너 터미널의 목표 및 동기, 정의, 구성 요소 등에 대해서도 알아본다. 자동화 컨테이너 핸들링 시스템, 자동화 컨테이너 이송 시스템, 자동화 게이트 시스템, 컨테이너 핸들링 시스템에 대한 국내외 기술 수준과 미래 지향적인 자동화 컨테이너 터미널의 사례에 대해 알아본다. 국내 신항만에 맞는 현국형 자동화 컨테이너 터미널에 대한 개념 정립에 도움이 될 것으로 기대하며 컨테이너 터미널에 관련 종사자나 신항만의 컨테이너 터미널 건설에 종사하는 분들께 조금이나마 도움이 되었으면 한다.

2. 자동화 컨테이너 핸들링 시스템

일반적으로 컨테이너 터미널에서 컨테이너 핸들링 운영은 Sea-side와 Land-side 운영으로 나누진다. Sea-side 운영은 안벽측에서 선박에 있는 컨테이너 핸들링, 안벽측과 마샬링 야드 사이의 컨테이너 이송, 마샬링 야드에서의 컨테이너 핸들링이다. Land-side 운영은 마샬링 야드에서 컨테이너 핸들링과 게이트에서 컨테이너 검사로 나누어지고, 마샬링 야드에서 작업은 야드와 환적 장소 사이의 이송, 야드와 레일 야드 사이의 이송, 환적장소와 레일야드에서 컨테이너 핸들링이다. 안벽측 핸들링 작업을 제외한 마샬링 야드에서의

핸들링과 이송 작업은 자동화가 가능할 뿐만 아니라 이미 상당히 자동화가 진척되어 있다.

1) 안벽측에서 자동화 컨테이너 핸들링 시스템

안벽측 선박에서 컨테이너 핸들링 작업은 정박한 선박과 특수 조정장치가 없는 경우 자동화가 어렵다. 이것은 안벽측 컨테이너 크레인의 기술 수준이 선적 조건의 변화, 바람, 조류에 의한 정박 선적의 정박위치 변화, 움직임에 대해 대처할 수 없기 때문이다. 안벽측에서 컨테이너 핸들링 시스템은 수동 혹은 자동화 핸들링 장비의 H/W와 컴퓨터 제어에 기초를 둔 S/W로 구성되어지며, 자동화 컨테이너 핸들링 시스템으로 사용될 수 있는 가능성과 개선의 여지를 가진 주요 컨테이너 핸들링 장비들은 다음과 같다.

가. 트래버서를 가진 컨테이너 크레인

나. 트래버서, 고정 세컨드-호이스트, 샤프-로우더를 가진 컨테이너 크레인

다. 고정 플랫폼, 횡단 세컨드-호이스트를 가진 에레베이트 프레임 컨테이너 크레인

라. 에레베이트 트롤리 거더를 가진 컨테이너 크레인

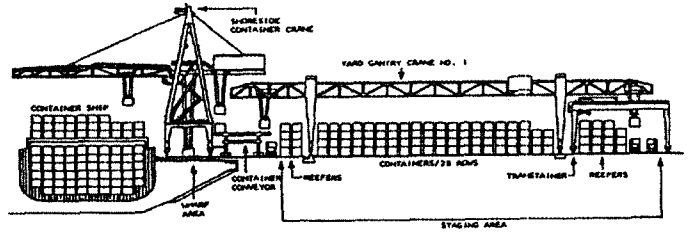
마. 거더에 두 개의 트롤리를 가진 컨테이너 크레인

바. 이송차에 있는 컨테이너를 취급하는 에레베이트를 가진 컨테이너 크레인

안벽측 자동화 핸들링 시스템으로 가장 가능성이 많은 것은 가), 나)이고, 다), 라), 마)는 아직 자동화에 적용하기에 개선되어야 할 점들이 많고,

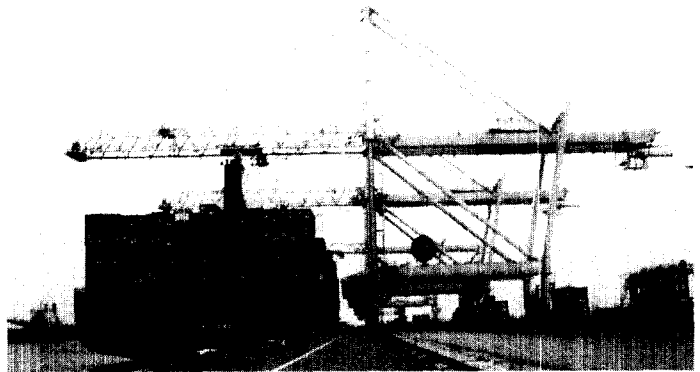
바)는 현재 네덜란드 Delft대학에서 실험중이다.

분리 혹은 일체형 트래버서를 가진 컨테이너 크레인인 야드에서 크레인 쪽으로 컨테이너의 직송을 위해 개발되었다. 이것은 야드와 안벽측 사이의 컨테이너를 이송시키는 어떤 운송차도 사용하지 않으며, 또한 추가 작업자도 요구되지 않는다. 자동화 컨테이너 핸들링 시스템에 있어서 운송차에 컨테이너를 적재하는 것보다 트래버서에 적재하는 것이 더 쉽다. 일명 Matson사의 Mousetrap형이라 부르며, 로스앤젤레스 항만에 설치되어 있다.(그림 1)



〈그림 1〉 Matson's Mousetrap

트래버서, 고정 세컨드-호이스트와 사시-로우더는 안벽측과 로우더 사이의 컨테이너를 이송시키는 운송차에 컨테이너를 쉽고, 빠르게 적재할 수 있도록 하기 위해 개발되었다. 부가적으로 효율적인 컨테이너 핸들링을 위해 사시-로우더를 운전하는데 1명의 추가 작업자가 필요하다. 안벽측과 야드 사이의 컨테이너를 이송시키는 운송차에 컨테이너를 적재하는 장치로서의 효율성과 신뢰성을 갖는다. (그림 2)



〈그림 2〉 로테르담 ECT/Sea-Land 터미널의 Container Crane with Second Trolley System

2) 마살링 야드의 컨테이너 핸들링 시스템

Sea-side와 Land-side 운영의 양측을 위한 마살링 야드에서 컨테이너 핸들링은 현존 기술로 완전 자동화 가능한 것으로 볼 수 있다. 마살링 야드에서 컨테이너 핸들링에 이용되는 장비들은 여러 가지가 있지만, 대표적으로 사용되고 있는 것은 다음과 같다.

- 가. Rubber-Tired Gantry Crane (RTGC), ECT/Sea-Land Terminal
- 나. Rail-Mounted Gantry Crane (RMGC), Pasir Panjang Terminal
- 다. Over-Head Bridge Crane (OHBC),

Pasir Panjang Terminal

RTGC는 스트래틀 캐리어와 함께 야드에서 컨테이너 핸들링에 사용 되는 주요 장비이다. 고무 타이어에 부착된 장비의 자동화는 매우 어려운 것 같다. RTGC의 컨테이너 위치검출 시스템과 자동 조향장치에 대한 기술도약으로 자동화가 가능하겠지만, 핸들링에 대한 낮은 신뢰도와 낮은 생산성으로 자동화 컨테이너 터미널에 적용이 되지 않을 것으로 본다. RMGC는 레일에 부착되어 있어 적재된 컨테이너 블록을 변경시키는데 있어서 유연성은 적지만, 운항과 정지에 관한 정확한 위치 제어를 할 수 있는 높은 신뢰성, 고속동작에 의한 높은 생산성, 넓은 레일 스패에 의한 견인 컨테이너를 증가시킬 수 있는 장점을 갖고 있기 때문에 자동화 컨테이너 핸들링에 많이 사용된다. O-



〈그림 3〉 로테르담 ECT/Sea-Land 터미널에서 핸들링 작업중인 야드 광경

HBC는 세워진 구조물의 높은 위치에 있는 레일에 부착되어 있으므로 초기 투자 비용에서 일반적으로 RMGC의 투자보다 많이 든다. OHBC는 크레인 이동 부분의 하중증가를 피함으로써 적재 컨테이너의 수량을 증가시키기 위해, 리프트를 높게 한다. OHBC는 RMGC의 경우 보다 운항과 정지에 관한 정확한 위치제어를 할 수 있고, 보다 빠른 속도를 낼 수 있다.

3. 자동화 컨테이너 이송 시스템

컨테이너 터미널에서 컨테이너 이송작업은 안벽측과 마살링 야드 사이의 이송, 야드와 환적장소 사이의 이송, 야드와 레일 야드 사이의 이송으로 크게 3 경우로 구분된다. 대부분의 경우 안벽측과 마살링 야드 사이의 이송작업에는 트럭터와 트레일러가 사용된다. 스트래들 캐리어를 이용하는 경우, 대부분의 야드에서 핸들링 작업을 추가하여 선석 에이프론과 야드 사이의 이송작업을 한다. 마살링 야드와 환적장소 사이, 마살링 야드와 레일 야드 사이의 컨테이너 이송작업은 야드용 트럭터와 트레일러가 사용되거나 스트래들 캐리어가 사용된다. 환적장소를 출입하는 컨테이너를 이송하는 데는 스트래들 캐리어, 탑-리프터가 사용된다. 레일 야드에서는 RTGC와 RMGC 장비는

분리하여 사용한다. 안벽측과 마살링 야드 사이의 컨테이너 이송작업은 AGV사용으로 자동화가 이루어지고 있고, ECT 터미널의 경우 샴시-로우터 시스템과 같은 특수 조정장치는 안벽측 컨테이너 크레인이 AGV에 컨테이너를 이적재하는 공정을 자동화하는데 필요하다. 트래버서를 사용하는 경우 안벽측 컨테이너 크레인과 마살링 야드에 있는 크레인 사이에서 컨테이너를 직송할 수 있다. 야드와 환적장소 사이, 야드와 레일야드 사이의 이송은 AGV를 사용함으로써 자동화가 가능하다. 야드에서 사용되

는 주요 이송 장비는 다음과 같다.

가. 멀티-트레일러 시스템

나. 더블스택 트레일러 시스템

다. Automated Guide Vehicle (AGV)

효율적 운영과 노동자 절감을 위해 하나의 트럭 트랙터와 40'/45' 하나 혹은 20' 두 개를 실을 수 있는 여러 대의 풀-트레일러로 구성되어 있는 멀티-트레일러는 ECT 터미널에서 사용되어 왔다. 트럭 트랙터와 40'/45' 컨테이너 2개 혹은 20' 컨테이너 4개를 적재할 수 있는 세미-트레일러로 구성되는 더블스택 트레일러 시스템이 싱가포르 항만청에서 개발되었다. AGV는 자동화 컨테이너 핸들링 시스템에서의 마살링 야드와 Seaside 에이프론/Gate-side 환적장소 사이에서 컨테이너 이송을 위해 개발되었으며, 이것들은 실제 자동화된 장비들이다. 세계적으로 AGV의 여러 가지 모델이 개발되고 있거나 개발되어 왔다. AGV의 운영에 관한 기술은 두 가지로 나눌 수 있다. 하나는 H/W 부분으로 AGV의 기계 자체이며, 다른 하나는 S/W 부분으로, AGV의 운영에 관한 항법 시스템이다.

AGV는 시간당 12~15km의 속도로 보통 40'/45' 컨테이너 1개 혹은 20' 컨테이너 2개를 수송한다. 이것들은 디젤과 유압에 의해 운행이 되며, 4개 혹은 8개의 고무타이어 휠을 갖는다. 이

것은 가속과 정확한 위치 정지의 수행 때문이다. 그들의 운행 경로를 추적할 수 있고, 충돌 방지를 할 수 있는 제어 시스템을 갖추고 있다. 다른 한편, AGV의 항법 시스템은 세 가지 타입으로 나누어지고, 즉, 고정 경로, 반고정 경로와 자유 경로 타입이다. 고정 경로 타입의 경우, AGV는 땅속에 묻힌 유도선과 포장 위의 페인트선을 따라 고정된 경로를 따라 항상 운행이 되는 것이다. 원칙적으로 AGV는 페인트 선이나 유도선 케이블을 따라 운행되지만, 반고정 경로 AGV 타입은 땅속에 묻힌 주요 위치의 태그로부터 경로의 주소를 읽음으로써 운행경로의 자유로운 조합을 선택할 수 있다. 자유경로 타입은 보통 레이더 혹은 DGPS를 사용한다. 이 타입의 AGV는 야드에서 자유롭게 운항을 할 수 있지만, 충돌 방지를 할 수 있는 최적 경로를 선택하는 제어기술이 매우 어려운 것 같다. ECT/Sea-Land 터미널에서 사용되는 AGV가 검증된 유일한 시스템으로 독일 Gottwald에서 개발이 되었으며, FROG(Free Range On Grid)항법 시스템은 땅속에 있는 태그와 유도선 케이블 그리드를 이용한다.

4. 자동화 게이트 시스템

컨테이너 터미널에서 게이트 시스템은 터미널 운영자에게 중요할 뿐만 아니라, 터미널 운영자에게 고객인 선사들에게도 매우 중요하다. 선사에 의해 선적된 컨테이너의 해운수송의 신뢰성과 책임성은 게이트에서 선적자로부터 화적 컨테이너를 접수함으로써 시작되고, 게이트에서 하수인에게 공 컨테이너를 전달함으로써 끝난다. 게이트-인에서 얻어진 데이터는 터미널 운영을 위한 컴퓨터 시스템의 기본 자료가 되고, 게이트-아웃에서 얻어진 데이터는 컴퓨터 시스템의 종료 자



〈그림 4〉 로테르담 ECT/Sea-Land 터미널에서 운행중인 AGV



〈그림 5〉 독일 Hamburg Eurokai 터미널에서 실험중인 RGV

료가 된다. 게이트에서 이루어지는 작업은 2가지 종류로 분류된다. 즉, 서류작업과 검사작업이다. 서류작업은 서류를 가지고 컨테이너 번호를 검사하고, 장비교환 확인증, 송달증, 배달지시서와 같은 서류를 접수, 검사, 전달하고, 이러한 데이터를 터미널에 있는 호스트 컴퓨터에 입력하는 작업이다. 검사작업은 컨테이너의 외관 상태에 관한 물리적 검사와 문의 잠김 상태에 관한 검사이다. 장래의 자동화 컨테이너 터미널의 위해 게이트에서 운영의 향상 혹은 노동절감에 영향을 미칠 수 있는 신기술들은 다음과 같다.

가. 프리-게이트 (Pre-Gate System)

나. 서류작업 자동화 (Automatic Documentation)

야드에서 컨테이너를 접수하거나 전달한 후, 동일화되고 분산된 상태로 게이트를 통과하는 운송차의 경우와 비교하여, 외부로 게이트 쪽으로 운송차의 도착은 매우 분산적이고, 매우 불규칙하고, 집중적이다. 그러므로, 게이트를 나가는 순서를 향상시킬 필요성보다 게이트를 들어오는 운송차의 피크 도착의 혼잡을 해결할 수 있는 통과 순서를 향상시킬 필요성이 훨씬 높다. 게이트를 들어오는 운송차의 피크 도착을 해결하는 방법으로 게이트-인 하는 순서를 두 부분으로 나누는 것이 프리-게이트 시스템이다.

EDI 네트워크의 지원에 의한 서류작업 자동화 시스템의 최종 목표는 페이퍼리스이다. 이것은 터미널 운영자의 노력만으로는 달성하기가 거의 불가능하다. 운송차 운전자와 게이트 직원사이의 서류작업을 실제 손에서 손으로 이루어지지 않는 서류작업 자동화가 여러 터미널에서 이루어지고 있다. 현재로서는 게이트에서 컨테이너 외관상태나 문잠김 상태를 육안 검사보다 더 신뢰성을 갖는 경쟁력있는 방법은 없고, ITV에 의한 컨테이너를 검사하는 방법 혹은 마이크로 웨이브에 의해 문잠김 상태를 검사하는 방법이 연구개발 중이다.

5. 주요 자동화 컨테이너 터미널 사례

현재 운영중이거나 건설중인 자동화 컨테이너 핸들링 시스템을 사용하는 컨테이너 터미널은 세계적으로 매우 적다. 그것들은 로테르담 항만의 ECT 터미널 2개, 램즈 항만의 1개, 카와사키 항만의 1개, 싱가포르 항만의 1개 이다.

1) 로테르담의 ECT/Sea-Land 터미널

ECT 터미널은 자동화 컨테이너 핸들링 시스템의 개척자로서 1993년 실제 운영을 시작하였고, 그리고 지금 세계적으로 전형적인 자동화 컨테이너 터미널의 위치를 지키고 있다. 1997년 ECT는 ECT/Sea-Land 터미널에 인접한 Delta Dedicated 터미널로 불리는 새로운 자동화 컨테이너 터미널을 개장할 것이다. 신규 터미널에서 사용한

〈표 1〉 로테르담 ECT/Sea-Land 터미널의 일반사항

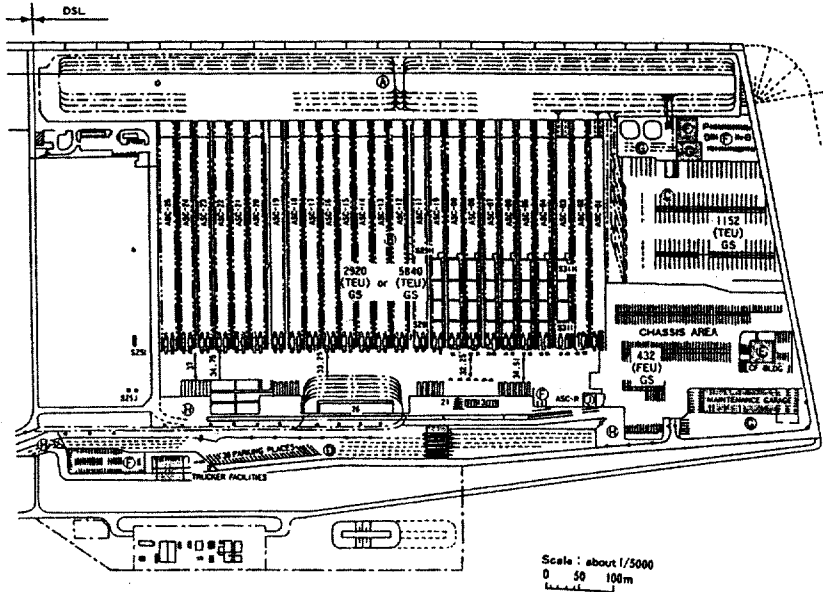
항 목	사 양
1. 안벽 총길이	970 m
2. 수 심(장래 준설작업으로 16.5m까지 가능)	13.65 m
3. 총면적	60 ha
4. 연간 컨테이너 처리능력(설계)	500,000 TEU
5. 마살링 야드 그라운드 슬로트	2,920 TEU
6. 공 컨테이너 야드 그라운드 슬로트	1,152 TEU
7. 게이트 차량 통로	4 Lane

〈표 2〉 로테르담 ECT/Sea-Land 터미널의 컨테이너 핸들링 장비

장 비 명	수 량
1. 안벽측 컨테이너 크레인 (포스트 파나막스 타입, 사시 로우더) (세컨드 트롤리 시스템 : 4 crane)	8
2. RMG (Automatic Stacking Crane) - 원칙적으로 무인화, 냉장 트럭용 1형, - 오버사이즈 컨테이너는 무인화에서 제외 - 컨테이너 6열을 커버하는 스펠, 양쪽 끝열에는 2층보다 1층으로 적재 - 최근 1오버1에서 1오버2로 리프트를 변환시킴	25
3. 긴급 사용용 스페어 ASC - 원래 긴급 사용용으로 레일/타이어에 의한 복수 운행, - 최근 타이어 운행을 폐지함으로써 대형 이동대차 운행으로 바꿈	1
4. AGV - 디젤-유압에 의한 구동 - FROG 항법 시스템	56
5. 스트래들 캐리어 - 접수/배달 전용 - 유인화 - 1 오버 1 리프트	5
6. 톨리프터 - 공 컨테이너 취급 전용	

〈표 3〉 로테르담 ECT/Sea-Land 터미널의 운영

운 영	핸들링 장비명	자동화 수동
1. Sea-side에서 핸들링	컨테이너 크레인	선박에 대해 수동 AGV에 대해 수동
2. Sea-side와 마살링 야드사이의 이송	AGV	자동화
3. 마살링 야드에서 핸들링	ASC	AGV에 대해 자동화 야드에서 자동화 스트래들 캐리어 대해 자동화
4. 환적 슬로트에서 접수/배달	스트래들캐리어	일반트럭에 대해 수동



〈그림 6〉 로테르담 ECT/Sea-Land 터미널의 Layout

자동화 시스템은 근본적으로 ECT/Sea-Land 터미널의 것과 매우 비슷하다. ECT/Sea-Land 터미널에 관한 상세사양은 표1과 같고, 컨테이너 핸들링 장비와 운영에 관한 것은 표2, 표3과 같다. 게이트 운영은 선사 Sea-Land가 하고, 터미널 운영자인 ECT 사에 의해 운영되고 있는 것이 아니다. 이것은 터미널에서 보통 실제와 다른 것이다. Sea-side 운영에서 한조가 3명의 작업자로 구성되어 있고, 터미널 전체 직원은 ECT에서 160명이고, Sea-Land에서는 180명으로 알려져 있다.

2) 일본의 카와사키 컨테이너 터미널

일본의 카와사키 컨테이너 터미널은 1996년 터미널이 개장하지만, 자동화 컨테이너 핸들링은 아직 채택되지 않아서, 가까운 장래에 자동화 시스템이 될지는 불확실하지만, 간단히 소개를 한다. 가와사키 항만의 컨테이너 터미널의 설계는 영국의 템즈 터미널의 기본 정책과 설계를 기초로 하였고, 템즈 컨테이너 터미널의 엔지니어에 의해 컨설팅을 받았다. 템즈 터미널은 분리된 안벽을 가지며 구조가 조금 복잡하다. 그러므로, 카와사

〈표 4〉 일본 카와사키 터미널의 일반 사양

운 영	핸들링 장비명	자동화 수동
1. Sea-side에서 핸들링	컨테이너 크레인	선박에 대해 수동 AGV에 대해 수동
2. Sea-side와 마살링 야드사이의 이송	AGV	자동화
3. 마살링 야드에서 핸들링	ASC	AGV에 대해 자동화 야드에서 자동화 스트래들 캐리어 대해 자동화
4. 환적 슬롯에서 접수/배달	스트래들캐리어	일반트럭에 대해 수동

〈표 5〉 일본 카와사키 터미널의 컨테이너 핸들링 장비

장 비 명	수 량
1. 안벽측 컨테이너 크레인 (포스트 파나막스 타입, 사시 로우더, 세컨드 트롤리 시스템) (제2선석 완공후 3대 크레인 추가)	8
2. RMGC (without canti-lever) - 무인화 - 야드에서 컨테이너 8열을 커버하거나, 혹은 컨테이너 6열과 AGV를 위한 통로 1라인을 커버하는 25.5 m 스펠	8
3. AGV - 레이더에 의한 항법 시스템	
4. 라이치 스택커 - 오버사이즈 혹은 위험물 컨테이너 취급을 위한 보조용	

키 컨테이너 터미널에서 자동화 시스템에 관한 사양은 표4, 표5, 표6과 같다. 컨테이너 핸들링 장

〈표 6〉 일본 카와사키 터미널의 운영

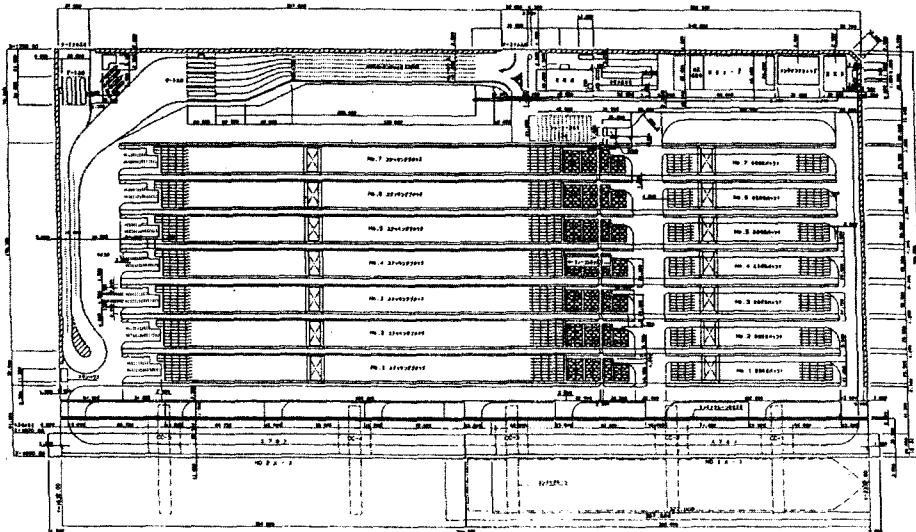
	운영	핸들링 장비명	자동화 수동
1.	Sea-side에서 핸들링	컨테이너 크레인	선박에 대해 수동 AGV에 대해 수동
2.	Sea-side와 버퍼야드 사이의 이송	AGV	자동화
3.	버퍼야드에서 핸들링	RMGC	자동화
4.	버퍼와 스택야드 사이 이송	RMGC	자동화
5.	스택야드에서 핸들링	RMGC	야드에서 자동화
6.	환적 슬로트에서 일반트럭으로부터 접수/배달	RMGC	수동(원가 운영)

〈표 7〉 싱가포르 Pasir Panjang 터미널의 제1단계 컨테이너 핸들링 장비

	장비명	수량
1.	안벽측 컨테이너 크레인 (포스트 파나마스 타입, 크랩-트롤리, 부분 자동화)	24
2.	OHBC (Over-Head Bridge Crane) - 컨테이너 10열과 AGV 통로 3 라인을 커버하는 스펀 - 1 오버 8 스택 리프트 - 원칙적으로 무인화	58
3.	MG (양쪽에 캔티레버) - 컨테이너 12열 커버하는 스펀 - AGV 통로 2라인을 커버하는 Sea-side에서 캔티-레버 - 일반트럭 통로 1라인을 커버하는 Land-side에서 캔티-레버 - 1 오버 8 스택의 리프트 - 원칙적으로 무인화	19
4.	AGV - 시험 운전중	

비와 시설의 레이아웃트는 그림7과 같다. 시스템에 있어서 2가지 특별한 특징이 있다. 첫째, 마살링 야드를 2 블록으로 분리한 것이고, 즉, Ship-side 운영만을 위해 컨테이너를 정렬하는 버퍼 야드, 그리고, Land-side 운영만을 위해 컨테이너를 정렬하는 스택 야드이다. 이 레이아웃트에서, 선적되지 않는 다른 모든 컨테이너는 양쪽 야드 사이로 Sea-side 작업이 없는 밤중에 이동시킨다. 둘째, 스택 야드의 각 블록에 버퍼 야드 반대쪽에 접수 배달을 위한 환적장소가 있다. 환적장소에서 일반트럭을 통제하기 위해, 케이트-인 한 후 대기 를 위한 파킹장소는 케이트 뒤쪽에 제공한다.

3) 싱가포르의 Pasir Panjang 컨테이너 터미널 세계 제2의 컨테이너 항만인, 싱가포르 항만은 자동화 컨테이너 핸들링 시스템의 첨단기술을 이용하여 Pasir Panjang에 거대한 컨테이너 터미널의 건설작업을 시작하였다. Pasir Panjang 컨테이너 터미널 건설 프로젝트는 4개의 단계로 구성되어 있다. 안벽의 총길이는 17Km이고, 2025년에 최종 완공될 때, 연간 36백만 TEU를 취급할 수 있는 49선석을 갖추게 된다. 기본설계 레이아웃트는 그림 7과 같다.



〈그림 7〉 일본 카와사키 컨테이너 터미널의 Layout

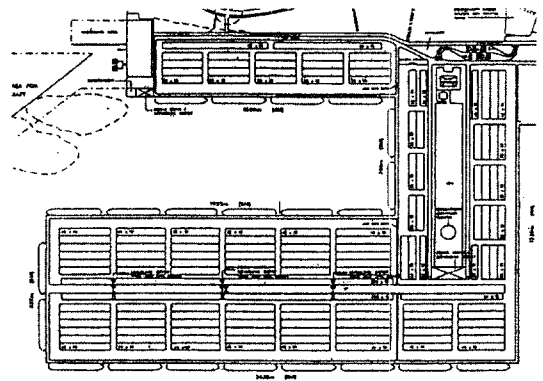
1993년에 시작한 제1단계 건설작업과 1995년에 제2단계 건설 작업을 시작한다. 제1단계의 5선석은 1998년에 완공될 것이고, 제1단계의 나머지 8선석은 1999년에 완공되고, 제2단계의 18선석은 2009년에 완공될 것이다. 어느 정도 공개된 제1단계의 상세 사양은 표7과 같다. 제 1, 2단계의 레이아웃은 연간 18백만 TEU를 취급할 수 있는 26선석을 가지고 있다. 제 1, 2단계 건설비용은 싱가포르 달러로 20억과 50억 정도로 알려져 있다.

마살링 야드는 2 부분으로 나눌 수 있다. 하나는 OHBC에 의해 커버되는 Sea-side 운영을 위한 컨테이너를 적재하는 야드이고, 다른 하나는 RMG 에 의해 커버되는 Land-side 운영을 위해 야드에서 견인되어야 하는 컨테이너 수는 그리 많지 않다. 이것은 1블록을 구성하는 Land-side 운영을 위한 야드보다 4블록으로 구성된 Sea-side 운영을 위한 야드 면적이 훨씬 큰 이유이다. 그리고, 8단 높이의 컨테이너 적재가 목표 컨테이너를 끄집어 내야 하는 어려움에 상관없이 운영이 되고 있다.

6. 결 론

21세기가 되면 세계 경제의 급속한 발전과 교역량의 증가로 신속성과 정시성을 갖는 물류 시스템을 요구하게 될 것이며, 이에 부응하기 위해 효율성을 갖는 컨테이너 터미널이 필요하다. 세계 주요 국가들은 국제 경쟁에 대응하기 위해 자동화 컨테이너 터미널을 건설하고 있거나 건설할 계획들을 가지고 있다. 현재 국제교역 물류 시스템 중에서 가장 중요한 위치를 차지하고 있는 컨테이너 터미널의 당면 문제점들은 다음과 같이 요약이 된다.

- ① 컨테이너선의 대형화에 따른 정박시간의 장기화
- ② 노동 집약적 산업에 따른 노동비용 문제
- ③ 컨테이너 물량 증가에 따른 핸들링 장비의 효율성 문제
- ④ 터미널의 대형화에 따른 초기투자와 토지 이



〈그림 8〉 싱가포르 Pasir Panjang 컨테이너 터미널의 Layout

〈표 8〉 Pasir Panjang 터미널의 운영

	운 영	핸들링 장비명	자동화 수동
1.	Sea-side에서 핸들링	컨테이너 크레인	선박에 대해 수동 AGV에 대해 수동
2.	Sea-side와 야드사이의 이송	AGV	자동화
3.	Sea-side 운영을 위한 야드에서 핸들링	OHBC	AGV에 대해 자동화 야드에서 자동화
4.	Sea-side와 Land-side 운영을 위한 야드 사이의 이송	AGV	자동화
5.	Land-side 운영을 위한 야드에서 핸들링	RMGC	AGV에 대해 자동화 야드에서 자동화 일반트럭에 대해 수동

용율 문제

해상 물류기술의 발전으로 컨테이너선의 대형화, 컨테이너선의 고속화, 터미널의 자동화가 가속되어 가고 있다. 현재 8,000 TEU급 컨테이너선의 출현 가능성이 임박하였고, 15,000 TEU급 컨테이너선의 개념도 논의되고 있다. 컨테이너선의 대형화는 컨테이너 크레인의 대형화와 컨테이너 핸들링 시스템의 자동화를 요구하고 있다. 컨테이너 터미널에서 처리 컨테이너의 증가는 컨테이너 처리의 생산성 향상을 요구하고, 또한, 터미널 면적을 효율적 사용을 요구한다. 핸들링 작업을 단순, 정확하게 할 수 있도록 하고, 자동화를 통해 노동력을 절감할 수 있도록 하여야 한다. 노동력 절감은 자동화를 통해서만 가능하고, 자동화 기술은 효율성과 신뢰성을 향상시키는 측면에서

적용되어야 한다. 자동화 터미널을 계획할시 선사들의 참여를 적극 유도하여야 하며, 이들의 협조는 자동화 터미널의 성공여부에 결정적인 역할을 한다. 그러므로, 자동화 컨테이너 터미널의 목표 우선 순위는

- 첫째로는 효율성/생산성에 두고,
- 둘째로는 노동력 절감에 두고,
- 셋째로는 토지 이용율에 둔다.

자동화 컨테이너 터미널에서 컨테이너 핸들링에 관련된 핵심 기술들은 데이터 전송 시스템, 컨테이너와 핸들링 장비 자동 확인 시스템, 컨테이너 핸들링 장비 위치검출 시스템, 음성인식 시스템 등이며, 이들에 관련된 기술에 대한 연구개발이 선행되어야 한다. 이러한 기술을 기초로 하여

- ① 안벽측에서 자동화 컨테이너 핸들링 시스템,
- ② 마샬링 야드에서 자동화 컨테이너 핸들링 시스템,
- ③ 자동화 게이트 시스템

등이 우선적으로 이루어져야 자동화 컨테이너 터미널의 목표를 달성할 수 있다.

21 세기를 대비한 첨단 자동화 컨테이너 터미널은 일관 운송체제로 개발이 되어야 하며, 첨단 자동화 컨테이너 물류시설을 갖추고, 국내외 화물의 집배송 및 유통가공 처리시설을 갖추어 부가가치 생성 기능을 할 수 있는 복합 물류기지 역할도 할 수 있어야 한다. 컨테이너 물류 시스템은 선박의 입출항 및 통항 관제 시스템, 본선 및 야드측 핸들링 시스템, 컨테이너 이송 시스템, 화물 보관 및 집배송 유통 가공 시스템, 배후지 수송 연계 시스템, 항만 정보 관리 시스템 등으로 구분하여 개발이 되어야 한다. 또한, 해상 수송 시스템, 배후

수송 시스템, 도시 시스템 등의 연계 시스템에 대해서도 고려가 되어야 하고, 전체 시스템이 최적 효율을 낼수 있도록 개발이 되어야 한다. 각 시스템이 전체 시스템에 미치는 영향이 크므로 각 시스템에서 병목 현상이 발생하지 않도록 전체 시스템이 최적 상태로 운영이 되도록 하여야 한다. 각 시스템이 고도의 신뢰성을 갖도록하여야 하고 컨테이너 물류의 예측과 장비 고장진단 시스템 등의 모니터링 시스템도 갖추어야 한다.

주변 여건과 각국의 사정에 따라 각국의 고유 형태의 터미널을 발전시켜야 하며, 앞으로 개발 예정인 신항만의 컨테이너 터미널은 한국만이 갖는 지정학적 이점을 최대한 활용할 수 있도록 하여 동북아의 중심항(Hub Port)으로 발전하도록 하여야 할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] 박경택, "해상/항만 물류시설의 국내외 동향," 기계와 재료, 제8권 제3호, 통권29호, pp. 100-116, 1996.
- [2] Itsuro Watanabe, "An Approach to the Automated Container Terminals," the 4th Seminar of the Advanced Technology of the Ocean/Port Logistics, KIMM, Daejeon, Korea, Sept. 4, 1996.
- [3] Michael A. Knott, "Port 95," Proceeding of the Conference, Tampa, Florida, March 13-15, 1995.
- [4] Charles Watson, "Port Guide 1996," Fairplay Publication Ltd, 1996.



박 경 택

- 1953년생
- 1989년 12월 미국 신시내티대학교 기계공학 박사
- 1991년 6월 - 현재 한국기계연구원 자동화연구부 선임연구원
- 관심분야: 자동화 및 로봇 공학, 형상 인식