

경영학석사 학위논문

## 침단하역 장비 사례분석

# A Case Study on Intelligent Cargo Handling System

지도교수 남 기 찬



2008년 12월

한국해양대학교 해사산업대학원  
항만물류학과

박 승 훈

# 차 례

## Abstract

제1장 서론 .....	1
1.1 연구 배경 및 목적 .....	1
1.2 연구 내용 및 방법 .....	3
제2장 컨테이너 터미널 현황 .....	4
2.1 주요 컨테이너터미널 현황 .....	4
2.2 부산 신항 개발계획 .....	8
2.3 북항 및 부산 신항의 항만운영현황 .....	11
2.4 항만생산성 .....	15
제3장 하역장비 자동화 현황 .....	19
3.1 국내 터미널 자동화 현황 .....	19
3.2 해외 컨테이너터미널 자동화 현황 .....	21
3.3 국내 항만 자동화 기술개발 현황 .....	25
제4장 자동화 터미널 사례 분석 .....	27
4.1 이송장비 자동화 .....	27
4.2 최근의 자동터미널 사례 .....	30
4.3 자동화 터미널 운영 특징 .....	36
4.4 시사점 .....	37
제5장 결론 .....	43
참고문헌 .....	47

## 표 목 차

<표 2-1> 북항내 컨테이너전용터미널 항만시설 현황 .....	4
<표 2-2> 북항내 TOC부두 항만시설현황 .....	5
<표 2-3> 북항내 일반부두 항만시설현황 .....	6
<표 2-4> 부산 신항내 항만시설현황 .....	8
<표 2-5> 연차별 선석 및 하역 능력확보계획 .....	9
<표 2-6> 부산항 신항 개발계획 .....	10
<표 2-7> 컨테이너화물 연도별 처리실적(단위 : TEU,%) .....	11
<표 2-8> 부산항 북항 컨테이너 전용부두 운영사 주주현황('08.9현재) .....	12
<표 2-9> 부산항 TOC부두 운영사 주주현황('08.9현재) .....	12
<표 2-10> 북항 기항선사현황 (2008.9현재) .....	13
<표 2-11> 부산 신항 컨테이너 물동량 .....	14
<표 2-12> 부산항 컨테이너전용부두 운영초기 이용률 .....	14
<표 2-13> 부산 신항 전용터미널 주주현황 (2008.9현재) .....	15
<표 2-14> 부산 신항 기항선사현황 (2008.9현재) .....	15
<표 2-15> 2007년 북항 컨테이너전용부두 생산성(단위면적당 항만생산) .....	16
<표 2-16> 2007년 북항 컨테이너전용부두 생산성(시간당 항만생산) .....	17
<표 2-17> 2007년 북항 일반부두 생산성(단위면적당 항만생산) .....	17
<표 2-18> 2007년 부산 신항 생산성(단위면적당 항만생산) .....	18
<표 2-19> 2007년 부산 신항 생산성(시간당 항만생산) .....	18
<표 3-1> 부산항 컨테이너터미널 하역 장비 현황 .....	19
<표 3-2> 부산항 컨테이너 터미널 장비 자동화 요소기술 현황 .....	20
<표 3-3> DRMG 시스템 사양 .....	24
<표 3-4> 세부 기술개발내용 .....	26
<표 4-1> AGV 주요 사양비교 .....	27
<표 4-2> 이송장비 성능 비교 .....	29
<표 4-3> Patrick 터미널 시설 현황 .....	32
<표 4-4> APM Terminals Virginia 시설 현황 .....	34
<표 4-5> 한진해운 터미널 확보 계획 .....	34
<표 4-6> 자동화 시스템 도입 시 고려점 .....	41

## 그림 목차

<그림 3-1> 대형 및 소형 RMG 배치도 .....	25
<그림 4-1> 이송장비 종류 .....	28
<그림 4-2> Brisbane항만 위치도 .....	30
<그림 4-3> Patrick 자동화 컨테이너터미널 전경 .....	31
<그림 4-4> Brisbane항만 컨테이너물동량 추이 및 전망 .....	32
<그림 4-5> Patrick사의 무인 Straddle Carrier .....	32
<그림 4-6> APM Terminals Virginia 전경 .....	33
<그림 4-7> 수평형 장치장 배치 터미널 모형 .....	39
<그림 4-8> 수직형 장치장 배치 터미널 모형 .....	39



## Abstract

# A Case Study on Intelligent Cargo Handling System

S.H Park

The motivation of the study is the recent advancement of Straddle Carrier(S/C), which is the increase of transport speed to the level of Yard Tractor(Y/T) systems, 30Km per hour. The advanced S/C, so called Shuttle Carrier, seems to be an effective alternative to the most common transport systems, Y/T. This paper, therefore, aims at analysing the case of container terminals adopting S/C recently and deriving some implication for the automatic container terminals.

For this three container terminals, Patrick Terminals - Brisbane Autostrad Terminal, APM Terminals Virginia, 한진해운 Algeciras Terminal, were reviewed with respect to the S/C.



# 제1장 서론

## 1.1 연구 배경 및 목적

WTO, FTA 등으로 세계 교역 규모가 확대됨에 따라 해상 물동량이 증가하고 이는 다시 항만물동량 증가로 이어져 왔다. 그 결과 해상과 육상 운송은 연결점인 항만 시설 능력이 부족하게 되면서 신항만 개발이 촉진되고 항만간 경쟁이 심화되는 추세이다.

또한, 선박이 대형화되면서 기항 항만 수를 줄이고 보다 높은 생산성을 요구하고 있다. 이에 대한 대응 방안으로서 항만은 첨단하역장비를 도입하는 추세이다. 부산 신항의 경우 일부 터미널에서 텐덤 크레인을 도입하여 안벽 생산성으로 높이고자 한다. 장치장의 경우 이송 장비 무인화가 일부 터미널에서 이루어졌으며 이 경우 장비는 무인운반차(AGV)이다. 그러나 최근 과거의 Straddle Carrier 개념을 진일보시킨 Shuttle Carrier가 첨단 이송장비로서 관심을 끌고 있다. 본 장비는 과거 Straddle Carrier가 유인 이송 장비라면, 이송과 하역을 자체적으로 수행할 수 있는 무인이송 장비라 할 수 있다. 이러한 장비는 터미널 운영 측면에서 불 때 인건비를 절감시키는 효과가 기대된다. 별도 하역 장비를 필요로 하는 순수 무인이송장비인 AGV와 비교할 때도 별도 하역 장비를 필요로 하지 않는다는 장점이 있다.

그러나 이송장비에 관한 검토나 연구는 양적인 면에서 부족할 뿐 아니라 일부 연구자에 편중되고 연구 대상 역시 제한적이다. 가장 일반적인 연구는 시뮬레이션 기법을 적용하여 Y/T, AGV 등의 이송장비 소요대수를 추정하는 유형(최용석 외, 2004; Iris F. A. et al. 2001)과 이송장비의 성능을 평가하는 연구이다(하태영 외, 2005). 또한, 자동화 컨테이너터미널의 유형을 분석하거나(최형림 외, 2005) 다양한 야드배치 형태가 터미널 생산성에 미치는 영향을 분석(최상희 외, 2006)하는 연구들이 일반적이다.

광범위한 문헌을 조사 분석한 Iris F. A. et al.(2003)은 선박 접안 단계에서부터 컨테이너 장치에 이르는 컨테이너터미널의 작업 프로세스를 정의하고 각 부문별 의사결정 문제를 정리하였다. 이송장비와 관련해서는 S/C, Muti-trailer system, AGV 등의 특징과 주요 이슈를 분석모형과 관련하여 정리하였으며, 특히, S/C와 관련해서는 Baker(1998)가 제시한 S/C 채택 시 안벽크레인의 생산성이 향상된다는 점을 인용하고, 단순한 운영 상황을 바탕으로 하는 기존 수리 모형을 보다 현실적인 상황으로 확대해야 한다는 점을 강조하였다.

또한, Iris F. A. et al.(2004)은 스스로 적양하 작업을 수행할 수 있는

'Automated Lifting Vehicle(ALV)'과 이송 기능만 수행하는 Automated Guided Vehicle(AGV)을 대상으로 주어진 양하 작업을 수행하는데 소요되는 장비 대수를 시뮬레이션 기법을 적용하여 산정하였다. 그 결과 AGV 소요 대수가 ALV 소요대수보다 38% 많은 것으로 나타났으며, 민감도 분석을 통하여 터미널 디자인과 안벽크레인의 기술적인 측면이 이송장비 소요 대수에 영향을 미친다는 사실을 밝혔다.

이와 같이 기존 이송장비와 관련된 연구들은 대부분 시뮬레이션 기법을 적용하여 장비의 작업 효율성을 분석하는 측면에서 이루어졌으며 실제 무인 하역 장비를 도입한 터미널의 사례를 분석한 연구는 극히 미흡하다.

이에 본 연구는 최근 Shuttle Carrier를 도입하였거나 도입 계획을 밝힌 컨테이너터미널을 대상으로 터미널 운영 특징, 자동화 터미널 현황, 터미널 운영사 특성 등을 분석하여 무인 이송 및 하역 장비 도입과 관련된 시사점을 도출하는 것을 목적으로 한다.



## 1.2 연구 내용 및 방법

첨단 무인 이송 및 하역 장비를 도입한 컨테이너터미널의 특성을 분석하여 시사점을 도출하는 것을 목적으로 하는 본 논문은 크게 네 부분으로 구성된다. 서론에 이어 2장에서는 부산항 컨테이너터미널 현황을 살펴보고 3장에서는 국내외 터미널을 대상으로 하역장비 자동화 현황을 고찰한다. 이어서 4장에서는 Shuttle Carrier를 도입하였거나 도입 계획을 밝힌 컨테이너터미널을 대상으로 터미널 운영 특징, 자동화 터미널 현황, 터미널 운영사 특성 등을 분석하여 무인 이송 및 하역 장비 도입과 관련된 시사점을 도출한다. 마지막으로 결론은 요약 및 향후 연구 방향으로 구성된다.

사례 조사 형태인 본 연구의 방법은 문헌 자료조사를 바탕으로 한다. 관련 논문, 해당 웹 사이트 등을 이용하여 터미널 자료를 수집하여 논리적으로 전개해나간다.





## 제2장 컨테이너 터미널 현황

### 2.1 주요 컨테이너터미널 현황

#### 1) 컨테이너 전용부두 시설현황

북항내 컨테이너 전용터미널은 우리나라 최초 컨테이너터미널인 자성대부두가 1978년 9월 개장한 이래 현재 5개의 컨테이너전용터미널이 운영 중에 있다. 신선대부두가 2006년 2월 추가 선석을 확충함으로써 총 터미널 규모는 안벽길이 5,673m 하역능력 553만TEU, 부지면적 2,908㎡, CY면적 1,779㎡이며, '07년 기준 9,300천TEU를 처리하고 있다.

<표 2-1> 북항내 컨테이너전용터미널 항만시설 현황

구 분	자성대	신선대	감만부두	신감만부두	우암부두	
사업기간	1974~1996	1985~1997	1991~1997	1995~2001	1995~1999	
총사업비	1,084억원	2,226억원	4,724억원	1,781억원	535억원	
운영개시	1978. 9 (폐터:1996. 9)	1991. 6	1998. 4	2002. 4	1996. 9	
운영회사	한국허치슨	신선대 컨테이너터미널	BICT, BGCT	동부부산	우암터미널	
시설 현황	종업원수	759명	684명	691명	324명	210명
	부두길이	1,447m	1,500m	1,400m	826m	500m
	전면수심	15m	15~16m	15m	15m	11m
	하역능력	150만 TEU	160만 TEU	156만 TEU	61만 TEU	26만 TEU
	접안능력	5만톤급 4척 1만톤급 1척	5만톤급 5척	5만톤급 4척	5만톤급 2척 5천톤급 1척	2만톤급1척 5천톤급2척
	부지면적	647천㎡ (196천평)	1,038천㎡ (315천평)	731천㎡ (221천평)	308천㎡ (93천평)	184천㎡ (55천평)
	CY면적	462천㎡	672천㎡	336천㎡	153천㎡	156천㎡
	건물면적	38천㎡	69천㎡	25천㎡	12천㎡	5천㎡
	C F S	2동 20천㎡	229천㎡	7.4천㎡	5천㎡	-
	철도인입선	980m	925m	1,032m	-	-
'07년물동량(TEU)	2,274,667	2,400,869	2,842,747	1,250,132	531,276	

자료 : 2007부산항 컨테이너화물처리 및 수송통계, 부산항만공사, 2008.

2) 부두운영회사(TOC)부두의 시설현황

부두운영의 효율화를 위하여 시작된 북항 내 TOC부두는 현재 5개가 있다. 운영회사 5개가 각 부두를 운영하고 있으나 낮은 수심(최대 11m)으로 인하여 대형선박의 접안이 어려운 관계로 피더 선박 및 잡화선이 이용하고 있다. 중앙부두, 3, 4부두는 부산항 컨테이너 터미널 시설이 절대 부족한 관계로 전용터미널로서의 기능을 보조하여왔다. 북항 재개발 사업이 구체화됨에 따라 중앙부두를 시작으로 향후 부두가 폐쇄되고 운영사들은 신항으로 이전할 예정이다.

<표 2-2> 북항내 TOC부두 항만시설현황

(’08. 7월현재)

구 분	중앙부두	3부두	4부두	7-1부두	7-2부두	
사업기간	1911~1944	1911~1944	1911~1944	1974~1978	1974~1978	
운영개시	1944	1944	1944	1978	1978	
운영회사	동부건설, 세방	한진, 대한통운 동진	국제통운, 동방	동국통운	삼주항운	
시설 현황	종업 원수	225명	306명	305명	155명	92명
	부두 길이	646m	1,145m	1,311m	539m	135m
	전면 수심	9m	4~11m	7.5~11m	7.5~9m	9m
	하역 능력	잡화832천톤 컨180천TEU	잡화797천톤 컨260천TEU	잡화664천톤 컨320천TEU	컨220천TEU	
	접안 능력	10,000톤급 3척	15,000톤급 1척 10,000톤급 4척 5,000톤급 1척 500톤급 1척	15,000톤급 1척 10,000톤급 5척 5,000톤급 1척	15,000톤급 1척 5,000톤급 2척	10,000톤급 1척
	CY 면적	28,942㎡	61,695㎡	74,082㎡	20,449㎡	32,493㎡
	건물 면적	401㎡	520㎡	309㎡	456㎡	456㎡
	창고	-	3,462㎡	600㎡	-	4,815㎡
	주요 하역 장비	H/C 5기 T/C 1기 R/S 7대	H/C 5기 C/C 3기 T/C 4기 R/S 7대	H/C 8기 T/C 6기 R/S 5대	H/C 3기 R/S 4대	C/C 1기 T/C 2기 H/C 1기 R/S 3대

자료: 부산항만공사, 2008 업무편람, 2008.9

### 3) 일반부두의 시설현황

공용부두로 운영되고 있는 일반부두는 1, 2, 8부두이며 총 안벽길이는 3,014m이다. 1부두는 현재 국제여객터미널로 사용 중이며, 8부두는 군 전용부두에서 최근 공용부두로 전환되었다.

<표 2-3> 북항내 일반부두 항만시설현황

(’08. 7월현재)

구 분	1부두	2부두	8부두	
사업기간	1911~1944	1911~1944	1975~1980	
운영개시	1944	1944	1980	
운영회사	공용부두	공용부두	BPA, 국방부	
시설 현황	부두길이	1,089m	924m	1,001m
	전면수심	6~9m	6~11m	4.5~10m
	하역능력	잡화479천톤 컨120천TEU	잡화2,432천톤 컨80천TEU	????
	접안능력	10,000톤급 2척	15,000톤급 1척 10,000톤급 3척 4,000톤급 1척	15,000톤급 3척 10,000톤급 1척 5,000톤급 1척 1,000톤급 2척
	CY면적	14,455㎡	20,337㎡	-
	건물면적	203㎡	208㎡	-
	창고	4,093㎡	2,843㎡	-
	취급화물	컨테이너, 잡화	컨테이너, 잡화	군수품, 잡화, 컨테이너
	주요하역장비	-	-	-

주: 8부두 85번(5,000톤급 1척, 190m), 86번선석(1,000톤급 2척, 110m) BPA에서 운영(2008. 4.1)  
 자료: 부산항만공사, 2008 업무편람, 2008.9 재정리

### 4) 북항 개발계획

북항은 '08. 12 준공예정인 신선대 컨테이너터미널의 300m 연장 및 4번 선석 CY조성을 제외하고는 컨테이너화물유치를 위한 시설 확장은 없으며, 일반부두의 재개발을 통한 항만친수공간 개발을 추진하고 있다. 북항 재개발사업은 노후화된 항만시설을 해양복합도시로 개발하고 해륙교통 요충지의 장점을 살려 국제해양관광 거점으로 육성하여, 친환경 워터프론트를 시민에게 친수공간으로 제공하는 것을 목적으로 하고 있다.

북항 재개발은 대체부두 확보계획과 운영여건을 고려하여 기반시설 사업을 2 단계로 구분하여 시행하며, 사업기간 2005 ~ 2020년, 총사업비 약 2조 388억원으로 연안여객부두, 북항 1~4부두, 중앙부두 등을 사업범위로 하고 있다. 1단계는 2, 3, 4부두, 중앙부두로 2008~2016년까지 계획 중이며, 중앙부두는 신항 다목적 부두로, 3, 4부두는 신항 서“권”부두(14말까지 북항 또는 신항 우선이전)로 이전할 계획이다.



## 2.2. 부산 신항 개발계획

### 1) 시설현황

북항의 화물적체완화, 동북아 21세기를 대비한 동북아 국제 물류중심 항만의 개발을 위하여 정부·민간이 공동으로 투자한 부산 신항은 개발사업이 민간투자사업으로 진행되어 2008년 현재 1단계 현재 5만톤급이 접안할 수 있는 6개의 선석이 운영 중이며 2009년 3개선석이 추가로 개장이 될 예정이다.

<표 2-4> 부산 신항내 항만시설현황

구 분		신항(1단계)
사업기간		1995~2006
총사업비		1조746억원
운영개시		2006. 1.(PNC 6개선석)
운영회사		부산신항만(주)(6개선석)
시설 현황	종업원수	282명
	부두길이	2,000m
	전면수심	16m
	하역능력	240만 TEU
	접안능력	5만톤급6척
	부지면적	1,286천m <sup>2</sup> (389천평)
	CY면적	384천m <sup>2</sup>
	건물면적	42.6천m <sup>2</sup> (연면적)
	CFS	5.4천m <sup>2</sup>
	철도인입선	-
	주요하역장비	·C/C 15기(22열 15기), T/C 49기, R/S 2대, Y/T 115대, 샤시145 대, T/H 3대
'07년물동량(TEU)		579,168

주: 부두별 하역능력은 『진국무역항만기본계획』(‘06)을 기준으로 산정  
 자료: 부산항만공사, 2008 업무편람, 2008.9

부산 신행은 정부, BPA, 민자사업자들로 복합적인 구성원이 그 개발 참여자로 되어 있다. 확보 선석규모는 항만기본계획(2006.12.)에 의거 2015년까지 총 30개의 선석 개장을 목적으로 하고 있다.

<표 2-5> 연차별 선석 및 하역 능력확보계획

구 분		개발주체	2007까지	2008	2009	2010	2011	2015
1단계	1-1	PNC	6					
	1-2	PNC			3			
다목적		정부	1					
2단계	2-1	BPA		4				
	2-2	BPA			4			
	2-3	현대산업					4	
	2-4	쌍용					3	
	2-5	BPA					2	
	2-6	BPA						3
계			7	4	7		9	3
누 계			7	11	18		27	30

자료: 부산항만공사, 2008 업무편람, 2008.9

<표 2-6> 부산항 신항 개발계획

사업명	사 업 내 용					비 고
신항 “북”권 2-1단계	○ 사업기간 : 2001 ~ 2008 ○ 총사업비 : 231,728백만원(2008년도 사업비 86,193백만원) ○ 사업내용 : 컨테이너부두 4선석(1.10km) 건설 ○ 컨테이너부두 4선석(5만×2선석, 2만×2선석)개발 ○ 하역능력 1,140천TEU/년 확보					○ 부두운영사 : (주)한진해운 컨소시움
신항 북'권' 2-1단계 부지조성공사	○ 사업기간 : 2005. ~ 2008. ○ 총사업비 : 109,761백만원(2008년도 사업비 69,327백만원) ○ 사업내용 : 암석절취 17,618천m <sup>3</sup> , 포토제거 1,400천m <sup>3</sup> ○ CY 부지조성 362천m <sup>3</sup>					
신항 남'권' 2-2단계 부두사업	○ 사업기간 : 2005. ~ 2009. ○ 총사업비 : 161,877백만원(2008년도 사업비 36,095백만원) ○ 사업내용 : 컨테이너부두 4선석(1.15km) 건설 ○ 컨테이너부두 4선석(5만×2선석, 2만×2선석) 개발 ○ 하역능력 1,140천TEU/년 확보					○ 부두운영사 : 현대상선(주) 컨소시움
신항 남“권” 2-3단계	○ 사업기간 : 2005 ~ 2010 ○ 시 행 자 : 부산항신항컨테이너터미널(주) ○ 공 사 비 : 510,812백만원(2004.1.1일 불변가) ○ 사업규모					
	안 벽	수 심	면 적	처리능력		
				접안능력	하역능력(TEU/년)	
	1,400m	(-)17.0m	840,000m <sup>2</sup>	5만톤×4선석	1,600,000	
신항 남“권” 2-4단계	○ 사 업 기 간 : 2007 ~ 2011 ○ 우선협상자 : 쌍용건설(주) 컨소시움 ○ 공 사 비 : 574,000백만원(민간제안 총 사업비) ○ 사 업 규 모					
	안 벽	수 심	면 적	처리능력		
				접안능력	하역능력(TEU/년)	
	1,400m	(-)17.0m	840,000m <sup>2</sup>	5만톤×3선석	1,200,000	
신항 서'권' 2-5단계 부두사업	○ 사업기간 : 2008 ~ 2011 ○ 총사업비 : 512,073백만원(2008년도 사업비 5,500백만원) ○ 사업규모					
	안 벽	수 심	면 적	처리능력		
				접안능력	하역능력(TEU/년)	
	700m	(-)18.0m	710,052m <sup>2</sup>	5만톤×2선석	800,000	
신항 서“권” 2-6단계 부두개발	○ 사업기간 : '09. ~ '15. ○ 공 사 비 : 662,504백만원 ○ 사업내용					
	안 벽	수 심	면 적	처리능력		
				접안능력	하역능력(TEU/년)	
	1,050m	(-)18.0m	753,980m <sup>2</sup>	5만톤×2선석 2만톤×1선석	970,000	

자료: 부산항만공사, 2008 업무편람, 2008.9

## 2.3 북항 및 부산 신항의 항만운영현황

부산항의 컨테이너물동량은 매년 증가세를 이루고 있으나 수·출입 및 환적화물의 증가율에 있어서 2006년 최근 5년 중 최저의 증가율(수출입1.7%, 환적0.6%)을 기록하였으나 2007년에는 부산항 개장이래 최대의 물동량을 처리하였으며, 신항도 개장이래 조금씩 물량이 증가하고 있다.

### 1) 북항 항만운영현황

2007년 북항은 개장이래 최대의 물량을 달성하였으며 환적화물도 최대의 화물을 유치하였다.

<표 2-7> 컨테이너화물 연도별 처리실적(단위 : TEU,%)

구분	2004년	증감	2005년	증감	2006	증감	2007	증감	
부산항	합계	11,491,968	10.4	11,843,151	3.1	12,038,786	1.7	13,261,484	10.2
	수출입	6,594,970	9.3	6,579,238	△0.2	6,803,183	3.4	7,443,750	9.4
	수입	3,286,361	8.5	3,309,202	0.7	3,429,141	3.6	3,752,747	9.4
	수출	3,308,609	10.1	3,270,036	△1.2	3,374,042	3.2	3,691,003	9.4
	환적	4,791,942	12.7	5,178,798	8.1	5,207,731	0.6	5,811,167	11.6
	연안	105,056	△13.7	85,115	△19.0	27,872	△67.3	6,567	△76.4
자성대	합계	1,825,523	15.2	2,126,665	16.5	2,212,485	4.0	2,274,667	2.8
	수출입	1,004,226	15.8	1,198,189	19.3	1,244,752	3.9	1,292,701	3.9
	수입	497,528	14.1	615,163	23.6	614,378	△0.1	640,583	4.3
	수출	506,698	17.5	583,026	15.1	630,374	8.1	652,118	3.4
	환적	821,297	14.5	928,476	13.0	967,733	4.2	981,675	1.4
	연안	-	-	-	0.0	-	-	291	-
신선대	합계	1,994,881	11.7	1,961,854	△1.7	2,054,637	4.7	2,400,869	16.9
	수출입	1,058,112	7.8	958,318	△9.4	1,051,064	9.7	1,220,321	16.1
	수입	543,036	6.2	497,183	△8.4	554,605	11.5	643,244	16.0
	수출	515,076	9.5	461,135	△10.5	496,459	7.7	577,077	16.2
	환적	936,707	16.5	1,002,355	7.0	1,003,573	0.1	1,180,548	17.6
	연안	62	-	1,181	1804.8	-	-	-	-
감만부두	합계	2,723,733	7.0	2,862,209	5.1	2,558,728	△10.6	2,842,747	11.1
	수출입	1,612,912	6.5	1,497,076	△7.2	1,415,199	△5.5	1,423,664	0.6
	수입	762,049	3.7	697,936	△8.4	672,149	△3.7	647,506	△3.7
	수출	850,863	9.1	799,140	△6.1	743,050	△7.0	776,158	4.5
	환적	1,110,821	7.7	1,365,133	22.9	1,143,529	△16.2	1,419,083	24.1
	연안	-	-	-	-	-	-	-	-
신감만부두	합계	976,321	31.0	1,098,615	12.5	1,144,650	4.2	1,250,132	9.2
	수출입	605,524	36.6	663,335	9.5	559,261	0.9	780,525	16.6
	수입	286,534	28.5	310,235	8.3	299,439	△3.5	367,504	22.7
	수출	318,990	44.8	353,100	10.7	369,822	4.7	413,021	11.7
	환적	370,797	22.7	435,280	17.4	475,389	9.2	469,607	△1.2
	연안	-	-	-	-	-	-	-	-
우암부두	합계	549,872	3.1	577,322	5.0	548,063	△5.1	531,276	△3.1
	수출입	318,301	△2.7	319,509	0.4	295,916	△7.4	294,620	△0.4
	수입	147,014	4.1	144,730	△1.6	145,277	0.4	145,128	△0.1
	수출	171,287	△7.8	174,779	2.0	150,639	△13.8	149,462	△0.8
	환적	231,571	12.3	257,813	11.3	252,147	△2.2	236,656	△6.1
	연안	-	-	-	-	-	-	-	-
일만부두	합계	2,873,564	6.4	2,718,825	△5.4	2,778,859	23.1	2,807,850	1.0
	수출입	1,680,103	4.0	1,645,198	△2.1	1,736,754	25.5	1,800,420	3.7
	수입	871,297	5.9	861,587	△1.1	916,910	26.7	962,844	5.0
	수출	808,806	2.1	783,611	△3.1	819,844	24.3	837,576	2.2
	환적	1,088,467	13.0	989,693	△9.1	1,014,233	19.5	1,001,154	△1.3
	연안	104,994	△13.7	83,934	△20.1	27,872	100.0	6,276	△77.5

※ PORT-MIS 참조(단위 : TEU,%)

출처 2007 부산항 컨테이너화물처리 및 수송통계, 부산항만공사, 2008



북항은 부두의 운영주체에 따라 3부류의 형태로 운영이 되고 있다. 컨테이너 전용터미널을 운영하고 있는 컨테이너전용터미널운영사, 일반부두 중 TOC부두를 운영하고 있는 TOC부두운영사, 그리고 기타 일반부두를 공영으로 사용하고 있는 기타 하역사 등으로 나누어 볼 수 있다.

통상 부두운영에 있어서 단일의 회사가 단일의 운영사를 구성하여 운영하나 TOC부두의 경우 단일회사가 부두를 운영하고 있으나 영업적인 측면에서는 실질적으로 주주들이 개별적인 하역기를 설치하여 운영을 하고 있어 컨테이너전용터미널의 운영과는 비교를 이루고 있다.

<표 2-8> 부산항 북항 컨테이너 전용부두 운영사 주주현황('08.9현재)

전용부두	운영사	주주현황
자성대	한국허치슨터미널(주)	허치슨(100%)
신선대	(주)신선대컨테이너터미널	국제통운(25%), (주)한진(24.95%), 대한통운(37.78%), 동부건설(9.01%)우성산업(3.26%)
감만	BICT, BGCT	BICT(한진해운(50%), 세방(50%)) BGCT(허치슨(50%), 대한통운(50%))
신감만	동부부산컨테이너터미널(주)	동부건설(65%), 에버그린(30%), 신영(5%)
우암	우암터미널(주)	케이씨티시(60%), 국보(40%)
감천한진	한진해운	한진해운(100%)

자료: 부산항만공사 내부자료2008.9

<표 2-9> 부산항 TOC부두 운영사 주주현황('08.9현재)

TOC부두	운영사	주주현황
중앙부두	부산항중앙부두운영(주)	세방(50%)동부(50%)
3부두	부산삼부두운영(주)	(주)한진(45.67%), 대한통운(36.02%), 동진(18.31%)
4부두	부산항사부두운영(주)	국제(54%), 동방(46%)
7-1부두	동국통운(주)	동국통운(100%)
7-2부두	삼주항운(주)	삼주항운(100%)
감천중앙부두	(주)동진	동진(100%)

부산항만공사 내부자료 2008.9

북항 일반부두(TOC부두)와 컨테이너전용터미널에 기항하고 있는 선사들의 현황은 아래와 같다.

<표 2-10> 북항 기항선사현황 (2008.9현재)

터미널	기 항 선 사
HBCT	고려해운, 고려해리, HAMBUR SUD, KYOWA LINE, GREATER,BALIHAI,, T.S LINE, 동서해운, CNC, C&LINE, MOL, CCNI, SYMS&센트란스쉬핑 CMA, CGM(ANL), 일우에이전시, Maruba.s.ca.,APL,HAPAG, LLOYD, 장금상선 중국해운, 한진해운, 현대상선, 흥아해운
UTC	고려해운, 오주해운, SPIC, SAMUDELA, SEACON, STX, 장금상선, 현대상선, 흥아해운
DPCT	고려해운, 동신종합, 운송(EAS쉬핑), T.S LINE, MOL, CMA, CGM(ANL), WAN HAI, 에버그린, Hatssu Marine, Italia Maritimo, SITC, 오주해운SPIC, SAMUDELA SEACON, RCL, HAPAG, LLOYD, OOCL, 장금상선, K-Line, CO-HEUNG
PECT	남성해운, 동해해운(FESCO), 동신상선, MISC, 동신선박, MOL,,머스크, HAPAGLLOYD SYMS&센트란스쉬핑, NYK. Tokyo, Senpaku, Kaisha, APL, OOCL, 한진해운, 현대상선
BGCT	동해해운(FESCO), 시노트란스 Sinotrans C.L Sinotrans,jiangsu co, CMA, CGM(ANL), MSC YANG MING, ISA상운. A.A.L., Star Shipping,. Bengal TigerLine, 중국해운, COSCO(원성해운)
BICT	동아해운, SCI,HAMBUR SUD, KYOWA LINE, GREATER, BALIHAI, CCNI, 오주해운SPIC, SAMUDELA, SEACON, SISCO(이리슬), APL, STX, HAPAG LLOYD, K-Line, PIL, 한진해운, 흥아해운, COSCO(원성해운)
3부두	남성해운, 천경해운, 동용해운, 흥아해운, CO -HEUNG
중앙부두	동신종합운송(EAS쉬핑), 동진선박, TASMAN, SWAYER, 두우해운, STX, ISA상운 SYMS&센트란스쉬핑, 신한상운, FETRANS(리), A.A.L, Star Shipping, Bengal TigerLine, 협운인터내셔널, 혜성선박(카리스해운), CHAOYANG LINE
4부두	동영해운, 동신종합운송,(EAS쉬핑), 두우해운, C&LINE, 범주해운, MCL, 장금상선 시노트란스 Sinotrans C.L Sinotrans,,iangsu. co, 테영상선, 흥아로지스틱스 Sakhalin., S. CO, CO-HEUNG
7부두	동진상선, 장금상선

자료: 부산항만공사 내부자료2008.9

## 2) 부산 신항의 항만운영현황

2006년 1월 3선석 개장이후 첫 해의 물동량은 238천TEU로 이는 북항의 컨테이너부두들의 운용초기보다는 낮은 비율이다. 또한, 2007년 3선석 추가 개장된 신항의 컨테이너 처리물량은 579천TEU로 전년 대비 143.6%의 성장을 하였으나 부산항 전체 물량의 %에 불과하며, 자성대부두처리물량의 %를 처리하고 있다. 이는 신항의 조기개장에 따른 화물량의 예측이 제대로 이루어지지 않았으며, 북항 일반부두 재개발에 따른 화물의 이동이 아직 이루어지지 않고 있으며, 신항의 배후 단지, 배후도로 등의 항만시설의 완전 준공되지 않은 점, 배후물류부지의 준공이 이루어지지 않은 점을 감안할 때 선사의 신항 기항에 따른 화물처리량은 지속적으로 나아질것이라 예상이 된다.

<표 2-11> 부산 신항 컨테이너 물동량

구 분	2004년	증감	2005년	증감	2006	증감	2007	증감	
부 산 항	합 계	11,491,968	10.4	11,843,151	3.1	12,038,786	1.7	13,261,484	10.2
	수출입	6,594,970	9.3	6,579,238	△0.2	6,803,183	3.4	7,443,750	9.4
	수 입	3,286,361	8.5	3,309,202	0.7	3,429,141	3.6	3,752,747	9.4
	수 출	3,308,609	10.1	3,270,036	△1.2	3,374,042	3.2	3,691,003	9.4
	환 적	4,791,942	12.7	5,178,798	8.1	5,207,731	0.6	5,811,167	11.6
	연 안	105,056	△13.7	85,115	△19.0	27,872	△67.3	6,567	△76.4
신 항 ( P N C )	합 계	-	-	-	-	237,710	2.0	579,168	143.6
	수출입	-	-	-	-	108,658	1.6	315,935	190.8
	수 입	-	-	-	-	51,242	1.5	162,278	216.7
	수 출	-	-	-	-	57,416	1.7	153,657	167.6
	환 적	-	-	-	-	129,052	2.5	263,233	104.0
	연 안	-	-	-	-	-	-	-	-

주: PORT-MIS 참조(단위 : TEU,%)

자료: 부산항만공사, 2007 부산항 컨테이너화물처리 및 수송통계, 2008

<표 2-12> 부산항 컨테이너전용부두 운영초기 이용률

부두	개장년도	안벽길이	하역능력 (천TEU/연)	1년차실적 (천TEU/연)	이용률(%)	비교	
						선석수	능력(천TEU)
자성대	1978	1262	900	35	3.9	4	240
신선대	1991	900	960	286	29.8	3	320
우암	1997	500	270	346	128.1	3	90
감만	1998	1400	1200	880	73.3	4	300
감찬한진	1998	600	340	358	105.3	2	170
신감만	2002	826	650	481	74	4	216

자료: 한국컨테이너부두공단, 「한반도 글로벌 물류중심화 방안 및 추진전략연구」, 2003.10.

2008년 현재 개발계획이 확정된 부산 신항 운영사와 주주현황은 다음과 같다.

<표 2-13> 부산 신항 전용터미널 주주현황 (2008.9현재)

전용부두	운영사	주 주 현 황
신항 1단계	부산신항만(주)	삼성(25%), DPW(25%), 한진중공업(10.22%), 현대건설(9.28%), 컨공단(9%), 금호건설(6.95%), 대우건설(5.73%), 기타(8.82%)
2-1단계	한진해운	한진해운(100%)
2-2단계	현대상선	현대상선(100%)
2-3단계	부산항신항컨테이너터미널(주)	멕퀸리한국인프라 투자유자회사(40%), 국제통운(12.0%), 고려해운(11.0%), TL(10%), ZIM(10.0%), KCTC(10.0%), BPA(9%), 현산브이그(각각4%)
2-4단계	쌍용건설컨소시움 ((가칭)부산신항남컨테이너터미널(주))	STX 팬오션(88.8%), 장금상선(10.0%), 동방(0.1%), KCTC(0.1%), 기타(1.0%)

자료: BPA내부자료, 2008.9

신항에 기항하고 있는 선사의 현황은 다음과 같으며, 향후 추가적인 선사의 기항이 증가할 것으로 예상되고 있다.

<표 2-14> 부산 신항 기항선사현황 (2008.9현재)

터미널	기항선사
PNC	고려해리, 머스크, CSAV, UASC, ZIM,

부산항만공사 내부자료2008.9

## 2.4 항만생산성

항만선택의 중요한 요소 중 하나인 항만 생산성 지표는 다양하게 설정되고 있는데 그 이유는 항만은 선석길이, 야적장 면적, 선박체항 시간 등 항만의 생산성에 영향을 주는 요소들이 다양하기에 일부 생산성의 지표만을 가지고 항만을 평가하는 것이 불가능하기 때문이다. 부산항의 경우 항만생산성 측정을 위하여 BPA에서는 항만물류전문가로 평가위원회를 구성해 시간당 총선석 생산성, 총선석 생산성 증가율, 선석 길이당 처리량, 야드 면적당 처리량, 컨 처리량 증가율 등 5개 계량지표와 생산성 향상노력의 적정성 등 6개 지표를 근거로 평가하고 있다. 그러므로, 항만생산성은 항만의 전문가들이 관심을 가지거나 각자가 가장 유용하다고 생각하는 특정지표를 선택하여 평가를 하고 있다.

본 장에서는 터미널 면적과 순선석 길이에 따른 컨테이너처리량 밀도를 가지고 측정한 단위 면적당 항만생산성과 선박접안시간에 따른 항만생산성을 기준으로 항만생산성을 설정하고 있다. 다만, 일반부두의 경우 벌크화물선박의 작업을 위한 접안 시간 등 컨테이너작업을 위한 정확한 접안시간의 구분이 어려워 선박 접안시간에 따른 항만생산성은 제외하였다).

## 1) 북항의 항만생산성

### ① 단위 면적당 항만생산성

북항의 컨테이너전용부두에서 처리한 컨테이너처리실적은 9,300천Teu로서 안벽길이는 추가된 신선대 5번선석을 포함하여 5,763m, 활용가능한 면적은 2,909천 m<sup>2</sup>로 조사되었다.

안벽길이당 컨테이너 처리개수는 평균 1,639TEU, 1일평균 4.6TEU(360일 작업기준)를 처리한 것으로 산정되었으며 단위 면적(m<sup>2</sup>)당 처리개수는 3.2TEU로 산정되었다.

<표 2-15> 2007년 북항 컨테이너전용부두 생산성(단위면적당 항만생산)

구분	자성대	신선대	신감만	신감만	우암	계	
처리물동량(TEU)	2,274,667	2,400,869	2,842,747	1,250,132	531,276	9,299,691	
부두길이(m)	1,447	1,500	1,400	826	500	5,673	
면적(m <sup>2</sup> )	647,000	1,039,000	731,000	308,000	184,000	2,909,000	
생산성	TEU/m	1,572	1,601	2,031	1,513	1,063	1,639
	TEU/m <sup>2</sup>	3.5	2.3	3.9	4.1	2.9	3.2

자료: 부산항만공사, 2007 부산항 컨테이너화물처리 및 수송통계, 2008 제정리

1) 윤동환, 항만생산성 최신개념소개, 해양수산동향 제985호(2000.10.30)

② 선박접안시간에 따른 생산성

항만에서의 체항시간을 대기시간, 서비스시간으로 구분하고 있으나 본 장에서는 선박의 접안시간(순선석시간)을 서비스시간으로 계산한다. 2)

<표 2-16> 2007년 북항 컨테이너전용부두 생산성(시간당 항만생산)

구분	2003년	2004년	2005년	2006년	2007년	
자성대	화물량(TEU)	1,584,429	1,825,523	2,126,665	2,212,485	2,274,667
	총접안시간(H)	28,292	28,181	32,058	27,781	28,147
	총생산성(TEU/H)	56.0	64.8	66.3	79.6	80.8
신선대	화물량(TEU)	1,786,112	1,994,881	1,961,854	2,054,637	2,400,869
	총접안시간(H)	25,322	27,418	25,410	24,304	25,338
	총생산성(TEU/H)	70.5	72.8	77.2	84.5	94.8
우암	화물량(TEU)	533,285	549,872	577,322	548,063	531,276
	총접안시간(H)	12,360	11,451	12,567	12,436	12,840
	총생산성(TEU/H)	43.1	48.0	45.9	44.1	41.4
감만	화물량(TEU)	2,546,391	2,723,733	2,862,209	2,558,728	2,842,747
	총접안시간(H)	32,056	33,061	38,194	28,842	28,981
	총생산성(TEU/H)	79.4	82.4	74.9	88.7	98.1
신감만	화물량(TEU)	745,544	976,321	1,098,615	1,144,650	1,250,132
	총접안시간(H)	13,742	15,417	16,535	16,258	18,108
	총생산성(TEU/H)	54.3	63.3	66.4	70.4	69.0
감천한진	화물량(TEU)	512,240	548,074	497,661	503,654	574,775
	총접안시간(H)	4,695	1,451	7,242	7,397	8,123
	총생산성(TEU/H)	109.1	377.7	68.7	68.1	70.8

자료: 부산항만공사, 2007 부산항 컨테이너화물처리 및 수송통계, 2008 제정리

북항의 일반부두에서 처리한 실적은 2,792천TEU로서 안벽길이는 5,789m로 이들 부두에서 활용가능한 면적은 356천㎡로 조사되었다. 안벽길이당 처리개수는 평균 482TEU, 1일평균 1.3TEU(360일 작업기준)를 처리한 것으로 산정되었으며 면적(㎡)당 처리개수는 7.8TEU로 산정되었다.

<표 2-17> 2007년 북항 일반부두 생산성(단위면적당 항만생산)

구분	1부두	2부두	중앙부두	3부두	4부두	7부두	계
처리물동량(TEU)	372,185	133,088	352,010	637,957	957,694	339,473	2,792,407
부두길이(m)	1,089	924	646	1,145	1,311	674	5,789
면적(㎡)	30,067	23,388	29,343	65,677	74,391	133,014	355,880
생산성	TEU/m	342	144	545	557	731	482
	TEU/㎡	12.4	5.7	12.0	9.7	12.9	7.8

자료: PORT-MIS, 2007 부산항 컨테이너화물처리 및 수송통계, 부산항만공사, 2008 제정리

2) 윤동환, 항만 생산성 최신 개념 소개, 해양수산동향 제585호, 2000.10.30. p5~6

2) 부산 신항의 항만생산성

신항은 2006년 1월 처음 3선석개장 이후 6개의 선석이 운영 중에 있으며 현재 전체부두가 운영중이 아니라 비교하기가 힘들지만 2007년 처리실적기준단위면적당 항만생산성은 아래와 같다.

<표 2-18> 2007년 부산 신항 생산성(단위면적당 항만생산)

구분		신항1-1단계
처리물동량(TEU)		579,168
부두길이(m)		2,000
면적(m <sup>2</sup> )		1,286,000
생산성	TEU/m	289
	TEU/m <sup>2</sup>	0.5

자료: 부산항만공사, PORT-MIS, 2007 부산항 컨테이너화물처리 및 수송통계, 2008. 제정리

선박접안시간에 따른 생산성은 <표 2-19>와 같다.

<표 2-19> 2007년 부산 신항 생산성(시간당 항만생산)

구분		2003년	2004년	2005년	2006년	2007년
신항	화물량(TEU)	-	-	-	237,710	579,168
	총접안시간(H)	-	-	-	6,114	7,019
	총생산성(THU/H)				38.9	82.5

자료: 부산항만공사, PORT-MIS, 2007 부산항 컨테이너화물처리 및 수송통계, 2008. 제정리

비록 항만이 활성화 되지 않은 상태에서 북항과 부산 신항과의 경쟁력비교가 어려운 실정이지만, 선박의 기항지를 선택하는 선주 또는 선사 입장에서는 선박의 빠른 회전율을 위하여 선박의 체항시간에 따른 항만생산성에 더 큰 관심이 갈 것이다. 본 연구에서는 선박접안시 하역을 위한 대기시간과 순수한 작업을 위한 접안시간 구분이 되어 있지 않아, 보다 세분화 된 항만생산성을 구하지 못하였으나, 향후 추가적으로 선주 또는 선사에서 더 관심을 가질 수 있는 선박체항에 따른 생산성에 대하여 연구가 필요할 것이다.

### 제3장 하역장비 자동화 현황

#### 3.1 국내 터미널 자동화 현황

현재 국내 컨테이너터미널의 하역 장비는 신선대터미널에 시범운영 중인 무인 장치장 크레인을 제외하고 모두 인력에 의해 운영되는 유인 장비이다. <표 3-1>과 같이 무인화가 가장 앞선 이송 장비의 경우 모든 터미널이 트랙터-트레일러 시스템을 채택하고 있다.

<표 3-1> 부산항 컨테이너터미널 하역 장비 현황

구 분	자성대	신선대	감만부두	신감만부두	우암부두	
운영회사	한국허치슨	신선대 컨테이너터미널	BICT, BGCT	동부부산	우암터미널	
협안능력	5만톤급 4척 1만톤급 1척	5만톤급 5척	5만톤급 4척	5만톤급 2척 5천톤급 1척	2만톤급1척 5천톤급2척	
주요 하역 장비	C/C	14기 (13월 1기 15월 3기 18월 3기 20월 7기)	15기 (16월 4기 18월 3기 20월 6기 22월 2기)	15기 (18월 11기 22월 4기)	7기 (18월 4기 22월 3기)	5기 (13월 5기)
	T/C	36	32	42	17	13
	T/H	13	12	1	-	-
	R/S	5	9	11	3	2
	Y/T	74	79	84	36	24
	F/L	8	10	6	1	2
	샤시	249	200	222	64	50

요소 기술 측면에서 볼 때 하역 장비의 자동화는 유인 운영을 기본으로 하고 장비의 운영 효율을 높일 수 있는 부분적인 기술을 도입한 수준이다. 안벽 크레인의 경우 흔들림 방지 시스템(Auto-Swag)이 전체 크레인에 장착되어 운용되고 있다.

장치장 크레인으로 사용 중인 RTGC의 경우 Transponder 시스템, 장치인식 시스템, Auto Steering Gear 시스템, Touch Screen, Weighing 시스템, 무선주파



수 태그 확인(RF Identity Tag) 시스템 등이 도입되고 있다. Transponder 시스템은 T/C 타이어 밑에 위치하여 T/C의 위치를 자동으로 파악하는 시스템으로서 전산시스템과 연결되어 있으며, 모니터링 시스템과도 연결되어 있다. 장치인식 시스템은 T/C 스프레더(spreader)에 장착되어 있으며, X, Y 좌표값을 이용하여 자동적으로 컨테이너 위치를 파악하는 시스템이다. Auto Steering Gear 시스템은 크레인이 주행로를 벗어나려고 할 때 이를 자동으로 통제하는 시스템이다. Weighing 시스템은 선적 및 양하 할 컨테이너의 무게를 파악하기 위해서 크레인에 설치한 것이다.

장치장 크레인과 관련된 이들 자동화 시스템의 실제 사용은 제한적으로 이루어지고 있는 실정이다. Auto Steering Gear 시스템은 크레인이 작업 베이(Bay)로 자동으로 이동 할 때 한계를 벗어나는 경우가 많고 외부차량과 사고의 위험이 있으며, 한계를 벗어나는 경우 모터가 자동으로 정지함에 따른 문제점 등의 이유로 인하여 사용하지 않는 것으로 나타나고 있다. 또한 장치인식시스템은 Encoder 좌표 인식에 있어서 문제가 있어서 사용하지 않으며, Weighing 시스템은 무게 측정시 오차범위가 크고 게이트 통과 시 무게 측정이 이루어지는 점 등으로 인하여 사용되지 않는 실정이다. 게이트 자동화 시스템만이 현재 별 문제없이 사용되고 있다.

설치된 시스템들을 실제 사용하지 않고 있는 이유는 기술적인 한계, 비현실성 등 다양하겠으나 터미널 자동화 관점에서 볼 때 통합적인 자동화 시스템이 구축되지 않고 개별 장비 및 설비 단위로 자동화 기술이 도입된 점을 주 이유로 들 수 있을 것이다.

<표 3-2> 부산항 컨테이너 터미널 장비 자동화 요소기술 현황

장 비	요소 기술	자성대	감천	감만	신선대	우암
Q/C	Auto-Swag	○	○	○	○	○
RTGC	TRANSPONDER 시스템	-	○	○	-	○
	장치인식 카메라 시스템	×	×	○	×	×
	AUTO STEERING GEAR 시스템	×	○	○	×	○
	T/C TOUCH SCREEN	○	○	○	○	○
	T/C WEIGHING 시스템	×	○	○	×	×
	RF IDENTITY TAG	○	○	○	○	○
게이트	카메라시스템		○			
	BAR CODE	○		○	○	○

주 : ○ 적용하고 있음, × 적용하고 있지 않음

자료 : 각 터미널 조사 자료

### 3.2 해외 컨테이너터미널 자동화 현황<sup>3)</sup>

#### 1) 로테르담 ECT AGV/ASC 시스템

현재 가동되는 장비 무인화의 유일한 시스템인 ECT 시스템은 AGV(Automated Guided Vehicle), ASC(Automated Stacking Crane), S/C(Straddle Carrier) 등의 기기와 제어시스템인 PCS(Process Control System)로 구성되어 있다. AGV는 quay crane 과 ASC사이에 컨테이너를 운반하는 데 쓰이며 주로 20, 40, 45 규격의 컨테이너를 운반한다. 무선통신을 통해 AGV는 PCS에 실제 위치를 보고하고, PCS는 어느 AGV에 작업 지시를 내릴 것인가를 결정하여 통보하며, AGV는 PCS로부터 명령을 받은 후 컨테이너 처리장 내의 지정경로를 따라 이동한다. 자체 navigation 시스템을 통해서 위치와 방향을 점검하고, 속도를 조절할 수 있으며, 엔진 가열온도, 연료 수준 등을 모니터한다.

ASC는 무인 RMGC(rail mounted gantry crane)로써 일반적으로 표준 규격의 컨테이너만을 적재하는 것을 원칙으로 하며, oversized container의 경우 overheight spreader가 장착된 유인 크레인인 ASC-M이 분리된 lane에서 이를 적재한다. ASC에 있어서 PCS의 역할은 장치장계획이 수립된 후 ASC에게 각 컨테이너 적재장소를 지시하는 것이다. 육측과 해측 사이에서 컨테이너를 교환해야 하는 경우에도 적절한 교환 장소를 PCS가 지시한다.

AGV는 터미널 내에서 고정된 레인을 따라서 이동하는 것을 원칙으로 하며, 안벽 크레인 아래에 6개의 AGV 레인이 설치되고, 장치장내에는 안벽에 평행하게 수개의 레인이 설치된다. 장치장내의 각 레인은 서로 독립적으로 운영되며, 특정 안벽 크레인에 여러 개의 컨테이너가 할당될 때 AGV 도착 순서를 레인에서 조정한다. 즉, 레인 운영방식은 임의지정방식이 아닌 고정지정방식을 채택하고 있다. 이는 운영에 있어서 유연성이 떨어지는 면이 있으나 컨트롤이 용이한 장점이 있다.

터미널 자동화에 있어서 중요한 기능을 담당하는 운영정보시스템의 주요 모듈은 장치장 및 안벽에서 이루어지는 제반 작업을 담당하는 Marine Terminal 정보시스템이며, 통신 및 지시사항 전달, 선석배정계획, 본선적부계획(Ship Planning), 터미널 운영과 관련된 제반 작업의 계획(PAS), 유인 및 무인장비 통제(PCS), 운영전반의 모니터 등의 기능을 수행한다.

이들 가운데 주요 기능은 PAS(Planning & Administration System)와 PCS(Process Control System)이다. PAS는 사전에 수립되는 작업계획을 수행하며, PCS는 실제 작업 상황에서 세부적인 작업 지시를 내리는 기능을 수행한다.

---

3) 남기찬 //

ECT 시스템은 현재 터미널에서 운영 중인 유일한 자동화 시스템이지만 몇 가지 한계를 내포하고 있다. 첫째, 현재 평균 약 2.5단적의 낮은 적재율로 인한 장치장 생산성이 낮고, 고투자 등의 한계를 안고 있다. 둘째, AGV의 주행 속도가 트랙터 트레일러에 비하여 느리며, AGV간에 20m 이상의 거리를 유지해야 한다. 셋째, 운영통제상의 문제로서 현재 통제 가능한 터미널 규모는 안벽길이 기준 1,000m 내외 정도인 것으로 평가된다. 넷째, 경제성 문제로서 기존의 재래 시스템에 비하여 초기 투자비가 지나치게 높아서 일반화에 한계가 있다. 마지막으로 안벽 크레인도 유인으로 운영되고 있어서 부분적인 무인 시스템이라는 한계를 안고 있다.

이러한 제반 한계를 극복하기 위하여 FAMAS(First, All Modes, All Sizes)로 불리는 장기 프로젝트를 수행해왔다. 이것은 모든 크기의 모든 수단을 동일한 서비스 수준으로 처리할 수 있는 차세대 컨테이너 터미널을 개발하는 것을 목적으로 ECT, Siemens Netherlands, Nelcon, Cap Germini 등이 컨소시움을 구성하여 1997년 5월 시작되었다.

본 프로젝트는 ECT에서 입증된 기술을 시작점으로 하는데 New Terminal Control(NewCon), Jumbo Container Crane(JCC), Automated Guided Vehicles(AGV) 등과 같은 세부 프로젝트로 구성되며, 각 프로젝트를 통하여 anti-sway 및 anti-skew 컨트롤러, 장치장 계획 알고리즘, AGV 컨트롤, 터미널 정보 시스템 등의 기술 개발 및 기술 향상이 이루어진다.

FAMAS 터미널은 새로운 기술 보다 입증된 기술 수준을 향상시키는 것을 목적으로 하며, 이송 및 장치작업 자동화에 초점을 맞추어 ECT 터미널에 적용된 기술을 개선하는 것이 핵심과제이다. 초대형 선박(Jumbo Vessel), 기존 선박(Standard Vessel), 철도, 바지, 트럭 등의 수단을 대상으로 신속한 환적이 이루어질 수 있는 새로운 개념의 환적 터미널을 개발하며, Junbo Service Center를 우선적으로 개발하는 것을 목표로 한다. Jumbo Service Centre는 장래의 Jumbo Vessel을 24시간 내에 하역 작업을 마칠 수 있는 터미널을 개발하는 것이다. 대륙마다 2-3개의 기항지를 가질 것으로 예상되는 8,000TEU급 선박이 등장하면 현재 4,000TEU급 선박 기준 평균 시간당 하역량 120-150 moves로는 점보 선박의 수요를 처리할 수 없기 때문에 안벽 크레인뿐 아니라 터미널 전체 하역시스템을 높은 생산성을 달성할 수 있도록 개선하는 것이다.

이를 위하여 high quay와 low quay 등 두 가지 안이 검토되었다. High quay의 특징은 안벽 크레인과 장치장 크레인은 버퍼 공간에 해당하는 Crafe로 인하여 완전히 독립적으로 운영된다는 것이다. 따라서 장치장에서의 문제로 인한 지연이 전체 사이클 타임에 전혀 영향을 미치지 않는 특징이 있다. High quay에 배치되는 Crane Feeding System은 안벽 크레인의 1시간 작업량에 해당하는 컨

테이너를 일시 장치할 수 있는 장치공간을 확보하게 된다. 초기 연구에서 장치 layout, 장치장 장비, 장치장과 안벽 크레인 사이의 이송 방법 등에 대한 검토가 있었으며, 이송 장비의 경우 rail or rubber mounted AGV로 될 것으로 예상된다.

## 2) PSA

PSA는 Tanjong Pagar Terminal, Keppel Terminal, Brani Terminal, Pasir Panjang Terminal 등 4개의 터미널을 운영하고 있다. 일반적으로 주요 터미널들이 중심항(hub port)을 지향하는데 비하여 PSA는 입지적 여건상 환적 중심항(mega transshipment hub)를 터미널 운영 목표로 설정하고 있다. 이를 위하여 높은 수준의 서비스를 제공하는 데 주력하고 있으며, 대표적인 전략이 하역 생산성을 높여서 선박의 체항시간(port time)을 최소화하는 것이다. 현재 목표 체항시간을 12시간 이내로 설정하고 있다.

또한 자동화와 정보통신기술 등 첨단 기술을 도입하여 생산성 및 서비스 수준을 향상시키는데 노력하고 있다. 컨테이너 번호 인식시스템을 이용한 "Flow-Through" Container Gate System을 최초로 도입하였으며, EDI 시스템인 Electronic Data Communication System (PORTNETR)을 광범위하게 이용하고 있다. 또한 터미널 운영시스템인 Computer Integrated Terminal Operations System(CITOS)를 개발하여 터미널 전반의 관제 및 장비 통제를 체계적으로 수행하고 있으며, 무인 자동화 터미널에 대비하여 새로운 개념의 CITOS를 개발 중에 있다.

터미널 자동화 측면에서 볼 때 Pasir Panjang Terminal을 제외한 3개 터미널은 기존 터미널과 동일한 유인 장치 크레인을 사용하고 있고 게이트 자동화를 제외하고는 자동화를 채택하고 있지 않다.

일반적으로 알려진 것과는 달리 PSA 터미널 전체가 자동화로 나아가는 것이 아니라 PSA 개발 계획의 4단계에 해당하는 Pasir Panjang Terminal(PPT)만이 대상이었다. PPT는 당초 AGV를 이송장비로 하고 장치장 크레인은 고단적이 가능한 브리지 크레인(bridge crane)을 채택하도록 계획하였다. 브리지 크레인은 일반 크레인과 달리 콘크리트 구조물 위에 스프레더가 설치된 브리지를 설치하는 것이 특징이며, 원격조정에 의하여 운영된다.

전술한 ECT 시스템과의 차이점은 무인 장치장 크레인 ASC 대신 브리지 크레인을 사용한다는 점과 장치블록 배치에 있어서 안벽에 대하여 수평 배치를 하고 있다는 점이다. PPT는 브리지 크레인을 성공적으로 운영하고 있으나 당초 계획과 달리 AGV 대신 야드 트랙터를 채택하고 있으며, 향후 기술 진전에 따라 AGV를 도입할 것으로 예상된다. 최대 문제는 ECT의 PCS와 같은 기능을 담당

하는 무인 터미널 운영통제시스템 개발로 추정된다. 현재 ECT의 경우 최대 단적 수가 3단적인 관계로 하역 작업의 운영 통제가 용이하나 PSA의 경우 5단적 이상의 고단적이기 때문에 복잡한 작업 상황을 수용할 수 있는 시스템 개발이 어려운 실정이다.

### 3) 독일 함브르그 HHLA

HHLA는 독일에서 가장 큰 컨테이너 터미널 운영사이며, 함브르그에 Burchardkai (Straddle Carrier 방식), Tollerort(Straddle Carrier 방식), Unikai(RTG 방식) 등 3개의 터미널을 운영하고 있다. 그 동안 자동화를 단계적으로 추진하여 왔으며, 연간 처리량 120만TEU에 달하는 자동화 터미널을 운영 중에 있다. 목표는 첫째, 생산성 향상, 둘째, 운영비 절감, 셋째, 인건비 최소화, 넷째, 장비 활용율 극대화, 다섯째, 입증된 기술 도입 등이다.

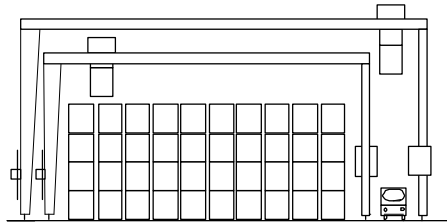
자동화 대안으로서 기존 터미널 운영과 유사하게 스트레들 캐리어를 중심으로 하는 VCT(Van Carrier Terminal), 무인 스트레들 캐리어를 이용하는 ASC(Automatic Straddle Carrier), CTRMG (Cantilever Rail Mounted Gantry Crane), 무인 RMG와 AGV를 중심으로 하는 DRMG (Doppel Rail Mounted Gantry Crane), 무인 브리지 크레인과 AGV를 중심으로하는 OHBC (Overhead Bridge Cranes) 등이 검토되었다. 장단점을 검토한 결과 무인 RMG와 AGV를 이용하는 DRMG시스템이 가장 경제적이며, 입증된 기술로 평가되었다.

특히, 장치장을 안벽에 수직 방향으로 배치 할 때 문제가 되는 RMG의 생산성 저하 문제를 해결하기 위하여 블록 당 대형 RMG와 그 아래로 통과할 수 있는 소형 RMG를 각각 1기 배치한 것이 특징이다. 당초 장비 설계 사양은 다음과 같다.

<표 3-3> DRMG 시스템 사양

	주요 특성
안벽	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 길이 1,400m, 14 Q/C(22열), double trolley, double hoist</li> <li>- shipside trolley 반자동, landside trolley 완전자동</li> <li>- elevated platform</li> <li>- 생산성 45 box/시간</li> </ul>
AGV System	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 55 to 60 AGV</li> <li>- 최대 속도 4 - 5 m/s</li> <li>- transponder와 dead reckogning 방식</li> <li>- positioning 정확도 20 mm</li> <li>- 생산성 10 box/h</li> </ul>
장치장	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 능력 30,000 TEU(19 blocks, 37 stacks, 10 wide, 4 high)</li> <li>- 안벽에 수직 배치</li> <li>- 블록당 2 RMG 배치</li> </ul>
RMG	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 블록당 무인 대형 RMG와 소형 RMG 각 1기 배치</li> <li>- 겐트리 크레인 속도 3.5 m/s (210 m/min.)</li> <li>- 육상 측 작업은 원격조정으로 수행</li> <li>- 생산성 20 bx/시간</li> </ul>

자료 : HHLA 내부 자료 정리



<그림 3-1> 대형 및 소형 RMG 배치도

### 3.3 국내 항만 자동화 기술개발 현황

우리나라는 21세기 동북아 물류중심지화를 추구하며, 신항만 개발 등 SOC 부문에 상당규모의 투자를 하여 왔으나 터미널 자동화와 자동화 기술개발에는 크게 관심을 가지지 않았다. 터미널 자동화의 경우 HBCT, PECT, 감만부두, 감천부두 등 컨테이너 전용터미널에 CCTV와 바 코드시스템을 활용한 게이트 자동화가 이루어진 것이 유일하다. 기술 개발의 경우 민간 차원에서는 일부 국책 연구소와 대학에서 터미널 자동화에 대한 단편적인 연구를 수행하여 왔으며, 1998년 해양수산부 주관으로 추진된 컨테이너터미널 자동화역장비 핵심기술개발사업이 국가적 차원에서 수행된 첫 번째 기술개발사업이라 할 수 있다(현대중공업, 1999). 그 이후 초대형 컨테이너선박을 대상으로 하는 //있다(해양수산부, 1999).

#### 1) 컨테이너터미널 자동화역장비 핵심기술개발사업

컨테이너터미널 자동화역장비 핵심기술개발사업은 국가중점기술개발사업의 일환으로서 해양수산부 주관(과학기술부 지원)으로 추진되고 있다. '98년 12월부터 2003년 10월까지 5년간 총 사업비 169억원(정부 1백34억원, 민간35억원)이 투자되어 AGV(Automated Guided Vehicle), ATC(Automated Transfer Crane) 등 무인 하역장비 개발을 수행했다. 주관연구수행기관은 현대중공업(주)이며, 한국기계연구원, 해양수산개발원, (주)토탈소프트뱅크 등이 협동연구기관으로 참여하는 산.학.연 연구개발사업단을 구성하였다.

자동화 컨테이너터미널 개발에 필요한 자동 하역장비 제어 및 통합운영 소프트웨어 핵심기술 개발 및 실용화를 목표로 하며, 사업내용은 ① 자동 컨테이너 운송차(AGV: Automated Guided Vehicle) 설계 및 제어기술 개발, ② 자동 트랜스퍼 크레인(ATC: Automated Transfer Crane) 설계 및 제어기술 개발, ③ 항만 시뮬레이션 및 첨단 컨테이너터미널 설계기술 개발, ④ 컨테이너터미널 통합운영 시스템 개발 등이다.

<표 3-4> 세부 기술개발내용

과제	내용
자동 컨테이너 운송차(AGV) 설계 및 제어기술 개발	- 안벽과 야드간 수출, 수입 및 환적 컨테이너를 무인으로 운송하는 장비의 무인자율 주행을 위한 내비게이션 시스템(Navigation System)과 장애물 감지시스템을 개발
자동 트랜스퍼 크레인(ATC) 설계 및 제어기술 개발	- AGV에 의해 이송된 컨테이너화물을 장치장에 장치하거나 AGV 또는 트럭에 실어주는 무인 자동 트랜스퍼 크레인의 컨테이너 흔들림 방지장치 및 오토메틱 랜딩시스템(Automatic Landing System)을 개발
항만 시뮬레이션 및 첨단 컨테이너터미널 설계기술 개발	- 최적의 터미널 설계를 할 수 있도록 지원하는 항만설계전문 시뮬레이터(Simulator)를 개발
컨테이너터미널 통합 운영시스템 개발	- 무인 하역장비 운영에 필요한 정보전달체계 구축, 터미널계획의 자동화, 운영 컴퓨터시스템 및 통신시스템 기술을 개발

3차년도('2000.11-2001.10)에 자동 하역장비 시제품을 제작하여 4-5차년도(2001.11-2003.10)에 자동 하역장비 제어 및 통합운영시스템 실용화 검증 등의 과정을 거쳤다. 그러나 연구 개발사업에서 개발된 자동 하역장비 및 운영시스템에 대한 경제성 및 기술적 신뢰성이 확보되지 않은 관계로 개발된 기술이 컨테이너 터미널에 적용도지는 못하고 있다.

## 2) 지능형항만물류시스템 연구개발 사업

지능형항만물류시스템 연구개발 사업(전체 사업비 300억원)은 국토해양부가 추진하고 있는 신성장 동력사업의 하나이다. 컨테이너터미널 관련 6개 기술 개발 세부과제를 포함하며, 총 연구개발비 51억원(정부35.5억원, 민간15.5억원)을 투입해 한국해양연구원·한국해양수산개발원·서호전기(주)가 공동으로 참여하고 있다.

최근 무인 자가운반 하역차량(ALV:Automated Lifting Vehicle)이 개발되어 이연회를 가졌다. 이것은 대부분의 컨테이너부두에서 사용하고 있는 야드트랙터(적재 장비)와 스트래들캐리어(운반·하역 장비)의 기능을 하나로 묶은 장비로, 유인과 무인 두 모드로 운영이 가능한 신 개념의 하역 및 이송 장비이다.

고정밀도 GPS와 RFID를 이용한 위치인식시스템, 레이저 스캐너를 이용한 충돌방지 및 작업위치 탐지시스템, 자동 컨테이너 적양하 및 이송 부문에 첨단기술들이 적용되었다.

ALV가 상용화될 경우 지상에 내려놓은 컨테이너의 운반이 가능하게 되어 컨테이너크레인의 대기시간 단축과 안벽과 야드 간 운송의 병목현상을 크게 개선하여 AGV와 비교 시 운영효율 향상은 물론 운영비 절감효과가 있을 것으로 발표되었다.

## 제4장 자동화 터미널 사례 분석

### 4.1 이송장비 자동화

항만에서 하역 또는 선적작업 과정에서 안벽과 야드 또는 기타 장치장간 컨테이너를 운송하는데 사용되는 장비는 야드 트랙터, 스트레들 캐리어 (또는 셔틀 캐리어), AGV(Auto Guided Vehicle) 등이 있다. 야드 트랙터는 전 세계 컨테이너 터미널에서 일반적으로 사용되는 이송장비이며, AGV는 무인으로 이동하는 이송장비이다. 스트레들 캐리어는 이송과 적양하는 동시에 수행하는 복합적인 장비라 할 수 있다.

#### 1) 무인 반송차(Automated Guided Vehicle: AGV)

AGV는 기존 채래(유인) 터미널의 대표적인 이송장비인 트랙터-트레일러 (T/T)를 무인화한 것이다. 현재 운영중인 무인 터미널인 ECT가 유일하지만 무인 반송차인 AGV는 ECT, 등의 터미널에 도입되고 있을 정도로 기술개발이 진전되어 있다.

AGV의 경우 운전 속도, 이송 능력, positioning 정확도 등이 생산성을 결정하는 주요 요소들이며, AGV의 주요 사양은 독일의 Kamag, Gottwald, 일본의 MES 등 주요 장비 제작사의 제품이 큰 차이가 없다<표 4-1>.

<표 4-1> AGV 주요 사양비교

사양 \ 업체	KAMAG	GOTTWALD	MES
적재중량(톤)	50	40	50
이송 능력(Box)	2x20피트,1x40/45피트	1x20피트,1x40/45피트	2x20피트,1x40/45피트
최대 속도(m/sec)	5.5	4.5	6.9
운전 속도(m/sec)	5.0	4.0	5.0
회전반경(m)	11.5	9.0	9.0
Positioning 정확도(mm)	±20	±20	±20

자료 : 현대중공업, 1999.





구조적으로 AGV는 Axle Assembly Module, Power Pack Module, Energy Pack Module, Frame, Safety System 및 Control System으로 구성되어 있고 각 모듈은 이를 이루고 있는 여러 개의 주요 부품으로 형성되어 있다. 시스템적 측면에서 볼 때 AGV는 Supervisor와 유무선 통신을 담당하는 Communication Controller, Navigation System 등으로 구성되어 있다.

## 2) 무인 Shuttle Carrier

최근 관심을 끌고 있는 무인 스트레들 캐리어인 셔틀 캐리어(shuttle carrier)는 기존 유인 스트레들 캐리어를 기술적으로 한 단계 진전시킨 장비로 평가된다. 인양 무게는 40톤이며 40'와 20' 컨테이너를 취급하며, 20'의 경우 2개를 동시에 처리할 수 있다. 적재 높이는 2단적이 가능하다.

장비 위치 인식은 AGV에서 일반적으로 사용되는 Transponder 방식 대신 Magnetic Measurement System(MMS) 방식을 채택하고 있다. 전자에 비하여 유지보수비가 거의 들지 않는 장점이 있는 것으로 알려져 있다.

현재 2005년에 개장한 호주 Brisbane의 터미널에 23대의 무인 셔틀 캐리어가 운영되고 있다. AMPT Virginia 터미널이 무인 장치장 크레인(ASC)과 셔틀 캐리어 시스템을 처음으로 도입하였다.

Y.T	SGV	Shuttle Carrier
		

<그림 4-1> 이송장비 종류

## 3) 장단점

무인 셔틀 캐리어는 무인 장치장 크레인(automatic stacking crane; ASC)과 연계될 때 높은 생산성을 달성할 수 있다. 무인 터미널의 경우 대표적인 이송장비인 AGV와 비교 시 무인 셔틀 캐리어는 소요 장비 대수가 현저하게 적은 것으

로 나타났다. ASC 1기당 소요 AGV는 4-6대인 반면 무인 셔틀 캐리어는 2대에 불과하다<sup>4)</sup>.

장비 제작사의 자료에 따르면 트랙터-트레일러 시스템을 셔틀 캐리어로 전환하면 ship-to-shore(STS) 작업 생산성이 25% 향상된다. Tandem 스프레더를 채택한 경우 AGV 2대가 필요하지만 무인 셔틀 캐리어 1대로 해결 가능하다. STS 작업이 빨라지고, 대기 시간이 줄어들며 화물 손상이 줄어든다.

구체적인 셔틀 캐리어의 장점은 다음과 같다.

- 선측 작업과 육측 작업을 분리
- 차량 혼잡 감소(AGV의 경우 컨테이너 크레인에 연속적으로 컨테이너를 공급하기 위해서 안벽 레인에 여러 대가 대기해야 하나 셔틀 캐리어는 컨테이너를 내려두고 다음 작업 장소로 이동)
- 안벽 공간 활용을 제고
- 장치장 버퍼 영역 하역 능력 향상
- 더블 트로리를 장착한 안벽 크레인의 경우 육측 작업용 트로리 제거

<표 4-2> 이송장비 성능 비교

구분	Shuttle Carrier	Y.T	AGV
생산성	Good	Good	bad
크레인당 투입수	Under 3 Vans	Under 6 Vans	Under 3 Vans
투자비용	Low	High	Very High
운영비용	Low	Very High	Low
작업효율	Good	Good	bad

자료: 개별 장비 사양 및 특성을 고려하여 작성

4) Kalmar 자체 자료(Press Release, Karmar makes waves with the launch of its fully-automated Shuttle Carrier, 30, January 2008.

## 4.2 최근의 자동터미널 사례

### 1) Patrick Terminals

#### (1) Port of Brisbane<sup>5)</sup>

Brisbane 항은 호주에서 두 번째로 큰 Queensland 주의 수도인 Brisbane에 위치하고 있다. 항만은 Brisbane강 하구에 위치하고 있고 Port of Brisbane Corporation에 의하여 관리되고 있다. <그림 4-2>와 같이 북쪽 Caloundra에서 Mereton Island 남단에 이르기까지 총 길이 90km에 달하는 수심 15m의 선박 접근 수로를 따라 Brisbane 항만에 입항하게 된다. 항만 시설은 Brisbane강 하구에서 강 상부로 15km까지 분포되어 있다. 강 상부에는 벌크터미널, 잠화부두, 크루즈터미널, 조선소 등의 시설이 입지하고 있다.



<그림 4-2> Brisbane항만 위치도

5) Brisbane 항만 Website [www.portbris.com.au](http://www.portbris.com.au). 참조

Brisbane 컨테이너부두는 호주에서 세 번째로 큰 컨테이너 항만이다. 항만관리는 정부가 소유한 Port of Brisbane Corporation이 담당하는데 부산항만공사와 유사한 기관이다. Brisbane 항만의 컨테이너부두는 6개 선석, 안벽길이 1,437m 규모이다. 선석 4-6번은 DP World Brisbane이 임대하여 운영 중이고 7-9번 선석은 Patrick이 운영 중이다.

매년 총 2,600여척의 선박이 입항하고 30백만톤의 화물을 처리한다. Queensland 경제에 연간 1.9billion\$ 기여하는 것으로 나타났다.

## (2) Patrick Terminals - Brisbane Autostrad Terminal

Patrick은 호주 제1의 부동산 소유주인 Asciano Limited사 소속이다. 세계 제1의 자동화 터미널 시설을 운영하고 있다고 소개한다. 호주 제1의 컨테이너터미널 운영사이며, Melbourne, Sydney, Fremantle 등에 터미널을 운영하고 있다.

무인 자동화터미널로 개발된 Patrick Brisbane Autostrad® terminal은 106백만달러를 투자하여 Fisherman Island에 2005년 개장하였다. <그림 4-3>에서 보는 바와 같이 7-9번 선석은 장치장이 안벽 기준 수직 배치 형태를 하고 있다. 이러한 형태는 무인 이송장비인 AGV를 채택하고 있는 로테르담 ECT와 함부르크 CTA가 채택하고 있다.



<그림 4-3> Patrick 자동화 컨테이너터미널 전경

안벽길이는 738m, 3개 선석이며, 총 터미널 면적은 28ha에 달한다. 장치장 slot은 3,200TGS이며, 냉동 컨테이너 유닛 1,150개를 보유하고 있다. 접안 가능한 최대 선박 길이는 300m이다.

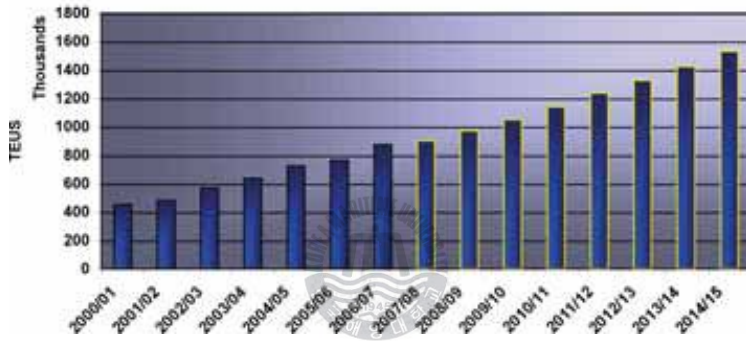
주요 장비는 안벽 크레인 6기, 무인 자동 SC 23기 등이다. 2008년 이후 10번 선석을 추가 개발할 예정이며, 총 하역 능력은 1,300,000TEU로 향상시킬 예정이다.

<표 4-3> Patrick 터미널 시설 현황

시설	Wharf No. 7	Wharf No. 8	Wharf No. 9
선석 길이(m)	210	210	317
안벽 수심(m)	13	13	13
장치장(TGS)	3,105		
냉동 컨테이너 프러그	1,120		
장치장 크레인	18 Automated SC		
안벽 크레인	4 GC		

자료: Patrick 내부자료

물동량은 2005년 약 80만TEU이며, 2015년에는 140만TEU를 추가할 것으로 전망하고 있다. 물동량 증가 추세에 맞추어 장치장 RMGC를 설치하고 기존 9번 선석에 더하여 10번 선석을 개발할 계획을 발표하였다.



<그림 4-4> Brisbane항만 컨테이너물동량 추이 및 전망



<그림 4-5> Patrick사의 무인 Straddle Carrier

## 2) 미국 APM Terminals Virginia<sup>6)</sup>

APM Terminals사는 2001년 A.P. Moller-Maersk Group of Denmark의 독립 법인으로 설립되었으며, 현재 네덜란드 헤이그에 본사를 둔 다국적 터미널 운영사이다. 전 세계 31개국에 50개의 터미널 시설을 보유하고 있다.

APM Terminals Virginia는 2007년 버지니아주 Portsmouth에 450백만 달러를 투자하여 건설한 291 acre 규모의 컨테이너 터미널이다. 미국에서 세 번째 규모의 터미널로서 1백만 TEU를 처리할 수 있는 하역 능력을 보유하고 있다. 터미널 정차장 배치는 전술한 Patrick 터미널과 동일하게 안벽 기준 수직 배치 형태를 채택하였다.



<그림 4-6> APM Terminals Virginia 전경

APM Terminals Virginia는 최근 개장한 터미널로서 신 기술을 터미널 운영 전반에 도입한 것으로 알려져 있다. 게이트의 경우 비접촉 인식이 가능한 RFID 시스템을 채택하였다. 장치장 RMGC의 경우 현장이 아닌 컨트롤 센터에서 원격 조정이 가능하다. 터미널 전반적으로 에너지 절감과 CO2 배출을 억제하는 ‘green design’을 채택한 것으로 전해지고 있다.

하역장비는 super post-Panamax Gc 6기, 원격으로 조정되는 반자동 RMGC 30기, RTGC 2기, 무인 SC 20기 등이다.

---

6) APM Terminals Virginia website [www.apmterminals.com](http://www.apmterminals.com)

<표 4-4> APM Terminals Virginia 시설 현황

시설	내용
선석 길이(m)	1,200
안벽 수심(m)	15
장치장 크레인	반자동 RMGC 30기
철송장용	RTGC 2기
이송장비	20 Automated SC
안벽 크레인	6 GC

자료: APM Terminals Virginia 내부자료

### 3) 한진해운

#### (1) 신규 터미널 개발 계획

한진해운은 스페인 알헤시라스항 전용터미널 설립이 확정됨에 따라 오는 2011년까지 해외 4개 국내 1개 등 총 5개의 터미널을 추가로 확보하게 됐다. 금년 네덜란드 로테르담(유로막스) 터미널이 운영되면서 현재 가동 중인 벨기에 앤트워프와 함께 북유럽과 동유럽의 터미널 기능이 크게 보장되었다. 또한, 아시아 지역 신흥 성장국가인 베트남에도 2011년 터미널 개장을 앞두고 있다. 국내의 경우 최근 평택항 터미널이 개장하였고 내년 1월에는 부산신항 2-1단계 터미널도 확보할 예정이다.

예정대로 진행되면, 한진해운은 오는 2011년 국내외에 총 16곳의 터미널을 운영하는 글로벌 항만운영업체로서의 위상을 확립할 수 있게 된다.

<표 4-5> 한진해운 터미널 확보 계획

터미널	선석길이(m)	총면적(m <sup>2</sup> )	처리능력(천TEU)	개장시기
로테르담 (Euromax)	1,500	770,000	2,000	2008년 9월
부산 신항 (2-1단계)	1,100	688,938	2,000	2009년 1월
베트남 터미널	600	400,000	1,150	2009년 4/4분기
알헤시라스	1,200	292,000	1,500	2010년 7월
잭슨빌 터미널	750	687,978	1,000	2011년 초

자료: EBN 산업뉴스, “한진해운, 왜 터미널사업에 ‘功’들이나”, 2008년 2월 13일

## (2) 스페인 알제시라스 터미널

스페인 남부 지브랄타 인근에 위치한 알제시라스항은 유럽 미주 아프리카를 잇는 주요 거점으로, 1만 TEU급 이상 초대형 컨테이너선이 기항할 수 있는 지중해 지역 컨테이너 물동량 1위의 항구다. 알제시라스는 모로코 탕헤르와 1시간 거리에 위치한 항구도시로 아프리카와 중동으로 통하는 관문이기도 하다.

한진해운의 알제시라스 전용터미널은 5530만 유로를 투자해 2010년 7월 개장하며 총면적 29만2000㎡, 3개 선석에서 연간 150만 TEU의 화물을 처리할 수 있을 것으로 전망된다. 이를 위하여 한진해운은 터미널 운영업체인 ‘Total Terminal International Algeciras S.A’사를 스페인 알제시라스(Algeciras)에 설립하였다.

한진해운은 최근 지중해 전용 피더서비스를 실시하였다. MAF(Malta-Adriatic Feeder)로 명명된 이 신규 피더 노선은 1천TEU급 1척의 선박을 투입, 몰타, 코파, 베니스, 몰타 순서로 주 1회 기항할 예정이다. 주요 지중해 서비스 노선인 MAP(Mediterranean-Asia-America Pendulum Service)와 MEX(Mediterranean Express Service)에 몰타항을 추가해 MAF 노선과 연결하고, 아드리아해 지역의 주요 항구에 대한 서비스를 강화해나갈 방침이다.





### 4.3. 자동화 터미널 운영 특징

#### 1) Patrick 자동화 터미널 특징

Patrick 터미널의 대표적인 특징은 무인 자동 SC와 관련된다. 현재 미국 APM Terminals와 Patrick 터미널에서 운영 중인 SC와 유사하며 장비 제작사인 Kalmar사와 공동으로 개발하였고 장비 외에 컨트롤 시스템은 Patrick사 소유이다.

DGPS(Differential Global Positioning System)을 적용하여 실시간 컨테이너 위치를 추적하고 정확도를 높인 점도 특징 중 하나이다. 장비 이동 상황과 컨테이너 위치 및 고객 정보 등을 통합하여 관리하는 OMS(Operational Management System)이 핵심 역할을 담당한다.

현재 운영 중인 'AutoStrad'(Automated straddle carrier) 기술은 9년간 연구 및 테스트를 거쳐서 완성되었다. 10m 높이에 65톤에 달하는 SC는 무인 주행 및 컨테이너 적양하 작업을 위한 첨단 제어장치와 네비게이션 시스템을 장착하고 있다.

주행방식은 기존 AGV가 장치장 바닥에 유도 설비를 설치하는 것과 달리 컴퓨터 상의 가상의 공간 좌표에 의해 주행이 제어되기 때문에 큰 투자비 없이 기존 터미널에 적용이 가능하다.

터미널 규모가 크지 않고 물동량이 많지 않기 때문에 개장 초기에는 장치장 크레인은 설치하지 않고 SC가 이송 및 장치 기능을 수행한다. 이것은 피더선 중심으로 운영하면서 장치장 작업 부담이 크지 않기 때문에 가능하다. 모선 중심으로 운영되거나 물동량 규모가 아주 큰 대형 터미널의 경우 고단적을 하기 때문에 이러한 운영이 불가능하다.

Patrick 터미널 내부 자료에 의하면 자동화 터미널 테스트 기간인 2004-2005년 사이에 총 95척의 선박이 하역 작업을 수행한 것으로 나타나 있다. 이것은 주당 평균 1.8척에 해당하여 터미널이 시간적으로 여유 있게 운영되는 것으로 볼 수 있다.

#### 2) APM Terminals Virginia 자동화 특징

APM Terminals Virginia는 Shuttle Carrier와 ASC(Automatic Stacking Cranes)가 결합된 최초의 터미널이다. 기존 자동화 터미널인 ECT와 CTA는 ASC와 AGV가 결합된 형태이며 AGV의 경우 자체 적으로 컨테이너 적양하를 할 수 없기 때문에 작업 프로세스가 다르다. 즉, Shuttle Carrier는 AGV와 달리 이송 뿐만아니라 자체적으로 컨테이너 적양하 기능을 수행하기 때문에 AGV 시

시스템에 비하여 작업 단계가 단순하고 작업 소요 시간이 크게 단축될 수 있다.

또한, 터미널 운영사는 세계 최대 선사 중 하나인 Maersk Group 그룹의 계열사로서 모기업을 통한 안정적인 물동량 확보와 터미널 투자 재원 확보가 용이하기 때문에 자동화 설비에 대한 투자 결정을 쉽게 할 수 있다는 특징이 있다.

### 3) 한진해운 Algeciras 터미널 특징

한진해운은 정기선사로서 컨테이너선 해상운송 사업 수입이 총 매출의 80%를 차지하는 전형적인 해상운송업체이다. 현재 국내외에 운영 중인 터미널은 현재 국내 4개와 해외7개로서 총 11개이며, 2011년까지 5개 터미널을 추가로 개발하여 총 16개의 전용터미널을 보유하게 된다.

최근 컨테이너터미널에 과감한 투자를 하는 이유는 물류부문의 공급사슬관리(SCM) 추세와 관련이 있다. 해상운송 뿐만 아니라 터미널 하역, 항만 배후물류센터 운영, 내륙 운송 등 고객이 요구하는 토털 물류서비스를 제공하기 위해서는 항만 터미널 확보가 가장 기본 요건이 된다고 볼 수 있다.

또한, 머스크를 비롯한 대형 컨테이너업체들의 공격적인 항만 확보 등 글로벌 해운업체들과의 경쟁에 뒤지지 않기 위한 전략의 일환으로 볼 수도 있다. 정기선사 측면에서 볼 때 독립적인 다국적 항만운영사들에 비하여 안정적으로 물동량을 확보할 수 있는 장점이 있다. 이것은 역으로 항만 투자에 대한 위험성이 상대적으로 낮다는 의미가 되기도 하며, 투자 재원조달 측면에서 볼 때 굉장한 장점이 될 수 있다.

Algeciras 터미널의 경우 지중해 서측 끝단에 위치하고 있고 지중해 중앙 지역에는 항만이 밀집하여 있으나 서측에는 주요 항만이 없다는 지정학적인 특징이 있다. 또한, 아프리카 북쪽 지역에 진출할 수 있는 가장 유리한 위치에 있고 향후 물동량 증가가 예상되는 아프리카 중, 남부 지역으로 연결될 항로 개설과도 밀접하게 관련되어 있다.

Algeciras 터미널이 기존 터미널의 일반적인 배치 방식인 장치장 수평배치 방식 대신 수직 방식을 채택한 것은 지중해 지역에서 후발 항만이라는 불리한 여건을 타개하기 위한 방안으로 볼 수 있다. 즉, 기존 터미널과 차별화를 통하여 터미널 이미지를 단기간에 높일 수 있다는 측면이다.

## 4.4 시사점

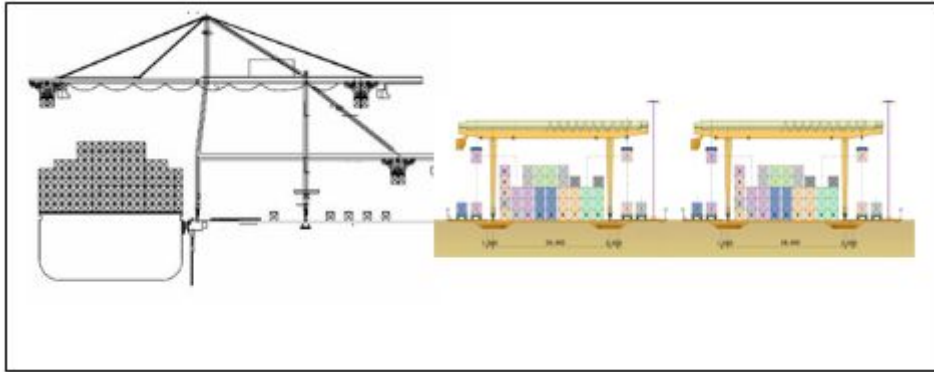
### 1) 장치장 배치 방안

AGV 혹은 무인 Shuttle Carrier 등 무인 이송장비를 채택할 때 가장 우선적

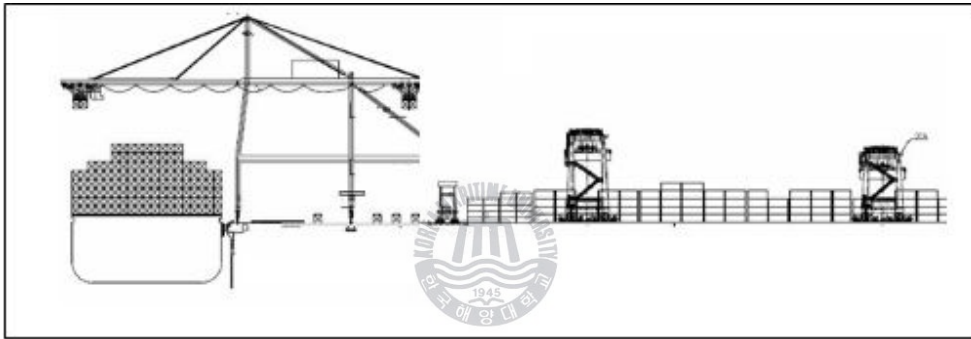
으로 고려되어야 하는 사항은 장치장 배치 방식이다. 컨테이너 터미널 배치는 장치장을 안벽 대비 평행으로 배치하는 경우와 수직으로 배치하는 두 가지 형태가 있다(최상희 외, 2006). 전자는 전 세계 컨테이너터미널의 일반적인 배치이며 대부분 인력에 의하여 하역 작업이 수행된다, 반면, 후자는 일부 무인 터미널에서 채택하고 있는 형태이다.

두 가지 터미널 장치장 배치 형태에 따라 이송장비도 차이가 있다. 자동화 터미널로 불리는 수직형 장치장 배치 터미널의 경우 주 이송 장비는 무인 반송차(AGV)와 무인 Shuttle Carrier이다. 이 경우 이송 장비는 장치장 블록 양 끝단에 배치된 버퍼 지역에서 컨테이너를 인도한다. 이송장비의 이송 거리는 단축되지만 야드 크레인이 해측 작업과 육측 작업을 동시에 수행해야하기 때문에 장치장 작업 소요 시간이 길어지는 단점이 있다.

따라서, 무인 Shuttle Carrier 도입을 검토 할 경우 장치장 블록의 적정 길이를 검토와 장치장 크레인의 1회 작업에 소요되는 평균 시간(cycle time)의 정적 범위를 설정 검토가 우선 이루어져야 한다. 장치장 블록 길이가 지나치게 긴 경우, 그리고 장치장 블록의 육상측 컨테이너 인수도 작업 부하 정도가 아주 높은 경우에는 수직배치 방식이 아주 불리하다. 터미널 운영 경험치를 기준으로 할 때 수직배치 장치장 블록 길이는 200m 내외가 되어야 하며, 환적화물 비율이 50%를 넘어야 한다. 환적화물 비율이 낮을 경우 수출입 화물 중심으로 터미널이 운영되기 때문에 게이트를 통하여 반입 및 반출되는 육측 컨테이너 작업량이 많기 때문에 선박 적양하 작업에 소요되는 시간이 길어질 수 있기 때문이다.



<그림 4-7> 수평형 장치장 배치 터미널 모형



<그림 4-8> 수직형 장치장 배치 터미널 모형

## 2) 낮은 생산성 문제

현 상황에서 볼 때 기존 무인 자동화 시스템은 일반적으로 소개되는 것과 달리 저단적, 최대 처리용량 제한 등의 기술적 한계를 내포하고 있어서 재래 시스템과 비교 시 생산성 측면에서 상당한 문제가 있다. ECT시스템의 경우 ASC의 평균 단적 수 2.5단, 느린 AGV 주행 속도 및 경직적인 운영 등의 문제를 해결하기 위해서 지속적인 기술 개발이 이루어지고 있는 것은 시사하는 바가 크다.

본 논문에서 검토한 Shuttle Carrier의 경우 주행 속도를 기존 야드 트랙터-트레일러 수준이 30km/h로 향상시켜서 AGV의 단점을 해결했다고 볼 수 있다. 그러나 Patrick 터미널에서 개발하였다는 DGPS를 이용하여 차량을 무선으로 관제하는 네비게이션시스템은 아직까지 그 신뢰성이 검증되었다고 보기 어렵다. 이것은 비교 검토가 가능하려면 여건이 서로 다른 여러 터미널에서 실제 적용이 되어야 하나 현재 Patrick 터미널 자체적으로 개발하여 사용하고 있기 때문이다. 또한, Patrick 터미널은 전술한 바와 같이 안벽 수심 13m에서 알 수 있듯이 모형

선박이 빈번하게 기항하는 중심항만이 아니라 피터선박 중심으로 운영되는 지역 항으로 볼 수 있기 때문에 터미널 운영 상황이 단순하여 일반화하기가 어렵다. 이런 유형의 터미널은 생산성에 그다지 민감하지 않기 때문에 개발된 무인 장비의 생산성은 여전히 불확실하다고 볼 수 있다.

### 3) 높은 투자비 문제

아직까지 무인 자동화 하역시스템은 재래 방식인 유인 시스템에 비하여 경제성이 크게 떨어지는 것으로 평가되고 있다. 이것은 장비 투자액에 비하여 생산성 향상으로 인한 수익 효과가 크지 않기 때문이다. 따라서 자동화 하역 시스템 도입 시 투자비 확보 및 보전 방안이 우선적으로 고려되어야 한다.

Patrick사는 호주 제1의 부동산 소유주인 Asciano Limited사 소속이기 때문에 10여년간 소요된 무인 Shuttle Carrier 기술 개발 및 테스트에 필요한 투자비를 감당할 수 있었을 것이다.

APM Terminals Virginia의 경우 세계 최대 선사 중 하나인 Maersk Group의 계열사로서 모기업을 통한 터미널 투자 재원 확보가 용이하고 일정 수준의 물동량을 안정적으로 확보할 수 있기 때문에 자동화 설비에 대한 투자 결정을 쉽게 할 수 있었을 것이다. 한진해운 Algeciras 터미널 역시 세계 10대 선사 범위 내에 들어가는 모기업이 있기 때문에 터미널 및 하역 장비에 대한 투자가 용이하게 이루어졌다고 볼 수 있다.

### 4) 통합적인 기술 개발

일부 성공 사례를 제외하면 세계 주요 컨테이너 항만의 자동화 도입이 전체 시스템 관점에서 이뤄지지 않고 부분적인 자동화(islands of automation)를 추진하여 자동화의 기대효과를 제대로 살리지 못하는 결과를 초래하고 있다고 평가되고 있다(남기찬 외, 2000). 자동화 기술을 도입하는데 있어서 게이트, 장치장, 안벽 등 터미널 전반에 걸친 효과 및 영향분석 없이 특정부문의 자동화를 추진하고 있는 것이 일반적인 문제점으로 드러나고 있다. 따라서 자동화 기술 개발 및 도입 시 통합적인 관점에서 효과와 타당성을 검토할 필요가 있다.

Patrick 터미널의 대표적인 특징인 무인 자동 Shuttle Carrier는 장비 제작사인 Kalmar사와 공동으로 개발하였고 장비 외에 컨트롤 시스템은 Patrick사가 9년간 연구 및 테스트를 거쳐서 완성하였다. 장비 제작사와 터미널 운영사 및 IT 기업이 공동으로 참여하여 통합적인 관점에서 접근한 경우라고 볼 수 있다.

과거 실패한 자동화 터미널 사례 중 하나인 일본 가와사키 터미널의 경우 장비와 운영시스템 전반을 장비 제작사에 의뢰하여 개발한 경우이다. 터미널 운영사가 참여하지 않은 상황에서 공급자 중심으로 개발된 시스템이 터미널 현장과

거리가 있어서 터미널 레이아웃 및 시스템을 교체하기에 이르렀다.

## 2) 자동화 시스템 도입 시 고려점

자동화 시스템을 도입할 때 고려해야할 여러 요소들이 있으나 이를 도입목표, 터미널 운영주체, 사회·경제·문화 여건 등으로 대별할 수 있다. 도입목표는 터미널 운영자 측면에서 생산성 향상, 비용절감, 서비스 수준 향상, 인력 절감, 터미널 자동화 기술 축적 등이다.

터미널 운영주체 관련해서는 정기선사의 전용터미널인가 아니면 공용터미널 인가와 그리고 소형 혹은 대형 터미널 등을 들 수 있다. 이외에 인건비 수준, 노무 공급 수준, 숙련도 및 근면성, 개인주의 진전 등 사회 문화적 여건이 자동화 도입에 영향을 미치는 요소이다.

<표 4-6>에서 보는 바와 같이 APM Terminals Virginia의 경우 인력절감, 정기선사 계열사, 인건비 및 인력 수급 부담 등의 요소와 관련이 된다. Patrick 터미널의 경우에는 자체적으로 자동화 기술 축적, 타 터미널과 차별화, 소규모 지역터미널의 요소와 관련이 된다. 실제 Patrick 터미널은 자체 개발 기술을 호주 Sydney 등 자사 터미널에 우선 도입하고 향후 상업적으로 판매할 의향이 있는 것으로 나타나고 있다. 한진해운 Algeciras 터미널의 경우 인력 절감, 정기선사 계열사, 인건비 및 인력수급 부담 등의 요소와 관련이 된다.

<표 4-6> 자동화 시스템 도입 시 고려점

부 문	요 소	해당 터미널
터미널 운영 목표	-생산성 향상	-
	-비용절감	-
	-서비스 수준 향상	-
	-인력 절감	-APM Terminals Virginia -한진해운 Algeciras 터미널
	-자동화 기술 축적	-Patrick 터미널
	-차별화	-Patrick 터미널
터미널 운영주체	-정기선사 계열사	-APM Terminals Virginia -한진해운 Algeciras 터미널
	-소형 지역 터미널	-Patrick 터미널
경제·사회·문화 여건	-인건비 및 인력 수급 정도	-APM Terminals Virginia -한진해운 Algeciras 터미널
	-작업자 기술력 및 근면성	-
	-문화적 특성(개인주의 대 집단주의)	-

자료: 남기찬(2000) 자료를 보완

자동화 시스템 도입은 다양한 요소기술을 필요로 하며 상호 밀접하게 관련되어 있기 때문에 기술 축적 정도에 따라 단계별로 이루어지는 것이 타당하다. 도입 단계는 크게 3단계로 나눌 수 있는데, 제 1단계는 정보시스템을 도입하는 단계이다. 신속한 정보제공, 터미널 운영 및 관리 주체 전반의 통합화 등으로 작업 효율 증대를 꾀하는 것이 주목적이며, 투자규모가 상대적으로 낮기 때문에 우선 투자 대상이 된다.

제 2단계는 계획자동화 및 운영자동화시스템을 도입하는 것이다. 기존 시설, 장비, 인력의 이용 효율 극대화를 꾀하는 것이 주목적이며, 투자 규모가 상대적으로 낮다는 특징이 있다. 제 3단계는 장비 무인화를 도입하는 단계이다. 일반적으로 터미널 여건상 인력 공급에 문제가 있거나 인건비의 비중이 지나치게 높을 때 추진하게 된다. 각 장비의 인력 감축이 주목적이며, 기존 시설과 장비를 대체하는 대규모 투자를 요하기 때문에 신중한 생산성 및 경제성 검토가 필요하다.

이러한 고려는 부산신항만의 민자사업자인 (주)부산신항만 사례를 통하여 이해할 수 있다. 이 회사는 유인자동화와 무인자동화로 대별되는 하역시스템을 결정하기 위하여 미국의 컨설팅사인 JWD와 네덜란드 ECT터미널이 주축이 된 Korean Port Consultant에 유인시스템과 무인시스템을 대상으로 터미널 설계 시물레이션 용역을 의뢰하였다. 유인시스템은 기존의 RMGC를 바탕으로 하며, 게이트 및 정보시스템 부문의 자동화를 전제로 하고, 무인시스템은 ECT 시스템을 바탕으로 하여 장치단적수와 AGV 주행속도가 기존의 경우보다 향상되는 것을 가정하였다.

경제성 부문은 초기 투자비, 연간 운영비 그리고 총비용으로 구분하여 비교한다. 민간사업자의 터미널 운영 기간인 50년을 기준으로 하고 NPV를 기준으로 두 시스템의 총 비용을 비교한 결과 자동화가 반자동화의 109%에 해당하는 것으로 나타났다. 따라서 주어진 제반 운영 조건 및 기술 수준에서는 무인자동화가 경제성이 낮은 것으로 평가되었다. 자동화 및 반자동화를 결정하는 데 있어서 주요 요소인 생산성 시물레이션 결과 역시 반자동화가 우수하게 평가되었다.

결국 경제성과 생산성 측면에서 기존의 자동화 기술이 반자동화에 뒤지고 있다고 평가하고 (주)부산신항만은 기존 유인 하역시스템을 채택하였다.

## 제5장 결론

선박이 대형화되고 항만간 경쟁이 심화되면서 각 터미널들은 보다 높은 하역 생산성을 달성하기 위하여 노력하고 있다. 주 관심은 안벽 하역 생산성을 높이기 위하여 보다 크고 빠른 안벽 크레인을 도입하는 데 모아졌다. 좀 더 나아가서 한번에 여러개의 컨테이너를 하역할 수 있는 스프레더를 장착한 크레인을 도입하기에 이르렀다.

그러나 항만 생산성은 안벽 하역 작업을 뒤 받침하는 안벽과 장치장 간의 이송 작업에 의하여 결정되는 정도가 높다. 보다 신속하고 원활한 이송 작업을 위하여 신 기술을 도입한 장비들이 등장하였다. 대표적인 것이 무인운반차(AGV)이다. 이것은 인건비를 절감하는데는 크게 기여를 할 수 있으나 작업의 신속성과 유연성 측면에서는 한계를 드러내고 있다. 한 대안으로서 과거의 Straddle Carrier 개념을 진일보시킨 Shuttle Carrier가 첨단 이송장비로서 관심을 끌고 있다. 본 장비는 과거 Straddle Carrier가 유인 이송 장비라면, 이송과 하역을 자체적으로 수행할 수 있는 무인이송 장비라 할 수 있다. 이러한 장비는 터미널 운영 측면에서 볼 때 인건비를 절감시키는 효과가 기대된다. 별도 하역 장비를 필요로 하는 순수 무인 이송장비인 AGV와 비교할 때도 별도 하역 장비를 필요로 하지 않는다는 장점이 있다.

본 연구는 최근 Shuttle Carrier를 도입하였거나 도입 계획을 밝힌 컨테이너 터미널을 대상으로 터미널 운영 특징, 자동화 터미널 현황, 터미널 운영사 특성 등을 분석하여 무인 이송 및 하역 장비 도입과 관련된 시사점을 도출하는 것을 목적으로 하였다. 이를 위하여 Patrick 자동화 터미널, APM Terminals Virginia 자동화, 한진해운 Algeciras 터미널 등 3개 터미널을 분석하였다.

호주 Patrick 터미널은 무인 자동 Shuttle Carrier를 장비 제작사인 Kalmar사와 공동으로 개발하였으며 장비 외에 컨트롤 시스템은 Patrick사가 개발하여 소유하고 있다. DGPS(Differential Global Positioning System)을 적용하여 실시간 컨테이너 위치를 추적하고 정확도를 높인 점과 기존 AGV가 장치장 바닥에 유도 설비를 설치하는 것과 달리 컴퓨터 상의 가상의 공간 좌표에 의해 주행이 제어되기 때문에 큰 투자비 없이 기존 터미널에 적용이 가능하다는 장점이 있었다. 터미널 규모가 크지 않고 물동량이 많지 않기 때문에 개장 초기에는 장치장 크레인은 설치하지 않고 SC가 이송 및 장치 기능을 수행할 정도로 장치장 작업 부담이 크지 않기 때문에 무인 주행시스템 개발이 용이 했을 것으로 평가되었다.

APM Terminals Virginia는 Shuttle Carrier와 ASC(Automatic Stacking Cranes)가 결합된 최초의 터미널이다. 기존 자동화 터미널인 ECT와 CTA는



ASC와 AGV가 결합된 형태이며 AGV의 경우 자체 적으로 컨테이너 적양하를 할 수 없기 때문에 작업 프로세스가 다르다. 즉, Shuttle Carrier는 AGV와 달리 이송 뿐만아니라 자체적으로 컨테이너 적양하 기능을 수행하기 때문에 AGV 시스템에 비하여 작업 단계가 단순하고 작업 소요 시간이 크게 단축되는 장점이 있다. 또한, 터미널 운영사는 세계 최대 선사 중 하나인 Maersk Group 그룹의 계열사로서 모기업을 통한 안정적인 물동량 확보와 터미널 투자 재원 확보가 용이하기 때문에 자동화 설비에 대한 투자 결정을 쉽게 할 수 있다는 점이 제기되었다.

한진해운 Algeciras 터미널은 개발 단계에 있어서 구체적인 내용은 밝혀지지 않고 있으나 전술한 두 터미널과 동일하게 Shuttle Carrier 방식을 채택하는 것으로 알려졌다. Algeciras 터미널이 기존 터미널의 일반적인 배치 방식인 장치장 수평배치 방식 대신 수직 방식을 채택한 것은 지중해 지역에서 후발 항만이라는 불리한 여건을 타개하기 위한 방안으로 볼 수 있다. 즉, 기존 터미널과 차별화를 통하여 터미널 이미지를 단기간에 높일 수 있다는 측면이다.

3개 터미널을 분석한 시사점으로서는 장치장 배치 방안 검토, 낮은 생산성 문제 고려, 높은 투자비 문제 고려, 통합적인 시스템 개발 등이 도출되었다. 장치장 배치 건은 장치장을 안벽 대비 수직하는데 따른 문제이다. 이 경우 이송 장비는 장치장 블록 양 끝단에 배치된 버퍼 지역에서 컨테이너를 인도한다. 이송장비의 이송 거리는 단축되지만 야드 크레인이 해측 작업과 육측 작업을 동시에 수행해야하기 때문에 장치장 작업 소요 시간이 길어지는 단점이 있다. 따라서, 무인 Shuttle Carrier 도입을 검토 할 경우 장치장 블록의 적정 길이 검토와 장치장 크레인의 1회 작업에 소요되는 평균 시간(cycle time)의 적정 범위를 설정 검토가 우선 이루어져야 한다는 점을 제기하였다.

낮은 생산성 문제는 기존 무인 자동화 시스템은 일반적으로 소개되는 것과 달리 저단적, 최대 처리용량 제한 등의 기술적 한계를 내포하고 있어서 재래 시스템과 비교 시 생산성 측면에서 상당한 문제가 있다는 것이다. Shuttle Carrier의 경우 주행 속도를 기존 야드 트랙터-트레일러 수준이 30km/h로 향상시켜서 AGV의 단점을 해결했다고 볼 수 있으나 Patrick 터미널에서 개발하였다는 DGPS를 이용하여 차량을 무선으로 관제하는 네비게이션시스템은 아직까지 그 신뢰성이 검증되었다고 보기 어렵다. Patrick 터미널은 전술한 바와 같이 안벽 수심 13m에서 알 수 있듯이 모형 선박이 빈번하게 기항하는 중심항만이 아니라 피더선박 중심으로 운영되는 지역항으로 볼 수 있기 때문에 터미널 운영 상황이 단순하여 일반화하기가 어렵다.

높은 투자비 문제는 아직까지 무인 자동화 하역시스템은 재래 방식인 유인 시스템에 비하여 경제성이 크게 떨어지는 것으로 평가되고 있다는 점이다.

Patrick사는 호주 제1의 부동산 소유주인 Asciano Limited사 소속이기 때문에 10여년간 소요된 무인 Shuttle Carrier 기술 개발 및 테스트에 필요한 투자비를 감당할 수 있었을 것이다.

APM Terminals Virginia의 경우 세계 최대 선사 중 하나인 Maersk Group의 계열사이며 한진해운 Algeciras 터미널 역시 세계 10대 선사 범위 내에 들어가는 모기업이 있기 때문에 터미널 및 하역 장비에 대한 투자가 용이하게 이루어졌다고 볼 수 있다. 그러나 일반적인 관점에서 볼 때 투자 자원 조달 및 경제성 확보 문제는 여전히 핵심 쟁점 중 하나이다.

통합적인 기술 개발 필요성은 자동화 기술 개발 및 도입 시 게이트, 장치장, 안벽 등 터미널 전반에 걸친 통합적인 관점에서 효과와 타당성을 검토할 필요가 있다는 것이다. Patrick 터미널의 무인 자동 Shuttle Carrier는 장비 제작사인 Kalmar사와 터미널 운영사 및 IT 기업이 공동으로 참여하여 통합적인 관점에서 접근한 경우라고 볼 수 있다. 이와 달리 장비와 운영시스템 전반을 장비 제작사에 의뢰하여 개발한 가와사키 터미널은 터미널 레이아웃 및 시스템을 교체한 실패 사례에 해당한다.

마지막으로 자동화 시스템 도입 시 고려점을 3개 터미널과 관련하여 도출하였다. 자동화 시스템을 도입 시 고려해야 할 요소들을 도입목표, 터미널 운영주체, 사회·경제·문화 여건 등으로 대별하였다. 도입목표는 터미널 운영자 측면에서 생산성 향상, 비용절감, 서비스 수준 향상, 인력 절감, 터미널 자동화 기술 축적 등의 요소를 포함한다. 터미널 운영주체와 관련해서는 정기선사 계열사, 소형 지역 터미널 등의 요소를 포함하며, 인건비 수준, 노무 공급 수준, 숙련도 및 근면성, 개인주의 진전 등 사회 문화적 여건이 고려되었다.

APM Terminals Virginia의 경우 인력절감, 정기선사 계열사, 인건비 및 인력수급 부담 등의 요소와 관련이 된다. Patrick 터미널의 경우에는 자체적으로 자동화 기술 축적, 타 터미널과 차별화, 소규모 지역터미널의 요소와 관련이 된다. 실제 Patrick 터미널은 자체 개발 기술을 호주 Sydney 등 자사 터미널에 우선 도입하고 향후 상업적으로 판매할 의향이 있는 것으로 나타나고 있다. 한진해운 Algeciras 터미널의 경우 인력 절감, 정기선사 계열사, 인건비 및 인력수급 부담 등의 요소와 관련이 된다. 이를 종합하면 검토된 터미널의 경우 자동화 기술 도입에 가장 큰 영향을 미치는 요소는 터미널 운영주체 특성인 것으로 볼 수 있다. 즉, 부동산 투자사, 정기선사 등의 모기업으로 있어서 투자자원 확보나 물동량 확보가 용이하여 자동화 시스템에 대한 투자가 용이했다는 것이다.

본 연구는 현재 Shuttle Carrier를 도입한 터미널이 극소수에 불과한 관계로 3개 터미널만을 대상으로 사례 분석을 수행한 한계가 있다. 따라서 본 논문의 결과는 이러한 한계 내에서 이해할 필요가 있다.

향후 이러한 결과와 한계를 바탕으로 하여 우리나라 컨테이너터미널 운영자를 대상으로 무인 이송 및 하역 장비인 Shuttle Carrier에 대한 선호도를 조사하고 그 선호도에 따라 고객을 분류하여 맞춤형 마케팅 전략 수립 등에 활용할 수 있는 연구가 필요할 것이다. 이 때 터미널 운영사 특성, 각 터미널별 생산성, 처리 화물량, 시설 규모, 기항 선사 특성, 노선 현황, 물동량 특성 등 터미널 자료를 문헌을 통하여 수집하고 설문조사를 통하여 무인 이송 및 하역 장비에 대한 선호도를 조사할 필요가 있다.



## 참고문헌

- [1] 김우선, 최용석, "다기능 컨테이너 이송차량 운영논리 개발", 「해양정책연구」, 21권 2호, 2006.
- [2] 김우선, "유인이송장비 이동거리에 따른 특성비교 분석", 「해양수산」, 3월호, 2006.
- [3] 남기찬, 최정립, 김종렬(2000)자동화 터미널의 개발 방향, 해양한국 10월호
- [4] 남기찬, 하원익(1998), 컨테이너 터미널 자동화의 개념적 모형 정립, 한국해양대학교 부설물류연구센터 논문집, 2권, 1998, 71-80.
- [5] (주)부산신항만(1999), 부산신항만 실시계획서, 1999.
- [6] 부산항만공사, 「2004년도 부산항컨테이너화물 처리 및 수송통계」, 2008.
- [7] 해양수산부(1999), 항만하역시스템 신기술 연구개발 발표회.
- [8] 현대중공업(주)(1999), 첨단항만 무인장비제어 및 통합운영 핵심기술개발 - 추진계획 발표.
- [9] 최상희, 하태영, "컨테이너터미널의 야드배치 형태별 생산성 분석에 관한 연구", 「해양정책연구」, Vol.21. No.1, 2006.
- [10] 최용석, 하태영, "지식기반시물레이션에 의한 컨테이너터미널 설계방안", 「해양정책연구」, Vol.20, No.1, 2005.
- [11] 최용석, "Analysis of Combined Productivity of Equipments in Container Terminal", 「해양정책연구」, Vol.20, No.2, 2005.
- [12] 최용석 · 김우선 · 하태영, "컨테이너터미널 야드트랙터 소요대수 추정", 「한국항해항만학회지」, 제8권, 6호, 2004.
- [13] 최장립, 남기찬(1999), 자동화 컨테이너터미널 통합운영시스템의 개념적 설계, 한국해양대학교 부설 물류연구센터 논문집, 3권, 1999.12, pp.25-38.
- [14] 최형립, 박남규, 유동호, 권해경, "자동화 컨테이너터미널 개발 전략에 관한 연구 : 외국의 사례를 중심으로", 해운물류연구, Vol.47, 2005
- [15] 하태영 · 최용석 · 김우선, "시물레이션을 이용한 자동화컨테이너터미널의 AGV 운영 평가", 「한국항해항만학회지」, 제8권, 제10호, 2004.
- [16] Baker, C., "High time for straddles", Cargo systems, October, 1998, pp.23-26.
- [17] Ballis, A. J Golias, C Abakoumkin, 1997, "A comparison between conventional and advanced handling systems fir low volume container maritime terminal," Marit. Pol. MGMT., Vol. 24, No. 73 - 92.
- [18] Iris F. A. Vis, smael Harika, "Comparison of vehicle types at an automated container terminal", OR Spectrum, Vol.26, pp.117~143, 2004.
- [19] Iris F. A. Vis, Rene de Koster, "Transshipment od containers at a container terminal:

- An overview", European Journal of Operational Research, Vol.147, pp.1-16, 2003.
- [20] Iris F. A. Vis, De Koster, R., K.J., L.W.P Roodbergen. Peeters, "Determination of the number of automated guided vehicles required at a semi-automated container terminal", Journal of Operation Society, Vol.52, pp.409-417, 2001.
- [21] Kalmar 내부 자료, Press Release, Karmar makes waves with the launch of its fully-automated Shuttle Carrier, 30, January 2008.
- [22] Nam, K.C(1988), "Determination of Handling Systems at Pusan New Port", Port Technology International 8, ICG Publishing Ltd.
- [23] HHLA 내부자료
- [24] <http://www.stt-ctt.nl/en/projects/famas>
- [25] [www.ebn.co.kr/news](http://www.ebn.co.kr/news)
- [26] [www.hanjine.com](http://www.hanjine.com)
- [27] [www.patrick.com](http://www.patrick.com)

