

시스템적 접근에 의한 자동화컨테이너터미널 개발 과제 도출

박 창 호* · 노 흥 승** · 정 희 균***

Finding Subjects for Automated Container Terminal Development by Systems Approach

C. H. Park · H. S. Roh · H. G. Jeong

Key Words : 자동화컨테이너터미널(Automated Container Terminal), 시스템적 접근방법(Systems Approach), 평가기준(Evaluation Index), 핵심소요기술(Required Core Technology), 선박입출항시스템(Port Entry System), 하역시스템(Cargo Handling System), 이송시스템(Transfer system), 보관 및 유통가공시스템(Storage, Distribution & Manufacturing System), 내륙연계시스템(Inland Transport Connecting System), 항만관리 및 정보시스템(Port Management & Information System), R&D투자우선순위(Priority of Research & Development)

Abstract

This study is to find subjects for the Automated Container Terminal(ACT) development and container terminal system. Also, we analyze the present condition of the container terminal system in Pusan port and its automation level by systems approach.

And this paper aims at evaluating on the priority of R&D investment until the beginning of the second stage of New Pusan Port Project(2006). In this process we have considered 8 evaluation indexes (cost, labor, area, time, volume, reliability, safety, convenience) to analyze 6 subsystems.

The priority of R&D until target year by sub-systems is as follow;

1. Cargo Handling System, 2. Transfer System, 3. Port Entry System, 4. Storage System (Distribution & Manufacturing System included), 5. Inland Transport System, 6. Port Management & Information System.

* 정희원, 부산발전연구원 책임연구원

** 정희원, 부산광역시 정책개발실 책임연구원

*** 정희원, 한국해양대학교 물류시스템공학과 대학원

1. 서론

본 연구는 시스템 개발자가 컨테이너터미널시스템의 자동화를 위해 목표시점에서 달성하고자 하는 자동화컨테이너터미널(Automated Container Terminal : ACT)의 시스템적 정의와 목표, 구성요소 및 범위를 설정하고 시스템적 접근방법(systems approach)으로 우리나라 컨테이너터미널의 현황과 자동화수준을 분석하여 적정 자동화컨테이너터미널을 개발하는데 필요한 기술, 과제 및 R&D 투자 우선순위를 도출하는데 목적이 있다.

목표시점은 2006년 부산신항만 2단계 착공시점으로 하여 현재 수준에서 무엇을 더 연구·개발해야 하는가를 검토하기로 한다.

연구의 방법은 각 부차시스템별로 8개의 평가기준으로 구성되는 함수와 요소를 설정하고 이를 최적화 하는 기법을 사용한다.

2. 컨테이너터미널의 최적화를 위한 시스템적 접근

2.1 자동화컨테이너터미널의 개발 목표 설정 및 구성요소

컨테이너터미널의 하드웨어(hardware)는 하부구조(infra-structure)와 상부구조(super-structure)로

구성되며 상부구조는 건물과 설비(facility), 장비(equipment) 등으로 이루어져 있다.

그러나 본 연구에서는 컨테이너터미널시스템을 향한의 소프트웨어(software)적 특성인 항만물류적 관점에서 다루고자 한다.

본 연구에서의 자동화컨테이너터미널 개발 목표는 입항한 선박으로부터 컨테이너화물이 하역, 이송, 보관 과정을 거쳐서 Gate-Out 하거나 Gate-In 한 컨테이너 화물이 보관, 이송, 하역 과정을 거쳐서 선적 후 출항되기까지의 작업 공정 및 정보 처리 등의 자동화 기술이 2006년의 목표 수준에 도달하고 컨테이너전용터미널의 각 부차시스템도 목표년도의 요구수준을 충족함으로써 상호 유기적으로 연동되는 전체시스템을 구성하는데 있다.

또한 컨테이너 터미널의 기능을 물류과정의 관점에서 부차시스템을 분류하면 선박 입출항 및 통항관리시스템, 본선 및 안벽 하역시스템과 이송시스템, 화물보관과 집배송 및 유통가공시스템(복합물류기지), 배후수송연계시스템, 항만관리 및 정보시스템 등 6개의 부차시스템으로 대별되며 외부적으로는 해상교통시스템, 배후수송시스템, 도시시스템과 관계를 맺고 있다. 이를 圖示하면 Fig.1과 같다.

2.2 모델의 구성

전체 컨테이너터미널시스템을 6개의 부차시스템

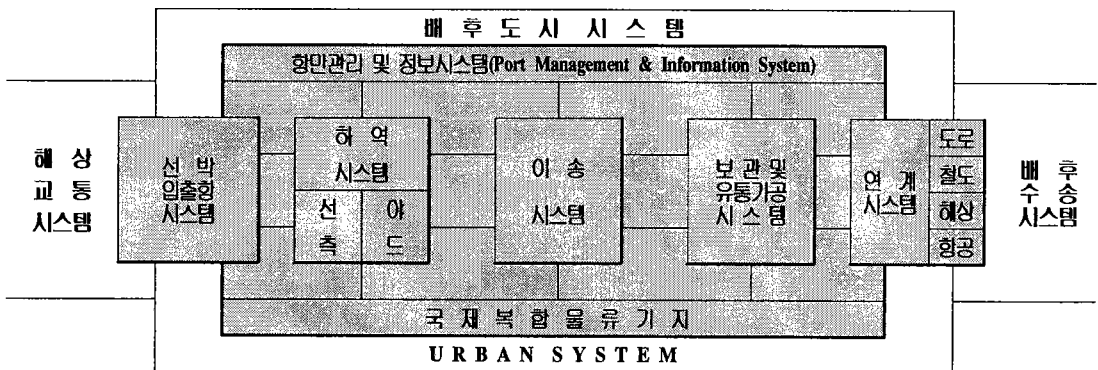


Fig. 1 System diagram of container terminal

으로 구성되는 상태식 $|Z|$ 는 식(1)과 같다.

$$\|Z\| = \{Z_1, Z_2, Z_3, Z_4, Z_5, Z_6\} \quad (1)$$

여기에서 $\|Z\|$ 는 전체컨테이너터미널시스템의 상태를 의미하고 Z_1 은 선박입출항시스템, Z_2 는 하역시스템, Z_3 는 이송시스템, Z_4 는 보관시스템, Z_5 는 내륙연계시스템, Z_6 는 항만관리 및 정보시스템이다.

선박입출항시스템(Z_1)은 항만관제시스템(VTS)과 선박입출항지원업무(도선 및 예선업무, 수로, 묘박지, 항로표지 등의 입출항 지원시설 관리업무, 선석배정 및 관리업무)로 구분된다. 선박이 대형화, 고속화됨에 따라 신속하고 안전한 통항을 보장할 수 있는 첨단통항관제시스템이 필요하며 즉시접안서비스(Zero Waiting Time Service)를 구현할 수 있도록 정확한 선박의 입출항 관제와 화물 및 선석의 관리가 요망된다. 그 시점의 적정상태는 국제공인전자해도(ENC)를 기반으로 하는 관제센터와 본선 간 양방향의 관제체계를 갖추고, 하나의 터미널시스템 내에서 선박입출항이 하역작업에 직접 연결될 수 있도록 부차시스템 간 연계가 이루어지는 상태가 될 것으로 예상된다.

하역시스템(Z_2)은 본선과 터미널 간의 선측하역과 야드 내에서의 하역으로 나누어진다.

선측하역은 안벽측 크레인으로 컨테이너 적양하 작업이 수행되는데 점점 대형화되고 있는 포스트 파나막스(Post Panamax)형 컨테이너선은 선폭이 넓어 하역 여건이 까다롭고 능률의 저하, 정박시간의 장기화, 운항효율의 저하 등의 우려가 있으므로 컨테이너 처리능력의 대폭적인 향상이 요구된다.

2006년의 하역시스템 상태는 선형에 맞는 대응터미널의 건설과 초대형 고속 크레인을 이용한 하역작업으로 선박과 터미널간 효율적인 연계가 이루어지는 상태가 될 것이다.

하나의 수송수단에서 보관장소 혹은 다른 수송수단으로 컨테이너를 연계하는 이송시스템(Z_3)은 야드시스템, 하역시스템, 보관시스템에 따라 여러 가

지 형태의 시스템이 존재한다.

최근 하역시스템과 이송시스템, 보관시스템이 단계별로 자동접속되는 야드자동화가 실현되고 있다. 이때의 이송시스템 상태는 하역과 이송·보관 시스템 간에 무인이송수단에 의해 자동적으로 연계되는 상태가 될 것으로 예상된다.

보관시스템(Z_4)은 물류과정에서 수송수단간의 시간적 격차를 해소하는 역할을 수행하며 최근 유통가공 및 화물집배송 기능이 첨가되면서 항만의 새로운 부가가치를 생성하고 있다. 이때의 보관시스템 상태는 자동적부시스템과 유통가공 및 화물집배송 등 복합물류단지 기능을 갖춘 상태가 될 것이다.

내륙연계시스템(Z_5)은 터미널과 육상운송(공로, 철도), 해상운송, 항공운송 등 배후수송을 원활하게 연계해 주는 기능을 수행하며 이때의 내륙연계시스템은 사용 컨테이너에 제한이 없고 차량이 시속 60km 이상의 속도로 이동하는 상황에서도 컨테이너 번호를 인식할 수 있는 고도화된 인식시스템을 갖춘 게이트자동화는 물론 터미널과 배후수송간 무인연계가 이루어지는 상태가 될 것이다.

항만관리 및 정보시스템(Z_6)은 각 부차시스템의 정보를 공유하고 외부시스템과 연계시켜주는 기능을 수행하며 이때 항만관리 및 정보시스템은 선사, 운송·해상운송주선인, 화주, 통관업자, 연계수송업자, 창고업자 등은 물론 관련기관 및 은행, 외국항만까지도 유기적으로 연계되는 상태가 될 것이다.

전체 시스템에서 전개한 식(1)을 핵심 소요기술을 요소로 하는 각 부차시스템별 상태식으로 표현하면 다음과 같다.

$$Z_i = f(X_i) \quad (2)$$

여기에서 X_i 는 각 부차시스템별 핵심소요기술을 의미한다.

$$\text{Optimization } Z_i = Z_i^* = f(X_i^*) \quad (3)$$

$$\Delta Z_i = Z_i^* - Z_i \quad (4)$$

이상과 같이 유도된 ΔZ_i 의 값은 각 부차시스템별 적정 시스템 수준과 현재 시스템 수준간의 격차를 의미한다.

여기에서 적정상태($\|Z_i\|_r$)를 2006년 부산신항만 2단계 건설을 목표 시점으로 설정하면 자동화 수준 격차의 상태식은 식(5)와 같다.

$$\| \Delta Z_i \|_{\Delta t} = \| Z_i \|_{r=2006} - \| Z_i \|_{t_0=1998} \quad (5)$$

3. 각 부차시스템별 자동화 수준 분석

3.1 각 부차시스템별 요소의 가중치

9명의 전문가에 의해 델파이(Delphi)법을 이용하여 컨테이너터미널의 각 부차시스템별 가중치를 조사한 결과는 Table 1과 같고 각 부차시스템별 각 부차시스템(선박입출항, 하역, 이송, 보관, 내륙연계, 항만정보 시스템)의 가중치를 중위수 채택방식으로 집계한 8개 평가기준의 가중치는 Table 2와 같다.

그러나 각 부차시스템에 있어서 8개의 평가기준이 갖는 중요도는 다른 평가기준의 중요도보다 2배 이상이 되어서는 곤란하므로 가중치의 범위를 1과 2 사이의 범위로 변환시킨 8개 평가기준의 가중치는 Table 3과 같다.

3.2 각 부차시스템별 자동화 수준 분석

각 부차시스템 Z_i ($Z_1 \sim Z_6$)까지의 핵심요소기술 X_i ($X_1 \sim X_6$)은 Table 4와 같다.

본 연구에서는 부차시스템별 현재의 자동화 수준을 최상급수준(HH)에서 최하급수준(LL)간 5단계로(HH:5, H:4, M:3, L:2, LL:1)나누어 2006년에 있어

Table 1 The weight value of 6 sub-systems

Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	Z_5	Z_6	sum
0.17	0.18	0.17	0.16	0.16	0.16	1.00

Table 2 The weight value of 8 evaluation indexes in 6 sub-systems by questionnaire

w	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	Z_5	Z_6
C_{0i}	0.14	0.13	0.12	0.14	0.13	0.17
L_{0i}	0.09	0.14	0.12	0.12	0.13	0.09
A_{0i}	0.12	0.10	0.12	0.16	0.09	0.09
T_{0i}	0.16	0.14	0.14	0.09	0.13	0.17
V_{0i}	0.14	0.14	0.14	0.12	0.13	0.09
R_{0i}	0.14	0.13	0.12	0.14	0.15	0.17
S_{0i}	0.14	0.13	0.14	0.14	0.15	0.13
C_{0i}	0.09	0.10	0.10	0.11	0.11	0.09

Table 3 The slided weight value(w) of 8 evaluation indices in 6 sub-systems (slided between 1 to 2)

w	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	Z_5	Z_6
C_{0i}	1.6	1.6	1.4	1.6	1.4	1.8
L_{0i}	1.0	1.8	1.4	1.4	1.4	1.0
A_{0i}	1.4	1.2	1.4	1.8	1.0	1.0
T_{0i}	1.8	1.8	1.6	1.0	1.4	1.8
V_{0i}	1.6	1.8	1.6	1.4	1.4	1.0
R_{0i}	2.6	1.6	1.4	1.6	1.6	1.8
S_{0i}	1.6	1.6	1.6	1.4	1.6	1.4
C_{0i}	1.0	1.2	1.2	1.2	1.2	1.0

각 평가기준에 의한 부차시스템의 자동화 수준상태 ($\|Z_i\|_{r=2006}$, 단 $i=1,2,\dots,6$)를 최상급수준(HH:5)으로 두고 그 격차를 평가한다.

여기에서 최상급 수준이란 해당 기술력을 완벽히 확보하여 당장이라도 현장에 적용할 수 있는 상태를 의미하고, 상급수준이란 해당 기술력을 거의 확보하였으나 실제 적용에는 약간의 노력이 필요한 수준을 의미한다. 중급 수준이란 외국의 기술력을 일부 도

Table 4 The required core technologies in 6 sub-systems

부차시스템(Z_i)	핵심 수요기술(X_i)	
선박입출항시스템 (Z_1)	X_1	<ul style="list-style-type: none"> · 선박입출항관제시스템 · 통합선박정보시스템 · 선박자동접이안시스템
하역시스템 (Z_2)	X_2	<ul style="list-style-type: none"> · G/C 설계 · 본선/안벽간 하역자동화 · 하역 simulator
이송시스템 (Z_3)	X_3	<ul style="list-style-type: none"> · AGV · 야드내 이송자동화 · 하역/보관간 연계시스템
보관시스템 (Z_4)	X_4	<ul style="list-style-type: none"> · 자동창고설계 · 반출입자동화 · 특수화물 보관시스템
내륙연계시스템 (Z_5)	X_5	<ul style="list-style-type: none"> · GATE 자동화 · 수송수단 연계시스템 · 차량추적시스템
항만관리 및 정보시스템 (Z_6)	X_6	<ul style="list-style-type: none"> · EDI 시스템 · 항만관리운영정보시스템 · Tele-port시스템

입하면 실제 적용이 가능한 수준을 의미하며 하급 수준이라하면 외국의 기술력 도입이 상당부분 필요한 수준을 뜻한다. 끝으로 최하급 수준은 해당 기술력 확보가 전무한 상태로 전적으로 외국의 기술력에 의존할 수 밖에 없는 상태를 의미한다.

효율을 극대화하고 서비스의 질이 높은 자동화 컨테이너터미널 개발을 위하여 전체 컨테이너터미널시스템을 8개의 평가기준을 설정하고 이에 따른 평가함수(E)를 정의하면 식(6)과 같다.

$$E = f(C_0, L_a, A_r, T_m, V_o, R_e, S_a, C_e) \quad (6)$$

여기에서 평가요소는 각각 C_0 = 비용, L_a = 노동, A_r = 면적, T_m = 시간, V_o = 물동량, R_e = 신뢰성, S_a = 안전성, C_e = 편리성을 의미하며 평가함수의 목적은 식 (7)에서 보이는 바와 같이 전체 컨테이너시스템을 최적화 하는 것이다.

$$\text{Optimization } E = E^* = f(C_0, L_a, A_r, T_m, V_o, R_e, S_a, C_e) \quad (7)$$

1) 선박입출항시스템

부산항에서는 최근 항만관제시스템(VTS)을 구축함으로써 현대화된 선박입출항관제서비스를 제공할 기반을 갖추었다고 하지만 현 시스템($\parallel Z_{11} \parallel_{t_0=1998}$)은 관제센터에서 본선으로의 일방향적 관제체계일 뿐만 아니라 하역시스템과 연계된 화물 및 선박의 일괄관리체계를 갖추지 못한 수준이다.

이를 각 평가기준별로 평가하면 비용기준(C_0)에서 선박입출항시스템의 수준상태($\parallel Z_{11} \parallel_{t_0=1998}$)는 하급수준(L)이며 격차는 3단계, 노동기준(L_a)은 중급수준(M)에 격차는 2, 면적기준(A_r)은 상급수준(H)에 격차는 1, 시간기준(T_m)은 중급수준(M)에 격차는 2, 처리량기준(V_o)은 중급수준(M)에 격차는 2, 신뢰성기준(R_e)은 하급수준(L)에 격차는 3, 안전성기준(S_a)은 중급수준(M)에 격차는 2, 편리성기준(C_e)은 중급수준(M)에 격차는 2로 각각 평가되었다.

이러한 수준격차를 극복하기 위해서는 국제공인 전자해도(ENC)를 기반으로 관제 센터와 본선간의 양방향적 관리체계를 구축하고 하역시스템과의 연계성을 보완하기 위하여 선박입출항관제시스템(VTS), 현재 미국에서 추진중인 통합선박정보기술(Integrated System of Information Technology: ISIT), 선박자동접이안시스템 등의 기술을 개발하여야 한다.

2) 하역시스템

현 시스템($\parallel Z_{21} \parallel_{t_0=1998}$)은 장비의 기계화 수준이며 초대형선의 선형에 맞는 대응터미널의 건설과 초대형 고속 크레인을 이용한 하역작업으로 선박과 터미널간 효율적인 연계가 이루어지지 않은 수준이다.

하역시스템을 8개의 평가기준(비용, 노동, 면적, 시간, 처리량, 신뢰성, 안전성, 편리성)으로 분석하여

그 격차를 평가한 결과를 Table 3에 집계하였다.

이러한 수준격차를 극복하기 위해서는 초대형선의 대응터미널 설계와 초대형 고속하역시스템 개발 기술이 보완되어야 하며 구체적으로는 갠트릭크레인(Gantry Crane : G/C)설계, 본선/안벽간하역자동화, 하역시물레이터(하역인부훈련 및 하역작업최적화 시물레이션용) 등의 기술이 개발되어야 한다.

3) 이송시스템

현 시스템($\|Z_{31}\|_{t_0=1998}$)은 장비의 기계화 수준이며 하역과 이송·보관 시스템 간 무인이송수단에 의한 자동화가 안된 상태이다.

이송시스템을 각 평가기준별로 분석하여 그 격차를 평가한 결과를 Table 3에 집계하였다.

이러한 수준격차를 극복하기 위해서는 무인이송수단에 의한 자동운행시스템과 무인자동이송수단의 개발기술 등이 보완되어야 하며 구체적으로는 AGV(Automatic Guided Vehicle), 야드내 이송자동화, 하역/보관간 자동연계시스템 등기술이 개발되어야 한다.

4) 보관시스템

현 시스템($\|Z_{31}\|_{t_0=1998}$)은 장비의 기계화와 야드에서의 적부시스템은 어느 정도 갖추고 있으나 아직 직접적재방식을 탈피하지 못하고 있고 자동적부시스템과 유통가공 및 화물 집배송 등 복합물류단지 기능은 갖추지 못한 상태이다.

보관시스템을 각 평가기준별로 분석하여 그 격차를 평가한 결과를 Table 3에 집계하였다.

이러한 수준격차를 극복하기 위해서는 다층적재시스템과 자동적부시스템, 그리고 복합물류단지 등의 설계기술이 보완되어야 하고 구체적으로는 자동창고설계, 반출입자동화, 특수화물(위험물, 냉동/냉장 등)보관시스템 기술 등 핵심기술이 개발되어야 한다.

5) 내륙연계시스템

현 시스템($\|Z_{31}\|_{t_0=1998}$) 역시 게이트자동화 부문에는 바코드를 이용한 부분적 자동인식시스템이 운영

되고는 있으나 사용 컨테이너에 제한이 있고 차량이 이동하는 상황에서 컨테이너 번호를 인식할 수 없으며 터미널과 배후수송간 무인연계 기능을 갖추지 못한 상태이다.

내륙연계시스템을 각 평가기준별로 분석하여 그 격차를 평가한 결과를 Table 3에 집계하였다.

이러한 수준격차를 극복하기 위해서는 컨테이너의 종류와 관계없이 이동하는 차량의 컨테이너 번호를 인식할 수 있는 자동인식시스템의 설계기술과 터미널에서의 배후수송무인연계시스템 등의 설계기술이 보완되어야 하며 구체적으로는 게이트자동화, 수송수단연계시스템, 차량추적시스템(CVO) 등의 핵심기술이 개발되어야 한다.

6) 항만관리 및 정보시스템

현 시스템($\|Z_{31}\|_{t_0=1998}$)은 국내정보기술(IT) 수준이 높고 선사, 운송·해상운송주선인, 화주, 통관업자, 연계수송업자, 창고업자 등은 물론 관련기관 끼리는 연계시스템이 구축되어 있으나 각기 통합환경을 구축하지는 못하고 있는 실정이며 배후도시시스템등 외부시스템과의 연계체계가 미비된 채로 각기 독립적으로 개발되고 있는 수준이다.

항만관리 및 정보시스템을 각 평가기준별로 분석하여 그 격차를 평가한 결과를 Table 5에 집계하였다.

Table 5 The level of 8 evaluation indices in 6 subsystems

L	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	Z_5	Z_6
C_{0i}	3	4	4	3	2	1
L_{0i}	2	3	3	2	2	1
A_{0i}	1	2	3	3	1	1
T_{0i}	2	2	2	2	1	1
V_{0i}	2	2	2	2	1	1
R_{0i}	3	3	3	3	2	2
S_{0i}	2	3	2	2	2	2
C_{0i}	2	3	2	2	1	2

이러한 수준격차를 극복하기 위해서는 항만정보 사용주체간의 유기적인 결합과 타시스템과의 연계 체계 구축등 제반여건이 보완되어야 하며 구체적으로는 EDI시스템, 항만관리운영정보시스템(PORT MIS 등), 텔레포트 등의 기술개발이 필요하다.

3.3 목표년도(2006년)까지의 R&D 투자 우선순위 평가

3.1절의 각 부차시스템별 8개 평가기준의 가중치에 3.2절의 수준격차(Z_i)를 곱하면 가중치를 감안한 각 부차시스템의 자동화 수준이 계산되는데 그 점수가 높을수록 현재의 자동화 수준이 목표년도에 비하여 격차가 크다는 것을 의미하므로 점수가 높은 쪽에 우선적으로 R&D 투자가 이루어져야 한다. 자동화수준 분석에 의한 R&D 투자 우선순위는 Table 6과 같다.

Table 6에 보이는 바와 같이 R&D 투자우선순위는 1. 하역시스템, 2. 이송시스템, 3. 선박입출항시스템, 4. 보관시스템, 5. 내륙연계시스템, 6. 항만관리 및 정보시스템 순으로 결정되었다.

Table 6 Priority order of R&D by the target year

$n \times L$	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	Z_5	Z_6	sum
C_{01}	48	64	56	48	28	18	262
L_{01}	20	54	42	28	28	10	182
A_{01}	14	24	42	54	10	10	154
T_{01}	36	36	32	20	14	18	156
V_{01}	32	36	32	28	14	10	152
R_{01}	78	48	42	48	32	36	284
S_{01}	32	48	32	28	32	28	200
C_{02}	20	36	24	24	12	20	136
sum	280	346	302	278	170	150	1526
Order	3	1	2	4	5	6	

3.4 투자 우선순위에 따른 핵심 소요기술 개발

8개의 평가기준에 의하여 6개 부차시스템에 대한 R&D투자우선순위가 가장 높은 하역시스템의 핵심 소요기술부터 우선 개발하고 집중 투자해서 시스템 수준을 향상시켜야 한다. 그러기 위해서는 고성능의 G/C 무인자동화 설계와 본선/안벽간 하역자동화 기술이 필요하며 특히 흔들림을 방지(Anti-Sway)하는 기법과 컨테이너를 자동으로 pitting하는 장치 등과 하역인부의 훈련 및 하역작업 최적화를 위한 하역 simulator가 중점 개발되어야 한다.

하역시스템 핵심 소요기술에 대한 집중투자가 이루어짐에 따라 하역시스템 수준이 향상되면 핵심 소요기술의 개발과 투자를 이송시스템 분야까지 확대하여야 하며 이와 같은 방식으로 선박입출항시스템, 보관시스템, 내륙연계시스템, 항만관리 및 정보시스템에 대해서도 순차적으로 핵심 소요기술을 개발하도록 한다.

이와같이 전체시스템의 핵심소요기술이 적정 수준으로 개발되면 자동화컨테이너터미널은 각 부차시스템의 최적화와 함께 부차시스템간 병목현상이 없는 전체시스템의 최적화를 달성할 수 있다.

4. 결 론

8개의 평가기준에 의하여 6개 부차시스템에 대한 R&D투자우선순위를 분석한 결과 하역시스템 > 이송시스템 > 선박입출항시스템 > 보관시스템 > 내륙연계시스템 > 항만관리 및 정보시스템 순으로 평가되었다.

전체시스템의 최적화를 위해서는 우선 하역시스템의 수준 개선이 필요한데 세부적으로 G/C 설계, 본선/안벽간 하역자동화, 하역 simulator 등에 대한 기술개발과 투자가 최우선적으로 이루어져야 한다.

하역시스템의 개선 다음으로 이송시스템, 선박입출항시스템, 보관시스템, 내륙연계시스템, 항만관리 및 정보시스템의 순으로 핵심 소요기술 개발과 투자

가 이루어져야 한다.

이상으로 전체 시스템을 6개의 부차시스템에 대하여 현재수준 및 시스템 개선을 위한 R&D투자 우선순위를 분석하였으나 추후 투자우선순위가 높은 부차시스템의 기술개발을 필두로 하여 각 부차시스템별 소요기술을 구체적으로 개발하고 그 타당성을 평가하여 실제 터미널 개발시 적용함으로써 우리나라 컨테이너 터미널의 자동화 수준을 향상시키는 노력이 뒤따라야 할 것이다.

참고문헌

- 1) 이철영(1998) 「항만물류시스템」, 효성출판사.
- 2) 박창호(1997), 「항만의 경쟁력 제고과제」, 전국경제인연합회 조사연구자료 산업정책97-3.
- 3) 전일수 외1(1993) 「우리나라 컨테이너 항만의 국제경쟁력 제고방안에 관한 연구」, 해운산업연구원.
- 4) 임진수 외1(1991), 「컨테이너터미널 능력정산에 관한 연구」, 해운산업연구원.
- 5) Itsuro Watanabe(1996), 「An Approach to the Automated Container Terminals」, KIMM.