

# 컨테이너터미널 리모델링 기술적용 인과분석\*

## - 광양항 사례 -

최용석\*\*

### A Cause and Effect Analysis on the Application of Remodeling Technology of Container Terminals - the Case of Gwangyang Port -

Yong-Seok Choi

#### 목 차

- |                        |                           |
|------------------------|---------------------------|
| I. 서론                  | IV. 컨테이너터미널 리모델링 기술대안의 선정 |
| II. 컨테이너터미널 리모델링       | V. 광양항의 기술적용 인과분석 사례      |
| III. 광양항 컨테이너터미널 현황 분석 | VI. 결론                    |

Key Words: Gwangyang Port, Container Terminal, Productivity, Remodeling

#### Abstract

Container terminals in Gwangyang Port are facing in domestically and internationally a lot of changes including opening of Busan New Port and China ports. Compared to new ports, container terminals in Gwangyang Port possess old equipment and facilities. Therefore, in order for Gwangyang Port to maintain its service level and remain competitive, it needs to undergo remodeling to enhance productivity economically. Remodeling activities should be implemented on a continual basis by developing and applying new technologies such as those for gate system, yard system, berth system. In order to review the alternative, we performed questionnaire survey and expert interview. From the results of analysis, we suggested remodeling technology alternatives, priority of remodeling and improvement effect by remodeling introduction stage.

○ 논문접수 : 2010.02.11      ○ 심사완료 : 2010.03.05      ○ 게재확정 : 2010.03.23

\* 이 논문은 2007년 순천대학교 학술연구비 공모과제로 연구되었음

\*\* 순천대학교 물류학과 조교수, drasto@sunchon.ac.kr 061)750-5115

## I. 서론

국내 컨테이너터미널은 동북아시아 중심에 위치하여 아시아, 북미, 유럽을 연결하는 주 항로상에 입지하고 있으며, 대형 컨테이너선의 입출항 및 하역이 가능한 장점을 가지고 있다. 또한 상해항, 홍콩항, 싱가포르항 등 아시아 주요 경쟁항만과의 경쟁력 강화를 위해 물류거점 확보를 위한 허브화 및 연계성이 지속적으로 확충되고 있다.

국내의 경우 부산북항은 컨테이너화물 처리실적이 적정하역능력을 초과하고 있으나 부산신항은 하역실적이 하역능력을 크게 밑도는 실정이며, 광양항의 경우도 548만TEU의 하역능력에 비해서 처리실적이 저조한 실정이다.<sup>1)</sup> 이러한 현상은 부산신항, 광양항, 인천항 컨테이너터미널의 개발로 인하여 국내 컨테이너터미널간의 물량확보 경쟁은 더욱 치열하게 전개되고 있다. 광양항 터미널 운영사들은 물동량을 유치하기 위해 경쟁항만에 비해 낮은 항만요율로 항만을 운영하고 있고 있으며 부산항의 항만요율을 100으로 놓는다면 광양항은 52정도밖에 되지 않아 부산항의 절반 수준이고 홍콩항과 비교하면 3분의 1 수준에도 미치지 못한다.

광양항은 국가균형발전과 양항체제 구축을 목표로 동북아 물류 중심기지로 육성하기 위한 컨테이너터미널의 개발로 1987년부터 개발을 시작하여 1998년 7월에 개장하여 현재 16개 선석, 연간 548만TEU의 하역능력을 가지고 있다.<sup>2)</sup> 광양항 컨테이너터미널의 2007년 처리물량은 172만TEU 정도로 여전히 부산항(1천3백만TEU)과는 많은 격차가 있고, 인천항의 166만TEU와는 근소한 차이로 우위를 보이고 있다.

최근의 항만은 주요 고객인 선사를 유치하여 물량을 확보하기 위해 고생산성을 확보하고 선박의 재항시간을 단축시켜야 하는 등 선사가 요구하는 서비스 수준을 달성해야 하며, 서비스 수준을 높여 경쟁항만과 선사 확보를 위한 경쟁을 하고 있다.

그러나 광양항 컨테이너터미널은 컨테이너 처리물량이 하역능력에 비해 낮으면서, 개장 이후 10년 정도 운영이 된 신규 항만에 속하고 있어 경쟁항만과 경쟁하기 위한 신규시설 및 장비에 대한 과감한 투자를 하기 어려운 시기이다. 그러므로 과감한 장비 및 시설 투자보다 저비용으로 생산성을 효과적으로 향상시킬 수 있는 경제적인 생산성 향상방안이 현실적인 대안이다.

현재의 광양항 컨테이너터미널은 1998년 이후 단계별로 개장되어 개장 당시의 장비, 시설, 운영시스템을 그대로 유지한 채 생산성 향상을 위해 노력하고 있어 효율적이지 못한 측면도 있다. 부산항의 경우 디젤식 야드 장비를 전기식으로 전환하여 장비의 운영비용을 절감하고, 야드 장비의 자동화, 이송장비 배차 방식의 변경 등 다양한 기술적

1) 한국컨테이너부두공단, “광양항 컨테이너부두 적정사용료 산정 및 개선용역”, 2007.12.

2) 한국컨테이너부두공단 광양항 홍보 브로슈어 p. 13.

대안을 도입하여 생산성 향상 및 비용절감에 노력하고 있다. 따라서 광양항 컨테이너터미널도 경제적인 생산성 향상 방안의 하나로 부분적인 기술도입에 의한 리모델링이 필요하며, 리모델링을 위한 다양한 기술대안의 도입을 검토할 필요가 있다.

컨테이너터미널의 하부시스템인 게이트, 야드, 안벽 등의 시설과 안벽크레인, 이송차량, 야드크레인 등의 장비는 하드웨어적인 성격을 가지고 있어 변경이 용이하지 않은 측면이 있다. 그러나 운영기법 및 운영기술 등 정보기술측면의 소프트웨어적인 요소는 생산성 및 운영효율성이 취약한 부분을 검증된 최신 기술로 교체하여 나가거나 물류시스템의 체계 변경에 의한 생산성 향상이 필요하다.

따라서, 본 연구에서는 2장에서 컨테이너터미널 리모델링의 개념과 국내외 리모델링 사례를 조사하고, 3장에서는 광양항 컨테이너터미널에 대한 시설현황 및 운영현황을 분석하였다. 4장에서는 컨테이너터미널에 적용가능한 리모델링 기술대안의 종류와 내용을 선정하였다. 5장에서는 광양항을 대상으로 기술적용 인과분석을 통해 사례연구를 하였다. 6장에서는 연구의 성과와 한계점, 향후 연구 과제를 제시하였다.

## II. 컨테이너터미널 리모델링

### 1. 리모델링 관련 연구

컨테이너터미널에 대한 기존의 선행연구에서는 생산성 향상을 주요 대상으로 하고 있으며, 생산성 향상을 위한 구체적인 실천방안으로 컨테이너터미널의 새로운 하역시스템 및 운영시스템의 도입에 대한 방안을 제시하고 있으며, 현재보다 고생산성의 시스템을 도입하기 위한 구체적인 방안을 제시하고 있으나 현재 운영중인 시스템의 생산성 향상을 위한 시스템의 재편 또는 리엔지니어링 관점의 리모델링 방안 제시에는 한계가 있어 왔다.

양창호 외의 연구<sup>3)</sup>는 초대형 컨테이너선 운항에 대비한 고생산성의 항만 하역시스템의 개발 및 도입 방안에 대한 구체적인 정책방향을 제시하고 있으나 기존 항만 하역시스템의 개선방안을 제시하지는 못하고 있고, 양창호 외의 연구<sup>4)</sup>에서 컨테이너터미널에 대한 차세대 운영시스템의 기술개발 방향과 전략을 제시하였으나 현재의 운영방식이나 운영기법에 대한 개선방향을 제시하지는 않고 있다. 특히 연구에서 다루고 있는 대상은 초대형 컨테이너선의 기항이 가능한 미래형 컨테이너터미널을 위한 시스템이므로 현재

3) 양창호 외, "초대형 컨테이너선 운항에 대비한 차세대 항만 하역시스템 기술개발전략 연구", 한국해양수산개발원, 2002.

4) 양창호 외, "차세대 컨테이너터미널 운영시스템의 기술 개발 방향과 전략수립에 관한 연구", 한국해양수산개발원, 2003.

운영중인 재래식 컨테이너터미널을 반영하고 있지 않고, 차세대 시스템 기술들을 분석하고 차세대 시스템 도입을 위한 방안을 제시하고 있어 현재 컨테이너터미널에서 사용하고 있는 하역시스템 및 운영시스템 상의 문제점과 개선사항을 다루고 있지 않다.

컨테이너부두공단에서는<sup>5)</sup> 우리나라의 컨테이너부두의 생산성 지표를 제시하기 위해 생산성 평가지표를 선정 후 국내외 컨테이너부두의 생산성을 비교분석하여 다양한 평가지표가 활용될 수 있음을 보였으나 제시한 생산성 지표가 컨테이너부두의 생산성 향상을 평가하기 위한 지표라는 한계를 가지고 있다.

외국의 경우 영국의 브래드포드 대학의 Razman & Khalid 교수가 말레이시아의 켈랑 컨테이너터미널을 대상으로 내부트럭의 이송경로상의 접점을 개선하여 내부 이송시간과 내부트럭 대수를 줄이는 효과를 거두었으며, 이 사례는 터미널 내부의 시설물 배치와 이송시스템을 동시에 리모델링한 사례이다.<sup>6)</sup>

또한 호주 멜버른항의 컨테이너터미널을 대상으로 한 리모델링 연구에서는 철송 인입선을 안벽의 안벽크레인 밑까지 연결하여 양하시 철송을 통한 직반출을 유도하여 장치장의 공간을 향상시키고, 적하시에도 철송에 의한 이송으로 차량의 트래픽을 줄일 수 있음을 보여주고 있다. 분석결과 선박의 접안시간을 8% 감소시켰으며, 야드 점유율 18% 감소, 선석점유율 11% 절감이라는 효과를 가져왔으며, 컨테이너터미널 내부의 철송시스템을 리모델링한 사례이다.<sup>7)</sup>

국내에서 리모델링이라는 개념을 항만에 적용하기 시작한 연구는 전국 노후 재래 항만에 대한 리모델링 추진<sup>8)</sup>과 리모델링에 의한 항만의 효율적 개발방안 연구<sup>9)</sup>가 있으며, 이 연구에 의하면, 재래 항만에 대한 리모델링 사업은 두가지 방향으로 추진되는 것으로 밝히고 있다. 첫째는 항만의 기능 유지 및 생산성 극대화로 기존 노후 재래시설에 대한 개보수 및 현대화, 시설 기능별 특성화를 통한 종합물류체계 개선이며, 둘째는 친수성 항만공간의 창조로서 폐쇄적이고 권위적인 시설물을 개방적이고 도시미관과 조화를 이루는 형태로 교체 혹은 개조하고 유희화된 항만부지를 도시기능과의 완충지로 개발하거나 지역별 항만 특성에 맞는 다양한 시민 친수공간을 조성하는 것이라고 구분하고 있다.

또한 최근에는 녹색성장에 맞추어 환경친화적으로 항만관리를 해나가도록 발전방향을 제시한 연구<sup>10)</sup>에서 보면, 환경친화적으로 항만을 지속적으로 관리해 나가거나 관리

5) 한국컨테이너부두공단, "우리나라 컨테이너부두 생산성 향상방안 연구", 2002.

6) Razman Mat Tahar & Khalid Hussain, "Simulation and Analysis for the Kelang Container Terminal Operations", Logistics Information Management, Vol.3, No.1, 2000.

7) Kia, M. et. al., "Investigation of Port Capacity under a New Approach by Computer Simulation", Computers & Industrial Engineering, Vol.42, 2002.

8) 송만순, 전국 노후 재래 항만에 대한 리모델링 추진, 해양한국, 2001, 5.

9) 송만순, 리모델링에 의한 항만의 효율적 개발방안 연구, 건국대학교 박사학위논문, 2004.

방향을 전환하는 것도 리모델링의 범주에 속한다고 할 수 있다. 항만 및 물류거점을 중심으로 녹색물류를 위한 탄소저감정책에 관한 연구<sup>11)</sup>에서도 녹색물류라는 관점을 가지고 있으나 항만을 리모델링 영역에 속한다.

이진우의 연구<sup>12)</sup>에 의하면, 항만 리모델링 사업에 대한 정부의 항만개발정책에서 항만 시설 노후화로 인한 생산성과 안정성의 저하, 항만과 배후도시 사이의 기능 상충 및 항만단지의 유희화로 배후지역의 성장을 억제하는 등의 사회경제적인 문제들을 제기하였다. 이러한 리모델링사업의 필요성에 의해 2007년 6월 “항만 및 주변공간의 지속적 이용에 관한 법률”이 발표되었다. 이 법에 근거하여 “1차 전국항만재개발 기본계획(2007-2016)”이 고시되었다.

그러나 전국항만의 기능적 재배치와 달리 컨테이너터미널은 대량화물을 처리하는 시스템적 특성과 지역적인 거점경쟁으로 인해 지속적인 물동량 증가를 예측하고 있다.

특히, 광양항 컨테이너터미널의 물동량 증가 추이 및 전망에서 살펴보면, 예상보다 물동량의 증가율이 기존 예상치보다 훨씬 낮은 것으로 예측되고 있다. 컨테이너터미널의 주 고객인 선사를 유치하기 위해서는 선박의 재항시간을 단축시키는 등 선사가 요구하는 서비스 수준을 달성해야만 물동량 증가를 위한 기반을 만들 수 있을 것이다. 광양항 컨테이너터미널은 개장 10년이 경과 했지만 개장 초기의 장비와 시설을 그대로 유지한 채 신기술 도입이나 장비성능 향상 없이 생산성 향상을 위해 노력하고 있으나 새로이 개장되는 부산신항의 경우 최신 하역시스템 도입으로 생산성 경쟁 측면에서 광양항 컨테이너터미널보다 유리한 상황이다.

광양항 컨테이너터미널은 게이트, 야드, 안벽영역에서 다양한 기술부문들이 현재 문제점 또는 개선해야 할 사항으로 나타나고 있다. 광양항 컨테이너터미널은 현재의 물동량과 수익구조에서 생산성 향상을 위해 장비대수 증가 및 시설투자를 시도하기는 어려운 상황이다. 또한 개장 초기의 단일 선석 운영에서 선석 통합 및 추가 선석 개발로 인하여 터미널 운영사가 운영하는 선석수가 증가하고 있고 하역능력도 확대되고 있는 상황에서 기존 운영방식과 장비성능을 가지고 컨테이너터미널을 운영하는 것은 비효율적일 수 있다. 이로 인해 컨테이너터미널 운영에 있어 새로운 기술, 장비의 성능향상, 운영비용 절감을 위한 방안 등을 검토하는 방안들이 강구되어야 한다.

10) 정봉현, “녹색성장시대에 환경친화적 항만관리정책의 발전방향”, 한국항만경제학회지, 2009.

11) 임미순, 박종흠, 안승법, “녹색물류를 위한 탄소저감정책 평가항목 우선순위에 관한 연구”, 한국항만경제학회지, 2009.

12) 이진우, “항만 리모델링사업과 경제성 분석모형”, 한국항만경제학회 국제학술대회, 2008.

## 2. 리모델링 사례

### 1) 자동화 게이트 시스템

컨테이너터미널의 주요 영역별 리모델링 사례를 살펴보면, 게이트시스템의 경우 부산 신항만은 2006년부터 컨테이너를 상차한 차량이 게이트에 진입하면 화상인식 카메라가 컨테이너 일련번호와 차량번호를 자동으로 인식해 통과시키는 시스템을 도입하였다. 기존에 사람이 육안으로 구분할 때 수분이 걸리던 것을 10초 이내로 단축한 획기적인 게이트 자동화 시스템이다.<sup>13)</sup>

<그림 1> 자동화 게이트 시스템



### 2) 무인 자동화 야드 크레인

야드 시스템의 경우 부산항 신선대 컨테이너터미널은 무인 자동화 야드 크레인을 2006년부터 사용하여 1일 24시간 연중무휴로 운영하도록 하였다. 작업이 신속하고 정확하여 안전성이 충분히 확보되어 인력과 운영비를 절감하는데 기여하였다. 야드 적재공간에 컨테이너를 6단까지 장치할 수 있어 평균 3.5단 적재를 하고 있는 기존 컨테이너터미널에 비해 야드 운영 효율이 50% 이상 향상되었으며, 전기를 동력으로 사용하므로 공해가 전혀 없고 운영비도 절감되는 효과를 보고 있다.<sup>14)</sup>

13) 부산신항만 터미널 운영사 내부 자료.

14) 부산 신선대컨테이너터미널 홈페이지([www.shinsundae.co.kr](http://www.shinsundae.co.kr))

<그림 2> 야드 무인 자동화 크레인



### 3) 야드장비 단적수 개조

부산항 자성대 컨테이너터미널 및 허치슨감만 컨테이너터미널은 2004년부터 기존 야드 크레인을 4단 적재에서 5단 적재로 향상시키는 개조공사를 실시하여 부산항의 고질적인 문제인 장치장 공간부족을 상당수 해결하였다. 결과적으로는 부두와 외부 야적장간 셔틀운행을 최소화해 교통량 감소 및 비용 절감의 효과를 얻고 있다.

<그림 3> 5단 적재 야드 크레인



### 4) 전기식 야드 크레인 도입

부산항을 비롯한 국내 대부분의 항만들은 고유가에 취약한 하역시스템을 갖추고 있다. 특히 디젤엔진을 사용하는 야드 크레인과 야드 트랙터의 사용에 따른 동력비의 부담이 크다.

<그림 4> 전기식 야드 크레인



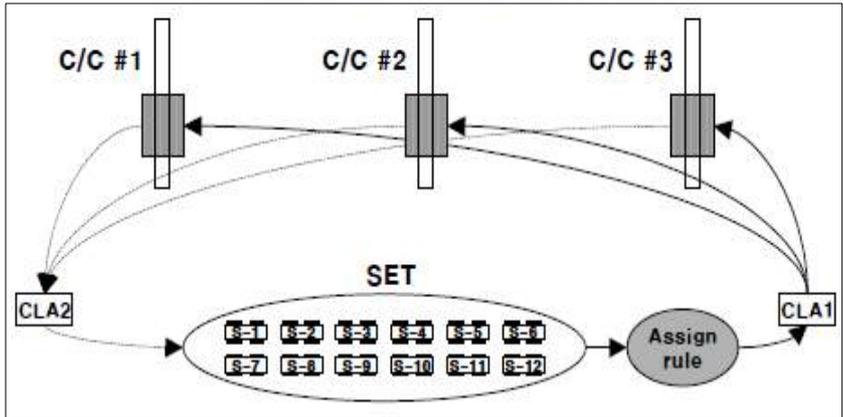
이에 따라 부산항의 신감만, 자성대, 신선대, 감만 등의 컨테이너터미널에서는 야드에 설치된 크레인의 에너지 공급체계를 유류에서 전기로 전환하는 방안을 추진 중이다. 자성대 컨테이너터미널은 2008년부터 RTGC(Rubber Tyred Gantry Crane) 34대 중 15대에 대해서 전기식으로 전환하며, 신감만 컨테이너터미널은 17대 중 12대, 우암터미널은 13대 중 8대를 전환할 예정이다. 부산항만공사는 2007년 8월, 자성대 컨테이너터미널에 RTGC 2대에 대한 전기식으로 동력전환 후, 에너지 절감 정도를 측정하였다. 비용은 유류비의 10% 선에 그친 것으로 밝혀졌다. 부산항만공사는 케이블 설치작업 등을 위해 대당 약 3억 6천만원의 비용이 소요되지만 대당 연간 약 1억 3천만원의 에너지 절감 효과를 거둘 수 있으므로 3년 후면 투자비를 회수할 것으로 예상하고 있다.<sup>15)</sup>

#### 5) YT Pooling 방식 도입

기존의 컨테이너터미널에서는 하나의 안벽 크레인(Container Crane)에 대해서 양적하 작업을 지원하는 이송차량 배차 방식을 고정 할당하는 방식을 채택하고 있다. 이러한 할당 방식은 하역작업시 혼선이 적고 이송차량이 일괄적으로 운행경로를 가지므로 지금까지 매우 광범위하게 적용되어 왔다. 그러나 각기 다른 안벽 크레인에 편성된 이송장비 간에는 상호지원을 하지 않기 때문에 이송차량의 작업효율성이 떨어진다고 볼 수 있다. 이에 비해 Pooling 방식은 선박의 양적하작업시 안벽 크레인의 작업 상황에 따라 이송차량의 배차를 동적으로 할당하기 때문에 안벽작업의 지원에 효율성을 발휘할 수 있어 작업시 이송차량의 대기시간을 줄일 수 있으므로 총작업시간의 단축으로 선박의 재항시간을 단축할 수 있다. 부산항 자성대 컨테이너터미널은 2003년부터 YT Pooling 방식을 도입하여 안벽 크레인간의 작업생산성이 상이하거나 작업 환경상 문제발생시 이송차량을 효율적으로 운영하고 있으며, 이송차량의 PC 화면에 후속작업의 표현으로 무선통신을 최소화 하여 장비기사의 피로도를 절감시키는 등 터미널 운영 효율화에 기여하고 있다.<sup>16)</sup>

15) 김우선, 전기식 RTG(Rubber Tired Gantry)의 적용성 분석 연구, 해양수산, 2008.

<그림 5> YT Pooling 방식 개념도



6) 안벽 크레인의 트윈 스프레더 도입

부산항의 신선대 컨테이너터미널 및 감만 컨테이너터미널은 컨테이너 2개를 동시에 하역할 수 있는 트윈 스프레더를 2006년부터 도입하여 안벽 생산성 향상에 노력하고 있다. 중국 선전항 안티안터미널과 상하이항 와이가오차오터미널, 아랍에미리트 두바이항, 네덜란드 로테르담항 유니포트, 벨기에 앤트워프항 P&O터미널, 부산신항만(주), 한진해운신항만에서는 20피트 컨테이너 4개 또는 40피트 컨테이너 2개를 동시에 처리하도록 스프레더의 기능을 개선한 탠덤(tandem) 트윈리프트 타입의 크레인 1~10대를 각각 운영하고 있다. 이를 통해 생산성 향상을 도모하고 있다.

<그림 6> 안벽 크레인의 트윈 스프레더



16) 최용석 외 2인, “컨테이너터미널의 리모델링 방안연구”, 한국해양수산개발원, 2005.

### 3. 외국 리모델링 사례

#### 1) 스페인 알제시라스항 - 야드크레인 에너지 절감(ECO-RTGC)

Siemens Crane과 APM 터미널은 새로운 RTGC 드라이브 시스템을 공동 개발하였다. ECO-RTGC 시스템은 에너지 효율이 매우 높아서 터미널 운영에 필요한 연료 소비를 줄이게 되고, 이로 인해 오염물 배출 및 운영비 절감 효과를 보았다.<sup>17)</sup> 스페인 알제시라스항의 APM 터미널에서 ECO-RTGC 시제품을 현장 테스트 해본 결과 연료소비가 50% 이상 감소하였다. 또한 소음감소, 오염물 배출 감소, 유지보수 감소, 연료보충 횟수 감소 등의 효과를 나타냈다. APM 터미널에서는 기존 RTGC와 ECO-RTGC의 성능을 비교하는 실험을 실시한 결과 1시간 45분 동안 30개의 컨테이너를 처리한 결과 기존 RTGC는 28.1리터의 연료(시간당 16.1리터)를 ECO-RTGC는 14.2리터(시간당 8.1리터)를 소비하였다.

현재 운영중인 ECO-RTGC의 실제 성능 데이터는 다음의 표와 같다. 이 기간 동안 ECO-RTGC는 시간당 평균 9.2리터의 연료를 소비하였다. 기존 RTGC는 운영시간당 16~25리터를 소비 했다.

#### 2) 미국 Los Angeles/Long Beach항 - 하이브리드 야드 트랙터

미국 Los Angeles/Long Beach항에서는 하이브리드 에너지 기술을 적용한 야드 트랙터를 시험 운영하고 있다. 하이브리드 장비를 사용함으로써 대기 오염을 93% 가량 감소시킬 것으로 예상되며, 이는 산화질소 19톤에 해당되는 양이다. 하이브리드 장치는 디젤엔진 기술과 전기 모터를 융합하는 하이브리드 전기 시스템, 혹은 디젤엔진 기술과 유압 유체 압축기술(에너지 저장에 사용)을 융합하는 하이브리드 유압 시스템을 적용한다. 신기술 적용을 통하여 연료소비, 공해, 유지보수 등을 줄일 수 있으며, 하이브리드 기술은 차량의 제동을 위한 에너지를 줄여주기 때문에 자주 멎었다 가는 방식으로 운행되는 야드 트랙터에 적합한 기술로 평가된다. 하이브리드 기술의 또 다른 장점은 기존의 운영방식과 기반시설을 그대로 사용할 수 있도록 유지한다는 것이다. 시스템이 디젤 엔진으로 운영되므로 새로운 유형의 연료 보급소가 필요 없다.<sup>18)</sup>

17) 김우선 외 2인, 컨테이너터미널 에너지비용 절감방안 연구, 한국해양수산개발원, 2007.

18) 김우선 외 2인, 컨테이너터미널 에너지비용 절감방안 연구, 한국해양수산개발원, 2007.

<표 1> ECO-RTGC의 연료소비 성능 데이터(2007.2.20~2007.2.28)

RTGC NO.	Total Liter	Total Hours	Total Moves	Liters/Hour	Liters/Move
56	1,252	171	959	7.32	1.31
57	1,342	136	1,067	9.87	1.26
58	1,551	178	1,249	8.71	1.24
59	1,984	181	1,636	10.96	1.21
60	1,620	188	1,500	8.62	1.08
61	1,915	183	1,217	10.46	1.57
62	1,347	171	1,207	7.88	1.12
63	1,290	165	876	7.82	1.47
64	1,683	177	923	9.51	1.82
65	1,887	178	1,327	10.60	1.42
합계	15,871	1,728	11,961	91.75	13.5
평균	1,587.1	172.8	1,196.1	9.175	1.35

### 3) 미국 타코마항 - 바이오 디젤 연료

미국 타코마항의 허스키터미널은 공해 배출을 줄이고 청정 환경에서 엔진을 구동하기 위하여 컨테이너 취급 장비와 이송장비에 바이오 디젤 연료 사용을 시작했다. 2006년 4월에 바이오 디젤을 20% 혼합해서 사용했는데 당시 산업계의 일반적인 수준은 2~5%였다. 그 후 혼합 비율을 단계적으로 확대되어 50%까지 증가하였다. 허스키터미널은 2006년에 18만TEU를 처리 가능하도록 새롭게 확장되었다. 터미널 장비는 터미널 트랙터 31대, 야드 크레인 6대, 탑핸들러 9대, 포크리프트 3대로 구성되고 이들 장비 모두를 바이오 디젤 연료로 전환하였다. 바이오 연료의 사용은 엔진의 성능 향상에 도움을 준다. 초저유황 디젤, 야채 기름, 콩 등으로부터 만들어지는 바이오 디젤은 기계에 대한 마모를 줄이고 수명을 연장시켜서 엔진의 성능을 향상시킨다. 또한 기존 디젤 연료에 바이오 연료가 추가되면 매끄러움이 향상된다. 바이오 디젤의 비율이 1%대로 낮더라도 증류 연료의 매끄러움을 65%까지 향상시킨다. Puget Sound Clean Air Agency는 순수 바이오 디젤 연료 및 혼합 바이오 디젤 연료를 사용하는 차량이 보통의 디젤보다 대기 오염 방출이 낮다고 발표했다. 순수 바이오 디젤과 혼합 바이오 디젤 모두 지구 온난화를 야기하는 디젤 입자상 물질, 탄화수소, 이산화탄소의 방출 비율을 10~50%만큼 줄여준다.<sup>19)</sup>

19) 김우선 외 2인, 컨테이너터미널 에너지비용 절감방안 연구, 한국해양수산개발원, 2007.

### Ⅲ. 광양항 컨테이너터미널 현황 분석

#### 1. 광양항 컨테이너터미널 시설현황

광양항 컨테이너터미널은 광양항을 동북아 물류중심 기지로 육성하기 위하여 개발을 시작하여 1단계 터미널을 1998년, 2단계 1차 터미널을 2002년, 2단계 2차 터미널을 2004년, 3단계 1차 터미널을 2007년에 개장하여 현재는 5만 톤급 12개 선석과 2만 톤급 4개 선석, 총 16개 선석을 운영하고 있다.<sup>20)</sup> 국토해양부가 산정한 적정하역능력(5만톤급 선석의 경우 40만TEU, 2만톤급 선박은 17만TEU)을 기준으로 총 하역능력이 약 548만TEU에 달한다.

<표 2> 광양항 컨테이너터미널 시설현황

구분	전체 계획	운영 중			계획	
		1단계	2단계	3-1단계	3-2단계	장래
사업기간	1987~2020	1987~1997	1995~2004	1999~2006	2003~2011	~2020
운영회사		GICT, KIT	KIT, 동부건설	대한통운	-	-
접안능력	5만톤급 29	5만톤급 4	5만톤급 4	5만톤급 4	5만톤급 3	5만톤급 14
	2만톤급 5	-	2만톤급 4	-	2만톤급 1	
하역능력 (TEU)	1,245만	160만	228만	160만	137만	560만
		548만			697만	
안벽길이 (m)	11,260	1,400	2,300	1,400	1,260	4,900

#### 2. 광양항 컨테이너터미널 운영현황

세계 컨테이너항만 순위는 2007년 실적을 기준으로 1위 싱가포르, 2위 상하이, 3위 홍콩, 4위 선전, 5위가 부산으로 나타났으며, 광양항은 62위, 인천항은 65위를 차지하였다. 광양항은 2006년 56위에서 2007년 62위로 6단계가 하락한 반면 인천항은 2006년 73위에서 65위로 8단계 상승하였다.<sup>21)</sup> 따라서 광양항은 운영실적이 크게 신장되고 있지 않다.

20) 한국컨테이너부두공단 광양항 홍보 브로슈어 p.13.

21) 한국컨테이너부두공단, 통계자료, 세계 주요항만 물동량 현황 및 분석.

또한 국내 전국항 연도별 컨테이너 처리 물량 추이를 살펴보면, 전체 물량의 75~80% 정도를 부산항에서 처리하며, 약 20% 정도를 광양항과 인천항에서 처리하는 것으로 나타났다. 나머지 물량은 평택, 울산, 기타 항에서 처리하고 있다. 여기서 주목할 사항은 인천항의 처리물량 비율이 2004년 6%정도 점유에서 2007년 10% 정도까지 매년 1% 가까이 점유율이 상승하고 있다. 반면에 광양항은 2004년도 9%의 점유율에서 2007년 10%정도로 거의 비슷한 수치를 보이고 있다.<sup>22)</sup>

컨테이너터미널의 운영에서 중요한 지표인 C/C의 보유수준과 함께 스프레더를 어떤 방식을 사용하느냐에 따라 안벽에서의 생산성과 컨테이너 이송차량인 YT의 배차방식이 달라지므로 아래의 표와 같이 트윈 스프레더를 사용하는 비율에 따라 운영방식에서 차이를 보이고 있다.

<표 3> 광양항 컨테이너터미널 운영현황

구분	C/C 보유대수	안벽길이	C/C당 담당길이	스프레더 사용현황	비고
GICT	5	700m	140m	싱글 스프레더	1단계
동부건설	6	1,150m	192m	싱글 스프레더	1단계
KIT	10	1,850m	185m	트윈 스프레더	2-2단계 <sup>23)</sup>
대한통운	8	1,400m	175m	트윈 스프레더	3-1단계
평균	5.8	1,020m	174m		

### 3. 광양항 컨테이너터미널의 생산성 분석

국내에서 가장 일반적으로 적용하는 안벽 크레인(C/C)의 생산성은 총작업시간 생산성이나 순작업시간 생산성으로 표현하며, 광양항 컨테이너터미널의 총작업시간 생산성은 <표 4>와 같이 해마다 0.7개 정도 증가하는 선형적인 추세를 가지고 있다. 2001년 이후 총 작업시간 생산성은 시간당 29~30개 내외로 증가해 왔다.<sup>24)</sup>

22) 한국컨테이너부두공단, 통계자료, 전국항컨테이너처리실적.

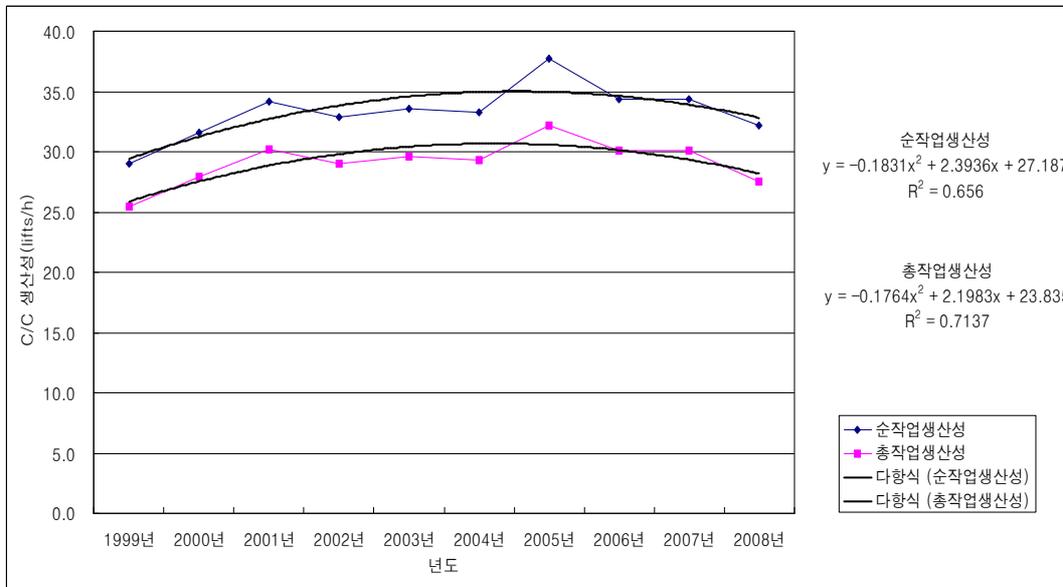
23) KIT는 1단계에서는 싱글 스프레더를 사용하고 있음

24) 광양항 컨테이너터미널 운영사 내부 자료.

<표 4> 광양항 컨테이너터미널의 안벽 크레인(C/C) 생산성

년도	순작업시간	총작업시간	순작업시간 생산성(van/hour )	총작업시간 생산성(van/hour )
1999년	9,089	10,645	29.0	25.4
2000년	13,795	15,594	31.6	27.9
2001년	17,087	19,360	34.2	30.2
2002년	20,689	23,340	33.5	29.0
2003년	22,874	26,221	36.4	31.4
2004년	25,920	30,038	35.2	30.2
2005년	29,731	34,779	34.6	29.5
2006년	36,206	42,643	34.9	29.2
2007년	35,028	41,656	36.0	31.0
2008년	37,911	44,566	32.2	27.5

<그림 7> 광양항 컨테이너터미널의 안벽 크레인(C/C) 생산성 변화추이



## IV. 컨테이너터미널 리모델링 기술대안의 선정

### 1. 리모델링 목표와 효과

본 연구의 리모델링 대안은 컨테이너터미널 생산성 향상을 위한 기술 대안으로 컨테이너터미널의 하역시스템 특성을 고려하여 크게 게이트, 야드, 안벽 등의 3가지 영역으로 분류하였다. 분류된 3가지 작업영역은 각각 서로 상이한 하역단계로 구성되어 있는 터미널의 하위시스템이다. 작업 영역별로 분류된 리모델링 대안은 기존의 컨테이너터미널 업무를 효과적으로 개선하여 비용절감 및 생산성 향상에 도움이 될 뿐만 아니라, 하드웨어 기반기술과 소프트웨어 기반기술을 모두 포함하는 기술에 해당한다.

먼저, 작업영역별로 분류된 리모델링 대안의 목표와 터미널 적용시의 효과를 살펴보면, 게이트에서 반출입 서비스 향상과 게이트의 효율적 운영을 목표로 하며, 차량 대기시간 단축과 인력 활용성 향상 등의 효과가 나타날 것이다. 야드에서는 컨테이너 취급시간 감소와 야드의 효율적 운영을 목표로 하며, 장치공간 활용도 향상과 이적 작업 감소의 효과를 얻을 것이다. 안벽에서는 선박 서비스 향상과 안벽의 효율적 운영을 목표로 하여, 선박 재항시간 단축과 안벽 하역장비 생산성 향상의 효과가 나타날 것이다.

<표 5> 컨테이너터미널 작업영역별 리모델링 목표 및 효과

작업영역	리모델링 목표	효과 구분	리모델링 효과
게이트(Gate)	- 반출입 차량서비스 향상(Gg1) - 게이트 효율적 운영(Gg2)	Eg1	- 컨테이너 정보 효율적 처리
		Eg2	- 차량 대기시간 단축
		Eg3	- 인력 활용성 향상
		Eg4	- 차량 체류시간 단축
야드(Yard)	- 컨테이너 취급시간 감소(Gy1) - 야드 효율적 운영(Gy2)	Ey1	- 장치공간 활용도 향상
		Ey2	- 이적 작업 감소
		Ey3	- 재조작 작업 감소
안벽(Berth)	- 선박 서비스 향상(Gb1) - 안벽 효율적 운영(Gb2)	Eb1	- 야드계획/운영 최적화
		Eb2	- 선박 재항시간 단축
		Eb3	- 안벽 하역장비 생산성 향상
		Eb4	- 안벽계획/운영 최적화

## 2. 게이트 리모델링 대안 선정

게이트 영역에 관한 리모델링 기술대안의 주된 목적은 터미널 외부와 연결되는 게이트의 반출입 서비스 수준을 향상시키면서 효율적으로 운영되도록 개선하는 것을 의미한다. 게이트에서 외부트럭의 반출입 업무는 터미널 하역작업의 시작(반입) 및 종료(반출)가 이루어지는 작업으로 반입 작업시 컨테이너 하역작업 처리에 필요한 관련 자료와 정보가 입수되고 반출 작업시 컨테이너의 각종 하역작업의 정보가 완료되는 중요한 작업영역에 속한다. 따라서 게이트의 리모델링에는 해당 컨테이너의 관련 정보를 비롯하여 외부차량에 대한 작업서비스를 효율적으로 처리할 수 있어야 한다. 이것은 외부차량의 게이트 반출입 대기시간, 서비스 시간 및 터미널 내 체류시간을 최소화 할 수 있도록 시스템을 개선하는 것을 의미한다. 아래와 같이 운영과 시설적인 측면으로 구분하여 대안을 선정하였다.

**<표 6> 게이트 리모델링 대안 선정**

대안			내용	효과
운영	24시간 운영	Ag1	게이트의 반출입 업무시간을 24시간으로 확대 외부차량의 진입시간대를 분산시켜 작업 혼잡도를 완화 야드 반출입 차량의 분산과 혼잡도를 개선함과 동시에 터미널 양,적하 작업의 생산성 향상	Eg1 Eg2
시설	시설 증대	Ag2	반입 및 반출용 적정 레인수 산정 외부차량의 대기 및 주차공간의 확대 효율적인 운영을 통한 서비스 향상	Eg2 Eg3
	무정차 시스템	Ag3	반출입 작업소요시간을 단축 관련 정보의 신속 정확한 입수가 가능 차량의 정차 및 대기시간 최소화	Eg1 Eg2 Eg3
	분리 게이트	Ag4	외부차량의 터미널내 동선을 단축 외부차량의 동선 및 체류시간이 단축 원활한 차량 통행으로 야드의 반출입 작업 외에 본선 하역작업에도 효과적임	Eg3 Eg4
	Damage 관독 시스템	Ag5	선사 서비스 요구 충족 관독 인원 감축 효과 야드 이적 작업 감소 효과	Eg1 Eg2 Eg3

<표 7> 야드 리모델링 대안 선정

대안		내용	효과
TC	야드장비대수의 증대 Ay1	부족한 야드 장비 증대 야드 장비의 동선단축 및 생산성 향상	Ey1
	야드 장비 성능제고 Ay2	야드 장비의 기계적 성능 보강으로 생산성 향상	Ey3
	전기식 TC의 도입 Ay3	야드 장비의 운영비용 절감 환경 친화적 터미널운영	Ey4
시설	야드 장치공간 증대 Ay4	터미널내 장치장 증설 블록의 베이, 열, 단적수 증가를 위한 구조변경	Ey1 Ey2
	야드 시설배치 재정립 Ay5	터미널 레이아웃(블록 및 주행로) 변경	Ey1 Ey4
	고단 적재시스템 (10~20단) Ay6	10단적 이상의 컨테이너 장치 시스템 재조작을 최소화하는 장치 구조 설계 터미널 야드 면적을 감소시킬 수 있는 방안	Ey1 Ey3
운영	RTLS (Real Time Location System) Ay7	TC 및 YT 등 야드내 이송장비의 실시간 위치 추적 시스템 실시간 위치 파악으로 인한 장비의 효율적인 운영	Ey2 Ey4
	구내이적 자동화 (Remarshaling) Ay8	구내이적 자동화, 무인화로 인한 터미널 생산성 확보	Ey4

### 3. 야드 리모델링 대안 선정

야드에 관한 리모델링 기술대안의 목적은 컨테이너를 보관하는 장치장의 활용성을 제고시키는 것이 주목적이며, 이를 위해 컨테이너 취급시간을 감소시켜 터미널의 내부 작업을 원활히 수행하고 야드하역 장비 및 시설을 효율적으로 이용하는 것이다. 특히, 야드는 안벽 및 게이트시스템의 중계역할을 시행하는 터미널의 중요한 작업 부분이다. 아래와 같이 야드에서 장비, 시설, 운영적 측면으로 구분하여 대안을 선정하였다.

<표 8> 안벽 리모델링 대안 선정

대안		내용		효과
C/C	C/C 작업대수 증대	Ab 1	본선하역 작업에 투입되는 크레인수 보강 선박작업시간 증대(교대시간, 식사시간 단축 등) 안벽의 시간당 하역량 증가로 선박재항시간 단축 초대형 컨테이너선(10,000TEU 이상) 대응	Eb1
	C/C 성능 제고	Ab 2	선박 대형화에 따른 아웃리치 증대 C/C의 기계적 성능(Hoist & Trolley 속도) 향상	Eb1
	Multi-Load 스프레더	Ab 3	다량의 컨테이너 동시 하역 Twin-Lift에 의한 20피트 컨테이너 동시 하역 Tandem-Forties에 의한 40피트 2개 동시 하역	Eb1 Eb2
	신개념 C/C 개발	Ab 4	싱글형 C/C의 선형작업 방식 탈피 듀얼트롤리, 더블트롤리, 슈퍼테이너 등 신개념 C/C 기술 개발	Eb1 Eb2
	Double Cycle 운영	Ab 5	C/C의 생산성 향상을 위한 방안	Eb3
YT	YT 대수 증대	Ab 6	이송차량 소요대수의 보강 C/C의 안벽대기 시간 감소	Eb3
	이단 적재차량 도입	Ab 7	다량의 컨테이너 동시 이송차량 개발 20피트 4개/40피트 2개 동시 적재로 이송 생산성 제고 이송차량의 소요대수 절감	Eb2
	셔틀캐리어, 자가하역차량 도입	Ab 8	자가하역 기능을 보유한 고성능 이송차량 도입 C/C의 안벽대기 시간 감소로 안벽 생산성 향상 이송차량의 소요대수 절감	Eb2
운영	Pooling Operation 도입	Ab 9	이송차량 실시간 동시배차 운영기법 안벽작업의 효율적인 이송차량 배분	Eb3
	Dual Cycle 도입	Ab 10	이송차량의 공차운행 감소 및 운행거리 단축 효과 운행 횟수 감소로 터미널 차량통행 혼잡 완화 효과	Eb3

#### 4. 안벽 리모델링 대안 선정

안벽에 관한 리모델링 기술대안의 목적은 터미널의 고객인 선박의 서비스 향상과 안벽의 효율적인 운영이며, 터미널의 대표적인 생산성 지표인 안벽 하역 생산성을 제고시키는 것을 말한다. 안벽 하역 생산성 제고는 대외적으로 선박의 재항시간 및 하역시간을 단축시키고 고객 서비스 수준을 향상시키며, 대내적으로는 하역장비의 작업능률을 높여 비용 및 인력절감 효과를 거둘 수 있다. 아래와 같이 안벽에서 안벽장비, 이송차량, 운영적 측면으로 구분하여 대안을 선정하였다.

## V. 광양항의 기술적용 인과분석 사례

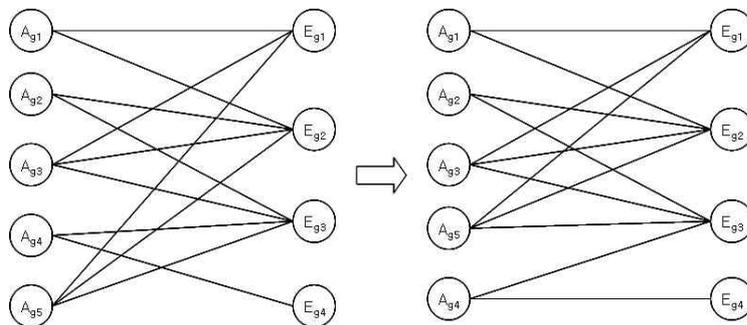
### 1. 리모델링 기술적용 인과분석

리모델링 기술대안을 원인으로 하고 기술적용에 따른 효과를 결과로 하여 인과관계 그래프를 작성하여 대안과 효과 관계를 도식화하였다.

#### 1) 게이트

<그림 8>와 같이 1차적으로는 각 대안의 적용에 따른 효과를 연결하였으며, 2차적으로는 연결성을 파악하기 위해 그림을 수정하였다. 우측의 수정된 그림에서 인과관계를 명확히 파악할 수 있게 되었다. 게이트 리모델링 대안 중 Ag4(분리게이트)은 Eg4(차량 체류시간 단축)에 효과가 있는 것으로 나타났으며, 인과관계에 따르면 차량 체류시간 단축의 효과를 보기위한 대안은 제시된 리모델링 대안 중 분리게이트 대안뿐인 것으로 파악될 수 있다.

<그림 8> 게이트 대안과 효과 관계

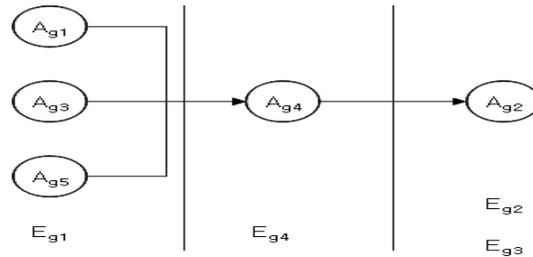


그 외의 대안들은 기술대안의 효과가 복수개로 나타나며, 리모델링에 의한 효과를 직접적으로 하나의 원인에 의한 것이라고 파악하기 어렵고 복합적인 원인에 의해 효과가 발생하는 것이라고 판단할 수 있다.

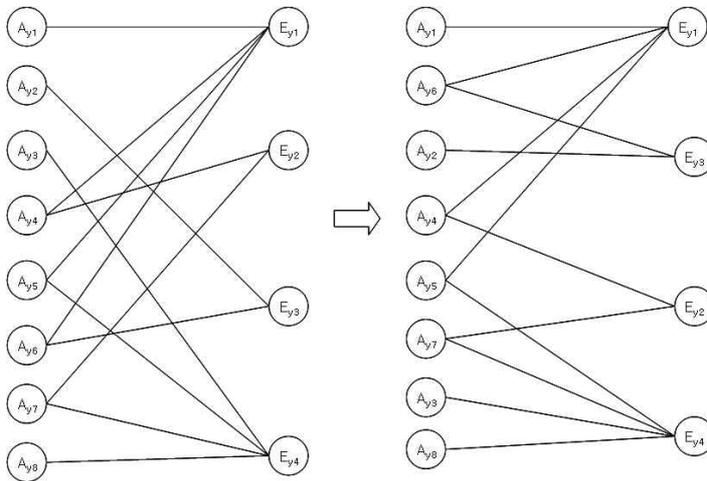
<그림 9>에서 게이트 대안의 도입선후관계는 도입효과를 반영하여 24시간 운영, 무정차 시스템, Damage 판독시스템 등이 1단계이며, 분리 게이트가 2단계, 시설 증대가 3단계로 나타났다. 따라서 기존의 게이트 라인수를 유지하면서 운영방식을 개선하는 방안들이 1단계에서 선정되었으며, 2단계는 차량 체류시간 단축을 위해 도입이 필요할 시에 고려되는 대안이며, 3단계는 차량 대기시간 단축과 인력 활용성 향상을 위해 게이트

시설을 증대시켜야 하는 것으로 나타났다. 따라서 광양항의 경우 1단계 대안의 도입이 우선적으로 필요하다.

<그림 9> 게이트 대안의 도입선후관계와 단계별 효과



<그림 10> 야드 대안과 효과 관계



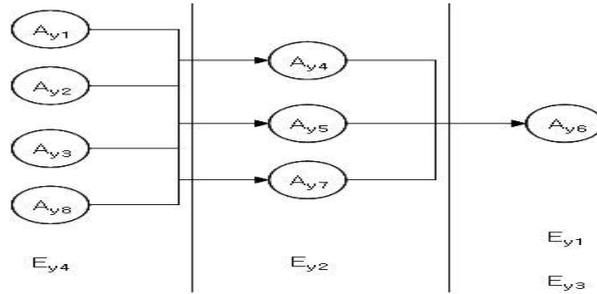
## 2) 야드

<그림 10>의 야드 대안의 경우 Ay1(야드 장비대수의 증대)는 Ey1(장치공간 활용도 향상)에 효과적인 대안인 것으로 나타났으며, 다른 효과는 제공하지 않는 것으로 파악되었다. 또한 Ay2(야드 장비 성능 제고)는 Ey3(제조작 작업 감소)의 효과를 보는 일대일 대응관계의 대안인 것으로 파악되었다.

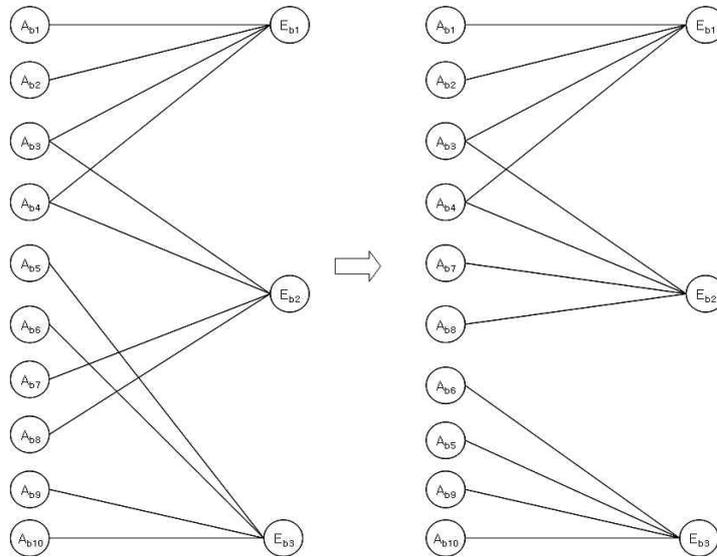
<그림 11>에서 야드 대안의 도입선후관계는 도입효과를 반영하여 야드 장비대수의 증대, 야드 장비 성능 제고, 전기식 TC의 도입, 구내이적 자동화 등이 1단계이며, 야드 장치공간 증대, 야드 시설배치 재정립, RTLS 등이 2단계, 고단 적재시스템이 3단계로 나타났다. 야드의 경우 장비를 개선하는 방안들이 1단계에서 선정되었으며, 2단계는 장

치공간 및 시설배치의 개선과 RTLS 시스템 도입이 필요한 대안이며, 3단계는 신규 건설시 장치공간의 획기적인 증대가 필요할 때의 대안인 것으로 나타났다. 따라서 광양항의 경우 2단계 대안까지 도입을 검토하는 것이 필요하다.

<그림 11> 야드 대안의 도입선후관계와 단계별 효과



<그림 12> 안벽 대안과 효과 관계

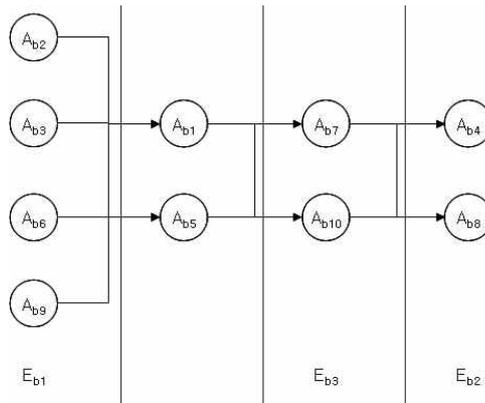


### 3) 안벽

<그림 12>의 안벽 대안의 경우 Ab3와 Ab4의 대안만이 Eb1(야드계획/운영 최적화)와 Eb2(선박 재항시간 단축)의 두 가지 효과에 함께 작용하는 것으로 파악되었으며, 나머지 대안은 Eb1(야드계획/운영 최적화)와 Eb3(안벽 하역장비 생산성 향상)의 효과에

개별적으로 작용하는 것으로 나타났다. 따라서 안벽에서의 원하는 효과를 보기위해 여러 가지 대안을 함께 선택을 하여 적용하는 것으로 가능할 것으로 파악되었다.

<그림 13> 안벽 대안의 도입선후관계와 단계별 효과



<그림 13>에서 안벽 대안의 도입선후관계는 도입효과를 반영하여 C/C 성능 제고, Multi-Load 스프레더, Pooling Operation 도입 등이 1단계이며, 1, 2단계 사이에 C/C 작업대수 증대와 Double Cycle 운영이 있으며, 이단 적재차량 도입과 Dual Cycle 도입이 2단계, 신개념 C/C 개발과 셔틀캐리어 및 자가하역차량 도입이 3단계로 나타났다. 안벽의 경우 장비 및 운영을 개선하는 방안들이 1단계에서 선정되었으며, 1단계 대안은 이미 부산항에서 적용되고 있는 기술대안들이다. 2단계는 광양항 실정에는 맞지 않으며, 3단계는 새로운 장비의 개발 및 신규 도입이 필요한 대안들인 것으로 나타났다. 따라서 광양항의 경우 1단계의 대안을 도입하여 도입효과인 야드계획/운영 최적화를 달성하는 것이 필요하다.

## 2. 인과분석에 의한 기술대안 도입 단계

대안의 도입선후관계에 따라 단계별 효과를 파악한 결과는 <표 9>와 같다. 1단계 도입 대안들을 살펴보면, 게이트는 24시간 운영, 무정차 시스템, Damage 관독 시스템 등이며, 야드는 야드 장비대수 증대, 야드 장비성능 제고, 전기식 TC 도입, 구내이적 자동화 등이며, 안벽은 C/C 성능 제고, Multi-Load 스프레더, YT대수 증대, Pooling Operation 도입 등이었다. 선정된 대안들은 비교적 기술적으로 검증된 대안들로서 빠른 기간 내에 시스템의 변경을 줄이면서 도입이 가능하고 상대적인 현재보다 높은 생산성 향상 효과를 볼 수 있는 것으로 판단된다.

1, 2단계의 중간에는 안벽에서 C/C 장비대수 증대 및 Double Cycle 도입이 있으나 C/C에 대한 시설투자 및 운영방식의 개선이 필요한 시기인 것으로 파악된다.

2단계 도입 대안들을 살펴보면, 게이트는 분리게이트, 야드는 야드 장치공간 증대, 야드 시설배치 재정립, RTLS 구축, 안벽은 이단 적재 차량 도입 및 Dual Cycle 도입 등으로 나타났으며, 선정된 대안은 야드의 공간확대와 실시간 추적 기술과 안벽의 운영방식 개선 기술 등은 기술적인 검증과 안정화 기간이 필요한 대안들이므로 판단된다. 또한 컨테이너터미널의 하역시스템 변경(시설증대, 2단 적재 차량 도입, Dual Cycle 도입 등)에 대한 의사를 반영하고 있다.

3단계 도입 대안들을 살펴보면, 게이트는 시설증대, 야드는 초고층 적재 시스템 개발, 안벽은 신개념 C/C 개발, 셔틀캐리어, ALV 도입 등이 선정되었다. 국내에 운영사례가 없거나 기술적인 검증이 완료되지 않은 대안(초고층 적재 시스템, 신개념 C/C 개발, 셔틀캐리어, ALV 도입)이라고 파악할 수 있다.

그러나 이러한 영역별 리모델링 기술대안을 도입효과와 기술도입의 단계별 우선순위를 고려하여 도입 방안을 수립할 경우 광양항 컨테이너터미널의 운영사별 재정 현황, 운영상의 문제점, 하역시스템의 특성 등을 반영하여 맞춤형으로 적용될 수 있을 것이다.

<표 9> 영역별 리모델링 기술대안의 도입 단계

구분	도입 단계			
	1단계	->	2단계	3단계
게이트	24시간 운영 무정차 시스템 Damage 판독 시스템	->	분리게이트	시설증대
야드	야드 장비대수 증대 야드 장비성능 제고 전기식 TC 도입 구내이적 자동화	->	야드 장치공간 증대 야드 시설배치 재정립 RTLS	초고층 적재 시스템 개발
안벽	C/C 성능 제고 Multi-Load 스프레더 YT대수 증대 Pooling Operation 도입	C/C 장비대수 증대 Double Cycle 도입	이단 적재 차량 도입 Dual Cycle 도입	신개념 C/C 개발 셔틀캐리어, ALV 도입

## V. 결론

국내의 컨테이너터미널은 지리적으로 주요 항로상에 입지하고 있으나 국내 항만간의 경쟁 및 중국항만과의 물동량 유치 경쟁을 하고 있다. 이러한 물동량의 유치 경쟁은 내부적으로 보다 나은 서비스 제공과 생산성 향상이 이루어져야 하며, 특히 시설 하역능력에 비해 물동량이 낮은 광양항의 경우 신규 장비 및 운영시스템의 도입이 어려운 실정이다. 따라서 저비용으로 고생산성을 경제적으로 달성하기 위한 방안의 수립이 필요하다.

따라서 본 논문에서는 광양항을 대상으로 생산성 향상 효과를 위한 리모델링 기술대안을 선정하고 대안의 인과분석을 통해서 단계별로 리모델링 기술대안을 도입할 수 있는 방안을 제시하였다.

먼저, 리모델링 대상은 영역별로 게이트, 야드, 안벽으로 구분하고, 각 영역별로 목표를 설정하고 리모델링 효과를 분류하였으며, 리모델링 효과에 의해 생산성 향상이 기대되는 기술대안을 리모델링 기술대안으로 선정하였다.

그리고 리모델링 기술대안을 원인으로 기술적용에 따른 효과를 결과로 하여 도식적으로 인과분석을 하였다. 각 영역별 대안과 효과와의 관계를 바탕으로 대안의 도입선후관계와 단계별 효과를 분석한 후 영역별로 리모델링 기술대안의 도입 단계를 분류하여 도입방안을 제시하였다.

또한 본 논문에서는 실제 컨테이너터미널을 대상으로 리모델링 대안을 적용하기 위해서는 보다 많은 현장 상황과 기술들이 고려되어야 하고 체계적인 준비 작업이 마련되어야 한다는 것을 알 수 있었다.

컨테이너터미널별로 장비구성 및 운영방식에 차이가 있기 때문에 일반적인 기술도입 방안이 공통적으로 적용될 수 없으며, 실제 현장 상황에 맞는 효과적인 기술대안의 선정 방안이 필요하다. 향후에는 컨테이너터미널 운영사별 환경에 맞도록 실증분석을 통해 보다 생산성 향상에 도움이 되도록 체계적인 방안이 강구되어야 할 것이다.

## 참 고 문 헌

1. 김우선, 최상희, 하태영, “컨테이너터미널 에너지비용 절감방안 연구”, 한국해양수산개발원, 2007.
2. 김우선, “전기식 RTG(Rubber Tired Gantry)의 적용성 분석 연구”, 월간해양수산, 2008.
3. 송만순, “리모델링에 의한 항만의 효율적 개발방안 연구”, 건국대학교 박사학위논문, 2004.
4. 송만순, “전국 노후 재래 항만에 대한 리모델링 추진”, 해양한국, 2001.
5. 양창호, 김창곤, 최종희, 최상희, 최용석, 이주호, “초대형 컨테이너선 운항에 대비한 차세대 항만 하역시스템 기술개발전략 연구”, 한국해양수산개발원, 2002.
6. 양창호, 최용석, 최상희, 최종희, “결합생산성 분석방법을 통한 항만시스템 취급 능력 향상방안”, 해양수산개발원, 2004.
7. 양창호, 최종희, 최용석, 하태영, “차세대 컨테이너터미널 운영시스템의 기술개발 방향과 전략 수립에 관한 연구”, 한국해양수산개발원, 2003.
8. 이석용, “RTLS 기반의 컨테이너터미널 Dynamic Planning에 관한 연구”, 부산대학교 박사학위 논문, 2007.
9. 이성우, “일본의 항만 리모델링 발전과정 연구”, 해양수산, 2004.
10. 이진우, “항만 리모델링사업과 경제성 분석모형”, 한국항만경제학회 국제학술대회, 2008.
11. 이환욱, “컨테이너터미널 이송장비 Pooling 배차 운영 연구”, 한국해양대학교 석사학위논문, 2004.
12. 임미순, 박종흡, 안승법, “녹색물류를 위한 탄소저감정책 평가항목 우선순위에 관한 연구”, 한국항만경제학회지 제25권 제4호, 2009, pp.1-20.
12. 정봉현, “녹색성장시대에 환경친화적 항만관리정책의 발전방향”, 한국항만경제학회지 제25권 제3호, 2009, pp.361-384.
13. 최용석, 김우선, 하태영, “컨테이너터미널의 리모델링 방안 연구”, 한국해양수산개발원, 2005.
14. 최용석, 양창호, 최상희, 원승환, “고효율 컨테이너 크레인 개념 모델 및 적용효과 분석”, 한국해양수산개발원, 2007.
15. 한국컨테이너부두공단, “우리나라 컨테이너부두 생산성 향상방안 연구”, 2002.
16. 해양수산부, “노후항만시설물 조사 및 정비계획”, 2002.
17. Kia, M. et. al., "Investigation of Port Capacity under a New Approach by Computer Simulation", Computers & Industrial Engineering, Vol.42, 2002.
18. Razman Mat Tahar & Khalid Hussain, "Simulation and Analysis for the Kelang Container Terminal Operations", Logistics Information Management, Vol.3, No.1, 2000.

< 요약 >

## 컨테이너터미널 리모델링 기술적용 인과분석 - 광양항 사례 -

최용석

광양항은 국내외적으로 부산신항 및 중국 항만들과 물동량 확보와 생산성 향상을 위해 경쟁하고 있다. 광양항 컨테이너터미널은 개장 10년이 지났으나 기술적 변화가 없이 계속 운영되고 있어 경쟁력 확보를 위한 대안의 마련이 시급한 실정이다. 따라서 본 논문은 컨테이너터미널을 대상으로 리모델링 기술대안을 선정하였으며, 선정된 기술대안을 광양항을 대상으로 하여 도입효과 및 우선순위를 분석하기 위해 인과분석을 하였다.

먼저, 리모델링 기술대안은 영역별로 리모델링 목표에 따라 리모델링 효과를 구분하고, 게이트 5개 대안, 야드 8개 대안, 안벽 10개 대안을 선정하고 각 대안별 효과를 구분하였다.

실무전문가를 대상으로 조사한 광양항 컨테이너터미널에 대한 조사결과를 요약하면 광양항의 경우 개선이 필요한 영역의 우선순위가 안벽, 야드, 게이트 순으로 나타났으며, 각 영역별 기술대안의 우선순위를 파악하였다.

리모델링 기술적용 인과분석에서는 리모델링 기술대안을 원인으로 하고, 기술적용에 따른 효과를 결과로 하여 인과분석을 하였다. 각 영역별 대안과 효과와의 관계를 바탕으로 대안의 도입선후관계와 단계별 효과를 분석하였으며, 영역별 리모델링 기술대안의 도입 단계를 분류하여 도입방안을 제시하였다.

본 논문의 한계점으로는 컨테이너터미널별로 장비구성 및 운영방식에 차이가 있기 때문에 일반적인 기술도입 방안이 공통적으로 적용될 수 없다는 것이며, 실제 현장 상황에 맞는 효과적인 기술대안의 선정 방안이 필요하다. 향후에는 컨테이너터미널 운영사별 분석을 통해 보다 생산성 향상에 도움이 되도록 체계적인 방안이 강구되어야 할 것이다.

□ 주제어 : 광양항, 컨테이너터미널, 리모델링, 인과분석