

# 차세대 항만 인프라 구축을 위한 지능형 항만물류 시스템

## An Introduction to the Intelligent Port and Logistics System for Development of the Next Generation Port Infrastructures

채장원<sup>1</sup> 이진학<sup>2</sup>  
Jang Won Chae<sup>1</sup> and Jin-Hak Yi<sup>2</sup>

### 1. 서 론

국가간의 교역량이 꾸준히 증가하면서 항만물류시스템의 중요성이 더욱 강조되고 있다. 특히 우리 나라는 최근 미국, 일본, 유럽 연합 등과의 FTA를 적극적으로 추진하고 있어 향후 이들 국가와의 교역량은 더욱 크게 증가할 전망이다. 또한 최근 등장하기 시작한 초대형 컨테이너선이 주요 간선 항로에서 운항을 시작할 전망이어서 이에 대비한 기존의 항만물류시스템의 개선이 필요한 시점이다. 항만물류시스템의 서비스 수준을 크게 향상시킴으로써 국내 항만을 동북아 중심항만으로 육성할 수 있고, 또한 전체 항만산업을 신성장동력산업으로 발전시킬 수 있을 것이다. 이 연구에서는 첨단 항만인프라 구축을 위한 하이브리드 안벽 기술, 컨테이너에 대한 효율적 하역, 이송, 적재를 위한 고효율 컨테이너 크레인, 자가 하역차량 및 고단적재시스템, 그리고 전체 항만을 대상으로한 지능형 항만운영시스템 및 무정차 자동화 게이트 시스템을 개발하고 있으며, 이를 통하여 국내 항만물류시스템의 효율성을 크게 향상시키고자 하고 있다.

이 논문에서는 지난 2003년도부터 시작된 국토해양부 차세대 성장동력사업인 지능형 항만물류시스템 기술개발 사업에서 개발되고 있는 기술을 소개하고자 하였다.

### 2. 지능형 항만물류 시스템

#### 2.1 첨단 항만인프라 구축을 위한 하이브리드 안벽

지능형 항만물류시스템을 구성하는 여러 기술 중 기존의 항만 인프라 시설을 개선하기 위하여 이 연구에서 개발하고 있는 하이브리드 안벽(HQW, Hybrid Quay Wall)은 부체식의 이동 가능한 구조로서 컨테이너선에 대한 양현하역과 환적 피더 서비스 기능을 갖는 첨단 지능형 다목적 부두이다. HQW은 그 목적 및 기능에 따라 가변식 HQW과 가동식 HQW로 구분할 수 있는데, 가변식 HQW은 주로 신규 항만을 대상으로 초대형 컨테이너선에 대한 신속한 접이안과 중대형선의 복합 이용을 위해 부두 폭을 선폭의 2-3배 사이로 조절할 수 있도록 안벽을 이동 가능하게 하였으며, 가동식 HQW은 중대형 컨테이너선을 대상으로 기존 부두를 따라 2-3선석을 이동 가능하고 하역 작업 시는 부체가 고정되어 구조물의 안정성이 확보되고, 교량으로 육지와 연결하여 화물이송이 가능하도록 하였다 (그림 1 참조).

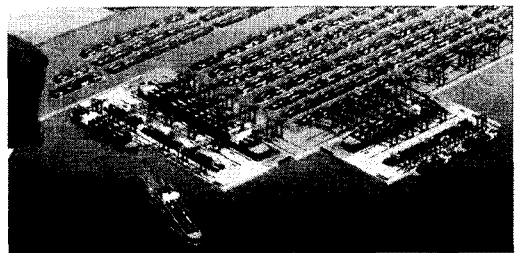


Fig. 1. Concept of Hybrid Quay Wall (Left: Adjustable HQW for VLCS, Right: Movable HQW for CS)

1 발표자: 한국해양연구원 연안개발·에너지연구부 부장, 책임연구원

2 한국해양연구원 연안개발·에너지연구부 선임연구원

이와 같은 하이브리드 안벽을 개발하기 위하여 대형 부체식 구조물의 안정성 분석 및 확보 기술, 지능형 가동 및 위치 확보 기술, 폭풍 및 재해 대응 기술, 하역장비 및 이송 시스템의 안정성 분석 및 작업성 평가기술, 수명연장 및 내구성 확보기술, 재료기술, 물류시스템 및 터미널 연계 운영기술 등을 개발하고 있으며, 현재 삼성중공업(주) 거제조선소에 현장실증실험을 위한 30m x 50m 규모의 부체식 구조물을 제작하고 있다. 2008년도 하반기에 실시할 예정인 현장실증실험을 통하여 HQW의 실제 적용성 및 안정성 등을 평가할 계획이다.

기존의 양현하역부두인 암스텔담 CERES 터미널보다 규모가 커서 초대형 컨테이너선의 이용이 가능하고, 이동식 부체식 부두로서 부두 이용효율을 높고, 경제적인 하이브리드 안벽은 기존 안벽에 비해 생산성이 2-3배 향상되고, 고속의 대용량 하역시스템과 환적전용 부두로서의 기능을 보유하므로 중심항만에 적합하다. 또한 여러 환경문제를 유발할 수 있는 매립을 필요로 하지 않기 때문에, 기존 부두의 확장 및 생산성 향상을 위한 경제적이고 친환경적인 방법이라 할 수 있다.

다음의 그림 2는 HQW의 실내수리모형실험 장면과 결과를 보여준 것으로 이를 통하여 파랑중 구조물의 안정성 및 돌관계류시스템 등의 안전성이 확인된 바 있다.



Fig. 2. Hydraulic Model Test

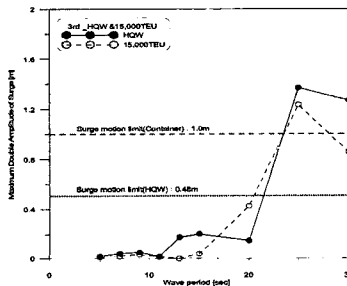


Fig. 3. Surge response of HQW and VLCS

## 2.2 인공지능형 하역시스템

컨테이너 선박으로부터 컨테이너를 하역, 이송, 적재하는 기존 시스템의 효율성을 극대화하기 위하여 (1) 기존 컨테이너 크레인에 효율을 높일 수 있는 신개념 모듈을 설치함으로써 시간당 하역생산성을 80개 정도 향상시킬 수 있는 고효율 컨테이너 크레인 시스템, (2) 자가하역기능을 보유한 이송장비로 하역시스템의 대기시간을 최소화하여 항만생산성을 혁신적으로 향상시킬 수 있는 자가하역차량, 그리고 (3) 컨테이너를 30단까지 초고층으로 적재 및 입출고할 수 있는 세계 최초의 초고층 지능형 컨테이너 고단적재시스템 등의 차세대 성장동력제품을 개발하고 있다.

우선 고효율 컨테이너 크레인(HECC, High Efficiency Container Crane)은 안벽 장비와 이송장비간의 대기시간을 줄이고, 에이프런 작업을 자동화하며, 또한 Twin lift나 Tandem forties 등에 적용할 수 있어 기존의 컨테이너 크레인의 효율을 크게 높여 준다. HECC의 핵심기술로는 수평이송이 가능한 엘리베이터 구조기술, 일시 보관기능을 갖는 컨베이어 구조 기술, 악천후에도 정밀 탑재 가능한 트롤리 구조 기술, 흔들림 작업방해 해소기술(two trolley)등이 있다. 기존 안벽 크레인에 핵심모듈장치를 부착하여 하역생산성을 향상시켜 대형선박의 재항시간을 단축하고 항만비용을 절감하여 항만경쟁력을 크게 높일 것으로 기대하고 있다.

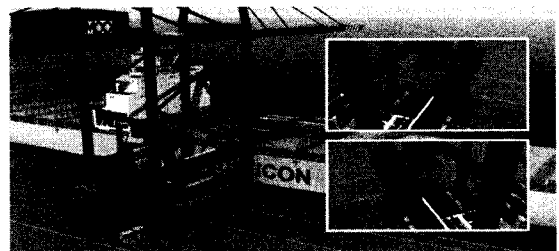


Fig. 4. Operation Concept of HECC

컨테이너 터미널의 안벽과 야드 사이의 컨테이너 이송에 사용되는 자가하역차량(ALV, Automated Lifting Vehicle)은 기존의 YT, AGV 등과 같은 이송장비와는 달리 집기, 신기, 놓기 기능을 통합한 인공지능형 자가하역 시스템으로 기존 이송시스템에 비해 최대 3배의 생산성을 낼 수 있으므로, 운행 댓수를 최소화하여 운영비를 절감할 수 있으며, 전기구동방식으로 유지보수비용을 최소화 할 수 있다. ALV에 적용되는 핵심기

술로는 ALV의 실시간 차량 위치 파악을 위한 네비게이션 모듈 기술과 자가하역 관련 기술 등이 있다. 네비게이션 모듈은 RTK-GPS(Realtime Kinematic-Global Positioning System)와 INS(Inertial Navigation System)의 혼합방식이며, RTK-GPS는 참여연구기관인 서호전기(주)의 독창적인 기술로 이미 신선대 자동화 RMGC에 적용하여, 정확도 및 신뢰성을 검증 받은 시스템이다. 자가하역기능은 세계 최초로 국내 기술진에 의해서 개발되고 있으며, 크레인을 이용하여 컨테이너를 싣고 내릴 수 있을 뿐만 아니라 자체적으로도 컨테이너를 싣고 내릴 수 있다.

이 연구사업을 통하여 유인 ALV와 무인 ALV를 개발하게 되는데, 유인 ALV는 지난 2007년 시제품이 완성되어 수차례의 시험운행을 실시한 바 있으며, 이를 통하여 보완점이 검토되고, 이러한 내용이 무인 ALV 시제품 제작시 반영되고 있다. 2008년 하반기에 무인 ALV 시제품 제작 및 시험운행이 완료될 예정이다. ALV는 국내 기술진에 의해 세계 최초로 개발된 신제품으로서 시제품에 대한 시험운영 등을 통하여 핵심기술이 검증되며, 이를 통해 향후 국내외 항만에 유무인 ALV가 적용될 수 있을 것으로 기대하고 있으며, 유무인 ALV가 국내외 항만에 적용될 경우 최대 2,010억 원의 매출이 예상되며, 국내 관련 산업의 기술발전 및 고용창출 효과가 클 것으로 전망되고 있다.



Fig. 5. ALV Pilot Test Model

고단적재시스템(HSS, High Stack System)은 컨테이너를 차량으로부터 이송하는 로더(Loader), 이송대차, 승강장치 및 랙(Rack)구조물로 구성된다. HSS 입구 외부에 위치한 로더가 트럭에 실려온 컨테이너를 이송대차로 옮겨주고, 이송대차는 컨테이너를 싣고서 HSS 내부에 있는 승강기 아래까지 운반하며, HSS 내부에 있는 승강기가 밑에 도착한 이송대차로부터 컨테이너를 들어 올려서

승강기 통로 좌우에 고층으로 설치되어 있는 랙(Rack)에 적재를 완료하게 되며 출고 과정은 입고의 역순으로 진행된다. 이 시스템에 적용되는 다단계 유압시스템 기술은 HSS의 핵심기술로서 국내 특허를 비롯하여 미국, 영국, 일본, 중국, 인도 등 주요 32개 국가에 국제특허를 출원한 상태이다. 이 시스템을 사용함으로써 기존 재래식 컨테이너터미널 적재시스템의 장치능력을 4.7배, 부지효율을 2배, 그리고 야드생산성을 2.7배 향상시킬 수 있으며 자동화 시스템에 의하여 운영되므로 운영 인건비를 80% 이상 대폭 절감할 수 있는 획기적인 신기술이라 할 수 있다. 또한 전 세계의 항만 및 철도물류기지를 대상으로 향후 약 20년간 매년 6조원 이상의 해외수출이 예상되므로 국내 관련 산업의 매출 증대 및 고용창출 효과가 막대할 것으로 전망된다.

그림 4는 신선대 컨테이너 터미널 부지를 활용하여 제작된 HSS 시제품을 보여준 것이며, 시제품 제작을 통하여 HSS의 설계, 시공, 운영 및 유지관리에 대한 기술적인 검토가 이루어졌으며, 이를 바탕으로 해외 판매를 위한 홍보활동이 활발히 이루어지고 있다.

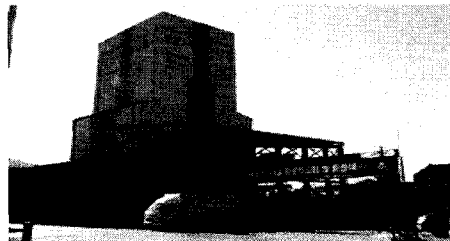


Fig. 6. HSS Pilot Test Model

### 2.3 지능형 항만운영 및 물류시스템

HQW, HECC, ALV, HSS 등이 항만의 기능을 담당하는 요소기술을 개발하는 것이라면, 지능형 항만운영시스템은 이러한 구성요소들을 최적으로 운영함으로써 항만운영의 효율성을 극대화하기 위한 시스템이라 할 수 있다. 이 연구에서 개발하고 있는 지능형 운영계획/실시간 통제시스템은 터미널내의 운영계획 및 통제시스템의 기능들이 통합되고 동기화될 수 있도록 하여 주어진 자원을 최대한 활용하여 생산성을 최대로 높일 수 있는 새로운 운영지원 시스템으로, 기존의 컨테이너 터미널뿐만 아니라 야드 크레인만 자동화된 반자동화 컨테이너 터미널, 야드 크레인뿐만 아니라 이송장비도 자동화된 완전 무인화 컨테이너

터미널에서도 충분히 활용가능한 지능 통합(본선, 선석, 장치장, 철송) 계획 평가시뮬레이션 최적화 기능을 갖는 S/W 시스템이다. 컨테이너터미널의 시설 확충 또는 신설과 더불어 초대형 컨테이너 선박을 단시간에 처리하기 위해, 차세대 컨테이너 터미널을 위해 개발되는 새로운 하역장비들을 운용하고 하역생산성을 획기적으로 향상시킬 수 있다.

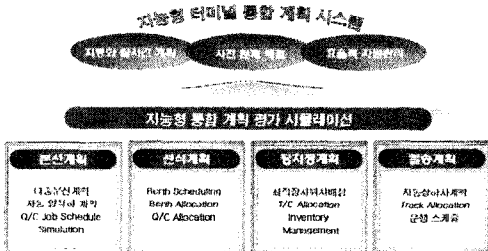


Fig. 7. Layout of Integrated Planning System

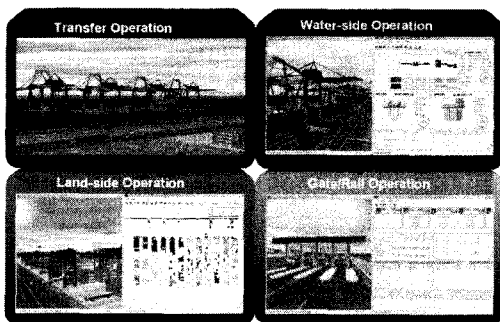


Fig. 8. Layout of Integrated Planing System

무정차 자동화 게이트시스템은 기존 컨테이너 터미널 게이트에서 컨테이너 트럭이 정차하여 수행하던 업무(인식.확인.보안업무)를 정차하지 않고 자동으로 수행할 수 있는 게이트이다.

무정차 자동화 게이트시스템이 단계적으로 개발되면 기존 게이트에서 외부트럭이 통과하기까지 30초에서 2분까지 소요되던 것을 거의 정차하지 않고 게이트를 통과하게 되어 터미널 게이트의 교통 혼잡을 해소할 수 있고, 고객에게 실시간 반출입 정보를 제공할 수 있어 고객만족도 향상에 기여할 수 있다.

기존 컨테이너터미널 게이트 업무와 적용 가능한 기술을 고려하여 인식, 확인, 보안 측면으로 유형을 분류하고, RFID 및 OCR 기술 기반의 인식 시스템을 개발한 바 있으며, 최근에는 ACDI 기술을 이용한 자동 컨테이너 손상검색 시스템과

Digital Media를 이용한 정보 시스템 등을 개발하여 신세대 컨테이너 터미널 게이트에 이 시스템을 설치하여 인식, 확인, 보안 등에 있어서의 정확성을 평가한 바 있으며, 현재까지 개발된 제품 중에서는 가장 우수한 성능을 보유하고 있는 것으로 확인되었다.

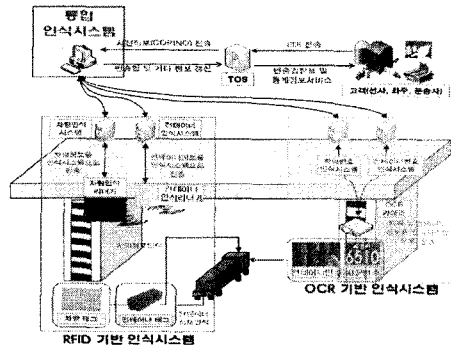


Fig. 9. Concept of Non-Stop Automated Gate System

### 3. 결 론

우리나라 천혜의 물류입지와 세계 수준의 IT 및 제조 기술력을 활용하여 항만물류산업을 차세대 경제 성장동력으로 육성하고, 초고속 컨테이너 크레인 등 세계 최고수준의 일류상품 개발 및 수출로 연간 1조원 이상 파급효과를 창출할 수 있을 것으로 기대된다. 현재 항만장비·하역시스템 분야 세계시장 규모는 안벽크레인 분야에서 연간 1조 2천억원(150~200대), 트랜스퍼 크레인 분야에서 연간 8천억원(300~400대), 운영정보시스템 분야에서 연간 5천억원, 운영정보시스템 분야에서 연간 5천억원 등 총 연간 3조 5천억원으로 평가되고 있다.

지능형 항만물류시스템 기술개발 과제를 통하여 항만물류의 고속화·대용량화가 가능해지며, 이는 국가물류비용을 획기적으로 절감하고 및 수출 경쟁력을 제고하게 될 것이다. 또한 초대형 컨테이너선에 대한 선박 대기시간, 터미널 Lead time을 축소하여 물류경쟁력을 제고하는데 기여할 것으로 기대되고 있다.

### 감사의 글

이 연구는 국토해양부 차세대성장동력사업의 연구비 지원으로 수행되고 있으며, 이에 감사를 드립니다.