

論 文
B3-4

고속 컨테이너 하역시스템의 하역방법에 관한 연구

A Study on Loading/Unloading Methods
for High-Speed Container Loading/Unloading System

박경택, 김선호, 김두형
한국기계연구원 자동화연구부

K.T. Park, S.H. Kim, D.H. Kim
Automation Division, KIMM

Abstract

Recently several researches of high speed container ship and loading system are mainly accomplished in U.S.A. and Japan. Its shipping service is not realized but it is realized in near future. To effective use of the feature and efficiency of them, quay, loading/unloading, yard operation system, port management system and connection transport system must be well integrated and operated. Specially, loading /unloading speed of container crane is important for making effective use of them. To speed up loading/unloading system, RO-RO and LO-LO methods that are mostly exclusive system are studied on the container crane with special structure and mechanism to handle individual container or bundle of containers. In this paper these methods are shown. When new high speed loading system of container is designed, the realistic constrains must be considered.

KeyWord : 초고속선(FastShip), 컨테이너 하역(Container Loading/Unloading),
고속 하역(High Speed Loading/Unloading), 수평 하역(Roll-On Roll-Off),
수직 하역(Lift-On Lift-Off), 번들 핸들링 (Bundle Handling)

1. 서 론

고속 컨테이너선은 미국의 FastShip Atlantic, Inc 회사에서 제안된 시스템으로 대양 중심의 운송 물류 시스템이다. 이것은 기존 선박의 2 배 이상의 빠른 속도로 대양을 횡단할 수 있는 컨테이너 선박이며, 주로 미국 중부와 유럽 중부 사이의 Door-to-Door 서비스 (7일 소요), 대양 횡단 서비스(터미널 운송 포함,

4일)를 제공할 수 있는 컨테이너 터미널 서비스와 조합이 될 것이다.

초고속 컨테이너선 서비스의 핵심 목적은 고객에게 로컬 이동과 같이 빠르게 잘 관리되고, 신뢰성 있는 대양 운송 서비스를 제공하는 것이다. 즉, 고객들에게 강력한 새로운 물류 능력을 제공할 것이며, 초고속 컨테이너선, 기존 선박, 항공 서비스 등의 항상 최적

조합을 결정하기 위해 대양 운송, 고객의 요구조건, 재고, 환적 이동 등의 고객의 결정사항을 지원 및 관리하는 시스템을 도입하는 것이다. 여기에는 특별히 설계된 컨테이너 핸들링 시스템, 단지 재래식 컨테이너 뿐만아니라 새로운 형태의 컨테이너에도 적용할 수 있는 컨테이너 핸들링 시스템을 갖출 때 초고속 컨테이너선은 효율성과 유연성을 갖는 하역능력을 가질 것이고, 고객의 목표, Door - to - Door 서비스를 만족시킬 수 있다. 이러한 선박과 고속 하역시스템을 통해 고객들에게 상당한 비용 절감과 고품질의 서비스를 제공할 수 있을 것이다. 그러므로, 고부가, 급송 화물의 화주들은 초고속선의 Door - to - Door 서비스로부터 많은 이익을 얻게 될 것이다.

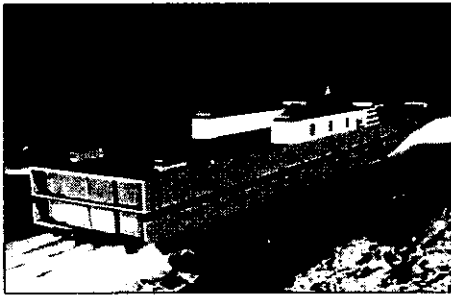


그림 2. FastShip Atlantic, Inc

초고속선은 오늘날 대양 횡단에 소요되는 시간을 절반 정도로 단축할 것이고 폭풍우에 의한 선박의 지연은 거의 없게 될 것이다. 화주의 요구조건을 맞추기 위해 선석에 대한 선박 대기시간을 없애고, 터미널 게이트에서의 병목 현상도 없어질 것이고, 선박 스케줄에 따라 인터모달(Intermodal)의 연계 수송도 이루어지고, 특별히 설계된 터미널에서 가치부가 기능도 제공될 것이다. 여기서 요구되는 하역시스템은 기존 크레인 하역시스템 보다 적어도 4 배 정도 빠른 고속 하역시스템이고, 이것은 다양한 형태의 하역시스템으로 이루어지고, 컨테이너화가 되지 않은 화물 등에 대해 고속 하역능력을 갖추어야 할 것이다.

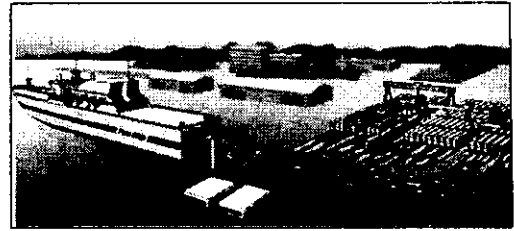


그림 1. Loading System for FastShip

2. 초고속 컨테이너선

1) 초고속 컨테이너선의 적재량

컨테이너 화물운송을 싸고 빠르게 하기 위해 선박의 적절한 운항 속도와 화물 적재량을 최적으로 구성하여야 한다. 컨테이너선의 접안시간은 컨테이너선의 적재량과 하역 시스템의 하역속도와 밀접한 관계가 있다. 본 연구에서 대상이 되는 선박의 선형은 그림 3과 가장 유사하며, 초고속 컨테이너선의 예상 선형에 있어서 주요 재원을 살펴보면, 선박 길이 : 170 m, 선박 폭 : 22 m, 컨테이너 적재 : 6열 x 21 배이 = 126 (TEU), 4 단 적재 : 126 x 4 = 504 (TEU) 등이다. 선박 배이의 길이는 150 m 로서 컨테이너 크레인 3 대를 접안할 수 있는 길이이다. 초고속 컨테이너선의 예상 선형을 감안할 때 예상 적재 컨테이너수와 적재 톤수는 다음과 같다.

- 400 TEU x 7 ton = 2,800 ton (Loaded)
- 100 TEU x 2 ton = 200 ton (Empty)
- 500 TEU = 3,000 ton (Total)
- 250 FEU (40 ft 컨테이너 전용 적재)
- 300 컨테이너(혼합) (200 FEU + 100 TEU)

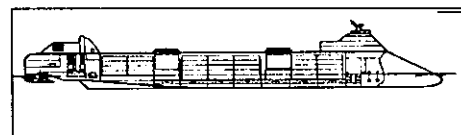


그림 3. BIW(Bath Iron Work) Feeder선

2) 초고속 컨테이너선의 기항지

고속 하역시스템의 하역시간의 목표 설정은 초고속 컨테이너선의 컨테이너 적재량과 접안할 수 있는 컨테이너 크레인 대수와 컨테이너 크레인의 하역 속도에 따라 소요되는 하역시간이 계산되므로 역으로 초고속 컨테이너선의 적재량, 접안할 수 있는 크레인 대수를 알면 컨테이너 크레인의 필요 하역 속도를 알 수 있다. 초고속 컨테이너선의 하역 작업량은 적재량과 같으며, 초고속 컨테이너선의 예상 적재량 500 TEU는 40 ft, 20 ft 컨테이너가 2 : 1 비율로 혼재되어있는 경우를 고려할 때 300 개의 컨테이너를 하역하여야 한다. 기존의 컨테이너 크레인 3 대를 사용하고 크레인당 평균 처리능력을 25 ~ 30 컨테이너/시간으로 할 때 소요되는 순수 하역시간은 3.3 ~ 4 시간 정도 걸리는 것으로 나타나고 있다. 그러나, 40 ft 컨테이너만 적재 할 때 걸리는 순수하역 시간은 2.8 ~ 3.3 시간 정도 걸리는 것으로 나타나고 있다. 그리고, 부산항 기점으로 항로별 초고속 컨테이너선 (평균 40노트)의 운항 시간을 살펴 보면, 목포까지 5.7 시간, 인천까지 10.2 시간, 청진까지 10.4 시간, 상해까지 12.3 시간, 대련까지 13.7 시간, 고베까지 9.1 시간, 나가사키까지 4.1 시간이 걸리는 것으로 나타나고 있다. 초고속 컨테이너선의 특성을 살리기 위해 항만에서의 소요되는 시간을 최대한 단축하기 위해 하역시간 뿐만 아니라 접안 시간 등 기타 소요 시간을 최대한 단축하여야 한다.

기존 크레인을 사용할 때 보다 4 배 정도 빠른 고속 하역시스템을 사용할 때 하역작업에 걸리는 시간은 1 시간 미만이지만, 해치커버, 접안시간 등 여러가지 현실적인 사항들을 고려할 때 현실적인 목표는 1 ~ 2 시간이 적절하다. 현실적으로 고려하여야 사항 중 하나는 기존의 컨테이너 박스(40ft, 20ft)를 그대로 사용하느냐 아니면 새로운 형태의 컨테이너 박스를 사용하느냐 문제는 고려될 수 없다. 현재 사용하는 대부분 컨테이너 40 ft, 20 ft이며 이에 따라 운송 수단규격이 정해져 있고, 도로 규격도 이에 준하여 건설

이 이루어져 있다. 초고속 컨테이너선의 하역작업에 기존 컨테이너 크레인도 사용 가능하도록 하여야 하는 문제이며, 이는 고속 하역시스템과 초고속 컨테이너선의 기본설계에 있어서 아주 중요한 문제이다.

3. 초고속 컨테이너선의 하역작업 방법

초고속 컨테이너선의 선형에 따라 컨테이너 적재 방법이 달라지고 이에 따라 하역방식도 달라진다. 일반적으로 선박에 화물 적재방법은 크게 LO-LO 방식과 RO-RO 방식으로 나누어지고, 선박의 적재 구조와 하역 작업의 편리성 때문에 현재 운행되고 있는 모든 컨테이너선의 적재 구조는 LO-LO 방식을 채용하고 있고, 하역 방식도 LO-LO 하역방법을 채용하고 있다. 그러나, 초고속 컨테이너선의 하역작업은 현재보다 4 배 정도 빠른 하역 작업을 요구하고 있으므로, 기존의 LO-LO 방식 뿐만 아니라 RO-RO 방식에 대해서도 검토가 되어야 한다.

초고속 컨테이너선의 설계시 컨테이너 화물의 적재함 구조 방식에 대한 결정이 매우 중요하다. 만약 RO-RO 방식의 적재함 구조를 하였을 경우, 이에 따른 RO-RO 타입의 하역시스템을 사용하여야 하며, 현재 세계적으로 컨테이너 화물을 RO-RO 방식으로 하역작업을 할 수 있는 항만은 거의 없는 것으로 알려져

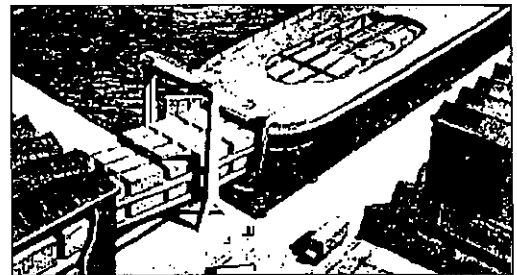


그림 4. Roll-On Roll-Off 하역방식의 예
저 있고, 이에 따른 하역장비들도 거의 갖추어져 있지 못한 실정으로 알려져 있다. 새로운 고속 하역시스템

으로 RO-RO 방식을 채용하여 많은 연구가 되고 있으나, 현재로서는 실용화에 많은 어려움이 있다. 만약 초고속 컨테이너선이 RO-RO 방식의 적재함 구조를 하였을 경우, 이 선박의 컨테이너 화물을 하역작업할 수 있는 항만, 즉, RO-RO 방식의 컨테이너 하역장비를 갖춘 항만에만 초고속 컨테이너선이 기항할 수 있다. 이러한 항만은 초고속 컨테이너선을 위해 특별히 전용 하역시스템을 갖추어야 하는 경제적 이유 때문에 지역적으로, 수적으로 상당히 제한될 수 밖에 없다. 그러므로, RO-RO 적재 구조의 초고속 컨테이너선은 기항지에 있어서 상당히 제한을 받게 될 것이다. 현재로서는 RO-RO 타입의 전용 하역시스템과 LO-LO 타입의 하역시스템을 함께 사용하기에는 기술적으로 여러 면에서 상당한 어려움이 예상된다.

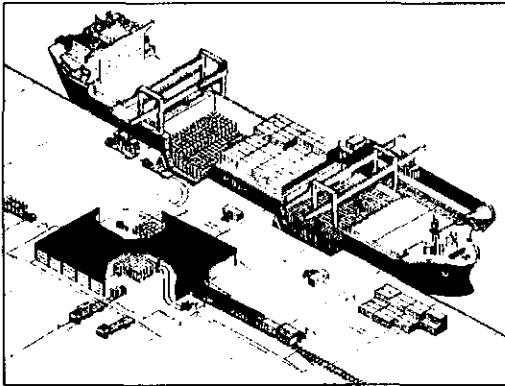


그림 6. Lift-On Lift-Off 하역방식의 예

만약 LO-LO 방식의 적재 구조를 하였을 경우, 이에 따른 LO-LO 타입의 하역장비를 사용하여야 하며, 현재 거의 모든 컨테이너 항만에서 이 방식의 하역작업을 하고 있어서 초고속선의 컨테이너 적재 구조가 기존방식과 크게 달라지지 않을 때, 기본적으로 모든 컨테이너 항만에 기항할 수 있다. 그러나, 기존의 LO-LO 하역 방식으로 하역 속도를 향상시키는 방법과 이 초고속선의 컨테이너를 기존 항만에서 기존 컨테이너 하역장비를 사용할 수 있도록 하는 방법이 문제이다.

기존의 하역작업 방법이나 시스템을 고려하지 않는 경우는 다양한 새로운 하역시스템을 구상할 수 있으며, 이미 많은 개념적 연구가 이루어져 있지만 실제로 적용한 사례는 그리 많지 않다. 가장 많은 예가 RO-RO 하역방식이고, 이는 자동차나 철강 코일 전용 화물선의 경우가 많다. RO-RO 방식을 사용할 때 이 방식의 하역시스템은 전용 시스템이기 때문에 이 시스템이 갖추어져 있지 않은 항만에는 초고속 컨테이너선이 기항할 수 없다는 현실적인 문제에 부딪힐 수밖에 없다. 이 경우 초고속 컨테이너선이 기항할 수 있는 항만은 상당히 제한될 수 밖에 없다. 항만에 전용 시스템을 갖추는데 많은 시간과 비용 문제, 그리고 활용성이 문제가 될 것이다.

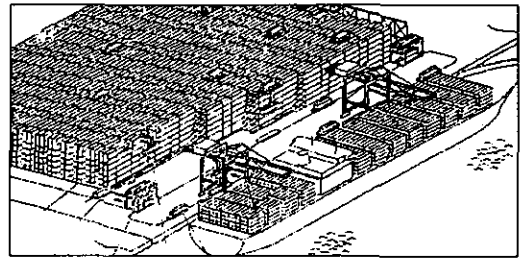


그림 5. LO-LO 타입 기존 하역방식의 예

기존의 하역방법이나 하역시스템을 고려하는 경우는 초고속 컨테이너선의 컨테이너 적재 방법은 기존의 방식대로 하역해야 하며 고속 하역시스템은 LO-LO 방식을 사용할 수밖에 없다. 이 방식을 이용할 경우에는 RO-RO 방식의 경우 보다 기존 항만 하역시스템을 사용할 수 있기 때문에 기존 항만에 기항할 수 있다는 장점을 가질 수 있으나, 기존의 여러 가지 제한된 상황들을 고려하여야 하므로 고속화에 많은 제한을 받게 된다. 그러므로, 초고속 컨테이너선이 고속 하역시스템이 갖추어진 전용 부두에 기항할 때는 전용 시스템에 의해서 고속 하역작업이 가능하여야 하고, 기존 항만에 기항할 때 기존의 하역장비로 기존의 하역 속도로 하역작업을 할 수 있어야 한다. 이것이 가장 현실적인 방안이지만 가장 어려운 방안이다.

4. 초고속 컨테이너선용 고속 하역 시스템

일반적으로 기존 20 ft 컨테이너(loaded) 중량은 7 톤으로 계산하고, 40 ft 컨테이너(loaded) 중량을 20 톤으로 계산하고 있으며, 컨테이너 크레인의 설계 중량은 대부분이 40 톤으로 되어 있으나, 최근에는 60 톤으로 하는 경우도 있다. 하역작업의 고속화는 크게 2 가지 방법으로 나눌 수 있는데, 첫째는 개별 컨테이너의 하역작업의 속도를 고속화하는 것이고, 둘째는 한번에 여러 개를 묶어서 일괄로 하역하는 방법을 생각할 수 있다. 셋째는 한번에 여러 대의 장비를 사용하여 하역 작업량을 단위 시간당 증가시키는 방법을 생각할 수 있다.

1) 개별 핸들링 하역시스템

개별 핸들링 방법에 있어서는 하역 작업 고속화하기 위해서는 작업 사이클 타임을 단축시켜 주는 방법 밖에 없다. 기존 크레인의 작업과정을 보면, 단일 직선 궤도상에서 작업 사이클이 이루어지며, 하나의 트롤리가 왕복 사이클 운동을 하면서 작업을 한다. 트롤리는 작업 사이클과 복귀 사이클을 하면서 작업을 하지만, 트롤리가 복귀 사이클 동안 작업을 할 수 없기 때문에 작업효율이 거의 절반 이상으로 떨어진다. 이 점을 보완한 것이 순환 궤도이며, 이것을 순환 트롤리 시스템이라 하며 수평 순환과 수직 순환 트롤리 시스템으로 나눌 수 있다. 순환 트롤리 방법에서 사이클 타임 단축은 기존 작업 속도보다 3 ~ 4 배 정도 향상시킬 수 있는 것으로 추정은 되나, 트롤리 순환 궤도의 구조, 3 ~ 4 개의 트롤리를 사용할 때 트롤리의 중량, 특히 실적 컨테이너를 하역 작업할 경우 과다한 중량이 크레인 순환 궤도에 집중된다. 또한, 트롤리의 동력 공급원이 문제가 된다.

수평 순환 궤도를 이용할 때 기존 컨테이너 크레인 폭보다 크게 되며, 이 문제를 해결하기 위해 복귀 사이클 궤도는 특수구조의 궤도와 특수 메카니즘의 트롤리 동작이 필요하다. 수직 순환궤도를 이용할 때

기존 컨테이너 크레인의 폭은 유지될 수 있으나 크레인의 높이는 증가하게 되며, 특히 상단 궤도와 하단 궤도사이의 트롤리 상하 승강 운동을 위한 특수 메카니즘의 기구가 필요하다.

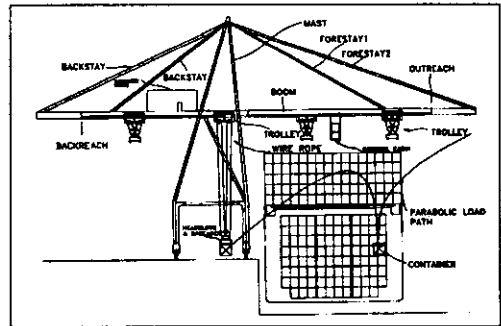


그림 7. 수평 순환 트롤리 하역방식

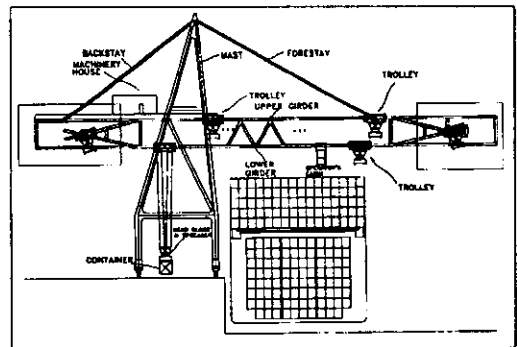


그림 8. 수직 순환 트롤리 하역방식

2) 번들(Bundle) 하역시스템

일본에서는 Intermodal 수송체제에 있어서 항공기와 기존 화물선과의 사이에 접하는 새로운 수송 수단으로 출현한 초고속 컨테이너선의 실용화에 맞추어서, 고속 하역시스템의 실용화를 목표로 하고 있다. 초고속 컨테이너선의 실용화를 위해서는 하역 시간, 접안 시간 등의 항만 내에서 소요 시간을 최대한 단축할 필요가 있다. 항만 내 소요시간중 가장 큰 비중을 차지하는 하역시간을 단축하기 위해 번들을 이용하는 하역 시스템에 대해 많은 연구를 하여 왔다.

20 ft 컨테이너 2 개 직렬 묶음은 이미 실용화가 되어 Twinlift라는 스프레더가 현장에 적용되고 있으나 하역속도를 4 배 이상 향상시키기 위해서는 한 번에 4 개의 컨테이너(20ft)를 핸들링하는 방법에 관해서는 일본에서 많은 연구가 진행되었다. 수평으로 4 개, 수직으로 4 개, 2 단 직렬 4 개, 2 단 병렬 4 개로 하는 번들 핸들링에 관해 연구를 하였다. 이 번들 방식은 RO-RO 하역방식과 LO-LO 하역방식 모두에 적용할 수 있으며, 이러한 번들의 묶음 방식에 관해 최적 번들을 찾는 것이 중요하다. 4 개를 하나의 번들로 묶을 때 결합 및 해체 방법, 중량 문제, 부피 등을 우선 고려하여야 하지만, 관련 장치인 스프레더, 야드에서의 이송 시스템에 대해서도 고려하여야 한다.

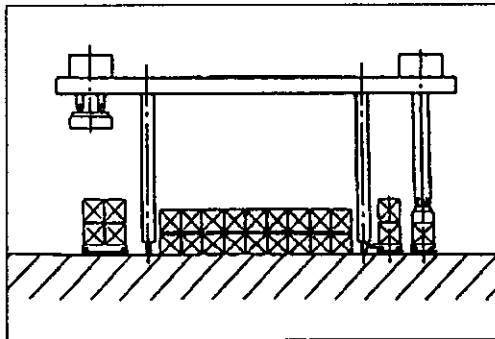


그림 9. 야드에서 번들 작업

일본 선박진흥회의 Ship and Ocean 재단에서는 20 ft 컨테이너 150 개의 전체 컨테이너를 선적 및 양륙 작업에 소요되는 시간을 1 시간 내에 작업이 이루어 지도록 목표를 잡고, 20 ft 컨테이너 4 개를 한 번에 자주대차에 실어 야드에서 선측으로 이송하는 시스템을 개발하였다. 야드에서 번들 작업은 기존의 야드 크레인으로 작업이 가능하며, 자주 대차에 4 개를 실어서 이송하였다. 자주 대차의 주행 정지 기능, 대차 승강에 의한 컨테이너 이적재 기능, 인수인도 장치의 승강 기구에 의한 선체의 이동, 흡수 변화에 대한 추종 기능, 자주 대차의 미세 조종기구와 인수인도 장치의 첨단 플랩 기구에 의한 선체 전후 동요 흡수 기능

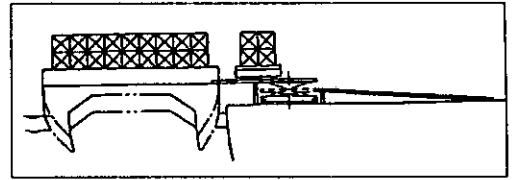


그림 10. RO 타입 하역방식의 예

등이 있다. 무선 통신에 의한 조정장치가 자동으로 제어되며, 통합적으로 관련 장치가 제어되는 고속 하

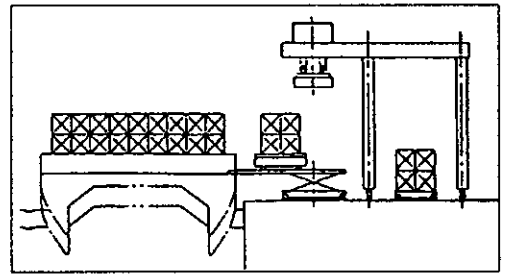


그림 11. LO 타입 하역방식의 예

역시스템을 개발하였다. 이 고속 하역시스템으로 컨테이너 150 개를 양륙과 선적을 하는데 1 시간 정도가 소요되는 것으로 나타났다.

고속 하역시스템으로 20 ft 컨테이너 4 개를 핸들링하는데 있어서 LO-LO 타입과 RO-RO 타입이 있다. 20 ft 컨테이너 2 개를 연결하기 위한 컨테이너 상하 2 단 자동 연결장치를 개발하였다. 이것은 TPC(Twist Pair Connector)라고 불리는 연결고리를 자동으로 체결하여 주는 특수 메카니즘을 이용하였다. TPC는 컨테이너 좌우에 배치되어 그 내부에는 트위스트-록을 록크 상태로 유지하기 위한 압축 코일 용수철, 이 용수철을 압축하기 위한 용수철 레버, 상하의 컨테이너를 연결하기 위한 트위스트-록 등을 내장하고 있다. 자동 연결 시스템은 컨테이너 가이드, 컨넥터 랙크, 컨넥터 탈착 장치, 컨넥터 공급장치 등으로 구성된다. 안벽 측에 설치된 컨테이너 크레인이 장비하고 있는 스프레더는 복수 개조 하역이 가능한 타입이며, 20 ft 및 40 ft 컨테이너의 하역이 가능하도록 가로 방향으로 신축 기능을 갖고 있다. 야드 내에

설치된 트랜스퍼 크레인 2 대의 스프레더 및 컨테이너 상하 연결장치를 갖춘다.

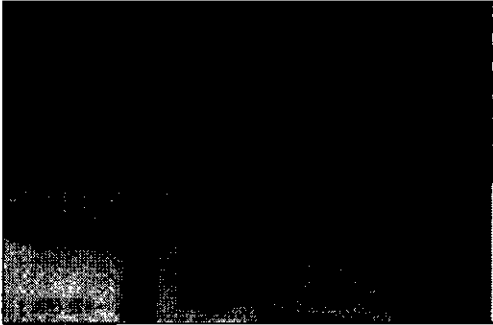


그림 12. 상하 2 단 핸들링 크레인

이 고속 하역시스템은 두 항만사이에서 왕복 수송만을 하기 때문에 각 항만에서 컨테이너를 일괄 처리하며, 선박의 선수, 선미로부터 전체 컨테이너를 하역작업을 하게 된다. 컨테이너 크레인에 의해 컨테이너 4 개를 일괄로 갑판상으로부터 달아 올려 야드 사시상에 적재한다. 지정된 야드의 인수인도 장소까지 야드 사시에 의해 이송된 컨테이너를 트랜스퍼 크레인에 의해 번들을 일괄로 적치한다. 모든 컨테이너가 양륙되면 이어서 선적작업이 이루어진다.

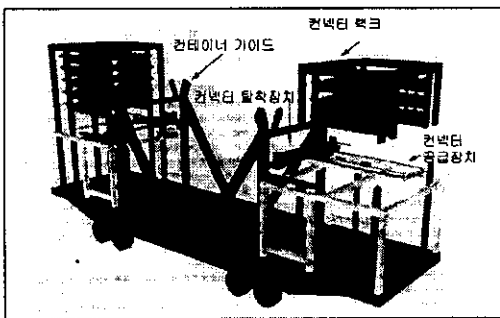


그림 13. 상하 2 단 연결장치

일본에서 개발한 하역 시스템은 소형 연안운송 수단으로 활용될 초고속 컨테이너선의 적재량 150 개의 컨테이너를 양륙 및 선적 작업을 1 시간 내에 이루어 지도록 한 고속 하역시스템이다. 이 시스템은 20 ft

컨테이너 2 개를 상하 2 단으로 연결하거나 해체하여야 하는 추가작업이 필요하기 때문에 야드에서 컨테이너 핸들링 작업이 복잡해진다. 또한, 이 시스템은 주로 RO-RO 타입 적재 방식을 사용하는 컨테이너선에 적용하도록 되어 있다.

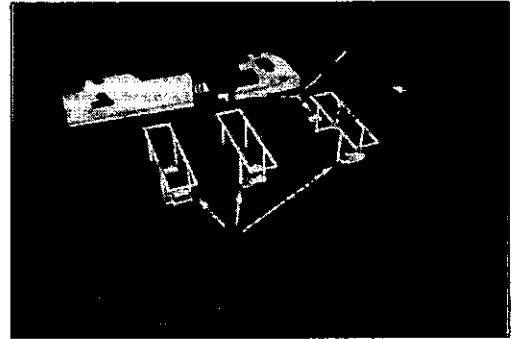


그림 14. TSL용 고속 하역시스템

3) 양현 하역 및 선상 하역 시스템

컨테이너 하역작업의 효율화를 위해 도크 타입의 접안 선석의 양현에서 하역 작업이 이루어지는 방식에 대해 오래 동안 관심을 가지고 거론이 많이 되었으나, 도크 타입의 접안 시설의 건설 비용 및 사용 효율, 접안 시간 문제 등이 문제가 되어 아직 실제 적용이 되지 못하고 있다.

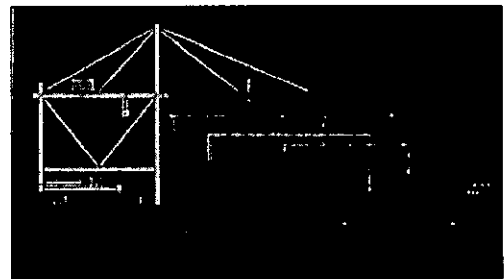


그림 15. 양현 하역방식의 예

이 타입의 하역 시스템에서 양현에 슈퍼 크레인을 사용할 때 슈퍼 구조물인 붐이 오버랩핑 되는 상호 간섭이 문제가 될 수 있다. 그리고 브리지 타입 크레

인을 사용할 때 브리지간의 간격에 따라 달라지만 대형 구조물의 처짐과 동작시 흔들림이 문제가 된다.

선상형 자동 하역시스템은 개별 컨테이너를 LO-LO 타입의 하역 방식으로 고속 하역작업을 할 수 있도록 2 대의 갠트리 크레인을 선상에 설치한 시스템이다. 고속 하역시스템을 컨테이너선 자체에 설치하는 경우, 현실적으로 대형 고중량의 갠트리 크레인을 항상 장비하고 다녀야 하고, 컨테이너 크레인과 연계 방법에 기술적으로 여러 가지 어려움이 있다.

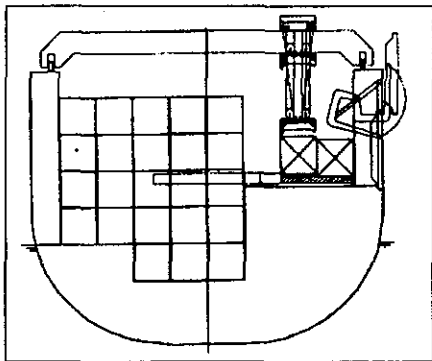


그림 16. 선상형 자동 하역시스템

5. 결 론

초고속 컨테이너선에 대해 미국, 일본에서 지금까지 여러 가지 많은 연구를 하여 왔다. 초고속 컨테이너선이 현재 실제로 운항을 하고 있지는 않지만, 현재의 시험운항 단계를 탈피하여 실제 취항할 날도 멀지 않다. 초고속 컨테이너선의 특성과 효율성을 살리기 위해 항만의 접안시설, 하역장비, 야드운영, 항만운영 및 연계 수송망 등의 관련 항만 시스템이 통합적으로 잘 이루어져야 한다. 화물 운송의 고속화와 고품질의 항만 서비스를 위해 초고속 컨테이너선의 특성에 맞는 하역시스템의 고속화 및 효율화가 이루어져야 한다.

초고속 컨테이너선에 대응할 수 있는 고속 하역시

스템에 대해 많은 연구가 이루어지고 있다. 이러한 연구의 대부분이 LO-LO 혹은 RO-RO 타입의 하역 시스템에 기초로 하여 이 두 방법을 혼합하여 사용하고 있다. 실제로 시작품을 만들어서 기능 및 성능 평가를 거쳐서 실용화 단계까지 도달한 것도 있다. 이러한 하역시스템은 기존 컨테이너선의 적재 방법과 다른 적재 방법을 갖는 전용 하역시스템을 채용하고 있다. 이러한 전용 시스템에 의한 하역작업은 기존 하역장비로는 대체할 수 없는 작업 방법을 사용하는 경우가 대부분이다. 기존 하역장비를 사용할 수 없는 하역시스템으로 가는 경우 많은 현실적 문제가 생긴다. 항만 장비의 보급은 다른 산업에 비해 상당히 느리기 때문에 초고속 컨테이너선의 기항지가 제한을 받게 되고, 전용 시스템을 갖는 항만에서는 선석 및 장비의 사용율이 기존의 장비에 비해 상당히 떨어지게 된다. 이렇게 되면 항만의 효율이 떨어지는 문제점이 발생한다. 그러므로, 초고속 컨테이너선이 전용 고속하역 시스템을 갖춘 항만에 기항할 때 전용 고속 하역 시스템에 의해 고속, 고효율의 작업이 가능하여야 하고, 기존의 하역시스템을 갖춘 항만에서는 기존의 하역 속도로 작업이 가능하여야 한다.

참고 문헌

- [1] Michael A. Knott, Ports '95, Proceeding of the Conference, Volum1, Volum2, Tampa, Florida, March 13 -15, 1995.
- [2] 笹川良, 超高速船用 荷役システムの 研究開発, 財団法人.
- [3] 高橋康弘, TSL에 對應 4個吊 콘テナ 垂直荷役 實驗, 運輸省 港灣技術研究.
- [4] Heikki Sipila, Anthony Brown, "Application of the Slender Monohull to High Speed Container Vessels," pp.247 - pp. 252 FAST '97.
- [5] Geoffrey-Philipps, "New Shipper-Driven Fast Ship - Fast Handling," The 9th Terminal Operations Conference, 24 - 26 April, 1995, TOC ASIA 95, Singapore.
- [6] Yutaka Miyaji, "The Techno Supper Liner Cargo Handling Systems," The 9th Terminal Operations Conference, 24 - 26 April, 1995, TOC ASIA 95, Singapore.