

부산항 신항 서컨테이너터미널(2-6단계) 축조공사 설계사례

*김영학 · † 정육진 · **윤기승 · 홍장호***

*주식회사 한라 인프라사업본부 부장, **,† 주식회사 한라 인프라사업본부 차장, ***주식회사 한라 인프라사업본부 상무

A Case Study on Construction of Container Terminal (2-6 Stage) in Busan New Port

요 약 : 부산항 신항 서컨테이너터미널은 선박 대형화와 완전 무인 자동화부두 구축이라는 설계컨셉에 따라 접안 가능한 최대선박은 3만 TEU 선박으로 결정하고 그에 따라 제반 시설들의 규격을 증대하였으며, 상부 자동화 설비들의 운영에 지장이 발생하지 않도록 대형 유수실, 월파차단벽 등의 침수 방지시설과 크레인 및 AGV구간 부등침하 방지를 위해 41.5m의 광폭케이슨과 176m의 광폭 DCM기초를 적용하고, 최신 설계기준에 의거한 내진 I 등급 구조물로 계획하는 등 안전하고 이용성이 뛰어난 컨테이너 터미널이 구축되도록 하였다.

핵심용어 : 컨테이너터미널, 광폭케이슨, 무인자동화, 광폭DCM

1. 서 론

부산항 신항은 동북아 국제 컨테이너 물류의 중심항만 (Hub Port) 목표로 개발 중이며, 초대형 선사가 기항하는 환적중심 항만으로서 우수한 항만 인프라와 넓은 배후단지, 최적의 연계 수송망을 갖춘 글로벌 항만으로 재도약 중이다.

본 사업은 부산항 신항 서컨테이너터미널 2-6단계를 자연 재해에 안전하고, 대형선박 접안 및 자동화 부두 시스템 도입이 용이하고 친환경적인 터미널을 건설하는 사업으로 공사범위는 안벽 4,000TEU 2선식 700m, 남측호안 205m, 준설, 부지조성 및 부대시설을 축조하며 공사기간은 60개월에 주식회사 한라 외 5개사가 시공에 참여하고 있다.



Fig. 1 사업위치도

2. 안벽구조물 중점사항

서컨테이너터미널 2-6단계 안벽을 계획함에 있어, 중요 핵심사항은 선박의 대형화와 완전 무인 자동화 부두 구축이다. 현재 세계 주요 경쟁항만들은 항만 물류의 효율성을 증대하기 위해 완전 무인자동화 터미널을 운영하거나 개발 중에 있으며, 정부에서도 경쟁력 강화를 위해 부산항 신항 서컨테이너터미널에 무인 자동화 시스템을 도입하려고 심혈을 기울이고 있다.

완전 무인 자동화 부두는 AGV(Automated Guided Vehicle)가 센서(Transponder)를 따라 컨테이너 크레인과 장치장 사이를 왕복 운행하며 컨테이너를 운송하는 방식으로 매설된 센서의 민감도는 2cm로 매우 민감하다. 따라서 센서의 위치변화나 오작동이 발생하면 자동화 시스템의 장애 발생으로 운송효율이 저하되는 문제가 있어 자동화 부두에서는 센서를 침수, 침하, 지진으로부터 보호하는 것이 중요하다.



Fig. 2 자동화부두 저해요인

본 논문에서는 안벽구조물 설계에 대하여 소개하고자 한다.

† 교신저자 : 정회원, ukjin.jung@halla.com

* 정회원, younghak.kim@halla.com

** 정회원, kiseung.yoon@halla.com

*** 정회원, jangho.hong@halla.com

3. 안벽구조물 설계내용

1) 선박 대형화 관련 설계사항

항만 물동량 증가로 운항 선박이 대형화 되는 추세여서 안벽의 접안 가능한 최대선박은 3만TEU로 결정하고, 그에 따라 전면수심은 (-)21.0m에 대형 Cone 타입(3Unit) 방층재와 200톤급 계선주를 설치하였으며, 안벽케이스는 전면으로 5.75m 돌출시켜 접안시 통수단면 증대로 유체저항이 감소하고, 계류시 이격거리 증대로 선박동요에 따른 안정성을 확보하였다.



Fig. 3 대형 돌출부 현황

2) 자동화 부두 구축 설계사항

가) 침수 방지대책

서컨테이너터미널 2-6 단계는 부산항 신항 입구부에 위치하여 이상 파랑 내습시 서방파제를 회절한 2.5m 파랑이 경사로 입사하여



Fig. 4 해역현황

안벽 전면에서 1차 월파가 발생하고 범선을 따라 잔여 파랑에너지가 이동하며 연파에 의한 증폭으로 2차 월파가 발생되며 이로 인해 안벽 및 배후지의 침수피해가 발생한다.

당사는 안벽케이스에 4열 우수실을 조성하여 파랑에너지가 소산되도록 하고, 함당 1개소의 연파 차단벽을 설치하여 연파를 저감시켰다. 그리고 상치콘크리트는 반파공 형상을 도입하고 1.5m 높이의 월파차단벽을 설치하여 전 구간이 월파에 의한 침수피해가 발생하지 않도록 하였다.



Fig. 5 우수실 및 월파방지공 계획

나) 부등침하 방지

국내 대부분의 컨테이너 안벽들은 크레인 기초가 이원화(케이스 직접기초 + 파일기초)되어 부등침하에 취약하여 당사는 안벽케이스 폭을 41.5m로 확폭 한 케이스으로 크레인 기초를 단일화하여 부등침하를 방지하고, 크레인 레일 축과 케이스 벽체 축을 일치시켜 상치 및 케이스에 발생하는 모멘트를 최소화하여 안전하게 하중이 전달되도록 하였다.

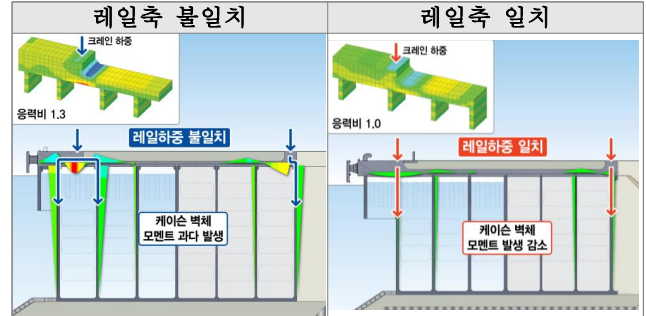


Fig. 6 축일치에 따른 응력변화

하부연약지반은 자동화 부두의 기능을 확보하기 위해 안벽에서부터 AGV가 작동하는 무인이송영역까지 총 176m를 DCM공법으로 개량하여 부등침하를 최소화하였다.



Fig. 7 연약지반 처리현황

다) 내진 강화

안벽구조물은 내진 I 등급으로 계획하고 최신의 2018년 개정된 항만 및 어항설계기준에 따라 안정성 검토시 평균응답 가속도(A_{mean})를 산정하여 적용하였고, 지진파는 새로 추가된 판내부 지진파를 포함한 총 8개의 지진파에 대해 검토하여 신뢰성을 향상시켰으며 내진에 안정도록 계획하였다.

4. 결 론

현재 세계에서 운영 중인 완전 무인 자동화터미널은 5개 항만이며 5개 항만은 개발 중에 있어 국내에서도 경쟁력 제고를 위해 자동화터미널 도입이 시급하다.

부산항 신항 서컨테이너터미널은 개발단계에서부터 자동화 부두를 염두에 두고 있으며 국내에서 최초로 완전 무인 자동화 부두로 운영될 것이다.

자동화 부두의 하부시설 설계에 대한 기준이나 제한사항이 없는 상태에서 당사는 국외의 자동화 부두에 대한 조사와 국

내 자동화 설비에 대한 연구과제 등을 검토하면서 침수, 침하, 지진에 취약하다고 판단하여 이를 보완하고 대비한 하부시설로 설계하여 향후 무인 자동화 부두 운영에 지장이 발생하지 않도록 하였다.

부산항 신항은 국내 최대 항만이면서 대한민국을 대표하는 물류중심 글로벌 항만으로 세계의 대형 항만들과 경쟁해서 선두로 나아갈 것이다. 당사의 설계가 그러한 바람을 이룰 수 있는 초석이 되었으면 한다.

참 고 문 헌

- [1] 해양수산부(2019), 부산항 신항 서컨테이너터미널(2-6단계) 축조공사 실시설계보고서