

군장국가산단(장항지구) 호안 설계 Design of Seawall at Jang-Hang Area

권오기* · 고장희** · 남세현*** · 김성구****

Kwon, O Gi · Ko, Jang Hee · Nam, Se Hyun · Kim, Seong Goo

Abstract

This project is the 1st. stage for the foreshore reclamation at Jang-Hang area and its scope is to construct a seawall as outer facilities, road adjacent to the seawall and drainage gate. For the safe protections of the facilities at the reclaimed land hereafter, we adopted the mild slope rubble mound type for the seawall structure which was excellent in interrupting the wave overtopping, as a result of numerical & hydraulic model test about alternative 4 sections. For the flooding prevention of the reclaimed land, we planned the drainage system that could make the flood water level lower than the reclaimed land level. Also, we planned the eco-friendly waterfront area with 8 nature themes through the whole seawall sections.

key words : seawall, wave overtopping, mild slope rubble mound

1. 서론

군장 국가산업단지 장항지구의 조성사업은 낙후된 지역경제의 활성화와 국토의 균형적인 개발, 선진형 임해공업단지 조성으로 대중국 교역의 선도적 역할 담당, 장래 공업수요에 대비한 공업용지의 효율적인 공급을 도모하고자 매립호안(6,032m)을 축조하고, 호안과 관련된 도로(5,906m) 및 배수갑문(2개소)을 건설하는 공사이다. 사업대상지 및 주변현황은 그림 1.과 같다.

본 논문에서는 향후 매립되는 배후지를 보호하기 위한 호안단면계획, 호안배후지의 침수방지계획 및 환경친화적 시설계획에 대해서 설명하고자 한다. 호안단면은 얇은 수심, 간사지 등 서해안의 현장조건을 감안하여 반사율 및 월파랑 수리특성이 우수한 환경사 사석식경사체를 채택하였으며, 호안 배후지 침수 방지를 위하여 단지 계획고 보다 홍수위를 낮게 형성시킬 수 있는 배수계획을 수립하였다. 또한 호안 전 구간을 지역적 정서와 환경 친화적 호안 개념을 도입하여 8개의 자연테마로 구상하였다.

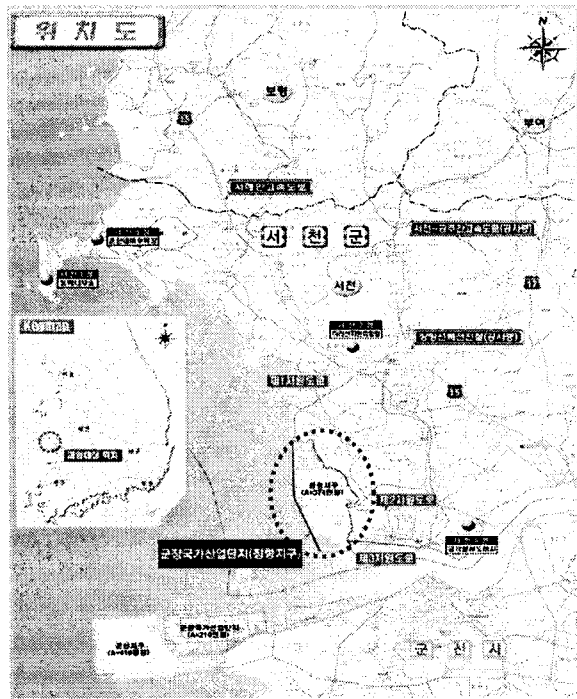


그림 1. 사업대상지 및 주변현황

* 정회원 · SK건설 토목기술팀 대리 · E-mail: kwonogi@skec.co.kr
 ** 정회원 · SK건설 토목기술팀 과장
 *** 정회원 · SK건설 토목영업1팀 부장
 **** 정회원 · SK건설 군장국가산단(장항지구) 호안도로 축조공사 현장소장

2. 호안설계

2.1 호안구조물에 작용하는 설계파 산정

호안 구조물의 최적화 설계를 위해서는 대상지역의 특성을 충분히 고려한 파랑예측이 매우 중요한 사항이다. 따라서 구조물 설계파 추정을 위한 심해파는 기존 자료가 미흡하여 18년간 관측된 파랑자료를 기초로 극치통계 분석을 수행하여 최적의 심해파를 재산출하였다. 또한, 서해안의 얕은수심, 복잡한 해저지형을 제대로 반영할 수 있도록 대광역, 광역, 상세역으로 해석영역을 세분화하였으며 불규칙파 모형을 사용하여 합리적인 설계파를 산정하였다.

수치모델실험을 통하여 산정된 설계파 결과는 평면수리모형실험, 해외전문가 자문, 인근지역 설계파 조사 및 현장 파랑관측치와의 비교를 수행하여 설계파의 합리성을 검증하였다. 호안 구조물에 작용하는 설계파는 호안 6km 전 구간을 5개 구간으로 구분하여 산정하였으며, 50년 빈도 설계파는 2.3~3.6m로 산정되었다.

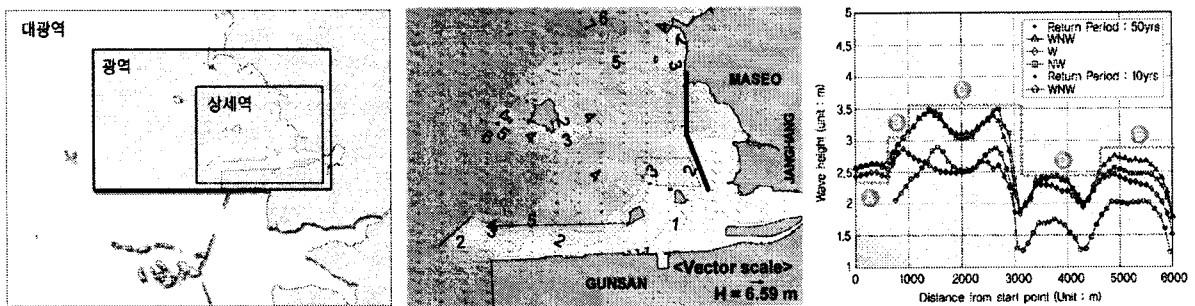


그림 2. 호안 구간별 설계파 산정

2.2 해안 방제를 위한 호안단면 계획

호안단면 계획 시 주요사항은 내습파랑의 월파를 최소화할 수 있는 최적의 마루높이 산정과 경제적이고 수리적 특성이 우수한 단면형식을 결정하는 것이며, 궁극적으로 호안 배면 매립지의 피해를 최소화할 수 있도록 계획하는 것이 중요하다.

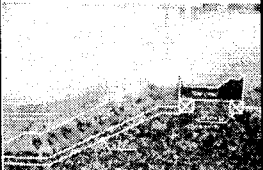
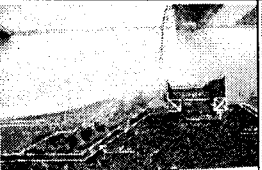
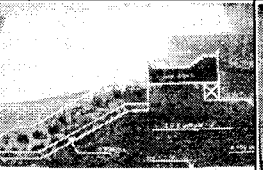
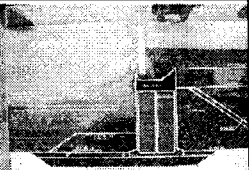
기존의 호안 마루높이는 약최고조위를 설계조위로 적용하여 산정하였으나, 본 과업에서는 저매립 단지의 특수성, 조위편차, 폭풍해일 및 지구온난화를 고려하여 합리적인 설계고조위를 산정하였고, 허용월파량 기준을 기존의 $0.02\text{m}^3/\text{m} \cdot \text{s}$ 이하에서 $0.01\text{m}^3/\text{m} \cdot \text{s}$ 이하로 강화하여 월파에 대한 호안 배면 매립지의 안정성을 충분히 확보할 수 있도록 마루높이를 산정하였다. 산정된 구간별 마루높이는 EL(+).7.50~9.00이고, 마루높이의 적정성을 검증하기 위하여 호안 구간별 월파량을 수치파동수조실험(CADMAS-SURF)을 통하여 산정한 결과 허용월파량 기준을 만족하는 것으로 나타났다. (표 1. 참조)

표 1. 호안 구간별 월파량 산정(CADMAS-SURF)

구 간	A구간	B구간	C구간	D구간	E구간
수 치 실험					
마루높이	EL(+).7.50	EL(+).8.50	EL(+).9.00	EL(+).8.50	EL(+).8.50
월파량	$0.0142\text{m}^3/\text{m} \cdot \text{s}$	$0.0116\text{m}^3/\text{m} \cdot \text{s}$	$0.0091\text{m}^3/\text{m} \cdot \text{s}$	$0.0067\text{m}^3/\text{m} \cdot \text{s}$	$0.0072\text{m}^3/\text{m} \cdot \text{s}$

호안 단면형식은 얇은 수심, 간사지 등 서해안의 현장조건을 고려하여 경사식, 직립식 형식 총 4개 단면으로 구상하였다. 각 안별 수리특성에 대한 비교 검토를 위하여 단면 수리모형실험을 수행하였으며, 검토 결과 사석식이 직립식 단면에 비해 반사율 및 월파량 수리특성이 탁월한 것을 알 수 있었고, 호안 제체 경사가 1:1.5인 대안2 단면에 비해 1:2~1:3으로 완만하게 계획한 대안1 단면이 피복재 중량 및 월파량을 줄일 수 있는 단면임을 알 수 있었다. (표 2. 참조) 따라서, 수리적 특성이 타 안에 비해 우수한 대안1 환경사 사석경사제 단면을 최적단면으로 선정하였다.

표 2. 안별 단면수리모형실험 결과

구분	대안1	대안2	대안3	대안4	
구조형식	환경사 사석경사제(1:2)	사석경사제(1:1.5)	직립식	케이슨식	
실험사진					
수리특성	반사율	0.18	0.27	0.28	0.45
	월파량	0.0035m ³ /m·s	0.0052m ³ /m·s	0.0453m ³ /m·s	0.0115m ³ /m·s

선정된 호안 단면의 상부 단면은 연약지반의 침하 등으로 인한 배수 trench 파손 및 녹지공간의 피해를 최소화하기 위하여 후면부 계단을 설치한 상치콘크리트 형상으로 계획하였으며, 이는 또한 해측 조망기능이 우수할 뿐만 아니라 배후지로 월파하는 파랑을 저지할 수 있는 기능을 갖는다.

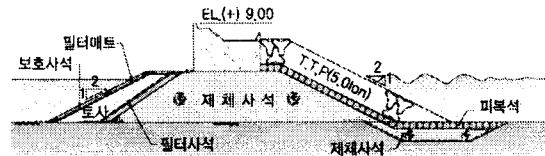


그림 3. 환경사 사석경사제 표준단면

호안 내측 단면은 차수층인 산토와 이중필터매트를 설치하여 해수의 부지 내 침투 수위를 저하시켰으며 차단층 외측면에 보호사석을 포설하여 내측 파랑에 의한 공사 중 제체 피해를 최소화 하도록 보강하였고, 사석제체의 마루폭은 공사차량의 통행폭을 충분히 확보하여 시공성을 개선토록 하였다. 또한, 소단부와 근고부의 피복재 이탈 현상을 방지하기 위하여 굴착형 세굴방지공을 선정하였다. (그림 3. 참조)

2.3 호안 배후지의 침수 방지 계획

본 사업지구의 배후지에 위치한 솔리천과 월포천 유역의 홍수량을 단지내 연결수로 통해 서해로 안전하게 방류하기 위하여 배수갑문 2개소를 설치하도록 계획하였다. 강우량은 수문조장 모의를 위해 100년 빈도 2일 연속강우량 372mm를 적용하여 솔리천과 단지를 통합한 홍수량 382CMS로 산정하였다. (그림 4. 참조)

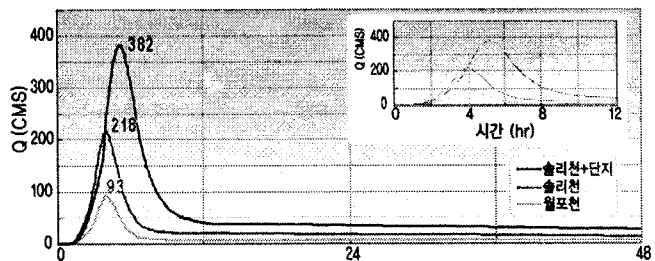
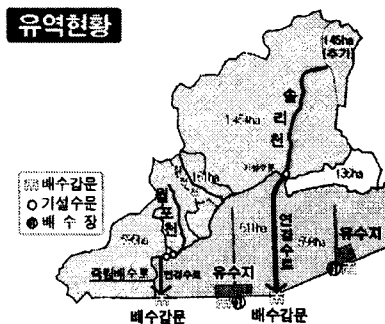


그림 4. 유역현황 및 홍수수문곡선

호안 배후지 침수 방지를 위한 배수방식은 기존계획에서 분리된 유수지 등 배수시설을 한 곳으로 통합하고 펌핑량을 증대시키고 배수갑문 크기를 확장시키는 방법으로 계획하였다. 홍수위 산정은 조석현상, 수문작용 및 상류 유역까지의 모든 변수를 고려한 부정류 수치모의 및 침수분석을 상세하게 수행하였으며 그 결과, 기존계획 시 산정한 홍수위 3.76m에 비해 홍수위를 1.37m로 대폭 떨어뜨림으로써 단지 계획고 2m보다 낮게 계획하여 완전 침수배제를 도모하였으며 단지 내 입주자의 심리적 불안감을 해소시켰다.

또한, 배수갑문의 도수길이, 세굴 등을 확인하기 위하여 수치해석, 고정상 및 이동상 수리모형실험을 수행하였으며, 실험결과 배수갑문 유출부 하류에 세굴이 발생함에 따라 75m구간을 피복석 1m³/ea 급으로 보강하는 것으로 계획하였다. (그림 5. 참조)



그림 5. 배수방식 및 배수갑문 수리모형실험

2.4 환경친화적 시설계획

최근 항만시설물은 기능적 측면뿐만 아니라 인간과 자연이 공존할 수 있는 환경친화적인 시설 계획이 요구되고 있다. 따라서 본 사업에서는 '인간과 자연의 공존, 주변 경관과 조화, 만남과 교류의 장소, 친수·생태의 장소' 라는 환경친화적 설계개념을 갖고 호안 6km 전 구간을 8가지 자연테마로 구분하여 주변 자원과 연계한 호안선형의 다양화 및 수변테라스, 계단 등의 다양한 친수공간을 확보하였다.

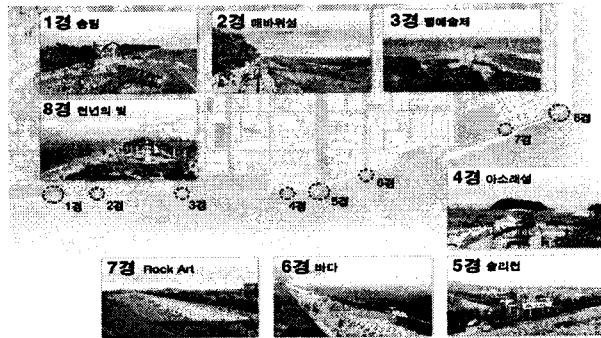


그림 6. 구간별 환경친화적 시설계획

3. 결 론

향후 매립되는 배후지를 보호하기 위하여 서해안의 현장조건과 내습파랑의 율파에 의한 배후지 피해를 최소화 할 수 있는 완경사 사석식경사체를 매립호안 단면으로 채택하였고, 배후지 침수방지를 위하여 단지계획고보다 홍수위를 낮게 형성시킬 수 있는 배수계획을 수립하였다. 또한, 인간과 자연이 공존할 수 있는 환경친화적 호안 개념을 도입하여 호안 전 구간을 8가지 자연테마로 구상하였다.

참고문헌

1. SK건설, 군장국가산단(장항지구) 호안도로 축조공사 대안설계보고서, 구조 및 수리계산서, 실험보고서