

# 월파 저감 호안을 사용한 설계사례 - 인천신항 진입도로 및 호안 축조공사(1공구) - Design Experience Using Overtopping-Reducing Revetments - Incheon New Port Project(Phase 1) -

고광오<sup>1</sup>, 김건우<sup>2</sup>, 박구용<sup>3</sup>  
 Kwang Oh Ko<sup>1</sup>, Gunwoo Kim<sup>2</sup> and Koo Yong Park<sup>3</sup>

## 1. 서 론

최근 일본에서 월파저감 효과가 탁월한 이중곡면 방파공이 개발되었다. 현대건설에서도 근래 부산신항 남컨테이너부두 배후지 준설도 투기장 가호안에 도입한 바 있으며, 최근에는 인천신항 진입도로 및 호안 축조공사(1공구)에 동일한 마루높이일 때 일반 직립식 상치콘크리트 방파공에 비해서 월파저감 효과가 더 높은 이중곡면 방파공을 적용하였다. 본고에서는 인천신항 진입도로 및 호안 축조공사(1공구) 사업에 월파저감 호안을 사용한 설계사례(현대건설, 2007)와 특화내용을 중심으로 소개하고자 한다.

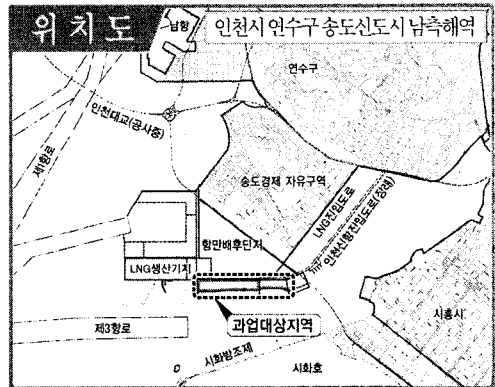


Fig. 1. Site location

## 2. 사업내용

### 2.1 사업개요

인천신항 진입도로 및 호안 축조공사는 수도권 및 중부권에서 발생하는 수출입화물 및 연안화물을 처리하는 수도권 관문항으로서 수도권 산업단지 수출입 지원 및 유통기지 역할 강화와 대중국, 동남아 및 북한간의 교역증대에 대비하기 위해 인천신항을 환황해권 거점항만으로 개발하기 위한 기반시설을 조기확보하여 수도권에 부족한 항만시설을 원활히 확보하는 데 그 목적이 있다. 사업대상지 및 주변현황도는 Fig. 1과 같다.

본 과업에서의 설계 중점 사항과 시설 개요는 다음과 같다.

#### 가. 설계중점사항

- 수리특성이 우수하고 친수, 친환경적인 호안
- 향후 부두 건설에 유리한 부두가호안
- LNG 관로의 안전을 고려한 호안추가보강
- 효율적인 시공을 위한 분리호안 위치변경

1 발표자: 현대건설 기술개발원 설계실 과장  
 2 현대건설 기술개발원 설계실 대리  
 3 현대건설 기술개발원 설계실 부장

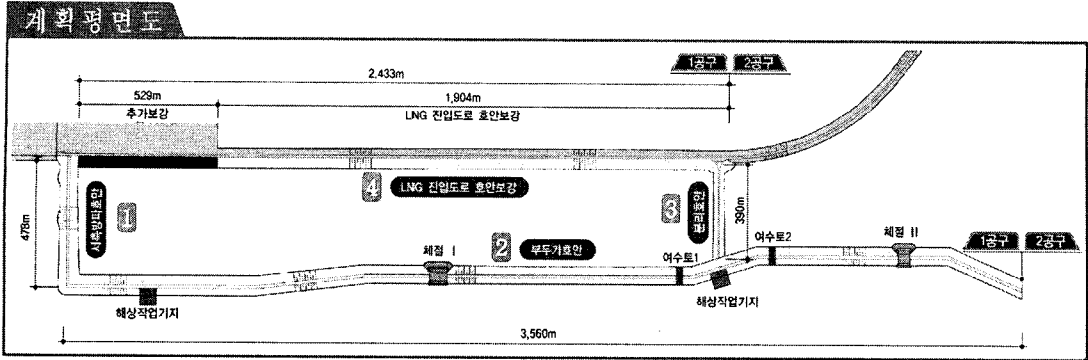


Fig. 2. Layout plan

나. 시설개요(Fig. 2)

- 부두가호안 : 3,560m
- 서측방파호안 : 478m
- LNG진입도로호안보강 : 2,433m
- 분리호안 : 390m

### 3. 설계주요내용

#### 2.2 사업대상지분석

가. 개요

- 자연조건 개요
- 설계조위: DL.(+) 10.360 m
- 설계풍속: 순간최대풍속 32.8 m/s, 최대풍속 25.7m/s
- 설계파:  $H_{1/3} = 2.1 \sim 2.5$  m
- 설계조류속: 0.71 m/s

나. 파랑특성

수치모형 실험결과 설계파고는 아래 그림과 같이 나타났다. 즉, 영구 구조물인 서측 방파호안은 50년 빈도 설계유의파고가  $H_{1/3}=2.5\text{m}$ 로 가장 높았으며, 장래 부두건설을 위한 임시 구조물인 부두가호안에서는 10년 빈도 설계유의파고가  $H_{1/3}=1.7 \sim 2.1\text{m}$ 로 비교적 낮았다(Fig. 3).

#### 3.1 주요실험내용

가. 수리모형실험

수리모형실험을 수행하여 서측방파호안의 단면 형식을 선정하고, 우각부의 안정 처리대책을 수립하였다. 실험내용은 아래와 같다.

구분	실험 내용
단면수리모형실험 (1/30)	- 서측 방파호안 안정성 검토
	- 방파호안 형식별 월파, 반사특성 규명
평면수리모형실험 (1/30)	- 제체 및 피복재, 호안블록의 안정성 검토
	- 직립제, 경사제의 파고 및 월파량 분석
	- 기존 LNG 집입도로와 접속부 파랑특성 분석

나. 수치모형실험

수치모형실험을 수행하여 호안의 단면형식을 선정하고, 호안의 안정성 확보 및 월파방지 대책을 수립하였으며, 공사에 따른 환경영향을 검토하여 오염 저감대책을 수립하였다.

구분	실험 내용
호안 설계	- 파랑변형, 정온도, 항만가동율, 폭풍해일고, 수치파동
환경영향	- 해수유동, 부유사확산, 퇴적물 이동, 수질변화 예측

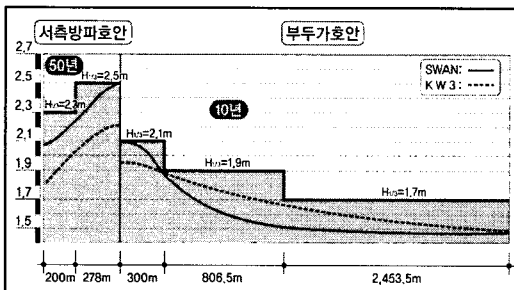


Fig. 3. Design wave height distribution

### 3.2 설계 특화 내용

#### 가. 이중곡면 반파공

이중곡면 반파공은 월과저감효과가 우수한 반파 구조물로서 월과에 의한 배후부지의 침수예방과 마루높이의 저감효과를 기대할 수 있다. 이중곡면 반파공의 단면을 결정하기 위해서 기존의 직선형 반파공과 이중곡면형 반파공에 대해서 수리 및 수치실험을 수행한(Fig. 4) 결과를 바탕으로 수리적 효과가 우수한 최적의 이중곡면형을 선정하였고, 또한 반파에 의한 쇄파효과에 의해 전면 반사파가 감소되는 효과를 확인하였다.

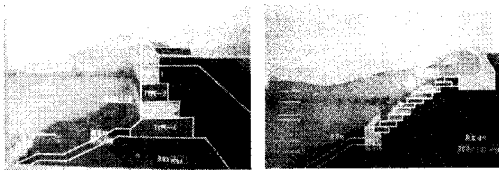


Fig. 4. Physical model test for double-curved flare type revetment

#### 나. 굴착배제형 SCP 공법

원안에서 기초지반처리는 서측방파호안의 경우 DCM 공법이, 분리호안과 부두가호안에는 강제치환공법이 제시되었으나, 대안에서는 굴착배제형 SCP 공법을 전구간에 도입하였다. 굴착배제형 SCP공법은 기존의 SCP 공법과 비교할 때 원지반에 쇄석매트를 포설한 후 SCP를 시공함으로써 부유토의 발생을 최소화 할 수 있으며 시공 중에 발생하는 용기토 부분까지 SCP로 개량하여 확실한 배수효과를 발휘할 수 있도록 모래기둥의 연속성을 확보할 수 있다. 또한, 추가 준설토가 발생하지 않는 장점이 있기 때문에 기존 SCP 공법보다 환경친화적으로 기초지반을 개량할 수 있다.

### 3.3 구조물 단면 계획

#### 가. 서측 방파호안

서측 방파호안은 설계과고가 2.5m로 가장 높다. 원안의 콘크리트 블록식 대신에 월과 및 반사파 저감 효과가 우수하고 친수시설 도입에 유리한 이중곡면 친수형 경사제를 적용하여 배후부지의 침수에 대한 안전성을 확보하였다(Fig. 5 참조)

#### 나. 부두 가호안

부두 가호안은 호안의 기능과 현지 적용성에 유리한 사석경사제로 계획되었다. 기본 계획안은 배면토사의 폭(2.0m)이 부족하여 Piping 및 준설

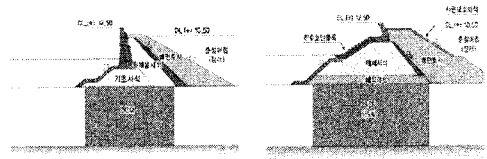


Fig. 5. Western revetment (original scheme VS alternative)

토가 유실되며, 강제치환시 개량효과가 불확실하여 야드 조성시 추가 침하 발생이 예상되었다. 따라서, 배면토사의 폭을 2.0m에서 7.0m로 넓혀서 준설토의 유실을 방지하여 제체의 안정성을 확보하였으며, 지반개량 효과가 확실하고 시공경험이 풍부한 SCP 공법을 사용하였다(Fig. 6 참조).

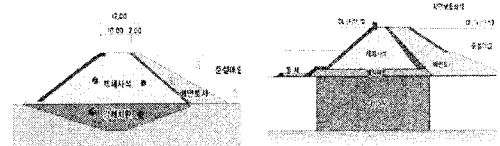


Fig. 6. Temporary revetment (original vs alternative)

#### 다. LNG 진입도로 호안보강

인천신항에는 현재 LNG인수기지가 있기 때문에, 진입도로를 보강하지 않으면 호안침하에 의한 LNG 관로의 손상의 위험성이 있다. 따라서, 기존 시설물에 영향을 끼치지 않으면서 보강효과를 높이기 위해서, 배면토사의 폭을 2.0m에서 7.0m로 확장하여 Piping을 방지하고, 필터매트를 설치하여 토사유실을 방지하였다(Fig. 7 참조).

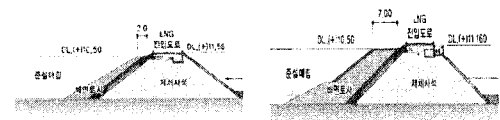


Fig. 7. Revetment reinforcement of LNG access road (original vs alternative)

#### 라. 분리 호안

분리호안은 사석제로 계획했으며, 개량효과가 불확실한 강제치환(원안) 대신에, 장래에 지반처리가 추가로 필요하지 않고, 침하가 발생하지 않는 쇄석매트를 사용한 굴착배제형 SCP 공법을 사용하였다(Fig. 8 참조).

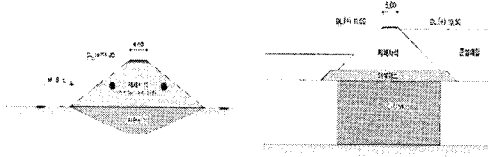


Fig. 8. Revetment for separation (original vs alternative)

### 3.4. 친수 및 경관계획

인천신항이 시민들에게 여가와 휴식공간을 제공할 수 있도록 유일한 수변친수공간인 서측방파제 안에 수변친수공간을 계획하였다(Fig. 9 참조).

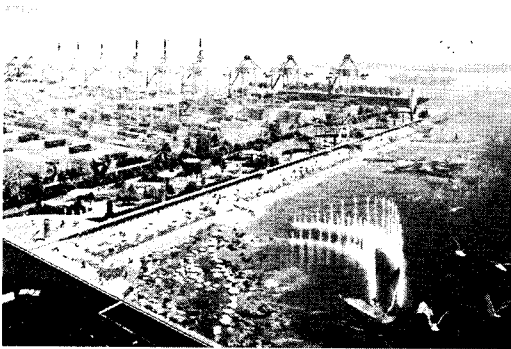


Fig. 9. Bird-eyed view for waterfront

### 3.5 시공계획

#### 가. 이동식 강제거푸집

이중곡면 반파공의 품질을 높이고, 시공속도를 증대하기 위해서 이동식 강제거푸집을 사용하였다(Fig. 10). 본 공법은 현대건설 브루나이 공사현장과 부산신항 준설도 투기장 현장에서 적용한 바 있으며 시공 및 품질관리가 용이한 장점이 있다.

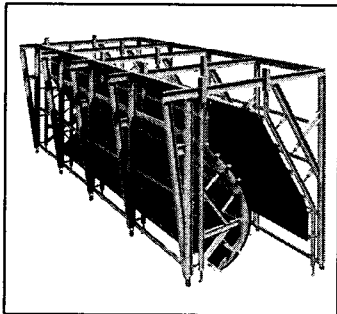


Fig. 10. Movable steel form

#### 나. 육·해상 다방향 입체시공

전구간 공종을 일원화하여 사석경사제와 SCP 기초처리를 했으며, 부두가호상 전면에 해상작업기

지 2개소를 선시공하여 해상공사를 육상화하여 육·해상 다방향 입체시공이 신속하게 이루어지도록 하였다. 또한, 제철을 2개소로 하여 분리호안 선시공과 1,2공구 독립시공을 가능하게 하였으며, 1개소 체질의 경우보다 수면적의 양분으로 체질시 유속이 감소하도록 하였다(Fig. 11 참조). 이와 같은 노력으로 시공성이 향상되어 공기를 3개월 줄일 수 있었다.

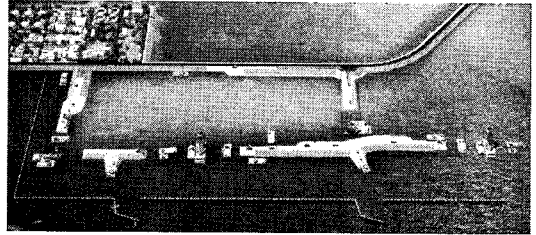


Fig. 11. Work sequence

## 4. 결 론

수도권의 관문항인 인천항이 환황해권 거점항만으로 발전하기 위한 기반시설을 확보하기 위한 이번 공사에서, 친환경적이고 수리적으로 우수한 호안이 될 수 있도록 차별화된 호안을 설계하였다.

기존 설계와의 차별화 사항으로 이중곡면 반파공을 적용함으로써 동일한 마루높이에서 파의 초오름 및 월파의 저지효과를 증대시킬 수 있었다. 외해투기량이 발생하지 않고 확실한 배수효과를 발휘할 수 있도록 굴착배제형 SCP공법을 적용하여 친환경 기초처리계획을 수립하였다. 그리고, 기초지반 개량공법을 굴착배제형 SCP 공법으로 일원화하고, 육·해상 다방향 입체 시공하여 공기를 3개월 단축할 수 있었다.

본 공사는 2007년 11월에 현대건설이 수주하여 현재 시공 중에 있으며, 2010년에 완공예정이다. 이후 항만 배후부지의 개발이 완료되면 인천신항은 대중국 환적처리항의 중요한 역할을 담당하게 될 것이다.

## 참고문헌

현대건설(2007) 인천신항 진입도로 및 호안축조공사(1공구) 기본설계보고서