

# 쿠웨이트 부비안 항만공사



**박 구 용**  
현대건설 토목환경사업본부  
부장  
kypark@hdec.co.kr



**정 석 록**  
현대건설 토목환경사업본부  
차장  
sukrok@hdec.co.kr

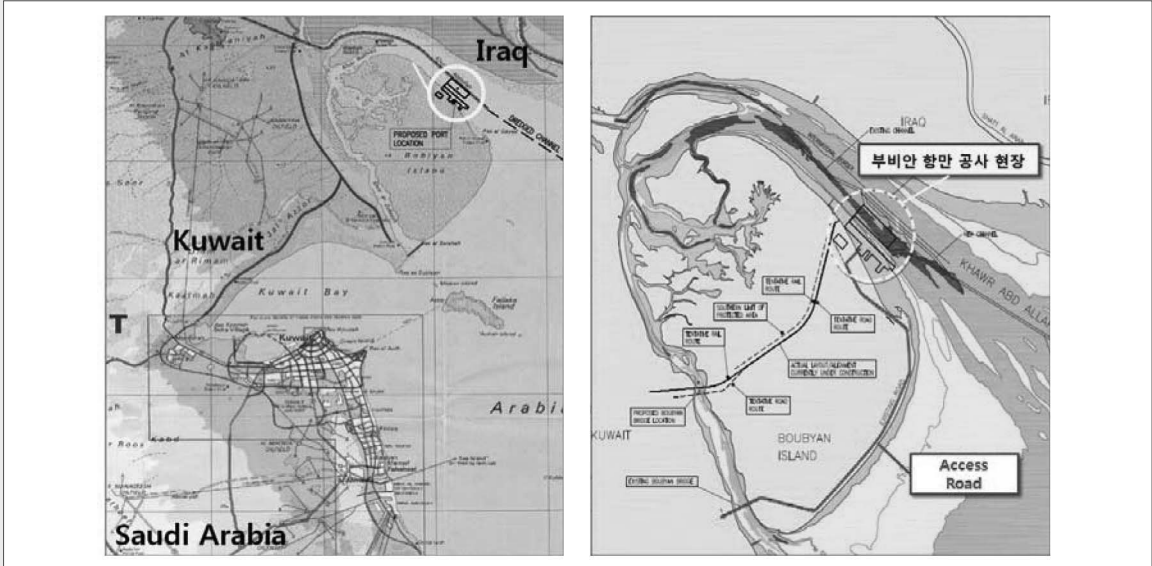
## 1. 서론

쿠웨이트는 과거 서구 열강들이 인도로 통하는 중요한 교통의 요지로, 한때 영국의 지배하에 있었으며, 또한 걸프만의 원유지대를 놓고 인접국가인 이라크로부터 공격을 받아 걸프전이 발생한 지역이기도 하다.

우리나라는 1979년 쿠웨이트와 수교를 맺은 이후 양국간 상호 긴밀한 협력관계를 유지하고 있으며, 1980년대에는 우리나라의 많은 건설 노동자들이 쿠웨이트로 진출하기도 하였다. 그리고 1990년 걸프전 당시 우리나라는 다국적으로 참여하여 이라크의 공격으로부터 쿠웨이트를 해방시키는데 크게 기여한 바 있다.

현재 쿠웨이트는 이라크의 위협이 제거되어 안정적인 정세와 더불어 지속적인 고유가로 막대한 오일 머니를 획득하였으며 눈부신 경제성장을 실현하고 있다. 한편 쿠웨이트 정부는 원유에 집중된 산업구조에 대하여 향후 다가올 탈원유시대에 경쟁력을 키

우고 지속가능한 성장을 위하여 산업의 다각화를 통한 안정적인 포트폴리오를 구성하고자 국가발전에 밑거름이 되는 석유화학, 발전, 항만, 담수, 공항과 같은 인프라 시설에 집중적으로 투자하고 있다. 이러한 인프라 시설에 대한 쿠웨이트 정부의 노력은 향후에도 계속될 전망이다. 특히 쿠웨이트 정부는 이라크와의 국경부근에 위치한 부비안 섬을 자유무역지대로 지정하고 단일 규모로는 중동지역에서 가장 큰 신도시(The city of silk) 개발 및 항만 등과 같은 인프라 시설을 구축하여 향후 중동지역의 새로운 무역 및 물류의 중심지로 부비안 섬을 발전시키는 중·장기적인 계획을 세우고 있다. 부비안 섬 개발 계획 프로젝트를 통하여 중동국가의 허브이자 중심 국가로 성장하려는 쿠웨이트 정부의 강한 의지를 볼 수 있으며, 특히 부비안 섬 개발계획 중에서 부비안 항만공사는 단순한 항만공사의 개념에서 벗어나 대규모 쿠웨이트 개발계획의 첫 번째 단계로 그 중요성이나 의의가 굉장히 크다고 할 수 있다.



〈그림 1〉 부비안 항만공사 현장

## 2. 공사개요

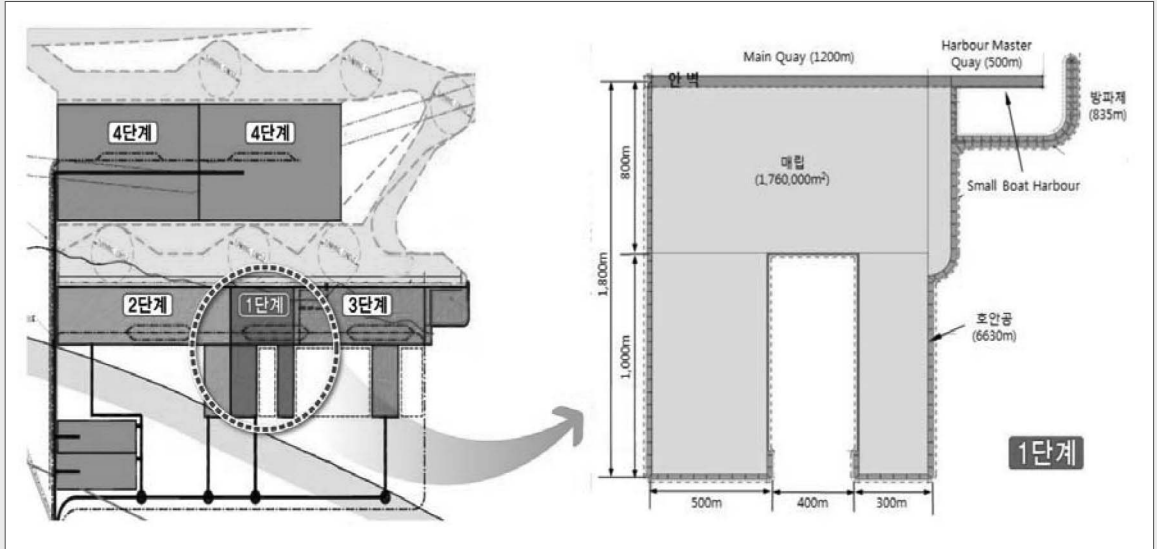
〈그림 1〉의 부비안 항만공사는 쿠웨이트의 부비안 섬 개발계획 중 하나로 2037년까지 〈표 1〉에 나타내는 바와 같이 총 4단계의 공사계획이 수립되어 있다. 〈그림 2〉에 제시하는 단계별 개발계획 중 현대건설이 1단계 공사를 수주하여 2014년 1월을 완공 목표로 현재 실시설계 중에 있다. 쿠웨이트 부비안 항만공사 1단계로 명명된 본 공사는 쿠웨이트 공공공사업성(MPW)에서 발주한 공사로 주요 공사내용은 25만 TEU급 컨테이너 부두 및 배후부지 건설이다. 세부적인 공사내용은 〈표 2〉와 같다.

〈표 1〉 부비안 항만공사 단계별 개발계획

구 분	1단계	2단계	3단계	4단계	Total
안 벽	1,700m	3,300m	2,500m	10,800m	18,300m
매립공사	176ha	314ha	250ha	864ha	1,604ha
완공예정	2014년	2018년	2023년	2037년	2037년

〈표 2〉 쿠웨이트 부비안 항만공사 1단계

공사명	· 쿠웨이트 부비안 항만 공사 1단계
위치	· 쿠웨이트 부비안 섬
발주처	· 쿠웨이트 공공공사업성(MPW)
계약공기	· 3년 6개월
계약금액	· 11.5억불
공사성격	· Lump Sum Turn-Key
매립면적	· 176ha
안벽	· 1,700m
호안	· 6,630m
방파제	· 835m
지반개량	· 1LS



〈그림 2〉 부비안 항만공사 1단계 개발계획

### 3. Quay Wall 단면검토

#### 3.1 대표단면

안벽은 항만공사에서 가장 중요한 부분 중의 하나로 기능적이고 경제적이어야 한다. 본 안벽공사에서는 여러 안벽형식들 중에서 최종적으로 1안과 2안으로 하는 두 가지 안벽단면을 대표단면으로 채택하였으며, 후술하는 다양한 비교·검토를 통하여 최적의 안벽단면형상을 결정하였다. 〈그림 3〉은 최종적으로 선정된 두 가지 안벽의 형상을 나타낸 것이다.

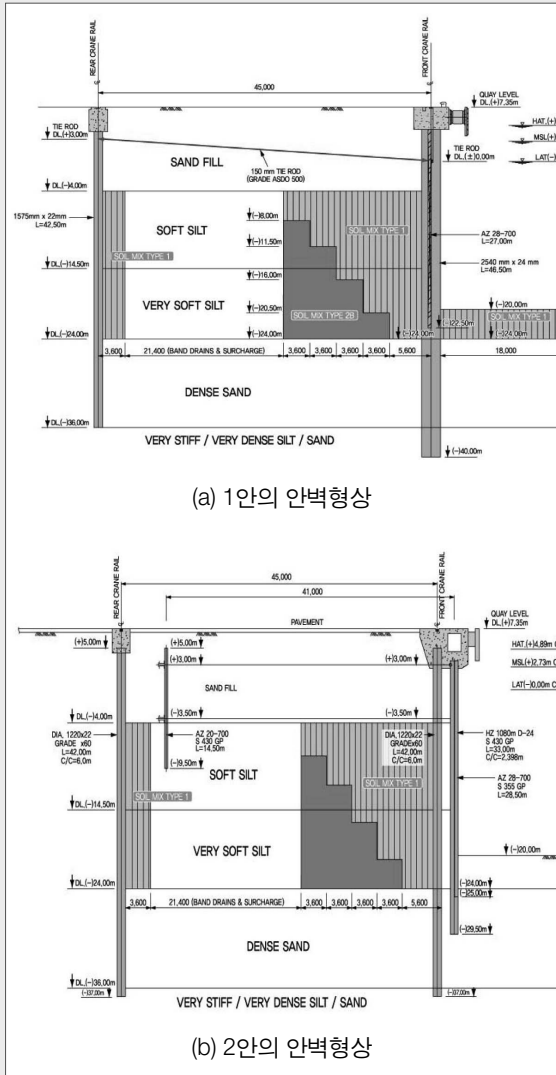
#### 3.2 단면 비교

먼저 1안과 2안의 두 가지 안벽에 사용될 물량과 강성을 비교하고, 이로부터 더 효율적인 안벽형식을 검토하였다. 다음에 나타내는 〈그림 4〉와 〈표 3〉은 1안과 2안에 대한 안벽벽체의 pile형식과 강성을 비교한 것으로, 〈표 3〉에서 알 수 있는 바와 같이 1안과 2안은 pile의 단면적(A)에는 큰 차이가 없지만 1

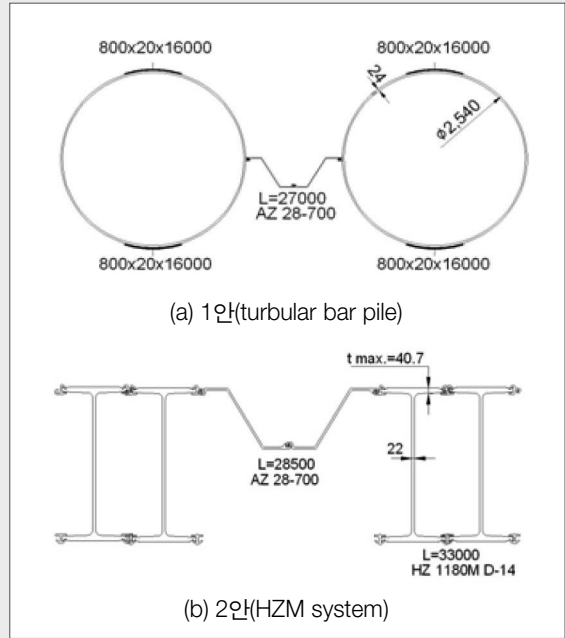
안은 2안에 비하여 단면 2차모멘트(I)가 약 5배 정도 큰 값을 나타내었다. 그리고 전체적인 물량을 비교한 결과를 여기서는 제시하지 않았지만, 2안의 강재 물량은 1안 대비 약 98.4% 정도로 거의 차이가 없다는 것을 알 수 있었다. 전체적으로 구조물의 강성을 나타내는 단면 2차모멘트(I)가 큰 값으로 주어지는 1안이 2안에 비하여 구조물의 안정성 측면에서 보다 효율적인 단면구조로 평가되었다. 더불어 부재에 대한 부식정도를 살펴보면, 일반적으로 1안의 tubular bar pile 형식에 비해 2안의 HZ 계열의 pile이 부식에 약한 것으로 알려져 있다.

#### 3.3 부재에 작용하는 응력

다음으로는 모든 동일한 조건하에서 1안과 2안의 부재에 작용하는 응력을 검토하였다. 결과에 의하면, 2안은 1안에 비하여 부재에 작용하는 응력이 약 27% 정도 큰 값을 나타내어 1안이 2안에 비하여 외부하중에 저항하는 능력이 우수하다는 것을 알 수 있었다.



〈그림 3〉 대표단면의 안벽형상



〈그림 4〉 안벽의 벽체 pile

### 3.4 Anchor block

1안의 경우 anchor block의 위치가 quay wall로부터 45미터 떨어져 있는 것에 비하여, 2안의 경우는 anchor block이 quay wall로부터 41m 떨어져 있어 수동토압과 주동토압을 충분히 발현하기 위한 이격거리를 확보하지 못하므로 anchor block의 재배치가 요구된다. 특히 2안의 경우 rear pile 배후로 anchor block을 재배치하는 경우는 rear pile에 추가적인 하중이 작용하는 문제점이 발생할 수 있다. 그리고 2안의 anchor block으로 사용된 AZ28-700에 대한 부재의 응력을 수치해석한 결과에 의하면, 최소 3배 이상의 단면계수를 갖는 부재가 필요한 것

〈표 3〉 1안과 2안 단면강성 비교

Design	Section system	E(kN/m <sup>2</sup> )	I(m <sup>4</sup> /m)	A(m <sup>2</sup> /m)
1 안	∅ 2540mm × 24t + AZ 28-700	2.10E+0,8	0.05603	0.05258
2 안	2 × HZM 1080m + AZ 28-700	2.10E+0,8	0.01076	0.06172

으로 평가되어 2안의 anchor block 부재는 적당하지 않다는 것을 알 수 있었다. 따라서 1안을 최종단면으로 선정하였다.

#### 4. 주요시공 순서

##### 4.1 Temporary Dredging

준설은 해상에서 이루어지는 pile 작업을 위하여 가장 먼저 실시하는 것으로, 본 현장에서는 다음의 <그림 5>에 나타내는 바와 같이 -4.0m CD까지 준설하여 해상장비가 작업을 위하여 충분히 접근할 수 있도록 한다.

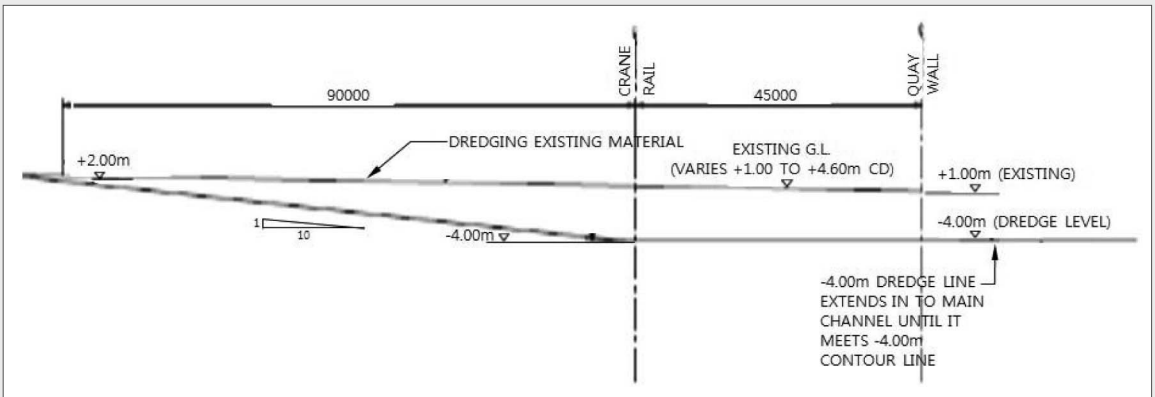
##### 4.2 Pile Driving

준설작업이 끝나면 rear pile을 설치하며, pile 설치가 완료된 후에는 연약지반을 개량하게 된다. <그림 1>에서 확인할 수 있는 바와 같이, 본 현장은 이라크와의 국경지대 근방에 위치하고 있고 공사로 인한 해양오염 및 해양환경파괴 등과 같은 문제점 등의 발생으로 쿠웨이트와 이라크 간 민감한 사안들이 발생할 가능성이 있다. 따라서 최대한 친환경적이며

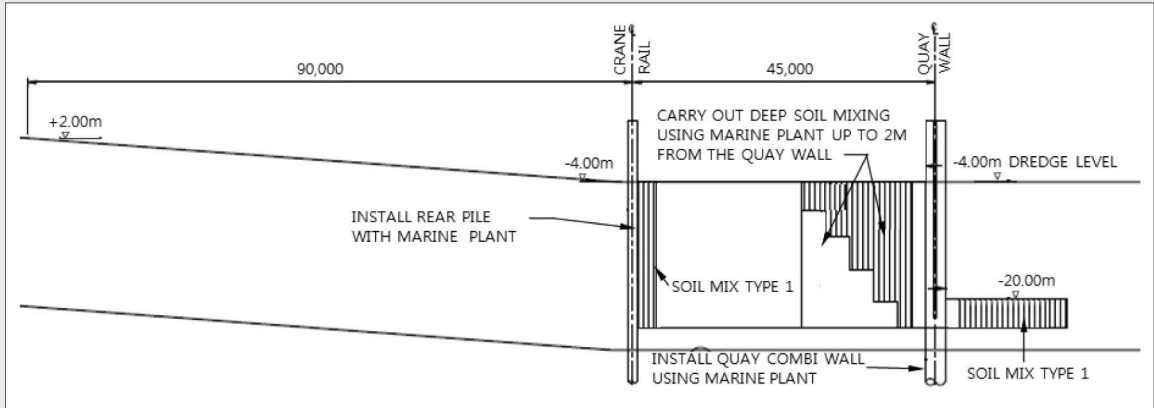
2차의 환경오염인 소음, 진동, 공해문제 등을 최소화 할 수 있는 연약지반개량공법을 적용할 필요가 있으므로, 본 현장에서는 이러한 사항들을 고려하여 가장 적합한 연약지반개량공법으로 판단되는 DSM(Deep Soil Mixing)공법을 채용하였다. DSM공법은 Soil 시멘트 연속벽 공법의 일종으로 지중원위 치 토사에 시멘트용액을 주입·혼합하여 연속벽을 만들어 지수벽으로 사용하며, 또한 토압을 경감하는 토류벽으로 사용하는 공법이다. 다음으로 연약지반을 개량한 후에는 해상작업을 위한 combi wall 안벽을 설치하는 순서로 공사를 진행하게 된다. <그림 6>은 이러한 공사 진행의 일례를 나타낸 것이다.

##### 4.3 Reclamation, Connect Tie Rods, Surcharge

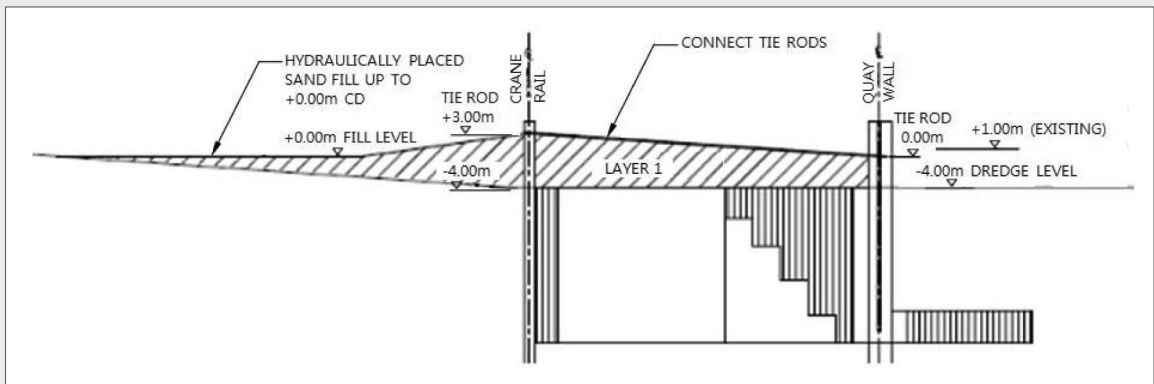
매립계획에 따라 첫 번째 매립은 전체적으로 0.0m CD로 계획되어 있지만, <그림 7>에서 알 수 있는 바와 같이 tie rod를 연결하기 위하여 rear pile 부근에서는 3.0m CD로 매립해야만 한다. 첫 번째 매립작업이 끝나면 tie rod는 육상작업을 통하여 연결되며, 나머지 매립과 상재하중은 다음의 <그림 8>에 나타내는 바와 같이 14.85m CD까지 시공된다.



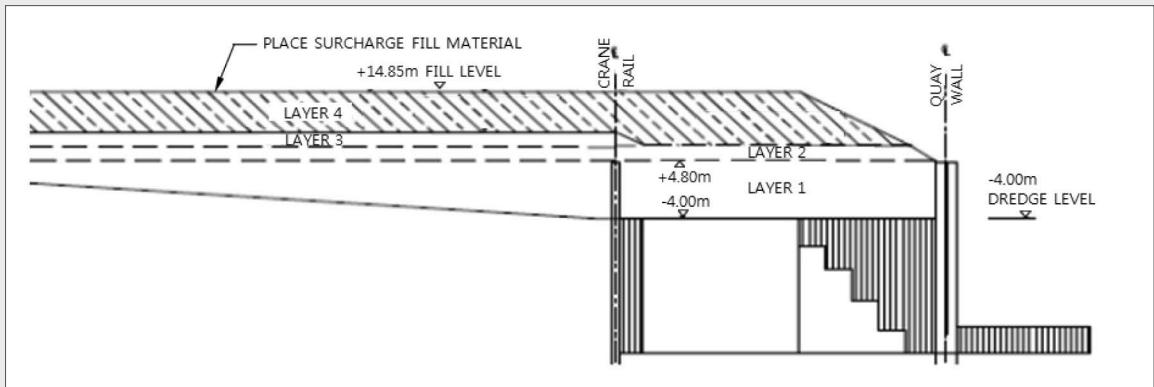
<그림 5> Temporary Dredging



〈그림 6〉 Pile Driving & DSM(Deep Soil Mixing)

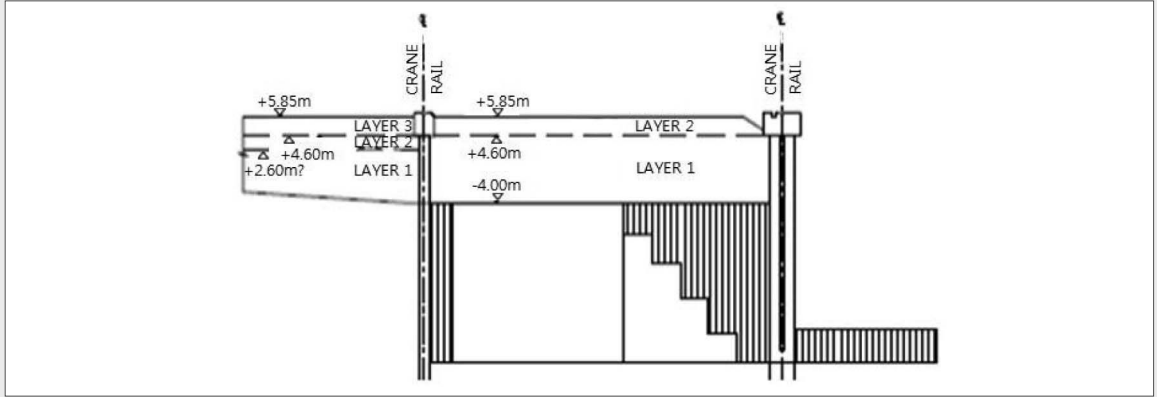


〈그림 7〉 Reclamation first layer & Connect Tie Rods



〈그림 8〉 Reclamation & Surcharge





〈그림 9〉 Concreting & Installation of Deck Fitting

#### 4.4 Concreting & Installation of Deck Fitting

상재하중이 제거된 후 〈그림 9〉와 같이 rear crane beam과 front quay wall의 콘크리트가 타설되며, 마지막으로 fender와 bollard mooring ring ladder 같은 갑판 부속물이 설치된다.

### 5. 맺음말

본고에서는 최근 쿠웨이트 정부가 향후 탈원유시대에 대한 지속적인 국가발전의 근간으로 집중투자하고 있는 인프라 시설 구축사업 중에서 부비안 섬 개발계획 프로젝트와 현대건설이 수주하여 현재 실시단계에 있는 부비안 항만공사 1단계의 공사개요 및 향후 공사진행 사항을 소개하였다. 부비안 항만공사 1단계는 25만 TEU급 컨테이너 부두 및 배후부지를 주요 공사내용으로 하고 있다. 현대건설은 축적된 시공능력과 뛰어난 기술력을 바탕으로 1단계의 안벽공사에 대하여 1안과 2안으로 주어지는 대표단면을 선정하였고, 이에 대한 충분한 검토를 수행하였다. 특히 1안과 2안의 안벽을 검토한 주요 결과에 의하면 1안의 turbular bar pile이 2안의

HZM system에 비하여 휨응력이 뛰어나고 부식에 대해서도 강한 것으로 평가되었으며, 2안은 1안에 비하여 물량 절감면에서 다소 효과적이거나 구조물의 안정성 면에서는 미흡하다는 것이 확인되었다. 그리고 2안은 quay wall로부터 anchor block의 위치가 1안에 비하여 짧아 anchor로서의 역할을 하기 위하여 요구되는 토압을 충분히 견디기 어려운 것으로 평가되었다. 이상의 검토 결과를 바탕으로 가장 효율적인 단면으로 1안의 안벽형식을 최종적으로 채택하였다. 또한 이라크와의 국경근방에 위치한 본 현장에서 공사진행으로 발생할 수 있는 이라크와의 외교적인 마찰 및 환경오염문제의 발생억제를 위한 최대한의 노력으로부터 최적의 연약지반개량공법으로 DSM(Deep Soil Mixing)공법을 본 현장에 채용하였다.

현대건설은 1977년 아이슈바 공사를 시작으로 쿠웨이트와 첫 인연을 맺은 이후 쿠웨이트 내 다양한 공사를 성공적으로 시공한 경험이 있으며, 2014년 1월에 완공예정인 부비안 항만공사 1단계도 공기 내에 훌륭하게 공사를 마무리 지을 수 있을 것으로 예상된다. 향후 부비안 항만공사의 성공적인 공사수행

은 쿠웨이트 내 한국기업의 이미지 상승에 크게 기여할 뿐만 아니라, 계속되는 부비안 섬 개발계획과 쿠웨이트 인프라 구축사업에서 선점확보를 위한 디딤돌이 될 것으로 전망한다.

**저자 약력**

**박구용**

- 1982~1986 : 성균관대학교 공과대학(토목공학) 학사
- 1987~1988 : 성균관대학교 공과대학(토목공학) 석사
- 1995~1999 : 영국 Oxford대학교 공과대학 (항만 및 해안) 박사
- 1999~1999 : 영국국립수리연구소 연구원
- 1992 : 현대건설 입사
- 현재 : 현대건설 토목환경기술개발실 부장

**저자 약력**

**정석록**

- 1991~1994 : 경희대학교 공과대학(토목공학) 학사
- 1995~1997 : 경희대학교 공과대학(토목공학) 석사
- 1997 : 현대건설 입사
- 현재 : 현대건설 토목환경기술개발실 차장