# 해안 공사의 새로운 경쟁력 - 한국형 끝막이 공법

## - 유례없는난공사성공으로인류간척사의새장열어 -

세계의현대, 기술의현대건설이세계최장의 새만금 방조제 끝막이 공사를 완벽하게 성공시켰다. 2개소 동시 끝막이 공사의 성공은 과거 현대건설이 성공시켰던 서산 A · B지구대형폐유조선공법에의한끝막이에이어인류간척의새역사를다시쓰는 계기를만들었다.

새만금 방조제는 총연장이 세계 최장인 33km이며 수심이 깊고(최대 25m) 기초 지반의 지질은 극히 연약한 사질 실트층이다. 뿐만 아니라 기반암의 심도는 평균 해면하 EL -43m로깊게 분포한상태에서최대 18억$m^3$의 조석량이 하루에 4번씩 드나들 때 7m/s 이상의 유속이 발생하는 어려운 조건으로 간척 선진국인 네덜란드, 일본에서도 유례를찾아볼수없는난공사지역이다. 그럼에도불구하고현대건설은장기간에걸친 치밀한 준비, 축적된 기술력과 최신 공법의 동원, 관계기관의유기적인협조등을통해 우리나라에서독자적으로개발한사석돌망태를 혼용한 점축식 공법인 한국형 끝막이 공법을적용하여끝막이공사에성공하였다.

### 끝막이 공사 성공 요인

이번 방조제 끝막이 공사를 성공적으로 수행하기 위해 가장 역점을 두었던 부분은 다음과같다.

첫째, 장기간의철저한준비로최적의끝막이 공사 계획을 수립하였다. 국내외연구기관과전문가의자문을통해수리모형실험과수치해석결과얻어진최대유속을적용하여 바닥 보호공과 사석재의 안전성을 확보하는데주력하였다. 특히, 바닥보호공의위험구간을분석하여물쏠림집중 구간을돌망태로 엮어 안정화를도모하였고, 끝막이시기는연중 강수량과조위차가 적고 파랑이 약한 3 4월로 결정하여 최적의 완벽한끝막이시공계획을수립하였다.

둘째, 끝막이정밀시공을위한육 · 해상 시공법 개발 및 관리에 주력하였다. 먼저, 끝막이공사성공의필수여건인바닥의상고공(sill) 및지반세굴방지를위한바닥보호공의 안정성 확보를 위해 인공위성을 이용한정확한투하위치확인과DGPS/Beacon System을 이용한 수심 측량, 그리고 강한 유속과 파랑에도 작업선을 정확히 유도하는선박시스템을개발하였다. 또한, 저개식 바지선과 평바지선에 의한 돌망태 및 사석의순간투입공법과해상 크레인을이용한수중정밀시공으로바닥보호공및상고공을 평탄하게 하여 시공상 오차를 최소화하였다. 끝막이기간중에는실시간조위관측및조류속측정을통해실시간으로유속을 예측하여 적정 규모 사석을 투입함으로써 유실을 최소화하였다. 그리고 수시로 지형변화조사등에의한확인점검을통하여 sill과 바닥 보호공의 변형 및 취약 구간을조기발견하여신속히보강하는데주력하였다.

육상 점축 시공은 15톤 덤프트럭에 비해 3배이상을적재할수있는 35톤대형덤프트럭을 투입하였다. 35톤 덤프트럭은 뒷바

2개소 동시 끝막이 공사의 성공은 과거 서산 A · B 지구 대형 폐유조선 공법에의한끝막이에이어인류간척의 새 역사를쓰는계기를만들었다.

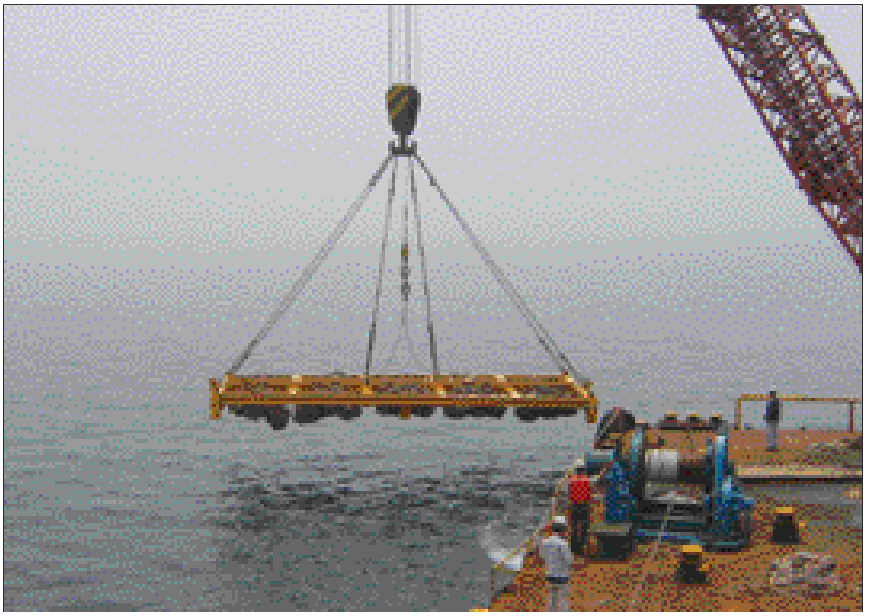
퀴와적재함사이가길어사석및돌망태투하시선단의돌걸림현상이거의없어추가적인고르기작업이감소함에따라작업시간이 30초에서 25초로 크게 단축되었고 대석투하로인해유속에대한저항효과가탁월하여 사석의 유실이 최소화되었다. 또한, 선단부 사석 투하시 투하 방향을 최대 45°까지 확장 시공함으로써 별도의 해상 측면 보강작업은필요치않았다.

셋째, 끝막이공사착수전에소요재료를 100% 확보하였다. 끝막이기간중예상되는 강우, 강풍, 지반침하, 융기등에의한작업로의 장애 발생 및 공사 저지 민원에 따른 외부 사석의 반입로가 차단될 경우에 대비해끝막이에투입될사석을포함한대석및 돌망태 등소요 재료를 끝막이 구간현장4개소최단거리에전량가적확보하였다.

넷째, 독창적인한국형사석돌망태혼합형점축식공법을 완성하였다. 새만금끝막이 공사에는 우리나라 고유의 끝막이 공법인 돌망태 혼합형 점축식 공법이 적용되었다. 제체 선단부에서 사석과 돌망태를혼합하여전진작업을수행할경우조류에대한저항 효과가 크게 증가하기 때문에 재료의 유실을 최소화할수있어해양환경오염을 줄일수있었으며작업속도또한향상되었다. 유속이증가하는 기간에는돌망태의 혼용률을 50%까지 증가시켜 유속에 대한 저항효과를극대화시켰다.

또한, 자연에 순응하여 소조기에는 전진하고 대조기에는 전진을 중단하며 선단 보강및바닥보호공보강에주력하여제체의 안정성을 확보하였다. 특히, 최대4개의 돌망태를결속하여투하함으로써강한유속에도저항할수 있도록시공하였는데, 이러한 한국형끝막이공법은단한번의실패도없이수행되었다.

다섯째, 현대건설의간척및해양시설의 기술력이 유감없이 발휘되었다. 새만금 현장에서는 그동안 수행되었던 영산강 하구둑, 낙동강 하구둑, 서산방조제, 시화방조제, 영암방조제, 금호방조제, 영종도방조제 등의 끝막이 공사 과정에서 발생되었던 문제점과 성공 요인등을벤치마킹하였다. 나아가간척, 해양, 수리분야의학계및현대건설내의전문가로 구성된끝막이기술자문단을 현장에서 운영하여 끝막이 공사 중 현안사항에대한자문과방조제개방구간의수리현상을예측하고파악하는데주력하였다. 또한, 끝막이시에투입될 육 · 해상 장비를동원한시험 시공과정을통해시공성을개선하는등기술력배양에많은노력을기울였다.



해상크레인을이용한해상정밀시공.

여섯째, 끝막이공사중에발생한위기상황에슬기롭게대처하였다. 끝막이1단계인 올3월 28일에초당20m 이상의강한해상 폭풍우로 발생한 높은 파랑에 의해 끝막이 일부구간의시공단면이상당부분유실되고작업이중단되는 상황이 발생하였다. 그러나, 신속한복구로 끝막이전진 일정에는큰영향을주지않았으며파랑에의한월파피해재발을방지하기위해돌망태를이용한월파방지공을개발시공하였다.

한편, 끝막이 기간 중 환경 단체 및 어민들의공사방해시도로인해작업이일시중지되는 사태가 발생하였으나 경찰 등 관계기관의 유기적인 협조로 안전하게 끝막이 공사를수행할수있었다.

## 신공법, 다양한 해안 공사에 활용 가능

새만금 방조제 끝막이 공사에는 세계 최장의방조제의2개구간을동시에성공시키기위해치밀한사전준비를통해다양한신공법이 적용되었다. 이번 새만금 방조제 끝막이 공사에서 축적된 노하우는 추후 대규모 방조제의 끝막이 공사, 배수갑문과조력발전소등의해안구조물시공, 해안준설매립공사등에적용할경우큰효과를기대할 수있을것이다. 특히, 새만금방조제보다서너배더큰규모인인도서북해안에위치한 Kalpasar 프로젝트 계획은 새만금의 제반 조건과 유사하므로 동일 공법을 채택할 경우끝막이시매우유리할것이며, 간척이가능한 저개발 국가의식량 부족 해소와공단용지및수자원확보에필요한 프로젝트에 활용이 기대된다.

**양기종**
현대건설새만금2공구현장소장