

화옹방조제 끝막이

Final Closure of Hwaong Seadike

김 상 필*
Kim, Sang-Pill

1. 사업 개요

구 분	현 황
구 역	1도 1시 5개면 : 경기도 화성시 우정·장안·남양·마도·서신면
매립면적	총 매립면적 : 6,212ha 농지조성 : 4,482ha, 담 수 호 : 1,730ha
사업기간	외곽시설 : 1991~2004 (158개월) 개 발 : 2004~2012

2. 공사 개요

가. 방조제

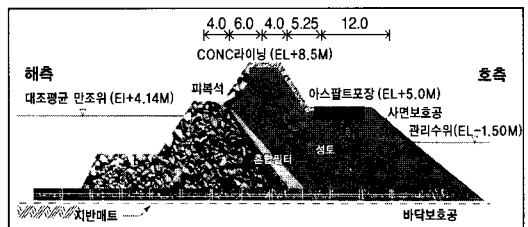


그림 2. 방조제 표준 단면도



그림 1. 화옹지구 사업계획 평면도

구 분	설 계 내 용	
제정부	표고 및 폭	EL(+) $8.50m$ (B=4.0m)
	구 조	해측 : 사석불임, 내측 : Con'c 포장
		첨단: 아스팔트 포장
경 사 부 일반끝막이	토 공	해측 : S=1:2.0, 내측 : S=1:5.0~6.0
	사 석 제	해측 : S=1:2.0, 내측 : S=1:7.0
도 로	표고 및 폭	EL(+) 5.0 B=12.0
	구 조	아스팔트 포장 (B=6.20m)

*농업기반공사 화옹·시화사업단

나. 배수갑문

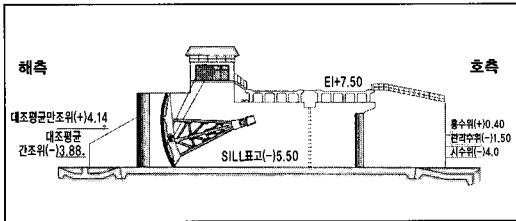


그림 3. 배수갑문 구조도

다. 담수호

구 분	단 위	제 원
유역면적	ha	23,580
총저수량	ha-m	5,444.2
유효저수량	"	2,816.7
만수면적	ha	1,452
담수호면적	ha	1,730
홍 수 위	EL m	EL(+0.40)
관리수위	"	EL(-)1.50
사 수 위	"	EL(-)4.00

구 분	설 계 내 용	
배수갑문	지수방식	3方止水
	구체형식	독립기둥구조
	문비규모	16.7m 12.5m 6련
	종류	Radial gate(single) 전동식
	Sill	EL(-)5.50m

라. 진입도로 : 4조 8.8 km

마. 부대시설

구 분	폭	연 장	구 조	위 치	비 고
선 착 장	13.0 m	1,095 m	토석제 및 Con'c Block	종점측, 1호방조제 NO. 32 지점	() 가체철 연장
제염시설	DC 관	948.5 m	DC 관 : 1,500 mm	배수갑문	
어 도	통선식 어도	24.0 m	6.0m 12.5 m Sill 고:EL(-)5.50 m	배수갑문	

바. 사업비

(단위 : 백만원)

구 분	총사업비	2001까지	%	2002 계획	%	2003 이후	%
계	7,600	2,894	38	240	3	4,466	59
외곽시설	3,363	2,894	86	240	7	229	7
내부개발	4,237	-	-	-	-	4,237	100

표 1. 각안에 대한 최후의 대조 대기 및 최종 단계 기간 중의 조석의 분석

구 분		당 초			변 경		
		1단계	대조 대기	최종 단계	1단계	대조 대기	최종 단계
기 간		2.19~2.25	2.26~3.5	3.6~3.13	3.7~3.13	3.14~3.17	3.18~3.24
조 위 (EL m)	최 고	3.36	4.67	3.51	3.51	3.63	3.43
	최 저	-3.46	-5.49	-3.72	-3.72	-4.10	-4.08
조 차 (m)	최 대	6.82	10.12	7.23	7.23	7.73	7.51
	평 균	4.76	9.19	4.82	4.73	7.44	6.20

3. 끝막이 시행계획

가. 끝막이 시기결정

화옹방조제 끝막이 구간은 우리나라에서 가장 높은 조간대로 최대 조차는 10.94 m, 최대 조석량 2억 92백만 m³, 세굴가능 심도 약 20 m ~ 40 m 이며, 끝막이 난이도는 새만금, 시화에 이어 우리나라에서 세 번째로, 어려운 조건에서 성공적인 끝막이를 시행하기 위해 끝막이 시기 결정은 대단히 중요하다.

화옹방조제 끝막이 시기의 결정요소는 사전준비 작업이 기한내 완료되고, 어민과의 협의와 배수갑문 통수가 가능하며, 해상, 기상여건 및 방조제 연관공사와 관련된 제반조건이 유리하고, 끝막이 유속을 최소화 할 수 있도록 연중 조차가 적어 조석 유출입량이 가장 적은 시기를 택하여야 한다.

또한 끝막이 후 단면의 안정성을 조기 확보하고 친환경적인 수질보전과 담수화 계획이 원활히 추진될 수 있도록 우리나라에서 독자적으로 개발된 끝막이 공법에 시공성과 안정성, 경제성 등에 주안점을 두었다. 기술자문회의 등을 통해 끝막이 시기를 검토한 결과 끝막이 최종 단계 기간을 2002년 3월 18일부터 착수하여 3월 24일까지 7일간에 끝막이를 완료하고 대조기를 대비

하여 끝막이 단면을 보강하고 승상을 완료하는 것으로 표 1과 같이 끝막이 단계별 일정을 확정하였다.

나. 선행 공정완료

1) 상 고 공

끝막이 구간의 바닥 다짐공과 상고공 1차 설계 단면은 1998년 5월까지 완료하였고, 수리모형실험 결과와 선 시행지구의 실적을 고려하여 상고공의 sill 표고는 EL (-)6.0 m로 하고 바닥 다짐공의 폭을 확장하여 2000년 10월부터 2001년 12월까지 완료하였다.

2) 배수갑문 공사

배수갑문 구조체 콘크리트 공사와 문비 (6련)

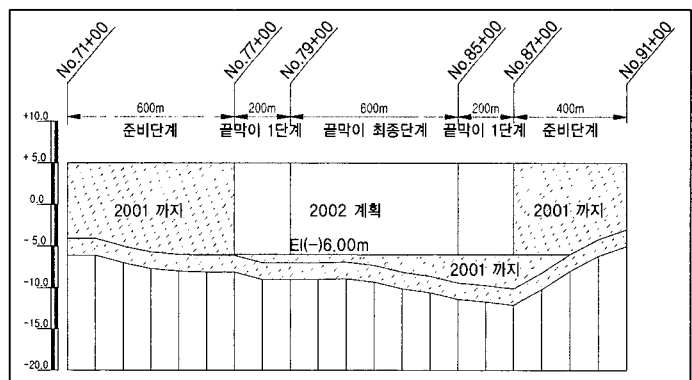


그림 4. 끝막이 구간 종단면도

및 통선문 설치를 완료하였고 끝막이 기간의 통수와 끝막이 후에도 홍수조절 기능과 담수호화를 위한 환경기초시설 설치 기간 등의 문제로 장기간 배수갑문의 개방이 필요할 것이므로 구조체의 안전을 위하여 내측 바닥 보호공과 사면 보호공을 확장하여 2001년 12월 말까지 완료하였다.

3) 선착장 및 방파제 공사

선착장, 방파제 및 물량장의 1단계 시설은 2001년 말까지 완료하였으나, 화성군내 어민의 시설규모 확장과 요구민원에 대한 문제가 끝막이 전까지 이루어져, 끝막이 공사에 지장이 없도록 어촌계장 및 어민대표와 합의하였다.

다. 끝막이 위치 및 구간

끝막이 계획구간을 결정하기 위한 제1호 방조제 개방구간은 측점 No.71 ~ NO.91, 2,000 m 구간을 대상으로 검토한 바, 끝막이 최적 위치는 No.77부터 No.87까지 1,000 m구간을 대상으로 하되 끝막이 최종 단계 연장을 소조기에 끝막이가 가능한 600 m로 하고, 끝막이 I 단계 연장을 200 m, 300 m, 400 m로 계획한 4개(안)에 대해 비교 검토하였다.

4. 끝막이 시공

가. 사석 비축

끝막이 I 단계 및 최종 단계에 투입할 사석 및 돌망태 등 끝막이에 소요되는 모든 사석재를 시점부는 방조제 내측과 방조제 공간에 가적장을 조성하여 가적하고, 종점부는 배수갑문 주변에 조성된 가적장과 1토취장 및 2토취장 등에 부지를 확보하여 소요물량 전량과 보강 및 여유물량을 가적하였다.

나. I 단계 시공

개방구간의 상고공 유실여부와 가적현황을 점검하고 3월의 이상 기상으로 인한 공사지연에 대비하여 시점부 7 km 및 종점부 2 km 구간의 도로 정비를 완료하였다. 또한 투입될 장비확보, 배수갑문 안전점검 및 개통, 선박대피(대조대기 기간동안 대피완료 계획)와 이와 연관된 선착장 완공 등 공사진행에 영향을 미치는 분야를 확인하고 점검하였다.

시공중 침하가 발생하여 원인분석 및 대책수립 등으로 끝막이 작업이 원활치 못하였으나, 암사석을 육상과 해상으로 병행시공 <그림 5> 하면서 전진하여 끝막이 I 단계 공사를 계획보다 앞당겨 3월 11일까지 완료하였으며, 암사석을 포함한 끝막이 단면 보강 공사를 3월 13일까지 완료하였다.

종점부 끝막이 공사는 3월 6일 기술자문 위원회에서 안전도가 우려되었던 No.85 지점은 육상과 해상작업으로 상고보강과 미시공 되었던 암사석 시공을 병행 시공하면서 전진하여 3월 11일 시점부보다 빠른 시간에 끝막이 I 단계 공사를 완료하였고, 3월 13일까지 대조에 대비하여 선단부 보강을 완료하였다.

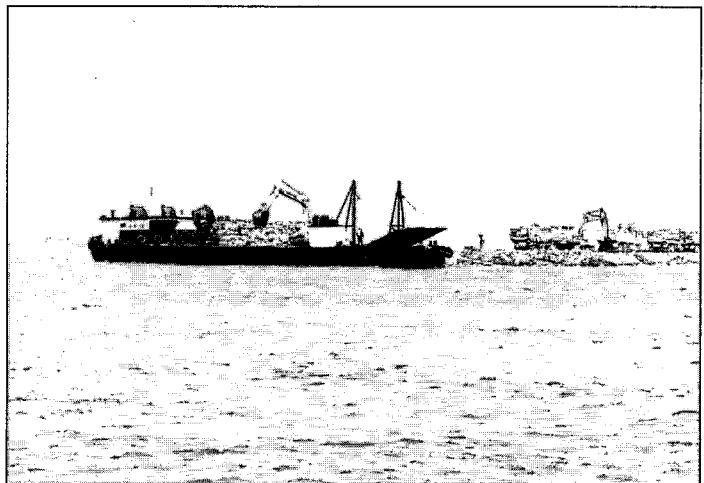


그림 5. 세굴된 상고공 지점에 돌망태 투하 작업전경

다. 대조대기 준비기간

I 단계 완료 후 성공적인 최종 끝막이 공사를 위해 조류속이 매우 큰 대조기간 중 잠시 사석전진을 멈추고 일종의 호흡 고르기로 보고 I 단계 시공중 노출된 문제점을 검토 보완하였다. 또한 휴식으로 떨어진 체력도 이 기간에 회복하여 성공적인 최종 끝막이 공사에 최선을 다할 수 있도록 하였다. 이 기간에 조류속에 의한 지반변동 및 전진된 사석단면 유실과, 조위변화등 조류속 관찰 및 장비수급 현황과 투입물량 비축현황을 파악하여 과부족에 대한 대책을 수립하였다.

경기도의 상류부 환경기초 시설 선시공 요구 거부로 공사중지 가처분 신청을 법원에 제출하고 환경단체의 대규모 공사중지 집회 예정 및 매향리어민들의 선착장 설치 요구 등으로 일정기간 공사를 수행할 수 없는 상황에 대비하고, 끝막이 I 단계 완료후 끝막이 최종 단계 시작까지의 대조대기 기간 조류속에 의한 단면의 유실을 방지하기 위하여 선단부를 돌망태로 보강하였다.

완료하였다. 끝막이 구간의 사석재 표고는 끝막이 기간의 조위 <그림 7>를 고려 표고 EL(+).3.50 m로 시공하여 최소의 물량으로 최단기간 내에 사석재 끝막이를 완료하였다. 3월 22일부터 3월 24일까지 단면 보강 및 승상작업을 표고 EL(+).5.0 m로 2단계를 시행하여 끝막이 완료 후의 대조기에 4월 7일까지 계획단면의 확폭과 제2차 승상작업 및 낮은 조위 <그림 6, 7>와 파랑에 대비 외측 법면에 돌망태 보강작업을 시행함으로써 화옹방조제 끝막이를 성공적으로 완수하였다.

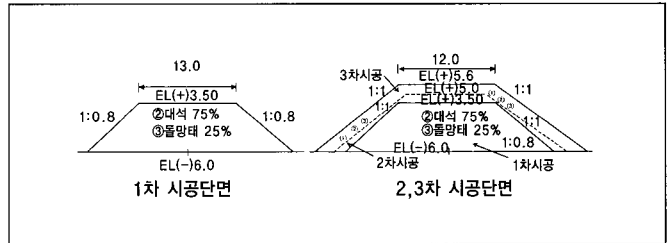


그림 6. 끝막이 최종 단계 단계별 시공도면

라. 끝막이 최종 단계 시행

끝막이 최종 단계 공사는 방조제 끝막이 구간 1,000 m 중 I 단계 400 m를 완료하고 끝막이 구간 600 m를 시공 중 기술자문회의를 통해서 2002년 3월 18일부터 3월 22일까지 당초 7일에서 5일간으로 단축해 사석재를 투입하여 1차 사석시공 단면으로 끝막이를

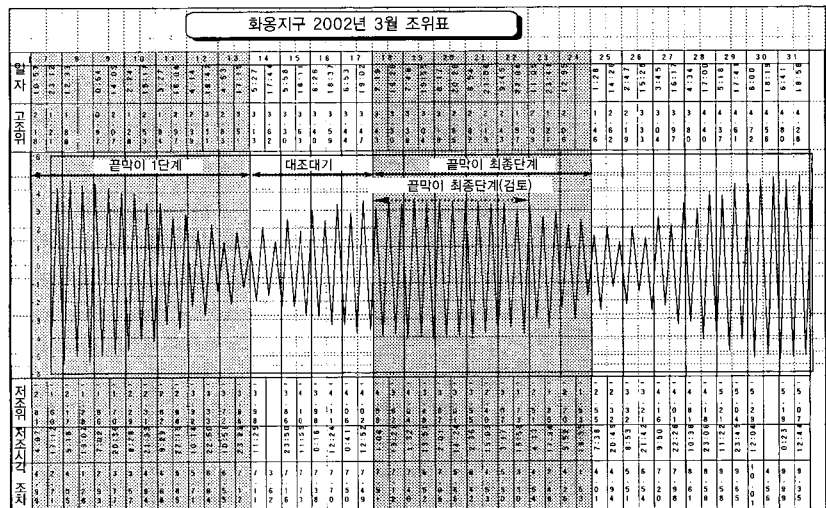


그림 7. 3월 끝막이 기간동안의 조위와 끝막이 계획

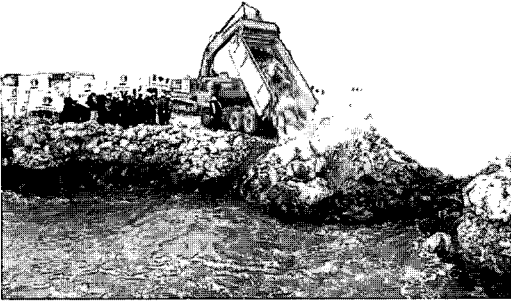


그림 8. 돌망태와 사석 등으로 최종 끝막이가 완료 되는 순간 (2002. 3. 22)

5. 결 론

화용 방조제 끝막이는 우리나라 간척사상 가장 모범적으로 수행한 끝막이 공사라 평가할 수 있다. 단 한명의 인명 피해도 없었을 뿐만 아니라 경기도 등 관계기관의 비협조와 환경단체의 공사 방해에도 불구하고 이에 적절히 대응하여 계획보다 2일이나 앞당겨 끝막이를 성공시킨 것이다.

이번 끝막이 공사를 통해 볼 때 무엇보다 해결해야 할 과제는 거부할 수 없는 논리인 환경보존의 주장을 합리적인 대안으로 극복하고 사업을 지속시킬 수 있는 명분을 확보하는 일이다. 동강댐 사업의 백지화에서 보듯이 환경보존 논리를 극복하지 못 할 때는 사업계획 자체가 불가능하기 때문이다.

환경보존의 주장에 맞서 지속적으로 사업을 추진해 나가려면 이번 끝막이 성공을 초석으로 친환경적 개발을 실례로써 증명해 보여 개발을 통한 긍정적 환경변화가 가능하다는 것을 인식시키는 일이 중요하다. 그렇게 함으로써 화용지구 간척사업뿐만 아니라 주춤하고 있는 신규 간척사업이 활발히 재개될 수 있는 전기를 마련하는 계기가 될 수 있을 것이다.