

Project Report

시화방조제 끝막이 공사

Final Closing of Sihwa Seadike

구 광 회*
Koo, Kwang-hoi

1. 서 론

방조제 공사에 있어서 끝막이 공사는 간척사업의 결정체로서 가장 힘들고 어려운 공사이다. 끝막이 공사 성패에 따라 엄청난 손실 초래는 물론 위험성마저 따르게 되므로 계획된 기간내에 인력과 장비를 최대한 동원하여 최소한의 손실로 가장 효율적인 끝막이공사가 마무리되도록 공법 및 시공방법을 계획하고 추진해야 한다.

시화방조제는 연장이 11.2km로서 최대간만의 차가 10.3m이며 조석량이 96천만 m³에 달하는 규모로서 지금까지 우리나라에서 시공한 방조제 중에서 가장 어려운 세계적인 난공사로 생각된다. 이와같은 악조건을 가진 방조제 공사를 지금까지 채용되었던 종래방법에 의거 수리모형 실험도 없이 공사를 진행하면서 현지상황에 따라 시시각각으로 달라지는 현지조건에 대응하면서 계획된 끝막이 구간을 완성시켜 나갔다.

시화방조제의 끝막이 구간과 시기, 끝막이 공법을 결정하기 위하여 약 1년간('92년말~'93. 10)의 연구검토를 거쳐 최종계획을 수립하고 추진하였다.

확정된 주요 끝막이계획 내용은 끝막이 구간이 2, 193m로서 단기끝막이가 불가능하므로 I 단계, II 단계, 최종단계 등 3단계로 구분하여 장기끝막이 계획으로 결정하였다.

방조제 끝막이 공사는 많은 자연적인 인자에 의해 영향을 받는다. 그 중에서 가장 큰 영향을 받는 것은 시간적으로 변하는 조석의 조건으로서 이에

따라 그 성공여부가 결정되는데 이것이 바로 방조제 공사의 절정(Climax)이라 할 것이다.

시화방조제 끝막이 시기는 '93. 12.2~'94. 1. 8 (38일간)에 걸쳐 1호 방조제와 2호 방조제를 동시에 시행토록 계획하였으나 시화1호 방조제는 계획보다 한물때 앞당겨 '93. 12. 23일에 끝막이를 완료하였고, 시화2호 방조제는 이상조위 및 지반세굴 등으로 계획보다 한물때 연기하여 1994. 1. 24일에 끝막이 공사를 성공적으로 마무리할 수 있었다.

2. 사업계획 개요

가. 사업명

시화지구개발 외곽시설(방조제 및 부대시설)사업

나. 사업구역

경기도 시흥시, 안산시, 화성군, 용진군 (1도 2시 2군)

다. 사업목적

- (1) 국토확장
- (2) 우량 농산물 생산
- (3) 수자원확보
- (4) 산업발전 기반구축

라. 면적

- (1) 개발면적 : 24,430ha

* 농어촌진흥공사 시화사업단

•간척면적 : 17,300ha

•배후지 개발 : 7,130ha

(2) 개발형태별

•농경지 : 4,990ha

•공단조성 : 1,302ha

•도시개발 : 4,030ha

•담수호 : 6,100ha

•배후지 및 기타 : 8,008ha

•시화 배수갑문

-문 비 : 12m×6.5m×8련 (ℓ=96m)

-통선문 : 6.6m×14m×1련

-어 도 : 5.0m×2.5m×1련

•탄도 배수갑문

-문 비 : 6.0m×6.0m×2련 (ℓ=12m)

(4) 제염암거 : 2,200m/m×2련 (ℓ=336m)

(5) 선착장 : 5개소

(6) 진입도로 : 4조 19.9km (B=8.0m)

마. 주요시설

(1) 방조제 : 5조 12,676m

•시화1호 방조제 : ℓ=3,816m

•시화2호 방조제 : ℓ=7,390m

•탄도 방조제 : ℓ= 853m

•불도 방조제 : ℓ= 290m

•대선 방조제 : ℓ= 327m

(2) 담수호 : 1개소

•유역면적 : 47,650ha

•담수호 면적 : 6,100ha

•총저수량 : 332,330천톤

•유효저수량 : 181,480천톤

•홍수량 : 3,980m³/sec (100년 빈도)

(3) 배수갑문 : 2개소

바. 사업효과

(1) 직접효과

•국토확장 : 17,300ha

•수자원 확보 : 181,480천톤

•식량증산 : 22,455천톤/년

•해안선 단축 : 98km

(2) 간접효과

•농업 및 공업단지, 유통구조개선 등으로 산업발전에 기여

•수도권 인구분산 및 인천기지 활성화

•고용증대 : 781만명

•농어촌 관광 위락단지의 여건 조성

사. 사업추진 경위

기 간	추진내용	시행기관
1982~1986 1086. 7. 21	기본조사 및 실시설계 건설부와 농림수산부간에 사업시행 방안 합의 •수공 : -외곽시설사업 시행주체 -공단 및 도시개발사업 시행주체 •농진공 : -농경지 조성사업 시행주체 -방조제 및 담수호 인수관리 -외곽시설 공사 수탁 시행	농진공
1986. 9. 27	기본계획고시(건설부 제425호, 산촉법 제6조)	건설부
1987. 2. 17	외곽시설 사업 위수탁 협약체결(수공↔농진공)	
1987. 5. 28	용지매수 및 보상 업무 위수탁 협약체결(농진공↔경기도)	
1987. 6. 8	실시계획 고시(건설부 제220호, 산촉법 제8조)	건설부
1987. 6. 10	외곽시설 공사 착공	현대건설
1987. 9~1988. 5	불도, 탄도, 대선 방조제 끝막이 완료	농진공
1993. 12. 23	시화1호 방조제 끝막이 완료	농진공
1994. 1. 24	시화2호 방조제 끝막이 완료	농진공

아. 사업비

<단위 : 백만원>

구분	계	'93까지	'94년 계획	'95년 이후
공사비	154,982	108,196	17,812	28,974
자재대	6,138	2,139	483	3,516
용지매수 및 보상비	246,973	196,410	35,500	15,063
측량설계비	2,223	2,223	-	-
공사관리비	8,693	5,965	987	1,741
예비비기타	60,991	20	2,533	58,438
총사업비	480,000	314,953	57,315	107,732

3. 끝막이 계획

가. 기상 및 해상

(1) 기상

1949~1989 (40년간)

구분		월별	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	연평균 (계)
평균 기온	℃		-3.2	-1.1	3.7	10.2	15.6	19.9	23.7	24.8	20.5	14.3	7.3	0.0	11.3
최고 기온		(8.5)	3.5	5.7	9.8	16.3	20.5	23.9	27.3	28.0	24.1	19.1	(10.9)	(8.5)	16.6
최저 기온		(-9.0)	-10.6	-8.3	-2.5	4.6	10.5	15.7	20.0	20.9	15.7	7.2	(-5.0)	(-6.5)	5.3
평균 풍속	m/sec	(5.1)	4.1	4.4	4.4	4.2	3.7	3.0	3.2	3.2	2.9	3.1	(5.2)	(4.7)	3.7
강우량	mm	(5.5)	19.1	22.5	44.7	83.6	76.0	115.	285.	231.	133.	50.0	(80.8)	(11.4)	1129.9
증발량	mm		47.3	53.8	85.4	118.8	150.8	146.3	129.3	142.0	120.6	100.5	65.7	50.0	1210.4
최대풍속 (10분간)	m/sec	(8.4)	23.3	23.3	26.3	33.3	20.5	23.7	26.7	35.0	23.3	33.3	21.7	20.0	
풍향		(N)	NW	WNW	NNW	NW	SE	SW	WAW	S	SE	WAW	(N)	(N)	

주 : ()는 끝막이 기간중 대부도에서의 관측치임.

(2) 해 상 (단위 : EL:m)

구 분	대부도	인 천	비 고
고 극 조 위	5.190	5.205	
약 최고 만 조 위	4.661	4.635	
대 조 평균 만 조 위	3.976	3.988	
평 균 만 조 위	2.852	2.862	
소 조 평균 만 조 위	1.728	1.735	
평 균 해 면	0.014	0.000	
소 조 평균 간 조 위	-1.700	-1.735	
평 균 간 조 위	-2.824	-2.862	
대 조 평균 간 조 위	-3.948	-3.988	
약 최저 간 조 위	-4.633	-4.635	
저 극 조 위	-5.614	-5.650	

최종끝막이시는 작은가리섬에서 일부 공급하고 황금산석산은 석질이 불량하여 탄도석산이 주 공급원이 되었다.

2호방조제는 시흥시의 봉화석산을 활용하였으며 최종 끝막이시는 작은가리섬을 활용하였다.

(나) 성토 : 토취장에서 필요량 확보

(2) 운반여건

구 분	석산명	도로폭(m)	거리 (Km)		
			포장	비포장	계
1호방조제	황금산	8.0	5.2	3.2	8.4
	탄도석산	8.0	15.6	3.2	18.8
	작은가리섬	현장			
2호방조제	봉화석산	10.0	3.1	11.1	14.2

나. 공사 추진현황

(1) 방조제 추진현황 (단위 : m)

구분	총 계획	'93. 11. 3현재 시공실적	'93. 11. 3현재 개방구간
계	11,206	8,956	2,250
1호 방조제	3,816	2,816	1,000
2호 방조제	7,390	6,140	1,250

라. 끝막이 시기 결정

기상, 해상, 작업조건 및 시공능력 등 제반여건을 검토, 분석한 결과 끝막이 공사는 해상조건이 가장 유리한 시기를 택하여 시행함이 효과적이므로 조위조건에 따른 막대한 조석량과 시공물량을 고려하여 '93. 12. 2~'94. 1. 8(38일)로 결정하였다.

(2) 바닥다짐 공사현황

구분	바닥다짐공 연장
1호 방조제	211m
2호 방조제	141m

단계 별	기 간
I 단계	1993. 12. 2~12. 10 (9일간)
II 단계	1993. 12. 16~12. 27 (12일간)
최종단계	1994. 1. 2~1. 8 (7일간)

(3) 배수갑문 공사현황

구 분	규 모	최대 통수량	시공상태
시화배수갑문	폭 12m×높이6.5m×8연	2,231 m ³ /sec	완공
탄도배수갑문	폭 6m×높이6m×2연	229 m ³ /sec	완공
계	2개소	2,460 m ³ /sec	

마. 끝막이 구간 결정

최대의 통수단면을 확보하여 조류의 유출입을 원활히 함과 동시에 가장 짧은 기간내에 끝막이를 완성할 수 있는 여러가지 방법들이 검토 되었다. 개방구간의 유속과 내, 외측의 수위차, 조석량 등을 분석한 결과, 작은가리섬을 중심으로 4개지점에서 동시에 시공하는 방안을 수차의 기술 심의를 거쳐 선정하였다.

다. 축조재료 여건

(1) 축조재료

(가) 석재

1호방조제의 석산은 황금산과 탄도석산인데

단 계 별	시화 1호	시화 2호	총 연 장	조 류 속
I 단계	NO 26+7~NO 27+50 (ℓ = 143m)	NO 15+00~NO 13+58 (ℓ = 142m)	ℓ = 285m	2.12~ 2.77m/sec
II 단계	NO 27+50~NO 30+00 (ℓ = 250m)	NO 13+58~NO 9+00 (ℓ = 458m)	ℓ = 708m	2.59~ 4.98m/sec
최종단계	NO 30+00~NO 36+00 (ℓ = 600m)	NO 9+00~NO 3+00 (ℓ = 600m)	ℓ = 1,200m	5.78~ 6.22m/sec
계	(ℓ = 993m)	(ℓ = 1,200m)	ℓ = 2,193m)	

바. 사석제 단계별 시공계획

단 계 별	투입 위치	투 입 물 량 (m ³)				비 고
		일반사석	돌망태(2T)	돌망태(5T)	소 계	
I 단계	시화1호측	94,500	-	-	94,500	
	시화2호측	51,000	-	-	51,000	
	소 계	145,500	-	-	145,500	
II 단계	시화1호측	157,620	(6,780) 6,780	-	164,400	():돌망태 개수
	시화2호측	159,880	(4,520) 4,520	-	164,400	
	소 계	317,500	(11,300) 11,300	-	328,800	
최종단계	시화1호측	65,961	(12,871) 11,871	(7,847) 19,618	98,450	
	시화2호측	76,791	(8,581) 8,581	(5,231) 13,078	98,450	
	작은가리섬	114,768	(17,248) 17,248	(10,514) 26,284	158,300	
	소 계	257,520	(38,700) 38,700	(23,592) 58,980	355,200	
계		720,520	(50,000) 50,000	(23,592) 58,980	829,500	

4. 끝막이 시행

4.1. 상황변화에 따른 끝막이 공정조정

가. 1차 끝막이 시행계획 조정 ('93. 11. 22)

(1) 시화방조제의 끝막이 계획에 대한 설명회 및 기술자문회의시 ('93. 11. 4) 제안된 끝막이 계획과 실제 상황이 변화되어 조정시행이 불가피 하였다.

(2) 수심측량('93. 11. 18) 결과 끝막이계획 구간내 바닥다짐공의 표고 변화 및 제2호 방조제 시점부(NO.3+00~NO.4+20)의 바닥다짐공 변화로 인하여 최종단계 소요 투입물량 60,000m³이 증가 되어 계획된 기간내에 끝막이를 완료하기 위하여 부득이 끝막이 최종구간을 당초 1,200m에서 1,020m로 조정하였다.

(3) 끝막이계획 구간내의 투입물량 증감 현황

(단위 : m³)

단계별	위치	계획량	소요량	증 △ 감
I 단계	시화 1호	94,500	92,100	△ 2,400
	시화 2호	51,000	57,600	6,600
	소 계	145,500	149,700	4,200
II 단계	시화 1호	164,400	157,400	△ 7,000
	시화 2호	164,400	155,900	△ 8,500
	소 계	328,800	313,300	△ 15,500
최종단계	시화 1호	98,450	151,450	53,000
	시화 2호	98,450	112,050	13,600
	작은가리섬	158,300	163,000	4,700
	소 계	355,200	426,500	71,300
합 계		829,500	889,500	60,000

(4) 끝막이시기 및 기간 조정내역

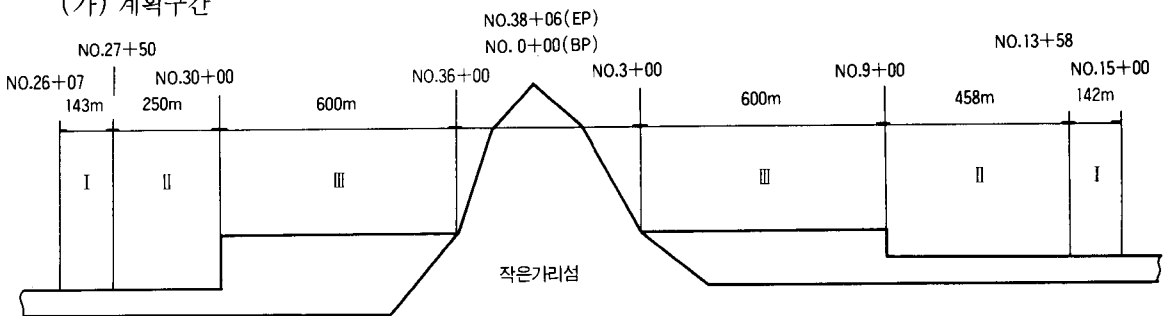
구 분	계 획	조 정
• I 단계	'93.12.2~'93.12.10(9일간)	'93.11.1~'93.11.27(27일간)
• II 단계	'93.12.16~'93.12.27(12일간)	'93.12.4~'93.12.10(7일간)
• 최종단계	'94.1.2~'94.1.8(7일간)	
- III-1	-	'93.12.20~'93.12.26(7일간)
- III-2	-	'94.1.2~'94.1.8(7일간)

(다) 연장조정 내역

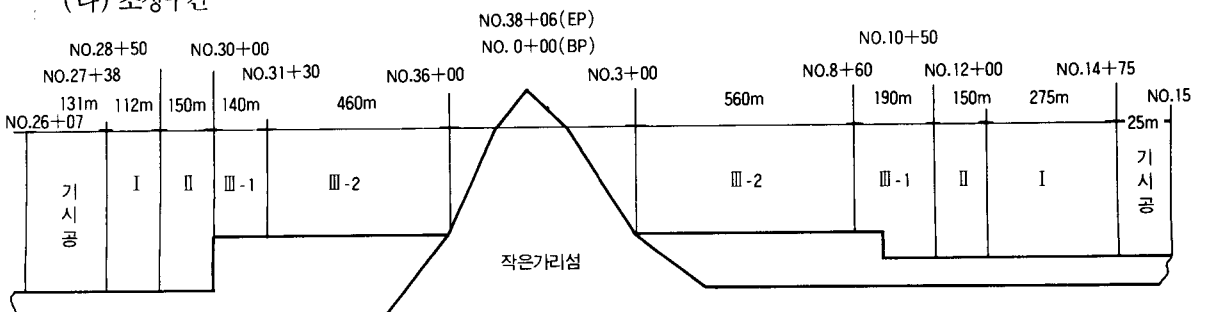
구 분	단계별	계 획	조 정
기화1호	I 단계	143m(NO.26+07 ~NO.27+50)	243m(NO.26+07~NO. 27+38)
	II 단계	250m(NO.27+50 ~NO.30+00)	150m(NO.28+50~NO. 30+00)
	최종단계	600m(NO.30+00 ~NO.36+00)	III-1: 140m(NO.30+00 ~NO.31+40) III-2: 460m(NO.31+40 ~NO.36+00)
	소 계	ℓ = 993m	ℓ = 993m
시화2호	I 단계	142m(NO.13+58 ~NO.15+00)	300m(NO.12+00~NO. 15+00)
	II 단계	458m(NO.9+00~NO. 13+58)	150m(NO.10+50~NO. 12+00)
	최종단계	600m(NO.3+00~NO. 9+00)	III-1: 190m(NO.8+60 ~NO.10+50) III-2: 560m(NO.3+00 ~NO.8+60)
	소 계	ℓ = 1,200m	ℓ = 1,200m
계		ℓ = 3,193m	ℓ = 2,193m

(5) 끝막이 구간 및 연장 조정내역

(가) 계획구간



(나) 조정구간



(6) 끝막이 단계별 사석 및 돌망태 투입계획

(단위 : m³)

단계별	위치	계 획				조 정			
		일반사석	돌 망 태		소계	일반사석	돌 망 태		소 계
			2TON	5TON			2TON	5TON	
I 단계	1호측	94,500	-	-	94,500	156,500	-	-	156,500
	2호측	51,000	-	-	51,000	112,000	-	-	112,000
	소 계	145,500	-	-	145,500	268,500	-	-	268,500
II 단계	1호측	157,620	(6,780) 6,780	-	164,400	86,220	(6,780) 6,780	-	93,000
	2호측	159,880	(4,520) 4,520	-	164,400	44,480	(4,520) 4,520	-	49,000
	소 계	317,500	(11,300) 11,300	-	328,800	130,700	(11,300) 11,300	-	142,000
최종 단계	1호측	65,961	(12,871) 12,871	(7,847) 19,618	98,450	119,511	(12,871) 12,871	(7,847) 19,618	152,000
	2호측	76,791	(8,581) 8,581	(5,231) 13,078	98,450	142,341	(8,581) 8,581	(5,231) 13,078	164,000
	작은 가리섬	114,768	917,248 17,248	(10,514) 26,284	158,300	119,468	(7,248) 17,248	(10,514) 26,284	163,000
	소 계	257,520	(38,700) 38,700	(23,592) 58,980	355,200	381,320	(38,700) 38,700	(23,592) 58,980	479,000
계	1호측	318,081	(19,651) 19,618	(7,847) 19,618	357,350	362,231	(19,651) 19,651	(7,847) 19,618	401,500
	2호측	287,671	(13,101) 13,101	(5,231) 13,078	313,850	298,821	(13,101) 13,101	(5,231) 13,078	325,000
	작은 가리섬	114,768	(17,248) 17,248	(10,514) 26,284	158,300	119,468	(17,248) 17,248	(10,514) 26,284	163,000
합 계	720,520	(50,000) 50,000	(23,592) 58,980	829,500	780,520	(50,000) 50,000	(23,592) 58,980	889,500	

주 : () 내서는 돌망태 개수임

나. 끝막이 완료시기 조정 추진

(1) 추진사유

'93. 12. 25일 공정한 끝막이 완료시기는 당초 '94. 1. 8일을 '93. 12. 29로 한물때 앞당기는 것이 었다. 그것은 당초 끝막이 계획 수립시 가장우려되 었던 시화1호방조제 NO.30 지점은 '93. 12. 8일에 무난히 연결하였으나 2호방조제는 기초지반 세굴로 인하여 시공중 수차례 침하되는 불안한 징후가 나

타나고 또 '93. 12. 16일 수심측량 결과 2호방조제 NO.6~NO.7 구간의 원지반 세굴이 진행 (EL : 20m) 되는 등 여러가지 문제점이 확인되었으며 1호 방조제는 지반변화는 없었지만 점고 사석의 유실이 발생되어 부득이 1호방조제를 12월 23일 끝막이공 사를 선시행 완료하고 2호방조제의 끝막이 완료시 기도 '93. 12. 29로 조정 추진하게 되었는데 그 주 요 사유를 들면 다음과 같다.

첫째, 안전사고, 민원, 이상조위 및 기상 등에 대

비하여 당초 계획된 기간내에 끝막이를 완료하고자 공사를 앞당겨 착수하였다.

둘째, 대조시의 대기 기간에도 장비운영상 대기 하지 않고 계속작업을 수행함과 동시에 I, II 단계에서와 마찬가지로 야간작업(22hr/일)을 계속함으로써 공사기간이 단축 되었다.

셋째, 작업증지에 따른 종사자들의 정신적 해이를 예방코자 하였다.

넷째, 위험기간을 한 몰때 앞당김으로서 당초 2회에서 1회로 축소하였다.

다섯째, 그 당시의 개방구간을 유지하고 대조를 맞을 경우 안정성 확보가 불투명하고 지반 세굴도 계속될 것으로 예상되었다.

(2) 최종단계 일자별 개방구간 현황

(단위 : m)

일자	1호 방조제	2호 방조제	계
'93. 12. 9	557	585	1,142
10	557	560	1,117
11	557	560	1,117
12	548	555	1,103
13	538	540	1,078
14	525	517	1,042
15	512	501	1,013
16	479	465	944
17	399	382	781
18	315	327	642
19	251	312	563
20	188	301	489
21	110	285	395
22	53	272	325
23	끝막이 완료	247	247
24		188	188
25		141	141
26		110	110
27		114	114
28		170	170
29		193	193
30		193	193
31		193	193
'94. 1. 1		193	193
1. 2		208	208

(3) 지반 세굴현황

(가) 1호방조제

구 분	일 자	세 굴 표 고	개 방 구 간
상고공 세굴	'93.11.11~12.9	EL-10m~EL-12m	1호측 : 557m
			2호측 : 585m
			계 : 1,142m

(나) 2호방조제

구 분	일 자	세 굴 표 고	개 방 구 간
상고공 세굴	'93.12.9~12.15	EL-15.0m	585m→501m
풍화대까지 세굴	'93.12.16~12.28	-30.0m	465m→170m
풍화암선	'93.12.29~'94.1.2	-41.0m	193m→208m

다. 2차 끝막이 시행계획 조정 ('94. 1.4)

(1) 조정사유 및 내용

시화방조제 끝막이는 당초 '93. 12. 2~'94. 1. 8에 시행토록 최종계획을 확정하여 추진중 수심측량('93. 12. 16) 결과 2호방조제 원지반의 세굴이 진행되고 있음을 확인하였고 1호방조제는 지반 변화는 없었으나 세굴 위험이 있으므로 1호 방조제의 세굴이 발생되기전 한몰때 앞당겨 12월19일부터 추진하여 12월23일 끝막이를 완료하였다.

2호 방조제의 경우 12월 중순의 대조기를 넘긴후 NO.6~NO.7 구간이 EL. -24m까지 세굴이 진행되었고 또 NO.4~NO.5 구간은 EL. -16~EL. -18m까지 세굴 되었음을 확인하고 더 이상의 원지반 세굴을 방지하기 위한 방안의 하나로 한 몰때 앞당겨 끝막이를 완료하는 것으로 추진하였다. 1호 방조제를 완료('93. 12. 23) 한 후 2호방조제의 잔여 개방구간 247m인 상태에서 12월말 대조를 맞을 경우 집중세굴 현상이 예상되어 대조기전에 2호방조제도 끝막이를 완료하고자 추진하였다. 그러나 12월28일과 29일사이에 NO.4~NO.5구간에서 최대 EL. -41m까지 세굴이 재차 발생되어 끝내 연결을 하지 못하였다.

그러므로 개방구간의 물량증가로 '94. 1. 11~1. 16 대조기를 지나 소조기인 '94. 1. 19~1. 27에 시행하는 것으로 계획하여 끝막이 전진공사는 중지하고 보강공사와 돌담테 추가 제작 및 사석 비축에 집중토록 하였다.

(2) 시화2호 방조제 끝막이 시행계획 조정내용

구 분	계 획 조 정 내 용				비 고																																			
<ul style="list-style-type: none"> •조건 •개방구간 •끝막이기간 •끝막이물량 -일평균투입실적량 -일평균투입가능량 •소요일수 •9일간 최대투입 가능물량 •총소요물량 	-개방구간 : 208m -NO.3+25~NO.5+33 (208m) -'94. 1. 19~'94. 1. 27(9일간) -352,000m ³ -1개소당 16,000~18,000m ³ /일 -육상 : 17,000m ³ × 2개소 = 34,000m ³ 해상 : 바지 4척 × 1회 = 1,400m ³ 계 35,400m ³ /일				유심율 20%포함																																			
	보 강	돌망태 : 58,600m ³ 사 석 : 71,400m ³ 계 130,000m ³																																						
	끝막이	돌망태 : 66,600m ³ 사 석 : 155,400m ³ 계 222,000m ³																																						
	계	돌망태 : 125,200m ³ 사 석 : 226,800m ³ 계 352,000m ³																																						
<ul style="list-style-type: none"> •돌망태 소요량(A) •돌망태 제작 가능량(B) •수리조건 	-필요량 : 125,200m ³ (50,000개) -잔 량 : 21,700m ³ (8,600개) -부족량 : 103,500m ³ (41,400개) -1.4~1.25일까지 (21일) 2,080개 × 20일 = 41,600개 (103,950m ³) 끝막이 기간중 유속				잔량 -2t : 10,024m ³ -5t : 11,725m ³ 계 21,749m ³ 1개소가 130개/일 제작 가능하 므로 16개소 제작 필요(130개 × 16조 = 2,080개)																																			
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Sill표고</th> <th style="text-align: center;">EL. -35m</th> <th style="text-align: center;">EL. -30m</th> <th style="text-align: center;">EL. -20m</th> <th style="text-align: center;">EL. -10m</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>개방구간</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>200m</td> <td style="text-align: center;">4.85</td> <td style="text-align: center;">4.96</td> <td style="text-align: center;">5.47</td> <td style="text-align: center;">6.23</td> </tr> <tr> <td>150</td> <td style="text-align: center;">4.96</td> <td style="text-align: center;">5.07</td> <td style="text-align: center;">5.57</td> <td style="text-align: center;">6.40</td> </tr> <tr> <td>100</td> <td style="text-align: center;">5.38</td> <td style="text-align: center;">5.49</td> <td style="text-align: center;">5.86</td> <td style="text-align: center;">6.84</td> </tr> <tr> <td>50</td> <td style="text-align: center;">6.01</td> <td style="text-align: center;">6.18</td> <td style="text-align: center;">6.71</td> <td style="text-align: center;">7.41</td> </tr> <tr> <td>20</td> <td style="text-align: center;">7.02</td> <td style="text-align: center;">7.16</td> <td style="text-align: center;">7.46</td> <td style="text-align: center;">7.77</td> </tr> </tbody> </table>						Sill표고	EL. -35m	EL. -30m	EL. -20m	EL. -10m	개방구간					200m	4.85	4.96	5.47	6.23	150	4.96	5.07	5.57	6.40	100	5.38	5.49	5.86	6.84	50	6.01	6.18	6.71	7.41	20	7.02	7.16	7.46	7.77
Sill표고	EL. -35m	EL. -30m	EL. -20m	EL. -10m																																				
개방구간																																								
200m	4.85	4.96	5.47	6.23																																				
150	4.96	5.07	5.57	6.40																																				
100	5.38	5.49	5.86	6.84																																				
50	6.01	6.18	6.71	7.41																																				
20	7.02	7.16	7.46	7.77																																				
대조대기 기간유속																																								
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Sill표고</th> <th style="text-align: center;">EL. -35m</th> <th style="text-align: center;">EL. -30m</th> <th style="text-align: center;">EL. -20m</th> <th style="text-align: center;">EL. -10m</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>개방구간</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>200m</td> <td style="text-align: center;">7.60</td> <td style="text-align: center;">7.69</td> <td style="text-align: center;">7.88</td> <td style="text-align: center;">7.70</td> </tr> <tr> <td>150</td> <td style="text-align: center;">7.65</td> <td style="text-align: center;">7.80</td> <td style="text-align: center;">7.90</td> <td style="text-align: center;">8.10</td> </tr> <tr> <td>100</td> <td style="text-align: center;">7.87</td> <td style="text-align: center;">7.92</td> <td style="text-align: center;">8.06</td> <td style="text-align: center;">8.40</td> </tr> </tbody> </table>					Sill표고	EL. -35m	EL. -30m	EL. -20m	EL. -10m	개방구간					200m	7.60	7.69	7.88	7.70	150	7.65	7.80	7.90	8.10	100	7.87	7.92	8.06	8.40											
Sill표고	EL. -35m	EL. -30m	EL. -20m	EL. -10m																																				
개방구간																																								
200m	7.60	7.69	7.88	7.70																																				
150	7.65	7.80	7.90	8.10																																				
100	7.87	7.92	8.06	8.40																																				
•보강계획	-대조대기 기간 : '94. 1. 11~1. 16 물량 : 선단보강 28,000m ³ 단면보강 102,000m ³ 계 130,000m ³																																							

(3) 문제점

(가) 지반세굴이 대조기('94. 1. 11~1. 15)를 통하여 더욱 확대 될 것이 예상되므로 소요물량 추정치가 곤란하다.

(나) 대부도 측에서 증가물량에 대한 사석공급이 어렵고 돌망태 제작에도 한계가 있다.

(다) 끝막이 구간의 최대 발생가능 조류속(대조시 7.7m/sec, 소조시 4.6m/sec)조건에서 지반고

EL. -40m를 유지하고는 점축식 방법만으로 끝막이의 성공이 기대되기 어렵다.

(라) 끝막이 공법은 점고식과 점축식을 병행하여 시행하는 것이 가장 이상적이나 해상장비 확보 운영이 문제가 되므로 현시점에서 평바지 4척(일투입능력 1,400m³)으로는 유실량 보충도 어려운 형편이다.

(마) 끝막이 일별 투입물량 산출

● 점축식

구 분		연장(m)	물량(m ³)	투 입 계 획 (m ³)		
				작은가리섬	오이도	해 상
준비단계	계	26	39,000	32,200	6,800	-
	Ⅲ단계	10	28,000	28,000	-	-
	보 강	16	11,000	4,200	6,800	-
끝 막 이	계	182	313,000	156,500	156,500	
	D-7	36	39,200	19,600	19,600	
	D-6	15	39,200	19,600	19,600	
	D-5	15	39,200	19,600	19,600	
	D-4	15	39,200	19,600	19,600	
	D-3	15	39,200	19,600	19,600	
	D-2	16	39,200	19,600	19,600	
	D-1	20	39,200	19,600	19,600	
	D	50	38,600	19,300	19,300	
합 계		208	352,000	188,700	163,300	

● 점축 및 점고식

구 분		연장(m)	물량(m ³)	투 입 계 획 (m ³)		
				작은가리섬	오이도	해 상
준비단계	계	26	130,000	32,200	6,800	91,000
	Ⅲ단계	10	28,000	28,000	-	-
	보 강	16	102,000	4,200	6,800	91,000
끝 막 이	계	182	222,000	111,000	111,000	-
	D-7	36	27,750	13,875	13,875	-
	D-6	15	27,750	13,875	13,875	-
	D-5	15	27,750	13,875	13,875	-
	D-4	15	27,750	13,875	13,875	-
	D-3	15	27,750	13,875	13,875	-
	D-2	15	27,750	13,875	13,875	-
	D-1	20	27,750	13,875	13,875	-
	D	50	27,750	13,875	13,875	-
합 계		208	352,000	143,200	117,800	91,000

(4) 기술자문회의에서 조정안 보완 결정

• 시공회사로부터 한물때에 313,000m³를 시공 하기는 어려우므로 '94. 1. 5~1. 7(3일간)은 보 강을 하면서 물량이 감소되도록 개방구간을 155m 를 유지하여 대조를 지나야 한다는 요청이 있었 다.

• 중앙부 40m구간은 암반이 노출 되었으므로 세굴진행은 더 없을 것이며 단면을 축소하였을때 유실이 되지 않도록 대조기에 보강이 가능하면 최 종단계의 물량은 최소화 하는것이 유리하다는 검 토결과가 나왔다.

• 따라서 단면을 155m로 축소하여도 유속증가 는 1.0m/sec전후에 불과하고 무엇보다 시공능력 이 가장 중요하므로 시공자 제안대로 시공하되 돌 망태 확보와 유실방지 대책에 만전을 기하도록 하 였다.

4.2. 바닥다짐공 침하 및 지반유실

가. 바닥다짐공 침하

(1) 1, 2호 방조제 끝막이 과정에서 발생한 심도 1.0m 이상의 침하 실적을 현장에서 확인하여 종합 하여 기록하였다.

(2) 직접적인 원인은 상고사석의 상하류부 원지 반의 세굴로 인하여 상고사석 비탈면이 유출입하는 조류속에 의하여 유실되거나 붕괴된 것으로 추정할 수 있었다.

(3) 그 구체적인 원인은 상고 재료의 규격과 형 상 및 원지반 위의 매트 눌림 상태에 따라 수리현상 이 다양하게 발생하므로 매트 밑의 연약지반의 유 실로 국부적인 동공 현상등 원지반과 상고공이 밀 착되지 않은 부위에 침하현상이 발생된 것으로 추 정되었다.

(4) 상고 및 점고의 물받이(Apron) 길이와도 깊은 관계가 있다.

(5) 침하현황

구 분	1호 방조제	2호 방조제
구 간	NO. 25~NO. 36	NO. 8+65~NO. 14+60
연 장	1,100m	595m
침 하 심 도	1.0~5.0m	1.0~7.0m
침 하 연 장	10~70m(8회)	4~53m(28회)
발 생 일	'93. 9. 4~12. 7	'93. 11. 16~12. 11
발 생 시 조 석	낙조시	창조, 낙조시

나. 지반유실

(1) 개요

시화1호 방조제의 경우 '93. 12. 9과 12. 19일 2 회의 수심측량 결과 사석제 점측 시공에 따른 개방 구간의 축소(1,165m→642m)로 인하여 NO. 33~NO. 35+86 지점에서 바닥다짐공의 점고사석 표고(EL. -6.0m)가 EL. -10.0~EL. -12. 3m로 유실되었다.

시화2호 방조제의 경우 끝막이계획 기간 이전인 11월 21일에 이미 NO. 3~NO. 4+52(ℓ=152 m)구간에서 EL. -15m까지 이미 세굴현상이 수 심측량 결과 나타났었다.

이와 같은 지반유실에 따른 세굴 현상은 12월 18 일 해상 측량결과 2호방조제 NO. 3+48~NO. 6+75(ℓ=327m) 전구간에서 최대 세굴심 EL. -24m 까지 확대 되었으며 소조기인 12. 23~12. 27 사이에는 더이상의 세굴은 없었다. 이러한 세굴 발생 원인은 대조기인 12. 14~12. 17(4일간) 동 안 최대 유속(6.5m/sec)으로 인하여 Silt층 전체 가 유실되는 사태로 발전하였기 때문이다.

그러나 소조기 전진 작업으로 개방구간(NO. 3+40~NO. 5+33: ℓ=193m)축소와 상승되는 조위로 인하여 최대 유속이 7.40m/sec에 달하였 으며 세굴의 변화는 '94. 1. 3일 수심측량결과 풍화 암선 이하인 EL. -41m까지 발생 하였다.

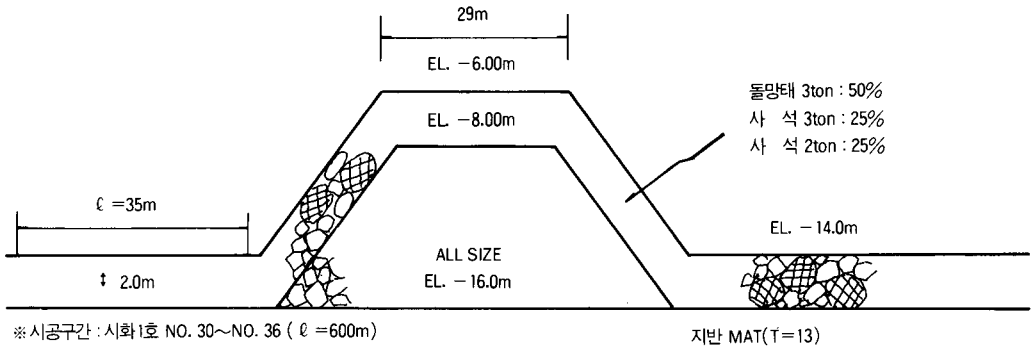
(2) 원인

(가) 시화1호 방조제

• '93. 11. 16일 이후 대조기 동안 발생한 유속

4.3m/sec~6.5m/sec 범위내에서 점고사석 부분의 유실은 계획된 사석 규모나 돌망태가 한계 유속에 견디지 못하였음에 기인한 것으로 추정되며 기존의 해상장비로서 해상 작업 능력을 감안할 때 EL. -16.00~EL. -8.00m 까지 All Size 사

석으로 점고시공후 돌망태(3ton)와 사석(3ton, 2ton)을 혼용하여 두께 2m를 피복하는 점고사석 형태는 현장에서의 시공 가능성이 불리함을 알 수 있다.



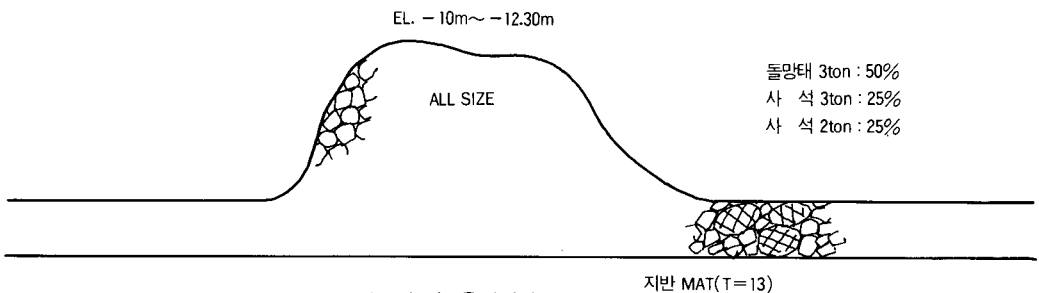
〈그림-1〉 시화1호방조제 점고 바닥다짐공 단면도

(나) 시화2호 방조제

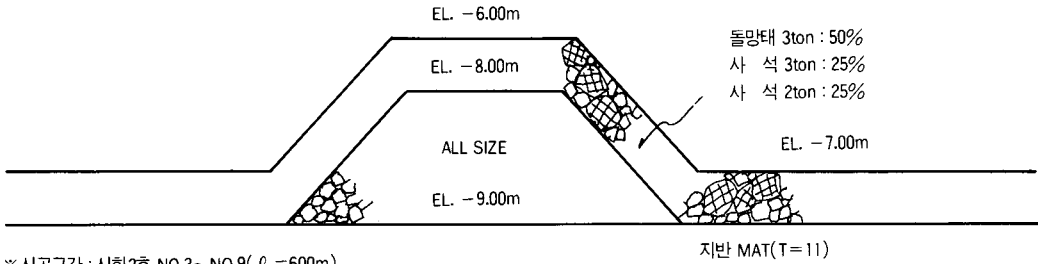
• '93. 11 21~12. 16일 동안 NO. 3~NO. 5+20(ℓ=220m) 구간에서 점차적으로 진행된 세굴을 끝막이 기술심의 및 실무협의회의시 수차례 해상작업에 의하여 보강 지시된 사항에 대한 미흡

에 기인되며

• 1호 방조제의 경우와 같이 점고사석 형상이 현장에서의 시공 가능성이 불리한 것도 간접적인 원인이 될 수 있다.



〈그림-2〉 유실형태



※ 시공구간 : 시화2호 NO.3~NO.9(ℓ = 600m)

〈그림-3〉 시화2호 방조제 점고바닥다짐공 단면도

● 직접적인 원인은 창조및 낙조시 개방구간을 왕래하는 조수의 흐름이 작은가리섬을 돌아 회전되고, LNG 인수기지의 진입도로 축조에 의한 영향과 2호방조제의 축조길이가 길어지므로 창조시 조류의 방향전환에 의한 국부적인 수리현상(와류 및 난류 현상)에 기인한 것으로 생각된다.

합검토

- (10) '94. 1. 16 : 최종구간 끝막이공사 착수
- (11) '94. 1. 21 : 최저 표고에 의한 가물막이 (EL+2.0m)
- (12) '94. 1. 24 : 시화2호 방조제(NO. 4+20) 최종끝막이 완료

4.3. 최종단계 끝막이 시행실적

가. 추진내용

- (1) '93. 11. 4 : 끝막이 계획 확정.
- (2) '93. 11. 22 : 끝막이 계획 조정 (1차).
- (3) '93. 12. 16 : 수심측량 결과 2호방조제의 원지반 세굴진행을 확인.
- (4) '93. 12. 23 : 시화1호 방조제(NO. 34+60)의 끝막이 완료
- (5) '93. 12. 25 : 시공회사가 제안한 최종단계 끝막이 시기를 한물때 앞당겨 시행하는 방안 검토조정
- (6) '93. 12. 28 : '93. 12. 27일 개방구간 114m (NO. 4+06~NO. 5+20)에서 선단부 양안의 유실로 170m (NO. 3+63~NO. 5+33)로 확대
- (7) '94. 1. 2 : 개방구간 208m(NO. 3+25~NO. 5+33)로 확대
- (8) '94. 1. 3 : 수심측량결과 NO. 4+20 지점의 지반고 EL. -9.00m가 EL. -41.0m까지 세굴확인
- (9) '94. 1. 4 : 끝막이시기와 시공방법등 중

나. 배경

'94. 1. 4일 기술자문회의시 앞으로 닥칠 1월 중순의 대조기에 또다시 세굴이 발생하지 않을까 모두가 염려하였다. 그러나 1월 14일 수심측량 결과 1월 3일보다 더 이상의 세굴이 없었으며 1.5~1.7(3일간) 전진 및 보강공사를 실시하고 1.8~1.11(4일간)일 동안 실시한 사석 상단의 특수 보강 공법 채택으로 계획된 최종단계 끝막이의 사석물량 352,000m³ 중 약 116,000m³을 줄일 수 있었다. 따라서 '94. 1. 16일부터 정조시 해상작업을 우선하여 최종구간 공사를 착수하였고 1. 17일부터는 육상작업과 해상작업을 병행하며 전진을 하였다.

다. 끝막이구간 및 소요물량 (단위 : m³)

구 분	대부도측	오이도측	계	비 고
●최종단계구간	ℓ = 70m (NO. 3+50~ NO. 4+20)	ℓ = 85m (NO. 4+20~ NO. 5+05)	ℓ = 155m (NO. 3+50~ NO. 5+05)	
●소요물량	117,409	118,836	236,245	※()
-사 석	93,928	95,068	188,996	내서는
-돌망태	(9,392)	(9,508)	(18,900)	돌망태
(5t)	23,481	23,768	47,249	갯수

(1) 비축물량 현황

구분	분	대부도측	오이도측	계	비고
사 석 (m ³)	소요량	93,928	95,068	188,996	'94.1.14
	비축	144,384	140,608	284,992	
	과부족	50,456	45,540	95,996	
돌망태 (개)		(23,481)	(23,768)	(47,249)	•총사석 량의 20% ()는 m ³
	소요량	9,392	9,508	18,900	
	비축	3,613	1,147	4,760	
	과부족	△5,779	△8,361	△14,140	

※주 : 대부도측 2t 돌망태 잔량 4,787개는 끝막이 완료후 보강용으로 비축현황에서 제외함.

사석 비축량은 소요량 보다 약 51%가 초과 확보되어 끝막이후 보강을 위한 예비물량까지도 별다른 문제점이 없었다.

돌망태(5t)는 당초 계획량 18,355개를 '93. 12. 1까지 제작 완료하여 전량을 사석제 전진 및 보강에 사용하였으므로 '93. 12. 23~'94. 1. 14까지 15,426개를 추가 제작하여 10,666개는 '93. 12. 29 끝막이 계획 추진과 사석제 선단부 유실방지를 위한 보강에 사용하였고 잔량 4,760개를 고려하여도 14,140개가 부족함으로 돌망태 작업조를 증가하여 끝막이 기간('94. 1. 14~1. 24) 까지 13,484개를 추가 제작하여 투입하므로써 당초 계획량 보다 추가로 28,910개를 끝막이에 사용하였다.

(2) 일투입 물량 계획대 실적

•육상

계 획	실 적
'93. 12. 17~12. 24까지 실적결과 일최대 : 대부도측 21,050m ³ /일 오이도측 23,250m ³ /일 일평균 : 18,000m ³ /일	'93. 1. 16~1. 21까지 실적결과 일최대 : 대부도측 30,680m ³ /일 오이도측 29,154m ³ /일 일평균 : 25,000m ³ /일

•해상

구분	계 획			실적
	평바지	저개식	계	
투입장비수	4척	3척	7척	해상
일투입계획	2회/대	3회/대	-	바지
일투입량	300m ³ /대	350m ³ /대	-	작업
일투입계획량	2,400m ³ /일	3,150m ³ /일	5,550m ³ /일	현황
총투입계획량	12,000m ³	18,900m ³	30,900m ³	참조

•해상장비 가동현황

-저개식 바지

'93. 12. 9~12. 12 (2대)

'94. 1. 8~ 1. 11 (2대)

'94. 1. 16~ 1. 20 (3대)

-평바지

'93. 12. 7~12. 9 (1대)

'93. 12. 10~'94. 1. 14 (2대)

'94. 1. 15~ 1. 17 (4대)

'94. 1. 18~ 1. 20 (3대)

<표-1> 해상 바지작업(응급복구 및 최종단계) 현황

일 자	위 치	물 량	장비명	투하종류	투하시간
'93					
12. 6	NO.8+20~NO.9	600m ³	저개식	저개식	11 : 30
12. 9	NO.4+00~NO.4+40	1,300m ³	저개식	저개식	07 : 30 14 : 30
12. 10	NO.4+20	680m ³	저개식	사 석	15 : 40
12. 11	NO.7+80	400m ³	저개식	사 석	10 : 30
12. 12	-	680m ³	저개식	사 석	11 : 20
12. 22	NO.4+50	110m ³	평바지	돌망태(5t)	12 : 50
12. 23	NO.4+70	130m ³	평바지	-	14 : 00
12. 25	-	130m ³	평바지	-	10 : 30
12. 26	NO.4+50	100m ³	평바지	-	11 : 30
'94					
1. 4	NO.3+30~NO.3+60	200m ³	평바지	돌망태(5t)	12 : 00
1. 5	NO.3+50~NO.3+70	440m ³	평바지	-	12 : 30 17 : 40
1. 7	NO.3+50~NO.3+70	110m ³	평바지	-	14 : 20
1. 7	NO.4+70	140m ³	평바지	-	21 : 00
1. 8	NO.3+40	250m ³	저개식	사 석	09 : 00
1. 8	NO.3+45	110개	저개식	돌망태(5t)	16 : 40
1. 8	NO.4+70	280개	저개식	-	21 : 50
1. 9	NO.3+40	240개	평바지	-	09 : 00 17 : 00
1. 9	NO.4+50	280개	저개식	-	24 : 00
1. 9	NO.4+30	700m ³	평바지	사 석	16 : 50 24 : 00

일 자	위 치	물 량	장비명	투하종류	투하시간
1. 10	NO.3+40	110개	평바지	돌망태(5t)	11:00
1. 10	NO.3+45	120개	평바지	-	17:30
1. 10	NO.4+30	1,130m³	저개식	사 석	11:30 18:20
1. 11	NO.3+50	230개	평바지	돌망태(5t)	12:00 18:30
1. 11	NO.4+90	1,600m³	저개식	사 석	12:00
1. 12	NO.3+45	110개	평바지	돌망태(5t)	13:30
1. 12	NO.4+90	800m³	평바지	사 석	14:00
1. 13	NO.3+45	252m³	평바지	대 석	08:00
1. 14	NO.3+45	120개	평바지	돌망태(5t)	14:00 18:30
1. 15	NO.4+80	220개	평바지	-	08:30 14:30
1. 16	NO.3+45	660개	평바지	-	09:00 15:20 22:00
1. 16	NO.4+00	2,000m³	저개식	사 석	09:00 15:20 22:00
1. 17	NO.4+00	3,200m³	저개식	-	09:30 16:00 22:10
1. 17	NO.3+45	440개	평바지	돌망태(5t)	09:30 15:30
1. 18	NO.3+80	220개	평바지	돌망태(5t)	10:00
1. 18	NO.3+80	750개	평바지	돌망태(2t)	10:15 10:30
1. 18	NO.4+20	4,200m³	저개식	사 석	10:50 16:00 23:00
1. 19	NO.3+70	640개	평바지	돌망태(2t)	10:00 17:30
1. 19	NO.4+20	4,200m³	저개식	사 석	04:30 11:20 17:40 23:00

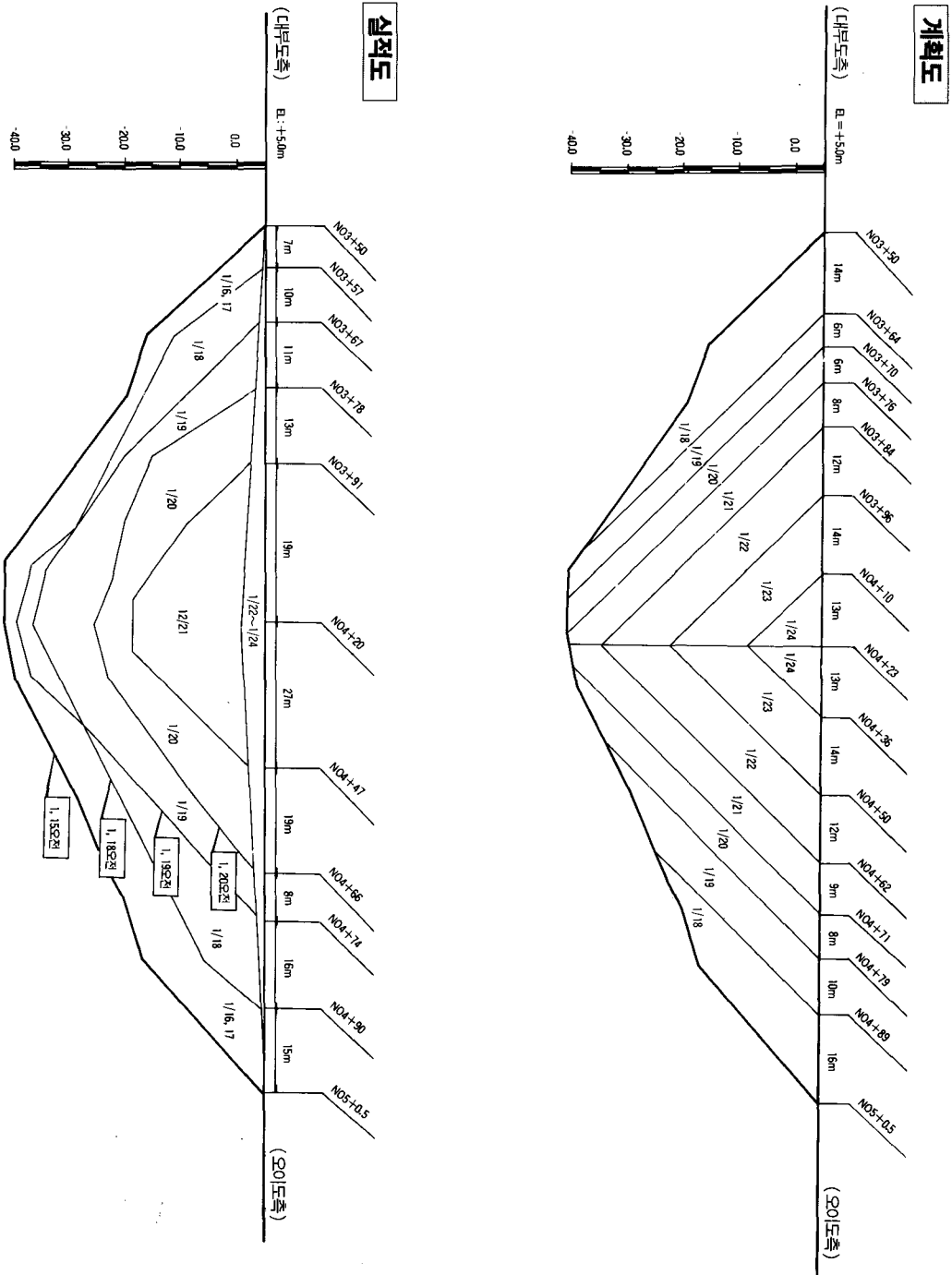
일 자	위 치	물 량	장비명	투하종류	투하시간
1. 20	NO.3+80	160개	평바지	돌망태(2t)	12:30
1. 20	NO.3+80	252m³	평바지	대 석	12:30
1. 20	NO.3+80	240개	평바지	돌망태(5t)	19:00
1. 20	NO.4+40	3,150m³	저개식	사 석	06:30 12:30 18:30 01:30
계	사석	25,394m³			
	돌망태(2t)	1,550개			
	돌망태(2t)	4,740개			
합계		38,794m³			

라. 끝막이시기 및 공법

구 분	계 획	실 적
• 끝막이 시기	'94.1.19~1.27(9일간)	'94.1.16~1.24(9일간)
• 끝막이 공법	점고 및 점축식 병행	복합형 사석공법

• 1.20~1.21일은 만조위가 EL.+1.46m~1.94m이므로 우선 사석 표고를 EL.+2.0m까지 시공하는 것이 물량감소뿐만 아니라 작업도로 폭을 20m로 유지할 수 있어 사석운반이 원활하여 1개소에서 30,000m³ 가까운 작업능률을 올릴수 있으므로 1월 21일 16:00에 우선 EL.+2.00m 높이로 가물막이를 하고 1월 24일 EL.+5.0m까지 완전 끝막이공사를 완료하였다.

〈그림-4〉 최종단계 끝마무리 계획 대실적



일 자		'94. 1. 16	1. 17	1. 18	1. 19	1. 20	1. 21	1. 22	1. 23	1. 24	1. 25	
내외수위 (EL.m)	(창조)											
	(낙조)											
유 속 (m/ sec)	(창조)											
	(낙조)											
시 간												
개방구간 (m)	계 획	155	155	125	109	96	78	54	26	-	-	
	실 적	155	155	133	107	88	56	-	-	-	-	
만조위 (EL.m)	예 고	3.47	3.14	2.76	2.34	1.94	1.66	1.58	1.84	2.34	2.90	
	관 측	3.85	3.10	2.76	2.55	2.05	1.52	1.73	1.73	2.75	3.04	
최대수위차 (m)	계 획	3.24	3.30	3.20	2.90	2.70	2.50	2.40	2.10	2.80	-	
	관 측	3.20	3.10	2.58	2.31	2.07	1.47	1.60	1.72	2.58	3.38	
최대유속 (m/ s)	계 획	7.2	7.2	7.1	6.8	6.5	6.3	6.1	5.7	6.6	-	
	실 적	6.8	6.5	6.3	6.0	5.8	4.8	-	-	-	-	
투입물량 m ³	계	40,470	49,720	57,290	60,620	62,870	57,350	25,440	4,460	2,720	-	
	육상	대부도	21,290	21,650	27,600	30,680	29,560	29,450	10,900	2,460	1,520	-
		오이도	15,530	23,770	24,190	25,100	29,150	27,900	14,540	2,000	1,200	-
	해상	대부도	1,650	1,100	1,300	640	1,010	-	-	-	-	-
		오이도	2,000	3,200	4,200	4,200	3,150	-	-	-	-	-

4.4. 복합형 사석공법

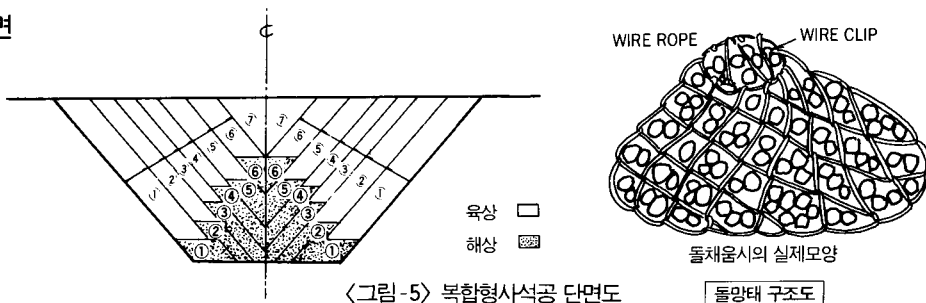
가. 공법설명

• 복합형 사석공법은 끝막이의 개방구간 조류속이 6m/sec 이상 발생하는 조건에서 5톤 규모의 돌망태와 대석을 혼합하여 사용하되 돌망태는 4~5개를 와이어 로프(wire-rope)로 묶어 유속을 많이 받는 지점에 투입하고 적게 받는 지점에는 대석을

투입하면서 해상부에는 개폐식 바지와 평바지로 돌망태와 사석을 시공선단부와 깊은 구간에 정조시에 점고시공하고 그 위에 육상 운반장비인 덤프(dump)로 사석 및 돌망태를 점축시공하는 공법을 총칭해서 “복합형 사석공법”이라 하였다.

- [돌망태묶음+사석] → 복합형 사석공
[점고식+점축식]

나. 단면

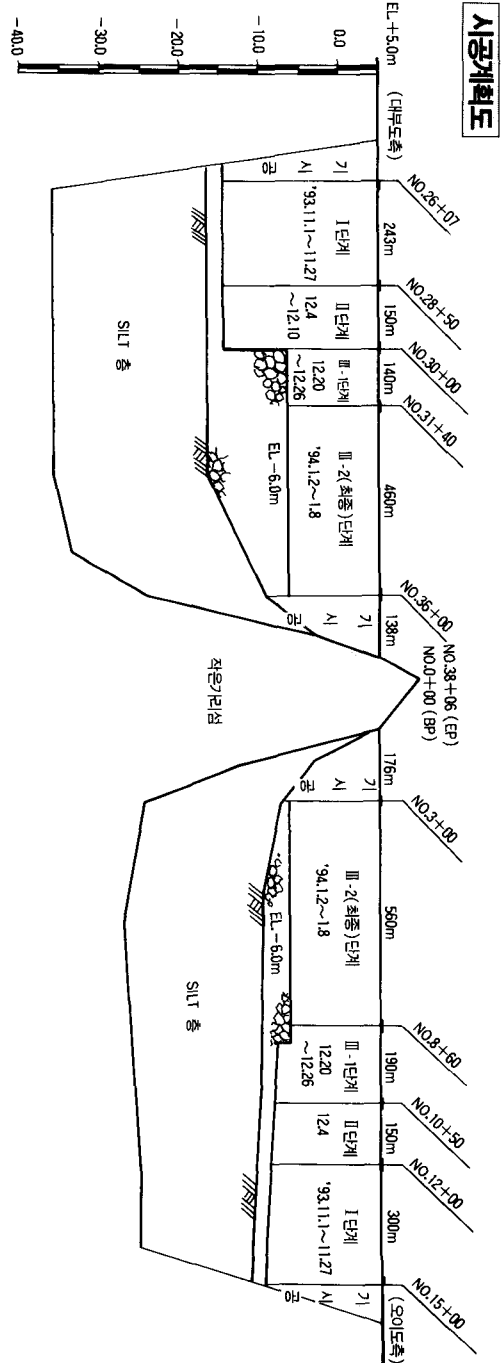
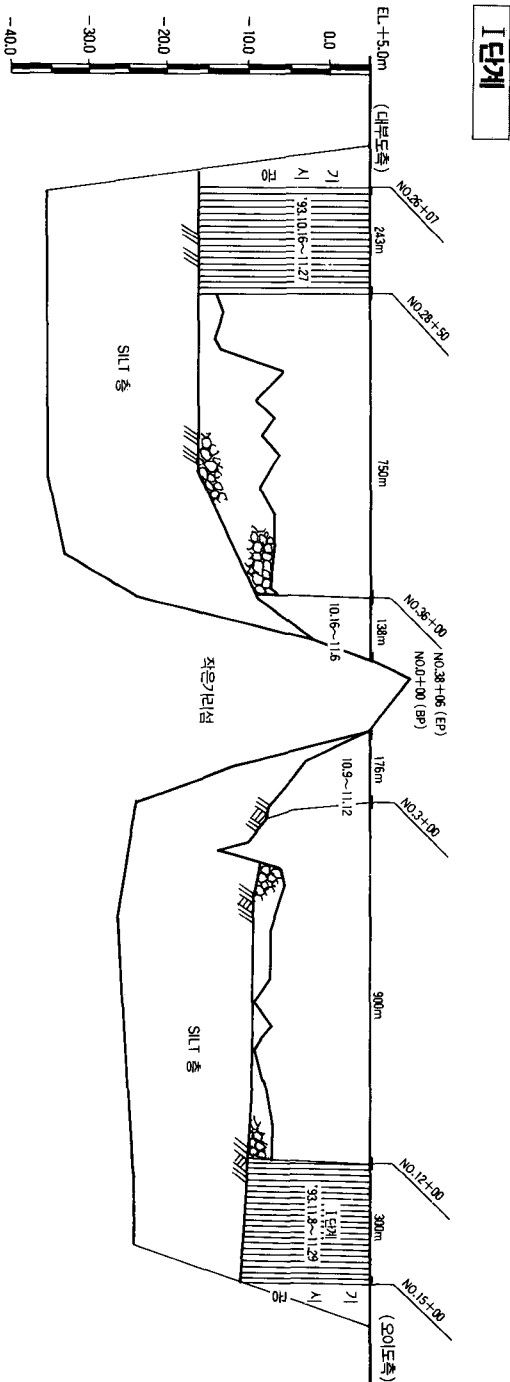


다. 성과

- (1) 끝막이 기간의 유속 : 5.0m/sec ~ 7.0m/sec
- (2) 유속과 와류현상에 의하여 세굴 및 침하현상

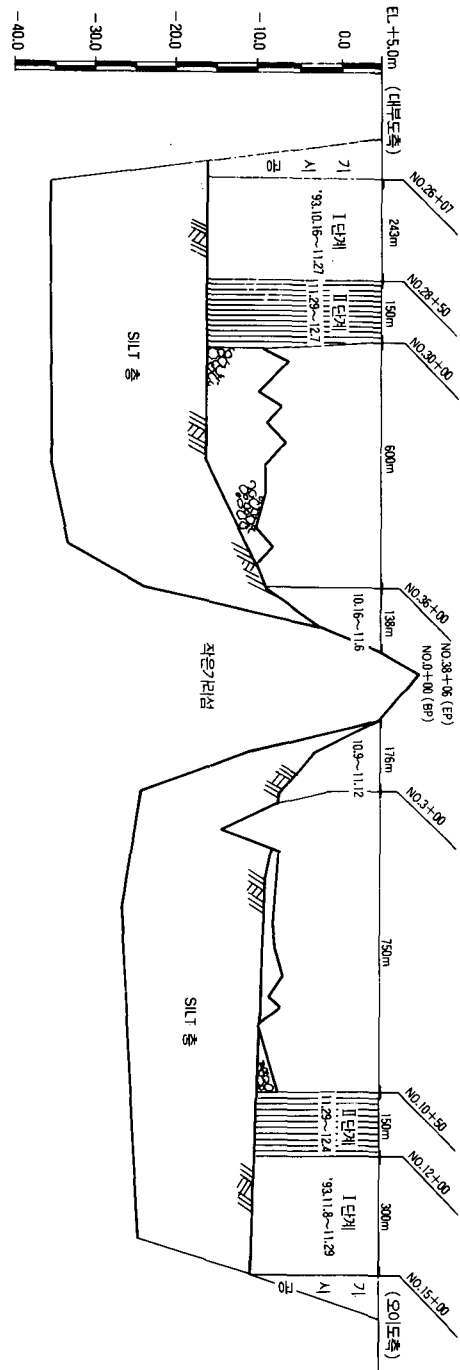
이 발생하여도 유실되지 않고 전체가 수직 이동하여 지반과 사면을 보호하는 효과가 있음.

- (3) 방조제 높이 : 45m

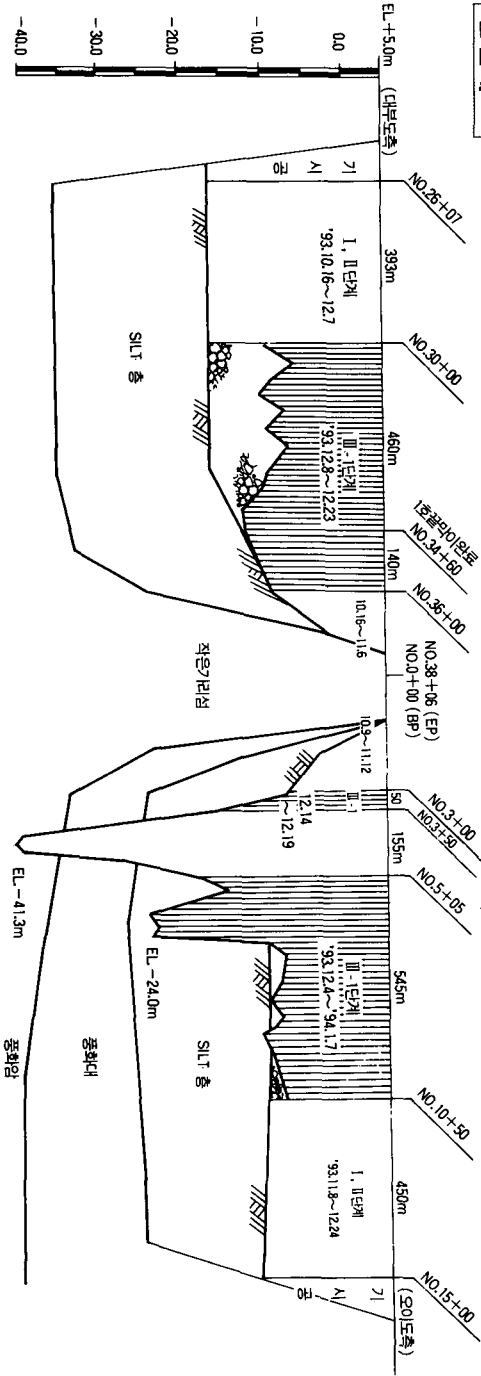


〈그림-6〉 끝막이 단계별 시공현황

II 단계



III 단계



구 광 회



필자약력

1967. 충남대학교 농대 농공학과 졸업
 1969~1989. 농어촌진흥공사 경부지사, 삼교천, 미호천사업소
 현재 농어촌진흥공사 시화사업단 공무부장.

