Project Report

금호방조제 끝막이 공사

Final Closing of Kumho Seadike

김 채 동*
Kim, Chae-dong

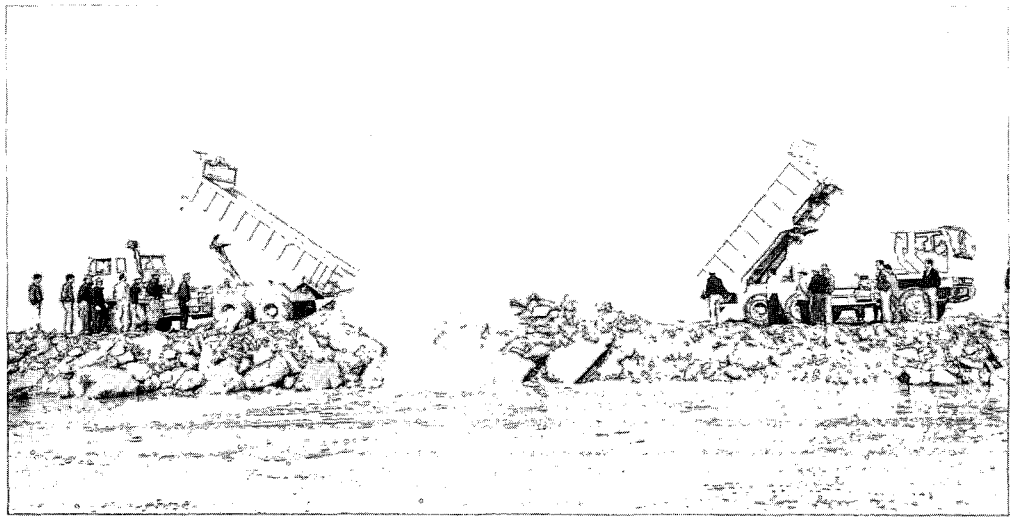
1. 서 론

영산강 유역 농업종합개발 Ⅲ단계 사업의 금호 방조제 공사는 전남 해남군 구성리 달도와 화원면 영호리 별암을 잇는 총 연장 2.1㎞의 방조제이다.

본 사업이 완료되면 서울 여의도 면적의 26배에 달하는 7,433ha의 토지조성과 133만톤의 담수호가 조성되며 목포 ↔ 진도간 41㎞의 거리 단축으로 육운개선 효과와 더불어 다가올 세계화를 향한 서해안시대의 중심역할을 담당하게 될 것으로 기대된다.

이와같은 중요한 방조제 공사의 성패를 가늠할 끝막이 공사를 위하여 시행 6개월전 부터 검토하여 직접적인 영향을 미치는 기상조건, 기초지반, 해상조건을 검토하여 작업효율을 높이고 경제적인 공사가 될 수 있도록 계획하였다.

수심이 23m에 달하고 간만의 차는 최고 4.8m, 최대유속이 4.21m /sec 내외, 유출입 조석량이 600만톤으로서 대단히 어려운 공사이었으나, 지금까지 축적된 기술과 경험을 바탕으로 치밀한 계획을 수립하면서 추진하였다. 확정된 주요 끝막이 공사 계획은 조석 출입량이 원활하고 기초지반이 양호한 No. 2~No. 6 구간의 200m로 해상조건이 연중 가장 유리한 '94. 3. 16~3. 23(8일간)에 시행하는 것으로 계획하고 그에 따라 실시하였다.



금호방조제 끝막이 공사 전경

* 농어촌진흥공사 영산강사업단

2. 사업개요

가. 사 업 명 : 영산강 Ⅲ-2지구 외곽시설 사업
나. 구　　역 : 전남 해남군 산이면, 화원면
다. 면　　적 : 매립면적 7,433ha
개발면적 6,800ha
(배후지) 3,030ha
(간척지) 3,770ha
라. 주요공사
-방조제 : 2조 2,120m (1호 610m, 2호 1,510m)
-배수갑문 : 2개소(10m×10.5m×4련, 10×10.5m×1련)
-제염암거 : 2.2m×4련×430m
-어도(통선문 겸용) : B=6.6m, L=30m
-연락수로 : 2조 11,373m
-진입도로 : 3조 7,666m
-연결도로 : 3조 2,865m
-부대공사 : 1식
마. 공사기간 : 1989. 12. 8~1995. 6. 30
바. 사업비 : 640억원
사. 사업효과
○ 직접효과
-국토확장 : 7,433ha
-수자원확보 : 133만톤
-농가소득증대 : 247억원/년
○ 간접효과
-고용증대 : 4,723천명
-육운개선 : 목포↔진도간 거리 41km 단축
-농어민 휴식공간 및 관광자원 제공

3. 추진경위

○ 1977~1978 : 영산강 Ⅲ, Ⅳ단계 예비기본조사
○ 1979~1984 : 영산강 Ⅲ, Ⅳ단계 기본조사 및 기본계획수립
○ 1981. 1 : 영산강 Ⅲ-2 기본계획수립
○ 1988. 7 : 영산강 Ⅲ-2지구 외곽시설 실시설계 완료
○ 1989. 6.15 : 영산강 Ⅲ-2지구 사업시행계획고시
○ 1989.10.25 : 영산강 Ⅲ-2지구 사업시행인가
○ 1989.12. 8 : 영산강 Ⅲ-2지구 외곽시설 계약체결
○ 1989.12.19 : 영산강 Ⅲ-2지구 외곽시설 공사착공
○ 1994. 3.16~3.23 : 영산강 Ⅲ-2지구 끝막이 공사 시행

〈표-1〉 공정 계획

공 종	물 량	년도 '89	'90	'91	'92	'93	'94	'95	'96
○방조제	2조 2.1km						끝막이 (84)		
○배수갑문	10m×10.5m×5련						(100)		
○제염암거	D=2.2m×4련 L=430m					(24)			
○연락수로	2조 11,373m								
○도 로	6조 10,531m						(24)		
○준비정리	1식						(67)		
○부대공사	1식						(61)		
○조 경	1식								

주 : ①(%) : 진도, ② —— : 계획, ③ ━━ : 완료

4. 끝막이 계획

가. 기상 및 해상

1) 기상

〈목포지방 : 1961년~1985년〉

월별 구분	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	평균
평균 최고 기온 (℃)	10.6	6.9	11.6	17.9	22.7	25.9	28.0	29.9	26.5	21.9	15.2	9.0	18.8

월별 구분	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	평균
평균 최저 기온 (℃)	-1.8	-1.3	2.5	7.9	13.2	17.8	21.7	23.2	18.2	12.3	6.2	0.5	10.0
평균 기온 (℃)	1.3	2.3	5.9	11.8	16.9	20.7	24.8	26.2	22.0	16.5	10.2	4.3	13.6
평균 강수량 (㎜)	34.4	40.2	57.8	53.5	72.6	147.3	196.1	163.3	136.5	55.0	47.7	36.4	86.7
평균 풍속 (㎧)	16.9	16.4	16.7	15.6	15.7	13.4	16.9	18.0	13.1	15.8	16.0	16.8	15.9
작업 가능 일수 (일)	23.0	23.0	24.0	25.0	23.0	23.0	22.0	22.0	24.0	25.0	25.0	25.0	23.7

2) 해상

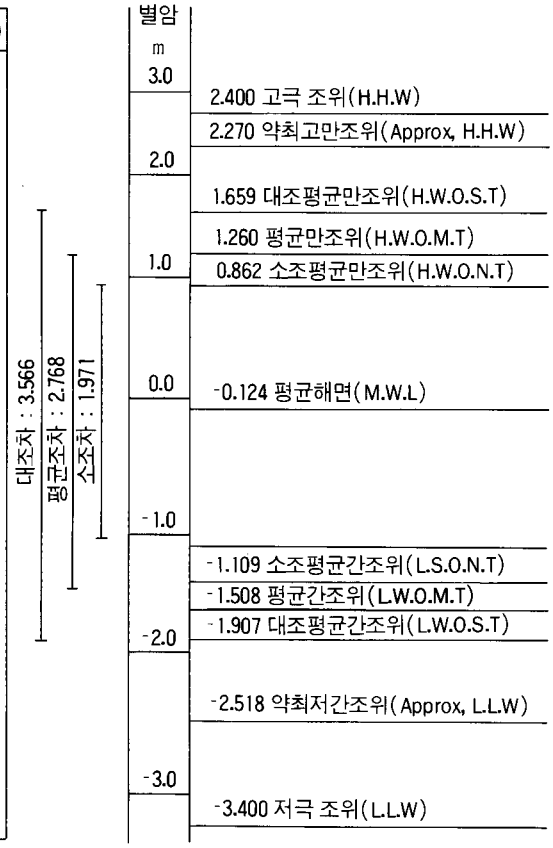
가) 월별조석현황

〈단위 : m〉

월별 구분		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
대조	만조	2.07	1.90	1.80	2.02	2.20	2.33	2.41	2.38	2.24	2.25	2.06	2.09
대조	간조	2.83	2.50	2.59	2.74	2.71	2.61	2.54	2.44	2.27	2.33	2.79	2.92
대조차		4.90	4.40	4.39	4.76	4.91	4.94	4.95	4.82	4.51	4.58	4.85	5.01
소조	만조	0.34	0.26	0.30	0.41	0.56	0.82	0.73	0.69	0.63	0.55	0.52	0.50
소조	간조	0.86	0.69	0.91	0.64	0.84	0.81	0.48	0.33	0.34	0.50	0.84	1.00
소조차		1.20	0.95	1.21	1.05	1.40	1.63	1.21	1.02	0.97	1.05	1.36	1.50

나) 조위관측 분석결과

비 조 화 상 수	영호리(별암)
ㄱ) 월별 간격	
평균만조간격(M.H.W.I)	1h 42M
평균간조간격(M.L.W.I)	
ㄴ) 조 위	
고극 조위(H.H.W)	2.490M
약최고만조위(Approx, H.H.W)	2.270M
대조평균만조위(H.W.O.S.T)	1.659M
평균만조위(H.W.O.M.T)	1.260M
소조평균만조위(H.W.O.N.T)	0.862M
평균 해면(M.W.L)	-0.124M
소조평균간조위(L.S.O.N.T)	-1.109M
평균 간조위(L.W.O.M.T)	-1.508M
대조평균간조위(L.W.O.S.T)	-1.907M
약최저간조위(Approx, L.L.W)	-2.518M
저극 조위(L.L.W)	
ㄷ) 조 치	
대조차(Sp. Range)	3.566M
평균조차(Mn. Range)	2.768M
소조차(Np. Range)	1.971M
ㄹ) 개정수	
표준항	목포항
조시차	+0h 8M
조고비	1.0



나. 끝막이 시기검토

1) 조건

구 분		제 1 안	제 2 안
①끝막이 시기		2.26~3.7(10일간) (음력 : 1.17~1.26)	3.16~3.23(8일간) (음력 : 2.5~2.12)
②기상조건	-평균기온(℃)	4.4	6.7
	-평균풍속(m/sec)	4.9	4.5
	-우천일수(일) (10년동안 5㎜이상)	7/ 100	14/ 80
	-일 조시간(hr)	5.4	5.3
③해상조건	-최고조위(m)	1.88	1.44
	-최저조위(m)	-2.85	-2.21
	-조석량(백만톤)	160	158

2) 끝막이 기간동안의 기상현황

-제1안('94. 2. 26~3. 7) 〈목포지방 : 1983~1992〉

구 분	2 월				3 월							
	26일	27	28	29	1	2	3	4	5	6	7	평균
기온(℃)	2.8	3.9	5.2	5.3	4.7	5.1	4.9	4.1	4.6	4.2	3.5	4.4
풍 속 (m/sec)	5.4	5.7	5.3	4.9	5.3	1.5	5.0	4.8	4.8	5.6	5.3	4.9
강수량 (㎜)	0.4	2.0	0.7	0.3	0.8	1.5	1.5	0.6	1.0	0.2	7.4	1.5
일조시간 (hr)	6.6	4.9	3.9	2.8	4.2	4.5	6.6	4.7	7.8	7.6	5.8	5.4

-제2안('94. 3. 16~3. 23) 〈목포지방 : 1983~1992〉

구 분	3 월								
	16일	17	18	19	20	21	22	23	평균
기온(℃)	5.6	5.4	6.1	4.6	7.7	7.5	7.9	8.8	6.7
풍속(m/sec)	4.8	5.1	4.1	4.5	3.9	5.4	3.6	4.3	4.5
강수량(㎜)	1.3	1.8	3.9	2.1	3.0	1.3	2.5	7.1	2.9
일조시간(hr)	4.3	5.8	5.3	5.4	4.7	6.1	5.8	4.9	5.3

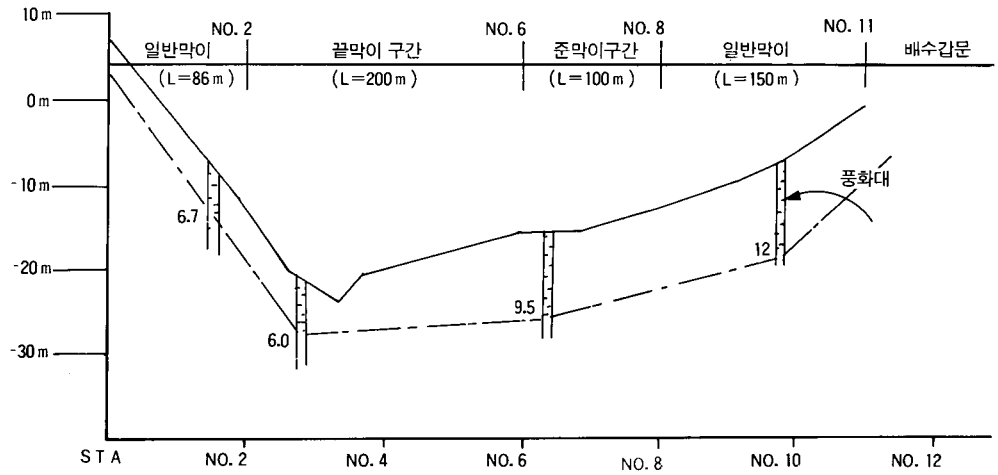
3) 검토결과

끝막이 공사기간동안의 기상조건은 별 차이가 없으나, 제1안은 강우일수가 적고, 제2안은 해상조건이 유리하다. 대자연의 저항을 최소화할 수 있도록 해상조건이 좋은 제2안('94. 3. 16~3. 23)을 채택하였다.

다. 끝막이 구간검토

1) 기초지반

금호 1호 방조제의 기초지반 지질은 6~12m 깊이까지 화강 편마암의 풍화대가 분포되어 있고, N치는 10~13회이며 그 이하는 풍화암으로 이루어져 있다. 양안에는 Silt와 사력층이 2~4m정도 분포되어 있어 끝막이 구간선정에 기초지반 조건은 비교적 양호한 지반이다.



〈그림-1〉 끝막이구간의 기초지반

2) 유속검토

끝막이 유속은 배수갑문을 개방하고 대조, 소조시 상고표고를 EL−18, −16, −14m 별로 각각 개방구간 축소에 따른 유속을 검토한 결과, 상고 표고 −16.0m로 소조시 끝막이 공사를 시행하는 것이 수리조건이 제일 유리하였다.

(1) 계산공식(Homma)

○ 완전월류 : $V=2/3\times c\sqrt{2gh}$ (C=0.35)

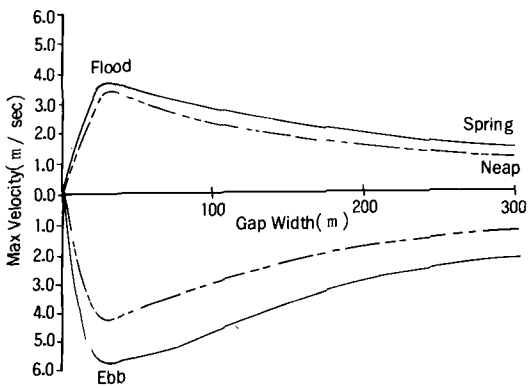
○ 잠류 : $V=c\sqrt{2gh(h_1-h_2)}$ (C=0.01)

(2) 유속계산

끝막이 구간 유속은 상기 Homma 공식으로 전산처리는 〈표-2〉와 같음.

〈표-2〉 유속계산결과

개방구간	대 조		소 조		비 고
	창 조	낙 조	창 조	낙 조	
300	1.482	2.121	1.123	1.243	Sill : -16.0m
270	1.593	2.328	1.222	1.355	
240	1.724	2.608	1.339	1.557	
210	1.900	2.936	1.482	1.737	
180	2.106	3.270	1.651	1.961	
150	2.339	3.270	1.857	2.284	
120	2.596	4.335	2.108	2.694	
90	2.888	4.861	2.451	3.172	
60	3.271	5.324	2.927	3.668	
30	3.750	5.659	3.577	4.211	



〈그림-2〉 체절구간별 조류속

3) 끝막이 위치

이미 결정된 노선중 조류가 자연스럽게 출입할 수 있고, 지형, 지질, 토질 등을 고려하여 공사조건에 부합되고 경제적이며 시공이 용이하고 암반선이 표토로부터 깊지 않는 곳, 자연적으로 형성된 영구간, 축조재로 구득이 용이하고 육상 및 해상투입이 가능한 곳 등을 고려하였다.

〈표-3〉 끝막이 위치 조건

구 분	제 1 안	제 2 안	비 고
① 개방구간(m)	300(No.2~No.8)	200(No.2~No.6)	
② 사석물량(m³)	153,542	121,053	
③ 1일 투입량(m³)	15,350	15,352	
④ 유속(m / sec)	4.56	4.22	

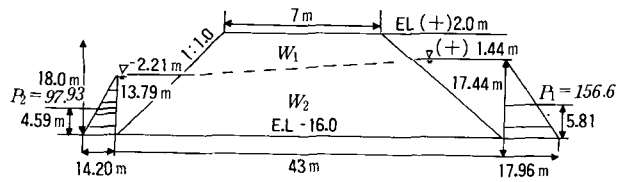
제1안은 개방구간의 길이가 길어 대조를 넘기면서 끝막이 공사를 시작하는 것으로 투입물량이 과다하고, 제2안은 개방구간 200m (준막이 100m 선시공)로 준막이 기간중 최대유속(4.2m /sec)이 발생되는 어려움이 있으나, 끝막이 진행중에는 유속이 줄어들어 끝막이공사가 원활하게 시행될 수 있다고 판단되어 제2안을 채택하였다.

라. 끝막이 사석제 높이 및 폭

끝막이 시기인 소조시 조위의 최고 높이가 EL 1.50m이므로, 사석제의 표고는 200m로 계획하여 투입물량의 최소화를 기하고 공사차량의 원활한 교행을 위해 사석제 폭은 7.0m로 계획하였다.

마. 활동에 대한 검토

가) 표준단면



〈그림-3〉 표준단면

나) 공식

$\mu \cdot W \geq E \cdot P$

W=부력 및 양 압력을 제외한 중량(ton)

P=제체에 작용하는 동수압의 압력(ton)

μ=마찰계수(0.600 : 사석과 사석)

E=안전율(1.2이상)

다) 계산

$W_1=\{(\frac{7+8.12}{2}\times 0.56)+(8.12\times 3.65\times 0.5)\}\times 2=38.10\text{ton}$

$W_2=\{(\frac{15.42+43}{2}\times 13.79)+(15.42\times 3.65\times 0.5)\}\times(2-1.03)=418.02\text{ton}$

$W=W_1+W_2=(38.10+418.02)=456.12\text{ton}$

$P_1=17.44\times(17.44\times 1.03)\times 0.5=156.61\text{ton}$

$P_2=13.79\times(13.79\times 1.03)\times 0.5=97.93\text{ton}$

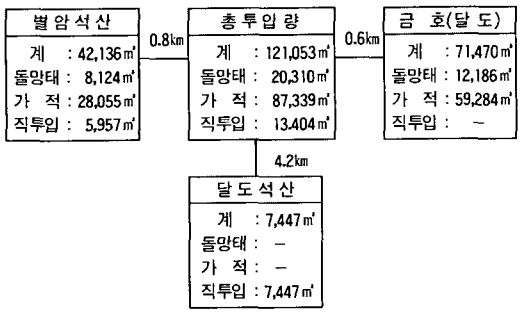
$P=156.61-97.93=58.68$

$0.6\times 456.12=56.68\times FS$에서

$FS=\frac{0.6\times 451.57}{58.68}=4.66>1.2$ 이상이므로 안전함.

바. 사석투입물량 및 석산위치도

〈그림-4〉 석산위치도



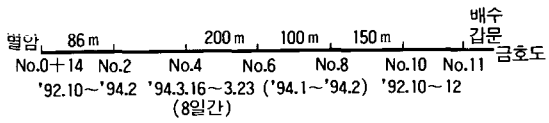
〈그림-5〉 사석투입 물량

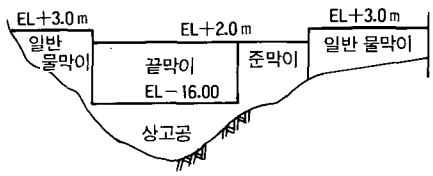
사. 위치별 장비 투입계획

구분 / 위치	장비명	규격	투입대수 금호측	해상	별암측	계	비고
석 산	콤프레샤	600 CFM	5	—	4	9	
	크로라드릴	350 CFM	5	—	4	9	
	백 호	2.0㎥	7	—	6	13	
	도 쟈	32톤	1	—	1	2	
	백 호	1.0㎥	2	—	1	3	
운 반	덤프트럭	15톤	20	—	12	32	
해 상	바 지 선	1,200톤	—	2	—	2	수평식
	예 인 선	200톤	—	2	—	2	* 그래브준설선 2대 : 가체절 제거 작업
	도 쟈	32톤	—	1	—	1	
	연 락 선	30톤	—	1	—	1	
	측 량 선	30톤	—	1	—	1	
방조제	도 쟈	32톤	1	—	1	2	
기 타	무 전 기	휴대용	5	3	4	12	
	발 전 기	kw/ hr	1	—	2	3	
	로 라	30톤	1	—	1	2	
	그레이다		1	—	1	2	

아. 시공계획

1) 끝막이 구간 종단면도





〈그림-6〉 끝막이 구간 종단면도

2) 일자별 투입물량 및 주요장비

구 분		단위	계	3/ 16	3/ 17	3/ 18	3/ 19	3/ 20	3/ 21	3/ 22	3/ 23
(개방거리)		m	(200)	(190)	(165)	(140)	(115)	(90)	(65)	(40)	-
전진거리		m	200	10	25	25	25	25	25	25	40
물량	사 석	m³	100,743	11,535	13,418	13,418	13,418	13,418	13,418	13,418	8,700
	돌망태	개	24,035	2,955	3,170	3,170	3,170	3,170	3,170	3,170	2,060
		m³	20,310	2,490	2,680	2,680	2,680	2,680	2,680	2,680	1,740
장비	트 럭	대	(6) 32	(6) 32	(6) 32	(6) 32	(6) 32	(6) 32	(6) 32	(6) 32	(6) 32
	바지선	대	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	백 호	대	(2) 16	(2) 16	(2) 16	(2) 16	(2) 16	(2) 16	(2) 16	(2) 16	(2) 16
	도 자	대	(1) 4	(1) 4	(1) 4	(1) 4	(1) 4	(1) 4	(1) 4	(1) 4	(1) 4
	착암기	대	(2) 9	(2) 9	(2) 9	(2) 9	(2) 9	(2) 9	(2) 9	(2) 9	(2) 9

주 : ( )내서는 여유대수임

자. 비상대책

1) 일기불순(우천시) : 모든 장비 및 인원은 우천시에도 작업이 가능토록 하고, 도로는 사리 부설을 하여 수시로 그래이딩을 실시 최상의 조건으로 유지한다.

2) 어업권 보상민원 : 행정기관과 협조체제를 강구하여 물막이 공사에 지장이 없도록 한다.

3) 장비운전사 파업 : 시공회사 담당 중역이 상주하여 비상계획을 수립하고 파업에 대처한다.

4) 사석재 월류 유실 : 이상 조위로 인한 월류시 유실을 감안하여 최소한 계획고(EL+2.00m)이상의 표고를 유지토록 하여 유실방지에 노력한다.

5) 주행도로 유지 : 사석재 상단 주행도로 폭(7.0m)유지를 위하여 사면정리를 철저히 하여 교행시 차량 전도에 대비한다.

6) 배수갑문 작동 : 조작시 미시공을 고려하여 배수갑문 작동은 비상 발전기를 가동하여 간이 조작판을 설치 작동한다.

5. 끝막이 공사 시행

가. 공사 시행 개요

'94. 2. 2일 기술자문회의 결과 끝막이 공사기간은 연중 해상조건이 가장 유리한 '94. 3. 16~3. 23(8일간)에 시행하며, 작업여건 및 시공물량을 검토, 끝막이 구간은 No.2~No. 6(200m)로 결정하였다.

끝막이 공사 선행공정인 배수갑문 완료 및 통수와 시운전, 가체절 헐기, 끝막이 공사에 소요되는 돌망태의 제작비축과 비상사태에 대비한 방조제 시종점에 사석 가적 등을 계획하고 끝막이 공사 착수전인 3. 14일에 완료하였다.

제고높이는 공사기간동안의 조위를 감안, EL+2.0m로 결정하고, 단면 상폭은 10.0m로, 차량 회전로는 폭 15m로 100m 간격, 5개소를 설치하여 운반 차량이 원활히 교행할 수 있도록 하였다.

차. 끝막이 공사 검토 추진내역

주 요 업 무	실시년월일	내 용
1. 계획서 작성	'93. 10~11 '93. 12 '94. 2	1차 계획서 작성 사업단 확정 최종계획 확정
2. 기술심의 (사업단)	'93. 11	1차 계획서 검토 보완
3. 계획안 검토 (본사)	'93. 12~'94. 2	사업단 확정안 검토 보완
4. 공사추진 연석회의	'94. 1. 19	○사 업 단 : 공무2부장 외 5인 ○시공회사 : 현장 소장 외 5인 ○회의내용 : 계획된 기간에 차질없이 시행
5. 기술자문회의	'94. 2. 2	○대 외 : 윤오섭 농지개발연구소장 외 4인 ○농수산부 : 유성곤 계장 외 1인 ○본 사 : 이중기 본부장 외 8인 ○사 업 단 : 이한묵 단장 외 4인 ○시공회사 : 이재영 현대 상무 외 2인 ○회의결과 : -끝막이 일정조정 -구간조정 -피해예방 홍보 -안전사고 및 공정관리 철저
6. 유관기관협조 요청	'94. 1.	○배후지 저지대 침수방지 ○여객선 운항중지 ○선박대피 ○부근 공사현장 접근 주의
7. 추진위원회 설치운영	'94. 2. 1~3. 23	인력지원 및 위원회 설치 운영
8. 세미나 개최	'94. 3. 11	○초빙강사 : 한국농지개발연구소 소장 윤오섭 ○참 석 자 : 55인 ○세미나 내용 -간척기술 발달사 -우리나라 간척공사의 주요 실패 사례 -외국의 간척 -금호방조제 끝막이 공사 유의사항

〈표-4〉 선행공정추진

공 종	물 량	'93 9	10	11	12	'94 1	2	3
○배수갑문	CON'C 20,150㎥							
○취부배수로 준설	90,174㎥							
○가체절헐기	134,300㎥							
○통 수							2.18 ▽	
○돌망태 제작	24,035개							
○사석가적	87,339㎥							

'94. 3. 14일 대조시 No. 2 지점의 사석 단면이 Sliding 되어 즉시 돌망태, 사석으로 보강하였고, 차량회전로를 설치한 결과 개방구간이 180m로 끝막이 공사를 착수하였으며, 3월 23일 오전 끝막이 성공축제를 갖기로 계획하므로서 3월 15일 착수, 결과적으로 하루의 여유를 갖게 됐다.

(시공중인 3월 16일에는 인근 주민들이 야간에 방조제 하류부 약 1㎞ 지점에서 실뱀장어 조업을 하다가 개방구간의 축소에 따른 유속증대로 무동력 소형 바지선 11척이 전복 또는 파손되는 피해를 입었고, 3월 17일에는 피해보상을 요구하는 주민들이 공사 현장을 점거 농성하므로서 공사가 5시간 동안 중단되는 일도 있었으나, 공사의 시한성과 중요성을 설득시켜 공사를 재개한 일도 있었다.)

끝막이 기간 20여일전부터는 매일 오후 5시부터 1시간동안 연석회의를 실시하여 공사진척에 따른 문제점과 대책을 강구하고 결과를 확인하는 등 여건변동에 능동적으로 대처하여 끝막이 공사를 무난히 완료하였다.

나. 일일투입물량 및 전진거리

끝막이 공사 계획은 200m (No.2~No.6) 구간을 3.16~3. 23(8일간)에 사석 및 돌망태 121,053㎥을 투하하여 완료 예정이었으나, 3월 25일 대조를 넘기면서 사석이 Sliding 되어 이에 대한 보강 및 물량투입의 원활을 기하고자 회전로를 설치한 결과, 끝막이 공사 작업착수전의 개방구간은 180m였다. 강우로 인한 공사용 도로의 미끄러움으로, 계획물량 투입의 차질 및 불의의 사고에 대비, 계획물량의 70% 정도인 사석 87,000㎥ 정도를 방조제 시종점에 사전 비축하고 당초 계획일보다 하루 앞당긴 3월 15일 공사에 착수하였다.

실제적으로 끝막이 공사는 3. 15~3. 23(9일간)에 완료한 셈이다. 1일 작업 가능량은 총 소요물량을 작업일수로 나누어 산출한 다음 작업여건 장비투입 능력 및 유속을 감안, 작업가능 여부를 결정하였고 가능한한 계획에 맞추어 시공되도록 노력하였으며, 작업기간은 행사사항 등을 고려하여 여유를 갖도록 작업능률을 최대한 제고하였다. 일일 투입물량 및 전진거리 계획 대 실적은 다음과 같다.

〈표-5〉 일 전진거리

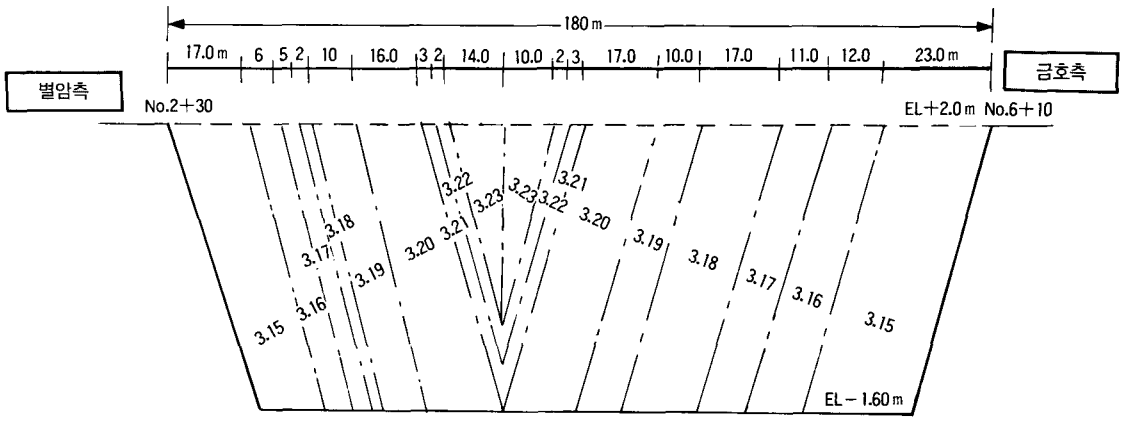
(단위 : m)

구분	총	월 일	3월 15	16	17	18	19	20	21	22	23	비고
계획	200m	당일	–	10	25	25	25	25	25	25	40	
		누계	–	10	35	60	85	110	135	160	200	
실적	180m	당일	40	18	16	19	20	33	6	4	24	
		누계	40	58	74	93	113	146	152	156	180	
증감	△20m	당일	40	8	△9	△6	△5	8	△19	△21	△16	
		누계	40	48	39	33	28	36	17	△ 4	△20	

〈표-6〉 일 투입물량

(단위 : ㎥)

구분 \ 월 일		3월 15	16	17	18	19	20	21	22	23
계획	당일	–	14,025	16,098	16,098	16,098	16,098	16,098	16,098	10,440
	누계	–	14,025	30,123	46,221	62,319	78,417	94,515	110,613	121,053
실적	당일	9,010	18,792	17,106	17,683	16,935	20,727	5,944	3,252	4,300
	누계	9,010	27,802	44,908	62,591	79,526	100,253	106,197	109,449	113,749
증감	당일	9,010	4,763	1,008	1,585	837	4,629	△ 10,154	△ 12,846	△ 6,140
	누계	9,010	13,777	14,785	16,370	17,207	21,836	11,682	△ 1,164	△ 7,304



〈그림-7〉 끝막이 공사 현황도

다. 일일장비투입

일일 작업량을 금호측 석산에서 작업하는데는 작업장이 넓어 큰 지장은 없으나 별암측은 작업장이 좁고 운반로의 구배가 급하여 생산, 적재, 운반에 장비투입의 어려움이 있었다.

끝막이 공사기간중 투입된 장비내역은 다음과 같다.

〈표-7〉 장비투입내역

구 분	규 격	대 수	비 고
덤프트럭	15톤	32	
백호	2.0	13	
백호	1.0	2	
도자	32톤	4	
바지	500	2	
테그보트	120HP	2	
그레이다	3.6m	1	
콤푸레샤	600CFM	5	
착암기	2.7㎥/min	5	
물차	5,500ℓ	1	
측량선	-	1	
연락선	-	1	

운반장비의 덤프트럭은 15ton 트럭으로 일일평균 32대를 투입하였고, 이에 상응한 상차장비(백호)를 투입하였다.

운반장비(D/P 15t)의 시공실적 분석은 아래와 같다.

- 일 최대 작업량 : 20,727㎥/일
  - 대수 : 40대
  - 일자 : '94. 3. 20
- 일평균 작업량 : 12,600㎥/일
- 일평균 작업시간 : 1.43hr/대
- 평균 시간당 작업량 : 443㎥/hr
- 1대당 투하소요시간 : 57sec

라. 내외수위차 및 유속

천문조위와 실측조위의 비교결과 월파에 위험을 주는 만조위가 한번도 예상치 이상으로 상회하지는 않았으며, 개방 구간 200m시 3월 11일 대조때 4.926m/sec가 제일 큰 유속이었으나, 대조를 넘기고 소조기간 동안 끝막이 공사를 시행하므로 3.2m/sec~4.75m/sec로 예상 최고 유속 4.2m/sec보다 약간 상회하였다.

최대 내외 수위차는 3월 15일 2.57m로 제일 큰 수위차를 보이고 끝막이 구간 동안에는 0.66~1.93m 정도이다.

마. 시행결과

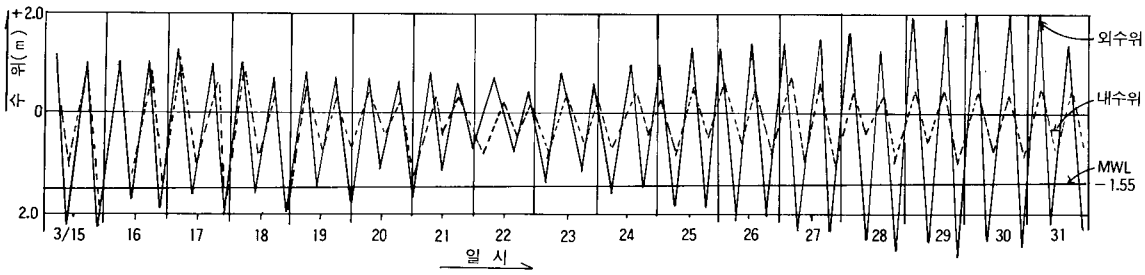
금호방조제 끝막이 공사를 성공적으로 추진한 주요 원인은 다음과 같다.

- 끝막이 시행구간은 조석의 유출입이 원활하였으며, 전 구간중 기초지반이 풍화대층으로 제일 양호한 구간으로 결정하여 시행하므로서 연약지반에

〈표-8〉 위치별 장비투입내역

(단위 : 대)

장 비 명	규격	월일 / 위치	3/ 15	3/ 16	3/ 17	3/ 18	3/ 19	3/ 20	3/ 21	3/ 22	3/ 23	계
덤 프	15톤	계	32	33	38	37	35	40	37	19	19	290
		금호도	22	23	25	25	23	27	24	7	10	186
		별 암	10	10	13	12	12	13	13	12	9	104
백 호 (사석상차)	2.0㎥	계	13	16	16	16	16	14	9	10	7	117
		금호도	9	12	12	12	12	10	5	7	3	82
		별 암	4	4	4	4	4	4	4	3	4	35
도 자	32톤	계	3	4	4	4	4	4	4	4	4	35
		금호도	2	2	2	2	2	2	2	2	2	18
		별 암	1	2	2	2	2	2	2	2	2	17
백 호 (돌망태상차)	1.0㎥	계	2	2	2	2	2	2	2	2	1	17
		금호도	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
		별 암	1	1	1	1	1	1	1	1	–	8



〈그림-8〉 내외수위 곡선도

서 발생하는 기초지반 파괴로 인한 사석재 유실을 극소화하였으며,

○ 끝막이 공사전에 배수갑문 공정에 주력하여 통수후 끝막이 공사를 시행하므로서 유속을 감소시켜 공사 여건을 개선하였고,

○ 불의의 사고 및 강우시 도로의 미끄러움으로 인한 계획물량 투입의 차질을 예방하기 위해 방조제 시종점에 사석을 가적하여 위급사항에 대처하였으며,

○ 끝막이 기간동안의 조위고를 판단하여 제고를 +2.00m로 결정, 투입물량의 최소화를 기하고, 정폭은 장비의 충분한 교행이 가능하도록 정폭을 10m로 하고, 100m마다 폭 15m의 회전로 설치로 원활한 물량 투입이 되도록 하였으며,

○ 3월 23일 오전 끝막이 행사와 불의의 사고에 의한 작업중단을 감안, 작업 시작 계획일 하루전에 착수하고, 장비는 여유있게 투입하여 공사를 추진하였으며, 작업시간을 최대한 줄이고 장비의 충분한 정비와 운전원의 철야작업에 의한 피로의 누적을 최대한 예방하였다. 끝막이 공사에 따른 미흡한 사항은 방조제 축조 현장에서 약 1㎞ 하류에서 야간에 조업중이던 실뱀장어잡이 무동력 간이 바지선 11척의 전복 및 파손 피해는 홍보와 계도로 막을 수 있었으며, 공사중 조위 승강운동이 둔화되어 기설 배수문의 기능저하와 노후화된 배수문으로 해수가 유입되어 침수된 배후지 저지대 농경지가 66.3

ha에 달하였는데, 이는 설계시 검토하여 기설 방조제 보수 및 피해예방 대처비용을 계상하는 것도 고려되어야 할 것으로 생각된다.

특히, 끝막이 공사기간동안의 유속을 더욱 정확하게, 간단하게, 그리고 안전하게 측정하는 방법이 모색되어야 할 것이다.

김 채 동

약 력

1963. 전남대학교 공대 토목공학과 졸업
1966~1993. 농어촌진흥공사 동진강, 강경, 영산강(2단계) 사업소
현재 농어촌진흥공사 영산강사업단 공무부장