

홍보지구 간척공사의 안전시공 관리

최 태 순 농어촌진흥공사 홍보사업단장

I. 머리말

干拓은 근해의 干瀉地 또는 湖沼에 제방의 축조 등 제방의 공사를 시행하고 干滿의 차를 이용하여 내측의 물을 배제한 후 토지를 새롭게 창출하여 산업화, 도시화에 따른 토지수요, 용도변경에 대처하고 아울러 농업경쟁력 강화를 위한 우량농지 및 담수호를 조성하여 농·공·생활용수를 공급함으로써 지역경제 기반을 확충하여 臨海工業의 조성, 해안선정비 등을 통한 국토의 효율적 개발에 기여한다.

현재 우리나라는 세계시장개방에 따른 농업 경쟁력 강화 및 식량안보 차원에 서서 기계화·규모화가 가능한 집단우량농지의 확보가 절실히 요구되고 있는 반면, 도시화·산업화에 따른 농지전용 등으로 농지의 현격한 감소현상이 예상되므로, 국가적 차원에서 적극 대처하는 방안으로서 간척사업은 국가장래의 중요한 목표중의 하나일 수밖에 없는 현실이다.

따라서 앞으로의 간척사업은 수산업이나 자연환경에 미치는 영향을 최소화하면서, 국토이용계획에 부합됨은 물론 타산업 발전에 견인차

적 역할을 하여 국가 경제발전에 크게 기여할 수 있도록 효율적인 방향으로 추진되어야 할 것이다.

우리나라 대부분의 간척은 滿潮때 해수면을 이루고 干潮때 干瀉地로 노출되는 지역을 防潮堤로 바닷물을 차단하고 內水를 배제시키는 해면간척에 속하며, 방조제공사는 여타 토목공사와 달리 해안의 潮水干滿의 差를 이용하여 시공해야 하는 공정이 많으므로 생각과는 달리 자연현상과 시간의 제약을 많이 받아서 자칫 엄청난 재난을 일으킬 수 있으므로 정밀한 시공과 안전관리에 만전을 기하여 공사를 진행하여야 한다.

洪保地區 대단위농업종합개발(간척)사업은 충남 홍성군 서부면 신리에서 모산도를 거쳐 보령시 천북면 장은리까지 모산만을 가로지르는 2조 1856m의 홍성방조제와 보령시 천북면 하만리에서 오천면 소성리를 연결하는 1,082m의 보령방조제를 축조하여 2개의 淡水湖를 조성하는 外廓공사와 인근 한해상습지 8,100ha에 안정적인 농업용수를 공급하는 양수장 6개소, 용수로 452km, 경지정리 2,030ha, 배수개선

505ha를 시행하는 평야부공사로 구분되어 시행되며 총사업비 2,236억원으로 현재 50%의 사업진도를 보이고 있다. 홍보지구 대단위농업 종합개발(간척)사업의 외곽시설공사를 중심으로 주요 시공 현황에 대해 간략히 기술하여 간척공사를 이해하는 데 도움을 주고자 한다.

II. 사업개요

1. 사업추진경위

- 1991. 3. 25 : 사업시행 계획 고시(농림수산부 고시 제11호)
- 1991. 10. 28 : 외곽공사 착공

2. 사업개요

가. 사업구역

- 충남 홍성군(9개읍면) : 홍성, 광천읍, 서부, 결성, 구항, 장곡, 은하, 홍동, 갈산면
- 충남 보령시(5개면) : 오천, 천북, 주포,

주교, 청소면

나. 개발면적 : 8,100ha

- 논 관개개선 6,045ha, 보충급수 317ha
- 밭 관개개선 1,452ha, 유지, 임진 286ha

다. 사업목적

- 수자원 확보 148백만 m^3 /year
- 농가소득 제고 174억원/year
- 편리한 영농기반 조성
- 쾌적한 농촌공간 및 관광휴양지 여건 조성

라. 주요시설

- 방조제 : 홍성방조제 2조 1,856m
보령방조제 1조 1,082m
- 담수호 2개소 :
홍성호 내용적 1,109ha-m
보령호 내용적 2,410 ha-m
- 배수갑문 2개소 :
홍성배수갑문 10m × 11.8m × 4련(갑문식 여도 1개소 : 5 × 15m)
보령배수갑문 10m × 11.8m × 5련(갑

▶▶▶
홍보지구 농업종합개발
(간척)사업 조감도



- 문식 어도 1개소 : 5 × 15m)
- 진입도로 :
- 4조 14.012km ~ 홍성 2조 10,212m
- 양수장 : 6개소
- 용수로 : 452km

마.사업비 : 총 2,236억원

- 외곽시설 : 1,337억원
- 평야부 : 899억원

바.사업기간 : 1991~2001(11개년)

- 외곽시설 : 1991~1998(8개년)
- 평야부 : 1997~2001(5개년)

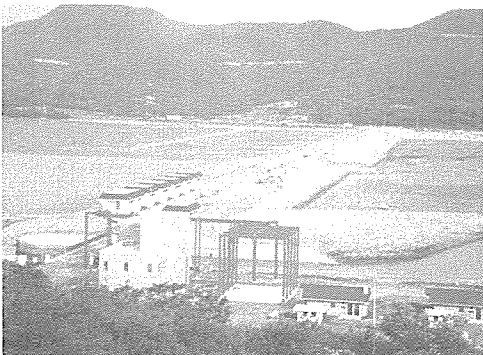
Ⅲ. 주요공사 계획

1. 시설계획

가. 방조제 제정표고

제방의 형식은 방조제 설치지점의 수심이 깊고 기초지반이 실트질이며, 토석재료의 구득이 용이하므로 시공성, 안전성, 경제성에 있어 유리한 傾斜形토석 혼성재로 하였으며, 제방의 제정표고는 설계 고조위에 跳波高, 餘裕高 1.0m를 적용하여 결정하였다.

- 홍성방조제
- = 설계고조위 + 도파고 + 여유고
- = EL(+4.80 + 2.50 + 1.0 = EL(+8.30m



보령방조제 끝막이 시공전경

- 보령방조제
- = EL(+5.10 + 1.63 + 1.0 = EL(+7.80m

설계 고조위는 100년 頻度 조위와 高極조위 중 방조제의 안전을 고려하여 큰값인 100년빈도 조위에 Wave set up을 더하여 결정하였음.

나. 축조재료

영구간 1차단면 축조재료는 제철유속(홍성 1.66~3.25m/sec, 보령 0.99~2.93m/sec)이 커서 토사제시공이 불가능하므로 捨石材로 계획하였으며, 2차 축조재료는 전구간을 止水목적에 부합되는 토사재로 계획하였다.

방조제사면의 피복재료는 시공성, 미관, 유지관리, 공사비측면과 타지구 시공실적을 고려하여 내측은 콘크리트라이닝으로 하고, 조류속이나 파랑 등에 의한 축조제의 이탈, 마모, 안전성 등을 고려하여 외측에는 돌붙임으로 시공하며 성토면과 조약돌층 사이에 FILTER MAT를 포설하여 성토제의 유실방지와 적절한 배수가 가능토록 계획하였다.

피복재료의 크기는 파랑의 성질, 비탈면의 기울기 및 粗度, 비탈면의 피복공재료 등에 따라 달라지며 파랑에 의한 파압, 양압력, 토압 등에 충분히 안전해야 하므로 피복석 규모는 Hudson공식을 사용하여 결정하였다.

$$- \text{피복석중량 } w = \frac{\gamma_r \cdot H^3}{\kappa d (S_r - 1)^3 \cot \theta}$$

여기서 W : 피복석의 단위중량(t/m³)

H : 설계파고(m)

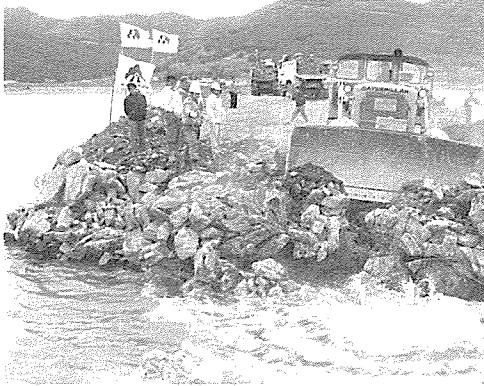
kd : 안정계수(4.0)

cotθ : 사면기울기

Sr : 피복석의 비중

φ : 피복석의 직경

Vr : 피복석 공기중 단위중량(t/m³)



보령방조제 끝막이 시공전경



홍성배수갑문 시공전경

- 피복석중량(ψ) = $\sqrt[3]{(6W/\pi \gamma_r)}$

방조제명	피복석 단위중량 (γ_r)	파고 (H)	안정 계수 (Kd)	피복석 비중 (Sr)	규모	
					중량	ψ (m)
홍성	2,590 kg/cm ³	2.50m	4	2.59	1,260kg	1.0
보령	2,610 kg/cm ³	1.63m	4	2.61	340kg	0.7

다. 끝막이 계획

방조제 끝막이 계획은 구간과 시기, 끝막이 공법을 결정하기 위하여 3회에 걸친 자체 기술 검토회의와 전문가의 기술자문을 거쳐 끝막이 구간 300m 투입물량 119.29m³, 끝막이 시기는 조석 및 기상조건이 유리한 '97.11.5 ~ 11.11까지 7일에 시행하는 것으로 최종계획안을 '97. 7. 21 확정 수립하였다.

라. 배수갑문

배수갑문은 계획홍수와 상시배수를 안전하게 처리할 수 있어야 하고 간척지 외곽시설로서 배수계통의 최종 구조물이 될 뿐 아니라 外海의 高潮를 저지하는 역할을 하므로 위치 및 규모

의 결정에 신중을 기하여야 한다.

○ 배수갑문 규모

배수갑문의 규모를 결정하기 위한 설계강수량은 배후지에 미치는 영향을 고려하여 인근 군산축후소의 200년빈도 2일연속강수량 509.1mm를 사용하였으며 설계홍수량은 S.C.S(U.S.A soil conservation service)의 합성단위도법을 이용하여 홍성 1,075m³/sec, 보령 1,805m³/sec로 결정하여 배수갑문 능력검토의 자료를 이용하였다.

구분	배수갑문규모	
	홍성	보령
문비크기	10×11.8m	10×11.8m
연수	4련	5련
지수방식	3방지수	3방지수
문비형식	Poller gate	Poller gate
어도	갑문식 5×15m	갑문식 5×15m

○ 어도계획

어도는 본지구 回遊性어종(웅어 외 10종)의

이동효과, 경제성, 유지관리측면을 고려하여 갑문식으로 결정하였으며 어도의 크기는 향후 담수호내 어선의 통행에 이용할 수 있도록 5.0m × 15.0m로 계획하였다.

2. 방조제 끝막이 공사

가. 끝막이 공사시의 체제 안전관리

끝막이계획에 의해 시행되는 체절공사는 체절작업개시 이전에 현장상태를 세밀히 관찰 점검하여 대비하여야 한다. 결정된 체절구간을 확보하면 기간의 악화된 조류수리 상황으로 인한 바닥보호공 유실과 유심변동으로 인한 지반변동이 발생하여 위험한 지점이 발생하게 됨으로 이를 보강하여 체절시공시 안전하게 하여야 한다.

이외에 석산개발 및 각종 축조재료의 생산능력, 각종 필요장비의 대수 확보와 능력 점검, 철야작업을 위한 조명시설, 통신망 정비, 전담기술자 배치, 각종 기능공 확보(교대인원 포함), 축조재료 비축 및 적재장소 확보(돌망태 및 기타) 등을 고려하여 종합적으로 검토하여 시행계획을 수립하여야 한다.

체절공사에 있어 점검 및 확보하여야 할 사항들을 보면 다음과 같다.

- 1) 기 시공된 각종 공사상태를 안전점검하되 유속, 투수유속, 폭풍 등에 의한 제체 유실, 바닥보호공의 유실, 원지반세굴 및 제체사면 비탈끝 세굴로 제체가 불안하지 않는가를 점검하여 항시 보강한다.
- 2) 조류방향의 변화로 인한 유심 변동사항을 파악하고 이로 인한 지반변동 유무의 점검 및 정비
- 3) 소요판단된 각종 중장비 대수 확보 및 능력 검토(육·해상 장비)
- 4) 석산개발 상태가 1일 소요량 생산이 충분한

가의 점검(사석, 돌망태 및 기타)

- 5) 설치된 운반로 및 선착장의 규모와 활용도를 점검하고 체절기간전에 정비하여 원활한 운송이 되도록 한다.
- 6) 개방구간의 기 축조된 사석제에는 성토시공하여 안전하게 한다.
- 7) 철야작업을 위한 조명시설을 점검 확인
- 8) 신속을 기하기 위하여 통신망이 충분하기를 점검
- 9) 비상용 축조물량 확보 및 적재량 점검
- 10) 전담기술자 및 각종 기능공 확보 및 관리 조직표 작성 및 배치점검(교대인원, 숙소, 식당 기타 위생시설 등 포함)
- 11) 기동성 있는 선박 및 차량과 부상자를 위한 구급약품 비치 점검
- 12) 기록을 위한 사진촬영 및 시행기록판 설치 운영

나. 끝막이 후 체제 안전관리

끝막이공사 이전에 각종 공사상태를 완전점검, 보강하고 세밀한 계획하에 끝막이공사를 완료하였다 하더라도 극심한 유속과 싸운 상처는 여러가지 형태로 대단한 것이다. 바닥보호공의 유실, 원지반의 세굴, 내수위 급증으로 인한 제체의 불안, 투수유속으로 인한 제체비탈끝 세굴 및 폭풍으로 인한 축조재료의 유실 등은 모두 제체의 결유를 가져다 주는 원인이 되므로 끝막이후 체제 안전관리를 위하여 점검 및 보강에 인색하여서는 안되며 성토체절시까지 안심하여서도 안된다. 특히 대조시는 더더욱 그러하며 홍수유입량도 고려하여 배수갑문 조작으로 내외수위차를 최소로 줄여야 한다.

끝막이후의 안전관리에 중요한 사항들을 보면 다음과 같다.

- 1) 배수갑문을 개방하여 내외수위차를 최소한으

로 줄인다.

- 2) 바닥보호공 유실과 지반세굴사항을 조사하여 내외수위차에 관한 필요 流路長이 충분한가를 검토하여 사석, FILTER재 등의 필요 재료로 내외측을 보강한다(특히 대조시의 piping 작용에 대비)
- 3) 透水유속이 심한 부분을 조사하고 filter재 및 기타 재료로 포설 보강하여 투수유속을 감소시키는 동시에 체체비탈끝 지반유실을 방지해야 한다.
- 4) 상상치 않았던 일로서 사석제의 일부가 함몰 또는 sliding하는 예가 있으니 이에 대비하여 축조재료를 저장하여 둘 것. 특히 체절 후 入潮시 사석제폭 1/2~1/3 정도가 부분적으로 함몰 및 sliding하는 예가 많다.
- 5) 폭풍으로 인한 파랑에 제체유실과 越流방지를(특히 대조시) 위하여 대형사석, 돌망태 등으로 외측사면을 보호하고 체절提高를 높인다.
- 6) 성토작업을 극대화시켜 단시일내에 완료토록 하여 제체를 안전하게 한다.
- 7) 강우로 인한 내수위 상승을 검토할 것이며 배수갑문 조작요령을 작성하여 조작토록 해야 한다.

IV. 맺음말

홍보지구 농업종합개발(간척)사업이 완공되면 사업지구 인근저지대 침수피해예방은 물론 연간 148백만m³의 수자원을 확보하고 동시에 1,648ha의 국토확장과 48km의 해안선을 단축할 수 있으며 대천해수욕장, 대안해상국립공원과 연계되는 지역종합관광기반 구축으로 지역경제 활성화에 큰 기여를 할 것이다.

그러나 방조제, 배수갑문 등 주요구조물을 시공하는 데 조위와 시간의 제약을 받을 뿐 아니라 주로 연약지반위에 구조물이 축조되는 난공사이므로 적절한 공법과 엄격한 시공관리를 통해서만이 성공적인 공사를 수행할 수 있으며, 특히 방조제 끝막이 공사는 방조제 공사의 성패를 좌우하는 중요한 공종으로 물때에 맞춰 단기간에 공사를 시행해야 하므로 철야작업으로 인한 작업 인부들의 피로누적과 방조제 개방구간 축소로 인한 급속한 조류속의 변화 등 공사중 재해발생 요소가 내재되어 안전관리에 세심한 주의를 필요로 하는 등 고도의 기술력 없이는 성공하기 힘든 공사이므로 홍보지구 대단위농업종합개발(간척)사업을 통하여 보다 진일보한 간척기술이 축적되리라 생각한다. ⊗

보호구는 산업재해를 예방합니다

● 안전모

- 추락했을 경우 인체에서 가장 중요한 머리를 보호하는 목적으로 착용한다.
- 낙하물 및 비래물로부터 머리를 보호한다.
- 착용시 턱끈을 반드시 조여맨다.
- 안전모의 무게는 450g 이하, 머리끈과 두정부의 간격은 25~30cm가 적절하다.

