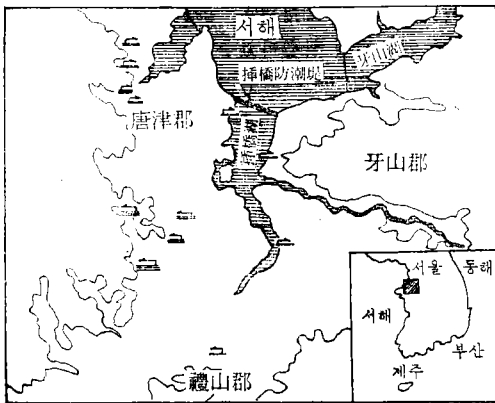


插橋川防潮堤工事に 對한 小考

李 鍾 模*

I. 序 論



插橋川 防潮堤 位置 平面圖

插橋川 農業綜合開發事業 地區中 18,000ha에 灌溉用水를 確保하기 爲하여 築造되는 插橋湖는 우리나라 中西部海岸에 位置한 5個의 大小河川(插橋川, 曲橋川, 無限川, 南源川, 道高川)이 合流하여 牙山灣으로 流入되는 插橋川 河口(牙山郡 仁州面과 唐津郡 新平面)에 堤防을 設置, 潮水流入을 차단 淡水化한 것으로 그 流域이 163,900ha에 達하며 滿水面積 2,017ha에 總貯水量은 8,400萬 m^3 가 된다. 뿐만 아니라 우리나라에서 가장 干滿潮差가 甚한(10.4 m) 潮位와 洪水의 影響을 받아 侵蝕과 堆積이 反復되는 狀況이 極히 甚한 地域으로 防潮堤 延長 3,360m 路線區間에는 300~400m 幅의 大濬이 3條가 形成되어 立地條件이 良好치 못한 現實에서 防潮堤 工事施行을 本格化한지 11個月만인 78年3月 20日에 防潮堤 最終締切 工事を 成功的으로 完了하였으 며 盛土締切과 더불어 内外側 외복공이 完了되어 이제 79年10月 竣工 目標로 마무리 工事を 서두르고 있다.

本工事を 推進함에 있어 最善을 다하여 檢討된

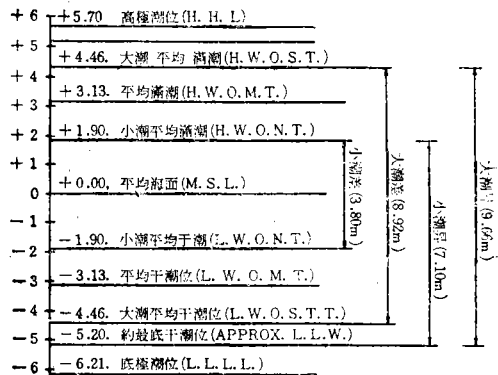
設計와 現地與件, 施工與件等 施工上의 問題點들을 補充하면서 이룩된 事項을 記述하여 紹介코져 한다.

1. 海象條件

가. 潮位現況

本防潮堤 位置에 最大干滿潮差는 10.40m로서 仁川港의 潮差보다 0.95m가 높으며 小潮干滿潮差는 3.80m이며 潮汐現況은 다음과 같다.

潮 位 表



流出入 潮汐量

開放區間	潮 位	潮 汐 量	備 考
3,360m	最高高潮	145,000,000 m^3	全區間開放
	大潮平均潮	130,000,000 "	"
	平均小潮	73,000,000 "	"

2. 基礎地盤 地質 狀況

本防潮堤 位置의 地層狀態는 No 18~No 24($l=600$ m)와 No 26+20~No 29+50($l=330$ m) 區間은 表土로 부더의 4~5m 泥土層이 堆積된 것을 除外하고는 大部分의 區間에서는 細砂 및 中砂混合泥土層을 이

*農業振興公社 插橋川事業所

루고 있어 標準貫入抵抗值가 4~10에 達하는 良好한 地盤을 이루고 있었으며 平均表土에서 17m 深度에 風化帶(Weathered Rock)가 있으며 以下 상당한 깊이에서 基盤岩(Sound Rock)이 있다.

3. 工事內容

가. 工事名: 插橋川 防潮堤 排水閘門

나. 目的: 農業用水, 生活用水 및 工業用水 供給을 爲한 用水源 確保

다. 效果: ① 有効貯水量 6,279萬m³ 確保(農地 擴大 4,982ha, 灌溉改善 18,000ha)

② 生活 및 工業用水 確保(生活用水 28,000m³/日, 工業用水 20,000m³/日)

③ 西海岸 産業道路 開發(陸路距離 40km 短縮)

④ 既設 防潮堤의 維持管理 節減 및 海岸侵蝕 防止(插橋川 防潮堤上流 週邊 大小 防潮堤 100km)

라. 淡水湖: ① 位置: 忠南 唐津郡 新平面斗 牙山 郡 仁州面 地域 插橋川 河口

② 流域面積: 1,639km²(≒163,900ha)

③ 滿水面積: 2,017ha

④ 貯水量: 總貯水量 8,408萬m³, 有効貯水量 6,279萬m³

⑤ 水位: 洪水位 EL+5.10m, 滿水位 EL+2.50m, 死水位 EL-1.50m

마. 主要工事

1) 防潮堤: 總延長 3,360m

構造: 石塊土砂 混成堤

동마루標高: +8.50m

동마루幅: 4.0m

最大높이: 26.0m

道路幅: 12.0m(Asphalt 鋪裝)

斜面勾配: 海側 1:2

內側 1:6

2) 排水閘門:

○ 軀體: 鐵骨止水壁付 鐵筋 Concrete 構造

○ 門扉: 鐵扉(Shell type Roller gate)

○ 延長: 137.5m

○ 規模: 20m×6m×6運 12門

○ 바닥標高: EL-3.50m

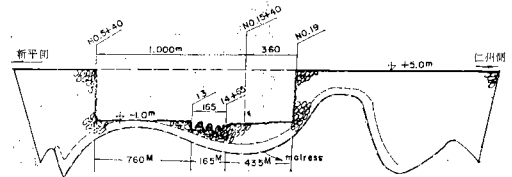
바. 工事期間

1976年 12月 24日 ~1979年 11月 30日(3個年)

II. 捨石堤 最終締切工事 紹介

本防潮堤와 排水閘門 工事は 77年 4月부터 本格化하여 78年 1月 30日까지 排水閘門工事に 力點을 두어 推進하였으나 各種 技能工 不足(海外就業으로) Concrete用 粗骨材 求得難(隣近石山은 石質不良으로 43km 海岸에서 採取 運搬 使用), 洋灰 需給 지연, 거푸집용 合板 品貴等으로 計劃工程보다 Concrete 打設이 지연되는 가운데 78年 1月末 現在 防潮堤捨石 築造 工事は 工程計劃되로 推進되어 開放區間이 1,360m 縮少되었으며 内外水位差와 潮流速은 增加되었다. (78年 3月中에 排水閘門 完了, 78年 4月中에 最終締切 計劃이 있었음)

防潮堤 捨石堤工事 推進 現況圖(78.1.31 現在)



1. 現況 및 問題點

가. 排水閘門(78年 1月 31日까지)

○ Concrete 打設...總 44,100m³ 中 29,000m³ 打設 한 狀態이였으며

○ 鐵扉...總 12門 製作 完了 1門 設置中임으로 延밀히 殘의 工程을 再樹立한 結果 特段의 措置를 取하여도 겨우 78年 5月 20日에 通水가 可能한 形便이였다.

나. 防潮堤

○ 捨石堤가 漸高漸縮됨에 따라 內水位는 最下 -1.5m에 머물었으며

○ 大潮時 内外水位差 $h_{max}=3.5m$ 潮流速 $V_{max}=4\sim5.0m/sec$ 이였다.

○ 排水閘門 開通後 最終締切하기 爲해서 70餘 日間 捨石堤 前進을 中斷하던 甚한 潮流速에 依한 流失 危險度가 크게 되었다.

○ 4月 以後는 潮高上昇과 雨期에 들어가게 되어 締切 適期가 못되고

○ 各種 임대 裝備 運行中止로 他現場으로 離脫될 우려가 있으며

○ 仁州側 石山으로 부터 運搬될 取付排水路 護岸用 방파석의 확보가 곤란하게 되었다.

2. 檢討

가. 排水閘門工事は 78年 5月 20日까지 特段의 措

取를 取하여 完了하고

나. 締切後 排水閘門 通水까지 流入洪水量과 捨石堤 透水量을 考慮 內水位上昇을 檢討하여 安全할지 現場實情에 符合토록 計劃보다 1個月 앞당겨 78年 3月 까지 締切하는 案이 效果의인 案으로 檢討되었다.

透水區間: 1,000m, 降雨頻度採擇: 4月中 30年 頻度, 捨石堤 透水係數: 1.0m/sec로 假定하여 檢討한 結果

*平常時 peak 內水位: +2.0m

*30年頻度時 peak 內水位: +3.8m

*50年頻度時 peak 內水位, +4.0m

으로 安全한 것으로 判明되었다.

締切後 內水位 上昇 檢討(參考)

2日 最大 連續 降雨量

水原地方의 40年(1935~1974)間 降雨記錄值 中 排水閘門의 假締切 切開를 5月 20日頃으로 할 경우에 3月, 4月, 5月의 最大 2日 連續 降雨量을 頻度 處理한 結果 下記表와 같으며 同期中 제일큰 4月의 30年 및 50年 頻度值를 擇하여 檢討하였음.

月別 洪水量(3. 4. 5月)

頻度別	區分	單位	3月	4月	5月	備考
30年	降雨量	mm/2日	84	119.1	98.6	
	最大洪水流入量	m ³ /sec	921	1,460	1,139	
	月平均流入量	m ³	112,000,000	268,000,000	105,000,000	
50年	降雨量	mm/2日	93.9	132.9	109.1	
	最大洪水流入量	m ³ /sec	1,069	1,670	1,300	
	月平均流入量	m ³	126,000,000	304,000,000	117,000,000	

K; 透水係數 (m/sec)

i = 動水勾配 $(\frac{h}{L})$

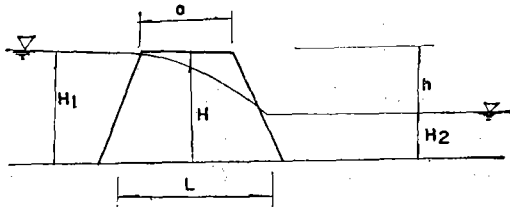
A; 單位幅當 透水斷面(m²)

條件 3; H₁ = H > H₂ (越流量이 없을 境遇)

$$h = H_1 - H_2$$

$$L = a + 2H - \frac{H_1 + H_2}{2}$$

$$A = \frac{H_1 + H_2}{2}$$



3. 4. 5月의 降雨頻度(2日 降雨) (단위: mm)

月別 頻度別	3月	4月	5月	備考
5年	48.1	68.7	60.5	
10年	62.4	88.7	75.7	
20年	76.2	108.0	90.3	
30年	84.0	119.1	98.6	
50年	93.9	132.9	109.1	
100年	107.2	151.6	123.3	
200年	120.6	170.3	137.7	

洪水流入量

30年 및 50年 頻度의 洪水 流入量을 基準하여 計算하였으며 降雨量, 最大 流入量 및 月 最大 流入量은 下記表와 같다.

捨石堤 透水量 計算

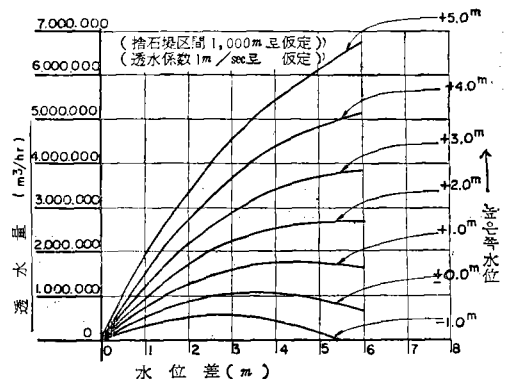
本計算은 Darcy公式을 適用하였으며 透水量에 加한 影響을 미치는 要素는 透水係數로서 K값을 1.0m/sec로 擇하였다.

公式 Q = KiA Q; 單位幅當 透水量(m³/sec)

$$i = \frac{h}{L}$$

上記 條件 越流量이 없는 境遇에 해당하므로 計算한 結果는 下記 圖表와 같다.

捨石堤透水量曲線圖



內水位 上昇 計算 結果

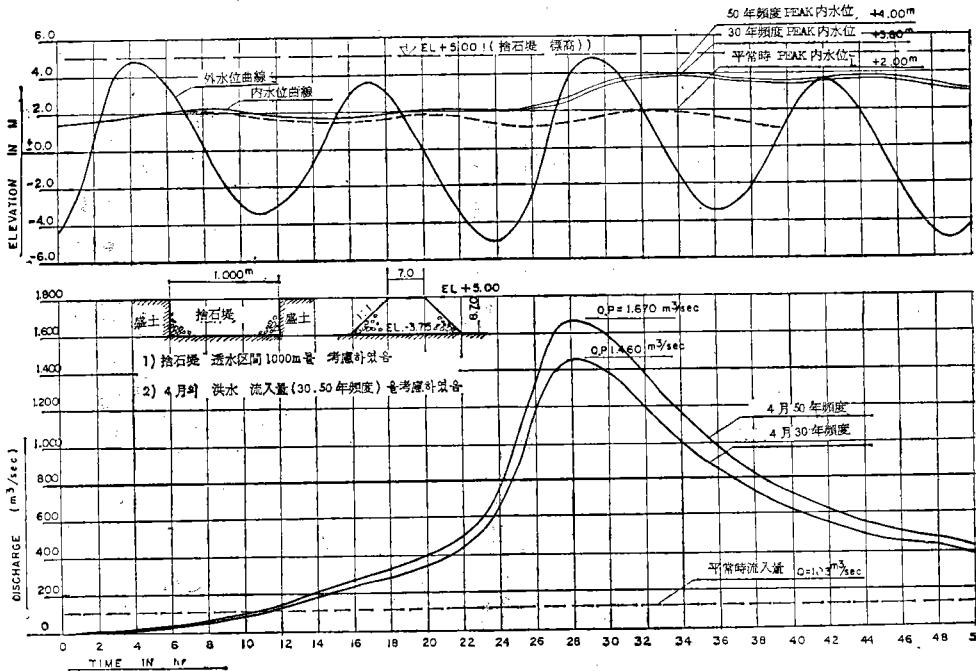
4月の 30年과 50年 頻度の 洪水流入量 및 平常時 流入量과 捨石堤 透水區間 1,000m를 考慮하여 大·

中·小 潮中 제일 不利한 大潮時 內水位 上昇을 計算한 結果 다음과 같다.

最大 內 水 位 表

頻 度 別	降 雨 量	最大洪水流入量	透 水 區 間	最高 內 水 位	備 考
平 常 時	— mm	103m ³ /sec	1,000m	+2.00m	
30 年 頻 度	119.1 "	1,460 "	"	+3.80 "	
50 年 頻 度	132.9 "	1,670 "	"	+4.00 "	

締切後洪水時 및 平常時內水位 豫想曲線圖(大潮時)



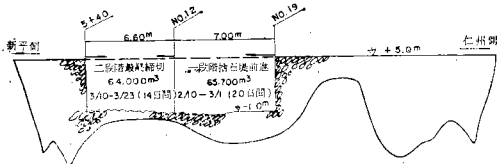
다. 締切計劃

上記 “가”項의 問題點을 감안하고 締切後 內水位 上昇 檢討結果 30年頻度の 降雨時 內水位 +3.8m로 捨石堤安全에 미치는 영향이 크지 않을 것으로 보아 1個月 앞당겨 78年 2月 10日~3月 24日間에 締切을 施行키로 結定하였다, (其他檢討는 생략)

3. 床固工 및 地盤流失

“나”項과 같이 78年 2月 10日~3月 24日 間에 締切할 것을 結定하고 2月 1日~2月 9日 까지 大潮일 으로 未連結된 165m를 漸高施工中 아래와 같이 床固工 및 地盤流失이 發生하였음.

- 日字 : 78年 2月 6日 20:00(舊正前日)
- 區間 : 112m
- 高潮位 : +4.79m
- 潮流速 : $V_{max} = 4.22m$
- 水位差 : $h = 1.05m$ (當日最大 $h_{max} = 2.80m$)
- 原因 : *潮流速에 床固工 上下流 原地盤의 洗掘로 捨石堤 비탈이 崩壞 및 流失되기 始作하였고 *極基한 潮流速으로 捨石堤와 床固工의



局部的인 表面流失이 連續되다가 終乃는 流心이 集中되고 流路擴大로 流失되였다.

- 流失量: 床固捨石 流失量=12,000m³
- 原地盤 流失量=54,000m³
- mattress 流失量=112m(幅=70m)

4. 最終縮切 計劃 再樹立 및 施行

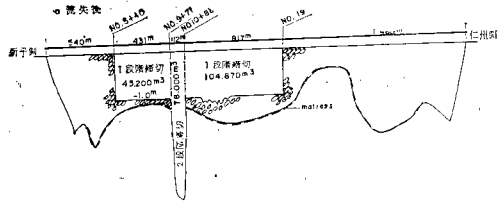
床固工 및 地盤流失 發生으로 防潮堤 諸般與件이 變動되어 불가피, 1,2段階別로 나누어 縮切하게 되었다.

가. 問題 點

- 流失區間으로 潮流가 集中됨으로 漸次的인 流路擴大가 우려되어
- 流失區間 兩岸 斜面에 護岸工이 時急하나 filter 및 돌담태 運搬이 潮位 및 流速의 影響으로 陸上이나 船舶 作業으로도 곤란하게 되었다.

나. 計劃樹立

縮切計劃은 地盤流失을 감안한 諸般水理 條件, 時期等を 考慮 3個案을 檢討하였다.




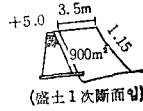
○ 縮切 方法 및 時期決定

112m 區間에 床固捨石 및 地盤流失로 諸般 水理 條件 및 工事 條件이 變更되어 아래와 같이 3個 縮切案을 檢討하여 縮切方法 및 時期를 決定함.

3個 縮切案의 比較 檢討

區 分	1 案	2 案	3 案	備 考
縮 切 方 法	(3/23 縮切完了) 	(5/23 縮切完了) 	(5/23 縮切完了) 	
縮 切 時 期	○ 3/10까지 1단계 縮切 ○ 3/23까지 2단계 縮切	○ 3/10까지 1段階 縮切 ○ 5/10까지 盛土施工 및 排閘工事 推進 ○ 5/23까지 2段階 縮切	○ 4/10까지 盛土施工 및 排閘工事 推進 ○ 5/10까지 1段階 縮切 ○ 5/23까지 2段階 縮切	排水閘門 通水豫定日 78. 5. 20
縮 切 法	1段階: 漸縮 2段階: 漸縮漸高	左 同	左 同	
排水閘門通水와 關係	○ 先捨石堤 縮切하고 後排水閘門通水	○ 排水閘門通水後 2階 段 縮切	○ 排水閘門通水後 1 및 2階 段 縮切	
潮流水理 條件	○ 小大潮 回數 小潮: 3回 大潮: 3回 ○ 最 高 潮 位 +4.73m ○ 最 大 流 速 V' _{max} =6.31m/sec ○ 流 速 發 生 持 續 時 間 V'=4m/sec以上: 237時 間	小潮: 7回 大潮: 7回 +5.23m V' _{max} =6.40m/sec V'=4m/sec以上: 707時 間	小潮: 7回 大潮: 7回 +5.23m V' _{max} =6.40m/sec V'=4m/sec以上=287 時 間	

插橋川防潮堤工事に對한 小考

	$V \geq 5\text{m/sec}$ 以上 : 99.5時間	$V \geq 5\text{m/sec}$ 以上 : 243.5時間	$V' \geq 5\text{m/sec}$ 以上 = 105時間	
	$V \geq 6\text{m/sec}$ " : 4.5	$V \geq 6\text{m/sec}$ " : 24.5	$V' \geq 6\text{m/sec}$ " = 6.0 "	
○ 最大 水位差	$H_{\max} = 2.46\text{m}$	$H_{\max} = 2.5\text{m}$	$H_{\max} = 2.46\text{m}$	
○ 水位 差發生 지속시간	$H = 1\text{m}$ 以上 : 253.5hr $H = 2\text{m}$ " : 17.5 "	$H = 1\text{m}$ 以上 : 693hr $H = 2\text{m}$ " : 525 "	$H = 1\text{m}$ 以上 : 295hr $H = 2\text{m}$ " : 20 "	
氣象 條件				※ 1972~1977 (6년간) 당진측후 소기록
○ 降雨日數 (10mm以上)	10日間	53日間	53日間	
○ 最大降雨量 (2日 連續)	$R_{\max} = 39.1\text{mm}$	$R_{\max} = 95.5\text{mm}$	$R_{\max} = 95.5\text{mm}$	"
○ 最大 風速	$W_{\max} = 8.1\text{m/sec}$	$W_{\max} = 10.2\text{m/sec}$	$V_{\max} = 10.2\text{m/sec}$	"
工事條件				
○ GAP 區間擴大 流失與否	期間이 짧으므로 流失量이 적음	期間이 길므로 流失量이 큼	左 同	
○ 床固 捨石 流失與否	1段階 締切로 捨石堤가 築造되므로 流失量이 적음	左 同	長時日間に 潮流 出入으로 流失量이 큼	
○ 종단 방향의 地반세굴	3/23 以後에 종단 방향 으로 세굴이 防止되	5/23以後에 종단 방향으 로 세굴이 防止되	左 同	
○ 兩岸護岸工 築造	1段階 締切後 即時 築造 가 可能하며 作業時間에 制限이 없음	左 同	海上作業으로 長時日이 要하며 精確도가 없음	
○ 盛土 施工 (2/10~5/23)	2/10~3/10(30日間) : 1段階 締切 3/11~3/23(14日間) : 2段階 締切 3/24~5/23(60日間) 盛土 施工 既施工分 : 1,034m 追加施工可能 15,000m³/日×50日/900 m²=840m (※ 捨石堤 締切로 流失 은 적음)	2/10~3/10(30日間) : 1段階 締切 3/11~5/10(60日間) : 盛土 施工 5/11~5/23(14日間) : 2段階 締切 既施工分 : 1,034m 追加施工可能 10,000m³/日×50日×08 /900m²=450m ※ GAP區間 捨石 補強 과 新平側 石山에서 filter제 운반이 barge에 의존하게 됨으로 능률이 低下됨	2/10~4/10(60日間) 盛土 施工 4/10~5/10(30日間) : 1段階 締切 5/10~5/23(14日間) : 2段階 締切 既施工分 : 1,034m 追加施工可能 10,000m³×50日×0.8/ 900m²=450m 左 同	
5月23日以後 盛土未施工區間	1,340m	1,738m	1,738m	
締切後 捨石堤 安全 與否	3/23締切後 內水位 上昇으로 盛土未施工 區間에 piping이 發現됨 ① No 10+65~No 10+85(L=20m) ② No 9+69~No 10(L=31m) ③ No 13~No 14+50(L=150m) ④ No8+50部分	締切前 盛土區間은 piping에 安全하나 未盛土 區間 1,738m中 아래 區間에 piping이 發現됨 ① . ②. ③. ④	左 同	

	⑤ No 26部分 ※ 締切後 平常時 內水位 +2.0m 4月中 30年 頻度降雨時 內水位 ; +3.8m 4月中 50年 頻度降雨時 內水位 ; +4.0m			
排開取付排水路 用방곡식운반	捨石堤 締切로 仁州石山에서 陸路로 運搬 可能	捨石堤 未締切로 海上 (barge) 運搬을 하여야 함으로 2중 運搬이 되며	左 同	新平側 石質 不良으로 因함
貸與 裝備 分散 與否	繼續作業으로 分散우려 없음	1段階 締切後 裝備 分散 우려가 있음	捨石堤 作業이 中止 됨으로 分散 우려가 큼	

結論

上記 3個 方案을 比較 檢討한 結果 時期 水理條件 氣象條件 및 工事 條件 및 上記 1)항에 문제점 等으로 볼때 1案이 가장 유리하며 다만 締切後 內水位 上昇으로 因한 捨石堤에 piping 作用으로 決潰가 우려되나 1段階 締切 進行中 床固 捨石 補強과 內側에 혼합 filter材 投下로서 (±0.0m 以下) piping 作用을 防止하는 方向으로 最大한 努力하면서 最終締切을 完了하며 完了即時 捨石堤 및 內側 床固工 全般에 걸쳐 補強하여 piping 作用을 抑制하는 1案을 採擇함

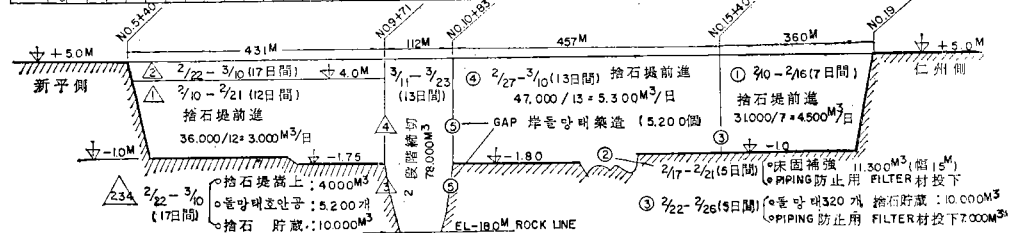
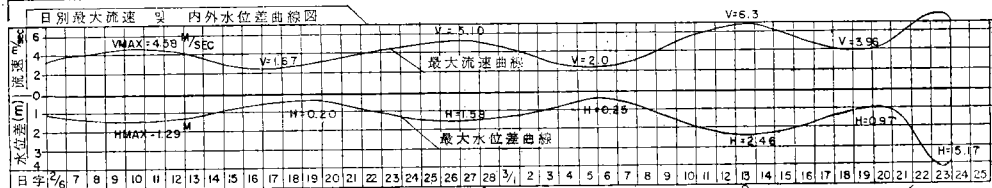
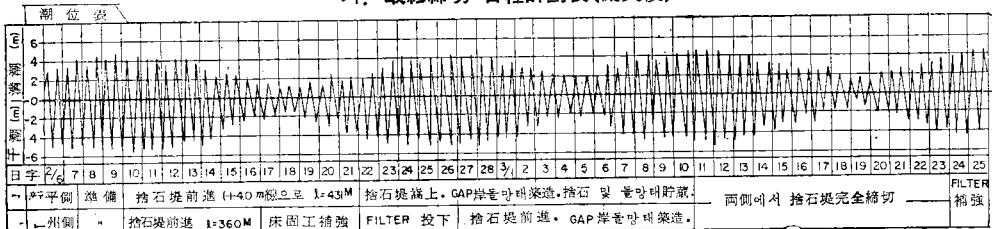
1段階 締切 : 2/10~3/10(29日間) ... 新平側 No 5+40~No 9+71(431m) 捨石堤 前進 (捨石堤 先端에 돌방대 補強 捨石저장 포함)

仁州側 No 10+83~No 19(817m) 捨石堤 前進 (捨石堤 先端에 돌방대 補強 및 捨石저장 포함)
2段階 締切 : 3/11~3/23(13日間) ... 兩側에서 No 9+71~No 10+83(l=112m) 締切
○締切方法 : 1, 2段階로 나누어 締切
○締切時期 : 2/10~3/10(29日間) ;
1段階締切(431m+817m=1,248m)

3/11~3/23(13日間) ; 2段階締切(流失區間 112m)
○切締工法
1段階 : 漸縮式 2段階 : 漸縮漸高式 병행
○排水閘門通水와의 關聯 : 先捨石堤 締切, 後 排水閘門 通水(78. 5. 20. 通水예정)

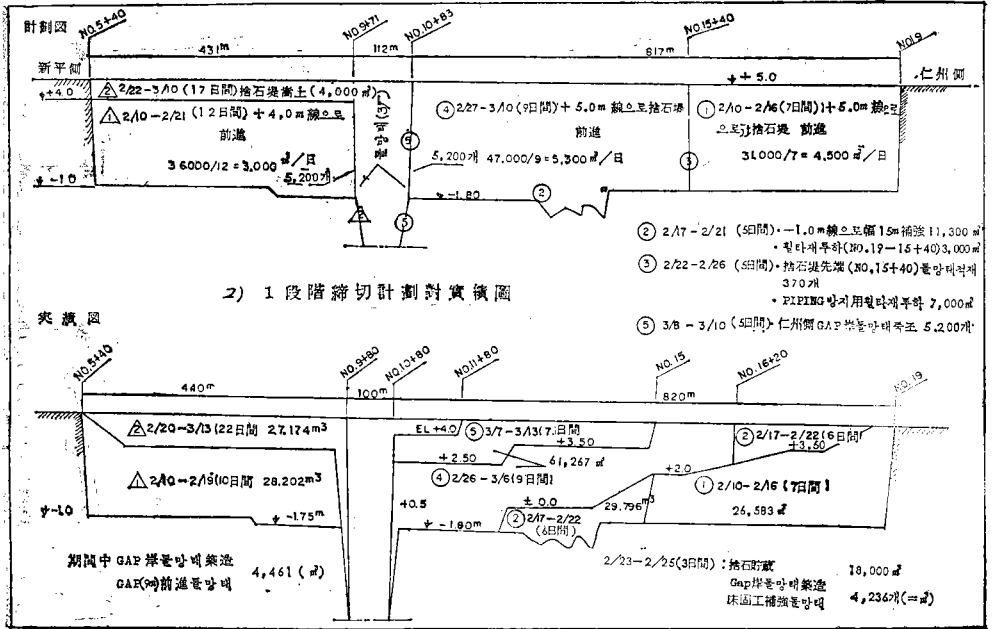
5. 最終締切作業 施行

가. 最終締切 日程計劃表(流失後)

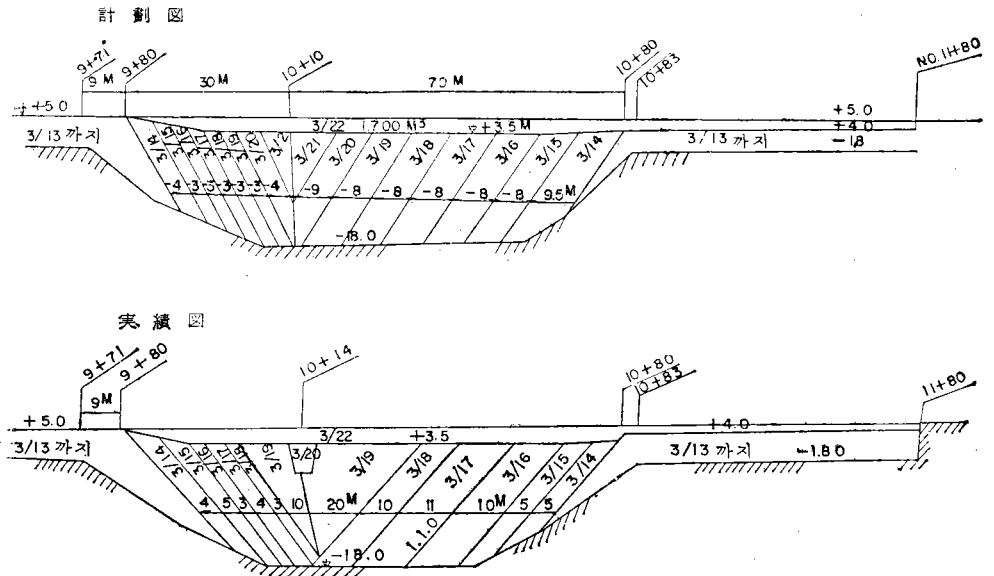


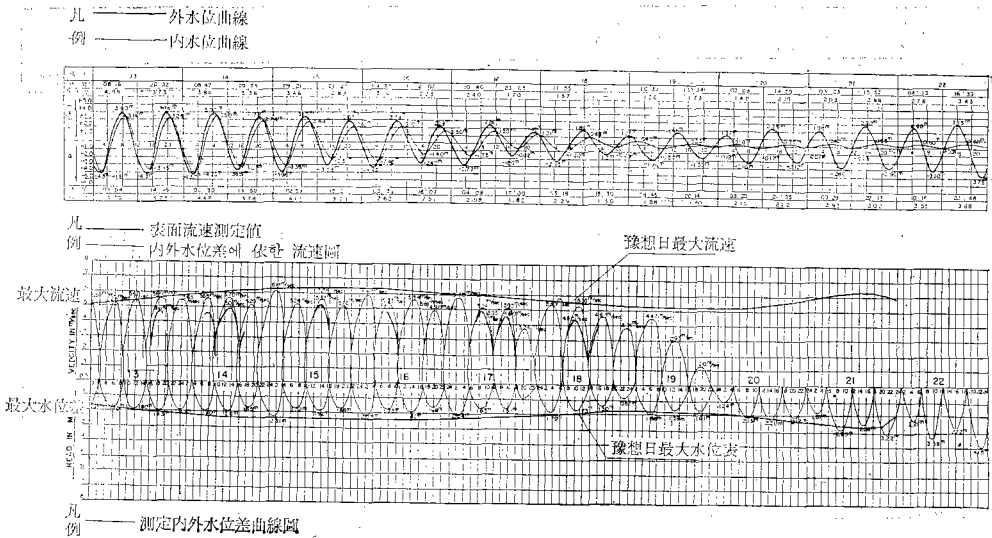
插橋川防潮堤工事に對한 小考

나. 1段階 締切計劃對實績圖



다. 2段階 締切計劃對實績圖





라. 締切期間 各種 計劃對 實績

區 分	計 劃	實 績	備 考	
一段階締切	新 平 側	2/10~3/10	2/10~3/13	
	仁 州 側	2/10~3/10	3/10~3/13	
二段階締切	3/14~3/23	3/14~3/20		

區 分	細 分	計 劃	實 績	備 考
締 切 期 間	一 段 階	2/10~3/10	2/10~3/13	3일간 지연
	二 段 階	3/14~3/23	3/14~3/20	3일간 단축
投 入 物 量	一 段 階	150,070m³	186,155m³	
	二 段 階	78,000 "	74,922 "	
	計	228,070 "	261,077 "	
1日 最大投入量	平 均	8,300m³	9,435m³	
	最 大	8,300 "	11,040 "	
裝 備 投 入	Dump truck	91臺	124臺	期間中 最大 投入臺數임
	쇼벨 도차	8 "	14 "	
	페이로드	4 "	5 "	
	Barge	11 "	11 "	
最大 水位 差 最大 潮流 速 發生	h_{max}	5.17m	2.46m	3일간 단축되어 潮位와 관련됨
	V_{max}	6.30m/sec	6.31m/sec	
排 水 閘 門 通 水		5月 20日	6月 26日	
捨石堤透水係數	K	1.0m/sec	0.444m/sec	潮位와 關連 內水位變動을 測定하여 求한 實測치 임

※ 상세한 部分은 插橋川 防潮堤 最終締切 計劃 및 施行 기록치參照

Ⅲ. 設計와 施工에 對한 提言

1. 排水閘門 工事期間은 充分한 工期賦與

工程計劃對實績表

工 種	計 劃 對實績	77 年 度				78 年 度				79 年 度				備 考
		1/4	2/4	3/4	4/4	1/4	2/4	3/4	4/4	1/4	2/4	3/4	4/4	
排水閘門 工事	計 劃													門別通水期間 (78.5.20~7.23)
	實 績	(工事期間)				■ (開通期間)								
防潮堤 捨石堤 最終締切	計 劃													最終締切期間 (78.2.10~3.20)
	實 績	(工事期間)				(締切期間)								

가. 狀 況

排水閘門工事は 捨石堤 最終締切 以前에 完了하여 洪水排除는 勿論 이려니와 最終締切時에 内外水位差를 最小限으로 하는데 効果의으로 使用코지 하

였으나 여러가지 복합적인 사유로 計劃된 工期內에 完成치 못하고 不得已 最終締切 完了 2個月後에 1門이 開閉할 수 있었고 4個月後 6門이 開閉할 수 있었다.

區 分	78年 5 月		6 月		7 月		備 考
	10	20	10	20	10	20	
排閘 開閉 可能		①	②	③	④	⑤ ⑥	洪水 排除
排閘 橋梁 開通				○			工事用車輛通過

나. 事 由

① 山林法 強化로 各種 土石材 採取場 認許의 지연

② 隣近 石山인 望客山이 宗中山임으로 使用 承氣 溫

諾 지연으로 石山開發 지연

③ 77年 1月~3月에 50年 頻度의 酷寒으로 冬節 作業이 非能率의이었으며 實際 作業의 本格化는 77年 4月 15日 以後로 排水閘門 假締切 工事 지연(假締切 盛土完了: 77. 2~3月)

表(77年度)

區 分	1 月		2 月		3 月		備 考
	最高	最低	最高	最低	最高	最低	
氣溫(平均) °C	-2.2	-10.7	2.9	-5.9	10.6	-0.6	

④ 排水閘門 軀體 터파기量의 과다 軀體 및 取付 排水路 土砂 및 岩盤 切取期間이 長期所要(總 467,000m³ 中 岩切 67,000m³ 포함)

⑤ 隣近石山(望客山)을 開發하였으나 Concrete

骨材로 不適合하여 43km 遠距離인 海邊(長古項里) 骨材를 採取運搬함으로 骨材搬入遲延(粗骨材量: 40,000m³)

Concrete 打設 計劃對實績表(77. 12. 30까지)

區 分	總 量	計 劃	實 績	%	備 考
CON'C 打設	44,100m³	40,000m³	25,000m³	57	殘量 4,100m³은 78.3까지 打設에정

粗骨材 運搬 및 Concrete打設 實績表

區分	77 年 度							計	78年度		
	6	7	8	9	10	11	12		1	2	3
粗骨材運搬	1,075	2,453	766	4,636	4,844	4,672	4,180	22,636	7,754	2,780	850
CON'C打設		242	804	6,334	7,547	6,745	3,383	25,055	4,235	2,270	3,435

區分	78 年 度						計	合 計	備 考
	4	5	6	7	8	9			
粗骨材運搬	4,490						15,874	38,510	
CON'C打設	2,375	3,832	1,952	656	432	219	18,405	43,460	잔량 640m³는 '78년말 기까지 타설

⑥ 各種 技能工 不足으로 工事 지연 海外就業으로 優秀技能工이 量的으로 不足하였으며 特히 木工과 鐵筋工 不足現狀으로 Concrete 打設 지연

⑦ 거푸집用 合板 品貴 波動으로 거푸집 資材確保 遲延

다. 結 論

上記 事由에서 論한바와 같이 排水開門工事 지연은 施工者의 計劃蹉跌도 있겠으나 設計 및 工程計劃 樹立時 豫想치 못한 酷寒과 山林法 強化로 認許 可取得 및 石山主 승락 지연, 石質이 Concrete用 骨材로서 不適合, 各種 技能工이 多數 海外就業으로 因한 技能工 不足, 工事用 資材와 洋灰 品貴波動, 노후화된 장비운영, 人夫動員 애로 등 主要因이 되었다.

排水開門 工事期間은 充分히 考慮하여 工程에 서 달림과 철야작업이 없고 품질 관리에 철저를 기하여야 함은 물론 이려니와 排水開門 開通後에 防潮堤 最終締切時 負擔은 輕減할수 있도록 앞으로는 工程이 樹立되어야 하겠다.

2. 土石採取場은 所要物량을 감안 여러곳에 選定

가. 設 計

所要量 : 3,200,000m³

石 材 : 1,100,000m³

土 材 : 2,100,000m³

計劃된 石山 : 2個所

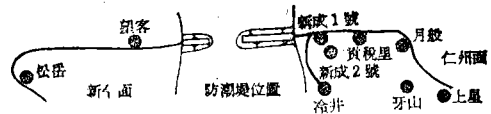
始點側 : 1個所(望客山)

終點側 : 1個所(冷井山)

나. 石山開發 實績

○ 石山開發 個所數

區分	單位	始點側 (新平側)	終點側 (仁州側)	計	備 考
計劃된 石山	個所	1	1	2	
實地開發石山	"	2	8	10	



○ 石山開發 및 1日 生産 可能分

區分	石山名	運 搬 距 離	埋 藏 量	1日生産 可能分	備 考
始點側 (新平側)	望客山	5.3 km	400,000 m³	1,500 m³	
	松 岳	20.0	200,000	400	
	小 計		600,000	1,900	
終點側 (仁州側)	新成1號	6.4	72,000	500	開發中 페 지
	" 2號	7.5	350,000	1,800	
	貫稅里	8.5	13,000	500	
	上星里	15.2	460,000	1,000	
	牙 山	15.0	150,000	300	
	冷 井	6.2	100,000		
	其 他		130,000	500	
小 計		1,392,000	4,600		
合 計			1,992,000	6,400	

※ 上記 1日生産 可能量은 晝間作業을 基準한 것 임

다. 1個所로 計劃할시 長短點

○ 豫想치 않은 運搬路과피 등이 있을때 運搬이 中止된다.

○ 作業場에서 천공이나 發破 및 運搬過程에서 安全事故가 發生하던 全般的으로 運搬 作業 中止될.

○ 開發 初期에는 作業場이 狹少하여 完全開發되 기까지 多量 生産이 곤란하며 所要重裝備소통에 지 장이 많아 必要時 多量 運搬이 곤란함.

○ 開發 및 運搬路 開設 및 維持費用이 經濟的이 다.

○ 推定 매장량보다 實地매장량이 적거나 岩質이 不良하여 불가피하게 他石山을 開發하게 될 때 工程지연과 工事費가 增加될때가 있으므로 不實工事 가 우려된다.

○ 石山主가 많은 보상비를 要求하거나 開發에 不 應할 우려가 있다.

○ 運搬路 유지관리와 石山 復舊造景費用이 經濟 的이다.

라. 結 論

防潮堤締切은 計劃된 時期에 物量을 投入하여야 成功的으로 完了할수 있다는 것은 지극히 상식적인 으로 石山을 1~2個所로 한정하여 計劃할시 石山補 償費, 開發費 運搬路設置 및 維持費, 石山 복구 造 景費 등 經濟的이나 重裝備 소통 지장, 完全開發되 기까지 作業場 確保 不意의 事故에 依한 作業中止 等으로 計劃量을 運搬하지 못함으로 막대한 피해와 工程지연이 우려되며 예상 매장량이 감소, 또 岩質 不良으로 他石山 開發이 불가피할시 계약자에 과다 投資등으로 不實工事가 우려되는 점을 고려하여 여 러곳에 計劃함이 타당하다고 본다.

3. 最終締切工法採擇 및 施工의 再考

가. 締切工法의 特性

1) 漸高式工法

- 最大流速을 적게 할수 있다.
- 締切作業中 內外水位差는 크다.
- 築造材料 運搬은 主로 海上作業 또는 케이 블카로 이루어진다. (築堤地盤이 낮은 경우)
- 土質條件에 따라 다르겠지만 床固工 內外側 으로 全區間의 洗掘深度가 깊다.

○ 締切이 完了될시까지 全捨石堤區間으로 潮 水가 越流됨으로 築造재료의 流失量이 크며 심하면 床固工 및 地盤의 위험이 있다.

○ 單位幅當 流量은 적다.

2) 漸縮式工法

- 最大流速은 크다.
- 最大水位差는 적다.

○ 築造材料 運搬을 主로 陸上으로 할수 있다.

○ 通水斷面이 縮少됨에 따라 流速은 增大되고 流心 集中으로 床固工 流失로 因한 地盤 流失度가 크다.

○ 一旦 축조된 部分은 潮水의 越流가 없어 盛土 施工이 可能함으로 地盤 洗掘과 築造材料의 流失이 없다.

○ 單位幅當 流量이 많다.

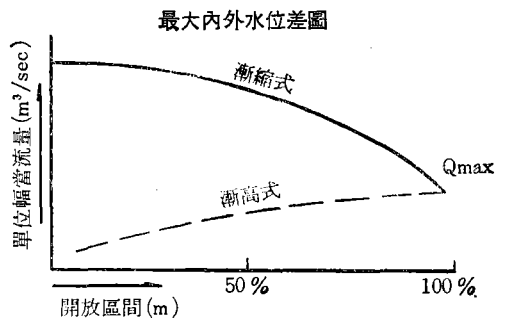
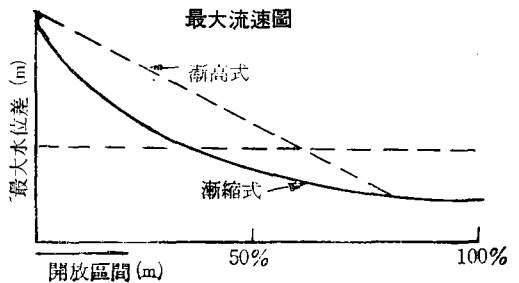
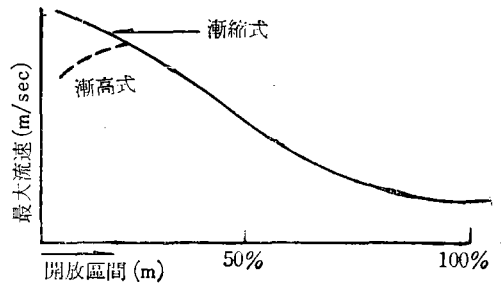
3) 漸縮漸高 併用式工法

○ 開放區間의 水理條件을 兩個工法으로 調和 시켜 水理學的으로 有利한 工法으로 調整할 수 있다.

○ 一般的으로 大規模 防潮堤 締切에 適合하다.

○ 最大流速 發生 標高以下 범위까지 漸高式으로 하고 나머지는 漸縮式으로 縮少 締切하는 것이 水理的으로 有利하다.

○ 築造材料 運搬은 陸海上으로 할수 있다.

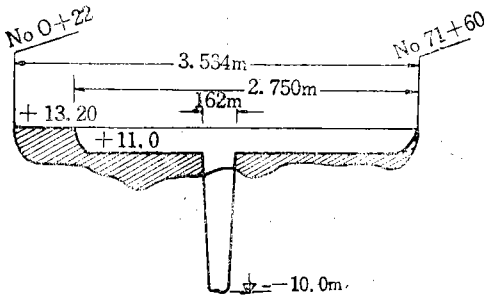


單位幅當流量圖

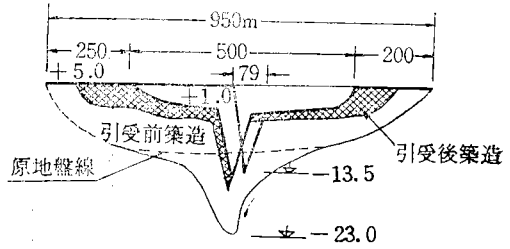
나. 締切中 地盤 洗掘 實例

現在까지 大小規模의 防潮堤 工事中 大規模 防潮堤 例를 들면 다음과 같다.

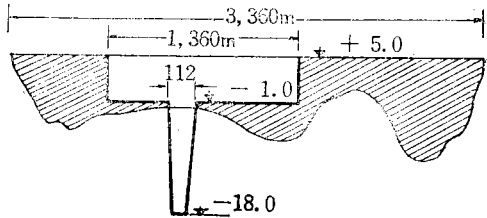
1) 東津江 第2號 防潮堤



2) 南陽 1號 防潮堤



3) 挿橋防潮堤



4) 地盤流失 事項 比較表

防潮堤別	最終締切延長計劃		地 盤 流 失 現 況					
	當 初	變 更	日 字	l	V	h	被 害 事 項	原 因
東津江 (2號)	1,000 漸高式	2,750 漸高式	'66.9.15 (退潮時)	162 ($H=23m$)	4.01 m/sec	3.28 m	捨石 20,300 m ³ 空 豆 162 m ³	pipng
南 陽 (1號)	900 漸高式	500 漸高式	'72.3.2 (退潮時)	79 ($H=14.5m$)	7.00	3.69	捨石 12,000 m ³ 地盤流失 22,400 m ³	pipng
挿橋川	1,000 漸高漸縮	1,360 漸縮式	'78.2.6 (退潮時)	($H=17m$)	4.22	1.05	捨石 12,000 m ³ 地盤洗掘 54,000 m ³	床固工 流失로 流心集合으로 捨石堤流失 *最終締切 紹介 參照
牙 山	1,000 漸高式	漸高漸縮						築造過程에서 材料 流失은 있었으나 地盤流失은 없음

防潮堤別	締 切 施 行								日 最 大 投 入 量	備 考
	一 段 階				二 段 階					
完了日字	l	V_{max}	h_{max}	完了日字	l	V_{max}	h_{max}			
東津江 (2號)	67.3.27	2,659 漸高漸縮	6.52 m/sec	3.15 m	67.4.2	91 漸高漸縮	6.25 m/sec	3.25 m	m ³ /日 2,000	
南 陽 (1號)	72.1.19	4.21	8.60	3.50	72.4.22	72	7.80	3.60	5,100	
挿橋川	78.3.13	1,260	6.31	2.38	78.3.20	100	6.12	2.31	11,000	
牙 山										

다. 最終締切에 따른 問題點

各 地區 共히 締切 計劃 樹立時 海象, 潮流水理 氣象, 地盤條件을 綿密히 分析하고 施工者의 技術, 資金, 裝備能力 條件을 充分히 고려하여 計劃 最善을 다하였으나 上記 地區들에서 大量의 地盤流失을 보았다.

○ 各 地區의 條件別로 地盤 流失에 對한 水理 模型 試驗을 거쳐 設計

○ 潮汐 築造材料 運搬裝備의 能力과 運搬量을 감안한 工法採擇(이때 流失, 洗掘等도 고려)

各 地區 最終締切時 日最大 捨石運搬投下量表

防堤 潮別 締日	東津江	牙山	南陽	插橋川	비고
日最大 投下量	67.4.2 m ³ /日	73.3.2 m ³ /日	72.4.22 m ³ /日	78.3.20 m ³ /日	주야 작업

(※ 大部分이 Dump Truck에 依해 運搬된 것임)

○ 漸高式 工法으로 施工할시 潮位와 潮流速에 制限을 받는 Barge에 만 依存하지 말고 우리 實情에 맞는 裝備開發

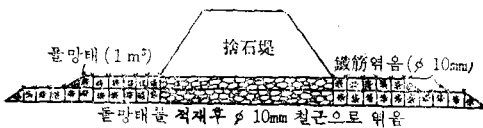
(*和蘭에서는 케이블카 使用)

○ 地盤流失 防止用 mattress와 床固工의 工法開發

○ 가장 理想的인 工法이라도 施工者의 收支採算이나 能力에 미치지 못하면 實現性이 없으므로 이에 對한 解消策

4. 床固用 돌망태 設計 再考

가. 設 計



나. 施工狀態

나. 施工狀態



○ 陸上에서 돌망태를 製作 運搬投下(陸路 및 海上으로) 됨으로 돌망태 形態 유지策講究

○ 海上으로 投下時 精確한 位置와 一定한 두께가 되도록 投下工法開發

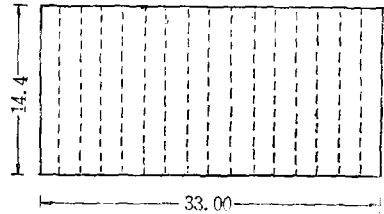
○ 陸上으로 投下時 潮流 出入時마다 유실되는 運搬路 정비에 부단한 노력이 必要하며 投下後 두께 정리作業困難

다. 結 論

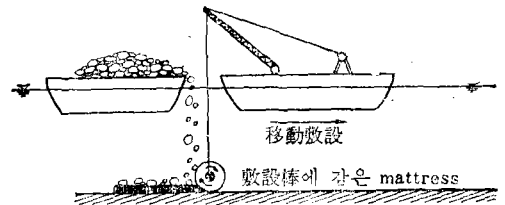
上記 施工狀態에서 記述한바와 같이 돌망태 投下 과정에서 오는 形態變形, 一定한 두께가 되도록 投下, 陸上 運搬時 進入路 形成 및 돌망태 間격 사이에 捨石 挿入等を 고려하여 設計時 床固工으로서 돌망태단을 使用하는 것을 지양하고 一般捨石(AI SIZE)과 돌망태를 적당할 비율로 混合設計 함으로서 (돌망태 70~80%, 捨石, 20~30% 정도) 기능면에서 좋고 施工과 工事管理가 容易할것으로 본다.

5. 매트레스(mattress) 水中 敷設方法 開發의 必要

規 格



가. 敷設施行



① 매트레스(mattress)를 制作하여 敷設棒에 담아 水中 基礎地盤에 넣어 敷設船을 移動하면서 敷設

② 干潮 또는 滿潮位 靜潮時 前後하여 敷設

③ 敷設位置 確認을 위하여 防潮堤 路線中 露出되는 干瀉地 또는 始終點陸上에 깃대 또는 水上에 浮子 등 設置하여 位置를 確認하면서 敷設

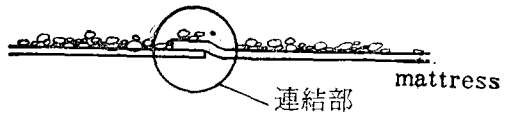
④ 敷設船을 移動하면서 mattress 敷設이 始作되면 捨石 또는 돌망태를 Barge에서 投下(그림 參照)

나. 開發하여야할 問題點

基礎地盤 保護用 mattress 敷設 方法은 特殊施設의 敷設船 開發 等 敷設條件에 따라 여러가지가 있으나 上記 그림과 같은 方法을 擇하였다. 小規模의 mattress를 正確한 位置에 正確히 連結되게 敷設하기란 매우 어려운 問題가 있음을 느끼었으며 앞으로 우리나라 海上조건에 맞는 敷設方法을 더욱 開發 向上시킴이 要求된다.

① 正確한 位置에 敷設 與否確認 및 正確한 敷設 方法 開發

② 敷設되는 mattress와 mattress에 正確한 連結



③ mattress 敷設後 潮流速에 流失되지 않도록 支持키 爲한 捨石 또는 돌망태의 正確한 投下

④ mattress規格을 大型化하여 이에 맞는 敷設船 製作과 어느 程度의 潮流速에도 원하는 位置에 敷設할 수 있는 方法 開發

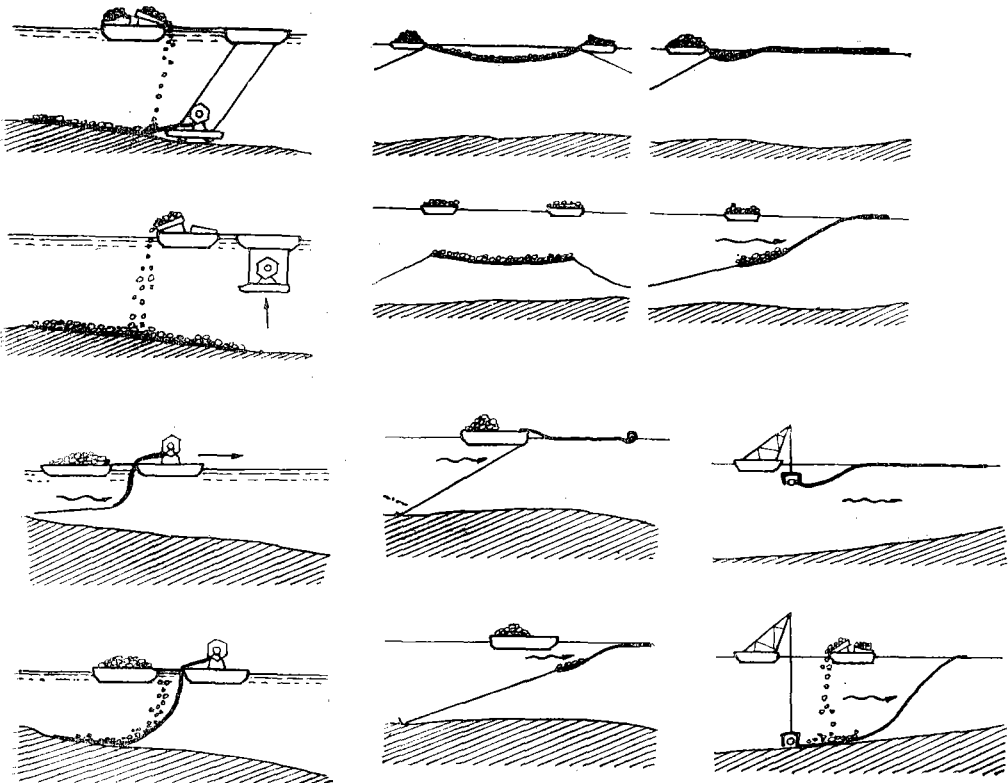
⑤ 小規模 規格일수록 그 工期가 長期間 所要됨으로 이를 短期間內에 敷設할 수 있는 方法 開發

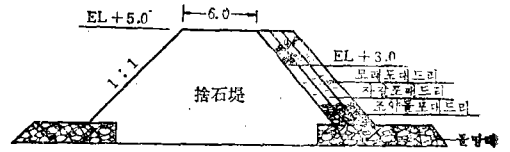
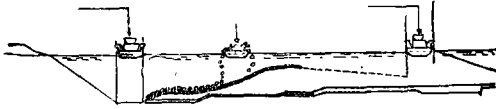
⑥ mattress를 敷設하면서 敷設狀態를 確認하기 爲하여 diver(潛水夫)를 投入하였으나 敷設狀態가 不良하면 이를 除去치 못하고 덮어 깔기를 하는 경우 外에는 方法이 없으므로 이를 해소하는 方法 開發

다. 和蘭에서 開發 使用된 敷設方法 紹介

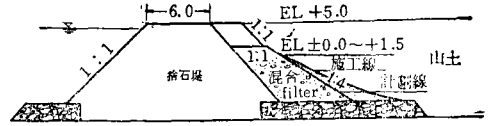
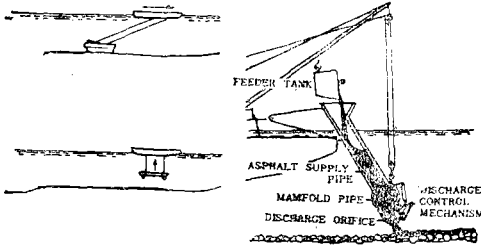
*干滿潮差 比較

區 分	插 橋 川	蘭 (DELTA)	和 備 考
最大干滿潮差	10.4m	4.5m	





變更施工

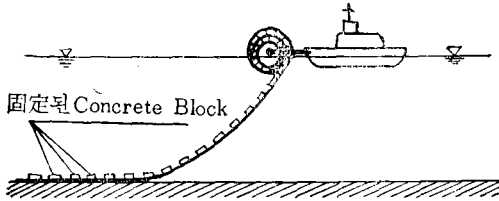


다. 變更事由

捨石堤 最終縮切後 地盤保護用 床固工이 여러 곳에 流失을 보았으며 急激한 内外水位差 增加와 捨石堤의 透水流速이 發生되어 捨石堤를 위협하게 된다.

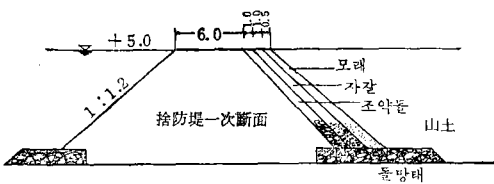
縮切後 内外水位差 比較表

區分	最大内外水位差	縮切後内水位	備考
縮切時	$h_{max}=2.46m$	-	
縮切後	$h_{max}=5.0\sim 6.5m$	-0.17 ~ +1.27m	

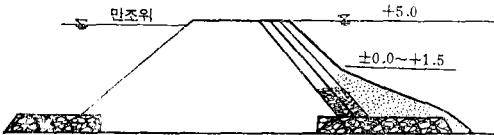


6. 捨石堤 最終縮切區間에 filter施工法 開發의 必要

가. 牙山, 南陽 防潮堤 filter 施工 設計斷面



施工斷面



* 모래층이 滿溢時 透水流速에 의거 틀러 設計句配보다 完하게 施工된다.

나. 插橋川 防潮堤 filter 施工 設計斷面

① 急激한 内外水位差로 因한 地盤의 piping과 甚한 透水流速으로 捨石堤 法尾部를 流失시켜 (特히 縮切時 床固工의 流失部) 成功한 捨石堤 崩壞에 우려가 있어 短期間에 多量의 filter材를 投入補完하여 透水流速을 減하고 捨石堤를 安定시킴이 要求되었다.

② 포대에 담을 조약돌, 자갈, 모래를 單日內에 確保와 많은 人夫 動員이 어려웠으므로 因해 포대드리 製作에 長期間 所要됨이 豫想되었으므로 量的으로 充當하기가 곤란하였음.

③ 製作된 filter材 포대드리 上下車 및 投入過程에서 重裝備 使用으로 포대 破壞가 많을 것으로 豫想하였으므로

*filter材 運搬→filter材 담기→포대入口 막기→上車(페이로다 및 쇼벨도자)→Barge에 下車→運搬→水中投下(페이로다 및 쇼벨도자 利用)等 過程이 必要함으로 工期의 長期化가 豫想되었음.

④ 上記와 같이 포대드리 filter施工을 檢討 끝에 既히 開發된 石山에서 多量의 混合 filter材가 生産 可能하여 水頭差로 地盤 piping과 透水流速으로 因한 捨石堤 崩壞等을 감안하여 상치 口은 床固工의 補完, 透水流速 減少를 爲한 捨石堤 内外側에 投下

