

〈報 文〉

錦江 河口둑 締切工事

韓 相 昱*

序 言

地區現況

海上土質

地形

防潮堤 締切

締切 계획

河口둑 標準 斷面

최종 締切 作業현황

施工중의 현장 자료조사

潮位 및 潮流速

締切구간 河上變化

結論

1. 序論

錦江 河口둑 工事は 4大江 流域 農業綜合開發 事業의 一環으로 計劃되었다. 錦江 河口를 締切 하여 造成되는 河口湖는 錦江下流沿岸과 萬頃江 및 東津江 流域一帶 43,000ha의 農耕地에 灌溉用 水를 供給하게 되며, 西海岸 開發에 따른 群山, 裡里, 全州地域의 急激한 生工用水 需要量을 一部 解決하게 되며 陸運改善等 地域發展에 크게 기여하게 된다.

錦江 河口둑의 主要 內容을 要約하면 다음과 같다.

○ 淡水湖

- 流域面積 : 9,828km²
- 滿水面積 : 3,650ha
- 貯水量 : 138MCM((+)2.0m~(-)3.0m)

○ 河口둑

- 總延長 : 1,841m
- 防潮堤 : 1,127m
- 排水閘門 : 714m (30(B)^m×10.3(H)^m×20連)
- 通船門 : 10^m×10.3^m×1連(50 ton級)

- 魚道 : 9^m×5.3^m×1連
- 排水能力 : 16,000 m³/sec

이와 같은 工事が 마무리되면 다음과 같은 事業效果가 기대된다.

- 用水供給 : 365 MCM / 年
 - 農業 : 244 MCM / 年(43,000ha)
 - 生·工業 : 121 MCM / 年
- 鹽害防止 : 7,000ha(錦江 沿岸)
- 陸運改善 : 群山一長項間 道路 및 鐵道 連結 (120^{km} → 10^{km} 短縮)

錦江 河口둑 工事は 國內 土木技術史上 몇가지 特徵을 가지고 있다. 우선 錦江의 洪水를 排除하기 위해 大規模의 排水閘門이 設置되었으며 50Ton級의 船舶이 往來할수 있는 通船門과 生態系 保存을 위하여 魚道가 設置되어 있다. 또한 排水閘門의 工事を 위하여는 網鐵板 假물막이 工法을 사용하였고 무엇보다 他 大型工事が 一部 外國의 資本과 技術에 依해 이루어진 점에 비해 本 河口둑은 設計와 施工의 全過程에서 國內의 技術과 資本에 依해 이루어 졌다는 점이 더욱 큰 特徵으로 볼 수 있다.



韓相昱 1936年 1月 31生

忠南 靜安郡 云곡면 효계리 365

서울市 江南區 驛三洞 782-13

서울大學校 農工學科 / 61

서울大學校 行政大學院 / 87

現在 農業振興公社 事業本部長, 技術士

建設部 中央建設審査委員

大統領 表彰 本學會賞

本學會 第11代 理事 및 農工學會 副會長

本 工 事 是 1983年 到 現 在 工 事 中 有 而 且 1990年 以 前 完 工 計 劃 有 也 。 河 口 獨 工 事 中 縮 切 工 事 到 現 在 計 劃 和 實 際 現 況 有 比 較 紹 介 所 以 技 術 發 展 到 現 在 計 劃 有 也 。

2. 地 區 現 況

가. 海 象

河 口 獨 地 點 的 海 象 是 典 型 的 感 潮 河 川 的 形 態 有 也 。 平 均 海 面 是 2月 到 最 低 8月 到 最 高 而 群 山 內 港 和 潮 汐 差 是 約 13分 鐘 而 潮 汐 回 數 是 1日 2潮 有 也 。 漲 潮 時 間 是 5時 間 35分 而 落 潮 時 間 是 6時 間 50分 有 也 。 現 在 河 口 獨 地 點 的 潮 位 現 況 是 如 下 圖 1 和 一 樣 。

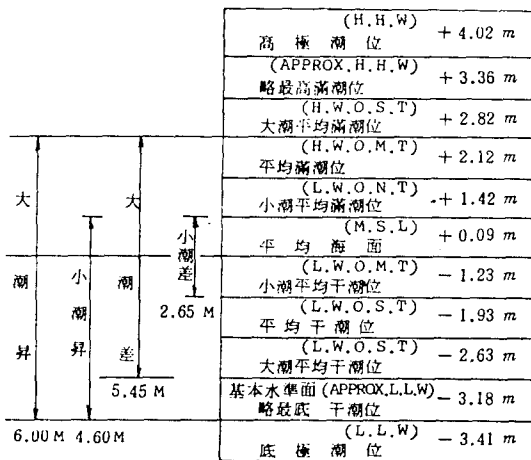


그림 1 河 口 獨 地 點 的 潮 位

나. 土 質

防 潮 堤 基 礎 地 盤 是 上 層 部 從 沙 子 一 石 塊 質 沙 子 一 沙 子 夾 石 塊 質 的 順 序 形 成 有 也 而 基 礎 岩 是 片 岩 類 大 部 分 是 堅 硬 的 地 層 有 也 。

標 準 貫 入 試 驗 結 果 沙 子 層 是 15 以 外 的 值 有 也 而 石 塊 質 沙 子 層 是 15~30 以 內 的 值 有 也 而 石 塊 質 沙 子 層 是 大 部 分 50 以 內 的 值 有 也 。

고 有 也 而 代 替 的 土 質 現 況 有 也 。

다. 地 形

河 口 獨 周 邊 的 河 川 地 形 是 沖 積 地 形 有 也 而 調 查 時 的 地 形 是 河 川 的 灣 曲 而 望 月 里 地 點 的 沖 積 地 形 有 也 而 中 心 部 有 大 部 分 砂 洲 形 成 有 也 而 因 此 潮 流 是 沿 河 川 兩 岸 而 兩 分 有 也 。

排 水 閘 門 假 水 壩 工 事 有 也 而 河 口 獨 上 游 是 左 岸 而 下 游 是 右 岸 而 主 流 的 水 流 是 各 各 變 化 有 也 。

3. 防 潮 堤 縮 切

가. 縮 切 計 劃

防 潮 堤 縮 切 計 劃 是 4 段 階 有 也 而 I 段 階 是 表 1 中 的 右 側 的 開 放 區 間 的 地 盤 有 也 而 II 段 階 是 假 水 壩 的 內 側 (表 1 中 的 閘 門 左 右 側) 的 陸 上 有 也 而 III 段 階 是 準 縮 切 段 階 而 假 水 壩 鋼 鐵 板 (圖 2) 有 也 而 IV 段 階 是 8 日 間 有 也 而 400m 有 也 。

縮 切 計 劃 樹 立 時 必 要 的 事 項 中 的 一 項 是 流 速 變 化 有 也 而 此 是 縮 切 區 間 有 也 。

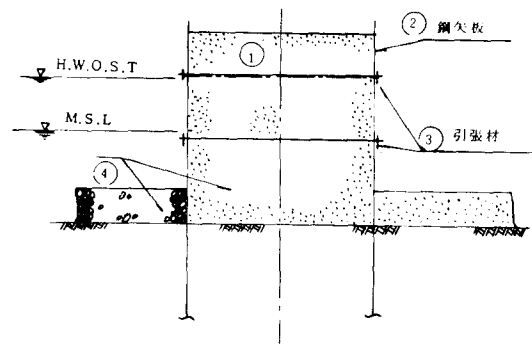


그림 2 假 水 壩 的 (2 列 鋼 鐵 板) 解 釋

(表 1) 防潮堤締切計劃

段階 및 日程	斷面	主 工 程	水 理 特 性																		
I, II 段階 (既施工)		床固工 1,068 m B = 60 ~ 128 m H = 1.0 ~ 2.0 m 陸上部盛土 246 m	開放區間 879 m $V_{max} = 2.0 m/sec$																		
III 段階 '87.9.10 ~ 10.31 (41日間)		鋼鐵板(1例)引拔 1,742 本 假돌막이內側盛土除去 防潮堤 229 m * 假돌막通水 '87.10.30	開放區間 650 m 大潮 $V_{max} = 2.3 m/sec$ 小潮 $V_{max} = 1.2 m/sec$																		
" '87.11.1 ~ 12.31 (61日間)		假돌막이土量 解體 1,260 m 防潮堤縮窄 250 m " 新高 400 m	開放區間 400 m (水門包含 900 m) 大潮 $V_{max} = 2.9 ~ 3.2 m/sec$ 小潮 $V_{max} = 1.6 ~ 1.8 m/sec$																		
" '88.1.1 ~ 1.24 (24時間)		防潮堤斷面補強 (Filter材, 海砂盛土) 2例 鋼矢板 解體 540 m	開放區間 400 m (水門包含 1,000 m) 大潮 $V_{max} = 3.0 m/sec$ 小潮 $V_{max} = 1.5 //$																		
IV 段階 '88.1.25 ~ 2.1 (8日間)		捨石堤 400 m * 最終締切 '88.2.1	<table border="1"> <thead> <tr> <th>GAP</th> <th>ΔH</th> <th>V</th> </tr> <tr> <th>m</th> <th>m</th> <th>m/sec</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>400</td> <td>1.3</td> <td>4.6</td> </tr> <tr> <td>300</td> <td>0.6</td> <td>3.3</td> </tr> <tr> <td>200</td> <td>0.6</td> <td>3.3</td> </tr> <tr> <td>100</td> <td>1.1</td> <td>4.2</td> </tr> </tbody> </table>	GAP	ΔH	V	m	m	m/sec	400	1.3	4.6	300	0.6	3.3	200	0.6	3.3	100	1.1	4.2
GAP	ΔH	V																			
m	m	m/sec																			
400	1.3	4.6																			
300	0.6	3.3																			
200	0.6	3.3																			
100	1.1	4.2																			

바닥의 높이 및 潮位에 依해 計算하는 것이며 여기에 사용된 公式는 Homa(本間)式이다. 이에 依해 開放區間別, 潮位別 流速曲線圖는 그림3과 같다. 또한 締切段階別, 斷面, 主工程 및 水理特性을 要約하면 表1과 같다.

나. 河口둑 標準斷面

河口둑 工事中的 施工斷面은 그림4와 같은 것이다. 準締切區間 477m 施工은 捨石堤를 前進黨과 동시에 50m 後方에서 Filter材 投入과 Mat B type 鋪設 및 幅10m 以上の 工事與件에 有利하도록 進行하였다. 이와같은 方式으로 締切한後 最終的으로 完工된 河口둑의 斷面은 그림5과 같다.

다. 最終締切 作業現況

準締切 工事中 最終締切區間에서 流速이 增加하여 바닥이 세굴될 것으로 豫상하였다. 이에 대비하기 위해 700ton級 Borge 2대를 投入하여 捨

石堤底面을 EL(-)7.0m에서 EL(-)5.0m까지 海上에서 施工하여 床固工을 補強하고 最終締切時 陸上作業으로 捨石堤의 신속한 前進이 可能도록 하였다.

한편 加급적 빠른 期日內 締切을 完了한다는 基本方針下에 全裝備를 動員하고 捨石堤 堤頂標高를 最小로 維持하면서 1日 8,000~15,000m³의 捨石과 돌망태를 投入하는 計劃을 樹立하였다. 工事は '88.1.27 18:30 防潮堤 NO.28+34地点에서 締切을 完了하였다. 以後 10여일간 捨石堤를 計劃斷面까지 嵩上시켜 工事を 마무리하였다.

最終締切時 施工된 捨石堤는 그림6에서 보는 바와 같이 돌망태 20%와 捨石 80%를 混合施工하였다. 돌망태 施工은 流速에 抵抗力이 큰 장점은 있으나 製作工程이 複雜하고 人力품이 많이 소요되므로 大量生産에 어려움이 있을 뿐 아니라 製作 및 積置에 넓은 면적이 必要하고 積載時 파손율이 많은 결점을 가지고 있다.

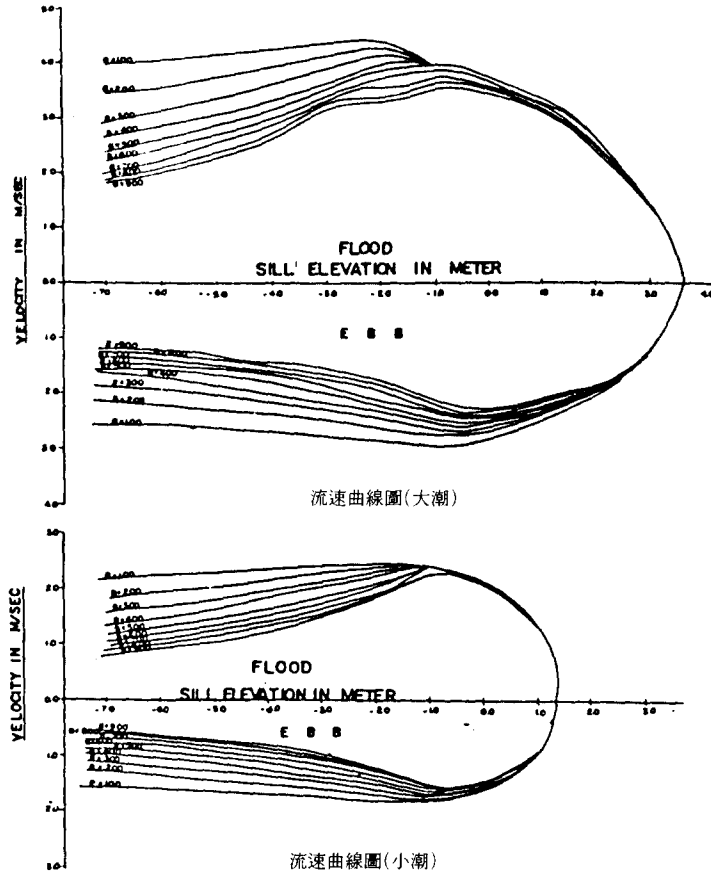


그림 3. 開放區間別 流速曲線圖

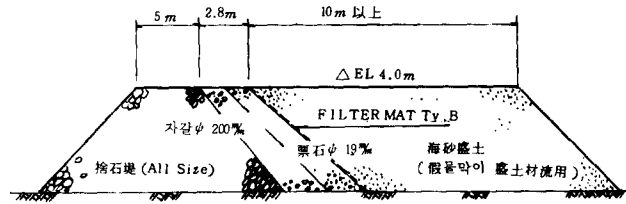


그림 4 III段階施工標準斷面圖

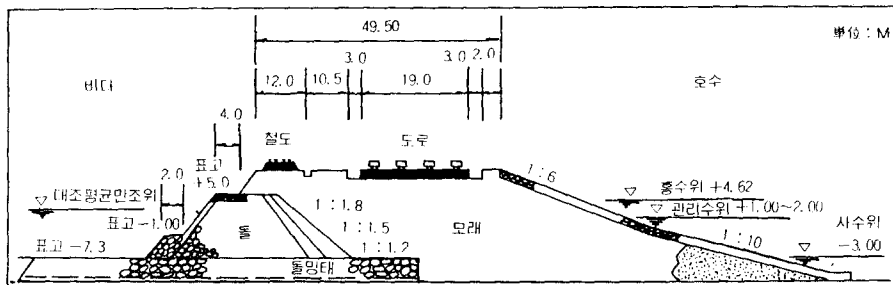


그림 5 防潮堤 標準斷面圖

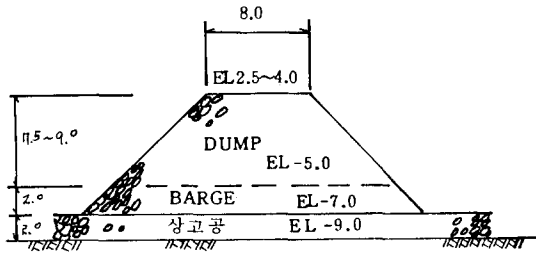


그림 6 捨石堤標準斷面圖

4. 施工中の 現場 資料調査

가. 潮位 및 潮流速

縮切工事中 潮流速을 測定하여 計算時의 것과 比較하였다. 計算은 그림3과 같이 本間의 式에 의해 計算하였다. 準縮切 工事時 大潮流速이 3.0m/sec 内外가 維持될 것으로 추정하였으며 最終縮切은 小潮期에 施行 最大 流速이 4.6m/sec정도 發生할 것으로 추정하였다. 예상 流速對實測 流速을 比較한 결과 表2와 같다.

開放區間($l = 879m$)에서 測定한 結果 2.6~2.8m/sec로 나타났으며 이는 計算時 大潮期에 平均 2.0m/sec (最大 2.5m/sec)로 計算된 것으로 보아 (그림3 참조) 差異가 별로 나타나지 않았다. 이는 全體 流速分布가 最終縮切 部位로 集中되므로 兩岸에서의 捨石堤 前速은 流速變化에 큰

영향을 미치지 않은 것으로 판단된다.

表2에 의하면 開放區間이 400m 以下로 좁혀지기 시작하면 예상 流速에 접근하는 현상을 보여 주고 있으나 最終縮切에 임박한 1月 26日~1月 27日경에는 水位差에 比하여 流速은 둔화된 형태를 나타내고 있다. 이는 開放區間이 좁혀짐에 따라 通水斷面이 矩形으로 되지 않고 3角形으로 斷面收縮이 되기 때문인 것으로 풀이 되며 이러한 현상은 大體로 開放區間이 100m以內로 될때 부터 관찰되고 있다.

나. 縮切區間 河床變化

防潮堤 區間의 河床은 당초 適正한 河床高를 유지하기 위해 EL(-)9.0m 부근에서 床固工을 施工하였으나 地形의 영향으로 上流部 250m 地點에 EL(-)25.0m의 깊은 늪이 형성되었으며 縮切中에는 EL(-)32m깊이 까지 확대되는 현상을 보였다.

縮切中 河床變化 特性은 開放區間 500~400m 區間까지는 그림7(a)와 같이 捨石 先端部를 中心으로 1~2m의 세굴형태를 보이기 시작하여 最終縮切區間인 400m以下 부터는 그림7(b)에서와 같이 中央部를 中心으로 3~4m의 세굴의 發達되는 형태를 보였다.

河口둑 下流部의 세굴은 床固工 끝 80m 地點

(表 2) 縮切工事中 現場 測定된 資料

상단:실적
하단:계획

일 시	1988. 1										2																				
	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
구 분	시공		준 계 절					최종계절 (5일)					마무리정리 (8일)																		
	계획		준 계 절					최종계절 (8일)					마 무 리 정 리																		
유 속 (m/sec)	4																														
수위차 (M)	1																														
	2																														
조 차(M)	6.79	7.05	5.98	5.53	5.81	5.16	4.50	8.03	3.23	3.19	4.93	9.8	4.49	1.92	5.24	5.44	5.43	5.34	5.02	4.61	4.23	3.94	3.53	3.13	2.99	3.44	4.38	5.4	6.27	6.87	
개방구간(m)	370	370	370	335	257	166	79	0																							
	412	406	400	400	400	350	300	250	200	150	100	50	0																		
유속 (M/sec)	4.2	4.3	4.1	4.1	4.0	3.8	3.5	3.6																							
	4.0	4.6	4.0	3.7	3.4	3.4	3.3	3.3	3.2	4.2	4.2	4.3	4.6																		
수위차 (M)	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.8	1.3	1.3	1.1	1.2	1.8	2.0	2.2	2.4	2.5	2.6	2.5														
	1.0	1.3	1.0	0.8	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	1.1	1.2	1.3	1.4	1.6	1.8	2.0	2.0	2.0	1.6	1.4	1.1	1.0	0.8	0.8	1.0	1.4	1.8	2.4	2.6	

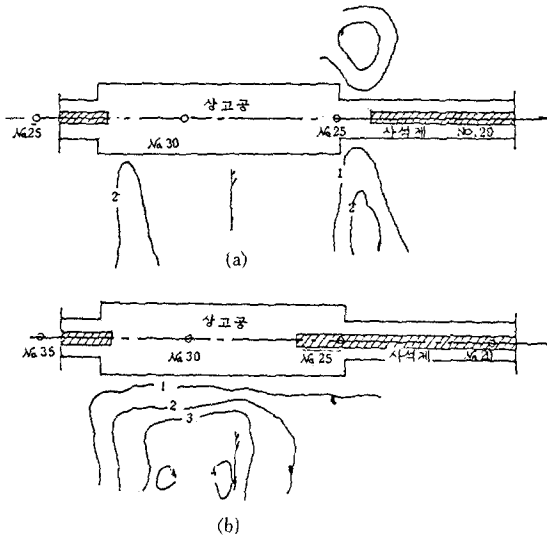


그림 7 河床洗堀 現況圖

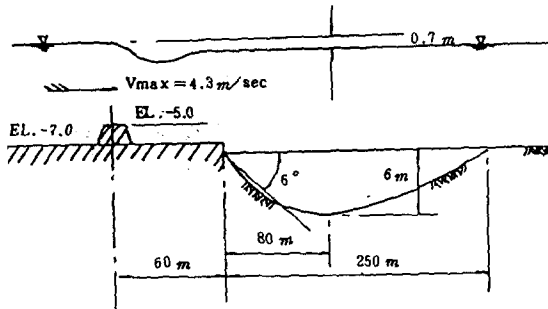


그림 8 床固工 下流洗堀現況圖

에서 最大 6.0m深度 (그림8)를 나타내고 있으며 세굴범위는 約250m까지 이르고 있었다. 세굴각도는 약6°内外로 완만한 형상이었다. 이러한 세굴현상은 '88.1.19~1.25中 最大流速 3.5~4.3m/sec가 발생하는 기간중에 나타났다. 당초設計時 세굴계산은 Spaagaren의 實驗式으로 推定

하였는 바 세굴심도는 6~8m로 계산되어 현장 측정결과와 비교하면 유사한 값이라고 하겠다.設計時 사용한 값은 바닥표고가 EL.(-)5.0m, 유속은 3.01m/sec 및 開放區間은 400m은 경우였다.

5. 結論

錦江河口둑 締切工事は 全體 河川斷面에 비해 通水幅이 커 비교적 큰 어려움 없이 工事を 完了하였다. 河川地形變化에 대한 豫測이 難解하였으며 假물막이 除去에 다소 문제점이 도출되었다. 締切工사와 關聯하여 向後 考慮하여야 할 事項은 다음과 같다.

① 假물막이 設計 및 施工은 반드시 解體方法이 충분히 고려되어야 한다. 특히 水中 捨石의 除去가 어려우므로 이의 使用은 加급적 制限하는 것이 바람직하며 특별히 사면보호 재료의 개발이 요구된다.

② 水中 浮遊物이 많은 地域에서는 閘門 假물막이 上下流에 침전퇴적의 영향을 고려하여야 하고 堆積土는 응집력이 강하여 쉽게 流失되지 않는 점에 유의 하여야 한다.

③ 防潮堤 締切時 돌망태를 混合施工하였으나 大型裝備의 보급에 따라 重量級 捨石을 많이 사용하는 것이 施工管理面에는 有利하다.

④ 締切時 流速 및 세굴추정에 사용한 本間(Homma)의 式과 Spaagaren式은 대체로 안전한 값을 나타내고 있으며, 締切 流速計算時 開放區間 100m 以下에서는 通水斷面의 收縮을 고려하여 斷面形態를 취할 필요가 있다.