

南陽湖 除鹽施設 試驗事業

申 昊 哲*

1. 序 言

大單位 農業用水開發事業의 一環으로 1974年 5月 에 竣工된 南陽湖는 湖 自體가 안고 있는 立地의 地形的 特性과 氣象 및 海象學의 影響, 그리고 施設物의 運用過程에서 해를 거듭할수록 農業用水로 供給해야 할 湖水의 물이 鹽度가 높아져 이로 因한 作物의 被害程度는 점차 커지게 되어 급기야 地域農民들은 民願을 提起하고 關係機關은 鹽害의 被害防止를 爲한 淡水化에 多方面으로 努力을 傾注해 왔다.

過去 우리는 수많은 貯水池를 築造하면서 灌溉用水가 鹽分으로 말미암아 農業用水로서 不適合하거나 被害를 주었다는 얘기는 거의 들은 일이 없으며 淡水湖의 除鹽을 爲한 專用施設을 考慮하거나 해본 經驗이 없는 것이 事實이다.

그러나 이제 干拓地를 積極的으로 開發하게 되면서 淡水化나 除鹽에 關한 施設은 當初 計劃設計 過程에서 부터 必須的으로 考慮해야 할 段階에 까지 이르게 되었다.

2. 事業의 背景

그 동안은 南陽湖水의 淡水化를 爲하여 主로 물 管理側面에서 꾸준하게 推進해 왔다.

淡水化의 年次의 推進實績은 1973년부터 1975년까지는 湖內에 貯溜되어 있는 鹽水는 河川으로부터 流入되는 淡水와 함께 鹽度平衡公式에 따라 完全 混合되어 排水閘門을 通하여 排除하므로써 淡水化가 이루어질 것으로 期待하였으나 計劃期間이 經過하고 結果를 測定한바 鹽度가 크게 떨어지지 아니하여 所期의 效果를 거두지 못하였다.

또한 1976년에는 南陽湖의 鹽水를 稀釋하여 淡水化할 目的으로 牙山湖로부터 多量의 물을 送水한 結

과 表層水에 對하여는 鹽度가 期待值에 接近하여 一時的인 除鹽效果를 볼 수 있었으나 深層水는 鹽分躍層이 形成되어 있어 根本的인 對策이 되지 못하였다.

1977년부터 1982년까지도 물 管理側面에서 淡水化를 爲한 온갖 努力과 補助水源工의 設置 등의 施策을 펴왔으나 南陽湖의 물은 해가 거듭될수록 鹽度가 높아져 作物의 被害가 甚하게 되었다.

그리하여 보다 積極的인 方法으로서 細部調査와 淡水化 遲延 原因을 分析하고 除鹽施設에 對한 檢討를 거쳐 새로운 角度에서 除鹽施設이 着工되기에 이르렀다.

3. 事業 概要

事業名: 南陽湖 除鹽施設 試驗事業

目的: 南陽湖 淡水化

南陽湖의 表層水를 利用하기 爲하여 長安揚水場에 取水施設 設置와 湖內 深層部의 高濃度 鹽水 및 汚染水 排除를 爲하여 除鹽暗渠 設置

區 域: 京畿道 華城郡 兩汀面(南陽防潮堤)

主要工事: 〇 除鹽暗渠 1條(直徑 1.4m, 延長 505 m)

〇 取水施設 7連(幅 1.5m×高 6m, 角落板 147枚)

〇 排水閘門補修工事 12連

總事業費: 738, 502千圓(全額國庫補助)

工事期間: 1983. 1~1983. 12

事業主管: 農水產部

工事施行: 農業振興公社

4. 主要 工事

가. 除鹽暗渠

本 南陽地區의 除鹽施設로서는 內外水位差를 利用

* 農業振興公社 京畿支社

한 自然排除方法, 싸이폰에 의한 排除方法 및 排水 펌프에 의한 方法 등을 검토하여 自然排除方式인 除鹽暗渠를 設置하기로 하였다.

暗渠의 規模는 Minami氏의 淡水化 理論을 適用하여 電算處理한 結果 管徑 1.4m, 呑口標高 EL—15.0m, 吐口標高 EL—3.50m로 總延長이 505.2m로 決定되었다. 暗渠用 材料는 두께 12.7mm인 特殊塗裝된 鋼管으로 하였으며 暗渠吐口는 既存排水閘門 12連中 第1號門에 연결토록 하였다. 暗渠吐口部 施設物 設置作業 및 暗渠의 設置路線上의 一部 地盤 굴착을 위하여 가체철을 하고 가체철 내부에서 작업이 가능한 108m 구간은 延長 6m 鋼管 18本을 용접하도록 하고 나머지 水中에 敷設될 部分은 湖底의 地盤 屈曲에 對應토록 屈伸性を 좋게 하기 위하여 管徑 1.4m, 길이 2.4m, 두께 55mm인 고무스리브 28本을 사용하여 12m의 鋼管 27本 사이에 후렌치式으로 연결토록 하였다.

나. 取水施設

長安揚水場은 南陽地區 用水供給의 主水源工으로 施設容量은 1,000mm Pump 3臺, 400mm Pump 1臺, 450HP Motor 3臺, 100HP Motor 1臺 등으로 6.55m³/sec의 取水能力을 가지고 있으며 現在 取水口의 標高는 EL—3.30m로 되어 있으므로 深層部의 鹽水에 의한 被害를 輕減시키고 表層의 溫水를 取水하여 水稻의 生育에 適合한 條件을 부여할 計劃으로 幅 1.5m×高 6.0m의 取水門 7連을 設置하고 幅 1.7m×高 0.25m×厚 0.10m의 角落板을 1門當 21枚를 門柱에 끼우고 水位 變動에 따라 表層에서부터 順次的으로 開放하도록 하였다.

다. 排水閘門 補修

南陽湖의 除鹽을 爲한 試驗事業의 工事 進行過程에서 湖內의 農業用水가 多量의 鹽分을 含有하고 있는 原因中의 하나가 排水閘門에서의 漏水로 海水가 流入된다는 事實을 確認하게 되었다.

이에 따라 漏水原因을 調査한 바 排水閘門을 設置後 10年 以上이 經過하는 동안 部分的인 補修는 施行하였으나 全面的인 補修를 하지 않으므로 止水 고무, Roller, 호구강 등이 腐蝕되어 排水閘門을 통한 海水 流入量은 2,470m³/hr (大潮滿潮時)에 達하여 既存 排水閘門 全區間에 對한 補修의 必要性이 擡頭되었으며 補修工事의 主要工種은 다음과 같다.

- 門扉의 海虫生物 除去 및 全面塗裝
- 門扉의 止水 고무 交替

- 門扉의 主 Roller 交替
- 閘門軀體 內부의 殘存空氣 排除用 Air Vent 設置

5. 工法의 開發

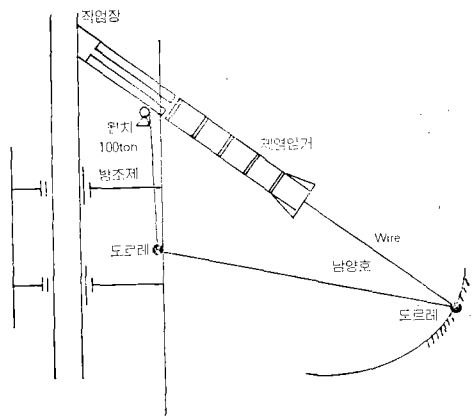
가. 水中管의 接合과 湖面浮上 前進工法

水中에 敷設한 除鹽暗渠 延長은 505m의 長管이며 管徑은 1.4m로 管體는 長 12m, 鋼管 27本과 敷設時 屈伸성이 豊富하도록 長 2.4m의 고무스리브 28本을 후렌치式으로 各管을 28個의 보드, 너트로 接合하여 管全體를 하나의 空洞體로 만들어 湖面에 浮上시켜 管敷設 豫定路線에 移動 沈下토록 해야 하는 經驗이 없는 難工事이었다.

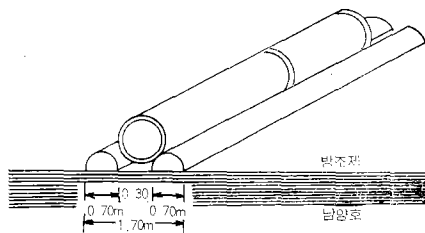
이 工法의 內容과 作業順序는 다음과 같다.

作業順序는 첫째, 防潮堤內側 捨石에 防潮堤軸으로부터 約 50度 角度로 18m×2m의 鐵板上에 徑 0.7m 半圓管 2個를 1m 間隔으로 18m 全長에 並列 固定시킨 作業臺를 製作 設置하였다.

둘째, 作業臺에서 排水閘門側으로 若干 떨어져 牽引力 100ton, 235IP의 윈치를 設置하고 反對側으로 約 30m 地點에 0.7吋 Wire를 通하는 드르래를 附



관의 前進法



관 연결작업장

着하여 暗渠呑口部 對岸50m 地點에 앵커를 設置하고 이 地點을 通하여 Wire로 連結하였다.

세째, 特殊設計로 製成된 6m 길이의 呑口部 吸入管을 作業臺上에 놓고 湖面側 一端은 水密되도록 鐵板으로 固定하고 防濘堤側 他端은 고무스리브와 후렌지로 接合하고

넷째, 呑口部 吸入管의 湖面側 中央에 고리를 달아 既設置된 對岸의 앵커를 通한 Wire와 連結하고 윈치를 稼動시켜 水面으로 曳引함.

다섯째, 連結된 고무스리브와 12m 鋼管을 다시 連結하고 윈치를 作動시켜 呑口側으로 繼續 曳引하여 이와같은 反復工程으로 全體管을 湖面上에 浮上前進시킨다.

여섯째, 全體管이 連結되면 陸上管과 接合할 一端은 鐵板으로 다시 固定하여 管體로 물이 流入되지 않도록 하여 管敷設 豫定路線까지 移動시키는 工法이다.

나. 水中管의 敷設工法

이 工法은 施行過程에서 가장 힘들었던 工法中的 하나이다.

長管을 敷設豫定路線에 曳引하여 既設置한 吐口側 Valve(φ15cm)를 通하여 管内로 물을 注入하고 呑口側의 他端은 φ5cm의 Air Valve를 通하여 空氣를 排除시키면서 浸水케 하고 重量差에 依하여 始點部에서부터 서서히 自然沈下시켜 全體管을 敷設코자한 工法이다.

이 結果 軟性인 고무스리브가 變形되어 通水斷面이 不足하여 3회에 걸쳐 改善된 方法을 研究하여 成功的으로 敷設하였다.

처음 敷設時에는 前述한 工法으로 約 3時間 동안에 敷設하였으며 둘째번 敷設時에는 同一한 方法이나 管變形 防止를 爲하여 敷設時間을 延長하고 呑吐口側의 Valve 口徑을 $\frac{1}{2}$ 로 縮小하여 約 8時間에 걸쳐 敷設하였으나 크게 改善되지 않았다.

셋째번에는 1,2次에서 失敗한 原因을 分析한 바 管의 變形은 管의 長短과 敷設코자하는 水深의 深淺에 따라 左右되는 것으로 本 施工事例의 경우는 管長은 200m가 限界이고 水深은 4m까지가 變形되지 않는 限界라는 中間 結論을 얻었다.

위와 같은 條件을 滿足시키기 爲하여 管의 敷設은 길이와 水深에 따라 浮函을 使用하여 管體를 Rope로 固定하여 敷設하고 水深을 4m 程度 되도록 3段階 作業으로 區分하여 順次的으로 敷設한 工法이다.

再敷設을 爲하여 管의 띄우기 作業에서도 施行錯誤를 反復하며 工法의 改善으로 浮上시켰음을 附記한다.

다. 外海側 鐵扉 止水工法

除鹽暗渠 施工을 위한 假締切 結果 1,2號 排水門에서 滿潮時 約 0.7m³/sec의 海水가 流入되는 것을 確認하고 應急措置로서 여러가지 止水對策과 措置에도 不拘하고 漏水가 繼續되어 工事が 不可能한 狀態에 까지 到達하였다.

따라서 外海의 海水流入을 防止하고자 9mm 鐵扉를 3m×3.5m 規格으로 製成하여 滿潮時 海水壓이나 波濤에 變形되지 않도록 後面에 앵글을 格子式으로 補強하여 海面側 吐口部 콘크리트面 보수후 鐵扉를 密差시켜 止水하는 工法으로 止水效果를 높이기 위하여 鐵扉와 콘크리트面에 고무止水板을 二重으로 附着하고, 密着시킨 鐵扉의 流動을 防止하기 위하여 排水閘門 軀體面에 Drill로 鉋공하여 앵커를 設置하고 앵커와 보드를 連結하여 鐵扉를 너트로 조여 完全한 水密效果를 試圖하여 成功하였다.

이 工法은 止水의 效果가 確實하고 製成된 鐵扉는 維持管理作業時 再活用할 수 있어 經濟的 施工이 될 수 있으나 施工上 精密을 要하고 作業時間의 制限을 받는 難工事라는 缺點이 있었다.

比較工法으로서 排水閘門 內側에 粘土充填工法과 外海側盛土 工法이 檢討된 바 있었다.

라. 急結 콘크리트의 施工

海面側 排水閘門의 既存 콘크리트 軀體는 海水의 影響과 其他 原因으로 많이 腐蝕되고 破損되어 海水流入 防止를 위한 面고르기 등의 콘크리트 補修工事が 必要하게 되었다.

補修를 要하는 部位는 平均海面 以下인 EL-3.5m 부터이므로 干潮時을 除外하고는 大部分 海水中에 묻혀 있어 콘크리트 補修作業은 1日 約 3時間에 不過하였다.

構造上 거푸집 設置가 不適合하여 콘크리트 치기를 하드라고 波濤에 의하여 接着, 硬化, 養生 過程에서 海水에 의하여 原形이 破損되거나 流失될 수 있는 條件이었다.

이와같은 部位의 콘크리트 補修工法으로 Thorite 몰탈材를 採擇하여 施行한 結果 成功的인 工事を 할 수 있었다.

소라이트는 約 15分 程度에 硬化하는 新舊 콘크리트 補強改修용으로 適合하였으며 早硬 無收縮 몰탈

材로 耐久力이 있고 施工이 容易하였다.

急結 콘크리트 補修用으로 포트랜드 시멘트의 Dry Pack 方法과 Pozolith 10L, Quick Socrete P, AE 劑, 에폭시 등이 比較 檢討되었다.

6. 結 言

그러나 이와같은 除鹽施設計劃을 實行하기 위하여는 몇가지 커다란 隘路와 問題點이 뒤따랐다.

除鹽施設은 一般的인 農業土木施設과 달리 鹽分 濃度에 대한 影響을 念頭에 두어야 한다는 事實과 本施設은 湖面水位와 海面水位의 水位差를 利用한 暗渠式 自然排除方法이라고 하지만 暗渠로 流入코자 하는 鹽水는 低位部에 位置하고 排除하고자 하는 位置는 高位部에 있어 「물은 높은 곳에서 낮은 곳으로 흐른다」라는 自然原理와 1部에서 反對되는 現象에 대하여 綿密한 檢討가 있어야 되겠다.

이와 같은 構造는 하나의 閉鎖된 型의 파이프라인으로서 Syphon이나 暗渠의 理論 適用이 困難하고 施工事例가 없는 構造物 이어서 事前에 만드시 水理 模型試驗을 先行하여 그 結果에 따라 施工함이 바람직 하였으나 除鹽事業의 早期 效果達成에만 置重한 나머지 工事期間이 不充分하였던 關係로 拙速을 免

하기 어려운 점이 있었다.

材料의 選擇에서는 塗裝된 鋼管과 他用途로 製作된 既成製品인 고무스리브를 採擇하도록 되어 工事 初期에 支給品으로 供給되어 施工過程에서 軟性으로 인한 처짐과 비틀림 防止에 많은 隘區가 있었다.

이러한 材料의 採擇은 材質이 本事業의 用途에 맞도록 特殊製作하여 使用할 수 있거나 가장 適合한 既成製品을 使用할 수 있도록 充分한 機會賦與가 要望되었다.

이와 같은 상황에서도 위와 같은 工法의 開發이나 既開發工法의 應用導入으로 南陽湖 除鹽施設事業의 1次的인 成功을 期하였다고 하나 우리에게는 앞으로 이 分野에 더 많은 未解決 課題가 남아 있으므로 더욱 研究 發展하는 姿勢로 나가야 할 것이다.

또한 비록 改善된 工法이라 하지만 體係의 研究開發한 것이 아니고 施工 管理側面에서 制限된 條件과 時間, 資料, 人員 등에 의하여 試圖한 것임으로 이것이 最善策이라고도 볼 수 없다.

아무리 周到綿密하게 만들어 놓은 施設物도 때로 施行錯誤가 있게 마련인데 하물며 이러한 狀態에서 工法이 完全히 改善되었다고는 볼 수 없으므로 原因을 分析하고 漸進의 改善해 나가는 것이 技術發展의 未來指向의인 것이 아닌가 한다.