

護岸用 鋼製結構 突堤에 關하여

A Note on use of Steel Jetties for Bank Protection and Channelization in Rivers

尹 雷 鎮

I. 概 要

洪水時에 河川의 堤防이나 工作物을 激流로부터 保護하는 일은 오랜 土木技術上의 問題로서 여기에는 數多한 保護工法이 使用되어 왔다.

이 護岸工은 普通 局部的인 場所나 工作物을 保護하기 爲해서 設置하는 것이므로 比較的 짧은距離나 작은 面積에 걸치게 된다. 鋼製突堤는 이런 目的으로 美國 各處에서 使用되어 왔으며 그 成果가 여러곳에서 들어나고 있다.

이 鋼製突堤에 關한 研究는 中部「리오 그랜드」溪谷의 水路設置 및 維持工事를 爲해서 進行되고 있다. 「카사코로라다」地方에 實型試驗區間을 選定하고 實驗用으로 水路에 安定을 주기 爲해서 突堤場을 設置하였다. 이것은 鋼製突堤의 새로운 用途이나 堤防의 護岸과는 密接하게 關連되어 있다.

實際의 水路에서 일어나는 洗掘과 沈澱現狀을 再現시키고 더 큰 流量에 對한 效果를 豫測하기 爲하여 水理模型試驗을 使用하고 있는데 $\frac{1}{16}$ 縮尺의 模型은 여러가지 間隔을 研究하기 爲해서 만들어졌으며 다른 하나는 水平 1/140과 垂直 1/22의 歪形縮尺으로 製作하였다. 이 둘째 模型은 相當한 期間동안 試驗하여 模型과 實型間의 檢證을 얻을것이며 또 實型에서의 豫想流量範圍보다 더 크나 작은 流量에 對하여 模型試驗의 成果를 擴張하는데 쓰일것이다.

이 論文에서는 鋼製突堤使用의 發展狀況을 記述하고 中部 리오그랜드 溪谷의 카사콜로라다 地域에 있는 리오그랜드 河의 實驗水路에 關한 지금까지 作業과 成果를 記述할 것이다.

II. 序 說

河川堤防을 安定시키고 財産과 工作物을 水禍

로부터 保護하는 일은 오랫동안 研究課題가 되어 왔다. 過去에는 剛形의 護岸工法으로서 말뚝박기와 石詰突堤가 利用되어 왔다. 比較的 剛形의 護岸工法은 때로는 洗掘로 因하여 工作物의 바닥에 完全히 구멍을 내기때문에 滿足 할만한 成果가 없었다. 泥土를 많이 含有한 河川 水流에서는 可撓性이고 通水性인 突堤가 剛形의 것에 比해 卓越하다. 可撓性의 突堤는 水流의 洗掘에도 잘 順應하고 流砂가 많은 水流를 通過시켜 水勢가 낮은 地域에서 流砂를 沈澱시켜 築堤를 形成하게 된다. 突堤는 水深이 普通程度(6m未滿)인 河川에서 堤防과 橋臺等을 保護하는데 흔히 쓰인다.

美國工兵團의 報告에 依하면 (1)通水性의 突堤는 산타페鐵道會社가 維持工事に 多年間 使用해서 成功的인 成果를 얻었다고 한다. 또한 캔사스州에서도 道路와 橋梁의 保護工으로 使用해왔다. 이러한 成功的인 用途때문에 工兵團의 알부쿼크 管區에서는 1950년에 洪水防護工으로서 通水性의 突堤를 使用하기 始作하였다. 이들 突堤는 滿足할만한 成果를 얻어서 現在에 알부쿼크 管區에서는 廣範圍하게 使用하고 있다.

1. 鋼製突堤에 關한 解說

突堤의 單一構造單位를 結構라하고(圖2) 數個의 結構를 接續시켜서 突堤라고 한다(圖3) 構造單位는 三個의 部材로 되어 있는데 普通은 鋼製앵글을 背面을 맞대어 붙여서 縱軸이 서로 直角되게하여 조였다. 이 部材들을 接合시키게되면 三個의 交叉하는 平面을 이루게 되므로 여기에 鐵線을 엮게된다. 普通한 單位는 길이 16ft인 $\frac{1}{4}$ " \times 4" \times 4"의 鋼製 앵글과 15" 間隔으로 엮는 No. 6 鐵線으로 되어 있다. 이들 單位를 中心間隔12.5ft로 設置하고 直徑 $\frac{3}{4}$ " 程度의 두 鋼索으로 連結한다. (圖2)

突堤를 架設하는 方法에는 두가지가 있는데 하나는 分岐 또는 前線이고 다른 하나는 後進 또는 減速線이다. 이 分岐 또는 前線은 河川의 築造堤防에 大略平行하게 設置하는 것이 普通이고 주로 河川의 狀態에 따라 하나 이상의 前線이 必要하며 後進線은 前線으로 부터 堤防側으로 뻗혀 設置하고 間隔은 任意로 할 수 있다. 이것은 前線에 對하여 45° 角度로 設置하는 것이 普通이다. (圖3) 모든 線은 各端部에서 礎着시켜야 하고 中間礎着은 必要에 따라 任意로 할 수 있다.

2. 設置 및 工費

連結孔과 ړ음孔은 工場에서 擀孔해두면 三個의 앵글로 現場에서 一個의 單位로 만들수있다. 그러므로 모든 材料는 組立하지 않은채 現場으로 運搬한다. 組立과 設置는 單純해서 몇個의 道具로써 足하다. (圖4-a) 모든 單位는 便利한 地點에서 組立해서 突堤位置로 運搬한다. 圖4-b에서 鋼製 앵글 三個을 各其背面을 맞대고 볼트로 되는 作業을 보이고있다. 다음에 ړ음用 구멍에다 鐵線을 ړ게 된다. 完成된 結構는 浮船上에 設置된 簡易木造 크레인을 操作하여 設置地點에 礎着하게 된다. 土砂掘鑿은 거의 必要없고 結構는 設置되면서 永久的인 것이 된다. 美工兵團의 報告에 依하면 가장 오래된 것이 30年인데 耐用壽命期間을 50年이라고 한다.

工費는 突堤를 設置하는곳의 條件에 따라 달리 할것이나 今般密城 第一地區 防水堤護岸工에 設置한 鋼製앵글 15ft 길이의 結構에 對하여 一個當 18,551원이었다.

Ⅱ. 理 論

이 突堤는 可撓性이라는 利點이 있다. 이것은 水路의 洗掘에 잘 順應하는데 比較的剛性인것에서는 洗掘로 工作物의 바닥에 空洞이 생기게 된다. 이 突堤는 通水性이므로 流砂가 突堤場으로 流入해서 沈澱된다. 結果的으로는 河川에 堤防이 이루어지게 된다. 이 結構는 流砂가 많은 河川에서 가장 效果의이며 지금까지의 가장 普編的인 用途로서는 河川의 堤防이나 岸壁 또는 橋臺의 保護用으로 되어있다. 前線은 水流와 前線의 方向間의 角度가 相當히 클때는 浮遊物에 依해서 破損되기 쉽다. 後進線의 間隔은 設置地點의 條件에 따라 달리하며 75乃 至 400ft 또는 그以上

이될 것이다.

圖3에서는 典型的인 突堤場의 例를 보이고 있다. 突堤場에서는 水勢가 弱해지고 水流中의 浮遊砂가 沈降하게 된다. 이것은 圖 3의 橫斷圖에서 잘 說明되고 있다. 後進線은 障礙가 되어 突堤場內의 水流를 減速시키므로 이 後進線으로 부터 上流에서는 背水現象이 일어난다. 이러한 結果로서 速度水頭가 될수있는 水流의 動에너지의 一部는 位置에너지로 變換되어 水深이 增大하게 된다. 突堤內에서의 水深의 增大로 河川의 水流와 場內水流間에는 水壓의 不平衡이 일어나므로 場內水流의 一部는 河川水流側으로 流出하게 된다. 이러한 現象이 일어나는 程度는 流速과 水深에 依存하고 水深이 깊고 流速이 낮을때는 매우 작아져서 거의 無視할 수 있을 것이다. 그러나 前述한 現象의 結果로서 突堤場內의 水流는 水勢가 弱해지고 그만큼 浮遊砂를 包容 할 수 없으므로 比較的 큰 粒子인 浮遊砂는 沈降하게 된다.

水流의 方向에 對하여 任意의 角度로 一列로 礎着시킨 結構의 效果에 關해서 H.A:Einstein이 記述한 것이 있다.

結構의 線은 背水效果를 惹起시키므로 因하여 모든 水流粒子의 流速이 減해지고 結構線을 가로 질러서는 水壓의 傾斜가 일어난다. 流速이 더 빠른 上層의 水流는 그 流速의 一部를 잃는 反面에 느리게 움직이는 底層에서는 流速의 거의 全部를 잃게 된다. 水壓의 傾斜는 結構線을 통해서 느리게 움직이는 底層의 水流가 大部分의 流砂를 지니고 있으므로 流砂의 大部分은 이 線을 통해서 移動하여 沈降하게 된다.

1. 縮尺斷面 模型

縮尺의 斷面模型의 操作으로 (1)模型에서 容易하게 만들 수 있고 또 模型突堤로서 같은 水理學的 條件을 만들수 있는 鋼製結構의 代用物을 定하고 (2)典型的으로 設置한 突堤場에서 豫想되는 減速을 決定하였다.

模型에 使用된 面積은 約 94×13ft(圖 5)로서 實型에서 約 1,500×200ft의 面積에 代하게 된다. 模型의 底床은 粗砂(圖 6에 보인 粒度)로 하고 決模型의 岸面은 콩크리트를 被覆한 金屬板으로 만들었다.

試驗用的 結構代用品을 模型內에 設置하고 5,000, 10,000 그리고 15,000cfs에 相當하는 流量

을 實驗室用 Venturimeter로써 調節하였다. 이들 流量은 單位 ft 의 幅에 對하여 各各 8.33, 16.67 및 25.0cfs(秒立方呎)된다. 試驗資料는 한 水深과 流量에 對하여 求하고 다음에 模型의 下流端에 있는 水深調節 水門을 써서 水深을 變化시켜 다음 資料를 얻게된다.

模型에는 여러個의 縮尺 模型結構를 만들어서 圖 5에 보인것과 같이 水流方向에 對하여 30° 의 角度로 突堤를 形成하였다.

突堤로 부터 上下流에 있는 水面의 標高는 水面測桿으로 測定하여 記錄하였다. 流速의 記錄은 小形流速計를 써서 圖 5에 보인것과 같이 突堤가 水路의 中心線을 穿는 橫斷面에서 測定하여 얻었다. 各水深과 流量에 對하여 水路의 트인 半部와 突堤로부터 下流에서 6個의 流速記錄을 取하였다. 水面標高測定에 依하면 水面差는 매우 작았다. 그러나 圖 8과 9에 보인것과 같이 平均流速에는 相當한 差異가 있었다. 圖에서는 水路의 트인 半部와 突堤下流에서의 平均流速의 差異를 보이고 있으며 이것은 一定流量에서 水深에 對하여 置點(plot)한 것이다.

流速差가 決定되면 結構를 除去하고 圖 5에 보인것과 같이 $1/2$ 의 鐵線網을 使用한 一個線과 2個線에 對하여 施行하였다. 圖 8과 9에 나타난 것을 보면 90° 로 굽힌 鐵絲網이 模型結構를 써서 測定한 減速에 가장 가까운 結果를 再演함을 알 수 있다.

90° 로 굽힌 $1/2$ 의 鐵線網이 $1/16$ 縮尺結構에 對하여 일어나는 거의 같은 條件의 結果를 주는 事實을 안 다음에는 典型的인 結構場에서 豫想되는 動에너지의 變化를 決定하기 爲하여 追加의 試驗을 하였다. 圖 11에 보인것과 같이 結構場의 典型的인 斷面을 形成하는데는 容易하게 만들수 있는 鐵網의 代用品을 썼다. 여기서 쓰인 斷面은 約 $100 \times 1,000 ft$ 에 代한 것이었다. 後進線의 間隔과 入口條件 및 前線의 個數는 몇가지로 變更하였다. 試驗條件은 圖 11에 보인것과 같다. 試驗內容은 다음과 같다. 即 (1)一個前線과 100 ft 間隔에 45° 인 後進線 (2)一個前線과 250 ft 間隔에 45° 인 後進線 (3)一個前線과 250 ft 間隔의 45° 인 後進線 그리고 結構入口에 附加한 一個의 30° 인 分岐線 (4)一個前線과 400 ft 間隔에 45° 인 後進線 (5)二個의 前線과 100 ft 間隔의 45° 인 後進線

(6)二個 前線과 250 ft 間隔의 45° 인 後進線 (7)二個 前線과 250 ft 間隔의 45° 인 後進線 그리고 結構入口에 附加한 二個의 30° 인 分岐線 (8)二個 前線과 400 ft 間隔의 45° 인 後進線等이다.

結構場內외의 平均流速의 差異를 決定하기 爲해서 場의 入口 下流로 約 39 ft (實型에서 625 ft)에 있는 橫斷面에서 流速을 測定하였다. 平均流速은 結構場의 內外에서 約 1 ft 間隔으로 六回測定으로 求하였다. 平均流速의 差는 一定流量에서 水深에 對하여 置點하였다. 水深은 流速을 測定한 橫斷에서 測定하였으며 이렇게 置點한 結果는 圖 12, 13 및 14에서 보이고 있다. 이것에 依하면 流速差는 水深이 작아져서 流速이 커짐에 따라 더 커진다.

水流가 通過하는 數個의 分岐線과 減速線에 對하여 얻은 資料를 各線에서의 流速變化量에 對하여 다시 置點하면 圖 15, 16 및 17에 보인것과 같이 一定水深에 對한 相關性이 얻어진다. 水流가 通過하는 線의 數가 增加됨에 따라 各線에서의 流速變化量은 減少 되었다. 이 相關性은 水流가 前線에 平行한 限은 後進線의 間隔과 前線의 數와는 無關한 것으로 나타났다.

圖 15, 16 및 17은 結構場에 對한 幾何學的의 配置를 決定하는데 도움이 될 것이다. 河川의 條件을 알면 다음의 것과 類似한 것이 設計에서 도움이 될 것이다. 먼저 決定해야 할 것은 流量 平均水深 어느 크기의 流砂를 沈降시키는데 要하는 減速 그리고 減速이 要求되는 길이 등이다. 다음에 水流가 通過하여야 할 線의 間隔을 假定해서 該當圖表로 부터 各線에서의 損失을 決定한다, 그리고 이 線別損失量을 線의 數로 乘하여 그 結果를 所要의 減速量과 比較하게 된다. 이때 二個의 圖表가 어느 限界內에서 一致하지 않으면 假定을 새로히 하여 같은 過程을 返復한다.

前述한 方法에 依한 簡單한 例를 보이면 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \text{即 平均流量 } q &= 25 \text{ ft}^3/\text{sec}/\text{ft} \\ \text{平均水深 } d &= 6 \text{ ft} \\ \text{當初流速 } &= 4.17 \text{ ft}/\text{sec} \\ \text{所要減速 } &= 2.25 \text{ ft}/\text{sec}/1,000 \text{ ft} \end{aligned}$$

平面上에서 水流는 먼저 一個의 前線을 貫流해야하고 1,000 ft 의 距離內에서는 數個의 後進線이 所要된다.

後進線の間隔을 250ft로 假定하면 水流가 貫流해야 하는 線의 數는 5個가 됨으로 圖 17에서 線別減速은 0.445ft/sec이다. 이때 全減速은 (5)(0.445)=2.23ft/sec가 되고 이것이 所要減速量 2.25ft/sec에 가까운 값이 된다.

이때 比較的 靑은 浮遊粒子는 結構場의 上流部 端附近에서 沈降하고 細粒은 流速이 작아짐에 따라 結構場에 沿하여 沈降하게 된다고 볼수있다.

實際에 있어서의 條件은 前記한 例에서처럼 그렇게 單純明確한 것이 아니며 圖表도 條件의 모든 範圍에 걸치지 못하고 있다. 그러나 이 方法은 後進線의 間隔을 決定하는데 도움이 될것이다.

이들 資料는 1/4"×4"×4"×16ft의 鋼과 No 6 鐵線으로 鑄어 만든 前線結構를 模造한 1/16縮尺模型으로 부터 얻었다. 그러나 모든치수가 試驗 結構에 比例한다면 些少한 變更으로서도 어 크기의 結構에도 適用할 수 있다. 必要한 變은 Froude數를 基準해서 만들수 있다. Froude 法則에 依하면

$$V_p = \sqrt{\frac{LP}{L_m}} V_m$$

여기서 V_p ; 實型에서의 流速

V_m ; 模型에서의 流速

LP ; 實型에서의 길이

L_m ; 模型에서의 길이

되므로 L_m 單位길이 (1/16 또는 1/ LP_2)로 쓰면 새로운 流速變化는 다음式으로 求할수있다.

$$\text{即 } V_p = V_m \sqrt{16} \text{ 또는 } V_m = \frac{V_{p_1}}{\sqrt{16}}$$

$$V_{p_2} = V_m \sqrt{LP_2}$$

$$V_{p_2} = \frac{V_{p_1}}{\sqrt{16}} \sqrt{LP_2}$$

여기서 V_{p_1} ; 圖表에서 1/16縮尺에 對하여 보인 流速變化

V_{p_2} ; 다른 縮尺(1/ LP_2)에 對하여 必要한 流速變化

工兵團의 알부퀴어크 管區에서 쓰고 있는 設計 基準으로는 水流의 接近角度가 約 20°일때 結構場으로 펼쳐들어오는 水流의 方向은 最少限 分岐線을 包含해서 四個의 結構線을 橫斷하여야 한다. 水流의 接近角度가 約 45°이면 水流는 約 6個의 線을 橫斷하여야 한다.

2. 開拓局에 依한 結構突堤의 使用案

지금까지 結構場은 面積이 限定된 堤防이나 橋臺等の 工作物을 洪水로 부터 保護하는데 가장 널리 使用되어 왔다. 開拓局에서는 結構突堤를 水路의 路線上에서도 使用하도록 提議하고 있다.

우리들이 알기로는 鋼製結構를 이러한 用途로 使用한 일은 없다. 中部 리오그랜드 事業區의 카사폴로라다에 있는 試驗區間은 現在 工事中에 있고 이 水路區間은 리오그랜드 河의 알부퀴어크에서 約 35哩下流에 位置하고 있으며 길이가 約 4哩이고 이것으로 結構를 使用한 附加的인 水路整理가 妥當한가를 決定하게 될 것이다.

엘레펀트펫트와 샌마살 사이에 있는 리오그랜드 河의 水路整理로 每年 約 40,000Ac-ft의 用水를 節約하게 되었다. 리오그랜드 河에서 水路整理로 因한 用水節約은 얼마이던간에 매우 利로운 것이다.

IV. 實型 資料

1. 結構의 必要性

試驗區間에서는 河川이 蛇行하여 溪谷이 岸壁에 들어앉은 곳까지 이르고 있다. 兩岸壁을 保護하고 600ft의 幅을 가진 河川의 水路를 整理해서 維持하기 爲해서 突堤를 使用하게 된다. 通水性인 突堤를 設置하게 되면 岸壁에 隣接하여 堤防이이 루어지고 따라서 河川의 蛇行을 緩和하게 될것이다. 그리고 河川을 整理해서 짧게하면 에너지의 傾斜가 더 急해지므로 因하여 試驗區間에서는 流速이 더 커지게 되고 따라서 이 試驗區間과 이 區間의 上流에서의 河川水路가 낮아지게 된다. 河床이 낮아지게 되면 水面이 낮아지고 따라서 岸壁滲透로 因한 損失水를 減하게 된다. 用水가 不足한 리오그랜드 河의 이 地域에서는 用水節約을 가져오는 河川 調節工法이라면 歡迎받고 있다.

2. 流砂問題에 關한 資料

實型資料로서는 여러가지를 利用할 수 있다. 여기에는 버나드에서의 流況曲線 約 50哩 上流에 있는 샌펠립스 觀測所에서의 流量圖, 카사폴로라다 區間에서 採取한 河床流砂의 實驗室 分析 資料試料는 約 0.1~10ft의 길이로 區間內의 30個 區對線에 對한 河川의 橫斷面, 工兵團에 依한 河川의 堤防과 岸壁을 나타내는 河川의 平面圖 및 에스파놀라 附近의 高水時에 運搬된 河床材料에 對한

粒度分析 資料 등이 있다.

V. 河川 模型

河川模型은 約 1對 6으로 歪形시켜서 水平 $1/140$ 과 垂直 $1/22$ 의 縮尺으로 만들었다. 模型에서 代表되는 實型에서의 區間은 兩岸壁 사이의 길이 約 2哩에 이르는 測點 88+00과 194+00사이가 되며 圖 19에 보인 것과 같다. 圖 20에 보인 것은 模型의 平面圖이다.

河川模型은 주어진 設計에 對하여 實型에서 일어난 全般的인 洗掘과 流砂의 形態를 把握하기 爲하여 만든 것으로 주어진 後進線의 間隔이 充分할 때 2°의 曲率이 妥當한지의 如否 및 結構場을 擴張하거나 아니면 줄여야 할지의 如否를 各各 決定하는 일이 要求되었다.

模型은 圖 20에 보인 것과 같이 鍍鐵板을 입힌 木製箱에 만들었으며 橫斷을 指示하기 爲해서 $1/8$ in의 막대기를 床面에 부쳤다. 이들 막대기는 模型의 各區劃線內에서 河床標高가 變化하는 處에 位置시켰다. 河川 水路를 形成하기 爲해서는 圖 7에 보인 粒度分析 曲線과 같은 平均 徑約 0.2mm인 細粒均等砂를 使用하였다.

洪水量 5,000, 10,000 및 15,000cfs는 實驗室用 Venturimeter와 射出 펌프를 써서 調節하였다. 이 模型에서 얻은 資料로는 水面標高, 橫斷面 및 寫眞等이다. 지금까지 이 河川 模型으로는 8個의 試驗을 施行하였으며 模型은 追後의 試驗과 檢證을 爲해서 保管하고 있다. 샌델립프에서의 리오그랜드河에 對한 年間流量圖를 檢討하여 보면 5,000, 10,000 및 15,000cfs는 典型的인 高水流量으로서 카사콜로라다의 試驗區間에 設置한 突堤場에 流入하게 될 것이다. 低水에서는 물이 堤防을 越流해서 氾濫地로 流入하지 못하고 또 時間的인 問題로 因하여 典型的인 年流量圖는 再演되지 못하였다.

지금까지 施行한 實驗內容은 項別로 記述하면 다음과 같다.

一次 試驗——圖 20에 보인 것과 같은 豫備突堤를 模型에 設置하여 0.57cfs의 流量에 對하여 15時間行하였다. 이 流量은 5,000cfs의 洪水量에 相當하다.

二次 試驗——一次試驗後 模型에 修正없이 洪水量 10,000cfs에 相當하는 1.10cfs의 流量에 對

해總 4.5時間 行하였다.

三次 試驗——修正없이 15,000cfs의 洪水量에 相當하는 1.72cfs 流量에 對하여 計 1.75時間 試驗하였다.

四次 試驗——模型을 修正해서 豫備突堤를 設置하고 圖 20에 보인 것 같이 植生이 많은 部分에는 磨擦을 附加하여 5,000cfs의 洪水量에 相當한 流量으로 計 15時間 試驗하였다.

五次 試驗——四次試驗後 模型에 修正없이 10,000cfs에 相當한 流量에 對하여 計 4.5時間 試驗하였다.

六次 試驗——修正없이 15,000의 流量에 對하여 計 1.75時間 試驗하였다.

七次 試驗——修正없이 10,000cfs에 對하여 4.5時間 다음에 50,000cfs에 對하여 15時間 試驗하였다.

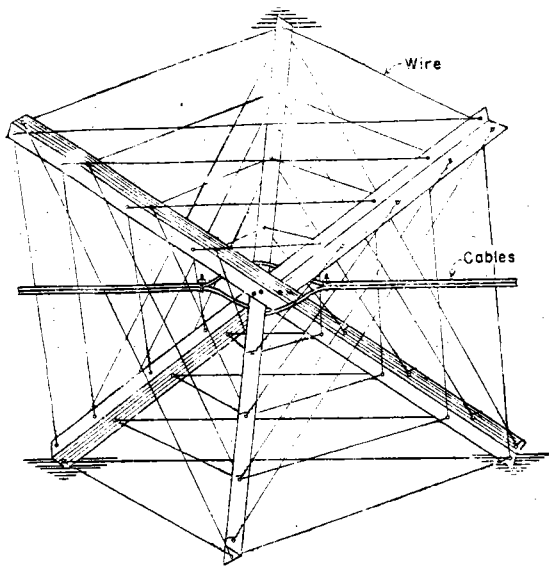
八次 試驗——模型을 修正해서 圖 19에 보인 것과 같이 第二의 새로운 突堤를 設置하였다. 樹木에 相當하는 磨擦面을 前과같이 設置하고 模型 試驗은 50,000cfs의 流量에 對하여 計 15時間동안 行하였다. 이 試驗中에 流砂의 效果를 내기 爲하여 圖 6에 보인 粒度分析 曲線과 같은 比重約 1.056의 플라스틱 材料(黑色 폴리스티론)를 200 파운드 投入하였다.

上記한 모든 試驗에 對하여 試驗終了後에 各區劃線에서의 橫斷을 記錄하고 模型에 沿한 水面高를 各 試驗中에 記錄하였다. 그리고 各 試驗前後에서 3次元의 色採와 2次元의 黑白의 寫眞을 撮影하였다.

一次와 六次的 試驗에서 얻은 橫斷을 比較하면 많은 植生狀態를 模放해서 添加한 人工磨擦로 因하여 洗掘狀態가 어떻게 變하였는가를 알 수 있다. 하나의 例로서 圖 21에 보인 것과 같으며 圖 22a와 b에서는 一次試驗前의 豫備設計와 八次試驗前의 修正設計의 寫眞을 볼 수 있다.

突堤場을 設置하기 前의 河川水路의 橫斷과 模型 試驗終了後의 橫斷을 比較하면 主河川水路가 取하게 될 方向을 알 수 있다. 여러 區劃에서의 洗掘의 길이는 模型資料에서 求하였다.

浮游砂를 橫做하기 爲해 八次試驗에서 投入해서 使用한 輕量의 플라스틱 材料는 圖 23에 보인 沈降速度를 갖이고 있으며 이것은 比重이 낮은 數種의 材料를 調査해서 選定하였다. 浮游砂가 突



NOTES:

- (1) Unit is usually 16'x 4'x 4'x 1/4" angle iron laced with No. 6 wire.
- (2) Cables are usually 3/4" φ or larger.
- (3) Above unit is placed 12 1/2' on ctrs.

Fig 2-STRUCTURAL JALK UNIT

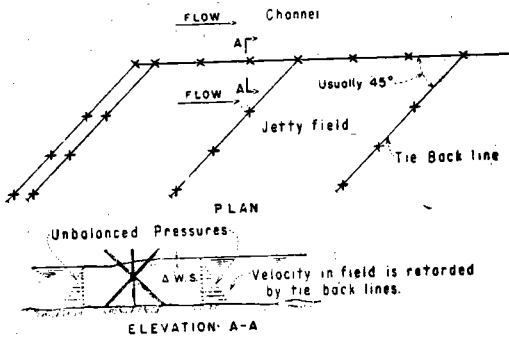


Fig 3-TYPICAL JETTY FIELD CONDITION

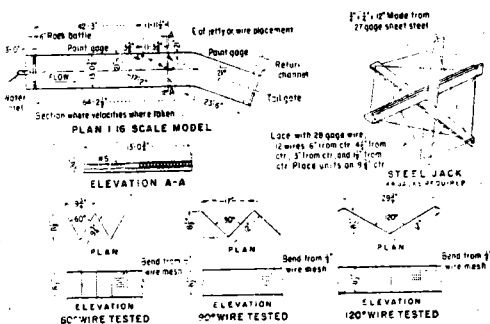
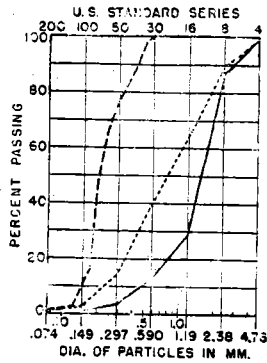


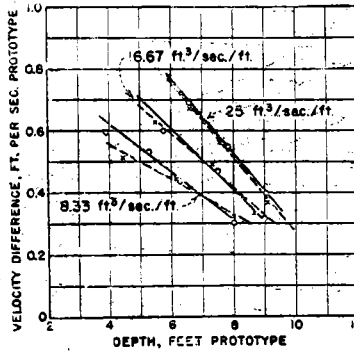
Fig 5-LAYOUT OF 1:16 SCALE MODEL AND JETTY MATERIALS TESTED



NOTES

- Sand used in river model.
- Sand used in 1:16 sectional model.
- Plastic used in river model.

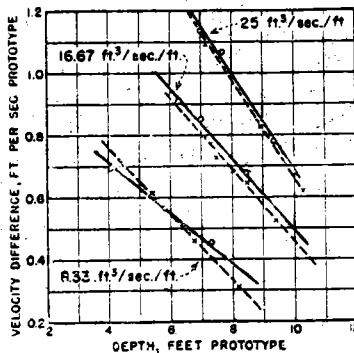
Fig 6-SIZE ANALYSIS



NOTES

- One line of 1:16 scale jacks.
- One line of 1/2" wire mesh bent at 90°
- Angle of attack = 30°

Fig 8-VELOCITY COMPARISON FOR ONE LINE



NOTES

- Two lines of 1:16 scale jacks.
- Two lines of 1/2" wire mesh bent at 90°
- Angle of attack = 30°

Fig 9-VELOCITY COMPARISON FOR TWO LINES

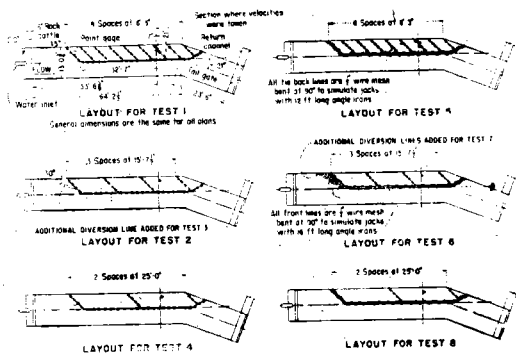


Fig 11-LAYOUT FOR TESTS I TO 8-1:16 SCALE JETTY FIELD

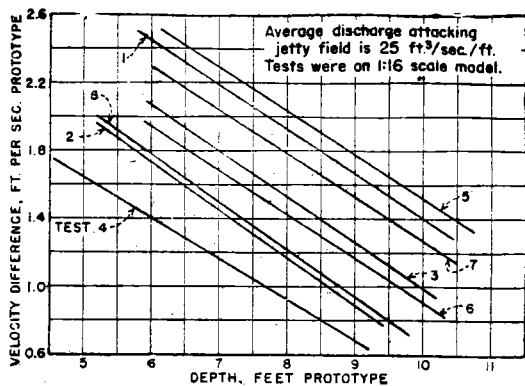


Fig 14-VELOCITY DIFFERENCE BETWEEN TYPICAL JETTY FIELD AND CHANNEL-25 FT. ³/SEC./FT.

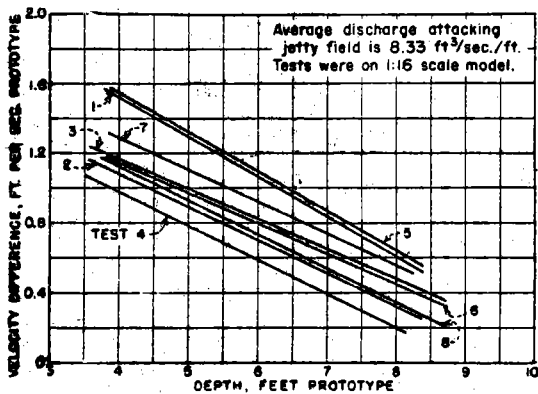


Fig 12-VELOCITY DIFFERENCE BETWEEN TYPICAL JETTY FIELD AND CHANNEL-8.33 FT. ³/SEC./FT.

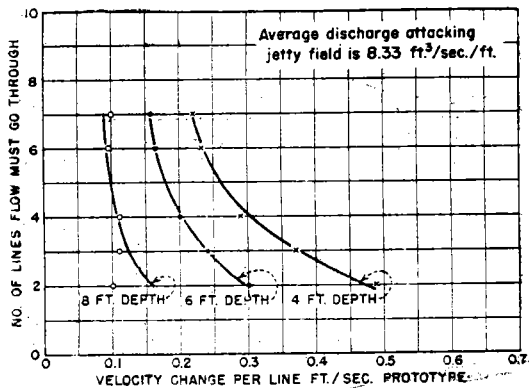


Fig 15-VELOCITY CHANGE PER JETTY LINE-8.33 FT. ³/SEC./FT.

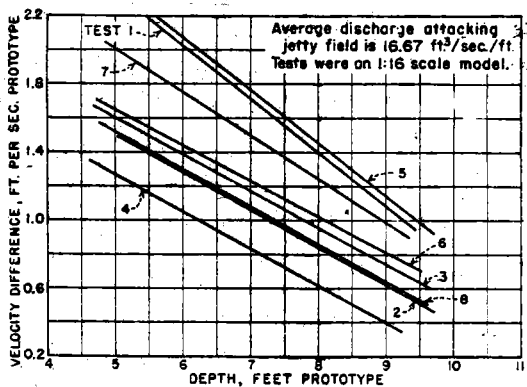


Fig 13-VELOCITY DIFFERENCE BETWEEN TYPICAL JETTY FIELD AND CHANNEL-16.67 FT. ³/SEC./FT.

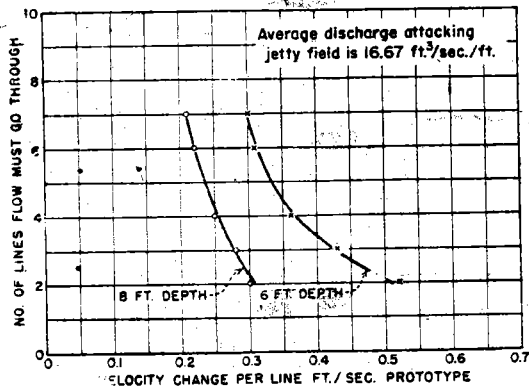


Fig 16-VELOCITY CHANGE PER JETTY LINE-16.6 FT. / SEC./FT.

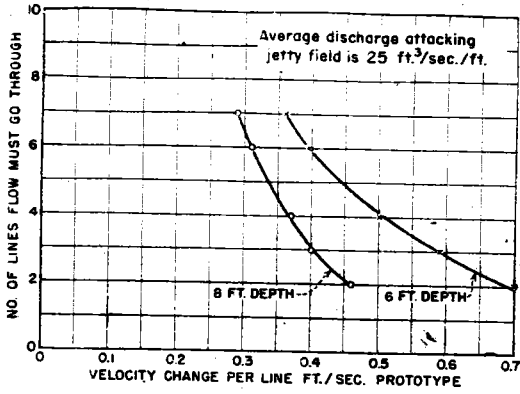


Fig 17-VELOCITY CHANE PER JETTY LINE-25 FT.³/SEC./FT.

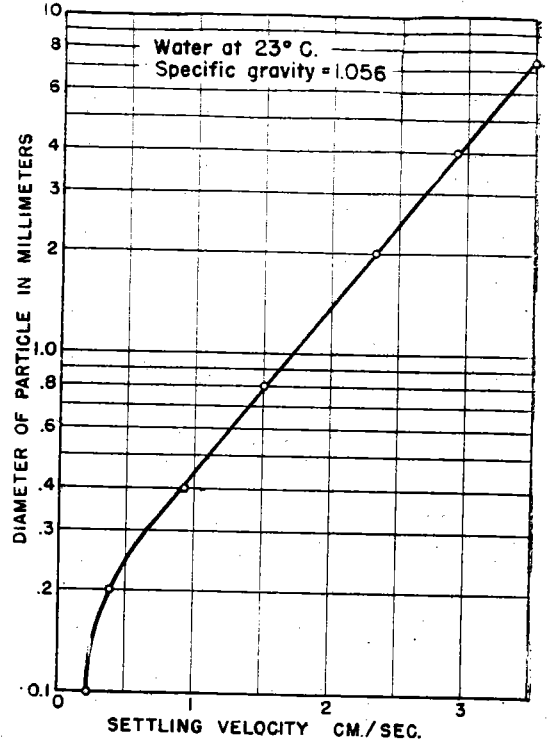


Fig 23-SETTLING VELOCITIES FOR PEASTIC MATERIALS

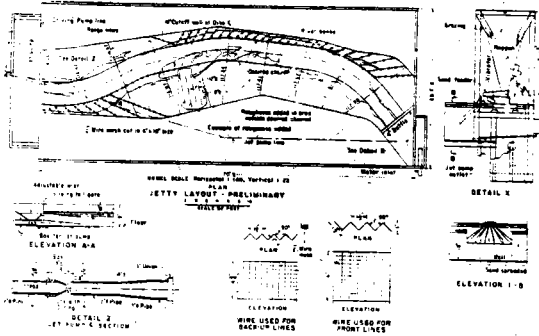
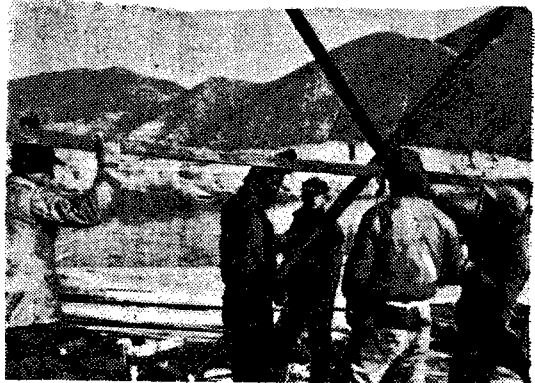


Fig 20-PRELIMINARY LAYOUT OF CASA COLORADO RIVER MODEL



鋼製結構操作 光景

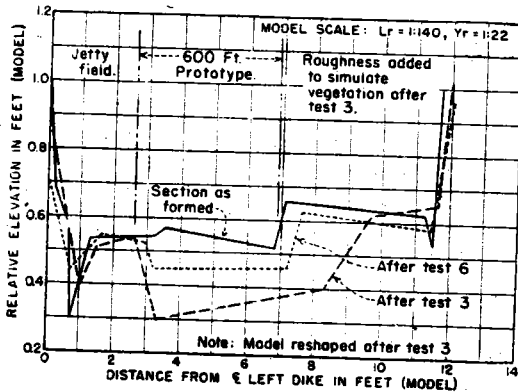
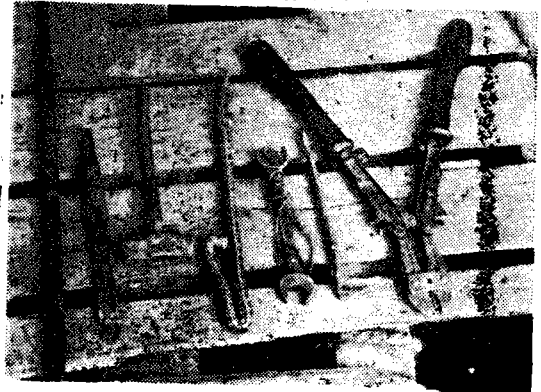
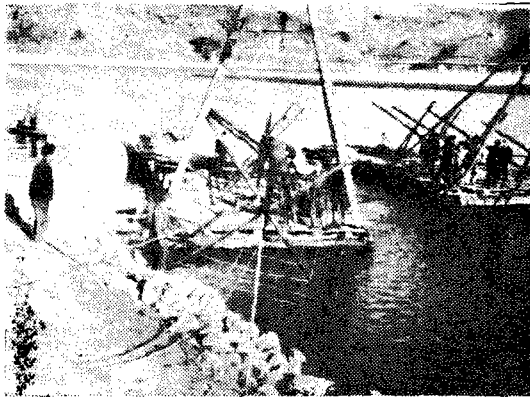


Fig 21-CROSS SECTIONS AT RANGE LINE 116.47



鋼製結構操作에 使用되는 小道具



鋼製結構設置作業 光景

堤場內에서 沈降하는 位置와 길이를 把握하기 爲하여 試驗을 繼續하고 있다. 八次試驗中에 일어난 堆積의 例로 圖 24에 보인것과 같다.

VI. 追後에 施行 할 調査

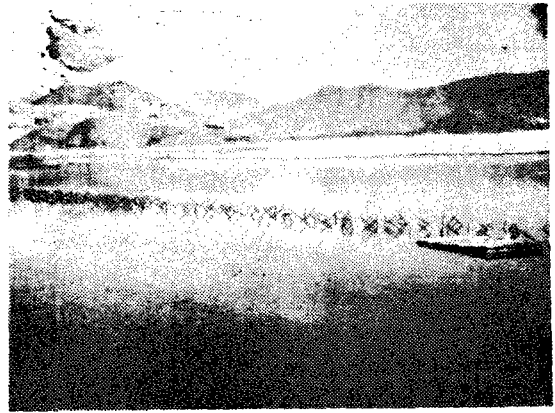
河川模型에 依한 試驗은 繼續할 것이며 이미 追加로 求得한 1,400파운드의 黑 플라스틱 材料를 써서 沈降이 일어난 位置를 把握하기 爲하여 더 많은 試驗을 施行할 것이다.

洪水가 일어나면 實型에서의 資料를 入手하여 模型試驗資料를 檢證할 것이다. 다음에 模型으로 洪水流를 再演해서 水流狀態를 檢證하여 必要한 調整을 하게 될것이다. 이로서 더 높은 洪水量에 對하여 模型試驗을 行하여 이러한 水流에 對하여 實型에서 일어날 現象을 豫測하게 될것이다.

VII. 結 言

試驗에는 二個의 模型 即 $1/16$ 縮尺의 斷面模型과 水平 $1/140$ 과 垂直 $1/22$ 의 縮尺을 가진 河川模型을 使用하였다.

$1/16$ 斷面模型에서 얻은 資料로는 $1/2$ in鐵線網으로 만든 代用結構를 손쉽게 짜게 만들수 있으며 또한 이 方法으로 여러 形態로 된 突堤로 인한 流速減少를 推定할 수 있다. 비록 模型 試驗이



鋼製結構의 設置된 光景

完全한 條件의 範圍를 걸치지 않는 못하나 여기서 얻어진 資料를 써서 設計者가 突堤의 設計를 決定하는데는 크게 도움이 될 것이다.

圖表로 表示한 資料는 모든치수가 試驗에 使用한 結構의 치수와 比例한다면 어떠한 크기의 結構에도 使用할 수 있을 것이며 資料를 變換하는 方法도 提示될 것이다.

河川 模型에 對한 試驗도 繼續하고 있는데 지금까지의 試驗으로 洗掘이 이리날 位置와 堆積이 始作하게 될 位置를 알수 있었다. 比重이 約 1,056인 플라스틱론은 浮游砂를 模倣하기 爲해 使用되고 있으며 模型試驗에 依한 資料는 實型에서 洪水資料가 充分히 얻어지면 檢證될것이다.

參考 文獻

Use of steel jetties for bank protection and channelization in rivers

by

Enos J. carlson and philip F. Enger
Hydraulic engineers, commissioners office
bureau of reclamation
Denver, colorado

(筆者 土聯 水利部水利課)