

# 흐름과 同一方向에 놓여있지 않은 물넘이에 對한 水理實驗

## Hydraulic Model Test for the Spillway, Different Way to flow line.

李 熙 榮  
Hi Yong Lee

卜 鎭 夏  
Gin Ha Book

### I. 序 言

不適當한 設計이거나 容量不足의 물넘이는 많은 堤의 決潰의 原因이 되는 것이다. 特히 폭범이나 돌넘이에서는 充分한 容量의 물넘이가 더욱 必要하다. 물넘이는 充分한 容量을 流下할 수 있는 規模以外에도 水理學的으로나 構造上으로도 安全하여야 한다. 또한 물넘이의 放水量이 堤 下流를 浸蝕하거나 破하여도 안되며 側壁을 너머도 안된다.

諸 水理公式은 理想的인 狀態의 흐름의 實驗값 또는 計算값을 基本으로 한 것이 많으므로 그대로 適用하는 것은 不合理하다. 故로 計算만으로는 不可能하며 其 適用範圍를 確認하여야 한다. 또 既存의 模型實驗 및 實測結果에서 推定할 때에도 資料의 相似性 및 水文地形 地質 條件 또는 環境의 相違點을 檢討한後 그 結果를 適用토록 하여야 한다. 數理解析만으로는 流況을 充分히 解明하지 못하는 境遇가 많다. 이런 境遇 水理模型實驗에 依하며 比較的 쉽게 이들의 諸問題點을 解明하는外에 計算過程에서 不注意로 빠진 設計上의 未備點을 明確히 하고 水理設計 改善에 寄與 할 수 있다. 그러므로 實驗을 必要로 하는 諸問題를 解決코져 本實驗을 實施한 것이다.

本實驗은 全北 鎭安 龍潭面 鎭江上流에 洪水調節, 灌溉用水 發電 上水道 및 工業用水等 多目的으로 有效貯水量  $388.07 \times 10^6 \text{ m}^3$ 를 貯水할 돌넘이에 設置된 물넘이에 關한 水理實驗이다. 이 물넘이는 調節洪水量  $1,290 \text{ m}^3/\text{sec}$ 를 放流할 目的으로 山中腹을 掘鑿 導水路를 設置하고 이와 180度로 물넘이를 設置한 것이다. 물넘이는 越流보길이가 16m 越流水深이 11.37m이며 中央에 나비 3m의 門기등이 있다. 웨어 비탈끝부터 急기울가의 水路에 連結하였으며 No. 13까지 10m의 同一한 나비로하고 그 以後는 漸擴시켜 Roller Bucket 終點 No. 16 + 11.0의 나비는 30m로 하였다. 放水路의 終點은 鎭水

池를 設置하지 않고 Roller Bucket를 設置하여 放流水를 跳水시켰다.

### II. 實驗計劃

#### 1. 實驗을 必要로 하는 問題點

- (1) 물넘이 앞 導水路의 斷面形狀과 路線 및 물넘이와 連絡角度에 對한 檢討
- (2) 물넘이의 排水能力의 確認
- (3) 물넘이의 越流係數, 물넘이마루의 形態 및 負壓의 發生, 물넘이의 나비 및 Pier에서 發生하는 水理現象에 對한 檢討
- (4) 急水路의 斷面形狀 기울기 및 路線에 對한 檢討
- (5) Roller Bucket에 對한 檢討
- (6) 下流河川의 流況과 保護對策에 對한 檢討

#### 2. 實驗의 方針과 方法

##### (1) 模型과 實物間의 相似關係

模型實驗에 있어서 模型과 實物間에 相似關係는 極히 重要하다. 模型과 實物間에 完全한 相似가 成立하려면 幾何學的 運動學的 그리고 力學的인 相似가 成立되어야 하나 이 諸條件이 實物과 完全相似가 된다는 것은 極히 어려운 問題이다 即 力學的인 相似가 成立하려면 流體에 作用하는 모든 힘사이에 相似性이 있어야 하는데 모든힘을 考慮한 相似法則을 얻기는 困難하다. 그러므로 本 堤의 물넘기部 및 下流 Roller Bucket에 對한 實驗은 自由表面을 갖는 一種의 開水路에 對한 實驗이므로 流體의 性質로 보아 重力의 영향이 支配의이고 粘性等의 影響을 無視할 수 있으므로 Froude 相似法則이 實用的이므로 이를 適用하여 實施하였다. 粗度係數는 實物을 1/40로 縮少하였을 때 콘크리트의 粗度係數와 木材에 Paint를 칠하였을 때의 粗度係數와 거의 一致하여 實驗값에 影響을 甚小한 條件이 되지 않아 考慮치 않았으며 水質도 模型과 實物이 同一質로 보아 考慮치 않았다.

##### (2) 相似率 및 縮尺比

實物에 對한 模型의 縮尺은 實驗의 精密度 實驗場所 使用目的 供給할 수 있는 水量 所要經費等을 參酌하여  $L_r=40$ 으로 하였다. 前記한바와 같이 Froude 相似

※ 筆者: 土聯 水利部 第二課長

“ 農業土木研究所試驗課 勤務

率을 適用시켜 諸 置換比를 算出하면 다음 表와 같다.

諸 量	길이	面積	부피	流 速	流 量	時 間	일	壓 力	일
치 수 비	Lr	Lr <sup>2</sup>	Lr <sup>3</sup>	Lr <sup>1/2</sup> / gr <sup>1/2</sup>	Lr <sup>3/2</sup> / gr <sup>1/2</sup>	Lr <sup>1/2</sup> / gr <sup>1/2</sup>	Lr <sup>4</sup>	Lr Wr	Lr <sup>3</sup> Wr
置 換 比	40	1,600	64,000	6.3245	10,118	6.3245	2,560,000	40	64,000

但 Wr (물의 重量比)=1      g (重力의 加速度比)=1

(3) 模型에 使用한 材料와 製作設置

模型에 使用한 材料는 木材類로서 羅王 베니아합板 美松을 使用하고 其外 합석 피조메타, 비니루호스 파테等を 使用하였다. 물넘기보와放水路側壁은 羅王을 使用하고 下流水位調節은 羅王에 합석을 갈아 물탱크로하고 門짝을 다터 使用하였다. 基礎台는 美松 2寸×3寸 角材와 7分 板材를 使用하고 그위에 1.5寸 角材를 使用하여 模型을 設置하였으며 接合部는 파테 水性接合劑를 使用하여 漏水를 防止하였으며 模型은 엷은 靑色 에나멜을 칠하여 水理現象의 識別을 쉽게하고 木材의 伸縮性과 吸水性을 防止하도록 하였다. 水位를 測定하기 爲하여 2.0寸×3.0寸의 羅王角材로 水平台를 設置하였다. 構造物 各部의 壓力을 測定하기 爲하여 Piezometer 및 壓力計示板을 設置하였다.

(4) 模型의 裝置

나비가 5.0m, 높이 4.0m, 길이 12.0m의 大工放水路에 設置하고 給水는 100HP 모타를 可動하여 350mm 펌프로 12.0m 높이 定水位물탱크에 揚水하여 使用하도록 하였으며 流量은 水路에 設置된 長方形堰어로 流下시켜 靜水탱크를 거쳐 模型에 流入하게 하였으며 歸還水路를 거쳐다시 貯水탱크에 流入하도록하였다. 模型各部分의 壓力은 Piezometer를 設置 비니루호스를 壓力計測板에 連結하여 測定하고 越流水深은 물넘기堰어 앞에 Hook gage를 設置하여 測定하였으며 各部分의 水位는 縱橫으로 模型上의 測點을 定하고 水平台를 利用 Point gage로서 測定하고 各點의 流速은 水位測點마다 Pilot tube를 使用하여 測定하였다. 模型의 設置는 Level로서 1/10mm 까지 標高을 測定하여 設置하였다.

(5) 測定器具

- 流量測定: 逆족長方形堰어 (나비=1.20m)
- 水位測定: 鉛直 Point gage, Hook gage, 透明논금
- 壓力測定: Piezometer
- 流速測定: Midget Current meter, Pilot, tube,

(6) 實驗流量

實驗流量은 Froude 相似法則을 適用하여 換算하였으며 模型上에 流下시키기 爲한 計劃洪水量을 算出하면 다음과 같다.

原型計劃洪水量  $Q_p=1,290m^3/sec$

模型에 對한 原型의 倍率  $Q_r=10,118.40$

$Q_m=Q_p/Q_r=1,290m^3/sec/10,118.40=0.1275m^3/sec$   
即模型上에 流下되는 計劃洪水量은  $0.1275m^3/sec$ 이다

III. 實 驗

1. 原設計에 對한 實驗

以上과 같은 過程을 거쳐 設置하고 計劃洪水量  $0.1275m^3/sec$ 를 流下시킨 結果는 다음과 같다.

(1) 越流面의 形狀과 流量係數

물넘기의 越流量을 支配하는 큰 要素로서는 越流面의 形狀에 依하여 定하여지는 流量係數 (C)하고 流入口의 側壁과 Pier에서 일어나는 收縮係數 및 流入口部의 流況等이다. 本構造物에서 물넘기堰어 앞에 導水路가 屈曲되고 接近流速이 크게 作用하므로 右側의 水位가 높아지고 兩側門기등에서 소용돌이現象이 일어나며 中央門기등의 影響等으로 越流面의 形狀과 構造物의 安全을 爲한 力學的인 問題란 考慮할것이므로 여기에서 介意치 않았다.

(2) 물넘기의 물넘기 길이

물넘기의 물넘기 길이測定에 있어서는 Crest에서 貯水池 안側으로 66.0m 以上되는 3個地點을 採擇하여 測定한 것으로 低下曲線 以前의 水深을 測定하기 위하여 물넘기 길이 6倍以上되는 地點인 것이다. Table(1)의 水位測定表(原設計實驗)에서 나타나 있는바와 같이 3個地點 (左側, 中間, 右側)의 實測水位 0.284m 0.278m 0.285m로 模型縮尺係數 40을 곱하여 換算하면

11.36m, 11.22m, 11.14m의 水位로 設計計劃水位 11.37m 보다. 全部 낮은 水位이다. 特히 左側에서 右側으로 갈수록 더낮은 것은 左側에서 壩內堤 기울기의 影響을 받아 일어나는 現象이며 右側으로 갈수록 距離가 멀어지며 障礙를 받지 않기때문에 若干의 低水位로 나타나는 水理現象으로 생각된다. 또 Gate 左側入口(壩內堤와 接合部)에서 若干의 Vortex가 生起는 것도 亦是 壩內堤 기울기의 影響에 依한 現象으로 看做되는 것이다. 또 물넘기水位 全體가 計劃水位보다 低水位로 나타나는 現象은 물넘기堰어의 나비를 計算에서 算出된 보길이 보다 安全을 爲하여 餘裕있게 設計를 하

였고 물넘기 웨어前面의 流入部가 水路로되어 接近流速이 크기때문에 이러한 現象이 나타난다고 생각되어 實際보다 安全하다.

### (3) 웨어부의 水理現象

#### (가) No. 7+4.25地點 水理現象

No. 7+4.25地點은 縱斷上으로 물넘이 댐의 Crest 地點이다. 中間에 3.0m 나비의 Pier를 두고 兩側으로 8.0m의 gate로 洪水量을 排除하도록 되어있다. 댐물넘기 水位測定에 있어서는 左右側 水門에 各各 2個測點으로 總 4個 測點을 定하여 水位를 測定하였다. Table(1) 水位測定表에서 나타나있는 바와같이 計劃水深 9.003m에 對하여 最高水位가 原型에서 9.00m, 8.60m, 9.48m, 8.98m 그리고 最低가 原型에서 8.68m, 8.20m, 9.16m, 8.12m로 不規則하게 差異가 많은 結果로 나타났다. 같은 水門內의 斷面에서도 Pier와 兩岸側에서 水位가 낮고 中間部分이 높은 現象이다. 또 最高와 最低의 差異가 너무 심한것은 물넘기 水脈이 不良하다는 證據이며 水流가 均一치 못한 現象이다. 橫斷測點 No. 2와 No. 4에서 最低水位인 것은 물넘이까지 流下하는 導水路가 Curve로 되어있고 特히 橫斷測點 No. 4의 境遇에 있어서는 댐의 內堤비탈과 물넘이 웨어部와의 接合地點에서 일어나는 Vortex의 影響을 받아 일어나는 現象으로 생각된다. 大體로 計劃水位와 一致되는 現象이나 流下하는 水脈이 均一하지 못하였다.

#### (나) No. 7+9.173, No. 7+13.273, No. 7+18.373

#### No. 8+7.12 地點 水理現象

上記測點은 물넘이 Crest 以下  $Y = -0.0667X^{1.83}$ 의 포물線式에 依하여 流下되는 웨어부의 水理現象으로 流下하는 水脈이 均一하지 않다. 即 兩側壁과 Pier 部側의 水位가 높고 中間部가 낮으며 上昇水位와 低下水位의 差異가 甚하였다. 또 Pier 外側末端的의 등근部分兩側에서 流下한 水脈이 合流하면서 빠른流速의 Energy에 依하여 發生하는 跳水가 左右로 나부끼는 運動을 하면서 流下하기때문에 連鎖作用으로 下流部 兩側壁을 交代로 넘치는 水理現象이다. 물넘기水位에 있어서도 計劃水位 보다 大體로 높은 水位였다.

#### (4) No. 8+7.12~No. 13 地點까지의 水理現象

웨어部 및 Bucket부의 終點에서 同一斷面(나비 19.0m)에 기울기가 1/8인 急流部이다. No. 8+7.12斷面에서 計劃水位 3.22m에 對하여 左, 中, 右의 各 實測水位 3.62m, 5.94m, 5.12m로 大端히 높은 水位로 流下하였다. 이는 웨어部에서 流下한 不規則한 水脈이 Pier 末端橢圓部에서 大端히 빠른 流速이 合流衝突하여 跳水現象이 일어나 水脈이 上昇하면서 攪亂狀態가 繼續되고 이에 連鎖作用으로 下流部에도 不良한 結果를 나타냈다. 特히 跳水가 左側으로 轉倒되어 下流 水理現象

에 더욱 惡影響을 미쳤다. 이는 물넘기 웨어前面의 導水路가 左側으로 屈曲되었기때문이다. No. 9斷面에서의 水理現象은 計劃水位 3.116m에 對하여 3個測點實測水位 5.14m, 4.44m, 3.64m로 亦是 높은 水位이며 右側壁에서는 5.14m의 높은 水位로 因하여 순간 순간 물이 넘치는 水理現象이다. 이와 같은 現象이 일어나는 것은 前記한 中央 Pier 末端部에서 發生한 跳水の 影響이나 No. 10 地點에서 計劃水位 2.96m에 對하여 實測水位 3.48m, 3.64m, 3.62m로 0.50~0.60m 높이나 水脈이 比較的 規則的으로 流下하였다. No. 11, No. 12 No. 13 地點에서는 Table (1) 水位測定表 (原設計實驗)에 表示되어 있는 바와같이 實測水位가 漸漸計劃水位에 가까워지며 高低의 差異도 적어졌으며 比較的 良好하나 No. 11과 No. 12 斷面區間에서 右側壁으로 물이 넘치는 現象을 나타냈다. 現水理現象의 結果로 보면 中央 Pier 末端에 發生한 跳水現象의 影響으로 斷面이 不足하다는 結論이다.

#### (5) No. 13~No. 16+11.0 地點까지의 水理現象

No. 13까지의 水理現象은 記述한대로 大體로 不良한 水脈이 漸漸 整理가 되어 本區間에서 設計上의 水位와 같아지고 水理現象이 良好하였다. 水位上昇에 있어서 高低의 現象으로 되어 있으나 이는 測定時에 最高의 水位만을 測定했고 3個測點水位를 平均하면 計劃水位와 거의 一致하는 水理現象이다.

#### (6) Gate 開閉 調節實驗

Gate의 開閉 또는 調節實驗에 있어서는 現場條件과 本水理實驗室의 施設條件이 맞지 않기때문에 實施할수가 없었다 即 現地 貯水池의 貯水面積과 댐 높이 등은 本水理實驗室의 施設이 固定되어 있기때문에 相似를 適用할수가 없는 것이다. 水理實驗室에 設置되어있는 貯水탱크는 한개의 Gate를 잠시동안 잠그거나 調節해도 流量은 댐으로 直接넘는 現象이 發生한다.

#### (7) Piezometer에 依한 水壓測定實驗

本水壓測定實驗은 縱橫斷面의 變化點에 Piezometer를 設置하고 水壓을 測定하였다. G列에서 負壓이 作用하고 (位置 3에서  $-130g/cm^2$ 로 最大負壓) C列 即 웨어部 中間點에서  $-20g/cm^2$ 의 負壓이 發生하고 F列 中間位置 2에서  $880g/cm^2$ 의 最高揚水壓으로 나타났다. 大概의 境遇 댐 또는 물넘이 물넘기 웨어 위에서의 Curve 部分과 放射流部에서 큰負壓이 作用하나 本構造物에서는 그러한 現象이 없고 또 Concrete의 許容強度가  $150kg/cm^2$  이므로 施工時에 特別한 考慮를 하지 않아도 無妨하다 그리고 下流河川에 作用하는 水壓을 測定하기 爲하여 1列로 4個地點을 測定하였으나  $200g/cm^2$  以上の 揚壓力으로 나타났고 또 水脈 落下距離가 52.00m 나되는 遠距離이고 岩盤으로 되어있는 自

然河床이 기때문에 安全하다.

## 2. 修正實驗

### 第1次 修正水理實驗

Pier 外側 둥근部分切斷

### 第2次 修正水理實驗

貯水池內 右側壁 Curve 部分變更 半지름 134.4m

### 第3次 修正水理實驗

貯水池內 右側壁 Curve 部分을 直連結함

### 第4次 修正水理實驗

Pier 外側을 No. 8+7.12 地點까지 延長함

### 第5次 修正水理實驗

Pier 內側 橢圓部를 3.00m 半지름으로 修正 및 內側 兩側壁部 Curve 延長

### 第6次 修正水理實驗

Pier 外側의 No. 7+13.373 地點에서 切斷

### 第7次 修正水理實驗

第6次修正에서 Pier 外側切斷部를 原設計 位置까지 보족하게 延長하고 No. 13以下 側壁을 19.00m 나비로 좁힘.

### 第8次 修正水理實驗

No. 8+13.30의 標高 230.84m를 235.594m로 올려서 No. 7+18.373 標高와 一致케 하고 No. 8+13.30에서 No. 13 (219.64m)에 直連結하고 側壁을 No. 13까지 5.50m로 높임.

### 第9次 修正水理實驗

第8次修正水理模型에 外側 Pier를 No. 7+18.373 地點까지 延長하여 切斷함.

#### (1) 第1次修正水理實驗

原型水理實驗에서 不良하게 나타난 部分인 Pier 外側, 兩側 Gate를 지나 合流되는 地點에서 衝突에 依하여 發生하는 跳水 現象을 緩和시키기 爲하여 Pier 橢圓部인 둥근部를 除去하였다. 水位測定結果 越流水深에 큰 變動이 없고 웨어部에 있어서도 原設計實驗때와 大同小異하였다. Pier 外側의 合流點에 있어서 水理現象에도 原設計 水理實驗때와 같이 跳水の 現象이 일어나고 이의 影響을 받아 No. 9의 右側壁에서 튀기는 물방울이 若干넛치며 No. 11~12 사이 右側壁에서 亦是跳水한 水脈이 瞬間的으로 넘쳐흐르는 現象으로 原設計水理實驗때와 差異가 없다. No. 13 以下 下流河川에 落下될때까지의 水理現象에는 原設計實驗때와 같이 變動없이 良好하였다.

#### (2) 第2,3次 修正水理實驗

第1次 修正水理實驗에서 修正되지 않은 Pier 外側部에서의 跳水 現象을 緩和시키기 爲하여 貯水池內 導水路 右側壁에 Curve를 緩하게 또는 直線으로 修正하였다. 于先 第2次로 No. 4와 No. 6+7.14 地點을 R

=134.4m로 緩曲線으로 連結시켰고 第3次 修正으로는 No.4와 No. 6+7.14 地點을 直連結시켰다. 또한 岩切量을 切減시키는 結果도 되는것이며 물넘이 全體의 水理現象이 極少한 差異만 있을뿐 第2,3次 修正水理實驗도 역시 不良하였다. 그러나 導水路의 斷面은 縮少하여도 無關하다는 結論을 얻었다.

#### (3) 第4次 修正水理實驗

第3次까지의 修正水理實驗에서도 不良한 水理現象을 바로잡기 爲하여 Pier 外側의 橢圓型을 좁혀서 No. 8+7.12 地點까지 延長 修正하였다. 越越水位를 爲始한 全體水位에 큰 變動이 없고 外側 Pier 에서의 跳水 現象은 더 不良한 結果가 나타났다.

#### (4) 第4次 修正水理實驗

Pier 外側末端에서 發生하는 跳水 現象이 물넘이 앞의 導水路가 Curve로 되어있는 것과 또 Gate 內側에있는 Pier의 橢圓型의 둥근部 및 兩側으로 連結되는 部分의 不合理로 因하여 일어나는 水理現象의 連鎖作用으로 보고 修正하였다. 그리고 外側 Pier 末端은 原設計대로 다시 還元修正하였다. 水位測定結果 跳水 現象에 變化없고 No. 8+7.12의 左側壁과 No. 11~No. 12까지 右側壁에서 瞬間的으로 水脈이 넘쳐흘렀다. No. 13 以下 河川에 越下되는 水脈 現象까지는 變動이 없이 良好하였다.

#### (5) 第6次 修正水理實驗

Pier 外側에서 일어나는 跳水 現象을 緩和시키려는 修正水理實驗으로 5次에 걸쳐 修正을 試圖해보았으나 前述한바와 같이 良好한 結果를 보지 못하고 第6次 修正으로는 第5次 修正水理模型에 Pier 外側의 橢圓部를 No. 7+13.373 地點에서 平面으로 切斷하였다. 이는 原設計實驗을 爲始한 Pier 外側橢圓部를 그냥두고 實施한 結果에 依하면 全部가 不良하였다. 마찰에 依하여 생기는 Energy는 流速에 比例하기 때문에 웨어 Curve 部分의 流速에 對한 影響을 받은것으로 생각된다.

#### (6) 第7次 修正水理實驗

第7次 修正水理實驗은 第6次 修正水理實驗에서도 不良했던 水理現象을 緩和시키기 爲하여 修正을 加하였다. 即 Pier 外側 No. 7+13.373 地點에서 原設計位置 (No. 8+0.65) 까지 보족하게 延長하였다. 그리고 No. 13以下 No. 16+11.0 地點까지의 放水路를 19.00m 同一斷面 나비로 縮少修正하였다. 이는 第6次까지의 實驗過程에서 나타난 結果와 같이 No. 13以下 下流部까지에는 異常이없는 良好한 水理現象이 있기 때문에 岩切量의 節減과 永遠히 保存되는 構造物의美 等を考慮해서 修正한 것이다. 計劃洪水量 1,290m<sup>3</sup>/sec (模型에서 0.1275m<sup>3</sup>/sec)를 流下시킨結果 越流水深에는 變

Table (1)

## 水 位 測 定 表

(原型實驗)

測 點		計劃水位	最 高 水 位		最 低 水 位		平 均 水 位	
縱斷測點	橫斷測點		模 型	原 型	模 型	原 型	模 型	原 型
		m	m	m	m	m	m	m
越 流 水 深	1	11.370	0.284	11.36	—	—	—	—
	2	11.370	0.2805	11.22	—	—	—	—
	3	11.370	0.2785	11.14	—	—	—	—
No. 7 +4.25	1	9.003	0.225	9.00	0.217	8.68	0.221	8.84
	2	9.003	0.215	8.60	0.205	8.20	0.265	8.40
	3	9.003	0.237	9.48	0.229	9.16	0.233	9.32
	4	9.003	0.217	8.68	0.203	8.12	0.210	8.40
No. 7 +9.173	1	6.136	0.172	6.88	0.158	6.32	0.167	6.60
	2	6.136	0.174	6.92	0.164	6.56	0.169	6.74
	3	6.136	0.174	6.92	0.165	6.60	0.1695	6.76
	4	6.136	0.179	7.16	0.161	6.44	0.170	6.80
No. 7 +13.273	1	—	0.111	4.44	0.08	3.20	0.0955	3.82
	2	—	0.152	6.08	0.142	5.68	0.147	5.88
	3	—	0.148	5.52	0.144	5.76	0.146	5.64
	4	—	0.152	6.08	0.128	5.12	0.140	5.60
No. 7 +18.373	1	4.239	0.08	3.20	0.070	2.80	0.075	3.00
	2	4.239	0.115	4.60	0.08	3.20	0.0975	3.90
	3	4.239	0.095	3.80	0.087	3.48	0.091	3.64
	4	4.239	-0.10	4.40	0.075	3.00	0.0875	3.70
No. 8 +7.12	1	3.216	0.0975	3.90	0.0835	3.34	0.0905	3.62
	2	3.216	0.148	5.94	—	—	0.148	5.94
	3	3.216	0.135	5.40	0.121	4.84	0.128	5.12
No. 9	1	3.116	0.149	5.96	0.108	4.32	0.128	5.14
	2	3.116	0.129	5.16	0.094	3.76	0.111	4.44
	3	3.116	0.104	4.16	0.079	3.16	0.091	3.64
No. 10	1	2.960	0.093	3.72	0.081	3.24	0.087	3.48
	2	2.960	0.097	3.88	0.085	3.40	0.091	3.64
	3	2.960	0.096	3.84	0.085	3.40	0.090	3.62
No. 11	1	2.777	0.100	4.00	0.075	3.00	0.088	3.50
	2	2.777	0.075	3.00	—	—	0.075	3.00
	3	2.777	0.087	3.48	0.073	2.92	0.080	3.20
No. 12	1	2.667	0.107	4.28	0.095	3.80	0.101	4.04
	2	2.667	0.085	3.40	0.067	2.58	0.076	3.04
	3	2.667	0.067	2.68	0.063	2.52	0.065	2.60
No. 13	1	2.566	0.077	3.08	—	—	0.077	3.08
	2	2.566	0.075	3.00	—	—	0.075	3.00

	3	2.566	0.068	2.72	—	—	0.068	2.72
No. 14	1	2.122	0.041	1.64	—	—	0.041	1.64
	2	2.122	0.073	2.92	—	—	0.073	2.92
	3	2.122	0.047	1.88	—	—	0.047	1.88
No. 15	1	1.796	0.04	1.60	—	—	0.040	1.60
	2	1.796	0.063	2.52	—	—	0.063	2.52
	3	1.796	0.061	2.44	—	—	0.061	2.44
No. 16	1	1.549	0.049	1.96	—	—	0.049	1.96
	2	1.549	0.052	2.08	—	—	0.052	2.08
	3	1.549	0.056	2.24	—	—	0.056	2.24
No. 16 +11.0	1	1.510	0.060	2.40	—	—	0.060	2.40
	2	1.510	0.050	2.00	—	—	0.050	2.00
	3	1.510	0.060	2.40	—	—	0.060	2.40

Table (2)

## 水位測定表

(第9次修正)

測 點		計劃水位	最低水位		最低水位		平均水位	
縱斷測點	橫斷測點		模 型	原 型	模 型	原 型	模 型	原 型
		m	m	m	m	m	m	m
越 流 水 深	1	11.370	0.2835	11.34	—	—	—	—
	2	11.370	0.2815	11.26	—	—	—	—
	3	11.370	0.279	11.16	—	—	—	—
No. 7 +4.25	1	9.003	0.223	8.92	0.210	8.40	0.2165	8.66
	2	9.003	0.223	8.92	0.179	7.16	0.201	8.04
	3	9.003	0.237	9.48	0.211	8.44	0.224	8.96
	4	9.003	0.191	7.64	0.177	7.08	0.184	7.36
No. 7 +9.173	1	6.136	0.1585	6.34	—	—	0.1585	6.34
	2	6.136	0.1535	6.14	—	—	0.1535	6.14
	3	6.136	0.1545	6.18	—	—	0.1545	6.18
	4	6.136	0.1505	6.02	—	—	0.1505	6.02
No. 7 +13.273	1	—	0.151	6.04	—	—	0.151	6.04
	2	—	0.176	7.04	0.146	5.84	0.161	6.44
	3	—	0.154	6.16	—	—	0.154	6.16
	4	—	0.156	6.24	—	—	0.156	6.24
No. 7 +18.373	1	4.239	0.120	4.80	—	—	0.1175	4.70
	2	4.239	0.150	6.00	0.140	5.60	0.145	5.80
	3	4.239	0.120	4.80	0.130	5.20	0.125	5.00
	4	4.239	—	—	—	—	—	—
No. 8 +7.12	1	3.216	0.105	4.20	—	—	0.105	4.20
	2	3.216	0.159	6.36	0.104	4.20	0.132	5.28
	3	3.216	0.117	4.68	—	—	0.117	4.68

No. 9	1	3.116	0.1165	4.66	—	—	0.1165	4.66
	2	3.116	0.1465	5.86	0.1165	4.66	0.1315	5.26
	3	3.116	0.0915	3.66	—	—	0.0915	3.66
No. 10	1	2.960	0.120	4.80	—	—	0.120	4.80
	2	2.960	0.110	4.40	—	—	0.110	4.40
	3	2.960	0.088	3.52	—	—	0.088	3.52
No. 11	1	2.777	No. 11 以下는 Table 8과 同一함					
	2	2.777						
	3	2.777						
No. 12	1	2.667						
	2	2.667						
	3	2.667						
No. 13	1	2.566						
	2	2.566						
	3	2.566						
No. 14	1	2.122						
	2	2.122						
	3	2.122						
No. 15	1	1.796						
	2	1.796						
	3	1.796						
No. 16	1	1.549						
	2	1.549						
	3	1.549						
No. 16 +11.0	1	1.510						
	2	1.510						
	3	1.510						

動이 없고 (計劃물넘기 깊이와 거의一致) 웨어部以下 No. 13까지의 水理現象은 不良하였다. No. 13以下 No. 16+11.0까지는 大端히 良好한 水理現象이며 但 下流部 落下水位의 落下位置가 더遠距離로 移動된것 뿐이다 即 第 6次까지의 下流水脈 落下距離 56.00m(模型에서 1.40m)에서 64.00m(模型에서 1.60m)로 延長되었으며 水脈落下現象에도 異常이 없다.

#### (7) 第 8次 修正水理實驗

Pier 外側의 水理現象을 바로 잡는 方法으로 放水路 標高變更를 試圖하였다. No. 8+13.30 (標高 230.84m)를 No. 7+18.373 (標高 235.594m)과 水平面으로 4.754m를 上昇시켜 水平面으로 延長하고 上昇된 No. 8+13.30에서 No.13 (標高 219.64m)에 直連結하였다. 이는 Pier 外側의 斷面合致點에서 빠른 流速에 依하여 發生하는 跳水を 調節하여 Energy 減勢를 目的으로 修正한것이다. 結果에 있어서 물넘기깊이에는 變動이 없고 웨어部물넘기와 Pier 外側의 水理現象에 있어서 第 6次 修正實驗過程에서 보다 大端히 良好한 現象이나 Pier 外側의 跳水現象이 左右로 位置移動現象이 나타났으며 下流로 갈수록 良好하였다.

#### (8) 第 9次 修正水理實驗

지금까지 記述한 第 8次까지의 修正水理實驗 以外에 記錄하지 않은 簡單한 數次的 修正水理實驗에서 좋은 結果를 찾지 못하고 第 9次的 修正水理實驗으로서 龍潭多目的댐물넘이 最終水理實驗이 되는 것이다. 貯水池內의 導水路部 Curve에 依하여 發生하는 Vortex를 除去하기 爲하여 直連結로 部分的으로 修正하였다. 이는 또 岩切量의 節減도 되는 것이다. 그리고 Pier 外側의 切斷部를 No. 7+18.373 (標高 235.394m) 地點까지 延長하였다. 이는 水平區間에서 流速이 減勢되는 地點이 되는 것이다 放水路 底面에는 第 8次 修正과 同一하게 했으며 放水路 全體에 있어서 兩側壁의 높이를 補強했을뿐 其외의 修正은 하지 않았다. 但 貯水池內 兩側壁의 기울기는 水平으로부터 鉛直으로 變曲된 날개壁을 가진 緩和工으로 한다.

Table(3)의 水位測定表에서 나타난바와같이 물넘기水位 11.34m, 11.26m, 11.16m로 計劃물넘기水位 11.37m에 對하여 거의 一致되는 水位이나 計劃水位 보다는 若干씩 낮은 水位였다. 물넘이 물넘기水脈에 있어서도 部分的으로 計劃水位보다 높고 낮은 水理現象이 發生하였으나 流速이 빠른 水流에 있어서 水脈의 屈曲에 依하여 생기는 不可避한 現象이며 大體적으로 計劃水位와 一致되는 水理現象이며 No. 7+18.373에서 No. 9까지의 地點에서 中間測點水位가 높은現象으로 되었으나 이는 Pier의 外側末端 合流點의 水脈衝突에 依하여 上昇되는 部分的인 水理現象이며 計劃洪水量

1.290m<sup>3</sup>/sec (模型에서 0.1275m<sup>3</sup>/sec) 全部가 越流할 때는 적은量的의 물이 越流할때보다 더 平坦하게 流下하였다. 이는 Pier 外側末端部의 水深이 깊어져서 水脈衝突이 水中에서 發生하기때문에 減勢되는것이며 越流量이 적었을때에는 比較的 甚하지만 流量이 적으니까 無妨한 水理現象이다. No. 9에서 No. 13까지의 水理現象에 있어서도 計劃水位보다 一律적으로 높은水位를 維持하면서 流下하나 水流狀態가 比較的 平擔하였다. No. 13以下 No. 16+11.00 地點까지는 岩切量을 주리고 또 下流水脈을 더 遠距離에 落下시키기 爲하여 放水路幅을 19.00m의 同一나비로 縮少했으며 流下水脈은 變動없이 良好했다 但 水位에 있어서 計劃水位보다 높기는 하지만 側壁에 餘裕가 있으므로 無關하며 原設計實驗 및 第 9次에 걸친 實驗過程에서 本區間의 水理現象은 大端히 良好하였다. No. 16+11.00 以下 下流水位 落下現象에는 原設計實驗에서 56.00m(模型에서 1.40m)의 落下距離가 放水路下流部 斷面幅 縮少의 結果로 64.00m(模型에서 1.60m)로 8.00m 더 遠距離에 落下하였으며 이는 河床이 岩盤으로 配列되었기 때문에 遠距離에 落下할수록 下部構造物이 安全하다. 水脈現象은 異常이없다.

### IV. 實驗結果의 總括

- (1) 물넘기깊이는 設計값이 實測값 보다 크므로 安全하다.
- (2) 貯水池內 導水路의 나비와 兩側擁壁및 越流部 入口 Pier의 橢圓 및 兩側의 曲線은 第 9次 修正을 擇한다.
- (3) Pier 外側의 橢圓部는 No. 7+18.373 地點에서 水平面으로 切斷한다.
- (4) 側壁은 補強해야하며 第 9次的 修正을 擇한다.
- (5) No. 7+18.373 地點에서 No. 13까지의 放水路 標高는 높이이며 第 9次的 修正으로 한다.
- (6) No. 13에서 No. 16+11.00 地點까지의 放水路나비는 19.00m 同一斷面나비로 縮少한다.
- (7) 各點에 作用하는 壓力은 構造物에 安全하다.

### V. 結 言

- (1) 貯水池內 물넘이까지의 導水路는 斷面形을 直線으로 縮少하고 導水路와 물넘이의 連結部 兩側壁과 中央의 Pier 前面形도 修正해야한다.
- (2) 물넘이를 넘은 水脈이 中央 Pier의 下流끝에서 跳水하는 것은 本實驗에서 數次에 걸쳐 實驗하였으나 滿足할만한 狀態로 나타나지 않았다. 어느程度 合理的인 方法은 發見하였으나 이에對한 研究는 더욱 必要로 하며 이에 對한 研究는 計劃中이다.





水 理 模 型 全 景



原 設 計 實 驗 時 水 理 現 象



修 正 模 型



修 正 時 水 理 現 象



修 正 水 理 模 型

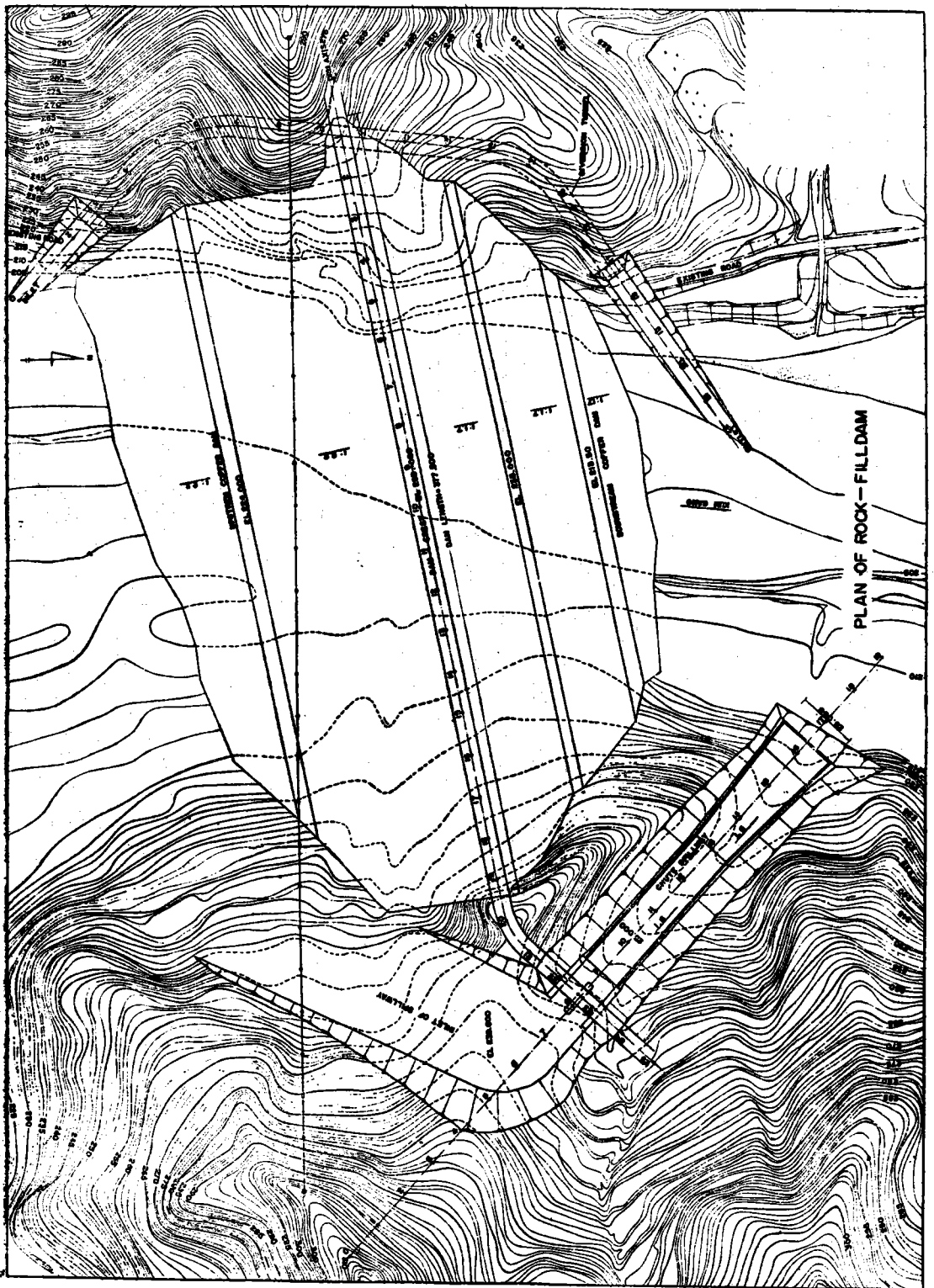


修 正 時 水 理 現 象

(3) 放水路의 나비와 形狀은 縮少修正하여 良好한 結果를 得하였다.

川의 流況도 良好하고 特殊한 保護策을 세울 必要는 없다.

(4) Roller Bucket의 水理現象은 安全하며 下流河



PLAN OF ROCK-FILL DAM

第9次修正圖

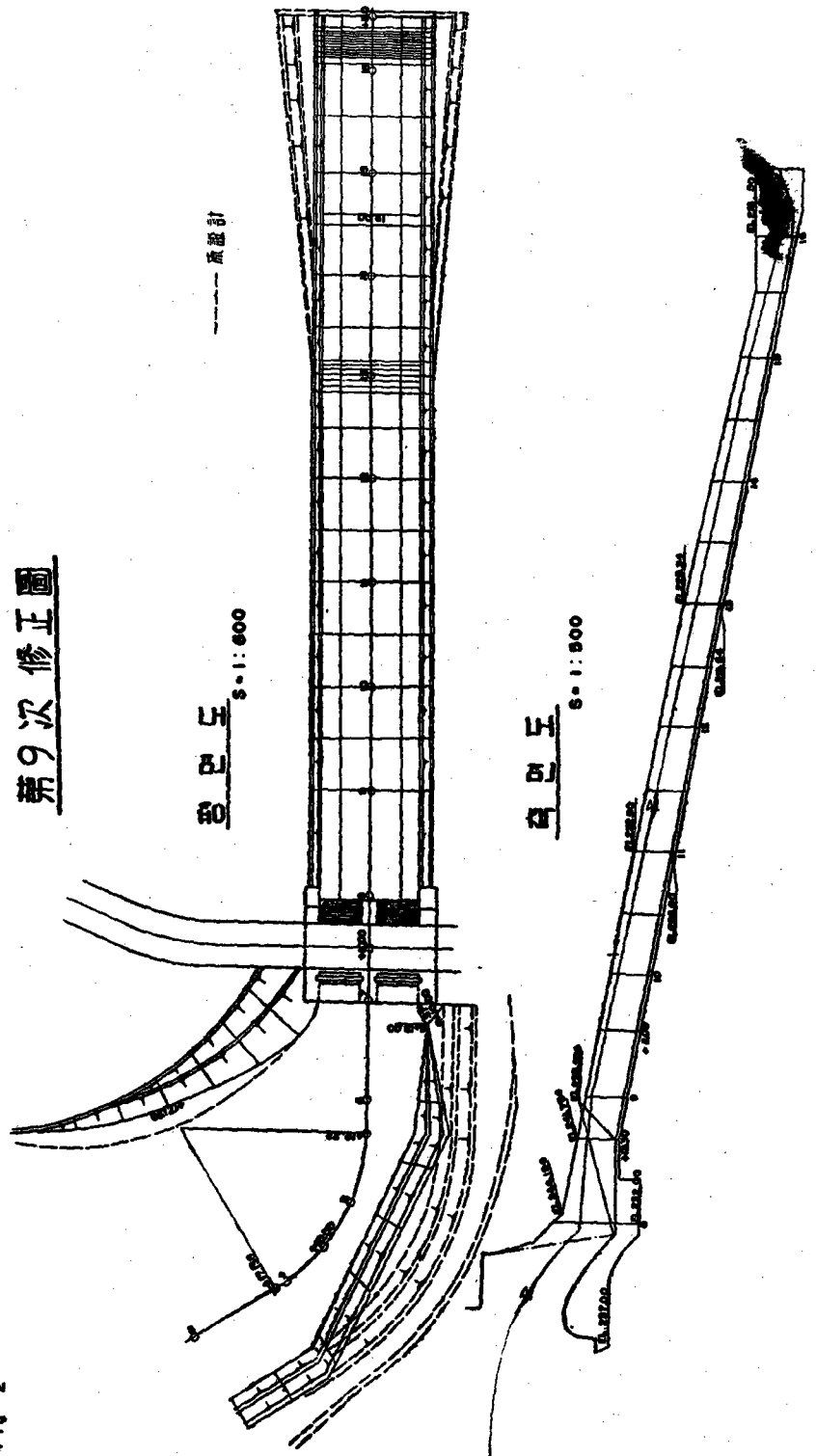


FIG 2