

Dam에 의한 洪水調節 方法의 分析에 關한 研究 (I)

(A study on the analysis for flood control method
by Reservoir. (I))

成均館大學校 工科大學 教授 (工學) 金 浩 玄
水原大學 工本工學科 安 元 植

1 序 言

Dam에 의한 洪水調節 計劃은 右江川에 있어 洪水防禦의 基本的 方針을 達成하기 위한 한 手段으로서 策定되나, 具體的인 操作 方法을 檢討함에 있어서는 既往의 実績 洪水波形에 關한 情報을 綜合的立場에서 分析 하고 縮減의 洪水防禦 計劃中에서 몇개의 洪水調節 方式의 代替를 假定하고 洪水調節을 試行運營하는 中에서 가장 效果的인 貯水庫의 操作 方法과 이것에 必要한 貯水庫 容量이 決定되는 順序에 依하는 것이 一般的이다. 그런데 貯水庫의 實際 操作에서는 이와같이 計劃 策定된 貯水庫를 計劃 策定時와 比較하면 極端的으로 限定된 情報을 서서, 또한 限定된 時間中에 實行 하여야 한다. 即 操作上 가장 基本的인 情報과 할 수 있는 貯水庫 流入量을 全覺해 보아도 計劃 段階에서 流入 水文曲線과 이부는 形의 眞價를 附屬한 것에 反하여 操作 段階에서는 ① 貯水庫上 部의 江川 水位로부터 貯水庫 流入量을 換算한다. ② 一定 時間內 貯水庫 容量의 變化量을 累加 放流量으로부터 貯水庫 流入量을 換算한다는 方法中 어느 方法인가에 依해 間接的으로 流入量을 把握하게 된다. 이와같이 貯水庫의 計劃 策定 段階에서 眞價로 取扱되어 온 流入量이라는 貯水庫 操作上의 基本量이 實際 操作 段階에서는 間接 情報로부터 換算되는 流入量에 依存하게 되므로 根本的인 差異가 있으며 貯水庫 操作의 困難性의 原因이 되고 있다. 이것에 關하여 本 研究에서 如何히 貯水庫 操作을 할 것인가에 於하여 第1 段階로서 調節 方法 方案의 檢討에 關하여 希冀한다.

2. Dam에 의한 洪水調節 方式의 本質

序言에서 記述한 것과 같이 貯水庫의 操作 規則은 不確定한 水文 現象에 於하여 一定한 貯水庫 容量의 可能하기 위한 貯水庫 操作

指針을 作成하는 것이다. Dam에 依한 洩水 操作에 있어 石口의 洩水
 에 對한 最通 操作은 Dam 地點 및 許制 基準 地點에서 洩水 波形을
 모두 알고 있으면 可能하다. 不確實한 洩水 波形을 對象으로 할 때는 一定한
 貯水 容量에 對應하는 境邊는 不可能한 것이다. 따라서 洩水 調節의 許制
 는 一定한 期間을 두고 變化的 洩水 操作 界限을 考慮해서 비로서 可能할
 것이다. 또한 貯水 池 操作中 또 하나의 特徵으로서 不確實한 現象에
 對하여 一定한 操作 規則을 가지고 一定한 貯水 容量에 對응하고자 하면 當然
 이 許制의 內容에 어떤 種類의 安全 度가 要求되며 恒常 貯水 池
 內容의 許制 限界를 認識한 뒤에 貯水 池 操作을 하도록 하는 것이 必
 要하다. 또 許制와 操作의 安全性는 恒常 競合 關係에 있기 때
 문에 보다 높은 效率性을 目標로 하면 必然的으로 그 操作은 安全性
 을 犧牲하는 것이 된다. 逆으로 效率性을 어느 程度 犧牲하면 而 結果
 的으로 操作의 安全性가 增加하게 된다. 洩水 調節 操作에 있어
 Dam의 安全性를 重視한 操作으로서 異常 洩水에 依한 例外 操作을
 들 수 있다. 即 貯水 池의 許制 規模를 上회하는 出수에 對하여는 貯
 水 池 操作에 어떤 許制 界限을 明白히 設치 必要가 있다. 이 許制 界限
 의 目標로서는 그 池의 側面으로부터 檢査가 必要하다. 그 하나는 Dam의
 構造上의 安全性이라는 立場으로부터 Dam 本體를 越流시키지 않기 위한
 安全性 絕對 優先의 側面이고 또 하나는 上記의 安全性 絕對 優先
 안이 操作上 規定에 依한 操作의 關係를 考慮할 必要가 있다. 이 段階
 에서는 降雨 流入率의 予測 情報가 效果的으로 活用되지 않는 것
 이 된다. 그러나 上記 操作 規定에 있어서는 操作 時分까지 確實히 알
 어지는 情報는, 放流量, 貯水 池 水位, 流入 量率 뿐이고 이것에 依하여
 應히 放流量이 決定되는 것이니, 放流量 決定의 基本的인 情報로서 予測
 値가 들어갈 餘地가 없다는 것이다. 換言하면 降雨 予測 또는 流入
 量 予測率의 情報는 予測 値의 誤差 特性으로부터 判斷 하여 貯
 水 池 操作의 安全性를 確保한다는 立場에서 活用하여야 할 것이지 이
 들 予測 値의 利用 限界를 넘는 貯水 池 操作에의 通用은 嚴格하게 삼가
 하여야 할 것이다.

3. Dam 調節方式의 解析的 分析

지금 放流量의 決定에 根據의 情報에 依하여 洪水 調節 方式은 体系的으로 整理하면 다음 二개의 系統으로 分類할 수 있다.

(1) 昇水前 水位에 依해 放流量이 決定되는 경우.

(2) 昇水前 流入量을 把握하므로써 放流量이 決定되는 경우.

即 (1)의 方式에 該当하는 것으로서, 自然 調節 方式, 固定用度 方式을 들 수 있는데 이들은 操作量 決定에 있어서 情報을 必要치 않는다. 한편 (2)의 方式에 該当하는 것으로 一定率 一定量 放流 方式이 있다. 이들의 方式은 昇水前 操作의 基本量인 流入量率의 把握이 必要 不可缺하며 調節 效果에 重點을 둔 操作 方式이다. 그래서 이 2 方式의 中間의인 立場인, 水位 流量 依存 方式을 考案하여서 運學의 合理化를 期하고자 하는 것이다. 即 放流量을 水位(或는 貯留量)와의 關係를 決定해 두고 水位에 따라 放流量이 되는 水門 開度를 指示하는 方式이다. 이것의 是 式化를 試圖해 본다. 지금 時間에 對하여 直線으로 變化하는 流入量을 다음 式으로 表示한다.

$$Q_i = at + Q_s \quad (1)$$

이에 一定率 一定量 放流 方式에 依한 放流量 Q_{o1} 은

$$Q_{o1} = (Q_i - Q_s)R + Q_s = R.at + Q_s \quad (2)$$

여기서

Q_i = 流入量 (m^3/s)

a = 流入量의 增加率 ($m^3/s/s$)

Q_s = 洪水 調節 開始 流量 (m^3/s)

Q_{o1} = 一定率 一定量 放流 方式에 依한 放流量 (m^3/s)

R = 放流率

여기에 一定率 一定量 方式에 依한 貯留量 $V(t)$ 는

$$V(t) = \int_0^t (Q_i - Q_{o1}) dt = \int_0^t (1-R)a.t dt = \frac{a(1-R)}{2} t^2 - t^2$$

한편 여기서 제한한 水位, 流量 方式에 依한 放流量을 Q_{o2} 로 하여

Q_{o2} 가 一義的으로 $V(t)$ 에 依해 決定된다고 假定하면

$$Q_{02} = K V(t)^p + Q_s = K \left\{ \frac{q(1-R)}{2} t^2 \right\}^p + Q_s = K \left\{ \frac{q(1-R)}{2} \right\}^p t^{2p} + Q_s \quad (4)$$

Q_{01} 과 Q_{02} 를 같게 하자면 (2)식과 (4)식은 等値로 取하므로

$p = \frac{1}{2}$, $K = R \sqrt{\left(\frac{2q}{1-R} \right)}$ 가 되어진다. 따라서 (4)식은 다음과 같이 된다

$$Q_{02} = R \sqrt{\frac{2q}{1-R}} \sqrt{V(t)} + Q_s \quad (5)$$

即 (2)식과 (5)식은 同一한 流入 波形이면 모든 處에 對하여 同一의 放流量이 된을 나타내었다. K 의 값은 制御 洪水 波形에 基 礎하여 決定한 경우 制御 洪水 以外의 相異한 流入量 增加 率을 갖는 洪水에 對하여는 當然히 兩 式에 依한 放流量에는 若干의 差가 생긴다.

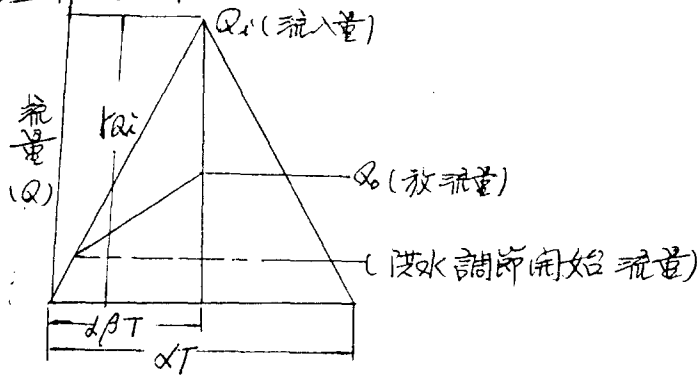


Fig 1 Model의 洪水 波形

지금 洪水 調節 效果와 調節 容量의 安全性을 檢査함에 있어 制御 洪水 波形과 그 調節 方式를 三角 波形으로 近似시켜서 平均의 洪水 調節 制御를 Fig 1과 같은 Model로 想定해 보았다. Fig 1에 있어 洪水 持續 時間을 길이를 나타내는 parameter α , peak 流量의 發生 位置을 나타내는 parameter β , peak 流量의 크기를 나타내는 parameter γ 의 變化는 우선 다음 表 1과 같이 省略하기로 한다.

表 1. 洪水 波形의 parameter α, β, γ

α	0.75	1.0	1.25	1.5	1.75
β	0.25	0.5	0.75	—	—
γ	0.75	1.0	1.25	1.5	1.75

4. 通用例 및 分析 結果의 檢討

3.에서 檢討한 一定率 一定量 放流 方式, 即 組的 Dam 調節 方式로 우리 나라에서 通用하는 方式는 既還한 바와 같아는 然한 既知의 洪水 水文 曲線에는 可能한 方法인지 모르나, 假令 昭陽江 Dam에서 84年 9月 1日부터 9月 3日에 洪水 運 常 展續 時, 2에서 보는 바와 같이 設斗 洪水 波形과는 全然 다른 洪水 波가 來到했기 때문에 水門 操作이 如何인지 알 수 없을 것이다. 故로 하여 時時 刻刻으로 알 수 있는 水位, 即 洪水 運 流入量을 既知의 情報로 하여 放流 量을 決定하는 式 (5)을 利用하여 昭陽江 Dam의 1984 年 洪水 波形中 하나를 採하여 洪水 波形 Model로 在來의 一定率 一定量 放流 方式과 함께 檢討하기로 하였다. 故로 하여 洪水 持續 時間의 parameter α , 尖頭 流量 發生 位置 parameter β 및 尖頭 流量의 크기 parameter γ 를 表. 2와 같이 變化시켜서 檢討을 實施한 바 表 3과 같은 結果를 얻었으며 이를 圖示한 것이 Fig. 3, Fig. 4, Fig. 5이다.

5. 結 論

本 研究에서 洪水 調節率 即 必要 洪水 調節 容量 / 設斗 洪水 調節 容量 (여기서는 設斗 洪水 調節 容量 $500 \times 10^6 m^3$)으로 設斗 當時 策定한 一定率 一定量 放流 方式과 水位 流量 方式을 比較하면 結果 大體적으로 策定된 洪水 調節 容量에 가장 好水 運 操作이 可能한 方法은 (5)式에 依한 水位 流量 放流 方式임을 알 수 있다. α, β 및 γ 와의 關係를

一定率一定量放流方式와水位流量方式에 의한放流에因한 洪水
水位調節率의 變化를 示하는 結果 中에서 같은 것을 알게 되었다.

(1) $\alpha = 1.0$ $\beta = 0.5$ 를 固定시키고 peak 流量의 크기를 變化시켜 볼때 策定
된 洪水調節容積 $500 \times 10^6 \text{ m}^3$ 에 對하여 水位, 流量 方式 中의
安全한 調節率을 示하는 것을 알게 되었다. (圖 4)

(2) $\beta = 0.5$, $\gamma = 1.0$ 를 固定시키고 洪水継続時間 α 를 變化시켜
는 結果 亦是 水位 流量 方式이 安全한 調節率을 提示
해 주고 있다. (圖 5)

(3) $\alpha = 1.0$ $\gamma = 1.0$ 를 固定시킬때 peak 發生時刻의 位置를 바키기
는 洪水調節 操作을 行할때는 一定率一定量放流方式의 容수가
有利함을 알 수 있고 다만 三角形波形인 $\beta = 0.5$ 일때 兩方
式은 同一한 結果를 提示 해 준다. (圖 6)

以上에서 水位 流量 方式의 操作은 大體로 可行可能性이 明
白해 졌으므로 앞으로 이에 對하여 具體的으로 檢討할 事이다.

Fig. 2. 84 大洪水時 昭陽莊 解水站 流入量 放流過程圖

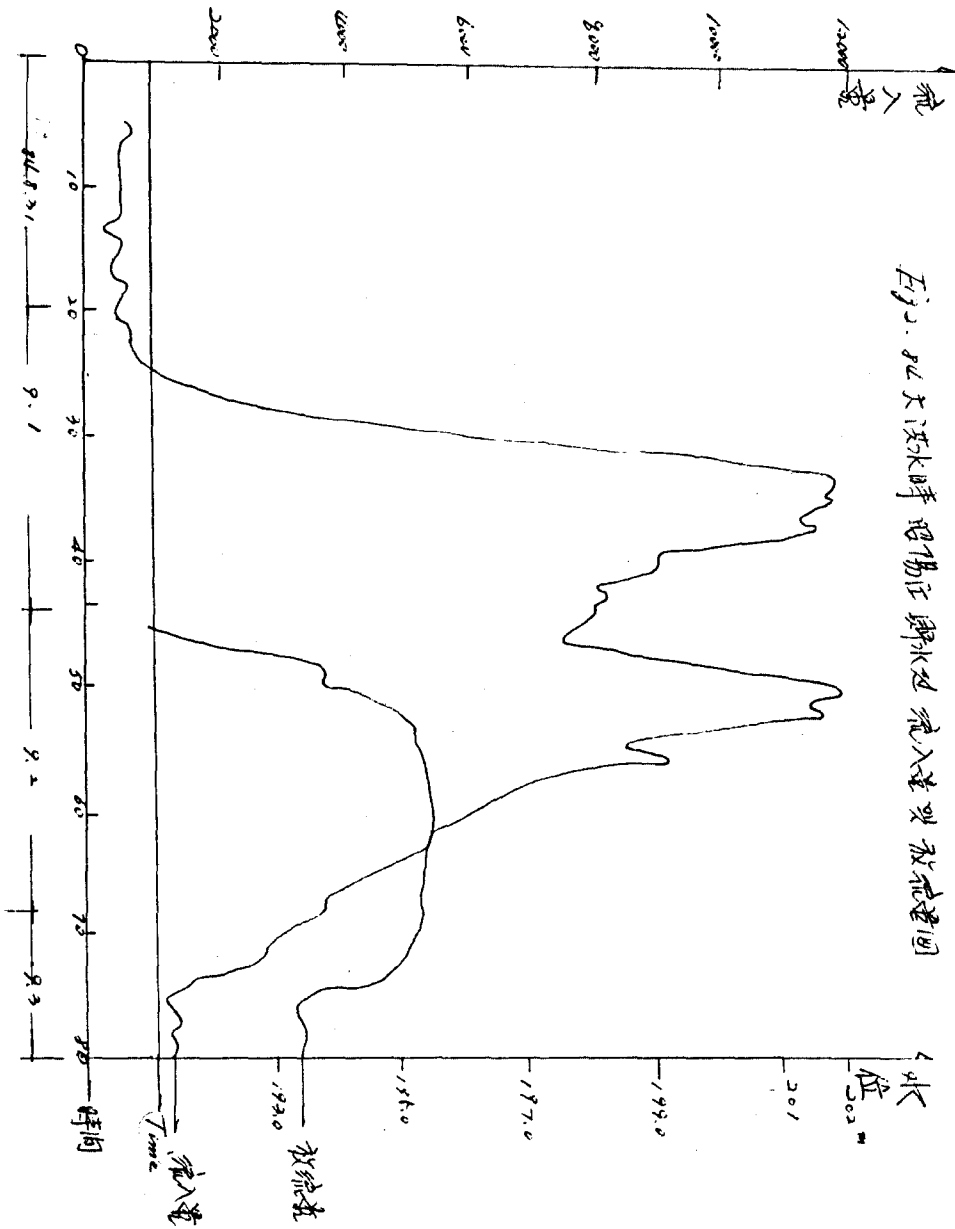


Fig 3. 昭陽江 Dam에서 洪水 波형

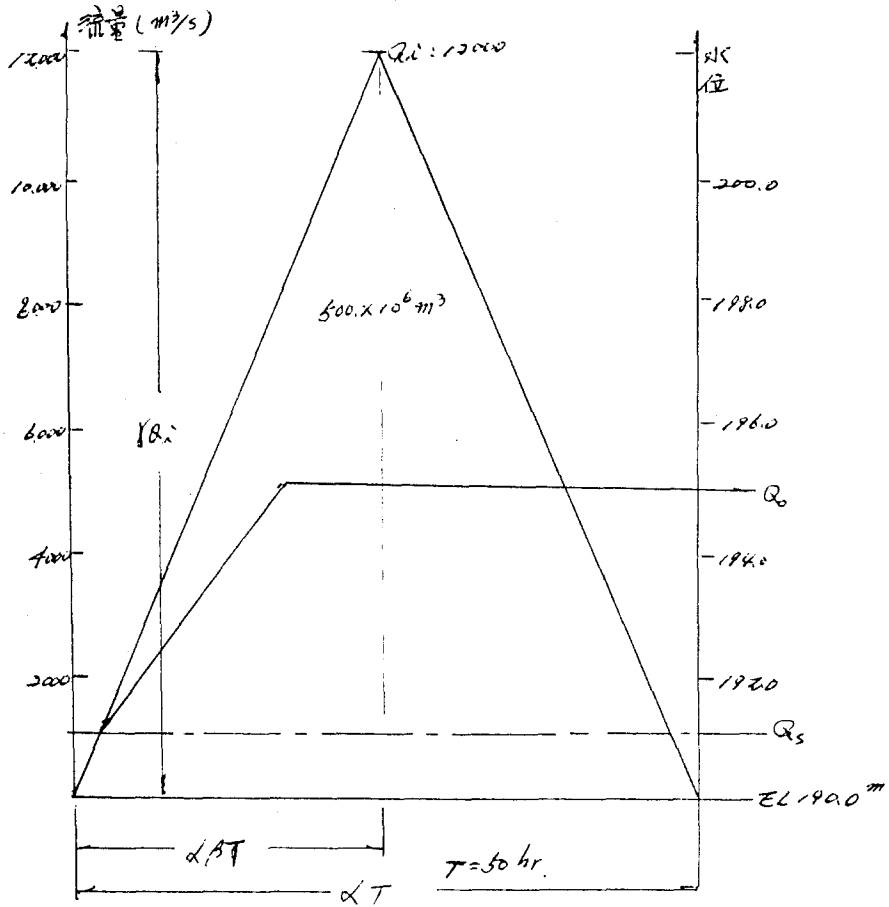


表 2. 昭陽江 Dam의 洪水 調節 Model에서 α, β, γ

α	1.0	1.0	1.0	1.0
β	0.5	0.5	0.5	0.5
γ	0.5	1.0	1.2	1.5
α	0.75	1.0	1.2	1.5
β	0.5	0.5	0.5	0.5
γ	1.0	1.0	1.0	1.0
α	1.0	1.0	1.0	1.0
β	0.5	0.5	0.5	0.5
γ	1.0	1.0	1.0	1.0

表3 parameter α, β, γ 値에 관한 計算結果

α	β	γ	Q_{01}	Q_{02}	TVL_1	TVL_2	REG_1	REG_2	R M
1.0	0.5	0.7	0.51×10^4	0.51×10^4	0.11×10^9	0.22×10^9	0.21	0.44	
1.0	0.5	1.0	0.65×10^4	0.65×10^4	0.37×10^9	0.37×10^9	0.66	0.59	
1.0	0.5	1.2	0.77×10^4	0.77×10^4	0.56×10^9	0.37×10^9	1.10	0.74	
1.0	0.5	1.0	0.79×10^4	0.79×10^4	0.77×10^9	0.44×10^9	1.54	0.88	
0.7	0.5	1.0	0.629×10^4	0.630×10^4	0.374×10^9	0.106×10^9	0.64	0.41	
1.0	0.5	1.0	0.63×10^4	0.63×10^4	0.28×10^9	0.20×10^9	0.54	0.41	
1.2	0.5	1.0	0.65×10^4	0.65×10^4	0.37×10^9	0.30×10^9	0.66	0.59	
1.5	0.5	1.0	0.85×10^4	0.85×10^4	0.37×10^9	0.36×10^9	0.77	0.72	
1.0	0.2	1.0	0.12×10^4	0.22×10^4	0.14×10^9	0.49×10^9	0.27	1.18	
1.0	0.5	1.0	0.65×10^4	0.65×10^4	0.37×10^9	0.30×10^9	0.66	0.59	
1.0	0.6	1.0	0.62×10^4	0.67×10^4	0.37×10^9	0.27×10^9	0.74	0.44	
1.0	0.80	1.0	0.44×10^4	0.44×10^4	0.4×10^9	0.18×10^9	0.80	0.37	

Q_{01} : 一定率 流量 放流 方式에 의한 流量
 Q_{02} : 水位 流量 方式에 의한 流量

