

漢江下流部の 洪水追跡 數值模型開發

A Numerical Flood Routing Model at the Downstream of the Han River

李	元	煥*
Lee,	Won	Hwan
朴	相	德**
Park,	Sang	Deog

Abstract

The numerical model for the flood routing at the downstream of the Han river is established by using Preissmann's four-point linear implicit finite difference scheme. It is approved by the applications of this model to the selected four flood events that the released discharge hydrograph at Paldang dam which is used as upstream boundary condition of this model is better than the discharge hydrograph at Goan site. Such a result is due to the poor reliability of rating curve at Goan site. As its alternative, new rating curve at Goan site is proposed by means of applications of this numerical flood routing model. The variations of Manning's roughness coefficient may be negligible in view of the flood routing results.

要 旨

漢江下流部 팔당댐으로 부터 인도교 지점에 이르는 구간의 洪水追跡 數值模型이 Preissmann의 線型 4點 Implicit 有限差分法을 적용하여 수립되었다. 本 模型을 선정된 4개의 洪水事象에 적용한 결과 模型의 上流端 境界條件으로서 팔당댐의 放流量 水文曲線을 사용하는 것이 고안의 流量水文曲線을 사용하는 것 보다 우수한 것으로 나타났으며, 이는 고안 水位標 地點의 水位-流量關係曲線의 信賴性이 떨어지기 때문이다. 本 模型을 통하여 고안 수위표 지점의 水位-流量 關係曲線을 새로이 提示하였다. 本 模型의 적용에 있어서 粗度係數變動이 洪水追跡 結果에 미치는 영향은 微小하였다.

1. 序 論

首都圈地域에 각종용수를 공급하며 漢江下流部 洪水調節에 크게 기여하고 있는 팔당댐의 하류부에 대한 정확한 洪水追跡은 防災工學的인 면에서 대단히 중요한 과제이다. 이와같은 중요성에 따라

서 팔당댐하류부에는 고안, 광장, 인도교, 행주 및 전류 등의 水文觀測施設이 설치되어 많은 자료의 축적이 이루어져오고 있다. 그러나 이러한 자료의 적절한 분석은 아직도 미흡한 실정에 있으며 이들은 河川管理計劃에 있어서 시의적절한 정보를 제공할 수 없는 난관이 되고 있다. 본 연구는 팔당댐

*正會員·延世大學校 工科大学 教授

**正會員·延世大學校 大學院 博士過程

의 하류로부터 인도교지점까지의 구간에 대한 洪水追跡模型을 開發하여 팔당댐하류부의 하천방재 공학적인 기본자료를 제시하고자 하는 것이다.

河川の洪水追跡에 관한 水理學의 연구는 Amein과 Fang (1970)에 의하여 4點 implicit 有限差分法이 解의 安定性, 收斂性 및 計算時間 등에 있어서 우수성이 인정되면서부터 활발하게 이루어져오고 있다. Price (1974)는 하천의 홍수추적에 대한 4개의 模型을 比較하면서 4點 implicit 유한차분법이 가장 우수하다는 것을 입증하였으며, Amein과 Chu (1975)에 의하여 4點 implicit 유한차분법의 適用性이 더욱 확장되었다. Ponce, Indlekofer와 Simons (1978)는 Froude數, 流速 및 加重係數 등을 고려하여 Preissmann scheme의 收斂性을 분석하였으며, Lyn과 Goodwin(1987)은 일반적인 Preissmann scheme에 대한 安定性에 관하여 연구하였다.

팔당댐 하류부에 대한 洪水追跡에 관한 既往의 연구로는 李政雄(1977)의 特性曲線法에 의한 고안으로부터 인도교 지점까지의 洪水追跡이 있으며, 柳熙正(1986)은 implicit 有限差分法에 의한 고안으로부터 인도교 구간의 洪水追跡을 실시하였다. 李元煥과 李在浚(1986)은 對流擴散模型인 Muskingum-Cunge 方法에 의하여 한강수계에 대한 1984年度의 홍수를 해석한 바 있다. 또한 하천의 洪水波 解析에 관한 연구로는 Earth Dam의 파괴에 따른 홍수와 예측모형의 개발이 활발하게 이루어지고 있으며 그 대표적인 연구로는 韓健淵(1986, 1987)의 연구가 있다.

본 연구는 Saint Venant 方程式에 기초한 implicit 有限차분解析을 통하여 팔당댐 하류부의 洪水追跡을 실시하였으며, 漢江下流部의 洪水防災에 있어서 대단히 중요한 지점으로서 많은 자료가 蓄積되어 있는 고안 수위표지점이 팔당댐 直下流部에 위치해 있는 점을 감안하여 上流端 境界條件에 중점을 두어 本 模型을 檢討하였다.

본 연구를 수행하는데 있어서의 基本假定은 다음과 같다.

1) 팔당댐 放流量 및 인도교지점의 水位-流量 關係曲線은 신뢰할만한 정도를 갖고 있으며 下류부 전 수위관측지점의 水位水文曲線도 신뢰할 수 있다.

2) 洪水時에 있어서 인도교지점의 수문곡선에

대한 支流의 영향과 潮位의 영향은 무시할 만하다.

3) 팔당댐과 인도교지점사이의 粗度係數는 고안, 광장 및 인도교지점의 수위-유량관계 곡선으로부터 산정할 수 있으며 각 수위표지점간의 조도 계수는 線型的으로 분포한다.

2. 洪水追跡 數值模型

2.1 支配方程式

하천의 洪水波는 連續方程式 (1)과 運動量方程式 (2)와 같은 1次元 不定流로 근사화 시킬 수 있다.⁽²⁾

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + T \frac{\partial y}{\partial t} - q_1 = 0 \quad (1)$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + V \frac{\partial \beta Q}{\partial x} + \beta V \frac{\partial Q}{\partial x} - \beta V^2 T \frac{\partial y}{\partial x} + gA \frac{\partial y}{\partial x} = gA(S_0 - S_f + D_1) + \beta V^2 A_x \quad (2)$$

여기서 Q 는 流量, y 는 水深, A 는 流水斷面積, V 는 平均流速, x 는 흐름방향거리, S_0 는 河床傾斜, S_f 는 摩擦傾斜, β 는 運動量係數, g 는 重力加速度, q_1 는 支流流入流量, T 는 $\partial A / \partial y$, D_1 은 支流流入流量에 의한 本流의 運動學的 效果, A_x 는 일정한 수심에 따른 $\partial A / \partial x$, t 는 時間이다.

2.2 數值解析

非線型 偏微分方程式인 (1) 및 (2)의 解를 구하기 위하여 開水路의 不定流解析에 많이 사용되고 있는 Preissmann의 線型 4點 implicit 有限差分法을 적용하였다. Preissmann의 일반적인 scheme은 다음과 같다.

$$f = \Theta [\phi f_{i+1}^{n+1} + (1-\phi) f_i^{n+1}] + (1-\Theta) [\phi f_{i+1}^n + (1-\phi) f_i^n] \quad (3)$$

$$\frac{\partial f}{\partial x} = \frac{1}{\Delta x} [\Theta (f_{i+1}^{n+1} - f_i^{n+1}) + (1-\Theta) (f_{i+1}^n - f_i^n)] \quad (4)$$

$$\frac{\partial f}{\partial t} = \frac{1}{\Delta t} [\phi (f_{i+1}^{n+1} - f_{i+1}^n) + (1-\phi) (f_i^{n+1} - f_i^n)] \quad (5)$$

여기서 f 는 連續函數이고, f_i^n 는 점($i\Delta x, n\Delta t$)에 대한 함수값, Θ, ϕ 는 時間과 距離에 대한 加重係數로서 0~1의 값을 갖는다. Lyn과 Goodwin (1987)에 의하면 Preissmann scheme은 Θ, ϕ 가 0.5~1.0일 경우 무조건 安定하다고 하였다.

本 研究에서는 식 (3), (4)와 (5)의 ϕ 를 0.5, 식 (3)에서 θ 을 0 으로⁽²⁾ 사용하였으며, Taylor 級數 展開를 사용하여 흐름변화에 민감한 에너지 경사 S_f 를 線型化하였다. S_f 는 Manning의 평균유속공식 으로부터 Q 와 y 의 함수로 나타낼 수 있으며 Taylor 급수 전개시에 발생하는 Q 와 y 에 대한 편미 분항을 Manning 의 조도계수에 대한 편미분항으 로 변환하였다. 그림 1은 $x-t$ 영역에서 유한 차분 격자망을 나타낸 것이다. 連續方程式 (1)과 運動量 方程式 (2)에 선형 4점 implicit scheme인 (3), (4), (5)를 적용하여 정리하면 식 (6), (7)과 같은 線型 差分方程式이 된다.

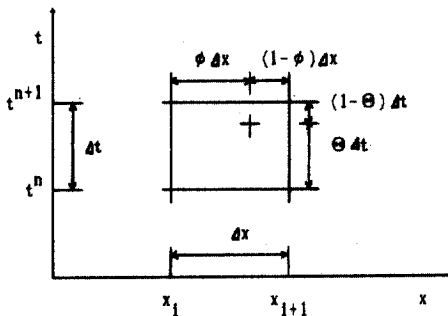


그림 1. Preissmann의 線型 4點 Implicit Scheme

$$a_{1i} Q_i^{n+1} + a_{2i} y_i^{n+1} + a_{3i} Q_{i+1}^{n+1} + a_{4i} y_{i+1}^{n+1} = C_{1i} \quad (6)$$

$$a_{5i} Q_i^{n+1} + a_{6i} y_i^{n+1} + a_{7i} Q_{i+1}^{n+1} + a_{8i} y_{i+1}^{n+1} = C_{2i} \quad (7)$$

여기서 $a_{ji}(j=1, 2, \dots, 8)$ 및 C_{1i}, C_{2i} 는 差分係數이다. 식 (6), (7)의 미지수는 $2N$ 개이고 방정식은 $2(N-1)$ 개이므로 解를 구하기 위해서는 2개의 방정식이 더 필요하다. 2개의 방정식은 上下流端의 境界條件으로부터 얻을 수 있으며 본 연구에서는 상류단 境界條件으로 식 (8)의 流量水文曲線을 하류단 境界條件으로는 식 (9)의 水深-流量關係를 사용하였다.

$$Q_i^{n+1} = C_1^{n+1} \quad (8)$$

$$Q_N^{n+1} = b^{n+1} y_N^{n+1} + C_N^{n+1} \quad (9)$$

여기서 C_1 은 常數로서 時間의 函數이며 b 와 C_N 은 常數로서 水位의 函數이다. 差分方程式 (6), (7), (8) 및 (9)의 解를 구하기 위하여 Fread (1971)의 直接解法을 적용하여 行列을 풀었다.

下流端 境界條件으로는 하류단 수위표지점의 水位-流量關係曲線을 식 (10)과 같이 水深-流量關係로 線型化하여 사용하였다.

$$Q + d_1 y = d_2 \quad (10)$$

여기서 d_1, d_2 는 常數로서 다음과 같다.

$$d_1 = -\frac{Q_{j+1} - Q_j}{H_{j+1} - H_j} \quad (11)$$

$$d_2 = Q_j + d_1(H_j + H_0 - Z_0) \quad (12)$$

여기서 Q_j 및 H_j 는 $n\Delta t$ 에 있어서 인도교 지점의 流量과 수위표의 水位이며 Q_{j+1} 및 H_{j+1} 은 $Q_j + \Delta Q$ 에 대한 유량 및 수위이다. ΔQ 는 비선형인 수위-유량 관계곡선을 선형화시킬 수 있는 범위 안에서 Q_j 로부터의 유량증분이다. H_0 는 수위표의 零點標高, Z_0 는 수위표 단면의 最深河床高를 나타낸다.

3. 漢江下流部 洪水追跡

팔당댐 하류부의 홍수추적을 위하여 선정된 洪水事象은 1979년에 2개, 1981년에 발생한 2개이다. 이들은 河川橫斷面 측량자료의 保有與否를 고려하여 選定되었다. 表 1은 적용된 洪水事象의 特性을 기술한 것이다. 인도교 및 고안의 홍수자료는 建設部의 韓國水文調查年報⁽¹⁾에 보고된 것이 사용되었으며 팔당댐의 방류량자료는 漢江洪水統制所의 댐 방류량표 (1983)에서, 하상의 縱橫斷 資料는 建設部의 漢江河川整備基本計劃 (1978)과 漢江河床變動調查報告書 (1981)로 부터 引用되었다. 그림 2는 팔당댐 下流部의 洪水追跡區間을 나타내는 것

表 1. 적용된 洪水事象

單位: 洪水位: m, 洪水量: CMS

洪水發生期間	인도교		고안		팔당댐	河床調查年度(年)
	最大洪水位	最大洪水量	洪水洪水位	最大洪水量	最大放流量	
1979	6.25~6.29	7.68	13051.0	9.82	14800.0	1977~1978
	8.2~8.8	7.98	14193.0	9.62	13920.0	
1981	7.2~7.8	6.86	10191.0	8.38	9227.0	1981
	8.31~9.5	8.15	14863.0	8.98	11338.0	

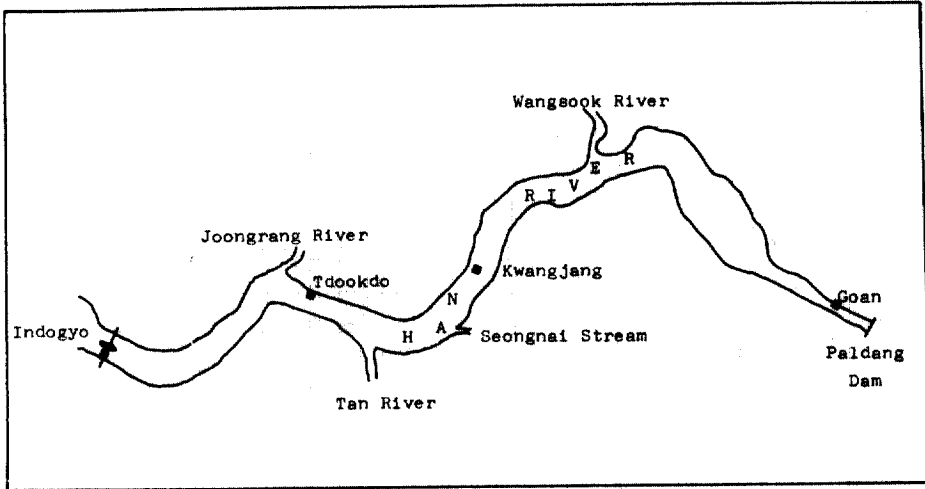


그림 2 팔당댐 下流部의 洪水追跡區間

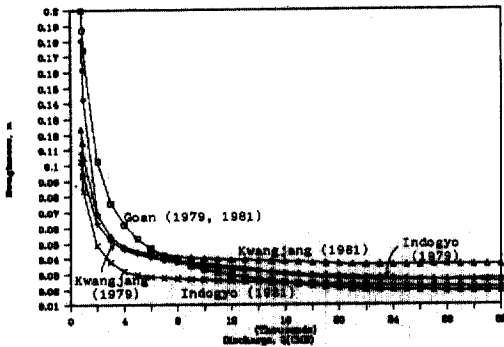


그림 3 粗度係數와 流量의 關係

이다.

洪水追跡을 위하여 粗度係數를 각 수위표 지점의 水位-流量關係曲線으로 부터 유량의 函數로 추정하였다. 이 때의 에너지경사는 수면경사와 같다고 보고 일제관측 수면경사와 設計洪水位傾斜를 사용하였다. 그림 3은 산정된 조도계수와 유량과의 관계를 나타내는 것이다. 그림에서 보면 조도계수는 광장 및 인도교 지점의 경우 유량이 약 4000CMS에서 지점별로 일정한 값에 收斂하고 있으며 1979년과 1981년에 대하여 서로 다른 값을 사용하였다. 고안지점은 12,000 CMS로부터 수렴하기 시작한다. 고안지점은 1979, 1981년에 대하여 같은 값을 사용하였다. 각 수위표지점 사이의 橫斷面地點에 대한 조도계수는 수위표지점으로부터의 거리에 비례하여 線型 補間法으로 추정하였다.

下流端 境界條件으로는 1978년 한국수문조사년보에 보고된 인도교지점의 水位-流量關係曲線 식 (13)을 水深-流量關係曲線인 식 (10)으로 線型化하여 사용하였다.

$$\left. \begin{aligned} Q &= 150.21H^{2.19} & H \geq 5.13 \text{ m} \\ Q &= 178.32(H+0.37)^2 & H < 5.13 \text{ m} \end{aligned} \right\} (13)$$

홍수추적을 위한 初期條件은 각 洪水事象別로 一定한 流量이 흐른다고 보고 이 때의 각 단면별 수위를 사용하였다. 팔당댐으로부터 인도교까지의 홍수추적 적용 구간의 거리는 35.84 km이며, 斷面數는 팔당댐에서 고안까지 3개, 고안하류로부터 인도교까지 75개로서 총 78개이다. 구간거리 Δx 는 최단 230m에서 최장 600m로서 구간에 따라 다르다.

팔당댐 下流로부터 인도교까지의 洪水追跡模型에 있어서 上流端 境界條件은 다음과 같이 두 경우로 분류할 수 있다.

- 1) 고안수위표 지점의 流量水文曲線을 사용한 경우
- 2) 팔당댐 지점의 放流量水文曲線을 사용한 경우

상류단 경계조건으로 사용될 수 있는 이들 두 지점은 각각 한강 하류부의 洪水防災를 위한 정보를 제공하는 측면에서 볼 때 나름대로의 장점을 지니고 있기 때문에 본 연구에서는 이들 두 가지 경우의 상류단 경계조건에 대한 인도교 지점의 수

문곡선을 구하여 實測 水文曲線과 比較檢討하였다. 고안 수위표지점은 1914년부터 수위관측이 실시된 自記水位記錄 地點으로서 그동안 수많은 資料蓄積이 이루어져왔으며, 팔당댐은 한강하류부의 洪水量을 직접적으로 統制할 수 있는 지점으로 활용되고 있는 長點이 있다. 따라서 이들 두 지점을 상류단 경계조건으로 한 경우에 대한 본 模型의 檢討은 의미있는 일이다. 팔당댐의 上流端 境界條件은 고안으로부터 1.43 km 上流에 위치한 단면, 즉 댐 지점 하류 200m 지점의 단면을 사용하였다.

4. 分析 및 考察

고안지점과 팔당댐 사이에는 支流가 없으며 구간거리는 약 1.63 km 이다. 인도교 및 고안 수위표지점의 水文曲線과 팔당댐 放流量間에 어떤 차이가 있는가를 분석하기 위하여 1975년부터 1984년까지의 주요 洪水事象을 선정하여 最大洪水量을 비교하여 본 결과는 表 2와 같다.

表 2에서 알 수 있는 바와 같이 팔당댐의 最大放流量에 대한 最大洪水量의 비율을 기준으로 볼 때 인도교 지점은 대체로 洪水事象別로 고른 분포를 보이고 있으나 (평균 0.87), 고안 수위표지점은 洪水事象別로 심한 차이를 보이고 있다. 특히 고안의 1980년 7월 홍수자료는 팔당댐 방류량의 50%에도 미치지 못하고 있다.

그림 4(a), (b), (c), (d)는 표 1의 홍수 사상별 홍수추적결과인 인도교지점의 水位水文曲線이다. 여기서 Δt 는 30분을 사용하였다. 上流端 境界條件으로 고안의 流量水文曲線을 사용한 결과와 팔당댐의 방류량을 사용한 결과간에 큰 차이가 있음을 그림으로부터 알 수 있다. 대체로 팔당댐을 상류단 경계조건으로 사용한 홍수 추적결과가 고안을 상류단으로 한 경우보다 크게 나타났다. 인도교 지점의 實測 水文曲線資料가 信賴할만한 정도를 갖고 있다고 보면 상류단 경계조건을 달리한 홍수추적결과가 서로 크게 상이한 원인은 다음과 같이 분류될 수 있다.

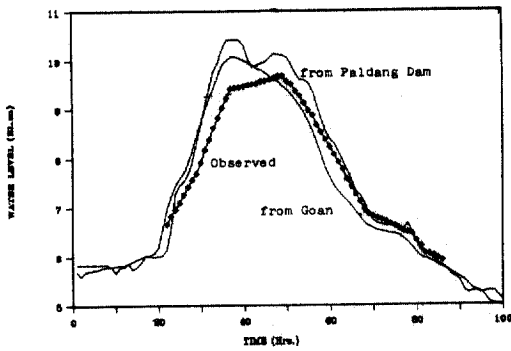
- 1) 팔당댐의 放流量 水文曲線의 觀測이 不良한 경우
 - 2) 고안 수위표지점의 水文資料가 不良한 경우
 - 가) 實測 水位水文曲線의 觀測精度 불량
 - 나) 水位-流量關係曲線의 信賴性 불량
 - 3) 인도교 지점의 水文資料가 不良한 경우
 - 가) 實測 水位水文曲線의 觀測精度 불량
 - 나) 水位-流量關係曲線의 信賴性 불량
- 팔당댐 放流量 算出은 팔당댐의 실험자료에 기초한 水門操作基準에 의하였기 때문에 일반적으로 믿을 만하다고 볼 수 있다. 고안 수위표지점의 수위관측은 自記水位觀測施設에 의한 것이므로 어느 정도 믿을 만하다고 볼 수 있다. 본 연구에서는 한

表 2. 팔당댐 最大放流量과 고안 및 인도교지점의 最大洪水量

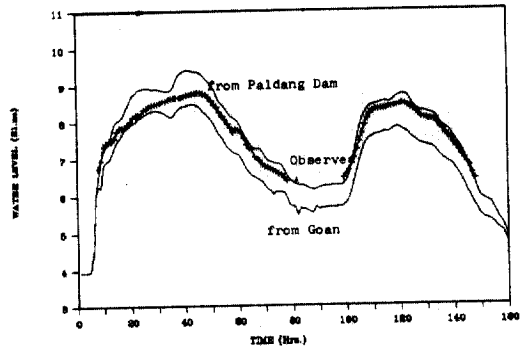
單位 : CMS

	팔 당 댐 最大放流量	最 大 洪 水 量		팔당댐에 대한 比率		
		고 안	인 도 교	고 안	인 도 교	
1975	7.10~7.31	11950.0	9626.0*	12031.0	0.806	1.007
	9.13~9.22	10480.0	10071.0	7218.0*	0.961	0.689
1976	8.12~8.20	18520.0	13034.0*	15964.0	0.704	0.862
1978	7. 9~7.21	7570.0	5467.0*	6819.0*	0.722	0.901
1979	6.20~7. 1	16126.0	14800.0	13051.0	0.918	0.809
	7.30~8.10	16126.0	13920.0	14193.0	0.863	0.880
1980	7.19~7.26	15691.0	6369.0	12939.0	0.406	0.825
	8.22~8.30	5319.0	4695.0	4494.0	0.883	0.845
1981	7. 1~7.16	12580.0	9227.0	10191.0	0.733	0.810
	8.28~9. 7	14584.0	11338.0	14863.0	0.777	1.019
1984	8.31~9. 3	30134.0	23563.0	28380.0	0.782	0.942

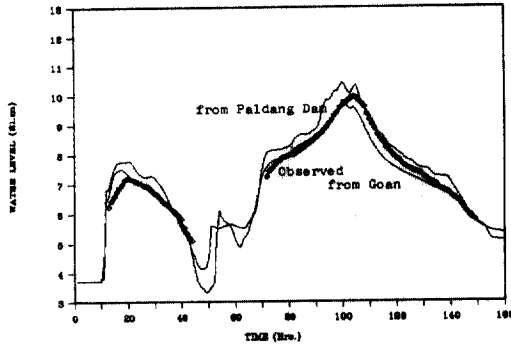
註 : * : 韓國水文調查年報의 日水位資料



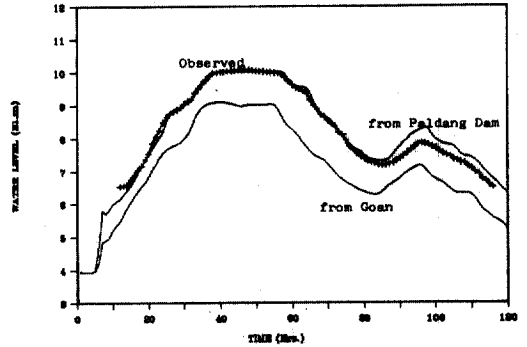
(a) 1979. 6. 25. 12:00-6. 29.



(c) 1981. 7. 2. 1:00-7. 8



(b) 1979. 8. 2. 1:00-8. 8



(d) 1981. 8. 31. 14:00-9. 5.

그림 4 인도교 지점의 計算 水文曲線과 實測 水文曲線

국 수문조사년보에 보고된 고안지점의 水位-流量 關係式을 사용하였다. 수위-유량관계곡선은 홍수에 의하여 하천의 縱橫斷面이 변화하기 때문에 주요 홍수후마다 수위표지점의 유량측정을 실시하여 보완되어야 한다. 일반적으로 댐건설에 의하여 댐 상류로부터 유입되는 流砂가 차단되므로 댐하류부에는 심한 河床低下現象이 발생된다. 따라서 팔당 댐하류부 약 1.63km 지점에 위치한 고안 수위표지점의 河床 低下現象에 따른 水位低下現象이 예상되고 이에 대한 수위-유량관계곡선은 댐 하류부의 하상이 平衡狀態에 도달할 때까지 계속적인 보정을 요한다. 인도교 지점은 首都圈의 매우 중요한 水位觀測地點으로서 계속적인 資料蒐集과 補完이 이루어져 왔으므로 어느 정도 신뢰할 수 있을 것이다. 따라서 고안 수위표지점의 수위-유량관계곡선은 그 신뢰성이 떨어지기 때문에 상류단 경계 조건을 팔당댐 방류량 수문곡선과 고안유량수문곡선을 사용한 경우에 있어서 인도교 지점의 계산된

유량수문곡선 사이에 서로 큰 차이가 발생하는 것으로 볼 수 있다.

각 수위표 지점에서 추정된 그림 3의 조도계수와 유량의 관계는 水面傾斜의 변화에 따라 다소 달라질 수 있으므로 수면경사에 변화를 주어 달라진 조도계수의 변화가 洪水追跡 結果에 어떤 반응을 일으키는 지를 검토한 결과, 홍수량이 작은 경우에 있어서는 홍수위에 다소 차이가 있었으나 유량이 커짐에 따라 조도계수 변화에 의한 효과가 사라졌다. 이는 홍수시 조도계수가 일정한 값에 수렴하기 때문인 것으로 판단된다.

Δt 는 5분, 30분, 60분을 사용하여 모형을 검토한 결과 尖頭 洪水量에는 거의 차이가 없었으나 壅水部의 초기부분과 유량이 급격하게 변화하는 구간에서 60분에 의한 홍수추적의 결과가 크게 다르게 나타났다. 팔당댐으로부터 인도교사이의 斷面數를 78개에서 38개로 하였을 경우 홍수추적의 결과는 별 차이가 없었으며 계산에 소요되는 시간

이 약 30% 정도로 감소하였다.

그림 5는 고안지점의 水位-流量關係曲線에 의한 유량수문곡선과 팔당댐 放流量을 上流端 境界條件으로하여 計算된 流量水文曲線을 나타낸 것이다. 그림에서 알 수 있는 바와 같이 두 곡선간의 차이 Q_d 는 수위 H 에 따라 일정한 비율로 차이난다. 즉,

$$Q_d = 1.169 H^{0.08} \quad (14)$$

그림에서 보면 上昇部의 수문곡선보다 下降部에서 더 많은 유량의 차이를 나타내고 있는데 이는 기존의 고안지점 水位-流量關係曲線이 水位上昇과 水位下降시의 관계가 고려되어 있지 않았기 때문인 것으로 판단된다. 실제로 하천에 있어서 수위-유량관계곡선은 環形으로 나타나며 주어진 수위에 대하여 増水期의 유량이 더 많은 것이 일반적이다. 따라서 본 지점의 水位-流量關係曲線은 계속적인 유량자료 수집과 분석이 요망되고 있다. 특히 댐하류부의 河床低下現象을 감안할 때 하천이 平衡河床에 도달할 때까지 계속적인 자료보완을 필요로

한다. 이와 같은 필요성에 비추어 고안 수위표지점의 수위-유량관계곡선을 보정하였다.

팔당댐 放流量을 上流端 境界條件으로하고 인도교 지점의 水位-流量關係曲線을 下流端 境界條件으로하여 계산된 고안지점의 流量水文曲線과 實測 水位水文曲線을 서로 관련지어 작성된 고안지점의 수위-유량관계곡선은 그림 6과 같고 그 關係式은 다음과 같다. 식 (15)에서 H 는 수위표 水位이다.

$$Q = 19.13 H^{3.06} \quad 4.5m \leq H \leq 9.0m \quad (15)$$

식 (15)의 상관계수는 0.97995 이다. 고안지점의 水位觀測資料는 자기수위기록에 의한 것이므로 위와 같이 제시된 수위-유량관계곡선에 큰 무리는 없을 것이다. 또한 고안지점은 댐으로부터 약 1.63 km 하류에 위치하고 있을 뿐만 아니라 이 구간내에 별다른 支流가 없다는 사실을 감안할 때 고안지점의 流下量은 팔당댐 放流量과 큰 차이가 없을 것으로 판단된다. 그림 5에서 보면 팔당댐의 最大放流量 14,584 CMS가 약 23시간 동안 댐으로부터 放流되고 있는데 반하여 고안지점의 기존의 수위-유량관계곡선으로 부터 산정된 最大流下量은 11,338 CMS로서 약 3,250 CMS의 차이가 발생하고 있다. 이는 흐름의 連續法則에 크게 어긋나는 것으로서 고안지점의 수위-유량관계곡선이 실제와 잘 맞지 않는 것을 단적으로 나타내는 것이라 할 수 있다. 팔당댐 방류량을 상류단 경계조건으로 사용한 경우 인도교 지점의 實測 水位水文曲線과 비교해 볼 때 차이가 나는 것은 支流로 退水 또는 하도에 의한 貯留效果등과 같은 하도저류의 영향이 존재하기 때문으로 판단되며, 따라서 支流에 의한 效果를 分析할 필요가 있다.

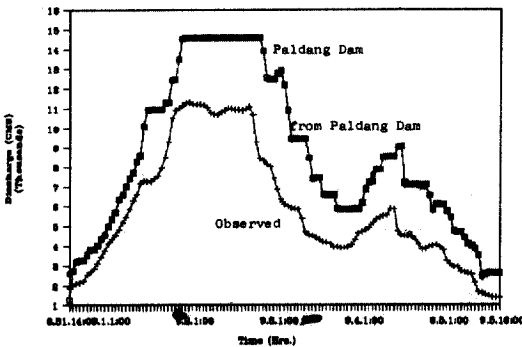


그림 5. 고안지점의 流量水文曲線(1981. 8. 31~9.5)

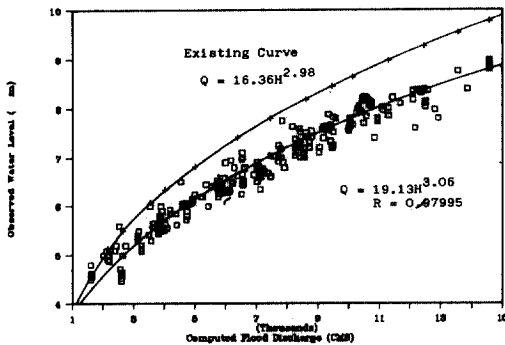


그림 6. 고안지점의 水位-流量關係曲線

5. 結 論

本 研究는 漢江下流部 팔당댐으로부터 인도교지점에 이르는 구간의 洪水追跡 數值模型開發에 관한 것으로서 고안 수위표지점의 水位-流量關係曲線에 대한 信賴性的 檢討를 포함하고 있으며 다음과 같은 結果를 얻었다.

1) 本 數值模型은 Preissmann의 線型 4點 Implicit 有限差分法을 적용하여 수립되었으며, 模型의 上流端境界條件으로 팔당댐 放流量을 사용하는 것이 고안의 水位-流量關係曲線에 의한 流量水文曲線을 境界條件으로 하는 것 보다 우수하다.

2) 本 模型의 적용구간에 대한 粗度係數는 각 수위표 지점의 水位-流量關係로 부터 推定되었으며 粗度係數의 變動이 洪水追跡結果에 미치는 영향은 微小하였다.

3) 고안 수위표지점의 既存의 水位-流量關係曲線은 신뢰할 수 없는 것으로 나타났으며 새로운 水位-流量關係式을 本 模型을 통하여 提示하였다.

4) 本 模型에 적용된 洪水事象에 대한 洪水追跡結果로 볼 때 漢江下流部의 支流의 影響을 考慮한 洪水追跡이 要望된다.

參 考 文 獻

1. 建設部, 韓國水文調查年報, 1975-1984.
2. 建設部, 漢江河川整備 基本計劃, 1978.
3. 建設部, 漢江河床變動 調查報告書, 1981.
4. 漢江洪水統制所, 澗放流量表, 1983.
5. 李政雄, 特性曲線法에 의한 洪水追跡, 延世大學校, 碩士學位論文, 1977.
6. 李鍾泰, "Preissmann 技法에 의한 1次元 不定流의 解析", 韓國水文學會誌, 第15卷 第1號, pp. 57-62, 1982. 3.
7. 韓健淵, Fill Dam의 破壞에 따른 洪水波 豫測模型의 開發, 延世大學校 大學院 博士學位論文, 1986.
8. 柳熙正, 有限差分法에 의한 河川의 洪水波解析에 관한 研究, 中央大學校 大學院 博士學位論文, 1986.
9. 韓健淵, "河川에서의 洪水波 解析을 위한 數值模型의 開發", 韓國水文學會誌, 第20卷 第4號, pp. 285-294, 1987. 12.
10. Amein, M. and C. S. Fang, "Implicit Flood Routing in Natural Channels", *J. of Hydraulics Div., ASCE*, Vol. 96, No. HY12, pp. 2481-2500, 1970.
11. Amein, M. and H. L. Chu, "Implicit Numerical Modeling of Unsteady Flows", *J. of the Hydraulics Div., ASCE*, Vol. 101, No. HY6, pp. 717-731, 1975.
12. Chen, Y. H., "Water and Sediment Routing in Rivers" Modeling of Rivers edited by H. W. Shen, John Wiley & Sons, pp. 10-1~10-97, 1979.
13. Fread, D. L., "Discussion for Implicit Flood Routing in Natural Channels", *J. of Hydraulics Div. ASCE*, Vol. 97, No. HY7, pp. 1156-1159, 1971.
14. French, R. H., "Open Channel Hydraulics," McGraw-Hill Book Company, 1985.
15. Greco, F. and L. Panattoni, "An Implicit Method to Solve Saint Venant Equations", *J. of Hydrology*, Vol. 24, pp. 171-185, 1975.
16. Henderson, F. M., "Open Channel Flow," Macmillan Publishing Co. Inc., 1966.
17. Lee, Won-Hwan and Lee, Jae-Joon, "1984 Flood Analysis in the Han River Basin", 5th Congress APD-IAHR, August 18-20, Seoul, Korea. Vol. IV, pp. 421-440, 1986.
18. Liggett, J. A. and J. A. Cunge, "Numerical Methods of Solution of the Unsteady Flow Equations", Unsteady Flow in Open Channels by edited K. Mahmood and V. Yevjevich, WRP, pp. 89-179, 1975.
19. Lyn, D. A. and P. Goodwin, "Stability of a General Preissmann Scheme", *J. of Hydraulic Engineering, ASCE*, Vol. 113, No. 1, pp. 16-28, 1987.
20. Price, R. K., "Comparison of Four Numerical Methods for Flood Routing", *J. of Hydraulics Div., ASCE*, Vol. 100, No. HY7, pp. 879-899, 1974.
21. Ponce, V. M., Indlekofer and D. B. Simons, "Convergence of Four-Point Implicit Water Wave Models", *J. of Hydraulics Div., ASCE*, Vol. 104 No. HY7, pp. 947-958, 1978.

(接受: 1989. 2. 2)