

琉球大学学術リポジトリ

貯水池供水調節の計算(農業工学科)

メタデータ	言語: 出版者: 琉球大学農学部 公開日: 2008-02-14 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 東郷, 成蔵, Togo, Seizo メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12000/4378

貯水池洪水調節の計算

東 郷 成 蔵*

Seizo Togo : Computation of flood control
of a reservoir

1 は し が き

およそ水理現象の解法には必ずそこに何等かの仮定がなされてある。しかもその仮定が普遍妥当性に遠ざかる程それだけ求められた解法も適合度が低下する。越流ゼキ型余水吐を持つ貯水池の洪水調節現象の解法にも、これまでともさまざまな仮定が考案された。それは洪水調節の基本式が一般解のない微分方程式であるため、これを解くためのやむを得ない措置であるが、筆者はこの基本式の解法に仮定を設けずに数値解法を試みた。数値解法は高次数となりその計算に当っては著しい繁雑と時間を要し、実用には凶式解法を採用した。その後電算機の導入によりこの隘路はすべて全く解消し、極めて有効に貯水池洪水調節の計算ができたので計算例をあげて紹介する。

2 貯水池洪水調節の基本計算式

ある単位時間に貯水池に流入する流量を f 、貯水池より流出する流量を φ とし、その間の貯留量を V とすれば

あるいは $f - \varphi = V$ f 貯水池の流入量
 $f = \varphi + V$ φ 貯水池の流出量
 V 貯水池の貯留量

洪水時の単位時間を末尾字に附して

最初は	$f_0 = \varphi_0 + V_0$	} (1)
第1時限は	$f_1 = \varphi_1 + V_0 + V_1$	
第2時限は	$f_2 = \varphi_2 + V_1 + V_2$	
第3時限は	$f_3 = \varphi_3 + V_2 + V_3$	
.....	
.....	
第 n 時限は	$f_n = \varphi_n + V_{n-1} + V_n$	

貯水池からの流出量 φ は余水吐の越流水深を h 、越流ゼキの長さを l 、越流係数を C であらわせば
 $\varphi = C l h^{\frac{3}{2}}$ (2)

また貯水池の内容積 V は貯水池水面積の変化を越流水深 h の1次関数とすれば

$$V = a h + \frac{b}{2} h^2 \text{ (3)}$$

* 琉球大学農学部農業工学科

便利である。洪水調節状況図は各時限における貯水池の流入量，流出量および水位を併記作図せるもので， $f-T$ 曲線のほか

(ii) $\varphi-T$ 曲線

(iii) $h-T$ 曲線

を描いて完成する。洪水調節状況図作成の詳細は次の計算例にゆずる。

2. 電算機による計算

基本計算式(5)において $h^{\frac{1}{2}} = x$ とおいて

$$f_0 = Clx_0^3 + ax_0^2 + \frac{b}{2}x_0^4$$

$$f_1 = Clx_1^3 + ax_0^2 + \frac{b}{2}x_0^4 + ax_1^2 + \frac{b}{2}x_1^4$$

.....

.....

$$f_n = Clx_n^3 + ax_{n-1}^2 + \frac{b}{2}x_{n-1}^4 + ax_n^2 + \frac{b}{2}x_n^4$$

} (6)

この4次式からニュートンの近似公式を用いて x を求める。FORTRAN のフローチャートを描いて図2とする。

Table 1. Value of $\varphi, V, (\varphi + V)$ with respect to h

h^*	h^2	$h^{\frac{3}{2}}$	V^{**}	φ^{***}	$(V + \varphi)$
0.00	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
0.05	0.00	0.011	0.057	0.017	0.075
0.10	0.01	0.031	0.513	0.049	0.562
0.20	0.04	0.089	1.034	0.141	1.175
0.30	0.09	0.164	1.563	0.260	1.823
0.40	0.16	0.252	2.101	0.400	2.501
0.50	0.25	0.353	2.647	0.561	3.208
0.60	0.36	0.464	3.201	0.737	3.938
0.70	0.49	0.585	3.763	0.930	4.693
0.80	0.64	0.715	4.334	1.136	5.470
1.00	1.00	1.000	5.500	1.590	7.090
1.50	2.25	1.837	8.557	2.920	11.477
2.00	4.00	2.827	11.820	4.496	16.316
2.20	4.84	3.263	13.182	5.188	18.370

* Water depth of weir
 ** Capacity of reservoir
 *** Outflow discharge

Table 2. Computation of flood control of reservoir

n^*	f_n^{**}	Graphical					Computer		
		V_{n-1}	$f+V_{n-1}$	V_n	φ_n	h_n	φ_n	h_n	V_n
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000
1	0.15	0.00	0.15	0.14	0.01	0.03	0.007	0.028	0.142
2	0.55	0.14	0.69	0.62	0.07	0.13	0.067	0.121	0.625
3	1.25	0.62	1.87	1.55	0.32	0.31	0.271	0.307	1.604
4	2.05	1.55	3.60	2.98	0.62	0.56	0.668	0.561	2.986
5	2.90	2.98	5.88	4.60	1.28	0.85	1.250	0.852	4.634
6	3.65	4.60	8.25	6.35	1.90	1.14	1.939	1.141	6.345
7	4.45	6.35	10.80	8.10	2.70	1.42	2.705	1.425	8.087
8	4.85	8.10	12.95	9.60	3.35	1.66	3.387	1.655	9.552
9	5.20	9.60	14.80	10.80	4.00	1.85	3.978	1.843	10.773
10	5.50	10.80	16.30	11.80	4.50	2.00	4.482	1.995	11.791
11	5.45	11.80	17.25	12.45	4.80	2.09	4.807	2.090	12.434
12	5.20	12.45	17.65	12.70	4.95	2.13	4.939	2.128	12.694
13	4.70	12.70	17.40	12.60	4.80	2.11	4.857	2.105	12.535
14	3.90	12.60	16.50	11.90	4.60	2.02	4.569	2.021	11.964
15	2.85	11.90	14.75	10.77	3.98	1.84	3.998	1.849	10.815

* Time hour
 ** Inflow discharge

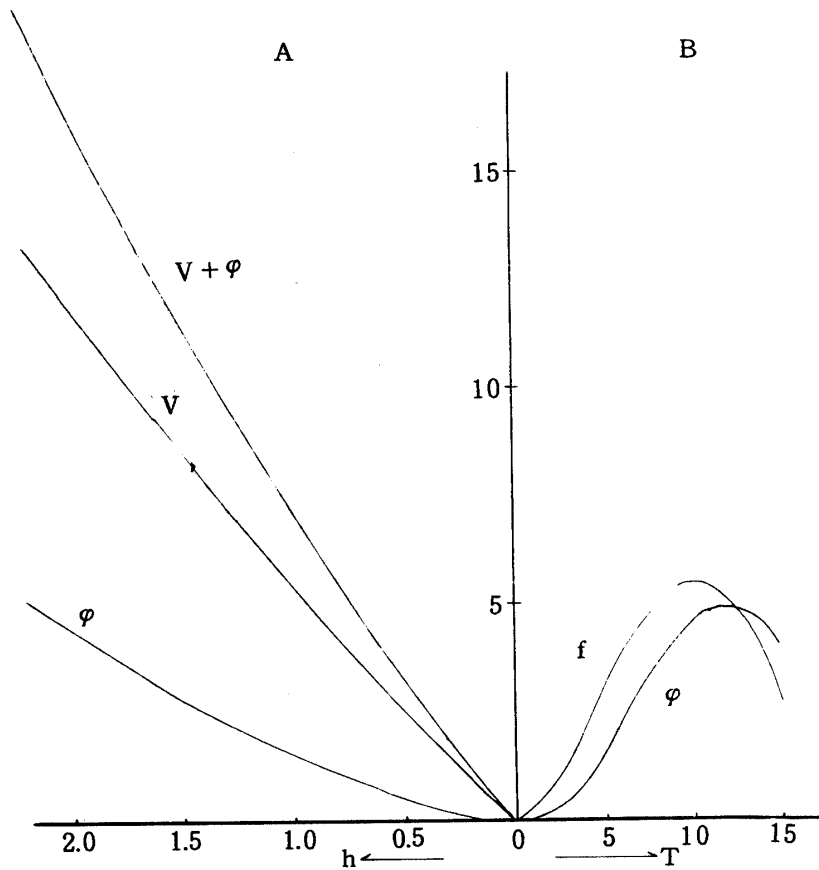


Fig. 1. Graph of flood control of a reservoir

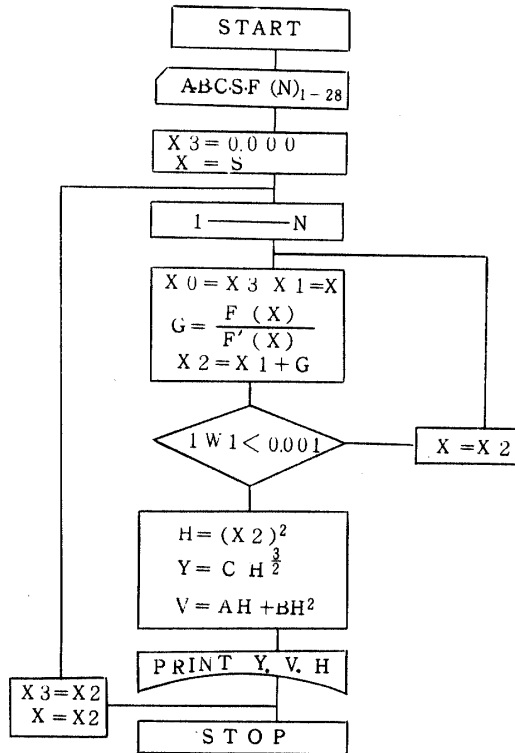


Fig. 2. Flow chart

4 計算例

- 貯水池 水面積 $A = 5.09 + 0.82 h$ (10^6 m^2)
- 内内積 $V = 5.09 h + 0.41 h^2$ (10^6 m^3)
- 余水吐 越流ゼキ長 $L = 240$ (m)
- 越流係数 $C = 1.84 \times 3,600$
- 越流量 $\varphi = 1.84 \times 3,600 \times 240 h^{3/2} = 1.59 h^{3/2}$ (10^6 m^3)
- 越流水深 h (m)
- 貯水池 流入量 $f =$ (表2) の通り (10^6 m^3)
- 時 限 $T = 1$ 時間

表2の求め方

先ず最初は流入量流出量ともないから $f_0 = \varphi_0 = 0$

従って

$$h_0 = 0 \quad V_0 = 0$$

次の第1時限においては流入量 f_1 は 0.15 であるから

$$f_1 + V_0 = 0.15 + 0.00 = 0.15$$

図1Aの $(V + \varphi) - h$ 曲線より $(V + \varphi) = 0.15$ に相当する h を読んで $h_1 = 0.03$ 同時に $V - h$ 曲線 $\varphi - h$ 曲線より $h_1 = 0.03$ に相当する V, φ を読んで $V_1 = 0.14 \quad \varphi_1 = 0.01$ が求められる。

このとき V_1 と φ_1 の合計は $(V + \varphi) - h$ 曲線より求められる値と一致するようチェックにもなる。

第2時限においては流入量 f_2 は $0.55 V_{2-1}$ は 0.14 であるから

$$f_2 + V_1 = 0.55 + 0.14 = 0.69$$

図1Aの $(V + \varphi) - h$ 曲線より $(V + \varphi) = 0.69$ に相当する h を読んで $h_2 = 0.13$ 同時に $V - h$ 曲線 $\varphi - h$ 曲線より $h_2 = 0.13$ に相当する V , φ を読んで

$$V_2 = 0.62 \quad \varphi_2 = 0.07$$

が求められる。

第3時限以下同様にこの方法を繰り返して表2が完結する。電算機により求められた h , V , φ の値をこの表の右余白に併記して、両者の比較に便ならしめた。

5 む す び

この貯水池洪水調節の計算は、はしがきにも述べた如く特定の仮定を設けず、貯水池の流入量と持越量を基礎とした洪水調節の水理解法で計算した。計算例に洪水調節の時限を1時間単位としたのは、流入量の単位が毎時間単位であるからそれに揃えたので、時限は細かくする程より正確な結果が得られる。また貯水池の水面積の変化を水深の1次関数式で表わしたか貯水池によっては2次以上高次の関数で表わすのが適当な場合でも、図式または電算機によれば計算には差程ひびきはない。なお図式と電算機による両者の数値を比較してみても(表2参照)殆んど差異なく、実用的には図式で充分であることがわかる。

終りにのぞみ本橋中の電算機による計算は琉球大学農学部農業工学科米蔵敏博君に手伝っていただいた。ここに深く感謝する。

参 考 文 献

1. 東郷成蔵, 1953, 貯水池洪水調節の新解法 (I) 農業土木研究, 21 (4): 260~264
2. 東郷成蔵, 1954, 貯水池洪水調節の新解法 (II) 農業土木研究, 21 (5): 269~272
3. 東郷成蔵, 1954, 貯水池洪水調節の新解法 (III) 農業土木研究, 22 (2): 108~109

Summary

The hydraulic analysis of flood control of a reservoir has been hitherto resolved with the aid of some assumption, which is not propriety.

The author devised another solution without any assumption, and computed an example according to it.