論說報告

第27卷第12號 昭和16年12月

滯溜式洪水調節池の機能に就て

正會員 黑澤喜代治*

要旨 本文は堰堤の下部に流出孔を有する洪水調節池の洪水調節作用に就て記述したものである。洪水及び貯水池の形狀が極めて簡單な場合に就き，流出量並に水位の變動の狀況を求め，貯水容量と調節率との關係を簡單に求めやうとするものである。尙ほ調節率は洪水及び貯水池の大體の形狀が類似ならば餘り變化せず，主として洪水總量と有效貯水量との比に依て支配される事實から，任意の洪水任意の貯水池に於ける狀況をも速かに推定し，貯水池の機能の判定に資せんとするものである。

1. 緖言

著者は本誌第 25 卷第 5 號に於て，溢流堰堤を有する貯水池の洪水調節作用に就て述べたのであるが，本文はその續編とも見做すべきもので，堰堤の下部に流出孔を有する貯水池の洪水調節作用に就て記述したものである。貯水池の洪水調節作用は主として，洪水總容量と有效貯水量との比に依て支配される事實に着目し，洪水曲線及び貯水池の形狀が極めて簡單な場合に就き，貯水池からの流出量を求める式を誘導し，各種の場合に就き調節率を計算して之を圖表とし，之に依て洪水調節池の機能を簡單に知らうとしたのである。洪水曲線及び貯水池の形狀が假定と異なる場合でも，概算的には調節率が求められる譯である。尙ほ洪水調節池が利水に兼用される場合，洪水調節池としての必要な最大有效貯水量に就ても言及する事とする。

2. 一般式の誘導

今時刻 T に於ける貯水池への流入量を I_T, 貯水池からの流出量を O_T, 貯水池の水位を H, 貯水池面積を A_H, dT 時間に於ける貯水池の水位上昇を dH とすれば、次の關係が成立する。

$$A_H dH-(I_T-O_T)\,dT=0 \qquad (1)$$

堰堤の下部に流出孔を有する貯水池の場合を考へれば，$O_T=CH^{1/2}$ なる關係がある。こゝに C は流出孔の大きさ及び形狀に依て定まる定數である。流出孔の大きさを適當に定め，最大流入量 I_m を流出すべき水位を H_m と

圖-1 (a).

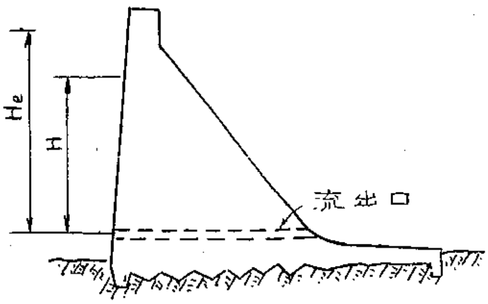
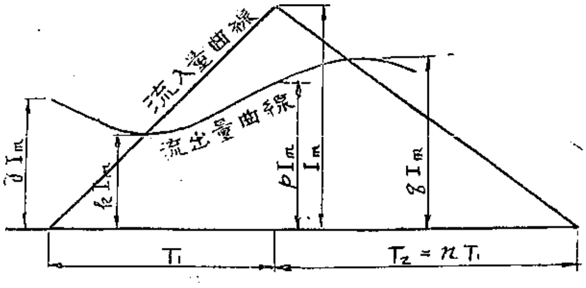


圖-1 (b).



* 工學士 內務省國土局河川課

すれば，$I_m=CH_m^{1/2}$ となる。貯水池の水位は H_m を最大と考へ得るから，水位の基準として考ふるに便利である。次に貯水池面積が一定で流入曲線の形狀が三角形をなす簡單な場合に就て考究する事とする。

1. 流入量が増加する場合（圖-1 參照）

(1) 式に於て，$A_H=A$, $I_T=I_mT/T_1=I_mt$, $T=T_1t$, $H=H_mz$, $dT=T_1dt$, $dH=H_mdz$ とおけば，

$$AH_mdz+(CH_m^{1/2}z^{1/2}-I_mt)T_1dt=0$$

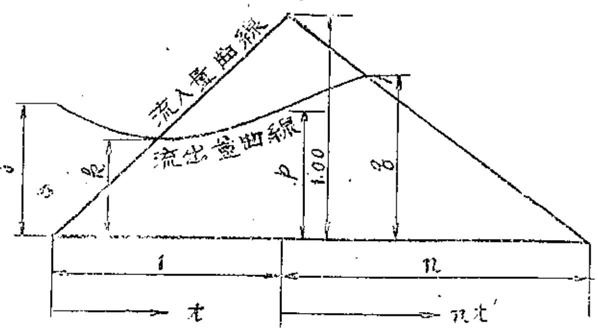
更に $z=y^2$, $dz=2ydy$ とおけば

$$2AH_mydy+CH_m^{1/2}T_1ydt-I_mT_1tdt=0$$

$a=I_mT_1/2AH_m$ とおけば，

$$ydy+aydt-atdt=0 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots(2)$$

圖-1 (c).



(2) 式に於て a は洪水の大きさに對する相對的の貯水容量を表はすのと考へられる。從て (2) 式の意味を考へれば，圖-1 (c) に示す單位洪水を考へ，貯水容量の相對的の大きさを a を以て表はしたる場合の流出量 y と時刻 t との間の微分方程式である。(2) 式を考へる事に依て流出量時間共に比率を以て示し得たので a, y, t 共にディメンションがない點が取扱ひ上極めて便利となるのである。本文に於ては以下 y 及び t を單に流出量或は時間と呼ぶ事とする。

(2) 式の解を求めると

$$(y-\alpha t)(y-\beta t)^{1-\beta}=C_1 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots(3)$$

こゝに α, β は $x^2+ax-a=0$ の二根である。

$$\begin{cases} \alpha=-a/2+a/2\sqrt{1+4/a} \\ \beta=-a/2-a/2\sqrt{1+4/a} \end{cases}$$

C_1 は積分定數で或る任意時間 t_1 に於ける流出量が y_1 なる事を知れば定まる。(3) は $y=\alpha t$ 及び $y=\beta t$ を漸近線とする双曲線狀の曲線である。

2. 流入量が減少する場合（圖-1 參照）

(1) 式に於て，$A_H=A$，$I_T=I_m(T_2-T)/T_2=I_m(1-t')$，$T=T_2t'$，$dH=dH_mdz$，$dT=T_2dt'$ とおけば

$$AH_mdz+CH_m^{1/2}z^{1/2}T_2dt'-I_mT_2(1-t')dt'=0$$

更に $z=y^2$，$dz=2ydy$ とおけば，

$$2AH_mydy+CH_m^{1/2}T_2ydt'-I_mT_2(1-t')dt'=0$$

$n=T_2/T_1$ とおけば

$$ydy+anydt'-an(1-t')dt=0$$

$a'=an=I_mT_2/2AH_m$ とすれば，

$$ydy+a'ydt'-a'(1-t')dt'=0 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots(4)$$

(4) 式の解を求むればよい。(4) 式の解は $a'=an$ の値の如何に依て形が異なる。

(i) $a'>4$ なる場合

$$(\alpha'-\alpha't'-y)(\beta'-\beta't'-y)^{1-\beta'}=C_2 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots(5)$$

こゝに α', β' は $x^2-a'x+a=0$ の二根である。

$$\alpha' = a'/2 - a'/2\sqrt{1-4/a'}$$

$$\beta' = a'/2 + a'/2\sqrt{1-4/a'}$$

(ii)　$a'=4$ なる場合

$$\log_e(2-2t'-y) + \frac{2-2t'}{2-2t'-y} = C_3 \quad \cdots\cdots(6)$$

(iii)　$a'<4$ なる場合

$$\log_e\{y^2 - a'y(1-t') + a'(1-t')^2\} + 2/\sqrt{4/a'-1}\tan^{-1}\{2y - a'(1-t')\}/\{a\sqrt{4/a'-1}(1-t')\} = C_4 \cdots(7)$$

C_2, C_3, C_4 は何れも積分定數であり任意時刻に於ける流出量が知れゝば曲線の形狀は確定する。減水期に於て而かも水位の上昇する場合の流出量曲線は拋物線に類似してゐる。

3.　流出量曲線の形狀並に初期條件

1.　流入量は增加し流出量は減少する場合（圖-1 (c) 參照）

$t=0$，即ち洪水が貯水池に流入し始めた時に貯水池からの流出量は γ であり，從て貯水池の水位は γ^2 であつたとする。この場合には (3) 式に於て $t=0$ に於て $y=\gamma$ とおけば C_1 が確定される。即ち $C_1=\gamma^{2-\beta}$ となり，

$$(y-\alpha t)(y-\beta t)^{1-\beta} = \gamma^{2-\beta} \quad \cdots\cdots(8)$$

(8) 式は $t=0\sim1$ の範圍內で成立する。流出量の最小となるのは流入量と流出量と一致する時刻である。今時刻 k に於て最小流出量を與ふるものとすれば，その時刻 k に於ける流出量は流入量に等しく矢張り k である。この關係を (8) 式に代入すれば

$$k^{2-\beta}(1-\alpha)(1-\beta)^{1-\beta} = \gamma^{2-\beta}$$

α, β は $\mu^2+a\mu-a=0$ の二根であるから，$(1-\alpha)(1-\beta)=1$ なる關係から

$$k^{2-\beta}(1-\beta)^{-\beta} = \gamma^{2-\beta}$$

$$k(1-\beta)^{-\beta/(2-\beta)} = \gamma \quad \cdots\cdots(9)$$

こゝに $(-\beta)=a/2+a/2\sqrt{1+4/a}$ であり $0\sim\infty$ である。$(1-\beta)^{-\beta/(2-\beta)}$ は $1\sim\infty$ である（表-1 參照）。(9) 式から k と γ の關係は與へられ，y は双曲線狀を呈する。

2.　流入量流出量共に增加する場合（圖-1 (c) 參照）

$t=k\sim1$ の間に於ても y は双曲線狀を呈する事は前述の通りであり $y=\alpha t$ を漸近線とする曲線群の $t=k\sim1$ が流出量曲線を考へるのである。(3) 式に於て $t=k$ に於て $y=k$ とおけば

$$C_1 = k^{2-\beta}(1-\alpha)(1-\beta)^{1-\beta} = k^{2-\beta}(1-\beta)^{-\beta}$$

$$\therefore \quad (y-\alpha t)(y-\beta t)^{1-\beta} = k^{2-\beta}(1-\alpha)(1-\beta)^{1-\beta} = k^{2-\beta}(1-\beta)^{-\beta} \quad \cdots\cdots(10)$$

$t=1$ 即ち流入量が最大値 1 に達した時の流出量を p とすれば，

$$(p-\alpha)(p-\beta)^{1-\beta} = k^{2-\beta}(1-\alpha)(1-\beta)^{1-\beta} \quad \cdots\cdots(11)$$

多少變形すれば

$$p = \alpha + k^{2-\beta}(1-\alpha)\left(\frac{1-\beta}{p-\beta}\right)^{1-\beta} \quad \cdots\cdots(11')$$

α は $0\sim1$ である（表-1 參照）。而かも α は $k=0$ の場合即ち $t=0$ に於て $y=0$ の場合の p の値である。p は α, k 何れよりも大きいから，右邊の p の代りに近似的に α 或は k の中何れか大なる方を代入すれば p の

表-1.　各 種 數 値 表（$a'=a$ の場合）

符　號	a	α	β	$(1-\beta)^{\frac{-\beta}{2-\beta}}$	$\left(\frac{1-\beta}{\alpha-\beta}\right)^{1-\beta}$	α'	β'	$\sqrt{4/a'-1}$	$a'\sqrt{4/a'-1}$
1	48.020	0.980	−49.000	42.89	1.02	1.022	46.998	—	—
2	18.050	0.950	−19.000	15.04	1.05	1.062	16.988	—	—
3	8.100	0.900	−9.000	6.58	1.11	1.169	6.931	—	—
4	6.125	0.875	−7.000	5.04	1.14	1.260	4.865	—	—
5	4.819	0.850	−5.667	4.13	1.16	1.417	3.400	—	—
6	4.000	0.828	−4.818	3.48	1.19	2.000	2.000	0	0
7	3.200	0.800	−4.000	2.93	1.23	—	—	0.500	1.600
8	2.250	0.750	−3.000	2.30	1.30	—	—	0.882	1.985
9	1.633	0.700	−2.333	1.91	1.37	—	—	1.204	1.966
10	1.333	0.667	−2.000	1.73	1.43	—	—	1.414	1.885
11	1.207	0.650	−1.857	1.66	1.45	—	—	1.521	1.836
12	0.900	0.600	−1.500	1.48	1.55	—	—	1.856	1.670
13	0.672	0.550	−1.222	1.35	1.65	—	—	2.225	1.495
14	0.500	0.500	−1.000	1.26	1.78	—	—	2.646	1.323
15	0.167	0.333	−0.500	1.09	2.41	—	—	4.796	0.799

α,β は $x^2+ax-a=0$ の二根である。　　α',β' は $x^2-a'x+a'=0$ の二根である。

$$\begin{cases}\alpha=-a/2+a/2\sqrt{1+4/a}\\ \beta=-a/2-a/2\sqrt{1+4/a}\end{cases}\qquad\begin{cases}\alpha'=a'/2-a'/2\sqrt{1-4/a'}\\ \beta'=a'/2+a'/2\sqrt{1-4/a'}\end{cases}$$

近似値が求められる。更に $\left(\frac{1-\beta}{p-\beta}\right)^{1-\beta}$ に就て考ふれば分母中の p の最小可能値は α であるから

$$\left(\frac{1-\beta}{p-\beta}\right)^{1-\beta}_{\max}=\left(\frac{1-\beta}{\alpha-\beta}\right)^{1-\beta}=\left\{\frac{(1-\beta)^2}{-\beta(\alpha-\beta)}\right\}^{1-\beta}=\left(1+\frac{1}{\beta^2-2\beta}\right)^{1-\beta}$$

上式を二項定理で展開すれば

$$\left(1+\frac{1}{\beta^2-2\beta}\right)^{1-\beta}=1+\frac{1-\beta}{\beta^2-2\beta}+\frac{1}{2!}\frac{(1-\beta)(-\beta)}{(\beta^2-2\beta)^2}+\cdots\cdots$$

$-\beta=\infty$ の極限に於て 1 に收斂する事を知る。且つ $-\beta$ の増大するに從つて次第に減少する事が知られる。今 $-\beta=1$ とおけば $\left(\frac{1-\beta}{\alpha-\beta}\right)^{1-\beta}=\left(\frac{2}{0.5+1}\right)^2=1.78$ 即ち $-\beta=1\sim\infty$ に於て $\left(\frac{1-\beta}{\alpha-\beta}\right)^{1-\beta}$ は 1.78~1 に變化する事を知る。之等の事を考慮して (11′) 式の近似式を揭ぐれば

$$p'=\alpha+k^{2-\beta}(1-\alpha)\left(\frac{2}{1+p'}\right)^2\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(11)''$$

(11)″ 式は $\alpha=0.5$ 即ち $-\beta=1$ 以下の場合には使用してはならない。$-\beta=1\sim\infty$ の間に於ては誤差は極めて小さく實用上差支ない樣である。

(11) 式から種々の a,k に對して p の値を計算表示すれば **表-2** の通りである。

3. 流入量は減少し流出量は增加する場合（圖-1 (c) 參照）

流入量が最大値 1 より順次減少して遂に流入量と流出量が一致し流出量が最大となる迄の流出量は (5), (6), (7) 式の何れかで與へられる。今 $t'=0$ に於て $y=p$ とすれば C_2, C_3, C_4 は決定せられ曲線は確定せられる。

(i) $\alpha'>4$ なる場合

$$(\alpha'-\alpha' t'-y)(\beta'-\beta' t'-y)^{1-\beta'}=(\alpha'-p)(\beta'-p)^{1-\beta'} \quad \cdots\cdots(12)$$

(ii) $\alpha'=4$ なる場合

$$\log_e(2-2t'-y)+\frac{2-2t'}{2-2t'-y}=\log_e(2-p)+\frac{2}{2-p} \quad \cdots\cdots(13)$$

(iii) $\alpha'<4$ なる場合

$$\log_e\frac{y^2-\alpha' y(1-t')+\alpha'(1-t')^2}{p^2-\alpha' p+\alpha'}+\frac{2}{\sqrt{4/\alpha'-1}}\left\{\tan^{-1}\frac{2y-\alpha'(1-t')}{\alpha'\sqrt{4/\alpha'-1}(1-t')}-\tan^{-1}\frac{2p-\alpha'}{\alpha'\sqrt{4/\alpha'-1}}\right\}=0 \quad \cdots\cdots(14)$$

以上 (12), (13), (14) の何れかにて y の變化の狀態は求められた譯である。

4. 最大流出量（洪水の調節率）（圖-1 (C) 參照）

吾々が常に問題とするのは流出量曲線の形狀そのものよりも寧ろ調節率である。調節率は (12), (13), (14) 式から求められる。調節率を q とすれば，q なる最大流出量を與ふるのは，$t'=1-q$ なる時刻であり，この時刻には流入量と流出量は相等しくなる。依て (12), (13), (14) 式に $t'=1-q$ の時 $y=q$ なる條件を代入すれば p と q との關係が得られる。

1. $\alpha'>4$ なる場合

(12) 式に於て $t'=1-q$ の時 $y=q$ とおけば

$$q^{2-\beta'}(\alpha'-1)(\beta'-1)^{1-\beta'}=(\alpha'-p)(\beta'-p)^{1-\beta'}$$

$$q=\left(\frac{\alpha'-p}{\alpha'-1}\right)^{\frac{1}{2-\beta'}}\left(\frac{\beta'-p}{\beta'-1}\right)^{\frac{1-\beta'}{2-\beta'}} \quad \cdots\cdots(15)$$

$$\begin{cases}\alpha'=a'/2-a'/2\sqrt{1-4/a'}\\ \beta'=a'/2+a'/2\sqrt{1-4/a'}\end{cases}$$

α' は 2～1 で β' は 2～∞ である（表-1 參照）。

特別の場合として $p=\alpha$, $a'=a$ なる場合には

$$q^{2-\beta'}=(\beta'-1)^{-\beta'}=2\alpha^2(\beta'-\alpha)^{-\beta'}$$

$$q=(\sqrt{2}\,\alpha)^{\frac{2}{2-\beta'}}\left(\frac{\beta'-\alpha}{\beta'-1}\right)^{-\beta} \quad \cdots\cdots(15')$$

2. $\alpha'=4$ なる場合

(13) 式に於て $t'=1-q$ の時 $y=q$ とおけば

$$\log_e q+2=\log_e(2-p)+\frac{2}{2-p}$$

$$\log_e q=\log_e(2-p)-\frac{2(1-p)}{2-p}$$

$$\log_{10} q=\log_{10}(2-p)-\frac{2(1-p)}{2-p}\log_{10} e \qquad (\log_{10} e=0.4343) \quad \cdots\cdots(16)$$

3. $\alpha'<4$ なる場合

(14) 式に於て $t'=1-q$ に於て $y=q$ とおけば

$$\log_e q=\frac{1}{2}\log_e(p^2-pa'+a')-\frac{1}{\sqrt{4/a'-1}}\left\{\tan^{-1}\frac{2-a'}{a'\sqrt{4/a'-1}}-\tan^{-1}\frac{2p-a'}{a'\sqrt{4/a'-1}}\right\}$$

更に多少計算に便利な形に纒めれば，

$$\log_{10}q=\frac{1}{2}\log_{10}(p^2-pa'+a')-\frac{1}{\sqrt{4/a'-1}}\tan^{-1}\frac{(1-p)a'\sqrt{4/a'-1}}{2p-a'p+a'}\cdot\log_{10}e\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(17)$$

特別の場合として $p=\alpha$, $a'=a$ なる場合には次の如くなる。

$$\log_{10}q=\log_{10}\sqrt{2}\,\alpha-\frac{1}{\sqrt{4/a^2-1}}\tan^{-1}\frac{a\sqrt{4/a-1}}{2+\alpha}\cdot\log_{10}e\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(17')$$

$$\alpha=-a/2+a/2\sqrt{1+4/a}$$

以上 (15), (16), (17) 式により任意の p 及び a' に對して q を求める事が出來る。表-2 の a 及び k に對應する p を利用して $a'=a$ 即ち $T_1=T_2$ なる場合の q を計算すれば表-3 の通りである。表-3 は $n=1$ なる場合に於ける q と a,k との間の關係數値である。之を一目瞭然たらしめる爲圖は表はせば，圖-2 の通りである。圖-2 の使用方法に就て一言すれば，例へば，$a=1.633$ の場合即ち H_m 迄貯水し得るものとすれば，洪水總容量が貯水量の 3.266 倍ある様な洪水が流入する場合には，$k=0$ 即ち貯水池が空虚の場合洪水が來た場合に一番よく調節せられ，約 77％ に遞減する事を意味する。k が增大するに從て，調節率は惡くなるが初めの中は殆んど變らない，$k=0.6$ とすれば 79.5％ に調節し得る。更に洪水の初期の流出量 γ と，最大調節流出量 q とが等しい場合を考へれば點線の如くなる。利水兼用の洪水調節池に於ても，洪水調節池としては，この點線で示す大きさ以上に貯水容量を增大しても無意味となり，逆に又これ以上大きくすれば當然調節さるべき調節が行はれず，それ以上大なる流量を放流すべき可能性を與へる事となる。從て圖-2 の右上半部は實用には適さないと見做して差支ない。尙ほ流出孔の大きさは H_m に於て最大流入量を流し得る大きさである。

圖-2.

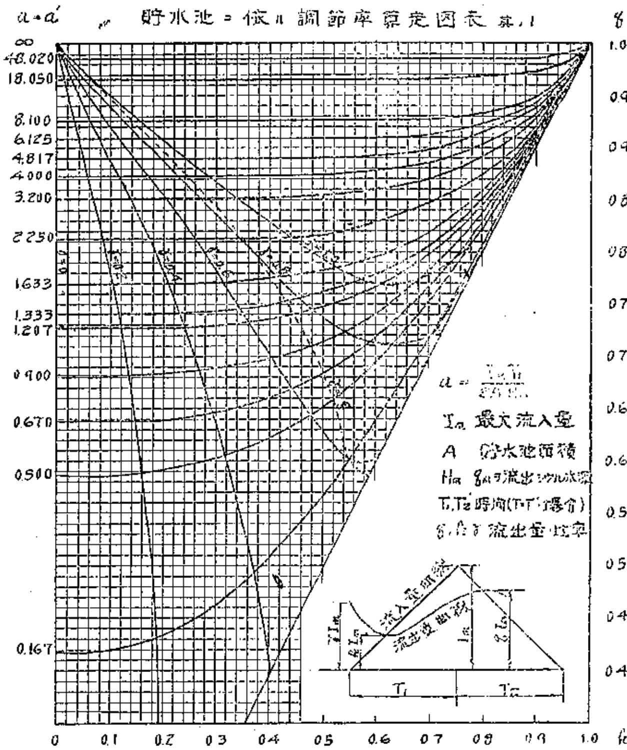


圖-3 は圖-2 の a の代りに B なる洪水總量と有效貯水量との比を使用したものである。この場合も圖-2 と同樣に $T_1=T_2$ 即ち $n=1$ の場合を示すものである。計畫洪水が大體如何程調節し得るかを知るには圖-3 に依るのが便利である。例へば洪水量が貯水容量の 4 倍であるとすれば，自然調節に任せれば，大體 69％ 以下にはなり得ない事が分かる。次に利水に兼用し洪水が來れば放流して洪水調節を行ふ場合に就て見れば，$B=4$ の曲線と $q=\gamma$ なる曲線の交點に對する q として 72.5％ を得る。洪水調節率の惡化はこの場合には餘り問題とならぬ事が知られる。流出孔の大きさは滿水位に於て最大洪水量の 72.5％ を流出せしめ得るものでなければならない。

表-2. p の 計 算 表

符號	a'	$k=0$	$k=0.1$	$k=0.2$	$k=0.3$	$k=0.4$	$k=0.5$	$k=0.6$	$k=0.7$	$k=0.8$	$k=0.9$	$k=1.0$
1	48.020	0.980	0.980	0.980	0.980	0.980	0.980	0.980	0.980	0.980	0.980	1.000
2	18.050	0.950	0.950	0.950	0.950	0.950	0.950	0.950	0.950	0.951	0.956	〃
3	8.100	0.900	0.900	0.900	0.900	0.900	0.900	0.900	0.902	0.910	0.934	〃
4	6.125	0.875	0.875	0.875	0.875	0.875	0.875	0.877	0.881	0.898	0.927	〃
5	4.817	0.850	0.850	0.850	0.850	0.850	0.851	0.853	0.859	0.876	0.922	〃
6	4.000	0.828	0.828	0.828	0.828	0.828	0.830	0.834	0.846	0.871	0.919	〃
7	3.200	0.800	0.800	0.800	0.800	0.801	0.804	0.813	0.827	0.860	0.916	〃
8	2.250	0.750	0.750	0.750	0.751	0.754	0.762	0.780	0.818	0.850	0.912	〃
9	1.633	0.700	0.700	0.700	0.702	0.708	0.721	0.743	0.780	0.835	0.909	〃
10	1.333	0.667	0.667	0.668	0.671	0.679	0.696	0.725	0.769	0.830	0.908	〃
11	1.207	0.650	0.650	0.651	0.655	0.665	0.685	0.712	0.765	0.826	0.906	〃
12	0.900	0.600	0.600	0.602	0.609	0.624	0.653	0.693	0.750	0.821	0.905	〃
13	0.672	0.550	0.550	0.553	0.567	0.587	0.623	0.674	0.738	0.817	0.904	〃
14	0.500	0.500	0.500	0.507	0.523	0.554	0.597	0.656	0.729	0.811	0.903	〃
15	0.167	0.333	0.338	0.361	0.404	0.464	0.537	0.620	0.710	0.804	0.901	〃

表-3. q の 計 算 表 (p は表-2 に依る。$a'=a$ の場合)

符號	a'	$k=0$	$k=0.1$	$k=0.2$	$k=0.3$	$k=0.4$	$k=0.5$	$k=0.6$	$k=0.7$	$k=0.8$	$k=0.9$	$k=1.0$
1	48.020	0.986	0.986	0.986	0.986	0.986	0.986	0.986	0.986	0.986	0.986	1.000
2	18.050	0.966	0.966	0.966	0.966	0.966	0.966	0.966	0.966	0.968	0.972	〃
3	8.100	0.926	0.926	0.926	0.926	0.926	0.926	0.926	0.927	0.933	0.948	〃
4	6.125	0.909	0.909	0.909	0.909	0.909	0.909	0.910	0.912	0.924	0.942	〃
5	4.817	0.890	0.890	0.890	0.890	0.890	0.891	0.893	0.896	0.904	0.934	〃
6	4.000	0.874	0.874	0.874	0.874	0.874	0.875	0.877	0.885	0.901	0.931	〃
7	3.200	0.852	0.852	0.852	0.852	0.853	0.855	0.858	0.872	0.887	0.926	〃
8	2.250	0.813	0.813	0.813	0.813	0.814	0.815	0.829	0.850	0.873	0.920	〃
9	1.633	0.770	0.770	0.770	0.770	0.775	0.782	0.795	0.818	0.857	0.916	〃
10	1.333	0.742	0.742	0.742	0.744	0.749	0.758	0.776	0.805	0.851	0.914	〃
11	1.207	0.723	0.727	0.727	0.730	0.735	0.748	0.765	0.799	0.845	0.911	〃
12	0.900	0.682	0.682	0.684	0.688	0.696	0.714	0.740	0.781	0.836	0.909	〃
13	0.670	0.637	0.637	0.638	0.647	0.660	0.682	0.717	0.765	0.829	0.907	〃
14	0.500	0.586	0.586	0.593	0.602	0.622	0.615	0.693	0.751	0.821	0.901	〃
15	0.167	0.416	0.419	0.433	0.463	0.507	0.566	0.638	0.719	0.808	0.902	〃

5. 結　　語

以上述べた所に依て，貯水池に依る洪水調節の問題が可成り明瞭になつたものと考へる。然し洪水調節池は吾國では殆んど未經驗と云つても差支なく，今後の研究に俟つべきものが多い様に感ずる次第である。理論的には洪水調節池としては，堰堤の下部に流出孔を設くべきであるが，之が堰堤の安定に及ぼす影響はどうか，高壓水門を安

全に操作し得なければ利水に兼用する事は出來ない。而かも安價でなければならない，放流能力も大きくなければならない，等の問題がある。更に近年各河川共豫想以上の洪水が出て居る。最後の問題に對しては，洪水調節池に於ては，堰堤の下部の計畫洪水に相當する流量を流出せしめ得る流出孔を設ける場合でも，滿水位以上となれば自然に溢流せしめ得る樣計畫せらるべきである。卽ち理論的に考へれば，洪水調節池としての機能を充分に發揮させる爲には是非共堰堤の下部に流出孔を設けて，洪水豫報等に依り，可及的速かに水位を低下し，滿水位に於て計畫洪水を，その貯水容量に相當するだけ調節放流する樣，堰堤下部の放水孔の大きさを定める。尙滿水位以上に水位が上昇すれば直ちに溢流せしめ得る構造とし，異常出水に備へる。之が流出孔，溢流堰兩者の性質をその長所に從て活用する所以であると信ずる。從て上記の如き問題も順次解澤して，貯水池を完全に利用し得る樣努力せねばならない。

圖-3.