

## 「ため池整備」(H18/2) 貯留効果計算例との比較検討書

本報告書は、土地改良事業設計指針「ため池整備」(平成18年2月)の「参考資料P133の貯留効果の計算例」と(有)エス・アイ・ピー「洪水吐水理計算システム」の計算結果との比較検討を行ったものです。

- 1) 土地改良事業設計指針「ため池整備」の参考資料P133\_1.貯留効果の計算例
- 2) 洪水吐水理計算システム Ver2.8.10.166にて設計洪水量(貯留効果)を算出

### 「計算のポイントと添付資料」

- ① ため池整備の計算例では、強度式を時間雨量(77mm/h)と日雨量(325mm/24h)で算出している。所謂「長期式( $I_{200^{60}} - I_{200^{24}}$ )」である。よって弊社システムでは「短期式( $I_{200^{10}} - I_{200^{60}}$ )」をベースとしているため、長期式で求まる強度式の定数では、そのまま弊社システムでは適用できないことになる。
- ② 上記対応策として、日雨量データを分雨量データへ換算し(24h雨量を1440分の雨量データとする)、特性係数法により短期式の強度式を導けば弊社システムで適用が可能となります。
- ③ 「長期式の雨量データ」から「短期式の強度式」の算出は「降雨強度式算出プログラム」(弊社プログラム)を使用すれば変換が可能となります。  
計算は、「特性係数法(雨量)の項目から「任意時間:1440(分)」として、「t分:325(mm)」「60分雨量:77(mm)」と入力「タルボット式」を指定すれば、特性係数法により短期式の定数(a,b)が算出され、その定数を弊社システムに適用します。
- ④ 上記ステップを踏まえ、弊社システムに変換した強度式の定数を適用、その他の設計条件を計算例にあわせ入力し計算書を作成すると、その結果は「ため池整備の計算例」の値とほぼ一致してくる。(添付資料参照)

## 確率強度式の算出（特性係数法）

### ターボット型

降雨強度算出プログラムで計算  
(長期式→短期式)

N年確率における特性係数式は、以下のように表すことができる。

$$I_N = \beta_N \cdot R_N = \{a' / (t + b)\} \cdot R_N$$

各係数  $a'$ 、 $b$  は、 $t=60\text{min}$  にて  $\beta_N=1.0$  という条件によって、次式から算出される。

$$a' = b + 60$$

$$b = (60 - \beta_N^t \cdot t) / (\beta_N^t - 1)$$

ここで、 $\beta_N^t$  は特性係数値とよび、同一確率年の60分強度に対する  $t$  分強度の比である。

N年確率の1440分強度比の場合は、 $\beta_N^{1440}$  と表す事が出来る。

また、 $t$  は  $\beta_N^t$  の  $t$  分と同じ数値をとる。

$\beta_N^t$  は、確率N年における60分と  $t$  分との降雨強度比であるから、60分間雨量強度と10分間雨量強度の同一確率年値で  $\beta_N^t$  を求めればよい。すなわち、

$$\beta_N^t = I_N^t / I_N^{60}$$

ここで  $\beta_N^t$  はN年確率  $t$  分間特性係数値、 $I_N^t$  はN年確率  $t$  分間降雨強度 (mm/hr)、 $I_N^{60}$  はN年確率60分間降雨強度 (mm/hr) である。

降雨強度  $I$  (mm/hr) は次の式により降雨量  $R$  (mm) から求めることができる。

$$I = R \times 60 / t$$

上記、特性係数法に以下の値を用いて200年確率降雨強度式を算定する。

$$60\text{分間降雨量 } R_{200}^{60} = 77.000 \text{ (mm)}$$

$$1440\text{分間降雨量 } R_{200}^{1440} = 325.000 \text{ (mm)}$$

$$60\text{分間降雨強度 } I_{200}^{60} = R_{200}^{60} \times 60 / 60 = 77.000 \times 60 / 60 = 77.000 \text{ (mm/hr)}$$

$$1440\text{分間降雨強度 } I_{200}^{1440} = R_{200}^{1440} \times 60 / t = 325.000 \times 60 / 1440 = 13.542 \text{ (mm/hr)}$$

$$\beta_{200}^{1440} = I_{200}^{1440} / I_{200}^{60} = 13.542 / 77.000 = 0.176$$

$$b = (60 - \beta_{200}^{1440} \cdot 1440) / (\beta_{200}^{1440} - 1) = (60 - 0.176 \times 1440) / (0.176 - 1) \\ \doteq 235$$

$$a' = b + 60 = 235 + 60 \\ = 295$$

短期式の場合の  
ターボット式の定数  $b$  &  $a$

上記結果より、200年確率強度式は、以下のようになる。

$$\beta_{200} = 295 / (t + 235)$$

$$I_{200} = 77.000 \times 295 / (t + 235) = 22715 / (t + 235)$$

# 入力データ一覧表

「ため池整備」(H18/2)の貯留効果の計算例との比較検討計算書(長期式→短期式へ変換)

ファイル名 C:\Documents and Settings\Administrator\My Documents\ユーザーデータ\SI P検証データ\ため池計算例データH1802版照合.bkt

## 基本データ

流域係数 C	282
流出係数 fp	0.823
流域面積 A	0.50900 (km2)
満水面積 Aw	16700.000 (m2)
流量割増し率	1.200
重力加速度 g	9.800 (m/s2)

## 降雨強度式

降雨量参照地区	計算例
確率年数	200 (年)
時間降雨量 R1	77.000 (mm/hr)
既往最大雨量Rc	77.000 (mm/hr)
C項流量算出法	合理式
上記観測日	2003年04月09日
強度式形式	タルボット式

定数 a	295.000
定数 b	235.000

降雨強度式算出プログラムより短期式へ変換

定数 n	1.000
B項流量 Qb	0.000 (m3/s)

## 貯留効果

調整部水路幅 B	4.400 (m)
越流係数 Cf	2.100
単位計算時間 Δt	60.000 (分)
降雨波形	後方集中

## 接近水路・調整部

洪水吐のタイプ	越流堰式
堰の形状	標準堰
堰の上流敷高	0.000 (m)
堰の下流敷高	0.000 (m)
堰の高さ P	0.000 (m)

## 移行部

移行部のタイプ	移行部出入口で限界流
粗度係数 n	0.000
移行部延長 L2	0.000 (m)
放水路水路幅 b2	0.000 (m)
漸縮係数 K	0.000

## 放水路部

粗度係数 n	0.000
放水路延長 L3	0.000 (m)
放水路末端敷高	0.000 (m)
水面追跡間隔	0.000 (m)
端数処理	末端
余裕高算出係数 C	0.100

## 減勢工部

静水池のタイプ	副ダム式
---------	------

任意のデータ

## 流域係数 Cの詳細データ

名称	流域係数	面積(km2)
自然丘陵山地	290	0.00000
放牧地	200	0.00000
ゴルフ場	140	0.00000
開発直後粗造成地	100	0.00050
舗装道路	100	0.00000
水路の密な農地	100	0.00000
市街地	65	0.00000
ため池	70	0.01670
林地	290	0.48940
山地	290	0.00000
耕地	200	0.00240
池面	70	0.00000
畑	200	0.00000
樹園地	290	0.00000
	0	0.00000
市街地・ため池	70	0.00000
農地(水田)	200	0.00000
宅地	75	0.00000
造成畑	200	0.00000
丘陵・山地	290	0.00000
放牧地、水田	200	0.00000
開発直後粗造成宅地	100	0.00000
放牧地、畑	200	0.00000
放牧地・畑	200	0.00000
市街地、ため池	70	0.00000
市街地及びため池水面	70	0.00000

# 基本データ

## 流域面積

流域面積  $A = 0.50900$  (km<sup>2</sup>)

「ため池整備」(H18/2)の貯留効果の計算例との比較検討計算書(長期式→短期式へ変換)

## 洪水到達時間の算定方法

洪水到達時間は、角屋・福島公式とタルボット式を満足する時間とする。

$$t_p = C \times A^{0.22} \times R_e^{-0.35}$$

記号	項目名	単位	備考
$t_p$	洪水到達時間	(min)	
C	流域係数		
A	流域面積	(km <sup>2</sup> )	
$R_e$	洪水到達時間内の平均降雨強度	(mm/hr)	$f_p \times R_t$
$f_p$	流出係数		

## C(流域係数)の算定

流域の地形	C(流域係数)	A(流域面積)	C×A
自然丘陵山地	290	0.00000	0.00
放牧地	200	0.00000	0.00
ゴルフ場	140	0.00000	0.00
開発直後粗造成地	100	0.00050	0.05
舗装道路	100	0.00000	0.00
水路の密な農地	100	0.00000	0.00
市街地	65	0.00000	0.00
ため池	70	0.01670	1.17
林地	290	0.48940	141.93
山地	290	0.00000	0.00
耕地	200	0.00240	0.48
池面	70	0.00000	0.00
畑	200	0.00000	0.00
樹園地	290	0.00000	0.00
	0	0.00000	0.00
市街地・ため池	70	0.00000	0.00
農地(水田)	200	0.00000	0.00
宅地	75	0.00000	0.00
造成畑	200	0.00000	0.00
丘陵・山地	290	0.00000	0.00
放牧地、水田	200	0.00000	0.00
開発直後粗造成宅地	100	0.00000	0.00
放牧地、畑	200	0.00000	0.00
放牧地・畑	200	0.00000	0.00
市街地、ため池	70	0.00000	0.00
市街地及びため池水面	70	0.00000	0.00
計		0.50900	143.63

$$\begin{aligned} \text{流域係数 } C &= 143.63 / 0.50900 = 282.17092 \\ &= 282 \quad \text{※ 1単位で四捨五入とする。} \end{aligned}$$

$f_p$ (流出係数)の算定

$$\text{流出係数 } f_p = 0.823 \text{ (入力値)}$$

# 設計洪水流量の算定

## 基準

設計洪水流量は、次の(A)～(C)項のうちいずれか大きい流量の1.2倍とする。

(A) 確率的に200年に1回起こると推定される200年確率流量(A項流量)

(B) 観測あるいは洪水痕跡等から推定される既往最大洪水流量(B項流量)

(C) 気象水象条件の類似する近傍流域における水象、もしくは気象の観測結果から推定される最大洪水流量(C項流量)

また、ため池は洪水流入から流出までの時間的経過の中で、水位上昇(越流水深相当)の貯留がある。その効果として洪水調節機能が働いていることから洪水吐にゲートがなく、満水面積が流域面積の1/30より大きいため池については、この貯留効果を考慮して設計洪水流量を算定してもよい。

## 貯留効果

本池の満水面積は流域面積の1/30より小さいため、貯留効果を期待できない。

しかし、この計算書においては、貯留効果を考慮し計算をする。

$$\text{流域面積 } 50.900 \text{ (ha)} \times 1/30 = 1.697 \text{ (ha)} > \text{満水面積 } 1.670 \text{ (ha)}$$

## 気象データ

### 降雨データ

観測所	計算例
200年確率1時間降雨量 $R_t$	77.000 (mm/hr)
既往最大1時間降雨量 $R_c$	77.000 (mm/hr) 2003年04月09日

### 確率降雨強度式(タルボット式)

$$\begin{aligned} R_t &= \beta \times R = \{a / (t + b)\} \times R \\ &= \{295.000 / (t + 235.000)\} \times R \end{aligned}$$

記号	項目名	値	単位	備考
$R_t$	洪水到達時間内の平均降雨強度	————	(mm/hr)	
$R$	時間雨量	————	(mm/hr)	
$\beta$	特性係数	————		$\beta = a / (t + b)$
$t$	洪水到達時間	————	(min)	角屋・福島公式の $t_p$
$a$	地域特性による係数	295.000		
$b$	地域特性による係数	235.000		

### 降雨波形

降雨波形は後方集中型、降雨継続時間は24時間とする。

# 設計洪水流量

## 洪水到達時間算定

- ・降雨強度式(タルボット式)

$$R_t = 295.000 / (t + 235.000) \times R$$

記号	項目名	値	単位	備考
$R_t$	洪水到達時間内の平均降雨強度	———	(mm/hr)	
$R$	時間雨量1/200年確率	77.000	(mm/hr)	
$t$	経過時間	———	(min)	

- ・洪水到達時間

$$t_p = C \times A^{0.22} \times R_e^{-0.35}$$

記号	項目名	値	単位	備考
$t_p$	洪水到達時間	———	(min)	降雨強度式の $t$
$C$	流域係数	282		
$A$	流域面積	0.50900	(km <sup>2</sup> )	
$R_e$	洪水到達時間内の平均有効降雨強度	———	(mm/hr)	

- ・洪水到達時間内の平均有効降雨強度

$$R_e = f_p \times R_t$$

記号	項目名	値	単位	備考
$f_p$	流出係数	0.823		
$R_t$	洪水到達時間内の平均降雨強度	———	(mm/hr)	

洪水到達時間  $t_p$  は、別紙の洪水到達時間算出一覧表の結果を小数点第2位迄とし、3位を切り捨てした値とする。

$$t_p = 56.66812 \approx \boxed{56.66 \text{ 分}} \quad \text{計算例 } 57\text{min}$$

よって、

$$R_t = 295.000 / (56.66 + 235.000) \times 77.000 = 77.88 \text{ mm/hr}$$

$$R_e = 0.823 \times 77.88 = 64.10 \text{ mm/hr}$$

## A項流量( $Q_{pa}$ )の算出

$$\begin{aligned} Q_{pa} &= 1/3.6 \times R_e \times A \\ &= 1/3.6 \times 64.10 \times 0.509 \\ &= 9.062 \text{ (m}^3\text{/sec)} \end{aligned}$$

## C項流量( $Q_{pc}$ )を合理式にて算出

$$\begin{aligned} Q_{pc} &= 1/3.6 \times R_c \times f_p \times A \\ &= 1/3.6 \times 77.00 \times 0.823 \times 0.509 \\ &= 8.960 \text{ (m}^3\text{/sec)} \end{aligned}$$

A項流量がC項流量より大きいため洪水ピーク流量 $Q_p$ は、

$$Q_p = A\text{項流量} = 9.062 \text{ (m}^3\text{/sec)}$$

## 設計洪水流量( $Q$ )の算出

貯留効果を考慮しない場合の設計洪水流量は下記式により算定する。

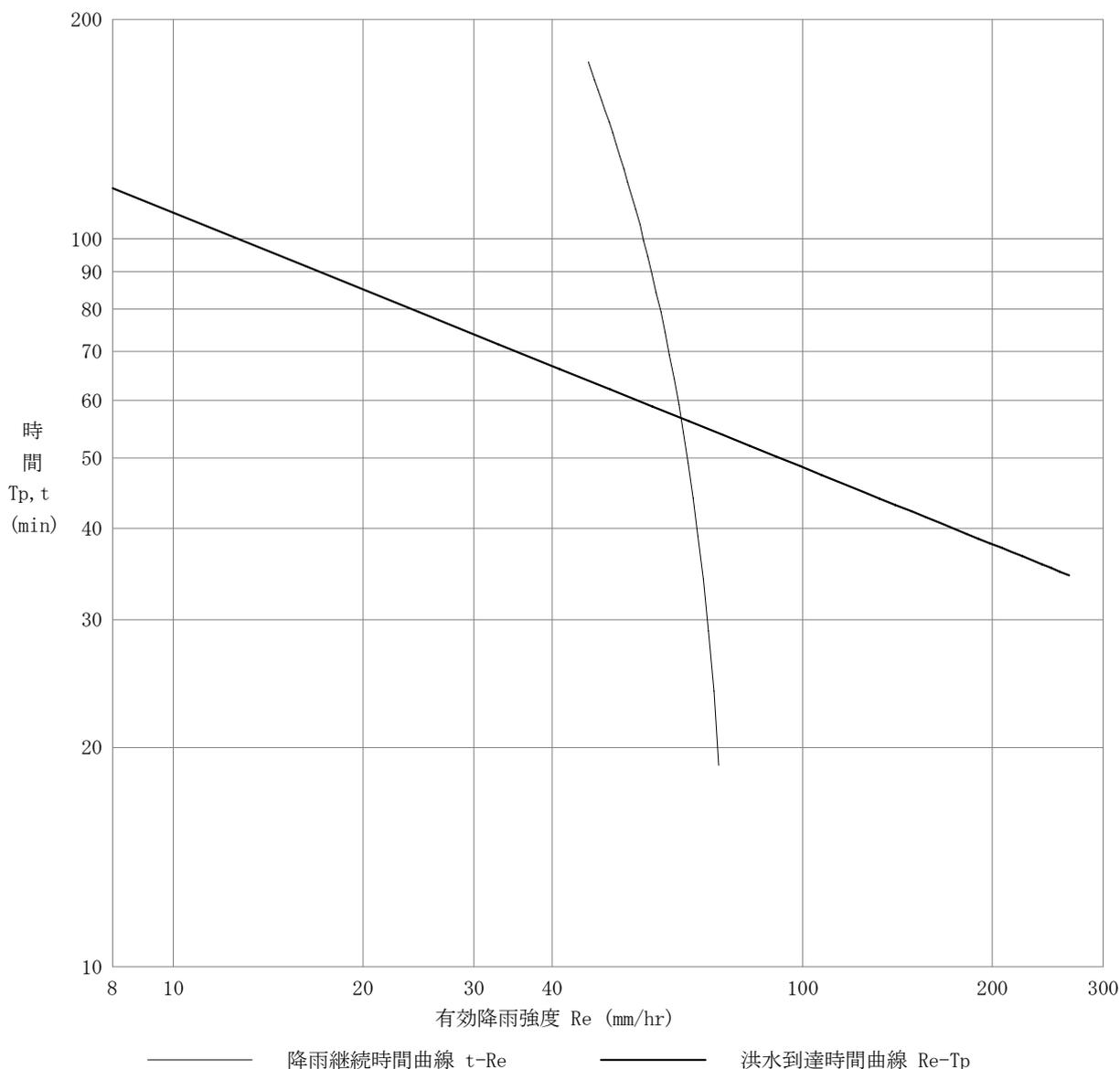
$$\begin{aligned} Q &= 1.200 \times Q_p = 1.200 \times 9.062 \\ &= \boxed{10.874 \text{ (m}^3\text{/sec)}} \quad \text{計算例 } 10.53\text{m}^3 \end{aligned}$$

# 洪水到達時間算出一覧表(1/200年確率)

記号	項目名	単位	備考
n	計算ステップ		
t	仮定の洪水到達時間	(min)	
$\beta$	特性係数		
Re	有効降雨強度	(mm/hr)	
Tp	角屋・福島公式による洪水到達時間	(min)	

仮定の洪水到達時間を  $t=60$  とし、 $|t - T_p| < 0.0001$  となるまで繰り返す。

n	t	$\beta$	Re	Tp	誤差
1	60.00000	1.000	63.3710	56.89385	3.10615
2	56.89385	1.011	64.0454	56.68346	0.21039
3	56.68346	1.011	64.0915	56.66916	0.01430
4	56.66916	1.011	64.0947	56.66818	0.00097
5	56.66818	1.011	64.0949	56.66812	0.00007



## 貯留効果の検討

### 洪水調整に用いる降雨強度式の算出

降雨強度式(タルボット式)

$$\beta_{200} = 295.000 / (t + 235.000) \text{ (mm/hr)}$$

$$R_{200} = (77.000 \times 295.000) / (t + 235.000)$$

$$= 22715.000 / (t + 235.000) \text{ (mm/hr)}$$

### 洪水調整に用いる単位計算時間

洪水調整に用いる降雨強度式を基に、区間時間内降雨強度、及び区間時間内流出量を算出する。

記号	項目名	値	単位	備考
A	流域面積	0.50900	(km <sup>2</sup> )	
f <sub>p</sub>	平均流出係数	0.823		
C	流域係数	282		

### 単位計算時間

指定単位計算時間 60.000 (分)を採用する。

### 流入公式

$$Q = R_n \times f_p \times A / 3.6$$

記号	項目名	単位	備考
Q	単位流入量年確率降雨強度	(m <sup>3</sup> /sec)	
R <sub>n</sub>	降雨強度	(mm/hr)	
f <sub>p</sub>	平均流出係数		
A	流域面積	(km <sup>2</sup> )	

# ハイエト・ハイドログラフの算出(1/200年確率)

## 諸条件

記号	項目名	式・値	単位
n	計算ステップ	$n = 24 \times 60 / \Delta t$	
$\Delta t$	指定単位計算時間	$\Delta t = 60.000$ 分	(min)
R	降雨強度(タルボット式)	$R = 22715.000 / (t + 235.000)$	(mm/hr)
$R_n$		$R_n = n \times R$	
$I_n$	降雨強度	$I_n = R_{n-1} - R_n$	(mm/hr)
I	単位時間内降雨強度	$I = I_n \times (\Delta t / 60)$	(mm/60分)
Q	単位流入量	$Q = I_n \times f_p \times A / 3.6$	( $m^3/sec$ )
$f_p$	流出係数	0.823	
A	流域面積	0.50900 ( $km^2$ )	

## 計算一覧表

n	$t = n \times \Delta t$	R	$R_n$	$I_n$	Q	$Q \times 1.200$	I
1	60	77.000	77.000	77.000	8.9600	10.7519	77.000
2	120	63.986	127.972	50.972	5.9312	7.1175	50.972
3	180	54.735	164.205	36.233	4.2162	5.0594	36.233
4	240	47.821	191.284	27.079	3.1510	3.7812	27.079
5	300	42.458	212.290	21.006	2.4443	2.9331	21.006
6	360	38.176	229.059	16.769	1.9513	2.3416	16.769
7	420	34.679	242.756	13.697	1.5938	1.9126	13.697
8	480	31.769	254.154	11.398	1.3263	1.5916	11.398
9	540	29.310	263.787	9.633	1.1210	1.3451	9.633
10	600	27.204	272.036	8.249	0.9599	1.1518	8.249
11	660	25.380	279.179	7.143	0.8312	0.9974	7.143
12	720	23.785	285.424	6.245	0.7267	0.8721	6.245
13	780	22.379	290.931	5.507	0.6408	0.7690	5.507
14	840	21.130	295.823	4.892	0.5693	0.6831	4.892
15	900	20.013	300.198	4.375	0.5091	0.6109	4.375
16	960	19.008	304.134	3.936	0.4580	0.5496	3.936
17	1020	18.100	307.693	3.559	0.4142	0.4970	3.559
18	1080	17.274	310.928	3.235	0.3764	0.4517	3.235
19	1140	16.520	313.880	2.952	0.3435	0.4122	2.952
20	1200	15.829	316.585	2.705	0.3148	0.3778	2.705
21	1260	15.194	319.074	2.488	0.2895	0.3474	2.488
22	1320	14.608	321.370	2.296	0.2672	0.3206	2.296
23	1380	14.065	323.495	2.126	0.2473	0.2968	2.126
24	1440	13.561	325.469	1.973	0.2296	0.2755	1.973

# 洪水調節計算(1/200年確率)

## 諸条件

記号	項目名	式・値	単位
n	計算ステップ	$n = 24 \times 60 / \Delta t$	
$\Delta t$	指定単位計算時間	$\Delta t = 60.000$ (分)	
$I_n$	降雨強度	前項(ハイト・ハイト <sup>2</sup> 計算)の降雨強度値	(mm/hr)
Q	流量	前項(ハイト・ハイト <sup>2</sup> 計算)の単位流入量値	(m <sup>3</sup> /sec)
$Q_{in}$	流入量	前項(ハイト・ハイト <sup>2</sup> 計算)の「単位流入量×1.200」値	(m <sup>3</sup> /sec)
$Q_{out}$	放流量	$Q_{out} = C_f \times B \times WL^{3/2}$	(m <sup>3</sup> /sec)
$C_f$	越流係数	2.100	
B	堰の有効幅	4.400	(m)
WL	水深(越流総水頭)	$WL = V / A_2$	(m)
$A_2$	満水面積	16700.0	(m <sup>2</sup> )
V	貯留量	$V_{(n-1)} + \{Q_{in(n)} + Q_{in(n-1)} - Q_{out(n)} - Q_{out(n-1)}\} \times \Delta t \times 60 / 2$	(m <sup>3</sup> )

## 計算一覧表

n	t = n × Δ t	$I_n$	Q	$Q_{in}$	$Q_{out}$	V	WL
1	60	1.973	0.2296	0.2755	0.0379	427.8	0.025616
2	120	2.126	0.2473	0.2968	0.1575	1106.3	0.066241
3	180	2.296	0.2672	0.3206	0.2464	1490.6	0.089253
4	240	2.488	0.2895	0.3474	0.3018	1706.5	0.102175
5	300	2.705	0.3148	0.3778	0.3417	1853.6	0.110993
6	360	2.952	0.3435	0.4122	0.3775	1981.1	0.118621
7	420	3.235	0.3764	0.4517	0.4149	2109.8	0.126339
8	480	3.559	0.4142	0.4970	0.4566	2248.7	0.134652
9	540	3.936	0.4580	0.5496	0.5043	2402.9	0.143889
10	600	4.375	0.5091	0.6109	0.5599	2576.2	0.154270
11	660	4.892	0.5693	0.6831	0.6251	2772.5	0.166021
12	720	5.507	0.6408	0.7690	0.7024	2996.8	0.179458
13	780	6.245	0.7267	0.8721	0.7951	3255.1	0.194913
14	840	7.143	0.8312	0.9974	0.9076	3555.2	0.212888
15	900	8.249	0.9599	1.1518	1.0458	3907.6	0.233990
16	960	9.633	1.1210	1.3451	1.2184	4326.5	0.259068
17	1020	11.398	1.3263	1.5916	1.4378	4831.4	0.289301
18	1080	13.697	1.5938	1.9126	1.7226	5450.1	0.326347
19	1140	16.769	1.9513	2.3416	2.1020	6223.2	0.372658
20	1200	21.006	2.4443	2.9331	2.6228	7213.0	0.431909
21	1260	27.079	3.1510	3.7812	3.3663	8518.6	0.510098
22	1320	36.233	4.2162	5.0594	4.4805	10307.5	0.617214
23	1380	50.972	5.9312	7.1175	6.2635	12886.8	0.771668
24	1440	77.000	8.9600	10.7519	9.3884	16878.3	1.010677
25	1500	0.000	0.0000	0.0000	4.7699	10746.9	0.643517
26	1560	0.000	0.0000	0.0000	0.2860	1646.3	0.098576
27	1620	0.000	0.0000	0.0000	0.1190	917.4	0.054932
28	1680	0.000	0.0000	0.0000	0.0617	592.2	0.035459
29	1740	0.000	0.0000	0.0000	0.0363	415.8	0.024897
30	1800	0.000	0.0000	0.0000	0.0232	308.7	0.018478
31	1860	0.000	0.0000	0.0000	0.0158	238.5	0.014274
32	1920	0.000	0.0000	0.0000	0.0112	190.0	0.011374
33	1980	0.000	0.0000	0.0000	0.0083	154.9	0.009286
34	2040	0.000	0.0000	0.0000	0.0063	128.8	0.007708

水深  
計算例  
0.996m

### ・ 最高水深の決定

最高水深 = 1.010677 (m) を0.001 (m) 単位に四捨五入すると  
= 1.011 (m) となる。

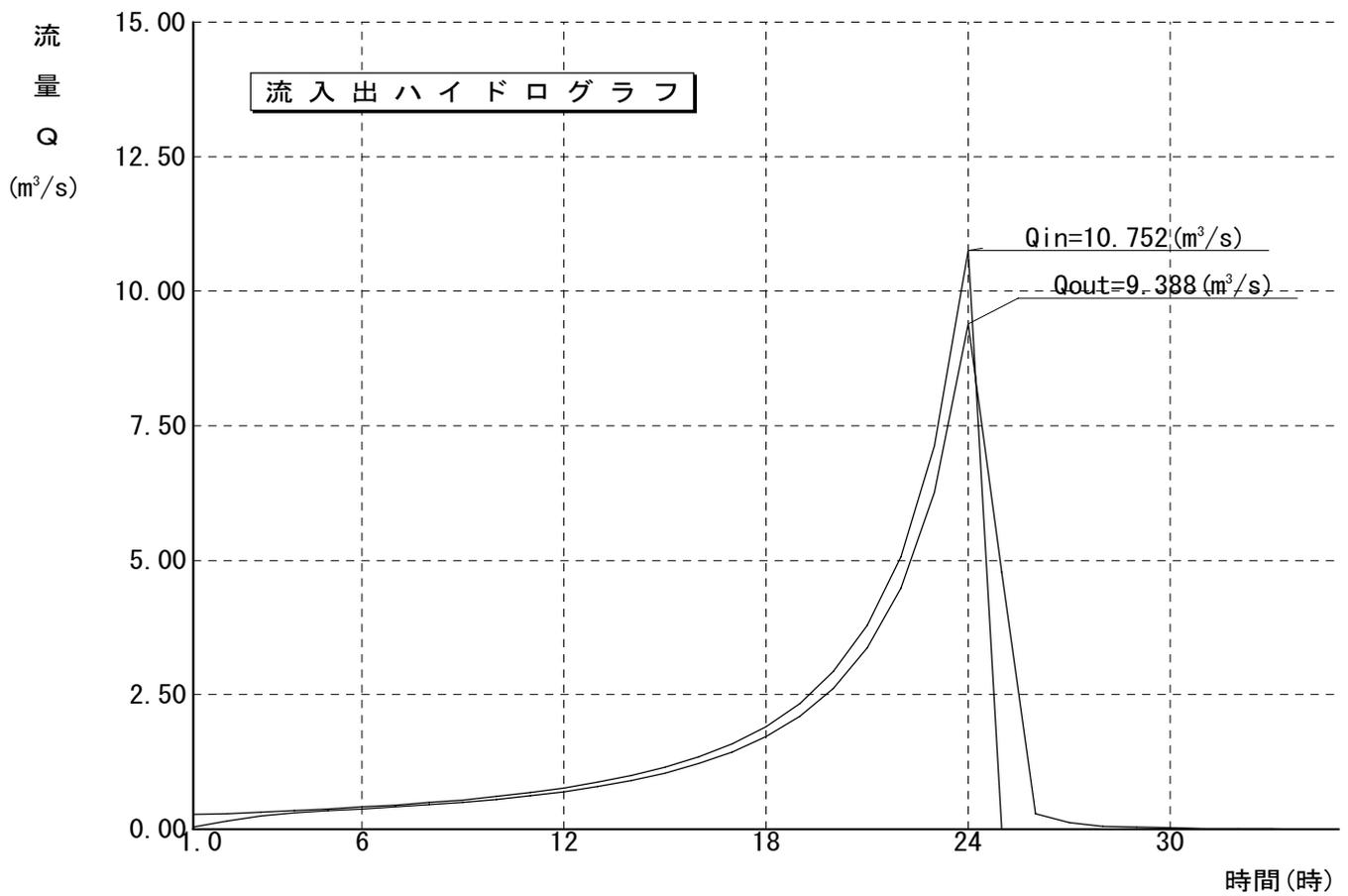
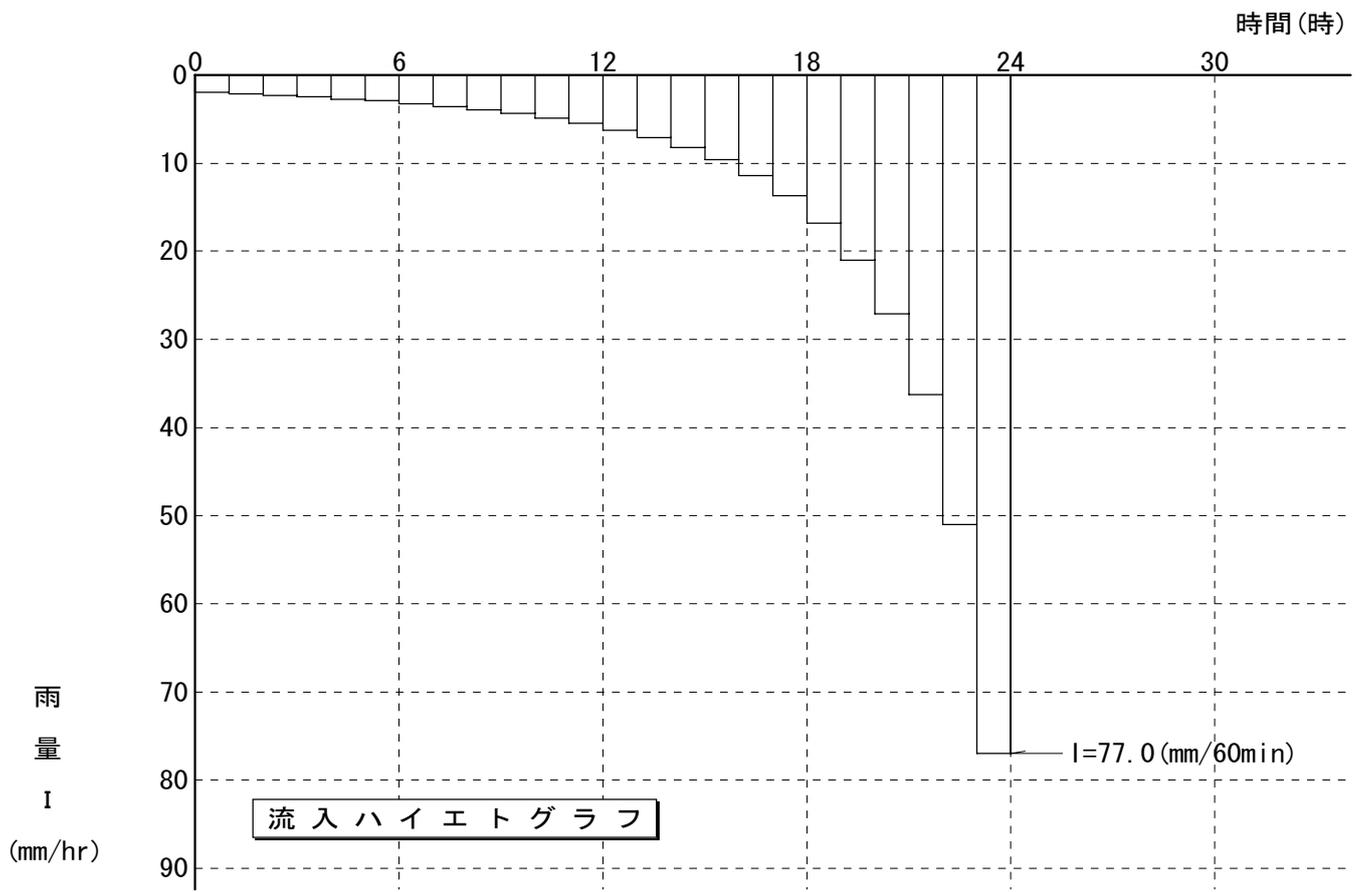
### ・ 貯留効果の判定において

設計洪水量、設計洪水水位決定の手順(基準書P16 図-3.5.1)によると「貯留計算 $Q_2$ の算出と洪水吐規模および最大水位(設計洪水水位)の決定」は、 $Q_2 < 1.200 \times Q_1$ の式が「YES」の場合 $Q_2$ 値を採用し、「NO」の場合は貯留効果の $Q_2$ 値は採用しないとしている。

前計算一覧表より貯留効果検討時の最大洪水流量 $Q_2$ は9.388 (m<sup>3</sup>/s)となり、1.200×ピーク流量 $Q_1$ の10.874 (m<sup>3</sup>/s)より小さいため、貯留効果を期待できる。

計算例 9.183m<sup>3</sup>/s

したがって、以降の計算では設計洪水流量 $Q$ に9.390 (m<sup>3</sup>/s)を採用する。



# SIP「洪水吐水理計算システム」の降雨強度式について

(有) エス・アイ・ピー (SIP)

## <質問事項>

確立降雨強度式について短期・長期・短期長期併用型を使用する場合システム内で対応は可能か？

## <回答>

確立雨量の計算において必要となる降雨強度式は、一般的に時間雨量（10min&60min 雨量データ）をもとに作成されます。（各県地区毎に雨量データは異なるので強度式の定数は異なってきます。）

この点は、「応用水門統計学の p 172」にも時間雨量による強度式の算出が一般的と記載されています。

よって、弊社システムでも時間雨量（60min）より求めた強度式により、確立雨量計算を行うようにしています。所謂、時間雨量から求める強度式で①短期式（降雨時間が 2 時間以内とされる）といわれる計算方法である。しかしながら、一部地域や河川洪水流量のような流入領域が広範囲の場合には、長時間（降雨継続時間が 2 時間を越える場合とされる）、つまり日雨量を単位とした降雨強度式（②長期式）を用いられる場合があります。さらには、確立雨量計算において洪水到達時間等による区分けを行い 2 時間以内は短期式で、2 時間を越える場合は長期式を併用するという③短期長期併用型で確立雨量計算を行う場合も見られます。（短期長期併用型は、さらに選択型と混合型に区分できる。）

以上の 3 ケース（①短期式／②長期式／③短期長期選択・混合型）について、本システムでは以下の対応を提案しております。

## <①短期式の場合>

現システムで採用している手法で、時間雨量による 200 年および 100 年の確立降雨強度式の定数をシステム内のデータベースに登録（地区別）しておけば、A 項流量の計算が可能となります。また、時間雨量と 10 分雨量データがあれば、特性係数法の計算により降雨強度式の定数を求めることも可能です。

流域係数	地域名称(区分)	確率年数	1時間雨量	強度式	係数
流出係数	図 洲本	50	90.000	シャーマン式	4.40
地区名称(既往最大)	図 洲本	100	100.000	シャーマン式	4.40
確率強度式	図 洲本	200	110.000	シャーマン式	4.40
確率降雨量(時間雨量)	図 洲本	非灌漑期...	40.000	シャーマン式	4.40
神戸(神戸市西区)を	図 神戸(神戸市西区)・姫路...	2	31.000	シャーマン式	6.60
神戸(神戸市西区)・	図 神戸(神戸市西区)・姫路...	3	36.000	シャーマン式	6.60
豊岡・和田山					
洲本					
鳥取県米子					
鳥取県米子・心流					

データベース編集

確率降雨量

地区名: 神戸(神戸市西区)・姫路・三木・社

計算式: シャーマン式 確率年: 200  非灌漑期用

時間雨量: 76.000 (mm) a: 6.635 b: 0.000 n: 0.462

降雨量から強度式の算出(a,b,n)

10分単位の降雨量 29.000 (mm)

登録 キャンセル

## <②長期式の場合>

長期式の場合、日雨量データ（24 時間）をベースとした降雨強度式が使用されます。この場合は、日雨量による強度式は直接本システムでは利用できませんが、日雨量データによる強度式（長期強度式）を時間雨量データに変換する事で利用が可能となります。但し、長期強度式を時間雨量データに変換する機能は、本システムに付加されておりませんが、別途開発した「降雨強度式算出プログラム」を用いて変換が可能となります。（ユーザ様へは無償提供させて頂いております。（添付資料参照）

簡易式による確率式の算出

特性係数法(雨量) 特性係数法(降雨強度)

厳密式による確率式の算出

No	時間(分)	降雨強度(mm/hr)
1	5	119.2
2	10	89.9
3	20	66.5

最適式の算出

算出公式: 久野・石黒

計算...

簡易式による強度式算出

任意時間 t: 1440 (分)

t 分雨量: 210 (mm)

60分雨量: 68 (mm)

強度式の選択

タルボット型 a' : 204 a : 13672 b : 144

シャーマン型 a' : 13.991 a : 951.388 n : 0.644

久野・石黒型 a' : 4.473 a : 304.164 b : -3.273

確率年: 200 印刷 OK キャンセル

<③-1 短期・長期式選択型>

確立雨量計算を、雨量継続時間により短期式または長期式を判断選択（通常 2 時間を区分位置）して計算する場合は、以下のような方法で対応が可能となります。

- 1) 短期と長期の強度式をそれぞれデータベースに登録します。  
このとき、一つの地区名に確率年度の同じデータを複数登録できませんので「XXXX短期」「XXXX長期」と地区を分けて作成、登録します。
- 2) 入力画面の「降雨量参照地区」で「XXXX短期」を選択して計算します。その時の降雨継続時間が2時間を超えていない場合には、そのまま計算を行い。2時間を超えていた場合は、「降雨量参照地区」の項目で「XXXX長期」に切り替えて長期で計算を行います。但し、この長期式でも2時間を下回る場合もありますので、その場合はどちらの式を使うかは、ユーザー様で判断して決定してください。）

降雨強度式	
降雨量参照地区	香川県綾歌・仲多度
確率年数	200年
時間降雨量 R1	63.700 (mm/hr)
既往最大雨量 Rc	64.500 (mm/hr)
特性係数法	<input checked="" type="radio"/> R1とRc <input type="radio"/> 直接合理式
既往最大10分雨量 Rc10	28.000 (mm)
上記観測日	1978年 9月 5日
強度式形式	久野・石黒式
定数 a	7.260 <input type="checkbox"/> 計算含む
定数 b	-0.490 <input type="checkbox"/> 定数算出...
定数 n	0.500 <input type="checkbox"/> 定数算出...
日項流量 Qb	(m <sup>3</sup> /s)
指定流量 QL	(m <sup>3</sup> /s)

<③-2 短期・長期式混合型>

確立雨量計算を、雨量継続時間により短期・長期式を2時間以内は短期式で計算、超えた場合は長期式で計算書を作成する必要がある場合は、現状本システムでは対応しておりません。

このような場合は、ユーザー様にて短期長期式混合型による確立雨量（設計洪水量）の計算が可能であれば、求めた設計洪水量のデータを直接入力できる「指定流量（QL）」の入力項目を設けております。

「指定流量（QL）」の項目へ直接入力することにより以後の洪水吐（越流部・移行部・放水路部・減勢工）の計算が可能となります。

洪水吐データ.bkt*		計算結果一覧	
<b>基本データ</b>		<b>洪水吐データ.bkt*</b>	
流域係数 C	1.92	設計洪水流量	
流出係数 fp	0.868	平均降雨強度 Rt	136.740 (mm/hr)
流域面積 A	0.12000 (km <sup>2</sup> )	洪水ピーク量 Qp	2.300 (m <sup>3</sup> /s)
満水面積 Aw	10000.0 (m <sup>2</sup> )	設計洪水流量 Q	3.800 (m <sup>3</sup> /s)
流量割増し率	1.200 (倍)	<b>接近水路部</b>	
重力加速度 g	9.800 (m/s <sup>2</sup> )	流積 A	8.414 (m <sup>2</sup> )
<b>降雨強度式</b>		水深 d	2.404 (m)
降雨量参照地区	神戸(神戸市西区)	設計水頭 Hd	0.41851 (m)
確率年数	200年	流速 V1	0.482 (m/s)
時間降雨量 R1	76.000 (mm/hr)	速度水頭 Hv	0.010 (m)
既往最大雨量 Rc	71.000 (mm/hr)	ブルード数 Fr	0.098
特性係数法	<input checked="" type="radio"/> R1とRc <input type="radio"/> 直接合理式	余裕高 Fb	0.278 (m)
既往最大10分雨量 Rc10	(mm)	水路側壁高 W1	2.668 (m)
上記観測日	1982年 8月 8日	<b>側水路部</b>	
強度式形式	シャーマン式	末端水深	1.097 (m)
定数 a	6.800 <input type="checkbox"/> R1を含む	末端底幅	2.184 (m)
定数 b	( ) <input type="checkbox"/> 定数算出...	末端流積	2.828 (m <sup>2</sup> )
定数 n	0.460 <input type="checkbox"/> 定数算出...	末端流速	1.844 (m/s)
日項流量 Qb	(m <sup>3</sup> /s)	<b>緩勾配水路部</b>	
指定流量 QL	3.800 (m <sup>3</sup> /s)	勾配	0.788 (%)
<b>貯留効果</b>		末端高さ	3.725 (m)
<input type="checkbox"/> 貯留効果を検討する			
堰の有効長 B	(m)		
越流係数 Cf	1.328 <input type="checkbox"/> 手入力		

<補足資料/降雨強度式に対する見解>

短期、長期降雨強度式について、タルボット式 ( $r = a / (t + b)$ )、シャーマン式 ( $r = a / t^n$ )、久野石黒式 ( $r = a / (t^{0.5} \pm b)$ ) は、2つの雨量データ（時間雨量と日雨量/t分雨量と時間雨量）から特性係数法により容易に公式を導き出すことはできますが、その範囲を超える時間雨量については誤差が大きいといった長所と短所を持っています。

それに対し、君島式は ( $r = a / (t^n \pm b)$ )、他の公式とは異なり3つの定数値で構成されているためその定数を導き出すためには3つ以上の雨量データが必要ですが、それらの値を通過する最も理想的な確立降雨強度曲線のカーブを描きます。したがって、統計が進めば進むほど現状混在しております短期および長期式が、一つの公式（君島式）に集約できるようになると思われ。

つまり、長期式しかない地区が短期の公式を作るために統計を行えば君島式で長期も短期も求まるような計算式として集約できるようになると思われ、今後君島式の降雨強度式が一般化するのではないかと予測しております。（添付資料参照）