

第1章 合理式による計画高水流量の決定

1-1	手 順	1
1-2	治水安全度（計画規模）について	1
1-3	流域面積の算定	3
1-4	確率降雨強度の算定	4
1-5	洪水到達時間の算定	5
1-6	計画時間雨量の算定	5
1-7	流出係数の設定	5
1-8	計画高水流量の算定	6
1-9	比流量によるチェック	6
1-10	計画高水流量の算定例	7

第1章 合理式による計画高水流量の決定

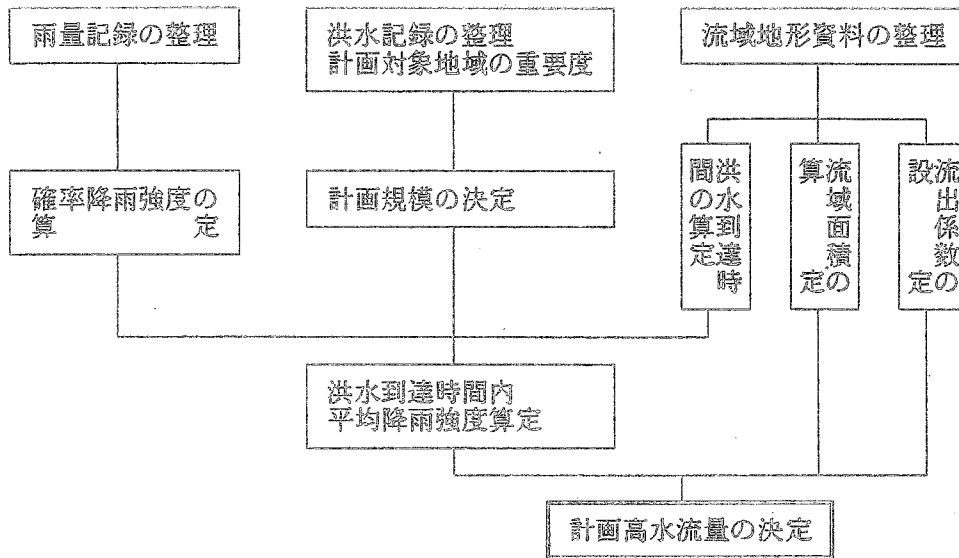
1-1 手順

上流にダム等の洪水調節施設計画のない河川で、流域面積が小さく、かつ流域に貯留現象がなく、または、貯留現象を考慮する必要がない河川においては、一般に以下に示す合理式法によって計画高水流量を計算するものとする。

$$Q = \frac{1}{3.6} f \cdot r \cdot A$$

ここに Q : 計画高水流量(m³/S)
 A : 流域面積(km²)
 f : 流出係数
 r : 洪水到達時間内平均雨量強度(mm/hr)

この計算方法における手順は次のとおりである。

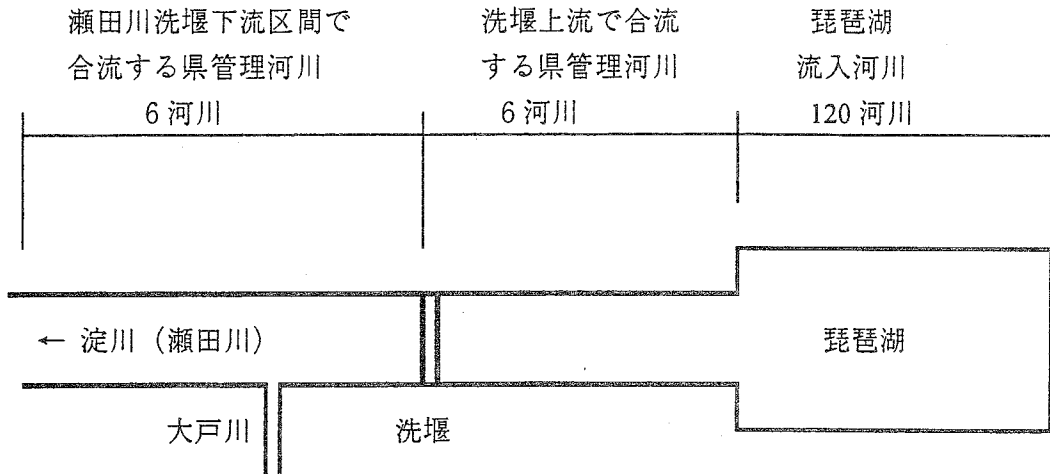


- 注1) 合理式を適用する河川においては、基本高水と計画高水流量は同一となる。流域面積が比較的小さい河川とは通常流域面積が200km²未満または、流域の最遠点からの到達時間が概ね2時間までの河川とする。
- 注2) 流域面積が200km²以上の河川やハイドログラフが必要な場合（例えば、上流に治水ダム等がある場合）には、貯留関数法によって流出計算を行い、計画高水流量を算定する。（参照：河川砂防技術基準（案）調査編）

1-2 治水安全度（計画規模）について

県内、淀川水系509河川の第1次支川12河川（琵琶湖流入河川は120河川。第2次支川となる）を、合流・流入する位置で分類すると瀬田川洗堰の上下流で2つのグループに分類することができる。

県内一級河川模式図



① 基本（長期）計画について

本県では、河川の大きさと想定氾濫防止区域内の人口、面積、資産等から、河川の基本（長期）計画規模を決定する。

計画規模設定の指標として、以下の指標を基に総合的に判断を行い規模を設定する。

流域全体に対する指標値と計画規模

計画規模	流域面積 (km ²)	計画流量 (m ³ /s)
1/30(～ 1/10)	～ 5	～ 100
1/50	5 ～ 100	100 ～ 2,000
1/100	100 ～	2,000 ～

想定氾濫区域内の指標値と計画規模

計画規模	人口 (千人)	氾濫面積 (km ²)	市街化面積 (ha)	資産額 (億円)
1/30(～ 1/10)	～ 1	～ 1	～ 5	～ 100
1/50	1 ～ 10	1 ～ 20	5 ～ 300	100 ～ 2,000
1/100	10 ～	20 ～	300 ～	2,000 ～

計画規模	生産額 (億円)	人口密度 (人/ha)	資産密度 (百万円/ha)	生産密度 (百万円/ha)
1/30(～ 1/10)	～ 50	～ 5	～ 20	～ 5
1/50	50 ～ 1,000	5 ～ 50	20 ～ 500	5 ～ 100
1/100	1000 ～	50 ～	500 ～	100 ～

※ 河川の計画規模について、瀬田川等直轄河川の支川については、河川整備基本方針等で定められる流量とも整合・調整を図る。

1-3 流域面積の算定

流域面積の算定には、1/10,000、1/25,000地形図を用いるのが普通であるが、流域の小さな河川においては、さらに大縮尺の地形図を用いる。

平地部では一般に地形の傾きがコンターでは十分表現されず、実際にもわずかの高低差により流域界が形成されていることが多いので、この場合には必ず現地調査を行って決定しなければならない。

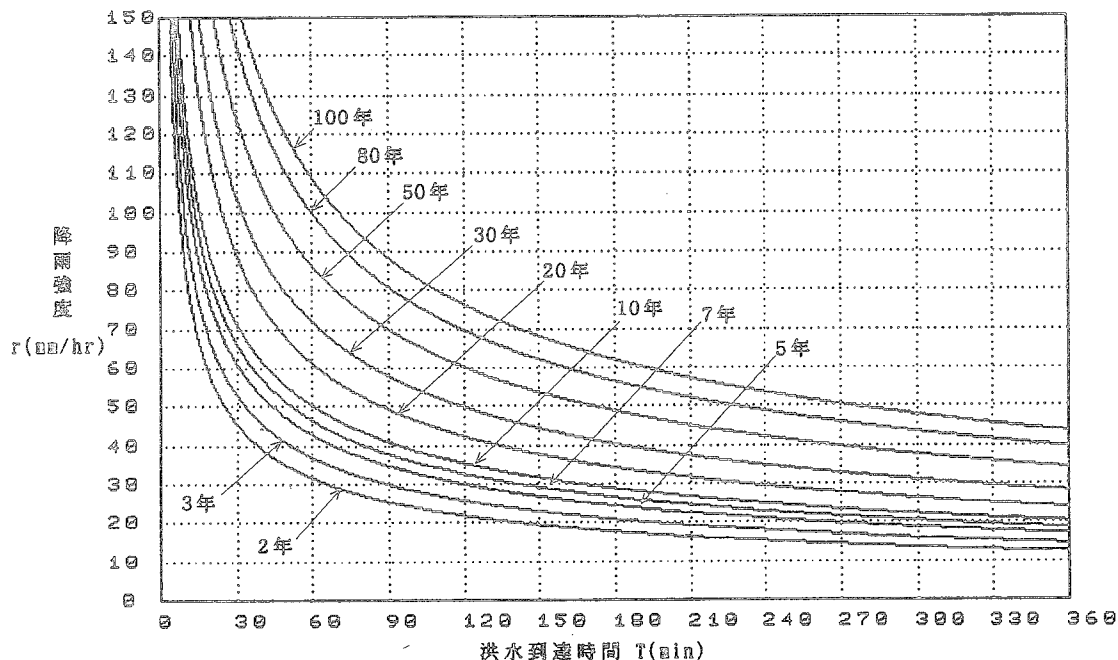
また、下水道についても、河川同様に下水道の河川流入地点を定めて集水区域を明確におさえ、状況に応じて河川の流域に含むものとする。

1-4 確率降雨強度の算定

確率降雨量を求めようとするときには出来るだけ多くの資料を集め、かつそれらのすべてを対象として計算を進めるのが原則的な手法であるが、そのような手法によると 比較的大きい確率年で河川計画を立てる場合、重要視されるべき既往最大値並びにその近辺の上位資料がその他の資料と同等のウェイトで評価されるために下位資料が多ければ多いほど、算定された線上から上位資料がはずれたり、甚だしい場合には信頼限界からはずれたりすることもある。そこで確率年の比較的大きい場合（20年以上）は、河川計画上の安全性を考慮して本県では資料の内、上位1割程度のものについて対数確率紙法（トーマスプロット）により確率降雨強度曲線を求めている。一方確率年の小さい場合（10年以下）の場合は逆に、全資料による解析の方が安全側の考え方になることから、この場合は全資料を対象としている。

この短時間降雨の確率降雨強度曲線は、彦根地方気象台の彦根市の観測資料を基に作成しており、これを全県に適用することになっている。

滋賀県降雨強度曲線



降雨強度式

100年	$r = \frac{818.6}{t^{0.5} - 0.2250}$	80年	$r = \frac{738.6}{t^{0.5} - 0.3539}$	50年	$r = \frac{638.0}{t^{0.5} - 0.3590}$
30年	$r = \frac{523.7}{t^{0.5} - 0.4547}$	20年	$r = \frac{441.3}{t^{0.5} - 0.5372}$	10年	$r = \frac{383.4}{t^{0.5} - 0.1246}$
(時間雨量50mmに相当)					
7年	$r = \frac{351.6}{t^{0.5} - 0.1855}$	5年	$r = \frac{321.0}{t^{0.5} - 0.2472}$	3年	$r = \frac{273.0}{t^{0.5} - 0.3480}$
2年	$r = \frac{229.6}{t^{0.5} - 0.4584}$				

1-5 洪水到達時間の設定

合理式における洪水到達時間（降雨のピークから洪水流出のピークまでの時間）は、雨水が流域から河道にいたる時間（流入時間）と洪水が流量計算時点までの河道を流れ下る時間（流下時間）の和とする。

$$T = TA + TB$$

ここに T : 洪水到達時間 (min)

TA : 流下時間 (min)

TB : 流入時間 (min)

(1) 流下時間 TA

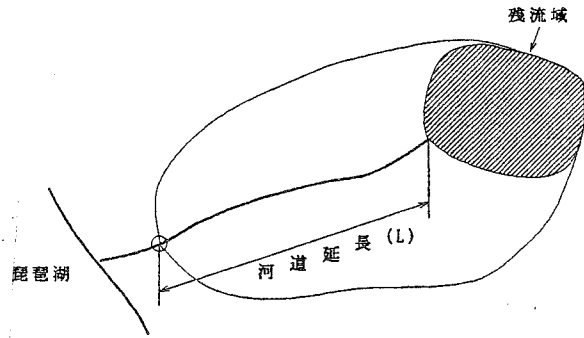
$$TA = \frac{L}{W \cdot 60}$$

I	1/100 以上	1/100 ~ 200	1/200 以下
W	3.5m/s (12.6km/hr)	3.0m/s (10.8km/hr)	2.1m/s (7.5km/hr)

ここに L : 河道延長 (m)

W : 河道の平均流速 (m/s)

I : 流路勾配



(2) 流入時間 TB

TB	残流域	2 km ² 以上	30min (特に急斜面区域は20min)
		2 km ² 未満	30 · √A / √2

ここに A : 残流域の面積 (km²)

注1) 残流域が2 km²になるように河道延長を算定すること。ただし残流域2 km²を除いた流域面積が極端に小さくなる場合は、河道の形態等から適宜河道延長を設定し、流入時間TBは2 km²未満の式により算定すること。

注2) 河道計画において算出される設計平均流速と上記のW（河道の平均流速）とに大差がある場合には、設計平均流速を見直すこと。

注3) 河道に貯水池等がある場合、貯水区域は除外してL（河道延長）を算定すること。

1-6 計画時間雨量の算定

1-5（洪水到達時間の算定）で求められる洪水到達時間及び滋賀県降雨強度曲線を用いて、それぞれの河川に対応した計画規模の計画時間雨量を算定する。

なお、時間雨量は小数点以下の端数をつけて表示するのは意味のないことで、端数は切り上げるものとする。

1-7 流出係数の設定

計画として採用すべき流出係数を設定する場合には、次の事項を十分考慮しなければならない。

(1) 将来の流域開発（宅地開発、果樹園開発、平地部における農地排水改良、上流河道の改修等）による流出係数の増大

(2) 河川改修に伴い、将来の土地利用の高度化まで考慮に入れた計画対象区間に与えるべき安全度

そこで滋賀県では、特に理由のない限り下表の値を標準とする。

密集市街地	0.9
一般市街地	0.8
畑、原野	0.6
水田	0.7
山地	0.7

注) 一般には計画対象流域が左表の組合せであるので次式で流出係数を設定する。

$$f = \frac{f_1 \cdot A_1 + f_2 \cdot A_2 + \dots + f_n \cdot A_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n}$$

ただし A_n: 流域形態nの流域面積

f_n: 流域形態nの流出係数

1-8 計画高水流量の算定

r (洪水到達時間内平均降雨強度)、 f (平均流出係数)、 A (流域面積) がそろえば、あとは合理式により計画高水流量は簡単に算定できる。

以下に注意すべき点について述べる。

(1) 計算地点

河口から順次大きな支川の合流点下流、及び合流点上流で計算する。これは、B支川合流点上流 (B_2) の計算流量がC支川合流点下流 (C_1) の計算流量より大きくなるとは限らず、むしろ後者の方が大きくなる場合があるからである。このことについては、「1-10 計画高水流量の算定例」で算定例を示すので参照のこと。



(2) 都市河川と下水道

将来の下水道集水域を明確にし、流入点を定め(1)と同様に計算を行う。この場合、下水道の計画流量を河川の計画流量とすることはできない。なぜなら、下水道計画以上の流出があった場合、道路側溝等にあふれ最後に河川に流入することになるからである。

(3) 端数の整理

合理式によれば、計画高水流量は小数点以下まで算出できるが、安全側を見込んで端数は切り上げものとする。この場合の端数の目安は次のとおりである。

10 m ³ /s未満	の流量	1 m ³ /s 単位
10~50 m ³ /s	の流量	5 m ³ /s 単位
50~500 m ³ /s	の流量	10 m ³ /s 単位
500~1000 m ³ /s	の流量	50 m ³ /s 単位
1000 m ³ /s以上	の流量	100 m ³ /s 単位

(4) 支川の合流量

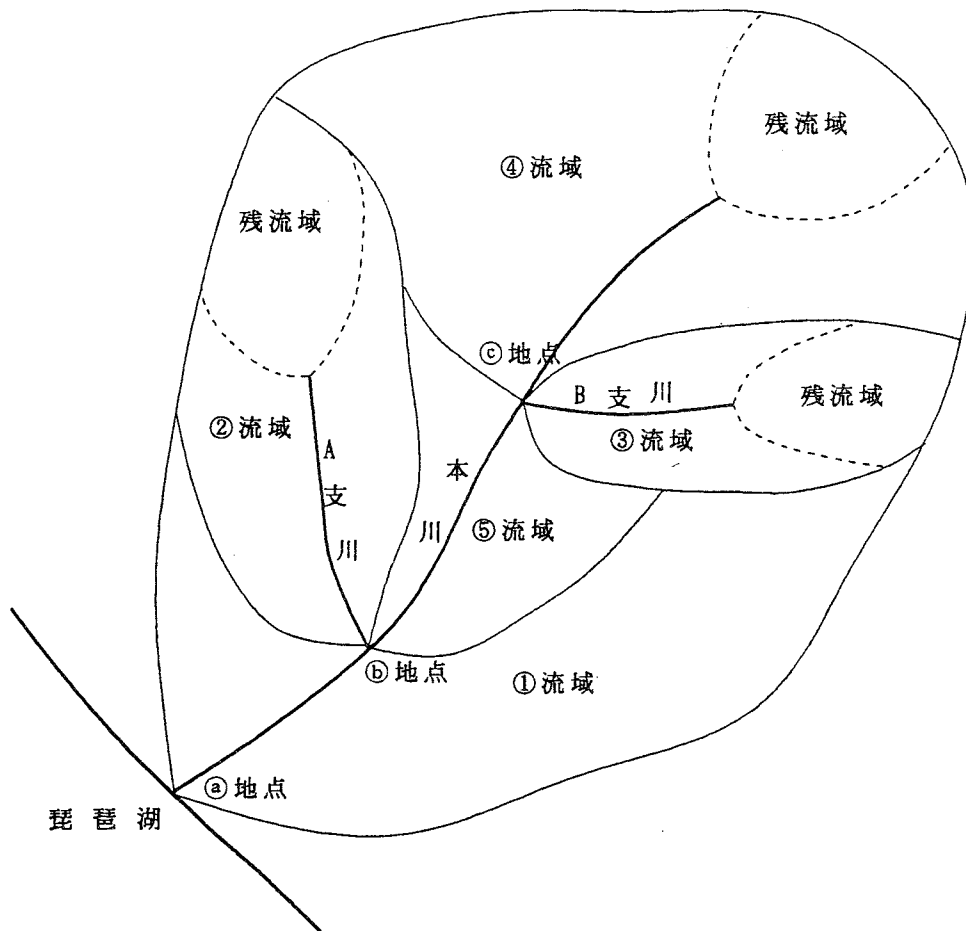
支川の合流量を求めるには、単純に本川の当該支川合流点下流流量から合流点上流の流量を差し引けばよい。支川の合流量自体は計画上は使用することはないが、流量配分を考える際の参考値として取扱い、流量配分図にも記載する。

1-9 比流量によるチェック

算定された計画高水流量が県内の他河川と比較して十分な規模になっているかどうかを、比流量でチェックする。

1-10 計画高水流量の算定例

1-8 (計画高水流量の算定) で述べているように、上下流で計算流量が逆転する場合 (算定例-A) とそうでない場合 (算定例-B) の算定例を示す。



【算定例-A】

流域区分	流域面積	流域形態	流出係数	流路区分	流路延長
①流域 ①-1	2.5 km ²	水田	0.7	a~b	1.8 km
①-2	0.5	宅地開発予定の丘陵地	0.9	b~c	2.9
②流域 ②-1	0.6	宅地開発予定の丘陵地	0.9	c~源頭	3.4
②-2	1.8	山地	0.7	A 支川	2.0
③流域	1.9	山地	0.7	B 支川	1.3
④流域	5.0	山地	0.7		
⑤流域	1.3	水田	0.7		
合計	13.6				

【算定例-B】

流域区分	流域面積	流域形態	流出係数	流路区分	流路延長
①流域 ①-1	2.5 km ²	水田	0.7	a~b	1.8 km
①-2	0.5	宅地開発予定の丘陵地	0.9	b~c	1.2
②流域 ②-1	0.6	宅地開発予定の丘陵地	0.9	c~源頭	3.4
②-2	1.8	山地	0.7	A 支川	2.0
③流域	1.9	山地	0.7	B 支川	1.3
④流域	5.0	山地	0.7		
⑤流域	1.3	水田	0.7		
合計	13.6				

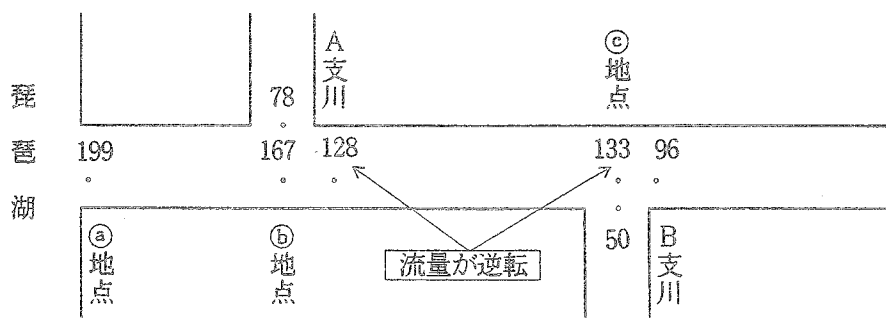
計画高水流量算定計算書-A (N=1/50)

流量算定地点名	流域面積 (A: ㉒)	流路延長 (L: km)	到達時間 (T: min)	降雨強度 (r: mm/hr)	流出係数 (f)	流量-1 (Q: ㉒s)	流量-2 (Q: ㉒s)
本川 ㉑ 地点	13.6	8.1	84	73	0.72	199	200
本川 ㉒ 地点 (A支川流域を含む)	10.6	6.3	70	80	0.71	167	170
本川 ㉓ 地点 (A支川流域を含まない)	8.2	6.3	70	80	0.70	128	130
本川 ㉔ 地点 (B支川流域を含む)	6.9	3.4	47	99	0.70	133	140
本川 ㉕ 地点 (B支川流域を含まない)	5.0	3.4	47	99	0.70	96	100
A 支 川	2.4	2.0	20	156	0.75	78	80
B 支 川	1.9	1.3	26	135	0.70	50	50

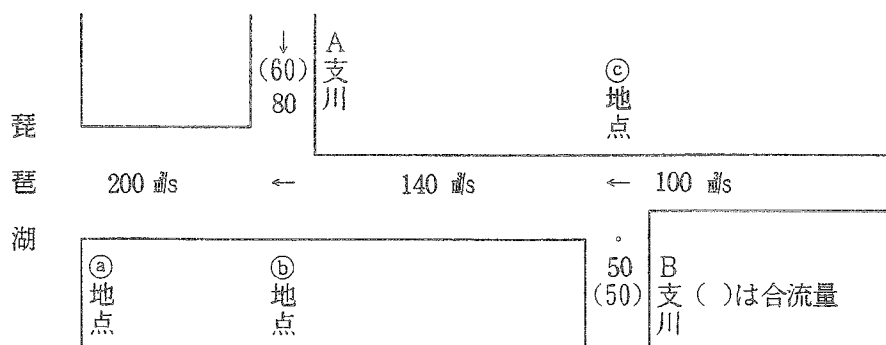
流域区分	流域面積	流出係数	流路区分	流路延長
① 流域 ① - 1	2.5	0.7	流路 ㉑~㉒	1.8
① 流域 ① - 2	0.5	0.9	流路 ㉒~㉓	2.9
② 流域 ② - 1	0.6	0.9	流路 ㉓~源頭	3.4
② 流域 ② - 2	1.8	0.7	A 支 川	2.0
③ 流域	1.9	0.7	B 支 川	1.3
④ 流域	5.0	0.7		
⑤ 流域	1.3	0.7		
合計	13.6			

$$\left[\begin{array}{l} \text{到達時間 } T = \frac{L}{V} \cdot 60 + TB \text{ (min)} \\ \text{流出係数 } f = \frac{f_1 \cdot A_1 + f_2 \cdot A_2 + \dots + f_n \cdot A_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \end{array} \right. \quad \left. \begin{array}{l} \text{降雨強度 } r = \frac{638.0}{t^{0.5} - 0.3590} \text{ (mm/h)} \\ \text{流 量 } Q = \frac{1}{3.6} \cdot f \cdot r \cdot A \text{ (㉒s)} \end{array} \right]$$

以上の結果を図示すれば、次のとおりである。



これより計画高水流量配分図は、次のとおりとなる。



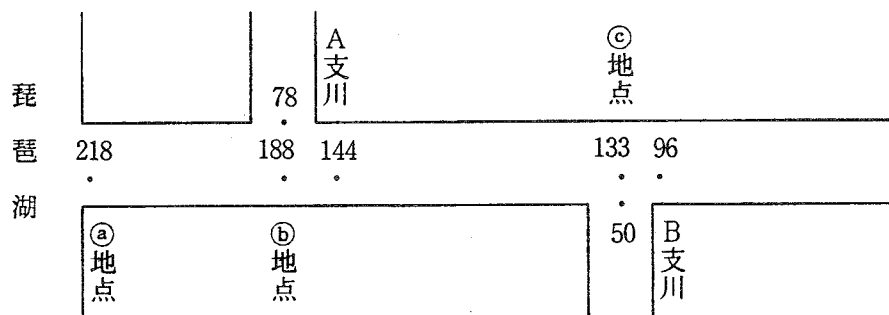
計画高水流量算定計算書-B (N=1/50)

流量算定地点名	流域面積 (A: ㉒)	流路延長 (L: km)	到達時間 (T: min)	降雨強度 (r: mm/hr)	流出係数 (f)	流量-1 (Q: ㉑s)	流量-2 (Q: ㉑s)
本川 ㉑ 地点	13.6	6.4	71	80	0.72	218	220
本川 ㉒ 地点 (A支川流域を含む)	10.6	4.6	56	90	0.71	188	190
本川 ㉓ 地点 (A支川流域を含まない)	8.2	4.6	56	90	0.70	144	150
本川 ㉔ 地点 (B支川流域を含む)	6.9	3.4	47	99	0.70	133	140
本川 ㉕ 地点 (B支川流域を含まない)	5.0	3.4	47	99	0.70	96	100
A 支 川	2.4	2.0	20	156	0.75	78	80
B 支 川	1.9	1.3	26	135	0.70	50	50

流域区分	流域面積	流出係数	流路区分	流路延長
① 流域 ① - 1	2.5	0.7	流路 ㉑~㉒	1.8
① 流域 ① - 2	0.5	0.9	流路 ㉒~㉓	1.2
② 流域 ② - 1	0.6	0.9	流路 ㉓~源頭	3.4
② 流域 ② - 2	1.8	0.7	A 支 川	2.0
③ 流域	1.9	0.7	B 支 川	1.3
④ 流域	5.0	0.7		
⑤ 流域	1.3	0.7		
合計	13.6			

$$\left[\begin{array}{l} \text{到達時間 } T = \frac{L}{W} \cdot 60 + T_B \text{ (min)} \\ \text{流出係数 } f = \frac{f_1 \cdot A_1 + f_2 \cdot A_2 + \dots + f_n \cdot A_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \end{array} \right. \quad \left. \begin{array}{l} \text{降雨強度 } r = \frac{638.0}{t^{0.5} - 0.3590} \text{ (mm/h)} \\ \text{流量 } Q = \frac{1}{3.6} \cdot f \cdot r \cdot A \text{ (㉑s)} \end{array} \right]$$

以上の結果を図示すれば、次のとおりである。



これより計画高水流量配分図は、次のとおりとなる。

