

河川測量 流量計算

<試験合格へのポイント>

流量測定中の流量計算に関する問題は、河川測量唯一の計算問題であると言っても過言ではない。また、説明問題としても出題される事がある。

流量計算はさほど難しいものではないため、公式などのポイントをしっかりと抑え、過去問をこなしておくことが大切である。

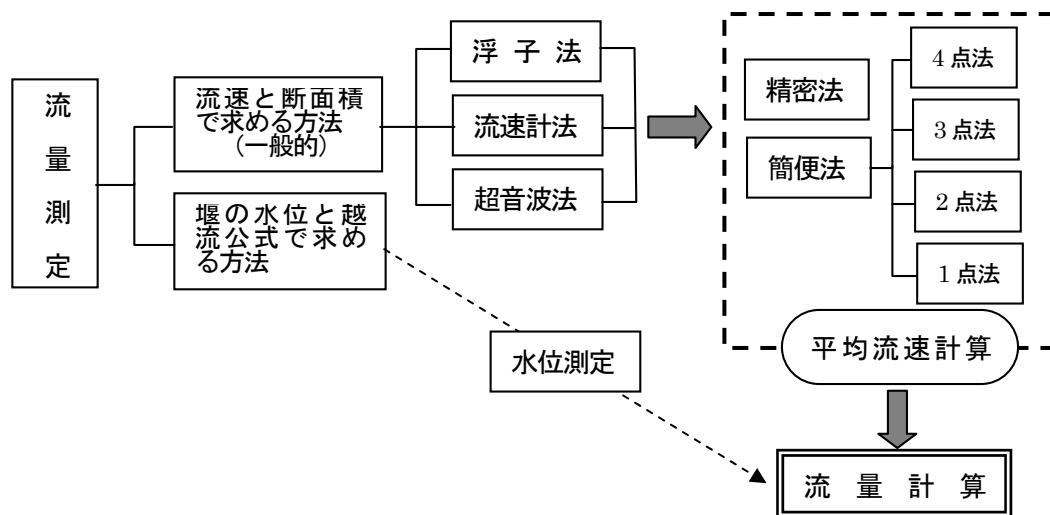
(★★★：最重要事項 ★★：重要事項 ★：知っておくと良い)

● 流量測定について ★★★

河川の流量測定とは、深淺測量（横断測量）に付随して行われるもので、河川の1地点を1秒間に通過する水の量を測定するものである。

また、河川では水面と河床とでは流速が異なるため、流量測定（計算）に用いられる流速は、河川の各個所の流速を計測・計算した、「平均流速」を用いる方法が一般的である。なお、平均流速を求めるには、その計算と測点の取り方から、精密法と簡便法とに分けられる。

流量測定は、その平均流速の求め方から、・浮子による方法・流速計による方法・超音波による方法・水位流量曲線による方法・堰測定法などに分類される。

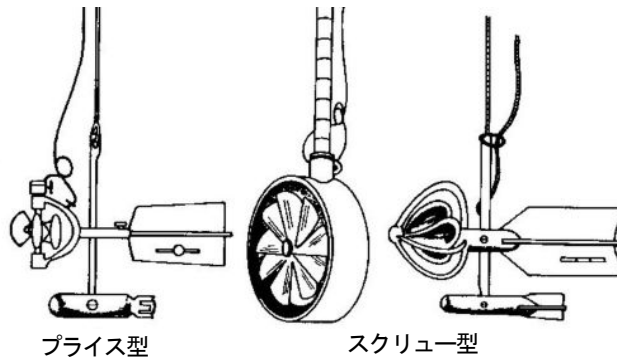


● 流速計による流速測定

以下に、流速計を用いて流量を計算する方法について解説する。

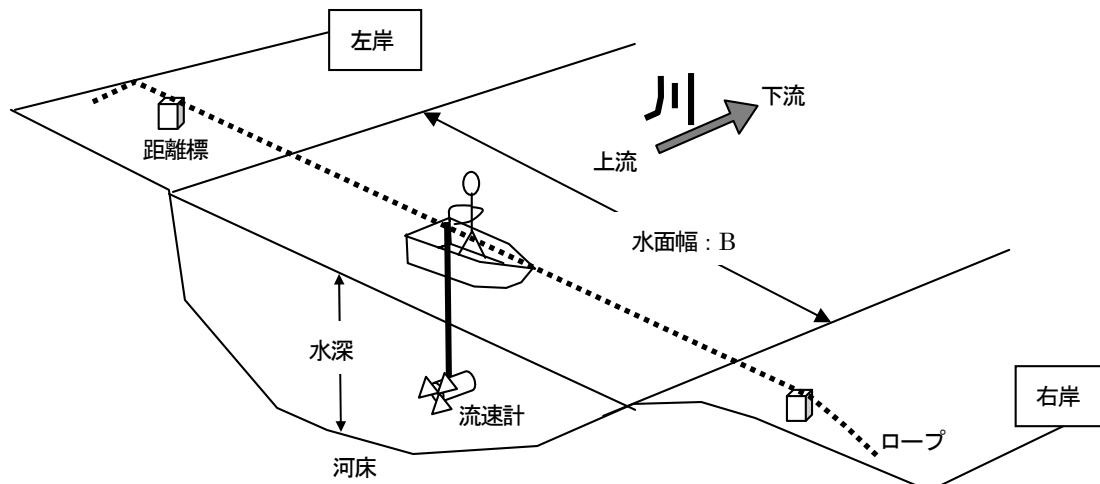
◆ 流速計

流速計はその回転軸の方向により、プライス型とスクリュー型に大別されるが、その仕組みは、水の流れを流速計の羽で受け、回転運動に変化させて回転数から流速を求めるものである。



● 流速計による流速測定方法 ★★★

流速計による流速の測定方法は、深淺測量における水深の測線と一致させるように行い、その方法は、次図のようである。



また、流速の計測における横断方向の間隔と水深に対する割合は次表の通りである。

<横断方向(水面幅)における計測間隔>

水面幅: B (m)	水深測線間隔: M (m)	流速測線間隔: N (m)
~10	$B \times (10 \sim 15\%)$	$N=M$
10~20	1	2
20~40	2	4
40~60	3	6
60~80	4	8
80~100	5	10
100~150	6	12
150~200	10	20
200~	15	30

※ Nは精密法の場合はこの数値の1/2となる。

※基本的に、水深測線間隔(M)と流速測線間隔(N)は、水面幅が10mを超える場合には、 $2M = N$ となる。

＜水深に対する計測割合＞

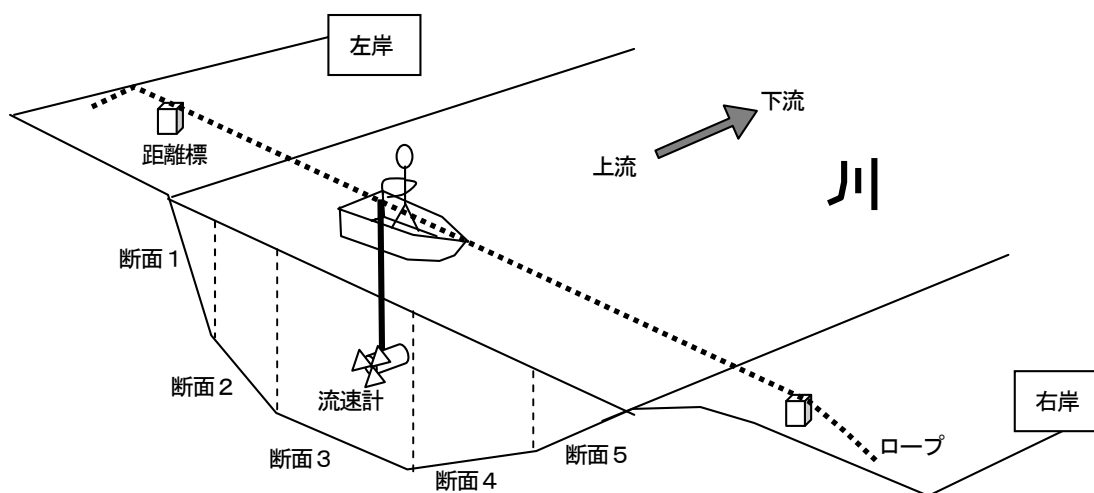
簡便法	内容	計算式
4点法	水面から水深の20%、40%、60%、80%の深さの流速	$V_m = \frac{1}{5} \left\{ (V_{0.2} + V_{0.4} + V_{0.6} + V_{0.8}) + \frac{1}{2} \left(V_{0.2} + \frac{V_{0.8}}{2} \right) \right\}$
3点法	水面から水深の20%、60%、80%の深さの流速	$V_m = \frac{1}{4} (V_{0.2} + 2V_{0.6} + V_{0.8})$
2点法	水面から水深の20%、80%の深さの流速	$V_m = \frac{1}{2} (V_{0.2} + V_{0.8})$
1点法	水面から水深の60%の深さの流速	$V_m = V_{0.6}$

※ V_m は平均流速、 V_a は、水深から $a\%$ の流速を表す。

※2点法の公式は覚えておく必要がある。

● 流量計算について ★★★

河川における特定断面の流量を求めるには、次図のように各断面の平均流速とその断面積をかけ、断面ごとの流量を求めこれを合計すればよい。



ここで、各断面の面積を $A_{1\sim5}$ 、平均流速を $V_{1\sim5}$ とすると、この河川の横断面における流量は、次のように求められる。

流量 (Q) = 平均流速 (V) × 断面積 (A) より、

$$Q_1 = V_1 \cdot A_1 \quad Q_2 = V_2 \cdot A_2$$

$$Q_3 = V_3 \cdot A_3 \quad Q_4 = V_4 \cdot A_4$$

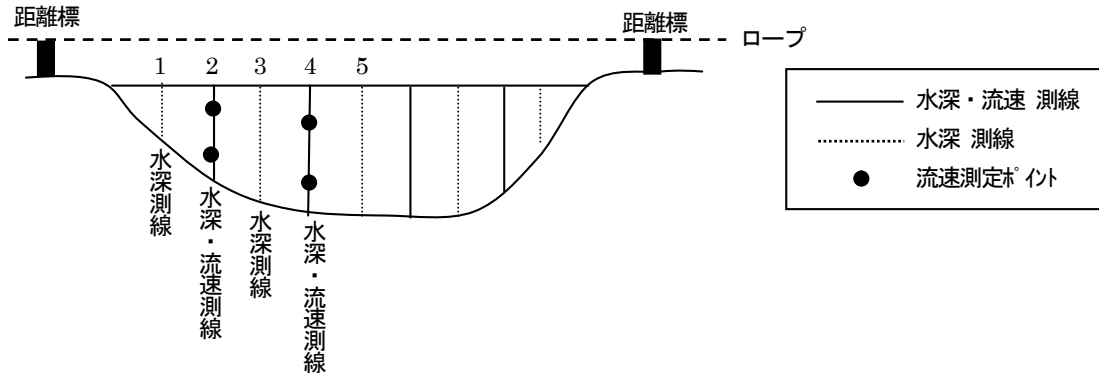
$$Q_5 = V_5 \cdot A_5$$

よって、総流量 (Q) = $Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5$ となる。

◆ 流量計算に関する詳述

流速計による流量計算は、次図のように、各流速測線における平均流速と断面積をかけて求め、累計すればよい。ただし、死水域※がある場合はこれを除くものとする。

※死水域：流れのない場所。「よどみ」など



ここで、各測線の番号を1, 2, 3...、2番目の測線に対する流速測定ポイントを $V_{2.0.2}$ 、 $V_{2.0.8}$ （2点法）、1番目の水深を h_1 、2番目の水深を h_2 、三番目を h_3 とすると、1-2-3の側線で囲まれた部分の流量は、次のようになる。

まず、各断面積を求めると、次のようになる。

$$A_{12} = M(h_1 + h_2) / 2 \quad A_{23} = M(h_2 + h_3) / 2$$

ここで、 A_{12} 、 A_{23} は、水深測線 12 及び 23 で囲まれた部分の面積。Mは測線間隔

平均流速は、2点法によると次のようになる。

$$V_m = \frac{1}{2}(V_{0.2} + V_{0.8}) = \text{より、} V_2 = \frac{1}{2}(V_{2.0.2} + V_{2.0.8}) \quad V_2 : 2 \text{ 番目の測線における平均流速}$$

よって、流速は以下の通りである。

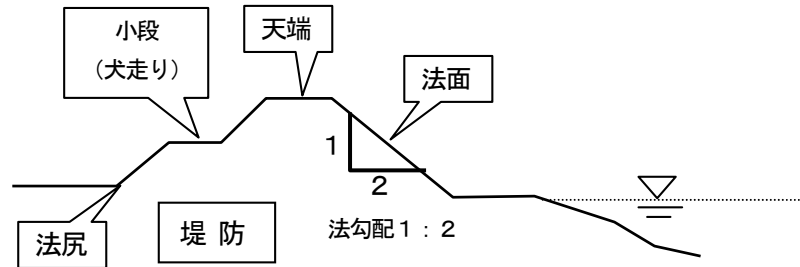
流量（Q）＝流速（V）×断面積（A）より、

$$Q_{12} = V_2 \cdot A_{12} \quad Q_{23} = V_2 \cdot A_{23}$$

すなわち、河川全体の流量は、測線で囲まれた部分の流量を個々に計算し、合計すればよい事がわかる。

● 勾配（法（のり）勾配）の表し方 ★

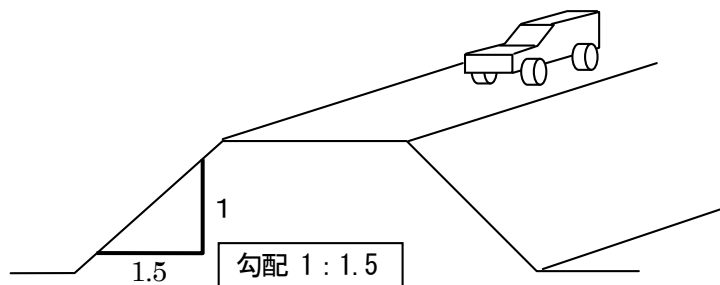
法勾配（のりこう配）とは、堤防や護岸（河川）、盛土や切土（土工事）などの斜面の部分の勾配を表す言葉であり、一般的には「1 : n」などと言うように、高さ 1 に対する水平距離の割合で表される。



※ 河川側の法面を「表法面」、反対側を裏法面とも言う。

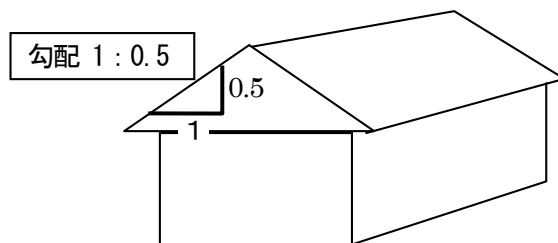
<工事種類による勾配の表し方>

① 土工事



垂直距離に対する水平距離の割合で表す。縦が「1」と決まっているため、図の場合を「1 割 5 分勾配」とも言う。

② 建築工事



水平距離に対する垂直距離の割合で表す、横が「1」と決まっているため、「5 分勾配」とも言う。また、建築の場合は、尺貫法で表す習慣があり、水平距離 1 尺に対する垂直距離の割合で表すこともある。

左図の場合の単位を「尺」で考えると、この場合「5 寸勾配」と呼ばれる。

③ 設備工事

設備工事の場合は、横を 1000 とした場合の、縦との割合で表される。

例えば、管の埋設勾配が、1mあたり 3cmの場合、 $30/1000 = 3/100$ 勾配となり、「3 分勾配」と呼ばれる。

<呼び方による勾配の表し方>

① 法勾配

垂直距離「1」に対する、水平距離の割合で表す。(例) 1 : 2 (縦が1の時、横が2) など。
※土工事やよう壁などの表示に用いられる。

② パーセント勾配

水平距離100に対する、高さの比で表す。(例) 2%勾配は、100m進んで 2m上がること。
※道路の縦断や横断勾配の表示に用いられる。

③ パーミル勾配

水平距離1000に対する高さの比で表す。(例) 2‰勾配は、1000m進んで 2m上がること。
※鉄道や下水道の勾配表示に用いられる。

◆ 過去問題にチャレンジ！ (H15-7D)

次の文は、水面幅 40m の河川において、流速計による流量調査を行う標準的な方法について述べたものである。文章中の ア ～ ウ の中に入る正しい数値の組合せはどれか。次の中から選べ。

横断線に沿って ア 間隔で水深を 2 回測定する。2 点法により平均流速を求めるための流速計の位置は、水深 75cm 以上のとき、・水面から水深の イ の位置に選定する。この平均流速は、横断線に沿って ア 間隔で求める。各区間の流量は、それぞれの区間の横断面の面積と、この断面における平均流速との積として求める。流量値は、各区間の流量の総和となる。

	ア	イ	ウ
1.	2m	2 割と 8 割	4m
2.	2m	6 割と 8 割	2m
3.	4m	2 割と 6 割	2m
4.	4m	2 割と 6 割	4m
5.	4m	2 割と 8 割	4m

< 解 答 >

問題文を考えると次のようになる。

- ・ 水面幅 40m であるため、水深測定間隔は、2m となる。
- ・ 2 点法であるため、その割合は、水面から水深の 20% と 80% の位置になる。
※水深が浅い場合 (0.5m 程度) には、1 点法になる。
- ・ 流速測定は、水深測線の倍の数値となるため、4m となる。

※水深測線間隔 (M) と流速測線間隔 (N) は、水面幅が 10m を超える場合には、 $2M = N$ の関係となる。

よって、問題文に合致しているのは、1 となる。

解答： 1

◆ 過去問題にチャレンジ！ (H17-7D)

図7-3は、ある河川の横断面を模式的に示したものである。この河川は河床幅 8.0m、のりこう配 1:2 の単断面を持ち、断面②における水深は一定で、4.0mである。この河川において、平均流速を計測し、表7-1の結果を得た。この横断面における流量はいくらか。最も近いものを次の中から選べ。

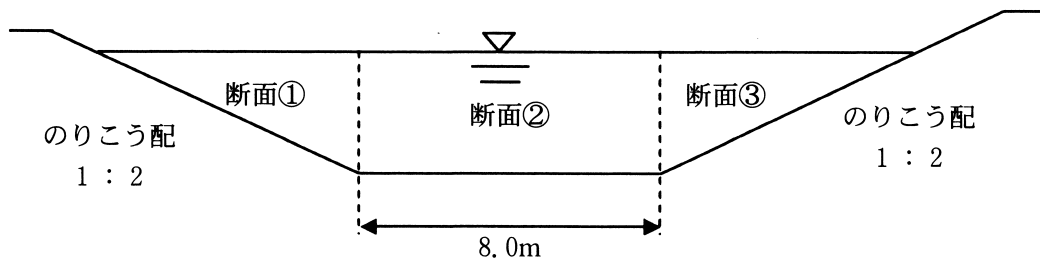


図7-3

表7-1

	断面①	断面②	断面③
平均流速	0.8 m/s	1.5 m/s	1.0 m/s

1. 44 m³/s
2. 55 m³/s
3. 70 m³/s
4. 77 m³/s
5. 106 m³/s

< 解 答 >

河川の流量を求める問題であり、次のように計算できる。

1. 河川の各断面積を求める。

$$\text{断面①} : 4\text{m} \times 8\text{m} \times 0.5 = 16\text{m}^2$$

(法勾配が1 : 2であるため、高さ4m、底辺8mの三角形をした断面となる)

$$\text{断面②} : 4\text{m} \times 8\text{m} = 32\text{m}^2$$

$$\text{断面③} : 4\text{m} \times 8\text{m} \times 0.5 = 16\text{m}^2$$

※ 断面①と③の、法面勾配は、1 : 2 である。土木分野における勾配は、「縦一（たていち）」と言い、縦を1として、横の値を数字で表す。また、建築分野における勾配は、「横一（よこいち）」と言い、横を1として、縦の値を数字で表すことになる。測量の場合は、土木分野と同じ表し方をするため、注意が必要である。

2. 流量を求める。

流量は、次の式によって求められる。

$$Q = V \times A \quad (Q : \text{流量 } \text{m}^3/\text{s} \quad , \quad V : \text{平均流速 } \text{m}/\text{s} \quad , \quad A : \text{断面積 } \text{m}^2)$$

ここで、各断面における流量を求めると次のようになる。

$$\text{断面①} : 0.8\text{m}/\text{s} \times 16\text{m}^2 = 12.8\text{m}^3/\text{s}$$

$$\text{断面②} : 1.5\text{m}/\text{s} \times 32\text{m}^2 = 48.0\text{m}^3/\text{s}$$

$$\text{断面③} : 1.0\text{m}/\text{s} \times 16\text{m}^2 = 16.0\text{m}^3/\text{s}$$

よって、問題にある河川の流量は、次のようになる。

$$Q = 12.8\text{m}^3/\text{s} + 48.0\text{m}^3/\text{s} + 16.0\text{m}^3/\text{s} = 76.8\text{m}^3/\text{s}$$

解答：4