

水文調査測定方法

河川流量・湧水量及び水位測定方法についての概要を説明する。

1. 河川流量の測定

建設省河川砂防技術基準によると、流量調査方法として下記の4方法のいずれかによるものとされている。

- 1) 流速測定方法
- 2) 浮子測法
- 3) 超音波測法
- 4) 堰測法

しかし、溪流等の岩が多く、流れが乱流の場合、上記の4方法では、正確な測定は困難であるので、濃度法（塩分希釈法）による方法がある。また、小さな沢でよく使用される容器法も述べる。

1) 流速測定方法

(1) 原理



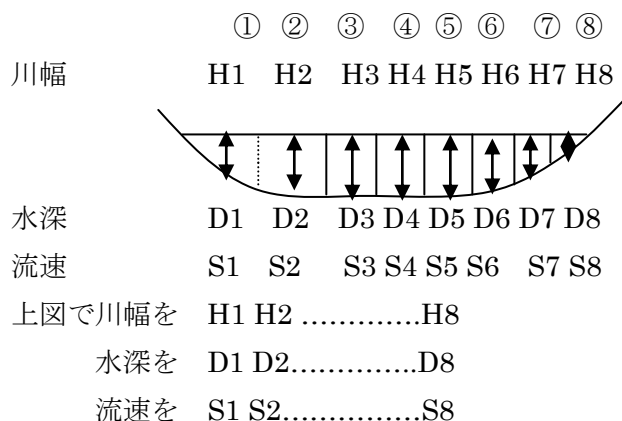
この方法は、河川の流れに乱れが無く整流の場合に適用されるのが望ましい。



電磁流速計

電導体が磁界を横切って運動すると、電圧が発生する。それは運動速度に比例する。

河川の横断面を7～10等分し、各断面の面積及び流速を求めて、各断面の流量を求め、その合計を流量とするものであり、下記のようなになる。



としたとき、河川流量は下記のようなになる。

$$\text{断面①の流量} = (H1 \times (D1 + D2) / 2) / 2 \times S1$$

$$\text{断面②の流量} = (H2 \times ((D1 + D2) / 2 + (D2 + D3) / 2) / 2) \times S2$$

同様に断面⑦まで台形の面積として求め、それに流速をかけて部分流量を求める。

最後の断面⑧は①と同様に三角形として面積を求め、それに流速をかけて部分流量とする。

そして、各断面の流量を合計して、河川の流量とする。

尚、以上の方法は、川幅10m以下に適応され水深が流速計センサーの3倍の場合、水深2割と8割の速度を計測して、その平均、それより浅い場合6割の水深で計測。

2)浮子測法

河川の流速を求めるために、浮子を断面ごとに流し、一定距離流される距離と時間から流速を求め、流速計測法と同様な計算式から流量を求める。

但し、表層の流速なので、その断面の平均流速に換算する係数が定められている。

3) 超音波測法

ドップラー型流速計の内、音波を利用した流速計で、観測点から発した超音波は運動している測定物即ち河川水に当たった時、河川水の運動のために周波数に変化を受ける。

(ドップラー効果) その変化から流速をもとめる。

4) 堰測法

流れに堰を設置し、その越流水の深さから流量をもとめる。

三角堰が多く用いられる。

5) 塩分希釈法

水の電気電導度が希釈倍率に比例することを利用して流量を求める方法で、この方法は流速法の苦手な溪流等の乱流の流れに適している。

考え方としては、たとえば $1000(\mu\text{ s/cm})$ の食塩水 500cc に、イオンが全くない超純水 500cc を加え完全混合すると、電導度は $500(\mu\text{ s/cm})$ になる。そこで、河川の上流に電気電導度 $D(\mu\text{ s/cm})$ の食塩水 $V(\text{cc})$ を投入し、下流で電気電導度の上昇を5秒間隔で記録する。その時の河川の流量を $Q(\text{cc/sec})$ 、河川自体の電気電導度を $KE(\mu\text{ s/cm})$ 、5秒間隔で計測した任意の時間の電気電導度を $DE(\mu\text{ s/cm})$ とすると、その5秒間に流れた河川水の中に含まれる食塩水の体積 $V1(\text{cc})$ は次式で示される。

$$V1/5Q=(DE-KE)/D$$

$$V1=(DE-KE)\times 5Q/D$$

これらを全部加えると元の食塩水の容積になる。従って

任意の時間の電気電導度の上昇を An とすると

N

$$V=\sum_{n=1}^N An \times 5Q/D$$

$n=1$

電気電導度の上昇の平均値を DE とすると

N

$$DE=\sum_{n=1}^N An/N$$

$n=1$

これから

$$Q=D\times V/(5\times N\times DE)$$

$5\times N$ は電気電導度が上昇して元に戻る時間尚、以上の式が成立するためには、食塩水が河川横方向に均一に拡散されていることが条件

N : 電気電導度の測定回数 - 5秒ごと



であり、食塩水投入地点から電導度測定地点までの距離が必要となり、その距離の計算は次式による。

(1) 距離の計算

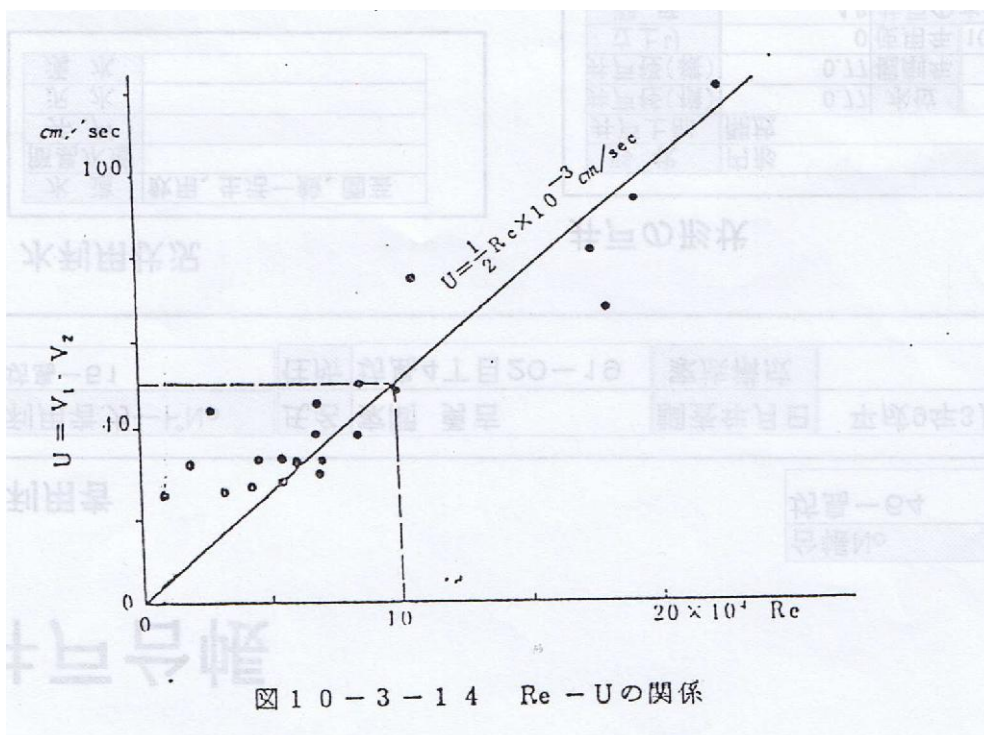
$L > b \times V1 \times a / U$

L:食塩投入地点から電導度測定までの距離(m)
 b:水深又は川幅(m)
 V1:流速 (m/sec)
 U:塩分クラウドの拡散係数
 a:レイノルドナンバーの状態による安全係数で 3 から 10

レイノルドナンバー Re により下記のような数値をとる。

Re	12,000 以下	a>10
	20,000~40,000	a=10
	40,000~100,000	a=5~10

塩分クラウドの拡散速度は レイノルドナンバー Re と次のような関係にある。



また、レイノルドナンバー Re は流れの乱れ具合を示す指数であり、次式で示される。

$Re = V1 \times D / \nu$

V1:流速(cm/sec)
 D:径深 (=平均深さ cm)
 ν :河川水の粘性 (1.146/100 cm²/s at 15°C)

レイノルドナンバーから a 及び U の数値を求めて、距離を算出する。

(2) 塩分の濃度

電導度の測定ピークの値が $500 \mu s/cm$ 以下になるようにする。

投入濃度は、普通 $10,000 \sim 50,000 \mu s/cm$

(3) 投入塩分量

投入塩分量 = 河川流量 (ℓ/分) / $1,000 \sim 10,000$

投入量が多いと、拡散の効率が悪くなる。

濃度を高くして、投入量を少なくした方がよい。

標準塩分投入量

河川流量 (立米/分)	投入量(cc)
0.050	50~100
0.100	100~250
0.500	250~500
1.000	500~1,000
10	1,000~2,000
100	5,000~10,000

6) 手ばかりによる流量測定

小さな沢等で川床に段差があるところや、湧水が流れ落ちるところでは、粘土、土嚢、トイ等を用いて全量が容器内に流入するように細工して、貯まった容量と時間から流量を求めると。

Q : 流量 (ℓ/分)

$Q = V \times 60 / T$ V : 計量容器の体積 (ℓ)

T : 貯まるのに要した時間 (sec)

