#「平均値法による自然河川の流量測定に就て」

宮崎大学　石黒政儀

(I) 緒言

流速計による河川流量測定は、測定地点横断面を適当の間隔に分割して、各分割面積Aと平均流速V_mとの積の総和として求められているが、これは分割数nが多い程正確になり、測定精度と測定時間とは相対的な関係にあるので、水位変化の大なる場合には流量を正しく測定する事は困難である。これ迄の方法とは全く異った観点より是等の欠点を補う方法として、数値積分の応用である平均値法にて此の問題を処理すれば流量測定は5～7点の測定にて河巾100^{m}以上の自然河川でも完全に求めることが可能である。こゝでは従来の方法と平均値法とを比較測定し、宮崎県下の大淀川、清武川、小丸川にてそれぞれ断面の異った地点で実測を行ひ、其の結果の秀れていることが確かめられた。

(II) 平均値法の計算式

1) 流量算定式　① $n=4$

$$Q = b\left\{0.174(q_{0.069}+q_{0.931})+0.326(q_{0.330}+q_{0.670})\right\} \cdots\cdots (1)$$

② $n=5$

$$Q = b\left\{0.118(q_{0.047}+q_{0.953})+0.239(q_{0.231}+q_{0.769})+0.284\,q_{0.500}\right\}$$

③ $n=6$

$$Q = b\left\{0.086(q_{0.034}+q_{0.966})+0.180(q_{0.169}+q_{0.831})+0.234(q_{0.381}+q_{0.619})\right\}$$

④ $n=7$

$$Q = b\left\{0.065(q_{0.025}+q_{0.975})+0.140(q_{0.129}+q_{0.871})+0.191(q_{0.297}+q_{0.703})+0.209\,q_{0.500}\right\}$$

茲で、　Q = 全流量 (m^3/sec)　　b = 河巾 (m)

$q_{0.069}$ = 全河巾 b の 0.069 に於ける単位巾 1m の流量、0.069・b 点の平均流速に水深 h^m を乗じたもの (m^3/sec)

$q_{0.931}$、$q_{0.330}$ ……… $q_{0.500}$ も同様。

2) 流速及び水深測定点

⑤ $n=4$

$x_1=0.069\,b$.　$x_2=0.330\,b$.　$x_3=0.670\,b$.　$x_4=0.931\,b$

⑥ $n=5$

$x_1 = 0.047b$ $x_2 = 0.231b$ $x_3 = 0.500b$ $x_4 = 0.769b$
$x_5 = 0.953b$

⑦ $n = 6$

$x_1 = 0.034b$ $x_2 = 0.169b$ $x_3 = 0.381b$ $x_4 = 0.619b$
$x_5 = 0.831b$ $x_6 = 0.966b$

⑧ $n = 7$

$x_1 = 0.025b$ $x_2 = 0.129b$ $x_3 = 0.297b$ $x_4 = 0.500b$
$x_5 = 0.703b$ $x_6 = 0.871b$ $x_7 = 0.975b$

x_i は河岸よりの測点距離　bは何れも河巾 (m)

(Ⅲ) 流量測定例

1) 大淀川T流量観測所

河巾 $b = 117^m$. $n = 6$ と $n = 7$ の平均値法と5m毎の従来の方法との3者の比較同時測定.

① 平均値法 $n = 6$ の場合

観測点は(Ⅱ) 2) ⑦式 より $x_1 = 0.034b = 0.034 \times 117 \fallingdotseq 4^m$
$x_2 = 20^m$. $x_3 = 44.6^m$ $x_4 \fallingdotseq 72.5^m$ $x_5 \fallingdotseq 97^m$ $x_6 \fallingdotseq 113^m$
の点にて平均流速と水深hを測り q_i を求める。

$q_{0.034} = V_m \times h = 0.12 \times 1.64 = 0.1968$ 以下同様にして (Ⅱ) 1) ③ 式より全流量を求めると.

$$Q = b\{0.086(q_{0.034} + q_{0.966}) + 0.180(q_{0.169} + q_{0.831}) + 0.234(q_{0.381} + q_{0.619})\}$$
$$= 117\{0.086(0.1968 + 0.1348) + 0.180(1.3436 + 0.7088) + 0.234(1.2750 + 0.6432)\}$$
$$= 99.08 \ (m^3/sec)$$

② 平均値法 $n = 7$ の場合

① の $n = 6$と同様に各値を求めて $Q = 95.63 \ (m^3/sec)$

③ 5m毎、分割、測点23個の従来の方法の場合

5m毎に分割し両端のみ6mとして求めた全流量は

$Q = 94.68 \ (m^3/sec)$

以上、①②③ を川岸の原点から順次測定し、流速計は迅速を期するため松井式を用ひた。又観測点より約15Km上流の力電発電所の同時刻の流量観測から推定して同点の流量は約95 (m^3/sec)である。

2). A 流量観測所

河巾 $b = 78$m、河床横断面が非常に平滑で横断流量曲線が底次と思はれたので、$n=5$ と $n=6$ 及び6m毎の従来の方法とを同時測定した結果は、

$$\left.\begin{array}{ll} n=5 & Q = 4.32 \ (m^3/sec) \\ n=6 & Q = 4.31 \ (m^3/sec) \end{array}\right\} \text{平均値法}$$

$$\left.\begin{array}{ll} n=13 & Q = 4.28 \ (m^3/sec) \end{array}\right\} \text{従来の方法}$$

平均値法の値が殆んど等しいのは平均値法の性質から、それぞれ9次、11次までの誤差を伴わない式であり、此処の流量曲線は9次式以下で5点の測定にて充分目的が達せられる。

(IV) 結 言

3河川の数々な断面について行った実測の結果から下記の事が認められた。

① 河床曲線が平滑であり流れが正しければ、河巾200m 以上の河川でも、5点の測定にて完全に求められ、其の精度は5m毎の等分割測定以上で、$n=5\sim7$ の測定値が一致すれば眞値が得られる。

② 測定点が少ないので、非常に短時間で外業完了し、水位変化のはげしい時でも水位と流量の相関々係は正しく求められる。

③ 各流量観測所にて水位に対する横断流量曲線を測定しておき、測定数nの値を定めておけば、急を要する場合は$n=4\sim7$の何れかの1つの測定にて目的は達せられる。

④ 全流量を算出するのに従来の如く横断面積測定の要が無く測点下の水深のみで足りる。

⑤ 両岸の測定値より中心附近の測定値が全流量に影響を及ぼすので正確に測定すること

⑥ $n=5$よりも$n=7$の両端の測点を2個除いて5点測定した値の方が良結果が得られる。

⑦ $n=7$ の7点測定法を用いれば、相当複雑な河床曲線、横断流量曲線の場合でも正しい値が求められる。