

岐阜大学工学部 正員 河村三郎

岐阜大学工学部 正員 小沢功一

1. まえがき

河川合流点における流れの機構は複雑であるため、現在まで解析的に取扱われるまでに到っていない。

本研究は、河川合流点におけるモデルを図-1のよう
に設定し、合流点附近の水路床が時間とともにどの
ように変動するのかを実験値を併用して取扱ったもの
である。

2. 計算式

河床変動を表わす基礎方程式として、ブラウン型式の掃流砂公式と流砂の連続式から導かれた式①を用いる。¹⁾

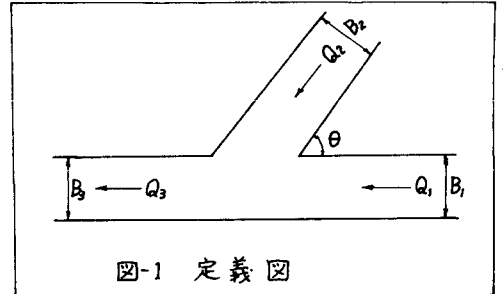


図-1 定義図

$$\frac{\partial z}{\partial t} + A'B' \frac{\partial z}{\partial x} = A' \left\{ B' \left\{ i_0 - \frac{d}{dx} \left(\frac{V^2}{2g} \right) - \frac{\pi^2 V^2}{R^{4/3}} \right\} + C' \frac{dB}{dx} \right\} \quad \text{①}$$

ここに、 A' 、 B' 、 C' はつぎのように表わされる。

$$A' = \frac{\alpha' n^{2m+1} g^{m+(1/2)} Q^{2m+1}}{(1-\lambda) B^{2m+1} h^{13/6}} \left(\frac{1}{h^{1/3}} - \frac{1}{h_K^{1/3}} \right)^{m-1} \quad \text{②}$$

$$B' = \frac{7}{6} \left\{ \left(\frac{1}{h^{1/3}} - \frac{1}{h_K^{1/3}} \right) + \frac{2m}{h^{1/3}} \right\}, \quad C' = \frac{2m}{B h^{4/3}} \quad \text{③}$$

式①を特性曲線表示をし、基準面のこう配 i_0 をつねに河床こう配 i にとり、さらに河幅 B は一定であると仮定すると式④のように表わされる。

$$\frac{dx}{dt} = A'B' \text{ において } \frac{dz}{dt} = A'B' \frac{dh}{dx} \quad \text{④}$$

3. 実験方法

実験は岐阜大学工学部の合流実験水路を用いた。水路幅はすべて同一で25cm、深さは30cm、合流点より上流の本川水路、支川水路、合流点より下流の本川水路の長さは、それぞれ5.4m、4.5m、5.4mである。合流角度 θ は $\theta = 60^\circ$ について実験を行なった。

最初、水路に10cmの厚さに中央粒径0.36mmの砂を水平に敷きならす。ついで所要の流量を本川と支川に流下させ、流し始めてから10分後、20分後、40分後、60分後における水路床面と水面との高さを超音波測深器により測定した。測定場所は、本川水路につき合流点の前後おののお1mを10cm間隔に、水路幅の中央点において測定した。所要の流量を流し始める場合、まず水路下流端のゲートを開けて、砂が流されないように除々に水路の中に水を貯め、適当な水位になるのを見はからい、水路へ水を供給するバルブを回転させると同時に下流端のゲートを開くようにして、流水ができるだけ始めから終りまで定常であるように注意した。

4. 実験結果

支川水路の流量は13.4ℓ、全流量は16.5ℓ、したがって、支川水路の流量の全流量に対する比(流量比)は約0.81の場合における河床変動は図-2のようになった。

なお式④を計算する場合の諸量はつぎのようであった。 U_{*c} は岩垣公式から $U_{*c} = 8.41 d^{1/2}$ (cm-S) を用いて、 $U_{*c} = 1.64$ cm/sec、移動限界水深 h_K は $h_K = (n g^{1/2} Q / B U_{*c})^{4/3}$ において、マンギの粗度係数 n を $n = 0.00431$ (cm-S) を用いて $h_K^{-3} = 9.26 \times 10^{-4} \times Q^{-2}$ 、式②における α' は

$$\alpha' = \frac{K d}{\{(\sigma/\rho) - 1\} g d^3} m$$

において $K = 10$ 、 $m = 2$ 、 $\sigma/\rho = 2.65$ 、として $\alpha' = 1.06 \times 10^{-4}$ 、 A' 、 B' はそれぞれ、 $A' = 5.79 \times 10^{-16} h^{-1/6} Q^2 (h_K^{-2/3} - h_K^{-1/3})$
 $B' = 1.17 \{ (h_K^{-2/3} - h_K^{-1/3}) + 4 h_K^{-2/3} \}$
 $A'B'$ は h 、 Q の関数だから図-2の10分後、20分後、40分後における、それぞれ本川水路の下流方向へ10cmごとの h 、 Q を読んで計算を行ない、式④

から4.8を得てその結果を図示したの

が図-3である。ここに Q は支川水路の本川水路との境界の上流端までは一定であり、そこから支川水路の本川水路との境界の下流端まで流量は均等に増加していくものとし、支川水路の本川水路との境界の下流端より下流はまた一定であるとした。

5. 考察

図-3において、10分後の水路床を示す線は実験値そのものであるが、20分後、40分後、60分後の水路床を示す線は、それぞれ10分後、20分後、40分後の水路床をもとにして式④から計算して得たものである。図-2と図-3とを比較して、20分後、40分後、60分後の水路床はともに実験結果と計算結果とはかなりよく一致しているといえる。しかし、計算結果とはいえ、実験値における水深 h や水深変化 dh/dx を用いたものであるから、水平な水路床がある時間後に変動する量を予測するというものではない。最後に実験等に協力頂いた岐阜大学学生、勝部君、三木君に謝意を表します。

参考文献 1) 石原・本間「応用水理学中I」丸善、昭和43年5月、PP.56~60.

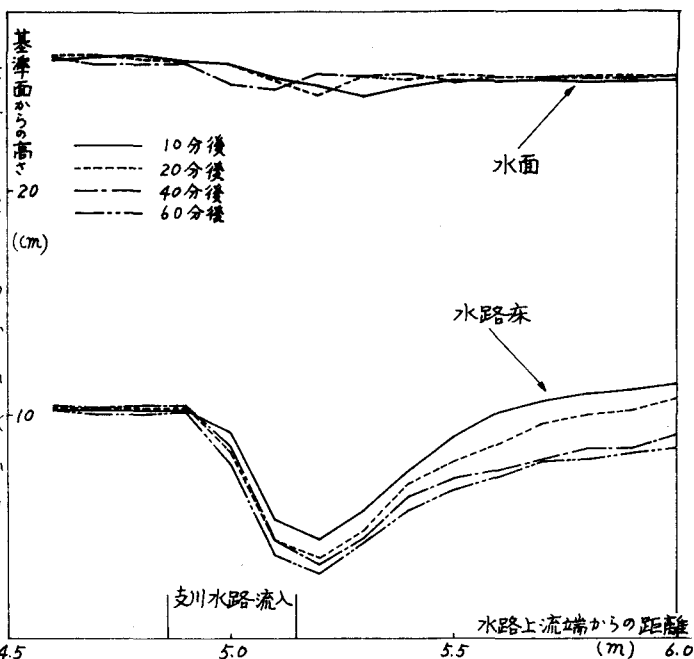


図-2 実験による水面と水路床

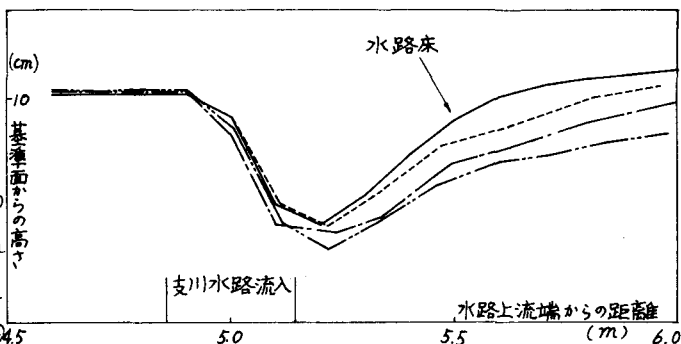


図-3 計算による水路床