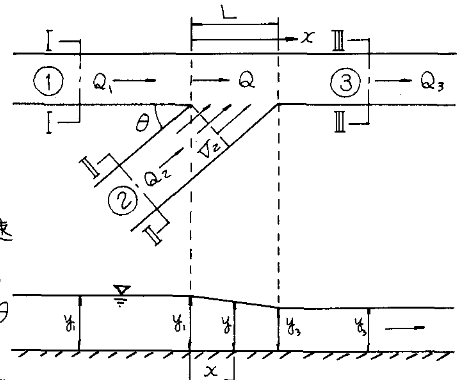
Ⅱ-142　河川合流部の水理学的研究

岐阜大学工業短期大学部　正会員 ○三木秀雄
岐阜大学工学部　正会員　河村三郎

合流点における横流入の運動方程式は，一般に，次式で与えられる：

$$\frac{dy}{dx}=\frac{S_o-S_f-\dfrac{2\beta Q q_*}{gA^2}+\dfrac{q_*}{gA}V_2\cos\theta}{1-\dfrac{\beta Q^2}{gA^3}\dfrac{dA}{dy}} \quad \text{----(1)}$$



図－1　定義図

ここに，y＝水深，A＝流積，Q＝合流部の流量，g＝重力の加速度，S_o＝水路床勾配，S_f＝エネルギー勾配，β＝運動量補正係数，q_*＝単位長さ当りの流入量（$q_*=Q_2/L$），V_2＝流入平均流速，θ＝流入角度（合流角度）である。合流点の水面形を求めるために，i) $S_o=S_f=0$；ii)水路断面は長方形，固定床とする；iii)水路①と水路③は，直線上にある；iv)本川水路の幅(B)は，同一である。（$B_1=B_3\neq B_2$）；$A=By$，$dA/dy=B$，$V_2=Q_2/B_2y_2$ であり，流水の連続式より　$Q=Q_1+q_*x$ ---(2)。式(1)は，境界条件 $x=L$ のとき $y=y_3$，$x=0$ のとき $y=y_1$ を用い，さらに，$B/B_2=\eta$ とおいて解き，次の三次方程式が得られた[1]。

$$\left(\frac{y_1}{y_3}\right)^3-\left(1+2\beta F_{r3}^2\right)\left(\frac{y_1}{y_3}\right)+2F_{r3}\left\{\beta\left(1-\frac{Q_2}{Q_3}\right)^2+\eta\cos\theta\left(\frac{Q_2}{Q_3}\right)^2\right\}=0 \quad \text{------(3)}$$

ここに，F_{r3}はフロード数である。断面Ⅰ－Ⅰ，Ⅱ－Ⅱと断面Ⅲ－Ⅲについて，運動量の関係を適用すると，

$$\frac{1}{2}\lambda_1\rho gB_1y_1^2+\rho\beta_1B_1y_1V_1^2+\frac{1}{2}\lambda_2\rho gB_2y_2^2\cos\theta+\rho\beta_2B_2y_2V_2^2\cos\theta+W\cdot S_o=R+F_f+\frac{1}{2}\lambda_3\rho gB_3y_3^2+\rho\beta_3B_3y_3V_3^2 \quad \text{---(4)}$$

連続式より，$B_1y_1V_1+B_2y_2V_2=B_3y_3V_3$ ---- (5)　ここに，λ＝圧力分布係数，R＝支川水路についての側壁から本川水路方向への反力成分，W＝断面Ⅰ－Ⅰ，Ⅱ－Ⅱ～断面Ⅲ－Ⅲ間の流体の重量，F_f＝境界面に働らく表面摩擦抵抗。式(4)，(5)より $B_1=B_3$，$B_2=\frac{1}{\eta}B_1=\frac{1}{\eta}B_3$，$\lambda_1=\lambda_2=\lambda_3=1$，$\beta_1=\beta_2=\beta_3=\beta$，$R=\frac{1}{2}\rho gB_2y_2^2\cos\theta$ を代入し，$y_1=y_2$ とすると式(6)が得られる。

$$\left(\frac{y_1}{y_3}\right)^3-\left(1+2\beta F_{r3}^2\right)\left(\frac{y_1}{y_3}\right)+2\beta F_{r3}^2\left\{\left(1-\frac{Q_2}{Q_3}\right)^2+\eta\cos\theta\left(\frac{Q_2}{Q_3}\right)^2\right\}=0 \quad \text{------(6)}$$

また，式(4)にN.B. WebberとC.A.Greatedの補正式　$R=\frac{wBy_{1-2}^2\cos\theta}{2}-K\left(\frac{wBy_{1-2}^2}{2}-\frac{wBy_3^2}{2}\right)$ を代入すると，式(7)を得る。

$$\left\{(1+K)+\left(1-\frac{1}{\eta}\right)\right\}\left(\frac{y_1}{y_3}\right)^3-\left(1+K+2\beta F_{r3}^2\right)\left(\frac{y_1}{y_3}\right)+2\beta F_{r3}^2\left\{\left(1-\frac{Q_2}{Q_3}\right)^2+\eta\cos\theta\left(\frac{Q_2}{Q_3}\right)^2\right\}=0 \quad \text{------(7)}$$

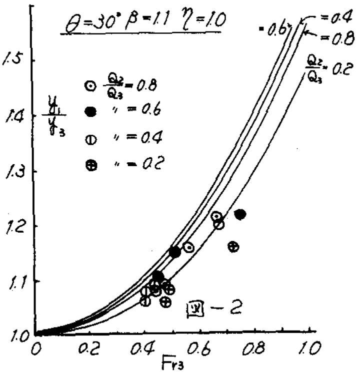
ここに，Kは，C.A.Greatedの式 $K=0.3\left(\sin\theta+\frac{Q_2}{Q_3}-1\right)$ である。

したがって，式(3)と式(6)とは，同一形式の三次方程式となる。

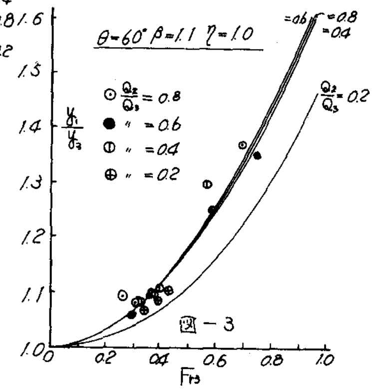
パラメーターとして合流比Q_2/Q_3をとり，$\eta=1.0$；$\theta=30°,60°,90°$；についてy_1/y_3とF_{r3}の関係を示すと図－2，3，4のようである。また，Kを用いた場合には，図－5，6のようになる。図中の実験点は，$B_1=B_2=B_3=25$cmの合流水路の実験結果である[2]。$\eta=2.0$，$\eta=3.0$の場合を$\theta=60°$について示すと，図－7，8，9，10のようである。またF_{r3}をパラメーターにとり，y_1/y_3とQ_2/Q_3との関係を，$\theta=60°$について示すと，図－11のようである。βの値については，実験結果より$\beta=1.1$とした。

参考文献

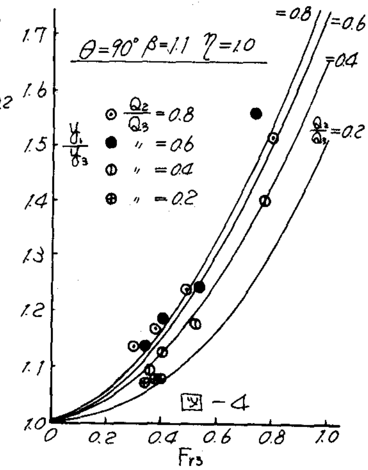
1)河村三郎，三木秀雄：“河川合流部における水理学的研究，”土木学会中部支部講演概要集，1976，PP.43-46.
2)小沢功一：“河川合流点における水理学的研究，”岐阜大学工学部修士論文，1969.



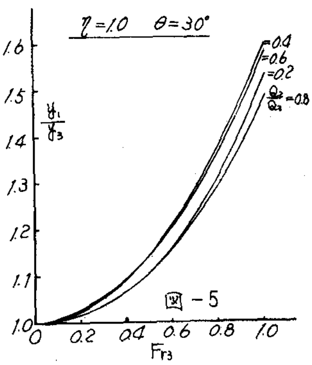
図－2



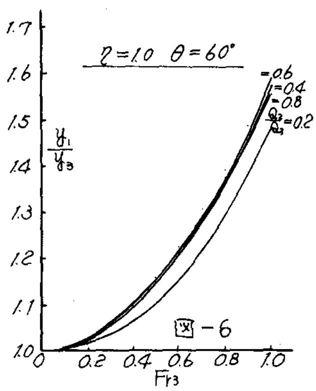
図－3



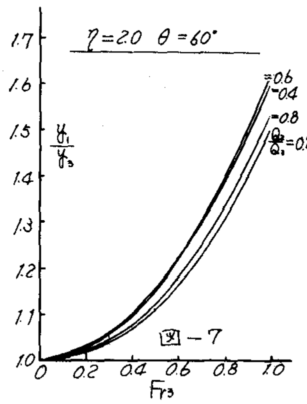
図－4



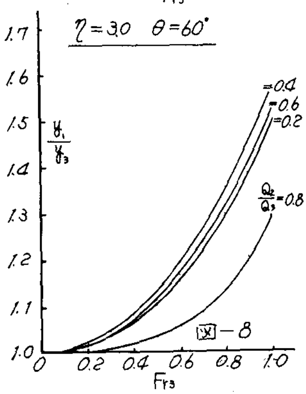
図－5



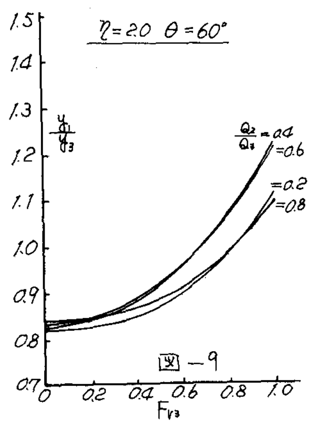
図－6



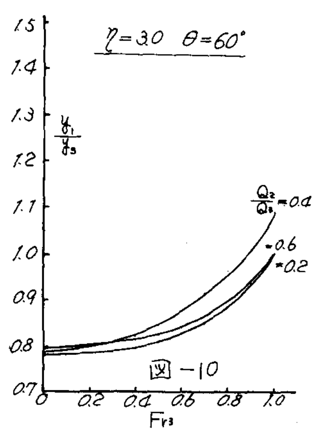
図－7



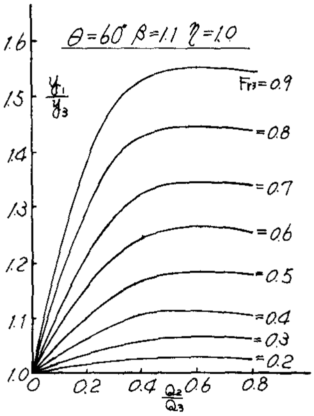
図－8



図－9



図－10



図－11