

合流点直下流部の流れのモデル化に関する考察

大阪府立工業高等専門学校 正員 ○多田博登

浅沼組

吉良信之

アイサフ工業

久世博文

1. はじめに：河川合流部における問題点のうち、局所洗掘、堆積箇所、予測や、水塊の移流、混合の問題は、合流点直下流部の内部機構に直接関係するものであり、アプローチとしてモデル化が必要である。

本研究は内部機構モデル化に関して、本川と支川水塊の混合領域の実験的特性から考察を行なうものである。

2. 混合領域：例えば支川からの水に着色すると合流点下流では支川水塊の存在する領域と本川のそれとの境界が明らかになる。多数の試行を水面上方から写真撮影し、それから得られる境界線の最も本川側の部分を連ねるとそれによって囲まれる平面的な領域は支川水塊が存在する可能性が大きい範囲であると考えられる。同様に本川側からも境界線が得られるが、前者のものとは一般に一致せず重なり合う領域が現れてくる。アンサンブル平均的にこれを混合領域と呼ぶことができる。模式的に図-1に示す。

実験は前報¹⁾に示したものと同一装置を用いた。直線の本川水路の右岸側から支川が合流する形である。実験ケースは、幾何学的条件として (θ/k) の組は $(1/2, 1/2)$, $(1/2, 1)$, および $(2/3, 1/2)$ の3ケース、流量比は $i=0.13, 0.565$ および 0.9 の3ケース、および本川下流端堰高 $W=0$ および 4 cm の2ケース、組合わせ合計18ケースである。本川の合流点下流流量は $Q=4\text{ l/s}$ に固定した。ここに θ ：合流角(rad), k ：支川水路幅と本川のそれの比, および i ：本川合流点上流流量と Q の比である。本川水路幅は $B=30\text{ cm}$ である。

実験観測によれば支川と本川の角部(図-1のA点)から出発した個々の境界線は不規則な凹凸があること、および凹部や凸部は流下とともに微小部分はゆっくりと変形するがほぼそのまゝの形状で平均的な境界線に沿うように移動する。すなわち個々の凹凸はA付近のある不規則性によって主に決定されていると考えられる。

混合領域の上流側部分は弯曲しておりその形状は θ , k および W によって大きく相違するが、本実験ではA点から 45 cm 下流断面で境界線は本川軸とほぼ平行になるようである。そこでこれを検査断面として混合領域の位置と幅について各ケースの比較を行なう。図-2は領域の中心位置を左岸からの距離をプロットし、および領域の横断方向の平均幅を矢印で示したものを

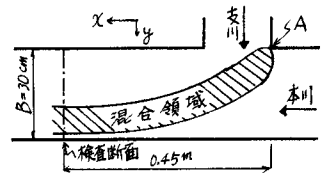


図-1 混合領域模式図

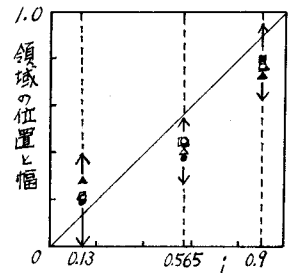


図-2 領域の位置と幅

Hiroto TADA, Nobuyuki KIRA, Hirobumi KUSE

である。Bを無次元化しこの関係として表わしている。iが大きいと中心位置は流量比に比べて本川側（左岸側）に偏っているが、これは右岸側に生ずる渦の領域によるものがある。iが小さければ逆に偏っているのは左岸水位と右岸水位の差が大きくなることによると考えられる。θ, k, およびWによる差は明確ではない。

3. 流速の測定結果：流速は径5mmの超小型プロポラ式流速計、および一部の測点では方向ホットフィルム流速計を用いて計測を行った。前者はタフトにより主流流向を知りプロポラ軸を一致させるようにしている。

図-3はプロポラ式による河床から1cm高さの流向、流速分布の一例である。測定の深さによる流向、流速の差異は上流の混合領域付近で存在するが、検査断面(No.28)では微小であり現象は二次元的である。また検査断面における乱れ強度の分布は右岸ほど大きくなっていて、混合領域の位置には関係しない。

図-4は断面内流量の分布を表わすもので、 $M = \bar{u}h$, $\bar{u}$ ：x方向平均流速, h：水深, および $\beta = Q/B$ である。図(a)は同一ケースの断面による分布の相違を示しており、下流ほど分布のひずみは大きい。(b)はiの異なる検査断面における分布の比較であるが、iが大きい程均一分布に近づくようである。この場合もθ, kおよびWによる相違は明確ではない。検査断面ではすばに混合をもたす要因はすべて失われれていると考えられる。

図-5はA点からxおよびy方向にそれぞれ5cm離れた測点におけるホットフィルムによる平均流速と流向の結果を示す。測定の高さは水深より2cmでケースはθ/k=1/2の場合の比較であるが、kは流向、Wは流速値に直接影響する。主流直交方向の乱れ強度はWが大きいほど値は小さいが、流速を無次元化した値は0.06~0.15の範囲にあり、特にWによる差は見られない。

4. おわりに：混合領域の幅の広がり、最初の本川と支川の水塊が接触する点における不規則な変動によっておこり、領域の弯曲部では表面と水底の流向の差異によって多少は増加する。角部から本川水路幅の1.5倍以上下流では流量分布の弛緩にともなうy方向流速成分によるものだけになると考えられる。

2次元モデルで、角部での流向変動を与えた計算例については発表の予定がある。

最後に、御指導を賜りました大阪大学室田明教授に深く感謝の意を表します。

[参考文献]

1) 多田他：合流部における不定流の一次元数値解析法について、関西学議、'83, 5月。

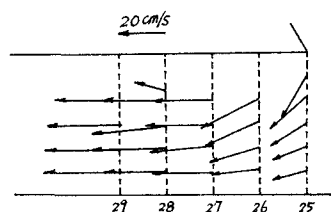


図-3 流速分布

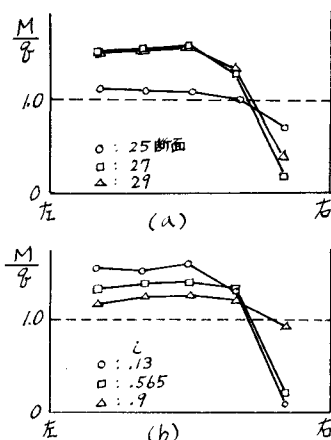


図-4 流量分布

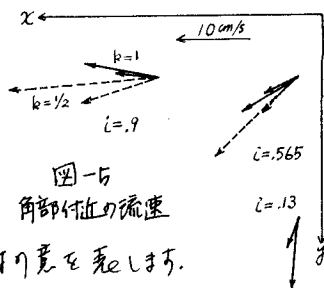


図-5 角部付近の流速