

建設省土木研究所 正員 藤田 光一
 建設省土木研究所 正員 橋本 宏
 建設省土木研究所 正員 浅野 富夫
 建設省土木研究所 正員 坂野 章

1. はじめに

複断面河道においては低水路の流れと高水敷上の流れが相互干渉し複雑な流況を示すことが知られている。この現象を疎通能力の算定という河川工学的観点から見ると、断面分割法による粗度係数の予測がこの相互干渉による損失の増加によってどの程度有効性を失うかを実河川について調べる 것이重要と考えられる。そこで本研究では、実河道に近い形状を持つ実験水路において複断面河道の合成粗度係数と水深との関係を調べ、相互干渉が粗度係数に与える影響について検討した。

2. 実験の内容

実験の対象としたのは図1の断面形状を持つ直線の複断面河道である。断面形を実河川の形状に近いものとするため、全国一級河川の主要区間における複断面河道の平均的な断面

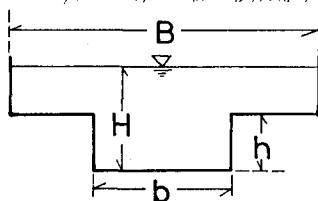


図1 複断面形状

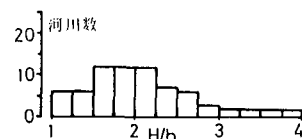


図2 実河川における低水路水深と低水路深さとの関係

断面形を調べたところ、図3の白丸及び図2に示す結果が得られた。図3よりb/hの平均値は約30であり従来行なわれている複断面河道実験の多くはこの値よりはるかに小さいことがわかる。図3の黒丸は、上記の結果を参考にして設定した実験水路の断面形状である。図中の数字は実験No.を表す。実験No.1～13まではB=300cm、河床勾配I=1/1000とし、河床はベニヤ板で製作した。実験No.14, 15はそれぞれB=610, 420cm、I=1/3600であり河床はモルタルで造られている。実験では、まず低水路と高水

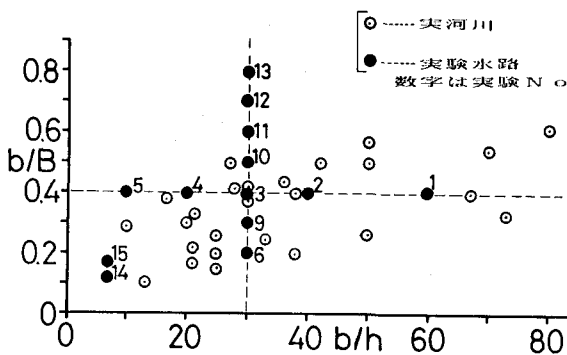


図3 実河川と実験水路の断面形状

敷別々に通水し低水路と高水敷の粗度係数 m_e, m_f を求めておき、次に複断面河道について低水路水深の3倍までの数種の水位について流量を求めた。実験No.1～13では全長50mの水路を用い上流端13m、下流端10mを除いた27mの区間で3mおきに水位を測定した。実験No.14, 15に用いた水路は固定床河川模型の一部であり、水位は4mおきに3点測定している。なお、高水敷に粗度付けをしておらず低水路と高水敷の粗度係数はほぼ等しい。低水路の粗度係数は実験毎に少し異なるが、その平均値は実験No.1～13が0.0095、実験No.14, 15が0.034であった。

3. 合成粗度係数と低水路水深との関係

合成粗度係数 m とは、水位の縦断変化と流量の関係から水位現定点間ごとの粗度係数を不連続の式から逆算し、それを縦断方向に平均して求めた。なお径深計算法には井田法(①式)を用いた。図4に得られた粗度係数と低水路水深(縦断平均)の関係の代表例を示す。それぞれ m_e, m_f で無次元化してある。図中の実線は、径深の計算法に井田法を用い低水路と高水敷それぞれの粗度係数 m_e, m_f から断面分割法により求めた合成粗度係数で

$$\text{径深 } R = \left(\frac{1}{A} \sum_{i=1}^n R_i^{\frac{3}{2}} \cdot A_i \right)^{\frac{2}{3}} \quad \text{--- ①}$$

R_i, A_i : 各分割断面の径深と河積
 A : 全断面の河積

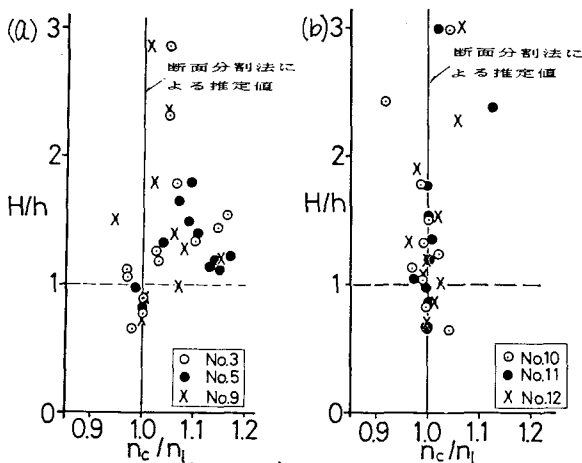


図4 低水路水深と合成粗度係数との関係

ある。実験結果から、 $m \sim H$ 関係には2つのタイプがあることが明らかとなった。第一は、高水敷に水がのると合成粗度係数が断面分割法による推定値よりも大きくなり、さらに低水路水深が大きくなると再び推定値と実験値が近づく図4(a)に見られるタイプである。第二は、図4(b)に見られるように断面分割法による推定値と実験値がほぼ一致するタイプである。前者では、高水敷流と低水路流の相互干渉による抵抗の増加が合成粗度係数の増加となって現われているものと考えられる。図5に相互干渉による粗度係数の増加が見られる断面形状と見られない断面形状を分類して示す。この図から、相互干渉の影響が合成粗度係数に及ぶのは、 b/B が小さい形状であることがわかる。図5と図3の比較から実河川の複断面形状の一部には相互干渉による合成粗度係数の増加が起こりうると考えられる。

4. 混合係数 f の評価

②式のように低水路流と高水敷流の間に働くセン断力を流速³⁾の自乗に比例すると考えると、低水路流と高水敷流の力のつり合いを考慮することにより相互干渉の影響を考慮した合成粗度係数推定式が得られる。図6は、本実験のうち相互干渉の影響が粗度係数に顕著に現われたNo. 3, 5, 9について f 値を逆算し H/h との関係で示したものである。この図より逆算 f 値にはかなりバラツキがあるものの、 10^{-1} のオーダーであり平均は0.2程度であることがわかる。この値は石川らによる平面セン断流の実験から得られた値よりも1オーダー大きい。この原因については、境界での段差の影響と考えられるが、現段階で断定することはできない。図7は、 f 値の代表として0.2を用いて計算した合成粗度係数の推定値を実験値と比較したものであり、両者は概ね一致している。したがって、相互干渉による粗度係数の増加は、ここで示した方法によって実用的には予測可能と考えられる。

【参考文献】

- 1) 井田至春：広巾員開水路の定常流，土木学会論文集第69号，1960。
- 2) 複断面河道に関する資料集，土木研究所資料第166号，1981。
- 3) 山崎・石川・金丸：開水路平面セン断力に関する実験的研究，第39回講義，1984。

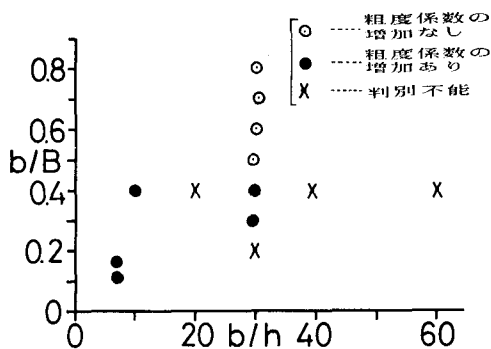


図5 相互干渉による粗度係数増加の有無と河道形状との関係

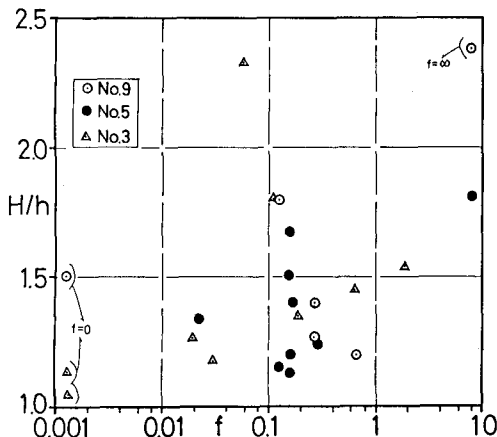


図6 逆算した f 値と H/h との関係

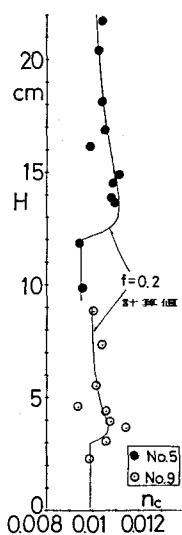


図7 計算値と実験値の比較