

複断面開水路のせん断応力分布特性

大阪大学工学部 正 員 室田 明

福井大学工学部 正 員 福原 輝幸

大阪大学大学院 学生員○勢田 昌功

1. まえがき；複断面開水路流れの水深と流量の関係をみると、高水敷の粗度係数の大きさにより、その変化傾向が異なる。¹⁾ この傾向を把握するためには、複断面流れでの水理諸量の特性を知る必要があり、なかでも壁面せん断力特性は重要と考えられる。本文は高水敷の粗度係数が低水路のそれと同じ場合におけるせん断力特性を、低水路部高水敷部の流量特性と合せて実験的に検討したものであり、得られた知見を報告する。

2. 実験方法；実験は図-1に示すような複断面水路区間 20m

で行なった。高水敷は低水路と同じ滑面で、粗度係数は0.01である。実験では、低水路部高水敷部それぞれの流量を求めるため、断面内流速分布をプロベラ流速計で詳しく測定した。さらに同実験ケースにおいて、壁法則を用いてせん断応力分布を求めるため、1方向成分のホットフィルムを使用して壁面近傍の流速を計測した。計測精度はホットフィルムによるせん断力と、図-1；実験水路水路勾配から計算されたせん断力との一致より保証される。

3. 実験結果および考察；図-2,3にせん断応力分布図を示す。それぞれ、相対水深 H/D が1.13, 1.61の場合であり、値は低水路部高水敷部それぞれの平均せん断応力 $\bar{\tau}_m, \bar{\tau}_f$ によって無次元化されている。両図をみると相対水深の違いにより、大きく分布特性が変化することが知れる。相対水深が小さい場合、高水敷底面の分布は高・低水路接合部に向って単調増加し、低水路側壁は接合部上方端で極端に減少しているのがわかる。それに対して、相対水深が大きい場合は、そのような傾向は弱まり、高水敷底面では接合部の少し内側で極大値が現れるようになる。高水敷上の分布形状におよぼす相対水深の影響を示したものが、図-4である。図中、横軸は相対水深であり、縦軸は接合部先端でのせん断応力 τ_f と、低水路からの影響が最も薄れた領域でのせん断応力 τ_{f0} との比 τ_f/τ_{f0} である。同図にはRajaratnam²⁾の値も併示されている。相対水深が大きくなるに従い、 τ_f/τ_{f0} の値は小さくなり、1近くに収斂する

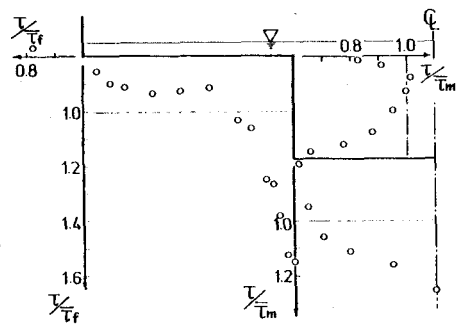
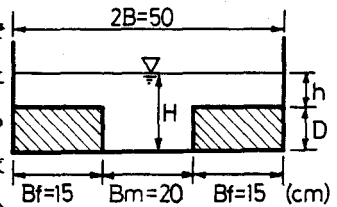


図-2；せん断応力分布

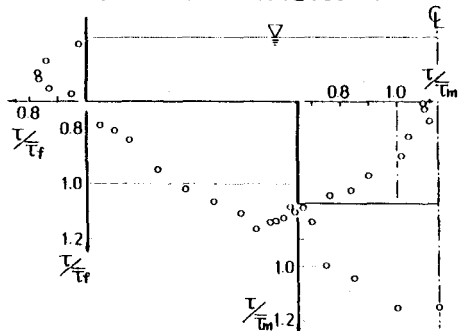


図-3；せん断応力分布

ことが知れる。これより、相対水深が大きくなれば、低水

路高水敷間の流れの相互作用は弱まることが推察される。

また、低水路底面でのせん断応力分布は高水敷底面での分布ほど相対水深による特徴的な変化は見受けられない。図-5は低水路底面のせん断応力に及ぼす流れの相互作用の影響を調べたものである。縦軸の τ_{m0} は低水路底面中央での壁面せん断応力であり、全平均壁面せん断応力 $\bar{\tau}$ で無次元化した値を示している。本実験値は Ghoshらと同程度の値を取り両者共、Myersら³⁾の片側複断面における値よりも大きい。

これより、高水敷低水路間の流れの相互作用は壁面せん断応力分布を歪ませるように働くことが知れる。また、相対水深が増大するにつれて、 $\tau_{m0}/\bar{\tau}$ は小さくなっており、壁面せん断応力分布の歪も減少することがわかる。

次に、低水路部高水敷部それぞれの平均せん断応力の検討を行う。矩形断面の場合、その平均せん断応力は平均流速およびマニング係数の2乗に比例することが知れている。ここで複断面流れに対しても、この抵抗特性が適用できるかどうかを試みる。複断面流れにおけるそれぞれの部分の径深を定めるにあたり、潤辺の長さとしては実際の壁面長を、断面積としては低水路高水敷を鉛直境界線で分離された領域の面積をそれぞれ用いて、以下に示す式と実際の $\bar{\tau}_m, \bar{\tau}_f$ との比較を試みた。

$$\tau_m = \frac{\rho g n_m^2 U_m^2}{R_m^{1/3}} \quad \left(R_m = \frac{A_m}{B_m + 2D} \right) \quad (1)$$

$$\tau_f = \frac{\rho g n_f^2 U_f^2}{R_f^{1/3}} \quad \left(R_f = \frac{A_f}{B_f + h} \right) \quad (2)$$

図-6,7は計算値と実測値とを比較したものである。なお、図中にはKnight⁴⁾による結果も示されている。同図からわかるとおり、低水路と高水敷の粗度係数が同じ場合にはこの両値はよく一致しており、(誤差は±5%以内) 式(1),(2)の平均せん断応力の近似が妥当であると言える。この結果は、昨年度の本報で提案したように、鉛直境界線を低水路の潤辺に加えるような断面分割法(断面分割法Ⅱ)が、H-Q 曲線と最も良く適合するとの結果を裏付けるものである。

参考文献：1)室田・福原，昭和60年度関支，2)Rajaratnam ASCE 1979 3)Myers ASCE 1975 4)Knight ASCE 1984

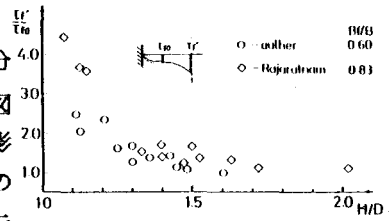


図-4

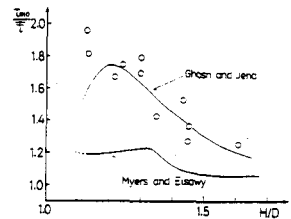


図-5

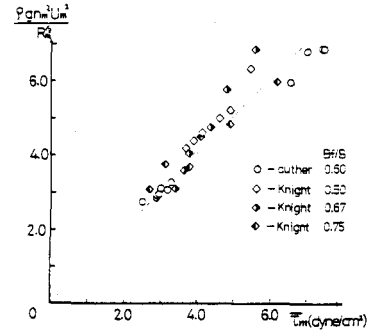


図-6；低水路

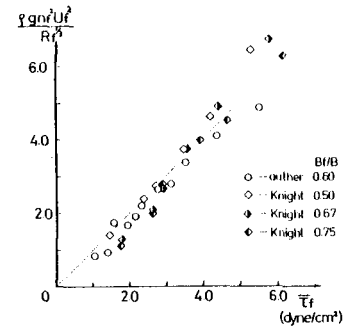


図-7；高水敷