

低水路と高水敷における浮遊砂の交換機構

京都大学防災研究所 正員 芦田和男
 京都大学防災研究所 正員 藤田正治
 京都大学大学院 学生員 劉 炳義
 神戸市 正員 ○田中孝昌

1. まえがき 高水敷における浮遊砂の堆積現象は河川の維持管理上重要な問題である。本研究では、浮遊砂の低水路から高水敷への輸送、特に低水路と高水敷の間の浮遊砂の交換機構を解明するために、複断面直線水路における平均流速分布、浮遊砂濃度の横断分布、横断方向の浮遊砂の拡散係数の分布について詳細な実験より議論する。

2. 実験の概要 実験はfig.1のような幅40cm、長さ8m、勾配1/673の水路を用いて行った。高水敷の幅は20cm、高さは2cmである。流速測定には直径3mmのプロペラ流速計を使用した。実験条件はTable 1に示すとおりである。なお、浮遊砂濃度の測定実験についての詳細は参考文献¹⁾を参照されたい。

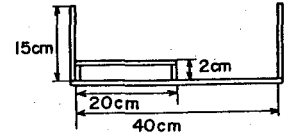


fig.1 実験水路の断面図

3. 平均流速および浮遊砂濃度の横断分布

fig.2はCase3の図中に示す高さにおける平均流速の横断分布を示したもので、流速が高水敷上の低水路との境界から若干離れた地点で極大値をとっていることがわかる。この傾向は今本・石垣²⁾らの研究の結果と一致するものであり、相互作用領域に生じる二次流が下降流となる地点で極大値が生じるものと思われる。浮遊砂濃度の横断分布の実験結果はfig.3に示されているが、低水路では濃度が境界から若干離れた地点で極小値をとり境界付近で極大値をとることがわかる。これも流速分布の場合と同様に境界付近の渦によるものと思われる。

Table.1 実験条件

CASE	高水敷高 (cm)	流量 Q(litter/sec)	低水路水深 h (cm)	高水敷水深 H (cm)	スケルザー勾配 I
1	2.0	1.92	2.92	0.92	1/609
2	2.0	4.85	4.45	2.45	1/592
3	2.0	7.06	5.21	3.21	1/574

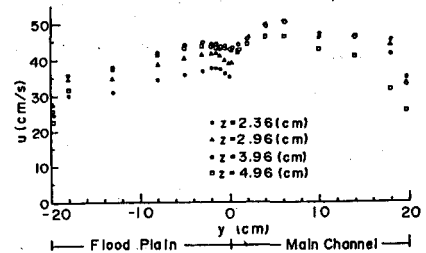


fig.2 Case3の流速分布

4. 横断方向の拡散係数 高水敷と低水路との相互作用領域内で水平方向の渦動粘性係数 ε を横断方向および鉛直方向に一定とし、山崎・石川・金丸³⁾の研究と同様に運動方程式から横断流速分布を求め、この結果をもとに ε を求めると、

$$\varepsilon = (\gamma^2 h / 2) \Delta u^2 \{ (\sqrt{u_1} + \sqrt{u_2}) / u_* \}^2 \quad (1)$$

となる。ここに u_1 、 u_2 ：相互作用領域外の低水路および高水敷の鉛直平均流速、 γ ：係数(ここでは約0.03)、 h ：高水敷の水深である。実

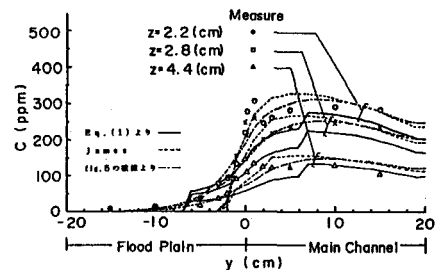


fig.3 濃度の横断分布

Kazuo ASHIDA, Masaharu FUJITA, Heigi RYU, Takamasa TANAKA

験結果を用いて(1)式から ε を求め、Table 1の各ケースについて鉛直平均流速の横断分布を計算すると、fig. 4に示すようになる。計算値は境界付近では多少実験値と異なるが全体的にはほぼ一致している。

そこで、次に横断方向の砂粒子の拡散係数 ε_y と ε と等しいものとして、 ε_y について検討する。 ε_y を支配すると思われる因子として横断方向の平均水深 H_m 、低水路と高水敷の流速差 ΔU 、無次元高水敷高さ Δ/H (H : 低水路の水深)が挙げられるが、 ε_y をこれらの関数として一般表示できるかが問題である。そこで、Table 1の各ケースに対して(1)式をもとに ε_y を求め、 $\varepsilon_y/H_m\Delta U$ を Δ/H をパラメータとして表示するとfig. 5のようになり、 $\varepsilon_y/H_m\Delta U$ は Δ/H とともに増加する傾向があることがわかる。(1)式によると $\varepsilon_y/H_m\Delta U$ は抵抗係数 U_1/U_* 、 U_2/U_* とも関係があり、fig. 5に示した $\varepsilon_y/H_m\Delta U$ の一般性については問題であるが、本実験の範囲では0.12~0.22である。また参考のためJames⁴⁾による ε_y の値をCase 3の条件に則して示しているが、本実験は側壁の影響が強いため、Jamesの値とはかなり異なっている。

(1)式による ε_y を用いてCase 3の平衡濃度分布を計算し、実験値と比較するとfig. 3のようになる。計算値は実験値をおおよそ表しているが、特に二次流の効果の顕著な境界付近であまり適合していない。Jamesの ε_y を用いて計算した結果は ε_y の値が全体的に小さいため、浮遊砂は高水敷奥深くまで十分に拡散せず、実験値と一致しない。濃度分布の実験結果から逆に ε_y の横断分布を求めるとfig. 5の破線のようになる。(計算の整合性はfig. 2に示すとおりである。)したがって、fig. 2に示すような濃度分布を説明するためにはfig. 5の破線に示すように境界付近で ε_y が極大値をとり、低水路、高水敷の両方に急減するような ε_y の分布を考える必要がある。fig. 5のように(1)式をもとに計算した ε_y の値は濃度分布から逆算したものとほぼ一致し、それをもとに計算した濃度分布は実験値とおおよそ適合する。しかし、精度よく濃度分布を計算するためには ε_y を横断方向に一定とせず、fig. 5の破線のように横断方向の分布を考慮する必要がある。

5. あとがき 横断方向の拡散係数 ε_y の横断分布について一般的な議論をするのは現段階では難しい。今後低水路と高水敷における浮遊砂の交換機構をさらに一般化するためには、境界付近の流れの特性を明らかにして ε_y の横断分布性状を解明していくことや、二次流を定量的に評価することが必要であろう。

参考文献 1) 芦田・藤田・劉・田中; 62年度関西支部年講投稿予定 2) 今本・石垣; 第27回水理講演会論文集pp.61-66、1983年 3) 山崎・石川・金丸; 第39回年次学術講演会概要II-237、1984年 4) James; Journal of Hydraulic Research, Vol. 23 pp. 435-452、1985年

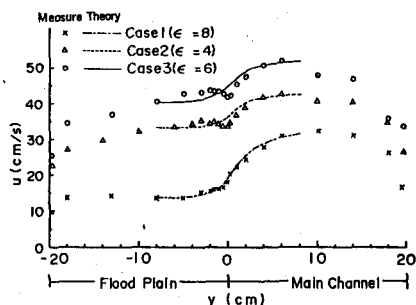


fig. 4 鉛直平均流速

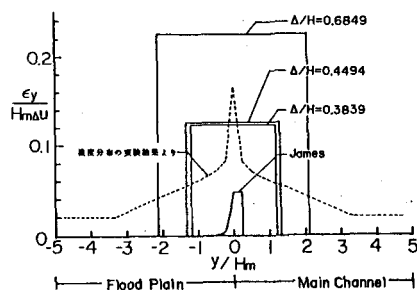


fig. 5 ε_y の横断分布