

河床波上の浮流砂濃度および乱れに関する 実験的研究

九州大学工学部 正 員 平野宗夫

九州大学工学部 正 員 大本照憲

九州大学工学部 学生員○山口正久

九州大学工学部 学生員 寺尾 豊

1. まえがき

広長方形開水路流れには、乱れが幅方向に非一様分布のために起こる二次流（Prandtlの第2種二次流）が存在する。河床が粗面の場合には、この二次流は水深スケールの直径を有する並列した縦渦群として比較的安定した形態を取り、水路横断面内の運動量および物質の輸送に大きく寄与することが知られている。また、移動床流れにおいてはSand ribbonsと呼ばれる縦筋が主流と平行に規則的に形成され、縦渦と縦筋の相互作用のかなり強いことが示唆されている。本研究は、縦渦が十分に発達した固定床粗面流れに上流より幅方向に一樣に珪砂を供給し、流速と濃度を同時、同一地点にて計測を行い、流速と浮流砂濃度の変動特性について考察し、縦筋と縦渦の相互作用について検討を加えるものである。

2. 実験方法とデータ処理

実験水路は、長さ8m、幅30cmの亚克力樹脂製可変勾配水路である。河床には粗度板として中央粒径 $d=2.9\text{mm}$ のポリスチレン粒子を張り付けた金属板が敷かれて、水路上流には、幅方向に一樣で定常給砂の可能な供給装置が取り付けられている。計測は、縦筋が十分に発達し安定した時点で、流速にはコニカル型ホットフィルム流速計を濃度の測定には光学式濁度計を用いて行われた。

流速計、濁度計からの出力電圧は一旦データレコーダに記録し、サンプリング周波数75HzでAD変換したのち各々4096個のデータを統計処理した。

3. 実験結果とその考察

実験は流量 $Q=4.82\text{l/s}$ 、水深 $H=3.16\text{cm}$ 、勾配 $1_p=1/200$ 、が同一の水理条件の基で、濁水流と清水流において行われ、その結果が以下に述べられている。図-1は、縦筋と縦筋の中間部及び縦筋上における平均流速の鉛直方向変化をプロットしたものである。縦筋は水路両端及び $z=2, -5\text{cm}$ （ここに、 z 軸は、水路中央より右岸方向に、 y 軸は河床より鉛直方向にとる）の位置であった。従って、グラフは縦渦の上昇流と下降流の卓越する位置での流速を表している。 $z=-1.5\text{cm}$ の位置では主流方向の流速の最大値は水面よりもやや下であることが窺える。 $y=16\text{mm}$ における平均流速の幅方向の変化をプロットしたのが 図-2である。目視観察による縦筋発生位置と流速の極小値の位置

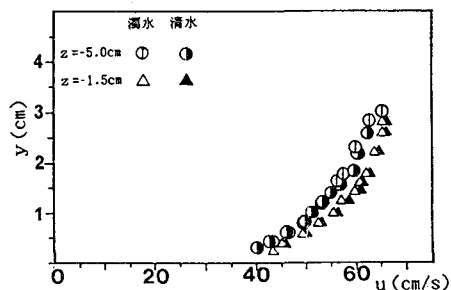


図-1 流速の鉛直方向分布

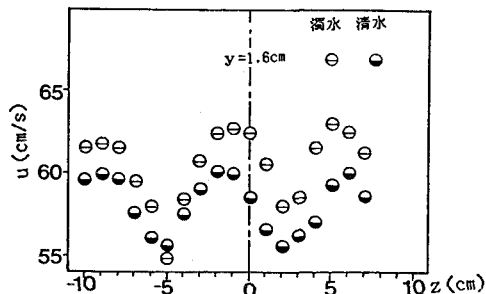


図-2 流速の幅方向分布

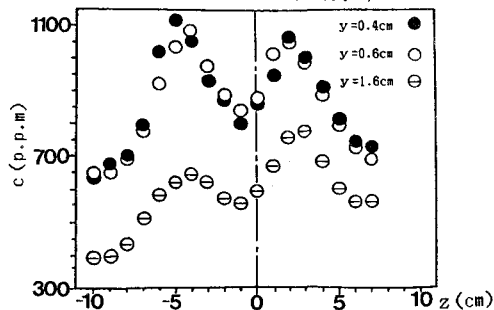


図-3 濃度の幅方向分布

は一致し、流速は縦筋上で急激に減少することが認められた。又、清水と濁水では濁水の方が変化の大きいことから縦筋は縦渦を安定させると考えられる。

図-3に $y=4, 6, 16\text{mm}$ における濃度の幅方向の変化を示す。流速の変化と濃度の変化が負の相関をもつことが見られる。 $y=4.0\text{mm}$ で濃度の最大値および最小値は各々、 1120p.p.m および 630p.p.m であり縦筋の存在する流れにおいては濃度が幅方向に大きく変化することがわかる。縦筋と縦筋の間において濃度の極小値があまり低下していないのは、目視観察より、縦筋が幅方向に 1cm 程度で揺れていることが認められ、これが原因と考えられる。

図-4に流速の乱れ強さが幅方向に変化する様子を示す。乱れの強さが極大となるのは、 $z=2, -5\text{cm}$ の縦筋の発生した箇所、図-2に示す流速が極小となる位置である。又、浮流砂流の方が、清水流に比べて、乱れの強さは小さくなる傾向にある。

図-5は濃度の変動の標準偏差を幅方向にプロットしたものである。 $z=2, -5\text{cm}$ の位置で極大値をとり、縦筋の発生した箇所標準偏差が極大となっている。

流速の歪度の幅方向変化を示したものが図-6である。流速の幅方向変化を参照すれば、縦筋と縦筋の間では歪度の絶対値は大きく、縦筋上では小さくなっている。

濃度の歪度の幅方向変化を示したものが図-7である。流速の歪度は負の値を取るのに対して、濃度の場合は正の値をとる。又、流速の歪度の場合と同様に濃度の幅方向変化を参照すれば、縦筋と縦筋の間では歪度の絶対値は大きく、縦筋上では小さくなっている。

◇参考文献

- 1) Vanoni, V.A. (1946), ASCE, 111, P. 67
- 2) 祢津, 中川, (1986) 第41回年次講演会概要集第2部 PP. 317
- 3) 平野, 大本 (1986) 第30回水理講演会論文集 PP. 619~624
- 4) 中川, 祢津, 富永 (1981) 土木学会論文集 No. 312 PP. 93~105

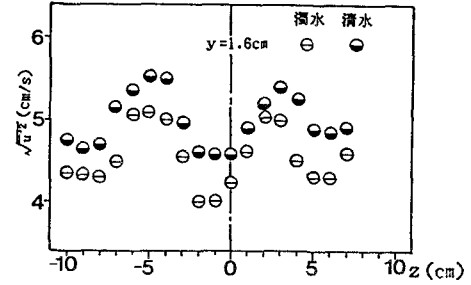


図-4 乱れ強さ $\sqrt{u'^2}$ の幅方向分布

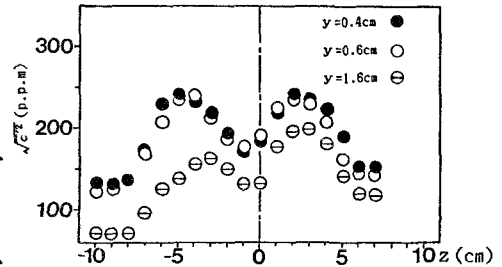


図-5 乱れ強さ $\sqrt{c'^2}$ の幅方向分布

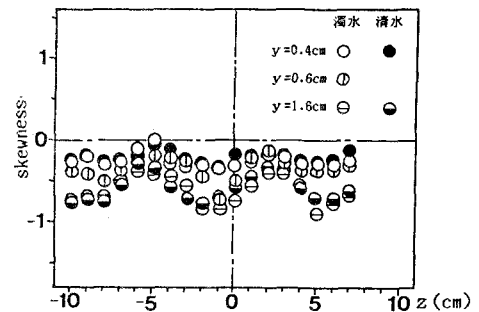


図-6 流速の歪度の幅方向分布

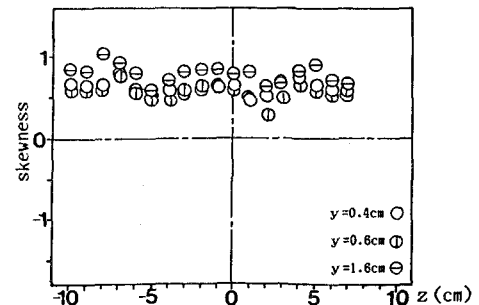


図-7 濃度の歪度の幅方向分布