

## II-220 矩形断面開水路流れにおける浮遊砂の濃度分布について

九州工業大学大学院 学生員 ○田中 孝

九州工業大学工学部 正会員 藤崎 一裕

## 1. 序

開水路内の流れに関しては、これまで多くの理論的・実験的検討がなされてきた。しかし、水路内の沈降性粒子の挙動については、著者らの知る範囲ではまだ十分な調べがなされておらず、開水路内の流況解析で得られた成果を、濁質を含む流れに応用することは、浮遊砂輸送問題解明のための手段として必要かつ有効な手法と考えられる。そこで本研究は、懸濁粒子が移流、乱流拡散に加えて断面内二次流、沈降の作用により水路内でどのような挙動をしているかを調べることを目的とし、アスペクト比の影響による粒子の挙動について検討した。また、乱流モデルに N-R 代数応力方程式モデルを用いた数値計算による現象の再現性についても検討した。

## 2. 実験装置および方法

実験には幅 40cm、長さ 8m のガラス製矩形断面開水路を用いた。水中ポンプにより濁水を循環させ、上流端より 6m の地点にて断面内の流速分布及び濃度分布を測定した。流速の測定には直径 3mm のピトー管を用いた。粒子濃度は濁水をサイフォンにより採取した後、乾燥秤量して求めた。また、粒子は嘉穂硅砂(比重 2.65)を沈降速度別に分けた 2 種類を用いた(図 1)。なお、今回行った実験条件を表 1 に示すが、B は水路幅、H は水深、 $W_0$  は粒子平均沈降速度、I は水路床勾配、 $U_*$  は摩擦速度、 $Z=W_0/(\kappa U_*)$  ( $\kappa$ :カルマン定数)である。

表 1 実験条件

| No. | B(cm) | H(cm) | $W_0$ (cm/s) | I      | $U_*$ (cm/s) | Z     |
|-----|-------|-------|--------------|--------|--------------|-------|
| 1   | 10    | 4.3   | 3.3          | 1/735  | 2.39         | 0.344 |
| 2   | 30    | 4.3   | 3.3          | 1/735  | 2.39         | 0.344 |
| 3   | 40    | 9.2   | 0.008        | 1/1000 | 3.00         | 0.007 |

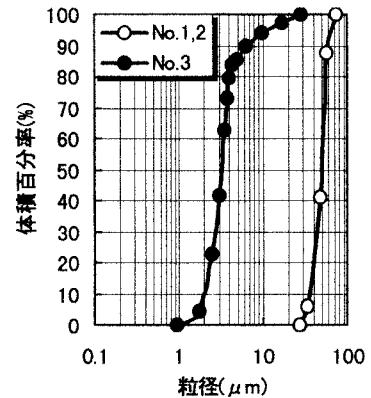


図 1 粒度分布

## 3. 実験結果および考察

図 2, 3 にはアスペクト比を変化させた場合の計算値と実験値を比較したものを示している。図 2 は流速分布、図 3 は濃度分布である。それぞれ(a)にはアスペクト比  $B/H=10/4.3$ (No.1)、(b)には  $B/H=30/4.3$ (No.2)における結果を示している。また、これらの図の縦軸は水路床から鉛直方向の距離、横軸は水路中央からの距離である。これらの図から(1)アスペクト比が減少すると、側壁近くでは水路幅方向に濃度分布が一樣となっている。(2)水表面で低濃度域が生じている。(3)濃度分布における側壁の影響は水深の 2 倍程度まで及んでいることが確認できる。また、これらの図によると全般に計算値は実験値をほぼ再現しており、ここで用いた数式モデルが現象の概略の考察に利用できると考えられる。

図 4 には、各アスペクト比による二次流ベクトルの計算値を示している。まず、これらの図によるとアスペクト比が減少すると二次流の影響は水路中央にまで及んでいることが確認できる。次にこの図に基づいて粒子挙動を考えると、水路上半部では側壁に達した二次流は粒子沈降により濃度を減少させながら水表面部を水路中央部へと移動し、やがて下降流となる。一方、水深の深い部分では二次流は底部の角に向かいこの部分に高濃度域を形成するが、コーナー部に集積した粒子も側壁に沿った上昇流と、水路床近傍を中央部へ

キーワード：矩形断面開水路流、浮遊砂、二次流、濃度分布

連絡先：〒804-0015 北九州市戸畑区仙水町 1-1 Tel.(093)884-3000 Fax(093)884-3100

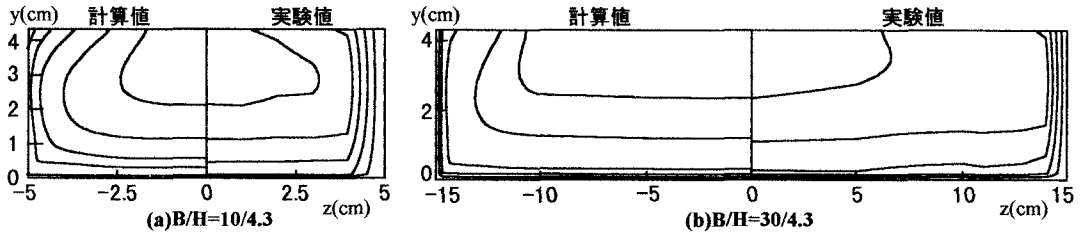


図2 流速分布

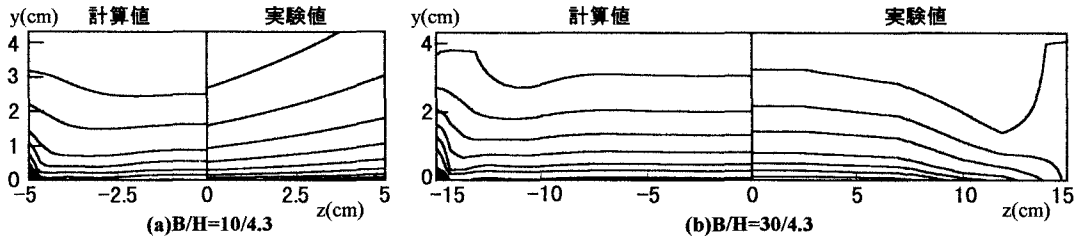


図3 濃度分布

と向かう流れにより再配分される。

図5には、混合砂における濃度分布の計算値と実験値を比較したものを示している。これは、数値計算モデルの応用として、表1のNo.3の条件の下、混合砂において実験・計算を行った。計算方法としては、まず粒度分布を4つに区切り、それぞれの平均粒径での計算を行い、最終的な濃度分布はそれぞれの区分の体積百分率より足し合わせて得る。この図より、実験の精度や計算にあたっての仮定を考慮すると、計算値は実験値に近く、ほぼ再現しているといえる。

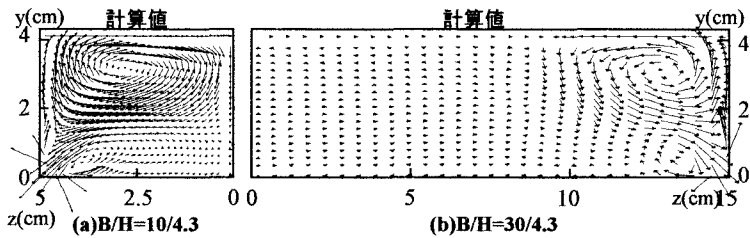


図4 二次流ベクトル図

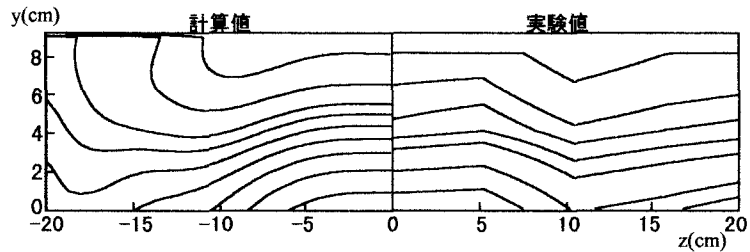


図5 混合砂における濃度分布

#### 4. 結論

本研究では、矩形断面開水路流れにおける浮遊砂の濃度分布について考察した。その結果、1)アスペクト比が減少すると、二次流の影響は水路中央にまで達し、水路幅方向に濃度分布は一様となる。2)二次流の下降流により水表面では低濃度域が生じている。3)二次流の濃度分布に及ぼす影響は側壁から水深の2倍程度にまで達している。

本研究におけるN-R代数応力方程式モデルを用いた解析方法は、多少のずれを除けば実験値を再現するのに有効である。また、混合砂における濃度分布の計算値は、重みによる足し合わせで求めることができた。最後に、本研究に協力された本学4年次生の松尾洋樹、水田健太郎の両君に感謝します。