

愛媛大学大学院 学生員○玉井祐一  
愛媛大学工学部 正会員 鈴木幸一  
愛媛大学工学部 正会員 門田章宏

## 1. はじめに

本研究は, ASMを用いた数値計算によって堆積層を伴う場合を含めた管路断面内の流れ構造を記述することを試み, その結果として流れのエネルギー勾配や砂面掃流力を直接計算して流れの抵抗と堆積掃上の掃流砂量を評価しようとするものである. また, ASMによって得られたレイノルズ応力から, 評価したせん断応力と径深分割法によるせん断応力との比較によって, 径深分割法の妥当性を考察する.

## 2. 計算解析手法および計算条件

代数応力モデルは, 複断面流れへの適用のため開発された河原の方法<sup>1)</sup>に準ずることとする. 今回の計算では, 図-1 のような差分格子を用いて円管の対象軸で区分される半断面について計算を行った. 管路壁面は滑面とし, 堆積層表面は砂礫で規定される粗面として扱い, これらの境界では, 平均流速およびその他の乱流諸量に関して対数則を設定した. 一方, 径深分割法の考え方は, 管路内に砂礫堆積層が形成された状態で水が流れる場合, その全抵抗は管壁面と砂礫面という異なった抵抗特性を持つ二種類の境界面での抵抗が合成して現れるということを基にしている.<sup>2)</sup> 計算条件は, 堆積層厚さ  $h_s$  を6ケースについて, 堆積層表面の粗度  $k_s$  を3ケースについて, 合計18ケースの計算を行った. 本報告では,  $h_s$  の大きさによる影響についてのみ述べることにする.

## 3. 計算結果

図-2 は, 代数応力モデルによる計算で得られた乱流特性量のうち, 主流方向流速  $U$ , 二次流  $(V, W)$  ベクトルの分布, およびレイノルズ応力  $-\overline{uv}$  の分布を示したものである. 堆積層厚が大きいかほど主流方向流速  $U$  の最大流速点は上方に位置しているが, 相対的にはほぼ相似な形を保っている. 全体的な二次流の分布では堆積層厚さの大きなケースほど十分に発達した結果を得た. ここで, 二次流のオーダーを確かめるために, 実際の二次流の大きさを調べてみたところ, 二次流の値は  $U$  の値の実に約  $2 \times 10^{-4}$  であり, ごく小さいことが分かる. 二次流そのものが以下に述べるせん断応力分布に及ぼす影響は小さいものと考えられ, 通水断面積の形状そのものが大きく影響を与えるものと考えられる. また, レイノルズ応力  $-\overline{uv}$  の分布図から摩擦速度  $u_*$  を評価するためにレイノルズ応力の鉛直方向分布  $-\overline{uv}(y)$  を用いた. 図-3 は, 評価した摩擦速度  $u_*$  を用いて, 掃流力  $\tau_*$  を粗度

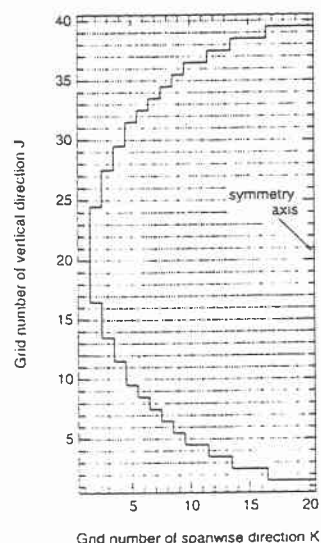


図-1 差分格子

堆積層厚 0.421(cm) 粒径 0.143(cm)

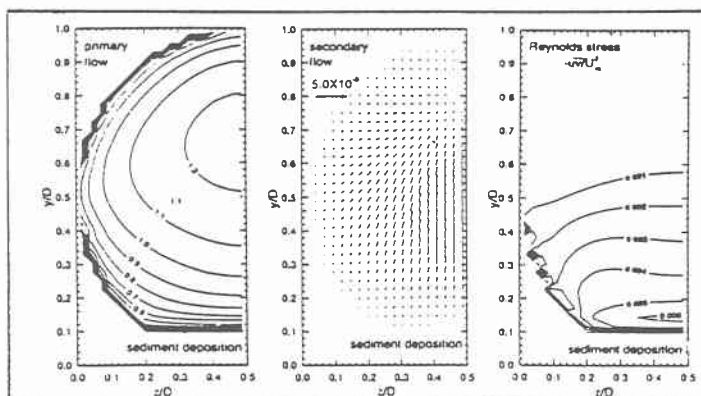


図-2 主流方向  $u$ ,  $(v, w)$  ベクトルおよび  
レイノルズ応力  $-\overline{uv}$  の分布図

の変化で表したものである。なお、比較のために図中の実線で、径深分割法で評価した $\tau_*$ の値を併示した。堆積層表面上の管路壁面付近で、径深分割法で評価した値と差がでていることが分かる。図-4 は、掃流砂量 $q_s$ を粗度の変化で表したものである。これも比較のために径深分割法の値を実線で示した。これもまた、堆積層表面上の管路壁面付近で、径深分割法で評価した値と差がでていることが分かる。図-5 は径深分割法と ASM による結果との差を標準偏差(r.m.s)として表したもので、堆積層厚の変化に対して表したものである。堆積層が大きいほど、かつ粗度が大きいほど径深分割法との差が大きいことが分かる。

堆積層厚 1.579(cm) 粒径 0.143(cm)

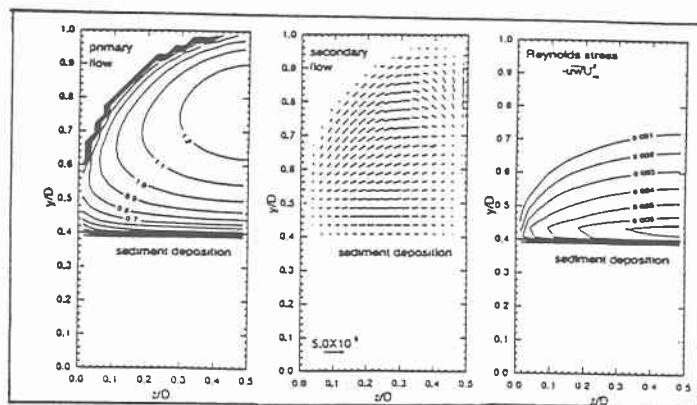


図-2 主流方向  $u$ ,  $(v, w)$ ベクトルおよび

レイノルズ応力  $-uv$  の分布図

堆積層厚 1.579(cm)

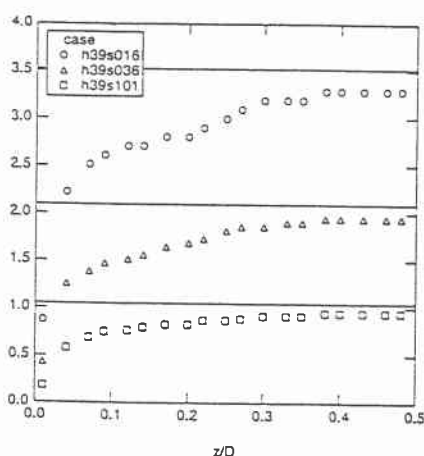


図-3 掃流力 $\tau_*$ の横断

方向分布図

堆積層厚 1.579(cm)

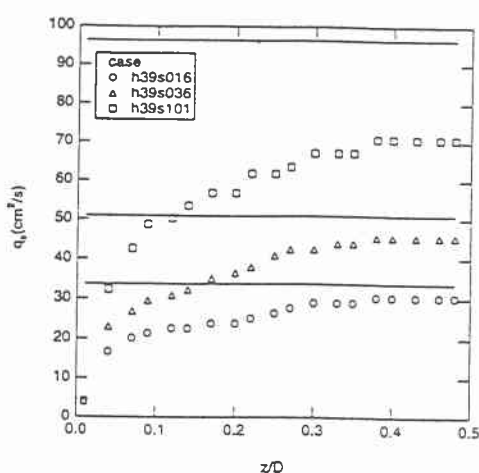


図-4 掃流砂量 $q_s$ の横

断方向分布図

#### 4. 結論

- ・掃流力 $\tau_*$ は粗度が小さいほど径深分割法と ASM による結果との差が大きい。
- ・掃流砂量 $q_s$ は、堆積層が大きいほど、かつ粗度が大きいほど径深分割法との差が大きい。
- ・掃流力 $\tau_*$ 、掃流砂量 $q_s$ はともに管路壁面付近で径深分割法と ASM による結果との差が大きい。

#### 5. 参考文献

- ・河原能久:複断面開水路流れの3次元数値解析と河川工学への適用に関する研究, 東京大学学位論文, 1988.
- ・那須浩平, 林泰三:堆積層を有する管水路内の流水の抵抗と流砂量について, 第26回水理講演会論文集, PP.123-131,1982

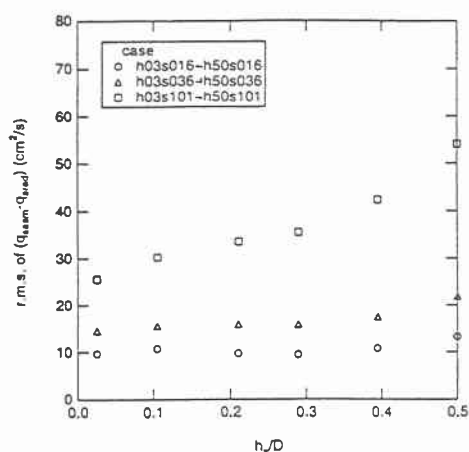


図-5 標準偏差(r.m.s)の堆積層

厚  $h_s$  の変化による分布図