

II-303

平面一層流モデルによる洪水流の数値解析

中部大学工学部 正会員 ○松尾 直規
三重県 正会員 細瀬 敏史

1. はじめに

本研究は、直交曲線座標系による平面一層流モデルを用いて実河川における洪水時の流れを数値解析することにより、河川の幾何形状が流れに及ぼす影響を明らかにし、防災機能向上に寄与する適切な河道設計のための基礎的資料を得ようとするを目的とするものである。

2. 直交曲線座標による平面二次元流れの数値モデル

本研究では、河道内を流下する洪水流を対象として、流れ方向及び幅方向の流れの挙動を取り扱う。このとき、深さ方向の水理運動は平均化される。また河川形状に応じた流れの挙動をできるだけ忠実に取り扱うために、各断面において川幅を等分割し流下方向にブロック幅を変化させる直交曲線座標系を用いて、基礎数学モデルを展開した平面一層流モデルにより解析を進める。なお、数値解析モデルについては文献1)を参照されたい。

3. 計算対象と計算条件

計算対象は、庄内川の河口より15km上流地点から22km地点までの区間及びその間に合流する矢田川の4km地点までの区間である。この河川区間には、合流部、洗堰からの分流、多目的遊水地があり、洪水時には分合流を伴う複雑な流れとなることが予想される。解析は、幅方向に遊水池部分を除き合流後で20分割、合流前で各10分割とし、2.で記述した平面一層流モデルを適用する。地形形状に関するデータは、既存の測量資料を用いる。計算は表-1に示す

表-1 計算対象洪水

計算CASE	対象洪水
CASE1	昭和50年7月洪水(7月3日9時~7月5日23時)
CASE2	昭和58年9月洪水(9月26日1時~9月30日23時)
CASE3	昭和63年9月洪水(9月24日1時~9月27日23時)

3つの洪水を対象とした。初期条件は不等流計算により得られる計算開始時点での水位及び流速を与え、境界条件としては上流端において流量を、下流端においては水位を与える。図-1にCASE1の場合の境界条件である流入量と水位の図を示す。また、新川洗堰において分流がある場合にはForchheimerの式を適用して分流量の算定を行った。

底面の摩擦応力は、

$$\tau_{bx1} = r \cdot u_1 (u_1^2 + u_2^2)^{1/2}$$

$$\tau_{by1} = r \cdot u_2 (u_1^2 + u_2^2)^{1/2}$$

で与え、

$$r = \rho g n^2 / H^{1/2}$$

とした。なお、陸地境界及

び導流堤部では、水位がそ

の天端高を越えない限り、幅方向への流速は0とする。以上の条件の下で、staggered scheme と風上差分法を用いて前進型の数値計算を実施した。

4. 解析結果とその考察結果

ここでは、表-1、および図-1に示した昭和50年7月洪水の計算例について述べる。まず、計算開始時からの水位変動の解析結果を図-2、3に示す。図-2より、増水時には上流端流量が1000m³/s以下では、図中に示す堰の影響があるが、それ以上の流量になると堰を乗り越えるようにしてその影響がなく

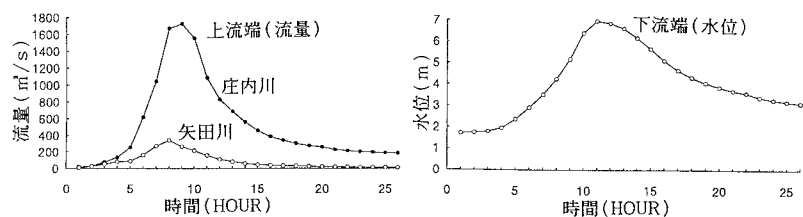


図-1 CASE1境界条件

なり、全区間で水位が上昇する状況がみられる。一方、減水期には上流端の流量が $1000\text{ m}^3/\text{s}$ 以下となっても、河道での貯留効果のために、しばらくの間は堰を乗り越えるような水面形が保たれ、水位低下は増水時の上昇と比べると緩やかとなること示されている。

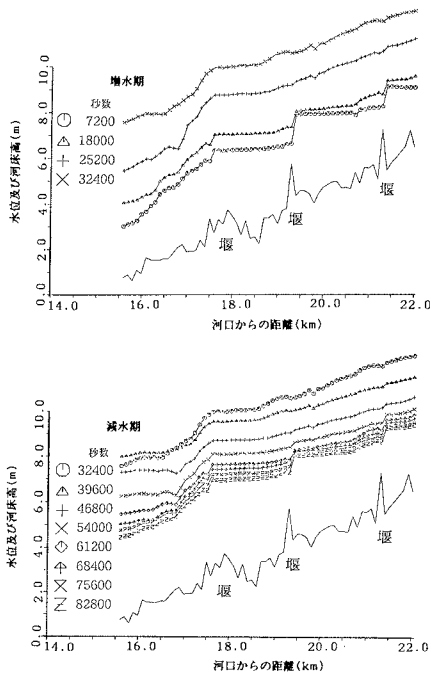


図-2 水位変動の計算例

図-3の水面分布では、水位変動とその伝播、及びその伴う流路幅の変化状況が示され、また、減水時（61200秒後）には、庄内川よりも矢田川の方が水位低下が早いことも表されている。

次に、流速分布の変化を図-4に表す。これらの図より、水位上昇に伴い流速が増大するとともに本川と支川の合流後において右岸側にも流れが生じ、やがて兩岸の流れが一つとなり流下する状況が示されている。一方、減水時には逆に兩岸の流れが分離し、やがて左岸側の流れのみになる状況が表されている。また、支川との合流後は流れが左岸側に寄り、そこでの流速が大きくなること、湾曲部の手前で外側の流速が大となる水衝部が形成されることが表されており、防災上こうした箇所での護岸整備の必要性を示す結果となっている。なお、洗堰における分流の影響については分流流量が小さいためにその影響はほとんど見られなかった。

【参考文献】 1) 松尾，細澁；直交曲線座標を用いた洪水流の二次元解析，土木学会第45回年次学術講演会講演概要集，1994。

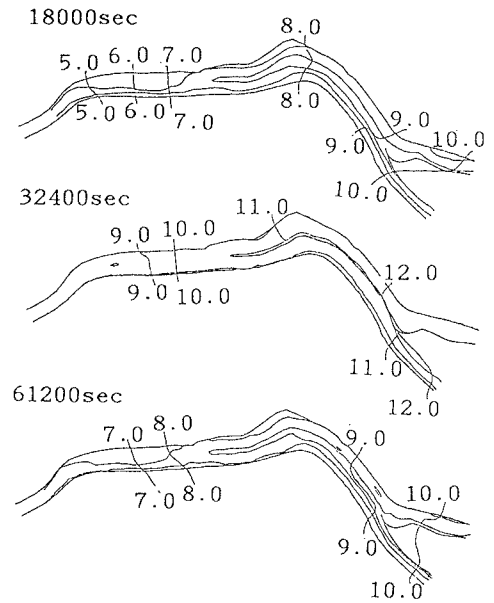


図-3 水位分布の計算例

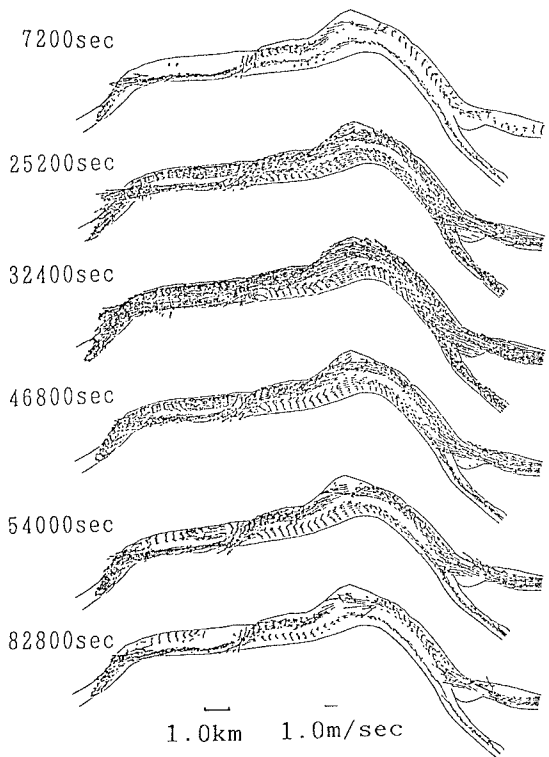


図-4 流速分布の計算例