

平面一層流モデルを用いた洪水流の数値解析

中部大学 学生員 ○細渕 敏史
中部大学 正員 松尾 直規

1. はじめに

本研究は、河川において水理運動を忠実に表現するための主要な要素の一つであり、しかもその影響が大きいと考えられる河川地形形態に着目し、課題の取扱いを進めていく。以下では、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ことを目的とする。

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。なおこのときにおける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

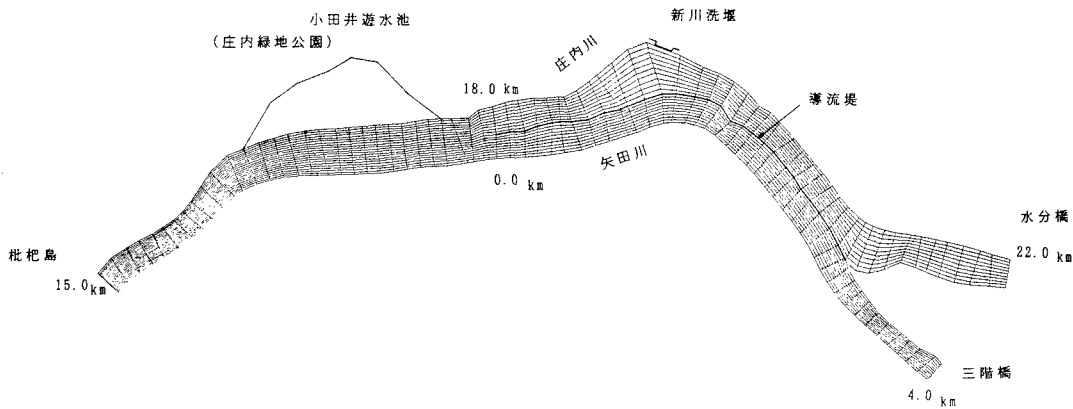


図-1 メッシュ分割図

計算対象は図-1に示すように庄内川の河口より15km上流地点(枇杷島)から22km地点(水分橋)までの区間及びその間に合流する矢田川の4km地点(三階橋)までの区間である。この河川区間には、合流部、新川への洗堰、小田井遊水池(平常時は庄内緑地公園)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。本解析は図-

表-1 計算対象洪水

計算CASE	対象洪水
CASE 1	昭和50年7月洪水(7月3日9時~7月5日23時)
CASE 2	昭和58年9月洪水(9月26日1時~9月30日23時)
CASE 3	昭和63年9月洪水(9月24日1時~9月27日23時)

1のメッシュ分割図に示すように、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。ここで地形形状に関するデータは、既存の測量資料を用いる

こととする。計算対象洪水としては3つのCASEについて検討することとし、それらを表-1に表示する。

次に計算条件を述べると、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与え、下流端においては水位を与える。図-2にCASE1の場合の境界条件である流入量と水位の図を示す。紙面の都合上以下ではこのCASE1のみを表示することにする。底面の摩擦応力については、

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

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

で与える。ここに r : 抵抗係数であり、マンニングの粗度係数との関係は、

$$r = \rho g n^2 / H^{1/3}$$

である。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

以上の諸条件の下で2. で述べた数理モデルを用いることにより得られた解析結果を図-3 (a) (b) (c) に示す。ここで (a) (b) (c) は、表-1の22時間、25時間、27時間後を示す。この図は流量の増加に伴う流れの変化を表すものであり、(a) から (c) は洪水開始時から洪水のピーク時に至る課程を示す。この図からは、川幅及び流速の増加を見ることができるが、特に水位上昇に伴い本川と支川合流後において右岸側にも流れが生じ、やがて両岸の流れが一つとなり流下する状況が示されている。

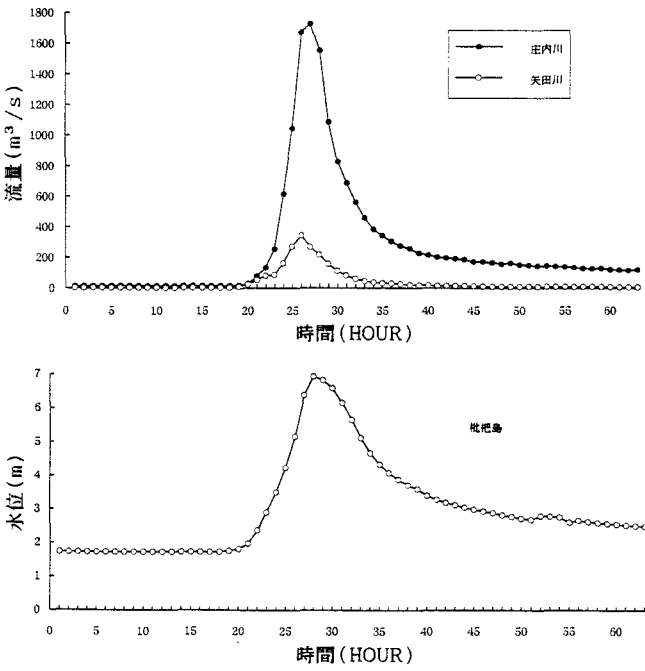


図-2 CASE1の境界条件

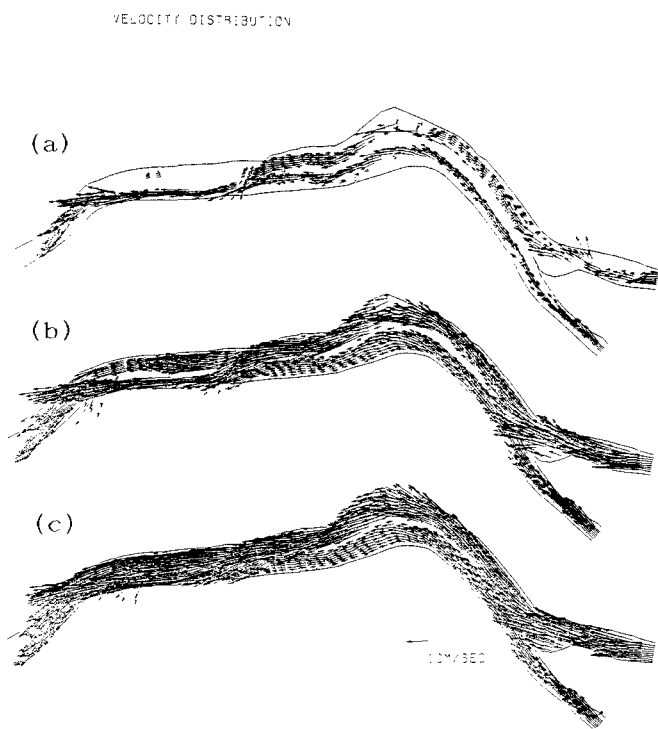


図-3 流速分布図

【参考文献】1) 松尾, 細渕; 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.