

局所河床変動の数値解析に関する研究

京都大学防災研究所 正 員 村本 嘉雄
同 上 正 員 大久保賢治
京都大学大学院 学生員 ○倉内 文孝

1. はじめに 本研究は、洪水時にみられる局所河床変動について平面二次元モデルにより数値解析を行ったものである。地形や構造物の影響を調べるために空間差分が12.5mの小格子モデルを仮想的な直線水路、幅の変化する水路に適用した。非定常性の強い流れについては、上流差分の非線形解析の数値粘性により、一方、定常流については、水深平均した鉛直渦動粘性係数式で評価される程度の水平粘性係数を与えることにより計算の安定化と解の平滑化を図った。ここでは、直線河道における氾濫流れとして、貯水池決壊時の段波を伴う流れ¹⁾（ケース1）、2次元性の強い流れとして、一部区間に氾濫原のある片側複断面河道の流れ（ケース2）にモデルを適用した結果について述べる。

2. 貯水池決壊時の流れ（ケース1） (1)計算条件：ケース1では流下方向に83メッシュ、横断方向に5メッシュに分割した。上流の16メッシュを水平床の貯水池として、その初期水深を8mとした。16メッシュ以降の水路部には1/125の勾配を与え、また、下流壁の反射波の影響が上流に伝播しないように、下流端の4メッシュ上流側に十分な大きな落差工を設けた。計算時間ステップは $dt=0.02(s)$ 、平均粒径10mm、Manning粗度係数 $n=0.03$ とした。こうした不定流では十分な数値粘性が得られるため、水平粘性係数 $\varepsilon=0.0004m^2/s$ で

一定とした。乾燥路床上に瞬時に大流量が流出する条件では、移動床計算が不安定であるので水路部に10cmの初期水深をおき、計算開始直後の2秒間は固定床として計算を行い、それ以降を移動床計算として、5分間計算を行った。

(2)結果の考察：図-1は計算結果の水面及び河床縦断形状を、時点毎に示したものである。点線で初期河床からの変位(dZ)を表し、実線が水面及び河床の縦断形状である。段波の水深は約2.4mで、フロントの流下に伴って約5cmの堆積が水路部に生じることが確認された。また、フロント部の堆積は後続部より若干大きくなっている。段波はおよそ90(s)で、下流の落差工まで到達しており、その速度は5.1m/s程度であった。 $t=48(s)$

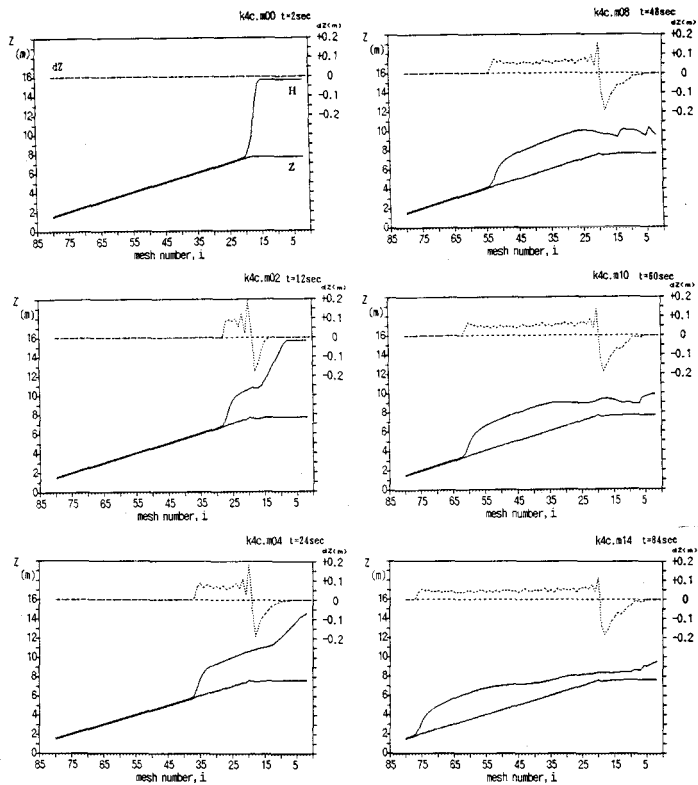


図-1 ケース1における水面及び河床の縦断形状

Yoshio Muramoto, Kenji OKUBO, Fumitaka KURAUCHI

の図の水面形をみると、貯水池内に、上流壁の反射波の影響が確認できる。

3. 片側部分複断面水路の流れ(ケース2)

(1) 計算条件: ケース2については流下方向85メッシュ、横断方向に8メッシュの河道の左岸側に台形状の氾濫原がある場合の流況を考えた。勾配は流下方向に1/250とし、氾濫原は河床高より1.5m高いとした。計算時間ステップは $dt \approx 0.1$ (s)とし、平均粒径は3mm、 $n = 0.03$ とした。また、流量は $800\text{m}^3/\text{s}$ で一定とした。流速と水深の場所的な変化を考慮し、水平粘性係数は、水深平均した鉛直渦動拡散係数の式で与えた²⁾。定常な流況を得るために境界条件を固定して1時間の固定床計算を

行い、その後1時間の移動床計算を行った。

(2) 結果の考察: 図-2に計算結果の主流速横断分布、流速ベクトル及び河床変化の平面分布を示す。両図とも水深が10cm以下の場合、流速を表示していないが、氾濫原の上流側に形成されている水平渦の周辺がこうした場所に相当しており、その付近にかなりの堆積がみられた。一方、氾濫原下流側は洗掘域となっており、中間の河道・氾濫原境界に自然堤防が発達するのがみられた。氾濫原と河道の境界部付近には多少大きな主流速が現れるが、河道と氾濫原にわたる全般的な横断流速分布は実際をよく表していると考えられ、水平粘性係数が適切な値の範囲にあるといえる。

4. 結語 段波を伴う1次元的な急変流及び部分的な片側複断面河道のような2次元性の強い流れに対して小格子モデルを適用した。計算は、CFL条件より小さな計算時間ステップを使用し、計算開始直後を除けば、安定して河床変動解析が行えることが確かめられた。また、準定常流の水平粘性係数としては水深平均した鉛直粘性係数の程度でよいことがわかった。

参考文献: 1) 村本・大久保・大間知: 関西支部、II-19、1991

2) Shimizu・Itakura: JHE, ASCE, Vol.115, No.3, 1989, pp.367-384

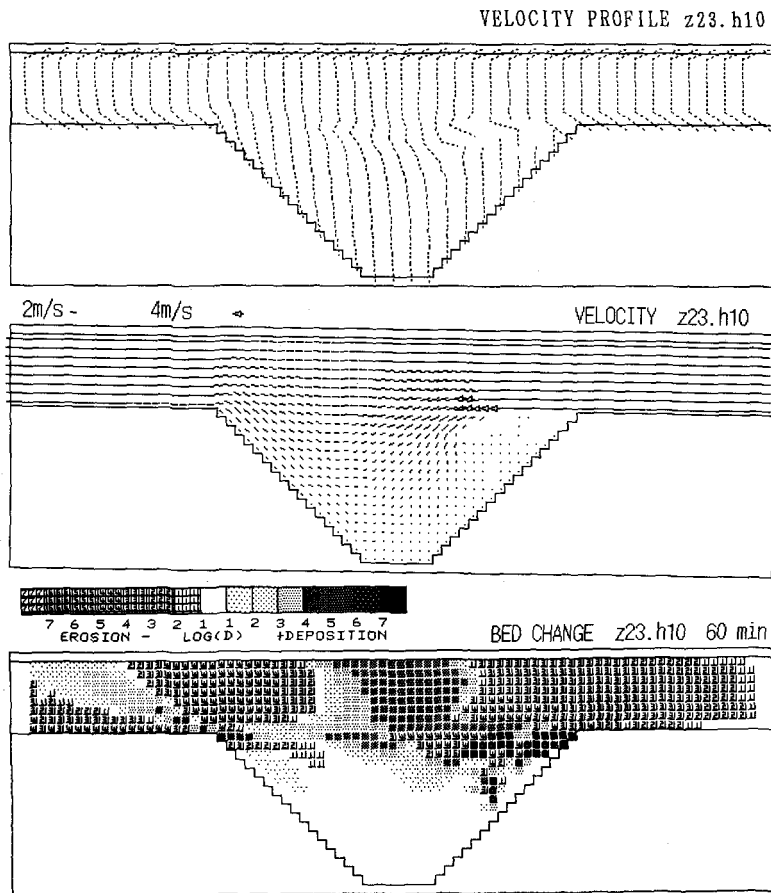


図-2 ケース2における主流速の横断分布、流速ベクトル及び河床変化図