

(株)和設計 正会員 ○西原 幸太
 徳島大学工学部 正会員 岡部 健士
 徳島大学大学院 学生員 尾崎 雅恒

1. はじめに

河床変動の数値計算は河道計画の立案や種々の河道問題の評価において、必要不可欠なものとなりつつある。しかし、数値計算法は必ずしも確実な答えを出してくれるものではない。計算を実行するためには、事前に計算の前提となるさまざまな条件を数値計算プログラムに与えなければならないが、与えた条件の内容によっては、実際に起こる現象とはかなり異なった結果をもたらす場合もある。また、結果をみてそれが実現象に見合った現象なのか、それとも計算上に不安定が生じているのかを判断するには、ある程度の経験が必要とする。すなわち、数値計算を行おうとするとき、対象とする現象にあったプログラムを使用し、評価しようとする現象にふさわしい計算条件を与える必要がある。本研究では混合砂礫河床に対する、1次元河床変動計算法を実際問題に適用しようとした時に当面するいくつかの問題点について、試行計算例に基づく検討を加えたものである。

2. 検討項目の抽出

本研究では、1次元河床変動計算モデルの適用上の問題として、以下の点に着目した。まず、1次元河床変動計算の条件設定において時間ステップ Δt の設定が重要である。本来 CFL 条件で時間ステップは求められるのであるが、たとえば最小粒径に関する CFL 条件を用いると、 Δt が非常に小さくなり数十年の期間を対象にする場合などにはかなりの計算時間を要する。そこで、計算結果が同等でどの程度の計算時間の削減が可能であるか時間ステップを最小粒径によるものより何段階か大きく設定し検討を行った。次に重要な問題として、交換層厚さの設定がある。これについては、一般に最大粒径程度というあいまいな基準しかなく、現時点では交換層の厚さの適正な設定法は確立されていないと言わざるを得ない。この問題を解決するには流砂現象そのものに深く立ち入る必要があるが、本研究では、とりあえず交換層の設定点の相違が計算結果にどのように反映されるかを確認して、今後における研究の基礎とすることにした。さらに、とくに河床変動の将来予測では、どのような流量時系列データに基づくかが問題となる。一般には、過去の実績流量時系列をそのまま入力する方法がとられる場合が多いようであるが、とくに計画規模に近い大出水の先起タイミングにより、計算結果が大きく相違する可能性があるように思われる。そこで本研究では、モデルハイドログラフによる計算を通して、その点の重要性を検討した。

3. 計算方法

試行計算では、川幅が図-1のように変化する初期勾配が1/400の長方形断面水路を想定した。初期河床の粒度分布を図-2のように設定するとともに粗度係数を $n=0.035$ と設定した。計算には筆者らが作成した片押し方式のプログラムコードを用いた。

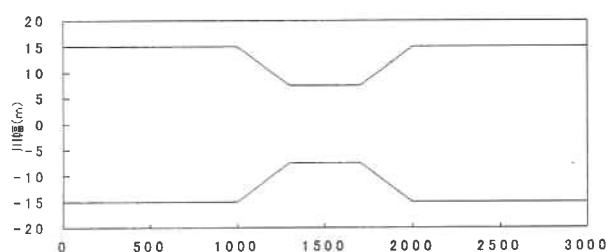


図-1 河道形状

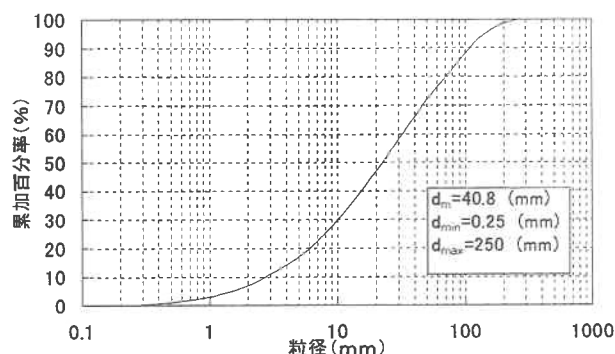


図-2 粒度分布

4. 計算結果

第1の検討項目である時間ステップに関する計算結果を図-3に示す。CFL条件で求めた時間ステップ($\Delta t=5$)と $\Delta t=1800$ での計算結果を比較したところ、洗掘区間において全く異なる結果が得られた。これは時間ステップをCFL条件の300倍程度に設定したことによって生じたことが原因である。時間ステップをCFL条件の時の10倍に設定した場合では、ほぼ同等の結果が得られることが確認できたことから、ある程度の計算時間の削減は可能であるが時間ステップを大きくすればするほど、河床変動に相違が生じることが確認できた。第2の検討項目である交換層厚さの設定については、交換層厚さを最大粒径と平均粒径程度に設定した時の計算を行った。交換層内の平均粒径の縦断分布を図-4に示す。両方を比較すると、洗掘区間での粗粒化と堆積区間での細粒化の程度が、交換層厚さの設定の違いによって大きく異なっており、これが河床変動にもかなりの相違をもたらすことが確認できた。

第3の検討項目であるモデルハイドログラフによる計算につき、本研究では、図-5のようなモデルハイドログラフを用いた計算を行った。河床変動の結果を図-6に示す。900m~1400m区間について、②と③の場合を比較すると、堆積区間では最大75mm~80mm程度の相違が生じ、洗掘区間では最大60mm程度の相違が生じた。次いで②と④の場合を比較すると、堆積区間では最大85mm~100mm程度の相違が生じ、洗掘区間では最大45mm~50mm程度の相違が生じた。

また、下流端断面での累積流砂量を図-7に示す。②のハイドログラフがどのハイドログラフを適用したときよりも累積量が最小になっている。これは、1日目に大出水が起きたため、河床の急激な粗粒化すなわちアーモークコートが形成され、このような相違が生じたものと考えられる。このような計算を通して、大出水の先起タイミングにより、河床変動や流砂量の計算結果が大きく相違しないということが示唆された。

5. おわりに

本研究では、1次元河床変動計算法を実際問題に適用しようとした時に当面するいくつかの問題点について、試行計算例に基づく検討をした。その結果、各検討項目において相違が河床変動にどのように反映されるかが確認できた。

参考文献

- 1) 岡部健士：急流河川の1次元河床変動(その1)，砂防学会誌，Vol.50，No.3，pp.58~65，1997.
- 2) 岡部健士：急流河川の1次元河床変動(その2)，砂防学会誌，Vol.50，No.4，pp.57~63，1997.

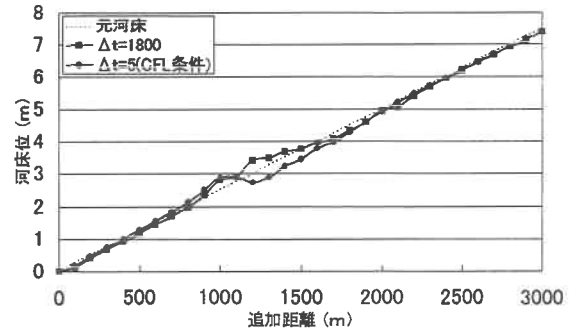


図-3 河床変動結果

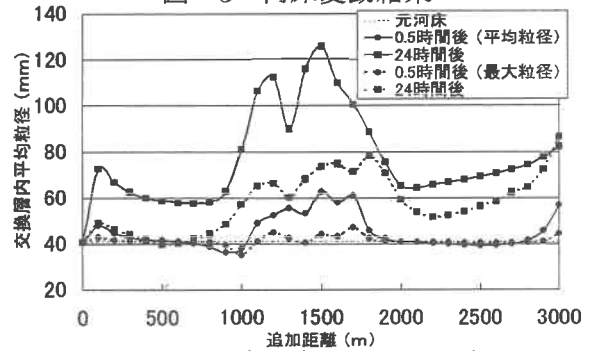


図-4 交換層内平均粒径分布

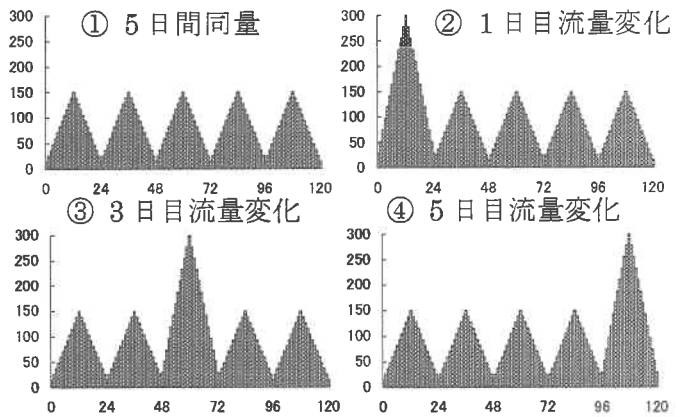


図-5 モデルハイドログラフ

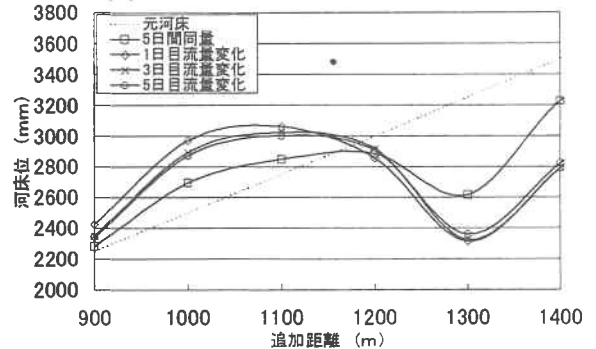


図-6 河床変動結果

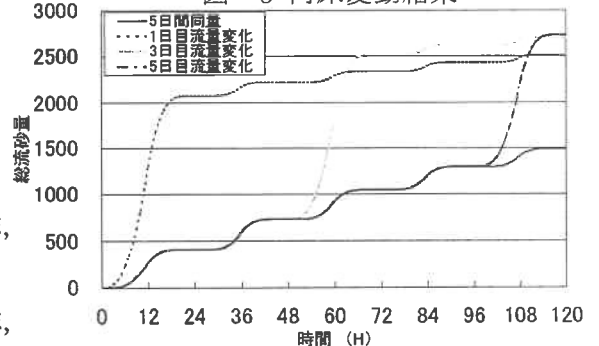


図-7 累積流砂量