

河川横断構造物を有する区間における準三次元解析について

国土交通省四国地方整備局

森本 輝

国土交通省徳島工事事務所

正員

越智 繁雄

国土交通省四国地方整備局

正員 林 良範

国土交通省徳島工事事務所

正員

○中川 達郎

国土交通省徳島工事事務所

清水 敦司

1. はじめに

固定堰などの横断構造物を有する区間では、洪水時に流向、流速が三次元的に複雑になること、また、常流・射流が混在した流れが発生すること等に伴い、特に構造物周辺において洗掘や堆積の河床変動が激しくなるなどの複雑な水理現象が生じる。このような河道区間の水理現象を把握することは、当該区間の治水対策立案のための種々の検討に重要であるが、現象の複雑さから、これまでは水理模型実験による現状把握が中心であった。しかし、大河川の模型実験は、縮尺の関係から模型が大型化することや検討ケースに応じた模型修正が必要なことから、多大な経費と期間を要することになる。そこで本研究では、水理模型実験や既往洪水のデータの蓄積がある吉野川第十堰（2段の斜め固定堰）を対象に、堰周辺の流れと河床変動を再現することができる水理計算モデルを構築するとともに、モデルの実河川への適用性を検討した。

2. 流れと河床変動の計算手法

流れの計算には、福岡ら¹⁾が越流型水制工周辺の流れの計算に使用した直交曲線座標系の準三次元モデルを使用した。堰付近の流れの計算では、越流型水制工の計算と同様に、堰前面の河床高の違いによって生じる水位上昇と流速の低減を表すために、堰が流れに及ぼす影響を外力として、運動方程式に取り入れて算定する計算方法を採用した（図1）。

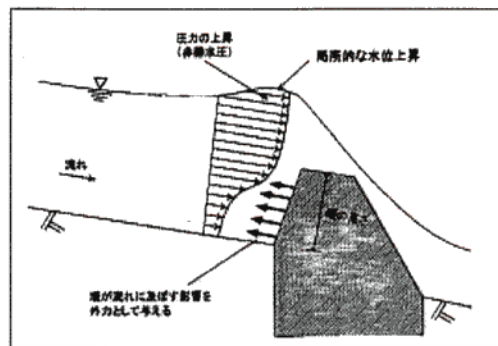


図1 堰前面に作用する外力の概念

河床変動計算においては、掃流砂を対象とした流砂の連続式を使用し、縦断方向の流砂量式には Meyer-Peter&Muller の式（移動床模型実験の検証）または芦田・道上式（既往洪水の検証）、横断方向の流砂量式には、長谷川の式を用いた。

計算は差分法によるものとし、メッシュ分割は、河川横断構造物の形状も考慮しながら、縦断方向に 50m ピッチあるいは 25m ピッチ、横断方向に 25m ピッチ（31 分割）、あるいは 15m ピッチ（51 分割）とした（図2）。

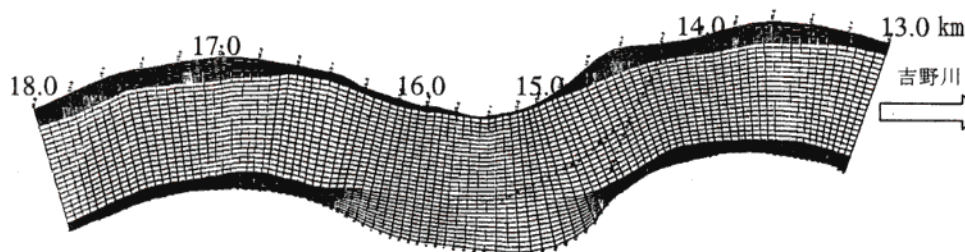


図2 メッシュ分割図(直交曲線座標系)

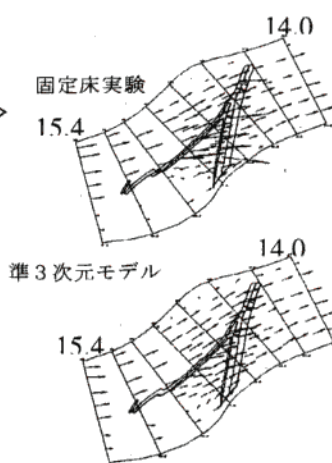
3. モデルの検証結果

既往洪水観測データや水理模型実験結果を用いて、本モデルの適合性を検証した。

なお、水理模型は、吉野川の 12.6km～19.8km 区間を水平、鉛直とも $S=1/80$ で、縮尺化したものである。

(1)固定床模型実験結果との比較

固定床模型実験では、定常流量のもとに、水位、流向、流速データを詳細に測定し、流量規模に応じた堰周辺の流れの特性を把握することを目的とした。

図3 固定床水理模型実験流速ベクトル比較図(12,560m³/s)

キーワード：準三次元解析、常流・射流混在流、斜め固定堰、洪水流解析、河床変動

連絡先：徳島県徳島市上吉野町3丁目35 Tel：088-654-2211・Fax：088-626-4156

本実験では、流量を $6,700\text{m}^3/\text{s}$ 、 $12,000\text{m}^3/\text{s}$ 、 $19,000\text{m}^3/\text{s}$ の3種に変化させた。その結果、斜め固定堰周辺の流向は、流量が小さい場合には堰軸に直交する傾向を顕著に呈するが、流量が大きくなるほど堰による影響が少なくなり、流向は河道法線にほぼ沿うようになることが明らかにされた。準三次元モデルにより計算した結果、堰付近の水位や流向、流速分布を良好に再現できることが明らかになった。なお、抗力係数 C_D については5.0程度を与えればほぼ再現可能となった（図3）（図4）。

(2) 移動床模型実験結果との比較

移動床模型実験では、河床材料としてイシカワライト3号を用い、代表的なハイドログラフに対応した非定常流量を流して斜め堰下流で発生する河床変動と流れの変化を観測した。実験のピーク流量は $12,560\text{m}^3/\text{s}$ 及び $19,000\text{m}^3/\text{s}$ とした。その結果、いずれの流量においても、下堰直下流の右岸側でかなりの局所洗掘が生じることを確認した。準三次元流れ計算を取り入れた河床変動計算を行った結果、洗掘、堆積の位置や規模などを良好に再現することができ、堰周辺の河床変動の推定等に適用できることが明らかになった（図5）。

(3) 既往洪水の痕跡水位との比較

平成11年7月洪水について得られている左右岸の最高水位の痕跡データを、準三次元モデルがどの程度の再現性を有するかを検討した。その結果、計算結果は実績に対応し、本モデルは実河川の水利現象の予測に適用可能であることが明らかになった（図6）。

4. おわりに

本研究では、堰付近の流れを再現するため、堰が流れに及ぼす影響を外力として運動方程式に取り入れた。その結果、流量の違いによる堰付近の流れや河床変動を再現することができた。

今後、本モデルを実河川に適用し、河川構造物周辺での河道計画上的対応策を検討する場合には、粗度係数、樹木の取り扱いなどを検討しておく必要がある。

<参考文献>

- 1) 福岡捷二・西村達也・高橋晃・川口昭人・岡信昌利：「越流型水制工の設計法の研究」土木学会論文集, NO.593/II-43, pp.51-68, 1998

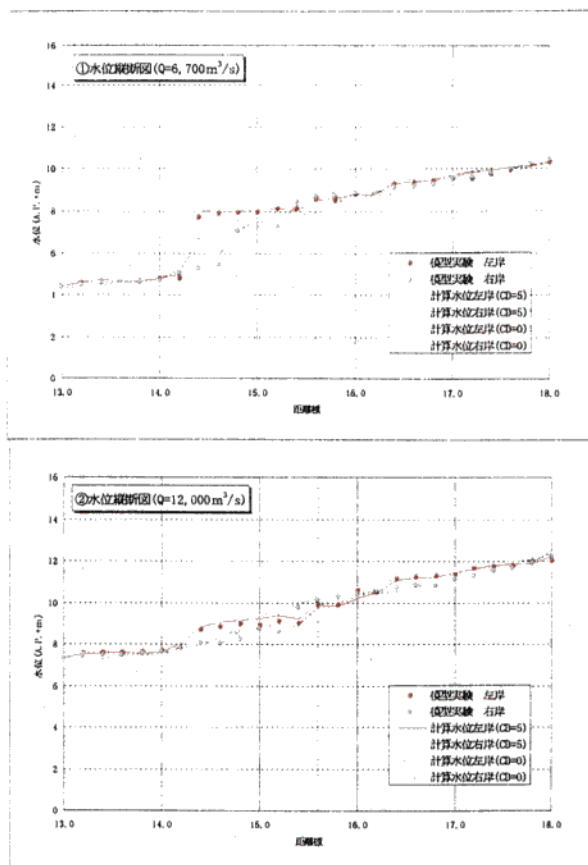


図4 固定床水利模型実験流量規模別水位縦断比較図

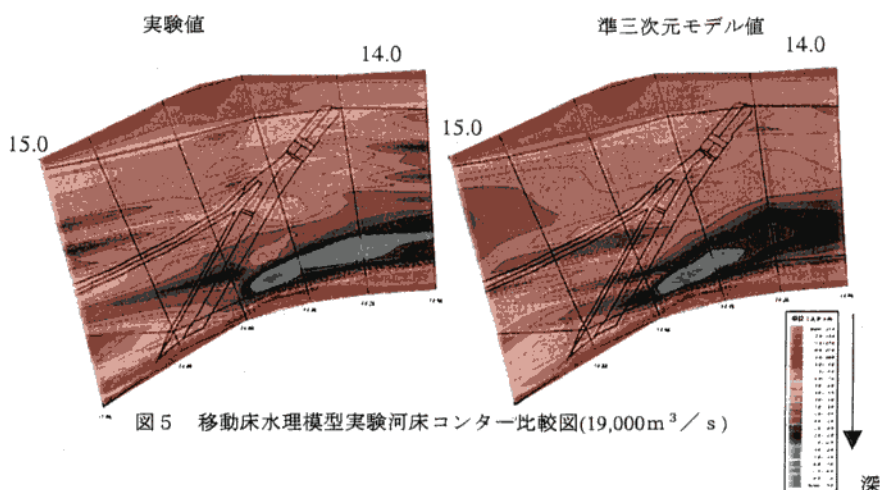


図5 移動床水利模型実験河床コンター比較図($19,000\text{m}^3/\text{s}$)

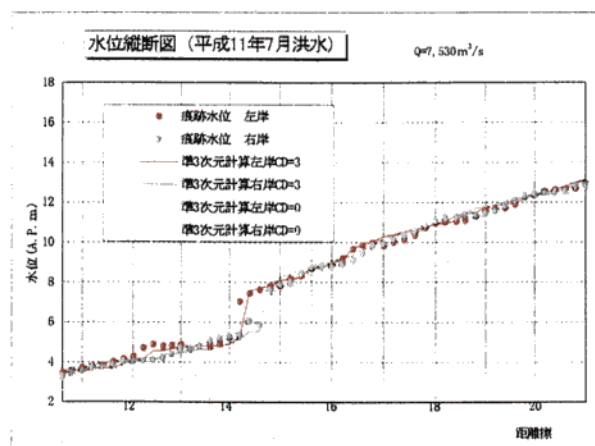


図6 既往洪水（平成11年7月洪水）の水位縦断比較図