

崩壊地等からの土砂流入を考慮したダム上流河床変動解析手法の評価

Evaluation of a river bed fluctuation analysis method for upstream of a dam considering sediment inflow from slope-failure areas

ダム建設から現在に至るまでの再現解析

複数の支流が集まり土砂流入量が多い河川に設置されたダムでは、ダム上流の河床変化を精度よく評価が可能な河床変動解析手法が求められている。そこで、複数ある支川や斜面崩壊地から流入する土砂量を直接モデル化して計算する手法を構築し、長期にわたる河床変動の解析により精度評価を行った。

執筆者
電力技術研究所
土木グループ
阿部 卓也



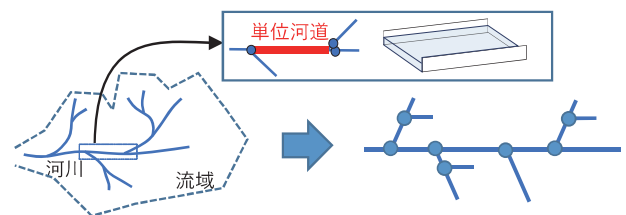
1 背景と目的

ダムの上流では、ダム貯水池やその周辺の河床を管理するため、河床変動解析を用いて河床の変化を予測している。河床変動解析は、河川の水の流れとそれによる土砂の粒径に応じた移動（浸食・堆積）を計算して河床の変動を評価する方法である。ダム貯水池の河床変動解析として一般に用いられている方法は、ダム貯水池に至る河川の本流のみを河道モデルとし、支流等からの土砂流入は、支流の位置に係わらず計算区間の上流端から相当量を仮定して与える方法である。このため、土砂流入量が多い河川に設置されたダムの上流のように、複数の支流が集まり複雑な土砂流入をする場合や河川沿いに斜面崩壊地があり河川へ直接流入する場合には、従来手法のように土砂流入量の相当量を求めるのではなく、複数ある支川や斜面崩壊地から流入する土砂量を直接モデル化して計算する手法が求められてきた。

近年、ダム貯水池のない自然河川の河床変動解析を対象として、複数ある支流を含む流域全体と崩壊地をモデル化した解析手法が国立研究開発法人土木研究所 ICHARM より提案された。そこで今回、この手法のダム貯水池を含む河川へ適用し、ダム貯水池から支流・崩壊地を含む上流河川を一体として河床変動解析する解析モデルを構築して、ダム建設から現在に至るまでの河床再現解析により精度評価を行った。

2 解析モデルの特徴

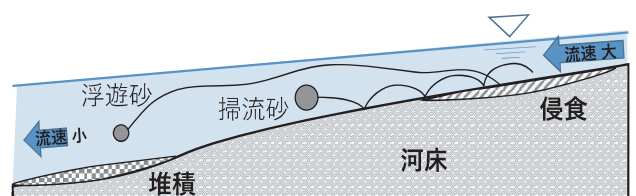
ベースとした解析手法では、複数ある支流を含めた流域全体の河川をシンプルな矩形断面の河道（単位河道）の組み合わせとしてモデル化している（第1図）。



第1図 単位河道による河川のモデル化

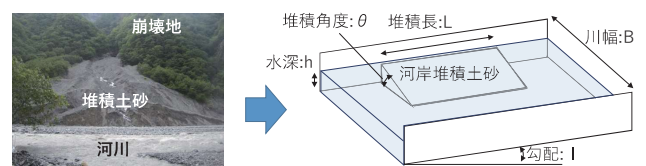
単位河道では、計算開始時の河床を構成する土砂の粒度分布を設定し、降雨増水時に水の流れと流砂の計算を行い流量・流砂量・粒度分布の変化・河床の高さを求める。

流砂の計算は、河床付近を移動する掃流砂と水中を浮遊・沈降して移動する浮遊砂についてそれぞれ侵食と堆積を計算する（第2図）。



第2図 流砂の種類と土砂の移動

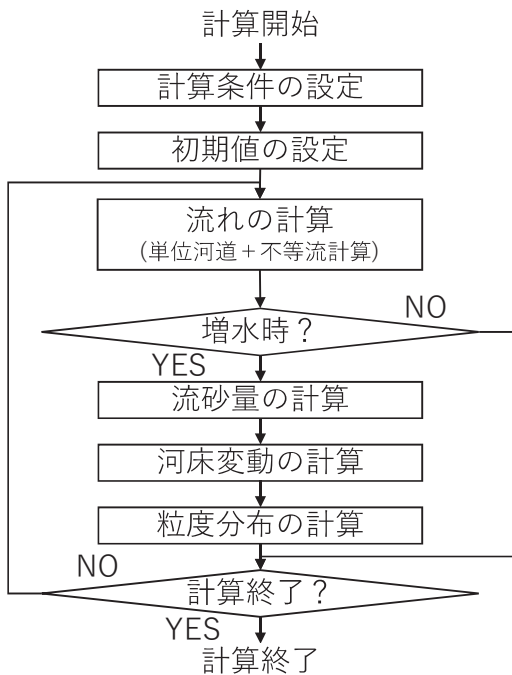
崩壊地からの土砂供給は、河川沿いに土砂が安息角程度で堆積し、河川へ流入した土砂と同量が上部崩壊地から供給されるもの（堆積形状が変化しない）と仮定しモデル化している（第3図）。



第3図 河川沿いの崩壊地からの土砂流入のモデル

このベースとした解析手法に対し、ダム貯水池を考慮することにより上流部の水位が高くなる（せき上げ背水、バックウォーター）現象を、計算断面を細かく分割し断面毎に水位や流速が変化する計算（不等流計算）に

より組み入れ、新たな河床変動解析モデルを構築した。この時、分割した断面の川幅はダム上流で継続して行われる河川の測量結果を元に個別に設定し、水位の時間的連続性を保つため流れの計算は増水時以外の期間も行うものとした。構築した解析モデルの計算フローを第4図に示す。

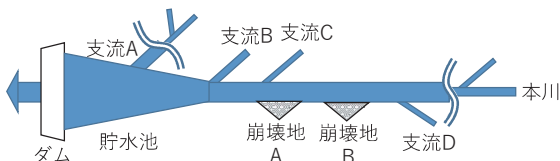


第4図 構築した解析モデルの計算フロー

3 ダム上流河川における実用性評価

新たな河床変動解析モデルの実用性を評価するため、流域に崩壊地を数ヶ所有するダム上流河川（第5図）を対象に、ダム建設時（1962年）から2020年までの約60年間の河床変動の再現解析を行った。

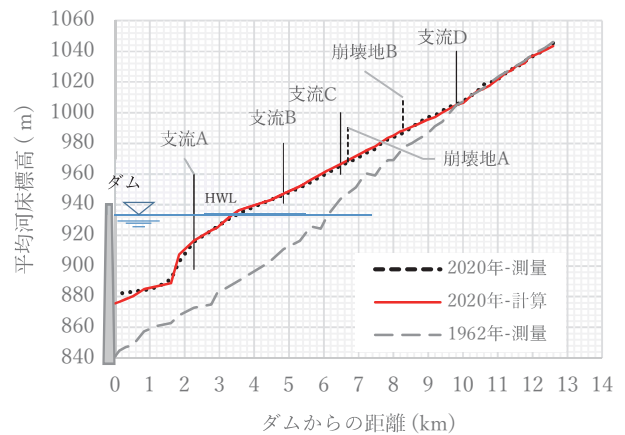
解析条件は次のように設定した。単位河道の長さや幅、勾配等は、地形データや航空写真を基に設定した。粒度分布は粘土質から巨礫までの粒径を18区分に分割し、現地調査結果を基に初期値を設定した。不等流計算区間の河道の長さや幅、勾配等は、河川の測量結果から、崩壊地の堆積角度は、実際の堆積土砂の角度を参考にして設定した。



第5図 ダム上流河川の略図

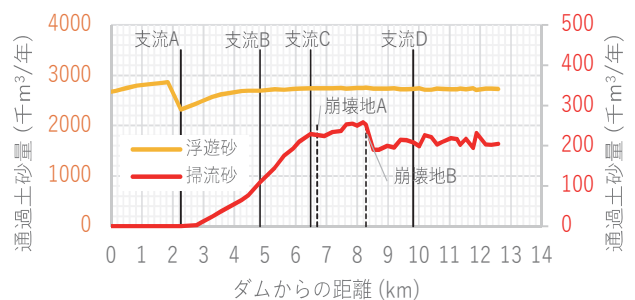
第6図にダムから上流側約13kmの計算結果を示す。ダム直上流を除き2020年の計算結果は測量結果とよく一致している。ダム地点から上流約10kmの範囲

において、ダム建設時からの平均河床上昇量約25mに対して誤差は1.5m（6%）程度と小さいことが分かった。



第6図 河床変動解析結果（河床高）

各断面を通過した流砂量の年平均値を第7図に示す。通過量が増えている区間では土砂が供給され、減少している区間では土砂が堆積していることを表している。比較的流域面積が広い支流Aの下流では浮遊砂の通過量のみが上昇しており、支流Aは貯水池内で合流するため粒径の大きな掃流砂は合流点の上流で堆積し粒径の細かい浮遊砂が供給されるという現象を表現しているといえる。また、崩壊地Bの下流では掃流砂の通過量が増え0～6kmの区間（ダム貯水池）で急激に減少していることから、崩壊地から土砂が供給され貯水池末端から貯水池内での堆砂する現象を表現できているといえる。



第7図 河床変動解析結果（通過土砂量）

4 今後の取組

今回、複数ある支流を含む流域全体と崩壊地をモデル化した解析手法にダム貯水池を考慮した計算を加え、従来では再現が難しかったダム流域における支流や崩壊地からの土砂流入による河床変動を高い精度で再現していることを確認した。今後、ダム流域の河床変動やダム貯水池の堆砂の長期予測等に活用していく。