

(II-6) 水系土砂動態モデルによる等価小規模砂防ダム群の評価に関する研究

山梨大学工学部 学生会員○山口晃慶

山梨大学工学部 正会員 砂田憲吾

山梨大学大学院 学生会員 長谷川誠

1. はじめに

砂防ダムは流出土砂の調節を目的としつつも多くの場合、必要以上の土砂を止めてしまう傾向にある。そこで、対象流域を早川流域（流域面積 509.1 km²）として、流域内の現在ある砂防ダムの代わりに等価な小規模ダム群で置き換え、自然へのインパクトをできるだけ抑えつつ、急激な土砂流出を抑制することを考えてみたい。本研究では、土砂動態の時間変化を本川河道を中心として評価・考察しようとするものである。本研究では、250mメッシュの擬河道網図を用いての水系土砂動態モデル^{1),2)}による河床変動シミュレーションを行うことにする。用いる水系土砂動態モデルは、早川本川河床実測資料によりすでに検証されている。

2. 土砂動態モデルの概要^{1),2)}

(1) 流域地形のモデル化：対象としたのは富士川支川早川水系（流域面積 509.1 km²）で、糸魚川 - 静岡構造線が通り、脆弱な地質に伴う多数の崩壊地が分布し、多量の土砂を流出している。流域内の各種地形情報を考慮するために国土数値情報の標高データ(ks-110-1)を用い、落水線理論により擬河道網を作成する(図-1に早川の擬河道網を示す)。擬河道は幅広矩形断面とし流域面積A(km²)(各格子点での集水面積)より推定川幅B(m)を $B=B_0 A^k$ で与える。ただし、 B_0 , k はパラメータで $B_0=10.0$, $k=0.5$ とした。

(2) モデルの構成：顕著な河床変動は日雨量100mm以上の降雨に対して起こるとし、その期間の降雨強度(時間単位)を抽出して、流域内3ヶ所の時間降雨データ(野呂川、八町山、硯島観測支配地域に分け昭和56年3月から昭和58年2月までの2年間に起きた降雨強度100mm以上のデータ、195時間分)を用いて流出関数法により流量を算定し区間等流の近似により掃流力等を計算する。各メッシュ点付近の単位面積あたりの土砂生産量 $V(\text{m}^3/\text{km}^2/\text{hr})$ は現地資料をもとに $V=\beta \theta^{0.5} r^2$ で与える。ここに r :降雨強度(mm/hr), θ :斜面勾配, β :土砂生産の程度を表す係数であり、早川流域での計算結果から逆推定した $\beta=0.01$ を用いた。土砂輸送には送流砂および浮遊砂の一部が含まれるとされるBrown型の流砂量式を用い、各河道区間格子点で連続式(1)より河床変動高を求める。土砂粒径 $d(\text{cm})$ は区間ごとの一様砂として扱い、Sternberg-物部の式をもとに $d=d_0 \theta^{2/3}$ で与える。ただし d_0 はパラメータで実測値をもとに $d_0=18.3$ とした。

$$\Delta z = \frac{Q_{\text{Bin}} - Q_{\text{Bout}}}{A_t(1-\lambda)} \Delta t \quad (1)$$

ここに、 Q_{Bin} :単位時間当たりの流入土砂量(m^3/s), Q_{Bout} :単位時間当たりの流出土砂量(m^3/s), A_t :土砂堆積面積(km^2), λ :河床空隙率。

3. 河床変動計算結果と測量結果の比較によるモデルの検証

早川水系に土砂動態モデルを適用し、モデルの基本的構成が検証されている。ここではその結果を要約しておく。

Keyword: 擬河道網, 砂防ダム, 溪流環境

〒400-8511 甲府市武田4-3-11 TEL 055-220-8522 FAX 055-220-8773



図-2 野呂川観測地域降雨データ

図-3 は河床変動計算結果であり、富士川との合流点付近の早川橋から西山ダムまでの本川下流区間約 36km を対象に河床変動測量の結果と比較されている。これより計算値の 3, 9 区間の河床低下は実測値に比べて 1 区間のずれがあるものの比較的良く再現されており、計算値の上昇・低下の傾向は実測に類似している。計算は擬河道で行っているため、実際の河道との距離、位置のずれは止むを得ず、測量結果との比較では、区間ごとに一致しているのではなく距離方向における河床の上昇・低下の傾向を判断の基準に考えれば、妥当な結果と考えられる。

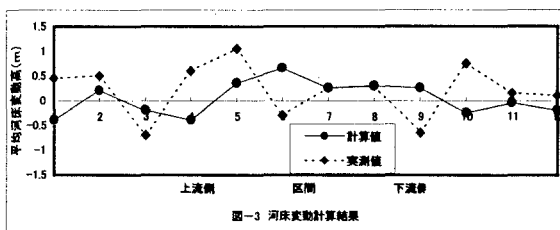


図-3 河床変動計算結果

4. 砂防ダムでの土砂堆積と小規模化の効果

(1) 防ダムの導入：導入する砂防ダムは早川本川河道にあり、最も上流にある小樺ダム(奥行き 353.6m, 高さ 13m, 幅 86.2m, 堆砂容量 66040.7m³) とし、そのダムを組み込んだプログラムと、その地点と前後合わせた 3 点に堆砂容量 1/3 のダムを組み込んだプログラムを作成した。本研究では砂防ダムを取り扱う際に砂防ダムの堆砂容量に着目した方法を用いることとした。砂防ダムの堆砂容量の算定は図-4 を参照にして、 $Q_{DC} = b_D \cdot h_D \cdot L / 6$ により行うこととする。ここに、 Q_{DC} ：砂防ダムの堆砂容量(m³)、 b_D ：砂防ダムの高さ(m)、 h_D ：砂防ダムの幅(m)、 L ：河道長(m)とする。また、堆積土砂量が堆砂容量を超えない場合は、土砂を下流に流す割合を与え(仮に流送率とする)、計算流送土砂量を制限し、超えた場合は砂防ダム満砂後、計算流送土砂量すべてが下流に流れることとする。

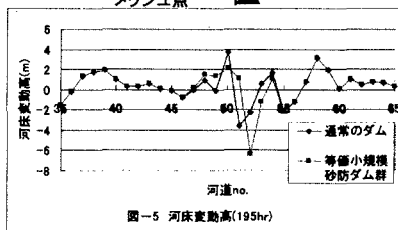
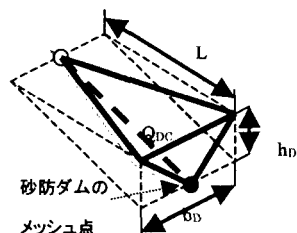


図-5 河床変動高(195hr)

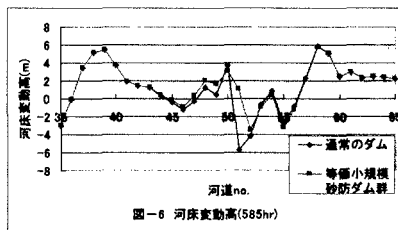


図-6 河床変動高(585hr)

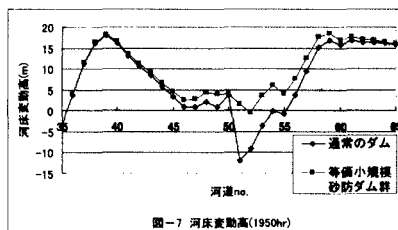


図-7 河床変動高(1950hr)

(2) 河床変動状況の比較：砂防ダムを取り入れた土砂動態シミュレーションを行い、本川河道における河床変動高を算定し、通常の砂防ダムの場合と等価小規模砂防群の場合について比較した。シミュレーション結果を図-5～7 に示す。この際、流送率については魚道等の隙間を設けた砂防ダムを仮定した場合の 0.3 とし、計算時間は 195 時間、585 時間、1950 時間とした。また、ダムの位置は通常の砂防ダムの場合、河道 no.50 で、等価小規模砂防ダム群の場合は河道 no.49,50,51 である。等価小規模砂防ダム群を 1 つのダムとして見ると、通常の砂防ダム、等価小規模砂防ダム群共にダムの上流側には土砂を多く堆積させる傾向にあるが、下流側には土砂の堆積を減少させる傾向にある。また、時間の経過と共に見ると通常のダムの直後は河床変動高が減少しているが、等価小規模砂防ダム群は時間の経過と共に増加している。このことから、長期的に見ると等価小規模砂防ダム群は通常の砂防ダムに比べて、土砂を流していることがわかる。

5. おわりに

比較から、長期には等価小規模砂防ダム群によれば、河床変動が減少するという結果が得られた。現在同様な携帯のダムを流域全体に分布する場合について検討中である。

参考文献

- 1) 砂田憲吾・塩沢みゆき・加藤克夫：大規模土砂生産による流域水系河床変化の伝播特性について，水工学論文集，Vol.40，pp843-848，1996
- 2) 砂田憲吾・小松勝彦・柴田高教・杉浦信男：数値地形情報に基づく水系土砂動態モデルの構成に関する検討，水工学論文集，Vol.43，pp551-556，1999