

65 砂防施設効果とダム堆砂形状について

— シミュレーションモデルによる検討 —

働砂防・地すべり技術センター ○松村 和樹
株式会社 コルバック 地主 信雄

1. はじめに

貯水池対策砂防計画は長期間の土砂生産・流出現象、ならびにウォッシュロードのような微細粒子も検討の対象になり、他の砂防計画（土石流、水系砂防等）とは異なった面を有している。そして、砂防施設の効果を量的な評価のみならず質的な効果を取り入れる、つまり、貯水池の堆砂形状についての検討が望まれる。

長期間の流入土砂や堆砂形状の解析には大量のデータの取り扱いや、電算機を用いても計算に長時間を要し、これまで貯水池対策砂防計画をまともに取り扱った例は少ない。ここでは河床変動計算を基本としたシミュレーションモデルを用い、砂防施設の効果と貯水池の堆砂形状について検討を行ったので報告する。

2. 将来流量時系列と土砂の生産・流出

既往の実績流量時系列データに内在する確率的性質を保存させモンテカルロ法で将来流量時系列の模擬発生を行い、これらの流量（降雨量にも換算）を土砂の生産外力として用いた。

崩壊の発生がない平常時の土砂生産の場を「崩壊・裸地」と「侵食を受ける河道側岸」とし、それぞれ芦田等¹⁾²⁾の研究成果のリル・ガリ侵食式、側岸侵食式を用いて生産土砂量を求めた。一方、崩壊が発生する大雨時には崩壊予測式³⁾を用いて新規崩壊生産土砂量を推定し、その新規崩壊面積をリル・ガリ侵食の場として生産の場として付加する。さらに、「崩壊・裸地」の復旧も実績データから毎年の平均復旧率を設定し、生産の場の変化を時系列的に取り扱っている。

流出土砂量（貯水池に流入する土砂量）は貯水池の堆砂データと堆砂に含まれるウォッシュロードの関係からウォッシュロードをパラメータにしてその量を推定している。

図1に、無施設時、現況、計画施設時のそれぞれの貯水池流入土砂量の100年間の将来時

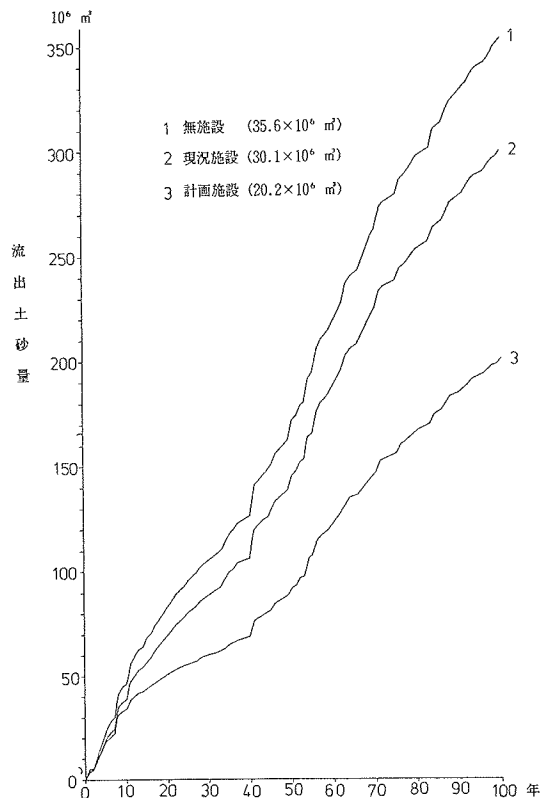


図1 将来流入土砂時系列

系列を示し、将来100年間の崩壊地面積率の推移をを図2に示す。なお、砂防施設の効果は、長期間の土砂生産・流出現象を考慮して、土砂生産抑制効果と流出土砂抑制効果のみを評価している。

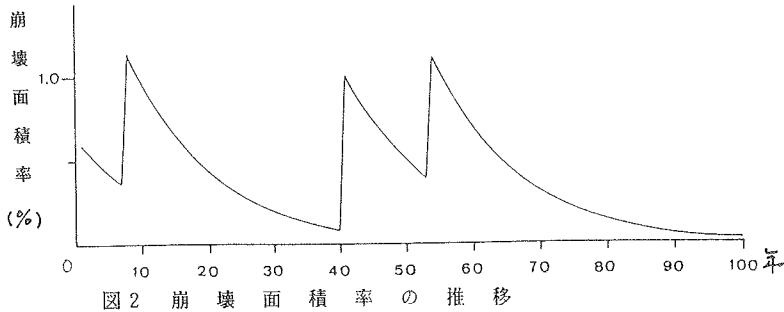


図2 崩壊面積率の推移

3. 貯水池堆砂形状シミュレーション手法

本解析では US Army Corps of Engineers の作成した「HEC-6, Scour and Deposition in Rivers and Reservoirs」を用いている。このプログラムの基本は不等流計算を用いた混合粒径の河床変動計算であり、その概略の流れを示せば図3のようになる。

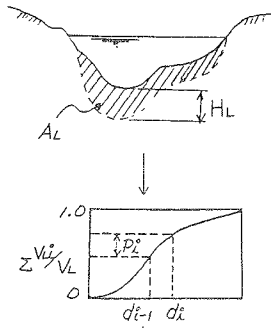
計算には図4に示すような分布を持つ混合粒径をもちいた。

4. 計算結果

無施設と現況施設の状況を固定した2ケース、および計画砂防施設を順次将来35年間に配置した1ケース、合計3ケースについて将来100年間の堆砂形状シミュレーション計算を行った。それぞれの最終堆砂形状を示せば図5（図中縦断側線間隔は400m）のようになり、ハッチで示した部分が砂防施設の貯水池の有効貯水容量内の堆砂軽減効果として評価される。ここでは砂防施設の流砂の細粒化（調整効果）は考慮されていないが、デルタ部の前面勾配は無施設、現況、計画の順に緩くなっている。砂防施設の調整効果を考慮すればデルタの形成がさらに抑制されると考えられ、砂防事業の効果は貯水池堆砂量の軽減のみならず堆砂形状の質的な改善効果を付加できる。

有効貯水容量（サーチャージ水位から最低水位間の容量）、非洪水期利用容量（常時満水位から最低水位）、サーチャージ容量内における堆砂率を示せば表1のようになる。この結果からは計画砂防施設によるそれぞれの貯水池堆砂形状の改良効果は無施設時に対して約10%、現況施設に対して約6%程度となっている。わが国では一般に一水系で複数の多目的ダムが存在し、系統的に洪水調節を行っているが、一基のダムで洪水調節を行う場合を考えると洪水調節機能が最終的に10%低下することは治水上重大な問題となり、砂防施設の治水上の直接的効果を形状的に捉えることができる。

図5には無施設時の解析結果から、ボトムセットベッド、デルタの肩、トップセットベッドの代表的箇所のウォッシュロード（W）、浮遊砂（S）、掃流砂（B）の占有比率を示した。これから、ダム計画で設定している計画堆砂域（最低水位）に堆砂するのは殆どがウォッシュロードであり、有効貯水容量内では掃流砂の堆積が殆どである。このことから、有効貯水容量の確保、洪水氾濫の原因となる上流河道の上昇（背砂現象）の抑制のためには、砂防が主として取り扱ってきた河床変動に寄与する掃流砂成分の生産抑制や流出抑制が重要となる。



河道モデルの定義

$$V_L = A_L \times \left(\frac{1_L + 1_R}{2} \right) \quad \text{河床堆積量}$$

$$W_m = A_L / H_L$$

各横断の初期河床粒度分布の定義

$$\text{計算対象粒度成分の堆砂量 } V_{Li} = V_L \times P_i$$

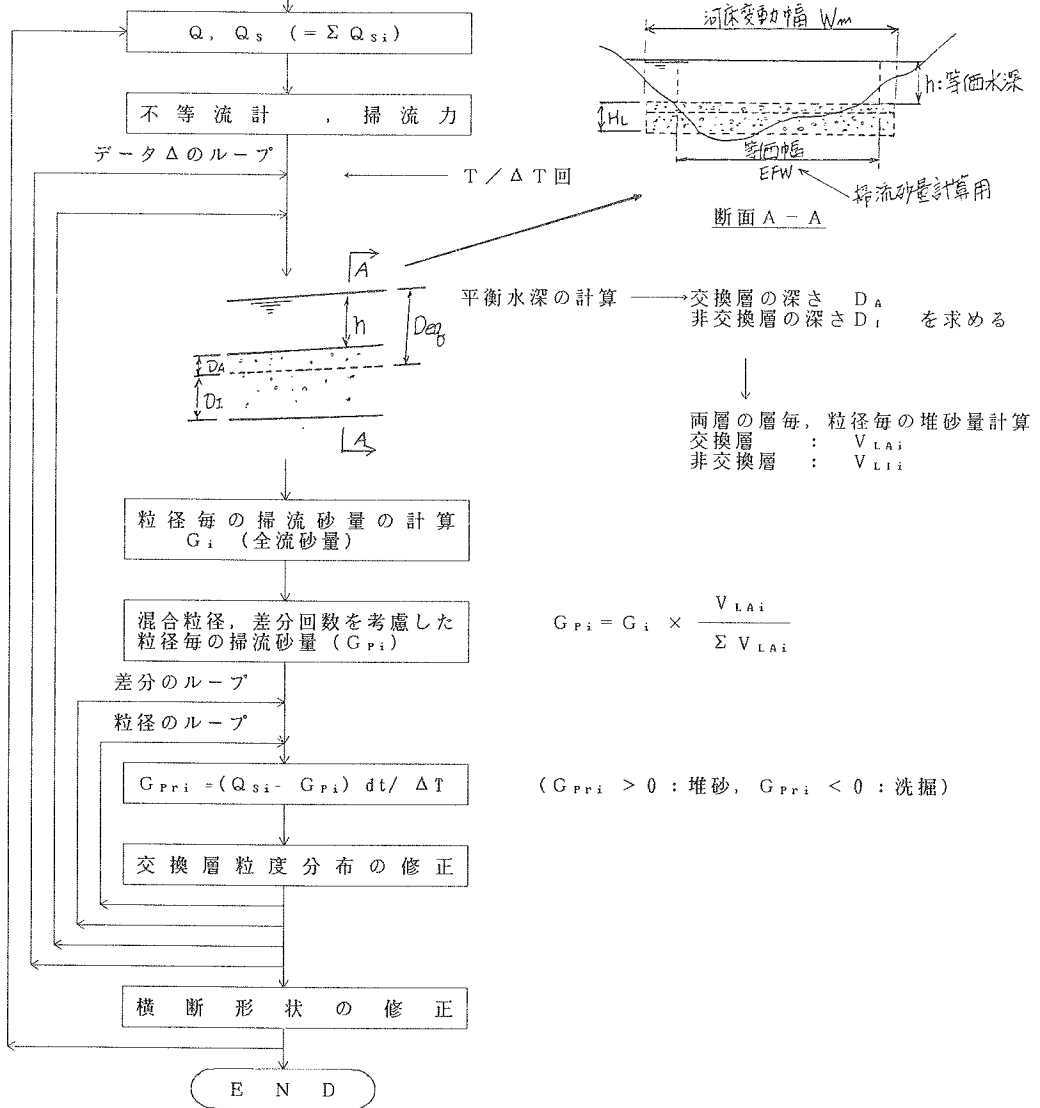


図3 貯水池堆砂形状計算フロー

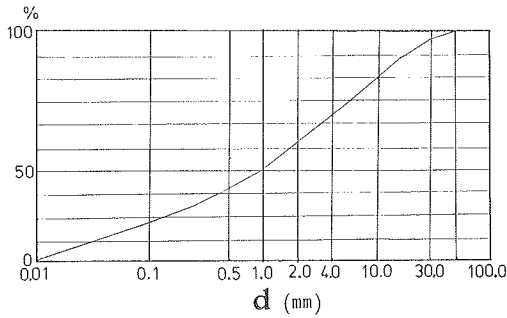


図4 給砂粒度分布図

表1 各容量内の堆砂率

検討ケース	堆砂量率 (%)		
	A	B	C
無 施 設	18	27	17
現 況	15	23	14
計 画	10	17	7

A : 有効貯水容量内に占める堆砂率
 B : 非洪水期利水容量内に占める率
 C : サーチャージ容量内に占める堆砂率

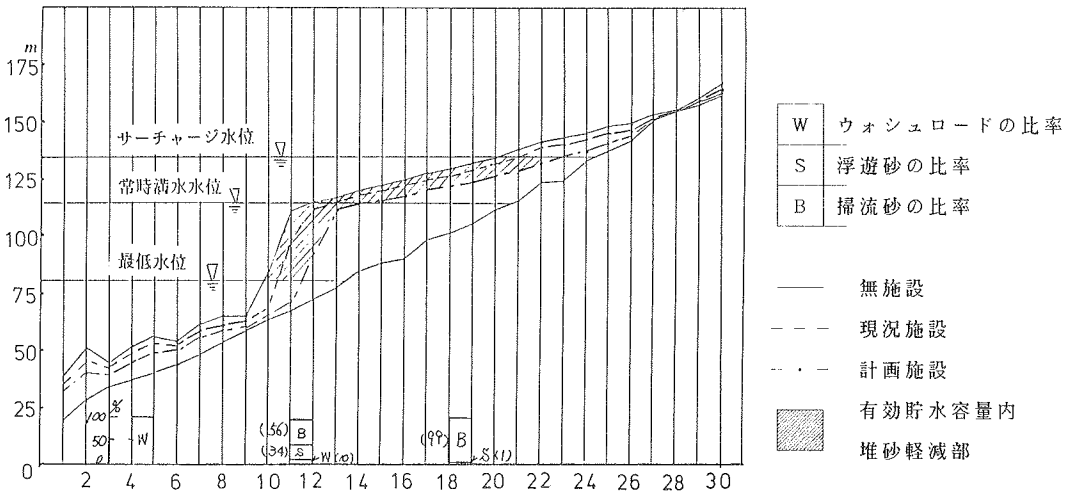


図5 砂防施設の効果と100年後の堆砂形状

- 1) 芦田和男・江頭進治・加本実 : 山地流域における侵食と流路変動に関する研究(2)
 京大防災研究所年報第26号B-2 S. 58
- 2) 江頭進治・芦田和男・金屋敷忠儀 : 微細土砂の流出解析法とその適用に関する研究
 第25回水理講演会論文集 1981
- 3) 小川紀一郎・松村和樹 : 崩壊の形態と発生要因について
 日暮 雅博・上島隆雄 : 昭和59年度砂防学会研究発表会講演集