

八千代エンジニアリング株式会社 ○ 井戸 清 雄  
 前 関 東 地 方 建 設 局 河 川 部 古 賀 省 三  
 財 団 法 人 砂 防 地 す べ り 技 術 セ ン タ ー 打 萩 珠 男  
 同 上 黒 川 興 及

### 1. 概 要

砂防ダムの効果は、貯砂量、生産抑制、調節量といった量的な効果と流送土砂を分級化して下流に流すという質的な効果の2点があると考えられる。そこで、本研究では、粒径別の土砂収支を逐次計算する河床変動計算手法を検討し、次のモデル流域に適用した。そして、砂防ダムが現況の場合、無施設の場合の計算を行い、砂防ダムの効果量を推算した。

### 2. モデル流域

計算のモデル流域としたのはA川の中流部に位置するB多目的ダム貯水池とその上流河道である。図-1には、計算区間の河道構成を示したが、C砂防ダムを含めその上流15基の砂防ダムを検討対象とした。計算区間の総流路延長は約40kmである。

図-1には、B多目的ダム築造後の河床変動測量及びダムの堆砂量調査から昭和51年～60年間の土砂収支を併示している。

### 3. 計算手法

河床変動計算は、①水流の運動方程式、②流砂量式、③流砂の連続式を連立して解くことによって実施される。①では、水面形、掃流力を計算する訳であるが、貯水池内は不等流として、貯水池末端より上流では擬似等流として計算した。抵抗則は Manning 則とした。

流砂の輸送形態として、掃流砂と浮遊砂を取扱い、掃流砂に対しては、芦田・高橋・水山式を、浮遊砂に対しては、芦田・道上式を用いて流砂量を計算した。<sup>1)</sup> 流砂の連続式については、交換層の概念を用いた粒径別の流砂の連続式を差分化して、流砂の土砂収支を計算する。<sup>2)</sup> 流砂の連続式については、交換層の概念を用いた粒径別の流砂の連続式を差分化して、流砂の土砂収支を計算する。<sup>3)</sup>

各断面に流入する流砂と流出する流砂の粒度構成の変化により、河床材料の粒度分布は時々刻々変化する。今回の計算では、図-2のように、断面形を複数の台形で近似し、河床表面から層厚  $a = 50 \text{ cm}$  (最大粒径程度)の層、4層とそれより下部の層、合計5層の粒度分布変化を図の模式に従って計算した。

図-2では、実線ではさまれる層が粒度組成変化前の層組を表わし、一点鎖線ではさまれる層が新しい層組を示す。

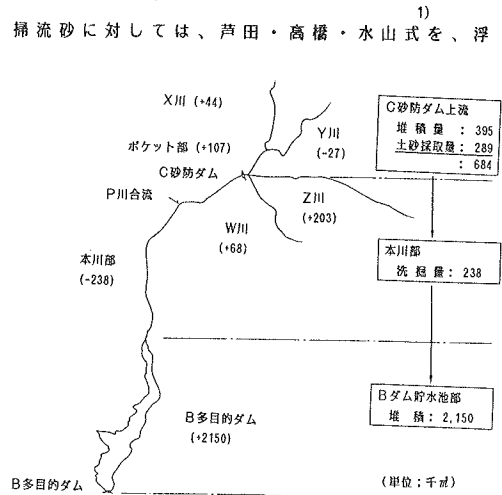


図-1 計算区間の河道構成

図中の  $f_B(di)$  は表層交換層上の粒度分布を示しており、粒径別の流砂の連続式から計算される。  
 ②の段階では、各層の粒度分布が既知であり、③で各層の粒度組成が計算される訳である。

全体の計算フローを図-3に示す。

貯水池に流入するウォッシュ・ロード  $Q_w$  についてはダム貯水池流入流量を  $Q$  とすると次式の関係で表わされるものとした。

$$Q_w = \alpha \cdot Q^2 \quad (1)$$

そして、浮遊砂の堆積が終了する地点から下流の河床に平行に堆積するものと仮定した。

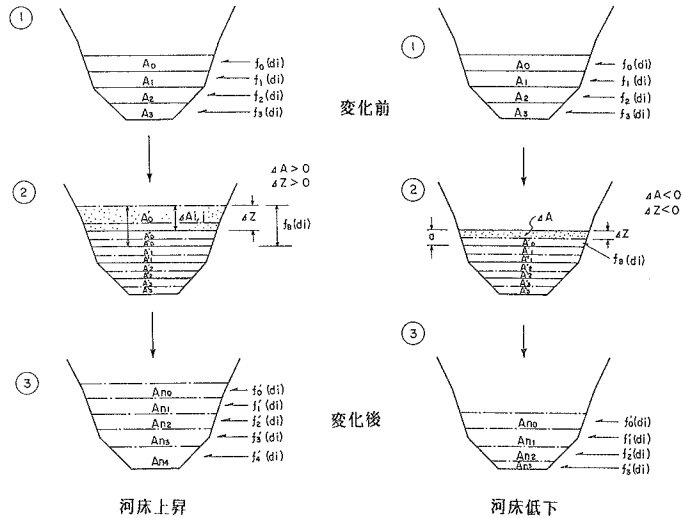


図-2 粒度組成変化の計算模式

#### 4. 計算条件

① 河道断面 …… 図-2のように河道横断を近似し断面間隔 100~500m でモデル化した。

② 流量時系列 …… 計算の対象としたのは、昭和52年度~昭和60年度の9年間、昭和10年度から50年度の41年間、合計50年間の流量時系列である。前者の9年間は実測のダム流入量、後者の41年間は流出計算による主要洪水波形、ダム上流域の代表観測所の日雨量から推定した日流入量を用いた。B多目的ダム地点の水位は、洪水時(時間流量で計算)には、調節ルールによる水位を、平時(日流量で計算)には常時満水位を与えた。

③ 河床材料 …… 河床材料の粒度分布の初期値は、図-4に示す河床材料調査結果の平均的な粒度分布を一様に与える。

④ 給砂地点 …… C砂防ダム上流の名支川の最上流端及び支溪の合流点に給砂するとともにC砂防ダム下流に合流するP川の合流点に給砂した。

⑤ 給砂量等 …… 給砂する地点の流量に対して洪水時は容積濃度1%、平時は0.1%で土砂を供給し

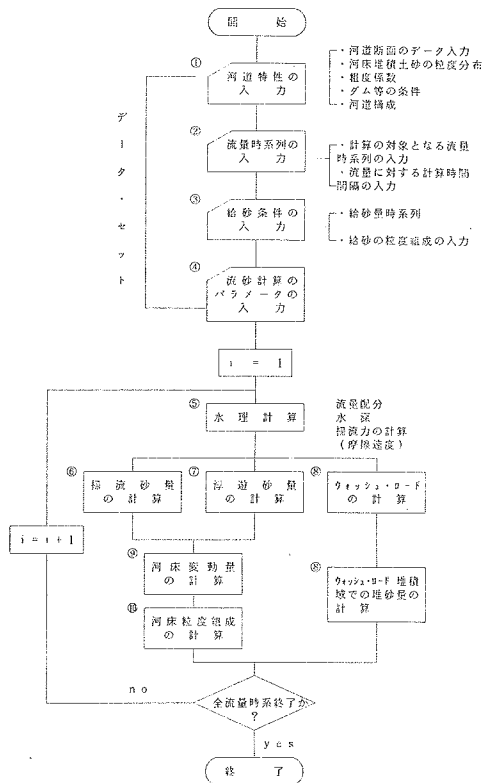


図-3 計算フロー

た。また、給砂の粒度分布は、図-4に示した粒度分布を用い、場所的にも、時間的にも変化しないものと仮定した。また、ウォッシュ・ロード式(1)の $\alpha$ は、 $\alpha = 5.28 \times 10^{-6}$ と仮定した。

### 5. 計算結果

計算は、砂防ダムが現況の場合、無施設の場合(砂防ダムがない河床形状を初期河床としている)の双方の計算を行なった。その結果貯水池への流入土砂量は、表-1のように現況、無施設の場合で異なり、貯水池の堆砂形状も図-7、図-8に示すような差異が生じている。特に、図-8では、治水容量(2000万 $\text{m}^3$ )内に現況、無施設で約300万 $\text{m}^3$ の堆砂量の差があり、砂防ダムの効果が貯水池堆砂に対して大いに現われることが計算で表現された。

図-5、図-6は貯水池に流入する土砂の粒度分布の計算結果を現況、無施設の場合で示したものである。図-5では、現況の場合の方が無施設の場合より粒度が粗い結果となっているが、これは、9年間の計算ではC砂防ダム地点からの流出土砂が無く、C砂防ダム下流からの浸食土砂が主にダムに流入するからである。しかし、図-6のように長期間で見た場合、ダムへ流入する土砂の粒度は砂防施設があった場合の方が、無施設の状態のものよりかなり細粒化する計算結果が得られ、砂防ダム(群)がかなりの分級効果を有していることが推察される。

なお、C砂防ダム上流では、給砂濃度が流送能力に対して大きく現況、無施設双方について河床上昇の傾向を呈した。

### 6. 今後の課題

粒度変化を考慮した今回の計算では、給砂条件が重要なパターンとなる。今後、試算を重ね給砂条件の設定法を確立したい。

表-1 貯水池流入土砂量(千 $\text{m}^3$ )

年数	現 況		無 施 設	
	掃流砂+浮遊砂	総流砂	掃流砂+浮遊砂	総流砂
9	391	1,991	695	2,295
20	1,031	5,931	2,028	6,928
30	2,381	11,265	4,293	13,177
40	3,424	14,854	5,938	17,368
50	4,567	18,777	7,634	21,844

注) 総流砂

= 掃流砂 + 浮遊砂 + ウォッシュロード

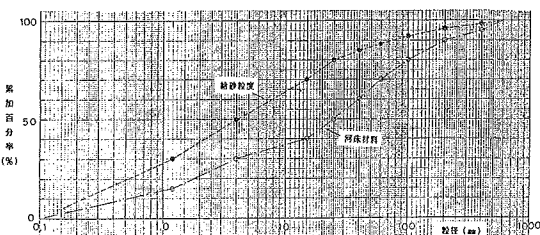


図-4 河床材料と給砂量の粒度分布

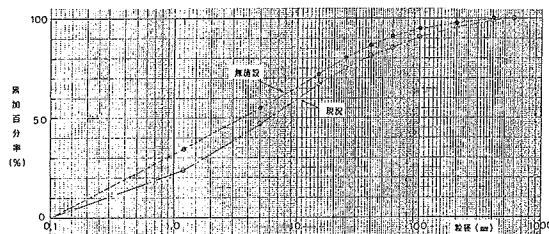


図-5 貯水池流入土砂量の粒度分布(9年間)

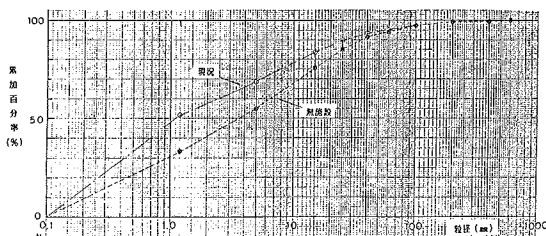


図-6 貯水池流入土砂量の粒度分布(50年間)

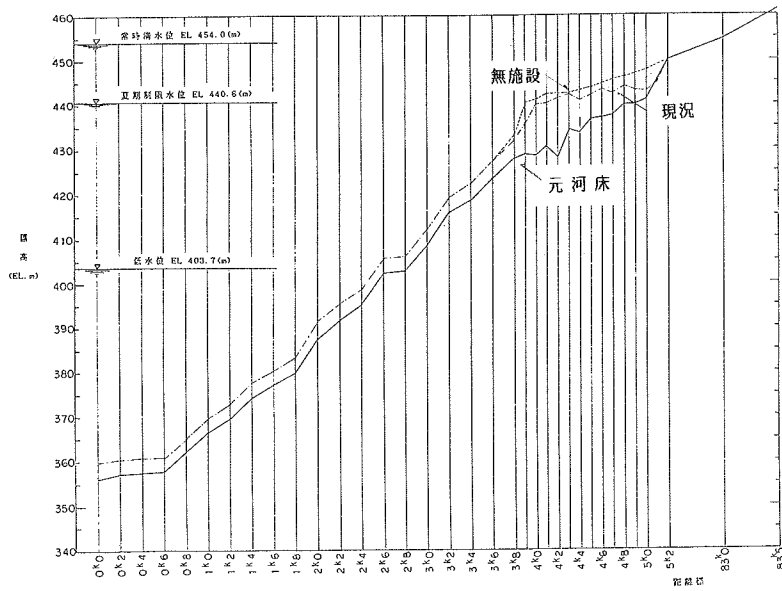


図 - 7 貯水池堆砂形状の計算結果 (昭和52~60年度, 9年間)

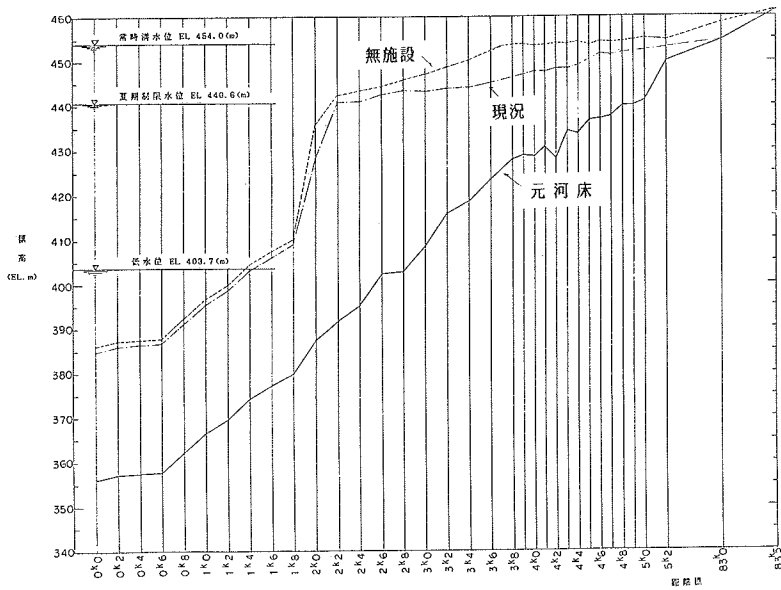


図 - 8 貯水池堆砂形状の計算結果 (昭和52~60年度+昭和70~80年度, 計50年間)

- 1) 芦田・高橋・水山：山地河川の掃流砂量に関する研究、新砂防 107, 1978
- 2) 道上正規：流砂と河床変動に関する基礎的研究、昭和47年10月 京都大学学位論文
- 3) 平野宗夫：Armoringをともなう河床低下について、土木学会論文報告集 第195号  
PP. 55~65, 1971