

64 混合粒径による二次元河床変動シミュレーションについて
 (透過型砂防ダムの機能を考慮したシミュレーションモデル)

働砂防・地すべり技術センター ○佐野 清
 " 宮本 邦明
 住鉦コンサルタント㈱ 山下伸太郎

1. はじめに

近年、土石流対策の構造物として、透過型構造の鋼製砂防ダムが各地で施工されている。この透過型砂防ダムは、「大洪水に備えて平常時の流出土砂はすべて透過させ、計画的にダムの空容量を確保するもの」と定義されている。

筆者らは、この透過型砂防ダムの機能を、数値シミュレーションによって評価することを考え、そのモデルについて検討を行なった。本報告では、透過型砂防ダムの機能を考慮したシミュレーションモデルについて、その概要を述べる。

2. 透過型砂防ダムの機能

2.1 透過型砂防ダムのモデル化

現在、種々の透過型砂防ダムが施工されているが、本検討においては形状を単純化し、図-1に示すようなスリット群のモデルを考える。

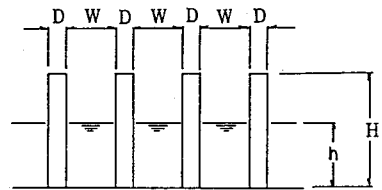


図-1 透過型砂防ダムのモデル図

2.2 スリットによる流れの抵抗

スリットを通過する流水は、スリットによる抵抗を受けるために、これを考慮する。いま、スリットを円柱と考えた場合、円柱によるxy方向の流れの抵抗力 f_x 、 f_y は、

$$f_x = C_D (\rho u \sqrt{u^2 + v^2} / 2) A, \quad f_y = C_D (\rho v \sqrt{u^2 + v^2} / 2) A \quad \text{..... (1)}$$

で表わされる。ここに、 C_D : 円柱の抗力係数 (=1.0)、 A : スリット群の流れの方向の単位幅当りの投影面積であり、スリット幅を W 、円柱の径を D 、水深を h として、

$$A = h \beta \quad \{ \beta: \text{スリットダム占有面積率} \quad \beta = D / (W + D) \} \quad \text{..... (2)}$$

で表わされる。

ここで、流れを定常として運動量保存則より、スリットがある場合の掃流力 τ_1 を求め、スリットがない場合の掃流力 τ_2 に対する比率 τ_1 / τ_2 とスリット占有面積率 β との関係を、図-2に示す。

2.3 スリットによる土砂のふるい分け効果

透過型砂防ダムのスリットによる土砂のふるい分け効果は、スリット幅 W と粒径 d_i によってきまる捕捉率 K で表現する。捕捉率 K は、

$$K = \alpha \{ 1 - (W - d_i) / W \} \quad (\alpha: \text{係数} \quad 0 \leq \alpha \leq 1) \quad \text{..... (3)}$$

で表わされ、スリットを通過する粒径別の土砂量 q_{Bxi}' あるいは q_{Byi}' は、

$$q_{Bxi}' = (1 - K) q_{Bxi} \quad \text{あるいは} \quad q_{Byi}' = (1 - K) q_{Byi} \quad \text{..... (4)}$$

となる。

図-3に捕捉率 K と、スリット幅に対する粒径の比率 D_i / W との関係を示す。

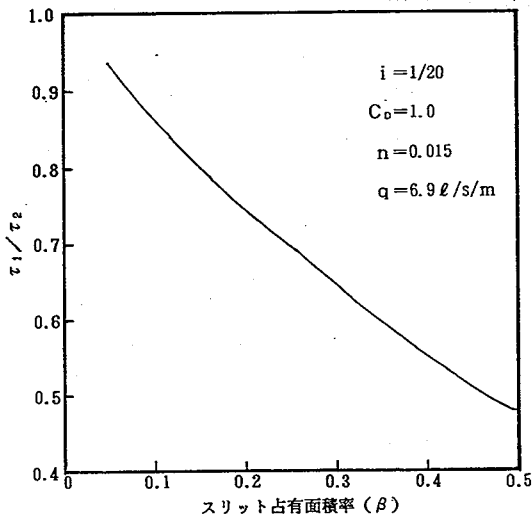


図-2 スリットによる掃流力低減効果

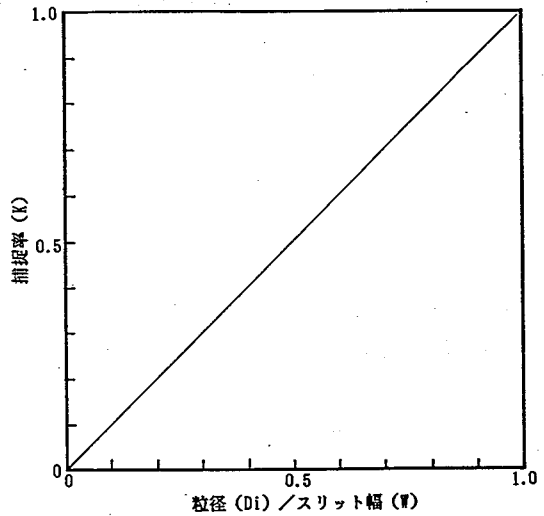


図-3 スリットによる土砂の捕捉率

3. シミュレーションモデル

一般の河川の場合、流れはその下流方向に卓越しており、流体の運動も一次的な取扱が可能である。しかし、河幅が広い場合には、流れの平面的な変化が無視できず、水平二次元の流体運動としての取扱が必要となってくる。また、土砂移動形態が掃流領域と考えられる範囲では、砂防施設の効果や安全性を評価するために、土砂の移動・堆積状況だけでなく、洗掘による土砂移動も考慮する必要がある。

本検討においては、透過型砂防ダムの機能評価の必要性から、混合粒径および洗掘を考慮した移動床としての二次元河床変動シミュレーションモデルとする。図-4に計算プログラムのフロー・チャートを示す。

4. おわりに

透過型砂防ダムの機能を、スリットによる流れの抵抗と、スリットの捕捉率で表現し、これらを考慮したシミュレーションモデルを提案した。今後は、このモデルに対し、水理実験等を実施して、その適合性を検討する必要がある。

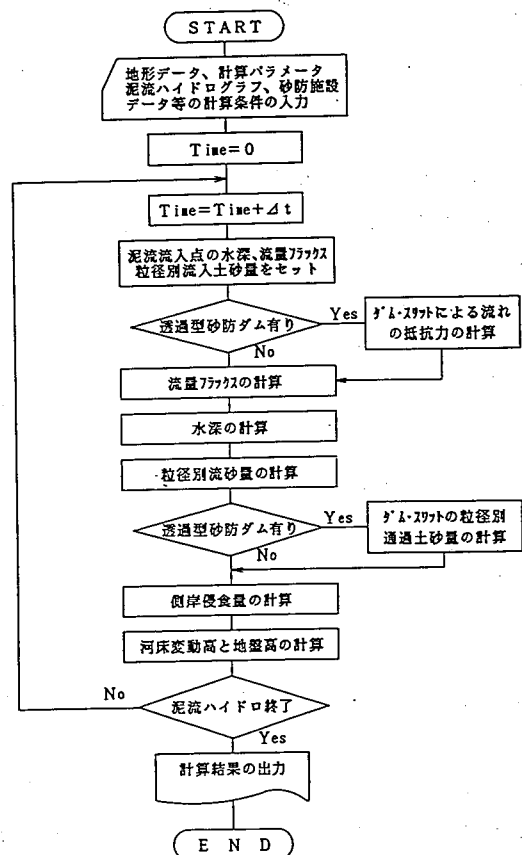


図-4 シミュレーションプログラムのフロー・チャート