

# 92 格子ダムの閉塞モデル

京都大学防災研究所 高橋保・中川一・里深好文○王浩民

## 1. 研究目的

これまで、透過型ダムによる土石流捕捉モデルは種々開発されているが、いずれのモデルも土石流の流入条件及びダムの特性値が与えられると、「確定的」に土石流の捕捉率などが決定される。ところが、実際には、同じ条件であっても、大きな粒子の到着タイミングのわずかのずれなどの影響でダムが閉塞したりしなかったりすることが知られている。そこで、本研究では、透過部の閉塞現象を一つの「確率過程」とし、その瞬間閉塞確率が土石流特性値と関係づけられるものと考え、時間の経過に伴うダムの閉塞過程を再現できるモデルを開発する。

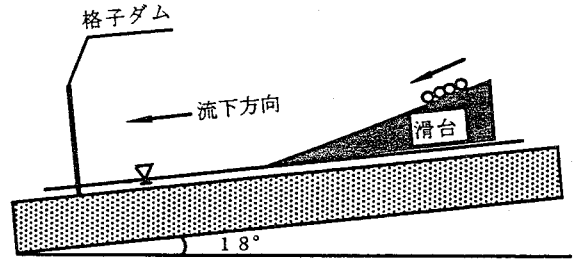


図1 実験水路

## 2. 実験概要

実験装置を図1に示している。幅 10 cm の水路の上に取り付けている勾配 30 度の滑り台から、粒径 1 cm の一様砂を一定流量の水を流している水路上に転がし、下流端に設置した格子型ダムの閉塞状況を調べる。実験に使用した格子型ダムを図2に示している。格子間隔  $L$  と粒径  $d$  の比は 2.0 としている。

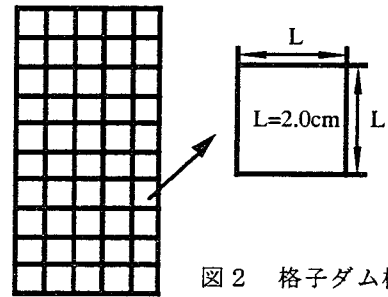


図2 格子ダム模型

## 3. 閉塞モデル

実験中の観察によると、粒子がダムの柱に当たると、柱を中心としてある角速度  $\omega$  で回転しながら、移動することがわかった。また、その後到着する粒子と架橋構造を作ることにより、透過部を閉塞することも判明した。これらの観察結果をもとに、閉塞モデルを次のように考えた。粒子が柱を軸に回転している間は、後続粒子の通過可能間隔が小さくなる。即ち、柱の直径が大きくなっていると考えられる。今、土砂濃度  $c$ 、速度  $v$  が一定であるとして、

ある時間間隔  $T_L$  の間に、 $i$  個の粒子がランダムな時間  $t_i (0 < t_i < T_L)$  に、ランダムな位置  $x_i$  に発生し、ダム透過部へ到達すると考えると、粒子と柱との衝突の有無によって、以下の三パターンに分けられる。

①両方の柱に当たらない場合は  $i+1$  個目粒子の衝突判定に進み、すべての発生が終了したら、 $T_L$  時間内では閉塞しなかったと考える。

②両方の柱に当たる場合は、閉塞したと考える。

③片方の柱に当たる場合は、柱の直径が大きくなると考え、新しい  $D_L$ 、 $D_R$  を計算し、すべての発生が終わって、

$D_L + D_R > L$  であれば、たとえ一時的にでも、透過部が閉塞したとする。複数の粒子が連なっている場合には、図3のように新しい  $D$  を計算する。

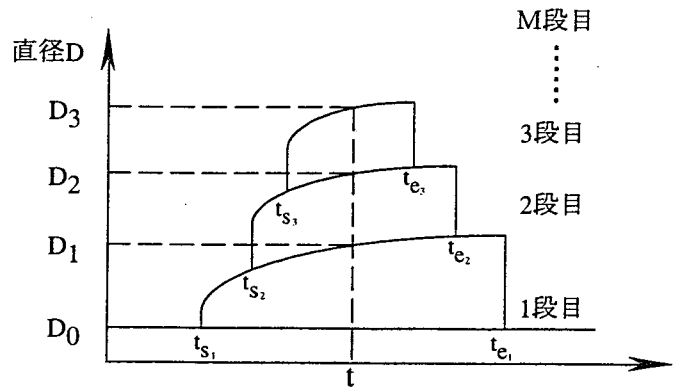


図3 柱の直径の計算 (複数粒子の場合)

これを  $T_L$  の間に  $i$  回の試行し、そのつど、ダムが閉塞するかどうかを判定する。最終的 ( $i=T_L$ ) に閉塞したかどうかを判定し、同じ条件下で  $N$  回繰り返すと、 $T_L$  時間内での閉塞確率  $F$  は以下のように求められる。

$$F = \frac{\text{閉塞した回数}}{N}$$

さらに、 $T_L$  を変えて計算すれば、 $T_L$  と  $F$  との関係が離散的に求められる。しかし、実際の数値解析に用いる閉塞確率

は  $T_L$  より遙かに小さい時間  $\Delta t$  に対する瞬間閉塞確率  $P$  でなければならぬので、 $P$  を  $F$  を用いて表しておくことが必要である。そこで、今、 $c$ 、 $v$  が一定であるならば、 $P$  が一定であると考え、 $n\Delta t$  秒後の閉塞確率は  $T_L = n\Delta t$  とすると、 $F = 1 - (1 - P)^n$  となるので、 $P$  を求めることができる。

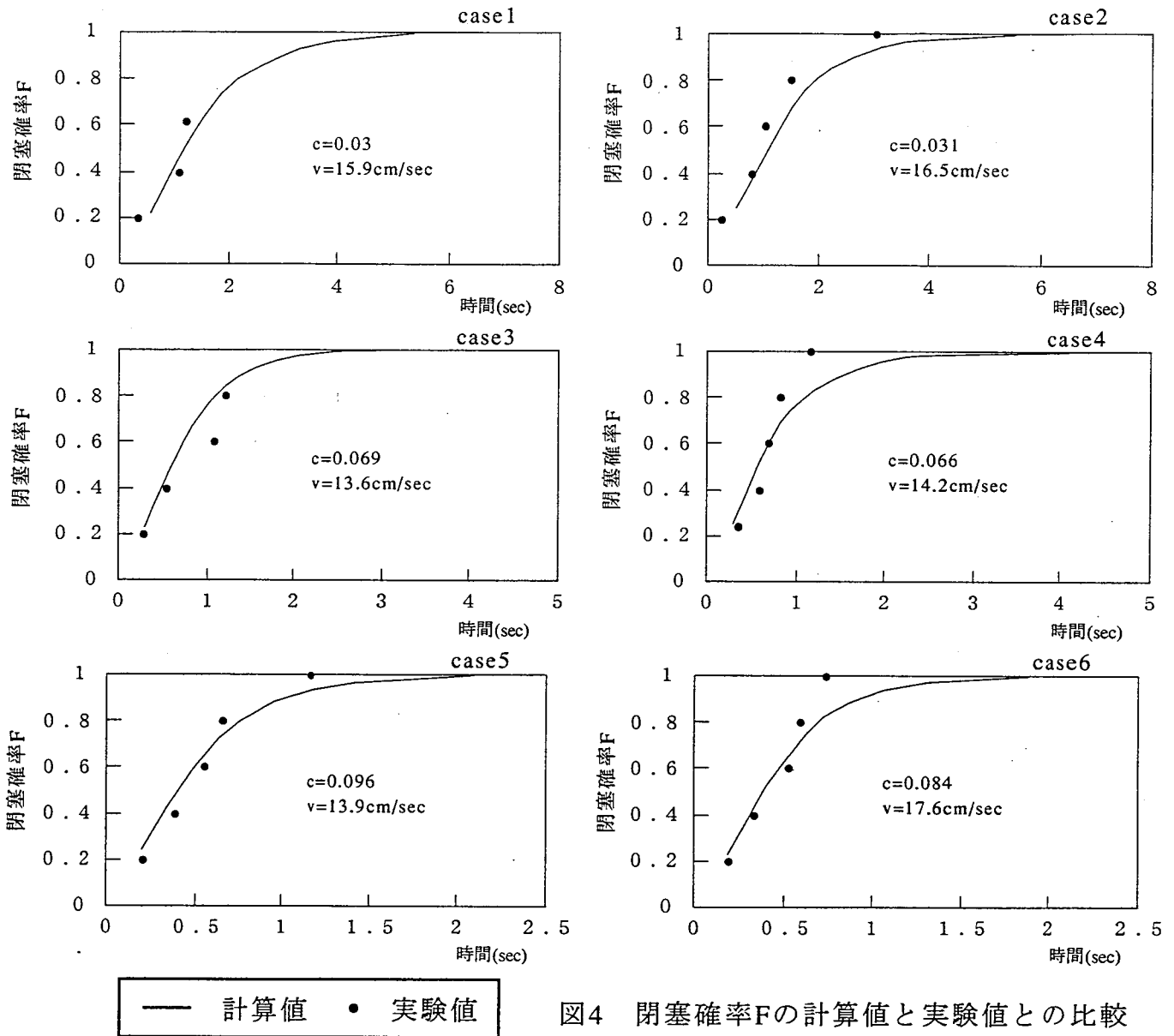


図4 閉塞確率Fの計算値と実験値との比較

#### 4. 数値解析結果

上述のモデルを用いて、数値解析を行った。図4は閉塞確率  $F$  の計算値と実験値を比較した例である。また、 $N=1000$ 、 $\Delta t=0.01$  秒の時の結果例を図5に示している。この図から、一定の  $c$ 、 $v$  の条件下の  $\Delta t$  に対する瞬間閉塞確率  $P$  を求められる。

#### 参考文献

- 1) 芦田和男・江頭進治・栗田三津雄・荒牧浩：  
透過性砂防ダムの土石流調節機構、  
京都大学防災研究所年報、第30号B-2、昭和62年4月
- 2) 水山高久・小橋澄治・水野秀明：  
格子型ダムのピーク流砂量減率に関する研究、  
新砂防、Vol.47 No.5(196)、January 1995

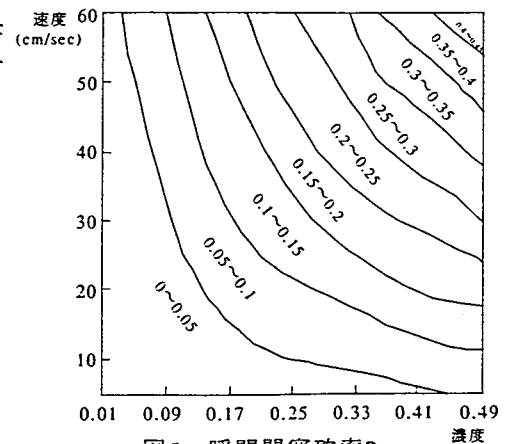


図5 瞬間閉塞確率P