

研究紹介

土石流の高精度数値シミュレーション技術の開発と 凸型の鋼製フレームを持つ新しい構造の砂防堰堤の効果検討

工学科社会基盤デザインコース・准教授 福田 朝生
(E-mail : t-fukuda@tec.u-ryukyu.ac.jp)

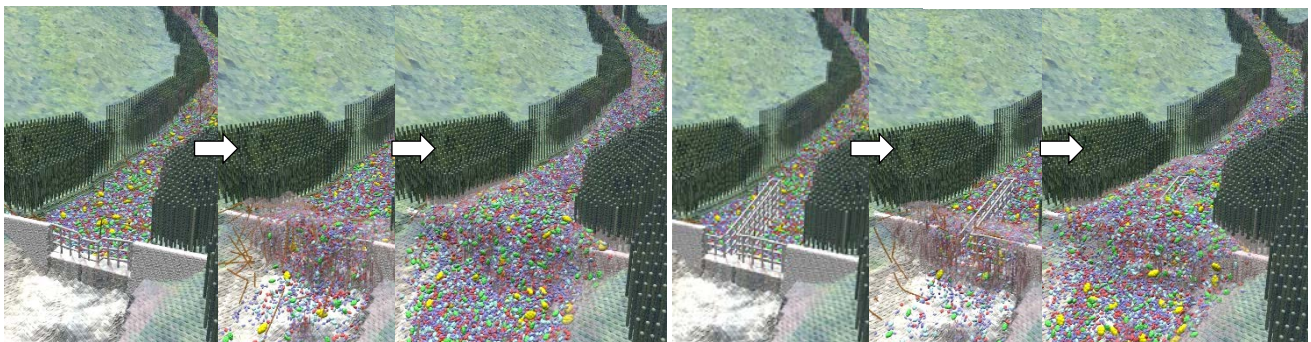
土石流による被害は毎年のように生じており、土石流対策の強化が強く求められています。写真-1は、2014年の広島県の豪雨で発生した土石流による被災状況を示しています。写真からわかるように流木は土砂の上に集団となって堆積しています。このことは、流木は土砂とは異なる運動を示しています。このように異なる種類の個体群が別の運動をして、同じような種類の個体群同士がそれぞれ集団化する現象を分級とよびます。土砂だけに注目しても、小さな礫と大きな巨石がともに運動する際には分級が見られます。砂防堰堤の建設などの土石流対策の検討では、このような分級を伴う土砂や流木の運動を正しく推定する必要があります。また、土石流の振舞いは、溪流の地形によって異なるため、砂防堰堤を建設するには、この溪流地形が反映された土石流流動を推定する必要があります。しかし、実験で現地の地形を考慮することは容易ではないことから、現地の土石流の振舞いを推定できる数値解析技術の開発が求められていました。



写真-1 2014年広島県土砂崩れの被災状況

従来、土石流のシミュレーションでは、粒子の集合を連続体と仮定したモデルが用いられてきました。しかし、この方法では、分級を正しく説明することはできず、また、土石流と鋼製フレーム構造の砂防堰堤との相互作用も推定することができません。これに対し私たちは、異なる形と大きさの個々の石の運動と、変形・破壊する流木、およびその周りの水の三次元運動を高精度に解く数値解析技術を開発しました。さらに、解析に適した並列計算法を開発することで、スパコンでこの数値解析技術を使って、現地の複雑な地形の溪流を流れる土石流の大規模シミュレーションを実現しました。

図-1の左側は、従来型の透過型砂防堰堤、右側は私たちが提案した上流側に凸型をした鋼製フレームを持つ新しいタイプの砂防堰堤です。この新しい数値解析技術を用いることで、このような複雑な構造の砂防堰堤の効果検討が数値シミュレーションで実施できるようになりました。解析の結果、凸型の鋼製フレームは従来型の透過型砂防堰堤と比べて土砂を約30%も多く捕捉できることが推定され、その有効性が示されました。今後、新たに開発した数値解析技術の活用によって、土石流対策のさらなる発展が期待されます。



(a) 従来型の鋼製フレームの砂防堰堤

(b) 上流方向に凸型をした鋼製フレームの砂防堰堤

図-1 鋼製フレーム構造の砂防堰堤に土石流が衝突するシミュレーションの解析結果