

土石流氾濫解析の可視化手法に関する研究

アジア航測株式会社 福田克之

1. はじめに

最近のCG技術は、テレビコマーシャルや映画に見られるように実にリアルな映像を作り出し、われわれに對しとても新鮮で素晴らしい技術を感じさせてくれる。建築業界では3次元CADデータを使用したリアルなCGがアニメーションにされ、顧客へのプレゼンテーションに多く活用されているが、砂防業界ではまだまだCG技術が普及しているとはいえない状況である。例えば、土石流氾濫解析は大学研究者だけではなく民間コンサルでも一般的に行われるようになってきているが、その解析結果は単に2次元の格子メッシュが平面上で色分けされたものであることが多い。氾濫解析自体の目的が違うこともあるが、解析結果の可視化技術に関する研究はほとんどなされていないのが現状である。このようなことから、筆者はCG技術を活用して2次元氾濫解析結果をリアルに可視化する手法についての研究を行い、3次元の立体映像を作成する手法を開発したのでその概要を以下に述べる。

2. 3次元可視化手法概説

最近では解析結果を表示する市販のソフトも多く見られるが、個々の異なる応用分野に適用するには不向きである場合が多い。そこで、本研究ではシリコングラフィック(SGI)のCGマシンを用い、SGI固有のグラフィックスライブラリー(OPENGL)言語を使用した。

2.1 地形データの読み込み

洪水氾濫のように初期地形データ上を洪水流が伝搬していく場合は、地形データは一度読み込んでしまえば良いことになるが、土石流の場合は堆積・河床侵食作用により、プラス・マイナス方向に地形データが時々刻々変化することになる。つまり、地盤標高グリッドデータは3次元空間にポリゴンとしてタイムステップ毎に読み込まなければならない。

2.2 土石流氾濫解析結果の読み込み

土石流氾濫解析では格子間隔及び与える流量によって Δt (時間刻み)が左右される。後述する可視化事例の計算では Δt を0.1秒としたが、総計算時間を10分としたことから6000(10分 \times 60秒/0.1秒)のファイルが出力されることになる。しかし、0.1秒毎のすべての解析結果を読み込むには膨大なコンピュータメモリーを要することから、動画としてスムーズに見れる範囲内で解析結果の取り捨てるが問題となってくる。したがって、後述する可視化事例では事前にテストを実施し、1秒間隔に出力した解析結果(X座標値、Y座標値、当該時刻の地盤標高、当該時刻の土石流流動深)をコンピューターに取り込んでいる。このケースでは1ファイルの大きさは約2MBとなり、トータルで約1.2GBのファイルを取り扱っている。なお、土石流の流動部分は地形データとは別のポリゴンとしてメモリー内に格納する。

2.3 3次元空間への描画

基本的には地形ポリゴンと土石流流体ポリゴンという物体を3次元空間に描画することになる。まずモニターを黒等の背景色でクリアした後、地形ポリゴンにオルソフォトをテクスチャーとして描画する。次に、土石流流体ポリゴンは正方形メッシュを2つの三角形のポリゴンに分割し、法線ベクトルを計算してシェーディングを行う。このように比較的簡単な手法を用いることにより、厚みを持った土石流が流下する様子をリアルに表現できるようになる。

2. 4 可視化事例

可視化事例として平成15年7月に水俣市宝川内地区集川で発生した土石流映像を紹介する。氾濫解析モデルは高橋らの手法を用いており、土石流の継続時間は10分である。土石流ハイドロは表1に示したとおり二山のピークを設定している。計算初期条件となる地盤標高は、土石流発生前の空中写真から作成した5mDEM（メッシュ数は153×329）を用い、地形ポリゴンのテクスチャーには土石流発生前のオルソフォトを使用した。2.2で述べたように、この事例では1秒おきに出力された計600ファイルの数値解析結果を映像化している。図1に映像から抽出した静止画を示す。左上

表1 土石流ハイドロ

土石流流量 m ³ /s	土砂濃度 cd	継続時間 sec
1200	0.3	60
1200	0.3	60
40	0.1	60
1200	0.1	60
1200	0.1	60
40	0.1	60
40	0.1	60
40	0.1	60
40	0.1	60
40	0.1	60
40	0.1	60

にタイムカウンターで実時間を示しているが、タイムスケール、空間スケールとも誇張することなく解析結果をそのまま描画している。1分23秒と3分23秒の静止画は、視点を近づけたものであるが、流下の様子がとてもリアルに表現されているのがわかる。当然のことながら、コンピュータメモリー内にデータを取り込めば、リアルタイムで任意の視点から映像を確認することが可能となり、それを映像化することも容易にできる。

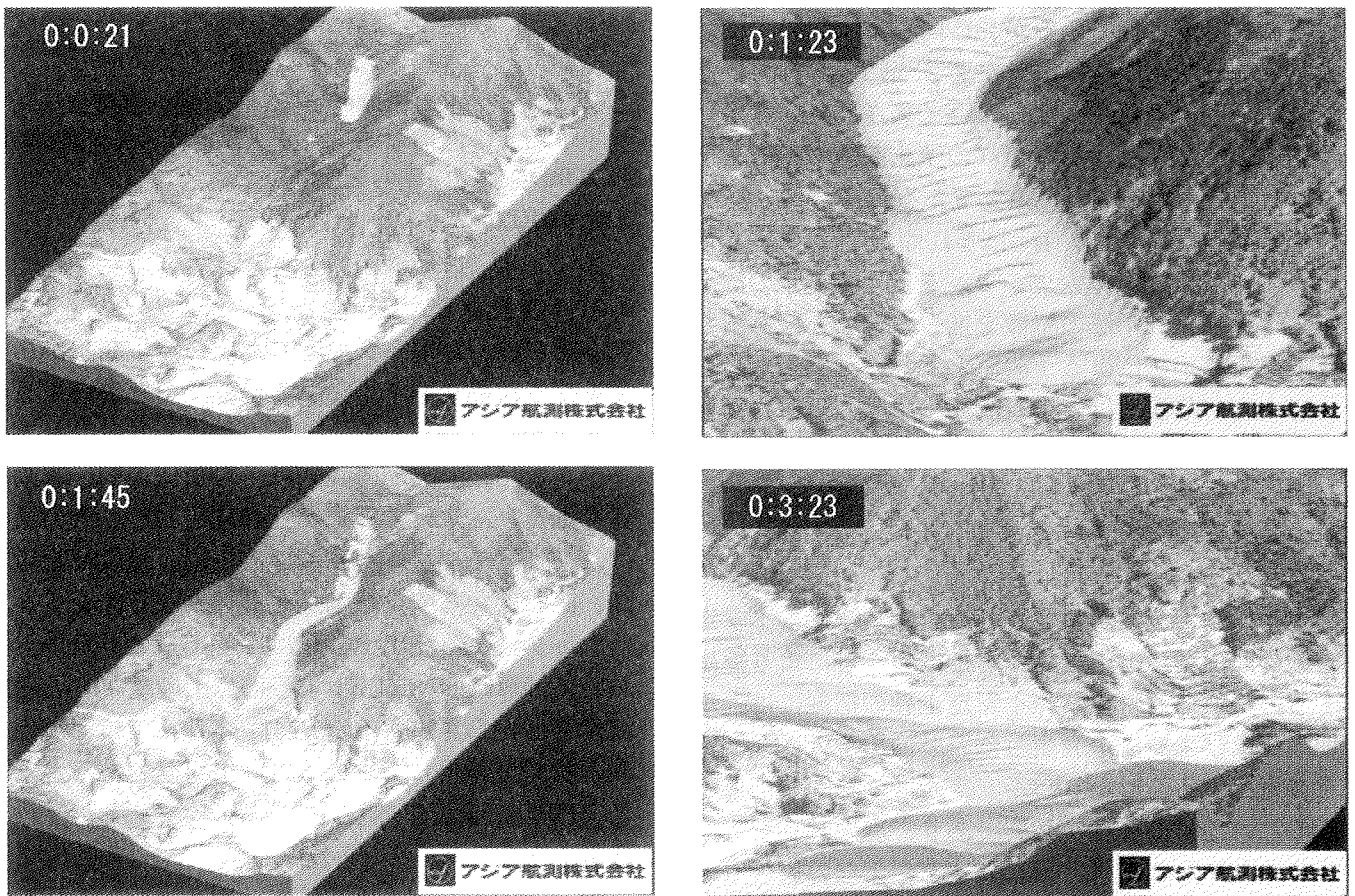


図1 3次元映像から抽出した静止画

3. おわりに

本稿では一例として土石流氾濫解析結果の可視化を紹介した。これと全く同じ手法を用いることにより、溶岩流流下解析、火砕流流下解析、洪水氾濫解析、津波伝搬・遡上解析などあらゆる数値解析結果をリアルに3次元映像化することが可能である。流体部分のマテリアルを変更することにより、流れ自体を溶岩や洪水のように見せることも容易にできる。今後もより多くの計算結果可視化を行い、砂防業界にCG技術の普及を図りたいと考えている。