

(財) 砂防・地すべり技術センター 高濱 淳一郎

(財) 砂防・地すべり技術センター ○小野寺 勝

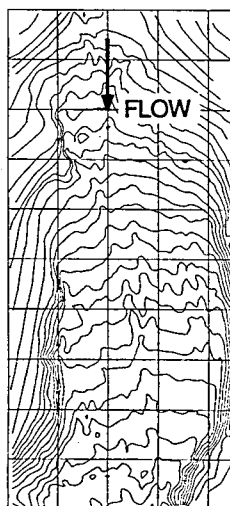
1 はじめに

現在、(財) 砂防・地すべり技術センターでは、泥流シミュレーションを含む砂防シミュレーション技術を砂防計画や施設計画・設計および避難・防災計画における有力な手段の一つとして使用しており、また今後の様々な砂防計画策定にあたり一層の利用が期待されている。一方で同プログラムの適用にあたっては流動形態、現象把握、各種パラメータの設定といった適用条件に注意を要し、さらには現状の問題点をふまえて今後のプログラムの改良、発展を行なっていく必要がある。そこで既存の泥流シミュレーションプログラムにおける問題点のうち特に避難・防災計画上重要となる流下速度に着目し、より一層の計算精度向上に向けプログラムの改良を行なった。以上より本報文では簡単な数値実験による検討結果について報告するとともに、今後の課題について記述する。

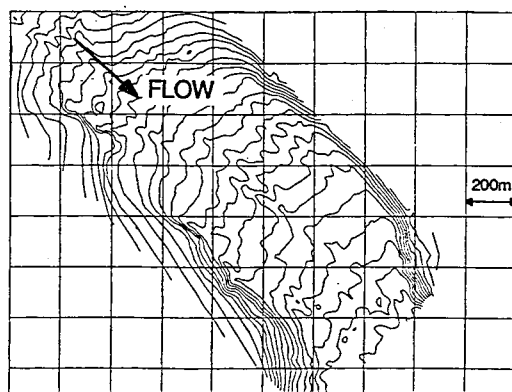
2 検討の条件

計算に用いたシミュレーションモデルは流動形態として乱流を想定し、2次元平面における連続流体の漸変流の運動方程式をStaggered schemeを用いてLeap-frog 差分法により離散化している。計算は固定床で液相のみを対象と

し、メッシュ地形については図1に示すとおり流れにほぼ直角方向と45度斜め方向の2ケース(20m×20mメッシュの各々計45,000, 75,000メッシュ)を設定した。使用した地形データの平均的な河床勾配は約1/20である。また数値実験に用いた泥流の流量規模は2000, および5000m³/sの2ケースで一定量を一定時間投入した。粗度係数は0.03, 0.035, 0.04の3ケースである。



(1)流下方向に直角のメッシュ



(2)流下方向に斜めのメッシュ

図1 計算メッシュと地形コンター

3 プログラムの改良

これまでの2次元の計算例で、泥流シミュレーションにおける流下速度が実績に比べやや遅いという現象がみられたが、これは計算メッシュがx-y直交平面で与えられるため、計算格子に平行・直角な方向に階段状に運動量が輸送されていくことが原因と考えられる。従って図1(1)と(2)では同じ投入点でも泥流流下速度に違いがあり、数値実験によれば前者に比べ後者のほうが粗度係数と泥流規模を変えた組み合わせ6ケースのいずれにおいても、10~15%程度の遅れがみられた。(表1のB/Aの値)

そこで、運動量方程式の差分のとり方を変えて、流下速度の改善について数値実験を行うものとした。x方向を例にとると、運動量方程式は以下のように表される。

$$\frac{\partial M}{\partial t} + \beta_x \frac{\partial (M \cdot u)}{\partial x} + \beta_y \frac{\partial (M \cdot v)}{\partial y} = -g \cdot h \frac{\partial H}{\partial x} - \frac{\tau_x}{\rho}$$

ここでM,N：x,y方向の流量フラックス、u,v：x,y方向の平均流速、 β_x, β_y ：x,y方向の運動量補正係数、h：水深、H：水位
(地盤高+水深)、 τ_x ：

x方向の流れの抵抗力である。このうち差分のとり方を変更したのは左辺第3項の慣性項におけるvの配置であり、元プログラムとの違いを図示すると、図2のとおりとなる。

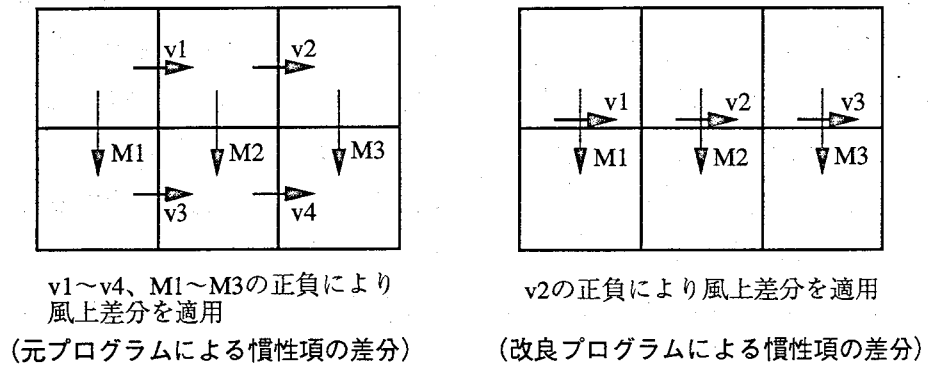


図2 慣性項の差分

4 検討結果

泥流流下速度について改良プログラムを用いて図1(2)の条件で計算した結果を表1(Cの値)に示す。これによると、メッシュに直角方向に泥流を流下させた場合に比べまだ多少の遅れはあるものの、泥流規模が大きいほどその差は小さくなっており(C/Aの値)、プログラム改良の効果がみられることがわかる。以上より泥流シミュレーションを適用するにあたっては、極力流れの卓越する方向にメッシュを切ることや各種パラメータの適切な条件設定が重要であるが、今後は正方直交メッシュに替わる座標系やそれに基づく差分法の記述を研究していく必要がある。

表1 計算条件と検討結果

ケース	泥流規模 (m ³ /s)	粗度係数 n	流下速度(m/s)				
			元プログラム			改良プログラム	
			メッシュ方向直角 A	メッシュ方向斜め B	B/A	メッシュ方向斜め C	C/A
1	2000	0.030	7.8	6.7	0.86	7.1	0.91
2	2000	0.035	7.5	6.4	0.85	6.8	0.91
3	2000	0.040	7.1	6.2	0.87	6.5	0.92
4	5000	0.030	10.5	9.3	0.89	10.2	0.97
5	5000	0.035	10.1	9.0	0.89	9.7	0.96
6	5000	0.040	9.7	8.7	0.90	9.2	0.95

5 おわりに

シミュレーションにおける計算技術においては、本報文で示した流下速度の他にも様々な問題点を抱えている。このため(財)砂防・地すべり技術センターでは「砂防シミュレーション研究会」を設けて、これらの技術開発に昨年度より着手した。

終わりに研究会でご指導いただいている鳥取大学宮本邦明助教授他、委員各位に厚くお礼申し上げます。

(参考文献) 宮本、鈴木、山下、水山：『十勝岳大正15年(1926年)泥流の再現計算』第33回水理講演会論文集pp.361~366、1989年