

簡易な物理モデルに基づく表層崩壊に起因する土石流発生危険度評価手法の検討

(株)東京建設コンサルタント ○盛 伸行, 伊藤 達平

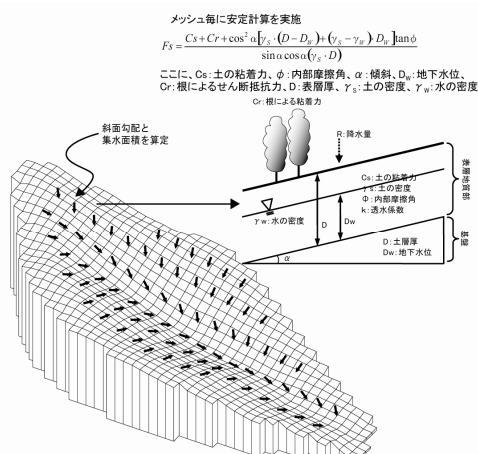
(独)土木研究所 内田 太郎, 秋山 浩一, 田村 圭司

1. はじめに

表層崩壊に起因する土石流の発生危険度を評価するためには、表層崩壊の発生、崩壊土砂の土石流化の危険性について評価する必要がある。このうち、表層崩壊の発生については、雨水一流出過程に関するモデルと斜面安定解析を組み合わせたモデルが提案されてきた。さらに、土木研究所では、表層崩壊の発生に係る場の条件を精度よく計測することによって、簡易物理モデルを用いても、表層崩壊の発生場所を精度よく予測できることを示した¹⁾。しかし、全ての必要項目を広域で現地調査等により精度良く把握し、各斜面における崩壊発生の可能性を評価するには多くの時間と費用が必要となる。このため、検討対象地域の場の条件が十分に明確となっていない場合でも、簡易的に溪流沿い斜面の危険度評価を行う手法を確立することが望まれる。土木研究所では、測定困難な地下情報は、代表的な地区でサンプル調査を行い、分布様式を把握し、広域に拡張する手法を、愛媛県新居浜地区(3.2km²)の検討を基に、提案した²⁾。そこで、ここでは、広島西部山系内のより広域な地域(35.3km²)に適用することにより、手法の汎用性、拡張性の検討を行った。

2. モデルの概要

本検討で用いた簡易土石流発生予測モデルは、定常状態を仮定した地中流のモデルと無限延長斜面の安定解析を組み合わせたモデルである。本モデルは、1)集水面積算定モデルと 2)乱数発生+安定解析モデルにより構成されている。モデル内に乱数の発生を含んでいる理由は、各パラメータの確率的なバラツキを計算内で表現することにある。モデル概要を図2.1に示す。計算に用いるパラメータは、①危険溪流の集水面積、②最急勾配、メッシュ毎の③土層厚、④降雨量、⑤粘着力、⑥内部摩擦角、⑦透水係数である。小流域を対象とした既往検討により、計算回数を10,000とした場合は、精度良く斜面の危険度評価が可能であるが、より広範囲での検討を考慮した場合、計算回数を低減することは、作業効率化の面で必要である。この観点から本検討では計算回数を様々に変化させた場合に関して検討を行った。



3. 検討対象地域

検討対象地域は、図3.1に示す平成11年6月29日の梅雨前線による災害時に死者24名、家屋被害138棟の被害が発生した広島県広島市佐伯区荒谷川流域を含む広島県西部の45流域である。当該地域では808箇所の表層崩壊が記録された。

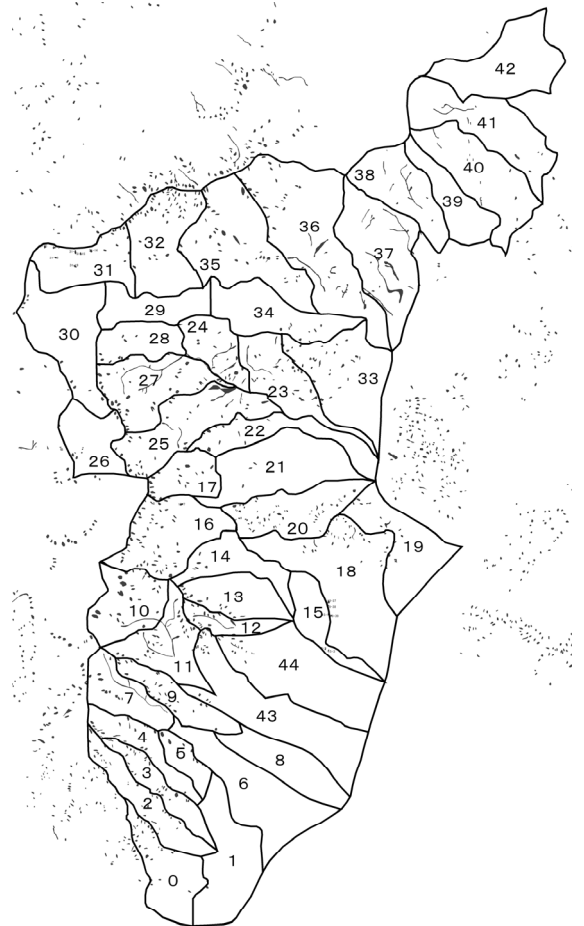


図3.1 検討対象流域

4. 検討対象ケースと入力パラメータ

4.1 検討対象ケースと検討方法

検討対象は、表4.1に示す5ケースである。検討方法は、無限延長斜面の安定解析により各メッシュの安全率を算出し、繰り返し計算により安全率が1以下となる回数をカウントした。この安全率が1以下となる回数を全体の計算回数で割った値を各メッシュの危険度と定義し、危険度が一定値(0.3~0.5)となった場合に当該メッシュが崩壊の危険有りの判定とした。

表4.1 検討対象ケース

Case.No	計算回数
Case1	20,000
Case2	15,000
Case3	10,000
Case4	5,000
Case5	1,000

4. 2 入力パラメータ

表4. 2に計算に必要なパラメータの種類とケースで採用した値を示した。なお、各パラメータの値は、検討対象地域に位置する崩壊が発生した荒谷地区における測定値から算出した値である。計算に際しては、表中に示す各パラメータの標準偏差の範囲内で、パラメータ値を確率的に変化させて計算を行った。

表4. 2 計算に用いた各パラメータとその値

項目	単位	サンプル数	平均 (代表)	標準偏差
水の単位 体積重量	kN/m ³	—	9.8	—
土の湿 潤密度	kN/m ³	—	15.2	—
土の飽和 湿潤密度	kN/m ³	—	17.9	—
表層厚	cm	148	123.0	69.2～ 218.8cm
粘着力	kN/m ²	1,664	6.76	4.60～ 9.70kN/m ²
内部摩擦角	°	1,664	32.36	28.2～37.4°
透水係数	cm/s	60	0.01	0.0023～ 0.043cm/s

5. 検討結果

計算結果は、図3. 1に示す45流域単位で整理した。各流域の実績崩壊箇所該当するメッシュ数を表5. 1に示す。評価方法は、各流域における実績崩壊発生箇所該当するメッシュ数と、実績崩壊発生箇所該当するメッシュ中、計算上危険と判定されたメッシュ数の相関を取るにより行った。相関係数は、単純相関と順位相関の2方法を採用した。

表5. 1 各流域内での実績崩壊箇所メッシュ数

流域	崩壊箇所	流域	崩壊箇所
0	153	23	255
1	10	24	224
2	148	25	459
3	166	26	51
4	131	27	586
5	88	28	56
6	0	29	0
7	263	30	79
8	0	31	135
9	165	32	304
10	299	33	185
11	463	34	49
12	186	35	337
13	104	36	495
14	39	37	545
15	6	38	167
16	383	39	0
17	146	40	83
18	215	41	148
19	101	42	0
20	228	43	87
21	22	44	86
22	88	計	7,735

検討結果を表5. 2に示す。表5. 2から、以下の事項が明らかになった。

- ①繰り返し計算数の違いが計算結果に与える影響は殆ど確認出来ない。したがって、繰り返し計算の回数としては、計算に要する時間短縮の観点から1, 000回程度で十分であると言える。
- ②計算上の危険判定とする閾値を0. 3～0. 4とした場合の順位相関の相関係数はいずれのケースにおいても0. 55以上の値となっており、本モデルにより検討対象地域内における相対的な危険度評価はある程度行える。このことは、愛媛県新居浜市における検討により構築された手法が、他の地域よりも広域に適用できることを示している。
- ③一方、単純相関による相関係数はいずれの閾値とした場合、また全てのケースにおいて、0. 365～0. 408程度の値となっており、定量的な評価を行うためには手法の改良が必要である。

表5. 2 検証結果

CaseNo.	計算上の危険判定とする閾値					
	0.3		0.4		0.5	
	単純 相関	順位 相関	単純 相関	順位 相関	単純 相関	順位 相関
Case1	0.408	0.575	0.384	0.553	0.367	0.424
Case2	0.405	0.572	0.386	0.553	0.365	0.425
Case3	0.408	0.576	0.382	0.553	0.367	0.423
Case4	0.407	0.575	0.388	0.553	0.365	0.427
Case5	0.404	0.571	0.381	0.551	0.366	0.428

6. 今後の課題

以上の検討により、計算に必要な各種パラメータのメッシュ毎のバラツキを表現するために実施している繰り返し計算に関して、計算回数を1, 000回まで低減した場合でも計算結果に影響がないことが明らかになった。しかしながら、さらに広域での計算を行う際には、計算に要する時間を短縮できることが望ましい。この点に関して、どの程度まで計算回数を低減できるのかに関しての検討を行う必要がある。さらに、計算に必要な各種パラメータの一部、もしくは全部を固定値とした場合、計算結果にどの程度影響があるのかに関しても検討を行う必要がある。これにより、計算結果への影響が小さいパラメータに関しては、ある程度の地域的な範囲での平均値等を用いて計算を行う可能性を検証していく必要がある。

参考文献

- 1) 盛ら:「表面地形及び表層土層厚に基づく簡易な表層崩壊危険度評価手法」平成20年度 砂防学会研究発表会概要集 P146
- 2) 内田ら:「表層崩壊に起因する土石流発生危険度評価手法の検討」平成20年度 砂防学会研究発表会概要集 P124