

葉ノ木平地区周辺の斜面構造について —地すべり性崩壊発生危険度評価の試み—

国土交通省福島河川国道事務所 大平知秀 手代木裕司 相馬邦彦
 土木研究所 ○杉本宏之 中野英樹 樽角晃 武士俊也
 大日本コンサルタント株式会社 千田敬二 河戸克志 馬場敬之

1. はじめに

平成 23 年東北地方太平洋沖地震で福島県白河市葉ノ木平地区をはじめとして白河丘陵で集中的に地すべり性崩壊が発生した。葉ノ木平地区と同様なタイプの崩壊性地すべりの発生危険度評価を行うにあたっては、テフラに厚く覆われる上部谷壁斜面の抽出が第一段階で、すべり面となる軟弱な粘土層や、硬軟の土質境界の存在を把握することが第二段階であると考えられる（杉本ら、2012）。今回、テフラに厚く覆われる斜面の抽出を主目的として、葉ノ木平地区周辺の斜面構造について調査した結果を報告する。

2. 調査方法

2.1 調査概要

対象地域において、微地形分類、地質調査、空中電磁探査を行い、これらの結果からテフラに厚く覆われる上部谷壁斜面の抽出方法について検討した。調査地（図-1）は、地震により崩壊した葉ノ木平地区他の 5 地区（牛清水、北ノ入、堂ヶ作、坂東、岡ノ内）を含む範囲である。

2.2 地形分類

地形データは、地震前の 2006 年 12 月～2007 年 1 月の LP データ（2m メッシュ）からの標高ラスタデータ（1m メッシュ）を使用した。地震後のデータは、2011 年 11 月に撮影された標高ラスタデータ（メッシュサイズ 1m、地震前の地殻変動の影響補正済）を参考にした。

微地形分類は、田村（1987）に基づいて作成した杉本ら（2012）をベースにしたが、比較的広域の微地形分類を作成した今回の検討で中位の遷急線が認められたことから、図-2 に示す下部谷壁斜面 I（4'）と麓部斜面 I（6'）を追加した。微地形分類図の作製においては、等高線と傾斜区分（5 度間隔）を重ね合わせた図を基図にして作業を行った。

2.3 地質調査

地質調査は、地震による崩壊箇所の火山灰堆積構造調査のために、葉ノ木平地区と牛清水地区の 2 地区でボーリング調査（孔径 86mm オールコア）を行った。ローム層の深度を把握するために、白河火砕流の弱風化～新鮮部を約 2m 以上確認できる深度まで掘削した。

2.4 空中電磁探査

空中電磁探査は、広域な地質状況の把握と白河火砕流の状況や火山灰（テフラ）の層厚調査を目的として図-1 の地区を対象として、測定範囲 4.19km²、測線間隔 50m、測定周波数 140,000Hz、31,000Hz、6,900Hz、3,300Hz、1,500Hz、340Hz の 6 周波で測定を行った。測定日は、平成 24 年 12 月 4 日～12 月 6 日である。

3. 調査結果

3.1 地形分類による地すべり発生箇所の抽出

図-3 に葉ノ木平地区と牛清水地区の代表的な崩壊前の微地形分類結果を示す。表-2 には崩壊箇所全地区の規模及び特性を示す。地すべり性崩壊が発生した斜面は、葉ノ木平地区と牛清水地区に代表されるように微地形区分で頂部斜面+上部谷壁斜面+下部谷壁斜面の組み合わせ（1+2+4'）で構成されており、かつ尾根幅（頂部斜面+上部谷壁斜面）が 40m 以上であった。これは、傾斜の緩い頂部斜面と上部谷壁斜面が広く、その脚部が急傾斜な下部谷壁斜面に切られているという地形パターンを表している。

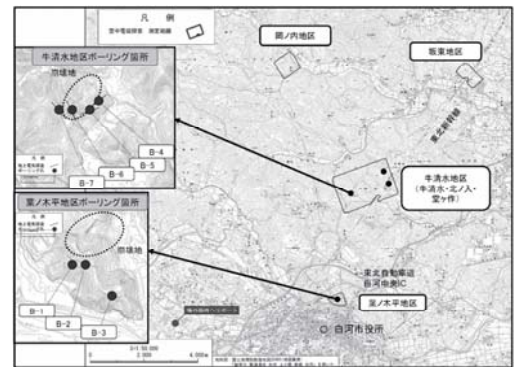


図-1 調査位置図

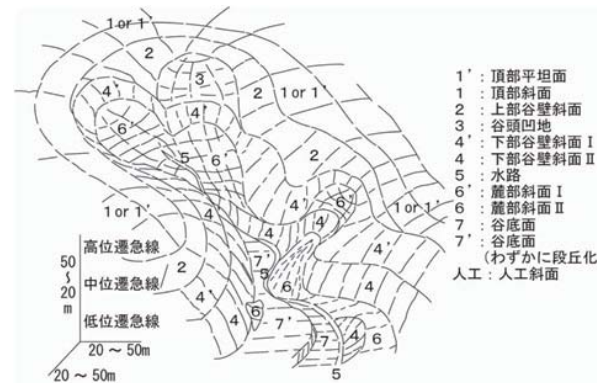


図-2 微地形分類模式図（田村 1987¹⁾ に加筆）

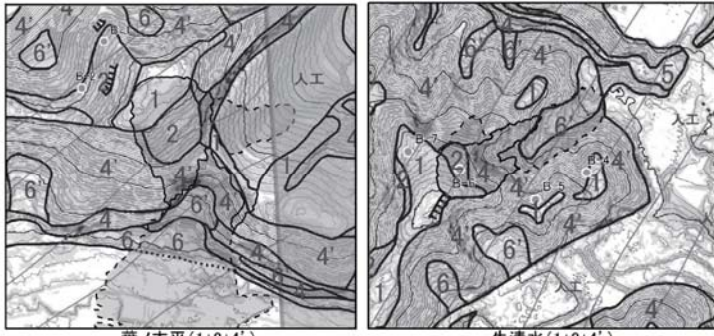


図-3 葉ノ木平、牛清水地区の微地形分類（崩壊前）

表-2 崩壊規模と特性

地区	崩壊規模(m)※1				※2 崩壊パターン	尾根部 横断幅(m)		崩壊地頭部 発生位置
	最大 長さ	最大 幅	最大 移動 距離	滑落崖 最大 比高		2 (R1)	1+2 (R2)	
葉ノ木平	115	65	140	5(側方 崖13m)	1+2+4'	35	65	積線を越えた 1斜面
牛清水	55	50	105	10	1+2+4'	15	55	積線付近の 1斜面
堂ヶ作	145	95	265	10	1) 1+2+4'	25	80	積線付近の 1斜面
					2) 1+2+4'	15	80	積線付近の 1斜面
北ノ入	75	45	205	10	1+2+4'	15	40	積線を越えた 1斜面
坂東	55	70	60	5	2+4'	40	40	積線を越えた 2斜面
岡ノ内	70	50	105	10	4'+4'	-	-	山腹斜面内

※1 崩壊規模は「土砂災害の実態」(2012.5, p.35-39, 砂防・地すべり技術センター)より引用
 ※2 斜面微地形区分 1:頂部平坦面, 2:上部谷壁斜面, 4':下部谷壁斜面, 4:下部谷壁斜面Ⅱ

3.2 上部谷壁斜面等の表層地質構造

調査地域の地質は、白河火砕流が基盤として広く分布し、その上位をローム層（テフラ）が覆うことが特徴である。空中電磁の解析は、2層構造解析により表層地質（ローム層、白河火砕流堆積物）を区分した（図-4～図-6）。図-5はローム層を取り去った場合の白河火砕流上面地形のコンターにローム層厚を重ねたものである。空中電磁探査結果では、斜面にロームが厚く残存する地域とロームがほとんど残存しない地域があることが確認された。また、頂部斜面及び上部谷壁斜面については、ローム層厚が厚い傾向が見られた。

表-3に葉ノ木平地区についての2層構造解析の誤差検証結果を示す。パターン①は葉ノ木平地区のボーリングで確認されたローム深度のみで全域を解析して全域の誤差を評価したもので、パターン②は牛清水地区のみ、パターン③は全地区のボーリングデータを用いたものである。概ね2.5～4.5m程度の精度であると考えられる。

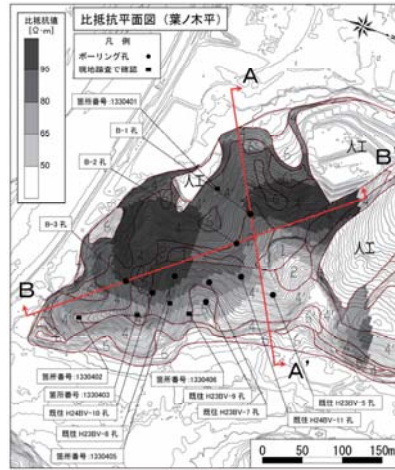


図-4 比抵抗平面図（葉ノ木平）

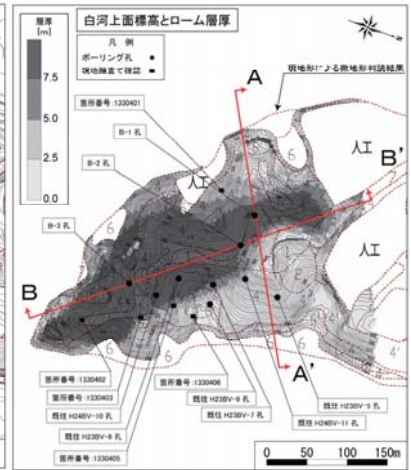


図-5 白河層上面標高とローム層厚

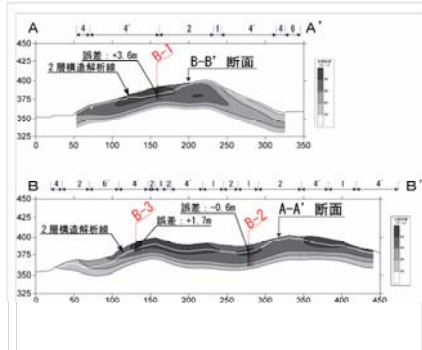


図-6 2層構造解析結果

表-3 2層構造解析誤差検証

調査地区	検証された深さ (m)	検証ボー リング	パターン① (葉ノ木平地区)				パターン② (牛清水地区)				パターン③ (全地区)			
			誤差 (m)	標準偏差 (m)	最大誤差 (m)	最小誤差 (m)	誤差 (m)	標準偏差 (m)	最大誤差 (m)	最小誤差 (m)	誤差 (m)	標準偏差 (m)	最大誤差 (m)	最小誤差 (m)
葉ノ木平地区	122	B-1	1.9	5.3	3.6									
	78	B-2	-0.6	0.9	-0.6									
	103	B-3	-7.0	3.4	1.7									
	32	BV-3	-1.8	2.2	2.2									
	78	BV-7	0.9	0.9	0.9									
	79	BV-8	-5.8	1.0	-0.7									
	53	BV-9	0.8	4.2	4.2									
	37	BV-10	-7.8	-3.9	-5.0									
	23	BV-11	-2.8	1.1	0.4									
	215	1330401	-3.8	-0.3	-0.2									
牛清水地区	14	1330402	-10.1	-5.4	-7.1									
	13	1330403	-6.0	-5.6	-6.0									
	3.05	1330405	-2.0	-2.0	-2.0									
	9	1330408	1.6	2.0	2.0									
	11	B-4	-4.8	-5.3	-5.2									
	2.25	B-5	-5.5	-4.7	-5.7									
	5.6	B-6	-10.3	-1.0	-3.0									
	8.65	B-7	-8.8	1.7	0.0									
	6	堂ヶ作	1.2	4.4	4.5									
	0.7	1330411	-5.0	-0.3	-0.5									
1.85	1330412	-2.5	1.0	1.0										
17	1330413	0.3	0.7	0.7										
0.3	1330414	-1.1	-1.0	-1.0										
3	1330415	-13.9	-3.9	-5.6										
5.2	1330416	-12.1	-1.7	-3.4										
0.1	1330417	-4.9	-1.1	-1.1										
0.1	1330418	-4.7	-1.9	-2.5										
ボーリングデータ	合計		58.7	35.3	33.2									
での検証	平均誤差		4.52	2.72	2.55									
ボーリングデータ	合計		127.8	66.1	70.4									
土検体で検証	平均誤差		4.74	2.46	2.61									

4. まとめ

葉ノ木平地区と同様の地質的、地形的要因を有する地すべり性崩壊斜面の第一次スクリーニングの方法としては、地形分類とローム層厚に着目して行うことが一つの方法として考えられる。一定以上の尾根幅（40m以上）の広さを有する頂部斜面+上部谷壁斜面ではローム（テフラ）が厚く覆っていることから、これを抽出基準とすることも考えられる。個々の斜面の詳細な評価にあたっては、すべり面となる軟弱な粘土層や、硬軟の土質境界の存在を把握することが重要と考えられる。

【参考文献】

- 1) 田村 (1987) : 湿潤温帯丘陵地の地形と土壌、ペドロジスト、31、135-146
- 2) 杉本ら (2012) 東北地方太平洋沖地震により白河丘陵で発生した地すべりの発生斜面の地形・地質的特徴。土木技術資料、54-10。
- 3) 杉本 (2012) : 土砂災害の実態 2011、砂防・地すべり技術センター、P35-P41