

肘折火砕流堆積物（シラス）斜面崩壊地における 集水ボーリング数量検討について

新庄営林署 ○宇野 勝美

銅山川地すべりは平成8年5月の融雪期に発生しました。面積約130ha、最大すべり面深度約130mと大規模な上に、当該地すべり地及び周辺地域では新第三紀層の上位に肘折火砕流堆積物（シラス）が厚く堆積しており、その層厚は約130mに及ぶといった特徴をもっている。

地内では地すべりの進行によると考えられる陥没状地形が、同心円状に配列しており、また地内に発生する湧水や、降水・地表水による開析により、シラスが急崖を形成している。

これまでの地すべり機構調査からすべり面は新第三紀層内古口層の風化砂質泥岩から砂質泥岩の層界で発生している。厚く堆積するシラス層内には、極めて優勢な地下水が賦存しており、地すべり頭部でのすべり面への地下水供給（間隙水圧の発生源）とともに、シラス急崖脚部での湧水にともない小崩壊を随所でみることが出来る。

これらの対策工は、地すべり対策と同様に保全対象の重要性に応じて、抑止工法（アンカー付き法枠工等）、抑制工（法切工、地下水排除工）の選択、もしくは組み合わせとなる。

今回は、抑制工の中の地下水排除工、集水ボーリングに着目し、本来調査ボーリング等で地質条件、水文条件等を把握し設計するものを、土質試験結果を用いて、現地調査結果により、集水ボーリングの設計条件を簡便法として検討した。

斜面崩壊は、

- ① 斜面を構成する材料の土質強度（粘着力 c 、内部摩擦角 ϕ ）
- ② 土塊の重量（ w ）
- ③ 斜面の勾配（ α 、 β ）
- ④ 斜面の高さ（ h ）
- ⑤ 斜面性状（均質斜面、単斜基岩面）
- ⑥ 斜面形状（半無限斜面、有限斜面）
- ⑦ ある間隙水圧比（ ru ）

によってその規模が規制され、地下水等によって崩壊する。

①・②斜面を構成する材料の土質強度、土塊の重量については、平成7年度に土質試験を実施済。③～⑥の斜面勾配、高さ、斜面性状と、形状については、現地調査によって把握できる。なお、斜面の性状については、シラスの均質斜面とし、形状については、シラスの場合崖は直立に近い形になることが多く、今回は半無限斜面の検討となる。

これらのことから、最も崩壊する危険のある斜面の探り出しとして、斜面の高さ、間隙水圧比を因子として、それぞれの安全率を算定し判定した。

単位体積重量、せん断強度、粘着力、内部摩擦角について現場一面せん断試験試験を行っている。これらの土質定数については、表層近くの軟弱シラスと、風化の程度が弱い風化シラスの平均値を用いた。現地調査から、斜面長は、15～30m程度、崩壊深度については、3～5m程度という調査結果である。また、傾斜角については現況から50～60度と直立に近い急傾斜となっている。このことから予想される臨界円弧（最大崩壊規模）の割り出しを行った。

「シラス土質試験値」

分類	単位体積重量 ω (tf/m ³)	粘着力 c Φ (tf/m ²)	内部摩擦角 ϕ Φ (°)
軟弱風化シラス	1.440	0.054	40.06
風化シラス	1.451	0.137	47.72
平均値 (採用)	1.4455	0.0955	43.89

現地調査結果

斜面長 $\lambda = 15 \sim 30$ m程度
崩壊深度 $d = 3 \sim 5$ m程度
傾斜角 $\alpha = 50 \sim 60^\circ$ 程度

臨界円弧の諸元表

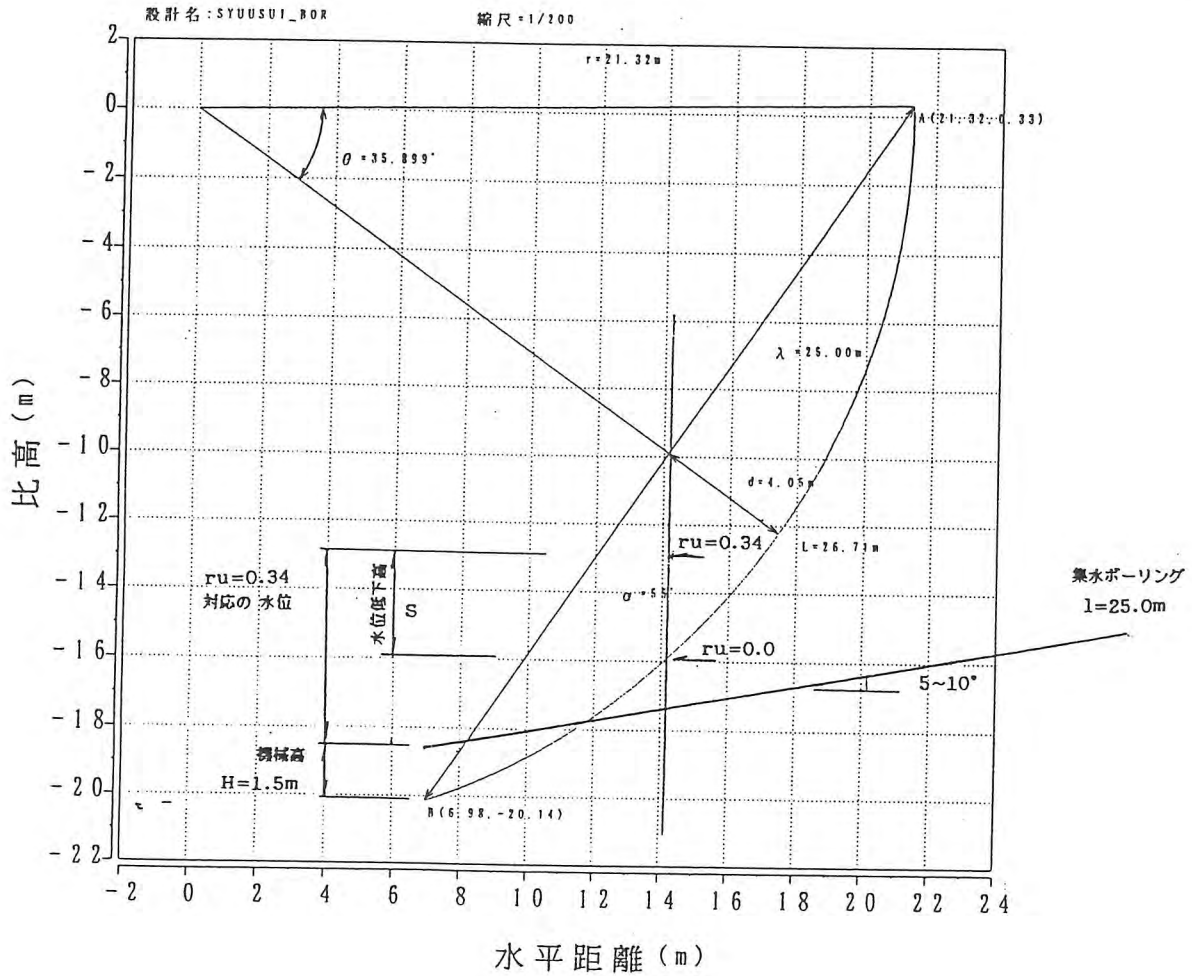
α	λ (m)	r_u	r (m)	θ (°)	d (m)	Fs
55	10.0	0.00	7.68	40.599	1.85	1.7135
		0.34	7.12	44.596	2.05	1.3966
		0.69	6.39	51.446	2.40	1.0425
	15.0	0.00	12.52	36.792	2.49	1.4361
		0.34	11.50	40.696	2.78	1.1363
		0.69	10.11	47.873	3.32	0.8029
	20.0	0.00	17.84	34.099	3.06	1.2885
		0.34	16.24	37.999	3.44	0.9991
		0.69	14.09	45.193	4.16	0.6790
	25.0	0.00	23.49	32.149	3.60	1.1952
		0.34	21.32	35.899	4.04	0.9130
		0.69	27.52	43.074	4.93	0.6024
	30.0	0.00	29.52	30.542	4.09	1.1302
		0.34	26.69	34.199	4.61	0.8534
		0.69	22.73	41.299	5.65	0.5499
	40.0	0.00	35.79	29.274	4.57	1.0820
		0.34	32.26	32.849	5.15	0.8094
		0.69	27.31	39.846	6.34	0.5115

斜面の傾斜、斜面長で条件は異なるが、傾斜角55度の場合、斜面長が20～30mにおいて、当地区の自然状態と思われる50%の含水率のとき、安全率が1.0を割っていることから、崩壊する危険性の高い斜面であることがわかります。また該当する斜面長、崩壊深は、現地調査の結果から出た、斜面長15～30m、崩壊深3～5mの範囲に合致している。

これで対象とする臨界円弧と安全率を推定できた訳であり、あとは目標安全率1.2までの不足分の地下水低下を図るべく集水ボーリングの計画をする。

臨界円弧断面図から安全率1.0以下の含水率50%の水位を安全率1.2で含水率0.0%の水位まで低下させるよう集水ボーリングを計画する。次に(1)機械高を考慮し、法尻から「比高+1.5m」をボーリング孔口とする。(2)ボーリング仰角は「+5度から10度」とすることが妥当と思われるが、当地区のようなシラスの場合地下水が底面に集中して流れる傾向にあり、5度前後で施工している。(3)円弧の頭をカバーしうる位置から10m程度中に入れる。(誤差をカバーし余裕をもたせたほうが、施工結果からもよい。)以上のことから、この条件で設計した集水ボーリング長は、円弧の頭部まで15m、プラス10mで25mの集水ボーリングの長さとなる。ボーリングの本数については、このようにボーリング間隔を10度とし、平面的に崩壊斜面全体をカバーできる本数を計画する。

臨界円弧断面図



最後に、地下水排除工の計画についての検討結果を以下に示す。

- 土質試験，現場状況に応じた臨界円弧の推定し，
- 低下する安全率 (F0) から目標安全率 (Fs=1.20) までの不足分 (Fs-F0=ΔF) を，集水ボーリング等により負担させることにより
- 急傾斜のシラス斜面の対策を合理的に計画することが可能となる。
- この検討では対策を要する斜面、要しない斜面の判定も可能となることから，今後の斜面対策の上で有用な手法と考えられる。