

すべり面付近における水位変化の確認調査事例

大地コンサルタント株式会社 ○久米 花枝, 秋山 道生

1. はじめに

地すべりの安定性の評価や対策工を検討する上ですべり面に作用する水圧は大きな要素の一つであり、この水圧は地下水位で代用されることが多く、観測結果に基づく地下水位が地すべり解析において重要となる。しかし、全深度にストレーナ加工を施し地下水位を観測すると、複数の帯水層が存在した場合それらの合成水位となり、一概には正確な地下水位を観測しているとはいえない。よって、目的の水位を絞った（部分ストレーナ）観測が望ましいとされており、すべり面に作用する水圧をより正確に得るためには、すべり面付近の水位変化の確認が必要である。本稿では、地すべり調査地で実施したボーリング孔1孔の掘削時に、連続的に湧水圧試験等を実施し、すべり面付近で概ね 1m 間隔の水位変化を確認した事例を報告する。

2. 調査地概要および調査背景

本調査地は北海道にあるダム貯水池の右岸側に位置し、過年度より地すべりを対象とした調査（ボーリング調査、観測孔設置等）が行われている（図-1）。

地質は新第三紀中新世の変質安山岩（上部溶岩：Au、下部溶岩：A1）と、これらの基盤岩（上端は旧表土）を被覆して第四紀更新世の凝灰岩（Tw）が山地斜面部に厚く分布している（図-2）。

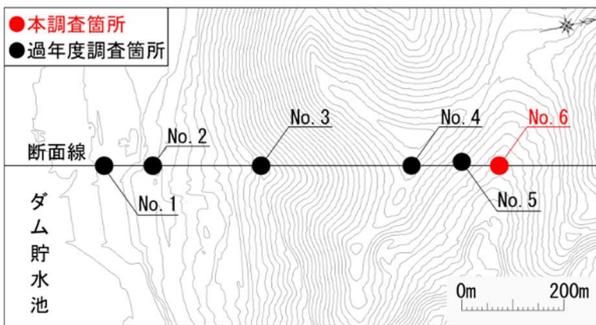
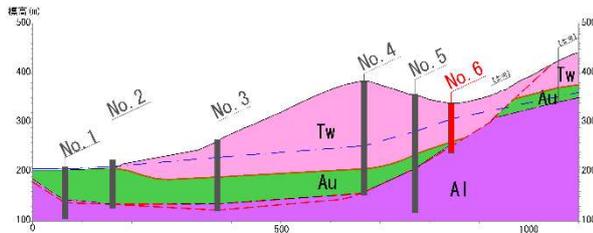


図-1 調査位置平面図



地質凡例

地質時代	地質	記号	
第四紀	更新世	凝灰岩	Tw
新第三紀	中新世	変質安山岩	上部溶岩 Au
		下部溶岩	A1

- - - 想定すべり面
 — 旧表土
 - - - 地下水位

図-2 地質断面図

過年度調査でボーリング掘削時水位に比べ観測水位が低い結果となり、設置済みの全深度ストレーナの観測孔ではすべり面に作用する水位を正確に把握できていない可能性があった。よって本調査では、地下水位の上昇が想定されていた旧表土境界部やすべり面付近で掘削時の水位変化を確認した。

3. 調査方法

ボーリングはφ86mm の高品質オールコアを1孔100m、同孔を用いて原位置試験を実施した。旧表土やすべり面の分布が想定される深度69m から地下水検層を、深度70m から孔内湧水圧試験を実施した。試験概要を表-1に、現場作業の流れを図-3に示す。

表-1 原位置試験概要

試験	目的	計	試験区間
地下水検層 (自然水位法)	地下水流動層の把握	7回	孔壁状態により不定期(2~9m)
湧水圧試験	平衡水位及び透水係数を求める	22回	概ね 1m

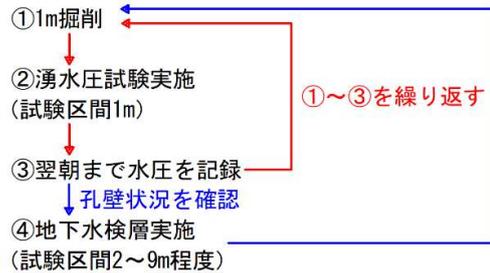


図-3 現場作業の流れ(深度69m から)

湧水圧試験の平衡水位（以下、平衡水位と記す）は、掘削などの人為的な水位変動の影響を除くために翌朝水位（パッカーを膨らませた状態のロッド内水位）を採用した。確実な水位を確認するため、翌朝までの変化を確認できるようにデータロガーを用いて水位を確認し、接触式水位計で数値の補正を行った。

4. 調査結果

各試験結果および観測孔設置図を図-4に示す。

(1) 想定すべり面および孔内水位

地質境界としてコア状況により旧表土(GL-77.80m)と、3つのすべり面(①GL-83.55m、②GL-85.95m、③GL-86.75m)が想定された（以下、重要境界と記す）。想定すべり面は角度0~60°程度で上部溶岩(Au)と下部溶岩(A1)の地質境界や、下部溶岩(A1)内のすべり破断面であった。

掘削翌朝の孔内水位を図-4に示す。GL-32.5m程度で一度安定し、旧表土直上から被圧水が確認された。

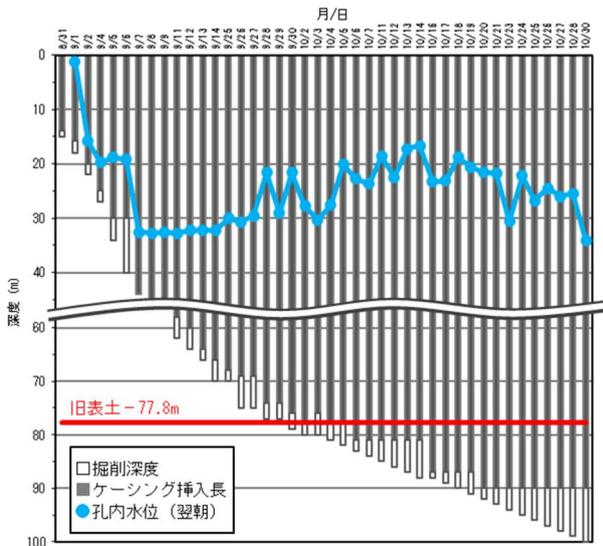


図-4 掘削翌朝の孔内水位

(2) 地下水検層

重要境界付近は確定流動層から準確定流動層に区分²⁾され、すべり面付近での地下水の流動が確認された。湧水圧試験結果と合わせて図-5に示す。

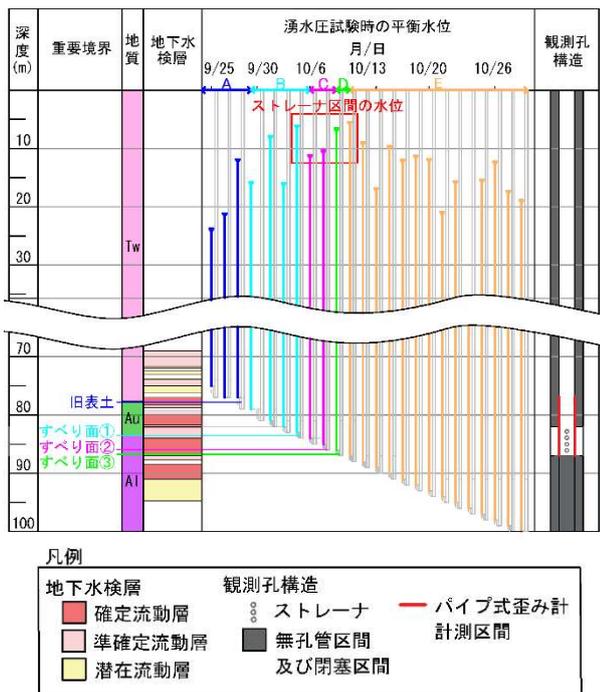


図-5 地下水の変動および観測孔設置図

(2) 湧水圧試験

湧水圧試験の平衡水位を図-5に示し、重要境界ごとに色を変え、A～Eに区間を分けた。

A) 掘削開始から旧表土 (図-5 青色)

旧表土に近づくとともに上昇傾向を示した。

B) 旧表土からすべり面① (図-5 水色)

旧表土を抜いた直後、平衡水位は低下するが、すべり面①の掘削前で上昇する。

C) すべり面①からすべり面② (図-5 桃色)

すべり面①を抜いた後、一度低下しすべり面②の掘削前でやや上昇する。

D) すべり面②からすべり面③ (図-5 黄緑色)

すべり面②を掘削後、上昇した。この時の上昇幅 (3.77m) は重要境界の中で最大であった。

E) すべり面③から掘削終了 (図-5 褐色)

すべり面③を掘削後、上昇した。この時の水位が、測定の中で最も高い (浅い) 水位 (GL-5.91m) であり掘削を進めると緩やかに低下した。

表-2に重要境界の掘削前後の平衡水位、透水係数の変化量を示す。透水係数は、いずれも低い～中位³⁾であり、旧表土掘削後で $4.48E-04m/s$ と最も大きく、想定すべり面の中ではすべり面③のみで掘削後に大きくなった。

表-2 重要境界の項目別結果 (□本調査最高水位)

重要境界 (深度m)	平衡水位 (Gl-m)		透水係数 (m/s)	
	掘削前 掘削後	変化量	掘削前 掘削後	変化量
旧表土 (GL-77.80)	12.38 16.25	3.87m低下	$3.16E-05$ $4.48E-04$	+4.2.E-04
すべり面① (GL-83.55)	6.55 11.07	4.52m低下	$2.69E-04$ $1.55E-04$	-1.1.E-04
すべり面② (GL-85.95)	10.84 7.07	3.77m上昇	$7.33E-05$ $5.29E-05$	-2.0.E-05
すべり面③ (GL-86.75)	7.07 5.91	1.16m上昇	$5.29E-05$ $9.71E-05$	+4.4.E-05

5. おわりに

本調査では、原位置試験を短い試験区間で実施したことで、近い深度で存在した想定すべり面の掘削前後や、すべり面付近の被圧水位の変化を詳細に確認することができた。すべり面は想定であり、3つのすべり面を含む区間にパイプ式歪計を設置 (図-5) し、今後計測結果により再度すべり面が判定される。掘削後の水位が最も高く、透水係数も大きくなったすべり面③直下の水位が、すべりに与える影響が最も高い状態にあると考え、すべり面③直下の水位と、3つの想定すべり面を含む深度82～87mの5m区間に水位観測孔のストレーナ区間を設定した (図-5)。

《引用・参考文献》

- 1) 石田孝司、杉本宏之、武士俊也、高川智、二木重博、宇都忠和 (2012) : 善徳地すべりにおける高密度ステップ孔内試験結果と地下水観測結果との比較について、日本地すべり学会誌49巻6号 p341-347
- 2) 藤原明敏 (1999) : 地すべり調査と解析—実例に基づく調査・解析法—改訂版、p107
- 3) 地盤調査の方法と解説 (2013) : 公益社団法人地盤工学会、p488