

第三紀層地すべり地における加熱式地下水検層と食塩式地下検層結果の比較

(独)土木研究所 ○鈴木聡樹、丸山清輝、ハスパートル、石井靖雄
長野県土尻川砂防事務所 砂防課 清水 貞良

1. はじめに

地すべり対策において地下水排除工を適切に配置するために、地下水流動帯の分布をより適確に調査する手法の確立が望まれている。現在用いられている地下水検層（深さ方向の地下水流動帯の調査法）は計測に時間を要すること、計測結果の解釈が難しい場合があること、地すべり地の周辺環境への影響等に対する懸念があることなど食塩を用いることに付随した課題がある。そこで、①計測作業が簡便であること、②計測精度が高いこと、③環境への負荷が小さいことという目標を設定し、食塩を用いない地下水調査法の開発を行っている。今回は、鉛直方向の地下水流動帯計測技術として開発した加熱式地下水検層法と食塩を用いた地下水検層（以下従来法という）との比較を行った結果について報告する。

2. 調査方法

加熱式地下水検層法の原理は、ボーリング孔内に「検層器」を挿入し降下させ、ヒータに通電し発熱させておき、地下水流動帯付近で流入した地下水と接触すると発熱しているヒータの熱が奪われ温度が低下することを利用して、温度低下の状況から地下水流動帯の深度を調査するものである。

図-1 には、加熱式地下水検層器の使用機器の構成を示した。使用機器は、加熱式地下水検層器（センサ）、計測器、データ収集用ロガー、パソコン、検層器昇降機、発動発電機で総重量約 45kg である。

図-2 は、加熱式地下水検層器（センサ）の構造を示したものである。大きさは、長さ 36cm、直径 1.6cm である。センサには、地下水温を計測する下部温度センサと上部温度センサ、ヒータの温度を計測する下部ヒータ温度センサと上部ヒータ温度センサが配置されている。地下水流動帯の計測には、下部の温度センサとヒータ温度センサを用いる。計測の手順は次の通りである。①温度センサを地下水面まで降ろす。②ヒータに通電し発熱させ、5 分程度置く。③温度センサを昇降装置で 1.0cm/s の速度で降下させ、自動的に深度 1.0cm 毎にヒータ温度と地下水温を孔底まで計測しパソコンにデータを収録する。

一般的表計算ソフトを用いれば現場でグラフが作成でき、計測は 1 回で終了するので、現地調査の省力化が図られることが特徴である。

3. 調査地概要

調査地は長野県長野市の西方にある栃久保地すべり、下古沢地すべりで、新生代中新世後期の論地泥岩部層¹⁾（加藤、赤羽、1986）の分布域に位置している。調査した地すべりの長さ、幅は、下古沢地すべりで 80m、62m、栃久保地すべりで 50、70m である。地すべり土塊は、強風化泥岩と崩積土からなり、土地利用は山林、宅地、耕作地となっている。

4. 調査結果

加熱式地下水検層と従来法の比較は、確定、準確定流動面²⁾が確認された栃久保地区の BV20-3 観測孔、下古沢地区の BV20-4 観測孔について行った。

図-1 には BV20-3 の加熱式地下水検層法、従来法による検層結果に加えて概略柱状図を示した。加熱式地下水検

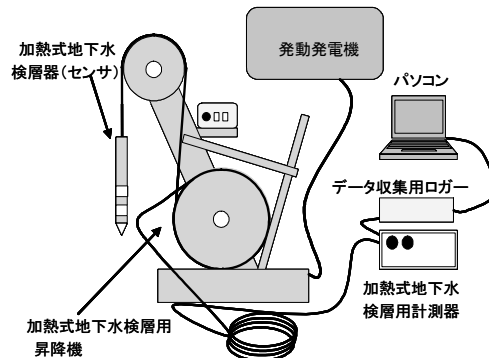


図-1 加熱式地下水検層模式図

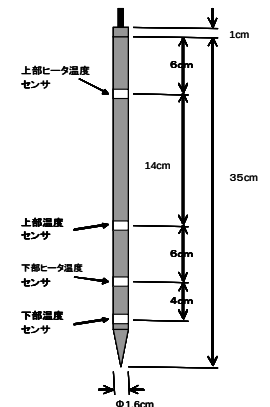


図-2 センサ部模式図

層結果のグラフは、下部ヒータ温度の地下水流による低下量を深度方向に表示したものである。地下水流が存在する場合、下部ヒータの熱が地下水流によって奪われ下部ヒータ温度が低下するので、変化曲線がグラフ左側に凸状となる。図－１によると、従来法では確定変動が深度 12～16m に検知されている。一方、この区間の加熱式地下水検層の結果をみると、深度 13.0m と 15.5m に左側に凸状を成す深度があり、従来法で一つの地下水流動帯とみなしていたものは 2 つの地下水流動帯から成る可能性が判明した。従来法で確定流動面と判定された区間の地質は、強風化砂岩であり、一部に礫状コアとして採取されている。また、簡易揚水試験では、この区間に約 1 ℓ/分程度の揚水量が確認されている。

図－２には、下古沢地すべりにおける BV20-4 の検層結果を示した。本孔では、従来法により 3.25～4.75m に確定～準確定の流動面が確認された。一方、加熱式地下水検層では深度 5.0m で左側に凸状の形状を示しており、深度 5 m 付近に地下水流動帯が存在すると考えられる。この深度は、地質的には亀裂の多い泥岩層の下面付近に位置する開口亀裂箇所となっている。簡易揚水試験では、3～6m に 1ℓ/分以上の揚水量が確認された。

以上の結果、加熱式地下水検層による判定では、地下水流動帯はグラフ上で左側に凸状となる深度としてよいと考えられた。また、従来の判定基準²⁾をもとにヒータの温度変化量による判定基準を検討すると、表－１に整理した通りとなり、確定流動面の判定基準として 0.25℃が目安と考えられた。

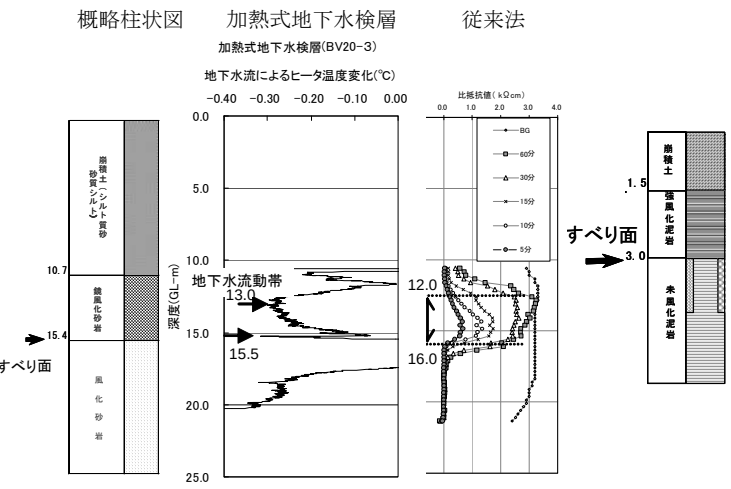


図-1 加熱式地下水検層結果 栃久保地区 BV20-3 従来法は汲上

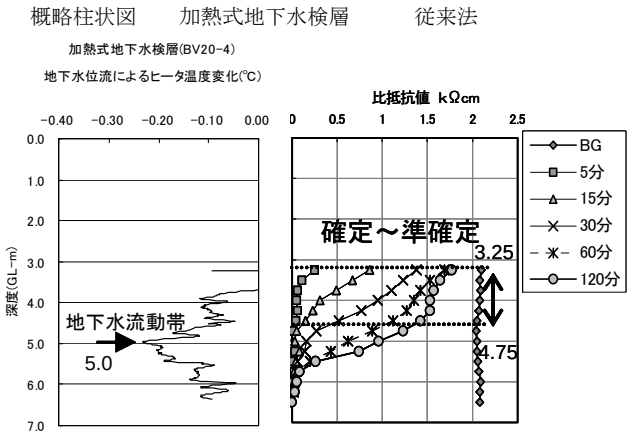


図-2 加熱式地下水検層結果 下古沢地区 BV20-4

表-1 加熱式地下水検層のまとめ

種別	藤原による判定基準(1976)						今回の調査結果			
	比抵抗値増大 Ω-cm				増大値の累積傾向	流動面存在の地質的可能性	食塩検層 比抵抗増大値(kΩ cm)		加熱式地下水検層 地下水流によるヒータ温度低下値(℃)	
	30分	60分	120分	240分			栃久保	下古沢	栃久保	下古沢
確定流動面	10 ³ 以上	還元	—	—	顕著	あり	2～2.5(30分)	1.0(30分)	-0.30	-0.25
準確定流動面	2×10 ²	5×10 ² 以上	10 ³ 以上	—	やや顕著	〃	—	0.5～1.0(30分)	—	—

5. まとめ

長野県の 2 箇所の第三紀層地すべり地で加熱式地下水検層と食塩式地下水検層を行い両者の比較を行った。その結果、加熱式地下水検層により従来法と比較して簡便に精度良く地下水流動帯の判定が可能であることが示された。また、2 地区のデータによるものではあるが、判定基準の目安を検討することができた。今回の調査は秋～冬の時期に行ったが、地すべりが発生しやすい雨期、融雪期などにも実施しさらに検討して行きたい。

参考文献

1)加藤禎一・赤羽 貞幸 (1986) 長野地域の地質.地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅),地質調査所,120p.
2)藤原明敏(1976) 改訂版 地すべり調査と解析,p.107, 理工図書.