

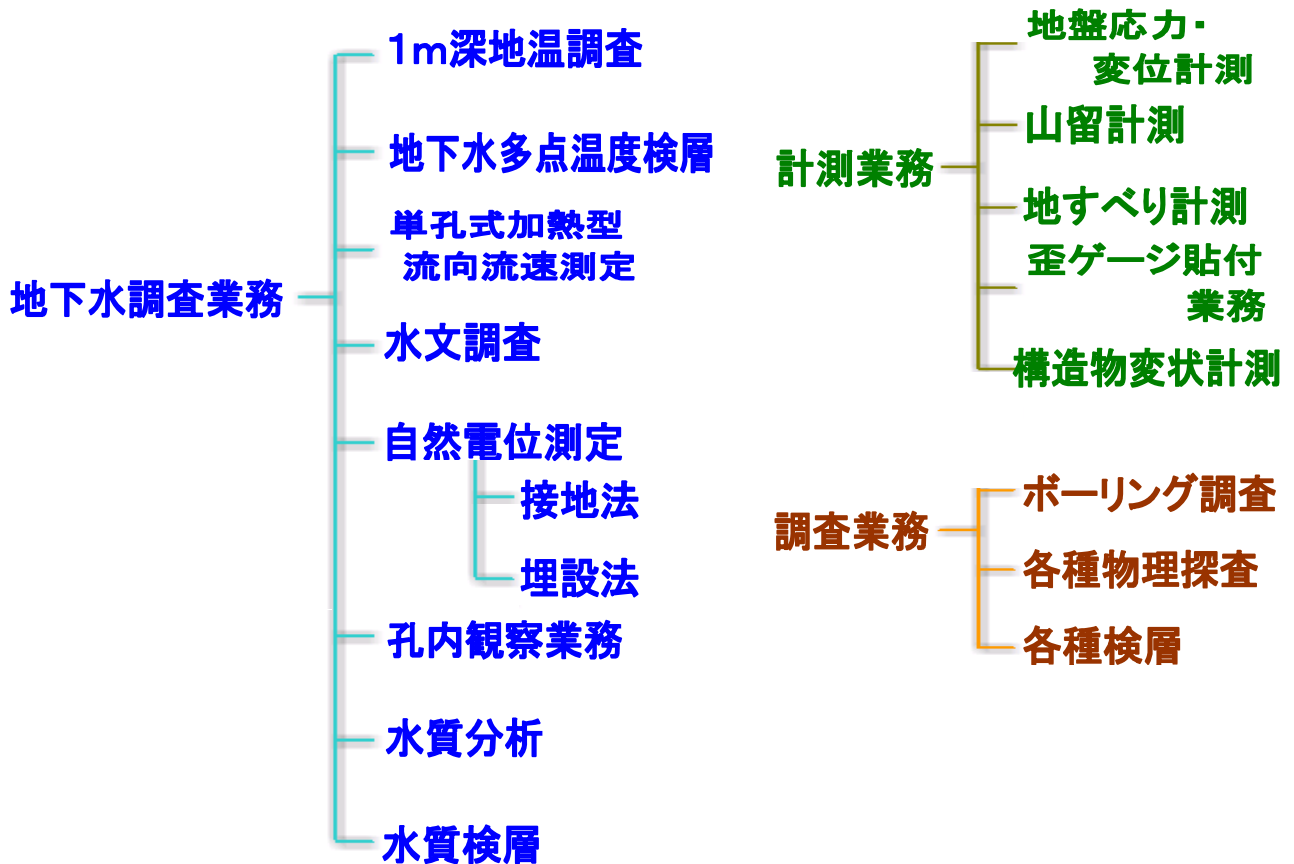


地下水調査・計測・地質調査



株式会社 G&Mリサーチ

営業種目



☆日本地すべり学会論文賞受賞(1984) 竹内篤雄

「地温測定による地下水探査法」に関する一連の論文

☆日本地下水学会技術賞受賞(2005) 竹内篤雄

1m深地温調査法, 多点温度検層法, 単孔式加熱型流向流速計の開発および, 全国各地への適用により自然地下水調査法の確立に貢献したこと。

会社概要

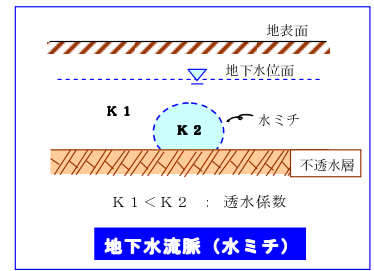
名称	株式会社 G&Mリサーチ
設立	平成18年6月20日
資本金	500万円
代表者	田村 和彦
取締役	大谷 沙織 竹内 篤雄 堀永 昌宏
従業員数	4 名
住所	〒520-0014 滋賀県大津市柳川2丁目11号18番 TEL : 077-510-1588 FAX : 077-510-1589
E-mail	main@gm-re.jp
URL	http://www.gm-re.jp

自然地下水調査法とは!?

この調査法は温度と電気という二つの物理的因子を用いて、地下水の存在状態を三次元的に把握することを目的としています。これまでに以下に示す各種の調査・研究開発を行ってきています。

☆日本地すべり学会論文賞受賞(1984)

☆日本地下水学会技術賞受賞(2005)

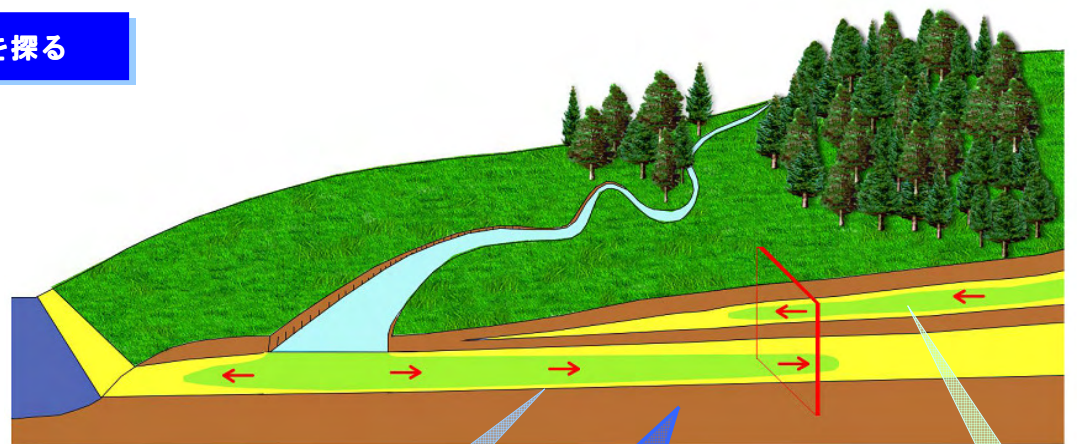


「水ミチ」という概念!!!

「水ミチ」とは、地下水が集中的に流動している場所のことを言います。

地下水は地下に一樣に帯水しているというイメージがありますが、場所によっては透水係数の大きな所が連続的に存在し一つの地下水流脈(水ミチ)を形成しています。

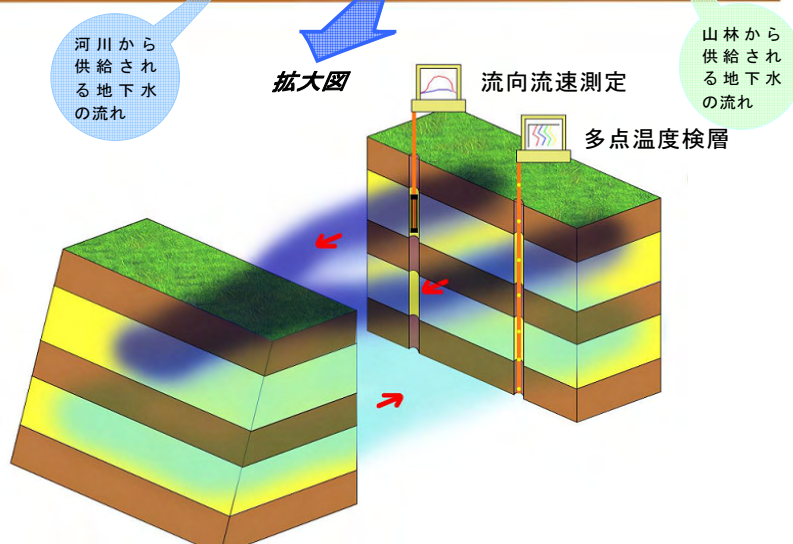
自然地下水の流れを探る



自然地下水調査法

自然地下水調査法とは地下水が置かれている状態(環境)を解明するための調査法です。つまり、あるがままの地下水の存在状態を明らかにするための手法です。

調査対象	調査目的
地すべり	すべり面に影響する地下水流動層の把握
ダム工事等	グラウト工事後の効果判定
地下掘削工事	掘削工事による地下水流動層への影響
堤防・ため池	漏水箇所の平面的・深度的把握
環境調査	産業廃棄物等の環境に対する影響調査
資源地下水	地下水の定量的な規模・深度の把握



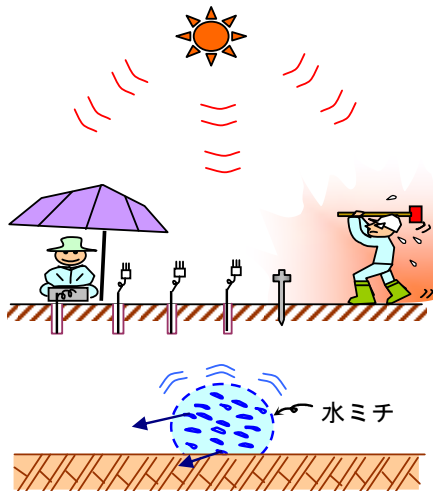
* 無断転用禁止します。

1m 深地温 探 査 法

水ミチの平面的な存在状況を把握するための調査法です。地下1m地点の温度を計り、地下水の流れている場所を探します。流れている地下水が存在すると、地表面付近の温度が変化し、水ミチ上では夏は低温部、冬は高温部を形成することを利用してあります。



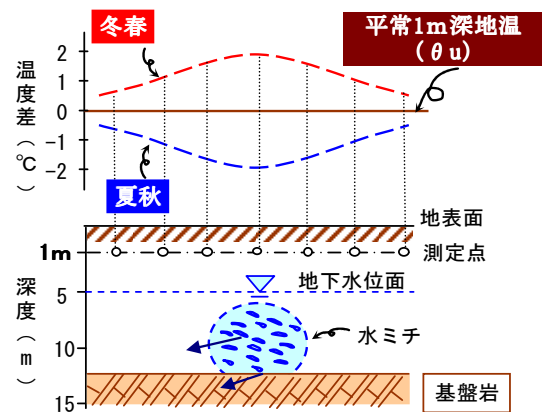
調査器具



地下1mの所まで孔を開けセンサーを挿入後温度が安定したら測定！

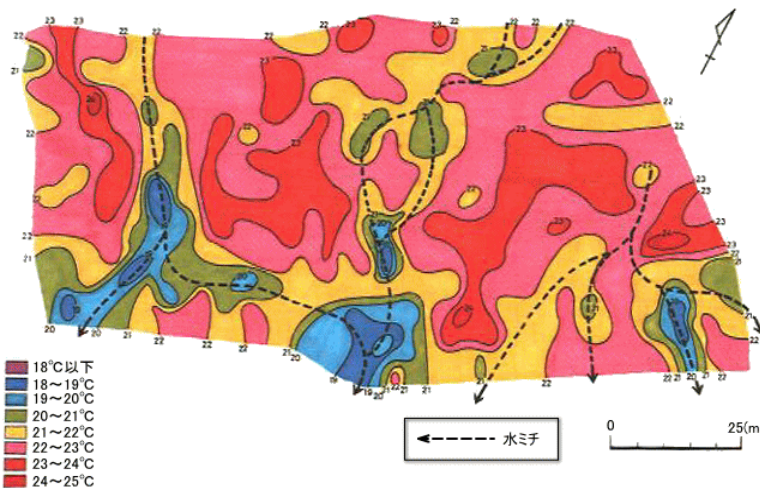
1m深地温探査の様子

平常1m深地温（流動地下水の影響のない地点の温度）を基準として水ミチ上の1m深地温の差を示したものです。



水ミチ付近（点線で囲まれた領域）は流動地下水温の影響を受け温度が一定に保たれています。

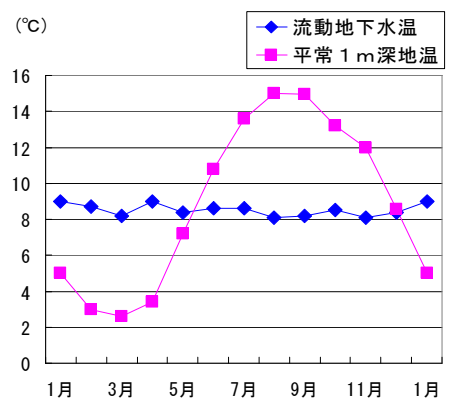
水ミチと温度の関係



現地の測定データを基に地形条件や植生の有無・地況等の補正を行いません。補正後に得られた結果を分布図として描きます。温度の高低を把握することで、地下水の流れが存在する場所と流れの存在しない場所の区分を行います。夏季は低温部、冬季は高温部が水ミチの存在箇所と推定されます。地下浅所（約GL-15mまで）における水ミチの調査に適用できます。

1m深地温分布図（夏季）

平常1m深地温は5～7℃の年変化を示しますが、流動地下水温の年変化は1～2℃程度で一定です。この温度差を利用して地温探査を行ないます。水ミチ付近は流動地下水温の影響を受け、年間を通じて温度がほぼ一定に保たれていることが、これまでの調査で判明しています。



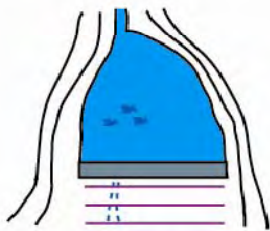
1m深地温の年間推移

* 無断転用禁止します。

測線配置実施例

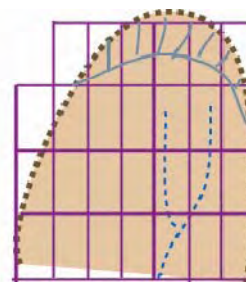
調査対象	測点数	測点間隔×測線間隔
最終処分場建設に伴う地下水調査業務	150点	5m×10m(10測線)
ため池漏水調査	70点	2m×10m(3測線)
堤体内における漏水経路調査	170点	3m×5m(3測線) 漏水箇所(測点間隔2m)
橋脚施工による周辺井戸への影響調査	140点	5m×100m(4測線)
地下掘削工事に伴う周辺井戸への影響調査	115点	5m×5m(11測線)
谷部における湧水経路調査	55点	5m×5m(6測線)
トンネル周辺の地下水流動調査	72点	10m×10m(6測線)
道路建設予定地における地下水調査	120点	5m×10m(8測線)
地すべり地における地下水流脈調査	415点	5m×5m(17測線)

*ここに挙げたものは、例であり、現地の状況・目的に合わせて最適な測点網、測点数を決めます。



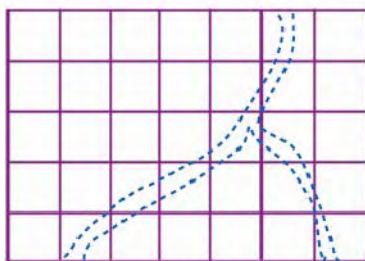
ため池漏水調査

ため池に平行に、漏水箇所と思われる側面に数本の測線を設ける。



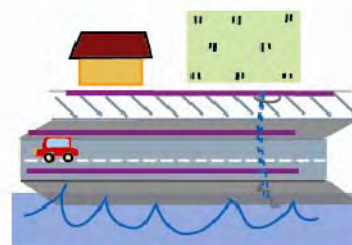
地すべり地

地すべり地の地下水流脈調査では、横断方向へ細かく格子状に測点を設ける。



平地における調査

平地においては、等間隔に格子状に測点網を設ける。



堤防の老朽化調査

堤防に平行に、数本の測線を設けて、老朽化による漏水箇所を探る。

多点温度検層

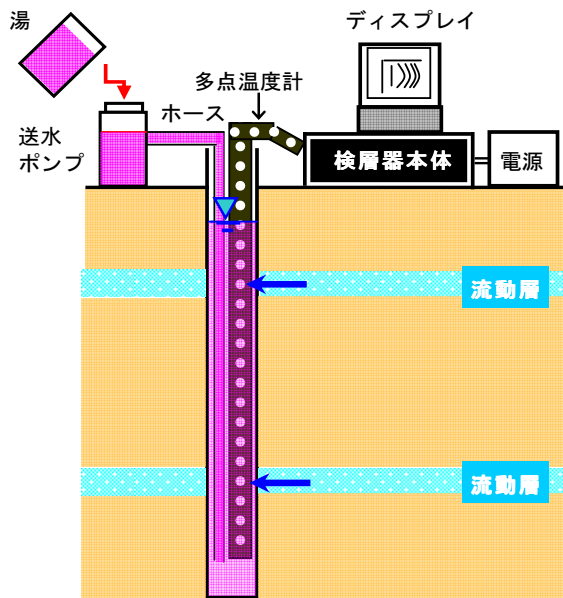
地下水流動層の深度方向の検出を行います。
 この手法によって、流動箇所幅と大まかな流速、被
 圧水の存在などが推定できます。孔内水がない場合
 でも温度変化で地下水の浸出箇所を測定できます。



作業状況

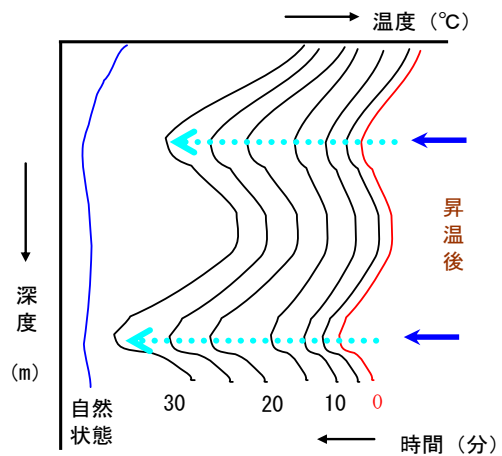


測定器具一式

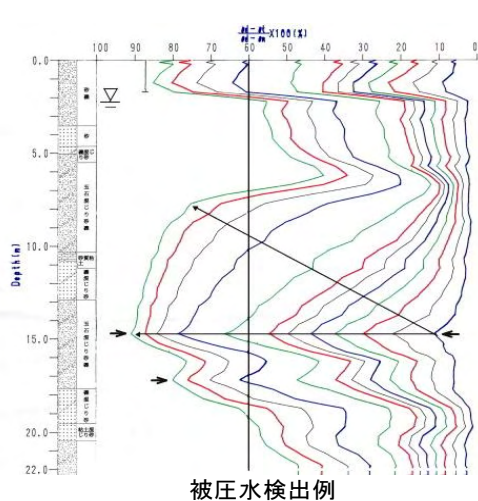


多点温度検層概略図

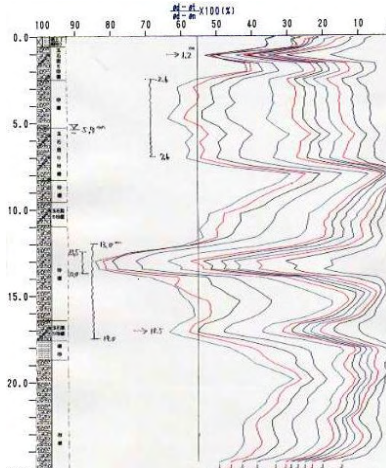
自然状態の温度を測定した後、孔内を均一
 に昇温します。その後30分程度の温度の回
 復状況を見ていきます。地下水が流動して
 いる箇所は自然の温度により早く近づいて
 いきます。



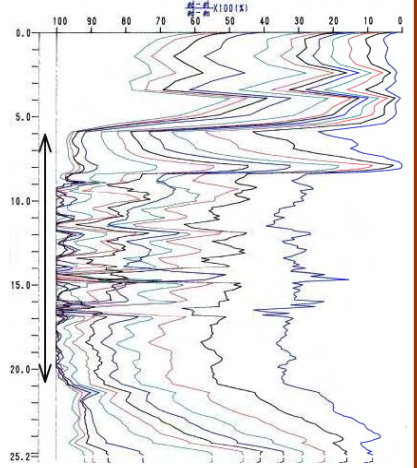
多点温度検層の原理



被圧水検出例



薄い流動層検出例



厚い流動層検出例

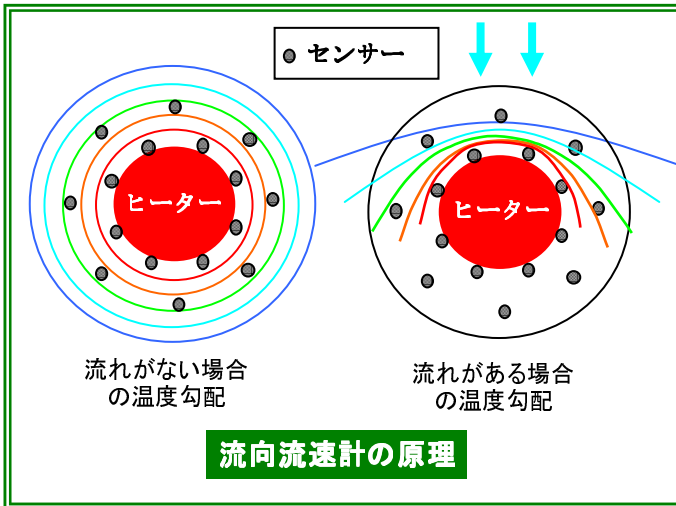
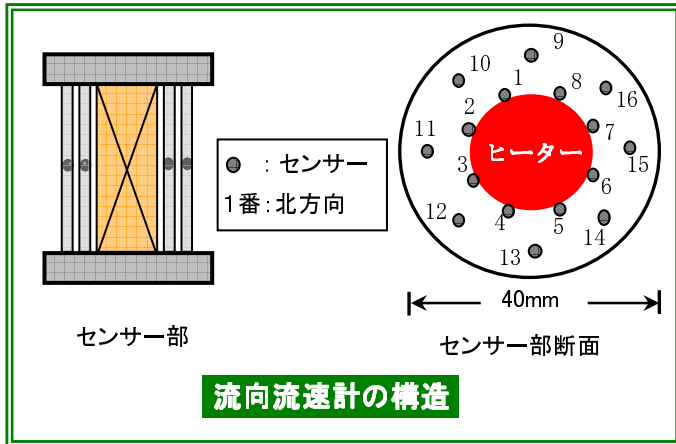
実際の検層例

多点温度計計測装置仕様

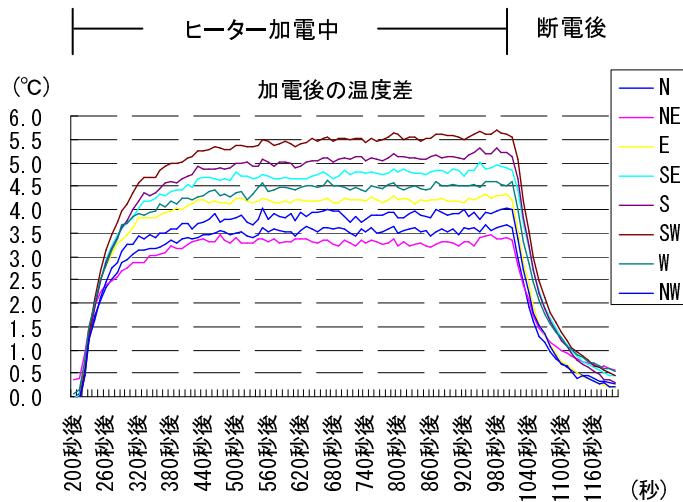
開発機関	京大防災研究所 竹内篤雄
開発年	1985
計器名	竹内・上田式多点温度検層器
トレーサー	熱
センサー	
測 温	サーミスタ
点 数	61点 (50cm毎)
外形寸法	25φ max
センサー部長さ	30m
外 装	シリコンゴム
適用口径	40mm～
流速測定範囲	$10^{-0} \sim 10^{-3}$ cm/sec
測定深度	250m 0～100m : 温度センサー部30m 100～150m : 温度センサー部10m
データ処理部	
コンピュータ	PC-MJ740C PC-MJ760C
ソフトウェア	計測プログラム 通信プログラム
計測部	
点 数	61点 (50cm毎)
測定範囲	0～50℃
分解能	0.02℃
精 度	±0.1℃
測定時間	8sec/61点
測定階数	5回
A/D変換	12bit
インターフェース	RS232-C
電 源	AC100V±10V
測定水質条件	なし
測定時間	約1時間

流向流速測定

地下水の**流動方向**と**流速**の検出を行います。
 多点温度検層で流動層を判定し、その深度で測定を実施します。測定に使用する調査孔の仕上げ方が重要となります。

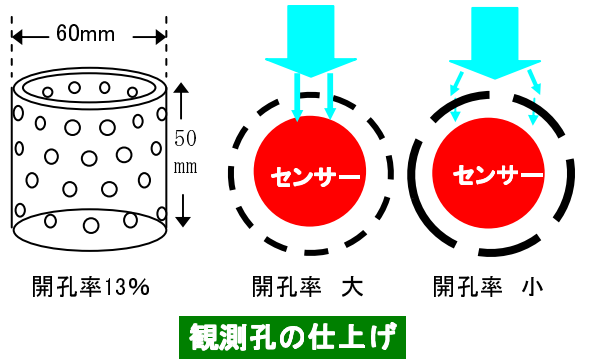


各センサーの加電前～加電中～断電後の温度変化です。初期温度とヒーター加電後の温度差から**流速を推定**します。流速が大きい場合は熱が奪われ、温度差は小さくなります。



温度差から流速を推定する

地下水の**入ってくる方向**が穴の位置に左右されないよう開孔率が大きく全方向に穴があるものが良い(通常、開孔率13%の塩ビパイプ使用)。泥水掘削等の場合、孔内洗浄が不十分だと流れが明瞭には検出されません。

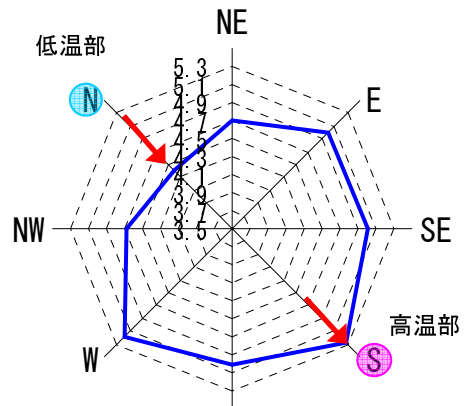


測定器一式



流向流速計センサー部

ある時刻における等温線図です。ヒーター側近の内周センサーの温度分布から流動方向を推定します。孔内への地下水流入によって、**上流側のセンサーは低温**、**下流側は高温**を示します。



各センサーが示した温度を結んでいる
流動方向: N→S

温度分布から流動方向を推定する

*無断転用禁止します。

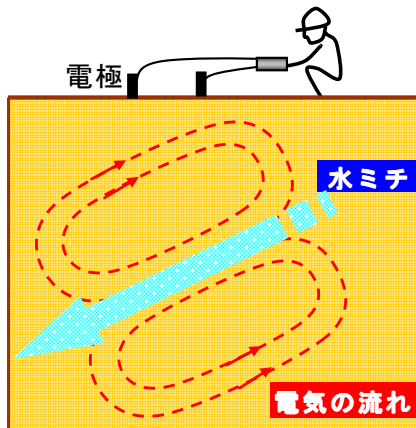
単孔式加熱型流向流速計仕様

開 発 機 関	京大防災研究所・竹内 川崎地質（株）
開 発 年	1989
計 器 名	単孔式加熱型流向流速計
測 定 方 法	加熱型
ト レ ー サ ー	熱
セ ン サ ー 外 径	40mm
適 用 口 径	50mm～
ボ ー リ ン グ 孔 径	86mm
流 速 測 定 範 囲 (cm/sec)	$10^{-0} \sim 10^{-3}$
測 定 水 質 条 件	なし
精 度 : 流 速	±5%以内
精 度 : 流 向	±22.5度以内
保 孔 管 開 孔 率	10～13%以上
測 定 時 間	約1時間
方 位 の 設 定	内蔵型磁気式方位計
備 考	特許出願番号2000-214213
測 定 限 界 深 度	150m

自然電位測定法（接地法）

浅層地下水の流れに伴って発生する微弱な電位の変化を捉えることで、平面的な水ミチの存在箇所を判定します。

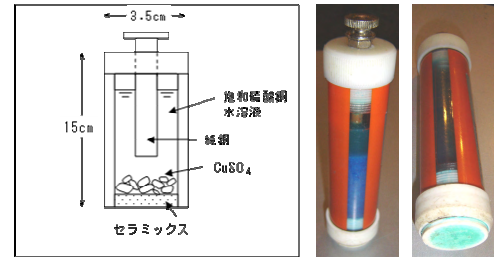
接地法：通常は一对の電極を一定間隔に保ちながら移動させて測定します。電極間隔は調査対象によりますが、精度高い結果を望むのであれば1~2m程度で測定します。測線上に水ミチが存在する場合は特有の電位変化を示します。「水ミチ」を横断した場合S字型のグラフが得られ、「水ミチ」がない場所での自然電位の変化はおよそ±5mV程度です。



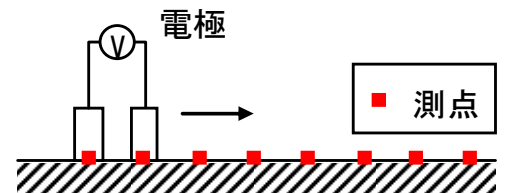
[測定時の注意事項]
都市部における測定では人工的なノイズが多く地下水の流れを検出しにくい場合があります。



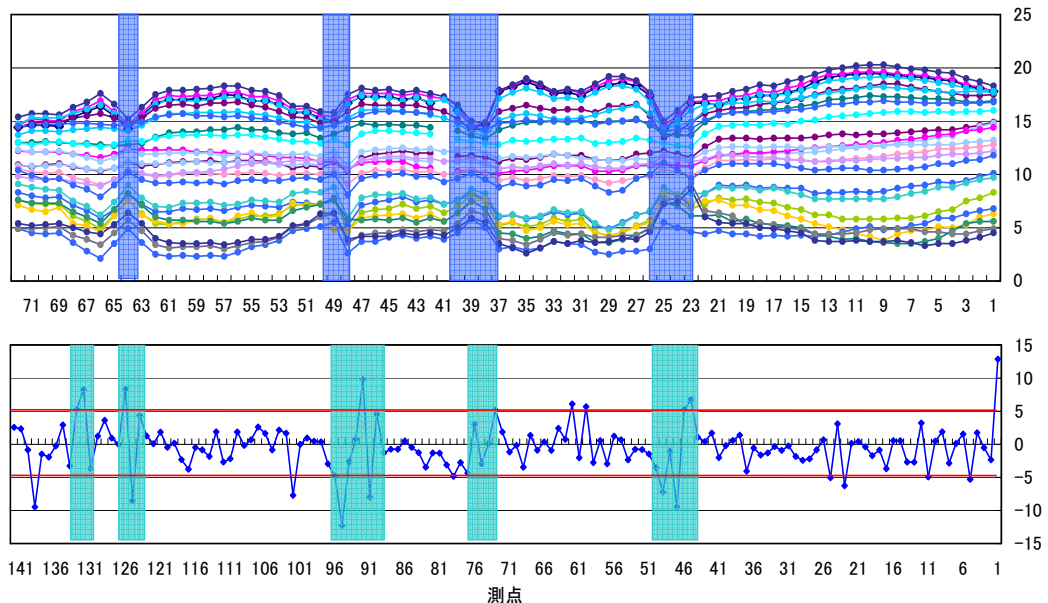
硫酸銅電極と測定器



電極構造



尺取り虫法



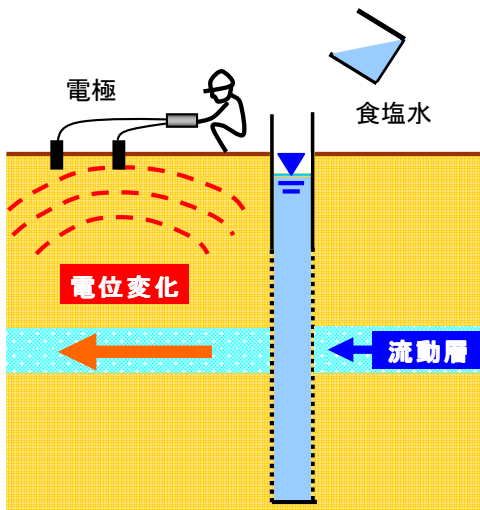
同一測線上にて、自然電位と1m深地温を測定。年間を通して繰り返し測定した1m深地温の温度異常部（上図）と、自然電位測定結果の自然電位の乱れ部分（下図）の存在箇所が近似している。
温度異常及び自然電位の乱れが生じた要因として、流れる地下水（水ミチ）が存在している可能性が高い。

自然電位と1m深地温との対比

自然電位測定法（埋設法）

自然状態に存在している電位に対して故意にその電位を乱すような物質を付与し、長時間連続記録する手法です。地下水の流動方向の推定や、大まかな地下水流速を推定することが可能です。

埋設法：試錐孔の周囲に鉛電極を適当な間隔で埋設し、自然状態の電位変化が安定するのを待ちます。その後、食塩水を目的とする地下水流動層が存在する深度に注入し、各電極の電位変化状況を時系列的に計測観測します。これによって、地下水が流れている方向とその速さに関する情報を得ようとするものです。



自然電位測定概念図



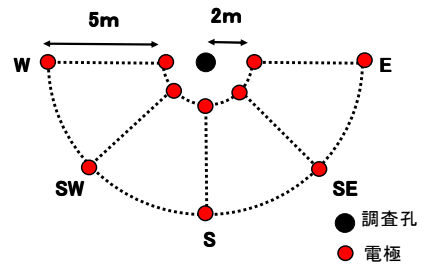
鉛電極とデータロガー



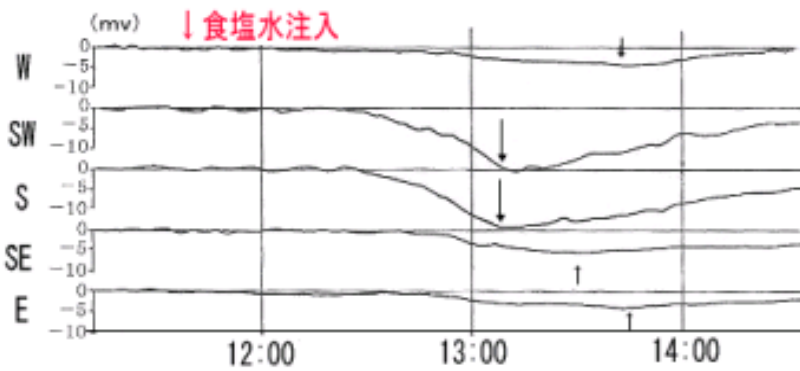
電極埋設状況

食塩水投入による水ミチ調査

- ① ホールリング孔周辺に地表面から30cm程度に電極を埋設する。
- ② データロガーを設置し電位の測定を開始する。
- ③ 翌日（もしくは数時間後）電位が安定したことを確認し食塩水をホールリング孔に投入する。
- ④ 数時間後に電位変化をチェックする。
- ⑤ 食塩水の到達による電位の変化を確認し、値が落ち着いたところで終了。



電極配置例



矢印：各電極における第1極大値

食塩水投入による電位変化

対象とする箇所へ一方に一方の電極を埋設する（上図）。左図の電位変化グラフは、食塩水を使用して実施した水ミチ調査の測定結果です。SWとS方向で大きい電位変化を示すため、この方向に地下水流があると推定されます。また、電極埋設距離を食塩到達時間で割ることによって流速の算出が可能です。

※その他、直交する2方向に二対の電極を埋設し、観測された電位量に対してベクトル図を作成し、流動方向を把握する方法もあります。

表-1 適用箇所および数量

適用箇所	多点温度検層		流向流速測定		1 m深地温探査		自然電位法		流動電位法	
	箇所数	本数	箇所数	点数	箇所数	点数	箇所数	点数	箇所数	点数
道路	67	245	46	373	10	2439	0	0	2	3
トンネル	14	50	7	43	2	197	0	0	0	0
建築	27	90	17	92	1	110	0	0	0	0
工場	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0
造成地	9	29	2	10	6	913	0	0	0	0
変電所	2	4	3	9	2	381	0	0	0	0
橋梁	5	12	3	10	0	0	0	0	0	0
アンダーパス	2	9	1	63	1	236	0	0	0	0
地下掘削	2	6	1	10	0	0	0	0	0	0
地下街	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0
地中連続壁	5	16	4	12	0	0	0	0	0	0
共同溝	0	0	1	18	3	783	0	0	0	0
地下鉄	3	6	4	14	0	0	0	0	0	0
地下ダム	11	81	5	41	0	0	0	0	0	0
地下貯水槽	3	6	2	14	0	0	0	0	0	0
下水道	11	29	9	33	3	350	0	0	0	0
堤防	6	9	8	28	56	19532	1	902	1	11
ため池	19	30	1	1	17	1594	2	221	0	0
水道	5	14	6	43	1	176	0	0	0	0
代替え井戸	1	3	2	5	0	0	0	0	0	0
宅地	1	3	1	3	2	556	0	0	0	0
農場	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
ダム	9	23	3	7	1	202	0	0	0	0
鉄塔	4	13	5	19	1	100	0	0	0	0
鉄道	7	35	6	42	1	68	0	0	0	0
核廃棄物	3	5	1	6	2	292	0	0	0	0
最終処分場	6	14	6	39	9	1234	0	0	0	0
産業廃棄物	21	104	15	78	3	474	0	0	0	0
浄化場	2	5	1	2	0	0	0	0	0	0
遺跡	0	0	0	0	2	153	0	0	0	0
埋め立て地	2	13	3	6	0	0	0	0	0	0
温泉	1	3	1	3	0	0	0	0	0	0
地すべり	267	1260	9	26	301	70362	0	0	1	1
地盤改良	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0
地盤地下	1	3	1	3	0	0	0	0	0	0
斜面崩壊	16	44	0	0	14	2080	0	0	0	0
砂防	2	5	0	0	0	0	0	0	0	0
海岸浸食	1	6	9	55	0	0	0	0	0	0
潮汐影響	2	13	2	15	0	0	0	0	0	0
河川伏流水	36	163	29	290	57	12805	1	358	0	0
地下水汚染	35	148	58	234	1	550	0	0	0	0
水資源	6	13	3	8	4	684	0	0	0	0
環境	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
陥没	1	1	0	0	2	153	0	0	0	0
鉱山	0	0	0	0	1	94	0	0	0	0
原石山	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0
浸透試験	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0
植物	6	25	4	23	4	1259	0	0	0	0
横孔	6	62	0	0	0	0	0	0	0	0
花崗岩	0	0	0	0	5	950	0	0	0	0
黄土	0	0	0	0	3	1117	0	0	0	0
砂礫	6	14	0	0	0	0	0	0	0	0
石灰岩	0	0	0	0	3	728	0	0	0	0
熔岩	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
溶結凝灰岩	0	0	0	0	1	200	0	0	0	0
三波川変成岩	0	0	0	0	1	202	0	0	0	0

表-2 県別実施箇所および数量

県名	多点温度検層		流向流速測定		1 m深地温探査		自然電位法		流動電位法	
	箇所数	本数	箇所数	本数	箇所数	点数	箇所数	点数	箇所数	点数
北海道	40	159	10	165	14	1847	0	0	0	0
青森	1	12	2	18	0	0	0	0	0	0
秋田	1	2	0	0	6	1069	0	0	0	0
岩手	0	0	0	0	3	817	0	0	0	0
宮城	0	0	0	0	6	1684	0	0	0	0
山形	5	12	1	8	5	713	0	0	0	0
福島	2	5	1	2	2	170	0	0	0	0
新潟	21	82	16	80	36	7834	0	0	2	3
群馬	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
栃木	3	9	4	17	1	56	0	0	0	0
茨城	7	30	5	44	25	3599	0	0	0	0
埼玉	0	0	2	5	1	103	0	0	0	0
千葉	4	8	1	1	3	594	0	0	0	0
東京	16	51	19	100	1	172	0	0	0	0
神奈川	12	36	8	33	8	1069	0	0	0	0
静岡	38	160	3	7	27	4846	1	108	2	2
山梨	0	0	0	0	4	625	0	0	0	0
長野	2	7	1	6	8	1623	0	0	0	0
愛知	4	4	2	3	5	911	0	0	0	0
三重	9	30	1	2	4	579	0	0	0	0
岐阜	10	30	5	22	3	430	0	0	0	0
富山	4	20	8	40	9	2075	0	0	0	0
石川	32	95	9	51	48	13578	0	0	0	0
福井	2	6	4	8	0	0	0	0	0	0
滋賀	17	38	13	57	14	2169	0	0	0	0
京都	33	104	35	314	17	3927	0	0	0	0
奈良	32	131	3	10	6	1063	0	0	0	0
和歌山	18	64	8	35	24	3816	0	0	0	0
大阪	40	131	47	192	10	837	0	0	0	0
兵庫	202	919	26	128	76	16647	0	0	0	0
鳥取	0	0	1	10	4	247	0	0	0	0
岡山	4	12	6	21	1	72	0	0	0	0
広島	10	22	10	37	11	5774	0	0	0	0
島根	3	14	1	2	9	4248	0	0	0	0
山口	5	9	1	2	9	1827	1	184	0	0
香川	2	5	0	0	1	386	0	0	0	0
徳島	6	28	6	25	4	1269	0	0	0	0
高知	12	80	2	4	49	13699	1	358	1	1
愛媛	9	62	5	29	28	6917	0	0	0	0
福岡	8	27	6	53	12	3312	0	0	0	0
佐賀	6	13	3	11	1	265	0	0	0	0
長崎	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
熊本	4	13	3	31	8	1133	1	902	1	11
大分	1	2	0	0	4	951	0	0	0	0
宮崎	1	2	0	0	1	59	0	0	0	0
鹿児島	0	0	0	0	3	1013	0	0	0	0
沖縄	15	145	7	63	2	558	0	0	3	8
台湾	0	0	0	0	3	303	0	0	0	0
中国	0	0	0	0	4	1232	0	0	0	0
イラン	0	0	0	0	6	2871	0	0	0	0

表-3 年別実施数

実施年	多点温度検層		流向流速測定		1 m深地温探査		自然電位法		流動電位法	
	本数	累計(本)	本数	累計(点)	測点数	累計(点)	測点数	累計(点)	測点数	累計(点)
1964	0	0	0	0	1913	1913	0	0	0	0
1965	0	0	0	0	1101	3014	0	0	0	0
1966	0	0	0	0	0	3014	0	0	0	0
1967	0	0	0	0	64	3078	0	0	0	0
1968	0	0	0	0	270	3348	0	0	0	0
1969	0	0	0	0	0	3348	0	0	0	0
1970	0	0	0	0	0	3348	0	0	0	0
1971	0	0	0	0	830	4178	0	0	0	0
1972	0	0	0	0	99	4277	0	0	0	0
1973	0	0	0	0	471	4748	0	0	0	0
1974	0	0	0	0	0	4748	0	0	0	0
1975	0	0	0	0	744	5492	0	0	0	0
1976	0	0	0	0	1660	7152	0	0	0	0
1977	0	0	0	0	2848	10000	0	0	0	0
1978	0	0	0	0	1467	11467	0	0	0	0
1979	0	0	0	0	3390	14857	0	0	0	0
1980	0	0	0	0	3260	18117	0	0	0	0
1981	0	0	0	0	3700	21817	0	0	0	0
1982	0	0	0	0	5943	27760	0	0	0	0
1983	0	0	0	0	9401	37161	0	0	0	0
1984	0	0	0	0	10336	47497	0	0	0	0
1985	0	0	0	0	16538	64035	0	0	0	0
1986	0	0	0	0	4477	68512	0	0	0	0
1987	0	0	0	0	7260	75772	0	0	0	0
1988	30	30	0	0	4598	80370	0	0	0	0
1989	76	106	0	0	3959	84329	0	0	0	0
1990	107	213	0	0	2765	87094	0	0	0	0
1991	41	254	0	0	1855	88949	0	0	0	0
1992	98	352	0	0	4272	93221	0	0	0	0
1993	80	432	6	6	2996	96217	0	0	0	0
1994	110	542	61	67	2938	99155	0	0	0	0
1995	149	691	23	90	2911	102066	0	0	0	0
1996	149	840	71	161	1672	103738	0	0	0	0
1997	131	971	45	206	1934	105672	0	0	0	0
1998	190	1161	29	235	1094	106766	0	0	0	0
1999	284	1445	158	393	1362	108128	0	0	0	0
2000	229	1674	137	530	707	108835	0	0	0	0
2001	182	1856	223	753	3220	112055	0	0	0	0
2002	137	1993	126	879	1677	113732	1	108	0	0
2003	236	2229	171	1050	2403	116135	1086	1194	11	11
2004	85	2314	107	1157	1602	117737	358	1552	3	14
2005	84	2398	102	1259	943	118680	0	1552	0	14

地下水流動調査の前に ～ 孔内洗浄・測定孔仕上げ方法～

はじめに

ボーリング孔内において各種地下水調査を実施する際、その測定孔が掘削時の影響を残さずに自然状態に近い孔壁に仕上げることが望まれています。丁寧に孔内洗浄・調査孔仕上げを行った場合は良好な結果を得ることができることから、下記の注意事項を記しました。

1. 孔内洗浄不足による影響

多点温度検層あるいは流向流速測定を実施した場合、その土層・地層（流動層）の透水性から想定されるよりも、温度復元状態が良くないまたは流速が小さい例が多々あります。このような現象は特に砂礫層の場合に多く見られ、その原因は孔内洗浄不足にあることが多いようです。掘削時に泥水を使用した場合などは特に「水ミチ」は泥壁によって閉塞され、本来の地下水流が検出されにくい結果となります（図-1）。洗浄した結果、多点温度検層結果で非常に顕著な流動層が検出されることもあります（図-2-1、図-2-2）。

以上のことから、測定前に孔内洗浄を充分に実施するようその旨をお伝えしますが、測定してみるとその主旨が現地作業者に伝わっていない例がよく見受けられます。

「孔内をよく洗って下さい」と頼まれると、作業者は孔内から出てくる水が綺麗になったことを確認して作業を終了するようです。想定された結果が得られないと、再測定を依頼される場合が多くその時の経費が問題となります。このような無駄な作業と経費を少しでも軽減するために、孔内洗浄の意味を現地作業員に十分理解してもらい、現場担当者の方に洗浄後の孔内水の状況を確認して頂く必要があると考えています。

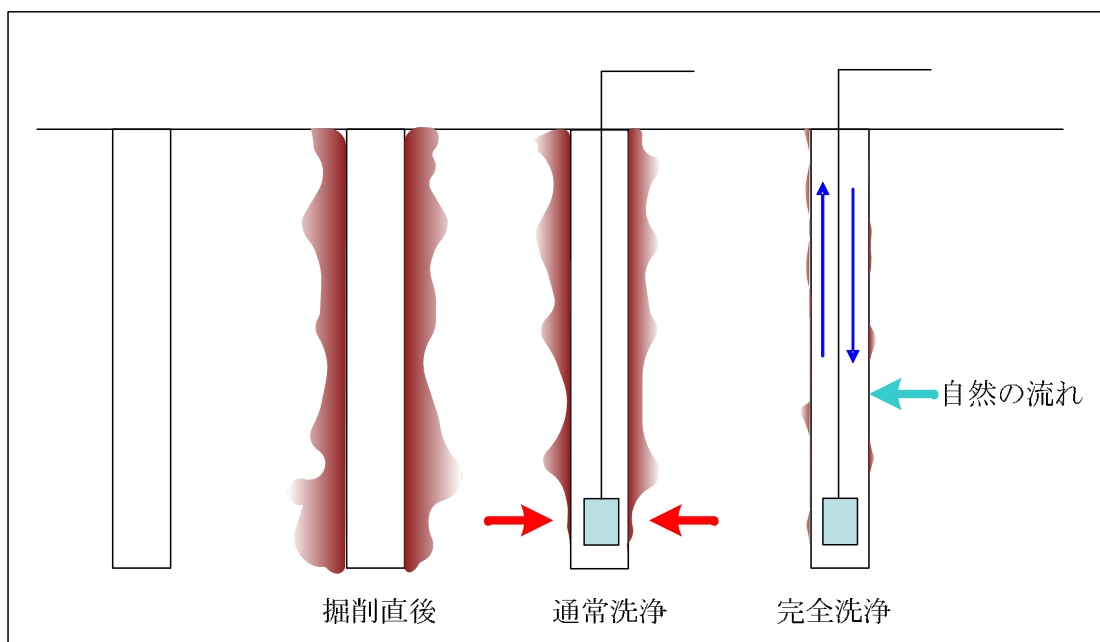


図-1 孔内洗浄実施前後

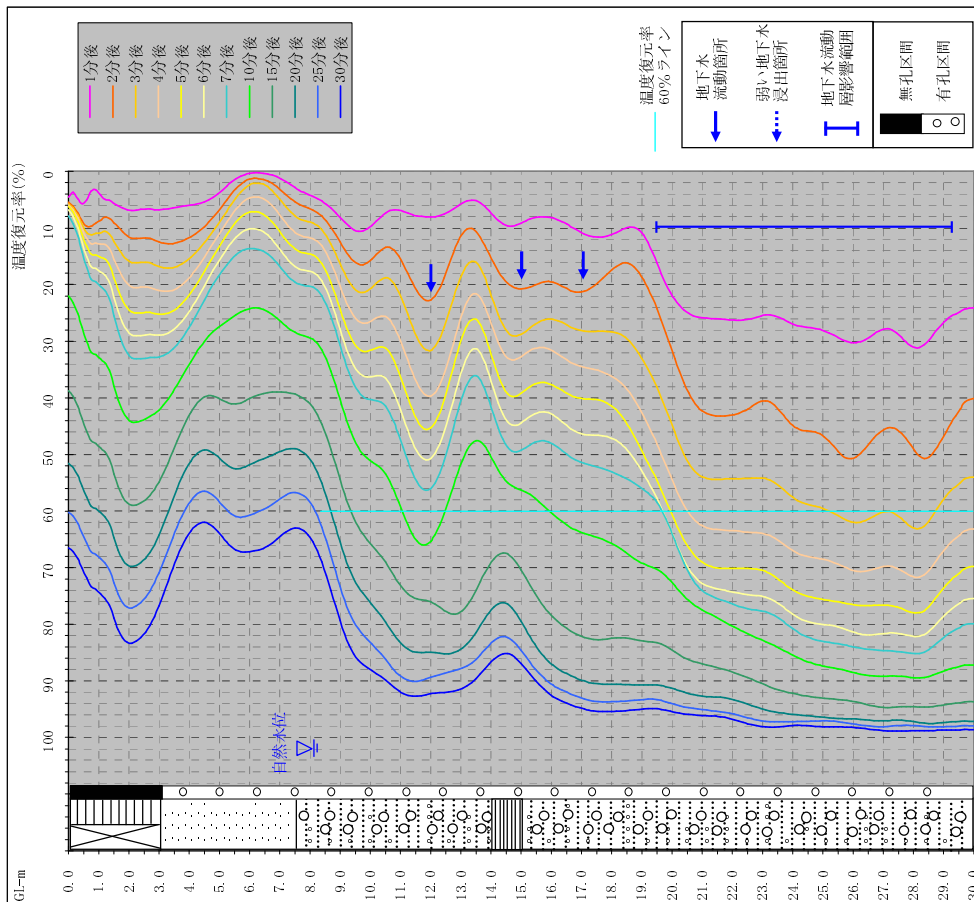


図-2-2 多点温度検層 温度復元率グラフ
(孔内洗浄後)

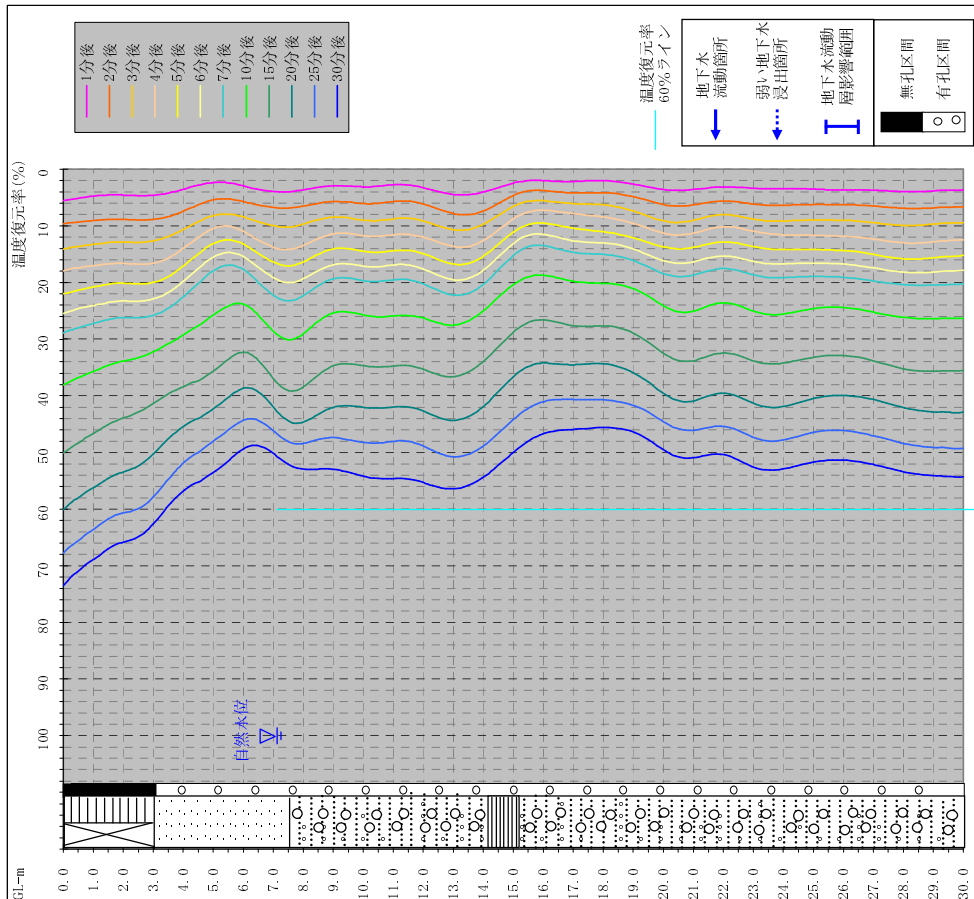


図-2-1 多点温度検層 温度復元率グラフ
(孔内洗浄前)

2. 孔内洗浄方法

孔内の洗浄方法は土層・地層によって異なり、それぞれに適した方法を探る必要があります。

礫層：エアリフトで空気突出口を上下させながら、最低でも3時間程度実施する。時間は泥水の濃度や砂礫層の性質によって異なる。あるいは内径よりも少し小さな球を上下させ負圧で泥水を吸い出す。

洪積層あるいは沖積層：送水洗浄を行う。緩い堆積物であるので、ゆっくりとした速度でホースを上下させながら洗浄する。

軟岩：ベラーでゆっくりと孔内水を汲み出す作業を繰り返す。これを最低1時間程度は行う。この際あまり強くベラーを引き上げると、孔壁が破壊されるため注意を要する。

硬岩の亀裂：内径よりも少し小さな球を上下させ負圧で泥水を吸い出す。

なお、厚い泥壁が形成されている場合は、ウェルクリーナーなどを使用して十分に洗浄を実施してください。また、上記の方法に関しては、あくまでも洗浄の目安であり現場の条件に合わせて手法・時間等調整する必要があります。

3. 調査孔仕上げ方法

地下水流をなるべく精度よく検出するために、調査孔は下図のように設置するのが良いと考えます（図-3）。

塩ビ開孔率：流向流速測定の際には、開孔率が重要となる。地下水流の流入箇所が偏らないように、千鳥配置でできるだけ開孔率が大きい方が良い。塩ビ管（VP50～100mm程度）の強度の関係から、開孔径φ5mmで13%程度が開孔率が適した仕上げとなる（写真-1、図-4）。

ネット巻：細粒分の流入防止のため、塩ビ管にネット（防虫網のようなもの）を巻く。

※ 細粒分の孔内流入による事故（センサーが抜けなくなる）が発生した例もあります。その場合、センサー修理費を別途頂く場合がありますのでご了承下さい。

間詰材：孔壁の崩落を防ぎ、地下水流の閉塞を防ぐため塩ビ管と孔壁との間に豆砂利を投入する。

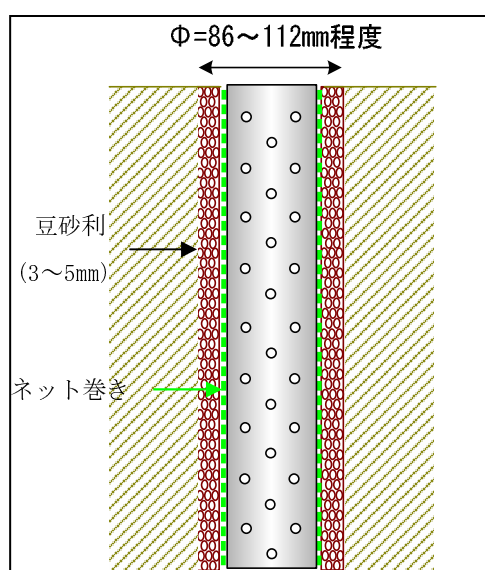


図-3 調査孔仕上げ（間詰材・ネット巻）



写真-1 塩ビ開孔率13% (VP50mm)

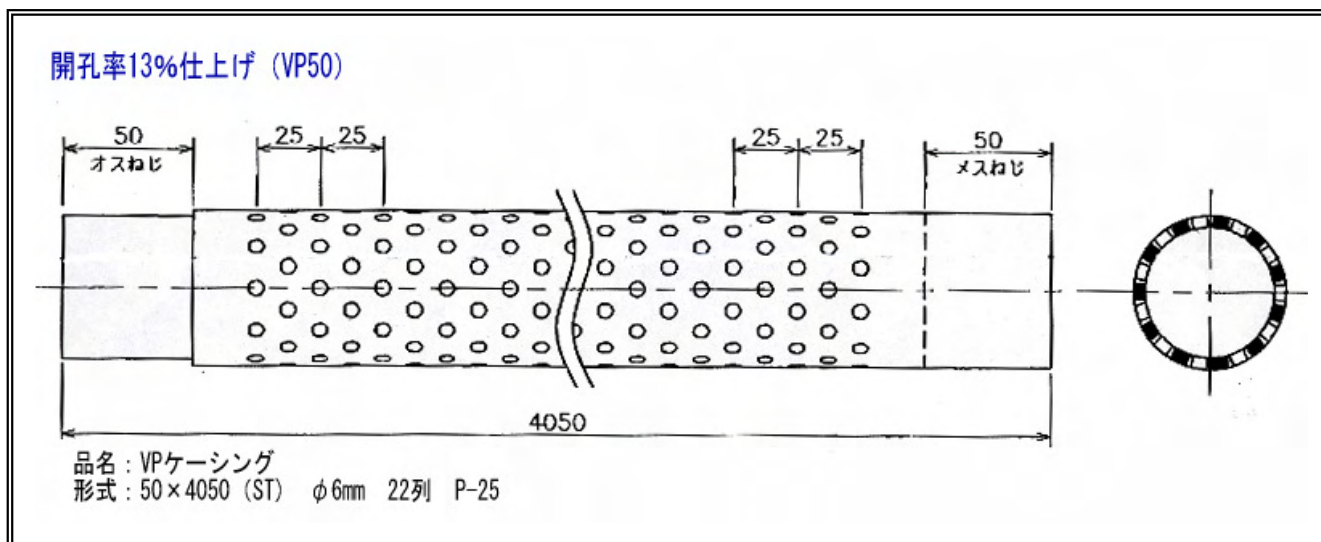


図-4 塩ビ開孔率13% (VP50)

4. 孔内洗浄不足で再測定の場合

調査結果から、顕著な地下水流が検出されずやり直し測定を実施する場合は、追加調査費用を加算させて頂くことを何卒ご了承下さい。

■ 孔内洗浄に関する参考文献

- ・ 竹内篤雄・渡辺知恵子 (2004) : 孔内洗浄の必要性, 地下水技術, 第46巻第4号, pp. 1~12.
- ・ 竹内篤雄他(2000) : 地下水観測孔仕上げに対する問題提起(掘削孔径, 充填剤, 保孔管, 洗浄), 第39回日本地すべり学会研究発表講演集, pp. 443-478.
- ・ 山西正朗・河西晃, 松見毅・小沢幸司・竹内篤雄(2000) : 孔内洗浄手法とその効果確認について, 第39回日本地すべり学会研究発表講演集, pp. 451-454.
- ・ 円藤洋之・中山健二・竹内篤雄(2000) : 孔内洗浄に伴う地下水流動層の変化について, 第39回日本地すべり学会研究発表講演集, pp. 455-458.
- ・ 荒木敏宏・松田克志(2000) : 能登半島の地すべり地における地下水観測孔の洗浄による地下水流動層検出への影響について, 第39回日本地すべり学会研究発表講演集, pp. 471-474.
- ・ 安田匡・竹内篤雄・渡辺知恵子(2000) : 地下水流動層を確実に検出するための孔内洗浄方法の検討(北海道の事例), 第39回日本地すべり学会研究発表講演集, pp. 475-478.
- ・ 辻本勝彦・竹内篤雄(2000) : 砂礫層における地下水調査孔の洗浄時間とその効果の変遷について, 第39回日本地すべり学会研究発表講演集, pp. 467-470.

株式会社 G&Mリサーチ

〒520-0014 滋賀県大津市柳川 2-11-18

TEL : 077-510-1588 FAX : 077-510-1589

E-mail: main@gm-re.jp HP: <http://www.gm-re.jp>

単孔式加熱型流向流速計における開孔率に対する問題

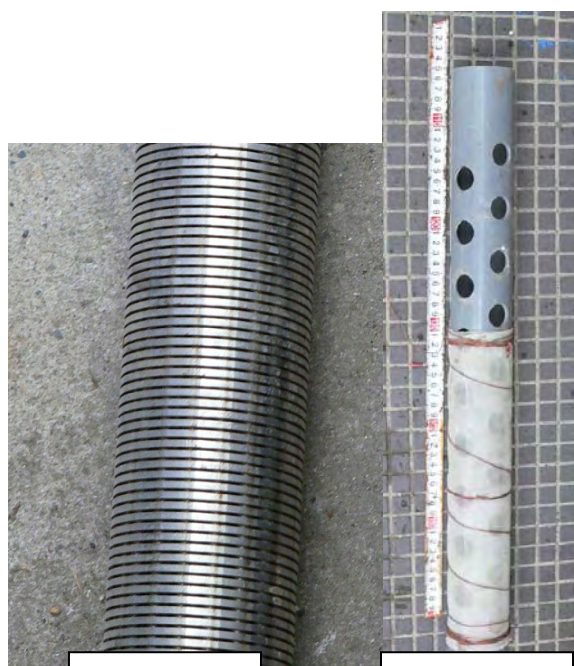
1 開孔率の問題

理想的には一般に知られているように、開孔率 30%以上の巻き線型ストレーナを用いれば、強度的問題及び開孔率の問題も解決されます。ただ、現実にはこのタイプの保孔管を用いて調査孔を設置している例は少なく、殆どが塩化ビニールパイプを使用されています。この開孔率は 1~5%とかなり小さなものが多く、このような状況下で測定を求められることが多くありました。

そこで、我々は現地で使用されている各種の保孔管を集め、様々な開孔率における校正曲線を実験室で求めて対応しております。

開孔率の大きい方がより精度の高い測定結果が得られるのですが、巻き線型ストレーナは価格が高いためか、なかなか使用して頂けません。そこで、塩化ビニールパイプに径 5mm のドリルで目一杯孔を開け、しかも保孔管としての強度を保つ開孔率を試したところ、13%が限界でした。そこで、現在は予め流向流速測定への依頼が来た場合はこの開孔率の保孔管を挿入して頂いております。開孔率 13%開孔径 5mm、内径 50mm の塩化ビニールパイプの写真を示します。ご覧のように、開孔部に規制されて流動方向が大きく変化するおそれは殆どないほど孔が開いております。

中には、塩化ビニールパイプに 30%の孔を開けて挿入したという現場もありますが、その保孔管を見せて頂くと、径 25mm のおおきな孔が開けられていました。これでは孔の位置によって大きく流動方向が規制されてしまいますので、このような場合は発注者に測定結果の信頼性が著しく低下する旨を十分に説明させていただき、納得頂いた上で測定しております。これまでの実績では、開孔率 13%での測定結果で、問題は生じておりません。



開孔率 30%

開孔率 30%



開孔率 13%

2 開孔部と感温部との位置による流向流速測定値の相違

開孔部と温度計の位置によって、流向・流速が多少異なるおそれがありますので、この点を考慮して、指定された測定深度の上下 10cm 以内においても測定を行い、流速及び流動方向の精度を高めるようにしております。

又、同一地質状態においても、地下水流動のある部分とない部分が存在しておりますので、ただ指定された深度で流向流速の測定を行うのではなく、多点温度検層などで流動層の存在深度を把握した上で、測定深度を決める方法を採用しています。