

契約番号 第8号

ごみ処理施設整備に伴う地下水調査業務委託

報 告 書

2023 年 3 月

株 式 会 社 ハ ギ ・ ボ ー

はじめに

この報告書は山梨西部広域環境組合のご依頼により、株式会社ハギ・ボーが山梨県中央市浅利地内で実施した、下記業務の結果を取りまとめたものであります。

ごみ処理施設整備に伴う地下水調査業務委託

業務遂行にあたり、関係各位のご協力を得ました。ここに記して感謝申し上げます。

2023 年 3 月

株式会社 ハギ・ボー

〒400-0845 山梨県甲府市上今井町 740-4

TEL 055-243-4777（代表）

FAX 055-243-4722

【目 次】

1. 業務概要	1
2. 業務内容	3
2.1 さく井工事総括	3
2.2 使用機材	4
2.3 業務工程	5
3. 地形・地質概要	6
3.1 地形概要	6
3.2 地質概要	8
4. 業務結果	10
4.1 さく井工事	10
4.2 揚水試験	13
4.3 水理解析	20
4.4 水質検査	23
4.5 本井戸仕様	23
5. まとめ	24

【巻末資料】

- 巻末資料 1 揚水試験記録表
- 巻末資料 2 水質検査結果書
- 巻末資料 3 保護管材料証明書
- 巻末資料 4 建設系産業廃棄物マニフェスト（控）
- 巻末資料 5 業務打合せ簿
- 巻末資料 6 調査記録写真

【別添資料】

- 地質標本（1 箱）

1. 業務概要

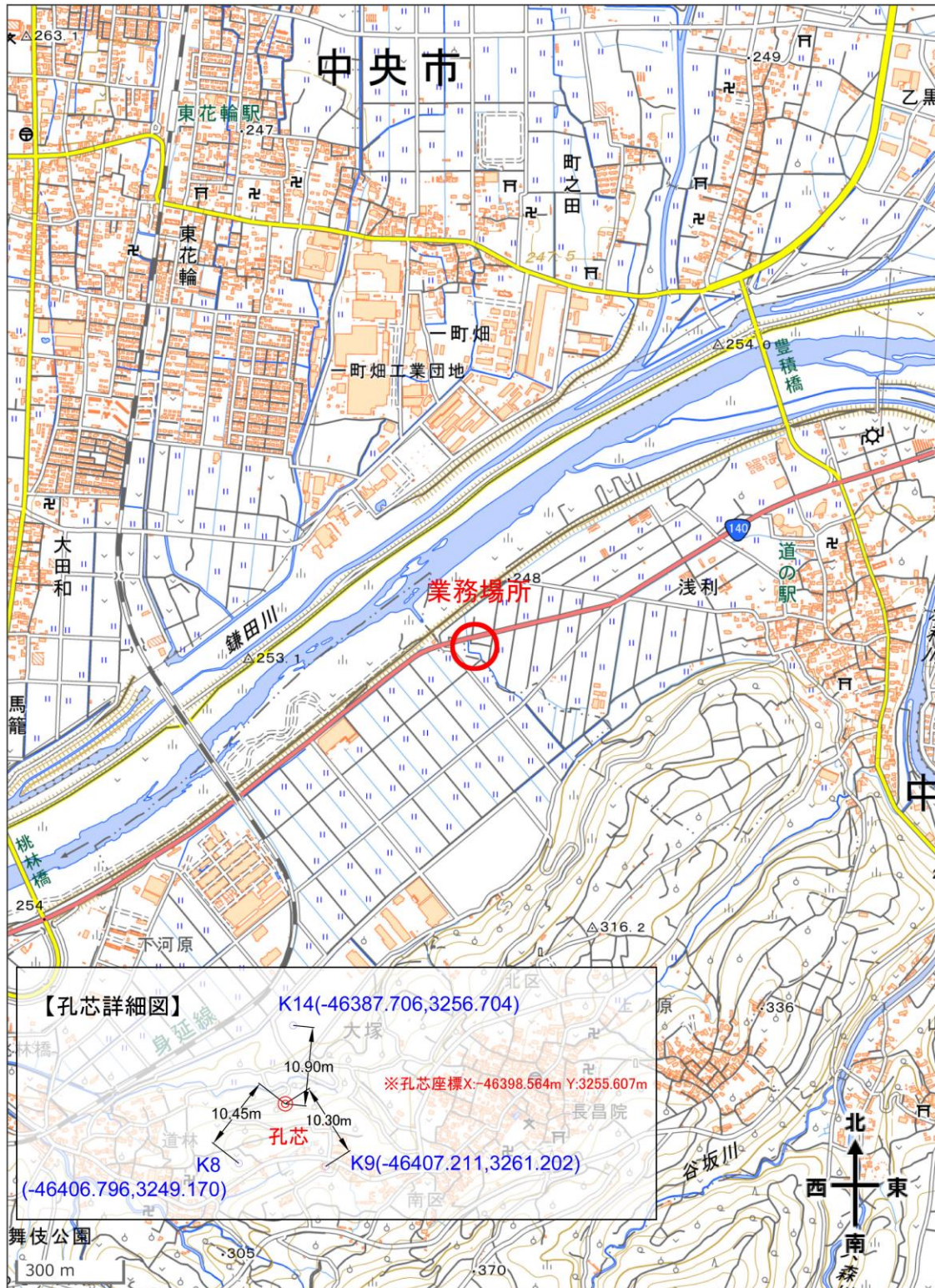
- (1) 業 務 名：ごみ処理施設整備に伴う地下水調査業務委託
- (2) 業務場所：山梨県中央市浅利地内（図 1）
- (3) 業務期間：2022 年 11 月 17 日～2023 年 3 月 24 日
- (4) 業務目的：ごみ処理施設建設予定区域内において水源井戸の試掘調査を行い水量および水質を把握すること。
- (5) 業務数量：表 1 に示す。

表 1 業務数量表

項目	規格	数量
井戸掘削	深度 100.35m, 仕上口径 150mm	1 孔
揚水試験	予備揚水・段階揚水試験（5 段階）・連続揚水試験（24 時間, 回復試験を含む）	1 式
水質検査	水道法原水 39 項目	1 検体
報告書作成	A4 判製本 2 部, データ CD-R2 部	1 式

- (6) 発 注 者：山梨西部広域環境組合
〒409-3833 山梨県中央市藤巻 2303-2
TEL：055-244-5301
FAX：055-244-5302
監督員：建設課 副主幹 小澤 真二
- (7) 請 負 者：株式会社 ハギ・ボー
〒400-0845 山梨県甲府市上今井町 740-4
TEL：055-243-4777（代）
FAX：055-243-4722
主任技術者：鈴木克利
営業担当：萩原 将博

地理院地図
GSI Maps



国土地理院「地理院地図」の一部に加筆

図 1 業務場所案内図

2. 業務内容

2.1 さく井工事総括

表 2 井戸掘削工事総括表

井戸名称	試掘井		
掘削	掘削工法		ロータリーバイブレーション工法
	掘削孔径		φ 283.4 mm
	掘削深度		100.35m
	井戸構造		SGP150A
保護管	無孔管		SGP150A (5.52m×17 本) 93.84m
	孔明管		150A 巻線スクリーン (5.53m×2 本) 11.06m
試験・検査	揚水試験	予備揚水	—
		段階揚水試験	5 段階, 各段階 60 分
		連続揚水試験	揚水 24 時間および回復試験
	水質検査		水道法原水 39 項目

2.2 使用機材

表3 使用機材表

機材	メーカー，型式	仕様・数量
試錐機	(株)東亜利根ボーリング，SD-175	出力 175PS
試錐ポンプ	(株)東亜利根ボーリング，NP-400	18.5kW，圧力 0～6MPa， 吐出量最大 400 $\frac{\text{リットル}}{\text{分}}$
マッドスクリーン	(株)東亜利根ボーリング，TM-10	1.5kW
ミキサー	(株)東亜利根ボーリング，MC-300 型	容量 300 $\frac{\text{リットル}}{\text{分}} \times 1$ 槽
発電機	デンヨー(株)，60kVA	出力 60kVA，(低騒音， 排出ガス対策型)
サンドポンプ	ツルミ(株)，5.5kW-1000	吐出量 1000 $\frac{\text{リットル}}{\text{分}}$ ， 全揚程 25m
泥水タンク	自社製	容量 7.0 $\text{m}^3 \times 2$ 槽
排水タンク	〃	容量 18 $\text{m}^3 \times 1$ 槽
ドリルビット	(株)東亜利根ボーリング，リングビット	ϕ 283.4 mm
ドリルロッド	(株)東亜利根ボーリング，10"	L=3.0m
試験用ポンプ	(株)川本製作所， ϕ 80 mm $\times$ 5.5kW	出力 5.5kW 吐出径 80 mm
水位計	アルファ光学(株)，触針式水位計	計測深度 30m
	In-Situ 社，LevelTroll500 (21m 計)	測定範囲 21m
量水器	自社製	JIS 規格準拠
その他 (簡易水質測定)	電導度計 (横河電機(株)，SC72 型)	0～50℃， $\pm 5\%$ ，水温 $\pm 0.7^\circ\text{C}$
	pH メータ (横河電機(株)，PH71 型)	0～50℃， $\pm 0.1\text{pH}$ ，水温 $\pm 0.7^\circ\text{C}$
	濁度計 (笠原理化工業(株)，TR-55 型)	0～100 度， $\pm 2\%\text{F.S}$
	パックテスト鉄低濃度 (株)共立理化学研究所)	測定範囲 0.05～2mg/L

2.3 業務工程

表 4 業務工程表

工種	細目	年/月/日
計画準備	掘削計画・資材調達	2022/11/17～ 2023/1/15
	伐採・搬入路整備	2023/1/16～1/20
掘削工事	孔芯設定	2023/1/19
	機械搬入・プラント設置	2023/1/20～1/21
	ガイド管設置・掘削工	2023/1/23～2/3
	検尺・孔内洗浄	2023/2/3～2/4
	電気検層	2023/2/3
	ケーシングパイプ挿入	2023/2/6
	2号珪砂充填	2023/2/6～2/7
	遮水工（遮水砂・ベントナイトペレット・セメント充填）	2023/2/7～2/8
	泥水・排水産廃処理（処理量 24 m ³ ）	2023/2/3, 2/16
	資機材撤去搬出	2023/2/12, 2/18
	残土敷き均し・現場整地	2023/2/18, 3/3
揚水試験	試験用ポンプ挿入	2023/2/9
	予備揚水	2023/2/13
	段階揚水試験（5段階）	2023/2/14
	連続揚水試験（回復試験含む）	2023/2/15～2/16
	試験用ポンプ引き上げ	2023/2/17
	地上部加工・自噴圧測定	2023/2/17
水質検査	採水	2023/2/16
	分析	2023/2/16～2/27
報告書作成	データ整理・解析・報文作成	2023/2/18～3/10

3. 地形・地質概要

3.1 地形概要

甲府盆地周辺の地形は山地と盆地に大別され、山梨県土のうち約 8 割の面積を山地が、約 2 割の面積を盆地が占める。以下に山地の特徴から順に述べる。

山地の標高は一般に県境付近で高く、盆地に近いほど低くなる。西部県境は標高 3000m に達する赤石山脈、北西部は八ヶ岳火山とその山麓斜面、北部～東部は標高 2000m におよぶ関東山地である。南東部には国内最高峰である富士山とその裾野が広がっている。これらの山地の盆地側には標高 1000～2000m 級の山地が分布している。甲府盆地の北方に位置する北山山地、西方の巨摩山地、南方の御坂山地、県東部の道志山地、秋山山地、富士川沿いの身延山地、天子山地地域である。

甲府盆地は上述の山地に囲まれた内陸盆地で、東西約 20km、南北約 10km のくさび型をなしている。盆地内の標高は、東部の塩山で 400m、中央部の石和で 270m、甲府で 260m、西部の南アルプスで 300m、南部の田富で 250m である。全体の傾向として東部および北部で高く、盆地の南西端に向かって標高を減じている。これは、甲府盆地が、八ヶ岳から南へ流下する釜無川と、甲武信ヶ岳から南西へ流下する笛吹川の二大河川およびそれらの支流によって形成された複合扇状地として発達してきたことによる。

一方で甲府盆地は断層盆地としての側面も有しており、西部の山麓線付近には糸魚川－静岡構造線活断層系が、南東部の山麓線付近には曾根丘陵断層帯がある。両断層が形成する断層崖の背後には開析の進んだ扇状地や丘陵が分布し、断層崖近傍では扇状地が発達途上となっている。

甲府盆地内を流れる二大河川に目を向けると、釜無川は甲府盆地内で御勅使川などの支流と、笛吹川は荒川、金川、日川、および天川などの支流と合流する。そしてこれら二大河川は甲府盆地南西端で合流し、富士川となって山地を下刻しながら南方へ流下している。

図 2 に調査地周辺の地形図を示す。これによると、調査地は甲府盆地南端の笛吹川と荒川の合流部手前約 4km の左岸の平坦面に位置し、その標高は 247m である。調査地の南側には曾根丘陵が迫っており、盆地との境界付近には複数の活断層（曾根丘陵断層帯）が確認されている。調査地は活断層の北側（甲府盆地側）にあり、層序は盆地と概ね同一と考えられる。



G-space 地質地盤情報データベースの一部に加筆（出典：基盤地図情報（5m メッシュ標高））

図2 調査地周辺の地形図

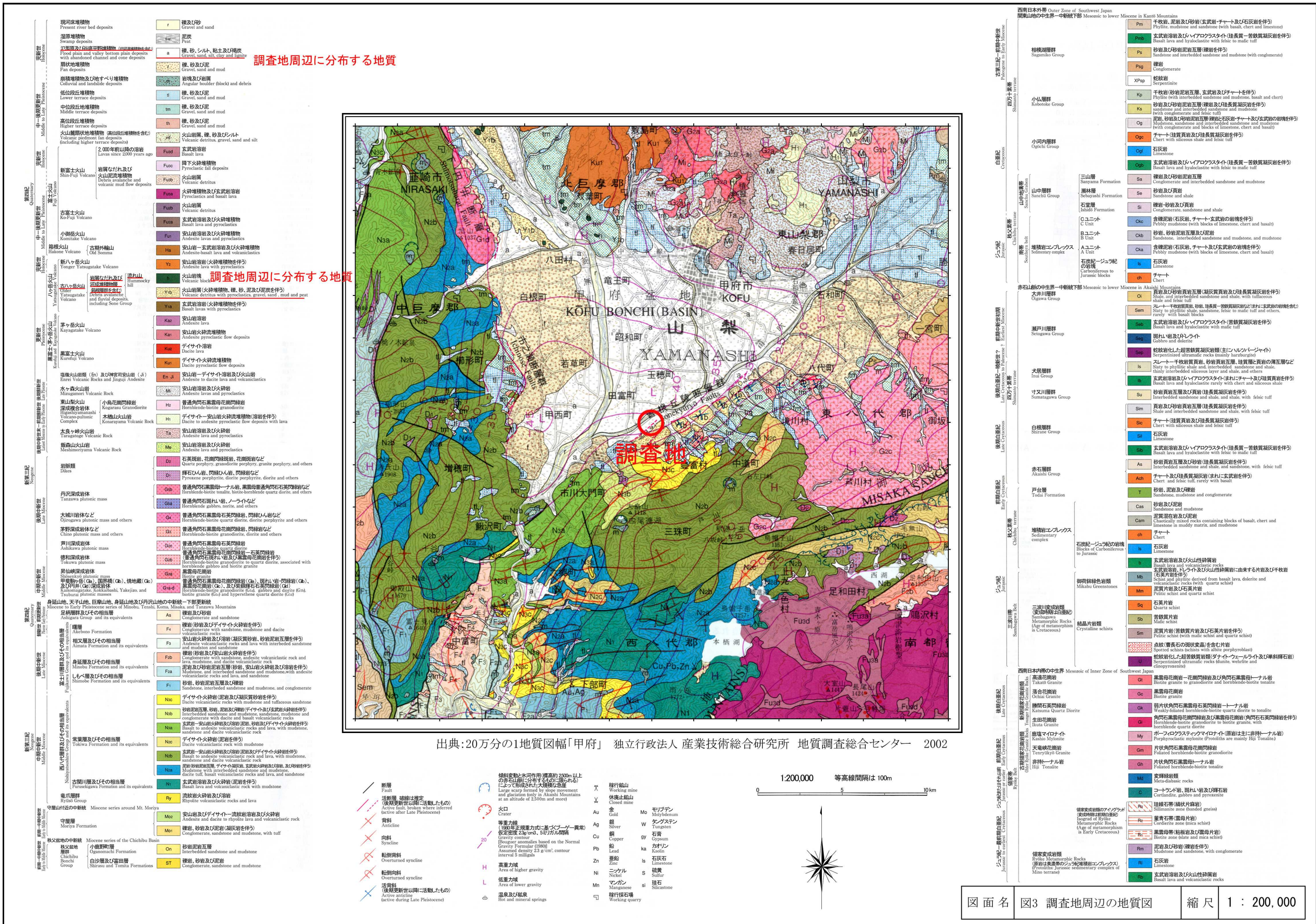
3.2 地質概要

図3に広域地質図を、表5に甲府盆地周辺における地質層序表を示す。図3および表5に示すように、甲府盆地北方の山地には新第三紀鮮新世の水ヶ森火山噴出物および第四紀更新世の黒富士火山および古八ヶ岳火山岩類（安山岩～デイサイトの溶岩および火砕流堆積物）が、東方の山地には白亜系の小仏層群（千枚岩、泥岩および砂岩）とそれを貫く新第三紀中新世の花崗閃緑岩～石英閃緑岩が分布する。そして南方および西方は火山砕屑岩（デイサイト～玄武岩の溶岩および火砕流堆積物）を主とする新第三紀中新統および第四紀更新世の段丘堆積物（砂礫および火砕流堆積物）で構成されている。これらは甲府盆地の基盤として、粘土層や炭質物の薄層などを挟在する厚い砂礫層の下位に分布している。

調査地には甲府盆地の河床堆積物、氾濫原および谷底平野堆積物が厚く堆積し、その下位には古八ヶ岳火山噴出物（韮崎岩屑流堆積物）が伏在し、水理基盤となっている。

表5 甲府盆地周辺地質層序表

地質時代		地層名	岩相・層相
第四紀	完新世	現河床堆積物	礫および砂
		氾濫原および谷底平野堆積物	礫，砂，シルト，粘土および褐炭
		扇状地堆積物	礫，砂およびシルト
		崖錐堆積物	岩塊および岩屑
	更新世	扇状地堆積物	礫，砂およびシルト
		崖錐堆積物	岩塊および岩屑
		段丘堆積物	礫，砂およびシルト
		古八ヶ岳火山噴出物	火山岩塊および火山岩屑
		茅ヶ岳火山噴出物	安山岩溶岩および火砕流堆積物
		黒富士火山噴出物	デイサイト溶岩および火砕流堆積物
新第三紀	鮮新世	水ヶ森火山噴出物	安山岩溶岩および火砕岩
	中新世	昇仙峡深成岩体	黒雲母花崗岩
		徳和深成岩体	黒雲母花崗閃緑岩－石英閃緑岩
		芦川深成岩体	黒雲母石英閃緑岩
		西八代層群相当層	デイサイト－玄武岩溶岩および火砕岩 礫岩，砂岩および泥岩
古第三紀		相模湖層群	千枚岩，泥岩および砂岩
中生代	白亜紀	小仏層群	砂岩および砂岩泥岩互層



4. 業務結果

4.1 さく井工事

(1) 掘削状況

試掘井はロータリーパイプレーション工法で掘削した。本工法は掘削ビットに高周波の振動を与えながら回転させて地層を掘り進むもので、掘進能率が他の工法に比べて高いのが特徴である。本工法では泥水を循環させてカッティングス(地層や岩盤を砕いた掘屑)を地上に回収する。泥水にはベントナイト泥水を用いた。

掘削中の逸泥(送水した泥水が地層の間隙に逃げる状況)は確認されなかった。深度 0.0～85m は未固結堆積物で、深度 85m 以深は半固結状の火山岩屑であった。

(2) 地質構成・電気検層

図 4 にさく井柱状図を示す。本孔の地質構成は次のとおりである。

- ・ 深度 0～4.8m：表土
- ・ 深度 4.8～33.0m：玉石混じり砂礫，砂礫（不圧帯水層）
- ・ 深度 33.0～47.0m：砂混じりシルト（比抵抗 50 Ω m 前後，難透水性の地層）
- ・ 深度 47.0～51.0m：礫混じり砂（比抵抗 120～160 Ω m，難透水層～被圧帯水層）
- ・ 深度 51.0～57.0m：砂混じりシルト（比抵抗 60 Ω m 前後，難透水層）
- ・ 深度 57.0～65.0m：礫混じり砂（比抵抗 60～160 Ω m，難透水層～被圧帯水層）
- ・ 深度 65.0～69.0m：砂質シルト（比抵抗 90 Ω m，難透水層）
- ・ 深度 69.0～85.0m：砂礫（比抵抗 200～360 Ω m，被圧帯水層）
- ・ 深度 85.0～100.35m：火山岩屑（比抵抗 30～70 Ω m，不透水層）

表層 4.8m は表土，深度 4.8～33.0m は玉石混じり砂礫および砂礫で不圧帯水層であった。深度 33.0～69.0m は砂混じりシルトや砂質シルトで，途中に礫混じり砂を 2 層挟む比抵抗 60～160 Ω m の難透水層～被圧帯水層であった。深度 69.0～85.0m は砂礫で比抵抗 200～360 Ω m の被圧帯水層であった。深度 85.0～100.35m は火山岩屑で比抵抗 30～70 Ω m の不透水層であり，韮崎岩屑流に相当する地層であった。

本孔の主要な帯水層は，深度 69.0～85.0m の砂礫である。上部を甲府盆地のシルト層，下部を韮崎岩屑流の火山岩屑に挟まれ被圧帯水層となっている。

さく井柱状図

ボーリングNo. 40R04062#000

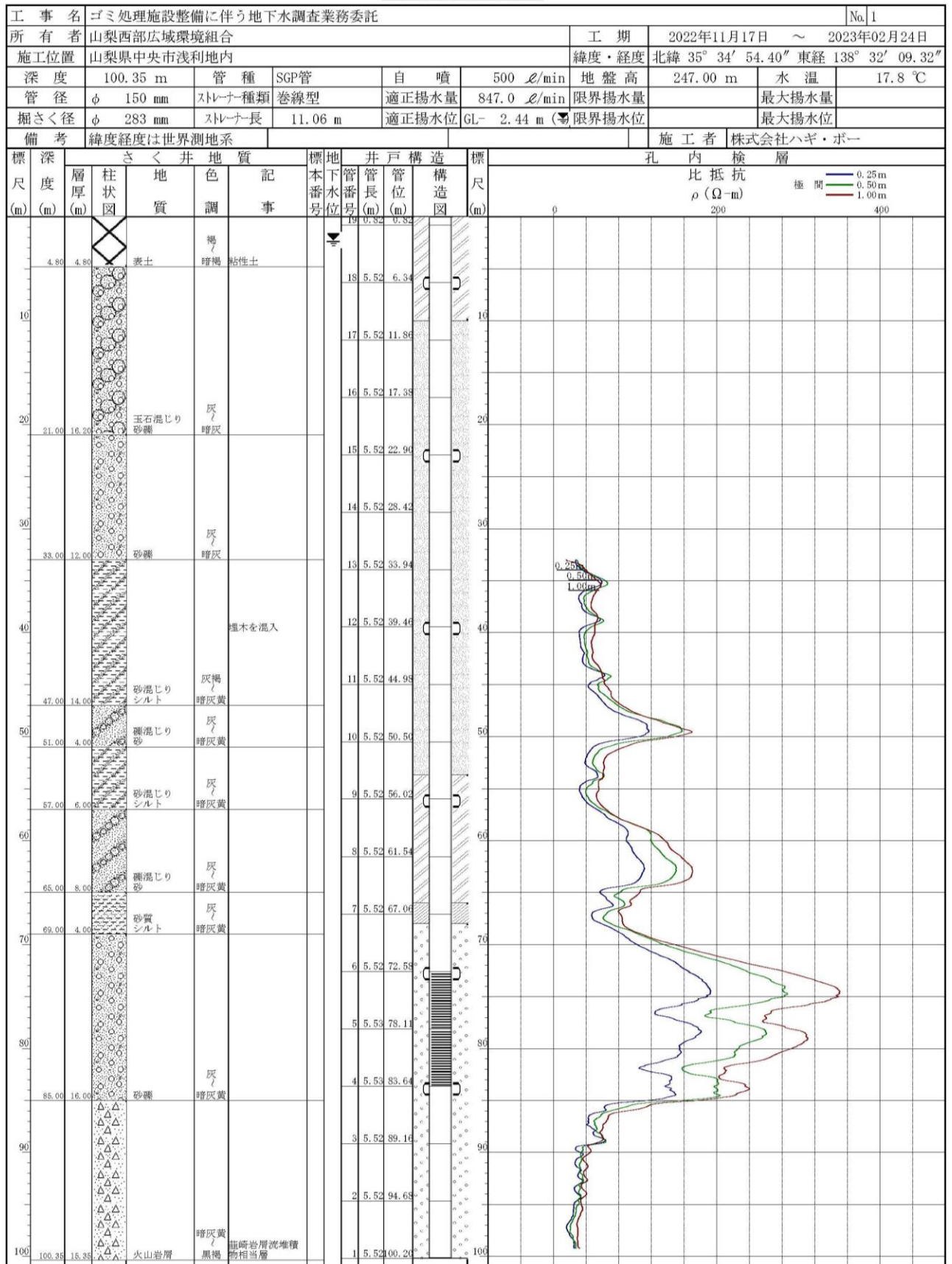


図 4 さく井柱状図

(3) 井戸仕上げ

保護管のケーシングプログラムを図 4（さく井柱状図）に示す。ケーシングプログラムは電気検層結果および地層、掘削状況を総合的に判断して決定した。孔底部はボトム加工し、無孔管 5.52m/本×3 本に続けてスクリーン管 5.53m/本×2 本挿入し、これより上部は無孔管 5.52m/本×14 本を挿入した。挿入長は 100.20m（全長 104.90m，残尺 4.70m）であった。無孔管は配管用炭素鋼鋼管（JIS G3452）150A で、スクリーン管は 150A ウェルスクリーンである。

・有孔管設置深度・・・GL-78.11～83.64m（延べ 11.06m）

保護管と地層の間隙の GL-68.00～100.20m に 2 号硅砂を充填（1.8 m³）し、硅砂の上部 2m 間に遮水砂およびベントナイトペレットを充填（0.09 m³）し、その後、GL-53.70～66.00m をセメンチング，GL-10.00～53.70m に発生土充填，GL-0.00～10.00m にセメントミルクを充填した。

井戸仕上げ後の孔内洗浄で清水置換を始めたところ直ぐに自噴を開始したため、試験用ポンプ挿入し井戸洗浄を行い、濁りがなくなったことを確認し水路への放流に切り替えた。

調査完了後は井戸元 GL-0.20m まで切り下げ、溶接フランジを取り付けた。地上部は T 字管（100A バルブ付）を取り付け、上部には閉止フランジを取り付けた。仕上がり状況は写真 1 のとおりである。用地について残土の敷き均しを行い整地して作業を完了した。

掘削で発生した泥水および濁水（24 m³）については産業廃棄物処理業者に委託処分した。建設系廃棄物マニフェストの（控）を巻末資料 4 に示す。



写真 1 地上部仕上がり状況

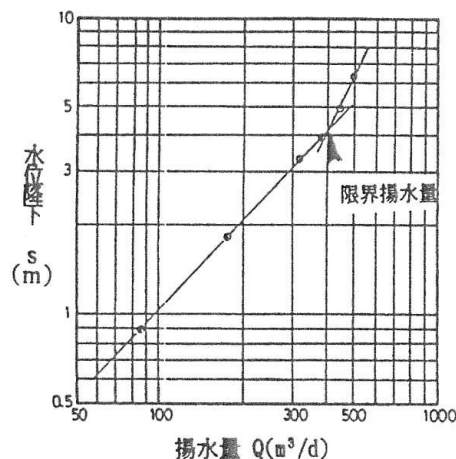
4.2 揚水試験

揚水試験は井戸の性能（湧水能力）と帯水層の特性（水理定数）を把握する目的で行われるもので、段階揚水試験と連続揚水試験（水位回復試験を含む）がある。

4.2.1 試験方法

(1) 段階揚水試験

段階試験は揚水量を段階的に変え井戸の限界揚水量を把握する目的で実施される。揚水量と水位降下量の関係をグラフにプロットすると、ある揚水量を境に直線の傾きが急になることが多い。すなわち、揚水量に対する水位降下量の割合がそれまで一定（例えば 45° の傾き）であったものが、 45° 以上と大きくなるのである。ここが限界揚水量と一般に言われている（右図）。しかしながら、井戸によっては初めから 45° を超える場合も多く、裂か水では例外なく超えている。



井戸から揚水すると井戸の水位は必ず低下する。揚水しない状態の水位を自然水位（静水位）、揚水中の水位を動水位（揚水水位・運転水位）といい、両者の差を水位降下量という。揚水量 Q を水位降下量 s で割ったものが「比湧出量」で、単位は通常「ℓ/分/m」が用いられる。比湧出量は1mの水位降下で何ℓの水が井戸から揚水できるかを示すもので、いわば井戸の能力を示す指標である。数値が大きいほど優秀な井戸といえる。上述のグラフで Q と s の関係が 45° の直線は比湧出量が一定であることを意味し、 45° 以上は揚水量が増えるに従い、比湧出量が減少すること（水位を下げた割には水量が増えず効率が低下）を意味する。

(2) 連続揚水試験および水位回復試験

連続揚水試験は段階揚水試験で得られた限界揚水量の範囲で一定量の長時間の揚水を行うもので、水位回復試験は揚水停止後の水位回復状況を測定するものである。それぞれ、水位の時間変化を解析し、透水量係数、貯留係数など帯水層の基本的な定数を求める試験である。今回は、自噴状態であることと、測定開始直後に水位平衡となることにより、通常行われる非定常解析が実施できなかった。そのため、定常状態における経験式・理論式を用いて水理解析を行った。

4.2.2 揚水試験結果

水中モータポンプ（ $\phi 80\text{ mm} \times 5.5\text{ kW}$ ）を GL-7.0m 付近に設置し、段階揚水試験および連続揚水試験を実施した。

自然状態（非揚水状態）の自噴量は 500L/分でその時の水位は GL+0.60m であった。また、揚水試験後に井戸を密閉状態にして測定した自噴水頭（自然水位）は GL+5.17m であった。

(1) 段階揚水試験

揚水は GL+0.60m の自噴状態（500L/分）から開始した。段階揚水試験は揚水量を 616～860L/分の間で 5 段階実施した。図 5 に水位降下量-経過時間関係図（Sw-t 関係図）を、図 6 に水位降下量-揚水量関係図（Sw-Q 図）を示す。また、試験記録表を巻末資料 1 に示す。

図 5 によると、最大揚水量 860L/分における動水位は GL-2.29m で、水位降下量は 7.46m であった。各段階とも開始直後に水位平衡となっている。

図 6 によると、自噴状態における水位降下量は他に比べやや大きい（排水口の高さなどが影響）が、第 1 段階以降の測点は 53° の直線上に載り屈曲は認められなかった。また、各段階で排砂や顕著な濁りは確認されず簡易水質測定の結果にも大きな変化はなかった。比湧出量（水位降下 1m あたりの揚水量）は 115～128L/分/m で、揚水量の増加に伴い低下した。

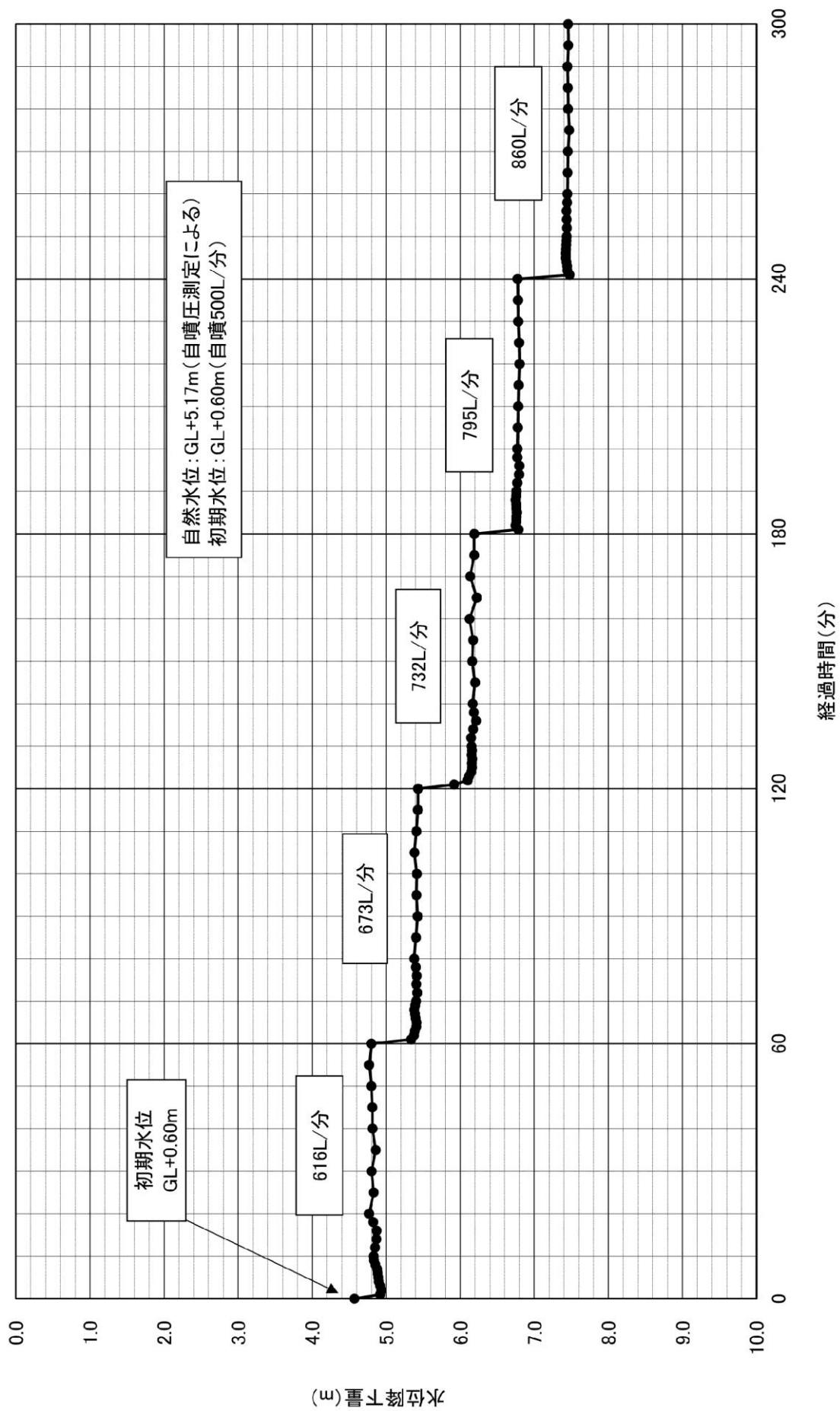
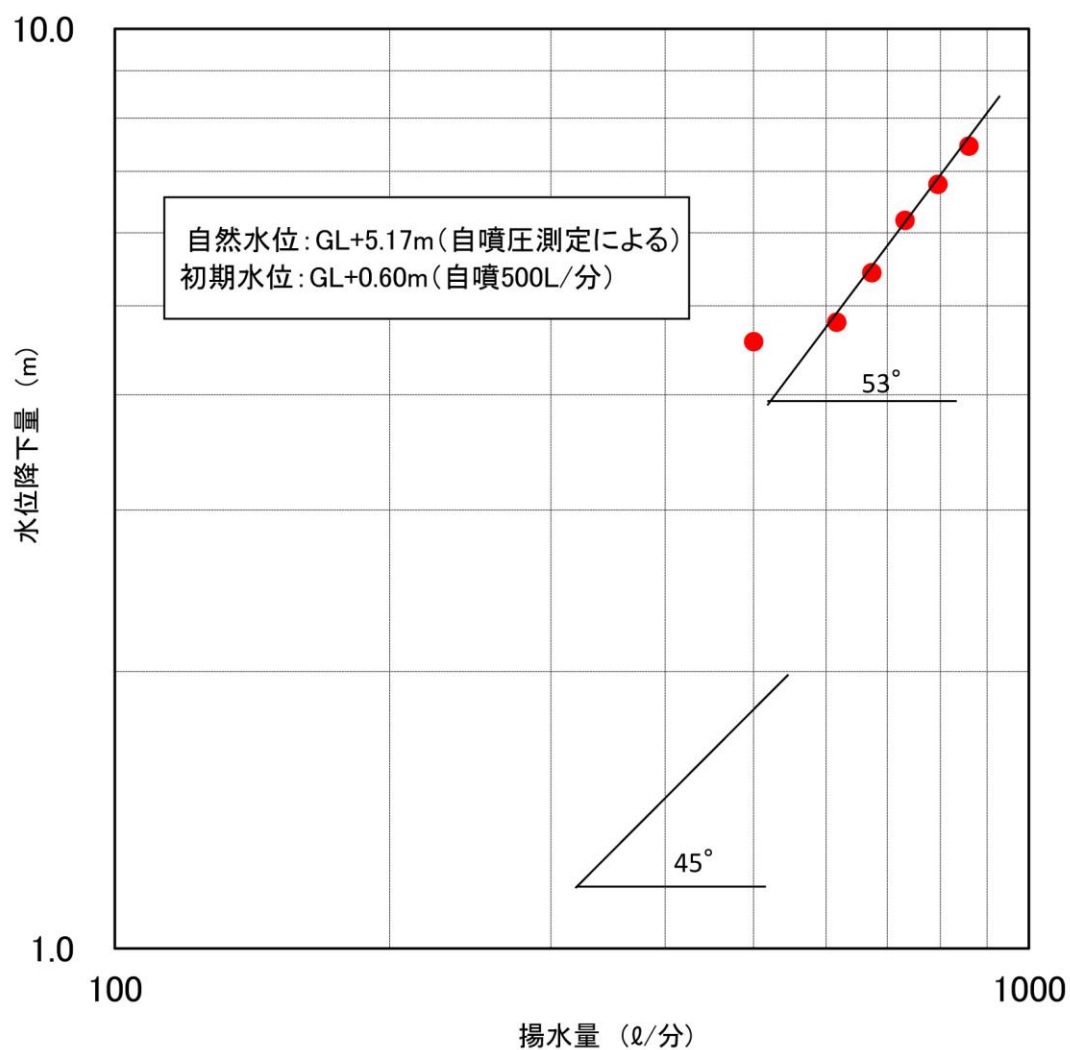


図5 段階揚水試験 水位降下量 - 経過時間関係図 (S_w - t 関係図)



段階	揚水量		動水位 (m)	水位降下量 (m)	比湧出量 (ℓ/分/m)	揚水時間 (分)
	(ℓ/分)	(m ³ /日)				
自噴	500	720	-0.60	4.57	109	60
1	616	887	-0.37	4.80	128	60
2	673	969	0.26	5.43	124	60
3	732	1054	1.02	6.19	118	60
4	795	1145	1.60	6.77	117	60
5	860	1238	2.29	7.46	115	60

自然水位GL- -5.17 m

図6 段階揚水試験 水位降下量 - 揚水量関係図 (Sw-Q関係図)

(2) 連続揚水試験

連続揚水試験は、段階揚水試験時の最大揚水量とほぼ同量の 847L/分 で実施した。試験結果を表 6 に、水位降下量-経過時間関係図 (Sw-t 関係図) を図 7 に示す。また、試験記録表を巻末資料 1 に示す。

揚水は GL+0.60m の自噴状態 (500L/分) から開始した。図 7 によると、揚水量 847L/分 における揚水終期の動水位は GL-2.44m、水位降下量は 7.61m、比湧出量は 111L/分/m であった。揚水開始直後に一旦 GL-2.3m 前後に落ち着くが、その後約 6 時間かけてさらに 0.14m 低下した。揚水停止後の水位回復は急速で、約 2 分後にはで元の自噴状態まで回復した。

表 6 連続揚水試験結果表

連続揚水試験	揚水量 (L/分)	847
	揚水量 (m ³ /日)	1220
	自然水位 (GL-m)	-5.17
	初期水位 (GL-m)	-0.60
	自噴量 (L/分) ※	500
	動水位 (GL-m)	2.44
	水位降下量 (m)	7.61
	比湧出量 (L/分/m)	111.3
	試験時間 (分)	1530
水位回復試験	残留水位降下 (m)	—
	試験時間 (分)	5

※初期水位における自噴量。

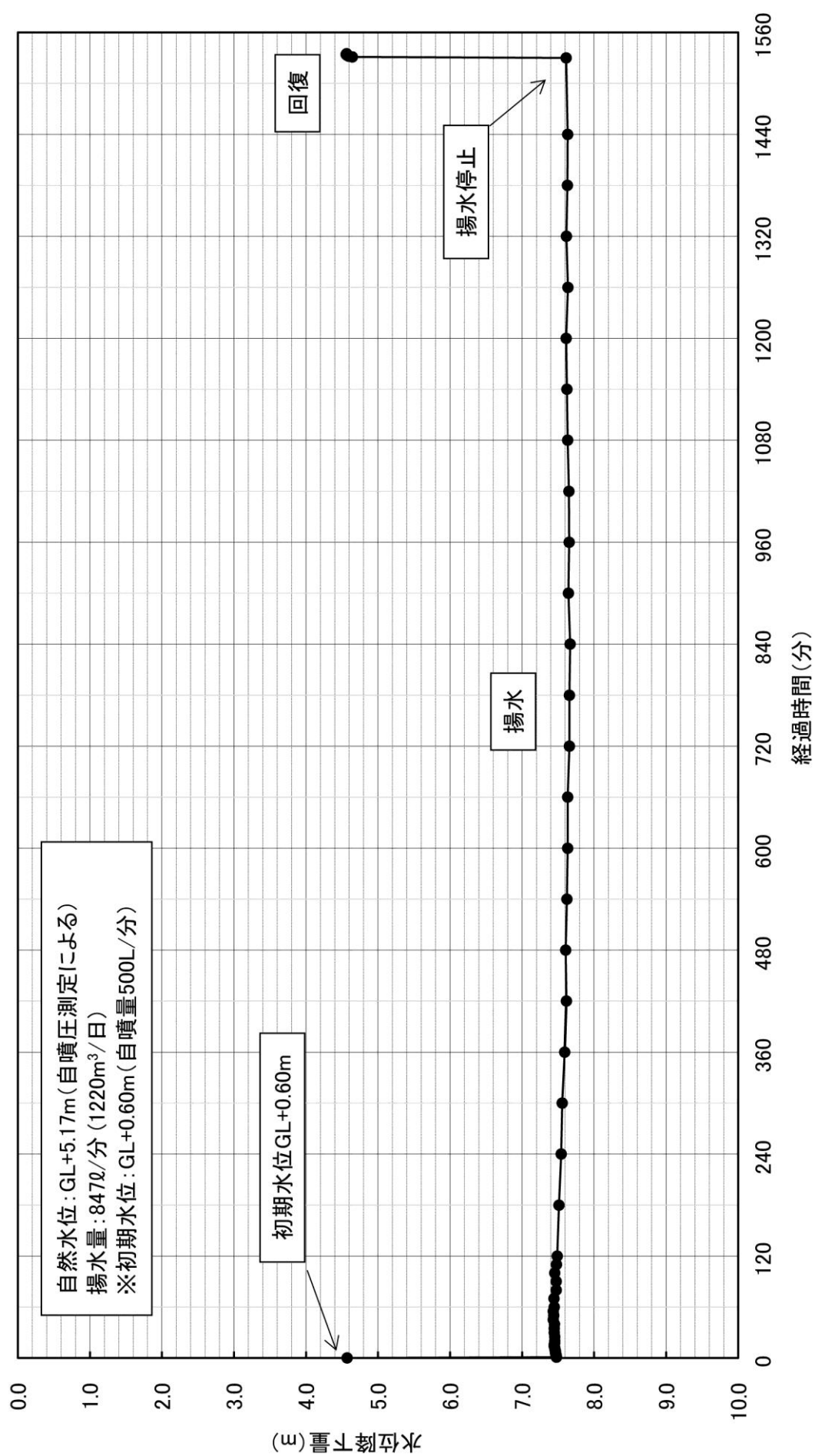


図7 連続揚水試験 水位降下量 - 経過時間関係図 (S_w - Q 関係図)

(3) 簡易水質測定

揚水試験時に水温、電導度 pH, 鉄、濁度の測定を行った。その結果を表 7 に示す。水温は甲府の平均気温 14.7℃ と比べ 3℃ 程度高く、電導度は被圧地下水としては一般的な値(表 9 参照)の範囲にあり、pH は中性、鉄は基準値 0.3mg/L を若干上回る程度、濁度は基準値 2 度を下回っていた。

表 7 現場水質測定結果

	揚水量 (L/分)	水温 (℃)	電導度 (μ S/cm)	pH	鉄 (mg/L)	濁度 (度)
段階揚水試験	500 (自噴)	17.6	229	6.92	0.5	—
	616	17.7	230	6.98	0.5	—
	673	17.8	230	7.12	0.7	—
	732	17.7	230	7.16	1	—
	795	17.7	231	7.14	1	—
	860	17.7	231	7.12	1	0.90
連続揚水試験	847	17.8	229	7.09	0.5	0.53

表 8 一般環境水の電導度

分類	雨水	河川水	不圧地下水	被圧地下水
測定値 (μ S/cm)	5～50	33～333	33～500	83～333

(山本荘毅, 1983, 「新版地下水調査法」を改編)

4.3 水理解析

(1) 透水量係数・透水係数

透水量係数は帯水層全体の透水性を示す定数、透水係数は地盤の透水性を示す定数である。今回は非定常法（タイスの方法、回復法など）による算定ができないため、下記の経験式を用いて算定した。

$$T = 1.22Sc \text{ (透水量係数と比湧出量の関係式)}$$

$$k = T/D$$

ここに、 T ：透水量係数(m^2/s)

k ：透水係数(m/s)

Sc ：比湧出量・・・111L/分/m ($=0.00185 \text{ m}^3/\text{s}/\text{m}$)

(揚水量 847L/分での連続揚水試験結果)

D ：帯水層厚・・・スクリーン有効長 10m と仮定

$$T = 1.22 \times 0.00185 = 2.26 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$k = 2.26 \times 10^{-3} / 10 = 2.26 \times 10^{-4} \text{ m}/\text{s}$$

透水係数 k (m/s)					
	10^{-11}	10^{-9}	10^{-7}	10^{-5}	10^{-3}
透水性の評価	不透水	非常に低い	低い	中位	高い
粒径 D (mm)		0.075	0.425	2.0	
概略土質区分	粘土	シルト～砂質土		砂～礫	清浄な礫
室内試験法	特殊な 変水位 試験	変水位試験		定水位試験	特殊な 変水位 試験
現場試験法	なし	特殊な 単孔式	単孔式 透水試験	多孔式揚水試験	
間接推定法	圧密試験	なし		粒度と間隙比（均等粒度の場合）	

図8 透水係数の概略値と土質区分等の関係

(出典：土質試験法編集委員会編(1990), 土質試験の方法と解説)

得られた透水量係数は $2.26 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ で、甲府盆地に設けられた井戸と同程度かやや小さい値であった。帯水層厚を孔明管の有効長とみなした場合の透水係数は $2.26 \times 10^{-4} \text{ m}/\text{s}$ で図8によると概略土質区分は「砂～礫」、透水性は「中位」と評価される。

(2) 影響範囲

影響範囲とは揚水によって地下水位低下を生じる範囲のことである。通常、帯水層の特性、揚水継続時間、地下水位の低下量、地下水の涵養状況、その他によって左右されるので一概に決定することはできない。地下水の供給源が近傍にあれば影響範囲は狭く、反対に遠ければ影響範囲は大きくなる。層状に広がった未固結層の場合、一般に粗砂で 100～500m、礫では 500～1500m 程度とされている。ここでは、層状の帯水層に貯留された被圧地下水として、下式を当てはめ影響半径を算出した。

$$R = 575 \times \Delta s \times (T)^{1/2} \quad (\text{クサキンの経験式})$$

ここに、R：影響半径(m)

Δs ：水位低下量・・・1530 分揚水後の 7.61m を用いる
(揚水量 847L/分での連続揚水試験)

$T(=Dk)$ ：透水量係数・・・ $2.26 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ (1) より

$$R = 575 \times 7.61 \times (2.26 \times 10^{-3})^{1/2} = 208\text{m}$$

これにより、影響半径は 208m と試算された。

(3) 理論揚水量

今回の試験では最大揚水量 847L/分以下において、限界揚水量は確認されなかった。また、水位降下量が 7.61m(動水位 GL-2.44m)と比較的少ないため、井戸口径や揚水ポンプの変更による揚水量の増量が見込まれる。

ここでは、被圧地下水の揚水量公式(理論式)を用いて動水位 GL-2.44m(揚水試験と同じテストデータ)、動水位 GL-5.0m および動水位 GL-10.0m とした場合の揚水量を試算した。

$$Q = 2\pi T \Delta s / \ln(R/r_0) \quad (\text{被圧地下水の揚水量公式})$$

ここに、Q：揚水量(m^3/s)

T ：透水量係数(m^2/s)・・・ $2.26 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ (1) より

Δs ：水位低下量(m)・・・7.61m(揚水試験データ GL-2.44m)、10.17(動水位 GL-5m)、
15.17m(動水位 GL-10m)

R ：影響半径(m)・・・208m (2) より

r_0 ：井戸半径(m)・・・0.0775m SGP150A の近似内径の 1/2

$$Q = 2 \times 3.14 \times 2.26 \times 10^{-3} \times 2.44 / \ln(208/0.0775) = 0.01369 \text{ m}^3/\text{s} = 821 \text{ L/分}$$

これにより、揚水量は 821L/分と試算された。実測値 847L/分との相対誤差は-3%程度と十分小さく、このモデルで推定される揚水量は妥当と考えられる。動水位 GL-5m と GL-10m の場合の理論揚水量を表 9 に示す。なお、井戸口径を 2 倍程度にした場合には最大 10%程度の増量が見込まれる。

表 10 理論揚水量

動水位 (GL-m)	水位降下量 (m)※	理論揚水量 (L/分)	実揚水量 (L/分)
2.44	7.61	821	847
5.00	10.17	1097	—
10.00	15.17	1637	—

※自然水位 GL+5.17m

4.4 水質検査

連続揚水試験終期に採水し、計量証明登録機関で水質検査を行った。検査項目は水道法原水 39 項目である。水質検査結果書を巻末資料 2 示す。検査の結果、鉄が 0.57mg/L（基準 0.3mg/L 以下）、マンガンが 0.171mg/L（基準 0.05mg/L 以下）、色度が 16 度（基準 5 度以下）とそれぞれ基準を超過した。その他の項目は基準に適合していた。

4.5 本井戸仕様

今回の調査結果に基づき、本井戸の仕様を表 11 のとおり提案する。掘削深度は深度 85m 付近に水理基盤が現れることから、砂だまり 5.5m を考慮し 90m とした。本井戸では 1500L/分（2160 m³/日）程度の揚水が可能になると想定されるため、水道施設設計指針 2012（日本水道協会）に基づき保護管径は 300A とした。また、水質検査については冷却水としての使用が想定されるため、冷却水水質基準 15 項目についても実施する仕様とした。

なお、掘削地点については試掘井の南方の曾根丘陵に近いエリアには活断層が存在し、試掘井の層序と異なる可能性があるため、なるべく国道 140 号線に近いエリアでの掘削を推奨する

表 11 本設井戸の仕様（案）

項 目	仕 様
掘削工法	ロータリー工法
掘削深度	90m
掘削孔径	φ 445 mm
仕上口径	φ 300 mm（12 インチ）
保護管（無孔管）	配管用炭素鋼鋼管（口径 12 インチ，JIS G-3452 SGP）
保護管 （スクリーン管）	300A 巻線スクリーン，スロット 1 mm，開口率約 20%
	L=5.53m×2 本，スクリーン有効長 10.0m
揚水試験	段階揚水試験，連続揚水試験
電気検層	比抵抗 3 成分
アニュラス部	珪砂充填（取水部）， 砂・ベントナイトペレット・セメントミルク充填（遮水工）
水質検査	水道法原水 39 項目，JRA 冷却水水質基準 15 項目
その他	・ 無孔管および孔明管にセントライザーを取付ける。 ・ 底蓋を取り付ける（ボトム加工）。

5. まとめ

山梨県中央市浅利地内で試掘調査を実施した。その結果を以下に要約する。

- ① ロータリーバイブレーション工法で深度 100.35m まで（孔径 $\phi 283.4$ mm）掘削し，電気検層を行った。表層 4.8m は表土，深度 4.8～33.0m は玉石混じり砂礫および砂礫で不圧帯水層であった。深度 33.0～69.0m は砂混じりシルトや砂質シルトで，途中に礫混じり砂を 2 層挟む比抵抗 60～160 Ω m の難透水層～被圧帯水層であった。深度 69.0～85.0m は砂礫で比抵抗 200～360 Ω m の被圧帯水層であった。深度 85.0～100.35m は火山岩屑で比抵抗 30～70 Ω m の不透水層であり，韮崎岩屑流に相当する地層であった。
- ② 井戸仕上げは，孔底部はボトム加工し，5.52m/本×3 本の無孔管を挿入し，これに続けてスクリーン管 5.53m/本×2 本挿入し，これより上部は無孔管 5.52m/本×14 本を挿入した。保護管と地層の間隙は GL-68.0～100.2m に 2 号珪砂を充填し，それ以浅はセメント等によって遮水した。
- ③ 孔内洗浄は，清水置換を始めた直後に自噴を始めたため，試験用水中ポンプ（ $\phi 80$ mm ×5.5kW）を GL-7m 付近に設置し揚水洗浄を行った。掘削で排出された泥水・濁水については産業廃棄物処理業者に委託処理した。
- ④ 自然状態（非揚水状態）の自噴量は 500L/分でその時の水位は GL+0.60m であった。また，揚水試験後に井戸を密閉状態にして測定した自噴水頭（自然水位）は GL+5.17m であった。
- ⑤ 段階揚水試験の揚水量は 616～860L/分の間で 5 段階実施した。揚水は GL+0.60m の自噴状態（500L/分）から開始した。Sw-Q 関係図（図 6）に限界揚水量を示す直線の屈曲は認められなかった。したがって，限界揚水量は 860L/分（1238 m^3 /日）以上とみなされる。
- ⑥ 連続揚水試験は揚水量 847L/分で実施した。揚水は GL+0.60m の自噴状態（500L/分）から開始した。揚水終期の動水位は GL-2.44m，水位降下量は 7.61m，比湧出量は 111.3L/分/m であった。揚水停止後の水位回復は急速で 2 分後には自噴状態となった。
- ⑦ 揚水試験データを用いて水理解析を行った結果，透水量係数 2.26×10^{-3} ，透水係数 2.26×10^{-4} と，中位の透水性を示した。また，影響範囲は 208m，理論揚水量は動水位 GL-10m（水位降下量 15.17m）で 1637L/分（2359 m^3 /日）と算定された。
- ⑧ 連続揚水試験終期に採水し，計量証明登録機関にて水道法原水 39 項目の水質検査を行った。その結果，鉄が 0.57mg/L（基準 0.3mg/L 以下），マンガンが 0.171mg/L（基準

0.05mg/L 以下), 色度が 16 度 (基準 5 度以下) とそれぞれ基準を超過した。その他の項目は基準に適合していた。

- ⑨ 本井戸の仕様は, ロータリー工法にて, 掘削深度 90m, 仕上口径 300 mmを提案する。

以上

【卷末資料】

卷末資料 1 揚水試験記録表

段階揚水試験記録表(1)

井戸名称： ゴミ処理施設地下水調査 試験井	井戸深度(m)： 100.35
所在地： 山梨県中央市浅利地内	井戸半径r(cm)： 7.5
試験日時： 2023年2月14日 8:25～13:25	測水基準点： GL
ポンプ型式： φ80mm×5.5kW	自然水位(GL-m)： -5.17

経過時間 T (分)	揚水水位 S (m)	水位変動量 Sw (m)	ノッチ高 H (cm)	揚水量 Q (ℓ/分)	備 考
	-0.60	4.57	—	500	自噴 水温：17.6℃ 電導度：229 μ S/cm pH：6.92 鉄：0.5mg/L
1	-0.25	4.92	14.0	616	第1段階
2	-0.23	4.94			
3	-0.25	4.92			
4	-0.27	4.90			
5	-0.27	4.90			
6	-0.28	4.89			
7	-0.29	4.88			
8	-0.32	4.85			
9	-0.34	4.83			
10	-0.34	4.83			
12	-0.32	4.85			
14	-0.30	4.87			
16	-0.30	4.87			
18	-0.35	4.82			
20	-0.40	4.77			
25	-0.34	4.83			水温：17.7℃ 電導度：230 μ S/cm pH：6.98 鉄：0.5mg/L
30	-0.37	4.80			
35	-0.31	4.86			
40	-0.35	4.82			
45	-0.36	4.81			
50	-0.37	4.80			
55	-0.40	4.77			
60	-0.37	4.80			

段階揚水試験記録表(2)

井戸名称： ゴミ処理施設地下水調査 試験井	井戸深度(m)： 100.35
所在地： 山梨県中央市浅利地内	井戸半径r(cm)： 7.5
試験日時： 2023年2月14日 8:25～13:25	測水基準点： GL
ポンプ型式： $\phi 80\text{mm} \times 5.5\text{kW}$	自然水位 (GL-m)： -5.17

経過時間 T (分)	揚水水位 S (m)	水位変動量 Sw (m)	ノッチ高 H (cm)	揚水量 Q (ℓ/分)	備 考
1	0.17	5.34	14.5	673	第2段階
2	0.21	5.38			
3	0.21	5.38			
4	0.24	5.41			
5	0.24	5.41			
6	0.23	5.40			
7	0.22	5.39			
8	0.21	5.38			
9	0.22	5.39			
10	0.23	5.40			
12	0.25	5.42			
14	0.23	5.40			
16	0.24	5.41			
18	0.23	5.40			
20	0.21	5.38			
25	0.23	5.40			水温：17.8℃ 電導度：230 $\mu\text{S/cm}$ pH：7.12 鉄：0.7mg/L
30	0.25	5.42			
35	0.24	5.41			
40	0.24	5.41			
45	0.21	5.38			
50	0.24	5.41			
55	0.26	5.43			
60	0.26	5.43			
1	0.75	5.92	15.0	732	第3段階
2	0.93	6.10			
3	0.95	6.12			
4	0.98	6.15			
5	0.99	6.16			
6	0.99	6.16			
7	0.99	6.16			
8	0.98	6.15			
9	0.99	6.16			
10	0.98	6.15			
12	0.98	6.15			
14	1.00	6.17			
16	1.04	6.21			
18	1.01	6.18			
20	1.00	6.17			
25	1.03	6.20			水温：17.7℃ 電導度：230 $\mu\text{S/cm}$ pH：7.16 鉄：1mg/L
30	0.99	6.16			
35	1.01	6.18			
40	0.95	6.12			
45	1.06	6.23			
50	0.96	6.13			
55	1.02	6.19			
60	1.02	6.19			

段階揚水試験記録表(3)

井戸名称： ゴミ処理施設地下水調査 試験井	井戸深度(m)： 100.35
所在地： 山梨県中央市浅利地内	井戸半径r(cm)： 7.5
試験日時： 2023年2月14日 8:25～13:25	測水基準点： GL
ポンプ型式： φ80mm×5.5kW	自然水位(GL-m)： -5.17

経過時間 T (分)	揚水水位 S (m)	水位変動量 Sw (m)	ノッチ高 H (cm)	揚水量 Q (ℓ/分)	備 考
1	1.62	6.79	15.5	795	第4段階
2	1.58	6.75			
3	1.59	6.76			
4	1.59	6.76			
5	1.60	6.77			
6	1.59	6.76			
7	1.58	6.75			
8	1.58	6.75			
9	1.59	6.76			
10	1.59	6.76			
12	1.60	6.77			
14	1.63	6.80			
16	1.63	6.80			
18	1.60	6.77			
20	1.60	6.77			
25	1.61	6.78			水温：17.7℃ 電導度：231μS/cm pH：7.14 鉄：1mg/L
30	1.61	6.78			
35	1.62	6.79			
40	1.63	6.80			
45	1.63	6.80			
50	1.61	6.78			
55	1.61	6.78			
60	1.60	6.77			
1	2.31	7.48	16.0	860	第5段階
2	2.28	7.45			
3	2.28	7.45			
4	2.27	7.44			
5	2.26	7.43			
6	2.26	7.43			
7	2.26	7.43			
8	2.26	7.43			
9	2.27	7.44			
10	2.27	7.44			
12	2.27	7.44			
14	2.27	7.44			
16	2.27	7.44			
18	2.28	7.45			
20	2.28	7.45			
25	2.28	7.45			水温17.7℃ pH：7.12 鉄：1mg/L 濁度：0.9度
30	2.28	7.45			
35	2.30	7.47			
40	2.29	7.46			
45	2.29	7.46			
50	2.28	7.45			
55	2.29	7.46			
60	2.29	7.46			

連続揚水試験記録表

井戸名称：ゴミ処理施設地下水調査 試掘井	井戸深度(m)：100.35	測水基準点：GL
所在地：山梨県中央市浅利地内	井戸半径 r(cm)：7.50	自然水位(GL-m)：-5.17
試験開始：2023年2月15日 12:40	ノッチ高 (cm)：15.9	ポンプ設置深度 GL-9m
試験終了：2023年2月16日 14:10	揚水量 (ℓ/分)：847	ポンプ：φ 80mm×5.5

経過時間 t (分)	経過時間 t' (分)	経時比 t/t'	水 位 S (m)	水位降下量 Sw (m)	r^2/t (m ² /s)	備 考
1			2.31	7.48	9.38E-05	揚水開始
2			2.30	7.47	4.69E-05	
3			2.30	7.47	3.13E-05	
4			2.30	7.47	2.34E-05	
5			2.30	7.47	1.88E-05	
6			2.29	7.46	1.56E-05	
7			2.30	7.47	1.34E-05	
8			2.29	7.46	1.17E-05	
9			2.29	7.46	1.04E-05	
10			2.29	7.46	9.38E-06	
12			2.28	7.45	7.81E-06	
14			2.28	7.45	6.70E-06	
16			2.28	7.45	5.86E-06	
18			2.28	7.45	5.21E-06	
20			2.28	7.45	4.69E-06	
25			2.28	7.45	3.75E-06	
30			2.28	7.45	3.13E-06	
35			2.28	7.45	2.68E-06	
40			2.28	7.45	2.34E-06	
45			2.26	7.43	2.08E-06	
50			2.27	7.44	1.88E-06	
55			2.26	7.43	1.70E-06	
60			2.28	7.45	1.56E-06	
70			2.27	7.44	1.34E-06	
80			2.31	7.48	1.17E-06	
90			2.30	7.47	1.04E-06	
100			2.28	7.45	9.38E-07	
110			2.31	7.48	8.52E-07	
120			2.32	7.49	7.81E-07	
180			2.34	7.51	5.21E-07	
240			2.37	7.54	3.91E-07	
300			2.39	7.56	3.13E-07	
360			2.42	7.59	2.60E-07	
420			2.44	7.61	2.23E-07	
480			2.43	7.60	1.95E-07	
540			2.45	7.62	1.74E-07	
600			2.46	7.63	1.56E-07	
660			2.46	7.63	1.42E-07	
720			2.49	7.66	1.30E-07	
780			2.49	7.66	1.20E-07	
840			2.50	7.67	1.12E-07	
900			2.47	7.64	1.04E-07	
960			2.48	7.65	9.77E-08	
1020			2.48	7.65	9.19E-08	
1080			2.46	7.63	8.68E-08	
1140			2.45	7.62	8.22E-08	水温：17.8℃ 電導度：229 μS/cm pH：7.09 鉄：0.5mg/L
1200			2.44	7.61	7.81E-08	
1260			2.47	7.64	7.44E-08	
1320			2.45	7.62	7.10E-08	
1380			2.46	7.63	6.79E-08	
1440			2.46	7.63	6.51E-08	濁度：0.53度 揚水停止
1530			2.44	7.61	6.13E-08	

水位回復試験記録表

井戸名称：ゴミ処理施設地下水調査 試掘井	井戸深度 (m)：100.35	測水基準点：GL
所 在 地：山梨県中央市浅利地内	井戸半径 r (cm)：7.50	自然水位 (GL-m)：-5.17
試験開始：2023年2月16日 14:10	ノッチ高 (cm)：0.0	
試験終了：2023年2月16日 14:10	揚水量 (ℓ/分)：—	

[illegible]

卷末資料 2 水質検査結果書

水 質 検 査 結 果 書

				発行日		2023年2月27日					
				結果書番号		ID2205353-01					
依頼日		2023年2月16日		採取日		2023年2月16日	採取時刻	13:45			
依頼者名		株式会社ハギ・ボー		採取場所		山梨県中央市浅地地内					
施設又は検体名		試掘井地下水		水源の種類		地下水	検体の種類	井戸水			
採取者		株式会社ハギ・ボー 鈴木 様		天気		晴	気温	8.0℃			
							水温	17.8℃			
検査項目		単位	給水栓における 水質基準	検査結果		検査項目	単位	給水栓における 水質基準	検査結果		
一般細菌		個/mL	集落数 100 以下	0		トリクロロ酢酸		mg/L	0.03 以下	—	
大腸菌		—	検出されないこと	不検出		ブロモジクロロメタン		mg/L	0.03 以下	—	
カドミウム及び その化合物		mg/L	0.003 以下	0.0003 未満		ブロモホルム		mg/L	0.09 以下	—	
水銀及びその化合物		mg/L	0.0005 以下	0.00005 未満		ホルムアルデヒド		mg/L	0.08 以下	—	
セレン及び その化合物		mg/L	0.01 以下	0.001 未満		亜鉛及びその化合物		mg/L	1.0 以下	0.007	
鉛及びその化合物		mg/L	0.01 以下	0.001 未満		アルミニウム及び その化合物		mg/L	0.2 以下	0.01 未満	
ヒ素及びその化合物		mg/L	0.01 以下	0.008		鉄及びその化合物		mg/L	0.3 以下	0.57	
六価クロム化合物		mg/L	0.02 以下	0.002 未満		銅及びその化合物		mg/L	1.0 以下	0.001 未満	
亜硝酸態窒素		mg/L	0.04 以下	0.004 未満		ナトリウム及び その化合物		mg/L	200 以下	32.8	
シアン化物イオン 及び塩化シアン		mg/L	0.01 以下	0.001 未満		マンガン及び その化合物		mg/L	0.05 以下	0.171	
硝酸態窒素及び 亜硝酸態窒素		mg/L	10 以下	0.02 未満		塩化物イオン		mg/L	200 以下	5.0	
フッ素及び その化合物		mg/L	0.8 以下	0.38		カルシウム、マグネシウム等 (硬度)		mg/L	300 以下	42.9	
ホウ素及び その化合物		mg/L	1.0 以下	0.13		蒸発残留物		mg/L	500 以下	174	
四塩化炭素		mg/L	0.002 以下	0.0002 未満		陰イオン界面活性剤		mg/L	0.2 以下	0.02 未満	
1,4-ジオキサン		mg/L	0.05 以下	0.005 未満		ジオスミン		mg/L	0.00001 以下	0.000001 未満	
シス-1,2-ジクロロエチ レン及びトランス-1,2- ジクロロエチレン		mg/L	0.04 以下	0.0002 未満		2-メチルイソボルネ オール		mg/L	0.00001 以下	0.000001 未満	
ジクロロメタン		mg/L	0.02 以下	0.0002 未満		非イオン界面活性剤		mg/L	0.02 以下	0.002 未満	
テトラクロロエチレン		mg/L	0.01 以下	0.0002 未満		フェノール類		mg/L	0.005 以下	0.0005 未満	
トリクロロエチレン		mg/L	0.01 以下	0.0002 未満		有機物 (全有機炭素(TOC)の量)		mg/L	3 以下	2.2	
ベンゼン		mg/L	0.01 以下	0.0002 未満		pH値		—	5.8 以上 8.6 以下	7.64	
塩素酸		mg/L	0.6 以下	—		味		—	異常でないこと	—	
クロロ酢酸		mg/L	0.02 以下	—		臭気		—	異常でないこと	異常なし	
クロロホルム		mg/L	0.06 以下	—		色度		度	5 以下	16	
ジクロロ酢酸		mg/L	0.03 以下	—		濁度		度	2 以下	0.2	
ジブロモクロロメタン		mg/L	0.1 以下	—		※水質基準に 含まれない項目					
臭素酸		mg/L	0.01 以下	—		電気伝導率		μ S/cm		216	
総トリハロメタン		mg/L	0.1 以下	—							
備考											
検査期間		2023年2月16日～2023年2月27日									
検査機関		〒400-0111山梨県甲斐市竜王新町2277-12 TEL055-278-1600 株式会社山梨県環境科学検査センター 厚生労働省水質検査機関登録番号：第155号 検査方法：厚生労働省告示第261号									
検査責任者		技術管理責任者 米山 由紀						検査担当者			

I 良好（水質基準に適合する）

II 改善の必要あり（水質基準に適合しない）

鉄及びその化合物、マンガン及びその化合物、色度が、給水栓における水質基準に適合しませんでした

1 一般細菌（100/mL 以下）

一般細菌は従属栄養細菌のうち温血動物の体温前後で比較的短時間に集落を形成する細菌をいい、分類学的に特定の菌またはグループを指したものではない。一般細菌として検出される細菌の多くは直接病原菌との関連はないが、一般細菌が多数検出される水は糞便によって汚染されていることを疑わせるものである。

2 大腸菌（検出されないこと）

ここでいう大腸菌（*Escherichia coli*）とは特定酵素基質培地法によってβ-グルクロナーゼ活性を有すると判定された細菌をいう。大腸菌は人や温血動物の腸管内に常在し糞便でない細菌を含む大腸菌群と比べると糞便汚染の指標として信頼できる。

3 カドミウム及びその化合物（0.003 mg/L 以下）

電気メッキ、顔料、電池、ゴム、写真材料、窯業材料、テレビのブラウン管、合金等に用いられ、自然界にも広く分布している。人において吸収されたカドミウムは肝臓や腎臓に多く蓄積し慢性中毒として異常疲労、臭覚鈍化、貧血、骨軟化症等が知られている。

4 水銀及びその化合物（0.0005 mg/L 以下）

工業、農業、医療用に広く使われていたが、水俣病がクローズアップされてからは使用の規制が加えられ現在は乾電池、水銀塩類の原料、蛍光灯、体温計、歯科用合金アマルガム等に用いられている。極微量の水銀は自然環境中で普遍的に存在しているが、人体へは神経系に影響を与えることが知られている。

5 セレン及びその化合物（0.01 mg/L 以下）

古くからガラス、窯業方面で使用されてきたが、電気化学的特性から半導体材料、光電池、整流器、感光材料等への使用、顔料、合金、ゴム工業、殺虫剤等各種工業部門に広く利用されている。生体微量必須元素で、金属セレンの毒性は低い、化合物の毒性は非常に強く人体への影響は皮膚障害や胃腸障害等が知られている。

6 鉛及びその化合物（0.01 mg/L 以下）

鉛は環境中に広く分布しているが、水道水中に検出される鉛は軟水や pH 値の低い水において使用している鉛管からの溶出に由来する場合がある。人体へは中枢及び末梢神経組織や腎臓に影響を与えることが知られている。

7 ヒ素及びその化合物（0.01 mg/L 以下）

半導体材料、顔料、農薬、殺鼠剤、皮革の防虫剤、医薬品の原料等に広く用いられている。人体への影響は急性毒性としてはコレラ性嘔吐、下痢、溶血性貧血、感覚異常等、慢性中毒としては皮膚の角化症、皮膚がん、末梢神経症等が知られている。

8 六価クロム化合物（0.02 mg/L 以下）

ニクロムやステンレス等の合金の原料として利用されるほか、クロムメッキ、電池、顔料、皮なめし、木材の防腐剤等に用いられている。三価クロムは生体の微量元素で不足するとグルコース、脂質、タンパク質代謝系に障害が生じるが、六価クロムは毒性が強い。人体への影響は皮膚や鼻の粘膜に炎症を起こすことが知られている。

9 亜硝酸態窒素 (0.04 mg/L 以下)

窒素肥料、腐敗した動植物、家庭排水、下水等に由来し、これらに含まれる窒素化合物は、水や土壤中では化学的、微生物学的に酸化及び還元を受け、アンモニア態窒素、硝酸態窒素、亜硝酸態窒素等になる。亜硝酸態窒素はきわめて低い濃度でも健康影響があることが近年の知見からわかってきたため、硝酸態窒素との合計量とは別に単独で評価することとなった。亜硝酸塩は酸化処理（塩素、オゾン）により硝酸塩となる。

10 シアン化物イオン及び塩化シアン (0.01 mg/L 以下)

多くの化学合成工場で使用されるほか、金銀の精錬、青色顔料、写真工業、メタアクリル樹脂製造、船舶倉庫の殺鼠剤、柑橘類の害虫駆除等に使用されている。自然水中にはほとんど存在しない。シアン化カリウムが経口嚥下されると全身窒息症状を起こし死に至ることがある。

11 硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素 (10 mg/L 以下)

水中での由来は無機肥料の使用、腐敗した動植物、生活排水、下水汚泥の陸上処分、工場排水等である。これらに含まれる窒素化合物は、水や土壤中では化学的・微生物学的に酸化還元を受け、アンモニア態窒素、亜硝酸態窒素、硝酸態窒素となる。人体への影響は乳児にメトヘモグロビン血症を起こすことが知られている。

12 フッ素及びその化合物 (0.8 mg/L 以下)

フッ素化合物はアルミニウム電解、鉄、過リン酸肥料、煉瓦、硝子繊維、セラミクス、半導体等の製造等に使用されている。水中のフッ素は主として地質に由来することが多い。海産物、魚介類、緑茶に多く含まれ、飲料水からのフッ素の摂取は適量では虫歯予防になるが大量では斑状歯となる。

13 ホウ素及びその化合物 (1.0 mg/L 以下)

原子炉の中性子吸収剤、鉄合金などの硬度増加材として用いられるほか、化合物として黄道の酸化防止、硝子、陶器、ホーロー、ペイント、防火剤等に用いられる。また、弱い殺菌力を利用して医薬としても用いられている。人体への影響は血圧低下や呼吸停止、慢性中毒として食欲不振、悪心、嘔吐、皮膚障害等が知られている。

14 四塩化炭素 (0.002 mg/L 以下)

フロンガス 11・12 等の冷媒の原料として使用されることが多く、その他にワックス樹脂や各種溶剤、洗浄剤、殺虫剤の原料としても使用。環境中での存在はトリクロロエチレンと類似した挙動を示し、地表水に混入した場合は比較的短期間に大気中へ拡散する。人体への影響は肝臓、腎臓、神経系統に障害を起こすことが知られている。

15 1,4-ジオキサン (0.05 mg/L 以下)

酢酸セルロース、オイル、ワックス、染料の溶剤等に使用されている。人体への影響は頭痛、めまい、嘔吐等の自覚症状、前眼部障害又は気道・肺障害を起こすことが知られている。

16 シス-1,2-ジクロロエチレン及びトランス 1,2-ジクロロエチレン (0.04 mg/L 以下)

異性体との混合物として他の塩素系混合物の製造工程中に反応中間体として使用される。溶剤、染料抽出、香料、ラッカー等にも使用される。

17 ジクロロメタン (0.02 mg/L 以下)

塗料の剥離材、プリント基板の洗浄剤、不燃性フィルムや油脂、ゴム等の溶剤、油脂香料の抽出剤、エアロゾルの噴射剤、化学分析用の抽出溶媒等に使用されている。環境中に放出されても大部分が大気中に揮散し数日で光分解する。

18 テトラクロロエチレン (0.01 mg/L 以下)

ドライクリーニング洗浄剤、原毛の洗浄剤、金属表面の脱脂洗浄剤、溶剤、フロン 113 の原料として使用されている。表流水中に混入した場合は3時間から7日程度で消失するが、地下水中に混入した場合は揮散せず数ヶ月から数年に渡って残留する。人体への影響は、めまい、頭痛、黄疸、肝機能障害が知られている。

19 トリクロロエチレン (0.01 mg/L 以下)

ドライクリーニング洗浄剤、金属表面の脱脂洗浄剤等として使用されているほか、吸入鎮痛剤や麻酔剤として使用されている。人体への影響としては高濃度で嘔吐、腹痛、一時的意識不明が知られている。

20 ベンゼン (0.01 mg/L 以下)

染料、ゴム、皮革、洗剤、有機顔料、医薬品、繊維、樹脂、食品、農薬、可塑剤、爆薬、防虫剤など製品の合成原料、またそれらの溶剤として広く使用されている。環境中への最も大きな発生源はガソリンの燃焼に伴って放出されることである。人体への影響は高濃度の吸引によりめまい、不快感、嘔吐等中枢神経系の抑制を起こすことが知られている。また、造血系への影響が大きく、白血球が特に影響を受けやすい。

21 亜鉛及びその化合物 (1.0 mg/L 以下)

トタン板の製造、真鍮の合成材料、乾電池等に使用されている。毒性は比較的少ないが 1.0 mg/L 以上になると白濁し不快感を与えるとともにお茶の味を損なう。水道水中では給水管や給水装置の亜鉛メッキ部分から溶出され特に遊離炭酸が多く pH 値の低い地下水では多く溶出される。

22 アルミニウム及びその化合物 (0.2 mg/L 以下)

浄水用薬品（凝集剤）として使用されるほか家庭用品、電気用品、航空機、車両、建築用資材などにも使用。凝集剤として添加された殆どは不溶性の水酸化アルミニウムとなって処理過程で除去されるので、通常残留するアルミニウムイオンは極く僅かであるが、白濁が問題となることがある。0.1 mg/L を超えると水の変色頻度が増加する。

23 鉄及びその化合物 (0.3 mg/L 以下)

自然水中の鉄は岩石や土壌に由来し、水道水中の鉄は原水に由来するものと鉄管から溶出したものがある。水中の鉄の含有量が 0.5 mg/L になると多少の混濁を呈するとともに味覚にも影響を与えるといわれている。

24 銅及びその化合物 (1.0 mg/L 以下)

銅線、青銅、黄銅等の伸銅品、厨房器具、銅管、農薬等に使用されている。銅管や銅、真鍮を使用している湯沸器では水温が高いことから銅の溶出が多く、金属味や着色が問題となることがある。

25 ナトリウム及びその化合物 (200 mg/L 以下)

ナトリウムは種々の目的で広く使用されているが、浄水中のナトリウムは原水由来のほか、水酸化ナトリウムによる pH 調整、次亜塩素酸ナトリウムによる消毒処理、軟化処理等に由来するものもある。人においては必須元素であるが飲料水中の濃度が 200 mg/L 以上になると味覚に影響を及ぼす。

26 マンガン及びその化合物 (0.05 mg/L 以下)

特殊鋼の脱酸及び添加剤、ガラスの着色、染色、乾電池等に使用されている。生体必須元素。原水の汚染、急速濾過方式の増加、塩素消毒の励行によって色度の増加や黒色浮遊物の流出等のマンガン障害が多発し問題となっている。

27 塩化物イオン (200 mg/L 以下)

原水中の塩素イオンは天然由来のものが多く、塩素イオンが増加した場合は生活排水、工場排水、尿尿等の混入の汚染が考えられる。水道水中の塩素イオンが 250 mg/L 以上になると味覚に影響を与えるといわれている。

28 カルシウム、マグネシウム等（硬度） (300 mg/L 以下)

水中のカルシウムイオン、マグネシウムイオンの量をこれに対応する炭酸カルシウムに換算し mg/L で表したもの。水道水の硬度が高いと湯沸器へのスケールの付着や洗濯時に石鹼の泡立ちを悪くし洗浄力を低下させる等の障害を生じる。カルシウムやマグネシウムは地質に由来し日本では全表土の 1/3 は火成岩土壌のためカルシウムは少なく水は軟水である。

2 9 蒸発残留物 (500 mg/L 以下)

水中に浮遊したり溶解して含まれるものを蒸発乾固したときに残渣として得られた総量を mg/L で表示したものである。水道水中の主な蒸発残留物の成分はカルシウム、マグネシウム、シリカ、ナトリウム、カリウム等の塩類及び有機物である。味に影響するほか配水施設に腐食やスケールを生じさせることもある。

3 0 陰イオン界面活性剤 (0.2 mg/L 以下)

一般家庭では洗濯用・台所用合成洗剤として広く使用されている。また、繊維、製紙、金属、化粧品、医薬品、食品工業、土木建築業等多くの産業分野で利用されている。飲料水においては臭味への影響もあるが、特に発泡が問題視される。

3 1 ジェオスミン (0.00001 mg/L 以下)

藍藻類のある種のもの及び放線菌が産出する。土臭、カビ臭のような臭いを呈する。

3 2 2-メチルイソボルネオール (0.00001 mg/L 以下)

藍藻類のある種のもの及び放線菌が産出する、カビ臭の原因物質で墨汁のような臭いを呈する。

3 3 非イオン界面活性剤 (0.02 mg/L 以下)

非イオン界面活性剤は概して泡立ちが少なく他の活性剤の泡を抑制する傾向があるため市販の低発泡性洗浄剤に配合されている。繊維工業及び家庭用として幅広く利用され、その生産量は近年増加傾向を示している物質である。

3 4 フェノール類 (0.005 mg/L 以下)

フェノール類とはフェノール（石炭酸）やその誘導体であるクレゾール等を総称したもので主に防腐剤や消毒剤として、また医薬品、農薬、合成繊維、合成樹脂、爆薬、染料等の各種製品の原材料として使用されている。フェノール自身は異臭を感じないが水道原水に混入すると塩素と反応してクロロフェノールを形成して不快な臭気を生じる。

3 5 有機物（全有機炭素（TOC）の量 (3 mg/L 以下)

水中に存在する有機物に含まれる炭素の総量を全有機炭素（Total Organic Carbon）といい、有機物汚染物質の直接的な指標である。

3 6 pH 値 (5.8 以上 8.6 以下)

pH 値は、人の健康と直接的因果関係は確かめられていないが水の最も基本的な性質を示し、水質の変化、生物の消長、腐食性、水処理効果への影響等に関与する重要な因子である。

3 7 臭気（異常でないこと）

水の臭気は水中の臭いの元となる物質の分子がガス化して気散又は水蒸気とともに空気中に飛散しこれを吸気することにより感じる。

3 8 色度 (5 度以下)

飲料水中の色度は普通、腐植土からの着色有機酸（フミン及びフルボ酸）による他、鉄や他の金属の存在に大いに影響を受ける。

3 9 濁度 (2 度以下)

水の清濁、汚染状態、水処理効果の判定等の上で重要。粘土性物質や溶存物質（鉄やマンガン等）が化学変化したもの、プランクトン、微生物、有機酸等がある。