

地下水と井戸管理について

株式会社 アクアジオテクノ
石塚 学

平成24年5月24日

本日の話題

1. 地下水の形態とその特徴

2. 適切な井戸管理

2.1 計画段階 (井戸設計)

2.2 施工段階

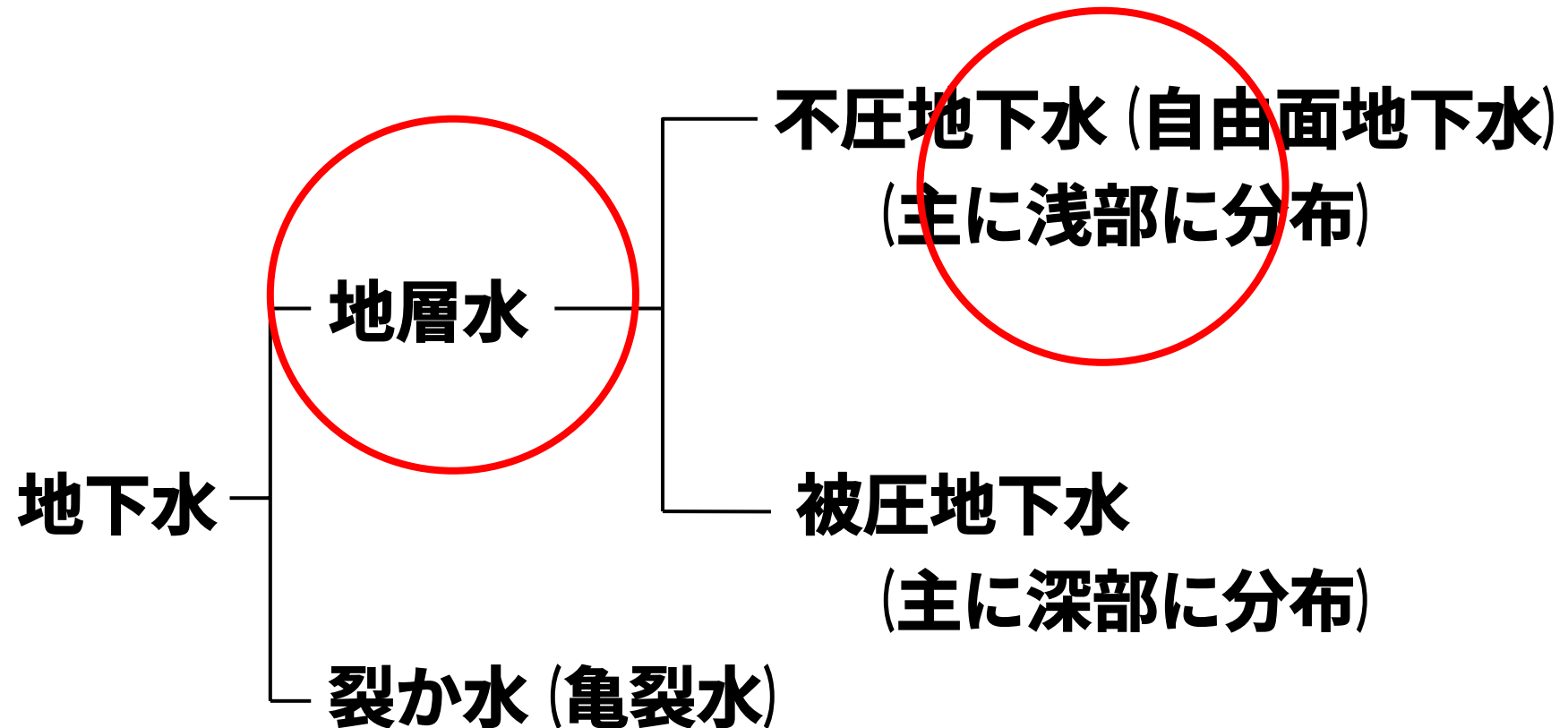
2.3 利用段階 (維持管理)

2.4 最終段階

3. 点検・改修の事例紹介

4. おわりに

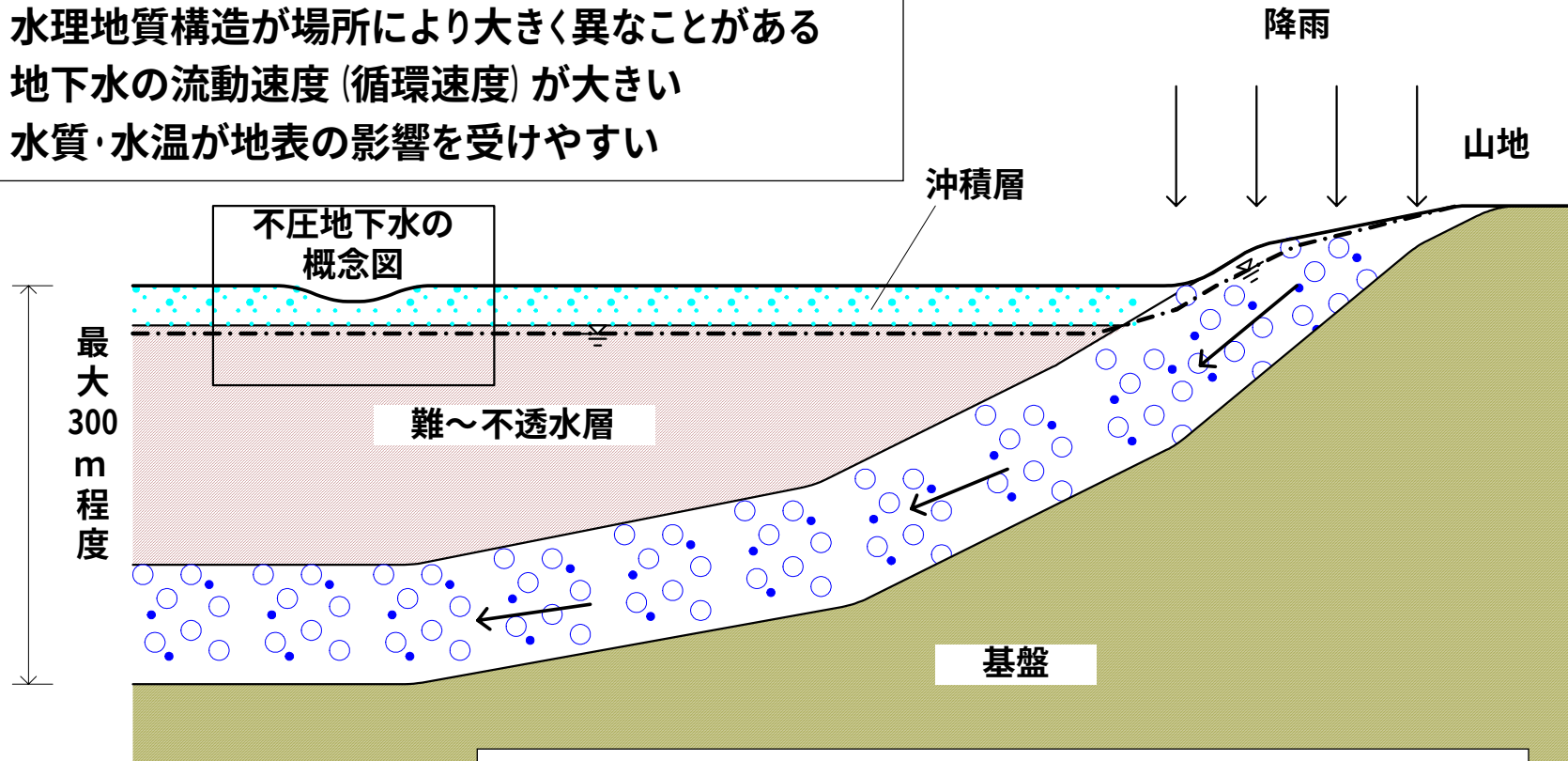
1. 地下水の形態とその特徴



不圧地下水と被圧地下水の概念図

不圧地下水の特徴

- ◆ 静水位の季節変動により、揚水能力が左右される
- ◆ 水理地質構造が場所により大きく異なることがある
- ◆ 地下水の流動速度 (循環速度) が大きい
- ◆ 水質・水温が地表の影響を受けやすい



被圧地下水の特徴

- ◆ 水位の季節変動による揚水能力への影響は小さい。
- ◆ 水質・水温は安定している。
- ◆ 水位低下の影響圏が広い。
- ◆ 水理地質構造に比較的連続性がある

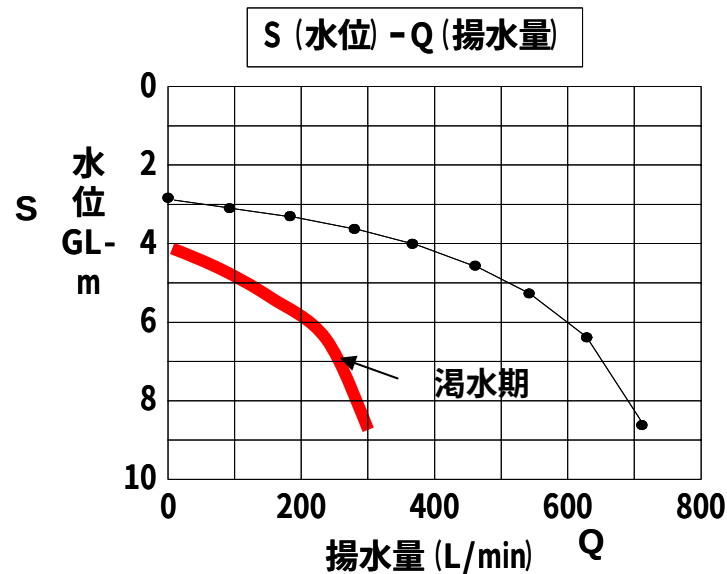
不圧地下水の特徴 → 揚水能力は季節的に変動する

静水位は帯水層の中

静水位の低下

有効帯水層厚の減少

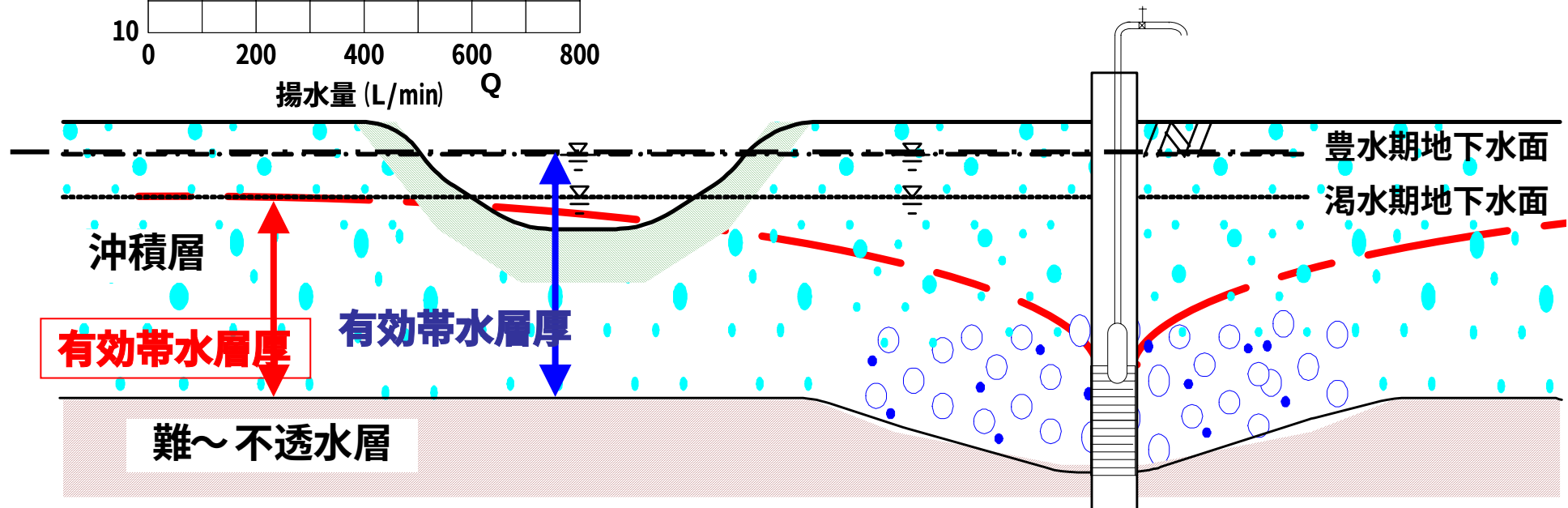
揚水能力の低下



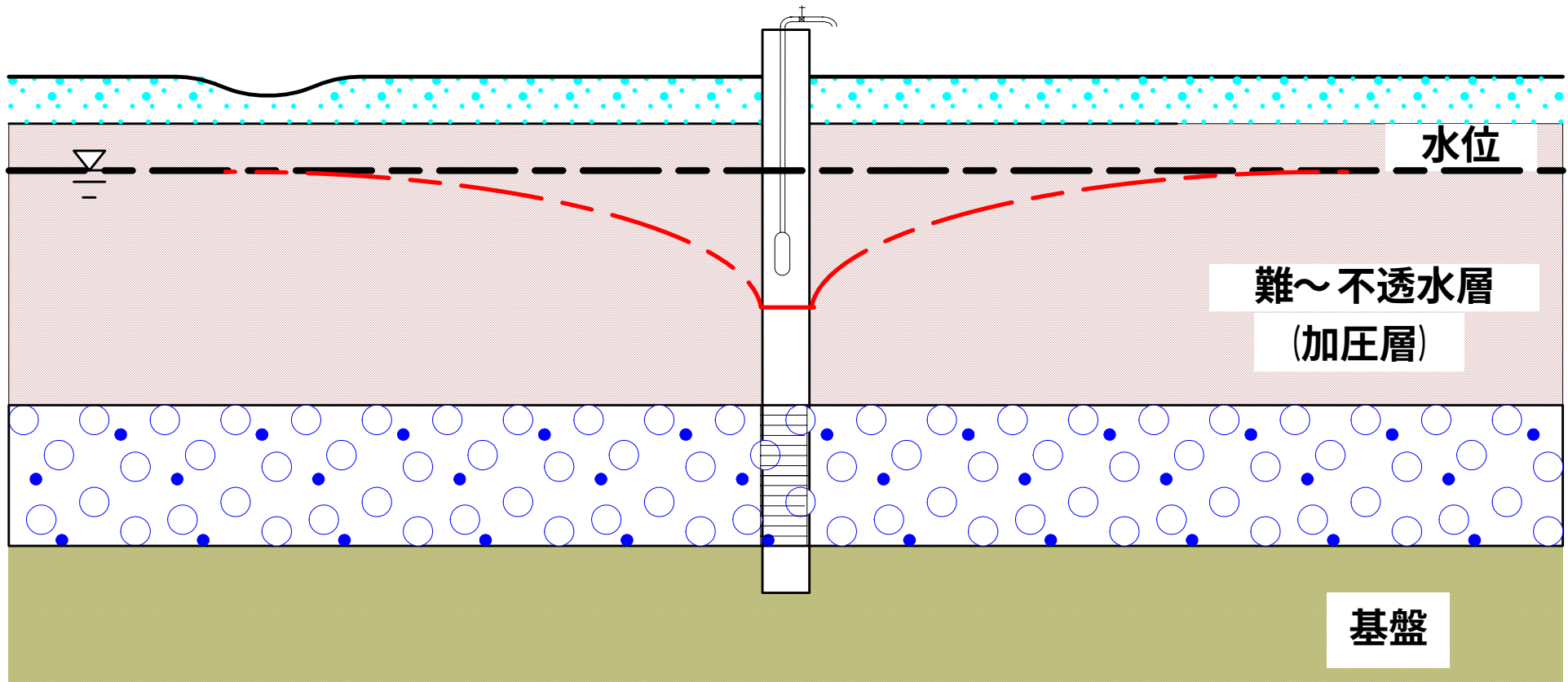
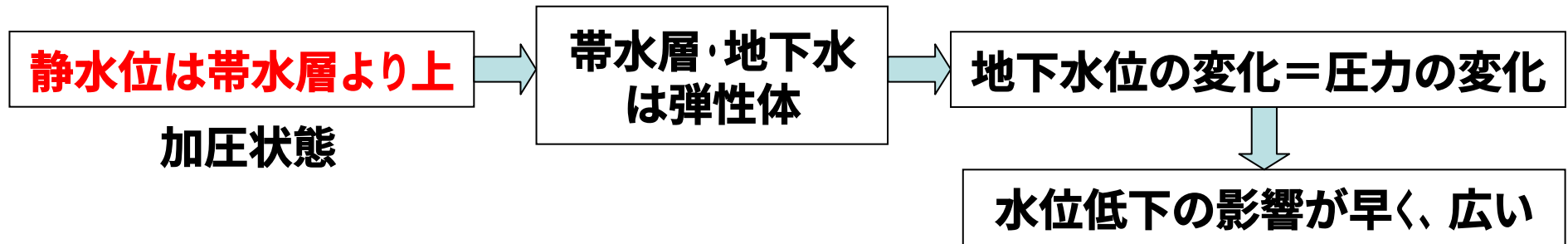
静水位の低下

① 季節変動 (降雨の減少)

② 河川水位の低下 (河川改修・ダム)



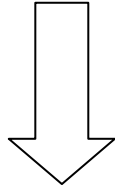
被圧地下水の特徴 ➡ 水位低下の影響範囲が広い



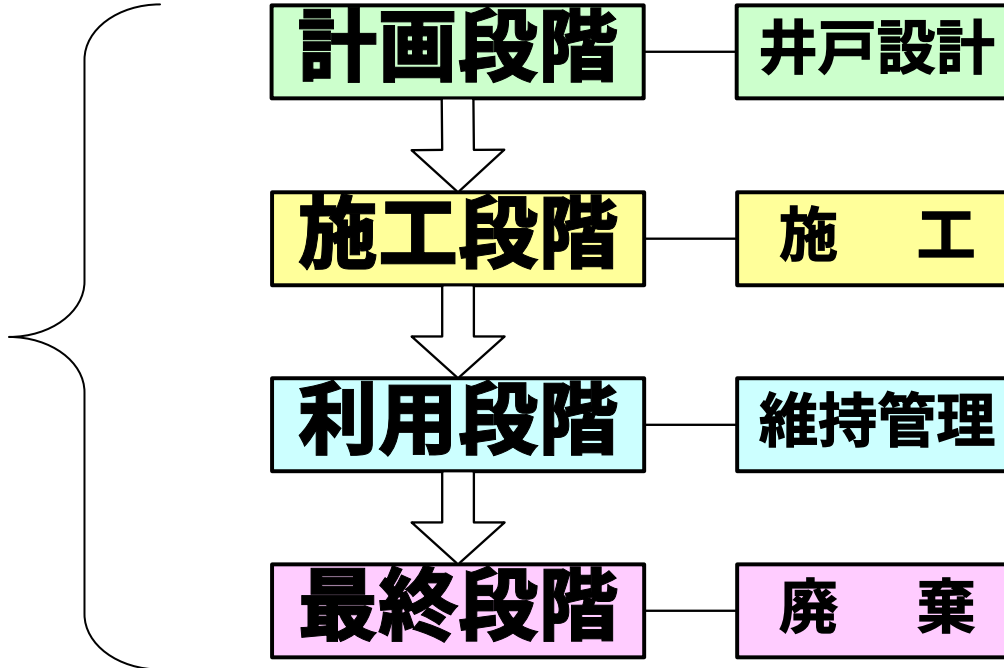
2. 適切な井戸管理

井戸の一生

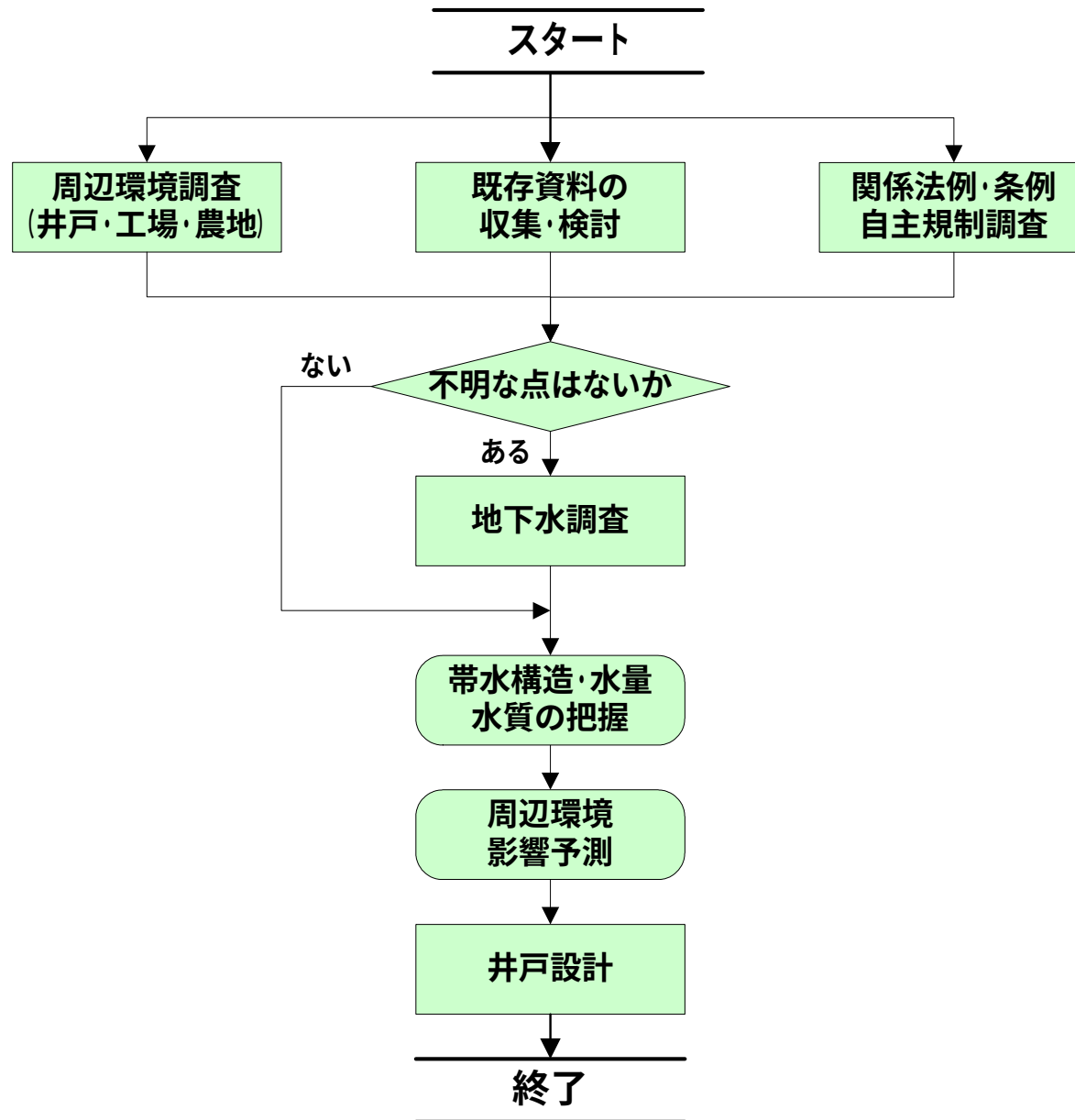
いい井戸を確保する
ための条件



すべての
段階において
適切な井戸管理

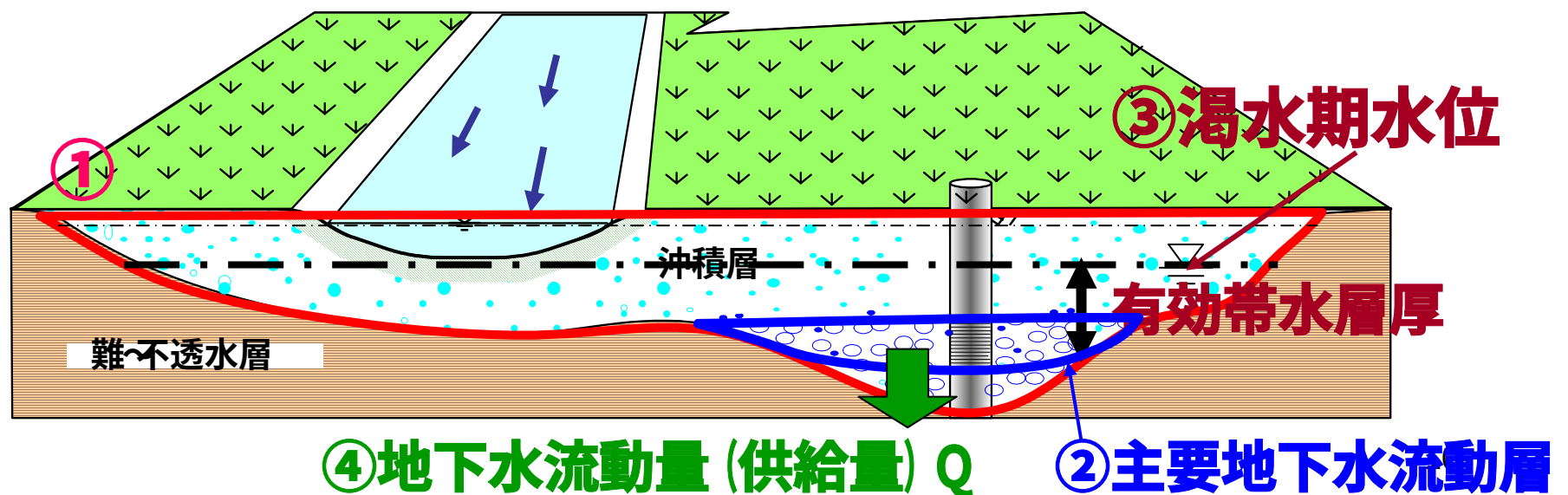


2.1 計画段階 (井戸設計)

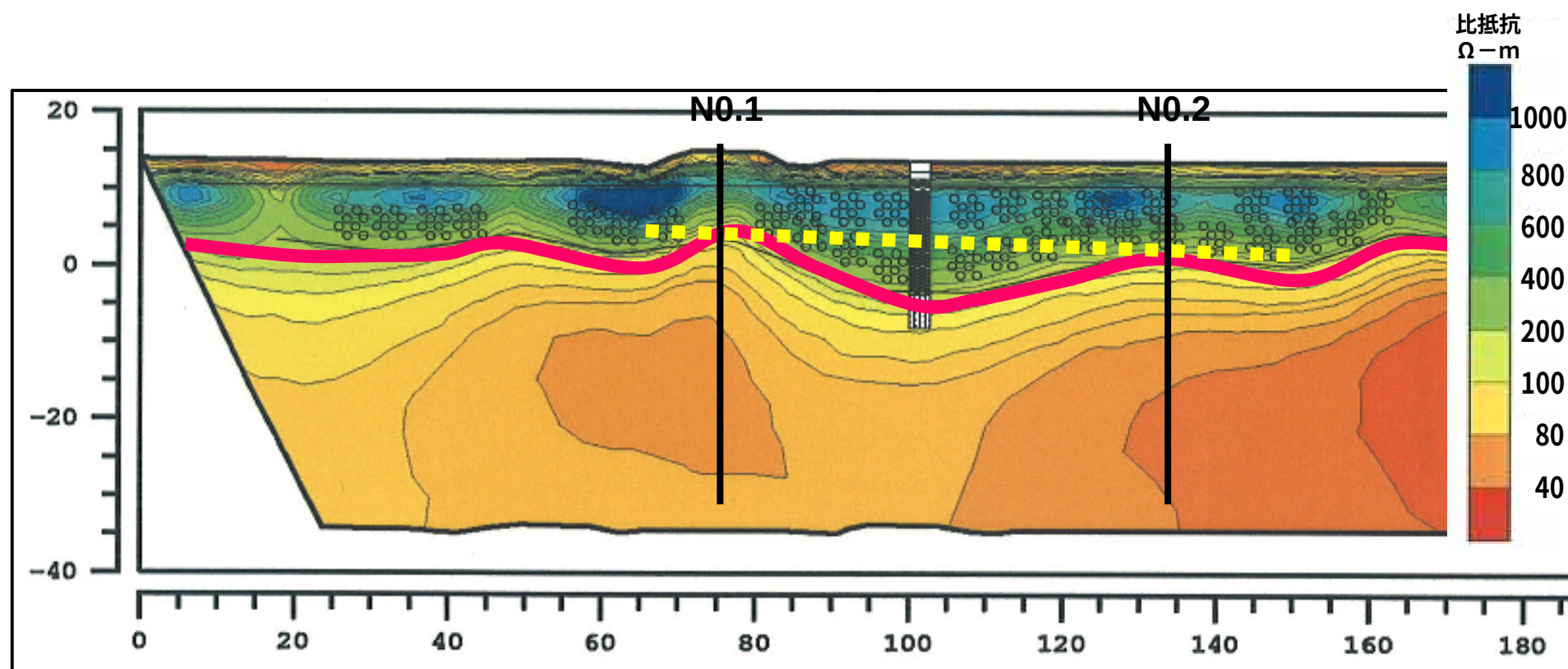


(1) 地下水開発で把握しなければならない基本事項 (不圧地下水の場合)

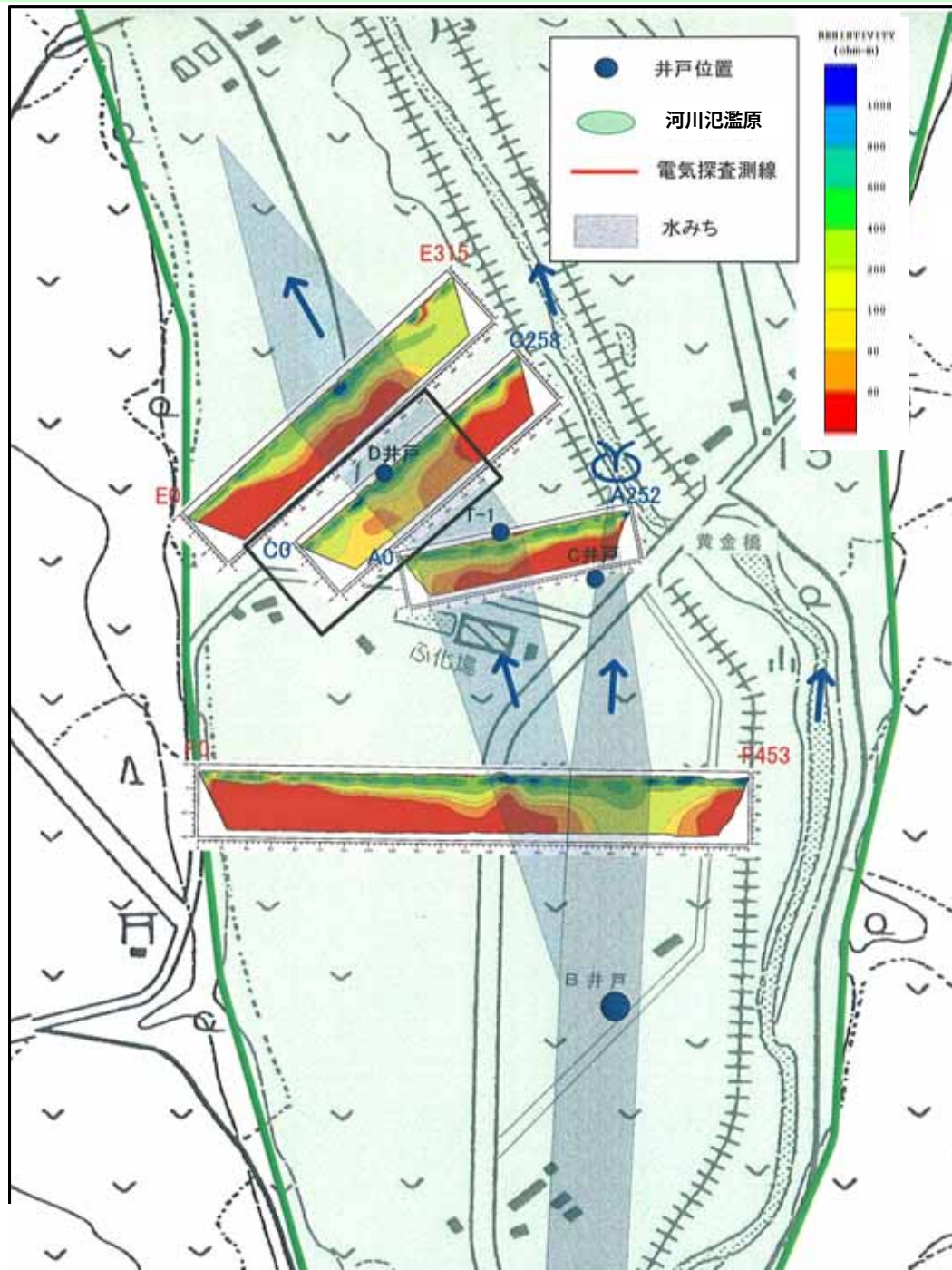
- ① 帯水層の構造を知る ⇒ 地下水開発の最有望地点の選定
- ② 地下水流動層の状況 (水質・水量) を知る ⇒ 取水層の選定
- ③ 地下水位の季節変動 (渇水期等) を知る ⇒ 有効帯水層厚の把握
- ④ 地下水流動量 (供給量) を知る ⇒ 地下水開発可能量の把握



①帯水層の構造を知る 電気探査 (比抵抗2次元探査) の一例



電気探査解析例



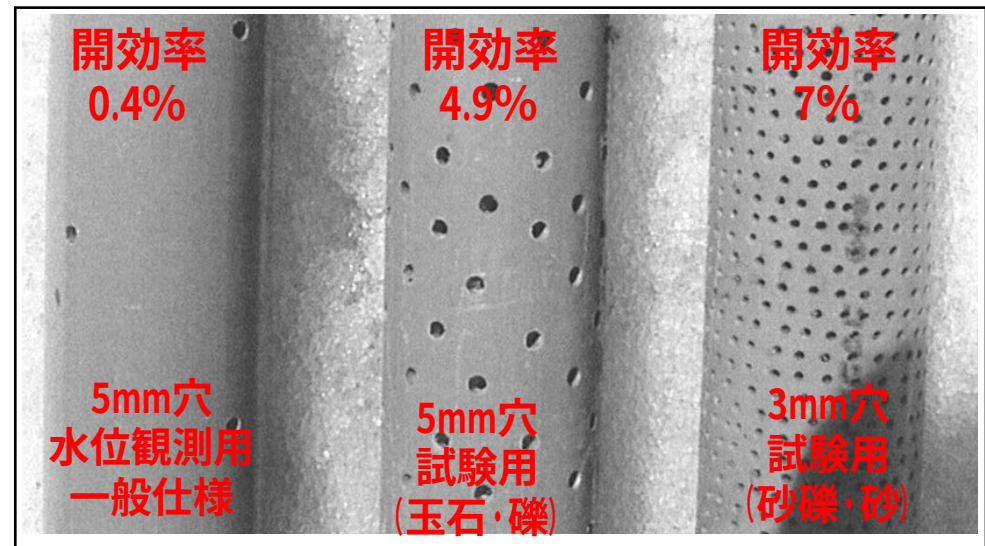
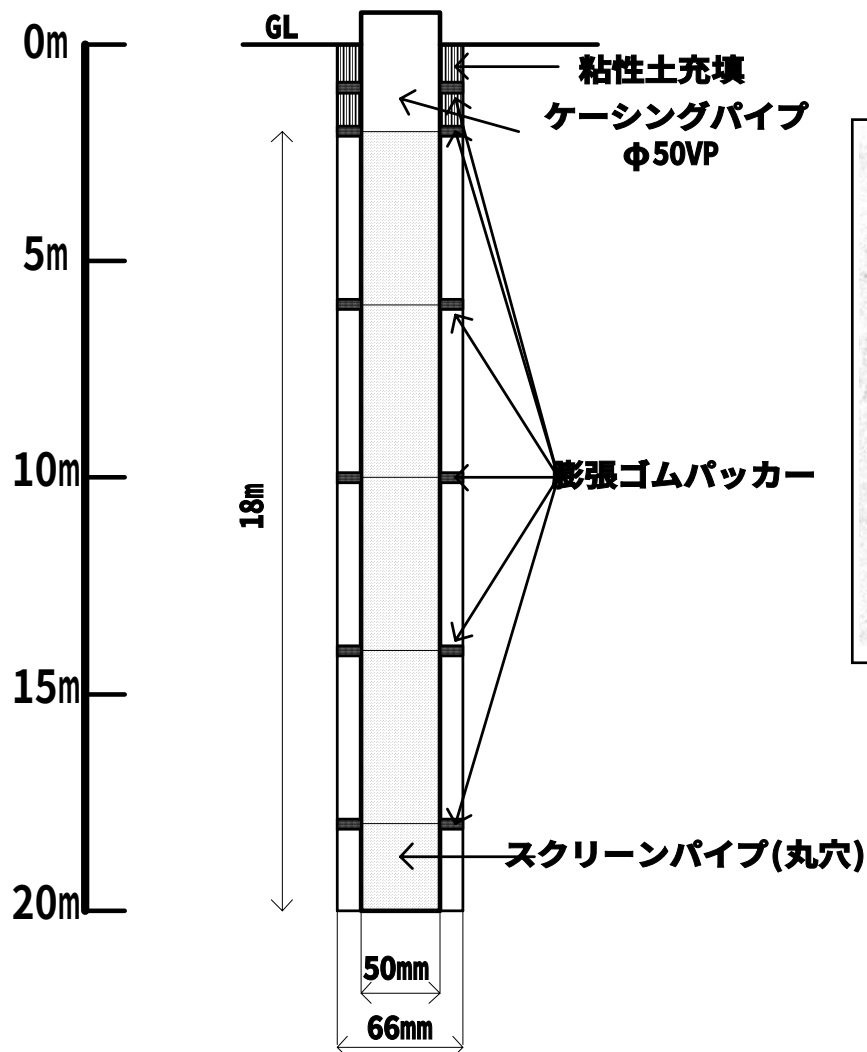
高い⇒粘土少い⇒透水性(水通し) 高い

比抵抗値

低い⇒粘土多い⇒透水性(水通し) 低い

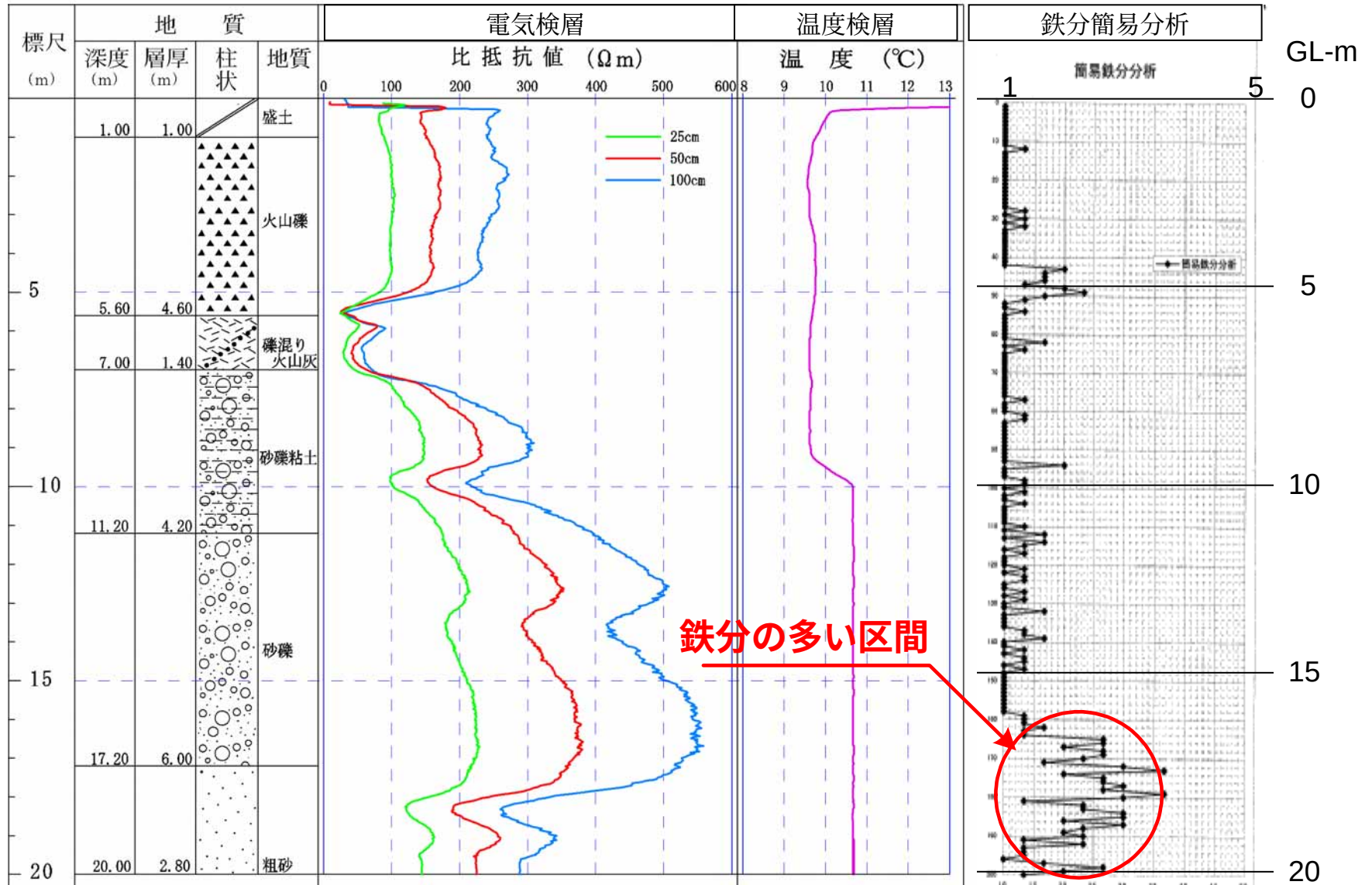
②主要な地下水流動層の状況を知る

Φ66~88mmでボーリングを行い、直接地質を確認するとともに、Φ50~75mmのインビパイプで試験孔に仕上げ、各種試験を実施して帯水層の特性(量・質)を知る



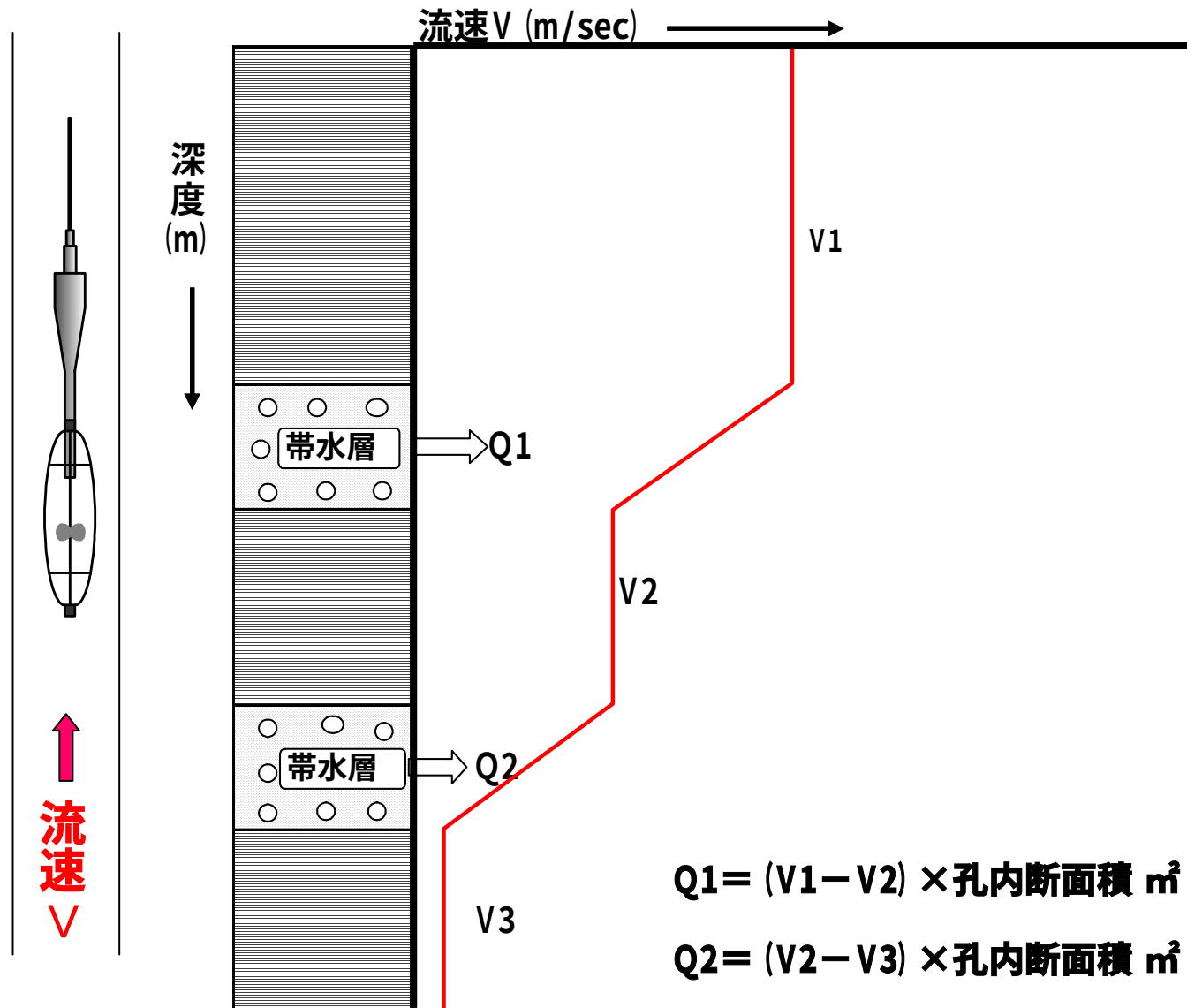
スクリーンの開孔率を3%以上を確保することにより、ケーシング内での各種試験・検層が可能である。

ボーリング調査結果図 (例1)



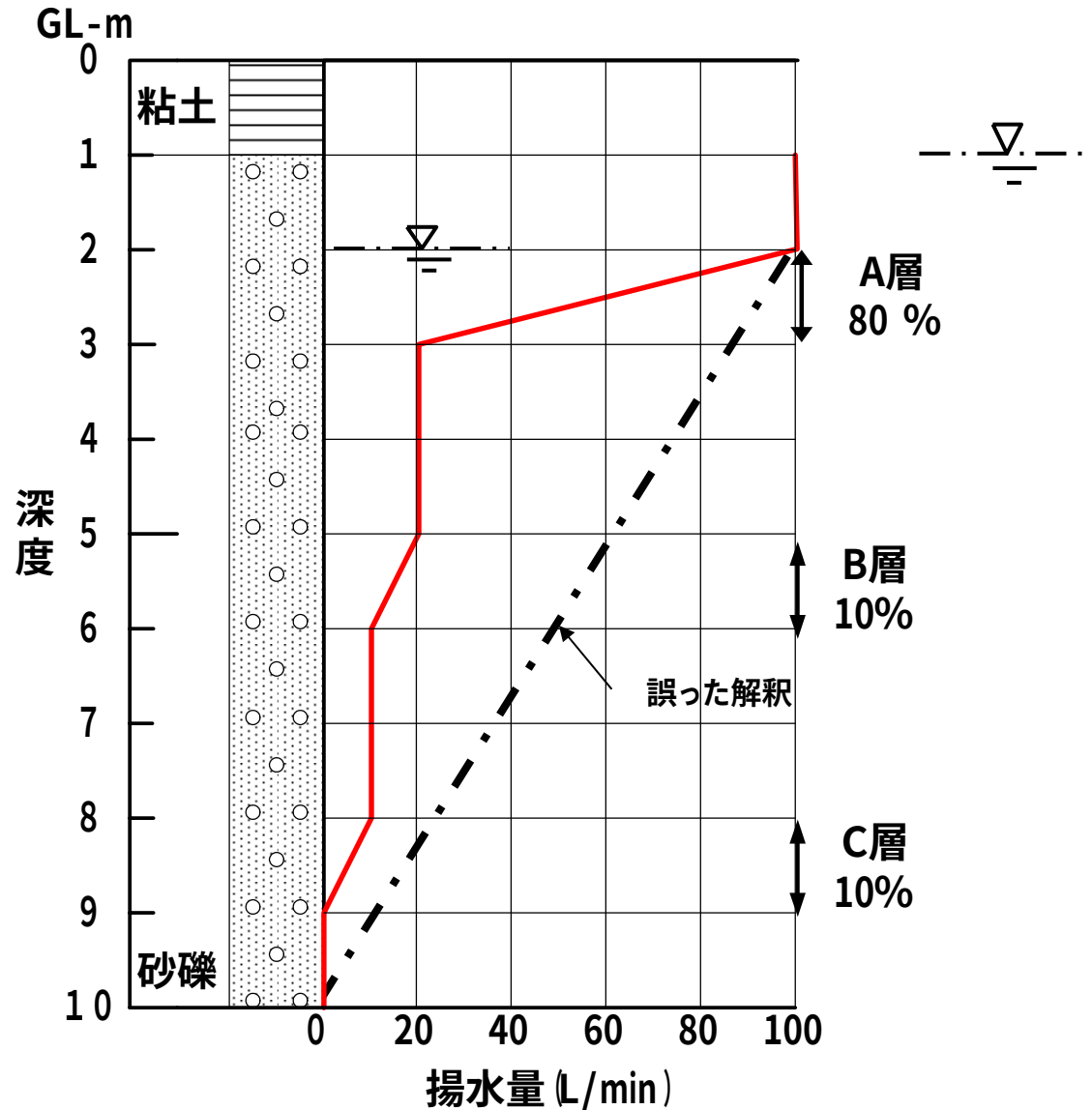
微流速検層概念図

自然・揚水状態での孔内縦流速を測定することで、地下水流入層とその水量的能力を把握することができる。

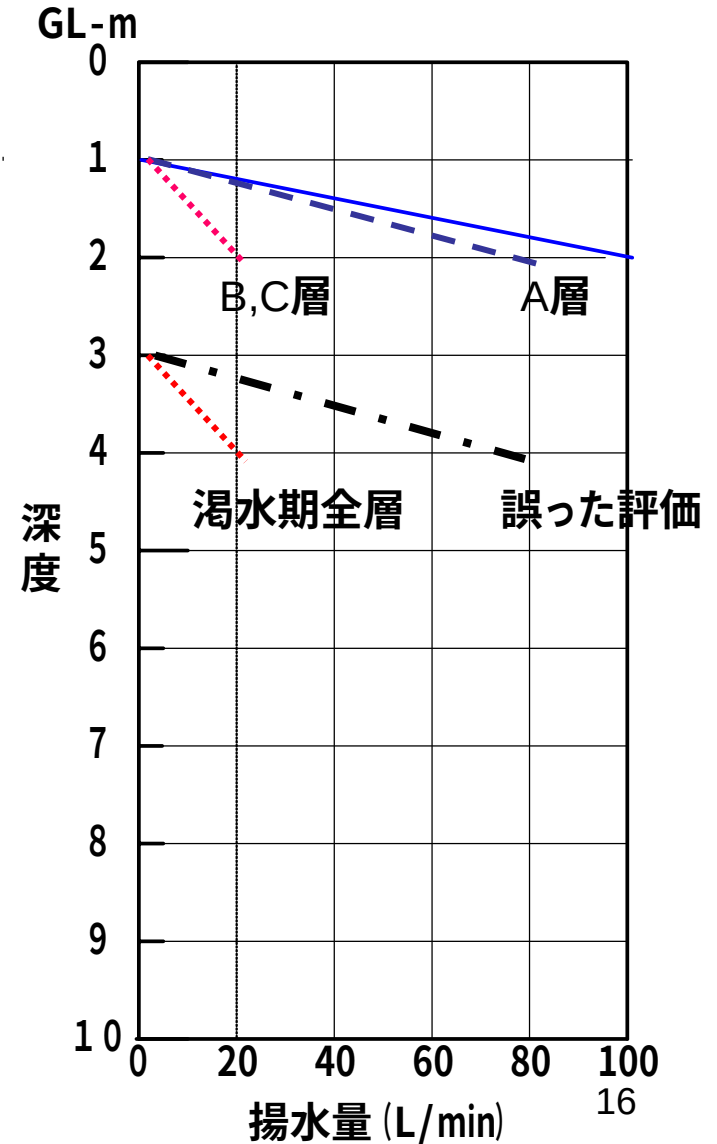


微流速検層結果の解析例 (不圧)

微流速検層結果

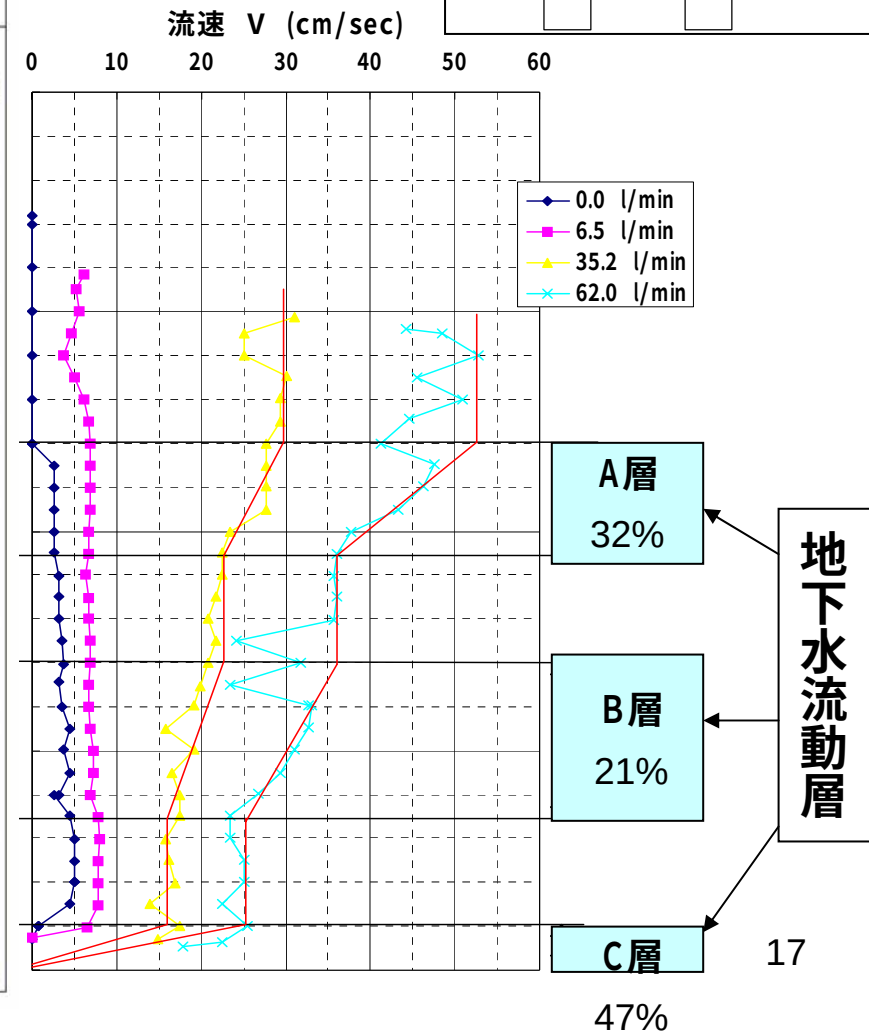
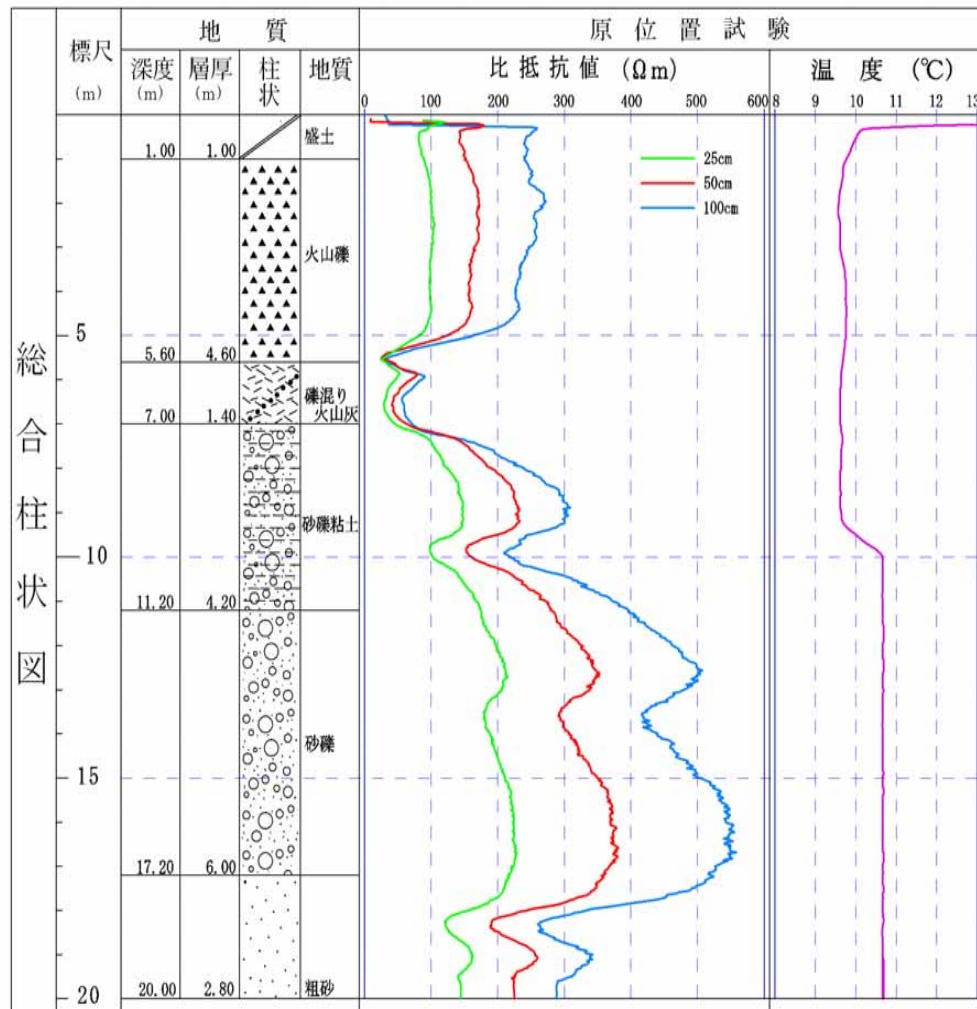
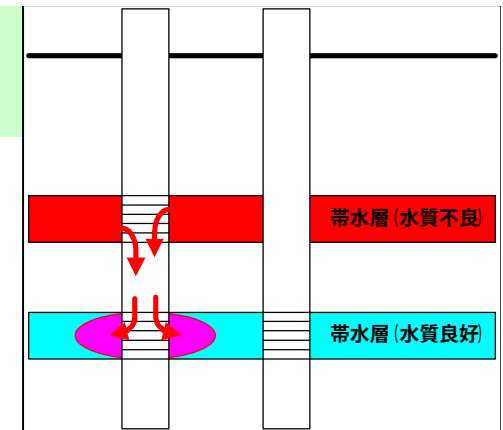


S-Q特性

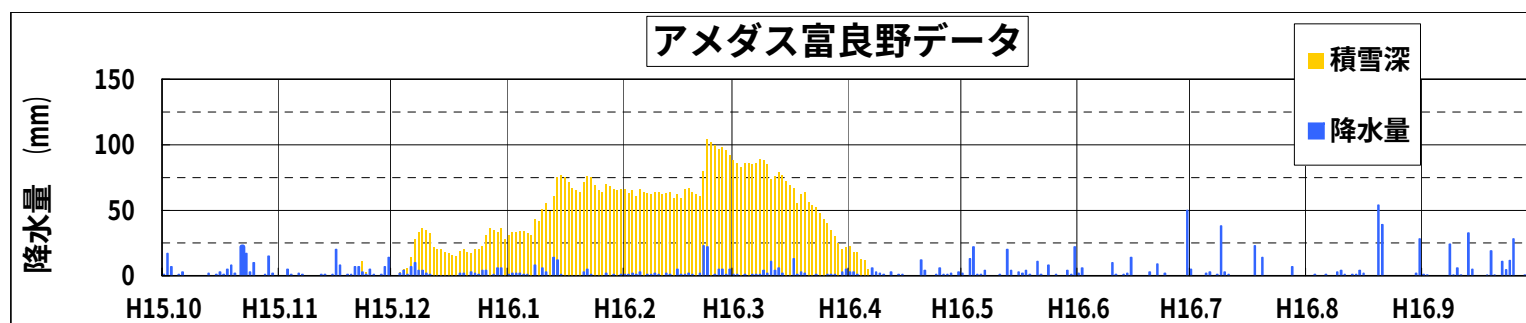
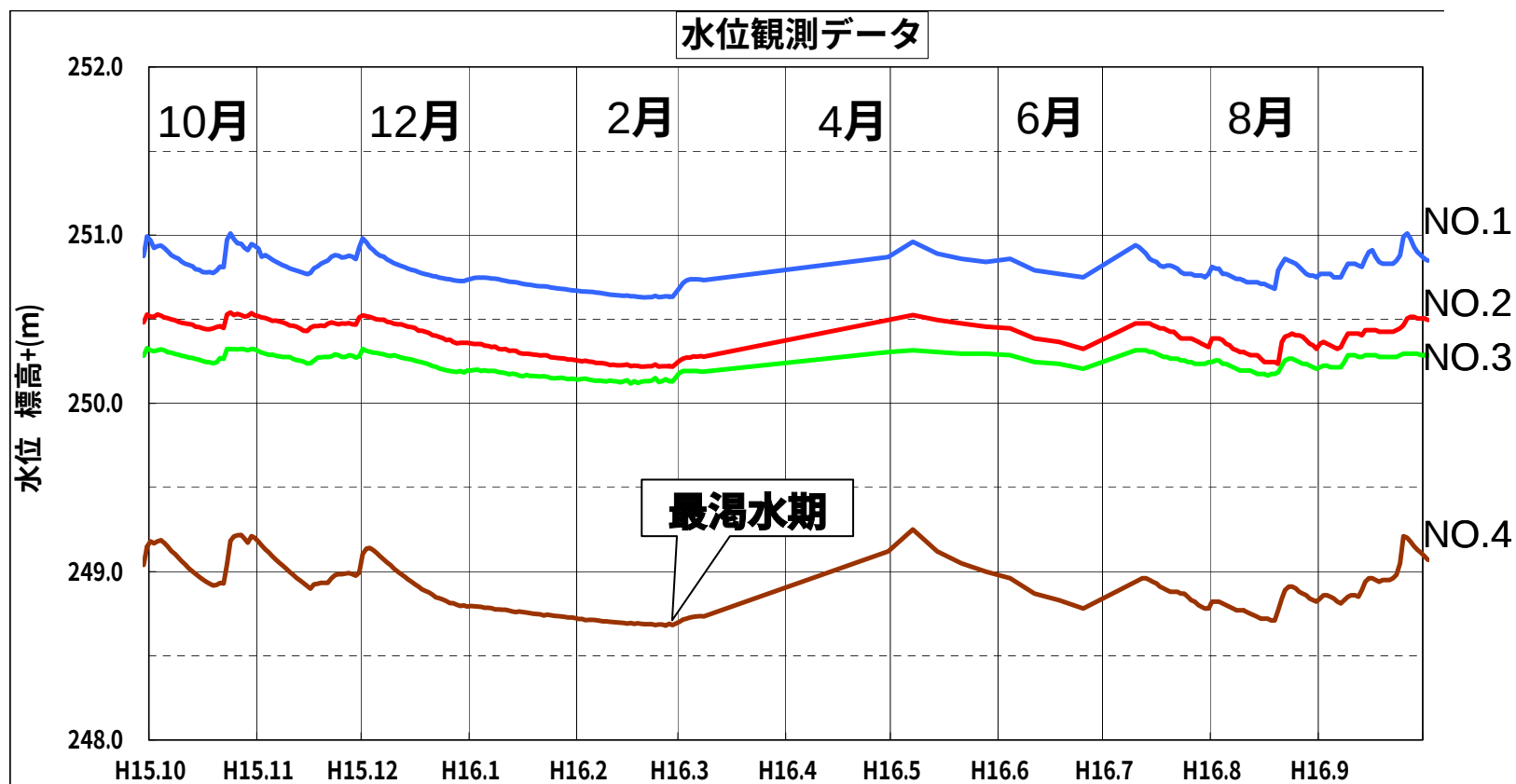


ボーリング調査結果図 (例2)

微流速検層で確認された地下水流入層の、深度別地下水サンプリングを実施することで、各層の水質を把握することができる。



③地下水位の季節変動 (渇水期など)を知る 地下水位観測例

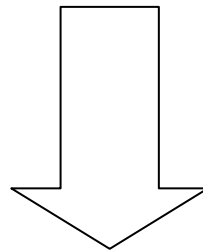


④帯水層への地下水供給量を知る

帯水層への地下水供給量 > 地下水開発可能量

地下水の供給量

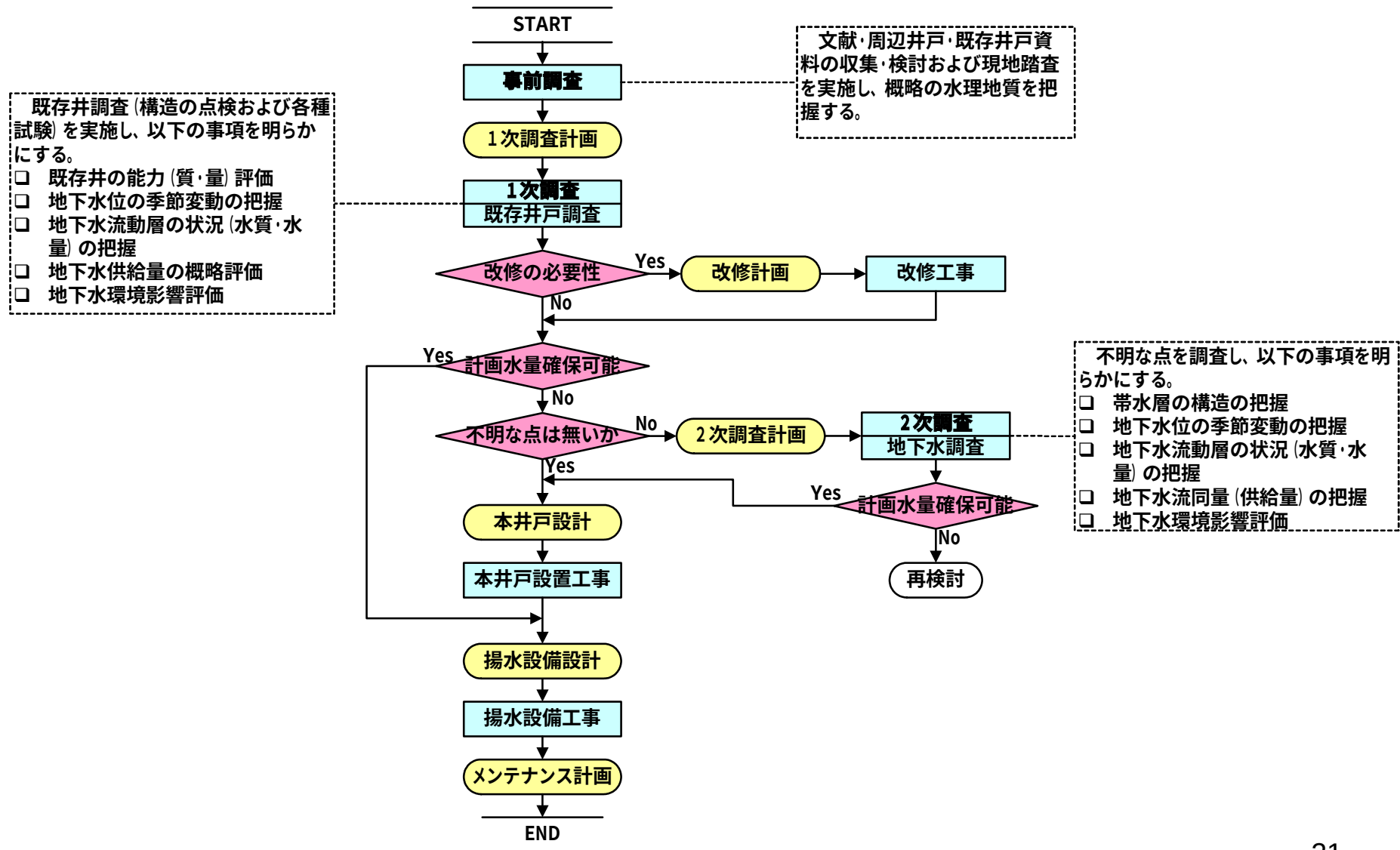
- 地下水涵養量の検討
- 地下水流動量の検討



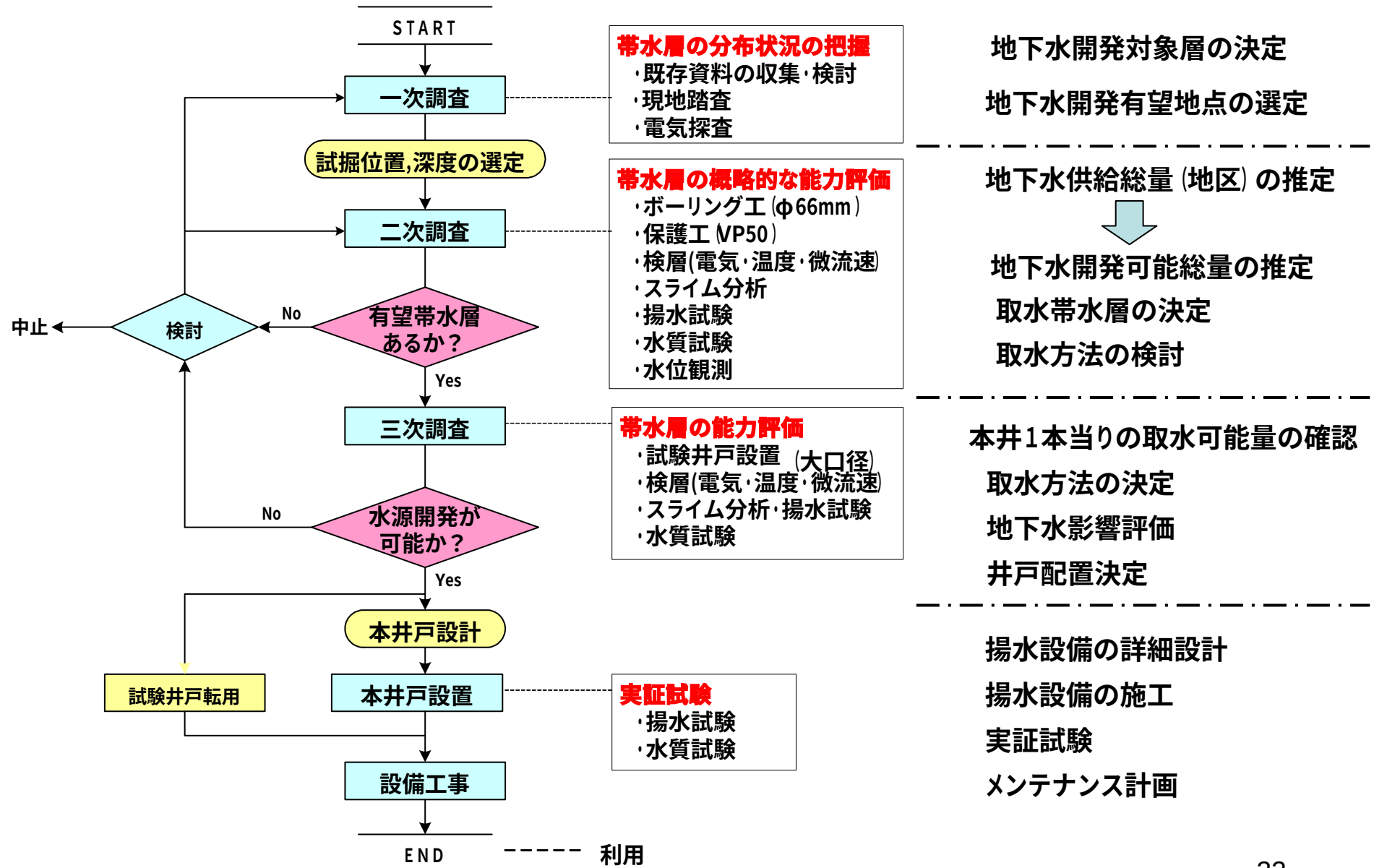
対象地区の地下水開発可能量の検討

(2) 地下水開発の進め方

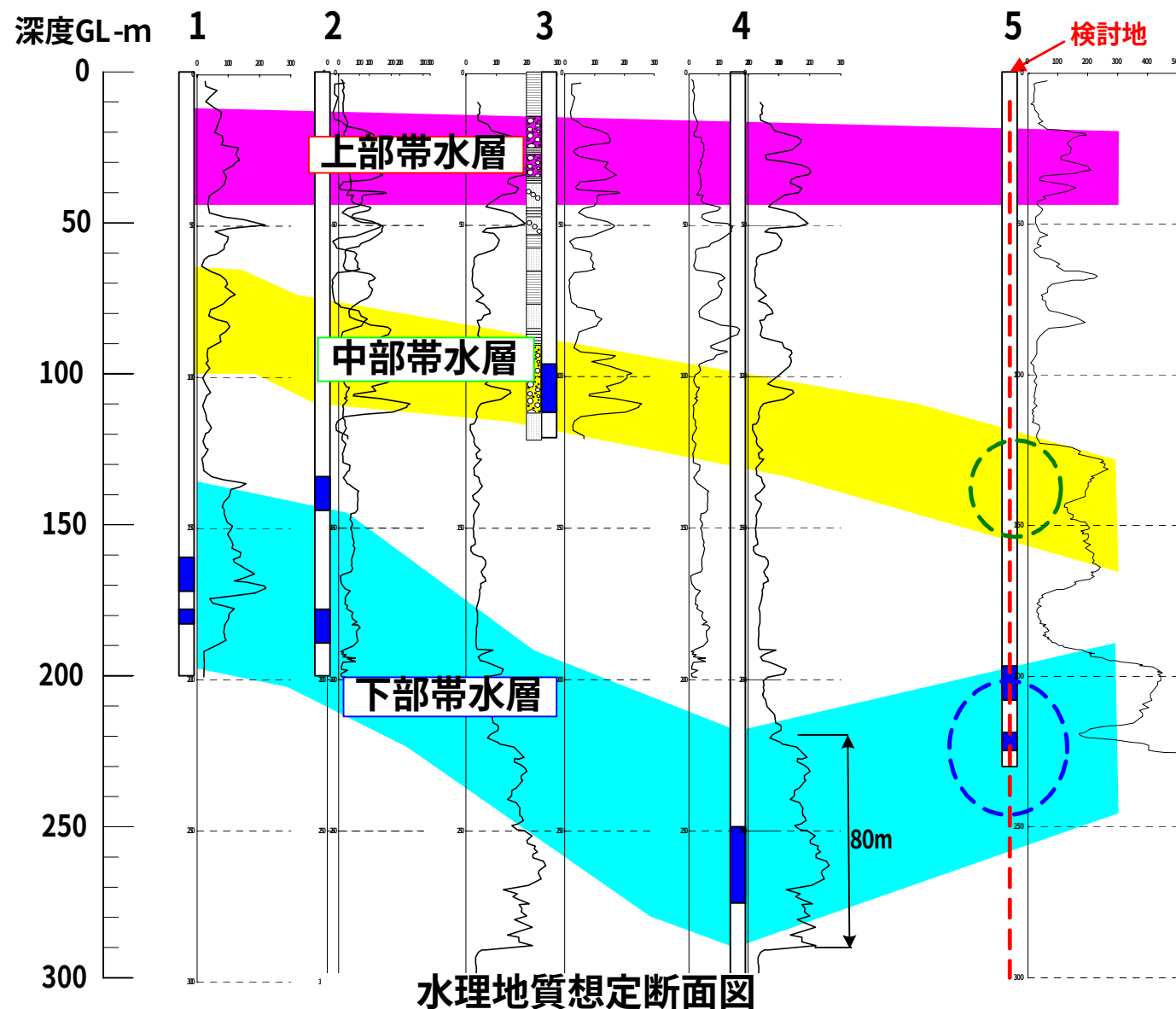
地下水開発の手順 (既存井がある場合の例)



地下水開発の手順 (既存井がない場合の例)



既存資料の収集・検討例 (被圧)



帯水層名	評価		
	水量	水質	総合
上部帯水層 深度100m以浅	△	×	×
中部帯水層 深度100～150m	○	△	△
深部帯水層 深度200m以深	◎	○	○

(3) 井戸設計の留意点

- ① 取水対象層の選定 ⇒ 帯水層構造・水質・水量を把握し、
最適な取水対象層を選定
- ② 井戸の汚染対策 ⇒ 採水層以浅の流動経路の完全な遮水
- ③ 揚砂防止 ⇒ スクリーン流入速度を許容流速以下
- ④ 周辺環境影響予測 ⇒ 被害を受けない・与えない
- ⑤ 井戸設計 ⇒ 帯水状況に対応した高効率の取水構造
＋周辺環境評価・井戸能力評価計画

③揚砂を発生させないためには

スクリーンに流入する
地下水の流入速度 → 許容流速以下 → 砂は流動しない

土の分類と掃流限界速度

土の分類	細 砂	中 砂	荒 砂
粒 径mm	0.05～0.25	0.25～0.5	0.65～2.0
限界流速cm/s	1.0～1.5	1.5～1.7	1.7～3.7

砂が出る井戸は
井戸じゃない！

④-1 周辺環境影響予測 ⇒ 被害を受けない

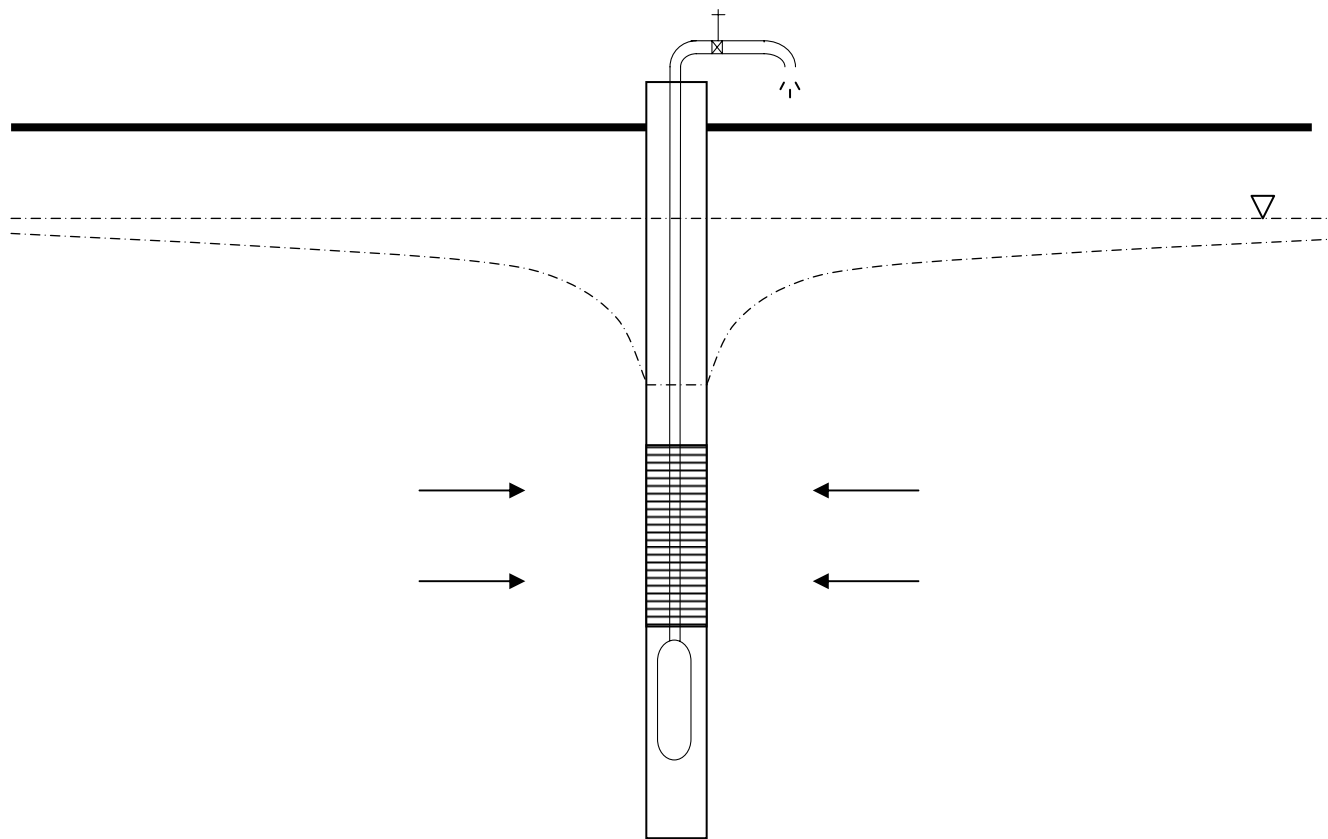
- ◆ 周辺地域の過去・現在の土地利用、将来の開発予定などについても慎重な検討が必要であり、将来にわたり良好な環境が維持され、安全な水質が確保できる見通しを確認することが重要である (不圧地下水)。
- ◆ 農地が隣接している場合、汚染の影響を受けない範囲まで水源用地として買収するのが望ましい (不圧地下水)。
- ◆ 砂利採取前・中・後の土地は、水質・水量調査を実施して安全を確認する必要がある (不圧地下水)。
- ◆ 海岸地域においては、海水の影響を受けやすいため、将来においても塩水化を生じさせない慎重な検討 (動水位など) 必要である。

④-2 周辺環境影響予測 ⇒被害を与えない

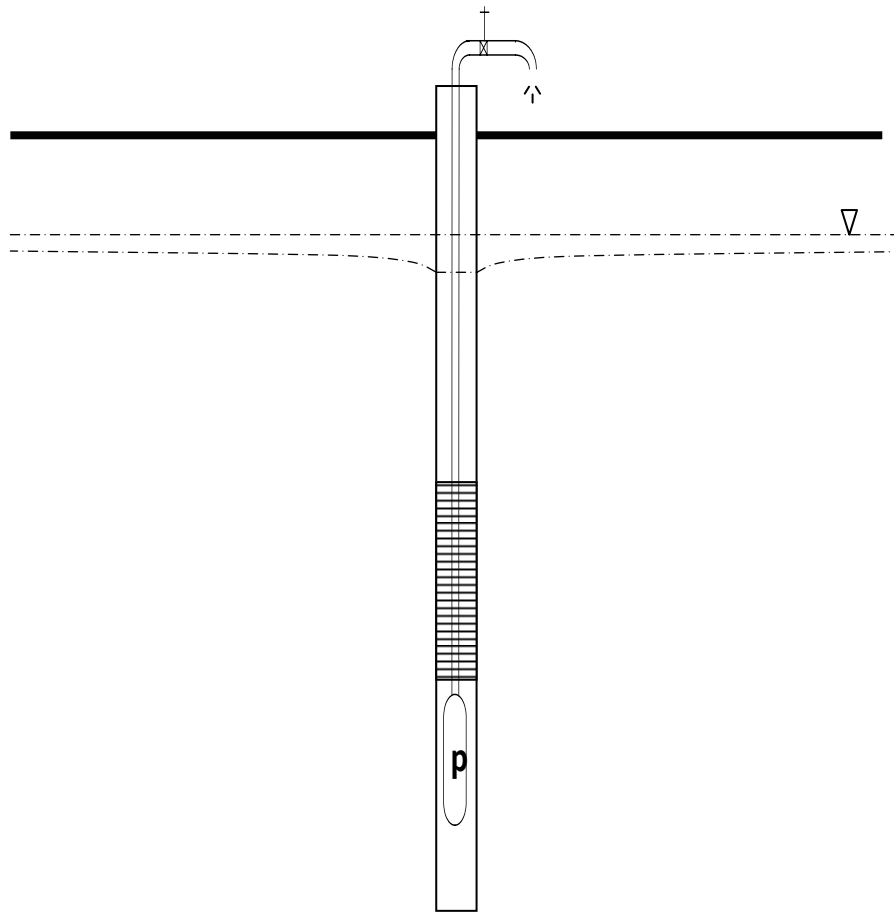
- ◆ 地下水は循環型の資源であるので、取水可能量 (安全揚水量) は地域全体の水収支バランスを考慮し、『周辺の既存井に被害を与える水位降下を生じない範囲』で検討することが必要である。
- ◆ 被害を与える水位降下を生じない範囲 (以下、**許容影響水位降下量**) とは、被圧地下水で水中ポンプ使用であれば最大1m程度 (井戸等管理技術マニュアル1999) とされているが、自噴で使用されている場合や、不圧地下水で自給式ポンプ使用の場合、数cmでも被害に及ぶ可能性もあり、既存井の現状をしっかりと把握することが重要である。
- ◆ 設計段階では水理地質構造・特性と既存井の現状から水位降下量を予測し、同時に施工時の井戸能力・環境影響評価方法を立案する。
- ◆ 施工段階では、その予測を検証・評価し、利用段階では観測により井戸能力・環境影響再評価する。

⑤井戸設計

ポンプなどで揚水して井戸内の水位を低下させることにより、その動水勾配と透水性・帯水層厚によって決定される地下水量が井戸に向かって集まってくる。

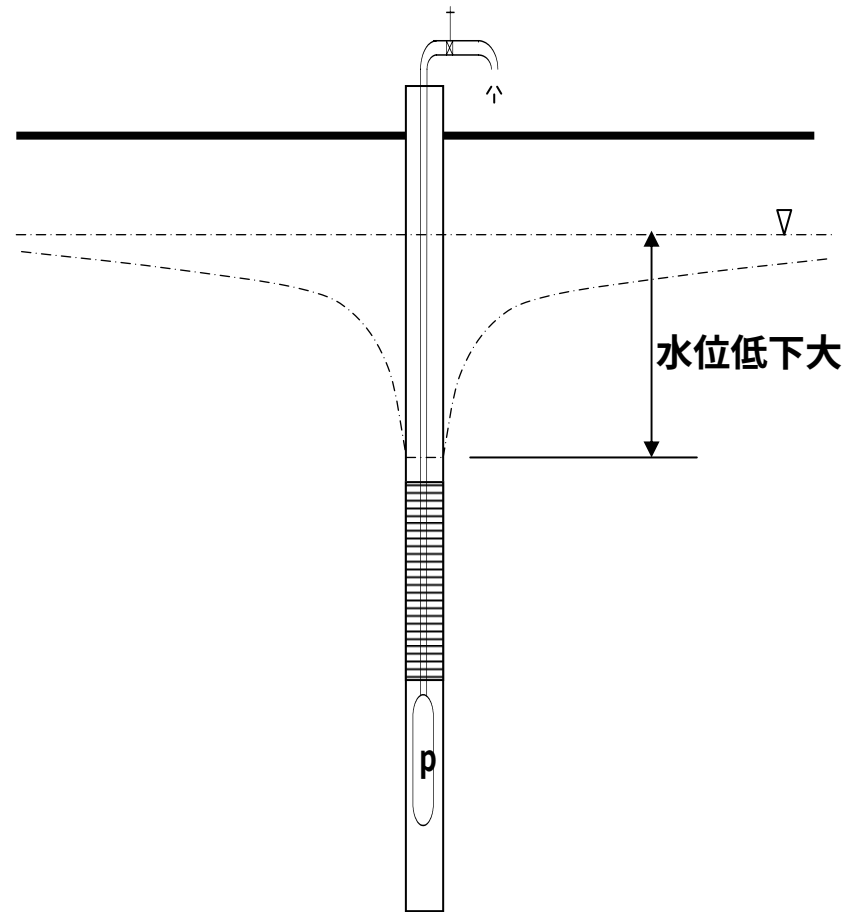


透水性と動水勾配の関係



帯水層の透水性が高い場合

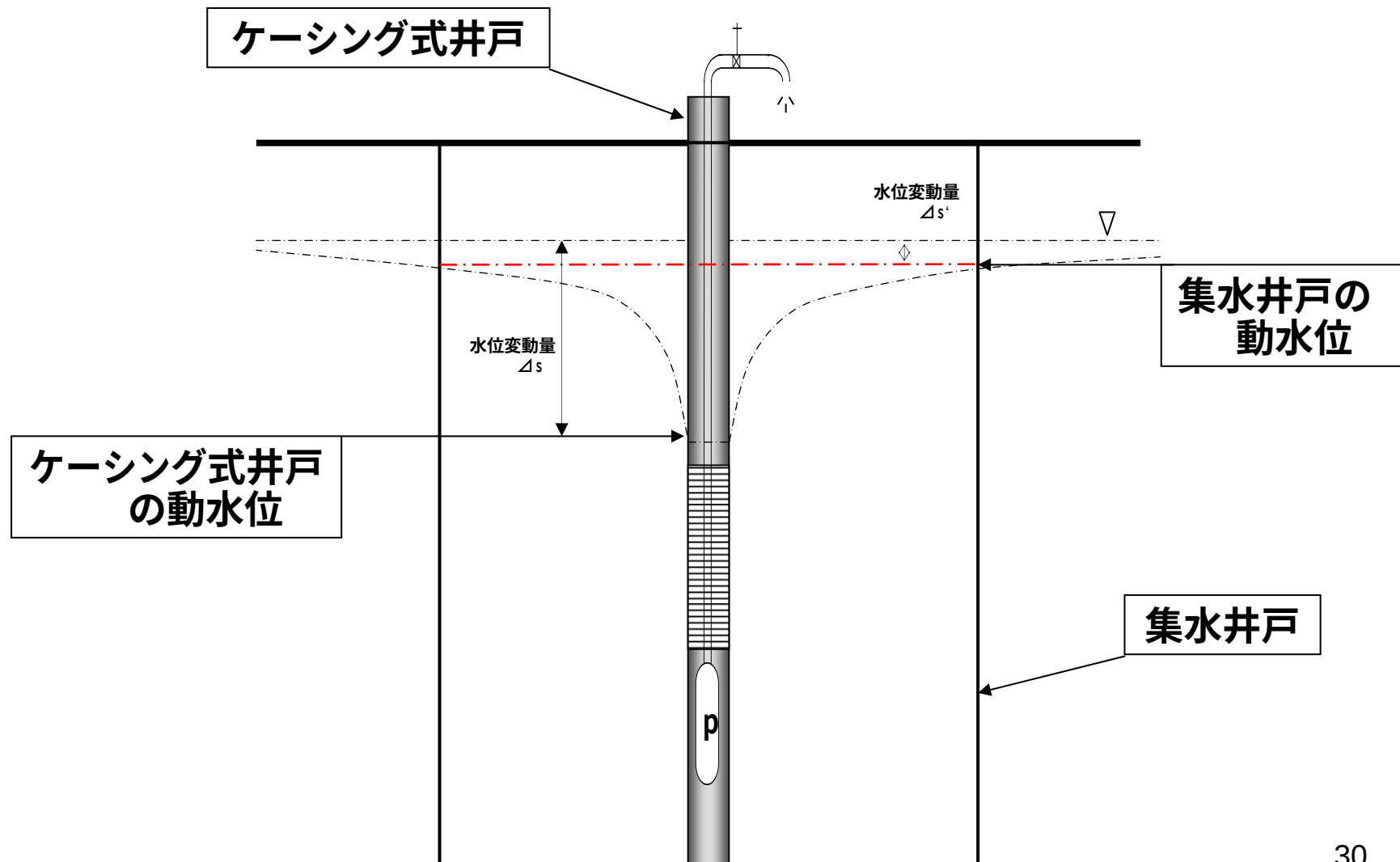
- ① 大きな動水勾配を必要としない。
- ② 水位低下が少なく、比湧出量が大きい。
- ③ 点の集水 (ケーシング式井戸) でも比較的広範囲から効率よく取水できる。



帯水層の透水性が低い場合

- ① 大きな動水勾配を必要とする。
- ② 水位低下が大きく、比湧出量が小さい。
- ③ 点の取水では集水効率低く、多量に取水するためには、面の集水 (集水埋渠など) が必要となる。

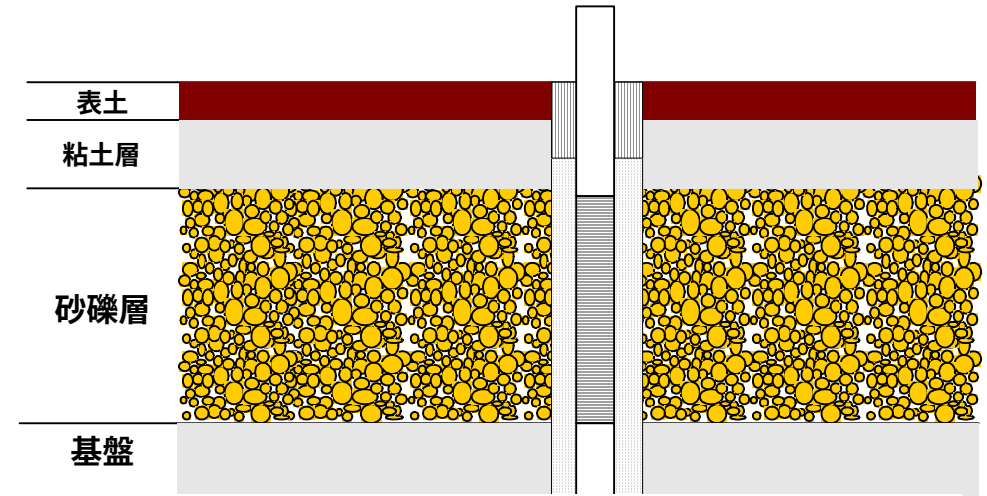
井戸口径と動水位の関係



帯水状況に対応した高効率の取水構造

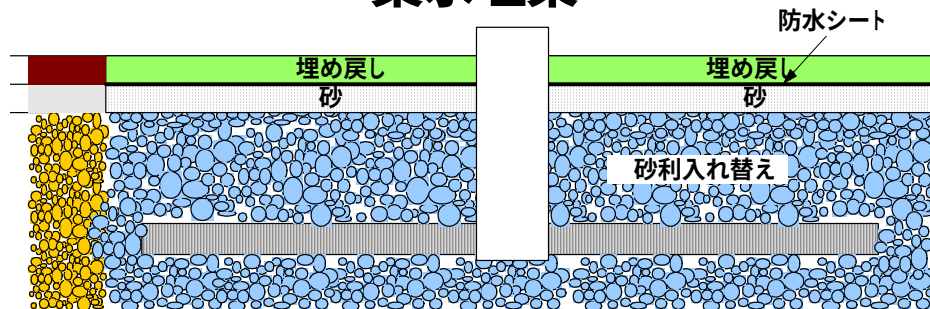
地下水を取水するための井戸は、浅部を対象とした面的取水方法である集水埋渠・集水井（放射状）、浅部～深部を対象とした点の取水であるケーシング式井戸などがあるが、計画水量・動水位や帯水状況を検討し、取水方法を決定する。

ケーシング式井戸

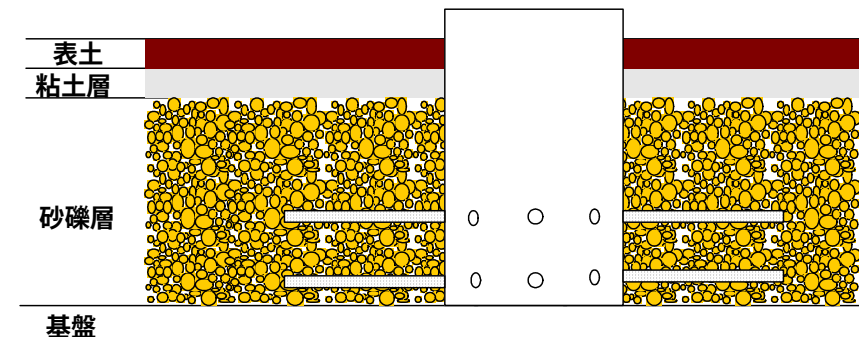


地層の透水性が高い場合、ケーシング式井戸（点の取水）でも比較的広範囲から効率よく取水できる。

集水埋渠



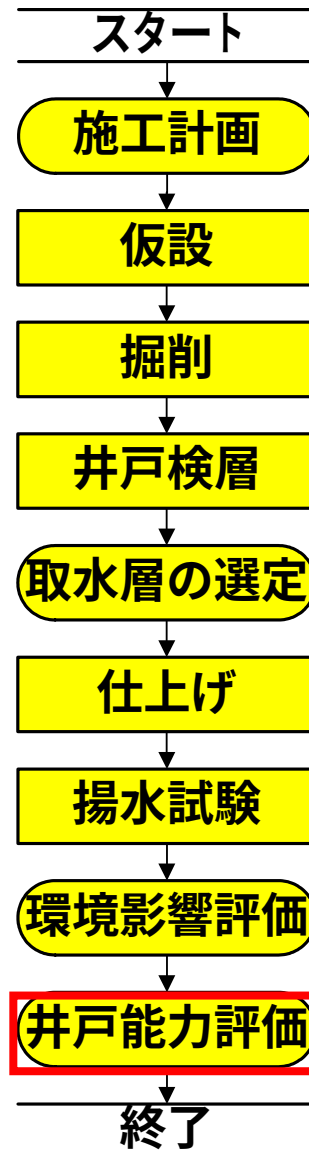
放射状集水井



帯水層が薄く（10m以下）、透水性も中～低の場合、面的取水有効。

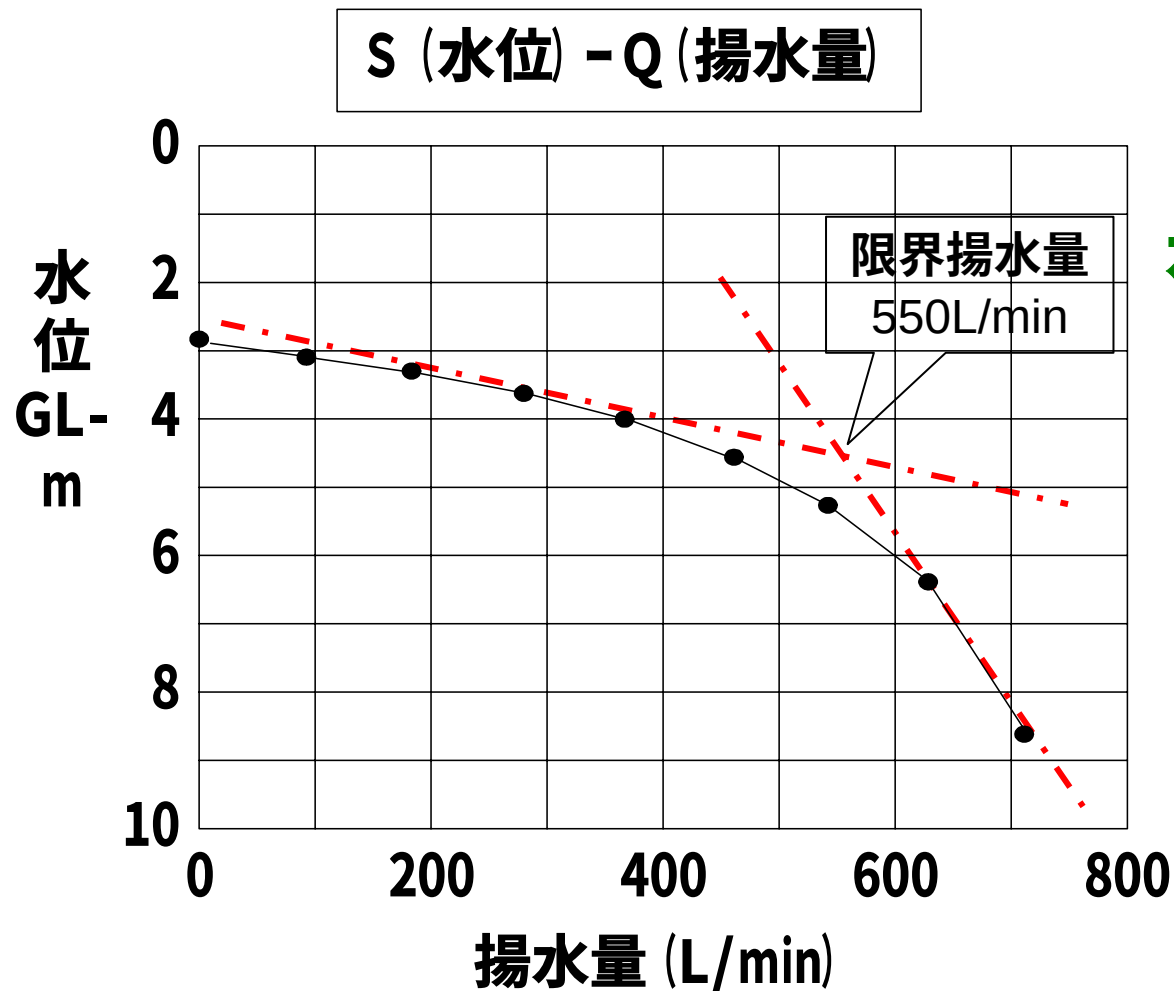
小さな水位変動量でも、条件しだいで大量取水可能。

2.2 施工段階



揚水能力評価

限界揚水量の70% → **適正揚水量** → 長期的安定的に揚水可能な量とは限らない



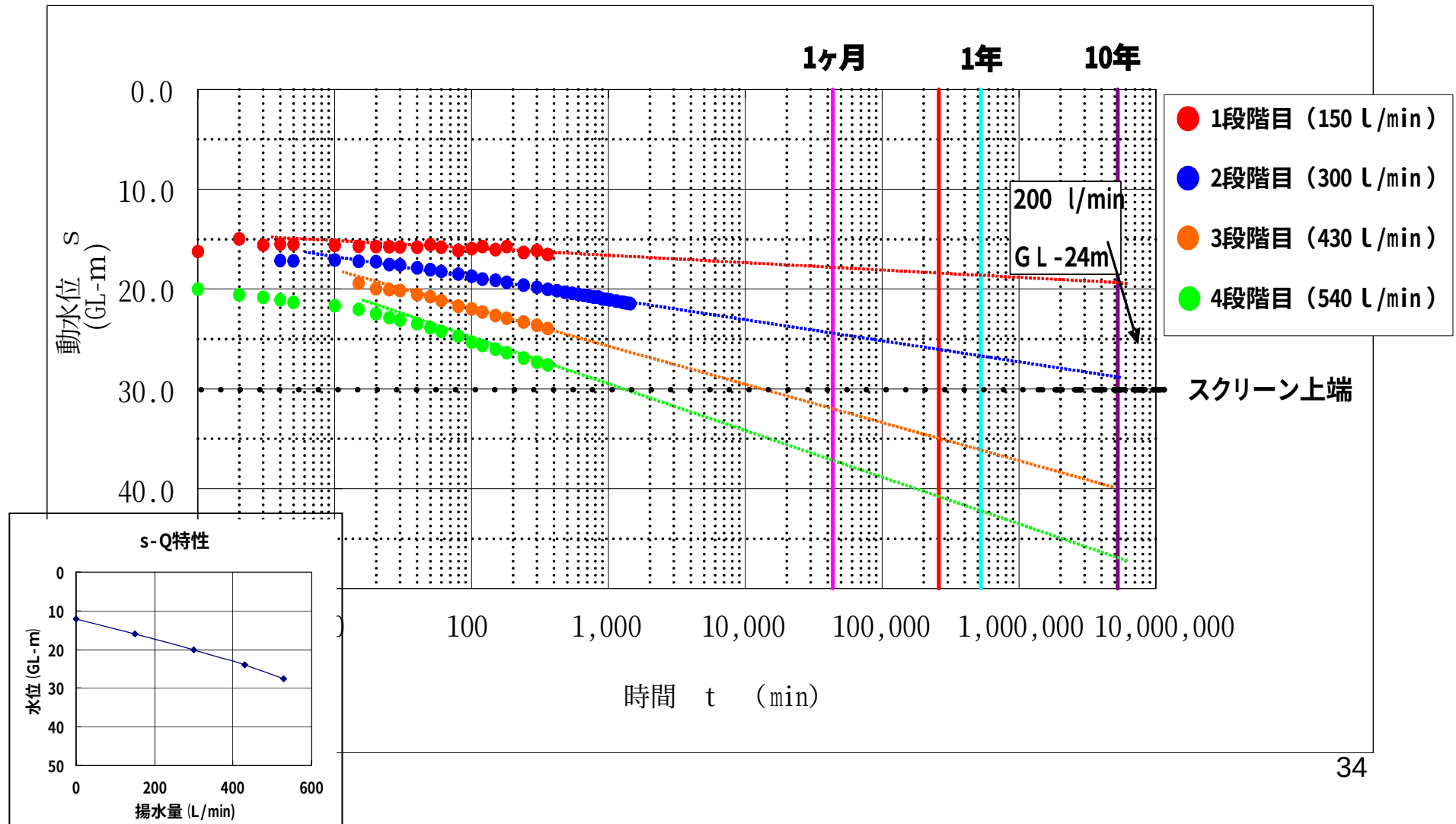
長期的水位低下予測
水位の季節変動 (不圧水)
揚砂が発生しない
環境影響評価

↓
安全揚水量

長期的水位低下予測 (例)

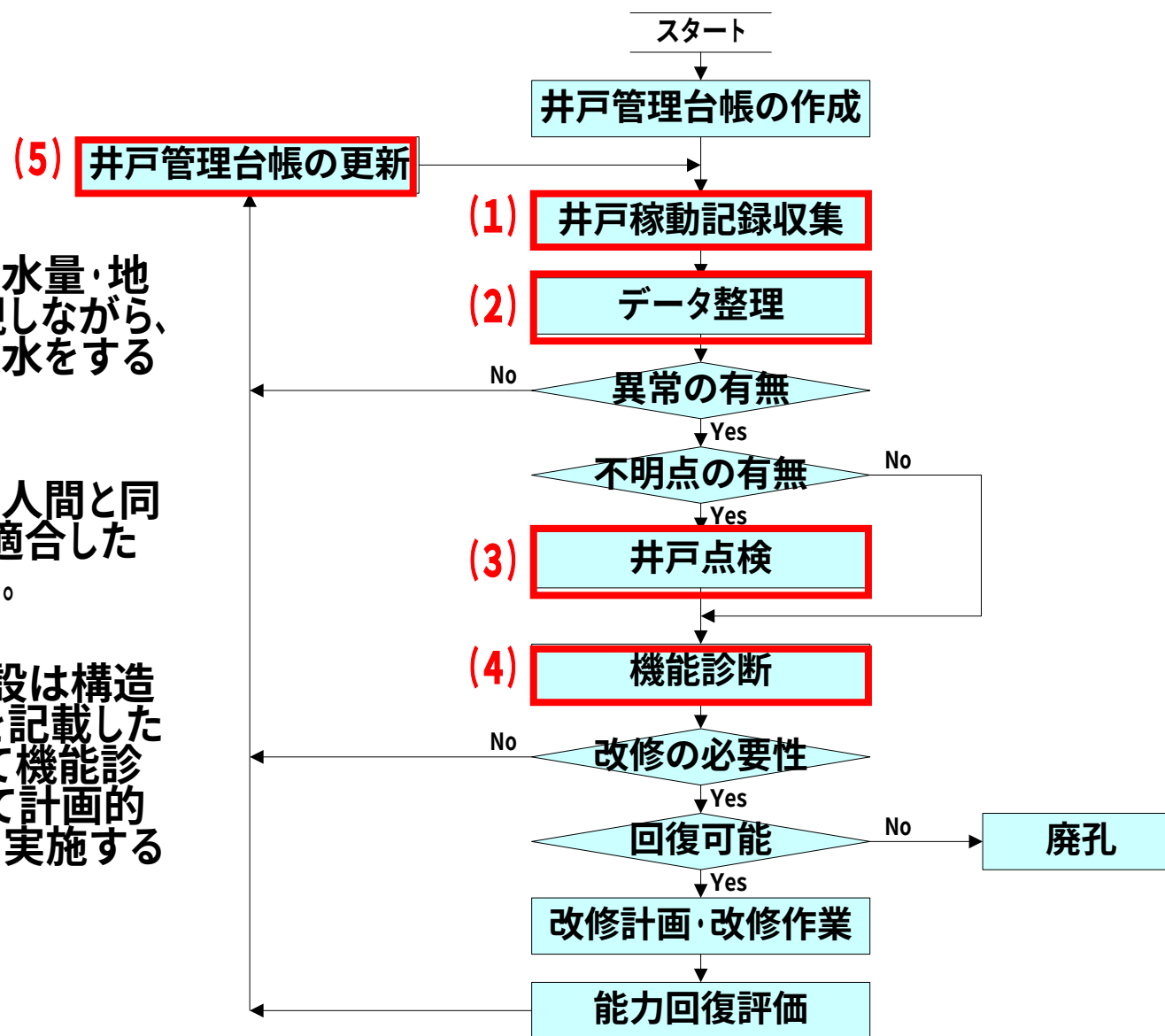
(被圧地下水)

各段階の試験は1日1段階として6時間揚水と18時間回復を、
一定量試験は24時間の揚水と24時間の回復試験とした。



2.3 利用段階 (維持管理)

- ◆ 井戸の維持管理は、揚水量・地下水位及び水質を監視しながら、取水能力に見合った取水をすることが基本である。
- ◆ 地下水の取水施設は、人間と同じように施設の特性に適合した健康管理が必要である。
- ◆ 特に、経年劣化した施設は構造及び過去の稼動記録を記載した管理台帳をカルテとして機能診断を行い、必要に応じて計画的な修復及び改修工事を実施することが重要である。



(1) 稼動記録の収集

◆ 井戸の機能診断の指標 ⇒ ①水量 ②水位 ③水質

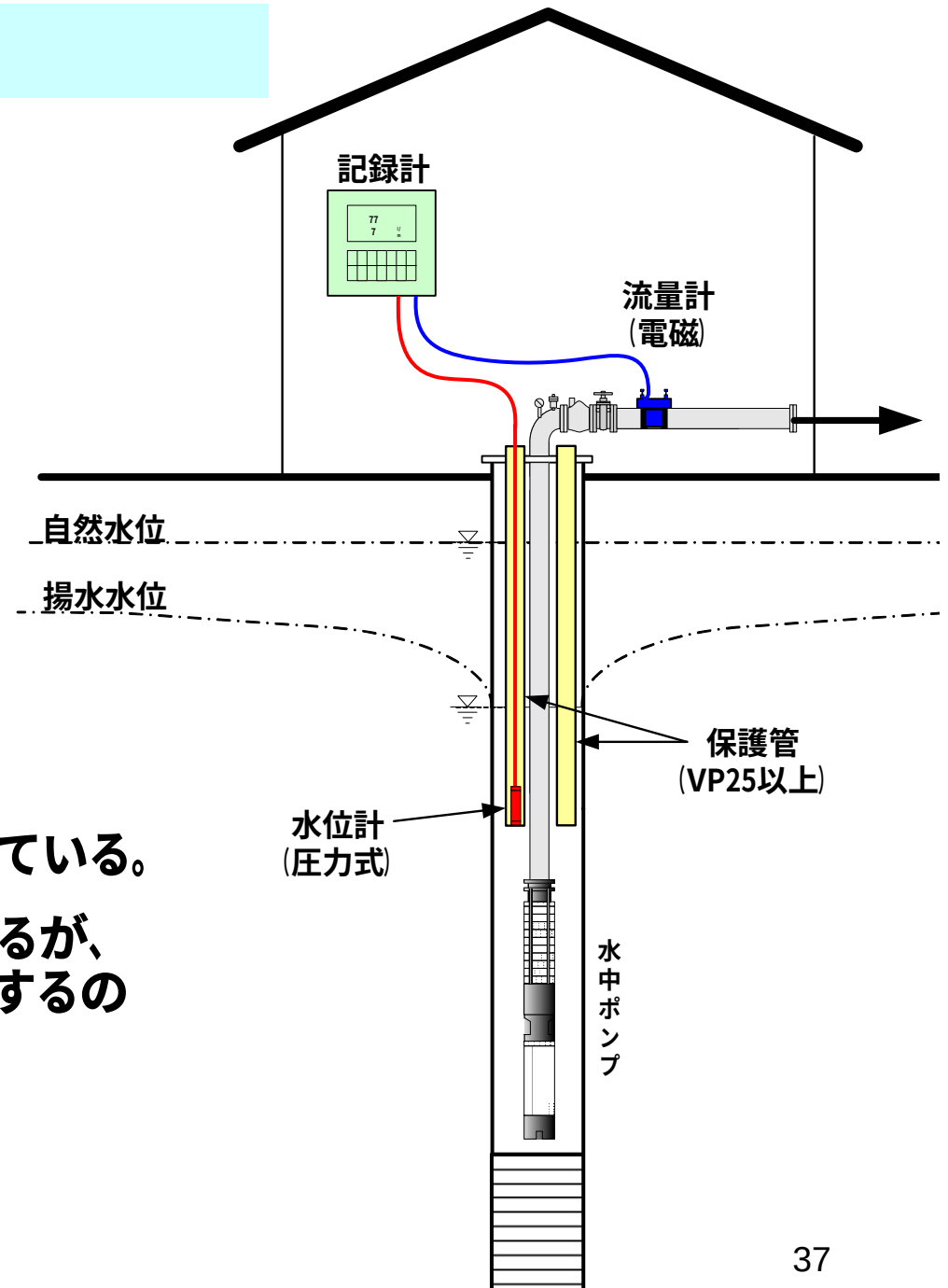
◆ 機能が低下⇒一般に水量の減少、水位の低下、水質の悪化として現れる。

◆ したがって、井戸の異常を早期に発見するためには、この3つの要素を継続して測定することが重要である。

計測設備

① 水位

- 投込水圧式の水位計が多く使用されている。
- 水位計設置の際、保護管が必要となるが、実測用としての保護管も同時に設置するのが望ましい。



計測設備概念図

② 流量計

- 電磁流量計が多く使用されている。
- ただし、複数箇所の流量を測定したい場合、取外しが容易で、管径・材質を問わない、超音波式が適している。
- 流量計の設置は、井戸の流量観測に必要なばかりでなく、安全揚水量以内での揚水調整を可能にする。



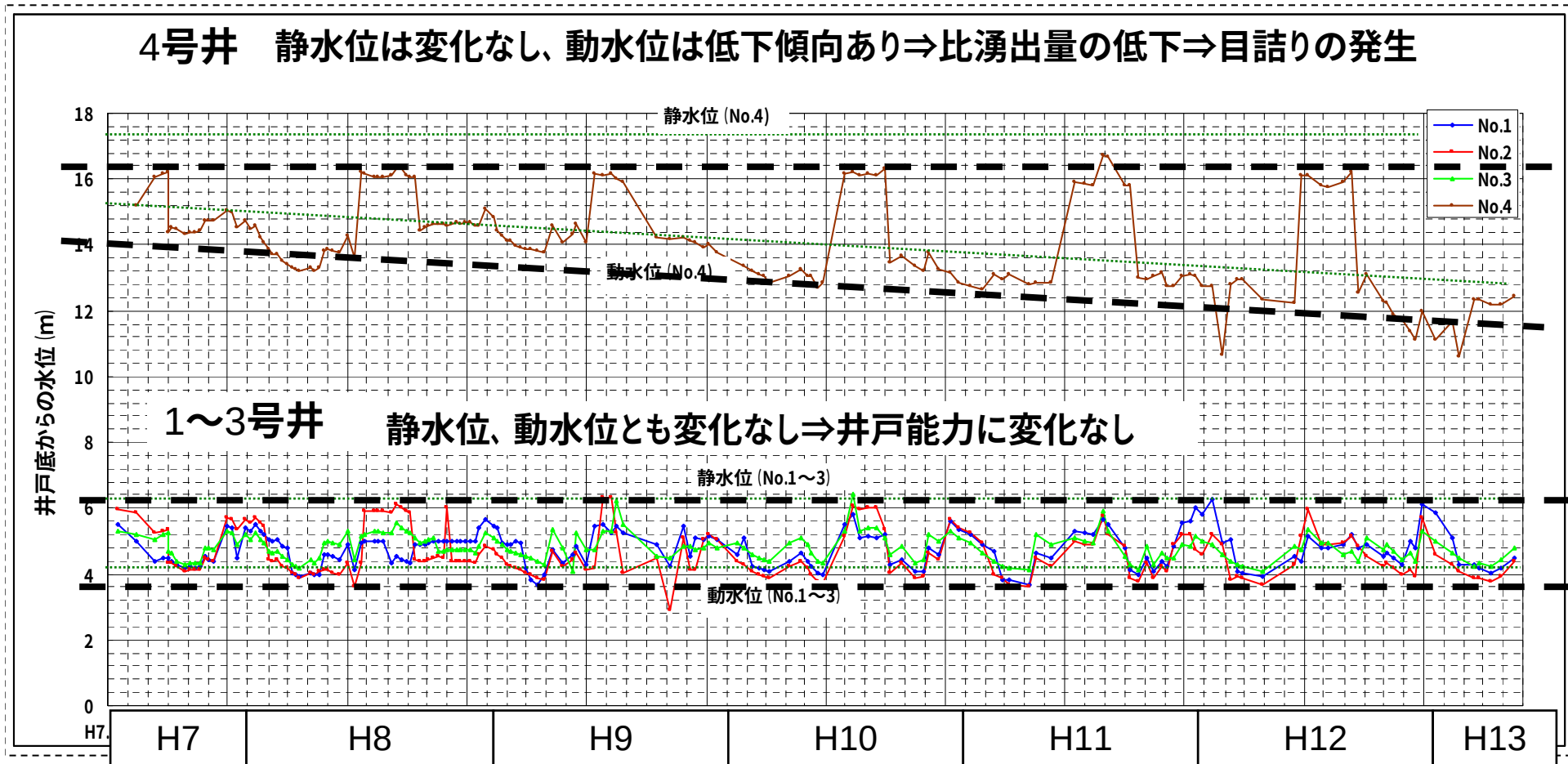
③ 水質

- 水質の日常的観測項目は、濁度・電気伝導率・水温などがあげられる。
- 電気伝導率は、溶存する化学物質質量と比例関係にあるので、汚水・海水などの流入の推定に利用できる。
- 被圧地下水の水温は比較的安定しているので、温度に変化が生じた場合、別な層からの流入が推定できる。

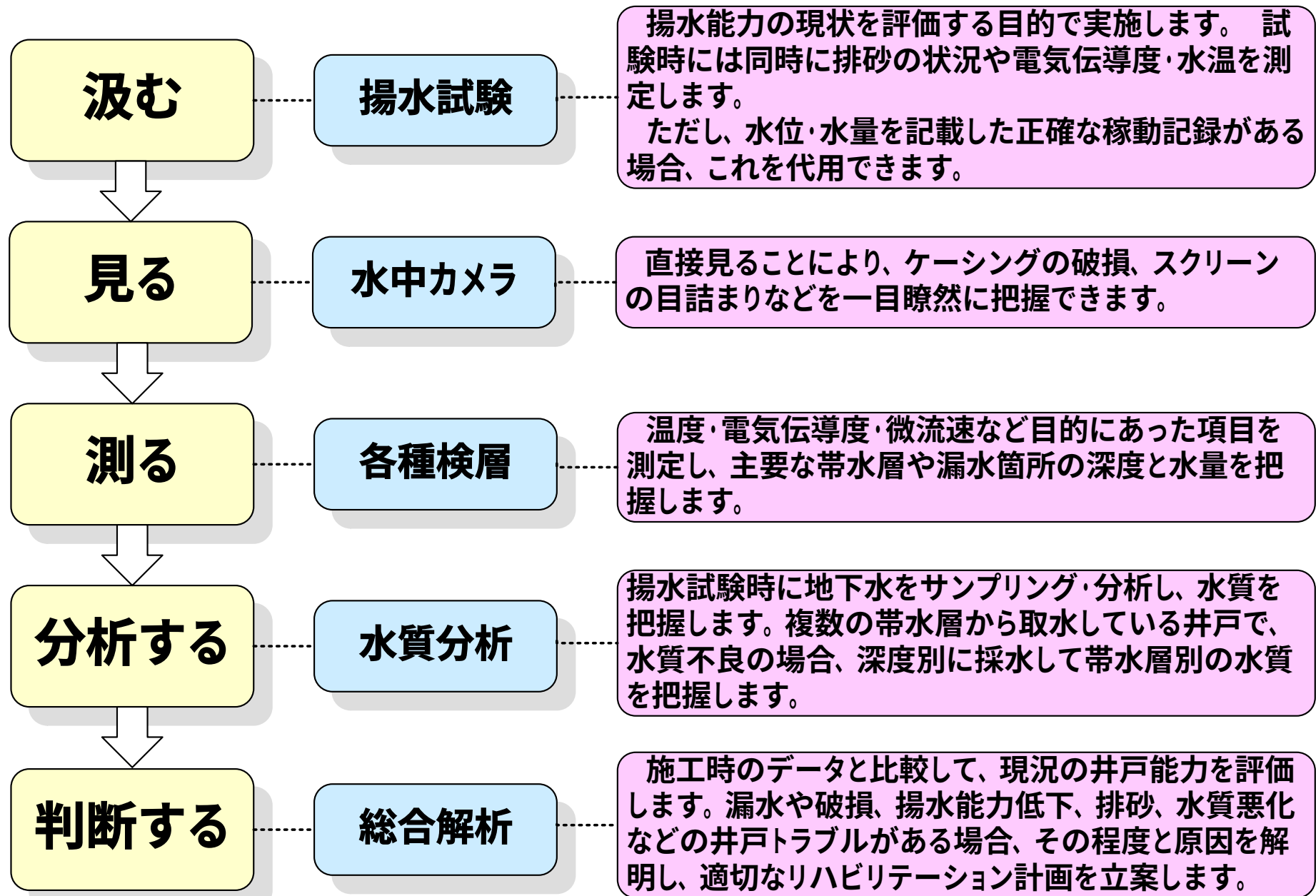


(2) データ整理 (静水位・動水位のグラフ) の例

井戸水位の経時変化



(3) 井戸点検



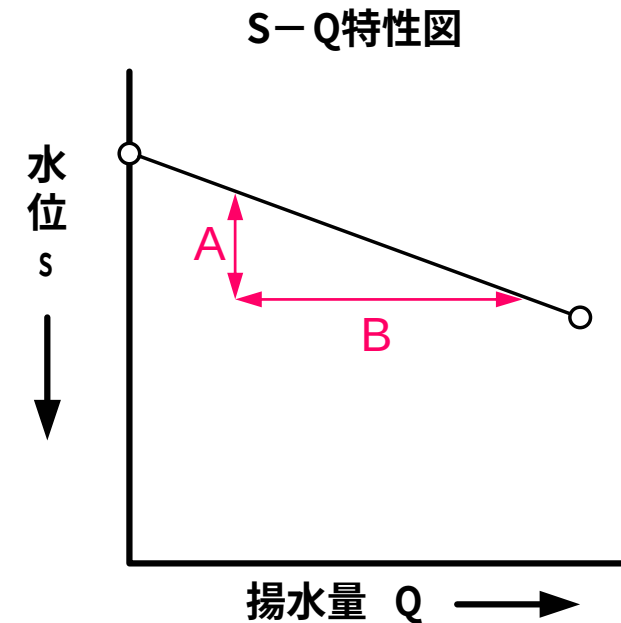
井戸点検検層一覧

検層種目	測定項目	目 的
温度・電気伝導度 検層	温度	孔内温度の局所的変化から 地下水流入・漏水箇所および帯水層の判定に有効 です。
	電気伝導度	電気伝導度は溶存電解質成分は多いほど高い値を示すことから 地層水(地下水・温泉)の流入箇所検出に非常に有効 です。
水中カメラ	画像	孔内にTV カメラを入れて、直接見ることにより、 ケーシングの破損、スクリーンの目詰まりなどを一目瞭然に把握 できます。
微流速検層	孔内流速	自然・揚水状態での孔内の縦流速を測定することで、 地下水流入箇所とその水量を把握 できます。

(4) 井戸機能診断

井戸機能診断の基礎的な指標

- ◆ 井戸の機能診断の指標となるのは、水量・水位・水質であるが、最も重要な要素は揚水量である。
- ◆ 揚水量に関して、井戸機能診断の基礎的な指標となるのは、『**比湧出量**』である。
- ◆ 比湧出量は、揚水量を水位降下量で割った値 (右図においてB/A) であり、次式で求められる。



$$\text{比湧出量 (L/min/m)} = \overset{B}{\text{揚水量 (L/min)}} \div \overset{A}{\text{水位降下量 (m)}}$$

ここに：水位降下量 (m) = 自然水位 - 揚水水位

※被圧地下水は一定、不圧地下水は自然水位の変動に伴い変化する

井戸機能診断の例 (比湧出量・被圧)

- ◆ 比湧出量が低下している場合 (図1, 2) は、スクリーン及びその周辺部の目詰りまたはスクリーンの埋没の可能性が高い。
- ◆ 当初能力の80%以下 (改修可能範囲) に低下していれば、早期にリハビリテーションを実施する。

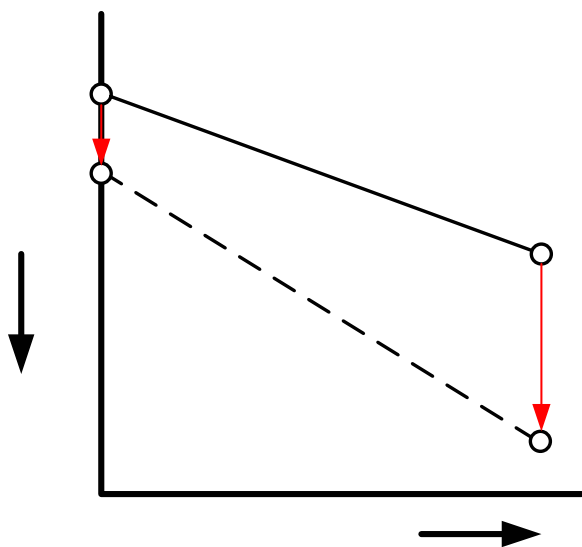


図1

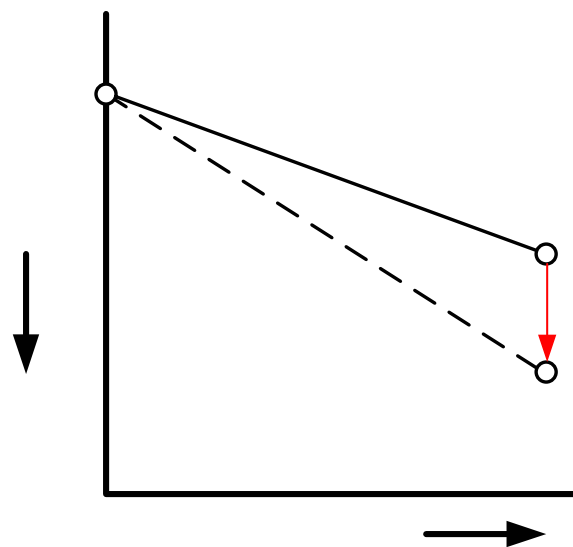


図2

井戸機能診断の例 (比湧出量・被圧)

- ◆ 比湧出量が大きくなっている場合 (図3, 4) は、水質の変化・揚砂の発生を伴えば、ケーシングの破損などにより、スクリーン区間以外から流入している可能性が高い。
- ◆ 水中カメラ等により破損箇所を確認し、内装管を設置する。

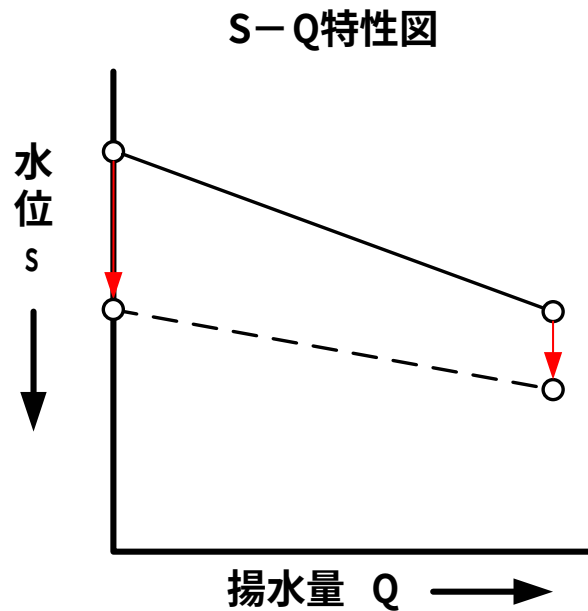


図3

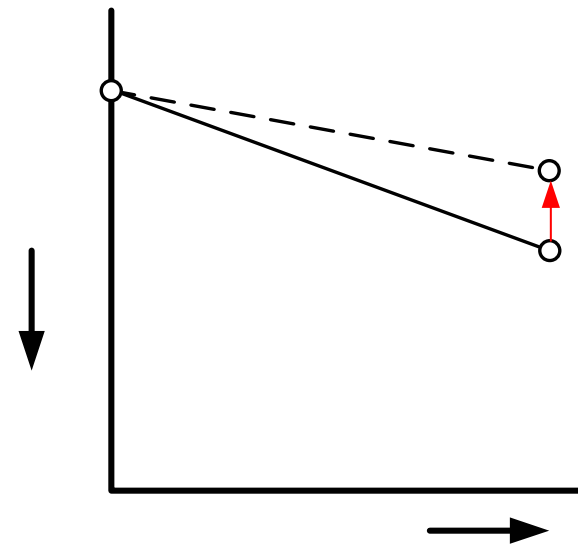


図4

井戸機能診断の例 (砂が流出)

- ◆ 揚水した水に砂が混入した、またはその砂の量が増加した場合は、揚水量が増加しているかを調査する。
- ◆ 揚水量が増加している場合は、過剰揚水によって帯水層内の集水流速が、砂の限界流速を上回った、または、井戸のスクリーンに水中ポンプが接近していることが考えられる。
- ◆ 揚水量が増加していない場合は、ケーシング、スクリーンの破損の可能性があり、井戸の内部点検を行う。井戸の内部点検では、水中ポンプを引き上げ、水中カメラでスクリーンの目詰まり状態や溶接箇所を詳細に確認する。

井戸機能診断の例 (水質が悪化)

- ◆ 水質の悪化は、①『塩素イオンの増加』と②『有害物質の検出』として現れることが多い。
- ◆ ①は、海岸に接近している井戸の場合で、地下水位の低下により塩水化を生じたため、塩素イオンや電気伝導率が増加する場合である。
- ◆ ②は、水質に有機塩素化合物などの有害物質が検出された場合であり、人為的な地下水汚染の可能性がある。水質のモニタリングを継続して濃度変化の傾向を確認し、環境基準を超えた場合には取水をただちに停止する。
- ◆ これらの原因を究明するため、井戸の詳細点検調査を行い、修復・改修工事または浄化方法について検討する。
- ◆ スクリーンに関する修復工事に際しては、修復効果を確認するために、水中カメラによる撮影を行う。カメラは修復工事の前後2回実施する。

井戸機能診断の例（比湧出量・被圧）

- ◆ 比湧出量は低下しておらず、静水位が低下している場合(図5)は地域全体の問題（水収支：過剰揚水による静水位の低下など）であり、改修の必要はない。
- ◆ 比湧出量は低下しておらず、静水位も低下していない場合(図6)、揚水設備または測定機器に異常が発生している可能性が高い。

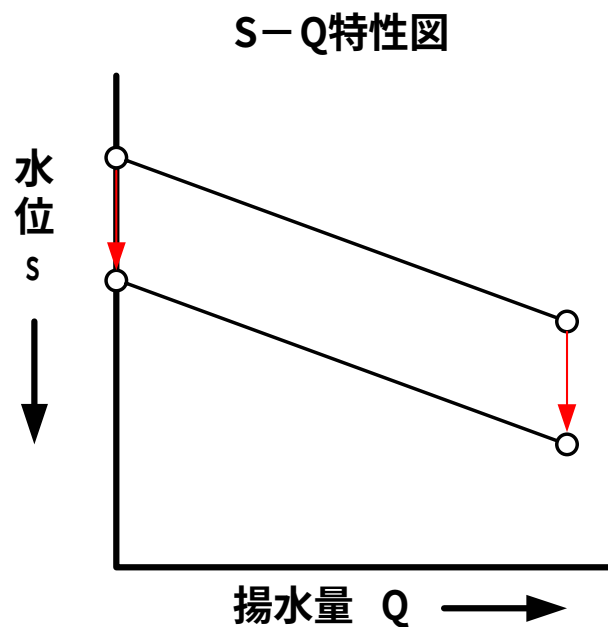


図5

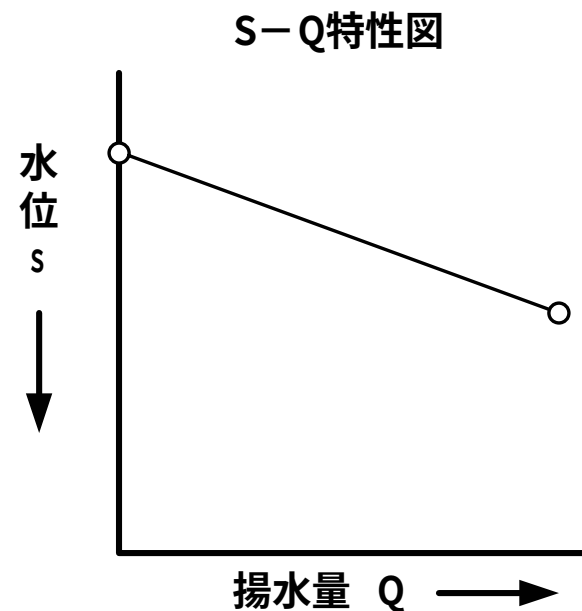


図6

(5) 井戸台帳の記入例

井戸管理台帳

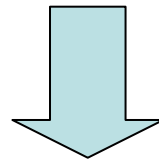
水源名称												記入年月日		平成22年9月9日																			
所在地・面積		勇払郡安平町遠浅40 m ²										保管資料																					
完成年月日		昭和62年7月 担当者										保管場所																					
水位測定基準点		井戸管頭 標高 m (地盤標高 m)										年月日		昭和62年7月		平成22年8月																	
ケーシング	口径	400	mm											場	試験名	昭和62年7月				平成22年8月													
	深度	GL-0~13.0	m													水	揚水量 l/min	水位 GL-m	比湧出量 l/min/m	揚水時間 min	揚水量 l/min	水位 GL-m	比湧出量 l/min/m	揚水時間 min									
	材質	SGP																															
	※井戸底は平成20年にセメンチング済み																																
スクリーン	形状	スリット型											水位 揚水量 特性図	特 記 事 項																			
	材質	SGP																															
	目幅	不明																															
	設置位置	GL-9.85~12.65	m																														
水中ポンプ	型式	エバラ製作所65BMSP253.7A										揚水能力	限界揚水量		400 L/min		適正揚水量		280 L/min														
	製造番号																																
	吐出サイズ	65mm																															
	揚程																																
	吐出量																																
	据付位置	井戸蓋-11.6m																															
	揚水管	SGPφ80A 11.6m																															
	モーター出力	3.7kw	回転数	2850min ⁻¹																													
	電圧	200V	電流	17A																													
	周波数	50Hz	ケーブル																														
改修経歴	平成18年 プラシング改修														水質	年月日		硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素		塩化物イオン		有機物		一般細菌		大腸菌		pH値		味		臭気	
	平成19年 プラシング改修															平成20年(改修前)		2.97mg/l		14.0mg/l		0.4mg/l		0lml中		不検出		6.7		異常なし		異常なし	
	平成20年 スワビング改修															平成20年(改修後)		2.91mg/l		15.0mg/l		0.4mg/l		0lml中		不検出		6.5		異常なし		異常なし	
	平成22年 スワビング改修															平成22年(改修後)		3.6mg/l		15.6mg/l		0.4mg/l		18lml中		不検出		6.4		-		異常なし	
揚水状況	年月日	自然水位	揚水量	動水位	水位降下	比湧出量	水温	伝導度	備考		水質	年月日		色度		濁度		鉄															
		GL-(m)	l/min	m	m	l/min/m	℃	mS/m				平成20年(改修前)		1度		0.3度		0.24mg/l															
	昭和62年7月	8.450	204.0	8.539	0.089	2292.1	-	-	井戸掘削時			平成20年(改修後)		<1度		<0.1度		0.02mg/l															
	平成14年8月	8.700	204.0	8.920	0.220	927.3	-	-	詳細不明			平成22年(改修後)		4.4度		3.6度		0.36mg/l															
	平成18年2月	8.460	204.0	9.602	1.142	178.6	-	-	井戸改修前																								
	平成18年2月	8.455	204.0	8.660	0.205	995.1	-	-	井戸改修後																								
	平成19年	8.470	204.0	8.850	0.380	536.8	-	-	井戸改修前																								
	平成19年	8.430	204.0	8.770	0.340	600.0	-	-	井戸改修後																								
	平成20年	8.532	222.2	9.699	1.167	190.4	10.5	18.46	井戸改修前																								
	平成20年	8.217	253.4	8.538	0.321	789.4	10.4	20.70	井戸改修後																								
	平成22年7月	8.532	289.6	11.245	2.713	106.7	10.5	19.70	井戸改修前																								
	平成22年7月	8.217	602.4	9.842	1.625	370.7	10.4	19.68	井戸改修後																								

まとめ

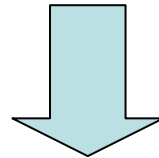
- ◆ 一般に水質良好な井戸の老化速度は遅く、水質不良な井戸は腐食やスケールの目詰り等により早く老化する。したがって、改修が必要となる時期は井戸により異なる。
- ◆ 井戸の健康状態は、稼動記録で判断できる。異常が無い場合は、改修の必要はない。
- ◆ 稼動記録に異常が発見されたとき機能診断を行います。稼動記録で異常の原因が判断できない場合、井戸点検を実施して原因を究明し、適切な対策を立案する。
- ◆ ただし、掘削時の井戸能力評価が十分でない場合、井戸点検は早期に実施するのが望ましい。

2.4 最終段階

機能診断結果により廃井と判断された井戸



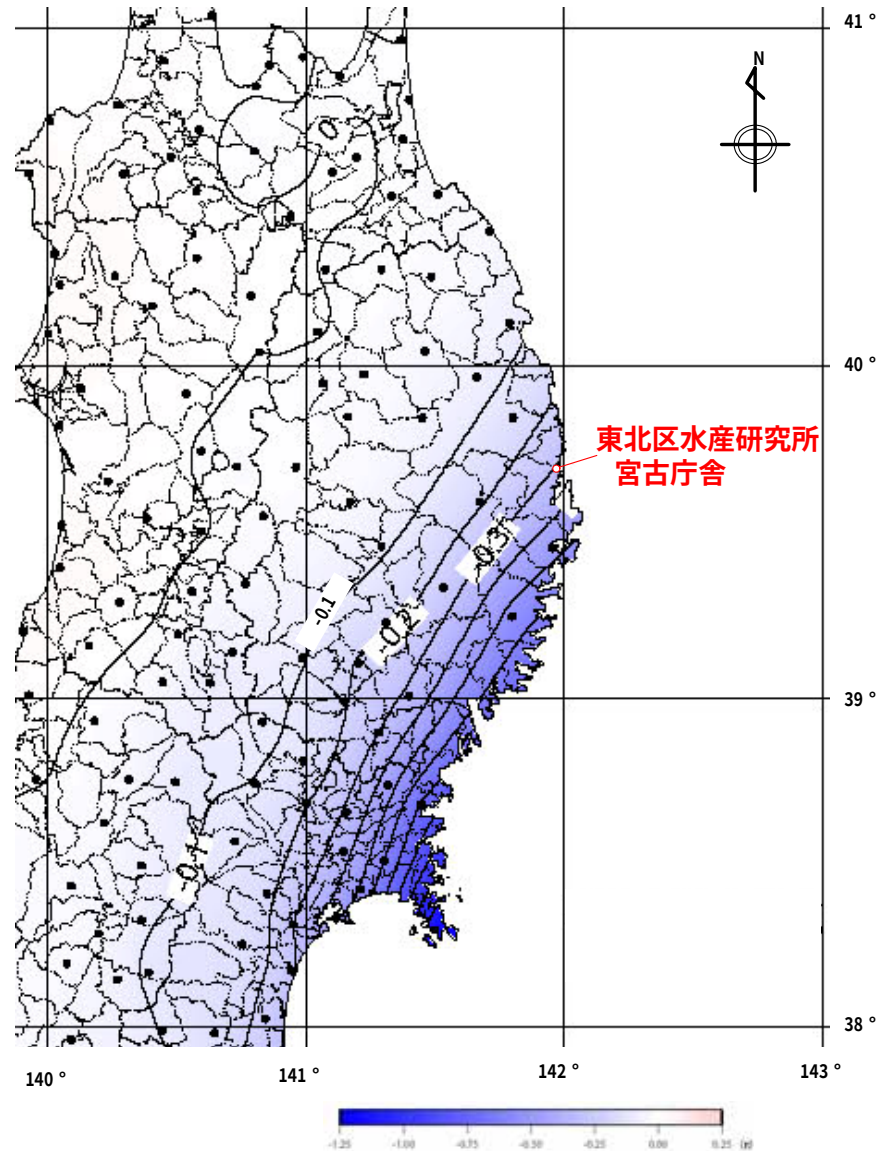
**そのまま放置するとケーシングの腐食等により、
地表水や表層付近に存在する汚濁水が井戸内へ
流入して地下水域を汚染させる可能性がある**



早急に廃井作業を実施し、地下水汚染を防止する

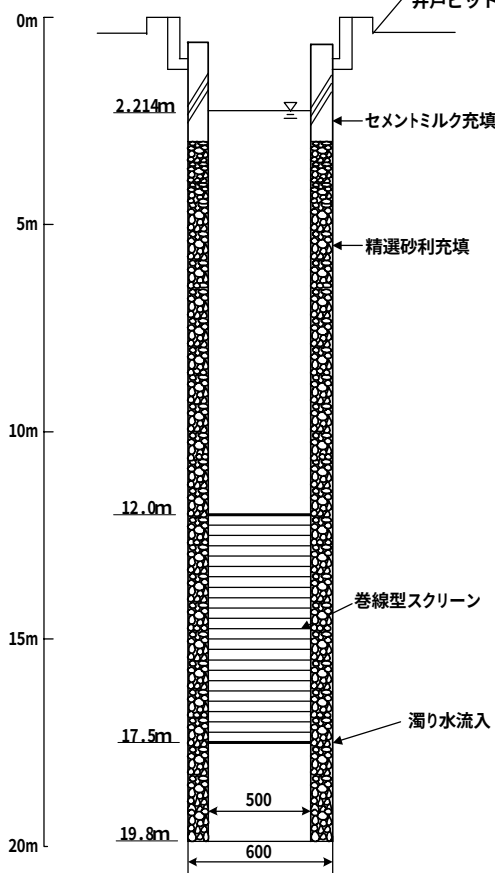
3. 点検・改修の事例紹介

事例1 東北区水産研究所 宮古庁舎井戸点検



井戸調査票

水源名称	東北区水産研究所 宮古庁舎井戸			記入年月日	平成23年 8月 2日		
所在地・面積	岩手県宮古市崎山4-9-1			保管資料			
完成年月日	平成22年4月	担当者		保管場所			
水位測定基準点	井戸ビット天端	標高	m (地盤標高 m)	年月日	平成23年6月23日	平成22年6月1日	



水位・深度測定基準
井戸ビット横コンクリート部

2.214m

セメントミルク充填

精選砂利充填

12.0m

巻線型スクリーン

17.5m

濁り水流入

19.8m

500

600

東北区水産研究所 宮古庁舎井戸

全景



井戸側壁はひび割れ等なし

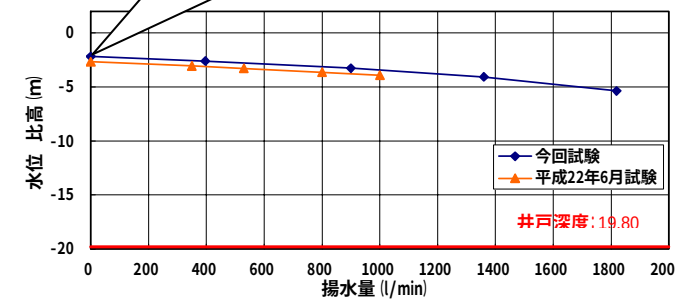


スクリーンにスケールが付着している

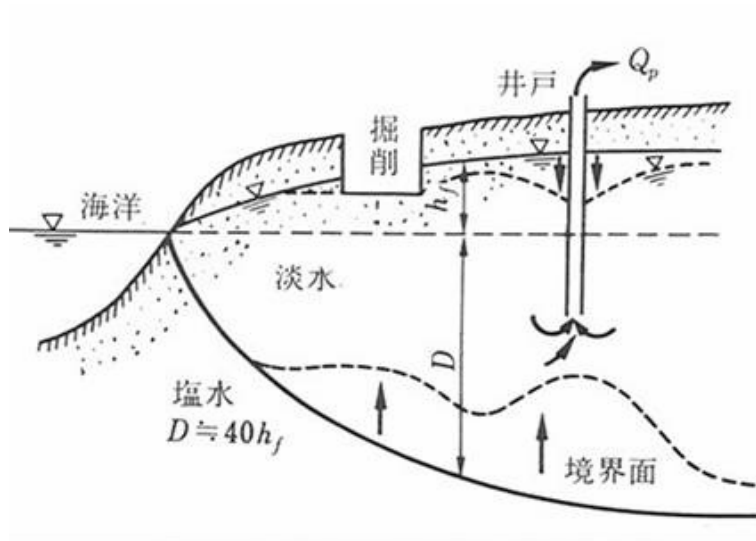


やや砂で埋まっている



揚 水 試 験	試験名	揚水量 l/min	水位 GL+m	比湧出量 l/min/m	揚水時間 min	揚水量 l/min	水位 GL+m	比湧出量 l/min/m	揚水時間 min
	静水位	0	-2.216	—	—	0	-2.682	—	—
	段階1	396.0	-2.604	1020.6	120	350.0	-3.058	415.7	180
	段階2	900.0	-3.271	853.1	120	530.0	-3.302	488.0	180
	段階3	1360.0	-4.082	728.8	120	800.0	-3.640	561.8	180
	段階4	1818.0	-5.375	575.5	120	1000.0	-3.927	584.5	180
水 位 — 揚 水 量 特 性 図	46.6cm静水位上昇  井戸深度: 19.80								
揚 水 能 力	限界揚水量								
	適正揚水量								
	安全揚水量								
	予想最低動水位								
水 質	pH	色度	濁度	Cl (mg/l)	Fe (mg/l)	Mn (mg/l)	電導度 (mS/m)	温度 (°C)	
	H22.4.19	6.8	1未満	0.1未満	10.8	<0.03	0.005	-	10.2
	H23.6.23	6.5	1.5	0.7	81.9	0.1	0.001	27.2	9.1
特 記 事 項									

塩水化の考え方



Ghyben-Herzberg の式

h_f : 海水面を基準として自由水面の高さ

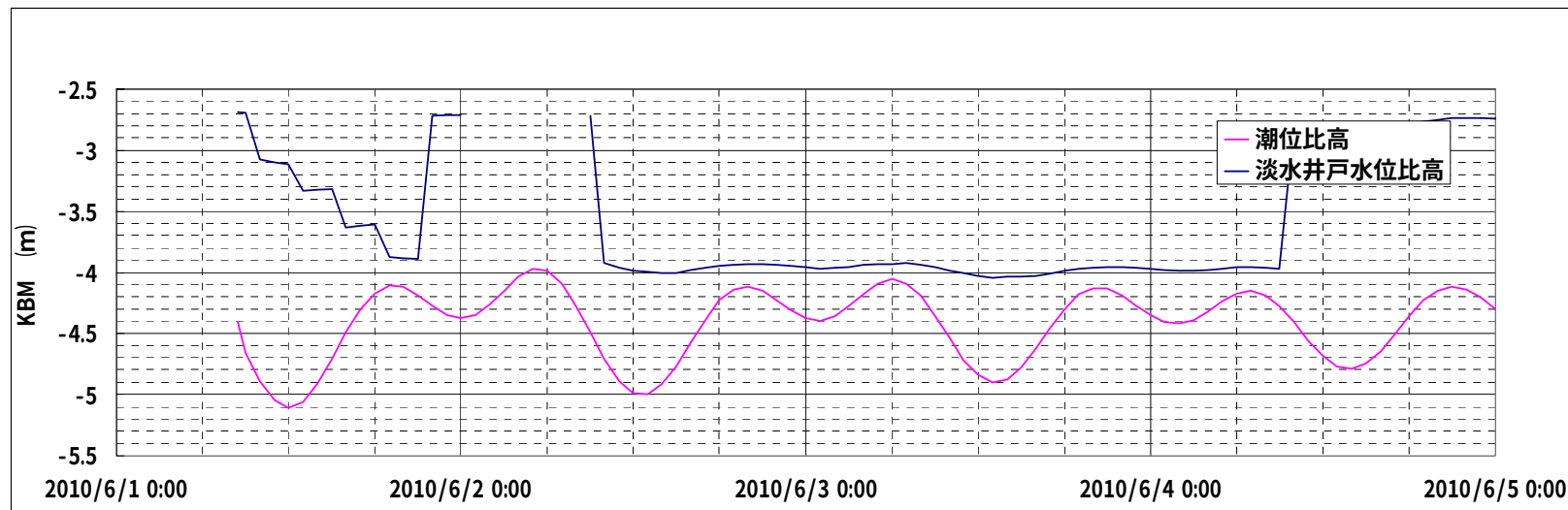
D : 海水面から淡水-塩水の境界面までの深さ

$$D = \gamma_f \times h_f / (\gamma_s - \gamma_f)$$

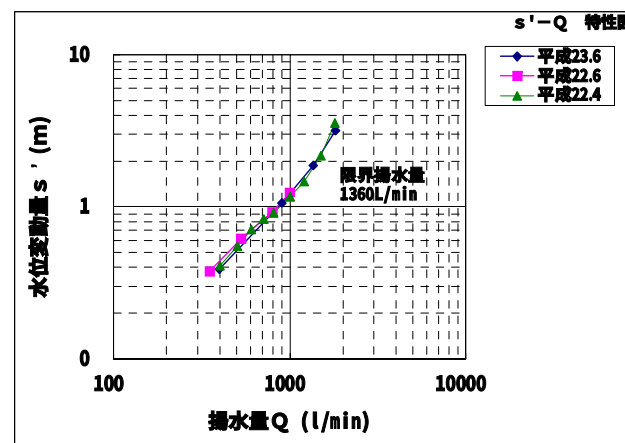
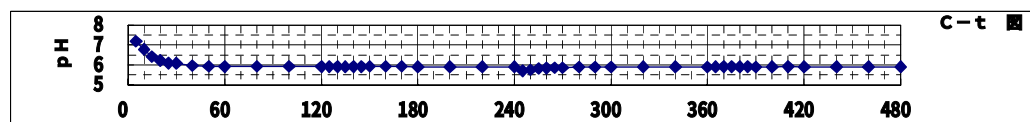
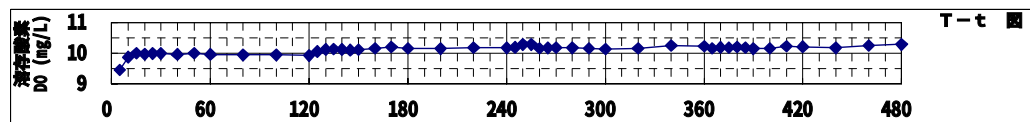
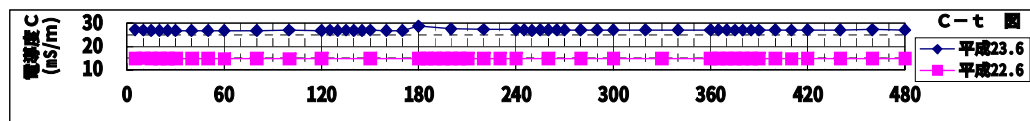
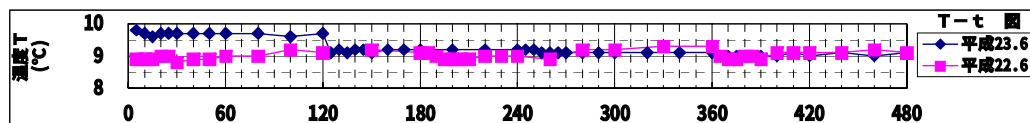
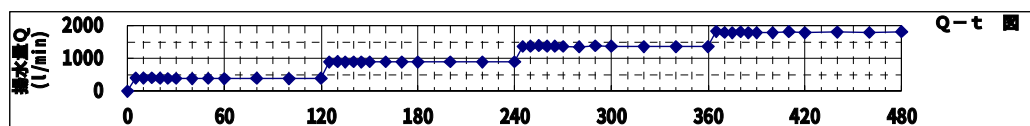
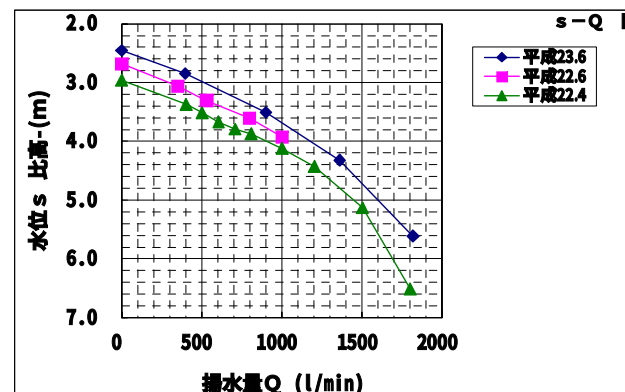
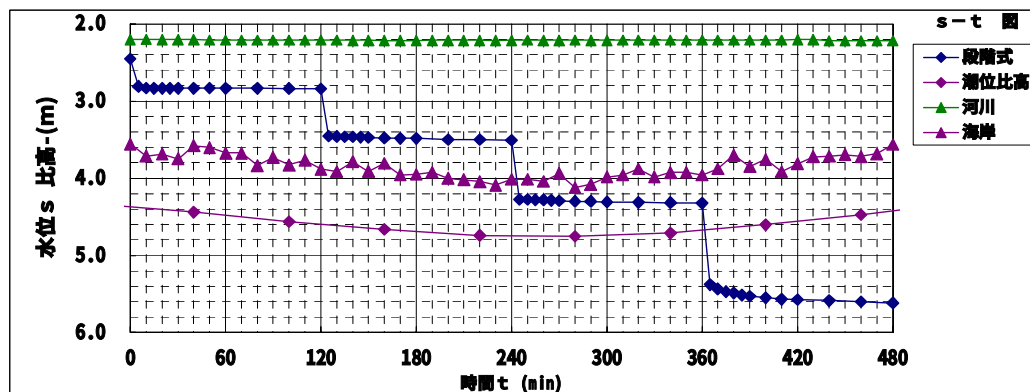
γ_s : 海水の比重、 γ_f : 淡水の比重

ここで、 $\gamma_s = 1.025$ 、 $\gamma_f = 1.00$ とすると

$$D \approx 40 \cdot h_f$$

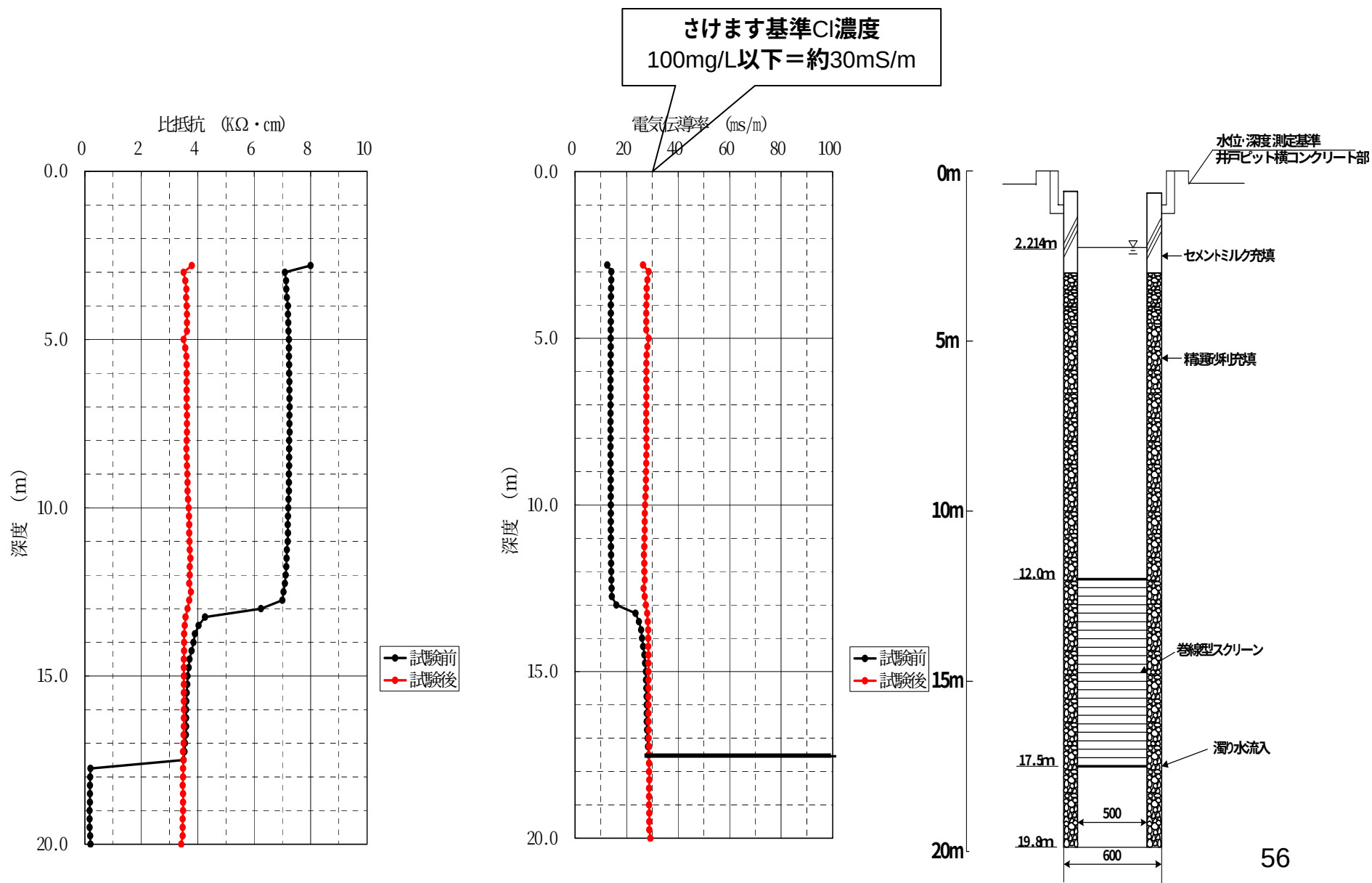


宮古庁舎井戸点検 揚水試験結果



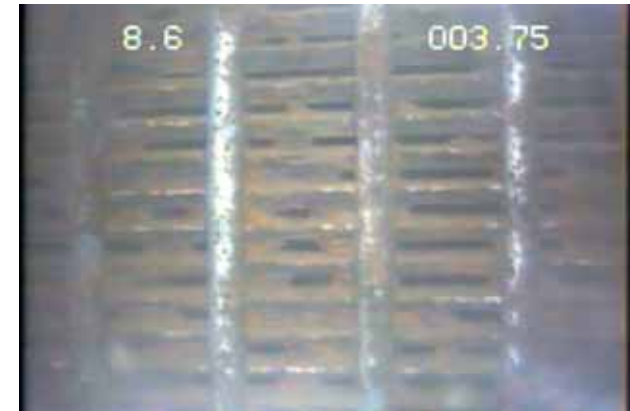
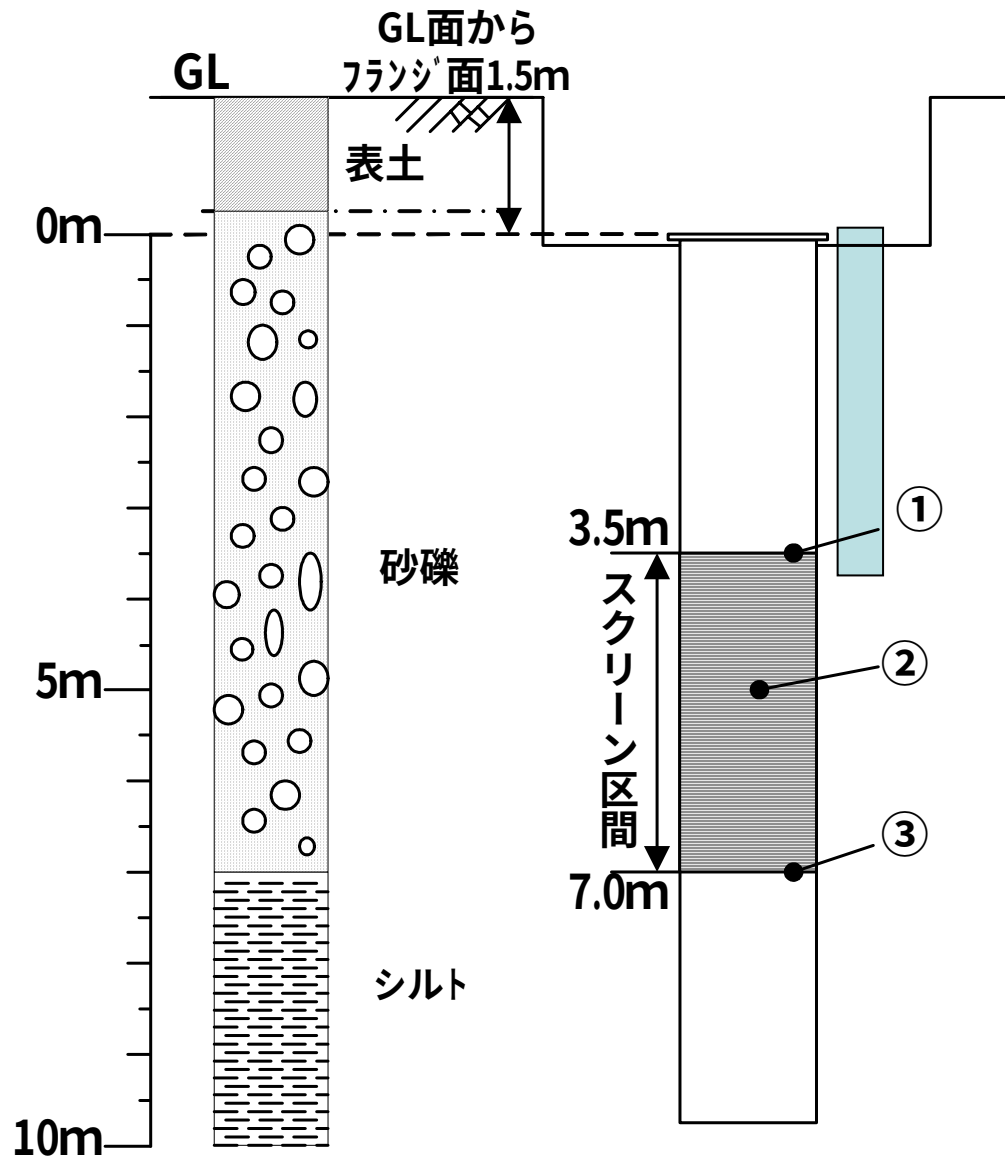
試験名	揚水量 (l/min)	動水位 比高-(m)	動水位 FL-(m)	水位変動量 (m)	比湧出量 (l/min/m)	温度 (°C)	電導度 (mS/m)	時間 (min)
初期水位	0.0	2.454	2.216	0.000	—	—	—	—
1段階目	396.0	2.842	2.604	0.388	1021	9.7	27.00	120
2段階目	900.0	3.509	3.271	1.055	853	9.2	27.30	120
3段階目	1360.0	4.320	4.082	1.866	729	9.1	27.20	120
4段階目	1818.0	5.613	5.375	3.159	575	9.1	27.20	120
試験井戸横のコンクリート面				0.000 m				

宮古庁舎井戸点検 塩水化調査 (地下水検層)

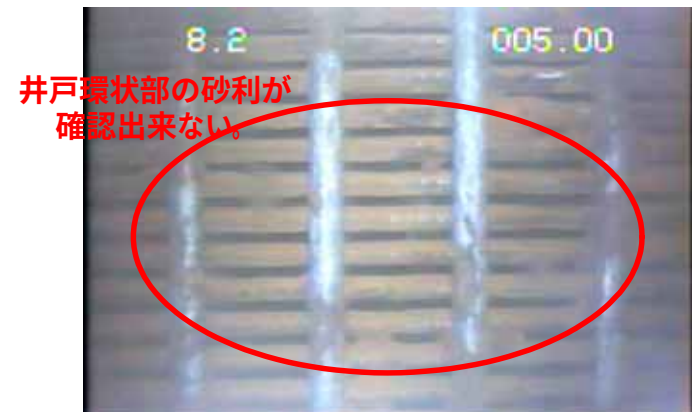


事例2. スクリーン周辺の空洞化

地質柱状図



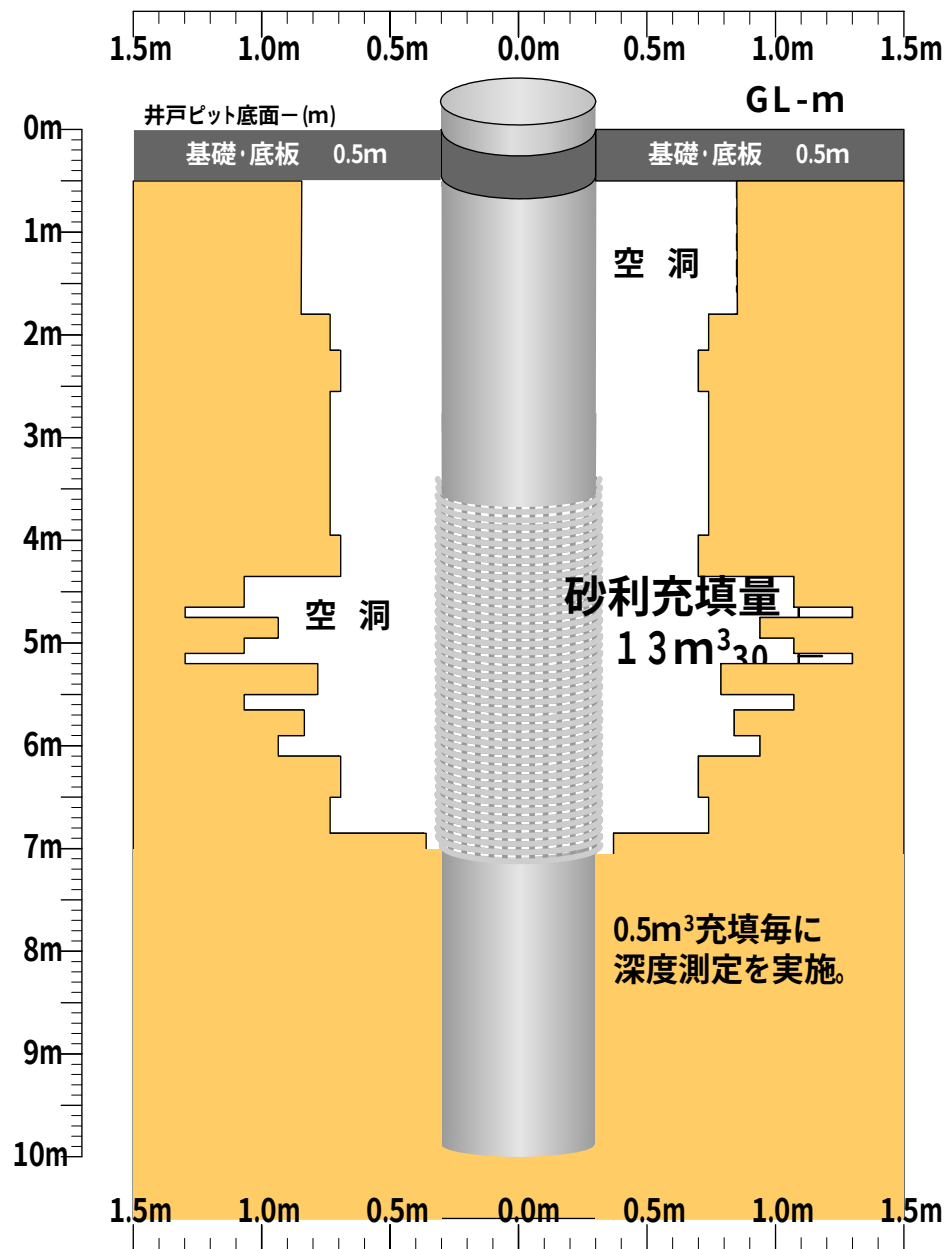
写真① 深度3.75m付近



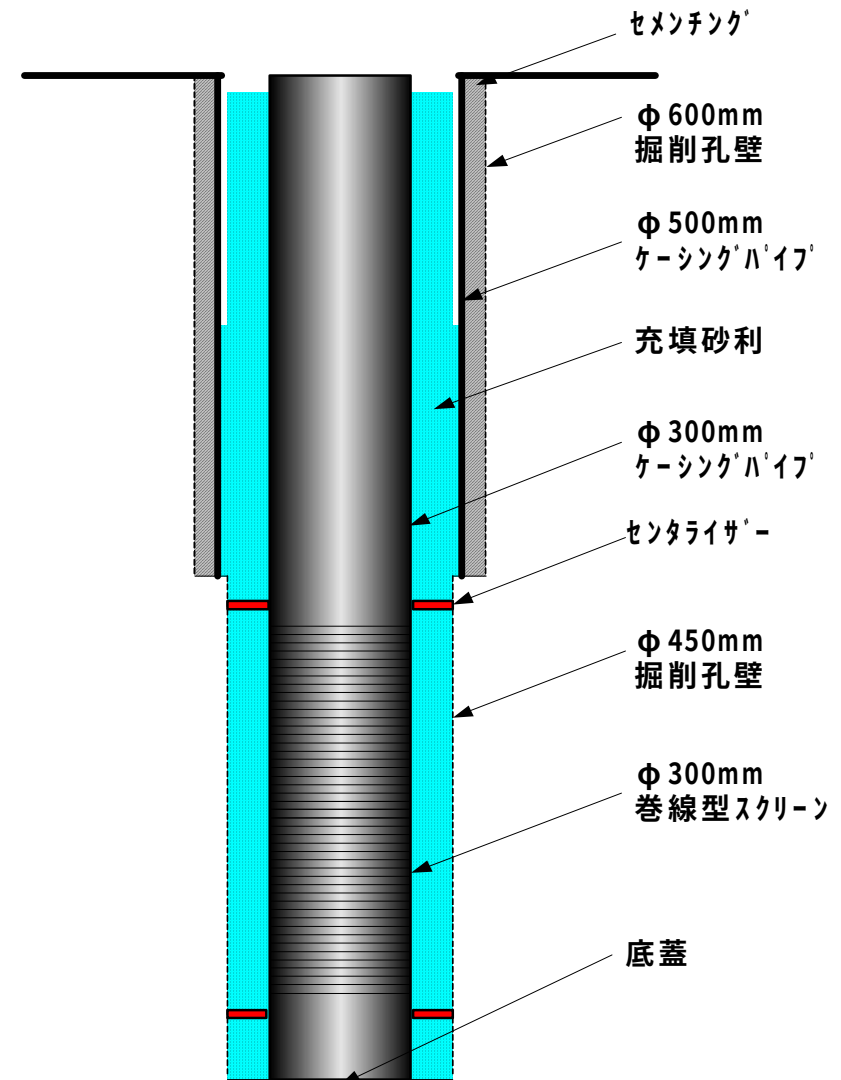
写真② 深度5.0m付近



写真③ 深度7.0m付近

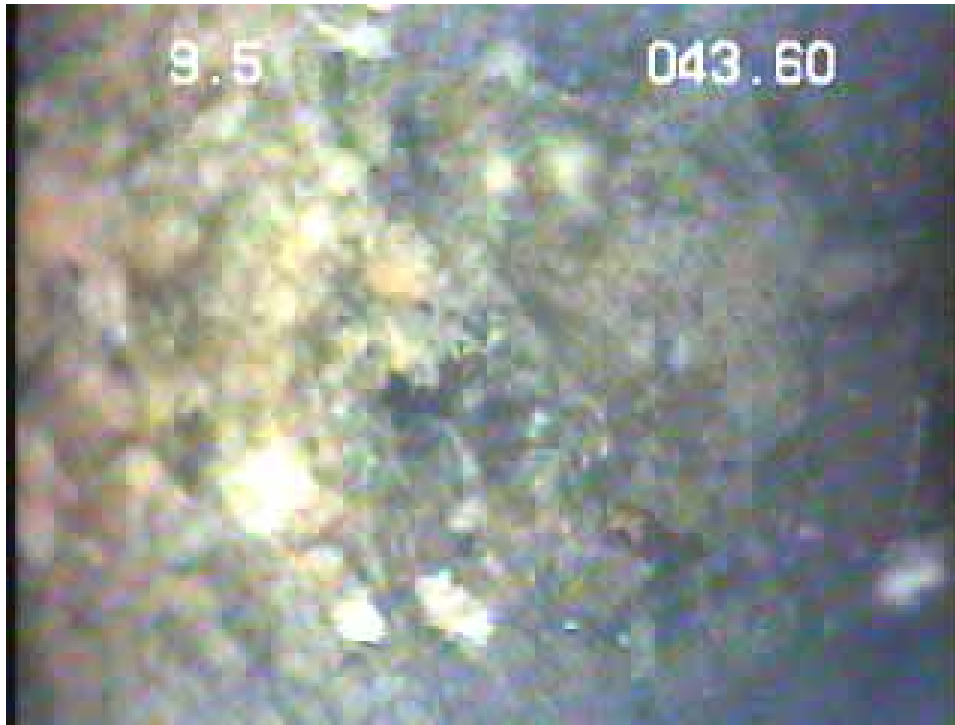


空洞化状況の推定図



井戸構造図 (新規)

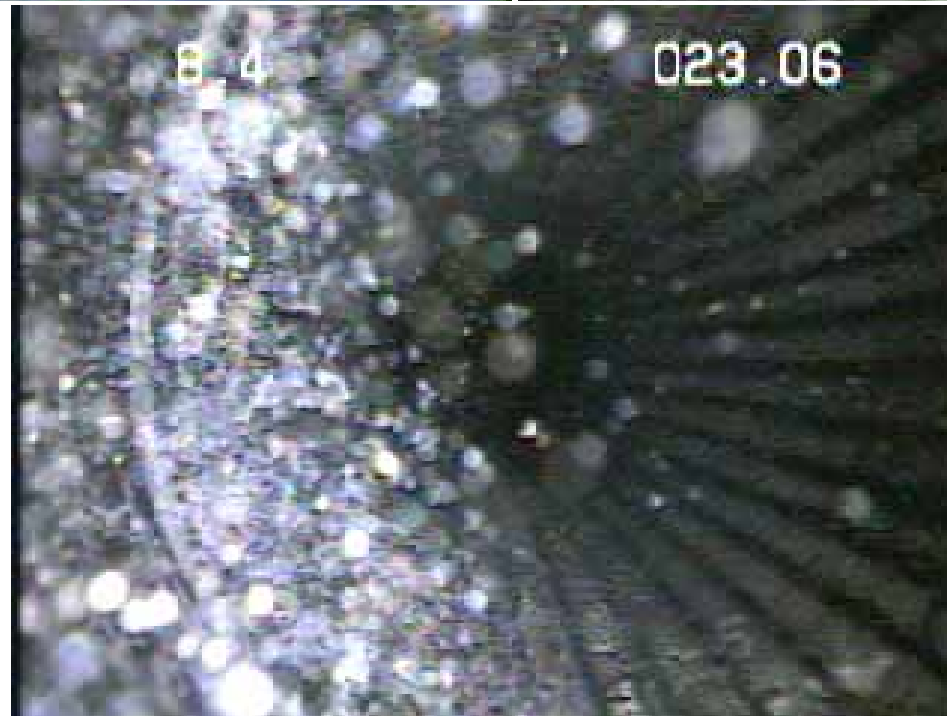
事例3 水中テレビカメラ撮影の映像



鉄バクテリア



裸孔

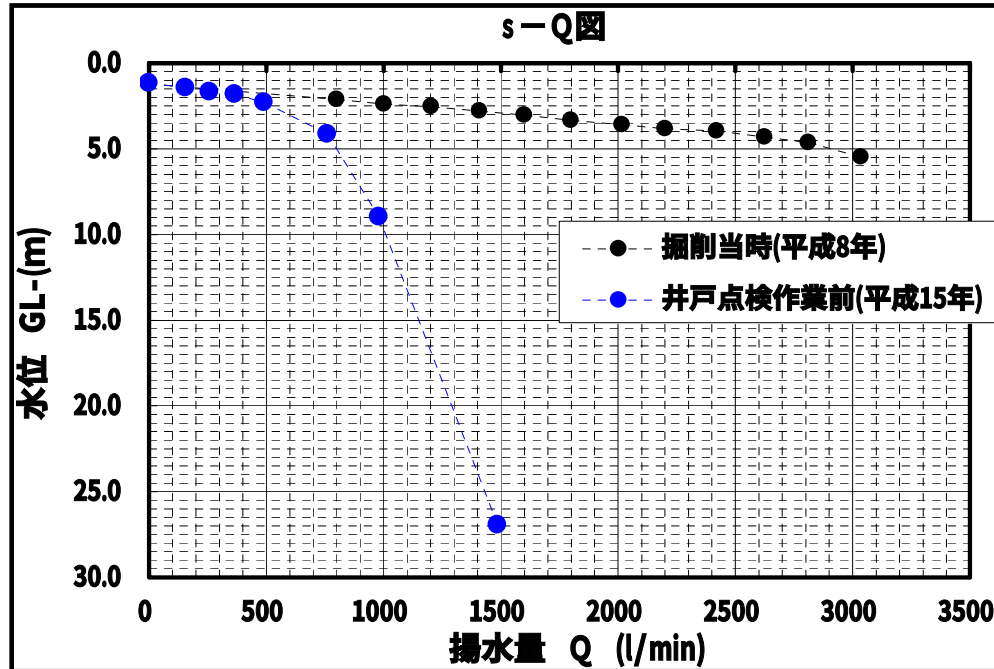


スクリーン破損

事例4 鉄バクテリアによる能力低下

(問題点)

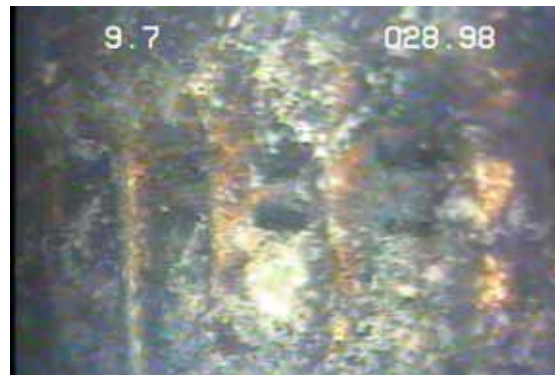
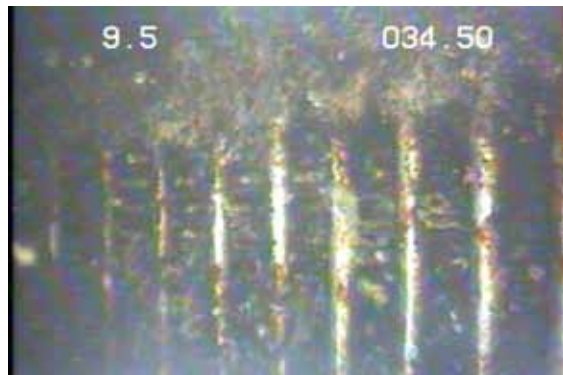
井戸能力の低下



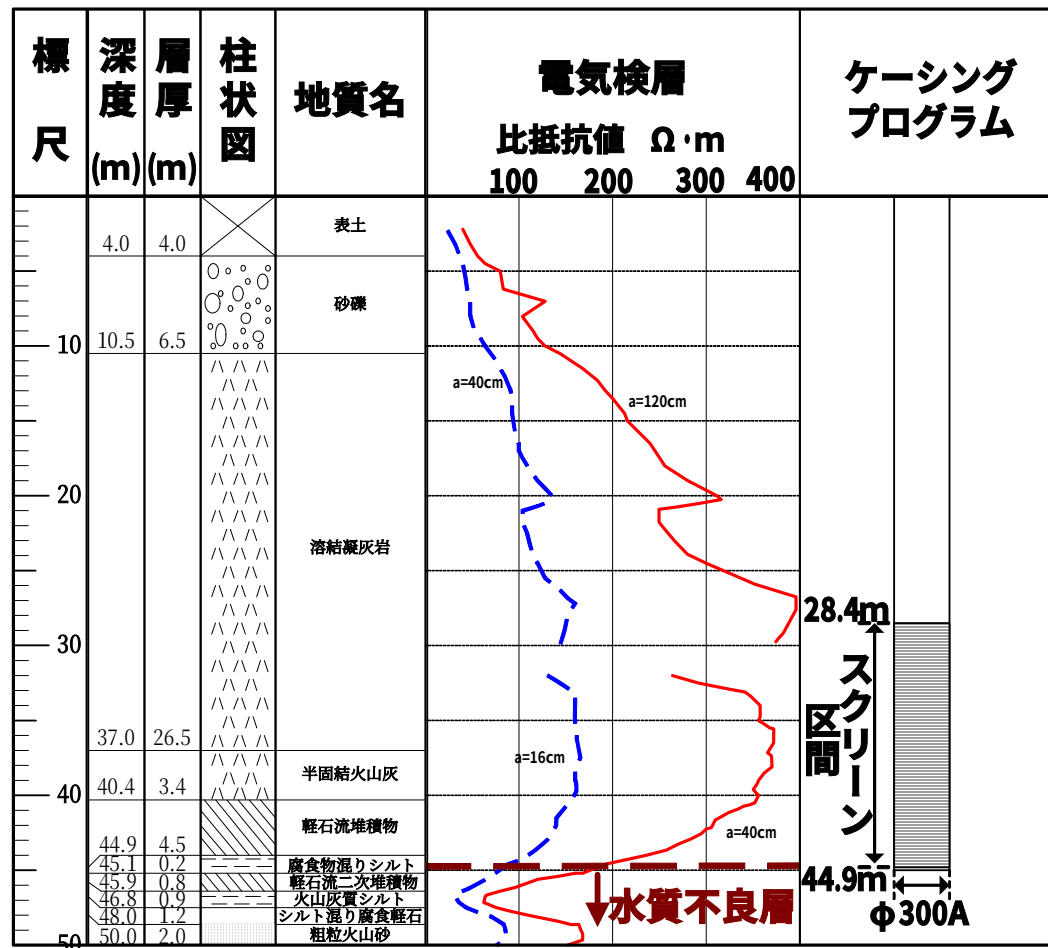
水質変化

	鉄及びその化合物	マンガン及びその化合物
平成8年 掘削当時	0.01 mg/L以下	0.001 mg/L以下
平成12年	0.16 mg/L	0.036 mg/L
平成15年 点検作業前	0.11 mg/L	0.048 mg/L

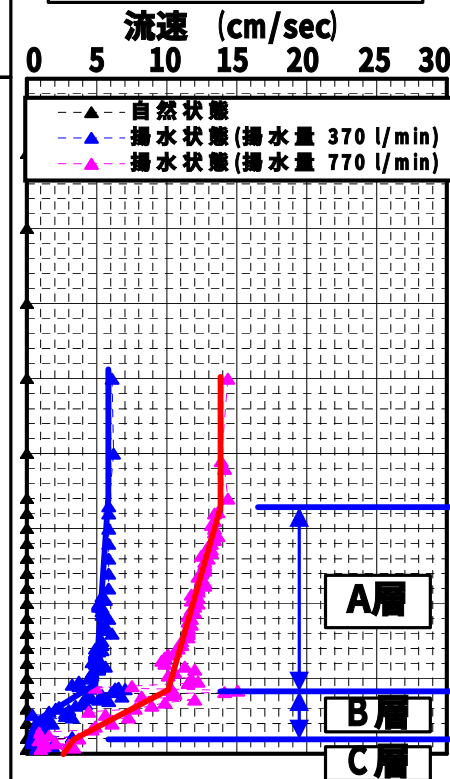
鉄バクテリアの発生



井戸点検結果



微流速検層結果



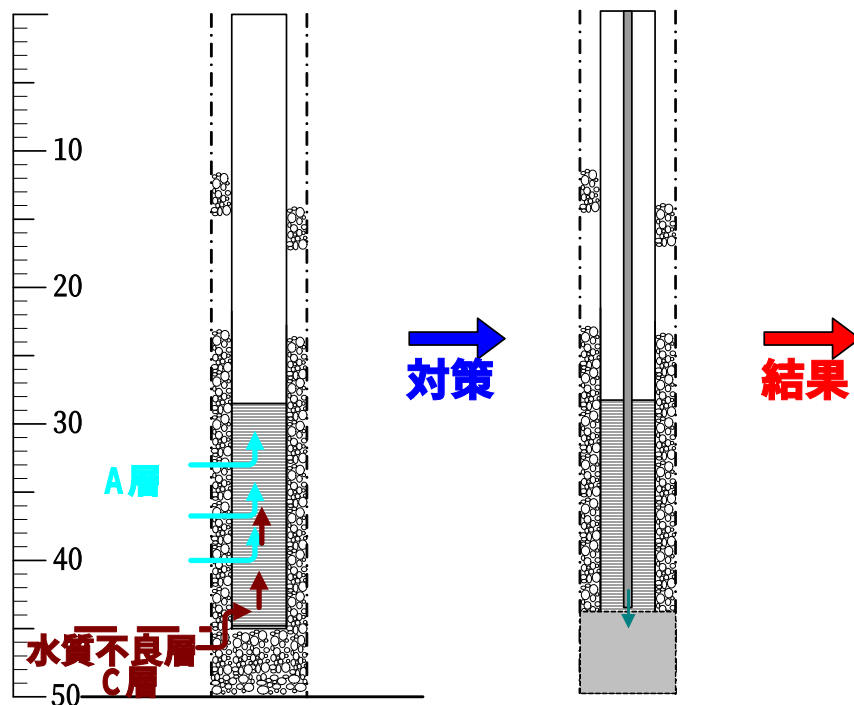
水質試験 (深度別サンプリング)

鉄分濃度 (mg/L)	
深度別	全層
0.08	0.11
0.22	
0.61	

C層の鉄分濃度が高く、鉄バクテリアの発生原因となっている。

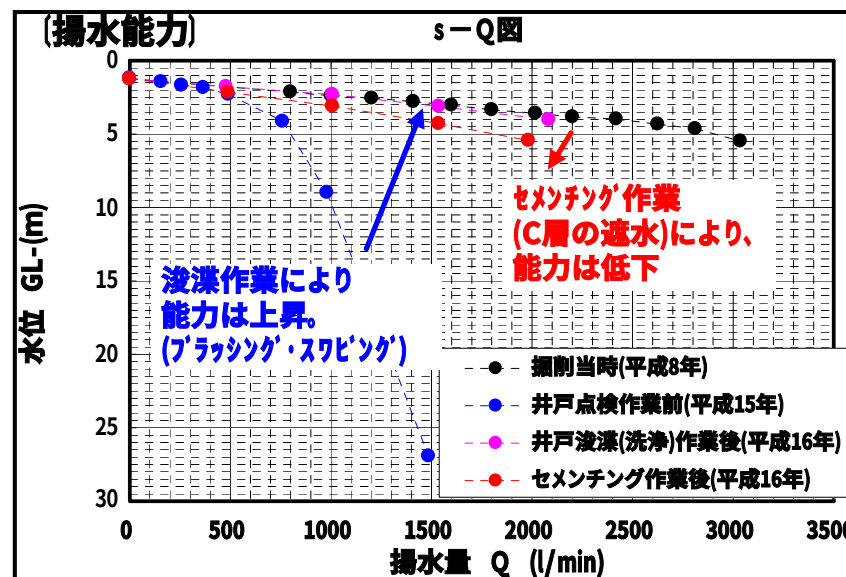
井戸障害発生要因

対策工

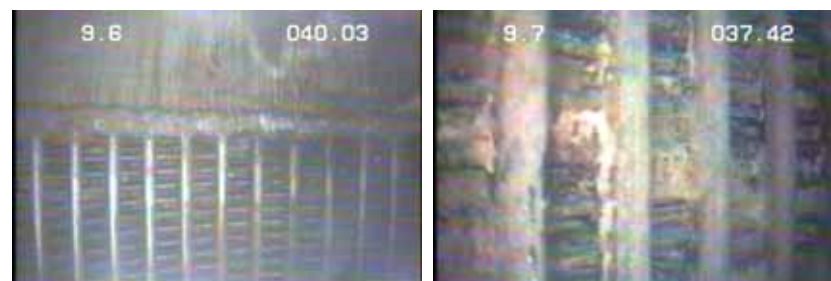


A層と鉄分濃度の高いC層が、混合することにより、井戸内の鉄分濃度が、鉄バクテリアの繁殖しやすい環境（鉄分濃度）となっている。

セメンチングによる
水質不良層を遮水



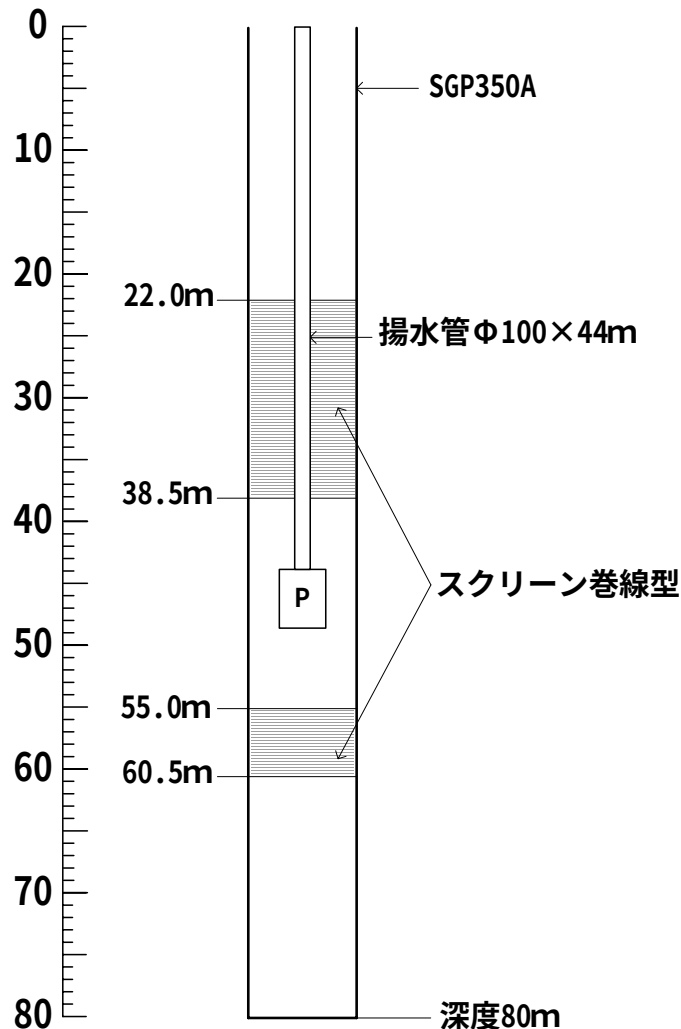
(井戸内状況：水中テレビカメラ撮影)



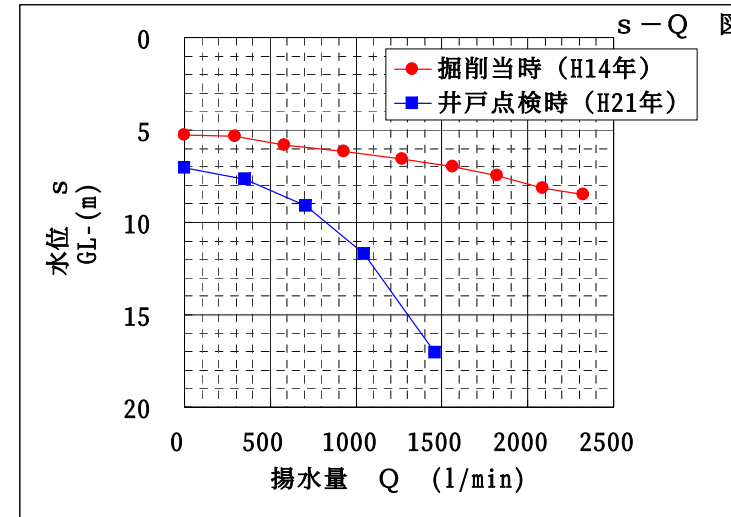
(水質)	鉄及びその化合物	マンガン及びその化合物
掘削当時(H8)	0.01 mg/L以下	0.001 mg/L以下
(H12)	0.16 mg/L	0.036 mg/L
点検作業前(H15)	0.11 mg/L	0.048 mg/L
浚渫作業 セメンチング作業後	0.02 mg/L	0.001 mg/L

事例5 スケール付着による能力低下

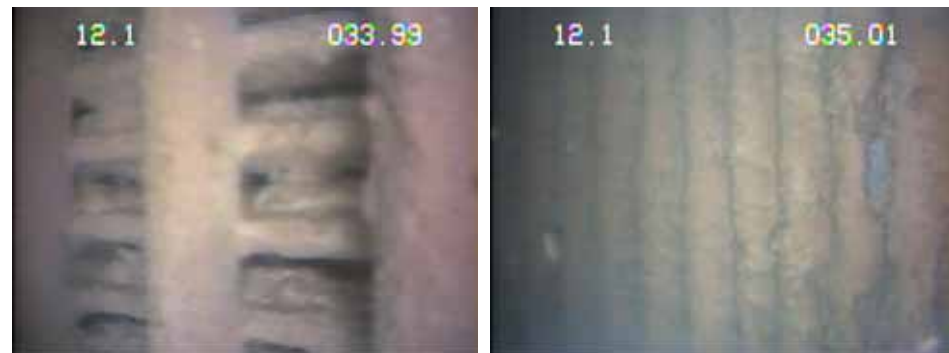
(井戸構造図)



井戸点検により、スケールが付着しているため井戸能力が大幅に低下していることが確認された。

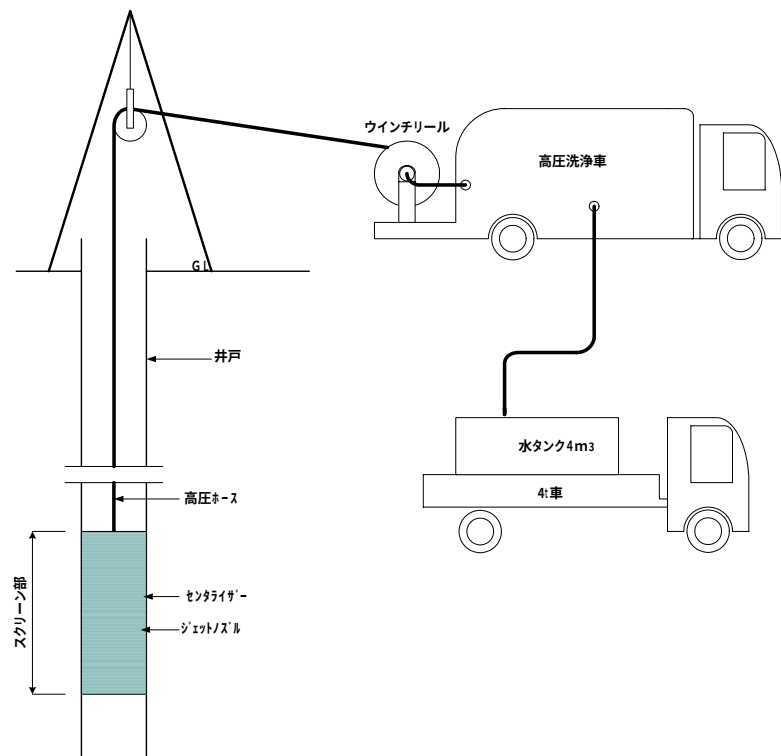


設置当時と比較して水位低下が大きく、井戸能力の低下が著しい。限界揚水量は900L/min程度である。



巻線がほとんど確認できない程、スケールが付着している。

〈対策工：高圧ジェット洗浄〉



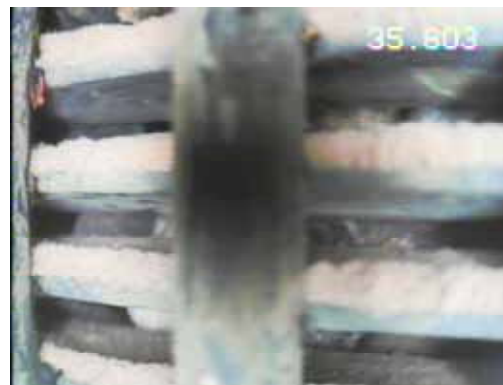
ジェットノズル部

ジェットング前



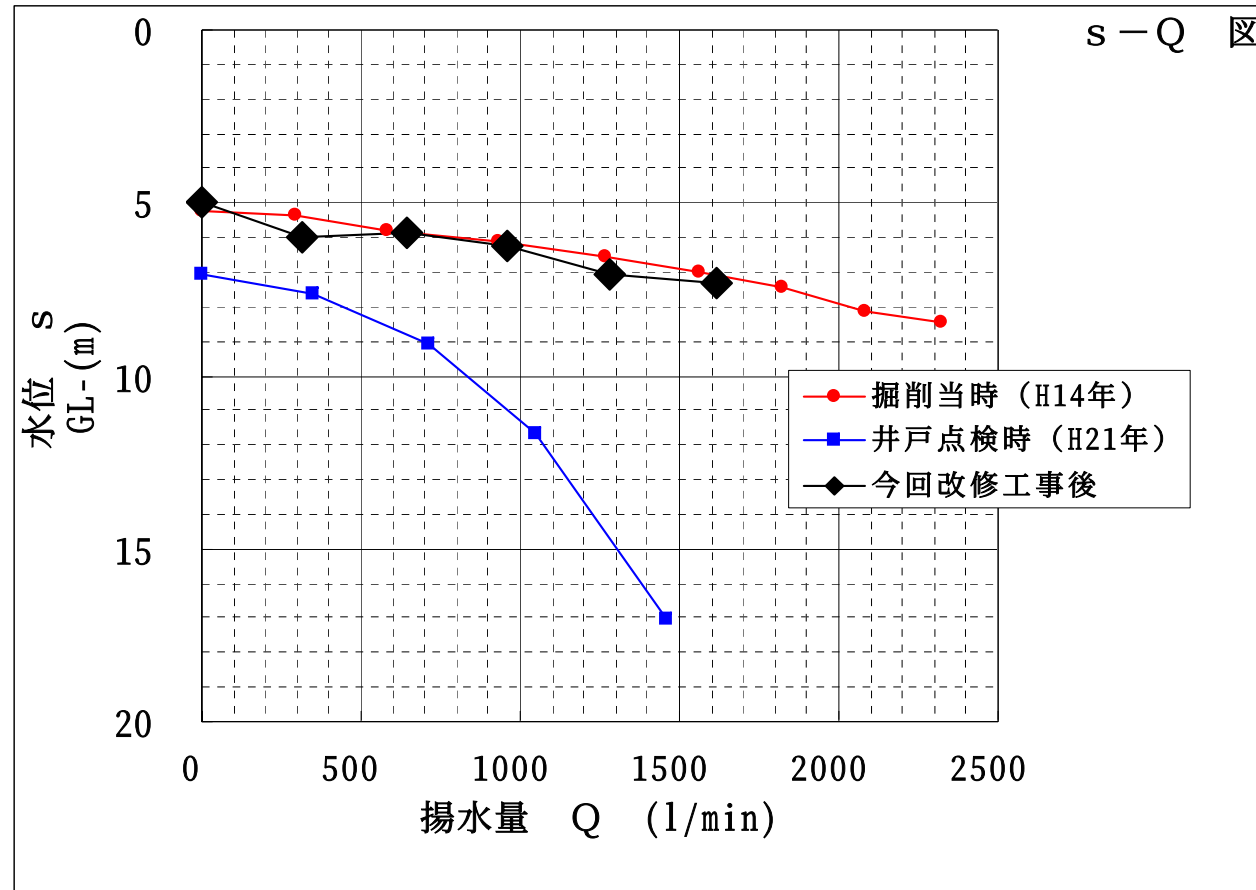
巻線がほとんど確認できない程、スケールが付着している。

ジェットング後



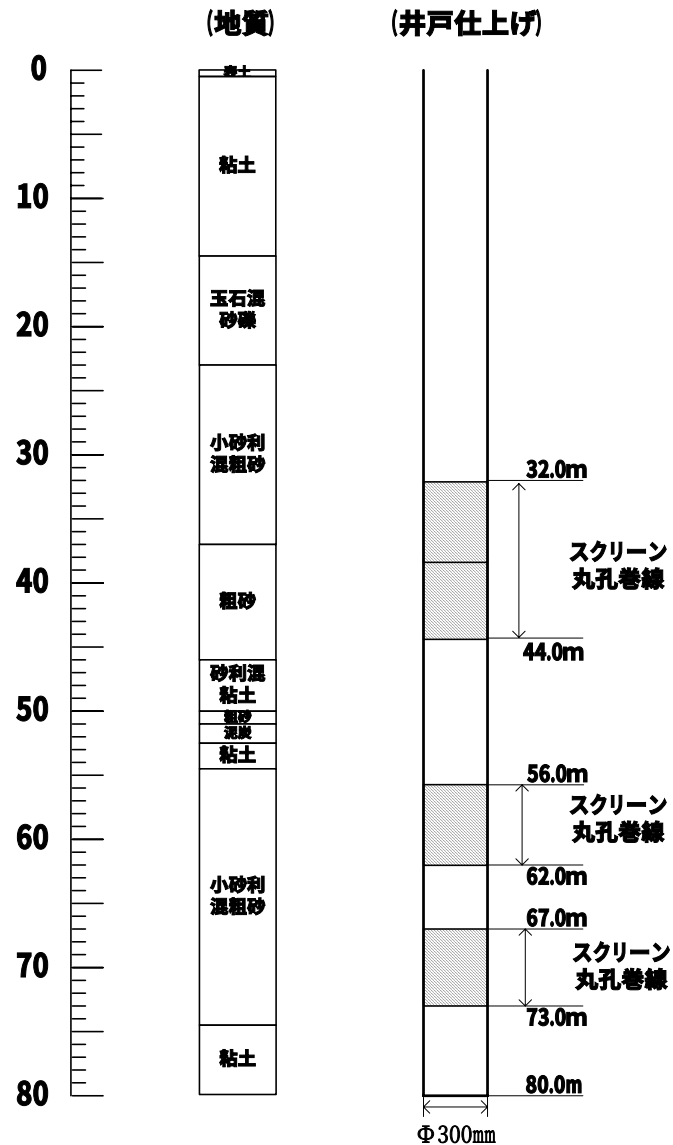
スケールが除去され、外側の充填砂利まで確認できるほど、目詰まりが解消されている。

〈対策後：揚水試験 s-Q図〉



能力は大幅に上昇し、設置当時と
ほぼ同程度まで回復している。

事例6 ケーシング破損

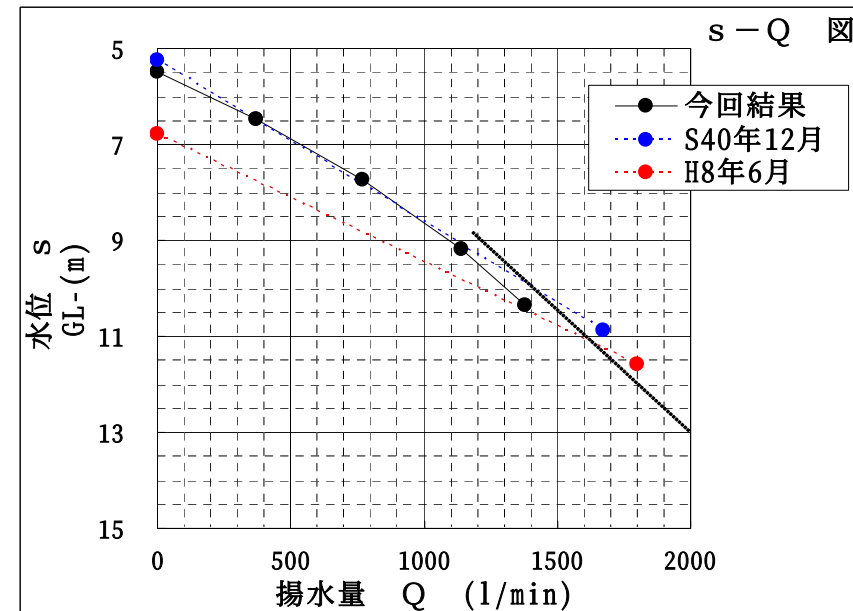


〈問題点〉

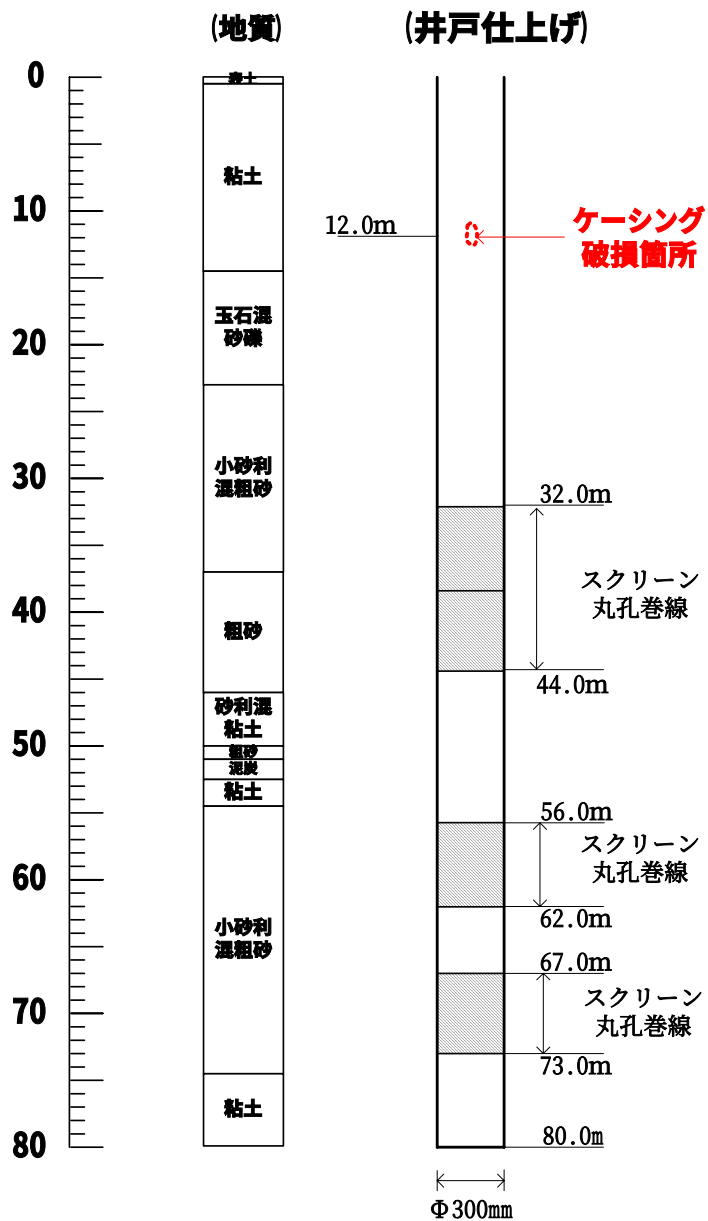
井戸に排砂が発生している。

〈調査項目〉

簡易揚水試験
微流速検層
水中テレビカメラ



揚水試験結果から、井戸能力は大きく低下していない。



(水中カメラ及び微流速検層結果)

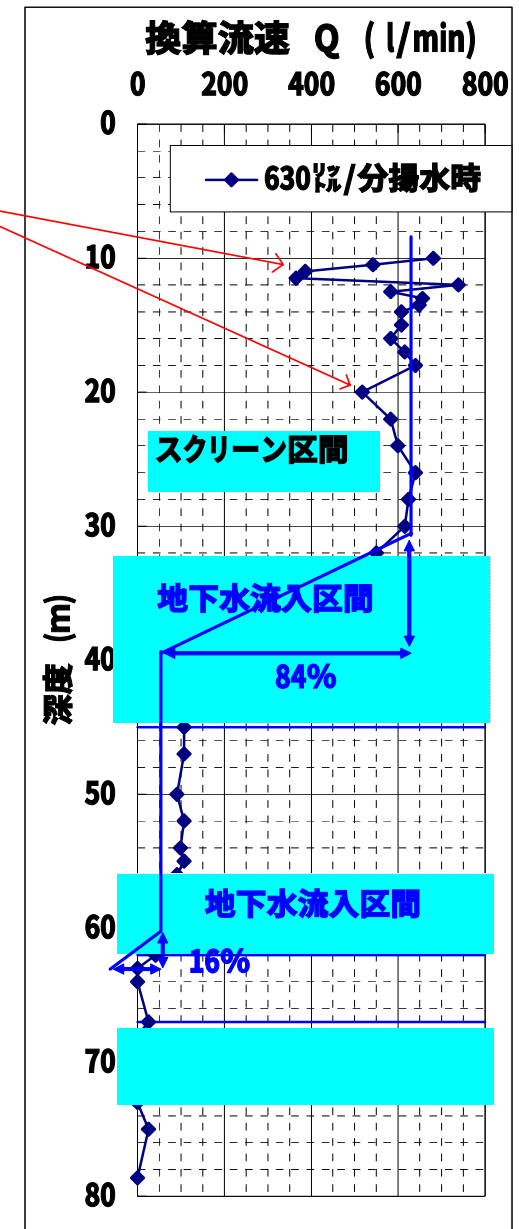
ケーシング破損部付近から
流速に乱れが見られる。こ
こから、砂が流入している。



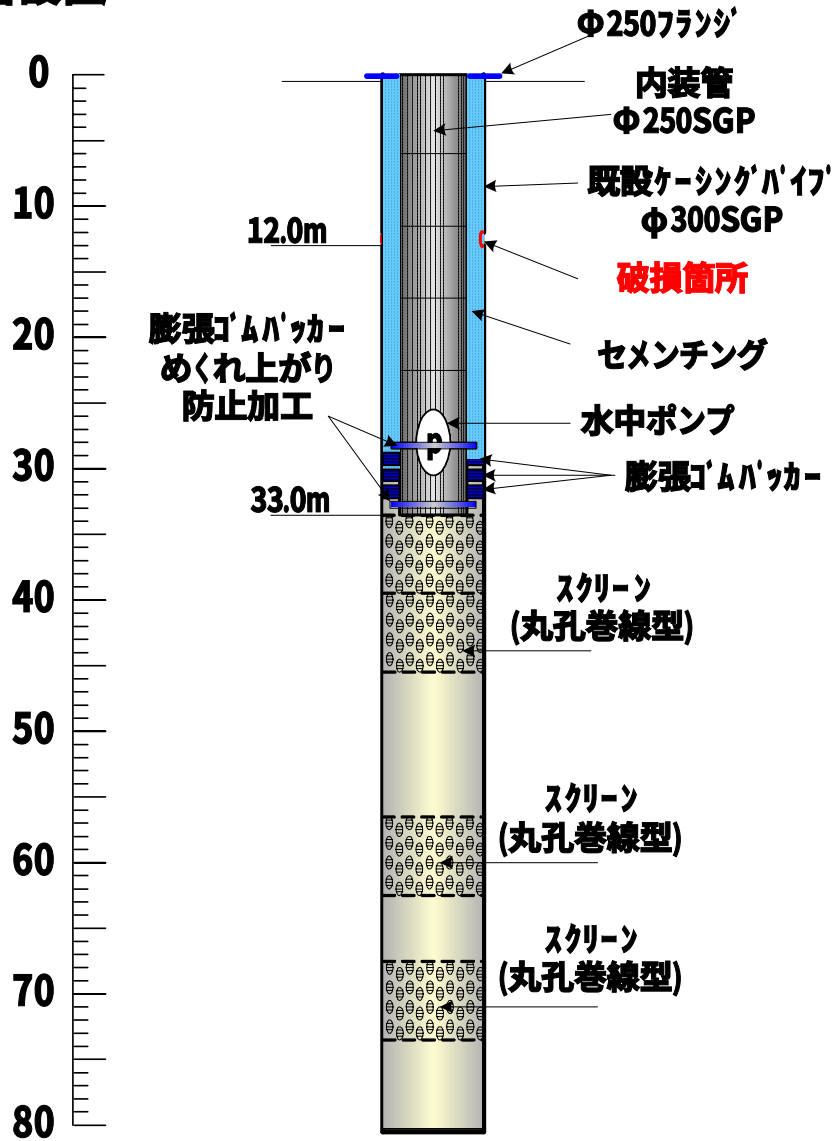
破損状況



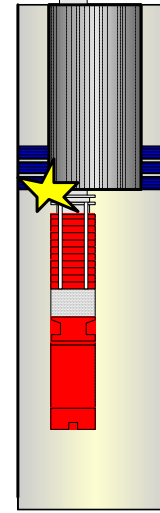
破損部を上から見たところ



〈対策工：内挿管設置〉



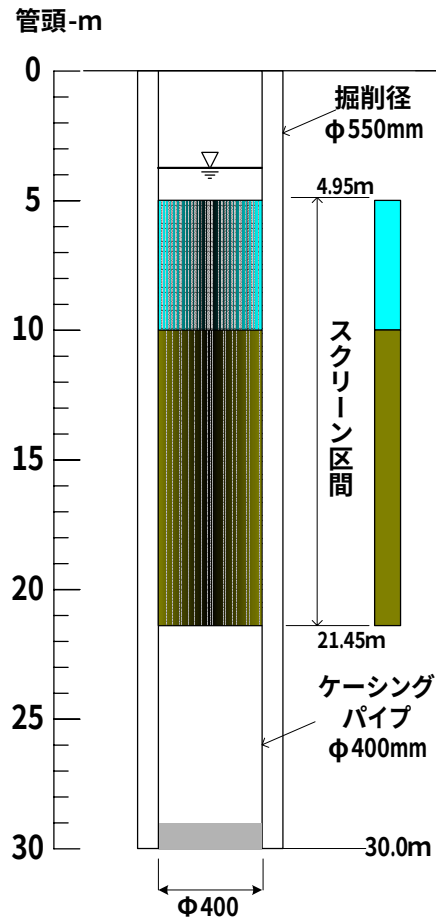
〔内装管の挿入深度〕



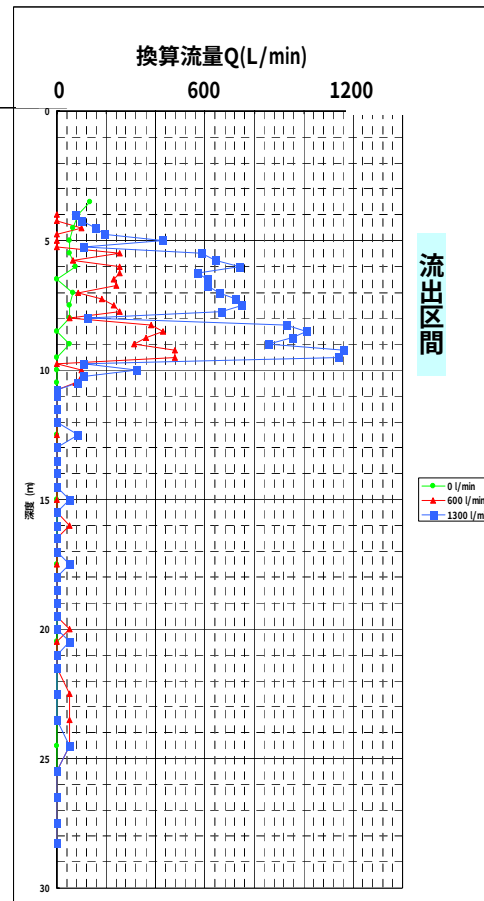
内装管挿入深度を水中ポンプ設置深度より上部に設定した場合、ポンプ引き揚げ時(メンテナンス)等に、ポンプの破損及びキャプタイヤ(動力線)の切断等の事故が起きやすい。このことから、本井戸においては、内装管挿入深度は、ポンプ設置深度27.5m以深にした。

事例7 揚砂の発生・目詰り

既設井戸現況図



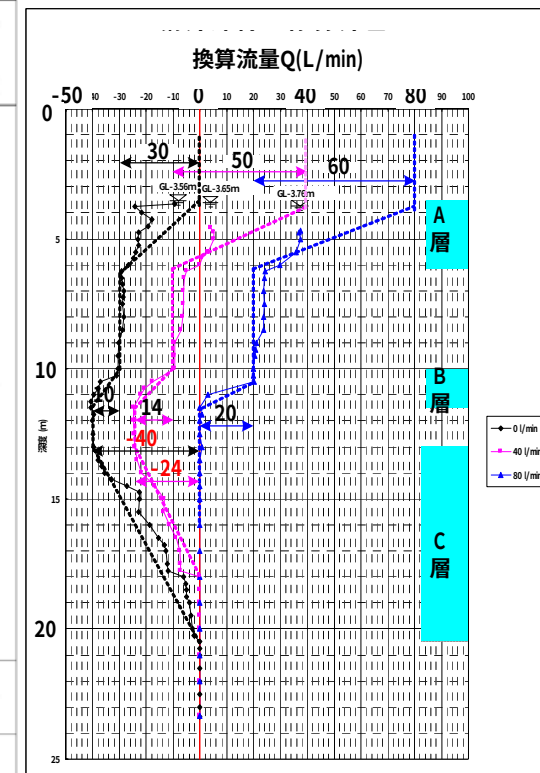
既存井微流速検層結果



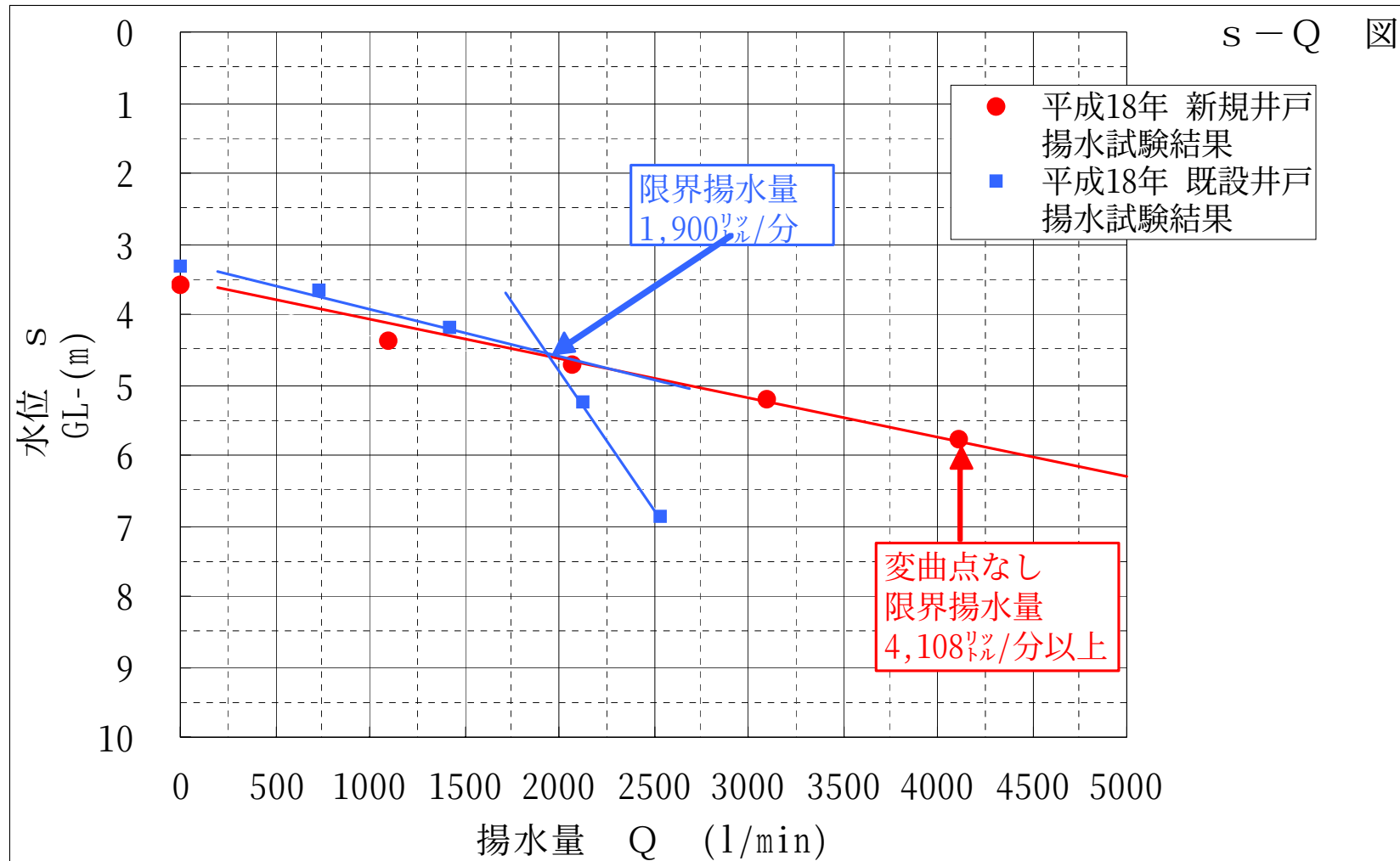
調査井地質柱状図

標尺 m	深度 m	層厚 m	柱状 図	地質 名	色 調
	2				
	4				
	6				
	8				
	10			砂礫	褐
	12				
	14				
	16				
	18				
	20				
	22	21.20			
	24	24.00		砂岩	褐
	26	2.80			
	28				

調査井微流速検層結果



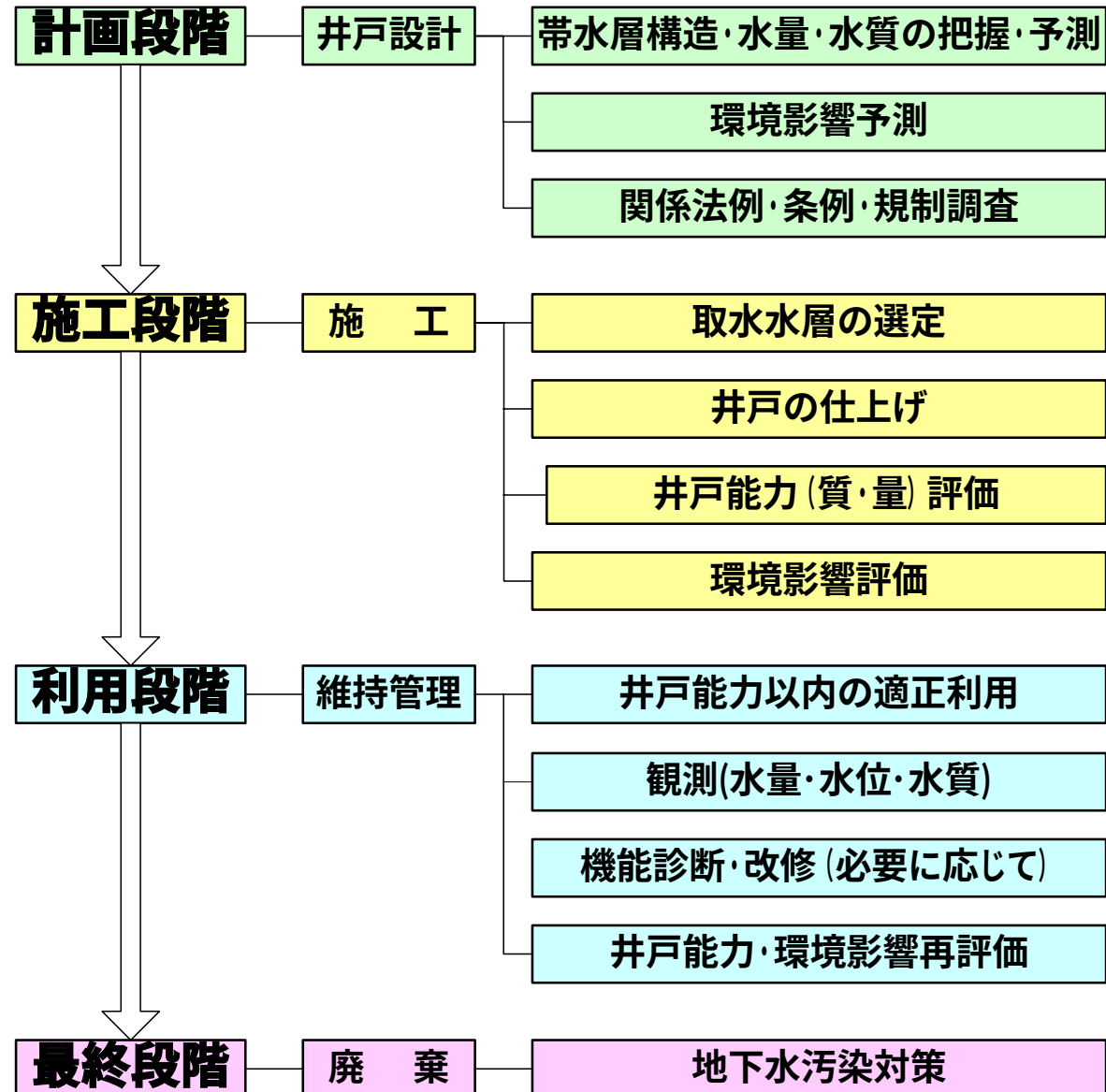
新旧井戸能力の比較



4. おわりに

- ◆ ひと昔前までは、井戸は感覚的な要素が強く、『だめになったら掘り直せばいい』という時代であったが、現在は井戸の世界もほとんどのことが、科学的に解明できるようになった。
- ◆ したがって、有力な地下水が存在していれば、適切な手順を踏んで地下水開発を進めることにより、より高いグレードの井戸（いい井戸）を確保可能である。
- ◆ また井戸完成後は、継続的な維持管理を実行することで、問題点を早期に発見し、対策を検討することができる。
- ◆ 早めの対策は、安定的な地下水利用を可能とするばかりでなく、井戸と揚水設備の寿命を延ばすことができ、経済的メリットをもたすことができる。
- ◆ 適正な井戸管理に必要な項目を、次頁に示す。

適切な井戸管理



**◆皆様はすでに、適正な井戸管理を実践されること
と思いますが、今日の話が少しでも皆様のお役に
立てば幸いです。**

◆長時間にわたり、ご清聴ありがとうございました。