

さく井工事施工指針

2021年版



一般社団法人 全国さく井協会

〔目 次〕

第1章 一般事項	1
第1節 総 則	1
1-1-1 一般事項	1
第2節 事前調査	1
1-2-1 事前調査	1
第3節 設 計	1
第4節 施工計画	2
第2章 さく井	2
第1節 さく井施工	2
2-1-1 掘さく	2
2-1-2 掘さく地質の標記	4
2-1-3 ケーシング	4
2-1-4 スクリーン	5
2-1-5 充填砂利	5
2-1-6 遮 水	5
2-1-7 仕上げ	5
2-1-8 施工時の留意点	5
第2節 検層及び各種試験	6
2-2-1 検 層	6
2-2-2 揚水試験	7
2-2-3 水質試験	8
第3章 揚水設備	8
第4章 工事報告書	8
第5章 検 査	9
5-1-1 掘さく深度検尺	9
5-1-2 掘さく孔径検査	9
5-1-3 材料検査	9
5-1-4 中間・完成検査	9

第6章 井戸の管理と改修	10
第1節 井戸の管理とその関連資料の保管	10
6-1-1 井戸資料の保管	10
6-1-2 改修履歴と諸資料	10
6-1-3 周辺地下水環境の推移	10
第2節 井戸の検査（改修前）	10
6-2-1 揚水試験と解析	10
6-2-2 揚砂量の測定	10
6-2-3 井戸内調査	11
第3節 井戸の診断	11
6-3-1 ケーシングの状況	11
6-3-2 スクリーンの状況	11
第4節 改修工事	12
6-4-1 洗浄工法の選定	12
6-4-2 破損ケーシングの修復	12
6-4-3 不良帯水層の閉塞による改善	12
第5節 改修後の試験と解析	13
6-5-1 水中テレビカメラ調査	13
6-5-2 揚水試験方法と解析	13
6-5-3 水質試験	13
6-5-4 揚砂量の測定と対策	13
第6節 井戸管理	13
6-6-1 井戸管理項目	13
6-6-2 水位・揚水量・水質の管理	13
6-6-3 揚水設備の管理	14
6-6-4 定期的な改修工事の実施	14
第7章 廃止井の処理	14
7-1-1 廃止井処理の意義	14
7-1-2 廃止井処理方法	14
さく井地質標準記号	15

第1章 一般事項

第1節 総則

1-1-1 一般事項

本施工指針は、さく井工事の施工方法を規定することにより、足下の豊富で良質な地下水を有効利用すると共に、井戸の効率性と耐久性を確保するために適用する。

さく井工事の範囲は、設計に始まり、施工計画、機材搬入、掘さく、検層、ケーシング、砂利充填、遮水、仕上げ、洗浄揚水、揚水試験(水質分析)、埋没浚渫、完成検査、掘さく機材の撤去、引き続き井戸ピット工事、揚水設備設置、電気工事、揚水試運転までとする。これらの工事の施工及び管理はさく井技能士が行うものとする。

第2節 事前調査

1-2-1 事前調査

(a) 予備調査

計画地の土地利用状況、地形・地質、既存井の有無、既存井の資料(柱状図、揚水能力、水質、水理定数等)及びその他水文関係資料を収集・検討して水理地質構造とその特性を把握し、水質・水量とも最適の地下水開発対象層を選定する。

(b) 法的規制調査

計画地の法規制等の確認を行う。地下水採取規制、自然公園法、農地法(農地転用)、騒音規制法・振動規制法(住宅地等の騒音・振動規制)、水質汚濁防止法(排水計画、排水先の同意)、河川法、文化財保護法(埋蔵文化財の有無)等を関係官庁に確認及び協議を実施する。

(c) 環境調査

計画地周辺に工場地帯・産業廃棄物処理施設・塩素系有機溶剤を使用していた施設があれば、土壌・水質汚染の可能性を考慮して、井戸仕様に反映させる。

住居に近接して工事を施工する場合は、事前に騒音・振動測定を行うことが望ましい。

第3節 設計

計画水量を得るための井戸仕様を検討する。

掘さく深度：帯水層の状況・深度

掘さく孔径：水中モータポンプの寸法・充填砂利の厚さ

採取層の選定：多層採水を避けることを基本にする

スクリーン長：帯水層厚・流入速度・集水率

ケーシング・スクリーンの材質：水質・耐久性

充填砂利：帯水層を構成する地層粒子径

掘さく孔径は、ケーシングサイズ+150 mmを基本とするが、帯水層を構成するマトリックスの粒径により、揚砂が懸念される場合は、掘さく孔径をケーシングサイズ+200 mm程度とし、充填砂利を厚くし、帯水層からの地層粒子の井戸内流入を防ぐ。なおかつ、充填砂利の粒径とそれに合ったスクリーン開孔ピッチを選定する。

遮水方法：採水深度・遮水材料(セメント・粒状ベントナイトなど)

第4節 施工計画

機材の搬入・据付から掘さく終了、機材の解体・搬出までの計画書を作る。

内容は以下に示す項目でまとめる。

搬入計画、安全計画、施工計画（掘さく、検層、ケーシング、スクリーン、砂利充填、遮水、仕上げ、揚水試験など）、品質管理、工程管理、写真管理

第2章 さく井

第1節 さく井施工

2-1-1 掘さく

(a) 掘さく工法

掘さく工法は、掘さく泥水を用いたパーカッション式掘さく工法、ロータリー式掘さく工法、高圧空気を用いたダウンザホールハンマ式掘さく工法及び回転振動式工法とする。表-1に4種類の掘さく工法の特徴を示す。

表-1 掘さく工法比較表

項目 \ 工法	パーカッション式	ロータリー式	ダウンザホールハンマ式	回転振動式
ビット(掘さくのみ)の保持	ワイヤロープ	ドリルパイプ・ウエルドリルロッド	ドリルパイプ・ウエルドリルロッド	ドリルロッド(専用特殊ロッド)
掘さく作用	孔底を腕ビットで打撃	孔底をビットで回転切削	孔底をハンマビットで打撃	回転と振動で切削と破碎
掘り屑の排出	ベアラによる採取	ポンプ圧送による泥水循環	空気圧送による井外搬出	ポンプ圧送による泥水循環
掘さく孔の保護	コンダクタパイプと泥水注入	同 左	コンダクタパイプ・セメントング	コンダクタパイプと泥水注入
泥水供給	孔元から注入	ドリルパイプを通じてポンプで圧送、ビット先端より噴出	泥水は不使用	ロッドを通じてポンプで圧送、ビット先端より噴出
泥水材料	主として粘土	主としてベントナイト	不使用	清水、ポリマー泥水、ベントナイト
掘さく可能深度	300 m 程度	600 m 程度(水井戸)	200 m 程度	120 m 程度
ケーシング径	150 ~ 600 A	100 ~ 500 A	100 ~ 400 A	100A~150A
掘さく機械出力	15 ~ 37 kW	15 ~ 100 kW	15 ~ 135 kW	68 ~ 190kW
泥水ポンプ	—	11 ~ 150 kW	—	18.5 kW
コンプレッサ	—	—	105 ~ 475 PS	—
適用地質	未固結堆積層・軟岩層 硬質岩盤には不適	未固結堆積層・岩盤 玉石層にやや不適	岩盤(軟岩~極硬岩) 未固結層・崩壊層には不適	未固結堆積層(玉石) 硬質岩盤にはやや不適

(b) 掘さく装置の設置

掘さく装置は、強固な地面に水平に設置する。軟弱な地盤では、砂を敷き詰めるサンドクッションと角材等または鋼板による補強を行い、掘さく中の櫓の不等沈下等を未然に防止する。

(c) 掘さく径

未固結の砂層・砂礫層を取水層とするさく井工事では、充填砂利の充填厚さを考慮して、ケーシングサイズに 150 mm を加えた掘さく径を標準とする。ただし、ロータリー式掘さく工法では、汎用ビットサイズとする。

崩壊性のない岩盤の亀裂・空洞を取水層とするさく井工事で充填砂利を用いない場合は表-2（下段）に示した掘さく径とする。ただし、ロータリー掘さく工法では、汎用ビットサイズとする。

ケーシングサイズとビットサイズを表-2 及び表-3 に示す。

表-2 ケーシングサイズと掘さく径（ローラコーンビット）

ケーシングサイズ	100A	150A	200A	250A	300A	350A	400A	500A
掘さく径 砂利充填	250.8 mm (9-7/8")	311.2 mm (12-1/4")	374.7 mm (14-3/4")	444.5 mm (17-1/2")	444.5 mm (17-1/2")	508 mm (20")	558.8 mm (22")	660.4 mm (26")
掘さく径 砂利充填なし	142.9 mm (5-5/8")	193.7 mm (7-5/8")	244.5 mm (9-5/8")	311.2 mm (12-1/4")	374.7 mm (14-3/4")	444.5 mm (17-1/2")	508 mm (20")	

注1 表示のビットサイズ以上の径で掘さくするものとする。

注2 砂利充填なしの場合、使用スクリーンはスリット型に限定される。

表-3 ケーシングサイズと掘さく径（ダウンザホールハンマビット：充填砂利なし）

ケーシングサイズ	100A	150A	200A	250A	300A	350A	400A
岩盤の 掘さく径	142.9 mm (5-5/8")	193.7 mm (7-5/8")	244.5 mm (9-5/8")	311.2 mm (12-1/4")	374.7 mm (14-3/4")	444.5 mm (17-1/2")	508 mm (20")

注 表示のビットサイズ以上の径で掘さくするものとする。

表-4 ケーシングサイズと掘さく径（回転振動式）

ケーシングサイズ	100A	150A
掘さく径	179.2 mm (6-5/8")	230.9 mm (8-5/8")

(d) 掘さくツールズ

掘さくには、工法に適応したツールズを使用し、孔曲がりに留意しながら垂直に掘さくする。孔曲がりが認められた場合は、ビット荷重を抑制して掘進速度を下げ、垂直精度を保つように努める。

垂直精度を保つツールズとして、ロータリー式掘さく工法では、ドリルカラーと複数のスタビライザを必ず使用し、適切な位置に配置する。

(e) コンダクタパイプの設置

地表部の崩壊防止を目的に、コンダクタパイプ（仮ケーシング）を挿入する。挿入深度は、想定自然水位、地層状況により異なるが、管尻はシルト・粘土層とする。使用するパイプサイズは、ビットが余裕を持って通過する内径とする。

地表水や汚染地下水の侵入防止を目的として、管尻部または挿入全区間にセメンチングによる遮水を行くこともある。セメントは普通ポルトランドセメントを使用し、セメントスラリー比重は1.8を標準とする。

(f) 掘さく障害の防止

掘さく中は、崩壊、逸泥、湧水、時にはガス噴出の発生が想定される。その対策として、天然の粘土・ベントナイト・脱水量減少剤・増粘剤・分散剤・加重剤・逸水防止材及びポリマーを掘さく状況に応じて清水に添加し、適切で良質な性状の泥水を調泥して掘さく障害の防止に努める。

良質な泥水の条件は、地層に適合した比重・粘性・泥壁形成性・脱水量・砂分で、

管理数値を定め、定期的に泥水試験を実施して維持管理する。泥水管理機材（振動スクリーン・デサnder・デシルター・デカンター等）と泥水調整剤を使用しても維持管理が困難になった場合、泥水の入替を実施する。比重・粘性の極端に異なる泥水を一気に入替ると崩壊を誘発する恐れもあり、交換には十分に注意を要する。廃棄する泥水は、産業廃棄物としてマニフェスト票を用いて管理する。

2-1-2 掘さく地質の標記

柱状図は掘りくずから地層を判定して名称標記しているが、その地域及び施工業者独自の地層名称、地質記号で記載することは避けて、（一社）全国さく井協会の“さく井地質標準記号”を使用して地層名・地質柱状図記号を表示する。

（一社）全国さく井協会の“さく井地質標準記号”は、JACIC（一般財団法人 日本建設情報センター）のボーリング柱状図作成要領と多くの地層名・地質柱状図記号が共通である。（一社）全国さく井協会の“さく井地質標準記号”は、この指針の最終ページに掲載している。

2-1-3 ケーシング

(a) ケーシングの材質

ケーシングには、金属系の鋼管または非金属系の樹脂管があり、一般的には金属系の鋼管が使用されている。ケーシングの材質は井戸周囲の環境、予測される地質・水質・設置深度及び耐食性を考慮し、遮水計画と材質を選定する事が望ましい。

表-5 ケーシング材

材質	管の名称	記号	JIS番号	接続方法	備考
金属系	配管用炭素鋼鋼管	SGP	G3452	溶接	
	圧力配管用炭素鋼鋼管	STPG	G3454	溶接・FJネジ	
	一般構造用炭素鋼鋼管	STK	G3444	溶接	
	配管用アーク溶接炭素鋼鋼管	STPY	G3457	溶接	350A～2000A
	一般配管用ステンレス鋼管	SUS-TPD	G3448	溶接	300Aまで
	配管用ステンレス鋼管	SUS-TP	G3459	溶接	300A～650A
	ダクタイル鉄管	DSP		特殊差込み	150A～350A
非金属系	硬質塩化ビニル管	PVC-U	K6741	接着	VP300まで
	強化プラスチック複合管	FRP		特殊ネジ	

配管用炭素鋼鋼管・圧力配管用炭素鋼鋼管は、電縫部に選択的に発生する溝状腐食を防ぐため、鋼中に Cu 等の特殊成分を添加したもの、または溶接部を熱処理した耐溝状腐食電縫管とする。また、特殊な金属系の材質としてダクタイル鉄管がある。ダクタイル鉄管は水道配管に多用されているが、井戸ケーシング用として特殊差込み接続方法が開発され、使用例が増えてきている。なお、ケーシング内面はエポキシ粉体塗装加工品と無塗装品がある。

(b) セントライザの使用

スクリーンが孔井の中心に設置され、周辺を充填砂利で完全に捲き建てられるようにスクリーンの上下に、セントライザを使用する。セントライザの羽根は高張力鋼で製作し、4枚以上とする。

(C) ケーシングの接続

ケーシングの接続は、ねじ接続、溶接接続または特殊差込み接続にて行う。

ねじ接続は、フラッシュジョイント接続またはカップリング接続とする。溶接接続は、交流アーク溶接または直流アーク溶接とする。

溶接部は、突き合わせ溶接またはスリーブ溶接とする。突き合わせ溶接の場合、ベベル加工を行うものとし、両端開先または片端開先とする。溶接するケーシングは、下端のケーシングと鉛直になるように溶接する。

設置深度によっては溶接部補強のため、パッチ（つぎあて鉄板）を併用して溶接し、溶接強度を向上させる。

特殊差込み接続は、ダクタイル鉄管と差込加工されたスクリーン管に限定される。

(d) 井戸底蓋（ボトム装置）

ケーシング管底には、充填砂利などのケーシング内侵入を防ぐ目的で底蓋を必ず取り付ける。

2-1-4 スクリーン

スクリーンの選定は、地質条件と計画揚水量に合致したものを使用するものとし、形状としてはスリット型（縦型・横型・斜め型）・巻線型スクリーン（リングベース・パイプベース）などが一般的である。構造としては、開孔率が高く目詰まりを生じさせにくく、洗浄が容易なものとする。スクリーンは圧潰強度が高くケーシング材質より耐摩耗性・耐食性の材質が望ましい。それらの材質としては、巻線に亜鉛メッキ材、亜鉛-アルミ合金メッキ材、ステンレス材とがある。

2-1-5 充填砂利

充填砂利の役割は、スクリーンと孔壁との間に充填することにより、揚砂・帯水層の崩壊を防止する。充填する砂利は均一で丸い（充填時の有効空隙率が高くなる）洗砂利（6～9 mm）や珪砂（0.8～6.0 mm）を使用する。また、その粒子径は帯水層を構成する地層の粒子径の4～5倍を参考に選定する。

2-1-6 遮水

採水層以外の遮水はセメンチング・粒状ベントナイト・メカニカルパッカーなどを用いて確実性の高い方法にて行う。

2-1-7 仕上げ

仕上げ作業は、清水置換後、泥壁除去を目的として全てのスクリーン部においてベリング及びスワビングの実施を基本とする。必要に応じて泥壁洗浄剤の使用とジェットング洗浄を行う。

2-1-8 施工時の留意点

掘さく作業、スクリーン位置の選定、砂利充填深度の選定及び充填方法、仕上げ方法、揚砂抑制についての留意点を以下に示す。

(a) 掘さく中の泥水管理

- ・掘さく孔の鉛直性の維持（孔芯傾斜測定管理）

- 掘さく中のカッティングスの観察、ロータリー掘さくでは細砂は泥水に混入し、目視では確認できない事があり、急激な泥水比重の上昇などに注意する。
- 地層に最適な作泥（低比重、低粘性）と泥壁形成の管理（薄い強靱な泥壁）
- ケーシング挿入前の孔内洗浄（スライムや余分な泥壁除去）と泥水の粘性は泥壁が崩壊しない程度まで下げる。

(b) スクリーンと設置位置

巻き線型のスクリーンの巻き線ピッチは帯水層及び充填砂利の粒径に適したものを選定する。

土の分類と掃流限界速度の関係を表-6 に示す。地下水の流入速度は、砂の掃流限界速度以下を標準とする。

表-6 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	0.25~0.50	0.65~2.0
限界流速(cm/s)	1.0~1.5	1.5~1.7	1.7~3.7

(水道施設設計指針 2012 による)

井戸設計根拠となった情報、掘さく時の状況（地質、湧・逸水の有無、色調等）と孔内検層結果から、極力微細砂層を避けてスクリーン設置位置を決定する。地層と帯水層の移り変わりでの両層の混じり具合を考慮して、最低 0.5m 帯水層内にスクリーンを収める。揚水量の増加を期待して、無駄にスクリーンを増設しないように留意する。なるべく多層仕上げを避けることが望ましい。

ケーシング降下に当たってはセントライザを用いて、孔の中心にスクリーンを設置する。

(c) 充填砂利の選定と充填方法

帯水層に最適な充填砂利を選定する。

砂利の充填は、ゆっくりと投入し落下中に停滞して、その後の充填に支障をきたさないように行う。その方法としては、ベアラ等にて、ゆっくりと排泥しながら充填砂利を投入する。

充填砂利が所定深度に達したことを確認した後、ベアラにて排泥を実施し、充填砂利を落ち着かせる。

(d) 洗浄仕上げ中の揚砂量測定

洗浄仕上げ中に揚砂が認められた場合、洗浄揚水中の揚砂量を測定（測定方法は 6-2-2(a) を参照）し、揚砂が減少するまで洗浄作業（スワビング・エアリフト等）を実施する。揚水量との関係を把握する。

(e) 揚砂量から判断される適正揚水

帯水層を構成する地質によっては、いかなる揚砂抑制工を施しても、揚砂防止が困難な場合がある。その場合、段階揚水試験の Q-s 曲線図で求められる適正揚水量を基に揚砂量の測定結果も鑑み、総合的に判断し揚水量を決定する。揚砂量の基準値は P. 11 「揚砂量の目安」に記載する。

第2節 検層及び各種試験

2-2-1 検層

検層は、掘さく終了後に裸孔内へゾンデ（プローブ）を降下させ、孔壁周辺の地層の物理的性質を測定する方法で、測定結果より帯水層になりうる地層を把握してスクリーン設置位置の決定に供される。

電気検層が最も基本的な種目であるが、その他の検層が有効なデータをもたらす場合もあり、目的、地層状況に合わせた検層を行う。

(a) 電気検層

電気検層は比抵抗検層と自然電位検層があり、測定は自動記録の検層装置またはスポット測定検層器を使用する。

(b) その他の検層

温度検層、自然放射能検層、音波検層などがある。

2-2-2 揚水試験

揚水試験は、井戸の性能(湧出能力)と帯水層の特性(水理定数)を求める目的で行い、段階揚水試験・連続揚水試験・水位回復試験とする。試験における水位・水量・水温・電気伝導度などの測定時間は、表-7によるものとする。揚水試験の終了後ポンプを引き揚げ、埋没測定を行う。埋没がある場合は浚渫を実施し完全に埋没物を除去する。

(a) 予備揚水

仕上げ作業終了後、井水を清水にする目的と、段階揚水試験での最大揚水量及びその時の運転水位を把握する目的で行う。

(b) 段階揚水試験

予備揚水試験で求めた最大揚水量を5段階程度に区分し、段階水位降下法で試験を実施する。試験結果より限界揚水量(転移揚水量)・適正揚水量(経済揚水量)・井戸損失係数・帯水層損失係数の算出と揚砂量(定量測定)等の測定などを行う。合わせて水温、電気伝導度の測定を行うこともある。

各段階の揚水時間は、水位の安定するまで継続することを原則とするが、揚水時間に制約がある場合は10分ごとの測定水位の変化量が1cm以下となるか、最大90分として次の段階に移る。

基盤岩の亀裂から採水する揚水では、長期間に渡り水位が安定しないことがある。その場合は、各揚水量に対して同一揚水時間を設定し、測定時間での各揚水量の水位の変化率を計測することとする(各測定時間60分以上)。

(c) 連続揚水試験

段階揚水試験で求められた限界揚水量以下で実施し、水理定数を求めると共に水位の安定性と既存井との干渉を測定する。揚水時間に制約がない場合は、水位の長期安定を確認するため24時間以上連続することが望ましい。

(d) 水位回復試験

連続揚水試験に引き続き揚水停止以後の水位の復元性と水理定数を求める。

表-7 連続揚水, 水位回復試験における測定間隔

測定時間	測定間隔(分)
0分以後 ~ 10分まで	2
10分以後 ~ 60分まで	5
60分以後 ~ 120分まで	10
120分以後 ~ 300分まで	30
300分以後	60

(e) その他の試験

スクリーンが複数箇所挿入されている井戸においてスクリーンごとの井戸内流入量を知るには、微流速試験を勧める。測定方法は水中ポンプの下までガイドパイプを下げ、そのパイプ内に測定器を降ろし、揚水量を変えて測定器をケーシング最深部から水中ポンプ下まで連続して移動させることにより、ケーシング内の流量を知り、増えた揚水量の流入しているスクリーンを判定することができる。測定器はスピナーを使用する。

2-2-3 水質試験

使用目的に適合した項目に関して分析を実施する。水質分析は、当該地の認定を受けた分析機関にて行うものとする。

飲料水に供する場合

- ・水質分析項目 水質基準に関する省令(51項目)令和2年3月25日厚生労働省令38号
- ・水道水は、水道法第4条の規定に基づき「水質基準に関する省令」で規定する消毒副生成物11項目を除いた40項目に適合することが必要である。また、クリプトスポリジウムの検査も行う場合がある。

雑用水に供する場合

- ・水質基準10項目に適合すること。

ボイラー・冷却水・温水に供する場合

- ・カルシウム硬度 ランゲリヤ指数・飽和度指数などが求められるので、日本冷凍空調工業会標準規格、冷凍空調機器用冷却水水質基準を参考にする。

第3章 揚水設備

揚水設備とは、水中・陸上ポンプ、揚水管、水位測定管、井戸ピットまたは井戸元坑口装置、井戸元配管、流量計、水位計、圧力計、制御盤（ポンプ起動盤等の電気設備・計測・記録・通信機器）を言う。揚砂が認められた時に取り付けるサンドセパレータや可燃性ガス混入が認められた場合のガスセパレータも揚水設備に含む。

ポンプは、揚水試験結果と計画揚水量、揚水管長、地上揚程（配管径と流速及び配管長に基づき算出）を元に、ポンプ性能曲線から選定する。

第4章 工事報告書

工事報告書は、発注者の求めに従い、従前の紙様式か電子媒体にて以下の項目について記載する。

①総合柱状図（井戸構造図・地質柱状図・検層図）及び検層測定記録

ケーシング下端深度、ケーシング継ぎ手深度、スクリーンの上端・下端深度、充填砂利深度と砂利種、遮水深度と遮水材質

②施工地点位置図・座標（世界測地系による緯度・経度 小数点以下1桁の秒まで記載） 緯度の記載例 45° 31′ 51.9″

③水質分析結果

④揚水試験測定記録及び解析結果

測定項目：自然水位・揚水水位・揚水量・水温・電気伝導度・揚砂量

解析項目：限界揚水量・適正揚水量・透水係数・貯留係数などの水理定数を求めるとともに、水位の安定性（長期予測）と既存井への干渉を把握する。

⑤工事写真

工事開始から終了までの工程ごとに工事の流れと使用機材の規格が判るような写真を撮影する。

⑥ケーシング材ミルシート

⑦スクリーン構造図

⑧地質サンプル

地質の変化のある深度または一定間隔で地質サンプルを採取し、プラスチック製サンプルビンに詰めて、採取深度、地質名をビン表面に記載する。

⑨揚水設備図面・ポンプ設置状況図・ポンプ試験成績表・ポンプ選定計算書

第5章 検査

5-1-1 掘さく深度検尺

(a) パーカッション式掘さく

掘さくビット長と掘りワイヤ長の実測方法とする。ただし、発注者との協議により、検縄等を使用することができる。

(b) ロータリー式掘さく

ビット、レジャーサ、ドリルカラー、スタビライザ、ロッドを孔内に降下させて、着底したことを確認する。地上残尺を測定した後に揚管し、それぞれの長さの集計と残尺より掘進長を算出する。ただし、発注者との協議により、検縄等を使用することができる。

(c) ダウンザホールハンマ式掘さく

ロータリー式掘さくと同一。

(d) 回転振動式掘さく

ロータリー式掘さくと同一。

5-1-2 掘さく孔径検査

使用したビットの実測値を測定する。この実測値を掘さく孔径とみなす。

5-1-3 材料検査

(a) ケーシング・スクリーン材料

ケーシングパイプとスクリーンパイプの長さ、内外径、肉厚、規格（鋼管表面に塗布された記号・ミルシート）により、材質と規格を確認する。

(b) その他の材料

セントライザ、充填砂利の規格と数量、遮水材（セメント・粒状ベントナイト等）など孔内に設置する材料全てを確認する。

5-1-4 中間・完成検査

中間検査は、揚水試験時、完成深度検尺時、水中モータポンプ設置時、試運転・調整時に現場立会で実施する。完成検査は、工事写真及び報告書にて実施する。

(a) 揚水試験

自然水位、揚水量、動水位（中間・安定水位）、揚砂の有無について監督員に立会検査を受けるものとする。

(b) 深度確認

揚水試験確認後、仮設（水中モータ）ポンプを引き揚げ、沈殿物を浚渫後に、監督員立会のもと完成深度の検査を受ける。

(c) 揚水設備の設置

水中モータポンプの規格・仕様、揚水管本数、水中モータポンプ設置深度の確認を監督員立会で実施する。地下水規制地区では、行政側が設置する水中モータポンプの立会検査を行うこともあり、事前に検査実施の有無を確認する。

(d) 試運転・調整

監督員立会のもと、揚水量、動水位、揚砂量を計測し、その他設置機器類の動作確認を行う。試運転終了後に、正常運転確認用紙に監督員の署名を受ける。試運転立会時に補修・調整の指摘を受けた場合、補修・調整後に再度完了確認を受ける。

第6章 井戸の管理と改修

改修工事を実施するに当たり、適切な工法を採用するため、事前に各種の調査を行う。最初に段階揚水試験を実施して、完成時及び前回改修時の試験データと比較する。揚水ポンプ引揚後は、水中テレビカメラ調査または物理検層で井戸内状況を把握する。改修終了後は、段階揚水試験を実施し、改修後の井戸損失、帯水層損失、比湧出量等を数値評価する。

第1節 井戸の管理とその関連資料の保管

6-1-1 井戸資料の保管

井戸を管理する上で、井戸完成時の資料の保管は重要である。完成時の資料として総合柱状図（地質、井戸構造図、検層図）、揚水試験記録（水理定数）、水質試験成績書、揚水設備資料が一般的で、これらを紛失しない様に保管に留意すること。

6-1-2 改修履歴と諸資料

井戸完成後に実施した改修工事（洗浄工事、揚水設備更新、二重ケーシング等）の諸資料の保管に留意すること。

6-1-3 周辺地下水環境の推移

揚水井周辺の地下水利用状況（新設と廃止）と地下工事（建築に伴う地下水位低下工法の実施、連続地下壁、トンネル工事）に留意し周辺地下水環境の推移を記録保管する。

第2節 井戸の検査（改修前）

6-2-1 揚水試験と解析

改修前の井戸湧出能力の把握のために改修前の揚水試験の実施が望ましい。少なくとも段階揚水試験を実施して井戸損失係数と帯水層損失係数を求めることにより、湧出能力の減退の原因を推定し、適切な洗浄工法を選択する一助とする。

6-2-2 揚砂量の測定

揚砂現象は、井戸完成時から発生していたのか、経年変化で揚砂現象が発生したのか施設管理者への聞き取りにて確認すること。経年変化で発生した場合、スクリーンの目詰まりにより部分的に井戸内流入速度の速い部分があって揚砂が発生したのか、スクリーンやケーシング破損により揚砂現象が発生したのか推察することも重要である。併せて埋没深度の測定と埋没物の確認を行うこと。沈殿物が微細砂か充填砂利かで改修工法が異なる。

(a) 揚砂量の測定方法

揚砂量の測定は、特殊な機器を使用せずに現場で容易かつ正確に測定できる方法を採用する。

使用器具は、市販規格品のプランクトンネット（網目 $100\mu\text{m}$ 150～160 メッシュ）とメスシリンダーを用いて、全揚水量中の 1 m^3 当たりの揚砂量の体積表示とする。その単位は、 cc/m^3 とする。重量表示する場合は、乾燥し、精密に重量を測定して見掛け比重を求め、重量表示に変更する。その単位は mg/ℓ とする。

採取した揚砂はサンプル瓶に保存する。

(b) 揚水試験と揚砂量測定時間

揚砂量の測定は、段階揚水試験の各段階と連続揚水試験で測定、記録する。

段階揚水試験では、揚水量変更毎に 10 分間隔で 6 回測定して揚砂量のピークが揚水開始または水量変更の何分後に発生するか、またどのように減少していくかを把握する。

連続揚水試験も同様に、揚水開始後 10 分毎に 6 回揚砂量を測定する。以後は、1 時間ごとにポンプ停止時間まで測定し、記録する。

(c) 揚砂量の目安

JIS B8324 で定められた深井戸用水中モータポンプの揚砂量の適用範囲（＝許される最大量）は $50\text{ mg}/\ell$ 以下と記載されている。揚砂量の測定は容積で計測するので、この重量濃度を容積に換算する必要がある。砂の比重を 2.0 とすると、 1 m^3 当たりの揚砂の目安となる基準値は、 $25\text{ cc}/\text{m}^3$ 以下となる。

6-2-3 井戸内調査

井戸の改修に水中テレビカメラと物理検層（電気伝導度・温度）を併用して実施することを標準とする。揚水設備引揚後、事前に物理検層を行い電気伝導度・温度などの微妙な変化を把握し、その情報を目安に水中テレビカメラの映像にて直接的に確認を行うこととする。揚水設備を撤去直後は井戸内が濁り、明瞭に観察できないことがあり、調査前に清水を井戸内に流入させて濁度を下げるなど適切な処置を行う。ケーシングの破損が疑われる場合は、先にブラッシングと洗浄を行い、スケールを除去して、ケーシング及びスクリーン表面の観察に支障が無いようにする。

水中テレビカメラでの観察は、錆瘤、溶接個所、ケーシング腐食状況、破損、スクリーンの目詰まり状況、ケーシングの変形等を調べる。

第3節 井戸の診断

6-3-1 ケーシングの状況

物理検層により、深度ごとの温度・電気伝導度を測定して変化する深度を把握する。さらに水中テレビカメラにより錆瘤、ケーシング腐食状況と破損の有無、鉄バクテリアの発生を確認する。これらの測定値と観察結果を総合して、現状のままで今後の使用に耐えられるかを判断する。

6-3-2 スクリーンの状況

水中テレビカメラ調査により、スクリーンの破損の有無と閉塞状況を把握し、揚水試験、埋没物調査と併せて適切な改修工法を選択すること。

洗浄工法は、物理的洗浄工法（ブラッシング、スワビング、ジェットイング、ダブルパッカー洗浄、逆洗）、化学的洗浄（薬品）、特殊洗浄（液化炭酸ガス注入洗浄等）が挙げられる。

第4節 改修工事

揚水井は揚水を継続するに従い、水位の低下、揚水量の減少、揚砂の増加、水温・水質の変化、水中ポンプへの揚水障害などの発生が多くなる。これらの現象を抑制し、適切に井戸を管理する必要がある。また揚水量を継続して確保するため、井戸の湧出能力の回復や破損した井戸の修復を検討する。

確実な湧出能力の回復、ケーシング破損個所の修復、水質悪化揚水井の改善のためには最適な工法を採用する必要がある。適切かつ有効な工法を選定するには改修前に十分に調査と検討を行うことが重要である。

6-4-1 洗浄工法の選定

改修前の井戸調査により、適切で洗浄効果の高い工法（6-3-2 参照）を選定することが重要である。

(a) 目詰まりの除去

改修前調査で判明した井戸の状況により、段階的な洗浄工法を採用する。

第1段階：完成後に長い年月が経過し、鋼管の腐食が進行している井戸や、メンテナンスがなされていないに井戸に適用する洗浄工法は、一般的にブラッシング洗浄及び軽いスロビング洗浄等の機械的洗浄を採用する。

第2段階：第1段階より強い衝撃を与え、効果を得る洗浄工法を行う場合は、スロビング洗浄やジェットング洗浄、ダブルパッカー洗浄、逆洗洗浄を採用する。

第3段階：腐食による破損の心配がない井戸では、ジェットベ어링洗浄（ベアラの上部または下部に上下する弁の上下に穴をあけ、ベアラの上下動により穴から横向きに井水を噴出させる）や強力なスロビング洗浄を採用する。

井戸の状況に応じて、機械的な洗浄に加え、さらに化学薬品洗浄や高圧液化ガス（特殊洗浄）を併用するなどの効果的な洗浄工法の採用を検討する。

6-4-2 破損ケーシングの修復

ケーシングパイプやスクリーンが破損すると、砂及び充填砂利が井戸内に流入する障害が発生する。破損ケーシングの修復を行う場合は、事前に水中テレビカメラで井戸内の状況を確認して最適な修復工法の採用を検討する。

ケーシングパイプが破損した場合、一般には内挿管（ダブルケーシング）を設置し補修する。また、その破損の程度や破損位置により、部分補修が採用される場合もある。

部分補修工法には、破損個所にセメントスラリーを注入するセメンチング閉塞工法やケーシングパッチ工法を採用する。

6-4-3 不良帯水層の閉塞による改善

ケーシングパイプ破損に起因する汚染された浅層地下水の流入や塩水化、有害物質の流入等により水質が悪化した場合、水質の改善のための工事を行う。基本的には、内挿管設置工法を採用するが、場合によっては、部分的破損箇所またはスクリーンを閉塞するセメンチング閉塞工法を採用する。水質悪化の状況に応じて最適な工法を採用する。

新設時の水質分析で水質が悪いことが判明した場合、各層試験で水質の悪い帯水層を把握してその帯水層を閉塞する必要がある。

第5節 改修後の試験と解析

改修工事終了後には、水中テレビカメラ調査と揚水試験及び水質試験を行う。

6-5-1 水中テレビカメラ調査

スクリーンの目詰まり状況を改修前と比較することにより、洗浄工法の効果を評価する。また、ケーシング破損個所の修復では、修復状況を確認する。

6-5-2 揚水試験方法と解析

段階揚水試験、連続揚水試験・水位回復試験を行うことを基本と、時間的制約を受けられる場合でも段階揚水試験だけは実施する。

段階揚水試験では、洗浄後の適正揚水量を求めるとともに、井戸損失係数と帯水層損失係数を算出し、実施した洗浄工法の評価と次回採用する洗浄工法の検討も行っておく。

6-5-3 水質試験

一般的な井戸洗浄工事では水質試験を実施しない場合もあるが、水質悪化を改善した井戸改修工事では、改修後に使用目的に適合した水質試験を実施して、改修工事の評価を行う。

6-5-4 揚砂量の測定と対策

揚水試験時に揚砂量の測定を行う。測定は 6-2-2 と同一方法で実施し、改修前の揚砂量との比較を行う。

揚砂量が多い場合は、サンドセパレータの設置を検討する。

第6節 井戸管理

井戸の湧出能力を維持する上で、日常の管理データの取得が必要である。このデータを基に揚水能力低下に対しては、その原因を解明し、早い時期に洗浄作業など対策を行うことが、井戸の延命のために極めて重要である。適切な頻度で維持管理がなされない井戸は、湧出能力の減退に起因して寿命が短くなることがある。また、極端に揚水能力が低下した後での洗浄作業は、どのような工法を採用しても、湧出能力の回復は困難である。

6-6-1 井戸管理項目

管理データは次の項目とする。

自然水位、揚水量、運転水位、運転圧力、電流値、揚砂量、水質、水温等

これらの管理項目の数値の変化と異常値によって、井戸経年変化と異常、湧出量の減退状況が把握でき、井戸改修時期決定の判断資料となる。

6-6-2 水位・揚水量・水質の管理

水位と揚水量は相関関係にあり、井戸を管理する上でこれらを定期的または連続観測することにより、早期に井戸の異常を把握できる。水質項目を含めて、計測に必要なセンサとデータロガーを備えると自動記録が可能となり、これに通信機能を追加すると、遠隔で井戸管理が可能となる。

6-6-3 揚水設備の管理

揚水設備の管理は、制御盤の点検と水中ポンプの揚水能力の把握及びモータの絶縁抵抗の定期的な測定によって可能となる。

6-6-4 定期的な改修工事の実施

改修工事を長年実施せず、著しく湧出能力の減退した井戸ではいかなる洗浄工法を採用したとしても湧出能力の回復は望めない。揚水量が多く、水質が良好でも定期的に洗浄作業を実施することが望ましい。一般的に、適正揚水量における比湧出量が完成時の80%以下になった時に、洗浄作業を実施することが望ましい。

第7章 廃止井の処理

7-1-1 廃止井処理の意義

既設井には多層仕上げしたものが多い。帯水層はそれぞれ水頭圧が異なっているので、揚水停止中に帯水層間に地下水の垂直流動が発生している。このような井戸を廃井にする際、地表に近い帯水層が、人為的な化学物質で汚染されている場合は、中～深層帯水層への汚染の拡散が懸念される。この防止のため適切な対策を実施する必要がある。

自噴井の廃止の場合は、廃止井後の湧水防止対策を計画、実施する。

7-1-2 廃止井処理方法

既存井を廃棄するに当たり、環境保全の観点から適切な廃止井処理方法を採用する必要がある。

(a) 帯水層間の地下水流動の遮断

帯水層間の地下水流動の遮断は、廃止井の管内に不透水性の充填物を満たし、帯水層間の上下方向の流動を遮断することによって行う。

垂直流動を止める充填材には、粘土、粒状ベントナイト、セメントスラリーがあり、スクリーン間及び最上部スクリーンの上位に充填する。それ以外の区間は、砕石、または砂を充填する。

(b) 自噴井の湧水防止

自噴井の廃止井処理は、自噴を停止させる工法にて行う。通常は、井戸口元を密閉して高流動性のセントスラリーをスクリーンから帯水層へ流出させる工法を採用し、スクリーン周辺の帯水層もセメントスラリーにて閉塞させ、ケーシング外周から湧水を防止する。

井戸口元の密閉には、フランジ溶接またはパッカーを用いる。

さく井地質標準記号

<主記号>

記号	名称	記号	名称	記号	名称
	表 土		粘 土		基 盤
	埋 土・盛 土		シ ル ト		深 成 岩
	腐植土・有機質土		砂		火 山 岩
	ロ ー ム		玉 石		石 灰 岩
	火 山 灰		礫		変 成 岩
	軽 石		砂 礫		砂岩・泥岩互層
	凝 灰 角 礫 岩				

<補助記号>

記号	名称	記号	名称	記号	名称
C	粗 砂・荒 砂		シルト混り		軽石混り
m	中 砂		砂 混 り		固 結 岩
f	細 砂		礫 混 り		貝 殻
	互 層 (例示)		玉 石 混 り		埋れ木・炭質物
	粘 土 混 り		火 山 灰 混 り		

(注1) 補助記号例示の互層は、砂優勢の砂・粘土互層を表す。

(注2) 砂、粘土まじり砂、砂まじり粘土の砂が、荒砂のときは荒またはC、中砂のときは中またはm、細砂のときは細またはfを図の中央に記入する。

例えば、荒砂のときは 、砂まじり粘土のときは

粘土まじり中砂のときは のように書く。

(注3) 貝殻、軽石等が含まれたときは、それぞれの地層にその記号を併記する。

さく井工事施工指針

平成18年12月 発行
平成20年 9月 改訂
平成22年 7月 改訂
平成25年 9月 改訂
令和 3年 6月 改訂

発行 一般社団法人 全国さく井^{せい}協会

〒 104-0032 東京都中央区八丁堀 2-5-1
東京建設会館 4F

TEL 03-3551-7524 FAX 03-3551-7520

<https://www.sakusei.or.jp/>

E-mail:office@sakusei.or.jp

許可なく複写・転載を禁ず