

温泉掘さく及び揚湯設備工事施工指針

平成 22 年版



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・掘削・温泉動力の装置許可申請書	1
1-2-1 事前調査	1
1-2-2 掘削許可申請書の作成	1
1-2-3 動力装置の設置許可申請書の作成	2
第3節 設計	5
1-3-1 井戸構造の設計	5
1-3-2 揚湯設備の設計	5
第4節 施工計画・災害防止規定	5
1-4-1 施工計画	5
1-4-2 災害防止規定	5
第2章 さく井	6
第1節 さく井施工	6
2-1-1 掘さく	6
2-1-2 ケーシング径と掘さく径	8
2-1-3 可燃性天然ガス対策	8
2-1-4 ケーシングセメンディング	9
2-1-5 仕上げ	9
第2節 ケーシング材	10
2-2-1 ケーシング	10
2-2-2 スクリーン	10
第3節 検層及び各種試験	10
2-3-1 検層	10
2-3-2 揚湯試験・ガス量測定	11
2-3-3 泉質分析・ガス分析	12
第3章 揚湯設備	12
第4章 工事報告書	13
第5章 検査	14
5-1-1 掘さく深度検尺	14
5-1-2 掘さく孔径検査	14

5-1-3 中間掘さく深度確認検査	14
5-1-4 材料検査	15
5-1-5 掘さく完了後の検査	15
5-1-6 仮設揚湯設備の検査	15
第6章 その他	15
第1節 可燃性ガス対策	15
6-1-1 掘さく中のガス対策	15
6-1-2 温泉利用施設におけるガス対策	15
6-1-3 ガス分離設備の基準	16
第2節 廃孔処理	16
6-2-1 既存井の廃孔処理	16
6-2-2 新設井の廃孔処理	16

〔 図 表 目 次 〕

図-1 掘さく工事フローチャート	4
図-2 温泉動力設備フローチャート	4
図-3 ケーシングプログラムA, B	17
表-1 掘さく径とケーシング径の関係表	8
表-2 セメント1袋当たりのセメントスラリー組成表	9
表-3 連続揚湯・回復試験における測定時間	12

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、温泉掘さく工事及び揚湯設備工事の施工方法を規定し、温泉水を有効利用すると共に、掘さく作業の効率化と品質管理並びに温泉井の耐久性を確保するために適用する。

温泉掘さく工事の範囲は、井戸構造設計に始まり、施工計画を作り、掘削許可申請書の提出、許可後は機材搬入、掘さく（複数回のケーシング挿入、セメンティングを含む）、検層、スクリーン管挿入、仕上げ、揚湯試験、泉質分析、完成検査、掘さく機材の撤去までとするが、もし井戸より可燃性ガスの放出が認められるならば、揚湯試験時にガス量測定とガス分析を行い、孔口は安全対策を施して引き渡さねばならない。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・掘削・温泉動力の装置許可申請書

1-2-1 事前調査

(a) 予備調査

予備調査は、温泉開発計画地の土地利用状況、地形、地質、付近の天然温泉の有無、既存井戸（地下水、温泉とも）の有無、既存温泉井戸の資料（深度、温度、泉質、水位、揚湯量、地質柱状図、湧出深度等）を集め孔井仕様を検討する。

(b) 法的規制調査

計画地における法規制等の確認を行う。温泉法（井戸間隔・採取深度・揚湯量等）、農地法（農地転用）、国有林野法、自然公園法、森林法、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）、鉱業法、砂防法、河川法、文化財保護法（埋蔵文化財の有無）都市計画法等を関係官庁に確認及び協議を実施する。

(c) 環境調査

計画地周辺が工業地帯又は産業廃棄物処理施設、有機塩素系溶剤等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・振動測定を行なっておくことが望ましい。

(d) 住民説明会

計画地周辺が住宅地の場合、周辺環境に影響を与えることから、工事をスムーズに進めるためにも住民説明会を実施することが望ましい。説明内容は工事期間、工事方法、騒音・振動対策、可燃性天然ガス対策、運搬計画等となる。

1-2-2 掘削許可申請書の作成

温泉をゆう出させる目的で土地を掘さくしようとする者は、環境省令で定めるところにより、都道府県知事に申請してその許可を受けなければならない。

改正温泉法（平成20年10月1日施行）では、温泉井戸を掘さくする事業者は、可燃性天然ガスに対する対策が必要になる。その対策をまとめると次のとおりである。

・可燃性天然ガスの噴出のおそれがある場所での必要な対策

①掘さく口の位置は、敷地境界から8m以上離し、その範囲内は火気使用設備

等の設置及び火気の使用を禁止すること。また関係者以外の立入りを制限するため、柵等を設置すること。(8m以上の距離とは、ケーシングの外周から敷地境界までの距離である)

②噴出防止装置を設置すること。

③可燃性ガスの警報装置を設置すること。

④携帯型可燃性ガス測定器及び消火器を備えること。

⑤毎作業日に1回以上、メタン濃度の測定や可燃性天然ガスの噴出の兆候の有無の点検を行い、その結果を記録して保存すること。

⑥災害防止規程を作成し現場に備え、従事者はこれを遵守すること。

・可燃性天然ガスの噴出のおそれのない場所での必要な対策

①掘さく口の位置は、敷地との境界から3m以上離すこと。その範囲内は火気使用設備等の設置及び火気の使用を禁止すること。また関係者以外の立入りを制限するため、柵等を設置すること。

②携帯型可燃性ガス測定器及び消火器を備えること。

③毎作業日に1回以上、メタン濃度を測定し、その結果を記録して保存すること。

④災害防止規程を作成し現場に備え、従事者はこれを遵守すること。

上記の対策を考慮して、掘削許可申請書と添付書類を作成する。なお、従来の申請書に「主要な設備の構造及び能力」を、また、①～③の図面及び書面の添付が追加された。

①設備の配置図及び主要な設備の構造図

②技術水準に適合することを証する書面

③災害防止規程

これら申請書、添付書類の様式、図面の縮尺、用紙の大きさ等詳しくは提出先の都道府県に確認して作成すること。また、環境省の温泉法以外に、条例・細則等で都道府県別の設置条件が制定されているので、事前に関係する行政・団体等に、許可条件の詳細を確認して作成した温泉掘さく計画を各都道府県知事宛に申請して、許可を受けた上での着手となる。

新規に温泉開発を実施する場合の調査から掘さくに至るまでの流れ図を図-1 掘さく工事フローチャートに示す。

1-2-3 動力装置の設置許可申請書の作成

温泉のゆう出量を増加させるために動力を装置しようとする者は、環境省令で定める所により、都道府県知事に申請してその許可を受けなければならない。

改正温泉法(平成20年10月1日施行)により、掘さく工事の揚湯試験でメタンガス濃度の測定結果を基に、相当量含まれている場合は、温泉利用に当たり可燃性天然ガスに対する安全対策を実施する必要がある。その対策をまとめると次のとおりである。

①可燃性天然ガス発生設備は屋外に設置しなければならない。

②温泉水から可燃性ガスを分離しなければならない。利用申請時にガス分離設備によりガスが一定程度分離されている測定結果が必要となる。

③適正な可燃性天然ガスの排気口を設置する必要がある。

④可燃性ガス発生設備周辺の立入禁止及び火気使用禁止措置を実施すること。

⑤配線ケーブル等を通じた可燃性天然ガスの侵入を遮断すること。

⑥日常的な点検の実施と災害防止規定を作成すること。

上記の対策を考慮して、温泉の動力許可の申請書と添付書類を作成する。なお、従来の申請書に「主要な設備の構造及び能力」を、また、①～③の図面及び書面の添付が追加された。

①設備の配置図及び主要な設備の構造図

②技術水準に適合することを証する書面

③災害防止規程

これら申請書、添付書類の様式、図面の縮尺、用紙の大きさ等詳しくは提出先の都道府県に確認して作成すること。

新規に動力装置を設置する場合の申請書作成から利用までの流れ図を図-2 温泉動力工事他フローチャートに示す。

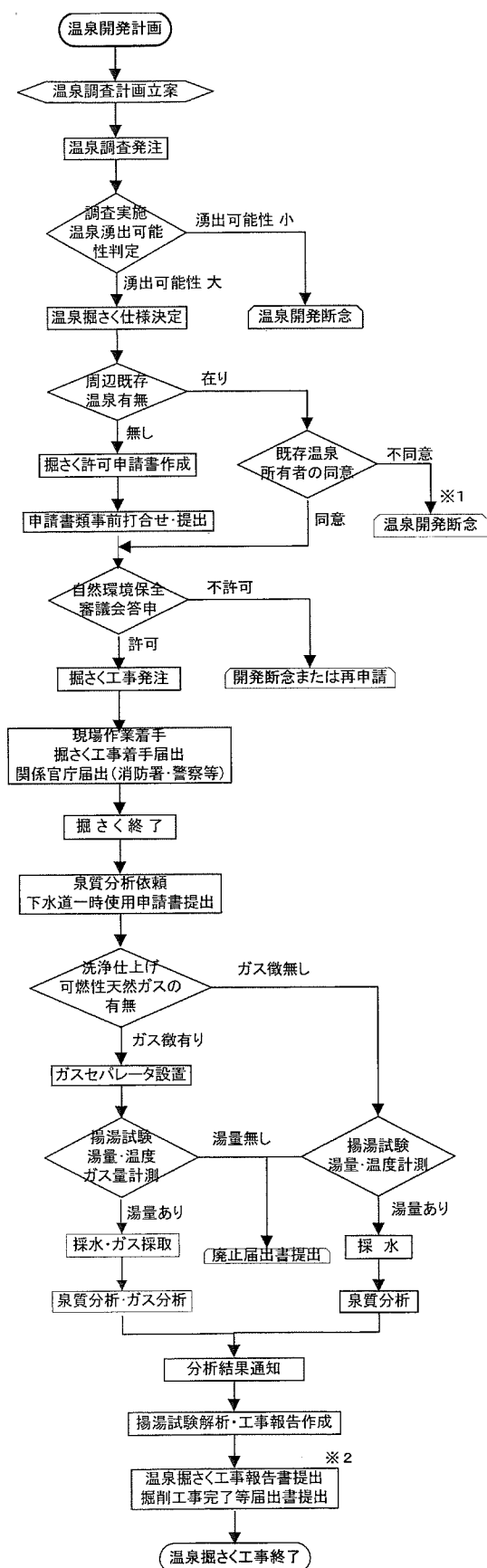


図-1 掘さく工事フローチャート

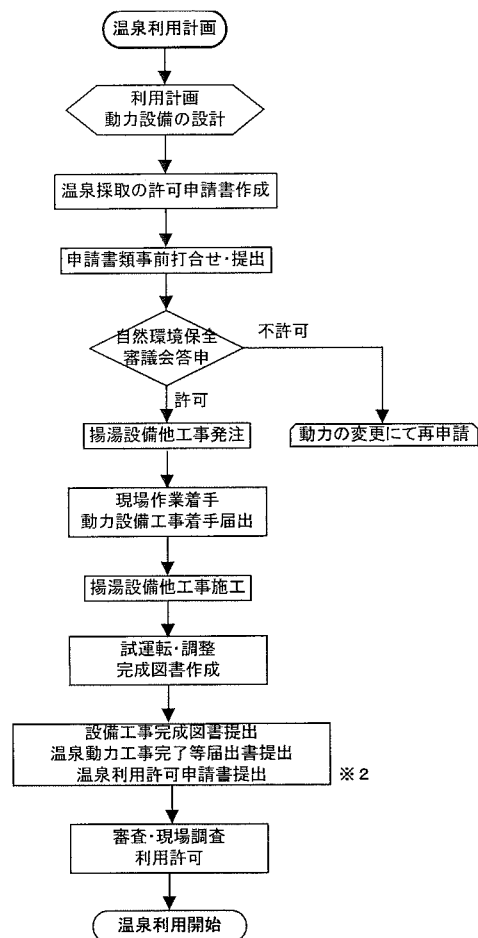


図-2 温泉動力工事他フローチャート

※1 同意書が得られない時、受付を拒否される事例が多い。しかし、原則は審議会の判断による。

※2 温泉掘削申請書、温泉利用許可申請書ともに、許可後2年以内に工事を完了し、工事完了報告書を提出しないと許可は失効する。

第3節 設 計

1-3-1 井戸構造の設計

・計画湯量を得るための井戸構造の検討

- ①掘さく深度：対象温泉領域を想定し掘さく深度を決める。
- ②掘さく孔径：最終ビット寸法、揚湯方法、揚湯機の設置深度などを検討して井戸構造（ケーシングプログラム）を決定する。
- ③ケーシング、スクリーンの材質：想定される泉質・温度から経済性を考慮した管種（鉄管、ステンレス管、非金属管）を選定すると共にスクリーンの構造及び開口率等を決定する。
- ④遮水方法：セメンティング計画（使用するセメントの種類、セメントスラリー比重、添加材、セメンティング方法-2 栓式、インナーストリングス式等）

・可燃性天然ガス対策・自噴対策

- ①可燃性天然ガス対策：1-2-2 掘削申請書の項で記した対策を行なう。
- ②自噴対策：自噴のおそれのある場合は、噴出防止装置(BOP)を付けた坑口装置、ピット構造、排水先（河川・下水道等合法的排水処理）を計画する。

1-3-2 揚湯設備の設計

揚湯ポンプ：水中モータポンプ、エアリフトポンプ、ボアホールポンプ、P C ポンプ（キャビティポンプ）、うず巻ポンプ、タービンポンプ等

揚湯管：ステンレス鋼管、ファイバークラスチュービング管、断熱二重管（サーマルチューブ）

揚湯方式：インバータ制御、定量揚湯、水位センサー制御

気液分離装置：ガスセパレータ、ガス量測定装置（オリフィス・ウエルテスター）、ガス放散塔、貯湯タンク、エアレーション装置、加温装置、ろ過装置、流量計、温度計、水位計

第4節 施工計画・災害防止規定

1-4-1 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成する。内容は以下に示す項目でまとめる。

搬入・搬出計画、仮設計画（騒音対策等）、施工計画（掘さく、検層、ケーシング、セメンティング、スクリーン設置、遮水、仕上げ、揚湯試験、泉質分析、ガス分析、ガス量測定、施工協議、検査立会等）、安全計画、環境対策、品質管理、工程管理、温泉法及び消防法に基づく届出書類の作成

1-4-2 災害防止規定

災害防止規定は、次の内容のものを作成する。

- ①災害防止措置の実施に係わる組織・安全に関する担当者の専任その他災害防止措置を適正に実施するための体制に関する事項
 - ・保安管理体制
 - ・安全担当者等の専任及び職務の範囲
 - ・災害時の緊急連絡体制
- ②災害防止のために行う点検項目及び方法に関する事項
 - ・日常点検の実施方法及び記録、保存の方法

- ・設備等の不具合を確認した場合の措置方法
- ③災害その他の非常時の場合にとるべき措置に関する事項
 - ・近隣住民及び関連機関への連絡方法
 - ・退避の方法
 - ・罹災者の救護方法
 - ・ガス警報装置が警報を発した場合の及び危険な濃度であることを確認した場合の対応
 - ・可燃性天然ガス噴出兆候が確認された場合、噴出した場合の対応
 - ・火災又は爆発が発生した場合の対応
 - ・大規模地震や周辺で火災が発生した場合の対応
- ④その他災害防止に必要な事項
 - ・保安教育の実施方法
 - ・やむを得ず火気を使用する場合の措置
 - ・その他自主保安マニュアル類の作成等

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ロータリー式（スピンドル式、テーブルマシン式、パワースイベル式）を標準とし、浅層部（第1段）は、その地下地質によりパーカッション式や高圧空気を用いたダウンザホールハンマ工法を併用する場合もある。また、最下段部はワイヤライン工法にてコア採取し、温泉水の通路となる岩石の亀裂等を肉眼観察しながら掘さくする場合もある。

掘さく泥水には、ベントナイトを基本剤とし各種添加剤を加えたベントナイト泥水または各種ポリマーを主要基本剤とするポリマー泥水を使用する。泥水を適切に管理することにより孔壁保持とビット洗浄及び掘り屑排出に努め、併せて振動スクリーンとデカンタ等の泥水管理機材を有効に使用して排泥量の抑制と抑留事故防止に努める。

（注）掘さく方式を2種類採用する場合、掘削許可申請書には2種類の掘さく工法を明記する必要がある。（申請書に記入以外の掘さく工法を採用すると、原理の変更と見なされ変更許可申請が必要となる。変更許可を受けないで掘さくを行うと、工事停止となり、場合によっては罰則が適用される。（温泉法第39条））

(b) 掘さくツール

掘さくには、掘さく工法に適応したツールを使用し、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力する。

垂直精度を保つツールとして、ロータリー式掘さく工法及びダウンザホールハンマ工法では、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。

(c) 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、砂を敷き詰めて転圧す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、掘さく中の櫓の変位を未然に防止する。

(d) 工事面積と搬入路

温泉掘さく工事に必要とされる工事敷地面積は 20m×25m (500 m²) 以上であり、特に市街地における工事の場合、搬入路の確保が重要となる。

(e) 工事用水

工事用水は特に井戸仕上げ時には大量に使用する。水源に農業用水・河川水等を用いる場合はその管理者との協議、許可を得て使用するものとする。

(f) 揚湯試験時の排湯先

揚湯試験時の排水は温度・泉質等問題がある場合が多いので、温泉掘削申請時の計画を遵守するなど関係法令に基づいて対応するものとする。

(g) 掘さく時の諸資料

スクリーンの設置深度を決定する情報として、掘さく中は下記の資料を収集する。

① 逸泥現象

掘さく中は泥水タンクの液面を測定し、時間当たりの逸泥量を測定する。

② 孔内水位

昼夜作業時はビット交換時に孔口迄補泥し、水位の低下状況を時間の許す限り測定する。又昼夜作業を行わない場合は、毎朝作業開始前の孔内水位を測定する。

③ 亀裂、割れ目の有無

掘さく中の異音や異常な掘進降下速度（特に石灰岩地帯）に留意して、岩石中の亀裂や大きな割れ目存在の把握に努める。

④ 循環泥水の温度測定

掘さく中、事前に計画した頻度で循環泥水の温度測定をして温泉領域と高温岩体の把握に努める。

(h) 掘さく地点の移動

温泉掘削申請書受理後の掘さく地点変更は出来ないので掘さく地点の決定に際しては注意を要する。

(i) 掘さく障害の防止

掘さく中は、崩壊、逸泥、湧水、時にはガス噴出が発生することが想定される。その対策として、粘土・ベントナイト・脱水量減少剤・増粘剤・分散剤・加重剤・逸泥防止材及びポリマーを清水に添加し、適切で良質な性状の泥水を作泥して掘さく障害の防止に努める。

良質な泥水の条件は、地層及び地形に適合した比重・粘性・泥壁形成・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・デサンダ・デシルタ・デカンタ等）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。また、ビット交換等の作業で揚管する場合は、孔内への補泥を確実に実施すること。

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。

(j) 環境対策

産業廃棄物排出量の抑制と騒音・振動の抑制と防止対策を実施する。

2-1-2 ケーシング径と掘さく径

(a) 井戸構造

井戸構造（ケーシングプログラム）は図別紙のケーシングプログラムA・Bを標準とし、計画地の推定地質を考慮して計画するものとする。

掘さく径とケーシング径は密接な関係にあり、ケーシングが余裕を持って挿入でき、ケーシングセメンティングが確実に実施できる掘さく径でなければならない。この関係を表-1に示す。

表-1 掘さく径とケーシングサイズの関係表

ケーシングプロ 段 数	ケーシングプログラムA		ケーシングプログラムB	
	掘さく径	ケーシング・種類	掘さく径	ケーシング・種類
第1段掘さく	12-1/4"(311.2mm)	250A SGP	10-5/8"(269.9mm)	200A SGP
第2段掘さく	9-5/8"(244.5mm)～ 9-7/8"(250.8mm)	200A STPG	7-5/8"(193.7mm)	150A STPG
第3段掘さく	7-5/8"(193.7mm)	150A STPG	5-5/8"(142.9mm)～ 5-7/8"(149.2mm)	100A STPG
第4段掘さく	5-5/8"(142.9mm)～ 5-7/8"(149.2mm)	100A STPG	—	—

(b) 掘さく径とケーシング径

温泉掘削申請書記載のケーシング径(内径)と掘さく孔径は変更できないので注意を要する。

(c) 県条例等の規制（揚湯量の規制）

地域によっては、地下資源の有効利用上、スクリーンの設置及び配置等を規定している場合があるので計画段階での調査が必要である。

(d) その他

地域によっては掘さく深度の下限やスポットコア採取、検層区間と種目等を指導しているので、都道府県の温泉担当部門との綿密な打合せが必要である。

2-1-3 可燃性天然ガス対策

温泉法が改正され、可燃性天然ガスの噴出のおそれがある場所での掘さく作業に対して次の対策を講じて工事に臨むものとする。

- ①掘さく口の位置は、隣地境界から 8m以上離れていること。(8m以上の距離とは、ケーシングの外面から敷地境界までの距離。)
- ②掘さく口から 8m以内は、火気使用設備等の設置禁止、火気の使用禁止、火気使用禁止の掲示をすること。
- ③掘さく口から8mの範囲内は、柵囲等により関係者以外の立入りを制限すること。
- ④噴出防止装置を設置すること（水溶性ガス田地域において 500m以上掘さくする場合は、最高使用圧力が 3.923MPa 以上のものを設置する）
- ⑤可燃性ガスの警報設備を設置すること。
- ⑥噴出兆候の有無を目視により点検を行い、その結果を記録し保存すること。
- ⑦携帯型可燃性ガス測定器及び消火器を備えること。

- ⑧毎作業日に1回以上携帯型可燃性ガス測定器で孔口付近においてメタン濃度の測定を行い、その結果を記録し保存すること。(仕上げ作業時は常時測定)
- ⑨災害防止規定を作成し現場に備え、安全担当者を選任して安全に関わる判断を行う。

可燃性天然ガスの噴出のおそれが無い場所での掘さく作業に対して次の対策を講じて工事に臨むものとする。

- ①掘さく口の位置は、隣地境界から3m以上離してその範囲内は火気の使用を禁止して関係者以外の立入りを制限する。
- ②携帯型可燃性ガス測定器と消火器を設置する。
- ③毎作業日に1回以上携帯型可燃性ガス測定器で孔口付近においてメタン濃度の測定を行い、その結果を記録し保存すること。(仕上げ作業時は常時測定)
- ④災害防止規定を作成し現場に備え、安全担当者を選任して安全に関わる判断を行う。

2-1-4 ケーシングセメンティング

ケーシングセメンティングは、温泉領域以外のケーシング挿入後に低温水の井内侵入、腐食防止、保温等の目的でケーシング管外の間隙部をセメントスラリーで充填するものである。セメント注入量は、アニユラス部の容積に逸水等の掘さく状況による割り増し量を加算する。

セメントスラリーの注入方法は、1 栓式、2 栓式、インナーストリング式（チュービング式）とする。

セメントスラリーの標準組成は、下表のとおりである。

表-2 セメント1袋(25kg)当たりのセメントスラリー組成表

項 目	セメントスラリー 1	セメントスラリー 2	備 考
スラリー比重	1.70	1.80	
使用セメント	普通ポルトランドセメント	普通ポルトランドセメント	セメント比重:3.16
溶解水量(L)	16.44	13.39	
出来上がりスラリー量(L)	24.35	21.33	
水・セメント比 w/c	0.658	0.536	

セメントスラリーには、スラリー流動性を改善するためにセメント分散剤や遊離水を減少させるセメント脱水量調整剤を適宜添加する。また、孔内温度が低く、硬化速度をあげるために、速硬剤を添加する。孔内温度が高い場合はシックニングタイム調整を目的に遅硬剤を使用する。

2-1-5 仕上げ

仕上げ作業は、ケーシング管内の泥水排除（清水置換）泥壁除去を目的とした井内への温泉水の流入を促す要となる作業であるので、次の手順にて実施するものとする。

(a) 清水置換

井内へボーリングロッドを降下し、清水を送水して井内の泥水を清水に置換する。

(b) 井内洗浄

井内の泥水が排除されたら、清水を一定時間循環して井内を洗浄する。

(c) 泥壁除去、温泉水誘導

泥壁洗浄剤の使用やスワビング作業を実施して泥壁の除去や温泉水の井内への誘導を行った後、再度清水と置換させる。

(d) 揚湯洗浄

エアリフトもしくはポンプによる揚湯洗浄を行う。

(e) 清水圧入

口元を密閉し、高圧ポンプにて清水を孔内に圧入する。

第2節 ケーシング材

2-2-1 ケーシング

(a) ケーシング、スクリーンパイプの材質

ケーシングパイプの材質は、別紙井戸構造に示すとおり配管用炭素鋼鋼管・圧力配管用炭素鋼鋼管（Sch40）を標準とし、耐食が求められる場合は配管用ステンレス鋼鋼管を計画する。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、耐溝状腐食電縫管とする。

(b) ケーシングの接続

ケーシングの接続は、ねじ接続または溶接接続にて行う。ねじ接続は、フラッシュジョイント接続とし、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し、突き合わせ溶接には片端開先のベベル加工を行い下端のケーシングと鉛直に溶接する。

2-2-2 スクリーン

スクリーンは、スリット型又は丸孔型とし地質条件に合致したものを使用するものとする。加工形状は、圧壊と座屈に充分耐えられる強度のものとする。

第3節 検層及び各種試験

2-3-1 検層

検層は温泉採取区間の掘さく終了後に裸孔内で測定することを基本とするが、地質状況の把握のために第一段階、第二段階を除き各掘さく段階ごとに実施する場合が多い。都道府県の掘さく許可条件で、全区間の検層を義務づけられている地区もある。

検層測定結果より総合検層図を作成し、地層と掘さく状況とを対比させて、温泉貯留層または亀裂位置を把握してスクリーン位置の決定を行う。

検層項目は電気検層と温度検層が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、地質状況に合わせた検層を行う。測定装置は、地上部の自記録測定装置、ウインチ、プリンタと孔内に降下させるアーマードケーブルとゾンデ（プローブ）より成り、連続測定を基本とする。

(a) 電気検層

電気検層は比抵抗検層（ノルマル法）と自然電位検層があり、裸孔区間の地層の見掛け比抵抗と地上電極と孔井電極の電位差の測定を行う。

(b) 温度検層

温度検層は孔井内の温度を地表より連続で測定することにより、地層の対比、逸水層、湧水層、貯湯層などの位置判定に供される。孔内温度は、その地層の地温勾配あるいは最高温度を知るだけでなく、地層中の流体の出入によって生じる微細な温度変化を記録することも重要である。

(c) その他の検層

温泉掘さく工事で実施される検層には、その他以下の検層種目があり、地質に合わせて採用することがある。

- ・自然放射能検層：地層中の微量の放射性物質の自然ガンマ線量の変化から、地層の同定、対比、堆積岩の粘土含有量の判定が可能である。
- ・音波検層：弾性波速度検層の一種で、地層のP波速度値が求められる他に地層の硬軟、亀裂の発達、孔径変化が判定できる。
- ・泥水比抵抗検層（導電率検層）：地層中の流体の出入りによって変化する泥水抵抗値を測定することにより、温泉湧出位置を判定する。
- ・インダクション検層：地層水の塩分濃度が高く、見掛け比抵抗値が極端に小さい堆積岩の検層に利用され、ゾンデの送信コイルが電流変化によって磁場を変化させ、誘導電流（2次電流）を地層内に発生させる。この誘導電流を受信コイルで測定する。この2次電流の強さは、その地層が有する導電率に比例する関係にある。

2-3-2 揚湯試験・ガス量測定

揚湯試験は、温泉の湧出能力と貯留層の特性（水理定数）を求めると共に、温泉動力の装置許可申請の資料に供する目的で行う。

試験は、予備揚湯試験、段階揚湯試験、連続揚湯試験、水位回復試験とする。試験における水位・湯量・温度などの測定間隔は表-1によるものとする。

揚湯に伴い可燃性天然ガスの湧出が認められた場合、安全に揚湯試験が実施できるように気液分離装置を用いて可燃性ガスと温泉水を分離させ、分離したガス量測定を実施する。分離したガスは放散塔を経由して大気に放散させる。

(a) 予備揚湯試験

濁り水を十分に排出し清水になった後、ポンプの最大能力まで揚湯し、最大揚湯量とその時の水位降下量を求める。また、可燃性天然ガス湧出の有無を確認する。

(b) 段階揚湯試験

予備揚湯試験で求めた最大揚湯量を数段階に均等に区分し、段階水位降下法で試験を実施する。試験結果より限界揚湯量（転移揚水量）・適正揚湯量（経済揚水量）と揚砂量（定量測定）等の測定などを行う。合わせて湯温の測定を行う。

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10 cm以下となるか、最大240分として次の段階に移る。

(c) 連続揚湯試験

段階揚湯試験で求められた限界揚湯量以下で、連続揚湯試験を実施し水位の安定性・水理定数を求める。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72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後の水位の復元性と水理定数を求める。

(e) ガス量測定

ガス量の測定には、オリフィス・ウエルテストと差圧計を用いてガス量を測定する。測定は段階揚湯試験と連続揚湯試験時に行う。

ガス量測定により、温泉利用設備のガスセパレータの設計に供する。

表-3 連続揚湯・回復試験における測定時間

測定時間	測定間隔(分)
0分以後 ～ 30分まで	5
30分以後 ～ 60分まで	10
60分以後 ～120分まで	15
120分以後 ～240分まで	30
240分以後 ～	60

2-3-3 泉質分析・ガス分析

温泉分析用検体の採取と現地測定は、温泉分析の指定機関に依頼し、連続揚湯試験の最終日に実施する。分析項目は温泉法の中分析と細菌試験とする。

分析の結果を元にランゲリヤ指数・飽和度指数を求め、温泉揚湯設備へのスケール抑制装置の必要性を検討する。

排水先が公共下水道で、下水道排水許可の分析項目を洗浄揚湯水を採水して分析を行う。分析項目は、水素イオン濃度、ノルマルヘキサン抽出物質含有量(鉱油類・動植物類)、沃素消費量とする。

ガス分析の検体は、連続揚湯試験時に水上置換法で採取し、分析機関に持ち込んでガスクロマト分析を行う。

分析項目は、メタン・エタン・プロパン等、酸素、窒素、硫化水素、二酸化炭素、一酸化炭素とし、分析結果より可燃性ガスの熱量と比重を算出する。比重は、オリフィス・ウエルテストによるガス量測定の比重補正に用いる。

第3章 揚湯設備

温泉の揚湯設備は、国や県、ところによっては地域で温泉法や条例等で厳しく制限されているので、井戸の揚湯能力（自噴・動力揚湯量）や含有成分（泉質）が判明した時点で、量・成分に対応した設備設計計画を進めることになる。

自噴井以外は、動力装置が必要であり、掘削申請と同様な動力装置の設置に係る都道府県知事への申請が必要となる。（図-2 温泉動力工事他フローチャート参照）

特に、近年の温泉に付随する可燃性ガスの火災や爆発事故が発生してから、温泉法の改正が行われ、掘さく時や揚湯設備における可燃性ガス対策が厳しくなっている。（最終改正施行：平成20年10月1日）

また、可燃性ガスを含む源泉の場合は、溶存ガス濃度を測定した結果に応じた安全対策を講じる様に義務付けられている。この対策は、井戸元（管頭・源泉ピット類）から利用する建物に入るまで、溶存可燃性ガス濃度に応じて、厳重な対策を講じるように定められている。また、可燃性ガス以外の有毒ガスが溶存している温泉の場合も、濃度測定や、地上設備の配置等に規制が定められている。さらに、環境省の温泉法以外に、条例・細則等で都道府県別の設置条件が制定されているので、事前に関係する行政・団体等に許可条件の詳細を確認した後、作成した利用設備計画を各都道府県知事宛に申請して、許可を受けた上での着手となる。

許可条件も、原則許可後2年間以内に着手完成しなければならない条件付きである。
なお、揚湯設備は、①井戸孔内設備と、②地上設備とに大別される。

①井戸孔内設備

動力装置による汲み上げ方式で、水中モータポンプ方式の場合は、水中モータポンプ・揚湯管・水位センサ・低高水位電極と接続用のケーブル類・水位測定管等を含む。

エアリフト方式では、揚湯管・エア管・水位測定管、その他ボアホールポンプ（キャビティポンプも含む）類でも、孔内に設置する部分は井戸孔内設備に含む。

ポンプ類・エア管の設置深度は、揚湯試験の結果から判定した計画揚湯量で汲み上げる条件のもとで、動水位に充分余裕のある深さに設置する。

水中ポンプの場合において、ガスの混入がある井戸では、ポンプ本体をガス対策仕様にし、かつ、水没深さを増す等の対策が必要となるので、揚湯試験の結果を十分に解析検討し、設置深度を決定する必要がある。

現在は、石油ガス井の大深度用に開発された高揚程のポンプも販売されているが、無理に水位を下げることは、温泉を枯渇させる恐れがあり好ましくない。

井戸の仕様（径・深さ）、能力（量・水位・温度・成分等）に基づき、ポンプの種類・能力を選ぶが、地上揚程（高低差・径・距離）も加えた性能を持つポンプをポンプ性能（曲線）から選定するものとする。

②地上設備

井戸の管頭部以降から、建物の中の給湯施設までを指すが、加圧給湯の場合は給湯ポンプまでが地上設備にあたり、ガスセパレータ・サンドセパレータ・受湯槽・（ろ過設備）・貯湯槽、各設備間の配管が主な設備である。

各設備の能力・容量等は、井戸の能力と使用する施設側の容量及び管理運営体制等を考慮し、規模や仕様を設計計画するものとする。

現在では、CO₂対策上からも、省エネ対策にも留意した設備管理体制を加味した設備（ヒートポンプを利用した排湯からの採熱）等が望ましい。

また、可燃性ガスが含まれる温泉の設備計画は、温泉法で厳しく規制されているので、関係機関（監督官庁・測定機関）の指導判断を確認した上で、計画を進める必要がある。

なお、自噴井戸の場合は孔内設備が無いので、管頭部（ピットも含む）は地上設備となる。

第4章 工事報告書

温泉掘さく工事報告書は、以下の項目について記載し、図表等を添付するものとする。

【記載事項】

①所在地

②掘さく地点位置図、座標（緯度・経度 000° 00′ 00.0″）、標高

③掘さく記録（ドリリングチャート）

④総合柱状図（井戸構造図・地質柱状図・孔内検層図）

ケーシング口径ごとの設置深度（上・下端深度）、ケーシング継ぎ手深度、スクリーン設置深度（上端・下端）、遮水深度（遮水材料）、ベルカラー（ライナーハンガ）深度。

⑤揚湯試験測定記録及び解析図表

段階揚湯試験（５段階以上）、連続揚湯試験（72 時間以上）、適正揚湯量（利用可能揚湯量）、水位回復試験、揚砂量、各試験時の温度測定記録

⑥温泉分析書（別表含む）＊ガスを含む場合は、ガス分析及びガス水比濃度表。

⑦揚湯試験時に使用したポンプ機器類及び孔内設置状況（深度）の機器一覧・フロー図

⑧総合考察文

【添付図表他】

①スクリーン・ケーシングパイプの構造図

②ベルカラー（ライナーハンガ）構造寸法図

③ケーシング降下順表

④使用ケーシング・スクリーンの材質・試験表（ミルシート）

⑤産業廃棄物管理表

⑥許認可・検査結果の写し

⑦工事写真集

工事着手から終了までの工程ごとに、経過と使用した資機材の規格や量が判別できる写真を撮影、整理し、作成する。

⑧地質サンプル

コア採取の場合はコア箱に整理し、ノンコアの場合は試料ビンに詰めて、採取日・深度・地質名を記載したラベルを張る。

第5章 検 査

5-1-1 掘さく深度検尺

検尺には、ツールの長さを測定する実測法と検層法とがある。

(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、検縄等の使用も可能とする。

(b)ロータリー式掘さく

実測法では、ビット、レジューサ、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。

検層法では、ゾンデの降下深度を深度表示計とテンションメータで確認し、掘さく深度とする。

(c)ダウンザホールハンマ式掘さく

ロータリー式掘さくに同じ。

5-1-2 掘さく孔径検査

使用したビット径を実測し、この実測値を掘さく孔径とみなす。

5-1-3 中間掘さく深度確認検査

各掘さく径における掘さくが完了した時点において、監督員の立会検査を受けるものとする。検査方法は前項のとおりとする。

5-1-4 材料検査

(a) ケーシング・スクリーン等材料

ケーシングパイプとスクリーンパイプ、ファイバ管等の長さ、内外径、肉厚、ミルシート、表示記号(鋼管表面に塗付された記号)により、数量と寸法及び材質を確認する。

(b) その他の材料

セントライザ、遮水材(普通ポルトランドセメント・地熱セメント・調泥材・粒状ペントナイト等)など孔内に設置する材料全てを確認する。

5-1-5 掘さく完了後の検査

掘さく完了後の検査は、揚湯試験、泉質・ガス分析、揚湯温度、温泉井の深度、(水中モータ)ポンプ設置、試運転・調整時に現場検査を実施する。なお、泉質分析については揚湯試験時に検体を採湯し、専門の分析機関により分析を行う。また、揚湯試験時には、簡易的な泉質(pH、導電率等)の測定も必要となる。

完成検査は、工事写真及び報告書等にて実施する。

5-1-6 仮設揚湯設備の検査

(a) 仮設揚湯設備の設置

水中モータポンプの規格・仕様、揚湯管本数(ポンプ設置深度)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。また、既存温泉源への影響調査等が必要な場合もあり、事前に監督員に確認する。

(b) 揚湯試験

自然水位、揚湯量、揚湯温度、動水位(中間・安定水位)、可燃性天然ガスの有無の確認について監督員の立会検査を受けるものとする。

(c) 試運転・調整

監督員立会のもと、揚湯量、揚湯温度、動水位を計測し、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 その他

第1節 可燃性ガス対策

6-1-1 掘さく中のガス対策

掘さく中の可燃性ガス対策は、前項 2-1-3 を参照すること。

6-1-2 温泉利用施設におけるガス対策

平成 20 年 10 月 1 日の温泉法改正に伴い可燃性天然ガスが発生する場合、温泉採取には以下に記す全ての基準が適用される。

- ① 燃性天然ガス発生設備は、屋外に設置しなければならない。
- ② ガス分離設備を設置し、温泉水から可燃性天然ガスを分離する。
- ③ 適正な排気口を設置し、可燃性天然ガスの排気口は、床面または地面から高さ 3m 以上に設置する。周辺には吸気口、ベランダのほか、電気設備などを設けない。

- ④可燃性天然ガス発生設備周辺の立入禁止及び火気使用禁止の措置を実施する。
高さ 2m 以上のフェンス等で囲い、『火気厳禁』等の掲示を行う。
- ⑤配線ケーブル等を通じた可燃性天然ガスの侵入の遮断措置を行う。制御盤、配電盤等の前にジャンクションボックスを設ける。
- ⑥屋外の可燃性天然ガス発生設備は、月 1 回以上、異常の有無を目視点検すること。
点検結果は、2 年間保管しなければならない。
- ⑦災害防止規定を作成し現場に備えておかなければならない。規定内容は以下のとおりとする。
 - ・災害防止措置の実施体制（安全担当者の専任を含む）に関すること。
 - ・災害防止のための点検項目及び方法に関すること。
 - ・災害その他の非常の場合に実施すべき措置に関すること

6-1-3 ガス分離設備の基準

- ①水上置換法で付随ガスが採取可能な場合

メタン濃度 2.5%(50%LEL) 以下の場合	確認申請
2.5% 以上の場合	可燃性天然ガスの安全対策を実施
- ②貯湯槽が設置されている場合

槽内空気濃度測定法でメタン濃度測定	
メタン濃度 1.25%(25%LEL) 以下の場合	確認申請
2.5% 以上の場合	可燃性天然ガス安全対策を実施
- ③貯湯槽が無い場合

ヘッドスペース法でメタン濃度測定	
メタン濃度 0.25%(5%LEL) 以下の場合	確認申請
0.25% 以上の場合	可燃性天然ガス安全対策を実施

第 2 節 廃孔処理

6-2-1 既存井の廃孔処理

可燃性天然ガスの噴出の恐れのある既存温泉を廃孔する場合、将来に渡り可燃性天然ガスの噴出の防止を考慮した廃孔方法を採用する。

基本的には、温泉湧出区間を砂とセメントスラリー及びベントナイトペレット等で閉塞させる。温泉井の構造は千差万別であることから、井戸構造を充分検討し、鋼管の腐食も考慮した廃孔処理方法を採用するものとする。以下にその処理方法を記す。

- ①スクリーン上限深度まで洗い砂利等を充填する。
- ②トレミー管を充填砂利深度まで降下させ、セメントスラリーを厚さ 30m 分送る。
- ③硬化したセメントの上部に洗い砂利をベルカラー深度まで充填する。
- ④トレミー管を充填砂利深度まで降下させ、セメントスラリーを厚さ 30m 分送る。
- ⑤硬化したセメントの上部に洗い砂利を地下深度 30m まで充填する。
- ⑥トレミー管を充填砂利深度まで降下し、セメントスラリーをケーシング切断予定深度まで充填する。
- ⑦ケーシング周辺を掘さくし、支障ない深度でケーシング管を切断し埋め戻す。

6-2-2 新設井の廃孔処理

揚湯試験の結果、経済的揚湯量以下しか湧出せず、利用を断念した場合、廃孔処理を実施する。廃孔処理方法は 6-2-1 に準じる。

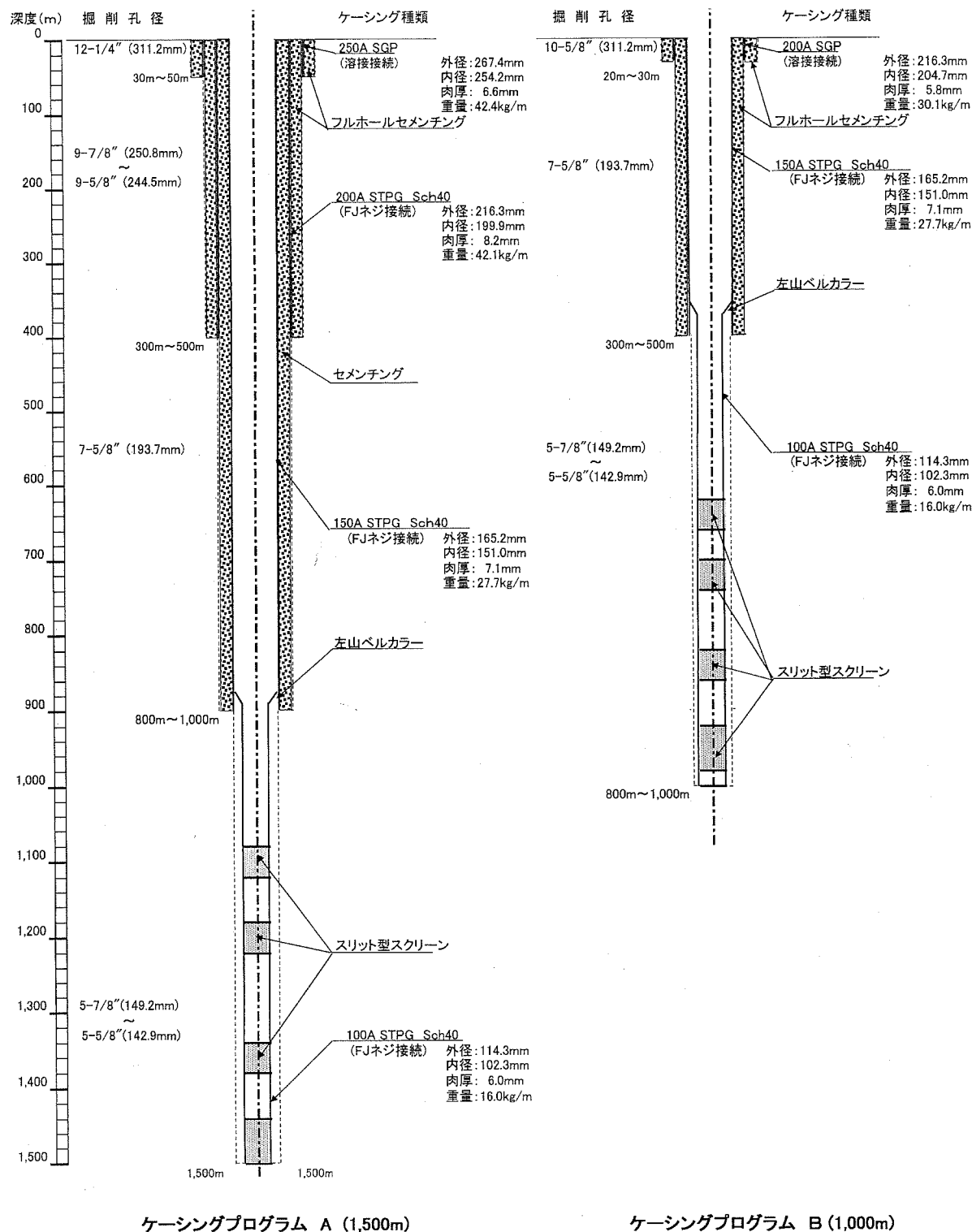


図-3 ケーシングプログラム

温泉掘さく及び揚湯設備工事施工指針

平成22年12月 発 行

発 行 社団法人 全 国 さ く 井 協 会^{せい}

〒 104-0032 東京都中央区八丁堀 2 - 5 - 1

東京建設会館 4 F

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

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

E-mail:office@sakusei.or.jp

許可なく複写・転載を禁ず