平成23年度　し尿処理施設井戸
災害復旧工事（さく井工事）

報　　告　　書

平成２３年１０月

黒川地域行政事務組合

目　　次

1．はじめに …… 1

2．施工手順 …… 3

3．さく井工事 …… 4

3－1．掘削作業 …… 4

3－2．地質状況 …… 4

3－3．孔内電気検層 …… 5

3－4．ケーシング・ストレーナーパイプ建込 …… 6

3－5．井戸仕上げ …… 7

4．揚水試験 …… 8

4－1．予備揚水試験 …… 8

4－2．段階揚水試験 …… 8

4－3．連続揚水試験及び回復試験 …… 10

5．水理定数の算出 …… 11

6．水質検査 …… 14

7．ピット築造工事 …… 15

8．揚水設備工事 …… 16

9．給配水工事 …… 17

10．まとめ …… 18

巻末資料

・井戸構造図
・さく井柱状図
・孔内検層記録
・揚水試験結果
・水質検査成績書

別冊

・工事写真集

1．はじめに

本報告書は、「平成23年度し尿処理施設井戸災害復旧工事（さく井工事）」の結果をとりまとめたものである。

工事の概要を以下に示す。

工　事　名　：　平成23年度し尿処理施設井戸災害復旧工事（さく井工事）

工事場所　：　宮城県黒川郡大和町鶴巣大平字勝負沢５の１
（図・１　案内図に示す）

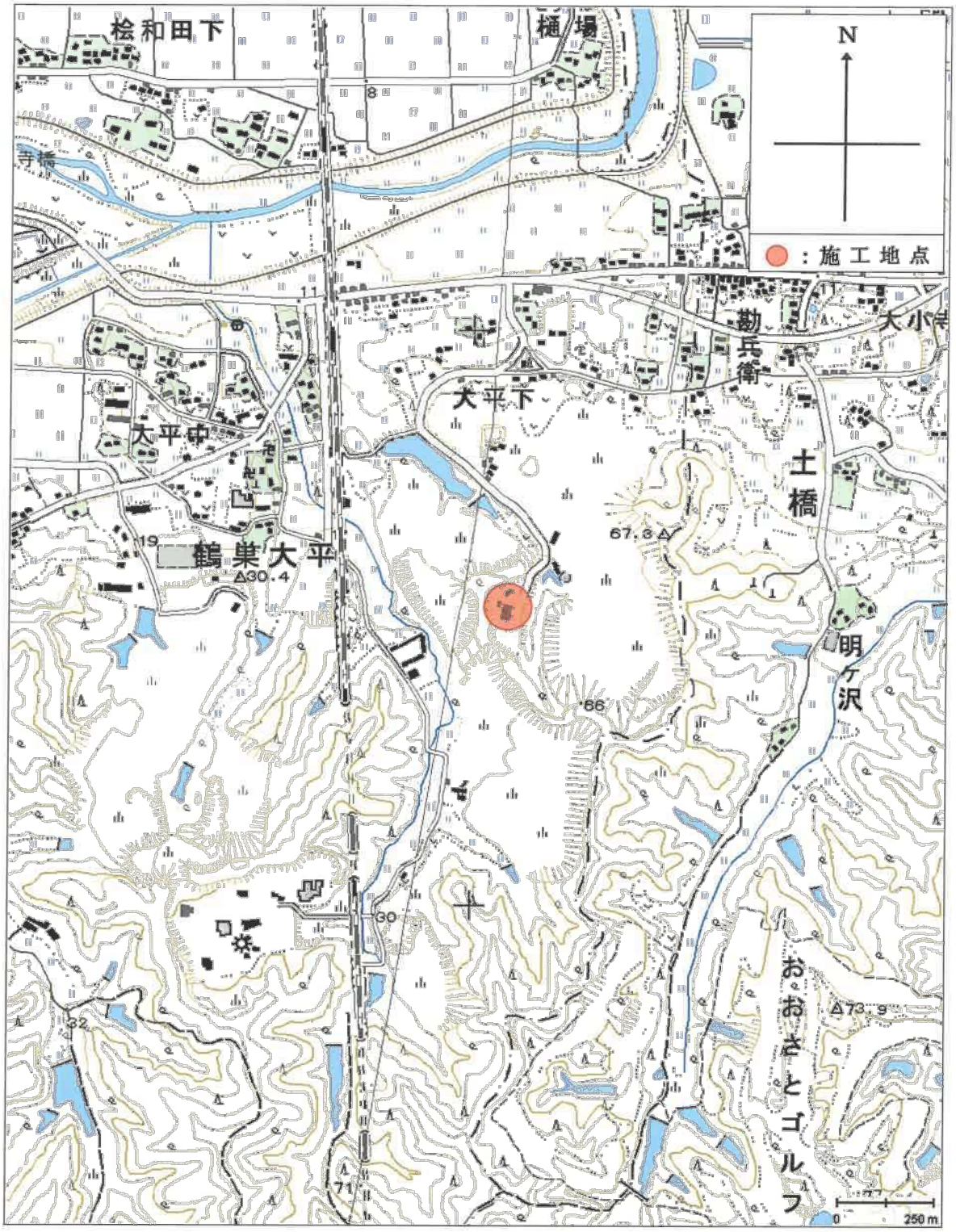
工　　期　：　自　平成２３年　７月　１４日
至　平成２３年　１０月　３１日

発　注　者　：　黒川地域行政事務組合

請　負　者　：

工事内容　：

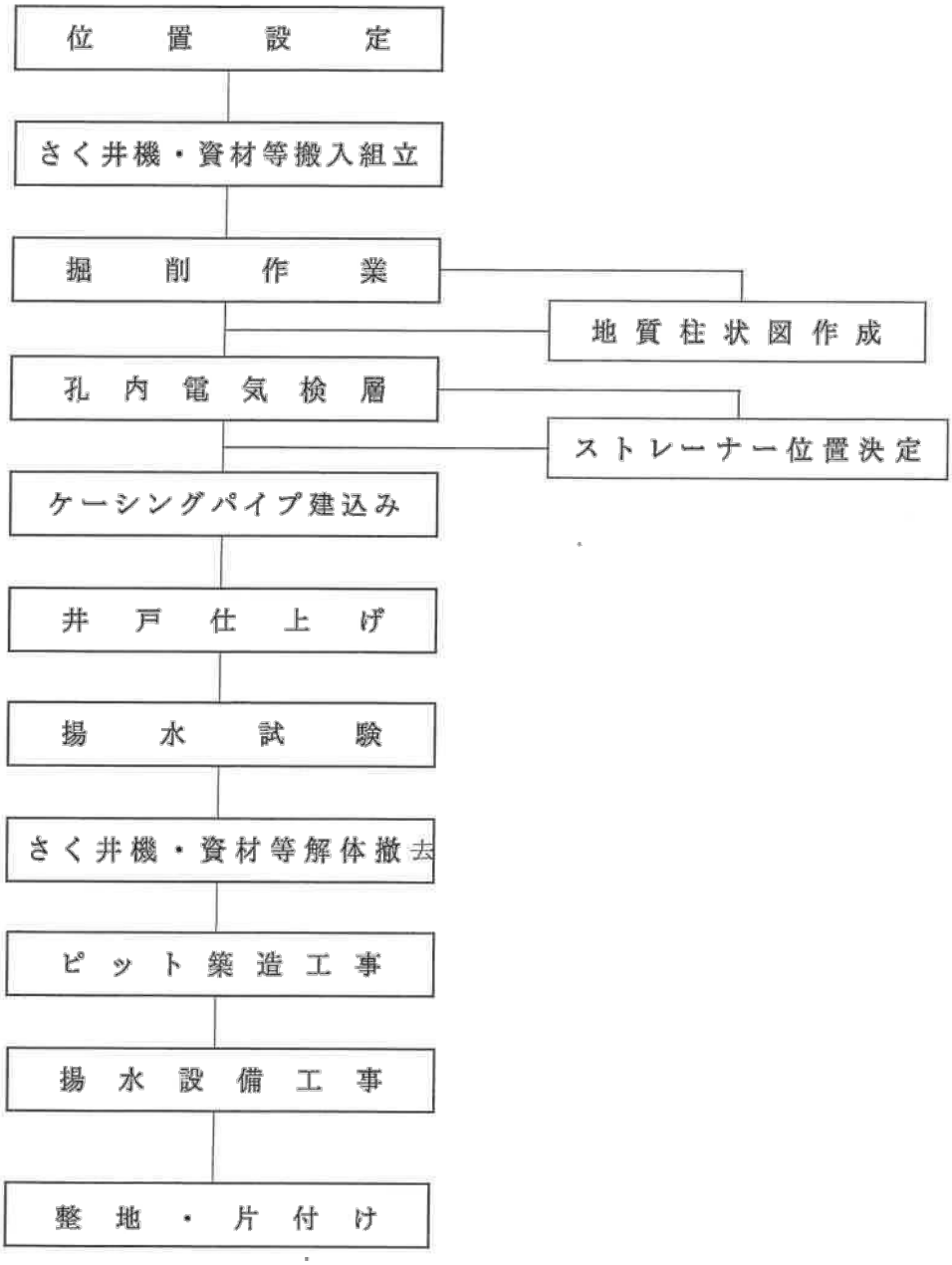
さく井工事	掘削口径	φ375㎜
	ケーシング口径	φ250㎜（SGP）
	掘削深度	GL-150m
	ストレーナー	φ250㎜（巻線リングベース）
	孔内電気検層	一　式
	井戸仕上げ	一　式
	揚水試験	・予備揚水試験 ・段階揚水試験 ・定量揚水試験 ・回復試験
	水質検査	水道法に基づく全項目試験（39項目）
ピット築造工事		1000㎜×1000㎜×800㎜（特厚桝）
給排水工事		新設井戸から旧井戸既設配管までを配管
揚水設備工事		水中モーターポンプ（US2-1005-15kW）
		水中ケーブル（8.0㎟×３ｃ）
		揚水管（φ100×4.0m×12本）
		地上部　一式


桧和田下
樋場
寺橋
N
：施工地点
勘兵衛
大小
大平下
大平中
土橋
鶴巣大平
Δ30.4
67.3Δ
明ケ沢
おおさとゴルフ
Δ73.9
0
250m

図・1　案　内　図

2．　施　工　手　順

本工事の施工手順を以下のフローシートに示す。



3．　さ く 井 工 事

3－1．　掘　削　作　業

10ｔユニック車を使用してボーリング機材を搬入し、櫓組立を行い掘削作業に備えた。
掘削作業はロータリー式さく井機を使用し、設計深度まで掘削を行った。
仕様は下記のとおりである。

さく井規模	掘削口径	：	φ 375 ㎜
	ケーシング口径	：	φ 250 ㎜
	掘削深度	：	GL－150ｍ
	さく井機	：	ロータリー式
掘削機械類	動力機	：	モーター22Kw
	ビット	：	φ375㎜トリコンビット

3－2．　地　質　状　況

本井の地質状況は表 3・1 に示すとおりで、掘削で採取されたスライムを観察して作成した地質柱状図を巻末資料に掲載した。

表 3・1　地　質　状　況　一　覧

深度（m）	層厚(m)	地質名	色調
0 ～ 0.5	0.5	盛土	黒灰
0.5 ～ 7.0	6.5	粗粒砂	黄灰
7.0 ～ 35.0	28.0	細礫混じり粗粒砂岩	暗黄灰
35.0 ～ 92.0	57.0	粗粒砂岩	暗黄灰
92.0 ～ 125.0	33.0	細礫混じり中～粗粒砂岩	黄灰
125.0 ～ 150.0	25.0	礫混じり粗粒砂岩	暗緑灰

3－3．　孔 内 電 気 検 層

孔内電気検層は、地層及び地質の変化に従ってその地層の電気的性質の変化することを利用して帯水層となり得る地層を物理的観点から判断しようとするもので、測定対象となる物理的性質は、比抵抗値と呼ばれる。孔内電気検層測定結果は地質柱状図と比較検討し、ストレーナーパイプ位置の決定に用いた。

測定の諸仕様は次のとおりである

測　定　器　：　OYO ジオロガー3030 MK－Ⅱ

測 定 方 法　：　孔内４極法

電 極 間 隔　：　0.25m、0.5m、1.0m

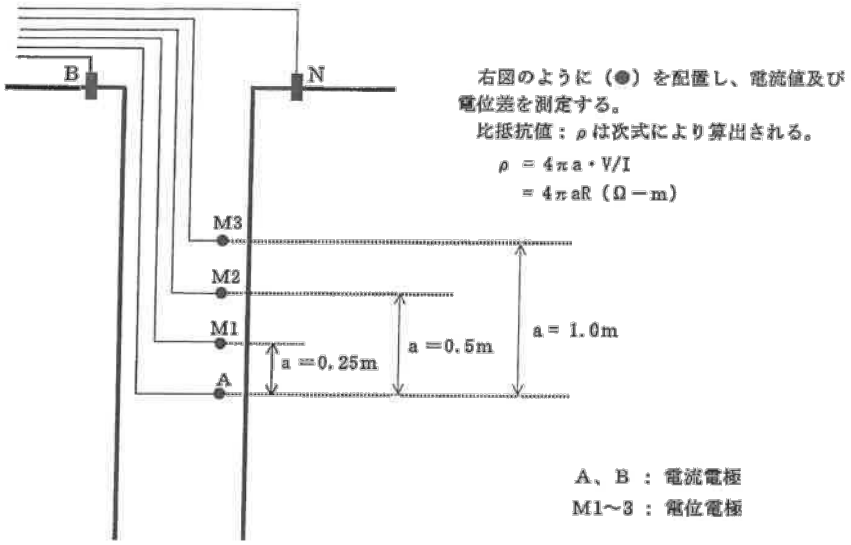


図 3・1　　電　気　検　層　模　式　図

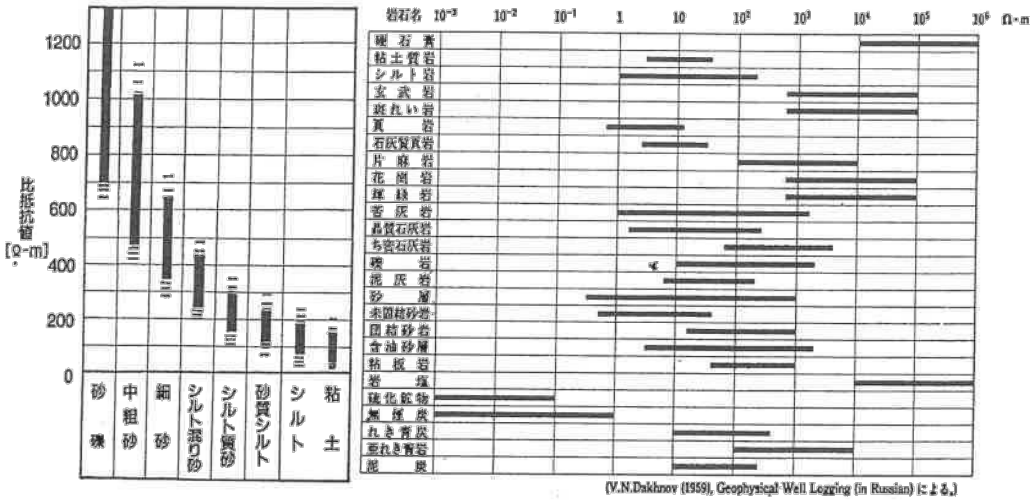


図 3・2　　地　質　別　比　抵　抗　値

3－4．　ケーシング・ストレーナーパイプ建込み

ケーシングプログラムを決定するにあたって、決定理由として

① 電気検層結果から比較的比抵抗値が高い場所

② 地質（サンプル）状況

③ 隣接井戸状況（既設井）より

以上のことを総合的に判断し、下部孔に設置するストレーナーの位置を決定し、ケーシングパイプ建て込みを行った。

パイプの接続部はアーク溶接とし、掘削孔芯に対し偏芯を起こさないようにセンタライザーを取付けて建て込みを行った。

無　　孔　　管 ：　SGP黒ガス管φ250㎜

ストレーナー ：　巻線型リングベースφ250㎜（亜鉛メッキＶ型巻線仕様）

（有 孔 管）　　有孔長５m/本（有効長全長40m）

スロット1.0㎜、開孔率30.0％

ストレーナーパイプの設置深度を表 3・2 に示す。

表 3・2　　ストレーナーパイプ設置深度

管番号	設　置　深　度
5	128.00m ～ 122.50m
6	122.50m ～ 117.00m
8	111.50m ～ 106.00m
１１	95.00m ～ 89.50m
１２	89.50m ～ 84.00m
１３	84.00m ～ 78.50m
１５	73.00m ～ 67.50m
１６	67.50m ～ 62.00m

３－５．　井　戸　仕　上　げ

ケーシングパイプ建込み終了後、井内の掘削泥水を排出し清水の汲み上げが出来るように、井戸の仕上げ作業を実施した。今回実施した内容は砂利充填、排泥作業（清水循環・エアリフト）、セメントパッカーの３工法である。

以下に各工法について記述する

（１）　砂　利　充　填

井内への砂粒の流入を防止するためのフィルターを形成する目的で、ケーシングパイプ挿入後直ちに洗砂利（φ６～９㎜）を掘削孔壁とケーシングパイプとの隙間へ充填した。

砂利充填深度　：　深度25mまで

（２）　排　泥　作　業

①　清　水　循　環

井内及びその周囲の残留スライム・細砂・泥水の排除と、掘削孔壁に付着している泥壁を除去し、地下水の誘導を促進する目的で排泥作業を実施した。

作業は、清水を孔内にて循環させて泥水と置き換えることにより、孔内水をより清水に近い状態に近づける目的で実施した。

②　スワッピング洗浄

清水循環終了後に孔底に沈殿した砂等の排出を目的としてエアリフトを実施した。

エアリフトはφ65㎜の揚水管を井底まで降下させ、揚水管にエアーホースを取り付け地上よりエアコンプレッサーで揚水管に圧縮空気を送る。揚水管の中の水は空気を送られることで比重が小さくなり、井内の地下水を引き出して空気と共に地上に噴出する。この時井内の地下水は揚水管先端から管内に急速に流入し、揚水管先端付近の土砂や砂利を巻き込み、急速度で地上に噴出する。土砂の噴出が少なくなったら揚水管を徐々に降下させ予定深度まで土砂を回収する。

清水循環やエアリフトにて排出された濁水はバキューム車にて処理を行った。

③　セメントパッカー

地表付近からの汚水の流入防止と、取水対象帯水層以外からの地下水の流入防止等を目的として充填砂利が沈下安定した後にセメントミルクを作成し、グラウトポンプにて注入を行いセメントパッカー（遮水）を実施した。

セメントパッカー位置　：　深度25.0m～2.0mまで

4．揚　水　試　験

揚水試験は、水源の維持管理に必要とされる水源井の揚水能力、各種水理定数等を求めることを主目的として実施する。

試験内容は水源井の能力試験と帯水層試験に大別され、能力試験として段階揚水試験、帯水層試験として連続揚水試験及び回復試験を実施した。

なお、揚水仮設として水中モーターポンプ（φ100㎜、動力容量22Kw）をGL-55mの位置に据付け、動力電源の発電機、流量測定用の四角堰を設置して試験に備えた。

以下に揚水試験の方法と結果について述べ、詳細は揚水試験結果として整理して巻末資料に掲載した。

4－1．予備揚水試験

予備揚水試験は、井内の濁水排除と同時に、地下水の湧水を促進させて清澄な水とすることや、次に行う段階揚水試験をスムーズに実施するための揚水量の把握を目的として実施した。

予備揚水試験では1633.2 ℓ /min（2351.8 ㎥/day）の揚水量を確認して段階揚水試験に備えた。

なお、予備揚水試験における水位は特に記録しない。

4－2．段階揚水試験

段階揚水試験は、予備揚水試験で把握した揚水量をもとに揚水量（Q）をいくつかの段階に分けて各段階一定時間揚水した後に次の段階に移る方法で、それぞれの段階における、揚水量と水位降下量（S）の関係を両対数方眼用紙にプロットしてS－Q関係図を作成し、本井の限界揚水量を求める。

一般的な水理からいわれることは、地下水の流れには層流と乱流があり、一般に汲み上げる量と地下水の補給量とのバランスが保たれている場合は層流、汲み上げる量が多くバランスが崩れた場合には乱流となる。S－Q関係図の直線勾配が層流の場合はほぼ45°を示し、乱流の場合はそれを上回る勾配になるといわれ、屈曲点がこの境目を表し、限界水量となる。

本井での段階揚水試験は揚水量を5段階に設定し、1段階60分として実施した。

本試験のS－Q関係図では屈曲点は表れなかったが、直線勾配はほぼ45°を示しているため層流と考えられる。

第5段階（1633.2ℓ /min・2351.8 ㎥/day）揚水時の60分後の揚水水位は43.36m、水位降下量は15.66mと過度の水位低下は確認されず、今回の計画揚水量1000 ℓ /min（1440 ㎥/day）を満たしていることから、適正揚水量は1000ℓ /min（1440 ㎥/day）とし、定量揚水試験に備えた。

４－３．　連続揚水試験及び回復試験

連続揚水試験は、一定の揚水量で揚水しながら時間経過に対する水位の降下状況を測定する試験で、回復試験は連続揚水試験終了後、引続き揚水停止後の水位の回復状況を測定する試験である。

連続揚水試験は計画揚水量1000ℓ/minをもとに揚水量を1056ℓ/min(1520.6㎥/day)に設定し、この揚水量で連続８時間、回復試験は連続揚水試験終了後から90分間実施した。

連続揚水試験及び回復試験の結果を表４・１に示す。

表４・１　連続揚水試験・回復試験結果

揚水量 (ℓ/min)	自然水位 (GL-m)	揚水水位 (GL-m)	水位降下量 (GL-m)	回復水位 (GL-m)	残留水位 (GL-m)
1056	27.73	37.90	10.17	27.84	0.11

注.揚水水位は揚水開始から８時間経過後の水位。
　回復水位は揚水停止から90分間経過の水位。

5．水理定数の算出

今回実施した連続揚水試験（Q = 1018ℓ /min・1466 ㎥/day）の記録をもとに、ヤコブの直線解析法及び回復法により水理定数（T・透水量係数、K・透水係数）の試算を行った。

算出された結果を表 5・1 に示す。

表 5・1　水理定数の算出結果

	透水量係数 (㎡/min)	透水係数 (cm/sec)	貯留係数
ヤコブの直線解析法	3.86×10^{-01}	1.61×10^{-02}	8.78×10^{-17}
回復法	2.76×10^{-01}	1.15×10^{-02}	—
平均	3.31×10^{-01}	1.38×10^{-02}	8.78×10^{-17}



図 5・1　土の分類・透水係数・帯水層区分の関係図

参考資料「改著 地下水学要論」理学博士　村下 敏夫

水理定数の算出結果より、本井戸の透水係数は 1.38×10^{-02} cm/sec と試算され、上図と対比させると砂または砂礫の帯水層に区分される。

6．　水　質　検　査

水質検査は以下の内容で実施した。

採水年月日　：　平成 23 年 9 月 9 日

検 査 機 関　：

検 査 項 目　：　水道法に基づく 39 項目試験（厚生省令第 101 号基準）

水質検査の結果、

・一般細菌　180 個/ml（基準値 100 個/ml 以下）

から水質基準を超える値が検出された。

水質検査成績書は巻末資料に掲載した。

7．　ピ ッ ト 工 事

井戸掘削完了後にピット工事を実施した。

ピット工事はバックホウにより掘削を行い基礎砕石を敷き均し、底盤コンクリートを打設して、ピット枡として使用する特厚桝をクレーンを使用して設置した。ピット桝設置後ピット内部の仕上げを行い、掘削面の埋め戻しを行いピット工事を完了した。

以下に使用材料及び規模を示す。

・基　礎　砕　石
・ピ　ッ　ト　枡（寸法 1000㎜×1000㎜×800㎜、壁厚　t＝100㎜）
・ピ　ッ　ト　蓋

8.　揚水設備工事

４ｔユニック車を使用し、新設水中ポンプの据付を行った。ポンプ設置深度は49.8mとした。

以下に使用材料を示す。

新設水中ポンプ	：	US2-1005-15（㈱川本製作所）
揚水管	：	φ100×5.5m×9本
		φ100×0.3m×1本
水中防水ケーブル	：	8㎟×3ｃ×60m×２本
制御電極	：	0.75㎟×２ｃ×60m×２本
		停止電極設置深度　46.0m
		復帰電極設置深度　36.0m
水位測定管	：	VP20×4.0m×12本

9．　給 排 水 工 事

給配水工事は既設送水管ＶＰ100Aを切断して新設ピット内から新設送水管SGPφ100にて接続を行った。

以下に使用材料を記す。

鋼　　管　：　SGP100A　（内面ライニング鋼管）

１０．　ま　と　め

（１）　井戸規模

ケーシング口径　：　φ250 mm
深　　度　：　GL-150m
スクリーン　：　巻線型リングベース（5.5m×８本、有効全 40m）
無　孔　管　：　SGP 黒ガス管

（２）　取　水　量

適正揚水量　：　1056ℓ /min　(1520.6 ㎥/day)
限界揚水量　：　1633.2ℓ/min (2351.8 ㎥/day)

（３）　透水係数

1.38×10^{-02} cm/sec

（４）　水質結果

一般細菌から水質基準を超える値が検出された。