

資料-5 ソフトコンポーネント計画書

エチオピア国バハルダール市上水道整備計画
ソフトコンポーネント計画書

－ 目次 －

1. 背景	.....	A5-2
2. 目標	.....	A5-3
3. 成果	.....	A5-3
4. 成果達成度の確認方法	.....	A5-3
5. 活動（投入計画）	.....	A5-5
6. 実施リソースの調達方法	.....	A5-10
7. 実施工程	.....	A5-11
8. 成果品	.....	A5-12
9. 概略事業費	.....	A5-13
10. 相手国側の責務	.....	A5-13

エチオピア国バハルダール市上水道整備計画 ソフトコンポーネント計画書

1. 背景

本事業の本体部分では、エチオピア国アムハラ州の州都であるバハルダール市の東側（Zone 2）を対象に、水道施設の拡張・改善を行う。具体的には、9 ヶ所の深井戸（十分な揚水量が得られることを確認済）に水中ポンプ等を設置することによる生産井の開発（うち 2 ヶ所は予備水源）、生産井からの水を配水池に送水するための加圧ポンプ場 1 ヶ所の新設、既存及び建設中の配水池 2 ヶ所（ガブリエル配水池とディアスポラ配水池）の拡張、及び送配水管の布設を行う。拡張する配水池には、塩素注入設備（さらし粉の攪拌タンクと注入ポンプ）、水位計、及び配水量を把握するためのバルクメータを設置する。また、Zone 2 の配水管網を 2 つの配水池ごとの配水区域に分け、さらに各配水区域を 2 つの配水ブロックに分割し、より効率的な運転維持管理を図る。

これらの本事業で整備した施設はバハルダール市上下水道サービス（BDWSSS）が運転維持管理を行うが、現状では特に技術面において適切に運転維持管理できるか懸念が残る。

例えば、現在は既存の配水池においてさらし粉を用いた塩素の注入を手作業で行っており、夜間も塩素注入を継続しているのは 1 ヶ所の配水池（本事業の対象エリア外である Zone 1 のコティタ配水池）のみである。本事業の対象エリアである Zone 2 の既存配水池では夜間の塩素注入を行っておらず、顧客に給水する水道水に高い割合で大腸菌群等が見つかっている。加えて、ポンプ運転の不備により配水池の水が頻繁にオーバーフローしている。また、既存の生産井における経年的な地下水位のモニタリングは今まで行われていない。これらは技師や設備オペレーターの技術力、知識不足に起因するものであり、その強化が必要不可欠である。一方、本事業の実施により短期的には BDWSSS の経営状況は改善すると考えられるが、今後は長期的な経営改善のために無収水対策に取り組んでいく必要がある。しかし、現状では BDWSSS の職員の無収水対策に関する知識は低く、バルクメータ等の設備不足等もあり、無収水率の適切な計測が難しい状況にある。

本事業ではこうした技術面における課題を改善し、本事業において整備する水道施設の運転維持管理を BDWSSS が適切に実施できるよう、ソフトコンポーネントにより支援を行う。具体的には、BDWSSS による塩素消毒の改善、配水池の水位等を考慮した加圧ポンプ場（送水ポンプ）の運転の最適化を行う。加えて、本事業の設備を活用しつつ長期的な経営改善を目指すため、無収水率の測定を含む基礎的な無収水対策のための能力向上も支援する。

2. 目標

本事業において拡張されるバハルダール市東側（Zone 2）を対象とした水道施設の運転維持管理が、BDWSSS により継続的かつ適切に行われるようにする。

3. 成果

以下に、本事業のソフトコンポーネントで達成を目指す 5 つの成果を示す。本事業の対象地域である Zone 2 における水道施設の運転維持管理に係わる BDWSSS 職員を対象に技術指導を行い、これらの成果の達成を目指す。

成果 1：配水池において塩素消毒が適切かつ持続的に行われる。

成果 2：配水池において水位データが管理され、それに基づき加圧ポンプ場の送水ポンプの運転が行われる。

成果 3：地下水位モニタリングに基づいた適切な揚水量調整が理解される。

成果 4：無収水及びその対策の基礎が理解される。

成果 5：Zone 2 において、無収水率の計測が始められる。

4. 成果達成度の確認方法

上述した 5 つの成果のそれぞれに対して設定した達成度の確認方法を下表に示す。

表-1. 各成果の達成度の確認方法

成果	指標	確認方法
成果 1： 配水池において塩素消毒が適切かつ持続的に行われる。	残留塩素濃度及び糞便性大腸菌群数についての水質管理基準 ^注 1)の達成率 90%以上	・水質試験の結果 Zone 2 の顧客の給水栓から採取した試料全数に対し、90%以上の試料の水質試験結果（残留塩素濃度及び糞便性大腸菌群数）が管理基準を達成していることを、BDWSSS が集計した水質試験結果から確認する（残留塩素濃度に関しては、BDWSSS が、2016 年 2 月と 3 月に配水池や顧客の蛇口を含め合計 163 試料の試験を行っており、そのうち管理基準を達成しているのは 49%。糞便性大腸菌群数に関しては最近の水質試験結果の記録が得られず、BDWSSS 職員からの聞き取りでは約半数の試料において基準を満たしていないとの回答）。 なお、モニタリング計画の見直しも指導し、その中で試料の採取地点を決定する。BDWSSS では現在も平均週 10 試料ほど検査をしている。本ソフトコンでも同等の試料数を想定し、管理基準の達成率は月単位で確認する。

成果	指標	確認方法
	研修に参加した職員の内、塩素注入設備の定期メンテナンス及び修理方法について理解していると考えられる職員の割合が2/3以上	<ul style="list-style-type: none"> ・研修終了後の聞き取り及び理解度の確認 研修終了後、日本人専門家と成果1のサポート役である現地傭人（設備管理）が、個々の参加者に対しヒアリングを行い、研修内容の理解度を確認する。エンジニアに対してはパーツ組み立て等の実技も依頼する。これらの内容を踏まえ、日本人専門家と現地傭人が「ほぼ理解している」か「理解が不十分」のいずれかを判断する。また、この結果を踏まえて補足研修も行う。
成果2： 配水池において水位データが管理され、それに基づき加圧ポンプ場の送水ポンプの運転が行われる。	配水池の水位等の記録を参考に、最適化された運転スケジュールに基づき送水ポンプが運転される	<ul style="list-style-type: none"> ・送水ポンプの運転記録 継続的に記録された配水池の水位等を参考に送水ポンプの運転最適化を検討した資料、実際の運転スケジュールとその記録を BDWSSS から入手し、その内容を確認する。
成果3：地下水位モニタリングに基づいた適切な揚水量調整が理解される。	全ての生産井で、地下水位の測定と揚水量の確認が行われる	<ul style="list-style-type: none"> ・生産井の運転記録の分析結果 生産井のモニタリング計画に従って、生産井のポンプオペレータがチャルチャラ及びアシュラフの全ての生産井における地下水の静水位及び動水位、揚水量を正確に測定していることを、生産井の運転記録により確認する。測定頻度については、地下水位は2週間に1回、揚水量は毎日を想定するが、モニタリング計画の検討や現地の人員等を考慮し、判断を行う。揚水量については、配水池からの全給水量や推定漏水率等も考慮し、日本人専門家の下、その測定値が適切かどうか判断を行う。
	生産井の揚水量調整手法が取り纏められる	<ul style="list-style-type: none"> ・生産井の揚水量調整手法 モニタリング結果の分析や生産井の管理に関する研修を踏まえ、予備生産井を含めた9つの生産井の揚水量調整手法を検討し取り纏める。
成果4：無収水及びその対策の基礎が理解される。	無収水率計測と無収水対策に向けた方針案が取り纏められる	<ul style="list-style-type: none"> ・無収水対策の方針案 無収水に係る現状と計画的な無収水対策の必要性についての協議を踏まえ、BDWSSS が作成する無収水率計測と対策に向けた方針案（対策頭出し、担当者配置、予算確保、スケジュール等）を確認する。
成果5：Zone 2において、無収水率の計測が始められる。	2つの配水区域とZone 2全体で無収水率測定が試行される	<ul style="list-style-type: none"> ・無収水率の計測結果 配水区域とZone 2全体の無収水率の計測が試行された結果により確認する。

注1) ソフトコンポーネントの実施に際し、2013年に Ethiopian Standards Agency が発行した飲料水基準 Compulsory Ethiopian Standard, Drinking water - specification と現在 BDWSSS が使用している水質管理基準を参考に、まず C/P と共に適切な水質管理基準の再確認を行う。この2013年の飲料水基準には、水道水 100ml 中に大腸菌群が検出されないこと、及び残留塩素濃度が 0.5mg/l 以下であることが含まれている。現在、BDWSSS が用いている水質管理基準では、糞便性大腸菌群についても検出されないことと、顧客に給水される水の残留塩素濃度の下限値 0.2mg/l を採用している。これらの基準値を参考に、現時点では成果1の達成を測るための水質目標を、残留塩素濃度が 0.2~0.5mg/l の範囲であること、及び 100ml 中に糞便性大腸菌群が検出されないことと想定するが、改めて C/P と共に確認する。

5. 活動（投入計画）

成果ごとの BDWSSS の現状、必要技術、活動、必要機材、対象者、成果品、及び実施リソース（派遣する人材と期間（M/M））を下表に示す。

表-2. 活動の投入計画

成果	BDWSSの現状	必要技術	活動	必要機材	主な対象となるBDWSS職員	成果品	要員 (人月数MM)
<p>成果1： 配水池において塩素消毒が適切かつ持続的に行われる。</p>	<p>【水質管理】 配水池及びポンプ場において、手作業により、さらし粉の溶解・注入が行われており、安全・健康上の問題がある。塩素注入技術者は、配水池等における残留塩素濃度の確認に基づいた水質管理を行っていないため、顧客の給水栓における残留塩素濃度が安定しておらず、大腸菌群や糞便性大腸菌群が検出されている。</p>	<p>【水質管理】 顧客の蛇口における残留塩素を確保するため、塩素注入技術者と水質試験室職員が連携し、適切に塩素注入を行うことが必要。また、水質試験の実施を担当する職員が自らExcelを用いて水質試験結果を整理、分析し、水質試験の採水場所や頻度等を最適化する技術が必要。</p>	<p>・塩素注入設備の運転、水質管理、定期メンテナンスおよび修理方法についての教材作成 ・上記教材を使用した以下の研修の実施 【水質管理・設備管理共通】 1. 塩素注入の現場での指導（①塩素注入タンクの貯留量管理と移送ポンプのコントロール方法、②塩素注入濃度管理等を含む） 【水質管理】 2. 水質管理計画の改善指導 3. 水質試験及び結果の分析についての指導 【設備管理】 4. 塩素注入設備の定期メンテナンスおよび修理方法に係る指導（運転停止中のフラッシング方法等を含む）</p>	<p>本事業で整備：さらし粉の攪拌タンク及び移送入ポンプ、塩素注入タンク等 機材供与：ポータブル残留塩素計、塩素注入ポンプのスペアパーツ 先方負担：糞便性大腸菌群用のインキュベータ、MS Office がインストールされたパソコン</p>	<p>【水質管理】 本所：技術系トップの副マネージャ、水質・運転維持管理部署の長、水質試験技術者2名、採水担当者2名、対象地域内の配水池2カ所の塩素注入技師8名の合計16名</p>	<p>【水質管理】 ・作成された塩素注入設備の運転及び水質管理についての教材 ・Excelを用いて集計、分析された塩素注入改善後の水質試験結果</p>	<p>【水質管理】 専門家 0.90 M/M 及び 現地備人 0.90 M/M</p>
	<p>【設備管理】 本事業ではポンプによる塩素注入システム導入する^{(*)1}が、BDWSSでは、15年程度前に、アムハラ州水・灌漑・エネルギー開発局(BowIED)の支援によりさらし粉を用いた類似の塩素注入設備をコティ配水池</p>	<p>【設備管理】 塩素注入設備の故障防止策^{(*)2}、修理方法、スペアパーツの追加調達方法などの習得が必要。</p>	<p>【設備管理】 4. 塩素注入設備の定期メンテナンスおよび修理方法に係る指導（運転停止中のフラッシング方法等を含む）</p>		<p>【設備管理】 本所：技術系トップの副マネージャ、水質・運転維持管理部署の長、ポンプ設備の維持管理を部分的に行っている電気エンジニア1名、電気技師4名、車両の整備を行っている機械技師1名の合計8名に加えて、</p>	<p>【設備管理】 ・塩素注入設備のメンテナンス記録 ・修理方法についての教材</p>	<p>【設備管理】 専門家 0.57 M/M 及び 現地備人 0.57 M/M</p>

(*)1 本事業では、次亜塩素酸溶液を移送ポンプで着水槽の上に設置する塩素注入タンクへ送り、そこから着水槽へ注入するシステムを想定している。塩素注入タンクが高水位になると移送ポンプが自動停止し、低水位になった場合は手動で移送ポンプをオンにするため、タンク貯留量の管理方法とポンプの操作方法の習得が必要である。また、注入塩素の濃度についてはあらかじめ設定した塩素注入濃度となるよう配水量と残留塩素を確認しながら注入量を決定することが必要である。

(*)2 運転停止中の薬品析出を回避するためのフラッシング（水でポンプヘッド・吸込ノズル・吐出バルブの内部および配管を洗い流す）が必要である。

成果	BDWSSSの現状	必要技術	活動	必要機材	主な対象となるBDWSSS職員	成果品	要員 (人月数MM)
<p>成果2： 配水池において水圧が管理され、それに基づき加圧ポンプ場の送水ポンプの運転が行われる。</p>	<p>に設置した。しかし、当時は故障した注入ポンプの部品を扱う業者がエチオピア国内になく、調達できなかつたため、塩素の自動注入を断念した経験がある。そのため、現在、BDWSSSには塩素注入システムの故障対応や修理方法、スペアパーツの調達等の経験がない。なお、現在ではエチオピア国内において部品の調達は可能である。</p>	<p>配水池のバルクメータを用いて、平日及び週末の配水量（水需要）の時間変動を把握する技能が必要。また、把握した時間変動と、配水池の容量及び水位を考慮し、送水ポンプの運転スケジュールを最適化する技術が必要。</p>	<p>・送水ポンプの運転についての教材作成 ・上記教材を使用した以下の研修の実施 1. 配水池の水位の計測・記録を指導 2. 配水量の時間変動の分析を指導 3. 送水ポンプの運転スケジュールの最適化を指導</p>	<p>本事業で整備： 配水池（ガブリエラ配水池とディエスボラ配水池）の水位計及びバルクメータ、ポンプ場のバルクメータ及び水圧計 先方負担： MS Office がインストールされたパソコン</p>	<p>本所：副マネージャ、水質・運転維持管理部署の長、対象地域内の2カ所の配水池の塩素注入技師8名、及び新たに雇用する加圧ポンプ場のポンプオペレーター4名の合計14名</p>	<p>・送水ポンプの運転についての教材 ・配水量の時間変動を示す資料 ・最適化した送水ポンプの運転スケジュールを示す資料</p>	<p>設備管理： 専門家 0.70 M/M 及び 現地備人 0.70 M/M</p>

<p>成果 3： 地下水モニタリングに基づいた適切な揚水量調整が理解される。</p>	<p>BDWSS の現状 地下水に関する基礎的な知識やモニタリングの重要性が十分認識されておらず、BDWSS は生産井における長期的な地下水モニタリングを行っていない。また、水計測用パイプが手ヤルチャラ及びアシュラフにある既存井戸に設置されておらず、施設としても地下水モニタリングができない状況ではなかった。</p>	<p>必要技術 動水位及び静水位の計測方法、記録方法、Excel を用いた結果の分析方法、及び生産井に設置されているバルクメータの管理（ストレーナの設置や異常な流量変化のチェックなど）のための技術。</p>	<p>活動 ・地下水位のモニタリングについての教材作成 ・上記教材を使用した以下の研修の実施 1. 2016 年 5 月以降の地下水位と揚水量のデータから雨季の地下水涵養と地下水位の経年変化について分析を指導（地下水の理論を含む） 2. 地下水位のモニタリングの改善を指導（モニタリング計画の改善、水位測定・記録を含む） 3. 生産井（バルクメータを含む）の管理指導 4. 地下水位の変化に応じた生産井の揚水量の調整方針の指導</p>	<p>必要機材 本事業で整備： 9カ所の生産井 先方負担： 各井戸群における地下水位の観測井もしくは生産井に設置された水位測定用のパイプ、ディップ式水位計、MS Office がインストールされたパソコン</p>	<p>主な対象となる BDWSS 職員 本所：副マネージャ、水質・運転維持管理部署の長、調査・設計・監理部署の長、Zone 2 の生産井のボンプオペレーター 24 名の合計 27 名</p>	<p>成果品 ・地下水位のモニタリングについての教材 ・地下水位のモニタリング結果と生産井のバルクメータの管理、生産井の揚水量調整方針を示す資料</p>	<p>要員 (人月数 MM) 設備管理： 専門家 0.73 M/M 及び 現地備人 0.73 M/M</p>
<p>成果 4： 無収水及びその対策の基礎が理解される。</p>	<p>無収水削減全般、地下漏水調査、マッピング等を担当する職員がいない。無収水対策についての基本的な知識や方針が職員の間に共有されていない。</p>	<p>無収水対策全般についての知識、管路作成、地下漏水調査、水道メータの精度管理等の技術。</p>	<p>・無収水対策全般についての初歩的な教材の作成 ・上記教材を使用した以下の研修の実施 1. 無収水対策全般についての講義 2. BDWSS の無収水に係る現状と計画的な無収水対策の必要性についてのデイスカッション（対策の頭出し、予算確保、</p>	<p>機材供与：音聴棒 先方負担： ノートパソコンと GPS、顧客メータの簡易的な精度チェックに用いる容器（測定器）</p>	<p>本所：総括マネージャ、副マネージャ、財務担当部門の長、水道料金請求書作成システムの管理者、広報担当者、水質・運転維持管理担当部署の長、調査・設計・監理部署の長、計画部署の長、水道メータ管理者、及び新たに配置される必要があるマッピングや漏水調査の担当者 11 名</p>	<p>・無収水対策についての教材 ・無収水に係る現状と計画的な無収水対策の必要性についての協議を踏まえた無収水率計測と対策に向けた方針案（対策頭出し、予算確保、</p>	<p>無収水対策： 専門家 1.47 M/M 及び 現地備人 1.47 M/M</p>

成果	BDWSSの現状	必要技術	活動	必要機材	主な対象となるBDWSS職員	成果品	要員(人月数MM)
成果5: Zone 2において、無収水率の計測が始められる。	取水量を計測するバルクメータの維持管理に問題があるため、BDWSSの給水地域全体での無収水率は正確に把握できていない。また、各配水池の配水区域が水的に分離されておらず、配水区域別の無収水率が把握できない状況である。	本事業により整備される配水区域及び配水ブロックの物理的分離状況の確認、顧客の仕分け、顧客メータ及びバルクメータの検針スケジュールの調整等の技術が必要。また、水道料金の請求対象水量の集計を含む配水区域の分析により、無収水率を計算する技術が必要。	<ul style="list-style-type: none"> ・ 無収水率の算定及びモニタリングについての教材の作成 ・ 上記教材を使用した以下の研修の実施(2つの配水区域とZone 2全体の無収水率を求め、時間が許せば配水ブロックごとの無収水率も計測する) 1. 配水区域等の物理的な分離状況の確認 2. 水道料金システム上での配水区域毎等の顧客の仕分け 3. 顧客メータ及びバルクメータの検針スケジュールの調整 4. Excelを用いた流量収支の分析による無収水率の計算 	<p>本事業で整備: 配水池(ガブリエル配水池とディアスポラ配水池の拡張)及び配水ブロックのバルクメータ</p> <p>先方負担: MS Officeがインストールされたパソコン</p>	<p>本所: 副マネージャ、水道料金請求書作成システムの管理者、水質・運転維持管理担当部長、調査・設計・監理部長、水道メータ管理者、及び新たに配置される必要があるマッピングや漏水調査の担当者 合計7名程度</p> <p>Hidar 11支所: 支所マネージャ、顧客担当部長、水道メータ管理者、及び新たに配置されるべき漏水探査担当者 合計5名程度</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 各配水区域等の無収水率計測の試行結果 	<p>無収水対策: 専門家 1.57 M/M 及び 現地備人 1.57 M/M</p>
		合計			合計で、対象地域の塩素注入技師及びポンプオペレータを含む本所の職員50名程度とHidar 11支所の職員20名程度が対象となる。	<p>上記の各活動において作成する資料等と完了報告書(施主への提出用英文とJICA提出用和文)</p>	<p>専門家 5.94 M/M 及び 現地備人 5.94 M/M</p>

6. 実施リソースの調達方法

主に日本からの専門家の派遣により対応することとする。理由は次のとおりである。

- ・バハルダール市には、水道施設の運転維持管理について十分な技術力を持つコンサルタント会社がないため、バハルダール市を拠点とするコンサルタント会社への再委託は不可能である。
- ・アディスアベバに拠点を持つコンサルタント会社については、比較的経験があるものの、運転維持管理を通常業務としている水道事業体に対して、効果的な運転維持管理についてのトレーニングを行うことができるレベルまでにはないと考えられる。
- ・エチオピアでは、バハルダールのような比較的大きな地方都市に対する本格的な無収水対策が始まったばかりであり、無収水対策の経験のある現地コンサルタントが限られている。

配置が想定される要員は以下の通りである。

1) 水質管理（日本人）

主な業務：塩素注入設備の運転及び水質管理についての教材を英語で作成し、水質管理計画の改善、塩素注入の最適化、及び水質試験結果の分析を指導する。

求められるスキル：塩素注入設備の運転及び水質管理の経験・知見

2) 設備管理（日本人）

主な業務：塩素注入設備の定期メンテナンス及び修理方法、送水ポンプの運転、及び地下水位のモニタリングについての教材を英語で作成し、塩素注入設備の定期メンテナンス等を指導する。

求められるスキル：設備機器の運転、維持管理及び水理地質の経験・知見

3) 無収水対策（日本人）

主な業務：無収水対策全般及び無収水率の算定・モニタリングについての教材を英語で作成し、無収水対策についての講義、対策の実施についてのディスカッション、音聴棒の使用や管路図作成のデモンストレーションを行い、さらに配水区域及び配水ブロックごとの無収水率の計算と継続的測定を指導する。

求められるスキル：無収水に係る知見

また、日本人専門家の支援のため、サポート役となる現地傭人を雇用する。その想定される要員は以下の通りである

1) 水質管理（現地傭人）

主な業務：塩素注入設備の運転及び水質管理についての教材作成のための情報収集支援、教材のアムハラ語への部分的な翻訳、研修場所のアレンジ、研修対象者への連絡及び出席の確認、及び研修中の通訳などを行う。

求められるスキル：上水道に係る知識及びコーディネーション能力、通訳・翻訳能力（英語）。

2) 設備管理（現地傭人）

主な業務：塩素注入設備の定期メンテナンス・修理方法、送水ポンプの運転、及び地下水位のモニタリングについての教材作成のための情報収集支援、教材のアムハラ語への部分的な翻訳、研修場所のアレンジ、研修対象者への連絡及び出席の確認、及び研修中の通訳などを行う。

求められるスキル：上水道に係る知識及びコーディネーション能力、通訳・翻訳能力（英語）。

3) 上水道事業（無収水対策）（現地傭人）

主な業務：日本人専門家（無収水対策）が行う無収水対策全般及び無収水率の算定・継続的測定について支援を行う。教材作成のための情報収集、教材のアムハラ語への部分的な翻訳、研修場所のアレンジ、研修対象者への連絡及び出席の確認、及び研修中の通訳などを行う。

求められるスキル：上水道に係る知識及びコーディネーション能力、通訳・翻訳能力（英語）。

7. 実施工程

下表に、本事業のソフトコンポーネントの実施工程を示す。

表-3. ソフトコンポーネントの実施工程（予定）

事業コンポーネント	2018	2019	2020		専門家（日本人）投入(M/M)
			1月～7月	8月～11月中旬（試運転開始後3.5ヵ月間で実施）	
本体工事	■■■■■				
ソフトコンポーネント				■■■■■	合計 5.94
				▲	実施状況報告書の提出
				▲	完了報告書の提出
内訳				■■■■■	水質管理 0.90
				■■■■■	設備管理 0.57
				■■■■■	設備管理 0.70
				■■■■■	設備管理 0.73
				■■■■■ ■■■■■ ■■■■■	無収水対策 1.47
			■■■■■ ■■■■■ ■■■■■ ■■■■■	無収水対策 1.57	

8. 成果品

表-2 の投入計画に示した活動ごとの成果品には、研修に用いた教材、残留塩素濃度等の水質分析結果、ポンプ施設の運転最適化のための検討資料、配水区域及び配水ブロックごとの無収水率計測の試行結果などが含まれている。これらの成果品に加え、施主への提出用（英文）と JICA 提出用（和文）の完了報告書を作成する。

BDWSSS では職員の離職が頻繁に起きているため、新たな職員に対して、ソフトコンポーネントで作成した教材等を用いたトレーニングが、年に 1 回～2 回程度の頻度で継続的に行われるように、BDWSSS の人事担当部署に働きかける。作成する教材には、施設供用中（ソフトコンポーネント終了後）に行う簡単な研修計画も含める。また、BDWSSS の職員が、作成した教材を容易に再利用できるように、ファイル名、ファイル形式等に配慮し、その教材を複数の主要な C/P に渡すことで、彼らの一部が離職する際に教材が失われないようにする。

9. 概略事業費

下表に成果別に見積もったソフトコンポーネントの概算事業費を示す。全体概算額は17,685千円である。専門家派遣に係る直接人件費、現地傭人費、旅費・日当・宿泊費及び車両費については、表-2に示す活動の投入計画に基づいて計算している。

表-4. ソフトコンポーネントの概算事業費 (単位: 千円)

項目	合計
直接人件費	5,159
直接経費	5,922
間接費	6,604
合計	17,685

10. 相手国側の責務

以下では、相手国側による実施が望まれる項目の内、特にソフトコンポーネントの実施及びその効果の発現に与える影響が大きいと考えられる事項を示す。

成果1～3（運転維持管理能力の習得）：

- 対象地域内の各配水池、生産井及び加圧ポンプ場への塩素注入技師及びポンプオペレータの配置の完了（夜間の対応も含む）。
- 現在欠員となっている機械エンジニア、機械工等の維持管理担当職員の確保。
- 塩素注入設備、水質試験機器、バルクメータ、及び水位計の維持管理。

成果4～5（無収水対策）：

- 無収水削減活動のための十分な職員の配置。
- バルクメータ及び無収水対策関連機材の維持管理。
- 水道料金請求書作成システムの顧客情報の更新。

ソフトコンポーネント全体としては、専門家が渡航する時期に、トレーニングの主な対象となる職員が長期休暇をとることがないように、配慮される必要がある。特に、ソフトコンポーネントは、実施期間が限られているため、研修と休暇の時期の調整は重要である。また、できるだけ職員が通常の業務に制限されることなく、トレーニングに参加できるように、業務スケジュールを調整する等の上司による理解が必要である。

さらに、一部のC/Pが将来トレーナーになることを前提にソフトコンポーネントに参加し、トレーニングの事前準備や実施への協力を通して効果的に能力の向上が図れるように配慮される必要がある。彼らが各活動における資料作成、分析、及び情報共有をある程度主体性を持って行えるように、PCやプリンター等を十分に備えている必要がある。トレーニングの実施後にも、将来トレーナーになるC/Pが積極的に専門家

や上司とディスカッションをし、彼らが継続的にトレーニングを行うための理解や意識の向上を図られる必要がある。

以上

資料－6 参考資料/収集資料リスト

資料-6 参考資料/収集リスト

番号	名称	元データ	形式	発行機関	発行年
1	Topographic Map in Bahir Dar (1/50,000)	地図	オリジナル	Ethiopian Mapping Agency	2004
2	Water Supply Design Guideline	データ	Word	Amhara Water Resources Development Bureau (AWRDB)	2012
3	Urban Water Supply Design Criteria	データ	Word	Water Resources Administration	2006
4	Contour in Bahir Dar (@10m)	データ	CAD	経済産業省およびNASA	2011
5	Bahir Dar Integrated Development Plan	データ	PDF	Federal Urban Planning Institute and Bahir Dar City Administration (BDCA)	2006
6	Bahir Dar Diaspora Site Base Map	データ	CAD	Anmhara National Regional State (ANRS) Urban Planning Institute	2014
7	Hidar 11 Kebele Land Development Map	データ	CAD	BDCA	2015
8	Anmhara National Regional State (ANRS) Rural Land Administration and Use System Improvement Regulation (No.51 of 2007)	データ	PDF	Bureau of the Environmental Protection, Land Administration and Use Authority (BoEPLAUA)	2007
9	ANRS BoEPLAU General EIA Guideline 2011-2012	データ	PDF	BoEPLAUA	2011
10	Draft of 2012 Amhara Re-organization Regulation	データ	Word	AWRDB	2011
11	Guidelines for Tariff based on 2012 Re-organization Regulation	データ	Word	AWRDB	2013
12	Guidelines for Community Water Administration	データ	Word	AWRDB	2015
13	BBWSSS 2008 Plan and Report	データ	PDF	BDWSSS	2008
14	Ethiopian Water Resources Management Policy	データ	PDF	Ministry of Water Resources	1999
15	EIA Guideline Document	データ	PDF	Federal Environmental Protection Authority (EPA)	2000
16	Ethiopian Water Resources Management Proclamation (No.197 of 2000)	データ	PDF	Federal Government of Ethiopia	2000
17	Ethiopian Water Sector Policy	データ	Word	Ministry of Water Resources	2001
18	Ethiopian Water Sector Strategy	データ	Word	Ministry of Water Resources	2001
19	Ethiopia Environmental Protection Organs Establishment Proclamation (No. 295 of 2002)	データ	PDF	Federal Government of Ethiopia	2002
20	Environmental Pollution Control Proclamation	データ	PDF	Federal Government of Ethiopia	2002
21	Ethiopia EIA Procedural Guideline Series 1	データ	PDF	EPA	2003
22	Guideline Series Documents for Reviewing Environmental Impact Study Reports	データ	PDF	EPA	2003
23	Ethiopia EPA Integrated Environmental and Social Impact Water supply	データ	PDF	EPA	2004
24	Ethiopian Water Resources Management Regulations (No.115 of 2005)	データ	PDF	Ethiopian Government	2005

25	Standards for Industrial Pollution Control in Ethiopia	データ	PDF	EPA	2008
26	BDWSSS Customer Data (August, 2015)	データ	Excel	Bahir Dar Water Supply and Sewerage Service (BDWSSS)	2015
27	BDWSSS Sample of Water Tarif Invoice	データ	PDF	BDWSSS	2015
28	Data of Annual Consumption and Water Tarif Demand	データ	Excel	BDWSSS	2015
29	BDWSSS Revenue, Expenditure and Capital Investment for 2013-14	データ	PDF	BDWSSS	2014
30	BDWSSS Revenue, Expenditure and Capital Investment for 2014-15	データ	PDF	BDWSSS	2015
31	BDWSSS Tender Documents Draft for External Accounting Audit 2015	データ	PDF	BDWSSS	2015
32	2007 Census Report of The Amhara Region	データ	PDF	Central Statistics Authority of Ethiopia	2010
33	Bahir Dar City Population Projection	データ	Excel	BDCA Finance and Economic Department	2010
34	Bahir Dar City Population Projection (By Kebele)	データ	Excel	BDCA Finance and Economic Department	2015
35	Hidar 11 Sub-city Population Counts	データ	PDF	Hidar 11 Kebele Office	2015
36	Solid Waste Charaterisation and Quantification of Bahir Dar City (2010)	データ	PDF	UNEP	2010
37	Result of Water Quality Test at Charchar No.3: Physical Parameters	データ	PDF	BDWSSS Laboratory	2015
38	Result of Water Quality Test at Charchar No.1	データ	PDF	BDWSSS Laboratory	2015
39	Result of Water Quality Test at Hidar 11 Health Centre	データ	PDF	BDWSSS Laboratory	2015
40	Result of Water Quality Test: Free Residual Cl and Turbidity	データ	PDF	BDWSSS Laboratory	2015
41	Secnod Growth and Transformation Plan (GTP-2)	データ	PDF	Ministry of Finance and Economic Development (MoFED)	2015
42	Universal Access Plan	データ	PDF	Ministry of Water and Energy	2011
43	Charchara No.5 Drilling Report	報告書	Word	Amhara Water Well Drilling Enterprise (AWWDE)	2014
44	Charchara No.5 Pumping Test Report	報告書	Word	AWWDE	2014
45	Charchara No.6 Drilling Report	報告書	Word	AWWDE	2015
46	Charchara No.6 Pumping Test Report	報告書	Word	AWWDE	2015
47	Charchara No.2 Drilling Report	報告書	Word	AWWDE	2012
48	Charchara No.2 Pumping Test Report	報告書	Word	AWWDE	2012
49	Charchara No.3 Pumping Test Report	報告書	Word	AWWDE	2012
50	Well Completion Report, Amhara Plastic Factory	報告書	Word	AWWDE	2005

51	Lake Tana Water Quality	データ	Excel	Abay Basin Authority	-
52	Bahir Dar Weather Report	データ	Excel	Bahir Dar Meteorological Bureau	-
53	The Establishment of Abay Riverside Park (Draft)	報告書	PDF	ANRS BoCT	2007
54	Ethiopia Building Code Standard 1~8	データ	PDF	Ministry of Works & Urban Development	1995
55	Well completion Report Plastic Factory	報告書	PDF	WWDE	2005
56	Well Completion Report of Bahir Dar city Water Supply Well Drilling Report	報告書	PDF	AMDSWE	2006
57	Local Development Plan Manual	データ	PDF	Ministry of Works And Urban Development	2006
58	Urban Transport Planning Manual	データ	PDF	Ministry of Works And Urban Development	2006
59	Guidelines for Finance (アムハラ語)	ガイドライン	MS Word	BDWSSS	2008
60	Regulation No.59-2008 The Bahir Dar Nile River Millennium Park Demarcation and Administrative Determination	法規	PDF	The Council of ANRS	2008
61	Pump Test Data (Ashraf No.1)	データ	PDF	AWWCE	2009
62	Bahir Dar Abay (Blue Nile) River Millennium - Strategic Plan for 2010-2014 (Draft)	報告書	PDF	BDCA	2010
63	Drinking Water and Other Similar Services Rent and Tariff Setting Manual (アムハラ語)	マニュアル	PDF	Bahir Dar City Council	2011
64	Proclamation No.188-2011 - A Revised Proclamation Issued to Provide for the Re-organization of the ANRS Water Supply and Sewerage Services	法規	MS Word	The Council of ANRS	2011
65	The State of African Utilities - Performance Assessment and Benchmarking Report	報告書	PDF	Water Operators' Partnerships	2011
66	Welfare Monitoring Survey 2011 Volume 1	報告書	PDF	CSA	2011
67	Welfare Monitoring Survey 2011 Volume 2	報告書	PDF	CSA	2011
68	Drilling and Pumping Test Report of Charchara Well	データ	PDF	AWWCE	2012
69	Ethiopia's Progress towards Eradicating Poverty - An Interim Report on Poverty Analysis Study (2010-11)	報告書	PDF	MoFED	2012
70	Pumping Test Data (Charchara No.3)	データ	PDF	AWWCE	2012
71	Pumping Test Report of Charchara Well (Charchara No.4)	報告書	PDF	AWWDE	2012
72	Regulation No. 94-2012 The Revised ANRS Urban and Rural Potable Water Supply and Sewerage Services' Reorganizing Proclamation Implementation	法規	PDF	The Council of ANRS	2012
73	Revised Standards for Structure Plan Preparation and Implementation	基準	PDF	Ministry of Urban Development and Construction (MoUDC)	2012
74	Well completion Report of Charchara No.4 Deep Well	報告書	PDF	AWWCE	2012
75	Compulsory Ethiopian Standard - Drinking Water - Specifications	基準	PDF	Ethiopian Standards Agency	2013
76	Guidelines for Tariff Setting (アムハラ語)	ガイドライン	MS Word	AWRDB	2013

77	Peda Pumping Test Data sheet	データ	PDF	WWDE	2014
78	Regulation No.125-2014 Lake Tana Biosphere Reserve Delineation and Administration Determination	法規	PDF	The Council of ANRS	2014
79	Well Completion Reort (Charchara No.5)	報告書	オリジナル	WWDE	2014
80	Standards For 1. Urban Land Use Classification, Code, Standard Area, Served Population and Locations Of Activities	データ	PDF	ANRS Urban Planning Institute	2014
81	A0 Size Map of Lake Tana Biosphere Reserve	地図	PDF	NABU	2015
82	Charchara Pumping Test Data Sheet (Charchara No.6)	データ	オリジナル	WWDE	2015
83	Charchara Well Completion Report (Charchara No.6)	報告書	オリジナル	WWDE	2015
84	EC 2008 1st Quater O&M Report (アムハラ語)	報告書	MS Word	BDWSSS	2015
85	Five-Year Strategic Plan for 2015-16 to 2019-20 (アムハラ語)	報告書	PDF	BDWSSS	2015
86	Lake Tana Biosphere Reserve Managment Plan (Draft)	報告書	PDF	NABU	2015
87	Notification on EIA (アムハラ語)	法規	PDF	ANRS EFWPA	2015
88	Pumping Test Report of Charchara Well No.3	報告書	PDF	AWWDE	2015
89	Unaudited Financial Statement 2013-2014	報告書	PDF	BDWSSS	2015
90	Unaudited Financial Statement 2014-2015	報告書	PDF	BDWSSS	2015
91	Lot-1 Supply of Submersible Pumps	仕様書	PDF	BDWSSS	2015
92	3rd Quarter Achievement Report (アムハラ語)	報告書	PDF	BDWSSS	2016
93	Draft Interim Audit Report on the Financial Statements for the Last 8 Years (アムハラ語)	報告書	MS Word	BDWSSS	2016
94	Earthquake distribution map in Ethiopia	論文	PDF	Addis Ababa University	2016
95	EC 2008 2nd Quater O&M Report (アムハラ語)	報告書	MS Word	BDWSSS	2016
96	EC 2008 3rd Quater O&M Report (アムハラ語)	報告書	MS Word	BDWSSS	2016
97	Effect of Bahir Dar Municipal Effluents on Water Quality of the Head of Blue Nile River	論文	PDF	Bahir Dar University	2016
98	Land Aquisition Tariff (not authorized by the Reginoal Government) (アムハラ語)	法規	PDF	BDCA	2016
99	Permits of Water Uses for BDWSSS	許可	PDF	Abbay Basin Authority	2016
100	Population in Hidar 11 Kebele as of February 2016	データ	PDF	Hidar 11 Kebele Office, BDCA	2016
101	Pump Operation Records (アムハラ語)	データ	PDF	BDWSSS	2016
102	Results of Water Quality Tests	データ	PDF	BDWSSS	2016

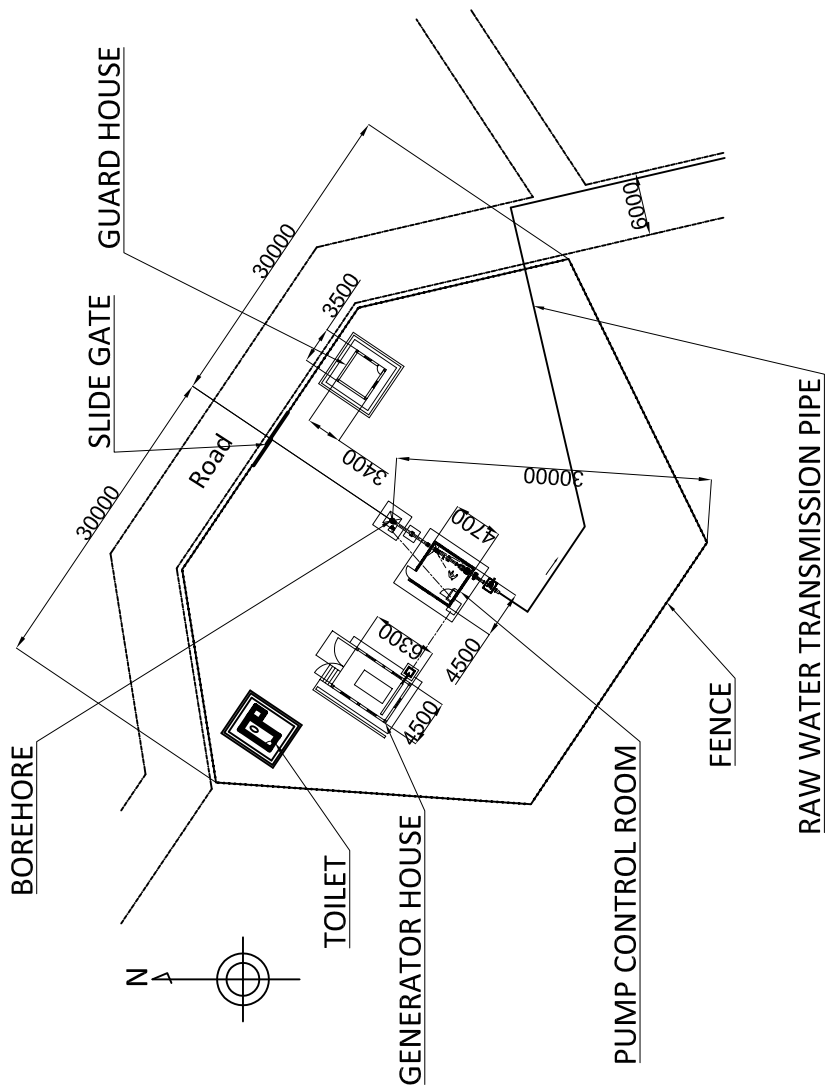
103	Temporary Licence for Water Work (BDWSSS, Test Boreholes)	許可	PDF	Abbay Basin Authority	2016
104	TOR for the Integrated Management Systems Implementation Project	指示書	MS Word	BDWSSS	2016
105	Water Production Data	データ	MS Excel	BDWSSS	2016
106	B.Dar (Weather Report)	データ	PDF	Bahir Dar Meteorological Bureau	-
107	Lake Tana Water Quality	データ	PDF	ABA	-

資料一7 その他資料・情報

- (1) 概略設計図
- (2) 既存井戸揚水試験結果
- (3) 地質・水理地質状況
- (4) 物理探査結果
- (5) 試掘結果
- (6) 試掘井戸揚水試験結果
- (7) 群井揚水試験結果
- (8) 水質検査結果
- (9) 社会調査結果
- (10) 被影響世帯の社会経済情報
- (11) 環境社会配慮ステークホルダー協議議事録
- (12) 環境社会配慮 EIA 証明書
- (13) プロジェクトモニタリングシート

資料-7(1) 概略設計図

図面番号	図名
1	チャルチャラ TW NO. 1平面図
2	チャルチャラ TW NO. 2平面図
3	チャルチャラ TW NO. 3平面図
4	チャルチャラ NO. 3平面図
5	チャルチャラ NO. 4平面図
6	チャルチャラ NO. 5平面図
7	チャルチャラ NO. 6平面図
8	アシュラフ NO. 1、2平面図
9	アシュラフ TWNO. 2平面図
10	アシュラフ TWNO. 3平面図
11	加圧ポンプ場平面図
12	加圧ポンプ場1000m ³ 受水槽一般図
13	ディアスポラ配水場平面図
14	ディアスポラ200m ³ 受水槽一般図
15	ディアスポラ1000m ³ 配水池一般図
16	ガブリエル配水場平面図
17	ガブリエル700m ³ 受水槽一般図
18	ガブリエル4000m ³ 配水池一般図
19	守衛室一般図
20	ポンプ操作室一般図
21	トイレ一般図
22	発電機室一般図
23	変電室一般図
24	流量計室一般図
25	滅菌室一般図
26	配水管網図



プロジェクト名

エチオピア国バハルダール市上水道整備計画

タイトル

チャルヤTW NO.1平面図

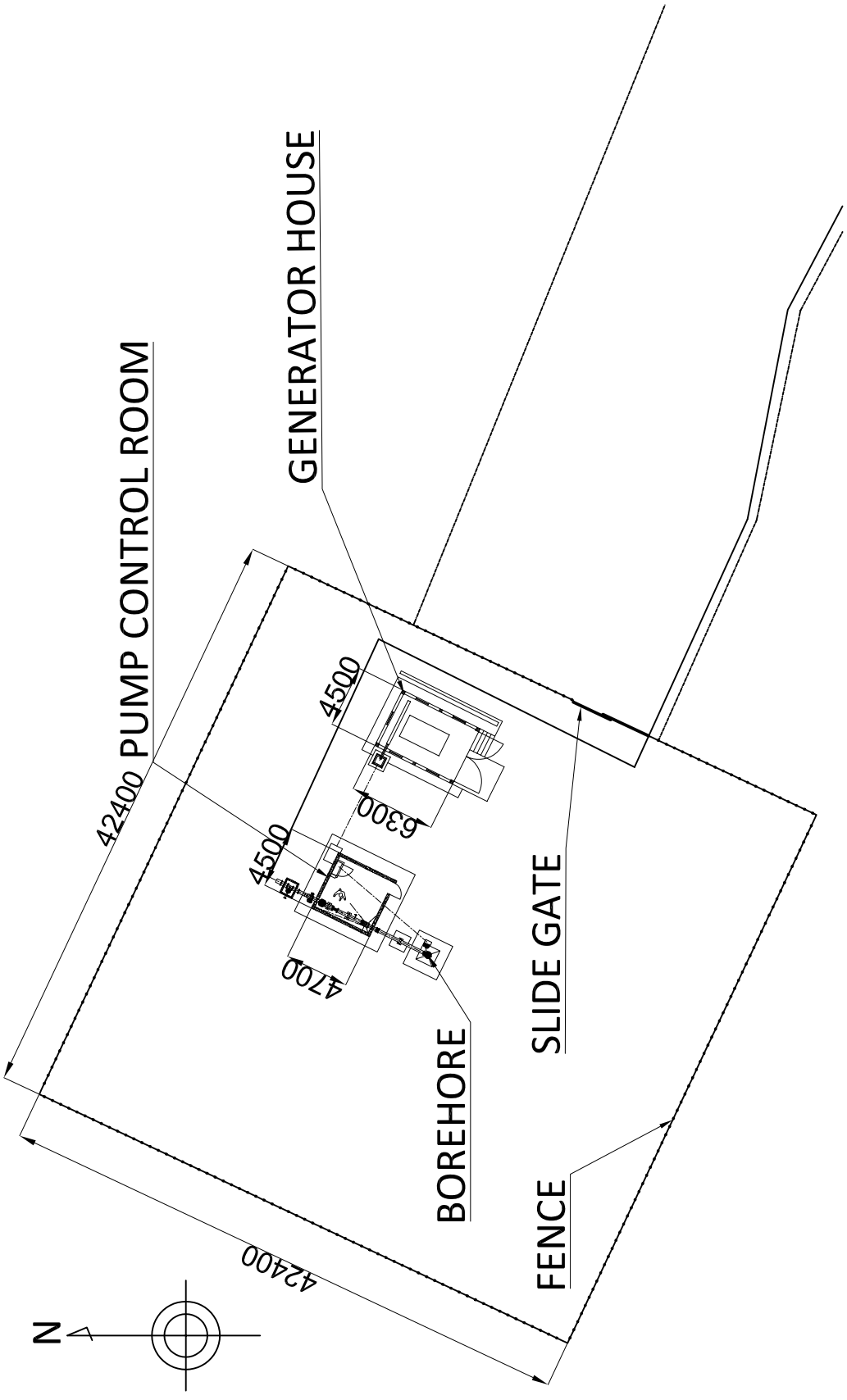
縮尺
1/1000

コンサルタント

JAPAN TECHNO

図面番号

1



プロジェクト名

エチオピア国バハルダール市上水道整備計画

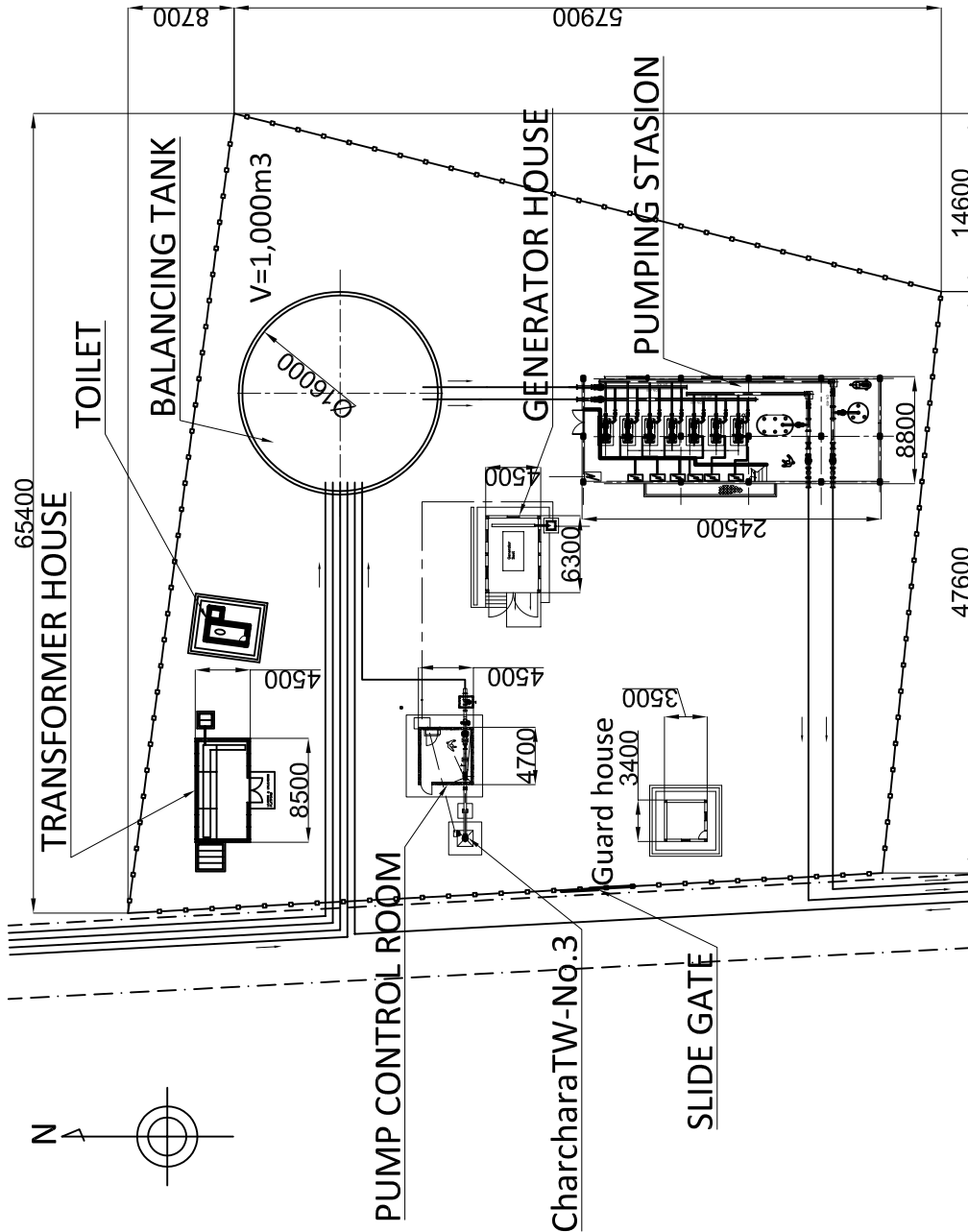
タイトル

チャルチャ7W NO. 2平面図

縮尺
1/500

コンサルタント
JAPAN TECHNO

図面番号
2



プロジェクト名

エチオピア国ハハルダール市上水道整備計画

タイトル

チャチャラ TW NO. 3 平面図 (加圧ポンプ場内)

縮尺

1/1000

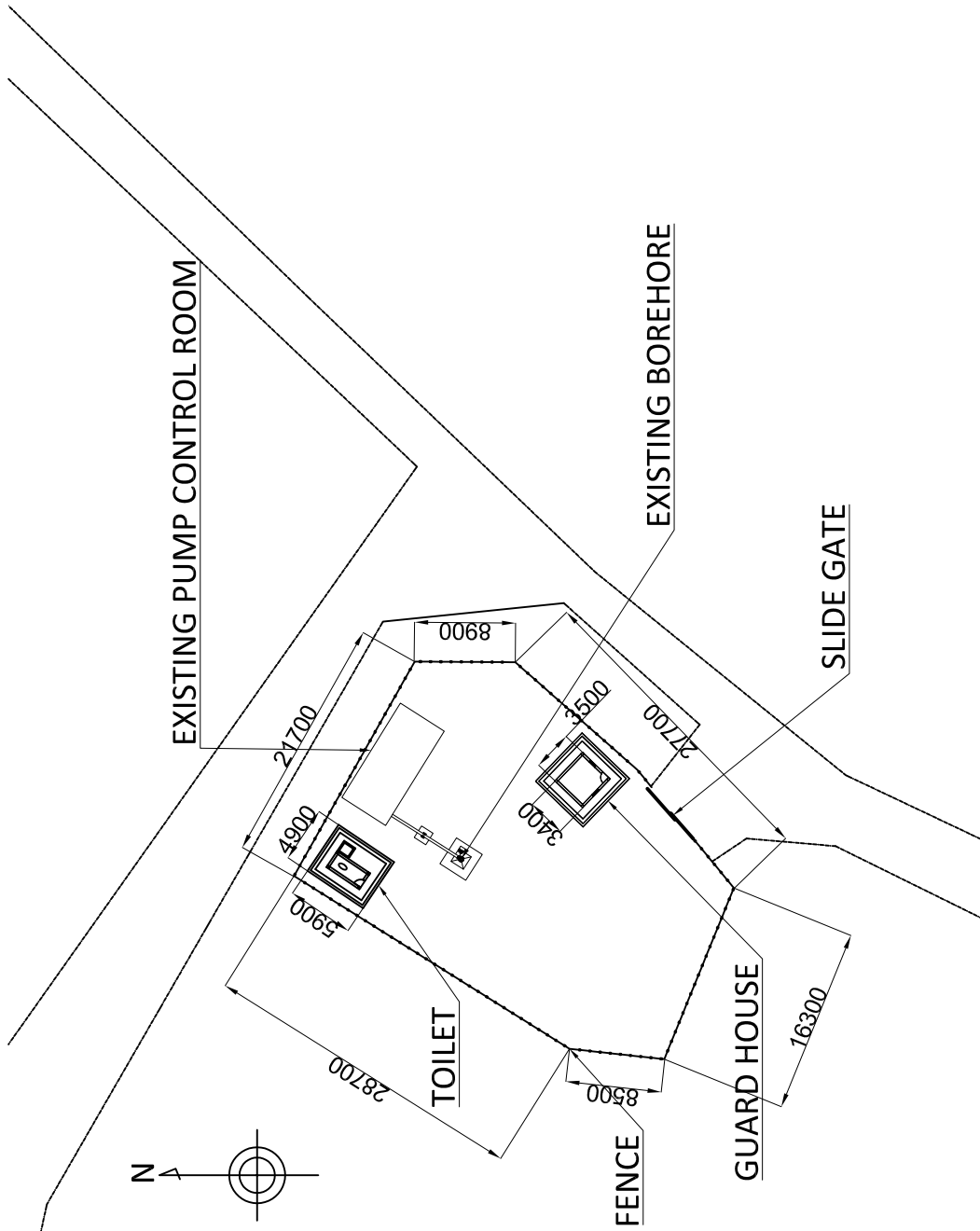
コンサルタント



JAPAN TECHNO

図面番号

3



プロジェクト名

エチオピア国バハルダール市上水道整備計画

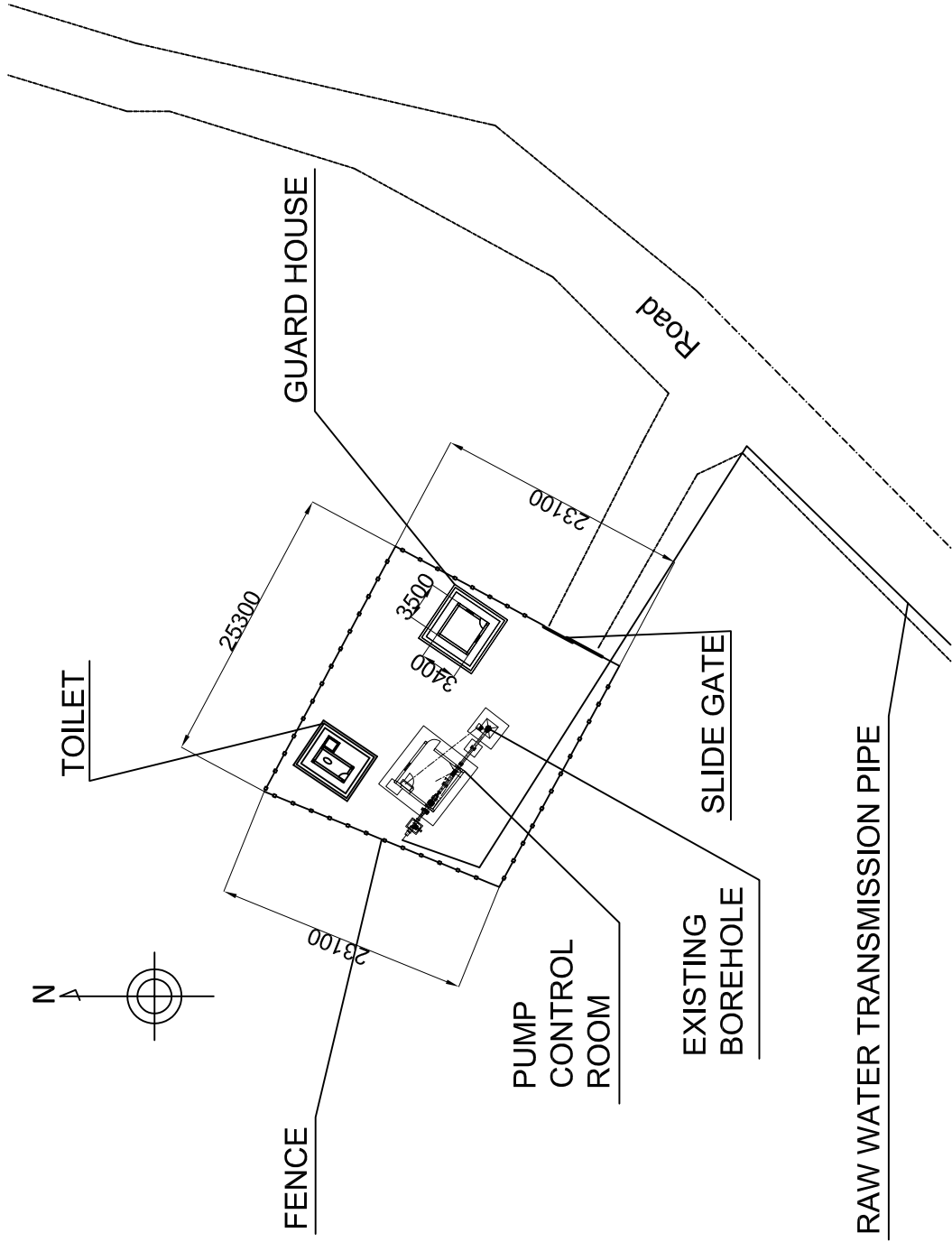
タイトル

チャルチャ7NO. 3平面図

縮尺
1/500

コンサルタント
JAPAN TECHNO

図面番号
4



プロジェクト名

エチオピア国バハルダール市上水道整備計画

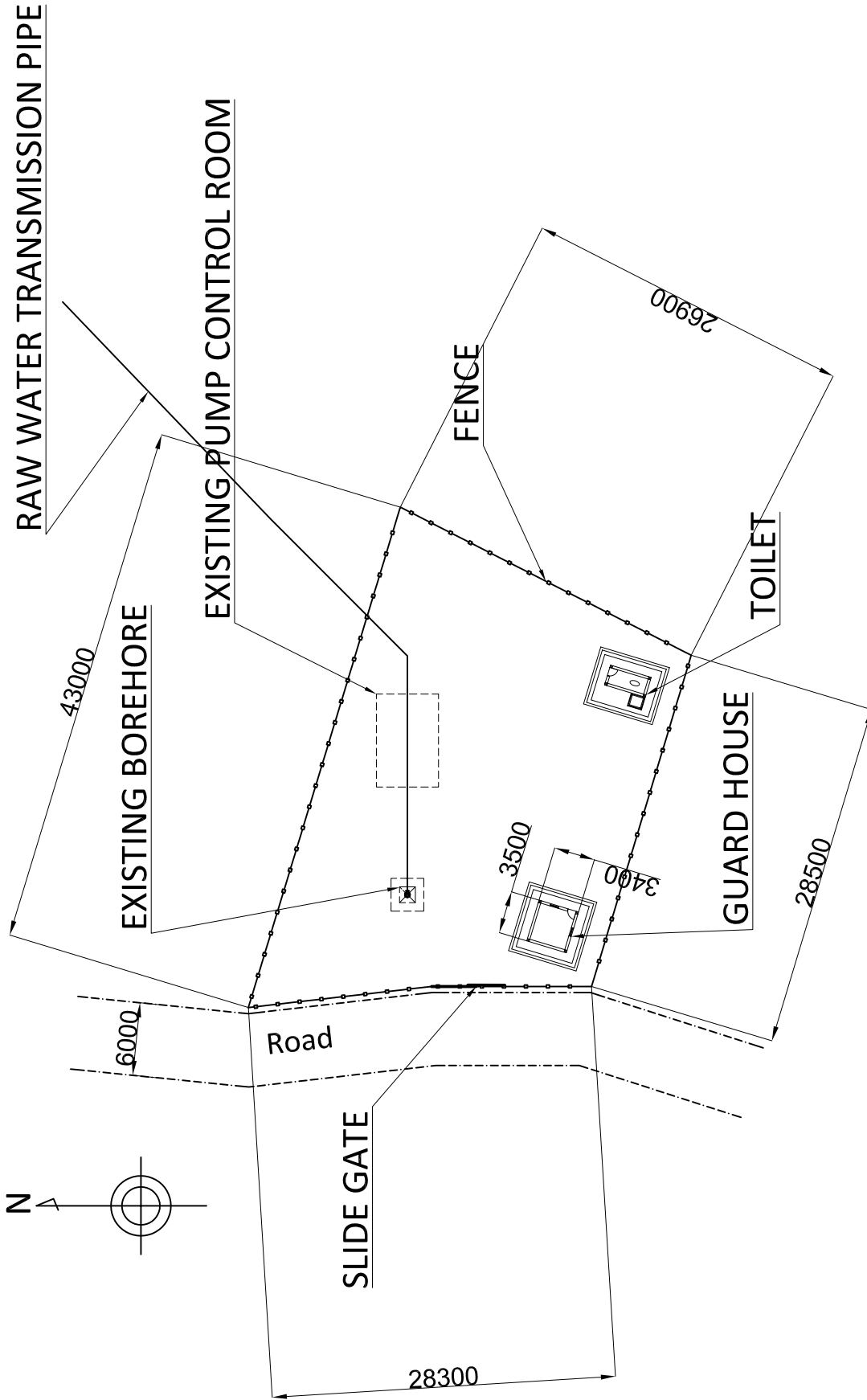
タイトル

チャリヤ7NO. 4平面図

縮尺
1/500

コンサルタント
JAPAN TECHNO

図面番号
5



プロジェクト名

エチオピア国バハルダール市上水道整備計画

タイトル

チャリヤ7NO. 5平面図

コンサルタント

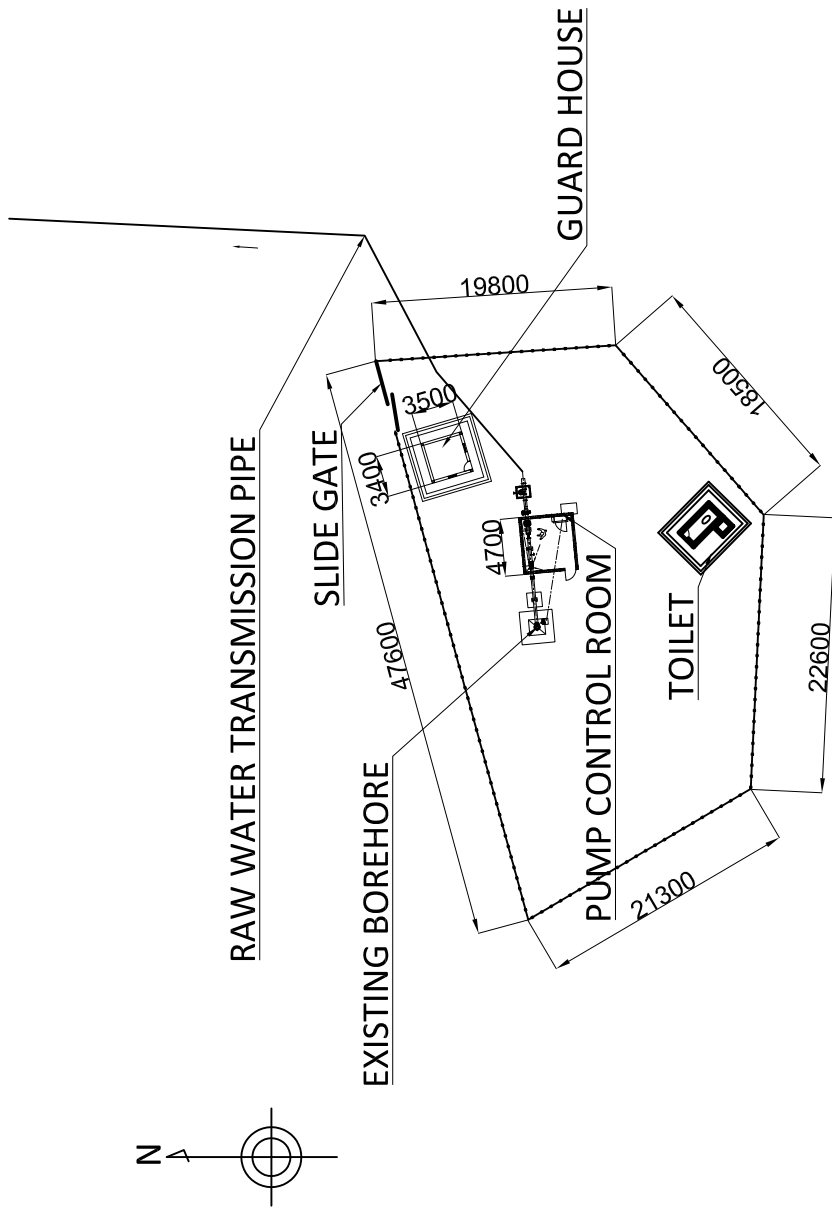
JAPAN TECHNO

図面番号

6

縮尺

1/500



プロジェクト名

エチオピア国バハルダール市上水道整備計画

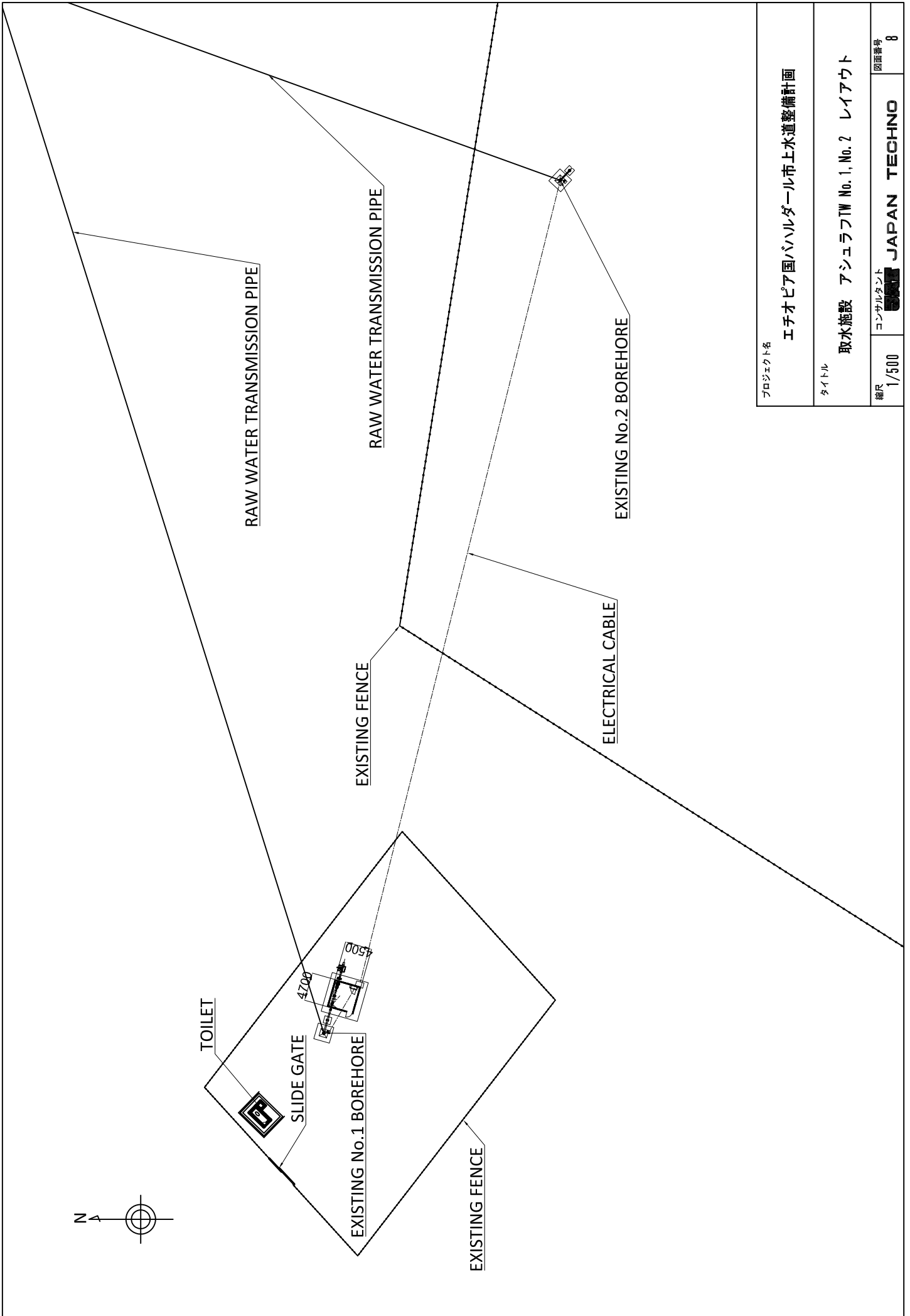
タイトル

チャルチャ7NO. 6平面図

縮尺
1/500

コンサルタント
JAPAN TECHNO

図面番号
7



プロジェクト名

エチオピア国バハルダール市上水道整備計画

タイトル

取水施設 アシユラフTW No. 1, No. 2 レイアウト

縮尺
1/500

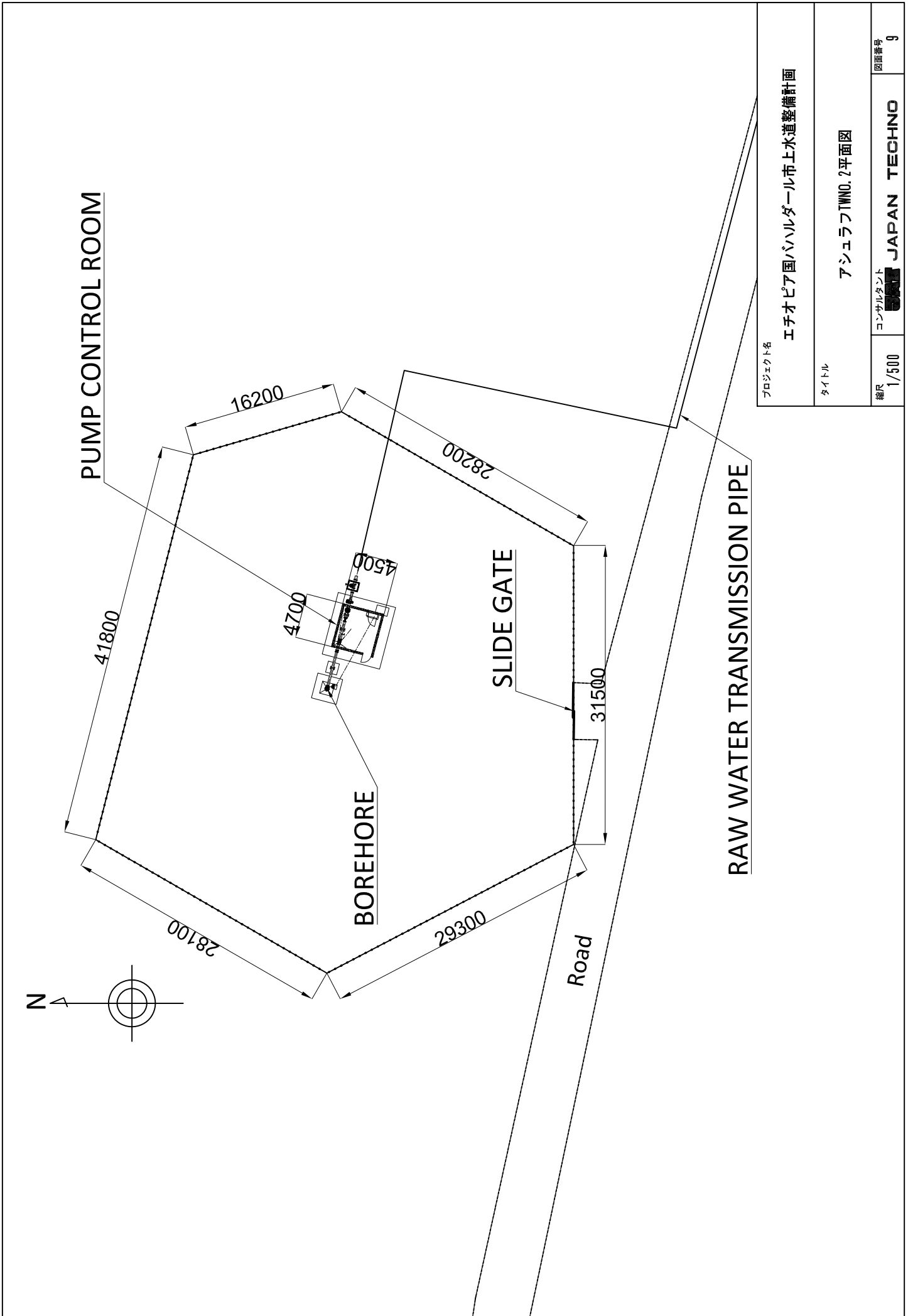
コンサルタント



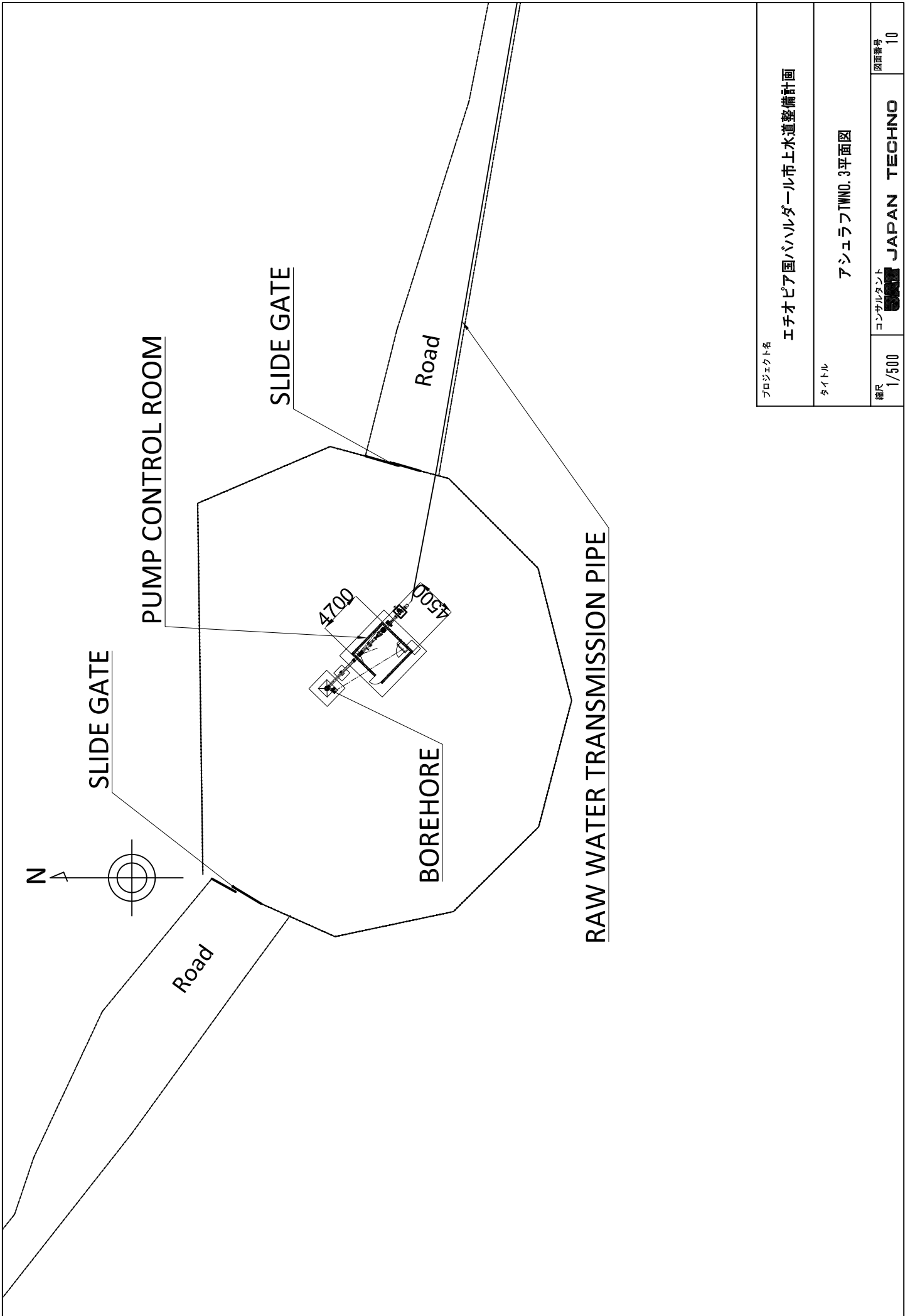
JAPAN TECHNO

図面番号

8



プロジェクト名	エチオピア国バハルダール市上水道整備計画		
タイトル	アシュラフTWN0. 2平面図		
縮尺	1/500	コンサルタント	JAPAN TECHNO
		図面番号	9



プロジェクト名

エチオピア国バハルダール市上水道整備計画

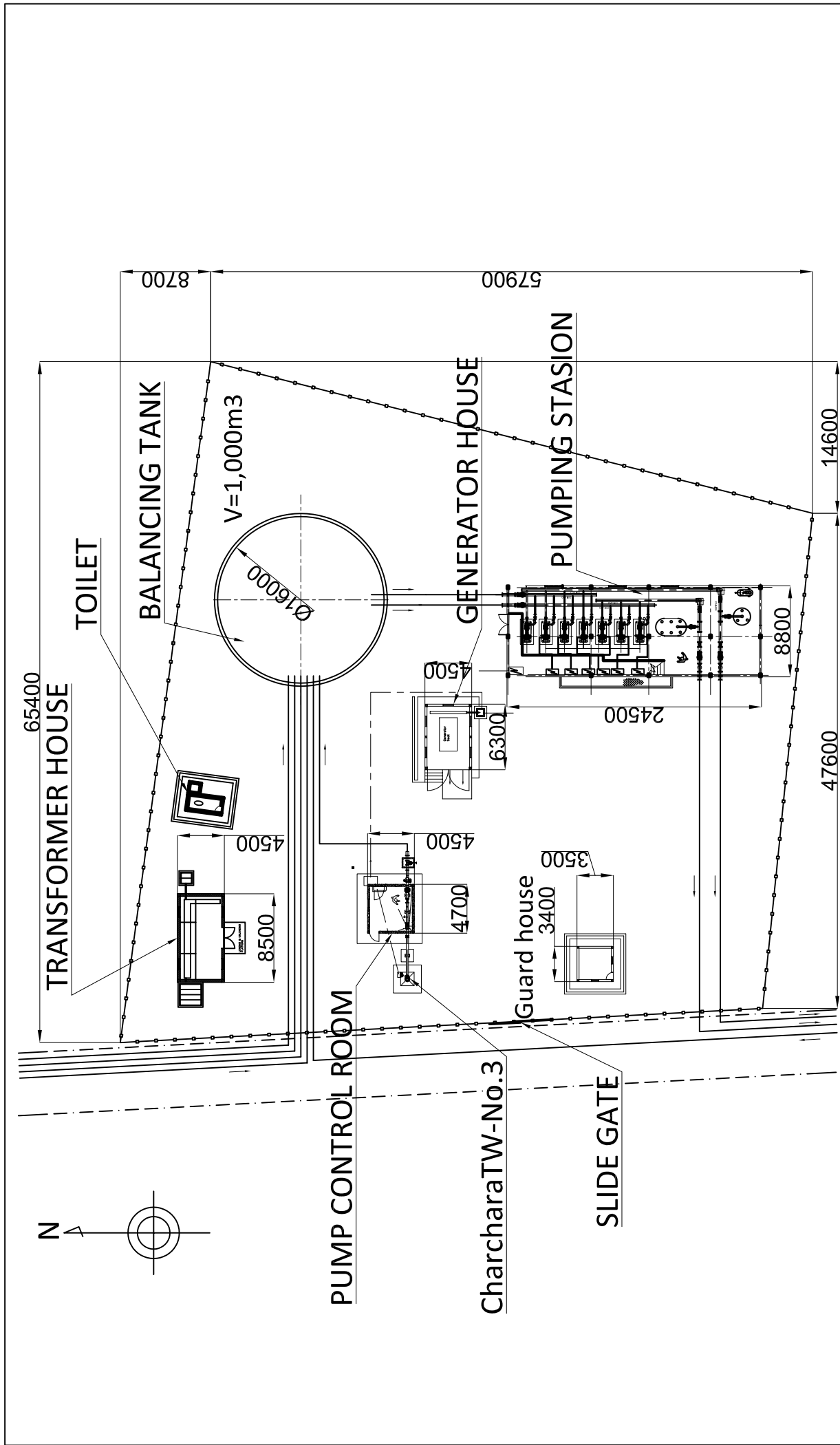
タイトル

アシユラフTWN0. 3平面図

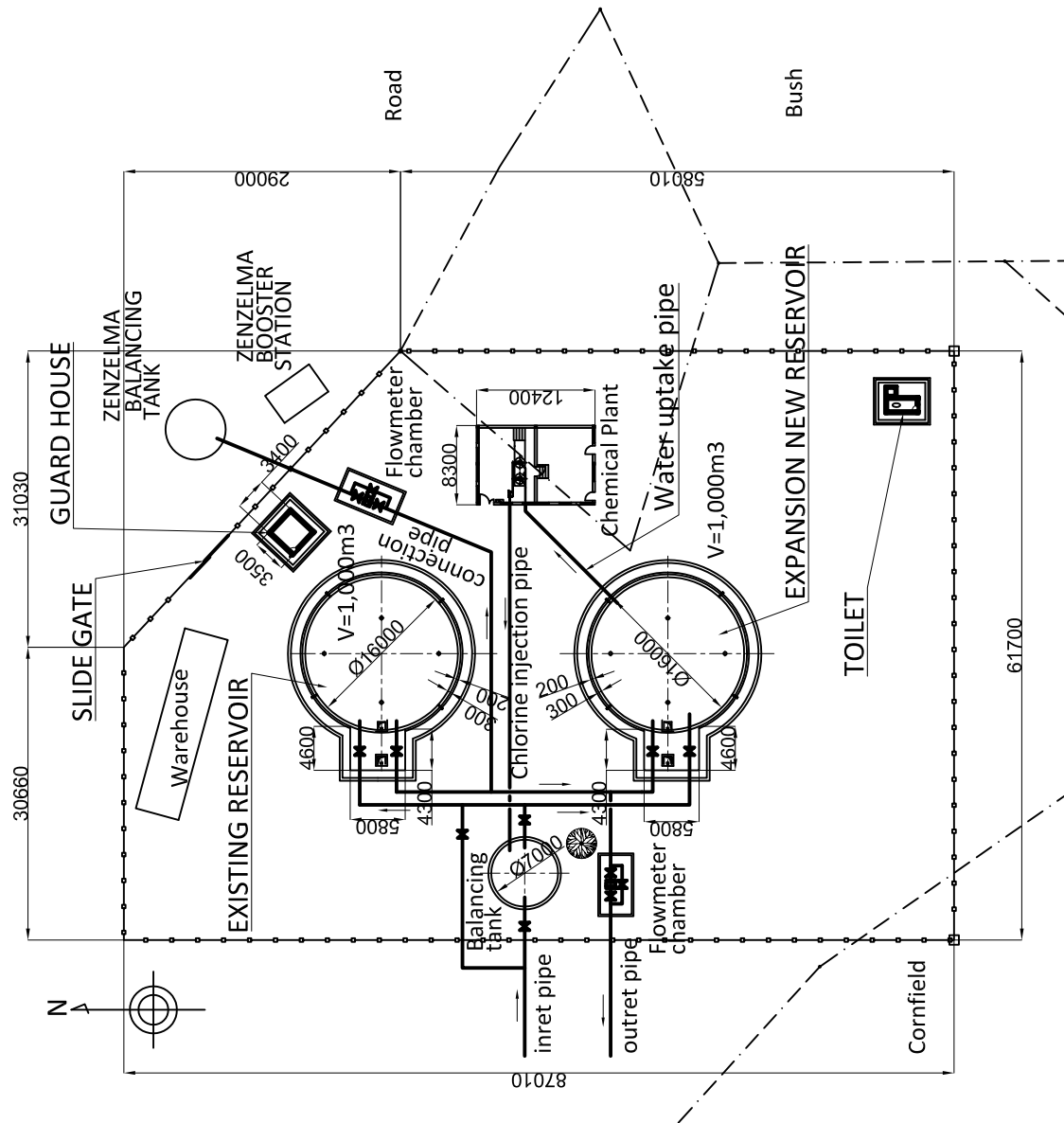
縮尺
1/500

コンサルタント

JAPAN TECHNO
図面番号
10



プロジェクト名 エチオピア国バハルダール市上水道整備計画	
タイトル 加圧ポンプ場平面図	
縮尺 1/500	コンサルタント JAPAN TECHNIO
	図面番号 11



プロジェクト名

エチオピア国バハルダール市上水道整備計画

タイトル

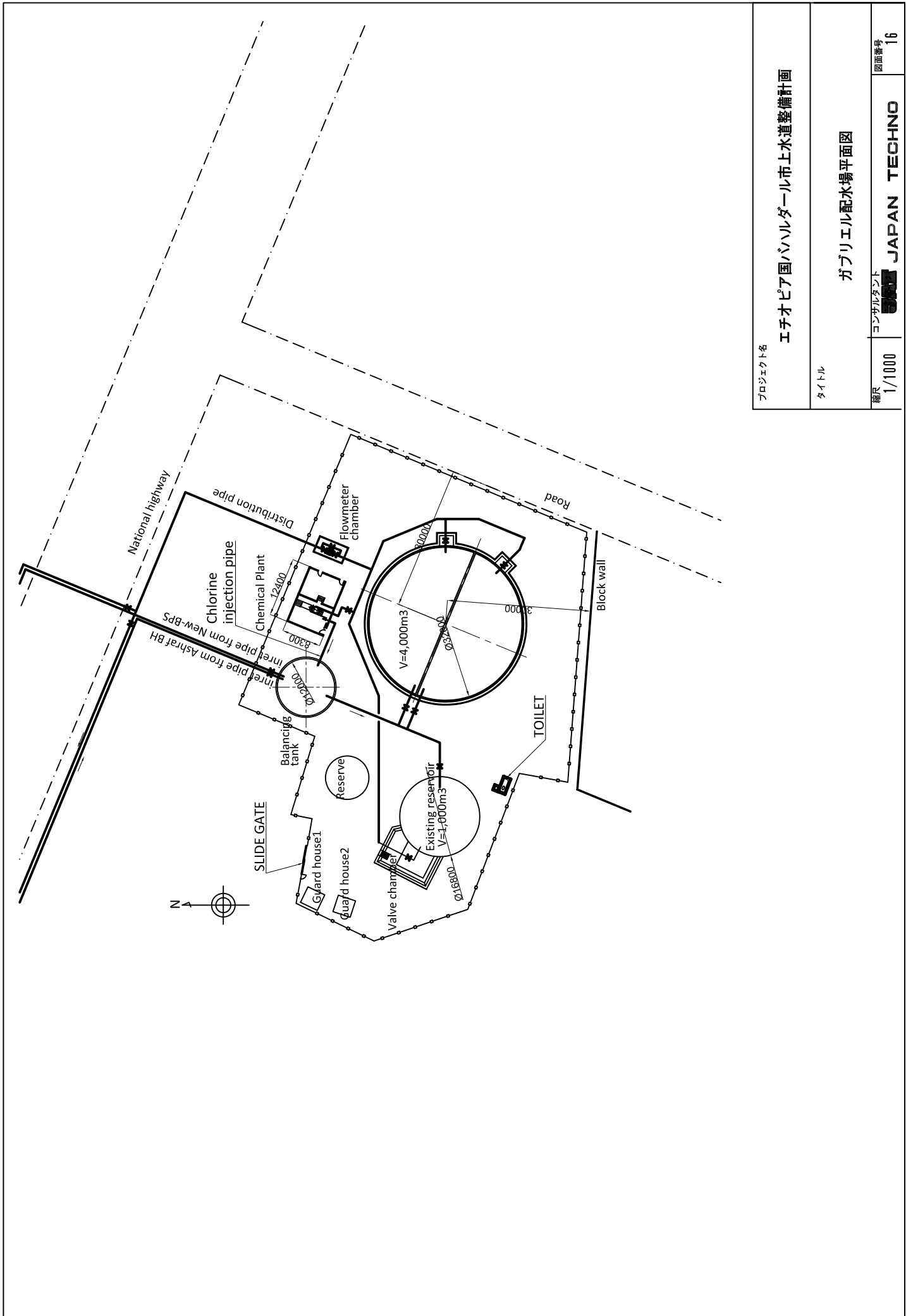
ディスポラ配水場平面図

縮尺
1/750

コンサルタント

JAPAN TECHNO

図面番号
13



プロジェクト名

エチオピア国バハルダール市上水道整備計画

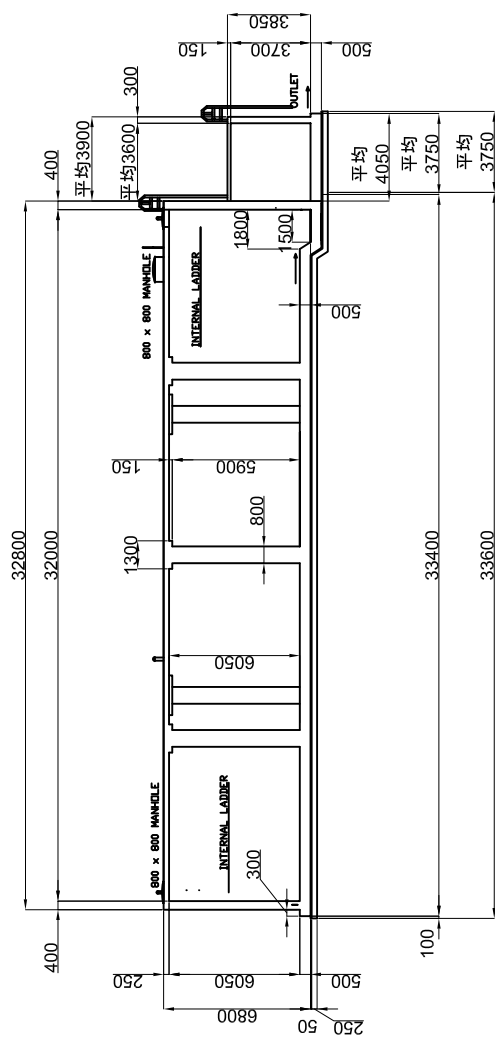
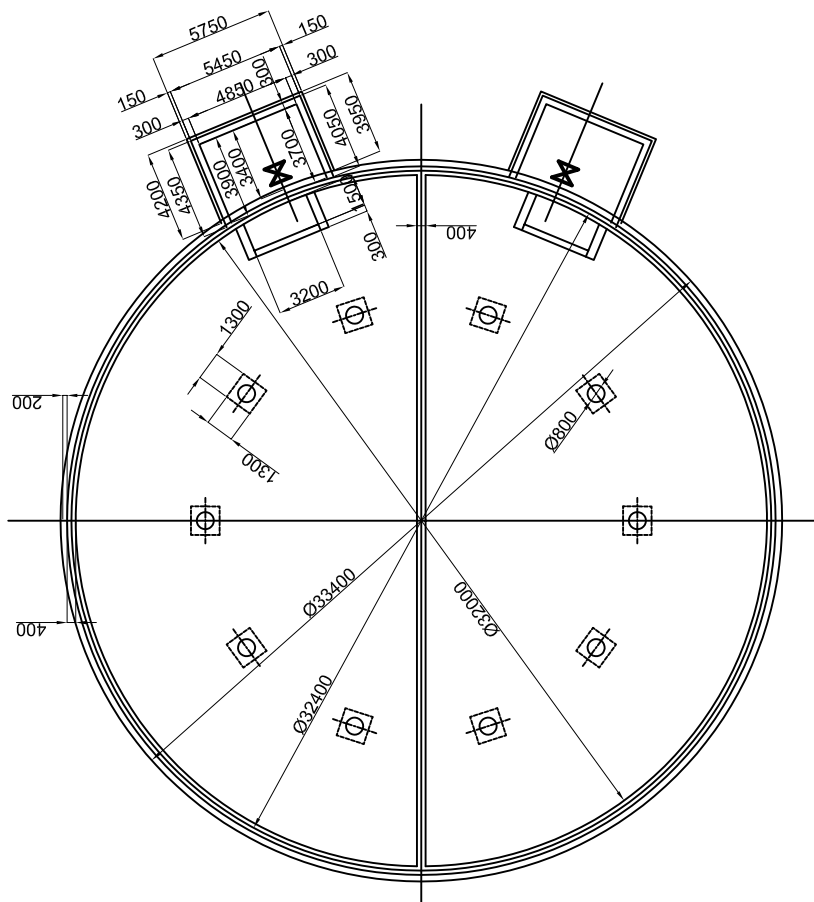
タイトル

ガブレリエル配水場平面図

縮尺
1/1000

コンサルタント
JAPAN TECHNO

図面番号
16



プロジェクト名

エチオピア国バハルダール市上水道整備計画

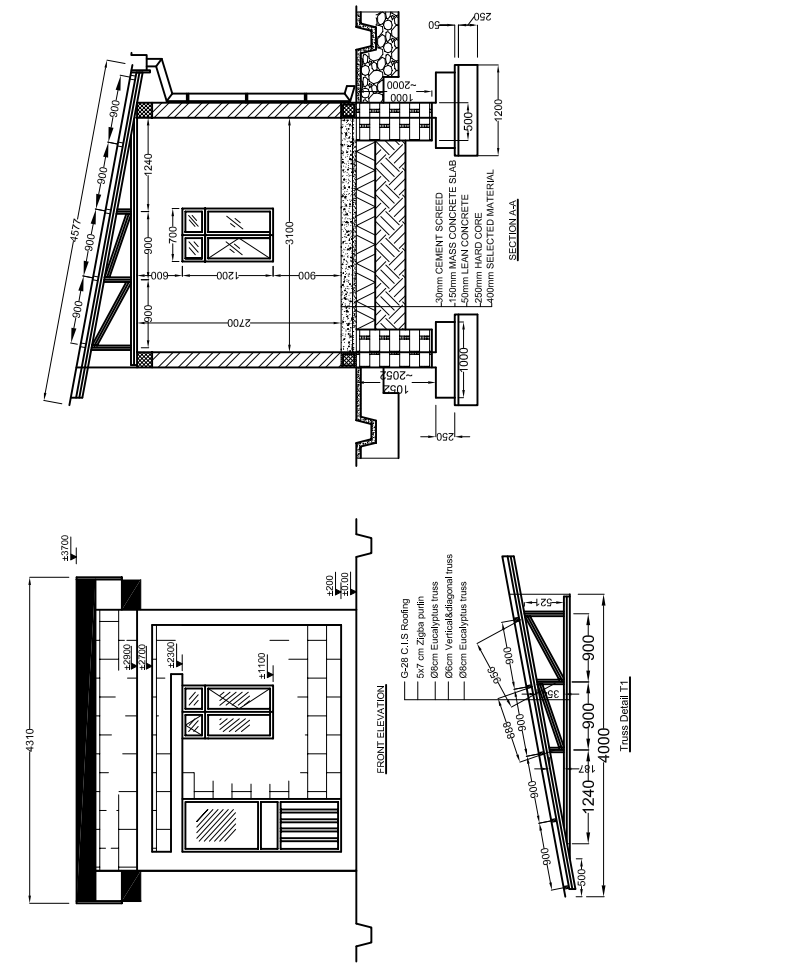
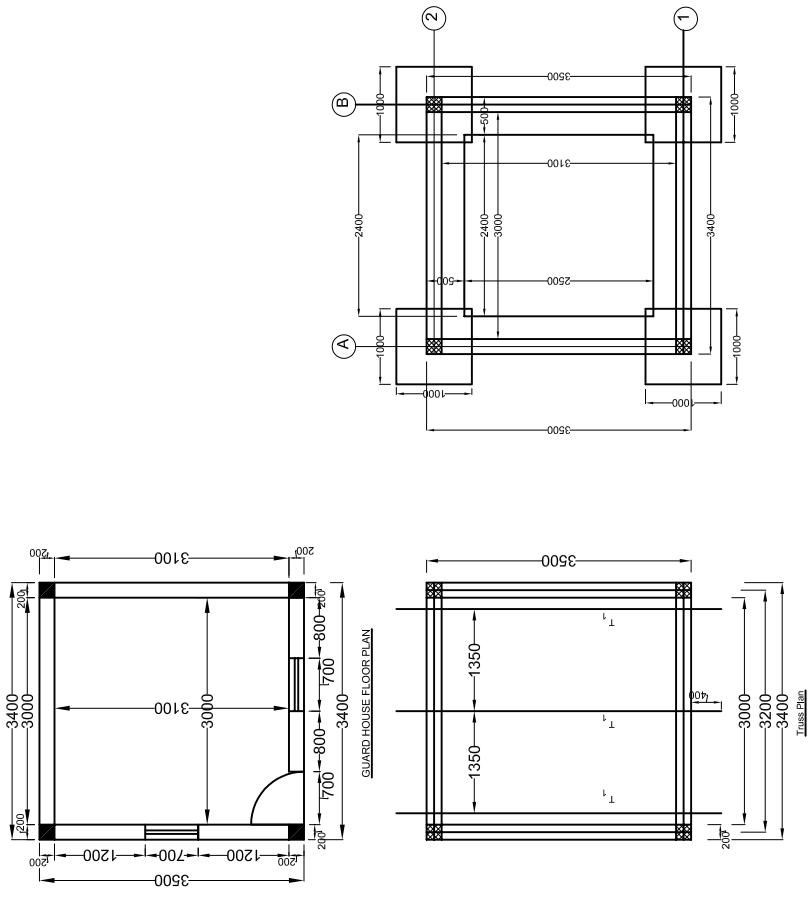
タイトル

ガブリエル4000m³配水池一般図

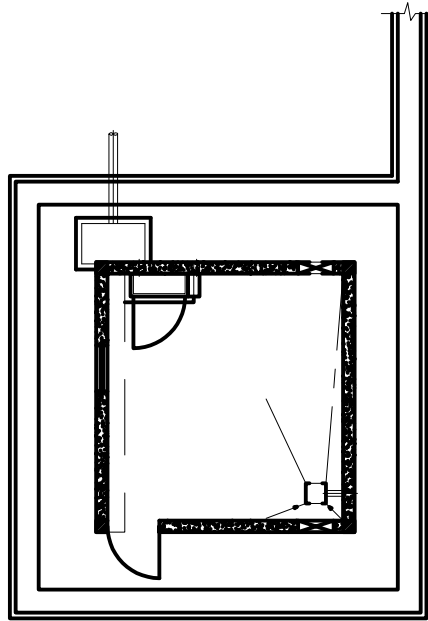
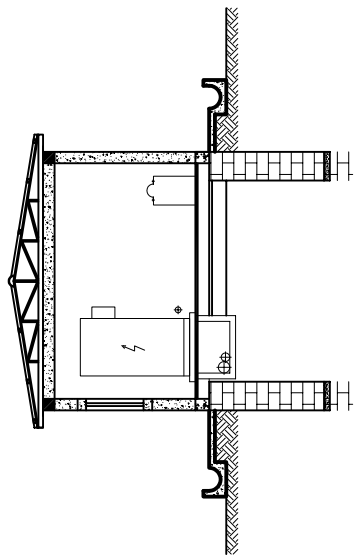
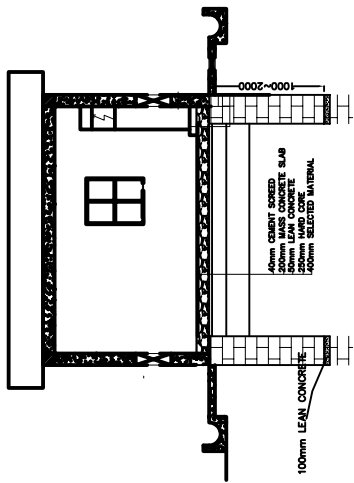
縮尺
1/350

コンサルタント
JAPAN TECHNO

図面番号
18



プロジェクト名		エチオピア国バハルダール市上水道整備計画	
タイトル		守衛室一般図	
縮尺	1/100	コンサルタント	JAPAN TECHNO
		図面番号	19



プロジェクト名

エチオピア国バハルダール市上水道整備計画

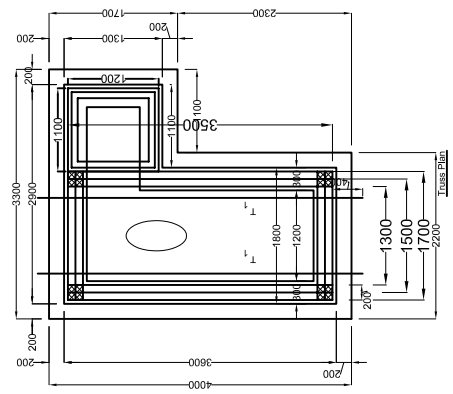
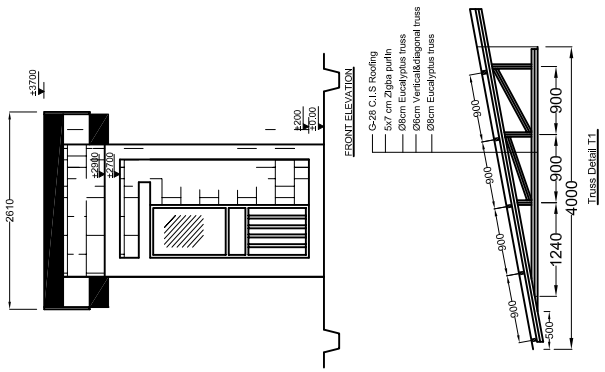
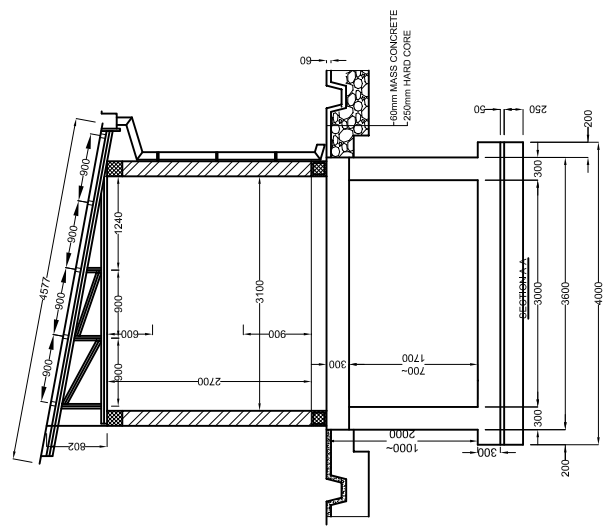
タイトル

ポンプ操作室一般図

縮尺
1/100

コンサルタント
JAPAN TECHNO

図面番号
20



プロジェクト名

エチオピア国バハルダール市上水道整備計画

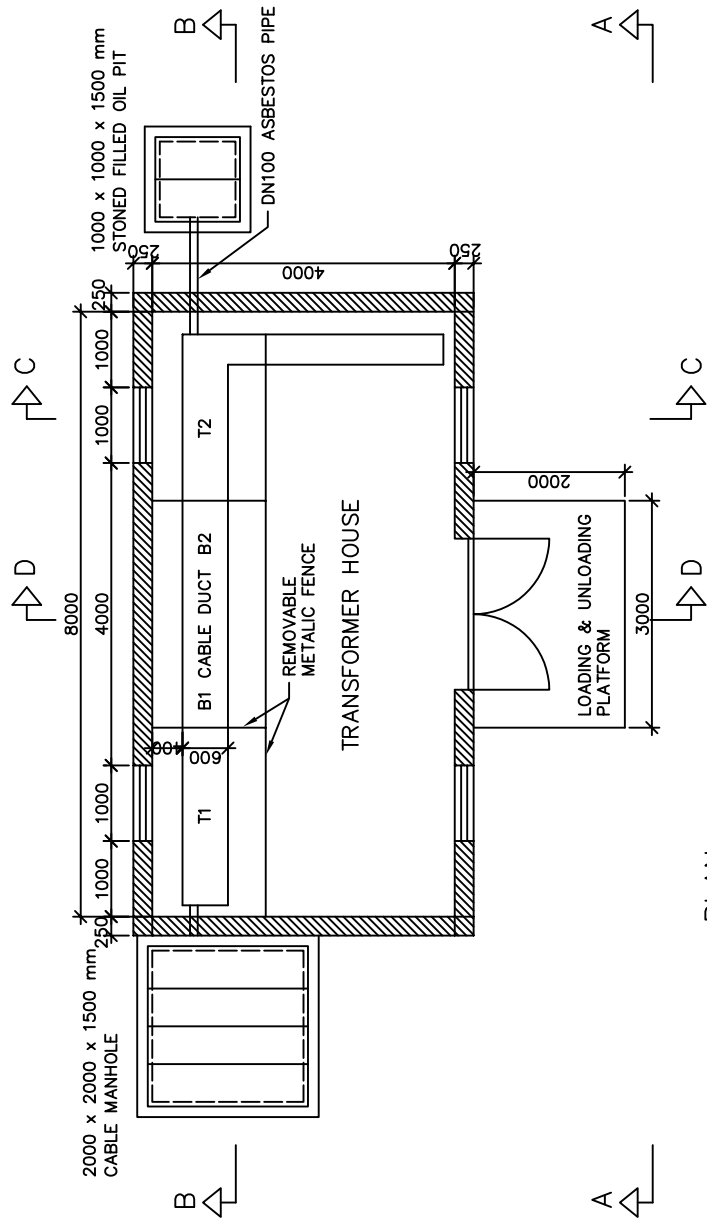
タイトル

トイレ一般図

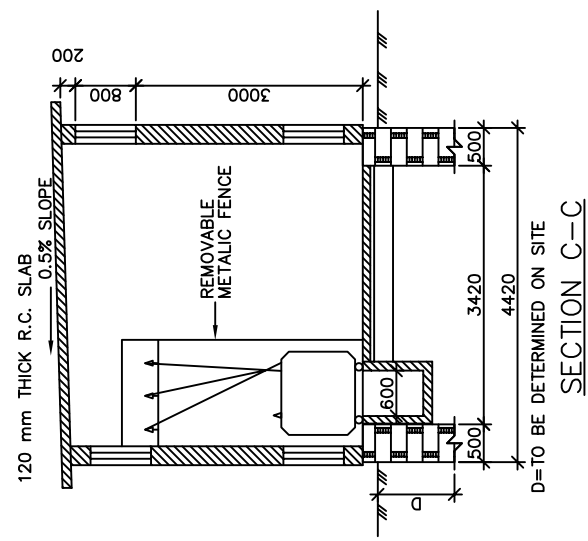
縮尺
1/100

コンサルタント
JAPAN TECHNO

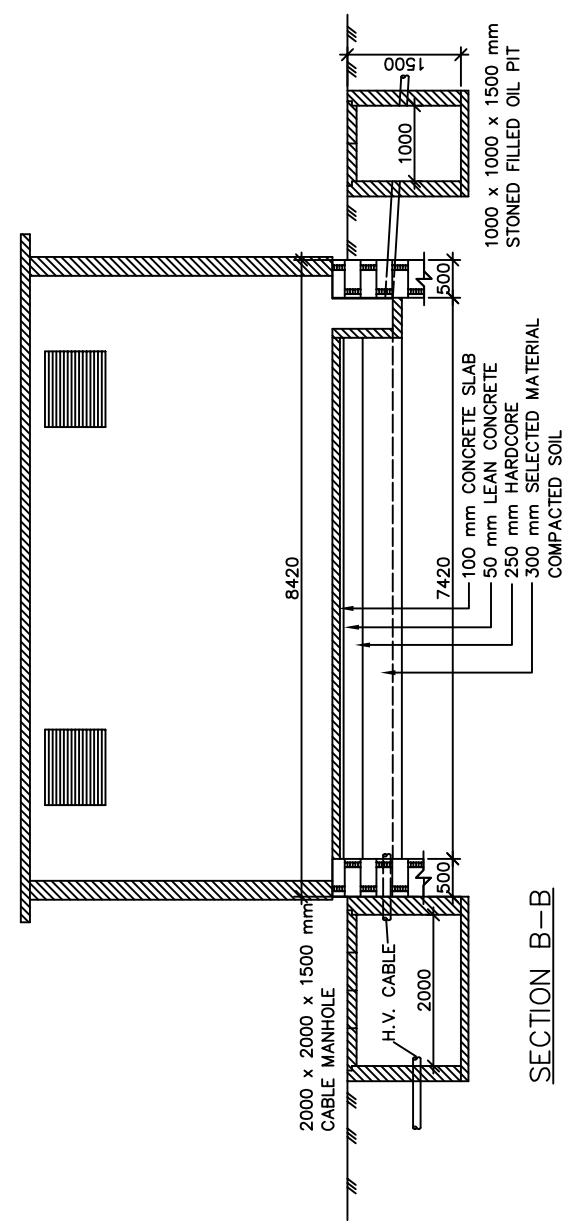
図面番号
21



PLAN



SECTION C-C



SECTION B-B

プロジェクト名

エチオピア国バハルダール市上水道整備計画

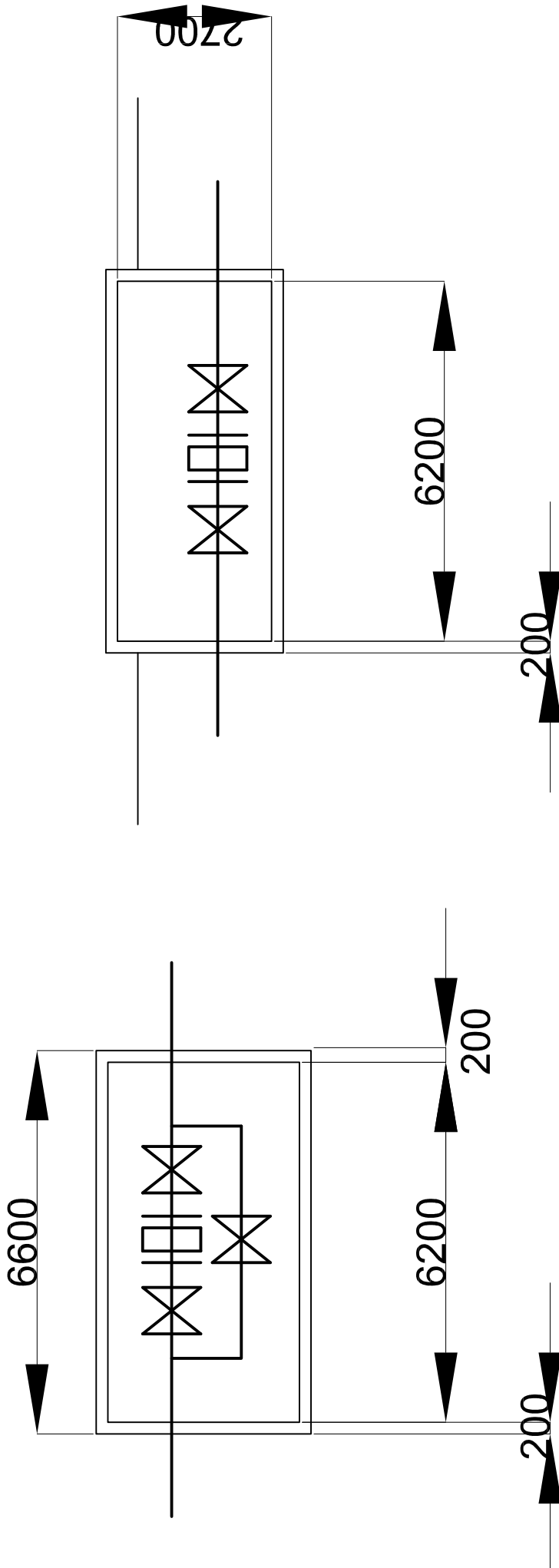
タイトル

変電室一般図

細尺
1/100

コンサルタント
JAPAN TECHNO

図面番号
23



プロジェクト名

エチオピア国バハルダール市上水道整備計画

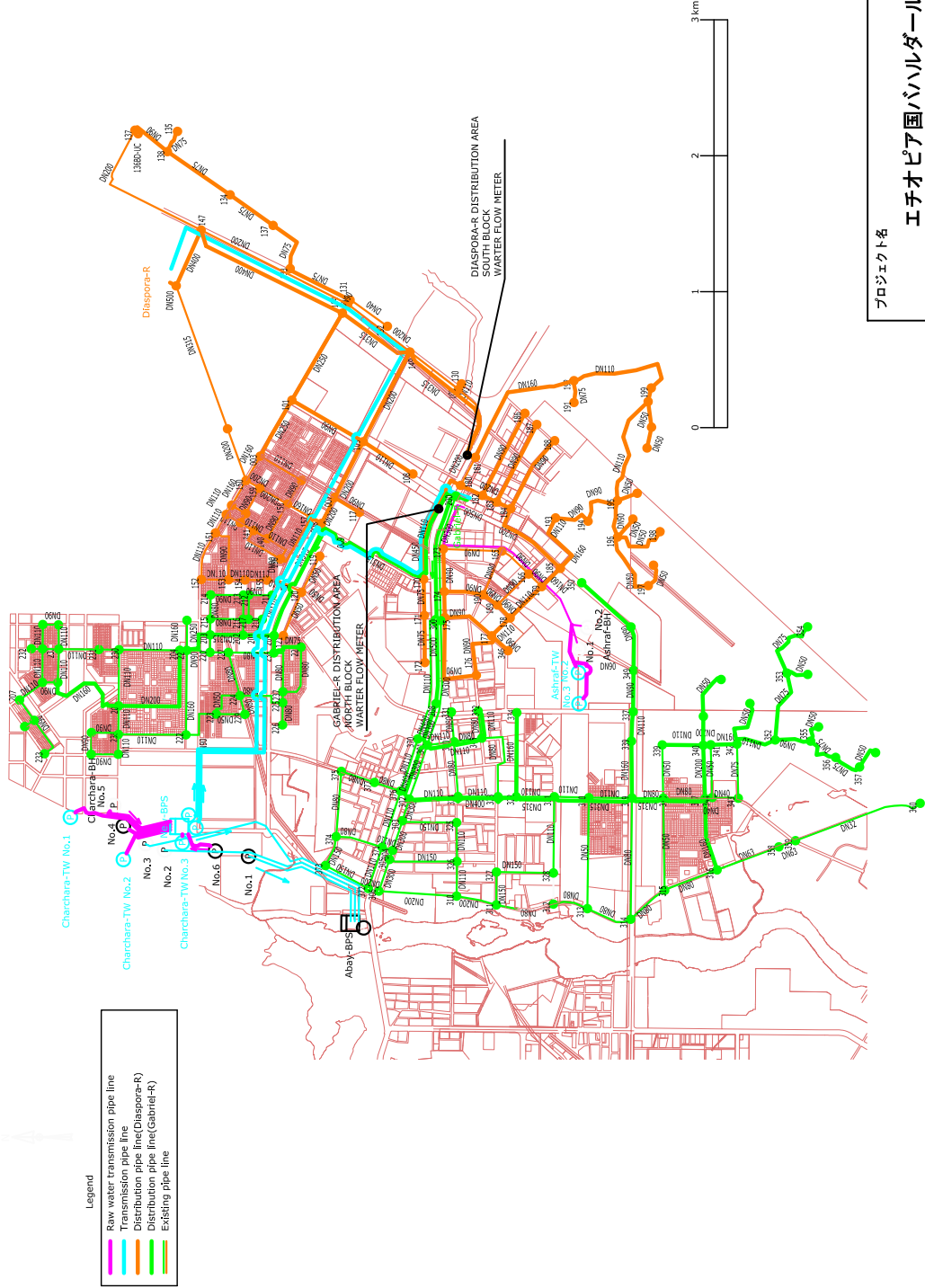
タイトル


流量計室一般図

縮尺
1/100

コンサルタント
JAPAN TECHNO

図面番号
24



プロジェクト名 エチオピア国バハルダール市上水道整備計画	
タイトル 配水管網図	
縮尺	 JAPAN TECHNO コンサルタント 図面番号 26

資料-7 (2) 既存井戸の揚水試験結果

(1) 先方政府による揚水試験データ

先方政府による揚水試験データを表-1 に整理した。すべての井戸で段階揚水試験は実施しておらず、各ポンプの最大揚水量で連続揚水試験を実施している。Ashraf No.1 井戸では調査団が揚水試験を実施し、実際の揚水試験データを元に揚水能力を判定しているが、その他の既存井戸では、表-1 に示す揚水試験データを元に井戸の揚水能力を判定した。

表-1 既存井戸の揚水試験データ

井戸番号	実施年	揚水量 (l/s)	揚水時間 (時間)	静水位 (GL-m)	動水位 (GL-m) / 水位降下量 (m)
Charchara No.3	2011	40	12	2.70	3.09 / 0.39
	2015	32	24	2.85	3.70 / 0.85
Charchara No.4	2012	40	8	2.73	3.05 / 0.32
Charchara No.5	2014	57.5	24	1.40	24.74 / 23.34
Charchara No.6	2015	72	24	1.04	4.78 / 3.74
Ashraf No.1	2009	18	48	40.85	48.05 / 7.20

1) Charchara No. 3 井戸

本井戸では、2008年に掘さく後、2011年と2015年の2回揚水試験が実施されており、2015年8月に実施された試験では、揚水量32 L/秒で24時間の連続揚水試験を実施しており、その時の水位降下量は85cmであった。また回復試験では、揚水停止1分後に瞬時に100%回復している。これを近傍の井戸のデータと比較すると、以下のようになる。

表-2 既存井戸の回復試験データ

井戸番号	実揚水量 (L/秒)	水位降下量 (m)	適正揚水量 (L/秒)
Charchara No2	9.9	0.32	8.4
Charchara No.4	31.3	0.11	40.0
Charchara No.5	57.5	23.34	41.0
	(35.0) *1	(4.50)	41.0
Charchara No.6	75.0	3.74	52.50
	(65.0) *1	(3.23)	52.50

*1 : Charchara No.5, No.6 のカッコ内の値は干渉試験実施時のデータ

Charchara No.3 井戸では実流量を測定している (2016年4月23日～5月4日)。この時点では、変圧器の電圧が安定しておらず、実流量の値は30.4～41.92 L/秒の間で変動していた。4月26日8:30am時点では、実流量は40.7 L/秒であり、その時の動水位は5.51mであった。前日の4月25日7:00amからの停電により、井戸の稼働が停止しており、8:40 am

時点の静水位は 4.62m であり、1 日後の動水位との差は 89cm であった。この間の動水位に際立った変化は見られず、2015 年の揚水試験時の 32 L/秒の揚水で水位降下が 85cm と最近の実揚水量と比較して十分小さいことから、これらの事象と近傍の他の井戸のパフォーマンスと比較すると、2015 年 8 月に実施した揚水試験時の 32 L/秒を適正揚水量と見なし得るものと考えられる。

2) Charchara No. 4 井戸

Charchara No.4 井戸では、2012 年に揚水量 40 L/秒で 8 時間連続揚水した記録がある。この時の水位降下量は 32cm と比較的小さいく、また、回復試験でも 1.5 分の間に 100%回復していることから、これらの記録と、直近の実揚水量と水位降下の例では、5 月 18 日はブレーカーが落ちて稼働が停止しており、その際の静水位は、3.86cm であった。その前日 5 月 17 日時点における 30.21 L/秒での稼働時の動水位は、3.94m であり、次の日の静水位との差は僅か 8cm であった。このように、現在においても実揚水量と水位低下量の関係では、4 年前の揚水試験時と比較して、井戸の能力は低下しているとは判断できず、2012 年時点での揚水試験時の 40.0 L/秒を適正揚水量と見なし得るものと考えられる。

3) Charchara No. 5 井戸

Charchara No.5 本井戸では、2014 年に揚水量 57.5 L/秒で 24 時間の連続揚水試験を実施しており、この時の水位降下量は 23.34m であり、平衡に達しているものと見なされる。他の近傍の井戸と比較すると水位降下量が大きいことから、この揚水量を限界揚水量と見なし、適正揚水量は 41 L/秒 とするのが適当であると考えられる。

4) Charchara No. 6 井戸

Charchara No.6 井戸では 2015 年に揚水量 75 L/秒で 24 時間の連続揚水試験を実施している。この時の水位降下量は 3.74m であり、平衡に達しているものと見なされる。

Charchara 帯水層で実施した試験井の揚水試験結果を以下に示す。

表-3 Charchara 帯水層の揚水試験データ

井戸番号	限界揚水量 (L/秒)	水位降下量 (m)	適正揚水量 (L/秒)
Charchara TW No.1	93.0	1.28	65.1
Charchara TW No.2	85.0	4.29	59.5
Charchara TW No.3	91.0	4.98	63.7

このような事例から、Charchara No.6 井戸の揚水試験時における 75 L/秒の揚水量を限界揚水量と見なし、適正揚水量を $75 \times 0.7 = 52.5$ L/秒 とするのが適当であると考えられる。

(2) 試験実施工程

表-4 に既存井戸揚水試験の実施工程を示す。

表-4 揚水試験実施工程

井戸番号	12/5	12/10	12/15	12/20	12/30
Charchara No.2	■				
Charchara No.1		■			
Ashraf No.1			■		
Ashraf No.2				■	

(3) Charchara No.1 井戸の揚水試験結果

1) 実施要領

この井戸の深度は、実測値で 45m であった (掘削データなし)。11kw ポンプを深度 24.7m [6m(riser pipe) x 4 + 2m (pump length) - 1.3m (pipe height) = 24.7 m] に設置し、3 インチの揚水管を使用した。予備揚水試験ではバルブを全開にして揚水量は、V ノッチで計測して 12 l/秒であった。予備揚水試験時の静水位は GL-1.02m であった。

2) 段階揚水試験

段階揚水試験の揚水量は、8、9、10、11、12 L/秒の 5 段階とし、各段階 2 時間の揚水を実施した。各段階の揚水量-水位降下量グラフを図-5 に示す。また、揚水量-水位降下量の両対数グラフを図-6 に示す。

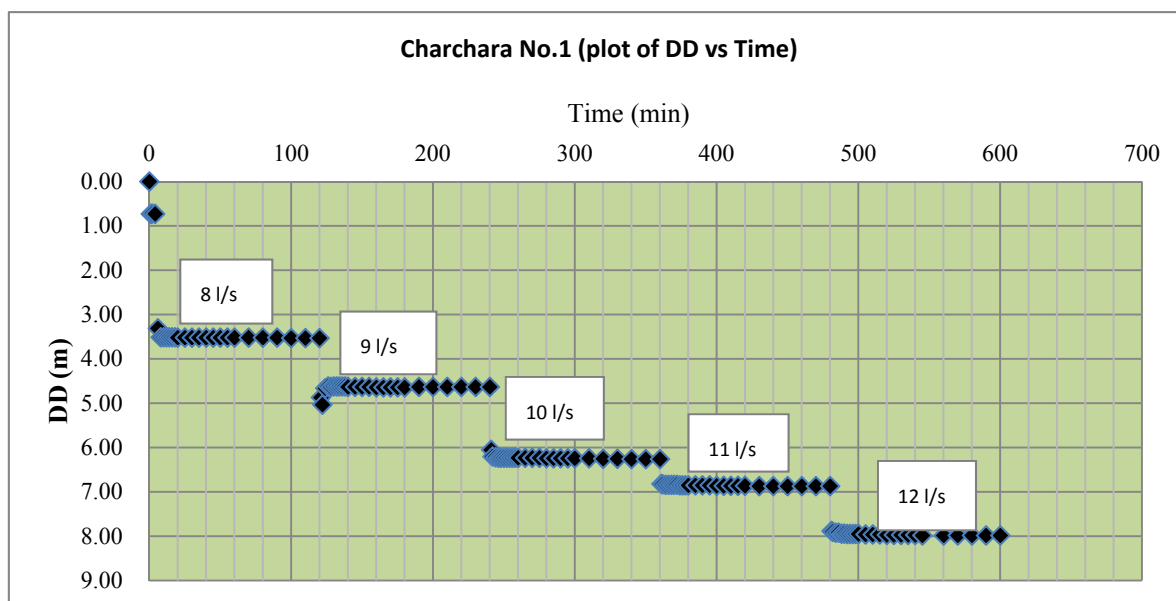


図-1 段階揚水試験結果

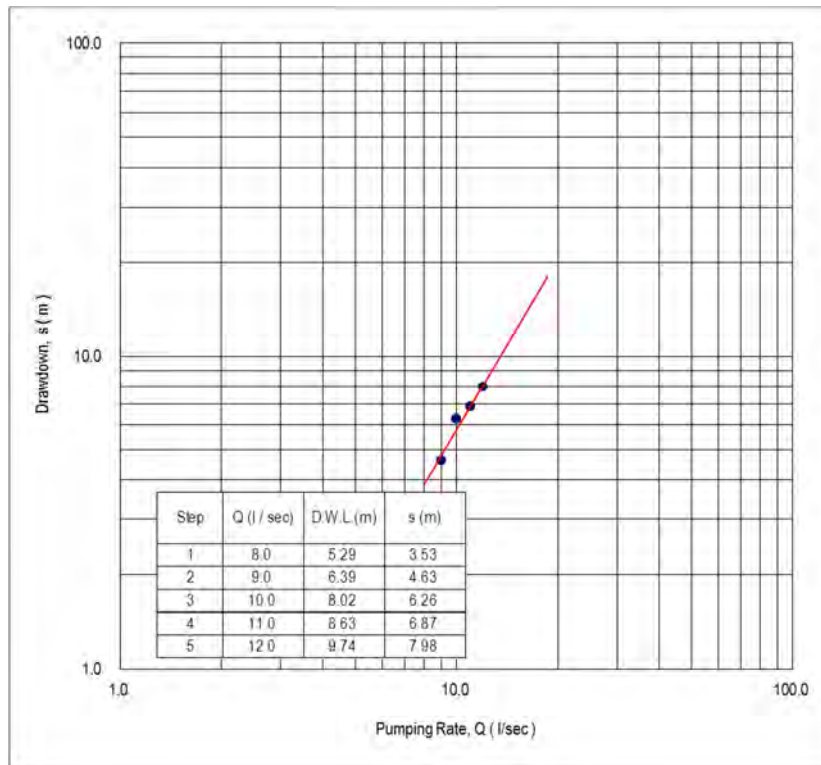


図-2 揚水量－水位降下量

図-2 に示すように、12 L/秒では限界揚水量には達していないものと認識される。しかし、現地ではこれ以上の高い能力のポンプが得られないため、現状では 12 L/秒を限界揚水量と見なすこととする。これから、 $12 \times 0.7 = 8.4$ L/秒 が適正揚水量と見なされる。この井戸では、段階揚水試験の結果から、井戸損失が非常に大きいことが指摘される。

3) 連続揚水試験

最大揚水量の 12 L/秒で 24 時間の連続揚水試験を実施した。その結果を図-3 に示す。最大の水位低下量は 8.23m であった。

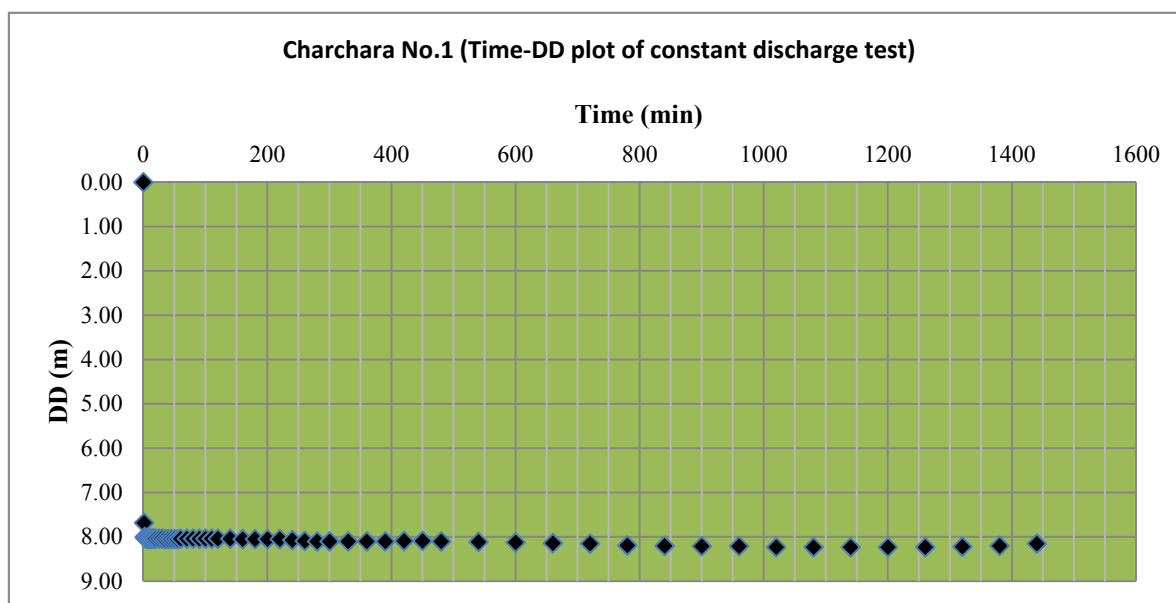


図-3 連続揚水試験結果

24 時間の連続揚水試験の実施中、4 時間を経過した時点で一旦水位低下が落ち着いて、平衡に達したと見られた後に、水位が最大 18cm 低下する現象が見られた。これは、Charchara No.1 井戸の水位低下に伴い影響圏が拡大し、相次いで Charchara No.2、No.3、No.4 井戸の影響圏に達して、それぞれの井戸との干渉による影響があったものと推定される。

4) 回復試験

連続揚水試験の後の回復は一瞬であり、6 分後には 100% の回復を示している。これからも、水位低下量の大半は井戸損失であることを示唆しているもの、と考えられる。

5) 量水計の精度テスト

揚水試験の最後に当たり、井戸に付属している量水計の精度を V ノッチでテストした。量水計の読みが 14.5 L/秒であった時の V ノッチの読みは 12.0 L/秒であった。V ノッチの読みを正しいものとする、量水計の精度は $12.0/14.5 = 0.83$ となる。従って、この井戸の実揚水量は、量水計の読みに 0.83 を乗じたものとなる。この計算によれば、12 月末から 1 月初旬の Charchara No.1 井戸の平均揚水量は、量水計の読みで 8.5 L/秒 であるが、これを補正すると、7.1 L/秒 となる。

(4) Charchara No. 2 井戸の揚水試験結果

1) 実施要領

2015年12月5日から既存井戸の取り外しを行う。井戸深度の実測値は、47.8mであった。聞き取りによる井戸深度は51mであったことから、3.2mシルテーションにより浅くなっていることが考えられる。井戸底部付近から抜き出した揚水管には、びっしりと粘土がこびり付いているのが確認されている。

この井戸では22kwポンプが43.1mの位置に設置されており、しかも電極の位置が逆に繋がれていたことで、揚水量は3.3 L/秒と小さなものであった。電極を正常に繋ぐことで、揚水量は12 L/秒に増加した。

この井戸の揚水試験は、井戸に元々設置されていた22kwポンプを、深度37.1mに設置して実施した〔6m(riser pipe) × 6 + 2m(pump length) - 0.9(pipe height) = 37.1 m〕。予備揚水試験前の静水位はGL-2.40mであった。予備揚水試験では、バルブを全開にして揚水量が12 L/秒の時に、1時間後の水位低下量は10.22mであった。

Charchara No.2井戸の予備揚水試験の開始後40分で、Charchara No.3井戸の動水位が、開始前の4.28mから4.31mと3cm低下した。両者の井戸の干渉の影響と認識される。

2) 段階揚水試験

予備揚水試験結果から、図-4に示すとおり、揚水量を10.0、10.5、11.0、11.5、12.0 L/秒の5段階とした。また、図-5に揚水量-水位低下量の両対数グラフを示す。

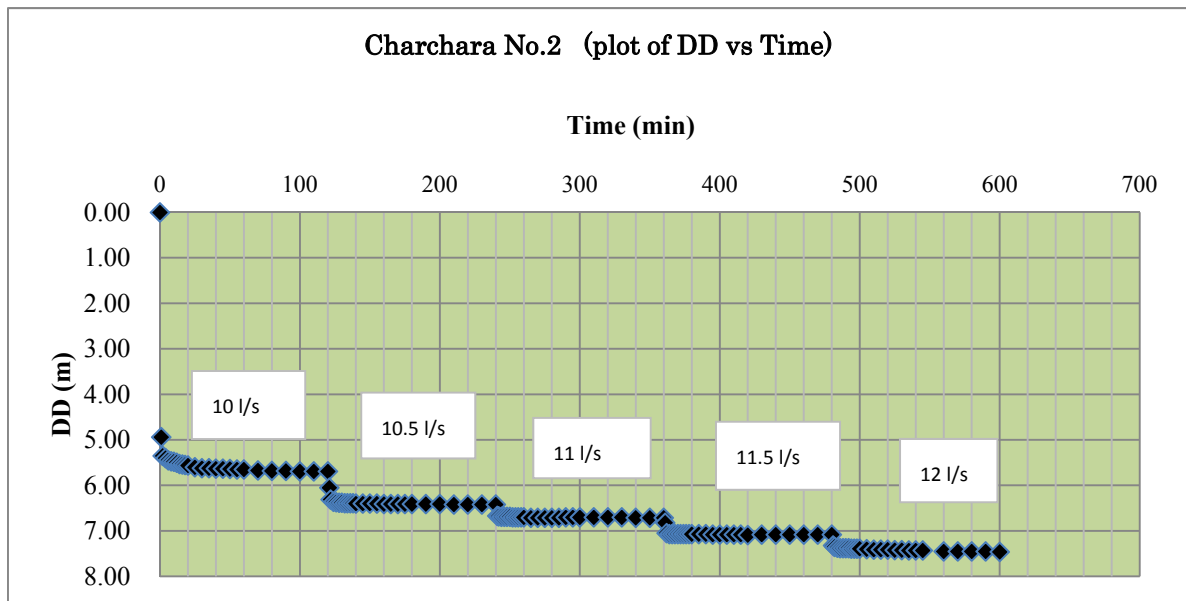


図-4 段階揚水試験結果

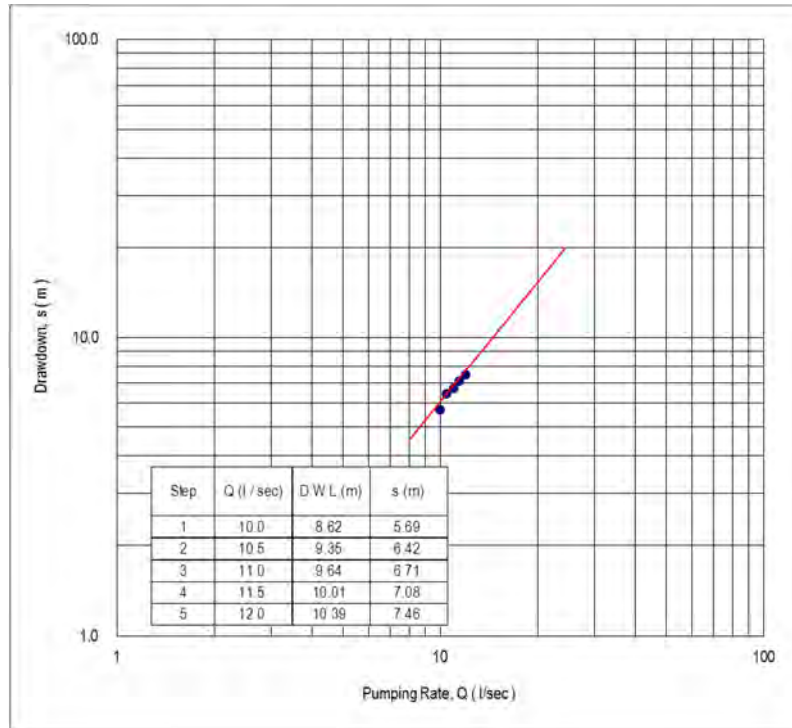


図-5. 揚水量－水位降下量

この結果から、12 L/秒 では、限界揚水量には達していないものと判断される。しかし、現地ではこれ以上容量の大きなポンプが得られないことから、この値を暫定的に限界揚水量と見なすこととする。従って、 $12 \times 0.7 = 8.4$ L/秒 を適正揚水量とする。この井戸の井戸損失は、非常に小さいことが、この段階揚水試験の結果から指摘される。

3) 連続揚水試験

最大揚水量の 12 L/秒 で 24 時間の連続揚水試験を実施した。図-6 に試験結果を示す。

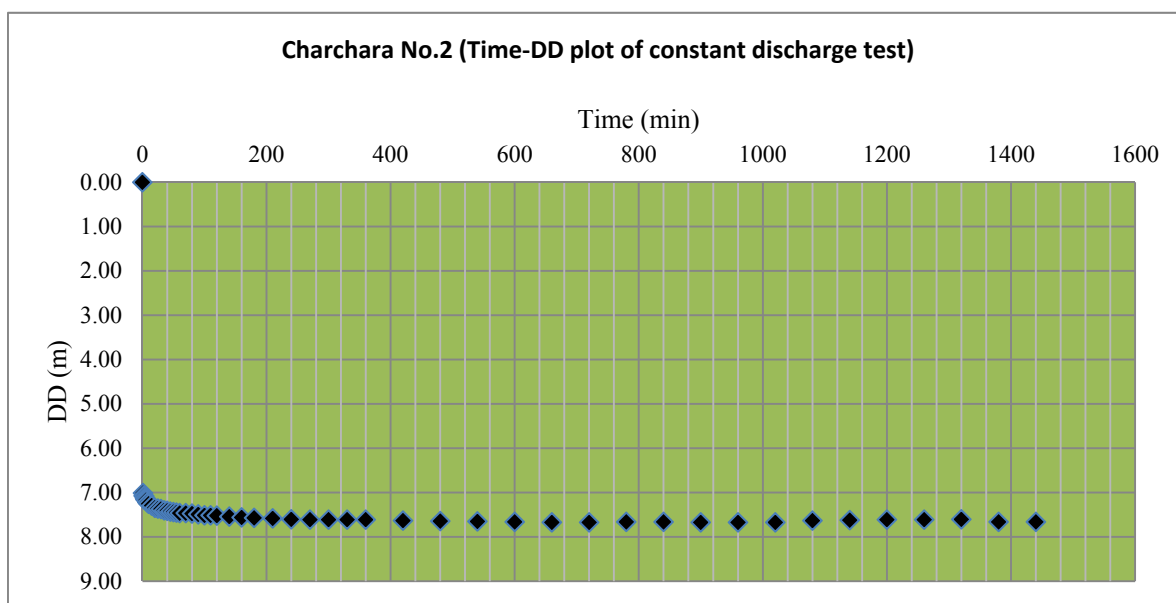


図-6. 連続揚水試験結果

連続揚水試験開始 17 時間後に Charchara No.3 井戸の稼働が停電のため停止すると、Charchara No.2 井戸の動水位が直ちに 4cm 上昇し、22 時間後までに最大 7cm 上昇した。その 23 時間後、Charchara No.3 井戸の稼働が再開すると水位は瞬時に 6cm 低下した。この 6~7cm の水位変動は Charchara No.3 井戸との干渉の影響とみられる。

4) 回復試験

回復は非常に早く、20 分で 99.5%が回復している。

5) 量水計の精度テスト

揚水試験の最後に当たり、付属している量水計の精度を V ノッチでテストした。22 kw ポンプで量水計の読みは 14.28 L/秒を示しているときに、V ノッチによる流量は 12.0 L/秒であった。V ノッチの読みを正しいとすると、量水計の精度は $12.0/14.28 = 0.84$ となる。量水計の示す値にこの数値を乗じた値が、正しい揚水量となる。この計算を適用すると、12 月後半から 1 月初旬における Charchara No.2 井戸の平均揚水量は、流量計の読みでは 11.80 l/s であったが、量水計の精度の補正をすると実揚水量は、9.9 L/秒 となる。

6) 揚水試験後の井戸能力の向上

揚水試験実施後にこの井戸を通常の稼働状態に戻すと、井戸の能力が格段に向上していることが確認された。連続揚水試験時の比湧出量 (Specific Capacity) は、12 L/秒 (1,037 m³/日)で水位降下が 7.67m であることから、135 m³/日/m であったが、試験後の通常稼働時に

は 9.9 L/秒 (855 m³/日) で水位降下が 0.32m であることから、比湧量は 2,673 m³/日/m となり、約 20 倍に向上している。

井戸能力が向上した理由は、一つにはポンプの設置深度を 6m 引き上げたことで、井戸損失が減少したこと。また、大量の揚水 (12 L/秒) を長時間連続したことで、スクリーンの目詰まりが向上したこと、並びに井戸周囲の水理状況が改善されたこと等が考えられる。

(5) Ashraf No. 1 井戸の揚水試験結果

1) 実施要領

Ashraf No.1 井戸の掘削時のデータでは、深度は 123m であったが、試験時に測定した深度は 111m であり、12m 深度が減少している。これは後述するように、ケーシングが破損しているため、裏込めしたグラベルや井戸周りの岩石の欠片が井戸内に混入して、井戸が埋められていることによるものと推測される。

11kw ポンプを深度 85.5m に設置した。予備揚水試験前の静水位は GL-39.54m であった。予備揚水試験では、揚水量が 8.9 L/秒で水位低下量は約 30m であった。これから段階揚水試験は、4、5、6、7、8.9 L/秒の 5 段階で実施することとした。

予備揚水試験時に Ashraf No.2 井戸が稼働を開始すると、Ashraf No.1 井戸の動水位が 20cm 低下することが判明した。これは互いに 110m 離れた 2つの井戸の干渉の影響 (Ashraf No.1 井戸に現れる) と見なされる。

2) 段階揚水試験結果

段階揚水試験結果を図-7 に示す。また、揚水量－水位降下量の両対数グラフを図-8 に示す。

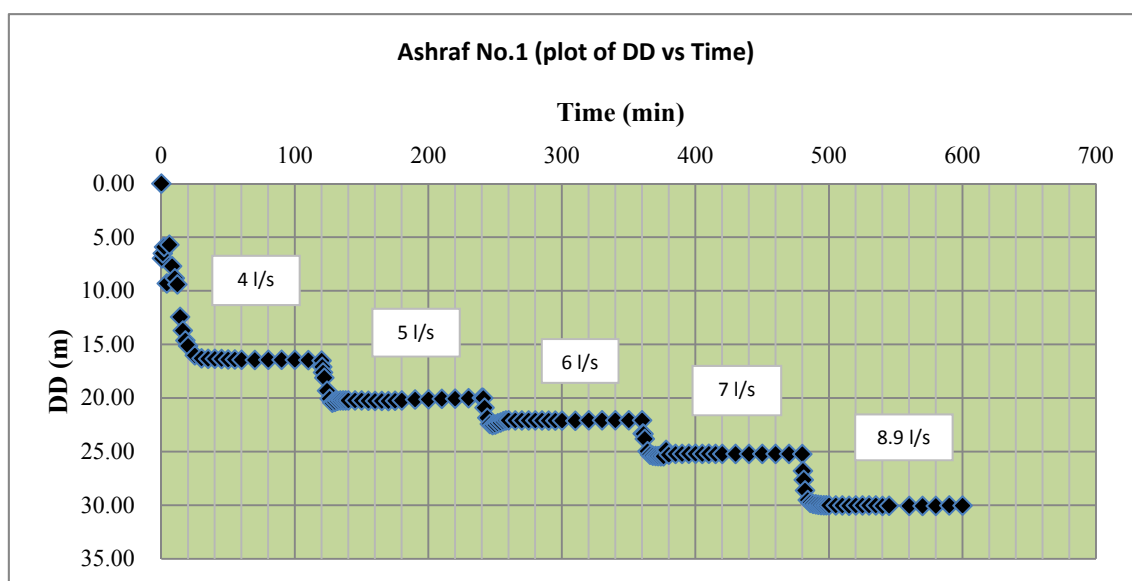


図-7 段階揚水試験結果

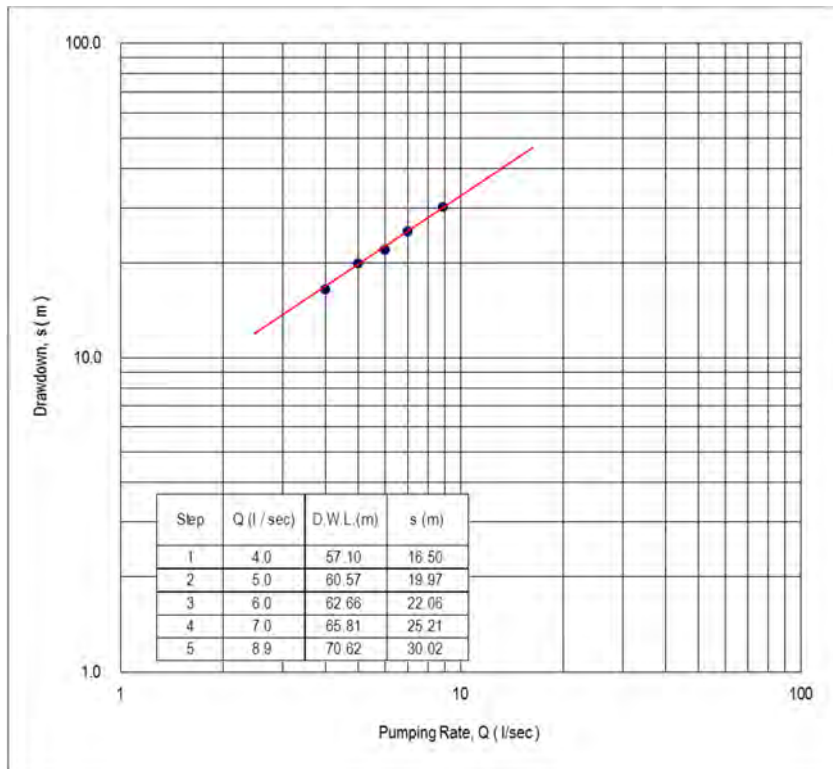


図-8 揚水量－水位降下量

図-8 に示されるように、最大揚水量の 8.9 L/秒 でも限界揚水量に達していないものと見なされる。しかし、より容量の大きなポンプが得られないことから、この値を暫定的に限界揚水量と見なすこととする。従って、適正揚水量は、 $8.9 \times 0.7 = 6.2$ L/秒 となる。

3) ケーシングの破損による連続揚水試験の未実施

Ashraf No.1 井戸の 5 段階揚水試験では、限界揚水量に達することが出来なかったため、容量のより大きなポンプを設置して、さらなる段階揚水試験を実施するべく、11kw ポンプを井戸から取り外した。その際にケーシングが動くことが判明し、さらには V ノッチの中に相当量の裏込めしたグラベルや、岩片が水と一緒に巻き上げられていることが判明した（写真-3）。即ち、この井戸の PVC ケーシングは破損しており、破損した箇所から裏込めしたグラベルや周囲の岩片が



写真-1 揚水試験時に V ノッチ内に上がったグラベル等

井戸内に混入し、井戸内に約 12m 堆積していることが判明した。また、ケーシングが上下に動くと言う事実は、破損した箇所ではケーシングが2つ以上に分かれていることでもある。このような事情から、井戸にこれ以上ダメージを及ぼすこと、並びに新たに設置したポンプの故障を避けるため、さらなる段階揚水試験および連続揚水試験の実施を中止した。

(6) Ashraf No. 2 井戸の揚水試験結果

1) 実施要領

井戸の深度は 105m で、試験用ポンプを設置する以前の静水位は、GL-41.96m であった。55kw のポンプを深度 82.4m に設置した。予備揚水試験では、静水位は GL-41.79m。バルブを全開にして揚水量は 29.6 L/秒 で 2 時間揚水した時の動水位は GL-53.45m であり、水位降下量は 11.66m であった。段階揚水試験のステップを 20.0、22.6、24.4、26.3、29.0 L/秒 の 5 段階とした。

2) 段階揚水試験

図-9 に段階揚水試験結果を示す。また、図-10 に揚水量－水位降下量グラフを示す。

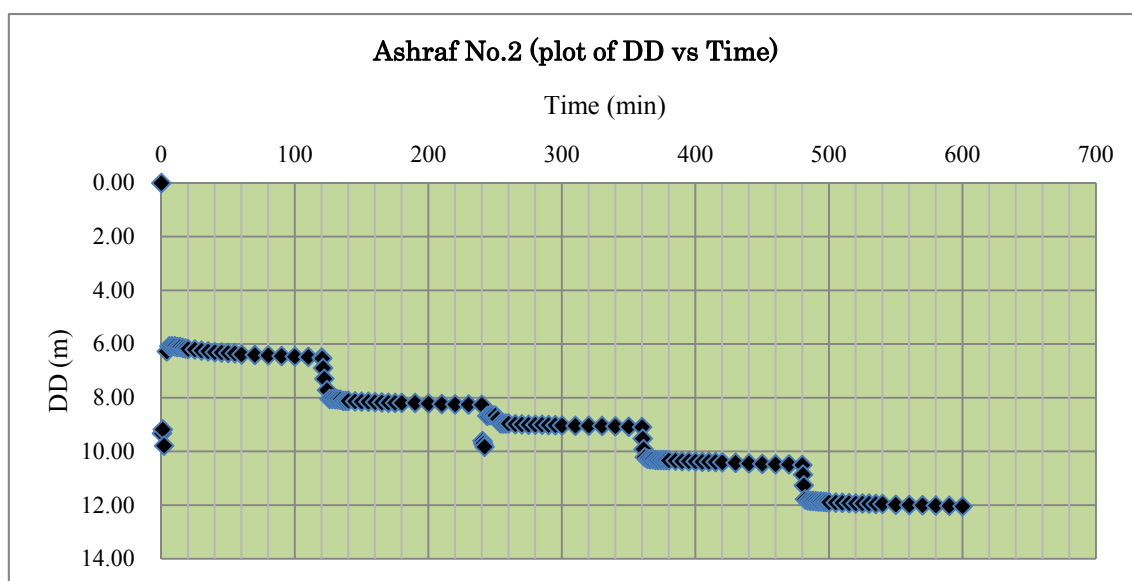


図-9 段階揚水試験結果

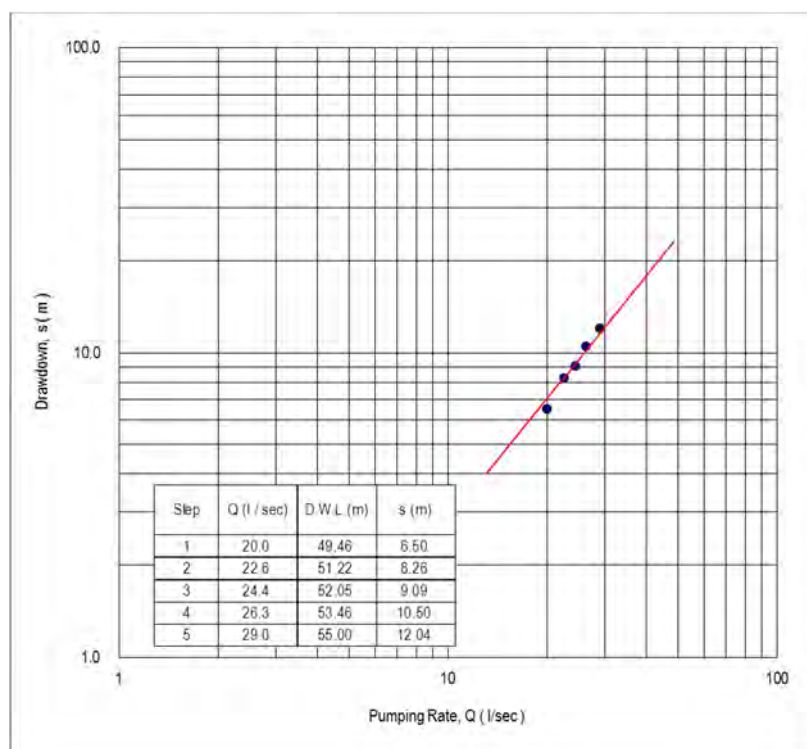


図-10 揚水量－水降下量グラフ

図-10 に示すように、最大揚水量の 29 L/秒 では限界揚水量に達していないものと推測される。しかし、これ以上容量の大きなポンプは得られないことから、この最大揚水量をもって限界揚水量と見なすこととする。従って、 $29 \times 0.7 = 20.3$ L/秒 が適正揚水量と見なされる。

3) 連続揚水試験結果

最大揚水量の 29 L/秒で 27 時間の連続揚水試験を実施した。試験結果を図-11 に示す。

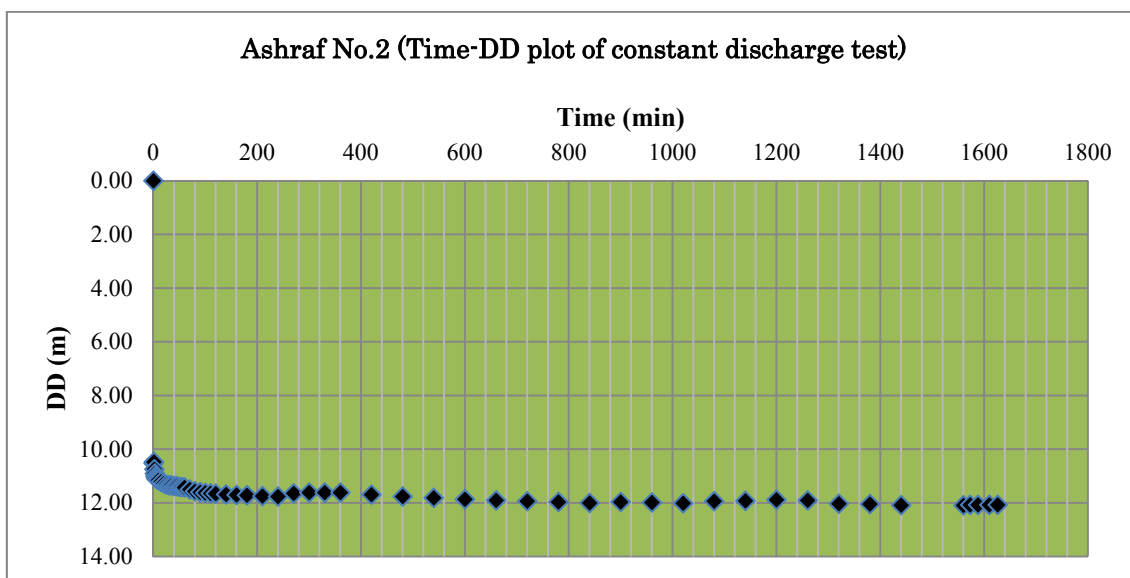


図-11 連続揚水試験結果

連続揚水試験を開始後 21 時間で、水位降下量は 11.90m で平衡に達したものと認識された。しかし、直後に Ashraf No.1 井戸の稼働が開始されると、即座に水位降下量は 13cm 低下した。その後低下量は 19cm まで増加したが、3 時間後に 17cm に落ち着き、平衡に達している。この 17cm の水位低下は Ashraf No.1 井戸との干渉による影響と見なすことが出来る。

4) 量水計の精度試験

揚水試験の最後に、付属している量水計の精度を V ノッチの読みと比較してチェックした。量水計の読みで 22.22 L/秒 の時に V ノッチでは 22.30 L/秒 であり、量水計の精度はほぼ正確であることが判明した。

資料-7 (3) 調査対象地域の地質・水理地質

右図にバハルダール及びその周辺地域の地質図を示す。地質図中 Qv1、Qv2、Qv3 は第四期の火山岩で、玄武岩質の溶岩やスコリア、火山砕屑岩等からなり、Qv1 から Qv2、Qv3 の順で時代が若くなる。Qv1 は堅硬で気孔が少なく、比較的割れ目が発達した玄武岩からなる(写真-4)。一方 Qv2、Qv3 は、気孔が非常に多い玄武岩や、スコリアあるいは玄武岩質の火山砕屑岩等からなっており、良好な帯水層を胎盃している(写真-1)。Qv2 は右図に示すように図の矢印の方向に流動しアバイ川を堰き止めてタナ湖を形成



図-1. バハルダール市、周辺部地質図。第四紀玄武岩溶岩層 (Qv1, Qv2, Qv3) の概略の流動方向を矢印で示す。第四紀溶岩層中に想定される帯水層の地下水も、タナ湖の湖底の下をほぼ矢印方向に流動しているものと想定される。既存井戸(生産井、観測井)位置を赤丸で示す。出典 ; Detailed Groundwater Study, 2013 (MoWIE) に加筆。

した、と言われている (Abay Basin Master Plan Study, 2009)。バハルダール市給水システムの主たる水源となっているアレケ、ロメ、トゥクルワの湧水は、Qv3 溶岩流の末端から湧出しており、Zone 1 地区の工業団地付近の3カ所の既存井戸(Gudobahir No.1, No. 2, No.3) や、付近の民間井戸は、Qv2 中の帯水層から取水しているものと推定される。

(1) Charchara 地区

Charchara 地区には図-2 に示す如く、調査地域の西側から、アバイ川を越えて Qv2-A 溶岩流が流れ、この溶岩流が良好な帯水層を形成していることが判明している。

過去の掘削データから、主に2層の帯水層があることが確認されている。これらの2層の帯水層は、タナ湖の湖底、アバイ川の下を通り、アバイ川の西側の地域から涵養されているものと想定される。

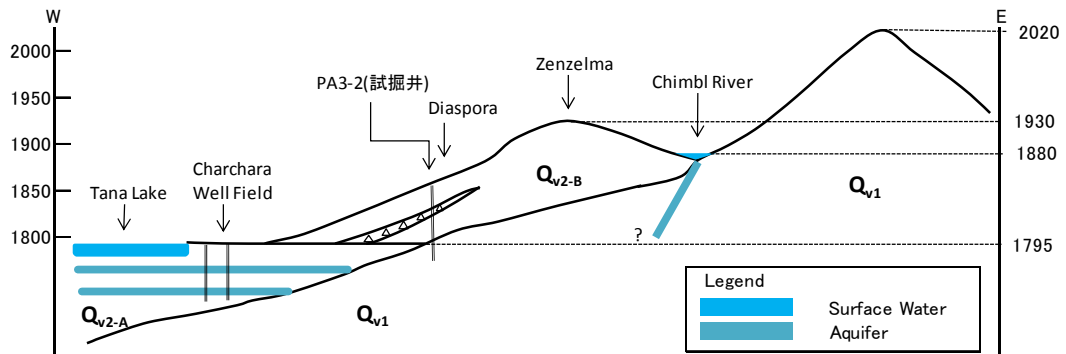


図-2 Charchara 地区模式水理地質断面図

(2) Ashraf 地区

Ashraf 地区では、当初、上流である東側からの涵養を想定していたが、Ashraf No.1、No.2 井戸の揚水試験結果から、Charchara 地区と同様に、アバイ川の下を通り、川の西側の地域から涵養を受けている、と想定するに至った。電気探査結果、及び試験井掘削の結果から、Qv1 溶岩中に穿たれた谷状地形に沿って、西側から Qv2-A 溶岩流が舌状に Ashraf 地区に流れて、Ashraf 帯水層を形成しているものと、推測される。この Ashraf 帯水層の上に、東側から Qv2-B 溶岩流が流れて、帯水層を覆っている（図-3 参照）。

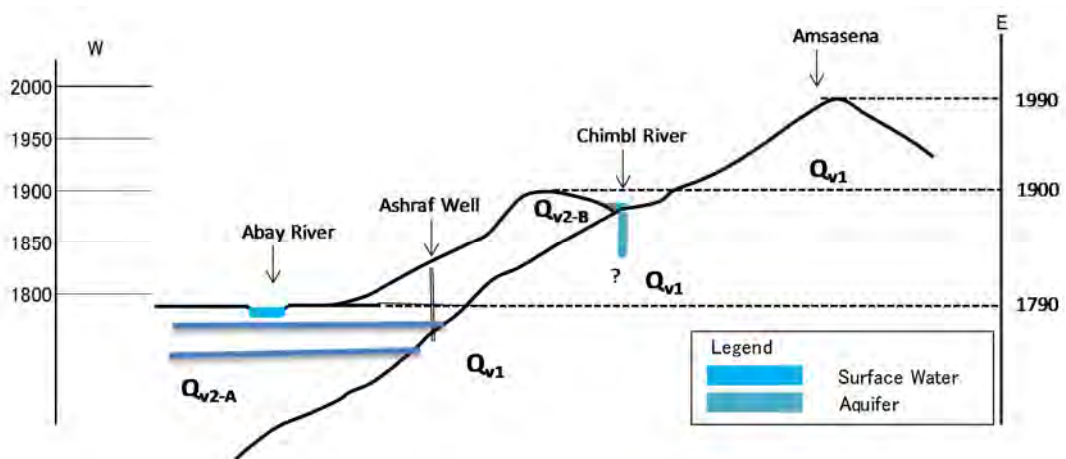


図-3 Ashraf 地区模式水理地質断面図

Ashraf 帯水層は、Charchara 帯水層と同様に西側地域から涵養を受けているものと理解されるが、前者の静水位は、後者のそれより約 6m 低いこと。簡易揚水試験結果から、水温が前者の方が 2 度ほど高いこと、また、硝酸性窒素の値が前者の方が低いことが判明している。これらのことから、Ashraf 帯水層は、Charchara 帯水層と同様に Qv2-A 溶岩流層中の帯水層であるが、Ashraf 帯水層は、Charchara 帯水層の下位に位置する帯水層であろう、と考えられる。

(3) Chimbl 地区

本プロジェクトでは、エネルギー効率の良い施設計画とすることを考慮し、標高の高い地点での試験井掘削が望ましいと考えられた。

Chimbl 川近隣では、塊状で気孔の少ない Qv2B 溶岩層が分布しており、表層部は風化した赤色の土壌に覆われているため、降雨は地下に浸透せず、大部分が表面流出している。しかし、北東—南西方向に流れる Chimbl 川に沿って断層の存在が想定されること（写真-7）。その断層の破碎帯に Chimbl 川の水が浸透することで地下水が涵養されることが想定されることから、電気探査によって、断層破碎帯の存在を探索することとした。



写真-7 Chimbl 川沿いの小断層（落差 2m）



写真-1 Qv2 溶岩には気孔が多く、透水性が高く、良好な帯水層を形成するものと期待される



写真-2 アバイ川東岸地域、Charchara Weir の基礎部分に露出する玄武岩溶岩(Qv2-B)



写真-3 チンブル川中、上流部の河床に露頭する玄武岩 (Qv2-B)。河谷に沿って断層が想定される



写真-4 ウェレブ・ミシェル山麓に分布する玄武岩 (Qv1) .気孔が少なく、節理が発達。



写真-5 ディアスポラ付近のガリー底で見られる火山泥流状堆積物



写真-6 ディアスポラ付近で 2013 年に実施した PA3-2 試験井跡。表層部は火山泥流状堆積物が分布。

資料-7 (4) 物理探査

(1) 調査方法

本調査は比抵抗二次元電気探査を用いて実施した。また、探査深度が 300m とし、電極配置はポール・ポール法を用いて実施した。図-1 に電極配置の概念図を示す。

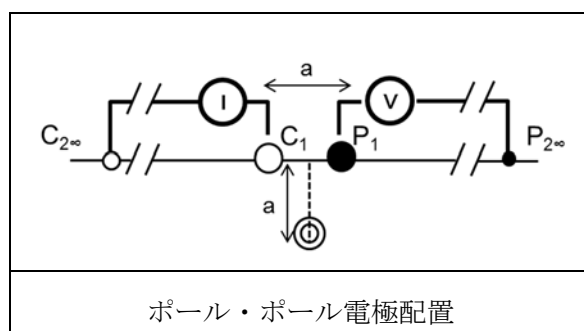


図-1. 電極配置概念図

比抵抗二次元探査は応用地質社製の McOHM を使用した。図-2 に McOHM システムの概念図を示す。

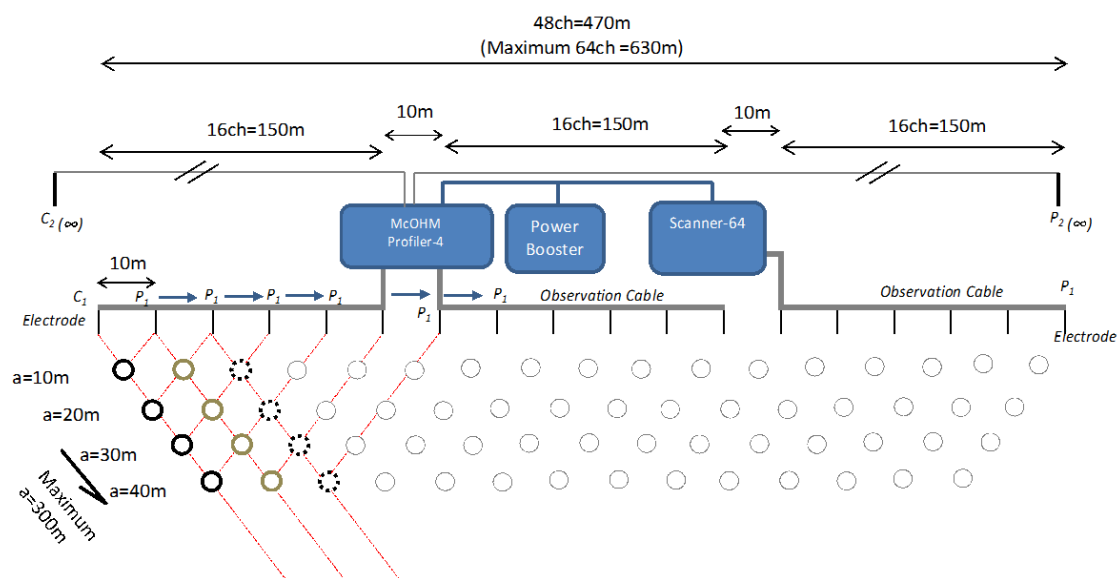


図-2. McOHM-Profiler4 システム概念図

このシステムは、McOHM profiler 4、パワーブースター、3本の観測線、48本の電極からなる。観測線は16芯の多芯ケーブルであり、McOHM profiler 4と全ての電極を同時に接続することが可能である。McOHM profiler 4はスキャナーを内蔵し、電流電極と電位電極の組合せを自動で切り替えることが可能である。本調査では基本的に電極間隔を 10m、

測線長を最大 1,110m、探査深度 300m とした。

測定後、データをパソコンに転送し、見掛比抵抗を計算する。ポール・ポール配置の見掛比抵抗の計算はそれぞれ以下の式による。

$$\rho_a = 2\pi a \frac{V}{I}$$

ここで、 a は C1 と P1 の間隔、 n は電極隔離係数 (C1 と P1 の間隔が P1 と P2 の間隔の何倍かを表す)、 V は測定電位、 I は送信電流である。

見掛比抵抗は二次元インバージョン解析ソフト (ElecImager) により解析され、最終的に比抵抗断面図を作成し、地質構造を推定した。

探査仕様：最大測線長 1,110m、最大測定深度 300m

探査地域：3 地域 (Charchara、Chimbl、Ashraf)

探査数量：計 30 測線

使用機器：McOHM Profiler 4、Power Booster (応用地質社製)

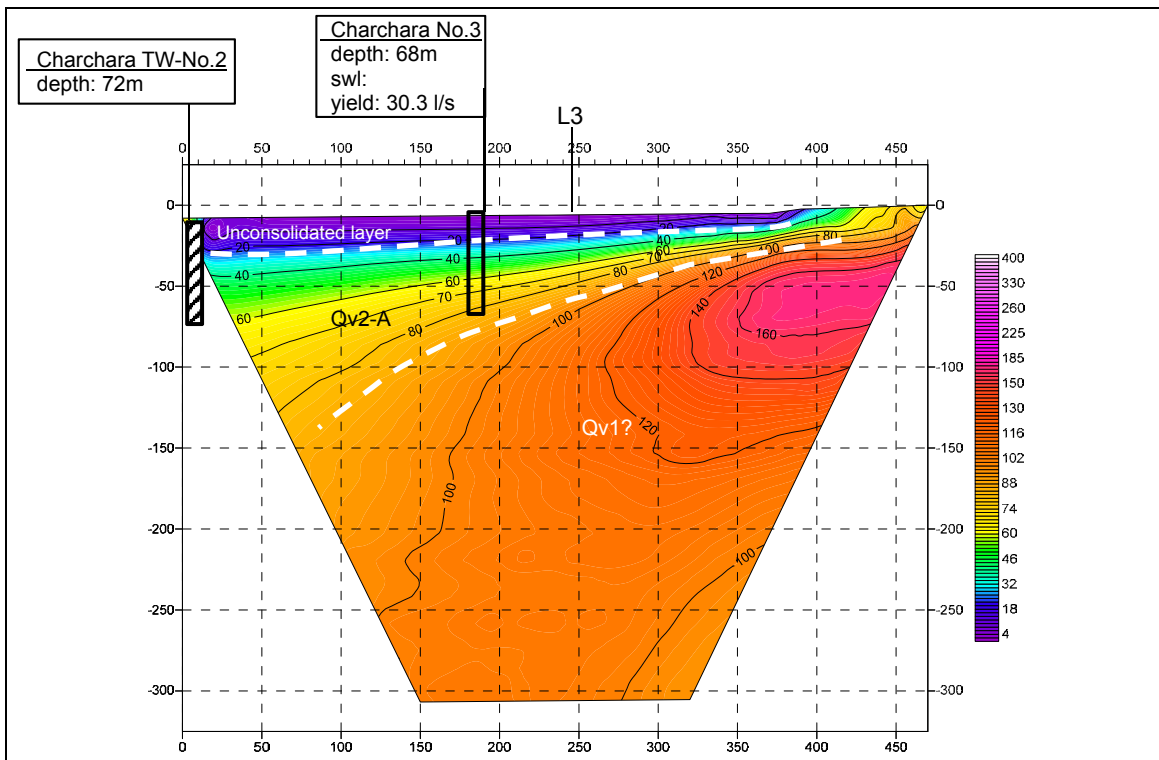
解析ソフトウェア：ElecImager

(2) 解析方法

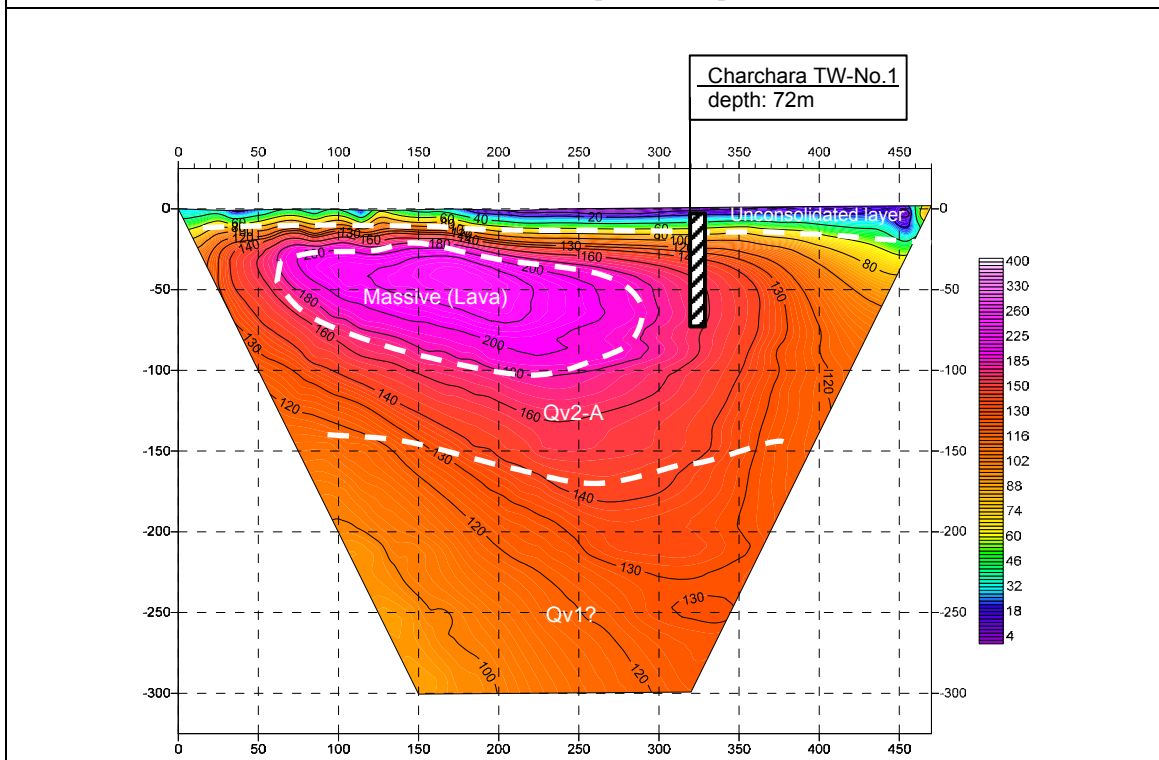
二次元電気探査の解析には、ソフトウェアを用いた有限要素法を適用した。

(3) 解析結果図

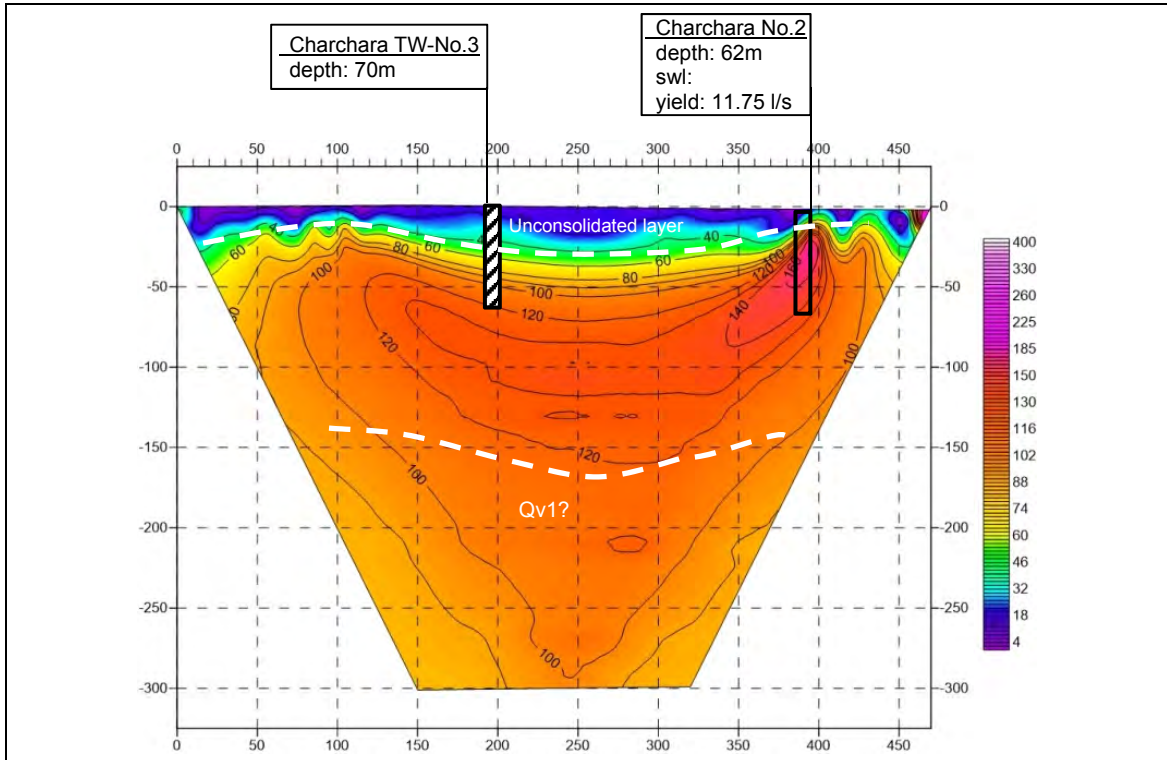
以下に比抵抗二次元電気探査の解析結果図を示す。



CH-L01 Line (L=470m)
Charchara TW-No.2 (depth=72m / productive)

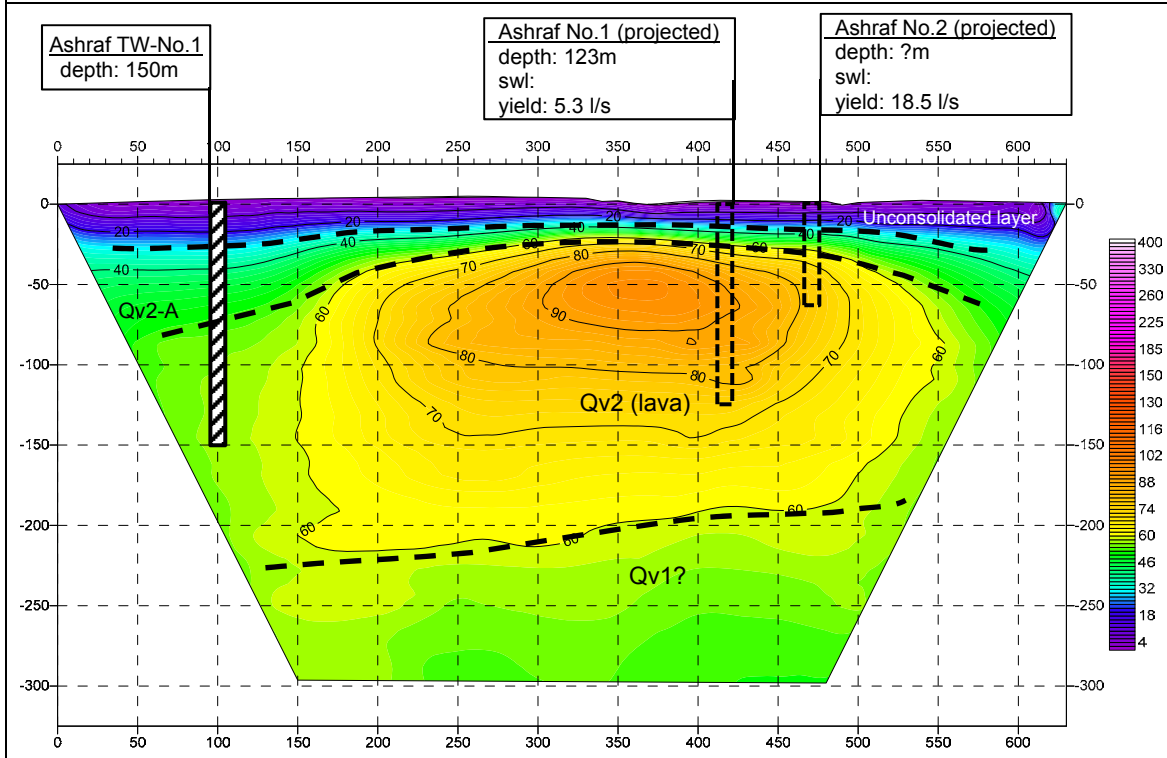


CH-L02 Line (L=470m)
Charchara TW-No.1 (depth =72m / productive)



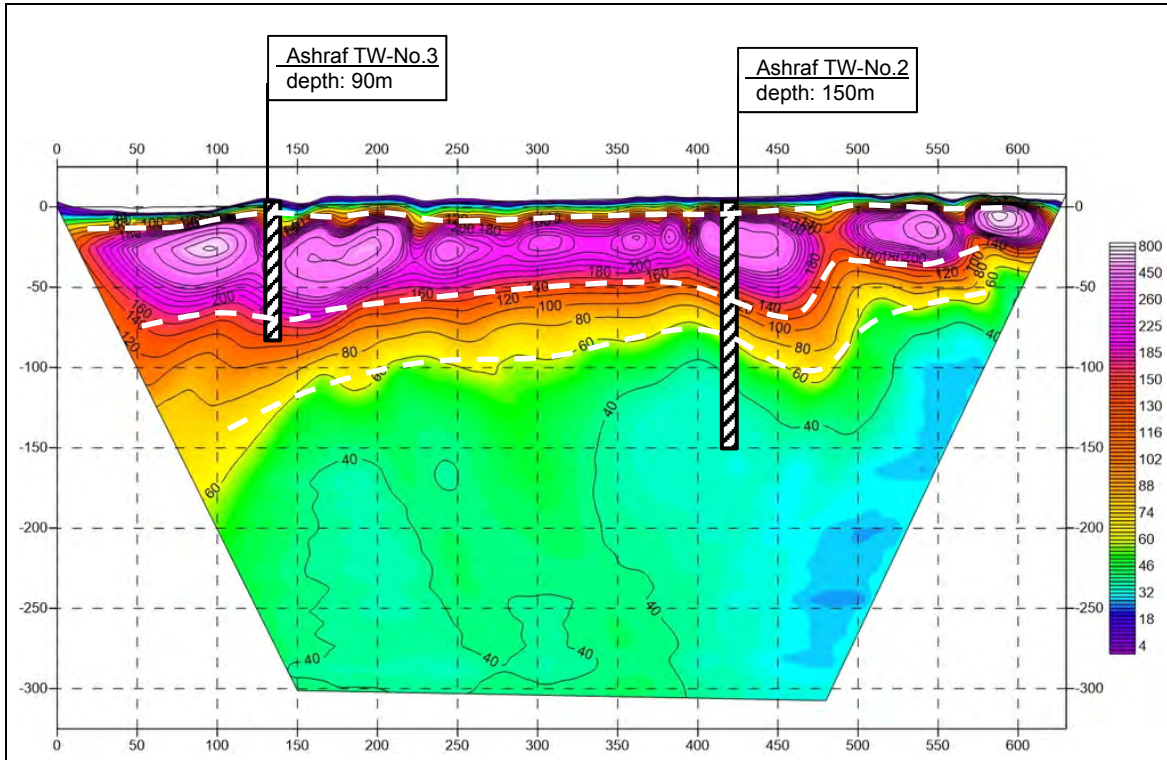
CH-L7 Line (L=470m)

Charchara TW-No.3 (depth=70m / productive)

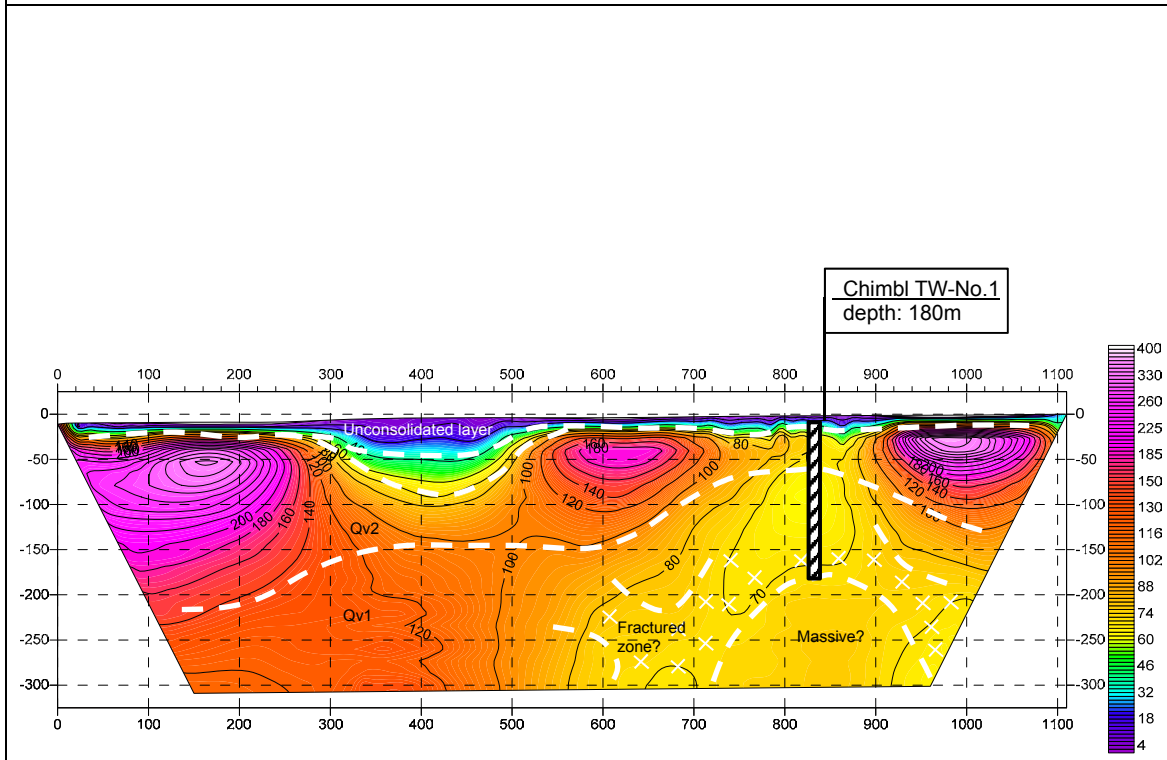


AS-L1 Line (L=630m)

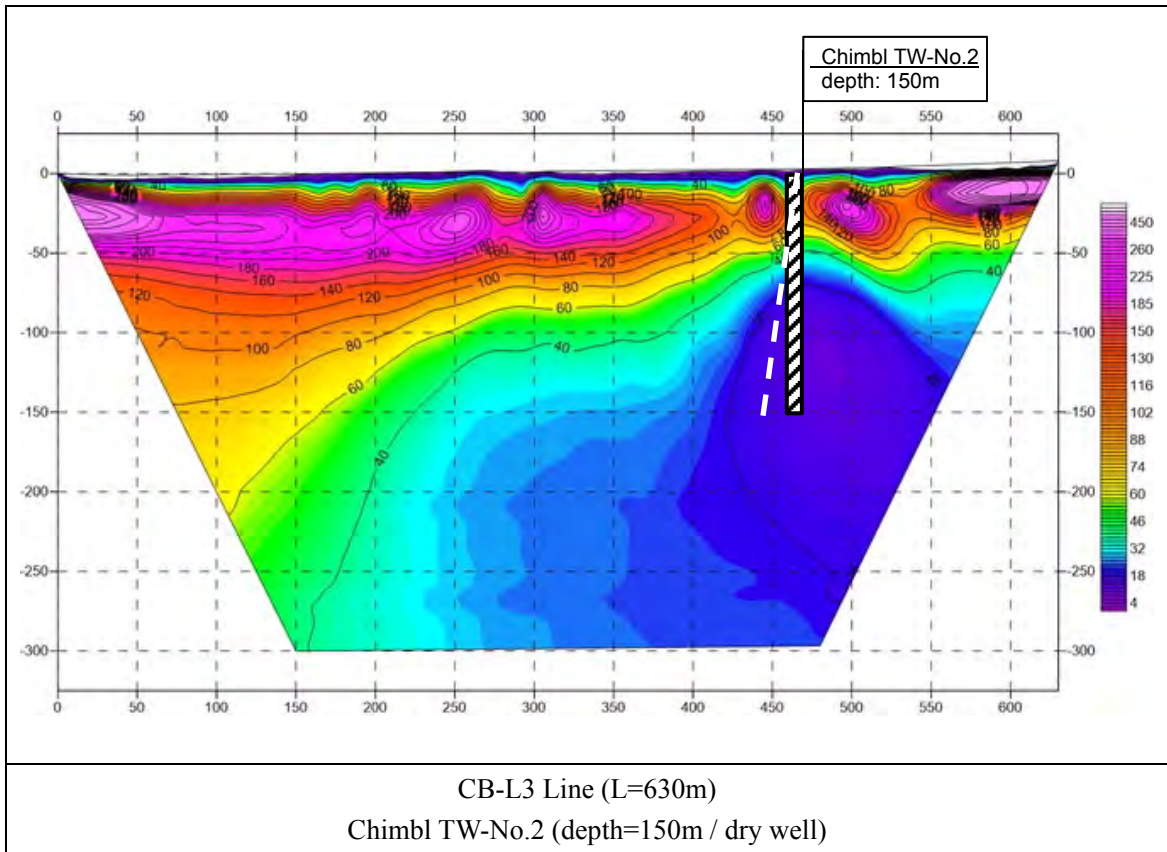
Ashraf TW-No.1 (depth=150m / dry well)



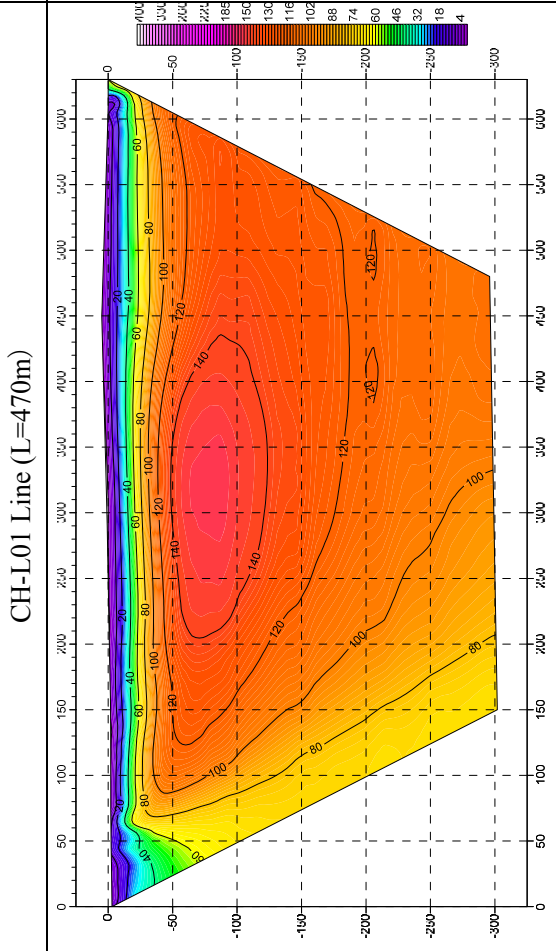
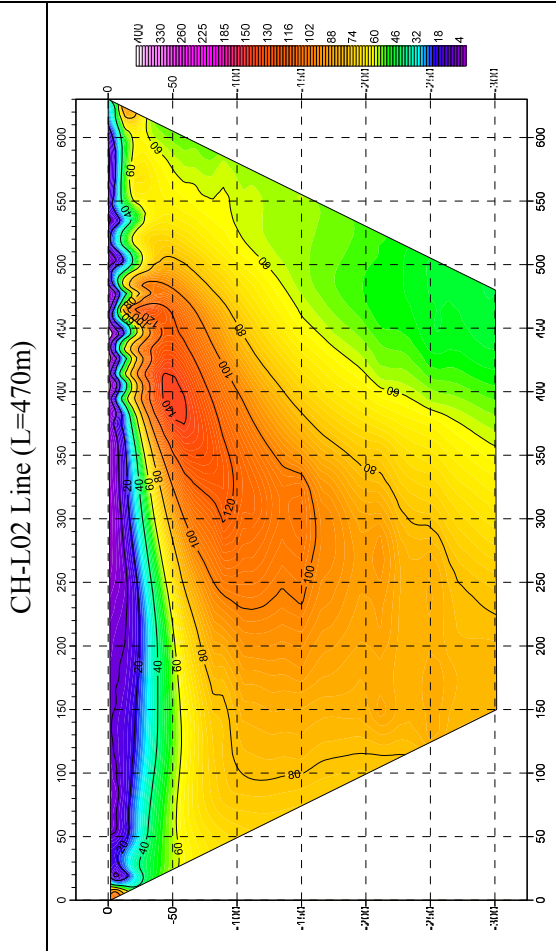
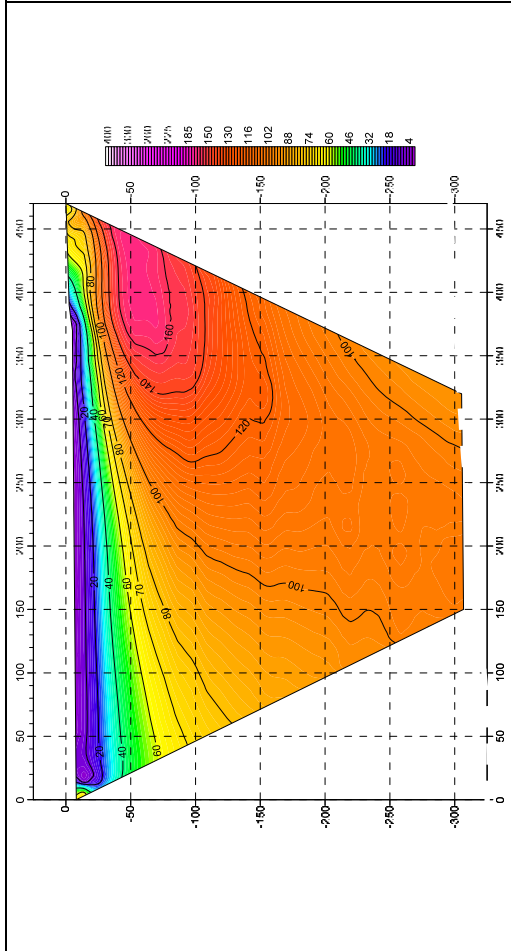
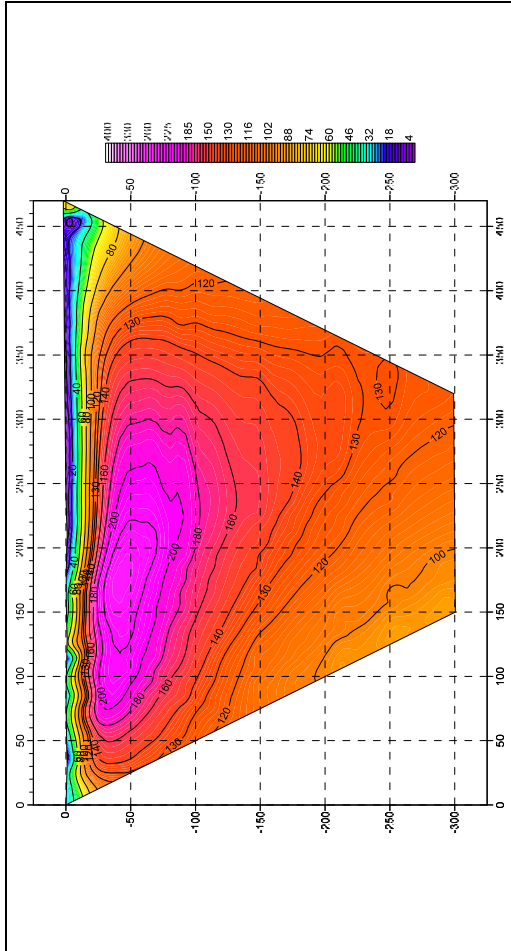
Ashraf TW-No.2 (depth=150m / productive) / TW-No.3 (depth=90m / productive)



Chimbl TW-No.1 (depth =180m / dry well)



【Charchara 地区一比抵抗二次元電氣探査解析結果図】

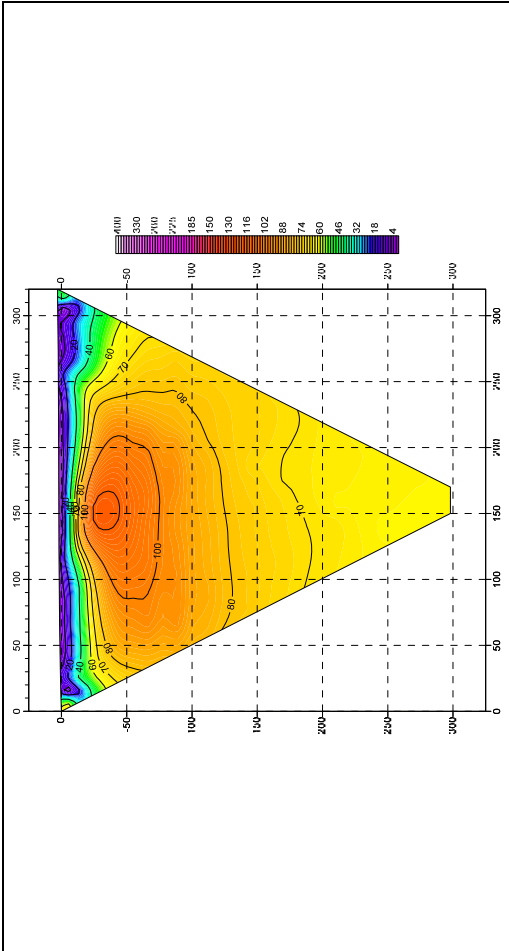


CH-L01 Line (L=470m)

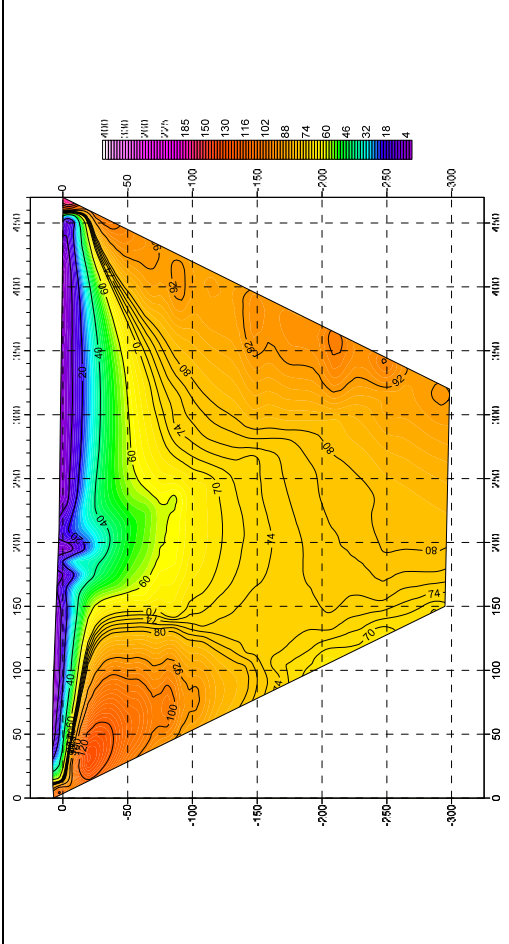
CH-L03 Line (L=630m)

CH-L02 Line (L=470m)

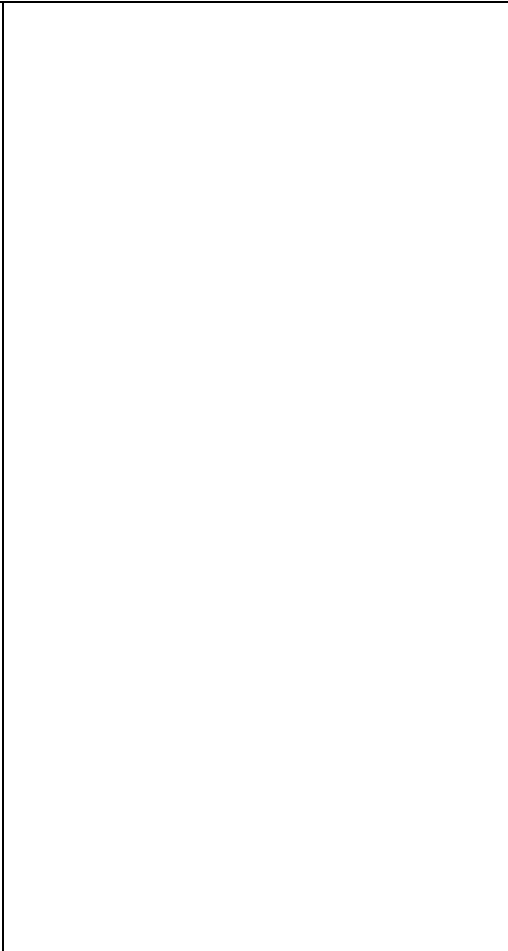
CH-L04 Line (L=630m)



CH-L06 Line (L=320m)

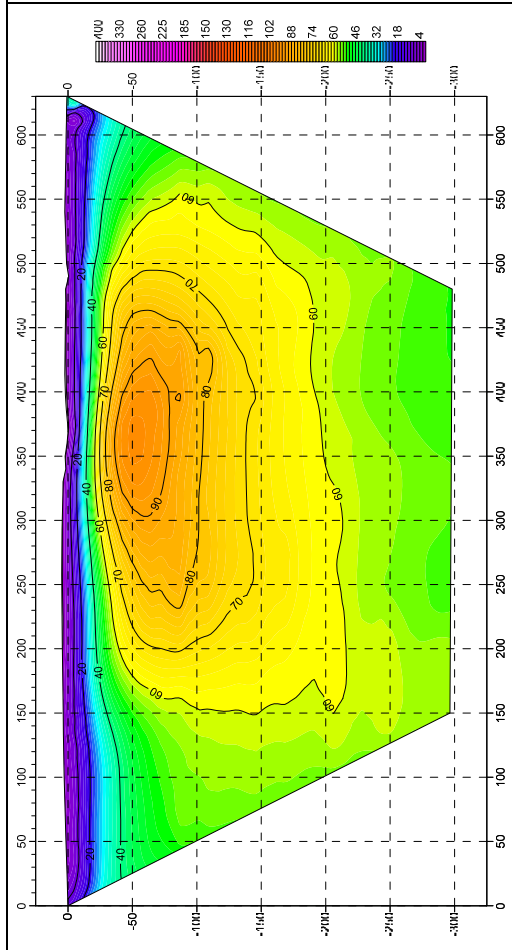


CH-L05 Line (L=470m)

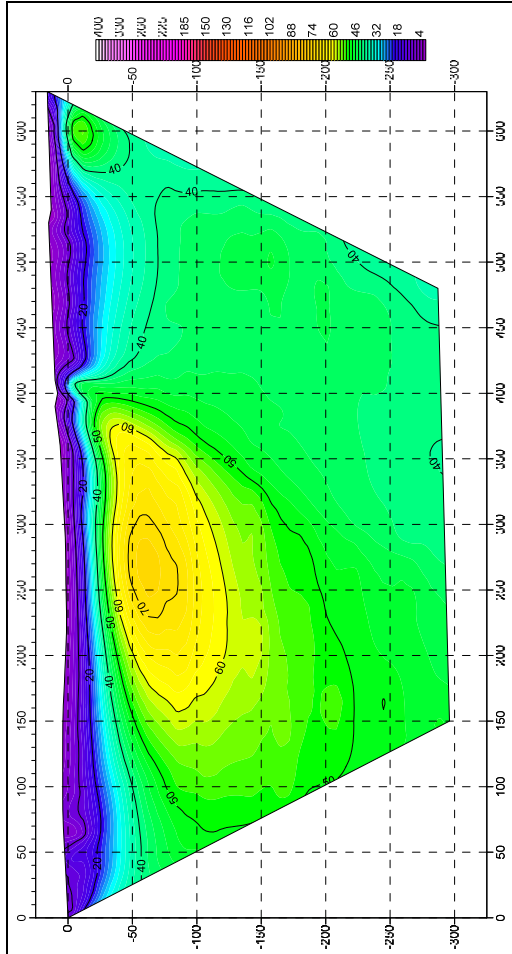


CH-L07 Line (L=470m)

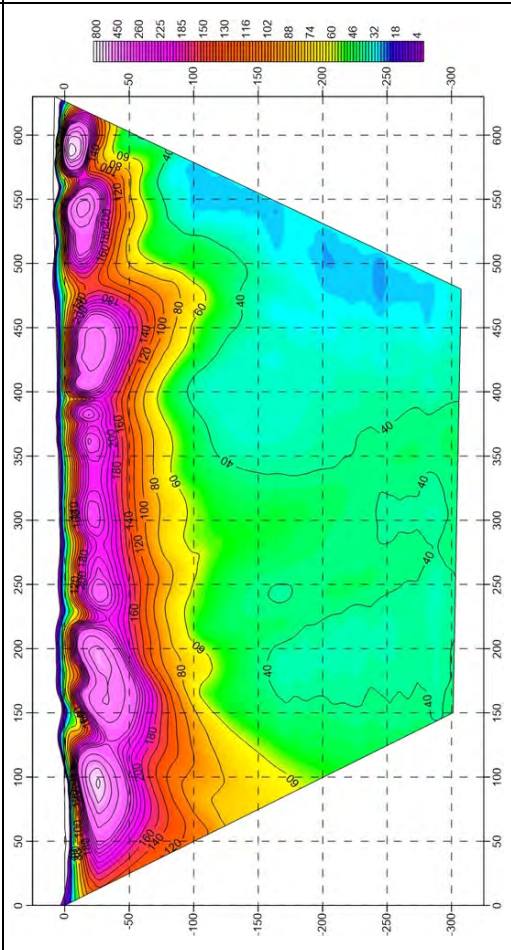
【Ashraf 地区—比抵抗二次元電氣探查解析結果図】



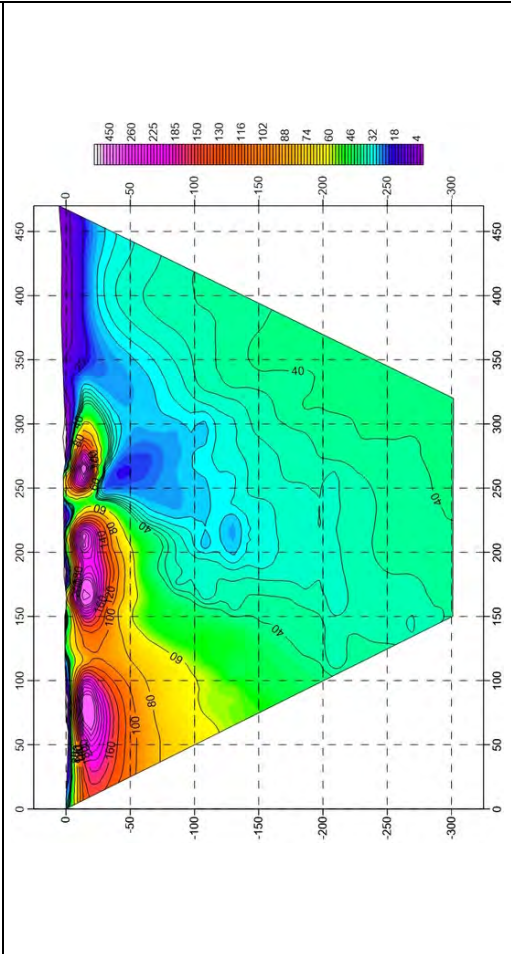
AS-L01 Line (L=630m)



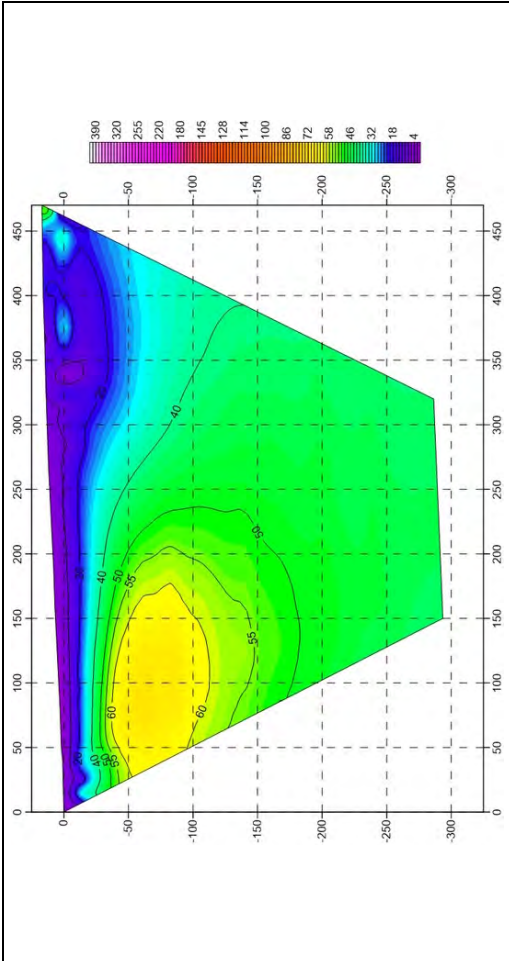
AS-L02 Line (L=630m)



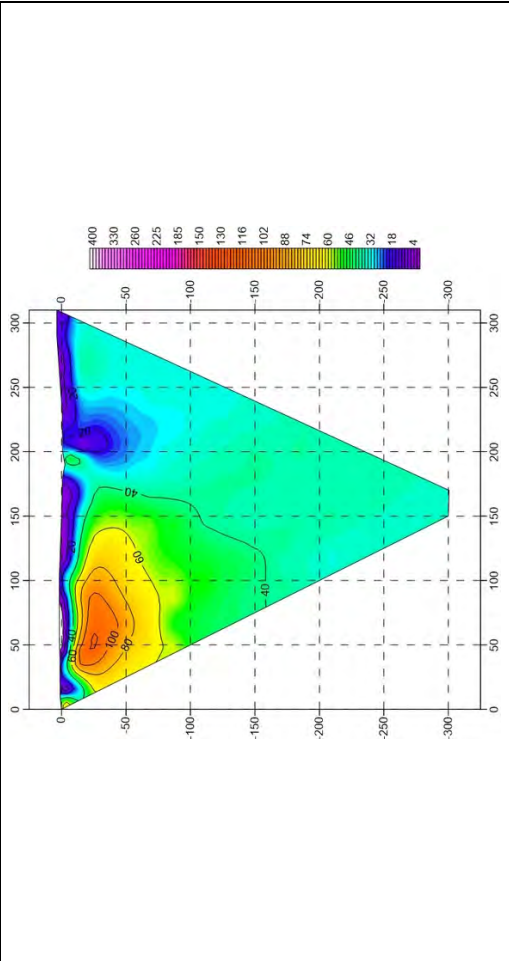
AS-L03 Line (L=630m)



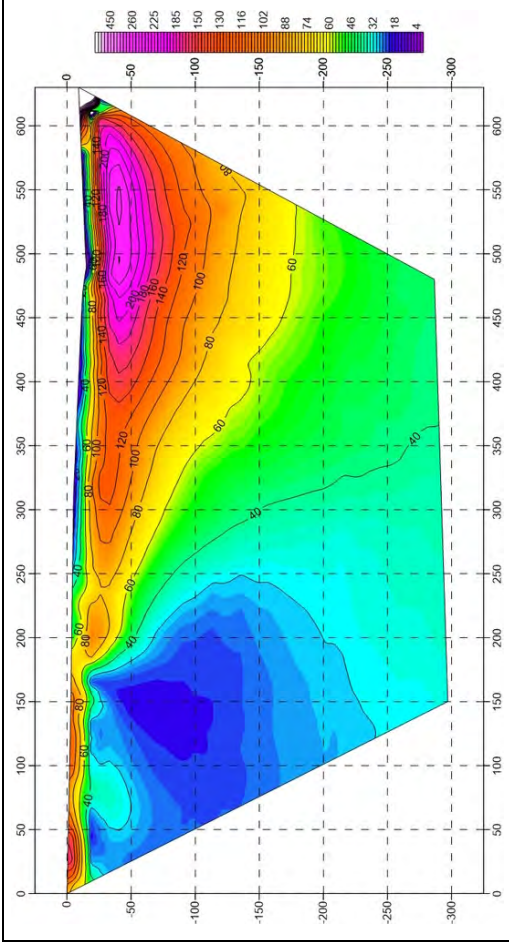
AS-L04 Line (L=470m)



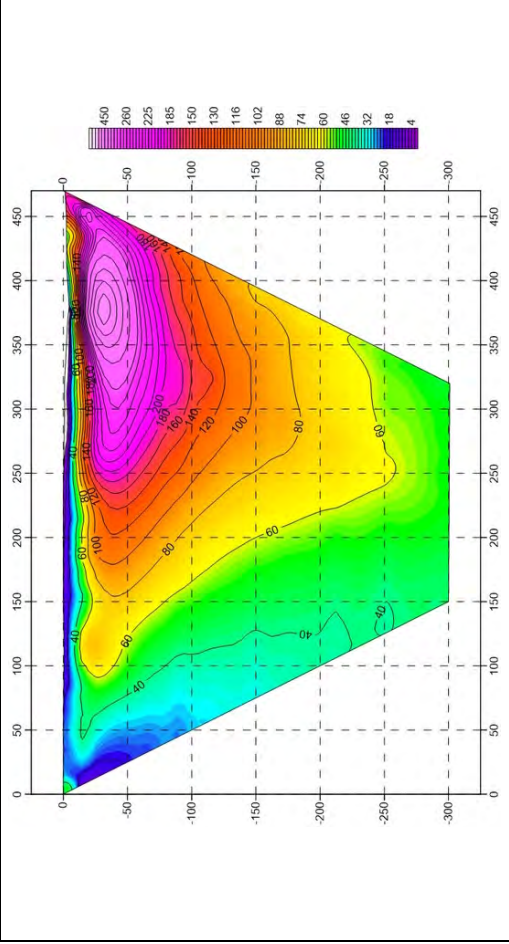
AS-L06 Line (L=470m)



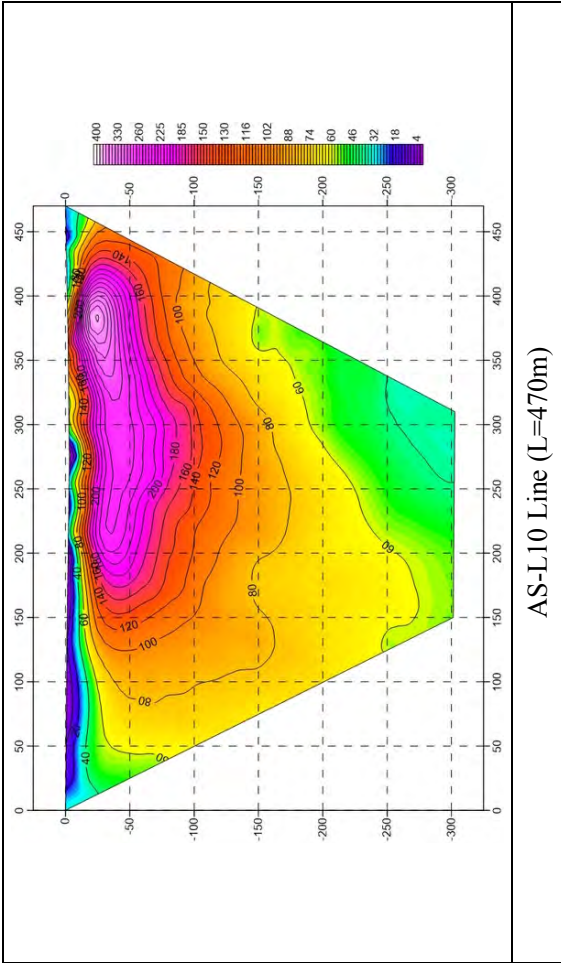
AS-L08 Line (L=310m)



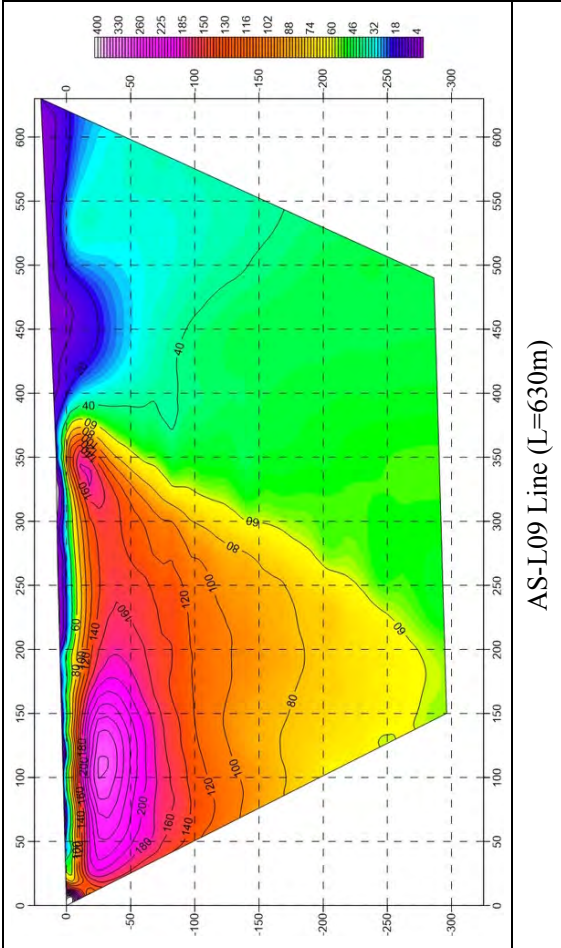
AS-L05 Line (L=630m)



AS-L07 Line (L=470m)

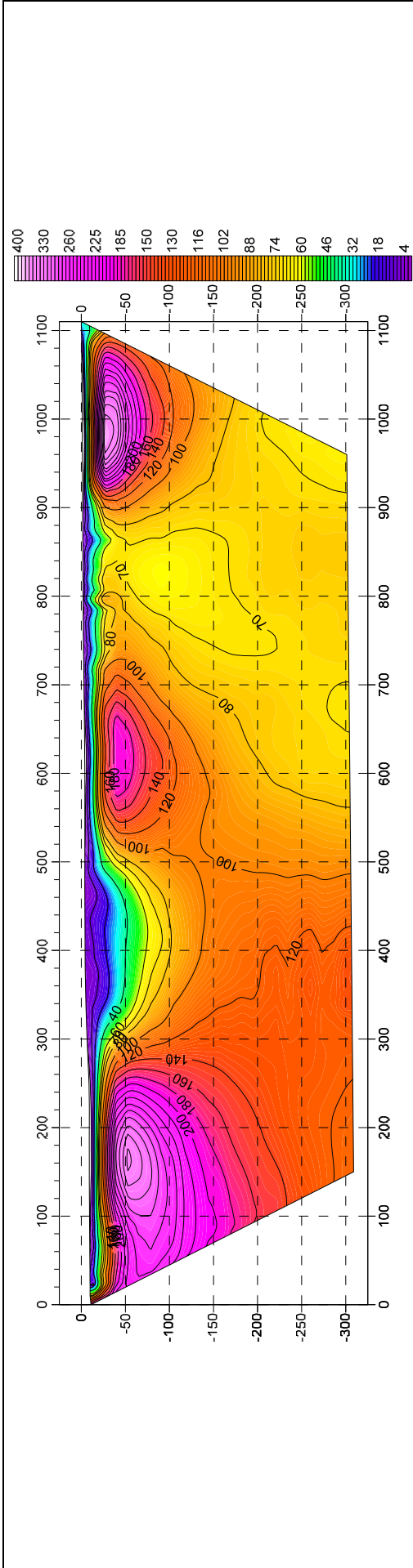


AS-L10 Line (L=470m)

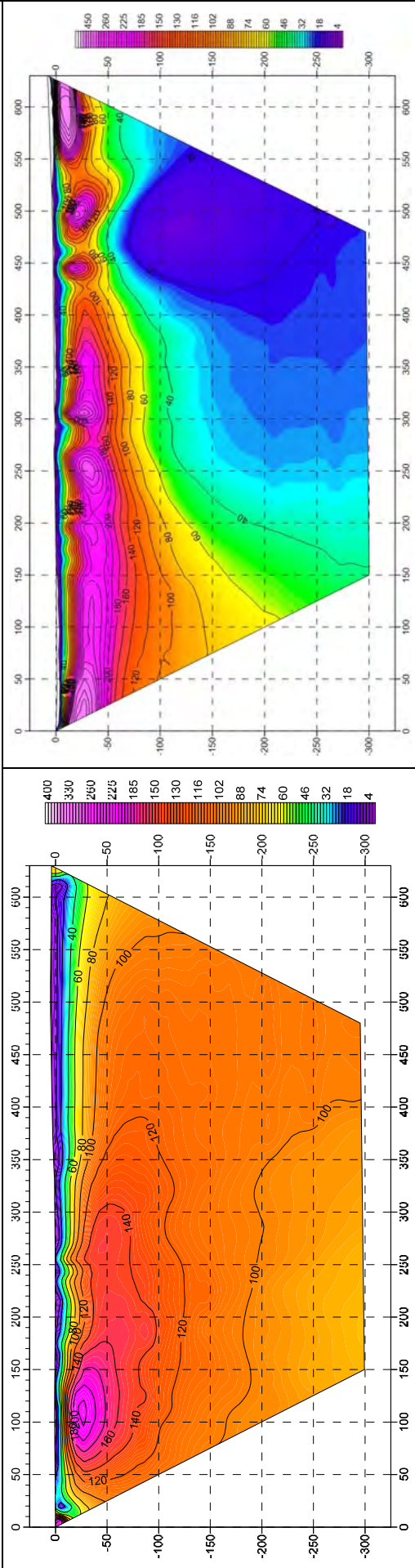


AS-L09 Line (L=630m)

【Chimbl 地区一比抵抗二次元電氣探査解析結果図】

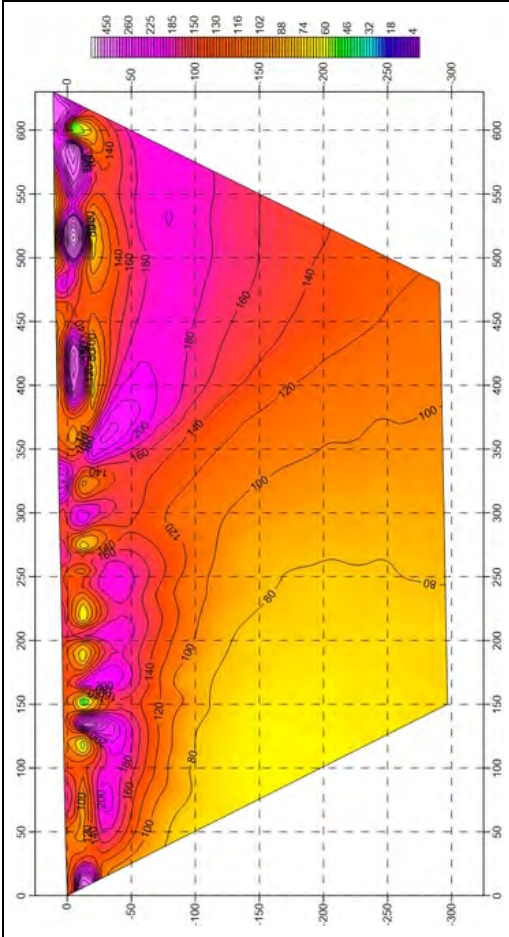


CB-L01 Line (L=1,110m)

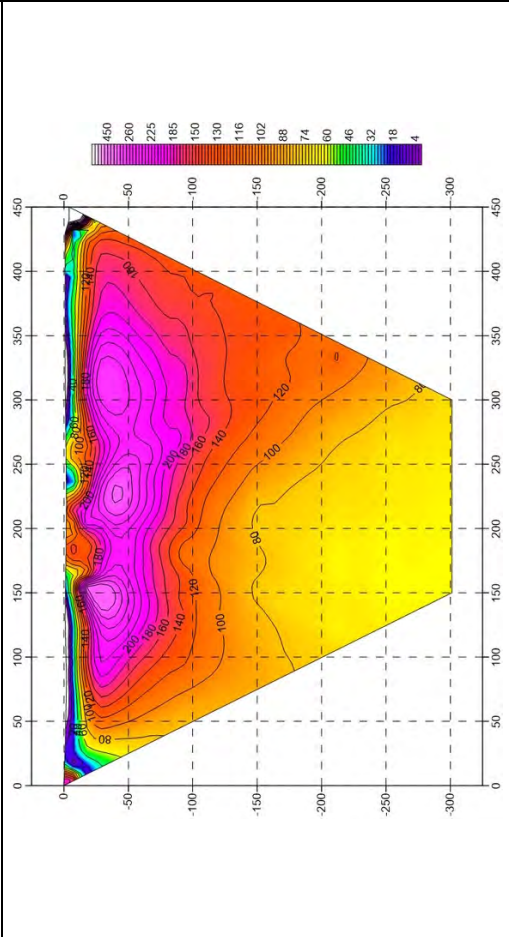


CB-L02 Line (L=630m)

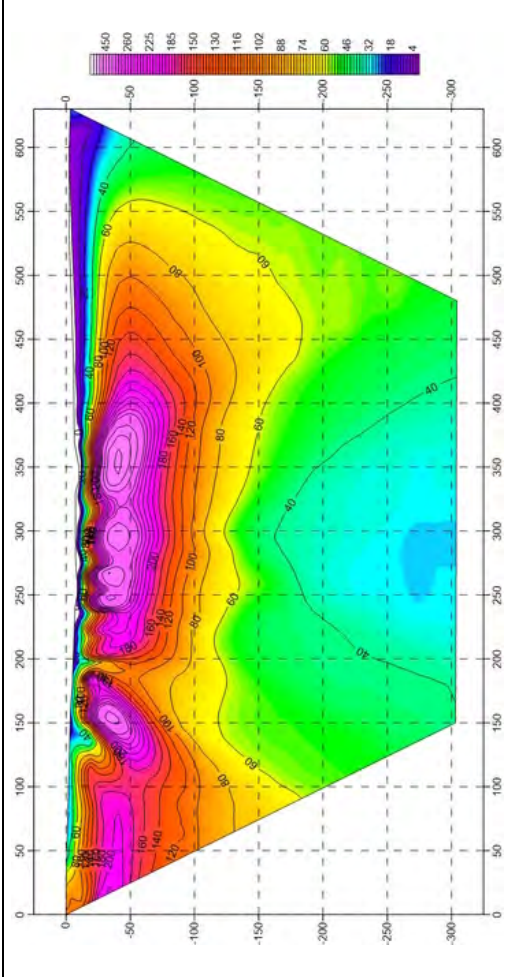
CB-L03 Line (L=630m)



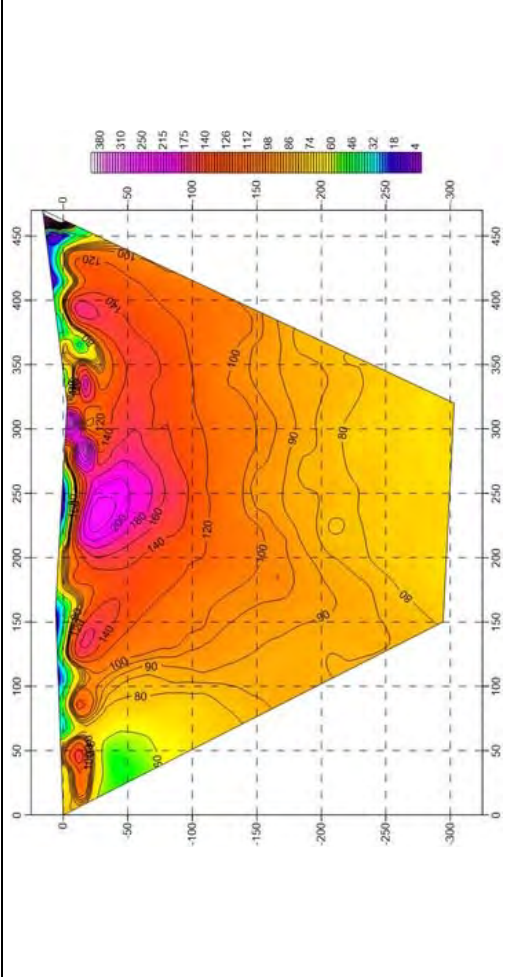
CB-L05 Line (L=630m)



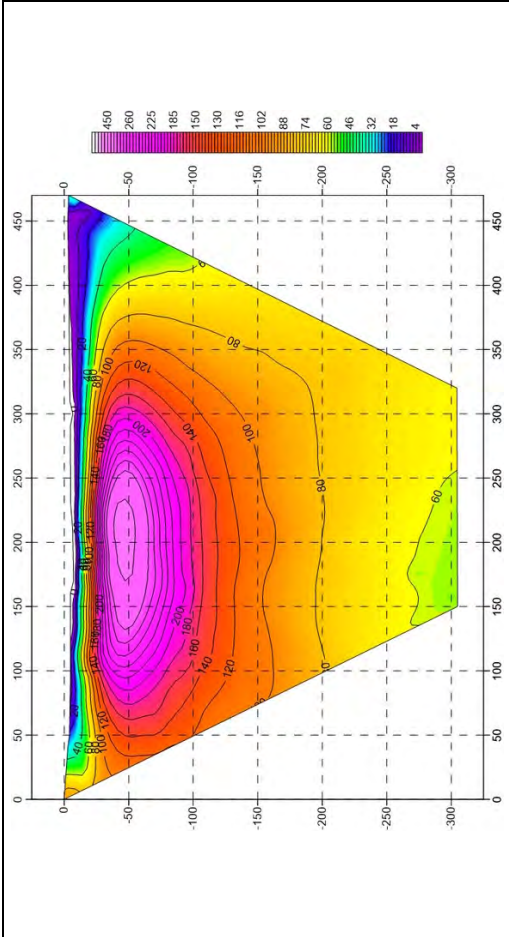
CB-L07 Line (L=450m)



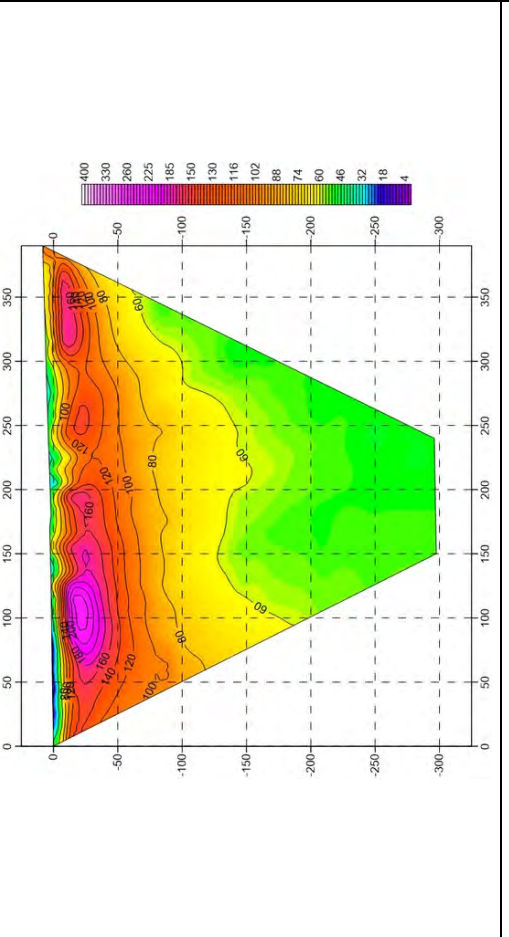
CB-L04 Line (L=630m)



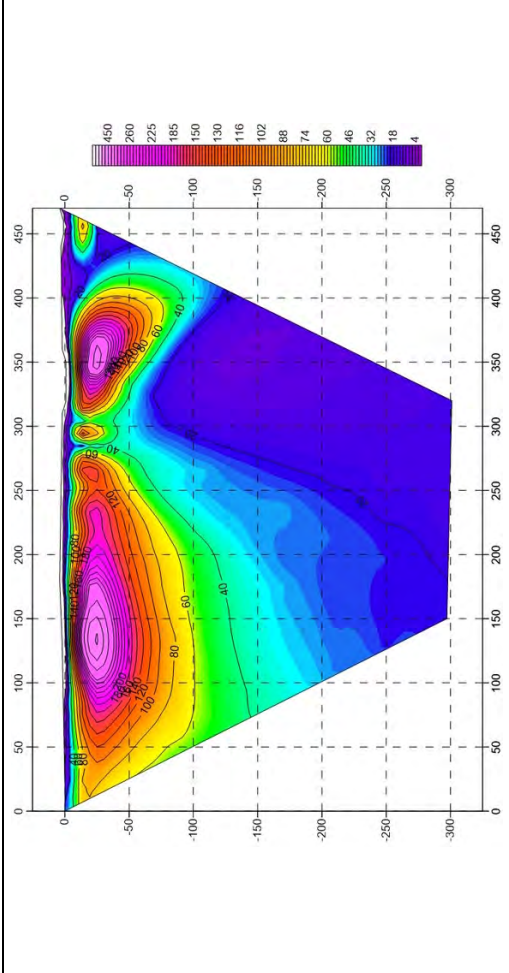
CH-L06 Line (L=470m)



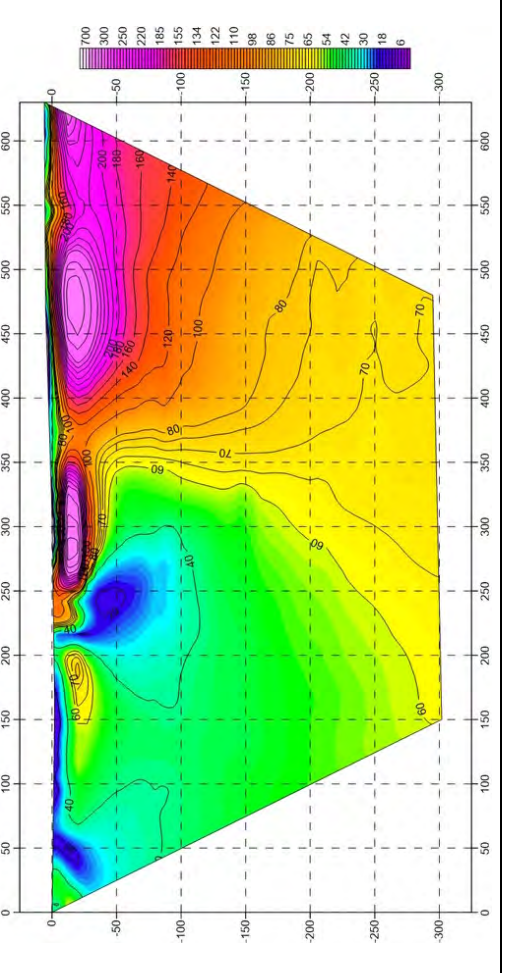
CB-L09 Line (L=470m)



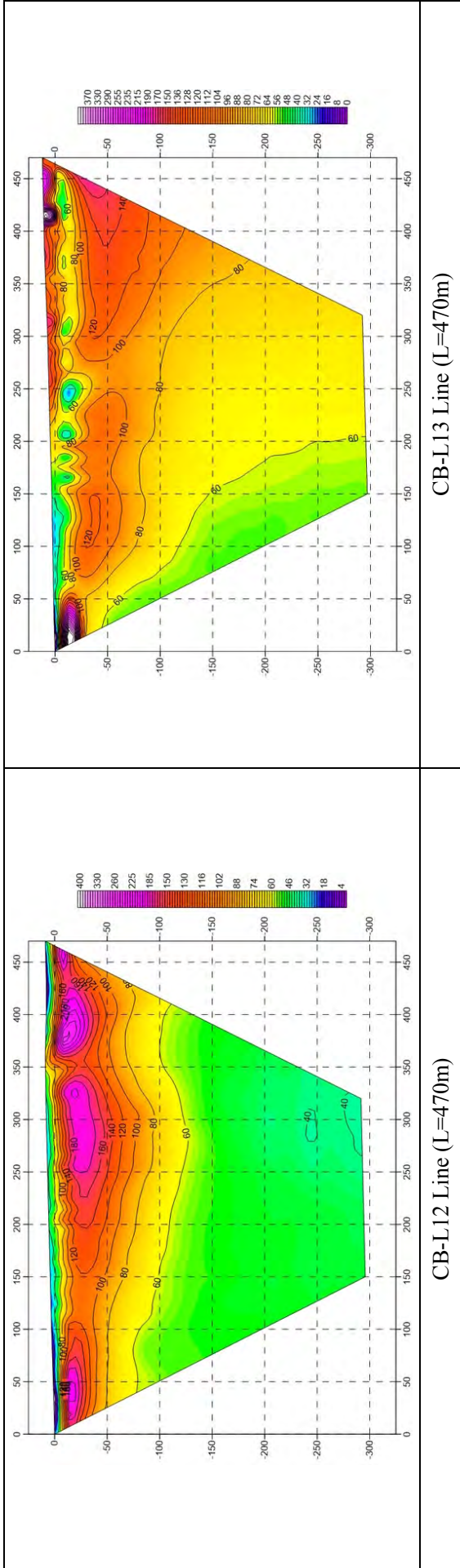
CB-L11 Line (L=390m)



CB-L08 Line (L=470m)



CB-L10 Line (L=630m)



資料-7 (5) 試掘結果

(1) Charchara TW-No.1 試掘井の掘削

深度 24.3m で泥水が逸水して循環しなく、大量の粘土を投入しても逸水は止められなかったため、これより下方はすべて清水を注入して掘削をおこなった。逸水のため切屑が上がって来ないことから、これより以深の地層のサンプルは得られなかった。掘削した岩盤は、実際にはサンプルの確認ができなかったが、オペレーターからの掘削状況（掘進速度、掘削ビットの状況等）の聞き取りにより、全て玄武岩質溶岩であると想定される。

当初の予定掘削深度は 90m であったが、GL-24m 以深から十分な水量が見込めること、GL-66.5m 以深には非常に硬い岩盤が連続し、掘削予定深度まで到達するにはかなりの時間を要することから、深度 70m で掘留することとした。GL-9.2～20.8m、GL-26.6m～32.4m、GL-44.0～49.8m ならびに GL-58.4～64m の 4 か所にスクリーンが設置された。図-1 に地質柱状図およびケーシング・プログラムを示す。

(2) Charchara TW-No.2 試掘井の掘削

地質は全体に風化した玄武岩溶岩層が分布しており、その中に厚さ最大 4m 程度の新鮮な玄武岩溶岩層を数層狭在している。Charchara TW-No.1 試掘地点と比較して、Charchara TW-No.2 試掘地点では硬い玄武岩層の割合が少ないため、掘進速度がやや早かった。

深度 32m 地点で硬い岩盤に当たり、掘削方法を泥水ロータリー工法から DTH 工法に変更したが、水勢が強くハンマーに圧力が掛からず、掘削が出来なかったため、再び泥水ロータリー工法に戻した。掘削予定深度は 90m であったが、十分な水量が見込めることから、深度 72m で掘留とした。GL-25.6～37.2m、GL-43.0～48.8m ならびに GL-54.6～60.4m にスクリーンが設置された。図-2 に地質柱状図及びケーシング・プログラムを示す。

(3) Charchara TW-No.3 試掘井の掘削

本孔の掘削予定深度は 90m であったが GL-70m に達した時点では、ここまでの間で十分な水量が見込めることから、深度 70m で掘留とした。しかし、その後、孔壁の崩壊が発生し、また、一部で孔壁が膨張している個所等が確認されたため、深度 70m まで 17 インチビットで掘り直しを行う必要が生じたため、掘削完了まで時間を要し、ケーシングが設置されたのは、約 1 か月後であった。その後、孔内の洗浄のために約 24 時間のエアリーフティングを実施した。図-3 に地質柱状図、ケーシング・プログラムを示す。

(4) Ashraf TW-No.1 試掘井の掘削

深度 118m から 137m の層準で、風化した玄武岩層が分布しており、非常に少量の地下水が確認されたが、生産井戸として仕上げるほどの水量が見込めなかったため、ケーシングを設置せずに埋め戻すことに決定した。図-4 に地質柱状図を示す。

(5) Ashraf TW-No. 2 試掘井の掘削

深度 60m まで掘削した時点で、DTH のハンマービットの先端部分が孔内に抜け落ちてしまい、この先端部分の回収を試みたものの、回収は出来ず、この掘削孔は埋め戻された。そのため、本個所から北へ約 20m 移動し、再度掘削を行うこととなった。その後、掘削の再開前にここで作業を行っていた掘削機は、故障箇所を修理するとの理由で、アディアベバに引き返してしまったため、代わりに Chimbl TW-No.1 試掘井の掘削を終了したトップヘッド・ドライブ式リグ (Top 500) が投入されることになった。

近傍の Ashraf No.1 の掘削記録から、深度 80m 付近で帯水層に当たることが想定されたが、十分な水量が確認されたのは深度 131m であり、深度 150m まで掘削を行った。図-5 に地質柱状図およびケーシング・プログラムを示す。

(6) Ashraf TW-No. 3 試掘井の掘削

近隣の Ashraf TW-No.2 井戸で帯水層が確認されたのが深度 131m と深かったため、この試掘井では、帯水層の出現深度が比較的浅ければ、その仕様を深度 90m 程度で 12 インチ・ケーシング仕上げ、逆に帯水層の深度が深い場合には、深度 150m で 8 インチ・ケーシング仕上げとすべく、当初は口径 12 インチで掘削を開始した。12 インチ口径で掘削を行った結果、深度 62m~80m 間が良好な帯水層であり、十分な水量が確認されたため、深度 90m の 12 インチ・ケーシングで仕上げるべく、口径 17 インチで掘削孔をリーミングすることとした。

しかし、深度 80~90m 間が非常に硬い岩盤であり、口径 17 インチでリーミングを行うのにも、2 週間以上の期間を要している。また、リーミング用のビットを準備していなかったことから、切屑を排出するために、エアリフティングを実施したところ、比較的軟質な地層である深度 47~57m 間が崩落していることが判明した。そのため、孔内を口元まで粘土で満たし、その後、深度 80m まで口径 17 インチでリーミングをし直した。これらの作業に時間を費やされたため、作業効率を考慮し、深度 80m まで口径 17 インチで掘削して 12 インチのケーシングを設置し、深度 80~90m 間は口径 12 インチのままとして、8 インチのスクリーン 1 本と 8 インチのブラインド・ケーシング 1 本を設置する構造とすることとした。図-6 に地質柱状図およびケーシング・プログラムを示す。

(7) Chimbl TW-No. 1 試掘井の掘削

この地点は、かつて Chimbl 川が堰き止められて、湖であった時の湖成堆積物が広い平坦面を形成している。この湖成堆積物の厚さは約 6m で、その下方には様々な厚さの玄武岩溶岩が分布している。

深度 68.5~83m 間は、風化した玄武岩層であり、深度 68.5m で泥水の濃度が薄くなったことからベントナイトを 50kg 投入している。また、深度 79m でも同様に 100kg のベントナイトを投入しており、この間は帯水層であろう、と想定された。しかし、水量的には僅かであり、1 L/秒以下と推定された。

深度 83m からは非常に硬い岩盤に当たり、リグのトップヘッド部分が故障し、修理している間に、68.5~83m の軟らかい地層が崩落して、掘削ビットがスタックしてしまった。

深度 129～134m 間も風化した玄武岩層が分布していたが、帯水層として認められるほどの水量は得られなかった。最終的には、深度 180m まで掘削したが、得られた水量は 1 L/秒以下であり、静水位も 75m と深く、ハンドポンプの設置にも適さないため、ケーシングを設置することなく、埋め戻すこととした。図-7 に地質柱状図を示す。

(8) Chimbl TW-No. 2 試験井の掘削

この掘削地点では、全体に新鮮な玄武岩溶岩層の中に、風化した玄武岩溶岩層が挟在されている。二次元電気検層結果から、この試験井では深度 40～70m 付近に帯水層が存在する可能性が推定された。しかし、図-8 に示す如く、深度 35～110m まで一部新鮮な玄武岩層を含む、風化した玄武岩溶岩層が続くものの、帯水層を示す兆候は見られなかった。110m より下方では新鮮な玄武岩溶岩層が連続しており、150m より下方で帯水層に当たる可能性も低いものと判断し、深度 150m で掘留とした。

本試験井では、表層部の深度 6m 付近に、近傍の 6 か所の手堀井戸が取水している薄く宙水的な帯水層 (0.5 L/秒未満) が存在している。しかし、この試験井にハンドポンプを設置して、この帯水層から取水すると、近傍の手堀の浅井戸が干上がってしまう可能性があるため、この試験井にはケーシングを設置せず埋め戻すこととした。図-8 に地質柱状図を示す。

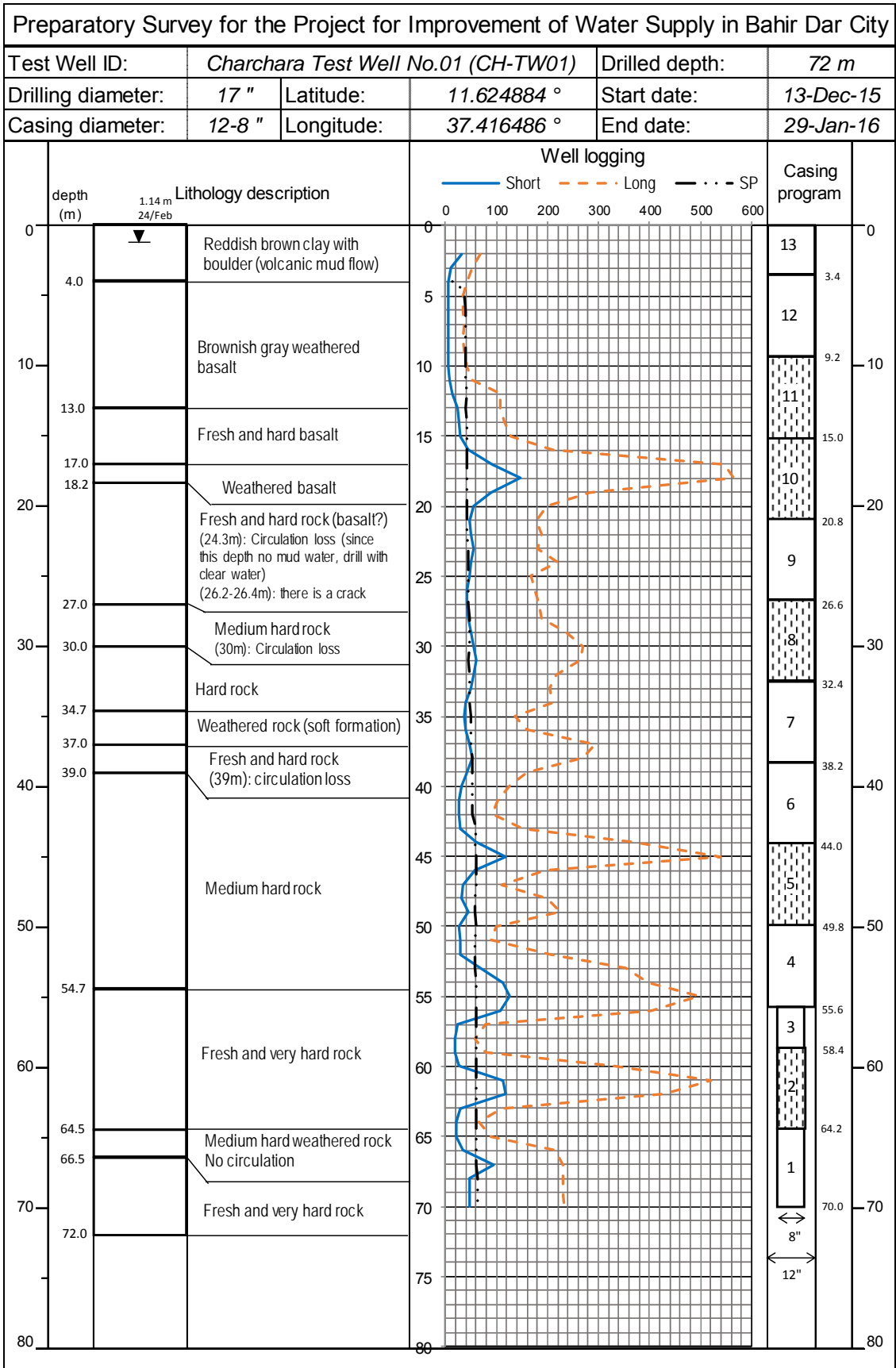


図-1. Charchara TW-No.1 - 地質柱状図およびケーシングプログラム

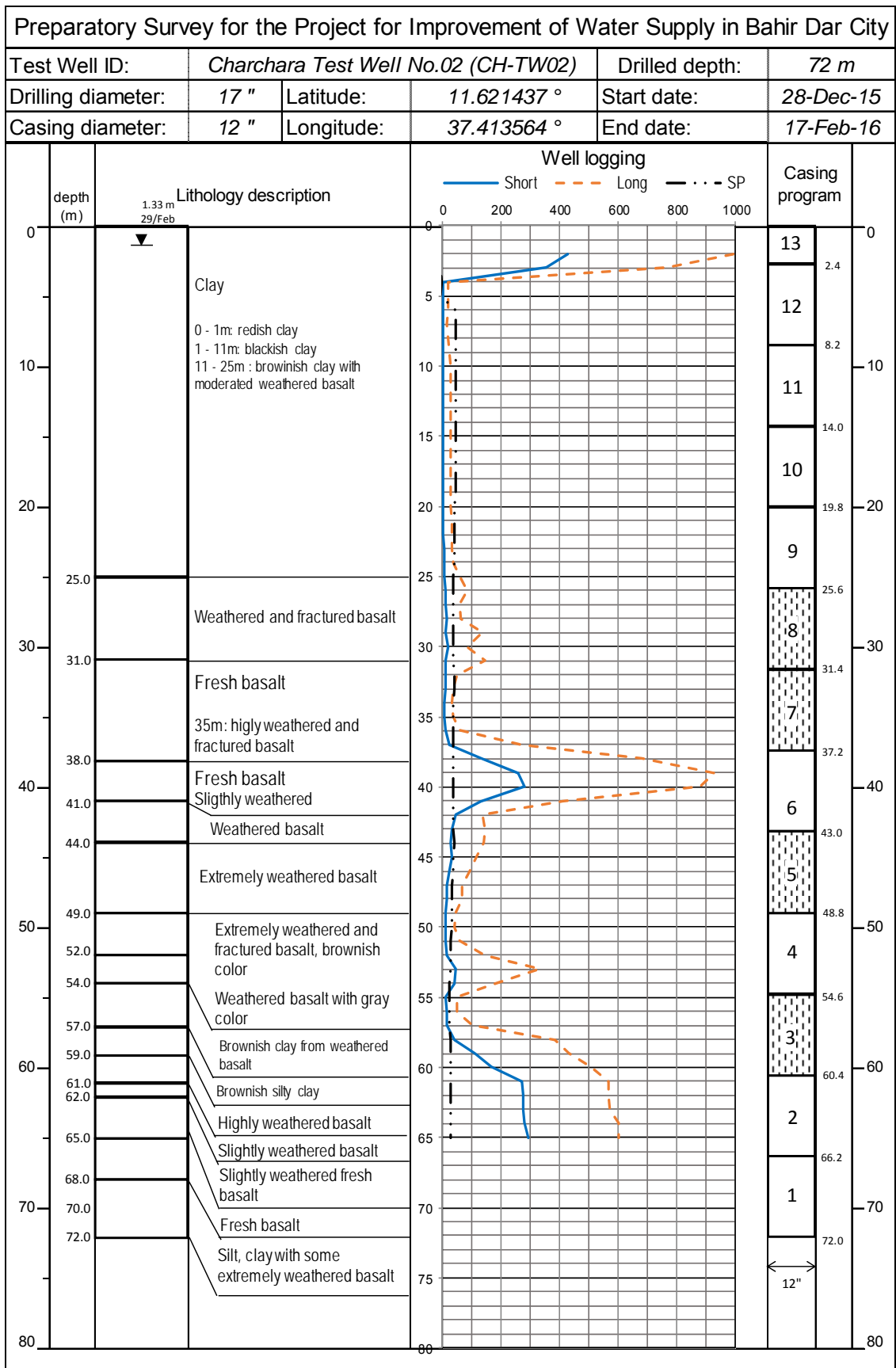


図-2. Charchara TW-No.2 - 地質柱状図およびケーシングプログラム

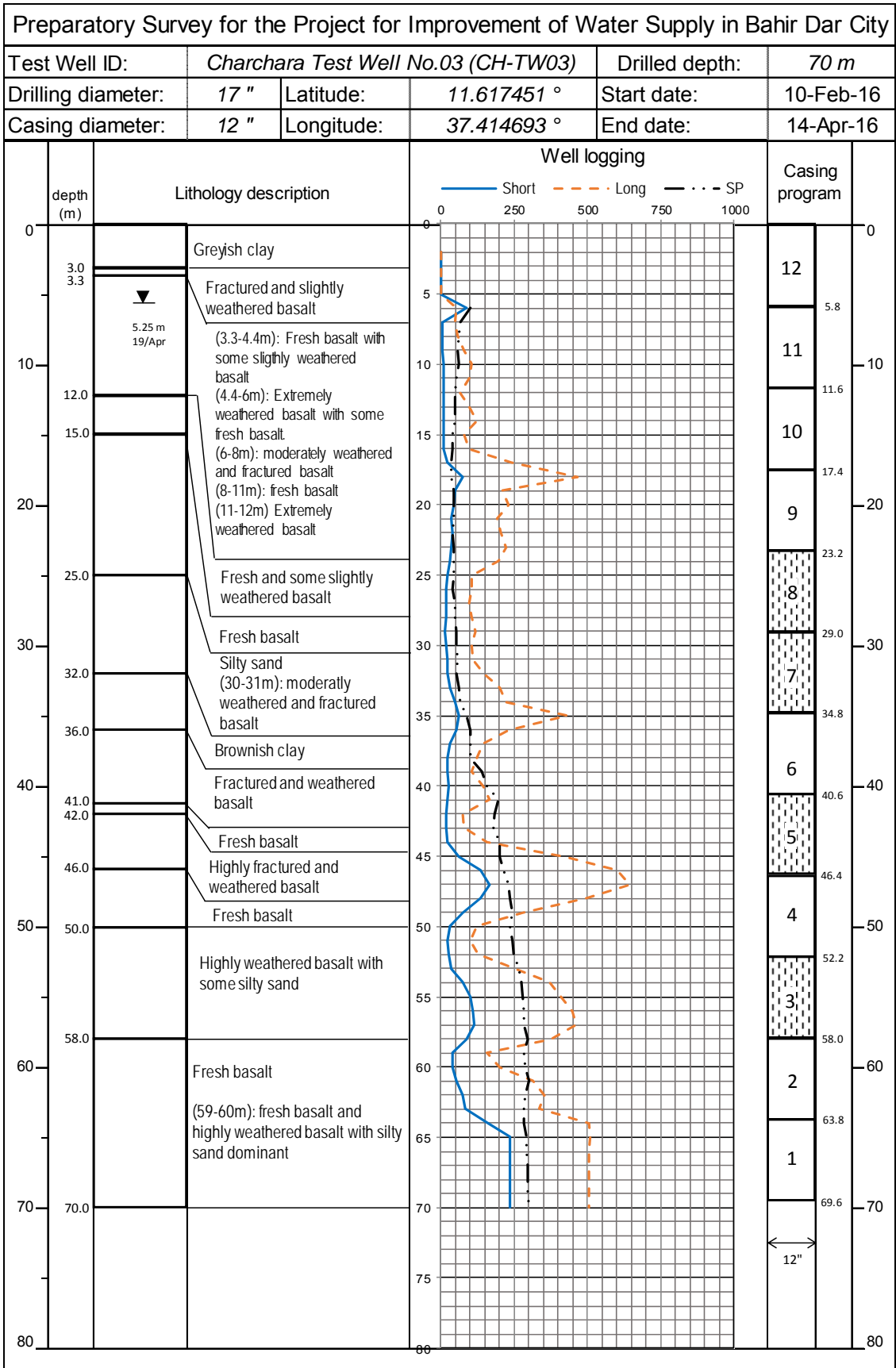


図-3. Charchara TW-No.3 - 地質柱状図およびケーシングプログラム

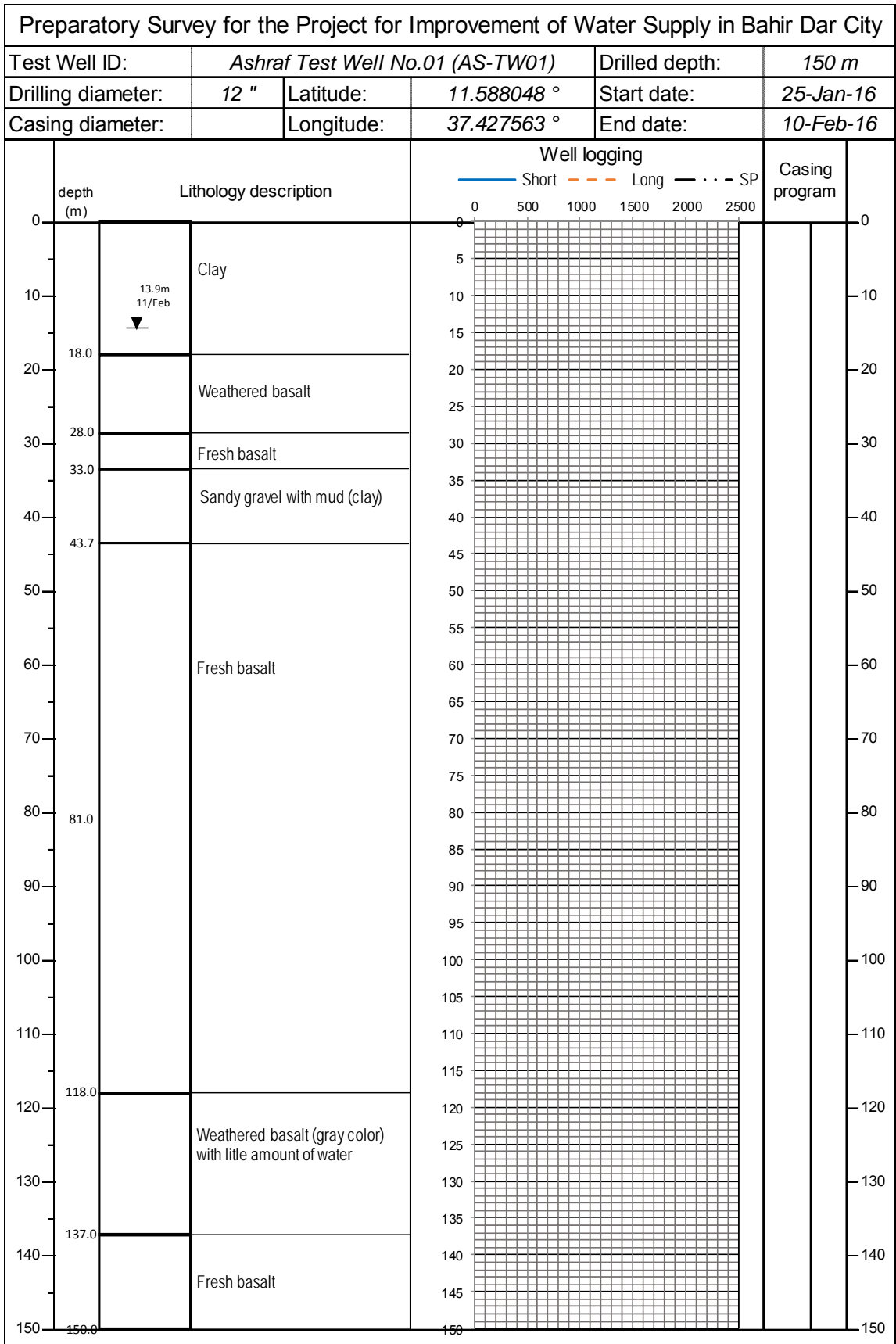


図 4. Ashraf TW-No.1 - 地質柱状図およびケーシングプログラム

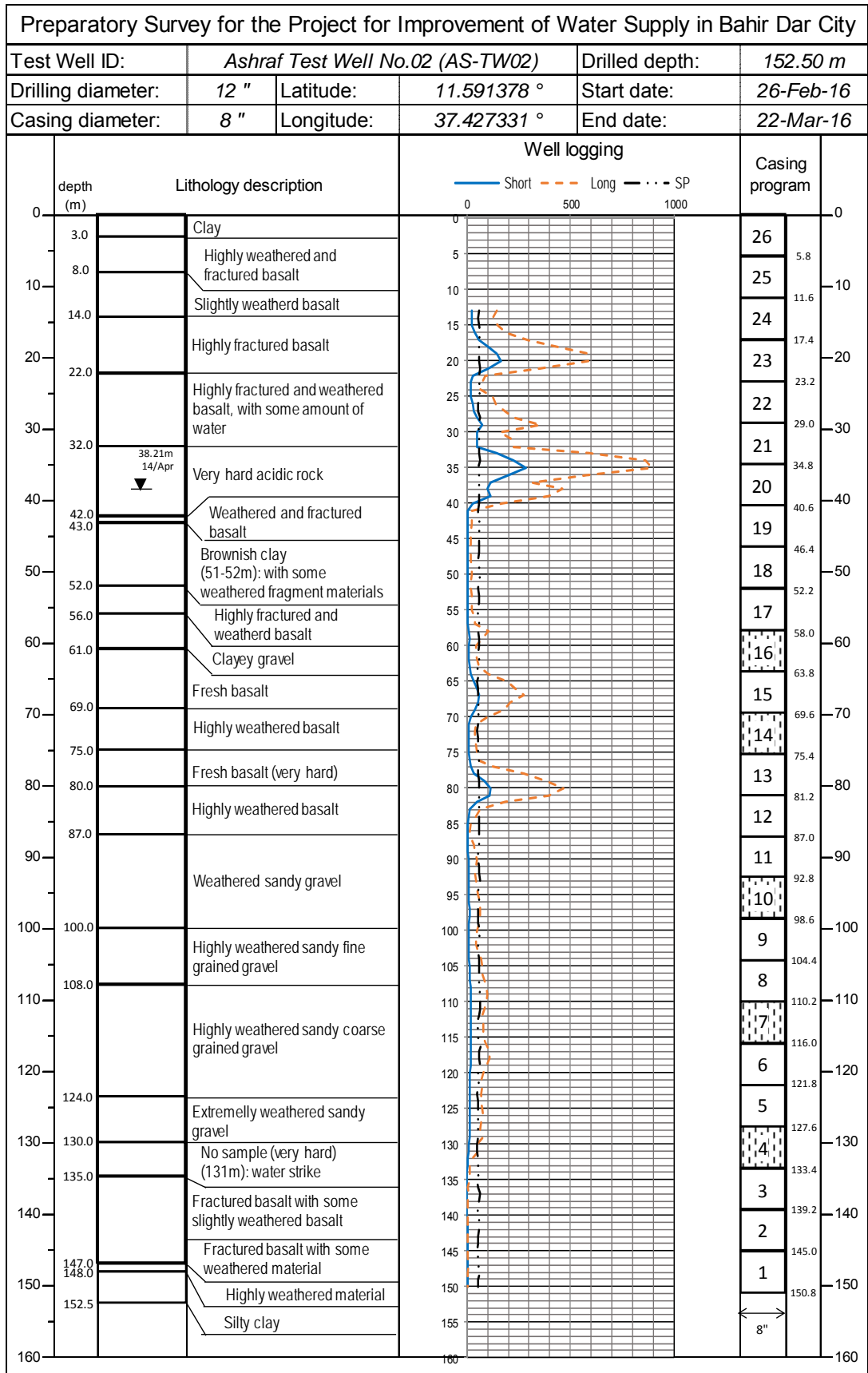


図-5. Ashraf TW-No.2 - 地質柱状図およびケーシングプログラム

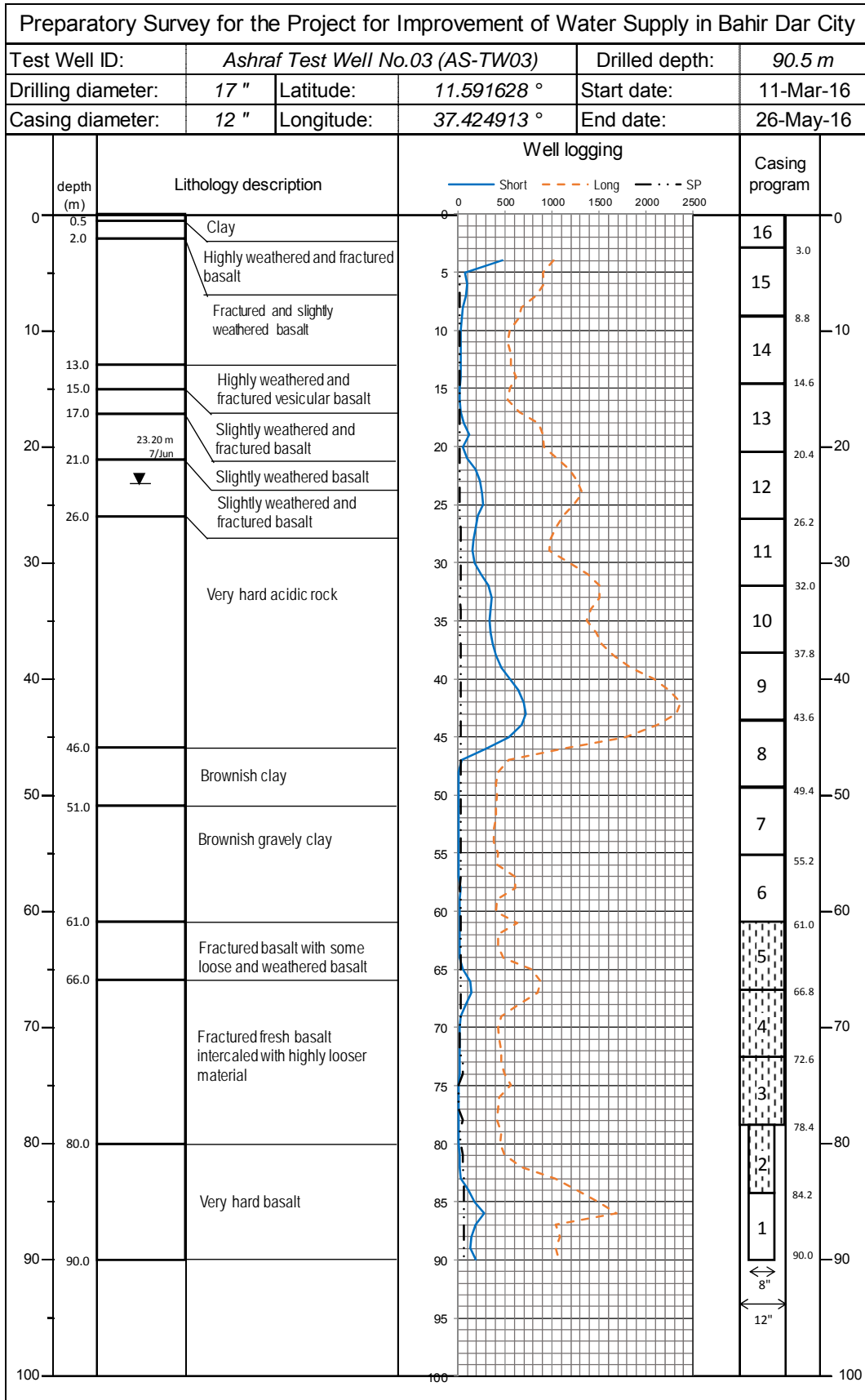


図-6. Ashraf TW-No.3 - 地質柱状図およびケーシングプログラム

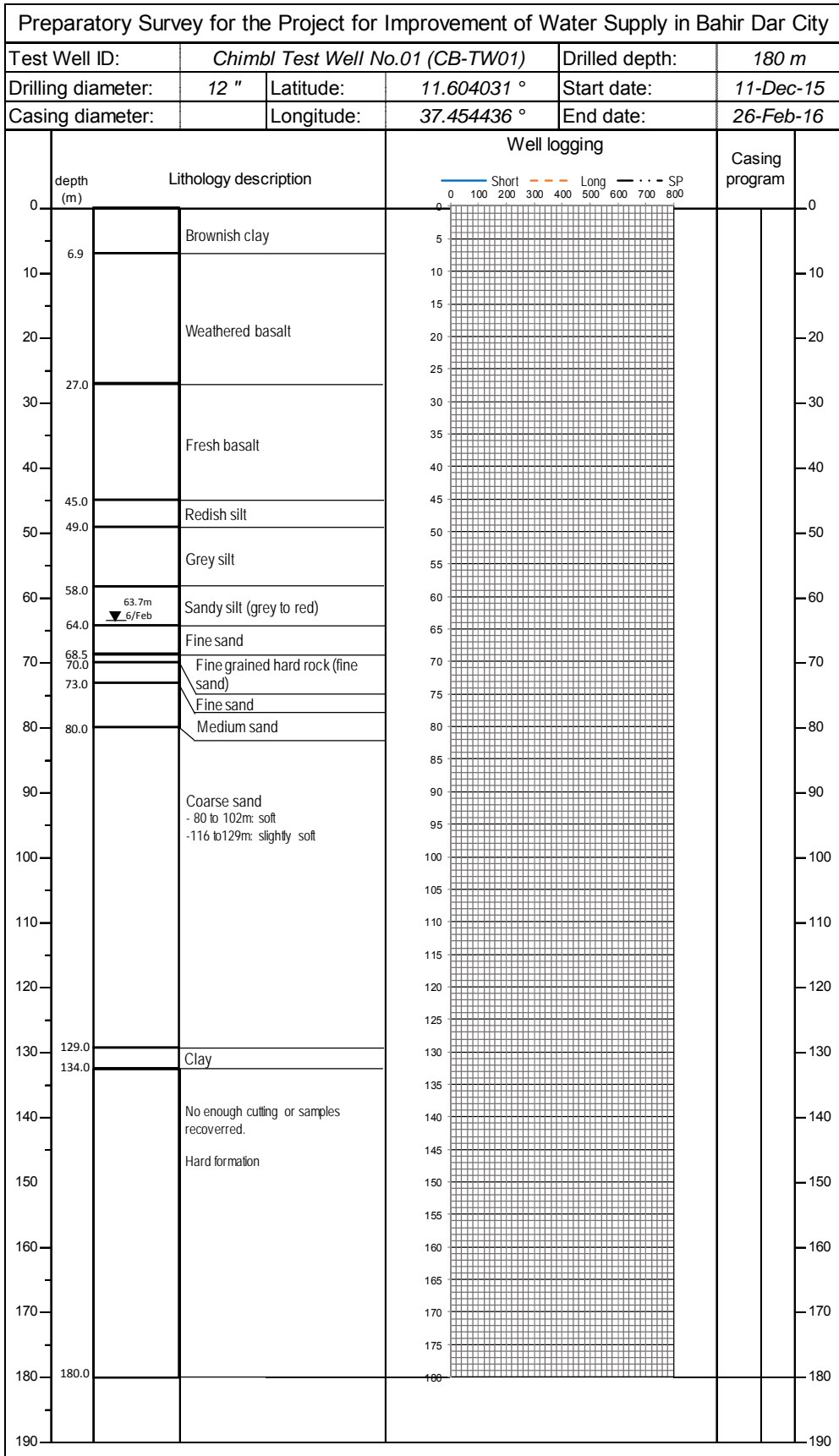


図-7. Chimbi TW-No.1 - 地質柱状図およびケーシングプログラム

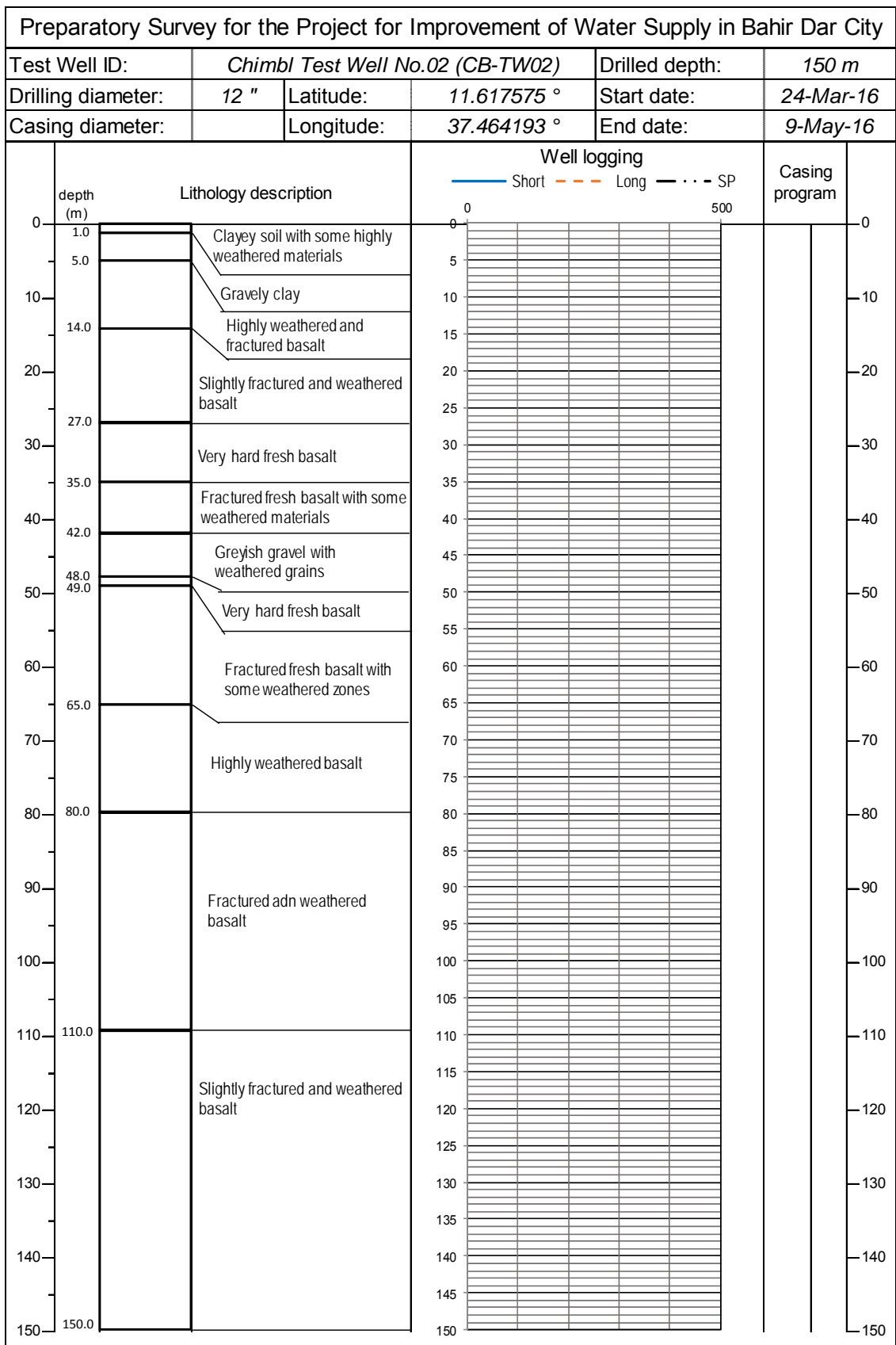


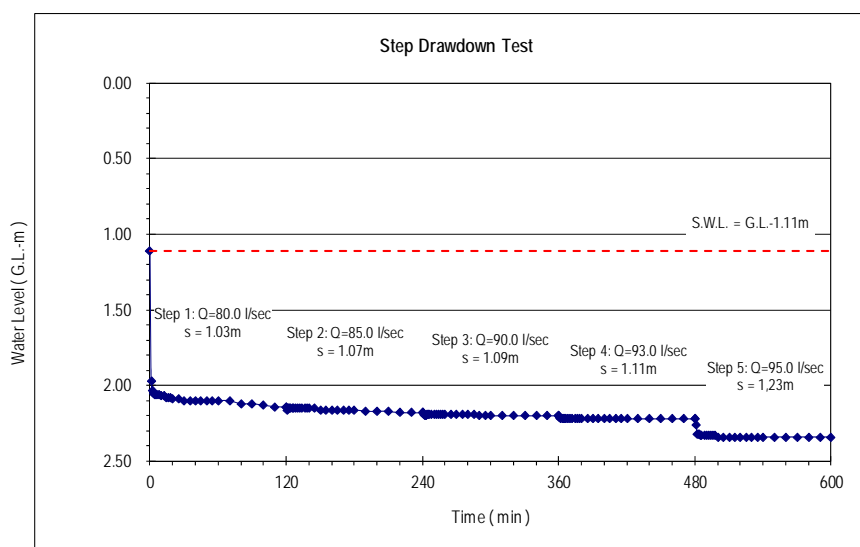
図-8. Chimbl TW-No.2 - 地質柱状図およびケーシングプログラム

資料-7 (6) 試掘井の揚水試験結果

(1) Charchara 地区

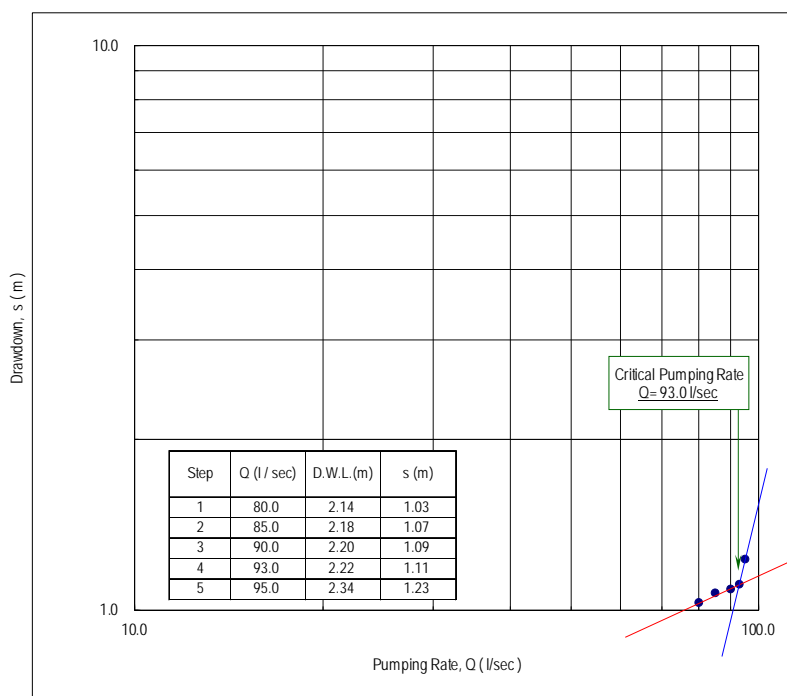
1) Charchara TW-No.1 試掘井の揚水試験

① 段階揚水試験



Step Drawdown Test Charchara TW-No.1
(Time - Water Level)

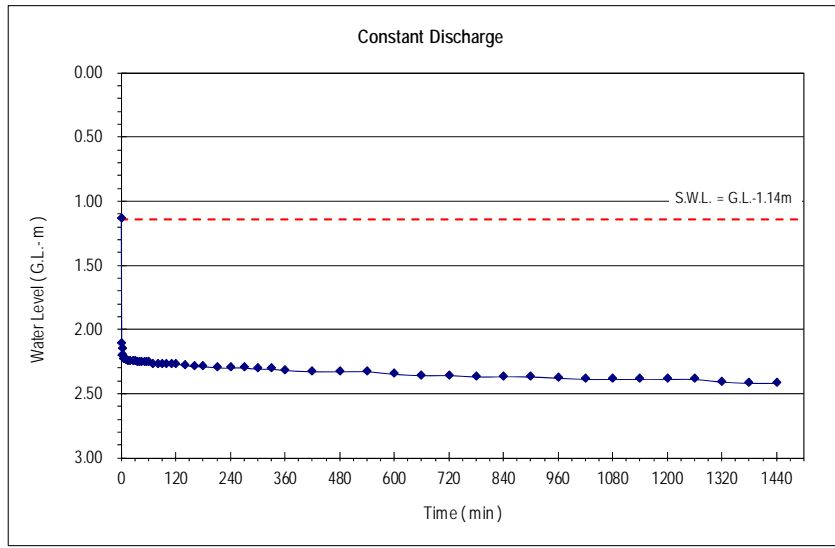
図-1 Charchara TW-No.1 段階揚水試験結果



Step Drawdown Test Charchara TW-No.1
(Pumping Rate - Drawdown)

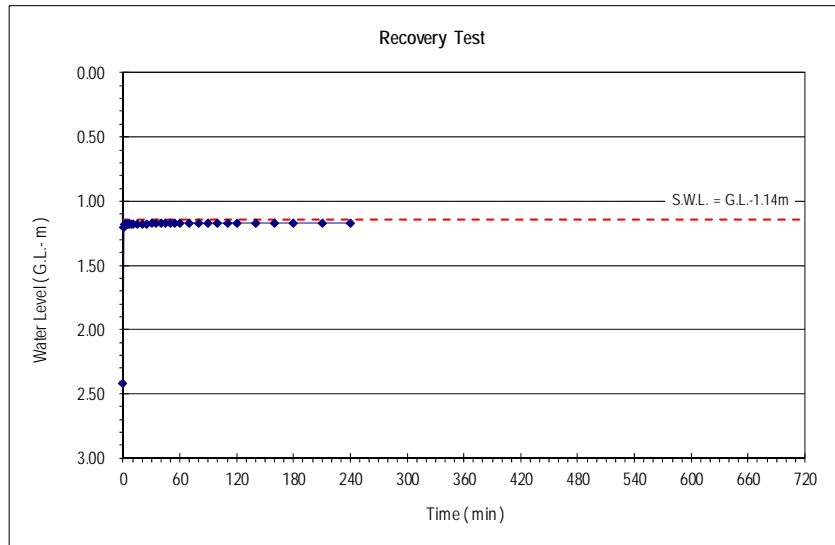
図-2. Charchara TW-No.1 揚水量－水位降下量

② 連続揚水試験



Constant Discharge Test - Charchara TW-No.1
(Time - Water Level)

図-3. Charchara TW-No.1 連続揚水試験結果

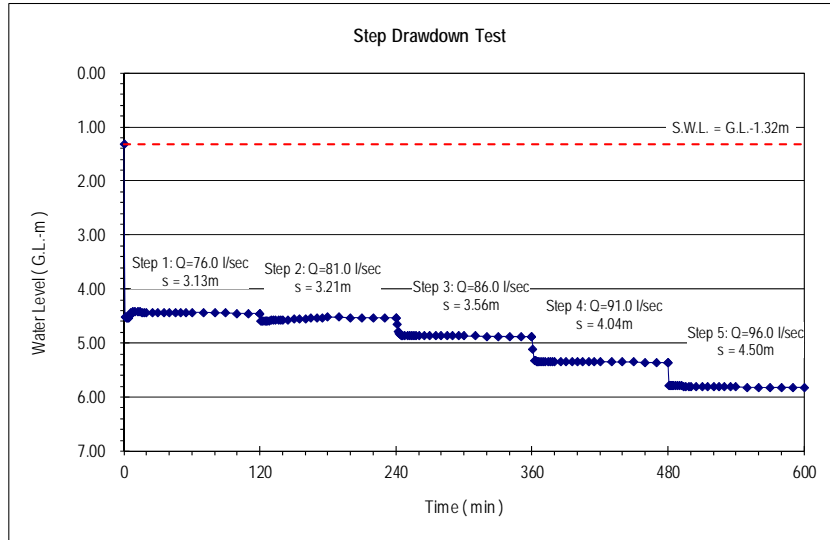


Recovery Test (Constant Discharge) - Charchara TW-No.1
(Time - Water Level)

図-4. Charchara TW-No.1 回復試験結果

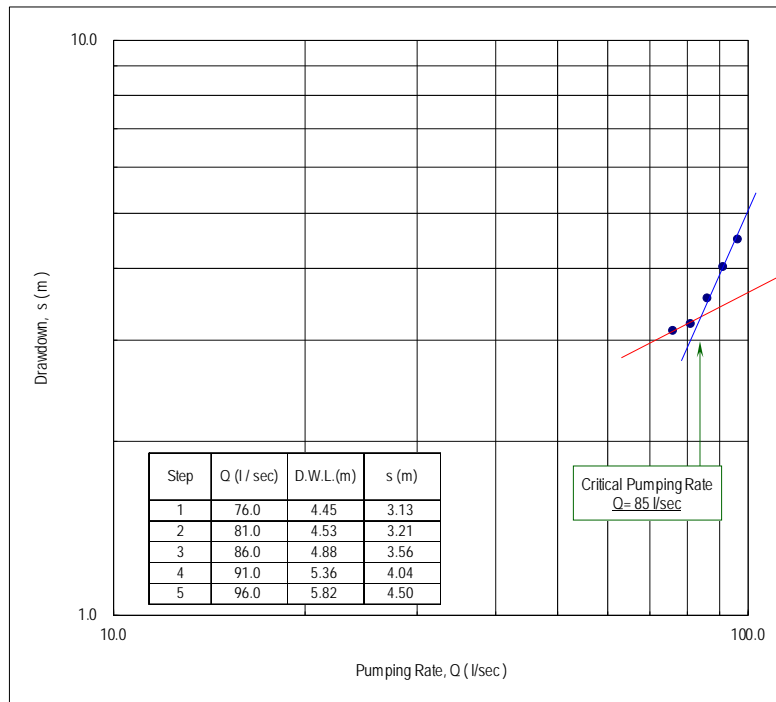
2) Charchara TW-No. 2 試掘井の揚水試験

① 段階揚水試験



Step Drawdown Test Charchara TW-No.2
(Time - Water Level)

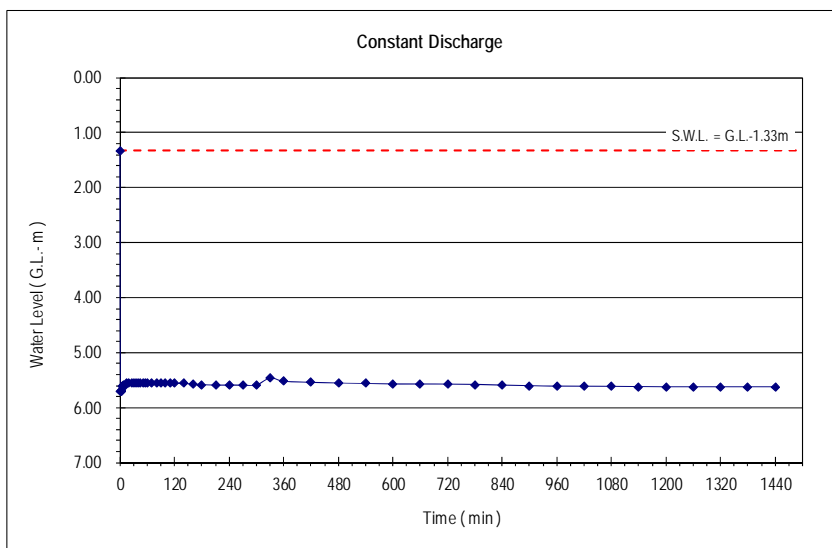
図-5. Charchara TW-No.2 段階揚水試験結果



Step Drawdown Test Charchara TW-No.2
(Pumping Rate - Drawdown)

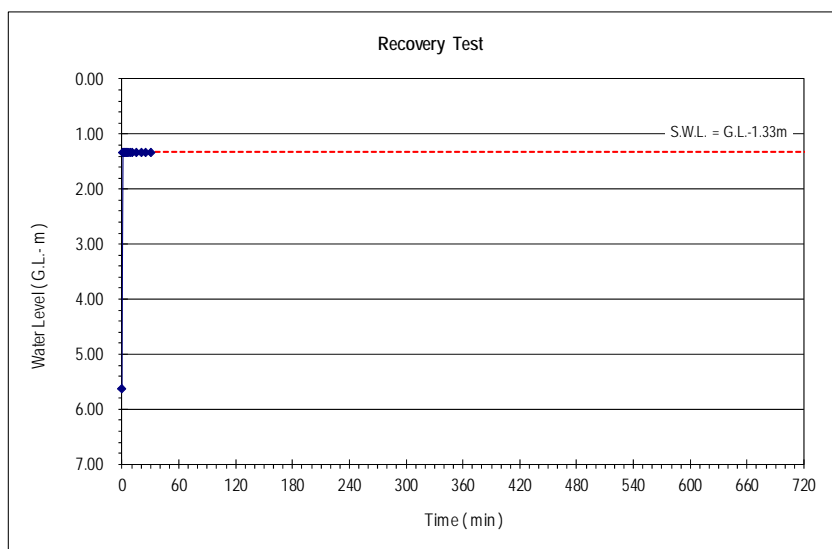
図-6. Charchara TW-No.2 揚水量—水位降下量

② 連続揚水試験



Constant Discharge Test - Charchara TW-No.2
(Time - Water Level)

図-7. Charchara TW-No.2 連続揚水試験結果

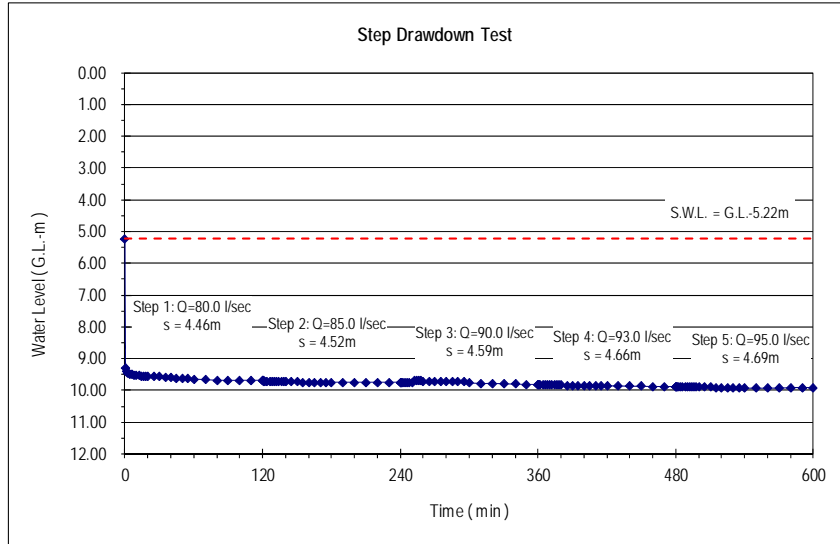


Recovery Test (Constant Discharge) - Charchara TW-No.2
(Time - Water Level)

図-8. Charchara TW-No.2 回復試験結果

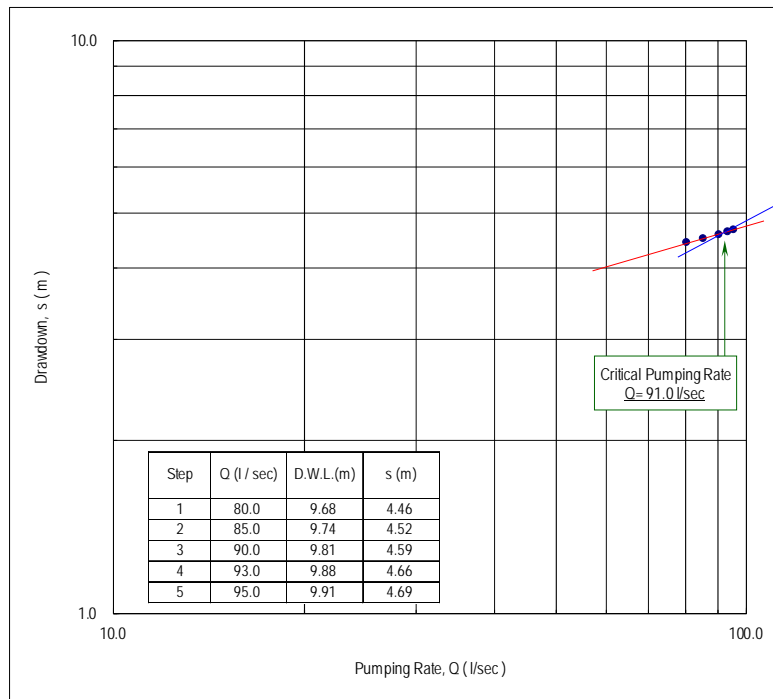
3) Charchara TW-No. 3 試掘井の揚水試験

① 段階揚水試験



Step Drawdown Test Charchara TW-No.3
(Time - Water Level)

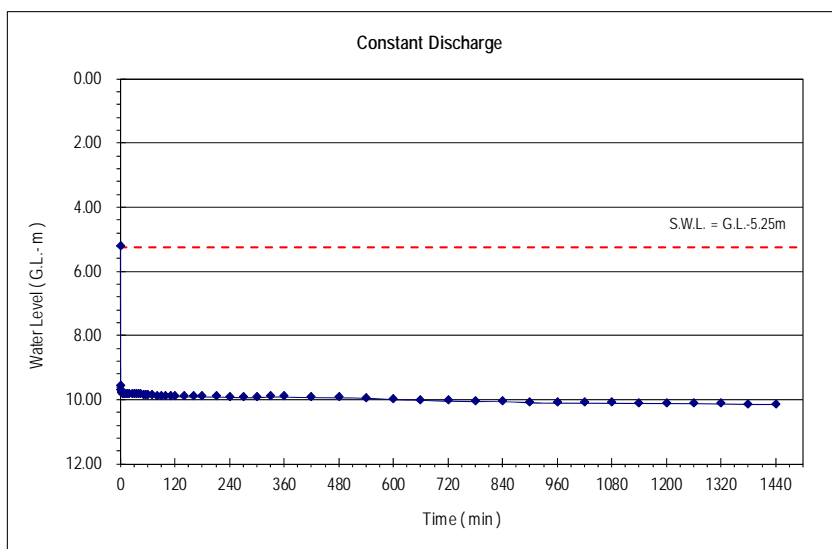
図-9. Charchara TW-No.3 段階揚水試験結果



Step Drawdown Test Charchara TW-No.3
(Pumping Rate - Drawdown)

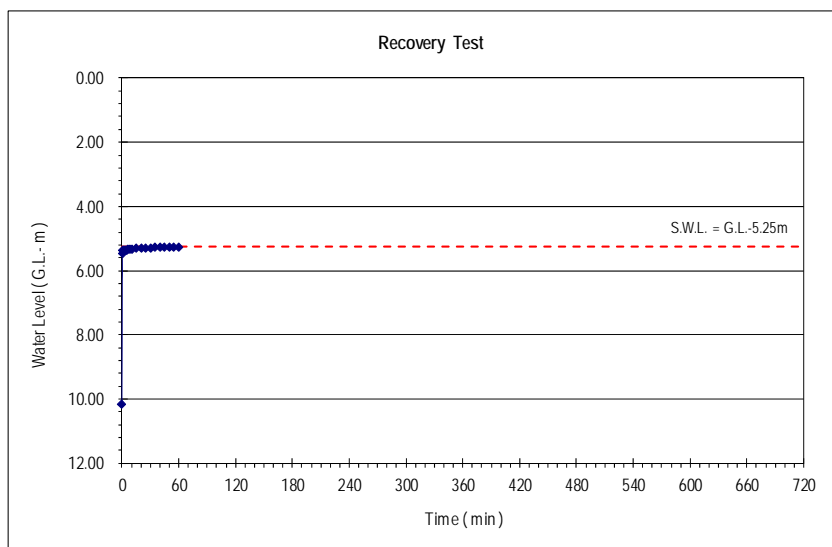
図-10. Charchara TW-No.3 揚水量－水位降下量

② 連続揚水試験



Constant Discharge Test - Charchara TW-No.3
(Time - Water Level)

図-11. Charchara TW-No.3 連続揚水試験結果



Recovery Test (Constant Discharge) - Charchara TW-No.3
(Time - Water Level)

図-12. Charchara TW-No.3 回復試験結果

(2) Ashraf 地区

1) Ashraf TW-No.2 試掘井の揚水試験

当初、55kw ポンプを深度 84m に設置して予備揚水を実施したところ、揚水量 28 L/秒で水位降下量が非常に大きかったため、ポンプを深度 102m まで下げたが、それでも水位降

下量が大きかったため、揚水量を下げるためにバルブを絞ったところ、バックプレッシャーが高まって、送水パイプが破損してしまった。そのため、後日ポンプを 22kw に変更して予備揚水を実施したところ、バルブ全開で揚水量は 11.5 L/秒で、水位降下量は 20.18m であったが、これは限界揚水量に達していないことが明らかであった。

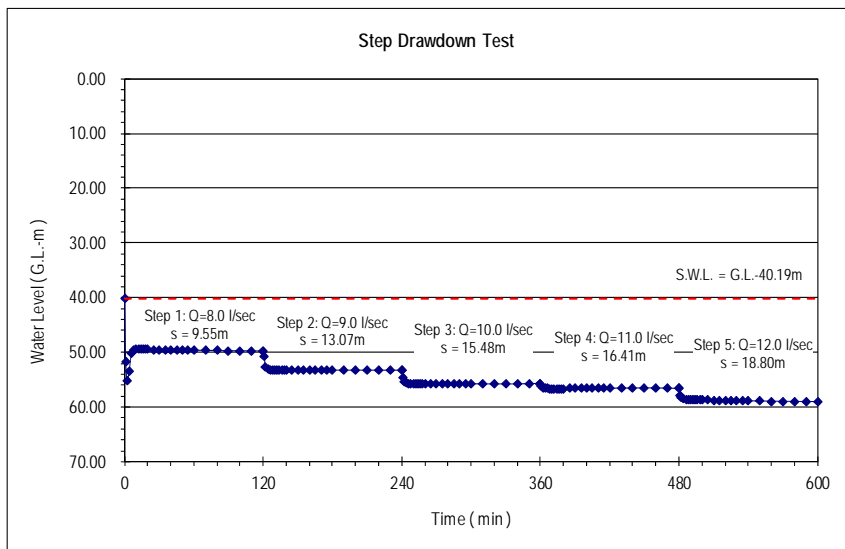
再委託業者は 22kw と 55kw の中間の能力のポンプを所有していないため、22kw ポンプで 2 段階の揚水試験と 24 時間の連続揚水試験を実施したが、段階揚水試験としてデータが不十分であることから、22kw ポンプで 5 段階の段階揚水試験を実施し、その結果、Ashraf TW-No.2 井戸では最低限 12 L/秒揚水出来ることが確認できた。

22kw と 55kw の中間の能力を有するポンプが無いことから、本井戸における限界揚水量を確認する方法のひとつとして、試験的に、後日 55kw のポンプで揚水を行い、揚水された水の一部をバイパスさせて孔内へ戻す方法を採用して揚水試験を行う予定にしていた。しかし、この方法では、孔内の水流が乱れ、水位が正確に測れない可能性と水中モーターの冷却が不十分になり、モーターが過熱して焼けてしまう可能性があるため、干渉試験等すべての揚水試験を完了した後に実施する予定にしていた。

すべての揚水試験の完了後、試験的に行う予定であった揚水試験を行うために、機材を現地へ搬入しようとしたところ、サイトへのアクセス道路の途中の畑が耕されており、地主からトラックの通行を拒否された。もう一つ迂回路があるが、この迂回路もこのところの雨のため沢を超えることが出来ず、通行が出来ない状態であった。BDWSSS に相談したところ、現在の状況から Ashraf TW-No.2 井戸へのアクセスが改善される見込みはないものと判断し、本試掘井の限界揚水量を 12 L/秒とすることについての合意を得た上で、バイパス試験の試行を断念した。

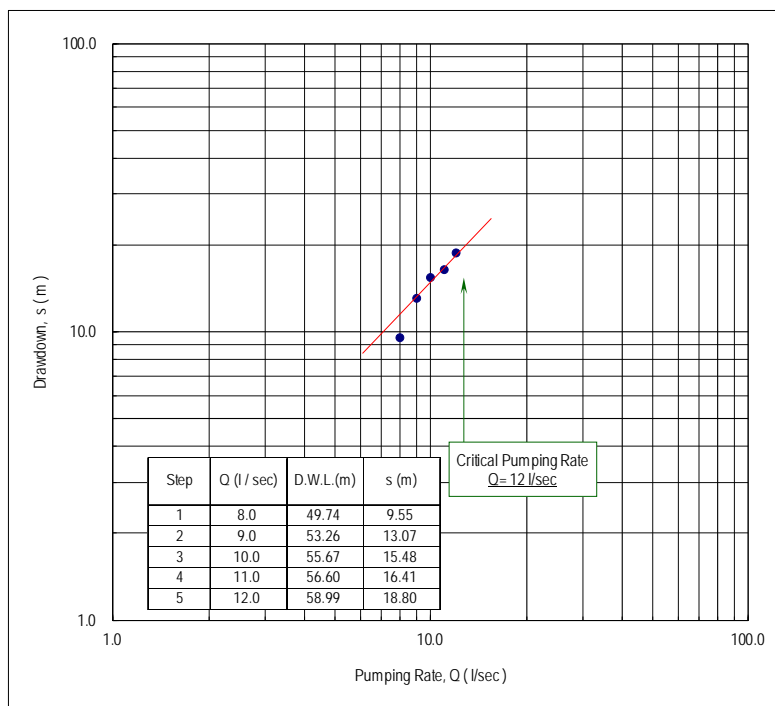
このような事情から、Ashraf TW-No.2 井戸の限界揚水量は、22kw ポンプでのバルブを全開にした時の揚水量である 12 L/秒と見なすこととした。

① 段階揚水試験



Step Drawdown Test Ashraf TW-No.2
(Time - Water Level)

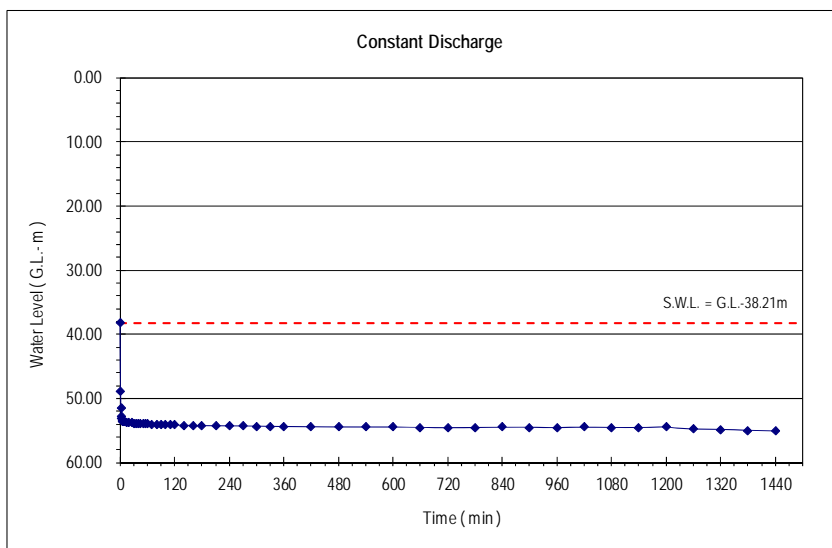
図-13. Ashraf TW-No.2 段階揚水試験結果



Step Drawdown Test Ashraf TW-No.2
(Pumping Rate - Drawdown)

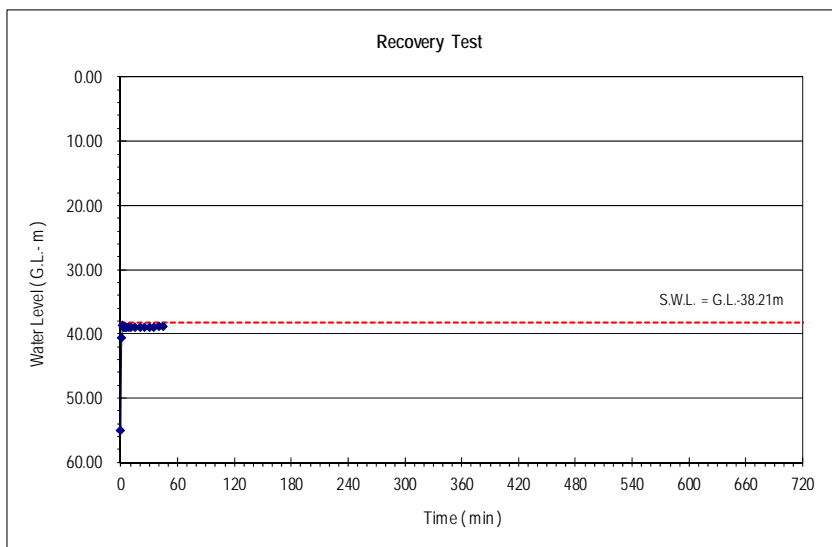
図-14. Ashraf TW-No.2 揚水量－水位降下量

② 連続揚水試験



Constant Discharge Test - Ashraf TW-No.2
(Time - Water Level)

図-15. Ashraf TW-No.2 連続揚水試験結果



Recovery Test (Constant Discharge) - Ashraf TW-No.2
(Time - Water Level)

図-16. Ashraf TW-No.2 回復試験結果

2) Ashraf TW-No. 3 試掘井の揚水試験

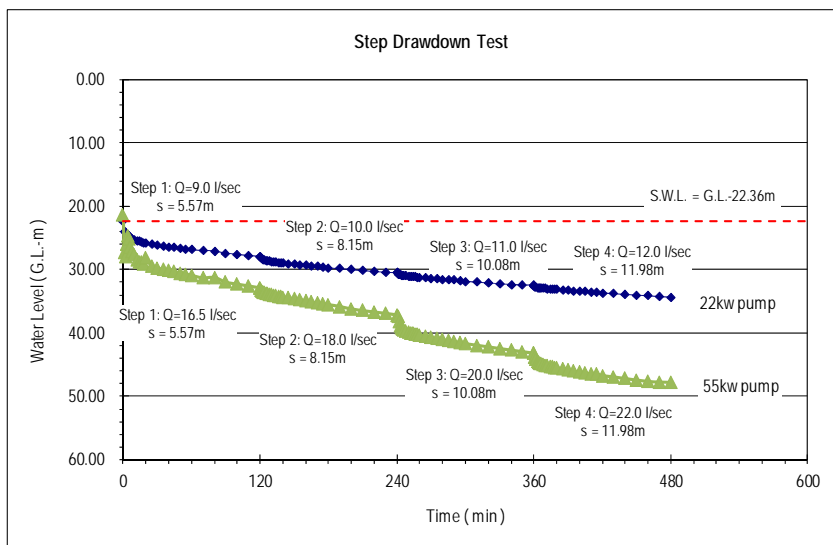
エアリフティングによる孔内洗浄時の揚水の状況から、湧出量は Ashraf No.2 井戸と同程度であろうと推定し、当初、110 kw ポンプを深度 58m に設置し、予備揚水試験を実施した。その結果、25.0、27.5、30.0、32.5、35.0 L/秒の 5 段階で段階揚水試験を実施することとした。しかし、2 段階目の 27.5 L/秒での 2 時間の揚水を終了した時点で、動水位が深度 54m まで降下したため、試験を中止した。

次に 55kw ポンプを深度 58m に設置して、予備揚水試験を実施した結果、16.5、18.0、20.0、22.5 L/秒の 4 段階で段階揚水試験を実施した。22.5 L/秒での揚水が終了した時点では動水位が深度 47.8m (降下量 26.47m) まで下がった。各段階における水位の降下状況から、動水位は平衡状態に至る傾向は見られず、明確な限界揚水量と見なす根拠が認められなかった。

次いで、22kw ポンプを深度 58m に設置して予備揚水試験を実施した結果、9.0、10.0、11.0、12.0 L/秒の 4 段階で段階揚水試験を実施し、水位降下状況から限界揚水量を 12 L/秒と判断した。しかし、連続揚水試験の結果、24 時間揚水で動水位が深度 40m 付近まで降下し、平衡に達していないことと、12 時間の回復試験では静水位が深度 23.20m のところ 27.53m (72%) までしか回復しておらず、その回復速度が遅い状況が確認された。

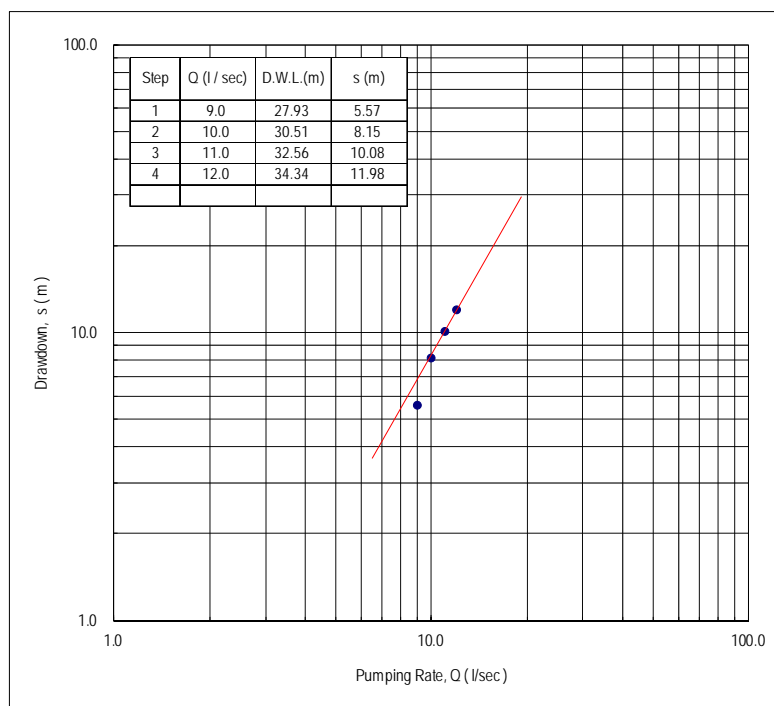
従って、今後本井戸を水源として使用する場合、その運転時間と水位回復状況を考慮して、限界揚水量を 10 L/秒とし、適性揚水量を $10 \times 0.7 = 7.0$ L/秒とすることが安全であると判断される。

① 段階揚水試験



Step Drawdown Test Ashraf TW-No.3
(Time - Water Level)

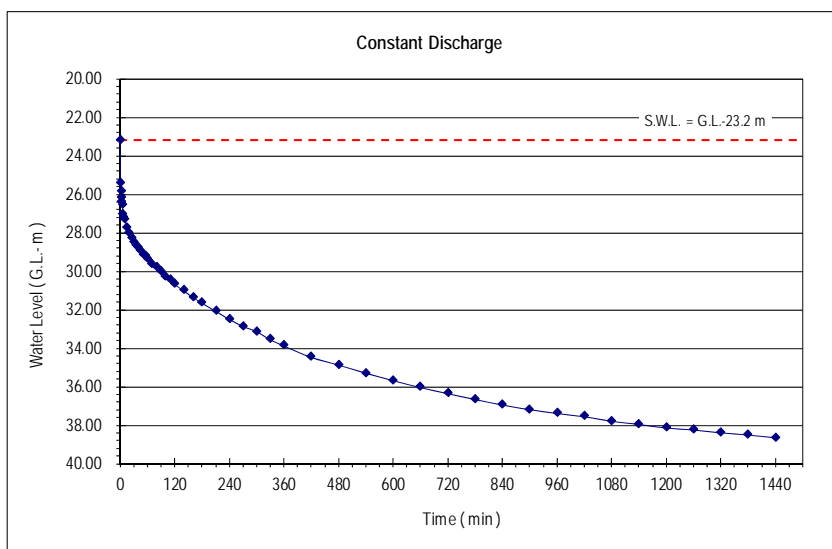
図-17. Ashraf TW-No.3 段階揚水試験結果



Step Drawdown Test Ashraf TW-No.3
(Pumping Rate - Drawdown)

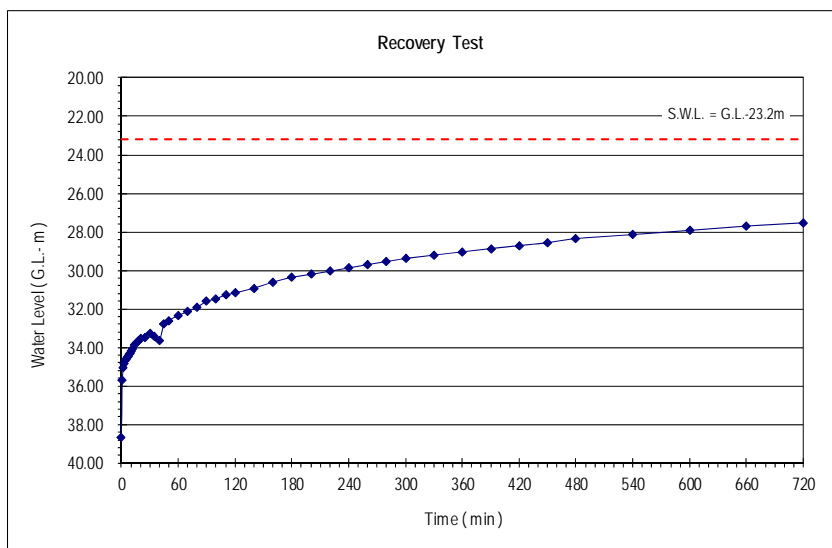
図-18. Ashraf TW-No.3 揚水量－水位降下量

② 連続揚水試験



Constant Discharge Test - Ashraf TW-No.3
(Time - Water Level)

図-19. Ashraf TW-No.3 連続揚水試験結果



Recovery Test (Constant Discharge) - Ashraf TW-No.3
(Time - Water Level)

図-20. Ashraf TW-No.3 回復試験結果

表-1 既存井戸の揚水試験結果

【段階揚水試験】

段階	Charchara TW-No.1		Charchara TW-No.2		Charchara TW-No.3		Ashraf TW-No.2		Ashraf TW-No.3	
	揚水量 Q (L/秒)	水位降下量 s (m)	揚水量 Q (L/秒)	水位降下量 s (m)	揚水量 Q (L/秒)	水位降下量 s (m)	揚水量 Q (L/秒)	水位降下量 s (m)	揚水量 Q (L/秒)	水位降下量 s (m)
1	80.0	1.03	76.0	3.13	80.0	4.46	8.0	9.55	9.0	5.57
2	85.0	1.07	81.0	3.21	85.0	4.52	9.0	13.07	10.0	8.15
3	90.0	1.09	86.0	3.56	90.0	4.59	10.0	15.48	11.0	10.08
4	93.0	1.11	91.0	4.04	93.0	4.66	11.0	16.41	12.0	11.98
5	95.0	1.23	96.0	4.50	95.0	4.69	12.0	18.80	—	—
	限界 揚水量 Q (L/秒)	適性 揚水量 Q (L/秒)	限界 揚水量 Q (L/秒)	適性 揚水量 Q (L/秒)	限界 揚水量 Q (L/秒)	適性 揚水量 Q (L/秒)	限界 揚水量 Q (L/秒)	適性 揚水量 Q (L/秒)	限界 揚水量 Q (L/秒)	適性 揚水量 Q (L/秒)
	93.0	65.1	85.0	59.5	91.0	63.7	12.0	8.4	10.0	7.0

【連続揚水試験】

揚水量 Q (L/秒)	Charchara TW-No.1		Charchara TW-No.2		Charchara TW-No.3		Ashraf TW-No.2		Ashraf TW-No.3	
	水位降下量 s (m)	揚水量 Q (L/秒)	水位降下量 s (m)	揚水量 Q (L/秒)	水位降下量 s (m)	揚水量 Q (L/秒)	水位降下量 s (m)	揚水量 Q (L/秒)	水位降下量 s (m)	
93.0	0.88	85.0	4.29	91.0	4.58	12.0	16.85	12.0	38.65	

*Ashraf No.1 ではケーシングの破損のため実施されなかった。

資料-7 (7) 既存井戸の揚水試験結果

(1) 先方政府による揚水試験データ

先方政府による揚水試験データを表-1 に整理した。すべての井戸で段階揚水試験は実施しておらず、各ポンプの最大揚水量で連続揚水試験を実施している。Ashraf No.1 井戸では調査団が揚水試験を実施し、実際の揚水試験データを元に揚水能力を判定しているが、その他の既存井戸では、表-1 に示す揚水試験データを元に井戸の揚水能力を判定した。

表-1 既存井戸の揚水試験データ

井戸番号	実施年	揚水量 (l/s)	揚水時間 (時間)	静水位 (GL-m)	動水位 (GL-m) / 水位降下量 (m)
Charchara No.3	2011	40	12	2.70	3.09 / 0.39
	2015	32	24	2.85	3.70 / 0.85
Charchara No.4	2012	40	8	2.73	3.05 / 0.32
Charchara No.5	2014	57.5	24	1.40	24.74 / 23.34
Charchara No.6	2015	72	24	1.04	4.78 / 3.74
Ashraf No.1	2009	18	48	40.85	48.05 / 7.20

1) Charchara No. 3 井戸

本井戸では、2008年に掘さく後、2011年と2015年の2回揚水試験が実施されており、2015年8月に実施された試験では、揚水量32 L/秒で24時間の連続揚水試験を実施しており、その時の水位降下量は85cmであった。また回復試験では、揚水停止1分後に瞬時に100%回復している。これを近傍の井戸のデータと比較すると、以下のようになる。

表-2 既存井戸の回復試験データ

井戸番号	実揚水量 (L/秒)	水位降下量 (m)	適正揚水量 (L/秒)
Charchara No2	9.9	0.32	8.4
Charchara No.4	31.3	0.11	40.0
Charchara No.5	57.5	23.34	41.0
	(35.0) *1	(4.50)	41.0
Charchara No.6	75.0	3.74	52.50
	(65.0) *1	(3.23)	52.50

*1 : Charchara No.5, No.6 のカッコ内の値は干渉試験実施時のデータ

Charchara No.3 井戸では実流量を測定している (2016年4月23日～5月4日)。この時点では、変圧器の電圧が安定しておらず、実流量の値は30.4～41.92 L/秒の間で変動していた。4月26日8:30am時点では、実流量は40.7 L/秒であり、その時の動水位は5.51mであった。前日の4月25日7:00amからの停電により、井戸の稼働が停止しており、8:40 am

時点の静水位は 4.62m であり、1 日後の動水位との差は 89cm であった。この間の動水位に際立った変化は見られず、2015 年の揚水試験時の 32 L/秒の揚水で水位降下が 85cm と最近の実揚水量と比較して十分小さいことから、これらの事象と近傍の他の井戸のパフォーマンスと比較すると、2015 年 8 月に実施した揚水試験時の 32 L/秒を適正揚水量と見なし得るものと考えられる。

2) Charchara No. 4 井戸

Charchara No.4 井戸では、2012 年に揚水量 40 L/秒で 8 時間連続揚水した記録がある。この時の水位降下量は 32cm と比較的小さいく、また、回復試験でも 1.5 分の間に 100%回復していることから、これらの記録と、直近の実揚水量と水位降下の例では、5 月 18 日はブレーカーが落ちて稼働が停止しており、その際の静水位は、3.86cm であった。その前日 5 月 17 日時点における 30.21 L/秒での稼働時の動水位は、3.94m であり、次の日の静水位との差は僅か 8cm であった。このように、現在においても実揚水量と水位低下量の関係では、4 年前の揚水試験時と比較して、井戸の能力は低下しているとは判断できず、2012 年時点での揚水試験時の 40.0 L/秒を適正揚水量と見なし得るものと考えられる。

3) Charchara No. 5 井戸

Charchara No.5 本井戸では、2014 年に揚水量 57.5 L/秒で 24 時間の連続揚水試験を実施しており、この時の水位降下量は 23.34m であり、平衡に達しているものと見なされる。他の近傍の井戸と比較すると水位降下量が大きいことから、この揚水量を限界揚水量と見なし、適正揚水量は 41 L/秒 とするのが適当であると考えられる。

4) Charchara No. 6 井戸

Charchara No.6 井戸では 2015 年に揚水量 75 L/秒で 24 時間の連続揚水試験を実施している。この時の水位降下量は 3.74m であり、平衡に達しているものと見なされる。

Charchara 帯水層で実施した試験井の揚水試験結果を以下に示す。

表-3 Charchara 帯水層の揚水試験データ

井戸番号	限界揚水量 (L/秒)	水位降下量 (m)	適正揚水量 (L/秒)
Charchara TW No.1	93.0	1.28	65.1
Charchara TW No.2	85.0	4.29	59.5
Charchara TW No.3	91.0	4.98	63.7

このような事例から、Charchara No.6 井戸の揚水試験時における 75 L/秒の揚水量を限界揚水量と見なし、適正揚水量を $75 \times 0.7 = 52.5$ L/秒 とするのが適当であると考えられる。

(2) 試験実施工程

表-4 に既存井戸揚水試験の実施工程を示す。

表-4 揚水試験実施工程

井戸番号	12/5	12/10	12/15	12/20	12/30
Charchara No.2	■				
Charchara No.1		■			
Ashraf No.1			■		
Ashraf No.2				■	■

(3) Charchara No. 1 井戸の揚水試験結果

1) 実施要領

この井戸の深度は、実測値で 45m であった (掘削データなし)。11kw ポンプを深度 24.7m [6m(riser pipe) x 4 + 2m (pump length) - 1.3m (pipe height) = 24.7 m] に設置し、3 インチの揚水管を使用した。予備揚水試験ではバルブを全開にして揚水量は、V ノッチで計測して 12 l/秒であった。予備揚水試験時の静水位は GL-1.02m であった。

2) 段階揚水試験

段階揚水試験の揚水量は、8、9、10、11、12 L/秒の 5 段階とし、各段階 2 時間の揚水を実施した。各段階の揚水量－水位降下量グラフを図-5 に示す。また、揚水量－水位降下量の両対数グラフを図-6 に示す。

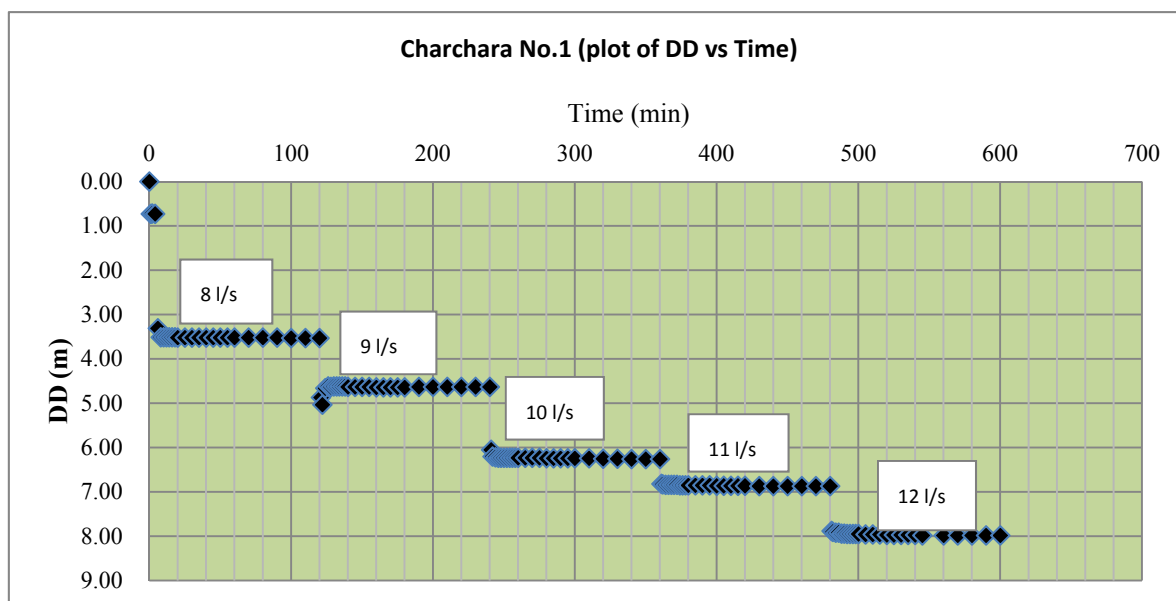


図-1 段階揚水試験結果

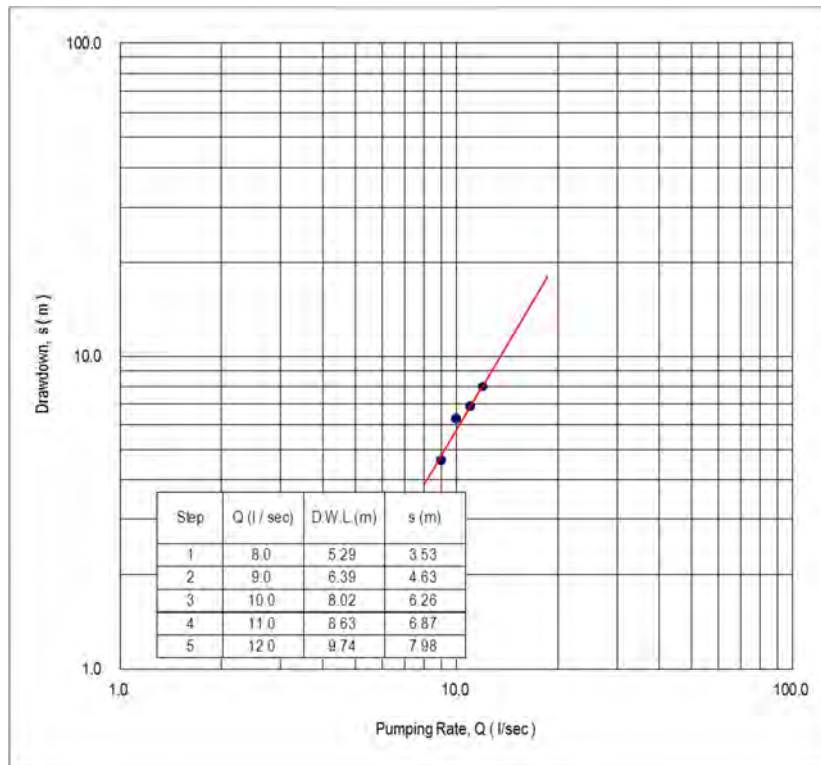


図-2 揚水量－水位降下量

図-2 に示すように、12 L/秒では限界揚水量には達していないものと認識される。しかし、現地ではこれ以上の高い能力のポンプが得られないため、現状では 12 L/秒を限界揚水量と見なすこととする。これから、 $12 \times 0.7 = 8.4$ L/秒 が適正揚水量と見なされる。この井戸では、段階揚水試験の結果から、井戸損失が非常に大きいことが指摘される。

3) 連続揚水試験

最大揚水量の 12 L/秒で 24 時間の連続揚水試験を実施した。その結果を図-3 に示す。最大の水位低下量は 8.23m であった。

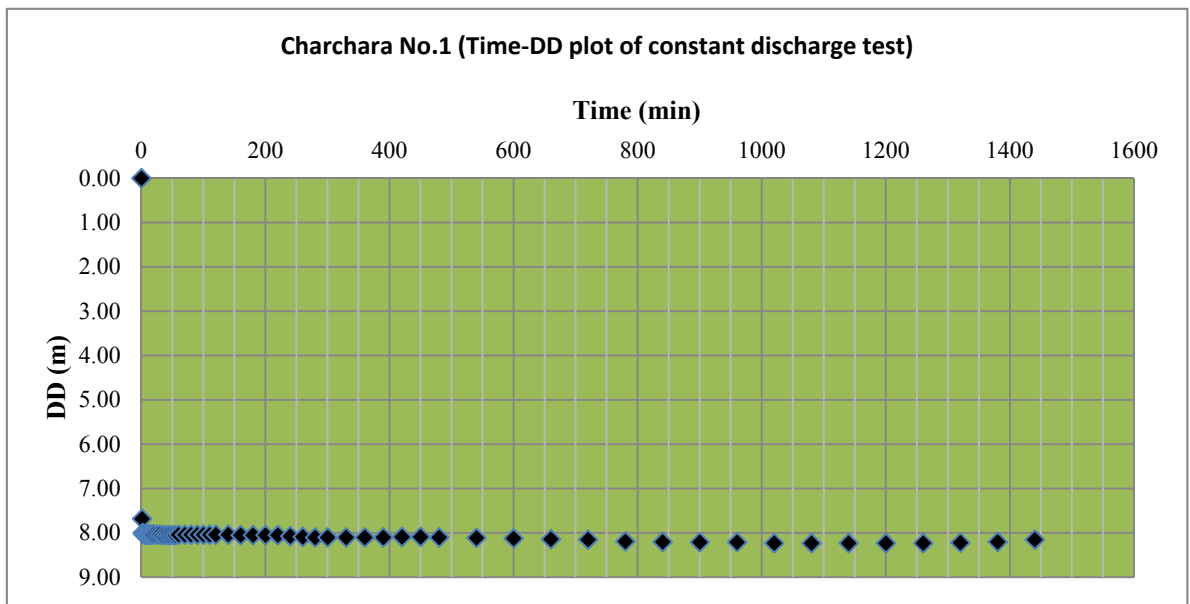


図-3 連続揚水試験結果

24 時間の連続揚水試験の実施中、4 時間を経過した時点で一旦水位低下が落ち着いて、平衡に達したと見られた後に、水位が最大 18cm 低下する現象が見られた。これは、Charchara No.1 井戸の水位低下に伴い影響圏が拡大し、相次いで Charchara No.2、No.3、No.4 井戸の影響圏に達して、それぞれの井戸との干渉による影響があったものと推定される。

4) 回復試験

連続揚水試験の後の回復は一瞬であり、6 分後には 100% の回復を示している。これからも、水位低下量の大半は井戸損失であることを示唆しているもの、と考えられる。

5) 量水計の精度テスト

揚水試験の最後に当たり、井戸に付属している量水計の精度を V ノッチでテストした。量水計の読みが 14.5 L/秒であった時の V ノッチの読みは 12.0 L/秒であった。V ノッチの読みを正しいものとする、量水計の精度は $12.0/14.5 = 0.83$ となる。従って、この井戸の実揚水量は、量水計の読みに 0.83 を乗じたものとなる。この計算によれば、12 月末から 1 月初旬の Charchara No.1 井戸の平均揚水量は、量水計の読みで 8.5 L/秒 であるが、これを補正すると、7.1 L/秒 となる。

(4) Charchara No. 2 井戸の揚水試験結果

1) 実施要領

2015年12月5日から既存井戸の取り外しを行う。井戸深度の実測値は、47.8mであった。聞き取りによる井戸深度は51mであったことから、3.2mシルテーションにより浅くなっていることが考えられる。井戸底部付近から抜き出した揚水管には、びっしりと粘土がこびり付いているのが確認されている。

この井戸では22kwポンプが43.1mの位置に設置されており、しかも電極の位置が逆に繋がっていたことで、揚水量は3.3 L/秒と小さなものであった。電極を正常に繋ぐことで、揚水量は12 L/秒に増加した。

この井戸の揚水試験は、井戸に元々設置されていた22kwポンプを、深度37.1mに設置して実施した〔6m(riser pipe)×6+2m(pump length)−0.9(pipe height)=37.1 m〕。予備揚水試験前の静水位はGL-2.40mであった。予備揚水試験では、バルブを全開にして揚水量が12 L/秒の時に、1時間後の水位低下量は10.22mであった。

Charchara No.2井戸の予備揚水試験の開始後40分で、Charchara No.3井戸の動水位が、開始前の4.28mから4.31mと3cm低下した。両者の井戸の干渉の影響と認識される。

2) 段階揚水試験

予備揚水試験結果から、図-4に示すとおり、揚水量を10.0、10.5、11.0、11.5、12.0 L/秒の5段階とした。また、図-5に揚水量－水位低下量の両対数グラフを示す。

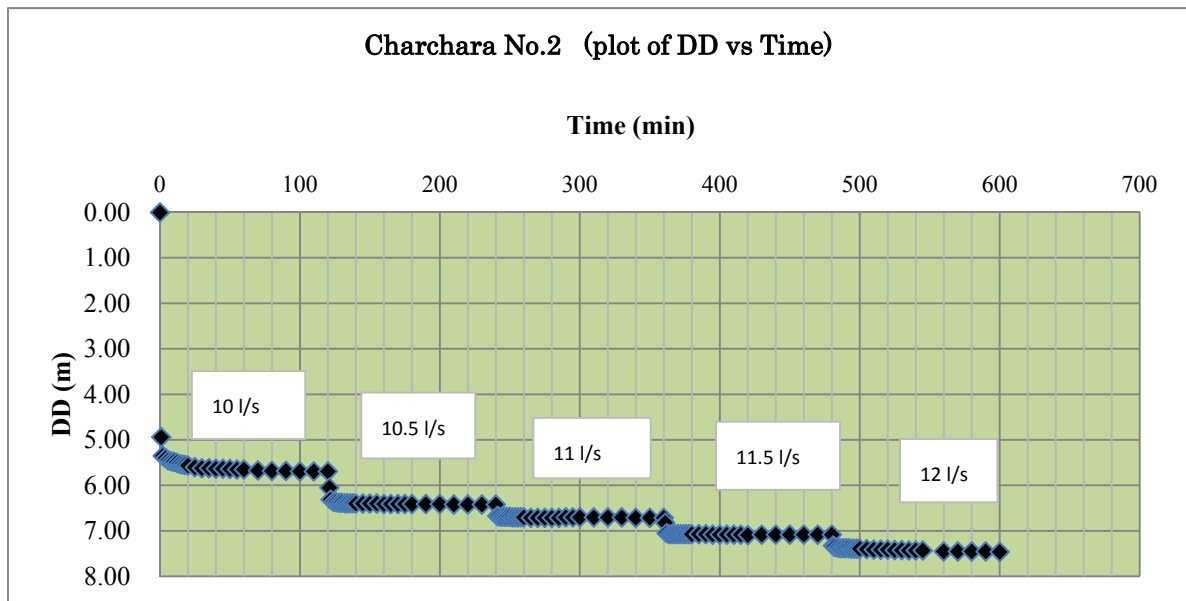


図-4 段階揚水試験結果

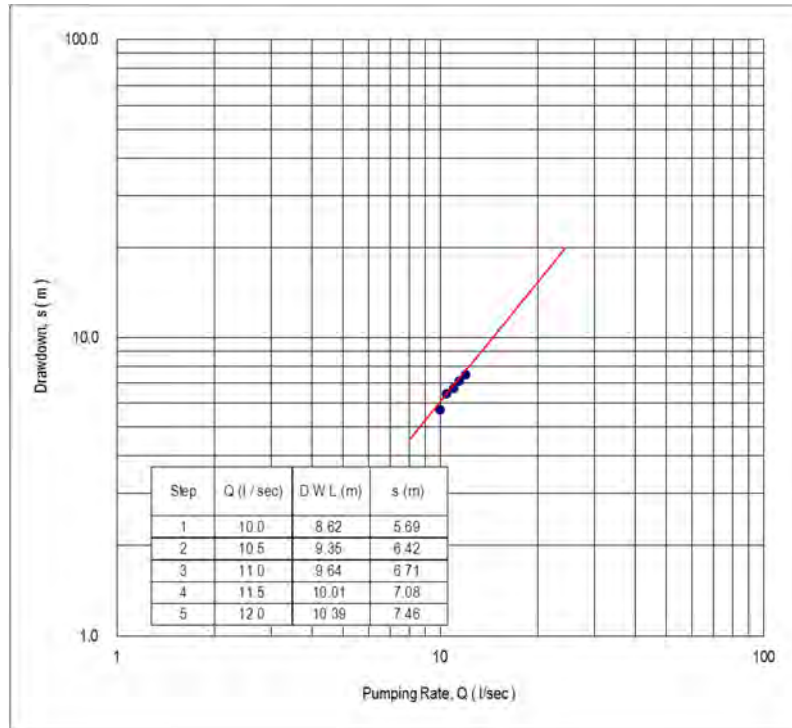


図-5. 揚水量－水位降下量

この結果から、12 L/秒 では、限界揚水量には達していないものと判断される。しかし、現地ではこれ以上容量の大きなポンプが得られないことから、この値を暫定的に限界揚水量と見なすこととする。従って、 $12 \times 0.7 = 8.4$ L/秒 を適正揚水量とする。この井戸の井戸損失は、非常に小さいことが、この段階揚水試験の結果から指摘される。

3) 連続揚水試験

最大揚水量の 12 L/秒 で 24 時間の連続揚水試験を実施した。図-6 に試験結果を示す。

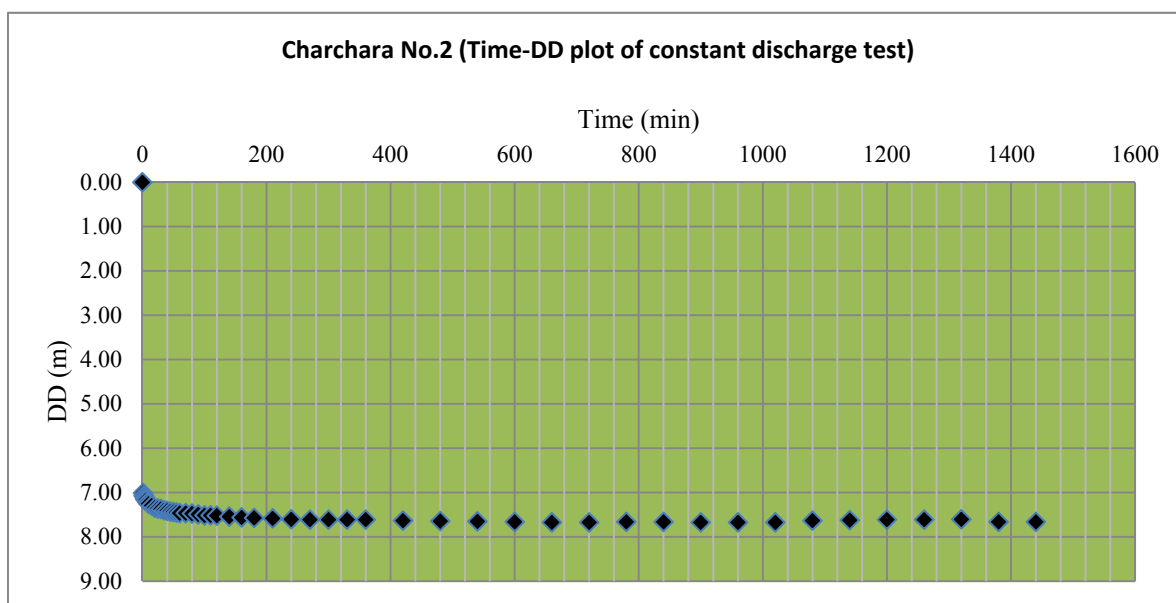


図-6. 連続揚水試験結果

連続揚水試験開始 17 時間後に Charchara No.3 井戸の稼働が停電のため停止すると、Charchara No.2 井戸の動水位が直ちに 4cm 上昇し、22 時間後までに最大 7cm 上昇した。その 23 時間後、Charchara No.3 井戸の稼働が再開すると水位は瞬時に 6cm 低下した。この 6~7cm の水位変動は Charchara No.3 井戸との干渉の影響とみられる。

4) 回復試験

回復は非常に早く、20 分で 99.5%が回復している。

5) 量水計の精度テスト

揚水試験の最後に当たり、付属している量水計の精度を V ノッチでテストした。22 kw ポンプで量水計の読みは 14.28 L/秒を示しているときに、V ノッチによる流量は 12.0 L/秒であった。V ノッチの読みを正しいとすると、量水計の精度は $12.0/14.28 = 0.84$ となる。量水計の示す値にこの数値を乗じた値が、正しい揚水量となる。この計算を適用すると、12 月後半から 1 月初旬における Charchara No.2 井戸の平均揚水量は、流量計の読みでは 11.80 l/s であったが、量水計の精度の補正をすると実揚水量は、9.9 L/秒 となる。

6) 揚水試験後の井戸能力の向上

揚水試験実施後にこの井戸を通常の稼働状態に戻すと、井戸の能力が格段に向上していることが確認された。連続揚水試験時の比湧出量 (Specific Capacity) は、12 L/秒 (1,037 m³/日)で水位降下が 7.67m であることから、135 m³/日/m であったが、試験後の通常稼働時に

は 9.9 L/秒 (855 m³/日) で水位降下が 0.32m であることから、比湧量は 2,673 m³/日/m となり、約 20 倍に向上している。

井戸能力が向上した理由は、一つにはポンプの設置深度を 6m 引き上げたことで、井戸損失が減少したこと。また、大量の揚水 (12 L/秒) を長時間連続したことで、スクリーンの目詰まりが向上したこと、並びに井戸周囲の水理状況が改善されたこと等が考えられる。

(5) Ashraf No. 1 井戸の揚水試験結果

1) 実施要領

Ashraf No.1 井戸の掘削時のデータでは、深度は 123m であったが、試験時に測定した深度は 111m であり、12m 深度が減少している。これは後述するように、ケーシングが破損しているため、裏込めしたグラベルや井戸周りの岩石の欠片が井戸内に混入して、井戸が埋められていることによるものと推測される。

11kw ポンプを深度 85.5m に設置した。予備揚水試験前の静水位は GL-39.54m であった。予備揚水試験では、揚水量が 8.9 L/秒で水位低下量は約 30m であった。これから段階揚水試験は、4、5、6、7、8.9 L/秒の 5 段階で実施することとした。

予備揚水試験時に Ashraf No.2 井戸が稼働を開始すると、Ashraf No.1 井戸の動水位が 20cm 低下することが判明した。これは互いに 110m 離れた 2つの井戸の干渉の影響 (Ashraf No.1 井戸に現れる) と見なされる。

2) 段階揚水試験結果

段階揚水試験結果を図-7 に示す。また、揚水量－水位降下量の両対数グラフを図-8 に示す。

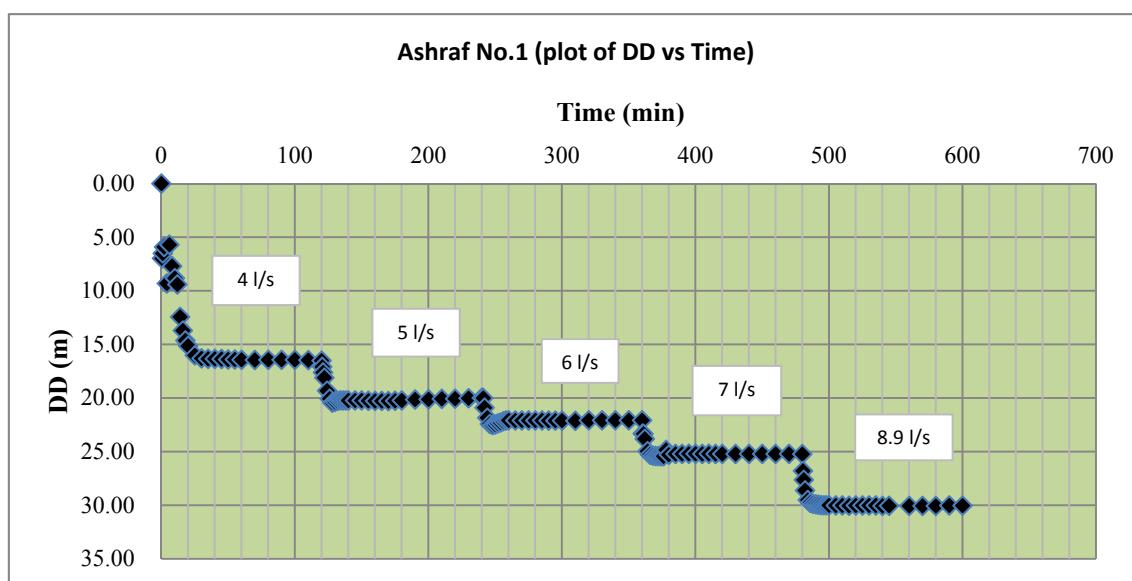


図-7 段階揚水試験結果

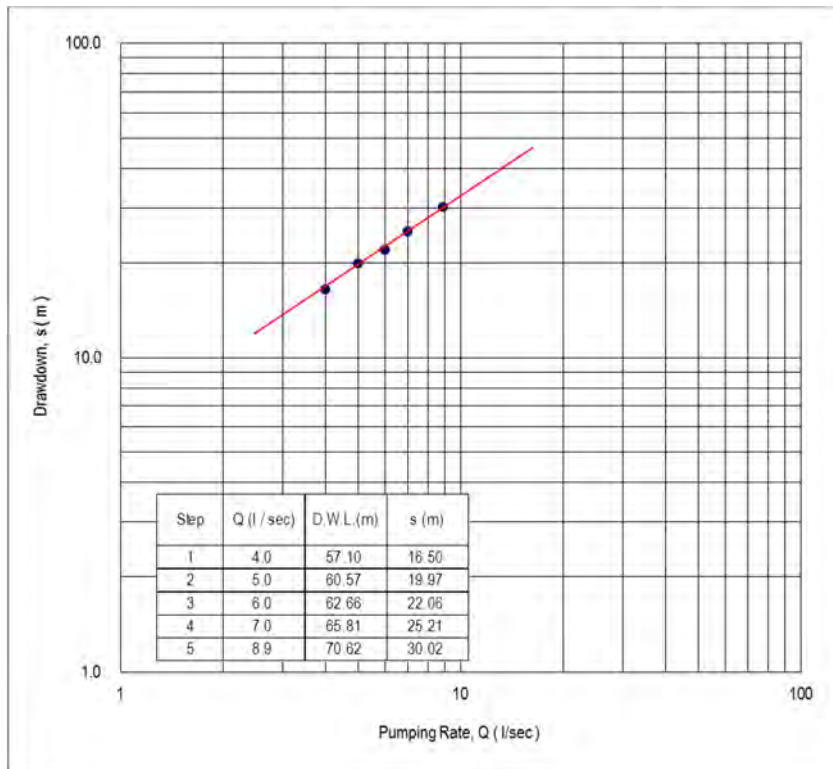


図-8 揚水量－水位降下量

図-8 に示されるように、最大揚水量の 8.9 L/秒 でも限界揚水量に達していないものと見なされる。しかし、より容量の大きなポンプが得られないことから、この値を暫定的に限界揚水量と見なすこととする。従って、適正揚水量は、 $8.9 \times 0.7 = 6.2$ L/秒 となる。

3) ケーシングの破損による連続揚水試験の未実施

Ashraf No.1 井戸の 5 段階揚水試験では、限界揚水量に達することが出来なかったため、容量のより大きなポンプを設置して、さらなる段階揚水試験を実施するべく、11kw ポンプを井戸から取り外した。その際にケーシングが動くことが判明し、さらには V ノッチの中に相当量の裏込めしたグラベルや、岩片が水と一緒に巻き上げられていることが判明した（写真-3）。即ち、この井戸の PVC ケーシングは破損しており、破損した箇所から裏込めしたグラベルや周囲の岩片が



写真-1 揚水試験時に V ノッチ内に上がったグラベル等

井戸内に混入し、井戸内に約 12m 堆積していることが判明した。また、ケーシングが上下に動くと言う事実は、破損した箇所ではケーシングが2つ以上に分かれていることでもある。このような事情から、井戸にこれ以上ダメージを及ぼすこと、並びに新たに設置したポンプの故障を避けるため、さらなる段階揚水試験および連続揚水試験の実施を中止した。

(6) Ashraf No. 2 井戸の揚水試験結果

1) 実施要領

井戸の深度は 105m で、試験用ポンプを設置する以前の静水位は、GL-41.96m であった。55kw のポンプを深度 82.4m に設置した。予備揚水試験では、静水位は GL-41.79m。バルブを全開にして揚水量は 29.6 L/秒 で 2 時間揚水した時の動水位は GL-53.45m であり、水位低下量は 11.66m であった。段階揚水試験のステップを 20.0、22.6、24.4、26.3、29.0 L/秒 の 5 段階とした。

2) 段階揚水試験

図-9 に段階揚水試験結果を示す。また、図-10 に揚水量－水位低下量グラフを示す。

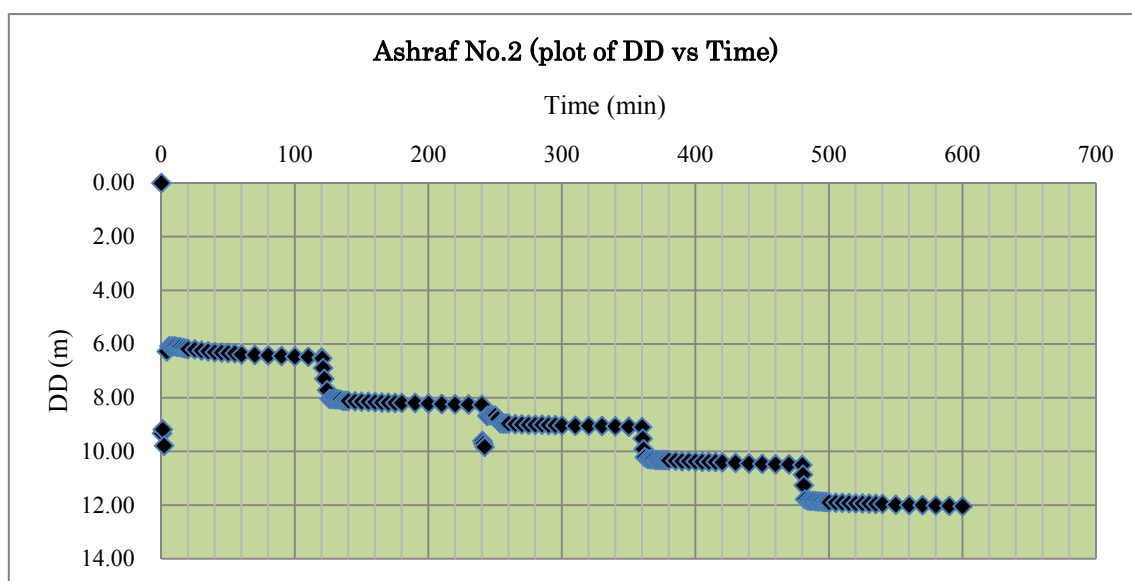


図-9 段階揚水試験結果

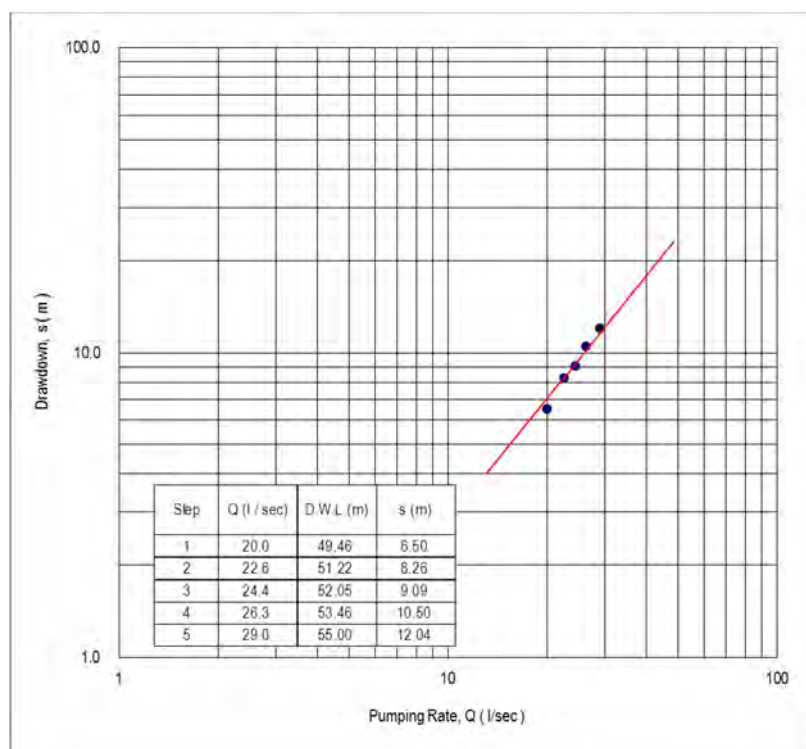


図-10 揚水量－水降下量グラフ

図-10 に示すように、最大揚水量の 29 L/秒 では限界揚水量に達していないものと推測される。しかし、これ以上容量の大きなポンプは得られないことから、この最大揚水量をもって限界揚水量と見なすこととする。従って、 $29 \times 0.7 = 20.3$ L/秒 が適正揚水量と見なされる。

3) 連続揚水試験結果

最大揚水量の 29 L/秒で 27 時間の連続揚水試験を実施した。試験結果を図-11 に示す。

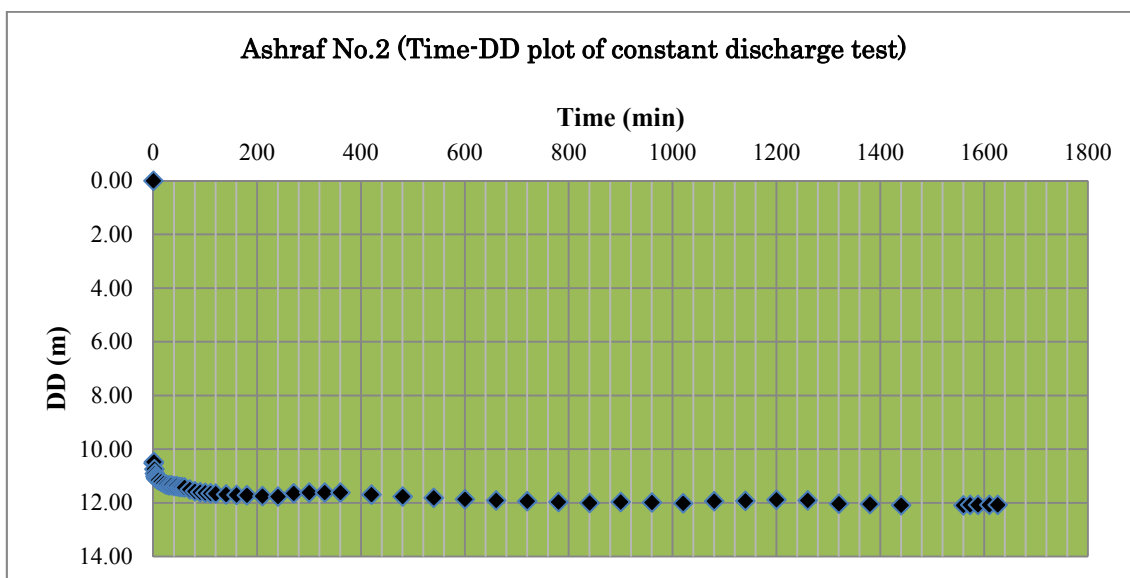


図-11 連続揚水試験結果

連続揚水試験を開始後 21 時間で、水位降下量は 11.90m で平衡に達したものと認識された。しかし、直後に Ashraf No.1 井戸の稼働が開始されると、即座に水位降下量は 13cm 低下した。その後低下量は 19cm まで増加したが、3 時間後に 17cm に落ち着き、平衡に達している。この 17cm の水位低下は Ashraf No.1 井戸との干渉による影響と見なすことが出来る。

4) 量水計の精度試験

揚水試験の最後に、付属している量水計の精度を V ノッチの読みと比較してチェックした。量水計の読みで 22.22 L/秒 の時に V ノッチでは 22.30 L/秒 であり、量水計の精度はほぼ正確であることが判明した。

資料-7 (8) 水質檢查結果

項目	單位	CES 58 *1 最大許容值	既存井						湧水		
			Charchara No.1	Charchara No.3	Charchara No.4	Ashraf No.2	Gudobahar No.1	Areke	Lome	Tikur Wuha	
Temperature *2	°C	---	24.3	24.3	24.4	25.1	24.0	23.9	23.9	23.8	
Electric Conductivity *2	mS/m	---	31.5	26.8	25.4	34.5	23.5	19.8	20.1	20.9	
pH *2	---	6.5 - 8.5	6.79	6.91	6.88	6.78	6.85	6.27	6.34	6.36	
Turbidity *3	NTU	5	<1.0	2.0	1.0	3.0	3.0	2.0	<1.0	2.0	
Colour	TCU	15	ND	1.0	0.0	<0.0	0.0	<0.0	<0.0	<0.0	
Odour	---	unobjectiona ble	unobjectiona ble	unobjectiona ble	unobjectiona ble	unobjectiona ble	unobjectiona ble	unobjectiona ble	unobjectiona ble	unobjectiona ble	
Taste	---	unobjectiona ble	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	
Total hardness (as CaCo3)	mg/l	300	84.3	83.2	68.4	96.1	69.7	56.1	58.0	69.8	
Total dissolved solids (TDS)	mg/l	1,000	144.0	120.0	108.0	167.0	107.0	91.4	86.0	91.5	
Total Iron (as Fe)	mg/l	0.3	<0.01	<0.01	<0.01	0.11	<0.01	0.05	0.15	0.01	
Manganese (as Mn)	mg/l	0.5	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	
Ammonia (NH3+NH4)	mg/l	1.5	<0.013	<0.013	<0.013	0.019	<0.013	<0.013	<0.013	<0.013	
Residual, free chlorine *2	mg/l	0.5	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	

項目	單位	CES 58 *1 最大許容值	既存井						湧水			
			Charchara No.1	Charchara No.3	Charchara No.4	Ashraf No.2	Gudobahar No.1	Areke	Lome	Tikur Wuha		
Anionic surfactants, as mass concentration of MBAS	mg/l	1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Magnesium (as Mg)	mg/l	50	21.0	17.3	14.9	17.8	16.4	11.5	11.0	12.8		
Calcium (as Ca)	mg/l	75	61.0	64.0	53.0	76.0	46.0	42.0	43.0	55.0		
Copper (as Cu)	mg/l	2	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10		
Zinc (as Zn)	mg/l	5	0.58	1.07	0.52	1.06	2.49	4.31	3.01	5.44		
Sulfates (as SO4)	mg/l	250	<5.0	10.0	9.0	15.0	11.0	<5.0	<5.0	<5.0		
Chloride (as Cl)	mg/l	250	<10.0	<10.0	<10.0	21.0	<10.0	13.0	17.0	16.0		
Total alkalinity (as CaCO3)	mg/l	200	150.0	151.0	133.0	223.0	116.0	110.0	100.0	110.0		
Sodium (as Na)	mg/l	200	<10.0	<10.0	<10.0	<10.0	<10.0	22.0	25.0	10.0		
Potassium (as K)	mg/l	1.5	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0		
Aluminium (as Al)	mg/l	0.2	Nil	Nil	Nil	Nil	0.01	0.01	Nil	0.01		
Bicarbonate (HCO3) *4	mg/l	---	17.08	12.20	9.76	19.52	9.76	7.32	7.32	4.88		
Barium (as Ba)	mg/l	0.7	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace		

項目	單位	CES 58 *1 最大許容值	既存井						湧水			
			Charchara No.1	Charchara No.3	Charchara No.4	Ashraf No.2	Gudobahar No.1	Areke	Lome	Tikur Wuha		
Total mercury (as Hg)	mg/l	0.001	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
Cadmium (as Cd)	mg/l	0.003	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Arsenic (as As)	mg/l	0.01	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Cyanide (as CN)	mg/l	0.07	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Nitrite (as NO2)	mg/l	3	0.036	0.0066	0.0066	0.056	0.013	0.023	0.023	0.023	0.023	0.013
Nitrate (as NO3)	mg/l	50	16.8	13.3	<2.2	7.1	17.9	13.3	14.1	14.1	12.4	
Phenotic compound (as phenols)	mg/l	0.002	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Lead (as Pb)	mg/l	0.01	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Boron (as B)	mg/l	0.3	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Selenium (as Se)	mg/l	0.01	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Fluoride (as F)	mg/l	1.5	0.13	0.16	0.16	0.2	<0.08	<0.08	<0.08	<0.08	<0.08	<0.08
Chromium (as Cr)	mg/l	0.05	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.039
DDT	mg/l	2	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Heptachlor and heptachlor epoxide	mg/l	0.03	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003
Hexchlorobenzen e	mg/l	1	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

項目	單位	CES 58 *1 最大許容值	既存井						湧水			
			Charchara No.1	Charchara No.3	Charchara No.4	Ashraf No.2	Gudobahar No.1	Areke	Lome	Tikur Wuha		
Lindane (Gamma - BHC)	mg/l	2	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Methoxychlor	mg/l	20	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Aldrin / Dieldrine	mg/l	0.03	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003
1,2 Dichloroethane	mg/l	30	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
1,1,1 Trichloroethane	mg/l	2001	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Trichloroethene	mg/l	70	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Trichlorobenzene	mg/l	20	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
Hexachlorobutadi ene	mg/l	0.6	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006
Coliform organisms	number/100 ml	must not be detectable										
E. Coli	number/100 ml	must not be detectable										

*1: CES 58: Compulsory Ethiopian Standard (First edition, 2013) Drinking Water - Specifications ICS:13:060.20

*2: Parameters measured on site

*3: 1 FAU = 1 NTU (formazin measured as type of standard)

*4: mg/l = meq/l x equivalent weight (Equivalent weight of Bicarbonate= 61)

項目	單位	CES 58 *1 最大許容值	公共水栓		試掘井				
			Public Tap - Zone B	Public Tap - Zone C	Charchara TW-No.1	Charchara TW-No.2	Charchara TW-No.3	Ashraf TW-No.2	Ashraf TW-No.3
Temperature *2	°C	---	24.1	26.8	23.2	22.7	23.4	23.4	25.2
Electric Conductivity *2	mS/m	---	27.4	27.0	24.2	29.5	30.6	36.0	48.7
pH *2	---	6.5 - 8.5	7.05	6.82	6.62	6.70	6.60	6.92	7.22
Turbidity	NTU	5	3.00	<1.0	<1.0	<1.0	1.46	Trace	1.00
Colour	TCU	15	5.00	<0.0	ND	ND	Colourless	Colourless	ND
Odour	---	unobjectionable	unobjectionable	unobjectionable	unobjectionable	unobjectionable	Odourless	Odourless	Odourless
Taste	---	unobjectionable	Good	Good	Good	Good	Tastless	Tastless	Tastless
Total hardness (as CaCo3)	mg/l	300	73.30	74.10	60.60	141.00	164.00	188.00	106.00
Total dissolved solids (TDS)	mg/l	1,000	120.00	127.00	125.00	128.00	172.00	222.00	310.00
Total Iron (as Fe)	mg/l	0.3	0.11	0.04	0.03	<0.01	0.03	0.03	0.08
Manganese (as Mn)	mg/l	0.5	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	Trace	Trace	Trace
Ammonia (NH3+NH4)	mg/l	1.5	<0.013	<0.013	<0.013	<0.013	0.23	0.21	0.19
Residual, free chlorine *2	mg/l	0.5	0.0	0.0	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Anionic surfactants, as mass concentration of MBAS	mg/l	1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Magnesium (as Mg)	mg/l	50	14.30	14.10	10.60	14.00	10.56	14.40	6.24
Calcium (as Ca)	mg/l	75	59.00	60.00	39.00	39.00	48.00	51.20	32.00
Copper (as Cu)	mg/l	2	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	Trace	Trace	Trace
Zinc (as Zn)	mg/l	5	1.29	4.63	3.02	2.38	0.04	0.04	0.04

項目	單位	CES 58 *1 最大許容值	公共水栓		試掘井					
			Public Tap - Zone B	Public Tap - Zone C	Charchara TW-No.1	Charchara TW-No.2	Charchara TW-No.3	Ashraf TW-No.2	Ashraf TW-No.3	
Sulfates (as SO4)	mg/l	250	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0			
Chloride (as Cl)	mg/l	250	22.00	24.00	<10.0	<10.0	5.96	5.54	5.96	5.96
Total alkalinity (as CaCO3)	mg/l	200	150.00	150.00	132.00	163.00	162.00	200.00	280.28	280.28
Sodium (as Na)	mg/l	200	18.0	<10.0	12.0	29.0	10.2	35.0	85.0	85.0
Potassium (as K)	mg/l	1.5	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	0.7	2.0	2.7	2.7
Aluminium (as Al)	mg/l	0.2	Nil	Nil	0.04	0.035	Trace	Trace	Trace	Trace
Bicarbonate (HCO3)	mg/l	---	12.20	9.76	9.76	9.76	197.64	244.00	341.94	341.94
Barium (as Ba)	mg/l	0.7	Trace	Trace	Trace	Trace	1.0	Trace	Trace	Trace
Total mercury (as Hg)	mg/l	0.001	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
Cadmium (as Cd)	mg/l	0.003	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Arsenic (as As)	mg/l	0.01	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Cyanide (as CN)	mg/l	0.07	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Nitrite (as NO2)	mg/l	3	0.013	0.0066	0.001	0.01	0.005	0.007	0.025	0.025
Nitrate (as NO3)	mg/l	50	12.0	12.0	<2.2	7.6	17.7	0.02	<0.9	<0.9
Phenolic compound (as phenols)	mg/l	0.002	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Lead (as Pb)	mg/l	0.01	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Boron (as B)	mg/l	0.3	<0.05	<0.05	<0.05	0.05	Trace	Trace	Trace	Trace
Selenium (as Se)	mg/l	0.01	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Fluoride (as F)	mg/l	1.5	<0.08	<0.08	<0.08	<0.08	0.46	0.20	0.52	0.52

項目	單位	CES 58 *1 最大許容值	公共水栓		試掘井					
			Public Tap - Zone B	Public Tap - Zone C	Charchara TW-No.1	Charchara TW-No.2	Charchara TW-No.3	Ashraf TW-No.2	Ashraf TW-No.3	
Chromium (as Cr)	mg/l	0.05	<0.01	0.022	<0.01	<0.01	Trace	Trace	Trace	Trace
DDT	mg/l	2	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Heptachlor and heptachlor epoxide	mg/l	0.03	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003
Hexchlorobenzene	mg/l	1	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Lindane (Gamma - BHC)	mg/l	2	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Methoxychlor	mg/l	20	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Aldrin / Dieldrine	mg/l	0.03	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003
1,2 Dichloroethane	mg/l	30	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
1,1,1 Trichloroethane	mg/l	2001	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Trichloroethene	mg/l	70	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Trichlorobenzenes (total)	mg/l	20	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
Hexachlorobutadiene	mg/l	0.6	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006
Coliform organisms	number/100ml	must not be detectable								
E. Coli	number/100ml	must not be detectable								

*1: CES 58: Compulsory Ethiopian Standard (First edition, 2013) Drinking Water - Specifications ICS:13:060.20

*2: Parameters measured on site

*3: 1 FAU = 1 NTU (formazin measured as type of standard)

*4: mg/l = meq/l x equivalent weight (Equivalent weight of Bicarbonate= 61)

資料-7 (9) 社会調査結果

社会調査結果

1 調査目的・方法

水道事業の現状と住民意識・水源利用状況等を確認するため社会調査を実施した。対象地域を11ヶ所に区切り、給水状況、世帯収入、水道料金の請求・支払い状況、水道以外の水源利用状況、ジェンダーについて、インタビュー形式のアンケート調査を行った。

・調査箇所

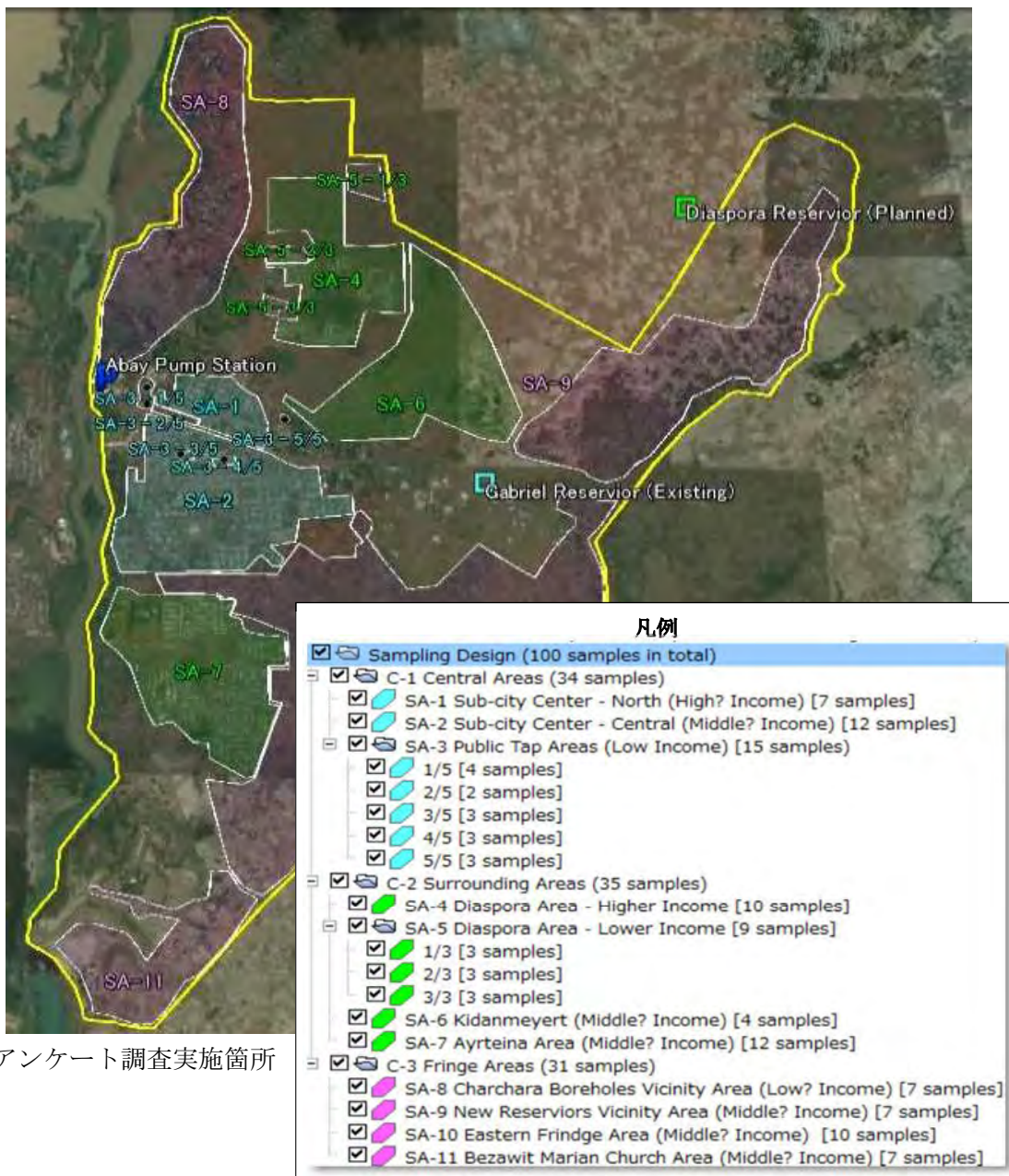


図1 アンケート調査実施箇所

11カ所のサンプリング・エリアは、C-1 中心部 (Central Area)、C-2 囲み部 (Surrounding Area)、及び C-3 周辺部 (Fringe Area) という3つのカテゴリーに分類した。これらのサンプリング・エリアには、Charchara 周辺や Diaspora 地区内に存在する少数民族 Negede のコミュニティや既存の公共水栓を利用しているの低所得者層の居住地域も含まれている。対象地域においてそれぞれ7~15サンプル世帯を無作為に抽出した。

2 調査結果

(1) サンプリング・エリアの世帯構成人数及び所得

以下に、各サンプリング・エリアの世帯構成人数、総所得及び電話料金について示す。

表1 各サンプリング・エリアの世帯構成人数、総所得及び電話料金

サンプリング・エリアのカテゴリー	C-1: 中心部				C-2: 囲み部					C-3: 周辺部					全体の平均値 (参考値)	
	SA-1: Sub-city Center – North	SA-2: Sub-city Center – Central	SA-3: Public Tap Areas	C1での平均値 (参考値)	SA-4: Diaspora Area – Higher Income	SA-5: Diaspora Area – Lower Income	SA-6: Kidanmeyert Area	SA-7: Ayrteina Area	C2での平均値 (参考値)	SA-8: Charchara Boreholes Vicinity Area	SA-9: New Reservoirs Vicinity Area	SA-10: Eastern Fringe Area	SA-11: Bezawit Marian Church Area	C3での平均値 (参考値)		
平均世帯構成人数 (人)	5.7	5.8	6.7	6.0	5.8	5.3	4.5	5.4	5.3	5.6	4.9	5.2	5.0	5.2	5.5	
平均総世帯所得 (Birr/月)	4,417	3,646	2,600	3,554	4,900	2,844	1,088	3,825	3,164	1,357	1,595	1,666	1,231	1,462	2,727	
所得レベルによる地域の分類	高所得者層	中所得者層	低所得者層	—	高所得者層	中所得者層	貧困層	中所得者層	—	貧困層	貧困層	貧困層	貧困層	—	—	
平均総電話料金	月額 (Birr/月)	255	175	97	176	313	133	147	217	202	111	79	74	76	85	154
	世帯所得に対する割合 (%)	5.8	4.8	3.7	4.8	6.4	4.7	13.5	5.7	7.6	8.2	4.9	4.4	6.2	5.9	6.1
石鹸を用いて手を洗う世帯の割合 (%)	67	100	93	87	70	71	25	83	62	14	14	30	29	22	57	
水系感染症発生回数 (回/年/世帯)	1.4	2.7	1.2	1.8	2.0	3.2	2.3	1.5	2.3	3	5.5	1.5	3.6	3.4	2.5	

上表に示すように、11カ所のサンプリング・エリアを平均総世帯所得に対する以下の条件を用いて分類し、異なる色により示した。

貧困層地域:	平均 Birr 2,000/月以下	← 1,000 ETB /月程度	2010/11年に設定された「エ」国の総貧困ライン
低所得者層地域:	平均 Birr 2,001~3,000/月		
中所得者層地域:	平均 Birr 3,001~4,000/月		
高所得者層地域:	平均 Birr 4,000/月超	← 3,000 ETB /月程度	2015年時点の世界銀行の国際貧困ライン

(2) 水因性疾患

水因性疾患について、下表に示す。

表2 ヒダール11都市区における5歳児以下の疾病ランキング上位(2014/15年度)

順位	病名	発生数	割合(%)
1	下痢(出血を伴わない)	895	31.6
2	急性上気道感染	639	22.5
3	肺炎	449	15.8
4	蠕虫病	238	8.4
5	皮膚感染症及び皮下組織の疾患	230	8.1
6	目の疾患	116	4.1
7	下痢(出血を伴う)	88	3.1

出典: ヒダール11ヘルスセンター

(3) 水道とその他の水源利用状況

次頁に「水道及び水源の利用状況と費用」、次々頁に「給水時間、満足度、及び満足及び不満の理由」について示す。

表3 水道と他水源の利用状況と費用

サンプリング・エリアの カテゴリー		C-1: 中心部				C-2: 囲み部				C-3: 周辺部								
サンプリング・エリアの ID 及び名前		SA-1: Sub-city Center - North	SA-2: Sub-city Center - Central	SA-3: Public Tap Areas	C 1 での平均値 (参考値)	SA-4: Diaspora Area - Higher Income	SA-5: Diaspora Area - Lower Income	SA-6: Kidanmeyert Area	SA-7: Ayrteina Area	C 2 での平均値 (参考値)	SA-8: Charchara Boreholes Vicinity Area	SA-9: New Reservoirs Vicinity Area	SA-10: Eastern Fringe Area	SA-11: Bezawit Marian Church Area	C 3 での平均値 (参考値)			
地域の所得レベル		高所得者層	中所得者層	低所得者層	-	高所得者層	中所得者層	貧困層	中所得者層	-	貧困層	貧困層	貧困層	貧困層	-			
総水使用量 (L/日/人)		86	87	38	70	58	36	36	67	49	32	20	33	18	26			
総水購入費 (ボトル水以外)	(Birr/月/世帯)	53	75	41	56	37	33	22	47	37	10	21	27	-	19			
	総世帯所得に対する%	1.2	2.1	1.6	1.6	0.8	1.2	2.0	1.2	1.3	0.7	1.3	1.6	-	1.2			
特定の水道オプション及び水源を利用している世帯の割合 (%) ただし、[]内及び{ }内に、各水道オプションもしくは水源を用いている世帯における、そのオプションもしくは水源の平均水使用量 (L/日/人) と平均購入費用 (Birr/月/世帯) をそれぞれ示す。	公共水道	公共水道全体	100 [85]{53}	100 [75]{66}	93 [29]{28}	97	100 [45]{27}	100 [22]{24}	75 [24]{30}	100 [63]{44}	94	0	0	80 [22]{13}	0	20		
		各戸給水	各戸給水	71 [76]{64}	33 [76]{65}	13 [69]{45}	39	70 [46]{26}	33 [21]{23}	0	42 [89]{57}	36	0	0	0	0	0	0
			非共用ヤードタップ	29 [106]	67 [76]{66}	53 [27]{28}	50	30 [45]{29}	22 [21]{23}	50 [24]{22}	58 [47]{35}	40	0	0	40 [31]{26}	0	10	
			共用ヤードタップ - 所有者	0	0	0	0	0	22 [34]{15}	0	0	6	0	0	0	0	0	0
			公共ヤードタップ - 利用者	14	0	0	5	0	22 [11]{45}	25 [20]{45}	0	12	0	0	0	0	0	0
			公共水栓	0	0	33 [11]{17}	11	0	0	0	0	0	0	0	40 [15]{0}	0	0	10
			その他	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	井戸	非共用所有井戸	0	0	13	4	0	0	0	0	0	43 [15]	43 [9]	0	0	0	21	
		共用所有井戸	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14 [4]	14 [10]	0	0	0	7	
		他者所有井戸の共有	0	0	0	0	0	0	50 [6]	0	13	43 [13]	29	10	0	0	20	
		コミュニティ井戸	0	0	0	0	0	0	25 [8]	0	6	0	0	0	0	0	0	
		その他	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	自然水源	泉	0	0	0	0	0	0	25 [8]	0	6	0	14 [10]	0	43 [8]	0	14	
		川	0	0	13 [15]	4	10	11 [5]	75 [14]	0	24	14 [20]	29 [6]	60 [8]	71 [11]	0	44	
		小川	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		湖	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14 [20]	0	0	0	0	4	
		池	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		その他	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	水売り	雨水利用	43 [3]	67 [15]	67 [6]	59	70 [12]	89 [10]	25 [3]	25 [9]	52	71 [16]	71 [11]	90 [9]	71 [9]	0	76	
		ヤードタップを水源とする	0	0	20 [6]{39}	7	10 [8]{30}	22 [9]{30}	0	25 [3]{12}	14	0	0	10 [10]{45}	0	3		
公共水栓を水源とする		0	0	20 [9]{32}	7	10	22 [5]{15}	0	0	8	0	0	0	0	0	0		
その他を水源とする		14	25 [7]{36}	0	13	40 [8]{23}	11 [10]{15}	0	0	13	29 [8]{34}	14 [2]{8}	30 [11]{30}	14 [7]	0	22		
その他		0	0	0	0	20 [0.2]{0}	0	0	0	5	0	0	10 [10]{30}	0	3			

表 4：給水時間、満足度、及び満足及び不満の理由

サンプリング・エリアのカテゴリー		C-1: 中心部			C-2: 囲み部			C-3: 周辺部				
サンプリング・エリアの ID 及び名前		SA-1: Sub-city Center - North	SA-2: Sub-city Center - Central	SA-3: Public Tap Areas	SA-4: Diaspora Area - Higher Income	SA-5: Diaspora Area - Lower Income	SA-6: Kidanmeyert Area	SA-7: Ayrteina Area	SA-8: Charchara Boreholes Vicinity Area	SA-9: New Reservoirs Vicinity Area	SA-10: Eastern Fringe Area	SA-11: Bezawit Marian Church Area
地域の所得レベル		高所得者層	中所得者層	低所得者層	高所得者層	中所得者層	貧困層	中所得者層	貧困層	貧困層	貧困層	貧困層
公共水道利用者の割合		100	100	100	100	100	75	100	0	0	80	0
平均給水時間	日/週	6.0	5.8	5.3	2.4	2.5	4.3	6.0	-	-	4.8	-
	時間/日	20.0	17.8	15.5	9.0	11.6	18.7	17.2	-	-	19.5	-
公共水道サービスの質に、季節変動がある世帯の割合		71	75	60	90	44	100	75	-	-	38	-
主な雨季と乾季の水道サービスの違い		乾季の水不足と雨季の水質悪化			乾季の水不足及び水圧低下		乾季の水不足	乾季の水不足と雨季の水質悪化			乾季の水不足	
水道に満足している利用世帯の割合 (%)		43	50	20	0	0	0	50	-	-	50	-
水道サービスに満足していない水道利用者が不満の理由として挙げた割合 (%) (複数回答可)	水道全般	a. 少ない量	50	83	67	80	89	100	-	-	-	-
		b. 短い給水時間	25	67	83	90	100	100	-	-	-	-
		c. 低水圧	50	50	42	90	33	0	-	-	-	38
		d. 低水質	25	50	25	10	0	0	-	-	-	0
		1. 悪臭	0	33	0	0	-	-	-	-	-	-
		2. 悪い味	0	0	33	100	-	-	-	-	-	-
		3. 濁度	100	100	100	0	-	-	-	-	-	-
		4. 色度	0	67	67	0	-	-	-	-	-	-
	5. 低い安全性	0	0	0	0	-	-	-	-	-	-	
	e. 遅い漏水修復	0	33	33	30	0	67	-	-	-	0	
	f. 高い接続料金	0	0	0	20	0	0	-	-	-	0	
	水道接続所有者	g. 高額である	50	50	17	0	0	67	-	-	-	13
		h. 不正確な水道メータ	25	0	0	10	0	0	-	-	-	0
		i. 顧客サービスが悪い	25	0	0	30	33	33	-	-	-	0
	他世帯の「ヤト・タフ」利用者	j. 短い利用可能時間	0	-	-	-	0	0	-	-	-	-
		k. 遠すぎる	0	-	-	-	0	0	-	-	-	-
		l. 高額である	0	-	-	-	22	0	-	-	-	-
	公共水栓	m. 短い利用可能時間	-	-	50	10	-	-	-	-	-	50
		n. 遠すぎる	-	-	8	0	-	-	-	-	-	38
		o. 高額である	-	-	0	0	-	-	-	-	-	13
p. 修理が必要		-	-	0	0	-	-	-	-	-	25	
q. より多くの機能が必要		-	-	0	0	-	-	-	-	-	13	
r. 利用者が多すぎる		-	-	58	10	-	-	-	-	-	38	
共通	s. 管理が悪い	-	-	8	0	-	-	-	-	-	0	
	t. その他	0	0	8	0	-	-	-	-	-	0	
満足の理由とした割合 (%)	a. 低価格もしくは手頃な価格	100	33	33	-	-	-	83	-	-	-	-
	b. 十分な水量	100	67	100	-	-	-	100	-	-	-	-
	c. 十分な水質	33	83	100	-	-	-	83	-	-	-	-
	d. 十分な給水時間	33	50	67	-	-	-	100	-	-	-	-
	e. 良い水質	33	0	67	-	-	-	50	-	-	-	-
	f. 良い顧客サービス	0	33	0	-	-	-	0	-	-	-	-
	g. その他	0	0	0	-	-	-	0	-	-	-	-

資料-7(10) 被影響世帯の社会経済情報

Sheet for Socio-economic Survey of Affected People																	
Socio Economic Survey (as of December, 2016)																	
No.	Project Affected Persons at Selected Project Sites	Area Acquired for the Project (m ²)	Information of Affected Household						Possession of Landholding Certificate at the Time of Land Acquisition (Yes or No)	Total Area of Other Land Holdings (m ²)	Percentage of Area Acquired by the Project	Total Household Income (ETB/month)	Source of Income		Cultural		
			Size of Household (persons)	Gender of Household Head (male or female)	Number of Women	Number of Children (0-14 y.o.)	Number of Elderly (65 y.o.)	Number of persons with disabilities					Primary Source	Secondary Source	Ethnicity	Religion	
I	Charchata TW-No.1																
1		539	F	2	1	—	—	—	—	Yes	8,000	Agriculture	—	2,600	Christianity	Amhara	
2		320	M	4	4	—	—	—	—	Yes	5,000	Agriculture	—	2,000	Christianity	Amhara	
3		416	M	2	2	—	—	—	—	Yes	4,000	Agriculture	—	2,200	Christianity	Amhara	
	Sub Total	1,275															
II	Charchata TW-No.2																
1		378	M	7	1	—	—	—	—	Yes	10,000	Agriculture	—	4,600	Christianity	Amhara	
2		378	M	3	2	—	—	—	—	Yes	2,675	Agriculture	—	2,500	Christianity	Amhara	
3		378	F	3	2	—	—	—	—	Yes	12,000	Agriculture	—	3,100	Christianity	Amhara	
4		504	M	3	—	—	—	—	—	Yes	2,900	Agriculture	—	4,200	Christianity	Amhara	
5		504	F	3	1	—	—	—	—	Yes	6,900	Agriculture	—	3,000	Christianity	Amhara	
6		378	F	3	1	—	—	—	—	Yes	3,675	Agriculture	—	1,200	Christianity	Amhara	
7		378	M	2	1	—	—	—	—	Yes	4,675	Agriculture	—	2,900	Christianity	Amhara	
8		378	M	3	2	—	—	—	—	Yes but lost	2,675	Agriculture	—	2,900	Christianity	Amhara	
9		378	M	1	1	—	—	—	—	Yes	2,675	Agriculture	—	2,300	Christianity	Amhara	
10		378	M	2	2	—	—	—	—	Yes	2,675	Agriculture	—	1,320	Christianity	Amhara	
11		378	M	2	1	—	—	—	—	Yes	3,675	Agriculture	—	3,700	Christianity	Amhara	
12		378	M	2	—	—	—	—	—	Yes	1,675	Agriculture	—	2,000	Christianity	Amhara	
13		378	M	2	1	—	—	—	—	Yes	6,000	Agriculture	—	3,350	Christianity	Amhara	
	Sub Total	5,166															
III	Charchata TW-No.3 & New Pump Station																
1		1,075	M	2	1	—	—	—	—	Yes	10,000	Agriculture	Driver	1,750	Christianity	Amhara	
2		2,150	F	4	—	—	—	—	—	Yes	12,500	Agriculture	—	458	Christianity	Amhara	
	Sub Total	3,225															
IV	Asharaf TW-No.2																
1		3,611	M	3	1	—	—	—	—	Yes	16,000	Agriculture	—	1,179	Christianity	Amhara	
	Sub Total	3,611															
V	Asharaf TW-No.3																
1		3,149	F	2	—	—	—	—	—	Yes	16,000	Agriculture	—	663	Christianity	Amhara	
	Sub Total	3,149															
VI	Diaspora Reservoir Expansion Site																
1		473	M	4	3	—	—	—	—	Yes	20,000	Agriculture	—	833	Christianity	Amhara	
2		244	M	3	1	—	—	—	—	Yes	24,000	Agriculture	—	1,313	Christianity	Amhara	
3		594	F	5	1	—	—	—	—	Yes	10,000	Agriculture	—	629	Christianity	Amhara	
4		239	M	8	5	—	—	—	—	Yes	16,000	Agriculture	—	863	Christianity	Amhara	
5		225	M	2	4	—	—	—	—	Yes	20,000	Agriculture	—	863	Christianity	Amhara	
6		1,065	F	4	3	—	—	—	—	Yes	18,000	Agriculture	—	1,542	Christianity	Amhara	
	Sub Total	2,840															
	Total	19,266															

Minutes of the Stakeholders Meeting

Venue: Addis Amba Hotel - Bahir Dar City - Ethiopia
Date: 14 April 2016 (9:30 am to 1:30 pm)
Chair: Ato Yimer Habte, Deputy Head, ANRS WIEDB¹
Ato Abiy Sesay, Head, BDWSSS²

Presenters:

1. Ato Belsti Yaye - Deputy Head at BDWSSS
2. Ato Netsanet - Environmentalist at WIEDB
3. Ato Girma Seyoum – Sociologist (MS Consultancy)
4. Ato Getachew Fetene – Environmental Expert (MS consultancy)

In Attendance: Representatives of relevant regional bureaus, PAPs, NGOs, religious establishments... (Attendance list attached)

The meeting was opened by an opening address from Ato Yimer Habte, Deputy Head, ANRS WIEDB. He outlined the objectives of the water supply project and required environmental and social impact assessment (EIA) study. He emphasized the importance of the meeting for discussing findings of the EIA study. He then called the presenters to make their presentations.

The first presenter was Ato Belsti Yaye, Deputy Head at BDWSSS, on the overall project background and activities to alleviate the water scarcity of Bahir Dar City and the target area of the project, the eastern part of the City. He outlined the role of JICA in this effort and works achieved since the inception of the project. He described the areas to be covered by the project, the facilities to be constructed, the likely positive impacts of the project and the project alternatives for design.

Ato Netsanet, Environmentalist at WIEDB made the next presentation. His presentation focused on the definitions of environmental impact, the process of its assessment, the need for the assessment and the areas of environmental assessment to be focused on.

This was followed by presentations of local consultants on detailed environmental and social impact assessments that were undertaken for the project. Ato Getachew Fetene, environmental expert, presented the environmental assessment findings and Ato Girma Seyoum, sociologist, the social assessment findings. These covered the potential positive and negative impacts and the mitigation measures that will be required.

The major potential positive impacts of the project that were presented are improved health and economic conditions in the target area resulting from sufficient water supply and better water quality. As presented by the experts, the major potential environmental impacts are manifested mainly as soil erosion, clearance of vegetation cover, and impacts of liquid and solid waste on protected areas

¹ WIEDB: Water Irrigation and Energy Development Bureau

² BDWSSS: Bahir Dar Water Supply and Sanitation Services

during construction. Moreover, it was indicated that the negative impacts of other development activities like polluting industries, social malpractice on the water quality, the consequences of the significant increase in liquid wastes (following raise in the total volume of potable water supply), lowering of groundwater table, etc. Regarding social impacts loss of developments on the land and the land itself; effects on water supply services and water resources as result of the projects implementation (including temporary intermission of water during construction); poor sanitation practices around boreholes and reservoirs; wastage of limited water resources and others were presented.

After the presentations the chairman opened the floor for discussions and called for comments and questions. The issues raised by participants were the following:

- The project has impact on different utilities provided in the area. There is a committee to manage this condition. The study should consider the activity of this committee in managing the problem and has to contact and discuss with it on the management of damage that will result due to project activities.
- The project was started (digging boreholes for testing) before getting acceptance by the ANRS Environment, Forest and Wildlife Protection Development Authority.
- The plan of the Project should avoid conflict with other plans (e.g. industrial area development in Ashraf)³ Some of the industries planned to be constructed near the Asheref well field area may pollute and others may overuse the ground water resources). Does the study considered these situations?
- The traditional toilets around the well field area should get attention and the usual polluting sanitation practice of the community should be changed to protect ground water sources.
- Compensation cannot be a mitigation measure if it is not accompanied by measures to support PAPs capacity to engage in productive ventures to utilize the payments. Measures in this direction should thus be considered. Compensation payments should be aligned with current practices of payments for telephone and power lines
- There should be a monitoring plan to conform the implementation of recommended impact mitigation measures. This plan should show clearly the role of each stakeholder. The monitoring activity should use the formats developed by Environment Forest Wildlife Protection and Development Authority's format.
- Proposed boreholes are concentrated in the same areas. Wouldn't this lead over withdrawal of groundwater and finally to subsidence?
- Is the replenishment capacity of the boreholes studied properly? As well as the impact of other agricultural (use of fertilizer, pesticide, herbicide) and economic practices on the project?
- Regarding the impacts of the project which extend beyond the authority of the project owners, who is responsible for the coordination of other stakeholders to managed the impacts?
- As explained, it seems that the project is restricted to potable water supply only. However, the project should also cover sewerage system development as a component since water and sanitation are interrelated.
- Suggested use of HDPE is not appropriate in consideration of local soil and other conditions.

³ Bottled water factory, Leather industry, etc.

- The construction of the Zenzelma campus of Bahir Dar University is going on without sufficiently involving the university. The university has requested additional land to construct treatment plant and other facilities which support the management of environmental problems of the area. The University needs support and immediate response from the city administration regarding this additional land request.
- The activities of the project in the area behind the Zenzelma Campus of Bahir Dar University did not consider the university's outstanding land request for expansion in the area, its current efforts to provide water to residents in the area and its plans to tackle waste emission from its compound.
- In spite of the unreserved cooperation of its local administration and its potential as source of water, the population of Zenzelama Kebele is not getting its due share in water supply services from BDWSSS.
- Compensation payments are very low and not commensurate with loss incurred by PAPs (farmers). For example, land loss for which Br 500 is received in compensation is compared with Br 10,000 income if continued to farm on it. If loss is unavoidable, what alternative employment is possible to restore the livelihood of the affected people?
- The responsible organ for compensation should be defined clearly. Also it should be clear if loss is temporary or permanent. Compensation should be accompanied by employment support (e.g. training, organizing and guiding PAPs to continue with gainful livelihood).
- Compensation valued at Br 80,000 finally paid only Br 27,000. Likewise developments on the land valued at Br 2,700 paid only Br 600. As a result, the farmer was forced to accept the offer to avoid bureaucratic hassle and extended time required in court proceedings. Although neighbor went through court process and managed to obtain slightly better payment but was not worth the effort.

The chairman called on the presenters to respond to the issues raised and discussions continued.

Ato Netsanet dwelt on:

- There is need for the city administration to be fully prepared to tackle pending environmental risks. He gave the example of the situation in Ashraf as critical. The environmental and sanitation situations is much below national standards. Basic toilet requirements are not met.
- It is well known and recognized that compensation payments are very low. But it is managed within existing government laws and means. But efforts continue to be made to make revisions and supplement the payments with other support (such as training and employment opportunity in project).
- In the process of compensation payments, PAPs should also clearly understand their entitlements and be able to argue their case.
- HDPE has limitations but is the best that is currently available.
- The problem of Zenzelma is not unique. Attempts are being made to meet the needs of different sections of the city and its outskirts in stages.

Ato Belsti's Responses addressed:

- Zenzelama is not only a source of water. Construction is now going on and significant part of the outskirts of the town will be covered by the project.

- Some PAPs are already employed as guards to support the PAPs whose land has been acquired.
- To improve the situation of low compensation payments, revisions are made in the tariff for the payments. The last revision was made three months ago and is being applied in the calculation of payments at present.
- Responsibility for the payments of compensation is always that of the project owner. In this case it is BDWSSS. It determines the location and size of its land requirements and passes it to the city administration. The measurement of the land to be acquired, estimation and calculation of the amounts to be paid is determined by the city administration.

The consultants on the EIA study also explained that:

- Due to the urgent demand for the project, some preliminary parts of the project (digging test boreholes) which help the planning of the project started earlier. As a consultant, we are advising and all important protection measures have been implemented to avoid unnecessary impacts.
- All the recommendations and points for considerations raised in the discussion will be considered in the EIA study

After some clarification discussions, the chairman summarized the understandings reached at the meeting:

- Compensation should always be managed within the existing legal framework.
 - Our role should be how to facilitate the process and make it transparent and acceptable within the law.
 - There should be trust between the authorities and PAPS. We should work together within the capacity of the administration.
 - JICA's minimum standards and requirements should be strictly adhered to. JICA's past support with other projects in the country and here is credible and can be counted on. We have to live up to their standards.
 - For implementation there will be a steering committee with membership drawn from relevant entities.
 - The University's problem has to be addressed by the city administration. We will look into technical problems jointly through a technical committee.
 - The cooperation of all stakeholders is called for in order to proceed with implementation.
- ❖ The meeting was concluded with a closing statement from Ato Abiy Sesay, Head of BDWSSS and Mr. Shozo Mori, JICA's consultant in charge of supervising the study.
 - ❖ Ato Abiy pointed to the usefulness of the discussions and the need for joint efforts to find solution to outstanding problems. He thanked the presenters and JICA's diligence for the success of this project. He promised to play his part to make implementation a success.
 - ❖ Mr. Mori thanked all participants for their attendance and sincere participation. He stressed on the need for continued consultation. He encouraged participants not to hesitate to forward any comments or suggestions they might have in the remaining period of the study.

Stakeholders Meeting Participants List

Name	Position	Telephone	Organization / Category
Shozo Mori	Socio-Economic Survey / E&S Considerations / O&M Planning		JICA Survey Team
Yuji Maruo	Deputy Chief Consultant / Water Supply Planning / Hydrogeological Survey / Water Quality Analysis		JICA Survey Team
Shogo Sakamoto	Facility Planning and Design / Construction Planning		JICA Survey Team
Kazuhiro Arita	Procurement Planning / Cost Estimation		JICA Survey Team
Naoaki Yonetani	Coordinator		JICA Survey Team
Wubetu Lemenh	Supporting Local Staff		JICA Survey Team
Getachew Fetene	Study Manager / Environmentalist		MSC- JICA's Sub Contract
Girma Seyoum	Sociologist		MSC- JICA's Sub Contract
Itsuro Takahashi	Project Formulation Advisor, Water and Sanitation		JICA Ethiopia Office
Ephrem Fufa	Water Sector Programme Officer		JICA Ethiopia Office
Zemene Tsuhay	Bureau Head		BoWIED
Yimer Habtie	Deputy Bureau Head		BoWIED
Asrat Kassie	Water Supply Core Process Owner		BoWIED
Netsanet Chalachew	Environmentalist		BoWIED
Asnake Akaineh	Head of Public Relation		BoWIED
Belstie Yagu	Water Supply Design Process Owner		BoWIED
Negash Atnafu	Expert in Lake Tana Biosphere Reserve		BoCTPD
	Trade Bureau		
	Health Bureau		
	Woman and Children Bureau		
Tesfaye Asnakew	Process Owner of EIA Department		EFWPDA
W/Gabriel G/Kidau	EIA Expert		EFWPDA
Abiy Sesay Garedeu	General Manager		DBWSSS
Alemu Yigirem	Water Production, Distributioion and Quality Control Case Team Cordinator		DBWSSS
Haile Fufa	Head of Public Relation		DBWSSS
Ashebir Yahaanes	Head of Finance		DBWSSS
Addisu Fetene	Rural Water Supply Case Team Coordinator		DBWSSS
Wondim Gashu	Hidar 11 Branch Manager		DBWSSS
Yeshambel Ejigu	Customer Service Head of Hider 11 Branch		DBWSSS
	Mayor		BDCA
Melsachew Mengistu	Head of Bahir Dar Abay River Millennium Park Office		BDCA
Tesfaye Amara	Head of Plan Implementation Department		BDCA
Mastwal Tefera	Expert in Land Department		BDCA
Mengisti Amsalu	Trade, Industry and Market Development Department Head		BDCA
Tewabe Aniley	Manager of Hidar 11 Kebele Office		BDCA
Atu Bikese	Manager of Zenzelma Kebel Office		BDCA
Adera Endalamaw	Chair Person of Wereb Kola Tsiyon Kebele Office		BDCA
Habitamu Tamir	Water Resource Administration Director		Abbay Basin Authority
Birlew Abebe	Head		
Tadesse Adgo	Project Coordinator, NABU Bahir Dar Project		NABU (NGO)

Name	Position	Telephone	Organization / Category
	Office		
Semaegizher Eshetn	Program Manager of Bahir Dar Whole Sanitation Chain		ORDA (NGO)
Ayana Desaline	Wash Program Coordinator		One Wash (NGO)
	Administrator		Bezawit Maryam Church, Wereb Kebele
	Administrator		Kidanemeheret Church,
	Administrator		St Gabriel Church
	Son/Assistant of Sheh		Amanber Mosk, /Diaspora/
	Farmer near existing Charchara Borehole No.5		Potential New Pump Stations
	Farmer near Diaspora Area		Potential New Pump Stations
	Farmer at Charchara Test Borehole No.3		Potential New Pump Stations
	Farmer in Zenzelma along Road No.3		Potential New Reservoir Site
	Famer/Kesis around Diaspora Reservoir		Potential Reservoir Extension Site
	Hiwet Animal Husbandry (Association for People with HIV/AIDS) near Charchara Existing Boreholes No.6		Borehole Sites to be developed
	Farmer at Ashraf New Test Boreholes No.2		Borehole Sites to be developed
	Famer near Ashraf New Test Boreholes No.3		Borehole Sites to be developed
	Famer at Charchara Test Borehole No.1		Borehole Sites to be developed
	Farmer around Charchara Test Borehole No.2		Borehole Sites to be developed
	Farmer around Chimbl Test Borehole No.2		Borehole Sites to be developed
	Administration Head		Zenzelma Campus of Bahir Dar University
	Factory owner (St Gebreal reservoir area)		With water connection
	Head worker		Existing Bono Workers in Hidar 11
	Head worker		New Bono Workers around the University
	Resident Representative		Higher Income Group
	Resident Representative		Lower Income Group - Negede
	Resident Representative		Lower Income Group - Other

BoWIED: (Amhara National Regional State) Bureau of Water, Irrigation and Energy Development
BoCTPD: Bureau of Culture, Tourism and Parks Development
EFWPDA: Environment, Forest and Wildlife Protection and Development Authority
DBWSSS: Bahir Dar city Water Supply and Sewerage Services
BDCA: Bahir Dar City Administration
NABU: Nature and Biodiversity Conservation Union
ORDA: Organization for Rehabilitation and Development in Amhara

Project Monitoring Report
on
THE PROJECT FOR IMPROVEMENT OF WATER SUPPLY
IN BAHIR DAR CITY IN THE AMHARA REGEONAL STATE
IN THE FEDERAL DEMOCRATIC REPUBLIC ETHIOPIA
Grant Agreement No. XXXXXXX
 2017, January

Organizational Information

Signer of the G/A (Recipient)	Person in Charge <u>(Designation)</u> _____ Contacts <u>Address:</u> <u>Phone/FAX:</u> <u>Email:</u>
Executing Agency	<u>Bureau of Water, Irrigation and Energy Development, Amhara National Regional State, Federal Democratic Republic of Ethiopia (BoWIED)</u> Person in Charge <u>Deputy Bureau Head</u> <u>Yimer Habtie</u> Contacts <u>Address: Bahir Dar City Ethiopia</u> <u>Phone/FAX:</u> <u>Email:</u>
Operating Agency	<u>Bahir Dar city Water Supply and Sewerage Service (BDWSSS)</u> Person in Charge <u>General Manager</u> <u>Abiy Sisay Garedeu</u> Contacts <u>Address: Bahir dar City, Ethiopia</u> <u>Phone/FAX:</u> <u>Email:</u>
Line Ministry	<u>Ministry of Water, Irrigation and Electricity</u> Person in Charge <u>Director, Water Supply and Sanitation Directorate</u> <u>Nuredine Mohamed</u> Contacts <u>Address: Addis Abeba, Ethiopia</u> <u>Phone/FAX:</u> <u>Email:</u>

General Information:

Project Title	The Project for Improvement of Water Supply in Bahir Dar city in The Amhara Regional State in The Federal Democratic Republic Ethiopia
E/N	Signed date: Duration:
G/A	Signed date: Duration:
Source of Finance	Government of Japan: Not exceeding JPY _____ mil. Government of (_____): _____

1: Project Description

1-1. Project Objective

The objective of the Project is to improve the volume of water supply by/through the development of deep wells, expansion of distribution networks, construction of distribution reservoirs, etc. in the Urban Planning Area and a part of outside of the Urban Planning Area (Wereb Kola Tsiyon) in Zone 2 of Bahir Dar City (hereinafter referred to as “the target area”), thereby contributing to decrease the number of patients suffering waterborne diseases and reduce labor for drawing water in the target area.

1-2. Project Rationale

- Higher-level objectives to which the project contributes (national/regional/sectoral policies and strategies)
- Situation of the target groups to which the project addresses

Higher-level objectives: Improving the health of local residents, improving the economic sustainability, and improving the safe living condition.

Situation of the target groups: As the population increases, water supply demand is expected to increase drastically, but the expansion of water sources and water supply facilities in the city is not catching up with demand. The first leading disease is water-born diseases, accounting for about one third of the total number of diseases.

1-3. Indicators for measurement of “Effectiveness”

Quantitative indicators to measure the attainment of project objectives		
Indicators	Original (Yr 2015)	Target (Yr 2025)
Average Daily Distribution Water Amount (Target Area) (m ³ /day)	3,000	14,500
Qualitative indicators to measure the attainment of project objectives		
1. Decrease of the number of patients suffering waterborne diseases in the target area. 2. Reduction of labor for drawing water in the target area.		

2: Details of the Project

2-1. Location

Components	Original <i>(proposed in the outline design)</i>	Actual
Construction and expansion of water supply facilities.	The Urban Planning Area and a part of outside of the Urban Planning Area (Wereb Kola Tsiyon, Zenzelma campus of Bahir Dar University) in Zone 2.	

2-2. Scope of the work

Components	Original* <i>(proposed in the outline design)</i>	Actual*
1. Construction of Borehole facilities	N=9	
2. Construction of Booster Pump Station	N=1	
3. Construction of Distribution Reservoirs	1,000 m ³ :N=1, 4,000 m ³ :N=1	
4. Construction of Receiving Tank	1,000 m ³ :N=1	
5. Construction of Receiving Pits	700 m ³ :N=1, 200 m ³ :N=1	
6. Raw Water Transmission Pipeline	About 3.7 km	
7. Construction of Transmission Pipeline	About 11.2 km	
8. Construction of Distribution Pipe-network	About 41.9 km	
9. Procurement of Spare parts	Spare parts for submergible motor pump, transmission pumps, chlorinators, Electrical generators etc.	

Reasons for modification of scope (if any).

(PMR)

2-3. Implementation Schedule

Items	Original		Actual
	<i>(proposed in the outline design)</i>	<i>(at the time of signing the Grant Agreement)</i>	
Construction and expansion of water supply facilities	Starting : May, 2018 Ending : September, 2020		

Reasons for any changes of the schedule, and their effects on the project (if any)

--

2-4. Obligations by the Recipient

2-4-1 Progress of Specific Obligations

See Attachment 2.

2-4-2 Activities

See Attachment 3.

2-4-3 Report on RD

See Attachment 11.

2-5. Project Cost

2-5-1. Cost borne by the Grant (Confidential until the Bidding)

Components		Cost (Million Yen)	
Original <i>(proposed in the outline design)</i>	Actual <i>(in case of any modification)</i>	Original ^{1),2)} <i>(proposed in the outline design)</i>	Actual
1. Construction			
2. Procurement			
3. Software Component			
4. Consultant Services			
5. Contingencies expenses			
Total			

Note: 1) Date of estimation: January, 2017
 2) Exchange rate: 1 US Dollar = 115.95 Yen

2-5-2. Cost borne by the Recipient

Components		Cost (1,000 Yen)	
Original <i>(proposed in the outline design)</i>	Actual <i>(in case of any modification)</i>	Original ^{1),2)} <i>(proposed in the outline design)</i>	Actual
1. Land acquisition		2,987	
2. Supply of primary power		11,891	
3. Installation of water supply pipe and water meter		45,468	
4. Installation of distribution branch pipes		11,556	
5. Installation of public tap stands		341	
Total		72,243	

Note: 1) Date of estimation: June, 2016
 2) Exchange rate: 1 US Dollar = 111.76 Yen

Reasons for the remarkable gaps between the original and actual cost, and the countermeasures (if any)

(PMR)

2-6. Operating Agency

- Organization's role, financial position, capacity, cost recovery etc,
- Organization Chart including the unit in charge of the implementation and number of employees.

Original (at the time of outline design)

Name: Bahir Dar city Water Supply and Sewerage Service (BDWSSS)

Role: Responsible for operation and maintenance of the water supply facilities

Financial situation: As a result of the organizational reform in September 2014, revenues have increased and the financial situation is improving.

Institutional and organizational arrangement (organogram): Organization is comprised of three Main Processes as follows;

- Revenue, Finance, Procurement and Material management Process
- Water supply Process
- Human Resources Process

Human resources (number and ability of staff): The total number of staff is 326. Currently, BDWSSS carries out O&M of existing water supply facilities in Bahar Dar city, and it can be considered that it is possible to O&M by engineers of BDWSSS.

Actual (PMR)

2-7. Environmental and Social Impacts

- The results of environmental monitoring based on Attachment 5 (in accordance with Schedule 4 of the Grant Agreement).
- The results of social monitoring based on in Attachment 5 (in accordance with Schedule 4 of the Grant Agreement).
- Disclosed information related to results of environmental and social monitoring to local stakeholders (whenever applicable).

3: Operation and Maintenance (O&M)

3-1. Physical Arrangement

- Plan for O&M (number and skills of the staff in the responsible division or section, availability of manuals and guidelines, availability of spareparts, etc.)

Original (at the time of outline design)

Pump Operator 7, Dosing Pump Technician 3, Security Guard 18

Actual (PMR)

3-2. Budgetary Arrangement

- Required production cost and income from water tariff

Original (estimated at the time of outline design)

Production cost: 1,241,524 ETB/month, Income: 1,358,408 ETB/month

Actual (PMR)

4: Potential Risks and Mitigation Measures

- Potential risks which may affect the project implementation, attainment of objectives, sustainability
- Mitigation measures corresponding to the potential risks

Assessment of Potential Risks (at the time of outline design)

Potential Risks	Assessment
1. Water Pollution	Probability: High/ Moderate /Low
	Impact: High/ Moderate /Low
	Analysis of Probability and Impact:
	<p><u>During Construction:</u> Muddy storm water runoff resulting from soil erosion at the construction sites in Charchara may flow into Lake Tana. According to a water quality data measured in 2010, TSS at the location (within the lake) was around 3 times higher than the standard value during the rainy season. If the construction is carried out around Charchara during rainy season, this situation might get worse to some extent.</p> <p><u>During Operation:</u> As a result of this project, the discharge of untreated or inadequately-treated wastewater and soil runoff may increase, thus conditions of Chimbl River, etc. may get worse to some extent. Although this project has no influence on groundwater, there is a possibility of causing groundwater pollution if development in the industrial area progresses on the upstream side of the Ashraf well area.</p>
	Mitigation Measures:
	<p>Implement integrated erosion prevention measures at project construction sites (e.g. limiting excavation work, constructing proper drains, construction access roads with gravel pavement)</p> <p>Earthmoving activities should be avoided during rainy season as much as possible to minimize soil erosion.</p>
	Action required during the implementation stage:
	The same as above.
	Contingency Plan (if applicable):
2. Solid Waste	Probability: High/ Moderate /Low
	Impact: High/ Moderate /Low
	Analysis of Probability and Impact:
	<p><u>During Operation:</u> Impacts of the solid wastes generated during the operation to the surrounding environment can be avoided by disposing them at the disposal sites for solid and liquid wastes under BDCA's management. However, indirect environmental impacts may occur to some extent because hygienic treatment of landfill has not been done at the disposal site.</p>
	Mitigation Measures:
	<p>Surplus soil and construction debris generated during construction should be collected and disposed properly in designated disposal sites.</p> <p>Surplus soil should not be piled up at locations which can be washed away by storm water runoff.</p> <p>Sufficient reuse of construction materials including excavated soil and pipe pieces.</p>
	Action required during the implementation stage:
	The same as above.

Potential Risks	Assessment
	Contingency Plan (if applicable):
3. Soil Erosion	<p>Probability: High/Moderate/Low</p> <p>Impact: High/Moderate/Low</p> <p>Analysis of Probability and Impact:</p> <p><u>During Construction:</u> Small-scale soil erosion may occur at the new facility sites during rainy season</p> <p>Mitigation Measures:</p> <p>Construct storm water drainage to reduce soil erosion during rainy season.</p> <p>Keep drains and vegetation coverage in good condition at and around water supply facilities to mitigate the impacts of soil erosion and soil washed away on fauna and flora.</p> <p>Action required during the implementation stage:</p> <p>The same as above.</p> <p>Contingency Plan (if applicable):</p>
4. Ground-water Flow	<p>Probability: High/Moderate/Low</p> <p>Impact: High/Moderate/Low</p> <p>Analysis of Probability and Impact:</p> <p><u>During Operation:</u> The monitoring of groundwater level is required because the recharge of groundwater during rainy season may less than the annual total pump discharge from these wells and the groundwater level may gradually decline over years.</p> <p>Mitigation Measures:</p> <p>Do not exceed the optimum pumping rate set at 70% of maximum discharge from each well in order to avoid the decline of groundwater level at surrounding wells due to excessive groundwater extraction.</p> <p>Prioritize the operation of the wells having less interference with other wells and less drawdown of groundwater.</p> <p>Enhance awareness raising activities for leakage reduction and water conservation in order to mitigate the decline of groundwater level over years.</p> <p>Reduce the annual amount of groundwater extraction from a well filed if the groundwater level decreases over years.</p> <p>Action required during the implementation stage:</p> <p>Contingency Plan (if applicable):</p>
5. Traffic	<p>Probability: High/Moderate/Low</p> <p>Impact: High/Moderate/Low</p> <p>Analysis of Probability and Impact:</p> <p><u>During Construction:</u> Special considerations are required for the locations, where pipeline road crossings are needed, to avoid blocking the traffic.</p>

Potential Risks	Assessment
	Mitigation Measures:
	Traffic control personals should be in place during the construction. Pipeline road crossings should be conducted during time periods having especially low traffic. Construction signboards with lights is required in order to avoid traffic accidents around construction sites during nights. Good coordination with transport and traffic related governmental offices are required for smooth installation of pipes. Use of high density polyethylene (HDPE) pipes for quick installation and leakage reduction.
	Action required during the implementation stage:
	The same as above.
	Contingency Plan (if applicable):

5: Evaluation and Monitoring Plan (after the work completion)

5-1. Overall evaluation

Please describe your overall evaluation on the project.

5-2. Lessons Learnt and Recommendations

Please raise any lessons learned from the project experience, which might be valuable for the future assistance or similar type of projects, as well as any recommendations, which might be beneficial for better realization of the project effect, impact and assurance of sustainability.

5-3. Monitoring Plan of the Indicators for Post-Evaluation

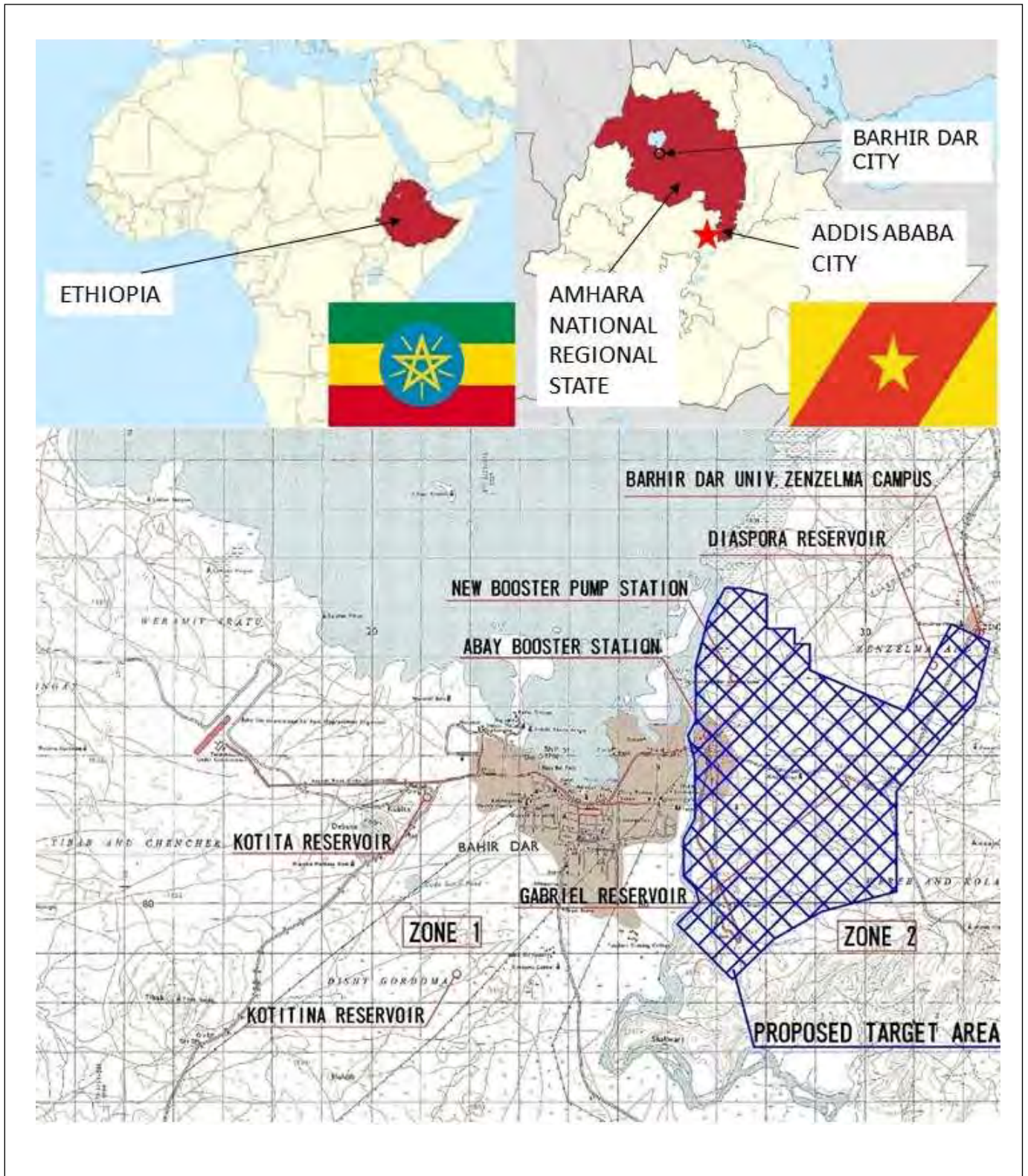
Please describe monitoring methods, section(s)/department(s) in charge of monitoring, frequency, the term to monitor the indicators stipulated in 1-3.

BDWSSS monitor the flow rate by reading the water meter installed at the booster statin and trasmission pipes at ashraf areas as part of their daily operation and maintenance activities.

Attachment

1. Project Location Map
2. Specific obligations of the Recipient which will not be funded with the Grant
3. Monthly Report submitted by the Consultant
- Appendix - Photocopy of Contractor's Progress Report (if any)
 - Consultant Member List
 - Contractor's Main Staff List
4. Check list for the Contract (including Record of Amendment of the Contract/Agreement and Schedule of Payment)
5. Environmental Monitoring Form / Social (Land acquisition) Monitoring Form
6. Monitoring sheet on price of specified materials (Quarterly)
7. Report on Proportion of Procurement (Recipient Country, Japan and Third Countries) (PMR (final) only)
8. Pictures (by JPEG style by CD-R) (PMR (final) only)
9. Equipment List (PMR (final) only)
10. Drawing (PMR (final) only)
11. Report on RD (After project)

Attachment 1 : Project Location Map



Attachment 2 : Specific obligations of the Recipient which will not be funded with the Grant

1) Before Tender

No.	Item	Deadline	In charge	Cost (Birr)	Ref.
1	To open bank account (Banking Arrangement (B/A))	Within 1 month after the signing of the G/A	BoWIED	-	
	To issue Authorization to Pay (A/P) to a bank in Japan (the Agent Bank) for the payment to the consultant	Within 1 month after the signing of the contract	BoWIED	-	
	To bear the following commissions to a bank in Japan for the banking services based upon the B/A 1) Advising commission of A/P 2) Payment commission for A/P	1) Within 1 month after the signing of the contract 2) Every payment	BoWIED	7,000	
2	To implement EIA	EIA was done	BoWIED		
3	To obtain approval of EIA	Around Dec. 2016	BoWIED		
4	To secure the following lands 1) Proposed boreholes development sites of Charchara and Ashraf 2) Proposed reservoir expansion sites of Gabriel and Diaspora Reservoirs	Before notice of the bidding document	BDWSSS	581,000	
	To secure the necessary budget and implement land acquisition, and compensation with full replacement cost in accordance with Abbreviated RAP	Before notice of the bidding document	BDWSSS		
	To implement social monitoring, and to submit the monitoring results to JICA, by using the monitoring form, monthly	Till land acquisition completes	BDWSSS		
5	To obtain the necessary permit for the implementation of the Project from the concerned organization (Groundwater withdrawal (renew every year), Road crossing of pipeline)	Before notice of the bidding document	BoWIED		
6	To assign counterparts for the Survey Team during detail design survey	Soon after starting detail design survey	BDWSSS	9,000	
7	To promote the increase of customers for private connections	Before the bidding	BDWSSS		
8	To submit Project Monitoring Report (with the result of Detail Design)	Before preparation of bidding documents	BDWSSS		
9	To maintain and protect, and not to use new boreholes developed during the second preparatory survey by JICA	until the Project will start	BDWSSS		

-	To complete road base construction of the planned pipe routes (9.5km) inside the urban planning area, including land acquisition, as part of the urban development project of BDCA	Before notice of the bidding document	BDCA	19,000,000	
---	--	---------------------------------------	------	------------	--

2) During the implementation of the Project

No.	Item	Deadline	In charge	Cost (Birr)	Ref.
1	To issue A/P to a bank in Japan (the Agent Bank) for the payment to the contractors	Within 1 month after contract(s) signing	BoWIED	-	
	To bear the following commissions to a bank of Japan for the banking services based upon the B/A 1) Advising commission of A/P 2) Payment commission for A/P	1) Within 1 month after the signing of the contract(s) 2) Every payment	BoWIED	210,000	
2	To ensure prompt customs clearance and assist the Contractor(s) with internal transportation in recipient country	During the project	BoWIED		
3	To accord Japanese nationals and/or physical persons of third countries whose services may be required in connection with the supply of the products and services under the verified contract such as facilities as may be necessary for their entry into the recipient country and stay therein for the performance of their work.	During the project	BoWIED		
4	To ensure that customs duties, internal taxes and other fiscal levies which may be imposed in the country of the Recipient with respect to the purchase of the Products and/or the Services be borne by its designated authority without using the Grant.	During the project	BoWIED (except for customs duties)	60,000,000	
5	To bear all the expenses, other than those covered by the Grant, necessary for the implementation of the Project	During the project	BoWIED(e.g. waste disposal, quarry sites, etc.)		
6	1) To submit the Project Monitoring Report 2) To submit Project Monitoring Report (final)	1) Every month 2) Within one month after signing of Certificate of Completion for the works under the contract(s)	BoWIED		
	To submit a report concerning completion of the Project	Within six months after completion of the Project	BoWIED		
7	To provide facilities for distribution of electricity, water supply and drainage and other incidental facilities necessary for the implementation of the Project outside the site(s) 1) Electricity The distributing line to the site	3 month before completion of the construction	BoWIED	2,315,000	
8	To implement Environmental Management Plan and Environmental Monitoring Plan	During the project	BoWIED		
9	To submit results of environmental monitoring to JICA, by using the monitoring form, on a quarterly basis as a part of Project Monitoring Report	During the Project	BoWIED		
	To implement Abbreviated RAP (livelihood restoration program, if needed)	For a period for livelihood restoration program	BDWSSS and BDCA		
	To implement social monitoring, and to submit the monitoring results to JICA, by using the monitoring form, on a quarterly basis as a part of Project Monitoring Report - Period of the monitoring may be extended if affected persons' livelihoods are not sufficiently restored. Extension of the monitoring will be decided based on agreement between BoWIED and JICA.	Until the end of income restoration program (In case that income restoration program is provided)	BDWSSS and BDCA		
10	To assign supervisor during the construction period	During the project	BoWIED	45,000	
11	To assign counterparts for the soft-component activities	During the project	BDWSSS	22,500	

No.	Item	Deadline	In charge	Cost (Birr)	Ref.
12	To install distribution pipes with OD less than 90 mm for household connections	Before completion of the Project	BDWSSS	2,249,000	
13	To install public tap stands for the communities at Zenzelma and Wereb Kola Tsiyon.	During the project	BDWSSS	66,000	
14	To promote and conduct household connections	During the project	BDWSSS	2,530,000	
15	To exclude the pipeline sections damaged by a third party from the contractors obligations	During the project	BoWIED		

3) After completion of the Project

No.	Item	Deadline	In charge	Cost (Birr)	Ref.
1	To implement environmental management plan and environmental monitoring plan	For a period based on environmental management plan and environmental monitoring plan	BoWIED		
2	To submit results of environmental monitoring to JICA, by using the monitoring form, semiannually - The period of environmental monitoring may be extended if any significant negative impacts on the environment are found. The extension of environmental monitoring will be decided based on the agreement between BoWIED and JICA.	For three years after the Project	BoWIED		
3	To maintain and use properly and effectively the facilities constructed and equipment provided under the Grant Aid 1) Allocation of maintenance cost 2) Operation and maintenance structure 3) Routine check/Periodic inspection	After completion of the construction	BDWSSS	1,241,000/ month	
4	To promote the increase of the customers for private connections	after the Project	BDWSSS	6,322,000	

Attachment 5 : Environmental Monitoring Form (During Construction)

1. Water Pollution, Soil Erosion, Bottom Sediments and Protected Area

Monitoring Item	Conditions during Reporting Period	Frequency
Conditions of the fences enclosing the major water supply facilities including their buffer spaces for preventing water pollution		Once a month (before completion of the construction)
Implementation of soil erosion control measures at project sites		Once a month
Earthwork during rainy season		Once a month (rainy season)
Lake water quality near the protected area which may be affected by the soil erosion from the project sites (Turbidity and TSS (Total Suspended Solid))		Once a year (rainy season)

2. Solid Waste

Monitoring Item	Conditions during Reporting Period	Frequency
Disposal of construction wastes at disposal sites designated by BDCA		Once a month
Storage of surplus construction soil, construction materials at places where rainwater won't wash away		Once a month
Reuse of surplus construction soil and efficient uses of construction materials such as remaining cut pipes		Once a month

3. Fauna and Flora

Monitoring Item	Conditions during Reporting Period	Frequency
Minimization of logging of mature trees while planting native young trees instead		Once a month

4. Noise / Vibration

Monitoring Item	Conditions during Reporting Period	Frequency
Periods of laying water pipes in residential areas (confirming whether laying pipes during daytime on weekdays as far as possible at site while checking the construction schedule)		Once a week
Use of sound-proof sheet in case that pipe laying during night time and weekends cannot be avoided		Once a week

5. Air Pollution

Monitoring Item	Conditions during Reporting Period	Frequency
Watering to prevent excessive dust during pipe installation in residential areas, etc.		Once a week
Whether construction machineries and vehicles discharging exhaust gas are well maintained		Once a month

6. Soil Pollution

Monitoring Item	Conditions during Reporting Period	Frequency
Whether construction machineries and vehicles, which may leak fuel and machine oil, are well maintained		Once a month

7. Traffic, Children and Residents

Monitoring Item	Conditions during Reporting Period	Frequency
Whether the installation of pipes across roads is conducted during the time having especially low traffic		Once a week
Ex-ante coordination with the organization managing roads and traffic for smooth pipe installation along roads		Once a month
Allocation of sufficient traffic control personnel at construction sites		Once a week
Whether electrically-lighted signboards are placed to avoid traffic accident around the construction sites during night		Once a week
Whether pipe installation sites are enclosed so that children and others won't fall into the ditches and whether refill of the ditches after laying pipes are not delayed		Once a week
Usage status of HDPE pipe which can be laid quickly and is hard to cause water leakage		Every day

8. Land Use

Monitoring Item	Conditions during Reporting Period	Frequency
Management of surplus construction soil around the construction sites		Once a month
Whether pipe installation under farmlands during rainy season is avoided as far as possible		Twice a month
Whether pipe installation ditches are refilled with original fertile surface soil after laying pipes under farmlands		Twice a month

9. Public Health and Workers

Monitoring Item	Conditions during Reporting Period	Frequency
Support to the construction workers such as education on HIV-AIDS, distribution of condoms and prevention of prostitution		Once a month
Cleanness at camp for construction workers and implementation of on-site prevention measures against water-borne and mosquito-borne diseases		Once a month
Accident prevention measures carried out at construction sites		Once a month

10. Landscape and Cultural Property

Monitoring Item	Conditions during Reporting Period	Frequency
Construction hours of pipe installation around religious places, tourist sites, etc. (e.g. avoiding pipe installation during the events and service hours of these places)		Once a week
Whether construction machineries, materials, etc. are placed at and around the construction sites in the way not disturbing the surrounding sceneries		Once a month

11. Property and Public Facility

Monitoring Item	Conditions during Reporting Period	Frequency
Coordination with the organizations managing utility lines such as underground telephone and electricity cables to avoid damages on their utility lines		Once a month
Ex-ante coordination to minimize the interruption of other utility services when relocation of other utility lines is unavoidable.		Once a month

12. Land Use Right

Monitoring Item	Conditions during Reporting Period	Frequency
See attachment 5 Social (Land acquisition) Monitoring Form		Once a month (before the construction starts)

Attachment 5 : Social (Land acquisition) Monitoring Form

No.	Project Affected Persons at Selected Project Sites	Size of Acquired Land (m ²)	Paid Land Compensation (Birr)	Date of Payment	Records of Livelihood Support	Records of complains and their handlings
I	Charchara TW-No.1					
1						
2						
3						
	Sub Total					
II	Charchara TW-No.2					
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
	Sub Total					
III	Charchara TW-No.3 & New Pump Station					
1						
2						
	Sub Total					
IV	Asharaf TW-No.2					
1						
	Sub Total					
V	Asharaf TW-No.3					
1						
	Sub Total					
VI	Diaspora Reservoir Expansion Site					
1						
2						
3						
4						
5						
6						
	Sub Total					
Total	26 Persons					

Note : * Prefer the standard land compensation (standard compensation based on price of typical crops) to the compensation for eucalyptus trees because they will sell the eucalyptus trees before the implementation of land acquisition.

Attachment 6 : Monitoring sheet on price of specified materials

1. Initial Conditions (Confirmed)

Items of Specified Materials	Initial Volume A	Initial Unit Price (¥) B	Initial total Price C=A×B	1% of Contract Price D	Condition of payment	
					Price (Decreased) E=C-D	Price (Increased) F=C+D
1 Cement	●●t	●	●	●	●	●
2 Aggregate	●●t	●	●	●		
3 Reinforcing Steel Bar						
4 Timber						
5 Gasoline						
6 Diesel						

2. Monitoring of the Unit Price of Specified Materials

(1) Method of Monitoring : Check local market

(2) Result of the Monitoring Survey on Unit Price for each specified materials

Items of Specified Materials	1st month, 2018	2nd month, 2018	3rd month, 2018	4th	5th	6th
1 Cement	●		●			
2 Aggregate						
3 Reinforcing Steel Bar						
4 Timber						
5 Gasoline						
6 Diesel						

(3) Summary of Discussion with Contractor (if necessary)

-
-
-

Attachment 7 : Report on Proportion of Procurement (Recipient Country, Japan and Third Countries)
 (Actual Expenditure by Construction and Equipment each)

	Domestic Procurement (Recipient Country) A	Foreign Procurement (Japan) B	Foreign Procurement (Third Countries) C	Total D
Construction Cost	(A/D%)	(B/D%)	(C/D%)	
Direct Construction Cost	(A/D%)	(B/D%)	(C/D%)	
others	(A/D%)	(B/D%)	(C/D%)	
Equipment Cost	(A/D%)	(B/D%)	(C/D%)	
Design and Supervision Cost	(A/D%)	(B/D%)	(C/D%)	
Total	(A/D%)	(B/D%)	(C/D%)	

