

## 5. 事業事前計画表（概略設計時）

事業事前計画表（概略設計時）

|  |
|--|
| <b>1. 案件名</b>  |
| モンゴル国 ウランバートル市水供給改善計画  |
| <b>2. 要請の背景（協力の必要性・位置付け）</b>   |
| <p>モンゴルの首都ウランバートル市は、地方からの人口流入が顕著で、2000年代に入ってから年率4%の人口増加が続いた結果、2008年には107万人に達していると推定されており、モンゴルの人口の40%が集中している。その結果、都市問題が深刻化しており、特に水供給については2011年頃に増え続ける水需要が現在の供給能力を超えることが予測されており、水不足が発生した場合、市民生活や首都機能への影響は非常に大きいと懸念されることから、水道施設の増強が喫緊の課題となっている。</p> <p>同市の水供給はウランバートル市上下水道公社（USUG）が担っており、我が国の無償資金協力による施設整備等により、給水能力は24万m<sup>3</sup>/日に達している。しかし、人口の約半分を占めるゲル地区<sup>1</sup>は公共水栓や給水車による給水であり、水使用量はわずか7.2L/人/日に過ぎない。そのため、世界銀行がゲル地区への配水管の延伸や給水所の増設等を進めている。USUGは各戸給水を行っているアパート地区において、従量制料金制度への移行や節水啓発を行い、水消費を抑制する努力を継続しているが、ゲル地区の給水事情の改善、人口の急増、ゲル地区からアパート地区への人口移動とそれに伴う水消費量の増大等の要因により、水供給能力の拡張が求められている。</p> <p>USUGは4ヶ所の水源地において地下水を揚水して給水しているが、既存水源地はいずれも開発余力が残されていないため、既往調査において最適地として提案されている市東部のガチョルト地区において、新規の水源地を開発する必要がある。</p> |
| <b>3. プロジェクト全体計画概要</b>   |
| <p><b>(1) プロジェクト全体計画の目標</b></p> <p>2014年に、ウランバートル市の住民への給水が改善される。</p> <p>直接裨益対象の範囲：ウランバートル市給水区域住民：約120万人</p> <p><b>(2) プロジェクト全体計画の成果</b></p> <p>ア <u>ウランバートル市北東に位置するガチョルト地区において日量2.52万m<sup>3</sup>の水源地が開発される。</u></p> <p>イ <u>ガチョルト地区において開発された水がウランバートル市内の北東配水池まで送水される送配水管が整備される。</u></p> <p>ウ 北東配水池から住民への給水が行われる。</p> <p><b>(3) プロジェクト全体計画の主要活動</b></p> <p>ア <u>ガチョルト地区における取水施設の整備</u></p> <p>イ <u>ガチョルト地区からウランバートル市内までの送配水管の施設整備及び北東配水池への接続</u></p> <p>ウ 北東配水池から住民への給水施設の整備</p>  |

<sup>1</sup> ゲル地区とは、遊牧民が都市部に流入して生成されたウランバートル市周辺の生活インフラが整っていない地区を指す。

エ 整備された施設の適切な運転維持管理体制が確立する

#### (4) 投入 (インプット)

ア 日本側：

無償資金協力 34.59 億円

イ モンゴル国側：

(ア) 本無償資金協力案件実施に関わる負担額：1.50 億円

(イ) 本無償資金協力案件対象施設建設後の維持管理費用

#### (5) 実施体制

主管官庁：道路運輸建設都市開発省、ウランバートル市

実施機関：ウランバートル市上下水道公社 (USUG)

### 4. 無償資金協力案件の内容

#### (1) サイト

ウランバートル市 (水源開発予定地は東部のガチョルト地区。)

#### (2) 概要

ア 土木工事、調達機器等の内容

【施設】取水井戸 (21 井) (小屋、ポンプ、制御盤等を含む)、集水管・導水管 (7.1km)、操作棟 (塩素注入及び遠隔操作施設) (1 式)、送配水管 (口径 700mm、延長 18.8km)

イ コンサルティング・サービス/ソフトコンポーネントの内容

詳細設計・施工監理 (ソフトコンポーネントは含まない)

ウ 調達・施工方法

管材、ポンプ、制御盤等の主要建設資機材は本邦調達とし、砂、生コン、鉄筋等現地で容易に入手できる建設資材は現地調達とする。管路敷設にあたっては土被り 3.5m を確保して凍結を防止するなど、寒冷地対策を行う。

#### (3) 相手国側負担事項

ア 配水池 (6,000 m<sup>3</sup>/日規模)、運転維持管理用橋梁の建設

イ 施設建設用地手配

ウ 電力供給

エ 地下水開発に係る許可の取得

オ 環境社会配慮の手続き

カ 免税措置 等

#### (4) 概略事業費

総事業費 36.09 億円 (日本側：34.59 億円、モンゴル国側：1.50 億円)

#### (5) 工期

詳細設計、入札期間を含めて約 54 ヶ月

貧困、ジェンダー、環境及び社会面の配慮

ア 貧困削減促進：本事業の主な給水区域は市北部の貧困層の居住地区であるゲル地区であり、同地区の住民のうち約 39 万人の同住民に裨益すると想定され、貧困削減の促進に資する。

イ 自然環境面：本事業は大規模地下水揚水を伴うものの、運用時には地下水位をモ

ニタリングすると共に、2m 以上の水位低下が生じないように運転数の調整を行う。  
 また、既存井戸とは水理的に分断されており、水位低下等の影響は限られているため、自然環境への影響は少ないものと考えられる。

ウ 社会環境面：送水管の敷設に際し、移動式住居等の一時的な移動が生じる可能性があるが、モンゴル側が必要な補償を行うとともに、関係機関によるモニタリングが行なわれる。

#### 5. 外部要因リスク

特になし。

#### 6. 過去の類似案件からの教訓の活用

特になし。

#### 7. プロジェクト全体計画の事後評価に係る提案

##### (1) プロジェクト全体計画の目標達成を示す成果指標

| 指標     | 現状 (2009 年)               | 計画値 (2017 年)<br>【事業完了 3 年後】 |
|--------|---------------------------|-----------------------------|
| 給水施設能力 | 24.00 万 m <sup>3</sup> /日 | 26.52 万 m <sup>3</sup> /日   |

##### (2) その他の成果指標

特になし。

##### (3) 評価のタイミング

2017 年以降 (施設完工後 3 年経過後)

以上

## 6. 参考資料／入手資料リスト

調査名 モンゴル国ウランバートル市水供給改善計画準備調査

| 番号         | 名称   | 形態<br>(図書・ビデオ・<br>地図・写真等) | オリジナル<br>・コピー | 発行機関  | 発行年        |
|------------|--|---------------------------|---------------|---|------------|
|            | <b>質問票の回答</b>  |                           |               |   |            |
| Annex-A-1  | Statistical Handbook of Ulaanbaatar 2006   | 印刷                        | コピー           | Ulaanbaatar City Government, Department of Statistics | 2007       |
| Annex-A-2  | Statistical Handbook of Ulaanbaatar 2007   | データ                       | コピー           | Ulaanbaatar City Government, Department of Statistics | 2008       |
| Annex-A-3  | Mongolian Statistical Yearbook 2008  | 印刷                        | コピー           | National Statistical Office of Mongolia               | 2009       |
| Annex-A-4  | 北東配水池図面  | 印刷                        | コピー           | USUG  | 1982       |
| Annex-A-5  | Hotel Mongolia から市内下水処理場への下水道管図面   | データ                       | コピー           | USUG  | 2007       |
| Annex-A-6  | National Bench Mark 情報   | データ                       | コピー           | Ulaanbaatar City                                      | -          |
| Annex-A-7  | 埋設物情報  | データ                       | コピー           | Ulaanbaatar City                                      | -          |
| Annex-A-8  | 上水道管路網図  | 印刷                        | コピー           | USUG  | 2009       |
| Annex-A-9  | 下水道管路網図  | 印刷                        | コピー           | USUG  | 2009       |
| Annex-A-10 | FASEP project Nr 647; WATER AND WASTE WATER MASTER PLAN OF ULAANBAATAR Development Options Sections 2 : Urban and Population Development, April 2006   | データ                       | コピー           | Municipality of Ulaanbaatar, SEURECA                  | 2006.4     |
|            | <b>共通資料</b>  |                           |               |   |            |
| A-1        | Main Report of "Household Income and Expenditure Survey/Living Standards Measurement Survey", 2002-2003  | 印刷                        | コピー           | National Statistical Office of Mongolia               | 2004       |
| A-2        | Poverty Profile in Mongolia - Main Report of "Household Socio-Economic Survey" 2007-2008   | 印刷                        | コピー           | National Statistical Office of Mongolia               | 2009       |
| A-3        | Urban Services Rehabilitation Project Phase 2 Volume 1 and 2   | 印刷                        | コピー           | World Bank  | 1996.10.10 |
| A-4        | Borrower's Implementation Completion Report on Ulaanbaatar Services Improvement Project financed by World Bank Credit 2973-MOG   | 印刷                        | コピー           | World Bank  | 2004.6     |
| A-5        | Preliminary Design Report on Feasibility Study of the Second Ulaanbaatar Services Improvement Project and Preliminary Design of Water Supply Facilities (Project No. TF 051125) - Volume I Main Report | データ                       | コピー           | World Bank  | -          |
| A-6        | Final Feasibility Study Report on Feasibility Study of the Second  | データ                       | コピー           | World Bank  | 2003.12    |

| 番号   | 名 称   | 形態<br>(図書・ビデオ・<br>地図・写真等) | オリジナル<br>・コピー | 発行機関  | 発行年       |
|------|---|---------------------------|---------------|---|-----------|
|      | Ulaanbaatar Services Improvement Project and Preliminary Design of Water Supply Facilities (Project No. TF 051125) - Volume II Appendices   |                           |               |   |           |
| A-7  | Draft Report on Feasibility Study of the Second Ulaanbaatar Services Improvement Project and Preliminary Design of Water Supply Facilities (Project No. TF 051125) - Volume II Appendices | データ                       | コピー           | World Bank  | 2003.10   |
| A-8  | Master Plan Report on Water and Waste Water Master Plan of Ulaanbaatar  | 印刷                        | コピー           | World Bank  | 2006.9    |
| A-9  | Maps on Master Plan Report on Water and Waste Water Master Plan of Ulaanbaatar  | 印刷・データ                    | コピー           | World Bank  | 2006.9    |
| A-10 | Inception Report on the Second Ulaanbaatar Services Improvement Project (USIP 2) for Project Management and Construction Supervision Consulting Services                                  | 印刷                        | コピー           | World Bank  | 2007.9    |
| A-11 | Quarterly Progress Report - 2nd Quarter of 2009 - "Semi Annual Progress Report No.1 of 2009 for USIP 2  | 印刷                        | コピー           | World Bank  | 2009.7.31 |
| A-12 | Urban cadastre of Mongolia  | 印刷                        | コピー           | Ministry of construction and urban development                          | 2007      |
| A-13 | Water supply outside network and facilities   | 印刷                        | コピー           | Ministry of construction and urban development                          | 2006      |
| A-14 | Norms on construction drawing at seismic zones of Mongolia  | 印刷                        | コピー           | Ministry of construction and urban development                          | 2006      |
| A-15 | Norms on construction drawing at seismic zones of Mongolia (2)  | 印刷                        | コピー           | Ministry of construction and urban development                          | 2007      |
| A-16 | Reinforced concrete pre cast structured   | 印刷                        | コピー           | Ministry of construction and urban development                          | 2005      |
| A-17 | Fire precaution norm of construction designs drawings   | 印刷                        | コピー           | Ministry of construction and urban development                          | 2002      |
| A-18 | Heating supply  | 印刷                        | コピー           | Ministry of construction and urban development                          | 2005      |
| A-19 | Finishing work  | 印刷                        | コピー           | Ministry of construction and urban development                          | 2005      |
| A-20 | Steel structure   | 印刷                        | コピー           | Ministry of construction and urban development                          | 2007      |
| A-21 | Instruction on design drawings for masonry structure  | 印刷                        | コピー           | National center of construction, urban development and public utilities | 2005      |

| 番号   | 名 称  | 形態<br>(図書・ビデオ・<br>地図・写真等) | オリジナル<br>・コピー | 発行機関  | 発行年     |
|------|--|---------------------------|---------------|---|---------|
| A-22 | Design and installation of polymeric pipelines for water supply and sewage systems | 印刷                        | コピー           | National center of construction, urban development and public utilities | 2006    |
| A-23 | Heating, ventilation and conditioning  | 印刷                        | コピー           | Ministry of infrastructure  | 2002    |
| A-24 | Public and civil building  | 印刷                        | コピー           | Ministry of infrastructure  | 2003    |
| A-25 | Building for administration and utility premises                                   | 印刷                        | コピー           | Ministry of infrastructure  | 2003    |
| A-26 | Goals on Promoting Environmentally Sustainable Transport in UB City                | 印刷                        | コピー           | Capital City governor and Mayor of Ulaanbaatar                          | -       |
| A-27 | Population-Environment dynamics in UB, MONGOLIA                                    | 印刷                        | コピー           | 豊橋科学技術大学 (Purev-Erdene Ershuu)  | -       |
| A-28 | JFPR 9106-MON: Community-Driven Development for Urban Poor in Ger Areas            | 印刷                        | コピー           | ADB   | 2007.10 |
| A-29 | Proposed Loan Mongolia: Urban Development Sector Project                           | 印刷                        | コピー           | ADB   | 2006.11 |
| A-30 | Environmentally Sustainable Transport in UB City Mongolia                          | 印刷                        | コピー           | Capital City governor and Mayor of Ulaanbaatar                          | -       |
| A-31 | モンゴル国ウランバートル市近郊ゲル地域の現状と課題  | 印刷                        | コピー           | 富原崇之 他  | -       |
| A-32 | モンゴル国ウランバートル市近郊に暮らす遊牧民の生活環境に関する研究  | 印刷                        | コピー           | 日大生産工 (川岸梅和 他)  | -       |
| A-33 | モンゴル・ウランバートル市のゲル集落の拡大  | 印刷                        | コピー           | 宮城教育大学 (小金沢孝重昭 他)   | 2006    |
| A-34 | ウランバートルのゲル地域における住民の意向と日常行動   | 印刷                        | コピー           | 櫛谷桂司 他  | 2006    |
| A-35 | ADB'S Urban Sector Strategy and Program  | 印刷                        | コピー           | ADB   | 2008.10 |
| A-36 | Mongolia: Urban Development Sector   | 印刷                        | コピー           | ADB   | 2008.10 |
| A-37 | プロジェクト・サイト及び周辺の状況  | 印刷                        | コピー           | JICA Survey Team  | 2006    |
|      | <b>公聴会資料</b>   |                           |               |   |         |
| B-1  | Description of the project   | 印刷                        | コピー           | JICA Survey Team  | 2009    |
|      | <b>ステークホルダー会議関連資料</b>  |                           |               |   |         |
| C-2  | Invitation letter (会議プログラム)  | 印刷                        | コピー           | USUG  | 2009    |
| C-3  | Scoping and monitoring   | 印刷                        | コピー           | JICA Survey Team  | 2009    |
| C-4  | 施設設計方針 (パワーポイント)   | 印刷                        | コピー           | JICA Survey Team  | 2009    |
| C-5  | Stakeholder Consultation Meeting Attendance Sheet                                  | 印刷                        | コピー           | USUG  | 2009    |
| C-6  | Minutes of Stakeholder Consultation Meeting  | 印刷                        | コピー           | USUG  | 2009    |

## 7. その他の資料・情報

### (1) 地下水涵養率の決定

地下水の涵養率(量)の算定には、経験式あるいは水収支から算定する方法が用いられている。本調査に参考になる例としては、アルタイ市の実測に基づく経験式あるいは、本調査地における水収支における例などが参考となる。それらを下表にまとめた。

表 A.1 水収支 諸数値一覧

|               | 降水量                          | 蒸発散量         | 表面流出率        | 地下水涵養率              | 流域の地勢  |
|---------------|------------------------------|--------------|--------------|---------------------|--|
| 本調査地の水収支      | 100%<br>346mm                | 60%<br>計算値*1 | 18.6%<br>実測値 | 11.4%*2<br>計算値      | 山地、緩傾斜地。Steppe, Mountain forest steppe, partly Taiga             |
| アルタイ市の例*3     | 100%<br>182mm                | 70%<br>実測値   | 14%<br>計算値   | 12%<br>実測値          | 草原多く、平地～緩傾斜の山地。Step, Mountain forest steppe                      |
| Mandal-Gobi*4 |                              |              |              | 0.3-3%              | Gobi desert  |
| Gobi-desert*5 |                              |              |              | 2-3%                | Gobi desert  |
| ヘルレン*6        | 地下水涵養は降雨強度の高い雨のみ。            |              |              |                     |  |
| イラン*7         | 100%<br>346mm<br>(1985-2005) | 66.2%        | 24.6%        | 9.2%                | 年平均気温: 11.3℃。半乾燥地。山地 69%、平地・丘陵地 31%。Step, Mountain forest steppe |
| <b>採用値</b>    | <b>100%</b>                  | <b>70%</b>   | <b>19%</b>   | <b>9%<br/>損失 2%</b> | 損失は不飽和土の飽和率  |

\*1: ウランバートル市水供給計画調査最終報告書 1995年6月

\*2: 地下浸透率

\*3: アルタイ市地下水開発計画調査最終報告書 1999年3月

\*4: 京大水資源報告 開発氏他 2001年

\*5: Dr. Marinov, Russia

\*6: ヘルレン川流域における地下水涵養機構、安部氏(筑波大学)他、2004年

\*7: イラン国セフイーロード川流域総合水資源管理計画調査中間報告書、2008年6月

#### 1) 水収支からの地下浸透率の推定

河川流量及び降水量の資料が整備されているザイサン橋地点で検討する。

降水量は標高によって異なり、標高が高くなるほど降水量は増加することが知られている。調査地内に観測所は少なく特に標高 2000m 以上の山間地には近隣も含めて気象観測所が無いので統計処理が不可能である。従って標高 1500m 以下の降水量は Tahilt 観測上の 237mm、1500-2000m は Terelj 観測所の 323mm の観測値を採用し、2000m 以上は下図を参考に代表高度を 2250m とし 577mm を採用した。流域の平均降水量は標高の面積比率から算定すると 367mm で、概ね Terelj 観測所の降水量に近似する。

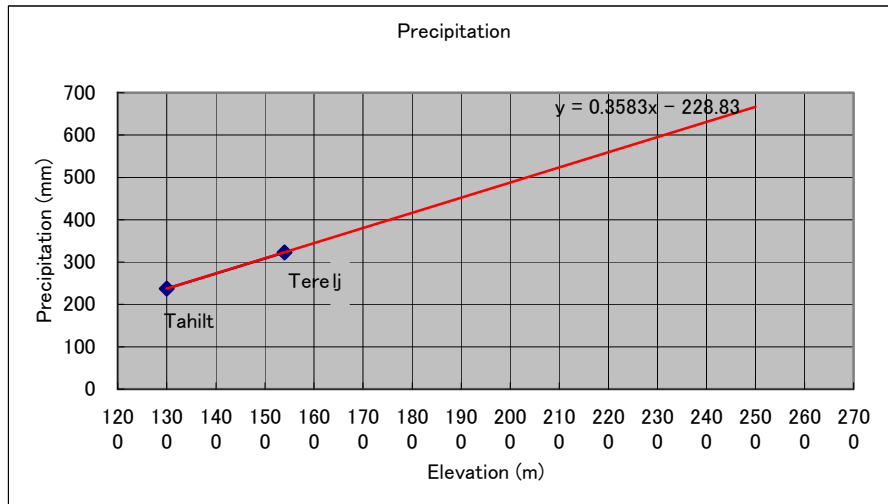


図 A.1 降水量と標高

表 A.2 Zaisan 橋流域の小流域面積と降水量(単位: km<sup>2</sup>)

| 小流域                                 | 標高別      |            |                             | 合計                   |
|-------------------------------------|----------|------------|-----------------------------|----------------------|
|                                     | 1500m 以下 | 1500-2000m | 2000m 以上<br>(代表高度<br>2250m) |                      |
| Upper Tuul Sub-basin                | 0        | 2,114      | 626                         | 2,740                |
| Terelj Sub-basin                    | 0        | 797        | 542                         | 1,339                |
| Middle Sub-basin                    | 405      | 1,763      | 53                          | 1,318                |
| 合計 (km <sup>2</sup> )               | 405      | 4,674      | 1,221                       | 6,300km <sup>2</sup> |
| 比率 (%)                              | 6.4%     | 74.2%      | 19.4%                       | 100%                 |
| 年平均降水量 (mm)1996-2008                | 237mm    | 323mm      | 577mm                       | 366.8mm              |
| 河川流量換算 (mil. m <sup>3</sup> /year)* | 96.0     | 1,509.7    | 704.5                       | 2,310                |

\*: 河川流量

1500m 以下:  $Q1=0.237 \times 405,000,000=95,985,000 \text{ m}^3/\text{year}$

1500-2000m  $Q2=0.323 \times 4,674,000,000=1,509,702,000\text{m}^3/\text{year}$

2000m 以上  $Q3=0.577 \times 1,221,000,000=704,517,000\text{m}^3/\text{year}$

$Q=Q1 + Q2 + Q3 = 2,115,135,000 \text{ m}^3/\text{year} = 2,310\text{mil} \text{ m}^3/\text{year}$

これに対して、1996-2008年の河川流量観測値は 430.75 million m<sup>3</sup>/year である。この値は、降水量に対して 18.6%に該当する。蒸発散の観測資料は無いので、アルタイ市の観測値である降水量の約 70%を採用すると、地下浸透率は 11.4%を得る。

これを水収支の式に当てはめると次のようになる。

$$P:100\%=E:70\%+D:18.6\%+I:11.4\%$$

ここに：P=降水率、E=蒸発散率、D=表面流出率、I=地下浸透率

## 2) 経験式からの地下水涵養率の推定

本調査地の地形・植生条件に類似したゴビ-アルタイ県における実測による降水量観測、河川流量観測及び地下水位観測の結果からゴビ草原における水収支は、次のように算出されている。

$$P:100\%=E:70\%+D:14\%+I:16\%$$

降水率(量)：P=100% (182mm/年)



蒸発散率(量) : E=70% (127.4mm/年)

表面流出率(量) : D=14% (25.5mm/年)

地下浸透率(量) : I=16% (29.1mm/年)

I=地下水涵養量:25.5mm (14%) + 飽和土の飽和:3.6mm (2%)

地下浸透率のうち、約2%程度は不飽和土の飽和で消費されている。

この場合、地下水涵養率は降雨観測、河川流量観測と地下水位観測を同時並行して行い日雨量が8mm/day 以上の場合地下水に対する涵養があることを確かめた値で14%と決定されている。日雨量が8mm/day 以上ある割合は、合計雨量のうち25%であった。

本調査対象地域内の日降水量8mm以上の資料を次表にまとめた。

表 A.3 日雨量8mm以上の雨量と年間降水量(2000-2008)

| 年         | Tahilt 観測所 (市内) |               |                 | Terej 観測所 (山間地) |               |                 |
|-----------|-----------------|---------------|-----------------|-----------------|---------------|-----------------|
|           | 日数<br>(日/年)     | 合計降水量<br>(mm) | 年間降水量<br>(mm/年) | 日数<br>(日/年)     | 合計降水量<br>(mm) | 年間降水量<br>(mm/年) |
| 2000      | 9               | 165.9         | 328.8           | 9               | 134.1         | 280.5           |
| 2001      | 4               | 71.7          | 201.1           | 14              | 263.8         | 384.2           |
| 2002      | 7               | 86.6          | 190.2           | 14              | 182.8         | 321.6           |
| 2003      | 8               | 148.3         | 288.0           | 14              | 238.5         | 372.8           |
| 2004      | 7               | 123.6         | 260.7           | 12              | 193.3         | 311.2           |
| 2005      | 6               | 78.9          | 193.3           | 12              | 242.2         | 352.9           |
| 2006      | 6               | 83.7          | 257.8           | 9               | 121.9         | 264.1           |
| 2007      | 6               | 91.4          | 185.7           | 9               | 173.8         | 266.8           |
| 2008      | 7               | 130.5         | 228.5           | 12              | 209.8         | 352.2           |
| 合計        | 60              | 980.6         | 2,134.1         | 105             | 1760.2        | 2906.3          |
| 平均        | <b>6.7</b>      | <b>109.0</b>  | <b>237.1</b>    | <b>11.7</b>     | <b>195.6</b>  | <b>322.9</b>    |
| 割合        | -               | <b>45.9%</b>  | <b>100%</b>     | -               | <b>60.6%</b>  | <b>100%</b>     |
| 1979-1994 | 参考値             | -             | 274mm           | -               | -             | 403mm           |

アルタイ市の場合に較べて、日雨量8mm以上の降水量の割合は46-61%と高い。アルタイ市に比較すると地下浸透量は大きいものと推定されるが、地形条件がアルタイ市の場合に較べて急峻で、中間流出が大きいと推定される。地下水涵養率は安全側を採用してアルタイ市の14%を越えることはないと推定される。さらに、不飽和土の飽和率をアルタイ市の場合と同率の2%とすることが望ましい。

### 3) その他の地域の地下水涵養率

イラン国のセフィードルード川流域は年平均降水量が346mmで半乾燥地に属し、平地・丘陵地が31%、山地が69%の割合をなし植生は乏しく、本調査地の地勢に類似している。ここではMIKE-SHEを使ったシミュレーションを行っており、水収支は下記のような結果となっている。

P:100%=E:66.2%+D:24.6%+地下水涵養率:9.2%

地下水涵養率は、9.2%と決定されている。

### 4) 地下水涵養率の決定

本調査の水収支から地下浸透率は11.4%、地形条件が緩いアルタイ市の場合の地下水涵養率

が14%、地形及び植生の類似したイラン国の例で地下水涵養率が9.2%であった。本調査の水収支の場合、地下浸透率はのうち降水量が不飽和土の飽和分を差引いて、地下水涵養率を決める必要がある。アルタイ市の事例では降水量のうち地下浸透量が16%でそのうち地下水涵養率が14%である。地質条件は両者とも類似しているため不飽和土の飽和率もアルタイ市の例と同率の2%を採用できる。また、地勢の類似したイラン国の例で正確なシミュレーションを実施して地下水涵養率を9.2%と定めた例も参考となる。ただし、イラン国の場合、高山を除いて永久凍土層の影響が不明確である。

従って、本計画では本調査地の水収支における地下浸透率から2%を差引いた9%を採用することが妥当と判断できる。

## (2) 電気探査結果

垂直電気探査 (VES: Vertical Electric Survey) により、帯水層の構造を把握するために、電気探査を実施した。電気探査器は McOhm-2115 (Made in Japan by OYO Corporation) を使用し、電極配置はシュランベルジャー法を採用した。目標探査深度は 100m とし、電極間隔は AB/2 で最高 500m に達し MN/2 -は 20m 間隔とした。合計 40 測点を実施し、位置図は試掘位置とともに図 A.5 に掲載した。

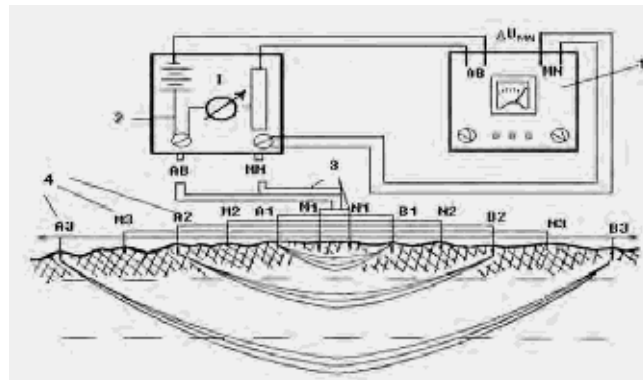


図 A.2 電極配置

出典：JICA 調査団

比抵抗層は以下の 4 層に区分される。

第 1 層：表層の 0.5-1m は一部植物根あるいは腐食物混じりの砂礫層で層厚は 1m 前後が一般的であるが上流側の側点 VES37-40 で厚いと測定されている。地下水位はこの層の地表面下 1-1.5m に分布している。平均的な層厚は約 1.5m である。

第 2 層：砂礫層で透水性が高く良好な帯水層である。平均的な層厚は約 5.0m である。

第 3 層：粘土、礫混じりの砂層で第 2 層には劣るが帯水層になり得る。場所によっては、旧滑走斜面に堆積した粘土層がレンズ状に分布する可能性がある。平均的な層厚は約 5.0m である。

基盤岩：古生代石炭紀の砂岩及び粘板岩より構成される。基盤岩までの深さは浅い部分で 6m、深い部分は 35m、平均的には約 12m と推定される。

帯水層：Gachuurt 水源の帯水層は第 2 層と第 3 層とあわせた層とする。帯水層の平均的な層厚は約 10m である。

解析結果を表 A.4 に示す。

表 A.4 電気探査結果一覧:推定土層

| VES | 北緯 N       | 東経 E        | 標高(m)   | 第1層の厚さ(m) | 第2層の厚さ(m) | 第3層の厚さ(m) | 基盤岩までの深さ(m) |
|-----|------------|-------------|---------|-----------|-----------|-----------|-------------|
| 1   | 47°55' 20" | 107°09' 47" | 1300.16 | 1.0       | 6.5       | 5.0       | 12.5        |
| 2   | 47°55' 14" | 107°09' 50" | 1299.97 | 1.0       | 9.0       | 20.0      | 30?         |
| 3   | 47°55' 08" | 107°09' 53" | 1300.96 | 4.7       | 7.8       | 22.5      | 35          |
| 4   | 47°55' 01" | 107°09' 56" | 1301.03 | 1.3       | 3.0       | >5.7      | 10 以上       |
| 5   | 47°54' 55" | 107°09' 57" | 1300.84 | 1.2       | 6.2       | 12.6      | 20 (G-1)    |
| 6   | 47°54' 49" | 107°10' 01" | 1300.93 | 1.2       | 3.1       | 35.7      | 40?         |
| 7   | 47°54' 44" | 107°10' 07" | 1302.23 | 1.2       | 4.8       | 1.0       | 7.5 (G-2)   |
| 8   | 47°54' 38" | 107°10' 09" | 1302.29 | 1.2       | 2.9       | 8.4       | 12.5        |
| 9   | 47°54' 32" | 107°10' 14" | 1303.45 | 1.9       | 8.1       | 10.0      | 20          |
| 10  | 47°54' 25" | 107°10' 20" | 1303.80 | 1.9       | 2.6       | 4.5       | 9           |
| 11  | 47°54' 08" | 107°10' 26" | 1305.24 | 1.1       | 6.4       | 0         | 7.5         |
| 12  | 47°54' 04" | 107°10' 34" | 1305.47 | 1.1       | 1.8       | 4.6       | 7.5         |
| 13  | 47°54' 01" | 107°10' 46" | 1305.68 | 1.3       | 3.7       | 5.0       | 10 (G-3)    |
| 14  | 47°53' 54" | 107°10' 53" | 1306.42 | 1.2       | 1.7       | 6.1       | 9           |
| 15  | 47°53' 51" | 107°11' 06" | 1307.53 | 1.2       | 4.8       | 3.0       | 9           |
| 16  | 47°53' 40" | 107°11' 26" | 1307.51 | 1.2       | 3.8       | 7.5       | 12.5        |
| 17  | 47°53' 35" | 107°11' 39" | 1308.36 | 1.2       | 1.7       | 3.1       | 6           |
| 18  | 47°53' 33" | 107°11' 54" | 1308.99 | 1.2       | 4.8       | 3.0       | 9 (G-4)     |
| 19  | 47°53' 31" | 107°12' 10" | 1310.20 | 1.2       | 2.8       | 21.0      | 25          |
| 20  | 47°53' 29" | 107°12' 24" | 1309.70 | 1.2       | 2.8       | 4.0       | 8           |
| 21  | 47°54' 53" | 107°10' 01" | 1300.90 | 1.2       | 6.3       | 5.0       | 12.5        |
| 22  | 47°54' 24" | 107°10' 01" | 1303.17 | 1.2       | 6.3       | 7.5       | 15          |
| 23  | 47°54' 28" | 107°10' 20" | 1303.92 | 1.2       | 11.3      | 12.5      | 25          |
| 24  | 47°53' 57" | 107°10' 47" | 1305.94 | 3.0       | 4.5       | 7.5       | 15          |
| 25  | 47°53' 31" | 107°12' 13" | 1310.39 | 1.2       | 2.8       | 2         | 6           |
| 26  | 47°54' 04" | 107°10' 46" | 1334    | 1.0       | 3.5       | 4.0       | 8.5         |
| 27  | 47°53' 59" | 107°10' 41" | 1335    | 0.7       | 4.3       | 0         | 5           |
| 28  | 47°54' 02" | 107°10' 42" | 1336    | 1.0       | 1.0       | 3.5       | 5.5         |
| 29  | 47°54' 08" | 107°10' 44" | 1335    | 1.5       | 3.5       | 1.2       | 6           |
| 30  | 47°54' 08" | 107°10' 46" | 1337    | 0.5       | 5.5       | 0         | 6           |
| 31  | 47°54' 12" | 107°10' 47" | 1338    | 1.0       | 5.2       | 0         | 6           |
| 32  | 47°54' 14" | 107°10' 49" | 1335    | 0.8       | 4.8       | 0         | 5.6         |
| 33  | 47°54' 17" | 107°10' 50" | 1343    | 1.0       | 2.5       | 0         | 3.5         |
| 34  | 47°53' 33" | 107°11' 55" | -       | 1.2       | 4.8       | 3.0       | 9 (G-4)     |
| 35  | 47°53' 24" | 107°12' 09" | -       | 1.5       | 6.5       | 5.0       | 13          |
| 36  | 47°53' 27" | 107°12' 13" | -       | 0         | 8.5       | 4.5       | 13          |
| 37  | 47°53' 29" | 107°12' 14" | -       | 3.0       | 6.0       | 0         | 9m: 断層破砕帯   |
| 38  | 47°53' 32" | 107°12' 17" | -       | 3.5       | 6.5       | 6.0       | 16          |
| 39  | 47°53' 35" | 107°12' 20" | -       | 2.5       | 9.5       | 10.5      | 22.5        |
| 40  | 47°53' 38" | 107°12' 22" | -       | 5.0       | 6.5       | 0         | 11.5        |
| 平均  |            |             |         | 1.5       | 5.0       | 5.0       | 11.5-12.8   |

出典：JICA 調査団

比抵抗断面図として一例を次図に示した。基盤までの深度は全般に 20m 以深と浅い部分の凹凸があり旧河川の下刻の跡が推定される。各 VES 測点の比抵抗断面図を次々頁以降に添付した。

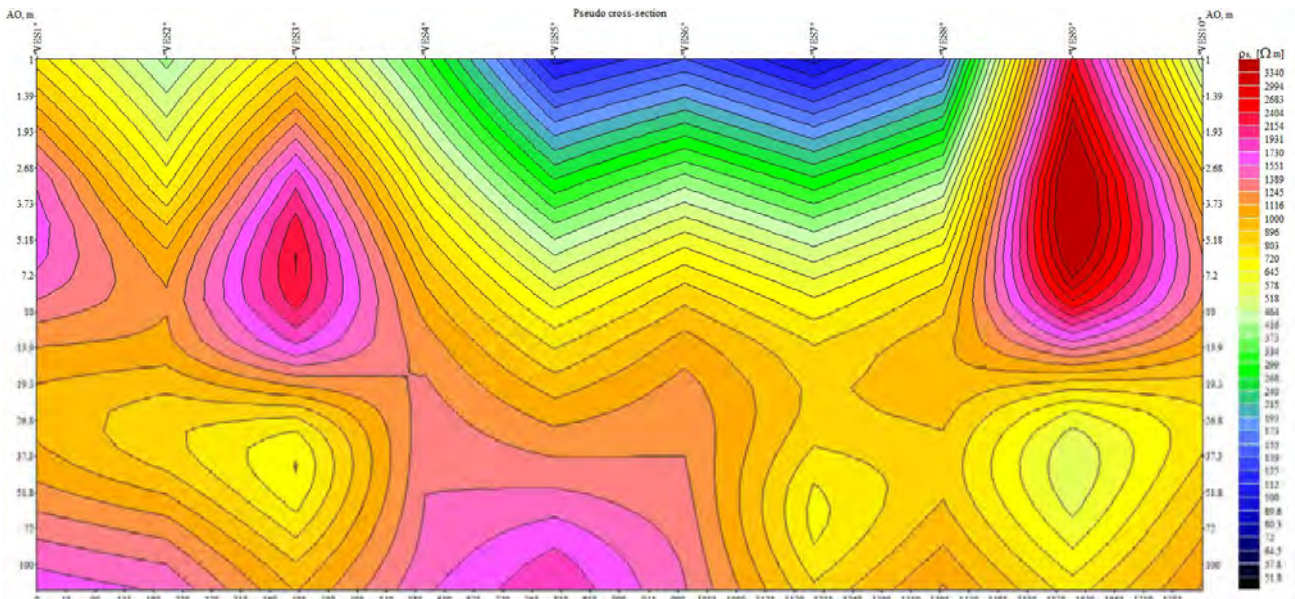
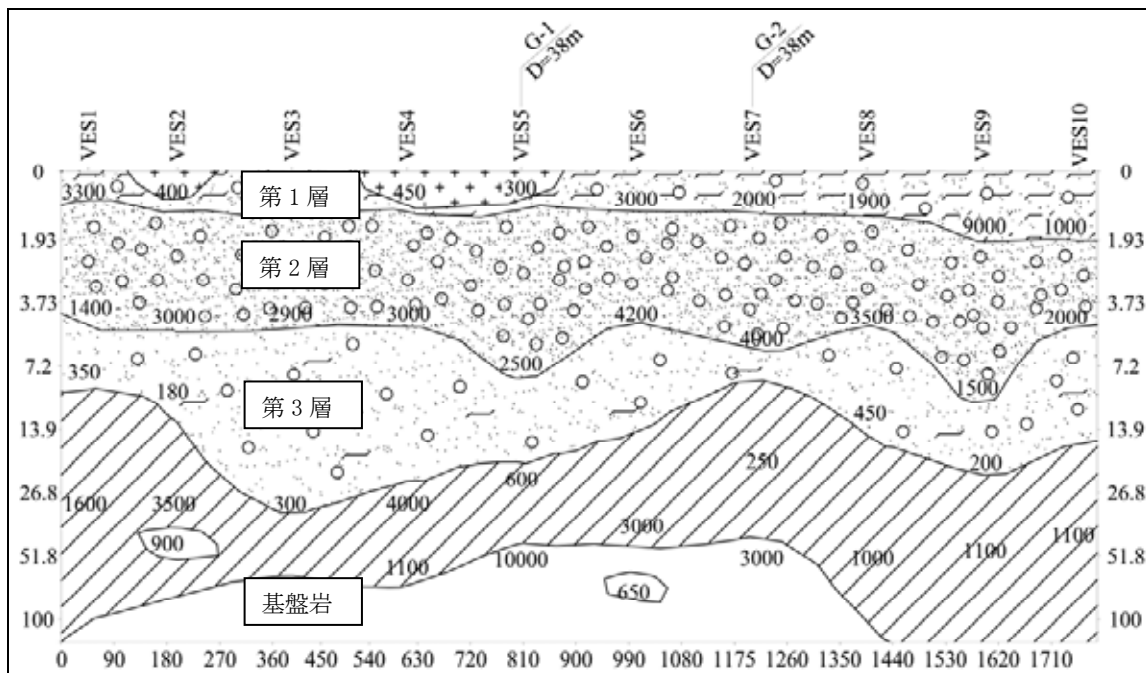


図 A.3 比抵抗断面図(VES1~VES10) 出典:JICA 調査団

比抵抗断面図を元に地質解析図を作成した。



数値は比抵抗値(単位:  $\Omega \cdot m$ )

図 A.4 解析断面図(VES1~VES10) 出典: JICA 調査団

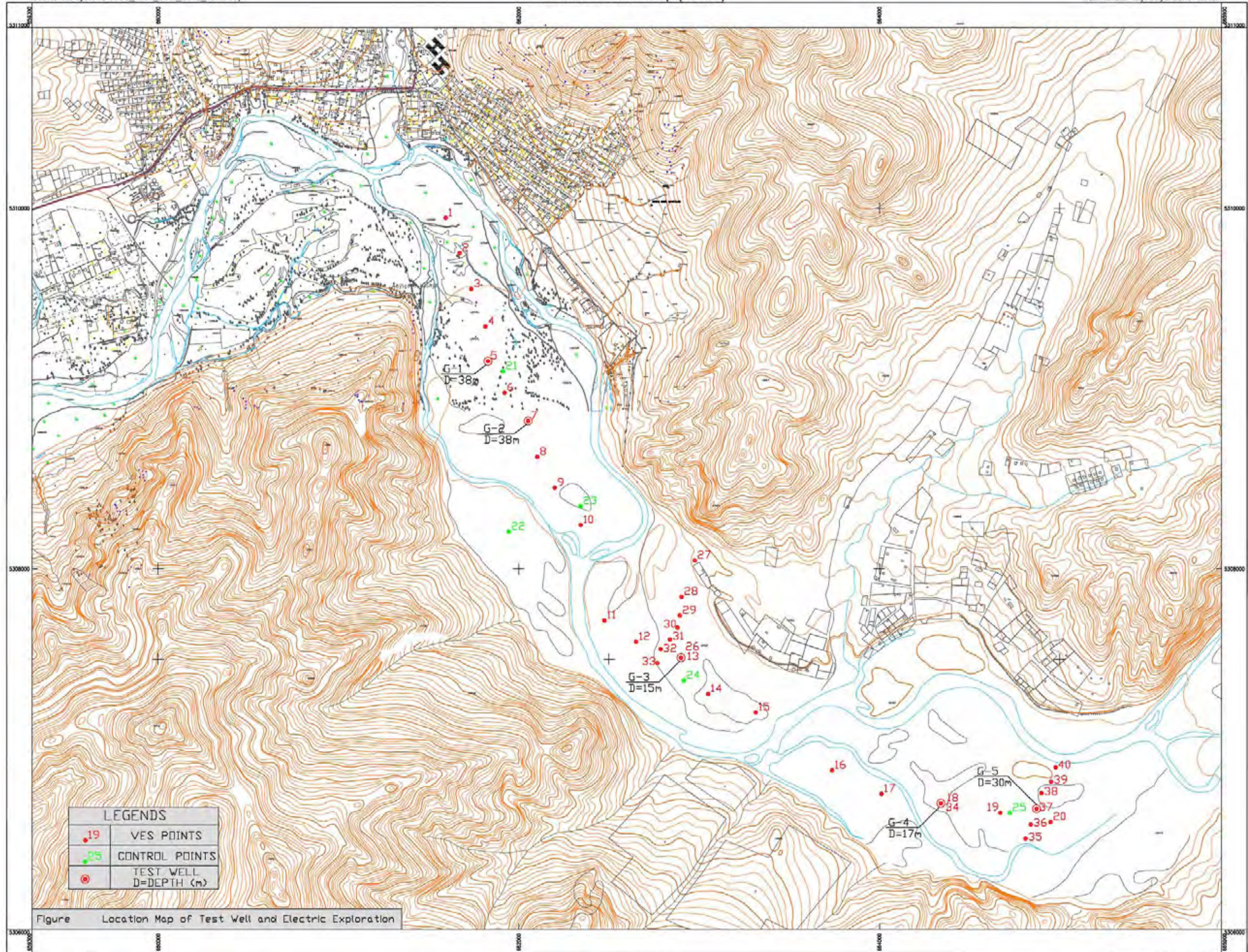
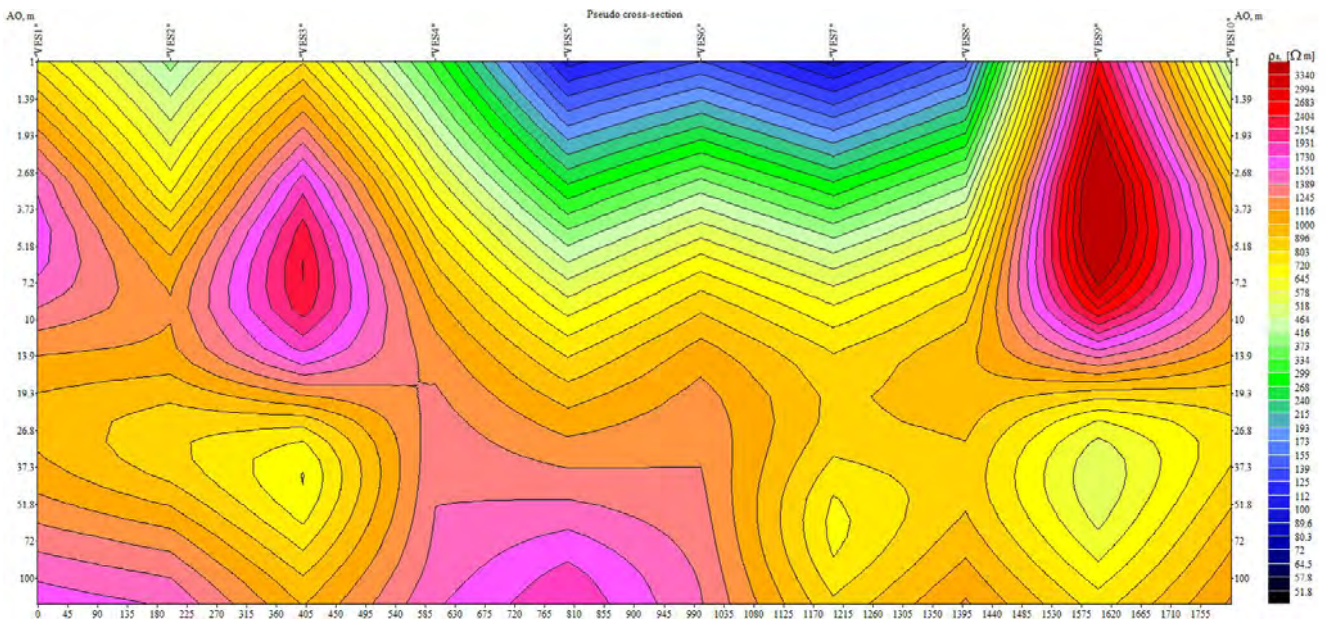
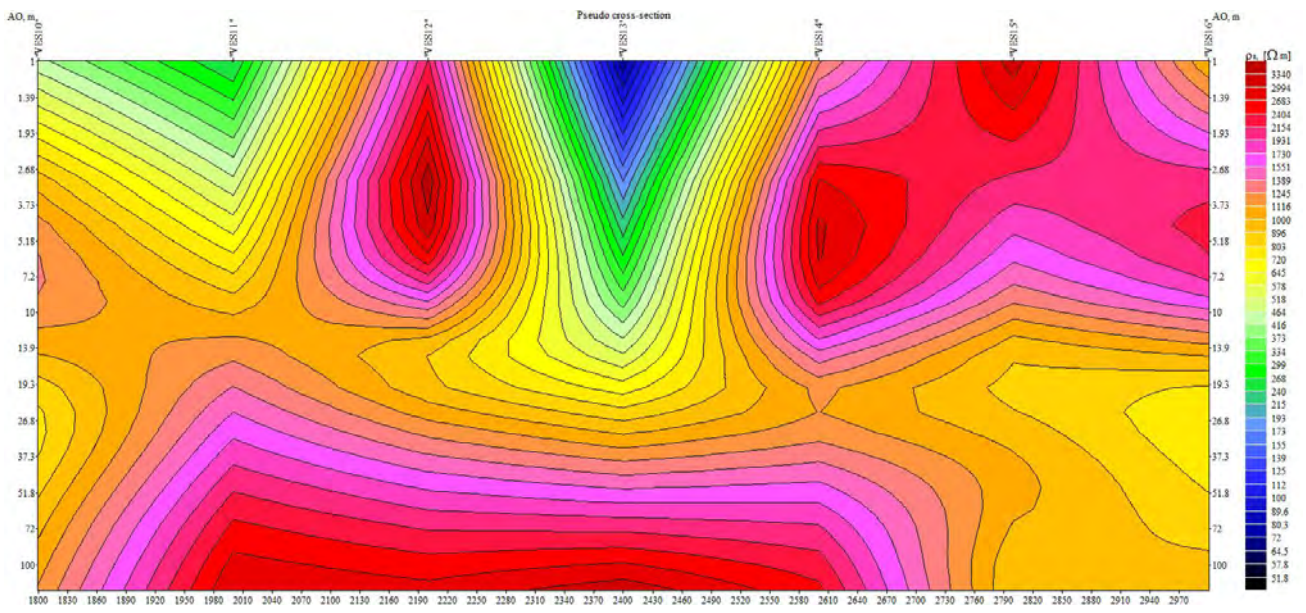


図 A.5 電気探査及び試掘調査位置図

電気探査 比抵抗断面図 (1/3)

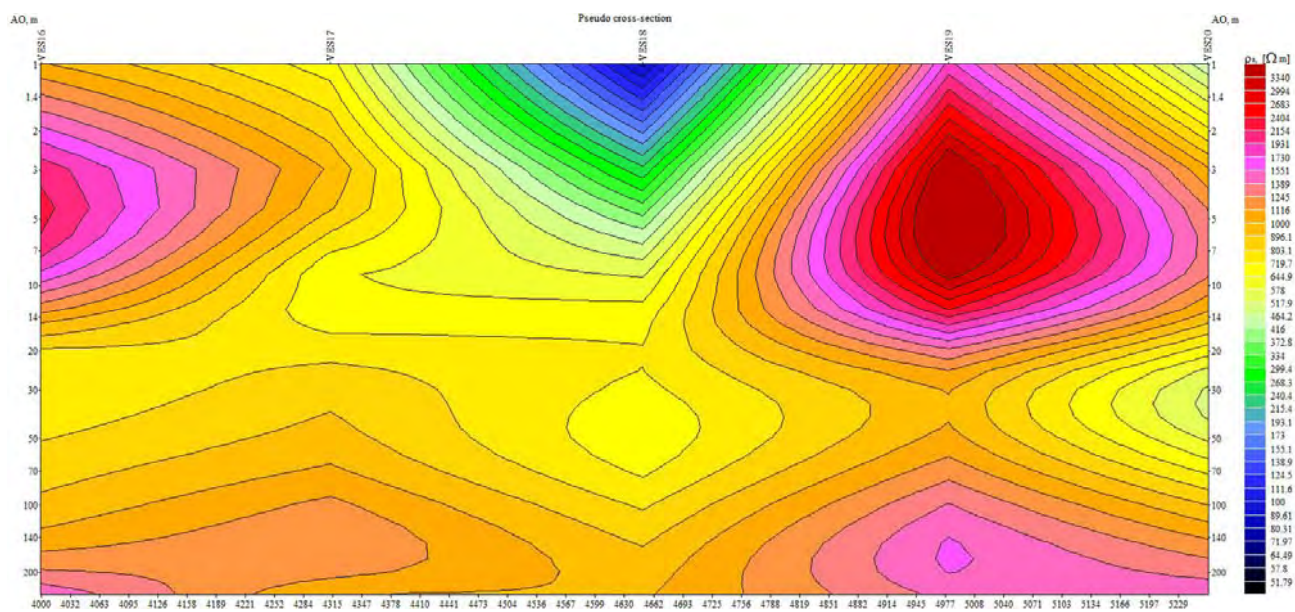


測点 1 - 1 0 (VES1-VES10)

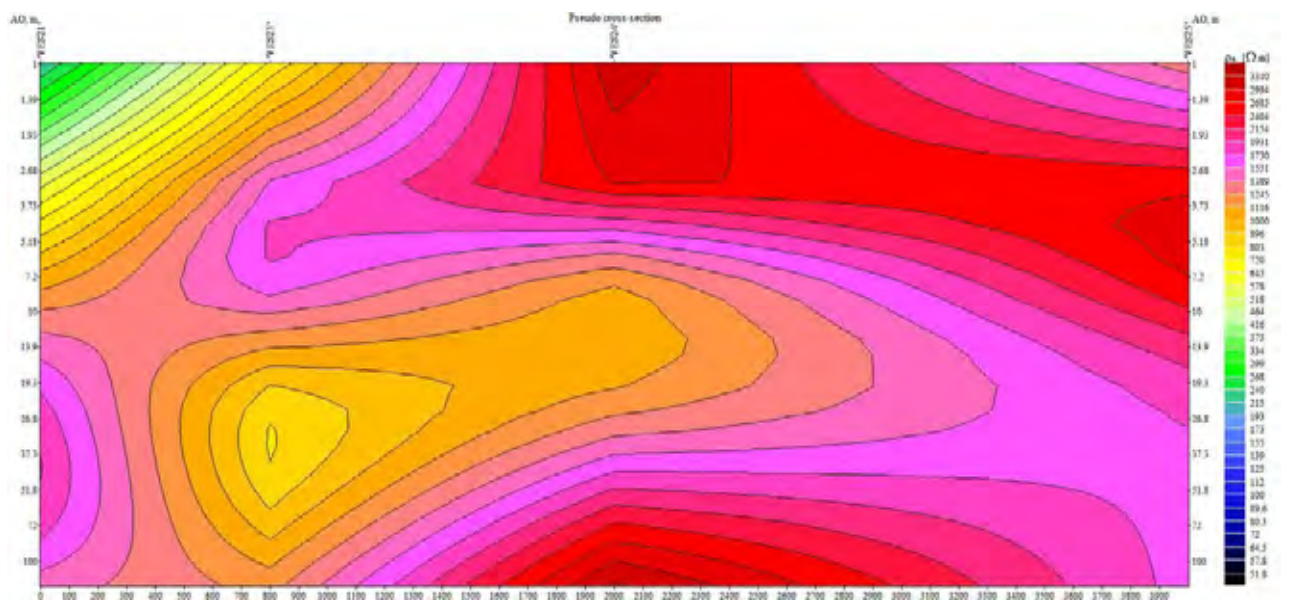


測点 1 0 - 1 6 (VES10-VES16)

電気探査 比抵抗断面図 (2/3)



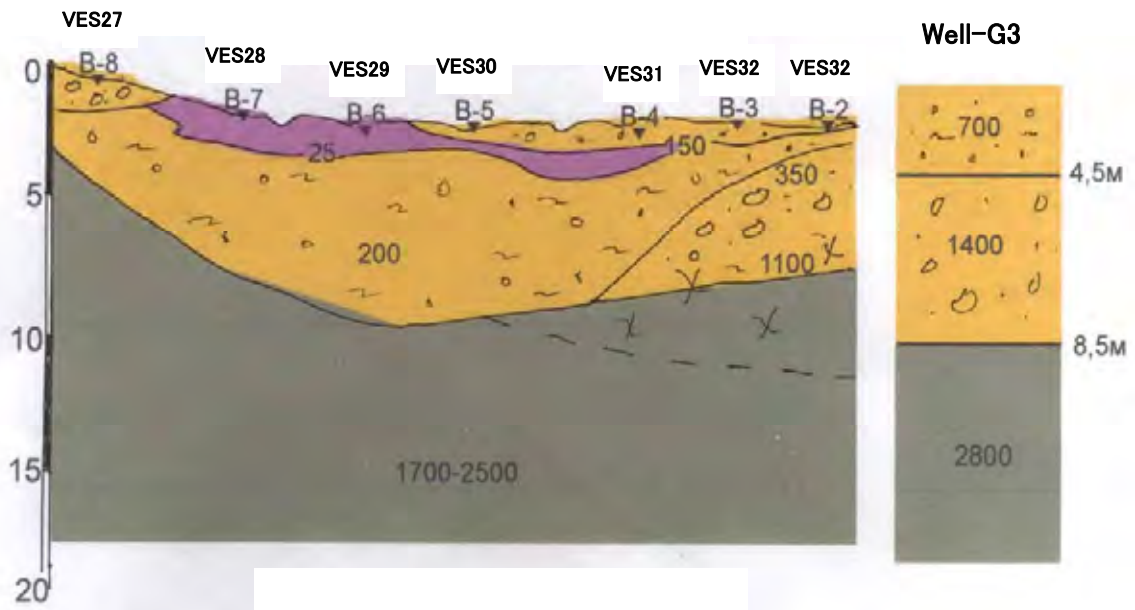
測点 1 6 - 2 0 (VES16-VES20)



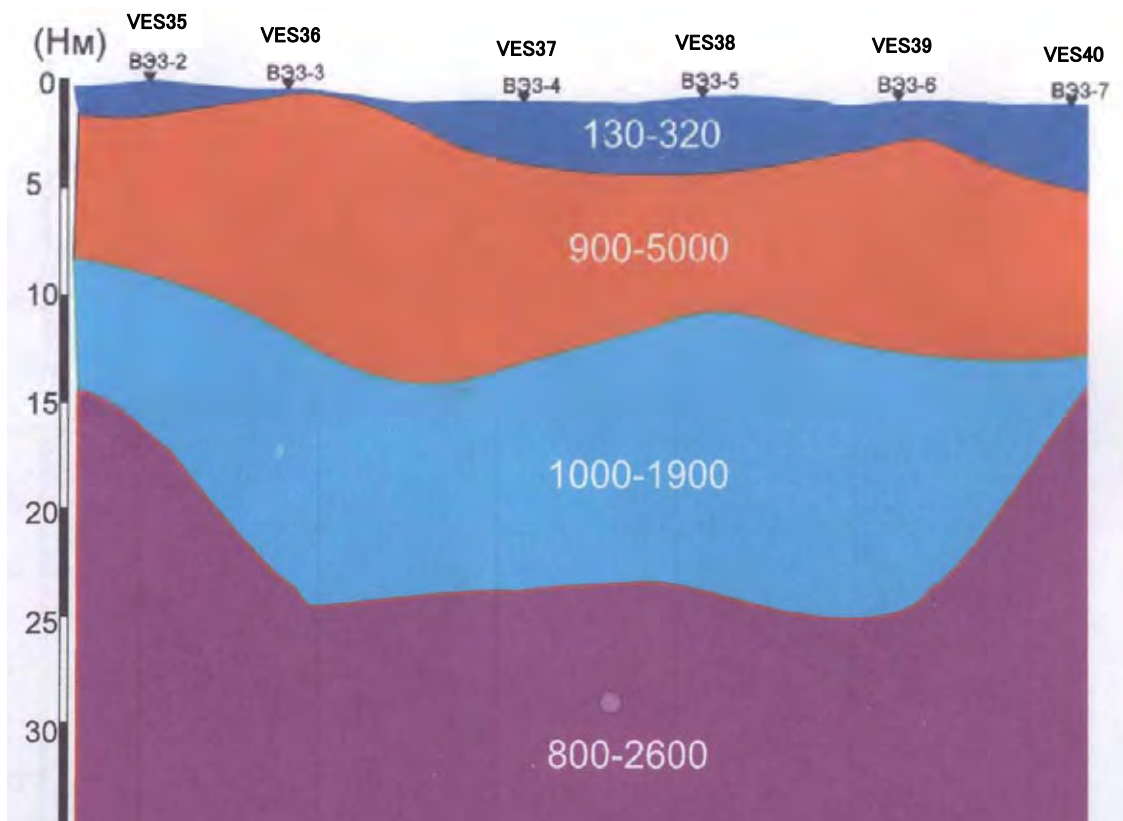
測点 2 1 - 2 5 (VES21-VES25)



電気探査 比抵抗断面図 (3/3)

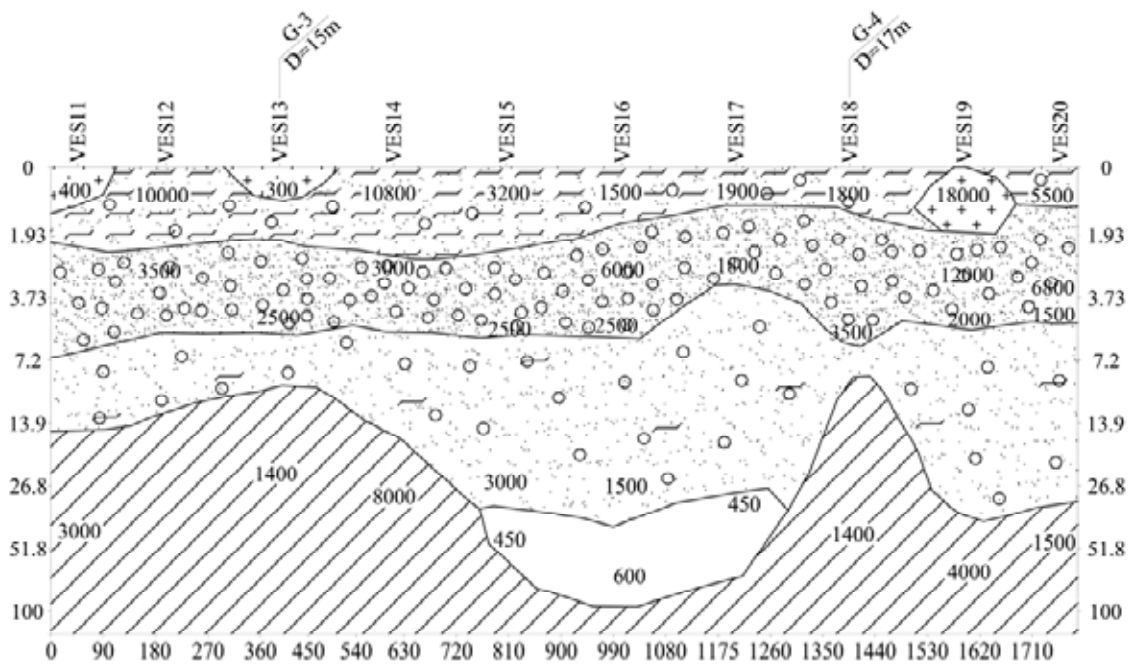
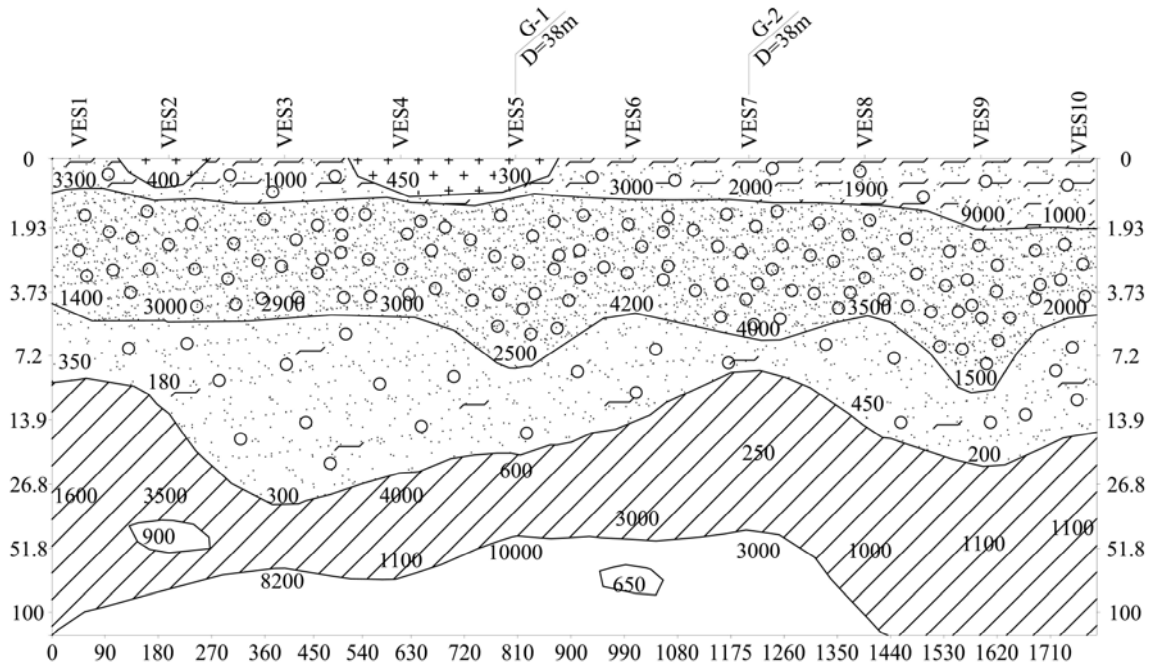


測点 2 7 - 3 2 (VES27-VES32)

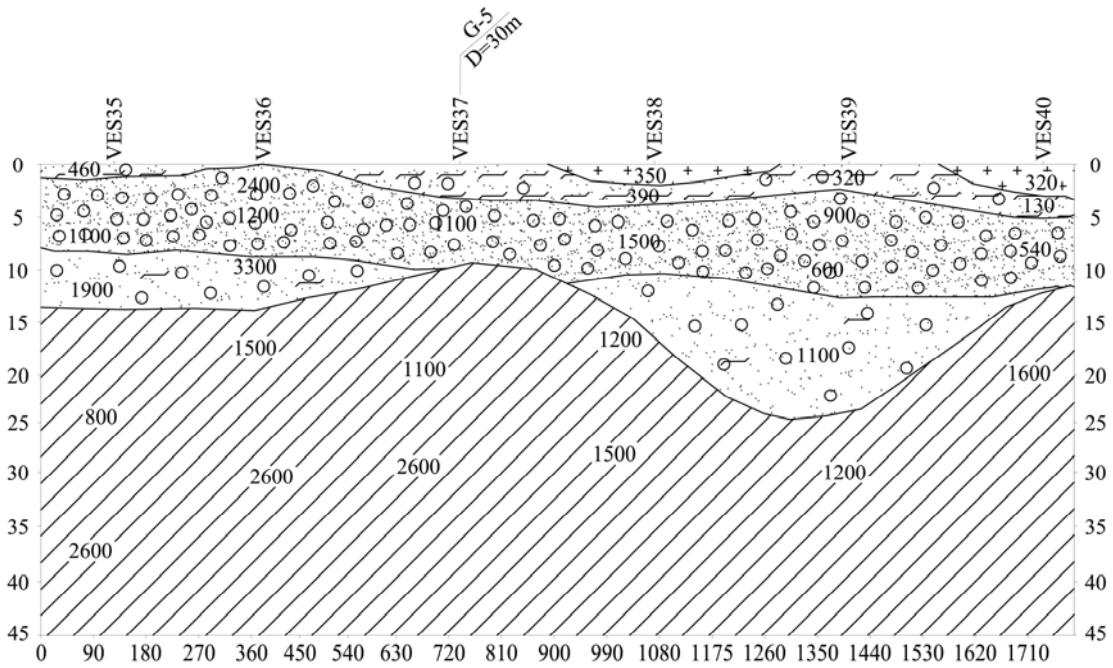
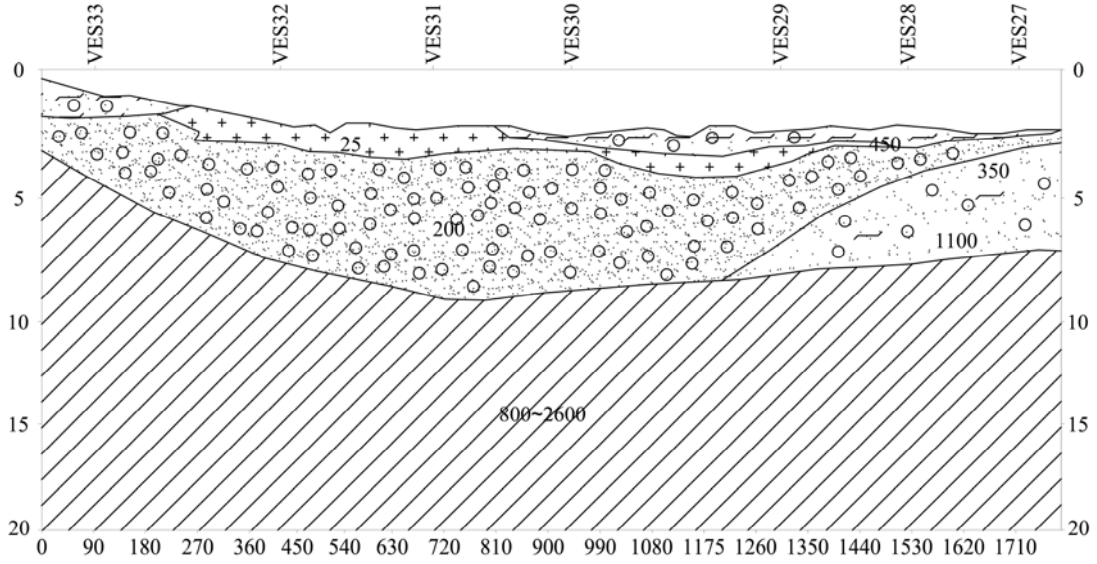


測点 3 5 - 4 0 (VES35-VES40)

電氣探査 解析断面図 (1/2)



電気探査 解析断面図 (2/2)



| LEGEND            |                                  |
|-------------------|----------------------------------|
| VES27             | Measure Point                    |
| 200<br>or<br>1500 | Resistivity ( $\Omega \cdot m$ ) |
|                   | Sand and Gravel (Main Aquifer)   |
|                   | Sand with Gravel / Clay          |
|                   | Basement Rock                    |

### (3) 試掘調査及び水質分析結果

#### 1) 試掘

**ボーリング**：試掘調査は、次の数量・仕様で実施した。なお、試掘後は孔内検層を行いスクリーン位置を決定し砂利充填を行った後揚水試験を行なった。調査位置は、図A.5に示す。

- ・掘削孔径および方式：14 インチ・泥水循環パーカッション方式、岩盤は油圧式ロータリー方式
- ・ケーシング・スクリーン口径：10 インチ
- ・掘削深度・本数：次表に示す。

表 A.5 試掘と揚水試験結果

| 試掘井戸<br>番号 | 掘削深度<br>(m) | 基盤深度<br>(-m) | 帯水層厚<br>(m) | 静水位<br>(GL-m) | 動水位<br>(GL-m) | 水位降下<br>量(m) | 揚水量<br>(m <sup>3</sup> /日) |
|------------|-------------|--------------|-------------|---------------|---------------|--------------|----------------------------|
| G-1        | 38          | 20.0         | 19.00       | 1.00          | 2.64          | -1.64        | 1,617                      |
| G-2        | 38          | 7.5          | 6.35        | 1.15          | 5.05          | -3.90        | 916                        |
| G-3        | 15          | 10.0         | 8.55        | 1.45          | 2.30          | -0.85        | 2,304                      |
| G-4        | 17          | 9.0          | 7.65        | 1.35          | 5.44          | -3.09        | 1,506                      |
| G-5        | 30          | 10.0         | 7.81        | 2.19          | 5.50          | -3.31        | 1,088                      |
| 合計         | 138         |              |             |               |               |              |                            |

出典：JICA 調査団

**孔内検層**：掘削後ただちに裸孔内における孔内物理検層（比抵抗値、自然電位、自然放射能、水温、電気電導度）を行い、掘削時作成の地質柱状図と対比しつつ帯水層の位置を確認し、スクリーンの設置位置決定の資料とした。

**揚水試験**：孔内検層後、揚水試験により帯水層の水理常数を解析する。揚水試験の手順は次の通りである。

- ・予備揚水試験（揚水による洗浄、段階揚水試験の揚水量の決定）
- ・段階揚水試験（揚水量別に7段階、揚水能力・連続揚水試験の揚水量を求める。）
- ・連続揚水試験（48時間以上を目安、適正揚水量で水位安定まで）
- ・水位回復試験（24時間以上、水位安定まで）

**解析**：掘削ずりから判定したボーリング柱状図を作成し、孔内検層解析、揚水試験の解析を行った。

揚水試験の結果は、ヤコブの直線解析法から連続揚水試験のグラフを用いて透水量係数と透水係数を算出した。

$$T = \frac{0.183Q}{\Delta s}$$

$$k = \frac{T}{M}$$

ここに、T:透水量係数 (m<sup>2</sup>/day)、Q:揚水量 (m<sup>3</sup>/day)、k:透水係数 (cm/sec)  
M: 帯水層の厚さ (m)

計算例 G-1 試掘井戸

$$T = \frac{0.183 \times 1617}{0.122} = 2,425 \text{ (m}^2/\text{day)}, k = 2425 / 18.9 = 128 \text{ (m/day)} = 1.48 \times 10^{-1} \text{ (cm/sec)}$$

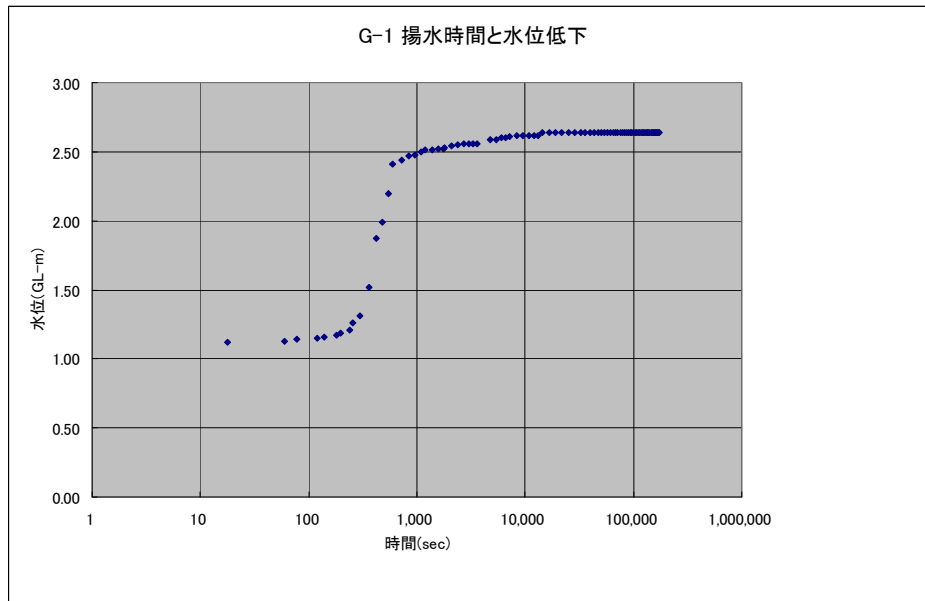


図 A.6 G-1 試掘井戸:連続揚水試験揚水時間と水位低下曲線 出典: JICA 調査団

各試掘井戸における  $\Delta s$  (10,000-1,000) と水理常数一覧を次表に示す。

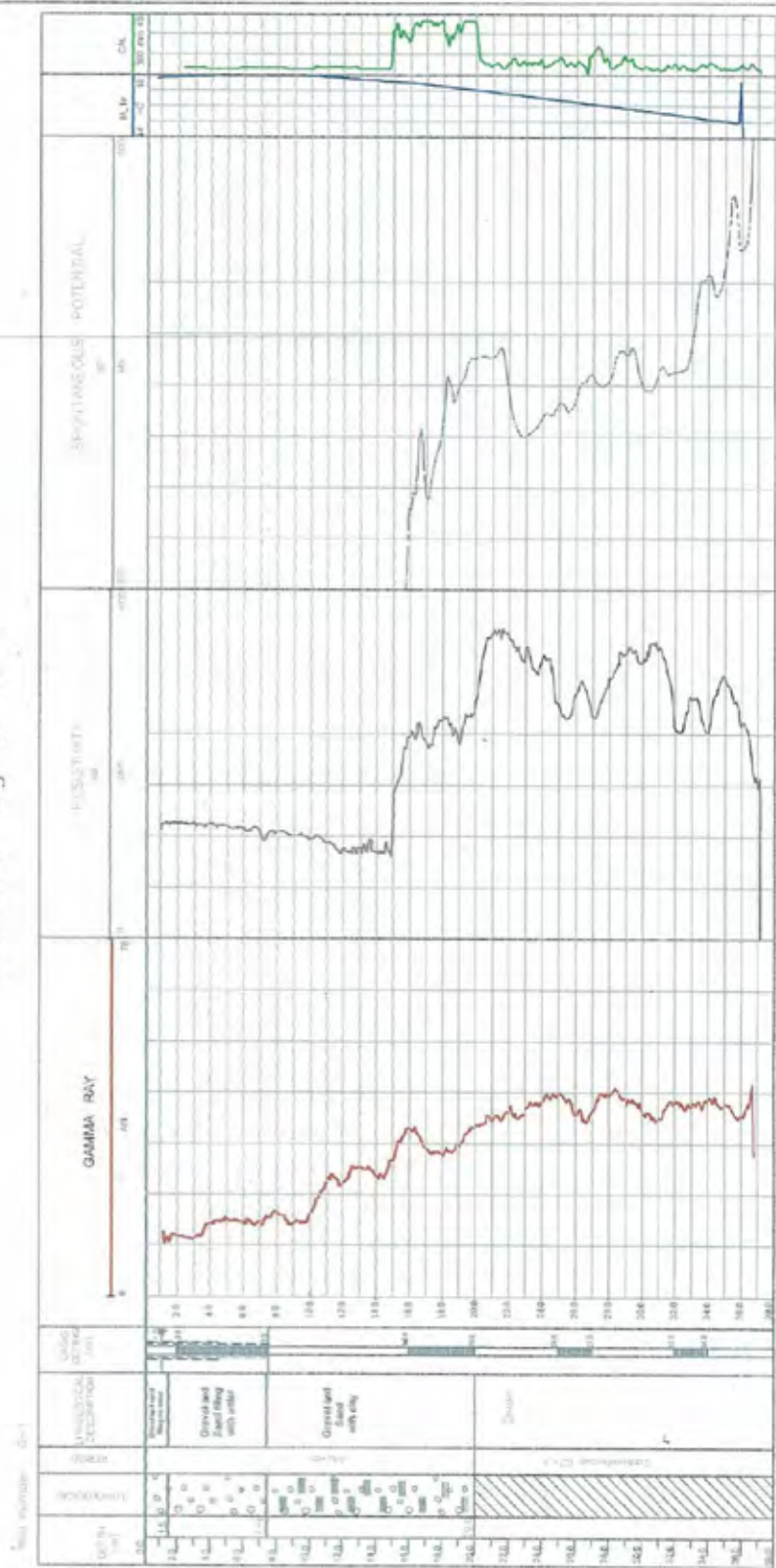
表 A.6 試掘と揚水試験結果

| 試掘井戸番号 | 掘削深度 (m) | 基盤深度 (-m) | 帯水層厚 M (m) | 静水位 (GL-m) | 動水位 (GL-m) | 水位降下量 (m) | 揚水量 Q (m <sup>3</sup> /日) | $\Delta s$ (m) | 透水量係数 T (m <sup>2</sup> /day) | 透水係数 (k) (cm/sec)    |
|--------|----------|-----------|------------|------------|------------|-----------|---------------------------|----------------|-------------------------------|----------------------|
| G-1    | 38       | 20.0      | 19.00      | 1.00       | 2.64       | -1.64     | 1,617                     | 0.12           | 2,466                         | $1.5 \times 10^{-1}$ |
| G-2    | 38       | 7.5       | 6.35       | 1.15       | 5.05       | -3.90     | 916                       | 0.26           | 645                           | $1.2 \times 10^{-1}$ |
| G-3    | 15       | 10.0      | 8.55       | 1.45       | 2.30       | -0.85     | 2,304                     | 0.06           | 7,027                         | $9.5 \times 10^{-1}$ |
| G-4    | 17       | 9.0       | 7.65       | 1.35       | 5.44       | -3.09     | 1,506                     | 0.41           | 626                           | $9.5 \times 10^{-2}$ |
| G-5    | 30       | 10.0      | 7.81       | 2.19       | 5.50       | -3.31     | 1,088                     | 0.14           | 1,531                         | $2.3 \times 10^{-1}$ |
| 平均値    | -        | -         | -          | -          | -          | -         | 1,404                     |                | 1,541                         | -                    |

Q の平均値は最大値と最小値を除いた値  
T の平均値は最大値と最小値を除いた値

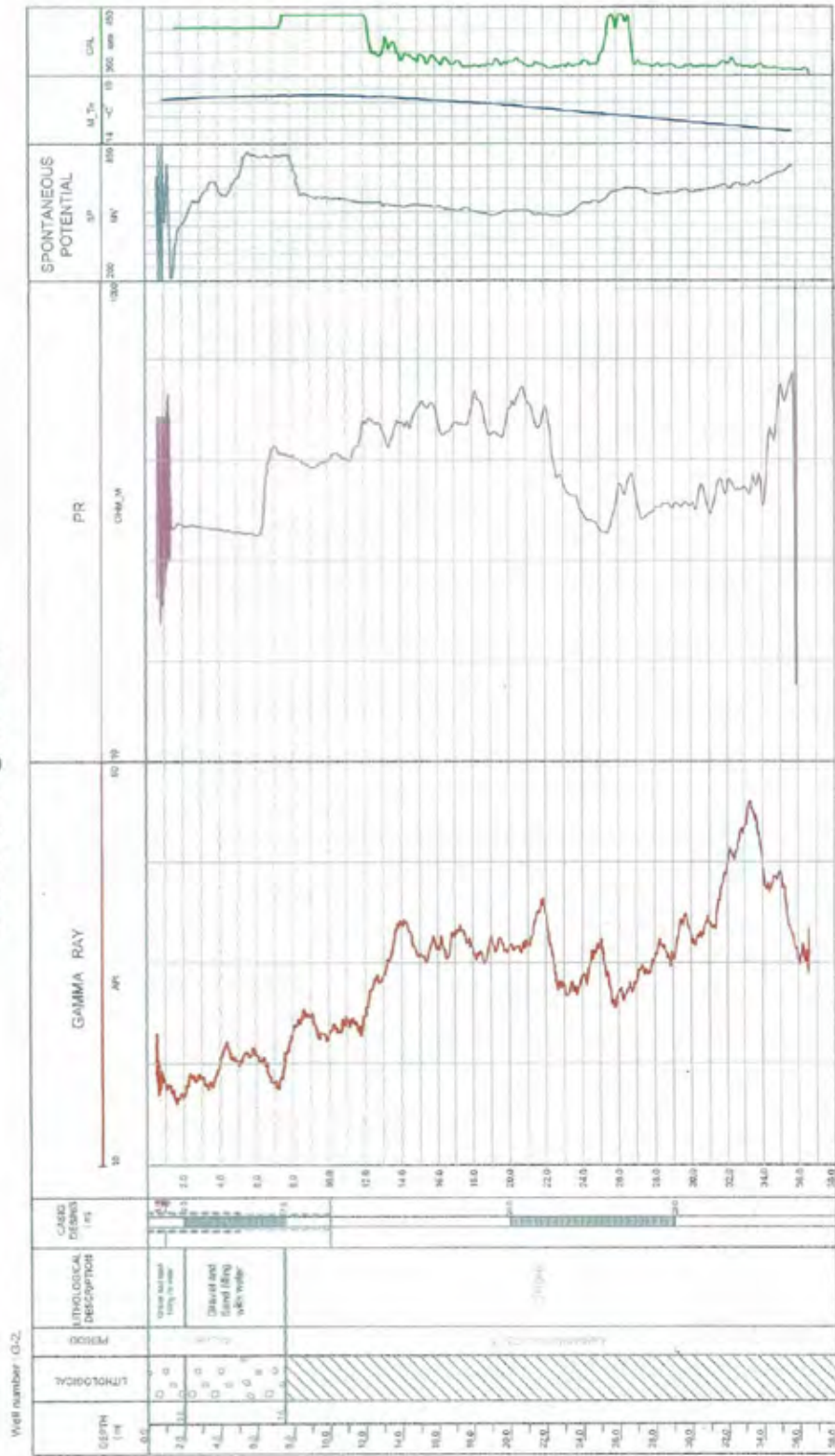
出典: JICA 調査団

# Drillhole log of G-1



地質柱状図、物理検層図 (G-1)

# Drillhole log of G-2

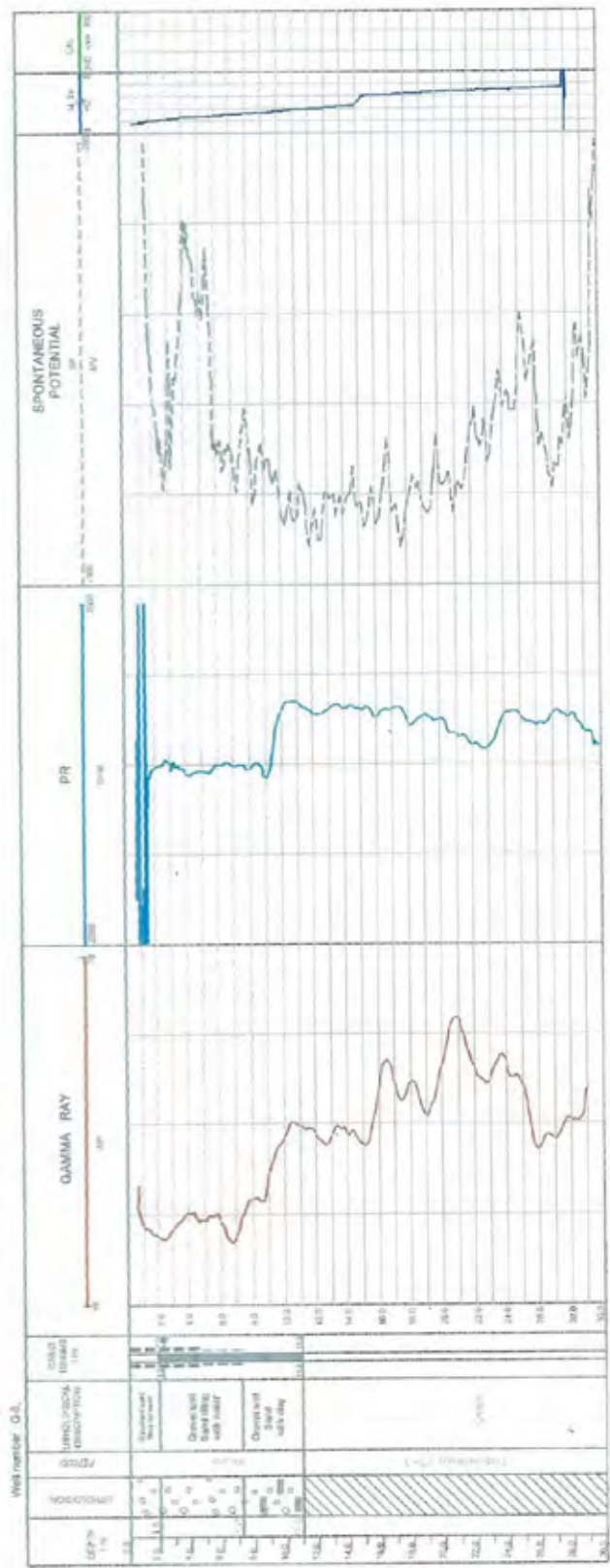


地質柱状図、物理検層図 (G-2)



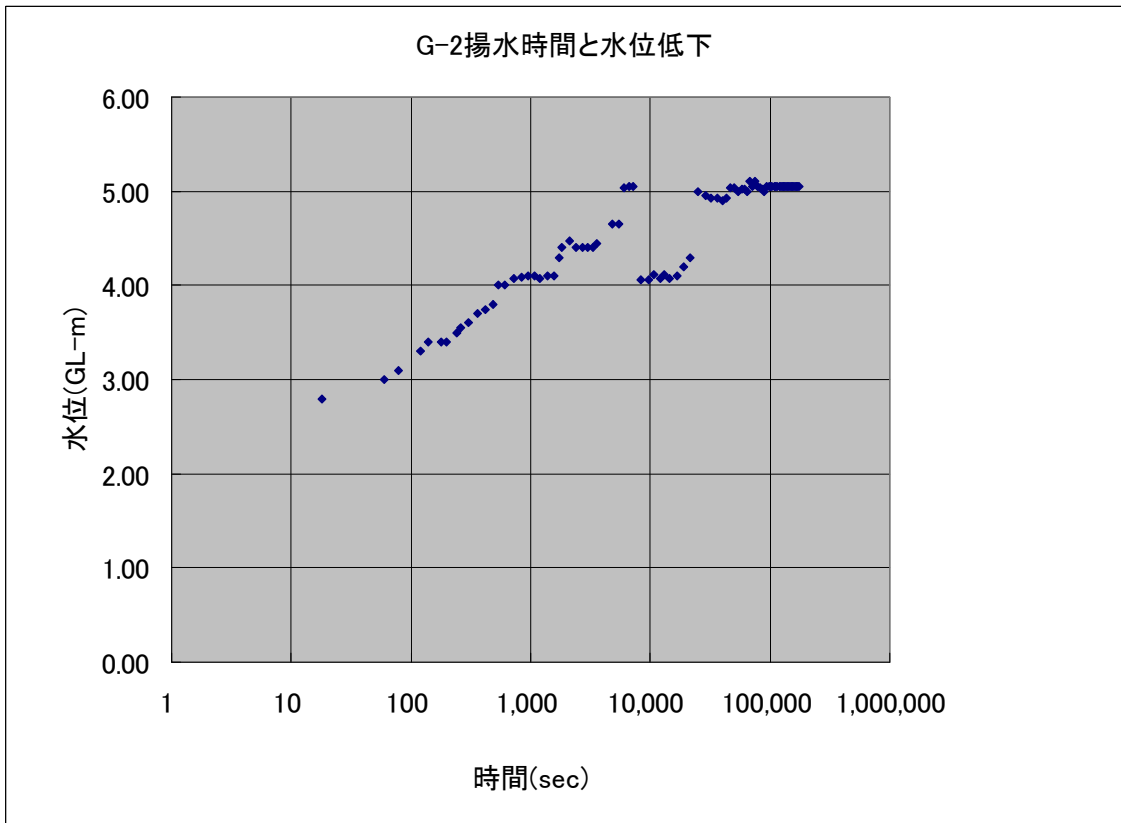
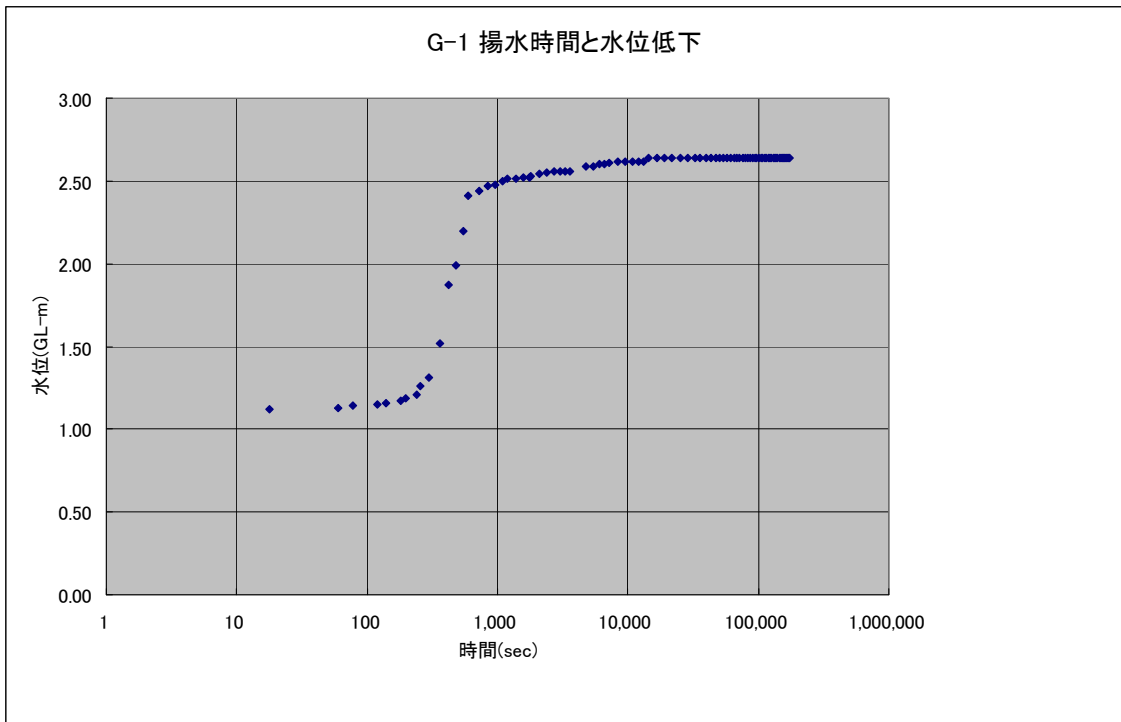


# Drillhole log of G-5

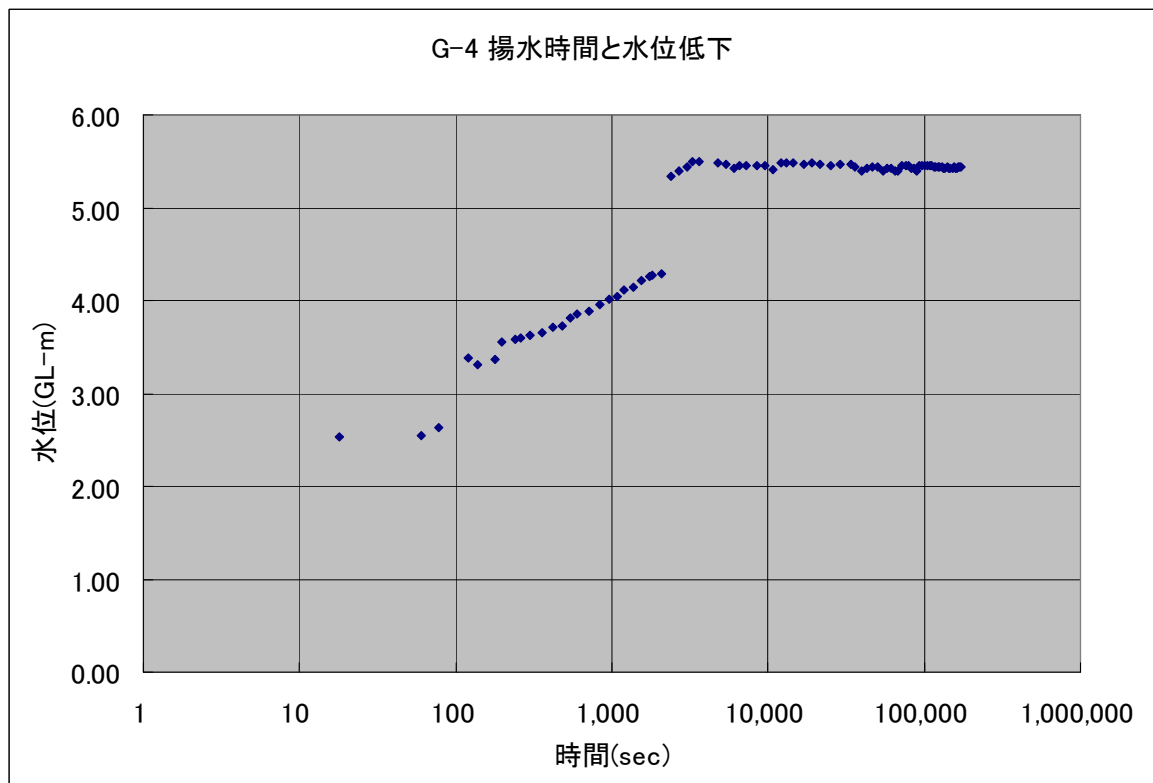
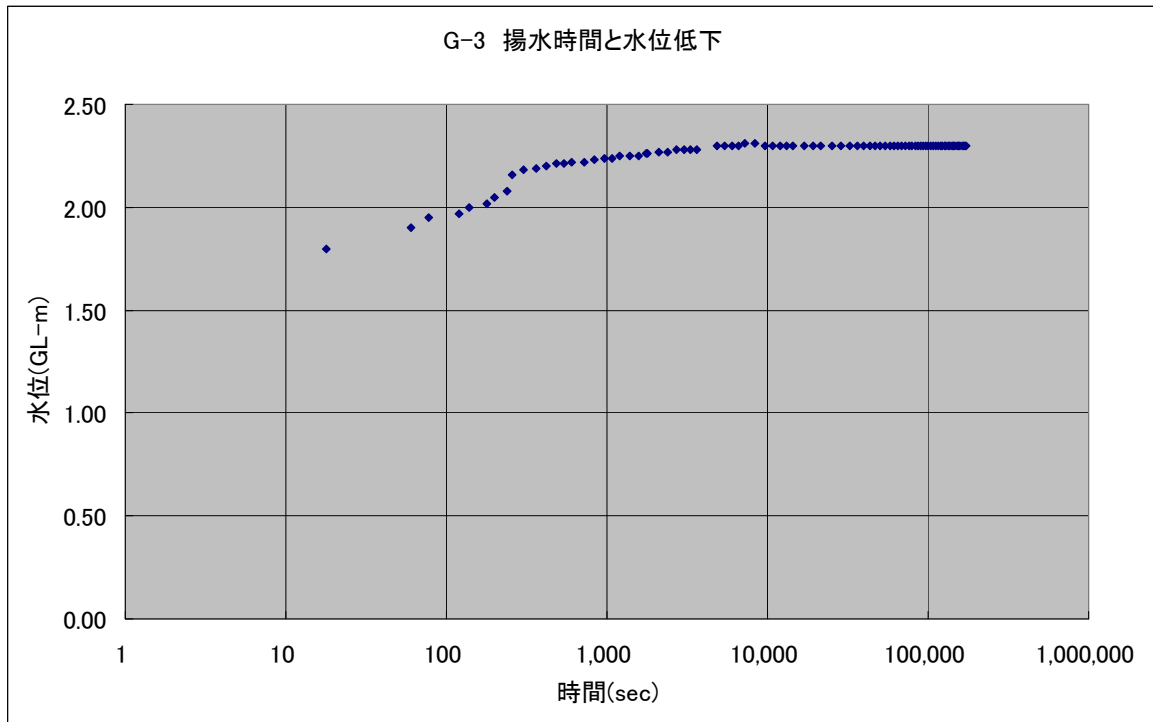


地質柱状図、物理検層図 (G-5)

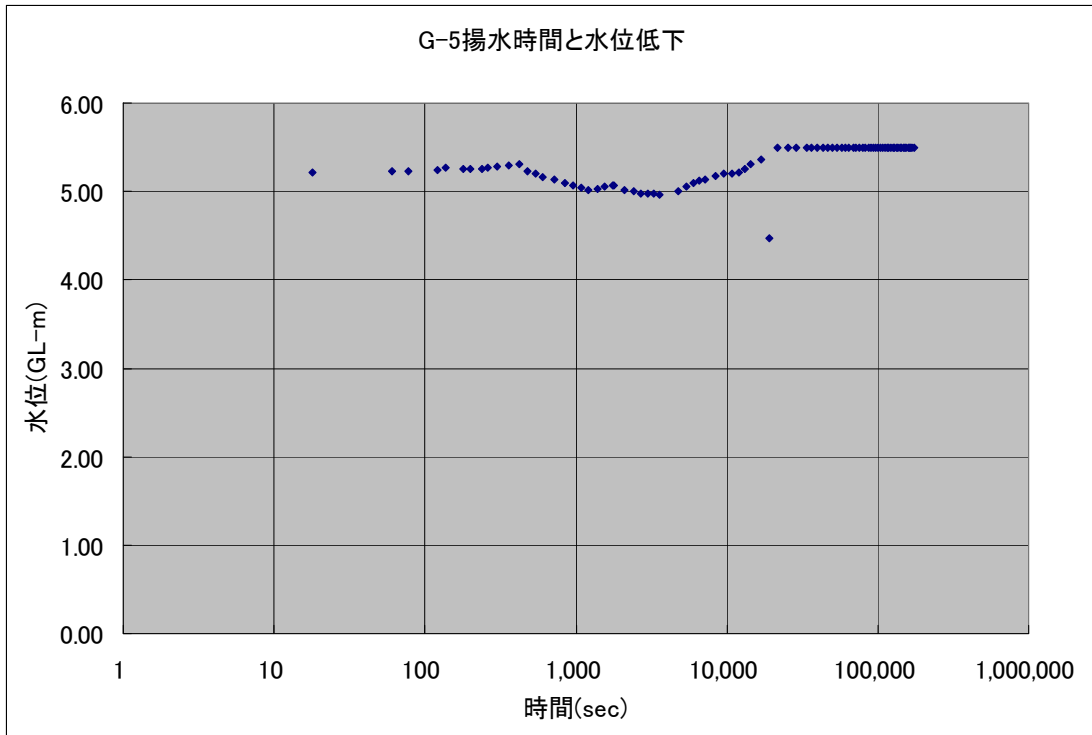
揚水試験結果 (1/3)



揚水試験結果 (2/3)



揚水試験結果 (3/3)



## 2) 水質分析

今回のガチョルト水源で実施した試掘調査時の揚水試験時に採水した地下水に対して、飲料水としての適合性判定のため水質分析を実施した。試掘井戸位置は図 A.5 に示した。

モンゴルの水道水質基準 (MNS900-2005) に準じ、30 項目の水質検査を行った。なお、本水源地より上流の流域内に農薬を使う大規模農場、鉱山・精錬所等は存在しないので、モンゴル国の水質基準に指示されていない農薬、有機化合物は分析していない。

水質分析項目と試掘井戸 4 箇所から採水した水質分析結果を表 A.7 に示す。なお、水銀についてはモンゴル国 Central Geological Laboratory が所有する機材の測定限界以内の数値で具体的な数値ではない。

表 A.7 水質分析結果

| No. | Parameter                      | Unit       | G-1    | G-2    | G-3    | G-4    | 水道水質基準       |
|-----|--------------------------------|------------|--------|--------|--------|--------|--------------|
| 1   | Turbidity                      | NTU        | 0.08   | 0.21   | -      | -      | 5            |
| 2   | Acidity pH                     |            | 6.33   | 7.05   | 6.65   | 6.95   | 6.5-8.5      |
| 3   | Conductivity                   | micro-S/cm | 0.18   | 0.08   | 0.15   | 0.07   | -            |
| 4   | Chloride                       | mg/L       | 10.28  | 6.74   | 27.65  | 6.74   | 350          |
| 5   | Sulphate                       | mg/L       | 7.41   | 8.23   | 13.99  | 14.81  | 500          |
| 6   | Silica                         | mg/L       | 0.83   | 0.82   | 0.55   | 0.46   | -            |
| 7   | Calcium                        | mg/L       | 10.02  | 12.02  | 10.02  | 18.04  | 100          |
| 8   | Magnesium                      | mg/L       | 1.85   | 1.80   | 5.47   | <0.50  | 30           |
| 9   | Sodium                         | mg/L       | 10.69  | 8.96   | 7.90   | 2.09   | 200          |
| 10  | Potassium                      | mg/L       | 0.01   | 0.02   | 3.06   | 0.74   | -            |
| 11  | Aluminum                       | mg/L       | <0.025 | <0.025 | 0.032  | <0.025 | 0.5          |
| 12  | Total hardness                 | mg/L       | 35.0   | 37.5   | 47.5   | 45.0   | 350          |
| 13  | Dry residuals                  | mg/L       | 68.4   | 74.0   | 96     | 68     | 1000         |
| 14  | Nitrates                       | mg/L       | 0.62   | 1.12   | 0.01   | 0.01   | 50           |
| 15  | Nitrites                       | mg/L       | <0.01  | <0.01  | <0.01  | <0.01  | 1.0          |
| 16  | Ammonium                       | mg/L       | 0.70   | 0.70   | 4.50   | 0.70   | 1.5          |
| 17  | Iron                           | mg/L       | <0.03  | <0.03  | 0.09   |        | 0.3          |
| 18  | Manganese                      | mg/L       | 0      | 0.01   | 0.01   | <0.01  | 0.1          |
| 19  | Copper                         | mg/L       | <0.01  | <0.01  | <0.01  | <0.01  | 1            |
| 20  | Zinc                           | mg/L       | 0.02   | <0.01  | 0.02   | 0.01   | 5            |
| 21  | Silver                         | mg/L       | <0.05  | <0.05  | <0.05  | <0.05  | 0.05         |
| 22  | Arsenic                        | mg/L       | <0.05  | <0.05  | <0.05  | <0.05  | 0.05         |
| 23  | Cadmium                        | mg/L       | <0.005 | <0.005 | <0.005 | <0.005 | 0.01         |
| 24  | Cyanides                       | mg/L       | <0.002 | <0.002 | <0.002 | <0.002 | 0.01         |
| 25  | Chromium                       | mg/L       | <0.02  | <0.02  | <0.02  | <0.02  | 0.05         |
| 26  | Mercury                        | mg/L       | <0.005 | <0.005 | <0.005 | <0.005 | (0.0005)     |
| 27  | Molybdenum                     | mg/L       | <0.03  | <0.03  | <0.03  | <0.03  | 0.25         |
| 28  | Lead                           | mg/L       | <0.01  | <0.01  | <0.05  | <0.05  | 0.03         |
| 29  | Total coliforms                | Nos./100ml | 70     | 55     | 23     | 49     | Not Detected |
| 30  | General bacteria colony counts | Nos./ml    | 0      | 0      | 110    | 240    | 20           |

イタリック体はモンゴル国水道法に水質基準がない項目である。

出典：JICA 調査団

カッコ内は参考として日本の基準を示した。

本水源地の地下水は、大腸菌及び一般細菌はモンゴル国水道法水質基準を超えるがその他の項目は基準以内である。従って本水源地の地下水を飲料水として利用する場合には、塩素消毒すれば、問題はない。

# 水質分析結果 (G-1-1)

Form ChPh-01

Approved by the 1st annex of the CGL's  
General director's Order No.33 of 2007



## CENTRAL GEOLOGICAL LABORATORY (SPO)

Songinokhairkhan district, Trade Union street, Ulaanbaatar-211137, Mongolia  
Phone: 976-11-632904, 632914, Fax: 976-11-632944  
E-mail: cengeolab@mongol.net; http://www.cengeolab.com  
Fax: (976-11) 632944, e-mail: cengeolab@mongol.net



### Test report of the Accredited Laboratory

|                            |   |                 |                 |
|----------------------------|---|-----------------|-----------------|
| Laboratory name            | : Chemical and Physical Techniques Laboratory | Order Number    | : XΦ 09/1076    |
| Sample preparation         | : -   | Customer name   | : US OYU Co.ltd |
| Test methods               | : Wet chemistry                               | Address         | : 685775        |
| Number and type of samples | : 1, water                                    | Phone           | : 685775        |
| Receiving date             | : 2009.10.05                                  | Fax             | : 688286        |
|                            |   | Date of report  | : 2009.10.19    |
|                            |   | Number of pages | : 2             |

\* - Accredited method in the international level

| №<br>Lab #<br>sample#           | 1     |         |       | Test method |
|---------------------------------|-------|---------|-------|-------------|
|                                 | 10201 |         |       |             |
|                                 | J - 1 |         |       |             |
|                                 | mg/l  | mg-eq/l | eq% % |             |
| Na <sup>+</sup>                 | 10.69 | 0.47    | 38.65 | -           |
| NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>    | 0.7   | 0.04    | 3.22  | SPhM-97     |
| Ca <sup>2+</sup>                | 10.02 | 0.50    | 41.52 | Titr-91     |
| Cl <sup>-</sup>                 | 10.28 | 0.29    | 24.08 | Titr-77*    |
| SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>   | 7.41  | 0.15    | 12.81 | Grav-101    |
| NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>    | <0.01 | -       | -     | SPhM-96     |
| NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>    | 0.62  | 0.01    | 0.83  | SPhM-95     |
| CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>   | <1.5  | -       | -     | Titr-93     |
| HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>   | 45.76 | 0.75    | 62.28 | Titr-94     |
| pH                              | 6.33  |         |       | WA-102      |
| H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> | 3.33  |         |       | SPhM-98     |
| TDS (practical)                 | 82    |         |       | Grav - 103* |
| TDS (calculation)               | 68.4  |         |       |             |
| COD                             | 5.44  |         |       | Titr-105    |
| hardness                        |       | 0.70    |       |             |
| Conductivity, s/cm              | 0.18  |         |       | WA-104      |
| turbidity                       | 0.08  |         |       |             |

*Handwritten signature*



水質分析結果 (G-1-2)

Approved by the 1st annex of the CGL's  
General director's Order No.33 of 2007

Form ChPh-01

Confirmation of the Test report of the Order No. ChPh 09/1076

\* - Accredited method in the international level

| No                | Lab#    | Sample #                   | Sample description | Elements, mg/l                  |       |       |        |       |       |       |       |       |       |       |       |                |                  |        |                     |
|-------------------|---------|----------------------------|--------------------|---------------------------------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------------|------------------|--------|---------------------|
|                   |         |                            |                    | Al                              | Fe    | As    | Cd     | Cu    | Pb    | Cr    | Zn    | Ag    | Mn    | Mo    | Sr    | K <sup>+</sup> | Mg <sup>2+</sup> | Hg     | CN <sub>total</sub> |
| 1                 | 10201   | J-1                        | -                  | <0.025                          | <0.03 | <0.05 | <0.005 | <0.01 | <0.01 | 0.02  | <0.05 | 0.000 | <0.03 | 0.33  | 0.01  | 1.85           | <0.005           | <0.002 |                     |
| Quality control   |         |                            |                    |                                 |       |       |        |       |       |       |       |       |       |       |       |                |                  |        |                     |
| 1                 | sh-2164 | Standard solution          |                    | 0.158                           | 0.160 | 0.15  | 0.151  | 0.160 | 0.160 | 0.160 | 0.160 | 0.160 | 0.160 | 0.150 | 0.151 | 3.02           | 3.95             | 0.006  | 0.10                |
|                   |         | Value of standard solution |                    | 0.150                           | 0.150 | 0.150 | 0.150  | 0.150 | 0.150 | 0.150 | 0.150 | 0.150 | 0.150 | 0.150 | 0.150 | 3.00           | 3.00             | 0.006  | 0.11                |
| Test method codes |         |                            |                    | ICP-25* / AAS-CV-75* / SPHM-65* |       |       |        |       |       |       |       |       |       |       |       |                |                  |        |                     |

This report should not be reproduced, except in full without written approval of the Central Geological Laboratory.  
These results are related only to the customer's samples tested here.



*(Signature)*  
Head of the Laboratory

(A.A. Vankov / (name))  
Central engineer

*(Signature)*  
P. Nominbatbay / (name)

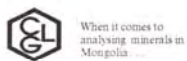
Analysts: G. Tsevechmaa, Ch. Tserekhjav, Do. Enkhbayar, N. Ganzorig / (name)

Thank you for being served by us.

# 水質分析結果 (G-2-1)

Form ChPh-01

Approved by the 1st annex of the CGL's  
General director's Order No.33 of 2007



## CENTRAL GEOLOGICAL LABORATORY (SPO)

Songinokhairkhan district, Trade Union street, Ulaanbaatar-211137, Mongolia  
Phone: 976-11-632904, 632914, Fax: 976-11-632944  
E-mail: cengeolab@mongol.net; http://www.cengeolab.com  
Фаскс: (976-11) 632944, e-mail: cengeolab@mongol.net

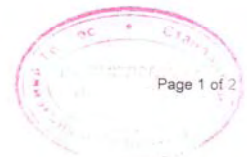


### Test report of the Accredited Laboratory

|                            |   |                 |                 |
|----------------------------|---|-----------------|-----------------|
| Laboratory name            | : Chemical and Physical Techniques Laboratory | Order Number    | : XΦ 09/1082    |
| Sample preparation         | : -   | Customer name   | : US OYU Co.ltd |
| Test methods               | : Wet chemistry                               | Address         | :               |
| Number and type of samples | : 1, water                                    | Phone           | : 685775        |
| Receiving date             | : 2009.10.05                                  | Fax             | : 688286        |
|                            |   | Date of report  | : 2009.10.19    |
|                            |   | Number of pages | : 2             |

\* - Accredited method in the international level

| №                 | 1     |          |       | Test method |
|-------------------|-------|----------|-------|-------------|
|                   | Lab # | 10222    |       |             |
| sample#           | J-2   |          |       |             |
|                   | mg/l  | mg-equ/l | equ % |             |
| Na <sup>+</sup>   | 8.96  | 0.39     | 33.12 | -           |
| NH4 <sup>+</sup>  | 0.7   | 0.04     | 3.29  | SPhM-97     |
| Ca <sup>2+</sup>  | 12.02 | 0.60     | 50.87 | Titr-91     |
| Cl <sup>-</sup>   | 6.74  | 0.19     | 16.11 | Titr-77*    |
| SO4 <sup>2-</sup> | 8.23  | 0.17     | 14.53 | Grav-101    |
| NO2 <sup>-</sup>  | <0.01 | -        | -     | SPhM-96     |
| NO3 <sup>-</sup>  | 1.12  | 0.02     | 1.53  | SPhM-95     |
| CO3 <sup>2-</sup> | <1.5  | -        | -     | Titr-93     |
| HCO3 <sup>-</sup> | 48.81 | 0.80     | 67.83 | Titr-94     |
| pH                | 7.05  |          |       | WA-102      |
| H2SiO3            | 3.34  |          |       | SPhM-98     |
| TDS (practical)   | 74    |          |       | Grav-103    |
| TDS (calculation) | 67.4  |          |       |             |
| COD               | 4.08  |          |       | Titr-105    |
| hardness          |       | 0.75     |       |             |
| Conductivity, s/m | 0.08  |          |       | WA-104      |
| turbidity         | 0.21  |          |       |             |





水質分析結果 (G-2-2)

Approved by the 1st annex of the CGL's  
General director's Order No.33 of 2007

Form ChPh-01

Continuation of the Test report of the Order No. ChPh 097/082

\* - Accredited method in the international level

| No                | Lab#    | Sample #                   | Sample description | Elements , mg/l             |       |       |        |       |       |       |       |       |       |       |       |                |                  |      |                       |        |
|-------------------|---------|----------------------------|--------------------|-----------------------------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------------|------------------|------|-----------------------|--------|
|                   |         |                            |                    | Al                          | Fe    | As    | Cd     | Cu    | Pb    | Cr    | Zn    | Ag    | Mn    | Mo    | Si    | K <sup>+</sup> | Mg <sup>2+</sup> | Hg   | CN <sup>-</sup> total |        |
| 1                 | 10222   | J-2                        | -                  | <0.025                      | <0.03 | <0.05 | <0.005 | <0.01 | <0.05 | <0.05 | <0.02 | <0.01 | <0.05 | 0.010 | <0.03 | 0.82           | 0.02             | 1.80 | <0.005                | <0.002 |
| Quality control   |         |                            |                    |                             |       |       |        |       |       |       |       |       |       |       |       |                |                  |      |                       |        |
| 1                 | sh-2163 | Standard solution          |                    | 0.161                       | 0.160 | 0.149 | 0.150  | 0.130 | 0.150 | 0.150 | 0.150 | 0.150 | 0.146 | 0.150 | 0.150 | 0.151          | 2.95             | 2.80 | 0.007                 | 0.11   |
|                   |         | Value of standard solution |                    | 0.150                       | 0.150 | 0.150 | 0.150  | 0.150 | 0.150 | 0.150 | 0.150 | 0.150 | 0.150 | 0.150 | 0.150 | 0.150          | 3.00             | 3.00 | 0.006                 | 0.10   |
| Test method codes |         |                            |                    | ICP-25* AAS-CV-75* SPHM-65* |       |       |        |       |       |       |       |       |       |       |       |                |                  |      |                       |        |

This report should not be reproduced, except in full without written approval of the Central Geological Laboratory.  
These results are related only to the customer's samples tested here.



(signature)

(A. Ariunbat / (name)

Control engineer

(signature)

(P. Nominsetseg / (name)

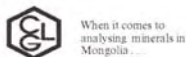
Analysts : G. Tsevelmaa, Ch. Tserenkhau, Do Enkhuyaa, N. Ganzorig (name)

Thank you for being served by us.

# 水質分析結果 (G-3-1, G-4-1)

Form ChPh-01

Approved by the 1st annex of the CGL's  
General director's Order No.33 of 2007



## CENTRAL GEOLOGICAL LABORATORY (SPO)

Songinokhairkhan district, Trade Union street, Ulaanbaatar-211137, Mongolia  
Phone: 976-11-632904, 632914, Fax: 976-11-632944  
E-mail: cengeolab@mongol.net; http://www.cengeolab.com  
Факс: (976-11) 632944, e-mail: cengeolab@mongol.net



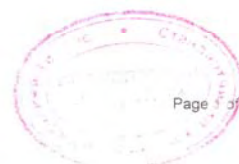
### Test report of the Accredited Laboratory

Laboratory name : Chemical and Physical Techniques Laboratory  
Sample preparation : -  
Test methods : Wet chemistry  
Number and type of samples : 2, water  
Receiving date : 2009.10.13

Order Number : XΦ 09/1140  
Customer name : US OYU Co.ltd  
Address :  
Phone : 685775  
Fax : 688286  
Date of report : 2009.10.27  
Number of pages : 2

\* - Accredited method in the international level

| №                               | 1          |         |        | 2          |         |        | Test method |
|---------------------------------|------------|---------|--------|------------|---------|--------|-------------|
|                                 | 10757      |         |        | 10758      |         |        |             |
| Lab #                           | Gatsuurt 3 |         |        | Gatsuurt 4 |         |        |             |
| sample#                         | mg/l       | mg-eq/l | equ %  | mg/l       | mg-eq/l | equ %  |             |
| K <sup>+</sup>                  | 3.06       | 0.08    | 4.83   | 0.74       | 0.02    | 1.81   | AES-100     |
| Na <sup>+</sup>                 | 7.90       | 0.34    | 21.20  | 2.09       | 0.09    | 8.66   | -           |
| NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>    | 4.5        | 0.25    | 15.39  | 0.7        | 0.04    | 3.70   | SPhM-97     |
| Ca <sup>2+</sup>                | 10.02      | 0.50    | 30.84  | 18.04      | 0.90    | 85.83  | Titri-91    |
| Mg <sup>2+</sup>                | 5.47       | 0.45    | 27.75  | <0.5       | -       | -      | Titri-92    |
| SUM cation                      | 30.95      | 1.62    | 100.00 | 21.56      | 1.05    | 100.00 |             |
| Cl <sup>-</sup>                 | 27.65      | 0.78    | 48.10  | 6.74       | 0.19    | 18.12  | Titri-77*   |
| SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>   | 13.99      | 0.29    | 17.96  | 14.81      | 0.31    | 29.41  | Grav-101    |
| NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>    | 0.01       | 0.00    | 0.01   | 0.01       | 0.00    | 0.02   | SPhM-96     |
| NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>    | <0.01      | -       | -      | <0.01      | -       | -      | SPhM-95     |
| CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>   | <1.5       | -       | -      | <1.5       | -       | -      | Titri-93    |
| HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>   | 33.56      | 0.55    | 33.92  | 33.56      | 0.55    | 52.45  | Titri-94    |
| SUM anion                       | 75.2       | 1.62    | 100.00 | 55.1       | 1.05    | 100.00 |             |
| SUM ion                         | 106.2      |         |        | 76.7       |         |        |             |
| pH                              | 6.65       |         |        | 6.95       |         |        | WA-102      |
| H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> | 4.26       |         |        | 2.57       |         |        | SPhM-98     |
| TDS (practical)                 | 96         |         |        | 68         |         |        | Grav-103    |
| TDS (calculation)               | 93.6       |         |        | 62.5       |         |        |             |
| COD                             | 16.96      |         |        | 26.56      |         |        | Titri-105   |
| hardness                        |            | 0.95    |        |            | 0.9     |        |             |
| Conductivity, s/m               | 0.15       |         |        | 0.07       |         |        |             |



# 水質分析結果 (G-3-2, G-4-2)

Form ChPh-01

Approved by the 1st annex of the CGL's  
General director's Order No.33 of 2007

## Continuation of the Test report of the Order No. ChPh 09/1140

\* - Accredited method in the international level

| No                         | Lab#    | Sample #          | Sample description | Elements , mg/l             |       |       |        |       |       |       |       |       |       |       |        |        |                     |  |  |
|----------------------------|---------|-------------------|--------------------|-----------------------------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|---------------------|--|--|
|                            |         |                   |                    | Al                          | Fe    | As    | Cd     | Cu    | Pb    | Cr    | Zn    | Ag    | Mn    | Mo    | Si     | Hg     | CN <sup>total</sup> |  |  |
| 1                          | 10757   | gatsuaat 3        | -                  | 0.032                       | 0.09  | <0.05 | <0.005 | <0.01 | <0.05 | <0.02 | 0.02  | 0.01  | <0.03 | 0.55  | <0.005 | <0.002 |                     |  |  |
| 2                          | 10758   | gatsuaat 4        | -                  | <0.025                      | 0.30  | <0.05 | <0.005 | <0.01 | <0.05 | <0.02 | 0.01  | <0.01 | <0.03 | 0.46  | <0.005 | <0.002 |                     |  |  |
| Quality control            |         |                   |                    |                             |       |       |        |       |       |       |       |       |       |       |        |        |                     |  |  |
| 1                          | sh-2237 | Standard solution |                    | 0.160                       | 0.160 | 0.150 | 0.150  | 0.150 | 0.160 | 0.140 | 0.140 | 0.150 | 0.150 | 0.150 | 0.006  | 0.10   |                     |  |  |
| Value of standard solution |         |                   |                    | 0.150                       | 0.150 | 0.150 | 0.150  | 0.150 | 0.150 | 0.150 | 0.150 | 0.150 | 0.150 | 0.150 | 0.150  | 0.006  | 0.11                |  |  |
| Test method codes          |         |                   |                    | ICP-25* AAS-CV-75* SPHM-65* |       |       |        |       |       |       |       |       |       |       |        |        |                     |  |  |

This report should not be reproduced, except in full without written approval of the Central Geological Laboratory.  
These results are related only to the customer's samples tested here.



*(Signature)*  
(signature)

/A.Ariunbat /  
(name)

Control engineer

*(Signature)*  
(signature)

/P.Nomintsetseg /  
(name)

Analysts : D Purevjargal, Ch.Tserenkhuu, Do.Enkhtuya  
(name)

*Thank you for being served by us.*

MNS

Chief's Order of 2005

Mongolian

Accreditation

System

## Capital Professional Control Bureau

### Central laboratory Test Report of Analyses

| Number of Sample | Expert Code | Price of Analyses |
|------------------|-------------|-------------------|
| 44-45            | 18          | 20000             |

Name of Sample: Water of Well 44-G-1, 45-G-2

Size of Sample: Each 0.5l

State Inspector

| Date of the Analyses: Beginning | Date of Analyses: Finish |
|---------------------------------|--------------------------|
| 5 <sup>th</sup> Oct.2009        | 8 <sup>th</sup> Oct 2009 |

|   |                            | Method of Analyses | Result of Analyses |     |
|---|----------------------------|--------------------|--------------------|-----|
|   |                            |                    | G-1                | G-2 |
| 1 | Coliform /1ml/             | MNS ISO 4696:1998  | 70                 | 55  |
|   | Quantity of E.coli /100ml/ | MNS ISO 4697:1998  | 0                  | 0   |

Analyses completed by:

Expert

/B.Enkhtungalag/

Quality Manager

/S. Oyunchimeg/

This Report should not be reproduced, except in full without approval of the laboratory

Address: Ulaanbaatar, Sukhbaatar District, Chin Wan Chagdarjav Street, House no3

Tel: 70110869, 70110873 Fax: 11-327795

MNS

Chief's Order of 2005

Mongolian

Accreditation

System

## Capital Professional Control Bureau

### Central laboratory Test Report of Analyses

| Number of Sample | Expert Code | Price of Analyses |
|------------------|-------------|-------------------|
| 49-50            | 18          | 20000             |

Name of Sample: Water of Well 49-G-3, 50-G-4

Size of Sample: Each 0.5l

State Inspector

| Date of the Analyses: Beginning | Date of Analyses: Finish  |
|---------------------------------|---------------------------|
| 15 <sup>th</sup> Oct.2009       | 19 <sup>th</sup> Oct 2009 |

|   |                            | Method of Analyses | Result of Analyses |     |
|---|----------------------------|--------------------|--------------------|-----|
|   |                            |                    | G-3                | G-4 |
| 1 | Coliform /1ml/             | MNS ISO 4696:1998  | 23                 | 49  |
|   | Quantity of E.coli /100ml/ | MNS ISO 4697:1998  | 110                | 240 |

Analyses completed by:

Expert

/B.Enkhtungalag/

Quality Manager

/S. Oyunchimeg/

This Report should not be reproduced, except in full without approval of the laboratory

Address: Ulaanbaatar, Sukhbaatar District, Chin Wan Chagdarjav Street, House no3

Tel: 70110869, 70110873 Fax: 11-327795

#### (4) 測量及び埋設物調査結果

測量調査は、取水井戸、配水池、送配水管等の計画・設計のため、施設計画位置周辺の近隣構造物の配置、地盤の標高情報等を含む現況地形状況の把握を目的として行った。また、埋設物調査は、施設配置に際して考慮すべき地中構造物のルートや位置、径、深さ、材質等の把握の目的で実施した。

表 A.8 測量調査及び埋設物調査数量

| 項目    | 内容  |
|-------|---|
| 平面測量  | 井戸、集水管：面積=2.98km <sup>2</sup><br>配水池：幅×長=0.25km×0.3km=0.075km <sup>2</sup><br>送配水本管：幅×長=0.05km×18.9km=0.945km <sup>2</sup><br>道路横断部：4箇所×幅100m×長30m=0.012km <sup>2</sup><br>河川横断部：4箇所×幅100m×長30m=0.012km <sup>2</sup><br>合計：4.02km <sup>2</sup> =>402ha<br>・平面図：井戸、集水管、送配水本管 縮尺 1/1,000<br>配水池、各種横断箇所 縮尺 1/200 |
| 縦断測量  | 送配水本管：L=18.9km、集水管：L=8.5km、合計 27.4km<br>測点は最大50m間隔で、地形変換点は測量する。<br>縮尺 V=1/100、H=1/2,000<br>配水池、道路横断部、河川横断部については、別途縦断測量を10m間隔で測量する。  |
| 横断測量  | 送配水本管、集水管は50m間隔。幅50m。縮尺 V=1/100、H=1/100<br>配水池、道路横断部、河川横断部については、別途横断測量を10m間隔で測量する。  |
| 埋設物調査 | 地中埋設物が交錯すると考えられる道路交差点部、市外地近傍において、実施する。<br>また、測量図（平面図、縦断図、横断図）へ、地中埋設物の明示を行う。   |

出典：JICA 調査団

#### (5) 地盤調査結果

地盤調査の調査数量を下表に示す。

表 A.9 地盤調査数量

| ボーリング No. | 箇所    | 場所            | 深度 (m) | 標準貫入試験 (回) | 室内土質試験 (試料) |
|-----------|-------|---------------|--------|------------|-------------|
| B-1       | 配水池   | ガチョルト         | 15     | 15         | 8           |
| B-2       | 配水池   |               | 15     | 15         | 6           |
| B-3       | 配水池   |               | 10     | 10         | 4           |
| B-4       | 配水池   |               | 10     | 10         | 4           |
| B-5       | 送配水本管 | 送配水本管<br>ルート上 | 10     | 10         | 5           |
| B-6       | 送配水本管 |               | 10     | 10         | 5           |
| B-7       | 送配水本管 |               | 10     | 10         | 3           |
| B-8       | 送配水本管 |               | 10     | 10         | 4           |
| B-9       | 送配水本管 |               | 10     | 10         | 6           |
| B-10      | 送配水本管 |               | 10     | 10         | 4           |
| 合計        |       |               | 80     | 80         | 49          |

#### 標準貫入試験：

標準貫入試験の結果を次々頁以降に示す。

#### 土質試験：

貫入試験より得られた攪乱資料で、自然含水比、粒度を実施。