

第3章 プロジェクトの内容

第3章 プロジェクトの内容

3-1 プロジェクトの概要

ホニアラ市の上水道は、水源の59%を湧水に、41%を地下水に依存している。水源の45%を占めるコングライ湧水では、大雨や洪水で原水流入口（シンクホール）の閉塞事故が頻繁に発生し原水取水量が安定しない。ホニアラ市の一人一日平均使用水量は172ℓ/人・日であるが、閉塞事故時は約64%の110ℓ/人・日程度に落ち込む。さらに、コングライ湧水とコンビト湧水では、大雨の後に濁度が高くなり、飲用に適さなくなるため、住民は水質基準を満たさない水道水の利用を余儀なくされている。

ホニアラ市では未給水地域が未だ多く、2007年における上水道普及率は73%である。また、給水されていても水圧が十分ではない地域が多い。配水池は老朽化による漏水が目立つ上に、貯水容量が小さく、水を多く使用する時間帯や緊急時の給水は困難な状況にある。現在の貯水容量は水需要のピーク時や緊急時の対応に必要とする一日最大給水量の12時間分に対し、半分以下の5.7時間分である。

アウキ市では水源開発が遅れており、一人一日平均使用水量が75ℓ/人・日に留まっているため（他中核都市は平均184ℓ/人・日）、一日4時間の給水制限を余儀なくされている。

このような状況を改善するため、「ソ」国政府は、ホニアラ市に関しては安定した水源確保、水質改善及び給水システム改善、アウキ市に関しては十分な水源量の確保により両市における水供給状況の改善を目標としている。

この中で本プロジェクトは、ホニアラ市においては、コングライ湧水への依存度を縮小し安定した給水を実現するための地下水への転換、雨天後の高濁度低減のための濁度低減施設建設、安定した配水を行うための配水池の拡張及び配水本管の改善等により、2010年において安全で安定的な給水（一人一日使用水量170ℓ/人・日）が受けられる人口を増加させること、アウキ市においては、新規地下水源の開発により2010年において安定的な給水（一人一日使用水量170ℓ/人・日）を受けられる人口を増加させることを目標としている。

表3.1-1に本プロジェクトの施設計画と仕様を、また、表3.1-2にソフトコンポーネントの内容を示す。

表 3.1-1 本プロジェクト施設計画と仕様

施設分類	施設名	構成要素	規模
[ホニアラ市]			
水源施設	井戸施設	深井戸、水中ポンプ	井戸本数：16本（4本 x 4井戸群） ポンプ調達台数：20台 （4台 x 4井戸群、予備1台/井戸群） ポンプ揚水量：800m ³ /日、ポンプ揚程： 65m～85m
	導水管		延長 5.4km、口径 150mm、PVC 管
	高濁度対応型調整池	沈殿池、塩素滅菌設備	コングライ湧水：4,100m ³ /日、コンビ ト湧水：1,600m ³ /日
	受電設備	受電設備(低圧)	2式 (コングライ湧水、コンビト湧水各1式)
	湧水取水施設改善	スクリーン	ロベ湧水1箇所
送水施設	送水ポンプ施設	送水ポンプ	4箇所（1箇所/井戸群） 1箇所当たり：1,600m ³ /日 x 2台（常用）、 1台予備
		送水ポンプ棟	4棟 （延べ床面積約 132m ² /棟、RC 造、2 階）
		塩素滅菌設備	4式(各送水ポンプ施設に設置) 処理水量：3,200m ³ /日/箇所
	受変電設備	受電設備(高圧)、変圧 器	4式 (各送水ポンプ施設に設置)
	非常用発電設備	ディーゼル発電機	4台(各送水ポンプ施設に設置)
	送水管	送水ポンプ場ー配水 池	送水管：4.1km、口径 250mm
配水施設	配水池		5池 （タサハ 1,700m ³ 、テイテイング 1,300m ³ 、ロウア・ ウエスト・コア 450m ³ 、スカイライン 1,800m ³ 、パ ナチ 2,100m ³ ）
	配水本管		配水本管：22.9km、口径 50mm - 200mm
[アウキ市]			
水源施設	井戸施設	深井戸、水中ポンプ	井戸本数：2本 ポンプ調達台数：3台（予備1台） ポンプ揚水量：400m ³ /日、ポンプ揚程： 105m
	導水管		延長 0.4km、口径 150mm、PVC 管
	非常用発電設備	ディーゼル発電機	1台
	受電設備	受電設備(低圧)	1式
	土木・建築施設	電気室	1棟 （延べ床面積約 35m ² /棟、RC 造、平屋）

表 3.1-2 本プロジェクトのソフトコンポーネントの内容

項目	内容
水道システムの理解	井戸水源から送水ポンプ場、配水池までの水道システムの習得を目的とした講義を行う。
水道システムの運転・維持管理方法の習得	水源、取水、送配水、給水までの水質管理および運転管理の習得を目的とした講義、実習を行う。
水質・水量データの記録、管理、活用方法の習得	水源、取水、送配水、給水までの水質および運転データを整理し、データに基づく水質・運転管理の習得を目的とした講義、実習を行う。

3-2 協力対象事業の基本設計

3-2-1 設計方針

3-2-1-1 基本方針

ホニアラ市における上水道システムの現状の問題点は、第1章の表 1.1-1 に示したとおりである。一方、本プロジェクトにおける既存上水道システムに関する各課題への対策は、表 3.2-1 に示すとおりである。

表 3.2-1 本プロジェクトにおけるホニアラ市上水道システムの課題への対策

No.	課題	本プロジェクトでの対策
1	水源からの取水量の確保	コングライ湧水からの取水量の65% (7,600m ³ /日) を送水しているポンプ圧送システムを休止し、緊急時のみ使用する。残り35% (3,500m ³ /日) を占める自然流下システムを常時水源として活用する。 目標年次 (2010年) における水需要量は30,509m ³ /日である。同年次で不足する水源量を確保するため、コングライ湧水から削減される取水量を考慮したうえで、行政区域内に新規井戸を開発する。
2	給水圧の安定化	配水システムの改善 (配水ブロック化及び管路口径の適正化) により、配水管網末端での最小水圧を確保する。
3	配水システムの再構築	各給水区にそれぞれ一つの水源と配水池を配置し、独立した配水システムを構築する (配水ブロック化)。図3.2-1を参照
4	管路口径の適正化	2010年の水需要に対応するための管路口径を確保する。
5	適正配水池容量の確保	一日最大給水量の約12時間分が確保できるような配水池容量とする。
6	湧水の濁度低減 (水質の改善)	コングライ湧水及びコンビト湧水の取水地点に濁度除去のための浄水施設を設ける。 ロベ湧水については、濁度の問題はなく、老朽化した既存取水施設の改善のみを検討する。
7	未給水地区への水道普及	未給水区域への配水本管を拡張する。

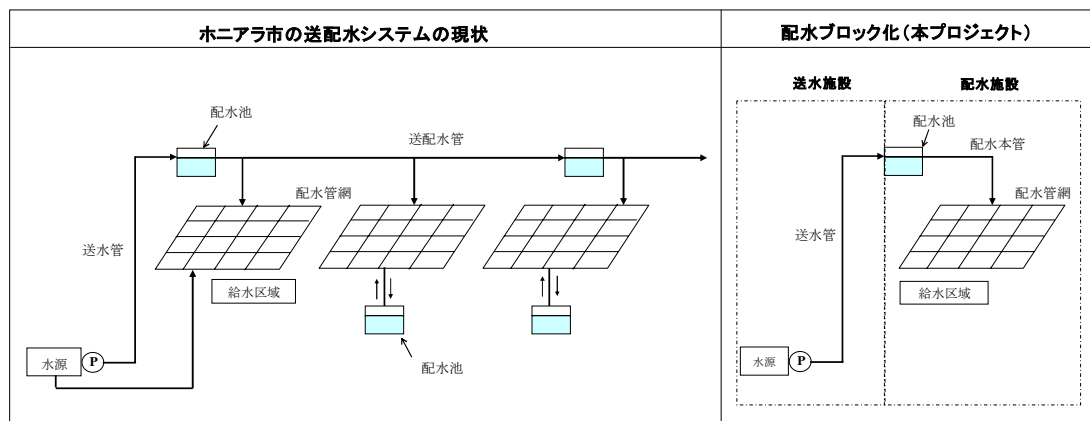


図 3.2-1 ホニアラ市送配水システムの現状と本プロジェクトにおける配水ブロック化

アウキ市における上水道システムの現状の問題点は、第1章の表 1.1-2 に示したとおりである。一方、本プロジェクトにおける各課題への対策は、表 3.2-2 に示すとおりである。

表 3.2-2 本プロジェクトにおけるアウキ市上水道システムの課題への対策

No.	課題	本プロジェクトでの対策
1	水源からの取水量の確保	現在利用している湧水の水源地では、2010年の水需要量を確保できないことから、新規水源として井戸2本を開発する。
2	給水量の増加による給水制限の解除	24時間給水が可能となるよう、上記の新規井戸で開発された地下水を ADB で建設された配水施設に送水し、所定の給水量を確保する。

本プロジェクトは、ホニアラ市において、井戸施設、導水管、受水槽、塩素消毒施設、濁度低減施設、送水ポンプ施設、配水池、送配水管の建設、またアウキ市において、井戸施設、導水管の建設を行うため、「ソ」国政府の要請と現地調査及び協議の結果を踏まえて、以下の方針に基づき計画することとした。

(1) 計画目標年次及び計画給水量

計画目標年次は中期施設整備計画に基づき 2010 年とした。2010 年の計画給水区域内人口と計画一人一日使用水量 170 ㍉/日から、ホニアラ市における計画一日最大給水量を 30,509m³/日とした。アウキ市における計画一日最大給水量については、2010 年の計画給水区域内人口と計画一人一日使用水量 170 ㍉/日から 1,106m³/日とした。水質は WHO の飲料水水質基準に準拠する。

(2) 水源施設

- 1) ホニアラ市の安定給水を可能とするために、取水量が不安定なコングライ湧水への依存度を引き下げ、湧水削減量と 2010 年の水需要量の不足量を賄うため 4 箇所の新規井戸水源（合計 12,800m³/日分）を水不足の著しい 4 つの配水区内にそれぞれ建設する。
- 2) 井戸ポンプを用いて送水ポンプ施設の受水槽に井戸水を集め、送水ポンプを用いて各配水区の配水池に送水することとした。
- 3) アウキ市では、2010 年の計画給水量の内、既存施設における生産量を引いた 800m³/日分の井戸施設を新たに建設し、井戸ポンプを用いて既存の高所配水池に揚水・送水することとした。
- 4) ホニアラ市およびアウキ市において、18 本の井戸を掘削する。

(3) 濁度低減施設

強降雨直後の高濁で問題となっているコングライ湧水およびコンビト湧水に、普通沈殿池をベースにした高濁度対応型調整池を設置する。本調整池は、滞留時間 8 時間以上の容量の沈殿池 2 池からなり、濁度を沈殿分離する。

(4) 送配水施設

- 1) ホニアラ市の安定的な配水システムを構築するために、配水ブロック化を導入するとともに、適正な管径をもつ送配水本管を敷設する。8 つのエリアに配水区域をブロック化する。
- 2) ホニアラ市の各配水区内に、計画一日最大給水量の約 12 時間分の容量の配水池を計画し、5

箇所に新規配水池（合計容量 7,350m³）を建設する。なお配水池は、地震荷重や風荷重を「ソ」国で適用されているオーストラリアやニュージーランドの基準に準拠して設計する。

- 3) 計画目標年次の水需要に見合う管路口径への変更、未給水地域への配水、老朽化の著しい配管の敷設替えのために、配水本管約 27km を建設する。

(5) ソフトコンポーネントの実施

給水改善は、ハード（施設）整備と同時にソフト（運営維持管理能力）整備の両面からのアプローチで実施する必要がある。本プロジェクトにより施設数が増加するとともに、濁度低減施設が追加される。多種類の施設の情報を整理しつつ、有機的に組み合わせて施設運用する能力の強化が必要なため、ソフトコンポーネントを実施する。

3-2-1-2 自然条件に対する方針

本プロジェクト施設の設計に係る自然条件に対する方針は、以下のとおりである。

- 計画取水量の妥当性については、水源量調査結果により確認する。
- 新規開発井戸の位置については、電気探査結果及び既存データにより決定する。
- 新規開発井戸の計画揚水量の妥当性については、既存データにより確認する。
- 「ソ」国で建築物の耐震設計については、基礎式の選定に必要な地耐力は土質調査結果にもとづいて算定する。オーストラリア/ニュージーランド基準である AS/NZS4203:1993 が適用されている。したがって、本プロジェクトにおいても耐震設計は同基準を適用するものとする。
- 風荷重は、許容応力度法に基づく場合、基準風力に準拠することになっており、これを適用する。

3-2-1-3 社会経済条件に対する方針

本プロジェクト施設建設のためには、「ソ」国側は、新たに用地を確保する必要がある。用地確保に関しては、本基本設計調査の結果、個人からの再リースが必要となる敷地の数は 5 筆であることがわかった。また、予想される不法売店の移転軒数は 2 軒であることが判明した。今後、ソロモン諸島上下水道公社（以下、SIWA と称す）は用地の確保の進捗状況を随時確認し、再び不法占拠が建設予定地及び施工エリアに生じないようサイトを常に監視する必要がある。

本プロジェクトにおいては、コングライ湧水からの取水量減少に伴い、コングライ湧水の水利権としての支払い額が減少し、同地域の部族の生計に影響を与える可能性がある。コングライ湧水の取水量が減少することについては、SIWA は既に（2007 年 8 月）コングライ湧水が位置する慣習地の地主及び住民とステークホルダー・ミーティングを開催し、説明をしている。その際、反対意見等は出ていない。

また、SIWA は慣習地の部族に支払う水利権・土地リース料を、現在の水販売額に伴う定率制（25%）から土地リース料のみの定額制に再契約をする検討を土地省とともにやっている。本プロジェクトが実施される場合のコングライ湧水からの取水の減少量を SIWA は既に慣習地地主の

リーダーに説明しており、定額制で土地リース契約を交わす合意を口頭で慣習地地主のリーダーから得ている。具体的な土地リース料は交渉次第となるが、これにより取水量の大幅な減少に伴って部族の収入が大幅に減少することはないと思われる。SIWA は関係する慣習地地主とお互いの正式な合意に向けた協議を引き続き行うべきである。

3-2-1-4 建設事情／調達事情・現地業者の活用に対する方針

建設工事に必要なほとんどの資機材について輸入が必要である。一般土建資機材も、砂・砂利を除いて、ほとんど現地で生産されていない。

送配水管材料、鋼製配水池及びポンプ等の資機材は、プロジェクトごとに調達されてきた。これらについては、オーストラリアやニュージーランドの製品が使われることが多い。既存システムとの適合性や事後の維持管理の容易さを考慮し、オーストラリアやニュージーランド等の第三国製品の活用を視野に入れた調達計画とする。すなわち、日本または第三国から輸入する方針とする。

現地には数社の建設会社があるが、本件のプロジェクトのように連続的な発注がない種類の工事では、工事ごとに専門作業員や建設機械を海外で調達している。したがって、現地で不足する熟練工、専門作業員や建設機械については、日本または第三国から派遣／調達／輸送する計画とする。

特に井戸掘削機材と井戸掘削専門要員の調達は困難であり、日本や第三国からの派遣／輸送が必要である。また、現地にはレディーミックストコンクリート会社はない。水密性の高いコンクリートを製造するために仮設骨材プラント及びコンクリートプラントが必要になると考えられる。しかし、道路整備が行き届いていないため、山間部の高地へコンクリート運搬することは容易ではない。したがって、予定地・工期・建設費・維持管理などを総合的に考慮し、コンクリートを必要としない組み立て式の鋼製タンク等の活用も検討する。

3-2-1-5 実施機関の運営・維持管理能力に対する対応方針

SIWA の維持管理要員は管理職を除くと 20 人である。小人数のため、湧水の濁水発生時に適切な検知と給水停止/再開の管理等が行き届かない。ポンプ設備程度の運転と維持管理は可能であるが、日常的に水質計測や薬品注入管理が必要な浄水施設等の運営ノウハウはない。また、電気代負担が困難になるので、ポンプ類の適用は可能な限り低減させる必要がある。

このような状況下、本プロジェクトにおいては、最低限の濁水対策を保障しつつ、現地スタッフでも容易に運転・維持管理が可能な施設を計画する。

3-2-1-6 施設・機材等のグレードの設定に係る方針

本プロジェクトで建設・調達される上水道施設／設備の設計に当たっては、供用開始後に SIWA の運転維持管理が容易になるよう、既存施設／設備のグレードや SIWA の技術レベルに留意して設定する。

なお、基本設計における既存上水道システムの課題への対策、施設・機材等のグレードや機能において特に留意すべき事項と対処方針は以下のとおりである。

「ソ」国の建設資機材のほとんどが輸入品であり、特にオーストラリアやニュージーランドからの輸入製品が多い。したがって、オーストラリアやニュージーランドの基準（AS/NZ 基準）に合うよう、資機材の仕様を決める必要がある。特に、配水本管などの配管材料については、既存配水管との接続が、既存配水管と新設配水管の内径や管厚が異なるために支障が生じないように仕様を決定する。

3-2-1-7 工法／調達方法・工期に係る方針

導水管、送水管及び配水本管などの管路敷設工事においては、特に、ホニアラ市南側の丘陵地帯において岩掘削が想定される。掘削工法について適切な建設機械を選定するとともに、工程についても岩掘削の全管路延長に対する割合を考慮して算定する必要がある。

本プロジェクトの実施設計及び入札業務は、約 7.5 ヶ月を要すると考えられる。工事は業者契約以降、約 21 ヶ月が必要である。なお、施設運営・維持管理のためにソフトコンポーネントが必要と考えられ、この期間は工事完了後に約 1.5 ヶ月程度が必要と考えられる。

これらを合計すると、全体で約 30 ヶ月となり、単年度での実施は困難である。また、工事コンポーネント全体の完成で一つの水道システムを形成するものであり、期分けによる分割も困難である。したがって、国債案件として実施すること計画する。

3-2-2 ホニアラ市の基本計画

3-2-2-1 設計条件

本プロジェクトの上水道施設設計に使用する計画水量及び施設を、以下のよう定義する。

【計画水量】

計画一人一日使用水量	一般家庭における一人一日当り使用水量（メータ検針量）
計画給水量	各施設規模設定のための基本的水量
計画取水量	水源からの取水量
計画処理水量	濁度低減施設の規模を設定するための水量

【施設】

井戸ポンプ場	深井戸及び水中ポンプから構成される
濁度低減施設	雨天時の高濁度を低減させるための施設
導水管	深井戸群から送水ポンプ場の受水槽に導水するための管路
送水ポンプ場	深井戸からの原水をポンプで配水池に送水するための施設
送水管	送水ポンプ場から配水池に送水するための管路
配水池	給水区域のピーク時の需要緩和及び緊急時に対応する施設
配水本管	配水池から給水区域に配水するための管路で、配水管網の主要管路
配水支管	配水本管から分岐して、需要家に給水するための管路

本プロジェクトのホニアラ市基本計画にかかわる設計条件は、以下のようにまとめられる。

(1) 計画人口・計画給水人口

計画人口は、ソロモン統計局が実施した世帯所得及び支出調査レポート（Household Income and Expenditure Survey 2005/6, National Report）（以下、HIES レポートという）で採用された年増加率から設定する。

HIES レポートによれば、表 3.2-3 に示すように、ホニアラ市の年増加率は 1999 年の国勢調査では、1986 年から 1999 年までの平均増加率を 3.8%としている。一方、1999 年から 2005 年までの平均増加率は 5.7%と、かなり大きな値を設定している。この 2 つの期間で増加率が大きく変動しているが、これは、1998 年にホニアラ市においてガダルカナル人とマライタ人の中で部族紛争が起こり、ホニアラ市在住の多数のマライタ人が一旦マライタ州（アウキ市など）に帰還し、2003 年に沈静化して以降、再びホニアラ市に戻ったことが原因と考えられる。

このような時代背景から、1999 年から 2005 年までの年増加率をそのまま計画人口の推計に適用することは不適切であり、2 つの期間の中間的な値を採用することが妥当と判断される。したがって、1986 年から 2005 年までの平均による中間値である 4.4%を 1999 年から 2010 年までの人口推計に適用する。

表 3.2-3 ホニアラ市の年人口増加率

期間	1986 - 1999 年	1999 - 2005 年	採用値 (1999 年-2010 年)
年増加率 (%)	3.8	5.7	4.4

出典：ソロモン統計局

このようにして設定した年人口増加率から、ホニアラ市の計画人口を表 3.2-4 のように推定する。

表 3.2-4 ホニアラ市の計画人口

年	1999年	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年
行政区域内人口	49,107	63,584	66,381	69,302	72,352	75,535	78,859
給水区域内人口	54,018	69,942	73,020	76,232	79,587	83,089	86,745

注：ホニアラ市の給水区域は、行政区域外も含んでおり、全給水人口は行政区域内人口に 10%を加えた人口とする。

(2) 計画一人一日使用水量

計画一人一日使用水量は、表 3.2-5 に示す過去 3 年間（2005 年～2007 年）の使用水量の実績を考慮して決定する。

表 3.2-5 ホニアラ市の平均使用水量（2005 年～2007 年）

年	一人一日使用水量 (ℓ/人・日)
2005	181
2006	171
2007	165
平均	172

上表に示すように、過去3年間の使用水量の平均値は172ℓ/人・日である。したがって、170ℓ/人・日を本プロジェクトの計画一人一日使用水量として採用する。2005年から2007年の使用水量の実績は、それぞれ第1章の表1.1-4、1.1-5及び1.1-6に示すとおりである。

(3) 計画有効率

SIWAから入手したデータによれば、2005年から2007年までの無収水（NRW）率は、表3.2-6に示すとおりである。有効率は、JICA開発調査から得られた事業上の損失水量率（Administrative Losses）3%を無収水率から差し引いた値である。表3.2-6に示すように、過去3年間の有効率の平均値は64%であり、この値を計画有効率として採用する。

表 3.2-6 ホニアラ市の無収水率（NRW）及び計画有効率

項目	2005年	2006年	2007年
無収水（NRW）率（%）	38.1	34.4	43.1
事業上の損失水量率（%）	3.0	3.0	3.0
無効水率（%）	35.1	31.4	40.1
平均無効水率 [A]	36		
計画有効率 100-[A]	64		

(4) 計画給水量

給水量（水需要量）は、下記の式によって求められる。

$$\text{給水量(水需要量)} = \frac{\text{使用水量}}{\text{有効率}}$$

以下のデータに基づいて求められた計画給水量（水需要量）を、表3.2-7に示す。

- 計画一人一日使用水量： 170ℓ/人・日
- 計画有効率： 64%
- 日変動係数： 1.0
- 1契約者当りの人数： 9人
- 未給水区域整備による契約者増加数： 600件
- 事業上損失水量率（=メータ不感率）： 3%

表 3.2-7 ホニアラ市の計画給水量（水需要量）[2010 年]

分類	計画給水 区域人口	契約者数	給水人口 [A]	一人一日 使用水量 [B] (ℓ/人・日)	使用水量（有効水量） [C] m ³ /日	計画給 水量 [C]/0.64 m ³ /日
	人					
					[A]×[B]/1000	
1	生活用水	7,965	71,685	170	12,186	
					3年間の平均値×(1+0.01) ³	
2	商業用水	712			3,158* ³	
3	政府機関	121			3,596* ³	
					3×(メータ検針量* ¹)/(100-3)	
4	事業上の損失水量	(=メータ不感水量* ²)			586	
	ホニアラ全体	86,745	8,798	71,685 (83%)	19,526	30,509

- 注) 1. メータ検針量 = (1. 生活用水) + (2. 商業用水) + (3. 政府機関)
 2. メータ不感水量 = (不感率) × (メータ検針量) / (100 - 不感率)
 3. 商業用水及び政府機関使用水量の年増加率は1%とした(出典: AusAID マスタープラン)。

計画目標年次（2010年）における各給水区域の計画給水量は、表 3.2-8 に示すとおりである。

表 3.2-8 ホニアラ市給水区域の計画給水量（2010 年）

No.	給水区域	水源	給水地域	計画給水量 (m ³ /日)
1	コングライ湧水（自然流下）- タサヘ	コングライ湧水（自然流下）+ タサヘ新井戸群	ポイントクルス	6,570
2	タサヘ	タサヘ新井戸群	タサヘ及びヌゴシ	1,104
3	ティティンゲースカイライン	ティティンゲ新井戸群+スカイライン新井戸群	ティティンゲ及びババエ、ボコナベラ	5,104
4	ロベ湧水	ロベ湧水	CBD	1,700
5	マタニコ	マタニコ既存（JICA）井戸群	チャイナ・タウン	3,113
6	スカイライン-マタニコ	スカイライン新井戸群+マタニコ既存（SIWA）井戸群	ロウア・ウエスト・コラア及びロウア・イースト・コラア	3,410
7	ボーダーライン-コンビト	ボーダーライン新井戸群+コンビト既存井戸群	ナハ/ヴラ	4,111
8	パナチナーコンビト	パナチナ既存井戸群+コンビト湧水	パナチナ、ラナディ及びヘンダーソン	5,397
	合計			30,509

2010年における水源の取水可能量と計画給水量の比較を表 3.2-9 に示す。

表 3.2-9 取水可能量と計画給水量 (2010 年)

水源	取水可能量 (m ³ /日)	備 考
[湧水]		
コングライ	4,100	既存
ロベ	1,697	既存
コンビト	1,584	既存
湧水一計	7,381	
[深井戸群]		
マタニコ	5,329	既存+ポンプ能力増強
コンビト	1,754	既存
バナチナ	3,245	既存
タサヘ	3,200	本プロジェクトで開発の予定
ティティンゲ	3,200	本プロジェクトで開発の予定
スカイライン	3,200	本プロジェクトで開発の予定
ボーダーライン	3,200	本プロジェクトで開発の予定
深井戸群一計	23,128	
計画取水量	30,509	計画取水量は、2010年の計画給水量を賄える量である
計画給水量 (2010年)	30,509	

(5) 計画水質

現地調査における水源の濁度調査結果に基づく本プロジェクトの処理水水質については、「3-2-2-6 高濁度対応型調整池」における表 3.2-21 を参照。

(6) 土質条件

本プロジェクトの現地調査において実施した配水池及び高濁度対応型調整池の計画予定地に於ける地質調査結果から、本プロジェクトの土質条件を表 3.2-10 のように設定する。

表 3.2-10 土性値

項目	パナチ配水池	タサヘ配水池	ロウ・ウェスト・コアラ配水池	スカイライン配水池	ティティンゲ配水池	コングライ高濁度対応型調整池	コンビト高濁度対応型調整池
液性限界	1-4m:43% 6m :41%	2-6m:40% 8m :32% 10m :35%	1-4m:34% 6m :41%	0-2m:38% 4-10m:37%	4-6m:42% 8-10m:43%	8-10m:31%	1-4m:45% 5-10m:43%
塑性限界	1-4m:27% 6m :18%	2-6m:18% 8m :19% 10m :21%	1-4m:23% 6m :36%	0-2m:18% 4-10m:17%	4-6m:27% 8-10m:25%	8-10m:23%	1-4m:30% 5-10m:25%
単位体積重量	平均 2.61 トン/m ³	平均 2.56 トン/m ³	平均 2.6 トン/m ³	平均 2.58 トン/m ³	平均 2.6 トン/m ³	平均 2.53 トン/m ³	平均 2.58 トン/m ³
地盤の推定許容支持力 (現地盤から約 GL-0.5m)	約 7 トン/m ²	約 10 トン/m ²	約 7 トン/m ²	約 5 トン/m ²	約 10 トン/m ²	約 10 トン/m ²	約 10 トン/m ²

スカイライン配水池については、許容支持力が 5 t/m^2 と小さく十分な地耐力が期待できないので、直接基礎方式の基礎の根入れを深くすると共に、底版下部を砂とセメントを用いた改良土により置き換えるか、または、底版下部を広げ荷重の分散を図る必要がある。

スカイライン配水池以外は、基礎の根入れを深くすることにより、十分な支持力を期待できることから直接基礎方式とし、特に地盤の補強策は必要ない。

(7) 気象条件

1998年～2007年の気象データを基に、気象条件を表 3.2-11 のように設定する。

表 3.2-11 ホニアラ市の気象条件

	項目	ホニアラ市	備考
降雨量	年間降水量	1,987mm	
	月間平均降水量	166mm	
気温	平均気温	26.3℃	
	月間平均最低気温	23.1℃	8月
	月間平均最高気温	28.4℃	1月
湿度	月間平均湿度	82.6%	
	月間平均最低湿度	77.6%	10月及び11月
	月間平均最高湿度	86.6%	3月

(8) 地震荷重

「ソ」国では、建築物の耐震設計は、オーストラリア/ニュージーランド基準の AS/NZS4203 : 1994 に基づいて地震力を考慮した設計を行う必要がある。公共施設の耐震設計には本基準に基づき地域カテゴリー「A」を適用し、次式により算定される。

$$V=Cd \cdot Wt$$

ここに、 Wt : 建物重量、 Cd : ベースシア係数で下記による。

$$Cd=C \cdot I \cdot S \cdot M \cdot R$$

C : 地域係数 (地域毎に定められた地盤種別と建物の固有周期によって決まる係数)

I : 建物の重要度係数

S : 建物の構造形により定まる係数

M : 建物の構造種別による係数 (RC 造は M-1)

R : 建物用途によるリスク係数

(9) 風荷重

構造物の設計用風荷重には、オーストラリア/ニュージーランド基準の AS/NZS1170.2:2002 を適用する。許容応力度法に基づく場合、基準風力は 49m/秒とする。

3-2-2-2 施設配置計画

(1) 基本方針

ホニアラ市の上水道システムにおける問題点と本プロジェクトにおける対策は第1章の表 1.1-1 のとおりである。また、現在のホニアラ市の配水システムと本プロジェクトでの改善案は、図 1.1-1 に示すとおりである。

(2) 施設内容

本プロジェクトは、表 1.1-1 に示したホニアラ市の給水の現状を改善するため、以下のコンポーネントを検討する。

- 新規井戸の開発と井戸施設の建設
- 送水ポンプ施設の建設
- 配水池の拡張
- 配水本管の口径変更による敷設替え
- 新規配水本管の敷設による給水区域の拡張
- 湧水の濁度改善ための水処理施設の建設
- 塩素消毒施設の建設

(3) 全体施設配置計画

本プロジェクトにおける施設配置は、図 1.1-1 に示したように、安定した配水が可能となるよう計画する。各給水区域において、基本的に水源の種類によって、図 3.2-2 のように施設を配置する。

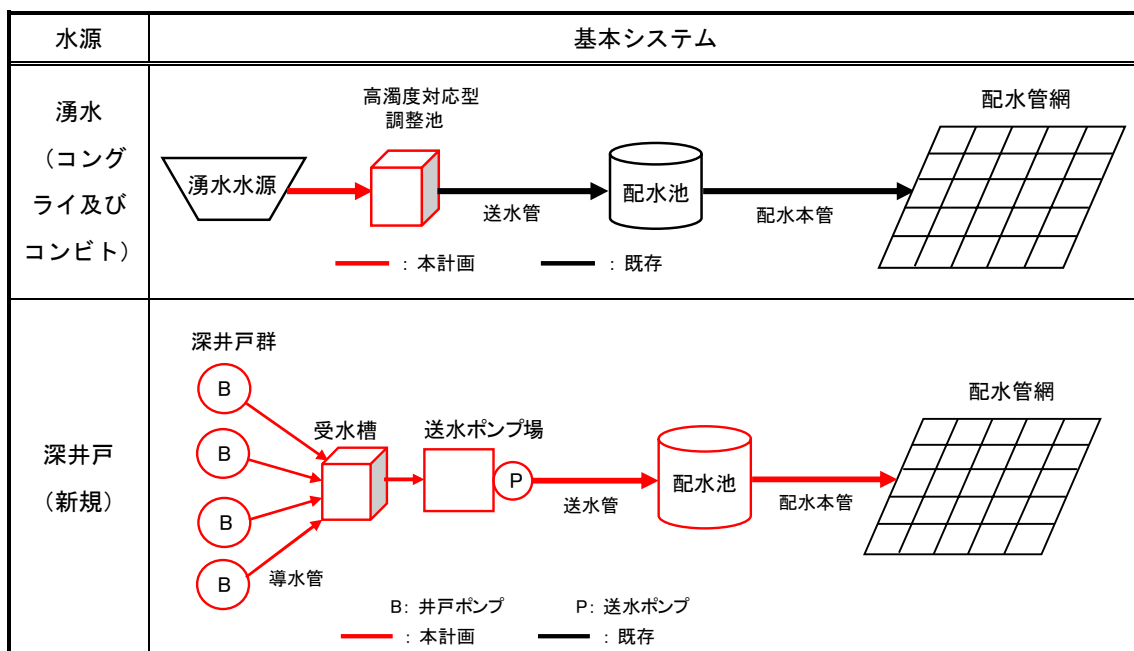


図 3.2-2 施設配置概念図

各給水区域が専用の水源と配水池を配置することを原則として、図 3.2-3 のように計画する。

上記の方針に従った全体施設配置図を、図 3.2-4 に示す。また、詳細な施設位置図は、「3-2-4 基本設計図面」に示すとおりである。

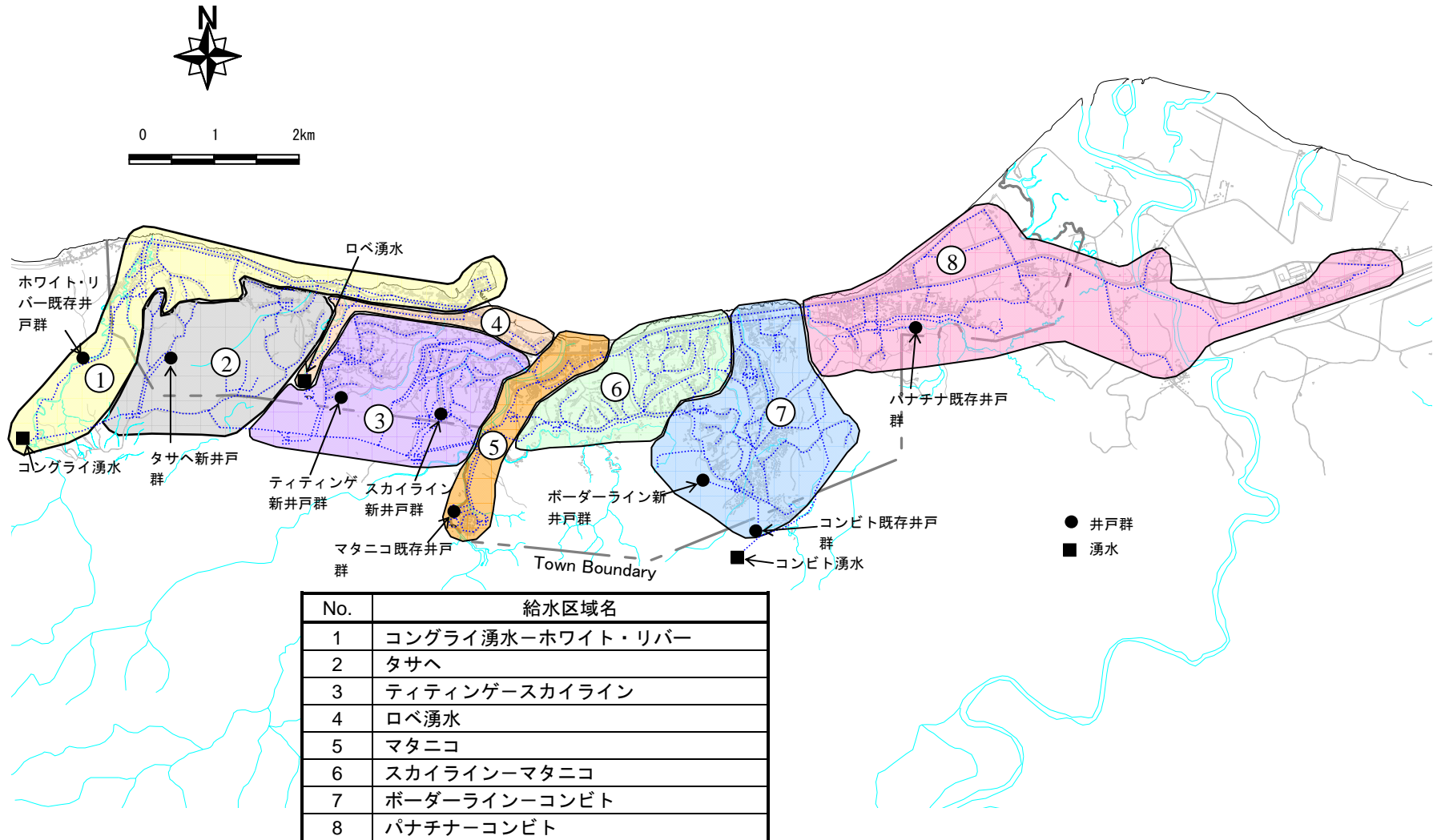


図 3.2-3 本プロジェクトにおけるホニアラ市の給水区域区分

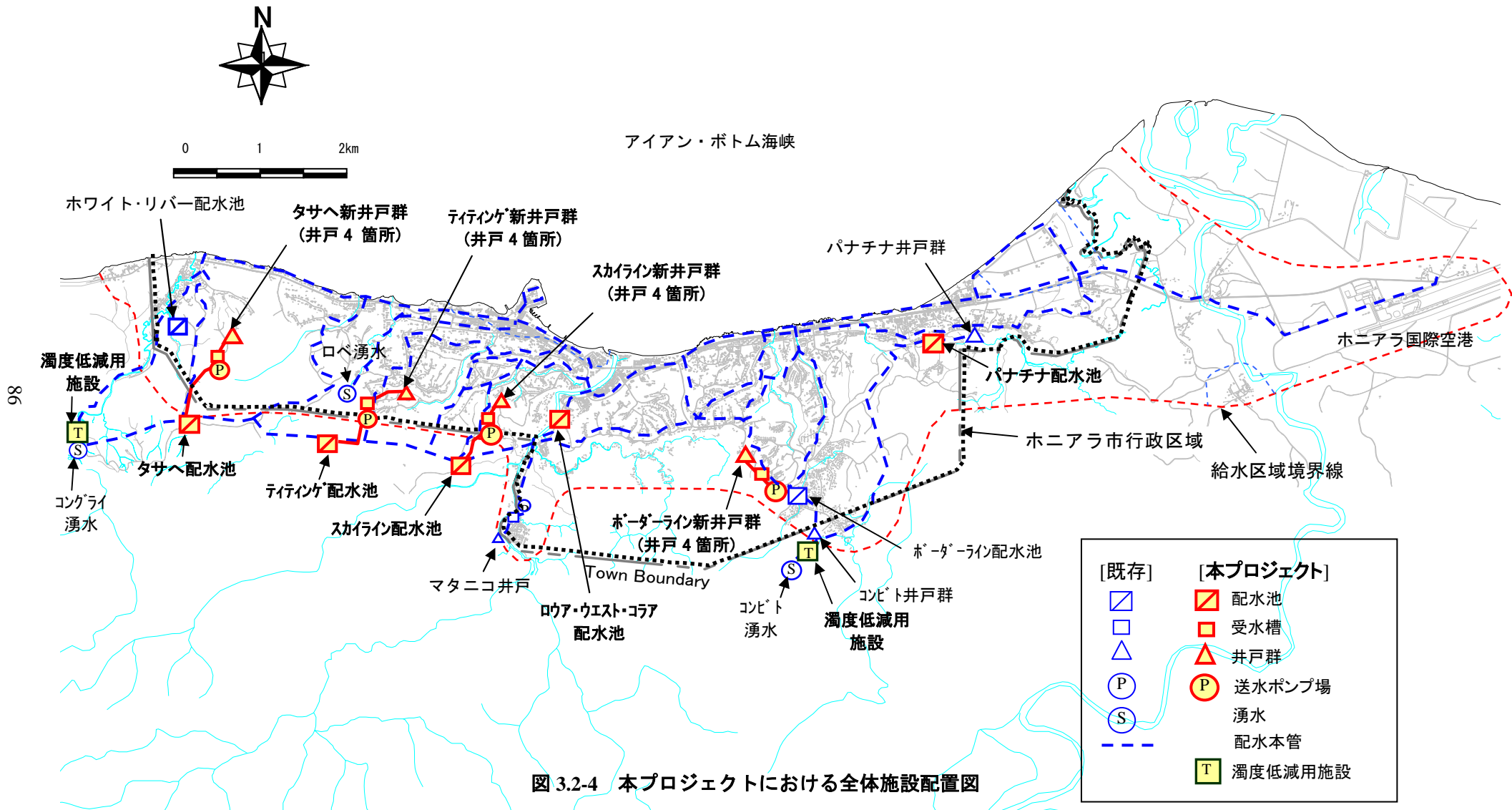


図 3.2-4 本プロジェクトにおける全体施設配置図

3-2-2-3 ロベ湧水の既存取水施設の改善

SIWA の報告によれば、ロベ湧水は濁度に関しては非常に安定しているものの、季節によってはオタマジヤクシが大発生し、そのオタマジヤクシが導水管に入り込み、さらには蛇口にまで到達する問題が発生している。

したがって、水源における適切な異物の除去が必要であり、本プロジェクトで湧水の取水設備にスクリーンを設置することを計画する。(基本設計図 SWS-12 参照。)

3-2-2-4 深井戸建設計画

(1) 井戸配置計画

1) 井戸の配置

井戸の位置は、本調査では、予備調査により選定された位置について、現地において SIWA の立合いのもとで確認し、より具体的な井戸位置を選定した。その結果、主に用地的な制約から井戸の位置を選定した。

各井戸群の井戸位置は表 3.2-12 及び図 3.2-5 (1/2~2/2) に示すとおりである。

表 3.2-12 ホニアラ市の井戸位置諸元

井戸群名	井戸番号	座標 (m)		井戸標高	井戸間距離 (m)
		N	E	測量結果(EL.m)	
タサヘ	N-1	8,956,680	601,823	62	
	N-2	8,956,802	602,160	49	358
	N-3	8,956,926	602,363	43	237
	N-4	8,956,808	602,562	47	231
ティティンゲ	M-1	8,956,221	603,410	69	
	M-2	8,956,335	603,704	48	315
	M-3	8,956,398	603,890	50	196
	M-4	8,956,394	604,072	38	182
スカイライン	MB-1	8,956,126	604,717	49	
	MB-2	8,956,311	604,686	40	187
	MB-3	8,956,501	604,705	31	191
	MB-4	8,956,583	604,871	27	185
ボーダーライン	KO-1	8,955,170	607,851	56	
	KO-2	8,955,323	607,787	54	193
	KO-3	8,955,511	607,598	48	266
	KO-4	8,955,701	607,456	45	237

注) 座標は、UTM (ユニバーサル横メルカトル) 座標系。座標値は、メートル単位。

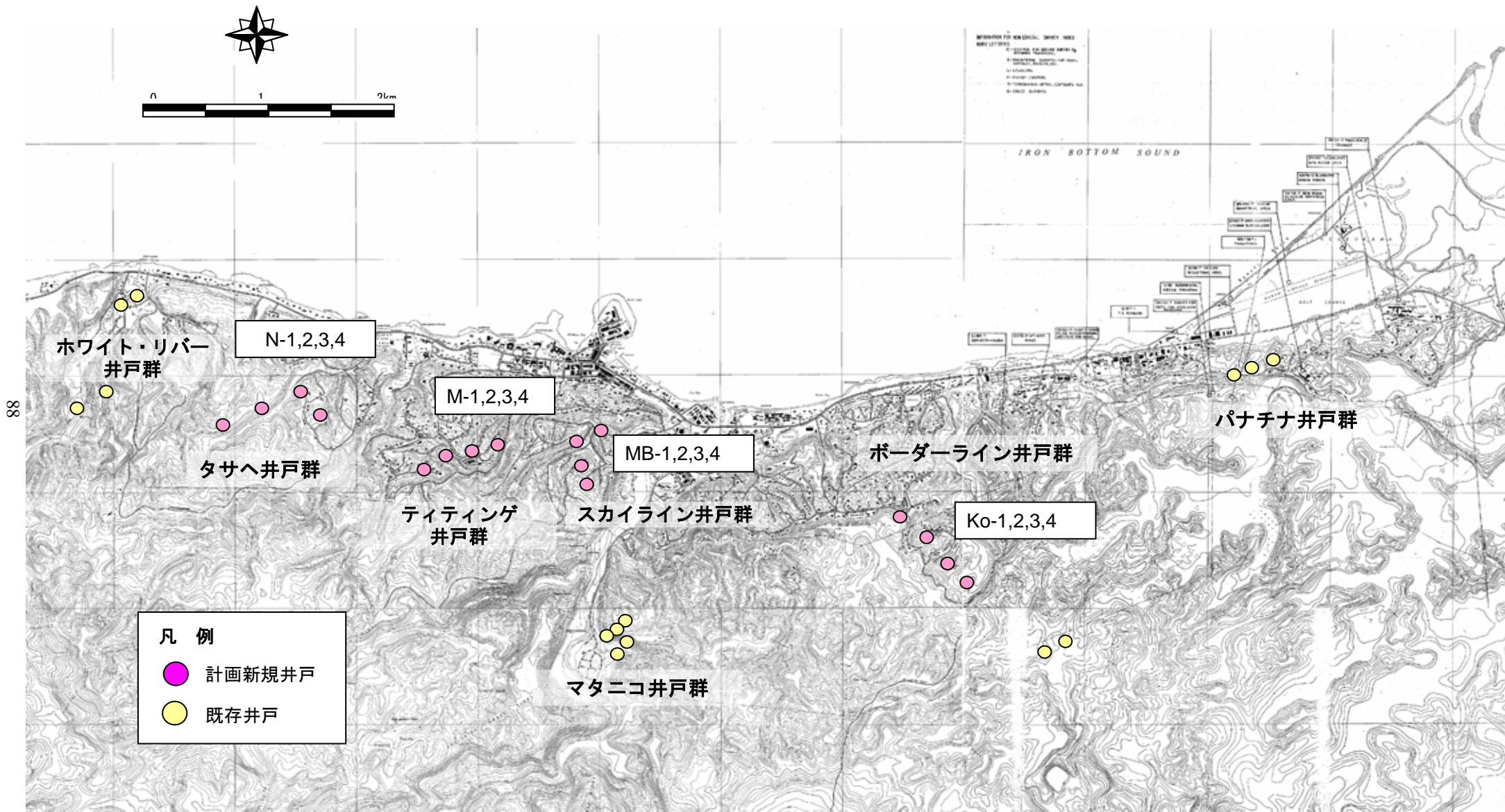
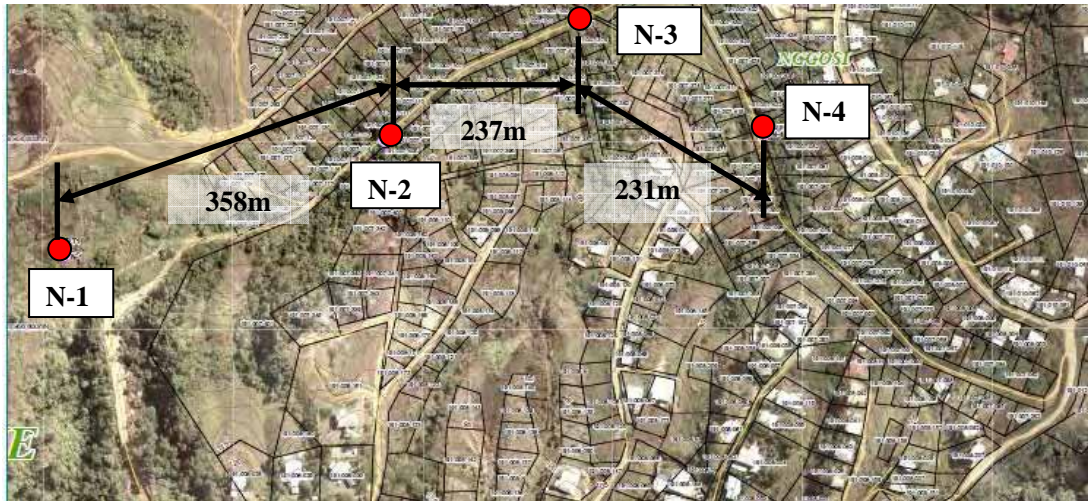
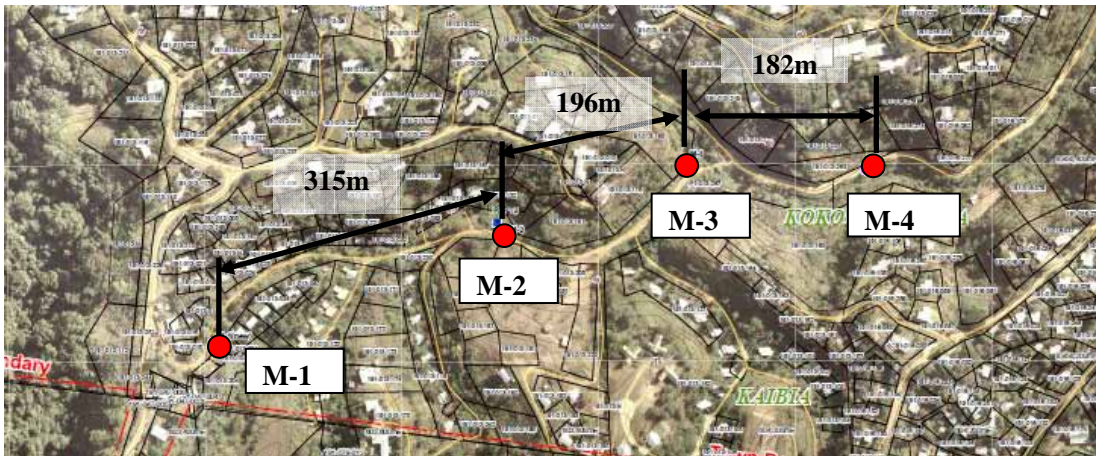


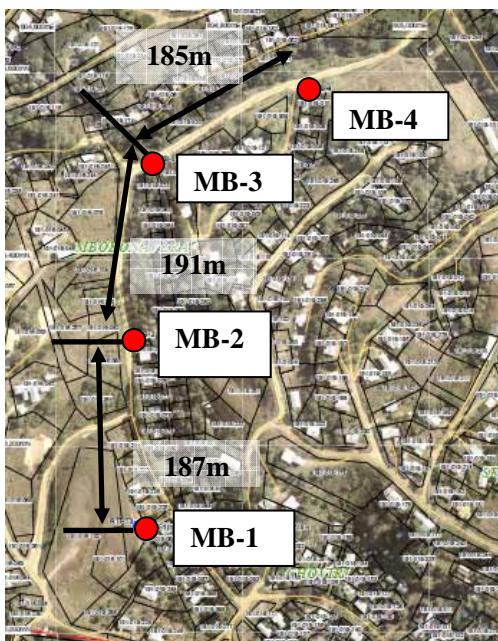
図 3.2-5 ホニアラ市の井戸群位置図 (1/2)



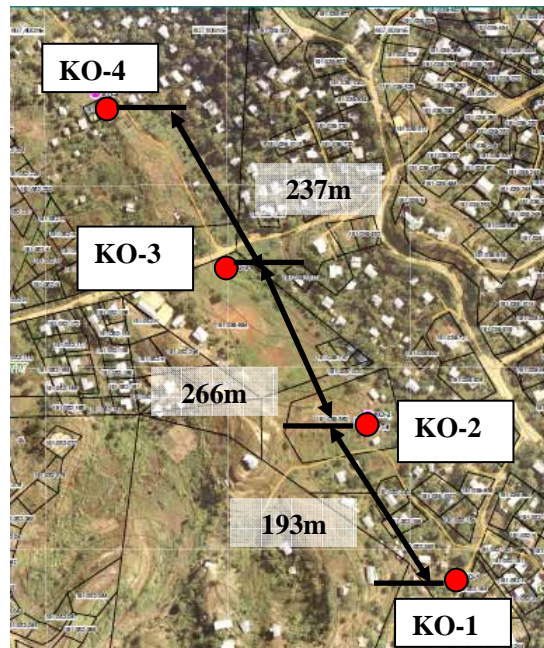
(a) タサヘ井戸群



(b) ティティンゲ井戸群



(c) スカイライン井戸群



(d) ボーダーライン井戸群

図 3.2-5 ホニアラ市の井戸群位置図 (2/2)

2) 帯水層の検討

① 帯水層の推定深度

電気探査に基づく帯水層の推定深度は、表 2.2-3 に示すとおりである。

② 既存井戸の帯水層

既存井戸群の地質概況及びスクリーン設置箇所を図 3.2-6 に示す。

ホワイト・リバー井戸群～マタニコ井戸群間

既存ホワイト・リバー井戸群とマタニコ井戸群は 4km 程度離れているが、いずれもホニアラ層中の帯水層を対象としている。

ホワイト・リバー井戸群では、ほぼ EL. -20m～-60m の区間を対象としてスクリーンが設置されている。これは、ホニアラ層中の両井戸群間でこの深度付近に豊富な帯水層が形成されていることを示唆しており、新規井戸群においてもこの付近の深度に帯水層がある可能性が高く、これは本調査で実施した電気探査の結果と一致している。

一方、新規井戸群であるタサへ井戸群、ティティンゲ井戸群及びスカイライン井戸群では、地形標高が EL. +30m～+70m と既存ホワイト・リバー及びマタニコの各井戸群よりも高い。そのため、既存井戸群が利用している深度の帯水層を新規井戸地点の帯水層で対象とする場合、井戸の長さは、既存井戸の 80m よりも長い井戸を想定する必要がある。

この場合、井戸長さは地表標高 - (-60m ; 既存井戸帯水層の最深部) + 余裕長さで、考える必要がある。

マタニコ井戸群～コンビト井戸群間

既存コンビト井戸群では、EL. +20m～-20m の区間を対象としてスクリーンが設置されている。既存コンビト井戸群は、地質が他の既存井戸群のホニアラ層の上位に堆積したコンビト・マール中の帯水層を対象としている。この海側に位置する新規ボーダーライン井戸群もコンビト・マールの分布域であり、これよりもやや深い地点に帯水層があることが想定され、これは今回実施した電気探査の結果と一致している。

新規ボーダーライン井戸群では、JICA 開発調査時に提案された井戸長さ 100m は妥当であると考えられる。

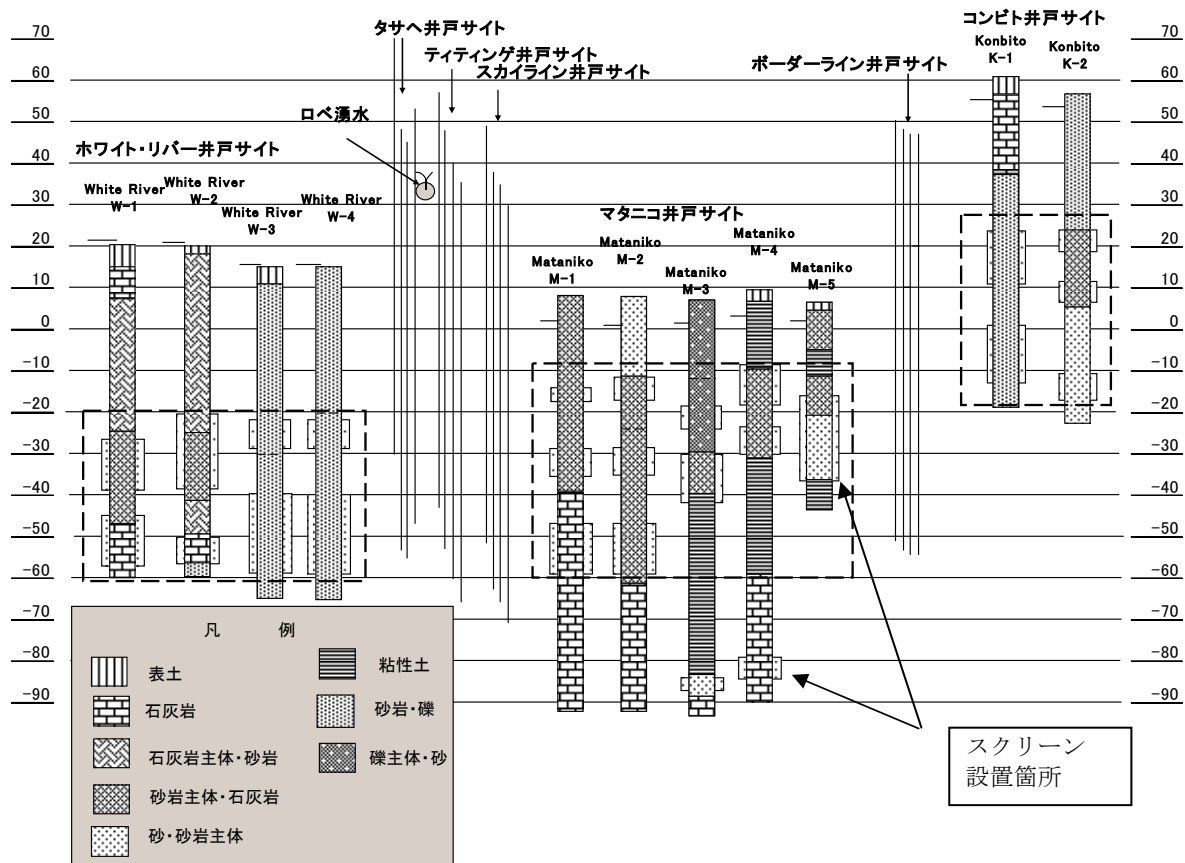


図 3.2-6 ホニアラ市既存井戸の帯水層

3) 井戸の干渉についての検討

井戸の干渉について、以下を検討する。

- ① 新規井戸群における水位低下
- ② 既存井戸への影響
- ③ 既存水源として利用しているコングライ、ロベ及びコンビト各湧水への影響
- ④ 塩水侵入について

① 新規井戸群の井戸水位低下

井戸群に複数の井戸がある場合の地下水位の低下についての検討を行った。検討のための帯水層の状況及び水理条件は、電気探査結果、既存地質資料及び既存井戸資料に基づいて以下のように想定した。

- 帯水層の厚さは、既存井戸の平均的なスクリーン設置区間長を帯水層厚さとする。
- 地下水位は、電気探査結果及び既存井戸の地下水位に基づく。
- 透水係数は、既存調査資料及び既存揚水試験結果に基づく。
- 井戸の影響半径については既存調査資料に基づく。

各井戸地点の水理条件を、表 3.2-13 に示す。

表 3.2-13 ホニアラ市新井戸群の帯水層の水理条件

新井戸群	帯水層地質	帯水層厚さ	地下水位	透水係数	影響半径
タサへ	ホニアラ層砂岩	30m	10m	4.0m/day	1,000m
ティティンゲ	ホニアラ層砂岩	30m	20m	4.0m/day	1,000m
スカイライン	ホニアラ層砂岩	30m	20m	4.0m/day	1,000m
ボーダーライン	ホニアラ層砂岩	30m	10m	3.0m/day	1,200m

注) 揚水量 800m³/日として算出した。

また、上記の条件で水位低下を検討した結果を、表 3.2-14 に示す。

表 3.2-14 ホニアラ市新井戸群の水位低下検討結果

(a) タサへ井戸群

井戸	透水係数 K (m/日)	帯水層 (m)	影響半径 R(m)	他の井戸との距離 (m)				水位低下量 S (m)	想定地下水位 (EL.m)	水位低下時 想定水位(EL.m)
				N-1	N-2	N-3	N-4			
N-1	4	30	1,000	0.1	358	593	750	11.67	15	3.3
N-2	4	30	1,000	358	0.1	237	402	13.31	15	1.7
N-3	4	30	1,000	593	237	0.1	231	13.41	15	1.6
N-4	4	30	1,000	750	402	231	0.1	12.62	15	2.4

注) 揚水量 800m³/日として算出した。

(b) ティティンゲ井戸群

井戸	透水係数 K (m/日)	帯水層 (m)	影響半径 R(m)	他の井戸との距離 (m)								水位低下量 S (m)	想定地下水位 (EL.m)	水位低下時 想定水位(EL.m)
				M-1	M-2	M-3	M-4	MB-1	MB-2	MB-3	MB-4			
M-1	4	30	1,000	0.1	315	511	684	1,310	1,279	1,324	1,505	12.12	15	2.9
M-2	4	30	1,000	315	0.1	196	372	1,034	982	1,179	1,193	13.79	15	1.2
M-3	4	30	1,000	511	196	0.1	182	870	800	821	998	14.63	15	0.4
M-4	4	30	1,000	684	372	182	0.1	698	635	642	821	14.59	15	0.4

注) 揚水量 800m³/日として算出した。

(c) スカイライン井戸群

井戸	透水係数 K (m/日)	帯水層 (m)	影響半径 R(m)	他の井戸との距離 (m)								水位低下量 S (m)	想定地下水位 (EL.m)	水位低下時 想定水位(EL.m)
				MB-1	MB-2	MB-3	MB-4	M-1	M-2	M-3	M-4			
MB-1	4	30	1,000	0.1	187	375	482	1,310	1,034	870	698	13.91	15	1.1
MB-2	4	30	1,000	187	0.1	191	328	1,279	982	800	635	15.23	15	-0.2
MB-3	4	30	1,000	375	191	0.1	185	1,324	1,179	821	642	15.05	15	0.0
MB-4	4	30	1,000	482	328	185	0.1	1,505	1,193	998	821	13.74	15	1.3

注) 揚水量 800m³/日として算出した。

(d) ボーダーライン井戸群

井戸	透水係数 K (m/日)	帯水層 (m)	影響半径 R(m)	他の井戸との距離 (m)								水位低下量 S (m)	想定地下水位 (EL.m)	水位低下時 想定水位(EL.m)
				KO-1	KO-2	KO-3	KO-4	K-1	K-2					
KO-1	3	30	1,200	0.1	193	425	661	979	1,062			19.06	30	10.9
KO-2	3	30	1,200	193	0.1	266	502	793	932			19.77	30	10.2
KO-3	3	30	1,200	425	266	0.1	237	1,349	1,568			19.20	30	10.8
KO-4	3	30	1,200	661	502	237	0.1	1,196	1,428			17.67	30	12.3

注) 揚水量 800m³/日として算出した。

② 既存井戸への影響

新規タサへ井戸群の約 1km 西側には、既存のホワイト・リバー井戸 (4 本) が存在するが、この井戸は緊急用として一時的に使用される井戸であり、新規井戸建設による影響はない。

一方、新規ボーダーライン井戸群の南東側約 1km 地点には、SIWA の水源として現在使用されている KO-1 及び KO-2 の 2 本の井戸がある。新規ボーダーライン井戸群での揚水による K-1 及び

K-2 への影響を検討した結果は表 3.2-14 に示すとおりであり、新規井戸による KO-1 及び KO-2 への影響は無視できる程度であると判断される。

③ 既存水源湧水への影響

ホニアラ市に計画されている新規井戸群の周辺には、次の 2 つの湧水が SIWA により水源として利用されている。

コングライ湧水

コングライ湧水は、タサへ新規井戸群の N-1 から南西へ約 2 km の地点に位置する。コングライ湧水は、ホニアラ層下位のボネゲ石灰岩中に形成された鍾乳洞からの湧水であり、湧水地点の標高は約 100m である。湧水源の鍾乳洞へはさらに上位のボネゲ石灰岩中に形成されたシンクホール（河川から鍾乳洞に続く垂直の穴のこと。コビ・シンクホールなど）から河川水が供給され、地下水と混合してコングライ湧水から湧出している。そのため、コングライ湧水の湧水量は、降水に影響されやすく、供給源河川の洪水時には流量は増大するが、供給源の河川の濁りが顕著に湧水に現れる。

コングライ湧水は帯水層そのものがホニアラ層下位のボネゲ石灰岩層中に形成されているものであり、かつ、上位の河川からの供給があることから、ボネゲ石灰岩上位のホニアラ層中の帯水層を対象とする新規井戸の揚水による影響はないと判断される。

ロベ湧水

ロベ湧水は、タサへ井戸群とティティンゲ井戸群の 2 つの新規井戸群の間に位置しており、湧水地点の標高は約 32m である。ロベ湧水は、新規井戸の帯水層として対象としているホニアラ層より上位のホニアラ・リーフ石灰岩の基底部からの湧水と考えられる。

ロベ湧水は、コングライ湧水と異なり降水による湧出量の変化は認められず、JICA 開発調査時及び本調査時のロベ湧水地点堰からの流出量は $0.018\text{m}^3/\text{sec}$ ($1,555\text{m}^3/\text{day}$) 程度で安定しており、シンクホールから河川水を引き込んでいるコングライ湧水とは異なり、地下水のみが湧出しているものである。

タサへ井戸群及びティティンゲ井戸群において、浅部（GL.30~40m 程度）に出現する帯水層を揚水した場合には、現在のロベ湧水地点堰からの流出量が減少し、既存水源として利用できる量が減少する可能性があるため、タサへ及びティティンゲ井戸群では既存井戸で対象としている深部の帯水層のみを対象とする必要がある。

④ 塩水侵入について

一般に塩水化した地下水の比抵抗値は $10\Omega \cdot \text{m}$ 以下である。本調査で実施した電気探査の結果では、深部で $10\Omega \cdot \text{m}$ 以下の低い比抵抗値は得られていない。

一方、新規井戸による地下水の揚水による地下水への塩水侵入については、JICA 開発調査時に検討がされており、新規井戸群については塩水化の問題はほとんど無いものと判断されている。

4) まとめ

- 用地的な問題から同一井戸群内で井戸間隔が 200mに満たないものもある。新規井戸群の揚水による各井戸の水位低下は、本調査の検討結果では最大で 20m程度であると想定される。井戸のポンプの設置位置はこれに余裕をみて決定する必要がある。
- 新規井戸群による既存井戸及び水源湧水への影響について検討した結果、新規井戸の揚水によるこれらの既存井戸及び既存水源への影響は少ないと考えられるが、ロベ湧水への影響を考慮して井戸の設計を行う必要がある。
- 新規井戸群の揚水による地下水への塩水侵入の可能性も JICA 開発調査での検討結果及び既存井戸の状況からほとんど無いものと考えられる。

(2) 井戸の構造

1) 基本的な構造

井戸の基本的な構造は、既存井戸の構造及び要求される量の揚水が行えるポンプの設置を考慮して、図 3.2-7 に示すような構造とする。

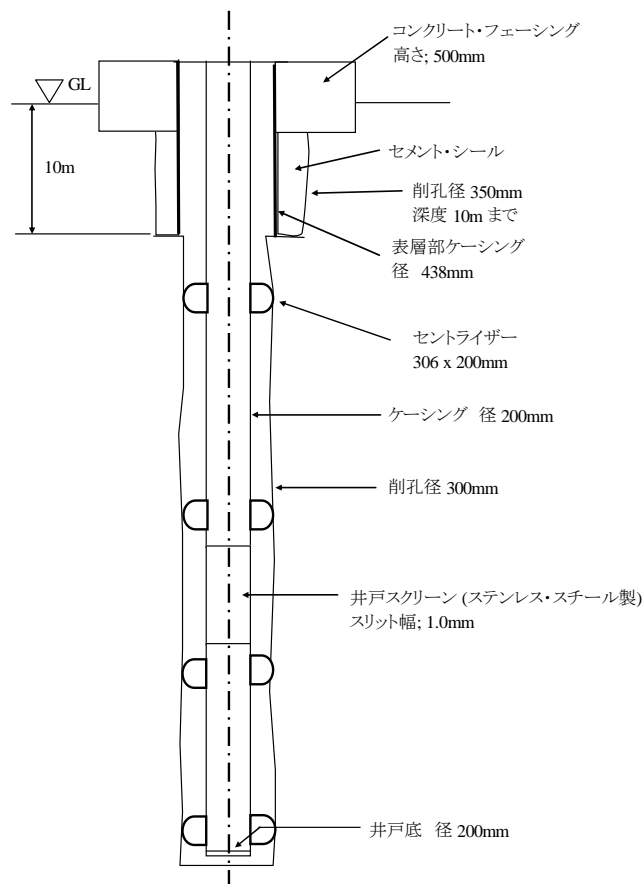


図 3.2-7 ホニアラ市新井戸群の井戸構造

2) 各井戸の諸元

自然条件調査による帯水層の検討結果及び前章までの検討結果に基づいた各井戸群、各井戸の

諸元は表 3.2-15 に示すとおりである。

表 3.2-15 ホニアラ市新井戸の諸元

井戸群	井戸番号	井戸口元の標高 (EL+m)	井戸長さ (m)
タサヘ	N-1	62	130
	N-2	49	120
	N-3	43	120
	N-4	47	130
ティティンゲ	M-1	69	140
	M-2	48	130
	M-3	50	120
	M-4	38	110
スカイライン	MB-1	49	130
	MB-2	40	120
	MB-3	31	120
	MB-4	27	110
ボーダーライン	KO-1	56	100
	KO-2	54	100
	KO-3	48	100
	KO-4	45	100

(3) 井戸ポンプの仕様

図 3.2-8 に井戸ポンプシステムを示す。

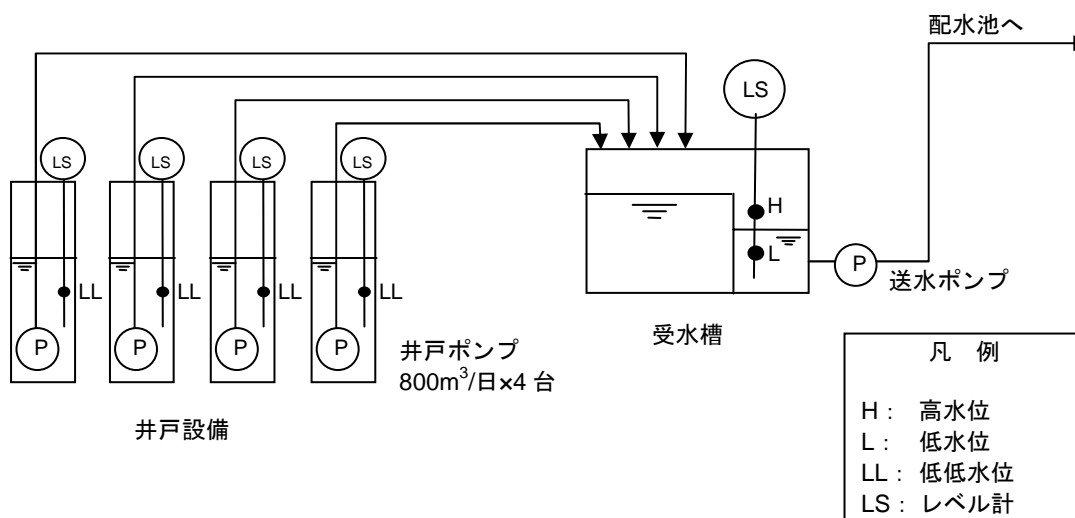


図 3.2-8 ホニアラ市新規井戸ポンプシステム

井戸ポンプの計画にあたり、各井戸に常用ポンプ 1 台を設置し、各井戸群に予備 1 台（倉庫保管）のポンプを確保する。導水管は各井戸間の干渉を避けるため、各井戸から受水槽まで独立した配管とする。

井戸ポンプの運転は以下のとおりとし、これら運転が可能な制御回路を計画する。

- 井戸ポンプ流量は送水ポンプ流量以下を基本とし、したがって井戸ポンプは 24 時間連

続運転を基本とする。

- 但し、配水池の高水位（H）で送水ポンプが停止した場合は、受水槽の水位レベルが上昇するため、受水槽水位が高水位（H）になったところで井戸ポンプが自動停止する運転とする（2-2-6 送水ポンプの項を参照のこと）。
- 井戸ポンプの空引き防止のために空運転防止水位（LL）でインターロックを働かせる。
- 送水ポンプ場空気室に設置の井戸ポンプ用制御盤において、各井戸ポンプの遠隔自動運転及び停止、警報信号の取り込みを行えるものとする。
- 各井戸群では、点検修理時に井戸ポンプを自動運転から手動運転に切り替えて運転停止が行えるものとする。

井戸ポンプ用の制御盤は、送水ポンプ場（中央盤）と各井戸サイトに設置する。

井戸ポンプ及びポンプ周りの配管は、防食性を考慮しステンレス（SUS304 相当）とする。

井戸ポンプの主な仕様を以下に示す。

型 式： 深井戸水中ポンプ
 主 材 質： SUS
 電 動 機： 2P×415V×50Hz×3 相

各井戸ポンプの能力を表 3.2-16 に示す。

表 3.2-16 ホニアラ市新井戸の井戸ポンプ能力

井戸群	井戸番号	能力	数量
タサヘ	N-1	0.56m ³ /分×85mAq×15kW	1
	N-2	0.56m ³ /分×85mAq×15kW	1
	N-3	0.56m ³ /分×85mAq×15kW	1
	N-4	0.56m ³ /分×85mAq×15kW	1
ティティンゲ	M-1	0.56m ³ /分×85mAq×15kW	1
	M-2	0.56m ³ /分×70mAq×13kW	1
	M-3	0.56m ³ /分×70mAq×13kW	1
	M-4	0.56m ³ /分×70mAq×13kW	1
スカイライン	MB-1	0.56m ³ /分×70mAq×13kW	1
	MB-2	0.56m ³ /分×70mAq×13kW	1
	MB-3	0.56m ³ /分×70mAq×13kW	1
	MB-4	0.56m ³ /分×70mAq×13kW	1
ボーダーライン	KO-1	0.56m ³ /分×65mAq×11kW	1
	KO-2	0.56m ³ /分×65mAq×11kW	1
	KO-3	0.56m ³ /分×65mAq×11kW	1
	KO-4	0.56m ³ /分×65mAq×11kW	1

(4) ウォーターハンマー対策

井戸施設から受水槽までの導水管路は、地形的に起伏が多い。したがって、導水管路の計画には十分なウォーターハンマー対策を考慮する必要がある。

ウォーターハンマー対策として、フライホイール案、急速空気弁案、オープンサージタンク案、ワンウェイサージタンク案、圧力タンク案、などがあるが、現地の状況に最も適し、経済的に機

能を発揮するものとして、急速空気弁を採択し、管路の適切な箇所に設定する。

各井戸の急速空気弁設置箇所一覧表を表 3.2-17 に示す。

表 3.2-17 急速空気弁の設置箇所

井戸群	井戸	ウォーターハンマー対策	設置場所
タサヘ	タサヘ井戸 N1	75A 急速空気弁設置	井戸ポンプ地上出口部
	タサヘ井戸 N2	75A 急速空気弁設置	井戸から 300m地点の管路
	タサヘ井戸 N3	75A 急速空気弁設置	井戸から 550m地点の管路
	タサヘ井戸 N4	(不要)	
ティティンゲ	ティティンゲ井戸 M1	75A 急速空気弁設置	井戸ポンプ地上出口部
	ティティンゲ井戸 M2	75A 急速空気弁設置	井戸ポンプ地上出口部
	ティティンゲ井戸 M3	75A 急速空気弁設置	井戸から 100m地点の管路
	ティティンゲ井戸 M4	75A 急速空気弁設置	井戸から 300m地点の管路
スカイライン	スカイライン井戸 MB1	75A 急速空気弁設置	井戸ポンプ地上出口部
	スカイライン井戸 MB2	75A 急速空気弁設置	井戸から 100m地点の管路
	スカイライン井戸 MB3	75A 急速空気弁設置	井戸から 315m地点の管路
	スカイライン井戸 MB4	75A 急速空気弁設置	井戸から 500m地点の管路
ボーダーライン	ボーダーライン井戸 KO1	75A 急速空気弁設置	井戸ポンプ地上出口部
	ボーダーライン井戸 KO2	75A 急速空気弁設置	井戸ポンプ地上出口部
	ボーダーライン井戸 KO3	75A 急速空気弁設置	井戸ポンプ地上出口部
		75A 急速空気弁設置	井戸から 200m地点の管路
ボーダーライン井戸 KO4	75A 急速空気弁設置	井戸から 300m地点の管路	
アウキ	アウキ井戸 AK1	(不要)	
	アウキ井戸 AK2	(不要)	

注) 75A は、呼び径 75mm を意味する。

急速空気弁の設置箇所は、管路の縦断図及びポンプ特性から最低圧力線を計算し、負圧が-7m 以上になる地点に設定する計画した。

3-2-2-5 送水ポンプ場

(1) 基本方針

本プロジェクトにおいては、タサヘ新井戸群、ティティンゲ新井戸群、スカイライン新井戸群、ボーダーライン新井戸群の各井戸群に送水ポンプ場を設置する。図 3.2-9 に送水ポンプシステムを示す。

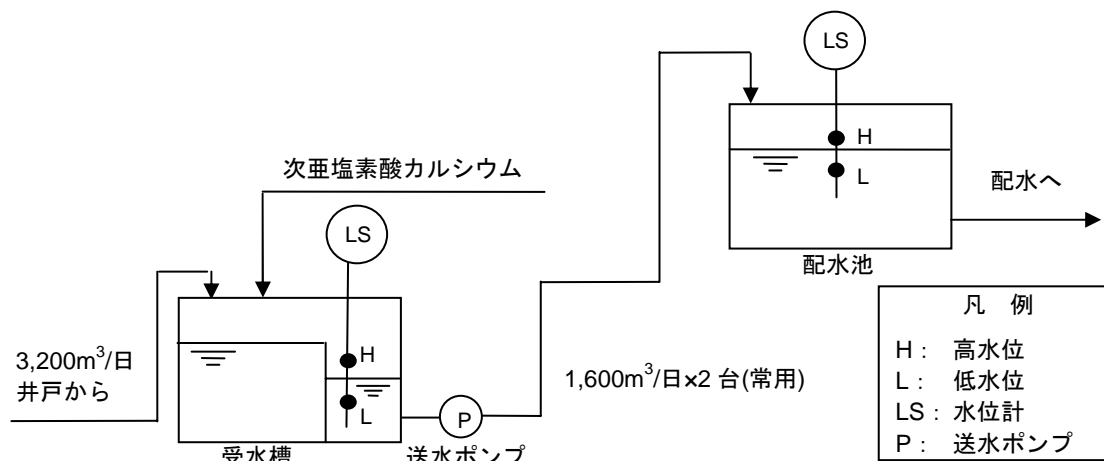


図 3.2-9 ホニアラ市送水ポンプシステム

送水ポンプ場は、各井戸からくみ上げられた井戸水を受水槽に送り、受水槽で消毒用の次亜塩素酸カルシウムを添加し、送水ポンプによって配水池に送水する設備である。送水ポンプ場は、受水槽、塩素殺菌設備、送水ポンプ、受変電設備及び非常用発電機から構成される。

受水槽はメンテナンスも考慮し、2池をもった構造とする。

送水ポンプの運転は以下のとおりとし、これら運転が可能な制御回路を計画する。

- ポンプは3台設置し、常用2台で運転し計画量を送水する。1台は予備ポンプとする。
- 配水池からの越流を避けるため、配水池の高水位（H）で停止する自動運転とする。
- 送水ポンプは受水槽の低水位（L）で停止する自動運転とする。
- 送水ポンプの空引き防止のために空運転防止水位（LL）でインターロックを働かせる。

送水ポンプ用の制御盤は、送水ポンプ場電気室内に設置する。

送水ポンプ及びポンプ周りの配管は、防食性を考慮しステンレス（SUS304）相当とする。

各設備の設計条件を表 3.2-18 に示す。塩素殺菌設備は「3-2-2-6 高濁度対応型調整池、2)塩素殺菌施設」と同様の設計条件とする。受変電設備及び非常用発電機に関しては、それぞれを項目 3-2-2-10 及び 3-2-2-11 参照のこと。

表 3.2-18 ホニアラ市送水ポンプ設備の設計条件

設備名	設計条件
受水槽	滞留時間 1 時間以上
塩素殺菌設備	塩素剤： さらし粉（有効塩素濃度 65%） 注入率： 最大 3mg-有効塩素/L、平均 1.5mg-有効塩素/L 最小 1mg-有効塩素/L 溶解濃度： 30kg-有効塩素/m ³ 貯留槽容量： 2 槽設置、総容量は平均必要注入量の 7 日分以上

(2) 仕様

ポンプ場の仕様を以下に示す。なお、4つのポンプ場は、ポンプ能力以外は同様の仕様である。

1) 受水槽

材	質：	RC 構造
形	状：	角型水槽
有 効 容 量：		72m ³ /池 (滞留時間 1.1 時間)
有 効 寸 法：		W3.9m×L6.1m×H3.1m
数	量：	2 池

2) 塩素殺菌設備

① 次亜塩素酸カルシウム注入装置

要求注入量範囲：		最大 0.23L/min、最小 0.076L/min
材	質：	塩化ビニール
有 効 容 量：		0.3m ³ /槽

② 次亜塩素酸カルシウム貯留槽

材	質：	ポリエチレン
形	状：	円形開放
呼 び 容 量：		1m ³ /槽
寸	法：	内径 1.1m×H1.3m
数	量：	2 槽

③ 次亜塩素酸カルシウム貯留槽攪拌機

材	質：	ステンレス+樹脂ライニング
形	状：	可搬中速型
電 動 機：		0.4kW×2P×415V×50Hz×3 相
数	量：	2 台 (各槽 1 台)

3) 送水ポンプ

型	式：	縦型多段渦巻ポンプ
主 材	質：	ステンレス
電 動 機：		2P×415V×50Hz×3 相

各ポンプ場のポンプ能力は表 3.2-19 のとおりである。

表 3.2-19 ホニアラ市新送水ポンプ場のホンプ能力

ポンプ場名	能力	数量 (内予備)
タサヘ新井戸群ポンプ場	1.11m ³ /分×105m×30kW	3 (1)
ティティンゲ新井戸群ポンプ場	1.11m ³ /分×100m×30kW	3 (1)
スカイライン新井戸群ポンプ場	1.11m ³ /分×75m×22kW	3 (1)
ボーダーライン新井戸群ポンプ場	1.11m ³ /分×35m×11kW	3 (1)

(3) ウォーターハンマー対策

各井戸群から受水槽までの対策と同様に、受水槽から配水池までの送水管は起伏が多いため、ウォーターハンマー対策を検討した。

管路の縦断図及びポンプ特性から最低圧力線を求め、最大の負圧値及び位置を検討した結果、4つの全ての井戸群の送水ポンプ場から配水池までの管路は、水柱分離を起こさない-5m以下であった。

したがって、送水ポンプ場から配水池までの送水管においては、ウォーターハンマー対策として特別な付加設備を設けないこととした。

3-2-2-6 高濁度対応型調整池

(1) 設計に係る基本方針

1) 高濁度対応型調整池

本調査で、コングライ湧水、コンビト湧水の水質調査及びサイト調査を実施した結果、以下の点を考慮した、普通沈殿機能を備えた高濁度対応型調整池を計画する。

- ① 高濁度対応型調整池は沈殿、緩衝（濁度・水量）、及び排泥の三つの機能を備えていること。
 濁度緩衝機能：原水濁度が急激に上昇した場合に、本調整池でこの変化を緩衝する機能
 水量緩衝機能：取水源に異常があった場合に、本調整池に滞留している水を給水する機能
- ② 一般的な沈殿池とは異なり後段にろ過池がないため、できる限り沈殿及び緩衝機能を発揮できる施設であること。
- ③ SIWA の運転維持管理能力を考慮して、維持管理が容易で高度な技術を要しない、SIWA で継続的に維持管理可能な施設であること。
- ④ 湧水原水は、強降雨後数時間以内にコングライ湧水では最大 15NTU、コンビト湧水は最大 40NTU の高い濁度が発生し、その後数時間で濁度が正常値に低下するといった、著しい濁度変動特性を確認している。このような各湧水原水の一時的な濁度変動の上昇に対応可能で、簡便に高濁度を低減もしくは吸収できる機能を備えていること。
- ⑤ 浄水施設を必要とする現地の湧水で、飲料水基準 5NTU を超える濁度が発生する頻度は、本調査結果よりコングライ湧水で 18 回/年、コンビト湧水で 28 回/年と推定される。そのような緊急時に高度な作業をとまわず運転可能な施設であること。
- ⑥ 上記より、できる限り連続的に運転可能で、5NTU 以下の中程度の濁度にも効果を発揮でき

る施設とすること。また、湧水原水濁度が高濁度になった場合でも、高濁度対応型調整池出口の濁度をできるだけ長い期間 5NTU 以下に維持できる施設であること。

- ⑦ 途上国の事情を考慮し、調達が容易で交換部品の少ない機材を使用する

高濁度対応型調整池のフローシートを図 3.2-10 に示す。

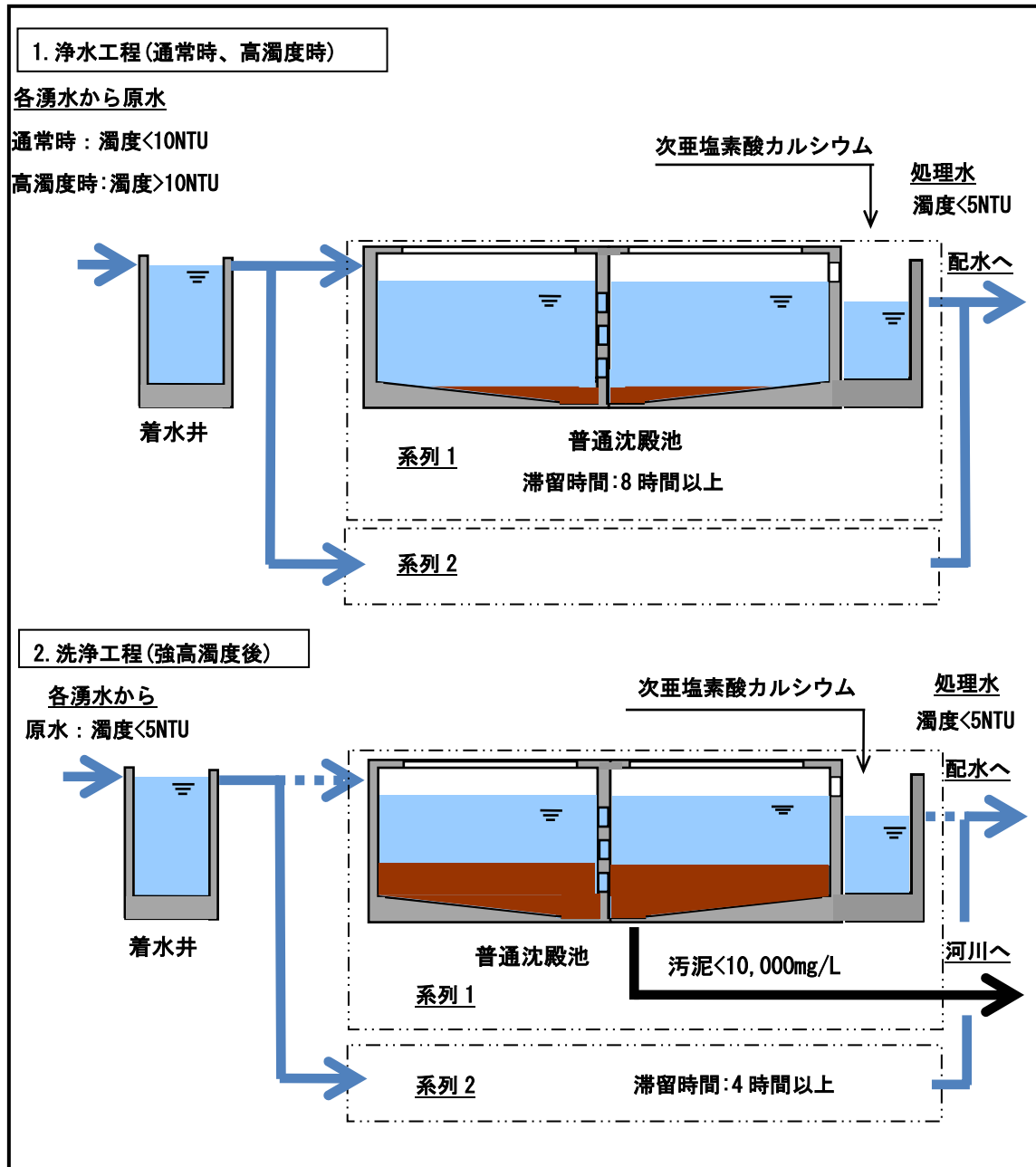


図 3.2-10 高濁度対応型調整池フローシート

高濁度対応型調整池の基本的な設計、運転の考え方は以下のとおりである。

原水濁度が低い通常時（濁度 10NTU 以下）及び高濁度発生時（濁度 10NTU 以上）に、2 系列の沈殿池を使用した運転を行う。

- 原水の高濁度が低下した後（濁度 5NTU 以下）、1 系列ずつ洗浄を実施する。
- 本施設で適用可能な高濁度の時間は、最大 8 時間とする。それ以上高濁度が継続するケースは非常に少ないと思われるが、もしその状況が発生した場合は、現場運転員の判断で運転を停止する。
- 本施設の運転に必要な人員は、通常時で 1～2 人とする。また、高濁度発生後の汚泥の排出及び清掃要員として更に 1～2 人必要とする。
- 濁度の測定方法は、現場作業員の目視によることを基本とする。試運転及びソフトコンポーネント期間中に、実際の濁度と目視による濁りの相関を現場作業員に教育させる。
- 汚泥排出は、日常点検において汚泥界面の上昇が著しく確認されるとき、または運転停止を伴う程の高濁度発生後に、汚泥排出及び洗浄を実施する。

計画処理水水質及び設計条件を表 3.2-20 及び表 3.2-21 に示す。

表 3.2-20 計画処理水水質

	水質項目	原水	処理水
通常時	濁度	10 NTU 以下	5 NTU 以下
	色度	15 TCU 以下	15 TCU 以下
高濁度時 コングライ	濁度	10 NTU 以上 30 NTU 以下	5 NTU 以下
	色度	15 TCU 以上 30 TCU 以下	15 TCU 以下
高濁度時 コンビト	濁度	10 NTU 以上 50 NTU 以下	5 NTU 以下
	色度	15 TCU 以上 30 TCU 以下	15 TCU 以下

表 3.2-21 高濁度対応型調整池の設計条件

	設計条件	根拠
着水井	滞留時間： 1.5 分以上	水道施設設計指針を参考
高濁度対応型 調整池 コングライ	表面積負荷率： 10mm/分以下	水道施設設計指針を参考
	池内横流速： 平均 0.3m/分以下	水道施設設計指針を参考
	濁度除去率： 50%以上	調査団試験結果
	色度除去率： 50%以上	調査団試験結果
	滞留時間： 8 時間以上	湧水原水水質変化実績に基づく
高濁度対応型 調整池 コンビト	表面積負荷率： 5mm/分以下	水道施設設計指針を参考
	池内横流速： 平均 0.3m/分以下	水道施設設計指針を参考
	濁度除去率： 50%以上	調査団試験結果
	色度除去率： 50%以上	調査団試験結果
	滞留時間： 16 時間以上	湧水原水水質変化実績に基づく

また、凝集沈殿処理との比較表を表 3.2-22 に示す。

比較表に記載のとおり、凝集沈殿処理方式による原水濁度低減処理は、多岐にわたる高度な運転維持管理能力と多額のランニングコストを要求される。SIWA の現状を考慮すると、コングライ湧水及びコンビト湧水の原水濁度低減処理に凝集沈殿処理方式は採用することは適切ではないと判断した。

表 3.2-22 普通沈殿プロセスと凝集沈殿プロセスとの比較

		普通沈殿	凝集沈殿
原理		重力の作用で、濁度を沈殿池で沈降分離する方式。	混和池で凝集剤を添加し、フロック形成池で濁質を凝集・フロック化し、沈降速度を高め、沈殿池で沈降分離する方式。
構成		着水井、沈殿池	着水井、混和池、フロック形成池、沈殿池、凝集剤注入装置
長所		<ul style="list-style-type: none"> 低濁から高濁の原水濁度変動に対し運転可能。 運転管理は、沈殿池に溜まったスラッジを排出するのみの最も簡易なプロセス 沈殿池の水面積が低濁から高濁の原水に依存することなく設計可能 最も一般的な浄水プロセスであり、安定した処理性能が得られやすい。 	<ul style="list-style-type: none"> 低濁から高濁の原水濁度変動に対し、凝集剤の注入率を変化させることで運転可能。 沈殿池の水面積が低濁から高濁の原水に依存することなく設計可能
短所		<ul style="list-style-type: none"> 濁度、色度の除去率が凝集沈殿より劣る 	<ul style="list-style-type: none"> 薬品コストがかかる。 濁度に対応した薬品の注入率の管理が難しい。 したがって、普通沈殿と同等の水面積で設計するのが現実的である。 凝集剤がリークする可能性があり、過池と組み合わせるプロセスが一般的である。
経済性	イニシャル ^{#1}	1.0	1.2
	ランニング ^{#2}	-	0.2
設置スペース		1.0	1.3
施設耐用年数		RC 製水槽の耐用年数は約 50 年であるが、付帯する管、バルブ等の設備の法的耐用年数は約 20 年である。設備の良好な維持管理ができれば、25 から 30 年の耐用年数が見込まれる。	RC 製水槽の耐用年数は約 50 年であるが、薬注用攪拌器や管、バルブ等の設備の法的耐用年数は約 20 年である。設備の良好な維持管理ができれば、25 から 30 年の耐用年数が見込まれる。
維持管理性		○	× <ul style="list-style-type: none"> 強降雨発生後、凝集剤の溶解を開始し、注入を開始するという大きな負担が伴う。 濁度変動に合わせた注入量の調整が必要。 汚泥発生量が 2 割程度増大する。 凝集剤注入設備の清掃が必要。

注) 1. 普通沈殿のイニシャルコストを 1.0 としたときの相対値を記載
 2. 普通沈殿のイニシャルコストと凝集沈殿の 20 年分のランニングコストとの相対値を記載

2) 塩素殺菌施設

塩素剤は、既存施設でも用いられている次亜塩素酸カルシウム（有効塩素濃度 65%）を機械式攪拌機を用いて攪拌・溶解させて使用する。溶液の注入点への移送は、ポンプを使用せず重力落下させる方式を採用する。

設計条件を表 3.2-23 に示す。

表 3.2-23 塩素殺菌施設の設計条件

項目	設計条件
使用塩素剤	次亜塩素酸カルシウム（有効塩素濃度 65%）
溶解濃度	30kg-有効塩素/m ³
注入率	最大 3mg-有効塩素/L、平均 1.5mg-有効塩素/L 最小 1mg-有効塩素/L
貯留槽容量	2 槽設置、総容量は平均必要注入量の 7 日分以上

3) 水質試験器具

本プロジェクトで建設される予定の濁度低減施設について、SIWA が適切な運転・維持管理を実施するために最低限必要な水質試験器具を調達する。詳細は、表 3.2-24 に示すとおりである。

表 3.2-24 濁度低減施設の運転・維持管理に必要な水質試験器具

器具名	数量
pH 計（卓上型）	1
pH 計（ポータブル型）	3
電気伝導率計（ポータブル型）	3
水質試験セット（色度、濁度測定）	3
残留塩素計	3
温度計	5

4) その他設備

調整池の流入には、積算流量のモニタリングを確実なものとするために、電磁流量計を設置する。

(2) コングライ高濁度対応型調整池工事計画

現在コングライ湧水は、ホニアラ市への給水のための主要水源であり、自然流下ラインとタサへ配水池へ送水ポンプを用いて送水するラインが存在し、この 2 つの送水ラインを使用しホニアラ市へ給水が行われている。

これら送水ライン及び送水ポンプは調整池建設予定地上にあることから、調整池の建設に先立ち、仮設配管の敷設及び送水ポンプの移設が必要である。また仮設及び本設工事にあたっては、給水停止時間をできる限り短くすることを考慮した計画とする。

以下に、コングライ高濁度対応型調整池の工事計画を示す。

- ① 既設送水ポンプ用の新建屋を建設する。
- ② 自然流下ラインの仮設配管を敷設し、既設管に接続した後、給水区域 No.1（図 3.2-2 参照）に配水する。
- ③ 既設送水ポンプを移設し、既設ポンプ圧送ラインを新ポンプ場に切り替え、タサへ配水池に送水する。
- ④ コングライ高濁度対応型調整池を建設し、本プロジェクトの自然流下管を敷設する。同調整池に通水した後、給水区域 No.1 に配水する。

(3) 仕様

高濁度対応型調整池の仕様を以下に示す。

1) コングライ高濁度対応型調整池

計画浄水量 4,100m³/日

① 着水井

材 質： 鉄筋コンクリート (RC)
形 状： 角型水槽
有 効 容 量： 33m³/池
有 効 寸 法： W1.0m×L7.0m×H4.8m
数 量： 1 池

② 沈殿池

方 式： 普通沈殿方式
材 質： 鉄筋コンクリート (RC)
有 効 容 量： 710m³/池
有 効 寸 法： W11.9m×L15.1m×H4.0m
数 量： 2 池

③ 塩素殺菌施設

③-1 次亜塩素酸カルシウム注入装置

要求注入量範囲： 最大 0.28L/min、最小 0.097L/min
材 質： 硬質塩化ビニール (PVC)
有 効 容 量： 0.3m³/槽

③-2 次亜塩素酸カルシウム貯留槽

材 質： ポリエチレン (PE)
形 状： 円形開放
呼 び 容 量： 1m³/槽
寸 法： 内径 1.1m×H1.3m
数 量： 2 槽

③-3 次亜塩素酸カルシウム貯留槽攪拌機

材 質： ステンレス+樹脂ライニング
形 状： 可搬中速型
電 動 機： 0.4kW×2P×415V×50Hz×3 相
数 量： 2 台 (各槽 1 台)

2) コンビト高濁度対応型調整池

計画浄水量 1,600m³/日

① 着水井

材 質： 鉄筋コンクリート (RC)
形 状： 角型水槽
有効容量： 33m³/池
有効寸法： W1.0m×L7.0m×H4.8m
数 量： 1 池

② 沈殿池

方 式： 普通沈殿方式
材 質： 鉄筋コンクリート (RC)
有効容量： 540m³/池
有効寸法： W5.9m×L23.1m×H4.0m
数 量： 2 池

③ 塩素殺菌施設

③-1 次亜塩素酸カルシウム注入装置

要求注入量範囲： 最大 0.11L/min、最小 0.055L/min
材 質： 硬質塩化ビニール (PVC)
有効容量： 0.3m³/槽

③-2 次亜塩素酸カルシウム貯留槽

材 質： ポリエチレン (PE)
形 状： 円形開放
呼び容量： 1m³/槽
寸 法： 内径 1.1m×H1.3m
数 量： 2 槽

③-3 次亜塩素酸カルシウム貯留槽攪拌機

材 質： ステンレス+樹脂ライニング
形 状： 可搬中速型
電 動 機： 0.4kW×2P×415V×50Hz×3 相
数 量： 2 台 (各槽 1 台)

3-2-2-7 配水池

(1) 配水池容量

配水池の容量は、以下の事項を考慮して決定する。

- 各配水地域の 2010 年の水需要に見合う容量とする
- 一日最大給水量のホニアラ市として約 12 時間分が確保できるような容量とする
- 既設配水池の容量を考慮する
- 確保可能な施設建設用の土地面積を考慮する

1980 年代に建設されたティティンゲ及びロウア・ウエスト・コラアの既存配水池（鋼製）は、老朽化が激しく現在使用されていないため、当初要請どおり既存配水池を撤去しその跡地に新規配水池を建設することが妥当である。

既存スカイライン配水池（450m³、鋼製）は、約 23 年前に建設された鋼製タンクであるが老朽化が激しくタンク底部や横壁部での錆が進み、特に底部からの水漏れが激しいことが現地調査で判明した。

同既設タンクは英国メーカーの組立パネル式タンクであり、工場で製作した鋼製パネルを現場でボルト接合する方式であるが、各パネルの錆もさることながらボルト部の錆による腐食が目立つ。現地での従来の補修経験について調査した結果、現状のタンクは部分的な補修による修理は不可能であり、一般的に鋼製タンクの耐用年数が 15～20 年であることを考慮すると全面的に取り替える必要があると判断した。

一方、日本での鋼製水槽の耐用年数は一般的に 15～20 年であることから判断すると、定期的な塗装により十分な維持管理がなされたとしても、今後、何年も持つものではなく取り替えの時期に来ていると判断できる。

以上のような観点より、要請容量である 1,550m³ に対し見直し後の必要容量が 1,800m³ であることから 250m³ の増加となるが、既存のタンクを撤去しその跡地に 1,800m³ の新規配水池を施工することが妥当であると判断した。

各配水池の計画容量及び位置は、表 3.2-25 に示すとおりである。

表 3.2-25 ホニアラ市新規配水池の計画容量

No.	配水池名	計画容量 (m ³)	位置
1	タサヘ-2	1,700	既存タンク横のスペースに建設する
2	ティティンゲ-2	1,300	老朽化が激しく現在使用されていない既存タンクを撤去し、その跡地に新規配水池を建設する
3	スカイライン-2	1,800	既存タンクを撤去し、その跡地に新規配水池を建設する
4	ロウア・ウエスト・コラア-2	450	老朽化が激しく現在使用されていない既存タンクを撤去し、その跡地に新規配水池を建設する
5	パナチナ-2	2,100	約10年前に建設された既存タンク横のスペースに建設する
	合計	7,350	

(2) 形式・構造

既存の鋼製配水池は、概ね建設されてから約 23 年以上が経過し老朽化が進み、また適切な塗装がされていないことに起因すると思われる錆びによる漏水が激しいため、鋼製には十分な検討が必要である。一般的には、耐用年数が大きく漏水の可能性が小さい鉄筋コンクリート (RC) 造が、維持管理上や耐用年数の観点から望ましい。しかしながら、詳細な現地調査の結果、計画地へのアクセスが非常に悪く、また、計画地が狭く建設に十分な仮設用地を確保することが困難な箇所があることから、建設重機の搬入の困難さや工期の観点から、鋼製を考慮しなければならない箇

所があることが判明した。鋼製を採用するに当たっては、材質を十分検討しさびに注意を要する。

上記の点を考慮して決定した配水池の形式・構造を以下の表 3.2-26 に示す。

表 3.2-26 ホニアラ市新規配水池の形式・構造

No.	配水池名	計画容量 (m ³)	タイプ	材料	形状
1	タサへ-2	1,700	地上式	RC造	矩形
2	ティティンゲ-2	1,300	地上式	RC造	矩形
3	スカイライン-2	1,800	地上式	RC造	矩形
4	ロウア・ウエスト・コラア-2	450	地上式	鋼製	円形
5	パナチナ-2	2,100	地上式	RC造	矩形

なお、上水道の配水システムにおいて考えられる配水池方式として、地上置き水槽方式と高架水槽方式が考えられるが、新規配水池は既存配水池の水位を考慮し既設と同じ地上式とする。

(3) 基礎形式

ホニアラ市新規配水池の基礎形式を表 3.2-27 に示す。配水池の新建設予定地はいずれも狭く十分な広さはないが、パナチナ配水池以外は既存配水池を撤去し、その跡地の平坦なスペースを使用することになるので、特に問題はない。

パナチナ配水池については、敷地が平坦ではないため造成を行う必要があるが、造成規模も小さいことから「ソ」国の負担事項とする。ただし、配水池本体が盛土上に載ることがないように、基礎は十分に深く根入れする必要がある。

土質調査結果から、スカイライン配水池以外は十分に基礎を根入れすることにより、十分な支持力を期待できることから直接基礎方式を採用する。

スカイライン配水池については、現地盤よりマイナス約 0.5m における平板載荷試験結果であるが、推定許容支持力が 5 トン/m² と小さく十分な地耐力が期待できないので、基礎の根入れを深くすると共に、底版下部を砂とセメントを用いた改良土により置き換えるか、または底版下部を広げ荷重の分散を図る必要がある。

表 3.2-27 ホニアラ市新規配水池の基礎形式

No.	配水池名	計画容量 (m ³)	材料	敷地の特徴	GL-0.5mに於ける推定許容支持力(トン/m ²)	基礎形式
1	タサへ-2	1,700	RC造	既存タンク横の平坦なスペースに建設する	10以上	直接基礎
2	ティティンゲ-2	1,300	RC造	既存タンクを撤去し、その跡地の平坦なスペースに建設する	10以上	直接基礎
3	スカイライン-2	1,800	RC造	既存タンクを撤去し、その跡地の平坦なスペースに建設する	5以上	直接基礎とするが、基礎の置換または基礎幅を大きく加重の分散を図る必要がある
4	ロウア・ウエストコラア-2	450	鋼製	既存タンクを撤去するが、基礎は残す	7以上	直接基礎（既設基礎を補強する）
5	パナチナ-2	2,100	RC造	敷地は造成を必要とする	7以上	直接基礎

3-2-2-8 送水管及び配水本管

(1) 送水管

送水管は、ホニアラ市に建設が予定されている井戸用送水ポンプ場から各配水池までの管路である。

送水管の管径及び延長については、以下の条件を考慮して決める。

- 2005年に実施された JICA 開発調査結果及び 2010年の水需要
- 本調査で実施した路線測量調査結果

ホニアラ市における送水管の管径及び延長は、表 3.2-28 に示すとおりである。

表 3.2-28 ホニアラ市における送水管の仕様・延長

路 線	管種	管径 (mm)	延長 (km)
タサへ送水ポンプ場～タサへ配水池	PVC	250	1.25
ティティンゲ送水ポンプ場～ティティンゲ配水池	PVC	250	1.29
スカイライン送水ポンプ場～スカイライン配水池	PVC	250	0.97
ボーダーライン送水ポンプ場～既設ボーダーライン配水池	PVC	250	0.61
合 計		-	4.12

(2) 配水本管

配水本管は、ホニアラ市に建設が予定されている各配水池から既設配水管網までの管路及び配水管網の中でも主要な管網を形成する配水管路である。管径及び延長については以下を考慮して決める。

- 2005年に実施された JICA 開発調査結果及び 2010年の水需要
- 現地調査の結果判明した一部路線の変更
- 本調査で実施した路線測量調査結果

JICA 開発調査で実施した配水管網の水理解析をレビューした結果、開発調査時と本プロジェクトの計画給水量がほぼ同じであり、開発調査で実施した水理解析は妥当であることを確認した。レビューには、以下の条件を適用した。

1) 配水管網計算用データ

管網計算用の計画負荷率（ピークファクター）は以下のとおりである。計画負荷率は、施設の規模を決めるためのパラメータであり、できるだけ現実に合った値を採用する。

- 日変動係数： 1.0
- 家庭用時間係数： 1.4
- 大口需要家用時間係数： 1.3

2) 管径の検討

本プロジェクトの目標年度である 2010 年の水需要に見合う管径をとり、 $1.0\text{kg}/\text{cm}^2$ 以下の低水圧箇所を解消し、未給水地区を減少する計画とする。

3) 配水本管

既設の管路の約 50%が建設後 30 年以上を経過しているため老朽化が進み、かつ管径が不足し流下能力が低下していること、また、SIWA の給水区域の約 30%が未給水区域である。理由により、 $1.0\text{kg}/\text{cm}^2$ 以下の低水圧地区が存在する。

以上のことから、流下能力が不足している地区の管径を大きくするため既設管路の敷設替えを行い、また管網が整備されていない地域には配水管路を新設する必要がある。既設管路は 30 年前に敷設されたため、現在は住宅や事業所の敷地下になり維持管理が困難な管路があることが、現地調査の結果、判明した。敷設替えや新設管の路線決定に当たり、SIWA との現場合同調査の結果、維持管理が容易な道路下に敷設替えする箇所が生じ JICA 開発調査時の位置を変更する箇所があるが、管径及び管路延長には大きな影響はない。

ホニアラ市における配水管の管径及び延長は、表 3.2-29 に示すとおりである。

表 3.2-29 ホニアラ市における配水本管の仕様・延長

路 線	管種	管径 (mm)	延長 (km)
配水本管	PVC	200	5.67
	PVC	150	8.72
	PVC	100	7.33
	PVC	50	1.15
合 計		-	22.87

3-2-2-9 受変電設備

(1) 「ソ」国側施工範囲

表 3.2-30 に示す各施設への電力供給、買電契約、及び付帯設備の設置は「ソ」国側負担工事とし、SIWA が所轄配電会社に工事を委託する。

表 3.2-30 本プロジェクト施設への電力供給

施設名	施設構成	供給電力	付帯設備
コングライ高濁度対応型調整池	塩素殺菌施設、高濁度対応型調整池	415V	・ 積算電力計 ・ 配電柱
タサへ新井戸群ポンプ場	井戸ポンプ、送水ポンプ、塩素殺菌施設	11kV	・ 積算電力計 ・ 配電柱
ティティング新井戸群ポンプ場	(ティティング井戸群) 井戸ポンプ、送水ポンプ、塩素殺菌施設、配水池	11kV	・ 積算電力計 ・ 配電柱
スカイライン新井戸群ポンプ場	(スカイライン井戸群) 井戸ポンプ、送水ポンプ、塩素殺菌施設	11kV	・ 積算電力計 ・ 配電柱
ボーダーライン新井戸群ポンプ場	井戸ポンプ、送水ポンプ、塩素殺菌施設	11kV	・ 積算電力計 ・ 配電柱
コンビト高濁度対応型調整池	塩素殺菌施設、高濁度対応型調整池	415V	・ 積算電力計 ・ 配電柱

(2) 設備概要

「ソ」国負担工事としての電力供給を受け、日本国側で受変電工事が実施される。受変電は施設構成により、低圧受電、及び高圧受電に分類され、低圧受電は、コングライ高濁度対応型調整池、及びコンビト高濁度対応型調整池の様に、比較的low負荷の機器で構成される施設に適用する。一方、高圧受電は、井戸ポンプ、送水ポンプに代表される、高負荷を伴う機器構成の施設に適用される。

低圧受電・高圧受電に関する、日本国側負担で導入される設備の概要及び施工範囲を以下に示す。

[低圧受電]

施設名	コングライ高濁度対応型調整池、コンビト高濁度対応型調整池	
設備概要	• 配電盤：	1面（屋内自立型）
	• 攪拌機操作盤：	1面（屋内壁掛型）
	• サンプリングポンプ操作盤：	1面（屋内壁掛型）
	• 照明設備盤：	1面（屋内壁掛型）
	• 換気設備盤：	1面（屋内壁掛型）
施工範囲	• 引込線布設工事 • 配電盤、及び操作盤二次側以降の配線布設工事 • 付帯照明に関する配線布設工事	

[高圧受電]

施設名	タサへ新井戸群ポンプ場、ティティンゲ新井戸群ポンプ場、スカイライン新井戸群ポンプ場、ボーダーライン新井戸群ポンプ場	
設備概要	• 柱上変圧器：	1基
	• 配電盤：	1面（屋内自立型）
	• ブースターポンプ操作盤：	1面（屋内自立型）
	• 井戸ポンプ操作盤：	1面（屋内自立型）
	• 直流電源盤：	1面（屋内自立型）
	• 井戸ポンプ機側操作盤：	4面（屋外壁掛型）
	• 攪拌機操作盤：	1面（屋内壁掛型）
	• 場内給水ポンプ操作盤：	1面（屋内壁掛型）
	• 排水ポンプ操作盤：	1面（屋内壁掛型）
	• 照明設備盤：	1面（屋内壁掛型）
	• 換気設備盤：	1面（屋内壁掛型）
施工範囲	• 柱上変圧器設置 • 引込線布設工事 • 配電盤、及び操作盤二次側以降の配線布設工事 • 付帯照明に関する配線布設工事	

(3) 受変電容量

表 3.2-31 に記載する負荷容量に対し、各施設への受電容量及び変圧器容量を決定する。

表 3.2-31 本プロジェクト施設への受変電容量

No	施設	負荷名称	出力 (kW)	設備台数 (台)	運転台数 (台)	負荷率 (%)	負荷容量 (kVA)
1	コングライ高濁度対応型調整池	攪拌機	0.4	2	2	100	1.0
		サンプリングポンプ	0.4	1	1	100	0.5
		付帯照明、換気設備	4.0	1	1	25	1.0
		合計					2.5
2	タサへ新井戸群ポンプ場	井戸ポンプ	15.0	4	4	100	75.0
		送水ポンプ	30.0	3	2	100	75.0
		攪拌機	0.4	2	2	100	1.0
		サンプリングポンプ	0.4	1	1	100	0.5
		排水ポンプ	0.4	1	1	100	0.5
		付帯照明、換気設備	8.0	1	1	25	2.0
		合計					154.0
3	ティティング新井戸群ポンプ場	井戸ポンプ	13.0	3	3	100	48.75
		井戸ポンプ	15.0	1	1	100	18.75
		送水ポンプ	30.0	3	2	100	75.0
		攪拌機	0.4	2	2	100	1.0
		サンプリングポンプ	0.4	1	1	100	0.5
		排水ポンプ	0.4	1	1	100	0.5
		付帯照明、換気設備	8.0	1	1	25	2.0
		合計					146.5
4	スカイライン新井戸群ポンプ場	井戸ポンプ	13.0	4	4	100	65.0
		送水ポンプ	22.0	3	2	100	55.0
		攪拌機	0.4	2	2	100	1.0
		サンプリングポンプ	0.4	1	1	100	0.5
		排水ポンプ	0.4	1	1	100	0.5
		付帯照明、換気設備	8.0	1	1	25	2.0
		合計					124.0
5	ボーダーライン新井戸群ポンプ場	井戸ポンプ	11.0	4	4	100	55.0
		送水ポンプ	11.0	3	2	100	27.5
		攪拌機	0.4	2	2	100	1.0
		サンプリングポンプ	0.4	1	1	100	0.5
		排水ポンプ	0.4	1	1	100	0.5
		付帯照明、換気設備	8.0	1	1	25	2.0
		合計					86.5
6	コンビト高濁度対応型調整池	攪拌機	0.4	2	2	100	1.0
		サンプリングポンプ	0.4	1	1	100	0.5
		付帯照明、換気設備	4.0	1	1	25	1.0
		合計					2.5

受変電設備の概略仕様は以下のとおりとする。

➤ コングライ高濁度対応型調整池

受電方式 415V (市内配電網)、3相、50Hz

常用 1回線受電

低圧配電盤 415-240V、3相4線

- タサへ新井戸群ポンプ場
 - 受電方式 11kV（市内配電網）、3相、50Hz
 常用1回線受電
 - 変圧器 11kV/415-240V、3相、50Hz
 200kVA、柱上変圧器
 - 低圧配電盤 415-240V、3相4線

- ティティング新井戸群ポンプ場
 - 受電方式 11kV（市内配電網）、3相、50Hz
 常用1回線受電
 - 変圧器 11kV/415-240V、3相、50Hz
 200kVA、柱上変圧器
 - 低圧配電盤 415-240V、3相4線

- スカイライン新井戸群ポンプ場
 - 受電方式 11kV（市内配電網）、3相、50Hz
 常用1回線受電
 - 変圧器 11kV/415-240V、3相、50Hz
 200kVA、柱上変圧器
 - 低圧配電盤 415-240V、3相4線

- ボーダーライン新井戸群ポンプ場
 - 受電方式 11kV（市内配電網）、3φ、50Hz
 常用1回線受電
 - 変圧器 11kV/415-240V、3相、50Hz
 100kVA、柱上変圧器
 - 低圧配電盤 415-240V、3相4線

- コンビト高濁度対応型調整池
 - 受電方式 415V（市内配電網）、3相、50Hz
 常用1回線受電
 - 低圧配電盤 415-240V、3相4線

(4) 配電設備

各施設における配電盤は、電気室内に設置される。配電設備の概略仕様は、以下のとおりとする。

- コングライ高濁度対応型調整池
 - 形 式 自立閉鎖型配電盤
 - 受電方式 415-240V、3相4線、50Hz

受電回路 常用回路 1 回線

➤ タサへ新井戸群ポンプ場

形 式 自立閉鎖型配電盤

受電方式 415-240V、3 相 4 線、50Hz

受電回路 本配電盤の受電は、以下の 2 回線とし、各回線はインターロックによって制御される。

- 常用回線
- 非常用発電設備回線

➤ ティティング新井戸群ポンプ場

形 式 自立閉鎖型配電盤

受電方式 415-240V、3 相 4 線、50Hz

受電回路 本配電盤の受電は、以下の 2 回線とし、各回線はインターロックによって制御される。

- 常用回線
- 非常用発電設備回線

➤ スカイライン新井戸群ポンプ場

形 式 自立閉鎖型配電盤

受電方式 415-240V、3 相 4 線、50Hz

受電回路 本配電盤の受電は、以下の 2 回線とし、各回線はインターロックによって制御される。

- 常用回線
- 非常用発電設備回線

➤ ボーダーライン新井戸群ポンプ場

形 式 自立閉鎖型配電盤

受電方式 415-240V、3 相 4 線、50Hz

受電回路 本配電盤の受電は、以下の 2 回線とし、各回線はインターロックによって制御される。

- 常用回線
- 非常用発電設備回線

➤ コンビト高濁度対応型調整池

形 式 自立閉鎖型配電盤

受電方式 415-240V、3 相 4 線、50Hz

受電回路 常用回路 1 回線

(5) 配電方式

配線は主にケーブルラックを採用し、地中埋設部はフレキシブル電線管、端末部は電線管方式とする。なお、電気方式は、計画地の電力系統から、以下のシステムを採用する。

- 高圧： 11kV、3相4線式、50Hz
- 低圧： 415-240V、3相4線式、50Hz

3-2-2-10 非常用発電設備

(1) 非常用発電設備の必要性

停電期間中においても、給水を連続的に継続するため、井戸ポンプ及び送水ポンプの設置される以下の施設に非常用発電設備を設置する。なお、非常用発電設備の種別は、ディーゼル発電設備とし、常用全負荷の50%の容量を賄うものとする。

- タサへ新井戸群ポンプ場
- ティティンゲ新井戸群ポンプ場
- スカイライン新井戸群ポンプ場
- ボーダーライン新井戸群ポンプ場

(2) 非常用発電設備の設備構成

非常用発電設備は以下の機器により構成される。

- 非常用発電機
- 燃料タンク
- 発電機盤

前項に示す様に、本プロジェクトの受電は通常、11kV 市内配電網から行われ、非常用発電設備は停電時のバックアップ設備として位置づけられる。

非常用発電機は手動運転を基本とし、停電を確認後、配電盤上で非常用発電側に受電回路を切替え、発電機盤を操作することにより、発電機を始動させる。一方、復電時は、発電機を停止させ、配電盤上の回路を常用受電側に切替えることで、買電による受電が回復する。停電時、非常用発電機は常用全負荷の50%の容量を賄うことを基本とするため、各負荷の運転も手動による運転を基本とし、停電検知後、運転負荷を全て停止させ、電力供給回復に伴う機器の自動復帰は行えないような回路構成を整える必要がある。なお、買電、及び非常用発電機の併用は、配電盤におけるインターロック回路により、制限される事となる。

次に、非常用発電機への給油に関して、発電機燃料は燃料タンクへの貯蔵を原則とする。燃料はハンドロータリーポンプによりドラム缶から燃料タンクに搬送、貯蔵され、燃料タンクでは10時間以上の停電に対応する容量を確保し、燃料タンクからの自然流下により発電機に供給される。

(3) 非常用発電設備の必要容量

本プロジェクトでは、停電に伴う当該施設の機能を充足するよう、運転負荷に対して、非常用発電設備の容量を決定する。

非常用発電設備の容量は、各運転負荷に対して、下記①、②、③の計算を行い、その内の最大容量をもって決定する。

① 定常時負荷容量による出力： PG1

$$PG1 \geq \Sigma PGi$$

ここに、PG1： 発電機出力

ΣPGi ： 負荷入力との総和 (kVA)

② 過渡時最大電圧降下による出力： PG2

始動容量の大きな負荷を投入すると、発電機はその負荷の始動電流により瞬時電圧降下を生じる。この瞬時電圧降下により負荷及びその他の設備に影響を及ぼす場合があるため、最大始動容量の負荷を投入したときの最大電圧降下からの出力を計算する。

$$PG2 = Ps \times \left(\frac{1}{Vd} - 1 \right) \times Xd'$$

ここに、PG2： 発電機出力 (kVA)

Ps： 始動容量最大の電動機の始動容量 (kVA)

Ps = 始動方式による係数 × 電動機容量 kW / (効率 × 力率)

Vd： 許容電圧降下率 (一般に 20~30%)

Xd'： 発電機の過渡リアクタンス (一般に 0.2~0.3)

③ 過渡時最大短時間耐力による出力: PG3

各負荷の始動順序から定められる場合は、その始動順序に従って既に運転しているベース負荷に、次に投入される負荷の始動容量を加えた最大短時間容を求める。各負荷の始動順序が任意であり、一定の順序が定められていない場合には、最大始動容量の負荷を除く全負荷をベースに負荷として運転中、最大始動容量の負荷を投入したときの最大時間耐量を計算する。

$$PG3 = \frac{\sqrt{(PB + Pms)^2 + (QB + Qms)^2}}{KG}$$

ここに、PG3： 発電機出力 (kVA)

PB： ベース負荷の有効電力 (kW)

QB： ベース負荷の無効電力 (kVar)

Pms： 最大の始動容量をもつ負荷の始動有効電力 (kW)

Qms： 最大の始動容量をもつ負荷の始動無効電力 (kVar)

KG： 発電機の短時間耐量

各施設の運転負荷容量を基に計算した結果、本プロジェクトで使用する非常用発電設備の概略

仕様は以下のとおりとする。

➤ タサへ新井戸群ポンプ場

容 量	100kVA、屋内型
台 数	1 台
形 式	ディーゼルエンジン駆動 3 相交流発電機
電気方式	415-240V、3 相 4 線式、50Hz
燃料タンク容量	400L (最長停電時間 10 時間以上の容量を確保)
発電機盤	屋内壁掛型
付属品	ハンドロータリーポンプ

➤ ティティンゲ新井戸群ポンプ場

容 量	100kVA、屋内型
台 数	1 台
形 式	ディーゼルエンジン駆動 3 相交流発電機
電気方式	415-240V、3 相 4 線式、50Hz
燃料タンク容量	400L (最長停電時間 10 時間以上の容量を確保)
発電機盤	屋内壁掛型
付属品	ハンドロータリーポンプ

➤ スカイライン新井戸群ポンプ場

容 量	100kVA、屋内型
台 数	1 台
形 式	ディーゼルエンジン駆動 3 相交流発電機
電気方式	415-240V、3 相 4 線式、50Hz
燃料タンク容量	400L (最長停電時間 10 時間以上の容量を確保)
発電機盤	屋内壁掛型
付属品	ハンドロータリーポンプ

➤ ボーダーライン新井戸群ポンプ場

容 量	100kVA、屋内型
台 数	1 台
形 式	ディーゼルエンジン駆動 3 相交流発電機
電気方式	415-240V、3 相 4 線式、50Hz
燃料タンク容量	400L (最長停電時間 10 時間以上の容量を確保)
発電機盤	屋内壁掛型

3-2-2-11 付帯土木・建築施設

(1) 計画内容

高濁度対応型調整池、配水池、ポンプ場に付帯する土木・建築施設は以下のとおりである。

1) コングライ高濁度対応型調整池

- ① 電気及び塩素注入設備用建屋： 1 棟
 - 基礎： 調整池の天端スラブ
 - 上部構造体（梁、柱、等）： 鉄筋コンクリート、延床面積約50㎡、建築設備共
 - 外壁： コンクリートブロック
- ② 既設送水ポンプ用建屋： 1 棟
 - 基礎： 直接基礎
 - 上部構造体（梁、柱、等）： 鉄筋コンクリート、延床面積約35㎡、建築設備共
 - 外壁： コンクリートブロック
- ③ 照明・換気設備
- ④ 排水設備（敷地内）

2) コンビト高濁度対応型調整池

- ① 電気及び塩素注入設備用建屋：(1 棟)
 - 基礎： 調整池の調整池の天端スラブ
 - 上部構造体（梁、柱、等）： 鉄筋コンクリート、延床面積約50㎡、建築設備共
 - 外壁： コンクリートブロック
- ② 照明・換気設備
- ③ 排水設備（敷地内）

3) 各配水池

- ① 照明・換気設備
- ② 排水設備（敷地内）

4) 各ポンプ場

- ① ポンプ及び電気室：(1 棟)
 - 基礎： 直接基礎
 - 上部構造体（梁、柱、等）： 鉄筋コンクリート、延床面積約70㎡、建築設備共
 - 外壁： 鉄筋コンクリート
- ② 塩素注入設備用建屋：(1 棟)
 - 基礎： ポンプ室の天端スラブ

- 上部構造体（梁、柱、等）： 鉄筋コンクリート、延床面積約70㎡、建築設備共
 - 外壁： コンクリートブロック
- ③ 照明・換気設備
- ④ 排水設備（敷地内）

3-2-3 アウキ市の基本計画

3-2-3-1 設計条件

本プロジェクトにおけるアウキ市基本計画に係る設計条件は、以下のようにまとめられる。

(1) 計画人口・計画給水人口

アウキ市の人口増加率を表 3.2-32 アウキ市についても、ホニアラ市と同様に、1986年から2005年の平均値である3.0%を1999年から2010年までの人口推計に適用する。

表 3.2-32 アウキ市の年人口増加率

年増加率 (%) (1986 - 1999 年)	年増加率 (%) (1999 - 2005 年)	採用値 (1999 年 - 2010 年)
3.3	2.3	3.0

出典：ソロモン統計局

このようにして設定した年人口増加率から、アウキ市の計画人口を表 3.2-33 のように推定する。

表 3.2-33 アウキ市の計画人口

人口	1999年	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年
行政区域内 人口 (人)	4,022	4,802	4,947	5,095	5,248	5,405	5,567

(2) 計画一人一日使用水量

アウキ市の一人一日平均使用水量（2007年）は、表 3.2-34 に示すとおり 75 ℓ/人・日であり、他の地方中核都市であるノロ市及びツラギ市と比較すると約 40%にとどまっている。これは、アウキ市の水源であるクワイバラ湧水の取水可能量が水需要量に対して不足しているためである。現在（2008年4月）、アウキ市では一日約4時間の時間給水が行われている。

表 3.2-34 アウキ市の給水事業の実績（2005年～2007年）

項目	単位	2005年	2006年	2007年
一日配水量（生活用水＋商業用水）	m ³ /日	460	460	540
給水区域人口	人	4,802	4,947	5,095
給水人口	人	2,094	3,040	3,208
給水（水道普及）率	%	60	61	63
[生活用水]				
一日配水量	m ³ /日	368	350	405
一日使用水量	m ³ /日	238	219	241
一人一日平均給水量（漏水含む）	LCD	127	115	126
一人一日平均使用水量	LCD	82	72	75

アウキ市は、他の地方中核都市の生活レベルと同程度であり、水源の取水量が十分であれば、他の中核都市と同レベルの水需要量があると想定される。JICA 開発調査において、アウキ市で社会調査を実施したが、所得レベルも、ツラギ市とほぼ同レベルである。したがって、計画一人一日使用水量は、ホニアラ市と同じ 170 ㍉/人・日を採用する。

(3) 計画有効率

SIWA から入手したデータによれば、2005年から2007年までの無収水（NRW）率は、表 3.2-37 に示すとおりである。有効率は、JICA 開発調査から得られた事業上の損失水量（Administrative Losses）3%を無収水率から差し引いた値である。表 3.2-35 に示すように、過去3年間の有効率の平均値は 65%であり、この値を計画有効率として採用する。

表 3.2-35 アウキ市の無収水率（NRW）及び計画有効率

項目	2005年	2006年	2007年
有収率（%）	65.0	62.0	60.0
無収水（NRW）率（%）	35.0	38.0	40.0
事業上の損失水量率（%）	3.0	3.0	3.0
無効水率（%）	32.0	35.0	37.0
平均無効水率 [A]	35		
計画有効率 100-[A]	65		

(4) 計画給水量

給水量（水需要量）は、下記の式によって求められる。

$$\text{給水量(水需要量)} = \frac{\text{使用水量}}{\text{有効率}}$$

以下のデータに基づいて求められた計画給水量（水需要量）を、表 3.2-36 に示す。

- 計画一人一日使用水量： 170 ㍉/人・日
- 計画有効率： 65%
- 日変動係数： 1.0

- 1 契約者当りの人数： 8 人
- 事業上損失水量率 (=メータ不感率)： 3%

表 3.2-36 アウキ市の計画給水量 (水需要量) [2010 年]

分 類	計画給水区域人口 (人)	契約者数 (件)	給水人口 (人)	一人一日使用水量 (ℓ/人・日)	使用水量 (有効水量) (m ³ /日)	計画給水量 (m ³ /日)
			[A]	[B]	[C]	[C]/0.65
					[A]×[B]/1000	
1 生活用水		453	3,620	170	615	
					3年間の平均値 × (1+0.01) ³	
2 商業用水		63			82 ^{*3}	
					3×(メータ検針量 ^{*1})/(100-3)	
3 事業上の損失水量	(=メータ不感量 ^{*2})				22	
アウキ市全体	5,567	516	3,620 (65%)		719	1,106

- 注) 1. メータ検針量 = (1. 生活用水) + (2. 商業用水)
 2. メータ不感水量 = (不感率) × (メータ検針量) / (100 - 不感率)
 3. 商業用水の年増加率は 1%とした

(5) 土質条件

本プロジェクト施設の建設予定地の土質状況から、以下の点に留意して施設設計を行う。

アウキ市において計画されている井戸から既存高所配水池までの導水管路上において試掘調査を実施したが、礫混り粘性土及び粘性土で地耐力が 10 トン/m³ 程度な見込めること、また、大規模な構造物の建設が計画されていないことから、直接基礎方式で問題とする。

(6) 気象条件

1998 年～2007 年の気象データを基に、気象条件を表 3.2-37 のように設定する。

表 3.2-37 アウキ市の気象条件

項 目	アウキ市	備 考	
降雨量	年間降水量	3,239mm	
	月間平均降水量	270mm	
気 温	平均気温	26.3℃	ホニアラ市に準ずる
	月間平均最低気温	23.1℃	ホニアラ市に準ずる
	月間平均最高気温	28.4℃	ホニアラ市に準ずる
湿 度	月間平均湿度	82.6%	ホニアラ市に準ずる
	月間平均最低湿度	77.6%	ホニアラ市に準ずる
	月間平均最高湿度	86.6%	ホニアラ市に準ずる

(7) 地震荷重

ホニアラ市と同様の基準を適用する。

(8) 風荷重

ホニアラ市と同様の基準を適用する。

3-2-3-2 施設配置計画

(1) 基本方針

本プロジェクトにおけるアウキの施設配置計画は、以下を基本方針とする。

- ADB 援助による配水施設改善プロジェクトによって建設されている送配水施設（2008 年 9 月に完了）との整合をはかる。
- 新規水源として行政区域内での深井戸建設が要請されている。深井戸建設予定地は、海岸に近いことから、地下水の揚水によって塩水化が生じないように、井戸 1 本当りの揚水量をできるだけ抑えるよう計画する。
- 深井戸の配置については、予定地が狭いことから、十分な間隔が取れない。したがって、上記の塩水化の問題に加え、干渉を避けるために、井戸 1 本当りの揚水量をできるだけ小さくする。

(2) 施設内容

本プロジェクトのアウキ市の上水道改善のための施設は、以下のとおりである。

- 深井戸建設及び関連施設（導水管路敷設、非常用発電機の設置）

(3) 施設配置計画

新規井戸の配置を図 3.2-11 に示す。また、アウキの既存上水道システムと本プロジェクト及び ADB プロジェクトとの関係を図 3.2-12 に示す。施設配置図については、「3-2-4 基本設計図」に示す。

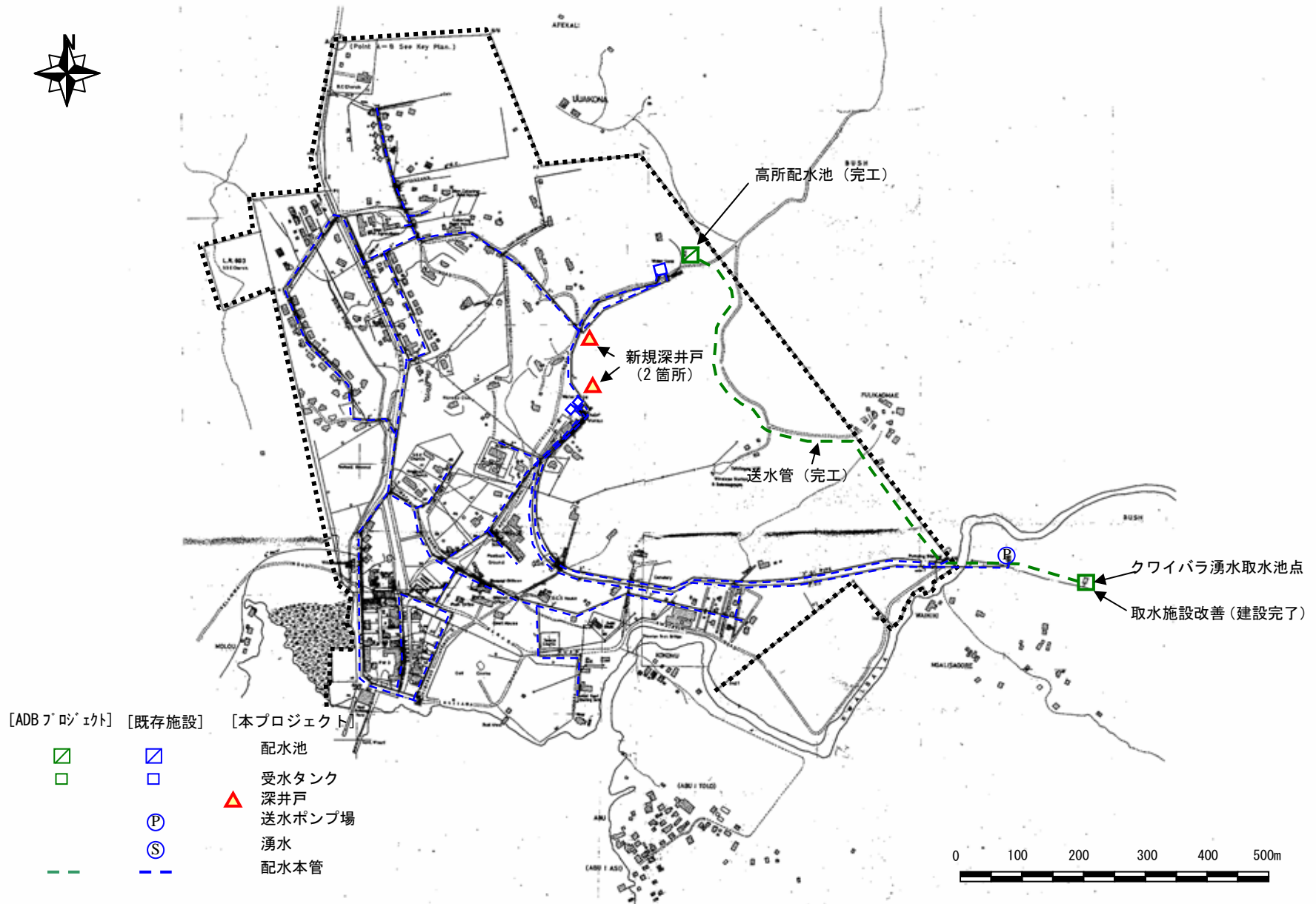


図 3.2-11 アウキ市新規井戸配置図

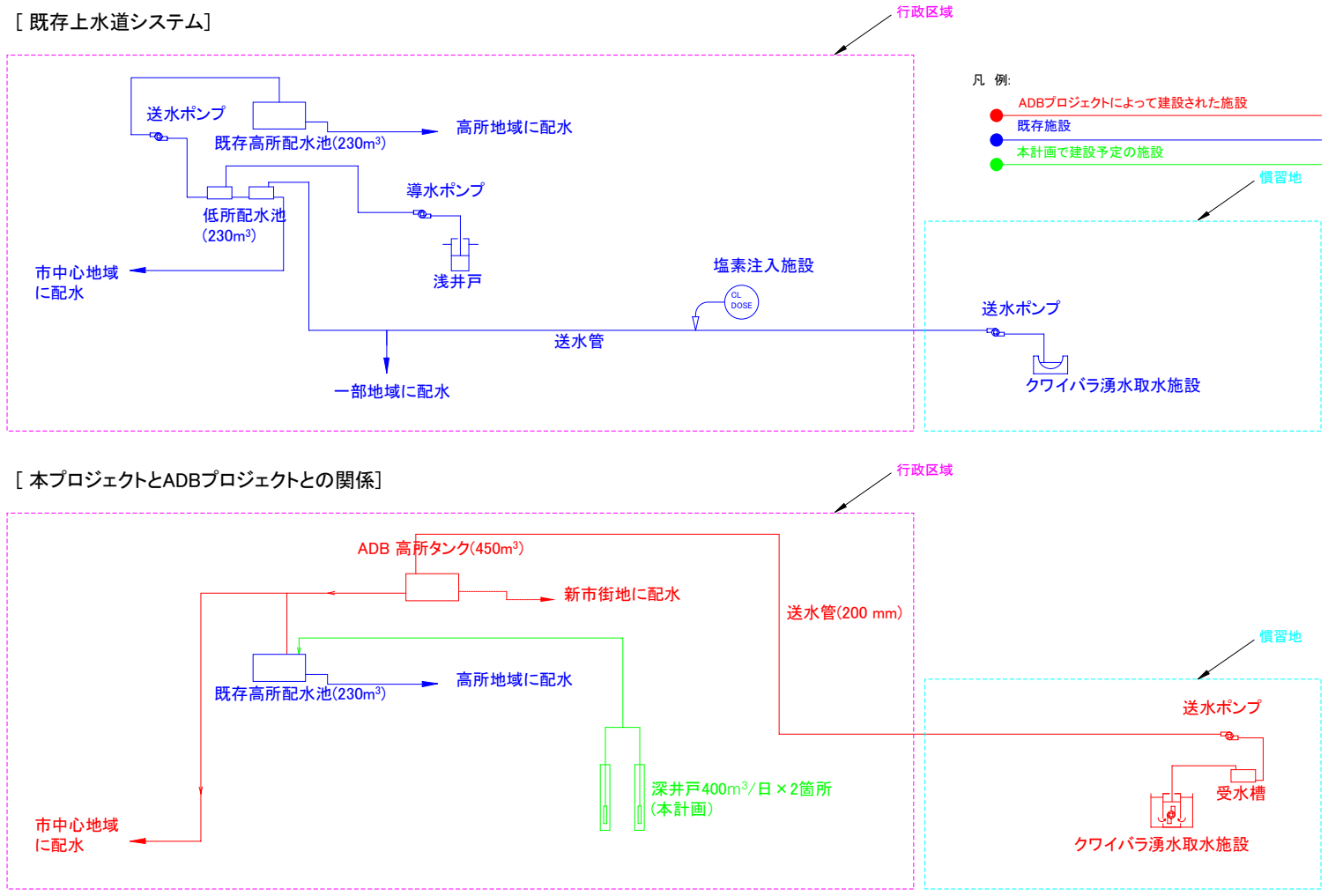


図 3.2-12 本プロジェクトと ADB によるアウキ市送配水システム改善プロジェクトとの関係

3-2-3-3 深井戸建設計画

(1) 井戸配置計画

1) 井戸の配置

井戸の配置は、既往予備調査結果に基づいて現地において SIWA に以下の項目について確認した。その結果、主に用地的な制約から井戸の位置を最終的に選定した。

各井戸の位置は、表 3.2-38 及び図 3.2-13 に示すとおりである。

表 3.2-38 井戸位置諸元

井戸群名	井戸番号	座標 (m)		井戸標高	井戸間距離 (m)
		N	E	測量結果(EL.m)	
アウキ	AK-1	9,030,362	687,051	29	148.5
	AK-2	9,030,510	687,064	37	

注) 座標は、UTM (ユニバーサル横メルカトル) 座標系。座標値はメートル単位。

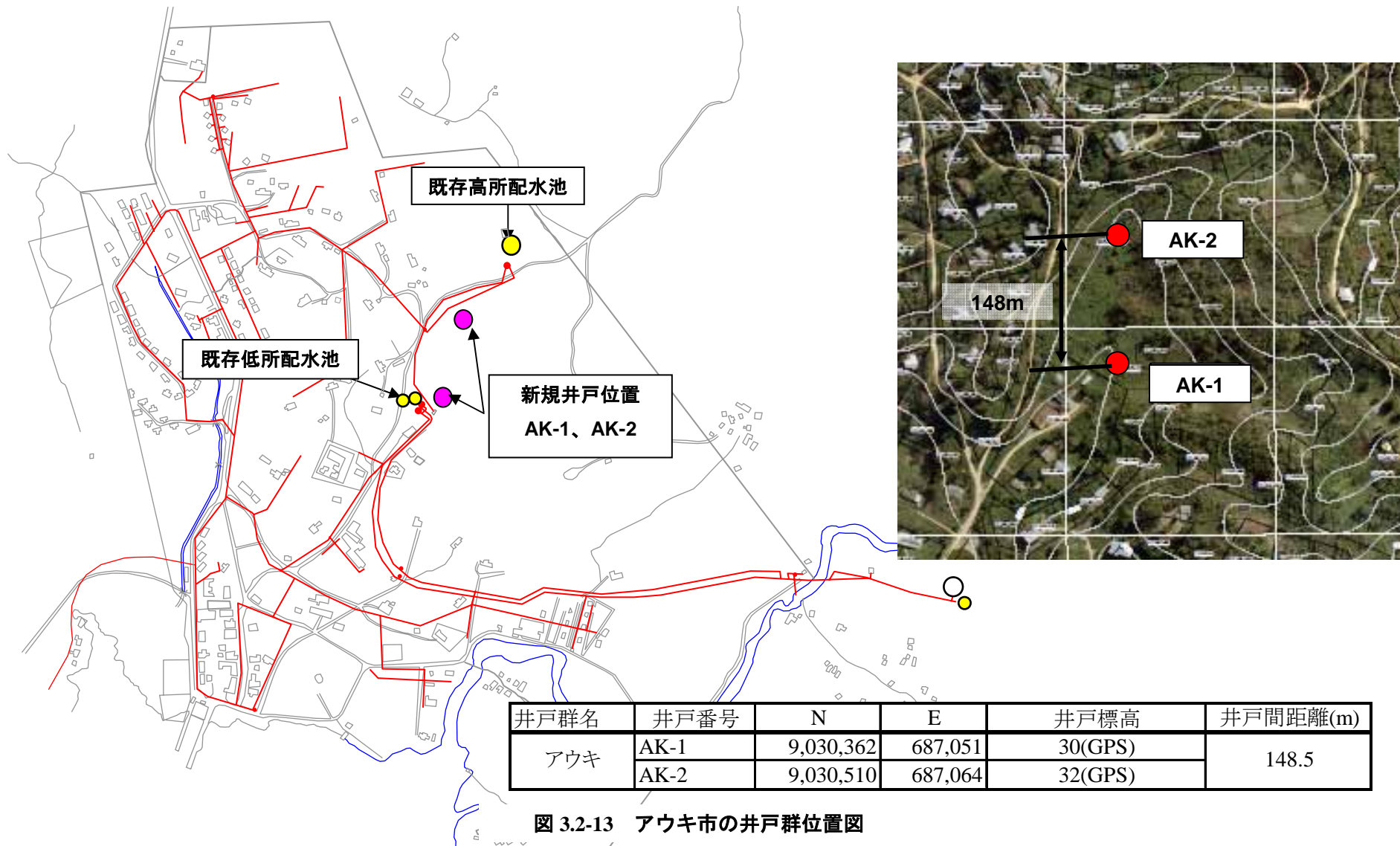


図 3.2-13 アウキ市の井戸群位置図

2) 井戸の干渉についての検討

井戸の干渉について、以下を検討した。

- ① 新規井戸群の井戸の水位低下について
- ② 塩水侵入について

なお、現在水源として使用されている浅井戸水源は、新規井戸の建設に伴い使用中止となる予定であるため、新規井戸の浅井戸水源への影響の検討は行わない。

① 井戸群の水位低下についての検討

アウキ市井戸群の水位低下検討のための水理条件は、表 3.2-39 に示すとおりである。

表 3.2-39 アウキ市井戸群の水位低下検討のための水理条件

井戸群	帯水層地質	帯水層厚さ	地下水位	透水係数	影響半径
アウキ井戸群	石灰岩（白亜紀～新第三紀）	30m	3m及び8m	2.0m/日	1,000m

また、上記の条件で水位低下を検討した結果を、表 3.2-40 に示す。

表 3.2-40 アウキ市井戸群の水位低下に関する検討結果

井戸名	透水係数 K (m/日)	帯水層 (m)	影響半径 R (m)	他井戸との距離 (m)	水位低下量 S (m)	推定地下水位 (GL.-m)	水位低下時推定地下水位 (GL.-m)
AK-1	2	30	1,000	148	11.8	3	-8.8
AK-2	2	30	1,000	148	11.8	8	-3.8

注) 揚水量 400m³/日として算出した。

② 塩水侵入について

アウキ井戸群の海側に位置する AK-1 は、深部に高い比抵抗値が確認されており、海岸から 600 m 程度離れている。

上記表中の計算結果は、これまでの検討結果等を含めて仮定した数値により算定したものであり、表中の推定地下水位（各井戸の推定地下水位）は、深めに設定している（実際の各井戸での地下水位は、これより浅い可能性がある。）しかし、検討結果のように揚水後の井戸地点での地下水位が海水面より低くなることが考えられるため、実際には井戸掘削時に揚水試験を実施し、井戸位置での揚水による地下水位の低下量を確認し、海水面より地下水位が著しく低下しないような揚水量を設定する必要がある。

3) まとめ

- 用地的な問題から同一井戸群内で井戸間隔は 148m と比較的近距离に設定している。その理由は、用地的な問題及び計画地点の地形的条件から設定したものである。また、本調査で検討した必要揚水量は 400m³/日に JICA 開発調査検討結果による揚水量の半分となっている。

- 新規井戸群の地下水位低下について検討した結果、各井戸での地下水位低下量は 12m程度と想定される。
- 深度が浅い地下水は、現況でも激しい降雨により濁りが発生しており、今後の対象地点の市街化により地表からの汚染の問題が懸念されるため、深度が浅い地下水利用は避けるべきである。
- 帯水層は地下水位が浅いことから、各井戸の深度を浅くすることが可能であるが、上述の観点から 20m程度以深を対象とすることが望ましい。
- 井戸深さは両井戸ともに開発調査時に提案されている 100mが妥当であると判断される。

(2) 井戸の構造

1) 基本的な構造

井戸の基本的な構造は、既存井戸の構造及び要求される量の揚水が行えるポンプの設置を考慮して、図 3.2-14 に示すような構造とする。

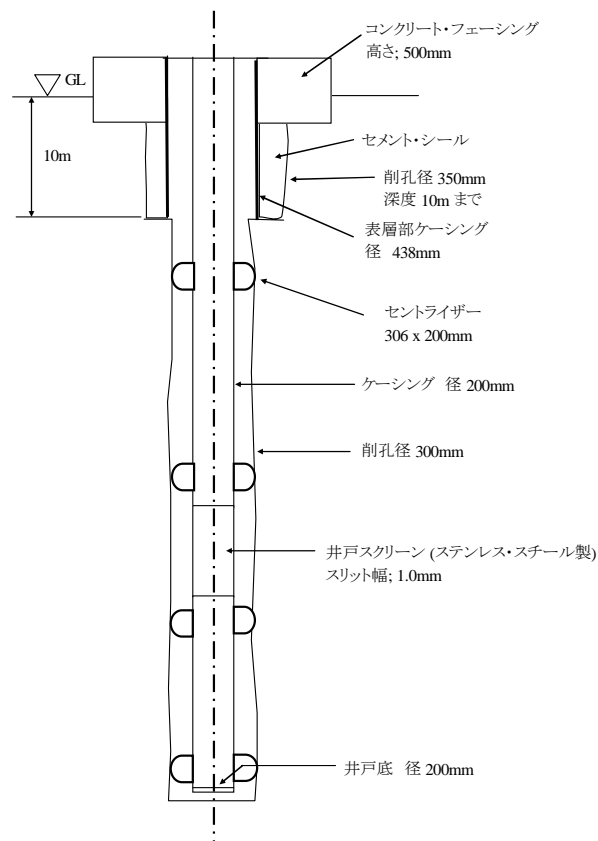


図 3.2-14 アウキ市新井戸群の井戸構造

2) 井戸の諸元

以上の検討結果に基づいた各井戸の諸元は、表 3.2-41 に示すとおりである。

表 3.2-41 アウキ市井戸群の諸元

井戸群	井戸番号	井戸口元の標高 (EL.+m)	井戸長さ (m)
アウキ	AK-1	29	100
	AK-2	37	100

(3) 井戸ポンプの仕様

図 3.2-14 に井戸ポンプシステムを示す。

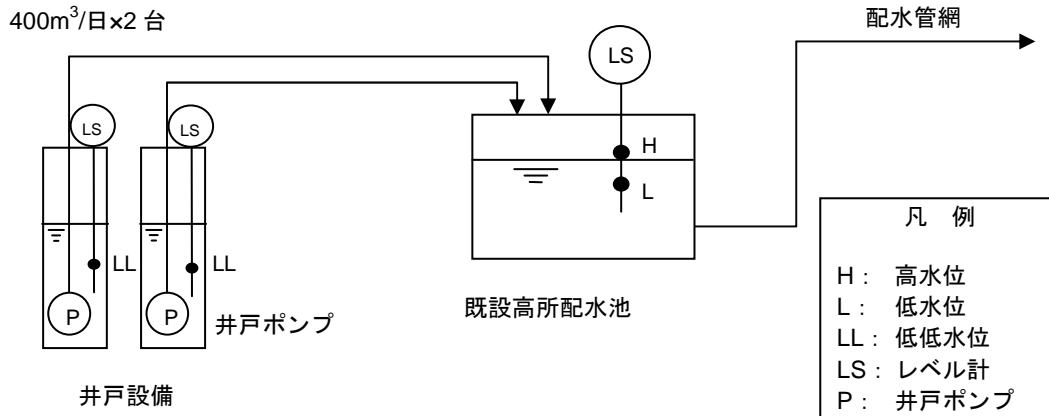


図 3.2-15 アウキ市井戸ポンプシステム

井戸ポンプの計画にあたり、各井戸に常用ポンプ 1 台を設置し、井戸群として予備 1 台（倉庫保管）のポンプを確保する。導水管は各井戸間の干渉を避けるため、各井戸から既存高所配水池まで独立した配管を計画する。

井戸ポンプの運転は以下のとおりとし、これら運転が可能な制御回路を計画する。

- 既設高所配水池の高水位（H）で井戸ポンプが停止する自動運転とする。
- 井戸ポンプの空引き防止のために空運転防止水位（LL）でインターロックを働かせる。
- 点検修理時に各井戸サイトでは、井戸ポンプが現場で自動運転を手動運転に切り替えて運転停止が行えるものとする。

井戸ポンプ用の制御盤は、電気建屋と各井戸機械盤に設置する。

井戸ポンプ及びポンプ周りの配管は、防食性を考慮し SUS304 相当とする。

井戸ポンプの主な仕様を以下に示す。

- 型式： 深井戸水中ポンプ
- 主材質： ステンレス
- 電動機： 2P×415V×50Hz×3 相

各井戸ポンプの能力を表 3.2-42 に示す。

表 3.2-42 アウキ市の井戸ポンプ能力

井戸群	井戸番号	能力	数量
アウキ	AK-1	0.28m ³ /分×105mAq×9.2kW	1
	AK-2	0.28m ³ /分×105mAq×9.2kW	1

(4) ウォーターハンマー対策

井戸から既設高所配水池までは起伏が多いためウォーターハンマー対策を検討した。

管路の縦断図及びポンプ特性から最低圧力線を求め、最大の負圧値及び位置を検討した結果、2つの井戸から既設高所配水池までの管路は、水柱分離を起こさない-5m以下であった。

したがって、ポンプ場から配水池までの管路においては、ウォーターハンマー対策として特別の付加設備は設けないこととした。

3-2-3-4 受電設備

(1) 「ソ」国側施工範囲

表 3.2-43 に示す施設への電力供給、買電契約、及び付帯設備の設置は「ソ」国側負担工事とし、SIWA が所轄配電会社に工事を依頼することで実施される。

表 3.2-43 施設への電力供給（「ソ」国側負担工事）

施設名	施設構成	供給電力	付帯設備
井戸ポンプ用電気室	井戸ポンプ	415V	<ul style="list-style-type: none"> ・ 積算電力計 ・ 配電柱

(2) 設備概要

「ソ」国負担工事としての電力供給を受け、日本国側で受電工事を実施、受電方式は 415V 市内配電線からの低圧受電が適用される。

以下、日本国側負担で導入される設備の概要、及び施工範囲を示す。

- 設備概要
- ・ 配電盤： 1面（屋内自立型）
 - ・ 井戸ポンプ操作盤： 1面（屋内自立型）
 - ・ 直流電源盤： 1面（屋内自立型）
 - ・ 井戸ポンプ機側操作盤： 2面（屋外壁掛型）
 - ・ 照明設備盤： 1面（屋内壁掛型）
 - ・ 換気設備盤： 1面（屋内壁掛型）

- 施工範囲
- ・ 引込線布設工事
 - ・ 配電盤、及び操作盤二次側以降の配線布設工事
 - ・ 付帯照明に関する配線布設工事

(3) 受変電容量

表 3.2-44 に記載する負荷容量に対し、施設への受電容量、及び変圧器容量を決定する。

表 3.2-44 施設への受変電容量

No	負荷名称	出力 (kW)	設備台数 (台)	運転台数 (台)	負荷率 (%)	負荷容量 (kVA)
1	井戸ポンプ	9.2	2	2	100	23.0
	付帯照明、換気設備	4.0	1	1	25	1.0
	合計					24.0

受変電設備の概略仕様は以下のとおりとする。

受電方式 415V（市内配電網）、3相、50Hz
常用1回線受電
低圧配電盤 415-240V、3相4線

(4) 配電設備

配電盤は電気室内に設置される。配電設備の概略仕様は、以下のとおりとする。

形式 自立閉鎖型配電盤
受電方式 415-240V、3相4線、50Hz
受電回路 本配電盤の受電は、以下の2回線とし、各回線はインターロックによって制御される。

- 常用回線
- 非常用発電設備回線

(5) 配電方式

配線は主にケーブルラックを採用し、地中埋設部はフレキシブル電線管、端末部は電線管方式とする。なお、電気方式は、計画地の電力系統から、以下のシステムを採用する。

- 低圧： 415-240V、3相4線式、50Hz

3-2-3-5 非常用発電設備

(1) 非常用発電設備の必要性

停電期間中においても、給水を継続するため、井戸ポンプ用として、非常用発電設備を設置する。なお、非常用発電設備の種別は、ディーゼル発電設備とし、常用全負荷の50%の容量を賄うものとする。

(2) 非常用発電設備の設備構成

非常用発電設備は、以下の機器により構成される。

- 非常用発電機
- 燃料タンク
- 発電機盤

本プロジェクトの受電は通常、11kV 市内配電網から行われ、非常用発電設備は停電時のバックアップ設備として位置づけられる。

非常用発電機は手動運転を基本とし、停電を確認後、配電盤上で非常用発電側に受電回路を切替え、発電機盤を操作することにより、発電機を始動させる。一方、復電時は、発電機を停止させ、配電盤上の回路を常用受電側に切替えることで、買電による受電が回復する。停電時、非常用発電機は常用全負荷の 50%の容量を賄うことを基本とするため、各負荷の運転も手動による運転を基本とし、停電検知後、運転負荷を全て停止させ、電力供給回復に伴う機器の自動復帰は行えないような回路構成を整える必要がある。なお、買電、及び非常用発電機の併用は、配電盤におけるインターロック回路により、制限される事となる。

次に、非常用発電機への給油に関して、発電機燃料は燃料タンクへの貯蔵を原則とする。燃料はハンドロータリーポンプによりドラム缶から燃料タンクに搬送、貯蔵され、燃料タンクでは 10 時間以上の停電に対応する容量を確保し、燃料タンクからの自然流下により発電機に供給される。

(3) 非常用発電設備の必要容量

本プロジェクトでは、停電に伴う当該施設の機能を充足するよう、運転負荷に対して、非常用発電設備の容量を決定する。

非常用発電設備の容量は、各運転負荷に対して、下記①、②、③の計算を行い、その内の最大容量をもって決定する。

- ① 定常時負荷容量による出力： PG1

$$PG1 \geq \sum PGi$$

ここに、PG1： 発電機出力

$\sum PGi$ ： 負荷入力 of 総和 (kVA)

- ② 過渡時最大電圧降下による出力： PG2

始動容量の大きな負荷を投入すると、発電機はその負荷の始動電流により瞬時電圧降下を生じる。この瞬時電圧降下により負荷及びその他の設備に影響を及ぼす場合があるため、最大始動容量の負荷を投入したときの最大電圧降下からの出力を計算する。

$$PG2 = Ps \times \left(\frac{1}{\sqrt{d}} - 1 \right) \times Xd'$$

ここに、PG2： 発電機出力 (kVA)

- Ps : 始動容量最大の電動機の始動容量 (kVA)
- Ps : 始動方式による係数×電動機容量 kW / (効率×力率)
- Vd : 許容電圧低下率 (一般に 20~30%)
- Xd' : 発電機の過渡リアクタンス (一般に 0.2~0.3)

③ 過渡時最大短時間耐力による出力： PG3

各負荷の始動順序から定められる場合は、その始動順序に従って既に運転しているベース負荷に、次に投入される負荷の始動容量を加えた最大短時間容を求める。各負荷の始動順序が任意であり、一定の順序が定められていない場合には、最大始動容量の負荷を除く全負荷をベースに負荷として運転中、最大始動容量の負荷を投入したときの最大時間耐量を計算する。

$$PG3 = \frac{\sqrt{(PB + Pms)^2 + (QB + Qms)^2}}{KG}$$

ここに、PG3 : 発電機出力 (kVA)

- PB : ベース負荷の有効電力 (kW)
- QB : ベース負荷の無効電力 (kVar)
- Pms : 最大の始動容量をもつ負荷の始動有効電力 (kW)
- Qms : 最大の始動容量をもつ負荷の始動無効電力 (kVar)
- KG : 発電機の短時間耐量

運転負荷容量を基に計算した結果、本プロジェクトで使用する非常用発電設備の概略仕様は以下のとおりとする。

容 量 :	50kVA、屋内型
台 数 :	1 台
形 式 :	ディーゼルエンジン駆動 3 相交流発電機
電気方式 :	415-240V、3 相 4 線式、50Hz
燃料タンク容量 :	400L (最長停電時間 10 時間以上の容量を確保)
発電機盤 :	屋内壁掛型
付属品 :	ハンドロータリーポンプ

3-2-3-6 付帯土木・建築施設

(1) 土木・建築施設の内容

整備する土木施設は以下のとおりである。

電気室

- 棟数 : 1 棟
- 基礎 : 直接基礎
- 上部構造体 (梁、柱、等) : 鉄筋コンクリート、延床面積約 50m²、建築設備共

- 外壁：鉄筋コンクリート
- 照明・換気設備
- 排水設備（敷地内）