

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

3-1-1 上位目標とプロジェクト目標

標高 3,000m 級の分水嶺地域以外では降水量が乏しく、常時水が流れている河川も稀である。「イ」国では、水問題は最も重要な課題として位置付けられており、第 3 次 5 ヶ年計画と PRSP を統合した第 3 次貧困削減開発計画（2006 年～2010 年）でも引き続き、地方給水を優先分野の一つとしている。しかしながら、地方部の給水整備は遅れており給水普及率は約 45%（2007 年全国平均）と報告されている。

このような状況を受けて、MWE は 2015 年までに地方給水普及率を 72%以上へ向上させることを目標とする NWSSIP を策定した。なお、NWSSIP と本プロジェクトとの整合性に留意する必要があるが、実施機関である GARWSP は、本プロジェクトによる地方給水事業の実施を想定した開発投資計画を策定しており、NWSSIP に包括されていることから、本プロジェクトにおける水セクター調整は整っているとと言える。

この中で本プロジェクトは、5 州 19 サイトに地下水を水源とする給水施設を建設し、プロジェクト対象地域の住民に安全な水が安定的に供給されることを目標としている。

3-1-2 プロジェクトの概要

本プロジェクトは、上記プロジェクト目標を達成するために、5 州 19 サイトで給水施設建設及び改修を行うとともに、サイト住民に対して施設の運営・維持管理能力強化及び衛生啓発に係る活動を実施する（下表参照）。これにより、安全な水の安定的な供給が可能になり、現在の水供給事情が改善されることが期待されている。

- 【施設建設】 : 5 州（アルマウィート州、サナア州、ダマール州、イップ州、及びタイズ州）19 サイトにおける新規給水施設建設（13 サイト）及び既存給水施設の改修・拡張（6 サイト）。プロジェクト対象サイト一覧を表 3-1 に示す。
- 【技術支援】 : 水管理委員会の組織化、衛生に関する村落啓発活動。

本プロジェクトの当初要望サイト数は、5 州 20 サイトであったが、サナア州の S-11 AI

Hesn-Al Abyad は、JICA の安全対策措置によって邦人の渡航が禁止されている区域に位置するため、本プロジェクトの対象から外す方針とした。

以上を踏まえ、当該プロジェクトの上位目標、プロジェクト目標、成果、活動、また、これらの達成状況（効果の発現状況）を測定する指標と調査方法について、表 3-2 の PDM を提案する。

表 3-1 プロジェクト対象サイト一覧表

	コード	州	サイト名	人口(2006)	増加率 (%)	人口 (2019)
1	A-03	アルマウィート	Ozlat Al Jaradi	20,786	2.87	30,028
2	S-02	サナア	Jarban	1,611	2.07	2,103
3	S-04		Qamlan-Bait Al Najrani	629	2.07	821
4	S-05		Afesh	3,680	2.07	4,804
5	S-07		Bait Al Hadrami	2,550	2.07	3,329
6	S-09		Ruhm	4,567	2.07	5,961
7	D-01	ダマール	Elow Al Mikhlaf	926	3.04	1,367
8	D-02		Hamal-Bait Al Jabar	2,475	3.04	3,654
9	D-03		Hegrat Al A'asham	1,592	3.04	2,350
10	D-05		Mayfa'at Yaer	1,515	3.04	2,237
11	D-07		Al Asakera	1,944	3.04	2,870
12	I-01	イッブ	Asfal Bani Saba	9,311	2.47	12,787
13	I-02		Al Sana	6,026	2.47	8,276
14	I-04		Al Jahlah & Al Meshraq	10,467	2.47	14,375
15	T-02	タイズ	Bani Al Suror	9,385	2.47	12,889
16	T-03		Sheb Humran	23,732	2.47	32,591
17	T-04		Yafoq Bani Hamad	6,844	2.47	9,399
18	T-05		Al Azaez	11,784	2.47	16,183
19	T-06		Al Khunha	1,579	2.47	2,169
合 計 (5州 19 サイト)				121,403	平均 2.54	168,193

表 3-2 プロジェクト・デザイン・マトリックス (PDM)

プロジェクト名 : イエメン国地方給水整備計画 ターゲット・グループ : 期間: 2009年11月～2013年1月
 対象地域 : アルマウイト州、サナア州、ダマール州、 対象 19 サイトの住民 約 16.8 万人(2019年) Ver. 1.0
 イッブ州、タイズ州の 5 州 作成日: 2009年07月

プロジェクトの要約	指標	入手手段	外部条件
上位目標 イエメン国の住民の水・衛生環境が改善される。	<input type="checkbox"/> 2015年までに全国地方給水普及率が45%(2007年)から72%以上に向上する。 <input type="checkbox"/> 全国での水因性疾病の罹患率が減少する。	<input type="checkbox"/> 統計資料 <input type="checkbox"/> 統計資料	
プロジェクト目標 プロジェクト対象地域の住民に安全な水が安定的に供給される。	<input type="checkbox"/> 全対象サイトの住民 16.8 万人(計画年次 2019 年にて)が整備された給水施設から供給される水を 20L～40L/日/人消費する。 <input type="checkbox"/> 整備された給水施設の水が年間を通じて「イ」国水質基準を満たす。	<input type="checkbox"/> 実施機関モニタリング報告書 <input type="checkbox"/> 水管理委員会運営維持管理記録 <input type="checkbox"/> 聞き取り調査	<input type="checkbox"/> 整備された給水施設の運営維持管理体制を「イ」国が維持する。
成果 1 対象地域において給水施設が整備される。 【ソフトコンポーネント実施により期待される成果】 2 対象サイトにおいて、水管理委員会により給水施設の運営・維持管理が適切になされる。 3 サイト住民の水利用と衛生に係る習慣が改善される。	1-1 プロジェクト実施終了時(2013年)までに、全プロジェクト対象サイトにおいて給水施設が建設/改修される。 2-1 対象サイト全てに水管理委員会が設立される。 2-2 運営維持管理費用の全額が水利用者により賄われる。 2-3 全対象サイトにおいて、整備された給水施設が持続的に稼働する。 2-4 適正揚水量に基づく適切な施設の運転が継続的に行われる。 2-5 干渉範囲内において新たな地下水位開発が行われない。 3-1 対象サイトの住民全てが非衛生な伝統的な既存水源を生活用水として利用しなくなる。 3-2 対象サイト全ての住民が整備された施設から供給される水を生活用水として料金を支払って利用する。 3-2 プロジェクト開始前と比較して、水源保護、飲料水の取り扱い、手洗いに関する適切な衛生習慣を実践する住民が増加する。	<input type="checkbox"/> プロジェクト完了報告書 <input type="checkbox"/> 水管理委員会の登録証 <input type="checkbox"/> 会計記録 <input type="checkbox"/> 施設運転記録 <input type="checkbox"/> 施設運転記録 <input type="checkbox"/> 実施機関モニタリング報告書 <input type="checkbox"/> ソフコン報告書、モニタリング報告書 <input type="checkbox"/> ソフコン報告書、モニタリング報告書 <input type="checkbox"/> ソフコン報告書、モニタリング報告書	<input type="checkbox"/> 地下水賦存状況が、予想外に悪化しない。 <input type="checkbox"/> 水源の水質が予想外に悪化しない。 <input type="checkbox"/> サイト住民を取り巻く社会・経済条件が急激に悪化しない。
活動 【施設建設/資機材調達】 1-1 13 サイトにおいて給水施設の新設を行う。 1-2 6 サイトにおいて既存給水施設の改修/拡張を行う。 【ソフトコンポーネントによる技術支援】 2 水管理委員会の組織化、運営・維持管理能力の強化のためのトレーニングを実施する。 3 衛生に関する村落啓発活動を実施する。	投入 【日本側】 人材: 基本設計調査団員、詳細設計調査団員、施工監理担当技術者、ソフト・コンポーネント担当技術者、施工業者 資機材: 建設工事用車両、建機、資材 資金: 無償協力資金 【イエメン国側】 人材: GARWSP 本部カウンターパート技術者 GARWSP 支局カウンターパート技術者 ソーシャル・ムービライゼーション・チーム 資機材: 施設建設用地の確保 各戸給水管、メーター その他現地調査結果により適宜調整 資金: ローカル・コスト (アクセス道路整備、建設用地、銀行手数料など)	前提条件 <input type="checkbox"/> 輸入・関税手続が大幅に遅れない	

3-2 協力対象事業の基本設計

3-2-1 設計方針

協力対象事業内容に関わる、基本方針ならびに検討内容を以下に示す。

3-2-1-1 基本方針

(1) プロジェクト対象サイトの選定

「イ」国政府より要望のあった5州20サイトに対し、以下のクライテリアに基づいてスクリーニングを行い、本プロジェクト対象サイトを選定した。

- 「イ」国政府の優先順位
- 施設整備の緊急性
- 水源ポテンシャル
- 治安状況
- サイト住民による維持管理能力

選定の結果、「3-1-2 プロジェクトの概要」に示すとおり、治安上の理由から1サイトが外れ、本プロジェクト対象サイトを5州19サイトとした。

(2) 先方負担事項の確認

本プロジェクトの要望には、新規の給水施設建設及び既存給水施設の改修・拡張が含まれている。既存給水施設の改修・拡張に係る資機材調達について、発電機、ポンプ、エンジン等の機器設備を先方負担とすることを検討した結果、これらの資機材を設置した後の試運転・調整等の必要性を考慮し、日本側負担にして工期内に施設の運転開始を確保することが適切と判断された。送水管についても、上記調整・試運転に不可欠なものであるため、同様の判断から日本側負担とする。

本プロジェクトで想定される主な先方負担項目を以下に示す。

- サイト内のアクセス道路
- 井戸、機械室、配水池等の用地確保と整地
- サイト内での配管材の運搬（安全面から急斜面等の作業が難しい箇所については、日本側負担とする）
- サイト内の資材置場（仮設用）
- 主配水管から各戸への給水管及びメーターの設置（材料＋工事込み）。

(3) コスト縮減の検討

当該無償資金協力候補案件の本プロジェクトに概算事業費算出にあたっては、主に下記事項を中心にコスト縮減策を検討した。

日本製品と同等の品質と耐久性は期待できないものの、一定程度の品質が確保できる範囲で、現地で流通している資機材を活用することを原則とする。

サイト内においては、住民が配管材の一部を施工現場まで搬入する（敷設は業者負担）。

公共水栓の設置は公共施設があるところに限定し、設置の数は必要最小限に抑える。施工監理における監理技術者は、現地の人材を最大限起用し、常駐する日本人技術者を1名とする。

施工業者の管理技術者の人数は、工期・品質管理に影響が及ばない範囲で最小限にとどめる。

施設設計・仕様は主に現地標準を採用する。

井戸ポンプと送水ポンプが同一箇所に建設されるサイトでは、通常「イ」国では1台のエンジンをそれぞれのポンプ（計2台）に設置しているが、本プロジェクトは、両ポンプを1台で同時に駆動できる自家発電機を使用する。

(4) 安全管理

安全管理については、以下を基本方針とする。

JICAの安全対策措置に従い、邦人の渡航禁止地域には立ち入らない。

先方実施機関、JICA イエメン支所、在イエメン日本国大使館等から密に情報収集し、指示等には速やかに従う。

3-2-1-2 自然環境条件に対する方針

(1) 水理地質条件

1) 本プロジェクトで使用予定の水源の確認

本プロジェクトで使用予定の水源は、合計24本の深井戸（深度120～470m）である。これらの深井戸の建設は、「イ」国によってすでに完了しており、当該井の水源ポテンシャルの調査については、開発調査及び「イ」国によって揚水試験と水質分析が実施されている。本調査では、これらのデータの再確認、及び各水源の保全状況の確認を行なった。また、本調査では、ポンプが未設置で、井戸の蓋を開けて調査をすることが可能であった深井戸において、深度、水位、pH、水温、電気伝導度等を測定した。水源の保全状況のデータを添付資料に示す。

なお、サナア州のS-07 Bait Al Hadrami 及びS-09 Ruhmの2サイトにおいて、水位が開

発調査時（2006年）より、それぞれ 22m と 44m 降下していることが判明した。水位の降下は、将来の運転に影響を及ぼす可能性がある。したがって、本プロジェクト実施段階では、水源の能力を再度確認するため、各水源において、実施設計時及び施工前に、井戸洗浄及び揚水試験を行う方針とする。

2) 地下水保全

「イ」国では地下水による灌漑農業が広く普及しており、過剰揚水による地下水の枯渇が懸念されている。特にサナア流域、タイズ流域は、「イ」国政府の法令で「地下水開発保護特別地域」に指定されており、灌漑農業用または工業用の新規地下水開発を原則禁止し、既存井に関してはライセンス制を導入して、過剰揚水を抑制している。ただし、生活用水に利用する井戸は、当該法令下の規制対象に含まれない。

本プロジェクト対象サイトにおいては、住民や関係機関の責任のもと、井戸を適正揚水量で運転する、②井戸の干渉範囲において新規に地下水開発を行わない、井戸の水位モニタリング等を実施することによって地下水保全をするよう、ソフトコンポーネントを活用した啓発活動を行っていく方針とする。

3) 水質

本プロジェクトでは「イ」国の水質ガイドラインを適用する方針とする。GARWSP が給水に適用している水質ガイドラインは、WHO の水質ガイドラインに準じている。既存データを再度確認した結果、本プロジェクトの水源の水質は、全て良好であることがわかった。再確認を行った水質分析結果を添付資料に示す。

(2) 気温・降水量

本プロジェクト対象サイトでの最低気温は 9℃、最高気温は 40℃前後に達する。したがって、気温の影響を受けやすいコンクリートや配管材等の資材の取り扱いには、配慮が必要である。

特に、高温下でのコンクリート打設は品質に影響を与えるため、日平均気温が 30 を超えることが予想される場合は、暑中コンクリートとして施工する。打ち込み時及び打ち込み直後に、材料の取り扱い、練り混ぜ、現場内運搬、打ち込み、養生等を行なう際は、できるだけコンクリートの温度が低くなるよう注意する。

本プロジェクト対象サイトでは、日中と夜間の気温差が激しく、その差が 20 を越えることも珍しくない。本プロジェクトで採用を予定している露出配管は、気温が変化するたびに伸縮を繰り返すため、配管の一部にひずみが発生し、破損事故を起こす可能性がある。これらの対応策や設計については、「3-2-2-2 施設建設計画」で詳細に述べる。

本プロジェクト実施工程については、雨期が施工に与える影響を十分に考慮して作成する必要がある。対象サイトでは、4～5月の小雨期と、7～9月の雨期があり、10mm以上の雨が降る日が、多いときには月間15日を超え、特にワジでは冠水のため通行が困難となる。このため、雨期の間は、工程計画上、施工の能率を下げの方針とする。

(3) 地形・地質

1) 設備の標高に応じた補正

本プロジェクトでは、標高2,000mを越える高地に位置するサイトを考慮し、動力源となるポンプ用のエンジンや発電機の仕様は、標高に応じて補正を行う。

2) 構造物建設予定地の地盤強度

本プロジェクトの機械室、及び配水池建設予定地の多くは、岩盤地であるため、建設予定の構造物に対し十分な地耐力を有している。しかし、以下のサイトについては、建設予定地が盛土となっている箇所もあるため、施設の基礎補強を検討し、詳細設計時に地盤調査を行う方針とする。

表 3-3 地盤調査予定地

サイト名	地盤調査予定地
S-09 Ruhm	井戸機械室
D-01 Elow Al-Mikhlaf	井戸機械室
I-02 Al-Sana	井戸機械室+ブースターステーション
I-04 Al-Jahlah & Al Meshraq	井戸機械室

3-2-1-3 社会経済条件に対する方針

(1) 各戸給水

近年「イ」国での地方給水計画では、各戸給水を前提とした設計が一般的になっている。「イ」国は山岳地帯が多く、公共水栓を設置した場合は、水を運搬する距離が短くなることによって、水汲み労働がある程度軽減する一方、居住場所によっては勾配のある坂を上り下りする労働が残る。かかる状況の下、各戸給水を望む住民の声は強く、GARWSPによる計画上の設計は、各戸給水を実施することを前提としている。また、各戸給水における水道メーターの設置は、サイト住民を主体とする、給水施設の効率的な運営・維持管理に寄与している。本プロジェクトでも同様に、各戸給水を実施することを前提に設計を行う。ただし、日本側施工は主配水管までとし、各戸への給水管接続（材工含む）及び水道メーター等の設置は「イ」国側負担とする。

(2) 住民の運営・維持管理費の負担能力・意思

本プロジェクトでは、各サイトで給水施設の組織的な運営・維持管理を行うべく、現在、多くの地方給水プロジェクトにて実施の条件となっている WUA 等のサイト住民組織の形成及び法人登録、実務の能力強化を行う方針とする。

社会条件調査の結果、水管理委員会を通じて住民が給水施設の運営・維持管理に主体的に係ることについて、住民の意識醸成が不十分であることが明らかになった。給水施設の運営・維持管理の責任の所在についてサイト住民に回答を求めたところ、整備される給水施設の運営・維持管理に係る責任は、「政府」(20.5%)を筆頭に、「村長」(19.7%)、ローカルNGO(18.7%)にあると答え、「WUA」(19.7%)にあるという回答数は突出しなかった。本プロジェクトでは、給水施設の運営・維持管理に住民が主体的に係るよう促し、これに係る住民の意識醸成に配慮する。

また、運営・維持管理に係る費用は、施設利用者による負担を原則とする方針である。しかしながら、水料金の支払いに関しては、住民が十分な支払い能力を有するという調査結果が示された一方で、支払い意思額が低いという調査結果も得られており、この点にも十分配慮して住民の意識向上を図る。対象サイトで行なった世帯調査の結果、世帯あたりの「支払意思額 (Willing to Pay: 以下、「WTP」とする。)」は平均でYR100~YR500/月となっており、世帯あたりに必要な運営・維持管理費であるYR550~YR2,100(一人あたりの運営・維持管理費用を基に平均世帯数7.2人にて算出)との乖離が見られる。しかしながら、開発調査にて2007年に実施されたパイロット・プロジェクトの3サイト(アルマウィート州、サナア州、ダマール州にて各1サイト実施)にて、本調査時に設定されていた水料金はそれぞれ、YR150/m³(アルマウィート州)、YR100/m³(サナア州)、YR200/m³(ダマール州)、つまりYR2,160~YR4,320/月/世帯程度(1人当たり10ℓ/日の消費として換算)を水料金として支出しており、その支払い能力とその意思は十分にあることが示されていた。また、本プロジェクト対象サイトにて既存施設が稼動しているサイトでも、水料金は運営・維持管理に必要な水準のYR130/m³~250/m³にて設定されている。

このように現地調査結果からサイト住民の利用者負担に係る意識向上は十分可能と考えられる。したがって、安全な水の安定的な供給を目的とし、ソフトコンポーネントの活動によって、サイト住民との対話を通じた持続的な運営・維持管理体制の構築の支援を行うこととする。

(3) 保健・衛生環境、住民の衛生習慣と意識

本プロジェクトで整備された給水施設を利用し、サイト住民が持続的に安全な水を有効利用するために、ソフトコンポーネントでサイト住民の衛生に対する知識・態度・習慣の改善促進を行う。

3-2-1-4 建設事情／調達事情に対する方針

建設用資機材では、セメント、コンクリート・ブロック、骨材等は現地生産品があり、鉄鋼製品は輸入品が流通している。本プロジェクトで建設される機械室、地上型配水池などコンクリート製の構造物の建設には、現地で流通している資材を使用することで支障はないと考えられる。

鋼管材については、サウジアラビア、インド、パキスタン製が流通しており、それぞれBS（英国）やASTM（米国）の規格で製造されている。これらの鋼管材は、GARWSPの調達における経験から、メーカーによって、生産ロットで品質にばらつきがあることが判明している。したがって、施工時における資材の選定、品質の検査には十分注意を払う必要がある。現地の管材業者のなかには、独自にサナア大学で検査を行い、品質の確認を行っているところもあり、本プロジェクトでも必要に応じて同様の検査を実施する。

コスト縮減、スペアパーツ等の消耗品を含む資機材の入手可能性を鑑み、可能な限り現地で流通している資機材を採用する方針とする。ただし、本プロジェクトで使用予定の高圧管材、弁類等については、特注や日本調達も検討する。基本的には、現地で流通している配管材を原産国にかかわらず、現地調達品として扱うものとする。

3-2-1-5 現地業者の活用に係る方針

GARWSPは、事業の実施において企業の事前登録制度を設けており、主要資機材である深井戸用ポンプ類のメーカー別格付けも行っている。

本調査では、開発調査のパイロットサイト、我が国無償資金協力により建設された学校施設及び他ドナー案件において現地業者によって建設された施設状況を調査した。その結果、現地建設業者は、一定程度の能力を有することが確認されたため、本プロジェクトにおける活用が可能といえる。ただし、一般無償資金協力で求められる品質を確保するため、工事監理を徹底する必要がある。また、現地民間業者は安全管理及び工程管理に対する認識が十分ではないため、これに留意する。

プロジェクト対象サイトは広域に分布しているため、施工監理及び工事の効率化を目的として、工事区域を州ごとに分ける。また、州都に事務所（資材置き場を含む）を設置し、資機材の運搬や消耗品の供給に対応することとする。

3-2-1-6 運営・維持管理に対する対応方針

本プロジェクトの実施機関は、MWE 傘下で地方給水整備を所管する GARWSP である。GARWSP 本部は首都サナア市に位置し、プロジェクトの計画・調整等を行っている。また、全国 19 州に支局の事務所があり、地方給水計画の実施を担当している。

現在、「イ」国政府は地方分権化を推進しており、GARWSP においても組織改革を実施中で、各支局は本部からの権限委譲を進めている。本プロジェクトでは、GARWSP 本部、支局、地方自治体及びサイト住民の役割分担を以下の方針で進める。

表 3-4 GARWSP、地方自治体及びサイト住民の役割分担

GARWSP 本部	<ul style="list-style-type: none"> ・実施監理、事業調整
GARWSP 支局/地方自治体	<ul style="list-style-type: none"> ・水管理委員会の新規形成（地方自治体を通じて地方自治省への登録・承認等のサポート） ・既存水管理委員会強化 ・地下水保全の啓発活動 ・フォローアップ、モニタリング
サイト住民	<ul style="list-style-type: none"> ・アクセス道路の整備 ・サイト内の配管材運搬 ・各戸給水引き込み（材工） ・施設の運営・維持管理

本プロジェクトの施設建設完了後、施設の所有、運営・維持管理に係る責任が GARWSP から WUA に移譲される。サイト住民による施設の運営・維持管理に係る水委員会の設立支援、能力強化のためソフトコンポーネントを通じて行う。

3-2-1-7 施設・機材のグレードの設定に係る方針

本プロジェクトの給水施設は、公共物として耐久性を有し、維持管理上の操作・点検・補修が容易で、サイト住民が日常的に使用する上で、使いやすいものとする。

施設設計、建設用資機材の仕様や設計基準等は GARWSP では整備されていない。SFD (Social Fund for Development : 以下、「SFD」という。) や BS (英国)、各ドナーのものをプロジェクト毎に使用しているというのが実情である。本プロジェクトでは、GARWSP が従来から採用している上記 SFD 基準と開発調査で設定した設計方針を検証し、基本的にはこれらの基準を採用する方針である。

本プロジェクトでの各施設及び設備の仕様や基準については、「3-2-2-2 施設建設計画」で述べる。

3-2-1-8 工法、工期に係る方針

(1) 施工方法に係る方針

施工方法は以下の通りとする。

配管工事

ワジ横断や道路横断などを除いて、配管工事は鋼管を露出配管とする。配管工事（管材布設工）は、人力施工とする。配管工と普通作業員が作業班を組んでこの作業に当たる。

高所の配水池まで送水する高圧管の工事には、管仕様選定に最も注意を要する。本工事では、管両端にフランジを溶接し、フランジ接続する方法が適切である。また、コンクリート支持台を用いて管を固定する必要がある。

ネジ接続の場合、GARWSPの施工規定に従い、管路の保守・点検のため、定尺（6m）8本に対し最低1ヶ所ユニオン継ぎ手の接続部分を設ける。

露出管路のコンクリート支持台は、地形・地勾に応じて設置する。

- 管布設
管の布設は鋼管（GSP）の据付から継手工にいたるまで人力施工とする。
- 管体検査
管の据付けに先立ち、管体検査を十分に行ない、亀裂その他の欠陥がないことを確認する。
- 管の据付
管の据付けに当たっては、管内部を十分に清掃し、正確に据付ける。
- バルブ等の設置
仕切り弁や空気弁などを設置するためのバルブボックスは、露出配管となるため、鋼製またはコンクリート製で地上に設ける。ただし、道路横断やワジ横断など、埋設配管となる部分に設置する場合は、この限りではない。

② コンクリート工事

コンクリートは現場打ちとする。コンクリートの配合・計量は人力で行い、練混ぜには基本的にポータブルミキサーを使用する。ただし、均しコンクリートなどのように少量の場合や、品質を求めないコンクリートの練混ぜについては、人力により現場で行うこととする。コンクリート打設箇所において、掘さくや埋戻しが必要な場合も人力で行う。

機械室

機械室は主として掘さく工，コンクリート工，建具工及び仕上げ工により建設される。これらは全て人力施工とする。

配水池・減圧水槽建設工事

配水池及び減圧水槽は、ともに通常の鉄筋コンクリート構造物とする。

公共水栓工事

配管工事と同様に人力施工とする。配管工と普通作業員とが作業班を組んでこの工事に当たる。

標高差の大きいサイトへの対策

本プロジェクト対象サイトの多くは山岳地帯に位置し、水源から最高位の配水池までの高低差が 500m を超えるサイトもある。これらのサイトについては、配管の耐圧性を考慮し、適宜、中継水槽を設置し、多段階に分けて最高位の配水池まで送水する計画とする。また配水圧が高くなる場合についても適宜、減圧施設を設置する。

(2) 工期に係る方針

工期に関しては、以下の方針とする。

本プロジェクトは、対象サイトが 5 州にわたって分布し、工事箇所数は 19 サイトに及ぶため、工期を短縮するために、可能な範囲で工事を数サイト同時に行う必要がある。各サイトの施設の規模に応じ、以下のように二つの施工グループに分けて工事を行う。

表 3-5 施工グループ区分表

施工グループ	対象州及びサイト数	備考
グループ-1	3 州 11 サイト (アルマウイト州、サア州、タズ州)	サイト数が多く、また比較的小規模のサイトも多く含まれる。
グループ-2	2 州 8 サイト (ダマール州、イブ州)	配管工事が多く、山岳地帯の急斜面での工事が多く含まれる。

サイト数と管工事（約 170km）が比較的多いことから、可能な限り作業班を多く投入し、工期の短縮を試みる。各グループが、2つのサイトで同時に施工することもあり、特に、配管工事については、工期が長くなるため、各サイトで2班～3班投入する計画とする。設計・仕様・品質を考慮した上で、早期の完工を目指すものとする。土木・建築工事、配管工事、設備工事と合わせると、多いときには10班が同時に作業を行う時期が生じるため、管理体制を十分なものとする。

3-2-2 基本計画

3-2-2-1 全体計画

(1) 給水施設の新規建設及び改修

要望内容における各対象サイトの形態は大きく2つに分類され、各分類における計画は次表の通りである。

表 3-6 サイト分類と計画施設

サイト分類	定義	特徴	計画施設
新規建設サイト	既存給水施設がない、もしくは既存給水施設が機能していない、または既存給水施設を拡張するもの	住民が、継続的に飲料水が得られないため、保護されていない水源の利用もしくは買水を余儀なくされている。	<ul style="list-style-type: none"> ● 揚水設備の調達・設置 ● ポンプ室の建設 ● 配水池の建設 ● 配水管の調達・敷設 ● 公共水栓の建設 ● 使用されていない配水池等の改修
改修サイト	既存給水施設が機能している（全体もしくは一部）	既存の給水施設が稼動しているものの、住民は十分な水量を得られていない。また、既存の揚水設備の老朽化が著しい。	<ul style="list-style-type: none"> ● 既存揚水設備の交換 ● 新設深井戸に限定して、揚水設備の調達・設置、ポンプ室建設、新設井から既存配水池までの送水管敷設、必要に応じて中継水槽建設 ● 配水管の調達・敷設 ● 使用されていない配水池等の改修

以上を基に、各対象サイトを次の通り分類する。

表 3-7 各対象サイトの分類

コード	サイト名	分類
A-03	Ozlat Al Jaradi	改修
S-02	Jarban	新規
S-04	Qamlan-Bait Al Najrani	新規
S-05	Afesh	改修
S-07	Bait Al Hadrami	新規
S-09	Ruhm	新規
D-01	Elow Al Mikhlaf	新規
D-02	Hamal-Bait Al Jabar	新規
D-03	Hegrat Al A'asham	新規
D-05	Mayfa'at Yaer	新規（拡張）
D-07	Al Asakera	新規
I-01	Asfal Bani Saba	新規
I-02	Al Sana	新規
I-04	Al Jahlah & Al Meshraq	新規
T-02	Bani Al Suror	改修
T-03	Sheb Humran	改修
T-04	Yafiq Bani Hamad	改修
T-05	Al Azaez	改修
T-06	Al Khunha	新規

3-2-2-2 施設建設計画

(1) 給水計画諸元の検討

給水施設の設計基準

GARWSP が従来から採用している基準と開発調査で設定した設計方針を検証し、以下に本プロジェクトで採用する設計基準を示す。

表 3-8 給水施設設計基準

項目	基準
計画年次	10 年
人口増加率	2.07～3.04 %/年（州毎の増加率を採用）
給水原単位	最大： 40 ℓ/人/日 最小： 20 ℓ/人/日
1 日平均給水量	計画給水人口 × 給水原単位
1 日最大給水量	1 日平均給水量 × 1.0
時間最大給水量	1 日最大給水量 ÷ 24hr × 時間係数：K=2、3
ポンプ運転時間	水源能力、水需要及びポンプオペレーターの勤務形態との兼ね合いより決定する。
配水池容量	給水量の 12 時間分を基本に標準配水池容量から適切な容量を選択する。送水施設を含む場合については、送水調整容量を最低 2 時間分含むものとする。

計画年次

「イ」国での一般的な計画年次は 20 年であるが、ポンプ設備類の更新時期を考慮して、本プロジェクトの計画年次を 10 年とする。

計画給水人口及び人口増加率

計画給水人口は、2004 年国勢調査の各サイト人口を基準に、各州の人口増加率を乗じて計画目標年次の人口を算定する。人口増加率に関しては、中央統計局による 2004-2007 年の州別人口予測で採用している値（アルマウィート州:2.87%、サナア州:2.07%、ダマール州:3.04%、イップ州:2.47%、タイズ州:2.47%）を採用する。プロジェクト対象サイト及び裨益するサイト人口は表 3-1 を参照。

給水原単位

GARWSP は山岳地帯では 40ℓ/人/日、沿岸地帯では 50ℓ/人/日を通常用いている。本プロジェクト対象サイトは山岳地帯に位置するため、40ℓ/人/日を基本的な給水原単位とする。ただし、本計画の目標年次を 2019 年と設定したため開発調査時とは「計画人口」が変わった。このため、水源能力と計画人口とのバランスを配慮し、当初の 25ℓ～40ℓ/人/日（開発調査時）を 20ℓ～40ℓ/人/日と設定する。

1 日平均給水量・1 日最大給水量

GARWSP では 1 日平均給水量及び 1 日最大給水量の概念が採用されていない。本プロジェクトでは、サイト毎の計画給水人口に給水原単位を乗じて、1 日平均給水量を算出する。一方、1 日最大給水量については、水源能力に限りがあるため、1 日平均給水量と同様とする。

時間最大給水量

「イ」国において、最も水の消費量が激しい時間帯は、昼食時の時間帯（約 2 時間）である。GARWSP では人口 2,000 人以上の場合:12 時間給水、人口 2,000 人未満の場合:8 時間給水とし、それぞれ時間係数 $K=2$ 、 $K=3$ を採用している。本プロジェクトにおいては、上記基準と共に我が国簡易水道施設基準の時間最大比を用いて配管口径を決定する方針とする。

計画取水量

本プロジェクトで用いる計画取水量については、揚水試験により算出された適正揚水量もしくはそれを下回る値で設定する。

浄水処理

本プロジェクトの水源は全て深井戸であり、各水源の水質試験結果は全て水質基準を満たしているため、浄水処理を行わないものとする。

ポンプ運転時間

GARWSP では、ポンプの運転時間について、人口 2,000 人未満に対して 8 時間、2,000 人以上に対して 12 時間と原則定めている。本プロジェクトでも上記条件を基本とするが、水源能力と給水量の需要バランス及びポンプオペレーターの勤務形態から、適切な運転時間をそれぞれ設定するものとする。

配水池容量

GARWSP では配水池の種類に応じて、地上型配水池は給水量の 12 時間分、高架型配水池は給水量の 8 時間分と設定している。また標準配水池容量は、地上型では 25m^3 、 40m^3 、 50m^3 、 75m^3 、 100m^3 、 250m^3 、 500m^3 を設定している。本プロジェクトにおいて採用する配水池の種類は地上型のみであるため、配水池容量は給水量の 12 時間分を基本とする。また、GARWSP が設定している標準配水池容量の中から適切な容量のもの（ 25m^3 、 40m^3 、 50m^3 、 75m^3 、 100m^3 ）を選択する方針とする。送水施設を含む場合については、送水調整容量として、送水量の最低 2 時間分を含むものとする。

(2) 施設設計

水源施設

・ 深井戸

本プロジェクトで使用する水源は深井戸のみとなっており、全てケーシング・スクリーンや充填砂利が設置されている。各水源は「イ」国側により建設され、先述のとおり揚水試験も実施されている。以下に本プロジェクトで用いる各水源の適正揚水量と計画揚水量を示す。

表 3-9 プロジェクト対象サイトの深井戸揚水量

コード	サイト名	井戸コード	適正揚水量 (l/s)	計画揚水量 (l/s)
A-03	Ozlat Al Jaradi	A-03	10.4	10.4
S-02	Jarban	S-02	2.0	2.0
S-04	Qamlan-Bait Al Najrani	S-04	5.6	1.2
S-05	Afesh	S-05	3.2	3.2
S-07	Bait Al Hadrami	S-07	3.2	3.2
S-09	Ruhm	S-09	3.0	3.0
D-01	Elow Al Mikhlaif	D-01	2.4	2.0
D-02	Hamal-Bait Al Jabar	D-02	3.5	3.5
D-03	Hegrat Al A'asham	D-03	5.0	3.3
D-05	Mayfa'at Yaer	D-05	2.6	2.6
D-07	Al Asakera	D-07	4.5	4.0
I-01	Asfal Bani Saba	I-01	4.5	4.5
I-02	Al Sana	I-02	3.9	3.9
I-04	Al Jahlah & Al Meshraq	I-04	4.1	4.1
T-02	Bani Al Suror	T-02/1	5.1	5.1
		T-02/3	2.6	2.6
		T-02/4	5.4	5.4
T-03	Sheb Humran	T-03/1	4.0	4.0
		T-03/4	4.2	4.2
T-04	Yafiq Bani Hamad	T-04	3.0	3.0
T-05	Al Azaez	T-05/2	2.0	2.0
		T-05/5	6.0	6.0
		T-05/6	3.8	3.8
T-06	Al Khunha	T-06	8.8	3.1

・ 深井戸ポンプ形式及び動力

「イ」国で普及している揚水機には、「縦型シャフトポンプ/ディーゼルエンジン駆動」と「水中モーターポンプ/ディーゼル発電機駆動」の 2 種類がある。動力源として商用電力を利用することは、「イ」国地方給水では一般的ではなく、運転コスト高、停電時の運転中断などの問題があるため敬遠されている。

ポンプ形式は、揚水量、揚程、地理条件など多角的に判断して、適正なものを選定する必要がある。両タイプの特徴を対比すると以下のとおりである。

表 3-10 深井戸ポンプの種類

	縦型シャフトポンプ	水中モーターポンプ
構造	地上に原動機、水中にポンプを設置し、両者を接続する回転軸により動力伝達する	水中にポンプ及び電動モーター一体型を設置し、地上電源から電力ケーブルを通じ運転する
原動力	ディーゼルエンジン駆動	ディーゼル発電機
揚程	200m以下 縦型の構造上、高速回転は無理なため、高揚程は困難	200m以上 高速回転、高揚程ポンプが可能
運転維持管理等	機械的な仕組みのため維持管理が容易	頻度は少ないが、故障時には修理費用が嵩む

「イ」国では、維持管理が比較的容易に行える縦型シャフトポンプ/ディーゼルエンジン駆動を使用することが一般的である。特に高揚程を必要としない地域については、基本的に縦型シャフトポンプ/ディーゼルエンジン駆動の採用が好ましい。縦型シャフトポンプの場合は、井戸深度及び井戸施工仕上り（曲がり等）から大きく影響を受けるため、安定した運転を継続するためには、極力水位が浅い井戸で採用することが望まれる。本プロジェクトでは、将来的な水位低下や安定運転を考慮し、揚程 100m以内の揚水機には縦型シャフトポンプ/ディーゼルエンジン駆動を採用し、高揚程が必要なときや地形に応じて井戸と機械室を分離する際などには水中モーターポンプ/ディーゼル発電機を採用する。

またポンプ設置深度については、「イ」国では通常動水位の低下量に応じて動水位-20～-30mとしている。本プロジェクトでは安全側の-30mを採用する。

送水施設

- 送水ポンプの形式及び動力

「イ」国で一般的に採用されている送水ポンプは、横型渦巻ポンプである。深井戸ポンプと同様、動力源として商用電力を利用することは一般的ではなく、ディーゼルエンジン駆動もしくはディーゼル発電機駆動を利用している。本プロジェクトでは、ディーゼルエンジン駆動が簡便で経済的であるため、基本的にディーゼルエンジン駆動を採用する。ただし、サイト A-03 Ozlat Al Jaradi については、既設動力が発電機であるため、本プロジェクトでも発電機を用いる。また、

深井戸ポンプと送水ポンプを同一機械室に設置する際に、深井戸ポンプがモーター式の場合には、両ポンプを運転できる容量のディーゼル発電機を設置して、コストの縮減を図る。

機械室

機械室は、今後、スペアパーツなどを交換する必要性が高い、深井戸ポンプ設備や送水ポンプ設備を収納する施設であるため、将来的な維持管理が容易なものとする。深井戸ポンプ設備を有する場合は、深井戸ポンプや深井戸自体に故障が起きた際、大型クレーン車やトラック搭載のさく井機による作業が必要となることから、基本的に深井戸を機械室内に収納せず、深井戸ピットとして分離し、機械室と隣接させる構造とする。

構 造：鉄筋コンクリート構造（壁についてはコンクリートブロックを使用）

配水池

配水池には、給水区域内の集落へ自然流下で配水するための配水用貯水槽としての役割と、高位に位置する配水池へポンプ送水するための送水用貯水槽としての役割がある。設計方針で記述したように、配水池容量としては給水区域内の給水量の12時間分とし、また送水調整容量としては送水量の2時間分を含めて、総容量を決定し、標準容量の中から適切なものを選択する。

構 造：鉄筋コンクリート構造

標準容量：25、40、50、75、100m³

また既設配水池の改修工事については、現在使用中のものは改修工事を行わずそのまま使用し、建設後放置されているものについては、内部防水の劣化等の恐れがあるため、内部防水工事、バルブ室取替え、外面塗装等を行い、持続的に使用できるように改修工事を行う。

配管

- 管種の選定

「イ」国地方給水で一般的に用いられる配管の管種は、亜鉛メッキ鋼管とビニール管である。とりわけ、「イ」国の地形的特長から、露出配管が可能な亜鉛メッキ鋼管が多く用いられている。一方、ビニール管は安価で施工性は良いが、埋設する必要があるため、使用可能地域が限られている。本プロジェクト対象サイトは、地勢の大半が埋設困難な硬岩の露頭で占められているため、亜鉛メッキ鋼管を採用する。また静水圧250m未満の場合は、BS1387 Mediumのネジ込み接続を基

本として採用するが、静水圧 250m以上 450m以下の場合は BS1387 Heavy のフランジ接続を採用する。

寸 法：長さ 6m

口 径：3/4、1、1 1/2、2、2 1/2、3、及び 4 インチより選定

仕 様：BS1387 Medium または Heavy

- ・ 管径の決定

「イ」国において配管の流量計算に用いられている公式は、ヘーゼン・ウィリアムズ式である。本プロジェクトに用いる配管の流量計算は、経済口径かつ適正圧で給水を行えるよう、呼径 2 インチ以下の場合はウエストン公式、呼径 2 1/2 インチ以上の場合はヘーゼン・ウィリアムズ公式として管径を決定する。

- ・ 揚水管

ポンプ吐出圧に対応した適正な管種を選定するとともに、管接続部はフランジ接続を採用する。

流 量：ポンプ吐出流量を用いる

- ・ 送水管

高低差が大きいところで使用されることもあり、管種を選定の際には高水圧に対応したものについても検討する。

流 量：ポンプ吐出流量を用いる

- ・ 配水管

管径は流量計算により決定し、各家庭への動水圧が 5~10m 程度確保できるようにする。また給水を伴う箇所における静水圧は 100m 未満となるよう留意するとともに、給水を伴わない箇所においても静水圧が 250m を超えないように適宜減圧施設を設置する。給水用の分岐については、配水管に適宜 T 字継手を設置するものとし、給水管の調達・施工については住民負担で工事を行うものとする。

流 量：時間最大給水量を用いる

- ・ その他

その他の配管設計に関する留意事項は以下のとおりである。

- ・ 管膨張対策

「イ」国の地勢は硬岩が地表に広く分布しているため、配管の大半が地表に露出する露出配管となる。また日中と夜間の気温差が激しく 20℃を超えることも珍しくないため、露出管は常時伸縮を繰り返し、極端な場合には配管の一部にひずみが集中し、破損事故を起こすことがある。配管の伸縮を吸収するためには、伸縮継手を使用する方法があるが、「イ」国においては一般的ではなく、主に直線的に配管を施工する際に配管に撓みを持たせることで対策を行っている。本プロジェクトにおいても配管伸縮による破損を防ぐため、同様の措置をとるものとする。
- ・ 管支持コンクリート

曲がり部に生じる不平均力への対策（基本的に 3 インチ以上）や、地形的変化（窪み、急傾斜地等）に対応するため、適宜配管支持用のコンクリートサポートを設ける。
- ・ ユニオン継手

配管布設後の漏水等の事故対策や維持管理を容易にするため、配管取り外し用のユニオン継手を約 50m 毎（パイプ 8 本毎）に設置する。
- ・ 埋設配管／架空配管

ほとんどの配管は露出配管となるが、道路横断やワジを横断する際には適宜埋設もしくは架空配管とする。

公共水栓

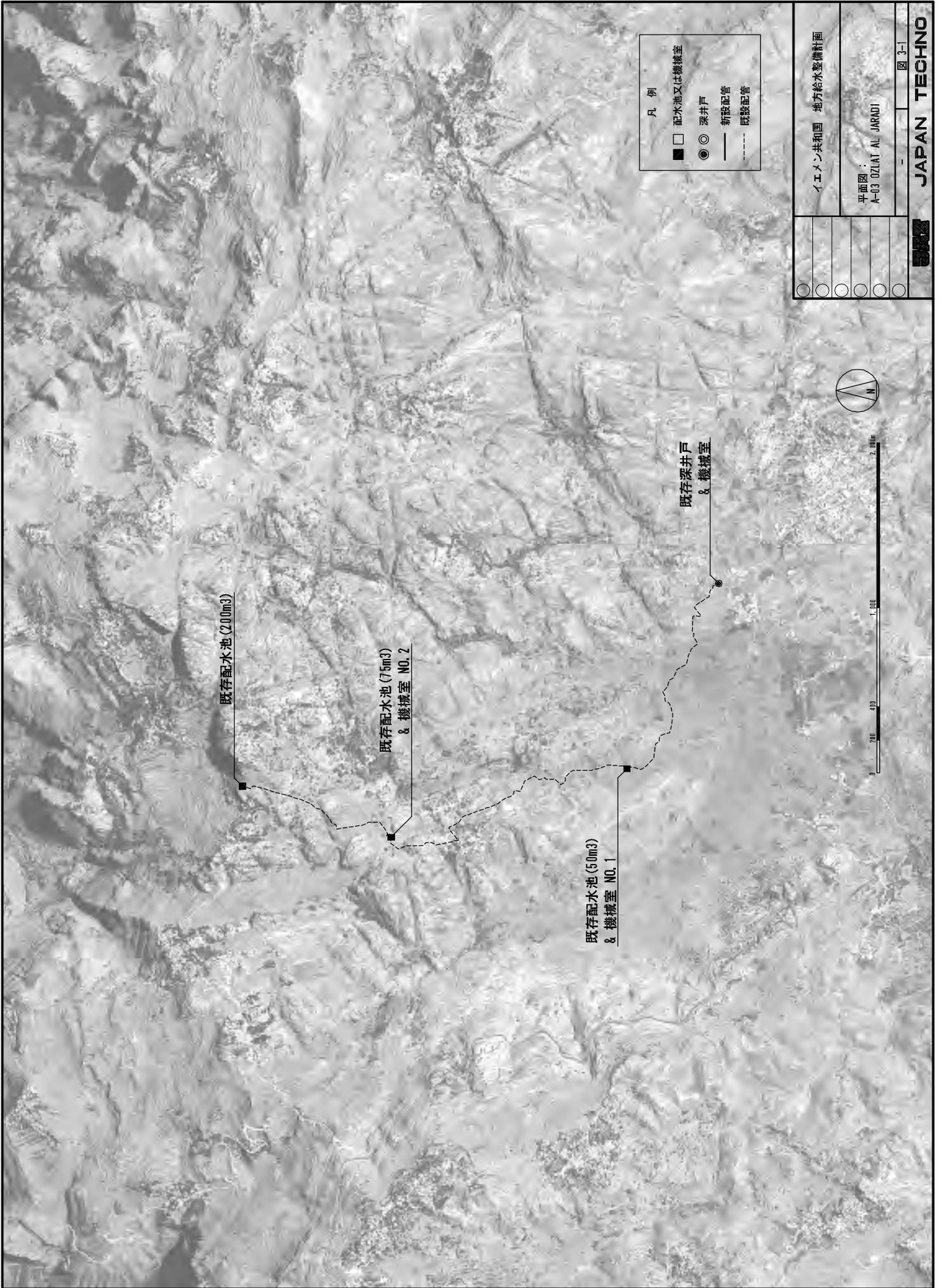
近年「イ」国では、地方給水は一般的に各戸給水となっており、多くの公共水栓の使用は、給水が開始してから、各戸給水が普及するまでの期間に限られている。しかしながら、モスクや学校など公共施設においては、継続的に公共水栓の使用が見込まれるとともに、各戸給水が普及するまでの給水拠点としての役割を担うことが可能であるため、これらの主要な公共施設に限り、公共水栓を設置することとする。また、「イ」国で一般的に採用されている公共水栓の形式は、2 栓型、4 栓型、6 栓型である。本プロジェクトで設置する公共水栓は、各公共施設専用の給水施設となるため、最小限度の施設として 2 栓型を採用する。

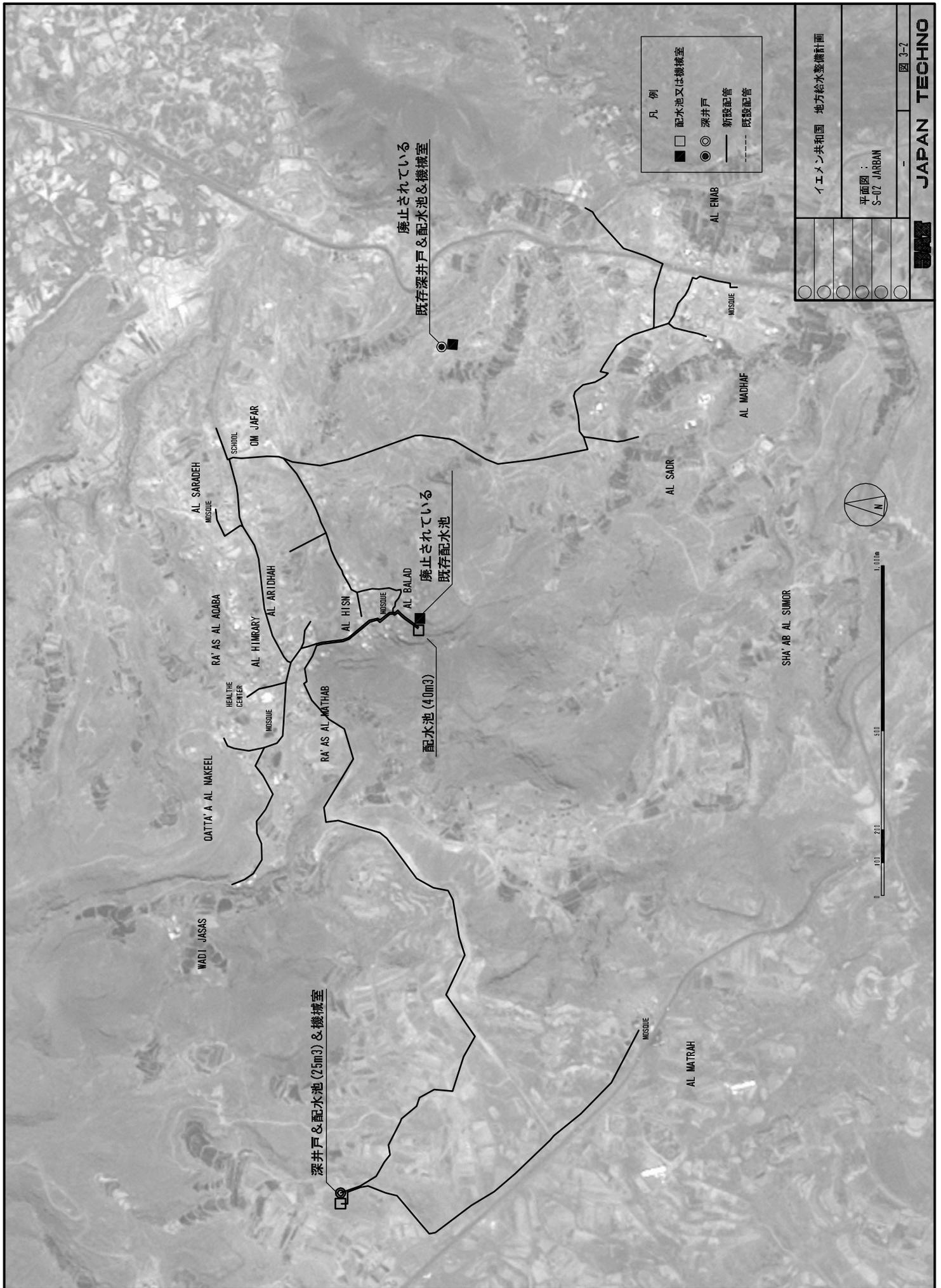
形 式：2 栓型
 構 造：鉄筋コンクリート構造

3-2-3 概略設計図

表 3-11 にプロジェクト対象 19 サイト 19 給水システムの給水施設内容を総括する。

図 3-1 から図 3-19 にプロジェクト対象 19 給水システムの配置図、図 3-20 から図 3-30 に各給水施設図、図 3-31 から図 3-49 に各給水システムフロー図を示す。





深井戸 & 配水池 (25m³) & 機械室

廃止されている
既存深井戸 & 配水池 & 機械室

廃止されている
既存配水池
配水池 (40m³)

凡 例

■	配水池又は機械室
◎	深井戸
—	新設配管
- - -	既設配管



イエメン共和国 地方給水整備計画

平面図：
S-07 JARBAN

図 3-2

JAPAN TECHNO