

第3章 プロジェクトの内容

3.1 プロジェクトの概要

「エ」国では都市人口が急増しているところから、上下水道をはじめとする都市住環境の改善・保全に係る事業の展開が急務とされている。実施中の第4次5ヵ年計画においても、上水道分野の開発は重要項目の一つである。

この状況下、ギザ市では、1987年に2000年を目標年次として策定されたギザ市上水道整備マスタープラン（以下、ギザ市上水道M/Pと称す）に基づき、衛生的な水を適切で十分な給水量・給水圧で給水することを目的とした上水道整備を行っている。策定されたM/Pの事業化については、日本国及び仏国の援助により、主要施設については着実に実現してきている。

しかし、計画地のギザ市ピラミッド北部地区は、水源であるインババ浄水場から最遠隔地にあることと近年の人口増加や開発が急激であることから、整備が追いつかず、現在ギザ市内で最も給水状態が劣悪な地域になっている。

計画地には、一部の未整備地域を除き、配水本管及び支管が布設されている。しかし、計画地は当浄水場から20～30km離れていることとギザ市の既設送配水管網の末端部に位置していることから、浄水は計画地到達以前に上流（ギザ市中心部）で消費され、計画地では所定の給水量・給水圧を確保することができない状況である。現在の給水圧は必要な給水圧 $2.0\text{kg}/\text{cm}^2$ に対し $0.5\sim 1.0\text{kg}/\text{cm}^2$ と非常に低く、給水量は目標の $240\text{リットル}/\text{人}\cdot\text{日}$ に対し $50\sim 100\text{リットル}/\text{人}\cdot\text{日}$ 程度と不足している。また、ピーク時には給水がストップする地域もある。

このため、上水道庁では、計画地内の給水量を補完するエルラメイヤ井戸給水場及びジョリービル井戸給水場を設けて計画地へ給水しているが、井戸の水は近年の過剰揚水による塩分濃度の上昇（稼働中の井戸の中には、全溶解性物質：TDS濃度が、WHOの上限値 $1,000\text{mg}/\text{L}$ を超えているものがある）が見られ、飲料水には適していない。

計画地の住民は、十分な給水量・給水圧により浄水の供給を受けることができないだけでなく、塩分濃度の高い井戸からの取水といった劣悪な環境下で生活することを余儀なくされ、給水車からの買水依存も見受けられる。

この中で本計画は、現在ギザ市内で最も給水状態が低レベルにあるギザ市ピラミッド北部地区の送配水設備を整備し、同地区の給水量を $50\sim 100\text{リットル}/\text{人}\cdot\text{日}$ から $240\text{リットル}/\text{人}\cdot\text{日}$ へ、給水圧を $0.5\sim 1.0\text{kg}/\text{cm}^2$ から $2.0\text{kg}/\text{cm}^2$ へ引き上げることを目標としている。

本計画は、上記目標を達成するために、インババ浄水場から計画地までの送水幹線(1,600mm x 約 27.72km) 布設、推進工事 (3 ヶ所)、水管橋建設 (2 ヶ所)、計画地内で浄水配水を行う配水場建設、及び配水管網未整備地域における配水管網 (約 38km) 整備を行うとともに、これらの施設の適切な運営・維持管理を実施することとしている。これにより、計画地の生活用水・飲料水不足及び水質の悪化した井戸水に起因する保健衛生・生活環境問題が解決することが期待されている。

この中において、協力対象事業は、「エ」国の技術力・財政力等で建設／調達が困難な、送水幹線布設 (1,600mm x 約 2.72km)、推進工事 (3 ヶ所)、水管橋建設 (2 ヶ所)、配水場建設、及び配水管網整備用管材 (配水本管用の異形管及び弁類のみ) の調達を行うものである。

3.2 協力対象事業の基本設計

3.2.1 設計方針

(1) 自然条件に対する方針

1) 気候条件

計画地は砂漠性乾燥気候に属し、降雨は年間 25mm と極めて少なく、3月から4月にかけて西方の砂漠からのハムシーンと呼ばれる砂塵を多量に含んだ季節風がある。一方、気温は年間平均で 21.8℃、最高気温は8月の 40℃、最低気温は2月の 3℃となっている。

本計画の上水道施設においては、冬季の凍結についての対応は必要なく、送水幹線布設では構造上の最低土かぶりが確保できればよい。ポンプ設備では保温工事が不要であり、配水池については、地上置き形式を取ることが可能である。一方、ポンプ設備及び電気設備については夏期の温度上昇に対する換気及び防塵対策を考慮する。

2) 地形・地質条件

計画地は、ナイルデルタの南端に当たり、計画されている配水場からの配水対象であるエラメイヤ及びピラミッドヒルズ住宅団地を除き、ほぼ水平な地形を成している。

地形の面では、送水幹線は圧力管路となるため、地形の起伏は問題とならない。

送水幹線ルートには、3箇所(運河・排水路)の横断箇所があるが、うち2本の横断部は水管橋を採用する必要がある。

また、5～10階建て建築物が多い管路の一般開削施工部分や掘削深が 10m 以上になる推進工法適用部は、シートパイル等の土留工を取り入れ、既設構造物への影響を抑える必要がある。

配水場の構造物の支持方式については、配水池は十分な支持力を持つ切土部に設置されることから、直接基礎方式を採用する。ポンプ場については、一部が盛土部にかかるため、十分な

支持力が期待できないので、土の置き換えを行うものとする。

3) 地震・風荷重

本計画の構造物の設計においては、日本の設計基準が国際的に見て体系的に整備され十分な数の実施例があり、信頼性が極めて高いこと、かつ、日本国の無償資金による事業で、関係者が精通していることから、これらの基準を採用する。しかし、設計荷重条件には地域特性があり、地震と風荷重については「エ」国の状況を考慮して設定する。なお、雪・砂塵荷重については考慮する必要はない。

「エ」国では、1992年の70年ぶりと言われる地震を契機に、地震対策を構造物設計に取り入れる機運が高まっている。本計画では、上水道庁が既設構造物に採用している数値と BHN（ベーシックヒューマンニーズ）に係わる公共構造物としての重要性を考慮し、以下の荷重条件を採用する。

- ① 地震係数：0.05
- ② 風荷重：150kgf/m²

(2) 社会条件に対する方針

前回協力での評価で明らかになっているように、これまでの上水道整備の対象となっている地域及び社会階層は、大都市圏の一般勤労者のための新興住宅街であり、計画対象が特定の住民に限定されることなく裨益効果が高い。また、計画実施の目的が給水改善であり、公衆衛生面で生活水準の向上に寄与し、社会的に評価されている。

本計画においても、前回協力と同様に新興住宅街で住宅密集地でありながら、配水設備が未整備であり安定した給水量・給水圧を受けることができないという地域の特殊性に配慮し、本計画の上水道整備計画を策定する。

また、本計画の送水幹線ルートには、2箇所の主要道路と1箇所の鉄道（隣接する運河含む）を横断する必要がある。これらは、「エ」国及び地域の物流の動脈として機能しており、交通を遮断することはできない。したがって、この3箇所は開削による一般施工法が採用できないため、交通を遮断する必要のない推進工法を採用する。

(3) 施工事情・資機材調達事情に対する方針

計画地のカイロ首都圏は、高い経済成長率のもとで多くの開発が進んでおり、道路整備・橋梁等の公共工事、地下鉄の建設、民間高層建築の工事が活発に行われている。その状況下、総合請負業、建設機械リース、生コン業者、杭打ち業者、運送業、人材供給業と全ての建設関連分野で多くの業者が育成されてきている。

建設工事関連業とともに、一般建設資機材は、品質に満足できるものが供給可能である。

上水道管材についても、1社が生産しており、口径1,000mmまでのダクタイル鋳鉄管は製造可能である。しかし、1,000mmを超える口径については日本国または第3国より輸入が必要である。異形管は、これまで鋳鉄管のみが製造可能であったが、製作会社が欧州からの技術移転を受け、数年前よりダクタイル鋳鉄管の生産を開始した。

推進工法に使用予定の鉄筋コンクリート管は、多くの納入実績がある会社は2社である。そのうちの1社は、仏国企業との合弁会社でその品質と納期管理には定評があり、日本の総合建設業者を含め外国の建設業者、現地大手建設業者が、鉄筋コンクリート管を含め、多くの同社製品を使用している。

しかし、建設活動が活発なため、本計画のように短期間に大量の労力と資機材を調達する事業の場合、供給量不足および納期遅れの発生も考えられる。したがって、現地の供給能力を考慮した調達計画を策定する。

(4) 現地業者の活用に対する方針

上記のように、現地には、実績のある建設業者や材料供給業者が多く存在しており、施工・供給可能な分野も広い。本計画での施設建設および設備機器設置工事は基本的に難易度の高い工事ではないため、一般建設作業と一般建設材料の調達は、現地業者を中心とした施工・調達計画を策定するものとする。

しかし、短期間に多岐にわたる工事を平行して遂行する必要があり、事業全体の総合的な施工計画立案、工程管理、資機材調達管理、品質管理が必要である。また、本計画で予定されているプレストレスト・コンクリートを使用した水密性の高い水槽工事や推進工法といった特殊な分野の技術力は十分ではない。したがって、工事の総合管理、一部の特殊工事や試運転調整のために、日本国から必要な技術者、技能工の派遣と必要資機材の現地運搬の計画を策定する。

現地調達が困難と考えられ、日本国または第3国からの輸入を考慮する必要がある資機材・技術の主要なものは以下の通りである。

- 送水幹線に使用するダクタイル鋳鉄管、水管橋等の材料
- プレストレスト・コンクリートのPC鋼線・鋼棒及び緊張機材と専門技術者
- 推進工法機材と専門技術者
- ポンプ機電設備と専門技術者

(5) 実施機関の維持管理能力に対する方針

1) ギザ市

本計画の実施機関はギザ市であるが、上水道整備計画の実施後の施設は上水道庁に移管され、事業運営及び維持管理が実施されることになる。したがって、ギザ市の維持管理能力は問題

とならないが、維持管理の基本となるのは、整備そのものの内容である。特に、ギザ市が自己資金で用意する配水管以降の各戸給水接続工事については、漏水事故の起こる確率も高いため、その材料仕様および工事仕様について詳細に確認を行うものとする。

2) 上水道庁 (GOGCWS)

本計画実施後の給配水施設の運営維持管理を行う上水道庁は、大カイロ首都圏の給水人口約16百万人に対し、日平均で約6.4百万 m^3 を配水し、組織的にその維持管理を行っている。計画地にもピラミッド配水センターという維持管理の組織が活動している。全体の有収率は未だ60%程度とかなり低く、様々な維持管理上の問題を抱えているが、近年のUSAIDによる経営改善・人材育成計画あるいは我が国のプロジェクト技術協力を含め、配水管材料のダクティル鑄鉄管への移行等、改善の意欲は高く、今後の改善が期待できる。

なお、我が国のプロジェクト技術協力である「エジプト水道技術訓練向上計画」は、1997年6月から開始され2002年5月まで実施される予定である。技術協力の内容は、浄水場運転・管理及び配水管網維持管理をテーマとして、我が国の長期専門家による中堅技術者の訓練・育成である。

(6) 施設・資機材の範囲、グレードの設定に対する方針

上記(1)から(5)の条件を考慮し、本計画の施設建設、調達資機材の範囲及び適用すべき技術水準は以下を基本方針とする。

1) 施設・資機材の範囲

ギザ市ピラミッド北部地域の4つの給水区域である砂漠道路沿線地域、キング・ファイサル通り北部(東側)、キング・ファイサル通り北部(西側)及びエルラメイア/ピラミッドヒルズ住宅団地の上水道整備を目的とし、整備の内容は以下の通りとする。

- ① レベニ排水路とキング・ファイサル通りとの交差点から配水場まで、約2.72kmの送水幹線(φ1,600mm)の建設。
- ② 各給水区域に配水するための配水池及び配水ポンプ設備の建設。
- ③ 送水幹線が鉄道及び主要道路を横断する3箇所での推進工事。
- ④ 送水幹線が運河及び排水路を横断する2箇所での水管橋の建設。
- ⑤ 配水管網整備用配水本管の資機材調達(異形管及び弁類)。

2) グレードの設定

① 送配水管材料

上水道庁は送配水管の材料として、各戸給水管を除き全てダクティル鑄鉄管を使用する方針

を打ち出し、現在、施工中の送配水管網工事に採用している。また、ギザ市においても、上水道庁の方針を受け既設の老朽管及び石綿管を、随時、ダクタイル鋳鉄管に布設替えしつつある。このような現状から、送配水管材料はダクタイル鋳鉄管とする。

② 配水ポンプ設備

配水場予定地が構造物の高さ制限を受け、高架水槽方式が採用できないこと、既設浄水場の送水ポンプの送水圧力が配水池で変動すること、給水区域での水消費量の日変化に対応する必要があること、地区の日平均配水量が計画目標年に向かって暫増して行くことから、本計画では配水流量の制御を行う必要がある。本計画では、配水場整備を行った前回協力の「ピラミッド南部地区上水道整備計画」と同様に、回転数を制御することで流量を調整できるポンプ設備を採用することとする。

回転数制御方式は、エネルギー損失が大きいポンプの台数制御とバルブ開閉方式と比較し、省エネにも寄与する。

(7) 工期に対する方針

本計画は、給水量・給水圧不足により適正に給水の行われていない計画地（ピラミッド北部地区）へ、1997年に増設が完了したインババ浄水場から送水を行い、同地域内に一時貯水機能を持たせた配水場を建設し、同地区内の給水量・給水圧の改善及び配水管網を完成させようというものである。

本計画の施設には、上水道庁が建設する送水幹線の布設計画（インババ浄水場からピラミッド北部地区に至る口径 1,600mm の送水幹線）が含まれている。そのため、当該送水幹線の布設工事工程及びギザ市が実施する配水管布設工事の工程を十分考慮し、本計画の工事工程を立てるものとする。

3.2.2 基本計画

3.2.2.1 全体計画

(1) 計画地の給水区域

計画地は、ギザ市の北西部に位置するピラミッド北部地区である（巻頭計画対象地域位置図参照）。

計画地は、ギザ市の上水供給源であるナイル川沿岸に位置する3つの浄水場から遠距離にあり、配水管網の西端に位置することから、給水量及び給水圧の不足が著しい地域である。このような状況を補うため、エルラメイア井戸及びジョリービル井戸により計画地に給水している。エルラメイア及びジョリービル井戸給水場からは、既設配水本管を使用して、大きく分けて4つの地域に配水している。計画地は、この既設配水本管による配水先に従って、巻頭計画対象地域位置図及び表3.2.2.1-1のように4つの給水区域に分けられる。

表 3.2.2.1-1 計画地の給水区域

給水区域	地域名	面積 (km ²)	既設配水幹線・本管 の口径 (mm)
第1給水区	砂漠道路沿線地域	4.7	300
第2給水区	キング・ファイナル通り北部（東側）	5.5	1000
第3給水区	キング・ファイナル通り北部（西側）	5.6	600
第4給水区	エルラメイア/ピラミッドヒルズ住宅団地	8.2	800
	合計	24.0	

(2) 計画地の人口

本計画立案時のギザ市の調査によれば、1999年の計画地の人口は40万人、2015年では72万人となっている。これらの設定値について、現地踏査、既存資料（ギザ市環境調査レポート[1998年]等）及び関係者からの情報により精査した。

1) 人口増加率の推定

1977年の航空写真をもとに作成された計画地の市街化地域図と2000年における市街化地域図を比較し、市街地面積の増加の割合から、まず1977年から2000年までの23年間の平均年人口増加率を算定する。

次に、上記の人口増加率に基づいて2001年から2010年までの増加率を推定する。図3.2.2.1-1に1977年の市街化地域図を、また図3.2.2.1-2に2000年の市街化地域図を示す。



注)
 ピンク部分が市街地
 を、緑色部分が農地ま
 たは空き地を示す。

図 3.2.2.1-1 1977 年当時の計画地域の市街化状況



図 3.2.2.1-2 2000 年における計画地域の市街化状況

1977 年の計画地の人口は、市街地面積に人口密度を乗じて算定する。人口密度は、コンサルタントによる現地のインタビュー調査、ギザ市の資料等から、計画地平均で 1 ha 当り 300 人と推定する。

1977 年の市街地面積は、図 3.2.2.1-1 より 310 ha と算定される。一方、2000 年における市街地面積は図 3.2.2.1-2 より 1,304 ha と算定される。

ギザ市における住宅様式は平均的に 3～5 階建ての集合住宅であり、1977 年と 2000 年では急激な変化はないと判断されることから、1 ha 当りの人口密度は 300 人で一定とする。

1977 年と 2000 年における計画地の人口は、表 3.2.2.1-2 のように算定される。

表 3.2.2.1-2 1977 年と 2000 年における計画地の人口

年	市街化地域面積 (ha)	人口密度 (人/ha)	人口 (人)
1977 年	310	300	93,000
2000 年	1,304	300	391,200

したがって、1977 年から 2000 年までの 23 年間の年人口増加率 R は、以下の式により算定され、6.4%となる。

$$[1977 \text{ 年の人口}] \times (1 + R)^{23} = [2000 \text{ 年の人口}]$$

計画地はギザ市の西側にあり、人口がほぼ飽和状態に達しているギザ市のナイル川沿いの東部地域と比較し、まだ居住の余地があることから、今後もギザ市全域の人口増加率より比較的高い値を維持するものと想定される。

したがって、2001 年から 2010 年までの計画地（住宅団地で入居計画のある第 4 給水区域及び現在、人口が飽和状態にある地域は除く）の年人口増加率は、近年のギザ市全域の人口増加率が 3%程度であることから、4%と推定する。

また、この人口増加率から推定すると、2011 年以降は人口が飽和状態に近づくことから、増加率を徐々に小さくし、2011 年から 2015 年での人口増加率を 3.0~1.0%に漸減させる。

2) 計画人口

以上の検討結果から、計画地のそれぞれの給水区域における人口推定に関する条件をまとめると、表 3.2.2.1-3 のとおりである。

表 3.2.2.1-3 計画地の人口推定条件

給水区域	地域名	人口密度 (人/ha)	年人口増加率 (%)
第 1 給水区域	砂漠道路沿線地域	100	2010 年まで 4.0 2011 年以降 2015 年まで 3.0~1.0 に漸減
第 2 給水区域	キング・ファイナル通り北部 (東側)	1,000 (道路沿線)	道路沿線はほぼ飽和状態 にあることから、1.0 とす る。
		300 (道路北側)	第 1 給水区域と同じ
第 3 給水区域	キング・ファイナル通り北部 (西側)	300	第 1 給水区域と同じ
第 4 給水区域	エルメミア/ピラミッド・ヒルズ住宅 団地	エルメミア団地は、2007 年までに入居完了 ピラミッド・ヒルズ団地は、2012 年までに入居完了	

上記の条件をもとに、推定した結果を表 3.2.2.1-4 に示す。推定値は、本計画立案時のギザ市調査の値とほぼ同様であり、本基本設計調査では、同表に示す推定値を計画人口として採用する。

表 3.2.2.1-4 計画地人口の推移（人）

給水区域	2000 年	2003 年	2008 年	2010 年 (目標年次)	2015 年
第 1 給水区域	21,200	23,800	28,900	31,300	34,900
第 2 給水区域	235,400	248,200	271,900	282,300	302,400
第 3 給水区域	100,800	113,400	138,000	149,200	166,300
第 4 給水区域	33,800	76,300	183,800	222,000	242,000
合 計	391,200	461,600	622,600	684,800	745,600

また、上記の人口推移をグラフで示すと、図 3.2.2.1-3 のとおりである。

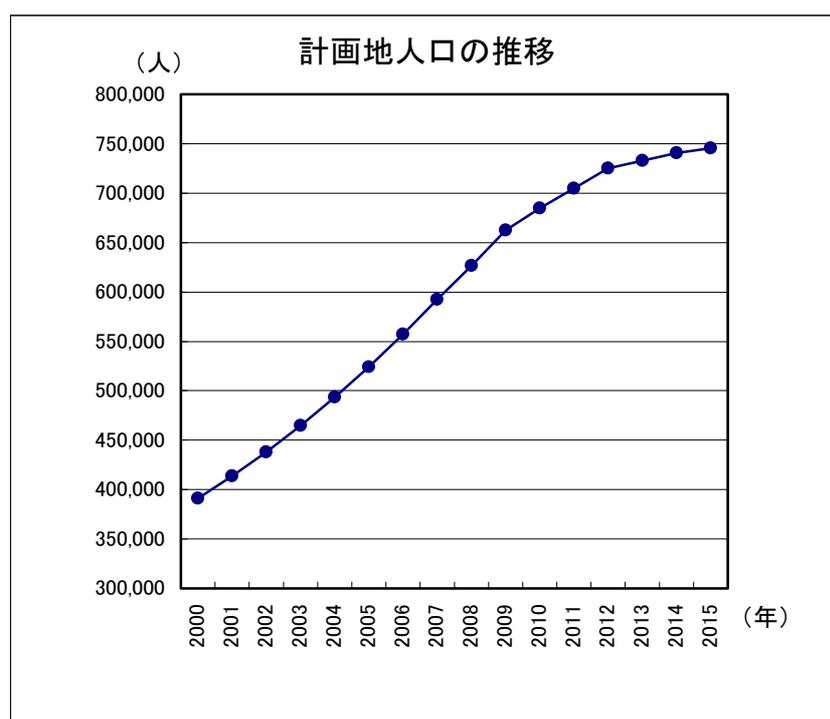


図 3.2.2.1-3 計画地の人口推移の様子

(3) 計画地の水需要量

上水道庁は、本計画地の 2010 年における 1 人 1 日最大給水量を 240 ℓ/人・日と設定している。この設定値は、エジプトの上水道分野における給水量目標である 269 ℓ/人・日に近い値であること、ギザ市上水道マスタープランにおける 2000 年のギザ市全体の給水目標が 236 ℓ/人・日であること、さらに、本計画地が前回協力（ピラミッド南部地区上水道整備計画）

地域より中・高所得者層が多い地域であり、給水量については同地域の210ℓ/人・日より高いと推定されることから、240ℓ/人・日は妥当な値と判断される。

したがって、本計画では240ℓ/人・日を採用することとする。この給水原単位を用いて、前述した目標年次の人口により水需要量を推計すると表3.2.2.1-5のとおりとなる。

表 3.2.2.1-5 計画地の水需要量の推移 (m³/日)

給水区域	2000年	2003年	2008年	2010年	2015年
第1給水区域	5,090	5,720	6,950	7,520	8,380
第2給水区域	56,500	59,570	65,250	67,760	72,580
第3給水区域	24,200	27,220	33,110	35,810	39,920
第4給水区域	8,120	18,320	44,120	53,280	58,080
合計	93,910	110,830	149,430	164,370	178,960

(4) 計画地への浄水・配水能力

1) 浄水場の浄水・配水能力及び実績

現在及び将来の浄水場の設計給水量を表3.2.2.1-6に示す。現在の合計設計給水量は、127万m³/日であるが、上水道庁は、2010年以降にインババ及び南ギザ浄水場においてそれぞれ20万m³/日の拡張を行う計画をもっている。

また、配水実績及び配水能力を表3.2.2.1-7に示す。

表 3.2.2.1-6 ギザ市浄水場の設計給水量 (m³/日)

浄水場	2000年 (現在)	2001～2010年	2011年以降
インババ	700,000	700,000	900,000
ギザ	150,000	150,000	150,000
南ギザ	420,000	420,000	620,000
合計	1,270,000	1,270,000	1,670,000

(注) 井戸給水場からの給水量(約47,000m³/日)は、含まれていない。

表 3.2.2.1-7 ギザ市浄水場の配水能力 (m³/日)

	インババ浄水場	ギザ浄水場	南ギザ浄水場	ギザ市計
一日平均配水量	600,300	158,100	410,300	1,168,700
年間配水量 (m ³ /年)	219,102,000	57,700,000	149,770,000	426,572,000
設計配水量	700,000	150,000	420,000	1,270,000
最大可能配水量	840,000	180,000	500,000	1,520,000

2) 井戸給水場の配水能力と水質

計画地の給水量・給水圧不足を補うため、エルラメシア井戸及びジョリービル井戸が計画地へ給水している。両井戸の配水能力と代表的な水質（2000年3月測定）は、表3.2.2.1-8及び表3.2.2.1-9のとおりである。

表 3.2.2.1-8 井戸給水場の配水能力

井戸給水場	主要給水先	給水量 (m ³ /日)
エルラメシア井戸	第1給水区域 (砂漠道路沿線地域) 第4給水区域 (エルラメシア/ピラミッドヒルズ住宅団地)	32,400
ジョリービル井戸	第2及び第3給水区域 (キング・ファイナル通り北部 東側及び西側)	14,400
合計		46,800

表 3.2.2.1-9 井戸の水質

項目	エジプト 飲料水規準 (mg/L)	エルラメシア井戸		ジョリービル井戸
		稼働井戸 (9ヶ所)	廃棄井戸 (8ヶ所)	稼働井戸 (7ヶ所)
TDS	1,200 以下	534~1,750	802~1,706	650~968
塩化物	500 以下	90~660	260~650	90~190
硬度	500 以下	300~620	336~610	340~440

井戸は、通常 TDS が 1,000mg/L (WHO の上限値) を超えるか、または井戸が枯れた場合に廃棄されているが、現在稼働中の井戸には給水量確保の必要性から 1,750mg/L と飲料水規準を超えているにもかかわらず、稼働しているものもある。また、大腸菌が検出された井戸があり、下水等により汚染されている可能性がある。

3) 計画対象地域への送水能力

目標年次 2010 年における必要配水量は約 164,400m³/日、水源であるインババ浄水場の送水量は最大で 840,000m³/日である。上水道庁は、本計画地への送水を最優先する方針であり、配水量の確保について問題はない。一方、本計画地への必要配水量を除いた本計画地以外の地域への配水量は、840,000 - 164,400 = 675,600m³/日であるが、現在のインババ浄水場からギザ市北部及び中心部への1日平均送配水量は 600,300m³/日であることから、2010年までは現在の配水能力でほぼ問題はない。

(5) 全体施設配置計画

本計画は、給水量・給水圧不足により適正に給水の行われていない本計画地へ、1997年に増設が完了したインババ浄水場から送水を行ない、同地域内に配水量の時間変動の調整と異常

時における給水への影響緩和を目的とした配水池と安定した水量・水圧で配水するための配水ポンプ場を建設し、同地区内の給水量・給水圧の改善及び配水管網を完成させようというものである。インババ浄水場拡張事業の目的の一つに、本計画地への送水がある。

本計画には、以下の施設整備が必要である。（基本設計図 GPN-GN-01 参照）

- ① インババ浄水場から計画地（配水池）までの送水幹線。
- ② 配水量の時間変動の調整と異常時における給水への影響緩和を目的とした配水池。
- ③ 安定した水量・水圧で配水するための配水ポンプ場。
- ④ 計画地へ安定した給水を行うための配水管網

(6) 設計条件

本計画設備の規模及び仕様の決定にあたり、上述の諸条件を検討した結果、以下の設計条件を設定する。

1) 計画地（対象給水区域）の面積及び標高

計画地（対象給水区域）の面積及び標高は、表 3.2.2.1-10 のとおりである。

表 3.2.2.1-10 計画地の面積と標高

区 域	位 置	面 積	標 高
第1給水区域	砂漠道路沿線地域	4.7 km ²	AD+65m（区域北端）
第2給水区域	キング・ファイナル通り北部（東側）	5.5 km ²	AD+20m
第3給水区域	キング・ファイナル通り北部（西側）	5.6 km ²	AD+20m
第4給水区域	エルメイア/ヒラミット/ヒルス住宅団地	8.2 km ²	AD+89m（既設配水池）
合計		24.0 km ²	

備考： ・AD:アレキサンドリア港標準水位(Alexandria Datum Level)
 ・インババ浄水場：AD+19m
 ・配水場計画地：AD+27.5m

2) 計画時間最大給水量の時間係数

ギザ市上水道 M/P では 2000 年でのギザ市の配水量の時間負荷変動率はピーク時 1.3、オフピーク時 0.7 として計画されている。

本計画地の各時間の配水量データはないが、上水道庁が近隣地域で調査した結果は、表 3.2.2.1-11 のとおりであり、最大の時間負荷変動率（ピーク時）は 1.24 である。

表 3.2.2.1-11 計画地付近の配水量時間負荷変動率

	夏期	冬期	ラマダン時
ピーク時	1.12	1.11	1.24
オフピーク時	0.85	0.91	0.94

(出所：上水道庁)

時間負荷変動率は、給水状況の改善に伴い増加することが考えられるので、本計画では、ギザ市上水道 M/P の時間負荷変動率を採用することとし、時間係数（時間負荷変動率：時間最大配水量の時間平均配水量に対する比率）を 1.3 と設定する。

3) 計画目標年次：2010 年

4) 計画一人一日最大給水量：240 リットル/人・日

5) 計画一日最大給水量：164,370m³/日

6) 計画配水池容量

計画配水池容量は、計画一日最大給水量の 5～6 時間分とし、30,000m³とする。

7) 気象・自然条件

- ① 平均気温（日影） 22℃
- ② 夏期最高気温（日影） 45℃
- ③ 最低相対湿度 40%
- ④ 平均湿度（夏期） 60%
- ⑤ 平均湿度（冬期） 65%

8) 適用規格

- ⑥ 機械・電気設備：日本工業規格（JIS）及び関連日本規格
- ⑦ 土木・建築設計：日本工業規格（JIS）及び関連日本規格
- ⑧ 現地資機材：「エ」国規格・規準

(7) 基本システム構成

前述の諸条件を考慮した本計画の基本システム構成は、基本設計図 GPN-GN-02 に示すとおりである。

3.2.2.2 送水幹線計画

送水幹線の基本計画は、前述〔3.2.1〕した設計方針に基づき、上水道庁が計画中的の上水道整備計画との整合を図るとともに、現地調査結果を考慮して策定する。

本計画における送・配水システムの概念は図3.2.2.2-1 に示すとおりである。

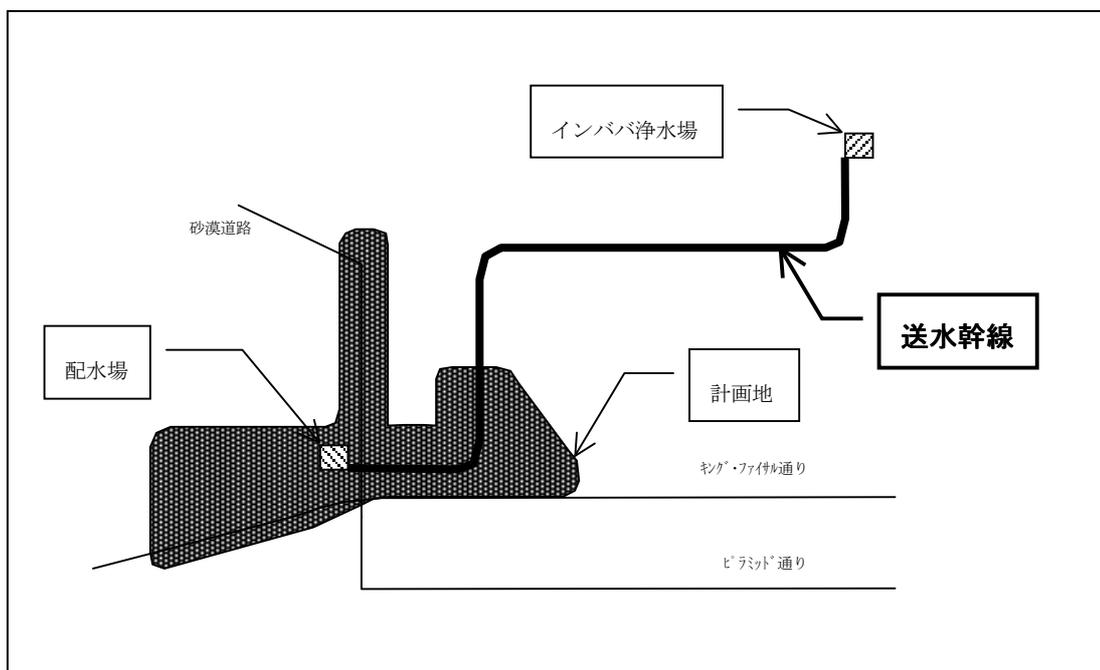


図 3.2.2.2-1 本計画の送・配水システム概念図

本計画の送水幹線の基本計画フローは、図3.2.2.2-2 に示すとおりである。

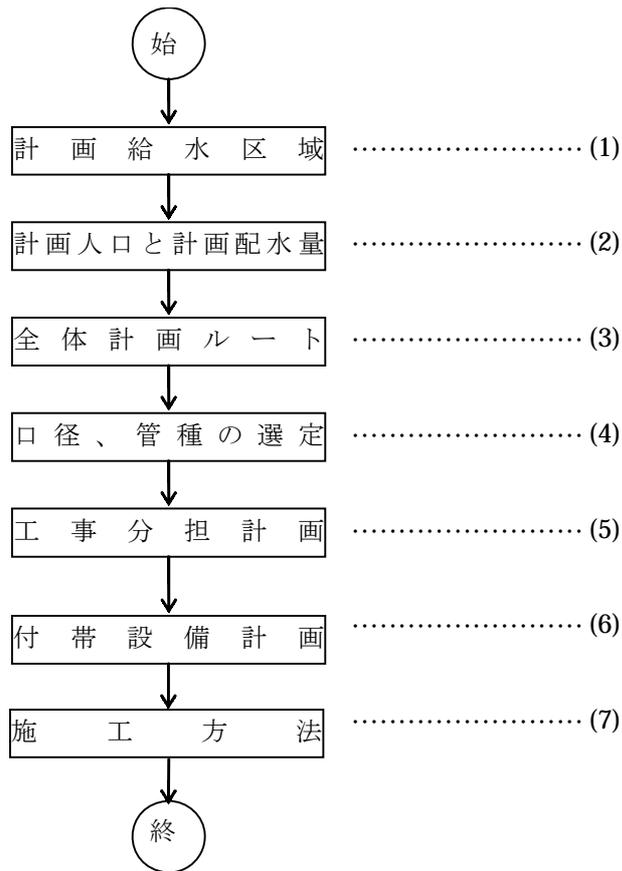


図 3.2.2.2-2 本計画送水幹線の基本計画フロー

図 3.2.2.2-2 の(1)～(7)について以下に詳述する。

(1) 計画給水区域

本計画の送水幹線の計画給水区域は、巻頭図に示す計画対象地域 (24km²) とする。同給水区域は、表 3.2.2.1-1 に示すように、さらに砂漠道路沿線地域 (第 1 給水区域)、キング・ファイサル通り北部 (東側) (第 2 給水区域)、キング・ファイサル通り北部 (西側) (第 3 給水区域)、及びエルラメイア/ピラミッドヒルズ住宅団地 (第 4 給水区域) に分かれる。

(2) 計画人口と計画配水量

計画人口及び計画配水量は前述 [2-2-1 参照] したように、以下のとおりとする。

- 計画人口 : 684,800 人 (2010 年)
- 計画配水量 : 計画一日最大給水量 (164,370m³/日、2010 年)

(3) 全体計画ルート

1) ルート計画

本計画地は、ギザ市の南西部に位置しており、ギザ市の上水供給源である3箇所の浄水場から最も遠くに位置する。計画地へは既設配水幹線が布設されているが、同配水幹線は計画地へ配水を行うための容量が不足している上、ギザ市の中心部を経由しており、上流部のギザ市中心部で大部分の水が消費されることから、計画地において所定の給水量・給水圧を確保することができない。したがって、計画地への新たな独立した送水幹線を布設する必要がある。

新たな送水幹線は、計画地への給水源となるインババ浄水場から本計画の配水場までの建設が必要であり、そのルートとしては、大きく分けて以下の3つが考えられる。(図 3.2.2.2-3 参照)

- ① ルートー1： ギザ市の北東から南西方向に位置する大カイロ環状道路の下に布設する。これは、計画地への最短ルートとなる。(全長約 14km)
- ② ルートー2： インババ浄水場からナイル川沿いまたはゾモール運河沿いにキング・ファイサル通りまで南下し、キング・ファイサル通りに沿って配水場まで布設する。これは、①より約 7km 長い、③より約 5km 短い。(全長約 21km)
- ③ ルートー3： インババ浄水場からゾモール運河沿いに南下するが、キング・ファイサル通り周辺の都市部に到達する前に西へ進路をとり、農村部を抜けてマリオティア排水路沿いに再びキング・ファイサル通りまで南下する。その後、キング・ファイサル通りに沿って配水場まで布設する。(全長約 26km)

それぞれのルートの特徴は、以下のとおりであり、施工延長は最も長い、工事認可の取得可能性及び施工性や工期の面からルートー3を採用することとする。

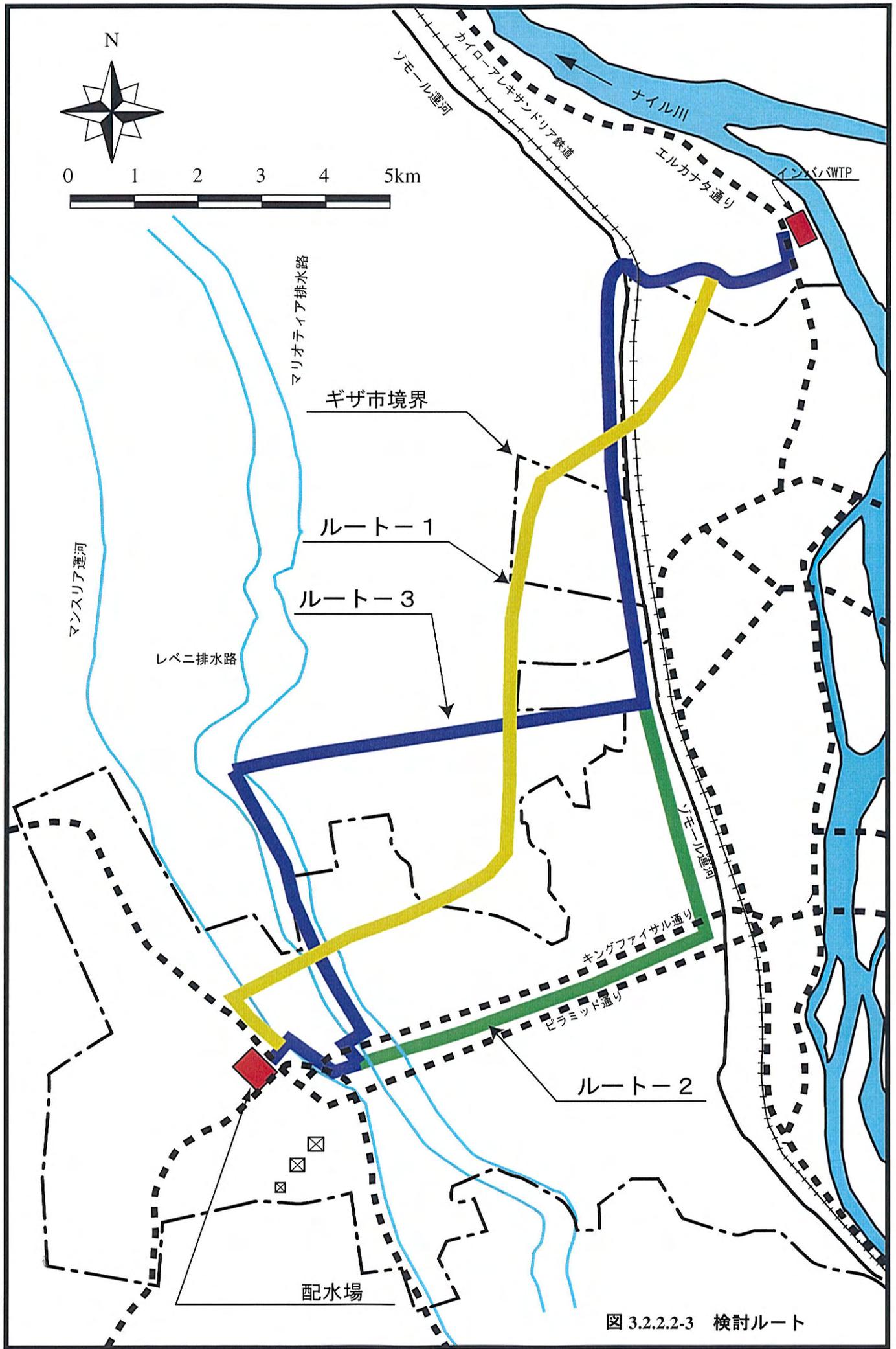


図 3.2.2.2-3 検討ルート

表 3.2.2.2-1 検討ルートの特徴

ルート	特徴
ルートー1	最も短距離になり工費の点では最も有利であるが、大カイロ環状道路の大部分は盛土で建設されており、その盛土下に上下水道のような水を扱う管路を布設することは許されていない。したがって、本ルートを採用することは難しい。
ルートー2	ルートー3より短距離になるが、ギザ市の中心部に布設が必要である。中心部は既設埋設物の量と交通量から、新たな大口径管の長距離にわたる埋設は極めて困難である。ルートー3より5km程度短距離ではあるが、施工性・工期等の面で劣る。
ルートー3	最も長距離であるが、ルートの90%は農村部であり、ルートー3より施工性に勝る。既設埋設物や交通量が多く施工が難しいキング・ファイサル通りにおける施工距離も約2.72kmと最小限に抑えられる。

2) ルートの現況と留意事項

計画ルート（ルートー3）の現況と計画及び施工上の留意事項は以下のとおりである。

- ① 本計画送水幹線の始点は、インバシ浄水場内になる。既設の送水ポンプからの流出管に接続する。
- ② インバシ浄水場から出たところで、ギザからナイル川に沿って北上する主要幹線道路のエルカナタ通りを横断する。交通遮断は許されないため、推進工法等の適用が必要である。
- ③ エルカナタ通りをナイル川に沿って南下するように約500m布設する。道路幅員は18m以上と広いため、道路端での開削工法による布設が可能である。
- ④ その後、ゾモール運河方向にルートをとる、農村部の道路に布設を行う。交通量が少なく、開削工法が可能である。
- ⑤ カイロアレキサンドリア間の鉄道及び並走するゾモール運河を横断する。鉄道交通の遮断は不可能なため、推進工法を適用して布設する必要がある。
- ⑥ ゾモール運河に沿って約8.5km南下する。一部に交通が混雑する箇所があるが、夜間施工や交通整理等の対策をとることにより、開削工法による布設は可能である。
- ⑦ キング・ファイサル通り周辺の都市部への進入前に、西方（マリオティア排水路方向）にルートをとる。引き続き農村部での布設になり、開削工法が可能である。
- ⑧ ギザ市で最大のマリオティア排水路を横断する。水管橋を適用した横断が必要である。
- ⑨ マリオティア排水路沿いに約4.5km南下する。キング・ファイサル通り付近では、比較的交通量が増すが、既設埋設物は少なく、開削工法による施工は困難ではない。
- ⑩ 要請時、キング・ファイサル通りに到達した後、キング・ファイサル通りにてレベニ排水路（2001年6月に埋め立てられ、現在道路となっている）を横断する計画であった。しかし、キング・ファイサル通りは既設埋設物が多く、予定地では、それら多くの埋設物が当排水路を横断しており、新規に大口径管を横断させることは困難である。したがって、キング・ファイサル通りの200m北側でレベニ排水路を横断することとする。
- ⑪ ギザ市内の幹線道路であるキングファイサル通り沿いに送水幹線を布設する。道路を横断しないため、道路端での開削工法適用は可能である。しかし、交通量は非常に多く、また

既設埋設物が多いことから伏せ越し等の複雑な工事が必要である。なお、当区間の工事は、24:00～6:00の夜間施工をとる必要がある。

- ⑫ 送水幹線が配水場に到達する手前で、マンスリア運河を横断する。これには、水管橋を適用する必要がある。
- ⑬ 配水場は、カイローアレキサンドリア間の主要幹線道路の砂漠道路沿いに位置しており、配水場到達前に約 500m の砂漠道路端での開削工事及び砂漠道路横断工事を必要とする。開削工事は、キング・ファイサル通り同様に夜間施工を適用する必要がある。また、横断工事は、交通遮断が許されないため、推進工法の適用が必要である。

(4) 口径、管種の選定

1) 口径決定の条件

送水幹線の口径は、以下の条件を考慮して決定する。

- 計画送水量 164,400m³/日 (2010 年) の送水能力をもつこと。
- インババ浄水場の送水ポンプの揚程は、最小値である 40m とする。
- 送水ポンプと配水池の高低差を考慮する。
- 配水池の最高水位 (HWL) は、後述するとおり[2-2-3 参照]、11m であることから、送水幹線の配水場入口での有効水頭は 11m 以上確保すること。

2) 水理解析による口径の検討結果

送水幹線の口径については、計画給水量を配水場に送水するための管内平均流速が、標準値である 1.0～1.5m/s の範囲で、送水幹線末端である配水場での残存水頭が配水池の高水位 (HWL) 以上になることを考慮して検討を行う。

計画給水量と標準的な管内平均流速から、口径としては 1,600mm、1,500mm 及び 1,400mm の 3 ケースが考えられる。それぞれの口径について水理解析を行う。

配水池での残存水頭は、表 3.2.2.2-2 のとおりである。また、水理解析による検討結果を図 3.2.2.2-4～3.2.2.2-6 に示す。

表 3.2.2.2-2 配水池での残存水頭

口径 (mm)	配水池での残存水頭 (m)	配水池の高水位 (m)	差 (m)
1,600	15.04	11.0	+4.04
1,500	8.98	11.0	-2.02
1,400	0.01	11.0	-10.99

上表のように、配水池の高水位を上回り、配水池に常時送水可能な送水幹線の口径は1,600mmであることから、送水幹線の口径としては1,600mmが妥当である。

3) 管種

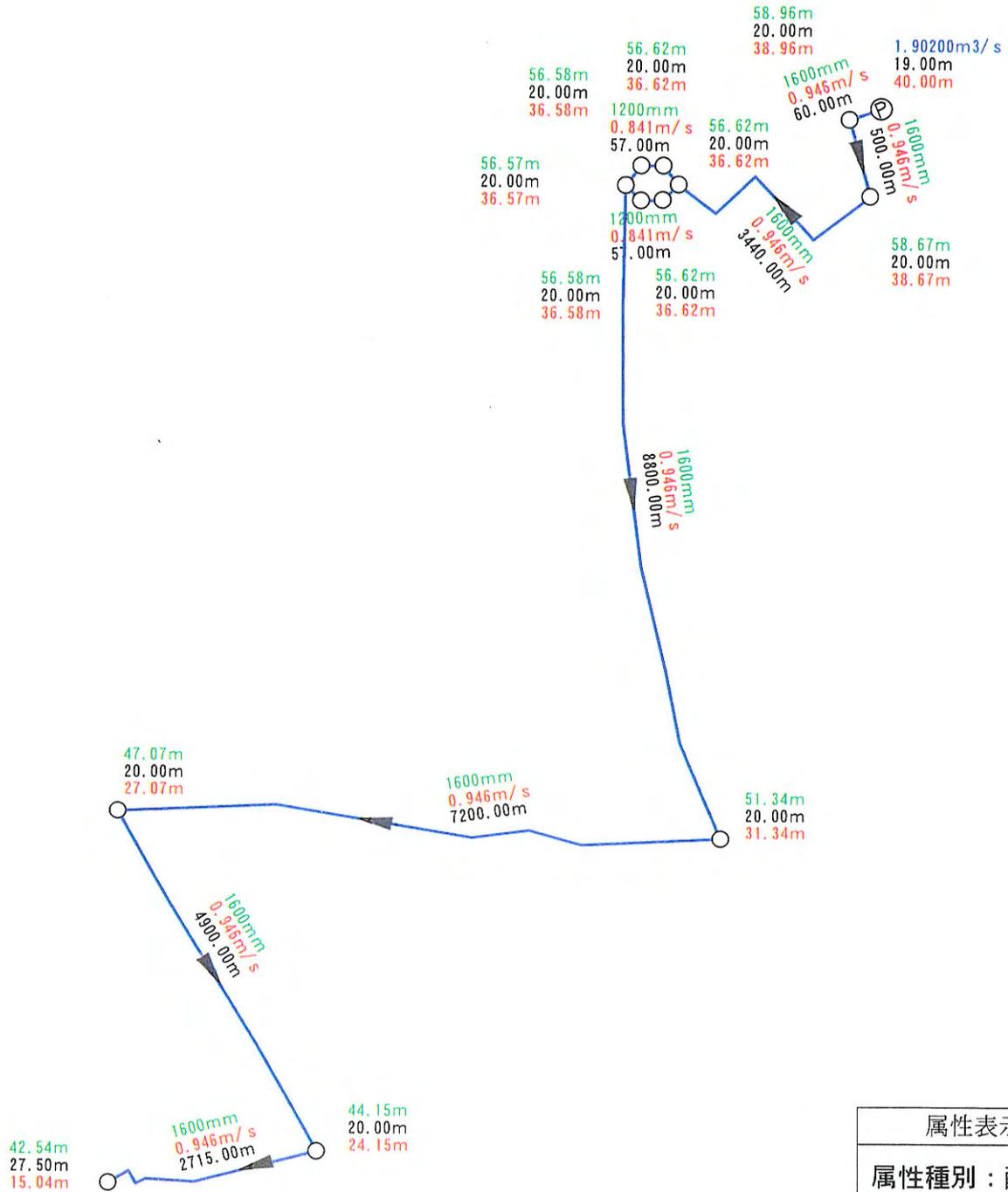
管種としては、ダクタイル鋳鉄管、鋼管、PVC管等が考えられる。一方、エジプトでは近年、中小口径（100mm～600mm）から大口径（800mm～1,600mm）の水道管については、ダクタイル鋳鉄管が採用されている。また、既存の1,600mmの送配水幹線についてもダクタイル鋳鉄管が使用されている。表3.2.2.2-3のダクタイル鋳鉄管と鋼管の特性比較表に示すように、多くの点でダクタイル鋳鉄管の方が鋼管と比較して有利であり、上水道庁が維持管理を実施する上でも有利なダクタイル鋳鉄管を採用する。

表 3.2.2.2-3 ダクタイル鋳鉄管と鋼管の特性比較表

特 性	ダクタイル鋳鉄管	評価	鋼 管	評価
安全 ・耐外圧性	・同一荷重条件下では、たわみ変形が少ない。	○	・延性が大きくたわみ易いため、変形しやすい。	×
施工 ・溝掘削 ・管の接合	・プッシュオンの T 形継手では、小さな会所堀でよい。 ・簡単な工具で短時間に接合可能で、湧水や気象条件に左右されず、計画どおりに作業できる。	○ ○	・継手部には、溶接作業用の大きな会所堀が必要となる。 ・溶接接合と X 線検査は、時間を要し、高度な技能を必要とする。また湧水や気象条件に左右される。	× ×
品質 ・耐食性 ・内面防食 ・耐電食性 ・耐用年数	・鋳鉄特有の耐食性がある。 ・セメントライニングが施されアルカリ防食効果により優れた防食性能を有する。 ・継手部は、ゴム輪によって絶縁される。 ・40年と長い（LCCが小さい）。	○ ○ ○ ○	・ダクタイル管より耐食性に劣る。 ・防食塗装を施すが、溶接部の現場内面塗装は、完全な施工が難しい。 ・溶接継ぎ手により一体化されるため電食が生じ易い。 ・25年と短い（LCCが大きい）	× × × ×
地域特性と作業環境	・交通量が多く夜間の限定された作業に対し、順応性が高い。	○	・狭い溶接箇所にも多人数の溶接工を投入するにも限度があり、目視のしづらい夜間に掘削、配管布設、溶接、埋め戻し、復旧を6時間で行うのは難しい。 ・溶接箇所は、内外面塗装が必要であるが、外面塗装の養生を待っての当日埋め戻しが不可能となる。	× ×
工事費	・鋼管より8%程度高い。	×	・ダクタイル管より8%程度安い。	○
総合評価	○		×	

注) LCC：ライフサイクルコスト

送水幹線 口径1600mm

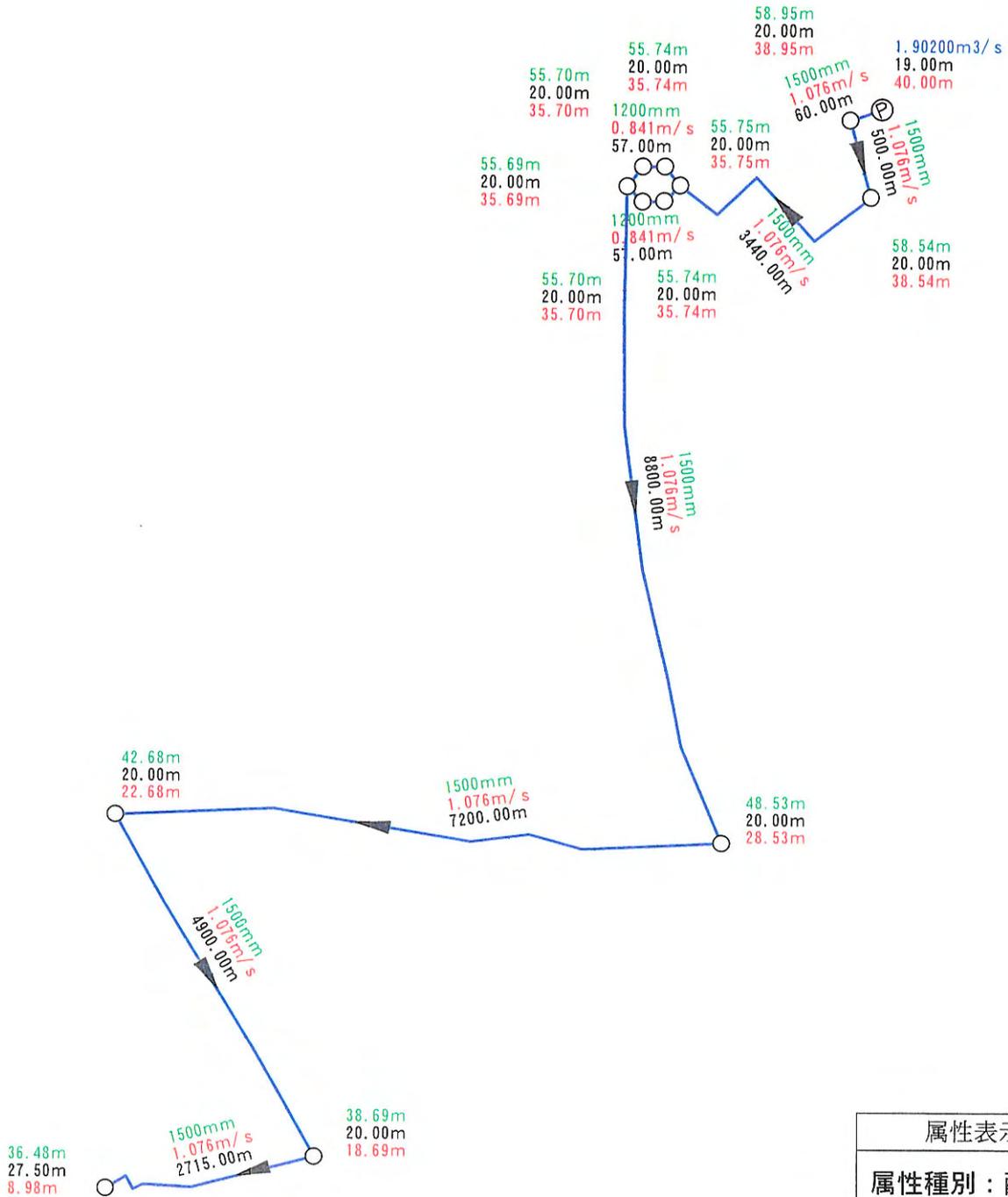


属性表示凡例

- 属性種別：配水管
- 口径 [mm]
- 流速 [m/s]
- 管路長 [m]
- 属性種別：交点
- 動水位(出力) [m]
- 地盤高 [m]
- 有効水頭 [m]
- 属性種別：ポンプ
- 流量(出力) [m³/s]
- 地盤高 [m]
- 全揚呈(出力) [m]

図 3.2.2.2-4 送水幹線の水理解析結果 (口径 1,600mm)

送水幹線 口径1500mm

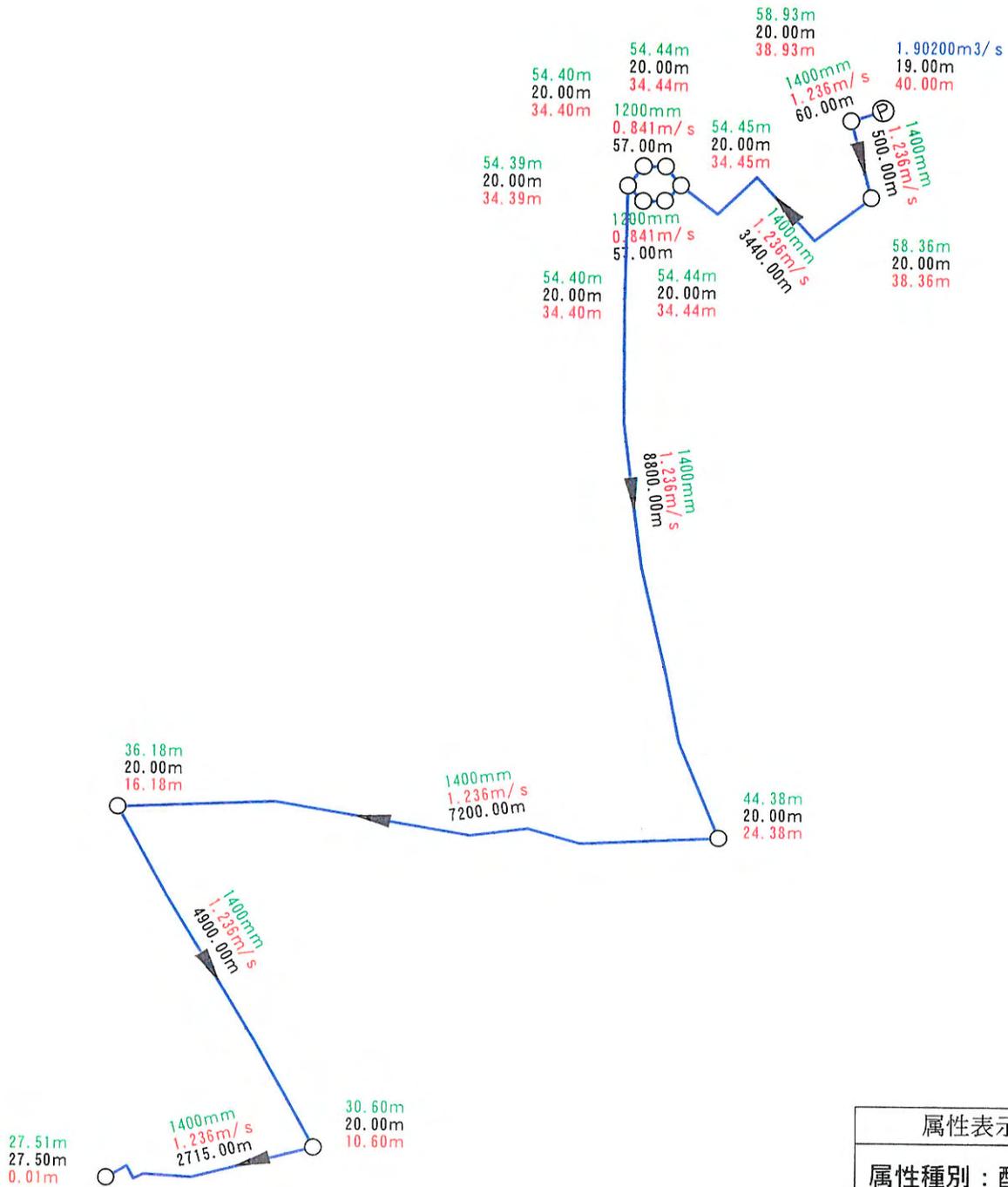


属性表示凡例

- 属性種別：配水管
- 口径 [mm]
- 流速 [m/s]
- 管路長 [m]
- 属性種別：交点
- 動水位(出力) [m]
- 地盤高 [m]
- 有効水頭 [m]
- 属性種別：ポンプ
- 流量(出力) [m³/s]
- 地盤高 [m]
- 全揚呈(出力) [m]

図 3.2.2.2-5 送水幹線の水理解析結果 (口径 1,500mm)

送水幹線 口径1400mm



属性表示凡例

- 属性種別：配水管
- 口径 [mm]
- 流速 [m/s]
- 管路長 [m]
- 属性種別：交点
- 動水位(出力) [m]
- 地盤高 [m]
- 有効水頭 [m]
- 属性種別：ポンプ
- 流量(出力) [m³/s]
- 地盤高 [m]
- 全揚呈(出力) [m]

図 3.2.2.2-6 送水幹線の水理解析結果 (口径 1,400mm)

(5) 工事分担計画

本送水幹線計画ルート中、技術的に難工事となる箇所は以下のとおりである。

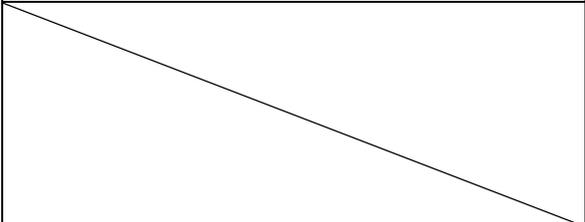
- ① 推進工法の適用が必要なエルカナタ通りの横断工事。
- ② 推進工法の適用が必要な鉄道及びゾモール運河の横断工事。
- ③ 水管橋の適用が必要なマリオティア排水路の横断工事。
- ④ 交通量及び既設埋設物が多く複雑な伏せ越し等が必要になる、キング・ファイサル通り及び砂漠道路の開削工法による布設工事。
- ⑤ 水管橋の適用が必要なマンスリア運河の横断工事。
- ⑥ 推進工法の適用が必要な砂漠道路横断工事。

以上の工事は、高度な工事技術と施工管理技術が要求され、既存の「エ」国業者の技術力では、遂行が困難であると考えられる。したがって、本送水幹線計画で、上記の6項目のみを日本国無償資金協力の協力範囲とする。

上記以外の工事は、工事数量は比較的多いものの、交通量や既設埋設物が少なく、開削工法で比較的容易に施工ができると判断できることから、「エ」国側の自助努力により実施するものとする。

本送水幹線計画の日本国の協力範囲及び「エ」国側実施範囲を整理すると、表 3.2.2.2-4 及び図 3.2.2.2-7 に示すとおりとなる。

表 3.2.2.2-4 送水幹線建設における日本国－「エ」国間の分担

「エ」国実施範囲	日本国協力範囲
<p>送水幹線一般開削布設部分 インババ浄水場からレベニ排水路－キングファイサル通り交差部までの一般開削布設部分：約 25km (実施設計、資機材調達、工事を含む)</p>	<p>送水幹線一般開削布設部分 レベニ排水路－キングファイサル通り交差部から配水場までの一般開削布設部分：約 2.72km</p>
	<p>送水幹線特殊工法適用部</p> <ul style="list-style-type: none"> ・エルカナタ通り推進工法（「エ」側路線） ・鉄道・ゾモール運河推進工法（「エ」側路線） ・マリオティア排水路水管橋（「エ」側路線） ・マンスリア運河水管橋（「日」側路線） ・砂漠道路推進工法（「日」側路線）

なお、本送水幹線の「エ」国実施部分の工事費（資機材調達等含む）は、約 125 百万 LE と見込まれる。工事は、上水道庁が実施することになっており、「エ」国側工事は、2003 年 9 月末までに完了する計画である。

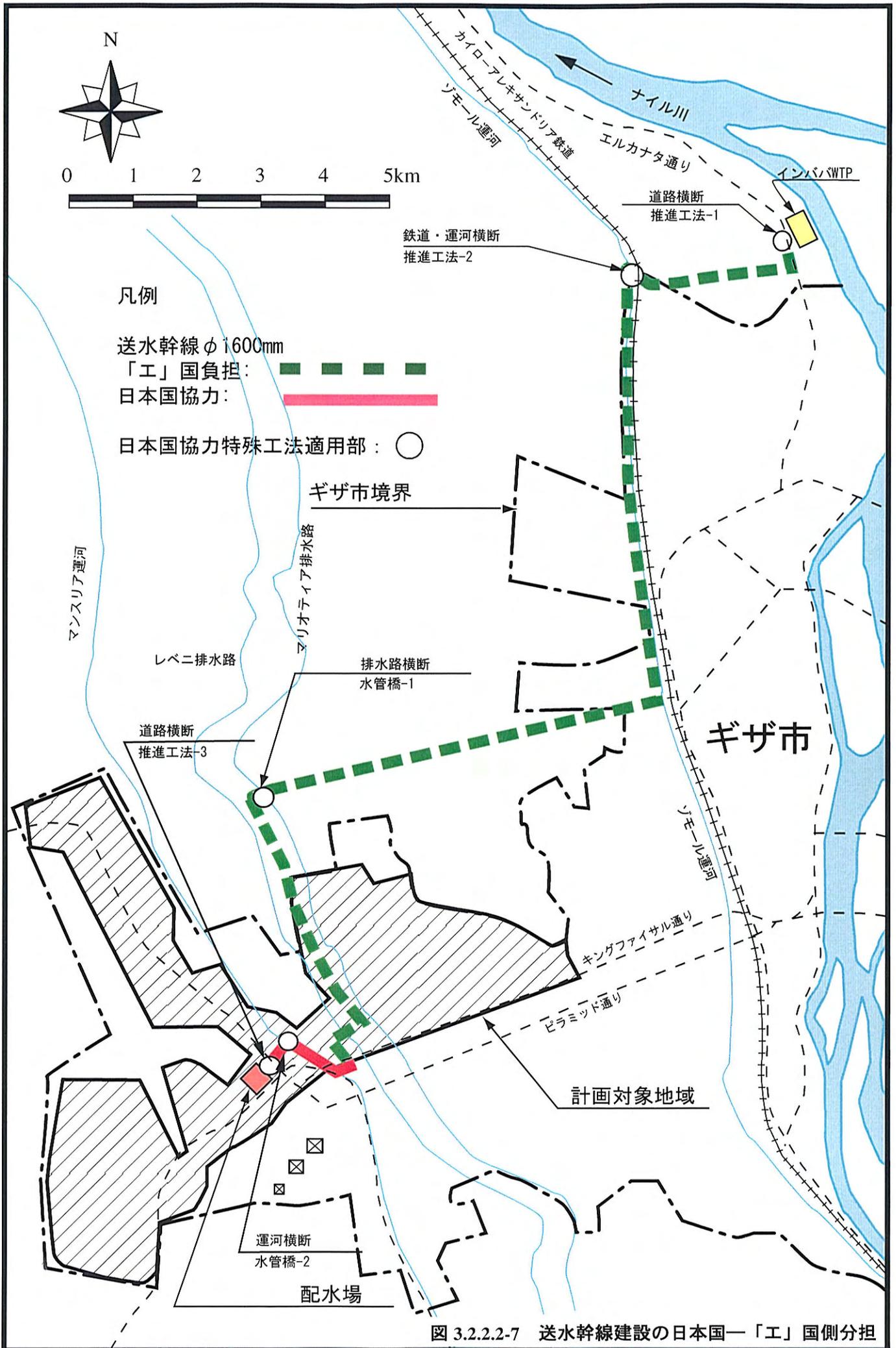


図 3.2.2.2-7 送水幹線建設の日本国—「エ」国側分担

(6) 付帯設備計画

制水弁、空気弁等の付帯設備は、上水道庁と合意したことを基本にし、さらに日本の基準（日本水道協会「水道施設設計指針・解説」）を参考にして、以下のように計画する。

1) 制水弁

制水弁は送水幹線の分岐点、交差部、水管橋及び約1kmごとに設置する。主な仕様は以下のとおりである（基本設計図 GPN-TM-02 参照）。

- ① 型 式： バタフライ弁
- ② 材 質： ダクタイル鋳鉄
- ③ 接合方法： フランジ接合
- ④ 弁室構造： 弁室前後に不等沈下に対応できる可とう性のある継ぎ手を用いる。

2) 排泥弁

管路凹部及び水管橋に設置される排泥弁は、低い管路部分に計画する。主な仕様は以下のとおりである（基本設計図 GPN-TM-02 参照）。

- ① 型 式： スルース弁
- ② 口 径： 400mm（口径1,600mm用）または300mm（口径1,200mm用）
- ③ 接合方法： フランジ接合
- ④ 排泥方法： 排水ピットをバルブ室と併設し、定期的に可搬式ポンプにより排水。

3) 空気弁

管路凸部、水管橋等に設置される空気弁等は高い管路部分に計画する。主な仕様は以下のとおりである（基本設計図 GPN-TM-02 参照）。

- ① 型 式： 双口空気弁
- ② 付 属 品： 将来の補修工事に備え、送水幹線と空気口との間に制水弁を設ける。
- ③ 接合方法： フランジ接合
- ④ そ の 他： 水管橋部の空気弁には盗難・破損防止のため鋼製カバーを設ける。

4) 異形管防護方法

異形管防護は、コンクリートブロックで行う。

(7) 施工方法

送水幹線建設に係る日本国協力範囲は、前述[(5)工事分担計画]のキング・ファイサル通り及び砂漠道路における一般開削による管布設工事（約2.72km）と3箇所の推進工法適用による

管布設、及び2箇所水管橋設置とする。以下にそれぞれの施工方法を述べる。

1) 一般開削による布設

本計画の送水幹線は、ギザ市全体の送配水管網の基幹を成すものである。口径は、1,600 mmと大口径であり、将来の長期にわたり、布設替等が行われることはない。また、本送水幹線に直接分水栓等を取り付けて給水サービスを行うことや、将来の分岐は計画されていない。したがって、将来及び工事中の他の埋設物（上下水道本管・支管、給水管、排水管、電力地中線等）との干渉を避けるため、他の埋設物より深い位置に布設するものとする。他の埋設物は、現地盤下数十 cm から 1.2m 程度の位置に集中していることから、本計画送水幹線の布設は、土かぶり 2.0mを標準とする。

布設を行うキング・ファイサル通りと砂漠道路は、ギザ市及び「エ」国の物流の動脈であり、交通量は多く、また絶えることはない。道路幅員は約 20m と広いため、交通を確保しながら道路端で道路に沿って開削工法により布設を行うことは可能である。しかし、交通の障害になることは避けられず、昼間施工は許可されないため、比較的交通量が少なくなる夜間（24:00～6:00）に工事を行うものとする。

自動車並びに通行人の交通量が多いこと、掘削深さが約 4mと深いこと、十数階建の周辺家屋が道路端まで立ち並んでいること等から安全性を確保するため、剛性及び強度の大きな土留工法が必要である。したがって、強度が大きく安全に施工できる鋼矢板土留工法を採用する。

標準区間の管継手方法は、工事が容易であること、資材費が低廉であること、工事費が低廉であること、所定の水密性が確保できる等の理由で T-字型（プッシュオン型）継手を採用する。また、屈曲部、伏越部等では、作業性を考慮し K-字型（メカニカル）継手を採用する。

2) 推進工法

本計画で推進工法の適用が必要な箇所は、以下の3箇所である。この内、①及び②は、「エ」国側が送水幹線の布設工事を実施する区間に位置し、工事期間中、「エ」国側布設管路との接続を行う。

- ① エルカナタ通り横断部
- ② カイローアレキサンドリア間の鉄道及び並走するゾモール運河横断部
- ③ 砂漠道路横断部

(a) 適用工法

道路横断に係る推進工法の特別な規定は「エ」国になく、推進用ダクタイル鋳鉄管を適用することにより、水道管を直接推進工事で布設することが可能である。一方、鉄道横断では、布設後の点検・維持管理管理のために、軌条下の管路は鞘管（鉄筋コンクリート管）を布設し、

鞘管の中に本来の管路を設置する二重管方式を採用することが、「エ」国の国有鉄道（以下、「国鉄」と称す）の基準により義務づけられている。なお、同国鉄基準では、鞘管径は、設置管路の2倍以上にすることとしており、本計画にも適用される。

したがって、道路横断部に推進用ダクタイル鋳鉄管による直接推進、鉄道横断部に二重管方式による鞘管推進を適用する場合、推進工法により布設する管の管径が異なるため、2種類の推進工事機械を準備する必要がある。

しかし、本計画では、鉄道・運河及び道路横断距離が3箇所合計で約90mと短いこと、及び推進工事機械が「エ」国において調達することが不可能であり、日本国から持込む必要があることから、機械経費に締める輸送期間中の損料や輸送費の割合が大きく、すべてを二重管方式として1式の機械で工事を行う方が経済的である。したがって、対象の3箇所とも同口径の鞘管（鉄筋コンクリート管）による二重管方式で行うこととする。

なお、推進工法で布設をする鞘管口径は、以下の理由により2,400mmとし、2,400mmの推進工事機械を適用するものとする。

- ① 日本国の基準では、水道管に二重管方式の推進工法を適用する場合、設置する水道管径+60～80cm程度の管径の鞘管を使用する。1,600mmの水道管に適当な鞘管径は、2,200～2,400mmである。
- ② 国鉄基準に準じ、口径1,600mmの水道管の2倍の鞘管径を採用すると、鞘管径は3,200mmとなり、推進工法の標準管径（3,000mm）を超える設計・施工・機械が必要になる。
- ③ 口径2,400mm以下の推進工事は、日本国での実施件数も多く、機械リース市場での調達が容易である。
- ④ 鉄道横断部では、鞘管径の半分の径の水道管しか設置できないため、設置する水道管径は1,200mmとなる。管径1,200mmは、断面積で、管径1,600mmの約半分であり、平行して2本の鞘管と水道管を設置することにより、所定の送水幹線断面積を確保できる。

管を推進する工法としては、以下の理由により、泥土圧式推進工法を用いることとする。

- 口径が2,400mmと大口径であり、土質が砂質土系であることから、セミシールド工法の適用が妥当である。
- 現場の土質が砂質土または砂質土と粘性土の互層から構成されているため、広範囲な土質に対応可能である必要がある。
- 土質は、N値が20以上であり、軟弱地盤ではない。
- 泥水式に比べ、排水処理が軽減する。

図3.2.2.2-8に、本計画で適用する推進工法概念図を示す。

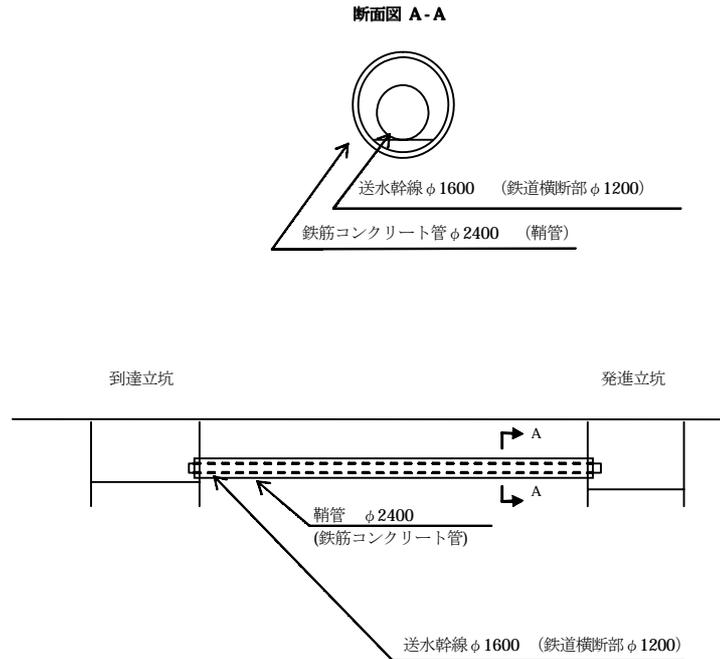


図 3.2.2.2-8 推進工法の概念図

(b) 設計留意事項

推進工法による横断部の設計に当たっては、以下の事項に留意するものとする。

- ① 推進管と既設構造物（鉄道軌条、道路路面、運河底等）とのクリアランスは、推進管（鞘管：口径 2,400mm）径の 1.5 倍以上を標準とする。
- ② 発進立坑及び到達立坑の深さは、約 10～15m になる。坑内作業の安全と周辺地盤・構造物への影響を回避するために、鋼矢板土留工法の適用が必要である。
- ③ 立坑付近には、ナイル川・運河があり、地下水位はその水位（現地盤下約 2～3m）レベルにあると考えられる。したがって、立坑内では地下水排水工法を適用する必要がある。また、立坑底部や坑口部より地下水の吹き出し、ボーリング、ヒーピング等の恐れがあるため、立坑底部と坑口部の地盤改良を考慮する必要がある。
- ④ 公道に位置する立坑は、作業を行わない時間及び作業中であっても必要のない部分は、覆工版で覆うようにし、交通の安全を確保するようにする。

以下に、各推進工法適用箇所毎の概要を示す。なお、国鉄及びギザ市・上水道庁との協議に基づく推進工法の適用位置及び詳細は、基本設計図 GPN-TM-03～05 に示すとおりである。

推進工法－１：エルカナタ通り横断部

鞘管（推進管口径）：2,400mm

水道管径：1,600mm

推進延長：約 17.8m

横断対象：エルカナタ通り

発進立坑：深さ約 6.8m、インババ浄水場内、道路占有なし

到達立坑：深さ約 8.6m、エルカナタ通り、道路占有あり（車道 4m 占有、約 15m は交通確保）

推進工法－２：鉄道及びゾモール運河横断部

鞘管（推進管口径）：2,400mm x 2本

水道管径：1,200mm x 2本

推進延長：約 43m x 2本 = 86m

横断対象：鉄道（カイローアレキサンドリア）及び並走するゾモール運河

発進立坑：深さ約 9m、踏み切り操作室横、道路占有なし

到達立坑：深さ約 10m、ゾモール運河沿線道路、道路占有あり（車道 8m 占有、車道確保不可、
したがってゾモール運河または支線に仮設橋を作り迂回路確保）

推進工法－３：砂漠道路横断部

鞘管（推進管口径）：2,400mm

水道管径：1,600mm

推進延長：約 30.5m

横断対象：砂漠道路

発進立坑：深さ約 11.5m、配水場予定地内、道路占有なし

到達立坑：深さ約 11.5m、砂漠道路、道路占有あり（車道 4m 占有、約 14m は交通確保）

3) 水管橋

マリオティア排水路及びマンスリア運河の横断区間については、排水路及び運河の運用、施工の難易、工事費の低廉、維持管理の難易、「エ」国での実績等を勘案して前回協力と同様に水管橋の適用が妥当である。

なお、水管橋の概要は図 3.2.2.2-9 に示すとおりである。

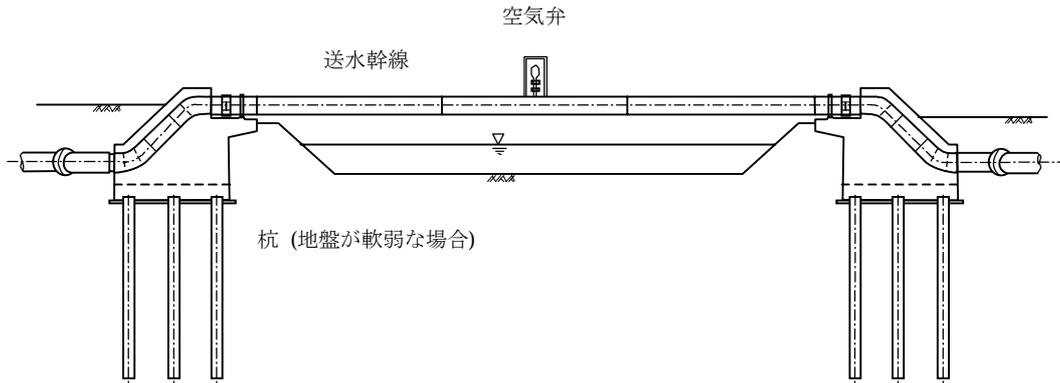


図 3.2.2.2-9 水管橋の概要

水管橋－１：マリオティア排水路横断部

水管橋口径：1600mm

水管橋延長：約 64m

横断対象：マリオティア排水路及び並列の支線

基礎：杭基礎

延長が長いので、中央部にサポートが必要（排水路本線と支線間の中間敷地に設置）である。中間敷地は、浚渫作業スペースのため、ボックスカルバートで水管橋を保護し、上部を浚渫機械が通行できるようにする。

中間敷地部は、浚渫作業のために浚渫土を盛り上げた土堰堤であり、支持力は期待できない。一方、両端の橋台のサポート部には水管橋の荷重による偏心荷重が载荷するため、転倒に対し十分安全な基礎とする必要がある。また、水管橋が大口径であるため大きな沈下は許容できないので、基礎は堅固な地盤上に設置する必要がある。したがって、基礎は直接基礎ではなく、杭基礎とする。

水管橋－２：マンスリア運河横断部

水管橋口径：1600mm

水管橋延長：約 20m

横断対象：マンスリア運河

基礎：直接基礎

3.2.2.3 配水場計画

配水場は、大きく配水ポンプ設備、配水池、付属土木建築施設の3つのコンポーネントに分けられる。それぞれの計画を以下に述べる。

(1) 配水ポンプ設備計画

配水場から距離及び揚程の異なる4つの給水区域に配水を行うため、各給水区域に1系列のポンプ設備を計画する。ポンプ設備の計画を以下に述べる。

1) ポンプ設備の計画条件

ポンプ設備は、計画流量と計画全揚程により計画される。

① 計画流量

ポンプ設備の計画流量は計画時間最大給水量を適用する。各給水区域の計画時間最大給水量は、目標年（2010年）の計画一日最大給水量から各給水区域内の時間係数（時間負荷変動率）[2-2-1(6)参照]を考慮して以下のように求められ、表3.2.2.3-1のとおりとなる。なお、第4給水区域への配水は、給水区域内の既設配水池へ送水するシステムとなり、水消費の時間変動の考慮をする必要がないため、時間係数は1.0とする。

$$Q_h = Q_d / 24h \times f$$

ここで

Q_h : 計画時間最大給水量 (m^3 /日)

Q_d : 計画一日最大給水量 (m^3 /h)

f : 時間係数 (=1.3、ただし第4給水区域は=1.0)

表 3.2.2.3-1 ポンプ設備の計画流量

ポンプ系列	給水区域	計画一日 最大給水量 Q_d (m^3 /日)	時間係数 f	計画時間 最大給水量 Q_h (m^3 /h)
系列1	第1給水区域	7,520	1.3	408
系列2	第2給水区域	67,760	1.3	3,671
系列3	第3給水区域	35,810	1.3	1,940
系列4	第4給水区域	53,280	1.0	2,220

② 計画全揚程

ポンプの計画全揚程は次の式により求められる。

$$H = h_a + h_l + h_e$$

ここで

- H : 計画全揚程 (m)
- h_a : 実揚程 (管路の末端部レベル - ポンプ中心レベル) (m)
- h_l : ポンプから管路末端部までの損失水頭 (m)
- h_e : 管路末端部での必要水頭 (m)

上式より、各系統のポンプの計画全揚程は、表 3.2.2.3-2 のとおりとなる。

表 3.2.2.3-2 ポンプ設備の計画全揚程

ポンプ系列	管路末端部 レベル	実揚程 h_a (m)	摩擦損失 h_l (m)	配水本管末端 部の必要圧力 h_e (m)	全揚程 H(m)
系列 1	AD+65	37	28.11	>25	93
系列 2	AD+20	-8	42.43	>25	62
系列 3	AD+20	-8	58.71	>25	77
系列 4	AD+89	61	3.18	>7	74

備考)

- 配水池の LWL は AD+27.5 とする。
- 管路末端部での必要圧力は系列 1、2、3 が配水管網の末端部での必要圧。系列 4 はピラミッドヒルズ住宅団地の既設配水池での必要圧。
- 配水本管の末端部圧力 (系列 1~3) > 配水支管の末端部圧力 (20m) + 5m = 25m
- 系列 4 の送水本管末端部圧力 > 既設配水池の GL + 5m = 7m

2) ポンプ仕様と運転台数

運転・維持管理の容易性、スペアパーツの隔通性を考慮すると、設置するポンプは各系列ごとに同一の仕様・形式とすることが最も有利である。また、維持管理時の運転休止、故障時等緊急時の対応、並びに配水量の時間変動及び将来増を考え、各系列のポンプ台数は複数とし、その中に 1 台の予備機を含めるものとする。

本計画では、建設費、運転・維持管理の容易性、スペアパーツ費用の削減、ポンプの設置スペースを考慮して、各系列のポンプ形式ならびに設置台数を 2010 年の計画時間最大給水量に基づき以下のように決定した。

系列1は配水量に比べて揚程が高いため、多段型の渦巻きポンプを採用するが、他の系列は汎用性の高い渦巻きポンプである。効率的なポンプ運転を図るため、系列1、2、3の配水ポンプに対しては給水区域の時間負荷変動（変動率：0.7～1.3）を考慮して、前回協力（ピラミッド南部地区上水道整備計画）でも採用された回転数制御によるポンプ運転方式を適用する。系列4は負荷変動がなくポンプ流量は一定であり、通常の固定速型運転方式にする。

系列1

- ポンプ台数 : 2台常用運転+1台予備
- ポンプ型式 : 片吸い込み多段渦巻きポンプ
- ポンプ運転方式 : 回転数制御方式

系列2

- ポンプ台数 : 3台常用運転+1台予備
- ポンプ型式 : 両吸い込み渦巻きポンプ
- ポンプ運転方式 : 回転数制御方式

系列3

- ポンプ台数 : 2台常用運転+1台予備
- ポンプ型式 : 両吸い込み渦巻きポンプ
- ポンプ運転方式 : 回転数制御方式

系列4

- ポンプ台数 : 2台常用運転+1台予備
- ポンプ型式 : 両吸い込み渦巻きポンプ
- ポンプ運転方式 : 固定速型

3) モーター容量の計算

モーター容量の計算は、JIS規格に基づいて以下のとおりとする。

$$P(\text{kW}) = 0.163 \cdot \gamma \cdot Q \cdot H / \eta \cdot C$$

ここで

- P : モーター出力 (kW)
- γ : 水の単位体積重量 (1kg/リットル)
- Q : ポンプ1台当りの吐出量 (m³/分)
- H : ポンプの全揚程

η : ポンプ効率 (各ポンプの比速度により決定される値)

C : 余裕率 (1.15 とする)

なお、ポンプ1台当りの吐出量 (Q) は、各系列の計画時間最大給水量から以下のようにもとめる。

$$Q \text{ (m}^3\text{/分)} = (Q \text{ h} / 60 \text{ 分} / \text{ポンプ運転台数})$$

上式から各系列ごとのモーター容量を、表 3.2.2.3-3 のとおりとする。

表 3.2.2.3-3 モーター容量

	計画時間最大 給水量 Qh (m ³ /h)	ポンプ1台当 たりの吐出量 Q (m ³ /分)	ポンプの 全揚程 H (m)	ポンプ効率 η	モーター 定格出力 P (kW)
系列1	408	3.41	93	0.73	90
系列2	3,671	20.38	62	0.81	300
系列3	1,940	16.32	77	0.82	290
系列4	2,220	18.51	74	0.82	320

4) ポンプ口径の検討

本計画で適用される渦巻きポンプのポンプ口径は、吸い込み口径で言い表す。ポンプ口径 (D) は、下式にて決定される。

$$D(\text{mm}) = 146 \cdot \sqrt{Q/V}$$

ここで

D : ポンプ口径 (mm)

Q : ポンプ1台当りの吐出し量 (m³/分)

V : ポンプ吸込み口の流速 (3m/秒とする)

上式より各系統のポンプ口径は、表 3.2.2.3-4 のとおりとなる。

表 3.2.2.3-4 ポンプ口径

ポンプ系列	ポンプ1台当たり の吐出量 Q (m ³ /分)	ポンプ口径 計算値 D (mm)	ポンプ口径 適用値 D (mm)
系列1	3.40	155.4	150
系列2	20.39	380.6	350
系列3	16.17	339.0	350
系列4	18.50	362.6	350

5) 計装・制御設備

① 運転方式

本計画のポンプ運転方式（回転数制御方式および固定速方式）は、運転員の維持管理並びに故障時対応の容易性を考慮して、流量計の目視監視によってポンプ回転数を手動で設定する運転方式とする。

② 計装・制御設備

運転員の操作、配水系統の状態監視を容易にし、安全で適切な配水場の運用を行うために以下の計装・制御設備を設置する。

中央操作卓： 制御室内に設置し、ポンプ運転台数と回転数の選定、ポンプの起動停止、送水幹線管路圧力及び配水本管圧力の監視、異常警報の表示などを行う。

配水池水位計： 配水池内水位の監視を行う。異常低水位及び高水位には中央操作卓へ警報を表示する。

圧力計： ポンプの起動条件の設定、並びに配水池入口の流量調整弁開度制御のために、以下の2点に圧力センサーを設置し、中央操作卓へ表示する。

- 配水場内の送水幹線
- 配水場内の配水本管

流量計： 水需要管理のために配水場内の配水本管及びポンプ設備の吐出配管に流量センサーを設置し、中央操作卓に表示する。

検出器： 複数台ポンプ運転時のポンプ回転数のアンバランスによる無送水運転を防止するために、ポンプ吐出側仕切弁に無水検出器を設置する。無送水時には、ポンプを緊急停止し保護する。

6) ウォーターハンマー対策

停電等により運転中のポンプが急停止すると、ポンプ吐出側の管路内の流速に急激な変化が生じ、異常圧力が発生することがある。これをウォーターハンマー現象と言い、この圧力が許容値を越えた場合、ポンプ設備と管路に破損等の大きな影響を及ぼす可能性がある。ウォーターハンマー現象には、ポンプ停止直後に発生する水中分離を伴う圧力降下、その後に起きる圧

力上昇によるものがあり、必要に応じてそれらの対策を講じる必要がある。管路が長く、管路内の流速が大きいとき、特に、ポンプ中心と管路吐出間の高低差が大きい場合、ウォーターハンマーの影響が懸念されるが、系列2及び3の配水先である第2及び第3給水区域の地盤高は、配水場の地盤高とほぼ同じであり、ウォーターハンマーの影響は少ない。しかし、系列1及び4では配水場と管路吐出地点の地盤高の差が大きく、ウォーターハンマー（とくに圧力降下）に対する何らかの措置を講じる必要がある。

各系統ともポンプ吐出管には側管（バイパス管）を接続するため、これが、圧力降下に対してサージプレッサー（管内の負圧発生部へ水を補給する働き）としての効果が期待できる。側管の効果を考慮した、各系統のウォーターハンマー対策を表3.2.2.3-5に示す。

表 3.2.2.3-5 ウォーターハンマー対策

ポンプ系列	特徴	圧力降下対策	圧力上昇対策
系列1	ポンプ中心と管路吐出点の高低差が大きく圧力降下の影響高い	(1)フライホイールを取り付ける (2)バイパス管によるサージプレッサー効果	ポンプ吐出側に緩閉式逆止弁を設置する
系列2	ポンプ中心と管路吐出点の高低差は少なく圧力降下の影響は低い	(1)バイパス管によるサージプレッサー効果	同 上
系列3	同 上	(1)バイパス管によるサージプレッサー効果	同 上
系列4	ポンプ中心と管路吐出点の高低差がとくに大きく圧力降下の影響が高い	(1)フライホイールを取り付ける (2)バイパス管によるサージプレッサー効果	同 上

7) 電力設備計画

① 設備工事区分

本計画配水場は、公共施設の中でも住民の生活に直接影響のある重要な上水道施設である。このような重要な上水道施設は、市内送配電設備の故障等による停電に起因する施設休止のリスクを低減させるため、市内配電網より2回線（10.5kV）の受電をすることが義務づけられている。

したがって、配水ポンプ場の電気室に、10.5kVの市内配電網2回線を受電する受変電設備、並びにポンプ動力用の低圧配電盤を設置するものとする。

なお、当該電力設備における「エ」国側との工事負担区分は、以下のとおりとする。

「エ」国側負担：

- ・ 10.5kV 市内配電線（2 回線）の日本側手配受電盤までの引込み工事
- ・ 積算電力量計の調達・据付

日本国側協力：

上記「エ」国側負担設備以外の当該ポンプ場の運転に必要な電力設備一式

② 電気方式

電気方式は、以下のとおりとする。

高圧：	10.5kV	3 相 3 線式、50Hz	
低圧：	動力用		380V 3 相 3 線式、50Hz
	所内電源用（照明、ヒーター等）		380-220V 3 相 4 線式、50Hz
	監視・制御用		DC100V
	計装用		DC24V

③ 系統構成

受電回路は、10.5kV 2 回線受電方式を採用する。また、近年の市内配電網の整備による停電事故の減少から非常用発電設備は設置しない。なお、「エ」国の規定により、変圧器の予備機 1 台を設置し、変圧器は常用 2 台、予備機 1 台とする。

④ 設備仕様

主な設備仕様は、以下のとおりとする。なお、スペアパーツの互換性を考慮して、遮断器等の容量・仕様は極力同一のものとする。

10.5kV 受電盤： 屋内式自立閉鎖型配電盤
(主要構成機器)
真空遮断器 (VCB)、避雷器、電力量計、電流計、電圧計、力率計、無効電力計、積算電力量計（「エ」国側負担）

主変圧器： 10.5kV/380V、50Hz、Dyn11、屋外型油入変圧器

低圧配電盤： 屋内式自立閉鎖型配電盤
(主要構成機器)
空気遮断器 (ACB)、電圧計、電流計、力率計、電力量計、ポンプ起動用回路 (インバーター制御付)、付帯設備動力用回路、所内電源用変圧器等

(2) 配水池計画

1) 容量

配水池の容量は、日本国では、一日最大給水量の 12 時間分以上確保することを目標としているが、上水道庁は、配水池容量を一日最大給水量の 5～6 時間分以上とする目標値を定めており、カイロ市においては約 6 時間分を標準に計画されている。本計画では、上水道庁の施設整備方針に基づき、配水池容量は、計画一日最大給水量の 5～6 時間分以上の水を確保できるものとする。

前述[2-2-1]のとおり、本計画目標年次 2010 年における計画一日最大給水量は、164,370m³/日である。したがって、この 5～6 時間分に相当する約 35,000m³～41,000m³以上の容量を持つ配水池を計画地内に整備する必要がある。なお、計画地内には、既設配水池が 2 基（エルラメイア住宅団地：2,000m³、ピラミッドヒルズ住宅団地：6,000m³）が整備済みであり、有効利用が可能である。したがって、約 27,000m³～33,000m³の容量を持つ新たな配水池整備が必要であり、本計画では 30,000m³の配水池を整備することとする。これにより、計画地において、2010 年における計画一日最大給水量の約 5.5 時間の上水を確保することができる。

2) 形状・寸法

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。それらの方式の得失は整理すると表 3.2.2.3-6 のようになる。

表 3.2.2.3-6 高架水槽方式と地上置き水槽方式との比較検討

方 式	利 点	欠 点
高架水槽	・ システムが簡単 ・ 停電に対応できる ・ 運転が容易	・ 高揚程送水ポンプあるいは揚水ポンプが必要 ・ 建設費が高い
地上置き水槽	・ 建設費が安い ・ 施設の変更が容易で、需要の変化に対応しやすい	・ システムがやや複雑 ・ 配水ポンプが必要

また、配水池方式選定の際には、以下の事項も考慮する必要がある。

- ① 浄水場から配水池へ送水された水の、配水池における有効水頭（残存水頭）
- ② 配水池予定地付近の構造物高さ制限及び景観
- ③ 配水ポンプ設備を置くための敷地の有無

前述[2-2-2(4)]のように、配水池予定地による有効水頭（残存水頭）は、口径 1,600mm の送水幹線を適用した場合においても 15.04m である。したがって、配水池の高水位（HWL）として、約 15m 程度に設定することは可能である。しかし、この高水位では、配水ポンプの整備を行

わなければ配水管網末端で所定の水圧 (2kg/cm²) を確保することが不可能であり、揚水ポンプを設置してHWLを高く設定するか、配水ポンプの整備が必要になり、高架水槽方式を採用する利点は薄れる。

また、配水池予定地付近は、ギザの三大ピラミッドに近く、近隣にはピラミッド観光を目的としたホテル等も立地しており、ピラミッドの視認性等を低下させる構造物や景観を損ねる高層構造物の建設は許されておらず、構造物の高さは約20mに抑える必要がある。

以上を考慮し、本計画配水池は、高さを20m以下に設定した地上置き水槽とし、配水に必要な配水ポンプ設備を整備するものとする。なお、この場合、配水池のHWLは、HWLより上に設置する屋根等が必要なため、約11mとなる。

配水池形状は、矩形に比べ景観性に優れ、構造的に水平断面においてフープ・テンションのみで曲げモーメントが生じず、形状的に貯留効率の高い円筒形とする。

3) 構造形式

地上型の配水池は、一般に鉄筋コンクリート (RC)、プレストレスト・コンクリート (PC) 及び鋼製の3タイプが考えられる。表 3-2-2-19 にそれぞれの特徴を示す。

配水池の構造は、表 3.2.2.3-7 から判断されるように、水密性・耐久性、耐震性、維持管理、景観及び経済性に優れている PC 水槽を採用する。施工性については、PC 水槽工場の専門技術者を派遣することにより良好な工事が可能である。なお、PC 水槽は、前回協力プロジェクトでも実績があり、日本国の専門技術者の指導の下で「エ」国において建設可能であることが実証されている。

表 3.2.2.3-7 配水池の構造別比較

項目	PC構造	評価点	RC構造	評価点	鋼構造	評価点
構造	・部材寸法が小さく、軽量化できるため、大スパンの構造が可能。 ・RC構造よりも動水圧に対する耐震性が大きく、ひび割れが生じにくい。	3	・大型水槽では部材寸法が大きくなって自重が重くなるために、PC構造よりも大規模な基礎が必要になる。	2	・コンクリートより延性に富むが、剛性が小さい。 ・内部には、耐塩素塗装、外部には耐候性塗装を行う必要がある。	1
水密性、耐久性	・高強度コンクリートを使用し緊張によって締め付けられるので、ひび割れが発生しない。 ・ひび割れが無い場合、コンクリートや鋼材の腐食の恐れがない。	3	・コンクリートの乾燥収縮、満水時の引張力による疲労増大によるひび割れが発生しやすい。	1	・鋼材は、コンクリートより水密性に富むが、腐食しやすく耐久性に劣る。	2
施工監理	・施工はRC構造よりもやや複雑で、綿密な施工監理が必要。 ・施工監理が重要なため、より高品質の構造体ができる。 ・300kg/cm ² 以上の高強度コンクリートが必要。 ・止水板、伸縮継手が不要。	1	・一般的な施工であるため、従来の施工監理で対応できる。 ・形状によっては止水板、伸縮継手が必要である。 ・一般的な強度のコンクリートを使用できる。	3	・現場組立て、接合は全て溶接継手で行われる。 ・有資格者が溶接作業を行い、非破壊検査により溶接部の確認を行う。	2
維持管理	・ひび割れ、錆、腐食の心配がなく、維持管理がRC、鋼構造と比較すると作業量は少ない。	3	・ひび割れのための止水処置等の維持管理が必要で、PC構造より作業量は多いが、鋼構造より少ない。	2	・耐塩素塗装や耐候性塗装を定期的に行う必要があり、作業が多く費用も多額となる。	1
経済性	・大型の水槽では、RC構造物と比較して工事費が安価 (RC構造物よりも軽量であるため、基礎杭等の工事費も安価)。 (事業費 100)	3	・大型の水槽では、PC構造物と比較して工事費が高価。 (120)	2	・PC造及びRC造と比較すると耐用年数が1/3以下であり、1年の減価償却費が高く、不経済である。 (170)	1
その他	・壁厚が薄く、円筒形状、ドーム型屋根が一般的で、景観上も優れておりシムボルの効果がある。 ・「エ」国においては比較的新しい工法であるので、技術移転の効果がある。	3	・矩形形状が一般的であり、景観上のメリットは、PC造に劣る。「エ」国においては従来からの技術であり、技術移転の効果はない。	2	・壁面のデザインはペインティング程度しかできない。 ・「エ」国では大容量の配水池に関しては実績がない。	1
総合評価	○	16	△	12	×	8

注) 3 (○) :有利 2 (△) :やや有利 1 (×) :不利

4) 基礎形式

配水場の新建設予定地は、標高約 25m から 43m の傾斜地に位置しているため、配水場を建設するために大規模な造成工事を行う必要がある。本造成工事は、「エ」国が実施することを事業化審査調査時のミニッツに記載し確認している。

配水場施設の配置は、100m 四方の狭い敷地を有効に活用でき、かつ、配水場建設後の維持管理を容易にすることを主眼におき検討し決定した。造成面は、施設の配置並びに切盛のバランスを考慮し捨土量の減少をはかるため同一面とする。造成標高は大規模な切土法面の発生を避け、かつ、重量の大きな配水池設置部分が切土上の堅固な地盤上に設置できるように 27.5m とする。

配水場の主要な構造物は配水池と配水ポンプ場であるが、各々の支持方式は以下とする。

配水池は、土質柱状図（添付資料-6）からわかるように、切土後の N 値 30~40 以上の十分な支持力を持つ砂層部に設置されることから、直接基礎方式を採用する。

ポンプ場については、ポンプ場の計画底版高の一部（ポンプ場の北側部分）が現況地盤よりも高く、盛土上になる。このため、十分な地耐力が期待できないので該当範囲の現況地盤下 1m の表土部分を除去し底版から支持層までの間を砂とセメントを用いた改良土により置き換えるものとする。

5) 流入管、流出管及び側管

① 流入管

流入管の出口の高さは、インババ浄水場の送水圧不足時に配水池内の水が浄水場方向に逆流することを防ぐため、配水池の高水位（HWL）と同じ高さとする。

流入管の水頭は、浄水場のポンプ揚程の変動に応じて変動するため、流入管の流量をほぼ一定とするよう調節する必要がある。流入側圧力の変動に対して流量を一定にするため、流入管に設置するバルブは、半開状態で流量制御が可能な流量調整用バルブとする。また、流量調整用バルブの維持管理を考慮して通常のバルブを設置する。

流入管の取付については、強固な支持金物で壁に取付けるものとし、その材質は腐食を避けるためにステンレスとする。

② 流出管

流出管は、低水位（LWL）以深の流出ピットより配管し、バルブを設置してポンプに接続する。

③ 側管（バイパス管）

各ポンプ系列の吐出管と配水池流入前の送水幹線を接続する、側管を設置する。配水池

の維持管理時や送水幹線の異常圧力発生時には、この側管を通して水を給水区域に直接送るようにする。

6) 越流管及び排泥管

異常時に、高水位（HWL）を超える水が配水池内に貯留しないように、配水池内に越流管を設ける。越流管の高さは、HWL とする。

配水池の維持管理及び清掃用に、排泥管を設ける。排泥管は、低水位（LWL）以深の流出ピットより配管する。

越流管及び排泥管の下流端は、排水のため、場内の排水ピットを経由し、下水人孔に接続する。

7) 通気孔、人孔、搬入口及び階段・梯子

配水池内の水位変動に応じて異常気圧が生じないように、通気孔を設置する。配水池内の維持管理時の点検等で池内に入る場合は、搬入口を利用して強制換気を行なうものとする。

人孔及び階段・梯子は維持管理時に利用する。内側の梯子は、高いため踊り場を設けるものとする。

8) 塗装

配水池の内側の塗装は、防水性、耐久性に優れており、コンクリートのひび割れにも対応できるエポキシ樹脂塗装とする。

配水池の外側は、防水性、耐候性に優れているアクリル系塗装とする。

(3) 土木・建築施設計画

1) 計画内容

配水場に整備する土木・建築施設は以下のとおりである。

- 配水ポンプ設備建屋（1棟）：鉄筋コンクリート造平屋建て、延床面積約 1,140 m²、建築設備共
- 設備基礎：配水ポンプ、変圧器等電気機器基礎
- 構内道路（一式）
- 排水設備

2) 施設配置計画

配水場内の施設配置計画は、基本設計図 GPN-WD-01 に示すとおりである。

3) 主要施設の内容

各施設の計画は、本計画で建設される配水場設備の機能を十分発揮させるための平面計画、立面計画、動線計画を基として策定された。また各施設の建設に必要な資機材の選定は、現地入手可能な資機材の採用、工程計画、将来の維持管理及び耐久性に留意し策定された。各施設の主要機能は以下のとおりである。

① 配水ポンプ設備建屋（基本設計図 GPN-WD-09～11 参照）

a. 主要仕様

- － 基礎： 直接基礎（一部、砂・セメント混合土置き換え）
- － 上部構造体（梁、柱、等）： 鉄筋コンクリート
- － 配管、ケーブルピット等： 鉄筋コンクリート
- － 床： 鉄筋コンクリート、一部縞鋼材
- － 間仕切り： コンクリートブロック
- － 外壁： 鉄筋コンクリート
- － 建具： アルミニウムまたは鋼製

b. 主要室名、面積等

配水ポンプ場建屋の主要な室名、面積、建築設備は表 3.2.2.3-8 に示すとおりである。

表 3.2.2.3-8 配水ポンプ場建屋の各室設備概要

番号	部屋名	面積(m ²)	設 備
1	配水ポンプ室	864	照明、換気、消火、天井走行クレーン
2	電気室	194	照明、空調、消火
3	制御室	34	照明、空調、
4	スタッフ室	36	照明
5	洗面室	12	衛生設備、照明、換気
	合計	1,140	

c. 建築設備

- － 照明設備： 照度基準は JIS 規格を適用する。器具は原則として蛍光灯または水銀灯とする。
- － 換気設備： 換気扇もしくはガラリによる自然換気とする。
- － 空調設備： パッケージ型空調機とする。
- － 消火設備： 各室にイオン式火災検知器及び ABC 消火器(3kg タイプ)を設置する。
- － 変圧器用日除け： 配水ポンプ場への電力供給のための 10.5kV 変圧器に日除けを設置する。

② 構内道路等外構工事

a. 構内道路

配水場の入口から配水ポンプ場建屋を周回する形状で、配水池の流出入バルブ操作、計器点検等の運転・維持管理員用車両のための構内道路を設ける。構内道路はアスファルトコンクリート舗装とし、雨水排水を考慮し横断勾配を設ける。また、運転・維持管理員用車両のための駐車スペースを考慮する。

b. 外灯設備

配水ポンプ場建屋周辺、配水池、配管操作部の夜間の保守点検用及び構内道路部に外灯を設置する。

c. 排水設備

計画地は雨量が極めて少ないため、雨水は道路の横断勾配により道路外に流下させ敷地内に自然浸透により排水させる。一方、配水池越流水、配水池底部清掃用排水、配水ポンプ冷却排水、事務所汚水の浄化槽処理水については、それらを構内で収集し、配水場前面道路の公共下水管路に自然流下方式で排水する。なお、配水池の越流・排泥の排水は、場内の排水ピットより下流部分の工事は日本側工事工程と干渉しないため、「エ」国負担で行うものとする。

3.2.2.4 配水管材調達計画

(1) 配水管網整備計画

1) 整備計画の方針

本計画の配水管網整備計画は、以下の条件により策定する。

- 整備範囲は、施設完成年である 2003 年に市街化されている地域で、現在配水管により給水を受けていない地域が存在する第 2 及び第 3 給水区域とする。
 - 調達範囲は、主要配水管網を形成する口径 200mm 以上の配水本管を対象とするが、調達は、直管を除く異形管類および弁類とする。
 - 配水支管（口径 100～150mm）については、全て「エ」国側負担とする。
 - 配水管の計画ルートは、市街地の現状を考慮した配水系統とし、管路布設が可能な道路とする。
 - 安定した給水を図るために、管網を形成するよう管路を配置する。
 - 配水場から配水管網に配水するために、配水場から既存配水本管への接続管（口径 300～1000mm）が必要となるが、日本側の調達範囲は、直管を除く異形管類および弁類とする。
- なお、配水管は以下のように分類する。
- 配水本管： 上水を配水支管へ輸送する役割を持ち、給水管の分岐のないもの。
 - 配水支管： 配水本管からの上水を分配し、各戸へ給水するための給水管を分岐するもの。

2) 管網の検討

① 設計条件

配水管の設計条件は、表 3.2.2.4-1 のとおりである。

表 3.2.2.4-1 配水管の設計条件

項目	設計条件
1. 計画一日最大給水量	
・ 第 2 給水区域	67,760 m ³ /日
・ 第 3 給水区域	35,810 m ³ /日
2. 計画時間最大給水量	計画一日最大給水量 x 時間係数 (1.3)
3. 最小動水圧 (配水支管末端)	2.0 kg/cm ² (水頭 20m)
4. 管種	ダクタイル鋳鉄管
5. 最小管径	100mm
6. 付帯設備	
・ 制水弁	バタフライ弁：口径 400mm 以上 スルース弁：口径 350mm 以下
・ 空気弁	双口空気弁：口径 400mm 以上 単口空気弁：口径 350mm 以下

② 管網の水理解析結果

上記の諸条件を考慮し、第 2 及び第 3 給水区域についての配水管網の水理解析結果を図 3.2.2.4-2～3.2.2.4-3 に示す。

③ 配水場と既存配水本管との接続部の詳細

配水場から各給水区域への配水は、既存の配水本管を活用する。配水ポンプ場から既存配水本管への接続の詳細は、図 3.2.2.4-1 に示すとおりである。日本側負担範囲は、配水場境界フェンスから外側へ 1 m の地点とする。その点から既存配水本管への接続は、エジプト側負担とする。

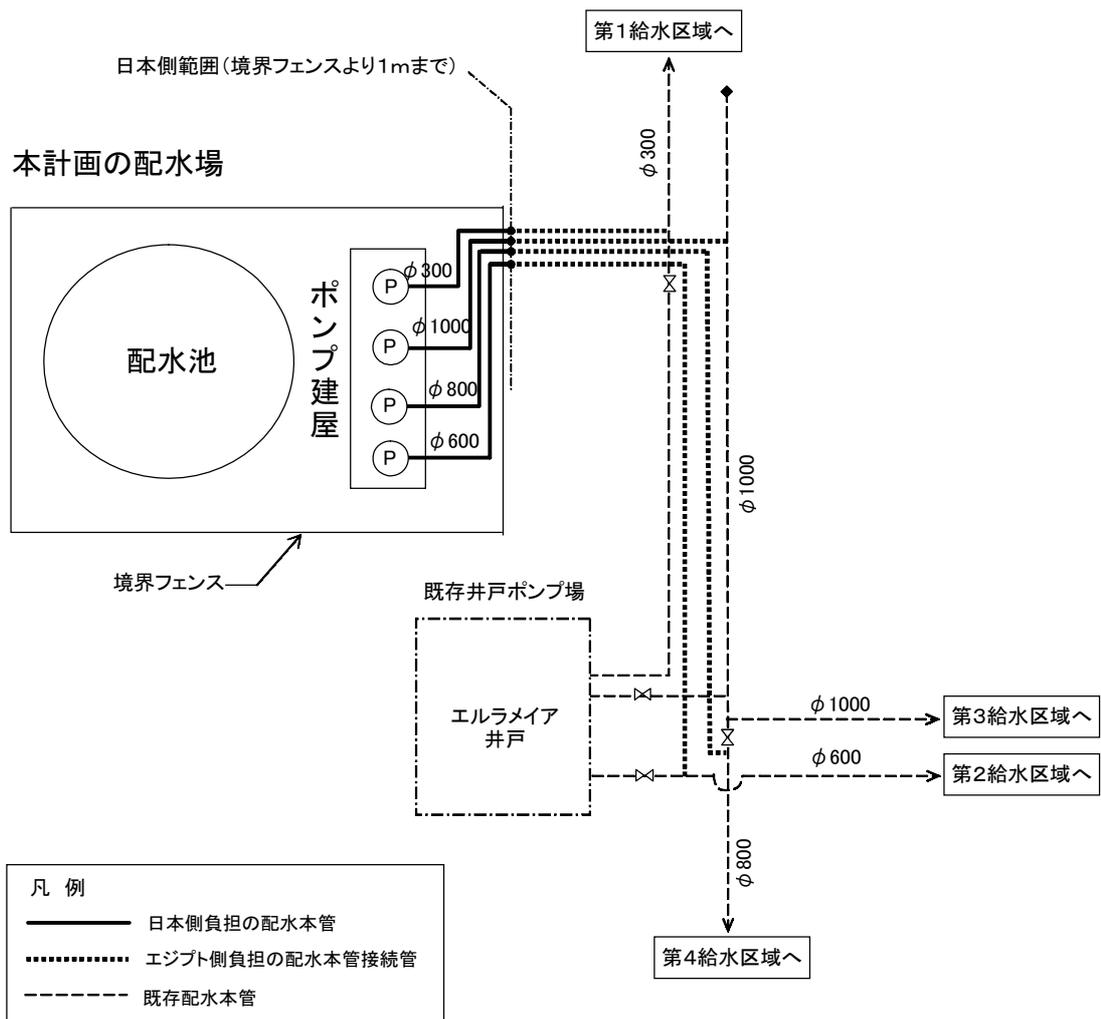


図 3.2.2.4-1 配水場と既存配水本管との接続詳細図

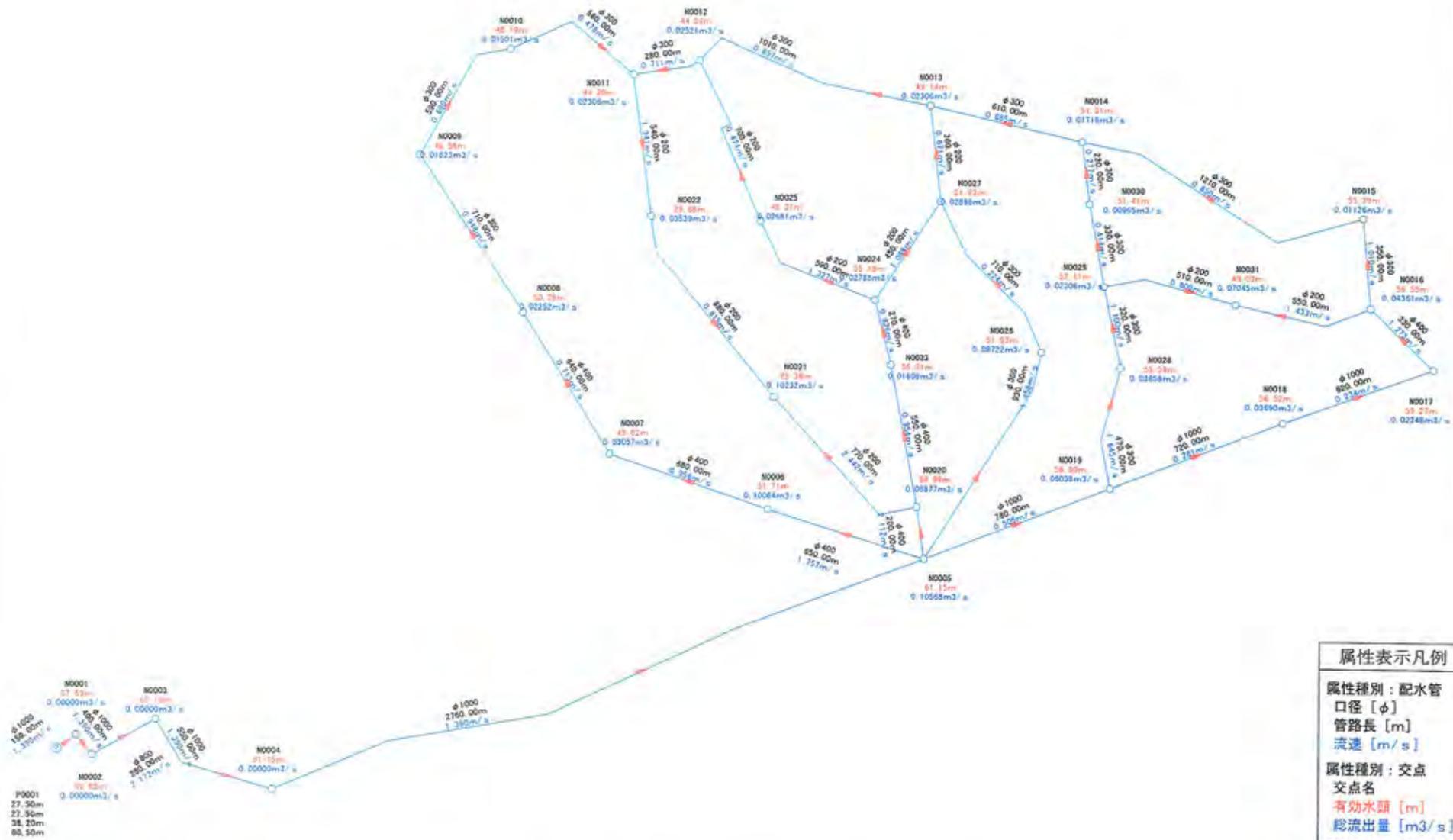


図 3.2.2.4-2 配水管網の水理解析結果 (第2給水区域)

(2) 配水管網の整備延長

上記の水理解析より算定した、配水管網整備に必要な配水本管及び配水支管の延長は表 3.2.2.4-2 のとおりである。

表 3.2.2.4-2 配水管網整備に必要な配水管延長

分類	口径 (mm)	管路延長 (m)		
		第 2 給水区域	第 3 給水区域	計
①配水本管	400	0	1,440	1,440
	300	6,170	0	6,170
	200	3,700	1,230	4,930
合 計		9,870	2,670	12,540
②配水支管	150	4,830	0	4,830
	100	20,790	0	20,790
合 計		25,620	0	25,620
総計 (①+②)		35,490	2,670	38,160

(3) 配水場と既存配水本管との接続管の延長

図 3.2.2.4-1 に示すように、配水場の境界フェンスから 1 m 外側の地点から、砂漠道路に埋設されている既存配水本管までの接続管は、エジプト側の負担である。同接続管の延長は、表 3.2.2.4-3 に示すとおりである。

表 3.2.2.4-3 配水場と既存配水本管との接続管延長

配水先	口径 (mm)	管路延長 (m)
第 1 給水区域	300	110
第 2 給水区域	600	510
第 3 給水区域	1000	120
第 4 給水区域	800	500
合 計		1,240

(4) ギザ市負担能力と日本側協力範囲

ギザ市は、前回協力プロジェクト（ピラミッド南部地区上水道整備計画）において、日本側が調達した配水管の布設工事と日本側調達対象外の範囲についての管材調達及び布設工事を、自己資金で所定の工期内に実施している。これらの実績を表 3.2.2.4-4 に示す。

表 3.2.2.4-4 前回協力プロジェクトにおけるギザ市の配水管網整備実績

プロジェクト名	配水管口径 (mm)	管延長 (km)	ギザ市負担内容
ピラミッド南部地区 上水道整備計画	100～150	119	管材調達+布設工事
	200～600	28	布設工事 (管材調達は日本側負担)
	合計	149	

上表のように、前回協力プロジェクトにおいてギザ市は、119kmにわたる配水支管の管材調達及び布設工事と日本側調達分28kmの布設工事を、大きな工程の遅れなく完了させた。本計画の配水管延長は、口径100～400mmが約47kmであり、前回協力プロジェクトの実績からすると十分に負担能力はあるものと判断される。

主要配水管網を形成する配水本管（口径200mm以上）については、管の内圧が高く漏水の危険性が高いので、異形管及び弁類については高品質のものを適用する必要がある。しかしながら、エジプトではこれらの異形管及び弁類は製造されているものの実績が浅く、品質に問題があり、かつ生産量が少ない。したがって、配水ポンプ場から既存配水管までの接続用配水本管（口径300～1,000mm、延長1,240m）及び第2給水区域と第3給水区域の配水管網を形成する配水本管（口径200～400mm、延長12,540m）のうち、直管を除く異形管及び弁類については日本側協力で調達するものとする。表3.2.2.4-5及び表3.2.2.4-6に必要な異形管及び弁類の一覧を示す。

表 3.2.2.4-5 配水場と既存配水本管接続に必要な異形管及び弁類

No.	品目	仕様・口径	数量 (セツト)	No.	品目	仕様・口径	数量 (セツト)
1	三受T字管	300 x 300T型	1	14	継ぎ輪	300 K型	5
2	三受T字管	600 x 600T型	1	15	継ぎ輪	300 K型	1
3	三受T字管	1000 x 800T型	1	16	継ぎ輪	300 K型	7
4	三受T字管	1000 x 1000T型	1	17	パドル付両挿短管	600 x 3000 T型	1
5	曲管	600 x 45T型	2	18	パドル付両挿短管	1000 x 3000T型	1
6	曲管	800 x 45T型	4	19	パドル付片フランジ短	600 x 3000 T型	1
7	短管1号	300 T型	1	20	パドル付片フランジ短	1000 x 3000 T型	1
8	短管1号	600 T型	1	21	フランジアダプター	600	1
9	短管1号	1000 T型	1	22	フランジアダプター	1000	1
10	短管2号	300 T型	1	23	バタフライ弁	600	1
11	短管2号	600 T型	1	24	バタフライ弁	1000	1
12	短管2号	1000 T型	1	25	空気弁 (補修弁付)	300	1
13	継ぎ輪	300 K型	4	26			

表 3.2.2.4-6 本計画の配水本管整備に必要な異形管及び弁類

No.	品目	仕様・口径	数量 (セット)	No.	品目	仕様・口径	数量 (セット)
1	三受T字管	200 x 100 T型	48	40	栓	200 T型	1
2	三受T字管	200 x 150 T型	5	41	継ぎ輪	100 K型	83
3	三受T字管	200 x 200 T型	2	42	継ぎ輪	150 K型	12
4	三受T字管	300 x 100 T型	24	43	継ぎ輪	200 K型	45
5	三受T字管	300 x 150 T型	7	44	継ぎ輪	300 K型	47
6	三受T字管	300 x 200 T型	7	45	継ぎ輪	400 K型	26
7	三受T字管	300 x 300 T型	2	46	継ぎ輪	600 K型	4
8	三受T字管	400 x 100 T型	11	47	継ぎ輪	1000 K型	5
9	三受T字管	400 x 200 T型	2	48	パドル付両挿短管	400 x 3000 T型	8
10	三受T字管	400 x 300 T型	1	49	パドル付両挿短管	600 x 3000 T型	1
11	三受T字管	400 x 400 T型	2	50	パドル付両挿短管	1000 x 3000 T型	1
12	三受T字管	600 x 400 T型	1	51	フランジ付T字管	80 x 250L	22
13	両受片落管	300 x 200 T型	3	52	両フランジ管	100 x 250L	1
14	両受片落管	350 x 300 T型	2	53	両フランジ管	150 x 250L	1
15	両受片落管	400 x 300 T型	2	54	パドル付片フランジ短管	400 x 3000 T型	8
16	両受片落管	600 x 350 T型	2	55	パドル付片フランジ短管	600 x 3000 T型	1
17	両受片落管	1000 x 600 T型	1	56	パドル付片フランジ短管	1000 x 3000 T型	1
18	曲管	200 x 45 T型	6	57	フランジアダプター	400	8
19	曲管	200 x 22 T型	10	58	フランジアダプター	600	1
20	曲管	200 x 11 T型	8	59	フランジアダプター	1000	1
21	曲管	300 x 45 T型	11	60	特殊押輪	100 T型	512
22	曲管	300 x 22 T型	12	61	特殊押輪	150 T型	48
23	曲管	300 x 11 T型	15	62	特殊押輪	200 T型	334
24	曲管	400 x 11 T型	5	63	特殊押輪	300 T型	348
25	曲管	600 x 45 T型	4	64	特殊押輪	350 T型	4
26	曲管	1000 x 45 T型	2	65	特殊押輪	400 T型	107
27	フランジ付T字管	200 x 80 T型	8	66	特殊押輪	600 T型	23
28	フランジ付T字管	300 x 80 T型	10	67	バタフライ弁	400	8
29	フランジ付T字管	400 x 80 T型	4	68	バタフライ弁	600	1
30	フランジ付T字管	600 x 100 T型	1	69	バタフライ弁	1000	1
31	フランジ付T字管	1000 x 150 T型	1	70	仕切弁	100	83
32	短管1号	100 T型	83	71	仕切弁	150	12
33	短管1号	150 T型	12	72	仕切弁	200	20
34	短管1号	200 T型	20	73	仕切弁	300	20
35	短管1号	300 T型	20	74	空気弁 (補修弁付)	80	17
36	短管2号	100 T型	83	75	空気弁 (補修弁付)	100	6
37	短管2号	150 T型	12	76	空気弁 (補修弁付)	150	1
38	短管2号	200 T型	20	77	弁きょう	100-200	115
39	短管2号	300 T型	20	78	弁きょう	300	20

規格 : ISO 規格