

### 3. プロジェクトの内容

---

### 3. プロジェクトの内容

#### 3-1 プロジェクトの概要

ザンジバルでは、財務経済省が2000年1月に策定したザンジバル・ビジョン2020(ZANZIBAR VISION 2020)を推進中であり、このうち水に関する基本方針は、良好な水に経済的にアクセスできること、また適切な水資源管理により全ての人、セクターに継続的に水が供給されることであり、これによって社会経済の成長と発展を図ること、としている。特に、対象地域においては水の需要に対して供給能力が極端に不足しており、それらに伴う低水圧および給水水質の悪化等の問題が生じている。

この状況を改善するために、新規水源開発（井戸11本）による新たな14,000m<sup>3</sup>/日の水量の確保および送配水システムの拡張により、目標年である2010年時の水需要に対応する。また、老朽施設の一部を改良するとともに上水道システムの効率的な運営・管理・経営の要員育成のための支援を行う。これによりザンジバルの上水道システムの運営・管理を適切に行うことが可能となり、対象地域の約460,000人の住民に対して安全な飲料水を安定的に供給することができる。

表3-1に2007年度に実施された「タンザニア国ザンジバル市街地給水計画(第1/2期)」の内容を示す。表3-2に2007年度に実施した「タンザニア国ザンジバル市街地給水計画(第2/2期)」において実施されたソフトコンポーネント内容を示す。表3-3に「第2次ザンジバル市街地給水計画」の計画内容を示す。なお、「第2次ザンジバル市街地給水計画」の詳細設計は、「タンザニア国ザンジバル市街地給水計画(第2/2期)」において既に実施済である。

表 3-1 建設内容（ザンジバル市街地給水計画 第1/2期）

施設区分	名称	仕様	数量	備考	
(1) 井戸ポンプ場	井戸	井戸径：φ250mm 井戸深度：60～70m	6本	新設	
	井戸ポンプ	水中モータポンプ 58.4m <sup>3</sup> /hr x 80～110m	6台		
	電気設備	受電変圧器、配電・制御盤、計装機器	6式		
	井戸ポンプ小屋	電気盤用	6棟		
(2) 配水施設	サテニ	送水ポンプ	横軸両吸込渦巻ポンプ 400m <sup>3</sup> /hr x 40m 200m <sup>3</sup> /hr x 40m	2台 2台	更新 内1台予備 内1台予備
		電気設備	計量器盤、低圧配電盤、送水ポンプ盤、形装機器、等	1式	更新
		消毒施設	粉末塩素剤溶解タンク・注入機	1式	更新
	ウェレゾ	配水池	RC製角形 4,000m <sup>3</sup>	2池	新設
		消毒施設	粉末塩素剤溶解タンク・注入機	1式	新設
(3) 送水管		DCIP φ150～φ600	約13km	新設	
(4) 配水管		DCIP φ300～φ700	約9.6km	新設	

表 3-2 ソフトコンポーネント実施内容（ザンジバル市街地給水計画 第2/2期）

(1)	施設の運転管理に関する技術指導
(2)	組織強化に関する指導(管理職研修)
(3)	ザンジバル市民への衛生面での啓蒙活動

表 3-3 計画内容（第2次ザンジバル市街地給水計画）

施設区分	名称	仕様	数量	備考	
(1)	井戸ポンプ場	井戸	井戸径：φ250mm 井戸深度：60～70m	5本	新設 内1本予備
		井戸ポンプ	水中モータポンプ 58.4m <sup>3</sup> /hr x 80～110m	5台	
		電気設備	受電変圧器、配電・制御盤、計装機器	5式	
		井戸ポンプ小屋	電気盤用	5棟	
(2)	キヌニ	配水池	RC製角形 2,700m <sup>3</sup>	1池	新設
		消毒施設	粉末塩素剤溶解タンク・注入機	1式	新設
	ドーレ	配水池	RC製角形 1,200m <sup>3</sup>	1池	新設
		消毒施設	粉末塩素剤溶解タンク・注入機	1式	新設
(3)	送水管	DCIP φ150～φ400	約11km	新設	
(4)	配水管	DCIP φ300～φ400	約10.3km	新設	

### 3-2 協力対象事業の基本設計

本プロジェクトでは、2006年に実施した「タンザニア国ザンジバル市街地給水計画事業化調査」の基本設計内容を踏襲した。ただし、以下の内容については、本事業化調査において再度検討を行った。

#### (1) 概算事業費の再積算

2007年度「タンザニア国ザンジバル市街地給水計画（2/2期）」の実施設計業務以降に市場動向に変化が生じ、見直しが必要と思われる単価について調査を行う。また、為替レートの変動についても反映させる。

#### (2) 実施工程・コンポーネントの再検討

2007年度「タンザニア国ザンジバル市街地給水計画（2/2期）」で実施済みの実施設計業務で定めた計画をもとに、事業実施工程に関し、E/N期限内に事業を完了させるための実施工程の見直しを行う。

#### (3) ダル・エス・サラーム港及びザンジバル港の現状の確認及び事業費積算への反映

本件に必要な資機材を海路により調達・運搬する場合、ダル・エス・サラーム港及びザンジバル港を経由する必要がある。当該2港は港湾設備が十分とは言えず、さらに2007年末に隣国ケニアの大統領選挙に伴う混乱によりモンバサ港の能力が一時低下し、物資等がダル・エス・サラーム港に集中したと

の情報があつた。2007年度タンザニア国「ザンジバル市街地給水計画（2/2期）」の入札不調の原因として、業者は人件費・資機材価格の高騰に加え、上記2港における荷役作業・通関業務に係る費用の増加をあげている。上記2港の荷役作業・通関業務に係る状況を再度調査し、必要に応じ、事業費の積算に反映させる。

### 3-2-1 設計方針

#### (1) 上位目標とプロジェクト目標

- ・上位目標：対象地域における給水量が増加し、住民の生活環境を向上する。
- ・プロジェクト目標：安全な水が安定的に供給される。

#### (2) 基本方針

本プロジェクトの計画目標年次は2010年とし、予測される需要量増加に対応できる施設計画とした。不足する取水量を補うため、新たな井戸水源を開発する計画とした。さらに配水池や送水管網の不備によって貴重な水が効率的に配水されていないという問題を解決する為、配水池の建設、高架タンクの建設、送水ポンプの更新、送配水管の建設を含めた、効率的な施設計画を提案した。

#### (3) 自然条件に対する方針

対象地域は高温多湿な熱帯地域に属する。年間降雨量は約1,600mmで我が国の平均的な都市と相違ない。年間を通じて降雨があるが、雨量は3～5月と10～12月の年2回の多雨期に集中している。施工面ではこの期間の効率低下を考慮する必要があつた。また、既存施設においては特に電気設備等に雷害も報告されており、今回計画における機械・電気設備においても十分な対策を施すものとした。

#### (4) 社会経済条件に対する方針

ザンジバルの公的機関は土曜日および日曜日の週休2日が定着している。年間祝祭日は16日ある。ザンジバル住民の大部分はイスラム教徒であり、11月頃に約1ヶ月のラマダンがある。労働規則により週間労働は42時間に規定されている。また、ザンジバルでは単純労働者の確保は可能であるが、熟練技術者はタンザニア本土からの調達が必要である。施工計画策定においては、これらの事情も考慮した。

#### (5) 法・制度・基準に対する方針

新規井戸開発予定地および配水池建設用地とも国有地あるいは軍用地であり、それらの土地収用に特に支障はない。また、送配水管計画に当たっては原則としてMWCELの道路局基準に準拠した。

#### (6) 現地業者・市場資材の活用に対する方針

現地建設会社およびさく井工事業者について、ザンジバルにはそれら業者はほとんどなく、タンザ

ニア本土から来ている。それら業者は工事を数多く経験しており、下請けとして活用することが十分可能と判断される。土木資材について、ザンジバルでは土木工事が十分に発達していないこともあり、資材を安定的に確保することは困難である。よって、資材の大部分はタンザニア本土から調達することとした。井戸関連機材についてもタンザニア国内で生産されており、対象地域内の既存井戸でも用いられているので、本計画でも現地調達とした。一方、ダクタイル鋳鉄管や機械・電気機材は近隣国あるいはEU諸国等からの輸入に頼っている。よって、それらは第三国あるいは日本調達とした。

#### (7) 実施機関の運営・維持管理能力に対する方針

ZAWA は相応の組織構造であり人数も多く、数多くの既存施設の維持管理を行っているが、財政的な問題もあり、運営体制は弱体で、適切かつ十分なメンテナンスが行なわれていない。そのため、2007年度に「タンザニア国ザンジバル市街地給水計画（第2/2期）」において以下のソフトコンポーネントを実施した。

- 1) 施設の運転管理に関する技術指導
- 2) 組織強化に関する指導（管理職研修）
- 3) ザンジバル市民への衛生面での啓蒙活動

今後は以上のソフトコンポーネントで習得した技術や知識を実務に応用する。

#### (8) 施設・機材等のグレード設定に係る方針

井戸ポンプ、送水ポンプについては、耐久性、信頼性等を重視するとともに現地で流通しているものも考慮して機材を選定した。

#### (9) 施設建設の工法、調達方法、工期に係る方針

建設工法について、本計画内容の施設は現地でも施工されている一般的な工事内容であり、特殊工法は必要ない。現地での資機材流通状況から見て、土木資材は「タ」国内調達、配管資材は「タ」国、第三国および日本、機械・電気機材は第三国および日本からの調達を原則とした。

### 3-2-2 基本計画

#### 3-2-2-1 水道整備計画基本事項

##### (1) 計画年次

計画年次は2010年とする。先方が本プロジェクトを要請した時点においては「ザンジバル都市給水計画」に基づき計画年次を2015年と設定していた。しかし本施設建設終了は2010年3月頃と想定でき、緊急対応施設としての計画年次は2010年が望ましい。

##### (2) 対象地域

対象地域は、ザンジバル都市及び西部地域である。この地域をFINNIDAのマスタープランの地域区分を参考にし、現状の土地利用、人口の増加等を勘案して以下の3つの地域に区分した。

1) 市街化地域

この地域は、ほぼザンジバル都市地域にあたる。市街化地域はストーンタウンを中心とした面積15km<sup>2</sup>の地域で、官庁、港、ホテルが密集している。開発可能な用地は少なく、人口増加も緩やかである。センサスによる給水率は98%である。

2) 準市街化地域

この地域はザンジバル西部に属する地域の内上記市街化地域を取り巻く面積約70km<sup>2</sup>の地域で、人口増加が激しい区域である。周辺都市からの人口流入の受け皿となるほか、一部に高級住宅の立地も見られる。ただし共同栓で生活している人も多い。センサスによると給水率は90%とされている。

3) 周辺農村地域

この地域は、ザンジバル西部に属する地域の内ストーンタウンから離れた農村部で面積は約155km<sup>2</sup>ある。給水区域内では密に共同栓があるが、電気のない区域も多く人口増加も緩やかである。但し自己水源等は少なく、センサスによる給水率は77%とされている。

(3) 計画給水人口

人口統計資料は少ないが、センサスが過去に1967年、1978年、1988年、2002年の計4回行われているため、これをもとに人口を予測した。実績及び予測値を表3-4、図3-1に示す。

目標年2010年における予測値は、等差級数と等比級数式により1967年から2002年をベースにトレンドしたものと、最近の1988年と2002年のみを用いたものの2種類により検討した。この結果、2010年の予測値はそれぞれ458,000～560,000人であった。等比級数による長期予測では過大となる傾向にあり、本予測でも過大となった。このため等差級数による予測値を採用することとし、また近年の人口増加を反映できる、1988年と2002年のみで予測した等差級数の予測値495,000人を採用した。参考にFINNIDAの2015年の予測値を示すが、近年の人口増加の結果、FINNIDAの予測値をやや上回るものとなっている。現時点(2006年)でのザンジバル都市及び西部の人口は約461,000人である。

表 3-4 人口予測

年	人口統計 (Census)	FINNIDA	等差級数		等比級数	
			1967-2002	1988-2002	1967-2002	1988-2002
1967	94,849					
1978	142,041					
1988	208,571					
2002	391,002					
2005			416,387	430,094	429,884	447,366
2010			458,694	495,248	526,195	559,933
2015		483,000	501,002	560,402	644,083	700,825
x	y		$y=ax+b$	$y=ab^x$	$y=ax+b$	$y=ab^x$
A			8461.5	13030.8	2.67508E-30	3.6635E-34
B			-16548921	-25696659.6	1.041259818	1.045910798

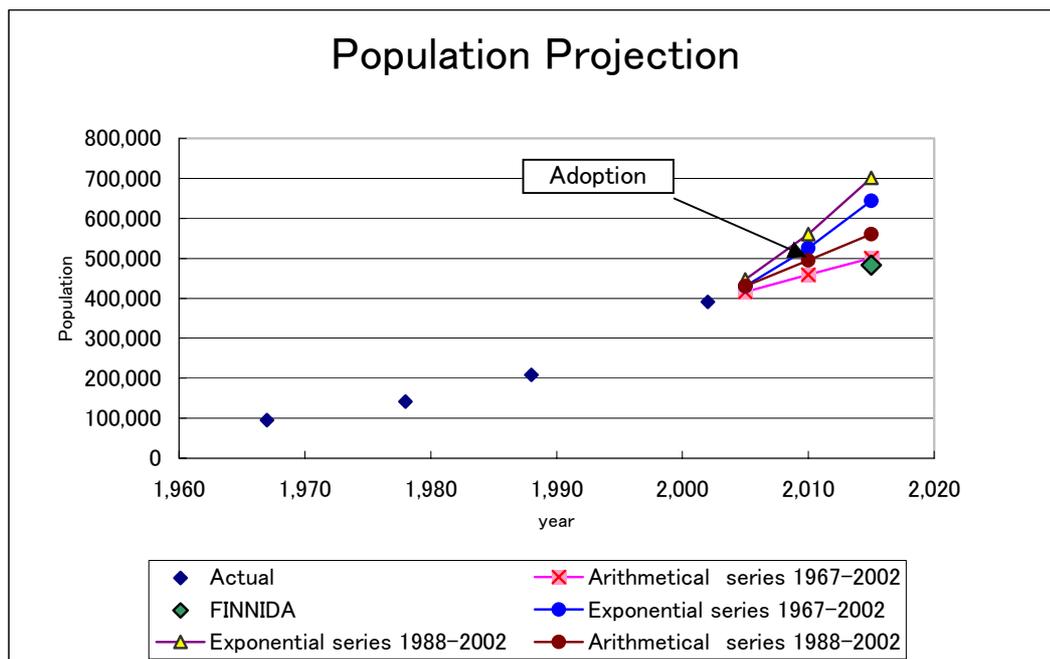


図 3-1 人口の予測

表 3-5 区域別の人口分布

	実績値		予測値		備考	
	1988	2002	2010		比率	2010/2002
市街化地域	157,626	206,292	234,101	→ 234,000	47%	1.13
準市街化地域	18,570	139,179	208,098	→ 208,000	42%	1.50
周辺農村地域	32,375	45,531	53,049	→ 53,000	11%	1.16
計	208,571	391,002	495,248	→ 495,000	100%	1.27

(4) 水需要

1) 給水原単位

一人当計画給水量は、区域ごとに次の項目で設定する。

$$(\text{一人当計画給水量}) = (\text{有効水量}) + (\text{無効水量})$$

$$(\text{有効水量}) = (\text{家庭用}) + (\text{商業用}) + (\text{公共用}) + (\text{工業用})$$

$$(\text{商業、公共、工業}) = (\text{家庭用水量原単位}) \times (\text{用途別水量比率})$$

$$(\text{家庭用水量原単位}) = (\text{各戸接続の家庭用水量原単位}) \times (\text{都市形態別の比率})$$

$$(\text{無効水量}) = (\text{有効水量}) \times (\text{無効率})$$

各項目の数値は、FINNIDA レポートを基に設定した。

表 3-6 各戸接続の家庭用水量原単位

単位：L/day/capita

年	2005	2010	2015	備考
家庭用水量原単位	55	60	65	

表 3-7 都市形態別家庭用水量の比率

地域	各戸接続	屋外栓	共同栓	備考
市街化地域	100%			
準市街化地域 / 周辺農村地域	40%	40%	20%	

表 3-8 用途別水量比率

用途	水量の比率	(家庭を1とした比率)	備考
家庭	65%		
商業	15%	23%	市街化地域のみ
公共	10%	15%	市街化地域及び準市街化地域
工場	10%	15%	市街化地域のみ
小計	100%		
無効率(不明水等)	30%		
計	130%		

表 3-9 一人一日あたり計画給水量

単位：L/day/capita

用途	比率	2010	
		市街化地域	準市街化地域 / 周辺農村地域
家庭	1	60	38
商業	0.23	14	
公共	0.15	9	6
工場	0.15	9	
小計		92	44
不明水等	0.3	28	13
計		119 -->120	57 55

## 2) 需要変動係数

変動係数は、FINNIDA レポートを基に設定した。

(日最大) / (日平均) = 1.35

(時間最大) / (日最大) = 1.2

### 3) 給水圧力

給水圧力は FINNIDA レポートでは階高（1階～7階）に応じて 16m～34m が必要と記載されているが、最小圧力の設定はされていない。現在は配水管網の問題もあり、多くの地域で 5m 以上の水圧を得ることが出来ない状態である（予備調査報告書 2002）。水圧の不足する高層ビルでは使用者が受水槽・ポンプ・高架水槽を設置することとして目標水圧を 15m、最低水圧をタンザニアにおける設計の目安として利用されている（聞取調査結果）5m と設定した。

### 4) 流速条件

管内流速は、FINNIDA レポートでは 0.9～1.8m/sec を目安とすることが記載されている。流速条件については日本の水道施設設計指針・解説に準拠して、次のものとした。

流速公式：ヘーゼン・ウィリアムズ公式

$$H=10.666 \cdot C^{-1.85} \cdot D^{-4.87} \cdot Q^{1.85} \cdot L$$

H: 摩擦損失水頭 (m)

C: 流速係数 (110: CIP, PVC とともに屈曲損失も含んだ値)

D: 管内径 (m)

Q: 流量 (m<sup>3</sup>/s)

L: 延長 (m)

最大流速：約 3.0m とする。

### 5) 計画給水量

上記人口予測及び給水原単位を用いて計算した 2010 年時点での水需要量を表 3-10 に示す。施設整備計画目標に用いる需要量は日最大需要量を用いることとした。現在の井戸・湧水等を含めた取水能力は 40,100 m<sup>3</sup>/day であり、不足する 14,000 m<sup>3</sup>/day に相当する新規水源を開発する。

需要量（日最大）	54,100 m <sup>3</sup> /day
水資源量	40,100 m <sup>3</sup> /day（既存水源の現況の総生産水量、日最大ベース）
不足量	14,000 m <sup>3</sup> /day

表 3-10 計画給水量

	区域	2010	備考
人口 (人)	市街化地域	234,000	
	準市街化地域地域	208,000	
	周辺農村地域	53,000	
	小計	495,000	
給水人口 (人)	市街化地域	229,320	
	準市街化地域地域	187,200	
	周辺農村地域	40,810	
	小計	457,330	
給水率	市街化地域	98%	
	準市街化地域地域	90%	
	周辺農村地域	77%	
	小計	92%	
水量原単位 l/day/capita	市街化地域	120	
	準市街化地域地域	55	
	周辺農村地域	55	
需要量			
日平均 m <sup>3</sup> /day	市街化地域	27,518	40,100
	準市街化地域地域	10,296	
	周辺農村地域	2,245	
	小計	40,059	
日最大 m <sup>3</sup> /day	市街化地域	37,150	54,100
	準市街化地域地域	13,900	
	周辺農村地域	3,030	
	小計	54,080	
時間最大 m <sup>3</sup> /day	市街化地域	44,580	64,900
	準市街化地域地域	16,680	
	周辺農村地域	3,636	
	小計	64,895	
Cf. 各戸接続人口 市街化地域 準市街化地域地域 周辺農村地域 計 接続率			(屋内及び屋外)
	1	229,320	
	0.8	149,760	
	0.8	32,648	
		411,728	
	83%		

## 6) 送配水管管種の選定

タンザニア国内に PVC 管と HDPE 管の工場があり豊富に流通しているため、現地で施工される小口径管にはこれらの管が主に利用されている。一方、大口径管ではダクティル鑄鉄管を輸入して用いている。本計画では経済性とこれら実施機関の維持管理性を考慮し、これらの管種から選定することとした。

送水管は送水圧力が最大  $10\text{kg/cm}^2$  と高いため、対応できる PVC 管は高価なものとなり経済的なメリットは小さい。これに施工性や将来の漏水防止を考慮し、送水管は全てダクタイル鋳鉄管を用いることとした。

一方、配水管は減圧弁の利用により送水圧力が全て  $6\text{kg/cm}^2$  以下であり、250mm 以下のものは PVC 管、HDPE 管どちらも標準品として安価に流通しているためこれを採用し、300mm 以上をダクタイル鋳鉄管とすることとした。PVC 管と HDPE 管の両者を比較すると、継手の施工性・確実性等の理由から 200mm 以上で HDPE 管は劣る（日本ではこの理由から、水道用途での HDPE 管の使用は 150mm 以下となっている）ため、PVC 管を採用することとした。

表 3-11 管種の選定

種類	口径	管種	備考
送水管	150mm～600mm	ダクタイル鋳鉄管	送水圧力が高い
配水管	200mm～250mm	PVC 管	タンザニア国内で流通している
	300mm～700mm	ダクタイル鋳鉄管	

### 3-2-2-2 水源開発計画

水源開発計画の策定に際し、前提となる基本事項は、以下のとおりとした。

- a) 計画水源開発水量： 前述 3-2-2-1 水道整備計画基本事項 5) 計画給水量に基づき、目標年次 2010 年の日最大需要量から既存水源総生産水量を減じた不足水量 ( $14,000\text{m}^3/\text{day}$ ) とする。
- b) 水源水質：
  - ・ザンジバル飲料水基準を満たすものとする。
- c) 留意事項：
  - ・地下水の塩水化を回避すること。
  - ・既存井への影響を回避すること。

これらの前提条件を基に、水源開発計画を策定する。

#### (1) 井戸施設計画

対象地域では、その地下水の帯水層状況に特異性があり、また、塩水化等の諸条件に制約されているので、これらを検討し、井戸施設計画を策定することとした。計画井建設予定サイトの選定と当地域での地下水の帯水層特性について下記に示す。

##### 1) 計画井建設予定サイトの選定

井戸建設予定地を選定するための条件として、次のような項目を検討して設定した。

##### a) 塩水化地域の回避

UNDP (1987) は、深度により塩水化が自然現象として見られる地域を設定している。ザンジバル

タウンの東部では、海岸から約2~4 km 内陸まで塩水浸入地域が想定されている。この地域で、(旧) DWD が深井戸を建設したところ、井戸水が塩水化となったために廃井とした経験がある。このため新規計画井の建設計画地域としては、塩水化地域を避けて内陸側よりに選定した。

#### b) UNDP による地下水開発性が高い地域

UNDP (1987) によれば、中央部を南北に貫くブンブウィ 縦走地形と称する地域 (

図 3-2 プロジェクト井戸建設予定地点と電気探査箇所参照) を特に地下水開発可能性の高い地域としている。先方政府による要請計画井戸の建設予定地点もこの中に存在する。この地域は、実際には道路がなく、井戸建設には不向きである。しかしながら、UNDP 資料によれば、地下水の分水嶺が存在し、最も地下水が高い内陸地域であるので、これらの近傍で、道路条件が良いところを選定した。

#### c) FINNIDA による地下水開発可能性が高い地域

FINNIDA(1991)は、UNDP の調査資料を参考にして、さらに試験井各地域2本ずつを建設し、揚水試験や水質分析、電気探査を実施して地下水開発可能性の高い5箇所の地域を設定している (

図 3-2 参照)。このうち最も北側に位置するキジンバニ北部は、アクセス道路がないために計画井戸の建設予定地点としては不適であるとして、井戸建設予定地点から除外した。

以上のような考慮から、キジンバニ、キアング、キマラ、ムウェンベ・ムチョメケの4地域を対象地域として選定した。これらの4地区のうち、ムウェンベ・ムチョメケ地区は、現在、狭い地区の中に8本の深井戸水源井が集中している。その井戸間隔は100~500 m 程度である。これら既存井のうち1本で揚水を停止して動水位と静水位との差を測定したところ、80 m<sup>3</sup>/hr の大きな水量を揚水しているにもかかわらず、その水位降下は約2 m 程度と小さく、また、既存井の揚水試験データによれば、本地域での帯水層の透水量係数は4,831m<sup>2</sup>/day であり、非常に良好な帯水層が存在することが確認できた。これらのことから、この地区では既存井に加えて計画井を近傍に1本建設しても十分取水可能な地下水貯留量を保有していると判断し、計画井の建設予定サイトのひとつに選定した。

## 2) 電気探査結果

各選定したサイトについて、電気探査を実施したところ、4~6 層の地層によって構成されており、それぞれ、石灰岩層と推定される地層が存在することが判明した。帯水層となる地層の破碎状況は不明であるものの、地下水開発の可能性があると把握された。

### キジンバニ地区

地層構造は4~6 層より構成され、ブンブウィ縦走地形の部分には地下に帯水層となる石灰岩が存在し、地下水開発可能性を有するが、西側の丘陵地域では、比抵抗値の高い砂岩層や逆に比抵抗値の低い粘土/シルト層が厚く存在するために、地下水開発には不適である。

表 3-12 代表的な電探結果解析例 (キジンバニ地区:2004年調査)

No.	比抵抗値 (Ohm-m)	地層名	層厚
1	42	表土	1 m
2	84	粘土シルト層	3.8 m
3	17.5	風化石灰岩	27.2 m
4	27	風化石灰岩	層厚不明

(注)地層記載は、表層から深部に向かう順番により記述。探査結果のうち、代表例として、地下水開発可能性が高いと思われる地点(C4)の例を挙げる。

### キアンガ地区

地層構造は4～8層より構成される。全体として中間部に石灰岩層を挟在し、その下部に不透水層となる固結した砂岩層や粘土質砂層が分布する。ブンブウィ 縦走地形に近い方が地下水開発可能性は高いと考えられる。

表 3-13 代表的な電探結果解析例 (キアンガ地区:2004年調査)

No.	比抵抗値 (Ohm-m)	地層名	層厚
1	48	表土	1.3 m
2	16	風化石灰岩/砂層	6 m
3	47.5	風化石灰岩	36.7 m
4	9.5	砂質粘土/ 風化石灰岩	23 m
5	38	石灰岩	45 m
6	16	粘土質層	層厚不明

(注)地層記載は、表層から深部に向かう順番により記述。探査結果のうち、代表例として、地下水開発可能性が高いと思われる地点(B8)の例を挙げる。

### キマラ地区

電気探査サイトによって層構造の変化が激しく、3～8層の地質構造となっている。南北方向の地質構造に支配されていると推定される。地下水開発可能性の高いと考えられるサイトが存在する。

表 3-14 代表的な電探結果解析例 (キマラ地区:2004年調査)

No.	比抵抗値 (Ohm-m)	地層名	層厚
1	240	表土	2.2 m
2	40	風化石灰岩/砂層	17.8 m
3	66	風化石灰岩/固結石灰岩	60 m
4	10	石灰岩/粘土質砂層	層厚不明

(注)地層記載は、表層から深部に向かう順番により記述。探査結果のうち、代表例として、地下水開発可能性が高いと思われる地点(A5)の例を挙げる。

### 3) 地下水の帯水層特性

過去に実施された調査報告書(J.H. Johnson:1981-1984)によれば、地下水帯水層となるのは、新生代、第三紀中新世の砂岩・泥灰岩・砂質粘土・粘土質砂 (M<sub>2</sub>、M<sub>3</sub> 層) の上部に堆積した、同じ第三紀の固結石灰岩 (M<sub>1</sub> 層)、第四紀の固結/礁性石灰岩及び一部砂層 (Q<sub>3</sub>、Q<sub>2</sub>)である。この帯水層となる石灰岩は、第三紀に発達した旧ラフィジ川のデルタの河谷に発達したものである。当時、海水面が現在より、150m ほど低く、旧ラフィジ川はタンザニア本土よりザンジバル島方向に向かって流下していた。

この石灰岩中の破砕帯の多い部分には、ウングジャ島に降った雨水により涵養された地下水が大量に海岸に向かって流出している。このデルタの河谷は、幅が狭く、糸状に当時の流路に沿って連なっている。井戸を建設した場合、この流路中の石灰岩に掘り当たれば、大量の地下水を得ることも可能であるが、逆の場合、その井戸産出量が極端に少ないということもあり得る。(旧) DWD で掘削した既存の井戸建設失敗率(表 3-19) が 20% に達するのはその理由による。

また、帯水層の透水量係数は 158~15,000 m<sup>2</sup>/日と大きな幅をもっている。破砕帯を有する石灰岩主要帯水層の層厚も井戸建設場所により 2.8 m~26m と大きく変化している。つまり、帯水層となる石灰岩層においても、帯水層状況が地下で一様でなく、地下水流出の大小や帯水層の厚みの変化が場所々により大きく変化している。井戸湧出量は、帯水層の透水量係数と層厚に左右されるために、大きく変化する。従って、帯水層の平均的水理地質条件が設定できず、上記報告書でも、帯水層が薄く地下水開発に不適である帯水層においては、揚水試験を実施せず、井戸構造を記述しているだけである。

このような特徴のある帯水層をもつ当地域において地下水開発に制約を与える諸条件を検討した。その内容を下記に示す。

表 3-15 地下水開発の制約条件

地下水開発の制約条件	設定できる条件	設定できない条件
1. 地下水の塩水化回避	地下水開発地域から自然条件化での塩水化地域を除外。かつ、既存井測定データにより、絶対水位+6.2m 以上	
2. 地下水位の季節変動量	過去の既存井のモニタリングデータにより、最大 7.8 m	
3. 帯水層状況	均一でない。	帯水層石灰岩の破砕程度/帯水層層厚が不均一で帯水層として一様でない。透水量係数/透水係数が不均一で地下水理論が適用できない。従って、水位降下量/井戸湧出量が決定できない。
4. スクリーンへの安全流入速度	Johnson Div. (1987)より、V=0.03 m/sec	

井戸湧出可能量を帯水層条件から検討した。ところが、上記地下水開発の制約条件の検討により、揚水試験データを解析し、透水量係数 (T)、透水係数 (K)、貯留係数 (S) 等の水理定数を求めても、その値が不均一で、地下水理論式 (Jacob 修正式) を適用して、決定できないことが判明した。

そのため、スクリーンへの安全流入速度から井戸湧出可能量を求めた。このためには、計画井戸の標準仕様を決定することが必要となる。計画井の標準仕様は、実情に合わせるとの判断から、計画井戸建設予定地域に近い既存井深度に基づき決定した。

## a) 計画井戸深度

調査の結果、ほとんどの既存水源井で、地下水に含まれる塩分が少ないことが判明したが、井戸深度は、深くすると塩水を引き込む可能性があり、また、浅くすると十分な水量が確保できなかったり、石灰岩層の割れ目の多い帯水層の分布している部分に到達できなかったりする可能性が高い。また、計画井予定地区を中心として電気探査を実施した。電気探査データは、塩水浸入の有無や概略の地質構造を判定し、砂層や粘土層が地表に厚く堆積した地下水開発が困難な地点を判断することは可能であるが、帯水槽となる割れ目の多い石灰岩がどの深度に分布しているかを明瞭に分析することは困難である。

このため、計画井の仕様を決定する場合、地下水開発予定地域と地質・地下水条件・標高が同等であると考えられる内陸部地域における既存井の井戸仕様を参考にして決定するのが望ましい。既存井は、井戸掘削時に判明した石灰岩層の破碎帯の分布状況に基づきスクリーンを挿入、設置している。このような観点から、計画井の深度を決定した。

井戸建設予定地域に近い内陸部の既存給水井の井戸仕様を下に示す。

表 3-16 井戸建設予定地域に近い内陸部の既存給水井の井戸仕様

井戸番号	井戸位置	稼動状況	井戸深度 (m)	ケーシング径 (mm)	井戸建設年	標高 (m)
U-051	ムウエンベ・ムチョメケ	稼動	69.00	250	2002	43
U-001	ムウエンベ・ムチョメケ	稼動	70.03	250	-	40
U-50	ムウエンベ・ムチョメケ	ポンプ故障	63.00	200	2002	43
U-033	ムウエンベ・ムチョメケ	稼動	52.97	200	2000	43
ドーレ	ドーレ	稼動	56.00	200	2003	55
U-004	キアング	稼動	49.00	200	2000	32.08
U-009	チュンガ	稼動	45.20	250	1979	16.4
U-026	チュンガ	稼動	46.00	250	1995	17
U-008	チュンガ	稼動	45.20	250	1979	18

## ① キジンバニ地区

計画井を予定するキジンバニ地区の標高は 45 m であり、既存給水井があるムウエンベ・ムチョメケ地区の標高は 40m～43m である。キジンバニ地区の計画井深度は、標高がほとんど同じであるムウエンベ・ムチョメケ地区の既存給水井の井戸深度が約 53 m～70 m であるので、その最大深度と同程度の深度にて、地下水開発を行うものとし、計画深度を 70 m とした。

計画井戸深度：70 m

## ② キアング地区

井戸建設が計画されているキアング地区は、既存井がある地区よりも 1～2 km 北側にあり、キジンバニ地区とキアングの既存井との中間地点にあたる地区である。既存井の井戸深度は、上記キジンバニ地区と同等としたムチョメケ地区とキアング地区の既存井深度の中間をとり、計画井戸深度を 60 m とした。

計画井戸深度：60 m

③ キマラ地区

井戸計画地域のキマラ地区は、既存井のあるチュンガ地区よりも約 1～2 km 北方にあり、標高も約 10m 高くなっている。そのため、チュンガ地区の既存井の深度よりも 10m ほど深く計画し、60m とした。

計画井戸深度：60 m

④ M. ムチョメケ地区

M. ムチョメケ 地区は、既存給水井が 5 箇所あり、その井戸間隔は、100 m から 300 m で集中している。これは、この帯水層の透水量係数(T) が  $200 \text{ m}^2/\text{日} \sim 4,831 \text{ m}^2/\text{日}$  と報告されているとおり、良好な帯水層が分布していることを意味している。調査期間中に揚水を停止して水位降下測定した結果では、U-051 井戸で、 $84 \text{ m}^3/\text{時}$  揚水しているところ、その水位降下は約 2 m 程度と僅かであり、近傍に計画井を追加建設しても、井戸干渉もほとんどなく揚水できると判断される。よって、この地区に計画井を 1 本追加して建設する。既存井の深度が 63～70m なので、計画井の深度を 70 m とした。

計画井戸深度：70 m

b) 想定地下水位

計画井の地下水位はポンプ施設を計画する場合の基本諸元であるが、計画井の建設予定地点付近には既存井がないために、既存井の標高と水位の関係から計画地下水位(静水位)を想定した。既存井と同じ標高の計画井では、同様な地下水位が存在すると想定して計画井の地下水位とした。また、既存井 2ヶ所の標高の中間位置に新規井戸の建設を計画するところでは、地下水位も既存井戸 2ヶ所の中間の深さを有するものとして設定した。その結果、計画井の地下水位を以下のように想定した。

表 3-17 計画井の想定地下水位

井戸建設予定地区及び井戸 No.	(1)井戸位置地盤高 (GL:m)	(2)想定地下水位 (静水位) (GL:m)	(3)GL からの静水位 (m)
キジンバニ (N-3, N-4, N-5)	+45	+23.0	22
キアング (N-6, N-7, N-8, N-9, N-9-2)	+30.0～+36.0	+23.0	7～13
キマラ (N-10, N-11, N-12)	+23.0～+26.0	+19.0	4～7
ムウエンベ・ムチョメケ (N-13)	+43.0	+23.0	20

c) 計画井戸のケーシング径

計画井戸の口径は、現地既存井戸のケーシング径が 200mm (8")～250mm (10")で、大部分は 250mm であること、及び水道設計指針 (2000 年) によれば、揚水量  $1,500 \text{ m}^3/\text{日}$  未満の場合の井戸口径として、250mm が規定されていることから、本計画では、井戸口径を 250 mm とした。

計画井戸のケーシング径：250 mm

#### d) 計画井戸のスクリーン長

計画井戸のスクリーン長は、既存井の帯水層の長さの平均長を基に決定した。帯水層の長さは、実測又は揚水試験時の揚水位より下位にある破碎した石灰岩、又は井戸資料に帯水層とあるものはそれを採用して平均帯水層幅を求めた。既存井資料で確認できた8本の井戸について検討したところ、帯水層の幅は8～33 mであり、その平均は21mである。この平均長をスクリーン長さとした。種々の現場での経験（地下水位、水位降下量、帯水層長、井戸構造的強度等）を基にした一般的な井戸仕様として、スクリーン長は全井戸長の30%程度とされている。今回計画井戸において、計画井戸長70m及びスクリーン長21mはこの値に一致する。

計画井戸のスクリーン長：21 m

#### e) 計画井戸のスクリーンのスリット幅

今回使用予定のスクリーンのスリット幅は、250 mm 口径の場合、0.75～3.00 mm まで準備されている。このうち、既存井で一般的に使われており、かつ帯水層に一部砂層も存在するところから、砂の流入を防ぐため1mm幅のスリット幅のスクリーンを採用した。

計画井戸のスクリーンスリット幅：1mm

#### f) 井戸構造

井戸構造は、現地で一般的である井戸底まで同じ口径とし、井戸の底の部分で井戸径が狭くなるような構造とはしない。集水部分の井戸口径を狭くするとスクリーンへの流入速度が速くなり、インクラステーションが発生しやすくなることや、将来、地域全体の地下水開発が進行又は渇水年により降雨量が極端に少ない等の理由により地下水位が下がった場合、より深い部分へのポンプの挿入が困難になる等の不都合が生じるからである。また、井戸構造としてグラベル充填した井戸とすることとした。グラベル充填幅として裸孔とケーシングの間の隙間は少なくとも50mm以上あるものとする。

#### g) 井戸材料

井戸材料に関しては、現地（旧）DWD 水源担当責任者より、過去に設置した鋼管では腐食が生じる例があったので、uPVC にして欲しいという要望があった。これは、降雨量の変動等により塩水が地下水に流入した場合、鋼管のために腐食が進んだものと思われる。本計画では、塩水の混入を防ぐように井戸計画を立案するが、長期に計画水源井を利用することを考慮して、井戸材料として対塩水性のよいuPVC材料を使用することとした。

#### h) スクリーンへの安全流入速度からの検討

スクリーンへの安全流入速度は、乱流を発生させず、整流で流入する速度として規定されている。Groundwater and Wells, Johnson Division (Dr. Fletcher G. Driscoll: 1987) は、安全流入速度として、多くの先達の経験に基づき、 $V=0.03$  m/sec を設計流速としてしている。この安全流入速度から井戸取水可能

量を計算した。

- 井戸取水可能量の計算

井戸取水可能量 (Q) = スクリーン表面積 × スクリーン開口率 × スクリーン内安全流入速度  
× (1 - スクリーン目詰まり率)

$$Q = D \times \pi \times L \times Op \times V \times (1 - C) \times 60 \times 60$$

Q: 井戸取水可能量 (m<sup>3</sup>/hr)

D: スクリーン径 (m)

L: 有効スクリーン長 (m) (計画スクリーン長 21m × 有効率)

Op: スクリーン開口率 (%)

V: スクリーンへの安全流入速度 (0.03 m/sec)

C: スクリーン目詰まり率 (%)

既存井で使用されているスクリーン仕様によれば、スクリーンの開口率は、250 mm の口径で、1 mm のスリット幅の場合、スクリーン有効面積の 7.9 % であり、スクリーン有効長はスクリーン全体の 88% である。

スクリーン目詰まり率は、充填したグラベルによりスクリーンが閉塞する割合であり、経験値により 40~50% を採用することとした。

よって井戸取水可能量:  $Q = 61 \sim 74 \text{ m}^3/\text{hr}$  となる。

(水量に幅があるのは、目詰まり率を 40% ~ 50% と考慮したため)

今回計画では、安全側をみて取水可能量を 60 m<sup>3</sup>/hr とする。この数字は、FINNIDA(1991)によって推奨されている計画値と同じである。

計画井戸の取水可能量: 60 m<sup>3</sup>/hr

#### i) 計画井戸本数

計画井の必要揚水量は給水計画から約 14,000m<sup>3</sup>/日であり、一方、井戸 1 本当りの計画取水可能量の検討により、60 m<sup>3</sup>/hr ・ 井戸であるとの結果を得た。所定の水量を確保するためには、井戸 10 本を 24 時間運転することが必要となる。これにドーレ配水区を対象としたキジンバニ地区において予備井として 1 本を加えて合計 11 本の新規井戸の建設を計画した。

予備井の設置理由は次のとおりである。井戸の計画運転時間は 24 時間であり、もし、揚水ポンプ等に故障が発生した場合、予備井なしでは水源水量にただちに不足が生じて、水道施設としての機能に不具合が生じる。ポンプ等が修理されるまでの一定期間、この不具合が継続することを避けるため、等を考慮して井戸数の少ないドーレ配水区に予備井を設置する。現状のポンプ稼動状況は、既存井 24 箇所のうち 3 箇所がポンプ故障により稼動していなかった。これは休止率約 13% となる。この状況から考慮しても、井戸 1 本程度の予備井は必要と考えられる。

計画井戸本数: 常用井戸 10 本 + 予備井 1 本 = 合計計画井戸 11 本

これより、計画井戸用水量は  $q = 14,000 \text{ m}^3/\text{日} \times 1 \text{ 本}/10 \text{ 本} = 1,400 \text{ m}^3/\text{日}/\text{本} = 58.4 \text{ m}^3/\text{hr}/\text{本}$   
 以上より、各井戸建設予定地における計画井戸本数を表 3-18 に示す。

表 3-18 井戸建設予定地と計画井戸本数

井戸建設予定地区	2006年計画井戸本数	1期	2期	標高
キジンバニ 地区	3 本 (内 1 本予備井)		3(1)	45m
キアング 地区	4 本	5	—	27~38m
キマラ 地区	3 本		2	23~26m
ムウエンベ・ムチョメケ 地区	1 本	1		43m
合計	11 本 (内 1 本予備井)	11 本(1)		23~45 m

注) 建設段階で、キアング地区 4本→5本、キマラ地区 3本→2本に変更  
 1期分は2008年3月竣工済

#### 4) 井戸失敗率

ウングジャ島での井戸建設は DWD/ZAWA が主体となり、過去に民間業者を利用し、また現在では3台の掘削機械を保有して実施されている。地下水開発は、その場所々での地質状況によって大きく左右されるために井戸を建設しても井戸湧水量が確保できず、失敗井となる例もある。

計画井建設計画を設定するに際して、その失敗率がどの程度か検討した。(旧)DWD における 2002~2004年における井戸建設失敗率と理由を下記に示す。

表 3-19 (旧)DWD による井戸建設失敗率とその理由

建設年	掘削井戸数	成功井戸数	失敗井戸	井戸失敗率(%)	理由
2002	7	5	1 (1:塩水地下水)	17	井戸湧水量 < 50m <sup>3</sup> /hr *塩水地下水
2003	8	5	3	60	井戸湧水量 < 50m <sup>3</sup> /hr
2004	25	22	3	14	井戸湧水量 < 50m <sup>3</sup> /hr
合計	40	32	7 (1:塩水地下水)	21.9	

注) 塩水地下水による失敗は、今回、電気探査結果やUNDP資料の利用により発生しないだろうと予測されるので、上表にて井戸失敗率を計算する際に、塩水地下水による失敗例を除外した。

ここでの失敗の条件は塩水井戸水と井戸湧水量が 50 m<sup>3</sup>/hr 以下だった場合であり、本計画の計画湧水量が 58.4 m<sup>3</sup>/hr であることから、この条件が適用可能であると考えられる。しかしながら、塩水地下水については、既存資料を基にして、塩水化地域を避けていることや電気探査結果から塩水化地域を除外できる可能性が高い。取水対象となる石灰岩層は多くの場所に分布しているものの、帯水層となる破碎部分の多い石灰岩層の存在と帯水層幅は掘削してみないと不明であるので、本計画で想定しているような湧水量が井戸掘削によって得られるか否かについて過去の実績を適用する必要がある。

(旧) DWDによる過去3年における井戸失敗に係わる実績によれば、その井戸失敗率は約 20 %となる。したがって、本計画では、井戸失敗率として 20 %を見込むこととした。

## 5) 要請井戸施設計画と本施設計画との比較

要請計画と本施設計画との比較表を下記に示す。

表 3-20 要請計画と本施設計画との比較表

計画	計画揚水量	井戸本数	計画地	変更理由
要請井戸施設計画	100 m <sup>3</sup> /hr	6 本	ブンプウィ縦走地形	100m <sup>3</sup> /日は過大である。井戸建設予定地は搬入道路等考慮して変更。
今回井戸施設計画	58.4 m <sup>3</sup> /hr	11 本 (内 1 本予備井)	ブンプウィ縦走地形に近い FINNIDA 推奨 4 地区	

要請における揚水量が過大との判断は、既存の揚水量が 80~100 m<sup>3</sup>/hr の井戸では砂の流入が指摘されていることによる。これは適正値を超えた揚水の結果、スクリーンへの流入速度が過大なため砂を巻き込んでいるもので、砂の流入は水中ポンプのインペラーの損傷、モーターの過負荷運転等からポンプ寿命を縮める原因となる。

安全側からも井戸揚水量を 60 m<sup>3</sup>/hr 以下に抑えることが重要である。本計画では、このような観点からも計画揚水量を 58.4 m<sup>3</sup>/hr とした。

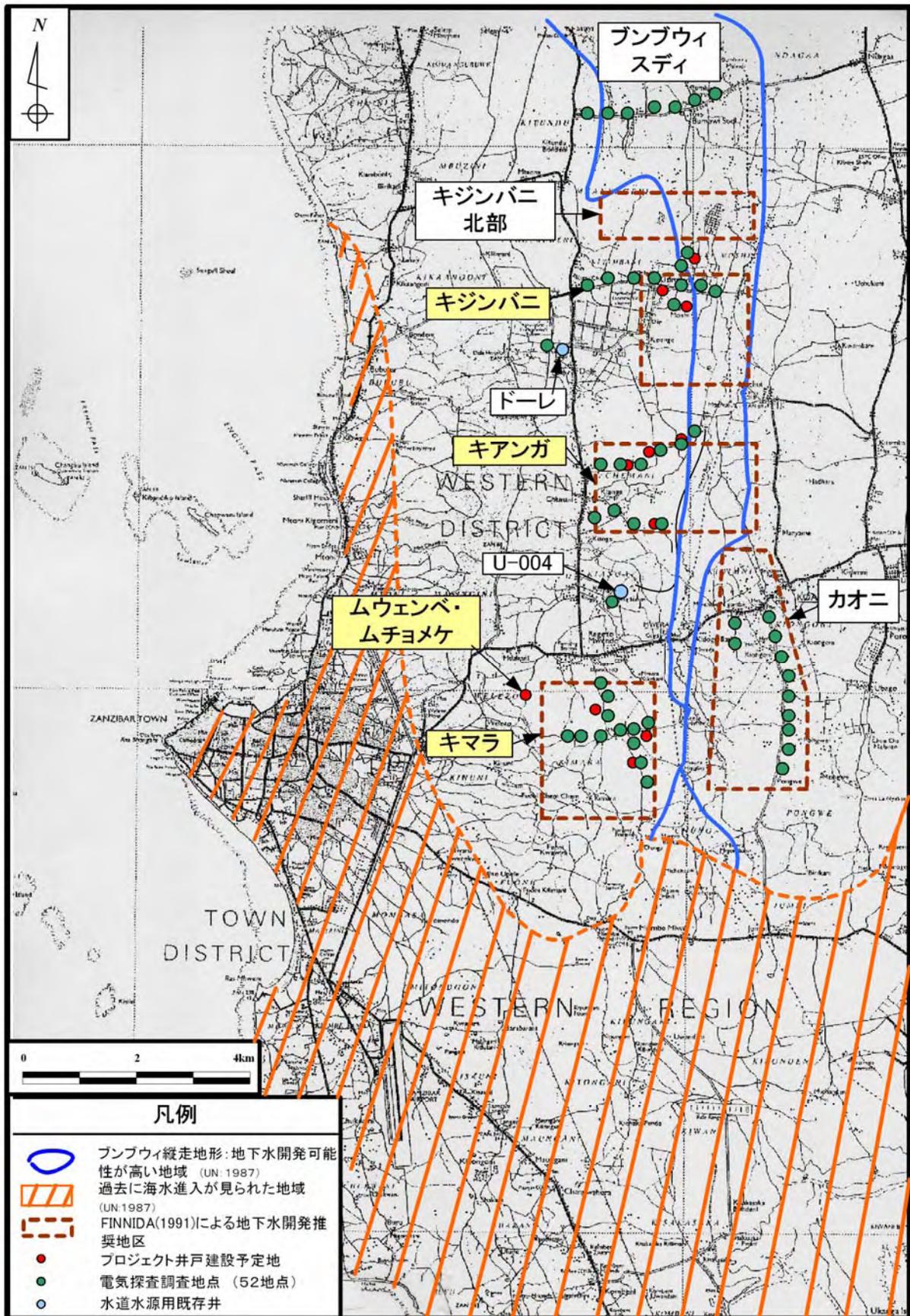


図 3-2 プロジェクト井戸建設予定地点と電気探査箇所

## 6) 井戸仕様のまとめ

井戸の仕様を次表にまとめる。

表 3-21 井戸仕様一覧

井戸名称	配水区	井戸地域	井戸本数	井戸深度 (m)	井戸掘削 径 (mm)	ケーシン グ径 (mm)	スクリー ン長 (m)
N-3~N-5	ドーレ	キジンバニ	3	70	350	250	21
N-10,N-12	キヌニ	キマラ	2	60	350	250	21

## (2) 環境影響の検討

地下水開発の観点から、地下水開発可能性に関する環境影響評価(EIA)を行う。地下水開発可能性は、従来、ウングジャ島全域について研究されてきた。そのため、ウングジャ島全域の地下水開発可能性は、過去の研究例を紹介することにとどめ、開発対象地域での本プロジェクトの地下水開発可能性について、さらに対象地域を絞って以下に検討した。

## 1) ウングジャ島の地下水開発可能性

ウングジャ島では、ほとんどの表流水が第四紀の石灰岩地域で消失するので、海に流出することはめったにない。多くの河川が、内陸部で洞窟の中に流入し消失している。少数の河川が、地下へ潜った後、再び、湧水となり流出している。このため、本島の地下水は、大部分が不圧地下水であり、降雨による地下水涵養によって、地下水位が上昇し、ゆっくりと海岸に向かって流出している。降雨の残りの水分は、樹木や地表面から蒸発散となって大気中に放出される。この地下水涵養量に関するFINNIDA 調査(1994)及び Halcrow(1994) による推定を下記に示す。

FINNIDA(1994)による地下水開発可能量の推定

最小平均年降雨量は、確立雨量 10%の渇水年で約 1,100 mm である。過去の地下水位回復に関する観測結果により、ウングジャ島では、降雨量の 30%が地下水涵養となると推定されている。ウングジャ島の海岸地域の帯水層は、塩水浸入のリスクがあり開発が困難であるため、地下水涵養地域として除外できる。さらに、島の環境への負の影響を避け減少させたいので、20%の減衰係数を導入すると、ウングジャ島の地下水開発可能量は、 $105.6 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{年}$ となる。

ウングジャ島：面積  $1,600 \times 10^6$  × 降雨量 1.1m × 地下水涵養率(30%) × 0.2 =  $105.6 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{年}$   
渇水年で約 1 億トンの地下水開発が可能であるとしている。

Halcrow (1994)による地下水開発可能量の推定

地形等によって、9つの流域に区分して、それぞれ降雨の年間地下浸透量、年間の地下水の海への浸透量、年間の許容地下水取水可能量を推定している。地下水浸透量は、降雨量の 24~30%が地下に浸透しているとし、24%を採用している。ウングジャ島全体での推定値を下記に示す。

年間降雨量	: $2,444.6 \times 10^6 \text{ m}^3$
年間地下浸透量	: $588.71 \times 10^6 \text{ m}^3$
年間の地下水の海への流出量	: $281.62 \times 10^6 \text{ m}^3$
年間の許容取水可能量	: $307.09 \times 10^6 \text{ m}^3$

#### Halcrow (1994)による総推定水需要

2015年における総推定水需要は、都市部、農村部、農業灌漑、観光、工業を合計して、 $57.2 \times 106 \text{ m}^3$ と推定している。これは、FINNIDA(1994)によって見積もられた地下水涵養量の約1/2、Halcrowによって見積もられた値の約1/6に相当する。

従来による地下水開発可能量から、ウングジャ島全体の水収支を考慮した場合、その地下水涵養量は、2015年までの水需要を賄うだけの大きな水量が地下水として地下に蓄えられていることが判明する。

#### 2) 地下水開発地域での本計画による地下水取水に対する環境影響評価

地下水対象地域において、計画地下水量を揚水した場合の影響評価を検討した。地下水は地下水流動域の中を流下して、海に流出する。この地下水の流動域を決定するのは、地下地質構造、地下水面の高さである。これらの要素を考慮して、地下水開発対象地域を含む地下水流動域を設定した。図 3-3 に地下水域を示す。

#### 開発対象地域での地下水流動域の設定

- 図 3-3 において、西側及び北側の地下水流動境界は、FINNIDA(1994)による水理地質図の地下水分水嶺を参考にして決定した。
- 東側の地下水境界は、FINNIDA(1994)による水理地質図の推定地下水分水嶺、及び地下水面図から地下水の流動方向を読み取って地下水境界域を設定した。
- 地下水の流出する南側の境界線は、計画井が上流からの地下水を集めて、地下水を取水するとの考えから、計画井の概略位置を基に、地下水面等高線を参考にして決定した。

#### 開発対象地域での地下水流動域の面積

地下水流動域の面積 :  $72 \text{ km}^2$

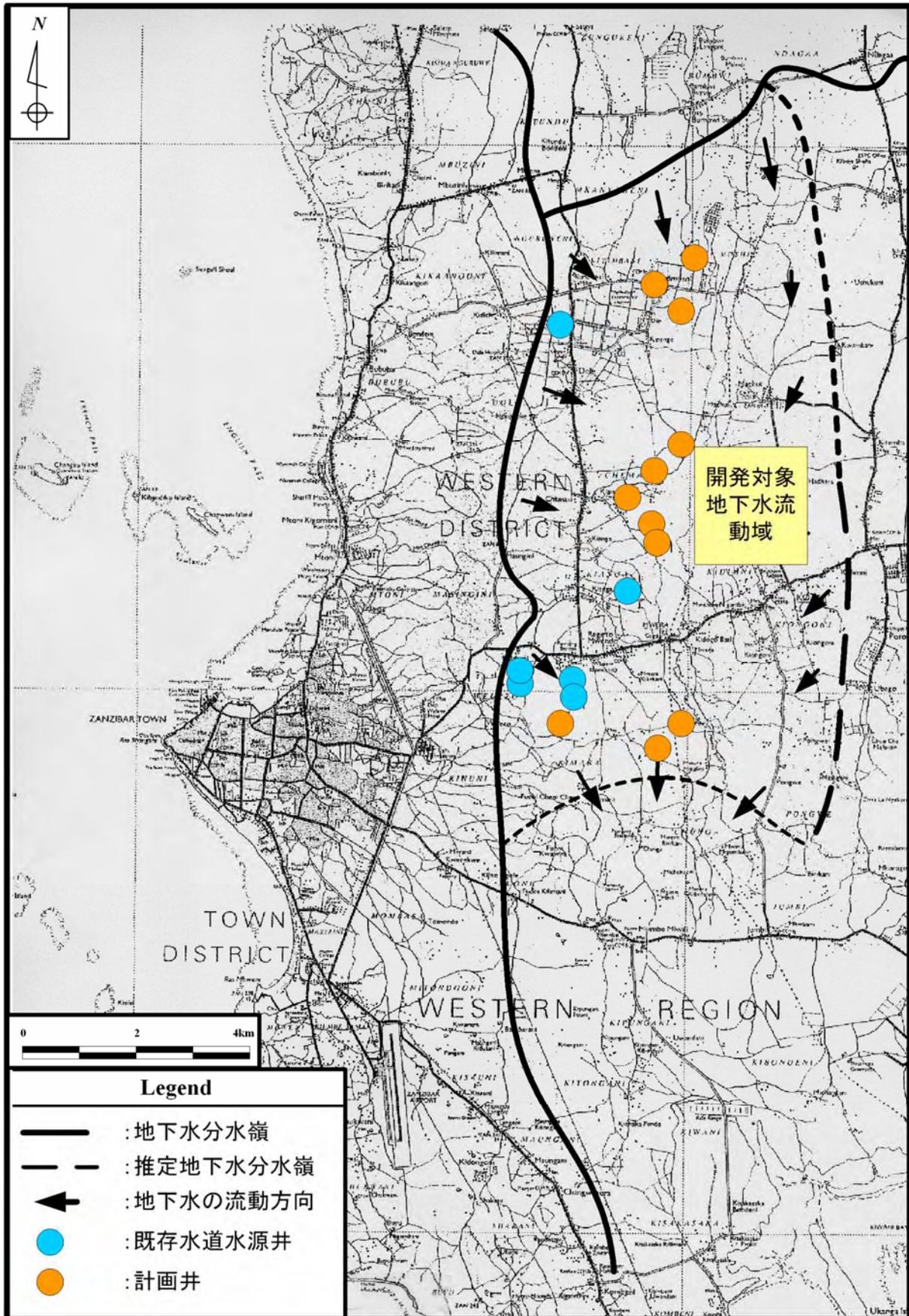


図 3-3 本計画による開発対象地下水流動域

地下水開発可能量の推定

上記の2つのウングジャ島全体の地下水開発可能量推定方法のうち、FINNIDA(1997)による方法が、より厳しい条件下で地下水開発可能量を推定しているため、これと同じ方法を準用して地下水開発可能量を推定した。但し、FINNIDAは環境への影響を避ける為20%の減衰係数を採用しているがこの根拠は不明であるため、本計画では従来採用されてきた経験値50%を採用した。降雨量は、1995-2004年の観測実績では、その平均降雨量は1,649 mmであるが、ここでは降雨量は年による変動が激しい為、安全側をとってFINNIDAと同じ確立雨量10%にあたる1,100 mm/年の降雨量を採用した。

$$Q = 72 \times 1000,000 \text{ (地下水流動域の面積)} \times 1.1 \{10\% \text{ 確立年間降雨量}\} \times 0.3 \times 0.5$$

$$= 11,880,000 \text{ m}^3/\text{年}$$

地下水開発可能量：11,880,000 m<sup>3</sup>/年

既存水源井・計画井による地下水揚水量

地下水流動域に散在する既存水源井と計画井戸の揚水量を算定した。地下水流動域内には、これ以外には、工場地帯や団地もなく、農業灌漑用水源井が多少あるのみである。この農業灌漑用水源井戸も降雨量が比較的多いため、その本数は極めて少ない。したがってこの水量は非常に僅かである。

計画井の揚水による環境への影響

表 3-22 に地下水開発可能量と既存水源井・計画井による地下水揚水量の水収支を示す。上記で推定した想定地下水流動域における地下水開発可能量は、本計画実施後の取水量を上回っている。地下水涵養量の内、半分は人為的に利用されず、地下水として自然界に流出する。上記の推定では、河川等の表面流出や蒸発散量は、降雨量の中で地下水涵養に使われる割合(30%)に含まれておらず、それ以外の水量(70%)に含まれているので、自然界への放出量は考慮されている。また、図 3-3 に示す開発対象地域での地下水流動域においては北側および東側から地下水の流入がある。この結果から、計画地域での既存井・計画井の揚水による環境への影響はほとんど無いと考えられる。ただし、前述の推定条件に基づく表 3-19 に示す水収支からみて、この計画区域における更なる新規水源開発の余裕はないものと考えられる。よって、将来、新規水源開発を行なう場合は今回の計画区域以外、すなわち北側や東側に水源を求める必要がある。

表 3-22 地下水開発可能量と既存水源井・計画井による地下水揚水量の水収支

項目	対象地区	水量 (m <sup>3</sup> /年)	特記事項
地下水開発可能量: A	想定地下水流動域	23,760,000	(正味の地下水涵養量)
		11,880,000	(推定開発可能量)
既存井揚水量	チュンガ	2,172,480	
	キアング	700,800	
	ムウエンベ・ムチョメケ	2,794,440	
	ドーレ	210,240	
計画井揚水量	計画井建設予定地域	5,256,000	
地下水揚水量合計: B		11,133,960	B/A = 94 %

(3) 井戸（取水）ポンプ

1) 取水ポンプ容量・台数

① 設計対象水量

$$\begin{aligned} \text{新規開発井戸必要水量} &= \text{計画日最大給水量} - \text{現況水生産量(日最大)} \\ &= 54,100\text{m}^3/\text{日} - 40,100\text{m}^3/\text{日} \\ &= 14,000\text{m}^3/\text{日} \end{aligned}$$

② 新規井戸本数

$$\text{稼動 10 井} + \text{予備 1 井} = 11 \text{ 井}$$

③ 新規井戸 1 井あたり容量

$$q = 14,000\text{m}^3/\text{日} / 24\text{hr} / 10 \text{ 井} = 58.4\text{m}^3/\text{hr} / 1 \text{ 井}$$

また、2007 年度に実施された「タンザニア国ザンジバル市街地給水計画（第 1/2 期）」における井戸施設の実揚水量は以下の表 3-23 のとおりであり、58.4m<sup>3</sup>/hr/1 井は信頼性がある容量と考えられる。

表 3-23 第 1 期竣工井施設の実揚水量（参考）

井戸 No.	計画揚水量 m <sup>3</sup> /hr	実揚水量 m <sup>3</sup> /hr	最大揚水可能量 m <sup>3</sup> /hr	備考
N-6	58.4	70	70	
N-7	58.4	40	40	
N-8	58.4	65	65	
N-9	58.4	35	35	
N-9-2	58.4	66	85	
N-13	58.4	100	106	
計	350.4	376	401	

2) 井戸ポンプ型式および形態

- ・ ポンプ型式は既設と同型式で維持管理に習熟している水中モータポンプとする。
- ・ 維持管理作業の容易化を図るため既設と同様に、電気設備は井戸ポンプ小屋内に収納する。

3) 井戸ポンプ全揚程

別途送水管計画等から、井戸ポンプの必要全揚程は次のとおりとなる。

$$H = \text{実揚程} + \text{配管損失水頭}$$

$$= (\text{各配水池 WL} - \text{各井戸 LWL}) + \text{送水管損失水頭} + \text{ポンプ廻り損失水頭}$$

ドーレ配水区 N-3,4,5 : 110m

ウエレゾ配水区 N-6,7,8,9,9-2 : 100m N-13 : 90m

キヌニ配水区 N-10,12 : 90m

## 4) 施設概要

表 3-24 井戸ポンプ場施設概要

機器・資材の名称	仕 様	数量	備 考
「機械設備」			新設
井戸ポンプ	水中モータポンプ N-3,4,5 : ドーレ配水区 $\phi 125 \times 58.4\text{m}^3/\text{hr} \times 110\text{m} \times 37\text{kW}$ N-10,12 : キヌニ配水区 $\phi 125 \times 58.4\text{m}^3/\text{hr} \times 90\text{m} \times 30\text{kW}$	3 台 2 台	内 1 台予備
ポンプ回り配管・弁類	ポンプ回り吐出管、弁類、流量計	1 式	5 ヶ所
「電気設備」			新設
受電変圧器	油入自冷式 33 または 11kV / 415V、50kVA	5 台	負荷開閉器、 避雷器共
配電・制御盤	鋼板製屋内自立型 37kW 電動機用(ソフトスターター始動) 30kW 電動機用(ソフトスターター始動)	3 面 2 面	N-3,4,5 用 N-10,12 用
水位検出器	電極式	5 ヶ	井戸低水位検出用
動力および制御ケーブル		1 式	5 ヶ所
「土木・建築」			新設
井戸	井戸径 : $\phi 250\text{mm}$ 計画井戸深度 : ドーレ配水区 N-3,4,5 : 70m キヌニ配水区 N-10,12 : 60m	3 本 2 本	
井戸ポンプ小屋	電気盤用	5 棟	

## 3-2-2-3 送配水施設計画

## (1) 配水区域の設定

現状のサテニ配水池からの配水区域（サテニ配水区）、ウェレゾ配水池からの配水区域（ウェレゾ配水区）に加えて、急速に人口が増加している北部地域に給水するためドーレ地区の標高約 100mの地点に新たに配水池を建設し、ここから近い将来政府機関の移転先として予定されているブブブ地区を含む北部地区（ドーレ配水区）に給水する。

対象地域の南部及び東部については、急速に人口が増加する準市街化地域への給水を容易にする為新たな配水池を設けて給水する。配水池の位置は新たな井戸の候補地が、塩水化の可能性がある南部を避けて中部及び北部に建設されることから、新設及び既設の井戸から近い市街化地域の東側にあたるキヌニ地区とした。この配水池から給水する地区をキヌニ配水区と呼ぶが、この地区はムブウェニ、マゴゴニ等の既設の井戸及びディマニの湧水源から直接給水する地域を含んでいる。これらの配水区域を図 3-4 に示す。

上記の 4 配水区ごとの 2010 年におけるの需要量と給水人口を表 3-25 に示す。配水区は、需要量の詳細な検討を行うために、土地利用状況等を勘案しさらに 19 の小配水区に分割した。

表 3-25 配水区需要量(日最大)と給水人口

小配水区 番号	総需要水量 (日最大) m <sup>3</sup> /day	サテニ 配水区 m <sup>3</sup> /day	ウェレゾ 配水区 m <sup>3</sup> /day	ドーレ 配水区 m <sup>3</sup> /day	キヌニ 配水区 m <sup>3</sup> /day
市街化地域					
1	1,894	1,894			
2	3,343	3,343			
3	4,324	4,324			
4	2,507	1,504	1,003		
5	4,197	1,049	3,148		
6	6,344		6,344		
7	8,004		8,004		
8	6,537		6,537		
準市街化地域					
9	3,950		1,707	2,243	
10	3,030		2,730		300
11	6,399				6,399
12	521				521
周辺農村地域					
13	369			369	
14	583			583	
15	234			234	
16	793		793		
17	474				474
18	461				461
19	117				117
合計	54,080	12,115	30,265	3,428	8,272
給水人口	457,330	74,781	256,675	18,213	107,661

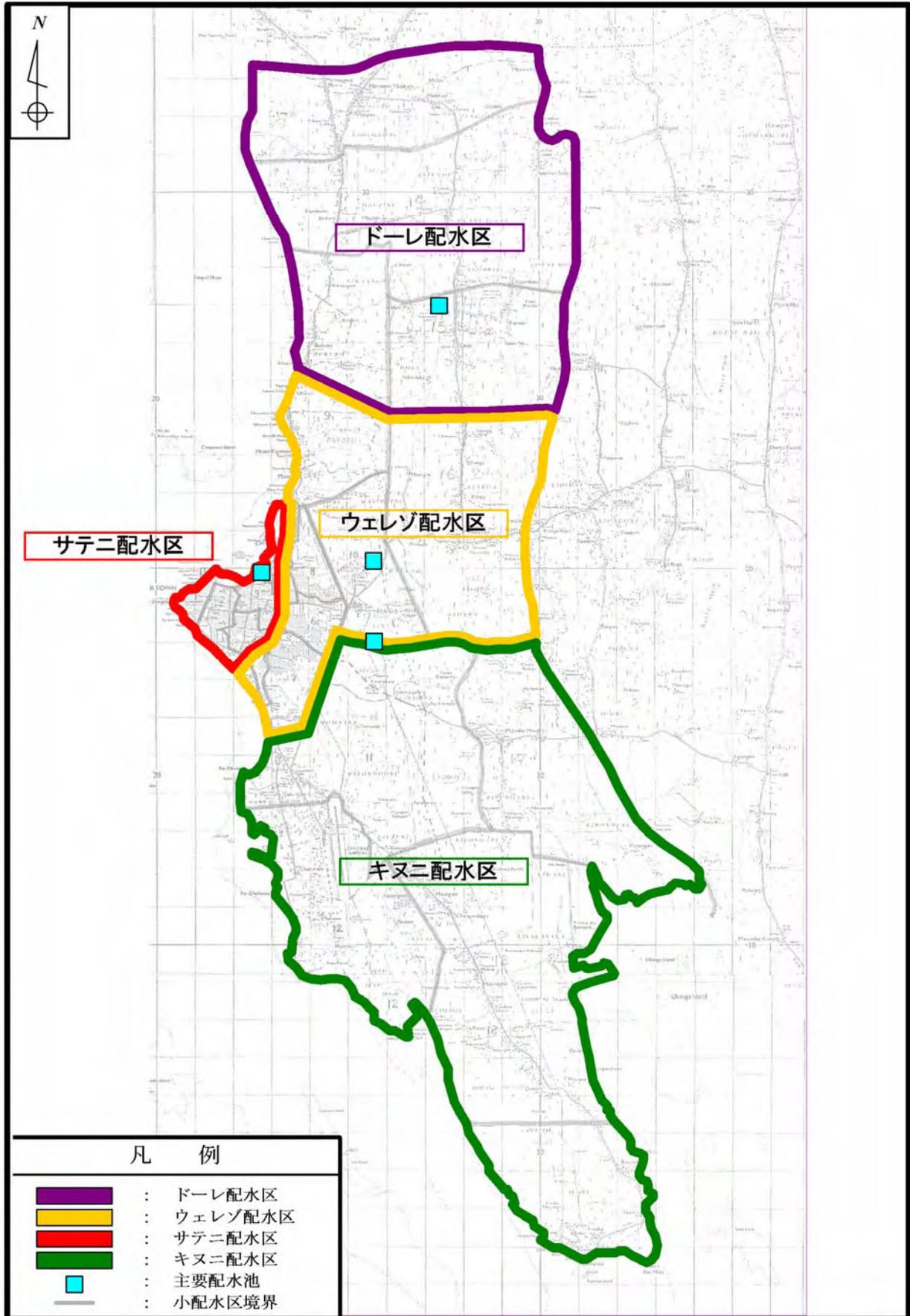


図 3-4 配水区域図

## (2) 送水管整備計画

## 1) 送水管の整備方針

送水管は維持管理が容易となるようできるだけ既存の道路に敷設することとした。送水管径は、水圧の損失が過大とならないように流速 1 m/s 前後になるように設定した。損傷のひどいチュンガ井戸群からウェレゾ配水池への送水管（石綿管）は漏水防止の観点から廃止し、新たな送水管を敷設し最も近いキヌニ配水池への送水に変更することとした。この送水管は、新設井戸からの新規送水管と一部共用し、コストの低減を図る。

## 2) 送水管計画

提案された新設井戸からの配水池への送水管を図 3-5 に示す。送水管の管径と延長を配水区ごとにまとめたものを表 3-26 に示す。

表 3-26 計画送水管の管径と延長(m)

配水区	管材料	キヌニ配水区	ドーレ配水区	全体
管径		総延長	総延長	総延長
150	DI	1,600	200	1,800
200	DI	300	500	800
250	DI	500	3,400	3,900
300	DI	2,300	0	2,300
400	DI	2,200	0	2,200
<b>Total</b>		<b>6,900</b>	<b>4,100</b>	<b>11,000</b>

## 3) 送水管付帯施設

送水管の敷設にあたって必要となる付帯施設は、以下のものが考えられる。

## a) 中間仕切弁

井戸ポンプや送水管の修繕等、日常の維持管理に加え、緊急時における井戸水源の相互融通を考慮し、適切な箇所に仕切弁を設置することとした。

## b) 空気弁

本基本設計における水源井戸から配水池までの送水管布設ルートには起伏部があり、管路内に溜まった空気を吸排気するのに困難を要する。従って、空気弁は送水管路において最も空気の溜まりやすい地盤の高い位置や、カルバート等の地下埋設物を伏越しする箇所の凸部等、維持管理上必要最小限の箇所に設置することとした。

## c) 排水設備

本事業終了後は、ZAWA が送水管の維持管理を継続していくこととなり、井戸ポンプや送水管の補修工事の際に発生する夾雑物の排除や、排水を行う必要がある。従って、排水が可能な水路の付近や送水管路の末端部分等、維持管理上必要最小限の箇所に排水設備を設置することとした。

## d) その他

要所にて既存送水管と接続することとした。

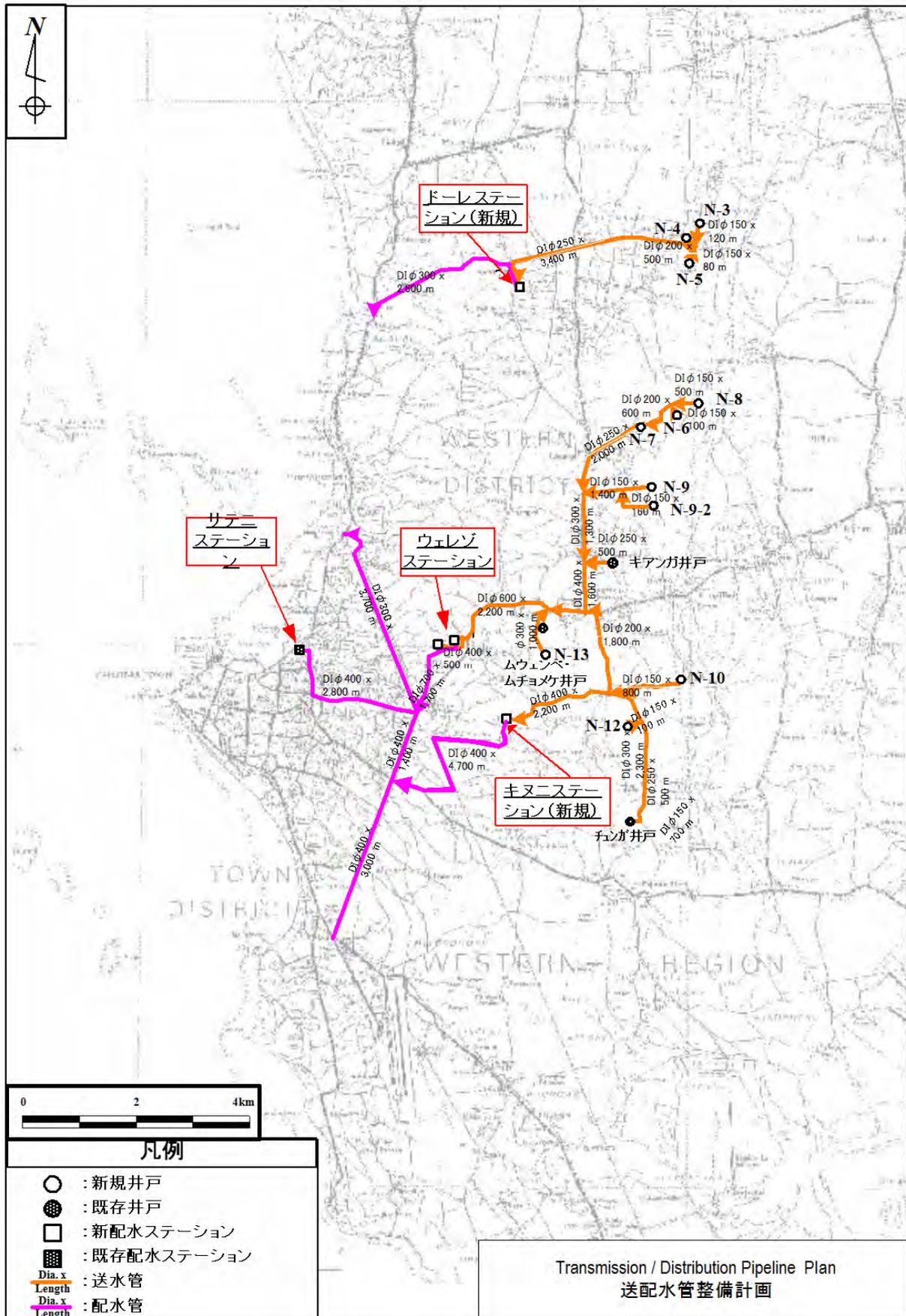


図 3-5 送配水管整備計画

(3) 配水池整備計画

1) 配水池の整備方針

配水池整備は、FINNIDA マスタープラン(以下 M/P 1991)の考え方にに基づきその必要性を検討した。配水池整備の目的として、以下の3項目が挙げられる。

a) 需要の時間変動に対応した、安定した給水の確保

時間変動に対応する為に必要となる配水池容量は、日需要量の17.5%となる。(FINNIDA M/P)

b) 停電等によるポンプの停止への対処

需要のピーク時における3時間程度の停電またはポンプの故障に対処する為に必要となる容量は日需要量の17.5%と考えられる。(FINNIDA M/P)

c) 消火用水量の確保

消火用に必要となる水量として、配水池容量として確保すべき容量は、タンザニア計画基準に基づき日需要量の1%とした。(FINNIDA M/P)

上記、3項目を合計すると配水池の必要容量は、日需要量の36%、8.6時間分にあたる。

2) 配水池計画

配水池容量は、日最大配水量の8.6時間分を確保するものとし、表3-27に示すとおり、各配水区について既存配水池容量との不足分を新規配水池容量とした。

表 3-27 新規配水池容量

容 量		ドーレ配水区	ウェレゾ配水区	サテニ配水区	キヌニ配水区	備 考
日最大配水量 Qday max	m <sup>3</sup> /日	3,428	30,265	12,115	8,272	
必要容量 (A)	m <sup>3</sup>	1,228	10,845	4,341	2,964	=Qday.max.x8.6/ 24 (8.6 時間分)
既存配水池容量 (B)	m <sup>3</sup>	(40x2)*	2,250x1 420x1 120x1 (ベガモジャ)	2,250x1 1,000x2 90x1(ムバオ)	250x1(ディマニ)	
	計		2,790	4,340	250	
新規必要容量	m <sup>3</sup>	1,228	8,055	1	2,714	=A-B
新規配水池容量		1,200m <sup>3</sup> x1	4,000m <sup>3</sup> x2 (1期竣工済み)	不要	2,700m <sup>3</sup> x1	

注) \*: 既存の配水池は、職業学校・病院用に限定されたものである。

3) 高架水槽の必要性

サテニ配水区では、今回の計画実施後、全ての給水は高架水槽を通じて行われる。地上(地下)タ

ンクから高架水槽への送水ポンプが停電により停止することを想定し、日平均給水量に対し停電時間分(雨期で2~3時間/日)を貯留できるものとした。

$$\text{サテニ配水区の日平均給水量} = \text{日最大給水量} \times 1/1.35 = 12,115 / 1.35 = 8,974 \text{ m}^3/\text{日}$$

$$\text{高架水槽必要容量} = 8,974 \times (2\sim3) \text{ 時間} / 24 = 748\sim1,121 \text{ m}^3$$

$$\text{既設高架水槽容量} = 450 \text{ m}^3 \times 2 \text{ 基} = 900 \text{ m}^3 > 748 \text{ m}^3 (2 \text{ 時間分})$$

よって、高架水槽の新規増設は不要である。なお、停電時間が2~3時間以上あるいは送水ポンプが非常時等に停止した場合に高架水槽への給水が可能なように、ウェレゾステーションからの自然流下接続ラインを設けるものとした。

#### 4) 消毒施設計画

供給水の消毒のため、各配水池に消毒施設を設けることとした。

- ・消毒方式：粉末塩素剤の溶解/滴下方式(既設サテニステーションで使用されているものと同様)
- ・注入位置：各配水池流入部

#### 5) 配水池付帯施設

本計画で新規に建設される配水池には、以下の付帯施設を設置することとした。

##### a) 水位計

配水池の適正な運用、管理のために、各配水池に水位計を設置することとした。

#### 6) 施設概要

表 3-28 配水池施設概要

機器・資材の名称	仕様	数量	備考
キヌニステーション			
「土木・建築」			
配水池	容量：2,700m <sup>3</sup>	1池	新規
構造	RC製		
池寸法	22.5 mW x 12.5 m L x 5 m H x 2 槽		
高水位/低水位(標高)	65.0m/60.0 m		
「機械・電気設備」			
消毒設備	粉末塩素剤溶解タンク・注入機	1式	新設
ドーレステーション			
「土木・建築」			
配水池	容量：1,200m <sup>3</sup>	1池	新規
構造	RC製		
池寸法	14.6 mW x 8.9 m L x 5 m H x 2 槽		
高水位/低水位(標高)	103.7m/98.7 m		
「機械・電気設備」			
消毒設備	粉末塩素剤溶解タンク・注入機	1式	新設

#### (4) 配水管整備計画

##### 1) 配水管の整備方針

一日の内で水が出ない時間が有る等の給水に問題のあることが明らかになった地域を図 3-6 に示す。これによると、問題のある地域は主に急速な人口増加に配水施設の拡張が追いつかないウェレゾ配水区に存在することがわかるが、サテニ配水区にも給水圧力が十分でない地域が存在し、ザンジバル都市地区においても主に 1950 年代から 1970 年代にかけて敷設された配水管の容量が不足していることが分かる。

この現状を踏まえ、市街化地域と準市街化/周辺農村地域に分けて以下の考え方で配水管の整備を提案した。

##### ① 市街化地域（サテニ配水区、ウェレゾ配水区の一部）

市街化地域はストーンタウンを含むほぼ市街化された地域で、土地利用もほぼ確定し人口の伸びも小さくなっている。この地域には給水最低圧力（5m）達成の為の配水（本）管を提案した。

##### ② 準市街化/周辺農村地域（ウェレゾ配水区、ドーレ配水区、キヌニ配水区）

この地域では、土地利用が確定していない地域が多く、将来の人口の分布が確定していない。このため、この地域では、今回新たに開発される井戸により増加する給水量が配水可能となる最低限の配水（本）管を提案した。

##### 2) 配水管路計画

上記の考え方を基に提案された配管を図 3-5 に示した。既存の配水管は、資金不足から計画的な管路の更新が行われず、増加する需要に対処するため同一路線に複数の小口径管が敷設されている場合が多く見られ、大部分の給水管が直接接続される配水小管にあたるものである。本計画で提案された配管は、配水本管にあたる幹線となるもので、給水区域へ十分な水を配ると同時に、市街化地域では最低水圧を維持する機能を有する。提案された配水本管は、既存の配水（小）管と要所で接続されるが、給水管（各戸接続管）が直接接続されることは無い。

提案された配水管の敷設により、既存のウェレゾ配水池からサテニ配水池まで敷設されている既存の配水管（石綿管）の使用を停止するが、他の大部分の既存配水管については給水管が直接接続されていることもあり、本計画実施後も使用される。本計画で廃止される既存配水管の延長は 3km 程度と考えられ、既存配水管総延長約 200km の 1.5%程度である。

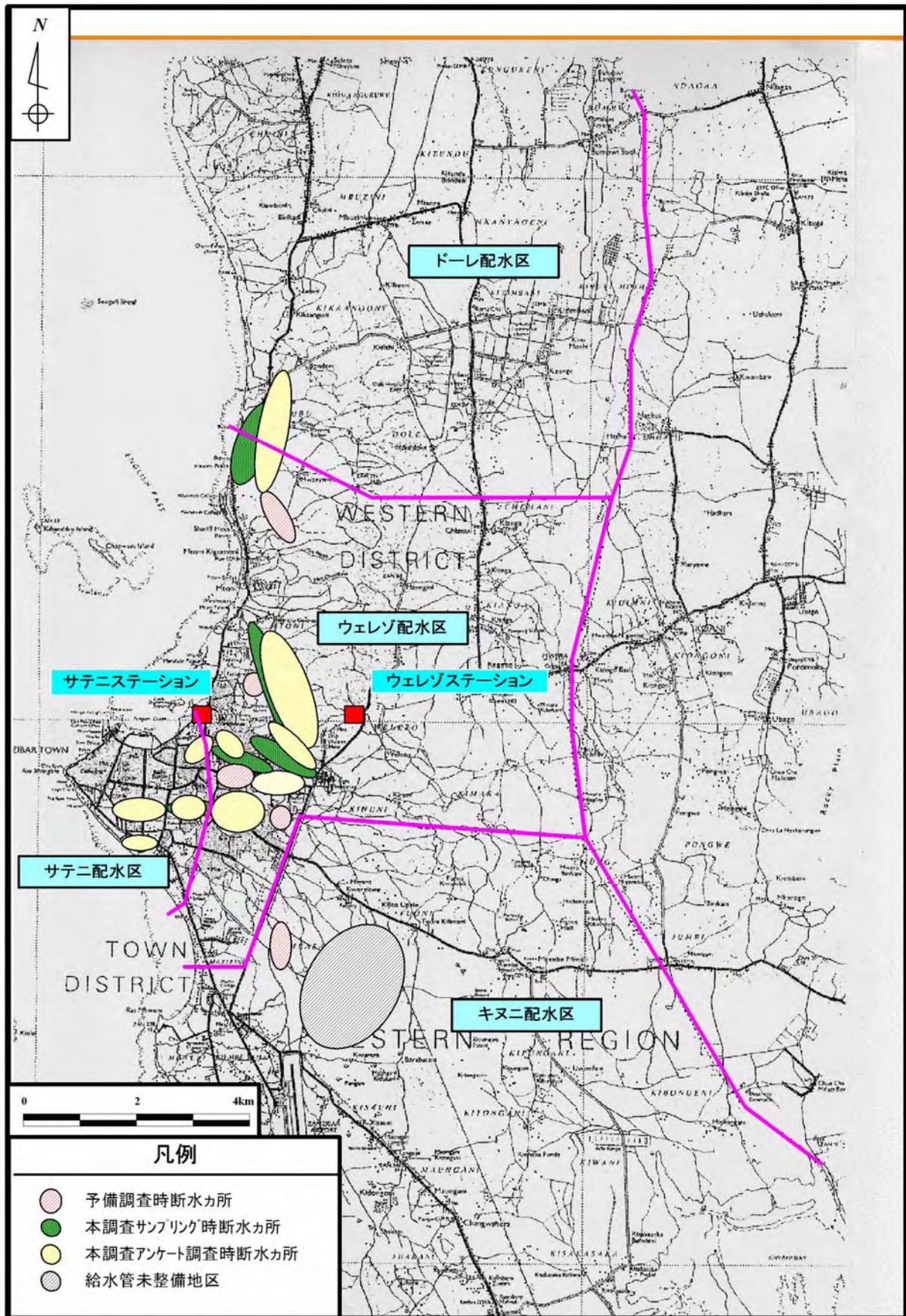


図 3-6 給水制限による断水／出水不良地域

提案された配水管の管径ごとの延長を表 3-29 に示す。

表 3-29 計画配水管の管径と延長 (m)

配水区	管材料	キヌニ配水区	ドーレ配水区	全体
管径		総延長	総延長	総延長
300	DI	0	2,600	2,600
400	DI	7,700	0	7,700
<b>Total</b>		<b>7,700</b>	<b>2,600</b>	<b>10,300</b>

### 3) 管網解析結果

現状の送配水管網及び計画実施後の管網に対して、管網解析を実施し、現状の問題点を確認すると共に、計画の実施により、問題点が解消されることを確認した。管網解析には、EPANET を利用した。現状の管網を朝の需要ピーク時について解析した結果をに示す。図上の赤点で示される地点の周辺では、ピーク時の水圧が 0 であり、出水不良となることが分かる。赤で示される地点の分布はに示した断水・出水不良地域の分布にほぼ一致することが分かる。

計画実施後のピーク時についての管網解析結果を図 3-7 に示す。需要のピーク時においても市街化地域（サテニ配水区・ウェレゾ配水区の一部）では最低水圧である 5m を達成することが分かる。準市街化及び周辺農村地域においてもほぼ全域でピーク時においても水圧が得られ、断水が防止できることが予想される。

### 4) 配水管付帯施設

#### a) 仕切弁

本計画における配水管路の分岐点、及び既存配水管との接続箇所等、適切な箇所に仕切弁を設置することとした。

#### b) 流量計

本計画における各配水区の水量を的確に把握するため、各配水池流出部に流量計を設置することとした。

#### c) 減圧弁

本基本設計における配水区の内、ウェレゾ及びドーレ配水区には配水池との高低差が大きい地域があるため、配水管水圧を適正に制御する必要がある。このため、配水管路の適切な箇所に減圧弁を設置し、適正動水圧の維持を図ることとした。

#### d) 排水設備

配水管布設時における夾雑物の排出、及び折損事故等、異常時の管内水排水のために、排水が可能な水路の付近や配水管路の末端箇所等、維持管理上必要最小限の箇所に排水設備を設置することとした。

#### e) その他

既設配水管と接続することとした。

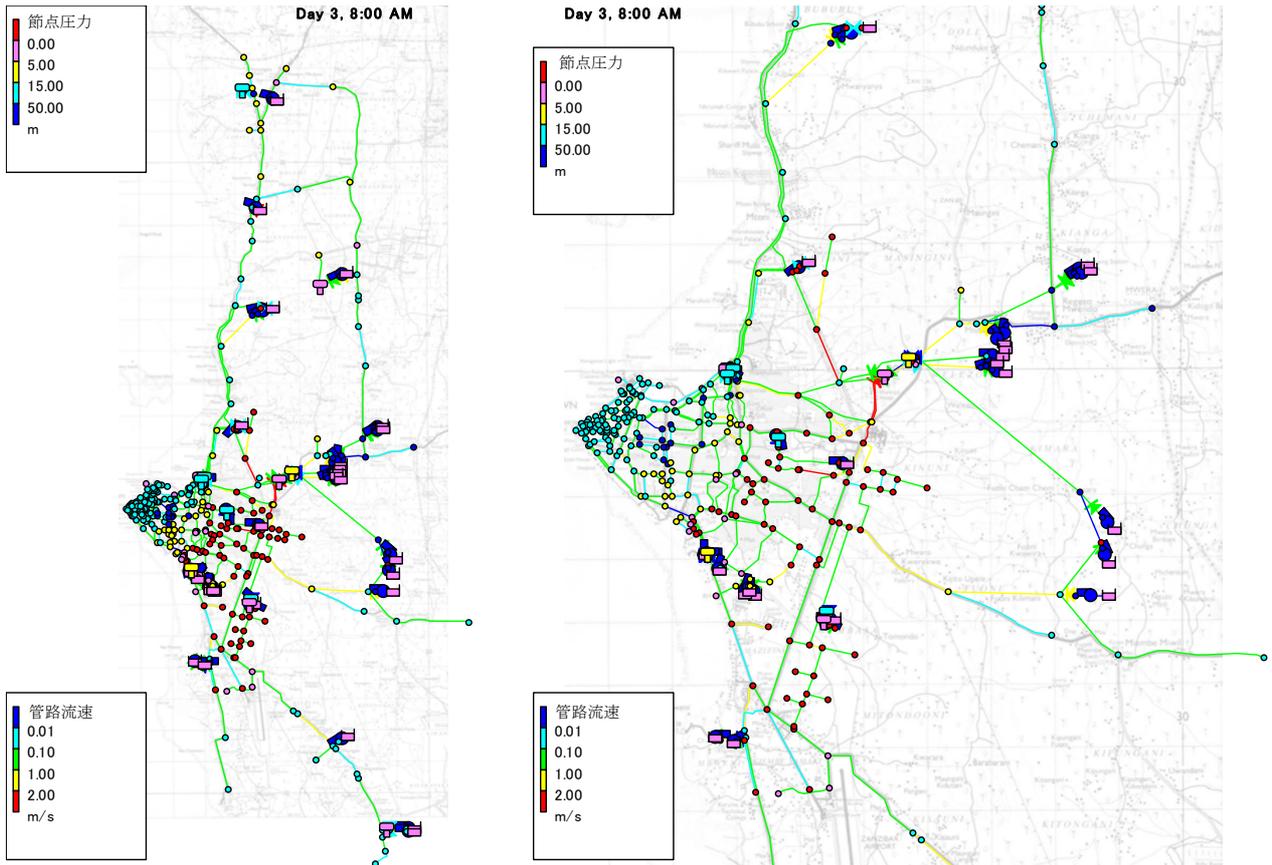


図 3-7 既存送配水管網の解析結果 (2004 年需要ピーク時)

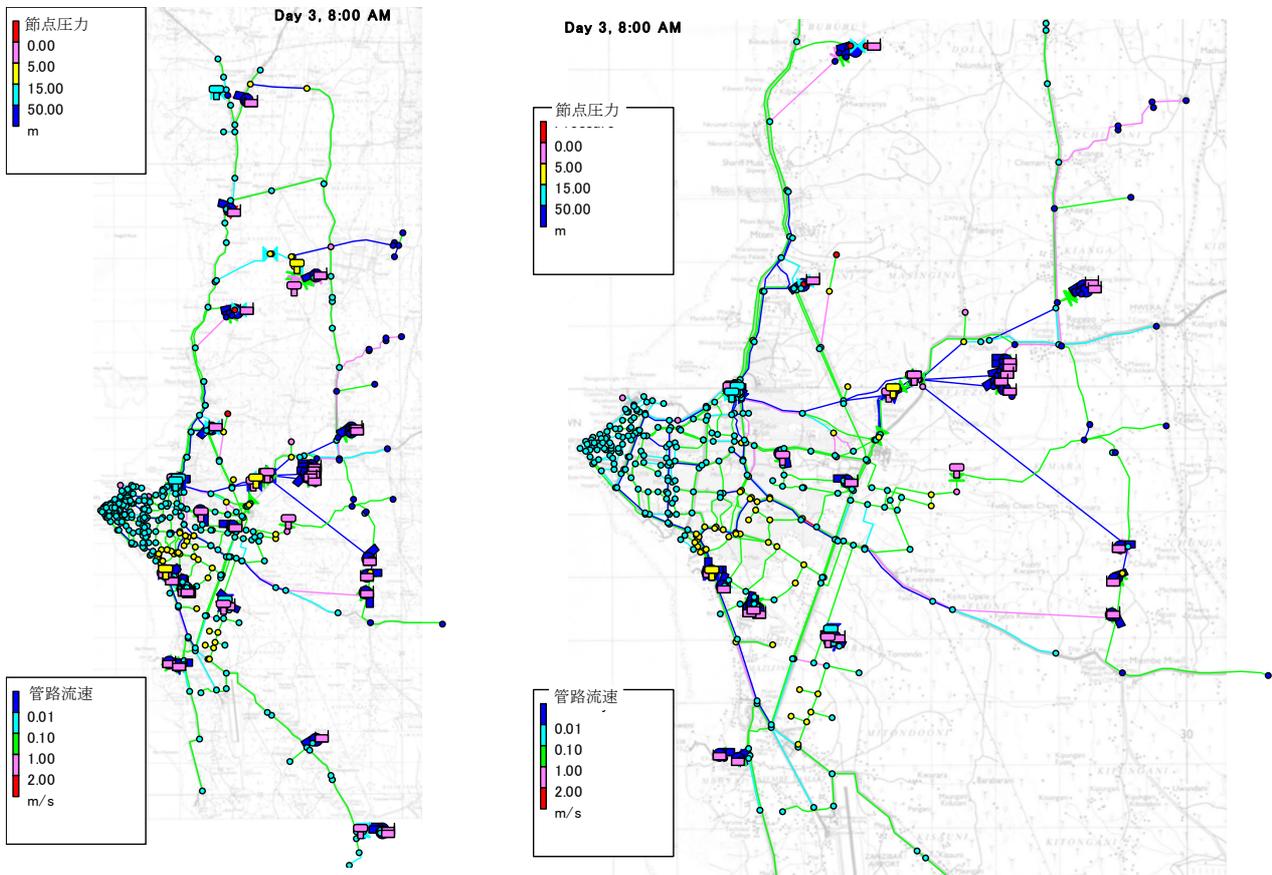


図 3-8 計画実施後の送配水管網の解析結果 (2010 年需要ピーク時)

## 5) 施設概要

表 3-30 配水管施設概要

機器・資材の名称	仕 様	数量	備 考
「土木施設」			
流量計	湿式軸流羽根車式 ドーレ配水区：φ200 キヌニ配水区：φ300	1台 1台	新設
減圧弁	自動水圧駆動式二次水圧二段調整弁 ドーレ配水区：φ200	1台	新設

## 3-2-2-4 機材調達計画

基本設計において水質試験機材、維持管理機材について要請されたが、このなかで車両（ピックアップトラック：4台）について特に強い要請があった。これら車両の必要性について表のように評価した結果、3つの部局のルーティン業務において3.5～4.8台の必要性が認められ、また非ルーティン業務（不定期的）にも1台程度の車両の必要性が認められた。事業化調査において我が国援助の方針からこれら車両の調達は見送られることになったが、車両4台の必要性は依然として高いものと評価される。

	目的	担当部局	業務量/組織人数	必要台数
1	ポンプメンテナンス	プラントと機械	既設取水ポンプが27台:今回の増設に伴い38台程度になる。 組織は総員250人、今回対象区域の担当が41人である。	*1) $38 \text{ 台} \times 1/6 = 6.3 \text{ 台/月}$ $6.3 \text{ 台/月} / 21.4 = 0.3 \text{ 台}$ 0.3台必要
2	薬品輸送、水質サンプリング	水源	既存配水池2カ所が、今回の増設により4カ所に増加する。 組織は総員77人、今回対象区域の担当が5人である。	*2) 薬品補充: 2日/週 サンプリング 1日/週 0.6台必要
3	管路補修	給水	既存管路の総延長約180kmで、9ヶ月間に126カ所の補修を行っている。(14カ所/月) 組織は総員88人、今回対象区域は26人で管理している。	*3) $14 \text{ カ所/月} \times 2 \times (2\sim3) / 21.4 = 2.6\sim3.9 \text{ 台}$ 2.6～3.9台必要
4	巡回管理	計画設計/管理	計画設計7人+ 業務管理37人	*4) ルーティン業務はない (1台程度必要)
計				3.5～4.8 + (1)

\*1) ポンプ1台につき6ヶ月に1回メンテナンスを行うと仮定する。

$$38 \text{ 台} \times 1/6 = 6.3 \text{ 台/月}$$

ポンプのメンテナンスは、取外しに1時間、取付けに1時間、輸送に平均1時間を見込む。

1日8時間の業務時間内で、車両の実稼働は1/2の4時間を見込むと、1日で1台の取外しと取付けが可能である。

政府機関は土日休みなので、 $30 \text{ 日} \times 5/7 = 21.4 \text{ 日}$ が稼働日数となる。

$$6.3 \text{ 台/月} / 21.4 = 0.3 \text{ 台} \quad \text{が必要台数と考えられる。}$$

\*2) 薬品の補充は、各配水池1回/週が必要である。

積込み、積卸し、移動を含め、2カ所/日が可能である。(4カ所で2日/週)

配水池の水質サンプリングは、薬品補充時に対応可能である。

流域のサンプリングのために週1日を見込む。

こうして週5日のうち3日が稼働するため、0.6台が必要台数と考えられる。

\*3) 管路の補修は、平均して14カ所/月で実施されている。1カ所の補修に平均して2～3日要する（ヒアリング）。エンジニアと労働者、材料、道具を運搬するため、1カ所に2台×2～3日要すると、 $14 \times 2 \times (2\sim3) / 21.4 = 2.6\sim3.9 \text{ 台}$  必要と考えられる。

\*4) 巡回管理に明確なルーティンな業務はないが、管網の拡張（設計）、流域管理、苦情処理等の対応のために車両は必要である。

### 3-2-3 基本設計図

- (1) 水道計画一般図 (図 3-9)
- (2) 施設水位関係・系統図 (図 3-10)
- (3) 井戸
  - 1) 掘削標準図 (図 3-11)
  - 2) 井戸設備図 (図 3-12)
- (4) ドーレステーション
  - 1) 一般図 (図 3-13)
  - 2) 配水池構造図 (図 3-14)
- (5) キヌニステーション
  - 1) 一般図 (図 3-15)
  - 2) 配水池構造図 (図 3-16)
- (6) 送配水管
  - 1) 平面図 (図 3-17)
- (7) 消毒施設
  - 1) 消毒小屋構造図 (図 3-18)

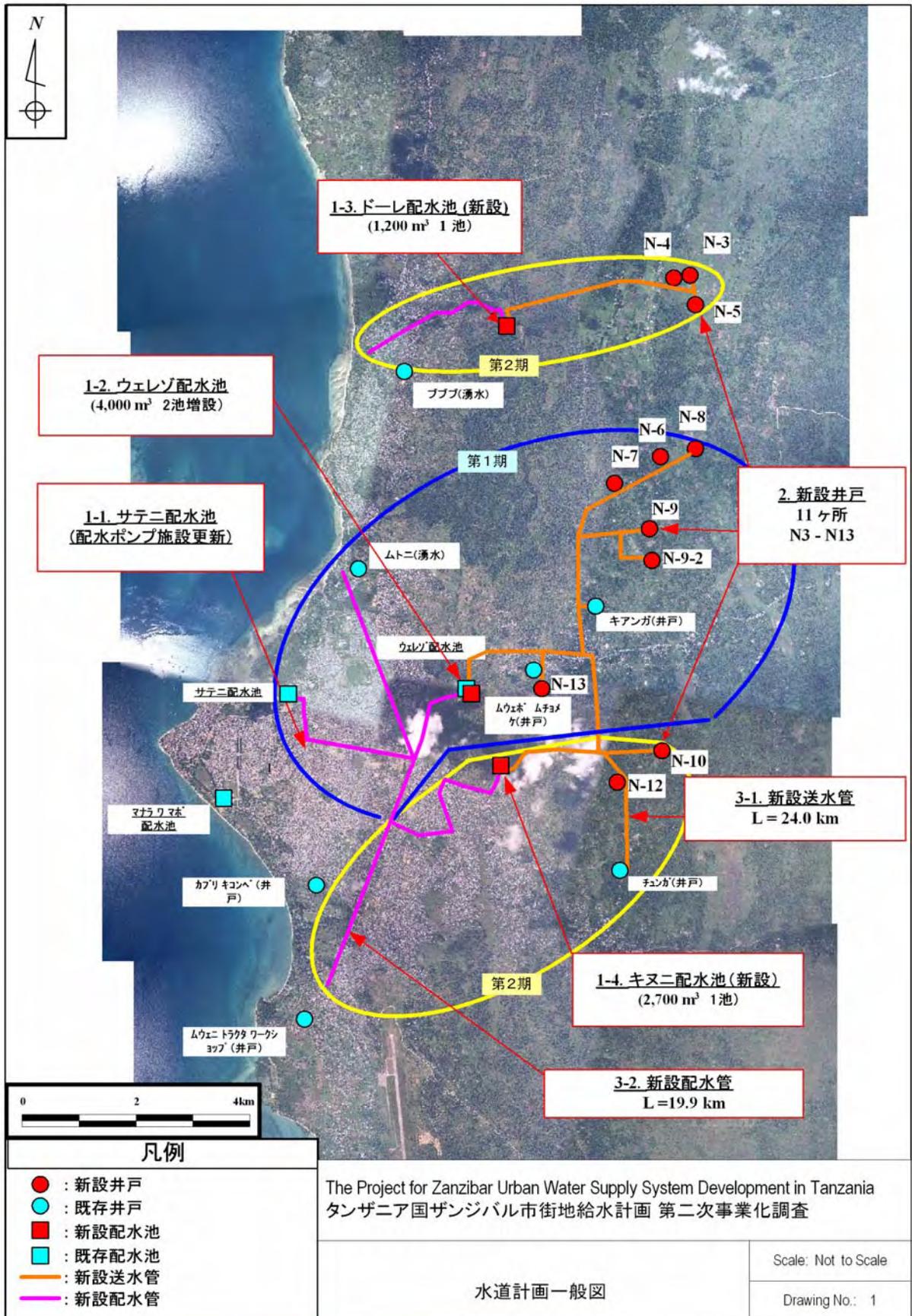


図 3-9 水道計画一般図

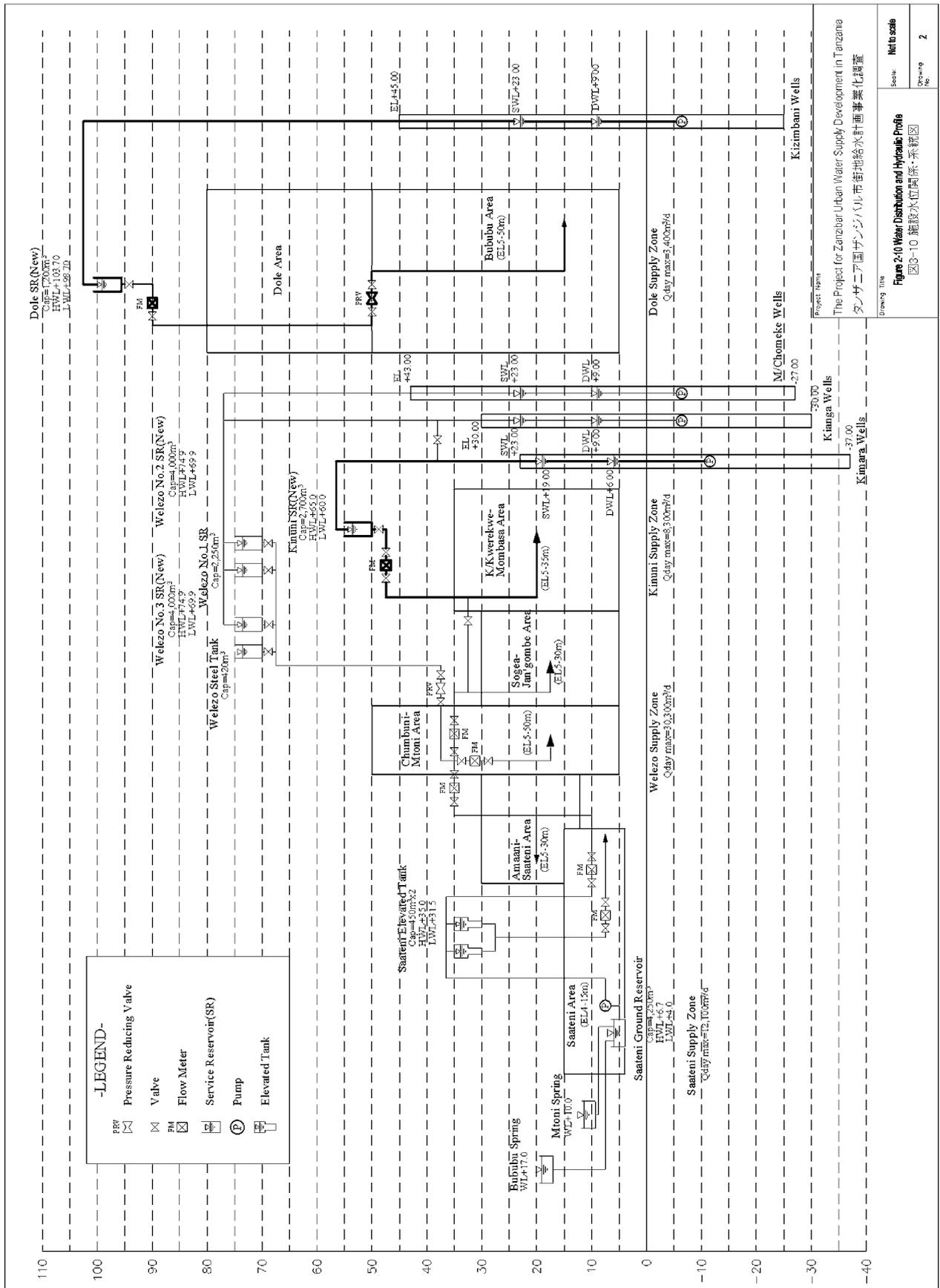


図 3-10 施設水位関係・系統図

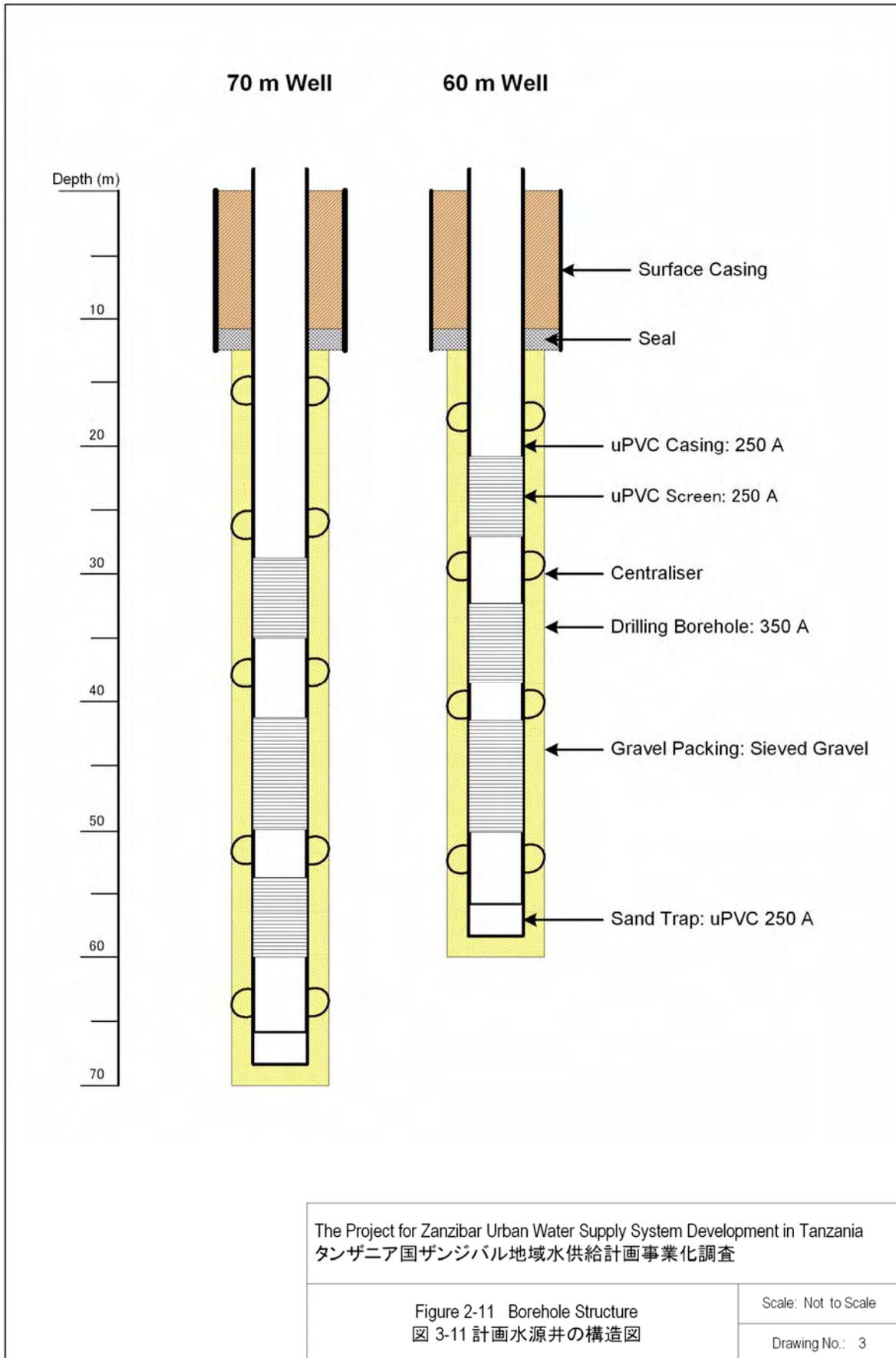
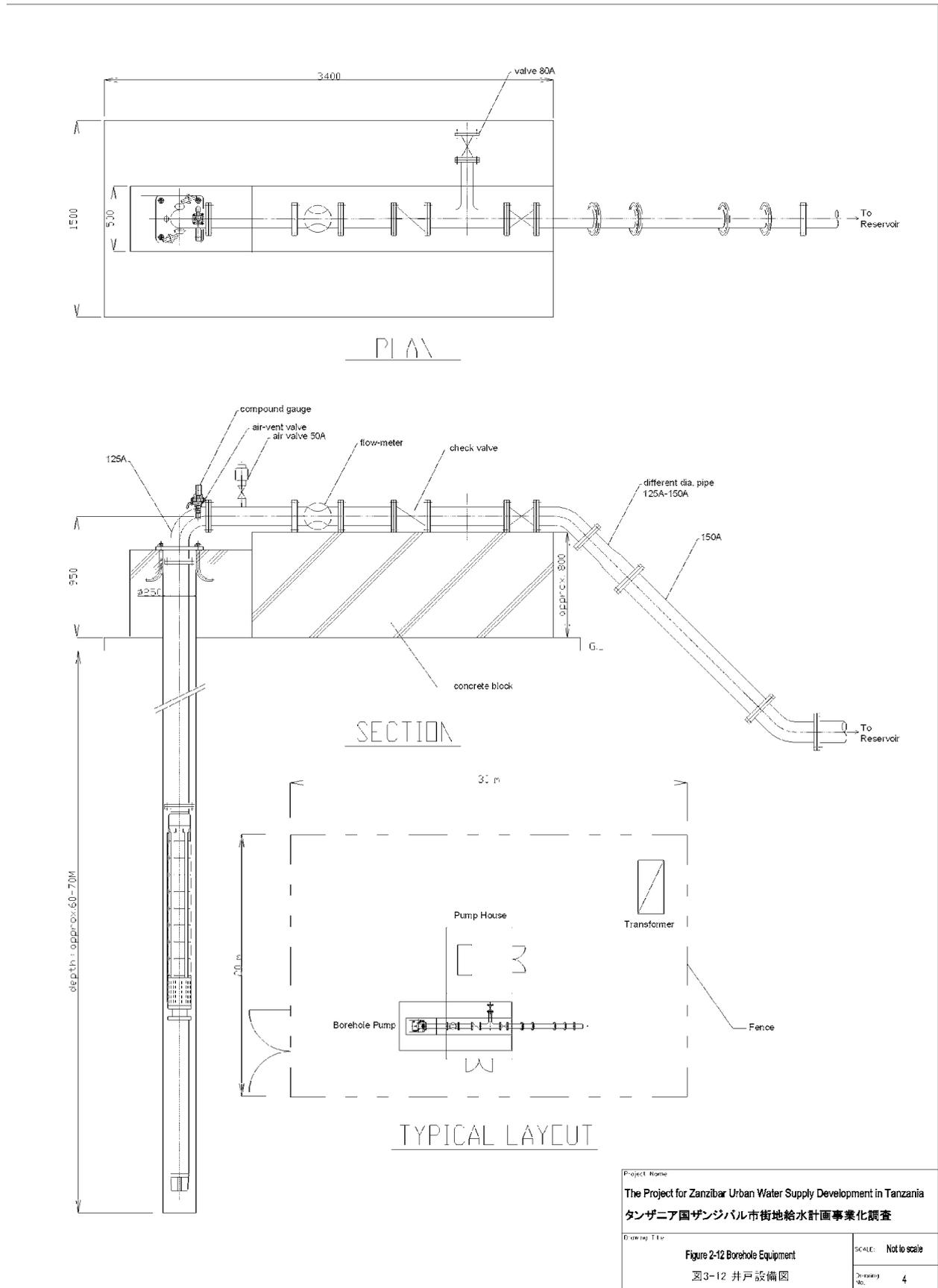
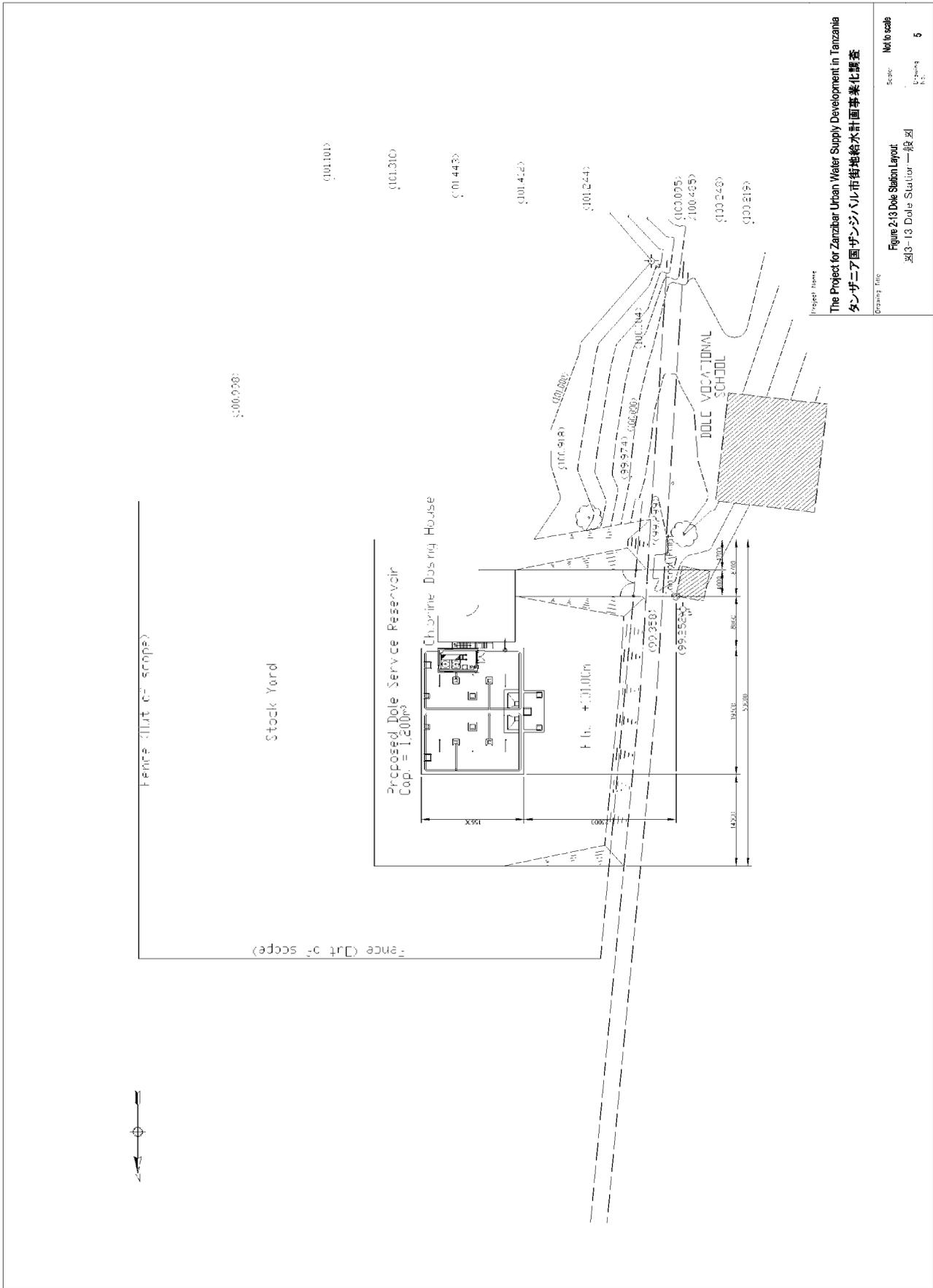


図 3-11 井戸掘削標準図



Project Name	
The Project for Zanzibar Urban Water Supply Development in Tanzania タンザニア国ザンジバル市街地給水計画事業化調査	
Drawing Title	SCALE: Not to scale
Figure 2-12 Borehole Equipment 図3-12 井戸設備図	Sheet No. 4

図 3-12 井戸設備図



Project Name: The Project for Zanzibar Urban Water Supply Development in Tanzania  
 タンザニア国ザンジバル市街地給水計画專業化調査  
 Drawing Title: Figure 2-13 Dole Station Layout  
 図3-13 Dole Station 一般図  
 Scale: Not to scale  
 Drawing No.: 5

図 3-13 ドーレ ステーション一般図

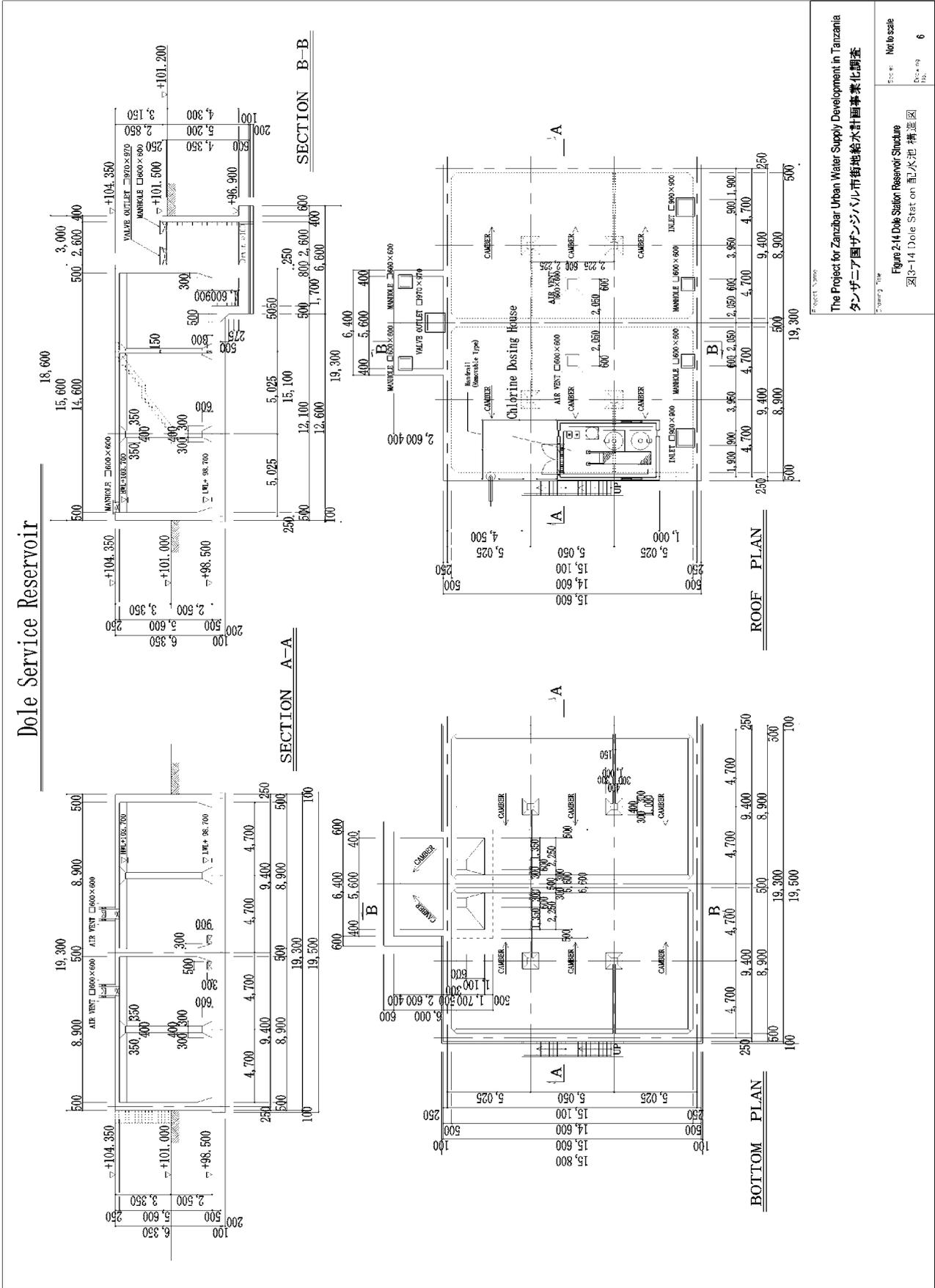


図 3-14 ドーレステーション配水池構造図

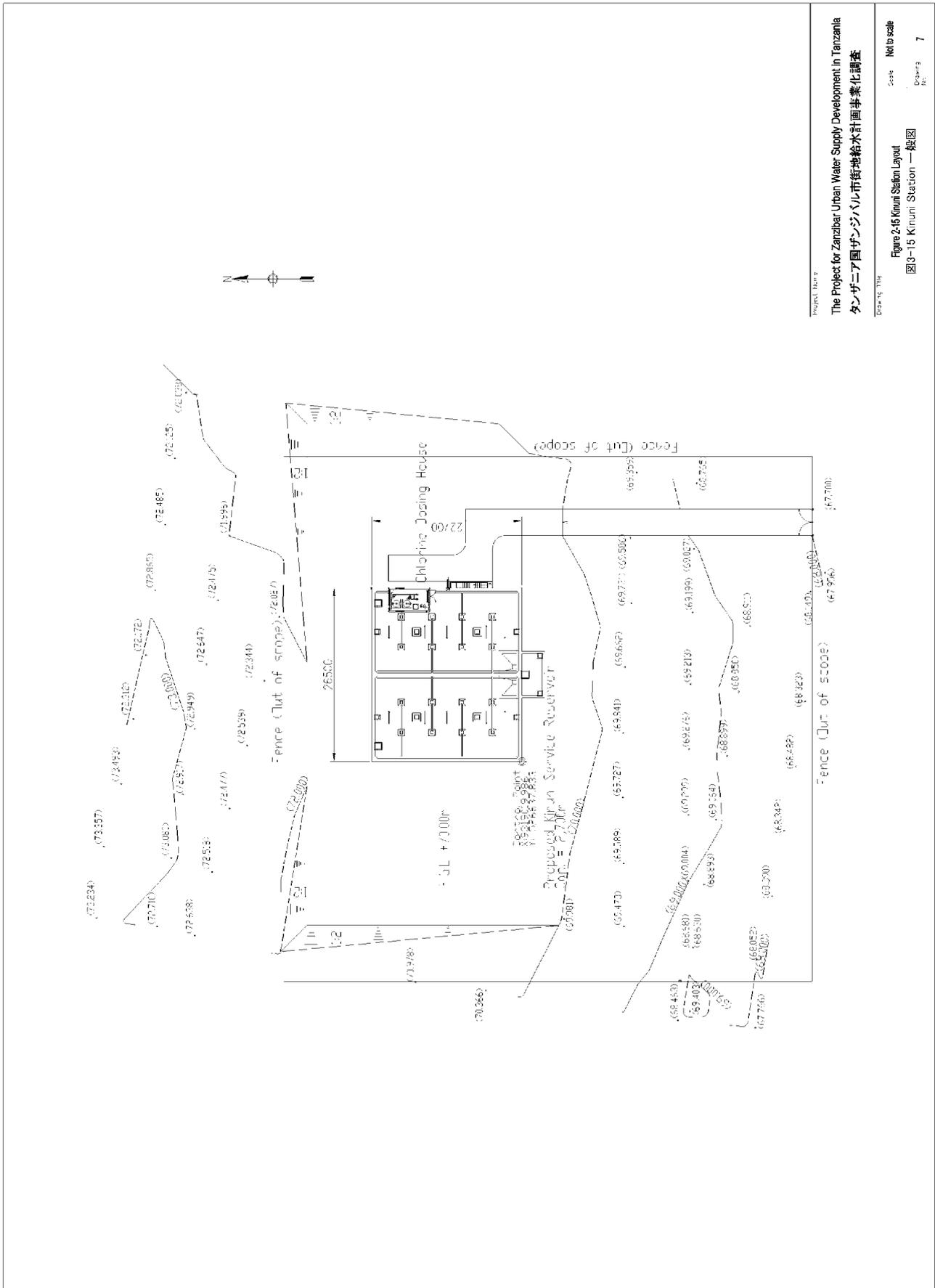
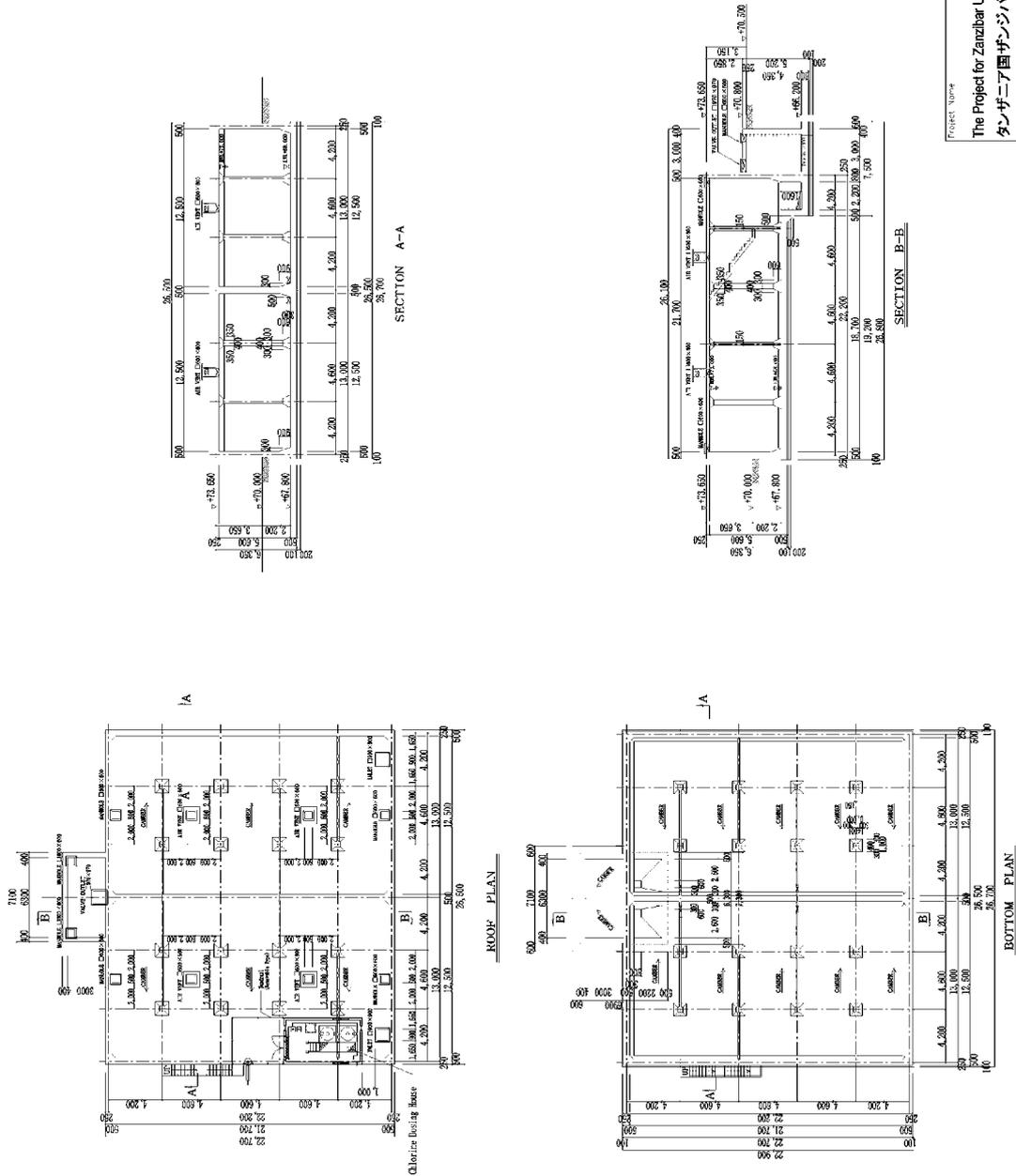


図 3-15 キヌニ ステーション一般図

Kimuni Service Reservoir



Project Name  
The Project for Zanzibar Urban Water Supply Development in Tanzania  
タンザニア国ザンジバル市街地給水計画事業化調査

Drawing No.  
Figure 2-16 Kimuni Station Reservoir Structure  
図3-16 Kimuni Station配水池 構造図

Scale  
Not to scale

Sheet No.  
8

図 3-16 キヌニ ステーション配水池構造図

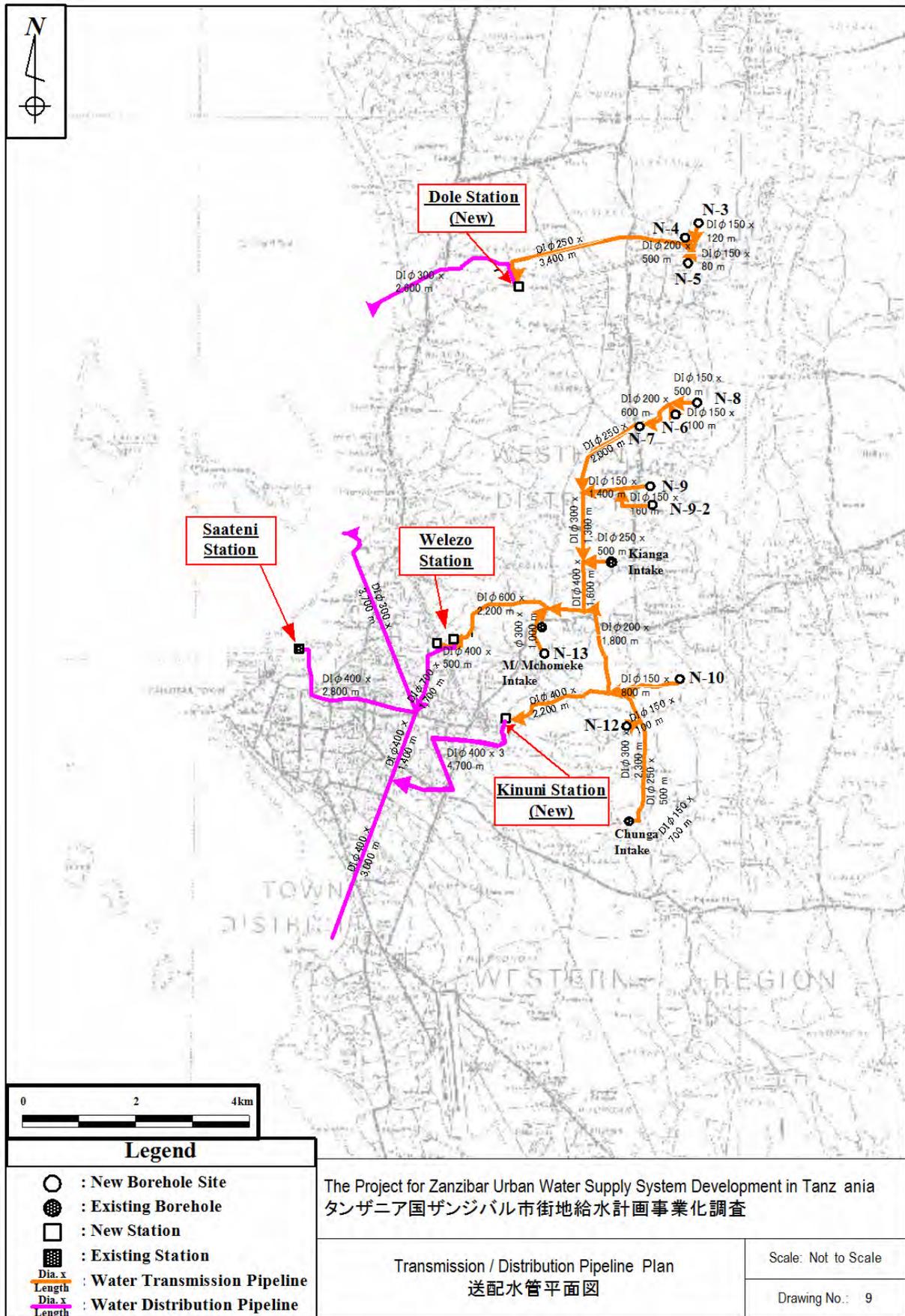


図 3-17 送配水管平面図

CHLORINE DOSING HOUSE

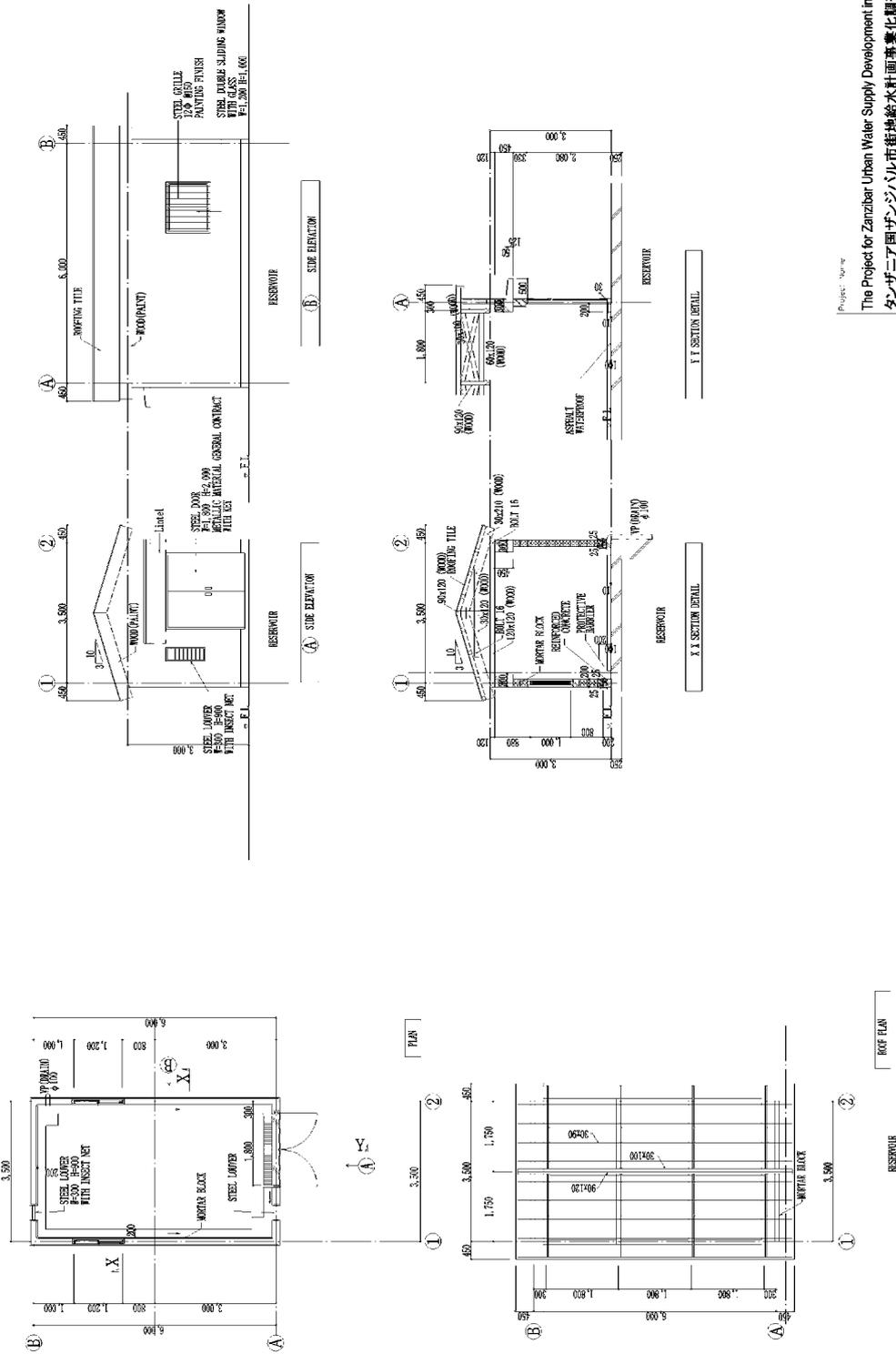


図 3-18 消毒小屋構造図

Project Name The Project for Zanzibar Urban Water Supply Development in Tanzania タンザニア国ザンジバル市街地給水計画事業化調査		Sheet No. 10
Draw No. 1-18		Engineering No. 10
Figure 2-18 Chlorine Dosing House 図3-18 消毒小屋構造図		

### 3-2-4 施工計画／調達計画

#### 3-2-4-1 施工方針/調達方針

タンザニア側の本事業の実施機関は、水・建設・エネルギー・国土省(MWCEL)の監督下にある水道公社(ZAWA)である。事業の実施体制を図 3-19 に示す。

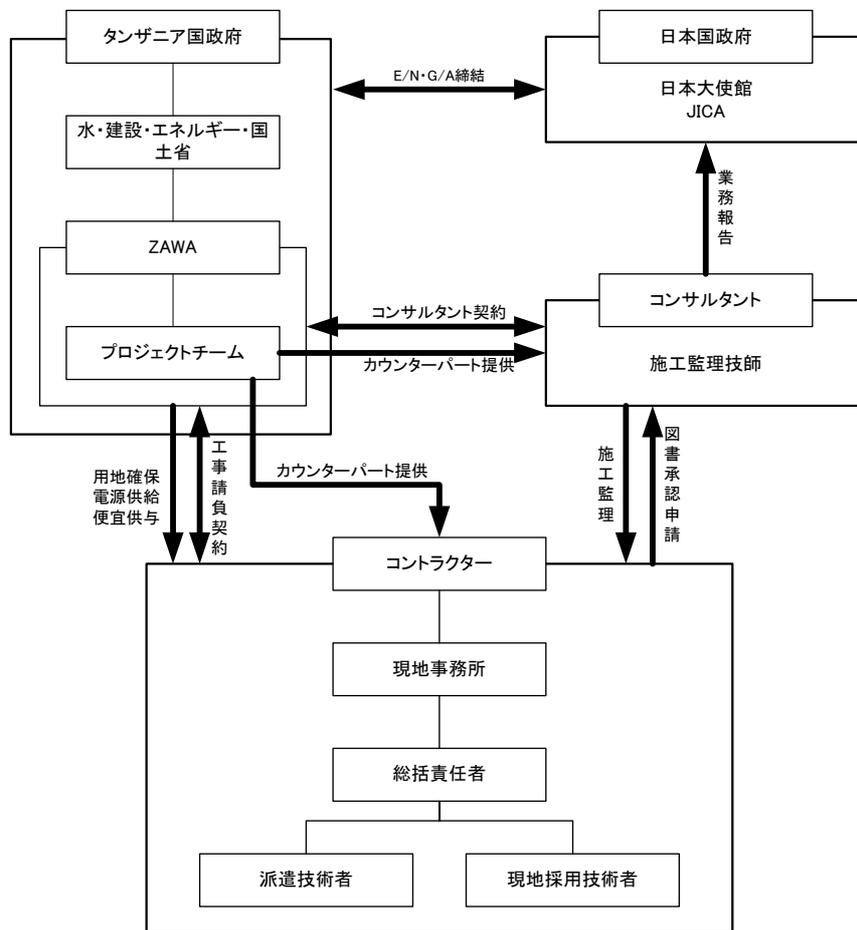


図 3-19 事業の実施体制

本事業は、詳細設計の段階から ZAWA に設置されるプロジェクトチームが一貫して業務を担当するものとする。同オフィス内のプロジェクトチームの役割は次のものである。

- a. 本計画に対する ZAWA の窓口
- b. ザンジバルやタンザニア政府の関係部局との連絡・調整
- c. 本計画に関連する外部機関との連絡調整
- d. コンサルタントのカウンターパートとして設計・入札業務のとりまとめ
- e. 追加の調査・試験が必要な場合における要員の確保

日本のコンサルタントは事業を円滑に進めるために、詳細設計、入札業務、施工監理を行い、所定の期間内で事業を完成させる。そのため、現地に施工監理技師を常駐させ工事全般にわたる ZAWA の代理人として業務にあたらせると共に、さく井、土木、機械、電気等の専門分野技師を建設の進捗に応じて派遣して監理業務を行う。

本事業はさく井、土木、配管及び機械電気設備の設置工事が主体であり、類似の建設工事の実績を持つ日本の一般土木工事請負業者を工事にあたらせることが適当と判断する。業者選定に当たっては、一般公開入札によるものとし、ZAWA と協議確認のうえ、入札参加業者に求められる資格及び選定基準を入札準備作業時に決定する。

工事実施に当たっては、日本側コントラクターからの技術者が常駐し、監督指導にあたる。タンザニア国の建設業は十分発達しており、下請けとして工事に当たらせても特に問題は生じないと考えられる。

### 3-2-4-2 施工上／調達上の留意事項

建設工事は、さく井、配水池の建設、送／配水管の敷設で構成され、また送水ポンプ場の機械、電気設備の更新がある。現場事務所、資材置き場についてはストーンタウン周辺に十分な用地があり、ZAWA との協議により利用可能である。

施工上の留意点は以下のとおりである。

- ・ ザンジバル島では単純労働者の確保は可能であるが、熟練技術者、建設資材、建設機械等はタンザニア本土からの調達が必要である。
- ・ 年間降水量は約 1,600mm で年間を通じて降雨がある。10mm/日以上の降雨日については施工不能として効率の低下を見込む。
- ・ 送水ポンプ施設の更新については、施工中でも送水停止時間を極力抑えるよう考慮する。
- ・ さく井工事、ポンプ据付工事・試運転等には、日本からの技術者を派遣して十分な監督の下に実施する。
- ・ VAT 等の税については、所定の手続きにより免税となる。
- ・ 対象地域の土質は表層が普通土、砂質土、数m以下では石灰岩であるため、これを考慮したさく井機の選定を行う。また施工期間が限定されることから、さく井機の調達事情に十分留意する。
- ・ 井戸開発予定地は国有地がほとんどであるが、周辺には私有地も存在するためカウンターパートに施工場所を十分確認することが必要である。
- ・ 本プロジェクトの実施に EIA の手続きは不要であるが、環境面に十分配慮した施工計画とする。

## 3-2-4-3 施工区分／調達・据付区分

本計画の事業実施に伴う日本国側、タンザニア国側双方の負担工事区分について表 3-31 に示す。  
日本の無償援助の方針に従った表 3-32 を逸脱することのないよう現地側と協議、確認した。

表 3-31 施工区分

項目	種類	タンザニア国	日本国
井戸、配水池及び送配水管の建設	資機材調達		○
	建設工事		○
	据付		○
	用地の取得	○	
	フェンスの設置	○	
	送電線の整備	○	
	必要な許認可の取得	○	
	既設管の処分	○	

表 3-32 両国政府の主な分担事項（一般事項）

番号	項 目	日本 (無償資金協力)	被援助国
1	土地取得		●
2	建設予定地伐採・整地・埋立		●
3	建設予定地にゲート・フェンス設置		●
4	駐車場設置	●	
5	工事用道路の建設		
	1) 用地内	●	
	2) 用地外		●
6	施設建設	●	
7	電力・水道・雨水排水・その他付帯施設の建設		
	1) 電 力		
	a. 用地までの送電線		●
	b. 用地内配線	●	
	c. ブレーカー及び変圧器	●	
	2) 水 道		
	a. 配水本管から用地への接続管		●
	b. 用地内配管	●	
	3) 雨水排水		
	a. 排水本管への用地から接続管		●
	b. 用地内配管（トイレ、生活排水、雨水排水、その他）	●	
	4) ガ ス		
	a. 本管から用地への接続管		●
	b. 用地内配管	●	
	5) 電 話		
	a. 用地内事務所から電話配線パネルまでの接続線		●
	b. 事務所内配線	●	
	6) 家具・設備		
	a. 一般家具		●
	b. 事務所用設備	●	
8	B/A に基づく以下の手数料の支払い		
	1) A/P 手続き手数料		●
	2) 支払い手数料		●
9	被援助国荷揚げ港での陸揚げ・通関手続き		
	1) 日本から被援助国への製品の海上(飛行機)輸送	●	
	2) 港での輸送品に対する租税免除及び迅速なる通関		●
	3) 国際港から対象地までの国内輸送	(●)	(●)
10	認証された契約に基づいて供与される日本国民の役務について、その業務の執行のための入国及び滞在に必要な便宜供与		●
11	契約に基づき調達される製品及び役務のうち、日本国民に課せられる関税、内国税及びその他課徴金の免除		●
12	無償資金協力で調達される機材が、当該計画実施のため適正かつ効果的に使用され、維持管理されるために必要な費用		●
13	無償資金協力対象外調達機材の、据付等に必要となる費用		●

(B/A: 銀行取極、A/P: 支払授權書)

### 3-2-4-4 施工監理計画

本計画は基本設計調査業務の完了後、日本国政府の閣議決定を経て、日本国とタンザニア国の両政府間の「本計画に係る無償資金協力に関する交換公文(E/N)署名」により始まる。

#### 1) 詳細設計

基本設計調査の結果に基づいて、日本国政府が無償資金協力の実施を決定した場合、タンザニア国政府との間で交換公文(E/N)及びタンザニア国政府と J I C A との間で Grant Agreement (G/A) の署名がなされる。その後、コンサルタントは MWCEL と契約を結び、日本国政府の認証を得た後詳細設計を実施する。詳細設計の開始時に現地にて測量等を含み詳細な現地調査を実施し、帰国後国内にて設計作業を行い、事業費積算及び入札図書を作成する。

#### 2) 入札業務

入札図書は、総て MWCEL の承認を得るものとし、承認取得後、直ちに入札作業を行う。

- a. 入札公示から1週間の準備期間を設けて入札参加者からの入札参加申請書を受理する。
- b. 入札参加申請書を受理後、遅滞なく入札参加資格の審査を行う。
- c. 入札参加適格者に入札図書を配布した後1.5箇月の準備期間を設け、関係者立ち会いのもとに入札を実施する。
- d. 入札最低価格提示業者を本案件の契約業者として MWCEL に推薦し、公示請負契約締結の推進を行う。

#### 3) 施工監理

現地工事は、土木工事、井戸掘削工事、配管工事、機械・電気設備工事と多岐にわたる。日本より派遣する技術者としては、常駐監理を行う土木技術者1名の他、土木技術者（さく井、管路、構造物等）、機械、電気の各分野において、主要施設工事の進捗に応じてスポット監理として、数回にわたり技術者の派遣を行う。また、コンサルタント常駐管理者の補佐役として、現地技術者を雇用する。

施工監理に当たっては、ZAWA 及び日本側施工者と綿密な打ち合わせのもとに業務を実施する。さらに JICA タンザニア事務所及び JICA 本部への定期報告を厳守するものとする。

### 3-2-4-5 資機材等調達計画

#### 1) 調達先

無償資金協力における調達先適格国は原則として日本国または被援助国である。本事業に必要な資機材は、可能な限り現地調達を行うものとするが、現地調達が不可能な資機材あるいは品質仕様等が現地調達材では適合しないもの、および流通量あるいは価格の面で供給・購入が安定的に行われていないものについては、費用対効果や維持管理性、自立発展性を考慮し、日本もしくは第3国より調達することを基本方針とする。ここで第3国としては、近隣のケニア、南アフリカおよび EU 等の国が

対象となる。

a) 土木資材

ザンジバル島は土木工事が十分発達していないこともあり、砂や木材についても品質、工期、量を安定して確保することは難しい。一方鉄筋、セメント、骨材等の土木資材についてはタンザニア国内で一部を除き十分流通していることから、現地調達としても問題ないと判断できる。

b) 井戸関連機材

PVC製のケーシング、スクリーンは、タンザニア国で生産されており、既存の井戸のほとんどで用いられている。井戸用水中ポンプは、EU資本のメーカーの製品が輸入されている。

c) 配管材

今回プロジェクトで使用するPVC管、ダクタイル鋳鉄管は特殊なものではないため、基本的な仕様を満たせば生産国を限定する必要はない。PVC管はタンザニア国内でも調達可能である。ダクタイル鋳鉄管はケニア、南アフリカおよびEU等からの輸入品が一般に用いられている。

表 3-33 調達区分

区分	名称	調達先		
		タンザニア	第3国	日本
土木資材	セメント、骨材	○		
	レンガ	○		
	鉄筋	○		
井戸関連機材	ケーシング	○		
	スクリーン	○		
	水中ポンプ		○	○
	電気機材		○	○
配管材	PVC	○		
	ダクタイル鋳鉄管		○	○

2) 荷役作業及び通関業務

ダル・エス・サラーム港において、貨物取扱量が増加しているが、既存設備能力に限界があることから、荷役作業及び通関に要する日数が増加傾向にある。タンザニア港湾局に対するヒアリング調査を行った結果、通関に要する日数は平均で20～25日と回答を受けた。よって、本プロジェクトでは通関に要する日数を25日見込む。

3) 納入・保管場所

調達機材の納入場所は、ZAWA本部とする。

3-2-4-6 実施工程

本プロジェクトでは、ドーレ及びキヌニ配水区の施設整備を行う。

2007年度「タンザニア国ザンジバル市街地給水計画(2/2期)」で実施済みの実施設計業務では、期分け工事を行うとして実施工程を策定していた。本プロジェクトは、期分け工事でなくなったことによ

り、新たに工事準備期間を設ける必要がある。そのため、2007年度「タンザニア国ザンジバル市街地給水計画(2/2期)」で実施済みの実施設計業務における実施工程より、本プロジェクトの事業実施工程は1.5ヶ月延長されることとした。

なお、ザンジバルの主要施設が集中する市街化地域を含むサテニ及びウェレゾ配水区の施設整備は2007年度に行われた「ザンジバル市街地給水計画(1/2期)」において竣工している。

表 3-34 工事内容

ドーレ配水区		キヌニ配水区	
・配水池建設	1,200m <sup>3</sup> x 1 池	・配水池建設	2,700m <sup>3</sup> x 1 池
・消毒施設建設		・消毒施設建設	
・井戸建設	58.4m <sup>3</sup> /hr x 3 ヶ所 (含予備 1)	・井戸建設	58.4m <sup>3</sup> /hr x 2 ヶ所
・送水管布設	φ 150~200 : 約 4.1km	・送水管布設	φ 150~400 : 約 6.9km
・配水管布設	φ 300 : 約 2.6km	・配水管布設	φ 400 : 約 7.7km

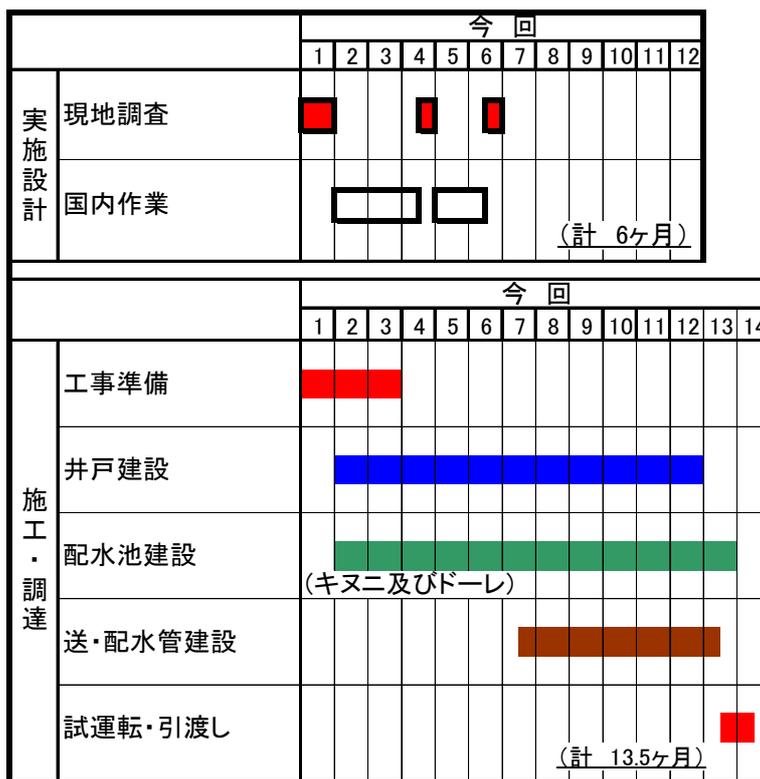


図 3-20 実施工程