

### 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 プロジェクトの目的

本プロジェクトは、2003年を計画目標年として、水源である地下水の保全を考慮し、給水については有効水量の向上と現在の低い給水圧力を適正化することによって、需要者に対し、安全な水を十分に供給するために、既存水道施設の改善を目的とするものである。

### 3-2 プロジェクトの基本構想

1998年に実施された予備調査の結果、本計画の位置づけは環境保全型上水道改善プロジェクトである。主改善内容は、以下の3項目である。

- ①地下水の新規開発を必要最小限とする。
- ②給水地域の低水圧を改善するために送・配水管口径と高架タンクについて検討する。
- ③漏水対策としての石綿セメント管(ACP)を全面更新する。

主改善内容を基本として、基本設計での現地調査を実施した上で、以下の基本事項をもとに基本構想を策定した。

- (1) 計画年は2003年とする。
- (2) 本計画では、島嶼国に特有の地下水塩水化防止のために地下水源の保全が環境上重要であり、水源の開発には慎重な検討が必要である。既存取水施設からの生産水の有効利用によって2003年までの水需要を賄うものとし、新規の水源開発はしない。
- (3) 本計画では、既存配水管の漏水率34.3%を15%までに低減する計画である。そのために、総延長約19kmの老朽化した既存ACPの入れ替えを計画する。
- (4) 配水区域の東西両末端地域での給水圧力を改善し「ト」国設計指針に基づき水圧10mを確保して給水状況の改善を図るものとする。本計画では、配水地域を東西に2分し、各地域の配水量の均等を図る。また、管網解析から一部の管路については所要配水量に対応する管径として既存管よりも大きくする。本計画で採用するこれらの案は、「ト」国が要請した高架水槽建設案より維持管理及び建設価格面で比較検討した結果、より優れているものである。

- (5) 安全な水の供給をするために連続して消毒薬の安定注入をすることが必要である。本計画では、機械式の塩素注入機を導入し連続した塩素注入が可能となる。
- (6) 漏水量を低減することで、需要量を賄うのに十分な水量が得られるが、需要のピーク時には取水設備の100%運転が必要となる。従って、取水設備に対して予備設備が必要であり、現状のポンプ平均故障率から予備設備の台数を決定する。本計画では、ピーク時における100%運転を可能とすることを目的として、倉庫予備ポンプと故障ポンプの交換を迅速にするために必要な機材を調達する。
- (7) 漏水の防止は、地下水の保全と経営の安定のために重要である。そのために漏水防止計画の策定と共に、実施に必要な機材の調達が必要である。現在、TWBが策定中である漏水防止計画に沿って「ト」国より要請のあった機材についてTWBの調達が困難な機材の調達を行う。
- (8) その他「ト」国より要請のあった、新規拡張工事用建設機械、事務所用車輛はTWBの事業体運営能力が高いために、TWBの自助努力によって調達する。

### 3-3 プロジェクトの最適案に係わる基本設計

#### 3-3-1 設計方針

##### (1) 自然条件に対する方針

トンガでは電力代が高いので、現地地形を利用した省エネ型の水道システムの構築が望ましい。この意味で、今回提案した「高架水槽を設置しない配水本管方式」では、既設の配水池以降は動力を必要とせず、既存の中継ポンプ場を廃止できるので、省エネの意図に適しているものである。また、高架水槽のような高層構造物を避けることにより、サイクロン・地震による被害を少なくすることができる。

海岸線での塩水の浸入による腐蝕を避けるための配管材（PVC:塩化ビニル管）を考慮する。

##### (2) 現地業者、現地資機材の活用についての方針

「ト」国の水道セクターにおいては、規模の大きな公共工事を行える民間工事業者がないことから、現地技術者を日本側施工業者が雇用する方針とする。

砂、砂利、アスファルト、セメント、骨材は現地調達とするが、ダクタイル鉄管(DIP)、PVC

管、バルブ類、ポンプ類、計装品、車両、重機等の製品は現地で生産されておらず、すべて輸入品となる。本計画で調達先を選定する際、スペアパーツの供給、引き渡し時の技術指導、アフターサービスの可否などを十分に考慮する。

建設に必要な建設機械については、リース等の現地および周辺国からの調達は困難であり、日本からの調達とする。

### 3-3-2 基本計画

#### (1) 水需要

##### 1) 計画給水人口

計画給水地区は既存給水地区と同じである。計画給水地区の 2003 年での推定総人口は 31,738 人である。計画給水普及率は現状と同じ 95%とする。したがって、計画給水人口は 30,151 人である。

##### 2) 水需要予測

###### i) 生活用水

生活用水としての 2003 年の需要量は、1998 年時一人当たり給水量 140 ℓ/日からマスタープランで設定している 2011 年の 180 ℓ/日まで直線的に増加するものとして、2003 年の一人当たり給水量は 155 ℓ/日である。計画給水人口と一人当たり給水量から、2003 年の生活用水の水需要量は 4,673m<sup>3</sup>/日である。

###### ii) 公共用水

公共機関事務所（政府事務所、学校、病院等）の 2003 年における水需要は、現状（1999 年）需要量 326 m<sup>3</sup>/日から人口増加率（0.83%/年）と同じ伸び率で計算して、337 m<sup>3</sup>/日である。

###### iii) 商工業用水

商業、工業用の水需要量は現状（1999 年）需要量 487 m<sup>3</sup>/日から、過去の投資額の推移や GDP の伸び率を参考に水需要伸び率を 2.5%/年として計算し、2003 年での需要量は 539 m<sup>3</sup>/日である。

以上の各用途別需要量から 2003 年における計画水需要量（日平均需要量）合計は 5,549 m<sup>3</sup>/日である。

(2) 計画水量

目標年次 2003 年の日平均需要量を基に、施設の計画水量は表 3-1 のように決定した。

表 3-1 施設の計画水量

[A]	日平均需要量	5,549 m <sup>3</sup> /日	消費者に届く水量。 [生活用水]+[公共用水]+[商工業用水] =4,673 m <sup>3</sup> /日+337 m <sup>3</sup> /日+539 m <sup>3</sup> /日
[B]	日平均給水量	6,528 m <sup>3</sup> /日	配水場から出る一日平均の水量。 [A]+[漏水量] = 5,549 m <sup>3</sup> /日 / (1-0.85) (漏水率:15%の設定は表 3-2 に示す)
[C]	日最大給水量	8,160 m <sup>3</sup> /日	配水場から出る水のうち、一年を通じて水量が最大となる日の水量。取水施設・浄水施設・配水池の施設規模の設計に用いる水量である。 [B]×[日最大係数:125%] = 6,528 m <sup>3</sup> /日 × 1.25 (= 94.4 l/秒) (日最大係数:125%は「ト」国設計基準である)
[D]	時間最大給水量	170 l/秒	日最大給水日における給水ピーク時間の水量。配水管(管網)の規模決定に用いる水量。 [C]×[ピーク係数:180%] = 94.4 l/秒 × 1.80 (ピーク係数:180%は、ヌクアロファの過去の実績から、給水ピーク時刻である午前7時のピーク水量と平均水量から算出した)

表 3-2 漏水率の設定

既存配管		本計画施設	
管種	漏水率	管種	計画漏水率
ACP	39.7%	DIP、PVC(全路線入替、日本側負担)	10%
PVC	26.3%	PVC(一部入替、TWB 実施)	20%
合計	34.3%		15%*

\* DIP および PVC のそれぞれが負担する水量から計算すると管路全体の計画漏水率は約 14%となるが、整備目標として 15%とした。

### (3) 施設計画

#### 1) 本計画のシステムフロー

本計画による水道システムのフローをまとめると、図 3-1 のようになる。また本計画実施内容を表 3-3 に示す。



図 3-1 本計画システムフロー

表 3-3 本計画実施内容

施設名	実施項目	内容
取水施設	施設維持管理用機材の調達	予備取水ポンプ (3 台) および維持管理用クレーントラック (1 台) の機材調達
消毒設備	塩素注入設備の更新	溶解槽、塩素注入ポンプ (1 式) 及び配管の建設
配水場内配管	流量計設置および主配管の更新	配水池周り配管・弁類の更新および流量計 (1 台) の設置工事
配水管	配水管の更新と増設 (総延長: 約 33km)	既存 ACP のダクタイル鉄管および PVC への更新ならびに口径変更 既存 PVC の口径不足路線への追加布設工事 給水用側管工事 PVC50mm (総延長: 約 9km)
	漏水防止対策機材の調達	漏水管理および補修機器としてポータブル流量計 (2 台)、漏水探知機等の機器類 (1 式)、バックホウ (1 台)、溝掘削機 (1 台)、車輛 (1 台) 等の建設機材の調達
給水管	既存給水管の復旧工事	新設管入れ替え工事で切断された給水管の接続の復旧工事 (約 800 ヶ所)

#### 2) 取水設備

既存井戸施設容量は、計算で得られる一日最大給水量をわずかに下回るが、一日平均で 155 人/日の給水を賄うことができ、また将来のために水源を温存することは環境上必要であることから、本計画では新規に取水設備の拡張をせず、既存施設をそのまま使用する。

本計画で漏水率を低減させることにより、節約できる水量を表 3-4 に試算した。

表3-4 本計画の漏水率低減により節約できる水量

		[1] 本計画	[2] 本計画を実施しない場合	[3] 節約水量 ([2]-[1])
[A]	漏水率	15 %	34.3 %	19.3 %
[B]	日平均需要量 =[2003年水需要量]	5,549 m <sup>3</sup> /日	5,549 m <sup>3</sup> /日	—
[C]	日平均給水量 =[B]/(1-[A])	6,528 m <sup>3</sup> /日	8,446 m <sup>3</sup> /日	1,918 m <sup>3</sup> /日
[D]	日最大給水量 =[C]×[日最大係数:125%]	8,160 m <sup>3</sup> /日	10,556 m <sup>3</sup> /日	2,396 m <sup>3</sup> /日

本計画で節約できる水量は、取水ポンプ1台の平均能力(250 m<sup>3</sup>/日)から、日平均で約8台、日最大では10台分に相当する。つまり、本計画の実施で井戸8~10本に相当する取水施設の建設が節約できたことになる。

取水施設の稼働条件と取水量を表3-5に示す。本計画では年間を通して井戸の平均稼働率は85%となる。

表3-5 井戸稼働条件と取水量

井戸稼働率	100%	95%	90%	85%	80%
ポンプ稼働台数	31台	30台	28台	27台	25台
取水量	7,765 m <sup>3</sup> /日	7,378 m <sup>3</sup> /日	6,990 m <sup>3</sup> /日	6,601 m <sup>3</sup> /日	6,213 m <sup>3</sup> /日

### 3) 配水池

本計画では既存6池の配水池をそのまま利用する。計画水量では、既存配水池容量3,515m<sup>3</sup>から消火用水200m<sup>3</sup>を引いて9.75時間分の貯留ができる。

### 4) 配水管

#### i) 配水方式の比較検討

送配水方式についての下記2案を比較検討の対象とした。

Case 1 : 高架水槽を新設する方式で、高架水槽まで専用の送水管を布設する。

Case 2 : 高架水槽を設置せずに、通水量の大きい、すなわち、管径の大きい配水本管を布設して、既存の地上式配水池から直接配水する方式。

両案について、現状の問題点(地域による水圧・水量のアンバランス、東区域の出水不良)、管路水理解析、維持管理面、コスト(経済性)等について総合判断した結果、Case 2が有

利であると判定した。比較項目の中でも建設コストの差異が顕著である。管の維持管理費については、Case 2の管径が大きい分だけ若干ではあるが Case 2が高価となる。管の通水能力については、Case 1が24時間平均水量すなわちコンスタント量送水なので管径を小さくすることができ、コスト小ではあるが、通水能力も小となる。Case 2の管はピーク時間量（平均水量の180%量）を通水させるために管径は大となり、コスト大ではあるが、通水能力も大となる。将来拡張工事については、Case 2が配水管網への流入点が任意に設定できるのに対し、Case 1では高架水槽という管網への注入点の位置が限定するために、拡張計画が難しくなる。両案の比較を次表に示す。

表3-6 高架水槽配水方式比較表

比較項目	Case 1 (高架水槽方式)	Case 2 (配水本管方式)
1) 配水の信頼性	信頼性あり	信頼性あり
2) 自然災害への配慮	サイクロンと地震の両方に対策が必要	地震のみに配慮が必要
3) 高架水槽の維持管理	水槽水位の常時の監視・操作と季節ごとの清掃が必要	必要なし
4) 管の維持管理	若干安価（管が細い）	若干高価（管が太い）
5) 管の通水能力	日最大水量（100%水量）	時間最大水量（日最大水量の180%水量）
6) 拡張工事の難易性	将来拡張工事は容易でない	対応しやすい
7) 土地利用面	占有用地が必要	土地取得を必要としない
8) 建設費（注）	高価（約T\$ 4,381,700-）	低廉（約T\$ 3,245,200-）

(注) Case1: 東区域に高架水槽を1基建設し、配水池から専用送水管を布設する場合の概算工事費  
Case2: 東区域用に既設の地上配水池から専用配水管のみを布設する際の概算工事費

#### ii) 石綿セメント管の更新

既設の石綿セメント管（ACP）は全面的に他管種に更新（布設替え）する。新管の材質は、口径250mm以上はダクタイル鉄管（DIP）、口径200mm以下は塩化ビニル管（PVC）とする。DIPは新設であるためISOまたは同等規格とし、PVCは既存管と同じAS規格を用いる。

新管布設後は、既設のACPは不使用となるが、撤去はせずに埋設のままとする。なお、ACPを埋設したままとしても土中への影響などの問題はないと考えられ、撤去する場合に比べて撤去費用・道路復旧費用および工事中の断水期間の面で利点があるほか、撤去後のACPの廃棄処理による環境影響を少なくすることができる。

#### iii) 口径不足管路の口径見直し

管網水理解析の結果により既存の管径の変更が必要な管路については、これを考慮する。既存ACP路では、管の更新と共に管径を大きくする。既存PVC管路については、隣接して新管を布設し、既存PVCと要所で接続する計画とする。

#### iv) 給水管の切り替え復旧工事

ACPの更新に際しては、既存管から各戸給水管への接続および消火栓への接続を新設配水管からへと再接続する切り替え復旧を行う。切り替え復旧工事は、日本側負担とする。

#### v) 配水管路の選定

配水管は既存給水区域への配水が目的なので、必然的にそのルートは既設管ルートを踏襲することを原則とする。新設管の東区域への専用管(350mm DIP)は、マクキエウア配水池から最短距離で、かつ、既存道路を通るルートを選定した。

#### vi) 管理設位置/舗装復旧

DIP及びPVC共、土被り(道路面から管天端までの深さ)を1.2mと設定した。埋設管の外側は砂を充填して管体を保護する。砂の厚さは、管の上部15cm、管の下側10cmの厚さとする。砂の上部は発生土で埋め戻すものとする。埋め戻しの際、管の上端より約30cmの位置に埋設管の存在を示す表示テープを布設する。管布設時に既存の舗装を取り壊す場合は、舗装復旧を日本側負担により行う。

#### vii) 口径50mm PVC 側管の布設

250mm以上のDIPからは直接各戸給水用分岐をしない。これは、分岐工事を容易にするためと、DIPからの漏水を極力少なくするための方策である。この目的のために、新設のDIPに沿って、側管として、径50mm PVCを並列に布設し、この側管から各戸給水用分岐を行うことを計画する。側管はDIP本管と必要ヶ所で弁で接続しておく。

#### viii) 水理解析結果

2003年の需要水量に基づく時間最大給水量を配水するための配水管網の設計を、TWBのコンピューター管網解析ソフト「MapInfo、Cybernet」を用いて行った。水理解析の条件は以下のとおりである。

流量計算式	ヘーゼン・ウィリアムズ式
流速係数	DIP : C=120, PVC : C=140
最小動水圧(時間最大水量時の管末圧力)	10m
消火用水	火災発生時の消火栓からの放水量を考慮

水理解析結果(添付資料-10参照)では、水需要の時間最大時(午前7時)において、目標最小動水圧である10mを満たしていない地区があるが、これらは①地盤が高い、②管路

の末端に位置する地区である。時間最大時において水圧がおよそ5mとなるものの、その他の時間帯では目標水圧を達成しており、また必要水量は常時確保できること、また実用上支障ないと考えられることから、ピーク時に目標水圧が達成できないことは技術上止むを得ないとした。なお、本計画は動力を必要としない自然流下による配水方式を設計方針としており、水圧を高くするためには管径をさらに大きくする必要があるが、建設費が高くなり、経済的ではない。

viii) 日本側負担管布設工事

本計画で日本側が工事担当する管路線は図3-2の通りである。管詳細を表3-7に掲げる。

表3-7 配水管工事（日本側施工）リスト

管径	管種	延長	備考
500 mm	DIP	1,365 m	
400 mm	DIP	1,588 m	
350 mm	DIP	4,832 m	
300 mm	DIP	889 m	
250 mm	DIP	4,945 m	DIP延長計 = 13,619 m
200 mm	PVC	5,701 m	
150 mm	PVC	11,469 m	
100 mm	PVC	2,273 m	PVC延長計 = 19,443 m
配水管 (DIP+PVC) 延長計 =		33,062 m	
側管 (50 mm PVC) 延長計 =		8,824 m	DIPと並列して同時布設

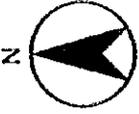
ix) TWB 負担管布設工事

以下に示す管路（7路線）については、TWBが工事負担することとし、管路線は図3-3、表3-8のようになっている。

項目	TWB負担とする理由	管路 No.
(a)	既存管路がない地区に新たに管を布設する	(3), (7)
(b)	局地的末端路線	(1), (5), (6)
(c)	飛び地（日本側工事の場所から連続せず距離的に離れている場所）	(4)
(d)	特殊事情がある路線（需用者からの改善要求により、TWBが既に実施計画を立てている）	(2)

表3-8 配水管工事(TWB負担)リスト

管径	管種	延長	備考
150 mm	PVC	215 m	1路線
100 mm	PVC	1,598 m	5路線
75 mm	PVC	195 m	1路線
配水管 PVC 延長計 =		2,008 m	7路線



**Pipe List**

(To be constructed under the Project)

Pipe Diameter	Length	Material
φ500 mm	1,365 m	DI
φ400 mm	1,588 m	DI
φ350 mm	4,832 m	DI
φ300 mm	889 m	DI
φ250 mm	4,945 m	DI
φ200 mm	5,701 m	PVC
φ150 mm	11,469 m	PVC
φ100 mm	2,273 m	PVC
Total	33,062 m	DI+PVC

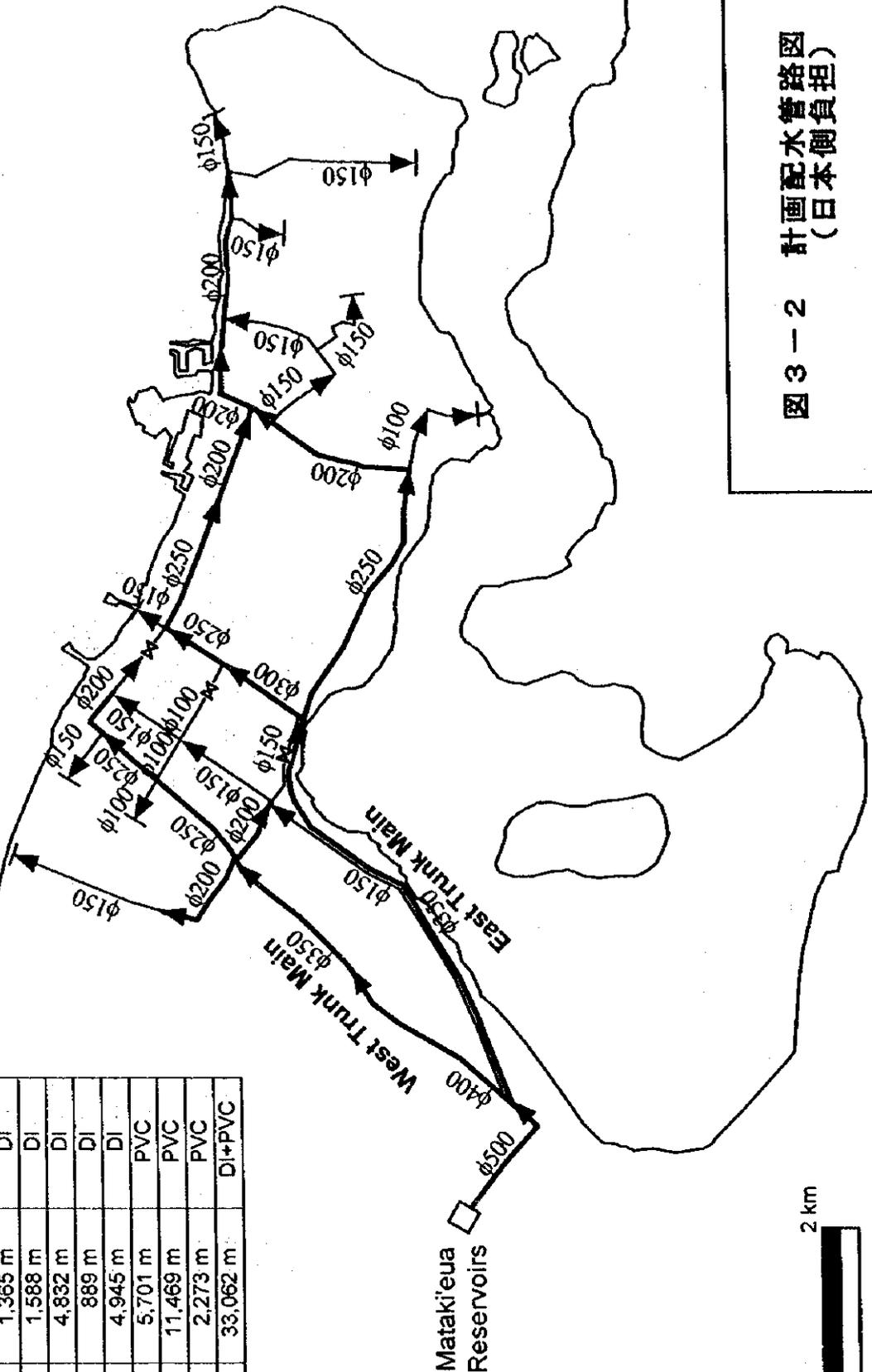
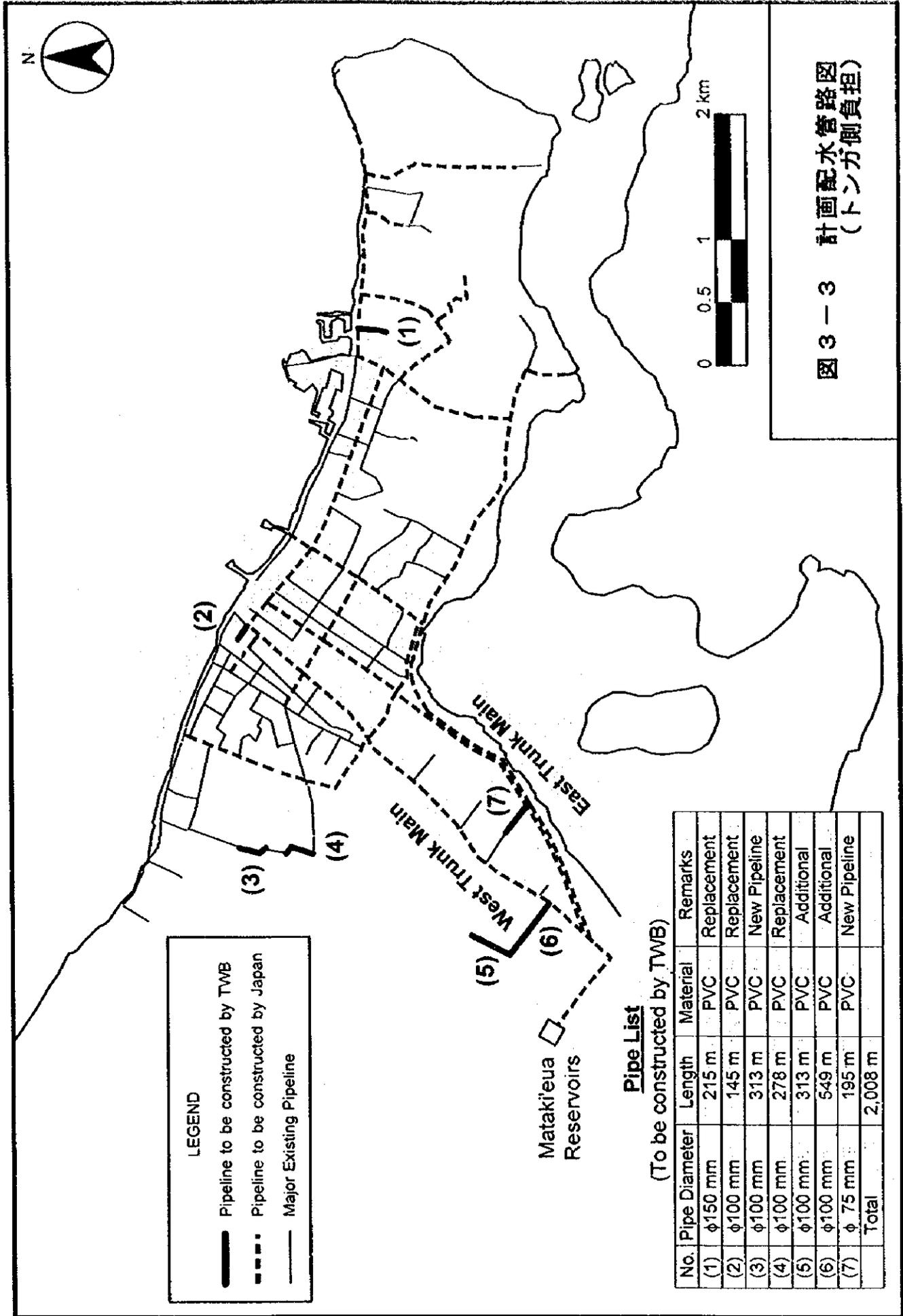


图 3-2 计划配水管路图  
(日本侧负担)



**LEGEND**

- Pipeline to be constructed by TWB
- - - Pipeline to be constructed by Japan
- Major Existing Pipeline

**Pipe List**  
(To be constructed by TWB)

No.	Pipe Diameter	Length	Material	Remarks
(1)	φ150 mm	215 m	PVC	Replacement
(2)	φ100 mm	145 m	PVC	Replacement
(3)	φ100 mm	313 m	PVC	New Pipeline
(4)	φ100 mm	278 m	PVC	Replacement
(5)	φ100 mm	313 m	PVC	Additional
(6)	φ100 mm	549 m	PVC	Additional
(7)	φ 75 mm	195 m	PVC	New Pipeline
	Total	2,008 m		

図 3 - 3 計画配水管路図  
(トンガ側負担)

## 5) 配水場内施設

マクキエウア配水場では、i)消毒設備の更新、及びii)場内配管の更新を実施する。

### i) 消毒設備の更新

#### A. 塩素剤の比較

塩素消毒で使用する薬品は、現地での実績、取扱上の簡便性・安全性および建設・維持管理費を考慮した結果、現状と同じ使用薬品である次亜塩素酸カルシウム（粒状）を採用する。以下に液体塩素と次亜塩素酸カルシウムとの比較検討結果の概要を表 3-9 に示す（添付資料-13参照）。

表 3-9 塩素剤の比較表

	液体塩素	次亜塩素酸カルシウム
性状	コンテナに密閉されている 大気中に解放されると呼吸器系に 激しい刺激を与える	粒状 吸湿性 容易に水に溶解する
取扱	危険物取扱責任者により運搬する	操作指導をすれば、取扱は容易
付帯設備	中和設備 冷房設備が望ましい 安全器具	特に必要としない
構造物（保管）	耐震構造とすること 耐火建築であること	通常の構造でよい
維持管理上の配慮	塩素剤は他の薬剤・機器と隔離する 塩素漏れ試験を毎日実施する 湿気を防ぐ ガスケット類の交換部品を常備	乾燥した室内に保管 他の薬剤と離して保管 乾燥した用具を用いる
維持管理に必要な 人員	危険物の取扱や安全装置に関する 知識を有する人員が必要	現在の要員で維持管理可能
薬品の入手可能性	可能（輸入品）	可能（現在 NZ より輸入）
法規制	「T」国での法規制はないが、日本 では厳しい規制がある	規制されない
建設費	T\$45,000 (TWB 報告書より)	T\$45,000 (TWB 報告書より)
薬品費	T\$7,723 /年 (4.63T\$/kg)	T\$12,085 /年 (4.71T\$/kg)

## B. 塩素注入方式

次亜塩素酸カルシウムは溶解槽へ人力投入される。溶解された水溶液は移送ポンプで貯留槽へ移送され、注入ポンプで直接配水管に注入される。配水管流量の時間変動に対応して塩素注入量を変化させて適切な残留塩素濃度を確保するために、注入ポンプの運転は、配水流量計からの信号で稼働台数を制御するステップコントロールとする。消毒設備フローシートを図3-4に示す。

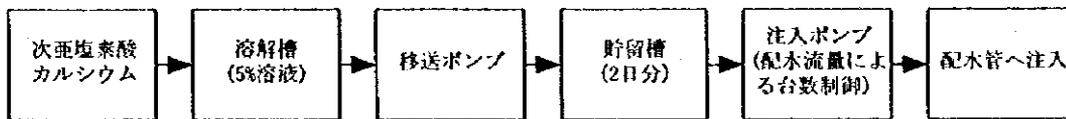


図3-4 消毒設備フローシート

## C. 塩素注入量

塩素注入率は、原水を用いて塩素注入試験を行った結果から、平均  $0.7\text{mg-Cl}_2/\text{L}$ 、最大  $1.5\text{mg-Cl}_2/\text{L}$  とする。薬品希釈濃度は5%とし、薬液注入容量は  $0.246\text{L}/\text{min}^{*1}$  となる。

貯留槽は現地の気温から塩素分の遊離を考慮し、2日分の貯留量として約335リットルとする<sup>\*2</sup>。計量ポンプの台数制御による注入ポンプの塩素注入率の設定および運転制御の接点の設定については、配水管末端での残留塩素を定期的に現場で分析した結果から、最適な設定となるよう決定する。

\*1  $[\text{時間最大配水量}: 8.61\text{m}^3/\text{min}] \times [\text{最大塩素注入率}: 1.5\text{mg-Cl}_2/\text{L}] \div [\text{塩素濃度 } 5\%] \div [\text{比重 } 1.05]$

\*2  $[\text{日最大配水量 } 8,160\text{m}^3/\text{日}] \times [\text{平均塩素注入率 } 0.7\text{mg-Cl}_2/\text{L}] \div [\text{有効塩素 } 65\%] \div [\text{濃度 } 5\%] \div [\text{比重 } 1.05] \times 2 \text{ 日}$

### ii) 場内配管の更新

マタキエウア配水場内では、配水池からの流出管の主配管である既設の ACP を DIP に更新し、かつ水理解析の結果に基づき、管径を大きくする。また、配水本管(集合後の 500 mm DIP) に電磁式流量計(口径 350mm)を新設し、日常の塩素注入と配水量の管理を行うものとする。

(4) 機材計画

「ト」国から要請のあった機材の必要性と 1WB 調達能力を検討し、本計画で必要な機器について表 3-10 に取りまとめた。必要な機材の用途は、①漏水調査及び補修ならびに②取水設備維持管理である。また、調達機材のオーバーホールを行う期間を 2 ヶ年として、この期間までに必要となる予備品 (2 ヶ年分) を調達する。

表 3-10 機材調達概要

使用目的	調達概要		
	機材名	数量	機材の必要性
① 漏水調査 及び補修	超音波流量計	2 台	<ul style="list-style-type: none"> <li>漏水調査の充実を図る目的で、1 班増加し、合計 2 班の体制とする。</li> <li>超音波流量計を検知範囲の上流側、下流側に設置し、漏水量を測定。さらに、相関式探知器を設置、漏水範囲を推定、漏水探知器で漏水個所を発見する。</li> </ul>
	相関式漏水探知器	1 台	
	漏水探知器	1 台	
	ボックスロケーター	1 台	
	小型バックホウ	1 台	漏水個所の速やかな修復のために、現在手作業での掘削を機械化し、迅速に復旧することを目的とする。公道下の埋設管の補修に使用する。
	溝掘削機	1 台	使用目的はバックホウと同じ、但し、使用個所は、バックホウの進入できない狭い路地である。
	車輛, 4 WD Dual cab	1 台	現在漏水チーム用の専用車輛はない。新たに 1 チーム編成するにあたり、専用 1 台は必要である。
	配管切断機	2 台	漏水個所の修復として現在 PVC 切断は手作業である。速やかな復旧が必要である。また、家庭への接続個所からの漏水修理も多いために 2 台必要。
コンクリート切断機	2 台	配管布設個所のほとんどは、舗装道路下である。交通遮断を最小限とするために、速やかな作業が必要となる。	
コンパクション	1 台	補修後埋め戻し、締め固め用に使用。	
予備品	1 式	2 ヶ年分必要	
② 取水施設 維持管理	ディーゼル駆動ポンプ	3 台	<ul style="list-style-type: none"> <li>需要のピーク時には取水設備の 100% 運転が必要となる。予備設備として倉庫予備ポンプを調達し、運転中のポンプの故障時にポンプを入れ替えることにより、ほぼ 100% 連続運転が可能となる。</li> <li>現状のポンプ平均故障率の実績値(10%)から予備ポンプ台数を決定するものとし、31 本の井戸について、予備ポンプ 3 台を調達する。</li> </ul>
	小型クレーン付きトラック, 4 トン	1 台	現在、故障ポンプの交換は手作業のため作業効率が悪く、また予備井戸を持っていないことから、需要のピーク時にポンプを常時全台稼働させるためには、故障ポンプを迅速に交換する必要があり、機械化により作業の効率化を図る。
	予備品	1 式	2 ヶ年分必要

TWBは漏水防止計画として、オーストラリアの援助によるステップテストを進めてきた。しかしながら、計画実施に必要な資金と流量計・弁等の資材が不足したために計画に遅れが生じ、現在(1999年7月)までに1個所を完了したのみである。また、ステップテストは概算漏水量と漏水地域の把握をするもので、漏水地点の特定が困難であるため、完全な調査方法とはいえない。

本計画ではステップテストを基本とし、さらに正確な漏水量の測定と漏水地点の特定および迅速な漏水修理を目的として以下の工程を提案するとともに、計画に必要な機材類の調達を行う。TWBの漏水対策の実施スケジュールを表3-11に示す。また漏水対策フローチャートを図3-5に示す。

表3-11 漏水対策実施スケジュール

現在～2001年迄	PVC管路でのステップテストの完了(7個所)
2001年から2003年	小区画漏水調査及び漏水個所の修理
2003年以降	ステップテストの実施(以降工程を繰り返す)

実施結果をもとに優先修理区域を設定する。優先順に、2001年以降の小区画漏水調査を実施するが、本計画で日本から調達された機材を利用しTWBが実施する。機材の取り扱いは、本計画の中で「ト」国に引き渡す際に、供与メーカーなどによって取り扱いの説明・指導が実施されるものとする。本計画工程を達成するためには現在の人員(1チーム3人)では不足するのでさらに1チームを追加編成する必要がある。

ステップテストは、本計画実施後全区域(8区域)について実施される計画である。現在、上記計画に含まれない区域(No.8、市中心地区)は本計画により配管の更新と共に必要箇所に弁が設置され、また、調達機材の超音波流量計を利用するため、流量測定器の設置も必要ではない。これらの状況から、同区域の断水及び交通渋滞の問題も生じない。

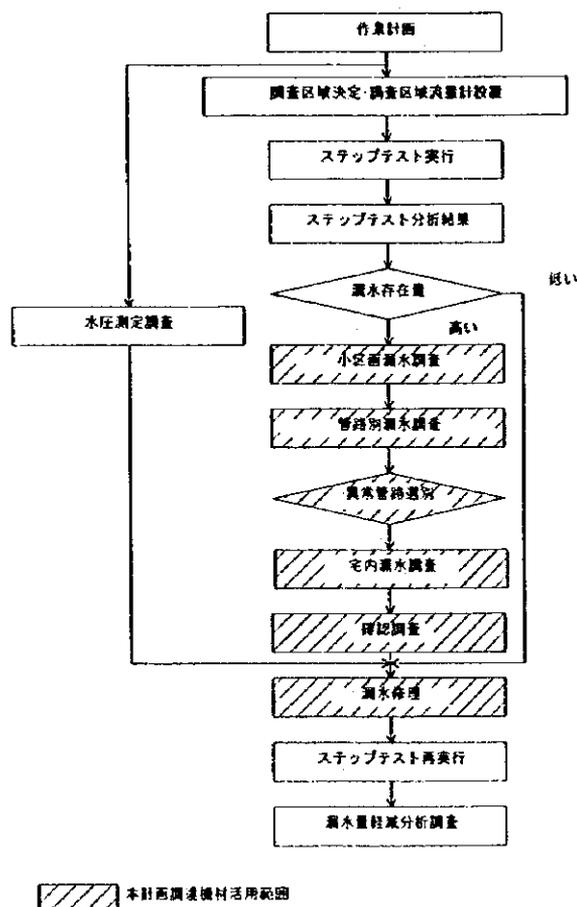


図3-5 漏水対策フローチャート

漏水対策用の車輛について、現在、漏水調査チームは専用の車輛を保有していないので、漏水防止計画の必要機材として新規にピックアップトラック 1 台を調達することとする。漏水対策用車輛の運行計画表を表 3-12 に示す。

表 3-12 漏水対策用車輛運行計画表

作業項目	第1日	第2日	第3日	第4日	第5日
[1] 調査区域の現況調査	■				
[2] 対象配管の位置特定	■				
[3] 漏水個所の特定		■	■		
[4] 漏水管の補修・交換			■	■	■

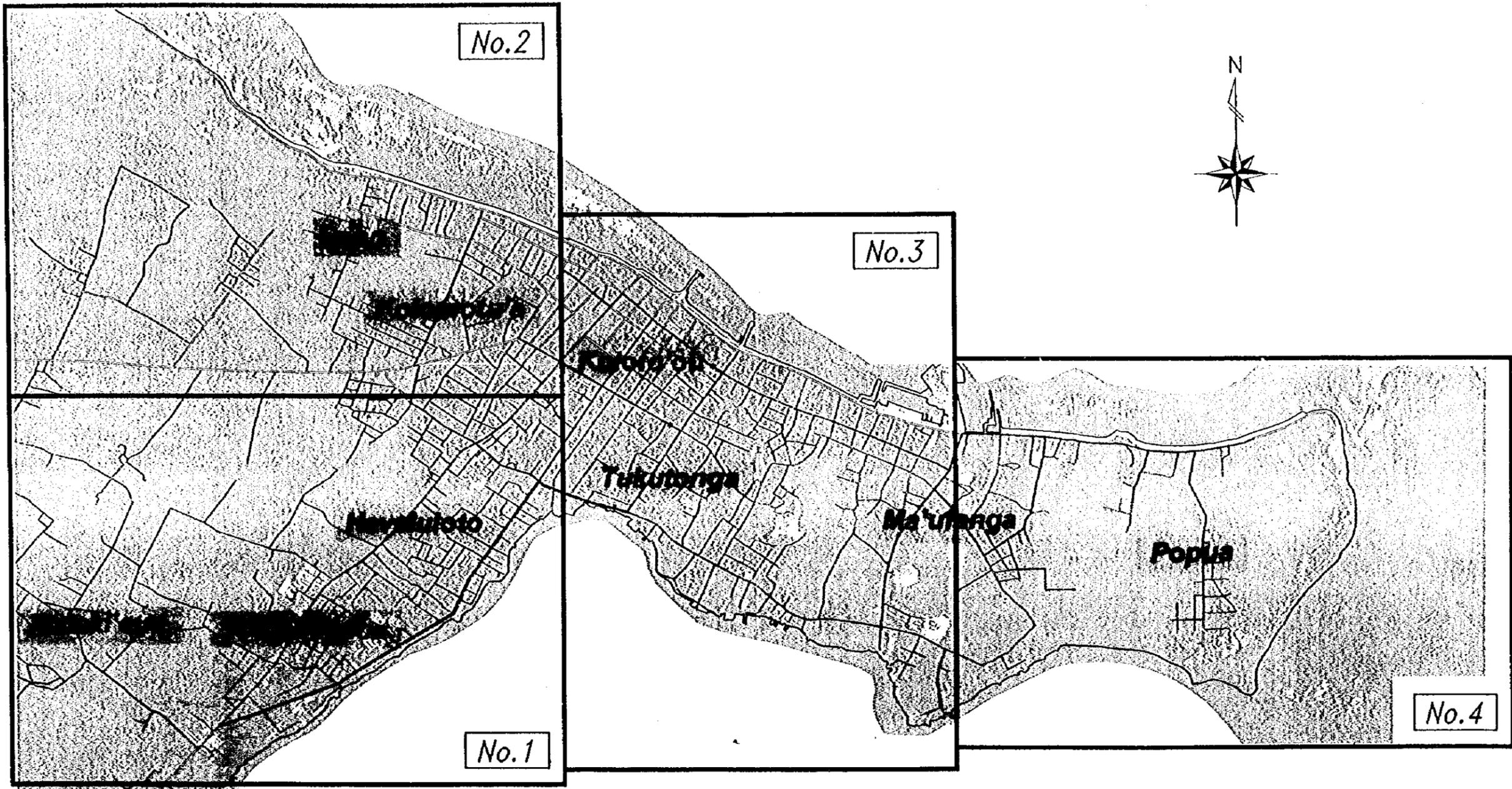
(注記)

- ・ 表の作業工程は、漏水調査・補修作業の代表的工程を示すものである。車輛は、漏水調査機器および補修用機材の搬入・搬出ならびに漏水対策チームの移動に用いる。
- ・ 作業項目[3]：漏水個所の特定は、深夜の流量計測作業を伴うため、第1日目の午後から第3日目の朝まで供用する。
- ・ 漏水調査の結果、漏水個所が認められない場合は、次の調査区域について作業項目[1]からの工程を順次繰り返す。

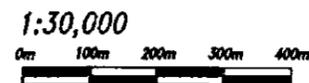
(5) 基本設計図

本計画の基本設計図は次のようであり、これらを次ページ以下に示す。

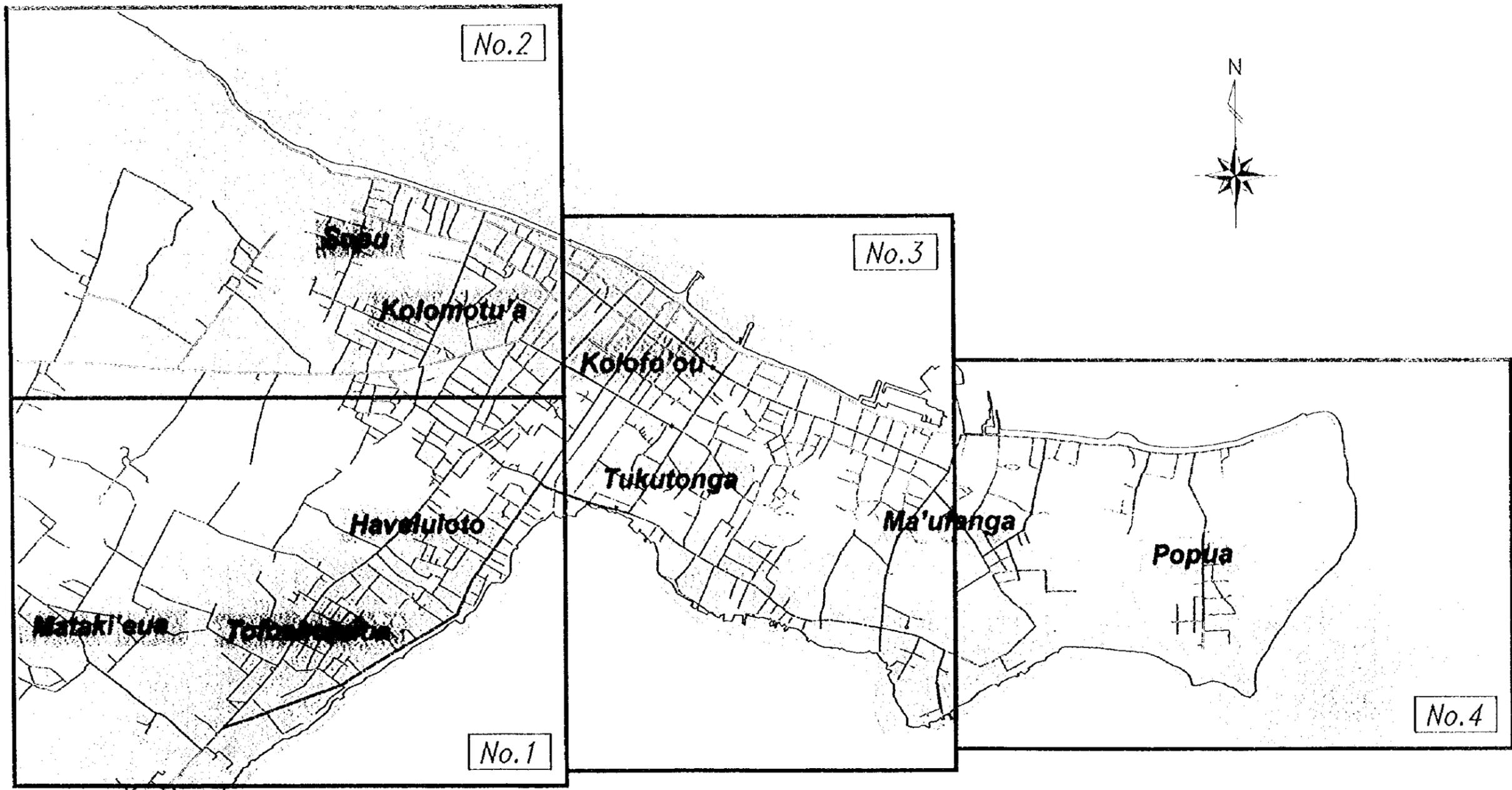
図番	図名 (英語表記)
No. 1	配水管新設平面図位置図 (Proposed Distribution Pipelines : Key Plan)
No. 2	配水管新設平面図 No. 1 (Proposed Distribution Pipelines : No. 1)
No. 3	配水管新設平面図 No. 2 (Proposed Distribution Pipelines : No. 2)
No. 4	配水管新設平面図 No. 3 (Proposed Distribution Pipelines : No. 3)
No. 5	配水管新設平面図 No. 4 (Proposed Distribution Pipelines : No. 4)
No. 6	配水管路縦断面図 (1)... 東部 No. 1 (Longitudinal Profile of Pipelines (1) : East-No.1)
No. 7	配水管路縦断面図 (2)... 東部 No. 2 (Longitudinal Profile of Pipelines (2) : East-No.2)
No. 8	配水管路縦断面図 (3)... 東部 No. 3 (Longitudinal Profile of Pipelines (3) : East-No.3)
No. 9	配水管路縦断面図 (4)... 西部 No. 1 (Longitudinal Profile of Pipelines (4) : West-No.1)
No. 10	配水管路縦断面図 (5).. 西部 No. 2 (Longitudinal Profile of Pipelines (5) : West-No.2)
No. 11	管路掘削断面標準図 (PVC) (Trench Work Standard : PVC Pipelines)
No. 12	管路掘削断面標準図 (DIP・側管のない場合) (Trench Work Standard : DIP Pipelines)
No. 13	管路掘削断面標準図 (DIP・側管のある場合) (Trench Work Standard : DIP with Side-pipe)
No. 14	配水場内施設平面図 (Site Plan of Mataki'eua Reservoirs)
No. 15	塩素注入機器図 フローシート (Chlorination Equipment Process Flow Diagram)
No. 16	塩素注入機器図 配管図 (Chlorination Equipment Piping Arrangement Plan)



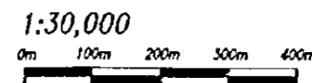
KEY PLAN



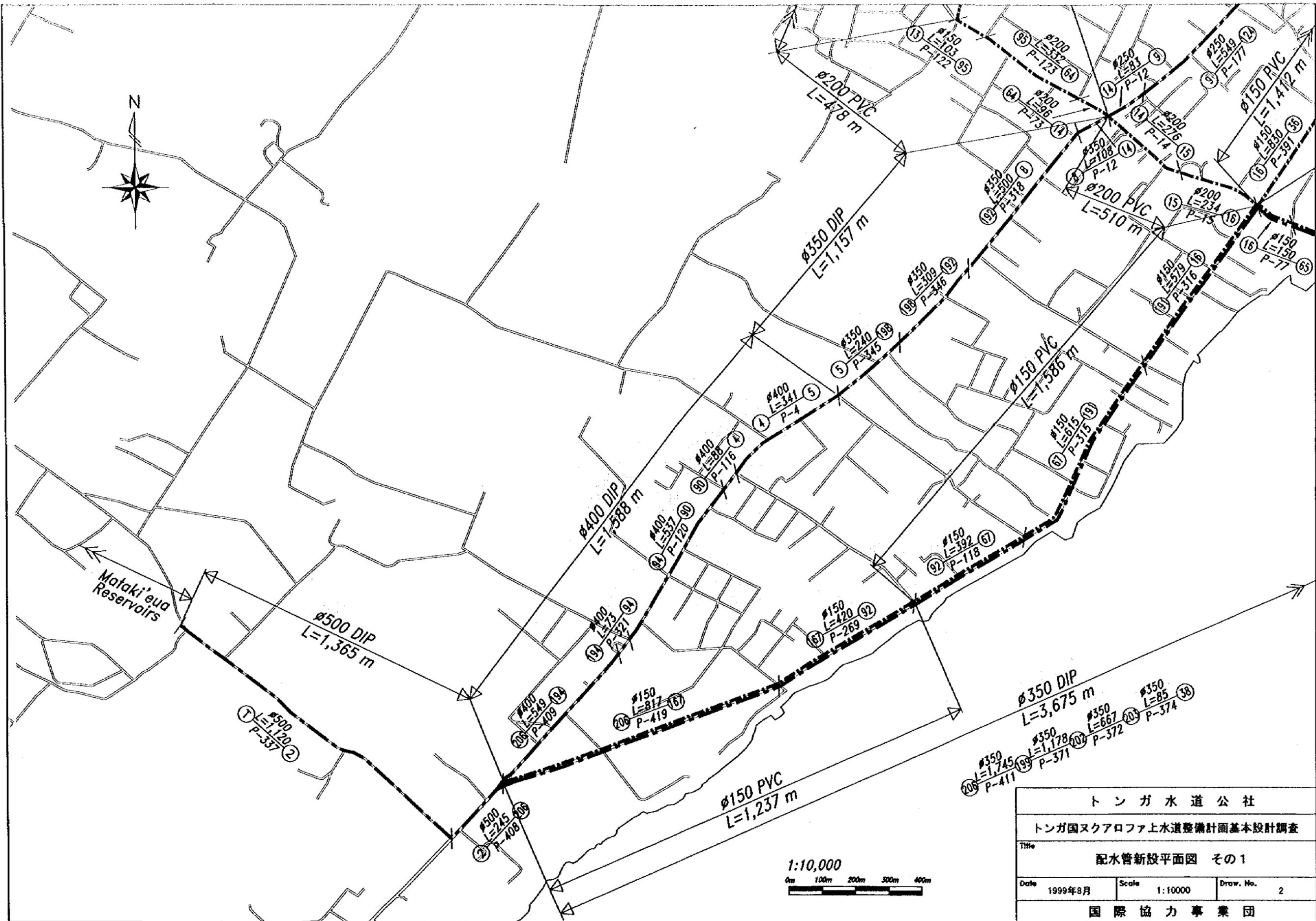
トンガ水道公社		
トンガ国ヌクアロファ上水道整備計画基本設計調査		
Title 配水管新設平面図 位置図		
Date 1999年8月	Scale 1:30000	Draw. No. 1
国際協力事業団		



KEY PLAN

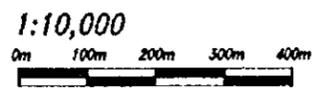


トンガ水道公社		
トンガ国ヌクアロファ上水道整備計画基本設計調査		
Title 配水管新設平面図 位置図		
Date 1999年8月	Scale 1:30000	Draw. No. 1
国際協力事業団		



トンガ水道公社		
トンガ国ヌクアロファ上水道整備計画基本設計調査		
Title 配水管新設平面図 その1		
Date 1999年8月	Scale 1:10000	Draw. No. 2
国際協力事業団		

トンガ水道公社		
トンガ国ヌクアロファ上水道整備計画基本設計調査		
Title 配水管新設平面図 その2		
Date 1999年8月	Scale 1:10000	Draw. No. 3
国際協力事業団		

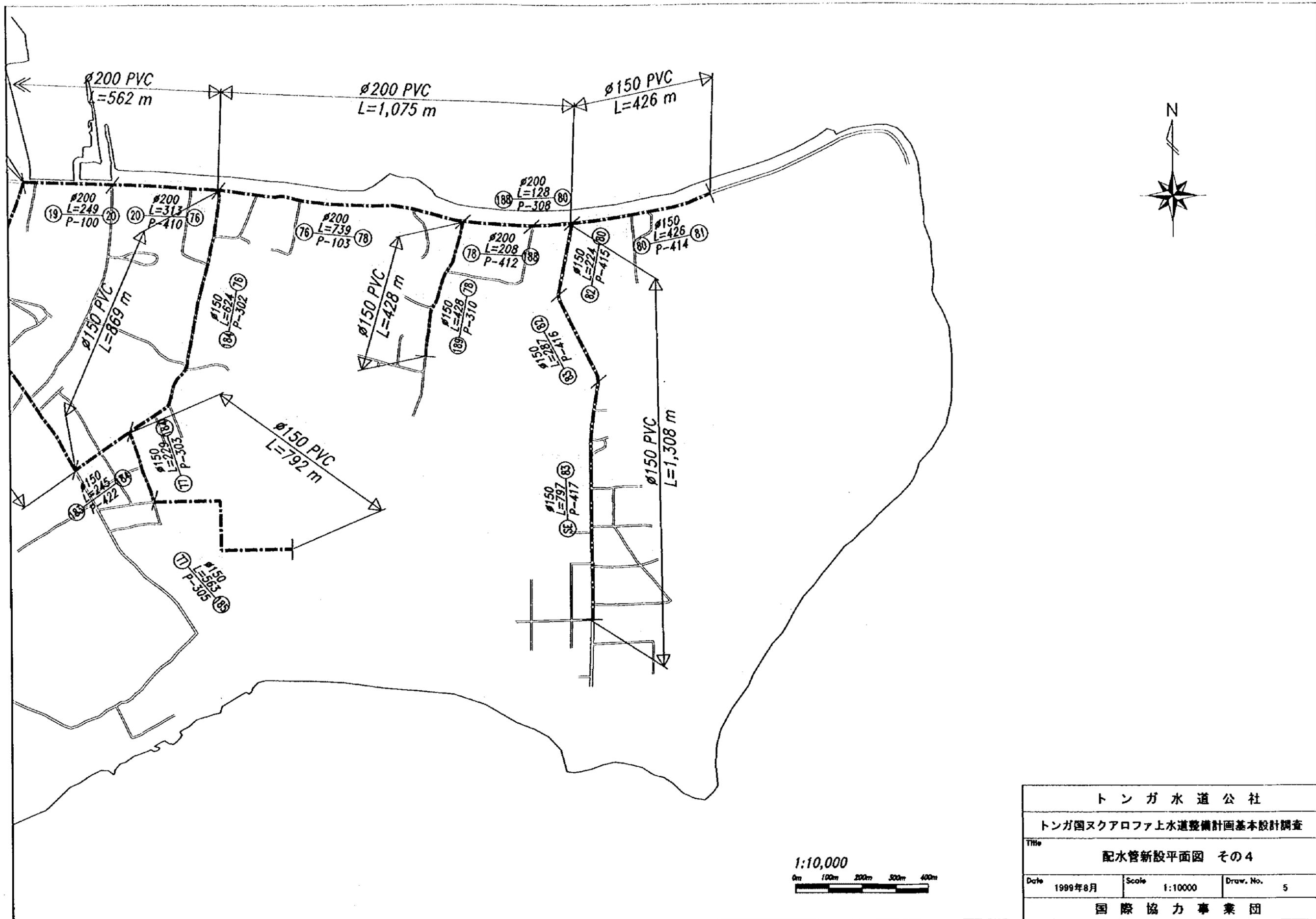


トンガ水道公社			
トンガ国スクアローア上水道整備計画基本設計調査			
配水管新設平面図 その3			
Date	Scale	Draw. No.	
1999年8月	1:10000	4	
国際協力事業団			



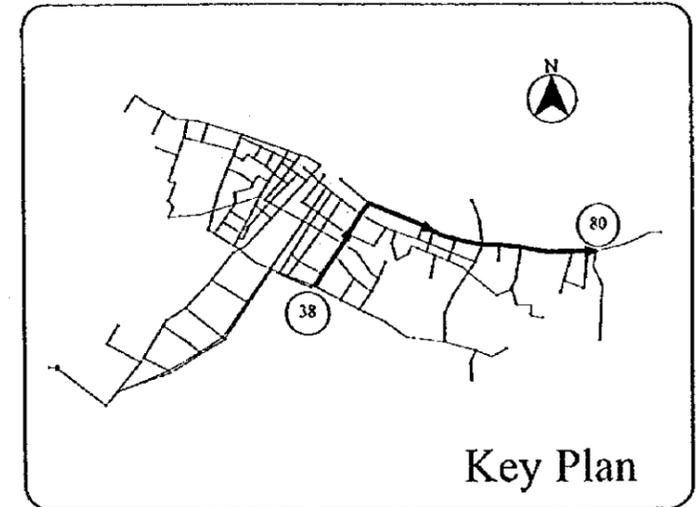
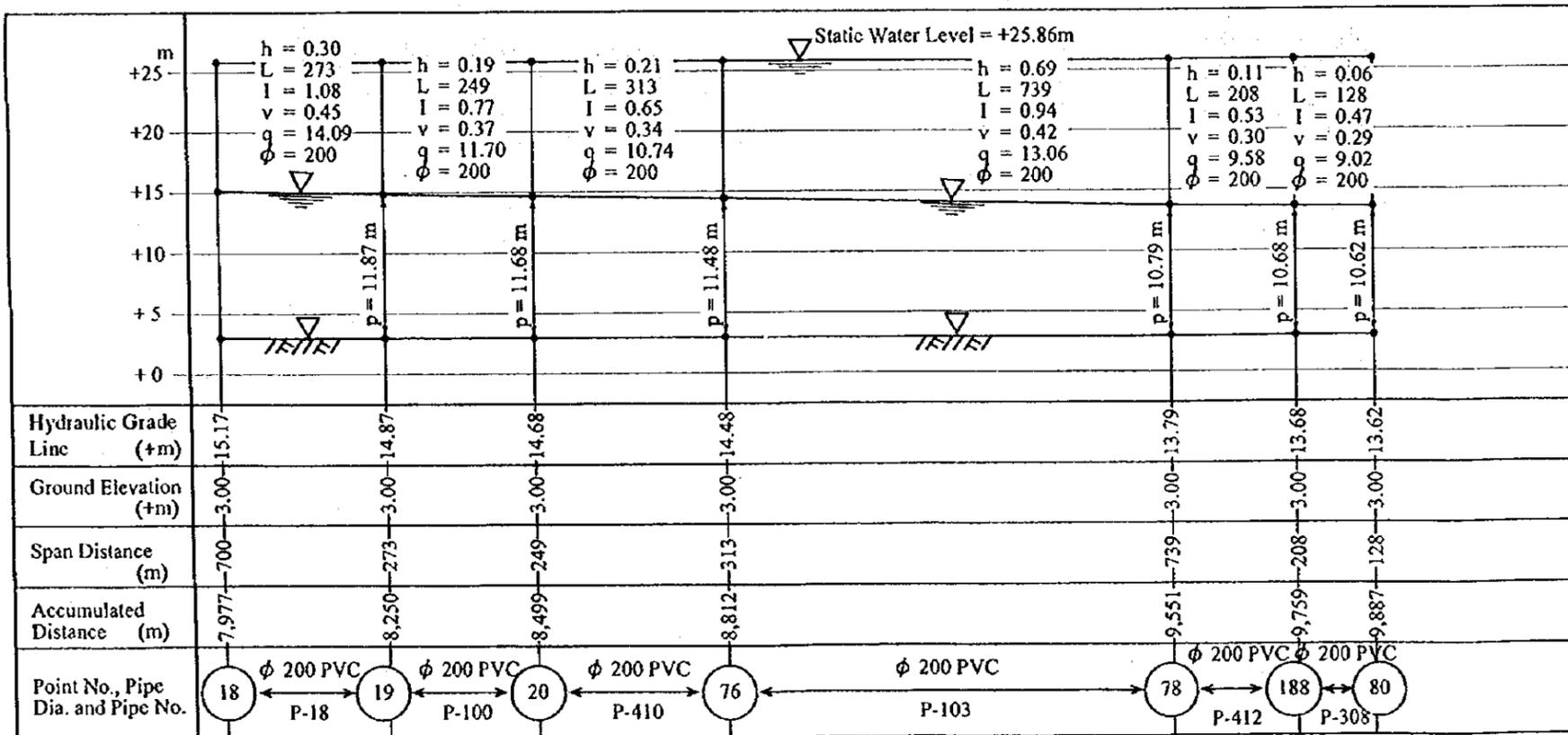
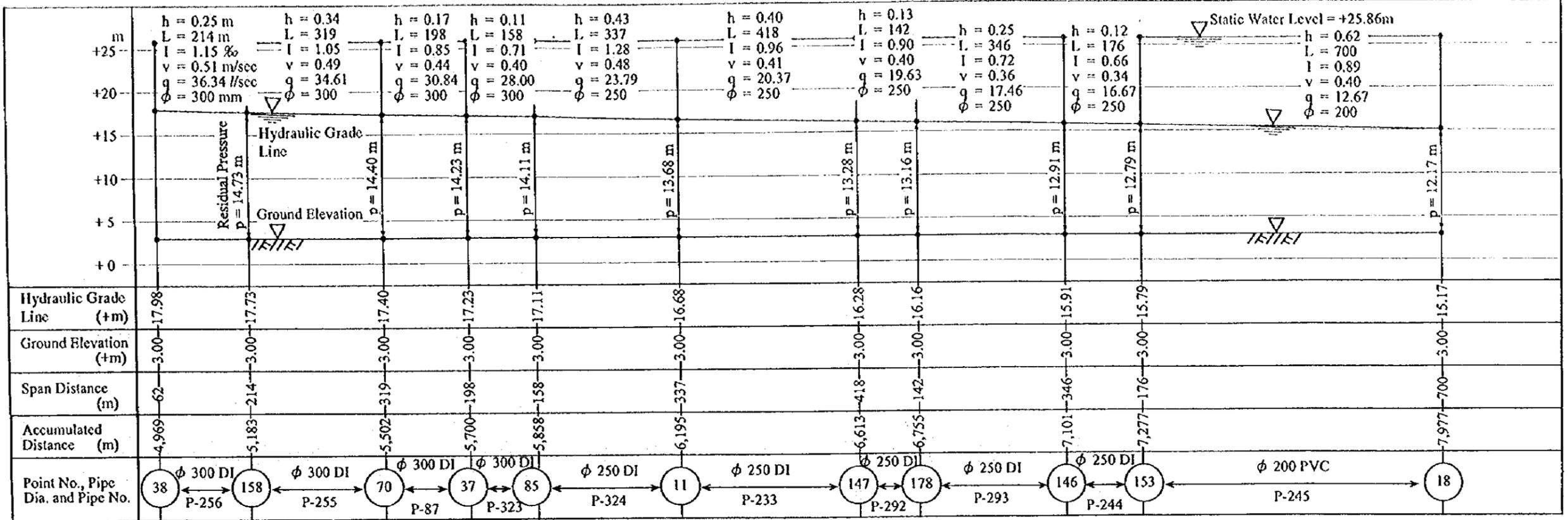
1:10,000  
 0m 100m 200m 300m 400m



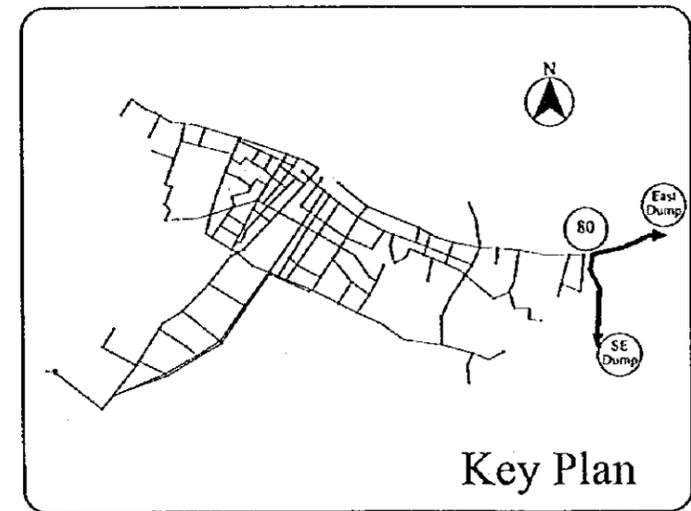
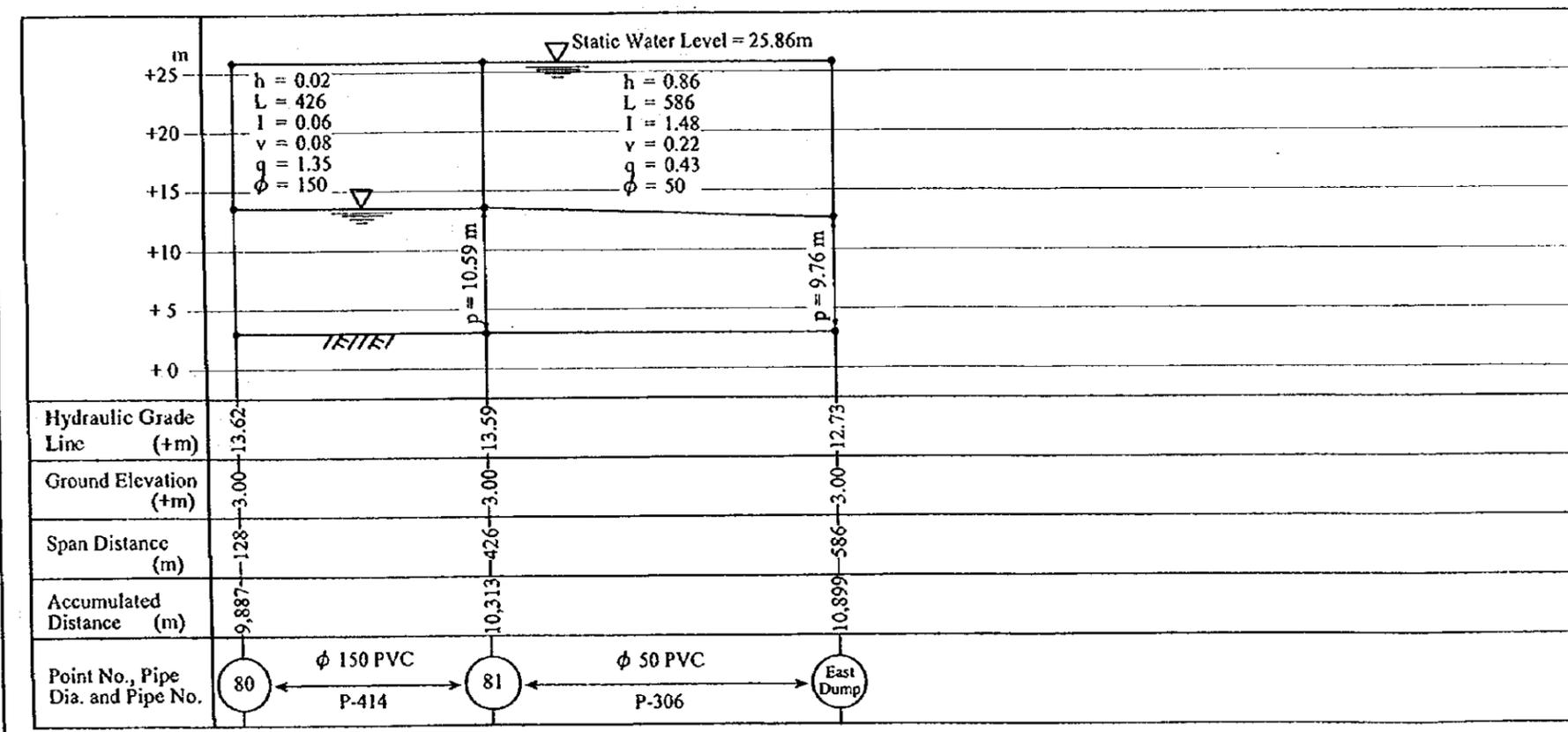
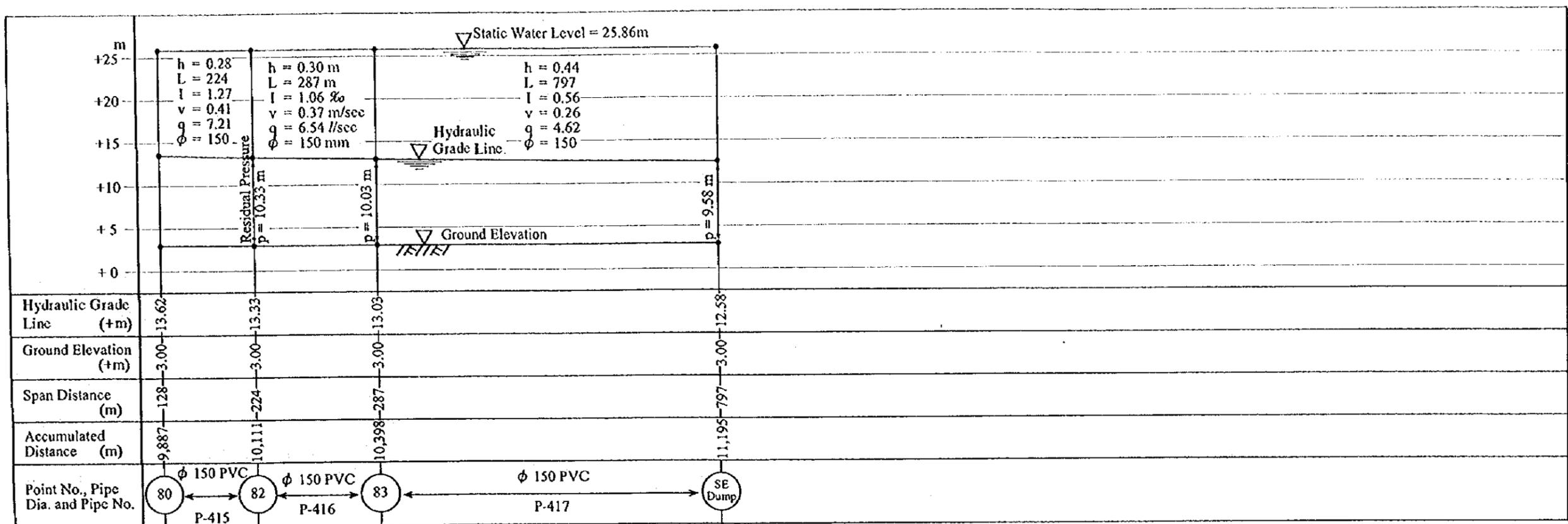


トンガ水道公社		
トンガ国ヌクアロファ上水道整備計画基本設計調査		
Title 配水管新設平面図 その4		
Date 1999年8月	Scale 1:10000	Draw. No. 5
国際協力事業団		

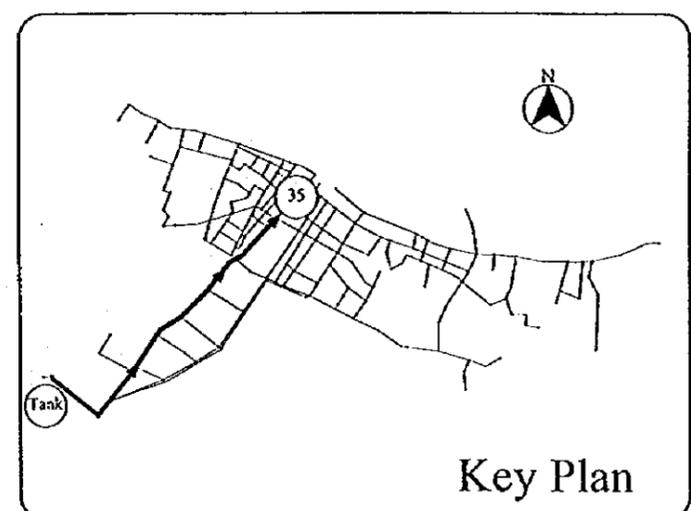
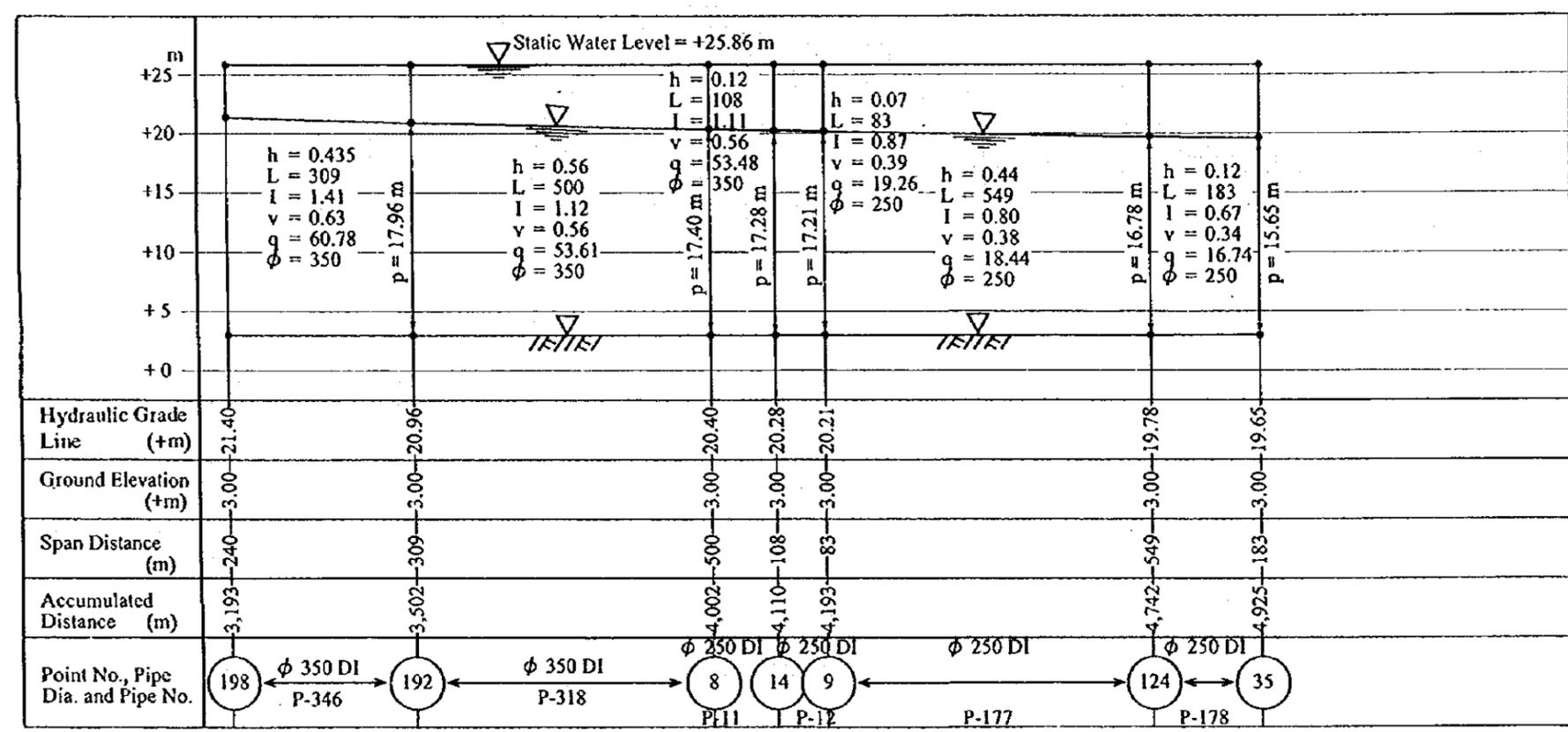
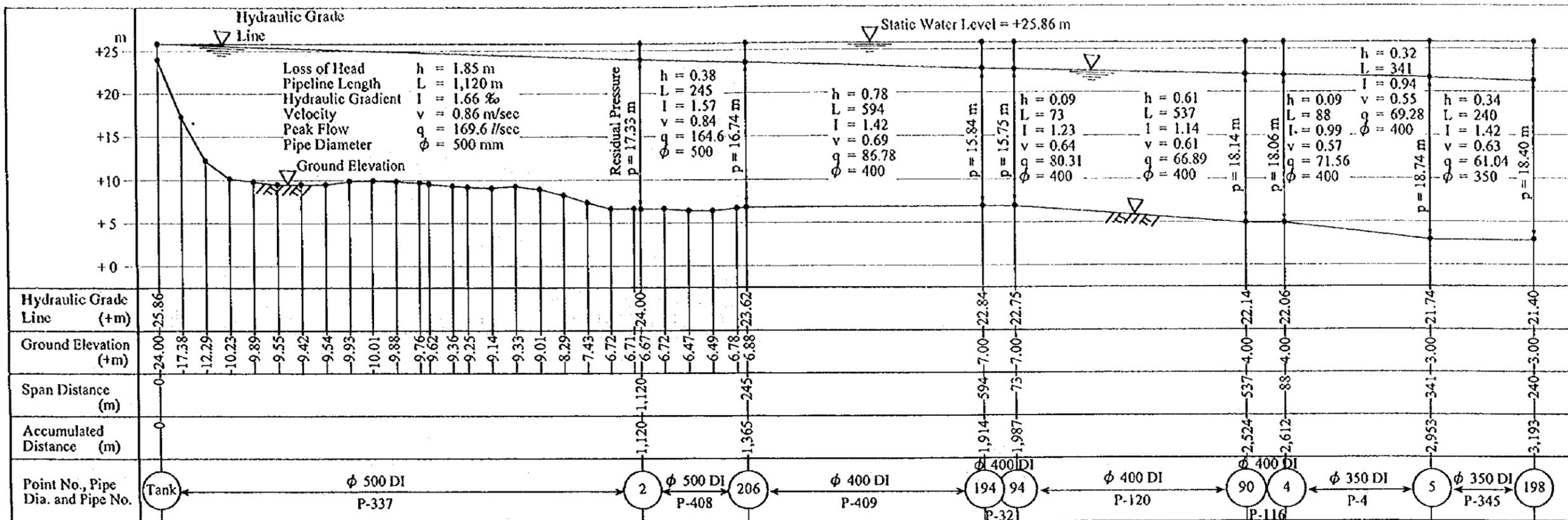




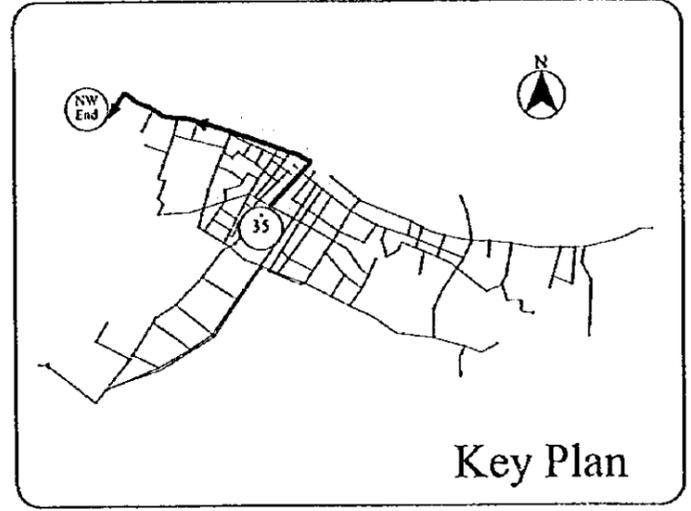
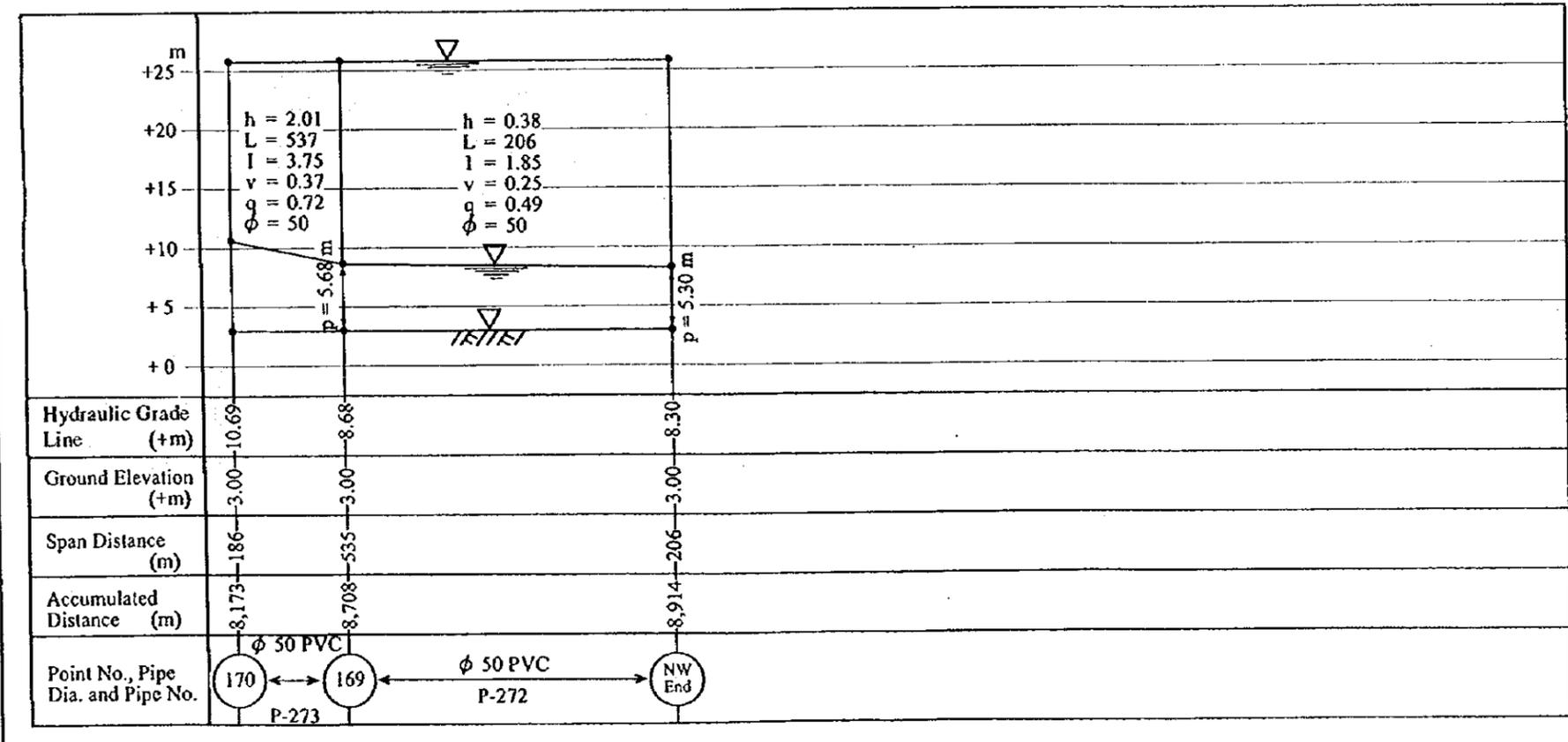
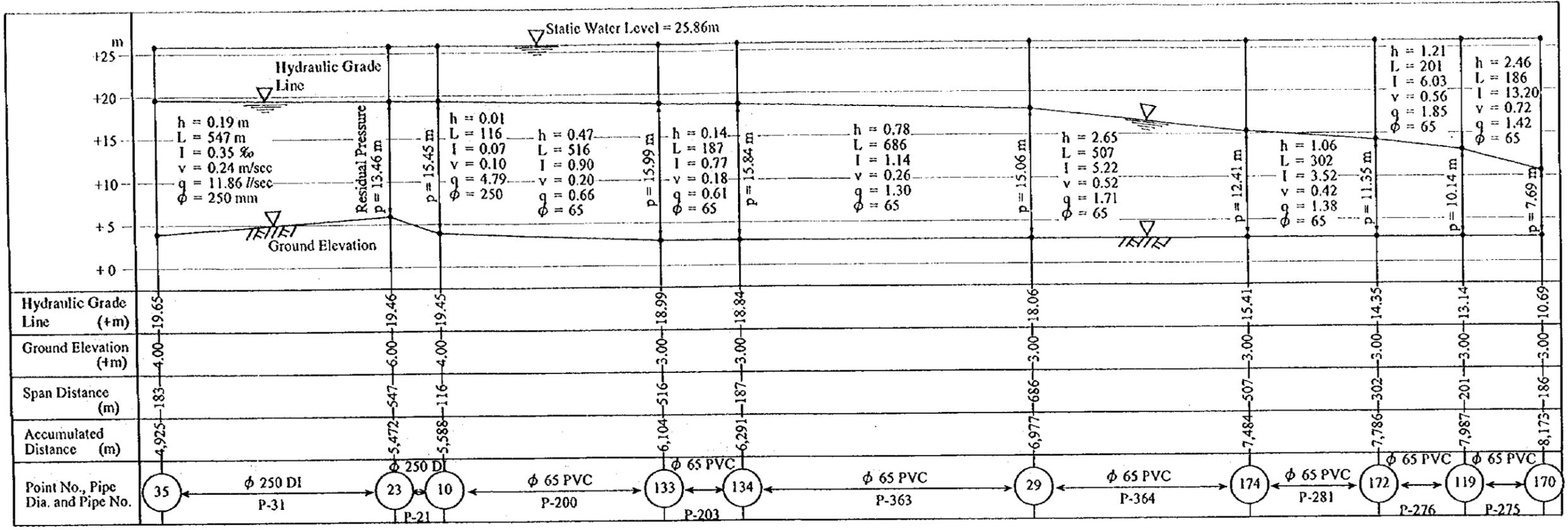
トンガ水道公社		
トンガ国ヌクアロファ上水道整備計画基本設計調査		
配水管路 縦断面図 (2)		
東部 No. 2		
1999年8月	縦=1/500, 横=1/10,000	7
国際協力事業団		



トンガ水道公社		
トンガ国ヌクアロファ上水道整備計画基本設計調査		
配水管路 縦断面図 (3)		
東部 No. 3		
1999年8月	縦=1/500, 横=1/10,000	8
国際協力事業団		



トンガ水道公社		
トンガ国ヌクアロファ上水道整備計画基本設計調査		
配水管路 縦断面図 (4)		
西部 No. 1		
1999年8月	縦=1/500, 横=1/10,000	9
国際協力事業団		



トンガ水道公社

トンガ国ヌクアロファ上水道整備計画基本設計調査

配水管路 縦断面図 (5)

西部 No. 2

1999年8月	縦=1/500, 横=1/10,000	10
---------	---------------------	----

国際協力事業団

PVC Pipeline Trench Work Standard

(Unit : mm)

Dia. (φ)	200 mm	150 mm	100 mm	75 mm	50 mm
A	820	794	782	778	772
B	516	500	500	500	500
C	152	147	141	139	136
D	609	583	573	568	562
E	216	165	114	89	60
F	150	168	193	206	220
G	100	100	100	100	100
J	150	150	150	150	150
K	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050
M	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200
N	466	415	364	339	310
H	1,516	1,465	1,414	1,389	1,360

Work Item and Volume

(Unit : m<sup>3</sup>/m)

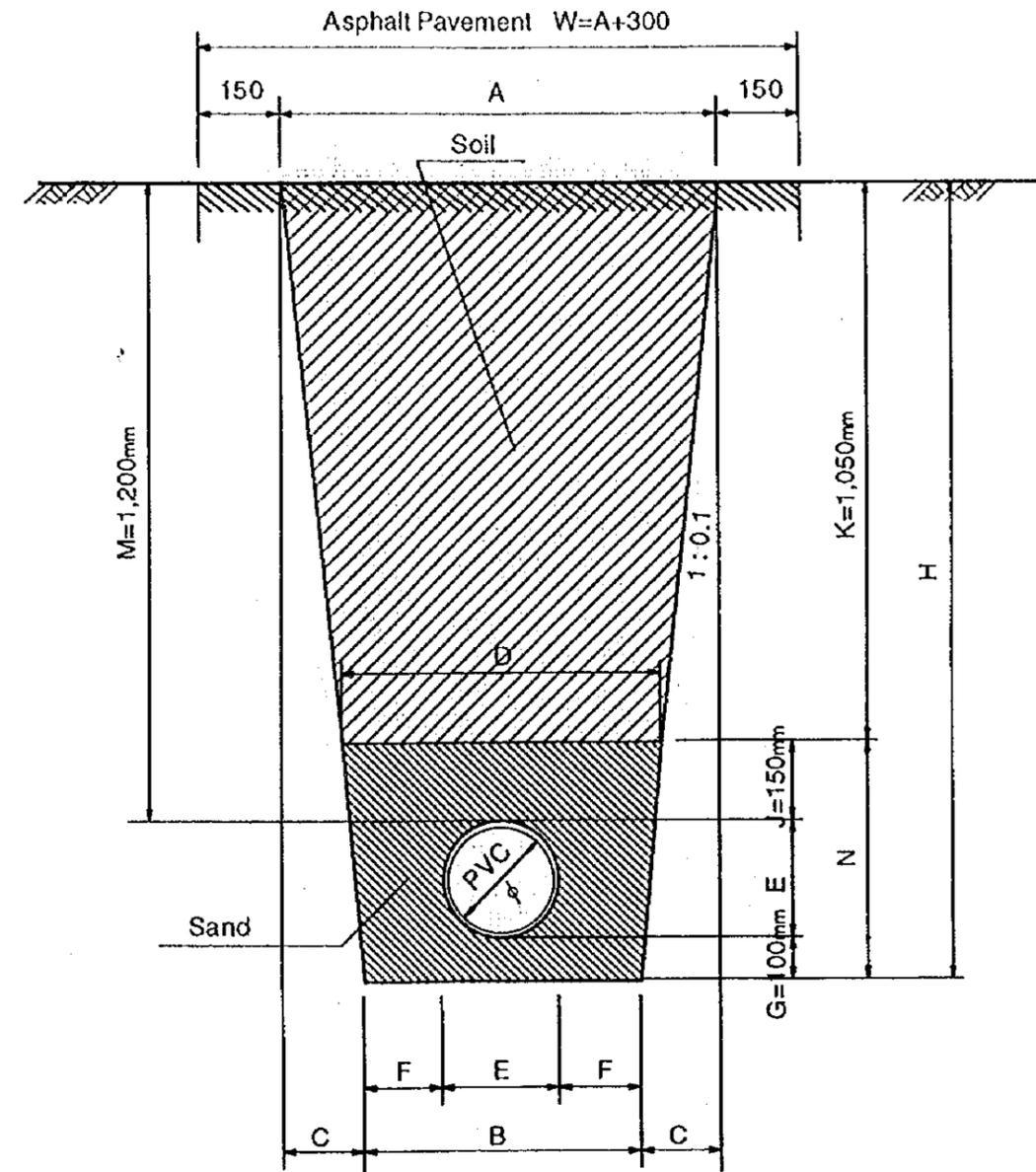
Diameter (φ)	200 mm	150 mm	100 mm	75 mm	50 mm
Excavation	1.013	0.948	0.906	0.888	0.865
Sand Backfill	0.225	0.204	0.185	0.175	0.162
Soil Backfill	0.750	0.723	0.711	0.707	0.700
Soil Disposal	0.262	0.225	0.195	0.181	0.165

Restoration Width of Asphalt Pavement

(Unit : mm)

Diameter (φ)	200 mm	150 mm	100 mm	75 mm	50 mm
Width (W)	1,120	1,094	1,082	1,078	1,072

Trench Standard  
(PVC Pipeline)



トンガ水道公社		
トンガ国ヌクアロファ上水道整備計画基本設計調査		
Title 掘削断面標準図 (PVC管)		
Date Aug. 1999	Scale	Draw. No. 11
国際協力事業団		

DIP Pipeline Trench Work Standard

(Unit : mm)

Dia. (φ)	500 mm	450 mm	400 mm	350 mm	300 mm	250 mm
A	1,194	1,133	1,072	1,008	947	886
B	828	777	726	674	623	572
C	183	178	173	167	162	157
D	984	922	861	799	738	676
E	528	477	426	374	323	272
F	150	150	150	150	150	150
G	100	100	100	100	100	100
J	150	150	150	150	150	150
K	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050
M	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200
N	778	727	676	624	573	522
H	1,828	1,777	1,726	1,674	1,623	1,572

Work Item and Volume

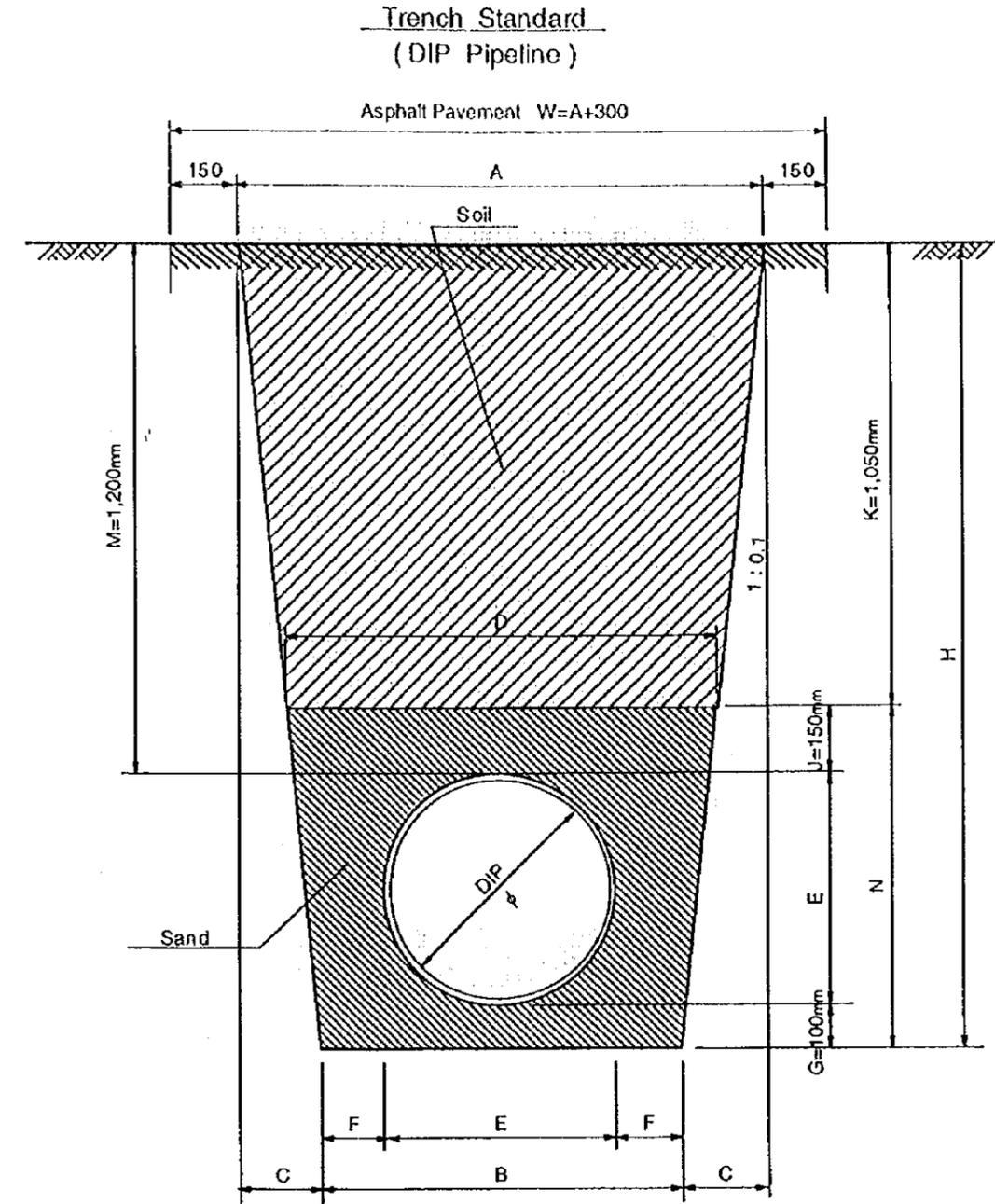
(Unit : m3/m)

Diameter (φ)	500 mm	450 mm	400 mm	350 mm	300 mm	250 mm
Excavation	1.848	1.697	1.552	1.408	1.274	1.146
Sand Backfill	0.486	0.439	0.394	0.350	0.308	0.268
Soil Backfill	1.143	1.079	1.015	0.949	0.885	0.820
Soil Disposal	0.705	0.618	0.536	0.460	0.390	0.326

Restoration Width of Asphalt Pavement

(Unit : mm)

Diameter (φ)	500 mm	450 mm	400 mm	350 mm	300 mm	250 mm
Width (W)	1,494	1,433	1,372	1,308	1,247	1,186



トンガ水道公社		
トンガ国ヌクアロファ上水道整備計画基本設計調査		
Title 掘削断面標準図 (DIP 管)		
Date Aug. 1999	Scale —	Draw. No. 12
国際協力事業団		

DIP with Side-Pipe Trench Work Standard

(Unit : mm)

Dia. (φ)	500 mm	450 mm	400 mm	350 mm	300 mm	250 mm
A	1,194	1,133	1,072	1,008	947	886
A'	1,420	1,359	1,298	1,234	1,173	1,112
B	828	777	726	674	623	572
C	183	178	173	167	162	157
D	1,210	1,148	1,087	1,025	964	902
E	528	477	426	374	323	272
F	150	150	150	150	150	150
G	100	100	100	100	100	100
J	150	150	150	150	150	150
K	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050
M	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200
N	778	727	676	624	573	522
H	1,828	1,777	1,726	1,674	1,623	1,572

Work Item and Volume

(Unit : m3/m)

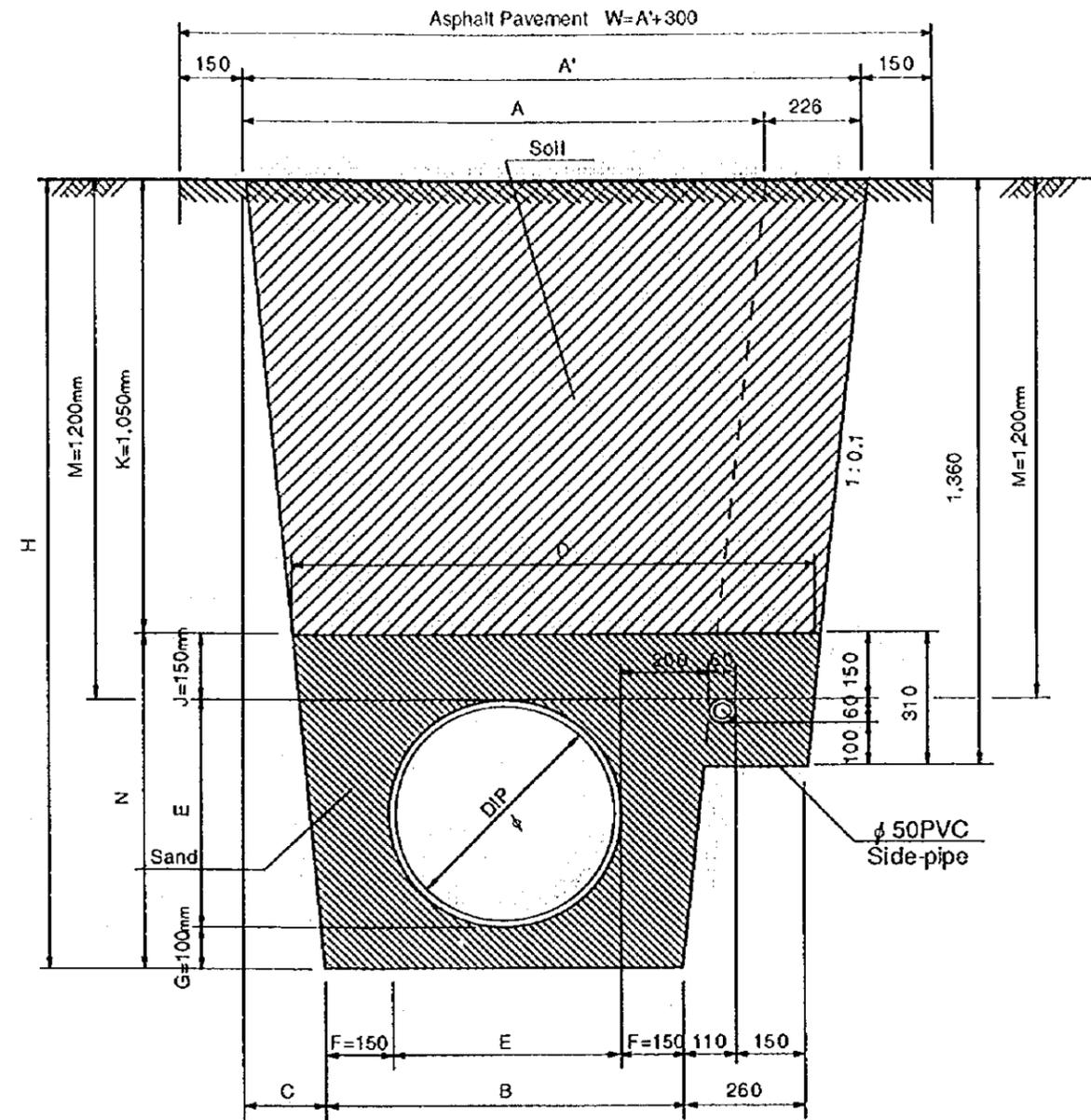
Diameter (φ)	500 mm	450 mm	400 mm	350 mm	300 mm	250 mm
Excavation	2.155	2.004	1.859	1.715	1.581	1.453
Sand Backfill	0.553	0.506	0.461	0.417	0.375	0.335
Soil Backfill	1.380	1.316	1.252	1.186	1.122	1.057
Soil Disposal	0.775	0.688	0.606	0.530	0.460	0.396

Restoration Width of Asphalt Pavement

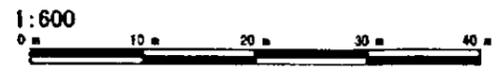
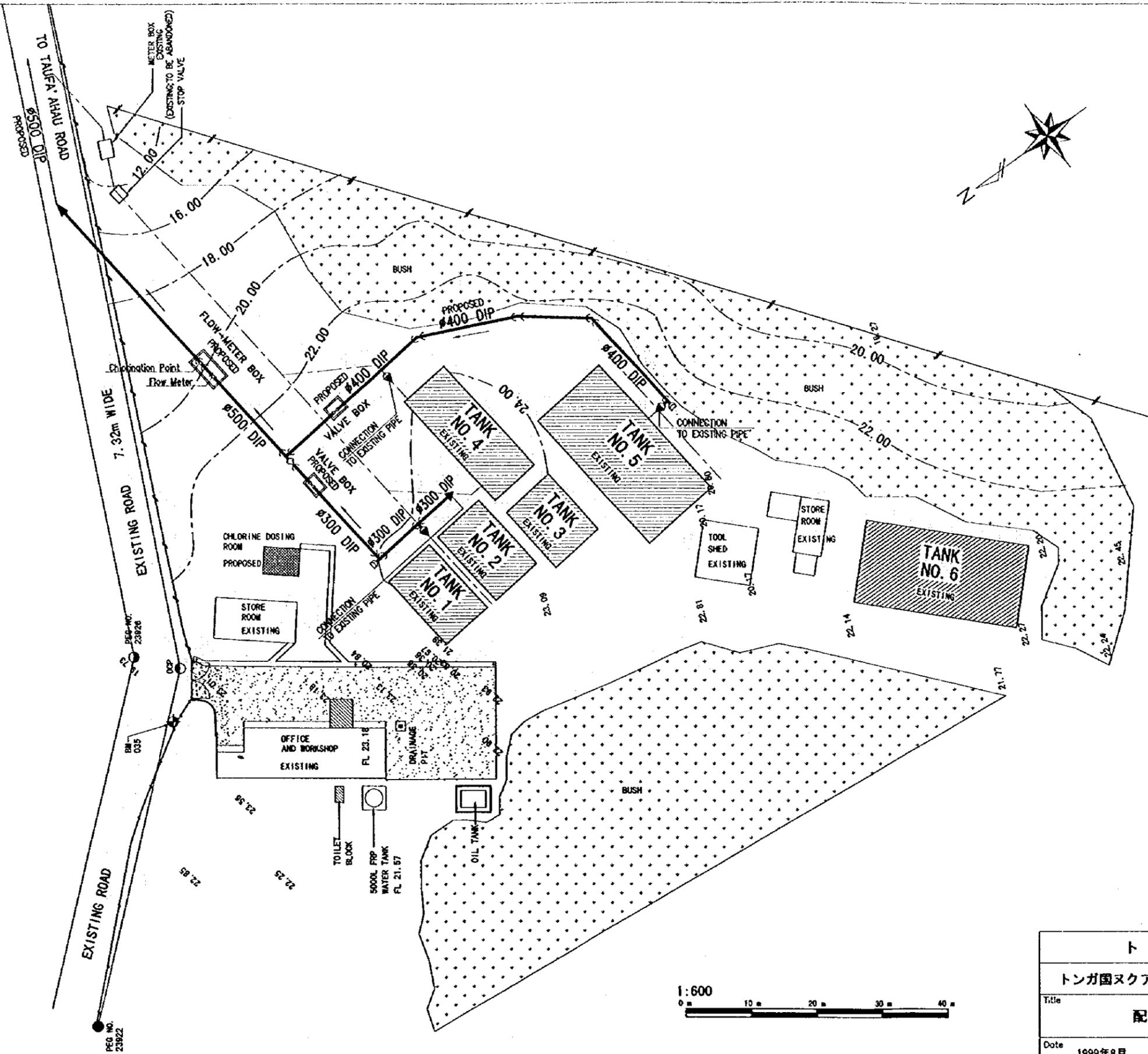
(Unit : mm)

Diameter (φ)	500 mm	450 mm	400 mm	350 mm	300 mm	250 mm
Width (W)	1,720	1,659	1,598	1,534	1,473	1,412

Trench Standard  
(DIP with Side-pipe)



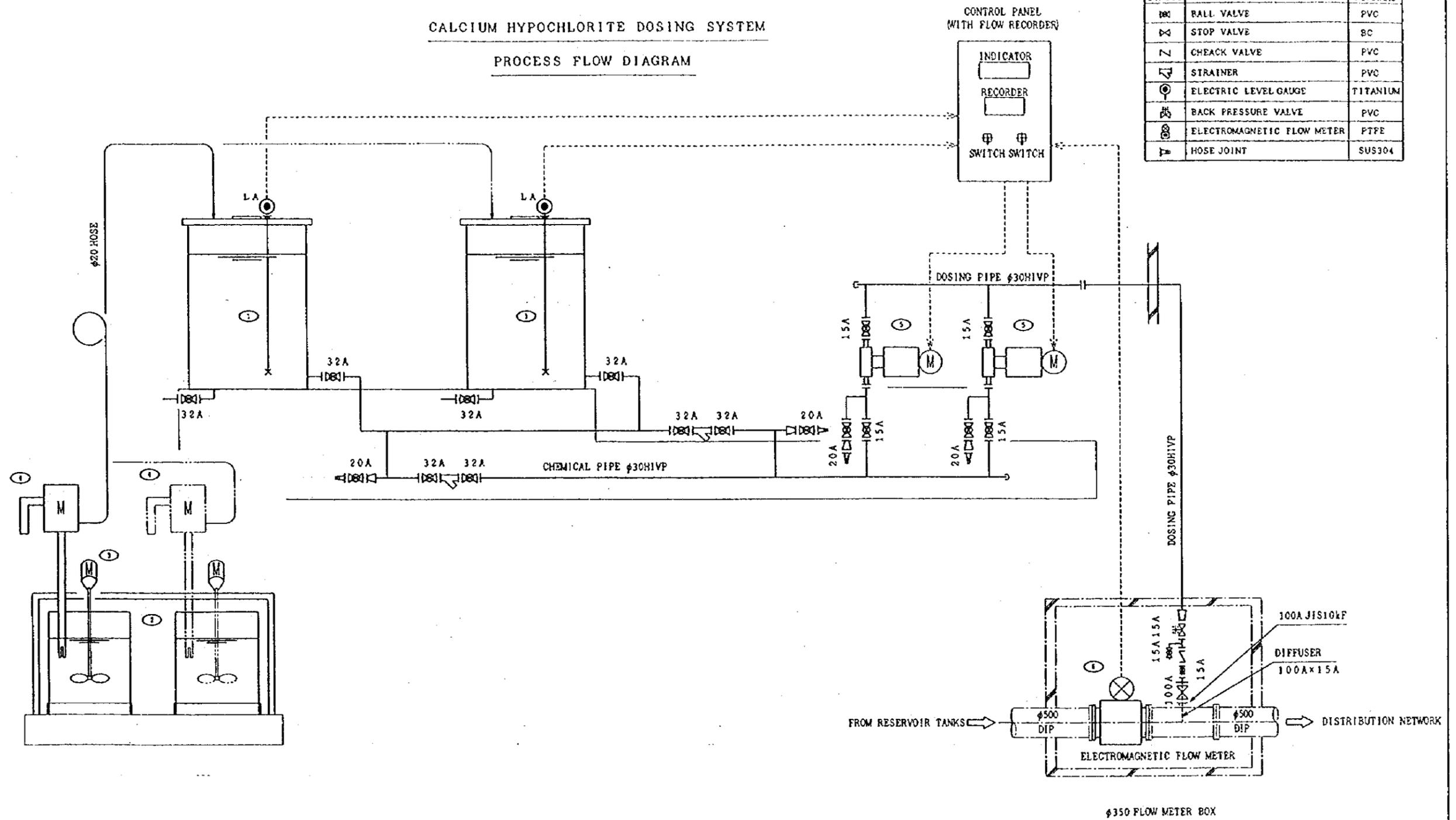
トンガ水道公社		
トンガ国ヌクアロファ上水道整備計画基本設計調査		
Title 掘削断面標準図 (DIP管・側管付き)		
Date Aug. 1999	Scale	Draw. No. 13
国際協力事業団		



トンガ水道公社		
トンガ国ヌクアロファ上水道整備計画基本設計調査		
Title 配水場内施設平面図		
Date 1999年8月	Scale 1:600	Draw. No. 14
国際協力事業団		

CALCIUM HYPOCHLORITE DOSING SYSTEM

PROCESS FLOW DIAGRAM



SYMBOL	ITEM	REMARKS
⊗	BALL VALVE	PVC
⊘	STOP VALVE	BC
∇	CHECK VALVE	PVC
⊕	STRAINER	PVC
⊙	ELECTRIC LEVEL GAUGE	TITANIUM
⊞	BACK PRESSURE VALVE	PVC
⊚	ELECTROMAGNETIC FLOW METER	PTFE
⊖	HOSE JOINT	SUS304

NO	①	②	③	④	⑤	⑥
ITEM	STORAGE TANK	DISSOLVING TANK	AGITATOR	CHEMICAL TRANSFER PUMP	CALCIUM HYPOCHLORITE DOSING PUMP	ELECTROMAGNETIC FLOW METER
MODEL	CYLINDRICAL TYPE	CYLINDRICAL TYPE	PORTABLE TYPE	HANDY TYPE	METERING CHEMICAL PUMP WITH DIAPHRAGM	FLANGE TYPE
CAPACITY	300 J	300 J	420 r.p.m	25 J/min	0.1 J/min ~ 0.025 J/min	17 m <sup>3</sup> /min ~ 1.7 m <sup>3</sup> /min
MATERIALS	POLYETHYLENE	POLYETHYLENE	STAINLESS STEEL	POLYVINYL CHLORIDE	POLYVINYL CHLORIDE	POLYTETRAFLUOROETHYLENE
MOTOR RATING			0.18W×1φ×AC200V×50Hz	0.05kW×1φ×AC100V×50Hz	0.21W×3φ×AC200V×50Hz	0.0251W×1φ×AC100V×50Hz
DIMENSIONS	φ150×600H	φ430×145H				φ350
QUANTITY	2	2	1	1	2 INCLUDING 1 STAND BY	1

**トンガ水道公社**

トンガ国ヌクアロファ上水道整備計画基本設計調査

Title  
**次亜塩素酸カルシウム注入システム 系統図**

Date 1999年8月      Scale      Draw. No. 15

**国際協力事業団**





### 3-4 プロジェクトの実施体制

#### 3-4-1 組織

本計画では、トンガ水道公社（TWB）が「ト」国側の実施機関および責任機関となる。TWBは「ト」国の給水事業を担う政府直属の独立組織であり（図 3-6）、内閣から任命された理事長が理事会（Board of Directors）を組織し、理事会の決議により TWB の意志決定・承認が行われる。TWB（図 3-7）はヌクアロファ（トンガクブ島）に本部を持ち、ババウ島、ハアパイ島、エウア島に営業所を設けている。本計画による施設は、工事終了後 TWB に譲渡され、運営・維持管理される。

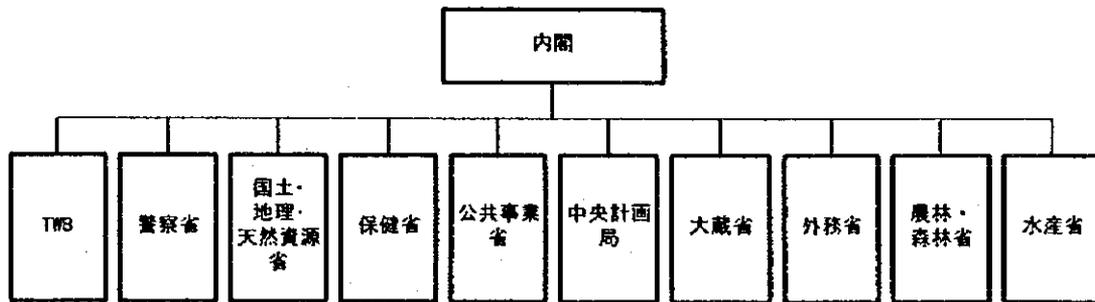


図 3-6 政府関連組織図

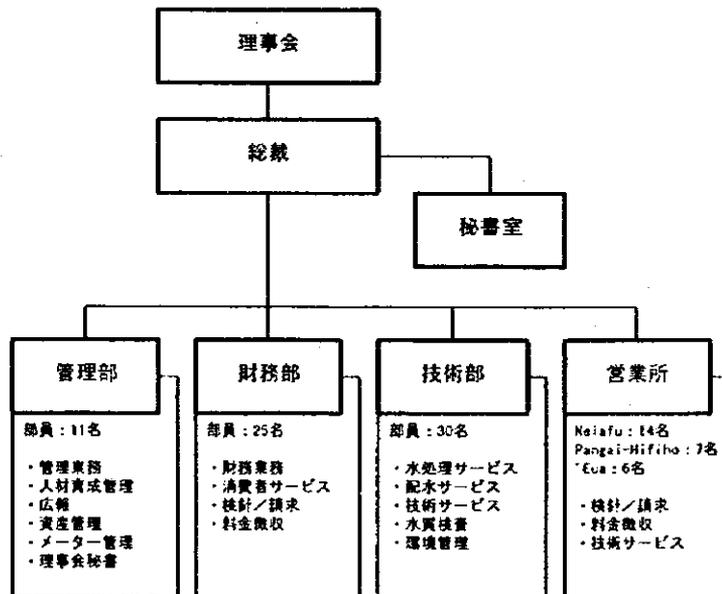


図 3-7 TWB 組織図

### 3-4-2 予算

#### (1) TWBの予算実績

TWBの過去5年の予算実績を表3-13に示す。1997/98年度の経常利益が大幅に増加しているが、これは1997年3月に水道料金制度を改正したことによるもので、水量区画ごとに単価に格差を付ける従量区画別単価制から、基本料金に従量料金を課する制度へと変更された。

TWBは安定的に経常利益を確保しており、経営状況は比較的健全であるといえるが、老朽化配水管の更新などの新規投資への資金は十分ではなく、外国からの援助に頼らざるを得ないのが現状である。

表3-13 TWBの経常収支推移(1994/95年度-1998/99年度)

	1994/95年度	1995/96年度	1996/97年度	1997/98年度	1998/99年度
収 入	T\$1,330,282	T\$1,476,483	T\$1,579,490	T\$1,809,530	T\$1,737,774
支 出	T\$1,094,084	T\$1,205,038	T\$1,280,699	T\$1,261,166	T\$1,494,410
経常利益	+T\$236,198	+T\$271,446	+T\$298,791	+T\$548,364	+T\$243,364

(資料: TWB Annual Report, 1997/98)

TWB Estimates of Revenue and Expenditure, 1998/99)

為替レート: 1 T\$ = 73.4694 円

#### (2) プロジェクト開始後に発生する費用

本プロジェクト実施に伴い発生する「ト」国側負担工事費は表3-14の通りである。負担工事の予算手当については、1999/2000年度以降のTWBの予算に計上予定である。プロジェクト実施後に必要となる施設の維持管理費については、4-2-2項で検証する。

表3-14 「ト」国側負担工事費

ガレージ建設 (TWB 試算)	T\$10,000
配水管工事 (「ト」国負担分)	T\$96,000
合 計	T\$106,000

### 3-4-3 要員・技術レベル

#### (1) TWBの技術レベル

トンガ水道公社(TWB: Tonga Water Board)は AusAID の「組織・制度強化プログラム(1995-1999)」を通じて、組織・財務面が改善されてきた。各所にコンピューターを設置して、水道料金徴収をはじめとする施設運転記録の数値管理、GISによる施設のデータベース管理を行っている。技術者の雇用や職員のトレーニングも積極的に行って職員の資質の向上を図ったり、技術レベルに応じた給与体系を設けるなど、職員の労働意欲を向上させる配慮もみられる。

技術部門については、取水、配水、水質管理、配水管工事、漏水調査、漏水修復に至るすべてのサービスを直轄で行っている。維持管理用の資機材が不足しているものの、管理の行き届いた保守・管理が実践されており、施設の運転記録、水質検査記録などは毎月の月報にまとめられ数値管理されている。

#### (2) 施設の維持管理能力

##### 配水管

本プロジェクトで採用されるダクタイル鉄管(DIP)は「ト」国での施工実績はなく、施工・維持管理のための知識・技術指導が必要である。現在、TWBでは自己費用でDIPの施工・維持管理に関する講習会を開催しており、DIPの予備知識は習得済みと思われる。現場での施工・維持管理のための実践的な知識・技術については、工事期間中に日本側施工業者による技術指導をOJT形式で行う。

塩化ビニル管(PVC)については、本水道システムの在来管種であることから、施工・施設維持管理のための知識・技術を有しているため、技術指導を必要としない。

##### 塩素注入施設

塩素剤は、現在と同じく粒状次亜塩素酸カルシウムを利用することから、薬品の取り扱いに関しては、現状通り維持管理できるものと思われる。塩素注入装置の塩素濃度調整や自動運転に関する運転操作および機械設備の維持管理については、引き渡し前にメーカー／供給者による技術指導が必要となる。

## 調達機材

一般車両および建設機械については、TWB 職員が運転・保守に関して知識を有していることから、特別な操作訓練は必要ない。

取水ポンプは、現在稼働中の井戸ポンプと同型のものを予備として供与するものであるから、維持管理技術に関する知識・技術指導は必要としない。

漏水調査用機材（漏水探知機など）については、操作に関する技術指導が必要であるが、TWB は漏水対策のための研修プログラムを修了した職員がいるため、漏水に関する基礎知識は有している。従って、引き渡し時のメーカー／供給者による操作指導により漏水調査技術を習得できるものとする。

## 第4章 事業計画



## 第4章 事業計画

### 4-1 施工計画

#### 4-1-1 施工方針

##### (1) 事業実施のための基本事項

本計画の実施内容は、3-3-2項で述べたとおりであるが、本計画における負担区分及び実施項目の概要を表4-1に示す。

表4-1 事業負担区分および実施項目

負担区分	施設名	実施項目
日本	取水施設	予備取水ポンプ、施設維持管理用機材の調達
	消毒設備	塩素注入設備の更新
	配水場内配管	流量計設置および主配管の更新
	配水管	配水管布設工事 (総延長: 約 33km)
		給水用側管工事 PVC(塩化ビニル管)50mm (総延長: 約 9km) 漏水対策機材の調達
給水管	既存給水管の復旧工事	
「ト」国	配水管	PVC管路 (約 2km)の布設工事
	ガレージ	調達車両を保管するためのガレージ建設
	漏水対策	ステップテストの実施、PVCの漏水率を 20%まで低減

工程計画で留意する点は、日本側配水管布設工事において、6班体制で同時に施工する計画であるため、道路を占有する場合は、迂回路を確保するなどして交通渋滞などの影響が大きくなるよう配慮する必要がある。

また、新設管に更新する際に切断した各戸給水管の接続復旧工事は約 800 箇所であり、既存配管による給水を長時間断水することなく切り替え工事を行うために、工法・工事工程など特別に配慮しなければならない。

##### (2) 現地業者の活用

「ト」国の水道セクターにおいては、規模の大きな公共工事を行える工事業者がいない。本プロジェクトにおいては、現地業者をサブコンとして活用することは現実的ではなく、現地技術者を日本側施工業者が雇用する方法が適当である。

### (3) 技術者派遣

日本側建設業者は工事期間中に施設の維持管理について、必要な技術移転をトンガ水道公社(TWB)職員に対し、OJT(on-the-job training)を通じて実施するものとする。特に以下の項目について技術指導が必要である。

- ダクタイル鉄管の施工および維持管理
- 塩素注入設備の操作および維持管理
- 漏水調査機材の操作

### (4) 「ト」国側実施体制

TWBが実施機関となる。実施責任者はTWB 総裁、実施担当はTWB 技術部である。本計画の工事実施体制を図4-1に示す。

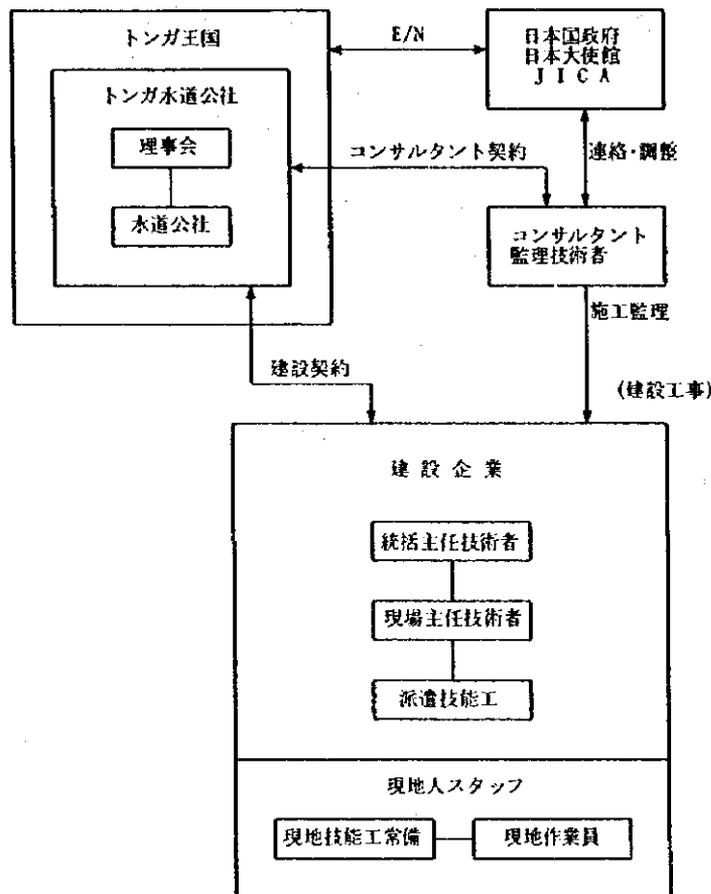


図4-1 工事実施体制

#### 4-1-2 施工上の留意事項

##### (1) 建設に関する一般事情

##### 地質

トンガタブは、厚さ 250m に及ぶ鮮新世の石灰岩層からなり、表土は東部で硬い粘土、西部でシルト混じり粘土となっている。

##### 気温

湿潤型の亜熱帯性気候であり、毎月の平均気温は年によってやや変動があるが、おおむね季節の変化に応じ、摂氏 21 度前後（7 月～9 月、冬期）から 27 度前後（1 月～3 月、夏期）を推移している。

##### 雨量

平均すると、雨は夏に多く、冬に少ないという傾向を示しており、夏期を中心とした 11 月から 4 月が比較的湿度が高い雨季、冬期を中心とした 5 月から 10 月は比較的雨の少ない乾期といえる。

##### 地震

「ト」国は平均して年に 4～5 回の有感地震に見舞われる。大きなもので 1910 年以降マグニチュード 7.0～8.3 クラスが 19 回も記録されている。構造物は耐震構造にする必要があり、設計震度としてオーストラリア建築基準（AS1170.4-1993, Minimum design loads structures, Part 4: Earthquake loads）を基に、トンガでは水平震度 0.25 を設計基準としている。

##### サイクロン

「ト」国では、ほぼ毎年サイクロンに見舞われる。ここ 20 年間では、1997 年に Niuafo'ou を襲ったもので、最大風速 87m/sec で家屋の 90% が失われた。このほか、風速は 60～70m/sec 程度のものが毎年のように記録されている。サイクロンは竜巻を伴いそれによる被害が大きい。

## (2) 関連法規

「ト」国の上水道施設の設計・施工に関連する法規・基準は、飲料水質目標値は WHO 水質ガイドライン、構造物その他上水道施設基準はオーストラリア規格 (AS) に準じている。

### 4-1-3 施工区分

工事項目	「ト」国	日本国
配水管工事 2km	○	
供与車輛用ガレージ建設	○	
配水管工事 33km		○
塩素注入設備		○
機材調達 (漏水調査用、井戸ポンプ管理用車輛)		○

### 4-1-4 施工監理計画

#### (1) 実施設計段階での基本方針

- ・ 現地調査として、設計路線の踏査、業務上必要な地下埋設物及び支障物件 (電柱、架空線等) の具体的調査、在来管等の調査、既存の給水管・分岐管の接続復旧工事のための位置を調査、測量、試掘の調査を行う。
- ・ 現地調査を基に基本設計の見直しを行う。
- ・ 設計路線の工法比較、構造計画、仮設比較を行い、その施工計画を策定する。
- ・ 構造計算、仮設計算等を行う。
- ・ 位置図、平面図、縦断面図、詳細図 (平面、縦断、横断図等)、構造図を作成する。
- ・ 工事に必要な数量すべてを計算し数量計算書を作成する。
- ・ 基本条件の確認、比較検討の確認、設計計画の妥当性、計算書と図面の整合性、計算書の精査等を行い設計の内容を審査する。
- ・ 実施設計にて確定した施設規模、数量等を基に基本設計概算事業費の見直しを行う。
- ・ 無償資金協力事業のガイドラインに沿った入札書類を準備する。
- ・ 請負業者選定に際し、上記ガイドラインに沿った入札が実行されるよう、トンガ水道公社を補佐する。

#### (2) 施工監理段階の基本方針

- ・ 両国の関係機関及び担当者との密接な連絡を行い、建設工事工程に基づく施設完成を目指す。

- ・ 設計図書に合致した施設を建設するため、施工関係者に対して迅速かつ適切な指導助言を行う。
- ・ 施工方法、施工技術等に関しては、OJT の範囲で可能な技術移転を施工期間を通じ行い、無償資金協力プロジェクトとしての効果を最大限に発揮させる。
- ・ 施設完成引渡し後の施設の運転、維持管理に対し、適切な助言と指導を行い、施設の正常な運転を促す。
- ・ 本計画は既存の給水地区とほとんど重複しているので配管工事を行うに当っては、トンガ水道公社と十分な調整を図り、断水等、住民生活への影響を最小限にするよう努める。
- ・ 本計画での事業効果を早期に所定の能力まで発揮させるため、「ト」国側の施工範囲である配水管布設工事に関し、その設計等準備段階から施工までの進捗状況を把握すると共に、設計・施工計画に協力し、本計画との整合性を図る。
- ・ 井戸の保守、管路の保守などの施設維持管理のための総合的な O&M マニュアルを工事期間中にコンサルタントが作成する。個々の設備・機器の手引き書については施工業者・納入メーカーが作成するものとする。最終的にコンサルタントが全体の取りまとめをする。

監理業務の内容は、①工事工程及び品質管理（使用材料、資材等の承認、入荷資材の検査、工事段階毎の検査および立会い）、②完成工事の寸法・数量検査・承認 及び③状況に応じた設計変更の検討・実施を行い、施工業者に指示することなどである。また、所定の報告書（月報、支払証明書、完了届）を JICA ガイドラインに基づき作成、提出する。

上記業務は、工事着工から完成引渡しまで連続して必要な業務である。従って、施工監理は現地常駐監理体制とする。必要な技術者を要所に配置すると共に、常駐監理者は、全体の監理に卓越した専門家を配置する。

#### 4 - 1 - 5 資機材調達計画

##### (1) 労務

フォアマンクラスの現地人労務者が備人可能である。配管技術者、測量技師、機械整備士等の技能職は周辺国（オーストラリア・ニュージーランド）および日本から調達する。

##### (2) 工事用資材

建設資材のうち、現地国で調達が可能なのは、砂、砂利、アスファルト、セメント、骨材、木材である。ダクティル鉄管(DIP)、PVC 管(塩化ビニル管)、弁類、ポンプ類、計装品、車

輛、重機は現地で生産されておらず、日本や周辺国からの輸入品となる。砂、砂利の採掘は、国土・地理・天然資源省により管理され、公定価格が定められている。工事の主要資材となるダクタイル鉄管、PVC管は、発注から製造・第一次納入までに約4ヶ月を要する。

### (3) 工事用機械

汎用性のある建設機械は、日本やオーストラリアからの老朽化した中古機械がほとんどである。リース等の現地での調達はほとんど不可能であり、また周辺国からのリースについては、18ヶ月という工期ではリスクが大きいとの供給者側の意向があるため困難である。従って、施工用の建設機械は日本からのリースによる調達が妥当である。

表4-2 調達区分一覧表

項目	仕様	調達国		
		「ト」国	日本	第3国
労務				
特殊作業員		○		AS/NZ
普通作業員		○		
建設資材				
ダクタイル鉄管	φ500～φ250mm		○	
塩ビ管	φ200～φ75mm			AS
バルブ類	φ500～φ250mm φ200～φ75mm		○	
サドル分水栓			○	AS
埋め戻し砂		○		
コンクリート		○		
鉄筋		○		
路盤材		○		
ストレートアスファルト		○		
骨材		○		
軽油		○		
ガソリン		○		
電磁流量計			○	
塩素消毒設備			○	
人孔蓋			○	
弁きょう			○	
供与機材				
超音波流量計			○	
漏水探知機			○	
相関式漏水探知機			○	
ボックスロケーター			○	
バックホウ			○	
トレンチャー			○	
ビックアップトラック		○		
パイプカッター			○	
コンクリートカッター			○	
タンバ			○	
クレーン付トラック			○	
井戸ポンプ	ディーゼル駆動式			AS

AS：オーストラリア  
NZ：ニュージーランド

#### 4-1-6 実施工程

実施工程は、図4-2に示す。

図4-2 実施工程

工程月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
実施設計	現地調査																		
		国内作業																	
						入札													
施工・調達	資機材調達																		
			配水管工事																
									配水場整備										
															付帯工				

#### 4-1-7 相手国側負担事項

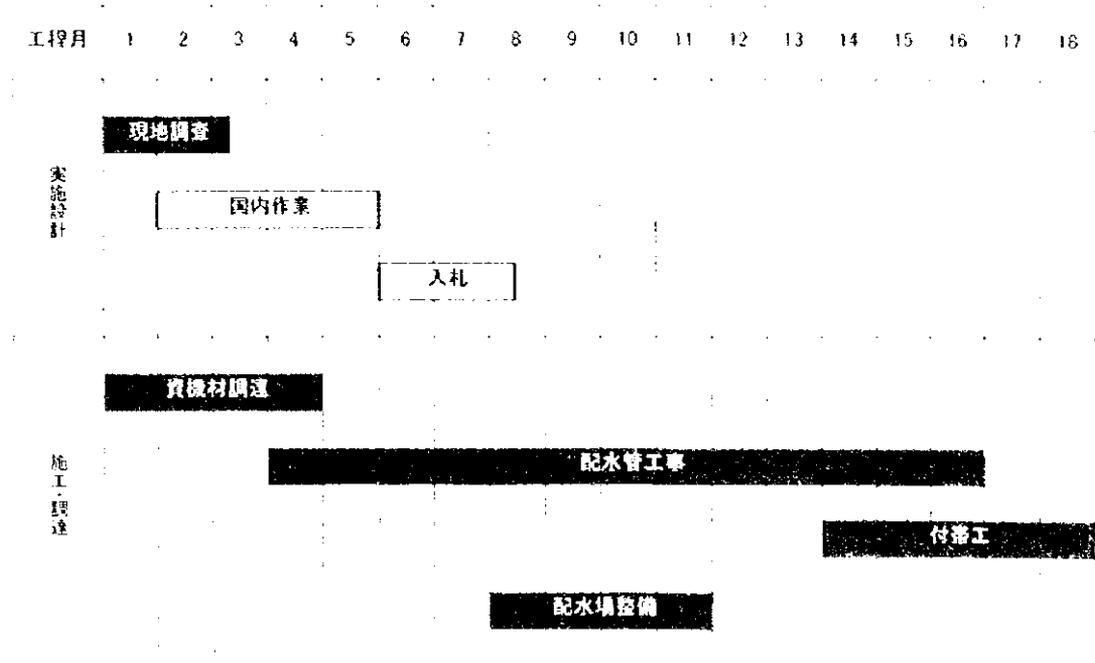
「ト」国側負担事項は、本計画に関する便宜供与、免税措置の実施、銀行取り決め（銀行手数料の支払いを含む）、支払い授權書の発給 及び 4-1-2 項に前述した「ト」国側の施工負担区分に加え、以下の通りである。

- ・ 本計画によって建設される施設の適切な使用と維持管理
- ・ 無償資金協力により負担し得ない費用の負担

#### 1-1-6 実施工程

実施工程は、図1-2に示す

図1-2 実施工程



#### 1-1-7 相手側負担事項

「下」側負担事項は、本計画に関する便宜供与、免税措置の実施、銀行取り決め（銀行手数料の支払いを含む）、支払い授權書の発給 及び 4-1-2 項に前記した「上」側の施工負担区分に加え、以下の通りである

- ・ 本計画によって建設される施設の適切な使用と維持管理
- ・ 無償資金協力により負担し得ない費用の負担

## 4-2 概算事業費

### 4-2-1 概算事業費

本計画を我が国の無償資金協力により実施する場合、その事業費総額は約 12.5 億円となる。先に述べた日本と「ト」国との負担区分に基づく双方の経費内訳は、下記の積算条件によればそれぞれ、表 4-3、表 4-4 の通りである。

表 4-3 日本側負担経費

事業費区分	金額
①建設費	10.71 億円
(直接工事費)	(7.66 億円)
(共通仮設費)	(0.92 億円)
(現場経費)	(1.49 億円)
(一般管理費)	(0.64 億円)
②機材調達費	0.48 億円
③設計監理費	1.31 億円
合計	12.50 億円

表 4-4 「ト」国側負担経費

事業費区分	金額
①ガレージ建設	T\$10,000
②配水管工事	T\$94,603
合計	T\$104,603 (7.7 百万円)

### (3) 積算条件

- 為替レート : 1US\$=115 円 (米ドル)  
              1T\$=73.4694 円 (トンガパアング)  
              1A\$=77.1560 円 (オーストラリアドル)
- その他 : 本計画は、A 国債案件で実施される。

#### 4-2-2 維持・管理計画

##### (1) 維持管理体制

本計画により整備される施設は、TWB の管理下により運営・維持管理されることになる。施設の運転・維持管理は、従来の組織および人員で賄うこととなるが、漏水防止計画の実施を強化するために現在の漏水対策チーム (1 チーム) に加えて、新たに 1 チームが追加組織される。

##### (2) 維持管理費

ヌクアロファ配水系におけるプロジェクト実施後 (2002/03 年度) の収入および支出を試算し、それぞれ表 4-5 および表 4-6 に示す。収入については、水道料金を現状のまま維持することを前提として、管路更新および TWB 漏水対策による無収水低減の結果、有収率が現状の 47% から 66.3% へと改善 (漏水率を 34.3% から 15% にまで低減) された場合を想定し、有収水量の増加分より水道料金収入の増加分を試算した。支出については、1998/99 年度のヌクアロファ配水系の年間支出をもとに 2002/03 年度の支出を算出した。支出の予測では過去の TWB 財務資料および物価情報 (Quarterly Bulletin, National Reserve Bank of Tonga) を参考に人件費の上昇率を 8.0%/年、インフレ率を 3.5%/年として、支出の上昇を見込んだ。

プロジェクト実施後の収入及び支出を比べると、現状の水道料金を上げることなく施設の維持管理費を賄った上、利益を確保して事業を維持できることが判る。

表 4-5 プロジェクト実施後収入予測 (ヌクアロファ配水系)

	[A] 現状 1998/99年度	[B] プロジェクト実施後 2002/03年度
<b>有収水量</b>		
1. 年間生産水量	2,540,120 m <sup>3</sup>	2,382,720 m <sup>3</sup>
2. 有収率	47.0%	66.3%
3. 有収水量 (1×2)	1,193,856 m <sup>3</sup>	1,579,743 m <sup>3</sup>
<b>収入</b>		
4. 水道料金収入	T\$ 1,344,933	T\$ 1,777,126
5. その他収入	T\$ 103,236	T\$ 103,236
6. 収入合計 (4+5)	T\$ 1,448,169	T\$ 1,880,362

(注記)

[A] : ヌクアロファ系現状 (1998/99年度実績)

[B] : プロジェクト実施後 (2002/03年度) 予測

[B1] = 6,528 m<sup>3</sup>/日 × 365日

[B2] = 47% + 19.3% (漏水率を34.3%から15%まで19.3%低減させる)

[B3] = [B1] × [B2]

[B4] = [A4] + {([B3] - [A3]) × 0.00112 T\$/litre} (水道料金は現状のままとする)

[B5] = [A5] (現状と同一水準と仮定した)

表4-6 プロジェクト実施後支出予測 (ヌクアロファ配水系)

	現状	プロジェクト実施後		
	[A] 1998/99実績	[B] 1999 価格	[C] インフレ率	[D] 2003 価格
1. 理事会				
1-1 理事会	71,103	71,103	3.5%	81,592
小計	71,103	71,103		81,592
2. 管理部				
2-1 給与・賞金	102,256	102,256	8.0%	139,118
2-2 その他支出	132,735	132,735	3.5%	152,316
小計	234,991	234,991		291,434
3. 財務部				
3-1 給与・賞金	121,821	121,821	8.0%	165,736
3-2 その他支出	57,261	57,261	3.5%	65,708
小計	179,082	179,082		231,444
4. 販売管理				
4-1 給与・賞金	27,374	27,374	8.0%	37,242
4-2 その他支出	2,529	2,529	3.5%	2,902
小計	29,903	29,903		40,144
5. 技術部				
5-1 給与・賞金	55,615	55,615	8.0%	75,664
5-3 その他支出	22,600	22,600	3.5%	25,934
小計	78,215	78,215		101,598
6. 生産部				
6-1 給与・賞金	55,162	55,162	8.0%	75,047
6-2 井戸ポンプ電力費	42,844	40,464	3.5%	46,433
6-3 井戸ポンプ燃料費	133,318	125,911	3.5%	144,486
6-4 修理・維持管理	19,133	19,133	3.5%	21,956
6-5 その他支出	35,772	35,772	3.5%	41,049
小計	286,229	276,442		328,971
7. 配水・消費者サービス				
7-1 給与・賞金	58,280	58,280	8.0%	79,289
7-2 修理・維持管理	10,133	60,000	3.5%	68,851
7-3 調達機材維持管理費	0	19,000	3.5%	21,803
7-4 減価償却費	58,160	329,080	3.5%	377,627
7-5 その他支出	9,382	9,382	3.5%	10,766
小計	135,955	475,742		558,336
8. 水質管理				
8-1 給与・賞金	14,107	14,107	8.0%	19,192
8-2 薬品費	9,762	12,086	3.5%	13,869
8-3 注入ポンプ電力費	0	473	3.5%	543
8-4 その他支出	6,612	6,612	3.5%	7,587
小計	30,481	33,278		41,191
9. 特別支出				
9-1 特別支出	3,702	3,702	3.5%	4,248
小計	3,702	3,702		4,248
合計	1,049,659	1,382,458		1,678,958

(注記)

[A] : 1998/99年度ヌクアロファ系年間支出実績 (出典: TWB Estimates of Revenue and Expenditure 1999-2000)

[B] : 1999年価格におけるプロジェクト実施後 (2002/03年度)ヌクアロファ系年間支出予測

[C] : インフレーション率

給与・賞金については、過去のTWB人件費上昇率の推移を考慮して、8.0%とした。

その他の支出は、過去のインフレ率推移から3.5%とした (Quarterly Bulletin, National Reserve Bank of Tonga, June 1999)

[D] : 2003年価格におけるプロジェクト実施後 (2002/03年度)ヌクアロファ系年間支出予測

$[D] = [B] \times (1.0 + [C])^{(2003-1999)}$

本計画施工内容は、既存パイプの更新がほとんどであることから、下記項目を除く支出については、現状と同一水準であると仮定した。

[B6-2] =  $[A6-2] \times 85\%/90\%$  (年間平均井戸稼働率が現状の90%から85%になる)

[B6-3] =  $[A6-3] \times 85\%/90\%$  (年間平均井戸稼働率が現状の90%から85%になる)

[B7-2] =  $0.5\% \times T\$12,000,000$  (材料費を含む工事費の概算)

[B7-3] TWB積算値を基にした

[B7-4] =  $T\$300,000$  (本計画施設の償却年数を40年とした) +  $T\$58,160 / 2$  (PVC管の償却費を現状の管償却費の1/2と仮定した)

[B8-2] =  $0.7mg\text{-Cl}_2/L / 65\% \times 6,528m^3/日 \times 365日 \times 4.71T\$/kg \times 10^{-3}$

[B8-3] =  $0.2kW \times 24hr \times 365日 \times 0.27T\$/kWh$

## 第5章 プロジェクトの評価と提言



## 第5章 プロジェクトの評価と提言

### 5-1 妥当性に係わる実証・検証および裨益効果

本プロジェクトの実施により次のような効果が予想される。

#### (1) 給水量の増加（水量、水圧）による生活レベルの改善

現状給水地域の東と西の末端では給水圧力が低く、水使用ピーク時には断水が1日3時間は起きている。給水量も平均すると一人当たり30~50ℓ/日である。本計画を実施することで24時間連続して、所定の給水圧力で、塩素消毒された安全な水を給水することが可能となり、また、日平均給水量も一人当たり155ℓ/日となる。それによって、衛生面や日常生活面で住民の生活レベルが改善される。

#### (2) 有収水量の増加による持続した水道事業の運営

既存施設の漏水率は34.3%であり、本計画で実施される約35kmの配水管更新およびトンガ水道公社(TWB)が実施する既存PVC管の漏水対策によって、漏水率は15%まで減少する。老雨水の低減に伴い、ヌクアロファ配水系の年間収入は増加し、約188万T\$となる。一方、インフレ率、減価償却費や施設修理工費などを含んだ年間支出は、約168万T\$であり、水道料金を改定せずに総支出を賄うことができる。維持管理上で必要な修理工費や減価償却費の予算確保はTWBの財務基盤を強化せよ、水道事業の永続的な運営が図られる。

#### (3) 環境面からの地下水源の保護

本計画では、漏水の改善によって需要量を賄うことができ、地下水の新規開発を実施しない。過去に水源開発した際、地下水の塩水濃度が僅かに増加したことが確認されているが、現在は、本計画水源地域での塩素イオン濃度は飲料水水質基準値以下であり、塩水の混入の恐れはないといえる。しかし、今後さらに水源開発を行った場合、塩水と真水のバランスが崩れることが起こり得るので、本計画において新規井戸開発を避けたことは、地下水源の保全につながり、環境に多大の貢献となる。

### 5-2 技術協力・他ドナーとの連携

ヌクアロファ市の水道整備計画でのオーストラリアの援助は1999年で終了する。1999年以降の他ドナーの援助による同市の水道事業を実施する予定はない。

### 5-3 課題

TWBが水量・水質ともに安定した給水サービスを維持し、本施設を適切に運営するための今後の課題は以下の通りである。

#### (1) 水源水質の監視

現在、地下水源は国土・地理・天然資源省が管轄し、塩水化や地下水位などの水質モニタリングを行っている。塩水化防止のために地下水の監視を継続し、また将来水源の拡張時には注意深い調査と監視をすることが重要であり、TWBは同省との連携を強め、水源監視体制を確立する必要がある。

市の廃棄物処分場で、降雨や廃棄物中からの汚水が浸出し、地下水を汚染する恐れがあり、地下水水質の監視と同時に浸出水の性状や量を定期的に測定する必要がある。浸出水の測定では保健省との連携により実施することが必要である。

#### (2) 漏水防止計画の促進

本計画での漏水防止計画には、「ト」国側負担としてのPVC管路の漏水防止計画が含まれている。TWB実施工程では、PVC管路の漏水率を2003年までに26.3%から20%にする計画であるが、本計画で期待される事業効果を達成するためには、工程通りに漏水調査および修理を実施する必要がある。また、管路は年限が経過するとともに漏水率は増加することから、将来にわたって漏水率を低く維持するために漏水防止活動を継続する必要がある。

#### (3) 有収水量の改善

本計画では有収水量が47%から66.3%まで改善される。これは、漏水率低減によるものであるが、管理ロスが約19%と多い。有収水量による水道料金の増収をめざし、故障あるいは土中に埋設している水道メーターの取り替えや検針員の訓練によって管理ロスの低減を実施すべきである。

#### (4) 取水ポンプ施設からの油漏れ対策

TWBは取水設備のディーゼルエンジンからのオイル漏れによる地下水汚染対策として、一部のポンプ建屋で地下浸透を防ぐ床構造としたり、取水ポンプを屋外に離れた構造としている。現在のところ、油による地下水汚染は確認されていないが、すべての取水設備でこうした対策を講じて、オイル漏れ事故による地下水汚染を防ぐ必要がある。

## 添付資料 1 調査団名簿



添付資料－1 調査団員名簿

基本設計調査団員名簿

1. 総括	大村 良樹	国際協力事業団 国際協力総合研修所 国際協力専門員
2. 計画管理	田中 努	国際協力事業団 無償資金協力部準備室 業務第四グループ
3. 業務主任/給配水計画	岡賀 敏文	株式会社パシフィックコンサルタンツ インターナショナル
4. 管路計画	山崎 英氣	北海道開発コンサルタント株式会社
5. 給水施設計画	中武 俊一	株式会社パシフィックコンサルタンツ インターナショナル
6. 漏水対策	梅澤 康	北海道開発コンサルタント株式会社
7. 水理地質	大鹿 祐介	株式会社パシフィックコンサルタンツ インターナショナル
8. 調達計画/積算	任田 直人	株式会社パシフィックコンサルタンツ インターナショナル

概要報告書説明団員名簿

1. 総括	丹羽 憲昭	国際協力事業団 オーストラリア事務所 次長
2. 業務主任/給配水計画	岡賀 敏文	株式会社パシフィックコンサルタンツイン ターナショナル
3. 管路計画	山崎 英氣	北海道開発コンサルタント株式会社
4. 調達計画/積算	任田 直人	株式会社パシフィックコンサルタンツイン ターナショナル



## 添付資料 2 調査日程



添付資料-2 調査日程

基本設計調査日程

工程	日付		調査内容			
			大村 / 田中	岡賀 / 山崎 / 大鹿		
1	6/6	日	移動(東京→)			
2	6/7	月	移動(→オークランド→東京)			
3	6/8	火	AM: JICA 事務所、トンガ外務省、トンガ中央計画局 PM: トンガ水道公社(TWB)、インセプションレポート説明			
4	6/9	水	現地調査、現地調査結果協議			
5	6/10	木	現地調査結果協議			
6	6/11	金	M/D 協議			
7	6/12	土	団内打合			
8	6/13	日	休日			
9	6/14	月	M/D 署名			
10	6/15	火	移動(トンガタブ→ナンディ)	資料収集		
11	6/16	水	日本大使館報告、 JICA 事務所報告	資料収集	梅澤 / 任田	
12	6/17	木	移動(ナンディ→東京)	現地調査	移動(東京→)	
13	6/18	金		現地調査	移動(→ナンディ)	
14	6/19	土		団内打合	移動(ナンディ→トンガタブ)	
15	6/20	日		休日		
16	6/21	月		現地調査		
17	6/22	火		現地調査		
18	6/23	水		現地調査		
19	6/24	木		現地調査		
20	6/25	金		現地調査		
21	6/26	土		団内打合		
22	6/27	日		休日		
23	6/28	月		プログレスミーティング(No.1)		
24	6/29	火		現地調査		
25	6/30	水		現地調査		
26	7/1	木		プログレスミーティング(No.1)		
27	7/2	金	現地調査			
28	7/3	土	団内打合			
29	7/4	日	休日			
30	7/5	月	現地調査			
31	7/6	火	現地調査			
32	7/7	水	中武	現地調査		
33	7/8	木	移動(東京→)	現地調査		
34	7/9	金	移動(→ナンディ)	現地調査		
35	7/10	土	移動(ナンディ→トンガタブ)	団内打合		
36	7/11	日	休日			
37	7/12	月	現地調査			
38	7/13	火	プログレスミーティング(No.2)			
39	7/14	水	現地調査			
40	7/15	木	現地調査			
41	7/16	金	プログレスミーティング(No.2)			
42	7/17	土	団内打合			
43	7/18	日	休日			
44	7/19	月	テクニカルノート協議			
45	7/20	火	テクニカルノート署名、移動(トンガタブ→ナンディ)			
46	7/21	水	在フィジー日本大使館報告、JICA フィジー事務所報告			
47	7/22	木	移動(ナンディ→東京)			

基本設計概要書説明日程

工程	日付		調査内容	
			丹羽	岡賀 / 山崎 / 任田
1	10/25	月		移動(東京→)
2	10/26	火		移動(→ナンディ→トンガタブ)
3	10/27	水		AM : JICA 事務所、トンガ外務省、トンガ中央計画局 PM : トンガ水道公社(TWB)、ドラフト BD レポート説明
4	10/28	木	移動 (ナンディ→トンガタブ)	ドラフト BD レポート協議
5	10/29	金		M/D 協議
6	10/30	土		団内打合
7	10/31	日		休日
8	11/1	月		M/D 署名
9	11/2	火		現地調査、移動(トンガタブ→ナンディ)
10	11/3	水		在フィジー日本大使館報告、JICA フィジー事務所報告
11	11/4	木	移動(ナンディ→シドニー)	移動(ナンディ→東京)

添付資料 3 関係者名簿



## 添付資料－3 関係者リスト

### 日本側関係者リスト

#### 1. 在フィジー日本国大使館

村山 比佐斗	特命全権大使
羽田 貢由	一等書記官
壺岐 幸史	二等書記官

#### 2. 国際協力事業団フィジー事務所

鈴木 忠徳	所長
水谷 恭二	次長
澤田 寛之	所員

#### 3. 国際協力事業団トンガ駐在員事務所

山口 廣治	所長
岡 裕子	トンガ駐在員事務所
市川 勝洋	トンガ駐在員事務所
木村 由美	トンガ駐在員事務所

### トンガ国関係者リスト

#### 1. Tonga Water Board

Mr. Simone Helu	総裁
Mr. Mosses Latu	管理部長
Ms. Lesieli Niu	技術部長代理
Mr. Malakai Vakasivola	配水部部長
Mr. Lisiate Bloonfield	計画部部長
Mr. Harvard Tupouniua	経理部部長
Mr. Nafe Tufui	漏水班班長

## 2. Ministry of Foreign Affairs

Mrs. Viela Tupou 次官補  
Mr. Tevita Kolokihakaufisi 国際援助日本担当官

## 3. Central Planning Department

Mr. Tavita Paula Lavulo 局長  
Ms. Carorine Topouahi Fusimalohi 計画局次官  
Mr. Tatafu Moeahi 上級エコノミスト、日本担当  
Ms. Lupeolo Ofa エコノミスト  
Mr. Viliami Uava'a 人口計画局  
Mr. Ofa Fatukala 参与

## 4. Ministry of Works

Hon. Semisi Sesolo Koka 大臣  
Mr. Sione M. Taumoepeau 公共事業局長

## 5. Ministry of Lands, Survey and Natural Resources

Mr. Paula Taufa 環境保護局局長  
Mr. Kelepi Maki 地質調査部部長

## 6. Ministry of Health

Mr. Lelea Tuifupou 保健局長

## 7. Ministry of Police

Mr. Fateki Tupou 消防局消防部長代理

## 8. AusAID

Mr. Graham White TWB 組織・制度強化計画、団長  
Mr. Tony Falkland TWB 組織・制度強化計画、漏水計画専門家

#### 添付資料 4 当該国の社会・経済事情



添付資料-4 当該国の社会・経済事情

(1/2)

国名	トンガ王国 Kingdom of Tonga
----	---------------------------

一般指標					
政体	立憲君主制	※1	首都	ヌクアロファ	※1
元首	King Taufa'ahau TUPOU IV	※1	主要都市名	ネイアフ	※1
独立年月日	1970年6月4日	※1	経済活動可能人口	32千人(1990年)	※4
人種(部族)構成	主にポリネシア人、欧州系が300人程	※1	義務教育年数	8年間(1997年)	※5
言語・公用語	トンガ語、英語	※1	初等教育就学率	% (年)	※5
宗教	キリスト教	※1	初等教育終了率	% (年)	※6
国連加盟		※2	識字率	99%	※12
世銀加盟	1985年9月	※3	人口密度	115.50人/km <sup>2</sup> (1996年)	※1
IMF加盟	1991年5月	※3	人口増加率	0.8%(1996年)	※1
面積	0.75千km <sup>2</sup>	※1	平均寿命	平均69.01才 男67.03才 女71.4才	※1
人口	106.466千人(1996年)	※1	5才児未満死亡率	/1000人(年)	※7
			カロリー一供給率	2,967 kcal/日/人	※12

経済指標					
通貨単位	パ・アング(T\$)	※1	貿易量	(1996年)	※8
為替レート	1US\$=1.46T\$ (1998年5月)	※8	輸出	82.9百万ドル	※3
会計年度	7月1日~6月30日	※1	輸入	15.3百万ドル	※8
国家予算	(一年)	※9	輸入カバー率	4.5月(1994年)	※10
歳入	39.9百万ドル	※9	主要輸出品目	ココナツ油、ココナツ材、果実	※1
歳出	76.5百万ドル	※9	主要輸入品目	食品、機械、輸送機械、燃料	※1
国際収支	-2.39百万ドル(1993年度)	※9	日本への輸出	9.9百万ドル(1997年)	※11
ODA受取額	32百万ドル(1996年)	※15	日本からの輸出	1.7百万ドル(1997年)	※11
国内総生産(GDP)	百万ドル(年)	※4			
一人当りGNP	ドル(年)	※4	外貨準備総額	18.3百万ドル(1998年5月)	※3
GDP産業別構成	農業 30.1%(1994年)	※15	対外債務残高	4.1百万ドル(1996年)	※10
	建設業 5.0%(1994年)		対外債務返済率	4.9%(1996年)	※10
	サービス業 41.1%(1994年)		インフレ率	3.3%(1998年)	※16
産業別雇用	農業 % (年)				
	建設業 % (年)		国家開発計画	第7次国家開発計画(策定中)	
	サービス業 % (年)				
経済成長率	8.3%(1995年)	※4			

気象(1989~1998年平均)		場所: Nuku'alofa											(標高 2.0m)
月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	平均/計
最高気温	27.3	27.7	27.4	26.3	24.5	23.7	22.7	22.9	23.1	24.7	26.2	27.4	24.9℃
最低気温	25.6	26.4	26.2	24.2	22.6	21.4	20.8	20.1	20.7	22.3	23.7	24.5	23.8℃
平均気温	26.3	26.9	26.8	25.4	23.7	22.8	21.8	21.6	21.9	23.4	25.0	26.2	24.3℃
降水量	180	208	207	119	112	87	102	127	84	84	110	147	1,567mm
雨期乾期													

- ※1 CIA World Fact Book 1997-1998
- ※2 States Members of United Nations
- ※3 World Bank Public Information Center, International Financial Statistics Yearbook 1998
- ※4 World Development Report 1997
- ※5 UNESCO Statistical Yearbook 1997
- ※6 Status and Trends 1997
- ※7 Human Development Report 1998
- ※8 International Financial Statistics August 1998

- ※9 International Financial Statistics Yearbook 1997
- ※10 Global Development Finance 1998
- ※11 世界の国一覽表 1998年版
- ※12 最新世界各国要覽 1998年版
- ※13 ヌクアロファ観測所
- ※14 理科年表、国立天文台(1997)
- ※15 EIU Economy Report, 1999
- ※16 Quarterly Bulletin, June 1999

国名	トンガ王国 Kingdom of Tonga
----	---------------------------

※11

我が国における ODA の実績					
項目	年度	1993	1994	1995	1996
技術協力		2,892.93	3,087.67	3,259.28	3,461.48
無償資金協力		2,244.22	2,456.48	2,796.65	2,606.79
有償資金協力		3,939.97	4,352.21	3,878.11	3,025.02
総額		9,077.12	9,896.36	9,931.04	9,093.29

※11

当該国に対する我が国 ODA の実績					
項目	年度	1993	1994	1995	1996
技術協力		4.39	3.71	6.85	3.85
無償資金協力		7.71	4.99	7.50	7.69
有償資金協力		0.00	0.00	0.00	0.00
総額		12.10	8.70	14.35	11.54

※11

OECD 諸国の経済協力実績					(支出純額、単位：百万ドル)	
	贈与 (1)	有償資金協力 (2)	政府開発援助 (ODA) (1)+(2)=(3)	その他政府資 金及び 民間資金 (4)	経済協力総額 (3)+(4)	
二国間援助 (主要供与国)	27.30	-0.60	26.70		26.70	
1.日本	11.50	0.00	11.50		11.50	
2.オーストラリア	8.10	0.00	8.10		8.10	
3.ニュージーランド	5.60	0.00	5.60		5.60	
4.アメリカ	1.00	0.00	1.00		1.00	
多国間援助 (主要援助機)	2.50	2.80	5.30		5.30	
1.ASDB						
2.CEC						
その他	0.00	0.00	0.00		0.00	
合計	29.80	2.20	32.00		32.00	

※11

援助受入れ窓口機関	
技術	外務省
無償	
協力隊	

※17 Japan's ODA Annual Report 1997

※18 Geographical Distribution of Financial Flow to Aid Recipients 1992-1996

※19 国別協力情報 (JICA)

## 添付資料 5 給水人口および水需要



(1) 過去の人口増加率 (1986年-1996年)

町	地区	1996年	1986年	Growth rate
Kolofo'ou	Kolofo'ou	9,220	10,044	-8.2%
	Maufanga	6,083	4,924	23.5%
	Popua	1,206	617	95.5%
	Tukutonga	341	220	55.0%
Kolomotu'a	Kolomotu'a	7,097	6,415	10.6%
	Haveluloto	3,305	3,070	7.7%
	Tofoakoloua	2,702	2,298	17.6%
合計		29,954	27,588	Ave. 8.6%
年人口増加率		$(29,954/27,588)^{1/10} - 1$		0.83%

資料：トンガ統計局，1999年6月

(2) Nuku'alofa 市の人口予測

町	地区	2011年		2003年		1999年		1996年
		人口	年増加率 (%)	人口	年増加率 (%)	人口	年増加率 (%)	人口
Kolofo'ou	Kolofo'ou	10,437	0.83	9,769	0.83	9,461	0.83	9,220
	Maufanga	6,886	0.83	6,445	0.83	6,236	0.83	6,083
	Nukunukumoto	26	0.5	25	0.50	24	0.50	24
	Oneata	3	0.5	3	0.50	3	0.50	3
	Popua	1,365	0.83	1,278	0.83	1,236	0.83	1,206
	Tukutonga	386	0.83	361	0.83	350	0.83	341
	Pangaimotu Is.	31	0.50	30	0.50	29	0.50	29
	Fafaa Is.	11	0.50	10	0.50	10	0.50	10
	Oneva Is.	9	0.50	8	0.50	8	0.50	8
	Ataa Is.	2	0.50	2	0.50	2	0.50	2
	Velitoa Hahake	11	0.50	10	0.50	10	0.50	10
	Velitoa Hihifo	18	0.50	18	0.50	17	0.50	17
	Kolomotu'a	Kolomotu'a	8,034	0.83	7,520	0.83	7,275	0.83
Haveluloto		3,741	0.83	3,502	0.83	3,388	0.83	3,305
Tofoakoloua		3,059	0.83	2,863	0.83	2,770	0.83	2,702
Hofoa		639	0.50	614	0.50	602	0.50	593
Puke		476	0.50	458	0.50	449	0.50	442
Sia'atoutai		336	0.50	323	0.50	317	0.50	312
市合計		35,471		33,240		32,178		31,404
給水計画地区合計		33,908		31,738		30,706		29,954

資料：郊外地区人口増加率：トンガ計画局、1999年6月  
1996年人口：1996年版人口統計書

(1) 過去の人口増加率 (1986年--1996年)

町	地区	1996年	1986年	Growth rate
Kolofo'ou	Kolofo'ou	9,220	10,044	-8.2%
	Maufanga	6,083	4,924	23.5%
	Popua	1,206	617	95.5%
	Tukutonga	341	220	55.0%
Kolomotu'a	Kolomotu'a	7,097	6,415	10.6%
	Haveluloto	3,305	3,070	7.7%
	Tofoakoloua	2,702	2,298	17.6%
合計		29,954	27,588	Ave. 8.6%
年人口増加率		$(29,954/27,588)^{1/10} - 1$		0.83%

資料：トンガ統計局、1999年6月

(2) Nuku'alofa 市の人口予測

町	地区	2011年		2003年		1999年		1996年
		人口	年増加率 (%)	人口	年増加率 (%)	人口	年増加率 (%)	人口
Kolofo'ou	Kolofo'ou	10,437	0.83	9,769	0.83	9,451	0.83	9,220
	Maufanga	6,886	0.83	6,445	0.83	6,236	0.83	6,083
	Nukunukumoto	26	0.5	25	0.50	24	0.50	24
	Oneata	3	0.5	3	0.50	3	0.50	3
	Popua	1,365	0.83	1,278	0.83	1,236	0.83	1,206
	Tukutonga	386	0.83	361	0.83	350	0.83	341
	Pangaimotu Is.	31	0.50	30	0.50	29	0.50	29
	Fafaa Is.	11	0.50	10	0.50	10	0.50	10
	Oneva Is.	9	0.50	8	0.50	8	0.50	8
	Ataa Is.	2	0.50	2	0.50	2	0.50	2
	Velitua Hahake	11	0.50	10	0.50	10	0.50	10
	Velitua Hihifo	18	0.50	18	0.50	17	0.50	17
	Kolomotu'a	Kolomotu'a	8,034	0.83	7,520	0.83	7,275	0.83
Haveluloto		3,741	0.83	3,502	0.83	3,388	0.83	3,305
Tofoakoloua		3,059	0.83	2,863	0.83	2,770	0.83	2,702
Hofoa		639	0.50	614	0.50	602	0.50	593
Puke		476	0.50	458	0.50	449	0.50	442
Sia'atoutai		336	0.50	323	0.50	317	0.50	312
市合計		35,471		33,240		32,178		31,404
給水計画地区合計		33,908		31,738		30,706		29,954

資料：郊外地区人口増加率：トンガ計画局、1999年6月  
1996年人口：1996年版人口統計書

## (3) 世帯数

町	地区	2003年	1999年	年増加率(%)	差異 (1986-1996)	1996年	1986年
Kolofo'ou	Kolofo'ou	1689	1,579	1.6	7	1,501	1,494
	Maufofo	1033	966	1.6	219	918	699
	Nukunukumoto	2	2	1.6		4	
	Oneata	2	2	1.6		1	
	Popua	203	189	1.6	87	180	93
	Tukitonga	82	58	1.6	17	55	38
	Pangaimotu Is	2	2	1.6		5	
	Fafaa Is	2	2	1.6		2	
	Oneva Is	2	2	1.6		1	
	Ataa Is	2	2	1.6		1	
	Velitoa Hahake	2	2	1.6		2	
	Velitoa Hihifo	2	2	1.6		3	
Kolomotu'a	Kolomotu'a	1402	1,311	1.6	206	1,246	1,040
	Havelioto	572	534	1.6	39	608	469
	Tefakoloua	469	439	1.6	128	417	289
	Hofoa	2	2	1.6		96	
	Puke	2	2	1.6		71	
	Sia'atoutai	2	2	1.6		50	
Nuku' Alofa市合計家庭数		5,449	5,094		703	5,061	4,122
計画給水地区家庭数		5,429	5,075		703	4,825	4,122
増加率(%) 1989-1996				(4825 - 4122) / 4122		17.1%	
年増加率(%)				$(4825/4122)^{1/10} - 1$		1.6%	

資料: TWB 及び1996年人口統計資料

## (3) 世帯数

町	地区	2003年	1999年	年増加率(%)	差異 (1986-1996)	1996年	1986年
Kolofo'ou	Kolofo'ou	1689	1,579	1.6	7	1,501	1,494
	Maufanga	1033	966	1.6	219	918	699
	Nukunukumoto	2	2	1.6		4	
	Oneata	2	2	1.6		1	
	Popua	203	189	1.6	87	180	93
	Tukutonga	62	58	1.6	17	55	38
	Pangaimotu Is	2	2	1.6		5	
	Fafaa Is	2	2	1.6		2	
	Oneva Is	2	2	1.6		1	
	Ataa Is	2	2	1.6		1	
	Velitoa Hahake	2	2	1.6		2	
	Velitoa Hihifo	2	2	1.6		3	
Kolomotu'a	Kolomotu'a	1402	1,311	1.6	206	1,246	1,040
	Haveluloto	572	534	1.6	39	508	469
	Tofoakoloua	469	439	1.6	128	417	289
	Hofoa	2	2	1.6		96	
	Puke	2	2	1.6		71	
	Sia'atoutai	2	2	1.6		50	
Nuku' Alofa市合計家庭数		5,449	5,094		703	5,061	4,122
計画給水地区家庭数		5,429	5,075		703	4,825	4,122
増加率(%) 1989-1996			(4825 - 4122) / 4122			17.1%	
年増加率(%)			$(4825/4122)^{1/10} - 1$			1.6%	

資料: TMB 及び1996年人口統計資料

(4) 水消費の実態

需要別水消費量 (1998年6月20日～1999年6月20日)

	年間使用量	月平均使用料	需要内容
生活用水	880,416 m <sup>3</sup> /年	73,368 m <sup>3</sup> /月	
公共用水	117,264 m <sup>3</sup> /年	9,772 m <sup>3</sup> /月	官公庁、学校、病院、消防用水
商工業	175,476 m <sup>3</sup> /年	14,623 m <sup>3</sup> /月	商店、工場、食堂、ホテル
Total	1,173,156 m <sup>3</sup> /年	97,763 m <sup>3</sup> /月	

資料：トンガ水道公社会計部

水消費実態 (1998年)

需要者	水道公社水道水				雨水			合計水使用量		
	(1) 水道メ タ一 数	(2) <sup>(*)</sup> 需要者	(3) 月平均使用 料 (m <sup>3</sup> /月)	(4) 1日平均使用 料 (m <sup>3</sup> /日)	(5) 需要別使用 割合合 (%)	(6) 1人(1需要者) 当り使用量	(7) <sup>(**)</sup> 1人(1需要者) 当り使用量	(8) <sup>(***)</sup> 使用量 (m <sup>3</sup> /日)	(9) 合計使用量 (m <sup>3</sup> /日)	(10) 1人(1需要者) 当り使用量
生活用水	5,307	29,170	73,368	2,446	75%	84 %/人/日	3 %/人/日	53	2,498	87 %/人/日
公共用水	131		9,772	326	10%	2,487 %/接続/日	124 m <sup>3</sup> /日	8	334	2,611 %/接続/日
商工業用水	541		14,623	487	15%	901 %/接続/日	46 m <sup>3</sup> /日	12	499	947 %/接続/日
合計	5,979	29,170	97,763	3,259	100%	112 %/人/日 <sup>(**)</sup>		73	3,331	115 %/人/日 <sup>(**)</sup>

資料：中央計画局、水道公社会計部

注 (\*1)：1999年の給水地域全人口は30,706人であり、給水普及率は95%である。

(\*2)：全需要量を住民1人当たりの使用量に直した数値。

(\*3)：公共、商工業の雨水使用量は住民の推定使用量（水道水使用量に対して5%）と同率として計算した。

(\*4)：雨水利用者の割合は給水人口の60%とした。

(5) 不明水の推移 (m<sup>3</sup>/月)

Month	Year 1995			Year 1996			Year 1997			Year 1998		
	Production	Metered w.	UFW									
Jan		146,007		180,500	138,724	23%	192,300	128,861	33%	211,300	116,000	45%
Feb		132,086		167,500	97,510	42%	167,700	83,399	50%	195,400	86,680	56%
Mar		104,908		182,100	98,264	46%	186,200	91,993	51%	204,800	97,600	52%
Apr	192,000	113,162	41%	175,200	102,110	42%	166,100	83,794	50%	198,800	88,200	56%
May	189,000	86,000	54%	179,400	80,213	55%	165,000	99,789	40%	208,600	101,000	52%
Jun	165,000	91,292	45%	167,700	96,696	42%	167,000	90,330	46%	205,100	97,600	52%
Jul	175,000	92,600	47%	175,500	99,616	43%	169,700	76,168	55%	213,200	92,200	57%
Aug	179,000	84,516	53%	174,900	102,020	42%	182,200	92,900	49%	212,000	93,400	56%
Sep	179,000	104,287	42%	168,500	90,400	46%	176,600	88,343	50%	210,231	94,700	55%
Oct	181,000	98,755	45%	174,300	93,200	47%	177,900	90,800	49%	215,600	104,900	51%
Nov	169,300	100,914	40%	178,300	103,200	42%	176,800	99,900	43%			
Dec	179,200	81,168	55%	183,900	84,340	54%	199,600	86,900	56%			
Total	1,608,500	1,235,695	23%	2,107,800	1,186,293	44%	2,127,100	1,113,177	48%	2,075,031	972,280	53%
Monthly Average	178,722	102,975	42%	175,650	98,858	44%	177,258	92,765	48%	207,503	97,228	53%
Daily Average (m <sup>3</sup> /day)	5,957	3,432		5,855	3,295		5,909	3,092		6,917	3,241	

## (6) 水需要予測

### A. 生活用水 水需要予測

[A1] 人口	31,738 人	[A1]: (2)2003年 人口予測より
[A2] 給水普及率	95 %	
[A3] 給水人口	30,151 人	[A3] = [A1] × [A2]
[A4] 給水原単位	155 L/C/日	
[A5] 水需要量	4,673 m <sup>3</sup> /日	[A5] = [A3] × [A4]

### B. その他用水 水需要予測

用途	水需要		計算式	備考
	1999年	2003年		
[B1] 公共機関	326	337	[B1-2000] = [B1-1999] × (1+0.0083)	需要増加率: 0.83%/年
[B2] 商業、小工業	487	539	[B2-2000] = [B2-1999] × (1+0.0025)	需要増加率: 2.5 %/年
[B3] Total	813	876		

### C. 設計水量

	設計水量	計算式	給水人口 一人当たり水量
[C1] 水需要量	5,549 m <sup>3</sup> /日	[C1] = [A5] + [B3-2000]	184 l/c/d
[C2] 日平均水量	6,529 m <sup>3</sup> /日	[C2] = [C1] / (1-0.15[漏水率:15%])	217 l/c/d
[C3] 日最大水量	8,161 m <sup>3</sup> /日	[C3] = [C2] × 1.25[日最大係数:1.25]	271 l/c/d

