

3-2 計画策定の方向性

生活用水供給計画を策定するための方向を位置付けるものとしては、現地の水利用状況、将来における発展、開発等の状況及び水道行政の管轄機関である PWD の基本方針、設計基準等を踏まえ、それに、本調査で得られた現状の把握、現地での会議、インタビュー等で得られた知見等を含めて基本的な計画策定の方向性を調査団として次の様に定めた。

- 1) 計画目標年を 1990 年とする。
- 2) 計画諸元は PWD の設計基準に準拠するものとし、必要最少限の生活用水を当面において確保することを前提とする。
- 3) 施設の維持管理面において、簡易であり経済的で、かつ、設備の耐久性も考慮した計画とする。
- 4) SETTLEMENT, VILLAGE の各々についてモデル地区を定めて行い、モデル地区以外の地区についてはモデル地区を参考にして概略設計を行うものとする。
- 5) 井戸の揚水可能量で計画可能な範囲又は人口を含むところまでを配水区域として定めることを原則とする。(本井戸掘削後の揚水試験結果により最終計画としての配水区域を定めるものとする。)
- 6) 将来においての各戸給水(給水メーターの取付け、料金徴収制度への移行)による水使用量の増加にも対応可能な送配水システムを考慮した計画とする。
- 7) グラントとの関連において、適宜計画の規模、修正等がなされるものとし、実施可能な計画の範囲を定めて行うものとする。

3-3 地下水開発計画

1) 地下水取水の現況と問題点

(1) 対象地域での生活用水獲得方法

対象地域は水道の給水を受けていない地域であり、生活用水を次のような手段で確保している。

- ① 深度 1.5 m 以内の手掘り井戸による地下水取水
- ② 集落から奥地へ入った清澄なグリーク(小川)の表流水取水
- ③ 屋根集水システムによる雨水取水

(2) 現在の水源に対する問題点

前述の水源は、現在次のような問題点を有しているため、今後、より安定な水源獲得が望まれている。

- ① 浅い地下水、小川の表流水、雨水それぞれその水量は雨水の多寡に影響を受ける。特に浅い地下水、雨水は乾燥期になると渇水状態となることがある。
- ② 近年奥地迄開発が進展し、小川は汚染される傾向にある。又、小川は大雨時に濁り水となり使用不能となる場合がある。
- ③ 海岸近くの浅井戸は、渇水期には塩水化の問題が生じる場合がある。

(3) 緊急対策

渇水年や渇水期に、手掘り井戸や屋根集水システムによる取水が困難になった場合、ランバサ水道から給水タンクによる緊急給水を受けている。ブニカ地区では、塩水による影響も考慮され、集落近くの道路沿いに鉄パネル製の簡易受水タンクが常設されている。

しかし緊急対策としての上述の給水は、ランバサ水道周辺部に対するものが主であり、広域な渇水の場合は不便を余儀なくされる集落もあるのが現状である。

2) バヌアレブ島における地方水道開発計画

(1) 開発計画の手順

バヌアレブ島における地方水道計画は、集落が分散していること、比較的安定した水源を地下水に求めることが可能であること等をもととして、集落単位の地下水を水源とする地方水道整備計画を進めている。

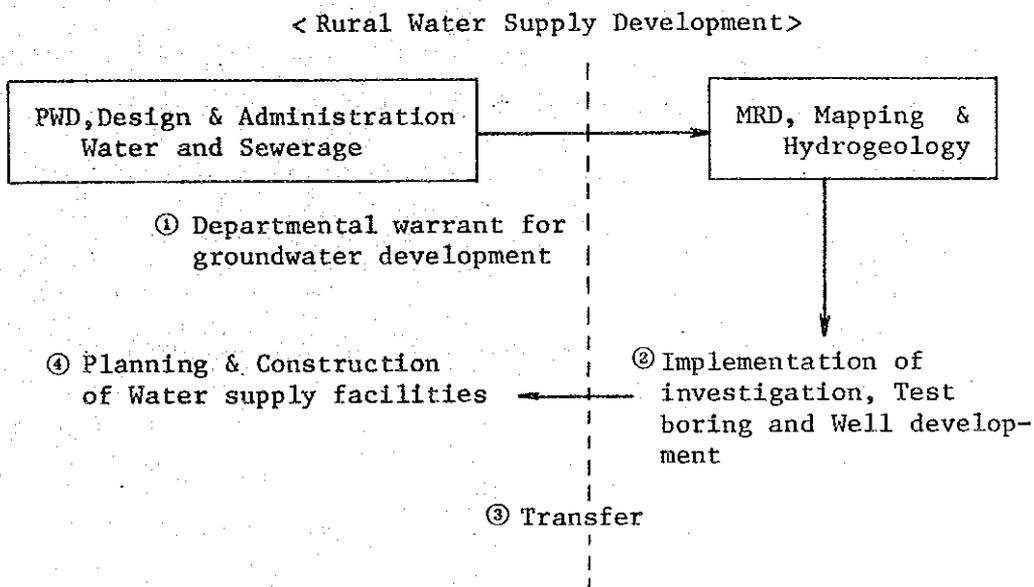
公共事業局（PWD）が鉱物資源局（MRD）の協力を得て、地方水道整備を進めている。公共事業局では、上下水道部（Water and Sewerage）が担当し、鉱物資源局では作図、水文地質部（Mapping and Hydrogeology）が担当している。

地方水道整備対象区域が選定された後、公共事業局は鉱物資源局に対して、地下水取水の為の本格井戸建設の委託をする。これを受けた鉱物資源局は、対象地域の水理地質に関する既存資料を事前に検討した後、現地調査を実施し地下水賦存の可能性の高い地点及び集落分布状況、アクセス等を総合的に考えあわせたり

え、試掘井地点を決定する。試掘井が水量、水質的に本格井戸として利用可能であると判断されると、その井戸は本格井戸として仕上げられ、公共事業局に引き渡される。井戸の口径をより大きくした方が適当と判断された場合、さらに大口徑の井戸を掘さくし、本格井戸として仕上げ公共事業局に引き渡される。

本格井戸の完成後、公共事業局はその水源水量に見合った給水区域を設定し、水道施設計画を立案する。そして水道施設の建設を行なう。

地方水道開発計画の手順を簡単に示すと次のような図となる。



(2) 開発予定地域

バヌアレブ島において、より安定した確実な水源を得て、生活改善を図るために建設大臣 (Ministry of Works) の指示により、表流水利用の方法が検討されたが、その結果は不運にも非常に多額を要することが判明した。良好な水源は需要者分布地域から遠く離れており、又近くで求めるとすると高額なろ過装置やその他の処理を必要とする。

そこで、公共事業局は鉱物資源局へ地方水道整備が最も優先される地域のリストアップと、地下水開発の可能性に対する調査の実施を委託している。調査は、A. Rahiman と A. S. P. Green が 1979 年 10 月 17 日から 27 日の間バヌアレブ島を訪ずれ実施され、その結果を“ランバサ、シアガンガ、ブニバウブア

周辺の地下水資源事前調査 — Preliminary Investigation of the Groundwater Resources around Labasa, Seaqaqa and Vunivau in Bua ” (by A Green and A Rahiman, Jan, 1980) という報告書にとりまとめている。

この報告書によると、ランバサ町南部のランバサ水道給水区域南縁部に隣接する、砂糖きび農園地帯に散在するブニズイズイ、ブニモリ、ワイダムダム、ナベカブ地区のセトルメント並びに東縁部に隣接するブニカ地区のセトルメント、ランバサ町より西方へ約30Kmの大砂糖きび農園の開墾地帯であるシンガンガ地区のセトルメント、バヌアレブ島西端のブニバウブア地区が最優先されるべき地区としてとり上げられ、各々の地区の地下水資源についての調査結果を述べ、地下水賦存の可能性があることを示唆している。更に、シンガンガ地区を除いて水源の予定位置及び配水池の予定位置を選定している。地方水道施設整備予定地域を列記する。

Vunicuicui	Settlement
Vunika	"
Vunimoli	"
Waidamudamu	"
Nabekavu	"
Vunivau Bua	"
Seaqaqa	"

注記：Seaqaqa 地区を除き、具体的な水源位置、配水池位置が計画されている。上記地区は、すべてセトルメントであり、ビレッジに対する具体的な計画は当該報告書(1980)には記されていない。

(3) 鉱物資源局の地下水開発手法

鉱物資源局の地下水開発担当者は、選定された地域のS = 1/50,000の地質図及び参考文献により、地質構成を知った上で航空写真、地形図により断層破碎帯や、褶曲による地層の弱線帯位置を予測する。このような室内作業を行なった上で現地調査を行なう。岩相、地形的特徴、植生、水露頭の確認により、断層あるいは褶曲の証拠を確認し、そこが確かに弱線体であるかどうかの検討を行なう。

一方、人口の分布や道路等の社会条件を検討するとともに、既存の井戸の水質を分析し、これらを総合的に検討して水理地質条件、給水条件の良好な場所を選んで試掘調査位置を決定する。

掘さく方法はケーストホール工法（Cased hole method）が採用されている。地層の崩壊を防ぐためにケーシングを挿入しながら掘進する工法である。掘さく完了後掘さく記録と地質標本、地下水位変動記録をもとに有望な帯水層位置を想定し、試験的なストレーナーの位置が決定される。この際、掘さく途中で実施されたベイラーによる小揚水テスト結果も参考とされることはもちろんのことである。崩壊防止の為にケーシングの内側にストレーナーを配した試験ケーシングを設置した後、所定の位置迄外管を引き抜く。その後エアリフトで井戸仕上げをして、揚水試験、水質試験を実施する。結果が良好な場合外ケーシングを引き抜き、裸孔壁と内ケーシング外壁との間をある深度から地表迄を砂利で充填し、地上部をセメントでしっかり固定する。最終的に井戸ケーシングに蓋をする。試験結果が不良な場合、ケーシングをすべて引き上げ埋め戻す。

以上のような手法で地下水取水の為の本格井戸が仕上げられる。手法を下図に示した。

<Office Work> Basic Survey :

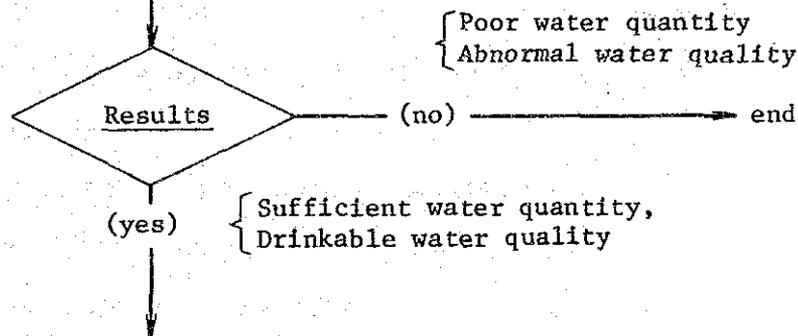
To estimate the high potential zone
from data of topographical maps,
geological maps, air photographical
maps

<Field Work> Explore the Study Area :

To find the evidence of the fracture zone or
folding zone, fault zone, etc.
and to confirm the shape of
topography, the geology, the
vegetation, the distribution of
houses and roads, the condition
of existing wells

Drill the test hole

{ Pumping test
Chemical analysis



{ Poor water quantity
Abnormal water quality

(no) → end

(yes)

{ Sufficient water quantity,
Drinkable water quality

Construct the production well

井戸1井当りの必要水量の基準は無いが、対象地区の人口に対しておおよそ給水が可能かどうかで判断される。

水質基準については、フィジー独自のものは定められておらず、WHOの基準に従っている。しかし一般に地方水道の水源の場合、維持管理が住民の手で行われることが考慮され、特別な浄水を行わないのみならず、塩素消毒も行わない方が良いという考えに立って、良質の地下水を産する井戸だけを実用井戸として用いることになっている。

(4) 地下水開発の進展状況

a. 既設深井戸

バヌアレブ島において既に掘さくされた深井戸は14井ある。図2-5、表2-3を参照されたい。井戸の掘さくは1970年から開始されており、現在に至っている。

1970年から1972年に掘さくされた井戸の主目的は、テストボーリングとランバサ町水道への補給水源を建設することであった。試掘結果、比湧出量の高い井戸ではポンプを設置して学校、セトルメント等の水源として利用していた(例:No.5.7.8.9.10)。しかしその後ポンプが故障したため、そのまま放置され、現在ではNo.10の井戸を除いて使用されていない。No.10の井戸は1972年に掘さくされ、ハンドポンプが据付けられたが、ポンプ故障の為、長い間放置されていた。この井戸が新しい校長によって再利用することが決まったのもほんの1978年のことである。この井戸は現在学業期間中2000ガロン/日の水を供給している。この井戸はバヌアレブの中でも鉱物資源局掘さくによる。最も良好な井戸であるとされており、A. GreenとA. Rahiman(1980年)によれば、ブニズイスイ セトルメントに対し単独で給水できるであろうとしている。Carr(1974年)は、時間当たり5,600ガロン/時の揚水が可能であるとしている。

又、試験結果あまり期待できない井戸No.6は埋め戻されている。その他の井戸No.1.2.3.4は、現在では井戸が崩壊しており使用されていない。

1980年以後再度開始された地下水開発は、3-3-2)-(2)で述べた地方水道整備計画の地下水資源開発報告書で計画された対象地域内の予定水源位置に対して進められており、現在ブニバウブア地区での4井は掘さくを完了し、シンガンガ地区で掘さくを進めている。ブニバウブアのNo.13の井戸は、井戸仕上げ時にケーシング内にセメントが流入み使用不能となっている。

b. 深井戸掘さく予定本数

ブニバウブア地区以後、現在シンガンガで掘さく中である。シンガンガ地区での予定井戸本数は未定であるが、他地区は次のように計画されている。

掘さく予定井戸本数

ブニズイズイ	: 3井
ワイダムダム, ブニモリ	: 2井
ナベカブ	: 3井
ブニカ	: 2井
シンガンガ	: 未定

注記: A Green and A Rahiman (1980) による

e. 取水量及び水質

既設井戸の揚水試験結果によると, 11井中(3井は不明である), Na 6, 7, 13の3井を除いて水位降下量5~17mで, 100~600m³/日の揚水量が確認されている。Na 6, 7, 13の井戸は揚水中に水位が井戸底部迄下がり, 実用不能のようである。

水質分析結果(表3-1)によると, ブニバウプアのNa 13, 14の井戸水に, 高い濃度の鉄イオンが見られる。Na 13は12.14, Na 14は8.7ppmであった。

表3-1 Water Quality Data for Deep Well

	WHO Water quality requirement	Vunicuicui VAN 6/7				Vunivau Bua						Vunivau Bua		Vunimoli- Village	Vunicuicui VAN 6/7	Nakama
		(27/3/72) Well depth 175 ft.	(18/4/72) after 4 hr. pumping	(19/4/72) after 20 hr. pumping	(19/10/79)	CDH/W/80/22		CDH/W/80/23		DH/W/80/24		CDH/W/80 123	CDH/W/80 142	Surface Water (17/10/80)	(17/10/80)	Hot Spring (18/10/80)
						(1/5/80)	(22/5/80)	(7/7/80)	(8/7/80)	(9/8/80) before pump closed	(2/9/80) after second development	(16/10/80)	(16/10/80) before casing			
Ca (p.p.m)	75 (200)	1	20	20	14	5.5	5.2					5.9	5.5	25	32	154
Mg (p.p.m)	50 (150)	2	4	4	0.25	0.73	0.88					0.84	1.3	2.9	8.4	0.01
Na (p.p.m)	-	5	13	14	10	9.8	9.1					12	8	6	16	175
K (p.p.m)	-	< 1	1	1	1.5	1.2	1.5					2.4	0.7	0.6	1.8	4.2
Mn (p.p.m)	0.1 (0.5)	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.04	< 0.08	0.54	0.38	< 0.02	0.66	< 0.02	< 0.02	< 0.02
Fe (p.p.m)	0.3 (1.0)	0.07	< 0.02	< 0.02	< 0.3	0.04	0.8	0.4	0.24	12	14	< 0.02	8.7	< 0.02	< 0.02	< 0.02
HCO ₃ (p.p.m)	-	10	88	107	89	40	68					44	17	54	146	15
CO ₃ (p.p.m)	-											nil	nil	nil	nil	9.6
SO ₄ (p.p.m)	200 (400)	2	0	0	3	< 2	2.7					< 2	< 2	< 2	< 2	504
Cl (p.p.m)	200 (400)	9	8	8	6.3	3.6	6.3	4.9	4.9	5.4	74	4.4	4.9	4.9	6.9	7.4
NO ₃ (p.p.m) as CaCo ₃	40 (80)				0.06							nil	nil	nil	0.54	
Total Hardness(p.p.m)	100 (500)	11	66	66	36	17	17					18	19	74	83	385
Total Solids (p.p.m)	-	49	124	164	118	103	118					120	50	72	172	1,010
Conductivity(micromho/cm)	-				175							(93)*	(59)*	(98)*	(258)*	(1,250)*
pH	7.0 - 8.5 (6.5 - 9.2)	5.5	7.0	7.0	6.25		7.10					(6.8)* 7.2	(6.4)* 6.55	(8.0)* 7.5	(7.1)* 7.2	(8.4)* 8.35

() * analyzed directly at sampling site.

(5) 地下水開発における問題点

a. ボーリング機械の不足

鉱物資源局は現在7台(表3-2)のボーリング機械を所有している。それらのうち、本格井戸を掘さくすることが可能な機械は、Churn Drill Type と Universal Type の機械で計4台ある。他の機種は鉱物探査に用いられている。地下水開発用さく井機械のうち、1台は点検中である。残り3台のうち2台を地方水道整備計画のためバヌアレブへ投入している。

表3-2 Boring Rigs in Operation

No.	Type	Machines	Capacity	Diameter	Got Year	Remarks
1	Churn Drills	Bourne	500'	6",8",10"	1978	available for constructing of productive well
2		Hydromaster	400'	6",8"	1968	ditto
3		Hydromaster	1,500'	6",8"	1970	ditto (under over hole)
4	Universal	Auger	225'	6"	1972	ditto
		Auger	100'	8"		
		Down hole hammer	300'	6"		
5	Diamond Drills	10L	1,500'	3"	1965	
6		F52A	1,500'	3"	1968	
7		Portable Minor	1,500'	2"		

現在、バヌアレブにおける井戸掘さく能率を見るとブニバウブアのNo.11の井戸は、仕上げ口径150mm、深度46.34mで1980年4月24日から6月4日迄41日間1日当り1.13mの仕上げ割合となっている。同様にしてNo.

13は1日当り1.24 m, No 14は1日当り1.04 mの仕上げ割合となっている。

表 3 - 3 井戸の仕上げ割合

No	工事着手 年月日	工事完了 年月日	仕上 口径 φ mm	深 度 D m	所要日数 日	全体仕上率 m/日
11	80. 4.24	80. 6. 4	150	46.34	41	1.13
12	80. 6. 9	80. 7.10	150	45.73	32	1.43
13	80. 7.16	80. 9. 3	150	60.98	49	1.24
14	80. 9.11	80.10.30	150	51.83	50	1.04

今後、バヌアレブ島にて水道水源として使用する深井戸掘さく本数は、既に予定位置を決めたもので10井、その他シンガンガ地区及びビレッジ等を含めて合計20井～30井となるのではなかろうか。仮りに今後20井とし、1台のさく井機械だけで掘さく作業を行なうならば、2年近くの期間を要することになろう。出来れば、当該地質に適した掘さく機械を1台追加し、地方水道整備の基礎となる水源水量の獲得を早急に行なうべきであろう。

b. 技術者の不足

ボーリング機械を操作し得る技術者とともに、水道施設計画を担当する技術者及び計画以前の水源位置を選定する水文地質の技術者を育成し、技術の向上を求めるべきであろう。

c. 井戸の仕上げ技術の検討の必要性

現在、地下水開発対象地域が火山山麓であり、事前に電気探査等による物理探査は実施されていない。その原因として期待する水量が多量でないこと、既存地質柱状図が少なく、電気探査で求められる大地比抵抗値と地質との対比が行ないにくいこと等があげられる。今後現在進行中の地方水道整備計画中の試掘井（又は本格井戸）資料が相当数集めることができると思われるので、これら資料（地質柱状図）と、大地比抵抗との対比を行ない、バヌアレブ島の各地質の個有の比抵抗値を把握することができれば、事前の水源位置決定用の資料

として、物理探査は十分に有望な調査資料となるであろう。

又、井戸掘さく中崩壊防止の為防護管を押し込みながら掘進し、防護ケーシング中にストレーナーを設置した後防護ケーシングを引き抜き、砂利を充填している。ストレーナー設置位置は、現場さく井記録ボーリング試料をもとに決定されているが、ボーリング孔内での電気検層等は行なわれていない。電気検層等に代表される孔内検層は、個人の主観を混じえないで客観的に優良な帯水層位置を判断するのに非常に役立つ。通常、岩盤地帯中の破砕帯に賦存する地下水いわゆる裂ケ水を対象とするならば、掘さく孔が破砕帯に遭遇した場合は孔さく口径よりも大きくなっていることをもとに、考案されたカリバー（内径）検層が適している。又、破屑岩等の堆積層内の未固結の荒砂や粘土層を検知するには、それぞれの地層の固有の比抵抗値の差異があることを利用した電気検層が、更に海岸地帯の塩水侵入を検知するには、自然電位検層や水質（電導度）検層が、温泉等を検知するには水温検層が適している。

従って、これらの検層器を用いて掘さく場所での最良の帯水層位置を割り出し、そこにストレーナーを設置できるようなケーシングプログラムを組めば、その場所で最も適した井戸を効率良く仕上げる事が可能であろう。

ブニバウブアに掘られた井戸のストレーナーは、 $\phi 150$ mmの硬質塩化ビニール管をスリット加工したものであるが、開孔部や開孔率が一定しておらず、強度的にも、採水効率的にも不利である。今後、ストレーナー加工は規格化したものを使用すべきであろう。

揚水試験は、現在井戸仕上げに用いているエアーリフトポンプをそのまま利用して連続・回復試験を実施している。しかし、揚水量を変化させることが容易でないため、段階揚水試験を実施することが困難で、井戸そのものの経済的な揚水量を把握することが困難である。従って、発電機付きの水中モーターポンプを用意し、それを用いて揚水試験を実施し、段階揚水試験結果から井戸そのものの能力を見極めたりえで、無理のない井戸能力に応じた適正な揚水量で使用する事が望ましい。適正な揚水量であれば井戸の目づまりによる井戸ロス増大にともなう地下水位の低下を防ぎ、長期にわたる井戸使用が可能であろう。

現況における地下水開発方法は、現段階では基本的に充分であろうが、今後資料の集積をふまえて更に充実した開発を行なうべきであろう。そのためには井戸を単に掘るだけでなく、その時の資料をよく整理し今後導入されるであろう物理的ないわゆる電気探査、孔内各種検層等の探査解析資料や揚水試験解析資料と対比させ、各地域の地質区毎の水理地質状況を把握するべく努力すべきであろう。そうすれば地下水開発も容易になるであろうし、更にモニタリングシステムの導入があれば、地下水開発に伴う種々の障害を防ぐ為の帯水層管理も可能となる。

3) 対象地点の水理地質

水源予定位置は、2-3-2)の項で述べたような方法で選定されている。ブニバウプア地区では既に掘さくが完了し、水量的には充分な量を産出している。

本項ではブニバウプア地区を含めて、主としてセトルメントでの水源予定位置の水理地質状況がどのようなものであるかを既存の文献、深井戸資料をもとにとりまとめ報告する。

対象地点を大きな地質区分で見ると次のようである。

Natewa Group : ブニズイズイ, ブニモリ, ワイダムダム, ナベカブ, シー
ガンガ (以上セトルメント)

ナモリ, コロウイリ, ブニモリ (以上ビレッジ)

バレンバソング (学校)

Undu Group : ブニカ (セトルメント)

マタイランバサ, ブオ (以上ビレッジ)

トンゲロア (学校)

Mbua Group : ブニバウプア (セトルメント)

レクツジュニア, レクツバルティア (学校)

(注記) 下線を引いた場所には既設の深井戸あり。

各地区の水理地質状況を述べる。

(1) セットルメントの水源

① ブニズイズイ

当地区を構成する地質は Natewa Group の Wailebu Formation が主であり、表層を沖積層が覆っている。沖積層中には手掘りの浅井戸が設定されている。浅井戸のうち、Vunavuna クリーク上流では深度 4～5 m の井戸で、気候に左右されず優良な井戸が見られる。沖積層の厚さは 10 m 以内と推定される。その下位に分布する Wailebu Formation は、豊富な泥岩、砂岩、グレイワック、砂等から構成され主な帯水層は、このうちの砂、グレイワック、砂等の粗粒な未固結の地層と推定される。

ブニズイズイ地区には、ブニズイズイインディアン小学校敷地内に 1972 年 3 月に既に深井戸が掘られている。揚水試験時の諸元は次のようである（表 2-3 参照）。

深 度	57.91 m
ストレーナー長	19.20 m
自然水位	3.00 m
揚水水位	7.88 m
揚水割合	363.6 m ³ /日
比湧出量	74.47 m ³ /日/m
透水量係数	94.2 m ² /日

仕上げは上部だけをケーシングし、下部は裸孔としてある。掘さく後ハンドポンプを設置していたが、故障したため 1978 年迄放置された。その後新しい校長先生が小型の揚水ポンプを設置し、学業期間中学校用水として 2,000 ガロン/日の揚水を行なっている。Carr (1974 年) によれば毎時 5,600 ガロンの揚水は可能であろうとしているし、A. Green と A. Rahiman (1980 年) は、この井戸 1 井でブニズイズイセットルメントに対する供給は充分であろうとしている。

以上のことから、A. Green と A. Rahiman (1980 年) のレポートでは、水源位置を 3 井としているが、ブニズイズイインディアン小学校既設井の近くに新設井を掘れば 1 井で 200～300 m³/日の揚水は十分に期待できよう。

② プニモリ, ワイダムダム

プニモリ地区は、プニズイズイ地区と同じ地質構成である。ワイダムダムは沖積層を欠除し、直接 Natewa Group の Wailebu Formation となり、プニズイズイ、プニモリと同一の地質構成になると予測される。従って1井あたり $200 \sim 300 \text{ m}^3/\text{日}$ の取水は可能と予測される。A. Green と A. Rahiman (1980) によると集落の分散状況を考慮して2ヶ所水源を予定している。

③ ナベカブ

ナベカブ地区も同じく、Wailebu Formation となり、A. Green と A. Rahiman (1980) が3井を予定地としている。そのうちランバサ Airfield に近い位置の予定地は、Wailebu Formation の中でも前出のものとは若干異なり、安山岩質な二次堆積の角礫岩を主とする地層であり、マトリックス部分が粗粒な未固結のゾーンやフラクチャーゾーンが主要な帯水層となろう。この同一地質内では、表2-3のNo.4 Nakama と No.2 Narduna Savenakai の深井戸が既に掘られている。Nakama の井戸は 64.62 m 掘られ、自然水位 5.18 m 、揚水量 $180.1 \text{ m}^3/\text{日}$ を記録している。しかし揚水試験後崩壊し現在使用されていない。このことから当該地層中では $100 \text{ m}^3/\text{日}$ 程度の取水は確実であろうと想定される。

④ プニカ

Undu Group 中の Malau Breccias により構成される地域である。Malau Breccias は軽石質な酸性の二次堆積性の碎屑岩質な角礫岩であり、塊状であるが時として北方向に傾斜する。プニカ地区では、手掘り浅井戸の塩水化や濁水期の涸渇が問題となっている。当地区で水源を求めるとすれば、できる限り海岸から離れ地下水涵養の可能性が高い、向背地の広くとれる地域を選定すべきである。そういった理由で A. Green と A. Rahiman (1980年) は、プニカの南東部にある山のふもとを予定位置と定めている。当地区で帯水層として可能性があるとするればマッソブな角礫岩と他の岩石との境界部の割れ目水を期待することになる。水量はあまり多く期待できないが、試掘する価値はある。Undu Group 内の Malau Breccias 内では表2-3中のNo.3 Nangingi

の既設深井戸が1970年に掘さくされており、諸元は次のようであった。

深 度	85.34 m
ストレーナー長	36.58 m
自然水位	2.14 m
揚水水位	10.64 m
揚水割合	222.2 m ³ /日
比湧出量	26.09 m ³ /日/m
透水量係数	11.52 m ³ /日

又、Undu Group内のNasavu Dacite中のNo.9のCoqeloaの井戸も既に1972年に掘られており109 m³/日の揚水量を記録している。

これらのことから1井につき100 m³/日程度の取水は可能であろうと考えられる。予定地付近の向背地は、約3 km程度であり、地下水涵養量も多く望めない。掘さく後揚水試験を慎重に行ない、過剰揚水とならないように適正な揚水量を設定しなければならない。一応の日安として運転時の揚水水位が海水面よりも低下しないことが条件となる。取水量がブニカ全域に対する水量より不足する場合は、ランバサ水道拡張を考慮すべきである。

⑤ シンガンガ

シンガンガ地区はNatewa Group中のNatua Formationによって構成される。Natua Formationは、二次堆積の凝灰岩や火山礫、泥岩、塩基性の安山岩質熔岩流や枕状熔岩、貫入岩床などによって構成される堆積岩である。当該地区と同一地層での深井戸は、最初のもので9月現在掘さく中であり、その他の資料はない。地質状況から推定するとこのような地層中で帯水層を求めるならば、熔岩流の割れ目や堆積岩と熔岩流の接点部等の異なる地層毎の接点部のキレツをねらうべきであろう。又、地下水涵養の可能性の高い向背地が広い場所を選定すべきであろう。

当該地区は現在さとうきび農場の開発中であり、水源予定地も2ヶ所選定されているだけで、全体的に必要な井戸本数は設定されていない状態である。

⑥. プニバウプア

当地区は、Mbua Group 中の Mbua Basalts により構成され、カンラン石玄武岩とその角礫岩より成る。当地区では既に水源予定位置で深井戸掘さくが終了しており、表 2-3 中の Na 11, 12, 13, 14 の井戸でそれぞれ 608, 375, 181, 428 m^3 /日 の揚水が確認されている。代表的な井戸構造として Na 11, 12 の例を図 3-2 及び図 3-3 に示す。

各セトルメント地区の水理地質状況を一覧表として表 3-4 に示した。又、各地区の地質図中に予定深井戸位置を示した(図 3-4-a, -c, -d, -e)。

図 3 - 3 地質柱状図及び井戸構造

No. 12 CDH/W/80/23

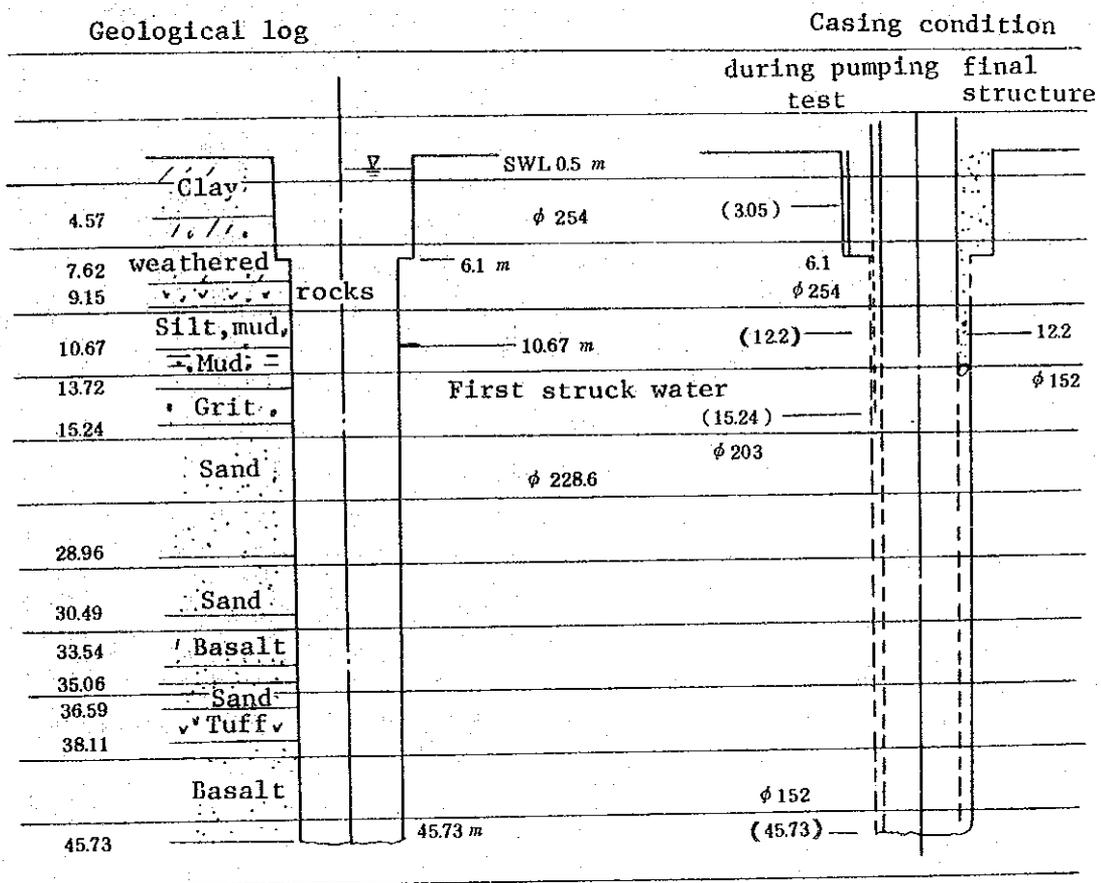


表 3 - 4 各セトルメント地区の水理地質状況一覧表

地区名	構成地質	主要な帯水層	既存深井戸状況	備考
Vunicuicui, Vunimoli	Natewa Group 中の Wailebu Formation の上部を沖積層が覆う。浅い手掘り井戸の情報によれば沖積層は 10 m 以内と見られる。	Wailebu Formation は、豊富な泥岩、砂岩、グレイワック、砂より成る堆積岩層である。主な帯水層は、このうちの砂岩、グレイワック、砂等の粗粒な未固結のゾーンであろう。	Vunicuicui 地区にあるインディアン学校で使用している井戸（表 2 - 3 中 No 10）は、57.91 m 掘さくされ、揚水試験で 363.6 m ³ /day 74.47 m ³ /day/m という記録を残している。非常に優透な井戸であり、現在も学校用等に使用している。Carr (1974) は、時間当り 5,600 ガロン (25 m ³ /H) の揚水が可能であるとしている。	図 3 - 4 - a, - b
Waidamudamu	直接 Wailebu Formation となる。			
Nabekavu	Wailebu Formation	予定地の No 2, 3 は上述と同じであるが、No 1 予定地は、Wailebu Formation の中でも安山岩質な二次堆積の角礫岩を主とする地層であり、マトリックス部分が粗粒な未固結なゾーンやフラクチャーなゾーンが主要な帯水層となる。	No 2, 3 地点付近には既設井はない。No 1 予定地は、近くに湧出している温泉のフラクチャーの影響を期待している。No 1 地点と同じ地層内に掘さくされた井戸に表 2 - 3 の No 4 Nakama と No 2 Nanduna Savenakai がある。No 4 では 180 m ³ /day の揚水実績がある。これら両方の井戸とも約 10 年間使用されず放置された結果、井戸は現在崩壊している。	図 3 - 4 - a, - b
Vunika	Undu Group 中の Malau Breccias	Malau Breccias は軽石質な酸性の二次堆積性の砕屑岩質な角礫岩である。これら角礫岩はマッシュであるが、時として北方向に傾斜するような地層構造となることがある。帯水層としては、マッシュな岩石とその他の境界部の割れ目を期待することになる。	Undu Group 内には表 2 - 3 中の No 3 Nangingi, No 9 Thonggelda があり、それぞれ 222,109 m ³ /day の揚水がなされた。No 3 の井戸は今回予定地点の地質と略同一と考えられる。	図 3 - 4 - c
Seaqaqa	Natewa Group 中の Natua Formation	Natua Formation は、二次堆積の凝灰岩や火山礫、泥岩、塩基性の安山岩質熔岩流や枕状熔岩や貫入岩床などによって構成される堆積岩である。これらのうち、熔岩流の割れ目や堆積岩と熔岩流との境界が帯水層としての可能性がある。	現在、9 月末時点で掘さく中である。	
Vunivau Bua	Mbua Group 中の Mbua Basalts	Mbua Basalts は、カンラン石玄武岩と、その角礫岩より成る。主要な帯水層は玄武岩の節理及び熔岩と熔岩の間の砂の未固結層となる。	既に表 2 - 3 中の No 11, 12, 13, 14 と予定位置で掘り上っており、それぞれ 608, 375, 181, 428 m ³ /day の揚水がなされている。	図 3 - 4 - d, - e

図 3-4-a 深井戸計画予定位置
 Vunicuicui, Waidamudamu & Vunimoli, Nabekavu

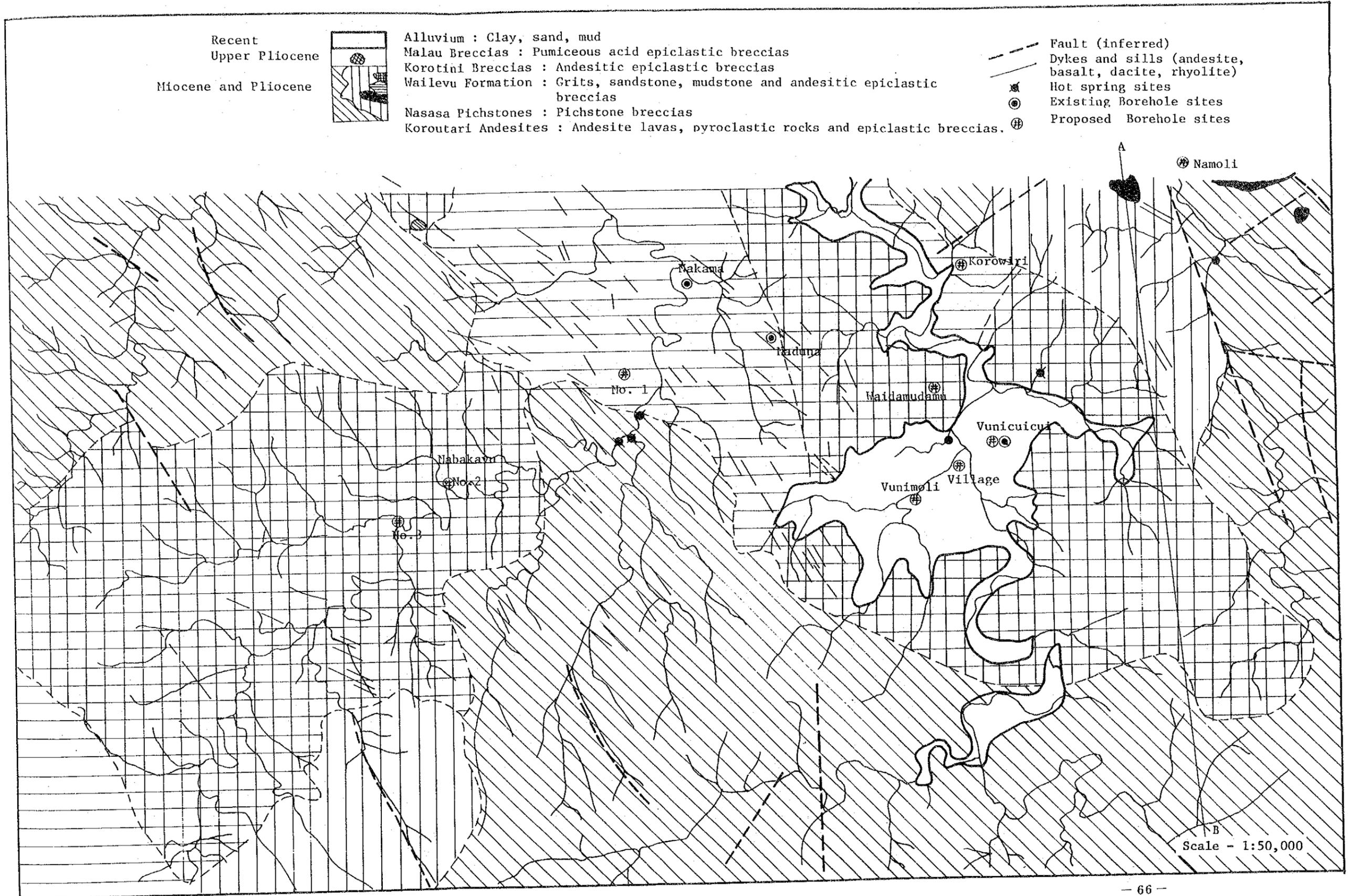
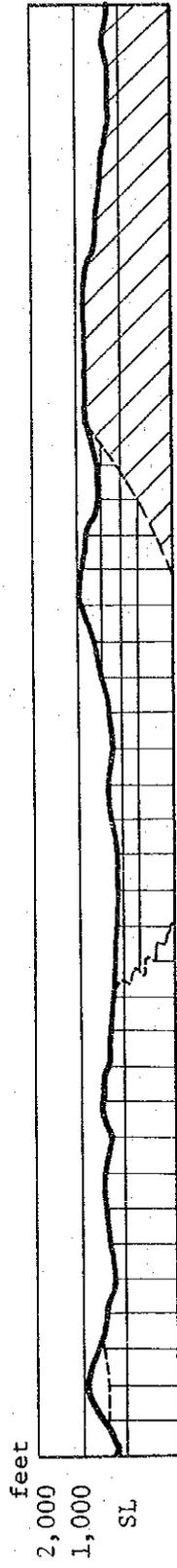


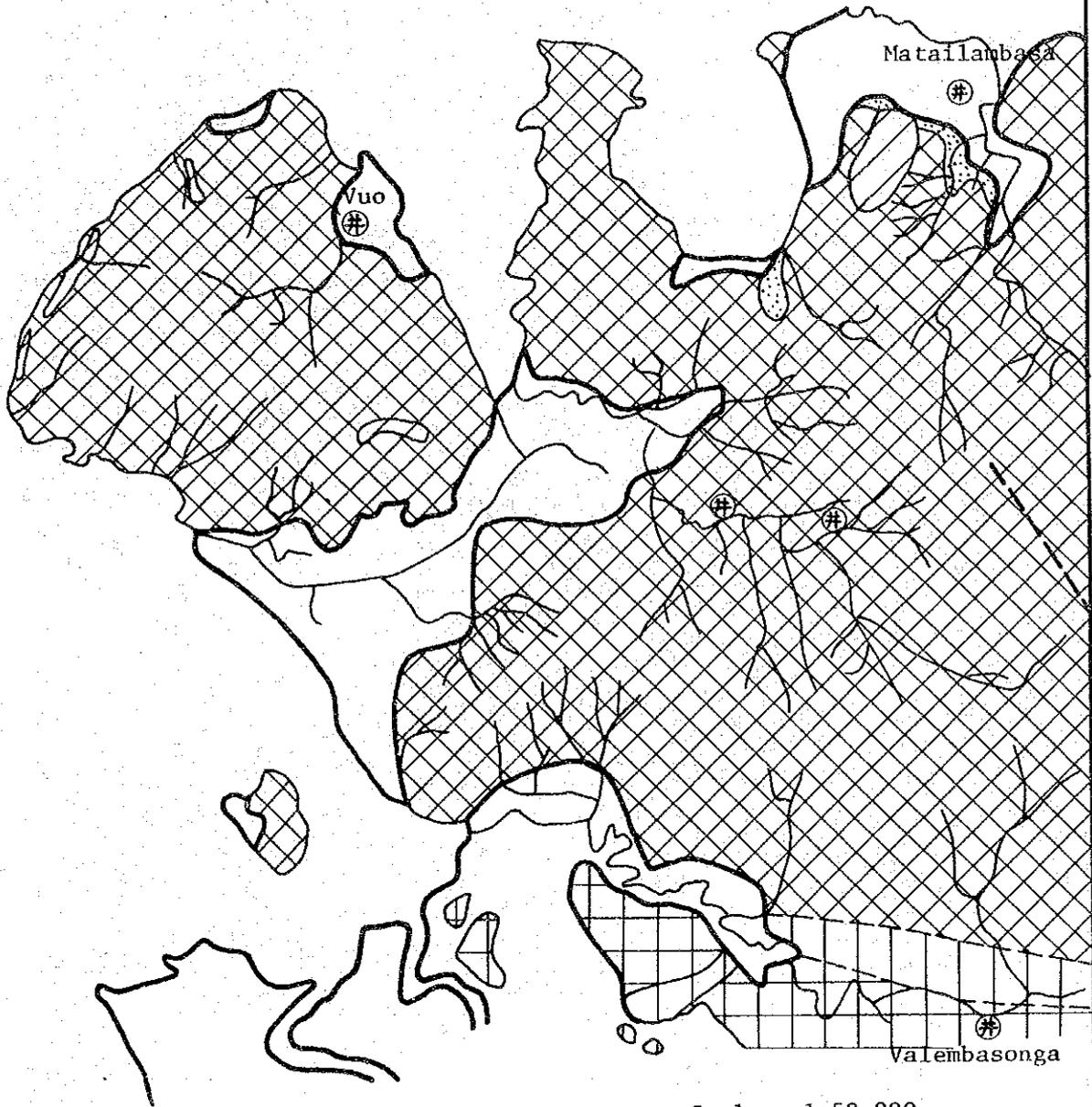
图 3-4-b A-B 断面图

Section A - B



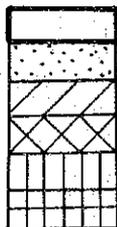
Vertical Scale 1:48,000 Horizontal Scale 1:50,000

图 3-4-c 深井戸計画予定位置 (VUNIKA)



Scale - 1:50,000

Recent
 Post Upper
 Pliocene
 Upper Pliocene
 "
 Miocene and
 Pliocene
 "



Alluvium : Clay, sand, mud
 Matailambasa Novaculites : Fine-grained silliseous rocks
 passing laterally into grits
 Korovatu Andesites : Sheets and dykes in Malau Breccias
 Malau Breccias : Pumiceous acid epiclastic Breccias
 Korotini Breccias
 Wailevu Formation

图3-4-d 深井戸計画予定位置 (VUNIVAU BUA)

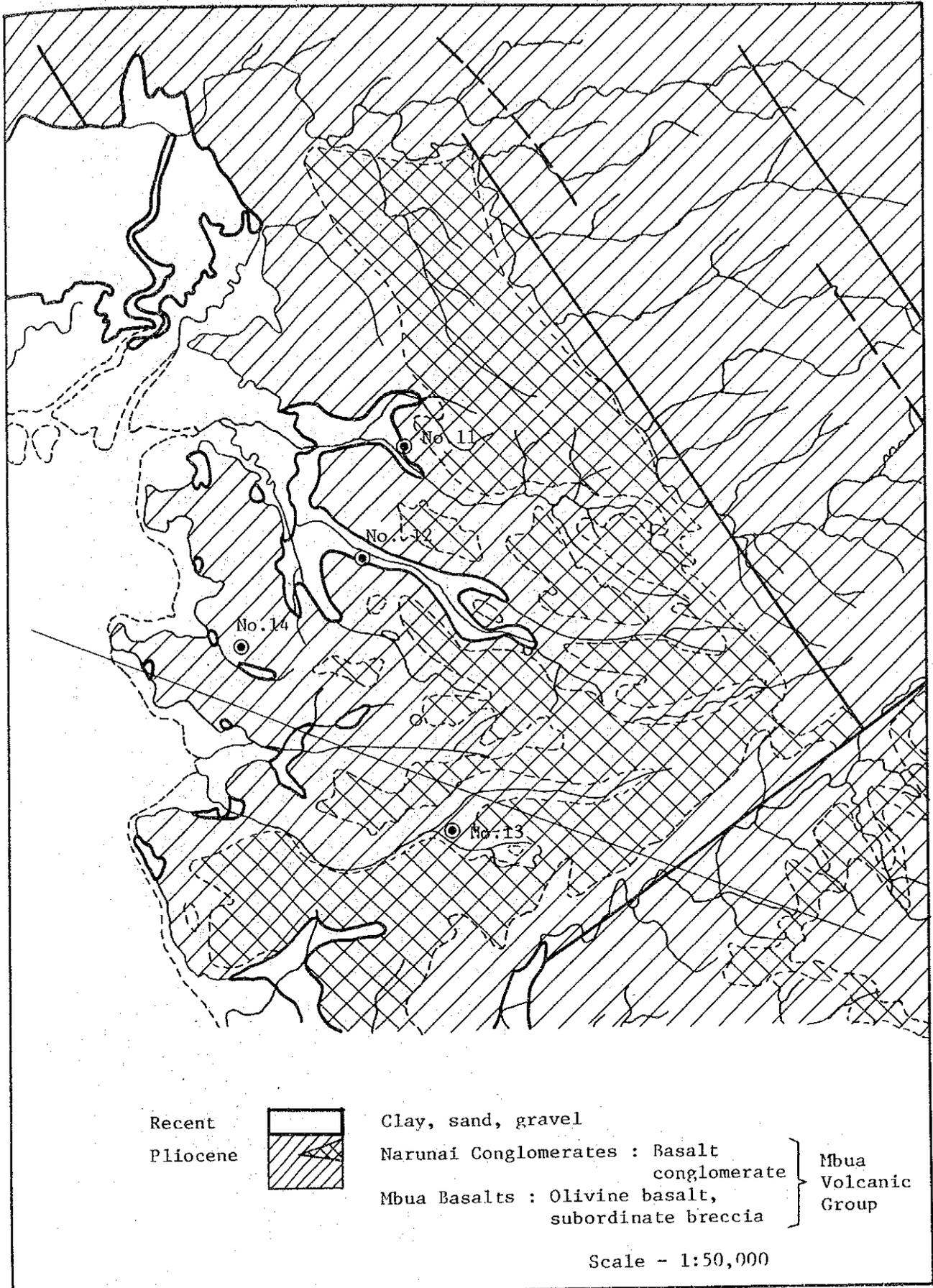
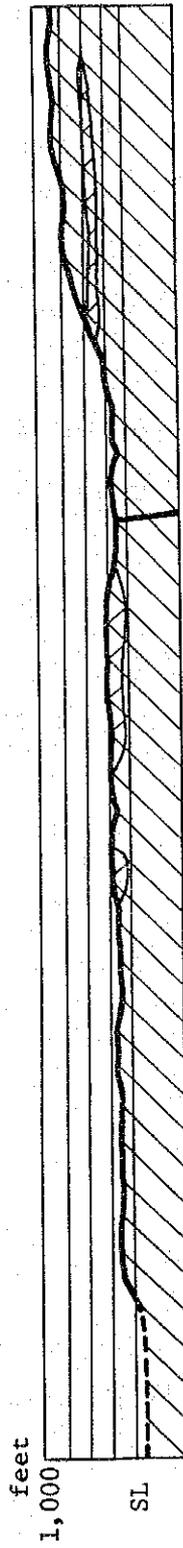


图 3-4-e A-B 断面图

Section A - B



Vertical Scale 1:24,000 Horizontal Scale 1:50,000

(2) ビレッジの水源

ビレッジについては、今回の現地調査で対象地域が選定された。ビレッジはセトルメントと比較して集落は集中している。従って、1ヶ所のビレッジに対し1ヶ所の水源を設置すれば充分であろう。

① プニモリ コロウイリ

当地区は、Natewa Group 中のWailebu Formation により構成され、1井あたり100～300 m³/日の取水が期待できよう。

② コロウイリ

当地区は、Natewa Group 中のKoroutari Andesites により構成される。安山岩質熔岩、碎屑岩、二次堆積の角礫岩より成る。当地区は安山岩質な二次堆積角礫岩より成るKorotini Breccias との断層が集中していると推定されており、破碎帯中の地下水が期待できよう。

③ マタイランバサ プオ

当地区は、Undu Group 中のMalau Breccias により構成されている。マタイランバサ近くでは、表2-3中のNo3 Nangingiの既設井戸資料が参考となる。No3の揚水試験時の諸元は3-3-3)-(1)-④に示したが、揚水量2222 m³/日、比湧出量26.09 m³/日/mとなっている。このことから、マタイランバサでは1井当たり200 m³/日程度の取水は期待できよう。プオ地区は海岸に接した地区でありプニカと同様に岩盤中の割れ目又は異質の地層接合部の割れ目水を期待することになる。地下水が取水できた場合塩水侵入を防ぐために地下水面を海水面より低下させないことが必要条件となってくる。

(3) 学校の水源

選定された4校のうち、既設の深井戸がある場所が3ヶ所、残り1学校には井戸がない。

① バレンバソソガ

Natewa Group 中のWailebu Formation がUndu Group 中のMalau Breccias と接する場所であり、掘さくされた井戸の諸元は次のようであった。

深 度	5 6.1
ストレーナー長	不 明
自然水位	0.4 ~
揚水水位	枯 潟
揚水量	8 0.8 1 m^3 /日
比湧出量	不 明
透水量係数	不 明

8 0.8 1 m^3 /日の揚水を行った時に、井戸水は枯潟している。この井戸に据付けられたポンプが故障してから井戸は使用されていない。そこで当井戸が学校用水として使用可能であるかどうかを判断する為に、吐出量を変化させることのできる水中ポンプを使用して、段階揚水試験を実施する。適正な揚水量が学校必要水量を満足すれば、新しいポンプを設置するだけで良い。逆に不足するようであれば新設井を設置すべきであろう。

② トングロア

Undu Group 中の Nasavu Dacites により構成され、石英安山岩や流紋岩の熔岩、火山灰、火山角礫岩より成る。表 2 - 3 中の No 9 の深井戸がトングロアの井戸であり、揚水試験の諸元は次のようであった。

深 度	4 5.7 3 m
ストレーナー長	不 明
自然水位	6.8 6 m
揚水水位	2 0.3 3 m
揚水割合	1 0 9.2 m^3 /日
比湧出量	8.1 1 m^3 /日/ m
透水量係数	9.7 2 m^3 /日

当該井戸も、当初設置したポンプが故障して現在は使用されていない。使用する場合は①バレンバソングと同様に揚水試験をして、使用開始を行うべきであろう。

③ レクツジュニア, レクツバルティヤ

Mbua Group中のLekutu Mudstonesにより構成され, 泥岩や, 砂利層から成る。レクツバルティヤには既設の深井戸(表2-3中№8 korokandi)があり, 当初ポンプが設置してあったが, 故障の為, 現在は使用されていない。揚水試験時の諸元は次のようであった。

深 度	4 5.7 2 m
ストレーナー長	3 9.3 2 m
自然水位	0.5 6 m
揚水水位	1 6.7 7 m
揚水割合	2 6 9.8 m ³ /日
比湧出量	1 6.7 2 m ³ /日/m
透水量係数	1 1.3 3 m ² /日

レクツバルティヤの井戸を使用再開する場合には, 前述した揚水試験をするべきであろう。レクツジュニアには新設の井戸を設置することになるが, 水量は, 1井100~200 m³/日程度期待できよう。

3-4 施設計画

3-4-1 諸 元

1) 施設基準

水道施設の基本設計は、フィジー国PWDが採用しているDESIGN GUIDELINE に準ずるものとしAppendicesに掲げた。DESIGN GUIDELINE 及び現地調査を通して得られた情報等から計画の基本となる諸元を次の様に定めた。

(1) 単位水量

SETTLEMENT : 150 l / c / d (一部の各戸給水あり)

SETTLEMENT

及びVILLAGE : 50 l / c / d (各戸給水なし)

(2) 水 源

水源の種類 : 地下水 (深井戸により取水)

ケーシング計画 : 地質データから各地区の計画を定める。

井戸の位置 : 原則としてMRDが行った次の調査報告書に示された位置とする。

“ A PRELIMINARY INVESTIGATION OF THE
GROUNDWATER RESOURCES AROUND LABASA,
SEAQAQA AND VUNIVAU IN BUA ”

(BY A. GREEN AND A. RAHIMAN)

(3) 揚水施設

SETTLEMENT : 深井戸用立型タービンポンプ (ディーゼルエンジン駆動) 又はモノタイプ井戸ポンプ (ディーゼルエンジン駆動)

VILLAGE : 足踏式井戸ポンプ

(4) 導水管及び配水管

計画は、浄水処理、塩素消毒を行わずとも飲料に適する深井戸を水源とすることを原則とし、システムの考え方として、揚水 → 導水 → 貯水 → 配水 → 給水という方式を基本システムとした。

導水は揚水ポンプにより直送し、管径の決定は揚水施設の運転時間に応じて決定する。

配水は自然流下とし、管径は日給水量の2.5倍を最大流量として見込んだ流量により定める。

管材料は、現地生産品である硬質塩化ビニール管を使用することを原則とする。

(5) 貯水施設

a. 貯水容量

ケース 1 : 日配水量の30%分(井戸ポンプの運転が20時間以上でPWDにより管理される施設の場合)

ケース 2 : 日配水量の16時間分(井戸ポンプの運転が8時間で各々の村落により管理される施設の場合)

ケース 3 : 有効容量2.5 m³のタンク(VILLAGE)

b. 貯水池の種類

ケース 1 : ヒュームズタンク (SETTLEMENT)

ケース 2 : パネルタンク又はコルゲーテッドシートタンク

(VILLAGE)

2) 計画人口

計画人口は、表3-5-a, -bに示す通りであり、1976年の人口統計を基に1990年の人口を推計したものである。本計画においては、原則として地区内の全ての人々を計画対象の人口とするが、配管システム、または、地形の都合上それが困難になる場合も生じることが考えられる。本計画の実施においても給水が困難な人家については、今後、PWDが対処すべきものとして付記しておく。

3) 計画水量

計画水量についても計画人口と同じ表3-5-a, -bに示される通りである。Settlementsは50ℓ/人・日で計画水量を算出することを原則とするが、近い将来において、給水メーターの設置が見込まれているVUNICUICUI並びにLABASAに近く、発展性もあり、LABASA水道からの分水または自己水源の

開発の可能性を持っている VUNIKA 地区においては 150 ㍓/人・日の単位水量で算出したものを計画水量として示してある。

表 3 - 5 - a SERVED POPULATION &
WATER DEMAND IN SETTLEMENTS

DISTRICTS	PREDICTED 1990		WATER DEMAND (1)		WATER DEMAND (2)	
	No OF HOUSE HOLDS	POPULATION	50ℓ/c/d (1.25Gal/c/d)		150ℓ/c/d (37.5Gal/c/d)	
			m ³	Gallon	m ³	Gallon
VUNICUICUI	142	880	—	—	132	29,700
VUNIKA	292	1,670	—	—	251	56,700
VUNIMOLI	61	380	19	4,200	—	—
WAIDAMUDAMU	50	360	18	4,000	—	—
NABEKAVU	324	1,980	99	22,200	—	—
VUNIVAU BUA	81	540	27	6,100	—	—
SEAQAQA	1,055	6,440	322	7,0800	—	—
計	2,005	12,250	485	107,300	383	86,400

{NOTE}

WATER DEMAND (1) For Non-Metered Water Supply-50ℓ/capita/day

WATER DEMAND (2) For Metered Water Supply-150ℓ/capita/day

表 3 - 5 - b SERVED POPULATION & WATER DEMAND
FOR VILLAGE & SCHOOL

PROJECT AREA		PRESENT POPU- LATION 1980	PREDICTED POPU- LATION 1990	WATER DEMAND	
				m ³	GALLON
VILLAGE	VUNIMOLI	120	150	8	1,760
	NAMOLI	71	90	5	1,100
	KOROWIRI	164	200	10	2,200
	VUO	471	570	29	6,370
SCHOOL	MATAI LABASA	911	1,110	56	12,310
	COQELOA (THONGGELOA) SANGAM SCHOOL	142	170	4	880
	VALEVASOGA PRIMARY SCHOOL	311	380	10	2,200
	LEKUTU JUNIOR SECONDARY SCHOOL	420	510	13	2,860
	LEKUTU BHARTIYA SCHOOL	118	140	4	880
	TOTAL	2,728	3,320	139	30,560

(NOTE) Water demand is based on per capita demand by 50L/d for village
25L/d for school

3-4-2 地下水源に対する基本方針

1) ボーリング機械

さく井機械として代表的なものは、パーカッション式とロータリー式の2つが上げられる。現在、地方水道整備対象地区では、パーカッション式のChurn Drillsとロータリー式のUniversalが投入され、水道水源建設に従事している。Churn Drill typeのBourneは1978年に使用開始され、口径6, 8, 10インチ、深度500フィート迄掘さく可能である。Universal typeのAugerは口径6インチ深度225フィート、口径8インチ深度100フィートと、Down hole hammer口径6インチ深度300フィート迄掘さく可能であり1972年から使用開始されている。Churn Drill typeのさく井機は、沖積層や軟岩の掘さくに適している。又、Universal typeのさく井機のうち、Augerは転石等を含まない沖積層に適している。Down hole hammerは中～硬岩の掘さくに適している。

しかるに、当該対象地域の地質を見ると熔岩流や角礫岩等の硬岩や転石を含む沖積層が主体であり、Churn Drill type又はUniversal type(Auger)のさく井機では掘進効率が悪いと言えるUniversal type(Down hole hammer)は当該地質に適していると考えられるがビットの口径が小さく、本格井戸の仕上げとしては口径不足ではなからうか。

そこで、岩質とボーリング工法による適合正を一覧表に示し(表3-6)、その特徴を述べることにした。

表3-6 地質によるボーリング工法の適性

岩質	ケーブルツール式	ロータリー式		
		正循環式		逆循環式
		泥水	エアハンマー	
崩壊性土	○	○	×	○
軟弱	○	◎	×	◎
中硬	△	◎	○	△
硬	×	○	◎	×
極硬	×	△	◎	×

◎最適, ○適, △可, ×不適

① ケーブルツール（パーカッション）式は、コストが安い特徴がある。浅い軟弱層で、且つ工事用水の入手が不便な場合、あるいは逸水と崩壊の多い場合に適する。又、ポンプの設置とか古井戸のクリーニング等ウィンチを多用する場合に用いられる。

作業能率が悪いこと、極硬岩や弾力のある軟弱粘土層には不適であること、又、中硬岩の掘さくには、ロータリーパーカッションに比較できぬ程度の低能率であることから、徐々に姿を消しつつある。

② ロータリー式には泥水循環式、エアハンマー式、逆循環式がある。

③ 泥水循環ロータリー工法は軟弱から極硬岩迄、ほとんどの岩相に適す。

④ エア掘り式は崩壊性の地層や、軟弱な地層には不適である。しかし、特にエアパーカッション式は硬岩以上の硬い岩石に対しては泥水循環式の3～10倍、ケーブルツール式の10～20倍以上の掘進能率が期待される。井戸径が大きいとエア所要量が大きくなるため、通常地上に近い、比較的軟かい部分を泥水で掘さくし、深くなって硬い岩に当たってから、孔径を小さくして、エアハンマーによって掘さくするのが望ましい。この為、近年、この両工法に適する油圧トップヘッドドライブ式ロータリー機が普及してきた。

⑤ 逆循環式は孔径が600mm以上の大孔径で且つ、軟弱地層に適するもので、沖積平野での農用井戸の如き大容量の井戸の掘さくに適する。又、土木工事での基礎杭等の孔に利用されている。

以上のような各ボーリング機械の特徴と地質構成を考え合わせると、当該地区では、軟弱層から、極硬岩迄、幅広く対応できるエアパーカッションロータリー（Down the hole）式が適していると判断される。

2) 掘さく及び仕上げ

次のような井戸掘さく及び仕上げ方法が一般的であろう。

① 254mm孔径で表土を深さ約5m迄掘さくする。この時、孔底はやや安定した末固結堆積物に達していること。

② 200mm内径のスチールパイプ（口元管）を孔内に挿入後、管尻からの崩壊を防ぐため、掘さくされていない部分へ約10～20cm打ち込むか、リグの油圧力で押し込む。

管を垂直に保持したまま、管の外周へセメントミルクを注入し、口元管を固定する。

- ③ 掘さくした時の泥水を循環させながら194mm孔径で、所定の深さ迄一気に掘さくする。
- ④ 電気検層等の孔内検層を実施し、その結果とサンプリング試料、さく井担当者との報告を総合的に判断して、ケーシングプログラムを作成する。
- ⑤ 地下水賦存確認のための予備揚水試験用に、ケーシングプログラムどおりに、スチールの $\phi 150$ mm N.Dケーシングを孔内に設置する。(最下部の管3本にはドリルで孔を明けておく。)
- ⑥ 始めベイラーにより管内の泥水を汲み出す。ある程度管内に地下水が浸入してくることを確認の後、D.Pを管内に降し、清水をポンプで送って洗浄する。
- ⑦ エアリフト装置を降して洗浄するとともに、エアリフトにより予備揚水試験を行う。
- ⑧ 産出量が充分利用可能な量であることを確認後
- ⑨ $\phi 150$ mm N.Dケーシングを抜管する。孔内の崩壊が無いことをベイラーにより確認し、若し崩壊があれば崩壊物を除去する。
- ⑩ $\phi 150$ mm N.D PVCスクリーン及びケーシングを挿入する。
- ⑪ 以後、エアリフトにより仕上げを行う。この時、スクリーンの周囲にフォーメーションスタビライザー等を充てんし、崩壊を防止する。
- ⑫ 水中モーターポンプにより揚水試験を行う。
試験項目は、連続・回復・段階揚水試験の3種とする。
- ⑬ 地上部にコンクリートスラブを打設、井戸を一時プラグしてキャップし、完了とする。
- ⑭ 井戸掘さく工事報告書を後述の要領で作成する。

(注記) 硬い岩盤に達して、掘さくが困難となった場合はこの深度で④、⑤、⑥のプロセスを実施の後、6インチND管内から6" NDエアハンマーにて掘さくする。地下水が井戸に産出しはじめるとエアリフトより掘さく中に判別できる。充分な水量が産出されたら掘さくを終了とする。以後、プロセス⑨と同じ、但し⑩PVCスクリーンは上部から産出する場合のみ使用、上部から産出せぬ場合は、ブレインパイプを挿入、管の外周はセメンチング及び埋め戻しをする。

3) さく井工事報告書

今後、さく井工事も多くなり、その報告書は水理地質を探る上で、又、地下水の管理をする上で重要な資料となってくる。そこで参考として報告書に盛り込まれるべき事項を列記した。

1. 井戸名称及び整理No

2. 位置 S = 1/5 0,000 図に記入

3. 地盤高

4. 工事諸元

(1)工事日程(概要) — 別添として、さく井工事記録収録立入から

(2)使用機種 撤去まで

(3)地質柱状図, 孔内検層図

(4)ケーシングプログラム

5. 揚水試験諸元

(1)年月日

(2)使用機種

(3)ケーシング状況

(4)揚水試験結果解析 — 別添として、揚水試験記録, 解析グラフを掲載のこと。

自然水位

揚水水位

揚水割合

比湧出量

透水係数

透水量係数

適正揚水量(段階揚水試験)

6. 水質分析結果

7. まとめ

4) 対象地点の取水井構造について

当該地区の地質構成にもとづき、取水井の構造を想定した。I~Nの4つのタ

イブに大別できよう。構造を図3-5に示した。

① Type I

このタイプの井戸は、沖積層その他の堆積層が分布しないか、ほとんどない場合で、いきなり火山岩類に着岩するもので、上部は風化帯等で比較的軟質である。深度を増すに従い硬くなり、エアハンマーによる掘さくを必要とする。口切りは9⅝" (245 mm) 径で、掘さく後8" (200 mm) ケーシングを挿入、管尻をセメンチングする。続いて、孔径7⅝" (194 mm) で30 m程度迄掘さくする。一度エアリフトにより産出テストの後、水量不足あるいは産出が無い場合、150 mm N . Dフラッシュジョイント管を設置の後エアハンマーにより掘さくする。一応最大深度は120 m迄とする。割れ目が発達していて、孔内へ湧水があれば、エアリフトにより掘さくしながらその状況が判るから、一応の水量が噴出しはじめたら掘さくを中止し、水位測定その他の測定を行い、当初予定水量を満足する場合は掘止めとし、井戸を仕上げて完成する。150 mm N . Dフラッシュジョイント管を抜管し孔内をエアリフト等でクリーニングの後、上部にも産出する場合はスロットPVCパイプを、上部が非産出帯であればブレインPVCパイプを設置後、管尻をセメンチングの後孔壁とその空間には砂、粘土等を充てんし安定させる。

このタイプの井戸は、セトルメントのブニカビレッジのブオ等が相当すると考えられる。

② Type II

Type I と異なる点は、上部に不透水性の沖積層や、角礫凝灰岩等が厚く堆積することにより、上部ブレインPVCパイプの設置が長くなることである。

このタイプの井戸はセトルメントのシンガンガに相当すると考えられる。

③ Type III

Type II と異なる点は、上部堆積岩からも地下水を産出するが、水量不足のため、下部の岩盤の割れ目の地下水をも開発して増量を計るものである。

実際には、次のType IVのケースで水量が不足した場合であり、一応一時ケーシングの後、エアハンマーで掘さくする。この場合ケーシングの深度が大きいため崩壊のおそれがある場合は、注意を要する。

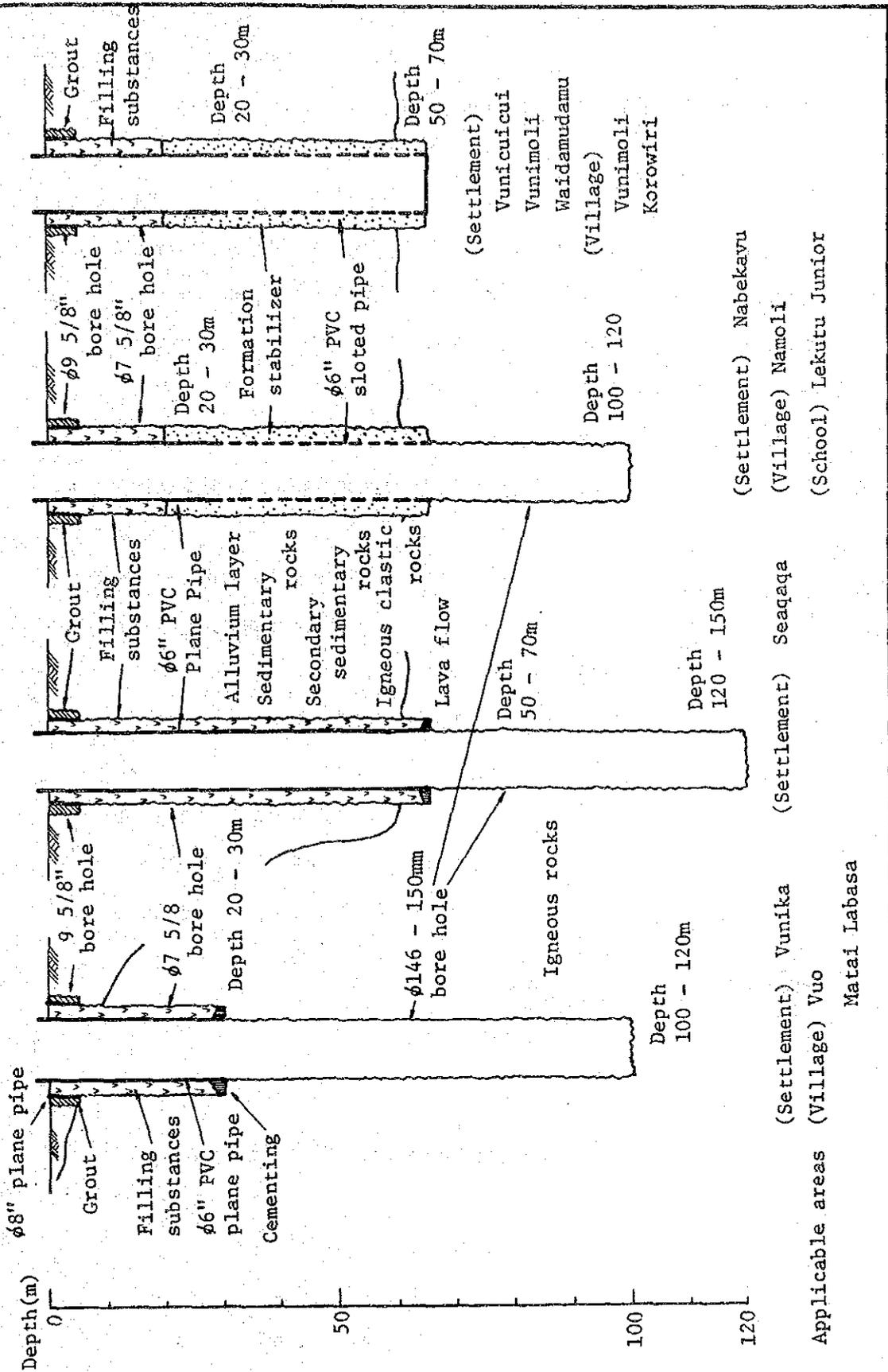
このタイプの井戸は、セトルメントのナベカブピレッジのナモリ、スクールのレクツジュニアが相当すると考えられる。

④ Type N

ランバサ南部の平野部では、ほとんどのタイプと予測される。これは、沖積層と堆積岩を清水又は薄い泥水で一気に掘さくするもので、基盤岩の風化帯迄掘さくする。PVCブレインパイプとスロットスクリーンを孔底迄設置する。底部の風化帯に当る部分はブレインパイプとし、埋まり等への予備とする。スクリーンの周囲にはフォーメーションスタビライザあるいは粒度の揃った粗粒のフィルターサンドを充てんする。上部の方は、充てん物でもよい。但し、スクリーンの上端から10 m位迄は、フィルターサンドとせねばならない。表土部は一時ケーシングを抜管しながら周囲をセメントグラウトする。一時ケーシングはそのまま埋め殺しとする方が、井戸口元の保護と地表からの汚染防止には好ましい。

この種の井戸は、セトルメントのブニズィズィ、ブニモリ、ワイダムダム、ピレッジのブニモリ、コロウイリが相当すると考えられる。

図 3-5 井戸構造のタイプ



3-4-3 モデル地区に対する基本設計

1) SETTLEMENT WATER SUPPLY

SETTLEMENTのモデル地区として取り上げたVUNICUICUIの基本計画は次の通りである。

(1) 取水施設

MRDが掘削を予定している深井戸（インド人学校の向い側）から取水。揚水ポンプは深井戸用立型タービンポンプを使用し、ディーゼルエンジンで駆動させる方式とする。運転時間としては、PWDにより維持管理がなされることを条件において、20時間とする。当地区においては前述の通り地下水の賦存量が他の地区に比べ多いことが期待されていることから、1井で表3-5-aに示す水需要量の全量を揚水する計画とする。揚水ポンプの基本事項は次の通りである。

a. 揚水ポンプの基本事項及び仕様

井戸予定地標高：+15.0 m

揚水水位：-5.0 m (GL-20 m, 将来の水位降下を考慮)

実揚程：72.5 m (67.5 - (-5)), 配水池のHWLを68.5 m
とした。)

導水管による摩擦損失水頭：4 m

管径	φ75	左記より、	流速	0.41 m/S
流量	1.83 l/秒		動水勾配	4.4%
流量係数	C=110		損失水頭	$4.4 \times \frac{800}{1000}$
管延長	800 m			= 3.52 m

÷ 4 m

全揚程：80.0 m (72.5+4.0+その他LOSS)

ポンプ設備の仕様

型式：深井戸用立型タービンポンプ

性能：全揚程 80 m

流量 110 l/分

回転数 1800 rpm

段数 17段

寸法：ボール 口径 145 mm

長さ 3300 mm

コラムパイプ 口径 80 mm

長さ 20 m

ストレーナー 口径 80 mm

長さ 3000 mm

潤滑方式：水潤滑

出力：6.5 HP

原動機：ディーゼルエンジン（水冷4サイクル）

回転数 1800 rpm

出力 15 HP

b. 取水施設の仕様

揚水ポンプ：前記の通り。

ケーシング管：硬質塩化ビニール管 ϕ 150, 70 m

ストレーナー部：ケーシング管全長70 mのうち40 mにスリットをもうける。

井戸の仕上げ：別項〔3-4-2, 4〕

ポンプ室：建築面積 2.55 × 5.05 m

構造 コンクリートブロック造

詳細 図面の通り

(2) 導水施設

揚水ポンプから直送で丘陵の中腹に設けられる配水池まで導水するための管路施設である。ポンプの急激な起動、停止並びに弁操作に伴う水撃圧の防止に関連し、水圧及び水位の変動により作動する自動バルブを設けるものとする。

a. 導水施設の仕様

導水管：硬質塩化ビニール管 ϕ 75, L=800 m

(Class D, 最大水頭 120 m)

ストレーナー：FCD $\phi 75$ 1基

最大使用圧 10 Kg/cm^2

メッシュ寸法 12

一次圧力調整弁：FCD $\phi 50$ 1基
(安全弁)

型式 ダイアフラム安全弁

最大使用圧 10 Kg/cm^2

設定圧範囲 $5 \sim 10 \text{ Kg/cm}^2$

付属品 パイロットバルブ, 圧力計, その他

緩衝逆止弁：FCD $\phi 75$ 1基

最大使用圧 10 Kg/cm^2

最少作動圧 0.3 Kg/cm^2

水道用制水弁：FCD $\phi 75$ 及び $\phi 50$ 各1基

警報器付圧力計：

圧力計型式 マイクロスイッチ付ブルドン管, JM21

スケール $0 \sim 15 \text{ Kg/cm}^2$

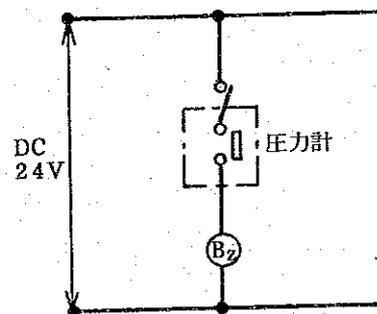
警報接点 1ヶ所

ゲージ径 150 mm

プザーボックス 壁掛型

電力 DC 24V

基本概念 下図の通り



c. 導水管の検討

図 3 - 7 導水管の損失水頭

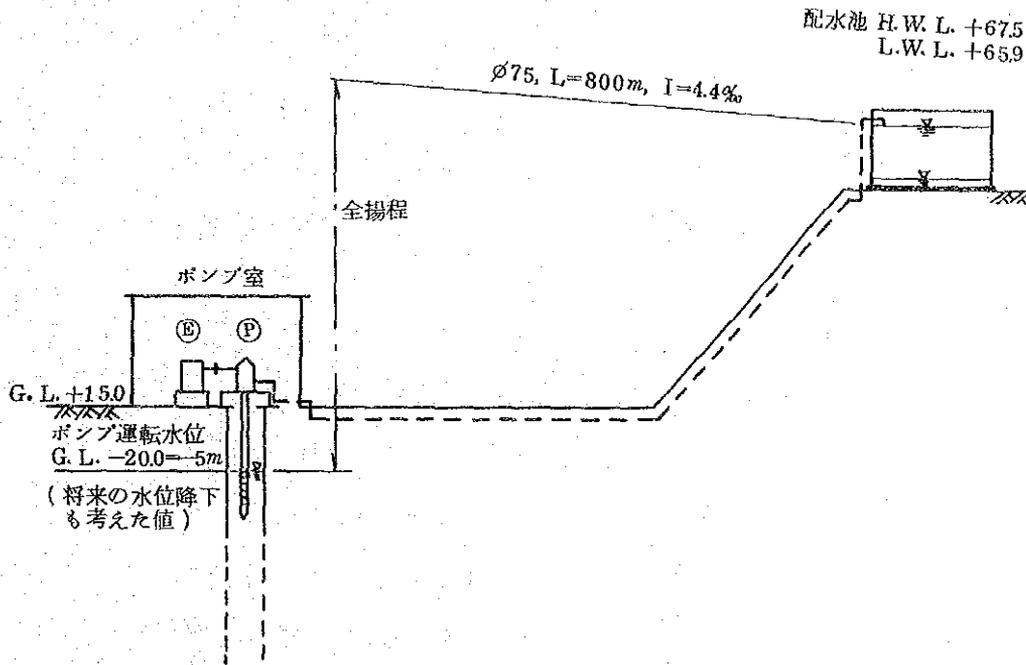


図 3 - 7 に示すポンプの全揚程は実揚程に導水管等の損失水頭を算出し、次の通り算出された。

$$\begin{aligned} \text{取水量} & : 132 \text{ m}^3/\text{日} \times \frac{24 \text{ 時間}}{20 \text{ 時間}} = 158.4 \text{ m}^3/\text{日} = \\ & = 1.83 \text{ l}/\text{秒} \end{aligned}$$

導水管 : 管径 ∅75, 延長 800 m

摩擦損失水頭 : $Q = 1.83 \text{ l}/\text{秒}$, $C = 110$, から動水勾配は、

4.4%となり、摩擦損失水頭 (F. Loss) は

$$F. \text{ Loss} = \frac{4.4}{1000} \times 800 \text{ m} = 3.52 \text{ m}$$

ポンプ運転水位 : -5.0 m

配水池 H. W. L. : +67.5 m

ポンプ全揚程 : $67.5 - (-5) + 4.0 + \text{その他損失} = 80 \text{ m}$

(3) 配水池

標高 6 8.5 m (HWL) に日配水量の 3 0 % 分の容量の配水池を築造する。
構造は、当地で実績のあるヒュームズタンクとする。井戸からの圧送により池内
水位が高水位になった時にその水位を検出し流入側の弁が閉り、水位上昇が抑
えられるように水位調整弁を設置する。

a. 配水池の基本事項

容 量：3 9.6 m³以上 (1 3 2 m³/日 × 3 0 %)

高水位：+ 6 7.5 m

低水位：+ 6 5.9 m

b. 配水池の仕様

構 造：R C SILO STAVE タンク (ヒュームズタンク) 1 池

寸 法：φ 6.0 × 1.6 m (有効水深)

積 高：2.1 m (3 段)

締め付け：鉄筋 φ 1 3

配水池詳細：図面の通り

水位調整弁：F C D φ 7 5 1 基

型 式 バーフロートパイロット形

最大使用圧 1 0 Kg / cm²

最小水深 1.0 m

付属品 パイロットバルブ、圧力計、その他

弁 室：R C 造 1.4 2^(W) × 2.3 5^(L) × 1.4 7^(H) m

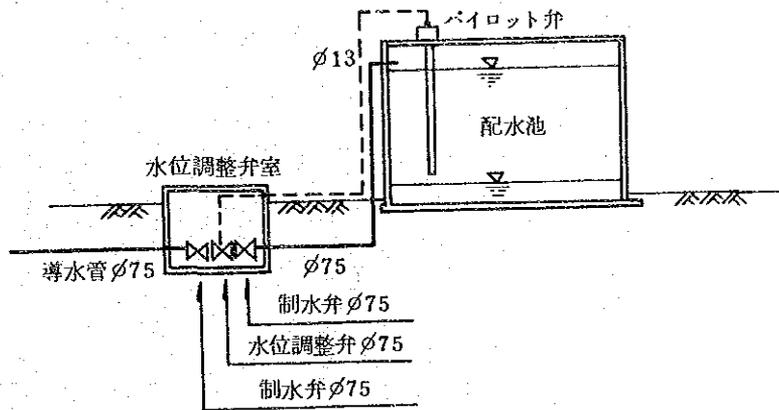
水道用制水弁：F C D φ 7 5 2 基

池廻り配管：S G P φ 7 5 ~ φ 1 0 0 1 式

c. 配水池流入管の配管

配水池への流入管（導水管）に水位調整弁，パイロット弁を取り付け，配水池のH.W.Lを検知し，水圧により水位調整弁を閉じ，配水池への流入を止める。この動作を行わせるための配管は下記の通りとする。

図 3 - 8 配水池流入管の配管



(4) 配水施設

配水池から SETTLEMENT 内の主要な公道に布設する。

管径は $\phi 100 \sim \phi 50$ とし，標準土被りは $0.8 m$ とする。必要に応じ，制水弁，泥吐管，消火栓，河川横断，空気弁，管防護等を設け管路としての機能を十分に有する施設とする。

管材は，現地産の硬質塩化ビニール管を使用し，必要に応じ，鋼管，ダクタイル管を使用する。自然流下方式とする。管網は図面の通り。

a. 配水施設の仕様

配水管：硬質塩化ビニール管	$\phi 100$,	L=2,500 m
	(class C, 最大水頭 90m)		
	"	$\phi 75$, L=3,500 m
	"	$\phi 50$, L=4,900 m
亜鉛メッキ鋼管	$\phi 75$,	L=49.5 m
制水弁：FCD	$\phi 100$,	4 基
	$\phi 75$,	14 基
	$\phi 50$,	12 基
泥吐管：	$\phi 50 \times 3$ ヶ所	(管長, 各 10 m)	

空気弁：単口 $\phi 13 \text{ mm} \times 4$ ヶ所

消火栓：地上式 12ヶ所

河川横断： $\phi 75 \times 3$ ヶ所（管長 各10m）

異形管防護：T字管 $\phi 100$
 $\phi 75$) $\times 12$ ヶ所

90°曲管 $\phi 100 \times 1$ ヶ所

共同水栓： $\phi 13 \times 4$ 栓 $\times 36$ ヶ所

b. 配水管の検討

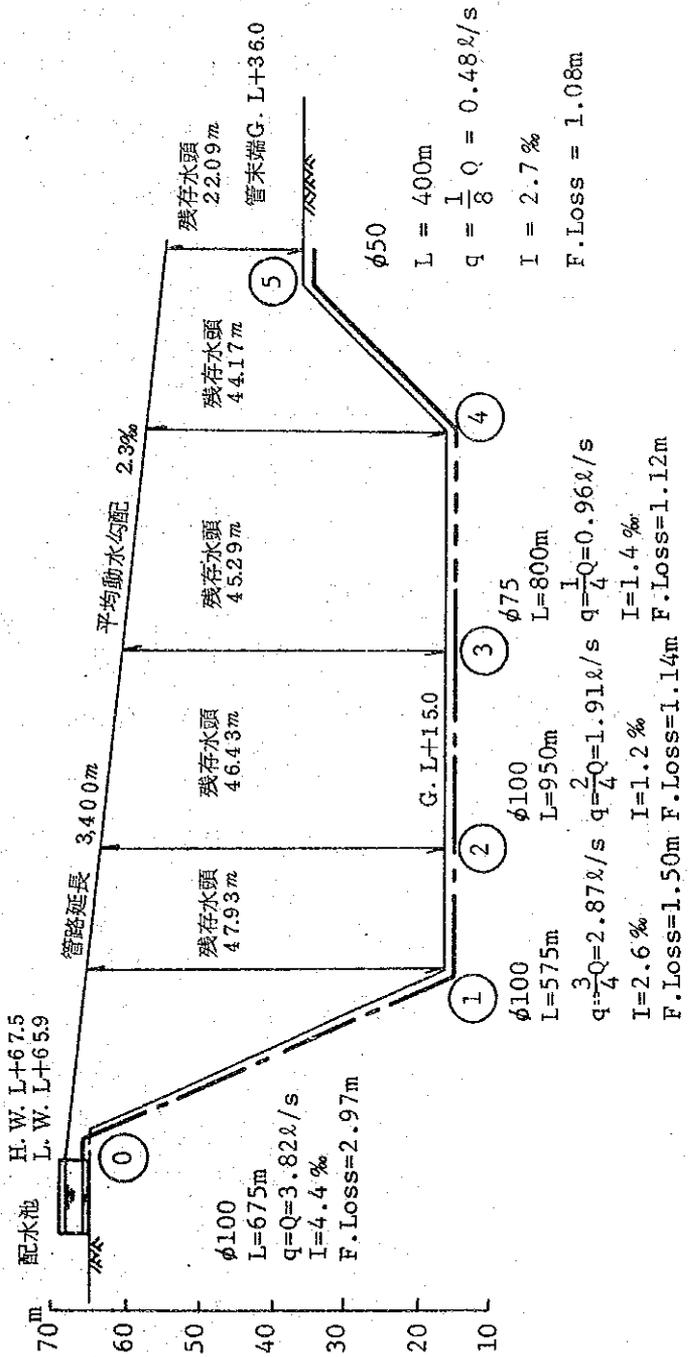
配水管としての機能を持たせるために、図3-9に示した通り、制水弁、空気弁、泥吐管、消火栓を設備した。制水弁は原則として、分岐の下流側、河川横断部の両側、並びに泥吐管の下流側に配置した。消火栓は、管径150mm以上の管路に設置するのが望ましいが、本計画においては配水管の最大径が100mmであるため、100mmの管路にのみ、200~300mの間隔で設置した。

河川横断部は上越しさせ、空気弁を設置する。また、河川横断部上流側には泥吐管を設置し、管内の沈でん物を排除する。

配水管の末端での残存水頭を20m (2.0 Kg/cm^2)以上を確保できるように管径を決定した結果、概算ではあるが、図3-10に示す通り、約22mという値を得た。

ピーク流量を日平均流量の2.5倍とし、ウィリアム・ヘーゼン式で試算した結果である。火災時での検討は省略した。

図3-10 配水管の概算摩擦損失水頭図 (VUNICUICUI)



管末端での残存水頭

= 配水池 L.W. L - (管末端 G. L + F. Loss)

= 65.9 - (36.0 + 2.97 + 1.50 + 1.14 + 1.12 + 1.08)

= 22.09m

(注)

ピーク流量は日平均流量の2.5倍とした。
 ウィリアム・ヘーゼン式に より $C=110$ で算定。

2) VILLAGE WATER SUPPLY

VILLAGEのモデル地区として取り上げたVUNIMOLIの基本計画は次の通りである。

(1) 取水施設

VILLAGE内に深井戸を掘削し、足踏式ポンプにより取水する。水使用量は $8\text{ m}^3/\text{日}$ であり、日中の8時間で使用されるものと仮定し、ポンプ設備を定める。

a. 揚水ポンプの基本事項及び仕様

機 種：足踏式ポンプ

作動原理：足踏式ポンプは、地上でブランジャーポンプを作動して、水を井戸下方のポンプへ圧送すると、ポンプ本体内のフレキシブルバルーンがふくらみ、ダイヤフラムポンプと同様の作動原理で揚水ホース内をポンプバーレル内の水が押し上げられる。ペダルを離すと、バルーンは自動的にしぼみ、バーレル内に井戸から地下水が導入される。以上の工程を繰り返し揚水される。

揚 程： 30 m

流 量： $1\sim 1.5\text{ m}^3/\text{時}$

井戸口径： 150 mm

ポンプ本体：全長 1.42 m

重量 6.5 Kg

スリーブ：長さ 750 mm

口径 65 mm

伸び率 40%

上部機器：高さ 1.38 m

重量 16.5 Kg

ペダルストローク 250 mm

コマンドパイプ：ポリエチレン 23×32

デリバリーパイプ：ポリエチレン 26×32

ポンプ座台：コンクリート造 $1.5^{(W)}\times 1.5^{(L)}\times 0.15^{(H)}\text{ m}$

(2) 送水，配水施設

足踏式ポンプにより圧送された井水は $\phi 25$ のポリエチレン管により，井戸に隣接した配水タンクに送水し，そこから $\phi 25$ の硬質塩化ビニール管で共同水栓及びシャワー小屋に給水する。

a. 送水，配水施設の仕様

送水管：ポリエチレン管 $\phi 25$ ， $L = 9.0 \text{ m}$

配水管：硬質塩化ビニール管 $\phi 25$ ， $L = 18.0 \text{ m}$

亜鉛メッキ鋼管 $\phi 25$ ， $L = 6.0 \text{ m}$

” $\phi 13$ ， $L = 12.0 \text{ m}$

異形管 $\phi 25 \sim \phi 13$ 1式

バルブ $\phi 25$ 5個

水栓 $\phi 13$ 2個

シャワーヘッド及びバルブ

$\phi 13$ 2個

配水タンク：有効容量 2.5 m^3 ，FRP製，架台共1池

シャワー小屋：トタン板張り， $2.4^{(W)} \times 2.4^{(L)} \text{ m}$ ，1ヶ所

洗い場：コンクリート製 $1.5^{(W)} \times 1.8^{(L)} \text{ m}$ ，1ヶ所

集水桝：コンクリート製 ， $0.4^{(W)} \times 0.4^{(L)} \text{ m}$ ，2ヶ所

排水管：硬質塩化ビニール管， $\phi 75$ ， $L = 6.0 \text{ m}$
(排水用)

” $\phi 100$ ， $L = 12.0 \text{ m}$

” $\phi 150$ ， $L = 12.0 \text{ m}$

詳細：図面の通り

3-4-4 その他の地区に対する計画

SETTLEMENT 及び VILLAGE のモデル地区に対する計画は前項で述べた通りであり、本項では、それ以外の地区並びに学校に対する計画の概要を述べる。

1) その他の SETTLEMENT

各地区の給水量は1人1日平均給水量に給水人口を乗じ算出したものが表3-5-aに示されているが、その値を再度示すと次の通りである。

VUNIKA	251 m ³ /日
VUNIMOLI	19 "
WAIDAMUDAMU	18 "
NABEKAVU	99 "
VUNIVAU BUA	27 "

次に、上記の各 SETTLEMENT に対する計画の概要を述べる。

(1) VUNIKA

海岸線が近く、また背後に丘陵が迫っているため、海岸線から井戸の掘削予定地を十分に離すことができないため、常に揚水による塩水の侵入を考慮しなければならない地区である。その点から、全水量を予定井戸から揚水するのは困難であると思われる。一部の給水を LABASA 水道から受け、井戸の揚水量をなるべく減らす計画とすべきであろう。

試験井の掘削、揚水試験後でない限り正確な計画揚水量は定められないが、ここでは全水量が取水可能なものと仮定し、計画の基本事項を定める。生産井戸は1井で計画。

a. 井戸ポンプ

深井戸用立型タービンポンプ 1台

運転時間：20時間

揚水量：210ℓ/分

口径：75mm (3 Inch)

全揚程：60~80m

出力：8.5HP

原 動 機：ディーゼルエンジン， 15 HP × 1,800rpm， 4 サイクル

b. 導水管

硬質塩化ビニール管 C class D, 120 m hd) ϕ 100, L = 3,200 m

Q = 3.5 ℓ /秒, V = 0.44 m/秒, I = 3.7 %

c. 配水池

ヒュームズタンク 1 池

必要容量：251 m^3 × 30 % = 75.3 m^3

寸 法： ϕ 7.8 m × 1.6 m (有効水深)

d. 配水管

硬質塩化ビニール管 (Class C, 90 m hd) ϕ 150, L = 4,800 m

" " ϕ 100, L = 1,400 m

" " ϕ 75, L = 3,700 m

" " ϕ 50, L = 2,800 m

共同水栓： ϕ 13 × 4 栓 × 73 ヶ所

(2) VUNIMOLI 及び WAIDAMUDAMU

LABASA 川沿いに広がる地区で、集水面積が広く、計画揚水量が低いので所定の水量は期待できよう。一部の地区には専用の施設があり、また、ある地区では別に計画が進められているが、本計画においては、これらの地域をも含めたものとして、より良い施設の計画、給水が行えるものとするべきである。生産井戸は地区毎に1井で計画する。

a. 井戸ポンプ

深井戸用モノタイプポンプ 2 台

運転時間：8 時間

揚水量：40 ℓ /分 (1 System につき)

口 径： ϕ 50 mm (2 Inch)

全揚程：60 ~ 80 m

出 力：3 HP

原動機：ディーゼルエンジン， 4 HP × 2,000rpm × 4 サイクル

b. 導水管

硬質塩化ビニール管 (Class D, 120 m hd) $\phi 50$, L = 4,100 m

Q = 0.66 l/秒, V = 0.34 m/秒, I = 4.9% (1 System に対し)

c. 配水池

ヒュームズタンク 2池

必要容量 : $19 m^3 \times 16 / 24 = 12.7 m^3$

寸法 : $\phi 3.3 m \times 1.6 m$ (有効水深)

d. 配水管

硬質塩化ビニール管 (Class C, 90 m hd) $\phi 75$, L = 13,000 m

" " $\phi 50$, L = 7,400 m

共同水栓 : $\phi 13 \times 4$ 栓 $\times 28$ ヶ所

(3) NABEKAVU

計画揚水量は比較的多いが既存井戸の揚水試験結果から判断すると、1井のみで対応可能と考えられるが、その場合、配水管の延長が長くなり、管末端での動水圧が低くなる恐れが生じるため、2井から取水する計画とする。

a. 井戸ポンプ

深井戸用立型タービンポンプ 2台

運転時間 : 8時間

揚水程 : 110 l/分 (1 System につき)

口径 : 75 mm (3 Inch)

全揚程 : 60 ~ 80 m

出力 : 6.5 HP

原動機 : ディーゼルエンジン, 15 HP \times 1,800rpm, 4サイクル

b. 導水管

硬質塩化ビニール管 (Class D, 120 m hd) $\phi 100$, L = 4,300 m

Q = 1.72 l/秒, V = 0.39 m/秒, I = 4.0% (1 System に対し)

c. 配水池

ヒュームズタンク 2池

必要容量： $99 \text{ m}^3 / 2 \times 16 / 24 = 33 \text{ m}^3$

寸法： $\phi 5.2 \text{ m} \times 1.6 \text{ m}$ (有効水深)

d. 配水管

硬質塩化ビニール管 (Class C, 90 m hd) $\phi 100$, L=6,500 m

" " $\phi 75$, L=5,300 m

" " $\phi 50$, L=7,900 m

共同水栓： $\phi 13 \times 4$ 栓 $\times 81$ ヶ所

(4) VUNIVAU BUA

当地区は降水量が少なく、地下への単位面積当りの涵養量は他の地区に比較して小さい値となり、したがって、1井当りの揚水可能量が少くなる。しかし、計画給水量が少く、1井で揚水可能な量であると考えられるが、配管を延長しなければならない等の理由により2井で計画する。既に掘削された井戸の中には水質、特に鉄及びマンガンの値が高い井戸もあるが、これを生産井戸として使用するためには、再度、慎重な水質試験を行い決定すべきであろう。

a. 井戸ポンプ

深井戸用モノタイプポンプ 2台

運転時間：8時間

揚水量：30ℓ/分 (1 Systemにつき)

口径： $\phi 50 \text{ mm}$ (2 Inch)

全揚程：60~80 m

出力：3 HP

原動機：ディーゼルエンジン, 4 HP $\times 2,000 \text{ rpm}$, 4サイクル

b. 導水管

硬質塩化ビニール管 (Class D, 120 m hd) $\phi 50$, L=3,000 m

$Q = 0.47 \text{ ℓ/秒}$, $V = 0.24 \text{ m/s}$, $I = 2.6\%$ (1 Systemにつき)

c. 配水池

ヒュームタンク 2池

必要容量： $27 \text{ m}^3 / 2 \times 16 / 24 = 9 \text{ m}^3$

寸法： $\phi 3.0 \text{ m} \times 1.6 \text{ m}$ (有効水深)

d. 配水管

硬質塩化ビニール管 (Class C, 90 m hd) $\phi 75$, L = 8,000 m

" " $\phi 50$, L = 7,300 m

共同水栓 : $\phi 13 \times 4$ 栓 $\times 21$ ヶ所

(5) SEAQAQA

既存の水道施設がある地区を除くと、家々の間隔が離れており、配管を行い給水する方法では管路延長が長くなり得策でなく、各戸、又は2~3軒に1ヶ所の井戸を掘削し、足踏式ポンプを設備する方式、すなわち、VUNIMOLI VILLAGEの計画と同様な施設を設け実施していくのが最も適切な方法であろう。本調査においては資料不足のため、SEAQAQA地区の具体的な計画を示すことは困難であり、方向性として、前述の通り、VILLAGEの水道施設に準じたものを設備することを勧告するに止める。

2) その他のVILLAGE

モデル地区としてのVUNIMOLI以外のVILLAGEについての計画の基本事項を本項で述べる。計画給水量は表3-5-bに示す通りであるが、再度、その水量を次に示す。

NAMOLI	5 m^3 /日
KOROWIRI	10 "
VUO	29 "
MATAI LABASA	56 "

計画給水量は5 m^3 /日~56 m^3 /日と10倍以上の差が見られる。これは、特にVUO及びMATAI LABASAの値がVILLAGEとしてのいくつかの集落の集りとして合計された人口を基に算出されているためである。VILLAGEにおける水道施設は、ひとつの集落を対象として計画することを本調査の基本的な考えとしているため、前述の2ヶ所のVILLAGEに対しては数ヶ所の水道施設が必要となる。したがって、ひとつの集落としてのVILLAGEの水道施設の計画の概要は次の様に考える。

標準的な VILLAGE の人口 : 150 ~ 200 人

計画給水量 : 8 ~ 12 m^3 / 日

(1 人 1 日 当 給 水 量 50 ~ 60 l)

計画給水量を 8 ~ 12 m^3 / 日として水道施設の計画を行うと、各施設は、モデル地区として行った、VUNIMOLI VILLAGEと同様な施設を設けることにより村人への給水が行われることとなる。その標準設計の概要は以下の通りである。

(1) VILLAGE の標準設計

a. 井戸ポンプ

足踏式ポンプ	ステンレス製	1 台
井戸口径	: $\phi 150$	
揚程	: 3.0 m	
揚水量	: 1 ~ 1.5 m^3 / 時	
ポンプ口径	: 92 mm	
ドライブホース径	: 26 × 32	
吐出ホース径	: 26 × 32	
ポンプ座台	: コンクリート製	1.5(W) × 1.5(L) × 0.15(H) m

b. 送、配水施設

送水管	: ポリエチレン管	$\phi 25$	L = 9.0 m
配水管	: 硬質塩化ビニール管	$\phi 25$	L = 18.0 m
	亜鉛メッキ鋼管	$\phi 25$	L = 6.0 m
	"	$\phi 13$	L = 12.0 m
	バルブ	$\phi 25$	5 個
	水栓	$\phi 13$	2 個
	シャワーヘッド及びバルブ	$\phi 13$	2 個

配水タンク : 有効容量 2.5 m^3 , FRP 製, 架台共 1 池

シャワー小屋 : トタン板張り, 2.4(W) × 2.4(L) m, 1 ヶ所

洗い場 : コンクリート製, 1.5(W) × 1.8(L) m, 1 ヶ所

集水枡：コンクリート製， $0.4 (W) \times 0.4 (L) m$ ，2ヶ所

排水管：硬質塩化ビニール管， $\phi 75$ ， $L = 6.0 m$

(排水用) " $\phi 100$ ， $L = 12.0 m$

" $\phi 150$ ， $L = 12.0 m$

3) 学 校

調査対象地域として取り上げられた学校は下記の通りであり，生徒数から算出した給水量を併せて示す。

COQUELOA (THONGGELOA) SANGAM SCHOOL	4 m^3 /日
VALEBASOGA PRIMARY SCHOOL	10 "
LEKUTU JUNIOR SECONDARY SCHOOL	13 "
LEKUTU BHARTIYA SCHOOL	4 "

計画給水量は $4 m^3$ /日及び $10 \sim 13 m^3$ /日に分かれる。この水量を午前中の2時間で揚水するものとして井戸ポンプの能力を定めると次の通りである。

項 目	ケース1 ($4 m^3$ /日)	ケース2 ($10 \sim 13 m^3$ /日)
ポンプの種類	深井戸用モノタイプポンプ	深井戸用モノタイプポンプ
台 数	2台	2台
井戸の口径	$\phi 150$	$\phi 150$
運 転 時 間	2時間	2時間
揚 水 量	40 ℓ /分	110 ℓ /分
全 揚 程	30 m	30 m
出 力	1.5 HP	2 HP
原 動 機	ディーゼルエンジン 4 HP \times 2,000 rpm 4 サイクル	ディーゼルエンジン 4 HP \times 2,000 rpm 4 サイクル

これらの学校のうち3校は水道施設があったがポンプの故障のため、施設の使用が不可能となっている状況から判断し、井戸ポンプを設置することにより施設としての機能を取り戻せるものと判断する。

3-5 概算工事費

本調査の対象地区である6ヶ所のセツルメント、5ヶ所のビレッジ及び4ヶ所の学校の水道施設整備に必要とされる費用を知るため、現時点(1980年12月)での概算工事費を算出した。それらの結果は次頁以下の表3-9-a~表3-9-iにまとめた。

工事費の内訳としては、建設資材及び労務費に分け、更に外貨分、内貨分の項目に分けた。

外貨分の主なものとしては、井戸材料としてのケーシング、スクリーン、揚水設備としてのポンプ類、配水設備としての管類及びヒュームタンク(現地生産しているが外貨分に計上)、FRPパネルタンク等となっており、掘削機械(予備品含む)及び海上輸送費に係る外貨分は別項で示されている。内貨分については資機材のうち原材料に属するセメント、骨材、鉄筋、砕石等であり、労務費も全て内貨分として計上した。また、労務費については、労務単価はフィジー政府のものを使用し、労力はわが国にある“環境衛生施設整備費等国庫補助事業に係る工事歩掛表”を基準として、若干の割増しをしたものを用いた。

概算工事費は前述の通り表3-9-a~表3-9-iに示したが、表3-9-aを簡略化したものを表3-8に示し概算工事費の総計について整理する。

表3-8 総概算工事費の内、外貨内訳

外貨分	内貨分			計
	材 料	材 料	労 務 共通仮設費	
百万円 173.0	百万円 59.7	百万円 66.7	百万円 15.8	百万円 315.2
% 55	% 19	% 21	% 5	% 100

表3-8から総工事費は315百万円であり、外貨分が55%の173百万円を占め、内貨分は45%の142百万円である。内貨分は材料費、労務費、共通仮設費に分類されており各々60百万円、67百万円、16百万円となっている。

一方、フィジー政府の第8次5ヶ年計画(1981~1985)において、セツルメント及びビレッジの地方水道計画には4.44百万フィジードル(約12億4千万円)が

見込まれており、本計画の概算工事費は、地方水道計画全体の約25%を占めることとなる。

前記、概算工事費に加え掘削機械等を含めた、協力対象資機材及びその効果等については後述とする。

尚、換算は次のレートを用いた。

$$1 \text{ F \$} = 280 \text{ 円} = 1.33 \text{ U \$}$$

表 3-9-a-b
SETTLEMENT
UNICUICUI

CONSTRUCTION COST

項 目	仕 様	MATERIAL			LABOR			TOTAL		備 考
		FOREIGN 千円	LOCAL 千円	SUBTOTAL 千円	LOCAL 千円	FOREIGN 千円	LOCAL 千円	TOTAL 千円		
1. 井戸築造工事 1-1 井戸築造工事	φ150×70m×1井	625	20	645	205	625	225	850		
1-2 揚水ポンプ設備工事	深井戸用立型タービンポンプ φ75×6.5HP×1台	2,000		2,000	40	2,000	40	2,040		
1-3 ポンプ室築造工事	(L) 255m×5.05m×1戸	2,625	565	565	175		740	740		
小 計		2,625	585	3,210	420	2,625	1,005	3,630		
2. 排水管布設工事 2-1 管材料費	PVC, CLASS D, ラバーリング φ75×804m	3,137	113	3,250		3,137	113	3,250		
2-2 布設工事	"		249	249	511		760	760		
小 計		3,137	362	3,499	511	3,137	873	4,010		
3. 配水池築造工事	ヒュームタンク(H) DIA. 60×21m×1池	367	535	902	327	367	862	1,229		
4. 配水管布設工事 4-1 管材料費	PVC, CLASS C, ラバーリング φ100×2500m	4,879		4,879		4,879		4,879		
	φ 75×3500m	3,906		3,906		3,906		3,906		
	φ 50×4900m	2,696		2,696		2,696		2,696		
	その他材料費		2,689	2,689			2,689	2,689		
4-2 布設工事	PVC, CLASS C, ラバーリング φ100×2500m				1,338		1,338	1,338		
	φ 75×3500m				1,705		1,705	1,705		
	φ 50×4900m				2,352		2,352	2,352		
小 計	その他布設工事	11,481	4,877	16,358	6,252	11,481	11,129	22,610		
計(直接工事費)		17,610	6,359	23,969	7,510	17,610	13,869	31,479		
共通仮設費							1,621	1,621	×0.05	
計(純工事費)		17,610	6,359	23,969	7,510	17,610	15,490	33,100		

表3-9-c
SETTLEMENT
YUNIKA

CONSTRUCTION COST

項 目	仕 様	MATERIAL			LABOR			TOTAL			備 考
		FOREIGN 千円	LOCAL 千円	SUBTOTAL 千円	FOREIGN 千円	LOCAL 千円	SUBTOTAL 千円	FOREIGN 千円	LOCAL 千円	TOTAL 千円	
1. 井戸築造工事											
1-1 井戸築造工事	φ150×70m×1井	625	20	645	205		625	225	850		
1-2 揚水ポンプ設備工事	深井戸用立型タービンポンプ φ75×8.5HP×1台	2,000		2,000	100		2,000	100	2,100		
1-3 ポンプ室築造工事	(W) (L) 2.55m×5.05m×1戸		535	535	165		2,625	700	700		
小 計			555	3,180	470		2,625	1,025	3,650		
2. 導水管布設工事											
2-1 管材料費	PVC, CLASS D, ラバーリング φ75×3,200m	10,340	760	11,100			10,340	760	11,100		
2-2 布設工事	"		1,112	1,112	2,288			3,400	3,400		
小 計		10,340	1,872	12,212	2,288		10,340	4,160	14,500		
3. 配水池築造工事											
3. 配水池築造工事	ヒュームタンク(H) DIA. 7.8m×2.1m×1池	628	914	1,542	558		628	1,472	2,100		
4. 配水管布設工事											
4-1 管材料費	PVC, CLASS C, ラバーリング φ150×4,800m	27,682	6,918	34,600			27,682	6,918	34,600		
4-2 布設工事	φ100×1,400m										
	φ 75×1,400m										
	φ 50×2,800m その他材料費										
小 計			2,801	2,801	7,999			10,800	10,800		
	φ100×1,400m										
	φ 75×3,700m										
	φ 50×2,800m その他布設工事										
小 計		27,682	9,717	37,401	7,999		27,682	17,718	45,400		
計(直接工事費)		41,275	13,060	54,335	11,315		41,275	24,375	65,650		
共通仮設費								3,350	3,350		X0.05
計(純工事費)		41,275	13,060	54,335	11,315		41,275	27,745	69,000		

SETTLEMENT
YUNIMOLI & WAIDAMUDAMU

CONSTRUCTION COST

項 目	仕 様	MATERIAL			LABOR			TOTAL			備 考
		FOREIGN 千円	LOCAL 千円	SUBTOTAL 千円	FOREIGN 千円	LOCAL 千円	TOTAL 千円	FOREIGN 千円	LOCAL 千円	TOTAL 千円	
1. 井戸築造工事											
1-1 井戸築造工事	φ150×70m×2井	1,250	40	1,290	410		1,250	450	1,700		
1-2 揚水ポンプ設備工事	モノポンプ φ50×3HP×2台	2,800		2,800	100		2,800	100	2,900		
1-3 ポンプ室築造工事	(W) (L) 2.55m×5.05m×2戸		1,147	1,147	353			1,500	1,500		
小 計		4,050	1,187	5,237	863		4,050	2,050	6,100		
2. 導水管布設工事	PVC, CLASS D, ラバーリング φ50×4100m	5,802	298	6,100			5,802	298	4,000		
2-1 管材料費			1,308	1,308	2,692			4,000	10,100		
2-2 布設工事	"	5,802	1,606	7,408	2,692		5,802	4,298	700		
小 計		209	305	514	186		209	491			
3. 配水池築造工事	ヒュームタンク (H) DIA, 33m×21m×2池										
4. 配水管布設工事	PVC, CLASS C, ラバーリング φ75×13000m	18,587	4,613	23,200			18,587	4,613	23,200		
4-1 管材料費											
	φ75×7400m										
	その他材料費										
小 計		18,587	8,814	27,401	11,999		18,587	20,813	39,400		
4-2 布設工事	PVC, CLASS C, ラバーリング φ75×13000m		4,201	4,201	11,999			16,200	16,200		
	φ50×7400m										
	その他布設工事										
小 計		2,8648	11,912	40,560	15,740		2,8648	27,652	56,300		
計(直接工事費)											
共通仮設費								2800	2800		X0.05
計(純工事費)		2,8648	11,912	40,560	15,740		2,8648	30,452	59,100		

SETTLEMENT
NABEKAVU

CONSTRUCTION COST

項 目	仕 様	MATERIAL			LABOR			TOTAL			備 考
		FOREIGN 千円	LOCAL 千円	SUBTOTAL 千円	LOCAL 千円	FOREIGN 千円	LOCAL 千円	TOTAL 千円			
1. 井戸築造工事											
1-1 井戸築造工事	φ150×70m×2井 深井戸用立型ターボポンプ	1,250	40	1,290	410	1,250	450	1,700			
1-2 揚水ポンプ設備工事	φ75×65HP×2台 (W) (L)	4,000		4,000	100	4,000	100	4,100			
1-3 ポンプ室築造工事	255m×505m×2戸		1,147	1,147	353		1,500	1,500			
小 計		5,250	1,187	6,437	863	5,250	2,050	7,300			
2. 導水管布設工事	PVC, CLASS D ランペーリング										
2-1 管材料費	φ 75×4300m	1,0160	640	1,0800		1,0160	640	1,0800			
2-2 布設工事	"		1,537	1,537	3,163		4,700	4,700			
小 計		1,0160	2,177	1,2337	3,163	1,0160	5,340	1,5500			
3. 配水池築造工事	ヒューズタンク (H)										
4. 配水管布設工事	DIA. 52m×2.1m×2池										
4-1 管材料費	PVC, CLASS C, ランペーリング φ100×6,500m	568	827	1,395	505	568	1,322	1,900			
	φ75×5,300m	2,2900	5,800	2,8700		2,2900	5,800	2,8700			
	φ50×7,900m										
	その他材料費										
4-2 布設工事	PVC, CLASS C, ランペーリング φ100×6,500m		3,941	3,941	11,259		15,200	15,200			
	φ75×5,300m										
	φ50×7,900m										
小 計	その他布設工事	2,2900	9,741	3,2641	11,259	2,2900	21,000	43,900			
計 (直接工事費)		3,8878	1,3932	5,2810	15,790	3,8878	2,9722	6,8600			
共通仮設費							3,400	3,400			×0.05
計 (純工事費)		3,8878	1,3932	5,2810	15,790	3,8878	3,3122	7,2000			

表 3-9-f
SETTLEMENT
VUNIVAU BUA

CONSTRUCTION COST

項 目	仕 様	MATERIAL			LABOR			TOTAL		備 考
		FOREIGN 千円	LOCAL 千円	SUBTOTAL 千円	LOCAL 千円	FOREIGN 千円	LOCAL 千円	TOTAL 千円		
1. 井戸築造工事										
1-1 井戸築造工事	φ150×70m×2井	1,250	40	1,290	410	1,250	450	1,700		
1-2 揚水ポンプ設備工事	φ50×3HP×2台	2,800		2,800	100	2,800	100	2,900		
1-3 ポンプ室築造工事	(W) (L) 2.55m×5.05m×2戸		1,147	1,147	353		1,500	1,500		
小 計		4,050	1,187	5,237	863	4,050	2,050	6,100		
2. 導水管布設工事	PVC CLASS D ラバ-リング φ50×3,000m	5,050	250	5,300		5,050	250	5,300		
2-1 管材料費	"		948	948	1,952		2,900	2,900		
2-2 布設工事	"	5,050	1,198	6,248	1,952	5,050	3,150	8,200		
小 計		5,050	2,61	440	160	179	421	600		
3. 配水池築造工事	ヒュームスタング(H) DIA. 3.0m×2.1m×2池	179								
4. 配水管布設工事	PVC CLASS C, ラバ-リング φ75×8,000m									
4-1 管材料費	"	1,290	3,300	1,620		1,290	3,300	1,620		
4-2 布設工事	φ50×7,300m									
	その他布設工事									
	その他材料費									
	PVC CLASS C, ラバ-リング φ75×8,000m									
	"		3,137	3,137	8,963		12,100	12,100		
	φ50×7,300m									
	その他布設工事									
小 計		12,900	5,437	19,337	8,963	12,900	15,400	28,300		
計(直接工事費)		22,179	9,083	31,262	11,938	22,179	21,021	43,200		
共通仮設費							2,200	2,200	X0.05	
計(純工事費)		22,179	9,083	31,262	11,938	22,179	23,221	45,400		

表 3-9-8
SETTLEMENT
VUNIMOLI

CONSTRUCTION COST

項 目	仕 様	MATERIAL			LABOR			TOTAL			備 考
		FOREIGN 千円	LOCAL 千円	SUBTOTAL 千円	LOCAL 千円	FOREIGN 千円	LOCAL 千円	TOTAL 千円			
1. 井戸築造工毎	φ150×70m×1井	625	20	645	205	625	225	850			
2. 井戸基礎及び洗い場築造工	φ13×2栓		37	37	16		53	53			
3. パネルタンク設置工	FRP製有効容量2.5m ³	618	328	946	64	618	392	1,010			
4. シャワー小屋築造工	(W) (L) 2.4m×2.4m	11	50	61	35	11	85	96			
5. 送配水設置工	ポリエチレン管φ25×9m										
	PVC φ25×18m	12		12	6	12	6	18			
	SGP φ25×1m										
	" φ13×12m										
6. 排水設置工	SEWAGE用 PVC φ75×6m										
	" φ100×12m	56	30	86	23	56	53	109			
	" φ150×12m										
7. 足踏式ポンプ設置工	H-30m Q-1~1.5m ³ /時	500		500	5	500	5	505			
8. 雑 工			8	8	41		49	49			
小 計											
計(直接工事費)		1,822	473	2,295	395	1,822	868	2,690			
共通仮設費							210	210	×0.05		
計(純工事費)		1,822	473	2,295	395	1,822	1,078	2,900			

表 3-9-h
OTHERS (4 VILLAGES: 9#)

CONSTRUCTION COST

項 目	仕 様	MATERIAL			LABOR			TOTAL			備 考
		FOREIGN 千円	LOCAL 千円	SUBTOTAL 千円	LOCAL 千円	FOREIGN 千円	LOCAL 千円	FOREIGN 千円	LOCAL 千円	TOTAL 千円	
1. 井戸築造工	φ150×70m×9井	5,625	180	5,805	1,845	5,625	2,025	7,650			
井戸基礎及び洗ひ場 2. 築造工	φ13×2段×9ヶ所		333	333	144		477	477			
3. パネルタンク設置工	FRP製有効容量25t×9ヶ所	5,562	2,952	8,514	576	5,562	3,528	9,090			
4. シャワー小屋築造工	(W) (L) 2.4m×2.4m×9戸	99	450	549	315	99	765	864			
5. 送配水設備工	ポリエチレン管 φ25×9m×9										
	PVC φ25×18m×9	108		108	54	108	54	162			
	SGP φ25×1m×9										
	" φ13×12m×9										
6. 排水設備工	SEWAGE用 PVC φ75×6m×9										
	φ100×12m×9	504	270	774	207	504	477	981			
	φ150×12m×9										
7. 足踏式ポンプ設備工	H=30m Q=1~1.5m ³ /時 9ヶ所	4,500		4,500	45	4,500	45	4,545			
8. 雑工			72	72	369		441	441			
小 計											
計(直接工事費)		16,398	4,257	20,655	3,555	16,398	7,812	24,210			
共通仮設費							1,890	1,890			
計(純工事費)		16,398	4,257	20,655	3,555	15,398	9,702	26,100			

第4章 プロジェクトへの協力方法

第4章 プロジェクトへの協力方法

4-1 協力方法の検討

本調査は、フィジー国バヌアレブ島の地下水開発を柱とする地方水道整備事業に対して、わが国の資金援助が効果的に実施されるための方法について検討する業務ともいえ、そのために、バヌアレブ島での優先位の高い開発プロジェクト地区を対象とした水道施設の基本設計を行い、概算工事費及び所要資機材等を導き出すと共に、開発プロジェクトを押し進めるための諸要素を検討することを心掛けた。

結果として、政府（P.W.D）直営工事で施設整備が行われるものとした場合、本調査の対象地域である6セトルメント、5ビレッジ及び学校等の水道施設整備に必要な概算工事費の総額は、315百万円となり、そのうち、資機材が主となる外貨分が173百万円となった。

これらを背景として、協力方法を考えるに、プロジェクト推進に重要な地下水開発の担い手ともいえる井戸掘削機1セットが、是非必要とされるであろうし、施設整備に要する取水ポンプ及び配管材料等の外貨分についても、バヌアレブ島における開発プロジェクト地区の優先位やその他の条件を勘案した上で、協力対象とすることが望しいと考える。

このように、わが国が資金援助という型で、このフィジー国バヌアレブ島の地方水道開発プロジェクトを支援する場合、その効果的な方法として地下水開発及び施設整備に必要な資機材の購入に対して資金面で協力する方式がよいものと思われる。

4-2 協力対象資機材及び費用見積

4-2-1 協力対象資機材

供与の対象となる資機材は、(1)井戸掘削、仕上げ、並びに揚水テストの為に必要とされる井戸掘削用リグ、エアコンプレッサー、揚水ポンプ、クレーン付トラックお

よびピックアップ車，(2)井戸に用いる側管と取水管となるパイプ類，(3)揚水ポンプ，(4)モデルセツルメント地区として採択されたブニズイズイに対する送・配水本管用材料一式とビレッジに対する配管材料並びにタンク等および(5)2ケ年分の補給部品によって構成されるものとした。

4-2-2 選択の理由

1) さく井機および付属品

さく井機の形式，能力の選定にあたっては，対象地区での地形，地質条件への適性を第一に考慮し，次いで受入れ側の経験と要望を配慮して採択した。

バヌアレブ島は，地質的には，第三紀中新世後期から現世に到る火山岩類および堆積岩類より構成され，丘陵が多い地形を呈する。さく井の対象地区は，海岸線近くに発達した開析低地の河川の流域にみられる沖積平野を中心に，丘陵地の間にみられる平坦な盆地状の場所が主となる。このため，機械は山地のやや急峻な場所でも走行が可能な，足まわりの強力なトラックに搭載されていることが必要である。さらに小回りが可能であることも必要であるから，さく井機本体については，いわゆる4×4全輪駆動式トラックマウントタイプとした。

工法としては，沖積層の掘削には，直接泥水循環式ロータリー工法が最も安全且つ能率が良いが，一方火山岩質基盤岩も対象となるため，硬岩の掘削に最適のエアハンマーロータリー工法の併用が理想的となる。

このように異なった工法に併用できる最適な掘削機の形式として，油圧トップヘッドドライブ式がある。

この形式のリグの特長は，ドリルストリングの寸法と組合せを工法に応じて簡単に交換可能であるため，ほとんどあらゆる工法に応用できることにある。

油圧駆動により，ビット回転数と給圧力とフィードスピードが自由に調節できることは，硬岩掘削用のエアハンマー使用に不可欠の条件でもある。

エアハンマー掘削には，ビット回転数が10～30 r. p. m の範囲で自由に調節が可能であることに加え，給圧力とスピードが微妙に調節できねばならない。

従って，給圧調節は，油圧モーターでなく，油圧シリンダー式が採用される。リグの総重量を過大とせぬ様配慮し，エアコンプレッサーは，別のトレーラーマウント式とした。これは，オペレーターの健康上からも，騒音の大きいエアコン

ブレッサーをオペレーターの位置から離れた場所に設置が可能で作業の安全性とサイト付近の騒音軽減にも効果的である。

このタイプのリグは、フィジーにおいて既に使用されているオーストラリア政府から寄贈されたユニバーサル機と性能を除く操作面ではほとんど同様なもので、フィジー側の技術者にとっても馴れみやすく、又、鉱山局のボーリング主任技師の細部にわたる要望をも取り入れたものである。

以下に述べる付属品についても、フィジーにおける適性と経験を充分とりいれ、導入し易く、且つ故障の少ない、より単純なものを中心に選択した。ドリルパイプは取り扱い易い、長さ3 m物を中心とし、エアハンマー用と泥水式ロータリー用に分けて、混用によるエアハンマーへの砂等による障害を防止するよう設計されたものである。

泥水循環式ロータリー工法は、主に堆積岩の軟弱なものから、中硬岩迄を対象とし、146 mm, 194 mm, 245 mm, 及び311 mm孔径用の3カッタービットを用いて掘削する。

硬い石灰岩あるいは、火山岩類に当り、掘削が困難な場合には、一時ケーシングにより上部地層の崩壊防止措置の後、エアハンマーにより掘削する。

エアボーリングの場合は、掘りながら湧水状態が判るという利点がある。エアハンマーは故障の少ない、バルブレス式を採用、研磨し易いクロスビットを中心に、極硬岩に備えて、タングステンインサート式ボタンビットも含めるものとした。また、エアハンマーによるショックを緩衝するダンパーサブをドリルヘッド下部に取付けるものとする。

一方、揚水テスト用のポンプに対しては、特にフィジー側の要望もあったことから、水中モーターポンプを採用した。

検層器については、塩水侵入の恐れがあるサイトがブニカ等に予想される外、温泉地帯もあるため、基本的な比抵抗と自然電位検層に加えて、キャリバー及び温度検層が取水位置を決定するのに有効と考えられることから、これ等のモジュールを有する簡易検層器を含めた。

井戸の仕上げは、エアリフト式を中心として行なうが、従来から、フィジーではジェットイングによって好成績を得ており、今回も希望があったため、高圧ボ

ンプをジェットイング用にとり入れた。

車輛類は最小限必要なものとし、それらは以下に挙げる如くである。クレーン付トラックは機械類とパイプの輸送の外、工事用水の輸送に不可欠なものである。H I A B 形クレーンを特に指定したのは、フィジー側の要望によるもので、従来このタイプに馴れていることが主たる理由である。H I A B 形クレーンにはウィンチが無く、アームによって物品の昇降を行なうもので、高さ等には制限があるが、危険が少なく操作し易い特長がある。

ピックアップ車は、さく井クルーと配管工事両クルーの人員と、日常の補給品の輸送と連絡の為に不可欠でフィジー側でも不足しているため加えた。

シートは屋外（特にサイト）でのPVC等の一時保管時に太陽の直射を避けるために用いられる。テントは移動時のシェルターとして用いられる。作業中は現地製のシェルターを用いるため、特にモービルハウスを必要としない。

2) 井戸材料

井戸材料は、掘削中の表土の崩壊防止の為に一時的に設置するサーフェスケーシングと、PVC製井戸側管及びスロット加工を施したPVC製スクリーンを主とする。

これらのうち、PVC管は、フィジー製を使用することとし、予定の井戸20孔分として100本を用意した。これは、平均的に井戸の深さを120mとし、このうち硬岩でケーシングもスクリーンも不要な部分の平均深さを50mとした場合で、PVC側管は井戸1本につき30m平均、取水用スクリーンを40mとして数量を定めた。

バヌアレブ島全体の井戸の需要は、シンガンガの開発が進めば相当に増加するから、僅かではあるが、井戸総数20本に対しては、余裕のある数量とした。

PVCスクリーンについても将来はフィジー国産とするのが望まれる。この為、今回日本から供与されるスクリーンを参考として研究されることを勧めたい。

可能ならば、簡単なスロット加工機械を1台併せて供与できると極めて有効であろう。

3) 揚水ポンプ

揚水ポンプの選択に当り、特に揚水量、揚程の外に、維持管理に重点を置いた。

フィジー当局においても、原則的に重力による給水を第一に動力については出来る限り二次的に考えるよう基準を定めている。

ピレッジ等の小規模給水地点を対象とするものは、マニュアル式ポンプによつて、動力の不要なものを考えた。

また、セツルメント等の比較的人口も多く、設置後自力によつて運転維持が可能と思われるものについては、ディーゼルエンジン付ポンプを設置することとした。

特に人口も多く、水量も多くなるブニズイズイ等については、低速ディーゼルエンジンによる発電機と水中モーターポンプの組合せとし、水量が比較的少ないセツルメント用としては、オーストラリア製モノポンプを採用した。

モノポンプは、フィジーで実績があり、小容量で高揚程に適するポンプで、日本には類似製品のメーカーが無い、アフターサービスについても不安が無く、フィジー当局も希望しているもので使い馴れたポンプということである。

モノポンプは水中形であるが、ポジティブディスプレースメント形で、水中モーター形、ボアホールタービン形のセントリフューガル形と異なり、1回転毎にある定量の水を吐出するため、低速運転が可能で、且つ、高揚程という特長があり、途上国のプロジェクトに多用されている。

オーストラリアの外に英国製もあるが、フィジーにおいては価格、維持管理共にオーストラリア製が有利である。

足踏み式マニュアルポンプは、水中のポンプ部に保安を要する部分が無く、半永久的であることと、地上部のドライブピストンも年々僅かのパーツ交換で維持が可能ならば、ピレッジの住民の手でも短時間で部品交換が可能であり、ピレッジに対する取水システムに最適である。

この様なポンプは設置、あるいは引き揚げに際しても、大仕掛けな道具は不要で、せいぜい3脚と滑車それにマニラロープがあれば作業が可能である。

ポンプは地表下30m程度迄設置が可能で、さらに地上タンクへの揚水もできる。

4) 送配水材料

セツルメントに対する送・配水材料については、セツルメントのモデル地区として採択されたブニズイズイに対してPVCパイプ類と配水タンク用の側壁材料を1地区分考慮するものとした。これは、予算の都合と将来のセツルメントの自活力を考慮したもので、技術面でのモデル的協力を主眼とし、基本設計を行なった。これらの供与材料は一部の特殊バルブを除き、すべてフィジー製を採用した。

一方、ピレッジタイプについては、ブニモリ村をモデルケースとして設計し、規模も小さいため配管材料、小型組立式タンク、シャワー室用コルゲートシート等の一連の材料を含むものとし、10ヶ所分配慮した。尚、ピレッジについてもPVCパイプ等はフィジー製を採用した。

5) 補給部品

補給部品は、作業資機材が2ヶ年間支障無く運転できるに必要なものを原則として定める。

但し、フィジー国の設備と能力から、オーストラリア製を含む、特に現地にポピュラーでアフターサービス体制の期待される品目については、消耗品を中心として数量を調節し、逆にフィジーでの入手が困難な部品を若干多目にするなどの配慮が望ましい。

4-2-3 協力資機材と協力対象地区

本プロジェクトに対するわが国の協力対象資機材として、地方水道の水源となる地下水開発の主力機械である井戸掘削機及びそれを円滑に稼動するための付属機器を協力対象として採りあげると共に、ポンプ、管材料等水道施設整備に必要な資機材のうち、資金的協力を図るうえで効果的な協力資機材の品目について検討したが、このうち井戸材料、揚水ポンプ、送配水材料については各項目ごとに協力対象地区への数量的な配分内訳を記した。それらに関して表記したものが表4-1及び表4-2である。

すなわち、工事額の大きいセツルメント地区については、地区の住民の経済力の高さ等を考えて、モデル地区であるVUNICUICUIにのみ、その外貨分の全額を供与対象とし、他のセツルメントには井戸材料及び揚水ポンプのみ供与対象とした。

これに対して、1つの給水システム全体に対する費用の少ないビレッジ地区については、調査対象地区となったすべてのビレッジの給水システム(10ヶ所)の建設に要する資機材のうち外貨分の部分対象とすることとし、セツルメント及びビレッジに対する協力内容のバランスを図った。

表4-1 地区別協力対象資機材

協力対象資機材	井戸材		場水ポンプ		送配水材料		
	仕様	数量	仕様	数量	仕様	数量	
	井戸材	数量	場水ポンプ	数量	送配水材料	数量	
Settlements	Vunicuicui (Model)	サーフェスキューシング φ200 N.D.F.J.×3m	1本	深井戸用立型タービンポンプ φ75×6.5HP	1台	導水管(PVC) φ75×6m, class D	140本
		サーフェスキューシング φ200 N.D.×55m	1本			オートバルブ φ75	3基
		井戸ケーシング(PVC) φ150×6m	5本			プザーパークダス及び プレッシャースイッチ	1式
		井戸スクリーニング(PVC) φ150×4m	10本			配水管(PVC) φ100×6m, class C	420本
						φ75×6m, class C	609本
					φ50×6m, class C	820本	
	Vunika	上記と同じ	1式	深井戸用立型タービンポンプ φ75×8.5HP	1台	配水池(ヒュームタンク) Dia, 6m×21m(H)	1池
	Vunimoli & Waidamudam	上記と同じ	2式	モノポンプ φ50×3HP	2台		
	Nabekavu	上記と同じ	2式	深井戸用立型タービンポンプ φ75×6.5HP	2台		
	Vunirau Bua	上記と同じ	2式	モノポンプ φ50×3HP	2台		
Villages	nimoli(model)	上記と同じ	1式	足踏式ポンプ Q=1~1.5m ³ /時, H=30m	1台	給配水管 PVC φ25×6m	3本
						SGP φ25×6m	1本
						SGP φ15×6m	2本
						ポリエチレン管φ25	9m
						パネルタンク(FRP製) 有効容量 2.5m ³	1池
					耕水管 PVC φ150~φ75	5本	
					亜鉛引鉄板 0.76×1.8m	20枚	
	Namoli	上記と同じ	1式	上記と同じ	1台	上記と同じ	1式
	Korowiri	上記と同じ	1式	上記と同じ	1台	上記と同じ	1式
	Vuo	上記と同じ	2式	上記と同じ	2台	上記と同じ	2式
Matai Labasa	上記と同じ	5式	上記と同じ	5台	上記と同じ	5式	
Schools	Lekutu Jr. Secondary School	上記と同じ	1式	モノポンプ φ40×2HP	1台		
	Other Schools			モノポンプ φ40×2HP&1.5HP	3台		
	掘削機械	1式					
光復建設	スペースパーツ	1式					
	海上輸送費	1式					

表4-2 対象地域と協力費用の関係

調査対象地域		協力対象資機材						純工事費			備考	
		揚水ポンプ		井戸材料		送配水材料		Total (円)	Foreign (円)	Local (円)		Total (円)
		数量	金額 (円)	数量	金額 (円)	数量	金額 (円)					
Settlement Areas	Vunicuicui (Model)	T・P × 1	2,000	1式	625	1式	14,985	17,610	17,610	15,490	33,100	外貨分の全額を対象
	Vunika	T・P × 1	2,000	"	625	0	0	2,625	41,275	27,725	69,000	井戸材料, 揚水ポンプのみ対象
	Vunimoli & Waidamudamu	Mo・P × 2	2,800	2式	1,250	0	0	4,050	28,648	30,452	59,100	"
	Nabekavu	T・P × 2	4,000	"	1,250	0	0	5,250	38,878	33,122	72,000	"
	Vunivau Bua	Mo・P × 2	2,800	"	1,250	0	0	4,050	22,179	23,221	45,400	"
	Sub-Total	8	13,600	—	5,000	—	14,985	33,585	148,590	130,010	278,600	
Village Areas	Vunimoli (Model)	M・P × 1	500	1式	625	1式	697	1,822	1,822	1,078	2,900	外貨分の全額を対象
	Namoli	M・P × 1	500	"	625	"	697	1,822	1,822	1,078	2,900	"
	Koyowiri	M・P × 1	500	"	625	"	697	1,822	1,822	1,078	2,900	"
	Vuo	M・P × 2	1,000	2式	1,250	2式	1,394	3,644	3,644	2,156	5,800	"
	Matai Labasa	M・P × 5	2,500	5式	3,125	5式	3,485	9,110	9,110	5,390	14,500	"
	Sub-Total	10	5,000	—	6,250	—	6,970	18,220	18,220	10,780	29,000	
Schools	既設井戸のある3学校	Mo・P × 3	4,200	0	0	0	0	4,200	4,200	210	4,410	揚水ポンプのみ対象
	Lekutu Junior Secondary School	Mo・P × 1	1,400	1式	625	0	0	2,025	2,025	1,165	3,190	井戸材料, 揚水ポンプを対象
	Sub-Total	4	5,600	—	625	—	0	6,225	6,225	1,375	7,600	
Total (I)			24,200		11,875	—	21,955	58,030	173,035	142,165	315,200	
Arrangement			0	1井分の余裕分625			345	970	—	—	—	
Total (II)			24,200		12,500		22,300	59,000	—	—	—	

(注) 揚水ポンプの略称説明: T・P……タービンポンプ, Mo・P……モノポンプ, M・P……マニュアルポンプ

4 - 2 - 4 協力対象資機材の費用見積

I.	<u>WATER WELL DRILLING RIG FOR GROUNDWATER DEVELOPMENT COMPLETE WITH ANCILLARY EQUIPMENT</u>	<u>1 UNIT</u>	Yen 99,000,000
1.	<u>Water Well Drilling Rig:</u>	<u>1 Unit</u>	
2.	<u>Standard Drilling Tools: (150 m)</u>	<u>1 Unit</u>	
3.	<u>Drill Bits and Subs: (146 - 311 mm)</u>	<u>1 Unit</u>	
4.	<u>Fishing Tools:</u>	<u>1 Unit</u>	
5.	<u>Casing Tools: (150 mm N.D.F.J.)</u>	<u>1 Unit</u>	
6.	<u>Testing and Development Equipment:</u> (Test pump, logger and pump for jetting)	<u>1 Unit</u>	
7.	<u>Tender Vehicles and Tents:</u>	<u>1 Unit</u>	
II.	<u>WELL CONSTRUCTION MATERIALS:</u>	<u>1 LOT</u>	Yen 12,500,000
1.	Surface casing 200 mm N.D. F.J. x 3 m	20 nos.	
2.	- do - but plain end 200A, 5.5 m long	20 nos.	
3.	Well casing, PVC, 150A socket end, 6 m long	100 nos.	
4.	Well screen, PVC slotted or perforated, 4 m long	200 nos.	

III.	<u>PUMPING EQUIPMENT: (For 22 sets)</u>	<u>1 LOT</u>	Yen 24,200,000
1.	Foot operated submersible pump with 30 m hoses and accessories	10 sets	
2.	Vertical shaft pump with diesel engine	4 sets	
3.	Vertical shaft Mono type pump with diesel engine	8 sets	
IV.	<u>WATER DISTRIBUTION MATERIALS - MODEL CASES BASIC DESIGN FOR VUNICUICUI (SETTLEMENT) AND VUNIMOLI (VILLAGE)</u>	<u>1 UNIT</u>	Yen 22,300,000
V.	<u>SPARE PARTS & SUPPLIES FOR TWO YEARS NORMAL OPERATION</u>	<u>1 UNIT</u>	Yen 24,000,000
	Ocean freight		Yen 18,000,000
	TOTAL:		<u>YEN 200,000,000</u>

以上の協力対象資機材の費用見積結果から、井戸掘削機に代表される機材のように対象地区全体の施設整備に関与するものと各対象地区ごとに配分が予定されるものとを明らかにすれば下表の如くなる。

表 4 - 3 資機材の協力部門内訳

協 力 資 機 材 名		金 額 (円)
各地区が 共通対象となる 部門	井戸掘削機とその付属機器	99,000
	スペアパーツ	24,000
	海上輸送費	18,000
	Sub-Total	141,000
対象地区 への配分が予定 される部門	井戸材料	12,500
	揚水ポンプ	24,200
	送配水施設材料	22,300
	Sub-Total	59,000
T o t a l		200,000

4-3 建設計画

本計画の実施における建設計画として、表4-4に示した案が妥当なものとして考えられる。

フィジー政府側で作成する発注のための仕様書の作成は、E/N 交換後3ヶ月間を予定、それに続く6ヶ月間で、発注、製作、輸送がなされるものと見込まれる。

資機材の現地到着後、建設準備のための期間を3ヶ月間設けた。フィジー政府側の本計画に対する予算措置面での対応は、来年度(1981)の予算案の決定は既に行われていることから、1982年度以降になされるものと見込まれる。故に、建設工事の実施は、1982年以降でないとは開始できない情勢下にあるが、日程計画に関して言えば、資機材の現地到着までに発注仕様書の作成も、含め約1ヶ年要するので早急な実施が望まれるところである。

建設工事は、フィジー政府側実施機関の予算獲得の状況にもよるが、調査期間中の打合せ等で得た情報によれば、3ヶ年程度の期間中には予算化が可能であるとの見解であり、準備工、工事を含め3ヶ年の期間を取った。この期間中に工事を完了するとすると、工事の実施部隊は、本計画の遂行のために、井戸掘削を除き4チーム程度で構成される必要がある。

井戸の掘削に関しては1ヶ月に1井の掘削が可能であろうから20井を掘削するとすると、移動等を含め、掘削機械1台を使用すると、30ヶ月の期間が必要となろう。

建設計画は技術面での実行可能性を基に作成されており、フィジー政府の各予算年度における予算の配分により、日程が延期又は修正される可能性もある。

表 4 - 4 建設計画

年 項目	1981												1982												1983												1984												備考
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	
発注仕様書作成																																																	
製作・輸送																																																	
準備工																																																	
建設工事 SETTLEMENT(1)																																																10km×3ヶ所/30m/日×2 チーム=500日÷24ヶ月	
" SETTLEMENT(2)																																																"	
" VILLAGE																																																20日/1ヶ所×5ヶ所 =100日÷5ヶ月	
" SCHOOL&VILLAGE																																																ポンプ設備のみ 10日/1ヶ 所×4ヶ所=40日÷2ヶ月	
井戸掘削																																																移動, 休暇を含め1ヶ所当り 1.5ヶ月 20井/1.5ヶ月=30ヶ月	

第5章 プロジェクトへの効果

第5章 プロジェクトへの効果

フィジー国は、1976～1980年の第7次開発5ヶ年計画の重点課題の1つに地域開発をとりあげ、その一環として地下水開発を主体とする地方水道の整備促進が推し図られてきたが、これらのプロジェクトは資金難や人材不足等の理由で十分な成果を見ぬまま、1981年1月より始まる第8次開発計画に受け継がれる結果となっている。

従って、1981年以降も引き続いて地方水道の拡充が図られることとなるが、本プロジェクトのキー・ポイントともいえる地下水開発が全国で60～80ヶ所予定され、これらが遅延なく促進されるためには井戸掘削機の追加補充が不可欠であろうと思われる。その意味で本調査結果を通じて提案した井戸掘削機に対する資金的協力はその持つ意義は大きいものと考えらる。

また、今回の調査における調査対象地域であるバヌア・レブ島の住民に対する生活用水供給プロジェクトの支援は、ともすれば首都スバ(Suva)市のあるビティ・レブ(Viti Levu)島に偏りがちな国策や各国の援助の方式に対して、わが国が同国第2の島であるバヌア・レブ島に目を向け、その地域・住民の生活向上に繋がる本プロジェクトの性格を考えれば、遠い将来を見通してその効果が大きいものと判断できよう。

周知の如く、フィジー国は観光産業と砂糖キビに代表される農業立地国であり、この点で砂糖キビやオリーブ栽培等に力を注ぐ農業主体のバヌア・レブ島の地域住民生活に寄与する本プロジェクトに対するわが国の支援検討は的を得ているものと言えよう。

更に加えて、調査対象地区として選定したバヌア・レブ島のセツルメント6地区、ビレッジ5地区、スクール4校への総工事額の概算見積が政府直営方式にて得た約315百万円(外貨分173百万円、内貨分142百万円)という数値と、第8次開発5ヶ年計画における地方水道整備促進に対する総予算額1,240百万円を知った上で総合的に判断するに、地下水開発促進に最も重要な井戸掘削機に対する資金援助に加えてバヌア・レブ島の調査対象地域の総工事額の外貨分の約34%に相当する資金面でのわが国の協力が実現すれば、同国の地方水道整備促進に大きく貢献するものと評価できよう。

付 録

付 録

1. 協力対象資機材リスト

Annex I. Items requested by the Government of Fiji whose cost will be born by the Government of Japan.

I.	<u>WATER WELL DRILLING RIG FOR GROUNDWATER DEVELOPMENT COMPLETE WITH ANCILLARY EQUIPMENT</u>	<u>1 UNIT</u>
1.	<u>Water Well Drilling Rig:</u>	<u>1 Unit</u>
2.	<u>Standard Drilling Tools: (150 m)</u>	<u>1 Unit</u>
	2-1. Drill string for Air Percussion Drilling	
	2-1a. F.J. drill pipe, 120.7 mm O.D. x 3 m, with 3-1/2 IF box to pin, thread pro- tectors and wrench recesses on both ends.	50 nos.
	2-1b. Drill collar, 5" O.D., 3 m long with 3-1/2 IF box to pin, thread protectors and wrench recesses on both ends.	2 nos.
	2-1c. Drive rod sub, 3-1/2 IF box to pin	1 no.
	2-2. Drill String for Mud Circulation	
	2-2a. F.J. drill pipe, 89 mm O.D. x 3 m long, with 2-3/8 IF box to pin, thread pro- tectors and wrench recesses on both ends.	50 nos.
	2-2b. - do - but 1.5 m long	2 nos.
	2-2c. Drill Collar, 7" O.D., 3 m long with 3-1/2 IF box to pin, thread protectors and wrench recesses on both ends.	2 nos.
	2-3. Hoisting wire rope with safety clevis, 12.5 mm x 60	1 roll
	2-4. Running block, 305 mm x 1 wheel	1 no.
	2-5. Heavy duty water/air swivel, 6 ton capacity, with 3-1/2 IF pin and 50 mm hose connection	1 no.

2-6a.	Swing hanger for 120.7 mm drill pipe	1 no.
2-6b.	- do - for 89 mm drill pipe	1 no.
2-7.	Hoisting swivel, telescoping type, with 3-1/2 IF pin	1 no.
2-8.	Sub for swivel, 3-1/2 to 2-3/8 IF box to pin	1 no.
2-9.	Tubing spider for drill pipe with 225 mm opening	1 no.
2-10.	Jaws for 120.7 mm and 89 mm D.P. ea.	1 set
2-11.	Drill collar lifting sub	1 no.
2-12.	Breakout tongs for 89 mm drill pipes	1 no.
2-13.	- do - for 120.7 mm D.P. and drill collars	1 no.
2-14.	Back-up wrench for 89 mm drill pipes	1 no.
2-15.	- do - for 120.7 mm D.P. and drill collars	1 no.
2-16.	Hoses with fittings:	
	a) Suction hose, 100 mm x 4.5 m	1 no.
	b) Foot valve, 100 mm	1 no.
	c) Delivery hose, high pressure type, 50 mm x 6 m	1 no.
2-17.	Down-the-hole hammer drill, 130 mm size for 146 - 150 mm holes	1 set
2-18.	Line oiler (to be mounted on the rig)	1 no.
2-19.	Disassembling tools for down-the-hole hammer drill	1 set
2-20.	Damper, 3-1/2 IF for DTH hammer drilling	1 no.
2-21.	Air hose with fittings, 50 mm x 10 m	1 roll

2-22. Operating hand tools:

a)	Heavy duty pipe wrench, No. 48	2 nos.
b)	- do - No. 36	2 nos.
c)	- do - No. 24	2 nos.
d)	- do - No. 18	2 nos.
e)	Super tong, ST-2	2 nos.
f)	- do - ST-2-1/2	2 nos.
g)	Engineering tools such as files chisels, steel level, etc.	1 set
h)	Rope, 22 mm x 30 m	1 roll
i)	Socket wrench set	1 set
j)	Sledge hammer, 4.5 kg	1 no.
k)	Snatch block, 200 mm x 1 wheel	1 no.
l)	Wire sling, 12.5 mm x 6 m	2 nos.
m)	- do - 12.5 mm x 3 m	2 nos.
n)	- do - 12.5 mm x 1.5 m	2 nos.
o)	- do - 9 mm x 6 m	2 nos.
p)	- do - 9 mm x 3 m	2 nos.
q)	Steel tool box with lock and key	2 nos.

2-23. Bailer, size 4" x 5.5 m 1 no.

2-24. Collapsible tank, 5 m³ 5 nos.

3. Drill Bits and Subs: (146 - 311 mm) 1 Unit

3-1.	Three cutter rock bits, size 146 mm (5-3/4") for medium hard formation	2 nos.
3-2.	- do - but size 194 mm (7-5/8") for soft to medium hard formation	3 nos.
3-3.	- do - but size 245 mm (9-5/8") for soft to medium hard formation	2 nos.
3-4.	- do - but size 311 mm (12-1/4") for soft formation	1 no.
3-5.	Cross bit for 130 air hammer, size 146 mm	6 nos.
3-6.	- do - but size 150 mm	3 nos.
3-7.	- do - but TC insert type 146 mm	3 nos.

3-8.	Subs, 2-3/8 IF box to 3-1/2 IF pin	1 no.
3-9.	- do - 3-1/2 IF box to 3-1/2 Reg box	1 no.
3-10.	- do - 3-1/2 IF box to 4-1/2 Reg box	2 nos.
3-11.	- do - 3-1/2 IF box to 6-5/8 Reg box	2 nos.
3-12.	- do - 3-1/2 IF box to 2-3/8 IF pin	1 no.
4.	<u>Fishing Tools:</u>	<u>1 Unit</u>
4-1.	Taper tap for 89 mm drill pipe, 2-3/8 If	1 no.
4-2.	- do - for 120.7 mm (3-1/2" IF) drill pipe	1 no.
4-3.	Overshot for 89 mm drill pipe, 2-3/8 IF	1 no.
4-4.	Pipe spider for 8-5/8" O.D. and 6-5/8" O.D. Pipe with slips	1 set
4-5.	Hydraulic jacks, 50 tons	2 sets
5.	<u>Casing Tools: (150 mm N.D. F.J.)</u>	<u>1 Unit</u>
5-1.	Slush joint casing 150 mm N.D. x 3 m long with square threads 3 per inch, steel thread protectors (Similar to DCDMA SW casing)	20 nos.
5-2.	Casing Clamp, 150 mm N.D.	2 sets
5-3.	Casing head, 150 mm N.D.	2 nos.
5-4.	Casing shoe, 150 mm N.D.	2 nos.
5-5.	Casing swivel, 150 mm N.D. with 3-1/2" IF box	1 no.
6.	<u>Testing and Development Equipment:</u>	<u>1 Unit</u>
	(Test pump, logger and pump for jetting)	
6-1.	Well logger, single channel, with temperature, and spontaneous potential modules, cable and probe for 200 meters	1 unit

6-2.	Test pump with power unit electric submersible type suitable to use in 150 mm I.D. well with appropriate diesel generator and all necessary pipes and accessories for setting to 60 meters. Delivery volume 450 lit/min. T.D.H. 70 m max.	1 unit
6-3.	High pressure pump duplex type for jetting development of the well screen, max. discharge 185 lit/min. at 35 kg/cm ² pressure with diesel engine and 4 or 5 speed transmission, skid mounted, the pump shall be complete with suction hose and 50 mm high pressure delivery hose.	1 unit
7.	<u>Tender Vehicles and Tents:</u>	<u>1 Unit</u>
7-1.	Cargo truck with HIAB type crane	1 unit
7-2.	Pickup, 4 x 4 equivalent to Toyota Landcruiser with diesel engine and vinyl hood for the rear deck, one unit for drilling crew and another for the construction crew.	2 units
7-3.	Sheet to protect important equipment and supplies in the Project field, 3 x 4k	8 nos.
7-4.	- do - but 2 x 3k	8 nos.
7-5.	Tent for temporary mobilization, 2.3 x 2.5 m, 3 m long	8 units
II.	<u>WELL CONSTRUCTION MATERIALS:</u>	<u>1 LOT</u>
1.	Surface casing 200 mm N.D. F.J. x 3 m (Temporary casing)	20 nos.
2.	- do - but Plain, 200A, 5.5 m long (Temporary casing)	20 nos.
3.	Well casing, PVC, 150A socket end, 6 m long (Made in Fiji) (5 nos/well x 20)	100 nos.
4.	Well screen, PVC slotted, 4 m long (10 nos/well x 20)	200 nos.

III. PUMPING EQUIPMENT

1 LOT

1. Foot operated submersible pump with 30 m hoses and accessories 10 sets
2. Vertical shaft pump with heavy duty diesel engine 4 sets
3. Vertical shaft MONO type pump with diesel engine 8 sets

* Item 1. For villages and scattered settlements.
Item 2 & 3. For settlements and schools.

IV. WATER DISTRIBUTION MATERIALS - MODEL CASES
BASIC DESIGN FOR VUNICUICUI (SETTLEMENT) AND
VUNIMOLI (VILLAGE)

1 UNIT

A. For Vunicuicui Settlement Model

1 Unit

1. PVC pipe, 100A, 6m long, rubber ring, class C 420 nos.
(2,520m)
2. - do -, 80A, 6m long, rubber ring, class C 600 nos.
(3,600m)
3. - do -, 50A, 6m long, rubber ring class C 820 nos.
(4,920m)
4. - do -, 80A, 6m long, rubber ring class D 140 nos.
(840m)
5. Hume's tank, dia. 6m x 2.1m (H) 1 set
6. Auto valves 3 sets
7. Buzzer box, Pressure switch 1 set each

B. For Vunimoli Village Model (10 Villages)

10 Units

1. PVC pipe, 25A, 6m long, socketted, class E 30 nos.
(180m)

2.	Galvanized steel pipe, 25A, 6 m long, screwed	10 nos. (60m)
3.	- do -, 15A, 6m long, screwed	20 nos. (120m)
4.	Polyethylene pipe, 25A	90 m
5.	Water tank, effective capacity 2.5m ³ , FRP panel type	10 units
6.	PVC pipe, 150A, for drain	20 nos. (120m)
7.	- do -, 100A, for drain	20 nos. (120m)
8.	- do -, 80A, for drain	10 nos. (60m)
9.	Corrugated zink sheet, 0.76 x 1.8m, for shower room	200 nos.

Notes: All PVC pipes to be made in Fiji.

V. SPARE PARTS & SUPPLIES FOR TWO YEARS
NORMAL OPERATION

1 UNIT

1.	Spare parts for drilling and drilling tools	1 lot
2.	Spare parts for truck engines	1 lot
3.	Spare parts for test pump and diesel generator	1 lot
4.	Spare parts for air compressor	1 lot
5.	Spare parts for water pump and engine	1 lot
6.	Supplies for drilling bits and air hammer bits	1 lot
7.	Miscellaneous supplies	1 lot

2. 収集資料リスト

A. Printed data or reports

1. Topographical maps
Vanua Levu Sheet 1 - 13 (Scale 1:50,000)
Vanua Levu Sheet 2 (Scale 1:200,000)
2. M J Rickard, Ph. D.,
F.G.S. Geologist
1966
Reconnaissance Geology of Vanua Levu
3. W H Hindle, M.Sc
1976
The Geology of West-central Vanua Levu, Bulletin No. 1
4. P Ibbotson, B Sc,
Ph D, A.R.C.S.,
F.G.S. 1969
The Geology of East-central Vanua Levu Bulletin No. 16
5. F I E Coulson,
B Sc, 1971
The Geology of Western Vanua Levu Bulletin No. 17
6. United Nations,
New York 1974
United Nations Development Program Fiji, Survey of Groundwater Resources of Fiji
7. A Green and A
Rahiman 1980
A preliminary investigation of the groundwater resources around Labasa, Seaqaqa and univau in Bua
8. New Zealand Meteorological Office
Laucala, Suva, Fiji
1970
Summaries of Climatological Observations (Table of Averages)
9. R Krishna 1980
Fiji Meteorological Service
Technical Note No. 8, Rainfall Maps of Viti Levu, Vanua Levu and Taveuni
10. J D Coulter 1980
Information Sheet No. 53
(Provisional)

B. Unpublished data or reports

1. Bore Hole Data
CDH/W/80/22 (1980)
CDH/W/80/23 (1980)
CDH/W/80/24 (1980)
2. Monthly Rainfall Data
Labasa Airfield Station (1960 - 1970)
Seaqaqa Forest Station (1960 - 1971)
Dreketi River Station (1960 - 1971)
Mbua
Naruwai
3. Monthly Streamflow Data
Labasa River at Korotori
Wailevu River at Nakama
Dreketi River at Batiri
Mbua River at Togo
Naruwai River at Naruwai
4. Design Guideline for Water Supply and Sewage
5. Population of Vanua Levu
6. Cost for Construction Materials and Wages
(Replies to the 1st Questionnaire)
7. Nos. of schools, population in the Additional Area, present served population, etc. in Vanua Levu
(Replies to the 2nd Questionnaire)
8. Rent for Construction Machinery

C. Test

1. Water Examination
5 samples x 10 items
Well Water in Vunicuicui (Well No. 6/7)
 in Vunicau Bua (Well No. CDH/W/80/23)
 in Vunivau Bua (Well No. CDH/W/80/40)
Surface Water in Vunimoli (Water from the pipeline)
Hot Spring Water in Nabekavu (Hot Spring in Nakama)
Note: Analysis items are :
 Cations Ca^{++} , Mg^{++} , Na^{++} , K^+ , T-Mn, T-Fe
 Anions HCO_3^- , CO_3^{--} , SO_4^{--} , Cl^- , NO_3^- ,
 Total Hardness
 Total Solids
 Conductivity
 pH

3. 設計のためのガイドライン

(資料：フィジー国 PWD)

1. Outline Considerations

Design guidelines are detailed later for water supply and sewerage and careful consideration has been given to the necessity to: -

- 1.1 a) Strike a balance between reasonable engineering and economic considerations.
 - b) Ensure that our engineering standards are based on developing nation rather than European standards.
 - c) Apply different standards to villages and settlements, and urban areas.
 - d) Ensure that engineering should be as simple as possible, is
 - (a) Gravity schemes are preferred to pumped schemes.
 - (b) Unpolluted water supply sources requiring not treatment or chlorination are preferred to suspect sources.
 - (c) Chlorination of water supply sources is not carried out except for the schemes which are maintained by P.W.D., other than in emergency or periods of disaster.
 - (d) Attainment of European W.H.O. standards of water and effluent quality are not always possible.
 - (e) Maintenance requirements are minimal.
 - e) Review the design guidelines from time to time when additional knowledge or information becomes available.
- 1.2 It must be borne in mind that Fiji is much better off financially than the majority of the developing nations and its per capita income is substantially higher. The design parameters have taken this into account to ensure that schemes are not put in

which need replacing at a very early date.

- 1.3 The priority of one water supply scheme over another is a difficult matter. It is suggested that the distance to reliable source should be the main criterion and the determination of people to have their own supply by self-help, another.

2. General

- 2.1 Surveys - must be comprehensive, to produce complete pipeline route plans, sections, hydraulic gradients, site plans etc.
- 2.2 Designs - are to be based on the guidelines detailed later.
- 2.3 Drawings - Complete construction drawings of everything (intakes, pumphouses, treatment plants, ripelings, chambers etc.) must be provided to the divisions, including all the necessary detail drawings.
All drawings must be agreed with and initialled by the P.
- 2.4 Materials - Must be ordered/indented from the N.O. Where pumps are being ordered, normally the standard specification should be used, but care must also to be taken to ensure that pumps, motors, starters and relevent equipment such as pressure switches, time switches, no-flows controls, ammeters, hour - run meters etc. are ordered as a complete unit from one source.
- 2.5 Construction - During construction the design engineer should maintain contact with the division to ensure the scheme is built as intended. The design engineer should be aware of changes occurring for any reason, during construction.

2.6 Water Supply

Sources

- Must be assessed as fully as possible depending on the scheme, (village, settlement, urban) to determine the safe yield.

3. Design Guidelines for Water Supply

3.1 Water Supply

Design Period for Gravity Systems (Village and)	15 years
(Settlement)	
(Urban area)	20 years
Design Period for Pumped Systems (Village and)	10 years
(Settlement)	
(Urban area)	15 years

3.2 Approximate assumed water demands:-

Human population:-

Villages (No individual connections)	A minimum of	50 litres/head/day
Settlements(With some individual connections)		150 litres/head/day
Urban areas(including 180 litres/h/d plus 200 litres/h/d for commerce and industry).		400 litres/head/day
Animal population - Cattle and horses		50 litres/head/day
Pigs, sheep and goats		10 litres/head/day

Human population increase - See latest estimates

- if no information is available use 2% per annum (compound).

3.3 Water Storage

For villages and settlements, whenever possible, storage should be provided at the source by the construction of a sufficiently large dam. Tank storage should be considered in the context of the realibility of the source and in the case of roof catchments which should be maximised in rural areas, be not less than 60 days at 50 litres/head/day. Roof catchment schemes are however a function of roof area available, rainfall, population and storage/should be designed in accordance with the graphs on file prepared by Mr. Ijzormans and Mr. Harris.

Tank Water Storage (Village and settlements) 30% of Average Daily
(Excluding roof catchment schemes) Demand

Note:-

Where the source is suspect increase tank storage to 50% of Average Daily Demand.

Service reservoir storage in Urban Areas 100% of Average Daily
Demand

3.4 Trunk and Distribution Mains

Pumping mains to storage - To deliver daily demand in 20 hours

Gravity mains to storage - to deliver daily demand at 1.1 x
average rate of flow

Distribution mains - deliver daily demand at 2.5 x average
rate of flow for villages and settlements
- to deliver daily demand at 2.0 x average
rate of flow for urban areas

Water mains should not be less than 75 mm diameter in urban areas
or settlements unless there is no possibility of extension.

In villages from water source to storage should never be less
than 50 mm.

3.5 Pipe Materials

Preferred pipe materials are:-

Up to 200 mm diameter - Asbestos Cement, P.V.C. or Polyethylene
in smaller diameters

200 mm upwards - Asbestos Cement or Ductile Iron with
Steel for very high pressure situations.

The use of galvanised steel pipes is not recommended and they
should be avoided whenever possible.

JICA