

パプア・ニューギニア国

地方都市給水計画

基本設計調査報告書

平成13年1月

国際協力事業団
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

序文

日本国政府は、パプア・ニューギニア国政府の要請に基づき、同国の地方都市給水計画にかかる基本設計調査を行う事を決定し、国際協力事業団がこの調査を実施しました。

当事業団は、平成 12 年 8 月 1 日から 9 月 4 日まで基本設計調査団を派遣し、パプア・ニューギニア国政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施しました。

帰国後の国内作業の後、平成 12 年 11 月 1 日から 11 月 10 日まで実施された基本設計概要書案の現地説明を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終わりに、調査に御協力と御支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成 13 年 1 月

国際協力事業団

総裁 斉藤邦彦

伝 達 状

今般、パプア・ニューギニア国における地方都市給水計画基本設計調査が終了いたしましたので、ここに最終報告書を提出いたします。

本調査は、貴事業団との契約に基づき弊社が、平成12年7月26日より平成13年2月14日までの6.5カ月にわたり実施いたしてまいりました。今回の調査に際しましては、パプア・ニューギニアの現状を十分に踏まえ、本計画の妥当性を検証するとともに、日本の無償資金協力の枠組みに最も適した計画の策定に努めてまいりました。

つきましては、本計画の推進に向けて、本報告書が活用されることを切望致します。

平成13年1月

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
パプア・ニューギニア国
地方都市給水計画基本設計調査団
業務主任 岡 賀 敏 文

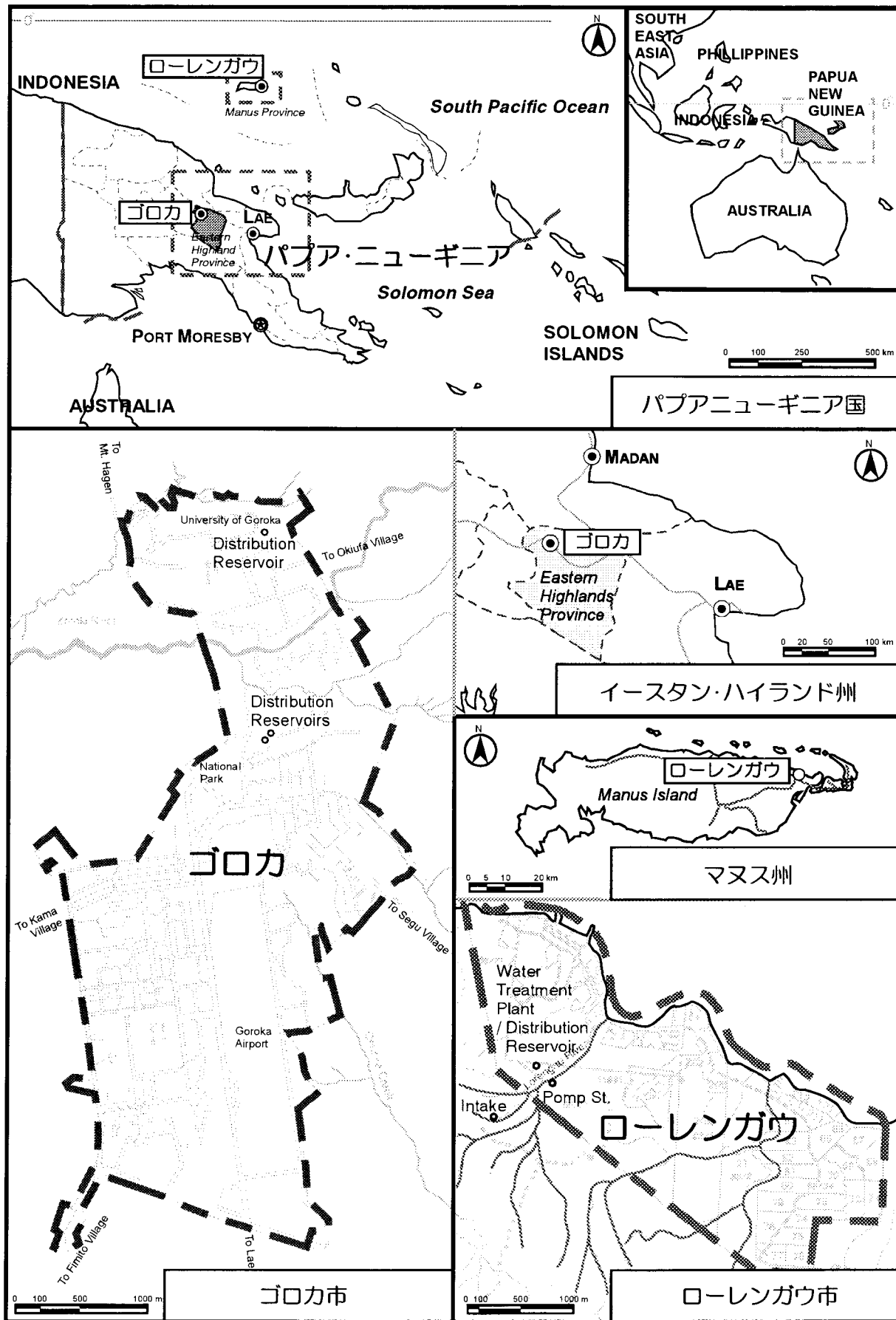


図1-1 計画地域図

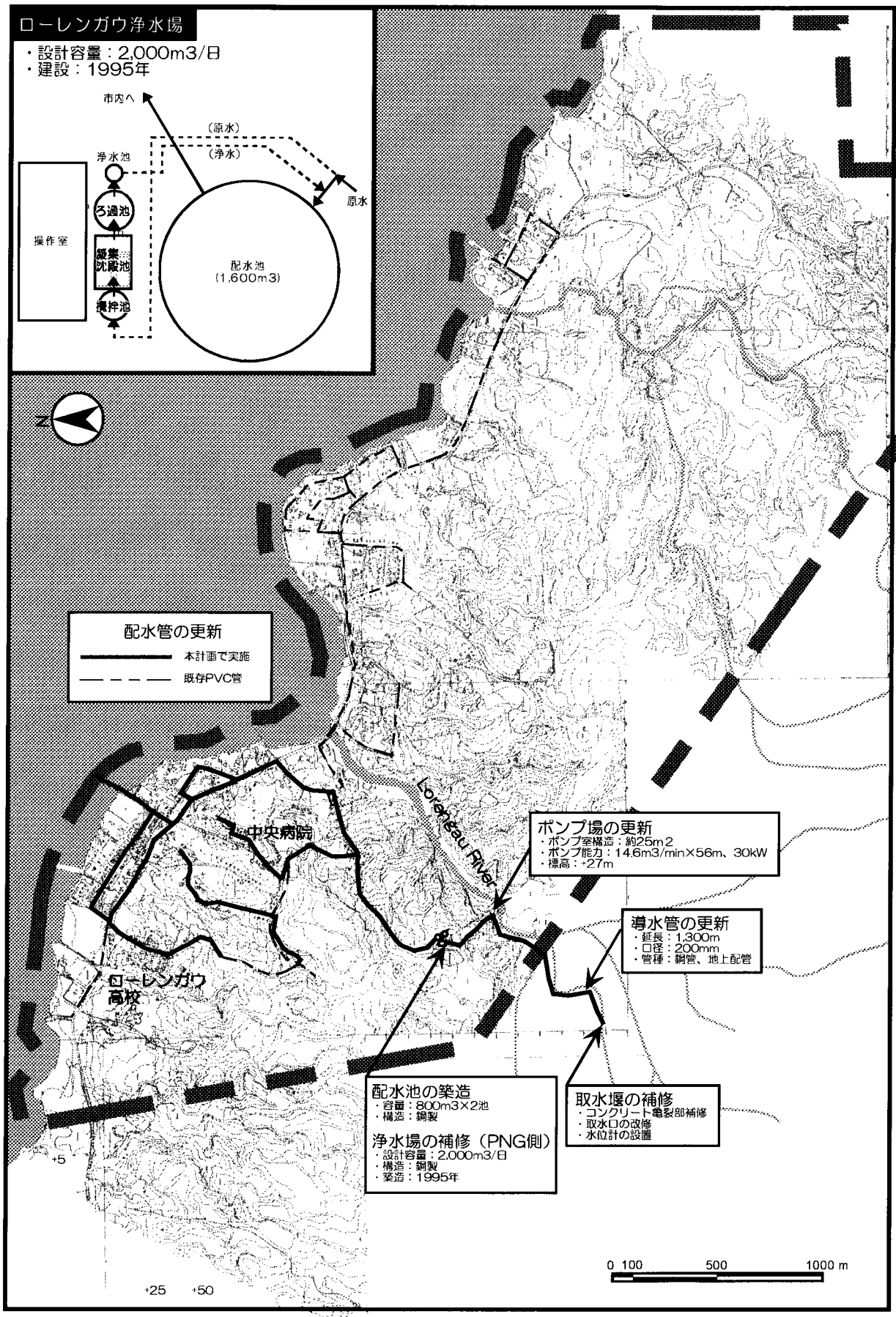


図1-2 ローレンガウ調査対象地域図

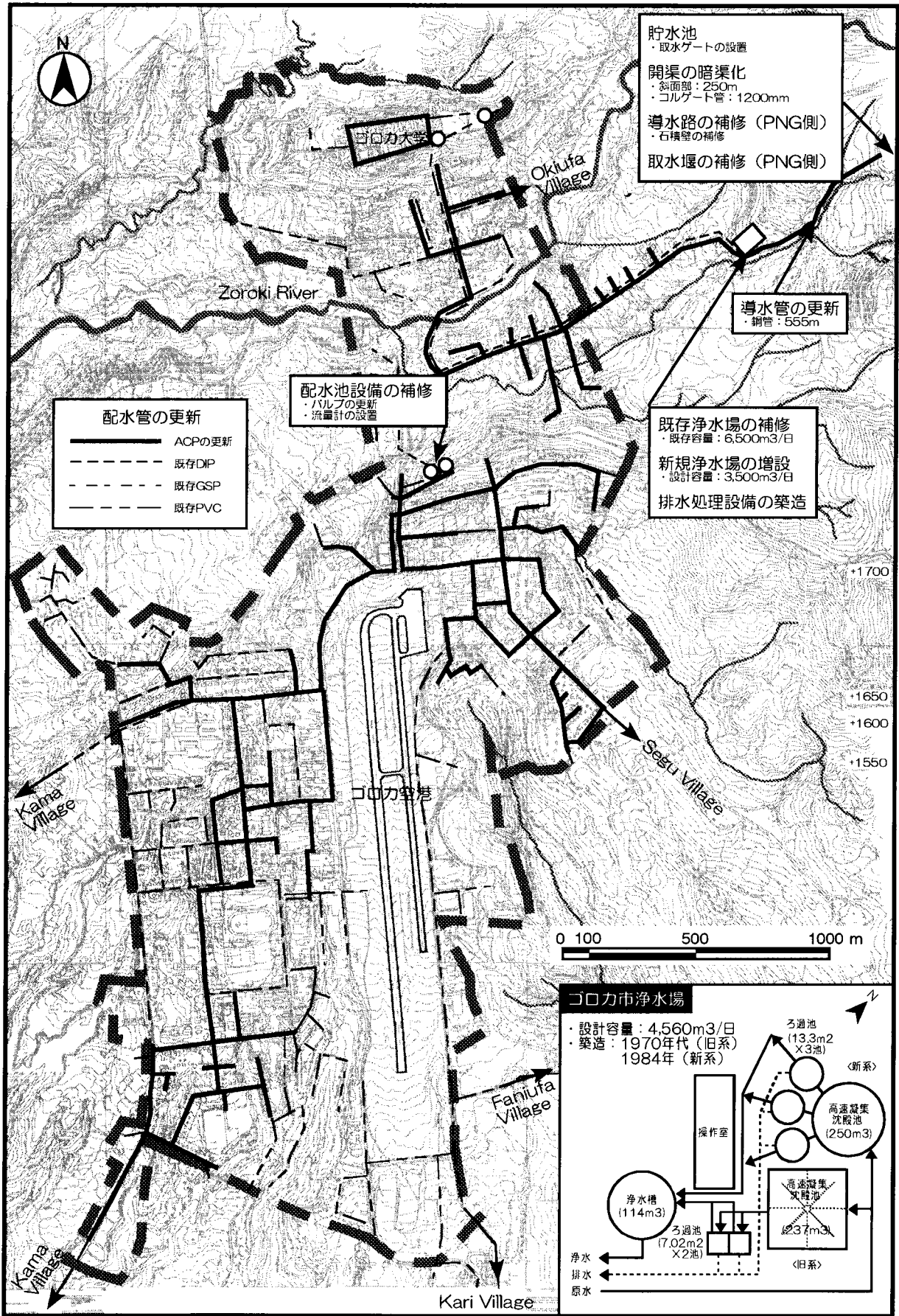


図1-3 ゴロカ調査対象地域図

- 略語集 -

ACP	Asbestos Cement Pipe	石綿セメント管
ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
AFW	Accounted-for Water	有収水量
BHN	Basic Human Needs	
DIP	Ductile Iron Pipe	ダクタイル鉄管
GSP	Galvanized Steel Pipe	鋼管
GULLG	Goroka Urban Local Level Government	ゴロカ市
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力事業団
PNG	Papua New Guinea	パプア・ニューギニア
PVC	Polyvinyl Chloride (Pipe)	塩化ビニル(管)
SAP	Structural Adjustment Program	構造調整計画
UFW	Unaccounted-for Water	不明水量

要 約

要 約

パプア・ニューギニア国 (PNG) 政府は、1995 年、構造調整計画 (Structural Adjustment Program : SAP) を策定、地方分権化を促進させ、行政の効率化、生活レベルの向上を目指している。SAP の地方分権政策を受け、同じく 1995 年に制定された新地方行政法 (New Organic Law) において水道は各地方自治体が重点的に整備すべき社会基盤の一つとして位置付けられている。

PNG では、上下水道法 (National Water Supply and Sewerage Act : 1986 年) に基づき国の機関として設立された水道公社 (Water Board) が PNG における上下水道整備を担当しており、その他には地方自治体レベルの水道局や首都圏水道公社 (Eda Ranu) が担っている。

水道公社は PNG の約 41% に相当する人口が居住する 11 地方都市の水道事業を運営している。水道公社は新地方行政法の思想に則した中期計画として「Capital Investment Program 1998 – 2002」、及びその具体的な事業計画として「地方都市上水道整備計画」を策定している。この整備計画においては現在公社が管轄する 11 都市以外で水道施設の整備改善を推進すべき都市として 5 州都 (バニモ、ローレンガウ、メンディ、ケレマ、ワバク) が対象とされており、国家の公共投資計画の一つとして位置付けられている。また、ポートモレスビー、レイ、ラバウルの 3 大都市に次ぐ地方都市としてゴロカの既存施設改善の必要性についても中期計画の中に特筆されている。

このような背景から PNG 政府は「地方都市上水道整備計画」(対象都市：バニモ、ローレンガウ) および「ゴロカ市上下水道整備計画」の 2 件に係わる無償資金協力を日本国政府に対し要請した。1999 年に国際協力事業団が実施したプロジェクト確認調査の結果、上記要請 2 件は 1 つの計画としてまとめられることとなった。その際、新規建設を含むバニモ上水道及びゴロカ下水道は協力規模が大きくなることから対象外とし、ローレンガウとゴロカを対象とした上水道改善計画とした。さらに 2000 年には予備調査団を派遣し、要請内容、施設の規模について確認を行った。予備調査の結果、基本設計調査方針は、(1) 地方の BHN を満たすため緊急的に改善が必要な範囲で計画を策定すること、(2) 将来の維持管理を考慮し極力簡易な施設とすること、(3) 維持管理に必要な機材の調達を計画に含め施設運営体制についても提言を行うこととなった。また、対象地域別の方針として、ローレンガウでは取水・導水・配水施設の改善方策の検討、ゴロカでは既存施設の能力を評価し、緊急的に改善が必要な範囲での改善方策の検討を行うこととなった。

日本国政府は基本設計調査の実施を決定し、国際協力事業団は 2000 年 8 月から 9 月まで基本設計調査団を現地に派遣し、PNG 政府関係者との協議を行うと共に現地調査を実施した。調査団は、帰国後の国内解析の後、基本設計概要書案を作成し、2000 年 11 月に現地での説明・協議を行った。その結果を基に本報告書を取りまとめた。

現地調査の結果、ローレンガウとゴロカの水道施設の現状は表 1 の通りであることが分

かった。

表1 水道施設の現状

	ローレンガウ	ゴロカ
州	マヌス州都	イースタン・ハイランド州都
施設建設・敷設年次	1940～1980年代	1960～1980年代
給水量	20～73 L/c/d	44～112 L/c/d
停水・断水の有無	一日9時間の時間給水	夜間給水停止
有収率	0%（水道料金徴収無し）	30%
漏水率	59.8%	46.4%（この他不明水：23.6%）
主な問題	管老朽化による漏水 浄水場（1995年建設）の未稼働	管老朽化（特にACP管）による漏水 既存浄水場の過負荷運転 ・処理能力（設計値）：6,500 m ³ /d ・処理量（実際）：12,500 m ³ /d
水道事業管轄組織	マヌス州 （水道公社へ移管される予定であるが、未だ移管されていない。）	ゴロカ市
給水水質	大腸菌が検出される	降雨時には濁度が高い

現地調査内容を基に本プロジェクトの設計方針を以下のように策定した。

- ・本計画では、ローレンガウ及びゴロカにおいて現在給水サービスを受けている地域を対象に限定し、給水量及び水質の改善を図るため、既存施設の改修・更新を行う。
- ・本計画の目標年次は2003年とする。
- ・本計画の施設設計条件は表2の通りとする。

表2 施設設計条件

項目	対象地域	
	ローレンガウ	ゴロカ
給水地域	既存給水地区	既存給水地区
給水人口(人) (現状)	4,341 (4,055)	23,589 (22,032)
給水普及率(%) (現状)	77 (同上)	100 (同上)
給水時間 (現状)	24時間 (9時間)	24時間 (18時間)
1人当たり需要量(L/c/d) (現状1人当たり給水量)	165 (20～73)	165 (44～112)
日平均給水量(m ³ /d)	1,644	7,745
日最大給水量(m ³ /d)	1,925	9,787
漏水率(%) (現状)	25 (59.8)	25 (46.4)
最低末端給水圧(m) (現状)	10m (0.1)	10m (0.1)

本計画で実施される施設内容は表3、4の通りである。

表3 施設内容 (ローレンガウ)

施設名	実施計画	数量
①取水施設	・水位観測設備の取り付け (水位計)	1 基
	・取水口の建設 (取り入れ口及びスクリーン)	1 式
②導水施設	・導水管の敷設替え、鋼管 200mm φ	1.14 km
	・導水ポンプの更新	2 台
	・ポンプ建屋の建設	1 式
③配水池	・鋼板製タンクの更新、合計容量 1,600m ³	2 基
④配水施設	・鋼管の更新、PVC 50~200mm	6,475 m
	・圧力調整設備の取り付け (200mm 減圧弁)	1 式
⑤流量計	原水管、配水管に流量計を設置する (200mm φ)	2 台

表4 施設内容 (ゴロカ)

施設	実施計画	数量
①導水施設	・導水路の一部改善 (コルゲートパイプの敷設、1200mm φ)	231 m
	・流量調整扉の更新 (手動制水扉、W 1.2m×H 2.5m)	1 門
	・導水管流入スクリーンの設置	1 基
	・導水管の更新 (貯水池出口~浄水場、鋼管 300mm φ)	575 m
②浄水場改修 設計水量 6,500m ³ /d	・場内弁の更新	8 個
	・薬品注入設備の撤去	1 式
	・塩素消毒設備の撤去	1 式
	・ろ過砂の交換	5 池
	・ろ過池逆洗システムの改造	1 式
③浄水場 着水・混和池の 新設 設計水量 10,000 m ³ /d	・着水井の建設 (分水用調節装置)	1 式
	・急速攪拌池の建設 (攪拌機)	1 式
	・薬品注入装置の据付 (硫酸バンド、ソーダ灰)	1 式
	・塩素消毒剤注入装置の据付 (さらし粉)	1 式
	・薬品注入室の築造	1 棟
④浄水設備の 増設 設計水量 3,500 m ³ /d	・凝集・沈殿設備の建設	2 池
	・急速ろ過設備の建設	2 池
	・電気計装設備の据付	1 式
	・場内配管弁類の布設	1 式
⑤排水施設	・排水沈殿用ラグーンの建設	2 池
⑥浄水場雑工 事	・場内アクセス道路の建設	1 式
	・浄水場計画地のレベリング	1 式
⑦配水池	・排水弁の更新、250mm φ	1 個
⑧配水施設	・ACP の更新 (PVC、80mm φから 300mm φ)	21,178 m
	・既存給水管の接続復旧工事	2,000 箇所

本計画で実施される機材調達概要は表5、6の通りである。

表5 調達機材（ローレンガウ）

使用目的	機材名	数量	機材の用途
料金徴収	水道メーター及び コック	912 組	給水管に設置し、需要者の水消費量を計測し、水道料金を徴収する。
	同上取り付け用サ ドル、小配管	912 個所	
水質試験 器具	ジャーテスター	1 台	凝集試験用最適なフロックの形成をするために最適薬品投入率のチェックをする。
	濁度計	1 台	同上試験用に使用する。
	pH 計	1 台	処理水の pH 調整のためにアルカリ剤の注入率を決定する。
	残留塩素計	1 台	消毒用塩素の有効量検査器具
	大腸菌、一般細菌測 定装置	1 式	処理水汚染についてチェックする。

表6 調達機材（ゴロカ）

使用目的	機材名	数量	機材の用途
料金徴収	水道メーター及び コック	1,200 組	給水管に設置し、需要者の水消費量を計測し、水道料金を徴収する。
水質試験 器具	ジャーテスター	1 台	凝集試験用最適なフロックの形成をするために最適薬品投入率のチェック用。
	濁度計	1 台	同上試験用に使用する。
	pH 計	1 台	処理水の pH 調整のためにアルカリ剤の注入率を決定する。
	残留塩素計	1 台	消毒用塩素の有効量検査器具。
	大腸菌、一般細菌測 定装置	1 式	処理水汚染についてチェックする。
導水施設 維持管理	排砂ポンプ	2 台	貯水池の沈砂排水を人力から機械に改善
漏水調査	可搬式流量計	1 台	漏水調査用

本計画の実施機関は、ローレンガウについては水道公社、ゴロカについてはゴロカ市となる。本計画工事が完了した後、ローレンガウの水道事業は現在のマヌス州より水道公社へ移管されることとなっており、水道公社はローレンガウ支所を新設する予定である。水道公社はローレンガウ水道事業の移管手続き／支所新設（移管の大臣告知）、工事実施のための予算・人員確保を担当し、マヌス州は工事実施のための土地収用を担当する。ゴロカ市は、工事実施のための予算・人員確保を担当する。

本プロジェクトを無償資金協力で実施する場合の全体工程は実施設計に 6 ヶ月、工事期間に 18 ヶ月の合計 24 ヶ月程度が必要とされる。

本事業の実施にかかる概算事業費は 11.95 億円（日本側事業費：10.90 億円、PNG 側事業費：1.05 億円）と見積もられる。

本プロジェクトの実施により以下の成果が得られる。

・プロジェクト実施による生活レベルの向上

現行のサービスでは対象地域における需要量（165 L/c/d）を満たしていないが、本プロジェクトの実施により十分な給水圧（10～45 m）と共に 24 時間安定して需要量を満たすことが可能となる（表 7）。これにより対象地域住民の生活において安全で十分な水の入手が容易となり、生活レベルが向上する。

表 7 プロジェクトの成果

地域 指標	ローレンガウ		ゴロカ	
	現況	成果	現況	成果
給水量	20～73 L/c/d	165 L/c/d	44～112 L/c/d	165 L/c/d
給水時間	9 時間	24 時間	18 時間	24 時間
最低末端給水圧	0.1 m 以下	10 m	0.1 m 以下	10 m
メーター設置数	0 ケ所	912 ケ所	260 ケ所	1,460 ケ所

・プロジェクト実施による衛生レベルの向上

ローレンガウ、ゴロカの両対象地域において水不足及び低質な飲料水に由来する皮膚病（ローレンガウ：167 人/1,000 人、ゴロカ：152 人/1,000 人）、下痢（ローレンガウ：48 人/1,000 人、ゴロカ：66 人/1,000 人）の罹患者数はマラリアに次いで多い。本プロジェクトの実施により給水量が増加し、また塩素消毒された安全な水の供給が可能となることで、皮膚病、下痢の罹患者数が確実に減少するものと考えられる。

本計画は、前述のように供給される水道水の水量・水質ともに多大な効果が期待されると同時に広く住民の BHN 向上に寄与するものであることから、本計画が実施されることの意義は大きいと判断される。

本計画の実施後、各水道事業体が水量・水質ともに安定した給水サービスを維持し、かつ施設を適切に運営するための課題は以下の通りである。

・水道メーターによる料金徴収制度の確立

現在、ローレンガウでは料金徴収制度がなく、ゴロカにおいても一部の大口需要者を除いては固定料金制となっている。このため、需用者の水道料金に対する理解が低く、節水意識が働きにくい。また、水道事業体の料金収入が低く、施設の維持管理費がまかなえなくなっている。

本計画により水道メーターを調達して PNG 側が設置することにより、受益者負担の原則

に基づく水道メーターによる水道料金制度へ移行する。そのための主な課題は以下の通り。

- ・全ての需用者に対し水道メーターを設置する
- ・需用者が水道料金制度を理解し、支払い意志を持つという啓蒙活動を行う
- ・ローレンガウの水道事業は、マヌス州より PNG 水道公社への移管を確実にを行う
- ・ゴロカ周辺の村落においても州政府および村との連携のもとに料金徴収制度を確立する

・継続的な漏水対策の実施

本計画では、老朽化した配水管を更新することによって目標年次における漏水率を 25% にまで低減する計画であることから、本計画実施後も漏水防止計画を継続し、さらなる有収率の向上を図り、財務基盤の健全化を目指す必要がある。

・水質管理の徹底

安全な水質を確保することは水道の重要な使命であり、そのために水源から給水栓までの水質管理を徹底する必要がある。本計画では、水質試験器具を調達し、PNG 水道公社とゴロカ市が水質管理を実施していくことになっている。

水源の汚染防止の観点からは、水源のパトロールのほか、水源周辺の住民に対する啓蒙活動を実施していくことが重要となる。

- 目 次 -

序文		
伝達状		
計画地域図		
略語集		
要約		
第 1 章	要請の背景	1 - 1
第 2 章	プロジェクトの周辺状況	
2 - 1	当該セクターの開発計画.....	2 - 1
2 - 1 - 1	上位計画	2 - 1
2 - 1 - 2	財政事情	2 - 2
2 - 2	他の援助国、国際機関等の計画.....	2 - 3
2 - 3	我が国の援助実施状況	2 - 4
2 - 4	プロジェクト サイトの状況	2 - 5
2 - 4 - 1	自然条件	2 - 5
2 - 4 - 2	社会基盤整備状況	2 - 6
2 - 4 - 3	既存施設・機材の現況	2 - 8
2 - 5	環境への影響	2 - 26
第 3 章	プロジェクトの内容	
3 - 1	プロジェクトの目的.....	3 - 1
3 - 2	プロジェクトの基本構想.....	3 - 1
3 - 3	プロジェクトの最適案に係わる基本設計	3 - 2
3 - 3 - 1	設計方針	3 - 2
3 - 3 - 2	基本計画	3 - 3

3 - 4	プロジェクトの実施体制.....	3 - 48
3 - 4 - 1	組織	3 - 48
3 - 4 - 2	予算	3 - 49
3 - 4 - 3	要員・技術レベル	3 - 52
第4章	事業計画	
4 - 1	施工計画	4 - 1
4 - 1 - 1	施工方針	4 - 1
4 - 1 - 2	施工上の留意事項	4 - 4
4 - 1 - 3	施工区分	4 - 5
4 - 1 - 4	施工監理計画	4 - 5
4 - 1 - 5	資機材調達計画	4 - 7
4 - 1 - 6	実施工程	4 - 9
4 - 1 - 7	相手国負担事項	4 - 9
4 - 2	概算事業費	4 - 10
4 - 2 - 1	概算事業費	4 - 10
4 - 2 - 2	維持・管理計画	4 - 11
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・検証及び裨益効果	5 - 1
5 - 2	技術協力・他ドナーとの連携	5 - 2
5 - 3	課題	5 - 2

添付資料

- 添付資料 1 調査団名簿
- 添付資料 2 調査日程
- 添付資料 3 相手国関係者リスト
- 添付資料 4 当該国の社会 経済事情
- 添付資料 5 水質分析結果
- 添付資料 6 地質調査結果
- 添付資料 7 浄水場現地調査結果
- 添付資料 8 漏水調査
- 添付資料 9 人口と水需要
- 添付資料 10 施設設計水量
- 添付資料 11 浄水場設計計算
- 添付資料 12 配水管網解析
- 添付資料 13 費用対便益分析
- 添付資料 14 資料リスト

基本設計図

(1) ローレンガウ

図番	名 称	縮尺
I-1	全体配置図	1/12500
I-2	取水・導水施設	1/3500
I-3	導水ポンプ場	1/60
I-4	浄水場施設配置図	1/150
I-5	配水池	1/150
I-6	配水管路全体図	1/12500
I-7	配水管路図(1)	1/6500
I-8	配水管路図(2)	1/6500

(2) ゴロカ

図番	名 称	縮尺
II-1	全体配置図	1/12500
II-2	取水施設	1/50
II-3	導水施設	Non
II-4	浄水場施設 - フローダイアグラム	Non
II-5	浄水場施設 - 全体配置図	1/800
II-6	既存浄水場 - 更新施設図	1/200
II-7	計画浄水場 - 着水井	1/100
II-8	計画浄水場 - 沈殿池	1/100
II-9	計画浄水場 - ろ過池	1/100
II-10	計画浄水場 - 薬品室	1/100
II-11	計画浄水場 - 沈殿用ラグーン	1/100
II-12	配水管路全体図	1/12500
II-13	配水管路図(1)	1/6500
II-14	配水管路図(2)	1/6500
II-15	配水管路図(3)	1/6500

(3) 共通

図番	名 称	縮尺
III-1	管敷設標準断面図（取水・導水管）	1/10
III-2	管敷設標準断面図（配水管）	1/10

- 付表リスト -

第2章	プロジェクトの周辺状況	
表2 - 1	国家財政	2 - 2
表2 - 2	援助国別の援助額実績 (1997年)	2 - 3
表2 - 3	水道セクターへの各援助内容	2 - 3
表2 - 4	Third urban water supply and sanitation project 資金内訳.....	2 - 4
表2 - 5	我が国無償資金協力実績.....	2 - 4
表2 - 6	用途別水使用割合と給水量.....	2 - 10
表2 - 7	給水の充足率.....	2 - 11
表2 - 8	原水水質と飲料水基準	2 - 11
表2 - 9	用途別水使用割合と給水量.....	2 - 16
表2 - 10	給水の充足率.....	2 - 18
表2 - 11	主要施設の仕様.....	2 - 21
表2 - 12	ゴロカ浄水場設備評価	2 - 23
表2 - 13	ゴロカ浄水場弁類評価	2 - 23
表2 - 14	環境への影響 (ローレンガウ)	2 - 26
表2 - 15	下水量の増加 (ローレンガウ)	2 - 26
表2 - 16	環境への影響 (ゴロカ)	2 - 27
表2 - 17	下水量の増加 (ゴロカ)	2 - 27
表2 - 18	ゴロカ既存浄水場からの排水水質.....	2 - 28
第3章	プロジェクトの内容	
表3 - 1	総人口と給水人口	3 - 4
表3 - 2	水使用原単位.....	3 - 4
表3 - 3	水需要予測	3 - 5
表3 - 4	設計係数.....	3 - 5
表3 - 5	計画給水量と計画設計水量.....	3 - 6
表3 - 6	計画実施内容 (ローレンガウ)	3 - 7
表3 - 7	ローレンガウ取水地点の比較	3 - 8
表3 - 8	水管橋仕様	3 - 9
表3 - 9	ローレンガウ配水管延長.....	3 - 11
表3 - 10	計画実施内容 (ゴロカ)	3 - 13
表3 - 11	更新対象となる浄水場内の弁	3 - 15
表3 - 12	薬品注入量	3 - 16

表 3 - 1 3	薬品注入設備仕様	3 - 16
表 3 - 1 4	浄水施設の設備設計仕様.....	3 - 17
表 3 - 1 5	既存浄水場排水水質.....	3 - 17
表 3 - 1 6	配水管の更新.....	3 - 19
表 3 - 1 7	ローレンガウ調達機材	3 - 20
表 3 - 1 8	ゴロカ調達機材	3 - 21
表 3 - 1 9	ローレンガウ水道事業移管工程.....	3 - 48
表 3 - 2 0	PNG 水道公社予算実績	3 - 50
表 3 - 2 1	PNG 負担事業費（ローレンガウ）	3 - 50
表 3 - 2 2	ゴロカ市水道会計収支実績.....	3 - 51
表 3 - 2 3	PNG 負担事業費（ゴロカ）	3 - 52

第 4 章 事業計画

表 4 - 1	事業負担区分および実施項目	4 - 1
表 4 - 2	施工区分	4 - 5
表 4 - 3	調達区分一覧表	4 - 8
表 4 - 4	日本側負担経費	4 - 10
表 4 - 5	PNG 側負担経費	4 - 10
表 4 - 6	ローレンガウ収支予測	4 - 12
表 4 - 7	ゴロカ収支予測	4 - 13

第 5 章 プロジェクトの評価と提言

表 5 - 1	プロジェクトによる成果.....	5 - 1
---------	------------------	-------

- 付図リスト -

第2章	プロジェクトの周辺状況	
図2 - 1	ローレンガウの気温・降水量	2 - 6
図2 - 2	ゴロカの気温・降水量	2 - 6
図2 - 3	ローレンガウ市の給水地域と圧力分布	2 - 9
図2 - 4	ローレンガウ浄水場フローシート	2 - 13
図2 - 5	ゴロカ市の給水地域と圧力分布	2 - 17
図2 - 6	ゴロカ浄水場フローシート	2 - 20
図2 - 7	ゴロカ浄水場全体配置図	2 - 22
第3章	プロジェクトの内容	
図3 - 1	上水道施設処理工程（ローレンガウ）	3 - 7
図3 - 2	上水道施設処理工程（ゴロカ）	3 - 12
図3 - 3	ゴロカ市組織	3 - 49
第4章	事業計画	
図4 - 1	工事実施体制	4 - 3
図4 - 2	実施工程	4 - 9
図4 - 3	水道公社ローレンガウ支所組織図（案）	4 - 11

第 1 章 要請の背景

第1章 要請の背景

パプア・ニューギニア国（PNG）は1975年の独立以来、緩やかな経済成長を遂げてきたが明確な国家全体計画は不在であった。長期的な展望不在の諸政策は経済不況を招く結果となった。1995年、マクロ経済の安定を図るべく構造調整計画（Structural Adjustment Program：SAP）を策定した。その目標は豊富な天然資源と人的資源の有効活用を図るために中央政府、地方自治体、民間セクターそれぞれの役割、機能強化を図ることである。

上水道分野では、SAPを受けて制定された新地方行政法（New Organic Law）によって、地方自治体は上下水道のサービスを行う責任を付与された。しかしながら、資金、技術、人材に恵まれない地方自治体は、1986年に設立されたPNG水道公社に都市部の上下水道の運営を委託し、普及率の向上と恒久的な維持管理に努めている。計画対象地域の内マヌス州の州都であるローレンガウ市（人口約7,000人）は計画実施後水道公社に移管される。また、イースタン・ハイランド州の州都ゴロカ市（人口約30,000人）は自治体での運営を維持している。

計画対象地域を含むPNGの地方都市部の上水道施設は全般的に老朽化しており、資金不足から維持管理も十分ではなくそのために漏水が多く住民への給水量不足が深刻な問題となっている。地方都市の給水事業を担当しているPNG水道公社や地方自治体は住民への安全で十分な給水を目的として既存施設の改修・改善や増設計画を策定し、中央政府からの開発補助金に諸外国や国際機関からの援助も受けて計画を実施している。

計画対象地域の水道施設もまた耐用年限を越えた施設が多く、漏水や機器の性能低下による給水量不足の問題が深刻化している。また、水需要の増加による現有施設の過負荷運転が原因となる給水水質の低下等の問題も抱えている。住民は給水不足を補うために雨水の利用やクリークからの水運搬を余儀なくされている。しかし、乾季ともなるとこれら代替水源からの確保さえも困難となり、住民の水に対する困窮度は一層増している。

一方、給水サービスの悪化は需要者の水道料金支払い意思の低下を招いており、ゴロカでは料金徴収体制の不備により徴収に不平等が生じている。また、ローレンガウでは支払い意思の低下が料金制度導入を阻む一因となっている。市民に対する安全な水の供給と健全な水道運営を確保するために、施設の改善とともに運営体制の強化を図ることが急務となっている。

このような背景からPNG政府は「地方都市上水道整備計画」（対象都市：バニモ、ローレンガウ）および「ゴロカ市上下水道整備計画」の2件に係わる無償資金協力を要請してき

た。1999年に国際協力事業団が実施したプロジェクト確認調査の結果、上記要請2件は1つの計画としてまとめられることとなった。その際、新規建設を含むバニモ上水道及びゴロカ下水道は協力規模が大きくなることから対象外とし、ローレンガウとゴロカを対象とした上水道改善計画とした。

さらに、2000年には予備調査団を派遣し、計画の要請内容、施設の規模についての確認を行い、以下の基本設計調査方針を策定した。

地方のBHNを満たすために給水整備は、緊急的に改善が必要な範囲で計画を策定する。将来の維持管理を考慮し、極力簡易な施設とする。

現地の事情を考慮した上で、維持管理上必要な不足機材の調達を計画に含め、維持管理体制についての提言を行う。

ローレンガウ

- ・ 既設の取水位置の検討及び安定した給水圧力に対する検討をする。
- ・ 施設のPNG水道公社への移管業務と料金徴収制度等独立採算での運営の可能性を確認する。
- ・ 給水計画地域は現状を踏まえ既存の範囲内とする。

ゴロカ

- ・ 既存施設の能力を適切に評価し、計画内容は緊急的に改善が必要な範囲とする。
- ・ 取水施設は緊急性のある改善と既存施設の補修程度とする。
- ・ 配管の内アスベスト管は全て更新する。その他の部分についてPNG側による自助努力の可能性を確認する。

以上の方針のもとに、基本設計調査を実施し、本報告書を取りまとめた。

第2章 プロジェクトの周辺状況

第2章 プロジェクトの周辺状況

2 - 1 当該セクターの開発計画

2 - 1 - 1 上位計画

PNG は独立以来緩やかな経済成長を遂げていたが、明確な国家の全体計画は不在であった。長期的な展望不在の諸政策は経済不況を招く結果となった。1995 年、マクロ経済の安定性を確保すべく PNG 政府は構造調整計画 (Structural Adjustment Programme : SAP) を策定、豊富な天然資源と人的資源を有効に活用し、中央政府、地方行政府、民間セクター、国民それぞれの役割、機能強化を図ることとなった。SAP の下、PNG 政府は新地方行政法 (New Organic Law)、中期国家開発計画 (Medium Term Development Strategy 1997-2002 : MTDS) 策定し、地方分権の促進、中央・地方の責任役割の明確化を図った。

新地方行政法は「公共サービスの向上」、「BHN の供給」、「国民の自己管理・責任の促進」を命題とし、地方行政府の権限強化 (法令の制定、課税、補助金の支給等) を中心に地方都市の生活レベルの向上を図るものである。新地方行政法の中では整備すべき社会基盤として、水道、保健医療、教育、交通、通信、居住環境、社会秩序が謳われている。水道事業の国家目標は、「全国民への安全な水と適切な衛生環境の供給」である。水道に関する具体的な中央政府の施策は各地方行政府に委任された形となっている。各組織の事業計画を総括した公共投資計画 (Public Investment Programme : PIP) は 5 年毎に策定されるが、その内容は短期整備計画に傾倒しており、海外からの援助に依存した内容である。水道事業計画については、水道公社、保健省が独自に策定した中期的な事業目標、計画が存在する。

水道公社は中期計画として Capital Investment Programme 1998 - 2002 を策定している。その計画目標は給水人口を拡大すべく経営基盤の強化に重点を置き、最優先事項として、現在運営している 11 都市の独立採算制を徹底することを挙げている。この他に水道施設の更新、拡張、新設や村落給水への進出も挙げられている。

村落給水の実施機関は州政府保健局である。保健省は WHO と連携をとり各州政府の保健局を支援している。保健省は、村落給水人口の拡大を目標とし、1984 年に National Water Supply and Sanitation Plan を策定、目標年次 1990 年に村落の給水率 80%の達成を掲げたが、財源不足のため 29%と不調に終わった。1995 年、National Health Plan 1996 - 2000 を策定し、目標給水率を 50%に修正した。

中央政府は地方都市の社会基盤整備を促進させるべく地方行政への開発補助金を Organic Law Grant (353 百万キナ、1995 年、国家予算の約 17%) として確保している。PNG 政府は新地方行政法の下、National Monitoring Authority (NMA) を設置、中央と地方の調整、地方行政の監査・評価を行っている。NMA の構成員は首相、国家計画局 (National Planning Office : NPO) を始め各中央省庁、地方行政、民間セクター、住民団体などからなる。

MTDS は SAP に準拠し新地方行政法を補完する国家計画として策定された。MTDS では国家が主導をとるべき分野として医療保健、教育の充実に主眼を置いている。

地方都市における水道施設の改善を行う本計画は PNG 水道行政の上位計画の実現に資するものであり、既存施設の緊急的改善という水道公社及び各地方自治体の中期目標に適ったものである。

2 - 1 - 2 財政事情

PNG 国家財政の歳入、歳出および国際援助機関からの援助資金を表 2-1 に示す。

表 2 - 1 国家財政

[単位：百万キナ]

	1996 年	1997 年	1998 年	1999 年 (予想)	2000 年 (予想)
歳出	1,860.8	2,188.5	2,499.9	2,476.0	2,589.7
歳入	1,897.7	2,202.9	2,411.3	2,551.3	2,635.5
(前年比)		(116.1)	(109.5)	(105.8)	(103.3)
援助資金	170.1	312.6	449.5	419.6	387.1
(前年比)		(183.8)	(143.8)	(93.3)	(92.3)

出典：Economic & Development Policies, Volume 1, Ministry of treasury & corporate affairs, 1998

PNG 国家財政の財源は、自主財源と国際援助機関からの援助資金から成る。援助資金は 1996 年から 1998 年までの 3 年間で 170.1 百万キナから 449.5 百万キナに増額しており、歳入に占める割合も 9.0% (1996 年)、14.1% (1997 年)、18.6% (1998 年) と著しい伸びを見せている。

上下水道分野への投資は、各地方行政の自主財源または中央政府からの Organic Law Grant によって賄われている。中央政府独自の投資は、自主財源から 2.3 百万キナ、国際援助機関から 5.0 百万キナの合計 7.3 百万キナ (1997 年) で、国家歳出の約 0.33% に過ぎず、医療保健分野の 128.9 百万キナ、教育分野の 201.5 百万キナに比べ僅少である。

2 - 2 他の援助国、国際機関等の計画

(1) 援助機関による援助実績

PNG の 1997 年の国家歳入は自主財源より約 1,890 百万キナ、その他に諸外国からの開発援助額が約 313 百万キナ (約 292 百万米ドル) である。

各援助国別の援助額実績を下表に示す。PNG への援助はオーストラリアが突出しており、次いで我が国が第 2 位の実績となっている。オーストラリアの援助は主として教育・医療分野を対象としている。

表 2 - 2 援助国別の援助額実績 (1997 年)

援助国	援助額実績	
	千 US\$	%
オーストラリア	228,300	78.2
日本	49,210	16.9
ニュージーランド	6,580	2.3
ドイツ	4,490	1.5
オランダ	1,450	0.5
アメリカ	1,000	0.3
その他	840	0.3
合計	291,870	100

出典： The Economic of Papua New Guinea (1999), Australian Government's Overseas Aid Program, p.133

(2) 水道セクターへの援助内容

水道セクターへの各国援助内容は表 2 - 3 の通り。

表 2 - 3 水道セクターへの各援助内容 (1995 年 ~ 1999 年)

案件名	内容	区分	実施期間	援助機関	援助金額	実施機関
Development of urban water supply in provincial centers	F/S	無償	1999/9 ~ 2000/5	ADB	1,100,000 US\$	Water board
Third urban water supply and sanitation project	建設	有償	1993/6 ~ 2001/12	ADB	27,400,000 US\$	Water board

出典： Public Investment Programme (1995 - 1999), volume 3, p.134, p.339

Development of urban water supply in provincial centers

ADB の援助により 1999 年 9 月 ~ 2000 年 5 月に亘って実施された F/S 調査。事業費は約 1.1 百万米ドル (無償) Vanimo、Wabag、Mendi、Kerema、Arawa、Lorengau などの州都を対象とした地方都市水道整備計画であったが、ローレンガウは水道公社が日本への援助要請をしていたために、整備対象から外れた。

Third urban water supply and sanitation project

1993年6月より実施されている有償案件。Madang、Rabaulの取水、浄水、配水施設改善事業。事業費は27.4百万米ドル。出資機関はADB、Chiao Tung Bank of Taipei (CTB、台湾)、PNG政府で内訳は表2-4の通り。Madangの整備計画は2000年3月に完成し、Rabaulは2001年12月に完工する予定である。

表2-4 Third urban water supply and sanitation project 資金内訳

出資機関	ADB	CTB	PNG
出資金額(百万US\$)	11.3	6.7	9.4
(%)	41	24	34
区分	有償	有償(5.3百万米ドル) 無償(1.4百万米ドル)	補助金

2-3 我が国の援助実施状況

我が国の上水道分野の技術協力・有償資金協力の内容は下表の通りである。

開発調査

- ・ポートモレスビー市上水道整備計画 1992年度 1993年度
- ・全国地下水開発・給水計画 1999年度 - 2000年度

有償資金協力

- ・水力発電及び上下水道計画 1978年度 35億円

上水道分野における我が国の無償資金協力の実績は表2-5の通りである。

表2-5 我が国無償資金協力実績

案件名	実施年度	供与限度額	案件概要	相手国実施機関
ポートモレスビー市上水道整備計画	1994	15.44億円	送水管(9.79 km)の敷設	首都圏庁 大蔵計画局国際援助局

2 - 4 プロジェクトサイトの状況

2 - 4 - 1 自然条件

(1) 地形

1) ローレンガウ

本計画地域であるローレンガウは、PNG 北方の島々から構成されるマヌス州の州都である。マヌス島は同州の中心地であり、ビスマーク海に浮かぶ大きな火山島で、島の一部は珊瑚礁が隆起して出来たものとされている。島の中央部にある Dremsel 山は標高 719m、東部は低い丘陵、平野が広がり村落が集中している。

ローレンガウは、マヌス島北東部の背後に丘陵を控えた海岸沿いの平地に発達した町で、背後の丘陵を縫ってローレンガウ川が町の中心部に流入している。河口東側に政府機関、西側には市場、スーパーマーケット、銀行、ホテル等があり、商業地区となっている。

2) ゴロカ

ゴロカ市のあるイースタン・ハイランド州は、ニューギニア島の中央を東西に貫く大山脈群の一角を占めているビズマーク山脈一帯に位置している。ウイルヘルム山(4,694m)を最高峰とする起伏の激しい山々に囲まれて、第四紀に形成された標高 1400 ~ 1600 m の緩やかな起伏の広大なアサロ溪谷が展開しているが、ゴロカ市はその中に位置している。アサロ溪谷は、段丘状の平坦な地形をした、沖積土の扇状地とされている。地味が肥沃で、コーヒー栽培を始めとする農耕に適しており、古くから人口の集中度が高く、中でもゴロカ市とその周辺部に顕著である。

PNG 第 2 都市であるレイを始め他の主要な都市と国道で連絡されているゴロカ市には、飛行場もあり、交通の要衝を占め、州都として政治、経済の中心的機能をはたしている。

(2) 気象

1) ローレンガウ

ローレンガウの気候は、高温・多湿で年間の変化は少ない。気象関係の測定は Los Negros 島の Momote 空港で実施されている。

1973～1998年における年平均降雨量は約3,240mmで、年間を通じて雨量が多い。月平均気温は27～28の間であり、ほとんど変化はない。

2) ゴロカ

ゴロカの年平均降雨量は約1,867mmで、月平均降雨量を見ると7月の54mmが最小で、2月の249mmが最大となっている。雨期は一般的に10月から4月まで、乾期は5月から9月までとなっている。

月平均気温は19～20の間であり、月別の変化は殆どない。相対湿度は午前と午後でかなりの違いがあり、午前は高く午後は低くなっている。

(3) 地震

ローレンガウ市およびゴロカ市ともに過去に大きな地震は発生していない。また、上水道施設は地耐力の十分ある良好な地盤上に建設されている。

2-4-2 社会基盤整備状況

(1) 下水道

1) ローレンガウ

下水道施設を有しておらず、浄化槽または地下浸透式の便所によって汚水は処理されている。浄化槽の普及率は約20%である。雨水排水施設は、一部道路脇に側溝が設けられており、海に直接放流されている。

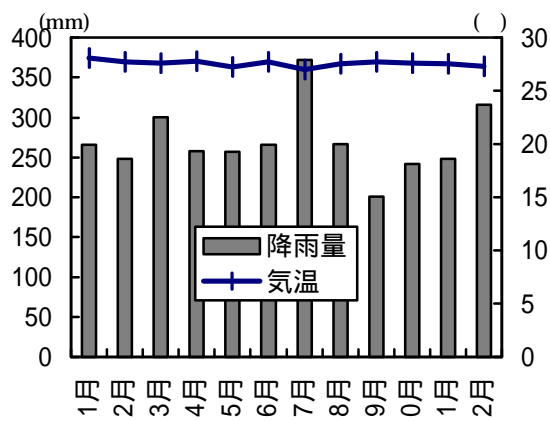


図2-1 ローレンガウの気温・降水量

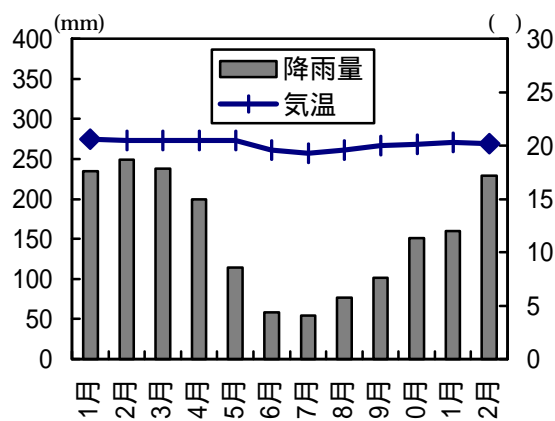


図2-2 ゴロカの気温・降水量

2) ゴロカ

浄化槽、下水道により汚水を収集、処理、処分している。下水管は市の南西部を中心に敷設されており、北部に下水管は敷設されていない。市内の下水道普及率は約 55%、浄化槽 10%、地下浸透式便所 35%である。下水管にて収集された汚水は市南西部にある安定化池で処理され、処理水は河川に放流される。

(2) 廃棄物

1) ローレンガウ

市によって収集、処分されている。ごみ箱や共同のごみ置き場などは無く、小売店のビニル袋などに詰めたごみを各家庭の庭先に置いておくと市職員が収集する。収集されたごみは所定の処分場に投棄される。覆土はされていない。

2) ゴロカ

市が家庭ごみ、事業ごみ、商業ごみの区別無く一元的に収集、処分を担当している。ビニル袋などに詰められたごみを各家屋から市の収集車が収集していく。収集されたごみは処分場に投棄される。覆土はされていない。市内に点在する密集居住区域ではごみの散乱が著しく、収集率の低さを表している。

(3) 道路

1) ローレンガウ

市内の道路延長は約 8km である。舗装率は約 38% (約 3km) で、幹線道路のみが舗装されている状況である。交通量は少ない。

2) ゴロカ

市内の道路延長は約 59km である。舗装率は約 55% (約 32km) で、幹線道路を中心に主要な道路の多くは舗装されている。しかし、舗装道路の状況は良好なものではなく、著しい劣化のため路床が露出している道路が多い。

2 - 4 - 3 既存施設・機材の現況

(1) ローレンガウ

1) ローレンガウ市の給水事情

ローレンガウの給水人口、普及率は、それぞれ、4,055 人、77%である(2000 年 8 月)。ローレンガウの給水施設は 1945 年頃米軍によって建設された。当時の取水施設は現施設より下流にあり、河口から約 1km 地点にあった。施設は取水ポンプ場、配水タンク、配水管の各施設からなり、河川水をそのまま給水していた。その後 1960 年代になって海水の遡上による原水汚染等のために取水施設を更に上流の現在地に移設した。同時に給水地域の拡張のために市内の配水管を延長した。現在使用している鋼管は 1940 年時代のものと 1960 年代のものである。更に、1975 年の独立後、水道事業体であるマヌス州は PVC 管を敷設、年々給水地域を拡張した。配水管延長は 13.4km となった。

1995 年、政府の補助金により生産水量 2,000 m³/d の浄水場が新設された。当初のマヌス州の計画は、浄水場建設と配管の更新を完了した時点で、水道技術や経営面での人材が不足している同州から PNG 水道公社に施設の運営・維持管理を移管する計画であった。しかし、浄水場建設は完了したが、配水管の更新をする予算が不足し、計画は中断した。配水管が古く漏水により有収水量が 40%に満たない水道施設の運営は、独立採算制の水道公社にとって許容できるものではなく、移管を断念せざるを得なかった。

同州は浄水場の運転技術者や財源が確保できない等の理由で浄水場は停止したままである。このため、河川水を処理せずに、さらに、時間給水(午前：4 時間、午後：5 時間)をしている状況である。

老朽化した給・配水施設と時間給水の状況から給水サービスは極めて悪く、住民は、雨水タンクや貯水槽を建設して、雨水の利用、クリークからの水運搬によって各戸で貯水し、給水不足に耐えている。特にワード No.3、5、6、7 の地域は高台にあるために給水条件が最も悪い。(図 2 - 3 参照)この地域の給水人口は約 2,000 人にも及び全体人口の約 50%に及ぶ。特にワード No.5 には病院があり、独自に 3 ~ 4 日分貯水できる貯水池を建設して対応しているが、給水量の著しい不足のためタンクが満水になることは無い。入院患者に対しシャワー、洗顔等の制限をせざるをえない状況にある。また、ワード No.7 には高校があり、寮生活をしている生徒、教師は生活用水の確保に苦心しており、校内に新設したばかりの水洗トイレは全く使用できない状況である。

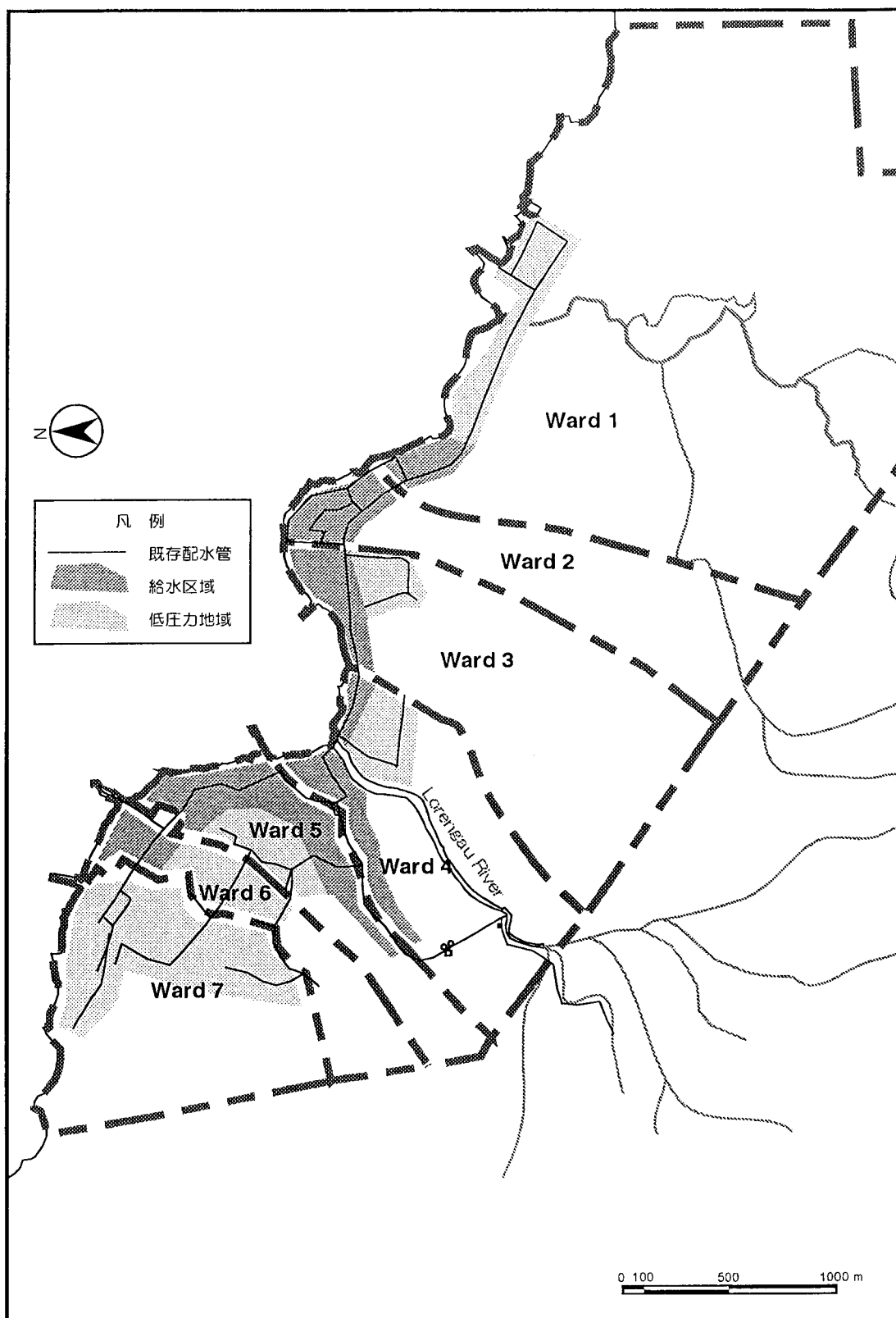


図 2-3 ローレンガウ市の給水地域と圧力分布

2) 水使用量

水使用量の実態を推定するために送水ポンプ出口での流量計の実測値、推定漏水量、運転時間（9時間）から以下の通り試算した。

送水量	: 583 m ³ /d (9時間)
漏水量 (59.8%)	: 349 m ³ /d
給水量	: 234 m ³ /d

漏水率の測定は配水管の漏水現認個所の実測から1個所あたりの漏水量を求めた。過去の事故件数により全体漏水量を推定したところ42.7%となった。また、給水装置は現認された漏水状況から1個所あたりの漏水量を20L/hr.として過去1年間の漏水修理実績件数から17.1%と推定された。配水管と給水装置の漏水率を合せ59.8%と推定した。

用途別給水割合は、需要者数（2000年国勢調査結果）と水需要原単位から試算した。用途別給水割合を基に234 m³/dの現状給水量を分配した。さらに、現状の管末残留水圧の状況を加味し生活用水、学校（高校）、病院の給水量を給水割合での分配からおよそ20%少なく設定した。計算結果を表2-6に示す。

表2-6 用途別水使用割合と給水量

用途	給水割合 (%)	給水量 (m ³ /d)
住宅用生活用水 (165 L/c/d)	71	181
学校 (小、中、高校)	14	5
病院	2	3
その他 (商店、食堂、事務所)	13	45
計	100	234

表から、住宅用給水は、地形上高い場所に位置する給水区、ワード No.3, 5, 6, 7 での実際の使用水量を現地で調査し、炊事、飲料など最低使用量の確保で一杯であることから、一人当たりの給水量は20 L/d以下と推定した。残りの給水状態の比較的良好な場所では、これら条件の悪い地域の全体給水量を181m³/dから減じた水量として計算すると73 L/c/dとなる。現状需要量の165 L/c/dからすると全体として給水量が不足している。これらの不足する給水量は雨水やクリークの水で賄われているが十分であるとは言えない。

需要量に対する給水量の給水充足率を計算すると表2-7の通りである。

表 2 - 7 給水の充足率

	生活用水		学校	病院	その他
	給水圧が高い	給水圧が低い			
充足率 (%)	44	10	3	5	50

学校、病院と一部住宅地は給水地域の中でも高い地域に位置し、給水水頭 1m 以下で給水圧力の状況が悪い。その他の用途の充足率が高いのは、位置的に海岸沿いの低い地域に位置しており、給水圧も高いことから充足率も高くなっている。しかし、総じて、給水量不足である。給水は公平に分配されなくてはならない。給水量を増加すると共に、給水地域は適正で安定した給水圧力とすべきである。

現在、浄水場の運転がされていないために、河川水を直接給水している。また、塩素消毒も実施していないことから原水を飲料水として使用していることになる。水質試験結果から、原水水質で PNG の飲料水基準を越えている項目は表 2 - 8 に示す 3 項目である。

表 2 - 8 原水水質と飲料水基準

項目	原水	水質基準
大腸菌群	200 個/100mL	0/100mL
糞便性大腸菌群	800/100mL	0/100mL
濁度	25 度	2 度以下

原水中から大腸菌が検出されている。飲料水として住民側で煮沸して使用している者もいるが、洗顔、シャワー等そのまま使用している現状から需要者に安全な水を供給するために早急に浄水場の運転が望まれる。

マヌス島は周囲の島々に比べ面積も大きく、また、地形や気候の関係から付近の小さな島に比べて表流水や地下水に恵まれている。そのために、付近の島々に住む住民もマヌス島の水源を期待している。これらの事情から従来、ローレンガウ市の給水施設は、市民ばかりではなく付近の島に住む住民のためにも緊急用水として給水し、役立ってきた。1992 年の大旱魃の時には、日量 100 m³ 以上の給水をこれら付近の島の住民に対し、給水舟で供給した実績もある。

3) 上水道施設の現況

(a) 取水施設

ローレンガウの取水はローレンガウ川の河口から約 2.5 km 上流の滝 (標高 37 m) に堰を設けて行われている。取水地点の流域面積は約 9 km² と小さいが、年間を通して降雨があ

る上、森林に覆われており、湧水期にも安定した流量を持っている。年平均雨量は 3000 mm を超えており、1979 - 1991 年におけるに滝地点の最大流量は $250 \text{ m}^3/\text{s}$ を記録している。

堰本体は岩盤の上にコンクリートで築造されており、右岸側に漏水箇所が 1 ヶ所あるものの充分使用に耐える。取水口はスクリーンが破壊されている。

現在取水可能な河川流量は取水量 + 堰越流量 + 堰漏水量 (2-3 l/s) である。取水量はポンプ揚水量 (18 l/s) + 導水管漏水量 (2-3 l/s) で約 20 l/s 程度となる。以上の推定から、河川流量は安全側に見て 20 l/s に滝地点の河川流量 (堰越流量) を加えた値として推定できる。

(b) 導水施設

取水地点の標高は 37 m で、延長 950 m、径 150 mm の導水管により 標高 8 m (床面) のポンプ場へ自然流下により送水し、容量 18 l/s のポンプでさらに加圧し、標高 73 m にある浄水場内で処理施設のバイパスを使用し、直接配水池へ圧送している。パイプラインは 1960 年代に敷設されたもので、周囲のジャングル等の湿気により腐食されており、弁や接続個所での漏水が多い。

ポンプは 2 台の内 1 台は破損のため撤去されており、1 台が漸く稼動している。送水能力は日量 $1,555 \text{ m}^3/\text{d}$ で日最大給水量である $2,000 \text{ m}^3/\text{d}$ より少ない。市の上水道施設はこのポンプ 1 台によって給水されていることになる。ポンプは古く、グラウンドからの漏れやモーター部分の温度上昇があり使用する限界にきている。また、ポンプ場までに排砂設備がないためにポンプインペラの摩耗によりポンプの耐用年限が短くなっている。ポンプ小屋も壁ブロックが破損している。

(c) 浄水場

浄水場の容量は、設計処理水は $2,200 \text{ m}^3/\text{d}$ 、生産水容量 $2,000 \text{ m}^3/\text{d}$ である。浄水場は 1995 年の建設以来運転されていないため、現地調査での 72 時間運転による各設備のチェックを行ったところ、総合判定として、施設の運転に問題がないことがわかった。チェックの概要は以下の通りである、また、施設のフローシートを図 2 - 4 に示す。

各設備の容量は設備の計測をした結果、設計処理水量に合致している。

機械・電気設備は、外観、運転状況 (起動、停止、温度上昇) の調査の結果問題がないことがわかった。

構造物は外観 (瑕疵、変形)、漏水、耐用年数ともに問題はなかった。

運転性能の確認として薬品攪拌、混和、沈殿池、ろ過について各工程の性能は満足することがわかった。

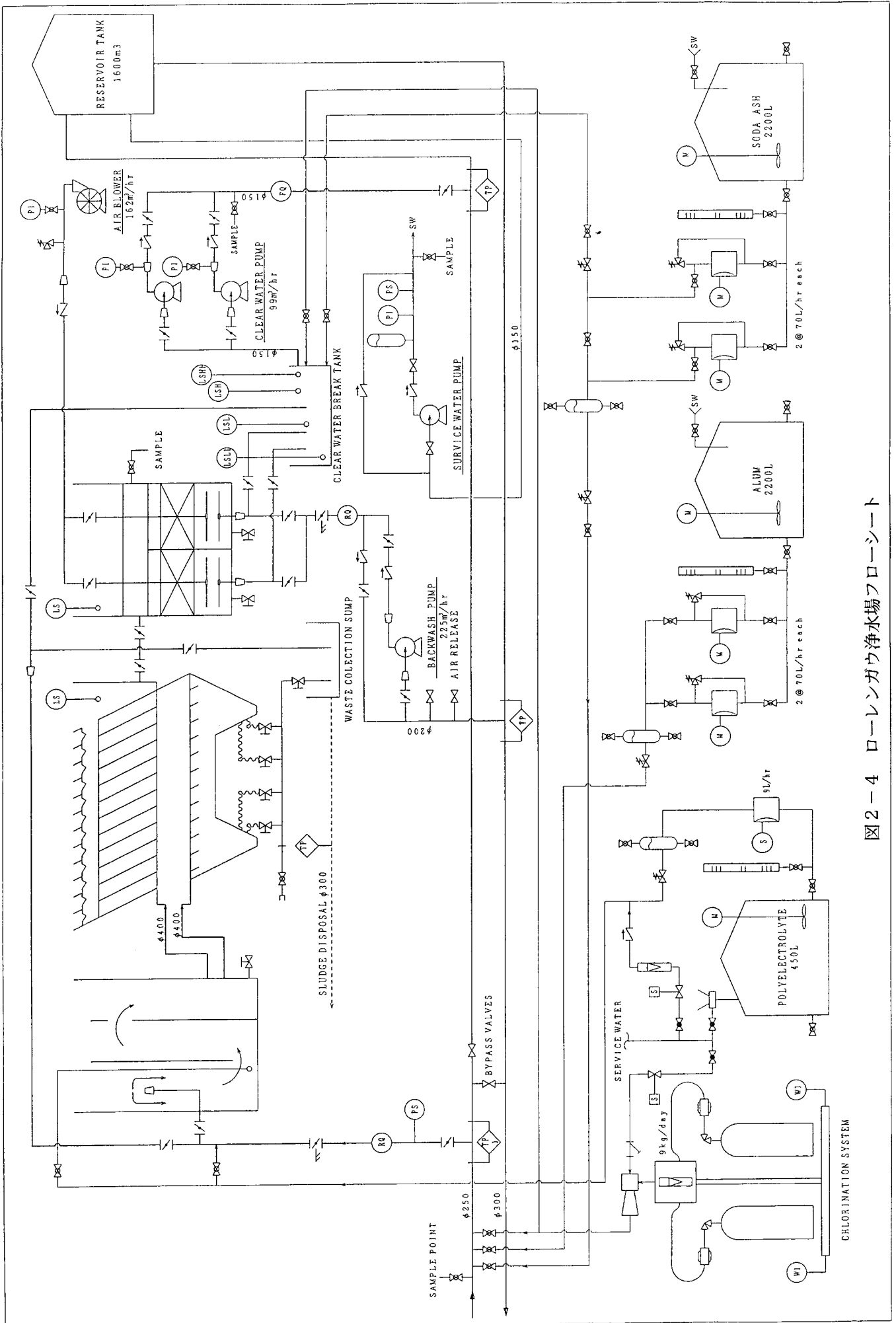


図2-4 ローレンガン浄水場フローシート

但し、既存施設は以下の点で改善をすることが必要である。

ろ過池の集水装置が破損しており、ろ過材が浄水渠に流出している。

浄水渠からポンプで配水池に送水しているが、ポンプ容量が浄水渠容量より大きく、ポンプの運転間隔が短くなり、ポンプへの負担が大きい。

薬品注入のための給水パイプ（間欠で使用）と塩素注入機への給水（塩素注入点での配水管流量と給水ポンプとが連動している）が同じ給水ポンプを使用している。塩素給水が停止している時には薬品注入への給水ができないことになる。

（d）配水池

配水池は浄水場内にあり、直径 20m、高さ 5.5m、容量 1,600 m³の鋼板製タンクである。現状送水能力が 1,555 m³/d であり、これらの条件から貯水能力は 24 時間以上ある。しかし、タンクの老朽化により高い圧力がかけられない状況から、タンクを満水にすることができない。そのために、送水ポンプの間欠運転をしている。

このタンクは 1945 年頃米軍によって建設されたものを、1995 年に浄水場建設に伴って移設したものである。タンクの歪みや鋼板を止めているボルトのゆるみがある。1999 年に 1 度タンク下方で水圧に耐えられず直径 50 cm にわたってタンクが膨張し胴の一部が爆発しており、補修跡がある。耐用年数からも新規更新が必要である。

（e）配水設備

管の老朽化

市内の配水管は 1945 年当時のものから 1980 年代に敷設されたものまでがあり、管種は鋼管、PVC 管である。鋼管は敷設年次が古く老朽化し、漏水事故が多発している。

アクセス不能な管路

配水管は市の住区拡張に伴い延長されてきた。敷設年次の古い管路には、現在の街の区画に合っていない場合があり、私有地やアクセス困難な地形に配管されているために維持管理が十分にできないという問題がある。

配水圧のアンバランス

ローレンガウの配水は、配水池からの自然流下方式により市内へ配水している。しかし、配水系統での漏水および配水管の水理解析が十分になされていないために、末端地区や高台地区では水圧がほとんど確保できていない。

消火栓

市内には、地上式の消火栓が数カ所設置されているが、水圧が不足しているほか、時間給水で消火用水が確保できないため、十分な消火活動は困難である。

給水管での漏水

給水管は、配水管が敷設された当時から現在まで使用されているので、敷設年次の古い管では漏水が多い。また、市の中心部では複数世帯で給水管を共有している場合があり、十分な水量が得られないという問題がある。現在ローレンガウでは、一般家庭および商業用水の全ての需要家に水道メーターは設置されていない。

(2) ゴロカ

1) ゴロカ市の給水事情

ゴロカ市の給水施設は 1960 年代前半に建設された。取水は現状使用されているザコゾイクリークより取水している。施設は取水施設、導水路（開放式）導水管、浄水場、配水池、配水管の各施設からなり、建設当初は市の中心部の人口約 6,000 人に対し給水を始めた。現在のアスベスト管（ACP）浄水場の No. 1 の系統（約 1,600 m³/d 日最大水量）はこの当時に建設されたものである。

取水、導水施設は、当初、水力発電のために建設された施設を水道用にも使用していた。発電所は現在撤去されている。取水、導水施設の平均水量は 48,000 m³/d ~ 58,000 m³/d であり現在でも取水量としては十分過ぎるほどである。1970 年代、町の発展と共に浄水場の増設（現在の NO.2 系統）を行い浄水場の施設容量は 6,500 m³/d となった。同時に給水地域の拡張も実施し市内の配管を延長した。現在使用している配水管、ACP は 1960 年時代のもので、PVC 管は 1970 年代以降のものである。現在（2000 年 8 月）配水管延長はおよそ 21 km であり、給水人口、普及率は、それぞれ、22,032 人、100%である。

当初、ゴロカ市の水道事業の管轄は市内だけではなく近隣の村落も含めて給水地域としていた。その後、行政改革と共に、ゴロカ市の給水事業は市内だけとなった。しかし、従来、給水していた近隣村落への給水を停止することは人道上の問題があり、現在でも従来通り給水を続けている。地形的に村落の一部は市内より低い所に位置しているために給水圧力も高く、給水条件に恵まれている所が多い。そのために公共水栓の開け放しで浪費されている水をはじめとする村落での不明水の増大によって市内の給水量が圧迫を受けている。現在、村落への給水は無料で続けており、市にとって大きな問題となっている。

漏水と不明水の増加の状況から、住民への給水サービスは極めて悪く、特にブロック N0.15、16 の地域は高台にあるために給水条件が最も悪い。(図 2 - 5 参照) この地域の給水人口は約 1,000 人であり、雨水貯留兼給水貯水タンクを設置しているが、水道管からの給水が十分ではないので生活用水の一部を雨水や浅井戸に依存している。

2) 水使用量

水使用量の実態を以下の通り推定した。浄水場での生産水量 12,500 m³/d に対し給水区域での住民の受ける給水量はおよそ 3,300 m³/d (26%) である。

送水量	: 12,500 m ³ /d	
村落給水量	: 500 m ³ /d	(4%)
漏水量	: 5,800 m ³ /d	(46.4%)
不明水	: 2,900 m ³ /d	(23.6%)
給水量	: 3,300 m ³ /d	(26%)

- ・送水量は浄水場出口での実測値である。
- ・漏水率の測定は配水管の漏水現認個所の実測から 1 個所あたりの漏水量を求め、過去の事故件数により全体漏水量を推定して 46.4% となった。
- ・村落給水量は現状の水使用原単位である 40 L/c/d と給水人口から試算したものである。
- ・不明水は配水タンク出口量の夜間での実測をもとに最小流量法による推定値である。

用途別給水割合は、需要者別 (2000 年国勢調査結果) の水需要量 (水需要原単位) から試算した。用途別給水割合を基に現状給水量を分配した。計算結果を表 2 - 9 に示す。

表 2 - 9 用途別水使用割合と給水量

用途	給水割合 (%)	給水量 (m ³ /d)
住宅用生活用水 (165 L/c/d)	75	2,400
学校 (小・中・高校, 大学)	8	250
病院	3	100
その他 (商店、食堂、事務所)	14	550
計	100	3,300

表から、住宅用給水は、全体給水量 2,400 m³/d の内、ブロック No.15 及び 16 の給水量を人口比から水量比を計算し、約 110m³/d である。それに給水圧力等の条件を加味 (全体量の 50%) すると一人当たりの給水量は 44 L/d である。また、水圧条件の良い地域は、112 L/c/d となる。現状需要量の 165 L/c/d からすると全体として給水量が不足している。

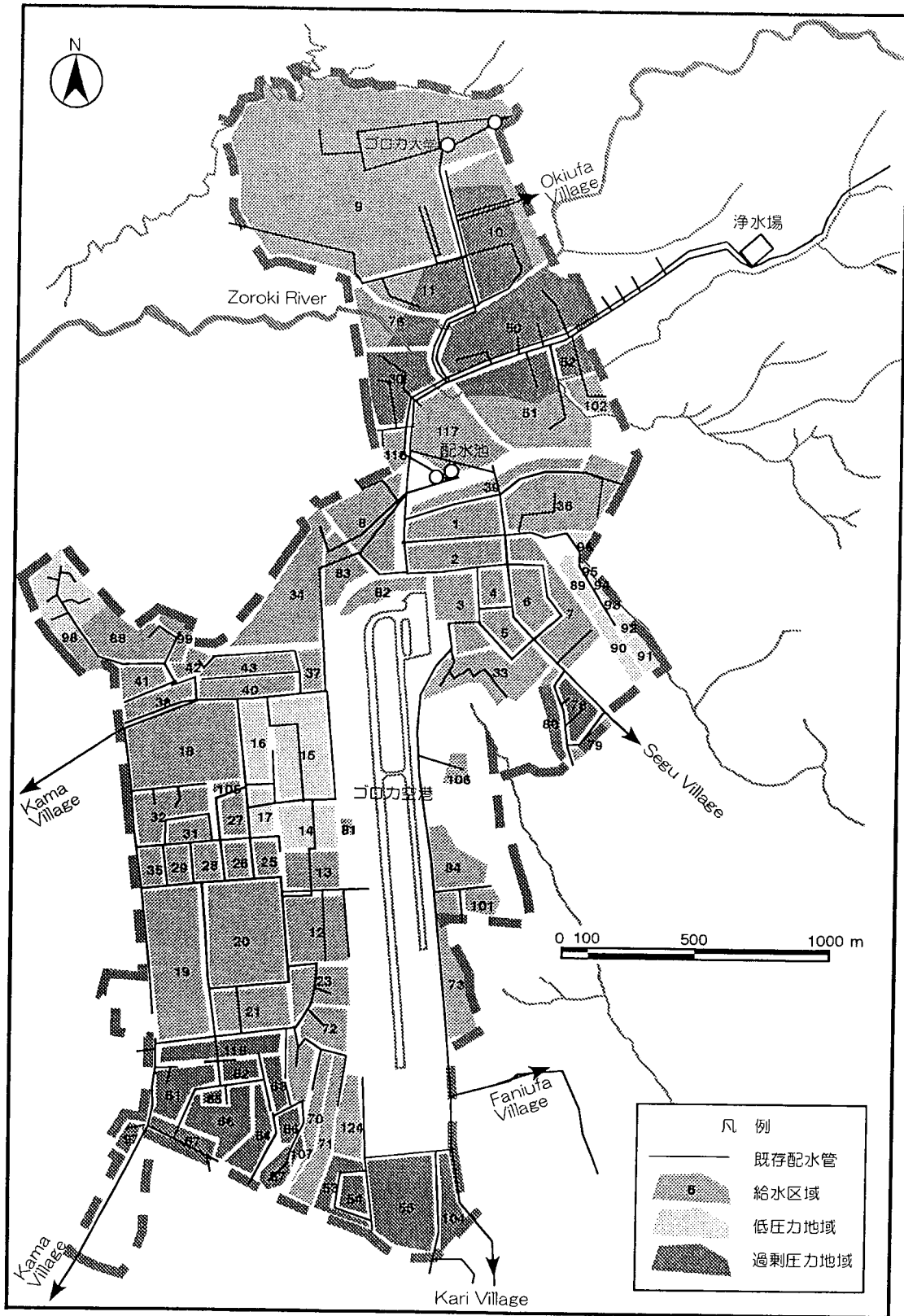


図 2-5 ゴロカ市の給水地域と圧力分布

需要量に対する給水量から、給水充足率を計算すると表 2 - 10 の通りである。

表 2 - 10 給水の充足率

	生活用水		学校	病院	その他
	給水圧が高い	給水圧が低い			
充足率 (%)	75	33	62	52	62

現状での全体需要量に対する給水量（平均充足率）はおよそ 50% であり、一部住民への給水サービスが悪く公平を欠いていることを示している。総じて、給水量は不足している。住民は給水量の増加と安定した給水圧力を望んでいる。

現在、浄水場は設計浄水量の約 2 倍の処理を行っている。原水の水質は年間を通じ、濁度以外で飲料水基準を超えるものはない。濁度は雨期と乾期とではかなりな差があり、浄水場の記録（1999 年）から基準値（2 度以上）をこえる日数は年間 200 日を越える。その内、濁度が 10 度を越える日数は 100 日余りある。設計浄水量を超えた運転により、濁度が高い雨期には、ろ過池の負荷が大きくなり、飲料水基準に合致した給水を行えない状況にある。

また配水本管に使用している ACP の破裂事故等が多く、修理のための断水後には外部からの異物の混入も避けることが出来ない。飲料水として安全とは言えない状況である。

3) 上水道施設の現況

(a) 取水施設

ゴロカの水道水源はザコゾイクリークで、日 6 万 m³ 以上を取水していた発電施設を利用している。同クリークは流域に山地を有し、その雨量は多い。8 月に現地踏査を行った際の取水量は、幅 2 m、水深 0.3 m、流速 1.5 m で、流量は 0.9 m³/s であった。更に、河川にはその 3 倍程度の流量があった。8 月初旬は乾期で最も流量が小さい時期であるにも係らず必要水量を大幅に上回る河川流量を有することになり、過去のレポートおよび関係者の、水は豊富で安定している、との情報を裏付けている。むしろ、取水量が多すぎて土砂堆積および越流の問題が起きている。

取水後すぐに越流長 15 m の余水吐きから大量の越流によりクリークへ戻している。越流量は越流水深 5 cm として、0.30 m³/s 程度となる。導水路流末にある貯水池からも少なくない量（0.1 m³/s 程度）を越流させ、更にパイプで 60 m 流下した後に、200 mm のパイプから約 1 m（パイプ上）の噴水があり、約 0.15 m³/s ($V^2/2g = 1.0$ m より計算) をロスしている。他のパイプからの漏水もあり、最終的に浄水場に流れる流量は約 580 m³/hr (0.16 m³/s) で、取水量の 20% 程度である。

取水堰上流には土砂が堆積し、右岸側は河道彎曲部の内側となっており、堰天端まで達している。堰本体は転石等による損傷が見られ、いずれ補修する必要があるものの、それほど急ぐものではない。堰本体は健全である。

取水口左岸側の護岸が床掘れしている。いずれ補修が必要となるであろう。

取水口を河川の洪水から保護する壁背面の裏込め石が崩れている。早急に修復すべきである。これらはいずれも、付近に材料があり、また施工の内容・規模を考えれば、補修作業は市側で実施可能なものである。

(b) 導水施設

取水口からオリフィス（パイプ）で沈砂池に流れるが、出口の護岸が洗掘されており補修が必要である。これらも、付近に材料があり、また施工の内容・規模を考えれば、補修作業は市側で実施可能なものである。

沈砂池下流端にゲートがあり、かなり傷んでおり開閉不能となっている。そのために、必要以上の水量が流れ込み、同時に土砂の堆積も多くなる。

導水路は開渠となっているが、水路の横が急斜面となっている所は、所々コルゲート管が埋設され暗渠となっている。降雨時に斜面からの土砂の流入を防ぐためである。斜面が迫っている箇所は他にも約 250m に渡って存在し、土砂の流入によって水路が閉塞される危険性がある。

貯水池の排砂は、導水を 6 時間止めてドライにし、人力で土砂を除去している。導水を止めない為には排砂ポンプの使用を考えるべきである。

(c) 浄水場

既設の処理施設は 1960 年代に建設された施設（1 系）と 1970 年および 1987 年に建設された施設（2 系）とがある。処理方法は 1 系および 2 系とも同じである。処理システムは図 2 - 6 に示す通りである。各主要施設の仕様は表 2 - 1 1 の通りである。

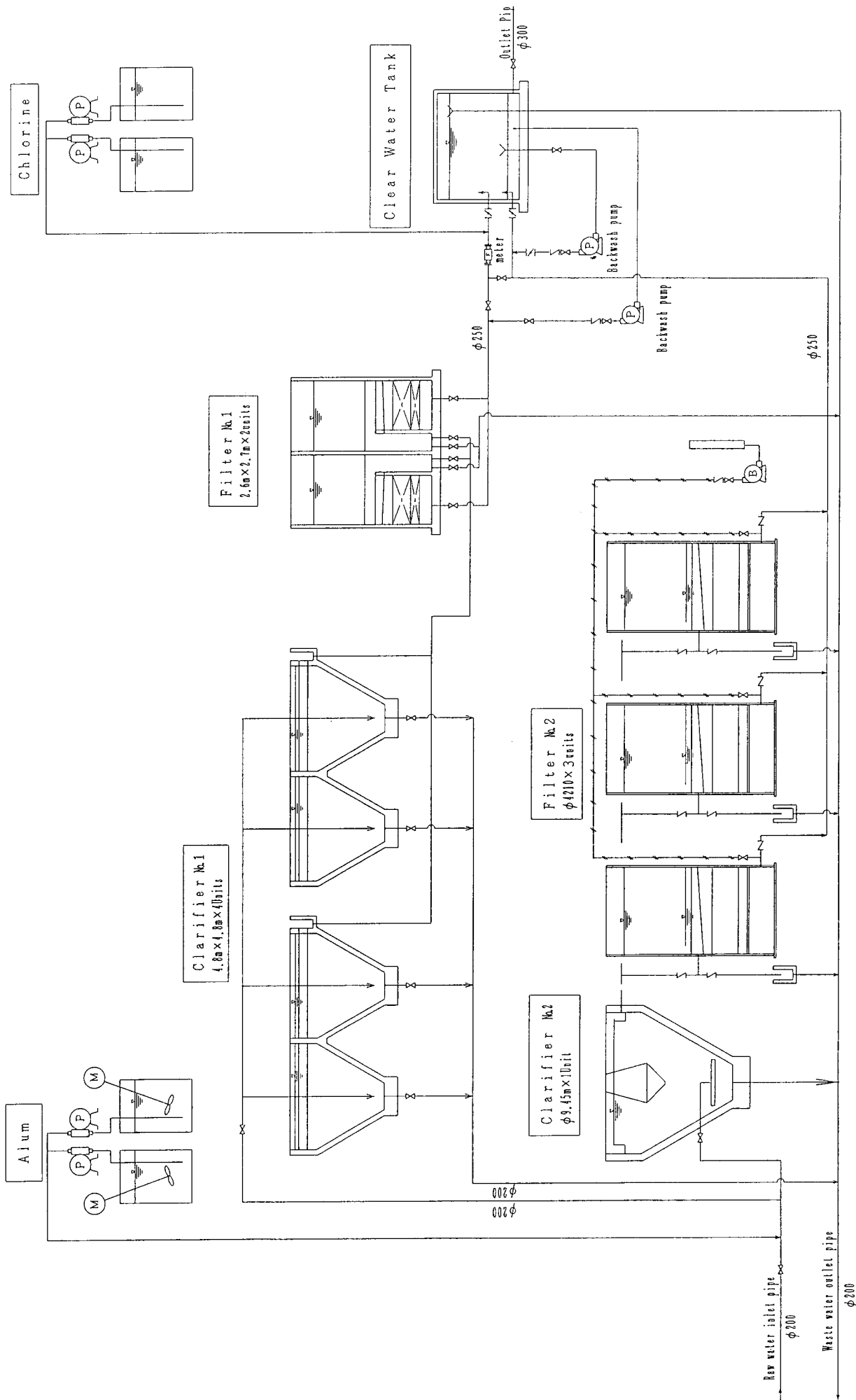


図2-6 ゴロカ浄水場フローシート

表 2 - 1 1 主要施設の仕様

施設	仕様	1系	2系
凝集沈殿池	形状・構造	RC 製矩形断面構造	鋼板製円形タンク
	システム	スラリーブランケット型	高速凝集沈殿池
	全有効容量	181m ³	230 m ³
ろ過池	形状・構造	RC 製矩形断面	鋼板製円形タンク
	システム	急速ろ過	急速ろ過
	洗浄方式	水逆洗	水逆洗 + 空気洗浄
処理水量 (m ³ /d)		1,600	4,900
薬品注入	凝集剤	硫酸バンド	硫酸バンド
	アルカリ剤	ソーダ-灰	ソーダ-灰
	消毒剤	高度晒し粉	高度晒し粉

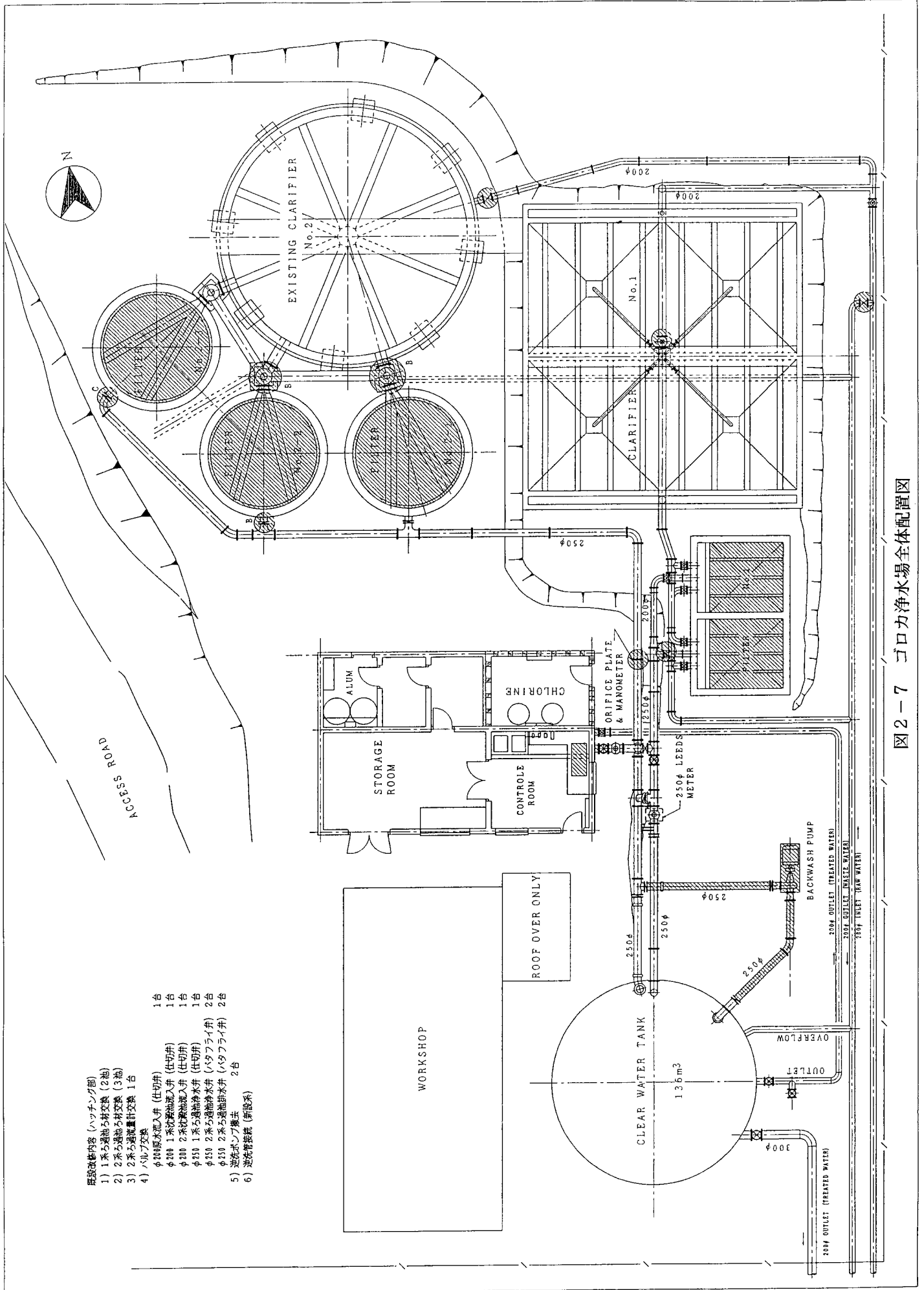
施設の処理水量は 6,500 m³/d である。しかし、現地調査（2000 年 8 月）時では浄水場出口で 12,500 m³/d の流量が測定された。現状では、常時施設容量をこえる運転をしていることになる。

原水の水質の比較的良い時は、施設は薬品注入をせず施設能力の約 2 倍の水量を流すことができる。運転実績から、およそ 10,000 m³/d の水量の運転で薬品処理をして、水質の管理をした時には、沈殿池の機能が十分働かず、フロックがろ過池にキャリーオーバーした。そのためにろ過池の負荷が大きくなり、1 日 3 回ものろ過池の洗浄をしていたとの運転職員の話である。洗浄に使用される水が処理水であるので、処理水と薬品代の無駄ともなり経済的な運転とはいえない。

その他個々のシステムの問題点は以下の通りである。

- ・凝集剤としての硫酸バンド注入点（原水管）の位置が悪い。管に直接注入しているが原水との攪拌が不十分であり、凝集効果が悪い。また、水質器具の不足と薬品注入設備の老朽化で水質に応じた注入率の決定や注入量の確認等適切な薬品注入ができない。
- ・塩素注入量調整機能が故障している。そのために塩素の入れすぎや不足がおきている。入れ過ぎは薬品の無駄使いとなり、不足は水の消毒ができないことになる。
- ・施設の運転を調整するための流量計が故障している。
- ・ろ過池洗浄排水と沈殿池排泥は住民の生活用水に使用している河川に直接放流されている。有害物質の混入は認められないが、特に排泥は濁りが高い。

施設設備の現況は以下の通りである。施設の評価の内、耐用年数は日本の地方公営企業法施行令別表第 2 号を参考にした。また、施設配置図を図 2 - 7 に示す。



- 既設改修内容 (ハッチング部)
- 1) 1系ろ過池ろ材交換 (2池) 1台
 - 2) 2系ろ過池ろ材交換 (3池) 1台
 - 3) 2系ろ過池量計交換 1台
 - 4) バルブ交換
 - φ200原水流入弁 (仕切弁) 1台
 - φ200 1系沈着池流入弁 (仕切弁) 1台
 - φ200 2系沈着池流入弁 (仕切弁) 1台
 - φ250 1系ろ過池浄水弁 (仕切弁) 1台
 - φ250 2系ろ過池浄水弁 (バックフライ弁) 2台
 - φ250 2系ろ過池浄水弁 (バックフライ弁) 2台
 - 5) 逆流ポンプ機舎 2台
 - 6) 逆流管接続 (新設木)

図 2-7 ゴロ力浄水場全体配置図

- ・全ての施設土木構造物は、外観上、変形、クラック、漏水は認められない。また耐用年数も後 20 年はある。
- ・全ての鋼板製タンク類は、外観上、変形、クラック、漏水は認められない。また耐用年数も後約 30 年はある。
- ・場内の配管類は鋼管であり、外観、漏水などはなく使用できる。
- ・ほとんどの機械設備は、使用するのに問題がある。詳細を表 2 - 1 2 に示す。

表 2 - 1 2 ゴロカ浄水場設備評価

施設	設備	チェック項目				耐用年数	評価
		外観	性能				
		変形等 *1	雑音 *2	作動 *3	容量		
薬品注入	硫酸バンドポンプ	あり	なし	悪い	不足	40 年	×
	ソーダ灰ポンプ	あり	なし	悪い	不足	40 年	×
塩素注入	タンク	あり	なし		なし	12 年	×
	注入ポンプ	なし	なし	良い	なし	12 年	×
洗浄ポンプ	No. 1 ろ過池	あり	あり	悪い	あり	40 年	×
	No.2 ろ過池	なし	なし	なし	あり	12 年	

*1：変形、キズ、塗装の剥げ落ち

*2：運転時の異常音

*3：運転開始・停止時の正確な作動と駆動部の温度上昇

- ・浄水場内弁類で開閉不能または漏水で使用できないものが 8 ヶある。詳細を表 2 - 1 3 に示す。

表 2 - 1 3 ゴロカ浄水場弁類評価

名称	仕様	外観	性能		耐用年限 (40 年)
			開閉	漏水	
原水流入弁	200mm,制水弁 2 個	錆び	×	×	40 年
No.1 沈殿池流入弁	200mm,制水弁 1 個	錆び		×	40 年
No.2 沈殿池流入弁	200mm,制水弁 1 個		×		12 年
No.1 ろ過池流入弁	200mm,制水弁 1 個		×		40 年
No.2 ろ過排水弁	300mm,バタ弁 2 個	錆び	×	×	12 年
No.2 浄水弁	250mm,バタ弁 1 個		×		12 年

弁開閉×は作動不能、漏水×は漏水していることを示す。

バタ弁（バタフライバルブ）はフランジレス型、制水弁はフランジ型である。

(d) 配水池

配水池はマウントキスの丘の上に 2 基あり、1970 年代と 1980 年代に建設された半径 10.65 m、有効水深 7.5m、容量約 2,600 m³ 及び半径 9.15m、有効水深 9m、容量約 2,400 m³

鋼板製タンク 2 基がある。貯水能力が合計 5,000 m³ とすると、現在給水量 (= 日最大水量) が 12,000 m³/d であることから約 10 時間分の貯水能力があることになる。日本の水道施設設計指針 (2000 年) から基本水量の 12 時間に満たない。ピーク時での給水不足が起きることになる。そのために夜間は給水を停止し、ピークが始まる朝までにタンクを満水にして対応している。

また、ゴロカ大学構内に配水池があり、容量が約 300m³ である。この配水池の担当する地域の日最大水量は約 500m³/d であり、貯水時間は 14 時間あり、配水池容量は十分と言える。

ゴロカ大学にある配水池は 1990 年初頭に建設されたためにまだ新しく、鋼板製タンクの変形はなく、塗装状態も良く新品同様である。またマウントキスにあるタンクの鋼板、塗装状況とも良好で今後の使用に十分耐えうるものである。ただ、古いタンクの下部、タンク胴部分と低盤部分からしみ程度の漏水がある。充填材のコ - キング程度の修理で補修可能である。No.2 のタンクの排水弁が漏水しており、取り替えが必要である。

(e) 配水設備

管の老朽化

給水区域は、ゴロカ市内、ゴロカ大学と周辺である。市内への配水管は 1960 年代のものから 1980 年代に布設されたものまでが混在する。種々の管材料のうち、ACP は布設年次が 1960 年代のもので、老朽化して漏水事故が多発している。

配水圧のアンバランス

配水区域は、地形条件から大きく 3 つに分けることが出来る。

北部地域：配水池より北の地域。浄水場の浄水池からの自然流下で配水している。一般に給水圧が高く、過剰な圧力で漏水するなどの問題がある。

東部地域：ゴロカ空港より東側で、市の中心地を含む地域。配水池からの自然流下で配水している。配水池から近く、一般に圧力は十分であるが、一部の高地で圧力が不足している。

西部地域：ゴロカ空港より西側で、住宅が多くある地域。配水池からの自然流下で配水している。地形的に高い一部の地区で恒常的に圧力が不足している一方で、市の南側では圧力が過剰となり、管の破裂事故や家庭内漏水が多い。

配水圧力は調整していないために、低地では圧力が過剰となり、高地では圧力が少ないという圧力のアンバランスが生じている。

配水流量の管理

現在、ゴロカでは商業用水を除いて水道メーターは設置していない。このため、実際の給水量の把握ができず、生産水量に対して漏水を含めた配水量の管理ができていない。また、市に隣接する村落への配水量も把握できていない。

給水管での漏水

配水圧が過剰な地域では、家庭内での漏水が生じている。

2 - 5 環境への影響

(1) ローレングウ

表2 - 14 環境への影響（ローレングウ）

検討事項	評価	評価内容 / 根拠
下水量の増加 ^{注1}	C	下水道：下水道施設は無い。 浄化槽：本計画実施によって147 m ³ /dの増加が見込まれるが、既存浄化槽で処理できる。 地下浸透：584 m ³ /dの増加が見込まれるが、ローレングウにおいて地下水は利用されておらず、また流域河川を汚染する懸念はない。
浄水場からの排水 ^{注2}	C	排水量が河川流量に比べ少量である。排水水質は土壌成分由来でインパクトを与え得る物質はない。
水利権	C	本計画の取水は既存施設を使用する。取水権は既得されており、また本計画によって取水量は増加しない。
住民移転	C	既存施設の改修のため新たな土地収用及び借用は無い。
騒音・振動	C	管敷設工事用重機、建設資材運搬車両の運行があるが、工事期間中のみであり、工事が一箇所に長時間留まることはない。
総合評価	C	対策を講じる程の影響は無い。

注) 評価区分

- A：重大なインパクトが見込まれる。
- B：多少のインパクトが見込まれる。
- C：ほとんどインパクトは考えられない。

注1) 下水量の増加

下水量を給水量の80%とすると、下水は表2 - 15のように増加すると推測される。

PNG設計指針によると浄化槽は一人当りの下水量を225 l/dとしてASに準拠した浄化槽を設置することとなっており、実施後の下水量(132 l/c/d)は処理可能である。

表2 - 15 下水量の増加（ローレングウ） [単位：m³/d]

	給水量	下水量			
		合計	下水道	浄化槽	地下浸透
現状	234	187	-	37	150
実施後	1,147	918	-	184	734
増加量	913	731	-	147	584

注2) 浄水場からの排水（参考）

日本の水質汚濁防止法では施設能力10,000 m³/d以上の浄水場を「特定施設」として規制対象としており、10,000 m³/d未満の浄水場は規制対象外となっている。（水質汚濁防止法第2条第2項）

(2) ゴロカ

表2 - 16 環境への影響(ゴロカ)

検討事項	評価	評価内容/根拠
下水量の増加 ^{注1}	C	下水道：1,129 m ³ /d の増加が見込まれる。現在、安定化池を拡張するため市独自の用地買収計画(20 ha)があり、拡張すれば十分に処理できる。 浄化槽：本計画実施によって206 m ³ /d の増加が見込まれるが、既存浄化槽で処理できる。 地下浸透：719 m ³ /d の増加が見込まれるが、ゴロカにおいて地下水は利用されておらず、また流域河川を汚染する懸念はない。
浄水場からの排水 ^{注2}	C	排水処理施設を計画する。
水利権	C	本計画の取水は既存施設を使用する。取水権は既得されており、また本計画によって取水量は増加しない。
住民移転	C	既存配管の改修のため新たな土地収用及び借用は無い。浄水場の拡張については職員宿舎の移転のみであり、土地を既に収用済。
騒音・振動	C	管敷設工事用重機、大型車両の運行があるが、工事期間中のみであり、工事が一箇所に長時間留まることはない。浄水場建設工事予定地付近は職員宿舎以外に近接した住居は無い。
総合評価	C	唯一懸念される下水の増加は市独自の安定化池拡張計画があるので、対策を講ずべき影響は無い。

注) 評価区分

- A：重大なインパクトが見込まれる。
- B：多少のインパクトが見込まれる。
- C：ほとんどインパクトは考えられない。

注1) 下水量の増加

下水量を給水量の80%とすると、下水は表2 - 17のように増加すると推測される。

現在、下水管より収集された下水は市南西の安定化池(表面積：1 ha)で処理されているが、ややオーバーロードしているため、市では20 haの土地を拡張用地として買収する計画を持っている。

PNG設計指針によると浄化槽は一人当りの下水量を225 l/dとしてASに準拠した浄化槽を設置することとなっており、実施後の下水量(132 l/c/d)は処理可能である。

表2 - 17 下水量の増加(ゴロカ) [単位：m³/d]

	給水量	汚水量			
		合計	下水道	浄化槽	地下浸透
現状	3,243	2,594	1,427	259	908
実施後	5,809	4,647	2,556	465	1,627
増加量	2,566	2,053	1,129	206	719

注 2) 浄水場からの排水

既存浄水場からの排水水質は表 2 - 1 8 の通り。

PNG には排出基準が存在しないため日本の水質汚濁防止法第 12 条の排水基準を目安とする。

対象地の原水に重金属類は存在しない。下表より浮遊物質量 (SS : Suspended Solid) 以外の項目は良好であると言える。SS 除去のために排水施設を計画する。

表 2 - 1 8 ゴロカ既存浄水場からの排水水質

水質項目	ろ過洗浄水	沈殿池排水	排水基準
水素イオン濃度 (pH)	7.4	7	5.8 ~ 8.6
BOD ₅ [mg/l]	3	15	120
浮遊物質量 (SS) [mg/l]	130	2,500	150
大腸菌群 [個/100 ml]	0	0	3,000

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、日本の無償資金協力による建設完了予定年度である 2003 年を計画目標年として、有効水量の向上と低圧地域の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

2000 年 1 月に実施された予備調査の結果、本計画の位置付けは上水道改善プロジェクトである。緊急に改善が必要な問題に対処するという観点から、基本設計調査方針は、以下の 6 項目に定められた。

施設計画は緊急的に改善が必要な範囲で策定する。

現地の維持管理能力を考慮し、極力簡易な施設とする。

既存取水施設は緊急性のある改善と補修程度とする。

老朽化が著しい鋼管および配水池（ローレンガウ）、アスベスト管、浄水場内機械・電気設備（ゴロカ）は全面的に更新する。

機材の調達計画を含め、維持管理上必要な人員配置について提言を行う。

ローレンガウでは PNG 水道公社への移管と料金徴収制度の立ち上げなど運営の持続可能性について確認をする。

上記方針の下、基本設計の現地調査を実施した上で、以下の基本構想を策定した。

- ・ 計画目標年次は 2003 年とする。
- ・ 地形上の高低差を利用し、自然流下による給水とする。また、浄水場の運転は現場での手動運転とする。
- ・ 取水施設は既存施設を改修又は補修して安定した水量を確保する。
- ・ 既存配水管の漏水率 59.8%（ローレンガウ）及び 46.4%（ゴロカ）を 25%までに低減する。そのために老朽化した既存鋼管（ローレンガウ）、アスベスト管（ゴロカ）を更新する。
- ・ 低圧給水地域での給水圧力を改善し、給水状況の改善を図る。

- ・ ローレンガウの浄水場は水道公社が施設機能として生産水 2,000 m³/d を保証する。そのために必要な補修は水道公社が実施する。また、老朽化した配水池は撤去し、新たに既設と同容量のタンクを建設する。
- ・ ゴロカの既存浄水場の中で老朽化して使用不能の機械・電気設備は更新する。また、水需要量から、3,500 m³/d の容量の浄水施設を増設する。したがって、既存施設の更新と増設を合せると施設容量は 10,000 m³/d となる。
- ・ 維持管理に不足している機材として、水質分析器具があり、日常の維持管理に必要な簡易分析器具を調達する。さらに、ゴロカでは漏水調査に必要な可搬式流量計を調達する。調達した器具については、建設期間を通し適切な指導を含めた技術移転をする。
- ・ 施設の恒久的な維持を目的に、料金制度の強化が必要である。本計画では有収水量の向上に資するために料金メーター及び接続管の調達をする。

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

本計画地域は地形的に高低差が大きいの。この地形条件を利用すべく自然流下によるシステムを採用し、省エネ型の設計とし、維持管理費での電力費の低減をはかる。

(2) 現地業者、現地資機材の活用

首都ポートモレスビーには現地建設業者が存在する。それら建設業者は PNG 国内の水道施設、橋梁、道路、各種建造物を手がけており、日本の無償協力援助の下請会社、ADB 案件の工事受注などの実績がある。これら実績から現地建設業者が一般的な工事に関して日本の建設会社の下請として工事を請け負う能力は十分にある。また、建設機械もゴロカやローレンガウには無いが資材輸入港かつ資機材供給地となるレイには存在する。よって本計画に関しては日本の建設会社の指示の下で部分的な下請体制をとって工事を進める計画とする。

労務調達については、日本人技師の下に労務管理者を調達、配置する。労務管理者の下に世話役を配置し、工事期間中に技術移転を図る。この他、作業員（事務も含む）も現地にて調達する。

本計画の主体設備である浄水場設備及びポンプの調達先は日本とする。PVC 管の直管は現地で生産されているが、品質が劣ることから、安定的に高品質の資材供給が可能なオーストラリアからの調達とする。一般建設資材（セメント、砂、砂利、鉄筋、木製型枠材料など）は PNG 国内で広く流通しており、PNG 調達を原則とする。

一般建設機械については、首都ポートモレスビーやレイには建設機械リース会社があり、比較的豊富に建設機械を保有しており、レイで調達可能である。よってレイで調達した建設機械をローレンガウ、ゴロカへ輸送して使用する。

（３）実施機関の維持・管理能力に対する対応方針

ローレンガウ：

将来ローレンガウの施設を維持管理する PNG 水道公社は、2003 年に向けて移管の手続きをするとともに、建設中の PNG 側負担工事費（用地買収、仮運転、水道メーター取り付け）の大部分を国の補助金を使うことを計画している。これに対し、過去の実績から、ADB プロジェクトにおいても予算の申請から工事完了まで手続きの実績がある（9.4 百万 US\$：第 3 次地方都市上下水道整備事業 1993 年～2001 年）。これらの実績から補助金の手当て、移管の手続きは円滑に実施される見通しである。

基本設計調査時に水道公社にて作成・提出された手続き、資金調達計画に対し詳細設計・施工監理を通じ、実施状況について確認をする。

ゴロカ：

ゴロカ市は本計画に対し、既に土地収用など済ませており、建設に関する PNG 側負担経費は少ない（K91,200）。年間の市の水道関連予算（K601,000：2000 年予想）に占める割合が少なく、予算の手当ても円滑に行くことが予想される。

基本設計調査時にゴロカ市にて作成・提出された手続き、資金調達計画に対し詳細設計・施工監理を通じ、実施状況について確認をする。

3 - 3 - 2 基本方針

（１）水需要

1) 計画給水地域

ローレンガウの計画給水地域は既存給水地域と同じとする。計画給水普及率は現状と同じ 77%である。

ゴロカの計画給水地域は、現在ゴロカ市が管轄範囲としているゴロカ市内のみとする。計画給水普及率は現状と同じ 100%である。従って市側から配水管が接続され

ている村落は計画給水地域としない。村落への給水は現在の配水量を継続するものとし、その給水量は 489 m³/d である。

2) 計画給水人口

計画給水地区の人口推定は、2000 年の国勢調査および現地調査で実施した家屋数調査を基に、計画地区の増加率を加味し全国平均人口増加率 2.3%として計算した。計画給水地区の 2003 年での推定総人口と計画給水人口は表 3 - 1 の通りである。

表 3 - 1 総人口と給水人口 (2003 年)

	総人口 (人)	給水人口 (人)	給水普及率 (%)
ローレンガウ	5,672	4,341	77
ゴロカ	23,589	23,589	100
計	29,261	27,930	

3) 水需要予測

(a) 水使用原単位

表 3 - 2 に各用途別水使用原単位を示す。

表 3 - 2 水使用原単位

用途	原単位
生活用水 (リッター/人/日)	165
学校 (寄宿生と通学生)(リッター/人/日)	70
学校 (教員)(リッター/人/日)	165
病院 (リッター/ベッド)	500
ホテル (リッター/室)	400
レストラン (リッター/軒)	2,500
商業 (リッター/軒)	1,500
事務所 (リッター/事務所)	1,000

生活用水 (計画給水地域):

水道公社の設計マニュアルによると生活用水の原単位は 225 リッター/人/日 (L/c/d) である。しかし、現地の水利用実態及び近隣国との比較検討結果から生活用水は 165 L/c/d と設定した。

その他用水 (学校、病院、ホテル)

水道公社の設計マニュアルを基に、現地事情を検証し、設定した。

その他用水（レストラン、商店、事務所）

ゴロカの水道料金台帳から過去の用途別月平均使用量を調査し、その実績値を基に設定した。

(b) 水需要予測

生活用水は 2003 年での給水人口と水使用原単位から水需要量を求めた。

その他用水については 2000 年での消費者数の実数調査結果と水使用原単位から 2000 年の需要量を求め、生活用水に対するその他用水の比率は 41%（ローレンガウ）及び 33%（ゴロカ）と算出した。2003 年でのその他用水の水需要量は 2000 年での生活用水に対する比率と同じとして計算された。表 3 - 3 に計算結果を示す。

表 3 - 3 水需要予測 (2003 年)

	原単位 (L/c/d)	ローレンガウ		ゴロカ	
		需要者	需要量 (m ³ /d)	需要者	需要量 (m ³ /d)
生活用水（市）	165	4,341 人	716	23,589 人	3,892
生活用水（村落）*	40		100		489
小計（A）			816		4,382
その他用水	(A)x%	41%	331	33%	1,427
合計			1,147		5,809

* 村落は給水地域外であるが、ローレンガウ周辺島では乾期、ゴロカ周辺村落では通年対象域に依存していることから、本計画ではその需要量を含み謝する。ローレンガウ周辺島需要は過去の実績値を採用した。ゴロカ周辺村落は 2003 年の推定人口（12,235 人）に水道公社発行設計マニュアルの権給水の原単位（40 L/c/d）を乗じて算出した。

(2) 計画水量

計画水量を策定するために表 3 - 4 の設計係数を用いた。

表 3 - 4 設計係数

(a)	浄水場使用水 (TPU)		10 %
(b)	漏水率		25 %
(c)	日最大係数	生活用水	1.2
(d)	日最大係数	その他用水	1.1
(e)	時間最大係数	生活用水	1.8
(f)	時間最大係数	その他用水	1.6

(a) 浄水場使用水

浄水場使用水はろ過池洗浄用水等設備の要求量から、約 115 m³/d (ローレンガウ)、580 m³/d(ゴロカ)となり需要量の 10%である。

(b) 漏水率

漏水率の算定を以下の手順で行い、本計画実施後の漏水率は 25%を目標とした。

本計画の配水管路設計より、管を更新した場合の管種別漏水率の算出をする。新管の漏水率は、計画値として 10%とする。

既存配水管の漏水率は漏水量算定式(水道技術研究センター「実務者のための漏水調査」)により算出した。

管種別漏水率から、表面積比の荷重平均により全体漏水率を算出すると 14.2%(ローレンガウ)、11.3%(ゴロカ)となる

給水管での漏水率の算出

2003 年での給水管の接続数を配水管の管種別の延長で比例配分する。給水管を更新した場合の漏水率 10%と設定し、接続数から加重平均を求め、給水管での漏水率を算出すると 10.9%(ローレンガウ)、13.9%(ゴロカ)である。

全体漏水率(+)

ローレンガウ : 25.1%

ゴロカ : 25.2%

(c) ~ (f) 日最大係数・時間最大係数

水道公社の設計マニュアルを参考にした。

計画給水量と計画設計水量を表 3 - 5 に示す。

表 3 - 5 計画給水量と計画設計水量

		ローレンガウ	ゴロカ
日平均需要量		1,147 m ³ /d	5,809 m ³ /d
計画給水量	日平均給水量 (需要量 + 漏水量)	1,529 m ³ /d	7,745 m ³ /d
	日最大給水量 (日平均給水量 x 日最大係数)	1,791 m ³ /d	9,104 m ³ /d
計画設計水量	計画取水量 (日最大給水量 + 浄水場使用水)	2,000 m ³ /d	10,000 m ³ /d
	計画浄水量	2,000 m ³ /d	10,000 m ³ /d
	時間最大給水量	111 m ³ /hr.	565 m ³ /hr.

(3) 施設計画

1) ローレンガウ

本計画施設の計画浄水量は 2,000 m³/d である。1995 年に建設された既存浄水場の最大処理能力は 2,200 m³/d であることから浄水場能力は十分にある。

本計画による水道システムの処理工程は図 3 - 1 のようになる。また、本計画実施内容を表 3 - 6 に示す。

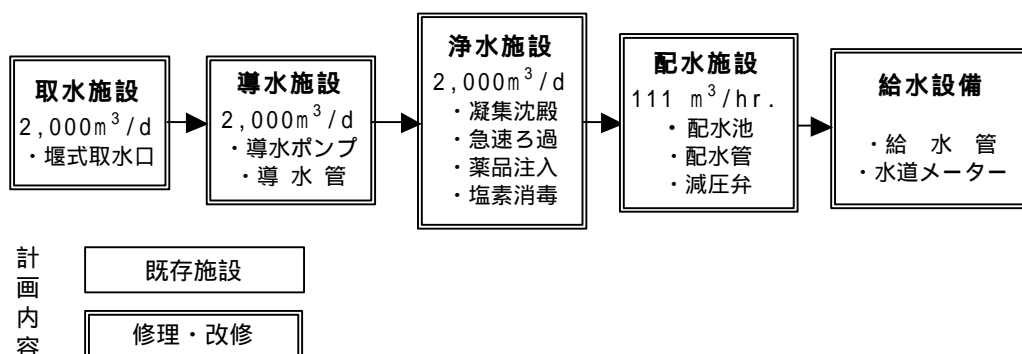


図 3 - 1 上水道施設処理工程 (ローレンガウ)

表 3 - 6 計画実施内容 (ローレンガウ)

施設	実施計画	数量
取水施設	・水位観測設備の取り付け	1 基
	・取水口の建設 (取り入れ口及びスクリーン)	1 式
導水施設	・導水管の敷設替え、鋼管 200mm	約 1.14 km
	・導水ポンプの更新	2 台
	・ポンプ建屋の建設	1 棟
配水池	・鋼板製タンクの更新、合計容量 1,600m ³	2 基
配水施設	・鋼管の更新、PVC 50~200mm	約 6,475 m
	・圧力調整設備の取り付け (200mm 減圧弁)	1 式
流量計	原水管、配水管に流量計を設置する (200mm)	2 台
機材調達	・水道メーターおよびコック	912 個
	・メーター取り付け小配管 (ポリエチレン管)	912 ヶ所
	・水質試験器具	1 式

取水施設

ローレンガウの取水はローレンガウ川の河口から約 2.5 km 上流に位置する滝 (標高約 37 m) に設けた堰で行っている。取水地点の流域面積は約 9 km² と小さいが、年間を通して降雨があるうえ、流域は森林に覆われているため、渇水期にも安定した流量を持っている。年平均雨量は 3,000 mm を超えており、1979 - 1991 年における滝地点の最大流量は 250 m³/s を記録している。

取水地点の河川流量は、データの欠落があるものの 1979 - 1991 年間の日流量の記録がある。流量が小さかった 82、87、88、90 年に流量記録によると、最小流量は 1990 年 11 月の 23 L/s であり、これを利用可能量とする。

一方、既存浄水場の処理能力は 2,000 m³/d (23 L/s) であり、利用可能量にほぼ等しい。また、最小流量は 11 年に 1 回の流量であって、2,000 m³/d の取水量を見込んで設計できるものと判断される。

取水位置は表 3 - 7 に示す通り、現取水位置 (A 案) および下流ポンプ場の位置 (B 案) の 2 案が考えられる。

表 3 - 7 ローレンガウ取水地点の比較

	A 案 現取水位置	B 案 下流のポンプ場の位置
取水堰	H 1 m × W 22.3 m 既存施設の補修	H 7 m × W 20 m コンクリート堰の新設
導水管	200 m × 1.14 km	200 m × 0.19 km
ポンプ場の標高	+27 m	+5 m
ポンプ揚程	55 m	77 m
ポンプ出力	30 kW	42 kW

ポンプ場では排砂設備が必要であり、自由水面とする。A 案は総延長 1.14 km の導水管を取り替えるもので、管径を現在の 150 mm から 200 mm に太くすることにより、ポンプ場位置を標高+27 m の位置まで上げることが出来、55m のポンプ揚程で済む。一方、B 案は河道に堰を設けて取水するので 77 m のポンプ揚程を必要とする。A 案と B 案の差は、(導水管取り替え等費用) と (堰設置費用 + ポンプ揚程増に伴う維持管理費増分) で比較される。

B 案では、越流方式のコンクリート堰を考える。越流量は既往最大の 250 m³/s、および比流量 30 m³/s/km² を勘案して、270 m³/s と想定する。潮止めの為、越流部の天端高は +1.0 m とする。越流部の高さは河床から 3.0 m 程度となる。これに越流水深を加えて堰の高さとなる。越流幅を 20 m とすると越流水深は 4 m 必要となり、取水堰の天端高は 7 m となる。また、下流側には、越流量から 20m 以上の減勢工が必要となる。

仮締め切りは半川締め切りで、右岸側滞筋に越流部の一部を設け、次いで越流部を通水して左岸側の工事を行う。

以上のように B 案は大規模な工事となり、洪水時における原水の濁度も大きいので問題がある。工事の難易度及び建設費から比較すると A 案は B 案に比較して安価と

なることは自明である。また維持管理、水質面でも有利であることから A 案（既存取水設備使用）とする。

既存の取水堰は、コンクリート製で岩盤上に築造されていて、一部のクラックからの漏水箇所を除いて大きな機能低下は認められない。従って本計画では、右岸側の漏水部分の補修を行う。

既存の取水口は、スクリーンが破損され、適切な維持管理ができないため、コンクリート製のますを設けて鋼製スクリーンと角落しを設置する。

既存の水位計は盗難され不備なことから、新たに水位計測用のスタッフを設置する。

導水施設

導水施設は、取水口（+37 m）から浄水場着水井（+72 m）までの導水管及びポンプ施設である。

取水口から自然流下によって、高度 27m 地点まで送水される。そこから加圧ポンプによって浄水場まで送水する。

既設管（鋼管、150mm）は老朽化が著しいことから全て新管（鋼管、200mm）に更新する。配管ルートはポンプ場までは既存管と同じルートとし、ポンプ場からは既存道路に沿ったルートに変更する。

河川横断個所では水管橋を建設する。支間長によって水管橋の構造は表 3 - 8 の通りとする。

表 3 - 8 水管橋仕様

No.	支間長	基数	水管橋設計概念
1	約 23 m	1 基	鉄骨トラス構造によって管を支える。維持管理用の歩廊を設ける。構造物の支柱はコンクリート製とする。
2	約 18 m	1 基	同上
3	約 15 m	1 基	管自身によって管の自重を支える構造とする。
4	約 10 m	1 基	同上

制水弁、空気弁、排泥弁、フレキシブルジョイント等は地形を考慮して設置する。

加圧ポンプ場は排砂機能を持ったポンプサクシオンピットおよびポンプ室によって構成される。各設備の仕様は以下の通りである。

・ ポンプサクシヨンピット

構造：コンクリート製矩形タンク

容量：50 m³

付属設備：排砂管、越流管

・ ポンプ室

構造：ブロック造、鉄筋コンクリート製基礎

面積：25 m²

部屋数：1室

加圧ポンプはポンプ室に設置し、ポンプ据付レベルはポンプサクシヨンピット LWL より下とする。ポンプの運転は現場手動および浄水場からの遠隔操作とし、ポンプ室と浄水場に現場運転盤を設置する。ポンプの制御は配水池水位との連動運転とし、配水池の HWL に達するとポンプを自動停止する。ポンプ保護のための必要な機器としてポンプ空転防止装置を設置する。

ポンプの主要仕様は以下の通りである。

- ・ 型式： 横軸渦巻きポンプ
- ・ 容量： 1,460 リッター/min. x 56mH
- ・ 電源： 415V x 3 相 x 50Hz
- ・ 台数： 2 台（1台予備）
- ・ 現場運転盤： 鋼板製自立型

配水池

既存の配水池は老朽化が進んでいるため撤去する。水は既設浄水設備から新設配水池まで自然流下で流れるように、配水池の HWL は浄水池の LWL より下になるように築造する。また、築造スペースを考慮し、タンクは2基築造する。配水池の築造に伴って、既設タンク回りの配管をタンクから切り離し新設タンクに接続する。

タンク全容量は既設タンク容量と同じ 1,600m³ である。貯留容量の内訳は以下の通りである。

- | | |
|------------------|------------------------|
| ・ 日最大給水量の 12 時間分 | : 900 m ³ |
| ・ 取水停止時の対応（時間） | : 417 m ³ |
| ・ 停電時の対応 | : 167 m ³ |
| ・ 消火用 | : 100 m ³ |
| 合計 | : 1,584 m ³ |

タンクの材質はコンクリート製と鋼板製とが考えられる。コンクリート製は計画地域が島であるために、海砂以外骨材（砂、砂利）の入手が困難である。海砂は、塩分の除去にかなりの経費がかかるために、骨材は島外から運搬しなくてはならない。現地では生コンクリートが無い上、タンク築造に必要なコンクリート量から、大掛かりなバッチャープラントの建設が必要となり、工事費が大きくなる。現場で練機械を使用する場合、コンクリートの規定の品質を保つためには経費がかかり過ぎる。これに対し、鋼板製タンクは分割して搬入することから運搬や施工性が良く、また耐用年限も日本の公営企業法施工令では 45 年となっていて、長期間の使用に耐えることができる。以上の現地の資材事情、施工方法から本計画の配水池は鋼板製タンクを採用する。また、建設用地面積からタンクは 2 基とする。タンク仕様は以下の通りである。

- ・ 材質 : 鋼板製
- ・ 寸法 : 16m x 5m 高さ
- ・ 容量（1 基当たり） : 800 m³
- ・ 基数 : 2 基
- ・ 付属品 : 越流管、排水管、空気弁、点検孔、点検歩廊

原水量と配水量の調節のために浄水場入口と配水池出口管のそれぞれに流量計を設置し指示流量と積算流量が把握できるものとする。

配水施設

本計画で実施される配水管の詳細を表 3 - 9 に示す。

表 3 - 9 ローレンガウ配水管延長

管 種	口 径	延 長
GSP	200 mm	920 m
GSP	100 mm	12 m
GSP	80 mm	45 m
PVC	200 mm	462 m
PVC	100 mm	1,869 m
PVC	80 mm	3,167 m
合 計		6,475 m

既存鋼管の更新

配水管は既存の鋼管部の漏水が多く、また、家庭用接続管からの漏水もあるために既存の鋼管を全て更新する。管種は現地で調達し易い塩ビ管（PVC、AS 規格）とする。ただし、水管橋および地上配管部分は鋼管とする。新管の更新に伴う既存管の処置は、現在位置にて放置する。

管路の変更

既存の私有地横断部分およびアクセス不能な管路を更新する際は、管路を変更して公道下に敷設することを基本とする。

口径の見直し / 圧力調整

配水は浄水場サイトの配水池から自然流下方式にて行っているが、高台地区や管路の末端地区では、漏水や口径不足が原因で、水圧が不足して出水不良などの問題がある。一方、給水地域の中心地区では過剰な圧力がかかり老朽管が破裂事故等を起こす危険度が高く、圧力を調整する必要がある。このため、管網解析を行い、管口径の見直しおよび管路のループ化により、高台地区および末端地区では圧力不足を改善し、中心地区では減圧弁にて圧力調整を行い、適正な圧力を確保する。

消火栓の設置

現在、ローレンガウには消火栓は市内に数カ所しか設置されていないため、管の更新に伴い、新たに消火栓を設置する。

給水管の接続

既存需要者用給水管から新管に切り替える部分については復旧工事材料としてサドルおよび付属ポリエチレン管が必要となる。切り替え工事の発生しない箇所で PNG 側が水道メーターを新たに取り付ける部分についても工事の速やかな完成を目指し、PNG 側の負担範囲である水道メーターまでの小配管を日本側が調達する。

2) ゴロカ

本計画水道システムの処理工程は図 3 - 2 のようになる。また、本計画実施内容を表 3 - 10 に示す。

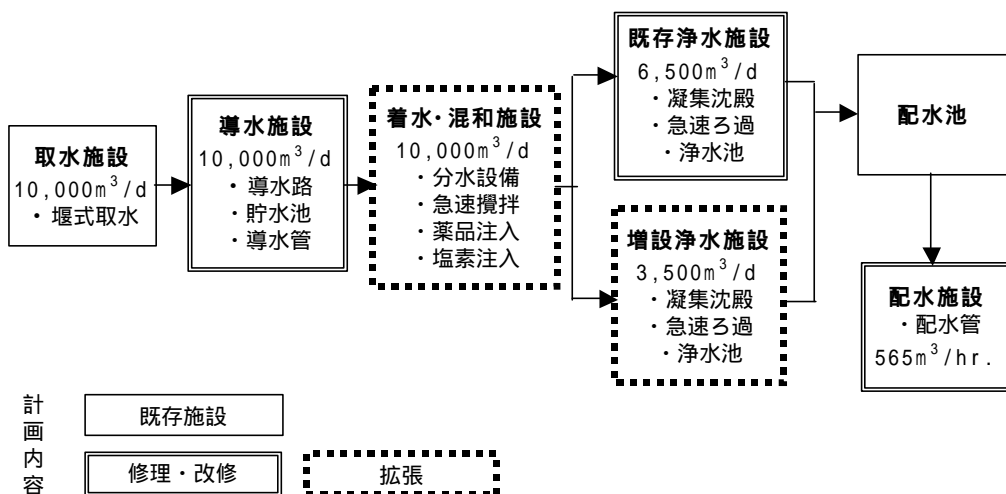


表 3 - 1 0 計画実施内容 (ゴロカ)

施設	実施計画	数量
導水施設	<ul style="list-style-type: none"> ・ 導水路の一部改善 (コルゲートパイプの布設、 1200 mm) ・ 流量調整扉の更新 (手動制水扉、 W 1.2m × H 2.5m) ・ 導水管流入スクリーンの設置 ・ 導水管の更新 (貯水池出口 ~ 浄水場、鋼管 300 mm) 	231 m 1 門 1 基 575 m
浄水場改修 設計水量 6,500m ³ /d	<ul style="list-style-type: none"> ・ 場内弁の更新 ・ 薬品注入設備の撤去 ・ 塩素消毒設備の撤去 ・ ろ過砂の交換 ・ ろ過池逆洗システムの改造 	8 個 1 式 1 式 5 池 1 式
着水・混和池の新設 設計水量 10,000 m ³ /d	<ul style="list-style-type: none"> ・ 着水井の建設 (タンク、分水用調節装置) ・ 急速攪拌池の建設 (タンク、攪拌機) ・ 薬品注入装置の据付 (硫酸バンド、ソーダ灰) ・ 塩素消毒剤注入装置の据付 (さらし粉) ・ 薬品注入室の築造 	1 式 1 式 1 式 1 式 1 棟
浄水設備の増設 設計水量 3,500 m ³ /d	<ul style="list-style-type: none"> ・ 凝集・沈殿設備の建設 ・ 急速ろ過設備の建設 ・ 電気計装設備の据付 ・ 接続配管弁類の布設 	2 池 2 池 1 式 1 式
排水施設	<ul style="list-style-type: none"> ・ 排水沈殿用ラグーンの建設 	2 池
浄水場雑工事	<ul style="list-style-type: none"> ・ 場内アクセス道路の建設 	1 式
配水池	<ul style="list-style-type: none"> ・ 排水弁の更新、250mm 	1 個
配水施設	<ul style="list-style-type: none"> ・ ACP の更新 (PVC、 80 mm ~ 300 mm) ・ 既存給水管の普及工事 	21,178 m 2,000 ヶ所
機材調達	<ul style="list-style-type: none"> ・ 水道メーター、給水管 ・ 排砂ポンプ ・ 水質試験器具 ・ 漏水調査用可般式流量計 	1,200 個 1 式 1 式 1 台

導水施設

原水は取水口から開水路、貯水池、導水管を経て浄水場に至る。導水施設は既存の施設を改修して利用する。

取水口近くに設置されている既設制水扉を撤去し、新しく手動式制水扉に更新を行う。制水扉は維持管理上、緊急時の取水停止や流量の調整をする目的で設置する。寸法等は既存の制水扉と同じ仕様とする。設置場所の水路の設計条件は以下の通りである。

水路幅	: 約 1.2 m
平均水深	: 約 1.1 m
水路底からの地盤高	: 約 2 m

土砂の崩落による閉塞、家畜の糞尿など汚染物質の流入を防ぐため、既存開水路の一部区間（延長 250 m）にコルゲートパイプを敷設する。この水路からの水は途中で養魚所等が使用しているために、既存の水量の確保が必要である。よって、コルゲートパイプの寸法は既存の水路断面を流れる流量と同じ流量を確保するために口径 1.2m とする。既存の平均流量はおよそ 48,000 m³/d ~ 53,000 m³/d と推定される。コルゲートパイプは既存水路の中に入れ、上は土盛りをする。

原水は貯水池の出口から導水管を経て自然流下によって浄水場まで送水される。貯水池に設置されている既存の取り入れ口を利用して取水する。取り入れ口に、木片やビニール等の導水管への流入を阻止する目的で粗目バースクリーンを設置する。

貯水池から浄水場まで敷設されている既存鋼管と ACP を 300 mm 新管（鋼管）に更新する。管設計条件は以下の通りである。

流量	: 10,000 m ³ /d (0.116 m ³ /sec.)
管延長	: 約 575 m
管内流速	: 1.63 m/sec

既設浄水場の改修

既設浄水場の計画浄水量は 6,500 m³/d である。

既存ろ過池のろ過砂は摩耗により粒径が小さくなったり、汚泥が付着して不衛生となっているために全てのろ過池のろ過砂を交換する。ろ過砂仕様は比重：2.57 ~ 2.67、有効径：0.6 mm のものとする。

既存ろ過池の逆流洗浄は、ポンプによって洗浄水をろ過池に送るシステムである。新たに増設される浄水池は既存施設より高い位置にある。高低差を利用して浄水池から自然流下で洗浄水を得る。これにより、既存施設のポンプは不要となるため撤去する。

既存浄水場内の弁で故障しているものは全て取り替える。表 3 - 1 1 に取り替え弁を示す。

表3 - 1 1 更新対象となるゴロカ浄水場内の弁

施設	弁	仕様	個数
第1系施設	原水弁	200mm 制水弁	2
	沈殿池入り口弁	200mm 制水弁	1
	ろ過池入り口弁	200mm 制水弁	1
第2系施設	沈殿池入り口弁	200mm 制水弁	1
	ろ過池排水弁	300mm バタフライ弁	2
	ろ過池浄水弁	250mm バタフライ弁	1
合計			8

着水・混和池の新設

導水施設からの原水は一括して着水井に集められ、薬品混和池を経た後、既存浄水場と増設浄水場とに分配され、処理される。

原水の流量は着水井で計測し、分配施設では流量計と流量調整弁により流量制御を行う。

- ・着水井

構造 : コンクリート製、矩形タンク
 タンク容量 : 34 m³ (滞留時間 : 約 5 分)
 原水流量計 : 電磁流量計、指示・記録・積算式

- ・混和池

計画浄水量 : 10,000 m³/d
 構造 : コンクリート製、矩形
 タンク容量 : 32 m³ (滞留時間 : 約 4 分)
 攪拌機 : 懸垂式 (機械式)

- ・分配施設

系統数 : 3 系統 (既存系 No.1、既存系 No.2、増設系)
 流量計 : 現場指示型
 流量調整弁 : バタフライ弁

薬品は混和池の手前に注入される。使用薬品は凝集剤である硫酸バンド、pH 調整剤であるソーダ灰および消毒剤である晒し粉である。塩素注入は、前塩素処理とする。

1 個所で注入することで全ての処理系統に対して共通の注入機械が使用でき、維持管理が容易で建設費も安価となる。

- ・薬品
 - 凝集剤 : 硫酸バンド
 - pH 調整剤 : ソーダ灰
 - 消毒剤 : 晒し粉

計画浄水量に対する各薬品の注入量を表 3 - 1 2 に示す。原水の水質分析から濁度を除く全ての項目は PNG の飲料水基準値を満たしている。雨期(1月~3月、9月~11月)の間は濁度が高くなり、年間 125 日が濁度 10 度を値する。また、浄水処理が必要となる濁度 2 度以上となる日は年間通して合計約 200 日になる。よって、最大濁度を 10 度、平均濁度を 5 度、最小濁度を 3 度とし、各薬品の注入率を現地での凝集試験により決定した。

表 3 - 1 2 薬品注入量

薬品名		硫酸バンド (10%溶液)	ソーダ灰 (5%溶液)	晒し粉 (3%溶液)	濁度
最大	注入率(mg/L)	30	8	2	10
	注入量(L/h)	119	63.5	27.8	
平均	注入率(mg/L)	20	5.5	1	5
	注入量(L/h)	79.4	47.67	13.9	
最小	注入率(mg/L)	10	3	1	3
	注入量(L/h)	39.6	23.8	13.9	

注：晒し粉中の塩素濃度は 65% である。

薬品注入量の制御は処理水量 10,000 m³/d に対し、3 段階のステップコントロールをする。従ってポンプの必要台数は 3 台となる。1 台は高濁度時の対策及び予備機として、合計台数を 4 台とする。注入ポンプは表 3 - 1 2 の最大注入量に対応できるものを調達する。薬品注入設備仕様を表 3 - 1 3 に示す。

表 3 - 1 3 薬品注入設備仕様

		硫酸バンド	ソーダ灰	晒し粉
溶解槽	容量	2,000 リッター	2,000 リッター	1,000 リッター
	材質	ポリエチレン	ポリエチレン	ポリエチレン
	台数	2 台	2 台	2 台
注入ポンプ	容量	0.7 L/min	0.37 L/min	0.16 L/min
	型式	ダイヤフラム	ダイヤフラム	ダイヤフラム
	台数	4 台	4 台	4 台
その他		溶解籠、攪拌機	溶解籠、攪拌機	溶解籠、攪拌機

- ・薬品注入室
 - 薬品貯蔵量 : 平均注入量の1ヶ月分
 - 貯蔵スペース : 約 20 m²
 - 建屋面積 : 180 m²
 - 構造 : ブロック造

浄水設備の増設

増設する浄水場の計画浄水量は 3,500 m³/d である。本施設は、主として濁度除去をする目的で建設される。

浄水施設の主設備は凝集・沈殿池、ろ過から構成される。各設備の設計仕様を表 3 - 1 4 に示す。

表 3 - 1 4 浄水施設の設備設計仕様

	凝集池	沈殿池	ろ過池	浄水池
滞留時間	30.2 分	191 分	120 m/d(ろ過速度)	68 分
タンク容量	73.5 m ³	463 m ³	30 m ² (ろ過面積)	165 m ³
損失水頭	500 mm	50 mm	3,200 mm	
構造	RC	RC	RC	RC
型式	上下迂流式	横流式	急速ろ過	
基数	2 池	2 池	8 池	1 池
その他			逆流洗浄 + 表面洗浄	

排水施設の建設

浄水場からの排水は沈殿池からの排泥及びろ過池からの洗浄排水である。既存施設からの排水水質は概ね表 3 - 1 5 の通りである。

表 3 - 1 5 既存浄水場排水水質

項目	ろ過池洗浄排水	沈殿池排泥	排出基準
BOD ₅ (mg/L)	3	15	120
塩素イオン (mg/L)	1	1	
大腸菌群 (個/100 mL)	0	0	3,000
溶存酸素 (mg/L)	6.9	3	
PH	7.4	7	5.8 ~ 8.6
全窒素 (mg/L)	1.02	2.5	
懸濁物質 SS (mg/L)	130	2,500	150

排出基準は日本国内の水質汚濁防止法一般基準を適用する。なお、重金属類は原水中には含まれていない。表から、ろ過池洗浄排水の水質項目は排出基準値以下であり処理する必要がない。沈殿池からの排泥はSSが高いために処理しなくてはならない。SSは取水する河川水に含まれる土砂に由来するものである。

浄水場からの排水は、沈殿用ラグーンにてSSが150 mg/L以下となるよう固・液分離される。上澄水は河川に放流される。沈降した汚泥は天日乾燥されゴロカ市が指定する処分地ヘトラック等で搬出される。沈殿用ラグーン的设计仕様は以下の通りである。

原水平均濁度	: 5 mg/L
薬品注入	: 20 mg/L (硫酸バンド)
排泥固形量	: 96.9 kg-DS/d (排泥濃度を0.25%とする)
処理水量	: 38.8 m ³ /d
沈降分離速度	: 10 mm/min.
池必要面積	: 31.9 m ²
構造	: 鉄筋コンクリート製

浄水場雑工事

浄水場内は既存浄水場と増設される新浄水場のスペースに分れる。既存浄水場と新浄水場との連絡のために場内道路が必要である。場内道路は幅5 mとする。また、新浄水場のシステムは土地の高低差を利用するために、正確な施設のレベリングが必要となり、正確な土地の整形をする。

配水池の整備

Mt.Kiss 配水池の内、No. 1 配水池の配水管用弁が漏水しているために取り替える。

- ・排水弁
口径：250 mm
型式：鋳鉄製制水弁

配水施設

本計画で実施される配管工事で管種、口径及び延長を表3 - 16に示す。

表 3 - 1 6 配水管の更新

管 種	口 径	延 長
PVC	300 mm	345 m
PVC	250 mm	880 m
PVC	200 mm	3,133 m
PVC	150 mm	1,641 m
PVC	100 mm	7,823 m
PVC	80 mm	7,356 m
合 計		21,178 m

石綿セメント管の更新

既存の石綿セメント管（ACP）は建設が 1960 年代のもので耐用年限（25 年、日本地方公営企業法施工令）が過ぎており、材質の劣化による破裂事故などが報告されている。これら ACP は全て PVC に更新する。更新後の既存 ACP は撤去せずにそのまま埋設する。

配水区のブロック化

配水は自然流下方式で行っているが、地区毎に水量・水圧の制御を行っておらず、一部の高台地区では水圧がほとんど無く、各戸でブースターポンプや雨水貯留タンクを設置するなどの自衛策を講じている。一方、配水本管に近い地区や標高の低い地区では圧力が過剰となり、老朽管からの漏水発生の危険度が極めて高く、家庭内漏水の原因ともなっている。

このため、地区毎の水量・水圧の制御を可能とするよう、配水区域を地形条件により分割する（ブロック化）。また、水理解析を基に圧力変動が大きい路線については圧力調整弁を設け、適正圧力を確保する。

近隣村落への流量計設置

既存システムには流量計がほとんど設置されていない。効率的な給水量の分配をするために配水池の出口、本管分岐部分には翼車式積算流量計を入れる。また、水道料金徴収と無駄水を低減する目的で 10 村落に対する給水管 10 個所にも流量計を設置する。

配水量管理のための可搬式流量計用ピットの設置

日本側により可搬式の超音波流量計を調達し、配水量管理を行う。このため、流量計設置用のピット（コンクリート製）を要所に設置する。これにより、配水量の管理が容易となり、効果的な漏水対策が可能となる。

給水管の接続復旧工事

管の更新に際しては、既存配水管から各戸給水管への接続及び消火栓への接続を新設配水管へ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。

(4) 機材調達計画

PNG から要請のあった機材の必要性を検討した結果は以下の通りである。また、本計画で必要な機材について表 3 - 17、3 - 18 に取りまとめた。

水道事業体の健全運営のためには料金徴収が重要である。現在、水道メーターによる料金徴収はゴロカの一部を除いて実施していない。本計画の事業体は本計画実施後に全ての使用者に対して従量制による料金徴収を計画している。本計画では、日本側が材料を一括調達し、PNG 側が水道メーター取り付け工事を行うことにより工期が短縮できる。

現状、水質試験器具が無いために、適切な施設の運転、安全な水の供給の確認に支障をきたしている。このため PNG 側では水質分析器具の調達を要請している。水質の管理には、毎日、毎月、毎年実施すべき業務がある。および については、器具が大掛かりとなり、また資格者の確保も困難なことから、大学等の公的機関に依頼することとし、毎日の水質検査用の簡易分析器具を調達する。器具はすべて手分析で出来る簡易的な器具とし、建設期間の中で日本側業者が使用法について十分に説明をする。

表 3 - 17 ローレンガウ調達機材

使用目的	機材名	数量	機材の用途
料金徴収	水道メーター、及びコック	912 組	給水管に設置し、需要者の水消費量を計測し、水道料金を徴収する。
	同上取り付け用サドル、小配管	912 組	
水質試験器具	ジャーテスター	1 台	凝集試験用最適なフロックの形成をするために最適薬品投入率のチェックをする。
	濁度計	1 台	同上試験用に使用する。
	pH 計	1 台	処理水の pH 調整のためにアルカリ剤の注入率を決定する。
	残留塩素計	1 台	消毒用塩素の有効量検査器具
	大腸菌、一般細菌測定装置	1 式	処理水汚染についてチェックする。

表 3 - 1 8 ゴロカ調達機材

使用目的	機材名	数量	機材の用途
料金徴収	水道メーター、及び コック	1,200 組	給水管に設置し、需要者の水消費量を計測し、水道料金を徴収する。
水質試験器具	ジャーテスター	1 台	凝集試験用最適なフロックの形成をするために最適薬品投入率のチェック用。
	濁度計	1 台	同上試験用に使用する。
	pH 計	1 台	処理水の pH 調整のためにアルカリ剤の注入率を決定する。
	残留塩素計	1 台	消毒用塩素の有効量検査器具。
	大腸菌、一般細菌	1 式	処理水汚染についてチェックする。
導水施設維持 管理	排砂ポンプ	1 式	貯水池の沈砂排水を人力から機械に改善
漏水調査	可般式流量計	1 台	漏水調査用

図面リスト

(1) ローレンガウ

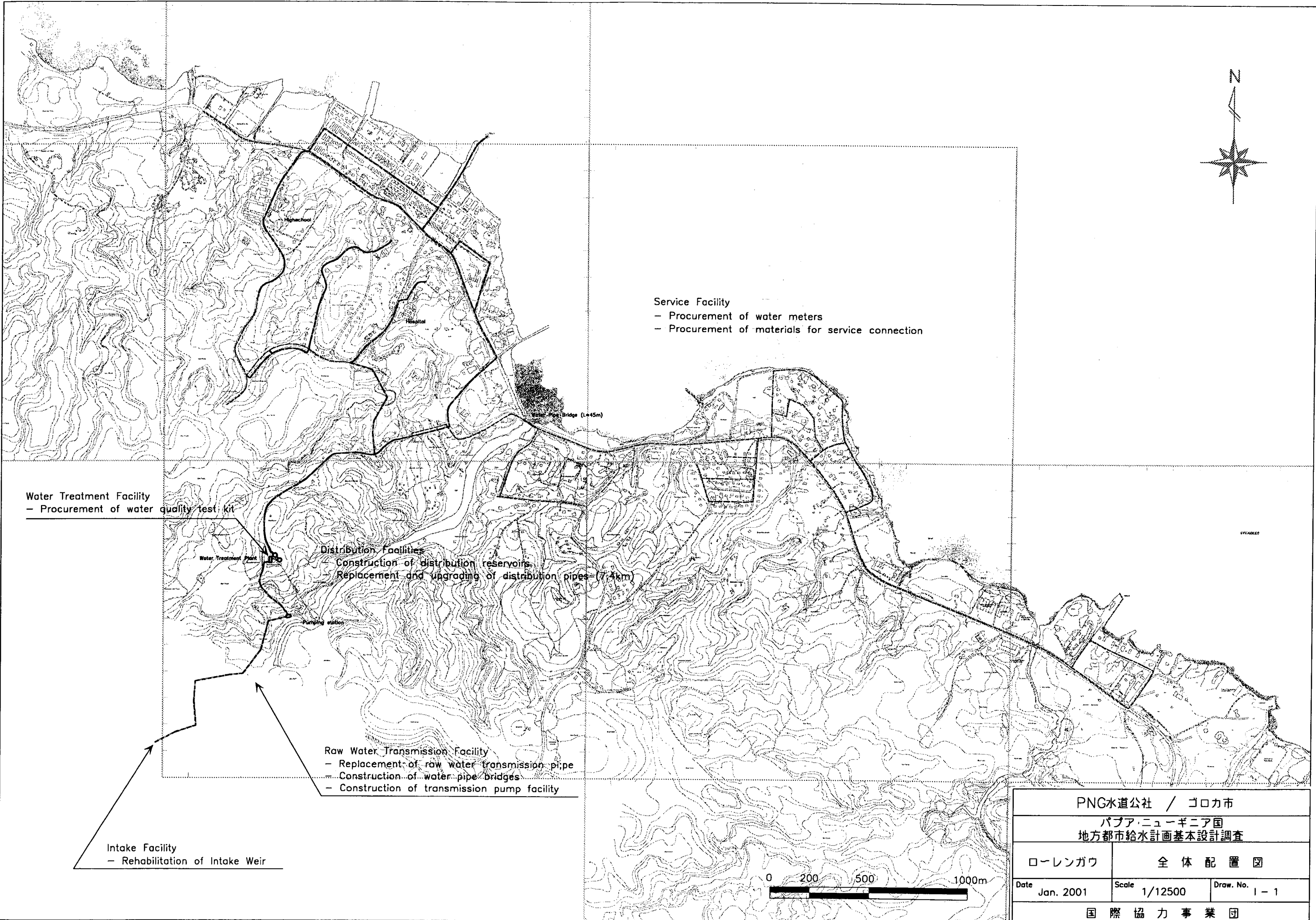
図番	名 称	縮尺
I-1	全体配置図	1/12500
I-2	取水・導水施設	1/3500
I-3	導水ポンプ場	1/60
I-4	浄水場施設配置図	1/150
I-5	配水池	1/150
I-6	配水管路全体図	1/12500
I-7	配水管路図(1)	1/6500
I-8	配水管路図(2)	1/6500

(2) ゴロカ

図番	名 称	縮尺
II-1	全体配置図	1/12500
II-2	取水施設	1/50
II-3	導水施設	Non
II-4	浄水場施設 - フローダイアグラム	Non
II-5	浄水場施設 - 全体配置図	1/800
II-6	既存浄水場 - 更新施設図	1/200
II-7	計画浄水場 - 着水井	1/100
II-8	計画浄水場 - 沈殿池	1/100
II-9	計画浄水場 - ろ過池	1/100
II-10	計画浄水場 - 薬品室	1/100
II-11	計画浄水場 - 沈殿用ラグーン	1/100
II-12	配水管路全体図	1/12500
II-13	配水管路図(1)	1/6500
II-14	配水管路図(2)	1/6500
II-15	配水管路図(3)	1/6500

(3) 共通

図番	名 称	縮尺
III-1	管敷設標準断面図（取水・導水管）	1/10
III-2	管敷設標準断面図（配水管）	1/10



Water Treatment Facility
- Procurement of water quality test kit

Service Facility
- Procurement of water meters
- Procurement of materials for service connection

Distribution Facilities
- Construction of distribution reservoirs
- Replacement and upgrading of distribution pipes (7.4km)

Raw Water Transmission Facility
- Replacement of raw water transmission pipe
- Construction of water pipe bridges
- Construction of transmission pump facility

Intake Facility
- Rehabilitation of Intake Weir

PNG水道公社 / コロカ市		
パプア・ニューギニア国		
地方都市給水計画基本設計調査		
ローレンガウ	全体配置図	
Date Jan. 2001	Scale 1/12500	Draw. No. 1-1
国際協力事業団		

PLAN
Scale 1:3500

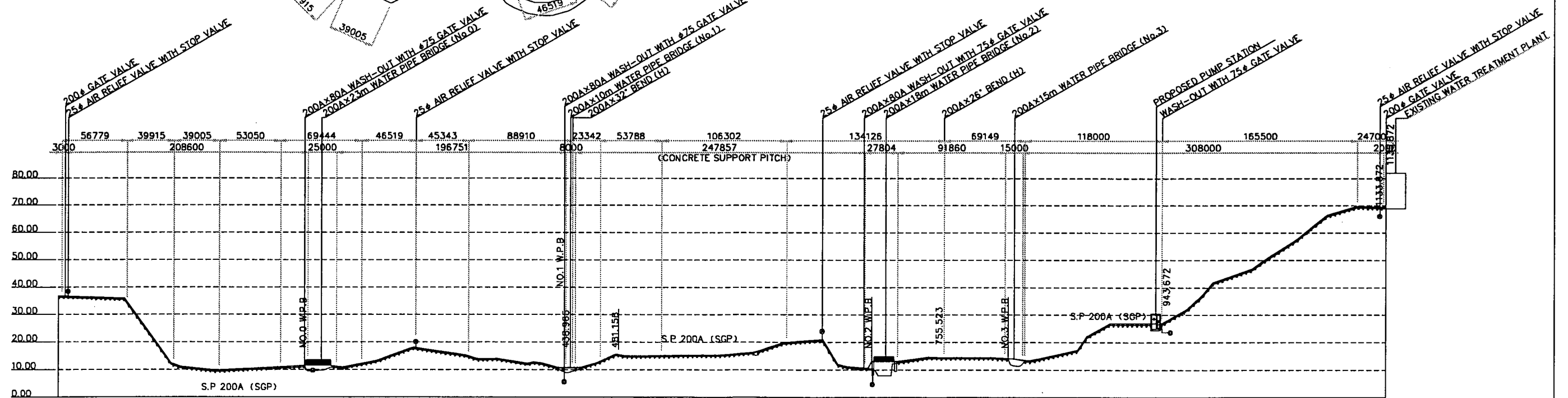


EXISTING WATER TREATMENT PLANT

PROPOSED PUMP STATION

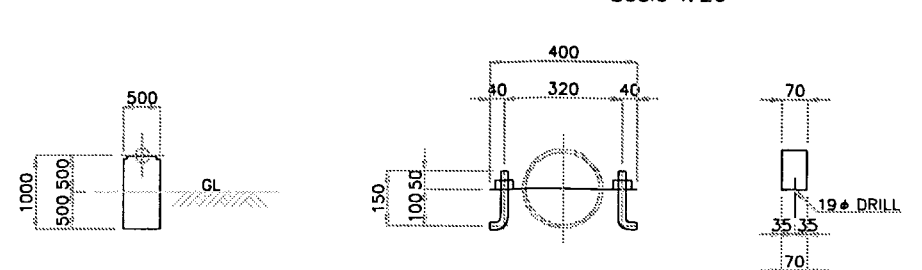
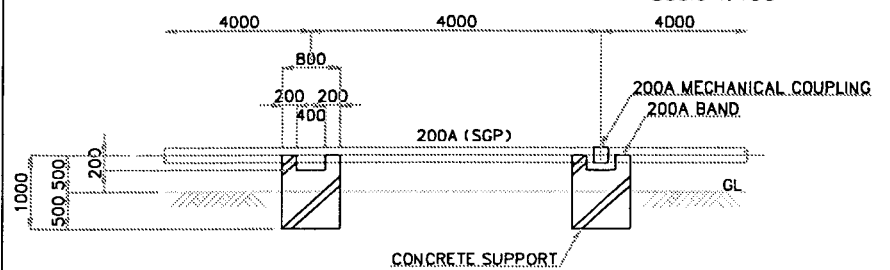
EXISTING PUMP STATION

SECTION
Scale H 1:3500
V 1:1500



DETAIL OF 200A PIPE SUPPORT
Scale 1:100

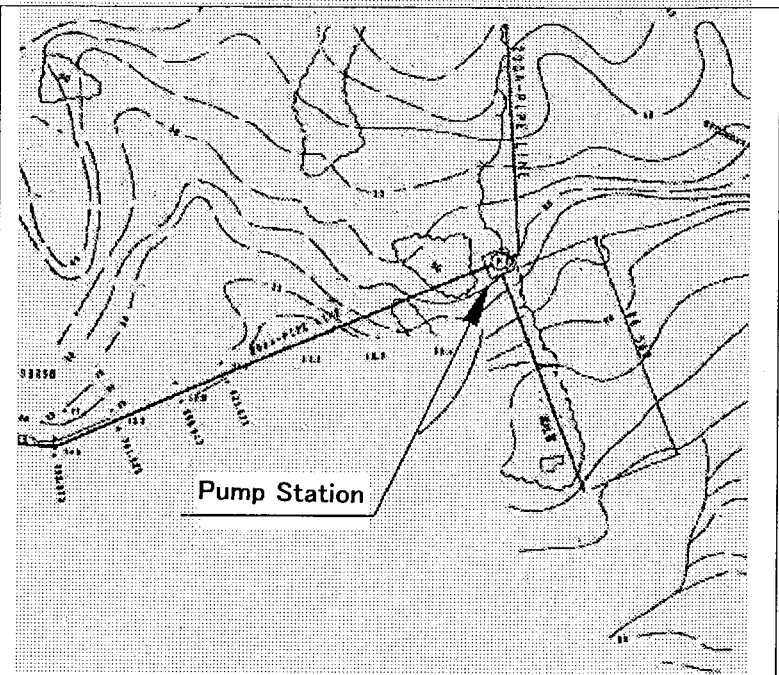
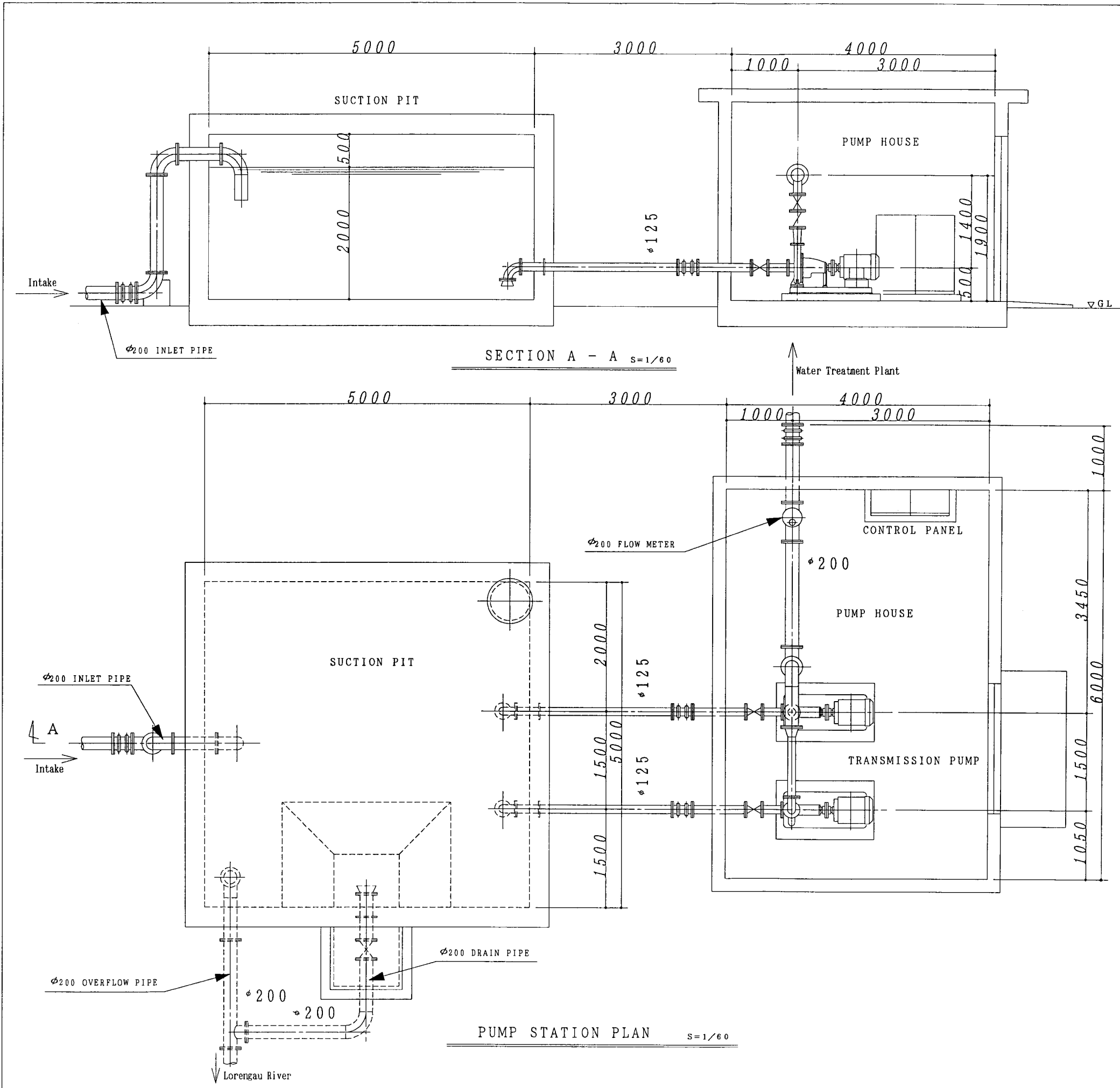
DETAIL OF 200A PIPE BAND
Scale 1:20



REGEND

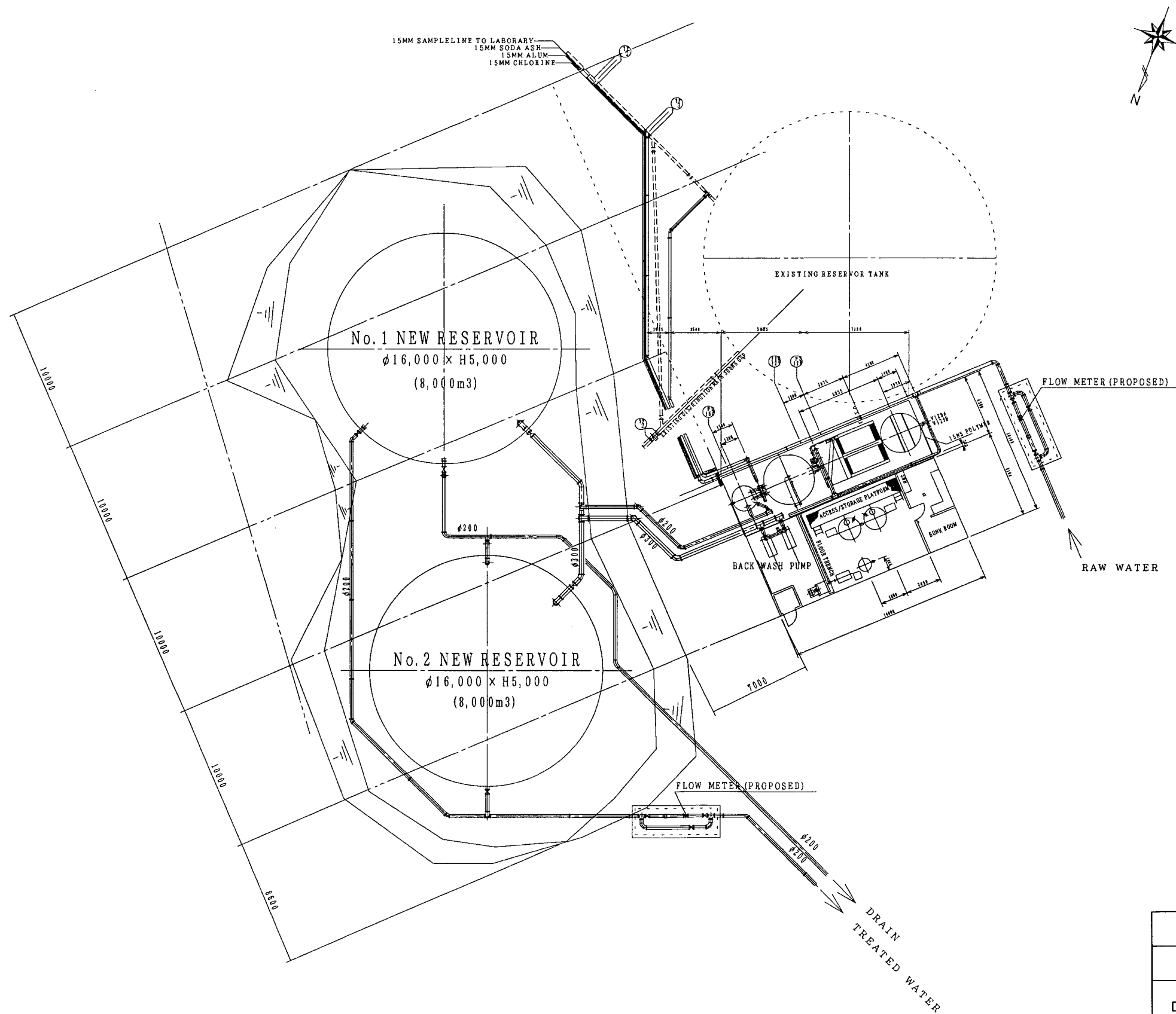
- : MAIN VALVE
- : WASH-OUT
- : AIR RELIEF VALVE
- (H) : HORIZONTAL ANGLE
- (V) : VERTICAL ANGLE
- S.P. : STEEL PIPE
- W.P.B. : WATER PIPE BRIDGE

PNG水道公社 / ゴロカ市		
パプア・ニューギニア国		
地方都市給水計画基本設計調査		
ローレンガウ	取水・導水施設	
Date Jan. 2001	Scale 1/3500	Draw. No. 1-2
国際協力事業団		



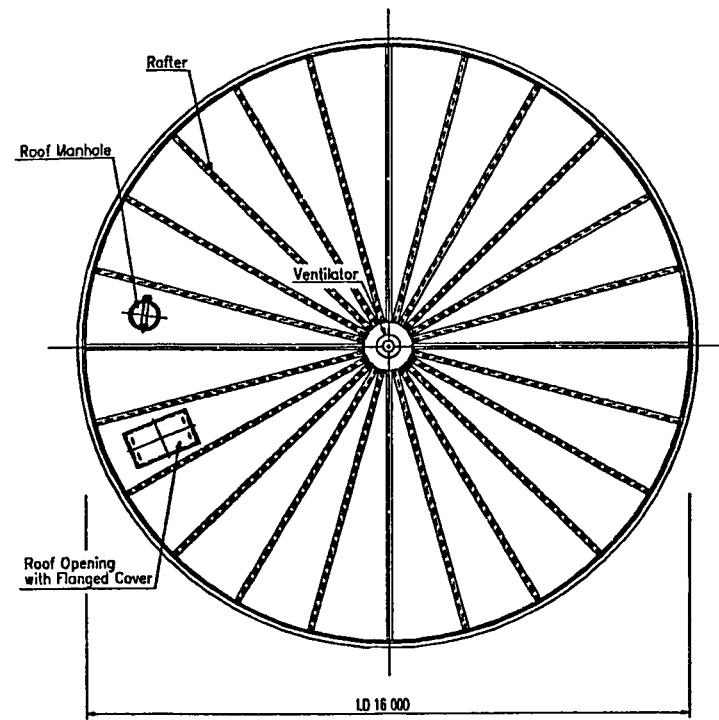
Location Map (Non scale)

PNG水道公社 / ゴロカ市		
バブア・ニューギニア国		
地方都市給水計画基本設計調査		
ローレンガウ	導水ポンプ場	
Date Jan. 2001	Scale 1/60	Draw. No. 1-3
国際協力事業団		

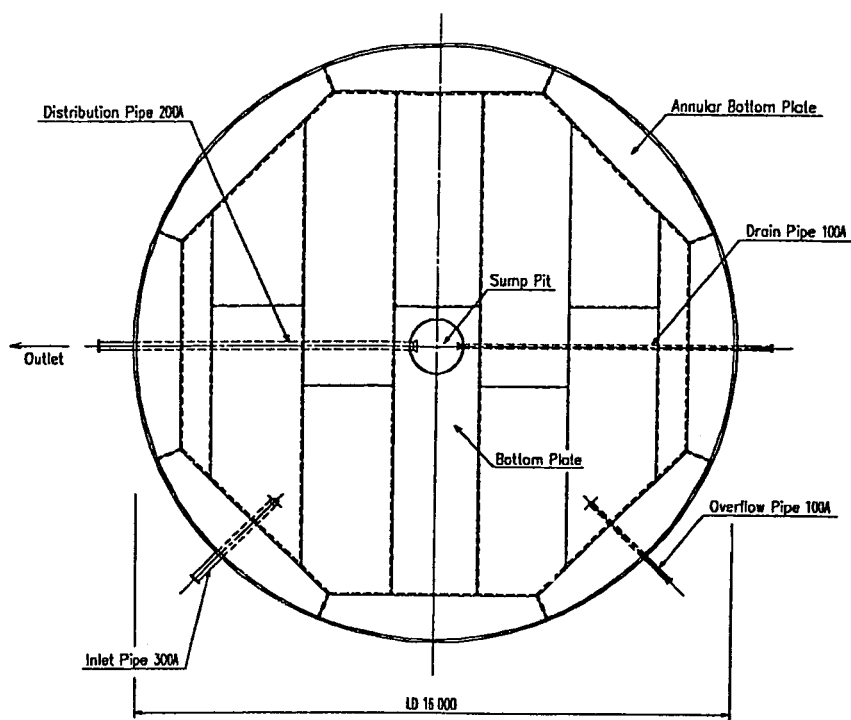


PNG水道公社 / ゴロカ市		
パプア・ニューギニア国 地方都市給水計画基本設計調査		
ローレンガウ	浄水場施設配置図	
Date Jan. 2001	Scale 1/150	Draw. No. 1-4
国際協力事業団		

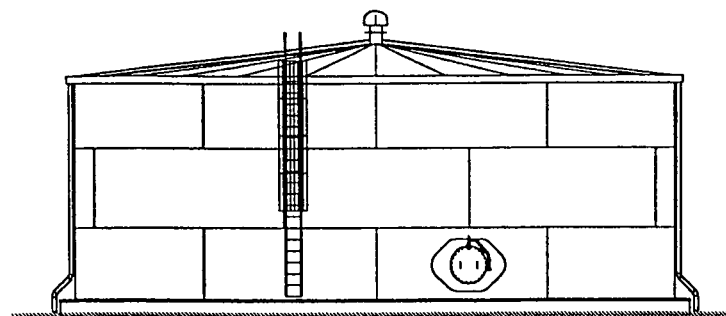
ROOF PLAN



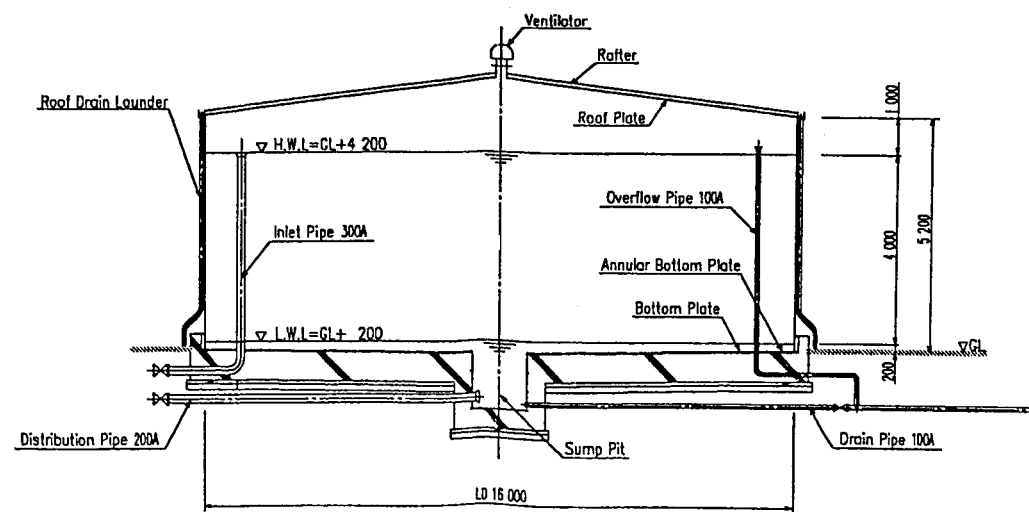
BOTTOM PLATE PLAN



SIDE VIEW



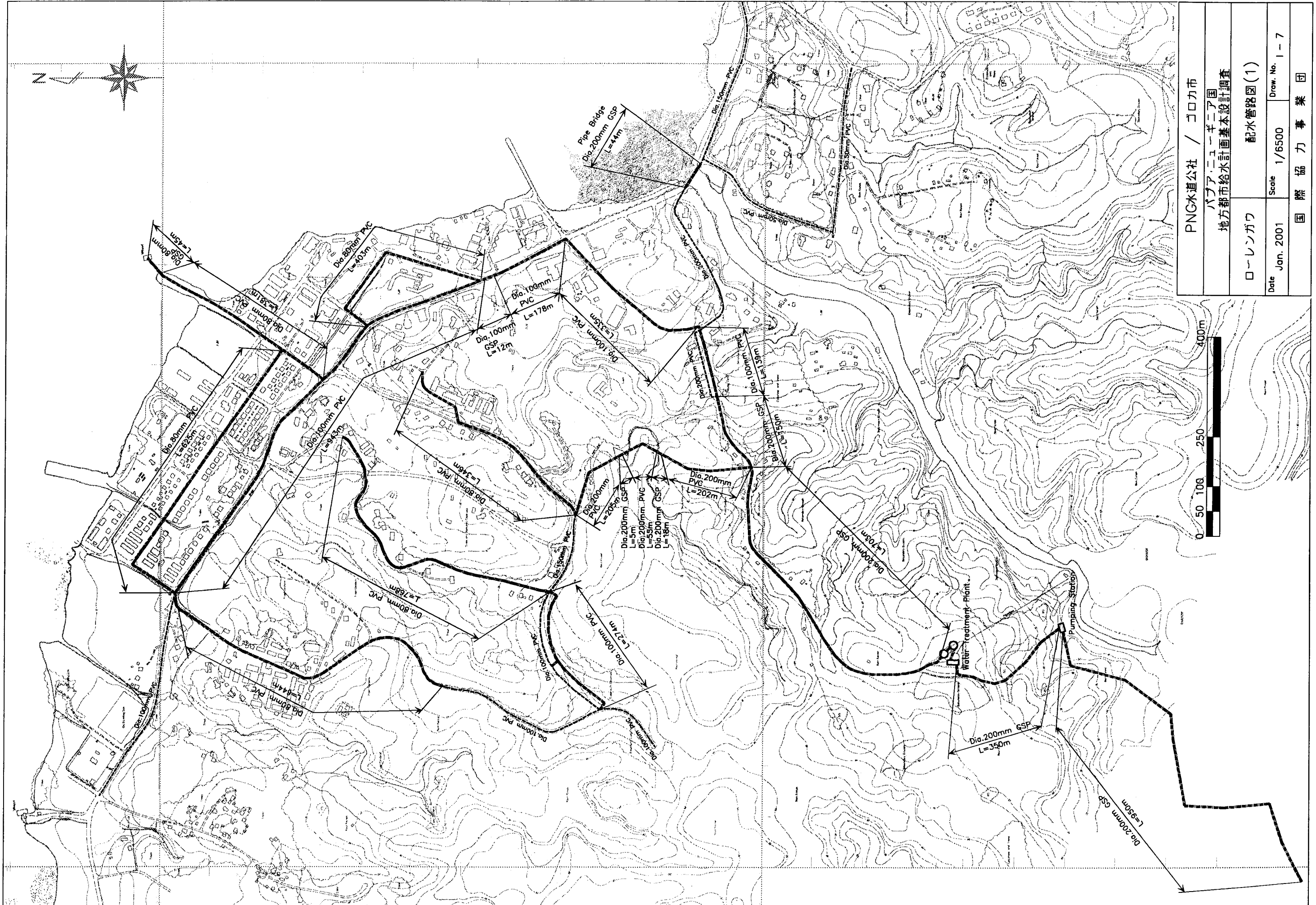
CROSS SECTION



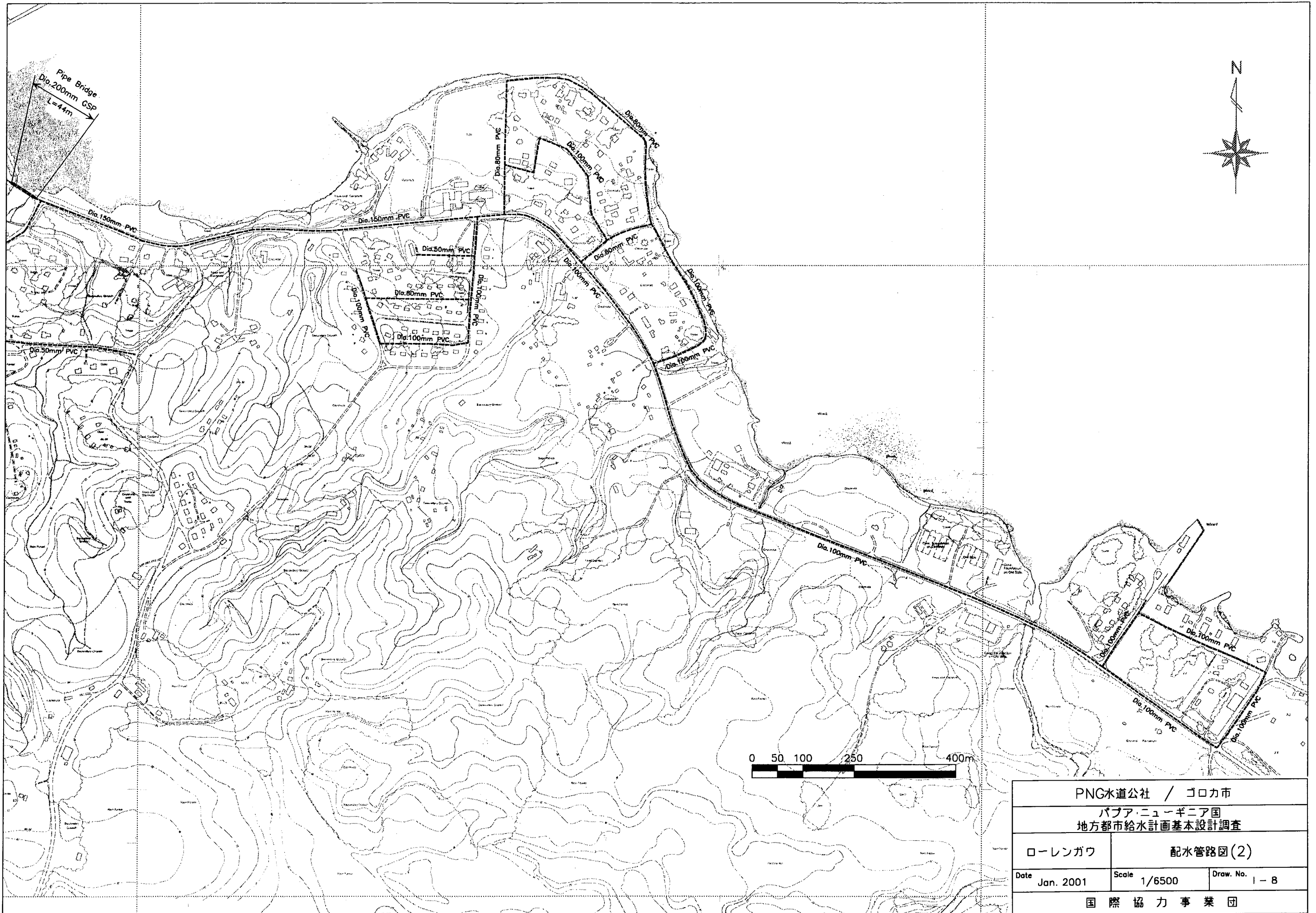
PNG水道公社 / ゴロカ市		
パプア・ニューギニア国 地方都市給水計画基本設計調査		
ローレンガウ	配水池	
Date Jan. 2001	Scale 1/150	Draw. No. 1-5
国際協力事業団		



PNG水道公社 / コロカ市		
バブア・ニューギニア国		
地方都市給水計画基本設計調査		
ローレンガウ	配水管路全体図	
Date Jan. 2001	Scale 1/12500	Draw. No. 1 - 6
国際協力事業団		



PNG水道公社 / ゴロカ市	
パプア・ニューギニア国	
地方都市給水計画基本設計調査	
ローレンガウ	配水管路図(1)
Date Jan. 2001	Scale 1/6500
	Draw. No. 1-7
国際協力事業団	



PNG水道公社 / ゴロカ市		
パプア・ニューギニア国 地方都市給水計画基本設計調査		
ローレンガウ	配水管路図(2)	
Date Jan. 2001	Scale 1/6500	Draw. No. 1-8
国際協力事業団		