

パラグアイ共和国  
公共事業通信省(MOPC)

パラグアイ共和国  
コロネルオビエド市給水システム改善計画  
準備調査

協力準備調査報告書

2014年1月

独立行政法人 国際協力機構

株式会社 協和コンサルタンツ  
千代田ユーテック 株式会社

環境
JR(先)
14-014

## 要約

# 要 約

## 1. パラグアイ国の概要

パラグアイ国(以下、パ国という)は、人口約 660 万人(2012 年、世銀)、国土面積約 40.7 万 km<sup>2</sup>(日本の約 1.1 倍)、南米大陸のほぼ中央に位置し、ブラジル、ボリビア、アルゼンチンに囲まれた内陸国である。

2012 年の国民 1 人当り名目 GDP は 3,829 米ドル(パ国中央銀行)、GDP の部門別内訳は、第一次産業 23%、第二次産業 24%、第三次産業 53%となっている。パ国の経済は、基本的に農牧林業の生産と同製品の輸出に依存している。特に大豆、食肉及び綿花等の製品の輸出は全体の 9 割以上を占めており、経済は農作物の生産状況と国際価格に左右されるため、安定的な経済運営を困難にしている。

パ国政府は 2001 年に「経済開発戦略計画」を策定し、国際社会からの支援を活用しながら経済発展を促すとともに、2004 年に策定した「貧困格差削減計画(ENREPD)」において、貧困者の救済、格差削減のために 12 の指標を設定した。

水・衛生セクターの戦略としては、2004 年の全国上水道普及率 60.8%を 2015 年までに 80.5%に引き上げ、衛生施設の普及率については、2004 年で都市部 18.7%、地方部 32.6%だったものを、2015 年までにそれぞれ 70.0%、86.0%に引き上げることを目標に掲げている。

パ国では、全人口の 70.4%(2012 年、パ国政府)が上水道等の給水施設にアクセスしているが、残りの約 30%は安全な水を利用することができない状況にある。国内の都市部においても、そのサービスの質には大きな違いがあり、飲料水として安全な水が供給できていないケースが多い。

コロネルオビエド市は、首都アスンシオン市の東方約 120km にあり、カアグアス県の県都である。アスンシオン市とパ国第 2 の都市、エステ市を結ぶ国道 2 号線とパ国を南北に縦断する国道 8 号線の交差点に位置し、首都と地方とを結ぶ物流拠点であり、地域経済の発展だけでなく、近隣諸国を含めた包括的な経済発展長期計画である「南米地域インフラ統合イニシアティブ(IIRSA)」の中で、経済活動の重要拠点として位置づけられている。

水・衛生セクターでは、上述した「経済開発戦略計画」と同計画に基づき経済企画庁が策定した「貧困・格差削減計画(ENREPD)」が上位計画である。ENREPD で示された水・衛生分野の目標値を実現するため、政府は予算を優先配分する「サン・ベルナルディノ宣言(2006～2008)」にもあるとおり、この分野の開発を最優先課題としている。

2012 年 6 月、ルゴ大統領に代わり、フランコ副大統領による政権運営が行われてきた。この政権交代に対し、南米南部共同市場(以下、メルコスールという)及び南米諸国連合(UNASUR)から民主的手続きの不備を指摘され、2013 年の大統領選挙で選出される次期大統領の就任まで同連合への参加権を停止されていた。2013 年 4 月に実施された大統領選挙により、カルテス大統領による新政権が発足し、メルコスールへの参加権停止が解除された。国家開発計画は当面は、前政権の開発方針である「2008-2013 年社会経済戦略プラン」をもとに進められると思われ、同開発方針によれば、開発重点分野として、社会開発や貧困削減が掲げられている。

## 2. プロジェクトの背景、経緯及び概要

パ国の上下水道事業は、人口1万人以上の都市給水事業は、パラグアイ衛生事業会社(以下、ESSAP という)の管轄となっている。本プロジェクトの実施機関である公共事業通信省(以下、MOPC という)との間で交わされるコンセッション契約に基づいて運営管理を行っている。

コロネルオビエド市の水道水は、同市の南約23kmの位置し、1986年にテビクアルミ川の左岸に建設された浄水場から送水されている。同浄水場は、コロネルオビエド市の他に、浄水場の南約20kmに位置するグアイラ県の県都であるビジャリカ市及び同市への送水管の途中に位置する2つの小都市にも送水している。これらの4つの都市の水需要の増加に加え、浄水場設備の老朽化等による処理能力の低下により、現在の水需要の半分程度しか送水できていない。さらに、数年ごとに繰り返されるテビクアルミ川の洪水のたびに、これらの市では数週間の給水停止を余儀なくされ、市民生活に深刻な影響を及ぼしている。

こうした状況の下、パ国政府よりコロネルオビエド市を対象とした取水・浄水施設の建設と浄水場から同市への送水管布設に係る無償資金協力について、2013年1月に要請された。原要請内容を踏まえ、本件調査開始時に確認された要請内容は以下の通りである。

表1 要請内容

項目	原要請内容(2013年1月)	確認後の要請内容
計画目標年次	2035年	2020年
取水・浄水施設の建設	13,000 m <sup>3</sup> /日	計画策定により検討
コロネルオビエド市への送水管布設	φ500mm、24km	同上

## 3. 調査結果の概要とプロジェクトの内容

### 3-1 協力準備調査の流れ

上記要請に基づき、独立行政法人国際協力機構(以下、JICA という)は2013年5月29日から同年7月12日まで、調査団をパ国に派遣した。

同調査団はMOPC及びESSAPと協議を行い、現場調査及び関連資料の収集等を実施した。その後、国内解析において、要請内容、協力の妥当性を確認するとともに、日本国無償資金協力事業にて実施した場合の適切な事業規模と計画内容について検討を行い、準備調査報告書(案)を作成した。

JICAは2013年10月16日から10月26日まで、概略設計概要説明調査団をパ国に派遣し、パ国側関係機関に概略設計の内容を説明するとともに、その内容について協議した。

### 3-2 調査の結果

調査対象であるコロネルオビエド市はパ国中部の中核都市であり、物流の要衝として重要な役目を果たしているものの、インフラの整備が遅れ、特に、上下水道の施設整備は遅れていることが確認された。

同市の水道水を送水している浄水場は1986年に建設され、コロネルオビエド市を含め4都市に送水している。浄水場では、取水施設、浄水施設、送水施設などの施設全体が老朽化や機能低下に陥ってお

り、これらの都市の水需要の半分程度しか処理できない状況にある。また、水源であるテビクアルミ川の岸辺にある浄水場では、数年ごとに発生する洪水により施設が冠水し、数週間にわたり稼働停止を余儀なくされてきている。その間、これらの都市では水道が止まり、市民生活に多大な影響を受けている。

このような厳しい状況下にもかかわらず、職員の努力により、既存浄水場の各施設が維持され、水道水の給水が続けられている。

こうしたことから、パ国側の要請内容には妥当性があり、給水システムの改善に対する我が国の協力は市民の衛生環境の改善にも効果的であることが確認された。しかしながら、パ国側の優先度や ESSAP の施設整備計画を踏まえつつ、無償資金協力としての適正な規模ならびに緊急性を有する整備項目を協力対象として選定するという基本方針に従って検討した結果、日本側の協力対象施設として以下の概略設計を行った。

表 2 協力対象施設の設計概要

項目	形状寸法・仕様等	備考
<b>1. 取水施設</b>		
計画取水量	28,900 m <sup>3</sup> /日 (334L/秒) 〔コロネルオビエド市; 13,500 m <sup>3</sup> /日 (156L/秒) ビジャリカ市+2 市; 15,400m <sup>3</sup> /日 (178L/秒)〕	コロネルオビエド市とビジャリカ市を対象
取水口	φ 900mm, ダクタイル鋳鉄管、上下 2 条	
沈砂池	L11.0m×W2.7m×2 池、有効水深 3.0m、RC 構造 既存取水ポンプ井との連絡管 φ 700mm	
取水ポンプ	Q=3.12m <sup>3</sup> /分×4 台(3 台常時運転、1 台予備)	
取水ポンプ室	1棟、RC 柱、レンガ積み構造、クレーン 1 式	
導水管	導水管 φ 400mm、L=約 150m、水路横断部 L=約 20m	
<b>2. 浄水施設</b>		
計画浄水量	13,500m <sup>3</sup> /日	
着水井	滞留時間 1.5 分	
薬品混和・急速攪拌	パーシャルフリュウム 射流部、跳水部	消石灰/硫酸バンド注入点
ブロック形成池	水平迂流式、L10.6m×W6.0m×3 池	
薬品沈澱池	上向流傾斜管方式、L10.5m×W6.0m×3 池、	整流部 L1.5m 有効水深 3.8m
急速ろ過池	L8.0m×W4.79m×4 池、ろ過速度 120m/日 下部集水装置: 有孔ブロック方式	砂層厚 70cm
逆洗ポンプ	渦巻斜流ポンプ 2 台、Q=24.0m <sup>3</sup> /分	内 1 台予備
逆洗ブローア	空気洗浄式、ブローア-2 台、空気量=36.0m <sup>3</sup> /分	内 1 台予備
浄水管理池	L7.35m×W0.9m 1 池	薬品注入槽を兼用
配水池/逆洗ポンプ井	L14.0m×W9.0m×H4.0m×2 池	
送水ポンプ	多段式渦巻きポンプ、Q=2.85m <sup>3</sup> /分×H150m×4 台、 フライホイール付(GD <sup>2</sup> =100kg・m <sup>2</sup> )	うち 1 台予備
薬品管理室	薬品管理室: 面積 A=150.4m <sup>2</sup> (L18.8m×W8.0m)/硫酸 バンド注入機器、石灰注入機器 塩素注入室: A=12.0m <sup>2</sup> (L4.0m×W3.0m)+4.0m <sup>2</sup> (L4.0m× W1.0m)塩素ポンベ室、塩素注入機器・塩素ガス漏洩警 報装置等	薬注ポンプ機器設置を含む、 洪水時薬品保管室を兼用
ポンプ室	面積: 195.5m <sup>2</sup> 、(L23.0m×W8.5m) 逆洗ポンプ、送水ポンプ、制御盤設置	

電気室/ブローアール室	面積 A=42.5m <sup>2</sup> (L8.5m×W5.0m)/A=20m <sup>2</sup> (L4.0m×W5.0m)、動力盤、制御盤設置	
計測設備	原水流量計(パーシャルフリューム式)1式	
	送水流量積算計(超音波式)1式	
	逆洗水流量計(自立型差圧式オリフィス式)1式	
	取水ポンプ井/浄水池用池内水位計 各1式	ポンプインターロック機能付
	水質試験器具の補充 1式	
場内排水管	φ700mm、RC管	河川直接放流
<b>3. 送水施設</b>		
計画送水量	12,300m <sup>3</sup> /日	
送水管	新規浄水場からコロネルオビエド市配水センター:L=22.7km そのうち、 ・浄水場～テビクアルミ川橋梁通過区間(L=約0.8km):ダクタイル鋳鉄管φ400mm(既存管φ350mmを統合する)-1条 ・地中埋設部(L=約21.9km):ダクタイル鋳鉄管φ300mm ・終点:配水センター内(道路境界から15m地点)で既存管に接合。吐出水位(既存配水池の高水位 EL=180.0m)	コロネルオビエド配水センターへの送水は、既存送水管φ350mmを併用して行う。  ビジャリカ市方面送水管φ350mmへの緊急時連絡管を設置する。

#### 4. プロジェクトの工期及び概略事業費

本プロジェクトはB国債案件として実施され、実施設計及び入札関連業務の期間は約7.5ヶ月、施設建設期間は18ヶ月を想定する。

省 略
-----

#### 5. プロジェクトの評価

##### 5-1 妥当性

本プロジェクトの妥当性については、①プロジェクトの裨益対象、②プロジェクト目標、③運営維持管理技術、④パ国の中・長期的開発目標の観点から評価する。

##### (1) 裨益対象

新規浄水施設が整備されることによる直接的な裨益対象者は、コロネルオビエド市の一般住民であり、2020年の推定で、5.3万人である。また、プロジェクトの完成により、コロネルオビエド市への送水量が増加し、現在の給水時間16時間から24時間に改善する。また、新規浄水施設は、パ国側によって盛土される敷地に建設されるため、テビクアルミ川の洪水時においても浄水場は停止することなく運転が維持される。なお、本プロジェクトによって新規浄水施設が完成することにより、既存の浄水施設はビジャリカ市と周辺2都市への専用施設となり、これらの都市への送水量も増えることから、ビジャリカ市と周辺2都市の住民は副次的な裨益者と位置づけられる。ただし、そのためにはパ国側によって、既存送水管の更新あるいは複線化等による送水管の流水能力の増強が実現される必要がある。これら副次的裨益者の人口は、2020年ベースで、ビジャリカ市で5.0万人、周辺2都市は0.7万人と想定される。

## (2) プロジェクト目標

プロジェクト目標は、コロネルオビエド市の住民に対して安全な飲料水が安定的に供給されることである。住民に安全な飲料水を供給することは、住民の衛生環境の改善に不可欠であり、BHN の一つとして位置づけられ、公平性の確保、貧困削減といった重要課題の観点からも大きな意義がある。

## (3) 運営維持管理技術

我が国の協力対象事業によって整備される施設は、特殊な技術を用いない凝集沈殿・急速ろ過などの一般的なシステムによる浄水場であり、他の地方都市で採用されている処理システムと基本的に変わらない。そのため、他の浄水場とも共通点が多く、パ国独自の人材・技術による運営・維持管理が可能である。

## (4) パ国の中・長期的開発目標

パ国政府は、開発方針である「2008-2013 年社会経済戦略プラン」を基に、国内の開発を進めており、その中の重点分野には「経済開発」、「貧困削減」があげられている。

コロネルオビエド市は将来的な地方の発展を支える中核都市でありながら、水道サービスが他都市に比べて大きく遅れているため、都市発展のポテンシャルを阻害することになっている。パ国政府は地方部の社会資本の積極的な整備姿勢を打ち出しており、貧困対策、雇用創出にむけた生活基盤の向上を重要課題と位置付けている。

## 5-2 有効性

本協力事業の実施により期待されるアウトプットは以下のとおりである。

### (1) 定量的効果

表 3 定量的効果

成果指標		基準値(2012年)	目標値(2020年)	備考
直接的効果	①浄水場の生産量	14,000 m <sup>3</sup> /日	26,300 m <sup>3</sup> /日 <sup>※1</sup>	87.9%増
	②洪水時の断水の影響	2～3週間の断水	0	断水の解消
	コロネルオビエド市			
	③給水人口	37,620人	52,594人	39.8%増
	④市内への平均配水量	6,600 m <sup>3</sup> /日	12,300 m <sup>3</sup> /日	86.4%増
	⑤給水時間	16時間	24時間	8時間増
	⑥市内への給水率	61.0% <sup>※2</sup>	71.4% <sup>※3</sup>	10.4%増
副次的効果	ビジャリカ市及び2都市			
	③給水人口	42,660人	56,269人	31.9%増
	④市内への平均配水量	7,400 m <sup>3</sup> /日	14,000 m <sup>3</sup> /日 <sup>※1</sup>	89.2%増
	⑤給水時間	16時間	24時間	8時間増
	⑥市内への給水率	71.70%	80%	8.3%増

※1) 既存浄水場の現在の浄水能力(14,000m<sup>3</sup>/日)をビジャリカ市と2都市専用施設として、生産水量に加える。

※2) 水衛生委員会による給水人口を加えると78.9%となる。

※3) 水衛生委員会による給水人口を加えると85.0%となる。

## (2) 定性的効果

- ① 衛生的な飲料水が安定的に配水されることで衛生環境が改善され、下痢をはじめとする水因性疾患の減少が期待される。
- ② ソフトコンポーネントを通じた浄水場運転管理技術の指導によって、ESSAP の運転管理員に正確な浄水の知識が蓄積され、浄水場の運転管理技術が向上する。
- ③ 水道料金収入が増加し経営が安定することから、今後のパ国独自による給水率向上と施設整備の促進につながる。

以上の評価により、本案件の妥当性は高く、また有効性が見込まれると判断される。



# 準備調査報告書

## 目次

要約

目次

位置図／完成予想図／写真

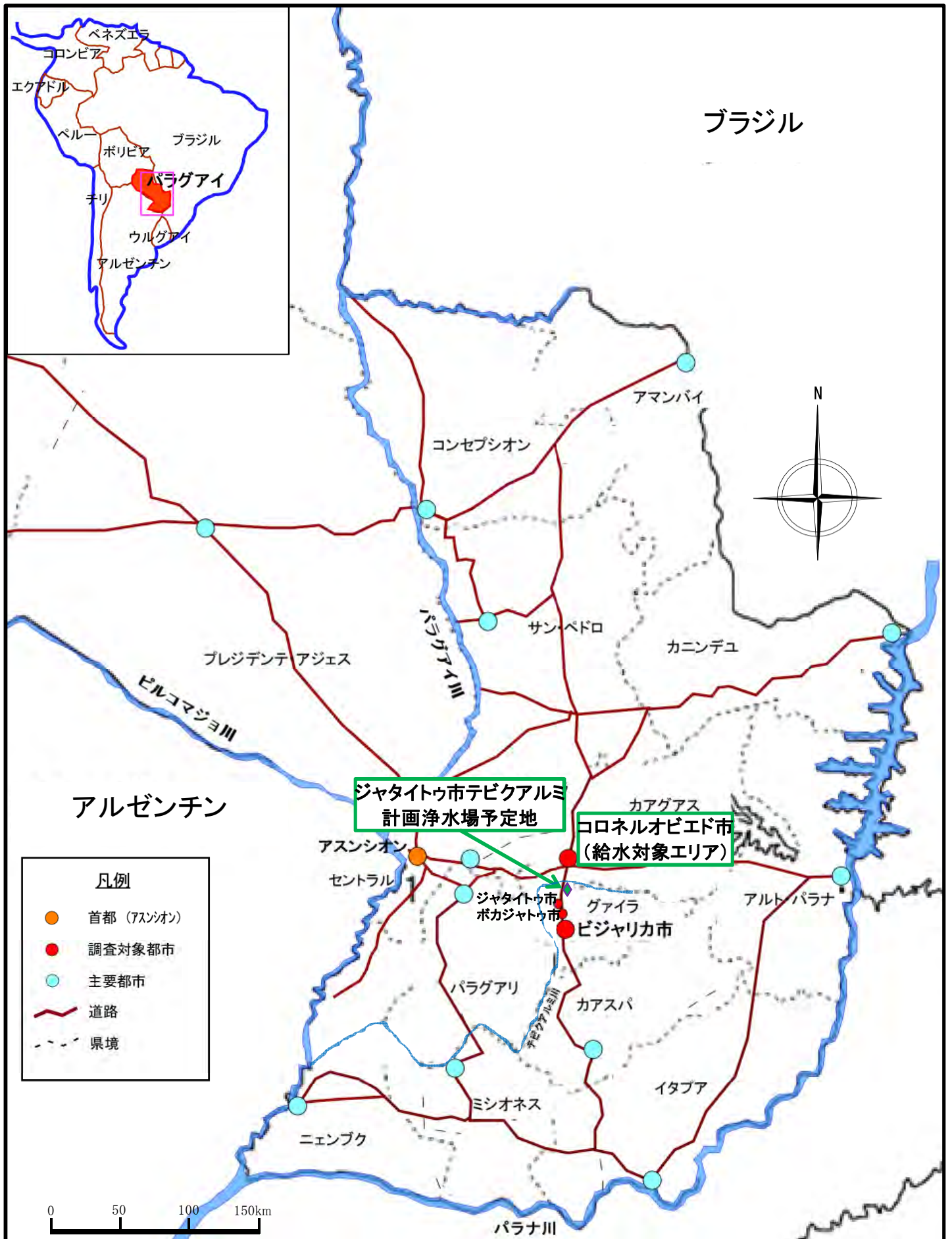
図表リスト／略語集

<b>第1章 プロジェクトの背景・経緯</b> .....	1-1
1-1 プロジェクトの背景・経緯.....	1-1
1-1-1 現状と課題.....	1-1
1-1-2 開発計画.....	1-2
1-1-3 社会経済状況.....	1-2
1-2 無償資金協力の背景・経緯及び概要.....	1-3
1-2-1 要請の背景・経緯.....	1-3
1-2-2 要請内容.....	1-4
1-3 我が国の援助動向.....	1-4
1-4 他ドナーの援助動向.....	1-4
<b>第2章 プロジェクトを取り巻く状況</b> .....	2-1
2-1 プロジェクトの実施体制.....	2-1
2-1-1 組織・人員.....	2-1
2-1-2 財政・予算.....	2-5
2-1-3 技術水準.....	2-8
2-1-4 既存施設・機材.....	2-10
2-2 プロジェクトサイト及び周辺の状況.....	2-16
2-2-1 自然条件.....	2-16
2-2-2 関連インフラ整備状況.....	2-17
2-2-3 上水道に係る基礎情報.....	2-19
2-2-4 環境社会配慮.....	2-29
<b>第3章 プロジェクトの内容</b> .....	3-1
3-1 プロジェクトの概要.....	3-1
3-1-1 上位目標とプロジェクト目標.....	3-1
3-1-2 プロジェクトの概要.....	3-3
3-2 協力対象事業の概略設計.....	3-4
3-2-1 設計方針.....	3-4

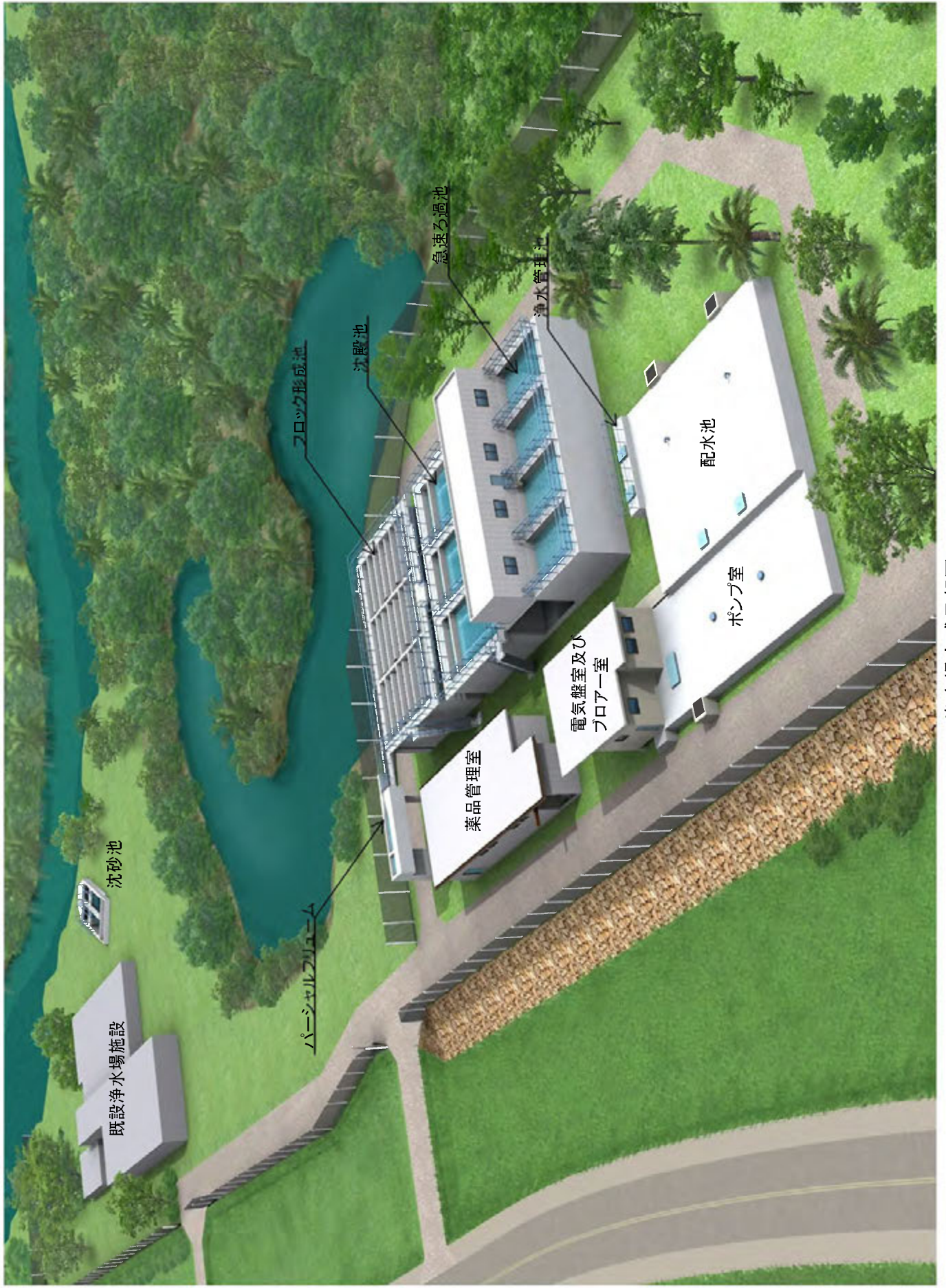
3-2-2 基本計画	3-5
3-2-2-1 給水計画	3-6
3-2-2-2 取水施設計画	3-12
3-2-2-3 浄水施設計画	3-16
3-2-2-4 送水管計画	3-20
3-2-2-5 コロネルオビエド市の配水管網計画	3-24
3-2-3 概略設計図	3-28
3-2-4 施工計画	3-60
3-2-4-1 施工方針	3-60
3-2-4-2 施工上の留意事項	3-62
3-2-4-3 施工区分	3-65
3-2-4-4 施工監理計画	3-66
3-2-4-5 品質管理計画	3-68
3-2-4-6 資機材等調達計画	3-69
3-2-4-7 初期操作指導・運用指導等計画	3-72
3-2-4-8 ソフトコンポーネント計画	3-73
3-2-4-9 実施工程	3-76
3-3 パ国側分担事業の概要	3-78
3-4 プロジェクトの運営・維持管理計画	3-78
3-5 プロジェクトの概略事業費	3-80
3-5-1 協力対象事業の概略事業費	3-80
3-5-2 運営・維持管理費	3-81
3-6 協力対象事業実施に当たっての留意事項	3-82
<b>第4章 プロジェクトの評価</b>	<b>4-1</b>
4-1 事業実施のための前提条件	4-1
4-2 プロジェクト全体計画達成のために必要な相手方投入事項	4-1
4-3 外部条件	4-2
4-4 プロジェクトの評価	4-3
4-2-1 妥当性	4-3
4-2-2 有効性	4-4

## 【資料】

1. 調査団員・氏名	A-1
2. 調査行程	A-2
3. 関係者(面会者)リスト	A-3
4. 討議議事録(M/D)	A-5
5. ソフトコンポーネント計画書	A-45
6. 参考資料	A-53
6-1 社会状況調査結果	A-53
6-2 環境社会配慮	A-62
6-3 自然条件調査結果	A-68
6-3-1 測量試験	A-68
6-3-2 地質調査	A-68
6-3-3 テビクアルミ川及び既存沈殿砂の堆積砂の性状試験土壌試験	A-70
6-3-4 送水管ルートの腐食土壌の性状調査	A-73
6-4 コロネルオビエド市の給水圧の分布状況	A-81
6-5 コロネルオビエド市の配水管網の水理計算	A-89
6-6 テビクアルミ川の水源の凝集特性	A-98



プロジェクトサイト位置図



浄水場完成予想図



No.1 テビクアルミ浄水場の取水地点  
 浄水場はテビクアルミ川の左岸に位置している。原水の濁度は降雨により影響を受け、20～120NTUの範囲で変動する。



No.2 沈砂池  
 河川に突きだした取水管路(φ600mm)から沈砂池に導水される。既存取水ポンプを補うために、沈砂池に直接水中ポンプを設置している。



No.3 取水ポンプ  
 縦軸斜流ポンプが4基(3台常時、1台予備)存在する。これまで何度も修理を繰り返しており、老朽化が著しい。また、騒音や振動も大きく、ポンプ基礎のひび割れもみられる。



No.4 薬品混和水路  
 取水された原水は着水井に送られ、直後のパーシャルフリュームの下流部で硫酸アルミニウムと消石灰が混和される。パーシャルフリュームで流量が測定されているが、老朽化により精度は不確実である。



No.5 フロック形成池  
 ゆっくりとしたモーター攪拌方式により、フロックの成長を促進するが、モーターは全て故障し稼働していないため、十分な効果は出ていない。



No.6 沈澱池  
 フロック形成池から上向流・傾斜管(塩ビ製)式沈澱池4池にて懸濁物質が除去される。沈澱池上流部にはVノッチ堰トラフが設置され、上澄水がろ過池へ導かれる。



**No.7 急速ろ過池の内部**  
 砂層による急速ろ過池(6池)を採用している。ろ過砂(アンスラサイト併用)の洗浄には、逆流洗浄と表面洗浄方式が採用されているが、表面洗浄は故障のため稼働していない。



**No.8 表面洗浄装置**  
 本年2月から2池を補修中であるが、7月現在、未完了である。表面洗浄装置には錆が立ち、老朽化が明らかである。



**No.9 送水ポンプ室**  
 手前左の4台はビジャリカ市向け、奥の4台はコロネロオビエド市向けの送水ポンプ。全ての設備は老朽化が著しく、一部は逆止弁が壊れたままである。



**No.10 コロネロオビエド市向け送水ポンプ**  
 ポンプはすべて同じ出力であり、市内の配水池の水位情報を見ながら台数制御運転を行っている。ポンプ稼働時の手順が順守されておらず、水撃圧によって頻繁に設備の損傷が発生する。



**No.11 コロネロオビエド市向けの送水管**  
 ポンプ周りには水圧計がなく、送水管の基点には水圧計が設置されているが、25kgf程度が検針されているが、水圧データロガーによる測定結果によれば、12~13kgf/cm<sup>2</sup>とされた。



**No.12 逆洗・表洗ポンプ**  
 逆洗・表洗ポンプは稼働している。昨年、品質改善の対策が施されたことにより、ろ過池の洗浄は改善されたとのことであった。



No.7 水質検査室

2012年初より水質検査の専門職員が常駐するようになり、日常的な品質管理体制は大きく向上した。ジャーテスタにより薬品注入量が決められ、pH、濁度、色度、アルカリ度などがモニタリングされている。



No.8 原水とろ過水の様子

この事例では、原水濁度は76.7NTU、ろ過水濁度は2.2NTUとなっている。水質管理体制は良好である。



No.9 硫酸アルミニウム溶解施設

薬品注入ポンプは維持管理が不足しており、これまで応急措置を繰り返しながら、かろうじて動いている状況にある。



No.10 浄水場前の幹線道路

2010年の洪水では、幹線道路の表面まで水位が上がリ、浄水場は2週間程度にわたって稼働不能となった。テビクアルミ川の橋梁と取付け道路高の嵩上げ(約2.7m)のための工事が本年7月から開始される。



No.11 新規浄水場の建設用地

パ国側は既存浄水場の南側に隣接する造成地を約2m盛土し、新規浄水場の用地を確保する予定である。地質調査の結果、地下2~6m付近にN値5以下の軟弱地盤があるため、杭基礎にする必要がある。写真奥の湿地側へ盛土(約5m)し、用地を広げる必要がある。



No.12 コロネルオビエド市への送水方向

国道8号線の路肩から約10mの位置に送水管(铸铁管φ350)が布設されている。約23kmの途中数力所に酸性土壌が存在しており、配管が腐食し漏水の原因となっている。





No.7 既存送水管の状況  
2012年に水撃圧による管路損傷が発生した際、送水ポンプの急停止、バルブ操作の誤りなどが重なり、途中に設置されていた逆止弁が水撃圧で破壊された。



No.8 既存送水管の状況  
浄水場近辺の導水管(DIP φ 350mm, US PIPE)のテビクアルミ川橋梁添架部。本橋梁は新しく架替えられるが、洪水対策として2.7m嵩上げされ、2013年7月から工事が開始される。MOPCが事業主であり、新規送水管φ 500mmの添架が設計段階から盛り込まれている。



No.9 コロネルオビエド配水センター  
浄水場から送水された水は配水センターを通じて、各戸配水されている。地上式配水池(容量1,400m<sup>3</sup>)と高架水槽(容量500m<sup>3</sup>)がある。



No.10 同配水センター内、半地下式配水池  
容量1,400m<sup>3</sup>の鉄筋コンクリート式の配水池。池底盤付近からの漏水が推定されている。パ国側はセンター敷地内に新たに1,500m<sup>3</sup>の配水池を建設する予定である。



No.11 配水センター内、配水池の流入弁室  
半地下式配水池は内部が2つに分けられている。流入弁の蓋は鉄筋だけで、雨水が溜まり植物が発生しているなど維持管理が不十分である。なお、流入管には超音波流量計が設置され流入量が計測されている。



No.12 配水センター内高架式配水池への揚水ポンプ  
地上式配水池の水を高架式配水池に揚水するためのポンプが3台ある。

## 【図表リスト／略語集】

### 表一覧

表 1.2.1	要請内容	1-4
表 1.3.1	我が国の援助動向	1-4
表 1.4.1	他ドナーによる協力事業	1-5
表 1.4.2	水衛生セクター近代化プロジェクトの構成	1-5
表 1.4.3	中央チャコ地方給水計画の構成	1-6
表 1.4.4	中規模都市の衛生と飲料水整備プログラムの構成	1-6
表 2.1.1	ESSAP 全体の貸借対照表	2-6
表 2.1.2	引当金比率	2-7
表 2.1.3	ESSAP 全体の損益計算表	2-7
表 2.1.4	既存浄水場施設の状況	2-11
表 2.1.5	ESSAP の水質検査の実施規定	2-12
表 2.1.6	原水の水質検査結果	2-13
表 2.1.7	浄水後の水質検査結果	2-13
表 2.1.8	テビクアルミ浄水場の水質検査結果	2-14
表 2.2.1	調査対象都市の人口動向	2-17
表 2.2.2	コロネルオビエド市の ESSAP 給水区域内及び周辺の水衛生委員会	2-20
表 2.2.3	対象 4 都市の 2012 年水需要の推定	2-22
表 2.2.4	テビクアルミ川流域の河川水の水質検査結果	2-27
表 2.2.5	環境チェックリスト	2-33
表 3.1.1	プロジェクトの成果指標	3-2
表 3.1.2	コロネルオビエド市の疾病に関する統計	3-2
表 3.1.3	ビジャリカ市の疾病に関する統計	3-2
表 3.1.4	計画施設の構成	3-3
表 3.2.1	過去のセンサス結果	3-7
表 3.2.2	対象都市の人口推計	3-9
表 3.2.3	計画年次の水需要量予測	3-11
表 3.2.4	沈砂池の能力	3-16
表 3.2.5	浄水施設の概要	3-17
表 3.2.6	杭の支持力計算結果	3-19
表 3.2.7	現状の送水状況	3-21
表 3.2.8	計画送水管の送水状況、損失水頭、ポンプ揚程	3-21
表 3.2.9	水圧測定調査結果集計表	3-24
表 3.2.10	水理計算の条件	3-25
表 3.2.11	配水管網の問題点と改善点	3-27

表 3.2.12	計画施設の設計図リスト	3-28
表 3.2.13	プロジェクトの施工区分	3-65
表 3.2.14	主な資機材の調達先	3-69
表 3.2.15	成果達成度の確認方法	3-74
表 3.2.16	指導チェック内容	3-74
表 3.2.17	評価の視点	3-74
表 3.2.18	負担工事の区分	3-76
表 3.3.1	パ国側の負担事項	3-78
表 3.4.1	浄水場の増員計画	3-79
表 3.5.1	日本側負担経費	3-80
表 3.5.2	パ国側負担経費	3-80
表 3.5.3	運営・維持管理費の予測	3-81
表 4.4.1	定量的効果	4-4

## 図一覽

図 2.1.1	上下水道セクター組織関連図	2-2
図 2.1.2	公共事業通信省(MOPC)の組織図	2-2
図 2.1.3	ESSAP 本部の組織図	2-3
図 2.1.4	コロネルオビエド支局の組織	2-4
図 2.1.5	テビクアルミ浄水場の組織図	2-5
図 2.1.6	テビクアルミ既存浄水場の浄水システム	2-10
図 2.2.1	調査対象地域の地形	2-16
図 2.2.2	コロネルオビエド市の気温と降雨量	2-17
図 2.2.3	テビクアルミ浄水場の送水対象地域	2-18
図 2.2.4	配水センターの概要	2-19
図 2.2.5	コロネルオビエド市都市部の給水区域と水衛生委員会の分布状況	2-20
図 2.2.6	ビジャリカ市の ESSAP の給水区域	2-21
図 2.2.7	コロネルオビエド市とビジャリカ市の調査件の分布	2-23
図 2.2.8	コロネルオビエド市の水源別の満足度	2-23
図 2.2.9	ビジャリカ市の水源別の満足度	2-24
図 2.2.10	給水時間の分布	2-24
図 2.2.11	現行料金に対する感覚	2-24
図 2.2.12	ジャタイトゥ市とボカジャトゥ市の水源利用の割合	2-25
図 2.2.13	ジャタイトゥ市水源別の満足度	2-25
図 2.2.14	ボカジャトゥ市水源別の満足度	2-25
図 2.2.15	テビクアルミ川の流域図	2-26
図 2.2.16	浄水場用地の状況	2-28
図 2.2.17	環境ライセンス取得までの流れ	2-31
図 3.2.1	水文解析関連施設の位置関係	3-12
図 3.2.2	流量観測セクション 1 の結果	3-13
図 3.2.3	テビクアルミ川の H-Q 曲線	3-13
図 3.2.4	ITAIPU の水位データと降雨量の関係	3-13
図 3.2.5	テビクアルミ川の最低水位と取水口高さの関係	3-14
図 3.2.6	テビクアルミ川の河道変化状況(左;1985 年竣工当時、右;現在)	3-15
図 3.2.7	計画浄水システムフロー	3-18
図 3.2.8	地質調査の結果と基礎杭の検討	3-19
図 3.2.9	铸铁管の通水年数と流速係数との関係	3-20
図 3.2.10	送水管の縦断系と動水勾配	3-21
図 3.2.11	計画送水管の始点区間の対処策	3-22
図 3.2.12	水圧データロガー設置箇所と各地点の標高	3-23
図 3.2.13	コロネルオビエド市の現況の配水管網図	3-24

図 3.2.14	ケース1 水圧分布図と問題地区	3-25
図 3.2.15	ケース1 損失水頭分布図	3-26
図 3.2.16	施設改善案箇所図	3-26
図 3.2.17	改善後の水圧分布図	3-28
図 3.2.18	プロジェクト実施体制	3-60
図 3.2.19	業務実施工程図	3-77

## 略語一覧

A/P	Authorization to Pay	支払授權書
AECID	Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo	スペイン国際開発協力庁
ALADI	Asociación Latinoamericana de Integración	南米統合連盟
ANDE	Administración Nacional de Electricidad	国営電力公社
ANSI	American National Standards Institute	米国国家規格協会
AWWA	American Water Works Association	米国水道協会
B/A	Banking Arrangement	銀行取極
BHN	Basic Human Needs	人間の基本的欲求
BID	Banco Internacional de Desarrollo	米州開発銀行
BIRF	Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento	国際復興開発銀行(BIRD)
BOD	Biochemical Oxygen Demand	生物化学的酸素要求量
CEPIS	Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente	汎米衛生工学環境科学センター
COD	Chemical Oxygen Demand	化学的酸素要求量
CORPOSANA	Corporación de Obras Sanitarias del Paraguay	パラグアイ衛生事業公社
DAPSAN	Dirección de Agua Potable y Saneamiento	公共事業通信省上下水道局
DIA	Declaración de Impacto Ambiental	環境影響評価声明
DIGESA	Dirección General de Salud Ambiental	環境健康局
DCIP	Ductile Cast Iron Pipe	ダクタイル鋳鉄管
EIA	Estudio de Impact Assessment	環境影響調査
EIAp	Estudio de Impacto Ambiental Preliminar	予備環境影響調査
EL	Elevation	標高水位
E/N	Exchange of Note	交換公文
ENREPD	Estratégico Nacional de Reducción de la Pobreza y la Desigualdad en Paraguay	貧困格差削減国家戦略
ERSSAN	Ente Regulador del Servicios Sanitarios	衛生事業管理規制院
ESSAP	Empresa de Servicios Sanitarios del Paraguay S.A.	パラグアイ衛生事業会社
EU	European Union	欧州連合
EvIA	Evaluación de Impacto Ambiental	環境影響評価
FECASALC	Fondo Español de Cooperación para Agua y Saneamiento en America Latina y el Caribe en el BID	ラテンアメリカ・カリブ地域における水・衛生協力に関するスペイン基金
FRP	Fiber Reinforced Plastics	ガラス繊維強化プラスチック
G/A	Grant Agreement	贈与契約
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
Gs.	Guaraní	グアラニー、「パ」国通貨単位
H	Height / Head	水位 / 揚程・水頭
HWL	High Water Level	計画高水位

IIRSA	Initiative for the Integration of Regional Infrastructure in South America	南米地域インフラ統合イニシアティブ
IMF	International Monetary Fond	国際通貨基金
INTN	Instituto Nacional de Tecnología, Normalización y Metrología	技術規格計量庁
ISO	International Organization for Standardization	国際標準化機構
IVA	Impuesto de Valor Agregado	付加価値税
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
kW	kilo watt	キロワット、有効電力
kVA	kilo volt ampere	キロボルトアンペア、皮相電力
L	Liter	リットル
LWL	Low Water Level	低水位
LLWL	Lowest Low Water Level	既往最低水位
MDGs	Millenium Development Goals	ミレニアム開発目標
MERCOSUR	Mercado Común del Sur	南米南部共同市場
MF	Microfiltration Membrane	精密ろ過膜
MOPC	Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones	公共事業通信省
MSPBS	Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social	保健省
NTU	Nephelometric Turbidity Units	ネフェロ分析濁度単位
OEM	Original Equipment Manufacturing	受託生産
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
RC	Reinforced Concrete	鉄筋コンクリート
PMSAS	Proyecto de Modernización del Sector Agua y Saneamiento	水衛生セクター近代化計画
PVC	Polyvinyl Chloride	ポリ塩化ビニル
Q	Quantity	流量
RIMA	Relatorio de Impacto Ambiental	環境影響報告書
SEAM	Secretaría del Ambiente	環境庁
SENASA	Servicio Nacional de Saneamiento Ambiental	厚生省環境衛生局
STP	Secretaría Técnica de Planificación	技術計画庁
TOR	Terms of Reference	付託条項
UCA	Unidad de Color Aparente	見かけの色度
UF	Ultrafiltration Membrane	限外ろ過膜
UFC	Unidad Formadora de Colonias	菌類の集落形成単位
UNASUR	Unión de Naciones Suramericanas	南米諸国連合
UNDP	United Nations Development Programme	国連開発計画
V	Velocity / Volume	流速 / 容積
WHO	World Health Organization	世界保健機関

## 第1章 プロジェクトの背景・経緯



## 第1章 プロジェクトの背景・経緯

### 1-1 当該セクターの現状と課題

#### 1-1-1 現状と課題

パラグアイ国(以下、パ国という)は、人口約 660 万人(2012 年、世銀)、国土面積約 40.7 万 km<sup>2</sup>(日本の約 1.1 倍)、南米大陸のほぼ中央に位置し、ブラジル、ボリビア、アルゼンチンに囲まれた内陸国である。

パ国は中南米諸国の中でも、貧富の格差が大きく、開発が遅れている国の一つである。パ国の基幹産業は農牧・林業であるが、輸出による外貨収入は、生産状況や国際市場価格に大きく左右され、安定的な経済運営を困難にしている。また、工業分野の成長率は非常に低く、南米南部共同市場(メルコスール)加盟国からの輸入に大きく依存している。

パ国政府は 2001 年 3 月に「経済開発戦略計画」を策定し、国際社会からの支援を活用しながら経済発展を促すとともに、2004 年に策定した「貧困格差削減計画(ENREPD)」において、貧困者の救済、格差軽減のために 12 の指標を設定した。

水・衛生セクターの国家戦略としては、2004 年の全国上水道普及率 60.8%を、2015 年までに 80.5%に引き上げ、衛生施設の普及率については、2004 年での都市部 18.7%、地方部 32.6%だったものを、2015 年までにそれぞれ 70%、86%に引き上げることを目標に掲げている。

現在、全国に約 3,100 の給水・衛生事業が運営されており、これらを運営・維持管理している事業体別の給水人口の割合は、公共事業通信省(以下、MOPC という)傘下のパラグアイ衛生サービス会社(以下、ESSAP という)が 38%、水衛生委員会が 36%、住民組織団体が 13%、そして民間事業者が 11%を占めている。

パ国では、全人口の 70.4%(2012 年、パ国政府)が上水道等の給水施設にアクセスしているが、残りの約 30%は安全な水を利用することができない状況にある。

ESSAPは、首都と人口 1 万人以上の都市における上下水道事業の整備・運営・維持管理を担当し、全国 21 都市を含む 29 の給水システムを通じ、約 29.1 万戸、146 万人(2012 年 ESSAP)に飲料水を供給している。

コロネルオビエド市は、カアグアス県の県都であり、アスンシオン、エステ及びエンカルナシオンの三大都市圏を除くと 2 番目に人口の多い都市である。人口 10.5 万人(都市部 6.1 万人、村落部 4.4 万人、2012 年推定)で、交通の要衝であることから近年都市発展が顕著である。しかしながら、上水道の普及率は 61.0%(2012 年推定)と東部地域の主要都市のうちで最も低い状況にある。ビジャリカ市はグアイラ県の県都であり、同 4 番目の人口 6.9 万人(都市部 5.1 万人、村落部 1.8 万人、2012 年推定)で、上水道の普及率は 71.7%である。

テビクアルミ浄水場は、コロネルオビエド市とビジャリカ市を通る国道 8 号線沿いで、両市のほぼ中間点に位置し、両市へ飲料水を供給している。本浄水場は 1986 年に建設され、当初の浄水能力は

16,800m<sup>3</sup>/日とされるが、老朽化等の影響により、現在の浄水量は 13,000～14,000m<sup>3</sup>/日に低下している。コロネルオビエド市は、浄水場から北へ約 23km、ビジャリカ市は同南へ約 20km に位置しており、浄水場からそれぞれ送水管を布設し、両市にある配水センターへ送水している。なお、ビジャリカ方面の送水管からはその途中に位置するジャタイトゥ市（給水人口 2,100 人）とボカジャトゥ市（同 3,600 人）にも水を供給している。2012 年現在の水需要量が 27,400m<sup>3</sup>/日と推定されるが、浄水場の処理能力や送水能力が半分程度しかなく、また機械設備の効率低下等により、安定した施設の運転ができない状況である。そのため、両市では給水量や水圧が不足しており、1 日 16 時間給水を余儀なくされている。

また、取水源であるテビクアルミ川は数年ごとに洪水に見舞われ、浄水場が冠水する事態になり、浄水場が長期間にわたり停止し、市民生活に甚大な影響を与えてきた。最近では 2010 年 4 月の洪水において、浄水場が 1.0～1.5m 冠水し、10 日から 2 週間に亘り、浄水場の運転が不能となった。

両市とも人口増加に伴い水需要も急増しており、現時点で水道使用の新規申請がコロネルオビエド市で約 2,000 件、ビジャリカ市では 500～1,000 件が保留となっている状況である。こうした給水状況を改善するために、新たな浄水場の建設及び送水管の設置が不可欠な状況である。

### 1-1-2 開発計画

水・衛生セクターでは上述した「経済開発戦略計画」と同計画に基づき経済企画庁が策定した「貧困格差削減計画(ENREPD)」が上位計画である。ENREPD で示された水・衛生分野の目標値を実現するために、政府は予算を優先配分する「サン・ベルナルディノ宣言(2006～2008)」にもあるとおり、この分野の開発を最優先課題としている。

2008 年にルゴ政権が変わって以降、国家開発計画は策定されていないが、政府開発方針である「2008-2013 年社会経済戦略プラン」をもとに国内の開発が進められてきている。本戦略プランでは、市民社会と民間セクターの参加による経済開発、社会開発の推進、行政機構の再編成、法的安全性、競争の増加、継続的な雇用創出を通じた生活改善・社会の安定を保障するため、貧困、不公正、汚職の削減を目指している。

なお、パ国の国家戦略や開発課題を踏まえ、2009 年 7 月に現地 ODA タスクフォースによるパラグアイ経済協力政策協議が実施され、貧困対策、持続的経済開発、ガバナンスの 3 つを重点分野とすることが確認されている。

### 1-1-3 社会経済状況

2012 年 6 月、国内の農地改革や治安問題の取り組みの失敗を契機に、パラグアイ上院においてルゴ大統領は弾劾され、フランコ副大統領による政権運営が行われてきた。この政権交代に対し、メルコスール及び南米諸国連合(UNASUR)の加盟諸国は民主的手続きの不備を指摘し、2013 年の大統領選挙で選出される次期大統領の就任までパ国の関連会合への参加権を停止していた。2013 年 4 月に大統領選挙が実施され、カルテス大統領による新政権が発足日する 8 月 15 日に、メルコスールへの参加権停止が解除されることが決まった。しかしながら、同会議において、パ国が正式加

盟を認めていないベネズエラが議長国に就任したことにパ国側が反発したため、パ国のメルコスール復帰の目途が立たない状況になっている。

パ国はメルコスールと南米統合連盟(ALADI)に加盟し、国際通貨基金(IMF)から開発途上国として分類されている。2003～2008年までのマクロ経済は好調であり、2008年のGDP成長率は5.8%を記録した。しかし、2009年は世界的金融危機の影響によりGDP成長率が前年度比-3.8%まで低下した。その後は回復傾向に転じ、2010、2011年には、それぞれ同+15.3%、+3.7%となったが、2012年には早魃の影響により-1.2%のマイナス成長となった。2012年のGDPは255億米ドル(世銀)であるが、部門別内訳は、第一次産業 23%、第二次産業 24%、第三次産業 53%となっている。パ国の経済は、基本的に農牧・林業の生産と同製品の輸出に依存している。特に大豆、食肉及び綿花等の製品の輸出は全体の9割以上を占めており、経済は農作物の生産状況と国際価格に左右されるため、安定的な経済運営を困難にしている。国民一人当たり名目GDPは3,829米ドル(2012年、パ国中央銀行)である。

本件の調査対象都市であるコロネルオビエド市は、カアグアス県の県都であり、パ国中部に位置する物流拠点である。また、地域経済の発展だけでなく、近隣諸国を含めた包括的な経済発展長期計画「南米地域インフラ統合イニシアティブ(IIRSA)」の中でも、経済活動の重要拠点として位置づけられている。しかし、地方の発展を支える中核都市でありながら、上水道等の社会資本の整備が他都市に比べて大きく遅れている。パ国政権は地方部の公共投資に積極的な姿勢を打ち出しており、貧困対策、雇用創出には同市の生活基盤の向上が重要な課題であることを認識している。

## 1-2 無償資金協力の要請内容及び概要

### 1-2-1 要請の背景・経緯

ESSAPは上下水道の普及率とサービスの質向上に努めており、特に地方都市の上水道の普及率の向上を図っている。本調査の対象であるコロネルオビエド市は東部パラグアイの中央に位置する中核都市であり、交通の要所として、重要な役目を果たしており、今後の発展も期待されている。同市へ水道水を供給しているテビクアルミ浄水場は1986年に建設され、コロネルオビエド市の他に、グアイラ県の県都であるビジャリカ市及びビジャリカ市への送水管の途中に位置する2つの小都市にも送水している。しかしながら、これらの対象都市の人口増加に伴い水需要が増加していることに加え、設備の老朽化や原水に含まれる砂分の除去が不十分なため処理能力が低下してきていることにより、対象都市の水需要の半分程度しか送水できない状況にある。さらに、数年ごとに繰り返されるテビクアルミ川の洪水のたびに数週間にわたり浄水場の停止を余儀なくされ、市民生活に深刻な影響を及ぼしている。

一方、コロネルオビエド市内においては、人口増加による市街地の拡大に配管網の整備が追いついていない。さらに、既存市街地においても、配管口径が小さく水需要を賄えない地区があり、配管網の効率的な整備が急務となっている。同市においては現在、2000世帯以上の水道の新規加入の申請があるが、水量と水圧不足により申請を保留している状況であり、早急に改善が必要とされている。

こうした状況の下、パ国政府はコロネルオビエド市を対象として浄水施設の建設と浄水施設から同市までの送水管の布設に係るプロジェクトを作成し、無償資金協力による実施を我が国に要請した。なお、新規施設はコロネルオビエド市を対象とするが、これが完成することによって、既存施設はビジャリカ市と周辺 2 都市に対する専用施設にすることができる。

### 1-2-2 要請内容

パ国側の要請内容はコロネルオビエド市を対象とした取水・浄水施設の建設と浄水場から同市への送水管布設であったが、本準備調査において、再確認した結果、表 1.2.1 に示す通り変更された。

表 1.2.1 要請内容

項目	原要請内容(2013年1月)	確認後の要請内容
計画目標年次	2035年	2020年
取水・浄水施設の建設	13,000 m <sup>3</sup> /日	計画策定により検討
コロネルオビエド市への送水管敷設	φ 500mm、24km	同上

### 1-3 我が国の援助動向

我が国のパ国への上水道セクターへの援助は下記のとおりである。このほか、協力準備調査が実施済みの案件として、都市部を対象とした「エステ都市圏上下水道整備事業」がある。

表 1.3.1 我が国の援助動向

案件名	形態	実施年度	供与限度額(億円)	概要
無収水対策専門家派遣	専門家派遣	1995	-	過去アスンシオン首都圏で実施された円借款事業の開発効果の更なる発現に向けた技術支援策の策定
アスンシオン上水道整備事業	有償	1995	60.68	アスンシオン首都圏における送配水施設及び配水網/給水施設の整備・拡充
東部農村地域給水計画	無償	1095～1996	9.44	東部 12 県の地下水開発計画。掘削機器の供与とソフトコンポーネントによる技術指導。
貧困農村地域地下飲料水開発計画	無償	2009～2010	8.64	イタプア県 25 村落を対象に地下水開発機器の供与と技術指導、給水施設の建設。
コンセプション市及びピラル市給水システム改善計画	無償	2011～2013	14.89	中核都市 2 市の既存浄水場の施設改善と拡張。目標 2019 年、総生産水量 18,960m <sup>3</sup> /日。
配水管理技術強化プロジェクト	技プロ	2011～2014	-	ESSAP の配水ネットワーク管理技術(配水ブロック化、無収水対策等)の向上に向けた技術指導。

### 1-4 他ドナーの援助動向

パ国の水道分野に対する協力は、関係国ならびに国際機関との間で調整が図られており、ターゲットを都市部におくものと地方部におくものとに分けられている。

特に都市部に対する協力は世界銀行が多く実施しており、地方部に対する協力はスペイン

(AECID)、米州開発銀行(BID)、国連開発計画(UNDP)、汎米衛生工学環境科学センター(CEPIS)などが重点的に行っている。現時点で実施が明らかとなっている主な協力事業は表 1.4.1 に示す通りであり、以下に事業毎の詳細を記述する。

表 1.4.1 他ドナーによる協力事業

国・機関名	形態	事業概要	実施年度	事業費(1000US\$)
国際開発復興銀行(BIRF) ※1)	有償	水衛生セクター近代化プロジェクト	2010～2015	149,500(借款)
スペイン国際協力公社(AECID)、米州開発銀行(BID)	無償	中央チャコ地方給水計画	2013～2014	60,000(国内資金) 30,000(借款)
世銀(BID)、FECASALC ※2)	無償	中規模都市の衛生と飲料水整備プログラム	2012～2015	14,306(借款) 1,430(国内資金)

※1) BIRF=国際復興開発銀行(Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento)

※2) BID 内の「ラテンアメリカ・カリブ地域における水・衛生協力に関するスペイン基金」:Fondo Español de Cooperación para Agua y Saneamiento en America Latina y el Caribe en el BID

【水衛生セクター近代化プロジェクト(2009年11月～2015年3月)】

Proyecto de Modernización del Sector Agua y Saneamiento (PMSAS)

公衆衛生及び国民の生活環境の改善、都市部・地方部の自然環境の改善に資することを目的とし、MOPC、ESSAP 及び保健省環境衛生局(SENASA)等の上下水道行政の担当組織、運営管理能力の強化・向上を課題としている。プロジェクトは以下の3つのコンポーネントから構成されている。

表 1.4.2 水衛生セクター近代化プロジェクトの構成

種別	概要	事業費(1,000US\$)
コンポーネント1	セクターの近代化支援、ガバナンスと組織強化(MOPC、ERSSAN、環境庁(SEAM)への支援)	4,000(国内資金)
コンポーネント2 (ESSAP)	都市給水衛生サービスとESSAPの組織強化	合計:65,500 50,500(BIRF 借款) 15,000(国内資金)
コンポーネント3 (SENASA)	地方給水衛生サービス、衛生教育、SENASAの組織強化	合計:14,000- 9,500(BIRF 借款) 4,500(国内資金)

プロジェクトは2009年12月に国会承認を得、期間は5年間を予定している。ESSAPに対する協力はコンポーネント2にて実施され、その事業内容は次のとおりである。

- ESSAPの改編調査
- CORPOSANA時代の資産再評価
- 環境社会管理計画(PMSAS)
- トレーニングと研修
- 運営と技術の地方分権
- 情報機器・ソフトウェアの調達
- 管理・監督システムの改善
- 無収水の低減と効率改善
- 地域の給水システムの改善
- マスタープランと最終設計の更新
- 環境インパクト調査
- パラグアイ川の水利モデル
- 下水道工事
- アスンシオン首都圏の給水システム改善
- 財務監査、技術監査
- コミットメント委員会

【中央チャコ地方給水計画(2013年1月～2015年3月)】

Proyecto Acueducto para el Chaco Central

チャコ地方中央部に位置する8地方都市及び原住民地区を対象に水道施設を整備する事業であり、裨益人口は7万人(2012年)で、そのうち4万人が原住民とされ、地域の生活向上が目的とされている。そのうち事業内容として、表1.4.3が実施される。

表 1.4.3 中央チャコ地方給水計画の構成

種別	概要	コスト(1000US\$)
パート1	取水施設: パラグアイ川取水塔、取水ポンプ3台、 浄水施設: 自動運転式1式、処理水量13,000m <sup>3</sup> /日 送水管: 送水ポンプ3台、送水管PRFV製φ500mm、L=202km 配水池: 4基、総貯水量4,500m <sup>3</sup> 、	60,000(国内資金)
パート2	送水管: φ400mm;L=25km、φ300mm;L=35km、φ150～ 250mm、L=118km、合計L=178km 配水管網整備:9都市、既存配管網への接続:7原住民集落 遠隔地への配水:給水車5台	30,000(BID+AECID 借款)

【中規模都市の衛生と飲料水整備プログラム(2013年5月～2015年3月)】

Programa de Saneamiento y Agua Potable para el Chaco y Ciudades Intermedias de la Región Oriental

中央チャコ地方の原住民と貧困層と東部地区の中規模都市を対象とした衛生状況の改善を目的としている。具体的には以下の効果を実現するものである。

- i) 上水道及び衛生施設の普及率の向上
- ii) 事業体の維持管理への支援
- iii) 事業体の効率的な運営活動能力の改善

事業は表1.4.4に示す通り5つのコンポーネントからなっている。

表 1.4.4 中規模都市の衛生と飲料水整備プログラムの構成

種別	概要	コスト(1000US\$)
コンポーネント 1	チャコ地方の上水道と衛生施設普及事業 i) 配水管網の整備、ii) 原住民と貧困層集落に対する便所の普及、iii) 雨水利用システムの普及	-
コンポーネント 2	東部地区中規模都市(1万～10万人)の下水道施設整備事業 対象都市:10都市程度、整備内容:下水施設(配管、処理場等)新設、水道施設の補修、増強	4,021(BID 借款) 8,008(FECASALC) 1,203(国内資金)
コンポーネント 3	施設計画のフィジビリティ調査の実施	345(BID 借款) 909(FECASALC) 125(パ国調達)
コンポーネント 4	運営管理の技術力支援及び強化、財務運営支援、環境評価等	55(BID 借款) 783(FECASALC) 84(国内資金)
コンポーネント 5	公共事業通信省下水道局(DAPSAN)組織改革、財政強化策、情報管理/発信策、各種水道関連の基準整備の実施	30(BID 借款) 155(FECASALC) 18(パ国調達)
	合計	4,451(BID 借款) 9,855(FECASALC) 1,431(国内資金)

## 第 2 章 プロジェクトを取り巻く状況

## 第 2 章 プロジェクトを取り巻く状況

### 2-1 プロジェクトの実施体制

#### 2-1-1 組織・人員

##### (1) 上下水道セクターの概要

パ国における上下水道事業の立案、認可、計画、建設、運転管理、監督、指導等に関わる主要機関を以下に列挙し、その役割・目的を概説する。

- 1) パ国公共事業通信省(以下、MOPC という)上下水道局(以下、DAPSAN という):2009 年 1 月に発足、パ国の水・衛生セクターの政策を策定し、事業の認可、関連機関への指導を行う。
- 2) 衛生事業管理規制院(以下、ERSSAN という):「上下水道公共サービスの規制と料金設定枠組みに関する法令 No.1614/2000」の第 8 条にて、上下水道事業の指導監督を目的とする独立行政機関として設立された。また同第 10 条に規定される ERSSAN の権利と義務事項には、水事業者の評価、技術レベルの確保、給水範囲の設定確認、水道料金の設定、関連法令に係る違反者の懲戒、入札図書承認、サービスの質の管理、水事業者のその他活動全般にわたっての監督業務が含まれる。
- 3) パラグアイ衛生サービス株式会社(以下、ESSAP という):人口 1 万人以上の都市部を対象とし、上下水道施設建設と対象 21 市において 29 の給水システムを経営・運営・維持管理をおこなっている。
- 4) 保健省環境衛生局(以下、SENASA という):人口 1 万人以下の都市部・農村部における水道および衛生サービスの向上を目的として、立案、調査、設計、工事、監理業務を実施し、建設後の施設の運営管理の責任を持つ衛生委員会の設立・組織化を図る。ただし、従来実施してきた各事業体の運営管理に関する規制監督業務は、法令 No.1614/2000 にて、ERSSAN が代わって実施することとなった。
- 5) 水衛生委員会(Junta de Saneamiento):SENASA による給水施設建設後、村落の上下水道システムの運営維持管理をおこなう村落ベースの非営利事業体。水衛生委員会の設立は制令により制度化されている。
- 6) 環境庁(SEAM):2000 年に設置されたパ国における環境関連のトップ機関で、環境保全に必要な法令の策定、マニュアル策定、環境関連調査を実施する。上下水道施設建設に伴う環境許可証を発行する。排水水質の調査を実施する。
- 7) 環境健康局(DIGESA):保健省の管轄下で、環境及び健康関連の調査等を実施する機関。水質試験所はイパカライ湖水質改善開発調査以降も JICA からの技術協力を受けている。

以上の関連機関の役割分担を明確にするため、これらの組織間の関連を図 2.1.1 に示す。



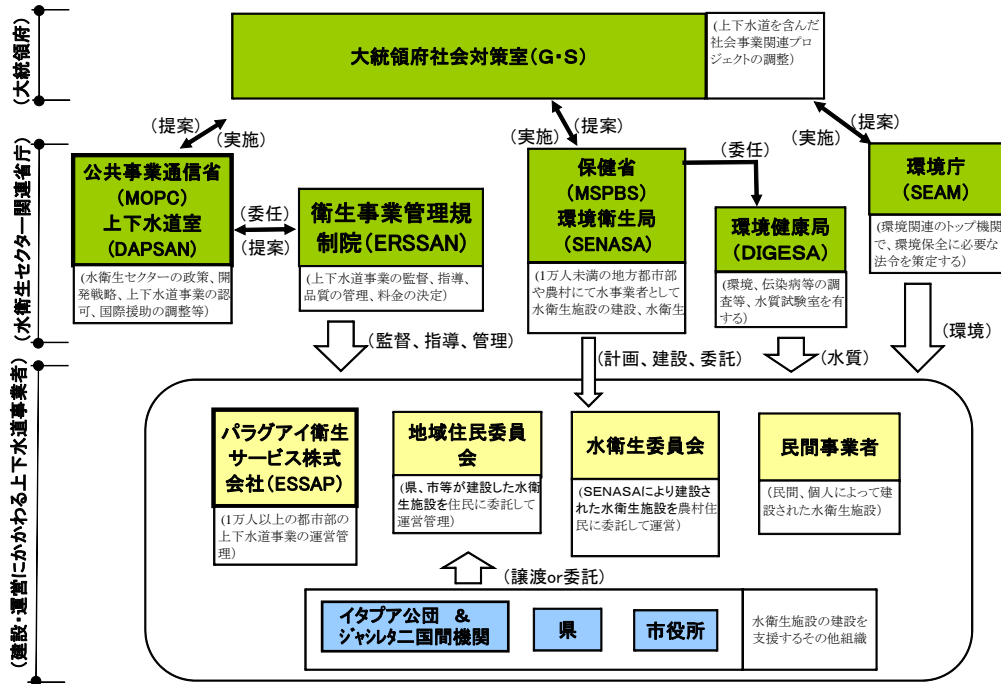


図 2.1.1 上下水道セクター組織関連図

## (2) 主管官庁・実施機関

本プロジェクトの主管官庁はパ国公共事業通信省(MOPC)、実施機関は同省上下水道局(DAPSAN)である。

DAPSANは、2000年に公布された「上下水道事業の規制と料金に係る枠組法(No.1614/2000)」に基づき、パ国政府が上下水道事業の名義人としてその権限を行使するために2007年に設立された。上下水道セクターの政策決定、上位計画の策定を行うと同時に、パ国技術計画庁(STP)と協調しながら、関係セクターの各機関の参加を調整し、さらには水道事業の認可業務を実施する。以下にMOPCの組織図を示す。

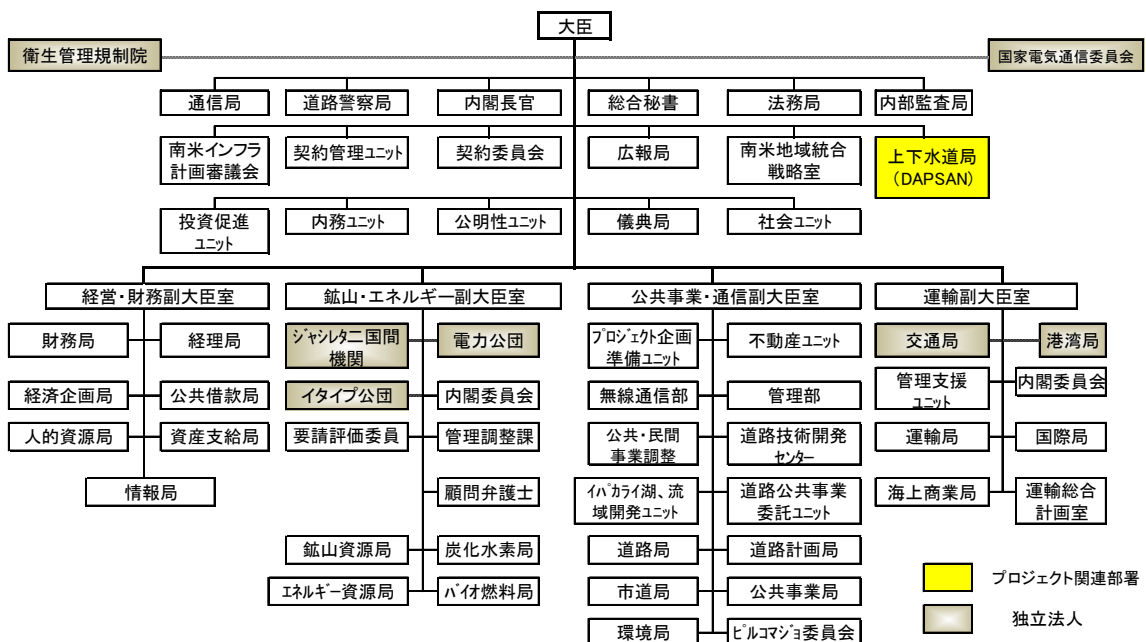


図 2.1.2 公共事業通信省(MOPC)の組織図

MOPCは完成したプロジェクト施設をESSAPに委譲するとともに、その指導監督を衛生管理規制院(ERSSAN)に委任する。本プロジェクトの施設供用後の運転維持管理は、パラグアイ衛生事業会社(ESSAP)がその責任を負う。

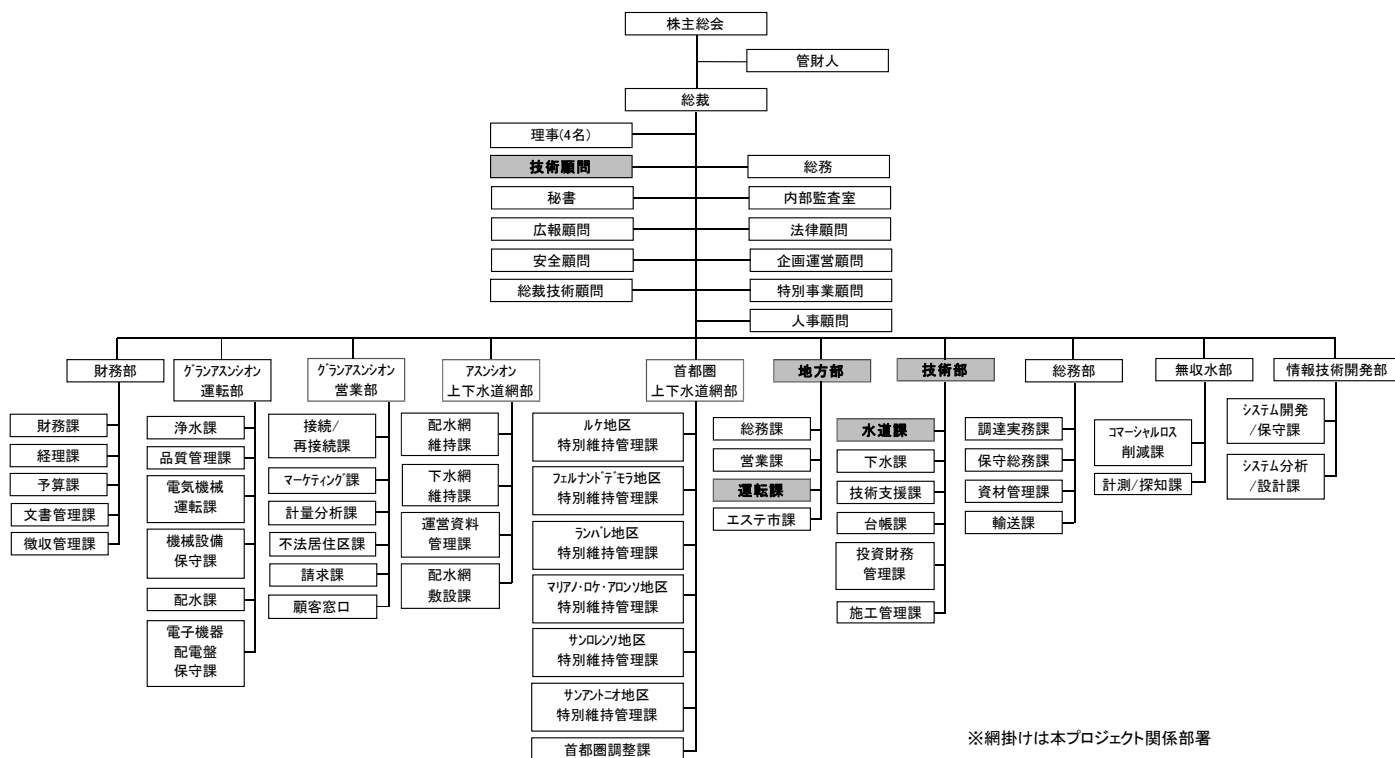
### (3) 水道事業の運営組織

#### 1) ESSAP 本部

パ国では、人口1万人以上の都市における給水事業はESSAPの管轄下とされ、ESSAPは各都市の水道施設の整備、運転、維持管理に関する水道事業を展開している。各都市の水道事業の運営に当たっては、主管官庁であるMOPCとの間でコンセッション契約が締結されることによって水道施設の管理責任が発生する。

過去、パ国都市部の水道施設の整備とその運営は、1954年に設立された衛生事業公社(CORPOSANA)が担ってきたが、2002年に政府が100%出資する民間会社としてESSAPに再編された。CORPOSANA時代の融資の返済については2008年に制定された法律において、ESSAPがCORPOSANAの対外債務の一部を免除されるという条件の下、既存施設を引き継ぐことが明記されている。

ESSAP全体の組織図を図2.1.3示す。本件調査の主要カウンターパート部署は技術顧問と技術部である。地方浄水場の運転は地方部が管理しており、パラグアイ側負担事項の円滑な履行において、部署間の綿密な情報交換と共通認識が重要である。運転・維持管理の経費はすべてESSAP本部で管理されており、地方支局は料金徴収のためのメーター検針と軽微な配管修理など小口現金を用いた日常的な維持管理が主な業務となっている。



※網掛けは本プロジェクト関係部署

図 2.1.3 ESSAP 本部の組織図

ESSAP 本部は、総裁室の下、技術顧問、内部監査室、広報などに加え、運営維持管理の実務を担う9部局から構成されている。その中の地方部は、総務課、営業課、運転課、エステ市課で構成されている。

給水施設の整備、改善などの計画策定とその実施、ポンプ類などの機材の購入・据付・補修、浄水場の運転に必要な薬品の購入・配送・管理、管材やアクセサリー類の購入や更新作業など一切の業務は本部の各部署が担当している。

水道料金の徴収(銀行振り込み)管理も本部の財務部の役割となっており、地方支局ではメーターの読み取りと確認のみでメーターの新規購入や修理も本部の業務として行われる。

各市の上下水道施設整備に係る要請は、支局長から各エリアの地域長に提出され、そこで取りまとめられた案件が本部の地域部で再検討される。この検討作業は関係部局や技術顧問が参加して行われている。

## 2) ESSAP コロネルオビエド支局とビジャリカ支局

ESSAP コロネルオビエド支局の業務内容は、水道顧客のメーター検針と請求書の配布、苦情の受付と処理、敷地内の配水センターで用いる資材の管理と注文が主な業務である。

支局レベルでの予算執行計画はなく、月当たり約 400 米ドルの小口資金のみが割り当てられ、配管工具、セメント、砂、軽微な水道資材の購入に用いられているが、常に資金不足の状態が続いている。

コロネルオビエド支局の組織図を図 2.1.4 に示す。支局長を含めた総人数は 33 名で、主要スタッフを除けば臨時雇用職員であり、管理事務職員 8 名、配水センター運転要員 6 名、その他現場要員 19 名から構成される。現場要員は、4 チーム×3 人 = 12 人の他に 7 名の作業員からなり、配管施工、メーター検針、メーター修理、接続、下水、違法接続対策等の業務を実施する。業務量に応じて柔軟に対応しているものの、バルブ操作ミスによる管破裂、修理ミスによる漏水も多々報告されている。

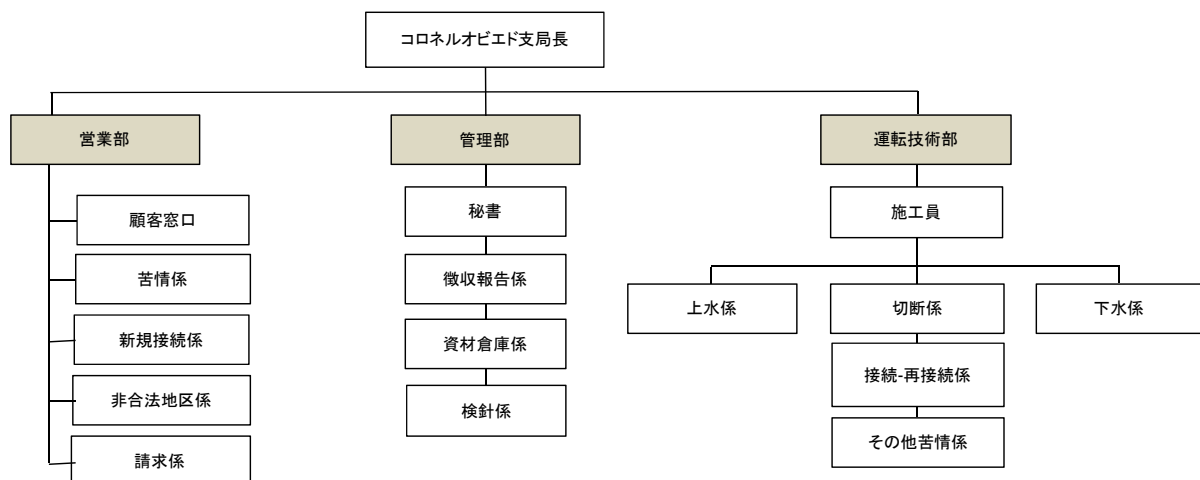


図 2.1.4 コロネルオビエド支局の組織

ビジャリカ市局もコロネルオビエド支局と概ね同様の組織形態であり、支局長を含め総職員数31名である。活動内容もほぼ同様である。

### 3) テビクアルミ浄水場

テビクアルミ浄水場はESSAP 本部、地方部に所属し、図 2.1.5 に示す通り、浄水場長の下、総勢 23 名の編成である。浄水場は 24 時間稼働であるため、職員を 4 チームに分け、12 時間交代制で浄水システムを運転・管理を実施している。日常の施設の運転、機材の点検・修理等は運転係や電気・機械係が対応するが、機材の故障など対応できない修理については ESSAP 本部と連携し、必要に応じて故障した機材をアスンシオンのワークショップへ送り、修理している。水質検査係は昼間 12 時間の勤務であり、1 時間ごとに所定の水質検査を実施している。夜間の水質検査については運転係が代行している。また、洪水時などの非常事態の対応や 1 年に 1 度実施する配水池の清掃などは、全職員だけで対応できないため、ESSAP 本部の地方部の応援を受け実施している。施設の改善計画や改良など設計業務は ESSAP 本部が実施している。

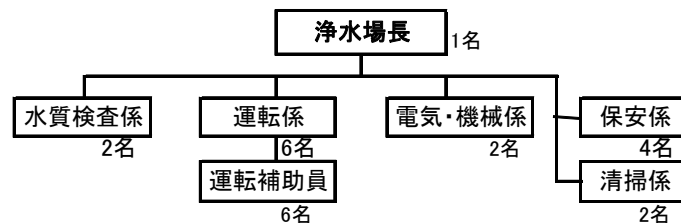


図 2.1.5 テビクアルミ浄水場の組織図

## 2-1-2 財政・予算

先に述べたとおり、パ国都市部の水道施設の整備と運営は、旧衛生事業公社(CORPOSANA)から ESSAP に 2003 年に移譲された。ESSAP は、料金収入額の大半(2008 年約 8 割)を施設使用料として上納するため、設立当初から赤字経営を余儀なくされた。大蔵省は、この状況に対する負担軽減策として、2008 年に施設利用料の免除を決定している。これにより、従来の赤字経営は、2009 年以降黒字経営に一転した。また、2012 年には大規模のアスンシオン第三浄水場が供用開始され、生産水量、顧客数および水道料金収入が一挙に増大したこともあり、比較的良好な財務状況が継続している。

2008 年から 2012 年の ESSAP の賃借対照表、損益計算表を表 2.1.1 及び表 2.1.3 に示す。

1) 貸借対照表

表 2.1.1 ESSAP 全体の貸借対照表 (単位:Gs、1円=45.1Gs、2013年7月)

	12/31/2008	12/31/2009	12/31/2010	12/31/2011	12/31/2012
<b>(資産)</b>	<b>155,005,980,488</b>	<b>217,018,869,582</b>	<b>259,737,101,497</b>	<b>318,088,434,749</b>	<b>375,128,665,876</b>
流動資産	112,221,275,590	173,702,032,686	114,211,708,062	102,987,923,198	130,202,827,934
現金&預金	40,682,100,204	42,629,185,238	32,323,680,338	30,668,788,673	27,655,094,189
売掛金	76,925,501,266	98,139,219,671	106,582,593,239	102,084,084,859	124,062,430,776
貸倒引当金	(36,741,345,548)	(37,523,109,071)	(61,578,545,577)	(62,400,921,682)	(74,580,448,370)
その他売掛金	10,767,412,832	15,513,375,383	2,055,585,135	838,004,560	1,687,352,315
その他債権	-	35,871,984,418	-	14,200,000	22,700,000
棚卸資産	19,283,156,127	17,639,628,829	14,597,132,283	15,378,669,053	30,966,027,966
前払金	1,304,450,709	1,431,748,218	20,231,262,644	16,405,097,735	20,389,671,058
固定資産	42,784,704,898	43,316,836,896	145,525,393,435	215,100,511,551	244,925,837,942
投資	200,000	200,000	1,435,813,846	3,799,591,799	4,032,999,065
有形固定資産	42,441,439,388	42,860,210,159	62,123,804,128	90,166,542,139	103,832,176,445
その他固定資産	343,065,510	456,426,737	81,965,775,461	121,134,377,613	137,060,662,432
<b>(負債+資本)</b>	<b>155,005,980,488</b>	<b>217,018,869,582</b>	<b>259,737,101,497</b>	<b>318,089,434,749</b>	<b>375,128,665,876</b>
負債	49,489,650,355	63,485,754,945	68,677,028,099	74,069,276,208	76,386,620,858
流動負債	49,489,650,355	63,485,754,945	44,616,160,294	43,325,992,843	45,390,322,615
国内営業債務	29,215,569,867	23,583,034,407	22,839,954,205	24,778,885,737	25,850,337,589
国外営業債務	-	-	-	-	-
未経過利子	-	-	-	-	-
その他債務	1,586,752,401	513,693,952	4,365,652	528,340,567	828,703,528
借入金	-	-	3,480,308,898	10,174,128,897	9,602,878,428
引当金	18,687,328,087	39,389,026,586	21,771,840,437	18,018,766,539	18,711,281,498
固定負債	-	-	20,580,558,907	20,569,154,468	21,393,419,815
引当金&予備費	-	-	1,363,924,372	1,164,218,381	1,164,218,381
借入金	-	-	3,405,488,510	3,517,773,780	4,260,516,728
その他債務	-	-	15,811,146,025	15,887,162,307	15,968,684,706
資本	105,516,330,133	153,533,114,637	191,060,073,398	244,020,158,541	298,742,045,018
資本金	494,444,869,134	494,444,869,134	494,444,869,134	494,444,869,134	494,444,869,134
準備金&積立金	31,135,997,577	35,252,163,841	46,212,784,377	52,919,315,408	58,055,854,435
繰越利益剰余金	(308,061,729,647)	(419,715,342,043)	(380,111,700,756)	(349,597,580,113)	(303,344,026,001)
当期利益	(112,002,806,931)	43,551,423,705	30,514,120,643	46,253,554,112	49,585,347,450

注: (括弧)はマイナスを表す。

ESSAP の過去 5 年間の貸借対照表から、以下の財務状況が判断される。

- 営業収益は 2009 年以降、安定しており、毎年 400-500 億 Gs が見込める。また、累積の繰越利益剰余金は 2009 年末マイナス 4,197 億 Gs であったのが、2012 年末ではマイナス 3,033 億 Gs (67.3 億円)まで減額している。
- 準備金&積立金は、2008 年末 311 億 Gs であったのが、2012 年末 581 億 Gs (12.9 億円)に増加しており、明らかに財務状況は改善方向にある。
- 固定資産額は、とくに 2010 年—2012 年で増加しており、この 2009 年からの 4 年間で約 2,000 億 Gs が新たな資産として計上された。またこれと同時に固定負債額も増加しているが、2012 年末で、214 億 Gs と資産額に比較して少額である。
- 料金の売掛金累積額が 2008 年 769 億 Gs、2012 年 1,241 億 Gs (27.5 億円)と増大している。また同年の売掛回転期間は売上金(表 2.1.3 損益計算書)との比率から、それぞれ 5.3 ヶ月、6.3 ヶ月である。さらに貸倒引当金は未払い期間の長短により、別の比率が適用されているため引当率(引当金/売掛金×100)を計算すると、48%、60%となり、これも増大する傾向にあることがわかる(表 2.1.2 参照)。このように売掛金は、その規模、回転期間及び引当率から見ても悪化の傾向にあり、早急の改善が待たれるが、これには ESSAP が日常業務の中での広報活動、給水状況の改善、サービスの向上等を通じて、顧客との信頼関係を構築することが前提となる。

表 2.1.2 引当金比率

未払い期間	引当金の比率
3年以上	100%
2年－3年未満	50%
1年－2年未満	20%
6ヶ月－1年未満	10%

## 2) 損益計算表

表 2.1.3 ESSAP 全体の損益計算表

(単位:Gs)

	12/31/2008	12/31/2009	12/31/2010	12/31/2011	12/31/2012
<b>収入</b>					
公共部門売上	17,633,719,274	17,025,769,232	21,029,922,106	18,879,609,659	23,872,892,314
民間売上	175,508,563,424	184,815,492,934	188,447,120,084	200,310,967,337	235,521,576,465
受取利息	932,738,745	1,069,080,304	1,205,881,481	919,333,130	1,111,908,121
その他収入	33,922,648,980	1,983,774,729	1,516,666,226	1,661,036,847	2,198,595,301
計	227,997,670,423	204,894,117,199	212,199,589,897	221,770,946,973	262,704,972,201
<b>支出</b>					
サービス原価	85,074,533,345	78,812,791,097	97,134,716,268	94,962,816,396	102,173,069,417
設備使用料	148,977,760,466	0	0	0	0
管理費	105,757,365,230	60,903,316,506	46,684,505,464	55,139,988,002	66,577,726,367
その他費用	0	781,763,523	24,082,379,074	2,434,397,585	2,609,755,129
財務費	215,871	11,053,861,166	9,196,183,334	7,916,642,853	7,407,587,364
特別事業損益	0	0	0	11,739,405,145	14,327,485,368
為替差損	(82,549,537)	3,690,961,202	(2,201,532,961)	(3,034,145,377)	12,522,518,664
調整	273,151,979	0	0	0	0
計	340,000,477,354	155,242,693,494	174,896,251,179	169,159,104,604	205,618,142,309
<b>所得税前損益</b>	(112,002,806,931)	49,651,423,705	37,303,338,718	52,611,842,369	57,086,829,892
<b>所得税</b>	0	6,100,000,000	6,789,218,075	6,358,288,257	7,501,482,442
<b>当期損益</b>	(112,002,806,931)	43,551,423,705	30,514,120,643	46,253,554,112	49,585,347,450

注: (括弧)はマイナスを表す。

上表の損益計算書を見ると、過去の5年間で経営状況が大きく改善されてきたことがわかる。上表の背景には、ESSAPの置かれた組織的、財務的環境も変化してきており、それらの背景についても留意する必要がある。

- 2012年アスンシオン市のヴィナス・クエ浄水場が運転開始されたため、収入額は前年度に比べ、17.8%増大し、2,355億Gsの料金収入額(民間)となった。
- 2009年以降大蔵省への施設使用料が免除されたため、大幅な収益改善となった。
- 減価償却費は上表に明記されていないが、すべての資産を対象として、大蔵省基準に沿って正規の手続きで計上されている。
- 2012年は為替差損が生じており、その額は125億Gsであった。
- 2008年調整費は、2007年の帳簿ミスが指摘され、新たにマイナス2.73億Gsが計上された。

結論として、安定的に約500億Gs/年の収益が見込まれ、CORPOSANAから引き継ぐ資産譲渡額も徐々に整理されており、将来的な経営状況を危惧するマイナス要因はとくになく、本プロジェクト実施に当たってパ国側負担事項の履行を含めて財政的な支障はない。

## 2-1-3 技術水準

### (1) ESSAP の技術水準

本協力対象事業の実質的なカウンターパートは、ESSAP の技術部である。ESSAP は技術顧問、技術部長、課長の 3 名がパ国側の窓口となり、MOPC との協議・調整、予算措置、環境手続き、各市との調整、関係機関との連絡といったマネージメントの役割を担う。技術部の職員は皆大卒エンジニア以上で、海外での研修やセミナーに参加した経験を有しており、世銀や BID プロジェクトの手続きや管理経験もあるため、本プロジェクトの実施においても大きな支障はない。

ESSAP 本部の主要職員や首都圏の水道システムの運転管理に従事している技術職員等は、概ね大学卒業者である。技術者の中には、ブラジルやアルゼンチンで水処理や水質管理実務の経験を有する人材も少なくなく、技術レベルに大きな問題はない。

2009 年には、首都圏水道システムの漏水対策や無収水削減への取り組みに加え、地方都市の浄水生産量や使用量の管理なども担うため、無収水対策部が設置された。2011 年からは JICA により、技術協力プロジェクトのフェーズ 1 が開始され、2012 年 3 月から 2014 年 3 月までフェーズ 2 に移り、専門的な技術移転業務が進行中である。これらの活動の実施を通じて、水道技術の向上に対する意欲も高く、また日本の技術レベルに対する信頼や期待も高い。

ただし、これらの活動に参加している本部職員の技術や経験が未だ ESSAP 全体に共有されているわけではなく、支局レベルの運転維持管理能力との間には大きな差がある。地方都市の水道システムの管理では、本部からの技術者派遣による指導は行われているもののその頻度は少なく、本部における研修の機会も少ない。今後は、本部の持つ技術や経験を地方部に水平展開できるようなシステムを構築すること、支局レベルで水道システムの改善が主体的に行われるよう、支局の業務範囲の拡大と技術力の向上が重要と考えられる。

ESSAP 本部もこうした課題を認識しており、大幅な組織改編や人員配置を進め、浄水場関係者に対する技術力の向上を目的としたトレーニングにも取り組んでいる。

### (2) 地方支局及び浄水場の業務

地方都市の支局の業務は、浄水の生産と配水、水道使用量のチェック(メーター検針)と請求書の作成、苦情の受付と対応(主に漏水、請求料金の問い合わせ)、凝集剤などの薬品の管理と注文、資材(管材、メーター、セメント等)の管理と注文が主な内容である。コロネルオビエド支局の場合、浄水場とは運営上は別組織とされ、浄水場からの送水を受けた後の、水道水の配水、漏水の補修、新規契約者の接続工事等を管轄して行っている。また、ビジャリカ市の支局もコロネルオビエド市と同様に、独立した組織形態で運営されている。

テビクアルミ浄水場はコロネルオビエド市とビジャリカ市、他 2 つの小都市に給水しており、施設は 24 時間体制で運転されている。ただし、水道施設の定期点検やポンプ修理、管路補修作業などで、重機、ガス、電気溶接を必要とする場合には本部から機材を伴って技術員を現地へ派遣することになっている。

コロネルオビエド市とビジャリカ市の支局では、給水栓の補修に必要な管材(PE 管)や工具類を除

いて、水道施設のメンテナンスに必要な機材が不十分である。また、事務所も所長室以外はエアコンがなく、パソコンも少ない。また、浄水場においても、施設の日常的な修理や改善作業のために必要な工具や器具が整っていないため、職員の知人から借用するなどに対応することも少なくない。こうした点の改善と緊急時の対応を迅速に行うためには、支局の権限拡大やそれに見合う予算手当ての充たに加え、支局や浄水場の業務環境の改善、技術職員の配置・育成、権限拡大などが必要と考えられる。

### (3) 運営・維持管理の課題

#### 1) 無収水量の管理

ESSAP 本部では、浄水場から給水している都市の生産水量、有収水量、無収率を集計しているものの、コロネルオビエド市の配水本管には流量計がなく、各家庭の給水メーターの設置率も69%と低い状況である。さらに、浄水場でも送水管に流量計が設置されていないため、ポンプの定格出力や稼動時間に基づいて送水量を推定している。そのため、集計されている有収率の精度は高くない。無収水削減対策や水の有効利用のためには、水量管理を確実にするための流量計を整備し、市内配管網や浄水場内での水量収支を把握することが不可欠である。

#### 2) 資料保管体制の不備

ESSAP 本部には、管轄する浄水場の技術資料(完成図書類、機器類の説明書)、仕様書、カタログ、運転保守マニュアル、設計基準等が保管されていなければならないが、これら資料は概ね散逸している。調査団が本部の記録室でテビクアルミ浄水場に関する図面を探した時にも、貸し出し時の記録がなく、設計図書の所在は担当者しか分からず、図面があっても設計図、変更図、竣工図の区別がない等、資料の整頓が不十分な状態である。貴重な資料の管理方法を至急改善することが重要である。

#### 3) 浄水場の維持管理

各都市の給水施設の運営・維持管理は、ESSAP の地方部がその権限を持っており、水道施設整備費用や維持管理費用などは各年の予算に基づいて本部から支出されている。浄水場の運転管理にかかるコストは、過去の実績に基づいて決められているが、その資金の管理権限はすべて本部に集中している。

地方都市の浄水場において、ある資機材が必要となった場合には、その都度 ESSAP 本部に申請を行い、ストックされている該当資機材を現地へ送るといった手続きがとられる。これは、配管材やバルブだけでなく、塩素ガス、凝集剤といった薬品についても同様であり、支局レベルで緊急時の迅速な対応をとることは難しい。

浄水場には水質試験室があり、専門知識を有する女性職員が、ESSAP の試験要領に従い、概ね良好な精度をもって水質管理を実施している。ただし、水質試験室には、試験に不可欠な蒸留水器、天秤、濃度計などの基礎的機器やガラス製品等が不足している。また、ジャーテスターや pH メーターなど老朽化した器具もある。既存水質試験室は、本プロジェクト完成後も使用することになるため、理化学的な水質試験用の基本的器具を補充することが望ましい。なお、生物細菌試



験については、安全衛生上や分析精度の確保の観点から、浄水場の試験室では難しいと判断し、従来通り ESSAP 本部の水質試験室との協力体制を維持すべきであると思慮される。

#### 4) 運用面の問題点

地方都市の浄水場の管理は、個人の経験則に基づいた運転方法が多く採られ、浄水プロセスを科学的に理解した上で運転管理が行われている例は少ない。施設の老朽化といった問題も大きい。薬品の計量や注入精度の低さ、ろ過池の洗浄作業の不手際、場内の安全衛生管理における意識の希薄さなど、水道事業体の職員が徹底すべき管理体制の問題がある。また、浄水場における安全教育はほとんど行われておらず、特に塩素ガス等の薬品の取り扱いや機器の安全運転、また設備の保守・清掃時における電氣的安全対策なども考慮されていない。

### (4) 運転・維持管理技術支援の必要性

#### 1) 運転管理技術

パ国の地方都市では、全て重力式の急速ろ過システムを有しており、浄水プロセスや維持管理技術は共通している。本計画でソフトコンポーネントが実施される場合、他都市の浄水場の責任者等を招致し、浄水処理全般の技術指導を理論・実践の両面から行うことで国全体の技術力の向上につなげることがができる。また、ソフトコンポーネントがモデルケースとなって、ESSAP 本部のイニシアティブの下、地方都市部に継続的な技術支援を展開するといったことも可能となる。

#### 2) 維持管理技術

浄水場の運転管理技術と併せて、日常の維持管理技術を体系化して指導することによって、施設の長寿命化と運転維持管理コストの低減を図ることができる。維持管理面では、施設、設備、機器、計装などの耐用年数を知り、それを定めることにより、保全計画や更新・修理等の予算確保などの計画を立案し、長期に安定した保全管理が可能となる。こうした管理を行うことで、施設・機器の長寿命化と不具合の早期発見につながるだけでなく、安全対策とコスト意識の向上を図ることでもある。

## 2-1-4 既存施設・機材

### (1) 既存施設及び設備状況

テビクアルミ浄水場は 1986 年にテビクアルミ川の左岸側に建設された。浄水場のシステムは図 2.1.6 に示す通りである。取水口は配管を河川に突出した形式であり、原水は沈砂池を通過後、ポンプにて浄水施設へ送られる。システムの各施設の状況は表 2.1.4 に示す通りである。

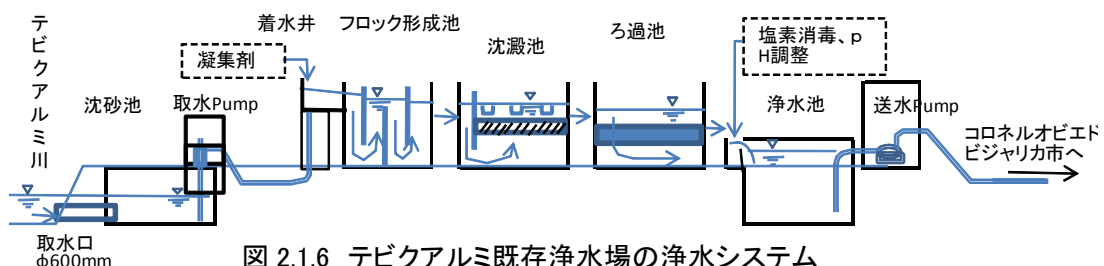


表 2.1.4 既存浄水場施設の状況

施設	形状/寸法	現状/所見
取水口	ダクタイル管 φ 600mm、 上下 2 条、流速 V=0.65m /s/条程度	取水管の流速は 0.65m/s であり問題はない。沈砂池内のゲート扉やスピンドルが腐食し、開閉できない。水位計測を行っていないため、河川流況が分らない。下位取水管からの取水が定常化しており、川底付近の砂が混じる原水を取水せざるを得ない。
沈砂池	1.5mW×6.0mL×7.8mH - 2 連、RC 構造、	沈砂効果が不足(表面負荷 650mm/分、30%程度)している。制水扉が壊れている。排水が困難であり、池内に人が入れないため、池底に堆積した砂の排除ができない。
取水ポンプ	立軸渦巻ポンプ、60L/秒 ×12m圧×15Hp×4 台、 常時 3 台運転、1 台予備	大量の砂を取水ポンプで浄水システムに送水している。ポンプの羽根と軸の摩擦によりポンプ効率が低下している。1 台故障(アスンションにて修理中)により、水中ポンプを沈砂池に設置し、補完している。
着水井/凝集剤注入	パーソナル・フリューム式流量計、斜流水路部に硫酸アルミニウム、カルシウムを注入	パーソナル・フリューム部の水路表面が硫酸アルミニウムによって腐食し、水路壁面にコンクリートの骨材が露出している。羽根車式流量計による計測と比較した結果、パーソナル・フリューム流量計は 15～20%の誤差がある。流量測定から流量は 14,000～15,000m <sup>3</sup> /日程度と推定された。
フロック形成池	上下迂流式 3 池×4 系列、攪拌機 3 基/系列、 滞留時間 30 分程度、RC 構造	滞留時間は十分であり、攪拌機は全て故障して攪拌できない(強度G不足)。それでも、比較的良好なフロックが形成されている。原水の砂が大量に池内に堆積(1池目 30～40cm厚)するため、月 1 回、池内洗浄を行っている。流出・入口の角落しが不良、ドレーンバルブ本体と軸が腐食し、止水が困難である。
沈澱池	上向流・傾斜管式、4.5m W×6.4mL×3.8mH-4 系列、RC 構造	表面負荷は 135m <sup>3</sup> /日(基準 115m <sup>3</sup> /日)で 17%程度過大である。排泥装置がないため、週 1 回池内を空にして高圧水により清掃する(1.5 時間程度かかる)。No.2、4 池の排水弁から漏水している。
ろ過池	自然平衡型 2.1mW×4.2 mL-6 系統、ろ速 292m/ 日、表洗+逆洗方式、2 層ろ過(砂 30cm)+アン スラサイト 5cm)、RC 構造	ろ過継続時間は 8～10 時間、ろ過水濁度の低下を目安に、運転係の判断で逆洗を実施する。表洗用回転装置は No.4 池のみ正常であるが、その他は故障。No.5 池は 9 か月前から砂交換等修理中であるが何時完了するか不明とされた(10 月には完了し運転されていた)。逆洗時間は 10 分間程度、オペレーターの勘に任されている。逆洗ポンプは 2 台あるが、1 台は故障中、1 台は良好。
浄水池	逆洗用ポンプ井(容量 103m <sup>3</sup> )、送水ポンプ井 (容量 374m <sup>3</sup> )、RC 構造	塩素注入後、逆洗ポンプ(表洗を含む)用のタンクに送水され、その後送水ポンプ井に流入する。年 1 回の逆洗ポンプ井の清掃は浄水場職員総出で、朝 5 時～12 時頃まで、ろ過砂、アンスラサイトの混入した 1.5m <sup>3</sup> 程の堆積物をバケツリレーで掻きだす重労働であった。
送水ポンプ	横軸自吸式渦巻ポンプ (108m <sup>3</sup> /h、75kW)-8 台、(コロネルオビエド向 け、ビジャリカ向け共通、3 台常時運転、1 台予備)	過去に送水量の増加のため、高速力モーターに交換し、その時からポンプとモーターの連結部が高温になり、水を掛けて冷却することになったという。モーター交換の効果は不明である。現地調査において、超音波流量計で 24 時間計測した送水量は、コロネルオビエド市へ 6,638m <sup>3</sup> 、ビジャリカ市へ 7,426m <sup>3</sup> 、合計 14,060m <sup>3</sup> /日の送水量が確認された。
薬品設備	硫酸バンド溶解槽(2.1m <sup>3</sup> )-3 槽、消石灰溶解槽 (1.0m <sup>3</sup> )-2 槽、塩素ガス 注入機(1t ボンベ)	硫酸バンド 50kg 入り 2 袋を溶解槽に投入し、5%溶液を作る。消石灰は 20kg 入り 1 袋を投入し、2%溶液を作る。硫酸バンド、消石灰とも注入ポンプ 2 台のうち 1 台は故障中。塩素ガスの注入量は 42kg/日程度であり、送水量 14,000m <sup>3</sup> /日に対し、2.5ppmに相当する。
その他の設備	場長室、水質試験室、トイレ、倉庫等	既存建屋の中にあり、良好に管理されている。

## (2) 施設の運転管理状況

### 1) 運転管理体制

テビクアルミ浄水場は24時間運転であり、場長以下23名を4チームに分け、昼夜2交替制に分けて、運転・維持管理を実施している。浄水場の運転管理方法としては、取水ポンプ、コロネルオビエド市とビジャリカ市への送水ポンプ等の運転時間、塩素や凝集剤等の薬品の使用量、ろ過池の逆洗回数や運転状況等、全ての設備の運転や維持管理活動の記録を毎時ベースで把握できるよう、1日1枚の運転記録台帳に記載している。これらの運転、活動記録は担当班の責任者のサイン入りで浄水場長に提出され、水質試験結果と共に、毎月ESSAP本部の地方部へ送付されている。地方部では、全国の浄水場からの情報を月例報告書としてまとめ、各浄水場の運転管理状況を把握し、各支部への改善指示等に活かしている。

### 2) 送水量と浄水場の能力

テビクアルミ浄水場には送水管に流量計が設置されていないため、ESSAPは送水ポンプの定格送水量に運転時間と台数を乗じて、市への給水量としている。本調査団は、送水量の実態を把握するため、現地調査期間の7月24日～25日に、ESSAP無収水部の協力を得て、送水管に超音波流量計を設置し、浄水場からコロネルオビエド市とビジャリカ市への送水量を24時間実測した。その結果は、コロネルオビエド市へ6,640m<sup>3</sup>/日、ビジャリカ市(2つの小都市を含む)へ7,430m<sup>3</sup>/日、合計14,070m<sup>3</sup>/日であった。この時の送水ポンプの運転状況は定常時の3台運転であったことから、浄水場の1日当たりの平均処理水量は14,000m<sup>3</sup>と想定される。また、コロネルオビエド市配水センターに設置されている超音波流量計により計測された同日の流入水量は、5,830m<sup>3</sup>/日であったことから、約800m<sup>3</sup>(送水量の12%に相当)が、浄水場と配水センターを連絡する送水管(約23km)から漏水したものと想定される。

### 3) テビクアルミ浄水場の水質検査状況

浄水場には水質検査の専門職員を2名配置し、ESSAPが定めた検査項目(表2.1.5)と実施頻度に従って、原水、浄水後の水質検査を実施している。さらに、2週間ごとにESSAP水質管理部から専門家を派遣し、水質試験の実施上の問題点を把握すると共に、浄水場で実施できない項目(生物試験を含む)についても本部に原水を持ち帰って検査し、その結果を月報としてまとめている。調査団が持参した簡易水質検査キットによる水質結果と浄水場で実施している水質検査結果を照合した結果、ESSAPの水質検査能力は十分に信頼しうるものであることを確認した。

表 2.1.5 ESSAP の水質検査の実施規定

種別	検査項目		検査頻度
表流水の原水	pH、濁度、色度、アルカリ度、電気伝導度		毎時間
	農薬類		半年毎
	その他別表の項目		毎月
	微生物		毎月
	COD、BOD		毎週
地下水の原水	物理化学項目		毎週
	微生物		毎週
浄水場の処理水	pH、濁度、色度、遊離残留塩素、アルカリ度、電気伝導度		毎時間
	その他別表の項目		規定の頻度
	微生物		毎月
配水管網	微生物	給水人口:1~10万人	2週間毎
		給水人口:10~50万人	毎週
		給水人口:50~100万人	毎日

表 2.1.6 と表 2.1.7 は、ESSAP 本部が毎月の月報に記載したテビクアルミ浄水場の年間の水質検査の結果から、原水と処理水の水質データの平均値を、調査団が一覧表にまとめたものである。

表 2.1.6 原水の水質検査結果

パラメータ	単位	2012年												年間平均
		6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	
pH	UpH	6.8	6.7	6.9	7.0	6.7	6.9	6.8	7.1	7.2	7.1	7.1	7.1	6.95
濁度	NTU	77.3	76.0	45.8	14.0	106.0	41.1	80.0	55.1	26.0	32.6	32.8	41.0	52.31
色度	Esc. Pt-Co(UCA)	200	200	170	60	250	250	250	180	100	140	140	150	174.17
アルカリ度	mg/l CaCO <sub>3</sub>	19	25	20	21	22	28	13	22	23	24	24	18	21.58
電気伝導度	μs/cm	44.1	60.0	50.9	55.8	65.0	70.0	32.0	56.0	62.9	68.0	67.5	52.0	57.02
溶解性物質	mg/l STD	21	31	25	28	32	35	16	28	31	34	34	26	28.42
アルミニウム	mg/l Al	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006
カルシウム	mg/l Ca	3.2	2.8	2.8	6.8	4.4	8.4	3.2	8.0	5.2	6.8	5.6	6.8	5.33
マグネシウム	mg/l Mg	1.4	1.2	1.4	1.0	1.2	1.7	1.4	1.7	1.7	1.4	1.4	1.4	1.41
硬度	mg/l CaCO <sub>3</sub>	14	12	13	21	16	28	14	27	20	23	20	23	19.25
塩素イオン	mg/l Cl <sup>-</sup>	0.5	0.5	0.5	0.5	1.0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.54
硫酸イオン	mg/l SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	1.22	1.53	1.54	1.23	1.20	1.15	1.13	1.08	1.17	1.05	1.01	1.02	1.19
シリカ	mg/l SiO <sub>2</sub>	14.59	14.24	20.39	22.49	15.39	23.24	15.89	13.19	20.69	18.39	14.03	22.04	17.88
アンモニア性窒素	mg/l N-NH <sub>3</sub>	0.045	0.044	0.029	0.041	0.095	0.071	0.096	0.028	0.021	0.049	0.039	0.039	0.050
亜硝酸性窒素	mg/l NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	0.016	0.045	0.039	0.039	0.046	0.036	0.039	0.035	0.036	0.030	0.065	0.082	0.042
硝酸性窒素	mg/l NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	7.33	10.23	10.90	6.84	9.93	9.98	10.36	9.45	8.44	8.55	9.50	9.64	9.26
鉄	mg/l Fe	2.2	1.4	1.4	1.5	1.5	1.9	1.5	1.5	1.1	1.0	1.6	1.5	1.51
ナトリウム	mg/l Na	4.0	4.0	4.0	4.0	4.1	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.01
カリウム	mg/l K	2.0	2.0	2.0	2.0	2.1	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.01
クロム	mg/l Cr	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
マンガン	mg/l Mn	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
亜鉛	mg/l Zn	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
銅	mg/l Cu	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
鉛	mg/l Pb	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
カドミウム	mg/l Cd	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
水銀	mg/l Hg	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
ヒ素	mg/l As	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03
合成洗剤	mg/l	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.011	<0.011	<0.011	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.010
全炭化水素	mg/l	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.7	0.2	0.2	0.5	0.43
全大腸菌	UFC/100 ml	2,000	26,000(*)	2,000	1,600	1,500	1,200	2,000	1,500	1,300	800	1,700	400	3,500
糞便性大腸菌	UFC/100 ml	1,100	16,000(*)	800	700	700	500	800	600	500	300	800	200	1,917

注) (\*)は豪雨時の測定値である。

表 2.1.7 浄水後の水質検査結果

パラメータ	単位	許容値	2012年												年間平均
			6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	
pH	UpH	6.5-8.5	7.1	7.2	7.2	7.1	7.3	7.1	7.1	7.2	7.1	6.9	6.9	7.1	7.11
濁度	NTU	≤5	1.8	1.9	2.8	2.2	2.0	3.0	2.0	2.8	3.0	2.3	2.1	2.4	2.36
色度	Esc. Pt-Co(UCA)	≤15	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
臭い	A	Acceptable	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
アルカリ度	mg/l CaCO <sub>3</sub>	≤250	22	25	24	23	21	25	15	24	22	22	22	19	22
電気伝導度	μs/cm	≤1,250	91.2	92.8	91.6	99.6	109.3	128.0	82.0	90.0	90.6	108.0	106.3	77.0	97.2
溶解性物質	mg/l STD	≤1,000	46	47	40	50	54	64	41	45	45	54	53	38	48.08
アルミニウム	mg/l Al	≤0.2	0.058	0.069	0.062	0.042	0.078	0.029	0.034	0.042	0.030	0.035	0.018	0.036	0.044
カルシウム	mg/l Ca	≤100	11.2	10.8	12.0	11.2	11.6	16.8	10.8	13.2	9.2	10.8	9.6	9.6	11.4
マグネシウム	mg/l Mg	≤50	1.9	1.9	1.9	1.4	1.9	1.9	2.2	2.2	2.2	1.9	1.9	2.2	1.96
硬度	mg/l CaCO <sub>3</sub>	≤400	36	35	38	34	37	50	36	42	32	35	32	33	36.67
塩素イオン	mg/l Cl <sup>-</sup>	≤250	4.9	5.1	5.4	4.9	5.5	5.0	5.0	5.0	5.0	4.9	5.0	4.9	5.05
硫酸イオン	mg/l SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	≤400	22.32	22.07	22.26	11.68	17.80	13.49	14.43	10.62	9.36	10.44	9.21	9.43	14.43
シリカ	mg/l SiO <sub>2</sub>	≤30	13.94	13.22	19.79	20.39	14.74	21.55	13.24	10.49	18.39	16.94	11.65	19.34	16.14
アンモニア性窒素	mg/l N-NH <sub>3</sub>	≤0.05	0.013	0.017	0.017	0.014	0.018	0.013	0.015	0.018	0.016	0.014	0.017	0.015	0.016
亜硝酸性窒素	mg/l NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	≤0.1	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
硝酸性窒素	mg/l NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	≤45	3.62	2.96	3.72	3.72	4.10	3.80	3.04	2.80	3.57	3.90	2.75	4.00	3.50
鉄	mg/l Fe	≤0.3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
ナトリウム	mg/l Na	≤200	5.1	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.19
カリウム	mg/l K	≤12	2.1	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.19
クロム	mg/l Cr	≤0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
マンガン	mg/l Mn	≤0.10	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
亜鉛	mg/l Zn	≤5	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
銅	mg/l Cu	≤1	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
鉛	mg/l Pb	≤0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
カドミウム	mg/l Cd	≤0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
水銀	mg/l Hg	≤0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
ヒ素	mg/l As	≤0.5	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03
合成洗剤	mg/l	≤0.5	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
全炭化水素	mg/l	≤0.5	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
残留塩素	mg/l Cl	0.2-2.0(**)	2.3	2.5	3.0	1.8	2.0	3.0	2.5	2.2	2.5	2.5	2.5	2.44	
全大腸菌	UFC/100 ml	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
糞便性大腸菌	UFC/100 ml	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

注) (\*\*)はERSSANの推奨値である。

表 2.1.8 はテビクアルミ浄水場で実施されている水質検査結果を、浄水工程の段階ごとに、本年 1 月から現地調査期間まで、1 週間単位にまとめたものである。これによれば、原水の水質は、

水温 12~30℃、pH6.7~7.2、アルカリ度 11~26mg/l、濁度 8.8~238 度、見掛色度 30~540 度、電気伝導度 33~73  $\mu$  s/cmであり、流域の自然条件と季節の影響を直接的に受けていることが分かる。運転状況としては一部にパ国の水質基準を超える高浄水濁度もある。既存ろ過池の老朽化やろ過砂の流出などの状況下で、厳しい運転状況であることが伺える。

表 2.1.8 テビクアルミ浄水場の水質検査結果

日付 2013	原水			沈殿池出口		濾過池出口	浄水		
	pH/アルカリ度	濁度/色度	電気伝導度 水温	pH/アルカリ度	濁度/色度	濁度/色度	pH/アルカリ度	濁度/色度	電気伝導度 残留塩素
1/4	7.1 22	32~75 150~220	52~57 24~28	6.1~6.3 12~13	12.1~6.5 20~30	1.2~11.1 3~15	6.8~7.3 20~25	2.0~5.0 3~10	82~88 2.5
1/11	7.0 21~22	57~79 180~220	50~54 28~30	6.3~6.9 10~16	5.7~8.8 10~16	1.0~13.1 3~30	6.9~7.3 20~29	1.9~4.0 3~8	92~103 2.5
1/18	7.0 20	12.4~16.1 60~75	58~65 28~29	6.3~6.8 8~12	2.1~4.0 3~8	0.1~3.3 3	7.0~8.5 20~35	1.0~6.8 3~10	92~110 1.5~2.5
1/25	7.1 21	8.8~10.9 30~50	60~73 26~28	6.8 13	4.1~4.2 8	0.5~5.0 3~10	7.1~7.9 20~29	1.2~3.3 3	97~129 2.0~2.5
2/1	7.1~7.2 22~23	18~26.4 80~110	58~64 27~30	6.7~6.8 12~15	4.8~9.0 8~30	1.2~5.5 3~8	7.0~7.4 19~28	2.0~3.6 3~5	87~97 2.1~2.5
2/8	7.1~7.3 23~25	21~29.6 110~130	59~64 27~28	6.7~6.8 13~14	4.6~7.7 8~15	0.6~4.9 3~8	6.9~7.8 18~30	1.2~4.4 3~8	90~103 2.5~3.0
2/15	7.0 19~20	60.7~86.4 180~240	46~50 24~26	5.9~6.4 7~12	7.1~10 15~30	0.7~4.1 3	7.0~7.7 18~28	1.1~3.5 3~8	82~102 1.8~2.5
2/22	6.8 14~18	110~149 300~340	38~45 25~27	5.0 4~5	5.9~9.8 10~30	0.9~4.7 3	6.8~8.1 13~18	2.2~4.1 3~8	91~126 1.5~2.8
3/1	7.1~7.2 24~26	25.9~30.5 120~130	67~70 24~28	6.3~6.8 10~15	4.9~10.5 8~15	0.9~3.9 3~13	7.0~7.5 22~29	1.5~2.8 3	103~119 2.0~2.5
3/8	6.8~6.9 16~19	96.2~238 260~540	37~53 23~26	5.0~5.2 3~4	7.2~9.8 15~20	0.9~4.2 3~5	6.8~6.9 16~19	3.3~4.5 3~8	104~123 1.8~3.0
3/15	6.8 18~20	76.7~107 220~280	44~48 22~24	5.0~5.5 4~8	5.5~6.9 10~15	0.8~2.0 3~5	6.4~7.3 17~22	1.3~3.6 3~5	95~105 2.2~3.0
3/22	7.0~7.1 23~24	32.4~39.6 130~140	57~62 22~25	6.3~6.7 9~13	5.9~8.2 8~20	1.1~5.0 3~10	6.9~7.3 18~24	1.7~3.5 3~5	98~108 2.2~2.8
3/29	7.0~7.1 22~23	20.5~23.2 100~110	60~63 24~26	N/A	5連休 イースター	N/A	6.9~7.3 19~23	2.0~3.4 3	110~113 2.5
4/5	7.0 20	69.6~76 160~180	44~53 22~24	5.7~6.1 7~10	5.0~19 10~80	0.1~2.5 3~8	6.4~7.2 18~25	1.6~3.2 3	82~92 2.2~3.0
4/12	6.9 14	117~237 310~430	57~59 16~21	5.4~5.8 3~11	4.8~14.4 8~70	1.1~9.0 3~20	6.8~7.1 15~18	3.0~4.1 3~8	94~103 2.5~2.8
4/19	7.0 20	33.6~43.5 130~140	49~56 17~21	6.1~6.4 8~12	6.9~9.3 15~25	1.0~5.7 3~10	6.9~8.0 18~30	3.2~4.0 3~5	87~94 2.2~2.5
4/26	7.1 23	18.5~26.5 80~120	55~63 19~22	6.5~6.8 9~15	8.1~10.2 20~30	0.9~7.2 3~10	6.9~7.2 20~24	2.8~5 3~10	92~98 2.0~3.0
5/3	7.1 18~20	33.8~41.2 130~150	50~53 20~25	6.1~6.8 8~13	5.1~8.8 15~20	0.4~3.3 3	6.8~7.6 17~24	2.4~3.9 3~5	80~88 1.4~2.5
5/10	7.0 16	24.6~45.1 130~180	43~47 14~18	6.1~6.2 7~8	3.6~7.1 5~18	0.4~3.8 3~8	6.9~7.0 14~22	1.8~3.8 3~8	76~93 2.5
5/17 (増水時)	6.7~6.8 11~12	42~88 180~260	26~37 12~17	5.1~5.2 4~5	10.4~13.0 30~35	水没のため測 定不能	6.7~6.9 8~13	3.6~5.3 5~10	68~87 2.5~3.0
5/24	6.9 15	50~63 180~220	45~53 15~18	5.5~6.3 4~8	7.5~8.8 15~30	0.3~6.0 3~15	6.8~7.1 15~27	2.6~4.0 3~8	94~115 2.5
5/31	7.1 26	30.3~37.4 130~140	50~54 15~19	6.4~6.8 10~15	5.0~7.8 10~15	0.6~5.5 3~10	6.8~7.1 18~22	2.3~3.9 3~6	81~94 2.0~3.0
6/7	7.0 22	21.2~24.8 100~120	48~51 15~19	6.1~6.6 7~11	6.8~10.9 15~30	1.1~6.0 3~15.0	6.8~7.4 18~24	2.9~4.8 3~8	84~95 2.5~2.8
6/14	7.1 20~21	20~108 100~300	48~52 17~19	6.8 12~14	5.2~7.5 10~15	0.5~4.5 3~8	7.2~7.5 19~28	1.7~3.3 3	81~92 2.5
6/21	6.8 13	109~158 300~350	33~39 15~17	5.1~5.3 3~5	9.6~14 25~35	0.8~6.1 3~10	6.8~7.4 12~13	3.0~4.0 3~8	80~93 2.5

以上の水質検査のデータから、テビクアルミ川の原水水質について、以下の通り考察する。

- A) 異臭味: 異臭及び味の異常はない。
- B) 水温: テビクアルミ川浄水場の上流域は、パラグアイ川等の大河に比べ、大気温の影響を受けやすいが、年間 12~30℃、1 日の水温差は 2~5℃で急激な温度変化は認められない。
- C) pH: 中性付近の値 6.7~7.1 を示し、比較的安定している。豊水時は濁質が多くなり pH は 6.8 程度とやや低下する。一方、渇水時には濁度が低く、pH は 7.1~7.2 を示す。原水の pH と硫酸アルミニウム添加量の関係では、原水には殆ど緩衝能力は無く、硫酸アルミニウムの添加量と pH は一次関数的関係にあった(参考資料 6-6 を参照のこと)。

- D) アルカリ度: アルカリ度は増水時の高濁度時に減少し、減水時の低濁度の時に増加しその幅は 11~26mg/l の範囲にある。このことは高濁質・色度時に多くの凝集剤を使うため、アルカリ度を消費してアルカリ不足となり、上手く凝集させることが出来ない事態を招くこととなる(参考資料 6-6 を参照のこと)。
- E) 濁度: テビクアルミ浄水場の流域には、森林地帯が少なく、植生が乏しく地面が露出した地域が散見される。そのため、降雨増水時は土砂流出により短時間に濁度が増し、減少するのも早い。また、いわゆる人工護岸が無く、平坦な岸边は砂やシルトが堆積し、他方牧草地がそのまま切立って川に接しているため、濁りを増加する要因が多い。濁度は年間 10~300 度程度の幅を持って変動することが観察されている。
- F) 色度: 浄水場では見かけ色度を測定しているため、分析値が濁度と共に変動する。一般に色度が増大すると COD が増大する。河川水量と共に、湿原・牧草地などの地表に存在する大量の着色有機物(フミン質など)が、土壌粒子に吸着したり、溶解して河川に流れ込むためと考えられる。
- G) 溶存酸素: 溶存酸素(DO)はその水温の飽和溶存量の 80% 近くあり、好気性の河川流域であることを示している。水温 18~19℃で 7mg/l 程度の酸素を含有しており、水質の健全性を示している。
- H) 窒素化合物(アンモニア性窒素、硝酸性、亜硝酸性窒素): アンモニウムイオン(NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)はタンパク質の分解によって生じるため、アンモニウムイオンが多いということは、上流域でのタンパク態物質の供給が盛んなことを示し、生活廃水汚染やアンモニア肥料混入などの目安となる。また尿中の尿素はアンモニアに変化するため、この汚染の場合にもアンモニウムイオンが検出される。
- 硝酸イオン(NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)は一般に水中では 0.1~1mg/l 以上含まれている。アンモニア性窒素汚染の最終形態、タンパクやアンモニアなどの窒素化合物の酸化によって生ずる。亜硝酸イオン(NO<sub>2</sub><sup>-</sup>)は硝酸イオンの還元又はアンモニアの酸化により生ずる。一般に清澄な河川では、NO<sub>2</sub>-Nとして0.001~0.01mg/lある。しかし汚染された還元領域では0.1~1mg/l程度存在することがある。
- テビクアルミ浄水場の原水水系ではアンモニウムイオン、硝酸イオン及び亜硝酸イオンの年平均値はそれぞれ 0.050mg/l、9.26 mg/l、0.042 mg/l であるが、浄水場の処理水質では硝酸イオンは 70% 近く減少している。
- I) COD 及び BOD: COD は過マンガン酸カリウム或いは 2 クロム酸カリウムでどのくらいの有機物・還元性物質があるかを定めるもので、汚濁水の重要な性質・指標の一つ。BOD は微生物作用で分解される有機物量を推定する河川水の汚染の重要な指標である。
- CODは10~20mg/lで、BODは0.3~0.6mg/lを示している。BOD的にはきれいな河川となり、COD的には下水処理水の2次処理水程度の高い値になっており、清浄な原水とは言い難い。またパラグアイ川を取水しているアスンシオン浄水場ではCODは15~30mg/l、BODは0.7~1mg/lである。
- J) 重金属類: 鉄を除き、その他の金属の有意な存在は認められず、浄水水源としては十分な清浄性を維持している。鉄は非溶解性の酸化鉄と思われ、凝集沈殿ろ過で容易に除かれていることが、処理後の水質結果から明らかである。テビクアルミ川の上流域の境界付近には金鉱山があり、精錬工程で使用される水銀による汚染が懸念されるが、今のところその心配はない。

## 2-2 プロジェクトサイト及び周辺の状況

### 2-2-1 自然条件

#### (1)地形・地質

調査対象地域は、以下のとおりである。

- 1) グアイラ県ジャタイトゥ市テビクアルミ(浄水場建設予定地)
- 2) カアグアス県コロネルオビエド市(給水対象都市)
- 3) グアイラ県ビジャリカ市、ボカジャトゥ市及びジャタイトゥ市(既存施設による専用給水対象市)

各調査地域の位置関係は図 2.2.1 に示す通りであり、既存浄水場はコロネルオビエド市から約 23km 南に位置するテビクアルミ川の左岸側に立地している。ビジャリカ市は国道 8 号線に沿って浄水場の南約 20km に位置している。

パ国の国土は同国の中央を南下するパラグアイ川を隔てて東西に大別される。

西部地域は標高 350m 前後のレオン高原と、ボリビアからアルゼンチンにまで至るなだらかな傾斜を持つ大沖積平野(チャコ平原)で形成され、その面積はパ国の約 60% を占める。チャコ平原は降雨量が少なく、多くは放牧地として利用されている地域である。

東部地域は、比較的なだらかな傾斜を持つ丘陵地が面積の大半を占め、パラグアイ川東岸やパラグアイ川とパラナ川が合流する一帯の平坦地と比高 300~500m 程度の小規模な数ヶ所の台地で構成される。

本計画の対象地域であるカアグアス県とグアイラ県は、パラグアイ川の東部の内陸地域であり、標高 120~180m の大きな平坦地と南東側一部には標高 600m 程度の丘陵地とから構成されている。この丘陵部から東部にかけては緩やかな傾斜で低下する丘陵地帯がパラナ川まで広がっている。コロネルオビエド市やビジャリカ市の周辺は古生代石炭紀の氷河堆積物に覆われ、シルト岩、泥岩、砂岩等から構成されている。透水性は変化に富み、地下水の帯水層の分布は部分的であるため、地下水は限られた地域のみで利用されている。両市の間を流れるテビクアルミ川周辺には、堆積岩が風化し河川が造られる過程で丘陵地が形成され、粘性土を含んだ砂岩、礫、砂層が分布している。

テビクアルミ川は、この地域において唯一安定した水量が得られる水源である。東部の丘陵地を源とし、当該地区付近ではカアグアス県とグアイラ県の県境となって西へ進み、小河川を統合しながら南下してテビクアルミ川へ合流した後、再度、西方へ向かいパラグアイ川へ流れ込む。

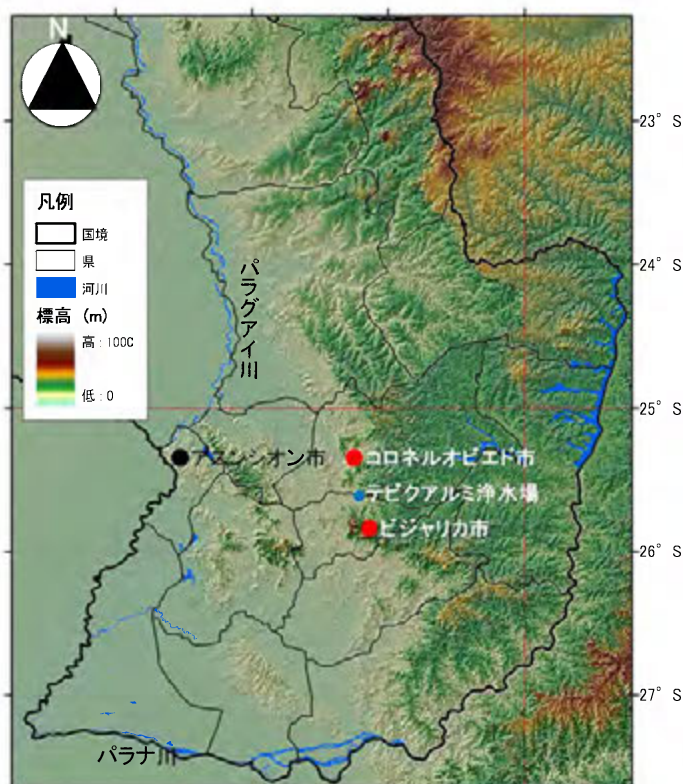


図 2.2.1 調査対象地域の地形

## (2) 気象

過去5年間(2007～2011年)のコロネルオビエド市の平均気温と平均降雨量を図 2.2.2 に示す。

パ国の気候は亜熱帯気候に属し、平均気温は16～26℃、湿度は68～85%と一年を通じて比較的多湿である。過去5年間の年平均降雨量は1,641mmで、10～5月が雨期であり、年間降雨の約8割がこの時期に集中する。

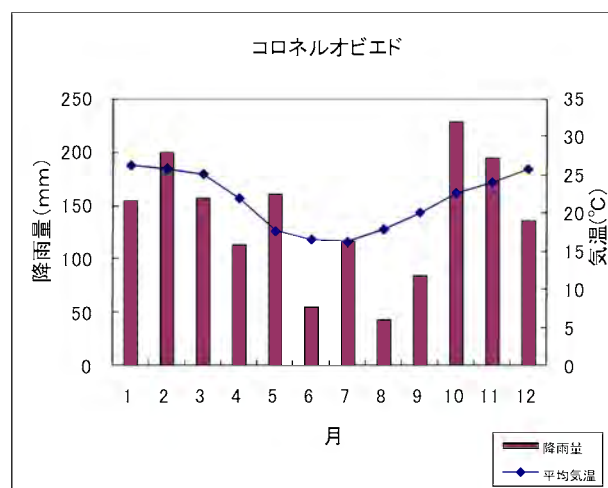


図 2.2.2 コロネルオビエド市の気温と降雨量  
出展: Anuario Estadístico del Paraguay (2007-2011)

### 2-2-2 関連インフラ整備状況

#### (1) 人口

パ国では10年毎に国勢調査(センサス)が行われている。直近では2012年に実施されているが、結果は未だ公表されていない。2002年のセンサス以降、国家統計局では気象や人口、経済、公共サービスなどのデータをまとめて年次統計書として公表している。1972年から2002年までのセンサスによる人口とその後の推計値を表 2.2.1 に示す。また、既存浄水場から給水されている4都市を含む地域の概要を以下にまとめる。

表 2.2.1 調査対象都市の人口動向

年次	人口センサス				年次統計(パ国推計値)					
	1972	1982	1992	2002	2006	2007	2008	2009	2010	2011
全国レベル	2,357,955	3,029,830	4,152,588	5,163,198	6,009,143	6,119,641	6,230,145	6,340,641	6,451,122	6,561,785
都市部	882,345	1,295,345	2,089,688	2,928,437	3,430,620	3,513,944	3,597,590	3,681,376	3,765,127	3,848,934
地方部	1,475,610	1,734,485	2,062,900	2,234,761	2,578,523	2,605,697	2,632,555	2,659,265	2,685,995	2,712,851
アスンシオン首都圏	388,958	454,881	500,938	512,112	519,361	519,076	518,792	518,507	518,222	516,897
カアグアス県	210,858	299,437	386,412	435,357	472,085	474,261	476,437	478,612	480,786	481,911
都市部	33,215	57,704	105,847	137,851						
地方部	177,643	241,733	280,565	297,776						
コロネルオビエド市	53,777	60,757	64,736	84,103						
都市部	12,885	21,913	38,316	48,773						
地方部	40,892	38,844	26,420	35,330						
グアイラ県	124,799	143,510	161,991	178,650	193,430	194,330	195,230	196,130	197,030	197,528
都市部	36,352	40,326	47,300	61,341	-	-	-	-	-	-
地方部	88,447	103,184	114,691	117,309	-	-	-	-	-	-
ビジャリカ市	33,420	34,801	43,842	55,200	-	-	-	-	-	-
都市部	17,995	21,118	27,818	38,961	-	-	-	-	-	-
地方部	15,425	13,683	16,024	16,239	-	-	-	-	-	-
ボカジャトゥ市	6,254	6,257	5,725	6,647	-	-	-	-	-	-
都市部	924	1,214	1,593	2,130	-	-	-	-	-	-
地方部	5,330	5,043	4,132	4,517	-	-	-	-	-	-
ジャタイトゥ市	3,435	3,535	3,692	3,909	-	-	-	-	-	-
都市部	1,159	1,308	1,579	1,808	-	-	-	-	-	-
地方部	2,276	2,227	2,113	2,101	-	-	-	-	-	-



## ①カアグアス県

面積 11,474km<sup>2</sup>、コロネルオビエド市を県都として 20 の行政区域からなる。2002 年のセンサスによれば人口 43 万 5 千人でパ国全体の約 8.4% を占める。産業別の経済活動としては、50% は農業・畜産の第一次産業、30% は第三次産業、20% が第二次産業となっている。農業生産では、カアグアス県はパ国第 1 位の綿花生産地であり、タバコや小麦はパ国第 3 位であるほか、近年は大豆生産が急速に伸びている。

## ②グアイラ県

面積 3,846km<sup>2</sup>、ビジャリカ市を県都として 17 の行政区域からなる。2002 年のセンサスによれば人口 17 万 8 千人、パ国全体の約 3.5% を占める。景勝地や国立公園に代表される自然環境が豊かな地域であり、国内最大規模のサトウキビ生産、その他小麦や大豆などの農業のほか、畜産が主な産業となっている点はカアグアス県と同様である。

近年、アスンシオン首都圏の人口が頭打ちとなる一方で、地方都市では村落部から都市部への人口流入が増加している。センサスによれば全国レベルでは、都市部の人口増加率は 2% を超える値が続いている。調査対象地域のコロネルオビエド市やビジャリカ市では 1992 年から 2002 年までの人口増加率はビジャリカ市の都市部で年 3.43%、コロネルオビエド市では同 2.44% であり、いずれも全国平均よりも高くなっている。両市はいずれも県都であり、今後も都市部の人口増加傾向は続くものと思われる。

## (2) 道路・交通アクセス

コロネルオビエド市は、首都アスンシオンから国道 2 号線を東へ約 120km 地点にあり、パ国を南北に縦断する国道 8 号線との交差点に位置し、物流の中継都市になっている。浄水場の位置するテビクアルミ川は国道 8 号線を約 23km 南下した位置にあり、さらに約 20km 南下するとビジャリカ市に至る。同市への途中のジャタイトゥ市とボカジャトゥ市は人口数千人の都市であり、本来は ESSAP の管轄外であるが、水源の井戸が枯渇したため、テビクアルミ浄水場からの送水管から分岐し、バルクユーザーとして給水されている。市内の配水管等

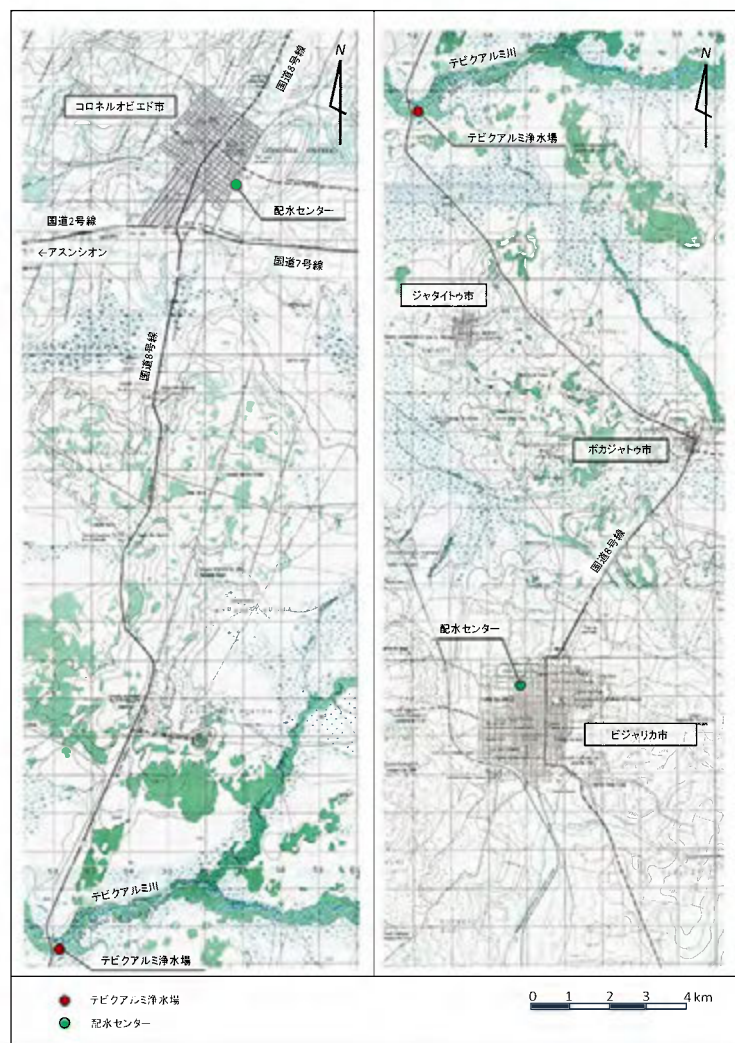


図 2.2.3 テビクアルミ浄水場の送水対象地域

の整備は水委員会が実施している。

国道は全てアスファルト舗装されており、一般車両でのアクセスに問題はない。各市の市街地ではアスファルトや玉石で舗装されているが、周辺部では赤土(テラローシャ)の未舗装道路が多く、雨期の降雨時にはぬかるみにより移動が困難となる場合がある。

## 2-2-3 上水道に係る基礎情報

### (1) 給・配水事情

#### ① コロネルオビエド市

ESSAP はコロネルオビエド市における都市部の上下水道事業を実施している。水道水はテビクアルミ浄水場から送水管で市の東側の高台に位置する配水センターに受水し、ここから市内へ給水している。配水センターには半地下式配水池(V=1,400m<sup>3</sup>)と高架水槽(V=500m<sup>3</sup>, H=23m)があり、配水池からポンプで高架水槽に揚水した後、市内の配水管網に給水している。ESSAP は市内の給水状況を改善するため、敷地内に容量 1,500m<sup>3</sup> の鋼製配水池の建設に着手したが、受注業者と、契約条件に食違いが発生したため、工事は中断している。

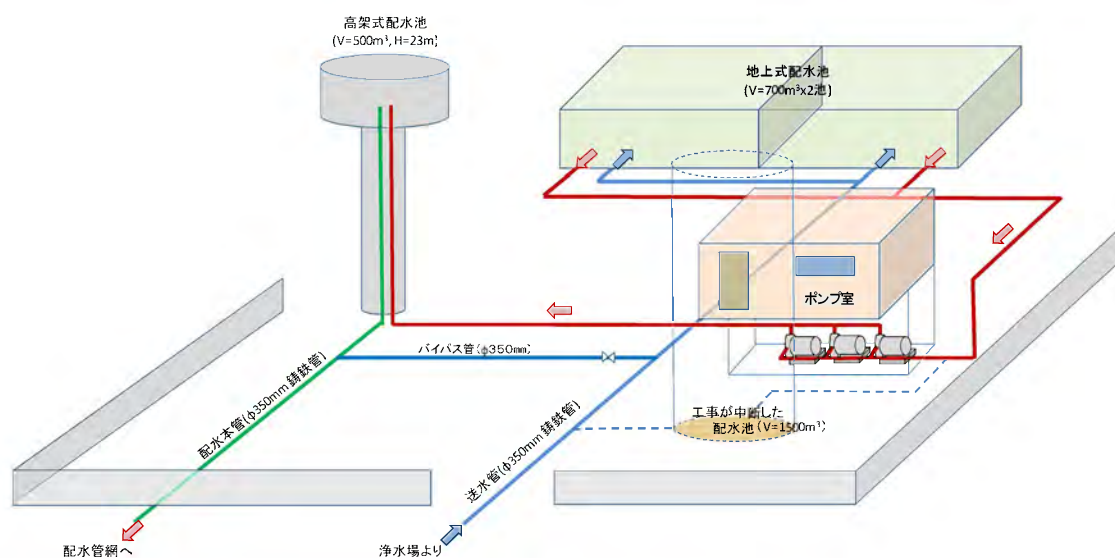


図 2.2.4 配水センターの概要

2012 年末現在、ESSAP は都市部の 7,524 世帯、37,620 人に給水している。都市部の推定人口は 61,640 人であり、ESSAP による給水率は 61.0% である。テビクアルミ浄水場からの給水量は 6,500~7,000m<sup>3</sup>/日と推定されるが、テビクアルミ浄水場から配水センターまでの長距離送水管(延長約 23km)、及び市内配管(総延長約 160km)での漏水(送水管 12%、配水管 18%の合計 30%程度と推定)のため、市内では 1 日 16 時間の給水制限を余儀なくされている。また、既に受理している 2,000 件の新規接続申請に応えることは不可能な状態である。ESSAP の給水地域内を含み、市内や周辺部には、独自に給水活動をしている 15 の水衛生委員会があり(表 2.2.2、図 2.2.5 参照)、約 11,000 人に給水している。都市部の残りの人口約 13,000 人は、主に自家用井戸を水源として用いている。

表 2.22 コロネルオビエド市の ESSAP 給水区域内及び周辺の水衛生委員会

No.	名称	給水件数	徴収額/戸	施設建設資金	施設の構成	ESSAPへの給水切り替え希望	備考
1	Comisión Vecinal vecino unidos Bº Azucena	328	Gs.16,500/月	県	井戸:4 高架タンク:1	無し	県へ井戸の増設を申請中
2	Comisión Vecinal de Agua potable Bº Marista	238	Gs.15,000/月	スペイン	井戸:1 地上タンク:1		
3	Comisión Pro Agua Calle Maldonado	136	Gs.10,000/月	イタイン公園・SENASA・市・県	井戸:1 高架タンク:1		
4	Comisión de Saneamiento Bº Sta Lucia y San Miguel	280	不明	SENASA	不明		ESSAPの給水を併用しており、水料金の不払いで紛争中である
5	Comisión Vecinal de Villa Moreira	120	Gs.10,000/月	イタイン公園	井戸:1 地上タンク:1		
6	Comisión Vecinal de Villa del Maestro	63	不明	不明	不明		
7	Junta de Saneamiento Cally Hoy	208	Gs.12,000/月	国際復興開発銀行	井戸:1 地上タンク:1		
8	Comisión de Saneamiento de Espinillo	65	Gs.10,000/月	SENASA 県	井戸:1 組積式タンク:1		1年前に拡張
9	Junta de Saneamiento San Luis	80	Gs.15,000/月	SENASA・米州開発銀行	井戸:1 高架タンク:1		
10	Comisión Pro Agua potable San Luis	140	Gs.12,000/月	県	井戸:1 高架タンク:1		
11	Comisión Pro Agua potable San Rafael	76	Gs.12,000/月	県	井戸:1 高架タンク:1		
12	Comisión Pro Agua potable Juatán	86	Gs.12,000/月	県	井戸:1 高架タンク:1		
13	Virgen de Fatima	200	不明	不明	不明		井戸あり
14	Asentamiento La Gloria	52	不明	不明	井戸:1 高架タンク:1	有り	井戸が枯渇し始め1日1時間の給水
15	Junta de Saneamiento San Isidro	140	不明	バイカル	井戸:1 高架タンク:1		
	合計	2,212					1戸当たり構成人数を名とし、給水人口を11,060人と仮定する。

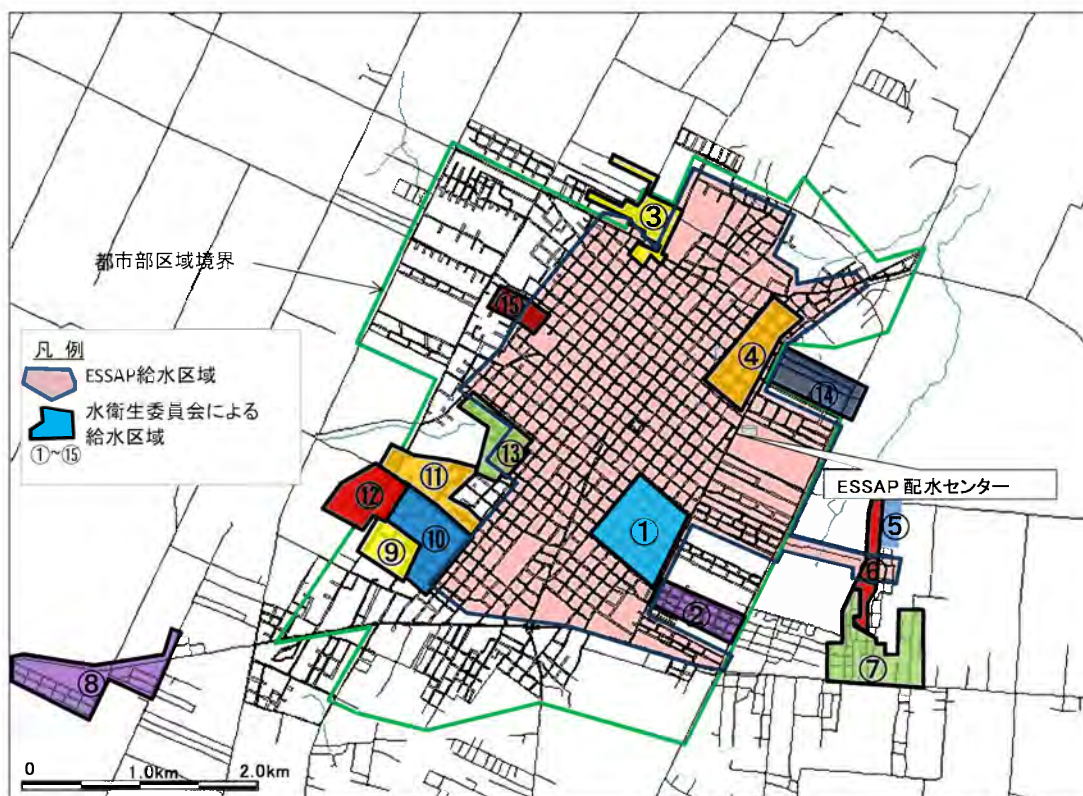


図 2.25 コロネルオビエド市都市部の給水区域と水衛生委員会の分布状況

これら水衛生委員会は、保健省環境衛生局 (SENASA) やコロネルオビエド市や県の認可を得、井戸を水源とし、高架タンクから対象地区へ給水している。水衛生委員会は通常水質管理を実施していないが、水道料金が ESSAP の1/4 程度であるため、住民は一応サービスに満足しているようである。しかしながら、ESSAP 給水区域内にある水衛生委員会の中には、地下水の枯渇や水質悪化等の問題を抱え、事業の運営が難しいものもある。また、ESSAPは水衛生委員会の給水地区のなかで ESSAP の水道を併用している世帯に対し料金を請求しているが、住民の不払いにより紛

争中のものもある。水衛生委員会の存在は、ESSAP が十分に給水できないことが原因であるが、都市の衛生環境改善の障害にもなっている。

コロネルオビエド市の無収率に関しては、同市の2012年12月の配水量、請求水量、非請求水量等のデータに基づき、以下の通り46.1%と推定された。ただし、各戸給水栓のメーター稼働率が69%(同月)しかなく、配水量が正確に把握されていないため、数値の信頼性は高くない。

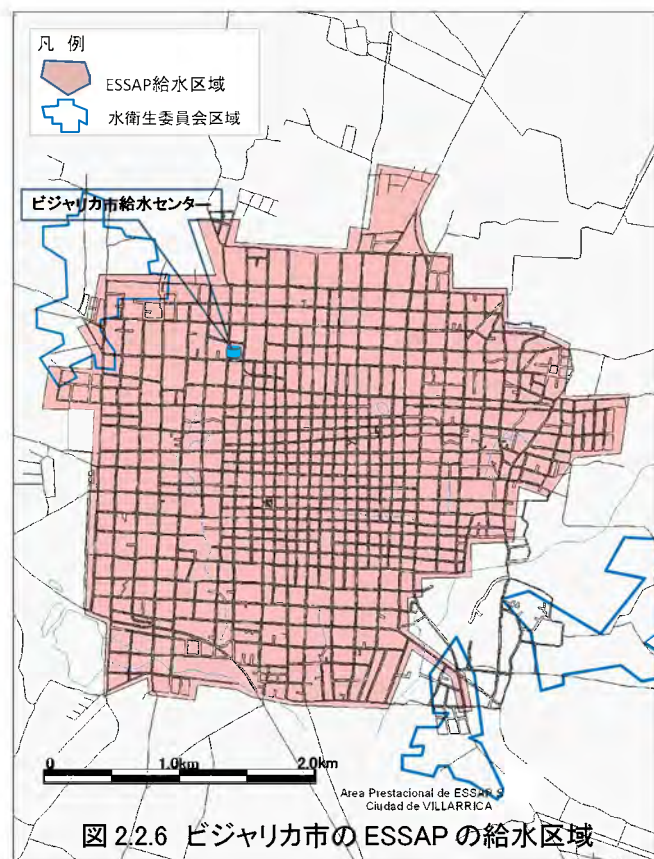
- ① 1ヶ月間の配水量:225,480m<sup>3</sup>/月
  - ② 同月間の請求水量:121,511m<sup>3</sup>/月
  - ③ 同月間の非請求水量:103,989m<sup>3</sup>/月 (=①-②)
  - ④ ②のうち、メーター検針による請求水量:100,381m<sup>3</sup>/月
  - ⑤ ②のうち、メーターがないため平均水量による請求水量:21,130m<sup>3</sup>/月
- 以上から、無収率;46.1%(=103,983(③)/225,480(①))、有収率;53.9%(=1-無収率)

なお、本調査において実施した配水区域における水圧分布の実測調査の結果、同市の配水管網自体からの漏水は比較的小さいものと想定された。また、既存配水管網には石綿管がなく、主な配管は布設後30年程度しか経っていないこともあり、大きな漏水問題も発生していない。なお、同調査の詳細は参考資料6-4に記載した。

## ②ビジャリカ市

ビジャリカ市はグアイラ県の県都であり、内陸に位置した農業生産物の集積地として発展してきた歴史がある。周辺は豊かな自然環境に恵まれているため、近年多くの大学が誘致され、学園都市としても重要性が増している。村落部から都市部への人口流入もあると推定される。ESSAPはビジャリカ市の都市部で給水事業を展開している。テビクアルミ浄水場の浄水が送水管で市内の配水センターに送られている。配水センターには、コロネルオビエド市とほぼ同様、半地下式の配水池(V=1,400m<sup>3</sup>)と高架水槽(V=500m<sup>3</sup>, H=23m)があり、配水池からポンプで高架水槽に揚水した後、市内の配水管網に給水している。

2012年末現在、ESSAPは7,390世帯、36,950人に給水している。都市部の推定人口は51,510人であり、ESSAPによる都市部給水率は71.7%である。しかしながら、テビクアルミ浄水場からの供給量は6,700~7,300m<sup>3</sup>/日であり、沿線のボカジャトゥ市やジャタイトゥ市への供給量を差し引けば、ビジャリカ市への供給量は、水需要量(表2.2.3参照)の50%程度に過ぎない。このため、ビジャリカ市内では1日16時間の給水制限を余儀なくされている。また、500~1,000件とされる新規接続申請に応えることができない状



況にある。ビジャリカ市の都市部には、ESSAP の水道事業に影響するような水衛生委員会は存在していない。

### ③ボカジャトゥ市とジャタイトゥ市

ボカジャトゥ市は国道 8 号線の沿線に位置しており、規模は小さいがビジャリカ市と同様な都市機能を有しており、村落部からの人口流入もあると推定される。一方、ジャタイトゥ市は国道から 2km 程内陸に位置した閑静な町であり、将来大きく発展する要素は見当たらない。人口の増加率としては、両市とも都市部は微増、村落部は減少傾向にあると言える。ボカジャトゥ市、ジャタイトゥ市は SENASA が管轄する水衛生委員会により水道が整備されたものの、井戸水源が枯渇したため、数年前からテビクアルミ浄水場とビジャリカ市を連絡する送水管から分岐して給水を受けている。ESSAP はこれら 2 都市への分岐管に、メーターを設置し、その検針により料金徴収している。市内の給水施設の維持管理等は、水衛生委員会が実施し、ESSAP は関与していない。

以上の状況に基づき、対象 4 都市における 2012 年の水需要を推計したのが表 2.2.3 である。

表 2.2.3 対象 4 都市の 2012 年水需要の推定

都市名/ 区分	2012年人口 (人)	給水人口 (人)	給水率 (%)	1人1日 水使用量 (L/日)	1日平均 水使用量 (m <sup>3</sup> /日)	有効率 (%)	1日平均 需要量 (m <sup>3</sup> /日)	負荷率 (%)	1日最大 需要量 (m <sup>3</sup> /日)
コロネルオビエド市	105,580								
都市部	61,640	37,620	61.0%	150	5,643	53.9	10,469	91	11,505
同(水委員会による給水)		11,060	17.9%						
村落部	43,940	-							
ビジャリカ市	69,200								
都市部	51,510	36,950	71.7%	150	5,543	61.5	9,012	83	10,858
村落部(水委員会による給水)	17,690	10,835	61.2%						
ボカジャトゥ市	7,719								
都市部	2,780	2,600	80.0%	130	338	65.0	520	77	675
村落部	4,939	1,000	20.2%	130	130	65.0	200	77	260
ジャタイトゥ市	4,210								
都市部	2,110	2,110	100.0%	130	274	65.0	422	77	548
村落部	2,100								

## (2)水利用の実態調査

現地調査において、4 都市の社会・経済状況と水利用の実態をアンケート方式で調査した。その結果から、水利用の実態について以下にまとめる。なお、同調査の結果は参考資料 6-1 に記述している。

### ① アンケート調査件数

アンケートの対象世帯数は各都市の人口の規模から、コロネルオビエド市は 110 件、ビジャリカ市は 90 件、ボカジャトゥ市とジャタイトゥ市はそれぞれ 30 件ずつとし、ESSAP の水道利用者、水衛生委員会等の利用者、自家井戸の利用者等の意見を広く集めるため、図 2.2.7 に示す通り、コロネルオビエド市とビジャリカ市については調査件数を調整した。そのため、コロネルオビエド市におけるアンケート調査件数は、ESSAP 利用者 41%、水衛生委員会等 56%、自家井戸利用者 15%、水売りの利用者 5%となった。ビジャリカ市も同様に、ESSAP 利用者 48%、水衛生委員会等 20%、自家井戸利用者 42%、水売り利用者 20%となった。なお、市の利用者ごとの調査件数の割合の合計が 100%を超えるのは、複数の水源を利用している世帯があるためである。

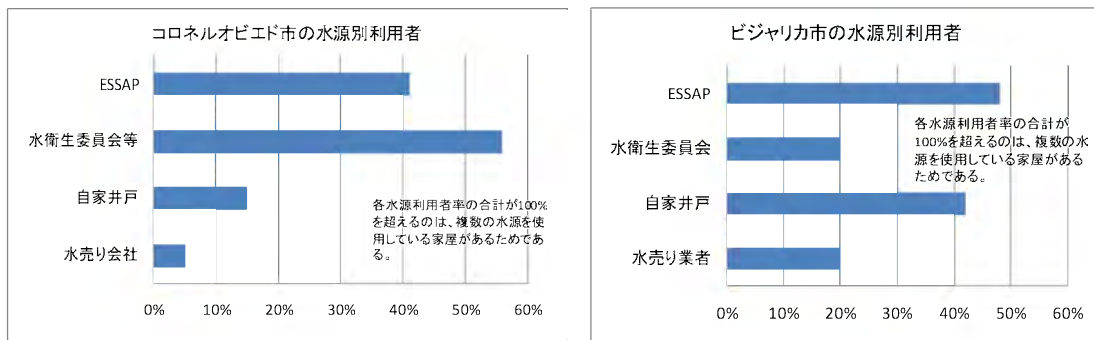


図 2.2.7 コロネルオビエド市とビジャリカ市の調査件数の分布

② 使用水道、水源への満足度

コロネルオビエド市では、図 2.2.8 に示す通り、ESSAP のサービスに対する不満が大きく、とりわけ水量に関しては不満足が 80%を超えている。対比的に、水衛生委員会等については、比較的満足度が高く、水質は 80%以上となっている。自家井戸の利用者にとって、高い満足度を示しており、現状では最も安定した水源であると思われる。

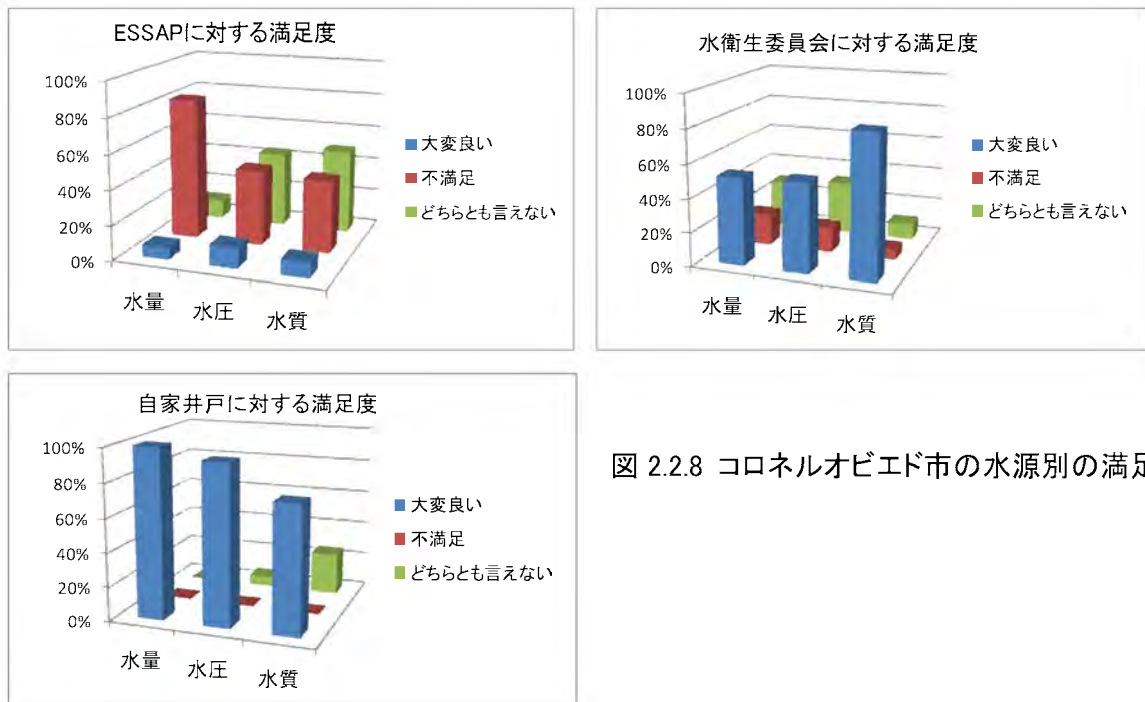


図 2.2.8 コロネルオビエド市の水源別の満足度

ビジャリカ市では、図 2.2.9 に示す通り、ESSAP のサービスに対する不満足度がコロネルオビエド市に比べ低く、ESSAP の評価が良い結果となっている。水衛生委員会等については、満足、不満足はあまり顕著ではなく、どちらとも言えないが 50~70%と高くなっている。自家井戸は、コロネルオビエド市と同様に、使用者の満足度が高い。

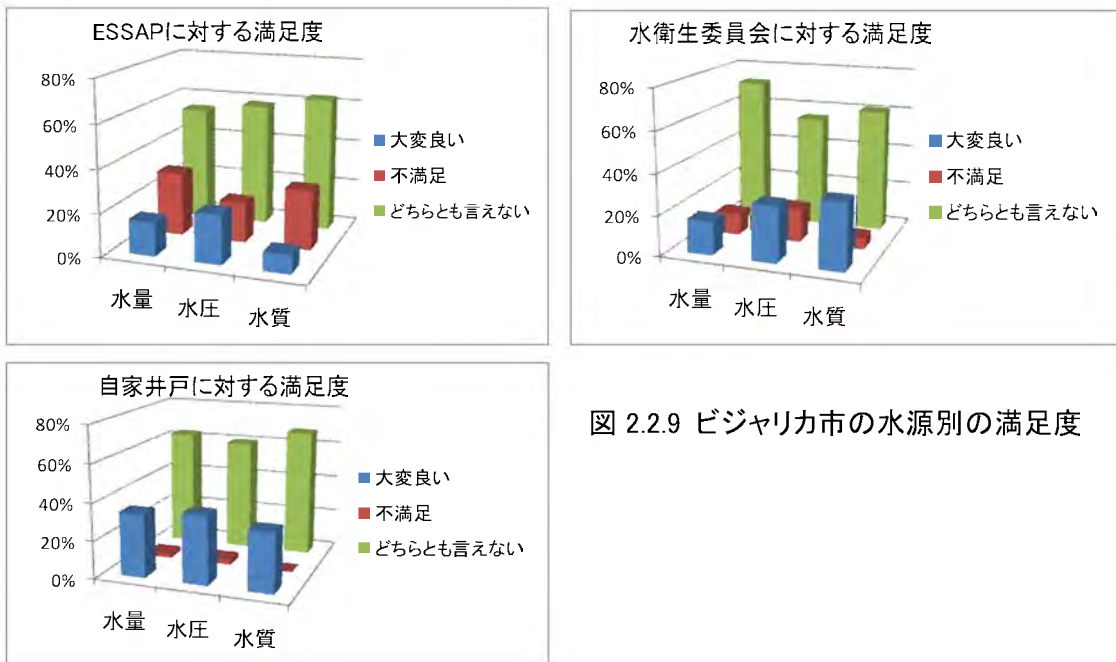


図 2.2.9 ビジャリカ市の水源別の満足度

③ ESSAP の給水サービスに対する評価(ESSAP 契約者)

ESSAP によれば両市における給水時間は、1 日 16 時間としているが、図 2.2.10 に示す通り、給水地区によって、大きなばらつきがあることが分かる。特にコロネルオビエド市では、13 時間以上の給水時間は 2%しかなく、0～6 時間が 47%、7～12 時間が 51%でしかない。一方、ビジャリカ市においても、制限給水ではあるものの、給水時間は 13～18 時間が 21%であり、コロネルオビエド市よりも良好な給水状況であることが分かる。

現行の水道料金に対する感覚については、図 2.2.11 に示す通り、コロネルオビエド市では、大変高いが 22%、高いが 45%、適切が 33%に対し、ビジャリカ市ではそれぞれ、7%、42%、51%となっている。ビジャリカ市の方が、ESSAP のサービスに対する評価が高い結果となった。



表 2.2.10 給水時間の分布



表 2.2.11 現行料金に対する感覚

ESSAP 給水メーターの設置は両市とも 100%で、料金支払いも 100%との回答であった。また、支払額では両市とも、3 米ドル以上が 98%と回答された。もし ESSAP のサービスが改善すると仮定した場合の水道料金の支払い額の増加は、コロネルオビエド市では、2 米ドルと回答したのが

全体の71%であるのに対し、ビジャリカ市においては、同100%であった。しかしながら、2米ドル以上の料金増加に対しては両市とも否定的な回答であった。

④ ESSAP 契約者以外の住民の ESSAP サービスへの希望

コロネルオビエド市では、ESSAP 契約者以外の家庭の60%がESSAPの給水サービスを希望している。その場合の支払意志額は2米ドル以上が95%であった。ESSAPの契約を希望しない理由としては、料金が高くなるためとの回答が38%、特に必要ないが46%であった。

ビジャリカ市では、ESSAP 契約者以外の家庭の81%がESSAPの給水サービスを希望している。その場合の支払意志額は2米ドル以上が95%であった。ESSAPの契約を希望しない理由としては、料金が高くなるためとの回答が67%、特に必要ないが33%であった。

⑤ ジャタイトゥ市とボカジャトゥ市の給水状況

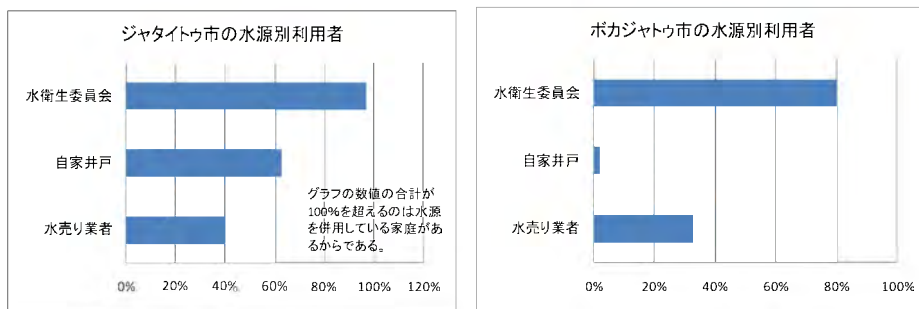


図 2.2.12 ジャタイトゥ市とボカジャトゥ市の水源利用の割合

アンケート調査の回答数は、ジャタイトゥ市では、水衛生委員会の利用者が97%、ボカジャトゥ市では80%である。両市とも水源はESSAPからの供給であるが、水衛生委員会が運営管理の主体であるため、住民側は水衛生委員会による給水と意識されていると思われる。自家井戸の利用者はジャタイトゥ市では63%と高く、ボカジャトゥ市では2%と小さな割合になった。また、水売り業者からの買水も両市とも30~40%と、比較的高くなっている。

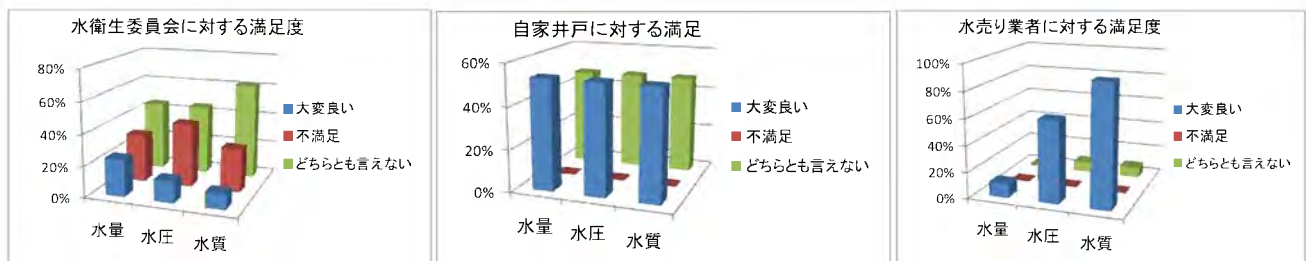


図 2.2.13 ジャタイトゥ市水源別の満足度

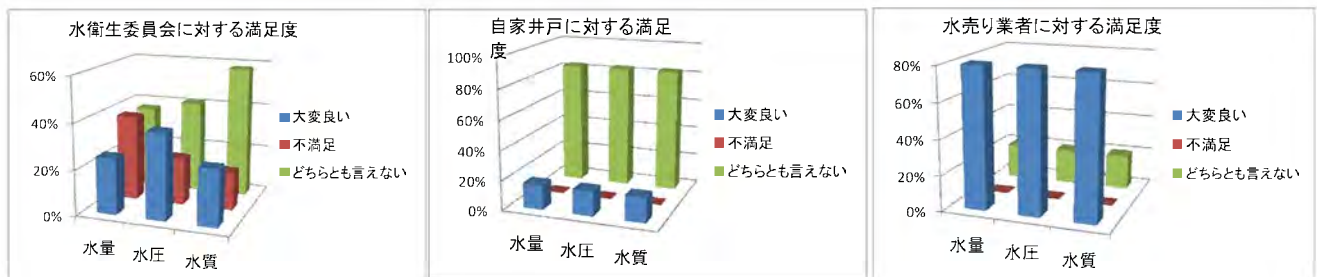


図 2.2.14 ボカジャトゥ市水源別の満足度



水衛生委員会の利用者にとって現状の給水状況に対する満足度は、ジャタイトゥ市では 10～20%程度、ボカジャトゥ市でも 25～35%と大きくはない。そのため、ジャタイトゥ市では 30～40%、ボカジャトゥ市においては 20～40%程度の不満足になっている。自家井戸については、利用度が高いジャタイトゥ市では満足度が 50%と比較的高く、ボカジャトゥ市では 17%で高くはない。ただし、不満足度は両市とも 0%であることから、利用者にとっては使いやすい水源であることが窺える。特徴的なのは、両市とも水売り業者を利用しており、満足度が 3 つの水源のうち最も高くなっていることである。そのため、両市においては、今後も一定の利用者がいると思われる。

一方で、ESSAPの給水サービスを希望している住民は、ジャタイトゥ市で 67%、ボカジャトゥ市で 63%と高い割合となっている。その場合の支払意志額を 2 米ドル以上と回答したのがジャタイトゥ市で 100%、ボカジャトゥ市でも 95%であり、ESSAP の給水サービスに高い期待感を示した。一方、ESSAP のサービスを希望しない理由としては、料金が高いからとの回答が、ジャタイトゥ市で 80%、ボカジャトゥ市で 45%であった。また、特に必要ないがジャタイトゥ市で 20%、ボカジャトゥ市で 55%であった。

### (3) テビクアルミ川の流域保全状況と原水水質評価

テビクアルミ川は、テビクアルミ浄水場の上流部に約 2,300km<sup>2</sup> の流域面積を持ち、内陸地において年間を通じて安定的な水量を維持する河川である。流域は、概ねパ国特有の牧草地帯であり、サトウキビや小麦などの農作物が栽培されている。流域内に散在する集落の生活廃水は、殆どが地下浸透式である。近隣の大きな都市であるコロネルオビエド市とビジャリカ市の下水処理場並びにゴミ捨て場等は、いずれも流域外に位置している。



図 2.2.15 テビクアルミ川の流域図

テビクアルミ浄水場の上流部に位置するマウリシオ・ホセ・トロチェ市は、人口 5,000 人ほどの町で、国営の Petropar 社のアルコール工場が存在している。生産量は 20～25 万 L/日で、1L のエタ

ノール(純度 99.9%)を生産するのに 13L の排水が出るとのことであった。したがって、 $200\text{m}^3 \times 13 = 2,600\text{m}^3$ /日の排水が出、排水の COD は 3.5 万 ppm 程である。排水処理は 2 系統あって 1 系統は旧式の凝集沈殿+酸化池方式で、処理水  $100 \sim 120\text{m}^3$ /時(COD150ppm 以下平均 80ppm)を 20ppm 程度にまで希釈した上で、テビクアルミ川へ放流している。もう 1 つの系統は、昨年建設された膜処理システム(UF 又は MF)で、 $3 \sim 4$  万 ppm の COD 排水を回収して、工業用水として再利用し、ゼロ・ディスチャージで運転しているとのことであった。排水の水質管理は専属部署があり、技術職員が配属されている。水質結果は、環境庁へ毎月報告されている。調査団は工場内の生産工程から排水の処理工程まで視察し、処理工程が機能しており、テビクアルミ川への負荷は問題ないことを確認した。

この町の外れにはブルドーザで押し均したゴミ捨て場があり、十分な管理が施さないで乱雑に投棄された大量の塵芥が道路脇から低地に向かって見られた。この塵芥集積場の下方にはテビクアルミ川の支流が流れている。都市の発展や経済活動が環境インフラ整備を待てない典型的事例と思われる。一方、当該地区の東側にあるコロニア・インデペンデンシア地区の南方には低層の山並みが続き、パ国では珍しい山紫水明の地として清浄な水源にも恵まれている。

本調査団がテビクアルミ川の上流域 3 か所、及び、テビクアルミ浄水場取水口において採水した河川水のパックテストによる水質検査結果は、表 2.2.4 に示す通りである。COD が 5ppm 程度で水道水源として清浄な河川水とは言い難いが、それ以外は概ね良好であり、テビクアルミ浄水場において処理した水の水質検査からは、飲料水としての安全性は確保されている。ただし、将来とも水道水源として長く使用するため、これ以上の水質悪化を防止する必要がある。そのため、ESSAP は市町村、開発者や事業者などの諸関係者と連携し、流域の環境保全や水質汚染の拡大防止対策を将来に亘り継続して実施することが重要である。パ国側の流域の監視と保全・改善に対する更なる努力が必要と思われる。

表 2.2.4 テビクアルミ川流域の河川水の水質検査結果

分析項目/ 採水場所	#1;アグリアス川	#2;テビクアルミ川	#3;テビクアルミ川	浄水場の原水
臭気・味覚	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし
水温(°C)	—	—	—	19
pH	7.3(7.0)	7.0(7.0)	7.0(6.6)	7.1(7.0)
アルカリ度 (as CaCO <sub>3</sub> )	51	20	19	21
濁度、NTU	12.7	17.8	19	21
色度 (見かけ度)	80	80	80	120
電気伝導度、 $\mu\text{S}/\text{cm}$	109	50	43	47
全溶解物質	78	35	30	36
鉄、ppm	0.05	0.05	0.07	0.05
マンガン	0.05	0.02	0.035	0.05
化学的酸素要求量(COD)	6	3	4	5
塩素イオン(Cl)	1	1	1	
陰イオン界面活性剤	0.075	0.075	0.075	0.075~0.08
アンモニア性窒素	0.2	0.2	0.2	0.2
亜硝酸性窒素	0.02	0.02	0.035	0.02
硝酸性窒素	1.0	1.5	1.0	1.0
溶存酸素(DO)	—	—	—	7

注) #は図 2.2.15 のテビクアルミ川流域の採水場所を表す。 単位は標記以外については mg/L。

#### (4) 新規浄水施設の用地

既存浄水施設はテビクアルミ川の左岸に接した台形型の敷地内にあり、この南側には職員用の宿泊棟が2棟ある三角形の造成地がある。ESSAPの所有地はこれらの敷地を含み、国道沿に約100m南側へ広がっているが、この用地の地盤高は造成地より2～4m低い沼地である。また、浄水施設と南側造成地の間には旧河道である池状の窪みがあり、深いところでは地表から6～7mも低くなっている。これら池や沼地は河川水位が上昇すると上流から浸水し遊水池となっている。新規浄水施設の用地はESSAPの敷地内に建設することを前提とするが、既存の造成地は狭すぎ、旧河道のある池側は軟弱地盤が広がっている可能性があり、施設建設のリスクが高い。また、新規浄水施設の用地は、パ国側の責任により洪水の影響のない高さまで盛土されることになっており、工事期間的にもできるだけ盛土量を軽減することが肝要である。このような状況から、新規浄水施設用地としては、既存造成地とこれに接する地盤の落差が比較的小さい(2～3m)南側の沼地(75mL×70mW)を盛土造成することが最適であると判断する。



図 2.2.16 浄水場用地の状況

#### (5) 洪水対策と新規施設用地の造成高さ

テビクアルミ浄水場では、過去20年間で1990年、1995年、2010年の3度わたり大規模な洪水が発生し、特に2010年4月の洪水では、過去の洪水位を上回る水位上昇となり、浄水場全体が冠水した。そのため、浄水場は2週間にわたり運転停止に陥り、コロネルオビエド市やビジャリカ市の住民の生活に大きな影響が及ぼした。2013年4月にも洪水があり、取水ポンプ室床面すれすれまで水位が上昇したが、浄水場の停止には至らなかった。

ESSAPは数年ごとに繰り返されるテビクアルミ浄水場での洪水被害の経験を活かし、洪水対応をマニュアル化している。2010年の洪水時には次のような対応が講じられた。

浄水場では水位上昇に合わせ、パ国電力会社(ANDE)からの給電停止、取水・送水・逆洗ポンプ、薬注機等のモーターの取り外しと高位置への移動、各種配電盤の移動、薬品類の移動等の対応策をとった。給水停止となった両市に対しては国家緊急事態庁へ給水車の派遣を依頼するとともに、新聞を通じて被害状況、給水車の増派や巡回のルートを公報し、住民の不安解消に努めた。水位の低下後は、冠水した施設の清掃、消毒、移動した機械類の復旧など、ESSAP本部か

らも応援部隊を出して対応した。

2010年4月に発生した洪水は既往最高水位を記録し、以下の通り浄水場に水位痕跡を残している。

- ・取水ポンプ室床面上(EL119.85m) +1.2m =121.05m
- ・倉庫床面上(EL120.11m) +0.46m =120.57m

取水ポンプ室は川に近い風による波の影響を受けやすく、倉庫の水位痕跡が低い理由は、約50m内陸に位置し、かつ室内でもあるため波の影響が小さかったためと考えられる。以上から浄水場の洪水位は120.5~121.0mと想定される。新規浄水施設の用地高は洪水の影響を受けないようEL121.5mとする。これにより、2010年洪水時においても0.5~1.0mの余裕が確保されることになる。

なお、新規浄水施設建設用地の盛土造成はパ国側の責任で実施される。その工事概要は以下の通りと推定される。

- ①盛土工事:既造成地面積 2,800m<sup>2</sup>、盛土高さ 2m →5,600m<sup>3</sup>  
沼地造成地面積 5,200m<sup>2</sup>、盛土高さ 5m→26,000m<sup>3</sup> } 約 30,000m<sup>3</sup>
- ②石積又は蛇籠擁壁:既造成地擁壁延長 170m、擁壁高さ 2m → 340m<sup>2</sup>  
沼地造成地擁壁延長 240m、擁壁高さ 5m→1,200m<sup>2</sup> } 約 1,540m<sup>2</sup>
- ③アクセス道路:国道8号線から造成地、道路幅 5m、延長約 30m、盛土、水路横断(RC管)

## (6)停電の発生状況と非常用発電設備の必要性

テビクアルミ浄水場への電力はANDEから供給されている。飲料水供給施設という重要性から2系統でカバーされている。通常はコロネルオビエド変電所からの系統を使い、停電事故等で受電が困難な場合に、南方約30km地点のパソペ変電所の系統に切り替える。ただし、パソペ系統は浄水場から遠距離であるため電圧降下が発生するという。近年、長時間の停電は少なく、月に数回10分間程の停電が起こる程度であり、停電による給水活動への影響は限定的である。電力事情の改善もあるため、非常用発電機の必要性は高くないものと判断される。実際に、既存浄水場には竣工当時建設された発電機設備があるが、故障したまま放置されていることから、電力事情が逼迫している様子はない。

### 2-2-4 環境社会配慮

#### (1) 環境社会配慮に係るパ国の法制度

パ国における給水に関連する法規のうち、特に環境社会配慮と関係するものとしては、以下の法律および政令がある。

##### ① 環境影響評価法(第294号/93)

計画中あるいは実施中のすべての工事や、それに類する活動に対して、技術的・科学的見地から環境影響を特定し、予見し、見積もる(環境影響評価(Evaluación de Impacto Ambiental):

EvIA)」を作成することを、環境庁(SEAM)に義務付けている法律である。これに準ずる政令 453号/13 では、環境影響評価(EvIA)の作成、そのために SEAM に提出される環境影響調査(Estudio de Impacto Ambiental: EIA)および環境影響報告書(Relatorio de Impacto Ambiental: RIMA)の添付を義務づける活動の一つとして、給水システムの建設と運転、排水の処置、工業廃液の河川への排出が明言されている。

#### ② 上下水道公共サービスの規制・料金枠組みに関する一般的法律(法律 1614 号/00)

行政機関の下部組織として法人格を持つ独立事業体である衛生サービス規制機関(Ente Regulador de Servicios Sanitarios: ERSSAN)を創設する法律である。この法律に基づく政令 18880 号/02 は、原水および処理後の水の水質管理を行うためのサービス提供者の権利と義務について規定している。対象となるサービスは飲料水の供給と下水設備であり、ESSAP は ERSSAN の管轄下にある組織の一つに当たる。これによると、サービス提供者には、その持続的事業展開とサービスの普及が求められ、環境保全の観点からは、生活用水の質や汚泥および処理後の残留物の適切な最終処置の確保が必要となっている。

#### ③ パ国水資源法(法律 3239 号/07)

パ国領内での位置、物理的状态、自然現象にかかわらず、すべての水および水を産出する領域を、国内の住民のために持続的かつ統合的に利用管理することを規定している。この法律の第 28 条に「水資源利用に関係するすべての工事、またはそれに類する活動は、法律 294 号/93 (環境影響評価法およびそれに則した政令)に予め規定された環境影響評価を課されなければならない」と規定されている。

#### ④ 環境庁決議 222 号/02

水質レベルを守るため、パ国領内の水を、処置方法や利用形態(生活用水、水棲集落、灌漑、養殖、娯楽、航行、風景との調和など)によって類別し、水質パラメーターに基づいた管理を規定している。パラメーターには、物理的状态(色、臭い、pH)、細菌学的状態、無機物、有機物の指標がある。

#### ⑤ 環境庁決議 246 号/13

本決議は環境影響調評価法(第 294 号/93)に基づき、予備環境影響調査(Estudio de Impacto Ambiental Preliminar: EIAP)と廃水処分調査(Estudio de Disposición de Efluentes: EDE)の提出のための書類を制定するものである。

### (2) 環境影響評価と環境ライセンスの取得

上記環境影響評価法の政令 453 号/13に基づき、ESSAP の水道事業は環境庁(SEAM)の環境影響評価声明(Declaração de Impacto Ambiental: DIA)の決定に従う必要がある。本プロジェクトの実施には、DIA による環境ライセンスの取得が必要であり、これに向けて ESSAP が手続きを行わなければならない。プロジェクトの計画段階において、ESSAP は環境影響評価法(第 294 号/93)に基づき、最低でも以下の内容を盛り込んだ予備環境影響調査(EIAP)を SEAM へ提出する。

A) 計画された仕事や活動等にかかる特性の記述

B) プロジェクトの社会経済的意義、現行政策との関連性、整合性の想定

- C)プロジェクトによって影響を受ける地形領域の境界
- D)プロジェクトの各段階における、プロジェクトの潜在的な影響、工事や活動のリスクあるいはその効果を決定するために必要な分析
- E)プロジェクトに予見される負の影響に対する緩和または補償措置が盛り込まれている環境管理計画
- F)プロジェクトの技術的代替案、代替地、さらにプロジェクトを実行しない場合などの関係
- G)環境影響評価や結論の内容を要約した報告書

予備環境影響調査(EIAp)には以下の書類を添付する。

- 提出された情報の信憑性についての宣誓書
- 申請人の認証済み身分証明書のコピー
- 申請人の納税証明書または非納税者証明書
- 開発事業または活動が実施される対象用地の登記簿(不動産権利証書)のコピー
- 印刷された環境影響評価報告書及びその内容をPDF ベースで焼き付けた CD
- 提示されたプロジェクトの特性に基づいて必要とされた他の調査と関連する地図、図面、地形図、衛星画像、廃液の解析結果
- 環境品質・天然資源総局に対する手続きを遂行するために、プロジェクトの責任者から付与された委任状
- 予備環境影響評価(EIAp)を実施するコンサルタントの登録証のコピー

予備環境影響評価(EIAp)の提出後、SEAM は 20 日間で、環境影響調査(EIA)の要否を通達する。EIA が必要とされた場合には、SEAM から調査の TOR が提示され、それに従って ESSAP が 90 日以内に必要書類を作成する。

EIA が SEAM に提出され、最終修正または補足の日から 20 日以内に、環境影響評価(EvIA)と環境影響声明(DIA)が出され、環境ライセンス発行の是非が決定される。審査結果によっては、提出書類の修正や質問回答、補足資料の提出などが求められることがあり、その場合、申請者は 10 日以内に要求された書類を SEAM に提出しなければならない。ESSAP によると、EIApの提出から環境ライセンスの取得まで最大 140 日かかると見積もられる。

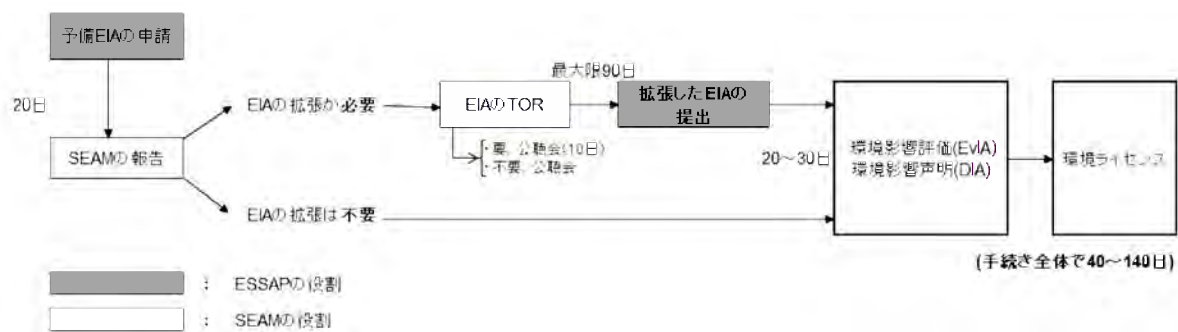


図 2.2.17 環境ライセンス取得までの流れ

### (3) 環境社会配慮に係るスコーピング

本プロジェクトによる環境社会面への影響を検討するため、ESSAP 環境社会管理室と協議を行い、JICA 環境社会配慮ガイドラインに付随する環境チェックリスト、過去の給水プロジェクト(コンセプション市、ピラル市)のスコーピング結果および ESSAP の実施した環境影響調査(EIA)の TOR をもとに、後述のとおりスコーピングを実施した。この結果、本プロジェクトで実施される新規取水口の設置、既存浄水場に併設される新浄水施設の建設、市への送水管の埋設に関しては、環境社会面の状況を現況より悪化させる要素はないものと判断された。その理由は、以下のものである。

- 有害物質の発生等により、現況の環境を悪化させる可能性がない。
- 騒音や振動等により、現況の環境を悪化させる可能性がない。
- 取水はテビクアルミ川から直接行い、地下水を汲み上げないため、地盤沈下の可能性がない。
- 近隣および下流域に自然保護区や国立公園が設定されていない。
- 近隣および下流域に生態学的に重要な生息地が認められない。
- 新規の建設は既存の ESSAP 所有地内で行われ、新規送水管も幹線道路に沿って埋設されるため、新たな用地取得が発生しない。
- 浄水場周辺に集落がなく、住民移転が生じる可能性がない。
- 周辺に先住民居住地区が存在しない。
- 特定の史跡、文化財、景観に影響を与えるものではない。
- 新しい施設の設計とオペレーション管理が指導されることで、労働環境の改善が期待される。

環境庁によると、グアイラ県内の水資源および河川に関する懸案事項は、上流域の金鉱山での水銀処理による汚染、河川周辺の牧畜・サウキビ加工場からの排水による汚染、セメント用の砂の採取による影響である。これらはほぼ水源の質に関するもので、それを利用する浄水場の建設および運転によって生じる影響ではなく、給水システムの建設はむしろプラスのインパクトをもたらすことが多いと考えられている。ただし、取水量の増加に伴う水象への影響や、浄水施設を洗浄する際に排出される汚泥の処理については、将来的には検討の余地があると思われる。

### (4) スコーピング結果

本プロジェクトについて、以下の項目に関する環境チェックリスト(表 2.2.5 参照)を作成し、ESSAP 環境社会管理室と協議を行い、想定される環境影響とそのレベルを評価した。

#### ①汚染対策

- i) 大気質： 消毒用塩素等の排出ガスによる汚染
- ii) 悪臭： 浄水場等の稼働に伴う悪臭の発生
- iii) 水質： 排水等の河川への流入による汚染
- iv) 廃棄物： 汚泥等の廃棄物の発生と処理
- v) 土壌汚染： 排水・有害物質等の流出・拡散による汚染
- vi) 騒音・振動： ポンプ施設等からの騒音・振動の発生
- vii) 地盤沈下： 地盤変化や地下水位低下に伴う地表面の沈下

#### ②自然環境

- i) 保護区： 自然保護区・国立公園への影響
- ii) 生態系： 生態的に重要な生息地への影響
- iii) 水象： 取水の地表水・地下水の流れへの影響
- iv) 地形・地質： 掘削・盛土等による価値のある地形・地質の改変

③ 社会環境

- i) 住民移転： 用地占有に伴う移転(居住権・土地所有権の転換)
- ii) 生活・生計： 土地利用・水利用・水域利用等への阻害、生産機会・経済構造の変化
- iii) 文化遺産： 寺院仏閣・埋蔵文化財等の損失や価値の減少
- iv) 景観： 造成による地形変化、構造物による調和の阻害
- v) 少数民族、先住民族： 先住民族の文化・生活様式・土地および資源に関する諸権利
- vi) 労働環境： 労働災害防止に関するハード面の安全配慮、安全衛生計画の策定

(5) その他

- ① 工事中的影響： 工事中的汚染・自然環境・社会環境への影響
- ② モニタリング： 事業者のモニタリング計画・実施体制

表 2.2.5 環境チェックリスト

分類	環境項目	判定	根拠
1. 汚染対策	(1) 大気質	D	処理後の水は塩素ガスで消毒されるが、化学物質の適切な管理と施設の維持管理を行うことで、大気汚染は起こらないと思われる。 新浄水場では、塩素ガスポンベの設置場所が新しくデザインされ、塩素を扱う作業環境の改善が期待できる。しかし、使用後のガスポンベの管理には配慮する必要がある。
	(2) 悪臭	D	ガスポンベを交換する際に塩素臭が発生すると考えられるが、施設の維持管理を適切に行うことで悪臭のリスクは軽減される。
	(3) 水質	C	施設の洗浄後に水が排出される。洗浄にはろ過後の水が使用されるため、大きな水質の悪化はないものと思われる。しかしながら微量のアルミニウムが含まれる。
	(4) 廃棄物	D	現在の計画では、ろ過池の洗浄後に発生する汚泥は川に排出されることになっている。しかし、近隣の下流域で川の水が直接利用されていないので、即時に負の影響が出るとは考えられない。
	(5) 土壌汚染	D	本プロジェクトでは、土壌を汚染するような物質が排出される施設の建設は計画されていない。
	(6) 騒音・振動	D	WHO が推奨する騒音基準を使用している。浄水場施設が拡張されることで、使用されるポンプの数が増えるが、近隣に民家がなく、大きな影響は考えられない。
	(7) 地盤沈下	D	浄水場への取水は川から行っており、今後も地下水を汲み上げる計画はない。
2. 自然環境	(1) 保護区	D	本プロジェクトのサイト周辺では、国立公園や自然保護区などは存在しない。森林が川岸から優に 100m 以上広がっているため、水源のための保全林も確保されている。
	(2) 生態系	D	本プロジェクトのサイトは、生態学的に重要な生息地を含んでいない。しかし、川岸の森を水源保全と洪水緩和のために保護する必要はある。



			<p>本プロジェクトの周辺では絶滅危惧種や貴重種の報告はなされていない。</p> <p>新しく取水口を建設するが、水棲環境への影響を最小化するため、取水塔のような大きな建造をする計画はない。水流への影響が少なくなるよう、取水口設置の工法は検討する必要がある。</p>
	(3) 水象	E	<p>自然の砂の堆積と浸食で、テビクアルミ川の水流がすでに変化しており、現在の取水に大きく影響している。このため取水口を別の位置に移し、砂の流入の少ない効率的な取水が計画されている。</p>
	(4) 地形・地質	D	<p>本プロジェクトでは洪水の影響を避けるために、盛土をした上に新浄水施設を建設する計画だが、サイト自体には景観等の価値のある地形は見られない。むしろ盛土のための土壌を調達する場所で、地形・地質の変化を考慮する必要がある。</p>
3. 社会環境	(1) 住民移転	D	<p>新しく浄水施設を建設する計画だが、ESSAP の所有地内であるため新規の用地取得がない。送水管網も既存の配管にそって幹線道路に埋設する予定であり、住民移転は生じない。</p>
	(2) 生活・生計	E	<p>本プロジェクトによって、給水の質と時間の改善が見込めるため、良質の水道水を用いた経済活動の増加に働くとされる。しかし、これまで水衛生委員会による給水を受けていた住民には、ESSAP のサービスに加入することで支払う水道料金が上がる。</p> <p>新浄水施設の建設はこれまでと同じくESSAP 所有の土地で川の水を利用するため、既存の水利権や水域利用には影響しない。</p> <p>既存の幹線道路を利用して新たに送水管を埋設する限り、地役権の問題も発生しない。</p>
	(3) 文化遺産	D	<p>新浄水施設の建設は既存の ESSAP 所有地であり、新規送水管も既存の幹線道路にそって地下に埋設されるため、工事に伴う寺院や埋蔵文化財の損失は起こらない。</p>
	(4) 景観	D	<p>盛土をする場所の地形は変わるが、歴史的な建造物やとりわけ価値のある景観は見当たらない。</p>
	(5) 少数民族、先住民族	D	<p>先住民族の集落がグアイラ県内に存在するが、浄水場の周辺や既存の送水管の道筋ではない。</p>
	(6) 労働環境	E	<p>新浄水場でも適用される労働環境法規として、労働法(Ley 213/93)、衛生法(Ley 836/80)、労働における安全・衛生・医療に関する技術規定(Decreto 14.390/92)がある。</p> <p>ESSAP 内規として、飲料水システムの偶発的事故管理計画を策定し、安全管理を行っている。</p>
4. その他	(1) 工事中の影響	D	<p>汚染と自然環境については、工事の影響は一時的かつ短期的なものに限られるため、一般的な工事の緩和策を用いることで解消され得る。</p> <p>社会環境に関しては、浄水施設建設地から半径500mの範囲内に集落が見当たらないため、工事の影響はないと考えられる。</p>
	(2) モニタリング	E	<p>ESSAP 内の監査室が工事の実施状況を、環境社会配慮局が環境影響の緩和策の実施状況を監視することになっている。</p> <p>監査を行うと、工事現場での正負の状況が報告書にまとめられ、プロジェクトや関係者に配布される。</p>

(判定の区分は、A: 重大な影響が見込まれる、B: 多少のインパクトが見込まれる、C: 不明(検討を要する必要がある、調査が進むにつれて明らかになる場合も十分に考慮に入れておくものとする)、D: 影響が最小限かほとんどないもの、E: プラスのインパクトが見込まれるもの)

## 第 3 章 プロジェクトの内容

## 第3章 プロジェクトの概要

### 3-1 プロジェクトの概要

#### 3-1-1 上位目標とプロジェクト目標

##### (1) 上位目標

コロネルオビエド市及びビジャリカ市と周辺 2 都市(ボカジャトゥ、ジャタイトゥ)の生活環境が改善される。

##### (2) プロジェクト目標

パ国政府は、「ミレニアム開発目標(MDGs)」及び「経済開発戦略計画」に引き続き、2004年に策定された貧困・格差削減計画(ENREPD)の中で、貧困者の救済と格差削減には水・衛生セクターの現状の改善が重要という認識のもと、飲料水普及率 60.8%(2004年実績)を 2015年までに 80.5%に引き上げることを目標としている。しかし、この達成には給水人口の拡大だけでなく、現在でも安全な飲料水の供給が確保できない水道施設を改善することが重要な課題となっている。

コロネルオビエド市及びビジャリカ市と周辺 2 都市は現在、テビクアルミ川に隣接する既存浄水場から給水されているが、既存浄水施設は 1986年に建設され、すでに 30年近く経過し老朽化が進んでいる。一方、都市人口の増加に伴い水需要が増大したことから、現在の水需要量の約 50%しか供給できないため、対象都市においては給水制限が常態化している。また、既存浄水場は原水であるテビクアルミ川の洪水により、数年ごとに施設が冠水し、そのたびに数週間にわたり断水し、市民生活に深刻な影響が発生している。

こうした状況の下、本プロジェクトは対象都市の水供給の増強と安定化を図り、市民生活の衛生改善のため、取水・浄水施設及び送水施設を建設するものである。

##### (3) 期待される成果

###### 1) 成果

対象地域に取水、浄水施設、送水施設が整備される。

###### 2) プロジェクトの成果指標

計画目標年次 2020年の ESSAP の給水対象人口として、コロネルオビエド市約 5.3 万人の住民に対し、安全な水の供給が可能となる。なお、本プロジェクトが実施されることにより、既存施設はビジャリカ市と周辺 2 都市への専用施設となるため、副次的効果として、ビジャリカ市と周辺 2 都市の住民 5.6 万人に対しても、給水事情の改善が期待される。

プロジェクトの成果指標としては、浄水場の生産水量の増加と供給施設の安定化を基本とし、これらの成果指標のモニタリングは、ESSAP 本部の技術部、地方部において実施する。

新規浄水施設の建設用地は、パ国側により盛土造成されることが約束されており、完成後は洪水の影響を受けずに、施設運転が可能となる。これにより、両市の長期間の断水が解消されることになる。これらの効果は表 3.1.1 にまとめるとおりである。

表 3.1.1 プロジェクトの成果指標

成果指標		現状(2012年)	計画年次(2020年)	備考
直接的効果	①浄水場の生産量	14,000 m <sup>3</sup> /日	26,300 m <sup>3</sup> /日 <sup>※1</sup>	87.9%増
	②洪水時の断水の影響	2～3週間の断水	0	断水の解消
	コロネルオビエド市			
	③給水人口	37,620人	52,594人	39.8%増
	④市内への平均配水量	6,600 m <sup>3</sup> /日	12,300 m <sup>3</sup> /日	86.4%増
	⑤給水時間	16時間	24時間	8時間増
⑥市内への給水率	61.0% <sup>※2</sup>	71.4% <sup>※3</sup>	10.4%増	
副次的効果	ビジャリカ市及び2都市			
	③給水人口	42,660人	56,269人	31.9%増
	④市内への平均配水量	7,400 m <sup>3</sup> /日	14,000 m <sup>3</sup> /日 <sup>※1</sup>	89.2%増
	⑤給水時間	16時間	24時間	8時間増
⑥市内への給水率	71.70%	80%	8.3%増	

※1) 既存浄水場の現在の浄水能力(14,000m<sup>3</sup>/日)をビジャリカ市と2都市専用施設とし、生産水量に加える。

※2) 水衛生委員会による給水人口を加えると78.9%となる。

※3) 水衛生委員会による給水人口を加えると85.0%となる。

### 3) 衛生改善がもたらす裨益効果

本プロジェクトによって安定的に十分な水が供給され、生活環境が改善されることにより、水因性疾病率の減少が期待される。

コロネルオビエド市とビジャリカ市の地方総合病院の過去 2 年間の主な疾病とその患者数は、以下のとおりである。

表 3.1.2 コロネルオビエド市の疾病に関する統計

病名	2011年			2012年			
	1～4歳	5～60歳	合計	1～4歳	5～60歳	合計	
下痢	軽症	590	632	1,222	820	861	1,681
	脱水症	34	37	71	41	27	68
呼吸性感染症	5,679	6,740	12,419	6,049	6,304	12,353	
寄生虫症・貧血	435	760	1,195	412	682	1,094	
貧血症	170	402	572	183	383	566	
合計	6,908	8,571	15,479	7,505	8,257	15,762	

表 3.1.3 ビジャリカ市の疾病に関する統計

病名	2011年			2012年			
	1～4歳	5～60歳	合計	1～4歳	5～60歳	合計	
下痢	軽症	-	-	4,435	-	-	- <sup>※1</sup>
	脱水症	-	-	316	-	-	-
呼吸性感染症	84	548	632	50	560	610	
寄生虫症	240	258	498	243	364	607	
貧血症	256	464	720	207	448	655	
合計	580	1,270	6,601	500	1,372	1,872	

※1) データが収集できなかった。

両病院ともに、詳細な検査設備を持っていないため、下痢の原因についてウイルス性か細菌性かといった特定はされていないが、主任医師によれば下痢症のうち概ね 8 割が水因性と考えられ、衛生的な水が安定供給される事によって、全体的にプラスの影響を及ぼすと期待される。

### 3-1-2 プロジェクトの概要

本プロジェクトでは上記目標を達成するために適正規模を有する取水・浄水施設を建設し、その運転・管理技術の向上を図るためソフトコンポーネントによる技術支援を計画する。

本プロジェクトにおいて計画する施設の構成は表 3.1.4 に示す通りである。

表 3.1.4 計画施設の構成

項目	形状寸法・仕様等	備考
<b>1. 取水施設</b>		
計画取水量	28,900 m <sup>3</sup> /日 (334L/秒) 〔 コロネルオビエド; 13,500 m <sup>3</sup> /日 (156L/秒) ビジャリカ+2 市; 15,400m <sup>3</sup> /日 (178L/秒) 〕	コロネルオビエド市とビジャリカ市を対象
取水口	φ900mm, ダクタイル鋳鉄管、上下2条	
沈砂池	1.11m×W2.7m×2池、有効水深3.0m、RC構造 既存取水ポンプ井との連絡管φ700mm	
取水ポンプ	Q=3.12m <sup>3</sup> /分×4台(3台常時運転、1台予備)	
取水ポンプ室	1棟、RC柱、レンガ積み構造、クレーン1式	
導水管	導水管φ400mm、L=約150m、水路横断部L=約20m	
<b>2. 浄水施設</b>		
計画浄水量	13,500m <sup>3</sup> /日	
着水井	滞留時間1.5分	
薬品混和・急速攪拌	パーシャルフリュウム 射流部、跳水部	消石灰/硫酸バンド注入点
フロック形成池	水平迂流式、1.10.6m×W6.0m×3池	
薬品沈澱池	上向流傾斜管方式、1.10.5m×W6.0m×3池、	整流部1.1.5m 有効水深3.8m
急速ろ過池	1.8.0m×W4.79m×4池、ろ過速度120m/日 下部集水装置:有孔ブロック方式	砂層厚70cm
逆洗ポンプ	渦巻斜流ポンプ2台、Q=24.0m <sup>3</sup> /分	内1台予備
逆洗ブローア	空気洗浄式、ブローア-2台、空気量=36.0m <sup>3</sup> /分	内1台予備
浄水管理池	1.7.35m×W0.9m 1池	薬品注入槽を兼用
配水池/逆洗ポンプ井	1.14.0m×W9.0m×H4m×2池	
送水ポンプ	多段式渦巻きポンプ、Q=2.85m <sup>3</sup> /分×H1150m×4台、 フライホイール付(GD <sup>2</sup> =100kg・m <sup>2</sup> )	うち1台予備
薬品管理室	薬品管理室:面積 A=150.4m <sup>2</sup> (1.18.8m×W8.0m)/硫酸 バンド注入機器、石灰注入機器 塩素注入室:A=12.0m <sup>2</sup> (1.14.0m×W3.0m)+4.0m <sup>2</sup> (1.14.0m× W1.0m)塩素ポンプ室、塩素注入機器・塩素ガス漏洩警 報装置等	薬注ポンプ機器設置を含む、 洪水時薬品保管室を兼用
ポンプ室	面積:195.5m <sup>2</sup> 、(1.23m×W8.5m) 逆洗ポンプ、送水ポンプ、制御盤設置	
電気室/ブローア室	面積 A=42.5m <sup>2</sup> (1.8.5m×W5m) /A=20m <sup>2</sup> (1.14.0× W5.0m)、動力盤、制御盤設置	
計測設備	原水流量計(パーシャルフリュウム式)1式	
	送水流量積算計(超音波式)1式	
	逆洗水流量計(自立型差圧式オリフィス式)1式	
	取水ポンプ井/浄水池用池内水位計 各1式	ポンプインターロック機能付
	水質試験器具の補充 1式	
場内排水管	φ700mm、RC管	河川直接放流

3. 送水施設		
計画送水量	12,300m <sup>3</sup> /日	
送水管	新規浄水場からコロネルオビエド市配水センター： L=約 23km。そのうち、 ・ 浄水場～テビクアルミ川橋梁通過区間（L=約 0.8km）：ダクマイル鋳鉄管 φ400mm（既存管 φ350mm を統合する）-1 条 ・ 地中埋設部（L=約 21.9km）：ダクマイル鋳鉄管 φ 300mm ・ 終点：配水センター内（道路境界から 15m 地点） で既存管に接合。吐出水位（既存配水池の高水位 EL=180.0m）	コロネルオビエド配水センターへの送水は、既存送水管 φ350mm を併用して行う。  ビジャリカ市方面送水管 φ 350mm への緊急時連絡管 を設置する。

## 3-2 協力対象事業の概略設計

### 3-2-1 設計方針

#### (1) 基本方針

##### 1) 協力対象範囲

本プロジェクトでは、パ国政府が要請してきたコロネルオビエド市を対象とした取水・浄水施設の建設、及び同市への送水管の布設に関して、既存浄水施設の運転状況や同施設から送水されているコロネルオビエド市とビジャリカ市及び周辺 2 都市の給水状況を確認し、そこから抽出した問題点を解決するために有効な改善策を立案する。

##### 2) 整備対象施設

対象都市の計画水需要を満たすため、既存施設的能力を評価し、新たに必要とされる取水、浄水、送水等の施設規模と施設システムを策定する。その際、既存施設に能力的な余裕があれば、新規施設との組合せにより、効率的な施設計画を立案する。なお、計画浄水施設は既存浄水場に隣接した ESSAP 用地内にパ国側が造成する敷地内に建設することを前提とする。

#### (2) 自然条件に対する方針

パ国の気候は雨期(10～5月)と乾期(6～9月)からなり、雨期には集中豪雨が発生することもあるため、雨期期間中の施工には技術面、安全面で十分に配慮する必要がある。特に取水施設は河川岸に接して大規模な掘削工事を伴うため締切工事により地下水の侵入を制御することが肝要である。また、工事期間も 1 年程度を予定しているため、雨季には洪水の影響を受けることも想定し、十分な安全性を確保することが必要である。また、最高気温は 40℃を超えるため、コンクリートの製造、養生などに留意する必要がある。

#### (3) 社会経済条件に対する方針

建設現場における休日、祝祭日は現地の慣行に従うこととし、生活習慣、労働習慣、文化的伝統などには十分配慮する。水事情が逼迫している市民に対し、速やかにかつ出来るだけ公平にプロジェクト効果が発現するよう、効果的な配管網の改善案を提案する。

#### (4) 建設事情/調達事情

パ国では、アスンシオン首都圏を除くと 10 万人を超える人口の都市が少ないことから、建設業者は首都圏のみに集中している。労働力の技術水準は近隣諸国に比べてやや低いと思われる。本プロジェクトの工事では、河川岸に位置する取水口の工事に土留め鋼矢板工法、栈橋工法など、パ国では例がない工法を採用するため、日本からの資材持込み、技能工派遣等が必要となる。その他の施設建設において特殊工法は必要ないため、現地労務の活用は可能である。資機材の調達については、セメント、骨材などの土木材料や水道用汎用資材であればメルコスール加盟国の製品が流通しており、調達は比較的容易である

#### (5) 現地業者の活用に係わる方針

現地業者は ESSAP に登録済みの会社の活用が推奨される。登録済みの会社の中には国際機関、欧米諸国発注の大型工事を受注した業者もあり、積極的な活用が望まれる。

#### (6) 運営・維持管理に対する対応方針

運営維持管理に要する費用や技術的負担の低減のために手動式の操作を優先的に採用し、将来にわたり機械的なトラブルが少なく効率的な運転ができるよう配慮する。また、出来るだけローカルで入手可能な機材を採用する。

#### (7) 施設のグレードに対する設計方針

施設は今後長期間利用されるものであるため、運転及び維持管理が容易な設計内容とし、設備についても最新機器の利用はできるだけ控え、シンプルな動力を用いた稼働を前提とした施設を採用する。

#### (8) 工期に関わる方針

プロジェクトを円滑に実施するためには、パ国側の国会承認や環境影響評価等の手続きの進捗に十分配慮する必要がある。E/N と G/A の締結から工事完了まで、約 26 ヶ月かかると想定されるため、本プロジェクトはB国債案件として実施される。そのため、無償資金協力の効果発現が迅速になされるよう工程管理には十分留意する。

### 3-2-2 基本計画

協力対象事業の基本計画は、取水施設と浄水施設の建設及び送水管の布設を対象とする。水源は既存施設と同様テビクアルミ川である。テビクアルミ川は、本プロジェクトで建設する施設を稼働するに十分な流量を年間を通じて維持していることが確認されたため、新規浄水施設のために取水量を増加することは問題ない。しかしながら、同河川は自然堤防であり、洪水のたびに護岸浸食が進み、河川流線が変化している。その影響を受け、現在の河川流線は既存施設の取水口から徐々に外れ、取水口付近は流水の停滞域になりつつある。その結果、砂の多く混じった原水を取水しているため、取水ポンプの摩耗や効率の低下が発生し、既存浄水施設に対する負荷も増大している。本プロジェクトにおいては、既存浄水施設の将来の安定的な運営にも配慮し、新規取水口は既存と新規取水場を統合した施設とすることにする。そのため、新規取水施設には、既存施設の処理水量を加味し

た取水・沈砂能力を有することが妥当であると判断する。沈砂池以後の計画施設は、コロネルオビエド市への給水に対応した規模で施設設計を行う。

計画施設の建設用地は、本調査にて実施した測量、地質調査結果から一帯の地下に軟弱地盤層があることが確認されたため、出来るだけ建設リスクを避け、またパ国側の負担で実施する盛土造成工事が軽減できるよう、既存施設の南側に位置する既存浄水場の建設時(1986年)に造成された用地とその南側に広がる沼地を利用することとする。なお、沼地は既造成地から2~3m低いため、雨季には冠水するが、乾季には水が引いて歩ける状況にある。

計画送水管は新設管φ300mmと既存管φ350mmの併用とする。なお、既存送水管には腐食や漏水箇所があるため、修復が必要な区間があるが、この修復については、調査、作業を含めパ国側が実施することとする。

### 3-2-2-1 給水計画

給水計画策定に必要な基本指標は以下の通りである。

#### (1) 計画目標年次

要請書には本プロジェクトの計画目標年次は2035年とされていたが、緊急性を前提とする無償資金協力のプロジェクトとしては余りに長期にわたることから、パ国側との協議の上、本プロジェクトの完工から概ね3~4年後である2020年を計画目標年次として定めた。

#### (2) 人口予測

パ国では、10年毎に国勢調査(センサス)が実施され、直近では2012年に調査が実施されている。しかしながら、結果が未公開であるため、MOPCやESSAPから統計局へ数値データの入手を働きかけたが、入手できなかった。コロネルオビエド市とビジャリカ市からも同様に統計局へ働きかけてもらったが、成功しなかった。そのため両市の地籍部に対し市側の人口データを依頼したところ、市側でも前回2002年のセンサスを使って推計しているのみで独自に調べてはいないとのことであり、正確な人口数は2012年のセンサス結果の公表を待っている状況であった。

したがって、本調査においては過去のセンサスを基に対象都市の人口を推定し、計画目標年次までの人口を求めることとした。1972年、82年、92年、2002年に実施されたセンサス毎の人口とその間の年平均の人口増加率を表3.2.1にまとめる。



表 3.2.1 過去のセンサス結果

年次	1972	増加率	1982	増加率	1992	増加率	2002
パラグアイ国	2,357,955	2.54	3,029,830	3.20	4,152,588	2.20	5,163,198
都市部	882,345	3.91	1,295,345	4.90	2,089,688	3.43	2,928,437
村落部	1,475,610	1.63	1,734,485	1.75	2,062,900	0.80	2,234,761
コロネルオビエド	53,777	1.23	60,757	0.64	64,736	2.65	84,103
都市部	12,885	5.45	21,913	5.75	38,316	2.44	48,773
村落部	40,892	-0.51	38,844	-3.78	26,420	2.95	35,330
ビジャリカ	33,420	0.41	34,801	2.34	43,842	2.33	55,200
都市部	17,995	1.61	21,118	2.79	27,818	3.43	38,961
村落部	15,425	-1.19	13,683	1.59	16,024	0.13	16,239
ボカジャトゥ	6,254	0.00	6,257	-0.88	5,725	1.50	6,647
都市部	924	2.77	1,214	2.75	1,593	2.95	2,130
村落部	5,330	-0.55	5,043	-1.97	4,132	0.89	4,517
ジャタイトウ	3,435	0.29	3,535	0.44	3,692	0.57	3,909
都市部	1,159	1.22	1,308	1.90	1,579	1.36	1,808
村落部	2,276	-0.22	2,227	-0.52	2,113	-0.06	2,101

対象の各都市の人口推計に当たり、現地調査による各都市の給水現状と社会環境等を踏まえ、以下の見解を得た。

\*全国ベースにおいて、1992年までは増加率が2.54、3.20%と急激な上昇傾向を示したが、その後の10年間は2.20%に低下した。これは、この間にブラジルへの移民ブームがあったことが影響しているとされる。2.2%の増加率は、子供の出生率が多いパ国においては、自然増より若干低い数値であると想定される。また、都市部の伸びが大きく、村落部から都市部への人口流入が起こっていると想定される。

\*コロネルオビエド市：

当市全体の人口増加率は1992年までは1.23、0.64と低い数値であった。この間、都市部では5%を超える高い増加率であるのに対し村落部では減少傾向となっていることから、都市部への人口流入と都市部区域の拡大があったと想定される。その後2002年までの10年間は当市の人口が2.65%へと増加している。これは当市が交通の要衝であるという地勢的特徴と経済発展の動向等から概ね妥当な数値であると考えられる。この10年間、人口増加率は都市部2.44%、村落部2.95%と落ちついたが、都市から周辺部への人口の定住化が進んだことが窺える。

以上を踏まえ、当市の人口推計は、都市部においては1992～2002年の増加率2.44%から計画目標年2020年にはパ国の自然増程度の2.2%まで低下すると推定した。村落部では1992～2002年の2.95%は都市部を上回っており、将来予測に使うには高すぎると判断し、その後は自然な増加が続くものと想定し、全国平均の2.2%を一律に設定した。

\*ビジャリカ市

当市全体としては、1972年から10年間の増加は微増であったが、それ以降2002年までは2.3%程度の増加率であり、今後もこの傾向は続く想定される。この30年間で、都市部の増加

率が 1.61、2.79、3.43 と上昇しており、逆に村落部では小さな増加率であることから、都市部への人口流入が顕著であったと推測できる。今後も同様な傾向が続くと想定されるが、都市部の 1992～2002 年までの増加率 3.43%は人口推計上大きすぎ、村落部の同 0.13%は小さすぎると判断し、都市部、村落部の 2002 年の増加率を 1982～2002 年の 20 年間の平均増加率(都市部;3.11%、村落部 0.86%)と仮定し、都市部は計画目標年までに自然増程度の 2.2%に低下するものとし、村落部は一律で推移するものと想定した。

#### \*ボカジャトゥ市

ボカジャトゥ市は、人口は 6,000 人程度と小規模であり、過去の人口増加傾向は微小であり、1992～2002 年でも 1.5%に留まっている。都市部と村落部の増加率からは、村落部から都市部への人口流入が顕著であることが窺える。これは、当市が国道沿いにある商店、飲食店、工場などもあり、一応の都市形態を有しているものの、ビジャリカ市の北約 6km と近距離に立地しているため、より利便性の大きな都市への流出があるものと推定される。このような傾向を踏まえ、都市部では、1992～2002 年の増加率 2.95%から 2020 年には 2.2%に低下すると設定した。一方、村落部は過去には減少傾向を示したが、1992～2002 年には増加に転じ、今後も緩やかに増加すると予想し、1992～2002 年の増加率 0.89%を一律に設定した。

#### \*ジャタイトゥ市

ジャタイトゥ市は国道から約 2km 離れた閑静な町である。人口も 4,000 人程度であり、伝統織物の生産地であるが、その他には発展要素が見当たらない。市の人口は全体で微増しているが、村落部での減少分が都市部への流入に繋がっていると想定される。都市部では 1982～92 年には 1.90%であったが、続く 10 年間は 1.36%に低下しており、このような傾向は今後も続くと想定される。そのため、都市部の将来人口は、1982～2002 年の 20 年間の平均値 1.63%で一律増加するとした。一方、村落部は現状維持と想定し、増加率を 0%と設定した。

以上を基に、2002 年から 2020 年の計画目標年までの人口を表 3.2.2 に示す通り推計する。

表 3.2.2 対象都市の人口推計

都市名/地区区分	年	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
コロネルオビエド	市域人口	86,070	88,070	90,110	92,190	94,310	96,480	98,690	100,940	103,240	105,580	107,960	110,390	112,860	115,380	117,940	120,560	123,220	125,940
	増加率	2.43	2.41	2.40	2.39	2.37	2.36	2.35	2.33	2.32	2.31	2.29	2.28	2.27	2.25	2.24	2.23	2.21	2.20
都市部	区分人口	49,960	51,170	52,400	53,650	54,920	56,220	57,540	58,880	60,250	61,640	63,050	64,490	65,950	67,440	68,950	70,490	72,050	73,640
	増加率	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20
農村部	区分人口	36,110	36,900	37,710	38,540	39,390	40,260	41,150	42,060	42,990	43,940	44,910	45,900	46,910	47,940	48,990	50,070	51,170	52,300
	増加率	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20
ビジャリカ	市域人口	56,530	57,880	59,240	60,620	62,010	63,420	64,850	66,290	67,740	69,200	70,670	72,140	73,620	75,110	76,610	78,110	79,610	81,110
	増加率	3.06	3.01	2.96	2.91	2.86	2.81	2.76	2.71	2.66	2.60	2.55	2.50	2.45	2.40	2.35	2.30	2.25	2.20
都市部	区分人口	40,150	41,360	42,580	43,820	45,070	46,330	47,610	48,900	50,200	51,510	52,830	54,150	55,480	56,810	58,150	59,490	60,830	62,170
	増加率	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86
農村部	区分人口	16,380	16,520	16,660	16,800	16,940	17,090	17,240	17,390	17,540	17,690	17,840	17,990	18,140	18,300	18,460	18,620	18,780	18,940
	増加率	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86
ボカジャトゥ	市域人口	6,750	6,851	6,952	7,053	7,155	7,267	7,379	7,492	7,605	7,719	7,832	7,947	8,062	8,177	8,292	8,408	8,525	8,641
	増加率	2.91	2.87	2.83	2.78	2.74	2.70	2.66	2.62	2.58	2.53	2.49	2.45	2.41	2.37	2.33	2.28	2.24	2.20
都市部	区分人口	2,190	2,250	2,310	2,370	2,430	2,500	2,570	2,640	2,710	2,780	2,850	2,920	2,990	3,060	3,130	3,200	3,270	3,340
	増加率	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89
農村部	区分人口	4,560	4,601	4,642	4,683	4,725	4,767	4,809	4,852	4,895	4,939	4,982	5,027	5,072	5,117	5,162	5,208	5,255	5,301
	増加率	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89
ジャタイトウ	市域人口	3,940	3,970	4,000	4,030	4,060	4,090	4,120	4,150	4,180	4,210	4,240	4,270	4,310	4,350	4,390	4,430	4,470	4,510
	増加率	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63
都市部	区分人口	1,840	1,870	1,900	1,930	1,960	1,990	2,020	2,050	2,080	2,110	2,140	2,170	2,210	2,250	2,290	2,330	2,370	2,410
	増加率	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
農村部	区分人口	2,100	2,100	2,100	2,100	2,100	2,100	2,100	2,100	2,100	2,100	2,100	2,100	2,100	2,100	2,100	2,100	2,100	2,100
	増加率	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100

### (3) 計画給水量の検討

前述の計画目標年次の人口を基に、同年の給水量を以下の通り求める。

#### 1) 給水量計算の条件

給水量を算定するための条件を以下の通りに設定した。

#### ①1日1人当たりの水使用量

- ・コロネルオビエド市、ビジャリカ市； 150L/人日
- ・ボカジャトゥ市とジャタイトゥ市； 130L/人日

1日1人当たり水使用量は対象都市の人口規模、発展趨勢を踏まえ、ESSAPの過去のプロジェクトの計画実績等から定めた。コロネルオビエド市はカアグアス県、ビジャリカ市はグアイラ県の県都であり、人口はそれぞれ12万人、8万人を超える中核都市で、交通の要衝でもあることから、今後も都市活動が活発になると想定される。ボカジャトゥ市とジャタイトゥ市は数千人規模の小都市である。

#### ②給水人口

パ国は、「貧困・格差削減計画(ENREPD)2004年)において、2015年の全国の上水道普及率を80.5%に向上することを目標としている。コロネルオビエド市は、前述した通り、2012年現在ESSAPの給水率が61.0%であるが、需要に対する供給量は十分ではなく、時間給水を余儀なくされている。本計画では、ESSAPによる都市部給水普及率を、計画目標年次に71%にまで増加させるとともに、24時間連続給水を行う計画とする。コロネルオビエド市の都市部では、ESSAP以外に15の水衛生委員会が住民に給水を行っている。ESSAPと水衛生委員会を併せると、計画目標年次におけるコロネルオビエド市の都市部給水普及率は、85%に達するものと推定される。

ビジャリカ市の都市部には水衛生委員会は存在しておらず、ESSAPのみが給水を行っている。水道普及率は、2012年現在71.7%であるが、計画目標年次には、これを80%まで向上させるものとする。ボカジャトゥ市は現状の給水人口は2,600人であり、普及率は93.5%である。今後も同率を維持するものとする。また、同市では村落部の1,000人もESSAPからの給水を利用しているため、同人口を計画目標年次の給水対象に含めるものとする。ジャタイトゥ市は現状で都市部の全人口がESSAPの給水を利用しているため、計画目標年次においても普及率を100%とする。村落部は現状でもESSAPの給水対象外であり、本計画においても対象とはしない。

#### ③有効率

ESSAPは、送水ポンプの稼働時間から算定した月間給水量と料金の請求水量(メーター検針量、メーターのない場合は定額水量)との比率から有効率を算定し、2012年12月末の有効率をコロネルオビエド市で53.9%と推計している。ただし、2-2-3、(1)に記述した通り、その信頼性は高くないと想定される。ビジャリカ市でも同様に61.5%と推定された。コロネルオビエド市の既存配管網の管理状況が比較的良好であるため、漏水は想定よりも少ない可能性がある。一方、浄水場からコロネルオビエド市への既存送水管からは、2-1-4、(2)に記述した通り、送水量の約12%が漏水しているものと推定されるが、本プロジェクトの実施に伴い、パ国側により送水管が補修・更新されることにより、漏水率が改善されるものと期待される。

本計画では、以上の観点に基づき、計画目標年次の有効率をコロネルオビエド市、ビジャリカ市とも70%と設定する。

#### ④1 日最大給水量と1日平均給水量の比率(負荷率の逆数)

給水量は平均給水量に対し夏場などの高需要期における最大給水量の比率を考慮する。その割合は人口規模が小さいほど大きくなる傾向がある。そのため、コロネルオビエド市 1.1、ビジャリカ市 1.2、ボカジャトゥ市、ジャタイトゥ市は 1.3 を採用する。以上から各都市の計画目標年次の水需要予測を表 3.2.3 の通り定める。

#### 2) 計画給水量

計画目標年次の計画給水量は、表 3.2.3 に示すとおり、コロネルオビエド市で 12,300m<sup>3</sup>/日、ビジャリカ市及び送水管沿線の 2 都市の合計で 14,400m<sup>3</sup>/日とする。

表 3.2.3 計画年次の水需要予測

都市名/ 区分	2020年 人口 (人)	給水人口 (人)	給水率 (%)	1人1日 水使用量 (L/日)	1日平均水 使用量 (m <sup>3</sup> /日)	有効 率 (%)	1日平均水 需要量 (m <sup>3</sup> /日)	比率(1日 最大給水 量/1日平 均給水量)	1日最大 水需要量 (m <sup>3</sup> /日)	計画1日 水需要量 (m <sup>3</sup> /日)
コロネルオビエド市/ 都市部	125,940	73,640	0.714	150	7,889	70	11,270	1.1	12,397	12,300
同、水委員会による給水 村落部		10,000	0.136							
村落部	52,300	31,480								
ビジャリカ市/ 都市部	81,110	62,170	0.800	150	7,460	70	10,658	1.2	12,789	
村落部		18,940	0.572							
ボカジャトゥ市/ 都市部	8,641	3,340	0.935	130	406	70	580	1.3	754	14,400
村落部		5,301	0.189	130	130	70	186	1.3	241	
ジャタイトゥ市/ 都市部	4,510	2,410	1.000	130	313	70	448	1.3	582	
村落部		2,100								

#### 3) ビジャリカ市と周辺 2 都市への計画給水量と浄水施設の容量の配分

先方政府との協議の中で、ビジャリカ市と沿線 2 都市の計画給水量を賄うことになる既存浄水施設の浄水能力が、水需要量に対して余裕が出るかどうかを検証して、新規浄水施設の規模を設定をすることになった。表 3.2.3 に示された通り、ビジャリカ市及び 2 都市の計画給水量は 14,400m<sup>3</sup>/日である。一方、既存浄水場の浄水能力は 2-1-4、(2) で述べた通り、約 14,000m<sup>3</sup>/日と想定されており、ビジャリカ市と周辺 2 都市の需要をぎりぎり満たすことはできるが、コロネルオビエド市へ供給する余裕はないものと判断された。このため、新規に建設される浄水施設はコロネルオビエド市専用の浄水施設となる。ただし、ビジャリカ市側の既存送水管(φ350mm)では、14,000m<sup>3</sup>/日を送ることは不可能であり、パ国側において送水管の拡張または更新を実施する必要がある。また、コロネルオビエド市内の配水管についても、接続を希望する世帯へ供給する十分な水量に対して、配水管網が不足することが想定されるため、3-2-2-5 で述べる検討の結果を踏まえ、ESSAP に対し、改善案を提案することとする。なお、緊急時対策として、洪水時にビジャリカ市方面への送水を確保するため、コロネルオビエド市方面への新規送水管とビジャリカ市方面への既存送水管をバイパス管で相互に連絡するものとする。

### 3-2-2-2 取水施設計画

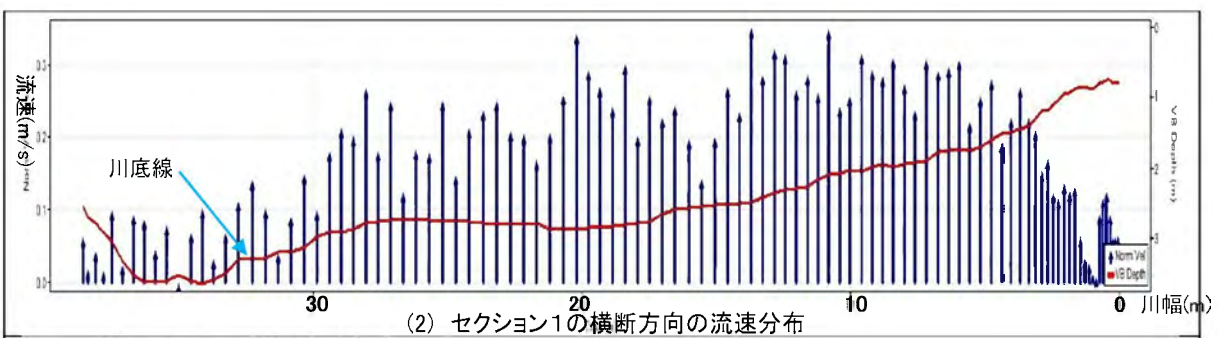
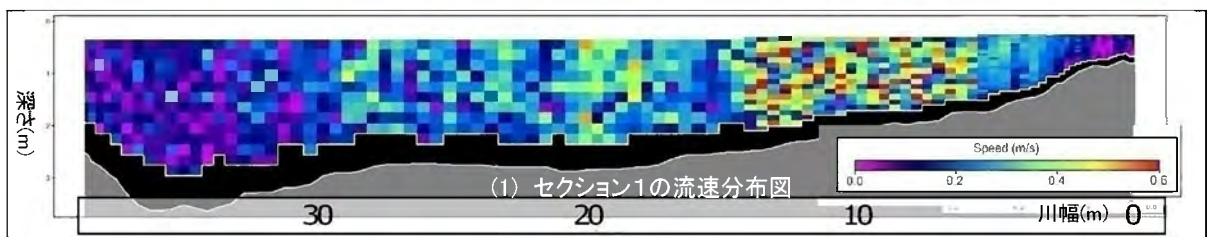
#### (1) テビクアルミ川の流量の検討

本調査では、テビクアルミ川の流量が計画施設の取水量に対しどの程度の余裕を有しているかを確認するため、水文解析を実施した。これは、パ国のイタイプ公団 (ITAIPU) がテビクアルミ川を横断する国道橋梁付近に設置した水位計で計測した日水位データ（2012年9月から2013年2月）を利用して、同地点の水位と流量の関係を求めるものである。図 3.2.1 に関連施設の位置関係を示す。水位計は橋梁の直上流の右岸側にあり、これより約 150m 上流に ESSAP の浄水場がある。河川流量は 2013 年 8 月 17 日に、橋梁から下流 150m 地点 (セクション 1) と同 400m 地点 (セクション 2) の 2 か所で観測した。



図 3.2.1 水文解析関連施設の位置関係

流量観測は、河川の横断方向に 50cm ピッチの各点で、深さ 30cm 程度毎に計器で計測した。その結果は、図 3.2.2 に示す通りであり、計測時の河川流量は  $17.3\text{m}^3/\text{秒}$  (水位計の水位 1.03m) であった。さらに、流量と水位変動をシミュレーションした結果、図 3.2.3 に示す水位-流量 (H-Q) 曲線が得られた。



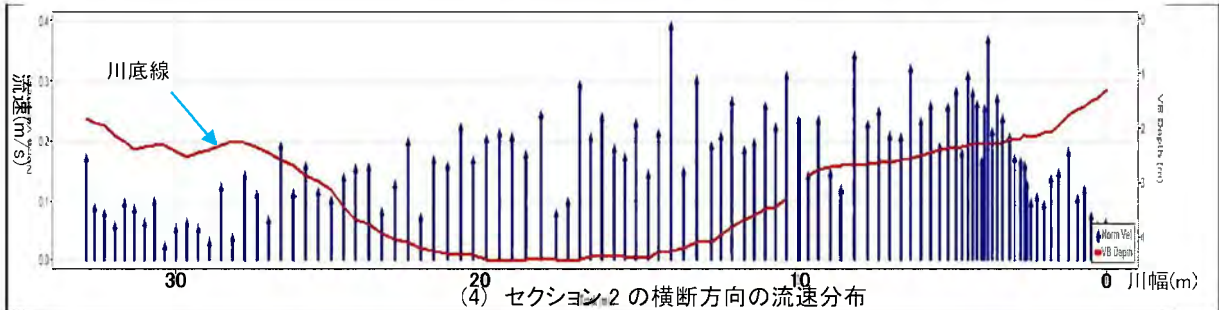
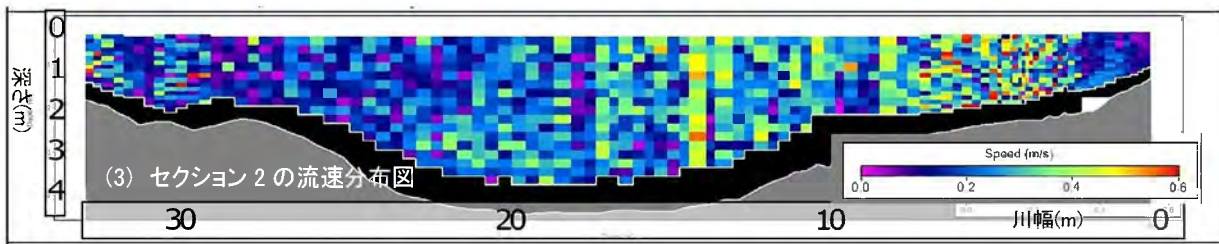
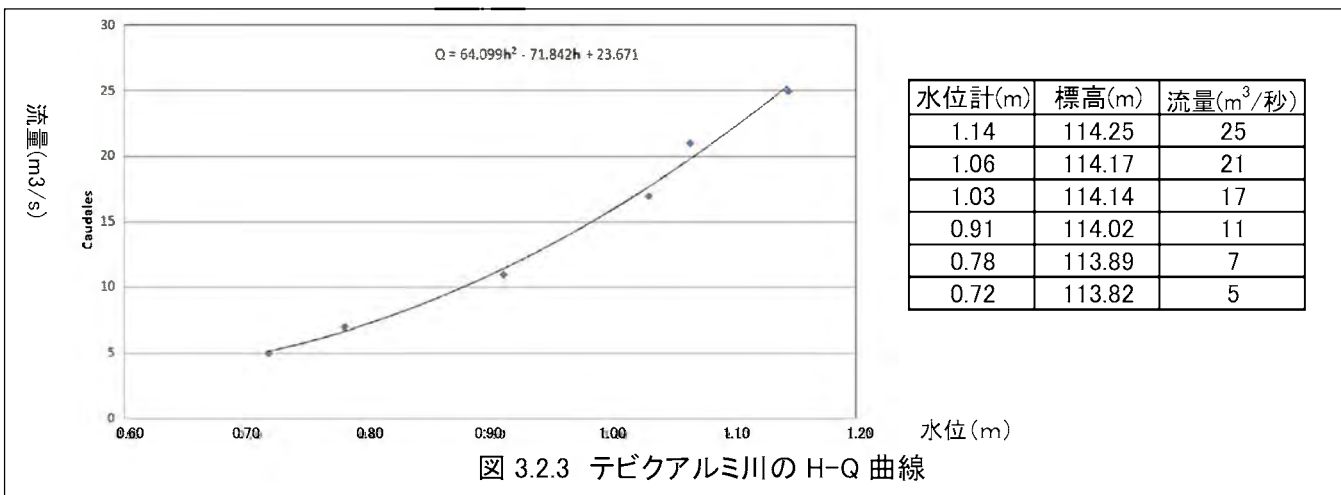


図 3.2.2 流量観測セクション 1 の結果



ITAIPU のデータに対応した同期間中の日降雨データを重ねると図 3.2.4 となり、降雨と河川水位との間には概ね相関関係が見られる。ただし、12 月から翌年 1 月の比較的少量の降雨には河川水位はあまり影響を受けていない。

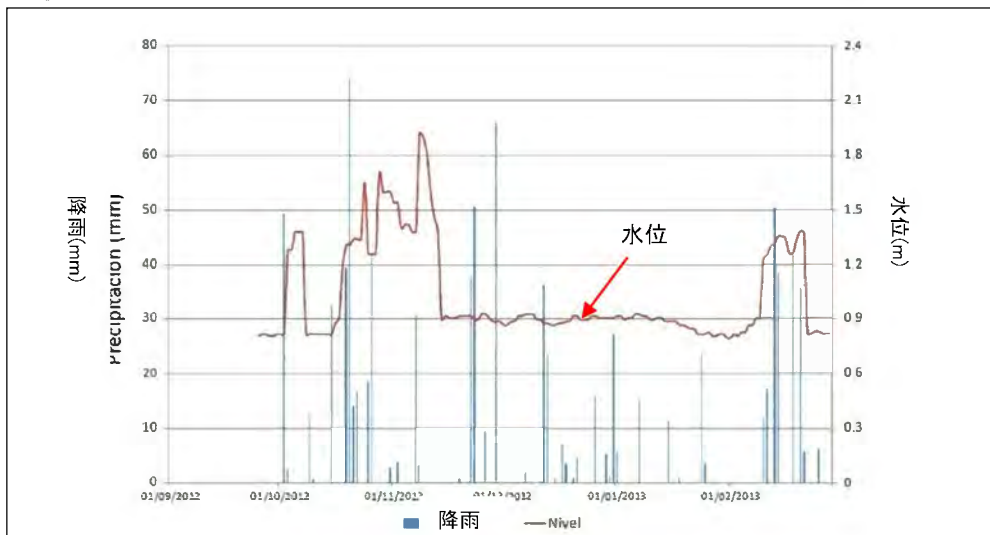


図 3.2.4 に示すデータは 9 月 12 日から 2 月 13 日までの 5 ヶ月間と少ないものの、ESSAP 浄水場付近の河川流量の特性は十分に把握できる。橋梁付近の直上流の川底には、岩層が盛り上がり、天然の堰のように河川水位が一定の高さを保つ働きをしている。そのため、一定の降雨量以上の場合には水位は上昇するが、それ以下の降雨では水位は 80~90cm 程度に維持されていると想定される。上記期間の最低水位は 9 月 27 日の 0.8m(EL113.90m)であり 7.5<sup>m</sup>³/sの流量と推定された。以上の解析結果を踏まえ、本地域における河川の最低水位は EL113.88m 程度であり、その時の流量は 5<sup>m</sup>³/sと想定される。

浄水場の取水口は水位計から約 150m 上流に位置している。そのため、浄水場付近の水位は、上記の水位より若干高くなるであろうが、流量は変わらないと想定できる。これに対し、浄水場の計画取水量は、0.334<sup>m</sup>³/s(後述(4)参照)であり、上記の最低水位時においてもその流量 5<sup>m</sup>³/sの 6.7%に相当し、計画取水量の取水は問題ないと結論づけられた。なお、浄水場付近の河川断面は図 3.2.5 に示す通りである。取水口高さ(管中心)は、上段 EL114.55m、下段 112.05m であるため下段の取水管で十分に取水できる。

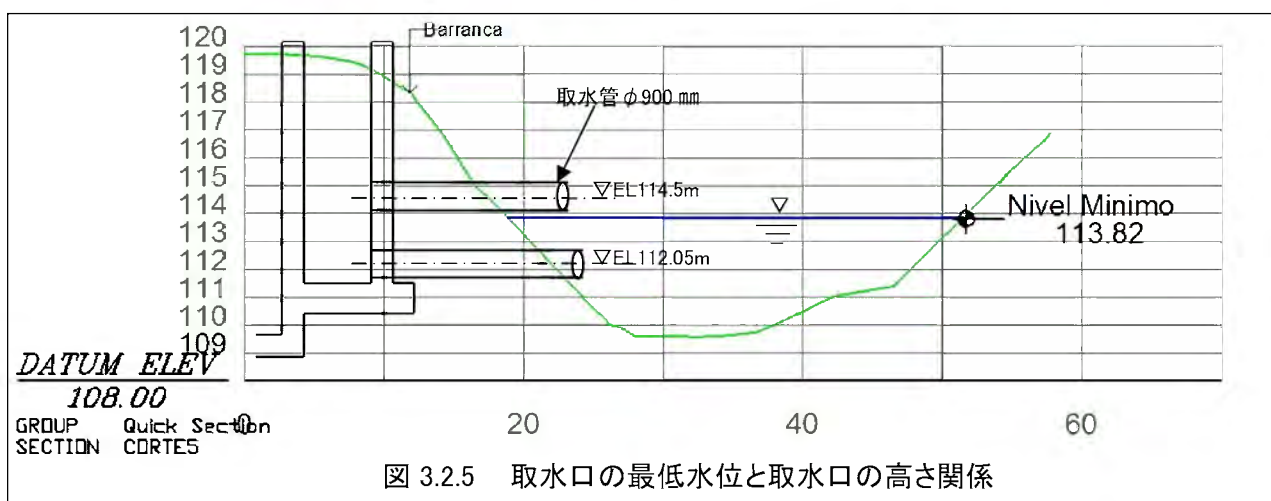


図 3.2.5 取水口の最低水位と取水口の高さ関係

## (2) 既存取水口の対応策

既存取水管はφ600mmのダクタイル管であり、ビジャリカ市側への取水量には対応(取水量0.178<sup>m</sup>³/秒で流速 V= 0.63m/秒)できるが、コロネルオビエド市を含めた取水量には明らかに不足する。また、沈砂池の砂分離効果も不十分である。既存浄水施設の多岐にわたる問題のうち、最優先課題は大量の砂の流入である。これを解決すれば、既存浄水場としての安定的な運転が可能となる。新規取水口も同様の課題の解決が不可欠であるため、両市への対応が十分できる容量を有する沈砂池を建設する必要がある。これにより、既存浄水場にとって深刻な問題である砂の流入を解決することができ、既存浄水施設の安定的かつ効率的な運転にも寄与することができる。

## (3) 取水口の計画位置と形式

水源であるテビクアルミ川には堤防がなく、河岸が洪水により浸食されているため河道が徐々に変化している状況である。図 3.2.6 の左側写真は既設浄水場の竣工時の写真である。テビクアルミ川は写真奥から手前の浄水場へ向かって流れており、当時は河道が写真中央の照明用電柱の右側を流れていたことが分かる。一方、右側の写真は同一の位置から撮った現在の写真であるが、同河道が大きく左側(河川の右岸側)に移動している。これは、洪水の度に右岸側が崩壊して、川筋が変化してきていること



を示している。建設当時は既存取水口が川筋正面にあり理想的な取水位置であったものが、現在では水流が停滞し、堆砂傾向が顕著な位置になっている。既存取水口は取水口の位置には適さないことを意味している。さらに、既存取水施設の沈砂池では沈砂効果が不十分であり、構造的にも問題が多い。このような問題を踏まえ、計画取水口は河道の正面側に設置するものとする。さらに、既存沈砂池は容量不足という欠陥があるため、その分の取水量を計画取水施設に統合することが望ましい。

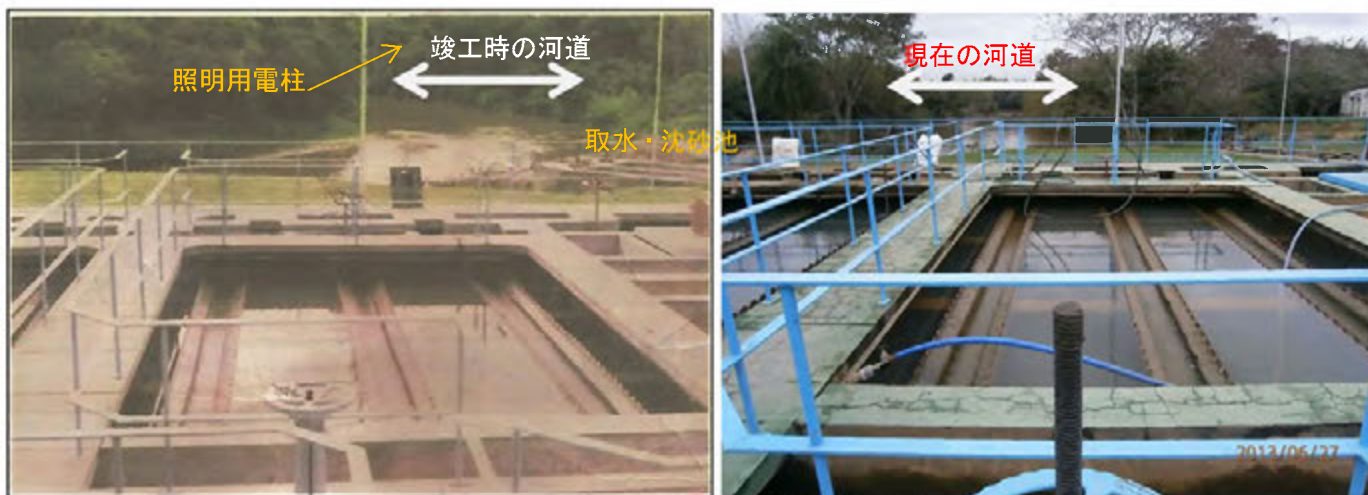


図 3.2.6 テビクアルミ川の河道変化状況(左:1985年竣工当時、右:現在)

取水施設の形式としては、取水塔や取水堰などの河道内に構造物を建設する形式の場合、河川流況に及ぼす影響が大きいと、河岸の更なる浸食や洪水被害の増加等が懸念されるため、現地状況には馴染まない。既存施設の取水管方式はこれまで支障なく運転されてきた実績を踏まえ、本プロジェクトにおいても、同様の形式を採用する。また、建設用地は盛土せず、現況のままで施工する。池の構造は上部開放型で洪水時には水没することを前提とする。そのため、ポンプを水中ポンプ形式とし、洪水時にも運転できるものとする。操作盤等はポンプ室内に洪水時の水位以上の専用床(EL+121.5m)を設け、その上に設置する。

#### (4) 取水施設の設計

##### ① 取水量

取水量はコロネルオビエド市及びビジャリカ市と周辺 2 都市の計画 1 日給水量に場内での使用水量 10%を加味して 28,900m<sup>3</sup>/日とする。また、取水口は既設取水管の実績から流入水流が 0.5m/秒程度となるようφ900mm とする。

$$\text{取水量 } Q = (12,300\text{m}^3/\text{日} + 14,000\text{m}^3/\text{日}) \times 1.10 = 28,900\text{m}^3/\text{日} \quad (0.334\text{m}^3/\text{秒})$$

$$\text{取水管流入速度 } V = 0.334\text{m}^3/\text{秒} / (0.45^2 \times \pi) = 0.52\text{m}/\text{秒}$$

##### ② 沈砂池

沈砂池の構造は設計基準(日本水道協会編)に基づき、幅 2.7m、長さ 11.0m の 2 列配置とする。これにより表 3.2.4 に示す機能を満たす施設を実現する。

表 3.2.4 沈砂池の能力

項目	基準値	設計値
表面負荷	200～500mm/分	337.9 mm/分
平均流速	2～7cm/秒	2.1 cm/秒
池長	幅の3～8倍	4.1 倍
有効深さ	3～4m	3 m
砂溜	0.5～1.0m	0.5 m
沈降速度	1.5～2.0cm/秒	0.56 cm/秒
滞留時間	10～20分	8.9 分

なお、河川の水位データが少ないため河川の計画水位を定めることができないが、既存浄水場の所長の経験；「既存の下段取水管の管頂部が過去最低の水位である」ことを踏まえ、既往最低水位(LLWL)として EL+112.6m とする。取水施設の運転上の低水位(LWL)は(1)で検討された結果を踏まえ、LLWL から 1.2m 高い EL+113.8m とする。取水口の高さはLLWL においても取水が可能であり、沈砂機能も保たれるが、砂の堆積量によっては有効水深が不足する場合があるため、沈砂池からの排砂については留意することが肝要である。

### ③既存浄水施設への送水の分配方法

沈砂池を通過後、原水はポンプ井へ導かれ、一部は下記の取水ポンプによって新規浄水場へ送られる。一方、既存ポンプ井側へは、配管(φ700mm)で連結し、ビジャリカ市向けの水量を配分する。

### ④取水ポンプ

取水ポンプは沈砂池後にあるポンプ井に設置する。常時3台運転、1台予備の4台設置とする。形式は維持管理の簡便さを考慮し、水中ポンプ形式とする。原水は取水場から口径400mmの導水管(流速V=1.24m/秒)で約150m離れた浄水施設へ導かれる。

ポンプの仕様；取水量  $Q=3.12\text{m}^3/\text{分} \times 3\text{台} = 9.36\text{m}^3/\text{分}$  (0.156 $\text{m}^3/\text{秒}$ )

口径・揚程：φ200mm、H=20m

### ⑤付帯設備

沈砂池の清掃のため、池底に砂溜用ピットを設け、排水ポンプを設置し、排水する。池底に堆積した砂は人力によってかき集められ、バケットに移し、地上からこれを吊上げ池外へ搬出することにする。なお、作業の軽減化のため、沈砂池の壁頂に設置した鋼材で組んだ架台にチェンブロックを設置する。

## 3-2-2-3 浄水施設計画

### (1) 浄水場の基本条件

浄水場施設計画の基本前提条件は以下のとおりとする。

#### 1) 浄水処理方式

現地調査結果及びESSAPとの協議事項を踏まえ、今回採用する浄水処理方式は、概ね既存浄水場

と同じ処理システム構成とする。従って、浄水場の施設には可能な限り機械・電力を使わないシステムとし、特に、ろ過池においては、バルブ制御や逆流洗浄、薬品管理などは目視と手動で行うことを前提とする。これによって、浄水プロセスを目視で確認しながら、複雑な操作をすることなく適切な運転ができるよう配慮する。新規浄水施設の概要は表 3.2.5 に、システムフローは図 3.2.7 に示す通りである。

## 2) 浄水場施設

### ① 浄水場の生産量

計画 1 日平均需要量: 13,500m<sup>3</sup>/日 (コロネルオビエド市への計画給水量+浄水場内損失水量 10%)

### ② 浄水場システム及び運転方法

テビクアルミ川の原水特性から、既存フロック形成池で採用されている羽根車による攪拌方式とはせず、自然流下を利用した迂流式を採用する。ろ過池の逆洗方式は、原水特性から空気洗浄を併用する逆流洗浄方式を採用する。

## (2) 浄水場施設概要

表 3.2.5 浄水施設の概要

浄水場・施設名称	新設計画・設計方針
1.着水井	滞留時間:1.5分
2.原水計量器	パーシャルフリューム
3.薬品混和・急速攪拌	パーシャルフリューム+射流部+跳水部
4.凝集池	3段階・水平迂流式フロック形成×3池
5.沈澱池	上向流傾斜管方式薬品沈殿池×3池
6.ろ過池	急速ろ過池×4池、下部集水装置:有孔ブロック方式
7.逆洗ポンプ	渦巻斜流ポンプ Q=24.0m <sup>3</sup> /分×2台(1台予備)
8.逆洗ブローア	ブローア、空気量 Q=36.0m <sup>3</sup> /分×2台(1台予備)
9.浄水管理池	薬品注入+自然平衡型定速ろ過管理×1池
10.配水池	2池、合計配水量 1,000m <sup>3</sup>
11.送水ポンプ	横軸多段式渦巻ポンプ Q=2.85m <sup>3</sup> /分、H=150m×4台(1台予備)
12.硫酸バンド注入設備	硫酸アルミニウム;横型ダイヤフラムポンプ 2式(1台予備)、溶解槽 2式
13.石灰注入設備	消石灰:横型ダイヤフラムポンプ 3式(2台運転、1台予備)、溶解槽 2式
14.塩素注入設備	1tポンベ 2台設置、塩素ガス漏洩警報装置、天井吊りホイスト装備
15.計測設備	送水流量積算計(超音波式) 1式 逆洗水量計(自立型差圧式オリフィス式) 1式 圧力計;全てのポンプに設置 取水ポンプ井、配水池に水位計 各 1式(ポンプ停止機能をインターロック) 水質試験機器(理化学試験用)の補充 1式 (濁度計、ジャーテスター、蒸留水器、pH計、天秤、濃度計、ガラス器具等)
16.排水管	φ700mmRC管(河川直接放流)

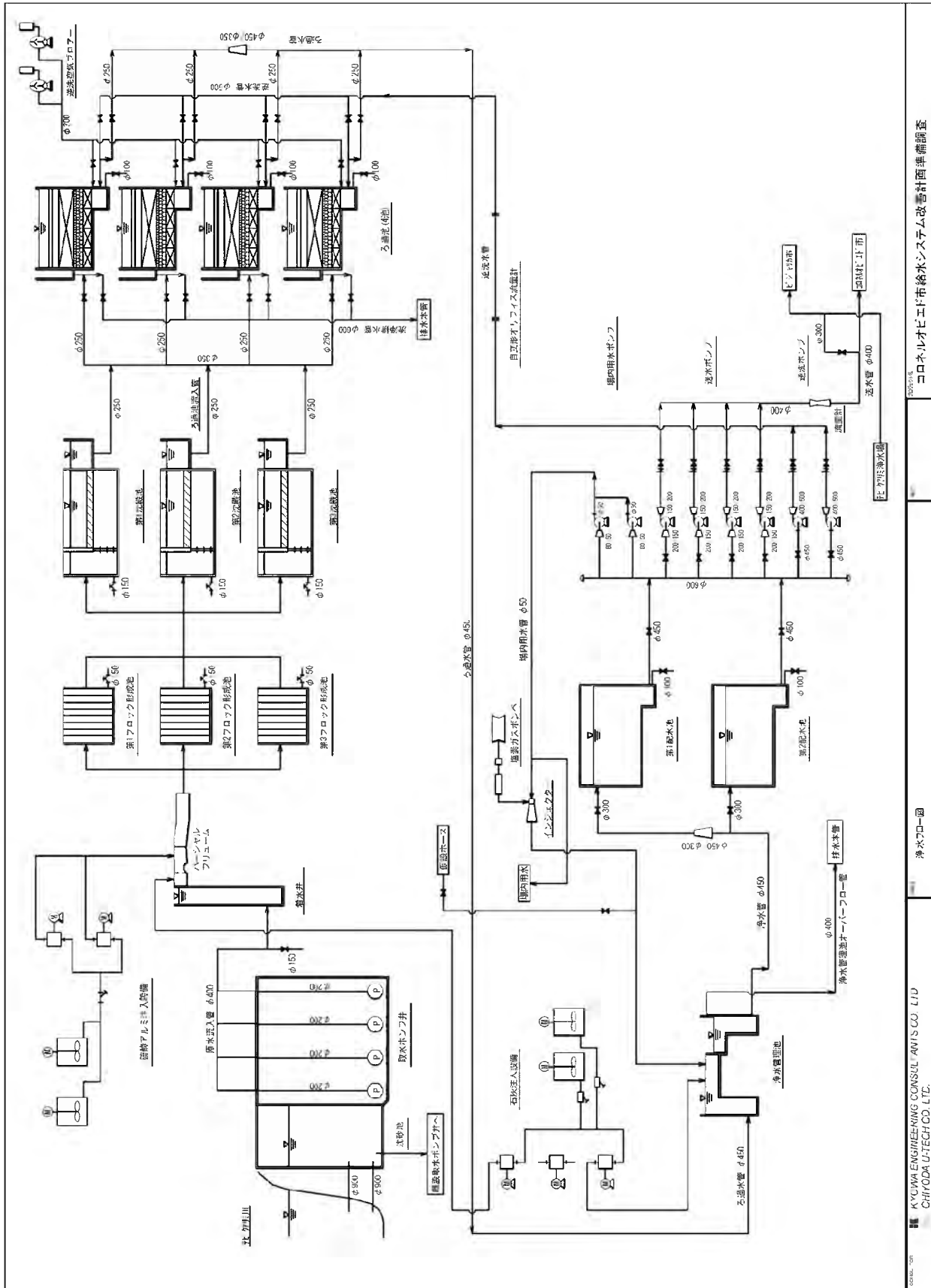


図 3.2.7 計画浄水システムフロー

### (3) 構造物の基礎構造

本調査で実施した地質調査の結果、計画施設用地は地表付近から深さ8m付近まで、N値が5から10程度の軟弱地盤が続いていることが確認された(図3.2.8参照)。計画施設の敷地は、今後、パ国側によって約2~4m程度盛土造成されることになっているが、本プロジェクトの本体工事の開始までには期間が短いので十分に圧密することは期待できない。大量の水を処理するため重量構造物となる浄水施設は堅固な基礎構造で支える必要があることから、構造物の基礎を杭基礎とする必要がある。杭定着はN値35~40程度の地盤とする。

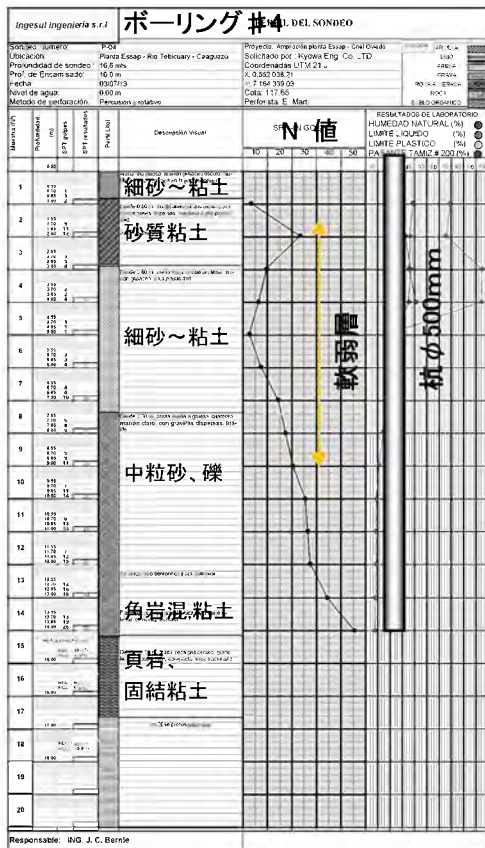


図 3.2.8 地質調査の結果と基礎杭の検計

現地調査において杭工事業者を当たった結果、現地では杭基礎が広く行われていないが、数少ないながら、場所打ち杭の実績を有する業者があり、これを採用することとした。場所打ち杭の設計は以下の通りである。

#### 1) 許容支持力 Ra の計算

$$Ra = 1/n \times (Ru - Ws) + Ws - W$$

ここに Ra: 杭頭の支持力(kN)、n: 安全率(=3)、Ru: 地盤から決まる極限支持力(kN)、Ws: 杭で置き換えられる土の有効重量、W: 杭及び杭内部の土の有効重量(kN)

$$Ru = qd \times A \times U \times \sum (li \times fi)$$

qd: 3,000 kN/m<sup>2</sup> → 砂層の N 値 30 以上

A: 杭先面積:  $= \pi/4 \times D^2 = 0.196 \text{ m}^2$

U: 杭の周長:  $= \pi \times D = 1.571 \text{ m}$

$\gamma_i$ : 杭で置き換えられる土の単位重量(kN/m<sup>3</sup>)

$li$ : 周面摩擦力を考慮する層の層厚(m)

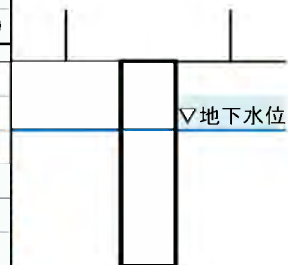
$fi$ : 周面摩擦力を考慮する層の最大周面摩擦力度(kN/m<sup>2</sup>)

砂質土の場合  $fi = 5 \times N$  値、粘性土の場合  $fi = 10 \times N$  値

なお、杭の支持力計算の各数値は表 3.2.6 により求める。

表 3.2.6 杭の支持力計算結果

GL	土質	N値	li (m)	$\gamma_i$ (kN/m <sup>3</sup> )	Ws (kN)	fi (kN/m <sup>2</sup> )	li・fi (kN/m)
120.9	盛土	2	1.9	18.0	6.7	10.0	19.0
119.0	砂質土	2	1.5	18.0	5.3	10.0	15.0
117.5	粘性土	4	2.5	7.2	3.5	40.0	100.0
115.0	砂質土	9	3.5	8.2	5.6	45.0	157.5
111.5	砂質土	20	4.5	9.2	8.1	100.0	450.0
107.0	砂質土	35	0.5	9.2	0.9	175.0	87.5
106.5	計		14.4		30.2		829.0



杭の極限支持力は  $Ru = qd \times A + U \times \sum (li \times fi) = 3000 \times 0.196 + 1.571 \times 829.0 = 1,890.4$

杭 1 本当りの許容支持力は  $Ra = 1/n \times (Ru - Ws) + Ws - W = 1/3 \times (1,890.4 - 30.2) + 30.2 - 49.2 = 601 \text{ kN} \dots \text{約 } 61 \text{ トン/本}$  となる。

### 3-2-2-4 送水管計画

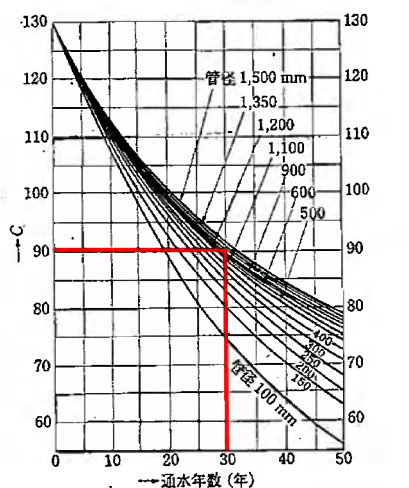
#### (1) 送水量

送水量はコロネルオビエド市の計画 1 日給水量  $12,300\text{m}^3/\text{日}$  とする。

#### (2) 送水管計画

##### ① 送水管ルート

送水ポンプの吐出管は、ポンプ室内で  $\phi 400\text{mm}$  の集合管(鋼管)に接合され、ポンプ室外の制水弁ピットで送水管に接合される。これよりコロネルオビエド市の ESSAP 配水センターまでの約  $23\text{km}$  を送水区間とする。本プロジェクトは既存施設を有効利用することにより、経済的かつ効率的な協力実施を行うことを重視している。現在、浄水場からコロネルオビエド市へは  $\phi 350\text{mm}$  のダクタイル管が布設されている。ただし、既存送水管は本調査で実施した流量測定の結果、約  $12\%$  の漏水が発生していることが確認されている(2-1-4、(2)参照)。漏水発生区間は現地調査の結果、浄水場から  $11.5\text{km}$  付近と同  $14.5\sim 17\text{km}$  付近であると想定される(図 3.2.10 参照)。腐食の原因は腐食性土壌と推定されたため、この土壌を日本へ持ち帰り、認定試験所にて腐食性を評価した。その結果、pH は  $4\sim 5$  と酸性域にあるものの、ANSI/AWWA(米国国家規格/米国水道規格)の判定基準からは腐食性土壌ではないと判定された。しかしながらこの区間では、管体に穴が開き、多量の漏水が発生して管を交換したことがあるため、漏水箇所を特定して配管の更新を行うことにより、既存配管を今後も使用できると判断した。ただし、既存送水管の漏水対策のための補修、更新作業はパ国側の責任で実施することとする。



モルタルライニングを行わない鑄鉄管における  
通水年数と流速係数Cとの関係曲線

(G. S. Williams & Hazen: Hydraulic Tables, John Wiley & Sons, 1905)

注) この図は、70年前の普通鑄鉄管で平均的な soft unfilte red river water を対象とし、さらに次の仮定から出発している。

1. 新管の  $C=130$ .

図 3.2.9 鑄鉄管の通水年数と流速係数との関係(出展: 水道施設設計指針)

送水管は  $12,300\text{m}^3/\text{日}$  の計画給水量を送水する。ただし、次項②に記載する理由から、浄水場から約  $800\text{m}$  区間は  $\phi 400\text{mm}$ 、1 本配管とする。その後の約  $21.9\text{km}$  区間は、既存送水管  $\phi 350\text{mm}$  (ダクタイル鑄鉄管) と新規送水管  $\phi 300\text{mm}$  (モルタルライニング・ダクタイル鑄鉄管) のダブル配管で送水する。既存配管は布設後 30 年あまりを過ぎ、管内部に錆こぶなどが発生していると想定され、管内面積の縮小や水頭損失への影響が懸念される。これらの要素はヘーゼン・ウィリアムズ公式による管内水圧の計算では流速係数  $C$  値で考慮される。

鑄鉄管の通水年数と流速係数  $C$  値の関係は図 3.2.9 の通りであり、30 年で  $90$  程度と想定される。現在コロネルオビエド市までの約  $23\text{km}$  区間は、 $\phi 350\text{mm}$  の送水管により、 $7,000\text{m}^3/\text{日}$  程度を送水している。従って、既存送水管による送水状況は、表 3.2.7 に示す通り、ヘーゼン・ウィリアムズ公式により、損失水頭が  $93.3\text{m}$  となり、これに実揚程(浄水場とコロネルオビエド市の配水センターの既存配水池との水位差)  $63.0\text{m}$  とポンプ周りのロスを加味すれば、ポンプ揚程は  $165\text{m}$  程度と計算され、既存送水ポンプの出力からも概ね妥当な値であると想定された。

なお、詳細設計において、実際の流量状況を再調査し、既存管のC値を検証する。

表 3.2.7 現状の送水状況

送水量	管径	断面積	管内流速	ヘーゼン・ウィリアム 公式のC値	ヘーゼン・ウィリアム公式に よる損失水頭
7,000m <sup>3</sup> /日	350mm	0.0962m <sup>2</sup>	0.842m/秒	90	93.314m

計画送水管の布設位置は既存送水管と並列とし、国道8号線に沿う民地との緩衝帯とする。送水管の終点はコロネルオビエド市の配水センター敷地内の境界から15m入った地点とし、既存配管に接続し、既存の半地下式配水池に流入する計画である。表 3.2.8 は計画送水管の送水状況を想定しており、ダブル配管の流量を流量比でバランスさせ、ヘーゼン・ウィリアムズ公式で求めた計画送水管の損失水頭及びポンプ揚程を求めたものである。新規送水管のC値は130とする。その結果、損失水頭は76.5mとなり、これに実揚程(62.0m)、ポンプ周りのロス等(10.0m)を加味し、計画ポンプの計画揚程を約150mとする。この条件下において、計画送水管では、既存配管の水圧は、現状より約15m低減すると想定される。図 3.2.10 に送水管のルートに沿った動水勾配線等の関係を示した。

表 3.2.8 計画送水管の送水状況、損失水頭、ポンプ揚程

	送水量 (m <sup>3</sup> /日)	流量比	水量			管径φ (m)	管断面積 (m <sup>2</sup> )	流速 (m/s)	導水勾配	C値	損失水頭 (m)	ポンプ揚程 (m)
			(m <sup>3</sup> /日)	(m <sup>3</sup> /分)	(m <sup>3</sup> /秒)							
浄水場～W配管分岐点、L 800m区間	12,300	1	12,300		0.1424	0.40	0.1257	1.133	0.003083	130	2.466	
W配管区間、L 21,900m												
新規φ300mm	12,300	0.4905	6,033		0.0698	0.30	0.0707	0.988	0.003350	130	74.041	148.508
既設φ350mm		0.5095	6,267		0.0725	0.35	0.0962	0.754	0.003350	90	74.033	148.499

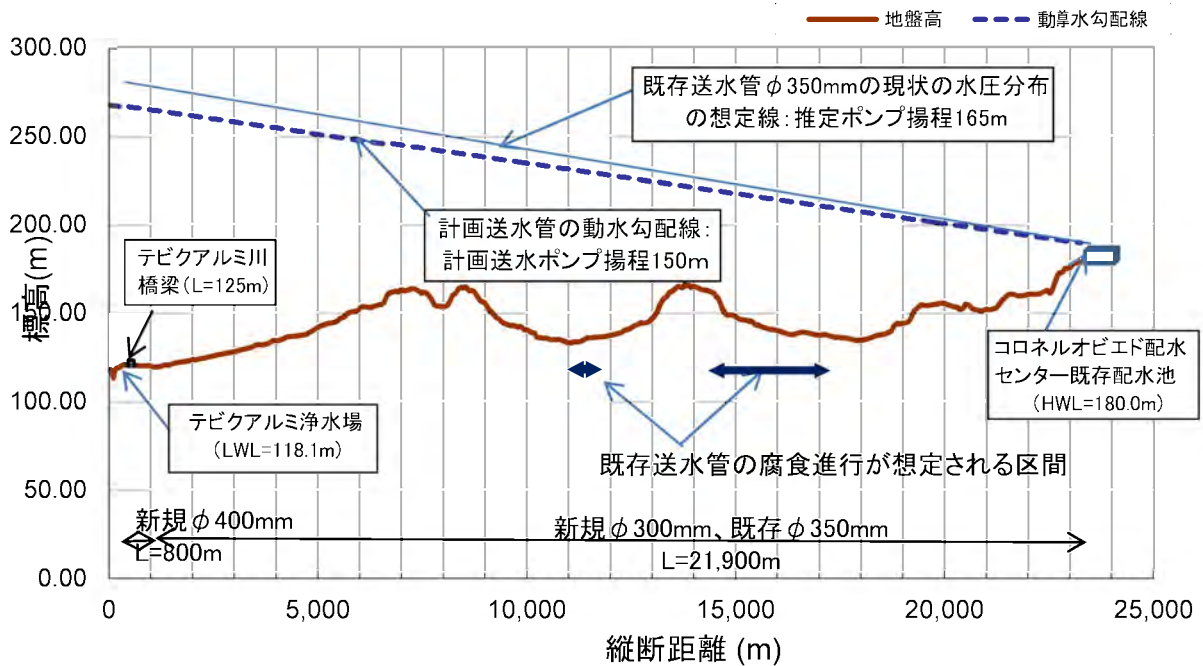


図 3.2.10 送水管の縦断系と動水勾配

## ②橋梁添架

テビクアルミ川を横断する国道 8 号線の橋梁は洪水対策として嵩上げされ掛け替えられる予定である。工事は MOPC が実施するため、現地調査の中で担当技術者と協議した。その結果、計画送水管は新規橋梁に添架されることがパ国側と同意され、添架方法に関する大まかな調整を行った。詳細な構造は今後 MOPC 側と調整していく必要がある。本計画では型鋼部材で受台を組み立て、これを橋梁主桁にアンカーボルトで接合固定する工法を提案した。この工法は一般的な工法として実績もある。再協議の結果、パ国側は同工法に合意した。送水管は既存送水管  $\phi 350\text{mm}$  と新規送水管  $\phi 300\text{mm}$  のダブル配管とするが、橋梁の架け替えにともない、既存管を架け替えるのは工事が重複し、設置スペースや過重が余分にかかり、サポート構造も大きなものになる。また、工事の責任機関が別々となるなど工事が輻輳した場合、工事進捗にも影響がでることが想定される。そのため、この区間は 2 本の配管を  $\phi 400\text{mm}$  (1 本) に統合する。また、橋梁工事に伴い、国道も取付け区間約 1km が変更される。国道工事は本プロジェクトの工事着手前には完了することになっている。このため、既存送水配管は図 3.2.11 に示す通り、国道の真下に位置することになる。その場合、国道を縦断方向に開削することは不可能であると想定されるため、取付け道路がある程度既存道路に摺りつき、既存管が路肩まで移動する位置で接合するのが望ましい。したがって、新規浄水施設を出てからの計画送水管は、橋梁添架区間を含み、凡そ 800m 程度の区間を  $\phi 400\text{mm}$  の 1 本とし、その後、コロネルオビエド市までを計画通りのダブル配管とする。したがって、送水管の開始後の約 800m 区間の管布設工事は日本側の負担とすることとする。なお、接合位置については、詳細設計時に再確認して決定する。

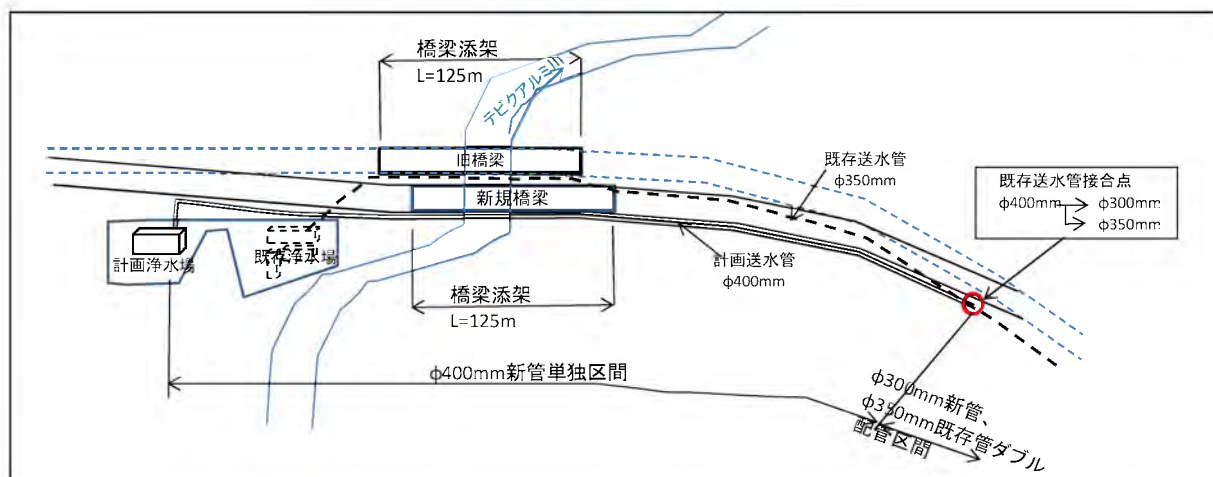


図 3.2.11 計画送水管の始点区間の対処策

## ③ウォーターハンマー対策

送水管の総延長は約 23km であり、送水ポンプは約 150m と高揚程になる。そのため、ポンプ稼働中に何らかの原因で送水ポンプが急停止した場合には、ウォーターハンマー現象の発生が想定される。ウォーターハンマーは、ポンプの破損や送水管の破裂などの重大事故の原因となる恐れがある。この対策として、本プロジェクトにおいては、ポンプをフライホイール装着型とし、フライ



ホイールの慣性力を利用してポンプの急停止を防止することになっている。また、送水管ルートにおいても、標高が高い頂部には水柱分離現象が発生する恐れがあるため、バキューム・ブレイク式空気弁を組み込み、送水管の安全性を高めることにする。

#### ④ビジャリカ市方面送水管への連絡管

洪水時には既存浄水施設は冠水するため、従来対応してきた通り、ポンプ等の電気機器を外して、高所に移動する対策が不可欠である。そのため、ビジャリカ市方面への送水は停止せざるを得ない。ただし、この間においても計画施設は稼働しているため、ビジャリカ市向けの既存送水管と計画送水管が交差する地点で、計画送水管から分岐管を出し、ビジャリカ市向けの既存送水管へ連絡管を接続することにより、ビジャリカ市方面への水道水の補給ができるよう配慮する。

これら上記の対応策については、「3-2-3 概略設計図」に記載した通りである。

### 3-2-2-5 コロネルオビエド市 配水管網計画

#### (1) 配水管網の状況と水理 計算の条件

本プロジェクトにおいては、既存の配水管網の更新はパ国側の責任で行われることとなる。そのため本調査において現況管網の配水能力や問題点を把握することを目的に水圧測定調査を実施した(詳細は、資料編 6-4 に記載した)。水圧データロガーの設置箇所を図 3.2.12 に示す。

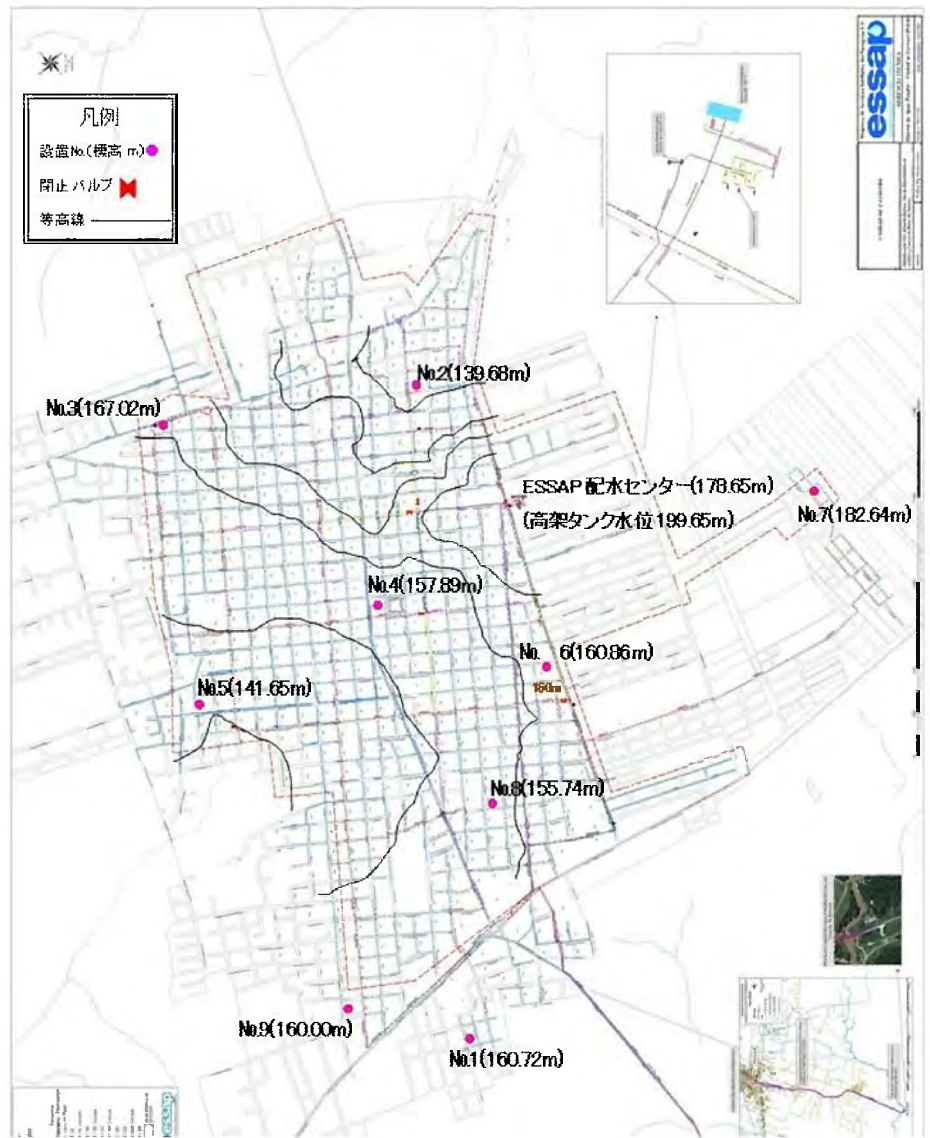


図 3.2.12 水圧データロガー設置箇所と各地点の標高

2013/6/26～2013/7/1の調査期間の内、24時間の連続データが得られた4日間の調査結果を表3.2.9に示す。表中の数値は、有効水頭をメートル(m)で表し、上段に1日の最大値、中段に平均値、下段に最小値をそれぞれ示した。

コロネルオビエド市では1日2回の断水時間があるため、最小値は0mとなる地点が多い。しかし、管内水圧が残っているデータも見られた(表中「網掛け部」)。配水センターから給水が停止しているため、もし漏水等が顕著ならば、水圧が0まで低下してもおかしくないところであるが、断水時間においても一定の水圧が保たれている。

資料編6-4、(2)に記載した水圧測定データの波形グラフの特徴と上記の結果から、一部の地区を除いて配水管網内の水圧は概ね良好に保たれており、漏水はあまり深刻な問題になっていないものと考えられる。

表 3.2.9 水圧測定調査結果集計表

設置No.	6月27日	6月28日	6月29日	6月30日	4日間平均
1	17.6	16.6	17.8	13.4	16.4
	9.4	7.3	8.0	5.8	7.6
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	51.4	51.0	54.2	48.9	51.4
	46.5	45.7	46.0	41.6	45.0
	9.2	0.9	6.7	1.2	4.5
3	22.3	21.8	21.7	16.4	20.6
	14.3	12.1	14.1	11.4	13.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4	32.4	31.6	33.0	28.1	31.3
	26.8	25.6	26.2	23.0	25.4
	3.4	1.1	1.1	2.9	2.1
5	34.0	31.7	31.0	27.1	31.0
	23.7	19.0	20.3	18.0	20.3
	5.7	0.2	0.0	0.0	1.5
6	15.2	14.6	16.6	11.9	14.6
	10.2	9.3	10.0	6.1	8.9
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	13.2	12.5	14.4	9.5	12.4
	7.9	6.9	7.3	5.8	7.0
	0.9	0.9	0.1	0.9	0.7
8	28.5	27.6	29.3	23.6	27.3
	21.6	19.8	20.4	17.2	19.8
	0.0	0.0	0.4	0.0	0.1
9	24.6	23.4	24.6	19.9	23.1
	16.3	14.4	15.2	13.3	14.8
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

単位:m 上段:最大値 中段:平均値 下段:最小値

本プロジェクトの目標年次2020年における効率的な施設改善策を提案するために管網水理計算を行った(詳細は参考資料6-5に記載した)。

現在の配水管網は、φ100～350mmの配水本管が基盤の目状にネットワークの骨格を形成し、その間をφ50～75mmの配水支管で補完する構成である。当市では人口増加により、市の周辺部で入植地や住宅地の開発が進んだため、ESSAPは給水区域の拡張を繰り返してきた。その結果、市街地周辺部ではφ50mmの小口径管による管網が形成されたため給水不良となっている。本プロジェクトにおいて浄水場の新設、送水管の布設が実施されることにより、コロネルオビエド市への送水量が増加し、現在1日2回の時間給水から24時間給水に改善される。

現況の配水管網は図3.2.13に示す通りであり、管の口径を色分けして示している。ESSAP提供の現況管網図により配水管情報の節点を1137箇所を設定した。

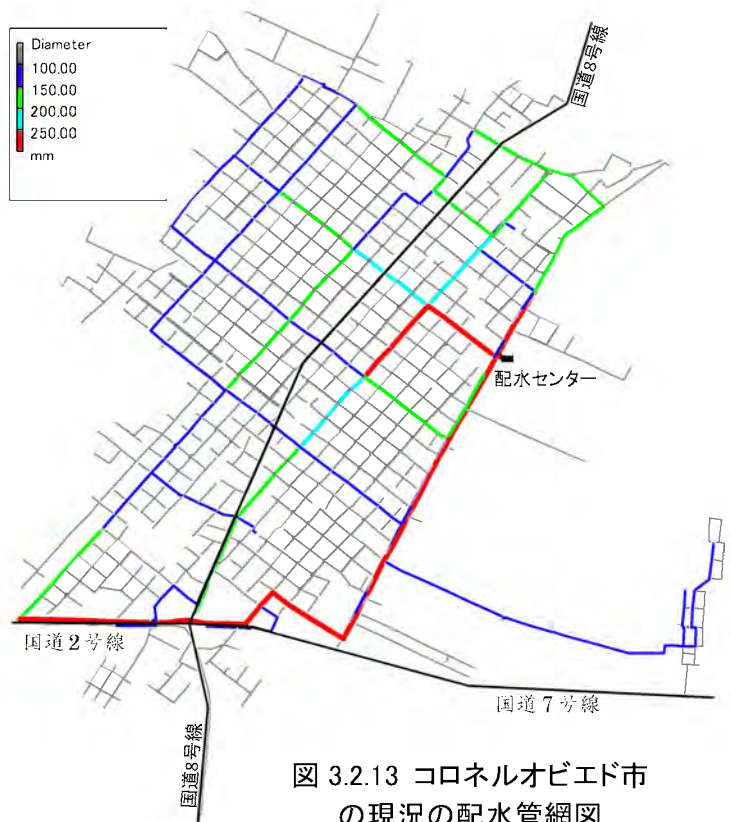


図 3.2.13 コロネルオビエド市の現況の配水管網図

これら各節点が受け持つ水需要量は、時間最大配水量を各接点に割り当てた。

なお、資料編では4通りの管網計算をおこなったが、ここでは、表3.2.10に示す2ケースを抽出し説明する。ただし、下表のケース1、2は資料編のケース2と4にそれぞれ対応している。

表 3.2.10 水理計算の条件

	ケース1 現況水理計算	ケース2 計画目標年次シミュレーション
給水人口	37,615人(2012年)	52,594人(2020年)
給水時間	16時間	24時間
1日平均配水量	5,856m <sup>3</sup> /日 <sup>※1)</sup> (配水池流入量244m <sup>3</sup> /h×24時間)	12,300m <sup>3</sup> /日 (計画配水量)
時間最大配水量	549m <sup>3</sup> /h (5,856m <sup>3</sup> /h:16時間×時間係数1.5)	769m <sup>3</sup> /h (12,300m <sup>3</sup> /h:24時間×時間係数1.5)

※1) 2013/6/26～2013/6/30のISSAP配水センターの管理日報より

## (2) ケース1; 現況水理計算

ケース1の計算結果とその結果から抽出される問題点を図3.2.14、3.2.15に示す。さらに、ケース1に加え、既存配水管網に2020年の水需要量を流すシミュレーション(参考資料のケース3)を実施し、問題点をより明確に把握した。

これらのシミュレーションにより確認できた現況の配水管網の問題点は、主に管網末端へ送水する管路の管口径不足や配水本管との接続箇所が不適切なことである。また、配水センター敷地内の既存配水管φ350mmについても口径の見直しが必要である。これらの問題箇所がボトルネックとなり、管網全体に悪影響を及ぼしている。

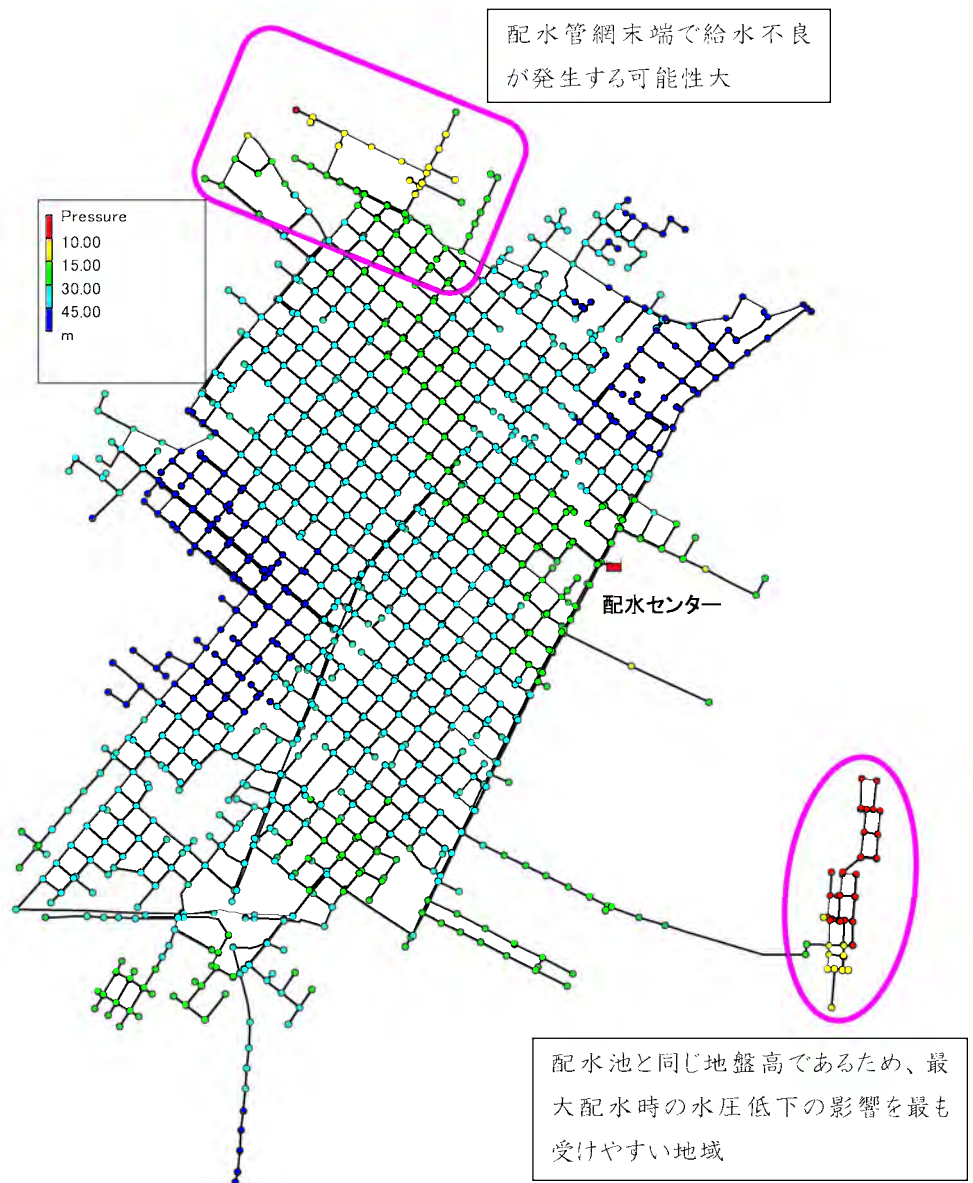


図 3.2.14 ケース1 水圧分布図と問題地区

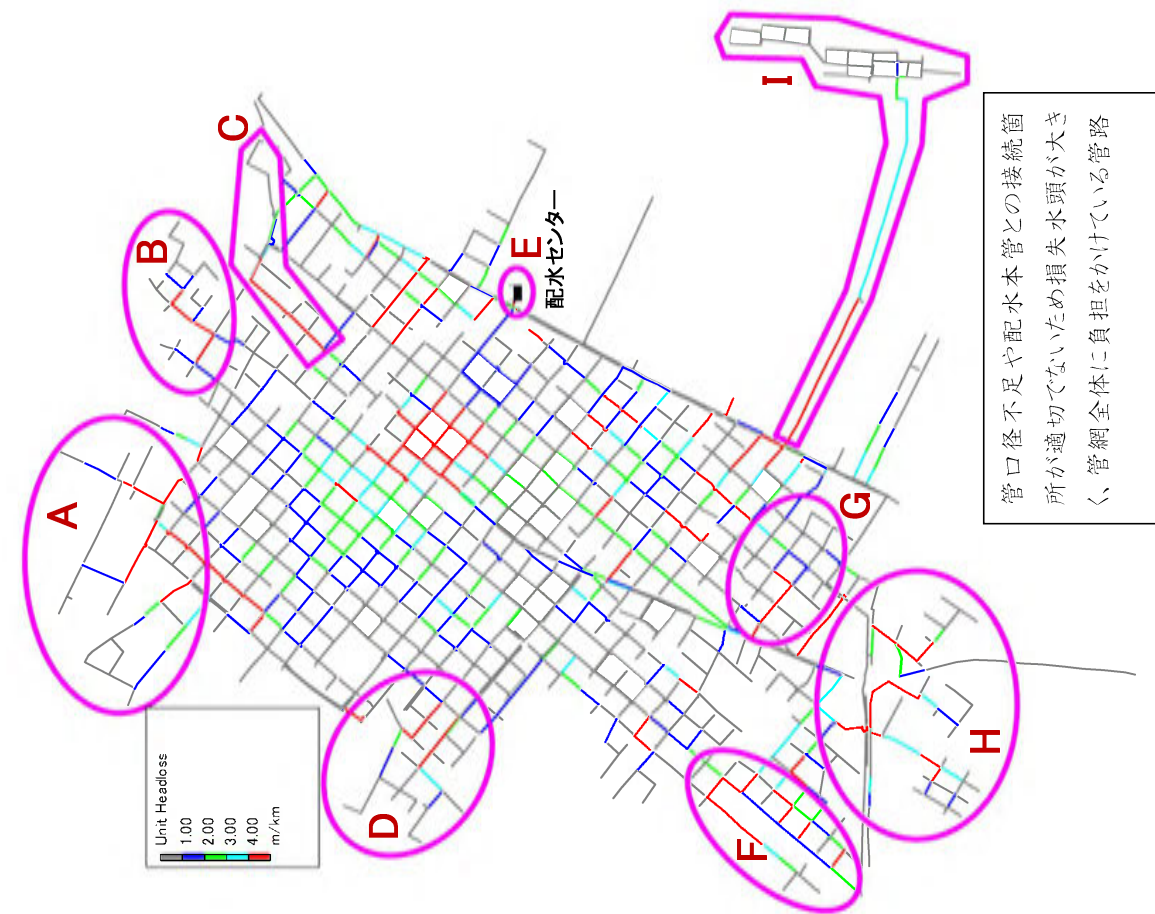


図 3.2.15 ケース1 損失水頭分布図

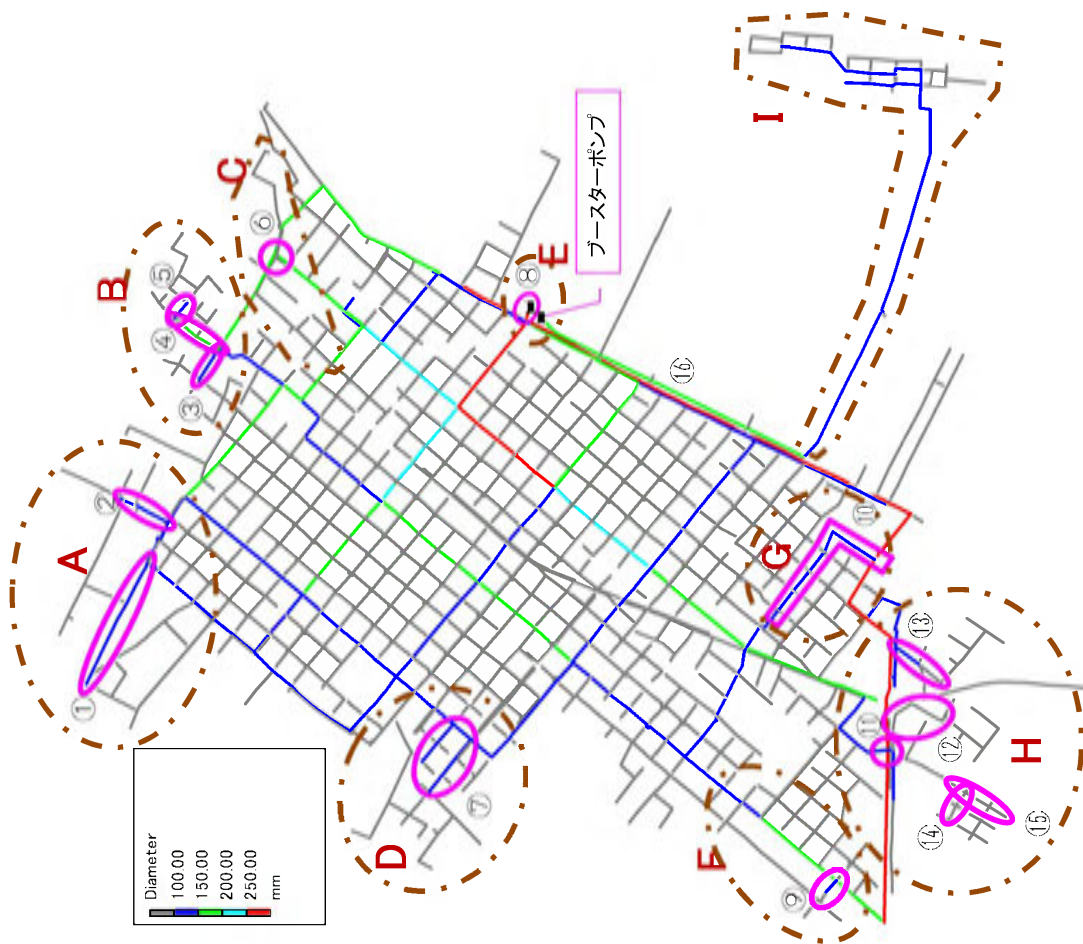


図 3.2.16 施設改善案箇所図

これらのシミュレーションの結果から表 3.2.11 に示す通り問題点を抽出し、その改善案を策定した。改善案の実施箇所を図 3.2.16 に示す。

なお、南東部の地盤高の高いI地域は管網の更新だけでは改善を図ることが難しい立地条件であるため、現況の配水管網とは切り離してブースターポンプによる増圧ブロックの設定を提案する。

表 3.2.11 配水管網の問題点と改善点

検討No.	問題点	改善案	
		対応策	改善策の数量
A	管網末端への供給管路がφ50mmで口径不足である。配水本管との接続箇所までの延長が長く損失水頭が大きい。また、管網が分断されているため末端で給水不良が起こる。	接続箇所を最寄りのφ100mmに変更し、口径をφ50mmから100mmに増径する。①を伸ばして隣接する管網に連絡する。	①PVC φ100mm657m ②PVC φ100mm271m
B	宅地が密集している地域をφ50mmのみの管網で供給しているため損失水頭が大きい。	④をφ150mmに増径して周辺の管網に供給するメイン管とする。③と⑤はサブ管としてφ100mmに増径する。	③PVC φ100mm176m ④PVC φ150mm264m ⑤PVC φ100mm273m
C	損失水頭が大きい既存管φ50mmは北側にある本管(φ150mm)と接続しないまま北部地区へ給水している。そのため、送水負荷が大きくなっている。	φ50mmを⑥の交差点で配水本管φ150mmに接続する。	φ150mmとの接続 ⑥PVC φ50mm10m
D	宅地開発が進んだ地域への供給管路φ50mmは口径不足である。	φ50mm2路線をφ100mmに増径する。	⑦PVC φ100mm計561m
E	配水センター敷地内の既存管φ350mmは既に口径不足である。	φ400mmに増径する。	⑧DCIP φ400mm64m
F	南側地区へ送水する枝管φ50mmは延長が長く、損失水頭が大きい。	φ100mmを新設し、管網をループ状に変更する。	⑨PVC φ100mm65m
G	当地区は既存管がφ50mmと小口径で互いに接続されていない。そのため管網が形成されていないため、給水不良が起こる。	幹線を形成するため既存管をφ100mmで入れ替え、既存管をこれに接合する。	⑩PVC φ100mm808m
H	当地区は市の最南端に位置し、配水池から最も遠く、もともと給水が難しい地区である。また、当地区は国道8号線によって東西に分割されている。また東・西地区の給水は国道2号線の北側からの横断管1か所ずつ(φ100mm)に頼っている。但し、横断管は国道2号線沿いに布設されたφ250mmの本管には接続されていない。横断後は両地区ともφ50mmに分岐し、管網は未形成であるため損失水頭が大きく、全体的に給水不良が発生している。	西側地区の国道2号線の横断管を国道沿いに布設されているφ250mmに接続し、水圧および損失水頭を改善する。	φ250mmとの接続 ⑪PVC φ100mm10m
		既存管の布設替えにより損失水頭の軽減を図る。	⑫PVC φ75mm466m
		⑫φ50mm → φ75mm ⑬北側φ50mm → φ100mm 南側φ50mm → φ75mm ⑭⑮φ50mm → φ75mm	⑬PVC φ100mm143m PVC φ75mm140m
			⑭PVC φ75mm160m ⑮PVC φ75mm242m
I	当地区は配水センターと同じ地盤高であるため、配水管網の末端で有効水頭を保つことが困難である。	他の管網と切り離して配水池にブースターポンプを設置し、⑯専用管φ150mmによる増圧ブロックとして管理する。	⑯PVC φ150mm1450m ブースターポンプ1台(揚程40m)

### (3) ケース 2: 計画目標年次の水理計算

表 3.2.11 の改善案を加味し、計画目標年時 2020 年の水需要量に対応したシミュレーションを行った。その結果の水圧分布を図 3.2.17 に示した。管口径不足の解消、接続箇所の最適化、増圧ブロックの設定といった施設改善により、給水区域内で標高が高く、給水が難しいとされた A 地区、I 地区の末端部でも有効水頭 10m 以上を確保できるようになっている。

なお、これらの改善案を実施した場合の概算直接工事費は 1,005 百万 Gs (20.1 百万円) と推定された。

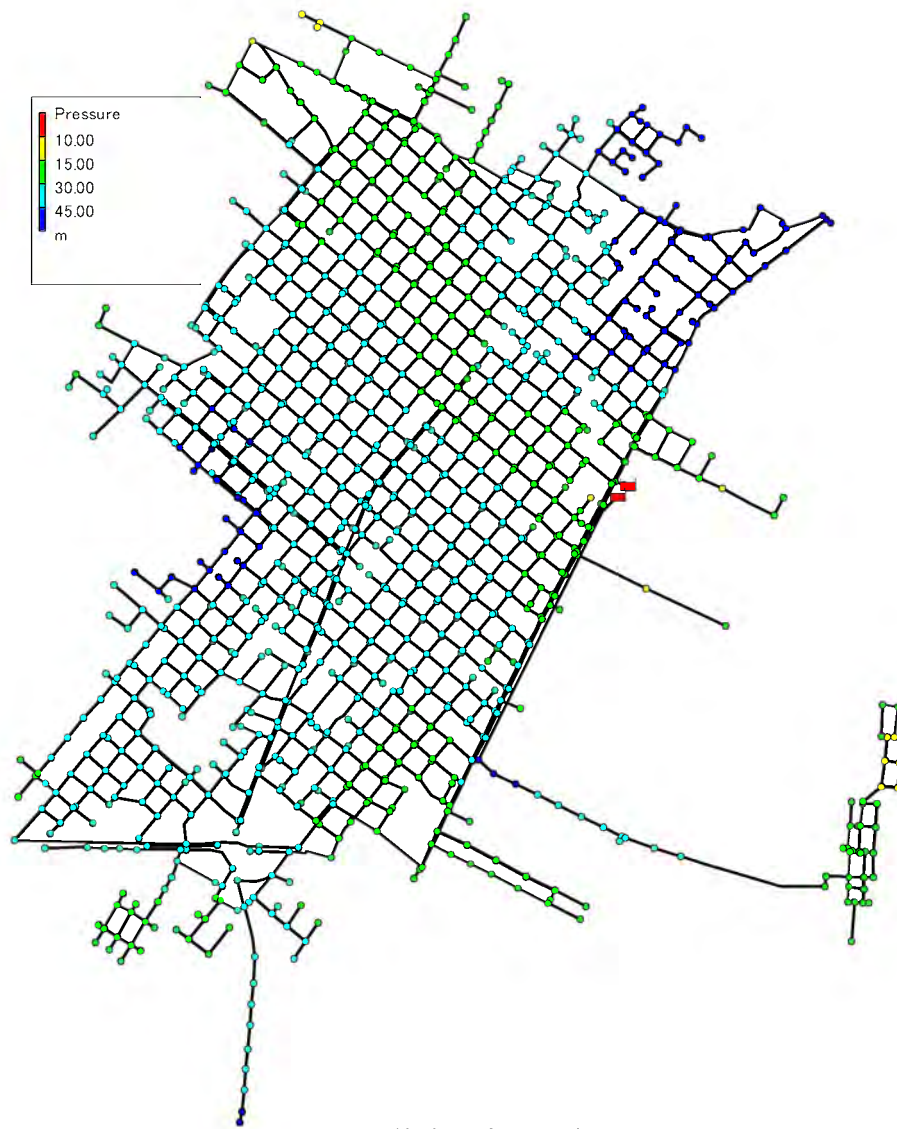


図 3.2.17 改善後の水圧分布図

### 3-2-3 概略設計図

表 3.2.12 計画施設の設計図リスト

図面番号	名称	ページ
	浄水場全体配置図	3-29
	水位高低図	3-30
	取水工図	3-31
	ブロック形成池/薬品沈澱池/急速ろ過池(1/3、2/3、3/3)	3-32、33、34
	浄水管理池	3-35
	配水池/ポンプ室(1/2、1/2)	3-36、37
	薬品管理室	3-38、39
	場内排水計画図	3-40
	単線結線図	3-41
	送水管縦断図	3-42～57
	送水管付帯施設図	3-58、59



テビクアルミ川

取水工 着水井

ハーフヤルリユーム

フロキレターター

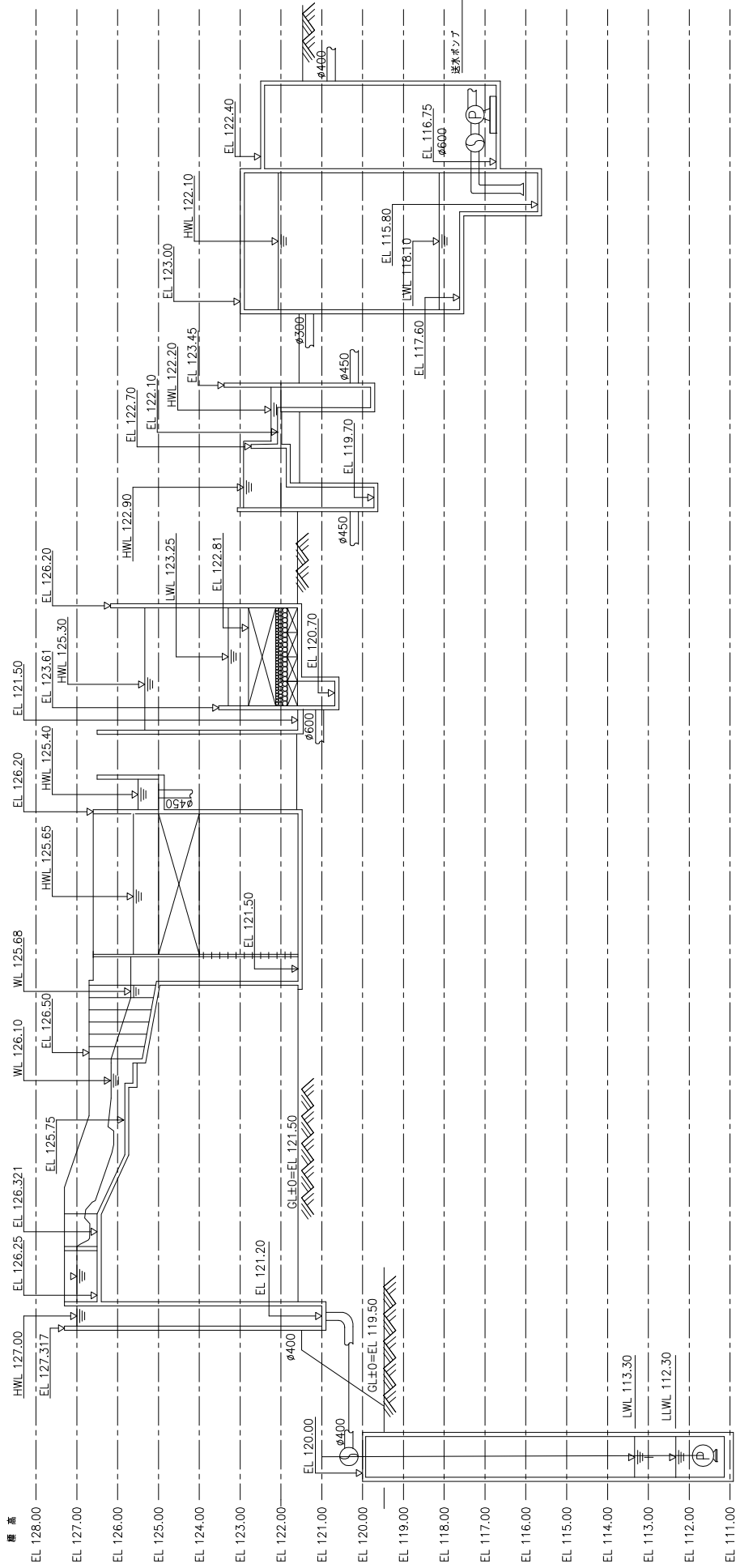
沈殿池

ろ過池

浄水管理池

配水池

送水ポンプ



GL : 地盤高

WL : 水位 (m)

EL : 標高 (m)

HWL : 高水位 (m)

LWL : 低水位 (m)

LWL 113.30

LLWL 112.30

CONSULTOR

KYOWA ENGINEERING CONSULTANTS CO., LTD.  
CHIYODA U-TECH CO., LTD.

冊数6

水位高低図

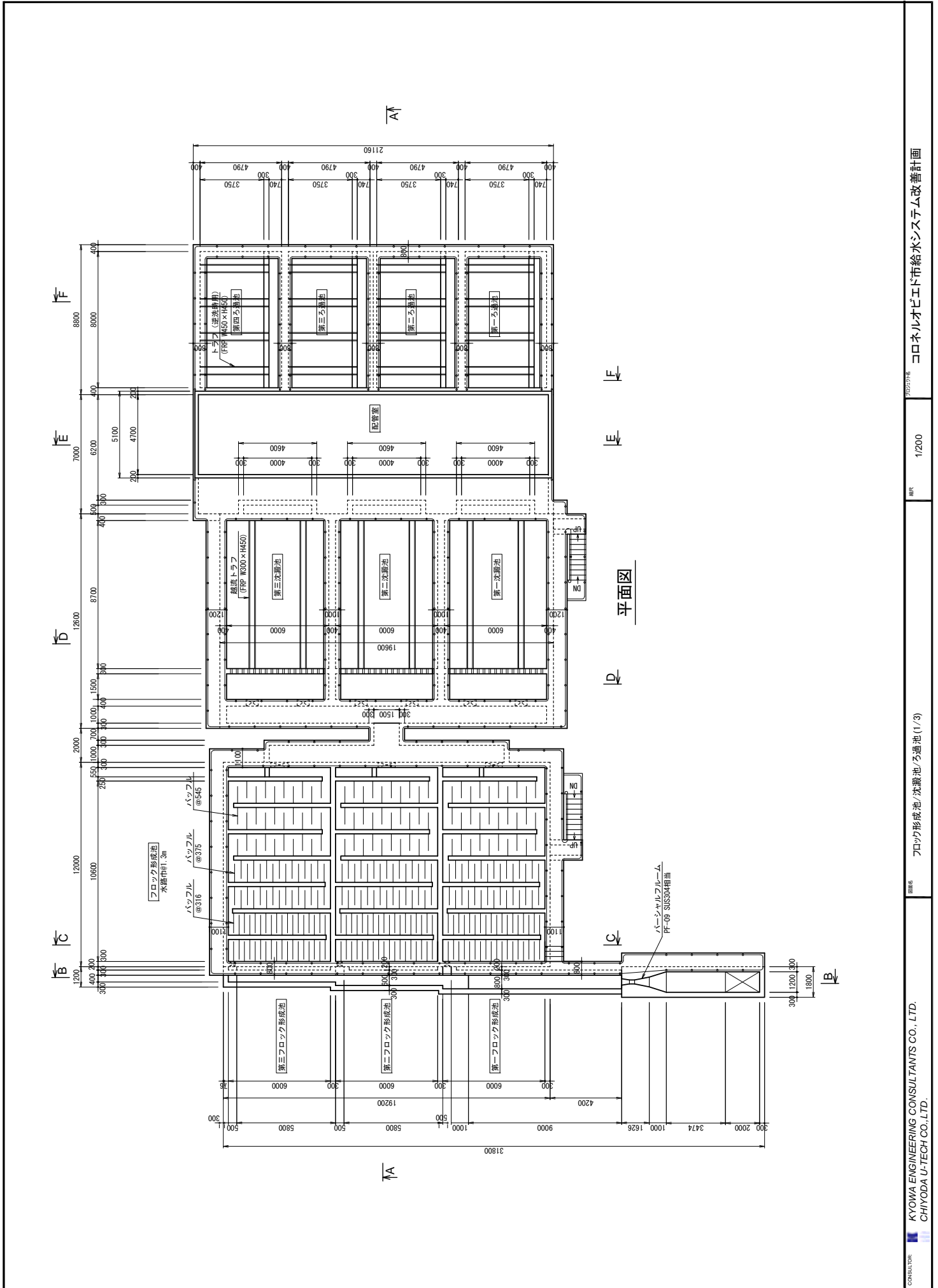
冊数 NONE

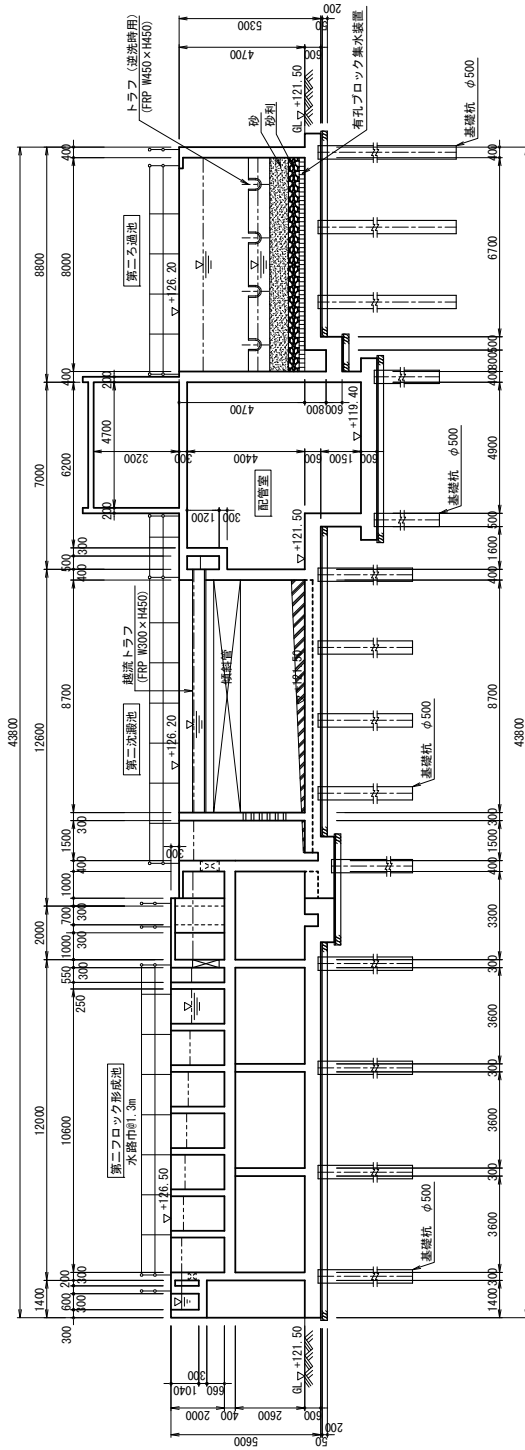
7/20/16

コネルオビエド市給水システム改善計画

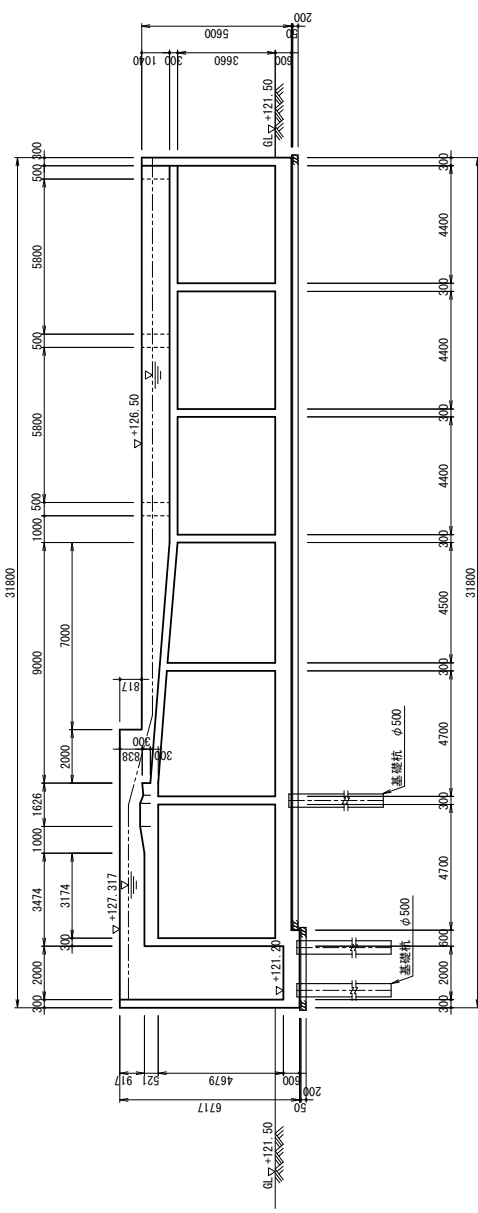




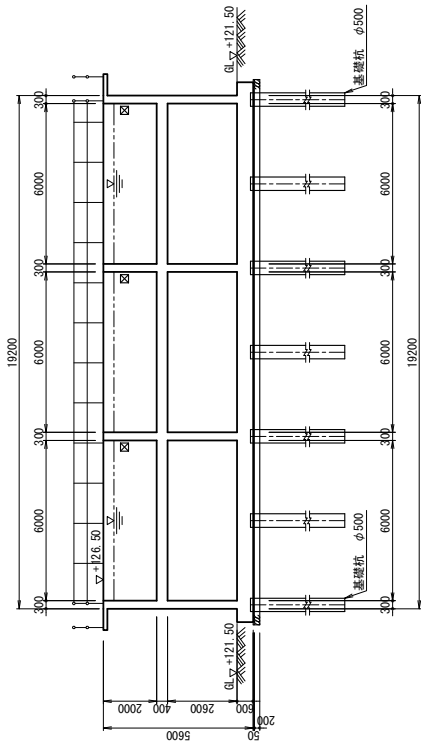




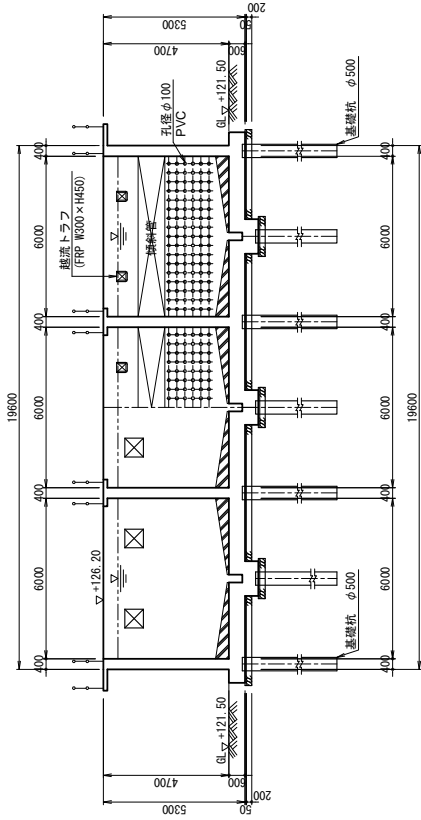
A-A



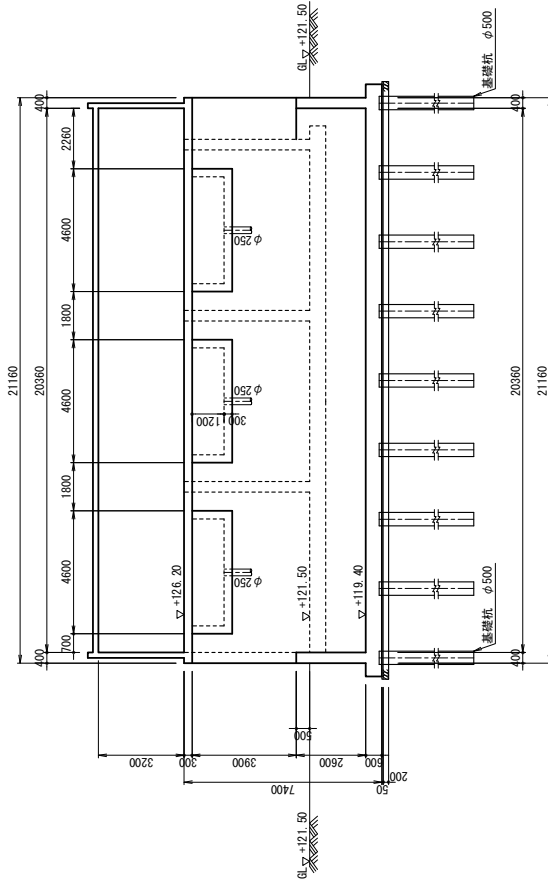
B-B



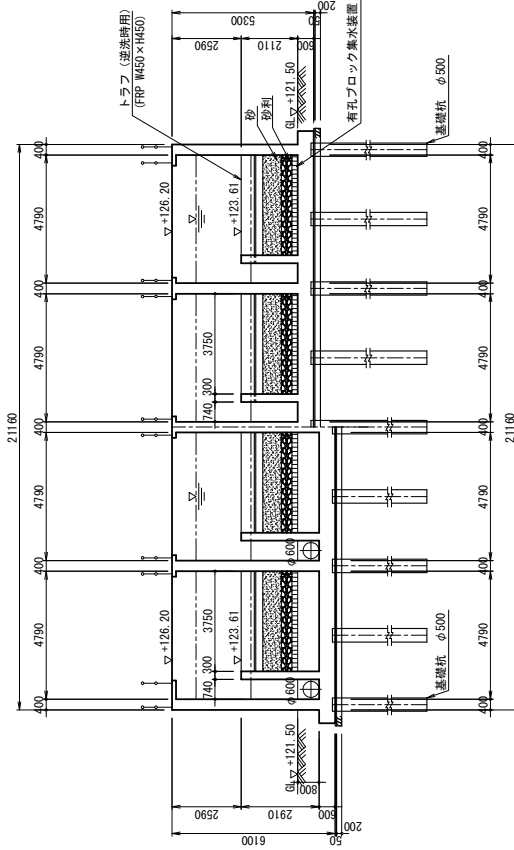
C-C



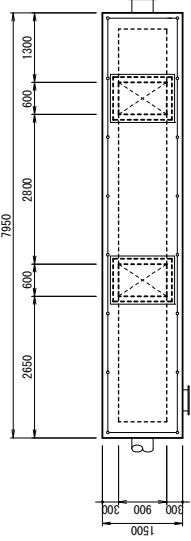
D-D



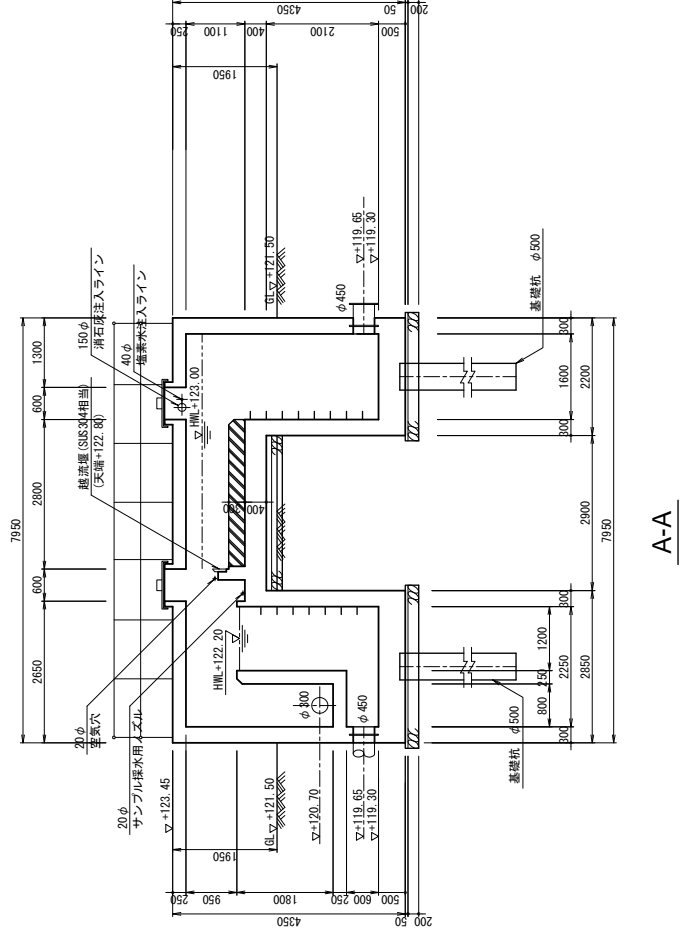
E-E



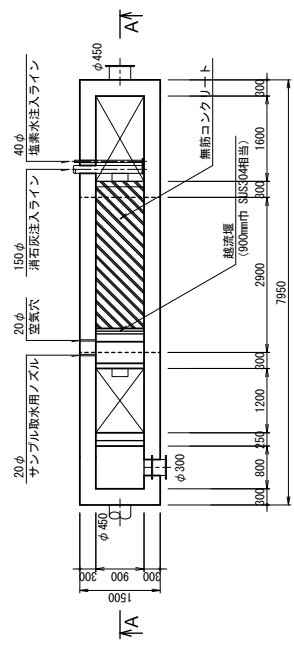
F-F



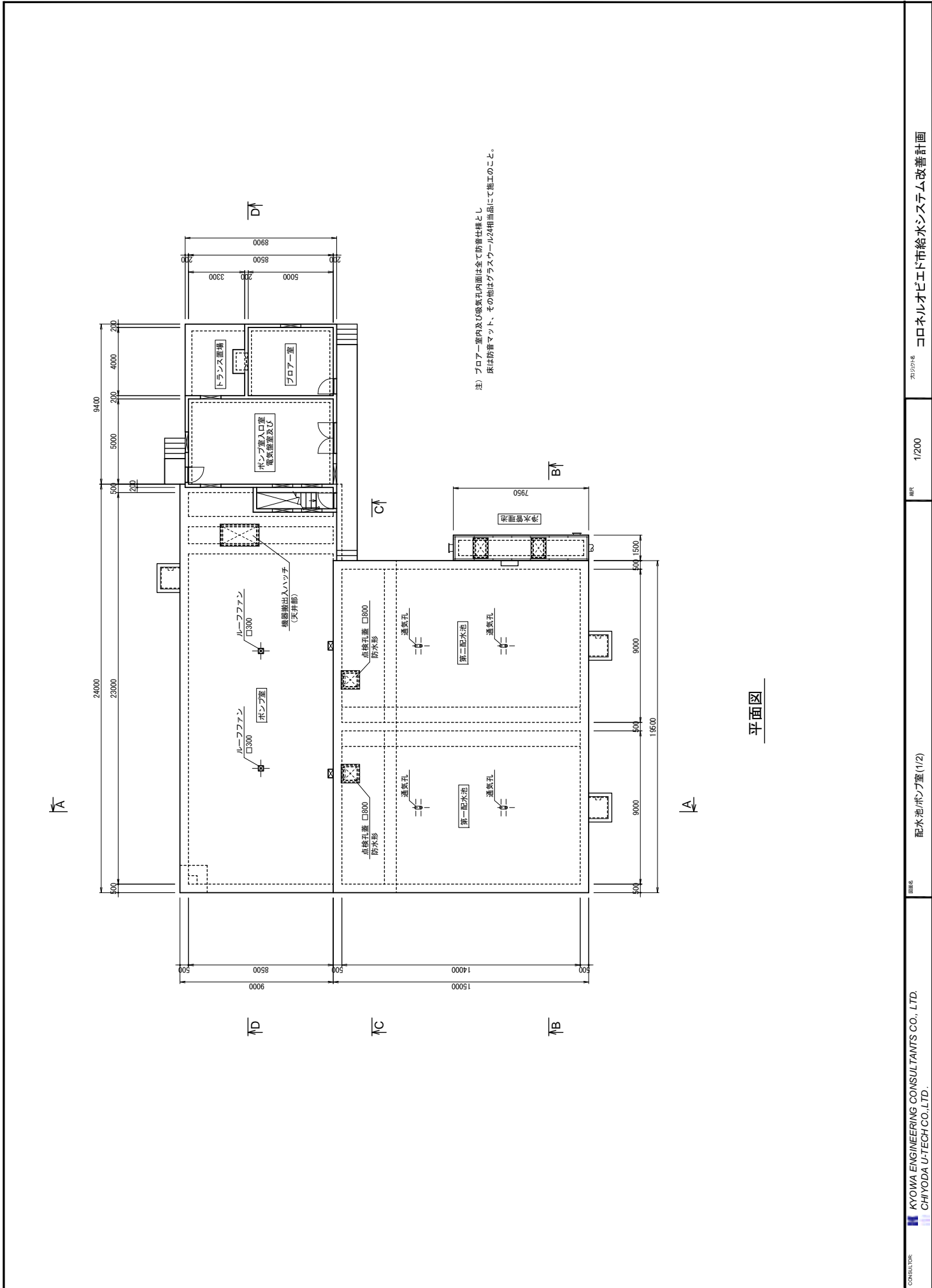
上部平面図



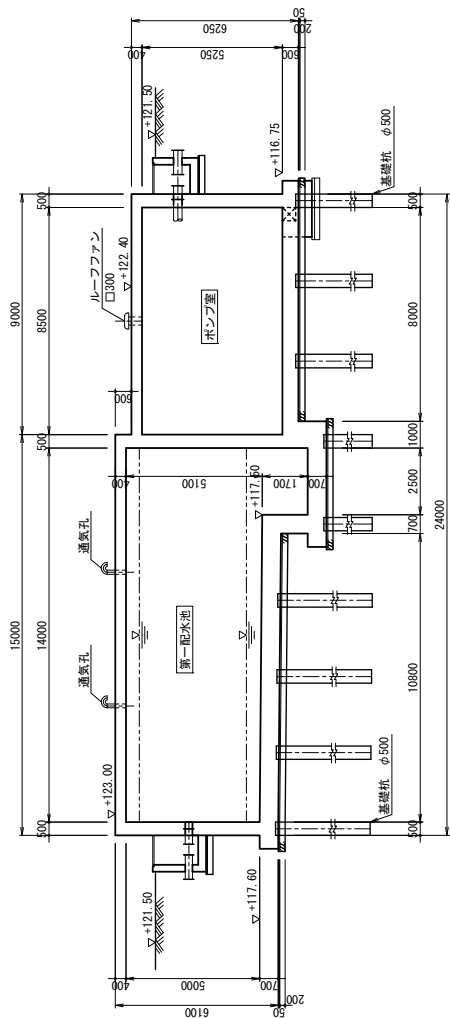
A-A



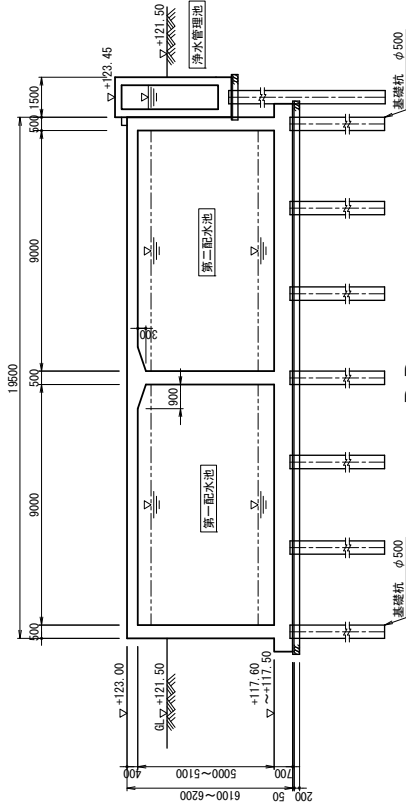
水路部平面図



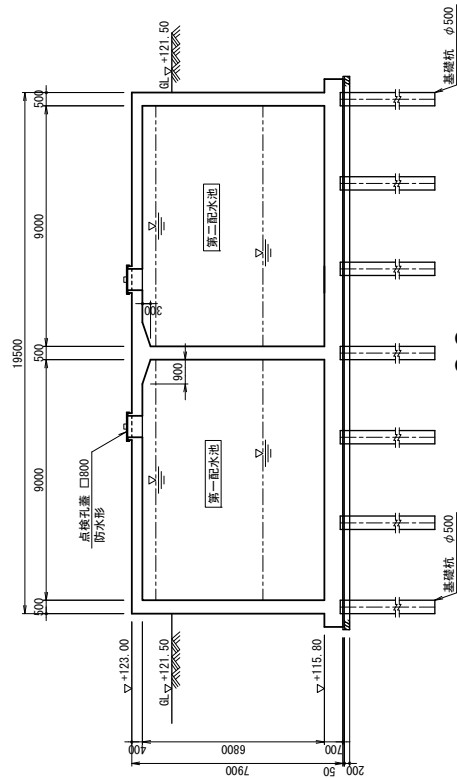
平面図



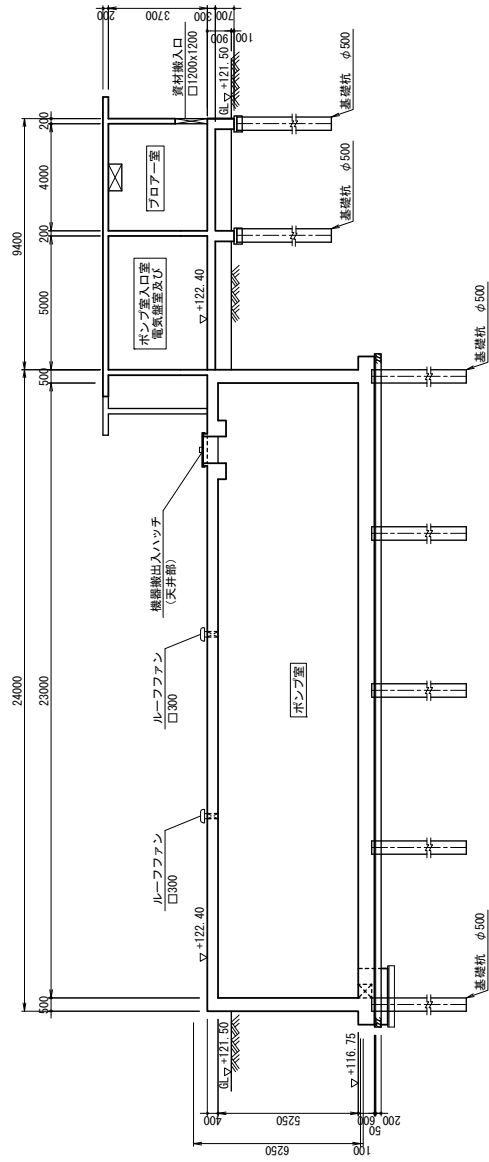
A-A



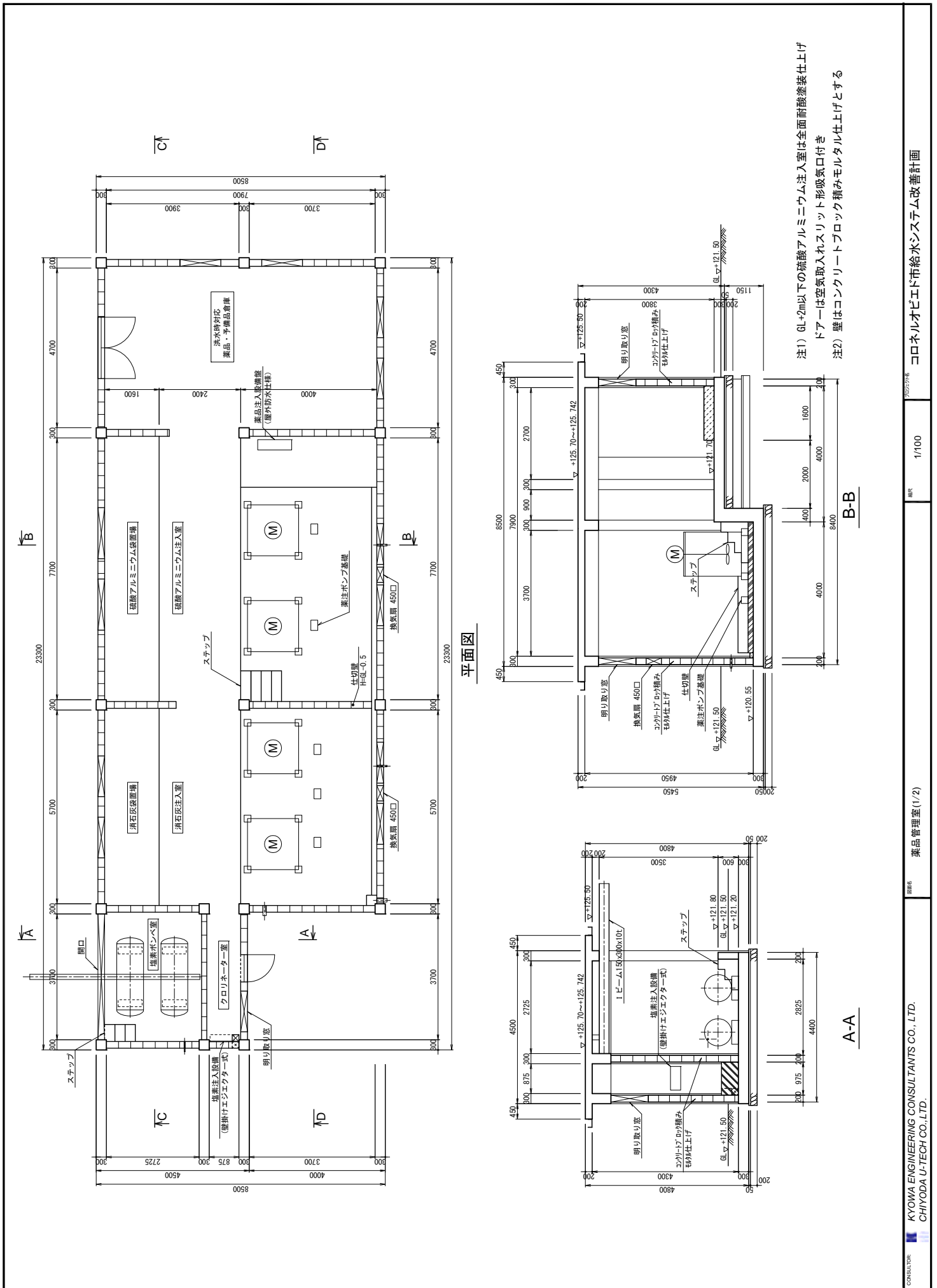
B-B



C-C



D-D

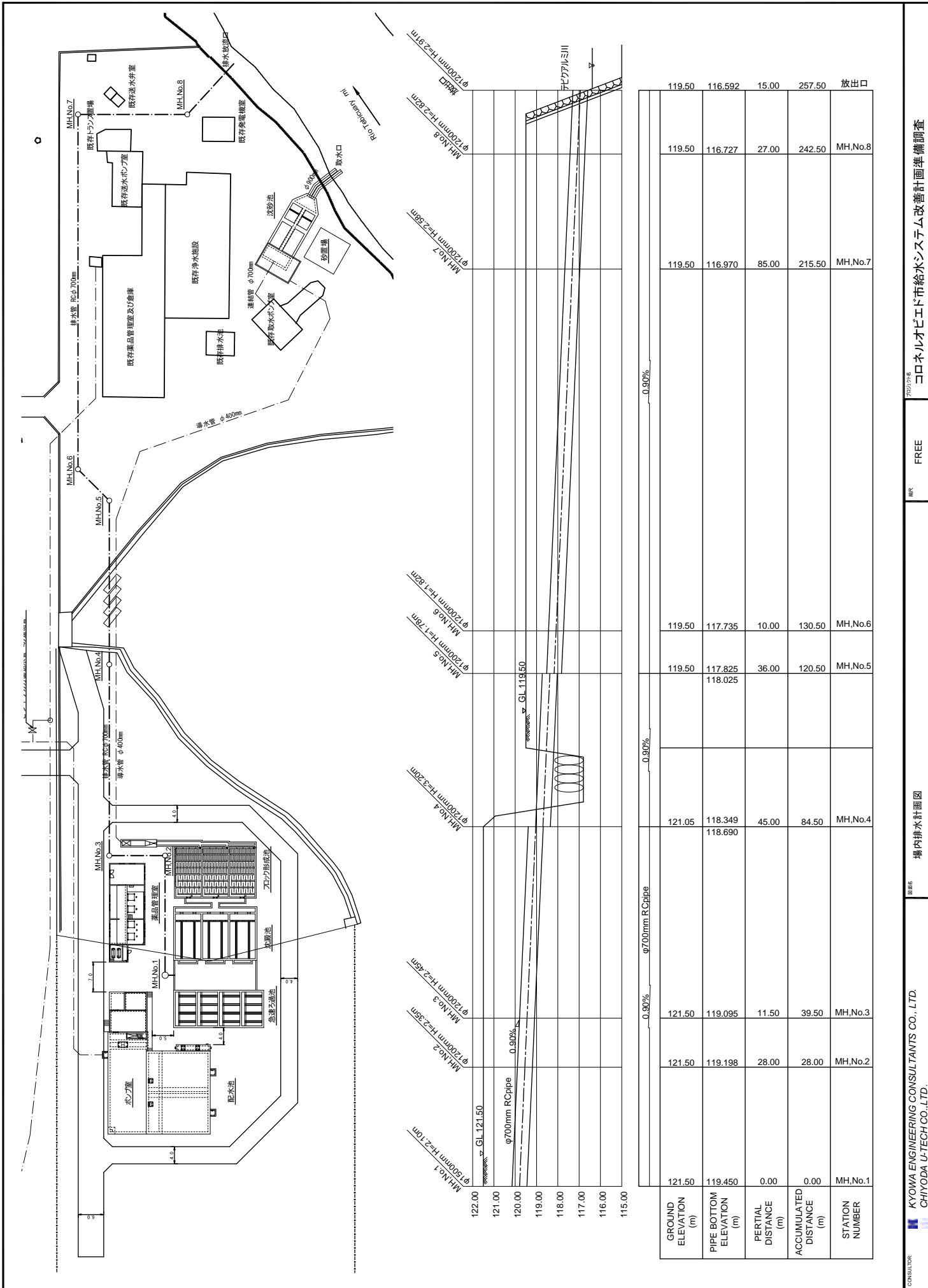


平面図

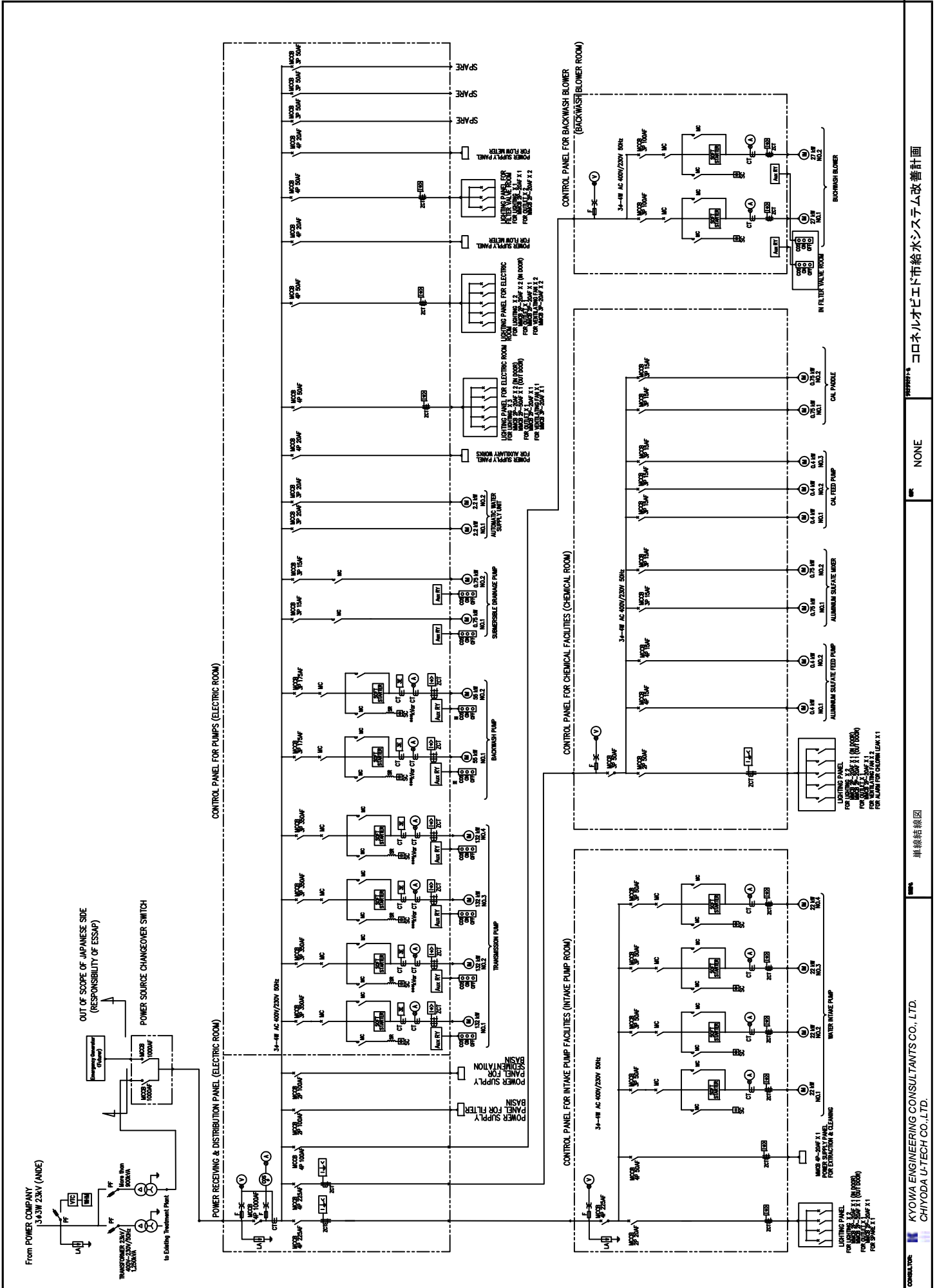
注1) 0L~2m以下の流酸アルミニウム注入室は全面耐酸塗装仕上げ  
 ドアーは空気取入れスリット形吸気口付き  
 注2) 壁はコンクリートブロック積みモルタル仕上げとする

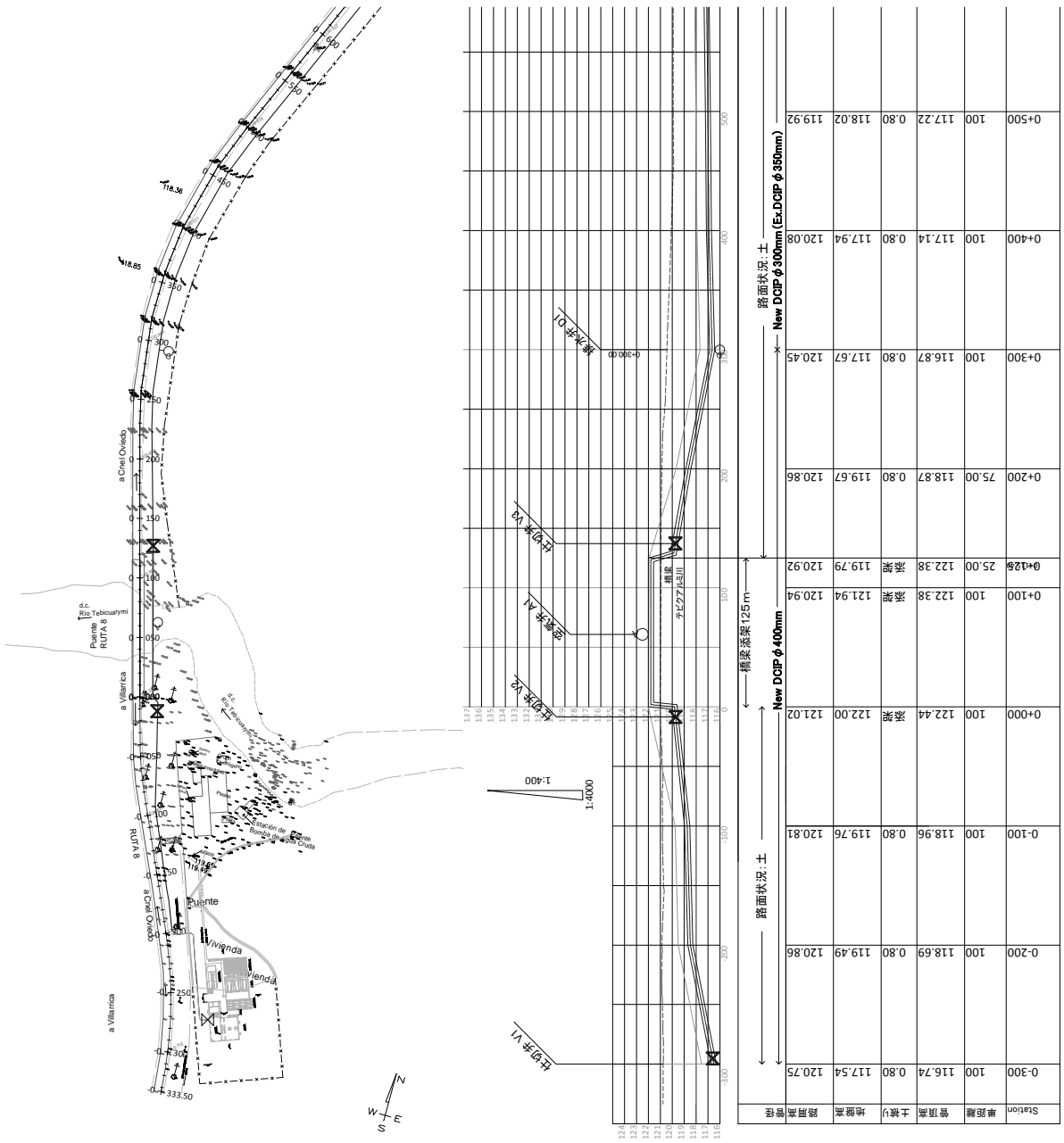




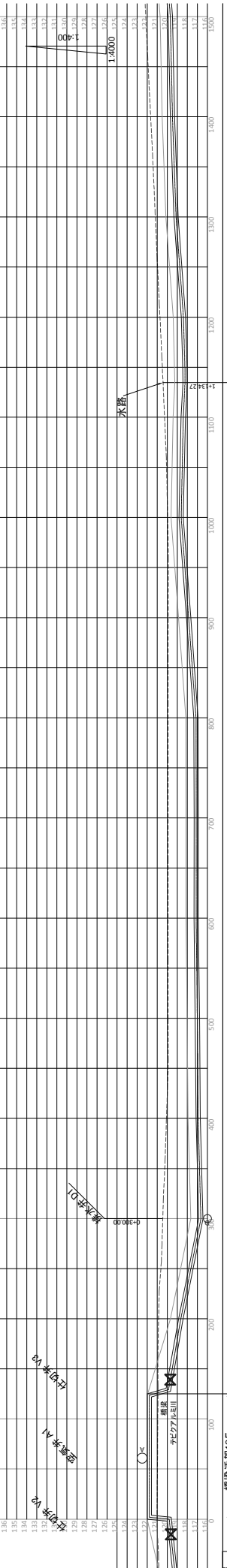
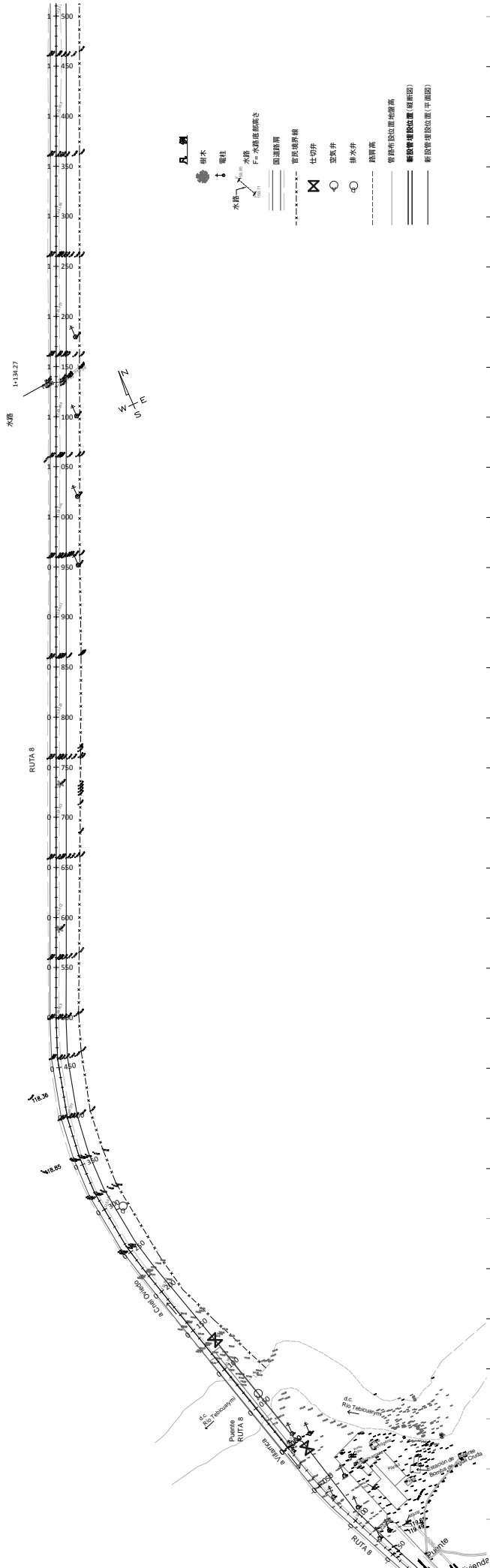


GROUND ELEVATION (m)	PIPE BOTTOM ELEVATION (m)	PARTIAL DISTANCE (m)	ACCUMULATED DISTANCE (m)	STATION NUMBER
121.50	119.450	0.00	0.00	MH.No.1
121.50	119.198	28.00	28.00	MH.No.2
121.50	119.095	11.50	39.50	MH.No.3
119.50	118.349 118.690	45.00	84.50	MH.No.4
119.50	117.825 118.025	36.00	120.50	MH.No.5
119.50	117.735	10.00	130.50	MH.No.6
119.50	116.970	85.00	215.50	MH.No.7
119.50	116.727	27.00	242.50	MH.No.8
119.50	116.592	15.00	257.50	出口

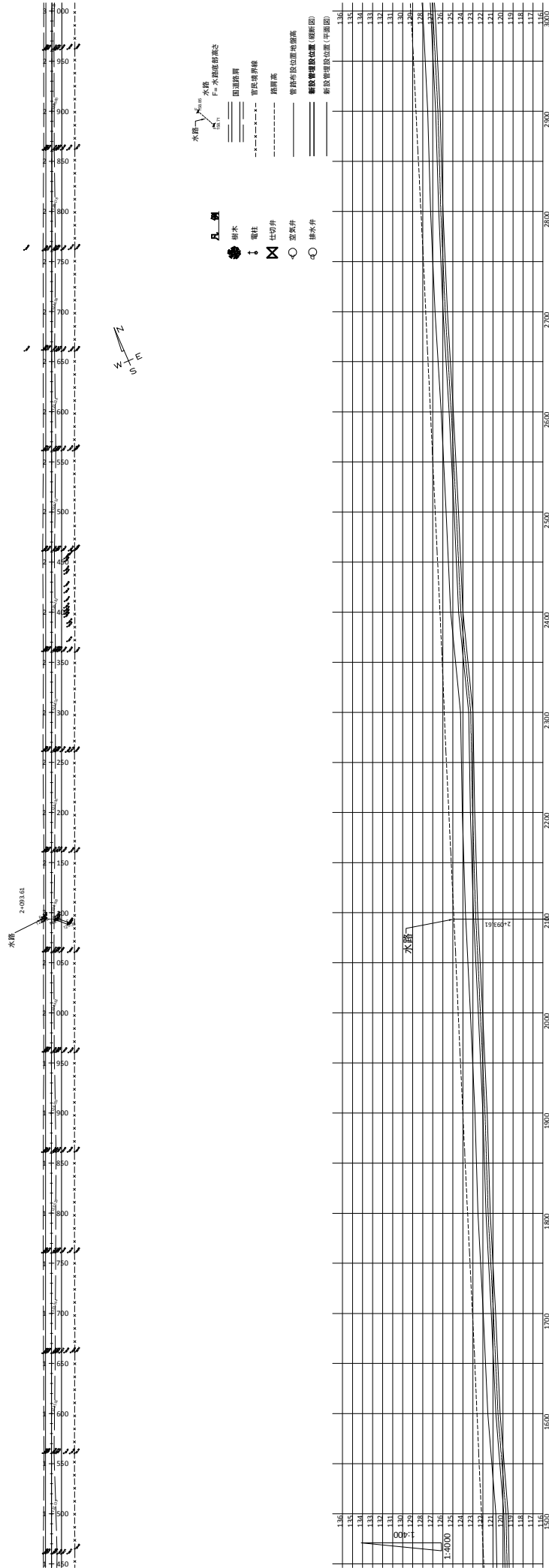




- 凡例
- 樹木
  - 電柱
  - 水路
  - F=水程距離高さ
  - 旧道路肩
  - 官設埋設線
  - 仕切井
  - 蓋井
  - 井水弁
  - 路肩高
  - 管線布設位置(地盤高)
  - 管線埋設位置(縦断面)
  - 管線埋設位置(平面図)



Station	車道幅員 (m)	管頂高 (m)	土積り (m)	地盤高 (m)	路面高 (m)
0+000	100	122.44	新築	122.00	121.02
0+100	100	122.38	新築	121.94	120.94
0+200	75.00	118.87	0.80	119.67	120.86
0+300	100	116.87	0.80	117.67	120.45
0+400	100	117.14	0.80	117.94	120.08
0+500	100	117.22	0.80	118.02	119.92
0+600	100	117.34	0.80	118.14	119.91
0+700	100	117.33	0.80	118.13	119.91
0+800	100	117.36	0.80	118.16	119.92
0+900	100	118.09	0.80	118.89	119.90
1+000	100	118.83	0.80	119.63	119.96
1+100	100	118.62	0.80	119.42	120.27
1+200	65.73	118.61	0.80	119.41	120.73
1+300	100	119.34	0.80	120.14	121.19
1+400	100	119.70	0.80	120.50	121.65
1+500	100	119.91	0.80	120.71	122.14

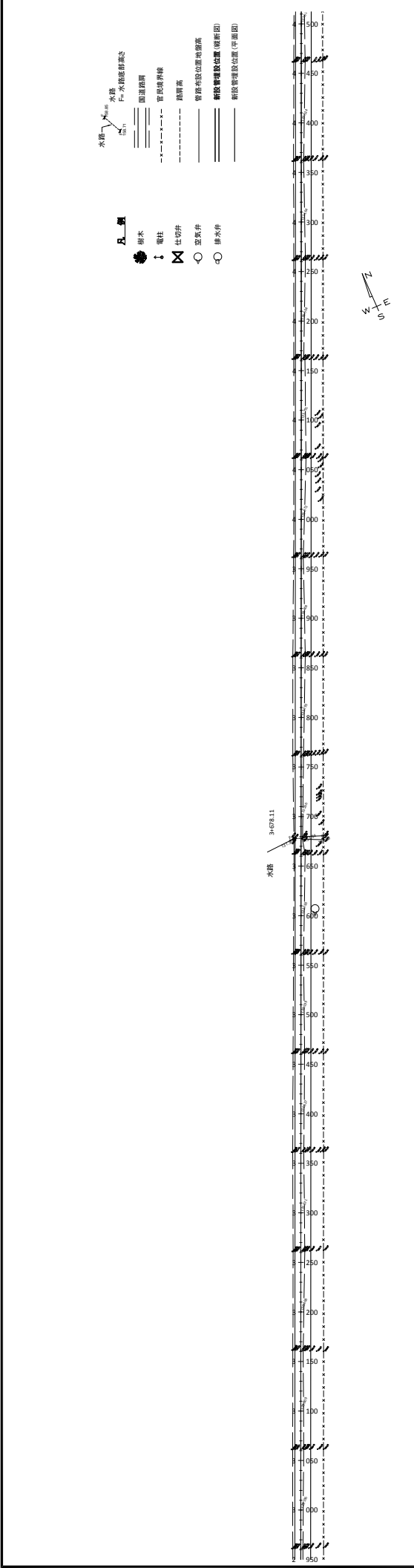
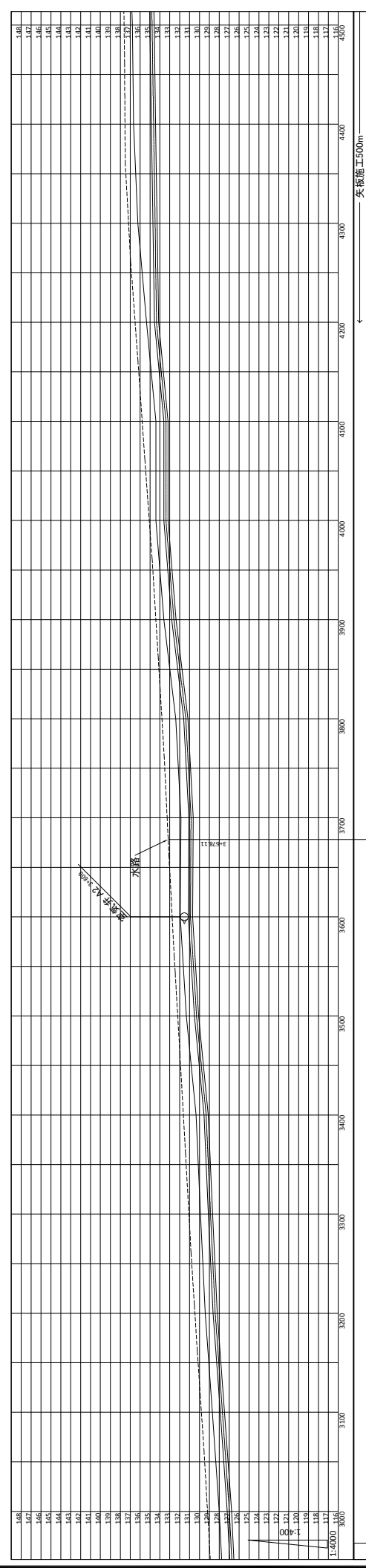


断面状況: 土  
New DOP φ300mm (Ex.DOP φ350mm)

Station	車距離	管径	土質	土質	管底高	路肩高
1+500	100	119.91	0.80	120.71	121.51	122.14
1+600	100	120.71	0.80	121.51	122.59	
1+700	100	121.16	0.80	121.96	123.04	
1+800	100	121.69	0.80	122.49	123.53	
1+900	100	122.00	0.80	122.80	124.00	
2+000	100	122.46	0.80	123.26	124.46	
2+100	100	122.95	0.80	123.75	124.92	
2+200	100	123.25	0.80	124.05	125.40	
2+300	100	123.43	0.80	124.23	125.85	
2+400	100	124.42	0.80	125.22	126.28	
2+500	100	124.87	0.80	125.67	126.75	
2+600	100	125.37	0.80	126.17	127.23	
2+700	100	125.97	0.80	126.77	127.70	
2+800	100	126.41	0.80	127.21	128.18	
2+900	100	126.70	0.80	127.50	128.68	
3+000	100	127.20	0.80	128.00	129.20	

- 凡例**
- 樹木
  - 電柱
  - 仕切井
  - 空気井
  - 排水井
- 水路  
水路位置
- 国道路
  - 官民境界線
  - 路肩高
  - 管底高
  - 管底位置(標高)
  - 管底位置(平面図)

Station	距離	管頂高	土被り	地盤高	路面高	管径
3+000	100	127.20	0.80	128.00	129.20	1.400
3+100	100	127.90	0.80	128.70	129.81	1.400
3+200	100	128.63	0.80	129.43	130.47	1.400
3+300	100	129.11	0.80	129.91	131.07	1.400
3+400	100	129.55	0.80	130.35	131.63	1.400
3+500	100	130.52	0.80	131.32	132.20	1.400
3+600	100	131.13	0.80	131.93	132.76	1.400
3+700	100	131.07	0.80	131.87	133.27	1.400
3+800	100	131.60	0.80	132.40	133.79	1.400
3+900	100	132.80	0.80	133.60	134.40	1.400
4+000	100	133.60	0.80	134.40	135.07	1.400
4+100	100	133.60	0.80	134.40	135.79	1.400
4+200	100	134.55	0.80	135.35	136.50	1.400
4+300	100	134.70	1.54	136.24	137.16	1.400
4+400	100	134.85	1.81	136.66	137.52	1.400
4+500	100	135.00	1.76	136.77	137.61	1.400

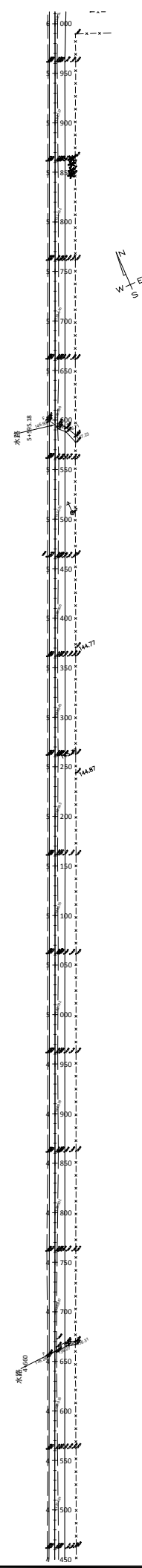
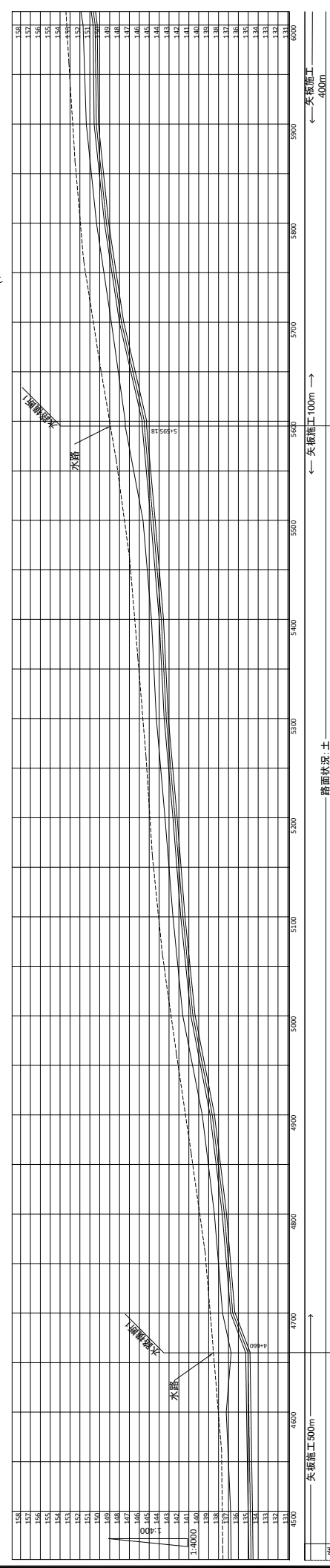


凡一覽

- 雨水
- 排水井
- 変気井
- 土切り
- 電柱
- 官民境界線
- 国道道路
- 水路
- 水塔
- 水塔底部高さ (H<sub>水塔</sub>)

断面状況: 土  
New DCIP φ300mm (Ex. DCIP φ350mm)

Station	車距離	管頂高	土儀り	地盤高	路面高
4+500	100	135.00	1.76	136.77	137.61
4+600	100	135.16	2.05	137.21	138.02
4+660	60.00	135.25	1.48	136.73	138.85
4+700	40.00	136.78	0.80	137.58	138.85
4+800	100	137.62	0.80	138.42	139.90
4+900	100	138.85	0.80	139.65	141.34
5+000	100	140.80	0.80	141.60	142.79
5+100	100	141.81	0.80	142.61	144.06
5+200	100	142.61	0.80	143.41	144.93
5+300	100	143.49	0.80	144.29	145.64
5+400	100	143.99	0.80	144.79	146.47
5+500	100	144.83	0.80	145.63	147.50
5+595.18	95.18	145.71	1.72	147.43	149.00
5+600	4.82	145.71		147.43	149.00
5+700	100	148.02	0.80	148.82	150.65
5+800	100	149.53	0.80	150.33	151.95
5+900	100	150.56	0.80	151.36	152.73
6+000	100	150.68	1.00	151.68	153.33

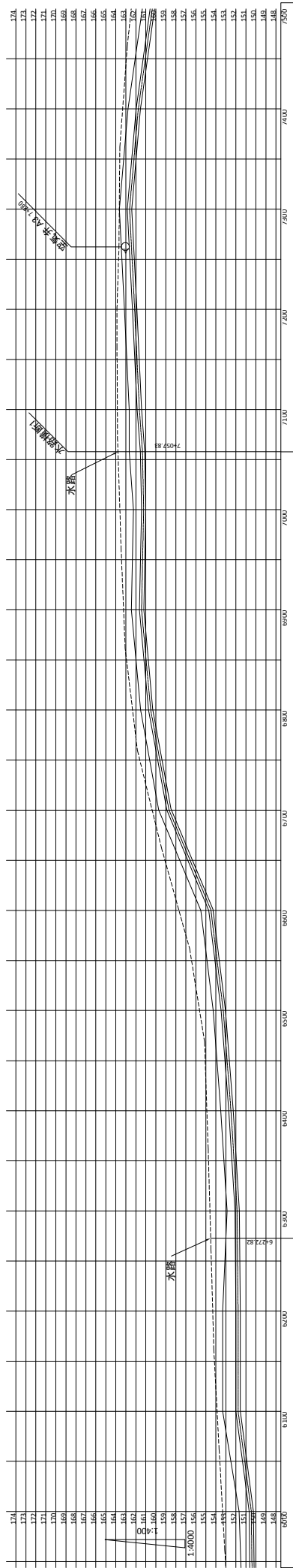
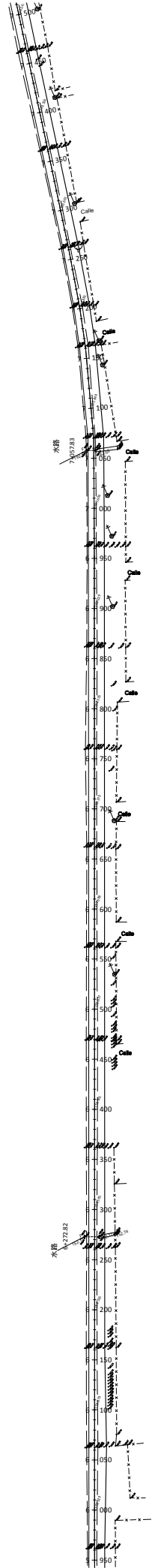


- 凡例
- 排水
  - ↑ 電柱
  - ⊗ 仕切り
  - 変電所
  - 排水井
- 水溝 F=水溝底部高さ  
 路面高  
 管敷管埋設位置 (縦断面)  
 新設管埋設位置 (平面図)



- 凡例
- 樹木
  - 電柱
  - 仕切弁
  - 変流弁
  - 排水弁

- 水路
- 水路
  - F=水路断面高さ
  - 埋置水路
  - 官立埋置水路
  - 路側溝
  - 管溝位置(断面高さ)
  - 新設管溝位置(断面図)
  - 新設管溝位置(平面図)

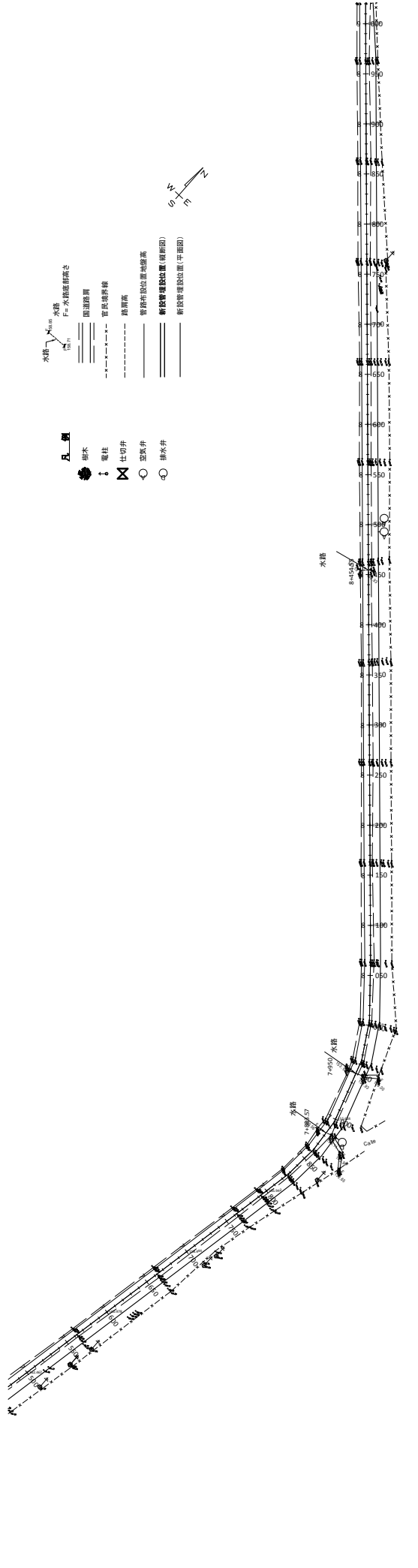


断面状況: 土

New DOP φ300mm(Ex.DCP φ350mm)

Station	管距離	管頂高	土被り	地盤高	路面高
6+000	100	150.68	1.00	151.68	153.33
6+100	100	152.00	1.33	153.33	153.88
6+200	100	152.00	1.33	153.33	154.32
6+272.82					
6+300	100	152.09	0.80	152.89	154.60
6+400	100	152.51	1.00	153.51	154.90
6+500	100	153.48	0.80	154.28	155.64
6+600	100	154.71	0.80	155.51	157.70
6+700	100	158.91	0.80	159.71	160.37
6+800	100	160.73	0.80	161.53	162.34
6+900	100	161.65	0.80	162.45	163.23
7+000	100	161.44	0.80	162.24	163.60
7+057.83	57.83	161.56	1.11	162.67	163.85
7+100	100	161.87	0.80	162.67	163.85
7+200	100	162.34	0.80	163.14	163.88
7+300	100	162.85	0.80	163.65	163.66
7+400	100	161.98	0.80	162.78	163.32
7+500	100	160.57	0.80	161.37	162.47

Station	車距離	管径	土被り	地盤	路面高	路面状況 土	
						New DCIP φ300mm (Ex.DCIP φ350mm)	Ex.DCIP φ350mm
7+500	100	160.57	0.80	161.31	160.98	158.44	158.44
7+600	100	160.51	0.80	161.31	160.98	158.44	158.44
7+700	100	157.93	1.20	159.13	158.44	158.44	158.44
7+800	100	153.17	1.20	154.37	155.94	155.94	155.94
7+883.57	83.57	151.99	1.59	153.58	155.62	155.62	155.62
7+900	16.43	152.06	1.61	153.67	155.62	155.62	155.62
7+950							
8+000	100	152.47	0.80	153.27	155.66	155.66	155.66
8+100	100	153.36	0.80	154.16	156.25	156.25	156.25
8+200	100	156.55	0.80	157.35	158.78	158.78	158.78
8+300	100	159.56	0.80	160.36	161.97	161.97	161.97
8+400	100	162.98	0.80	163.78	164.02	164.02	164.02
8+454.55							
8+500	100	163.04	0.80	163.84	164.40	164.40	164.40
8+600	100	162.51	0.80	163.31	163.53	163.53	163.53
8+700	100	160.80	1.67	162.47	161.60	161.60	161.60
8+800	100	159.08	0.80	159.88	159.46	159.46	159.46
8+900	100	155.83	0.80	156.63	157.27	157.27	157.27
9+000	100	152.92	0.80	153.72	154.72	154.72	154.72



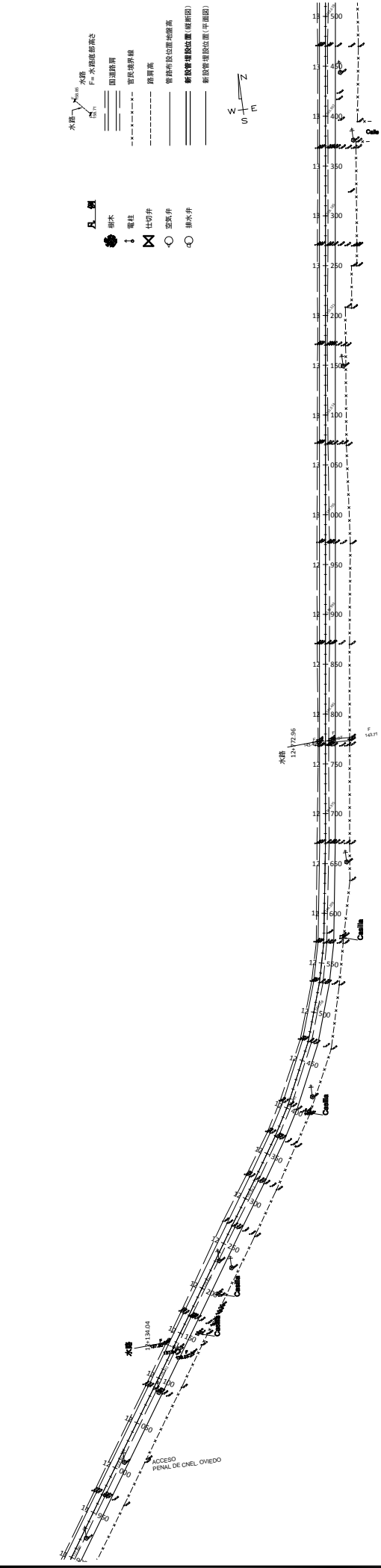
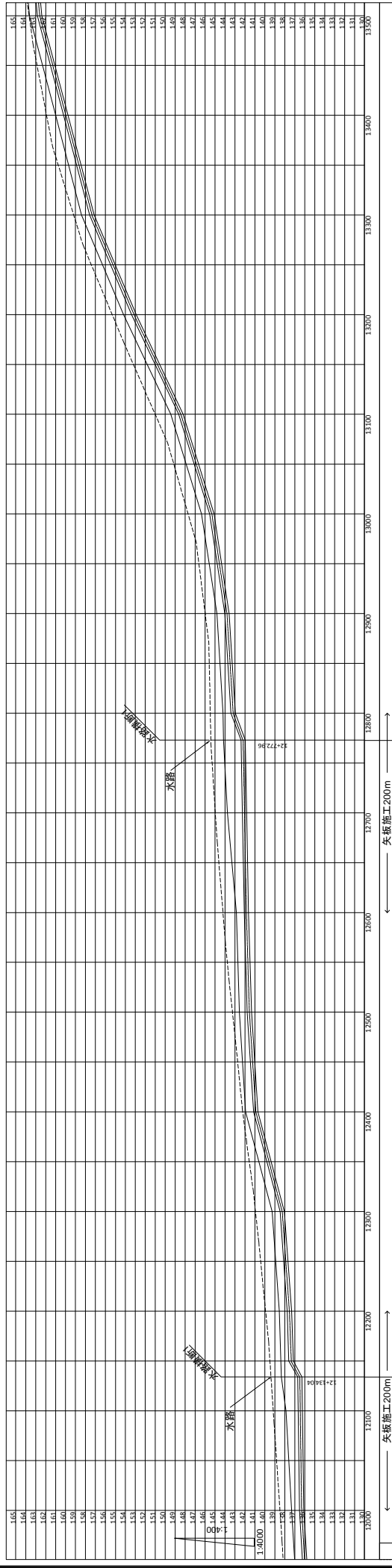
- 凡例
- 樹木
  - 電柱
  - 土切り
  - 窰井
  - 排水井
- 水踏
- 水踏部高さ
  - 路面高
  - 管長埋設線
  - 路肩高
  - 管敷布設位置(縦断面)
  - 新設埋設位置(縦断面)





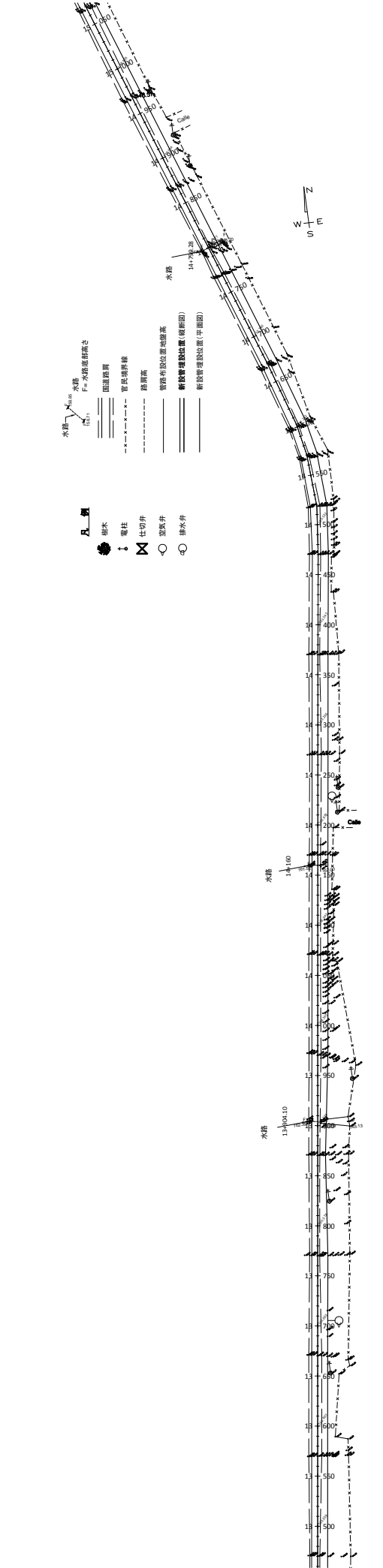
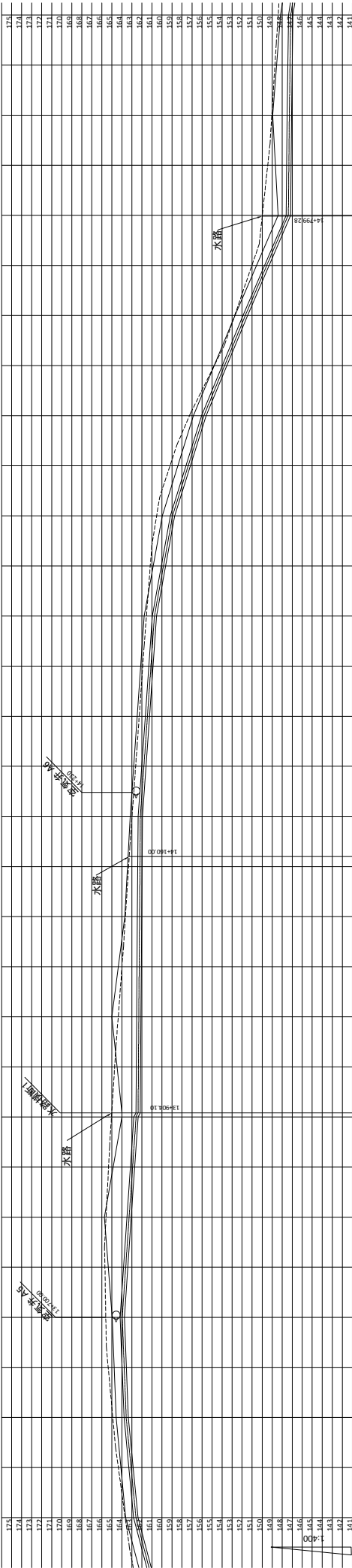


Station	距離	管頂高	管底高	土被り	地盤高	路面高	管徑
12+000	100	136.52	0.80	137.32	138.49	138.49	φ300mm
12+100	100	136.66	1.23	137.89	139.16	139.16	φ300mm
12+200	100	137.76	0.80	138.56	139.93	139.93	φ300mm
12+300	100	138.47	0.80	139.27	140.94	140.94	φ300mm
12+400	100	141.13	0.80	141.93	142.22	142.22	φ300mm
12+500	100	141.77	0.80	142.57	143.26	143.26	φ300mm
12+600	100	142.07	0.80	142.87	144.21	144.21	φ300mm
12+700	100	142.26	1.51	143.76	144.98	144.98	φ300mm
12+800	72.96	143.41	0.80	144.21	145.48	145.48	φ300mm
12+900	100	144.02	0.80	144.82	145.99	145.99	φ300mm
13+000	100	145.55	0.80	146.35	147.71	147.71	φ300mm
13+100	100	148.65	0.80	149.45	151.01	151.01	φ300mm
13+200	100	153.37	0.80	154.17	155.32	155.32	φ300mm
13+300	100	157.59	0.80	158.39	159.19	159.19	φ300mm
13+400	100	160.19	0.80	160.99	161.91	161.91	φ300mm
13+500	100	162.82	0.80	163.62	163.66	163.66	φ300mm

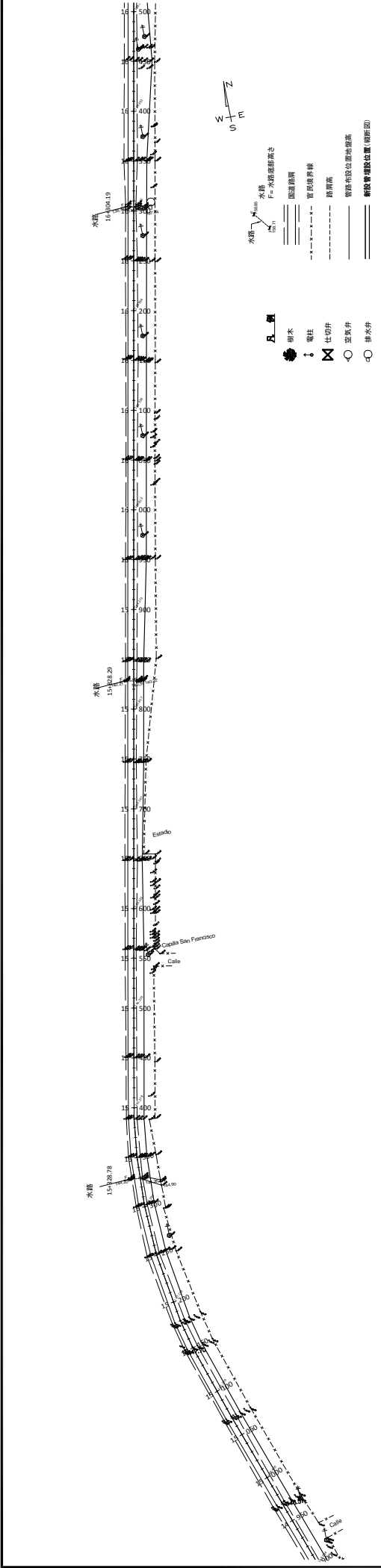
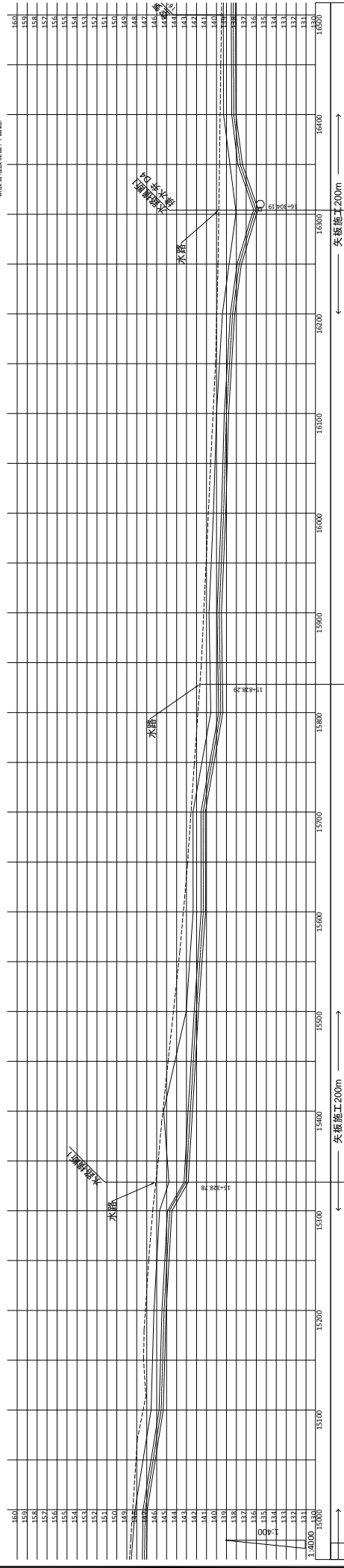


- 凡一覽
- 樹木
  - 電柱
  - 仕切弁
  - 空気弁
  - 排水弁
- 水路
- 水栓
  - 水栓座部高さ
  - 高さ
  - 国道路肩
  - 管埋境界線
  - 路肩高
  - 管頂高
  - 管埋位置(平面図)
  - 管底高
  - 管埋位置(縦断面)
  - 新設管埋位置(平面図)
  - 新設管埋位置(縦断面)

Station	車距離	管頂高	土積り	地盤高	路面高
13+500	100	162.82	0.80	164.58	164.91
13+600	100	163.78	0.80	164.58	164.91
13+700	100	164.17	0.80	164.97	165.60
13+800	100	163.49	2.26	165.74	165.58
13+900	100	162.80	1.19	163.99	165.04
13+904.1	4.1	162.59	1.40	163.99	165.04
14+000	95.9	162.52	2.48	165.31	164.37
14+100	100	162.44	1.26	163.70	163.64
14+160					
14+200	100	162.37	0.80	163.17	162.98
14+300	100	161.66	0.80	162.46	162.27
14+400	100	160.97	0.80	161.77	161.55
14+500	100	160.53	0.80	160.53	160.53
14+600	100	156.05	0.80	156.85	157.24
14+700	100	151.91	0.80	152.71	152.74
14+800	100	147.60	0.80	148.40	149.98
14+800					
14+900	100	147.50	1.45	148.95	149.03
15+000	100	147.37	0.80		



Station	車距離	管径	管底高	土流り	地盤高	路面高	路面状況	土
15+000	100	100	147.37	0.80	148.17	148.40		
15+100	100	100	145.76	0.80	146.56	147.36		
15+200	100	100	145.47	0.80	146.27	147.13		
15+300	100	100	144.91	0.80	145.71	146.39		
15+328.78	28.78	100	143.26	1.50	144.76	146.12		
15+400	71.22	100	142.83	2.47	145.30	145.38		
15+500	100	100	142.23	0.80	143.03	144.32		
15+600	100	100	141.53	0.80	142.33	143.33		
15+700	100	100	141.55	0.80	142.35	142.55		
15+800	100	100	139.77	0.80	140.57	141.86		
15+828.29	28.29	100	139.77	0.80	140.57	141.86		
15+900	100	100	139.94	0.80	140.74	141.27		
16+000	100	100	139.50	0.80	140.30	140.81		
16+100	100	100	139.21	0.80	140.01	140.34		
16+200	100	100	139.96	0.80	139.40	139.96		
16+300	100	100	136.44	1.63	138.07	139.77		
16+304.19	4.19	100	136.24	1.83	138.07	139.77		
16+400	95.81	100	138.48	0.80	139.28	139.63		
16+500	100	100	138.52	0.80	139.32	139.50		



凡例

樹木

柱切井

変電井

排水井

管線布設位置(平面図)

新設管埋設位置(平面図)

既設管埋設位置(平面図)

路面高

管底高

管外縁線

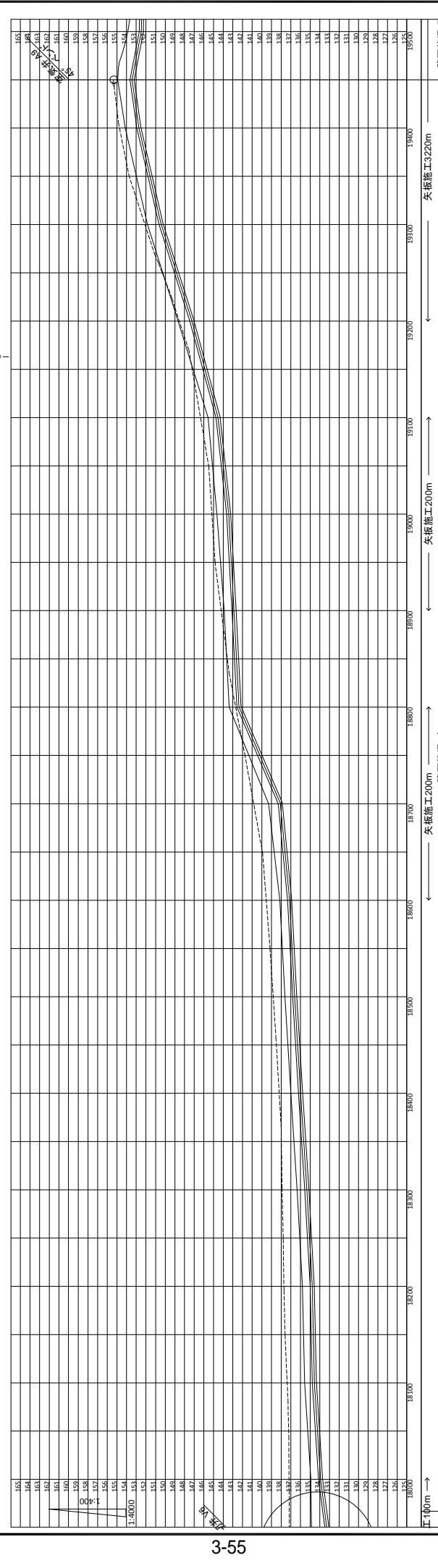
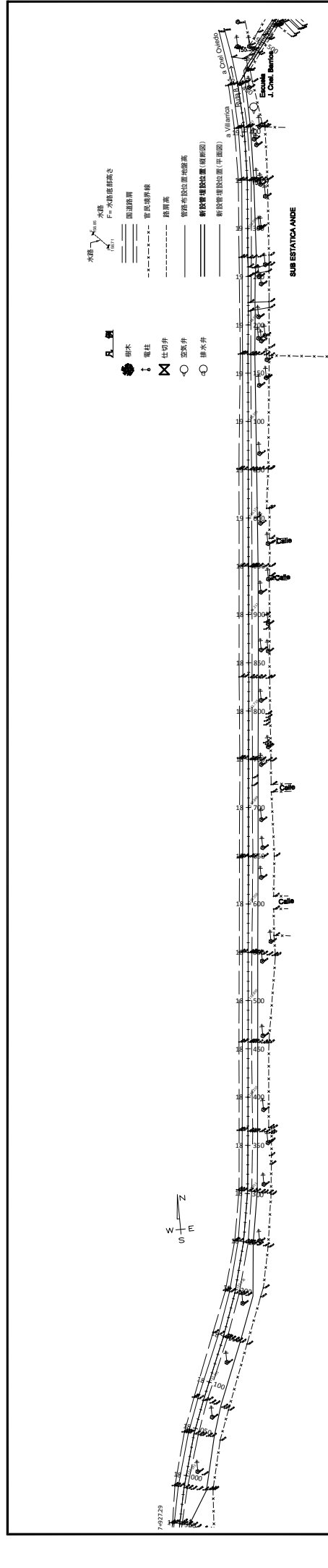
道路路肩

道路路幅

F=水溝底面高さ

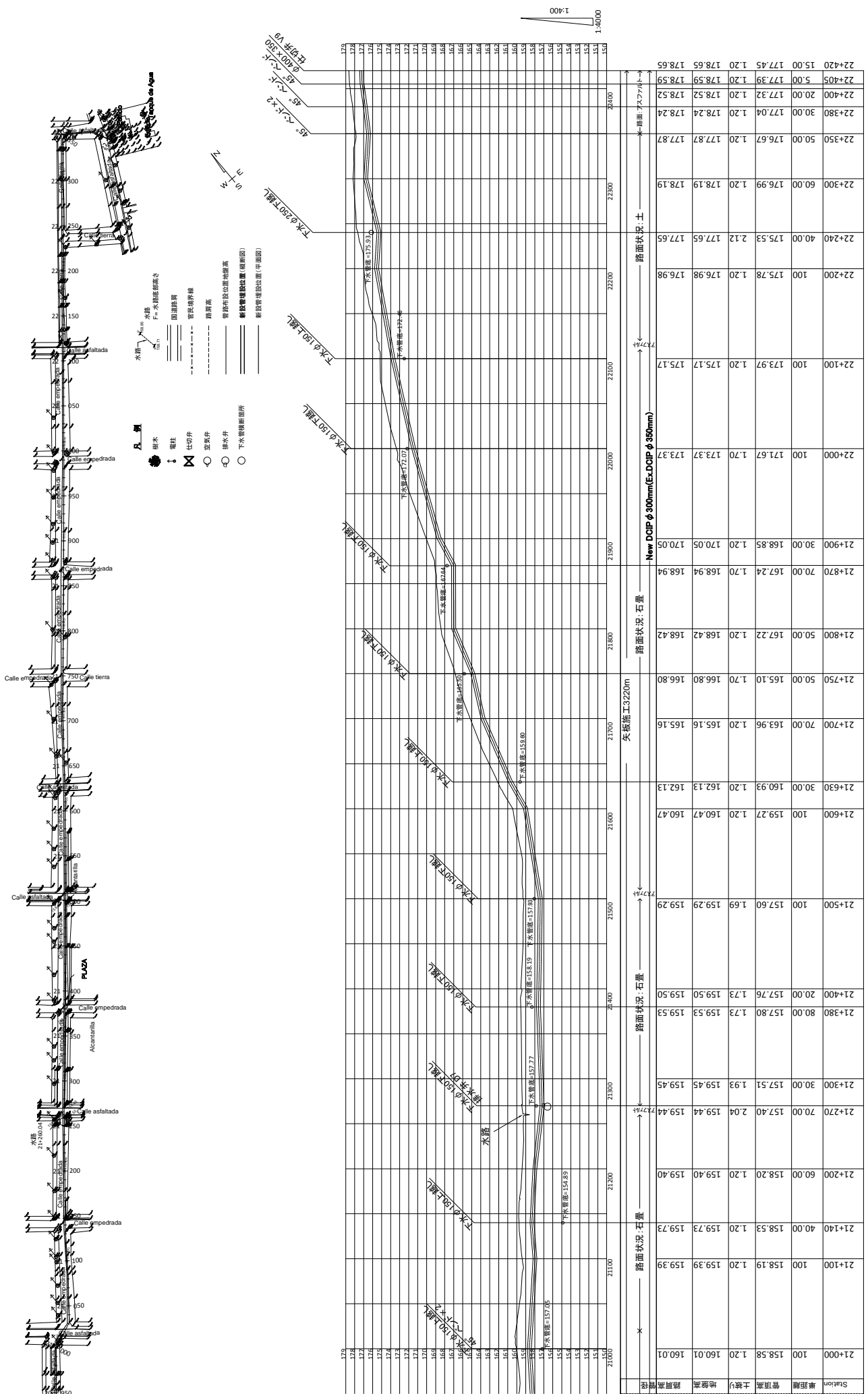






Station	車距離	管頂高	土被り	地盤高	路面高
18+000	72.71	134.14	0.80	134.94	137.19
18+100	100	134.78	0.80	135.58	137.39
18+200	100	135.00	0.80	135.80	137.73
18+300	100	135.56	0.80	136.36	137.91
18+400	100	136.21	0.80	137.01	138.21
18+500	100	136.82	0.80	137.62	138.83
18+600	100	137.35	0.80	138.15	139.55
18+700	100	138.31	1.00	139.31	140.85
18+800	100	142.58	0.80	143.38	142.71
18+900	100	143.10	0.80	143.90	144.21
19+000	100	143.65	1.00	144.65	145.17
19+100	100	144.76	0.80	145.56	146.36
19+200	100	147.46	1.20	148.66	148.55
19+300	100	150.64	1.20	151.84	152.10
19+400	100	152.94	1.20	154.14	154.73
19+450	50.00	153.65	1.20	154.85	155.35
19+500	50.00	152.69	1.20	153.89	153.89



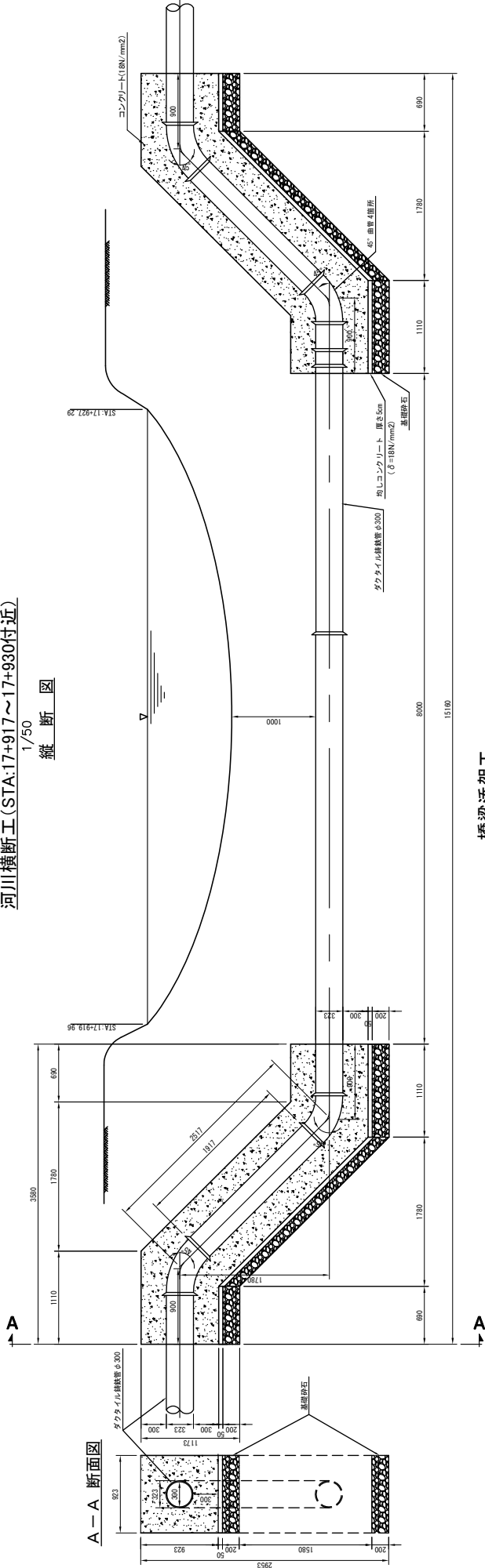


Station	車距離	管頂高	土流り	地盤高	路面高	路面状況: 石量	路面状況: 石量	矢印施工区220m	路面状況: 石量	路面状況: 石量
21+000	100	158.58	1.20	160.01	160.01	159.39	159.39		159.39	159.39
21+100	100	158.19	1.20	159.39	159.39	159.73	159.73		159.73	159.73
21+140	40.00	158.53	1.20	159.73	159.73	159.40	159.40		159.40	159.40
21+200	60.00	158.20	1.20	159.40	159.40	159.40	159.40		159.40	159.40
21+270	70.00	157.40	2.04	159.44	159.44	159.44	159.44		159.44	159.44
21+300	30.00	157.51	1.93	159.45	159.45	159.50	159.50		159.50	159.50
21+400	20.00	157.76	1.73	159.50	159.50	159.50	159.50		159.50	159.50
21+500	100	157.60	1.69	159.29	159.29	160.47	160.47		160.47	160.47
21+600	100	159.27	1.20	160.47	160.47	162.13	162.13		162.13	162.13
21+630	30.00	160.93	1.20	162.13	162.13	165.16	165.16		165.16	165.16
21+700	70.00	163.96	1.20	165.16	165.16	166.80	166.80		166.80	166.80
21+750	50.00	165.10	1.70	166.80	166.80	168.42	168.42		168.42	168.42
21+800	50.00	167.22	1.20	168.42	168.42	168.94	168.94		168.94	168.94
21+870	70.00	167.24	1.70	168.94	168.94	170.05	170.05		170.05	170.05
21+900	30.00	168.85	1.20	170.05	170.05	173.37	173.37		173.37	173.37
22+000	100	171.67	1.70	173.37	173.37	175.17	175.17		175.17	175.17
22+100	100	173.97	1.20	175.17	175.17	176.98	176.98		176.98	176.98
22+200	100	175.78	1.20	176.98	176.98	177.65	177.65		177.65	177.65
22+240	40.00	175.53	2.12	177.65	177.65	178.19	178.19		178.19	178.19
22+300	60.00	176.99	1.20	178.19	178.19	178.24	178.24		178.24	178.24
22+350	50.00	176.67	1.20	177.87	177.87	178.52	178.52		178.52	178.52
22+380	30.00	177.04	1.20	178.24	178.24	178.59	178.59		178.59	178.59
22+400	20.00	177.32	1.20	178.52	178.52	178.65	178.65		178.65	178.65
22+420	15.00	177.45	1.20	178.65	178.65					

河川横断工 (STA:17+917~17+930付近)

1/50

縦断面図

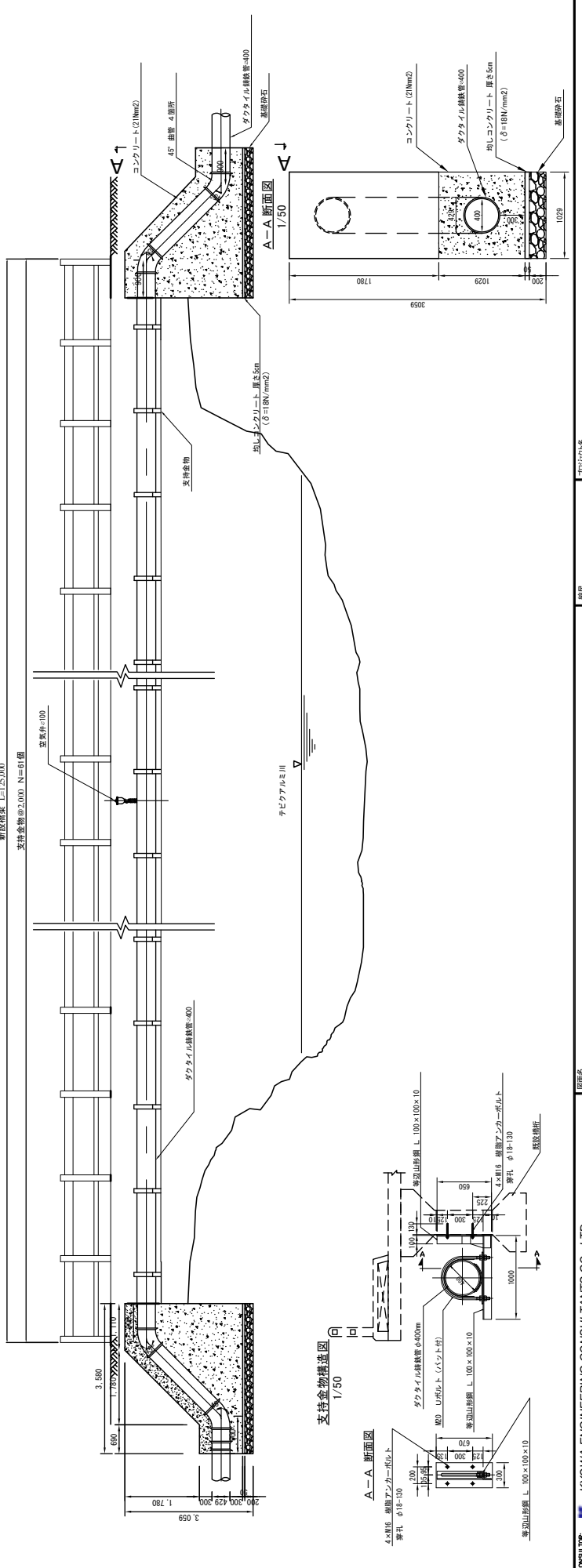


橋梁添架工

1/100

新規橋梁 L=125.000

支持金物φ2,000 N=61個



CONSULTOR

KYOWA ENGINEERING CONSULTANTS CO., LTD.

図説

送水管付帯施設構造図(1/2)

図示

備考

コノルオロエト市給水システム改善計画



### 3-2-4 施工計画

#### 3-2-4-1 施工方針

##### (1) プロジェクト実施概要

本プロジェクトは、日本側が実施する、①実施設計・施工監理、②上水道施設建設、③技術指導、④パ国側の負担工事によって構成される。この内①、②及び③が日本政府により実施される無償資金協力の対象となり、④は日本側が実施する実施工事の進捗に合わせて、パ国政府の責任の下、同国政府自己資金によって実施されるべきものである。事業実施の手順としては、始めに事業実施に関する交換公文(E/N)が両国政府間で調印され、JICA と先方政府間で贈与契約(G/A)が締結される。その後、本邦のコンサルタントとパ国側実施機関である MOPC(公共事業通信省)との間でコンサルタント業務契約が締結される。コンサルタントは本契約に従って実施設計業務を行い、現地調査、詳細設計、入札図書作成後、施工業者の入札をMOPCの代行として実施する。入札により施工業者が選定され、業者契約が締結された後、施工業者は直ちに建設工事に着手する。なお、パ国側は贈与契約(G/A)が締結された後、速やかに銀行取極(B/A)を行い、併せて機材及び工事資機材の調達や搬入に必要な関税・国内税の免除などに関する措置について、関係省庁を通じて準備する。MOPC はプロジェクトの円滑な実施に向け、関係省庁、ESSAP、コロネルオビエド市、ビジャリカ市などの関係機関と連携を図る。本プロジェクトの実施体制を図 3.2.18 に示す。

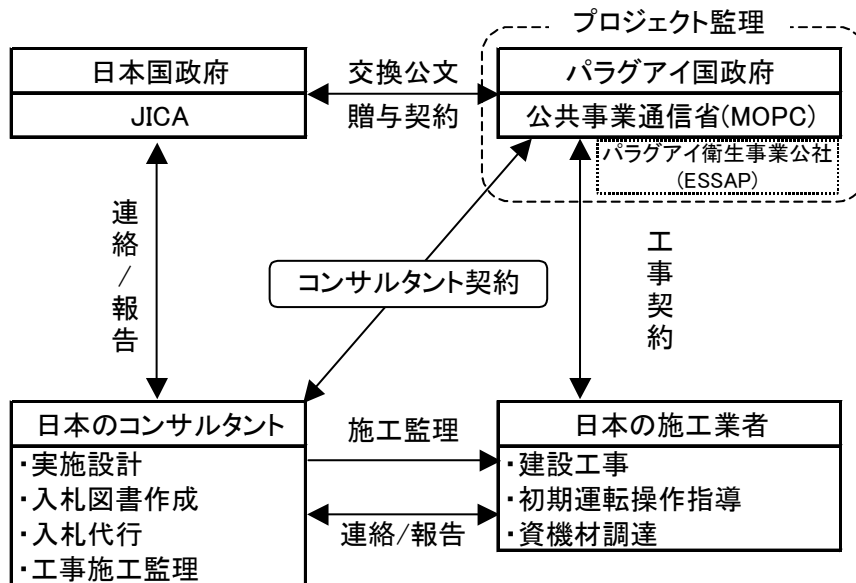


図 3.2.18 プロジェクト実施体制

## (2) 施工方針

本工事を請け負う施工業者は本邦業者とし、以下の日本人技術者の派遣を計画する。

### ① 所長(1名)

本計画の建設工事の責任者で、工事全般の工程管理、品質管理、安全管理等を実施する。ESSAPと密接な連絡、協議を行い、工事進捗の円滑化に責任を持つ。また、工事に関係するパ国側の諸機関との連絡事、交渉事、申請事等を ESSAP を通じて行う。工事竣工後、1 年後に実施する瑕疵検査に立ち会う。

### ② 土木工事主任技師(1名)

本計画の建設工事の副責任者として、所長の下で、工事全般の工程管理、品質管理、安全管理を実施する。また、浄水場工事の施工管理とあわせて全体の工事資材の手配にも責任を持つ。

### ③ 事務主任(1名)

工事の事務、経理、所長の補佐、パ国関係者との調整等、事業が円滑に進捗するように業務管理を行う。

### ④ 機械設備技師(1名)

浄水場工事の中で、バルブ開閉台、鋼製ゲート、各種バルブ、場内配管、ポンプ設備、計装品といった機械設備の据付と出来形管理の責任を持つ。このほか、ろ過池下部の集水ブロックやトラフの据付には高い精度でのレベル調整が必要であり、この品質管理を担当する。また、建設後には試運転を行い、パ国側への運転指導も担当する。

### ⑤ 電気設備技師(1名)

流量計や薬品注入設備の設置・調整、機械類をコントロールする制御盤の設置・調整、場内配線工事など、浄水場の電気設備の施工管理を行う。

### ⑥ 型枠工(1名)

特に、配水池工事、浄水場工事の土木部分に関わる型枠工事を担当し、適切な支保工の設置、効率的な型枠加工、整流壁や開口部、ハンチ部などの細かい箇所の施工品質を十分確保する。

### ⑦ 鉄筋工(1名)

躯体工事の土木部分に関わる配筋工事を担当する。整流壁、開口部やハンチ部分などの細かい箇所の施工品質を十分確保するとともに効率的でかつ配筋の乱れないコンクリート打設ができるようにする。

### ⑧ とび工(1名)

取水施設の工事は河川に接して深さ 12m 程度の掘削を要するため、鋼矢板による土留め・仮締切と仮栈橋工事が 11 ヶ月間に渡り実施される。これらの工事は河川隣接工事の安全上不可欠であるが、パ国では過去にこれらの工事を実施した経験はない。そのため鋼矢板打設、掘削につれて切張り・腹越し

の設置作業、日常的な点検、工事進行に合わせた埋戻しや切張り等の撤去作業などを安全に遂行する高い能力が必要である。

#### ⑨ 配管工(1名)

送水管は延長約 23km に上り、ダクタイル鋳鉄管を使用する。テビクアルミ川の横断には橋梁添架となる特殊工事を橋梁から下ろす仮設支保工を併用した工事となる。さらに、浄水設備においては、鋼管、ダクタイル鋳鉄管など輻輳する多用途の配管工事を円滑に実施する。これらの工事は地元業者を統率して実施するため、業務量も多く、高度な管理能力も必要である。

### 3-2-4-2 施工上の留意事項

#### (1) 関係諸機関の協力体制の構築

本計画の工事实施に関係するパ国側の政府・民間の機関は以下のとおりであり、工事に際しては MOPC の上下水道局 (DAPSAN) を通じてこれら諸機関との連絡、協議、調整が必要である。

特に施設完成後の運用は ESSAP へ移管される為、ESSAP 担当局との連絡、協議は重要になる。

- ・ ESSAP 技術部
- ・ ESSAP 企画・プロジェクト管理部
- ・ ESSAP 地方部
- ・ ESSAP 総裁室技術顧問
- ・ ANDE(電力公社)

市内には基本的には地下埋設の電線はないが、浄水場への給電を担当しているため、本体工事に際して、新規施設への分電設備、トランスの設置、電柱の仮移設等が必要となる。

- ・ 市交通警察  
市内の主要道路にて工事を実施するため、交通規制、安全管理につき依頼する。
- ・ コロネルオビエド市、ビジャリカ市及びジャタイトゥ市(浄水場の所在地)
- ・ 環境庁(SEAM)  
プロジェクト実施に必要な環境面の審査ならびに環境許可の発行を依頼する。
- ・ カアグアス県庁及びグアイラ県庁

#### (2) 住民説明

浄水場は住宅地ではなく、敷地内には一般住民が出入りすることもないため、住民説明は不要である。送水管工事は国道 8 号線に沿う民地との緩衝帯内に布設するため、一部道路横断や民地への進入路を横断する箇所がある。また、コロネルオビエド市内では送水管は車道内での工事になる。このようなケースについては、施工期間中に一時的に道路を占有したり、安全対策上通行制限を求めるなどの措置が必要となる。したがって、事前に ESSAP を通じて通知・説明を行い、住民生活に支障がでないよう配慮するとともに、本工事への協力を得る。



### (3) 気象条件

10月～5月の雨期には、河川流量が増加し、敷地内に浸入することが懸念される。また、国道沿いの緩衝帯も水没する箇所が少なくない。取水施設の工事や送水管布設工事には影響が出ることが想定される。市内の送水管工事も雨期の排水状況は非常に悪くなる。これら工事には安全面も含め、工期管理を十分行う必要がある。

### (4) 交通の状況

浄水場の敷地前の国道に、工事車両が一時的に待機することが想定される。その場合には他の通行車両への支障を最小限にとどめるとともに、工事中の安全確保には十分注意を払う。また、市内の送水管布設工事では、一時的停止や迂回路の利用などが必要となるため、市民の理解と協力が得られるよう関係機関に積極的に働きかける。

### (5) 埋設物の状況

電気、電話、ガスなどの埋設物は無いとされているが、工事実施前には再確認をする必要がある。

### (6) 安全管理

基本的な安全対策は、以下のとおりである。

- ① 本計画の住宅地近隣で実施される工事サイトでは、飲料水に関わる重要施設であること、治安上の理由から昼間の工事のみならず24時間の警備を実施する。
- ② 特に第三者への安全を確保する為、全てのサイト工事実施地点ではバリケード、トラロープ、工事案内板、危険表示板等により告知、立ち入りを制限するとともに、警備員を配置する。
- ③ 送水管工事については市交通警察とESSAPを通じて協力を得て、地元の交通に対する影響を最小限におさえるよう、工事を実施する。
- ④ 送水管工事中の現場は、夜間には仮埋め戻しを行い、覆工板で覆って仮復旧する。
- ⑤ 工事関係者は全員ヘルメット、安全靴等の安全保護具を着用する。
- ⑥ 高所作業者は安全帯を使用する。
- ⑦ 安全ミーティングを毎日実施し、安全教育を徹底する。

### (7) 廃棄物処理

コロネルオビエド市が管理する廃棄物埋立場があり、掘削土やコンクリート塊、アスファルト等の廃棄は認められている。市の埋立場は市内中心部から北東へ約10kmに位置し、いずれもダンプカーでの積み下ろしの後、均し作業が求められる。

## (8) 建設用地、仮設用地

### 1) 浄水場敷地内

#### ①取水・浄水施設

ESSAP は既存浄水場を含み隣接地に十分なスペースを有しているため、新たに用地取得の必要はない。ただし、本プロジェクトは洪水防御対策の一環であるため、計画施設のために必要な用地に周辺の石積み擁壁や進入道路を含め、ESSAP が盛土造成することになっている。パ国側は、本体工事の開始までに造成工事を完了しておく必要がある。なお、取水施設のみは、河川に隣接する必要があるため、既存浄水施設内の空地に建設する。

#### ② 仮設ヤード

工事中の仮設ヤードは ESSAP が造成する浄水場用地内に建設することとする。

#### ③ 導水管、排水管布設ルート

取水施設から浄水施設までの導水管及び浄水施設から排出される排水管は敷地内に建設する。敷地内の旧河道部の水路横断には RC パイプ(4連)を設置した水路横断工を建設し、その上に両配管を布設する。なお、排水管は自然流下方式とし、マンホールを要所に配置し、取水口の下流側まで導き、テビクアルミ川へ直接放流する。

### 2) 浄水場外

#### ① 国道 8 号線沿いの送水管布設

送水管は既存送水管と同様に、国道 8 号線沿いの民地との緩衝帯に布設する。緩衝帯は国の管理下にあるため、新たな用地取得の必要はない。周辺には民家はあまり存在しないが、所々で民家への進入路を横断する。また、国道から分岐する道路も横断するため、一時的に道路閉鎖や脇道へ迂回措置を取る必要がある。このような場合には関連する民家や道路管理機関との事前の調整を入念に実施する必要がある。

#### ② コロネルオビエド市内の送水管布設

コロネルオビエド市には下水道管が各道路に布設されている。また、所々に水路もあるため、これらの既設物を上越しや伏越しで横断する必要がある。その際、既存物を損傷することないよう工法を検討し、工事前にこれら施設の管理者に説明し、許可を取り付けることが不可欠である。

### 3-2-4-3 施工区分

本プロジェクトの施工区分は以下に示すとおりである。

表 3.2.13 プロジェクトの施工区分

	日本国側の施工	パ国側の施工
1	<p>浄水場の建設</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・取水施設(取水口、沈砂池、取水ポンプ)</li> <li>・導水管布設(φ400mm、PVC)</li> <li>・浄水施設(着水井、凝集池、沈澱池、ろ過池、配水池、場内配管、薬品注入設備、各種ポンプ設備、計装設備)</li> <li>・排水管布設(φ700mm、RC管)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・植栽、フェンス、門扉等の附帯工事</li> <li>・竣工後の場内道路整備</li> <li>・ビジャリカ市方面送水管の連絡管接合時の断水対処</li> <li>・工事残土、廃材等の処分場の確保</li> <li>・工事用水の提供</li> <li>・試運転時の薬品の提供</li> </ul>
2	<p>電気設備の建設</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・受電盤 2 次側からの電源引込</li> <li>・計画設備への配線</li> <li>・電力盤、制御盤等の設置</li> <li>・照明設備(屋内、屋外)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ANDE の受電許可取得</li> <li>・浄水場内での既存電線からの分岐</li> <li>・計画浄水施設側までのケーブル、電柱の設置</li> <li>・計画浄水施設用トランスの設置</li> </ul>
3	<p>送水管の布設</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・浄水場から橋梁添架(L=125m)を含む約 800m 区間:ダクタイル鋳鉄管、φ400mm</li> <li>・送水管残り 21.9km 区管:ダクタイル鋳鉄管、φ300mm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・既存送水管(φ350mm)の補修・更新</li> <li>・新規送水管布設に係る道路管理者側の許可取得</li> <li>・管路ルート上の横断道路の開削許可取得</li> <li>・テビクアルミ川橋への添架工法の許可、調整</li> <li>・周辺住民への周知</li> <li>・関係者との調整協議、同意形成</li> </ul>
4	<p>その他</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・浄水施設用地の盛土造成工事(障害物の撤去、アクセス道路、石積擁壁等の建設を含む)</li> <li>・コロネルオビエド市の配水センターの配水池(V=1,500m<sup>3</sup>)の建設</li> </ul>

### 3-2-4-4 施工監理計画

#### (1) コンサルタント業務

本計画を実施する上でコンサルタントは業務実施上、以下の事項に留意する。

- ・ パ国と日本国政府間で締結される交換公文(E/N)の内容を把握する。
- ・ パ国と JICA 間で締結される贈与契約(G/A)の内容を把握する。
- ・ パ国政府側の負担事項の内容を確認し、日本側工事の実施工程との調整を行う。
- ・ 機材の持ち込みに伴う通関、免税措置等の手続きを再確認し、工期に影響を及ぼさないよう、実施機関と協議する。
- ・ 対象地域の文化や歴史的背景を理解し、計画実施につき住民の理解を得る。

#### (2) 業務内容

本計画においてコンサルタントが行う業務内容の概要を以下に示す。

##### 1) 実施設計

###### ① 現地調査

- ・ 気象、地形・地質、建設資材、労務、施工方法等、実施設計に必要な諸条件の再確認
- ・ 実施機関担当の事業実施体制等、準備状況や予算措置についての確認
- ・ 浄水場建設予定地の詳細測量
- ・ 浄水施設の詳細設計
- ・ 既設送水管との接続位置、方法の確認
- ・ 送配電条件の確認
- ・ 物価変動と積算単価の確認
- ・ 工事関連のパ国側関連諸機関への工事説明と協力依頼、協議

###### ② 詳細設計

- ・ 詳細設計図、資機材仕様書の作成、建設費の積算、施工計画立案、入札図書作成、入札資格審査

###### ③ 入札業務

- ・ 入札代行、入札結果評価、業者契約締結補助

##### 2) 施工監理

- ・ 着工及び竣工時の関係機関との協議
- ・ 工事に係る施工図の承認
- ・ 日本側負担による施設建設の施工監理、現場における各種試験
- ・ パ国側実施部分に対する技術指導と施工監理補助
- ・ 毎月の工事進捗報告書の作成及び報告

- ・ 工事関連諸機関との調整
- ・ 瑕疵検査の実施

### (3) コンサルタント業務担当者

本業務の業務担当者は以下のとおりとする。

#### 1) 実施設計

- ① 業務主任 : プロジェクトの統括、パ国側関係者との協議
- ② 浄水場施設設計 : 浄水場の設計
- ③ 送水管設計 : 送水管の設計、構造計算等
- ④ 電気・機械設備設計 : 浄水場の機器の設計/電気配線図の作成
- ⑤ 積算/調達計画 : 概略設計時積算の見直し及び建設費の算出
- ⑥ 仕様書/入札図書作成 : 仕様書、入札図書の作成
- ⑦ 西語通訳 : 現地調査時の通訳

#### 2) 入札業務

- ① 業務主任 : 入札事前審査、入札立会、入札評価
- ② 仕様書/入札図書作成 : 入札準備、入札立会い、入札評価
- ③ 西語通訳 : 入札時の通訳

#### 3) 施工監理

- ① 施工監理技術者 : 着工時協議、竣工時協議、関係者との調整
- ② 常駐施工監理 : 現場施工監理責任者
- ③ スポット施工監理 : 浄水場の機能面の品質管理及び電気・機械設備に係る施工監理
- ④ スポット施工監理 : 完成検査
- ⑤ 施工監理技術者(現地) : 施工監理の現地補助技術者
- ⑥ 浄水処理技術指導者 : ソフトコンポーネントによる技術指導
- ⑦ 通訳兼補助技術者 : ソフトコンポーネントの現地補助技術者

### 3-2-4-5 品質管理計画

品質管理計画は建設工事及び資機材の品質管理からなる。

#### (1) 建設工事における品質管理

##### 1) 掘削・埋戻工

掘削工事では、地下水位や土質変化に注意し、必要に応じて土留・止水工の対策を行うほか、砕石や埋戻土の品質、転圧作業の精度の管理に十分留意する。

##### 2) 基礎工

掘削の終了後、平板載荷試験を行い、基礎地盤の地耐力を確認する。

##### 3) コンクリート工

工事開始前にコンクリートの試験練りを行い、使用材料、配合計画、発現強度(7日、28日)の確認を行う。また、打設時には、一定量ごとにスランプ、空気量、塩化物量を測定するとともに、供試体を採取し、7日及び28日後の圧縮強度を測定する。コンクリートの品質管理には、X-R管理図を用いて、品質のバラつきを管理する。

水密性が重要となる構造物に対しては、止水板による対策を確実に行う。

##### 4) 鉄筋工

設計図書で要求されるかぶり厚や鉄筋の結束具合を十分に確認する。使用材料の品質保証書が提供されない場合には、外部機関による引張試験・曲げ強度試験を行い、所定の品質が確保されていることを確認する。

##### 5) 漏水試験

水密構造物に対しては、壁面や床盤からの漏水の有無を確認するため、槽内の水張試験を行う。

#### (2) 出来形、工程管理

各土木工事、構造物に対して、打設コンクリート量、出来上がり施設の寸法、管布設の延長距離の実測と写真撮影を併せて管理する。

#### (3) 資機材の品質管理

管材、バルブ、鉄筋、セメント、骨材、砂などの建設資材については各資材の品質証明書と十分な検査を行い品質管理に努める。

### 3-2-4-6 資機材等調達計画

#### (1) 資機材の主な調達先

本計画で使用する資機材は、取水施設、浄水施設、送水管布設の建設資機材である。一般土木材料や汎用的な水道資材は現地調達を原則とするが、経済的で有利な場合や国内市場に広く流通していない資機材については日本あるいは第3国からの調達を計画する。

表 3.2.14 主な資機材の調達先

品 目	現地調達	第3国調達	日本調達	備 考
セメント	○			パ国産のほか、メルコスール加盟国の製品が恒常的に流通している。
骨材	○			パ国産が恒常的に調達可能である。
砕石・砂	○			パ国産が恒常的に調達可能である。
木材・型枠材	○			パ国産が恒常的に調達可能である。
鉄筋	○		○	パ国産のほかメルコスール加盟国の製品が恒常的に流通しているが価格変動のリスクは大きい。価格が安定している日本調達も選択肢に含まれる。
その他鋼材	○		○	パ国産のほかメルコスール加盟国の製品が恒常的に流通しているが価格変動のリスクは大きい。価格が安定している日本調達も選択肢に含まれる。
仮締め切材（鋼矢板、切張、腹越等）			○	鋼矢板はパ国では使用されていない。周辺国においても対象量の調達が困難なため、日本調達とする。
管材（ダクタイル）		○	○	メーカーへの発注・輸入手続が必要であり、日本又は第三国（アジア、ブラジル、EU）からの輸入となる。
管材（PVC）	○			メルコスール加盟国の製品が恒常的に流通している。
管材（鋼管）			○	メルコスール加盟国の製品が流通しているが小口径に限られる。品質・価格などの安定している日本調達を想定する。
汎用バルブ	○			メルコスール加盟国の製品が恒常的に流通している。
バルブ類（開閉台付、流入ゲート）			○	パ国では生産しておらず、構造物寸法に応じた特注品となるため、日本調達を計画する。
浄水場機械設備		○	○	特注品の場合は品質・納期の面から日本調達とする。ポンプや調達先が限られるろ過池集水ブロックについては第三国製品も選択肢に含まれる。

## (2) 建設資機材の調達内容

### 1) セメント

普通ポルトランドセメントは、パラグアイ産のほか、ウルグアイ産やブラジル産などが市場に流通している。パ国はメルコスールに加盟しているため、近隣国からの輸入に制限はない。国産セメントは 50kg 単位で 40,000 袋/日で、現在はパ国需要の 50～55%程度にとどまっている。今後、袋詰めが機械化され 50,000～55,000 袋/日の生産量に上がる。

パ国産セメントについては、品質規格が INTN(パ国工業規格)で規定されており、メルコスール経済圏内での他国規格との相互承認が行われており、品質に問題はないと判断する。

### 2) 骨材、砕石、砂

コンクリート用、路盤用の砕石は国内調達が可能である。川砂は地域によって塩分が含まれている場合もあるため、生コン用としては、山砂と砕石ふるい後の微粒砂を混合して用いることが望ましい。

### 3) 鉄筋

鉄筋は国内生産品が流通しているが、国内の需要量はカバーできていない。供給不足の事態が生じた場合は、ブラジル、アルゼンチン、ウルグアイなどの隣接国による流通が認められているため調達事情に問題は生じない。鉄筋の品質証明としてミルシートが発行されているものの、品質管理の精度が不十分な場合もあるため、サイト到着時に引張強度、曲げ強度の試験を行うことが望ましい。パ国又は第三国製の鉄筋は品質管理の精度が不十分な場合が懸念されること、価格の大幅な上昇傾向が続いており、現地見積りの価格によれば、本邦調達が妥当である。

### 4) 鋼材二次製品

ステンレス鋼は国内の需要が少なく、特注扱いとして日本やブラジルなどから輸入する必要がある。その他、鉄骨、アングルなどの型鋼は上述の鉄筋と同様、急激な価格上昇傾向にあるため、日本調達が妥当である。

### 5) ろ過砂

ろ過池のフィルターに用いる砂は、材質や粒度調整が厳しく要求されるが、アスンシオンにある専門業者を通じて調達が可能である。

### 6) 生コンクリート

サイト周辺には生コンクリートの調達先がないことから、アスンシオンのコンクリート会社の仮設プラントによる供給計画とする。生コンクリートの材料となるセメントや骨材は現地産を使用する。

### 7) 管材

ダクタイル鋳鉄管の場合、品質や価格が妥当で、調達先として候補となる生産国は、ブラジル、EU、日本のほか、アジアの一部があげられる。近年、他国の大手メーカーだけでなく、日本のメーカーでもアジアの工場と提携し、製造段階から品質・納期管理を行いながら OEM(Original Equipment



Manufacturing: 受託生産)製品として供給するスタイルをとっている。価格面でも日本製品を購入するより大幅に安く、品質・納期に関しても日本側メーカーの保証が付くことから調達上のリスクも少ない。積算上、検討対象とした生産国は、ブラジル、マレーシア、中国、台湾であり、本件の積算では第三国製品の価格を採用する。

PVC(ポリ塩化ビニル)管は、アルゼンチンやブラジルの製品が流通しており、それぞれ代理店を通じて入手できる。両者の工場とも INTN や ISO の品質管理証明を受けており、製品の品質に問題はない。

## 9) 浄水場用設備

### ① FRP 製品

沈澱池やろ過池の集水トラフは耐候性、耐酸性に優れ、軽量で高強度な FRP(ガラス繊維強化プラスチック)製品を採用する。これは所定の寸法に合わせて切断したFRPパネルをFRP角材に固定してフレーム構造としたものであり、現地や近隣国での製作は難しいため、本邦調達とする。

### ② ろ過池集水有孔ブロック

高密度ポリエチレン製の集水ブロックは、米国の製品が世界的なシェアを持っているが、本邦メーカーも類似製品を製作しているため、第三国もしくは日本が調達対象となる。

### ③ ポンプ設備

ポンプ設備は、ドイツ、ブラジル、アルゼンチンなどの製品があるが、恒常的に市場に流通している主なものは井戸用の水中ポンプや小規模(5.5kW)な汎用製品が主流である。硫酸アルミニウムや石灰などの薬品用の特殊ポンプ、取水ポンプや送水ポンプなどの大型ポンプは第三国のメーカーへの発注製品となるため、仕様や価格の確認に長時間を要することが多く、発注後も納期が不明確で、工事の工期に影響が発生することが多い。そのため製品や工期の確実性を踏まえ日本調達とする。

### ④ バルブ・鋼製ゲート

水道用仕切弁や逆止弁などの汎用製品は規格品が市場に出回っているブラジル、EUなどが調達対象となる。

開閉台とステムを介して操作するバタフライ弁は、スラブや配管位置に合わせて注文する特注品となる。また、池内部で使用される流入ゲートも開閉台により操作される特注品で、浄水場の設計寸法に応じた製作品となることから、これらの製作品は本邦調達とする。

### ⑤ 流量・水位計測機器

パーシャルフリューム、全幅堰といったステンレスの製作品や特殊な流量計は本邦調達とするが、超音波流量計、水位計などは第三国もしくは日本が調達対象となる。

## (3) 建設機械の調達事情

建設機材のリース業者は数店舗あるが、多くの店舗が小型の機械を扱っているのみである。大型の機械を扱っている業者も数店舗あるが、多くは保有していない。土木工事に使う一般建機は現地の建設業

者がそれぞれ保有してリースしている。建設機械を豊富に有する大手業者は、自社で工事を請け負って行うが、基本的にはリース契約での調達はできない。工事請負のない時期に限ってリース提供を行うことはある。

#### (4) 輸送事情

##### 1) 海上輸送

日本をはじめとするアジア地域で生産され出荷される資機材は、コンテナ船などで海上輸送される。一般的に大型船でウルグアイ国のモンテビデオ港まで運ばれ、ここで小分けされた貨物はパ国のアスンシオン港やビジェタ港までパラグアイ川を北上する。アスンシオン港やビジェタ港にはコンテナ船(載積120コンテナ)、中型貨物船の接岸が可能である。

##### 2) 陸上輸送

市場に流通している建設資機材は、ブラジル、アルゼンチン、ウルグアイといった周辺諸国の生産品が多く、交通事情も良好である。パ国内の主要国道はほぼ全面がアスファルトで舗装されており、大型トレーラの走行も可能である。

パ国で流通している資機材のほとんどがアスンシオンで調達されるため、サイトまではトラックで運搬される。距離は約150km(約3時間)である。

#### 3-2-4-7 初期操作指導・運用指導等計画

浄水場の初期操作指導、取水ポンプの運転指導、管路布設後の通水試験などについては建設業者の日本人技術者が技術指導を兼ねて実施する。新設される浄水場の設備は既存施設と概ね同じではあるが、逆洗方法が表洗から空気洗浄方式へ変更するなど従来のものと異なるものもある。また、既存浄水場の運転担当者はエンジニアとしての教育や訓練を受けていないため、水処理技術を理論・体系的には理解せず、勘や慣例に基づいて実施しているように見受けられる。そのため、本プロジェクトにおいては、理論面、実際面の両面から技術指導を行う必要がある。

### 3-2-4-8 ソフトコンポーネント計画

#### (1) 運転・維持管理技術の現状

本体事業を通じて、取水、凝集・沈澱・ろ過といった通常処理法に基づく適切な浄水システムが整備され、水需要量に見合った水量を確実に生産し、安全な水質の飲料水を提供するためのハード面での条件が整えられる。しかし、現時点で施設の運用面において以下のような問題点が確認されており、現在の運転管理技術のレベルが向上しない限り、安全かつ安定した浄水場の運転管理を保証することができないものと判断される。

- ・ろ過速度の調整や逆流洗浄といった基本的作業は、運転管理員(オペレーター)の経験則に基づいたものであり、浄水プロセスの理論を理解した上での運転管理が行われていない。これは、フロッキュレーターの攪拌機が故障し長年稼働しないまま放置したり、逆流洗浄後のろ過水下部排出処理やろ速を漸増させるスロースタート作業を省略したり、既存ろ過池の表面洗浄装置が稼働しないことによる洗浄効果の低下にも配慮がないことなどからも明らかである。
- ・凝集剤の注入作業において、原水の状況に応じて注入量を変えるとといった配慮がなされていない。これは、運転管理員の技術不足に加えて、注入装置が古く、薬品の計量も正確にできないことも要因の一つである。
- ・近くには民家がないため、特に問題とはならないが、塩素注入点である浄水池の蓋が開放されたままになっていたり、使用済みの詰め替え用塩素ポンペが地面に放置状態であるなど、保管に対する問題があり、安全・衛生管理に関する意識が希薄である。

これらのことから、浄水場の維持管理に関わる主要な職員に対して、浄水プロセスにおける正確な知識を身につけさせ、適切で無駄の少ない維持管理を実行させることは、施設整備と同様に重要であると考えられる。このためには、建設された施設の初期操作指導とは別に、ソフトコンポーネントを通じて、浄水処理全般の技術指導を理論・実践の両面から行うことが必要である。

#### (2) ソフトコンポーネントの目標

このソフトコンポーネントは、整備した施設の運営に係る技術指導を行うことによって、円滑な立ち上がりを可能とするための支援である。従って、テビクアルミ浄水場において、ESSAP 職員の運転維持管理能力が向上することを目標とする。

#### (3) ソフトコンポーネントの成果

テビクアルミ浄水場の運転管理関係者に技術支援を行うことで、以下の直接的成果(浄水場の運転管理能力の強化)の達成を図る。

- ① 浄水場運転管理責任者が、浄水理論を理解したうえで、原水水質や取水量の変化に応じて適切な運転・維持管理ができるようになる。
- ② 運転管理員(オペレーター)が、運転管理マニュアルを利用しながら適切な運転管理を行い、パ国水質基準を満たす飲料水が安定的に供給される。

#### (4) 成果達成度の確認方法

指導項目における最終目標を設定し、指導内容毎に指導担当者がチェックを行い(表 3.2.16)、評価の視点(表 3.2.17)に基づき技術移転の理解度について確認する。講義を中心とした技術指導は質疑応答とアンケートにより、その理解度を確認する。また、現場演習では、指導担当者が指導対象者に単独で作業を演習させて、その結果を評価シートに記入する。その評価は技術の到達度と今後の技術の研鑽についてのアドバイスからなる。

表 3.2.15 成果達成度の確認方法

指導項目	成果	確認方法	
		確認事項	確認者
浄水場運転管理技術指導	運転管理マニュアル、運転記録フォームに従った日常、定期作業方法の習得	各項目ごとの達成度を質疑応答、アンケート、評価の視点(表 3.2.17)に基づき評価シートに 5 段階で評価する。	ソフトコンポーネントの技術指導者

表 3.2.16 指導チェック内容

工程 (講習、演習)	指導内容	チェック	日時	備考
1	浄水処理の基礎理論、処理システム内容			
2	水量の管理方法			
3	水質の管理方法			
4	薬品(凝集剤/塩素)の適正量注入方法			
5	ろ過砂の洗浄、管理方法			
6	沈澱池、沈砂池等施設の排泥管理			
7	送水施設の運転・管理/配水センターとの連携作業			
8	運転管理データの記録、管理			

表 3.2.17 評価の視点

対象業務	評価の視点	A	B
<u>浄水場施設の運転・維持管理に関する技術指導</u>  受講対象者: 浄水場運転管理責任者及び運転管理員(オペレーター)	1) 施設全体		
	・ 浄水施設の構成、各施設の目的・機能を理解しているか。	◎	◎
	・ 維持管理記録の正確な記載と報告ができるか。	○	◎
	2) 取水施設		
	・ 取水施設の沈砂池からの砂排除作業ができるか。	○	◎
	・ 取水ポンプ運転時の保守点検と記録ができるか。	○	◎
	3) 浄水施設		
	・ 原水流量計(パーシャルフリューム)の正確な読取ができるか。	◎	◎
	・ 水質試験が規定どおり実施され、結果が記録されているか。	○	◎
	・ 原水の水質・取水量に応じた薬品添加量を算定できるか。	○	◎
	・ 薬品添加作業が適正に実施できるか。		◎
	・ 沈澱池の排泥作業が適時にマニュアル通りにできるか。		◎

対象業務	評価の視点	A	B
	<ul style="list-style-type: none"> <li>逆洗工程が適時にマニュアル通りにできるか。</li> <li>ポンプ類の保守点検と記録ができるか。</li> </ul>		◎
	4) 送水施設		◎
	<ul style="list-style-type: none"> <li>配水センターとの連携による水需要量にあったポンプ操作ができるか。</li> <li>洪水時のビジャリカ市方面への連絡管の切替操作ができるか。</li> </ul>	◎ ◎	◎ ◎

注)表中 A;浄水場運転管理責任者、B;運転管理員とし、○:中程度、◎:より重要な理解度が求められることを示す。

#### (5) ソフトコンポーネントの実施方法

本ソフトコンポーネントの実施は、下記専門家を投入する。

浄水場の運転・維持管理に関する技術指導:上水道専門家(1名(運転管理))

パ国のローカルコンサルタントには、浄水場の運転指導といった活動の経験を有するものはいない。また、ESSAPの本部(アスンシオン水道部)には、硫酸アルミニウム注入機や塩素注入機の維持管理、水質試験を担当する技術者がいるものの、地方の浄水場に対する運転管理の総合指導を行った経験はない。従って、本無償資金協力事業に精通し、かつ本計画内容を十分に把握していること、また水道事業の運営管理に十分な知識・経験を有していることが求められるため、受注コンサルタント(邦人コンサルタント)による直接支援により実施する。なお、加えて技術通訳を現地傭人として調達する。

#### (6) ソフトコンポーネントの実施工程

ソフトコンポーネントは、施設工事完成に伴い施工業者により実施される試運転・調整、初期操作指導の完了後、1ヶ月を予定し引き続き実施する。

#### (7) パ国側の責務

テビクアルミ浄水場には、既存の浄水施設を運転管理するための必要人員は確保されているが、新規施設が整備された後は、9人程度の要員を補充する必要性が見込まれる。

また、運転管理員(オペレーター)は、交代制勤務となっているが、ソフトコンポーネントの実施の際は、当直以外のメンバーも参加できるよう手配する必要がある。

ソフトコンポーネント実施後は、ESSAP自身による自主的かつ適正な運転・維持管理活動を継続して行うことが求められる。そのため、浄水場の運転管理責任者は常に浄水場の運転管理記録を整理・確認し、運転異常時にはESSAP本部に報告し迅速な対応が取れるよう、組織的な連携体制を整える必要がある。

また、ソフトコンポーネントによって運転技術指導を受けた要員の移動はなるべく行わず、安全な飲料水の提供に不可欠な、凝集剤や塩素の供給を切らす事のないよう、定量的に在庫管理を行うことが求められる。

### 3-2-4-9 実施工程

#### (1) 日本国及びパラグアイ国の負担事項

無償資金協力の制度に従った日本国及びパ国側の負担事項は次のとおりである。

表 3.2.18 負担工事の区分

日本国側の負担	パ国側の負担
1. 実施設計 ・現地調査 ・詳細設計・事業費積算 ・入札図書作成	・設計に必要なデータの提供 ・入札図書承認
2. 入札 ・入札業務・評価代行	・入札立会い ・建設業者契約
3. 調達・輸送 ・工事中用建機、仮設資材調達・輸送 ・調達機材製作・輸送 ・建設資機材調達・輸送	・免税措置手続 ・通関手続 ・銀行口座開設
4. 準備工 ・事務所開所 ・資機材置場の準備	・用地の確保と貸与 ・事務所・資機材置場の確保 ・廃棄物処分場の確保
5. 浄水場の建設 ・取水施設(取水口、沈砂池、取水ポンプ) ・導水管布設(φ400mm、PVC) ・浄水施設(着水井、凝集池、沈澱池、ろ過池、配水池、場内配管、薬品注入設備、各種ポンプ設備、計装設備) ・排水管布設(φ700mm、RC管)	・植栽、フェンス、門扉、照明等の附帯工事 ・竣工後の場内道路整備 ・ビジャリカ方面送水管の連絡管接合時の断水対処 ・工事残土、廃材等の処分場の確保 ・工事用水の提供 ・試運転時の薬品の提供
6. 電気設備の建設 ・受電盤2次側からの電源引込 ・計画設備への配線 ・電力盤、制御盤等の設置 ・照明設備(屋内、屋外)	・ANDEの受電許可取得 ・浄水場内での既存電線からの分岐 ・計画浄水施設側までのケーブル、電柱の設置 ・計画浄水施設用トランスの設置
7. 送水管の布設 ・送水管φ300mmの布設 ・橋梁添架(φ400mm)	・既存送水管φ350mmの補修・更新 ・送水管布設に係る道路管理者側の許可取得 ・管路ルート上の横断道路の開削許可取得 ・新規テビクアルミ川橋への添架工法の許可、調整 ・周辺住民への周知 ・関係者との調整協議、同意形成
8. その他	・コロネルオビエド市の配水池(V=1,500m <sup>3</sup> )の建設 ・浄水施設用地の盛土造成工事(障害物の撤去、アクセス道路、石積擁壁等の建設を含む)

## (2) 実施工程

工事実施方法はB国債案件とする。E/N締結、G/A締結後、コンサルタント契約を行い、詳細設計、入札図書の作成に約5.0ヶ月を要する。その後、工事業者の入札手続を行い、業者契約まで2.5ヶ月、工事期間は約18ヶ月を要する。契約後現地にて共通仮設、資機材置場、現場事務所等準備を始めると同時に、日本、現地、第三国での建設資機材の調達を開始する。

工事は、日本から輸送する資材に時間を要するため、まず始めに現地業者が現地のサブコンを利用して実施できる構造物の杭基礎工事から着手する。工事着手から4ヶ月程度で日本調達の資機材がパ国に到着し、大型建設機械の現場搬送、コンクリートプラントの仮設置等も整うため、取水施設と浄水施設の工事を平行して遂行する。取水施設、浄水施設とも工事は概ね12ヶ月を要すると想定される。この間、適時技能工を派遣し、円滑な工事進捗を実現する。工事の最終段階には、計画施設とシステムの試運転調整を実施し、これにあわせてコンサルタントによる浄水場の運転・維持管理技術の向上に関するソフトコンポーネントを実施する。施設建設(技術指導を含む)の工期は18ヶ月を要すると想定される。

本計画の全体工程は、上記の予定と我が国の無償資金協力に基づき、以下のとおり計画する。

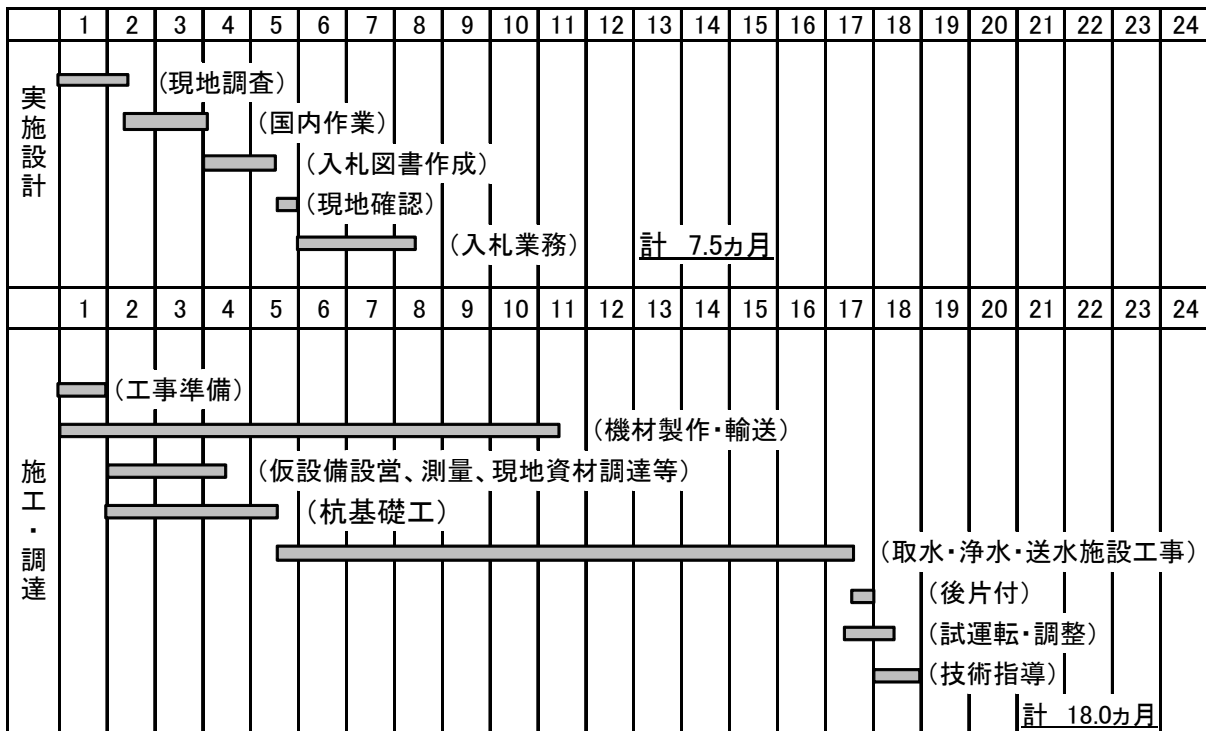


図 3.2.19 業務実施工程図

### 3-3 パ国側分担事業の概要

現時点で想定されるパ国側の負担事項を以下に整理する。初期費用としては準備段階と実施段階に区分される。

表 3.3.1 パ国側の負担事項

項目	負担事項	担当機関	
		MOPC	ESSAP
全工事共通	<ul style="list-style-type: none"> <li>・プロジェクト関係機関との調整</li> <li>・銀行取極め(B/A)、A/Pの費用(銀行口座開設と事務費用など)</li> <li>・資機材輸入の際の税金および通関費用</li> <li>・環境ライセンスの申請と取得</li> <li>・管路水圧試験、管内消毒、その他工事に必要な用水の提供</li> <li>・市当局に対する工事許可の申請と取得</li> <li>・工事サイト周辺の住民説明、調整</li> <li>・断水に対する住民説明と広報</li> <li>・計画浄水場用地の盛土造成工事(進入道路、石積擁壁等を含む)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○</li> <li>○</li> <li>○</li> <li></li> <li></li> <li></li> <li></li> <li></li> <li></li> <li>○</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○</li> <li></li> <li></li> <li>○</li> <li>○</li> <li>○</li> <li>○</li> <li>○</li> <li>○</li> <li></li> </ul>
取水施設・浄水施設・送水管の建設	<ul style="list-style-type: none"> <li>・計画浄水場への動力線の分岐、電線の延長(電柱を含む)</li> <li>・計画浄水場へのトランスの設置</li> <li>・浄水場用地のフェンス、ゲートの設置</li> <li>・場内道路の整備</li> <li>・初期運転試験に必要な電力、薬品の提供</li> <li>・コロネルオビエド市の新規配水池の建設</li> <li>・コロネルオビエド市の配水管網の改善</li> <li>・コロネルオビエド市への既存送水管(φ350mm)の改修</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>○</li> <li>○</li> <li>○</li> <li>○</li> <li>○</li> <li>○</li> <li>○</li> <li>○</li> </ul>
運転管理/技術支援	<ul style="list-style-type: none"> <li>・日本側が実施する技術指導への参加(浄水場運転責任者)と便宜供与</li> <li>・継続的な浄水水質の検査と管理</li> <li>・浄水場の維持管理体制の強化(人員、予算)</li> <li>・計画的な維持管理の実施</li> <li>・カウンターパート技術者の配置</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>○</li> <li>○</li> <li>○</li> <li>○</li> <li>○</li> </ul>

施設の引渡し後の運転・維持管理の費用については、既存の水道事業が黒字であること、人件費の増加、生産量の増加に伴う薬品費、電気代などの経費増分は、給水量の増加による料金徴収の確実な増収が見込めるため、負担は可能であると思慮される。



### 3-4 プロジェクトの運営・維持管理計画

新設される浄水場の運営・維持管理には、既存施設と新規施設を並行運転することとなるため、維持管理要員の増員が必要である。ただし、同じ敷地内にあり、新規浄水施設も既存のものと概ね同じシステムで、従来の運転管理業務と大差ない。そのため、両施設を兼務できることから増員数は多くないが、浄水場は24時間運転であり、12時間ごとの2シフト制となっていることを考慮する。その結果、表3.4.1のとおり運転係と運転補助員を各4名と浄水場の管理機能の向上のため浄水場長補佐1名の9人の増員により、浄水場全体を効率的に運転管理することを提案する。

本プロジェクトでは施設の完成時にソフトコンポーネントにより浄水施設の運転管理能力の向上に関する指導を行う。これにより、新規に増員されるオペレーター要員にとっては効果的な技術習得の機会となり、また、従来から継続する職員にとっては自分の知識や経験の再確認の機会となることが期待される。

表 3.4.1 浄水場の増員計画

役割・職種	現状の浄水場要員数	計画増員数	適用
所長	1人	0	
所長補佐	-	1人	浄水場の運転責任者であり、所長を補佐する。
運転係	3人×2シフト=6人	2人×2シフト=4人	浄水システム、ポンプ類運転担当とし、各1名を増員する。
運転補助員	3人×2シフト=6人	2人×2シフト=4人	同上
電気・機械係	1人×2シフト=2人	0	
水質検査係	1人×2シフト=2人	0	
保管係	2人×2シフト=4人	0	
清掃係	2人×1シフト=2人	0	
合計	23人	9人	

現在の管理体制は余分な職員を抱えないものになっている。水道事業は市民の生活に密接に関係していることから緊急事態発生時には早急に対応すべきであるが、地方のESSAP支局や浄水場には、十分な維持管理用機材が不足しており、軽微な故障でも対応できないため、アスンシオン本部からの機材や担当員の派遣を待たざるを得ない状況である。そのため、浄水場には無理な運転を強いることになり、結果として運転停止時間が増加し、給水区域では断水等が発生するという脆弱な体制になっている。各支局を含む運営体制の改善・拡充は予算的にも時間的にも難しい面があろうが、現在の運営管理体制の刷新、支局の改善・拡充は急務である。本プロジェクトの実施を契機にテビクアルミ浄水場とコロネルオビエド市、ビジャリカ市を統合した独立地域とし、地方統括事務所を設立することを提案したい。

一方、ESSAPは、支局の浄水場関係者に対する技術力向上を目的としたトレーニングを計画している。実施方法としては分野別に本部に関係者を集めてのセミナーの開催、実技による実習、もしくは支局での直接指導がなされるという。こうした計画とソフトコンポーネントで実施される技術指導によって支局の運営維持管理の技術力は向上し、適切な管理が継続的に実施されるものと期待される。

### 3-5 プロジェクトの概略事業費

#### 3-5-1 協力対象事業の概略事業費

省 略

#### (2) パ国負担経費

省 略

#### (3) 積算条件

- 1) 積算時点 : 平成 25 年 7 月
- 2) 為替交換レート: US\$1=99.77 円 US\$1=Gs.4,220.15 Gs.1=0.02 円
- 3) 施工期間 : 表 3.2.18 業務実施工程表に示すとおりである。
- 4) その他 : 積算は、日本国政府の無償資金協力の制度を踏まえて行われる。

### 3-5-2 運営・維持管理費

本プロジェクトは取水・浄水場を建設するもので、浄水場の規模が拡張されるため、施設運転要員を増員する必要がある(前掲、3-4節を参照)。施設運転を効率的に行うため、現在の浄水場オペレーター及び支局職員の能力や経験を活かし、増員する職員と協力体制の下運営管理を遂行する。プロジェクト実施に伴う運営維持管理費の増加分は、増員する職員給与と薬品代、電気代等となる。

表 3.5.3 運営・維持管理費の予測

	生産水量 (m <sup>3</sup> /年)	有収水量 (m <sup>3</sup> /年)	人件費 (千Gs./年)	薬品代 (千Gs./年)	電気代 (千Gs./年)	維持管理費 (千Gs./年)	合計 (千Gs./年)
2012年	4,861,400 (13,310 m <sup>3</sup> /日)	2,969,700 (8,140 m <sup>3</sup> /日)	901,501	737,951	766,722	235,000	2,641,200
計画年次 (2020年)	9,599,500 (26,300m <sup>3</sup> /日; コロネルオビエト市 12,300、ビジャリカ 市 14,000)	6,060,800 (16,600m <sup>3</sup> /日; コロネルオビエト市 8,000、ビジャリカ 市 8,600)	1,254,000	1,457,200	1,495,100	1,140,900	5,347,200
増分	4,738,100	3,091,100					2,706,000

ー施設完成後の徴収水道料金の増額分(予想)

$$\text{有収水量の増加分 } 3,091,100\text{m}^3 \rightarrow 3,091,100\text{m}^3 \times \text{Gs.}2,350 / \text{m}^3 \text{ ※1)} = \text{Gs.}7,264,085,000$$

上記検討の結果、施設完成後には運営・維持管理費が約 2,706 百万 Gs の増額となるが、水道料金の徴収増が約 7,264 百万 Gs 見込まれる。なお、運営維持管理費の算定は ESSAP から入手した 2012 年の 1 年間の浄水場の生産水量、運営・維持管理費(表 3.5.3 参照)を基に、計画水量に対応した各費用を推計し、計算は以下の通りである。

①人件費:現状の人数 23 人→完成後の人員 32 人

$$901,501(\text{千Gs})(2012\text{年人件費予算})/23 \times 32 = 1,254,262(\text{千Gs})$$

②薬品代、電気代:生産水量と計画 生産水量の比

$$\text{薬品代: } 737,951(\text{千Gs})/4,861,400 \times 9,599,500 = 1,457,185(\text{千Gs})$$

$$\text{電気代: } 766,722(\text{千Gs})/4,861,400 \times 9,599,500 \times 0.987(\text{総電気負荷率}) = 1,495,100(\text{千Gs})$$

③維持管理費:プロジェクト投入した浄水場関連の機械設備費の 6%相当<sup>※2)</sup>と仮定

$$\text{積算額 } 380,318(\text{千円}) \times 0.06/0.02(\text{円} \cdot \text{Gs換算レート}) = 1,140,900(\text{千Gs})$$

上記の通り、水道料金収入が運営維持管理費の増額分を超過しているため、運営維持管理上の問題は無いと予想される。ただし、水道料金の計算は、浄水場からの生産水をコロネルオビエド市、ビジャリカ市等へ配水して得られるため、パ国側が実施する給水管の整備やビジャリカ市側への送水管整備を迅速に実施することが重要である。

※1) 2012年のコロネルオビエド市の平均水道料金、1 m<sup>3</sup> 当り Gs.2,350 を採用。

※2) 機械類の耐用年数を 15 年と想定し、1 年分の減価償却費相当を機械類の補修費とした。

(15 年目の残存価値を 10%とし、90% ÷ 15 年 = 6%)

### 3-6 協力対象事業実施に当たっての留意事項

#### (1) 免税措置

プロジェクト実施のために調達される資機材に課せられる関税や国内税は免税となるが、手続きに時間を要する可能性もあるため、事前準備を万全に行う必要がある。因みに、主な免税対象はポンプ、モーター、バルブ、管材、建設機材などの輸入品であり多岐にわたる。これらにかかる「関税」と、国内の「付加価値税(IVA)」に対する免税措置を MOPC が講ずることが必要となる。

#### (2) 安全管理

プロジェクト関係者の安全な環境での業務遂行に必要な便宜供与については MOPC、ESSAP、大使館、JICA の協力を得るように努める。

#### (3) カウンターパート

施設を建設する過程で技術移転を考慮しており、カウンターパートの技術者の配置を計画的に行う事が必要となる。ソフトコンポーネントを実施する場合は出来るだけ多くの技術者の参加を計画する。

#### (4) 許認可、規制

工事実施に当り、関係省庁や地方自治体の許認可、環境庁による認可、道路規制、住民への協力要請など必要な手続きについては、確実に履行しなければならない。

#### (5) 既存施設の利用

既存の給水施設を稼働させながらの並行作業となるため、工事進捗には十分な配慮と ESSAP の協力が必要である。

## 第 4 章 プロジェクトの評価

## 第4章 プロジェクトの評価

### 4-1 事業実施のための前提条件

環境影響評価法の政令 No.453 号/13 に環境影響評価を必要とする対象事業が規定され、「水道システムの建設と運転」が含まれている。ESSAP の水道事業は、この規定に基づいて環境庁(SEAM)の環境影響評価声明(Declaración de Impacto Ambiental: DIA)の決定に従い、環境ライセンスの取得が義務付けられている。

したがって、本プロジェクトの実施に際しても環境ライセンスの取得が前提となる。ESSAP は SEAM とは良好な関係にあり、環境ライセンスの取得手続きに着手しているものの、SEAM への申請内容には本プロジェクトの建設施設の規模や内容を明記する必要がある。現状では仮申請となっており、ESSAP 担当課では本報告書の提出と同時に正式申請手続きに入るよう準備している。

### 4-2 プロジェクト全体計画達成のために必要な相手方投入事項

本プロジェクト全体計画達成のために必要なパ国側が実施すべき事項は以下の通りである。

#### (1) 浄水場敷地の盛土造成

プロジェクトの計画施設は ESSAP の既存浄水場に隣接する敷地内に建設されるが、この敷地は洪水対策として、2～5m 程度盛土造成されることになっている。造成地には、既存浄水場の建設当時に造成された用地と、その南側に広がる沼地も含まれる。造成工事に際しては、敷地内の樹木(樹根を含む)や建物など支障物を撤去し、沼地の表面に堆積した有機性表土を剥ぎとった後に良質土で盛土することが肝要である。なお、造成工事を効率的かつ安全に遂行するため、用地の周囲には石積みや蛇籠等による擁壁を設置することや既存浄水場とは別に国道からの乗込み道路を建設することが必要である。パ国側は、造成工事を日本の業者が工事を着手する前に完成することが不可欠である。

#### (2) コロネルオビエド市の ESSAP 配水センターにおける配水池の建設

ESSAP はコロネルオビエド市の配水状況の改善のため、配水センター敷地内に、既存半地下配水池に加え、貯水容量 1500m<sup>3</sup> の配水池の建設に着手した。しかしながら、契約内容に関する業者との理解の齟齬により、工事が停止した状況にある。新規配水池は本プロジェクトの完成後のシステム運営に不可欠であるため、パ国側は問題点を解決し、至急工事に取り掛かり、工事を完成することが肝要である。

#### (3) コロネルオビエド市への既存送水管の改修

本プロジェクトでは、新規浄水場からコロネルオビエド市への送水管に関し、新規送水管と既存送水管のダブル配管で対応することになっている。既存送水管では約 12%の漏水が発生しているため、管路の途中で腐食等により、配管に孔が開いていることが懸念される。本プロジェクトの運営には既存送水管の利用が条件であるため、漏水箇所の修理や、部分的な配管の交換等が必要となる。この既存送水管の改修に関しては、漏水調査、対策策定、改修工事までをパ国側が実施することになっているため、パ国側は速やかに調査を実施し、改修工事内容の策定、予算措置をおこない、日本側の工事完成までに実現することが肝要である。

#### (4) 新規浄水施設までの電力ケーブルの架設、トランスの設置

既存浄水場には ANDE の電力が供給されている。新規浄水施設のためには、既存の ANDE の電力線を分岐し、約 200m の区間に電力ケーブルを架設し、新規浄水施設の所定位置に専用トランスを設置する必要がある。パ国側は、この工事の設計、建設に関して ANDE からの承認を得ると共に、日本側の工事完成に合わせて関連工事を完成させる必要がある。

#### (5) 新規浄水場の場内付帯工事(植栽、フェンス、門扉、街灯、場内道路など)の整備

浄水場の日本側の工事完成に合わせて、場内付帯工事をパ国側は実施することが必要である。

#### (6) ソフトコンポーネント受講に係る参加体制の確保

プロジェクトの初期段階における円滑な立ち上がりを支援するため、浄水場の運転維持管理技術に係る指導をソフトコンポーネントによって行うことを計画している。ソフトコンポーネントの参加者は浄水場長を含む浄水場の運転管理に携わる職員や補助員である。そのため、既存施設の運転を継続しながらの受講となるが、当直チームや非番チームの連携により、対象者全員が受講できるよう、参加体制を作る必要がある。

### 4-3 外部条件

#### (1) コロネルオビエド市の配水管網の改善

本プロジェクトにおいては、日本側の協力事業により、コロネルオビエド市の給水量が増加され、給水圧の改善や給水時間の増加が実現される。しかしながら、市内の配水管網は、給水人口の増加と市街地の拡張に伴い、配水管網末端や高所地区での給水不良等の問題に直面している。給水状況の向上・改善を実現するためには、パ国側により配水管網の改修・拡張、配水施設の整備といったハード面の設備投資がなされることが必要である。本報告書の 3-2-2-5 で、パ国側が独自に配水管網の整備計画を策定するための参考として、試案を提案しているが、パ国側はこの提案を踏まえ、より詳細な検討を加え、配水管網の改善を実施することが望まれる。

#### (2) 浄水場の組織体制の構築

浄水場の運転・維持管理には、専門技術の知識と経験が不可欠である。本計画ではソフトコンポーネントにより、関連技術を指導する。パ国側がこの成果を今後の維持管理に効果的に生かすためには、参加した職員が職場に一定期間止まり、実務経験を通じて、浄水システムの効果的な運転要領を根付かせることが望まれる。そのため、ESSAP 本部は浄水場の定期的な巡回指導、モニタリング、緊急時の迅速なフォローアップなどを通じて、職員との意思疎通を図り、安定的な組織体制を構築することが求められる。

## 4-4 プロジェクトの評価

### 4-4-1 妥当性

本プロジェクトの妥当性については、①プロジェクトの裨益対象、②プロジェクト目標、③運営維持管理技術、④パ国の中・長期的開発目標の観点から評価する。

#### (1) 裨益対象

新規浄水施設が整備されることによる直接的な裨益対象者は、コロネルオビエド市の一般住民であり、2020年の推定で、5.3万人である。また、プロジェクトの完成により、コロネルオビエド市への送水量が増加し、現在の給水時間16時間から24時間に改善する。なお、本プロジェクトによって新規施設が完成することにより、既存の浄水施設はビジャリカ市と周辺2都市への専用施設となり、これらの都市への送水量も増えることから、これら都市の住民は副次的な裨益者と位置づけられる。ただし、そのためには、既存送水管の更新あるいは複線化等による送水管の拡張が実施される必要がある。これら副次的裨益者の人口は、2020年ベースで、ビジャリカ市で5.0万人、周辺2都市は0.7万人と想定される。

#### (2) プロジェクト目標

プロジェクト目標は、コロネルオビエド市の住民に対して安全な飲料水が安定的に供給されることである。住民に安全な飲料水を供給することは、住民の衛生環境の改善に不可欠であり、BHNの一つとして位置づけられ、公平性の確保、貧困削減といった重要課題の観点からも大きな意義がある。

#### (3) 運営維持管理技術

我が国の協力対象事業によって整備される施設は、特殊な技術を用いない凝集沈殿・急速ろ過などの一般的なシステムによる浄水場であり、他の地方都市で採用されている処理システムと基本的に変わらない。そのため、他の浄水場とも共通点が多く、パ国独自の人材・技術による運営・維持管理が可能である。

#### (4) パ国の中・長期的開発目標

パ国政府の開発方針である「2008-2013年社会経済戦略プラン」を基に国内の開発が進められており、その中の重点分野には「経済開発」、「貧困削減」があげられている。

コロネルオビエド市は将来とも地方の発展を支える中核都市でありながら、水道サービスが他都市に比べて大きく遅れているため、都市発展のポテンシャルを阻害することになっている。パ国政府は地方部の社会資本の積極的な整備姿勢を打ち出しており、貧困対策、雇用創出にむけた生活基盤の向上を重要課題と位置付けている。



#### 4-4-2 有効性

本協力事業の実施により期待されるアウトプットは以下のとおりである。

##### (1) 定量的効果

表 4.4.1 定量的効果

成果指標		基準値(2012年)	目標値(2020年)	備考
直接的効果	①浄水場の生産量	14,000 m <sup>3</sup> /日	26,300 m <sup>3</sup> /日 <sup>※1</sup>	87.9%増
	②洪水時の断水の影響	2～3週間の断水	0	断水の解消
	コロネルオビエド市			
	③給水人口	37,620人	52,594人	39.8%増
	④市内への平均配水量	6,600 m <sup>3</sup> /日	12,300 m <sup>3</sup> /日	86.4%増
	⑤給水時間	16時間	24時間	8時間増
	⑥市内への給水率	61.0% <sup>※2</sup>	71.4% <sup>※3</sup>	10.4%増
副次的効果	ビジャリカ市及び2都市			
	③給水人口	42,660人	56,269人	31.9%増
	④市内への平均配水量	7,400 m <sup>3</sup> /日	14,000 m <sup>3</sup> /日 <sup>※1</sup>	89.2%増
	⑤給水時間	16時間	24時間	8時間増
	⑥市内への給水率	71.70%	80%	8.3%増

※1) 既存浄水場の現在の浄水能力(14,000m<sup>3</sup>/日)を生産水量に加える。

※2) 水衛生委員会による給水人口を加えると78.9%となる。

※3) 水衛生委員会による給水人口を加えると85.0%となる。

##### (2) 定性的効果

- ① 衛生的な飲料水が十分に安定的に配水されることで衛生環境が改善され、下痢をはじめとする水因性疾患の減少が期待される。
- ② ソフトコンポーネントを通じた浄水場運転管理技術の指導によって、ESSAPの運転管理員に正確な浄水の知識が蓄積され、浄水場の運転管理技術が向上する。
- ③ 水道料金収入が増加し経営が安定することから、今後のパ国独自による給水率向上と施設整備の促進につながる。

以上の評価により、本案件の妥当性は高く、また有効性が見込まれると判断される。