

## 2-3-8 サンファン川取水・導水施設の現状と課題

### (1) 取水工

サンファン川の取水工は、ポトシ市から南西へウユニ街道を約 60km 下り、街道を右に折れた台地上を約 8km 北西方向に上ったサンファン川上流域に存在する。取水工が設置されている辺りは右岸側と左岸側で地質構造が異なり、右岸側は変成岩が切り立って屏風状の地形を呈し、左岸側は火山性砂質土壌、砂岩で構成されている地形となっている。そのため、降雨時には浸食作用により左岸側の土壌が多量に流下しているものと思われる。左岸側斜面にはリヤマ、ヤギが放牧されていること、両岸に水生植物（Lampazo ゴボウの一種、腎臓病の薬草）が見られるため、有機質の水質汚染が推測される。

取水工はサンファン川の両岸が狭まった箇所であり、堰上流部の河床勾配は 1/20～1/30 で、堰の下流側は 1/80～1/100 と若干緩やかな勾配である。現在堰部は堆積土砂で埋まっているが、1.5m の堰高から堆積した土砂の排出作業は行われていないものと思われる。そのため、土砂が、降雨時に取水口から容易に流入しているものと思われる。堰上流部の河床高と取水口の位置関係について詳細に調査する必要がある。

取水口の部分は、設計図に幅 70cm の（コンクリート）壁が記載されているが、施工されなかったとのことで AAPOS が蛇籠積立の護岸工を設置したとのことであった。また、導流堤が設置されていないため安定取水は困難と思われた。堆積土砂が取水口から流入するため、取水ゲートの損傷が見られる。取水ゲートのガイド部の設計に難点があり、ゲート締め切り後に土・砂が多少流入している。

取水口上流部には流量観測用の三角堰が設置されているが、基礎工部分の厚さ不足とコンクリート配合の不具合のためか、河床部から水が抜けており、現在放置されている。沈砂池の底勾配は適切な勾配ではないように見受けられ、流水による洗浄はできていない。また、単層のため片側締め切りによる洗浄も行われないう構造となっている。調整タンクは、単層で管路がバイパスになっていないため、タンク内の洗浄時には 2 時間程度通水を止める、とのことであった。タンク施工時に止水板、ウォータプルーフが施工されていないからか、漏水箇所が数箇所見られた。



サンファン川流域。左岸側から上流部を望む。右岸は変成岩が屏風状に切り立った地形を呈し、左岸側は火山性砂質土壌、砂岩からなる地形となっている。



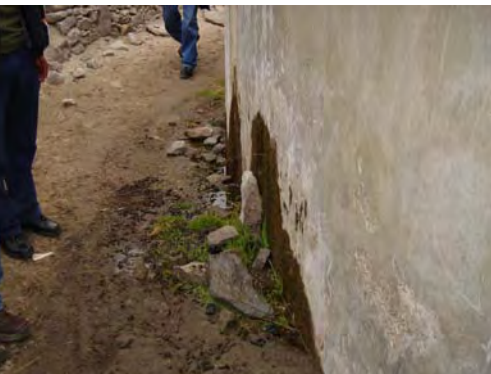
取水工全景。2001年に完成。手前の調整タンク底部（導水管底部）でGL. 4190.6m。



堰（幅 6m、高さ 1.5m）は前面に土砂が堆積しており機能していない。取水口に導流堤、護岸壁がなく、AAPOS が蛇籠製の護岸壁を設置。



取水口の上下流の導流堤は設計に無く、AAPOS が蛇籠で護岸堤・導流堤を設置した。蛇籠の基礎部が不安定で改修が必要である。



調整タンクの漏水箇所が多数見られた。この調整タンクは単層のため、内部洗浄の際には 2 時間通水を遮断する、とのことであった。

## （2） 導水管路

導水管路の現地調査結果については、表 2.3.13 に取りまとめたとおりである。

表 2.3.13 取水施設と導水管路の現地調査結果 (1)

(1)

測点	流量 L/sec	管径 mm	管材質	AAPOS (2005)	予備調査団 (2007)	備考
0+000 取水工				取水工 取水口箇所は蛇籠製で針金がさびついて、破損箇所が見られる。 <対処法> コンクリート構造物にする。	左岸側の護岸堤（コンクリート製）と導流堤（蛇籠製）を設置する。	
				補助取水管 取水口に取り入れ水量を補う管が設置されているが、管の設置箇所（接続）が不適当。 <対処法> システムを100%有効にするため、補助取水管を直接調整タンクに接続する。	B/D時に検討する必要がある。	
				取水口ゲート ゲートの材質、設置が良くないため、正常に機能していない。 <対処法> ゲートを交換する。	ゲートの交換と、操作台座部の改修が必要。ゲートガイドに隙間ができています。	
				余水吐 河川から砂、砂利が流入し、余水吐に堆積している。 <対処法> 余水吐に固形物が入らないようにゲートを設置する。	余水吐にゲートは不要。取水口前面の改修を行う。	
				沈砂池－調整タンク間の水路 ・流量調整用のゲートが付いていないが、必要なら設置。 <対処法> 流量調整ゲートの設置		
				調整タンク 付帯するスクリーンにかかっている固形物の除去は濁水期に一度実施するため、沢山の固形物が見られる。 雨季には20分毎にスクリーの掃除を実施しなければならない。 <対処法> ・自動洗浄スクリーンの設置	単層で管路がバイパスになっていないため、洗浄時に2時間程度通水を止める必要がある。止水板、ウォータープルーフが施工していないからか、漏水箇所が数箇所見られた。B/Dで改修の検討を要する。	
				沈砂池 ・沈砂池の設計が悪い ・沈砂池の壁コンクリートにひび割れ箇所があるため、荷重がかかると揺れ動く。 <対処法> ・自動洗浄スクリーンの設置（小生物や細かい固形物の分別用） ・ひび割れ箇所の封印にエポキシセメントの注入	沈砂池の底勾配は適切な勾配ではないため流水による洗浄が効率よく行われていない。排砂出口の構造についてB/Dで検討を要する。 スクリーの構造・材質についてB/Dで検討を要する。	

表 2.3.13 取水施設と導水管路の現地調査結果 (2)

(2)

測点	流量 L/sec	管径 mm	管材質	AAPOS (2005)	予備調査団 (2007)	備考
04+150.00		500	FFD	一時的な水の流下により浸食している。 蛇籠の保護工が施されている。 <対処法> 保護工をコンクリート製に改修	上流側に蛇籠製の保護工が設置されているが、右岸側にも蛇籠製の保護工の設置を検討する必要がある。	
04+250.00		500	FFD	一時的な水の流下により浸食している。 浸食防止対策がされている：蛇籠製の保護工；蛇籠が（流下により）動かされているようで保護工となっていない。 <対処法> コンクリート製の水路建設	降雨時の排水用にコンクリート製の排水路の建設を検討する。	
07+464.75		500	FFD	管路埋立部が浸食されている。 <対処法> 側溝約100m建設	山側に承水路、下側に排水路の整備を検討する。	
09+300.00		500	FFD	一時的な水道となっているため埋め戻した土が浸食され流されている。 <対処法> 側溝と排水路の建設約80m	側溝と排水路（約80m）の建設を検討する。	
09+600.00		400	FFD	排泥弁ボックス 雨季の河川水によりボックスの周囲に土が集積している。 <対処法> ・土を取り除く ・コンクリート製の保護工を建設し、将来排泥弁ボックス出口（の栓）から入り込まないようにする。	雨水による排泥弁ボックスの周囲が洗掘されており、ボックス内に溜まった泥で出口が塞がったままになっている。人孔の取り付け部が不十分であるため、改修の検討を要する。	
09+812.00		500	FFD	管路埋設 一時的な水流により、埋め戻し材が流失している。 <対処法> 排水路の建設	排水路の建設（蛇籠護岸）を検討する。	

表 2.3.13 取水施設と導水管路の現地調査結果 (3)

(3)

測点	流量 L/sec	管径 mm	管材質	AAPOS (2005)	予備調査団 (2007)	備考
13+780.00		500	FFD	排泥ボックス 雨期の一時的な河川水により排泥弁柵に土砂が溜まっている。 <対処法> ・ボックス内の土砂の除去 ・ボックス周囲にコンクリート製の保護工を設置	施設が幹線道路脇にあるため、ボックスの周囲に保護柵などの設置を検討する。	
18+755.00		400	FFD	河川水による浸食 <対処法> 管路を保護するため（川程度の）水路建設	雨季に河川が増水して浸食が進んでいる。河川横断箇所の整備が必要。管路上下流に蛇籠製の護岸工を設置することを検討する。	
20+500.00		400	FFD	雨水により埋め戻し材が浸食されている。 <対処法> 側溝と排水路の建設	埋め戻しを行うとともに、承水路と排水路の整備が必要である。	
22+500.00		500	A	河川水により埋め戻し材と管の支柱が洗掘されている。 <対処法> コンクリート製の支柱設置	上流側に保護工の設置、河川横断部の整備（支柱、護岸工等）を検討する。	
25+750.00		400	FFD	導水管 雨水により管路埋設部の表土と埋め戻し材が浸食されている。 <対処法> ・側溝と排水路の建設 ・プラスチックシートでの被覆と（灌木等の）植栽により土壌を安定化させる。	管路の山側に承水路、下側に排水路を整備する必要がある。山側に蛇籠による保護工、植栽工等の設置検討を行う。管路の下側が洗掘により大分崩壊しているため、基礎部から改修・埋め戻しを行う必要がある。	
26+500.00		500	FFD	導水管 一時的な水流により、埋め戻し材が流失している。 <対処法> 雨水排水のために側溝と排水路の建設	雨水排水路、斜面側に承水路の設置を検討する。	

表 2.3.13 取水施設と導水管路の現地調査結果 (4)

(4)

測点	流量 L/sec	管径 mm	管材質	AAPOS (2005)	予備調査団 (2007)	備考
27+100.00		400	FFD	河川横断箇所の導水管 河川水により埋設土が流され、管路が露出している。 <対処法> 排水路の建設。	河川横断部の整備（護岸工、支柱等）を検討する。	
27+150.00		500	FFD	管路埋設 雨期の一時的に生じた河川により埋め戻し材が流失している。 <対処法> 排水路の建設。	降雨後の一時的流水により埋設管の埋戻し材が流失している。涸れ沢の現況から護岸壁と管の支柱設置が必要である。	
27+250.00		500	FFD	管路埋設 雨期の一時的に生じた河川により埋め戻し材が流失している。 <対処法> 排水路の建設。	雨季の時の排水を整備する必要がある。管路の上流部と下流部に蛇籠による護岸工の設置を検討する。	
27+700.00		400	FFD	支柱は、構造的に十分とはいえない。 <対処法> 支柱の建設	降雨後に一時的に河川となる箇所で、支柱は構造的に十分ではない。コンクリート支柱の間隔が広すぎるためAAPOSで応急的措置として石積み支柱を設置している。	
27+900.00		500	FFD	河川水により管路の下側が大区間に亘り洗掘されている。管の支えと浸食防止のために石積みが施されている。 <対処法> 排水路と支柱のの建設	支柱の設置、排水路建設、排水路の両岸に対し、蛇籠の護岸工を検討する。	
27+990.00		500	FFD	雨水により管路埋設部の埋め戻し材が浸食されている。 <対処法> 側溝と雨水排水路の建設	埋戻し材が浸食されている。雨期の排水用に承水路と排水路の整備が必要である。	

表 2.3.13 取水施設と導水管路の現地調査結果 (5)

(5)

測点	流量 L/sec	管径 mm	管材質	AAPOS (2005)	予備調査団 (2007)	備考
28+100.00		500	FFD	<p>導水管</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・支柱は構造的に十分ではない。</li> <li>・支柱には基礎工が無かったり、適当な深度に埋設されていないかったりするため、不具合が生じている。</li> </ul> <p>&lt;対処法&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・側溝の建設</li> <li>・基礎工と十分な埋設深のある支柱を新設する。</li> </ul>	<p>既存支柱の基礎部を改修し、支柱の本数を検討整備する。また、雨期の排水路整備を検討する。</p>	
28+850.00		400	FFD	<p>導水管</p> <p>雨水により埋め戻し材が流失している。コンクリートポートの建設が無い。</p> <p>&lt;対処法&gt;</p> <p>排水路とコンクリートポートの建設</p>	<p>排水路とコンクリートポートの建設を検討する。</p>	
29+700.00		500	FFD	<p>導水管</p> <p>雨水により埋め戻し材が流失している。</p> <p>&lt;対処法&gt;</p> <p>側溝と雨水排水路の建設。</p>	<p>側溝と雨水排水路の建設を検討する。</p>	
31+100.00		500	FFD	<p>管路基礎工</p> <p>浸食により基礎工の下側が洗われている。</p> <p>&lt;対処法&gt;</p> <p>河床より下部の岩盤まで（掘削して）基礎工を新設</p>	<p>支柱の基礎部を改修する必要があるとともに、涸れ沢上流側に蛇籠製の砂防ダム設置の検討を要する。</p>	
36+100.00		500	FFD	<p>管路基礎工</p> <p>浸食により基礎工の下側が洗掘されている。</p> <p>&lt;対処法&gt;</p> <p>河床より下部の岩盤まで（掘削して）基礎工を新設</p>	<p>管の支柱の基礎工下側が浸食されて不安定な状態になっている。基礎工の高さが不十分である。上流側に蛇籠の設置を検討する。</p>	

表 2.3.13 取水施設と導水管路の現地調査結果 (6)



(6)

測点	流量 L/sec	管径 mm	管材質	AAPOS (2005)	予備調査団 (2007)	備考
31+000.00		500	FFD	<p>管路基礎工 河川水の洗掘、浸食により基礎工の下側が削り取られている。</p> <p>&lt;対処法&gt; 河床より下部の岩盤まで（掘削して）基礎工を新設</p>	支柱、基礎工の改修が必要である。	
31+500.00		400	A	<p>沢が自然現象／風化作用により浸食が進み深くなっている。</p> <p>&lt;対処法&gt; 管の支柱を新設する。</p>	支柱、基礎工の改修が必要である。上流側に蛇籠設置を検討する。	
35+200.00		500	FFD	<p>水食により法面にあった管を支えていた台座がはがされ、現在石で管を支えている。</p> <p>&lt;対処法&gt; （階段状の）控え壁/擁壁を洗掘から守るために設置する。</p>	支柱の改修を検討する。	
37+500.00		500		<p>通風孔 鉄筋コンクリート製 通風孔施設の現況の一例。 金属部（蓋、階段等）が盗まれている。</p> <p>&lt;対処法&gt; 改修、コンクリートで縁を固めるなどして、蓋を設置する。</p>	蓋取り付け部の改修をする。コンクリートボックスの縁の部分改善する。	
41+750.00		500	FFD	<p>導水管 雨水により管を支えていた自然材がはがされ、流失。現在管路の下に石を置き、水平に保っている。</p> <p>&lt;対処法&gt; 管路に隣接して側溝と雨水排水路の建設。</p>	管路上部に土壌保全工の設置を検討する。支柱の数量を検討し改修することが必要である。	



表 2.3.13 取水施設と導水管路の現地調査結果 (7)

(7)

測点	流量 L/sec	管径 mm	管材質	AAPOS (2005)	予備調査団 (2007)	備考
42+000		500	FFD	一時的な流水により管路サポ-トの基礎工が洗掘されている。 <対処法> サポ-トの基礎工改修と排水路の建設	管固定部を改修する必要がある。管路の上部に土壤保全工(蛇籠製)の設置を検討する。	
43+500.00		500	FFD	管路 ・管路上部の斜面土の滑落によりサポ-トのボルトがゆるんでいる。 ・管の接合が不十分で管路のゆるみを誘発する状態となっている。  <対処法> ・法面に小段をつけるか、ソイルメントを施す。 ・管の接合を改善する。	支柱と留め金の補強が必要である。管路上側斜面に保護工設置の検討をする。また、管の接合部の改善方法を検討する。	
44+500		500	FFD		排泥弁ボックス 排泥弁ボックスが潤れ沢の中央に設置されているため、ボックスの基礎部が洗掘されている。上流側に蛇籠製の砂防ダム設置を検討する。	

### 2-3-9 AAPOS の財務状況

AAPOS では、大蔵省と経営改善プログラムに関し「経営改善協定」を 2007 年 6 月 28 日に締結し、健全な財務体質の構築に向けた取り組みを行っている。

表 2.3.14 に同協定に盛り込まれた AAPOS の損益計算書及び資金調達・債務返済表(2003～2012 年)を示す。AAPOS の財務状況は、過去の国内の債務に加え、KfW プロジェクトによる資本支出が続き、2007 年まで債務が増加の一途を辿っている。2008 年に経常収支は黒字となり、その黒字額が債務返済に廻るようになっているが、経常利益に比べ債務額が大きいいため、返済する元本の割合が少なく、KfW ローンの返済期間の 30 年から 70 年への延長と 0.75%の年利適用からなる債務繰り延べが急務となっており、大蔵省と既に債務繰り延べについて合意に達している。

これにより、AAPOS は 2007 年度以降新たなローンの借入が事実上出来なくなるため、新規プロジェクトは自己資金か無償援助しかなく、サンファン浄水場の建設は日本政府の無償資金協力に頼る以外に方法がない状況にある。

#### 債務繰り延べの現状

AAPOS 総裁からの聞き取り調査によれば、昨年ボリビア政府（大蔵省）と KfW との間で債務返済免除の合意が成立しており、既にボリビア政府の KfW への返済義務はなくなっている。従って、AAPOS の KfW への返済義務も事実上なくなっているが、国内的には、AAPOS がこれから 70 年間にわたり大蔵省に債務返済を行うようになっている。

AAPOS では今後、大蔵省との間で債務返済免除を求めて交渉を行っていく考えであり、中央政府との間の債務返済免責を巡る交渉が今後展開されることになる。

### 2-3-10 現地の施工・調達事情

AAPOS は施設設備に係る資材や水質の分析管理に要する試薬や機器類を国内外から調達している。既存の配水管路や現在計画中の管路施設では、管径 300mm までの管路に限り PVC が最も多く利用されている。サンファン導水路の管路はダクタイル鋳鉄管で、サンタ・クルスの代理店から調達されたものである。原産国はブラジル国で列車、または車輻で輸送されている。サンファン配水系統は重力配水によるため、送水ポンプ等のポンプ機器類の調達は無い。浄水場内で使用するポンプ機器類については、サンタ・クルス、コチャバンバ市内の代理店から調達が可能である。

また、浄水や水質分析に関連し、硫酸バンドはコロンビア国、ペルー国等から取り寄せている。塩素ガスの場合、ガスボンベ（シリンダー）をブラジルから搬送する際に通関手続き等で困難な点が指摘されているため、次亜塩素酸ナトリウムによる塩素滅菌方式を採用している。

表 2.3.14 Aapos の損益計算書及び資金調達・債務返済表 (2003~2012 年)

	年度別実績値				年度別予測値					
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>【収入の部】</b>										
経常収入	10,352,542	11,793,167	12,307,142	14,969,123	15,224,346	15,675,559	16,047,512	16,257,049	16,515,587	16,724,868
・営業収入	8,066,307	9,454,404	9,399,898	12,164,901	13,916,311	14,367,974	14,734,127	14,937,864	15,191,702	15,401,546
・その他収入	2,286,235	2,338,763	2,907,244	2,804,222	1,308,035	1,307,585	1,313,385	1,319,185	1,323,885	1,323,322
資本収入	3,608,268	516,842	641,078	0	0	0	0	0	0	0
・寄贈資本	3,608,268	0	0	0	0	0	0	0	0	0
・移譲資本	0	516,842	641,078	0	0	0	0	0	0	0
<収入合計>	13,960,810	12,310,009	12,948,220	14,969,123	15,224,346	15,675,559	16,047,512	16,257,049	16,515,587	16,724,868
<b>【支出の部】</b>										
経常支出	6,483,391	6,194,590	7,673,390	9,251,197	12,031,078	8,807,651	9,293,471	9,810,025	10,341,503	10,880,453
・労務費	2,340,656	2,652,085	3,089,651	3,408,537	4,386,326	4,561,779	4,744,250	4,934,020	5,131,381	5,336,636
・営業経費	2,299,718	1,787,551	2,639,314	3,813,028	4,816,792	1,183,818	1,234,043	1,280,217	1,321,701	1,361,352
・支払利息	1,192,883	617,028	691,458	764,874	662,280	668,199	669,585	668,613	659,804	654,961
・為替手数料	64,737	61,086	5,010	11,931	13,760	15,210	16,809	18,598	20,514	22,413
・税金	585,397	1,076,840	1,247,957	1,252,827	2,151,920	2,378,645	2,628,784	2,908,577	3,208,103	3,505,091
資本支出	12,339,362	6,111,991	6,330,989	10,200,641	27,217,522	4,131,455	4,202,130	4,290,651	4,415,102	4,534,055
・プロジェクト	12,163,090	5,419,139	6,050,141	9,548,185	26,637,522	3,551,455	3,702,130	3,840,651	3,965,102	4,084,055
・資本形成	176,272	692,852	280,848	652,456	580,000	580,000	500,000	450,000	450,000	450,000
<支出合計>	18,822,753	12,306,581	14,004,379	19,451,838	39,248,600	12,939,106	13,495,601	14,100,676	14,756,605	15,414,508
<経常利益>	▲ 4,861,943	3,428	▲ 1,056,159	▲ 4,482,715	▲ 24,024,254	2,736,453	2,551,911	2,156,373	1,758,982	1,310,360
<b>【資金調達・債務返済の部】</b>										
外国融資	5,809,322	5,228,760	5,180,027	8,402,755	25,325,025	▲ 1,374,754	▲ 1,433,080	▲ 1,486,701	▲ 1,534,875	▲ 1,455,593
・融資	5,940,420	5,365,564	5,324,183	8,599,335	26,637,521	0	0	0	0	0
・返済	▲ 131,098	▲ 136,804	▲ 144,156	▲ 196,580	▲ 1,312,496	▲ 1,374,754	▲ 1,433,080	▲ 1,486,701	▲ 1,534,875	▲ 1,455,593
国内融資(返済)	▲ 784,158	▲ 3,505,879	▲ 1,475,589	▲ 3,554,624	▲ 838,770	▲ 1,192,545	▲ 863,141	▲ 557,369	▲ 378,110	▲ 228,858
その他	▲ 163,221	▲ 1,726,309	▲ 2,648,279	▲ 365,416	▲ 462,001	▲ 169,154	▲ 255,690	▲ 112,303	154,003	374,090
<資金調達・債務返済合計>	4,861,943	▲ 3,428	1,056,159	4,482,715	24,024,254	▲ 2,736,453	▲ 2,551,911	▲ 2,156,373	▲ 1,758,982	▲ 1,310,361

土木工事に資機材の鉄筋はブラジル製である。その他、日本や第三国から船舶輸送で調達される資機材は、チリ国の Arica 港で荷揚げされた後、ポトシ市へ搬送されることになる。

AAPOS は、工事部門を有しており、浄水場などのようなある程度の技術を要する施設、あるいは大規模な施設を除く工事を独自で実施している。そのため、AAPOS は、1980 年代から 1990 年代にかけて調達したバックホー、ユニック車、ダンプトラック、ショベルカーなどの建設機材、車両を所有しているが、大半の機材は耐用年数を過ぎていたため、修理・補修の頻度が高い。

### 2-3-11 環境影響評価

ボリビア国の環境影響評価に関する法令として以下がある。

- 環境法：法令第 1333 号、1992 年 4 月 27 日制定
- 環境規則：施行法第 24176 号、1995 年 1 月 28 日制定

環境法第 25 条によれば、全ての工事、公的・民間セクターの活動は、投資の段階前に環境影響評価のカテゴリーを決定する義務を持ち、その実施に対しては表 2.3.15 に示されるレベルに従うことになっている。また、環境ライセンス取得手順を図 2.3.6 に示す。

表 2.3.15 環境影響評価の分類

カテゴリー	EIA 調査の範囲
I	環境ファクターすべてに関する完全な評価が必要 (EEIA Integral: 総合環境インパクト評価調査)
II	環境ファクターすべてではなく幾つかに関する評価が必要 (EEIA Especifico: 特定環境インパクト評価調査)
III	EIA 調査は必要ないが概念上の見直しをした方がよい (PPA: 環境モニタリング及び適用計画、PPM: ミュティゲーション対策プログラム)
IV	EIA 調査は必要ない

AAPOS によれば、本プロジェクトの実施のために必要な環境ライセンス取得の申請には、建設される施設の設計図面が必要であり、当該設計図面入手後に手続きを開始し、手続き開始後 4 ヶ月以内に環境ライセンスが取得出来るとしている。AAPOS では、KfW プロジェクトのかりかり浄水場建設で環境ライセンス取得のプロセスを経験している。

本プロジェクトは環境を向上させる水道施設の改修・建設であり、浄水場予定地は国立公園等自然保護地域に入っていないため、カテゴリーIII と想定される。なお、環境ライセンスの申請では土地所有権も取得していなければならないため、浄水場の処理方式ならびに施設配置計画が決定次第、AAPOS は速やかに必要な用地の使用権取得の手続きを行う必要がある。

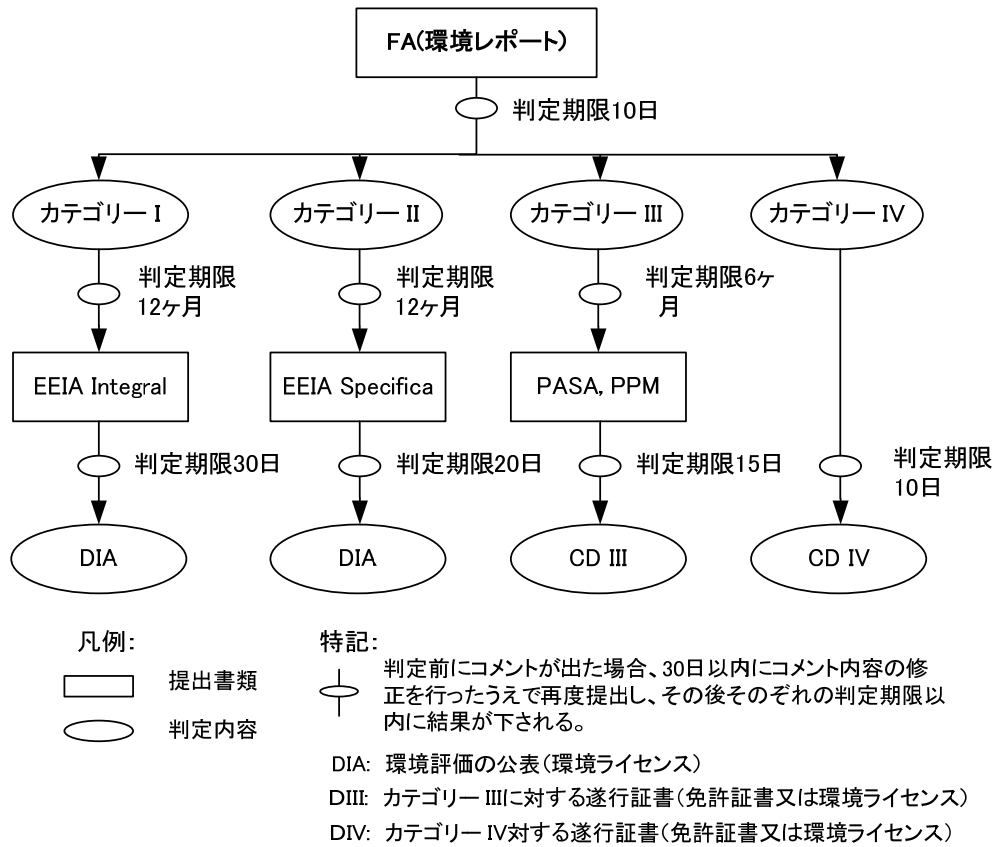


図 2.3.6 環境ライセンス取得手順

## 2-4 要請内容の妥当性の検討

### 2-4-1 要請内容の確認

要請書のプロジェクト内容、ならびに本予備調査にて確認されたプロジェクト内容は表 2.4.1 のとおりである。

表 2.4.1 要請書及び本予備調査で確認されたプロジェクト内容

No.	要請書の内容	本予備調査で確認された内容
1.	サンファン浄水場の建設（処理能力 180 l/s、凝集沈殿ろ過方式、1 箇所）	1. サンファン浄水場の建設 ● 処理能力: 導水管の能力に整合した 175 l/s に変更。 ● 処理方式: 雨期における水質悪化の状況を示す水質検査データが整っていないため、本年 11 月～来年 3 月までの雨期の期間に AAPOS が毎日水質検査を実施しデータを収集して、その結果に基づいて処理方式を検討し決定することを合意した。
(1)	着水井、凝集剤混和池、フロック形成池の建設	
(2)	凝集沈殿池の建設	
(3)	ろ過池の建設	
(4)	配水池の改修	
(5)	薬品注入設備の設置	
2.	導水管の改修及び周辺の暗渠・排水路等の整備（約 51km）	2. 取水・導水施設の改修 ● 取水施設の改修（1 箇所） ● 導水管路(約 51km)基礎部分の改修・建設
3.	水質検査用機器の調達	3. 水質検査用機器の調達 ● サンファン浄水場の日常の運転管理に必要な水質検査用機器

### 2-4-2 要請内容の現状と問題点

#### (1) サンファン浄水場の建設

##### サンファン浄水場の処理方式

サンファン浄水場の水源水質は、本報告書「2-3-5 サンファン浄水場の水源水質の現状」に示すように乾期の水質は良好であるが、雨期には濁度が高くなることが判明している。現時点では浄水場の設計に必要な雨期のデータが整っていないため、今後、AAPOS が本年 11 月～来年 3 月までの雨期の期間に水質検査（濁度、色度、PH、電気伝導度）を行い、データを収集することになっている。

一方、サンファン浄水場の原水の色度、硝酸性窒素濃度ともに低く、動植物に由来する有機窒素化合物（ふみん質）の混入の可能性が低いことが本予備調査において判明したため、濁度を指標とした一般的な浄水場の処理方式について比較検討を行った。表 2.4.2 に比較検討結果を示す。

サンファン浄水場の処理方式は、今後、AAPOS の雨期の水源水質データが整った時点で、再度濁度等の値を勘案し、検討の後決定されるものとするが、1 年間のみの雨期のデ

一タであるため、長期間の自然現象を代表しているとは言い難い面もある。従って、処理方式の検討に当たっては、過去の給水停止の状況、降雨時の取水口への土砂流入の状況、サンファン川取水上流部河岸の状況等を更に精査して、総合的に判断する必要がある。

表 2.4.2 浄水場処理方式の比較検討

原水濁度の目安(*)	10 度未満	10 度以上
処理方式	緩速ろ過方式	凝集沈殿急速ろ過方式
処理容量	175 l/s	175 l/s
処理フロー	① 流入→着水井→緩速ろ過池→急速ろ過池→塩素注入→貯水池→配水 ② 流入→着水井→普通沈殿池→緩速ろ過→塩素注入→配水池→配水	流入→着水井→凝集剤注入→凝集剤混和池→フロック形成池→凝集沈殿池→急速ろ過池→塩素注入→貯水池→配水
必要用地面積の目安	40m x 150m = 6,000m <sup>2</sup>	30m x 100m = 3,000m <sup>2</sup> (汚泥天日乾燥床を含む)
特徴	長所： - 凝集剤を使用しないため運転費が安い。また、機械設備の使用が少ないため建設費も安い。 - 凝集剤を使用しないため汚泥の発生量が少なく、砂ろ材の鋤取りと洗浄で汚泥処理が出来、人件費の安い途上国に適している。 短所： - 濁度が高い原水の処理、色度・プランクトン藻類の除去が難しい。 - 大きな用地面積を必要とする。	長所： - 用地面積が少ない。 - 濁度が高い原水の処理、色度・プランクトン藻類の除去が可能である。 短所： - 凝集剤注入設備、汚泥引抜ポンプ、等機械設備を必要とし、建設費・運転費ともに高くなる。 - 凝集沈殿池で発生する汚泥処理のため脱水機又は天日乾燥床が必要となる。

\* 本濁度は、日本水道協会（JWWA）「上水試験方法」（2001年）に定められた測定方法によるものであり、当該国その他で用いられる NTU とは異なる。換算の目安として、経験的に JWWA 濁度×0.7≒NTU とされている。

注 通常の浄水処理方式の検討には、濁度のほかに大腸菌数も考慮しなければならない。参考資料として「水道施設設計指針・同解説」（1979年）P129 や、緩速ろ過方式については、Martin Wegelin, Ewag Sandec “Surface Water Treatment by Roughly Filters” Swiss Center for Development Cooperation in Technology and Management (SKAT) 1996 がある。

### サンファン浄水場建設予定と土地所有権の確保

図 2.4.1 に、緩速ろ過（砂ろ過）方式に比べ用地面積は少なく済む、凝集沈殿方式の場合のレイアウト案を示す。この場合、既存サンファン配水池と同じレベルにある東側の平らなスペースを利用することが、土地造成・法面保護工事量を最小にし、地盤支持力についても、既存サンファン配水池が既にあり問題なく機能しており、問題のない方法であると思われる。

しかしながら、AAPOS が既存サンファン配水池用地として所有権を有している、用地境界のフェンスの外側まで用地が必要になることは確実である。従って、基本設計調査に

において浄水場の処理方式ならびに施設配置計画が決定次第、AAPOS は速やかに必要な用地の使用権取得の手続きを行う必要がある。

### **施設完成後の運転維持管理と財務的裨益効果**

AAPOS では、既存ミルネル浄水場において、緩速ろ過方式（砂ろ過池＋急速ろ過池）による浄水システムの運転維持管理を 30 年に亘って行っており、既に経験とノウハウを有している。また、現在 KfW プロジェクトで凝集沈殿方式のカリカリ浄水場を建設中であり、本年 12 月に施設を完成させ、試運転を経て来年 2 月に本格操業を開始する予定である。今後、カリカリ浄水場の操業によって、AAPOS では凝集沈殿方式の運転維持管理の経験とノウハウを蓄積していくものと考えられる。従って、本プロジェクトで建設されるサンファン浄水場の施設完成後の運転維持管理について、技術的に特に問題はないと思われる。

また、財務面では、サンファン浄水場の建設によりサンファン川の濁度上昇による給水停止がなくなることと、サンファン川のコンセッション水量<sup>17</sup>が 150 l/s から 200 l/s に増加することから、2006 年には約 350 万 m<sup>3</sup>（110 l/s）であったサンファン配水系統の年間生産水量が、浄水場施設の完成後には約 520 万 m<sup>3</sup>（165 l/s<sup>218</sup>）まで増加することが可能である。この結果、年間生産水量の増加は約 170 万 m<sup>3</sup>となる。年間販売数量はその約 75%（約 25%は無収水量）であるため 127 万 m<sup>3</sup>の増加となる。これに AAPOS の 2006 年の平均水道料金 2.5 Bs/m<sup>3</sup>を乗じると、317 万 Bs の増収が期待できる。これは 2006 年の AAPOS の水道料金請求額 1,280 万 Bs の 25%に相当するものであり、財務的にも裨益効果の高いプロジェクトといえる。

---

<sup>17</sup>いわゆる「水利権」と解釈される。

<sup>18</sup>浄水場の処理能力 175 l/s の内 5%の約 10 l/s は浄水場構内で使用するため実際の生産水量は 165 l/s。



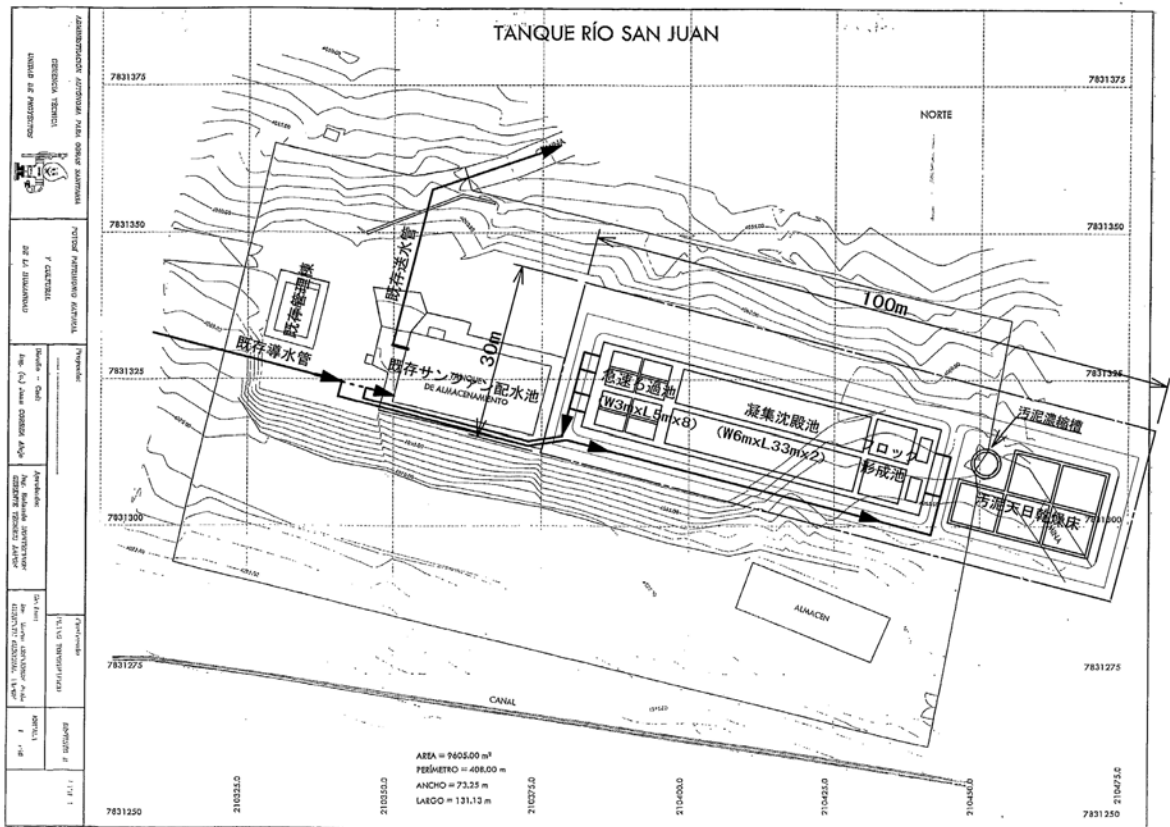


図 2.4.1 急速ろ過方式の場合のレイアウト案

## (2) 取水・導水施設の改修

### 取水施設の改修

取水施設は、本報告書「第2章 2-3-8 サンファン川取水・導水施設の現状と課題」に記載したとおり、安定取水できる構造に改修する必要がある。基本設計調査では、次の項目の検討を行うことが必要である。

- ① 取水口の護岸工、導流工整備→安定取水
- ② 取水ゲート改修→安定取水
- ③ 沈砂池の改修→機能向上のため
- ④ 調整タンクの改修→漏水箇所の改修
- ⑤ 取水工上流部に4～5連の蛇籠製砂防ダムの設置

なお、上記⑤のサンファン川取水工上流部の蛇籠製砂防ダムの設置については、河川管理者の許可が必要であり、水道事業者が行う事業の枠を超えているため、基本設計調査時に河川管理者と協議を行い、その実施の可能性について確認を行う必要がある。河川管理者の許可が得られる場合にのみ実施するものとする。

### 導水管路基礎部分の改修・建設

導水管路基礎部分の不具合の状況は、本報告書「第2章 2-3-8 サンファン川取水・導水施設の現状と課題」の「表 2.3.13 取水施設と導水管路の現地調査結果」に記載したとおりである。

基本設計調査においては、基礎部分の改修のみならず、河川、涸れ沢（ケブラーダ）横断箇所、及び山腹に沿って敷設されている箇所では上流部、斜面山側に土壤保全工の設置を検討し、計画する必要がある。

表 2.4.3 に導水管路基礎部分の改修工事内容ならびに必要な関連工事の内容を示す。その中において、不具合の状況によって、緊急度の高いもの（優先順位 1）と低いもの（優先順位 2）に区分し、緊急に改修・建設が必要なものを本プロジェクトの対象とする。表 2.4.4 に本プロジェクトで対象とすべき、導水管路の改修工事内容ならびに必要な関連工事内容別の箇所数を示す。

なお、基本設計調査においては、再度不具合の状況を検証し、優先順位ならびに本プロジェクトで対象とすべき改修・建設箇所についても再度検証する必要がある。

表 2.4.3 導水管路基礎部分の改修工事内容ならびに必要な関連工事の内容

工種	測点	内容			優先順位	
		主工事	関連工事		1	2
(1) 支柱改修	22+500	河川横断部の支柱整備	河川上流部に砂防ダム設置、両岸の護岸工整備		○	
	27+100	支柱整備	河川両岸の護岸工整備	排水路整備		○
	27+150	支柱整備		排水路整備	○	
	27+700	支柱整備			○	
	28+100	支柱整備		排水路整備	○	
	31+000	支柱基礎工改修			○	
	31+100	支柱基礎工改修			○	
	31+500	支柱整備	潤れ沢上流部に砂防ダム設置		○	
	35+200	支柱改修	台座、擁壁設置			○
	36+100	支柱基礎工改修				○
	41+750	支柱改修	山腹の山側に地滑り対策、土壌保全工設置	承水路、排水路整備	○	
	42+000	支柱基礎工改修		排水路整備		○
	43+500	支柱改修	斜面に小段をつけるか、ソイルセメントで法面の安定化を図る。		○	
	(2) 弁ボックス改修	09+600	排泥弁ボックスの改修、人孔の取り付け部改修			○
13+780		排泥弁ボックスの改修、周囲に保護柵設置				○
37+500		排泥弁ボックスの改修、通風孔の蓋取り付け				○
44+500		排泥弁ボックス基礎部の改修	潤れ沢上流部に砂防ダム設置		○	
(3) 排水路、承水路設置	04+150	右岸側に保護工設置				○
	04+250	コンクリート製の排水路整備				○
	07+464	承水路、排水路をそれぞれ約100m整備			○	
	09+300	側溝、排水路をそれぞれ約80m整備			○	
	09+812	排水路整備	護岸工整備		○	
	18+755	河川横断箇所を整備	護岸工整備			○
	20+500	承水路、排水路の整備	管が露出している箇所の埋め戻し		○	
	25+750	承水路、排水路の整備	山側に保護工、土壌保全工を設置	管路基礎部の改修	○	
	26+500	承水路、排水路の整備				○
	27+250	排水路整備	護岸工整備		○	
	27+900	排水路整備	支柱設置	護岸工整備	○	
	27+990	承水路、排水路の整備				○
	28+850	排水路整備	支柱整備		○	
29+700	側溝、排水路整備			○		
				20	11	

表 2.4.4 本プロジェクトで対象とする導水管路基礎部分の改修・建設工事箇所数

1. 導水管路	
1) 支柱改修	9 箇所
2) 弁ボックス改修	2 箇所
3) 排水路、承水路設置	9 箇所
2. 地滑り対策、砂防ダム、土壌保全工	
1) 砂防ダム (蛇籠製)	3 箇所
2) 土壌保全工 (蛇籠利用)	3 箇所
3. 護岸工	4 箇所

### (3) 水質検査用機器の調達

#### 水質管理の現状

AAPOS では既存ミルネル浄水場に水質試験室があり、採水したすべてのサンプルはここで分析されている。毎日の水質検査項目として濁度、pH、TDS、電気伝導度の4項目が実施されることになっているが、希にしか実施されていないのが現状である。また、毎月実施しなければならない細菌検査、重金属、化学物質等30項目については、外部の検査機関に委託して実施している。

現在 AAPOS が保有している水質検査機器リストを表 2.4.5 に示す。毎日の水質検査項目を実施するのに必要な機器はすべて揃っており、現状において水質検査の一番の問題点は、サンプリングのための車両の手配であることが判明した。

表 2.4.5 AAPOS が保有する水質検査機器リスト

No.	水質検査機器	数量	備考
1	携帯型 pH 計	1	AMSCO 社製
2	携帯型色度計	1	HACH 社製
3	携帯型濁度計	1	HACH 社製
4	携帯型電気伝導度・TDS 計	1	HACH 社製
5	吸光光度計	1	HACH 社製、現在試薬不足のため使用不可
6	蒸発釜 1300℃	1	
7	細菌検査用顕微鏡	1	
8	電子天秤 2200g	1	
9	細菌培養器	1	
10	電子天秤 60kg	1	
11	純水製造器	1	1983 年製、現在使用不可
12	ジャーテスター	1	凝集剤配合試験用

#### 中央試験室設置計画

AAPOS では、KW プロジェクトで現在建設中のカリカリ浄水場内に中央試験室を設置する計画である。設置機器類及びサンプリングのための車両の調達も予算（18 万ドル）に入っており、本年末までの納入を考えている。現在、KfW に承認を申請している水質検査機器リストは表 2.4.6 に示すとおり。但し、原子吸光光度計については購入価格が高く、維持管理費もかかるため、CIMA への委託で代替することを検討している。

表 2.4.6 KfW に申請中の水質検査機器リスト

No.	水質検査機器	数量	備考
1	原子吸光光度計	1	
2	冷蔵庫	1	
3	サンプル保存用キャリーボックス	2	15 サンプル用
4	携帯型残留塩素計	1	
5	携帯型濁度計	1	
6	携帯型 pH 計	1	
7	携帯型電気伝導度計	1	
8	220V 照明付き電気コロニーカウンター	1	大腸菌群・糞便性大腸菌群用
9	細菌検査用ガラス器具	1	
10	オートクレーブ	1	
11	TDS 測定器(サーモスタット付き)	1	
12	遠心分離機	1	

### 水質検査機器の調達の見直し

上記のように既に中央試験室設計計画が KfW プロジェクトで進行しているため、本無償資金協力事業で調達が必要な機器は、新たに建設されるサンファン浄水場の日常の水質管理に必要な機器とすることが妥当と考えられる。表 2.4.7 に日常の水質検査に必要な機器リストを示す。

表 2.4.7 水質検査機器調達リスト (無償資金協力)

No.	水質検査機器	数量	備考
1	携帯型 pH 計	1	
2	携帯型色度計	1	
3	携帯型濁度計	1	
4	携帯型電気伝導度・TDS 計	1	
5	携帯型残留塩素計	1	
6	細菌培養器	1	
7	細菌検査用顕微鏡	1	
8	細菌検査用ガラス器具類	1	
9	ジャーテスター	1	凝集剤配合試験用

### 2-4-3 要請内容の妥当性の検討

本予備調査で確認された要請内容は、ポトシ市サンファン配水系統に安定的に安全な水を供給し、対象住民の健康と生活水準の向上を図るために不可欠なものである。また、上位計画においても水道普及率の向上のみならず、「安定した給水確保」が課題に掲げられており、上位計画とも合致した妥当な要請内容であるといえる。

#### (1) サンファン浄水場の建設

本予備調査での簡易水質検査及び AAPOS の水質検査データを見る限りでは、乾期のサンファン川を水源とする既存サンファン配水区の水質は良好である。

しかしながら、雨期（11月～3月）の降雨時にはサンファン川の濁度の上昇とともに、河岸の浸食された土砂が取水施設に流入し、給水を度々停止せざる負えない事態が頻繁に発生している。その間、サンファン配水区の約9万人への水供給が停止し、市民生活に大きな不便を強いると同時に、鉱工業・観光等の産業活動にも悪影響を及ぼしており、これらの状況証拠からすると浄水場の建設は不可欠であり、その必要性和妥当性は高い。また、大腸菌が多数存在した分析結果もあり、現状の塩素消毒のみの水処理ではリスクが大きい。

本予備調査の時点ではAAPOSの水質検査体制の不備により、上記の状況証拠を裏付ける水質検査データが整っていないため、今後、本年11月～来年3月までの雨期の期間にAAPOSが毎日水質検査を行い、浄水場建設の必要性和妥当性を裏付けるデータを整備するとともに、浄水場設計の基礎資料とすることを協議において合意した。

## （2）取水・導水施設の改修

サンファン川からの導水管は、サンファン配水系統の市民へ水供給するための生命線である。これが基礎の洗掘等により危険な状況にあり、破損等により使用出来なくなることは、サンファン配水系統の市民9万人への水供給が停止することであり、その被害は甚大である。よって、被害を未然に防ぐ防災対策として、取水・導水施設の改修は必要・不可欠なものであり、その必要性・妥当性・緊急性は極めて高い

## （3）水質検査用機器の調達

サンファン浄水場の建設に伴い、日常の運転管理に必要な水質検査用機器の調達は必要・不可欠であり、その必要性和妥当性は高い。

AAPOSでは現在建設中のカリカリ浄水場内に中央試験室を設置予定であり、本無償資金協力によって調達する水質検査用機器は、サンファン浄水場の日常の運転管理に必要な検査機器に限ることが妥当である。

## 第3章 結果・提言

### 3-1 協力内容の検討

#### 3-1-1 プロジェクトの目的

本プロジェクトは、サンファン浄水場の建設及び取水・導水施設の改修により、ポトシ市サンファン配水系統に安定的に安全な水を供給し、対象地域住民の健康と生活水準の向上を図ることを目的とする。

#### 3-1-2 プロジェクトの必要性、妥当性及び緊急性

ポトシ市は、「ボ」国南西端に位置するポトシ県の県庁所在地で、平均標高 4000m、先住民を中心とした貧困者が多く住み、土地は大部分が高地部にあるため土壌は肥沃ではなく、多くの零細農民が存在しており、「ボ」国で最も貧しい地域の一つとなっている。

地域間格差は地理的要因に加え、歴史的・政治的・経済的要因によって形成される。ポトシ市の銀山は 1545 年にスペイン人によって発見され、以後、スペイン統治下で膨大な量の金銀が輸出されたが、19 世紀には枯渇してしまい、その後、19 世紀末からは錫が大量に採掘されるようになったが、これもほぼ枯渇してしまい、今では往時の栄華をしのばせるような面影は残るものの、地下資源収奪にあけくれた結果の環境汚染という負の遺産を抱えている。しかし一方で、近年の世界的な金属市場の活況により、新たな鉱山の開発（金、銀、亜鉛、鉛）が進められ、現在約 15 万人の人口が、周辺農村部ならびにボリビア全土、更にはペルーからも鉱山労働者が流入しており、2020 年代には 20 万人以上になる見通しである。

本件実施機関であるポトシ市上水道公社（AAPOS）は、ポトシ市において、2 つの配水系統（カリカリ配水系統とサンファン配水系統）を有している。このうち、カリカリ配水系統はドイツ KfW の融資を得て、180リットル/秒の処理能力を有する浄水場を含む配水系統が、2008 年 2 月に完成する予定である。

一方、本件要請に関わるサンファン配水系統は、2000 年に米州開発銀行の融資により、サンファン川を水源とした約 51km の導水管と配水管網が整備された。しかしながら、浄水場が整備されておらず、サンファン川の水は未処理のまま給水されているのが現状であり、雨期の期間のみならず乾季においても、激しい降雨後には水源の濁度上昇により給水停止を余儀なくされている。直近の 1 年間においても 25 日間の給水停止を余儀なくされており、その間、サンファン配水系統の約 9 万人への水供給が停止し、市民生活に大きな不便を強いると同時に、鉱工業・観光等の産業活動にも悪影響を及ぼしており、浄水場の建設は不可欠であり、その必要性と妥当性は高い。

また、サンファン配水系統の水供給の生命線であるサンファン川からの導水管においては、周辺の暗渠工及び排水路の不具合や未整備のために、基礎等が洗掘されて危険な状況にあり、これが破損等により使用出来なくなることは、サンファン配水系統の市民 9 万人への水供給が停止することであり、その被害は甚大である。よって、被害を未然に防ぐ防災対策として、取水・導水施設の改修は必要・不可欠なものであり、その必要性・妥当性・緊急性は極めて高い

### 3-1-3 プロジェクトの実施体制

本要請プロジェクトの実施体制は、本予備調査のミニッツで確認されているように、以下のとおりある。

- 責任機関：水省基礎サービス次官室
- 実施機関：ポトシ市上下水道公社（AAPOS）

実施機関である AAPOS においては、現在 KfW プロジェクトを担当しているプロジェクト・ユニット室（技術部門）が、本プロジェクトも担当することになっているが、技術部門の実務担当部署を含めても技術者の人材が限られているため、AAPOS においては、今後プロジェクトの実施に必要な陣容を補強していく必要がある。

### 3-1-4 適当な協力内容、規模及び範囲の検討

本予備調査において、サンファン配水系統の給水停止の現状が確認され、また、導水管についても現地踏査により、周辺の暗渠工及び排水路の不具合により基礎等が洗掘されて危険な状況にあることが確認された。サンファン配水系統の市民 9 万人へ安定的に安全は水を供給するためには、サンファン浄水場の建設と取水・導水施設の改善が必要であり、本報告書「第 2 章 2-4-3 要請内容の検討」に示す以下のコンポーネントの実施が、現時点で、調査団として無償資金協力の妥当な協力内容、規模及び範囲と考える。

#### 1) サンファン浄水場の建設

- 処理能力：175 l/s
- 処理方式：浄水場の設計に必要な雨期における水質悪化の状況を示す水質検査データが整っていないため、本年 11 月～来年 3 月までの雨期の期間に AAPOS が毎日水質検査を実施しデータを収集して、その結果に基づいて処理方式を検討し決定する。

#### 2) 取水・導水施設の改修

- 取水施設の改修（1 箇所）
- 導水管路（約 51km）基礎部分の改修・建設

#### 3) 水質検査用機器の調達

- サンファン浄水場の日常の運転維持管理に必要な水質検査用機器。



なお、サンファン浄水場は既存サンファン配水池用地内に予定されているが、AAPOS が既存サンファン配水池用地として使用権を有している、土地境界のフェンスの外側まで用地が必要になることは確実である。基本設計調査において、今後収集される雨期の水質検査データに基づいて浄水場の処理方式を選定した後、浄水場のレイアウトと地形状況を勘案して詳細な場所を決定することになる。本予備調査における聞き取り調査では用地境界の東側と南側は市有地とのことであるが、必要な用地の使用権取得の手続きがカウンターパートによって遅滞なく行われるよう、基本設計時に十分に確認する必要がある。

### 3-1-5 プロジェクトに期待される効果

サンファン川の濁度の上昇により給水停止が頻発する不安定な水供給状況下にあるポトシ市サンファン配水系統において、サンファン浄水場の建設ならびに取水・導水施設の改修を行う本プロジェクトの実施により期待される効果は、以下のとおりである。

- 1) 安定的かつ安全な飲料水が供給されることにより、市民の健康と生活水準の向上が図られる。
- 2) 安定的かつ安全な飲料水が供給されることにより、市民の水道サービスに対する信頼を回復し、適切な料金収入を得て、将来の施設拡張のための持続可能な自主財源を創出することが出来る。
- 3) 安定的かつ安全な水供給システムが構築されることにより、プロジェクト対象地域内の鉱工業、観光業等の安定的な産業活動と発展に寄与する。

## 3-2 基本設計調査に際し留意すべき事項等

### 3-2-1 基本設計調査の進め方

基本設計調査は、本予備調査の議事録で合意したとおり、今後、本年 11 月～来年 3 月までの雨期の期間に AAPOS が毎日水質検査を行い、浄水場の設計に必要なデータを収集し、浄水場の必要性和妥当性を裏付ける水質データが確認された時点で、開始することを前提とする。

基本設計調査においては、ボリビア国政府側実施機関である AAPOS と共に、本予備調査で確認された要請内容を再検証し、無償資金協力事業として技術的・財務的に最適な計画案を策定する。特に、取水・導水施設の改修においては、周辺の地形状況、土質状況、雨水による侵食状況等現地調査を入念に行い、改修の緊急性と改修方法について再検証し、無償資金協力事業で実施すべき内容の詳細を決定する。

なお、基本設計調査団の地すべり対策／土壌保全及び給水施設設計担当団員は、標高 4,000m を越える高地での徒歩による現地調査を要求されるため、高地に強い技術者の配置

を考慮する必要がある。

基本設計調査においては、主として以下の調査を行う必要がある。

#### (1) 上水道計画調査

AAPOS の計画給水人口、水需要予測、各水源からの水供給計画ならびに給水地域への水配分計画、配水池の再配置計画、配水管網拡張整備等の計画緒元を再検証して、無償資金協力事業で実施すべき施設整備の内容の詳細を決定する。

また、本年 11 月～来年 3 月までの雨期の期間に AAPOS が実施した水質検査データを分析し、浄水場の必要性と妥当性を検証する。

#### (2) 浄水場施設設計調査

上記の AAPOS の水質検査データに基づいて、技術的・経済的に現地に最も適合した処理方式の仕様と施設配置計画を検討し決定する。施設配置計画の検討に当たっては、AAPOS が予定している既存サンファン配水池用地及び外周の地形状況、地権者、可能な土地造成範囲等を総合的に勘案して決定する。また、施設配置計画の検討に当たっては、将来の導水管の能力増強に併せた浄水場の増設計画を考慮する。

また、サンファン浄水場建設予定地の土質調査（地盤支持力・圧蜜試験）を行い、地盤の安全性を確認する。

#### (3) 取水施設改修設計調査

取水施設建設時の設計図書あるいは入札図書を検討して、現在設置されている施設の不具合箇所を抽出する。降雨時の河川水の濁水を軽減するために取水施設設置箇所の上流約 2km 区間の流域調査を行い、砂防ダム建設箇所を選定し、施設設計を行う。

既存の取水施設で蛇籠製の護岸工の箇所をコンクリート製護岸工にするための調査を行い、改修設計を行う。現在の堰は上流部に土砂が堆積しやすいため、容易に排砂できる構造を検討し、改修計画を策定する。既存の調整タンクは漏水箇所が数カ所見受けられるため、改修工事の対象とする。

#### (4) 地滑り対策／土壤保全調査

導水管路が河川、涸れ沢（ケブラーダ）を横断する箇所、及び山の斜面に沿って敷設されている箇所は降雨後の雨水排水時に浸食作用により、地滑りの発生、支柱の損壊が見られるため、上流部および山側に地滑り対策、土壤保全工を設置する必要がある。

なお、この調査は地滑りの専門技術者と土木技術者（施設設計担当）がペアで実施し、設計を行うこととする。

### (5) 導水管基礎設計調査

本予備調査で実施した現地確認調査では、導水管基礎工の設計書と異なる基礎工が設置されていることが判明した。また、導水管路敷設後、約 8 年を経過しており、基礎工の部分が浸食作用により露出している箇所が多数見られた。このまま放置すると導水管の破損という大事故につながることを予想される。支柱の改修に係る調査では基礎工について設計書を検討し、補強・改修の設計を行うこととする。

### (6) 運営維持管理

施設完成後の対象地域の上水道施設の運営維持管理は AAPOS が行う。基本設計調査では、本プロジェクトの実施のための実施体制、施設完成後の上水道施設の運営維持管理体制について助言を行う。また、本プロジェクトで建設されるサンファン浄水場の日常の運営維持管理に必要な水質検査機器の調達リストと仕様を決定する。

## 3-2-2 工程・要員構成

基本設計調査における現地調査は、1.5 ヶ月の現地調査期間（表 3.2.1）が必要である。

表 3.2.1 現地調査日程

調査項目		1 ヶ月	2 ヶ月
調査・計画・設計		—————	
現地	準備・再委託契約	—————	
再委託	土質調査（地盤支持力・圧密試験）	—————	

基本設計調査における各団員の担当する分野の主な内容は以下のとおり。

#### 1) 業務主任／上水道計画／運営維持管理：

上水道計画調査を行い、無償資金協力事業で実施すべき設整備の内容の詳細を決定するとともに、本年 11 月～来年 3 月までの雨期の期間に AAPOS が実施した水質検査データを分析し、浄水場の必要性和妥当性を検証する。また、本プロジェクトの実施のための実施体制、施設完成後の上水道施設の運営維持管理体制について助言を行うとともに、サンファン浄水場の日常の運営維持管理に必要な水質検査機器の調達リストと仕様を決定する。業務主任として基本設計調査全体を総括する。

#### 2) 浄水場施設設計

：浄水場施設設計調査を行う。また、浄水場建設予定地の土質試験を、再委託現地業者（大学の研究機関）を指導して行い、地盤の安全性を確認する。

- 3) 取水・導水施設設計 : 取水施設改修設計調査ならびに導水管基礎設計調査を行う。現在使われている取水施設のため、極力取水機能を損なわないような施工計画を策定する。
- 4) 地滑り対策／土壌保全 : 導水管路が山の斜面に沿って敷設されている箇所の上流部、あるいは河川、涸れ沢（ケブラーダ）を横断している箇所の上流部について現地調査を実施し、地滑り対策、土壌保全工の設計調査を行う。また、取水施設の上流部約 2km に亘って、砂防ダム施設設計調査を行う。
- 5) 積算／調達計画 : 浄水場建設ならびに取水・送水施設改修の工事費、資機材等の調達方法を検討するとともに、本プロジェクトに関する総事業費を積算する。

### 3-2-3 基本設計調査に際し留意すべき事項等

本予備調査で、先方政府機関や基本設計調査について判明した留意すべき点を以下に列挙する。

#### (1) 浄水場の処理方式

浄水場の処理方式は、今後、本年 11 月～来年 3 月までの雨期の期間に AAPOS が実施する水質検査データの分析に基づいて検討されるが、1 年間のみの雨期のデータであるため、長期間の自然現象を代表しているとは言い難い面もある。従って、処理方式の検討に当たっては、過去の給水停止の状況、降雨時の取水口への土砂流入の状況、サンファン川取水上流部河岸の状況等を更に精査して、総合的に判断する必要がある。

#### (2) サンファン浄水場予定地の土地所有権の確保

サンファン浄水場は既存サンファン配水池用地内に予定されているが、AAPOS が既存サンファン配水池用地として所有権を有している、用地境界のフェンスの外側まで用地が必要になることは確実である。従って、浄水場施設設計調査において施設配置計画が決定次第、速やかに AAPOS が必要な用地の所有権取得の手続きを取るよう指導するとともに、必要な土地造成工事や法面保護工事についても助言を行い、迅速に浄水場建設用地が確保出来るように努める必要がある。

#### (3) 取水施設改修計画・導水管路改修計画

当該地域の気象データは存在しないため、取水施設が設計された当時の水文データを参考とすることになるが、近年の異常気象により降雨状況が異なっていることを考慮する必要がある。取水施設は標高 4,200m の所に設置されているが、流況把握と上流部の砂防ダム設計調査のために更に高地での調査を実施することになるため健康管理に配慮する必要がある。また、導水管路の改修について、涸れ沢横断箇所や山腹に沿って管路が敷設されて

いる箇所では地滑りの危険性が大きいいため、安全対策を十分行う必要がある。

#### (4) サンファン川取水上流部の蛇籠製砂防ダム

降雨時の河川水の濁水を軽減する方策の一つとして、取水工上流部に4～5連の蛇籠製砂防ダムを設置することが有効な方法と考えられる。しかしながら、河川内に蛇籠製砂防ダムを設置するには河川管理者の許可が必要であり、水道事業者が行う事業の枠を超えている。もし本方式が、技術的妥当と判断された場合、基本設計調査時に河川管理者と協議を行い、その実施の可能性について確認を行う必要がある。河川管理者の許可が得られることが実施の条件となる。

#### (5) カウンターパート

AAPOSには現在土木技師が5名存在するが、その内訳はAAPOS 総裁、AAPOS 副総裁(技術部)、プロジェクト・ユニット室長、技術部課長、技術部課長補佐で、カウンターパートの実務担当者は技術部の課長と課長補佐の2名である。両名ともカリカリ配水系統とサンファン配水系統の施設、給水管路の運営維持管理業務をも担当しているため基本設計調査期間中は現地調査に全期間張り付くことは困難と思われる。実務担当のカウンターパートが不在の時は補佐役となっている技能工と調査を実施することが考えられる。基本設計調査に際しては、AAPOS とプロジェクトの実施に必要な陣容の補強について十分に協議をする必要がある。

#### (6) 高地に伴う調査団員の健康管理

ポトシ市は標高4,000mで、人が住む都市としては世界最高地点にあり、現地調査期間中の調査団員の健康管理には十分に注意する必要がある。特に、地すべり対策／土壌保全及び給水施設設計担当団員は、標高4,000mを越える高地での徒歩による現地調査を要求されるため、高地に適応可能な技術者を配置する必要がある。また、適宜最寄りの標高の低い都市(スクレ市：標高2,600m)に降りるなど、団員の健康管理に配慮する必要がある。

#### (7) 調査団員の安全対策、通信事情

本件調査では団員が個別に現地調査することが想定されるため、団員間、ラパス事務所との連絡用に携帯電話を各個人で携帯することも一案であると思われる。しかしながら、ポトシ市を離れると通信不能となるため、調査団員はポトシ市を離れる場合、細心の注意を払って現地調査を行う必要がある。また、AAPOS 本部、AAPOS 技術部ではLAN 接続設備がなく、ポトシ市内の主要ホテルでは無線LAN 接続ができるが、接続するまでに時間がかかり、極めて効率の悪いことを考慮しておかなければならない。