

3-4-2 水道システム

(1) 給水地区

LMWDは現在タクロバン市及びパロ、タナウアン、トロサ、ダガミ、パストラナの1市5町に対する給水を実施している。また、これらの既存給水地区に隣接するサンタフェ、アランアラン、タボンタボンの3町では上水道普及の要請が高く、LMWDではこの地域の整備計画を策定し、LMWDの拡張計画に組み込んでいる。

現在の給水区域は図-5に示すように、人口が集中している市街地と、原則的に送水管沿線の両側100mの範囲に限られている。LMWDは周辺区域の要請に基づき、配管網の拡張計画を策定してきているが、財政困難により1980年以降は主たる事業は実施されていない。送水本管に直接分岐管を取り付け沿線区域へ給水するような、比較的容易な工事を実施しているに過ぎない。

(2) 給水量と給水人口

1) 台風被災前

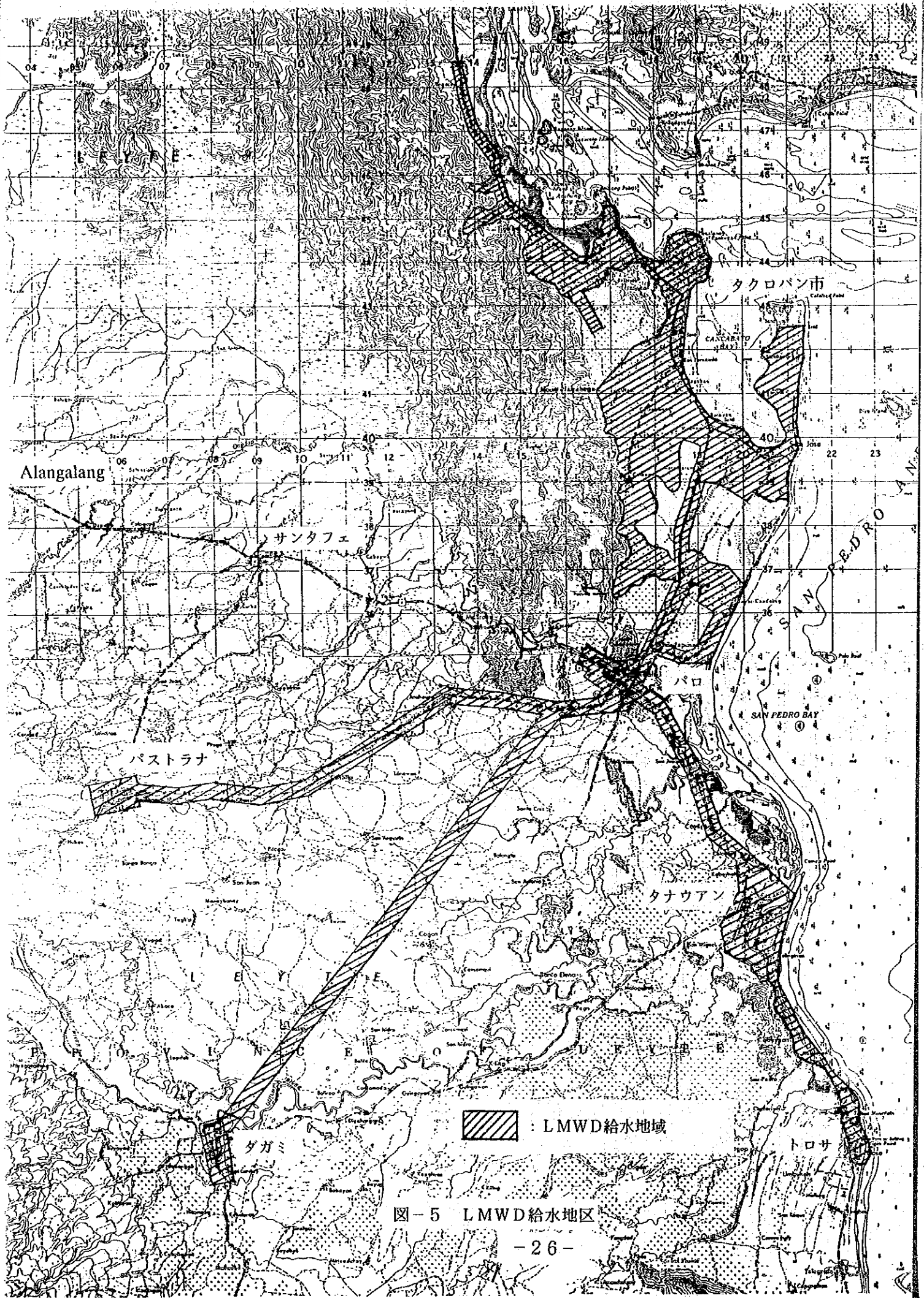
① 給水量

LMWDの1989年1月から1992年1月までの各月の給水量実績（料金徴収ベース）は表-14に示す通りである。1989年10月まで順調に伸びていた給水量は、台風被害のあった1991年11月直後、急激に低下した。

表-14 台風被災前給水量（料金徴収ベース） (m³/日)

月	家庭用	公共施設	商業	工業	船舶用	合計
1989年1月	7,914	1,231	1,868	984	28	12,024
2月	8,894	1,934	2,199	712	22	13,760
3月	8,530	1,310	1,781	390	29	12,039
4月	9,425	1,720	2,150	908	48	14,250
5月	9,232	1,870	2,064	1,000	56	14,223
6月	9,737	1,947	2,113	963	47	14,807
7月	9,671	1,800	2,160	933	41	14,604
8月	9,681	1,817	2,247	909	34	14,689
9月	10,850	2,006	2,487	857	35	16,235
10月	9,695	1,740	2,202	919	36	14,591
11月	10,117	1,890	2,329	745	49	15,129
12月	9,116	1,741	2,175	660	21	13,713
1991年6月	10,555	1,744	2,135	785	70	15,289
7月	10,457	1,704	2,343	741	51	15,296
8月	11,296	1,787	2,466	806	70	16,425
9月	10,817	1,687	2,421	843	58	15,826
10月	10,035	1,674	2,355	767	60	14,891
合計	166,021	29,603	37,494	13,920	754	247,792
平均	9,766	1,741	2,206	819	44	14,576
1991年11月	7,750	1,194	1,985	216	94	11,239
12月	1,818	154	216	2	215	2,405
1992年1月	3,629	313	466	290	137	4,834

出典：LMWD資料より抜粋




 : LMWD給水地域

図-5 LMWD給水地区

台風発生以前の1991年6月から10月までの5ヶ月間における月平均給水量（料金徴収量）と1991年10月末時点の給水栓接続数は表-15の通りである。日当たり給水量は15,545m³で、その69%は、家庭内使用が占めている。その他、公共施設、商業、工業施設への給水や、わずかではあるがタクロバン港に寄港する船舶に対する供給がある。これらの他、メーターによる計量はされていないが、54カ所の公共水栓と送水本管沿線住民への給水がある。

表-15 日平均給水量（料金徴収ベース、1991年6月～10月）

給水先	家庭用	公共施設	商業	工業	船舶	合計
給水量(m ³ /日)	10,632	1,719	2,344	788	62	15,545
給水栓(個)	13,376	270	1,063	24	2	14,734
給水栓当り給水量(ℓ/日/カ所)	795	6,367	2,205	32,833	31,000	1,055

出典：LMWD資料より抜粋

また、地区毎の日平均給水量は表-16に示す通りである。タクロバン市での使用量は全体の76%を占めている。

表-16 区域別日平均給水量（料金徴収ベース、1991年6月～10月）（単位：m³/日）

地域	家庭用	公共施設	商業	工業	船舶	合計	比率%
タクロバン市	8,071	1,136	2,118	436	62	11,822	76
パロ	1,396	485	207	2	0	2,091	13
タナウアン	740	60	17	349	0	1,161	7
トロサ	94	4	2	0	0	101	1
ダガミ	236	10	0	0	0	247	2
バストラナ	95	23	1	1	0	119	1
合計	10,632	1,719	2,344	788	62	15,545	100

出典：LMWD資料より抜粋

② 給水人口と単位給水量

1991年10月時点、LMWDには13,376戸が登録給水されている。これに1990年センサスによる地域別平均家族構成の人数を乗じて、登録家庭の人口を求めると、表-17の通り72,376人となる。この他にLMWDにはメーター計量されていない公共水栓が54カ所あり、これらの利用者数は5,400人（100人/カ所）と推定されている。よって公共水栓の利用者を加味した給水人口は約77,800人となる。一方、1日当りの家庭使用量は表-16から10,632m³/日、また公共水栓での使用量140m³/日（1人当り26ℓ/日と仮定）を加えると10,772m³/日となる。これを給水人口77,800人で除すと単位給水量は138ℓ/日/人と推定される。1991年の域内総人口は1990年センサス人口264,500人に人口増加率を乗じて270,800人となり、水道の普及率は28.7%である。

表-17 給水人口の推移

地 域	接続数 (箇所)	家族数 (人/戸)	水道登録家庭人口 (人)	公共水栓使用人口 (人)	給水人口の合計 (人)
タクロバン市	9,904	5.5	54,472	1,400	55,872
バロ	1,845	5.3	9,779	2,300	12,029
タナウアン	1,020	4.9	4,998	300	5,298
トロサ	130	5.2	676	0	676
ダガミ	297	5.1	1,515	400	1,915
バストラナ	180	5.2	936	1,000	1,936
合 計	13,376	-	72,376	5,400	77,726

出典：LMWD資料及び人口統計から作成

2) 台風被災後の給水量

① 給水量

台風被災後直ちに実施された応急復旧作業は1992年の中期に一応終了し、被災時に完全に停止した浄水場の運転機能はある程度回復し、表-18に示されるように1992年の料金徴収実績をベースにした平均日給水量は13,000m³/日まで回復している。表-15にて示したように被災前の給水量は約15,500m³/日であったので、復旧作業が終了したとはいえ現在の給水量は被災前の約84%に過ぎない。

表-18 台風被災後給水量（料金徴収ベース）

月	月量 (m ³ /月)	日量 (m ³ /日)
1992年1月	149,847	4,834
2月	310,630	10,711
3月	410,402	13,239
4月	462,487	15,416
5月	488,411	15,755
6月	454,086	15,136
7月	429,712	13,862
8月	386,097	12,455
9月	444,343	14,811
10月	485,839	15,672
11月	357,991	11,933
12月	398,536	12,856
合 計	4,778,381	156,680
平均	398,198	13,056

出典：LMWD資料より抜粋

② 給水人口

台風被災後の給水人口は、料金徴収実績量の13,000m³/日から家庭用以外の給水利用量4,900m³/日を減じた8,100m³/日を被災前の単位給水量138ℓ/日/人で除して推定すると、58,700人である。従って、被災後は住民が同じ日水量を使用しているとするれば、被災前給水人口77,800人の75%しか水道による給水を受けていないことになる。

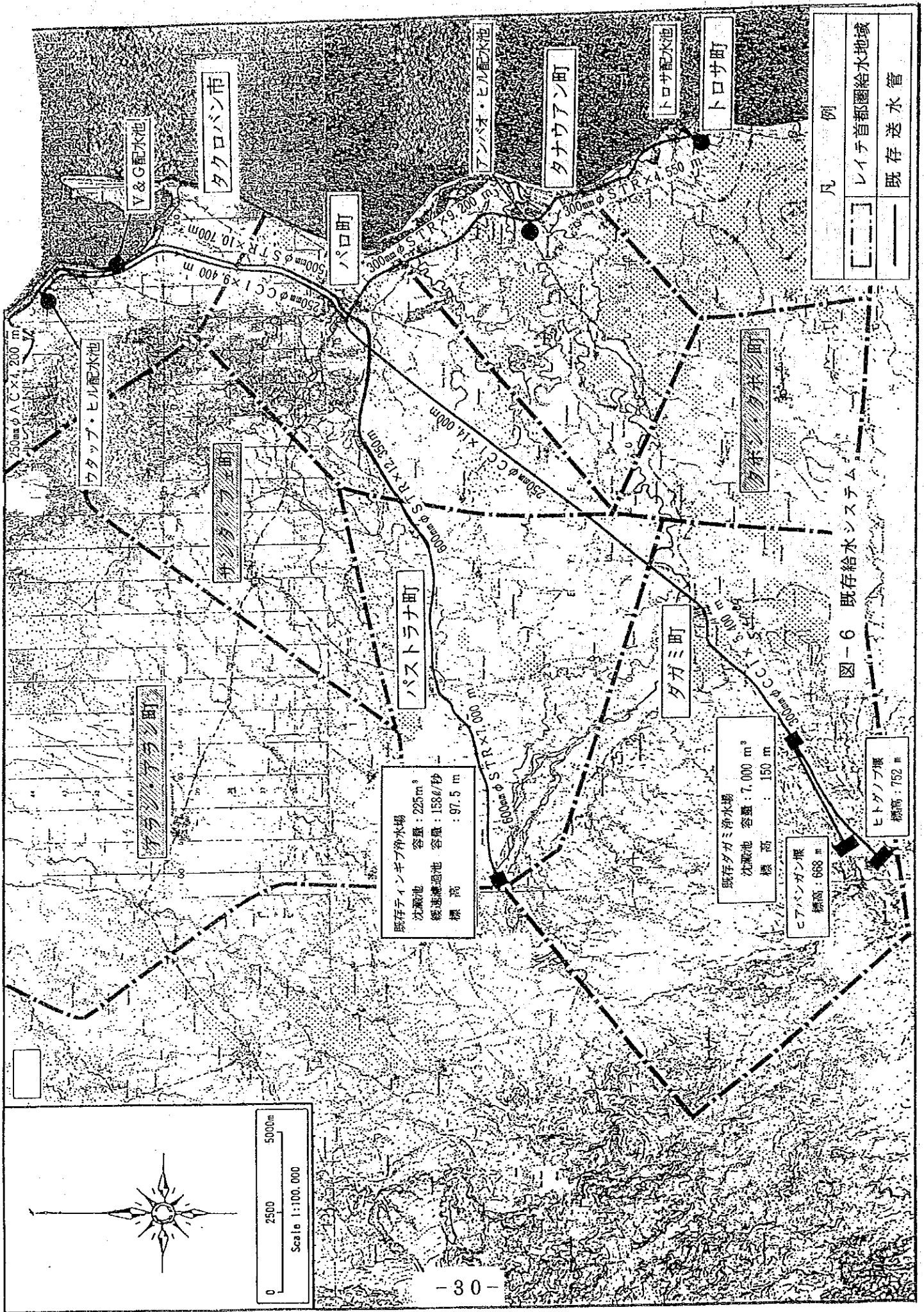
(3) 既存水道施設状況

LMWDの給水施設は図-6に示すようにティンギブ・システムとダガミ・システムの2系統によって構成されている。ティンギブ・システムはビナハアン川から取水するティンギブ浄水場とパストラナ、パロ経由でタクロバン市に至る送水本管(φ600mm~φ500mm鋼管)から構成されている。またダガミ・システムはヒトグノブ及びヒアバンガンの両河川に位置する2つの取水堰とダガミ浄水場及びダガミ、パロを経由してタクロバン市に至る送水本管(φ300~φ250mm铸铁管)によって構成されている。配水施設としては4カ所の配水池と給水地域内の配水管網からなる。送水本管沿線の集落に対しては、送水本管に分岐管を直結して給水しているため、これら沿線集落に対しては送水管は配水管の役割を担っている。なお、既存施設の概要は以下にまとめる通りである。

①取水・浄水施設

表-19 浄水システムの概要

項 目	ティンギブ・システム		ダガミ・システム	
	ビナハアン川		ヒトグノブ川	ヒアバンガン川
取水施設				
流量(ℓ/sec)	2,545		12	42
取水量(ℓ/sec)	245		12	34.7
標 高(m)	約100		752	668
浄水施設				
施設内容	沈澱池 (225m ³ /池) 1基 緩速濾過地 (1,525m ³ /池) 3基		自然沈澱池(7,000m ³) 1基	
場 所	ティンギブ地区		ダガミ町の南西11km	
標 高(m)	97.5		150	
容 量	22,000m ³ /日		7,000m ³ (タンク容量)	
滞留時間	-		40時間	
消毒設備	塩素ガス(36kg/日)		塩素ガス(6.82kg/日)	



凡 例	例
[Dashed line]	レイチ首都圏給水地域
[Solid line]	既存送水管

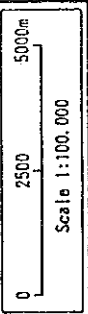
図-6 既存給水システム

既存ティンギンギン浄水場
 沈澱池 容量：225 m³
 凝集濾過池 容量：1564/秒
 標高：97.5 m

既存タガミ浄水場
 沈澱池 容量：7,000 m³
 標高：150 m

シアバンガン堰
 標高：688 m

ヒトグノブ堰
 標高：752 m



i) ティンギブ・システム

既存ティンギブ浄水場は1979年、緩速濾過池2基が建設され運転が開始された。水源であるピナハン川は建設当初は水質が良く、河川水を直接取水し緩速濾過池へ導いていた。1980年代に入ると、上流域で地熱発電開発が始まり河川の原水濁度が上がり始めた。そのため1982年、緩速濾過池1基を増設したのと同時に、濾過池の前処理用に新たに沈澱池を設けるとともに、約400m上流に取水口を建設した。

緩速濾過池は濾過砂の目詰まりを防止するため、河川の原水濁度が30度以上になると運転停止している。過去のデータによれば運転停止は月平均6日発生し、1992年10月には月間最大の21日間に及ぶ事もあった。本調査期間中も雨が続き約2週間に亘って運転が停止する事態が発生した。断水が長時間継続すれば市民生活への影響が大きくなるため、多少濁度が高くても無理に送水することもある。本調査期間中市内の蛇口から採取した水道水の水質調査で濁度が10度を越える場合があった。既存浄水場の施設配置を図-7に、また装置の構造概念を図-8に示す。

ii) ダガミ・システム

ダガミ・システムは、1936年米国の援助で建設された。取水点はヒトグノブ川とヒアバンガン川に建設された2つの堰で、ヒトグノブ堰は標高752m地点に、ヒアバンガン堰は標高668mにそれぞれ設けられていた。ヒトグノブ堰は1991年台風時、転石の流入による取水障害が発生したが幸いダム本体の損傷も軽微で、現在は台風前と変わらない状態まで復旧されている。一方、ヒアバンガン堰は台風で完全に破壊された。堰からの導水管も寸断され、川沿いの上流部は、そのほとんどが流失した。現在は元の位置から約1.5km下流の標高約500m地点に、転石によってできた凹部をコンクリートで若干嵩上げし、鋼管を接続しただけの簡易な取水口によって取水している。ここから約200m下流の右岸には流失を免れた既存の導水管があり、これ以降浄水場までの約4km区間は健在である。現在、応急復旧された取水口から流出を免れた既存配管までの間は、塩化ビニル管を岸に茂った立木に固定されたワイヤーで吊り下げながら接続されている。ヒトグノブ川とヒアバンガン川の基底流量はそれぞれ12ℓ/秒、42ℓ/秒と見積もられている。両取水口で取水された原水は標高150m地点にある浄水場まで自然流下で送水されている。原水の水質は濾過が不要な程良好で、浄水場には容積7,000m³（滞留約2日）の自然沈降式沈澱池のみがある。沈澱池では常時透視度1m以上、濁度2度以下の水質が保たれている。自然沈澱後、塩素注入が行われ送水されている。既存沈澱池の構造を図-9に示す。

②送水管路

表-20 送水施設の概要

項目	ティンギブ・ルート	ダガミ・ルート
ルート	浄水場～パストラナ～ パロ～タクロバン	浄水場～ダガミ～ パロ～タクロバン
延長(m)	7,000 : 12,350 : 10,700	5,400 : 14,000 : 9,400
管径(mm)	600 : 600 : 500	300 : 250 : 250
材質	鋼管(内外面モルタルライニング)	铸铁管
敷設年度	1979年	1936年

i) ティンギブ送水管路

ティンギブ浄水場からの送水管はφ 600mmの鋼管にて、途中集落に給水しながらパストラナを通りパロまで約20kmにわたり送水される。送水管はパロにてφ500mmとφ300mmの鋼管に分岐されている。φ500mm鋼管はタクロバン市街を通過し、最後はタクロバン市の西端にあるウタップヒル配水池へ送水されている。一方、パロにて分岐されたφ300mm鋼管によってタナウアン、トロサ方面に送水している。ティンギブ送水管路の縦断図を図-10に示す。

原水の高濁度時に送水停止となることによって、送水管内に一時的な負圧が発生し、地下水や排水等の逆流が憂慮される。また送水停止から復帰する際、送水管内に溜まった空気が排除されて正常な配水状態に戻るまで18～24時間を要している。これはティンギブからタクロバンに至る30km区間に空気弁が僅かに22ヶ所しか設置されていないことと、空気弁の吸気・排気性能が低下していることによる。送水管体は、損傷もなく比較的良好な状態である。また現地調査によって送水管路には漏水や盗水がないことが確認された。

ii) ダガミ送水管路

ダガミ浄水場からはφ300mmの铸铁管で約5km下流のダガミへ送水されている。ダガミ通過後、管径が250mmに絞られ、さらに湿地帯と水田地帯を通過して、約14km東北に位置するパロに送水されている。送水管はダガミを通過直後のピナハアン川横断部で水管橋が落下水没しており、送水能力が阻害されている。またパロまでの間にある湿地帯と水田地域では送水管の埋設位置が不明瞭で、管理用道路も無いため適切な維持管理ができていない。また一帯は住血吸虫の一種であるシストソミアシスの感染地帯であるためLMWDの職員も近づく事ができない。その結果、送水管沿線では漏水も多く、また灌漑用水に使用されるなど住民による盗水が多発し、問題となっている。

ダガミ送水管路とティンギブ送水管はパロ市街地を流れるパロ川に架かるプリシマ橋を横断した後、互いに連絡管により接続され、バルブ開閉により相互に送水することが可能となっている。ダガミ送水管の縦断を図-11に示す。

③配水施設

配水施設としては4カ所の配水池（内高架水槽2カ所）及び配水管網がある。

i) 配水池

LMWDシステムには現在、下記に示す4つの配水池が設置されているが、どれも満足に機能しているものはない。送水本管の途中で沿線の集落に供給するため、管内水圧が徐々に低下していくことに加え、浄水場の運転停止による水量や水圧の低下も重なり、ウタップ・ヒル配水池には全く水が届かなかったり、アンバオ・ヒル配水池も半分しか満されない状態が続いている。タクロバン市の南約3kmに開発された住宅地にあるV&Gタンクは内面の腐食のため現在使用されていない。V&G、トロサの両タンクは容量が小さく配水池としての効果は小さい。

表-21 配水池の概要

名 称	ウタップ・ヒル	アンバオ・ヒル	V & G	トロサ
場 所	タクロバン市	タナウアン	タクロバン市	トロサ
型 式	RC造地上設置型	RC造地上設置型	高架方式鋼製タナ	RC造高置型タナ
建設年度	1978	1978	1974	1963
容 量(m ³)	8,300	2,270	38	95
最低水位(m)	32	32	22	18
最高水位(m)	38	38	25	21

ii) 配水管網

配水管網の総延長は128.4kmでタクロバン、パロ、、タナウアン、トロサ、ダガミ、パストラナの市街地を中心に整備されている。ティンギブ、ダガミ両浄水場の標高は高くタクロバン市や海岸地区での配水管内の静水圧は90m~150mと高い。しかも送水管路の沿線で送水管から直接分岐し給水する配水システムであることが送水管路の計画的配分を困難にし、給水地区全体の有効な水利用が妨げられる原因となっている。さらに頻発する浄水場の運転停止による水量や水圧不足が顕在化しており、家庭によってはポンプを設け給水管に直結して強制的に水を吸い上げているケースも見受けられ、衛生上も問題が多い。

表-22 配水管網の概要

項 目	配水管部
長 さ(km)	128.4
管 径(mm)	50~300
資 材	鋼管、石綿管、铸铁管、PVC管
布施年度	1938年~1990年
制水弁数(カ所)	口径50~600mm : 674
消火栓数(カ所)	138
配管接続数 (1991年9月)	一般家庭 : 13,427 (内公共水栓54カ所) 公共施設 : 270、商工業 : 1,077、その他 : 2

iii) 井戸施設

LMWDが管轄するタクロバン市と5つの町内でも、給水地区から外れると生活用水を井戸に頼らざるを得ない。1990年センサスによればこれらの地区で15,964の井戸の存在が推定されている。これらのほとんどは個人所有の浅井戸である。

また既存の井戸台帳によれば同地区には市街地も含め 141本の井戸が登録され、深度や揚水量が明記されている。これによればパロに深度91.5mの深井戸が1本ある外は、深度数mからせいぜい40m程度のものである。揚水量ではタクロバン市に33ℓ/sの井戸が2カ所あるが、他のほとんどの井戸では0.1~5ℓ/s程度と少ない。水質的には鉄・マンガンの含有が多く、また細菌による汚染も進んでいるため飲料用にはあまり適さない。本調査期間中に実施したタクロバン市内7カ所の井戸の水質試験でも4カ所に細菌反応が確認された。現在、LMWDはトロサに深度12mの井戸を所有しているが、原則として浄水場の運転停止時にポンプ揚水する非常用施設と位置付けている。

表-23 個人所有の井戸本数

都 市	タクロバン	パロ	パストラナ	タナウアン	トロサ	ダガミ	合計
センサスデータ(推定)	2,759	1,196	1,529	4,805	2,277	3,398	15,964
井戸台帳	54	15	8	26	20	18	141

出典: 「Feasibility Study & Detailed Design, Leyte Metrowater district, October 1991」

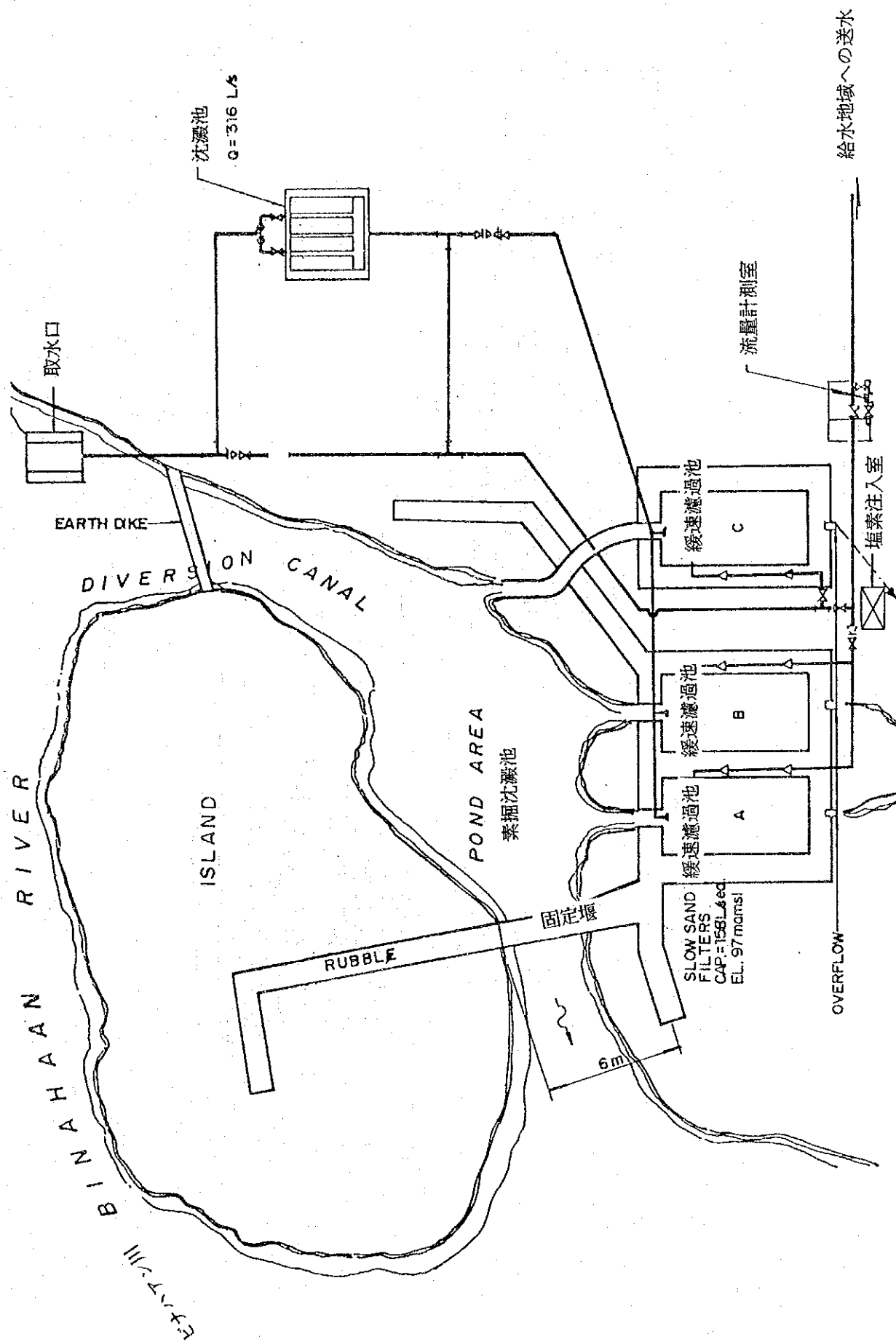


図-7 ティンギブ浄水場の施設配置

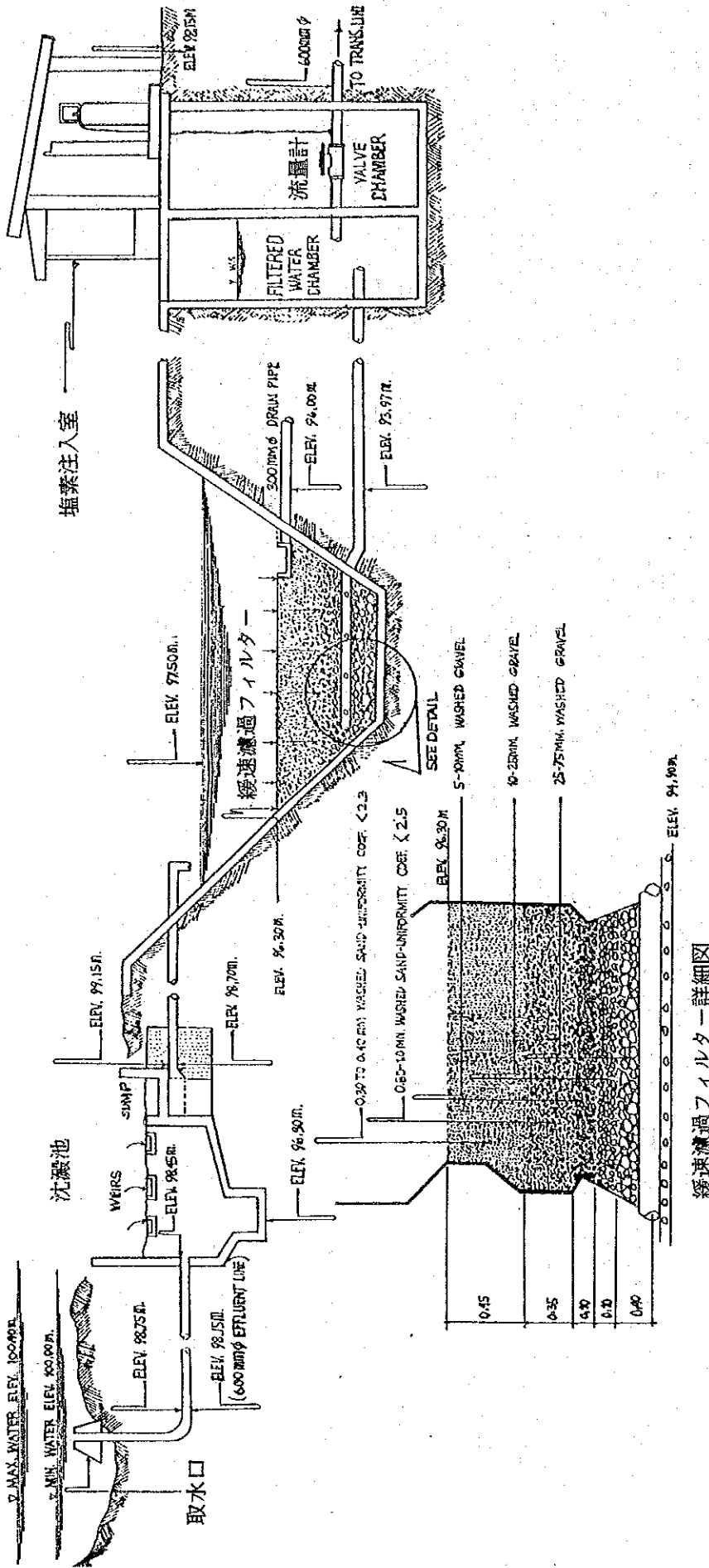
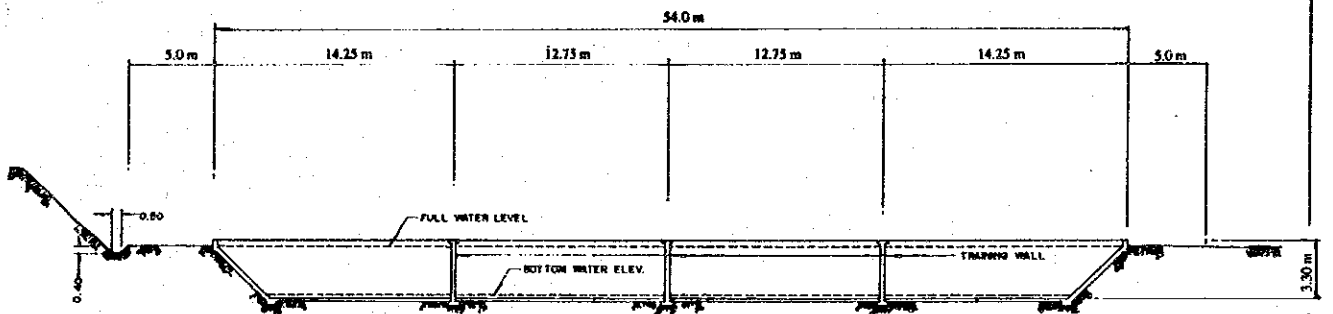
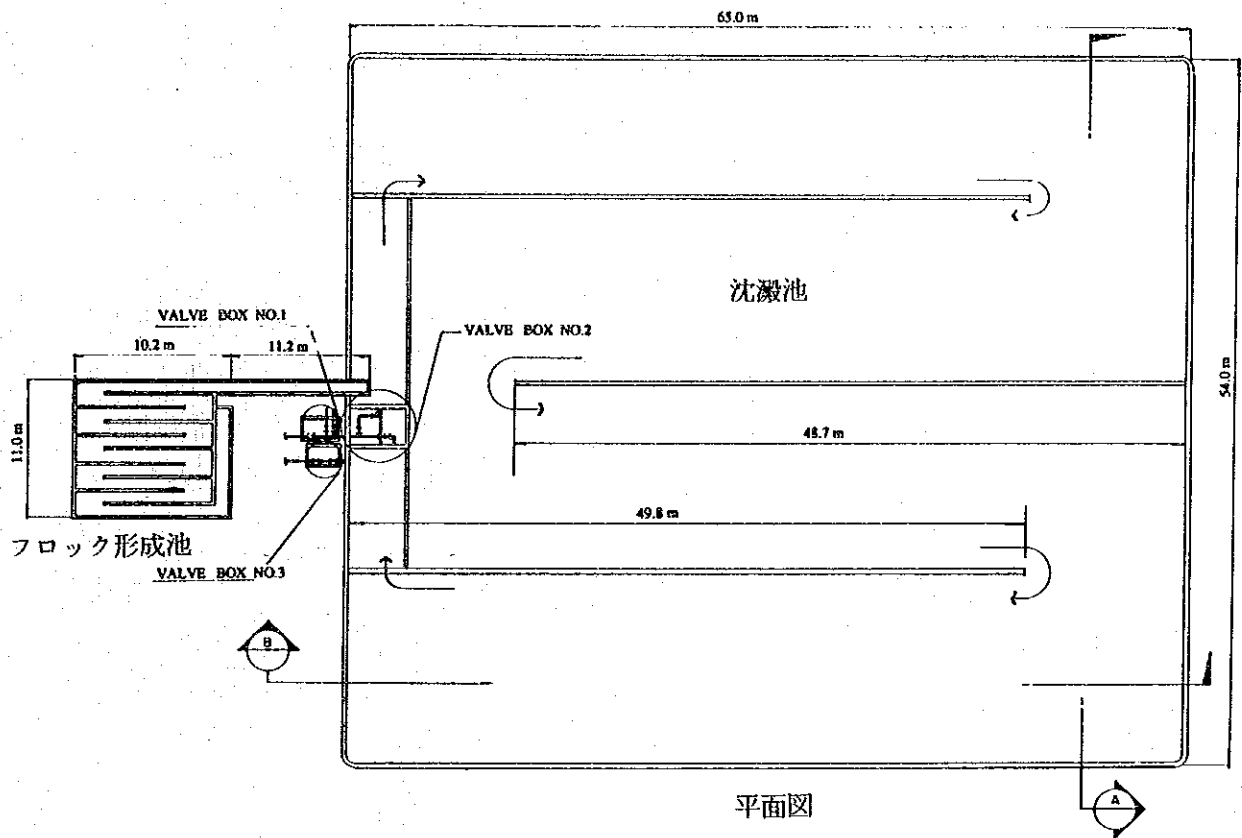
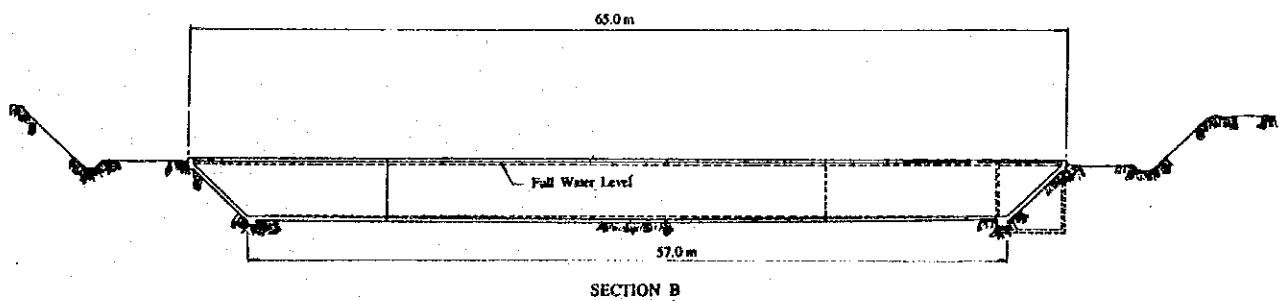


図-8 タイピング浄水設備

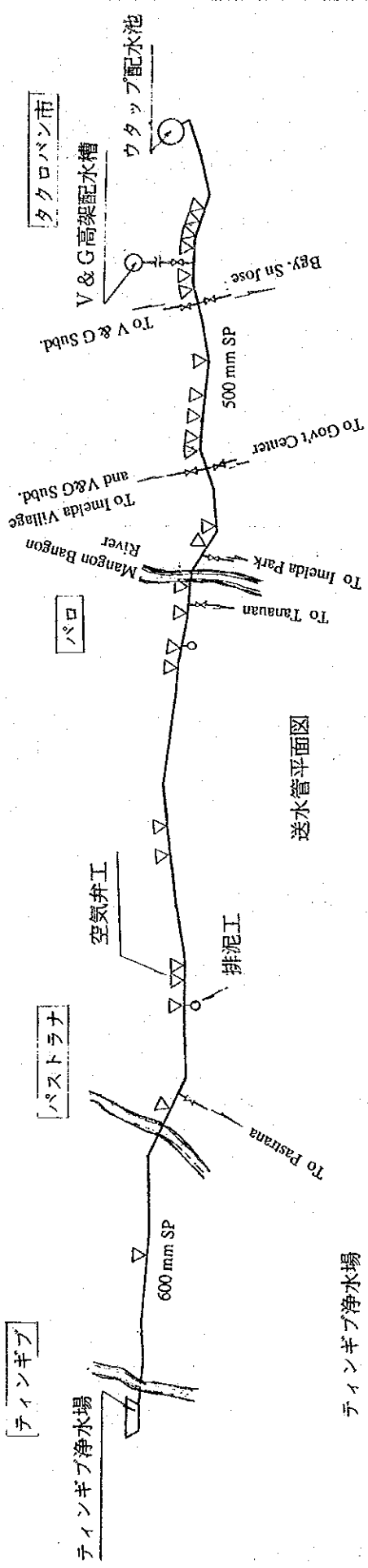


断面図 SECTION A



SECTION B

図-9 ダガミ浄水場沈澱池の構造



ティンギブ浄水場

EL. 97 m

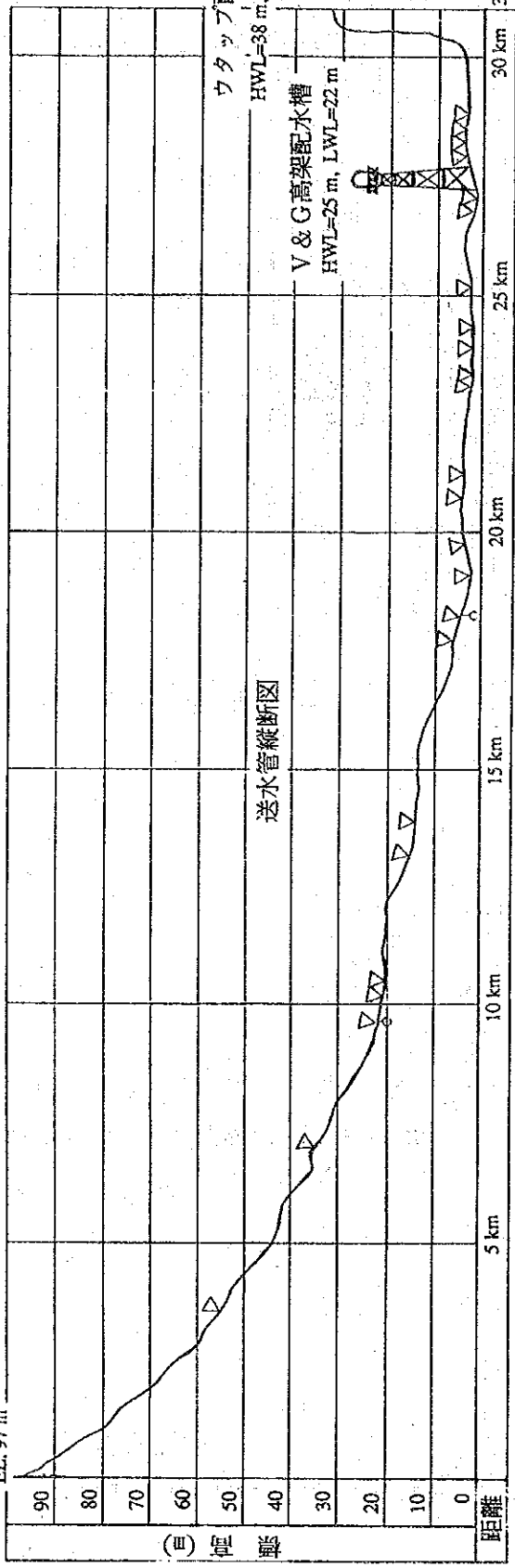


図-10 ティンギブ・システム送水管路縦断面図

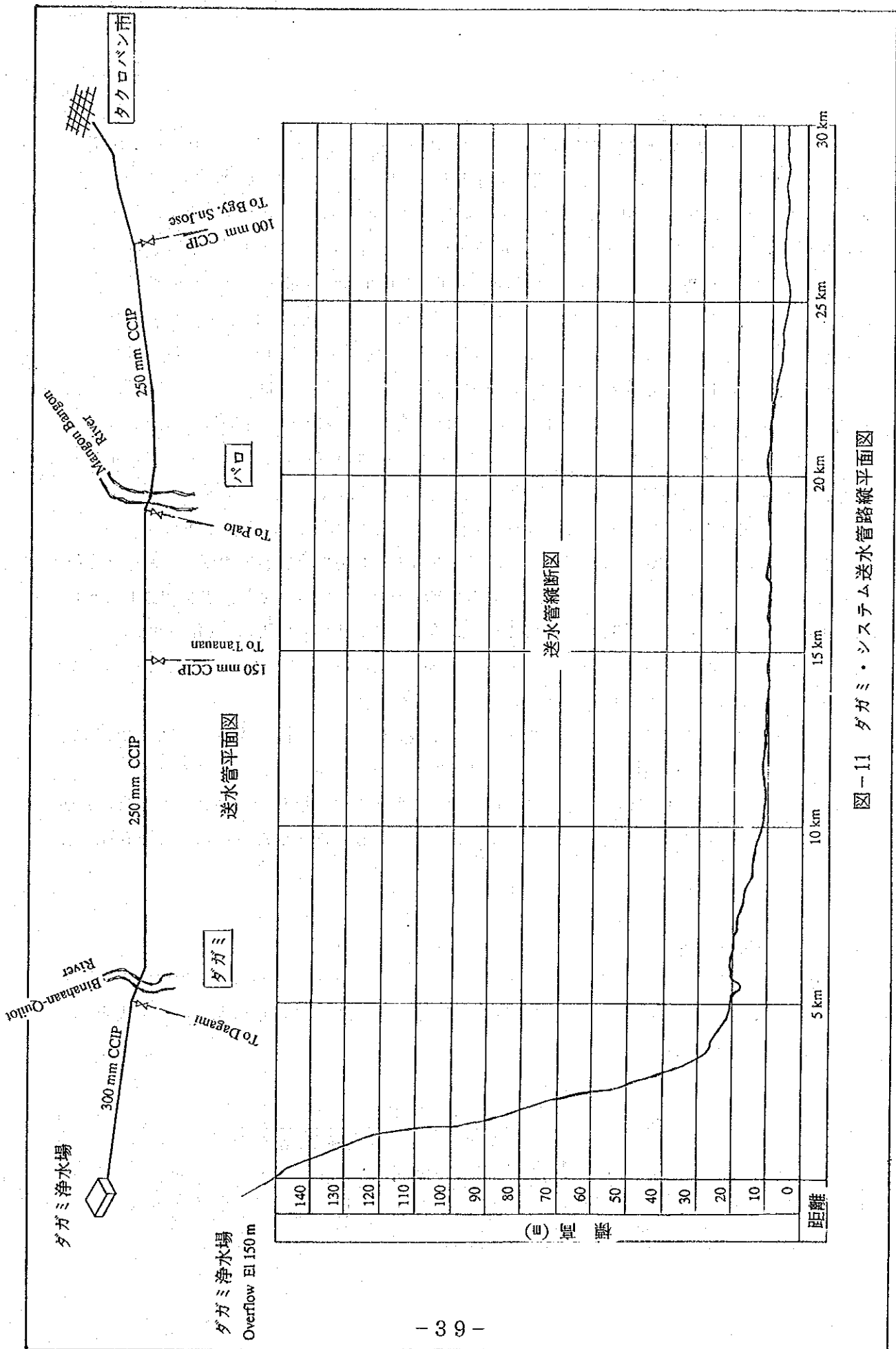


図-11 ダガミ・システム送水管路縦断面図

3-4-3 水質及び水質管理

(1) ティンギブ浄水場原水

ティンギブ浄水場が建設されて間もない1980年初頭には、ビナハアン川の水源は深い森林に恵まれて良好な水質が保たれていた。原水濁度も低く、降雨後、一時的に濁度が上がるものの2～3時間で低下した。高濁度が顕著になったのは10年程前からで、ちょうど流域の上流部に地熱発電開発のためのサイト造成、道路工事等が活発化しはじめた時期に呼応している。

計画対象地区は雨季、乾季の違いが不明瞭で月平均120mm～300mmの範囲で、年間を通して毎月降雨がある。まとまった降雨があれば、河川の濁度が上がり、既存浄水場の処理能力を超えるため、取水を停止せざるを得ない。1991年3月からの浄水場の運転記録によれば、毎月少なくとも1回は停止し、月間最多停止日数は1992年10月に発生した22日間で、この時のべ停止時間は、383時間/月であった。月平均6日間の停止、月当たり平均のべ停止時間は72時間であった。本調査期間中にも、1月29日から約2週間にわたり降雨が継続したため、取水を停止していた。浄水場の停止が長期化すれば市民生活に深刻な影響を与えるのみならず、州都であるタクロバン都市圏の産業活動にも重大な損失をもたらすことは言うまでもない。期間中、市民からの苦情が殺到し、LMWDは河川濁度が高くて浄水場を過負荷状態で運転し、基準値を越えた高濁度の送水を余儀なくされていた。本調査期間中の2月16日～2月28日に実施した水質調査（巻末「参考資料①」参照）によれば、降雨時における河川の水質は、濁度100度以上、pH7.4、アルカリ度6であるが、晴天が続けば、濁度も10程度になり、pH7.5～8、アルカリ度60～72、電気伝導度（EC）250 μ s/cm程度まで安定する。

LMWDが実施した過去の水質調査データ、本調査団が日本へ持ち帰って実施した水質試験（巻末「参考資料②」参照）等によれば、濁度問題の外、流域のココナツプランテーションや原生林から浸出する有機物が原因となる過マンガン酸カリ消費量がやや高いこと、地質が原因で鉄、マンガンの含有量が高くなることなどが見られるが、凝集処理を行えば十分飲料水基準を満足できる。

(2) ダガミ浄水場の原水

現地にて実施したダガミ浄水場の水源であるヒトグノブ川とヒアバンガン川の原水水質試験によれば、表-24の通りであり、降雨時に多少濁ることもあるが数時間で清澄な状態に回復する安定した水質の原水である。

表-24 ダガミ浄水場水源の水質

河川	採集日	EC μ s/cm	pH	濁度 度	アルカリ度 mg/l	全硬度 mg/l	蒸発残留物 mg/l	Fe mg/l
ヒアバンガン	93年2月12日	48	7.2	<1	12.5	12	61	0.4
ヒトグノブ	93年2月16日	48	7.3	<1	12.5	29	87	<0.1

(3) 末端水道水

現地で実施したタクロバン市内の水道水の水質試験によれば、濁度は時に10度以上のものが検出される場合があるが、給水末端における残留塩素は0.2~0.4mg/l程度が検出され、水道水としての安全は保たれている。

LMWDは送水管ルートがシストソミアシスの感染地域を通過していること、また断水による管内負圧発生の際、地下水やシストソミアシスが水道管へ侵入する可能性を考慮し、塩素滅菌に対しては十分な注意を払っている。

表-25 末端水道水の水質

調査日	水温 度	E C μs/cm	pH	濁度 度	アルカリ度 mg/l	塩酸イオン mg/l	残留塩素 mg/l
93年2月17日	25.0	290	-	-	-	-	0.4
2月19日	25.5	280	7.6	-	-	-	0.4
2月20日	26.0	298	7.8	18	61.5	7.6	0.25
2月24日	25.0	264	7.9	-	-	-	0.2
3月1日	24.0	260	7.3	25	6.6	-	0.2

(4) 市内民間井戸水

タクロバン市をはじめLMWDの給水区域の内外では、まだ多くの井戸が使用されている。特に水道の断水が頻発する現状では住民にとって井戸水も重要な水源である。本調査団は現地調査期間中に、タクロバン市内にて7カ所の民間浅井戸の水質を調査した。結果は表-26の通りである。7カ所のうち4カ所から大腸菌、一般細菌反応が見られ、飲料水としては問題が多いことが窺える。

表-26 井戸水の水質検査結果

井戸名	水温 度	E C μs/cm	pH	濁度 度	アルカリ度 mg/l	塩素イオン mg/l	細菌反応
① J. C. Salano	28	755	7.2	4	24	87.4	陽性
② Sto. Nino教会	27	410	7.1	<1	85.8	19.5	陰性
③ Bgy. 26	28	590	7.3	<1	97.4	34.7	陽性
④ Anido's Res.	27.5	570	6.75	1	175.6	32.0	陽性
⑤ PTC薬局	28.5	560	7.75	2	133.2	29.7	陰性
⑥ Sta. Cruz st.	27.5	570	7.1	2.5	180	19.8	陽性
⑦ Bgy. 51. A	27.0	845	7.05	<1	234.1	49.0	陰性

3-4-4 LMWDの将来計画

LMWDの将来計画としては1991年に実施されたフィジビリティ調査があり、現在の給水地区であるタクロバン市、パロ、タナウアン、トロサ、ダガミ、パストラナの既存給水地区に対しては普及率の向上を目指すことに加え、サンタフェ、アランアラン、タボンタボンの3町への給水拡張とタクロバン市の北部に計画されているRICへの給水拡張計画が上げられている。

サンタフェ、アランアラン、タボンタボンの3町は現行の給水地区に隣接する地区で、人口の89%が井戸水に、5%が川や池などの表流水に生活用水を頼っている状況で、早くから水道の普及要請がなされていた。またタクロバン市の北約10kmの地点に計画されているRICには、レイテ州の主要産物であるココナツの加工を始め、木材加工、根菜、衣料等の関連企業の誘致が予定され、東ヴィサヤ地域の産業の中核として開発が期待され、上水道の供給が不可欠とされている。

RICの開発には以下の施設内容の整備が計画されている。

送水管	φ150mm-φ600mm	68.5km
配水管	φ50mm-φ450mm	54.5km
RIC用加圧ポンプ(45kw)及び配水槽		1基
サービスコネクション		4,282箇所

将来の水源地開発については、前述のフィジビリティ調査によると地区内には、既存水源の他に水量の安定した河川は存在していない。またこの地域の地下水については鉄、マンガンの含有率が高く、水道水としての利用の可能性は低いとされる。以上の計画を実施した場合、西暦2000年におけるLMWDの水需要は47,000m³/日と見込まれ、そのほとんどをビナハン川に依存することが提言されている。なお、LMWDの有する将来の拡張計画について図-12に示す。

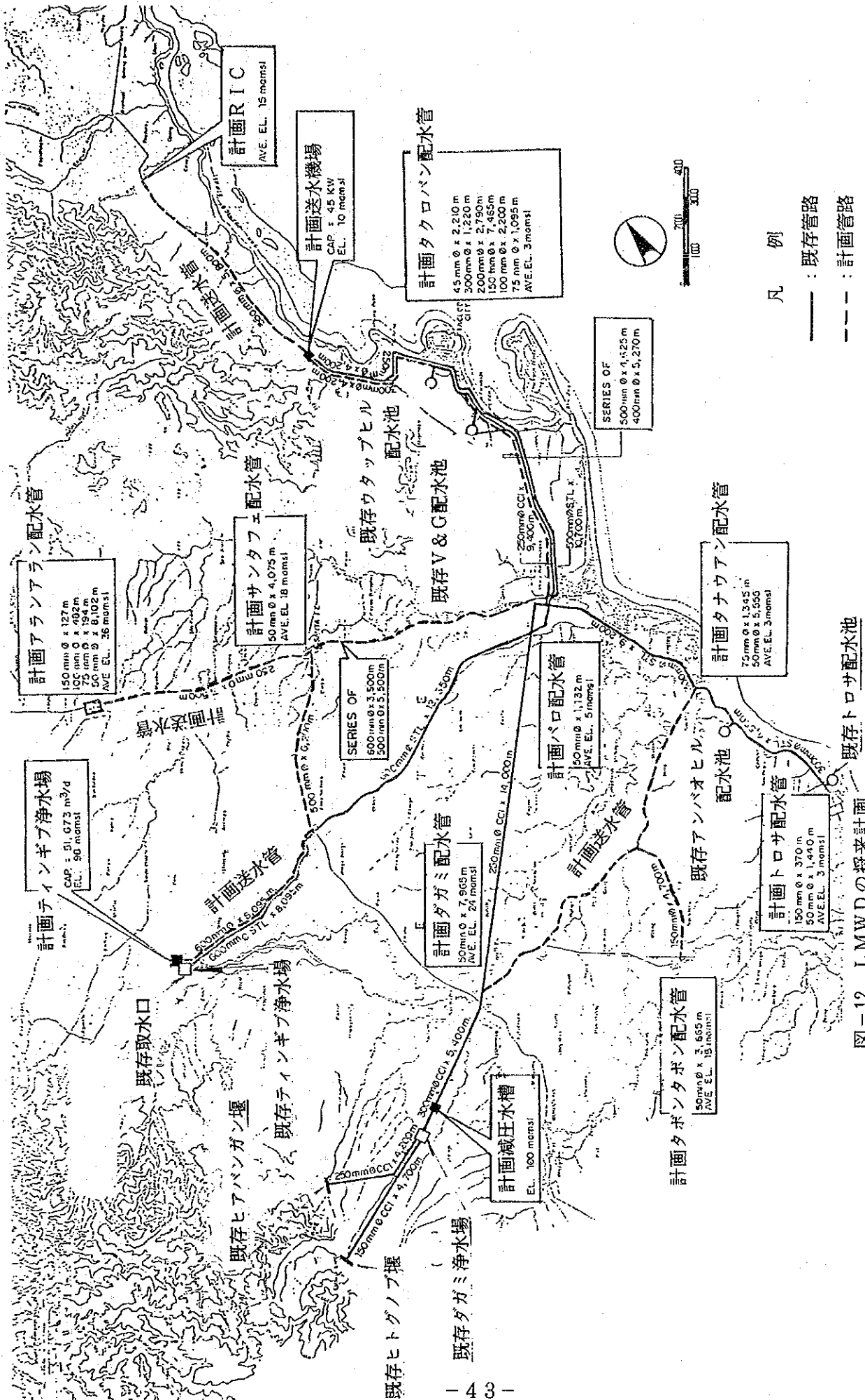


図-12 LMWDの将来計画

第4章 計画の内容

第4章 計画の内容

4-1 計画の目的

本計画の目的は、台風によってLMWDの有する水道施設が受けた被害を速やかに修復し、LMWDの給水施設能力を台風被害前のレベルに復旧することである。

4-2 要請内容の検討

4-2-1 計画内容の検討

本調査は、本報告書「2-4」で記述された、事前調査時点にフィリピン側と合意されたプロジェクト内容を前提として、現地調査を実施した。その内容は以下の3点に要約される。

①ダガミ・システムの復旧

取水堰と導水管の復旧は原建設位置が急峻な地形に阻まれ、乗り込み用の道路も無く、工事が困難であること、ダガミからパロ間での送水管には多くの問題があるが、代替送水管工事に必要となる資金の投入に比して、水系の有する水量が少ないため、将来的な発展が期待できないと判断された。よって本計画の復旧対象から除き、災害前に担っていた水量（全体送水量の約1.5割）をティンギブ・システムの担当水量に付加する。ただし取水堰や導水管は、既にLMWDが自力で復旧し、また浄水場は台風被害を免れているため、不十分ながらもシステムは稼働している。以上を踏まえ、本システムを完全に放棄するのではなく、ダガミ町への給水専用施設と位置付け、応急対策により設置され、劣化が進行している仮設導水管の復旧に必要な配管材料のみを検討する。

②ティンギブ・システムの復旧

ティンギブ浄水場と浄水場からパロまでの送水管は、上記ダガミ・システムの復旧内容を前提とした容量で改修する。浄水場の建設位置としては、既存浄水場は洪水被害の再発が想定されるため、付近内陸部にある標高の高い用地に移す必要がある。また、既存浄水場にある緩速濾過方式の設備は、水源であるピナハン川の高濁度化した水質には対応できないため、新たに急速濾過方式による浄水システムの採用が提言されていた。さらに、計画浄水場へ導水するための取水施設を上流約1.5~2.0kmに建設し、この間に導水管を敷設して浄水場へ導水する。なお浄水場の容量増加に伴って必要となる浄水場からパロまでの新規送水管ルートは、既設送水管φ600mmと同じルートと将来の給水計画に含まれるサンタフェを通過する2案が提案されていた。

③計画施設の容量

本計画の回収対象となる施設容量は、システムからの全漏水率を62%として、給水需要約14,500m³/日に対し、計画浄水場には38,000m³/日以上浄水容量が必要とされていた。

以上を踏まえ現地調査を実施した結果、幾つかの事実が以下の通り明らかにされた。

(1) 漏水率と給水量

事前調査時点で漏水率と考えられていたものは、実は非計量水量であって、この中には漏水や盗水の他に、共同水栓からの給水や送水管沿線の一部集落に対するメーター無しの給水量が含まれていることが判明した。また62%とされていた数値は、1991年9月にLMWDで実施された1カ月間の送水量と給水量の比較から、40%が正しく、言い換えれば有収率が60%であることが判明した。

一方、1991年の台風前までの給水実績データから求めたLMWDの1日当たり平均給水量は $15,545\text{m}^3$ であり、これに上記の結果得られた有収率(60%)で割り込んで求められる送水量は $25,900\text{m}^3/\text{日}$ となった。このことから、施設の計画容量は当初想定された必要量の約3分の2に縮小された。なお、参考までに、1989年1年間の給水資料から求められた日平均給水量は $14,172\text{m}^3/\text{日}$ で、同様に日平均送水量は $23,620\text{m}^3/\text{日}$ であった。

(2) 既存施設の災害前の能力

LMWDの既存浄水施設が元々有している1日当たりの浄水容量は、ティンギブ・システム $22,000\text{m}^3$ 、ダガミ・システム $4,000\text{m}^3$ 、合計 $26,000\text{m}^3/\text{日}$ と結論づけられた。これは上述の台風前の送水量の推定値 $25,900\text{m}^3/\text{日}$ とほぼ一致している。また、ティンギブ・システムの送水管には、大きな漏水はなく、維持管理状態も良好で、現有送水能力は $22,000\text{m}^3/\text{日}$ であると推定された。これらの根拠は以下の通りである。

i) ティンギブ・システムの浄水能力

① 既存緩速濾過池の能力

緩速濾過池の濾過速度は $4\sim 5\text{m}/\text{日}$ (水道施設設計基準)が標準とされる。よって、既存濾過の面積から濾過能力を推定する。

$$\text{濾過池面積} : 1,525\text{m}^2 \times 3\text{池} = 4,575\text{m}^2$$

$$\text{濾過水量} : 4,575\text{m}^2 \times 4\sim 5\text{m}/\text{日} = \underline{18,300\sim 22,875\text{m}^3/\text{日}}$$

② 実績流量測定値

LMWDには1991年9月、流量計を設置し、既存施設の定常運転時の月間送水量を計測した実績がある。これによると $666,060\text{m}^3/\text{月}$ である。よって、1日当りの平均流量は以下の通りである。

$$666,060\text{m}^3 \div 30\text{日} = \underline{22,202\text{m}^3/\text{日}}$$

③ 既存送水管の流下能力

ティンギブ・システムの送水管 $\phi 600\text{mm}$ の流下能力を求め、浄水・送水のバランスから浄水能力を評価する。流下能力計算の前提条件は以下の通り。

管路延長 : ティンギブ浄水場からタクロバン市ウタップヒル送水地までの 31km

標高差 : ティンギブ浄水場(100m) - ウタップヒル配水池(38m) = 62m

$$\text{動水勾配} : 62.0 \times 0.9 \div 31,000 = 0.0018$$

(流下能力を管内のスケール発生を考慮して10%低減する)

以上をもとにヘーゼン・ウィリアムス公式により管内流量を求めると、

$$Q = 0.27853 \times 110 \times 0.60^{2.63} \times 0.0018^{0.54} = 0.263 \text{ m}^3/\text{秒}$$

$$Q = 0.26 \text{ m}^3/\text{秒} \times 86,400 \text{ 秒}/\text{日} = 22,464 \text{ m}^3/\text{日}$$

上記①②③よりティンギブ・システムの送水量を $Q = 22,000 \text{ m}^3$ とする。

ii) タガミ・システムの浄水能力

タガミ・システムの浄水場は濾過池が無く、自然沈降式の横流型沈降池で、薬品注入による強制沈澱池ではない。また原水の濁度が低く、特に処理を要しないため沈澱池の容積からは、施設能力は求められない。よって、既存データと流量実測等により推定する。

①ダムのからの取水量

LMWDが有する既存データによればタガミ・システムの水源である2つの堰の乾期における取水量は以下の通りである。

ヒアバンガン堰 : $34.7 \text{ l}/\text{秒}$ (LMWD資料より)

ヒトグノブ堰 : $12.0 \text{ l}/\text{秒}$ (同上)

合計 $46.7 \text{ l}/\text{秒}$ よって、 $46.7 \text{ l}/\text{秒} \times 86,400 \text{ 秒}/\text{日} = 4,034 \text{ m}^3/\text{日}$

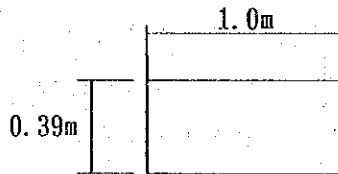
②流量測定の実績

1991年9月に実施された送水管内の流量測定によれば $46.48 \text{ l}/\text{秒}$ であった。よって、

$$46.48 \text{ l}/\text{秒} \times 86,400 \text{ 秒}/\text{日} = 4,016 \text{ m}^3/\text{日}$$

③本調査期間中の実測値

1993年2月12日、本調査団が実施した浄水池への流入水路での流量測定により以下の結果が得られた。



水路断面積 : 0.39 m^2

測定流速 : $0.157 \text{ m}/\text{秒}$

流入量 : $0.39 \times 0.157 = 0.061 \text{ m}^3/\text{秒}$

日換算すると : $0.061 \times 86,400 \text{ 秒}/\text{日} = 5,290 \text{ m}^3/\text{日}$

④既存送水管の流下能力

既存送水管のダガミ～パロ～タクロバン間の流下能力を推計すると以下の通りである。

管路延長 : $\phi 300 \text{ mm} : 4.9 \text{ km}$ 、 $\phi 250 \text{ mm} : 25.1 \text{ km}$

$\phi 300 \text{ mm}$ の 4.9 km を $\phi 250 \text{ mm}$ に換算すると、 $4.9/2.43 = 2.016 \approx 2.1 \text{ km}$

よって $\phi 250 \text{ mm}$ の換算延長は 27.2 km ($2.1 + 25.1$) となる。

標高差 : $150 \text{ m} - 20 \text{ m} = 130 \text{ m}$ (ダガミ浄水場～タクロバン市末端の仮定水圧)

動水勾配 : $130 \div 27,200 = 4.8\%$

以上より管内流量は、ヘーゼン・ウィリアムス公式より

$$Q = 0.27853 \times 110 \times 0.25^{2.63} \times 0.0048^{0.54} = 0.045 \text{ m}^3/\text{秒}$$

$$0.045 \text{ m}^3/\text{秒} \times 86,400 \text{ 秒}/\text{日} = 3,890 \text{ m}^3/\text{日}$$

以上①②③④よりダガミ・システムの送水量は $Q = 4,000 \text{ m}^3/\text{日}$ とする。

上記により導かれた台風災害前の施設能力の合計 $26,000\text{m}^3/\text{日}$ は、(1)で検討された給水量並びに有収率を考慮しても妥当なものと判断された。

(3) ダガミ・システムの利用価値の考察

本調査団はティンギブ・システムの改修方針については、事前調査結果と同様の見解に至ったが、ダガミ・システムの扱いについては、現地で実施した取水堰、導水管路、浄水場及び送水管路の踏査から以下の考察を得た。

- ①ダガミ・システムの既存2取水堰のうちヒトグノブは被害が軽微であったため、現在ほぼ台風前と同程度に復旧されている。ヒアバンガンは取水堰が完全に破壊されたため、下流に簡易な取水口を設け取水している。現在ヒアバンガン川に設けられている取水口的位置は、将来台風により河道が変化し再被災する可能性もあるが、構造の簡易さ故に取水口の再設置も容易で、LMWDの技術レベルで十分に対応が可能である。かかる状況にも拘わらず、取水口が設置されてから既に1年以上を経過し、その間、浄水場では顕著な水位の低下もなく機能していることから、取水機能は信頼に足ると判断された。
- ②ダガミ・システムは沢水に水源を求めているため、原水は特別な処理を必要としないほど水質が良好で、浄水処理のための薬品や動力が不要で、経済的な給水システムである。また周辺には、ヒアバンガン、ヒトグノブ沢以外にも、利用可能な水源(沢水)があり、将来の発展も期待できる。LMWDは将来ともダガミ・システムを維持してゆく意思が固く、崩壊したヒアバンガン堰の再建にも意欲を持っている。
- ③ダガミ・システムの既存送水管は漏水や盗水など問題が多く、所定の水量をダガミ以降の給水地区へ送水できていない。既存ルートに替わって、新ルートに送水管を建設すれば、ダガミ・システムの低コストの水を有効利用することが可能となり、またシステム全体の漏水率の低減にも貢献できる。LMWDは同様の計画を過去に立案し、代替ルートとしてダガミ～タナウアンの計画を有しており、本ルート建設を強く要望している。

以上を踏まえた結果、本調査団は施設整備の範囲として、事前調査にて提案された改修案の他に、ダガミ・システムを利用した計画案の可能性を考慮し、以下の2案を想定した。

ケース1：事前調査で策定された計画案に基づき、ダガミ・システムをLMWDの主要施設から除き、ダガミ・システムの有する浄水能力を加え、容量 $Q=26,000\text{m}^3/\text{日}$ の浄水施設をティンギブ・システムに建設する案である。

ケース2：ダガミ・システムの経済的な水を有効利用するため、現在、漏水や盗水が多く、適正な維持管理ができない既存送水管に替わる送水管を敷設する。これにより、新規に建設するティンギブ浄水場の計画施設能力を $Q=22,000\text{m}^3/\text{日}$ に縮小できる案である。

4-2-2 計画施設案の比較検討

前述の2ケースの主要計画施設内容はそれぞれ、以下の通りである。

表-27 計画施設案の内容

計画施設	ケース1	ケース2	備考
ティンギブ・システム			
浄水施設容量	26,000m ³ /日	22,000m ³ /日	計画浄水量の10%増
浄水施設形式	急速濾過式浄水設備	同左	
取水施設位置	既存浄水場の2.6km上流	同左	
取水量	28,600m ³ /日	24,200m ³ /日	
導水路延長	2.6km	同左	
導水管径	φ700mm	φ600mm	
既設送水路	空気弁補修	同左	
新規送水路	φ300mm、24.5km	—	
送水量	4,000m ³ /日		
ダガミ・システム			
新規送水路	—	φ250mm、14.2km	

なお、上表ケース1におけるティンギブ・システムの新規送水管のルートは、既存送水管と同じルート及びパストラナから北へ方向を変えサンタフェを通過してパロへ至る2ルートが提案されていたが、両者の施工性、工事費、将来の発展性並びに維持管理の容易さ等を比較した結果、サンタフェ通過ルートが優れていると判断された。以下に1991年の台風被災前後の送水・配水状況を把握した後、上記2ケースの裨益効果等を比較評価する。

(1) 台風被災前の送水・配水状況

LMDWの給水データによれば現状の有収率は60%である。またダガミ・システムの送水管での計測データによればダガミの市街地を通過してパロに送水される水量は、浄水場からの送水量の僅かに29%とされている。これらを基本条件とし、既存データに基づいて設定した以下の仮定により、既存の2浄水場からの送水量の合計26,000m³/日が現況の地区全体でどのように配分されているかを検討し、図-13に示す。

仮定条件：

- ①地区内給水人口 : 1990年データに地区人口増加率2.38%を考慮して算定。
- ②1人当たり水使用量 : 138ℓ/人日 (1991年実績値)
- ③その他給水量 : 家庭用給水以外の1991年実績給水量 4,900m³/日を、各地区別の人口比によって、各地区に配分。
- ④給水地区での漏水量 : 各地区を一律に配水量の31%と仮定。

⑤送水管からの漏水等：合計量は以下の通り3,340m³/日で全浄水量2,6000m³/日の13%。
 ティンギブ・ルート—送水管沿線の非計量給水量を送水量の5%(1,100m³/日)と仮定。
 ダガミ・ルート—過去の流量試験結果により、パロへの到達水量が29%である事から沿線の漏水・盗水による損失水量を2,240m³/日と仮定。

表-28 1991年台風被災前水配分状況

給水地区名	①給水人口 (人)	日給水量 (料金徴収ベース)			送水量			備考
		②日給水量 (m ³ /日) (=①×138ℓ/人)	③その他給水 (m ³ /日) (事業所等)	④総給水 (m ³ /日) (=②+③)	⑤配水量 (m ³ /日)	⑥送水管ロス (m ³ /日) (無計量水量等13%)	浄水生産量 (m ³ /日) (=⑤+⑥)	
タクロバン	55,900	7,710	3,530	11,240	16,290			
パロ	12,000	1,660	750	2,410	3,490			
タナウアン	5,300	730	330	1,060	1,540			
トロサ	700	100	40	140	200			
バストラナ	1,900	260	120	380	550	1,100* ¹		* ¹ ティンギブへ向
ダガミ	2,000	280	130	410	590	2,240* ²		* ² ダガミへ向
合計	77,800	10,740	4,900	15,640	22,660	3,340	26,000	
サンタフェ	1,910* ³	260	-	260	380			* ³ 1995年計画ベース

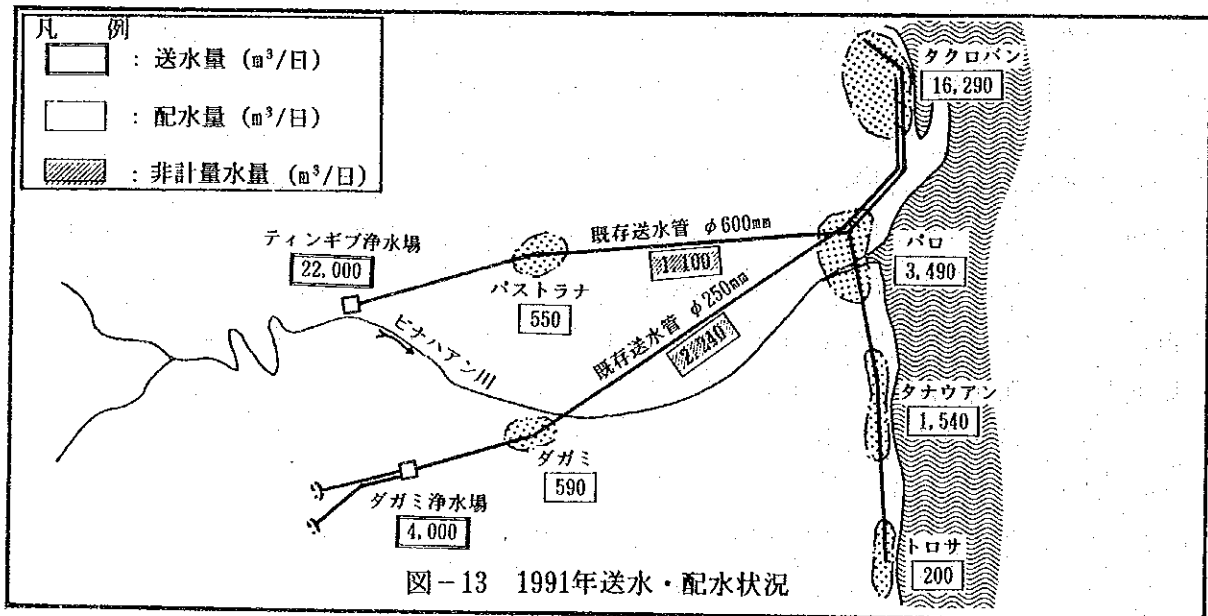


図-13 1991年送水・配水状況

(2) 台風被災後の送水・配水状況

前章3-4-2(2)で述べたように被災後の給水量は料金徴収実績ベースで13,000m³/日であるため、これより浄水生産量を計算すると21,600m³/日となる。

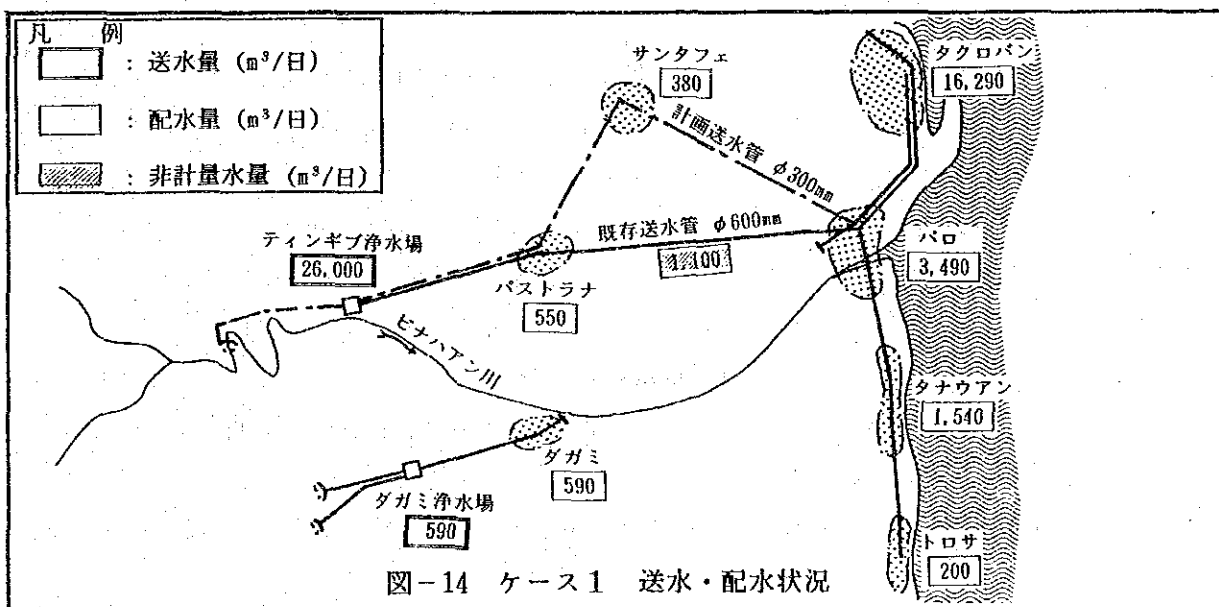
表-29 1991年台風被災後の水配分状況

日給水量 (料金徴収ベース)				送水量		
①給水人口 (人)	②日給水量 (m ³ /日) (=①×138ℓ/人)	③その他水量 (m ³ /日) (事業所等)	④給水合計 (m ³ /日) (=②+③)	⑤配水量 (m ³ /日)	⑥送水管ロス (m ³ /日) (無計量水量等13%)	浄水生産量 (m ³ /日) (=⑤+⑥)
58,700	8,100	4,900	13,000	18,840	2,810	21,650

(3) ケース1の送水・配水状況

ケース1では、ダガミ・ルート送水管はダガミ通過後廃棄され、本システムはダガミ地区の専用給水施設として機能する。また、ティンギブ・システムに建設される新規送水管によって、新たにサンタフェ地区が給水地区に加えられる。假定条件は(1)に準ずることとして、1991年ベースで、本ケースの配水量、受益人口等を算定し、水配分を図-14示す。

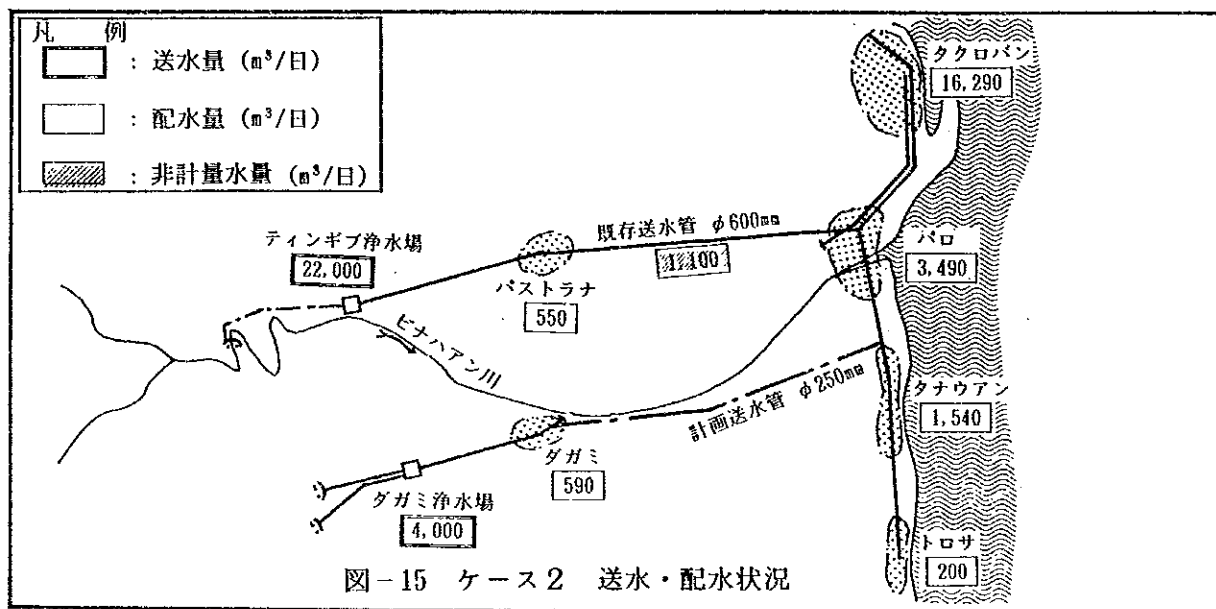
- i) 総送水量 : 26,590m³/日
- ii) 各地区の配水量 : 24,140m³/日 (=22,660+1,100+380(サツケ))
- iii) 余剰送水量 : 2,450m³/日 (26,590-24,140)
- iv) 受益人口の増加 : 12,250人 (= (2,450×0.69)/0.138)
- v) 給水総人口 : 91,960人 (=77,800+1,910(サツケ)+12,250)
- vi) 給水量 : 17,600m³/日 (=91,960×0.138+4900)



(4) ケース2の送水・配水状況

ケース1と同様にケース2の送水・配水量を以下のように算定し図-15に示す。

- i) 総送水量 : 26,000m³/日
- ii) 各地区の配水量 : 23,760m³/日 (=22,660+1,100)
- iii) 余剰送水量 : 2,240m³/日 (=26,000-23,760)
- iv) 受益人口の増加 : 11,200人 (= (2,240×0.69)/0.138)
- v) 給水総人口 : 89,000人 (=77,800+11,200)
- vi) 給水量 : 17,200m³/日 (=89,000×0.138+4,900)



(5) 比較の結果

以上の検討結果から、それぞれのケースの浄水量、給水量を表-30にまとめ比較する。本表に示す通り、ケース1、ケース2のどちらの場合も、ダガミ・システムの既存送水管を廃棄することにより漏水量、盗水量が低減し、システム全体の有収率が既存のシステムに比して6%向上する。また両ケースの比較では、ケース1は受益人口がケース2よりも約3,000人（被災前受益人口の4%）多く、また送水管ルート沿線にあるサンタフェ地区へ給水できる利点を有している。しかし、地区の全体人口に対する利用率や有収率はどちらも同率である。また建設費についてはケース1がケース2より30%高く、また運転維持費も20%高くなっている。このことはケース1は、投資金額に比して、裨益効果が小さいことを示すものであり、また施設運転上からも経済的な規模とは言い難い。

以上より本計画で対象とする施設内容はケース2に決定し、施設内容、形式等の設計を「第5章 基本設計」にて実施する。

表-30 計画案の相対比較

項目	被災前施設	被災後施設	計画ケース1	計画ケース2
総浄水量 (m ³ /日)	26,000(1.00)	21,600(0.83)	26,590(1.02)	26,000(1.00)
ティンギブ浄水場	22,000(1.00)	17,600(0.80)	26,000(1.18)	22,000(1.00)
ダガミ浄水場	4,000(1.00)	4,000(1.00)	590(0.15)	4,000(1.00)
総給水量 (m ³ /日)	15,640(1.00)	13,000(0.83)	17,600(1.13)	17,200(1.10)
有収率(総給水量/総浄水量)(%)	60(1.00)	60(1.00)	66(1.10)	66(1.10)
給水率(総給水量/原施設容量)(%)	60(1.00)	50(0.83)	66(1.10)	66(1.10)
受益人口 (人)	77,800(1.00)	58,700(0.75)	91,960(1.18)	89,000(1.14)
LMWD地区人口 (人)	270,800	270,800	283,200	270,800
利用率(受益人口/地区人口)(%)	29(1.00)	22(0.76)	33(1.14)	33(1.14)
建設費の比率	-	-	1.3	1.0
運転、維持費の比率	-	-	1.2	1.0
結論	-	-	△	◎

注：() は被災前の施設状態に対する比率を表す。

受益地区：ケース1 - タクロバン、バロ、タナアン、トマ、バストラナ、ダガミ、サンタラ

：ケース2 - タクロバン、バロ、タナアン、トマ、バストラナ、ダガミ

4-2-3 計画の妥当性及び必要性

人口約14万人を有するタクロバン市はレイテ州の州都であり、レイテ州を含む東ヴィサヤ地方の商業、産業の中心地でもある。タクロバン市とその周辺5町の給水事業を実施しているLMWDの水道施設は、1991年11月に同島を襲った台風「ウリン」によって大きな被害を被った。被災後直ちにLMWD職員の献身的な復旧作業やLWUAによる支援、さらに中央政府の資金援助等が行われたが、これらによる復旧はあくまで応急的な処置であり、いまだに浄水施設が台風被災前の機能を回復するには至っていない。さらに、ピナハアン川原水の高濁度化は既存施設の処理能力をはるかに越えており、水質を犠牲にした送水や、浄水施設の運転停止による給水地域での断水が頻発している。そのため州都としての都市活動はもとより、住民の生活や衛生状況も困難な状況を来している。

本計画を実施することにより、表-30に示した通り、被災前の83% (21,600m³/日) に低下していた浄水の生産量は被災前と同量の26,000m³/日に回復されるとともに、50%(13,000m³/日) しかない現在の給水率は、原水濁度に影響されない継続的な運転の実現とダガミ送水管の漏水率の低減によって66% (17,200m³/日) にまで改善される。そのため裨益人口も台風前の77,800人 (LMWD地区人口の29%)、現在の58,700人 (22%) から89,000人 (33%) に増加することが期待される。この結果、住民の生活レベルと衛生環境が改善され都市活動が大きく躍進すると共に、給水量の増加と安定的供給を基礎とした水道料金の増収によるLMWDの事業運営の健全化

にも貢献できる。また、新規浄水場を河川敷にある既存施設とは別に洪水の影響のない高台に新設することによって、将来の台風による災害発生の危険性がなくなる。

以上の理由から、本計画の必要性は明白で、無償資金援助案件として妥当な計画であると判断される。

4-2-4 実施運営計画

現地で購入したLMWDの1991年と1992年の財政状況は表-31の通りである。1991年は11月に台風が襲い、1992年にかけて給水が不十分な状況であった。LMWDの収入の9割を水道料金が占めるため、施設復旧の遅れは収支に直接影響を与えている。1992年の水道収益が改善された理由は、1992年1月から水道料金が2～3割値上げされたことによる。また運転経費の増加は1992年に本格化した台風被害の復旧に資金が投入されたためである。またLWUAに対する債務の返済には毎年8百万ペソ以上を費やしており、現状では新規事業の展開は不可能な状態である。LMWDでは、まず台風による施設の復旧を実施し、不安定な財政状況を打開した後、2000年を目標とする将来の施設整備を実行に移す計画である。そのため、今回要請された復旧計画の実現に対するLMWDの期待は大きい。しかし今回導入される急速濾過方式浄水場の運営経験がないため、具体的な実施体制の整備や予算計画を持っていないのが実情である。LMWDでは新規施設の導入に際して、施設運転経費の増加を考慮して、水道料金の改定を実施するつもりであるが、詳細は本計画の概要が決まってからLWUAとの協力により策定して行くとしている。

表-31 LMWDの財政状況（単位：千ペソ）

費目	1991年	1992年
収入の部		
水道料金	21,623	30,994
雑収入	1,430	2,894
受取利息	57	157
小計	23,110	34,045
支出の部		
運転経費	10,760	13,577
保守経費	4,175	3,515
原価償却	1,873	1,873
小計	16,809	18,966
純利益	6,302	15,079
税金支払	4	14
債務返済(LWUA)	8,581	8,158
総合計	▽ 2,283	6,906

出典：LMWDの財政資料より抜粋

4-2-5 類似計画との関係

1991年台風「ウリン」によりLMWDの水道施設が被災した被害に対し、台風直後からLWUAの協力を得てLMWDの主体的な復旧作業が開始された。同島西側に位置するオルモック市をはじめレイテ島北部での被害の甚大さゆえに時のアキノ大統領はレイテ州に対し、災害特別救済金を準備してLMWDの水道施設の復旧に努めている。

LMWDの施設復旧に対する外国からの援助は日本への要請に基づいて実施されている本基本設計調査のみである。国内で実施された復旧対策の内容は本報告書「2-1 台風ウリンによる被害状況」に記述した通りであるが、抜本的な問題解決にはなっていない。

4-2-6 要請施設・機材の内容

フィリピン国からの要請は、台風によって被災した水道施設の機能復旧にある。しかしながら事前調査ならびに基本設計調査によって、施設を単に原型復旧しただけでは、問題解決にはならないことが明確となった。よって本計画では既存施設が元々有している能力相当の施設を改修並びに新設によって実現することが必要とされた。事前調査と基本設計調査で考慮された主要留意点は以下の通りである。

- ① LMWDの主たる水源であるピナハアン川の高濁度化により既存の緩速濾過式浄水施設では対処できない事態が頻発している。
- ② 同浄水場は河川敷に建設されており、台風の来襲による災害の再発が憂慮される。
- ③ ティンギブ・システムの既設送水管は維持管理が良好で、空気弁の機能低下が顕著である他は、大きな漏水や盗水は発生していない。
- ④ ダガミ・システムの水源は水質が良好で、特に処理を要さない経済的な給水が可能であるため、本水資源を利用する事のメリットは大きい。またLMWDは将来にわたって本水源を使用して行く意志が固い。
- ⑤ ダガミ・システムの取水施設には不安定要因があるものの、LMWDの技術レベルで維持補修が可能な構造物であるため、将来の対応に問題はない。

以上より、ティンギブ・システムには新規に急速濾過方式を採用した浄水場を建設し、関連する取水場、導水管路を建設することとした。一方、ダガミ・システムには送水管を新設し、現有水資源の有効利用を図ることとし、以下の施設建設と改修を計画し、並びに調達機材を選定した。

表-32 計画施設・機材の必要性及び妥当性

施設及び機材		数量	必要性及び妥当性
取水 ・ 導 水 施 設	取水堰	1基	新規浄水場の建設に伴い、自然流下にて送水できる高さが確保でき、河道が安定した位置に取水堰を建設する必要がある。
	沈砂池	1基	河川原水に含まれる砂分を除去し、浄水設備の負荷を軽減するために必要である。
	導水管路	2.48 km	取水堰～浄水場までの新規導水路が必要である。
	管理用道路	2.6Km	取水施設の運転管理のために必要である。取水設備や導水管建設時には工事用道路として使用される。
浄 水 施 設	凝集沈澱池	2池	急速濾過方式の前処理として、濁度分の凝集沈澱に必要である。横流式沈澱池を採用し、運転操作が容易な形式とした。
	急速濾過池	8池	操作の容易性を重視して自己洗浄型濾過方式を採用した。表面洗浄装置を設置し洗浄効果を大きくした。
	浄水池	1池	浄水施設の非常停止時にも送水を継続できるよう、3時間程度の貯水容量を持たせる。
	薬品注入設備	1式	原水の水質に応じた凝集用の硫酸バン土と消石灰の混和及び注入設備及び消毒用の塩素注入設備が必要である。
	受変電設備	2台	変圧機 13.2KV/7.62KV/220V、V相2線/3相3線
	非常用発電設備	1基	現地では電気供給事情が不安定で停電が頻発するため、安定給水を実施するため発電機を設置する。
	建屋類	1式	浄水場の運転監理に必要な機械を収用するため、管理事務所薬品注入室、塩素注入室、発電機室を設置する。
既設送水管接続	420m	浄水池と既設送水管とを接続し、既存送水管を利用して給水地域へ送水する。	
送 水 施 設	既設送水管補修	1式	ティンギブ・システム送水管の漏水防止と機能回復のために老朽化した空気弁の交換を実施する。
	ダガミ・システム送水管路	14.2 km	問題が多い既設送水管を廃棄し、これに替わる送水管を敷設する。現有水源を有効利用し、維持管理が容易にできる。
調 達 資 機 材	水質試験実験器具	1式	浄水場の運転操作に必要な基本的な項目について試験できる機器と器具類を管理事務所内の水質試験室に収める。
	監理用車輛	1台	浄水場が遠隔地であること、取水場/浄水場相互の運転管理能力を高めるために必要である。
	塩ビ管スペアパーツ	1式	応急復旧された導水管路の塩ビ管部のスペアパーツ類を供与し、ダガミ・システムの取水/導水施設の信頼性を高める。

4-3 計画の概要

4-3-1 実施機関及び運営体制

本事業の設計、工事段階に関与するフィリピン国側の実施機関はLWUAである。施設完工後、施設は計画対象地域の水道事業主体であるLMWDに移管され、LMWDの責任の下で施設の運営・管理が行われて行く。LMWDは現在、タクロバン市の他、パストラナ、ダガミ、パロ、タナウアン、トロサの5町を対象に水道施設整備を管轄している。

LMWDは基本的に独立採算制による自主運営機関であるが、LWUAとは行政面及び運営面で緊密な係わりをもっている。

LMWDはプロジェクトの計画につき、LWUAに支援を要請する。LWUAは計画・設計・建設に関して責任を持ち、プロジェクト実施に必要な資金を融資する。完成後、施設はLMWDへ移管され、以後LMWDが運転・管理に責任を持つ。LWUAはその後も引き続き運転保守面のノウ・ハウを提供しながら、組織運営の健全化に努め、融資返済が滞らないよう指導する。

LMWDは7人の役員の下、総裁を頂として組織運営されている。組織は大きく技術、管理、業務の3つの部門に分割され、それぞれに部長を配している。技術部はさらに技術、維持補修、生産の3課に分けられ、これらの活動をサポートクルーが支えている。管理部は経理課と人事課の2課に分けられ、業務部は顧客サービスと料金徴収に分けられている。これらの外に、技術部門の補佐を担当するテクニカルアシスタント、広報担当等が配置されている。1993年2月現在、総裁以下、総勢158名の職員が在籍している。LMWDの組織を図-17に示す。

現在、既存浄水場の運転管理は技術部門の生産課が担当しているが、本計画の完成後も引き続きここが施設の運転管理に当たる予定である。現在、本課に在職している課長は長年に亘って、既存浄水場の管理に当たってきたばかりではなく、タイ国で実施された浄水技術の研修に参加した経験もあり、急速濾過式浄水設備の基本的運転知識を有しているため浄水場の責任者として適任である。また他部門にも機械、電気等の水道設備に精通した技術者がいるので、本計画施設の完成後の施設運営に従事する技術者は、外部から雇用する事なく、現職の技術者の中から選抜し、運転補助要員のみ増員することとするのが最適である。新規浄水場の運転管理体制は図-16の通りとする。

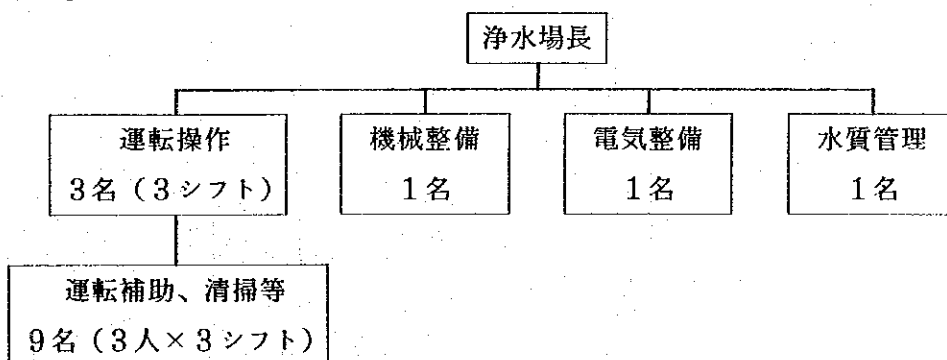


図-16 浄水場運営体制

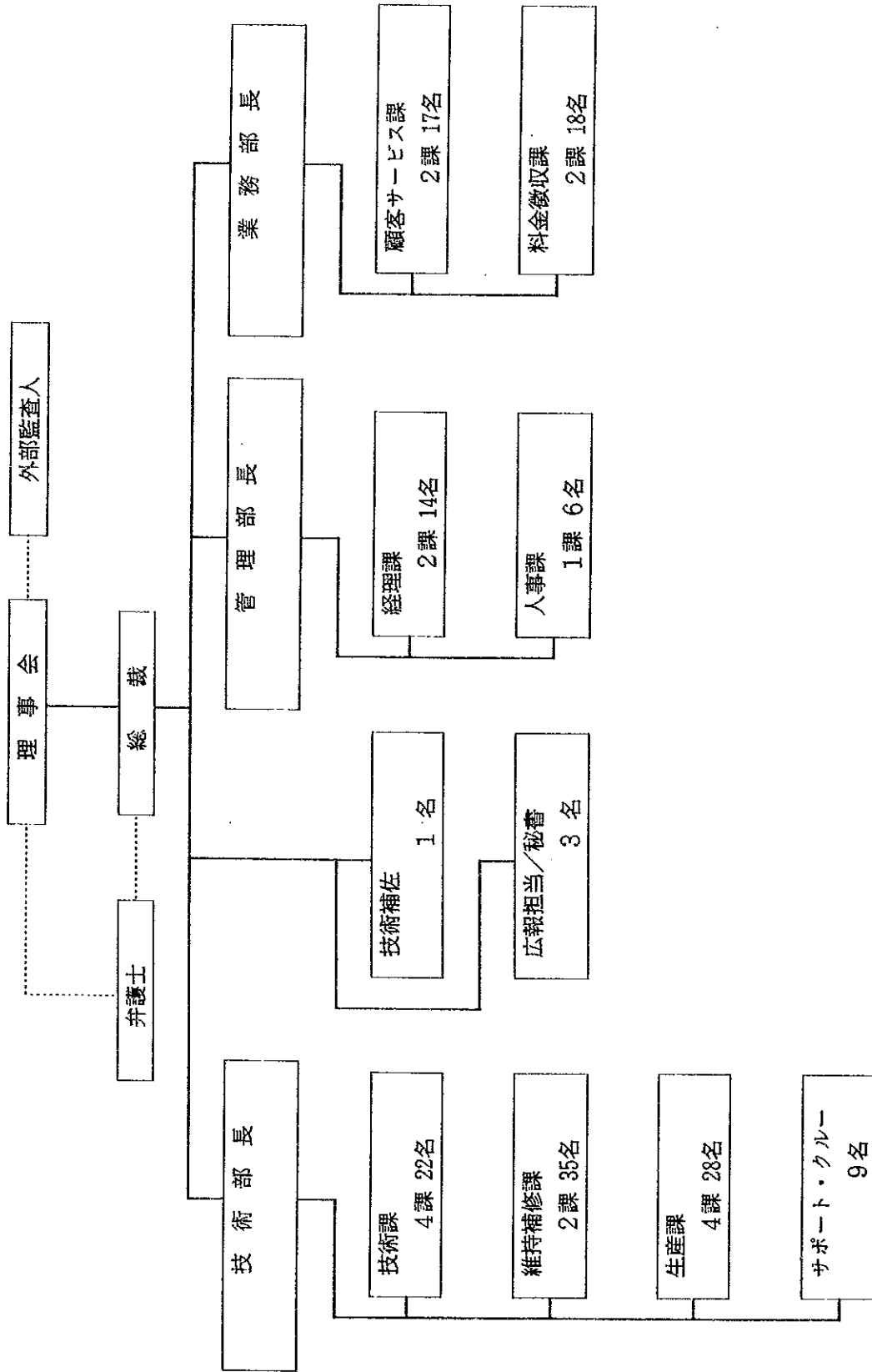


図-17 LMWD組織図

4-3-2 計画地の位置・状況

計画施設は取水施設、導水施設、浄水施設及び送水施設に別れる。各々の位置及び地形の特徴は以下の通りである。

(1) 取水施設

本計画の水源となるピナハアン川はレイテ島最大の河川で、レイテ中央山脈のダナオ湖に源を発し、急峻な山間部を流下した後、既存浄水場の上流約 4.1km地点でヒロクトガン川と合流し、ティンギブ付近を起点とする扇状地や低地を流下し、タナウアン付近でレイテ湾に注いでいる。平均河床勾配はヒロクトガン川の合流点に至る山間部では1/40、合流点とティンギブの既存浄水場地点間では1/120である。山間部から既存浄水場の約2km上流までは、河床幅が比較的狭く、急激に蛇行を繰り返す湾曲部では、岸が急崖を成し岩の露出が見られ、ミオ筋変動の少ない安定した河道となっている。これより下流域では、河床幅が広く流れも緩慢となり、蛇行も穏やかになる。洪水になると川幅一杯に氾濫して、ミオ筋が変動した跡が多く見られる。河床は砂礫や玉石で覆われ、その上に人頭大の転石が散乱している。

取水堰の予定位置は自然流下にて浄水場に導水可能で、河川幅が狭く、長期にわたり河道変動が少なく安定し、しかも集水流域を広く取ることを考慮して決定した。現地踏査の結果、ピナハアン川とヒロクトガン川の合流点の下流約 1.5kmで、既存浄水場の上流約 2.6km地を計画地点と定めた。堰計画地点の右岸は河床より10m程高い崖になっており一部に砂岩が露出している。左岸は河床より約5m高い安定した平坦な地盤となっており、取り付け水路、沈砂池等の設置には好適な地形となっている。計画地点の河床標高は128.6m、流域面積は 103km²である。

(2) 導水路

原水を沈砂池から浄水場まで導くために、延長 2,480mの導水路を設ける。取水堰では左岸方向に取水し、ピナハアン川に沿って左岸に導水路を取り付けるが、地形の起伏が大きく、オープン水路形式では対応が困難であるため、全線パイプラインとする。沈砂池から約50mは平坦な地形であるが、その下流部約 350m区間は河川の蛇行による尾根が大きく張り出しているため、これを掘削して越える。また中流部の約 400m区間の左岸は急崖で、その上は高台となっている。この区間はミオ筋が左岸に接近しており、管渠を洪水の影響のない河川敷外に設置するためにはこの高台の掘削工事（最大約15.0m）が必要である。また、この区間に左岸側から溪流が二本ピナハアン川に流出しているため、水管橋と伏越しの設置が必要とされる。

その後、路線は河川敷内に下るが、この約 130m区間は河川本流より大きく左岸に入り込んだ高水敷で、左岸はほぼ垂直に近い崖をなし頂上の標高は 150mにもなる。左岸の高台を掘削して管渠を設置することは不可能であり、また本区間は直接洪水の影響を受けないため、高水敷に高盛土（約10m）をして管渠を埋設する。これより下流部の既設浄水場に至る約 1.0kmの区間はLMWDによるマイトム沢取水口建設工事の導水管路工事の管理用道路が既に建設されており、この側方に管渠を埋設する。計画導水管の縦断を図-18に示す。

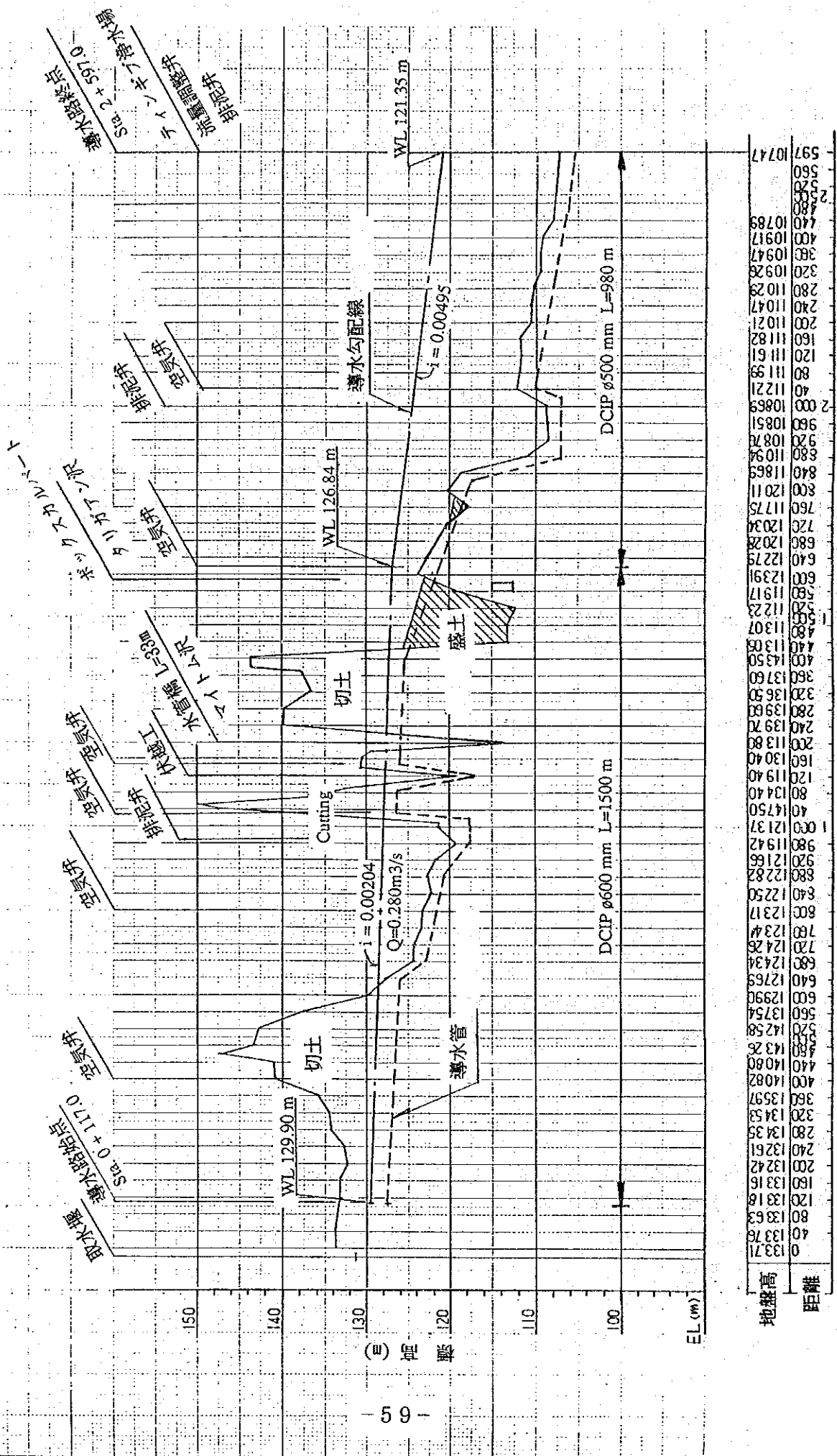


図-18 計画下水道縦断面図

(3) 浄水施設

浄水場の計画予定地は、既設浄水場の取水口から約150m内陸に入った民有地で、ココナツプランテーションとなっている用地である。既存浄水場より7m程度高く、標高107mから105mへ緩やかに傾斜している河川段丘に位置し、さらに100m程奥へ入ると標高約120mの高台となる。1991年の台風による洪水時にも湛水していない安全な位置である。

(4) 送水施設

本計画によって計画するダガミ・システムの送水管ルートは、全線に亘って国道に指定された道路区間である。道路幅員は6mのコンクリート舗装部の両側に1.2~1.5mの路肩がある。管路の敷設位置は路肩内とし、舗装部の開削は極力避ける。道路の管理主体である公共事業道路省(DPWH)は、既に路肩内に配管することを許可しており、また全長約14km区間内にある5カ所の橋梁添架の工法も基本的合意が得られている。

4-3-3 維持・管理計画

(1) 維持・管理体制

既存の浄水施設は特に複雑な運転操作もなく、河川の濁度を観察して、高濁度時のみ取水を停止し、月に1~2度程度、表面の濾床材を入れ替えるといった、簡単な運転方法であった。しかし今回計画された施設は、高濁度時にも運転を停止することなく継続して浄水が可能とするもので、設備の運転操作も既存施設にくらべると高度な技術を必要とする。それゆえ、運転操作に当たる技術者は水道施設の一般的知識を有し、技術訓練を受けたものを配置する事が望ましい。LMWDは長年水道施設の整備に努めており、技術職員のレベルも決して低くない。現職の100名弱の技術職員の中から主要な技術担当者を選抜し、一定期間の訓練と研修を受けさせる事により施設運転が可能となる。

LMWDでは今回の計画施設によって、維持管理費の増加は不可欠であるとの認識に立って、水道料金の値上げを考慮している。また本プロジェクトで計画される急速濾過式浄水場の導入に対しても意欲的に取り組み、LWUAとの緊密な協力体制を維持しながら、LWUAが実施する国内研修への参加等も考慮されている。よって本計画完成後も、LMWDが十分に運営して行ける体制を確立し得ると判断される。

(2) 新規システムの運転経費

急速濾過式浄水場は、既存の浄水場に比して運転経費が増加する。以下に、新規浄水施設の共用開始後の運転経費の増加と水道料金の増収について比較し、LMWDの運営状況の改善について検討する。

(i) 電力費

電気料金の算出は業務用契約ベースとする。浄水場にて使用する原動機器は表-33の通りであるが、契約電力は若干の余裕をもって120Kwとして計算する。

表-33 計画設備の電力使用量

機 械 名	定格電力	台数	稼働時間	電力量(KWH/日)
沈澱池				
排泥ポンプ	3.7Kw	4	1.0	15.0
濾過設備				
表面洗浄ポンプ	30.0Kw	1	1.0	30.0
真空ポンプ/コンプレッサ	3.7Kw	1	1.0	3.7
除湿機	0.3Kw	1	24.0	7.5
薬品注入設備				
硫酸バン土ポンプ	0.2Kw	2	24.0	9.6
硫酸バン土攪拌機	2.2Kw	1	1.0	2.2
消石灰ポンプ	3.7Kw	1	24.0	88.8
消石灰攪拌機	2.2Kw	1	24.0	52.8
ロータリバルブ	1.0Kw	1	1.0	1.0
バグフィルター	0.8Kw	1	3.0	2.4
消毒設備				
塩素注入装置	0.1Kw	1	24.0	2.4
圧力水ポンプ	1.5Kw	1	24.0	36.0
場内用水ポンプ	3.7Kw	1	5.0	18.5
建屋/場内照明等	20.0Kw	1	14.0	280.0
合 計				549.9

1 カ月当たり電気料金は、

基本料金： 需要電力 120Kw × 15ペソ/Kw = 1,800ペソ

使用料金： 549.9KWH × 30日 × 4.1593ペソ/Kw = 68,616ペソ

合計 70,416ペソ/月

(ii) 薬品注入料

①硫酸バン土注入

平均注入率： 40ppm - 970Kg/日 × 25日 = 24,250kg/月

硫酸バン土単価： 7.0ペソ/Kg： 24,250kg × 7ペソ/kg = 169,750ペソ/月

②消石灰注入

平均注入率： 10ppm - 242Kg/日 × 25日 = 6,050kg/月

消石灰単価： 15ペソ/Kg： 6,050kg × 15ペソ/kg = 90,750ペソ/月

③塩素注入

平均注入率： 2ppm - 44Kg/日 × 30日 = 1,320kg/月

塩素単価 : 79ペソ/Kg : $1,320\text{kg} \times 79\text{ペソ/kg} = 104,280\text{ペソ/月}$

薬品注入料のうち、塩素は現在も同量使用されているため、追加支出分として硫酸バンドと消石灰の2種類分を合計する。

よって、薬品注入費用は $169,750 + 90,750 = 260,500\text{ペソ/月}$ となる。

(iii) 人件費

計画施設の運転要員のうち主要技術者は、現在在職している職員から選抜することとし、要員の補強は運転補助の9名のみとする。これによる人件費の増加は以下の通りである。

人件費 : $3,000\text{ペソ/人月} \times 9\text{人} = 27,000\text{ペソ/月}$

(iv) 年間運転費の増加

以上より年間経費の増加分を求めると

電気料金 70,400ペソ/月

薬品代 260,500ペソ/月

人件費 27,000ペソ/月

合計 357,900ペソ/月 $\times 12\text{カ月} = 4,294,800\text{ペソ/年}$

以上の通り、計画施設の運転によって年間約4.3百万ペソの経費増加が見込まれる。

一方、本計画が完成されれば、原水高濁度時の断水もなく安定した給水が可能となり水道末端の水質も飛躍的に改善されサービスの向上が見込め、送水管の漏水率の低減とも合わせて、1992年に約13,000m³/日であった有収水量が、17,200m³/日に向上する見込みである。

現行の水道料金は1992年1月に改定されたが、この平均単価はLMWDの年間料金収入の総計(約31百万ペソ)を年間給水量(料金徴収ベース4.8百万m³)で除して、6.4ペソ/m³と推定される。これを有収水量の増加分4,200m³/日に乗ざると、以下のとおり、年間約9.8百万ペソの水道料金の増収が見込まれる。

$4,200\text{m}^3/\text{日} \times 365\text{日} \times 6.4\text{ペソ/m}^3 = 9,811,200\text{ペソ/年}$

上記の通り収入から支出を差し引いても、約550万ペソの利益が見込まれる。ただし、これには1日当たり17,200m³のメータ給水を実施することが前提であり、LMWDは独自に、現況給水設備を整備拡充する必要がある。LMWDは1991年に台風被害の影響で大幅な赤字を記録し、1992年に水道料金の改定を実施し、やっと黒字を計上したばかりであり、運営体質としては依然として安定しているとは言い難い。しかしながら、本計画が実現されれば、給水サービスが向上するとともに、LMWDの財政も改善することが期待される。よって本計画完成後の施設の運転管理は十分に実施可能であると判断される。

4-4 技術協力の必要性

本計画に対するフィリピン側実施機関はLWUAであるが、完成後の施設運転管理はLMWDが責任をもって当たる。LMWDは1979年以来、14年間にわたり既存の緩速濾過式浄水場を運転して来ており水処理の基本は十分に理解している。しかし今回導入する薬品処理、凝集沈殿／急速濾過方式の処理施設の運転経験は無いため、施設完成後の初期には技術職員の研修や訓練を十分に実施する必要がある。一方、地方都市を中心に全国の水道事業を管轄しているLWUAは、現在、560のWDを管轄しており、それらは主として井戸を水源とした施設によって運営されているが、中には急速濾過式浄水場による水道システムの運営経験もある。

施設完成後は、LWUAの指導の下に、LMWDが施設の運転管理を実施して行く。LWUAは必要に応じてLMWDに対する国内研修を実施する用意があるが、LWUAも今回導入される急速濾過式浄水場に対する経験が限られたものでしかない。よって、本計画が円滑に実施運営されて行くことを考慮して、LMWD並びにLWUAから選抜された技術者数名に対し、類似施設の運転操作に関する研修を日本で実施することが望ましい。また施設完成後、LMWD職員の運転経験が浅い時期に、日本の技術者により、河川原水の変化に応じた施設運転方法を現地指導することができれば、より効果的なプロジェクト実施が可能となろう。

4-5 協力実施の基本方針

本計画の実施については、以上の検討によりその効果、現実性、相手国の実施能力等が確認されたこと、本計画の効果が無償資金協力の制度に合致していること等から、日本の無償資金協力で実施することが妥当であると判断された。よって、日本の無償資金協力を前提として、以下において計画の概要を検討し、基本設計を実施することとする。ただし、計画の内容については、要請の一部を変更することが適当であることは、計画の構成要素や要請施設・機材の内容の検討において述べたとおりである。

第5章 基本設計

第5章 基本設計

5-1 設計方針

本計画の基本設計に関する設計方針は以下の通りである。

①自然条件に対する方針

計画地域であるレイテ島は熱帯モンスーン気候地域に属し、年間降雨量 2,200mmを超える多雨地帯である。また雨期、乾期が明確に分かれておらず、毎月のように雨は降るが10月～12月にはしばしば台風の通過に伴う強い風と雨による被害を被る。

上水道の原水を取水するピナハン川は降雨の度毎に濁度が上がる水質であり、既存の緩速濾過方式では対応できないことを考慮し、凝集沈殿急速濾過方式を導入する。地形的な特徴としては、浄水場予定地は河川流域の比較的上流部に位置しているが、河道が幅約400mに広がって、ミオ筋も一定していない。浄水場予定地から2.6km上流に、河道幅が狭く、ミオ筋が安定しているため取水点として最適な場所がある。また、この地点から浄水場まで自然流下による導水が可能である。浄水場は給水地域に対しても自然流下による送水が可能な標高を有しているため、計画浄水システムの設計には、できる限り自然流下を利用し、動力使用量が小さく経済的な計画を考慮する。

②社会的条件に対する方針

本計画の対象地区内にあるタクロバン市はレイテ州の州都である。フィリピンの国家計画では産業の地方分散政策の一環として、地方の整備と産業振興が主たる方策に位置づけられ、タクロバン市はレイテ州のみならず、東ヴィサヤ地方の中心的な基幹都市として位置付けられている。しかし、台風被害によって水道施設が十分に機能していないため、都市振興はもとより、住民生活の維持にすら支障をきたしており、可及的すみやかに、かかる状況を改善するという社会的要請が高まっている。被災施設は単純に原形に復旧されたとしても前節の自然条件に対する方針でも述べた通り、安定的な給水を実現することは不可能である。よって計画施設の主要構成要素となる浄水施設には、LMWDで今まで経験のない凝集沈殿・急速濾過浄水方式を導入するが、地元の技術レベルに無理のないシステムを構築するよう配慮する。また現地では電気事情が悪く、停電が頻発するため非常用発電設備を設置し、新規浄水場を安定的に運転し、水道サービスの向上を実現する。

また、浄水場には事務所、運転管理室、水質試験室など小規模な上屋を建設する。これらの形態はできる限りローカル資材を用いた建造とする。

③建設事情等に対する方針

フィリピンでは建設に使用する資材は砂、セメント、鉄筋等の基礎資材は十分調達可能であるが、主要機械類はほとんどを輸入に頼っている。配管材料はフィリピン独自に開発した内外面モルタルライニング鋼管があり、国内でのほとんどの配管工事に使用されているが、以下のとおり幾つかの技術的課題が指摘される。

- * 鋼管の内外面にライニングされるモルタルは、錆びや腐食の防止を目的とするものであるが、これにより鋼管の最大の利点である可撓性が損なわれ、かつ管体が重くなり、取り扱い安さが失われ、施工性も低下する。
- * 運搬や現場の作業時に受ける衝撃によって、鋼管本体が変形し、ライニングしたモルタルにひびが入ったり剥離することがしばしば発生する。小口径管では内部の補修は不可能で、人が入れる大口径管でも信頼に足る補修は容易ではない。特に管体の変形は、鋼管端部の継手部に発生することが多いが、補修のために変形箇所をハンマーで叩くなどするが、この衝撃は周辺モルタルのひびや剥離を更に大きくすることの原因となる。
- * 継手部は現場にて隅肉溶接されるが、継手部内面のモルタル充填や溶接後の処理に信頼性が乏しい。また、地形変化への対応性が小さく、継手作業には熟練した溶接工の確保が必須となり、工期も長期化する場合がある。また継手処理が不十分であると、さびや腐食の進行により、漏水の主因となる。
- * フィリピンにおける鋼管メーカーの製造設備は十分にあるが、工場が位置する首都圏の電力不足は深刻で市民の生活はもちろんのこと企業の生産活動に深刻な打撃を与えている。今後早急にこの電力供給事情が改善される見込みはなく、短期間に製品調達を要する本プロジェクトへの対応は難しい。

以上の理由によって、本プロジェクトで使用する主要機械類及び配管材料は主として日本製を前提とする。従って導水管、送水管は日本製品を調達する。管種は〔資料編、管種の選定〕にて説明するように、耐用年数、施工実績、施工性、管体特性、経済性等の面より優れているダクタイル鋳鉄管とする。

フィリピンでは過去に大型の建設プロジェクトが実施され、マニラを中心に建設工事の有力業者がある他、レイテ島にも優秀な技術者や地元業者がいるため、本事業の建設時にはこれら業者をサブコンとして調達することが可能である。

④現地水道実施機関の能力に対する方針

本計画施設は完成後LMWDに移管され、運転管理される。LMWDでは1979年に既存施設が供用されて以来、14年間に亘って緩速濾過方式浄水場を運転して来た経験を有する。既存施設は複雑な運転操作や大きな運転動力も必要としない形式である。しかし水質の高濁度

化によって既存施設では対応不可能なことはLMWDも十分に認識している。それゆえLMWD関係者は本計画で導入する急速濾過方式への関心も高く、基本的なシステム運転については、すでにある程度理解している。新システムでは従来必要としていなかった薬品の投入や機械設備の運転等の経費もかかるため、LMWDは将来、水道料金体系の変更も考慮している。本計画施設は自然の標高差を十分利用し、必要最小限の機械使用による浄水施設形式の構築を目指す。これにより、施設運転面でのコスト増を極力小さくする。

⑤計画施設内容と整備レベルに対する方針

本計画の主たる施設建設は既存ティンギブ浄水場の代替施設で、その計画施設能力は台風前に既存施設が有していた容量評価に基づいて決定される。計画浄水施設は河川の洪水時でも浸水しないように隣接する高台に建設される。取水工は浄水場の上流 2.6km地点にビナハン川を横断して堰を建設し、浄水場まで自然流下により送水できる導水管を敷設する。浄水場からは最寄りの既存送水管に接続するため配管を敷設し、既存送水管により給水地域へ給水される。

また、既存システムにはティンギブ系統の他にタガミ系統がある。後者は沢水が水源で、消毒のみで給水できる程清澄で極めて経済的なシステムである。しかし、給水地区への送水本管に事故があったり、漏水、盗水の多発、管理を阻げる自然条件などの問題を抱えており、タガミ町より下流地域へは効率の良い給水ができていない。本計画ではタガミ系統の既存送水管に替わる新ルートを建設することにより、経済的で良好な水源を最大限に利用することを目指す。また本計画の効果的運営のため、ティンギブ系統の既存送水管の漏水対策及び管理機能の向上のため、空気弁の交換を実施し、またタガミ系統の水源から浄水場までの導水管路に仮敷設された塩化ビニル管のスペアパーツを調達する。

⑥工期に対する方針

本計画では実施される施設の建設工事量は大規模かつ多岐にわたるため、単年度実施では作業工程上、相当な困難を伴うことが予想される。よって全体を2期分にわけて実施する。また無償資金協力の主旨を十分に活かすために各期にて援助効果が創出できるよう配慮する。期分けによる施設整備内容は表-34に示す通りである。

表-34 工事期分け

第 1 期	第 2 期
取水施設建設 (ティンギブ系統)	浄水施設建設 (ティンギブ系統)
導水施設 " (")	送水配管敷設 (タガミ系統)
既存送水管空気弁交換 (")	配管材等資機材調達

1期ではティンギブ系統の取水堰、沈砂池及び原水導水管を建設し、既存浄水施設へ送水する。これにより原水から土砂を除去し、濁度負荷を軽減した水を既存施設へ導入することが可能となり、十分な取水量が確保され給水地域への量的改善が実現される。2期では浄水場が建設され、水質の飛躍的な改善と安定的な給水が実現される。1期で建設される原水導水管の流末は、暫定的に計画浄水場の直前で、現在建設途上にあるマイトム沢からの導水管に接続する。期分けによるティンギブ浄水場の建設手順は図-19に示す通りである。また、2期でタガミ系統の送水管が敷設されることにより、漏水や盗水の低減が図られる。

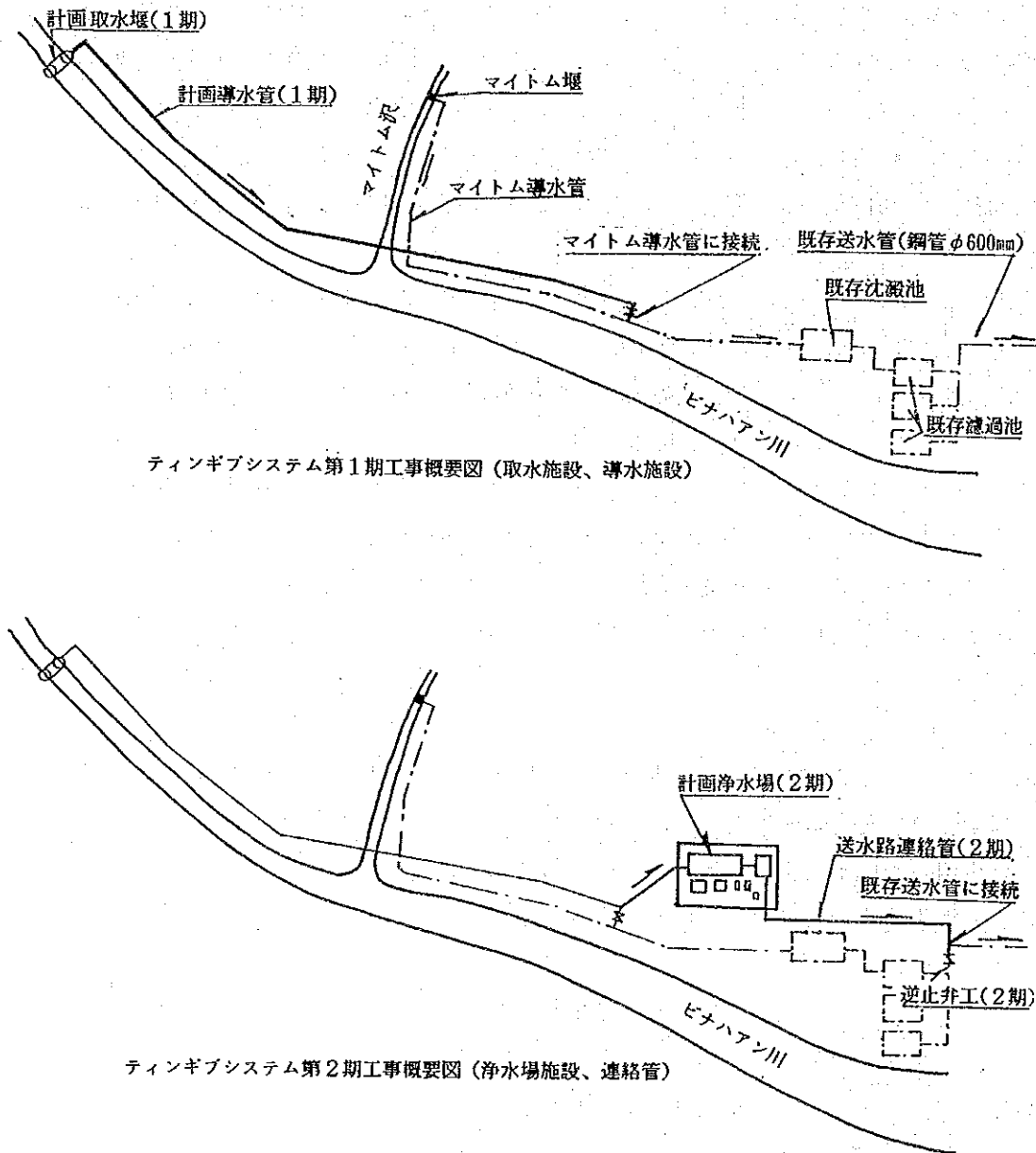


図-19 ティンギブ・システム工事期分け概要

5-2 設計条件

5-2-1 設計基準

水道施設に関する設計基準は先方実施機関LWUAが定めたものがあり、その内容の多くは配管敷設に関するもので、米国設計基準を範としている。浄水施設の設計に関しては基準が少ないため、原則的に日本国の基準を用いることへの了解を先方から得ている。本基本設計で採用する基準関係は以下の通りである。

- ・厚生省監修「水道施設設計指針・解説」 日本水道協会
- ・建築基礎構造設計基準・同解説 日本建築協会
- ・コンクリート基準示方書、解説 日本土木学会
- ・LWUA監修「Technical Standards Manual」
- ・JIS、JEM等の基準

5-2-2 施設能力の設定

本基本設計の計画施設能力は、本報告書「4-2-1 計画内容の検討」にて検討した通り、ティンギブ浄水施設の浄水能力は22,000m³/日とする。これに、浄水場で発生する沈澱池からの排泥や濾過池の逆洗用水等の損失水量として、計画浄水量の10%を加味し、取水及び導水施設の能力は24,200m³/日とする。また、ダガミ・システムに建設する新規送水管の送水能力は、4,000m³/日とする。これらにより、ティンギブ、ダガミの2系統から給水地域への総送水量は26,000m³/日が確保される。

5-3 基本計画

本基本計画の範囲はティンギブ・システムの取水施設、導水施設、浄水施設、送水接続管施設の新設や既存送水施設の補修に関する建設工事、ダガミ・システム送水施設の建設工事及び資機材調達である。表-35は、本章で実施した基本設計の結果のまとめである。

表-35 計画施設・機材の概要

施設及び機材		数量	規格・寸法
取水 導水 施設	取水堰	1基	計画取水量：24,200m ³ /日 コンクリート製固定堰、全長85m、堰高2.62m
	沈砂池	1基	鉄筋コンクリート構造 4.0m×20.0m×1.2m(筋繰)×2連
	導水管路	2.48km	ダクタイル鋳鉄管T型4種-φ600、T型3種-500mm
	管理用道路	2.6km	幅員3.5m、砂利舗装
浄水 施設	計画浄水量		22,000m ³ /日
	フロック形成池	2池	鉄筋コンクリート造、迂流式
	凝集沈澱池	2池	鉄筋コンクリート造、横流式沈澱池
	急速濾過池	8池	鉄筋コンクリート造、自然平衡型自己洗浄方式
	浄水池	1池	鉄筋コンクリート造、25.0m×35.0m×2.5m(筋繰)
	薬品注入設備	1式	硫酸パン土、消石灰用鉄筋コンクリート造溶解槽
	消毒剤注入設備	1式	湿式塩素注入設備、1tonシリンダー用
	受変電設備	1式	13.2KV/7.62KV/220V、V相2線/3相3線
	非常用発電設機	1基	60KW, 100KVA, 60Hz
	建屋類	1式	管理事務所(240m ²)、薬品混和室(320m ²)、塩素注入室(65m ²)、発電機室(50m ²)、その他場内整備工事
	既設管接続配管	420m	ダクタイル鋳鉄管T型3種、φ500mm
送水 施設	既設送水管補修	1式	空気弁2カ所交換と3カ所設置
	ダガミ・システム 送水管路	14.2km	計画送水量：4,000m ³ /日 ダクタイル鋳鉄管T型3種φ250mm
調 達 資 機 材	水質試験実験器具	1式	ジャーテスター他、簡易水質試験器具
	管理用車輛	1台	4WDピックアップ型
	塩ビ管スペアパーツ	1式	φ250mm-延長200m、φ200mm-延長30m、固定用鉄製ワイヤ

5-3-1 取水施設

(1) 建設の目的

既存の取水口は、緩速濾過池の上流400mの河川敷にある素掘りの池に設けられており、1991年の台風による被災後、砂礫の締め切り堰堤により防御されているとは言うものの、依然洪水の被害を受けやすい状態となっている。また、この地点のピナハアン川の川床幅は約400mと広いため、洪水によりミオ筋が移動する可能性が多く、将来とも安定的な取水を行うためには、十分な河川の管理が要求される。また今回の計画によって、新規浄水場を既存浄水場より約7m高い位置に建設するため、現在の取水口からは自然流下による取水が不可能になる。従って、将来にわたり安定取水が可能となるように、取水施設を自然取水が可能で、かつミオ筋の安定したピナハアン川の上流2.6km地点に新設する。

(2) 型式

河川における取水施設の一般的な型式としては、取水堰、取水塔、取水門、集水埋渠等がある。ティンギブより上流のピナハアン川は河床勾配が急な溪流河川で、流量の増減が大きく、洪水による多量の土砂や砂礫の流出、河床の大きな変動等、不安定な流況を呈している。従って、新設の取水工は堰型式とする。本計画では、洪水時に流出する転石による損傷が懸念される河道内の土砂吐ゲート、取水ゲートを不要とする溪流取水工（バースクリーン・タイプ）を採用する。

(3) 計画取水量

計画取水量は、浄水場内の作業用水と浄水過程で発生する損失水量を見込み、計画一日浄水量の1割増しとし、下記のように $0.280\text{m}^3/\text{秒}$ と決定する。

$$\text{計画浄水量} = 22,000\text{m}^3/\text{日}$$

$$\text{計画取水量} = 22,000\text{m}^3/\text{日} \times 1.1 = 24,200\text{m}^3/\text{日} \quad (0.280\text{m}^3/\text{秒})$$

(4) 設計洪水量

設計洪水量は、流域内の降雨量から合理式により求める方法と、既存浄水場の下流800m地点にあるN I Aが管理する灌漑用取水堰の計画洪水量の比流量にて求める方法の二方法により検討した結果、30年確率値で $1,300\text{m}^3/\text{秒}$ （比流量 $12.6\text{m}^3/\text{秒}/\text{km}^2$ ）とする。設計洪水位は固定堰上3.0mとする。

(5) 取水施設の構造

①取水堰

取水堰構造はコンクリート固定堰とする。堰クレストの標高は堰の排砂構造、及び背水の影響を考慮し、EL 131.22mと決定する。バースクリーン設置部分のクレストは安定した

ミオ筋を導くため20cm切り下げ、EL 131.02mとする。下流エプロン敷高は堰計画地点の最深河床高に一致させEL 128.60mとする。

固定堰 : 全長 85.0m、堰幅 6.22m、堰高 2.62m、

下流エプロン : 全長 9.0m

下流護床工 : 全長 24.5m

②集水溝

バースクリーン底部取水型とし、堰体の斜面に設置するバースクリーン部には砂礫が自然に堤体下に流下できるように傾斜を与える。スクリーンは維持管理上、取り外し可能な構造とし、材質はステンレス鋼とする。バースクリーンの設置幅は、目詰まり、河川流路の変動等を考慮して余裕を見込む。

集水溝 : 全長 20.0m、幅 0.80m、底勾配 1/20

スクリーン : 全長 15.0m、幅 0.92m、傾斜角 30°、目間隔40mm、

スクリーンパイプ : ステンレス・パイプ $\phi 3"$

③排砂路

本河川は増水時に流砂を伴い、集水溝内にスクリーンの目開き間隔40mm以下の砂礫が流入する。よって、浮遊土砂を排除し、取水路への流入を防ぐために、集水溝から取水ゲート前を通り堰の下流エプロン下端に至る全長約45mの排砂溝を設置する。排砂溝の底勾配は溝内部の流速が計画排砂粒径の移動限界速度以上の射流で流れるよう 1/100とする。溝内に鋼製ゲート1基を設置し、排水量の調節を行う。

④取水路

集水溝と沈砂池を連絡するために全長約97mの取水路を設ける。排砂路の土砂を取水路に取込むことのないように、取付水路底は排砂溝の底高より約1m上げて、排砂と取水が同時に行える構造とする。取水量の調節を行うため鋼製ゲート1門を設ける。

⑤沈砂池

浄水処理に影響を与えないように粒径 0.1mm以下の砂粒子の除去を図るため、取水ゲートの下流に沈砂池を設ける。維持管理上、取水ゲートに接近して設けることが望ましいが、取水位と河床位の落差があまり取れず、沈砂池の有効水深と河川への自然排水を勘案して堰軸より約 95m下流地点に設けることとし、以下の性能諸元とする。なお沈下堆積した砂の排出には、排水弁を開き、人力作業によって掻き寄せることとし、機械は使用しない。

構造 : 鉄筋コンクリート構造、

沈砂溝寸法 : 4.0m幅 × 20.0m有効長 × 1.5m深 × 2連 (筋繰 1.2m、礫 0.3m)

有効容量 : 192 m³ (滞留時間 11分)
平均池内流速 : 2.9 cm/秒
表面負荷率 : 10.5 cm/分

5-3-2 導水施設

(1) 導水路

取水施設から浄水場に原水を自然流下で搬送する導水路の工事内容は以下の通りである。

管路工	: ダクタイル鑄鉄管T型 4種 φ600mm	延長: 1,500m
	: ダクタイル鑄鉄管T型 3種 φ500mm	延長: 980m
空気弁工	: φ75mm (双口・急排気)	5ヶ所
排泥工	: φ300mm	3ヶ所
水管橋工	: 鋼管ビーム形式 φ600mm、スパン 33.0m	1ヶ所
伏越工	: ダクタイル鑄鉄管 φ600mm、コンクリート巻立	1ヶ所

(2) 管理用道路

浄水場と取水工を連絡し取水施設や導水路の維持管理を容易にするため、導水路に沿って、幅員 3.5mの敷砂利舗装した管理用道路を設ける。

5-3-3 浄水施設

取水堰の近くに建設される沈砂池により砂分が除去された原水は、導水路を経て浄水施設に流入する。浄水施設は、薬品混和、フロック形成、沈澱分離、排泥といった一連の処理プロセスによって、原水の濁度変動に確実に対応できる施設とする。フロック形成池から凝集沈澱池までは、清掃や補修等の維持管理時に、片側運転を可能とするため、二系列構造とする。また、施設は運転や維持管理が容易に出来るよう、モーター、ポンプ等の動力装置や複雑な機械装置の導入を最低限に押さえる。

(1) 着水井

浄水場に到着した原水は着水井にて整流された後、流量測定槽の刃形堰で流量が測定される。流入量は着水井直前の導水管に設けられたバタフライバルブ(φ500mm)により調節される。

形式	: 鉄筋コンクリート造
寸法	: 3.0m幅 x 2.5m長 x 3.3m深 (有効水深 3.0m)
槽容量	: 49.5m ³ (滞留時間 3.2分)
流量測定装置	: 刃形堰流量目盛板付き 2.0m 幅
流量調整弁	: バタフライバルブ φ500mm 1カ所
排泥弁	: バタフライバルブ φ150mm 1カ所

(2) 薬品混和攪拌槽

原水中に浮遊している微細な濁質粒子はそのままでは容易に沈澱しないため、原水中の懸濁物をフロックの形で凝集させ、沈澱しやすくするために凝集用薬品を注入する。凝集用薬品は凝集剤とアルカリ剤に大別される。平常時には、処理性と経済性から硫酸アルミニウムのみを使用する。原水のアルカリ度は低濁度時には比較的高く(70mg/ℓ程度)、高濁度時(120度程度)には10mg/ℓ程度と低くなる傾向がある。従って、消石灰の注入による適当なpH、アルカリ度の調整が必要である。フロック形成のためには凝集用薬品の急速な攪拌が必要であるが、混和は大量の原水に対しできる限り速やかに、かつ均一に混合されねばならない。本計画では混和装置にモーター駆動式攪拌機は使用せず、流量測定堰から流下する原水を自然水頭を利用して階段状に落下させ、その過程で薬品の急速攪拌を行う跳水攪拌方式を採用する。

形式	: 鉄筋コンクリート造階段状水路
寸法	: 3.0m幅 × 9.0m長 × 1.4m全落差、7段
槽容量	: 17.1m ³ (滞留時間 1.0分)
凝集剤	: 硫酸アルミニウム
アルカリ剤	: 消石灰

(3) フロック形成池

凝集剤の急速混和によって原水濁質の凝集が行われる。攪拌は維持管理の容易さを考えて水流自体のエネルギーによる方法とし、池内の阻流壁によって原水が上下方向と水平方向に複合して迂流する間にフロックが形成される。池内で十分なフロックが形成されてから沈澱池に流入させる。フロック形成池の仕様は下記の通りである。

型式	: 角型鉄筋コンクリート造 2池 上下方向と水平方向の複合迂流方式
槽寸法	: 11.05m幅 × 12.45m長 × 5.5m深 (有効水深 4.0m~4.9m)
有効容量	: 445m ³ /池
滞留時間	: 53分

(4) 横流式沈澱池

フロック形成のための攪拌が完了した薬品処理水は沈澱池に流入し沈澱池内を緩速で進む間に、成長したフロックはほぼ完全に沈降・分離される。フロックが分離された後の上澄水は沈澱池末端に設けられた集水トラフで集められ、濾過池に流入する。同時に、沈澱池底部へ沈降したフロックは濃縮して汚泥として沈積する。汚泥は池の流入部付近の池底に多く集積するので、その部分に設けた排泥弁により濃縮の度合いに応じて適時排出する。また、排泥用水中ポンプを設置した手押し走行架橋を沈澱池上で移動させることにより、池内のどの部分の汚泥も排出可能とする。沈澱池の仕様を以下に示す。

型式 : 横流式角形鉄筋コンクリート造、2池
 槽内寸法 : 沈澱池 11.0m幅×40m長×4.2~5.5m深 (有効水深 3.6~4.0m)
 集水槽 11.0m幅× 8m長×3.0~4.2m深 (有効水深 2.4~3.6m)
 沈澱池実容量 : 1,936m³/池
 滞留時間 : 3.8時間
 池内平均流速 : 0.2m/min
 集水トラフ : 3連/池
 排泥ポンプ : 水中ポンプ 2台/池 (池内移動可)
 排泥設備 : 排泥弁付排泥管

(5) 重力式急速濾過池

凝集沈澱池で原水中の濁質の大部分をフロックとして沈澱除去した後の清澄水は、重力式砂濾過池に流入され、沈澱池で除去できなかった微細フロックを濾過砂層に捕捉させて完全に除去する。濾過水は塩素滅菌後、浄水池に貯留され、給水地域に送水される。急速濾過は原水濁度の高低やその変動に殆ど関係なく運転が可能で、また有機物等の不純物の除去にも有効な処理法である。ティンギブ浄水場では、今日まで14年間に亘り、原水濁度の変動や濾過池の設計上の欠点にも拘わらず、緩速濾過池を苦勞して運転してきた実績がある。計画急速濾過池の型式は、自然平衡型自己洗浄方式濾過池を採用する。この方式は従来型砂濾過池に不可欠な逆洗ポンプを使用せず、また多数の弁を開閉する必要もないため操作性が優れ、設備費も安い省エネタイプの設備であるため、本計画に最適と考えられる。施設の運転には、初期の訓練と現場での実地経験を積めば、それほど困難ではないと考えられる。計画急速濾過池の仕様を以下に示す。

形式 : 自然平衡型自己洗浄方式
 濾過面積 : 219.04m² (27.38m² x 8池)
 濾過速度 : 全濾過の場合 110m/日 (通常時)
 1池洗浄時 126m/日
 1池休止、1池洗浄時 147m/日
 濾過砂層 : 品質はJWWA. A. 103による。有効径 0.6mm、600mm厚
 砂利層 : 品質はJWWA. A. 103による。有効径 2~20mm、200mm厚
 下部集水装置 : 有孔ブロック形
 洗浄方式 : 表面洗浄併用型自己洗浄方式
 表面洗浄用ポンプ : 水中ポンプ 1台

(6) 浄水池

浄水場での生産水量と浄水場からの送水量との間の不均衡を緩和調節するとともに、事故や故障時の対応、施設の点検、保全作業等に備えて浄水を貯留する。

構造	: 鉄筋コンクリート槽半地下式	
容積	: 2,187.5m ³	
槽寸法	: 25.0m幅 × 35.0m長 × 2.5m有効深	
滞留時間	: 2.4時間	
流量計	: 瞬間・積算方式	1式
流出量調整弁	: バタフライバルブ	1式

(7) 凝集用薬品溶解・注入施設

施設内には、硫酸アルミニウム、消石灰の2薬品の保管場所を設ける。施設の仕様は以下の通りである。なお薬品注入室の隣には、約1ヶ月分の固形の硫酸アルミと消石灰（いずれも袋詰め）を貯蔵できるスペースを設ける。

①硫酸アルミニウム注入設備

固形硫酸バンド使用とし、30%溶液を調製

設計注入量	: pH調整用	平常	35mg/ℓ,	最大	45mg/ℓ	
		凝集用	平常	25mg/ℓ,	最大	50mg/ℓ
消費量	: pH調整用	平常	847kg/日,	最大	1,089kg/日	
		凝集用	平常	605kg/日,	最大	1,210kg/日
	合計	平常	1,452kg/日,	最大	2,299kg/日	

溶解槽

型式	: 鉄筋コンクリート造
寸法	: 2.2m幅 × 3.6m長 × 2.0m深 (有効 1.4m)
実容量	: 11.09m ³ /槽
数量	: 4槽
滞留時間	: 通常 1.5日/槽
付属設備	: 攪拌機 4台

注入ポンプ

型式	: 油圧ダイヤフラムポンプ
仕様	: 2.4ℓ/min x 10kg/cm ² x 0.2kw
数量	: pH調整用 2台 (内1台予備)
	凝集用 2台 (内1台予備)

②消石灰注入設備

粉末消石灰使用とし、10%懸濁液を調製

設計注入量：平常 15mg/ℓ, 最大 30mg/ℓ

消費量：平常 363kg/day, 最大 726kg/day

溶解槽

型式：鉄筋コンクリート造

寸法：2.2m幅 × 2.2m長 × 2.0m深 (有効 1.4m)

実容量：6.8m³/槽

数量：2槽

滞留時間：通常 1.0日/槽

附属設備：攪拌機 2台

注入ポンプ

型式：遠心スラリーポンプ

仕様：50ℓ/min x 10m x 3.7kw

数量：2台 (内1台予備)

ホッパー：容量 2.0m³ 2台

バッグフィルター：Dry exhaust blower type 1台

③その他

操作盤：1式

場内給水槽：4.0m幅 × 3.0m長 × 2.0m深 1槽

ホイストクレーン：2式

(8) 消毒剤注入設備

水道水は病原生物に汚染されず衛生的に安全であることが重要である。沈澱濾過だけでは水中の細菌を完全に除去することは不可能であるため、濾過水に消毒剤を注入して滅菌し、衛生的で安全な水道水とする。消毒剤は既存の浄水システムで使用している、液化塩素を使用する。設備の仕様は以下の通りである。

貯蔵設備：液化塩素シリンダー 1 ton 4本 (内3本予備)

注入装置：湿式塩素注入機 1台 (2kg/hr)

注入率：2mg/ℓ

消費量：44kg/日

除害設備：中和・吸収用の除害剤

操作盤：1式

(9) 排水施設

着水井からの余水、凝集沈澱池からの汚泥、急速濾過池からの洗浄水等の排除のため排水路を設ける。排水路はコンクリート管（φ800mm）とし、既存浄水施設の排水路に排水する。

(10) 管理棟

浄水場運転管理のための管理棟を設置する。浄水施設全体の運転管理ための運転監視制御盤を設けた、管理室の他、水質試験室、職員事務室、会議室、宿泊施設を整備する。

構造：鉄筋コンクリート平屋建

寸法：20.0m間口 × 12.0m奥行 × 1棟

運転監視制御盤：1式

水質試験室用器具：1式

(11) 電気設備

①受変電設備

浄水場の建設に先立ち、LEVCOⅢによる高圧電力の配電がティンギブ村から浄水場の計画地点まで延長整備される予定である。従って、浄水場の敷地内部に受変電設備を設けて浄水場施設に電力を供給する。受変電設備は屋外設置型とし、浄水場敷地の南端に設ける。設備は引き込み受電器、変圧器、遮断器、避雷器、電力計、積算計から構成される。浄水施設の電力需要は表-36の計算結果から120KWとなり、受変電設備の仕様を下記の通りとする。

変圧器：60KW (75KVA), 60サイクル 2台
一次側電圧 13.2KV/7.62KV、V相2線、60Hz
二次側電圧 220V、3相3線、60Hz

②配電設備

電力は受変電設備変圧器の二次側より取出し、管理棟内の電力切替・配電の中央制御盤へ地中配線にて供給する。その制御盤より、電動機、計装、照明、避雷器等の各設備へ電力を供給する。電動機に対する配電には動力制御盤を設ける。

表-36 計画需要電力

項目	電動機	容量(KW)	台数	容量計(KW)
電動機	硫酸アルミニウム攪拌機	2.2	4	8.8
	硫酸アルミニウム注入ポンプ	0.2	2	0.4
	消石灰攪拌機	2.2	2	4.4
	消石灰注入ポンプ	3.7	1	3.7
	消石灰ロータリーバルブ	0.4	2	0.8
	排泥用水中ポンプ	3.7	2	7.4
	圧力水ポンプ	1.5	1	1.5
	表洗ポンプ	30.0	1	30.0
	真空コンプレッサー	2.2	1	2.2
	コンプレッサー	1.5	1	1.5
	除湿機	0.31	1	0.31
	バッグフィルター排風機	0.75	1	0.75
	場内用水ポンプ	3.7	1	3.7
	クロリネーター	0.1	1	0.1
	計			65.56
		電動機効率:85%, 電動機負荷率:90%		
	$65.56 \times 0.9/0.85$			= 69.41
施設・建家照明、計装機器、水質分析器具用電源等				50.00
	合計			119.41
	需要電力			120.00

③非常用自家発電設備

頻発する停電や不測の事故による停電に備えるため非常用自家発電機を設置する。発電機の容量は計画浄水量を生産するために最低限必要な容量とする。表洗ポンプ、排泥ポンプの電動機は非常時には不用と考えられるため、非常時に必要な需要電力は下記の通り60KWとする。

電動機	$(65.56 - 37.40) \times 0.9/0.85 = 29.82$
その他	30.00
計	59.82 ⇨ 60.0KW

よって、発電機の仕様は下記の通りとする。

出力	: 100KVA以上
電力	: 220V x 3相 x 60HZ
原動機	: ジーゼル 130PS以上
台数	: 1台
起動方式	: 手動方式

(12) その他設備

その他場内に必要な施設としては以下の通りである。

場内排水設備	1式
場内道路	1式
場内入口門扉	1式
フェンス	1式

5-3-4 送水施設

(1) ティンギブシステム送水施設

新設浄水場から既存の送水路の接合地点までの連絡、及び新設浄水場が既存浄水場より高位置にあることによる既存浄水場への逆流防止弁の新設を実施する。なお、既存ティンギブ送水管路の本体は、大掛りな改修を必要としないが、送水管路の機能回復を目的として、空気弁の取替え22カ所と、新規に3カ所を設置する。

連絡管新設：ダクタイル鋳鉄管 T型 3種 ϕ 500mm、延長420m

逆止弁新設： ϕ 600mm、1ヶ所

空気弁取替： ϕ 75mm、22ヶ所、 追加： ϕ 75mm、3カ所、 計 25カ所

(2) ダガミシステム送水施設

ダガミ町からパストラナに至る幹線道路に沿って送水路の新設工事を行う。工事内容は以下の通りである。

送水管 : ダクタイル鋳鉄管 T型 3種 ϕ 250mm、延長14.2km

減圧弁工 : ダガミ町給水分岐点 ϕ 100mm、2箇所

既存管路との接続工 : 始点-ダガミ 既存 ϕ 300mm ダクタイル管
終点-タナウアン 既存 ϕ 300mm 鋼管

空気弁工 : ϕ 50mm 25ヶ所

排泥工 : ϕ 150mm 14ヶ所

制水弁工 : ϕ 250mm 15ヶ所

橋梁添架 : ϕ 250mm 4ヶ所 (橋梁添架)

5-3-5 調達資機材

資機材の調達としてはダガミシステムの取水口から浄水場に至る原水導水管のスペアパーツと、ティンギブ浄水施設の運転管理に欠かせない水質試験器具及び管理用車輛を考慮する。

① ダガミシステムの導水管路のスペアパーツ

塩化ビニル管：φ250mm-延長200m、φ200mm-延長30m、及び付属品1式

② ティンギブ浄水場水質試験器具

水質試験室に設置する試験器具は日常必要となるものを計画する。水質試験項目は以下のものを考慮する。また、試薬類は1日3回、2年分として2,400回分を計上する。

濁度	塩素イオン	残留塩素
色度	伝導度	全アルカリ度
全硬度	一般細菌	大腸菌
孵卵機	小型蒸溜器(器具)	過マンガン酸カリウム消費量
ジャーテスター	実験ガラス器具及び必要試薬	

③ 管理用車輛(4WD、ピックアップタイプ) 1台

5-3-6 基本設計図

以下の基本設計図を巻末に添付する。

- ① 施設全体平面図
- ② 取水施設、導水路、浄水施設配置図
- ③ 取水施設一般図
- ④ 沈砂池構造図
- ⑤ 導水路縦断図(1/5~1/5)
- ⑥ 導水路設置断面図
- ⑦ 浄水場一般平面図
- ⑧ 浄水場施設配置図
- ⑨ 浄水施設水位高低図
- ⑩ 浄水施設構造図
- ⑪ 濾過池施設構造図
- ⑫ 濾過池断面図
- ⑬ 管理棟構造図
- ⑭ 薬注室構造図
- ⑮ 塩素注入室構造図
- ⑯ 非常用発電機室構造図
- ⑰ 浄水施設電気単線結線図

5-4 施工計画

5-4-1 施工方針

事業の構成は、①取水、導水、浄水及び送水施設の建設工事②コンサルタントの設計・監理、③フィリピン共和国の負担工事からなる。この内、①と②が無償資金協力の対象となる。施設建設の無償資金協力の場合の実施体制は下図に示される通りである。まず、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た後、コンサルタント契約が行われ、実施設計、入札図書作成の後、コンサルタントの代行により建設業者の入札が実施される。建設会社を選定され契約が締結された後直ちに建設工事が着手される。下図に本計画の実施体制を示す。

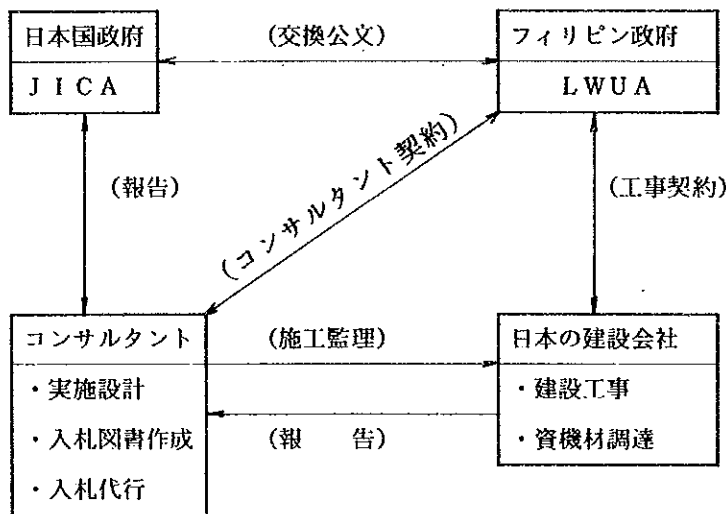


図-20 事業実施体制

(1) 事業実施主体

本事業のフィリピン国側担当機関はLWUAである。LWUAはマニラ首都圏を除いたフィリピン全国の都市及や市町村の飲料水給水事業を統括する公社であり、それらの給水事業の開発や拡充に関する調査、計画、設計、施工の実施や資金の援助を行っている。技術部、建設管理部、運営部、顧客サービス部、財務部、業務運営部から組織されているが、本事業の実質的な運営は技術部が担当する。E/N締結後、LWUAはフィリピン国政府の他関係機関と協力して、銀行取極め、輸入資機材の免税処置等を実施する。事業完成後は事業対象地区を直接管轄するLMWDが給水システムの運営・維持管理を行う。

(2) コンサルタント

コンサルタントは本邦法人とし、本事業に係る無償資金協力についてのE/Nが、日本とフィリピン両国政府間で締結された後直ちに、コンサルタントサービスに関する契約をLWUA

との間で締結する。

(3) 請負業者

請負業者は日本国法人とし、契約書に定められた資機材を調達し、その建設工事を遂行する。調達資機材については工事場所までの輸送を行う。建設工事はコンサルタントの監理のもとに実施される。工事完了後は所定の試運転や試験・調整、運転維持管理の指導を行い、完成した施設に異常の無い事を確認した後、フィリピン国側に引渡しを行うものとする。なお、本事業の効果を十分高めるため、試運転や試験・調整はLWUAとLMWDの技術者の立会いのもとに実施する。

5-4-2 工事負担区分

工事負担区分は以下の通りとする。

(1) フィリピン国側負担分

フィリピン側で負担する工事内容及び、円滑な事業実施のためにフィリピン側が取計らうべき便宜は以下に述べる通りである。

i) 本事業に必要な用地取得

ii) 用地整備及び付帯工事

① 取水施設及び導水施設

・ 伐開、除根、整地

② 浄水施設及び送水施設

・ 伐開、除根、整地（工所用資材置場を含む。）

・ 場外排水路

・ 場内の植栽、張芝

iii) 設備関係工事

・ プロジェクトサイトまでの電力線の引込み

iv) 円滑なる銀行取極め（B/A）の締結、その後の支払い処理、諸手数料の支払い

v) 本事業の資機材及び役務に関する関税、内国税、その他の税金の免除措置

vi) 本事業の輸入資機材に関する円滑なる通関手続き

vii) 本事業の役務を行う日本国民に対する円滑なる出入国手続きと滞在に必要な便宜供与

viii) 本事業に適応されるフィリピン国内法規に基づく申請や承認義務に対する一切の手続処理

ix) 本事業完成後の施設の運転・保守に必要な予算の確保

(2) 日本国側負担分

日本側で負担する内容は以下に述べる施設の建設工事と、それらに必要な資機材の輸送、据付工事及び試運転、試験・調整、運転維持管理の指導である。

- i) 取水施設 : 取水堰、排砂路、取水路、沈砂池、その他付帯施設
- ii) 導水施設 : 導水管、管理用道路、その他付帯施設
- iii) 浄水施設 : 着水井、混和攪拌槽、フロック形成池、沈澱池、急速濾過池、浄水池、凝集用薬品溶解・注入設備、消毒剤注入設備、排水設備、管理棟、電気設備、その他付帯施設
- iv) 送水施設 : ティンギブシステムー連絡管、空気弁取替、逆止弁工
ダガミシステムー送水路、減圧弁工、その他付帯施設
- v) 供与資機材 : 塩化ビニル管材、水質試験室用器具、管理用車輛(4WD)

5-4-3 建設事情及び施工上の留意事項

- (1) 取水施設、導水施設、浄水場施設の現場は住宅地域から離れた山間部にあるため、これら労働者の簡易宿泊施設を仮設する必要がある。
- (2) マニラには建設機械のリース会社があり、建設会社の保有している一般的な建設機械の賃借が可能であるため、特殊機械についてのみ日本から持込むこととする。
- (3) 現地の気候は乾期と雨期が明瞭ではなく年中降雨があるのが特徴となっているが、降雨の傾向としては4月から8月は比較的少なく、10月から2月にかけては多い。従ってピナハアン川の河川敷内での取水施設等の工事は増水時期である10月から2月を避けて行うように工事計画を立て、他の月においても不測の事態に備え、仮締切り、土のう、排水ポンプ等、災害防止対策と緊急対応の準備を入念に行う。
- (4) ピナハアン川の水は既存浄水場で上水の原水として取水されているため、導水路の掘削工事による土砂が河川内へ流出して原水の濁度を高めることのないように、土砂や排水の流出には充分配慮し、川のミオ筋が工事現場に接近している場所ではミオ筋の切り回しを行う。
- (5) ティンギブ・システムの導水路布設工事に当たっては、地形が山林であるため、建設に先立って工事用道路建設が必要とされる。管路工事終了後は、浄水場から取水工までのアクセス道路として整備する。

5-4-4 施工・監理計画

二国間協定調印後、交換公文の内容の範囲において、フィリピン国政府はコンサルタントと業務契約を行うが、その業務は、実施設計と施工監理に分けられ、その内容は概略以下のようになる。

(1) 実施設計

① 現地調査

基本設計時の気象・水文、地形・地質、建設資材、労務、施工法等の資料を補完し、実施設計に必要な測量・地質調査等の諸条件を現地で調査し、再確認する。

② 実施設計

入札書類の作成に先立ち、詳細実施設計の実施、詳細工事費の積算、施工計画書を作成する。

③ 入札業務

入札図書類の作成、入札資格審査の補助、入札の立会い、入札結果の評価、工事契約交渉の補助および工事契約締結のための補助を行う。

(2) 施工監理

① 監督業務

着手前関係者協議、設計図の承認業務、出荷前機器材検査、現地施設工事管理、機器据付工事立会い、工事期間中の業務報告書の作成、工事完成証明書および支払い証明書の発行、竣工検査等を行う。

② 工事完了時業務

竣工証明書の発行、引渡し手続き業務、最終業務報告書、業務完了手続き等を行う。

③ 運転維持管理

取水施設、受変電設備、浄水施設等の運転維持管理マニュアルおよび維持・管理計画書の作成を行う。

5-4-5 資機材調達計画

本計画に必要となる資機材は日本国またはフィリピン国の材料や製品を基本とする。また、資機材の調達は本邦法人コンサルタントの設計監理のもと本邦法人業者が行うものとする。本計画に必要となる資機材は表-37に示す通りである。

表-37 調達資機材リスト (1/2)

施設	工 種	仕 様	数量	施設	工 種	仕 様	数量
取水 水 施設	バースクリーン	ステンレス管φ3"他金物	1式	浄 水 施 設	真空ポンプ	2.2KW	1台
	取水ゲート	スル-ゲート 1.2m x 1.0m	1基		真空タンク		1台
	排砂ゲート	スル-ゲート 1.2m x 1.0m	1基		コンプレサー	1.5KW	2台
	沈砂池ゲート	スル-ゲート 0.8m x 0.8m	4基		除湿機	0.31KW	1台
	シートパイル	U-II型	1式		配管設備		1式
	フトン籠	鋼ネット #10、150mmx150mm	1式		場内給水ポンプ	0.7 m ³ /min x 20 m	2台
	吸出防止用シート		1式		給水タンク	FRP 18 m ³	1式
	有孔ヒューム管	RC φ700mm	1式		流入・流出堰		4式
	沈砂池整流板	コンクリート製	1式		排水設備		1式
導 水 施 設	導水管	φ600mm DCIP, T型4種	1,500m	設 備	浄水池		
		φ500mm DCIP, T型3種	980m		瞬間・積算流量計	機械式 φ500mm	1個
	空気弁工	φ75mm, 急排気	1式		流出量調整弁	バタフライバルブ、φ500mm	1個
	排泥工	φ300mm	1式		送水管	φ500mm DCIP, T型3種	420m
	水管橋	φ600mm 鋼管	1式		逆止弁工	φ600mm	1式
浄 水 施 設	着水井			薬 品 注 入 設 備	硫酸7%攪拌機	プロペラ型、11m ³	4台
	流入流量調整弁	バタフライバルブ φ500mm	1個		硫酸7%注入ポンプ	2.4ℓ/min x 10m	4台
	排水バルブ	φ300mm	1個		消石灰攪拌機	プロペラ型	2台
	計量測刃型堰	2m幅	1個		消石灰注入ポンプ	50 ℓ/min x 10m	2台
	フロック形成池				消石灰ロータリーバルブ	0.4KW	2台
	整流設備	コンクリート製	2式		バタフライ排風機	0.75KW	1台
	排泥設備	バタフライ弁	2式		検収槽	オリフィスタイプ	1槽
	横流式沈澱池				ホッパー	φ1200mm x H2.0m	2台
	集水トラフ		6連		薬注配管		1式
	排泥ポンプ	水中ポンプ、3.7KW	4台		ホイストクレーン		2式
	移動架台		2式		塩素注入機	1.8 kg/h	2台
	整流設備	コンクリート製	2式		塩素シリンダー	1 ton	3本
	急速濾過池				シリンダー台秤	1 ton シリンダー用	1台
	洗浄装置	表洗ポンプ、30KW	2台		シリンダー架台	1 ton シリンダー-3本用	1式
		表洗ノズル	1式		漏洩探知器	拡散型	1台
	濾過集水装置	洗浄排水トラフ	1式		マニホールド	1 ton シリンダー用	1式
	電磁弁箱	有孔ブロック型	1式		ホイストクレーン		1式
		1式	圧力水ポンプ	70 ℓ/min x 30m	2台		

浄水場機械類のスペアパーツ及び消耗品については、運転開始後約2年間で必要と想定されるものに限定する。

表-37 調達資機材リスト (2/2)

施設	工 種	仕 様	数 量	施設	工 種	仕 様	数 量
電 気 設 備	変電設備	75KW、60V \times 4 \times 3 \times 4 \times 3 電力積算計、遮断、 避雷器	2 個	土 木 材 料 他	鋼製建具		1 式
	非常用自家発電機	100KVA、220V \times 3 \times 60HZ ジーゼル 130PS	1 台		クリーニング、鍍金 マホール側障、鉄蓋		1 式
	燃料タンク	500 ℓ	1 基		足掛け金物		1 式
	中央監視制御盤	管理棟室内型	1 面		ウィーブホール		1 式
	制御盤	急速濾過池制御盤	1 面		PVCパイプ PVCパイプ ワイヤルワイヤ 管理用車輛 水質試験器具	ϕ 250mm	200m
	電線、電流管	凝集剤注入設備制御盤	1 面			ϕ 200mm	30m
		塩素注入設備制御盤	1 面			ϕ 12mm	1 式
			1 式			4WDピックアップ	1 台
			1 式			水質試験器具	1 式
	外 構	フェンス	H=1.2m		1 式	フ ィ リ ビ ン 国 調 達 品	砂、砂利、碎石
排水管		ϕ 800mm RC	1 式	セメント	1 式		
送 水 施 設	ティンギブルート		14.2km	鉄筋、木材	1 式		
	空気弁工	ϕ 75mm		1 式	ペイント、燃料	1 式	
	ダガミルート			1 式	コンクリートブロック	1 式	
	送水管	ϕ 250mm DCIP、T型、3種		1 式	アスファルト舗装材	1 式	
	空気弁工	ϕ 50mm		1 式	濾過砂	0.6mm、600mm厚	
	排泥工	ϕ 150mm		1 式	濾過池砂利	2-20mm、200mm厚	
	制水弁工	ϕ 250mm		1 式	目地材、止水板	1 式	
減圧弁工	ϕ 100mm	1 式					

5-4-6 事業実施工程

本事業は取水施設から、導水施設、浄水施設、送水施設に至るまでの一環した上水道施設を新設するもので、工種が多種にわたるとともに工事量が膨大であるため、全体工事を二期に分けて実施することが望ましい。各々の期で独立した事業効果が出せるよう、以下のように工事内容を分割する。

第1期ではティンギブシステムの取水の安定化を図り、第2期ではティンギブシステムの水質の向上と既存送水路への接続、及びダガミシステムの給水の効率化を図る。

第1期

ティンギブシステム

- ①取水施設の建設（取水堰、排砂路、取水路、沈砂池、その他付帯工）
- ②導水施設の建設（導水路、管理用道路、既存浄水場への接続）
- ③送水施設の補修（空気弁の交換）

第2期

i) ティンギブシステム

- ①浄水施設の建設（着水井、混和槽、フロック形成池、沈澱池、濾過池、浄水池、薬品注入設備、排水設備、管理棟、受変電設備、非常用自家発電設備、外構設備、その他付帯工）
- ②送水施設の建設（既存送水路への接続管路工、逆止弁工）

ii) ダガミシステム

送水施設の建設

iii) 資機材調達

- ①ダガミ導水路用の塩化ビニル管材の供与
- ②ティンギブ浄水場水質試験室用器具
- ③管理用車輛（4WD）

iv) 施設の試運転、試験・調整及び運転・維持管理の指導

1期では、実施設計、入札業務に約5.0ヶ月、資機材の製作並びに輸送を含んだ建設工事に約12ヶ月を要する。2期目では、実施設計、入札業務に3.5ヶ月、資機材の製作並びに輸送を含んだ建設工事に約12ヶ月を要する。詳細は図-21に示す通りである。

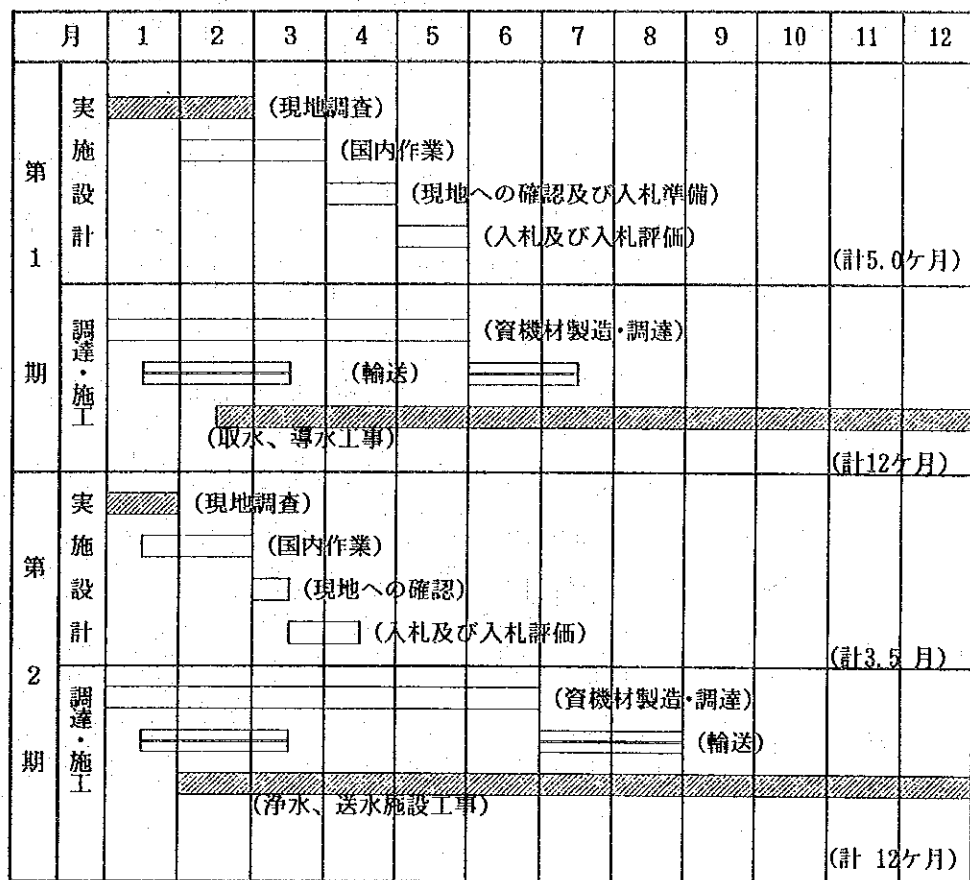


図-21 実施工程図

5-4-7 概算事業費

本計画の実施にかかる総事業費は、日本国及びフィリピン国負担分合わせて、総額約 29.84億
円となり、その内訳は下記に示す通りである。

(1) 日本国側負担経費

事業費区分	第1期	第2期	合計
1. 建設費	12.33億円	14.50億円	26.83億円
(1) 直接工事費	(7.85)	(10.57)	(18.42)
(2) 直接仮設費	(1.42)	(0.91)	(2.33)
(3) 共通仮設費等	(3.06)	(3.02)	(6.08)
2. 資機材費	-	0.16億円	0.16億円
3. 設計・監理費	1.19億円	1.42億円	2.61億円
合計	13.52億円	16.08億円	29.60億円

(2) 積算時点

- ①積算時点 : 平成5年3月31日
- ②為替交換レート : 1 USドル = 123.03円
1 ペソ = 4.86円
- ③施工期間 : 工事は2期分けされ、図-21実施工程に示した通り。
- ④その他 : 本計画は、日本国政府の無償資金協力の制度に従い実施される。

(3) フィリピン国側負担経費 498.62万ペソ (約24.23百万円)

- ①用地取得 50.49万ペソ (約 2.45百万円)
- ②送電線の引込み 46.81万ペソ (約 2.28百万円)
- ③土地整備 (伐開除根、整地) 308.68万ペソ (約15.00百万円)
- ④植栽及び場内整備 80.71万ペソ (約 3.92百万円)
- ⑤場外排水施設 11.93万ペソ (約 0.58百万円)

(4) 新規システムの運転経費

前章「4-3-3 維持管理計画」にて説明した通り、急速濾過式浄水場の既存浄水場に対
する年間運転費の増加分は次の通りである。

電気料金	70,400ペソ/月	
薬品代	260,500ペソ/月	
人件費	27,000ペソ/月	
合計	357,900ペソ/月	× 12ヵ月 = 4,294,800ペソ/年