

ように 24時間運転する場合、日給水量の 50% (12時間) としている。よって既存配水池の容量は極めて不足しており、上水施設運営に不自由さと、不経済性を強いているといえる。今回の施設改善によって取水、浄水施設に所期の能力が回復されても、配水施設が容量不足であれば、本給水システム全体が十分に機能しない事態を生じる事も考えられる。配水池の建設は今回の要請に含まれていないが、より安定的な施設運営のため至急配水施設の増設を行うことが望ましいと判断された。

4. 3 計画の内容

4. 3. 1 実施機関

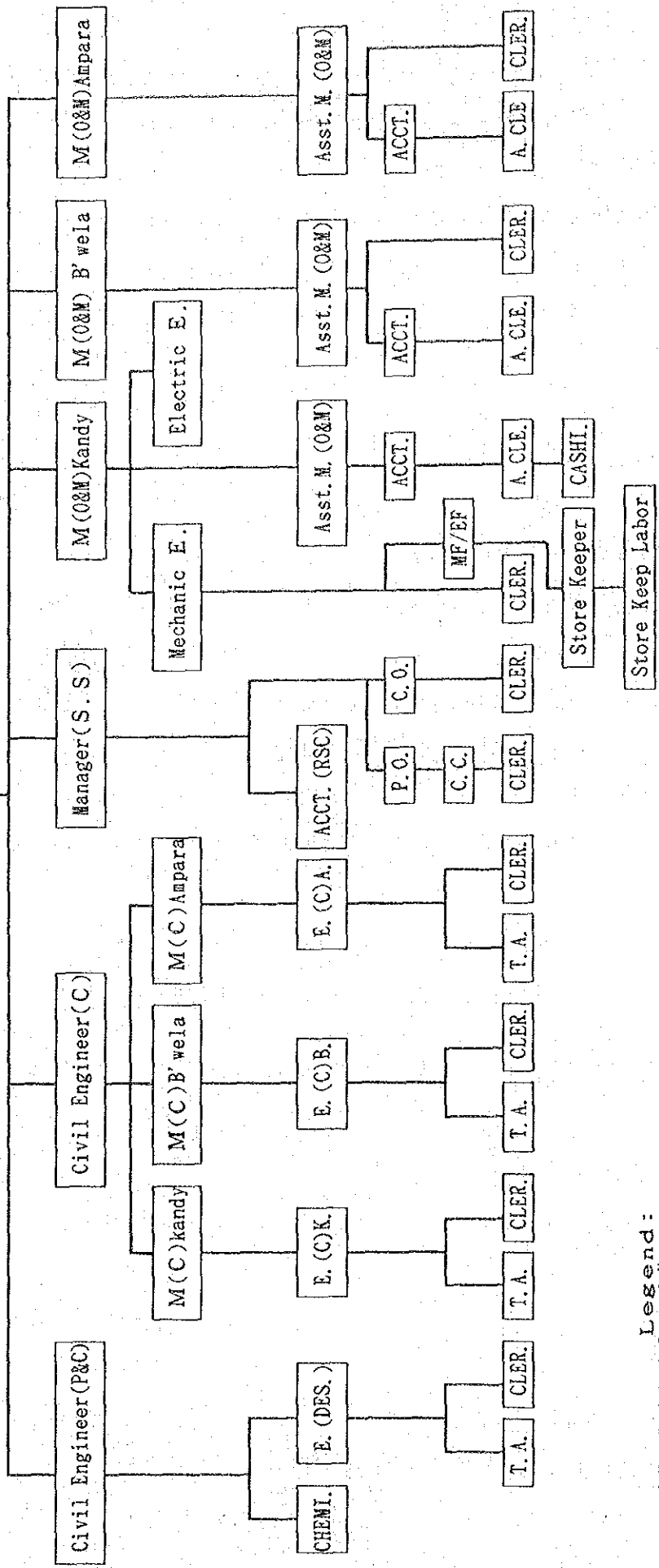
本プロジェクトの実施主体はNWSDBである。本事業実施のために、NWSDBでは、既に来年度予算に、本件の実施予算を計上している。キャンディー市にはNWSDBの地方事務所が設置されており、本プロジェクトの工事担当はここが担当することになる。キャンディー事務所は、NWSDBが全国に開設している4カ所の地方事務所 (Regional Support Center) の一つで、組織は図-4.2に示す通りである。事務所長はA.G.M (Assitant General Manager) が当たり、その下に設計、施工、施設管理を担当する技術者6名の他、30名程の専門職と多数のスタッフが配置され、総勢200名程度の陣容を有している。既存の水道施設はキャンディー市の財産であるため、本プロジェクトによって施設が完成された後は、NWSDBから市当局へ引き渡す予定となっている。キャンディー市は本施設を引き続き管理運営を実施していく予定である。

4. 3. 2 施設機材の概要

本事業で実施される施設の改善内容と整備されるべき機材の内容は表-4.2にまとめた通りである。

A. G. M. (Regional Support Center)

Senior Internal Audit Assistant



Legend:

- A. G. M. : Assistant General Manager
- M : Manager
- (P) : Planning
- (SS) : Support Service
- (DES) : Designing
- C. O. : Commercial Officer
- T. A. : Technical Assistant
- E : Engineer
- (C) : Construction
- (O&M) : Operation & Maintenance
- P. O. : Personal Officer
- C. C. : Chief Clerk
- MF/EF : Mechanical Foreman / Electric Foreman

図 - 4.2 NWSDBキャンディー地方事務所組織図

表-4.2 施設、機材の概要

名称	規格寸法	単位	数量	現状使用	取り替え	新規設置	備	考
1. 取水施設								
1.1 Low Water Intake								
・構造体	R C 製	基	1	○			既存のまま使用	
・その他		式	1		○		蓋等の補修	
1.2 サイフォン管(取水桝～取水塔)								
・配管	500mm	式	1	○			ベルマウスの取り付け	
1.3 High Water Intake								
・構造体	R C 製	基	1	○			既存のまま使用 (穴開け)	
・スクリーン	目開き 1cm	式	1		○		上下段取水口スクリーン	
1.4 取水ポンプ室								
・構造体	R C 製 6m x 15m x 5mH	棟	1			○		
・ポンプ	耐摩耗型スラリーポンプ 12.43 m ³ /min x 18.5mH x 55KW	台	3			○	3台のうち1台予備	
・真空ポンプ	2.8m ³ /min x 690mmHg x 5.5KW	基	2			○	2台のうち1台予備	
・シール水ポンプ	20 ℓ/min x 30m x 2.2KW	基	2			○	2台のうち1台予備	
・その他	補助機器、手動クレーン、配管類	式	1			○		
1.5 沈砂池								
・構造体	R C 製、4.0m x 15.4m x 3.8mH x 2槽	基	1			○	滞留時間 10分	
・ポンプ井	R C 製、1.5m x 8m x 3.8mH	基	1			○		
・その他	ゲート、周辺配管	式	1			○		
1.6 送水ポンプ								
・建屋構造体		棟	1			○	R C 構造	

名称	規格寸法	単位	数量	現状使用	取り替え新規設置	備考
・ポンプ	両吸込渦巻ポンプ 12.43m ³ /min×20.8mmH 55Kw	台	3		○	3台のうち1台予備
・その他	補助機械、配管類、手動クレーン等	式	1		○	
1.7 電気設備						
・自家発電設備	DEG. 400KVA, 400V, 50Hz	台	1		○	
・配電盤、操作盤	屋内用自立型	式	1		○	
・受変電設備	11KV/400V, 630KVA 油入変圧器・等	基	1	○		絶縁油交換
・自家発電設備用上屋	RC型	棟	1		○	
1.8 既設ポンプ室						修理室、事務所として使用
・構造体	RC製 + レンガ	基	1	○		補修し事務所・電気室・ワーク ショップとして使用
・取水塔点検棧橋	踏み板交換、鉄製部材の一部補修	式	1	○		既存建屋側7~8m区間
1.9 送水管						
・流量計	超音波式口径500mm	基	1		○	
・既設管への接続		式	1		○	場内にて接続
・連絡ケーブル	浄水場までの信号用直埋設ケーブル	m	700		○	
1.10 場内整備	乗り込み道路、フェンス等	式	1		○	
1.11 河川法面保護工	石積み工、	m ²	840		○	取水ポンプ場周囲

名称	規格寸法	単位	数量	現状使用取り替え	新規設置	備考
2. 浄水施設						
2.1 流入管						
・流量計	超音波式 口径500mm	基	1		○	
・排泥管	口径250mmバイパス配管	式	1	○		既存排水管能力改善
2.2 曝気設備						
・構造体	既存のまま使用、付帯設備の一部撤去	基	1	○		不要薬品注入管、旧攪拌機の撤去
2.3 最初沈殿池						
・構造体	既存のまま使用、ただしクラックの補修	式	1	○		犬走り部
・関連設備						
汚泥掻寄せ機の下部機構	下部機構のみ交換	基	1	○		
スクラムスキマー	手動パイプ式	基	2		○	
汚泥引き抜き用関連弁		式	1	○		
急速攪拌機の設置	たて型 1.5kw	基	1		○	最下流部分へ設置点変更
管廊部の補修		式	1	○		雨流入防止対策、照明等
2.4 パルセーター						
・構造体	既存のまま使用	池	4	○		
・関連設備						
水路仕切り板	SS製	式	1		○	
配管類、弁類		式	1		○	
真空ポンプ	5.4M ³ /min. x 1,000mmAq x 3.7kw	台	6	○		6台のうち2台は予備
汚泥引き抜き管		本	12	○		
トランザイザ、上部集水管		式	1	○		予備品の供与を要する

名称	規格寸法	単位	数量	現状使用	取り替え	新規設置	備考
2.5 濾過池							
・構造体	既存のまま使用	池	9	0			
・関連設備							
各種管弁類		式	1		0		
濾過砂の調整、補充		池	9		0		
集水ストレーナー		個	2000		0		予備品の供与を要する
濾過池操作盤	空気操作デスク型	面	9		0		内部操作機構の取り替え
2.6 濾過水槽							
・構造体	既存のまま使用	基	1	0			
2.7 送水設備							
・構造体	既存のまま使用	基	1	0			
・関連設備							
直送系統用ポンプ	18m ³ /Hr. x 10mH x 3.7kw	台	2		0		
水位計	遠隔指示警報付き	台	1			0	
流量計	超音波式、口径500mm	台	1			0	
2.8 薬品注入設備							
・建屋構造体	既存のまま使用	棟	1	0			
・関連設備							
ライム用攪拌機	たて型要部材質SUS-304 3.7kw	基	2		0		
ライムポンプ	50ℓ/min x 25mH x 2.2kw	基	2		0		
アラムタンク	2m x 3m x 1.6m, 6.6m ³	式	1	0			内面耐酸モルタル補修
アラムポンプ	10ℓ/min x 2kg/cm ² x 0.4kw	台	2		0		

名称	規格寸法	単位	数量	現状使用	取り替え	新規設置	備考
アラム攪拌機	可搬式、要部材質SUS-304L.5kw	台	2		○		型式の変更
塩素滅菌機（直結型）	6Kg/Hr	式	1		○		型式の変更
塩素中和装置	充填塔式 5m ³ /kg付き	式	1			○	
ナリ粉溶解槽、注入装置		式	1			○	1m ³ 溶解槽2基、ポンプ1台、攪拌機2台
2.9 電気設備							
・ 自家発電設備	DEG1250KVA, 400V, 50Hz	台	1			○	
・ 自家発電設備用上屋	RC構造	棟	1			○	
・ 配電盤、操作盤	屋内用自立型	式	1		○		
・ 電気計装設備	監視盤	式	1		○		
・ 受変電設備	11KV受電盤、1000KVA油入変圧器2台等	基	1		○		絶縁油交換
2.10 その他							
・ 水質試験設備の補充	SRI LANKA WATER QUALITY STANDARDにより 規定されている水質試験を行う設備	式	1			○	詳細添付機材リスト参照
・ ワークショップ設備	取水設備・浄水設備を保守点検する為の 道工具、検査器具	式	1			○	詳細添付機材リスト参照
・ 漏水調査機器搭載型車輛	市内配水網の点検補修用車輛	台	1			○	詳細添付機材リスト参照 水質調査、事故対策も併用
・ 建屋補修	ひび割れ、外装、窓、照明設備等	式	1		○		
・ 専用電話設備		式	1			○	取水場～浄水場
・ 取水場河川方面保護工	石積み工	式	1			○	

第 5 章 基本設計

第5章 基本設計

5.1 基本設計方針

施設及び設備の補修及び改良にあたっては第4章に記述した計画の内容に基づき、本施設に必要な施設規模並びに仕様を決定する。設計の基本方針は以下の通りである。

- (1) 本事業の目的は施設の補修及び改修によって1983年に実施された7.5MGD (34,100m³/日)の浄水能力を回復することにある。よって基本的には、原設計のシステムは大巾に変更せず、現有施設の機器の入替を主体とし、能力回復を図ることとする。
- (2) 本施設はキャンディー市、11万人口の唯一の給水源であることを考慮し、工事に伴う長時間断水は出来る限り避け、工事の市民生活へ及ぼす影響が短時間になるように計画する。
- (3) 現地の維持管理の負担増にならないよう、運転・制御は簡潔で操作の容易性を確保し、できる限り省エネルギー型のシステムとする。
- (4) 各施設は複数系統方式をとり、局部的に停止可能なシステムとし保守、点検、清掃等の作業や異常時に全システムに与える影響を出来る限り少なくする。
- (5) 工事に当っては現地材料を極力使用し、建築物等はスリランカ国の実情に基づいた仕様とする。
- (6) 資材の許容応力度は日本土木学会にて定めた基準に準ずるが、現地での施工性等を考慮し適宜割り引く。

5.2 基本設計条件の検討

5.2.1 設計条件

施設設計は、以下の基準に準じて実施する。

- ・厚生省監修・水道施設設計指針・解説 日本水道協会
- ・Design Manual on Small Community Water Supplies, NWSDB, 1982
- ・建築基礎構造設計規準・同解説 日本建築協会
- ・コンクリート標準示方書解説 土木学会
- ・その他、施設設計に必要な規準等。

5. 2. 2 建設資材の選定

現地で生産されている建設資材は、セメント、骨材の建設基礎資材及び瓦、レンガ等であるが、本計画に必要となる機械類のほとんどは輸入に頼っているのが実情である。よって本計画で建設する施設の内、沈砂池や建築物などに使用する材料は現地調達するが、それ以外のポンプ、弁類、その他の機器は日本製品として計画する。

5. 3 施設の基本計画

5. 3. 1 取水施設

既存施設から独立して、取水ポンプ室、沈砂池を河川高水敷へ建設し、耐摩耗型スラリーポンプにより原水を沈砂池へ揚水し、砂分を除去した後で、汎用型ポンプで浄水場まで送水する2段揚水方式とする。なお、施設改善内容は以下の通りである。

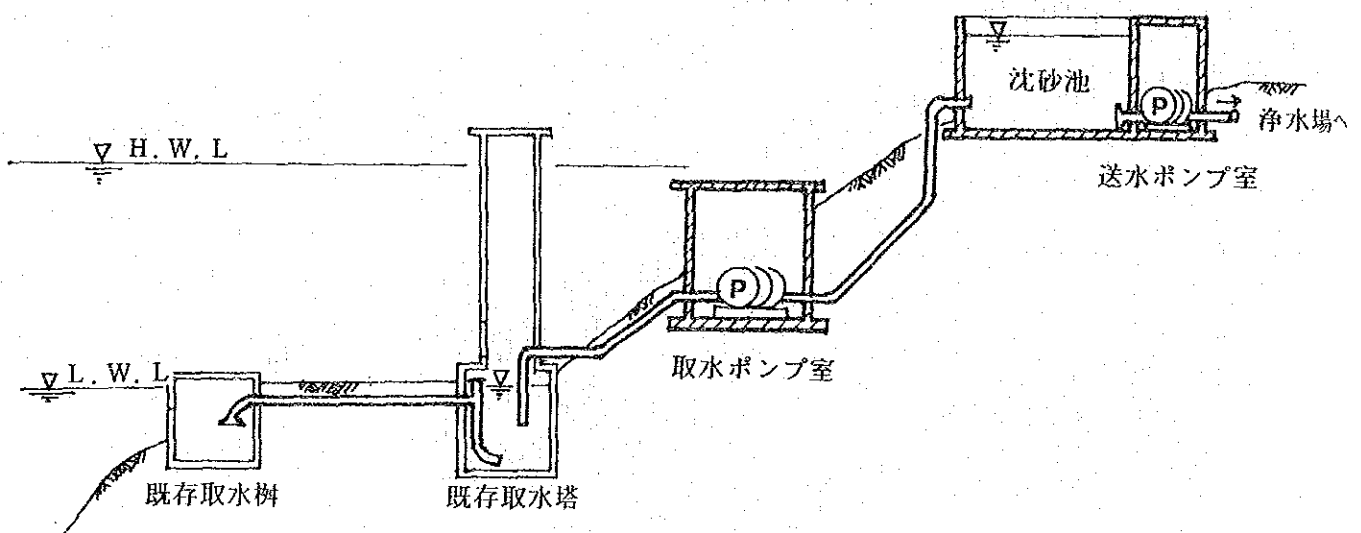


図-5.1 取水施設概念

(1) Low Water Intake

破損している蓋及びスクリーンを交替する。

(2) サイフォン管

真空システムを改善する。

(3) High Water Intake

構造体はそのまま使用する。

スクリーンを交替する。

(4) 取水ポンプ室

ポンプ室は新たに構造物を設置する。

取水ポンプは砂の流入に耐えられる構造、材質のものとし、メンテナンスが容易な構造のものを選定する。適用できるポンプの吸い込み性能を検討し、ポンプ室を出来る限り河床部より高い位置に設置する。

取水ポンプの運転に必要な真空ポンプ等付属設備を設置する。

(5) 沈砂池

洪水の影響のない高水敷に新設する。

沈砂の排砂作業は人力によるものとする。

(6) 送水ポンプ

新たに設置する。

ポンプ室は沈砂池に隣接させ省スペース化を図る。

(7) 電気設備

受変設備は既存を使用する。

配電盤を含む他の設備は全て交換する。

停電時対策として自家発電電気設備及び発電気室を新設し、動力源システムの安定化及び信頼性の向上を図り、取水、浄水処理作業の安定化を図る。

(8) 既設ポンプ室

既設ポンプ等撤去後、事務所として使用可能なように改修する（ただし、内部の改良は相手国政府の分担とする）。

(9) 送水管

取水施設と浄水施設間の送水管は既存のものを使用する。

新設する送水ポンプより既設送水管への接続は場内にて行う。

送水量チェックのための流量計は交換する。

5. 3. 2 浄水施設

既存浄水施設はフランスのデグラモン社によって、1983年に 7.5MGD の浄水能力が確保されたものである。当時の設計資料を検討した結果、基本的には当時の機械設備に整備すれば初期の目的とする能力は確保される事が判明した。よって、既存施設で破損又は老朽化している機械類、各種弁類及び電気機器類の取り替えを主体とした改修設計とする。現地調査の結果を考慮し、浄水施設の改修は以下の通りとする。

(1) 流入管

流量計が破損しているため、これを交換する。

(2) 曝気設備

構造体はそのまま使用する。

(3) Desludging Channel

破損している汚泥掻き機のアーム以下の下部機構を交換する。

発生するスカムを除去するために、パイプ式スカムスキマーを設置する。

破損及び老朽化している排泥用自動弁、手動弁類を交換する。

Desludging Channelの後段を間仕切りし、薬品混和池に改造する。

(4) パルセーター

構造体はそのまま使用する。

破損及び老朽化している各種弁類、上部集水管及び、真空ポンプ等を交換する。

(5) 濾過池

老朽化している各種弁類、サイフォン管、及び操作盤を交替、補修する。

逆洗ポンプ、フロアーは既存のものを使用。

(6) 濾過水槽

既存のまま使用する。

(7) 送水設備

老朽化している直送系ポンプ (Primerose 地区へ給水) を交換する。

現在NWSD Bにて交換工事中のR₂への送水ポンプは、新規4台の設置後の能力は 7.5MGD で、本事業の設計目標を満たすため計画の範囲から除外する。

破損している流量計を交換する。

(8) 薬品注入設備

老朽化している薬品注入ポンプ、攪拌機、塩素注入機及び配管類を交換する。

塩素ポンベの供給中断等のバックアップとしてサラシ粉注入設備を設ける。

塩素ガス漏洩に対する保安設備として中和設備を設ける。

現地にて実施した水質試験の結果に基づき、硫酸バンドの注入点を Desludging channel の前段から後段へ変更する。

(9) 電気設備

受電設備は既存のものを使用する。ただし、絶縁油の交換を行う。

老朽化している配電盤、操作盤及び配線類を交換する。

停電対策用として自家発電設備を設ける。

(10) その他

建屋のひび割れ、窓の破損、外装を補修する。

取水設備と浄水施設間の専用電話設備を交換する。

5. 4 施設の基本設計

5. 4. 1 取水施設

(1) 条件；

・取水量

計画浄水量は $34,100 \text{ m}^3/\text{日} (=7.5 \text{ MGD})$ である。

取水量は濾過池の洗浄等浄水場で消費される量を考慮して浄水量の5%増しとする。

$$\begin{aligned} 34,100 \text{ m}^3/\text{日} \times 1.05 &= 35,800 \text{ m}^3/\text{日} \\ &= 24.86 \text{ m}^3/\text{min} \end{aligned}$$

・計画低水位

河川の計画低水位は $\text{EL}+460.55\text{m} (1,510 \text{ f})$ である。

(2) Low Water Intake - 取水塔間のサイフォン管と計画水位

サイフォン管による損失水頭は以下の通りである。

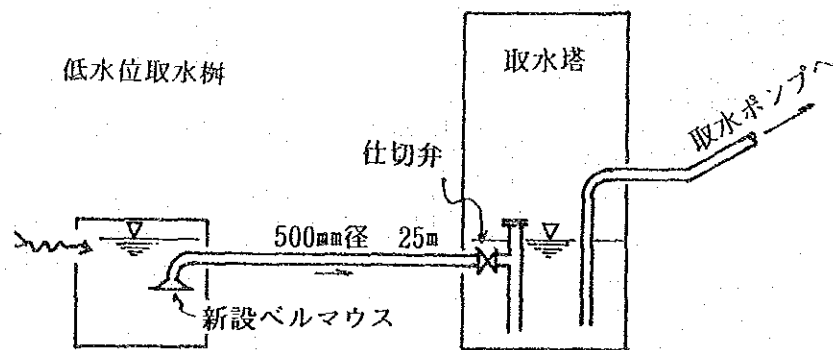


図-5. 2 取水施設縦断図

a) 入口損失

$$h_1 = f_1 \cdot v^2 / 2g$$

h_1 : 損失ヘッド (m)

f_1 : 摩擦係数 (Weisbach より0.06)

g : 重力加速度 ($9.8 \text{ m}/\text{sec}^2$)

v : 管内流速 (m/sec)

$$v = Q/A = 2.11$$

$$h_1 = 0.06 \times 2.11^2 / (2 \times 9.8)$$

$$= 0.014 \text{ m}$$

b) 直管損失 (Hazen - Williamsの公式より)

$$h_2 = 10.666 \times Q^{1.85} \times C^{-1.85} \times D^{-4.85} \times L$$

h_2 : 損失ヘッド (m)

C : 係数 (古い鉄管 : 100)

D : 管の内径 (0.5m)

Q : 流量 (0.41m³ / sec)

L : 管長 (25m)

$$\therefore h_2 = 0.292\text{m}$$

c) 曲管損失

$$\begin{aligned} h_3 &= 2\text{個} \times f_2 \times v^2 / 2g \\ &= 2 \times 0.17 \times 2.11^2 / (2 \times 9.8) \\ &= 0.077 \text{ m} \end{aligned}$$

d) 屈曲管損失

$$\begin{aligned} h_4 &= f_3 \times v^2 / 2g \\ &= 1.1 \times 2.11^2 / (2 \times 9.8) \\ &= 0.250 \text{ m} \end{aligned}$$

e) 仕切弁損失

$$\begin{aligned} h_5 &= f_4 \times v^2 / 2g \\ &= 0.04 \times 2.11^2 / (2 \times 9.8) \\ &= 0.009 \text{ m} \end{aligned}$$

f) 放流損失

$$\begin{aligned} h_6 &= v^2 / 2g \\ &= (2.11)^2 / (2 \times 9.8) \\ &= 0.227 \text{ m} \end{aligned}$$

g) 損失合計

$$\begin{aligned} H &= h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 + h_6 \\ &= 0.014 + 0.292 + 0.077 + 0.250 + 0.009 + 0.227 \\ &= 0.869 \text{ m} \end{aligned}$$

よって、既設サイフォン管を利用し所定水量を取水すると、損失水頭は 0.87mである。

取水塔内の計画水位は、

$$460.55 - 0.87 = 459.68\text{m}$$

より EL+459.5m とする。

(3) 取水ポンプ

①設置台数

取水ポンプは揚水量の時間変化が少ない。設置台数を少なくし簡易な運転制御を可能とする。また敷地的制限および維持管理を容易にするために、同一機種とし、その設置台数は3台（内1台予備）とする。

②吐出力

取水量 35,800 m³/日 (24.86 m³/min) を2台のポンプで取水することにより1台あたりの吐出力は 12.43 m³/min とする。

③揚程

a) 配管経路

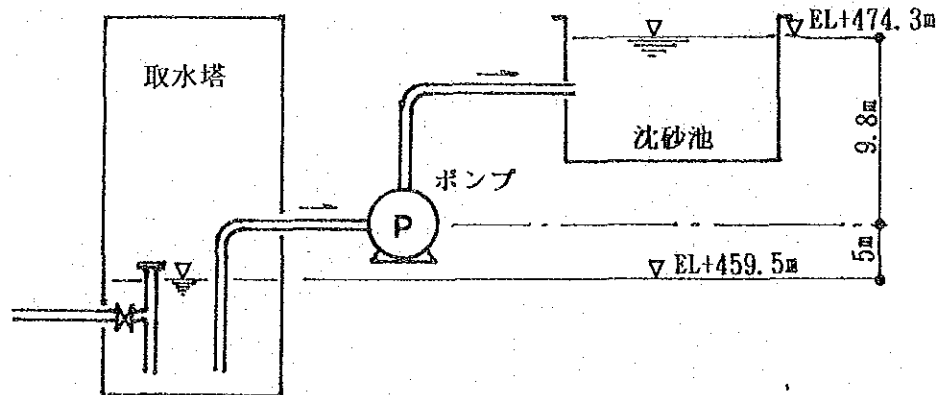


図-5.3 取水ポンプ水位高低図

b) 全揚程

$$H = h_a + \Delta h_p + h_e + V_a^2 / 2g$$

H : 全揚程 (m)

h_a : 実高さ (m) = 14.8m

Δh_p : 水面に働く圧力ヘッド差 (m)

$$(h_{p^2} - h_{p^1})$$

h_e : 管, 弁などの諸損失ヘッド (m)

$$= 1.91$$

V_a² / 2g : 吐出速度損失 (m)

$$= 0.14$$

$$H = 14.8 + 0 + 1.91 + 0.14 = 16.85$$

1割の余裕をみて全揚程を 18.5m とする。

c) 正味吸込水頭 (NPSH)

i) 有効NPSH (A_v)

$$NPSH(A_v) = P_a / \gamma - P_v / \gamma - h_s - h_l$$

ここで

$$P_a = \text{絶対大気圧} = 9,740 \text{ Kgf/m}^2 \text{ (標高 460 m にて)}$$

$$P_v = \text{飽和蒸気圧} = 238.3 \text{ Kgf/m}^2 \text{ (水温 20 }^\circ\text{C にて)}$$

$$\gamma = \text{水の比重} = 995.7 \text{ Kgf/m}^3$$

$$h_s = \text{吸込高さ} = 5 \text{ m (仮定)}$$

$$h_l = \text{吸込管の損失水頭} = 0.67 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} NPSH(A_v) &= 9.78 - 0.24 - 5 - 0.67 \\ &= 3.87 \text{ m} \end{aligned}$$

ii) 所要NPSH (R_e)

ポンプのキャビテーションを防止するためには

$NPSH(A_v) > NPSH(R_e)$ を満足する必要がある。

つまり吸込揚程 5 m を満足させるためにはポンプとして

$NPSH(R_e) < 3.87 \text{ m}$ の性能を有するポンプが必要である。

④形式および材質

砂の流入に耐えられる構造の横型ポンプとするためケーシング、インペラー等接液部はケイ砂に対し対摩耗性の高い材質のポンプとする。また摩耗した部品の交換が容易に行える構造のポンプとする。

⑤モーター

全閉外扇屋内型モーターとする。

また設置場所は湿度が高くなる危険があるため、スペースヒーター付モーターとする。

$$P = 0.163 \times Q \times H \times \gamma \times (1 + \alpha) / \eta_p \times \eta_t$$

P = モーター出力 (Kw)

Q = 吐 出 量 = 12.43 m³/min

H = 全 揚 径 = 18.5 m

γ = 水 の 比 重 = 1

η_p = ポンプ効率 = 0.8

η_t = 伝達効率 = 1.0

α = 余 裕 = 0.1

$$P = 51.5 \text{ Kw}$$

これよりモーターは 55Kw とする。ただし、河川の水位が高くなった時、過負荷にならぬよう配慮する)

⑥真空ポンプ、シール水ポンプ

取水ポンプ起動に先立ち、真空ポンプにて取水ポンプ吸込側配管を満水にする必要がある。この真空ポンプはLow Water intake-取水塔間のサイフォン管用真空ポンプとしても用いられる。また取水ポンプのシール水用にシール水ポンプも設置する。

(4) 沈砂池

原水中の砂を除去するために設ける。沈砂池は2池とし、取水の流入及び流出はポンプによる圧送とする。除去対象砂の粒径を0.15mm以上とする。

①形状

基本形状 巾4m×長さ11.0m×水深3.3mH×2池

水深3.3mにはたい砂深さ0.3mを含む

②池内平均流速のチェック

$$v = 24.9 \text{ m}^3 / \text{min} \div (4 \text{ m} \times 3 \text{ m} \times 2 \text{ 槽}) = 1.04 \text{ m} / \text{min}$$

$$= 1.7 \text{ cm} / \text{sec}$$

通常 $v = 2 \sim 7 \text{ cm} / \text{sec}$ であり、上記計上で満足される。

③池の必要長さのチェック

$$L = K \times (H \times V / U)$$

H : 有効水深 3 m

U : 砂の沈降速度 = 1.5cm/sec (粒径 0.15mmの時)

V : 池内平均流速 = 1.7cm/sec

K : 安全率 = 2

$$L = 2 \times (3 \times 1.7 / 1.5) = 6.8\text{m}$$

長さは 11.0m で満足している。

④容量及び滞留時間のチェック

容量 : たい砂深さ 0.3 m を除いて考えると

$$4\text{m} \times 3\text{m} \times 11.0\text{m} \times 2\text{池} = 264\text{m}^3$$

$$\text{滞留時間} : 264\text{m}^3 \div 35,800\text{m}^3/\text{日} = 10.6\text{分}$$

通常滞留時間は 10 ~ 20 分で満足している。

(5) 送水ポンプ

①設置台数

運転管理のバランス上、取水ポンプと同じ 3 台配置とする。

常用機 2 台 + 予備機 1 台

②吐出量

取水ポンプと同一で、1 台当たり $12.43\text{m}^3/\text{min}$ とする。実際の運転においては、送水ポンプの ON-OFF 頻度を少なくするために取水ポンプの吐出量を送水ポンプのそれより少し多めにセットし、余剰分は沈砂池より排水する。

③揚程

a) 配管径路

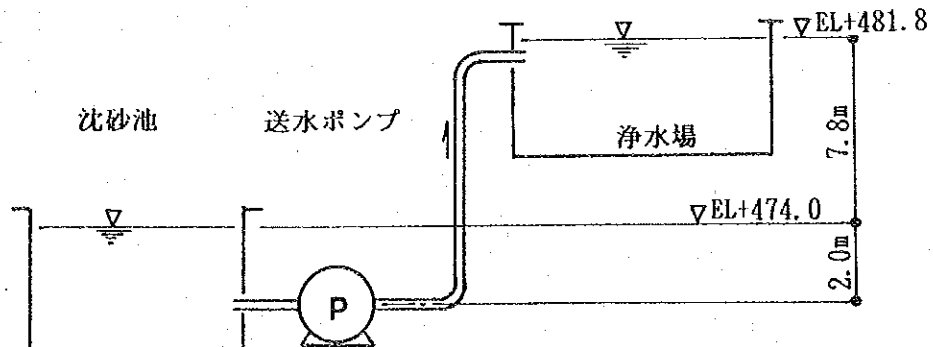


図-5.4 送水ポンプ水位高低図

b) 全揚程

$$H = h_a + \Delta h_p + h_e + V_s^2 / 2g$$

H : 全揚程 (m)

h_a : 実高さ = 7.8m

Δh_p : 水面に働く圧力差 = 0 m

h_e : 管, 弁などの諸損失ヘッド = 10.92m

$V_s^2 / 2g$: 吐出速度損失 = 0.23m

$$\therefore H = 18.95m$$

1割の余裕をみて 20.8mとする。

④形式および材質

保守の容易な横型ポンプとする。材質はケーシングFC25, インペラBC2程度とする。

⑤モーター

全閉外扇屋内型モーターとする。

$$P = 0.163 \times Q \times H \times \gamma \times (1 + \alpha) / \eta_p \times \eta_t$$

P : モーター出力 (KW)

Q : 吐 出 量 = 12.43m³/min

H : 全 揚 程 = 20.8m

γ : 水の比重 = 1

η_p : ポンプ効率 = 0.85

η_t : 伝達効率 = 1

α : 余 裕 = 0.1

$$P = 54.5KW$$

従って 55 KWとする。

5. 4. 2 浄水施設

(1) 流入管

- ①破損している流量計を超音波式流量計（500φ）に交換する。
- ②ドレン管の排水能力が不足しているため250φのドレン管を新設する。ドレン管の行き先は、濾過池逆洗排水用ドレン溝とする。

(2) 曝気設備

- ①水中には酸化させるべき鉄イオン、マンガニオンは少なく、また臭気等もないためこの曝気設備の設置意義は少ない。よって既存のままの構造体とする。
- ②破損したまま放置されている既存の薬注配管等は撤去する。

(3) 最初沈澱池

- ①前段の曝気に伴いスカムが水面上に発生することがあり、外観上好ましくないため、パイプ式スカムスキマーを設置する。
- ②老朽化のため正常に作動していない汚泥掻寄機の下部掻寄機械構及び排泥弁を交換する。

(4) 混和池

- ①注入された凝集剤と原水との混合を確実なものにするために、最初沈澱池の後段を間仕切りし、混和池（Mixing tank）に改造する。

・容量計算：

取水量 35,800m³/日 (24,86m³/min) に対し、混和時間を2分とする
と、その必要容量は

$$24,86\text{m}^3/\text{min} \times 2 = 50\text{m}^3$$

・形状寸法：

寸法：4.3m (W) × 3.4m (L) × 3.4m (有効水深)

(既設バッフプレートより3.4mの位置にステンレス製仕切り板を設け混和池とする。)

- ②急速攪拌機を1台新設する。
- ③アルム、ライムはこの混和池に注入するように変更する。

④混和池内の下部集泥溝はモルタルで埋め平滑にする。

(5) パルセーター

①既設の数量及び寸法

数量：4池

寸法：9.5m×18m×4mH/池

容量：684m³/池×4池=2,736m³

水面積：171m²/池×4池=684m²

②処理能力のチェック

35,800m³/日を4池にて処理。

a) 滞留時間

$$2,736\text{m}^3 \div 35,800\text{m}^3/\text{日} \times 24\text{Hr} = 1.8\text{Hr}$$

通常滞留時間は1.5~2Hrでありこれを満足している。

b) 上昇流速

水面積684m²中の85%を有効面積と考えると上昇流速は

$$35,800\text{m}^3/\text{日} \div (684\text{m}^2 \times 0.85) = 61.6\text{m}/\text{日} \\ = 42.7\text{mm}/\text{分}$$

通常上昇流速は40~50mm/分でありこれを満足する。

a)、b)より既設構造のまま処理可能である。

c) 脈動のサイクル

i) 真空塔内に吸上げる水量

浄水量の半量とし

$$35,800\text{m}^3/\text{日} \div 2 = 17,900\text{m}^3/\text{日}$$

ii) 1回当たり吸上げる水量

既設真空塔は1.5m×2m、吸上げ高さ有効6mとすると

$$1.5\text{m} \times 2\text{m} \times 0.6\text{m} = 1.8\text{m}^3/\text{回}$$

iii) 吸上げ頻度

$$17,900\text{m}^3/\text{日} \div 4\text{池} \div 1.8\text{m}^3/\text{回} = 2,486\text{回}/\text{池, 日} \\ = 35\text{秒}/\text{回, 池}$$

iv) サイクル

吸上げ30秒, 放出5秒, 計35秒/サイクルとする。

d) 真空ポンプ

30秒で真空塔内の水位を0.6m上げるポンプを選定する。

$$T = AP / 10 \times Q \{ 2Ha - (Ha + 10 - 2p) \log_e (p - Ha) / p \}$$

$$T = \text{抽気時間} = 0.5 \text{ min}$$

$$A = \text{真空塔の断面積} = 3 \text{ m}^2$$

$$P = \text{真空ポンプの最大真空度} = -1,000 \text{ mmHg} = -1 \text{ m}$$

$$Hq = \text{吸上げる水位} = 0.6 \text{ m}$$

$$Q = \text{真空ポンプの最大風量} \quad \text{m}^3 / \text{min}$$

これより $Q = 5.4 \text{ min}$ となる。

よって交換すべき真空ポンプは

$5.4 \text{ m}^3 / \text{min} \times 1,000 \text{ mmHg} \times 3.7 \text{ KW} \times 6 \text{ 台}$ (内予備2台) とする。

(5) 濾過池設備

①既設の数量及び寸法

a) 数量: 9池

b) 寸法: $7.35 \text{ m} \times 3.53 \text{ m} \times 1.7 \text{ m H}$ (1池当たり)

c) 濾過面積: 25.9 m^2

②濾過速度のチェック

a) 9池稼働の時

$$35,800 \text{ m}^3 / \text{日} \div (25.9 \text{ m}^2 \times 9 \text{ 池}) = 154 \text{ m} / \text{日}$$

b) 8池稼働の時

$$35,800 \text{ m}^3 / \text{日} \div (25.9 \text{ m}^2 \times 8 \text{ 池}) = 173 \text{ m} / \text{日}$$

施設基準によると濾過速度は $120 \sim 150 \text{ m} / \text{日}$ でありこれらをオーバーしているため、多少水質が悪化する傾向にあるが実用には耐え得ると判断し、構造体はそのままとする。

③老朽化した弁類, サイフォン管, 操作盤及び1部の集水ストレーナを交換する。

(6) 濾過水槽

既存のまま使用する。

(7) 送水設備

①R₂への送水ポンプ及びそれに伴う盤等は現在NWSDBにて交換中のためそれをそのまま使用する。

②直送系ポンプ (Primerose pump) は老朽化が顕著であるため交換する。既存ポンプはスネーク型ポンプであるが保守の容易な自吸式ポンプに型式を変更する。

吐出量：揚程は既存のポンプと同じにする。

$$18.8\text{m}^3/\text{Hr} \times 10\text{mH} \times 3.7\text{KW}$$

(8) アルム注入設備

①注入量

現地でのジャーテスト結果より

平均 30ppm as $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ とする。

一日当たりの平均量は

平均 30ppm $\times 35,800\text{m}^3/\text{日} = 1,074\text{kg}/\text{日}$ (as $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ 換算)

注入濃度を 30ppm as $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ 換算 20% (Al_2O_3 換算の約 3.2% に相当) とすると、注入濃度換算での注入量は

$$1,074\text{kg}/\text{日} \div 0.2 = 5,370\text{kg}/\text{日}$$

液比重 1.1 より

$$5,370\text{kg}/\text{日} \div 1.1 = \text{約 } 5\text{m}^3/\text{日}$$

②貯槽

既設の貯槽は 2m \times 3m \times 1.6mH \times 2槽

液面上部の余裕 0.3m、水深下部のデッドスペース0.2mとすると有効水深は

1.1mとなり有効用量は

$$2\text{m} \times 3\text{m} \times 1.1 = 6.6\text{m}^3$$

1槽当たりの貯留日数は

$$6.6\text{m}^3 \div 5\text{m}^3/\text{日} = 1.3\text{日}$$

③溶解作業

一日おきに2槽を交互に使用する。溶解作業は

$$1 \text{ 回} / 2 \text{ 日} \cdot \text{槽} \times 2 \text{ 槽} = 1 \text{ 回} / \text{日}$$

固体バンドは50kg/袋であり、一回の溶解作業当たり

$$1.080 \text{ kg} / \text{日} \div 1 \text{ 回} / \text{日} \div 50 \text{ kg} / \text{袋} = \text{約} 22 \text{ 袋}$$

投入する。

④注入ポンプ

a) 形式：ダイヤフラム式又はプランジャ式定量ポンプ

b) 吐出量：平均 $5 \text{ m}^3 / \text{日}$ より $3.47 \text{ l} / \text{min}$

高濁度時における注入量の増加を考慮し

$$0 \sim 10 \text{ l} / \text{min} \text{ とする。}$$

c) 台数：2台（内予備1台）

(9) ライム注入施設

①注入量

現地でのジャーテスト結果よりプレライム注入は 25ppm

(粉末消石灰換算) としPH微調整及びアルカリ補給のポストライム

の注入は 5ppm (同) 計 30ppm とする。

1日当たりの消費量は

$$\text{平均} 30 \text{ ppm} \times 35,800 \text{ m}^3 / \text{日} = 1,074 \text{ kg} / \text{日} \quad (\text{Ca(OH)}_2 \text{ 粉換算})$$

注入濃度を 10% (Ca(OH)₂ 粉換算) とすると注入量は

$$1,074 \text{ kg} / \text{日} \div 0.1 = 10,740 \text{ kg} / \text{日}$$

液比重 $P = 1.06$ より

$$10,740 \text{ kg} / \text{日} \div 1.06 = \text{約} 10 \text{ m}^3 / \text{日}$$

②貯槽

既設の貯槽は $2.1 \text{ m} \times 2.1 \text{ m} \times 2.5 \text{ m H}$ 2槽

上部余裕 0.3m 下部のデッドスペース 0.6m とすると、有効水深は 1.6m となり

$$\text{有効用量は } 2.1 \text{ m} \times 2.1 \text{ m} \times 1.6 \text{ m H} = 7 \text{ m}^3 / \text{日}$$

1槽当たりの貯留日数は

$$7 \text{ m}^3 \div 10 \text{ m}^3 / \text{日} = 0.7 \text{ 日}$$

③溶解作業

2槽を約半日ずつ交互に使用する溶解作業頻度は、

$$1 \text{ 回} / \text{日} \cdot \text{槽} \times 2 \text{ 槽} = 2 \text{ 回} \cdot \text{日}$$

粉末消石灰菌、25 k g / 袋であり、1回の溶解作業あたり

$$1,074 \text{ k g} / \text{日} \div 2 \text{ 回} / \text{日} \div 25 \text{ k g} / \text{袋} = 22 \text{ 袋} / \text{回} \text{ を投入する。}$$

④注入ポンプ

a) 注入方式、形式

消石灰スラリーによる配管の閉鎖を防ぐため右図のように循環方式とする。

ポンプはスラリーポンプとする。

b) 台数

2台 (内予備1台)

c) 吐出量

$$10 \text{ m}^3 / \text{日} = 6.9 \ell / \text{min}$$

高濁度時の注入量の増加及び循環運転を考慮し

50ℓ / min とする。

(10) 塩素注入設備

①注入量

前塩素注入率 2 p p m, 後塩素注入率 2 p p m とする。注入量はそれぞれ

$$\begin{aligned} 2 \text{ p p m} \times 35,800 \text{ m}^3 / \text{日} &= 72 \text{ k g} / \text{日} \\ &= 3 \text{ k g} / \text{Hr} \end{aligned}$$

1日当たりの消費量は

$$72 \text{ k g} / \text{日} \times 2 = 144 \text{ k g} / \text{日}$$

②貯槽

1,000 k g ボンベ (内味塩素量 900 k g) を利用する。貯留日数は

$$900 \text{ k g} / \text{本} \div 144 \text{ k g} / \text{日} = 6.25 \text{ 日} / \text{本}$$

③ボンベ交換作業

予備ボンベは設置せず約 1 回 / 週ボンベを交換する。

④塩素注入機

ポンベ直結型注入機 1台 (前塩素, 後塩素用共通)

流量計及びエジェクター 各2台

予備機(注入機1台, 流量計1台, エジェクター1台)は現場に設置せず倉庫保管とする。

(11) サラシ粉注入設備

①目的: 塩素ポンベの供給中断の非常時に使用する

②注入量: 後塩素注入のみとし注入量は塩素分として2ppmとする。消費塩素量は $2\text{ppm} \times 35,800\text{m}^3/\text{日} = 72\text{kg}/\text{日}$ (塩素として)

サラシ粉の有効塩素分は35%だからサラシ粉としての消費量は

$$72\text{kg}/\text{日} \div 0.35 = 206\text{kg}/\text{日}$$

注入濃度を10% (粉末換算) とすると、比重=1.08より

$$206\text{kg}/\text{日} \div 0.1 \div 1.08 = \text{約} 2\text{m}^3/\text{日}$$

③貯槽

$1\text{m}^3 \times 2$ 槽とする

貯留日数 $0.5\text{日}/\text{槽} \times 2\text{槽} = 1\text{日}$

④溶解作業

2槽を交互に使用する。溶解作業は

$$1\text{回}/\text{日} \cdot \text{槽} \times 2\text{槽} = 2\text{回}/\text{日}$$

粉末サラシ粉は $50\text{kg}/\text{缶}$ であり1回の溶解作業当たり

$$206\text{kg}/\text{日} \div 2\text{回}/\text{日} \div 50\text{kg}/\text{缶} = \text{約} 2\text{缶}$$

を投入する。

⑤注入ポンプ

a) 形式: ダイヤフラム式又はプランジャ式定量ポンプとする

b) 吐出量: 消費量 $2\text{m}^3/\text{日}$ より $1.39\text{l}/\text{min}$

ポンプとしては $0\sim 4\text{l}/\text{min}$

c) 台数: 1台

(12)塩素中和設備

①目的：塩素ポンベより万一塩素ガスが漏減した時に使用するもので、充填塔式中
和塔にて漏減した塩素ガスを中和するものである。

②設計基準

- a) 中和能力：1 tonポンベの半量とし500 k g
- b) 中和方式：充填塔型スクラバー方式
- c) 中和溶液：15%苛性ソーダ
- d) 排出塩素濃度：10 p p m以下

③排風機

$$Q = V \times N / 60$$

ここに $V = \text{室の容量} = 3.5\text{m} \times 15\text{m} \times 4.5\text{m} = 236\text{m}^3$

$$N = \text{換気回数} = 8 \text{回} / 1 \text{H}$$

$$Q = \text{換気風量} (\text{m}^3 / \text{min})$$

$$\therefore Q = 31\text{m}^3 / \text{min}$$

より $40\text{m}^3 / \text{min}$ とする。

④許容入口ガス濃度

$$C = A / 60 \times 22.4 / B \times T / 273 \times 100 / Q$$

ここに $C = \text{許容入口ガス濃度} (\%)$

$$A = \text{中和速度} = 630 \text{k g} / \text{H}$$

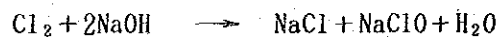
$$T = \text{絶対温度} = 303 \quad (30^\circ\text{C})$$

$$Q = \text{排風量} = 40\text{m}^3 / \text{min}$$

$$B = \text{塩素の分子量} = 70.9$$

$$\therefore C = 9.2\%$$

⑤苛性ソーダ貯槽の容量



$$71 \quad 80$$

より塩素ガス500 k gを中和するのに必要な苛性ソーダの量は

$$500 \text{k g} \times 80 / 71 = 563 \text{k g}$$

貯槽に15%水溶液で貯蔵し3%濃度になるまで循環使用すると期必要量は

$$563 \text{k g} \times 100 / (15 - 3) \times 1 / (1.17 \times 10^3) = 4 \text{m}^3$$

よって貯槽は 5 m³ とする。

5. 4. 3 電気施設

(1) 受変電及び配電設備

①取水場及び浄水場共それぞれ受変電室に引込まれた 11 k v の電力を変圧器により 400 V - 230 V に降圧して、処理場に供給している。

又、付近の民家への給電もキャンディー市 Electrical Department が管理している。

②工事区分は受変電室の低圧配電 O C B までスリランカ側それ以降が回の日本側範囲となる。

③各設備への配電方式は以下の通りである。

電力, 電灯幹線	3相4線	400 v / 230 V
ポンプ, ファン類	3相3線	400 V
電灯, コンセント類	単相2線	230 V

(2) 取水場

①配電盤及びポンプ等の機側操作盤を新設し、既設動力盤は撤去する。

②必要な電灯及びコンセント類を設置する。

③非常用動力及び照明用の電源設備として、400 K V A のディーゼルエンジン発電機を 1 台設置する。

④処理水量を計測するために、送水ラインに流量計を 1 台設置する。

⑤当取水場の運転状態及び故障を監視するために、浄水場の監視盤に表示する。

(3) 浄水場

①管理塔及び薬品棟に動力操作盤を設置し各機器及び照明設備に給電する。

②管理棟に監視盤にを設備し、処理場の運転監視を行う。

③電灯, コンセント類の補修及び取り替えを行う。

④非常用動力及び照明電源として 1, 250 K V A のディーゼル発電機を 1 台設置する。

⑤沈殿池, 濾過池等の操作盤及び制御盤の補修及び取り替えを行う。

5. 4. 4 付帯設備

(1) 取水河川法面保護工護岸

取水場ポンプ室は高水敷の斜面部に建設される構造物である。マハウェリ川はスリランカ最大の河川であり、構造物として安定したものであることは勿論であるが、工事に共なって乱された構造物の周辺の地盤に関しても、洪水時の洗掘に対する防止策を施す必要がある。よって構造物の周囲に洗掘防止護岸工として石積工を施工する。

施工範囲は河川上流方向に対しては、隣接する取水塔の上流端から10m、下流方向については、ポンプ室下流端から10mの範囲とする。なを高さは、石積の肩を斜面とポンプ室の道路側壁面の交差点までとする。

5. 4. 5 基本設計図.

1. 水位高低図
2. 取水施設フローシート
3. 浄水施設フローシート
4. 取水施設配置図
5. 浄水施設配置図
6. 浄水施設断面図
7. 取水施設取水ポンプ室
8. 取水施設沈砂池・送水ポンプ室
9. 取水施設自家発電機室
10. 浄水施設自家発電機室
11. 電気設備シーケンス図

なお、各図面は巻末の基本設計図集にまとめて添付する。

5. 5 資機材計画

5. 5. 1 資機材計画

(1) 水質試験設備

スリランカ国飲料水基準では、10万人以上の給水人口を持つ水道としては、4項目の物理的検査及び15項目の基礎的の化学検査が少なくとも1日1回は出来る設備が不可欠であると規定している。現在、キャンディー市水道部では、濁度、pH、残留塩素の3項目の毎時テストを実施しているが、上記基準に比して、その内容は十分とは言えない状況である。市では水質管理に関しその重要性を十分認識しているが、設備がないことと、現在まで大きな問題となる事態が発生していないことから。現状の試験体制に甘んじている。しかし、取水点が市内に隣接しているため、今後の都市化の影響による水質の悪化を考慮する必要がある、市では本事業で水質試験器具が供与されることを期待している。試験設備の管理と使用に関しては、市の Food Analysis Department に配属されている Chemical Analyst を水道部へ移籍する予定である。Food Analysis Department は、チーフエンジニアの下に現在5名の分析技師を擁し、本市の食品の化学分析を担当している。現在、水道部には水質担当の技師が3名配属されてをり、新規に配属される技師の指導によって試験技術の修得は可能であると判断される。またこの技師の配属に関しては、市長からも、予算措置の確約を得ている。よって以下の試験設備を供与すべきと判断する。

A. 分析室器具

1. 水質試験器セット 1式
2. デジタルPH計 1式
3. ガラス器具類 1式

B. 分析室設備

1. 薬品庫、机等 1式

(2) ワークショップ設備

現在、この種の設備は皆無である。設備のメンテナンスを十分に行って、良好な状態に保つためにも簡単な機械加工とガス切断、溶接等が可能な道工具を具備すべきと判断する。我々が調査した時点でも、作業員の質は高く、手回しグラインダー等で簡単な工具を作って使用しており、今回供与が予定される道工具によって、現地の維持管理能力は飛躍的に向上するばかりでなく、1987年に100万ルピー（総支出の約18%）を越えた、補修費が大幅に削減する事は確実である。よって、以下の機器を供与すべきであると判断する。

A. 工作機械		B. 電動具	
1. 卓上ボール盤	1台	1. ドリル・グライダー	1式
2. 砥石切断器等	1式	2. 溶接機	1式
C. 荷役機械		D. 測室工具	
1. ジャッキ	1式	1. 各種ゲージ	1式
2. ロープ、運搬車等	1式		
E. 切削工具		F. 作業工具	
1. ネジ切り、ヤスリ等	1式	1. レンチ、スパナ等	1式
		2. 工具箱	1式
G. その他	1式		

(3) 漏水調査用車輛

キャンディー市には現在、漏水探査機械がないため、市内に敷設された配管網からの漏水状況を全く把握できていない状態である。コロombo首都圏の実績として、全給水量の約半分が漏水によるロスであることが報告されていることを踏まえ、キャンディー市の場合も、敷設後既に四半世紀以上を経ており、維持管理がほとんどされていない状況を考えると相当量に上ると想定される。本基本設計調査の範囲には配管の漏水対策は含まないが、漏水が相当量になれば、送水量を増加しても、市民は十分な水を得ることはできない結果となり、本事業効果が半減する事態も想定される。よって水量の増加と漏水対策は平行して実施される必要があると言える。キャンディー市ではこの問題を十分認識すると共に、本事業で漏水検査機を供与されることを前提に漏水対策事業の実施計画を準備中である。今回供与を予定する機器によって、将来漏水対策事業が実現されれば、市水道部独自による運営管理強化に寄与するばかりでなく、ひいては水道部の財政改善にも寄与できるものである。以上から、漏水探知器及び必要な道工具を積載した車輛を供与することは極めて有効であると判断される。よって、以下の調査機器を供与すべきであると判断する。

A. 車輛	1台	B. 漏水探知機	2台
C. 積載道工具	1式		

第 6 章 事業実施計画

第6章 事業実施計画

6.1 事業実施体制

本事業の実施体制はスリランカ側はNWSDBが、日本側はコンサルタント及び工事施工会社によって構成される。NWSDBの最高責任者は局長（Chairman）であり、本事業に対する決済権を有している。NWSDBは建設工事着工後完成まで、具体的には以下のような業務に権限を有している。

- 1) プロジェクトに関連する施設全体の建設工事の遂行
- 2) コンサルタント及びコンストラクターとの契約
- 3) 建設の承認
- 4) 入札及び入札評価
- 5) 支払いの承認
- 6) 契約事業全般の管理
- 7) 完成工事の受領
- 8) スリランカ国政府機関との連絡・調整

なお、本事業の円滑な実施のために実施される上記3者間の作業の関連は、概ね以下の通りである。

E/N締結後コンサルタントはただちに、NWSDBとコンサルタント契約を行い、NWSDB及びキャンディー市水道部と実施設計に係わる綿密な協議を経て実施設計に着手する。同時に、NWSDBは、負担工事のうち敷地準備工事など、緊急を要するものの工事を本工事着工に間に合うように実施する。実施設計はコンサルタントが現地及び日本国内で行うものとし、入札にかける前にNWSDBの承認を得るものとする。入札公示は、スリランカ政府の名で日本主要建設・経済関係日刊紙に掲載し、入札書をコンサルタント本社で配布する。入札書は、コンサルタント本社で受け付け、スリランカ政府関係者立会いのもと開封する。その後直ちにスリランカ政府関係者と協同で評価を行い、契約書草案を作成する。

本プロジェクトの建設工事契約締結後、コンサルタント総括責任者は、施工業者に工事に関する指示を与え、また、工程計画にかかわる協議・確認を行うとともに必要な諸手続きを行う。着工後、在スリランカ日本大使館、JICA事務所及びスリランカ政府の関係機関に対して定期的に施工状況を報告し、また施行業者を含めた本プロジェクトの関係者間の意見調整と意思の疎通を図る。業務遂行の上では、スリランカ国におけ

る風土、宗教、慣習、制度の特性に充分留意し、施工管理に臨む。施工管理は工事の円滑な進捗と最良の成果を期し、所定の期限内の工事完成を目的とする。

施工計画は、現地の施工技術および能力と、日本で調達する木材の現場搬入に要する期間を踏まえて、詳細に工程の検討を行い、その結果に基づき調整・承認する。

6. 2 事業実施の負担区分

本事業の内容は、第5章に記述した通りである。本事業のは日本国政府とスリランカ国政府とが協力して工事を完成させるものであり、無償資金協力で実施した場合、両国の実施分担区分は表-6.1に示す様に行なうのが妥当であると判断される。

表-6.1 事業実施分担

項 目	実施分担	
	日本国	スリランカ国
・施設用地外で実施する関連工事に必要となる、許可申請及び許可証等の取得。		○
・仮設基地 (2,000m ²) の用地確保とその無償提供及び用地内の整地。		○
・仮設基地までの搬入通路の確保。		○
・仮設基地までの電力 (230V) 配線と水道配管敷設。		○
・工事仮設電源 (400V) 用一次側端子の支給。		○
・工事前の場内整備。樹木、フェンス等の移設。		○
・取水施設の建設、建設後の場内整備。	○	
・既存取水ポンプ室の事務所等への内部改装工事。		○
・浄水施設の改善工事。	○	
・発電設備の設置と既存電気設備の改善工事。	○	
・電力変圧器の2次側配電スイッチ容量の変更。		○

6. 3 事業実施計画

当該計画は前述の事業実施体制及び業務範囲で施工されるが、これらの概要は以下の通りである。

6. 3. 1 詳細設計及び入札業務

本計画を実施する上において、コンサルタントは工事開始以前に、下記の作業を行う。これは、本基本設計調査にて設計した施設に対し、実施に至るまでの時間経過による諸元の調整、また詳細な測量作業、地質調査の結果等に基づき、詳細設計を実施する必要があるからである。コンサルタントは詳細設計の完成に続き、業者入札の書類を作成する。

1) 測量、調査

- 基本設計に基づいた施設建設のための取水場、浄水場内の平面測量水準測量及び使用すべきベンチマークの設置。
- 取水場、浄水場に建設する主要施設の地質調査

2) 詳細設計及び入札関連書類の作成

- 詳細設計を通しての事業費の承認
- 入札用設計図面の作成
- 入札関連書類の作成

6. 3. 2 施工、管理計画

本計画の事業実施に要する期間は工事規模、工事の難易度、さらに対象地域の自然社会条件等を勘案すると、相当長期間に亘ると予想される。本事業を日本国の無償資金協力のシステムに照らした場合、予算規模及び工期の観点から以下の通り、2期に分割して実施するのが妥当であると判断された。

第1期工事；浄水施設改善工事

第2期工事；取水施設改善工事

2期分けのうち、上記の通り浄水施設を先行する理由は、浄水施設は既存施設の運転と平行して実施されるため、工程が複雑で、工期的にも余分に時間を要する可能性があること。また取水施設工事は、既存施設から独立した工事が可能なため、浄水施設工事

のような複雑さは無く、工期の予定と大幅に異なることが少ないと判断されるためである。更に、1期工事完成後、2期工事終了までの期間は、浄水施設の運転をしながら設備の調整や機械運転操作マニュアル等を作成することが可能で、機械操作を現地のスタッフに対し指導、訓練を行な期間としても使える利点がある。

6. 3. 3 資機材調達計画

建設工事及び資機材の供与に必要な資機材で、現地調達の可能な資機材は、原則として、それを使用するが、品質に問題があるもの、或は流通量が充分でないもの、一定の期間に入手し難いもの等、現地調達が困難な材料については日本から輸入とする。スリランカ国で調達可能な材料としては、燃料・油脂類、電気、セメント、舗装用砂利、建築用コンクリートブロック、細骨材、粗骨材、煉瓦及び木材（合板を除く）等である。

6. 3. 4 資機材の輸送計画

日本からコロンボ港までの海上輸送に約半月を要し、発注業務、船の沖待ち、通関及び陸送期間を考慮し、日本から計画地であるキャンディー市までの輸送期間を1.5ヶ月と見積もられる。

コロンボ港からキャンディー市の現場までは、コロンボ～キャンディー道路を使用する。この道路はスリランカの主要道路のひとつで、全線舗装され、大型車の通過も可能な道路である。キャンディー～コロンボ所要時間は約3.0時間である。

6. 4 実施スケジュールと概算事業費

第1期工事に関する交換公文締結後、ただちにコンサルタント契約を行い、詳細設計、入札書類作成、入札、入札審査、工事請負契約等を実施する。これらに要する期間は約5カ月、業者契約から第1期の完了までは12カ月を予定する。

第2期工事は、交換公文締結後、詳細設計から請負契約に至る事前準備を2.5ヶ月間とし、工事期間は資機材の調達をも含めて12ヶ月間を予定する。これらをまとめた実施スケジュールは図-6.1に示す通りである。

なお、本事業における建設費に係る総事業費は約16.20億円と見込まれ、そのうち日本側負担分は1期2期合計で16.18億円、スリランカ側負担分は2百万円と見込まれる。なを日本側負担額の1期2期配分は、下記の通りである。

第1期	:	857.3百万円
第2期	:	760.7百万円
合計	:	1,618.0百万円

表6-1 実施工程表

緒手続	月	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30																													Remarks	
		E/A(第1期) ▽詳細設計 人札業務 ▲7/7契約												E/A(第2期) ▽詳細設計 人札業務 ▲7/7契約 ▲業者契約																		
建設工事	一期工事 ＜浄水設備＞	仮設工事	第1船分 0-----												仮設工事																	
		バルセータ	第2船分 =====0****												掘付、配管、電気工事																	
		濾過池	第2船分 =====0****												掘付、配管、電気工事																	
		薬品注入設備	第2船分 =====0****												掘付、配管、電気工事																	
		発電機	第3船分 =====0****												掘付工事																	
		その他	第2船分 =====0****												掘付工事 上屋建築 建屋前棟 浄水場外																	
		ポンプ室	第4船分 =====0****												掘付、配管、電気工事																	
		沈砂池	第4船分 =====0****												掘付、配管、電気工事																	
		発電機	第4船分 =====0****												掘付工事																	
		その他	第4船分 =====0****												掘付建築工事																	
		総合テスト	第4船分 =====0****												掘付、配管、電気工事等 取水場、浄水場外																	

凡例、 : 設計業務, : 製造, : 輸送, : 建設工事, : 施設テスト

第 7 章 維持管理計画

第7章 維持管理計画

7. 1 維持管理体制

工事終了後、本プロジェクトに関する諸施設はNWSDBからキャンディー市へ移管され、運営、維持管理は市水道部が実施する。キャンディー市水道部の現行体制は図-2.6に示すとおりである。本プロジェクトの改善後の給水量は7.5MGDであり、この給水レベルは1983年の施設拡張時に水道部は既に経験済みであり、現在の組織は当時から変わっていない。1983年に拡張された既存施設と本プロジェクト完成後施設との主たる違いは、

- ① 取水施設が沈砂池までの第1段取水ポンプとここから浄水場への第2段送水ポンプによる2段階ポンプとなったこと
- ② 現在工事中の浄水場からR₂配水池への送水ポンプの規模拡大
- ③ 取水場、浄水場それぞれに自家発電設備を設置すること

である。

これらによって、今後の施設の運営、維持管理を考慮すれば、現状の取水・浄水施設部門 (Head Works) の人員に加え、新たに機械運転、電気技師及び水質検査技師をそれぞれ1名ずつ増員するのが望ましいと考えられる。これによりる取水、浄水部門は以下の人員構成となる。

表-7.1 維持管理体制 (取水、浄水部門)

職 種	現 状	計 画
① Technical officer	1名	1名
② Minor Supervisor	1名	1名
③ Mechanical Supervisor	1名	2名
④ Shift Supervisors	3名	3名
⑤ Driver Mechanics	3名	3名
⑥ Pump Operators	2名	2名
⑦ Filter Operators	1名	1名
⑧ Lab. Technicians	3名	4名
⑨ Electricians	1名	2名
⑩ Labours	10名	10名
計	26名	29名

ただし現状では、市水道部には日常の運転補修等の担当者は揃えているが、いずれも高度に訓練された水道技術者ではない。よって設計計画、改修計画及び施工管理等の専門分野に関しては、NWSDBのキャンディー地方事務所のスタッフが協力している。

NWSDBは本施設の維持運営も含め、独自の所管とする考えもあるが、キャンディー市はこれに強硬に反対している。上記の体制は、施設の所轄機関に拘らず市民への安定的給水を実施するために必要とされるものである。現状では、本施設は引き続きキャンディー市水道部が維持運営していく予定であるが、市が今後とも、独自の運営を維持して行くためには、各担当者の技術的向上は不可欠な条件である。それが不可能ならば、施設のNWSDBへの所轄委譲問題は、将来とも懸案となって行くことであろう。

7. 2 維持管理費

1987年実績によれば、給水総量は 9,237,000 m³/年、これに要した費用は概略以下の通りである。

項目	内訳(千円)	支出に占める割合
人件費	3,144	17.0%
電気料金	11,204	60.7%
薬品費用	793	4.3%
燃料費用	322	1.7%
施設補修費	1,220	6.6%
その他	1,773	9.7%
計	18,456	100.0%

本プロジェクト完成後は施設の拡張、職員の増員及び給水量の増加等に伴い支出の増大も見込まれる。これらを考慮して本プロジェクト完成後の支出を算出すると以下の通りとなる。ただし支出計算は以下の仮定条件に従った。

① 支出増加に考慮する要素

人員の補充	3 名
施設の電力増加	475 Kw
自家発電設備設置	2 式
給水量の増加	2,363,000m ³ /年

- ② 電気料金；電力料金が1988年1月に改定されたことを考慮し、同年1月から9月までの実績に基づき計算する。
- ③ 人件費；1988年に単価改正によって、前年実績から約60%引き上げられたことを考慮する。
- ④ 施設補修費；本事業の実施後は取水・浄水部門の補修費が飛躍的に改善されることを考慮する。
- ⑤ その他は影響が小さいため1987年ベースの実績で計上した。

注1) 施設の電力増加は以下の通り。

	取水場	浄水場・送水ポンプ	合計
既存	90kw×3台=270Kw	200kw×3台= 600Kw	870Kw
計画	55kw×4台=220Kw (取水2台、送水2台)	375kw×3台=1,125Kw (現在工事中)	1,345Kw
	計画と既存の差	1,345-870= 475 Kw	

注2) 給水量の増加はポンプ容量が7.5MGDへ拡張されても、既存配水池の容量が十分に確保されていないため、常時最大能力の供給は不可能となり、平均的にはR₂配水池への送水ポンプとプライムローズ地区への直送系ポンプとを合わせ7MGD程度の送水に止まるものと推定される。よって年間給水量は約11,600,000 m³となる。

$$(7.0MGD \times 365日 \times 4,546m^3/MG = 11,615,000)$$

以上より年間の給水量の増加分は約2,363,000m³と推定される。この場合、施設の平均稼働時間は22時間程度となるものと推定される。

以上をもとに本プロジェクトが完成された後の、年間の施設維持管理費を試算すると以下の通りとなる。

施設完成後の支出

項目	内訳(千円)	支出に占める割合
人件費	5,030	16.4%
電気料金	22,171	72.4%
薬品費用	996	3.3%
燃料費用	405	1.3%
施設補修費	239	0.8%
その他	1,773	5.8%
計	30,614	100.0%

上記試算によれば施設完成後は、1987年実績の 65.9%増となる。これは総支出に占める電力料金の増加が著しいことに起因している。電力使用量の増加は本プロジェクトの範囲には入らない浄水場に建設中の送水ポンプの電力使用量の増加によるものである。

一方、給水量の増加に伴い収入も増加する。算出の仮定は以下のとおりとする。

- ① 1988年に水道料金がそれまでの約1.5倍に増加したのにしたがって、水道収入も1 m³当たり1.5倍と仮定する。
- ② 給水量に対する料金徴収率は実績ベースとする。

以上より

$$\frac{8,382 \text{千円} - (87 \text{年収入実績})}{9,237 \text{千m}^3 \text{ (87年給水量)}} \times (\text{計画給水量 } 9,237 + 2,363 \text{千m}^3) \times 1.5$$

$$= 15,789 \text{千円}$$

これは年間の施設維持管理費合計の約 52%に相当する値である。水道部の 1988年財政収支は未公表であるが、支出に大きな比重を占める電力料金が値上げされた影響によって、1987年の実績 49%から、1988年には 40%程度に悪化するものと推定される。本事業の実施後はこの比率が約52%へ改善されるものの、満足できる値とは言えない。よって今後とも給水収益率の増加を図るべく、メーターの設置、配管の漏水対策、料金未収率の改善等改善すべき課題が山積している。

第 8 章 事業評価

第8章 事業評価

8.1 事業実施の効果と妥当性

本改善計画は、キャンディー市上水道の取水施設と浄水施設の能力を、1983年の設計値である 7.5MGD (34,100m³/日) に回復するためのものであり、各々の設備に対して補修、改善、取替、あるいは新設を内容とするものである。

本施設はキャンディー市の約11万人市民へ飲料水を供給する唯一の施設である。しかし、本施設は既に完成後四半世紀以上を経過し、老朽化が顕著であるとともに、水源であるマハウェリ川の砂混入分の多い河川水を吸い込むことにより、取水ポンプに問題が頻繁に発生し、断水のため市民生活に多大な影響を与えている。市水道部では日常的な施設運転に加え、老朽化した施設の維持管理、ポンプ井からの排砂作業など、大きな負担を強いられている。このため現状では、約7MGDの水需要に対し5MGD (約23,000m³/日) 程度の給水能力しか発揮できていない。

以上の様な事態の解消のため安定的に7.5MGDの飲料水を供給する事が本事業の目標であり、本事業の完成により市民へ対する水供給状況は改善され、市民生活の向上に寄与する事は確実である。更にこれらの直接的効果と共に、社会基盤の整備がもたらす民生の安定という間接的な効果も見逃すことはできない。

本計画に於ける基本的な設計思想はキャンディー市水道部が今日まで長年に亙り、施設を運営してきた実績と現地の維持管理能力を考慮し、既存施設の設計思想を踏襲し、これを大巾に変更しないこと、又近年多々行われている自動化や電子機器による計装化も最小限にとどめた。本事業が完成された後に、維持管理機能を充実させていけば、今後長期間に亙り本事業の目標とする7.5MGDの浄水は安定的に得られ、技術移転もより順調に行なわれると考えられる。

本事業の実施によって、キャンディー市の水道施設を日本の無償資金協力によって緊急的に改善する事は、危険な排砂作業や頻繁に発生する停電等による断水を解消し、逼迫した現状の水需要を満たす飲料水供給が可能となるばかりではなく、ひいては市民に対する公衆衛生の向上と生活環境の改善に役立ち、スリランカ政府の重要目標のひとつとしている国民生活の安定化政策に大きく寄与するものとする。

第9章 結論と提言

第9章 結論と提言

9.1 結論

本事業計画は、キャンディー市に於ける水道施設の取水及び浄水施設の老朽化と砂混入のため起こる諸問題解決のための改善を内容とするものである。施設の正常な稼働は、キャンディー市給水計画の大前提となるもので、安定した水量及び水質の確保が強く求められ、本事業の可及的実施が熱望されているものである。キャンディー市はかつて、シンハリ王朝の首都として栄えたスリランカ国中央部の要衝である。また近年には、スリランカ国の主要輸出農産品のひとつである茶の集散地として、あるいは外貨獲得の上に重要度が増しつつある観光産業の拠点都市でもある。本事業の実施はスリランカ国の基幹都市であり、また将来に飛躍的な発展が期待されているキャンディー市にとって不可欠なばかりでなく、スリランカ国の発展にとっても重要な意味を持つものである。

一般に発展途上国では水道事業の重要さにも拘らず、事業実施による即効的な経済収益を期待できないため、水道事業への投資は難しい状況となっている。この状況はスリランカ国でも同様で、水道関連事業の実施は海外援助に大きく頼ったものとなっている。以上に述べたような観点から、本事業の実施を日本国政府が実施する意義は大きく、無償資金協力の対象として適当なものであると結論づけられる。

9.2 提言

本計画の円滑なる実施と適切なる運営・維持管理を図り、本事業を更に有効とするため、スリランカ政府に対し以下の諸点を提言したい。

(1) 配水池の増強

現在の配水池は 80万ガロンのR₂。配水池を初めとして、合計 110万ガロンの配水容量を有しているが、これは浄水場能力の3.5時間に過ぎない。一般に配水池の容量は少なくとも日給水量の8~9時間分は必要とされており、かなり不足している状況である。今回実施する取水、浄水施設の整備拡充に、この配水池容量の増強が実施されれば、施設停止による断水という状況がかなり緩和されるばかりでなく、経済的施設運営も可能となる。また現在各戸に設置されている受水槽が不要となり、より安全な飲料水の供給が可能となる。今後計画されるべき配水池の容量は、既存配水池との合計で8時間程度とすると 140万ガロンとなる。

NWSD Bはキャンディー市からの強い要望に応え、配水池建設計画の策定作業を開始している。現在のR₂配水池の近辺には市所有用地があるものの、急斜面で必ずしも建設に適した用地とは言えない。またR₃配水池の用地内には比較的大きな用地が確保されているが、こちらに建設しようとするれば送水ポンプの容量が十分でないといった問題が派生する。配水池の設計計画には施設建設が経済的であるばかりでなく、既存施設並びに本事業にて実施する改修施設との整合性を十分考慮したものでなければならない。さらに現地には地形図や地質状況を把握できる資料も乏しいため、これらの十分な調査前提とした計画とすることが望まれる。

(2) 財政状態の改善

収入支出比の改善するため、現行水道料金の引き上げに努力すると共に、有収率を向上させるため、メーターの設置に努力する事が望ましい。

(3) 維持管理組織運営体制の確立

現地調査の結果、施設責任者と一般労務者との間に位置付けられる中間技術者の不足を痛感した。これらの技術者の育成のための研修が不可欠である。

(4) 将来水需要への対応

キャンディー市の発展は人口の更なる増大を伴い、更に産業の拡大とも相俟って水需要の増大も発生するのは明らかである。本事業の用途は現況施設のリハビリテーションにあり、将来の長期的な水需要に対応するものではない。よって近い将来、施設拡張が必要となるものは明確であり、長期的な水需給の見通しを立てた上での水源開発、新たな拡張計画の策定作業の開始が望まれる。

(5) 実施体制の確立

最後に本プロジェクトを効果的に運営するため、工事着手に当ってはスリランカ国の事業分担範囲に於いて遅滞なく事業準備を行なうと共に、NWSD Bとキャンディー市両者による連携と協力を基礎とする実施体制の確立を希望する。

◀ 添付資料 ▶

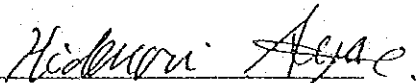
MINUTES OF DISCUSSIONS
ON
THE PROJECT
FOR
REHABILITATION OF KANDY WATER SUPPLY SCHEME
IN
THE DEMOCRATIC SOCIALIST REPUBLIC OF SRI LANKA

In response to the request made by the Government of the Democratic Socialist Republic of Sri Lanka for Rehabilitation Project of Kandy Water Supply Scheme (hereinafter referred to as "the Project"), the Government of Japan decided to conduct a Basic Design Study on the Project and entrusted the Study to the Japan International Cooperation Agency (JICA). JICA sent to the Democratic Socialist Republic of Sri Lanka the Basic Design Study Team headed by Dr. Hidenori Aya, Professor of Musashi Institute of Technology from September 29th to October 26th, 1988.

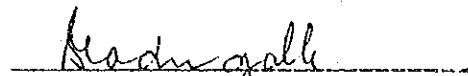
The team had a series of discussions on the Project with the officials concerned of the Government of the Democratic Socialist Republic of Sri Lanka headed by Mr. T.B. Madugalle, Chairman of the National Water Supply and Drainage Board and conducted a field survey in Kandy city.

As a result of the discussion, both parties agreed to recommend to their respective Governments the major points of understanding reached between them, attached herewith, should be examined toward the realization of the Project.

Colombo, October 7, 1988



Dr. HIDENORI AYA
Leader
Basic Design Study Team JICA



Mr. Tikiri Banda Madugalle
Chairman
The National Water Supply
and Drainage Board

A1

ANNEX I

The following items are requested by the Government of the Democratic Socialist Republic of Sri Lanka as grant aid assistance.

1. Water Intake facilities

- (1) Water intake pump
- (2) Mixer
- (3) Silt removing device
- (4) Siphon Pipe
- (5) Screen

2. Treatment Plant

- (1) Rapid mixer
- (2) De-sludging channel
- (3) "Pulsator" type clarifier
- (4) Filter
- (5) Alum dosing facilities
- (6) Chemical dosing facilities
- (7) Chlorination
- (8) Filter washing facilities

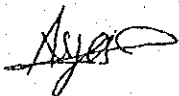
3. Distribution Equipment

- (1) Water distribution pump

4. Others

- (1) Laboratory Equipment
- (2) Workshop Equipment
- (3) Vehicle
- (4) Transformer
- (5) Receiving Panel
- (6) Lighting
- (7) Telephone between the intake and the treatment plant
- (8) Existing building

M



ANNEX II

The following arrangements are requested to be taken by the Government of the Democratic Socialist Republic of Sri Lanka.

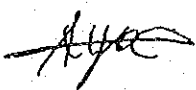
1. To secure necessary lands for the Project, and to clear, fill and level the sites as needed before the start of the construction works.
2. To provide facilities for distribution of electricity, and other incidental facilities outside or within the site if necessary.
3. To construct access roads to the sites when necessary.
4. To provide data and information to a Japanese consultant and a contractor necessary for the detailed engineering services and construction.
5. To ensure prompt unloading, tax payment, customs clearance, and prompt internal transportation therein of the products purchased under the grant.
6. To exempt Japanese national from customs duties, internal taxes and other fiscal levies which may be imposed in Sri Lanka with respect to the supply of the products and services under the verified contracts of the Project.
7. To provide and accord necessary permissions, licences and other authorizations required for the execution of the Project.
8. To maintain and use properly and effectively the facilities constructed under the grant, and to arrange the budget for maintenance and operation.
9. To bear all expenses, other than those to be borne by the grant, necessary for the execution of the Project.

M

ATTACHMENT

1. The objective of the Project is to rehabilitate the Kandy Water Supply Scheme with the aim to restore its original capacity of 34,000m³/day (7.5MGD) through rehabilitation works from the raw water intake up to/and the treatment plant.
2. The responsible and coordinating agency for the Project is the National Water Supply and Drainage Board.
3. The Team will convey to the Government of Japan the desire of the Government of the Democratic Socialist Republic of Sri Lanka that the former takes necessary measures to cooperate in implementing the Project and bears the cost of the items requested by the latter shown in Annex I within the scope of Japanese economic cooperation program in grant form.
4. The Government of the Democratic Socialist Republic of Sri Lanka will take necessary measures listed in Annex II under the condition that the grant aid assistance by the Government of Japan is extended to the Project.
5. Both parties confirmed that the Team explained Japan's grant aid program and the Sri Lanka side has understood it.

M



MINUTES OF DISCUSSIONS
ON
THE DRAFT FINAL REPORT OF THE BASIC DESIGN
ON
THE PROJECT
FOR
REHABILITATION
OF
KANDY WATER SUPPLY SCHEME
IN
THE DEMOCRATIC SOCIALIST REPUBLIC OF SRI LANKA

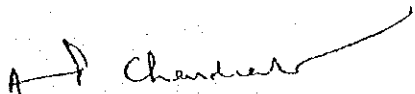
In response to the request made by the Government of Sri Lanka, the Government of Japan decided to conduct a basic design study on the Project for Rehabilitation of Kandy Water Supply Scheme (herein after referred to as "the Project") and entrusted the study to the Japan International Cooperation Agency (JICA). JICA sent to Sri Lanka a study team from September 29 to October 27, 1988.

As a result of the study, JICA prepared a draft report of the Basic Design and dispatched a mission, headed by Dr. Hidenori Aya, Professor of Musashi Institute of Technology, to explain and discuss about it from January 23 to February 3, 1989.

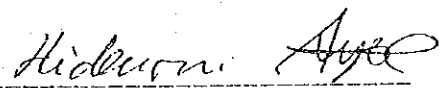
The team had a series of discussions on the Project with the officials concerned of the Government of Sri Lanka headed by Mr. A. P. Chandraratne, General Manager of the National Water Supply and Drainage Board, Ministry of Local Government, Housing and Construction.

After clarifying its contents, both parties had agreed to recommend to their respective governments that the major points of understanding reached between them, attache herewith, should be examined towards the realization of the Project.

January 27, 1989




Mr. ALAHAKOON. P. CHANDRARATNE
General Manager
the National Water Supply and
Drainage Board



Dr. HIDENORI AYA
Team Leader
Draft Report Team
of Basic Design Study, JICA

Major points of understandings

1. The Sri Lanka side agreed in principle to the basic design proposed in the Draft Final Report.
2. The Sri Lanka side requested that the estimation on the operation and maintenance cost of the new system described in the draft final report will be revised on the basis of most recent cost data on electricity, labor etc. The Japanese side agreed it on condition that the Sri Lanka side shall provide the related data by February 1, 1989.
3. The Sri Lanka side requested that a justification on the selection of 2-step pumping system in the intake site will be described in the report. The Japanese side agreed that it will be added as an annex in the final report of the Project.
4. The study team expressed its concern that the capacity of the existing service reservoirs were rather small for normal water supply system. Expansion of it is essential for the effective and economical operation of the system improved by the Project. The Sri Lanka side agreed on this.
5. Sri Lanka side informed that electrical equipment installed under this Project shall be in compliance with the Ceylon Electricity Board (CEB) standards or its equivalent. Japanese side agreed on this.
6. The Sri Lanka side understood the system of Japan's Grant Aid Program and confirmed the measure to be taken by Sri Lanka side towards the realization of the Project as agreed upon in the "Minute of Discussions" dated October 27, 1988.
7. The final report (10 copies written in English) on the Project will be submitted to Sri Lanka in the end March 1989. 

付属資料3. 調査団の構成

本基本設計調査団員は以下の5名によって編成された。

担当業務	氏名	所属
チームリーダー	綾 日出教	武蔵工業大学教授・工学博士
計画管理	岩崎 勉	国際協力事業団 無償資金協力計画調査部 基本設計調査第1課
水道施設計画	池田 晴秋	株式会社 協和コンサルタンツ
電気機械計画	立元 満郎	株式会社 協和コンサルタンツ
水質・資機材計画	田口 雅行	株式会社 協和コンサルタンツ

付属資料4. 調査日程

日程	月日	旅程	官側ミッション	水道計画	電気, 機械	水質, 機械計画
1	9/29(木)	成田発→コロンボ				
2	30(金)	コロンボ	JICA, 大使館挨拶、MLGHC, NWSDB 表敬及び協議			
3	10/ 1(土)	コロンボ→キャンデー	全員移動、取水場・浄水場視察			
4	2(日)	キャンディー	休日			
5	3(月)	〃	キャンディー市協議、市長表敬、NWSDB協議			
6	4(火)	キャンデー→コロンボ	NWSDB協議、全員移動、ミニッツ案作成			
7	5(水)	コロンボ	MLGHCにてMLGHC、NWSDB合同会議；インセプション・ミニッツ協議			
8	6(木)	〃	コロンボ市関連3浄水場視察（ラブマガ、カルツワワ、アンバタレ）			
9	7(金)	〃	NWSDBミニッツ署名、関連機関資料収集			
10	8(土)	〃	団内ミーティング、今後の予定再調整			
11	9(日)	〃	休日			
12	10(月)	〃	JBP によるバス運行妨害により市内機能麻痺、MLGHC 次官表敬			
13	11(火)	移 動	コロンボ→シンガポール	NWSDBにて資料収集、コロンボ→キャンデー移動		
14	12(水)	キャンディー	シンガポール→成田着	キャンディー市水道課協議		
		午後3時から外出禁止令発令		浄水場視察、調査内容の調整		
15	13(木)	〃、12～16時まで同解除		既存施設概略調査		
16	14(金)	〃、同上、		既存施設概略調査		
17	15(土)	〃、午前6時同解除		取水施設調査	浄水場絶縁調査	取水場構造調査
23	21(金)	キャンディー		現地調査		資料整理等
24	22(土)	キャンディー→コロンボ		移 動		
25	23(日)	コロンボ		休 日		
26	24(月)	〃、ポヤディ休日				調査結果のとりまとめ
27	25(火)	コロンボ外出禁止令(0～18時)、移動		コロンボ→シンガポール		資料整理
28	26(水)	シンガポール→成田着、田口移動		JICA, 大使館報告帰国、NWSDB最終協議、帰国		
29	27(木)	田口成田着				

付属資料 5. 主要面会者リスト

(1) 地方自治住宅建設省 (Ministry of Local Government, Housing & Construction)

Mr. R. Paskaralingam; Secretary
Mr. N. D. Peiris; Additional Secretary (Tech)

(2) 上下水道局 (National Water Supply & Drainage Board)

本局関係者

Mr. T. B. Madugalle; Chairman
Mr. A. P. Chandraratne; General Manager
Mr. H. Pinidiya; Deputy General Manager (Planning)
Mr. G. M. O. Fernando; Deputy General Manager (O/M)
Mr. S. K. H. Perera; Asst. General Manager
Mr. K. G. Dayananda; Chief Engineer (Planning)
Mr. R. H. Ruvinis; Engineer (Planning)
Mr. D. D. N. Padmasiri; Chief of Laboratory Service
Mr. H. Karunatilake; Engineer
Mr. H. Gunasekara; Engineer

コロンボ市浄水場関係者

Mr. H. G. Tillakaratne; Manager (Production) Great Colombo
Mr. Y. S. Silva; Officer-in-charge (Ambatale)
Mr. N. M. S. Kalinga; Mechanical Engineer (Ambatale)
Mr. K. Arachchige; Officer-in-charge (Kalatuwawa)
Mr. K. T. Gunadasa; Officer-in-charge (Labugama)

キャンディー地方事務所関係者

Mr. S. R. J. R. Senanayake; Asst. General Manager
Mr. B. W. R. Balasuriya; Chief Engineer (Planning)
Mr. R. M. Danapula; Chief Engineer (Construction)
Mr. K. G. Dayaratne; Chief Engineer (O/M)
Mr. L. L. A. Peiris; Manager

(3) キャンディー市

Mr. T. Ratnayake;	Mayor of KANDY
Mr. H. P. Gunasinghe;	Waterworks Engineer
Mr. J. M. P. Karandawatte	Officer-in-charge (Treatment Plant)
Mr. Pajapaksha;	Asst. Officer
Mr. Dayaratne;	Asst. Officer
Mr. K. H. Perera;	Electrical Engineer

(4) 大蔵企画省外国援助局 (Ministry of Finance & Planning, External Resources
Department)

Mr. S. Weerapana;	Asst. Director
-------------------	----------------

(5) 在スリランカ国日本国大使館

濱本 康也	特命全権大使
高田 稔久	参事官
平野 雄一郎	一等書記官
丸山 和彦	一等書記官

(6) JICAスリランカ事務所

橋口 次郎	所長
新納 宏	所員

付属資料 6. 収集資料一覽表

1. Main drinking water treatment plant out put increase from 5 to 7.5 MGD - Degremont - July 1982. (Copy)
2. Contract Agreement with Degremont on Kandy Water Supply Project (Augmentation) Improvement to Existing Water Purification Plant - NWSDB - Dec. 1980 - (Copy)
3. Financial Assistance for the Augmentation of Kandy Water Supply Scheme - NWSDB - March 198?. (Copy)
4. Computation of average billing rate for domestic consumers per month per household - NWSDB - 198?. - (Computer sheet)
5. Contract document of Athgala Water Supply scheme - NWSDB - Feb. 1988 - (Original)
6. Contract document of Anamadua Water Supply scheme - NWSDB - June 1987 - (Original)
7. Contract document of Water Supply scheme for Biyagama Investment Promotion Zone - NWSDB - Jan. 1984 - (Original)
8. Design Criteria for Water Supply Scheme - NWSDB - - (Partial copy)
9. Present Water Tariff and Consumer Instructions - NWSDB - (Copy)
10. Water Tariff - Municipal council, Kandy - Jan. 1982 - (Original)
11. Water Tariff - Municipal council, Kandy - Jan. 1988 - (Original)
12. Electricity Charges - Municipal council, Kandy - Jan. 1988 - (Original)
13. Tariffs and charges for the Supply of Electrical Energy - Ceylon Electricity Board - Nov. 1987 - (Copy)
14. Water Supply and Sanitation Project Identification Report 1986-1995 - Suunnittelukeskus oy - Planceenter Ltd. - Jan. 1986 - (Copy)
15. Kandy District Water supply and Sanitation Project, Phase I, Project Document (Annex 1) 1987-1990 - Suunnittelukeskus oy - Planceenter Ltd. - Aug. 1987 - (Copy)
16. Kandy Urban Water Supply Present situation and Recommendations - NWSDB.

- Assistant General Manager, Regional Service Central, Kandy -
17. Harispattuwa Water Supply and Sanitation Project, Progress Report for the First Half of 1986 - Suunnittelukeskus oy - Plancecenter Ltd.- 1986
(Partial Copy)
 18. USAID Project for Kandy District, List of Supplied Facilities
(Specification) - Connell Bros. Co., Ltd. -
 19. NWSDB Regional Budgets 1988 - NWSDB - Jul. 1988 - (Copy)
 20. NWSDB Summary Budget Request O&M for Yatinuwara Scheme - NWSDB - Oct. 1987 - (Copy)
 21. Operation Record of Kandy Water Supply, Jan.'68 to Oct.'88 - MCK -
(Partial copy)
 22. Annual Budget on Water Works of MCK 1983 to 1988 - MCK - (copy)
 23. Well Drilling and Water Quarterly Record for the Plant Genetic Resources Center in Peradeniya - Environmental Laboratories Ltd. - Aug. 1987 - (Copy)
 24. Hydrological Data for Year 1960/61~85/86 - Department of Irrigation -
(Copy)
 25. Daily Water Level Data at Pradeniya Gauging Station on Mahaweli River, Jan. '78 to Sep. '88 - Irrigation Department - (Copy)
 26. Water Supply Scheme Town of Kandy Treatment Station Tender Document - Ministry of Transport and Works Public Works Department - Sep. 1958 -
(Partial Copy)
 27. Water Supply Scheme Town of Kandy, Form of Tender - Department of Water Supply and Drainage - Mar. 1959 - (Partial Copy)
 28. Sri Lanka Water Supply and Sanitation Sector Study Graft Final Report - World Bank - Jul. 1987 - (Copy)
 29. Price Escalation Data of Basic Items for Construction - Prepared by NWSDB - Oct. 1988 - (Copy)
 30. Laborer's structure per Unit Volume of Construction Works - NWSDB - Aug. 1979 - (Copy)
 31. Related Drawings on The Existing Facilities of Kandy Water Supply Scheme

付属資料 7. 施設現況調査

取水設備 (INTAKE) 状況一覧表 (1/2)

設備機器	台数	仕様	状況	再生又は取替(案)	その他
受電用開閉器	1	11KV. 400A PEAK 33.4KA EQUIN 250MVA SORT 13.1KA	ELECTRIC BOARD の管理は良い	再使用	維持管理は、OCBまで ELECTRIC BOARD 行なっている
変圧器	1	11KV/430V/250V 630KVA 3φ 50HZ HV 33.07A LV 840.1A Cur 1.6% BIL HV. 75KV Oil 500ℓ kg 2200kg 1981年製造	ELECTRIC BOARD の管理 悪い 絶縁油は据付けてか ら取替えていない。	再生	絶縁油の取替が必要
配電用開閉器 (O. C. B.)	1	屋内自立型 400V 800A PEAK 72KA EQUIN 25MVA SYM 36KA CT 500/5A	ELECTRIC BOARD の管理 悪い 絶縁油の取替が されていない。	再使用	CTの取替が必要 800/5Aにする。 絶縁油の取替が必要 積算電力計の取替が 必要
コントロール盤 No. 1	6	3φ 4W 400V/230V ポンプ 93KW × 2 2.2KW × 2 コンプレッサー 5.5HP × 2 主幹 Aメーター Vメーター	悪い 絶縁抵抗 0 スイッチ類の破損 MG 接点汚れ	取替	老朽化
コントロール盤 No. 2	5	3φ 4W 400V/230V ポンプ 70KW × 2 主幹 Aメーター Vメーター	悪い 絶縁抵抗 0 スイッチ類破損 MG 接点汚れ 配体老朽化	取替	老朽化
ポンプ	2	3φ 3W 400V. 50HZ 93KW 168.2ℓ/sec×33.8m 1460rpm sec. v. 540V	悪い 補修がたび重な って機械がいた んでいる。	取替	老朽化
	2	3φ 3W 400V. 50HZ 70KW Δ230V 224A Y400V 129A Rot. 185V. 229A 揚水仕様詳細不明	悪い 補修がたび重な って機械がいた んでいる。 1台は取外されて 使用されていない。	取替	老朽化

取水設備 (INTAKE) 状況一覧表(2/2)

設備機器	台数	仕様	状況	種別(案)	その他
スラッジポンプ	2	3φ 3W 415V. 50HZ 2.2KW	悪い 水が常にかかり老朽化が進んでいる。 絶縁抵抗 0.1以下	取替	老朽化
コンプレッサー	2	3φ 3W 415V. 50HZ 5.5HP 4POLE 1440rpm	悪い 使用状況は良いが 使用年数が古い	取替	老朽化
圧力スイッチ等	5	230V 50HZ	悪い 接点が古く動作しないものが有る。	取替	老朽化
電灯コンセント	1式	14.2W 230V 50HZ 水銀灯 … 6 蛍光灯 … 8 外灯 … 6 コンセント … 3 スイッチ … 7	悪い 破損したものが多い 絶縁抵抗 0.1以下	取替	老朽化
電線	1式	ケーブル工事	悪い たび重なる補修等にて電線がいたみ、又床コロガシ配線等で足元が悪く危険である。	取替	老朽化及び劣化
非常用発電機	1基	現在なし 別紙による。	長時間の停電により断水になるため非常用発電機を必要とする。	新設	

浄水場設備 (TREATMENT) 状況一覧表(1/3)

設備機器	台数	仕様	状況	種又は取替(案)	その他
受電用開閉器	4	11KV. PEAK 86	ELECTRIC BOARD の管理は良い	再使用	維持管理はOCBまで ELECTRIC BOARDで 行なっている。
変圧器	2	11KV/433V/230V 1000KVA 結線 DY 11	良い ELECTRIC BOARD の管理 絶縁油取替は85, 11月 に取替られた。2台、 並列運転である。	再使用	
配電用開閉器 (O. C. B.)	5	屋内自立型 400V 1600A PEAK 86.6KA SYM 43.3KA EQUIV 31.0MVA CT 1000/5A	ELECTRIC BOARD の管理 悪い 絶縁油の取替が されていない。 当浄水場用開閉器は 容量がオーバーして いる。	取替	7.5MGDにする事によ り、電気容量が上昇 し、既設容量では不 足するため、開閉器 を取替える。 SRI LANKA側工事と する。
送水ポンプ制御 盤	7面	3φ 3W 400V 50HZ 200KW ... 4台 (既) ↓取替中 375KW ... 4台 (新) 付属ポンプ 1.5KW ... 4台 各棟の配電盤も兼 ねている。	現在N. W. S. D. B. にて 200KWポンプ4台を375 KWポンプ4台に取替中 であるためコントロ ール盤も取替中であ る。 既設盤の絶縁は0.1以下		送水ポンプに対して は今回のリハビリに は含まない事とする。 但し各棟の分岐配電 盤が無くなるため、 分岐配電盤を新設と する。
分岐配電盤	1	3φ 3W 400V/230V 浄水設備 薬注設備 電灯設備		新設	送水ポンプコントロ ール盤の取替により 必要となる。
送水ポンプ	4	3φ 3W 400V 50HZ 375KW 138ℓ/sec×162m 所属ポンプ2.2KW	取替中		今回のリハビリには 含まず3台運転、1台 予備。 3台にて7.5(M. G. D) となる。
浄水監視操作盤	4	3φ 4W 400/230V 50HZ 屋内自立型	悪い 自動及指示記録等が 作動せず、全て手動 で行っている。 絶縁抵抗一括 0.1以下	取替	老朽化

浄水場設備 (TREATMENT) 状況一覧表 (2/3)

設備機器	台数	仕様	状況	取替	その他
ろ過設備 ろ過池操作台	9	自立型パネル	手動にして使用中外観 附属機器等再使用可	再利用	内部空気配管等は 取替
逆洗及エアレーション 弁の遠方 操作盤	1	逆洗及エアレーション弁の 起動、停止。タイマ にて逆洗時間エアレ ーションの時間設定	タイマ動作せず、手動 で行うため逆洗の時 間が一定でない。	取替	老朽化
エアーバルブ	28	口径 300A… 10ヶ 口径 200A… 18ヶ 入口弁… 9ヶ ダイヤバルブ 9式	動作表示用のリミ ットスイッチが破損したり さびて動かない。 又一部は使用不可	取替	老朽化
逆洗ポンプ	2	3φ 3W 400V 50HZ 20.5KW … 40A COSθ 0.8 Rota Y … 480V	良い	再使用	
エアレーション ポンプ	2	3φ 3W 400V 50HZ 17.5KW … 34.5A COSθ 0.82 Rota Y … 260V	良い	再使用	
パルセータ	9池	スラッジラケット型 上向流沈澱池	ホリオーバーいちじましい 汚泥界面出来ず	補修 再使用	排泥装置の破損と薬 注の不適当
パルセーター 操作盤	1	屋内壁掛型 3φ 4W 400/230V 50HZ 真空ポンプ 現場操作用	悪い 使用不可能 湿度が高く、リレー等 が動作しなくなっ ている。スイッチが取外さ たままになっている。	取替	
真空ポンプ	6	3φ 3W 440V 50HZ 2.2KW 常用… 4台 予備… 2台	悪い 2台使用不可能 据付けられている所 が水気が多く、多湿 である。	取替	使用中の4台も 老朽化が進んでいる。
排泥用エアバルブ	16	口径150A… 12ヶ (パルセータ排泥) 電磁弁… 16ヶ スイッチ… 16ヶ 口径200A… 4ヶ (初沈排泥)	悪い 取付けられている所 が水気が多く、多湿 である。よって電磁 弁から故障し現在は 手動のみとなっている。	取替	配管も含む
真空塔バルブ及 リミットスイッチ	8	エアバルブ… 4ヶ リミットスイッチ… 4ヶ	良い 但し、古い為接点が 摩耗している。	取替	老朽化
スラッジ掻寄機	1	3φ 3W 400V 50HZ 2.2KW 走行はリミットでストップ	良い 但し古い為リミットスイッチ が動作しない又レキ 及びアームは一部破損の ため曲っている。	リミットSW は取替	老朽化

浄水場設備 (TREATMENT) 状況一覧表(3/3)

設備機器	台数	仕様	状況	再生又は取替(案)	その他
薬注 操作盤	1	3φ 3W 400V 50HZ 硫酸ポンプ 0.75kw×2 石灰注入 0.75kw×2 ブロー 2kw×1 ライプ 0.75kw×1 攪拌機 1.5kw×2 屋内壁掛型	電磁接触器等各種の 接点が古くなって いる。	取 替	老朽化
硫酸ポンプ	2	3φ 3W 440V 0.75kw	老朽化	取 替	
石灰注入ポンプ	4	3φ 3W 440V 0.75kw	老朽化	取 替	
ブロー	1	3φ 3W 400V 2kw	老朽化	取 替	
攪 機	2	3φ 3W 400V 1.5kw 手元スイッチ ON OFF	老朽化	取 替	
直送系送水 ポンプ操作盤	1	3φ 3W 400V 50HZ ポンプ 15kw…2台 コンプレッサ 1.5kw…1台	木板に開閉器、接触 器が取付けて有る	取 替	
送水ポンプ(直送系)	2	3φ 3W 400V 15kw	老朽化	取 替	
コンプレッサ	1	3φ 3W 400V 1.5kw	良好	再使用	取替済
電灯コンセント	1式	1φ 2W 230V 50HZ 蛍光灯…30 水銀灯…6 外灯 …8 コンセント…10 スイッチ…25	破損してそのままの 所有り又、球切れで そのままの所が多く、 使用されているものは 50%	取 替	
電線	1式	ケーブル	電線にきずが有ったり 老朽化の為絶線が悪く なっている。 絶線抵抗測定は別紙 による	取 替	劣化
非常用発電機	1基	現在なし	長時間の停電により 断水になる為に、 非常用発電機を必要 とする。	新 設	
水質検査器具	1式	デジタル型温度計 ダイヤル式、PH、 残塩計	左記3項目については 検査可能となっている	一部追加	物理及び基礎的 化学検査が可能な ものとする。

絶縁抵抗測定結果

取水場 (INTAKE)

機器名称	R-E	S-E	T-E	結果	その他
変圧器2次例留以降ケル 及ポンプ操作盤 NO 1	0.1	0.1	0.1	不良	盤内の絶縁が悪いと 思われる
同上 NO 2	0.1	0.1	0.1	不良	壁内の絶縁が悪いと 思われる
送水ポンプ NO 1	100	100	100	良	
同上 NO 2	4	4	4	良	
同上 NO 3	100	100	100	良	
スラッジポンプ NO 1	0.1	0.1	0.1	不良	
同上 NO 2	0.1	0.1	0.1	不良	
真空ポンプ NO 1	100	100	100	良	
同上 NO 2	100	100	100	良	
電灯回路 一括	0.1			不良	

浄水場 (TREATMENT)

機器名称	R-E	S-E	T-E	結果	その他
変圧器2次側盤以降ケル及 ポンプ主幹盤	0.1	0.1	0.1	不良	盤内の絶縁が悪いと 思われる。
送水ポンプ NO 1 Y	100	100	100	良	
Δ	100	100	100		
送水ポンプ NO 2 Y	100	100	100	良	
Δ	2	2	2		
送水ポンプ NO 3 Y	100	100	100	良	
Δ	12	12	12		
浄水場監視操作盤	0.1	0.1	0.1	不良	盤内の絶縁が悪いと 思われる。
送水ポンプ(直送系) NO 1	100	100	100	良	
送水ポンプ(直送系) NO 2	100	100	100	良	
エアレーションポンプ NO 1	100	100	100	良	
エアレーションポンプ NO 2	100	100	100	良	
ハセター用真空ポンプ NO 1	0.1	0.1	0.1	不良	
ハセター用真空ポンプ NO 2	0.1	0.1	0.1	不良	
ハセター用真空ポンプ NO 3	1	1	1	不良	ポンプ修理中の為 電線のみ
ハセター用真空ポンプ NO 4	0.1	0.1	0.1	不良	
ハセター用真空ポンプ NO 5	0.1	0.1	0.1	不良	
ハセター用真空ポンプ NO 6	1	1	1	不良	ポンプ修理中の為 電線のみ
硫酸バンド 注入用 NO 1	100	100	100	良	
硫酸バンド 注入用 NO 2	100	100	100	良	
エアブロー	5	5	5	良	
石灰注入用攪拌ポンプ	0.4	0.4	0.4	不良	
石灰注入ポンプ NO 1	0.5	0.5	0.5	不良	モーター修理中
石灰注入ポンプ NO 2	0.3	0.3	0.3	不良	
石灰注入ポンプ NO 3	0.4	0.4	0.4	不良	
石灰注入ポンプ NO 4	0.5	0.5	0.5	不良	モーター修理中
石灰用攪拌機 NO 1	0.1	0.1	0.1	不良	
石灰用攪拌機 NO 2	0.1	0.1	0.1	不良	
電灯コンセント	0.1	0.1	0.1	不良	

2.2 水復元調査

Water Analysis

Date	17 Oct 1988					18 Oct 1988					
	Pre- aeraton	Post- aeration	Pre- Pulsator	Post- Pulsator	Post- filter	Final tank	Post- aeration	Pre- Pulsator	Post- Pulsator	Post- filter	Final tank
Atom Temp °C	31	31	31	31	31	31	20	20	20	20	20
Water Temp °C	19	19	19	19	19	18	18	18	18	18	18
PH	7.1	6.8	7.0	6.8	7.0	-	7.9	7.7	7.7	7.5	-
Turbidity Ntu	15	17	7.3	14	1.2	1.2	12	10	9	1.4	1.4
Colour	2~5	2~5	<2	<2	<2	<2	10	10	7	<2	<2
Residual cl mg/l	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	2	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	1.5
Total Fe	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2

- 1) 塩素注入点はFinal Tankへ流入する点である。
- 2) 負荷としてはFilterに過負荷となっている状態である。
- 3) Pulsatorはその機能を充分発揮しているとはいえない。

Back washing test of Sand filter

17. Oct 1988

Test1: Back wash by existing method		Test2: Back wash by trial method	
Process & Time	Turbidity of back washing waste water	Process & Time	Turbidity of back washing waste water
Declogging ↓ 1 min	-	Declogging ↓ 1min	-
Back wash by air 1 min	576 NTU	Back wash by air & water 1min	168 NTU
Back wash by air 2 min	830	Back wash by air & water 2min	204
Back wash by air 3 min	980	Back wash by air & water 3min	
Back wash by air 5 min	980	Back wash by air & water 5min	
↓ Back wash by water 1 min	980	↓ Back wash by air & water 10min	
Back wash by water 2 min	910	Back wash by water 1 min	89
Back wash by water 5 min	330	Back wash by water 2 min	46
Back wash by water 8 min	35	Back wash by water 5 min	15
Back wash by water 12 min	20		
Back wash by water 15 min	7		

Note: Test2 was carried out just after Test1 using the same filter.

1. Existing methodでは砂層内の汚濁物質充分洗浄出来ていない。

Coagulation Test

18. Oct 1988

1. Method

Water sample (1 lit.) → 1% Alum dosing → Neutralization (PH=7) by 5% Ca(OH)₂
 → Rapid Mixing (3min) → Flocculation (10min) → Settling

2. Water sample

1) Sampling point: Post-aeration 2) Quality: PH 7.7, Turbidity 19 NTU

3. Test Result

Test NO	①	②	③	④	*1⑤
Qty of Alum to be dosed (ml)	2	3	5	7	5
PH after Alum dosing	7.4	5.8	5.5	5.0	4.7
Qty of Ca(OH) ₂ for neutralization (ml)	0	0.5	0.55	0.8	2.8
Appearance of flocc	x	⊙	○	○	△
Settling speed of flocc (cm/min)	-	10	5	3	5
Turbidity of clarified water (NTU)	13	0.5	0.9	1.0	0.3

* 1 : Note

Test NO⑤ was carried out by dosing 10% PAC instead of Alum

4. Conclusion

- 1) Good flocc can be obtained when dosing is suitable.
- 2) Recommendable dosing rate of 1% Alum is 10 ppm.
- 3) Neutralization Process is inevitable after Alum dosing
 (No flocc was found without Neutralization)