(3) 浄水施設の現況

公称施設能力は42万t/日(表流水30万t/日＋地下水12万t/日)であるが、地下水の水質の悪化から漸次地下水の取水を中止しており、現在の施設能力は33万t/日(表流水30万t/日＋地下水3万t/日)に低下している。

1) 表流水浄化施設の現況

ア. 原水除塵機設備

老朽化により除塵機カバーの部分的腐食、ローラーチェーンの磨耗、スクリーン板連絡ゴムの一部破損等が見られる。

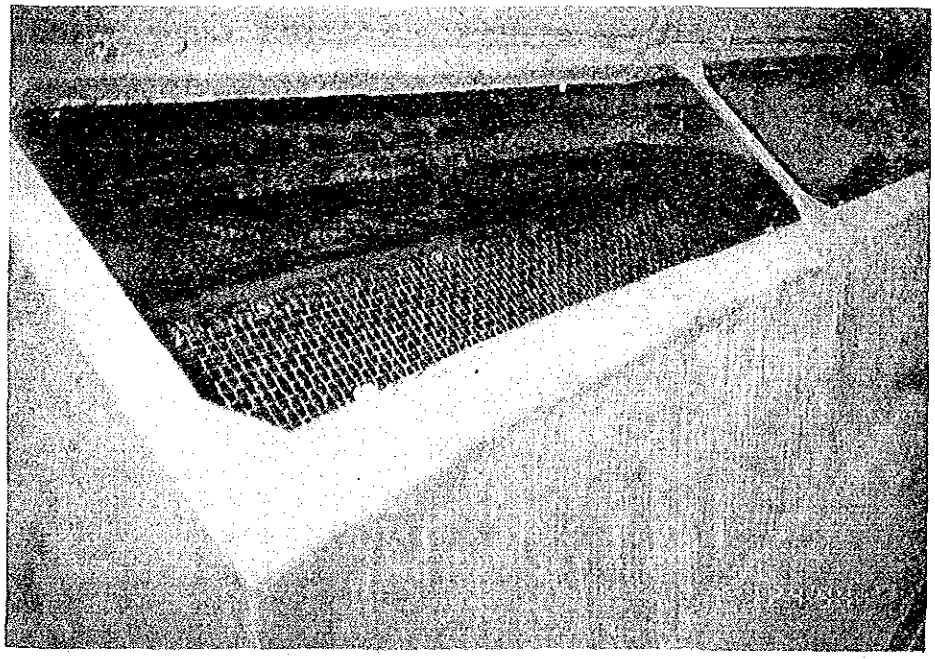


写真.4-1 原水除塵機

イ．原水ポンプ施設

原水ポンプは、大容量4台、小容量4台のポンプより構成され、それぞれ1959年の設置されてから既に35年が経過している。音、振動等の問題は見られるが、適切な維持管理が行えば、十分使用に耐える程度である。「エ」国側にて過去5回のインペラー交換を行っている。維持管理体制が整っておりモーターの巻線の巻き直し等も行える技術を持っている。尚、吐出電動弁の駆動部は故障しており、手動にて開閉操作を行っている。

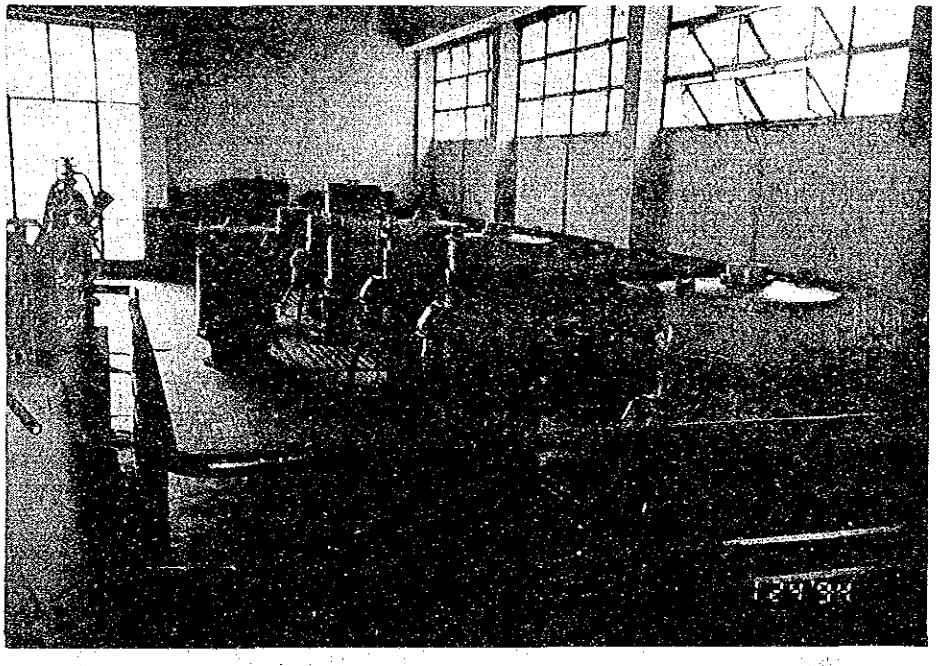


写真.4-2　原水ポンプ

ウ．分配槽及び凝集沈澱施設

分配槽には分配可動堰が設置されているが、30万t/日を超える水量で使用されているため、分配槽自体の水位が高くなり沈澱池からの分配可動堰がもぐり堰状況となっており、各沈澱池に流入する水量を均等に配分することが出来ない状態である。

沈澱池に設置されているフラッシュミキサーは、構造上作動しなくても、十分撹拌することが出来るので動かされていない。現地調査において浄水処理にフラッシュミキサーは必要ないと判断された。フロッキュレーターは、一部減速機等にオイル漏れが見られ、汚泥掻寄機については、原水濁度が少ないことより1日に1~2時間程度しか稼働しない。沈澱池の越流堰は、腐食劣化している。

沈澱池とろ過池の連絡配管は口径が小さいため、沈澱池からのオーバーフローが起きている。床排水ポンプは撤去されている。沈澱池排水ポンプ盤は、腐食し機能停止している。

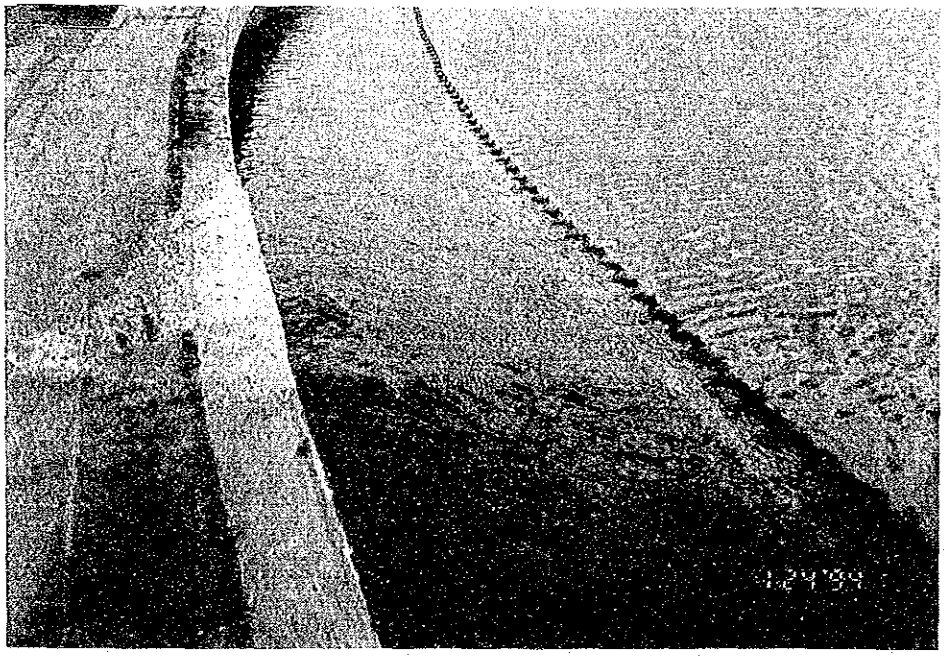


写真.4-3　沈澱池周辺越流堰オーバーフロー

エ．ろ過池施設

ろ過池は1池につき2床構成となっている。ろ材構成は砂だけの単層構成で砂の下に集水ストレーナーが直に接しているため、集水ストレーナーの目詰まりが起きている。

集水ストレーナーは成型が不良であり、据付も悪い。また、破損しているものも散見された。集水板は老朽化しており、板相互の目地が切れていることや板の破損のため、ろ過砂が集水室に落下して堆積している。また、ろ過池周壁がカスムのため汚れている。

砂の逆洗時の一工程である、空気＋水の同時洗浄時には、排水トラフに砂の流出があるため、通常この工程を4分間行うものを2分間に短縮している。逆洗排水トラフは、池の両側に2水路ついているが、一方の呑み込みが十分でなく、トラフ間隔が5mと長いため十分な逆洗水の排水が出来ない。

逆洗ポンプは3台中2台が交換されているが、残りの1台は交換せずに老朽化したままである。空気洗浄ブロワーは仕様が3種類と異なっているが、容量の大きいものについてはバイパス放風する等の処置をしている。

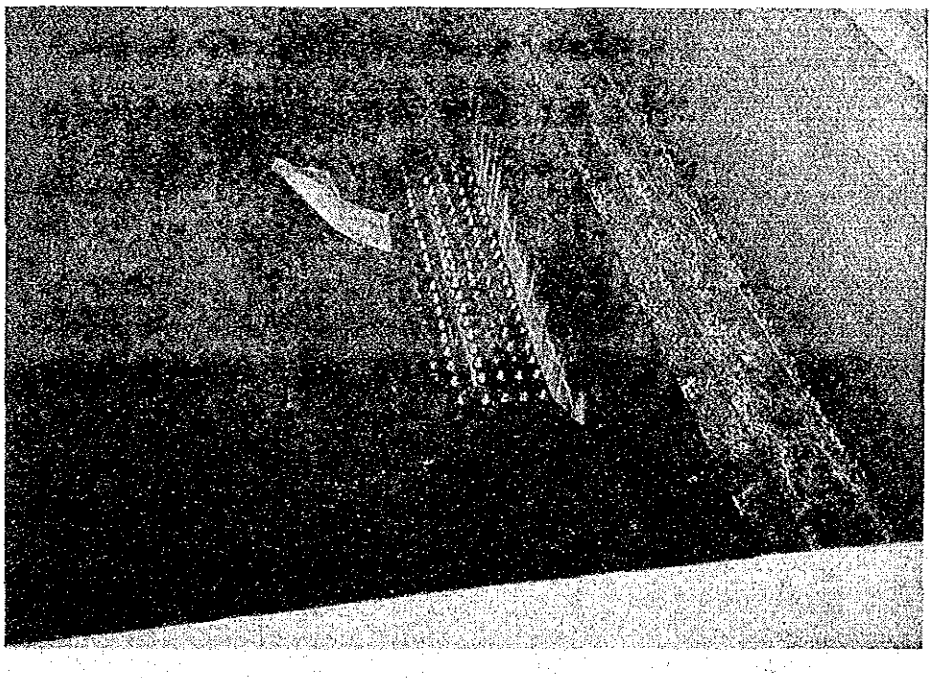


写真.4-4　ろ過池集水装置

ろ過池高圧盤は、周囲環境が高湿度のため、箱体、内蔵機器とも腐食している。

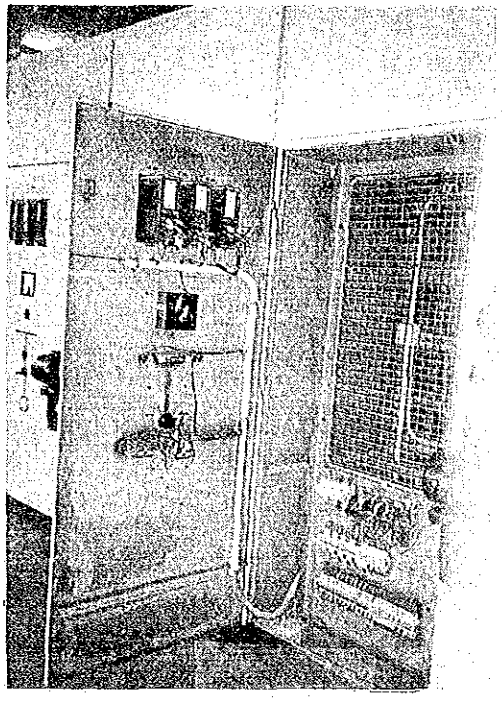


写真.4-5　ろ過池高圧盤(前面扉・内部)

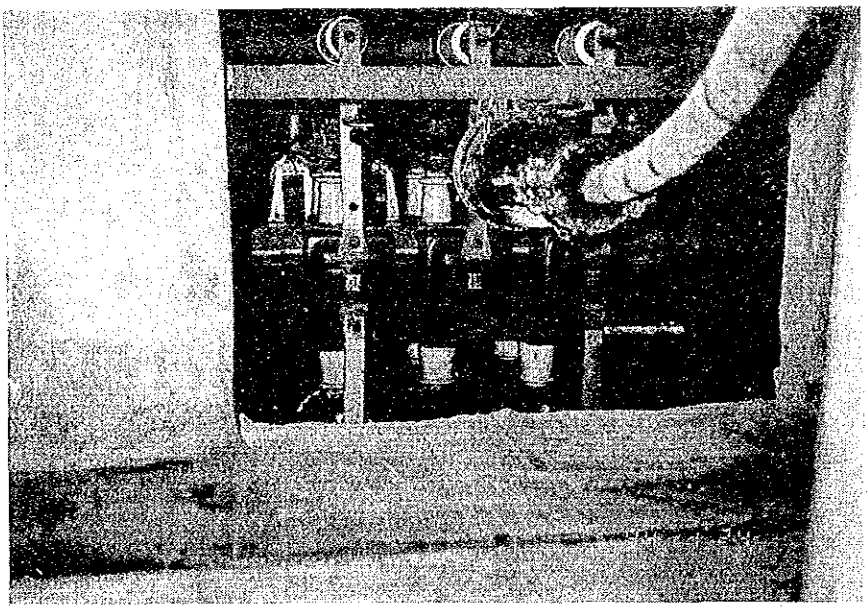


写真.4-6　ろ過池高圧盤(盤下部・引込ケーブル)

オ．送水ポンプ施設

送水ポンプによる送水先は大きく2系統に分けられる。その内の低圧地区に送水するポンプ6台分は1987年と比較的新しく設置されたものであり、順調に運転されている。

高圧地区送水用のブースターポンプ4台は,1958年製造となっており、製造後36年が経過している。その間、原水ポンプ同様インペラーは5回交換されている。

写真.4-7　高圧地区用ブースターポンプ

カ．ろ過池逆洗水及び沈澱汚泥排水放流設備

排水ポンプは3台設置されていて、いずれも異常は認められなかった。

キ. 硫酸バンド注入施設

東側、西側とも注入ポンプの予備機は3~4台あり、それぞれ稼動が可能である。固形バンド設備は、硫酸バンドの製造会社が工場メンテナンスの関係で供給できない期間(年間3週間程度)のみの使用となっていた。

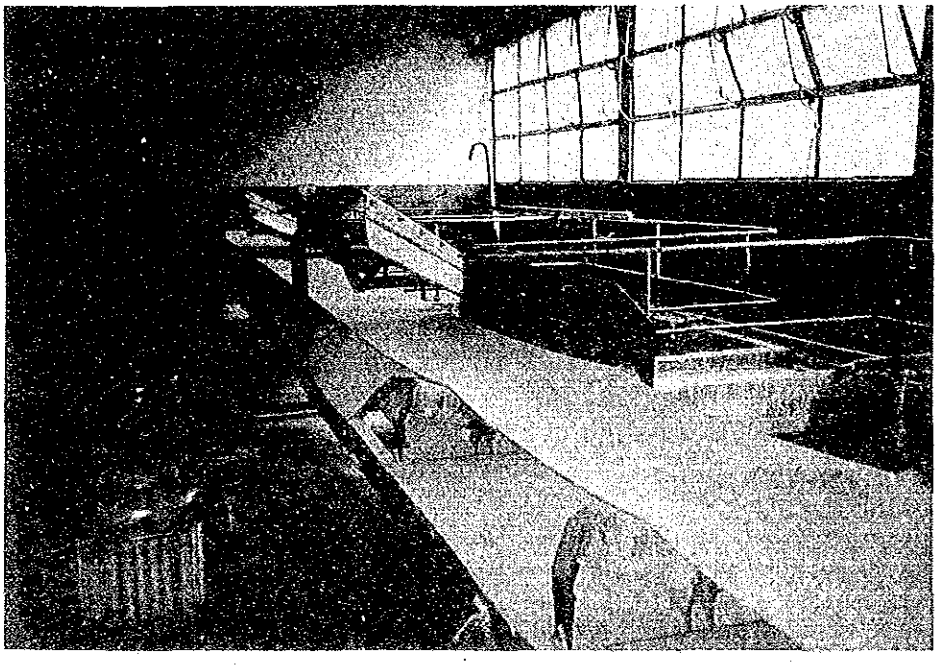


写真.4-8　固形バンド溶解槽

ク、 塩素注入施設

塩素注入機は老朽化しており、指示目盛りの表示が確認しにくい状況である。気化器は前塩素注入設備にのみ設置されているが老朽化している。ボンベ計量器は撤去され、撤去部にコンクリートが打たれていた。

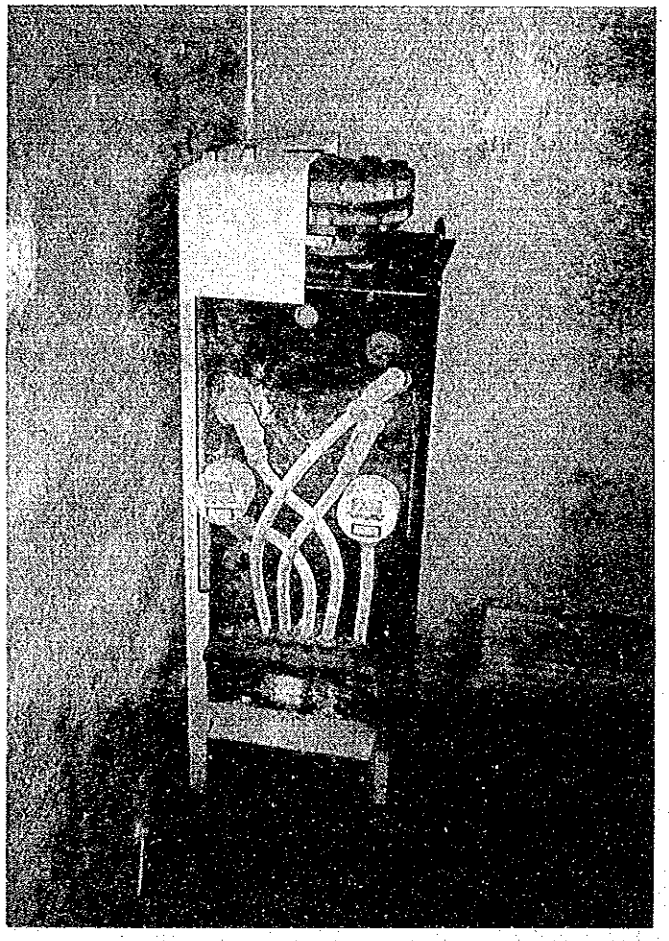


写真.4-9 前塩素注入設備

ケ、 共通電気施設

浄水場中央監視盤は、制御機器、計測表示機器、内部配線とも老朽化し、現在は、機能停止している。

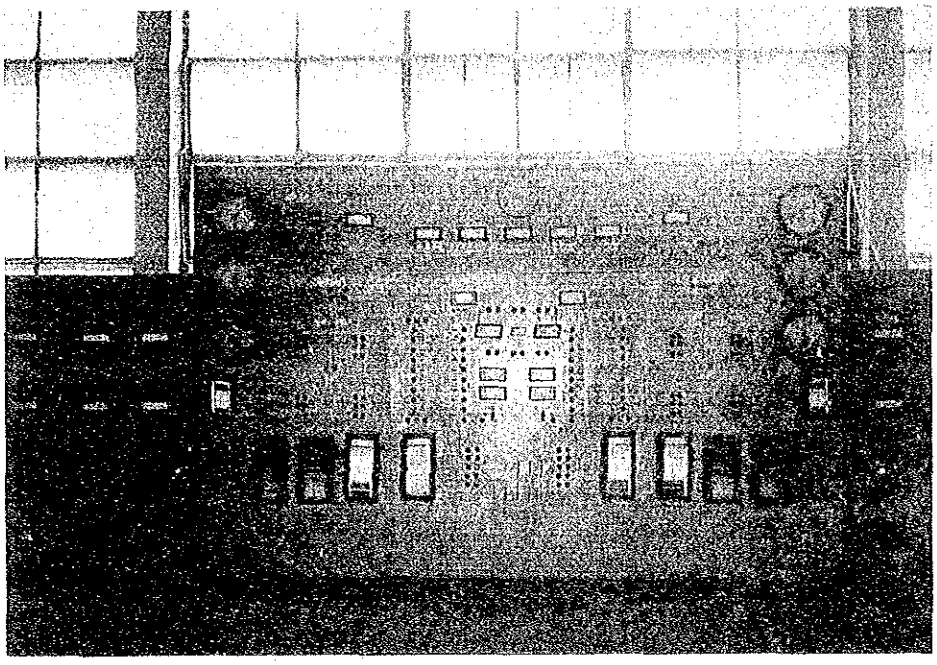


写真.4-10 浄水場中央監視盤

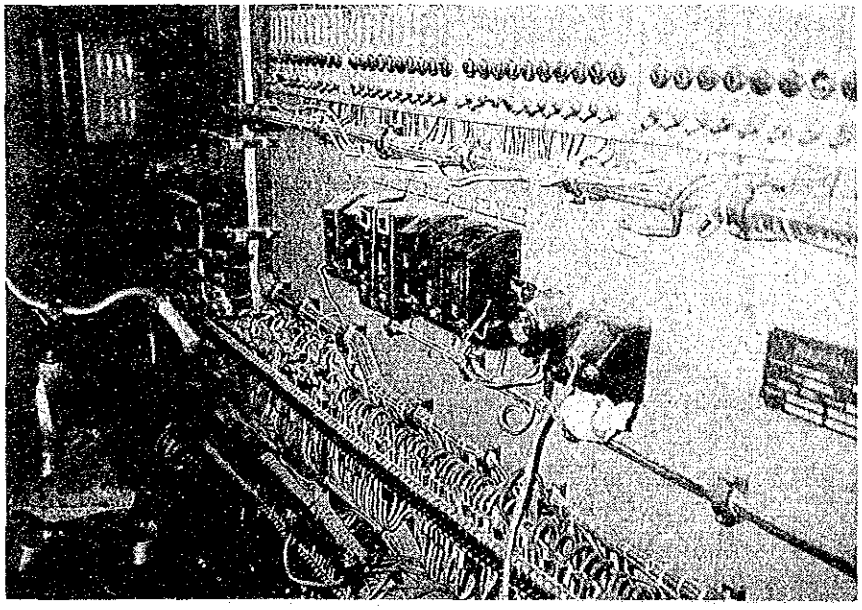


写真.4-11 浄水場中央監視盤(内部)

コ．共通計装施設

下記計器は老朽化により、機能停止している。

除塵機損失水頭計　沈澱池排水ピットレベルスイッチ　沈澱池分配槽水位計

送水流量計(高･低圧地区主管用)

浄水池水位計の発信器本体は腐食進行している。

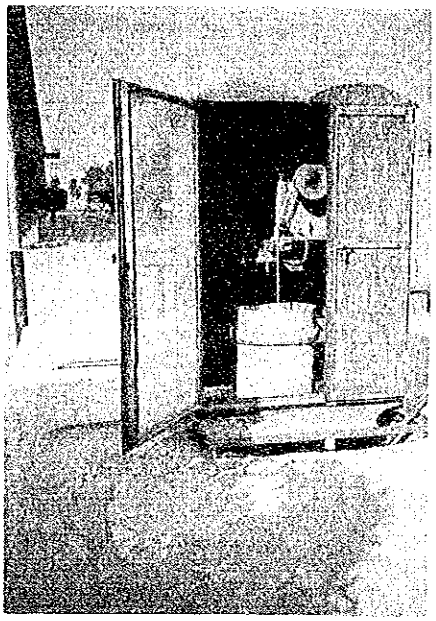


写真.4-12　浄水場水位計発信機

写真.4-13　送水流量計(主管用)検出部

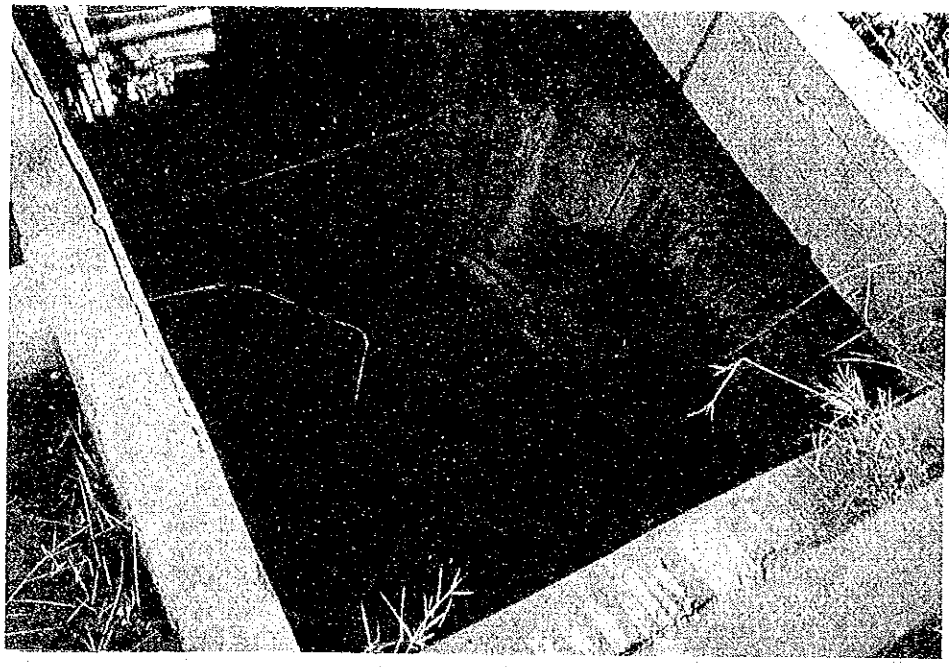


写真.4-14　原水流量計検出部

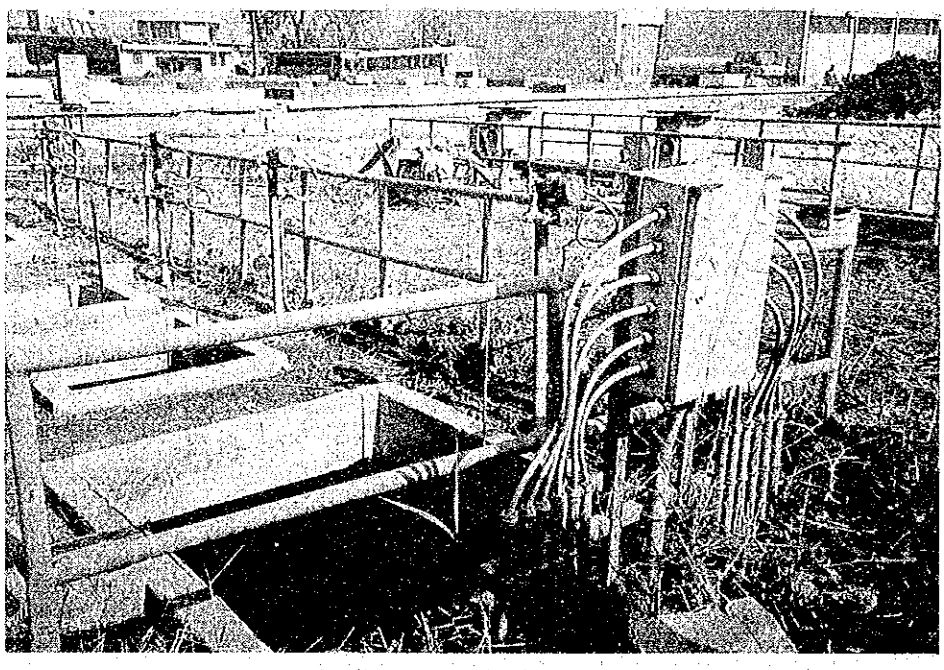


写真.4-15　送水流量計(枝管用)検出部ピット･発信機

サ．水質試験室

水質試験室は狭く、分析機材も十分でない。

シ．既存土木構造物

既存土木構造物の構内状況については、目視調査によると構造上の異常は認められなかった。

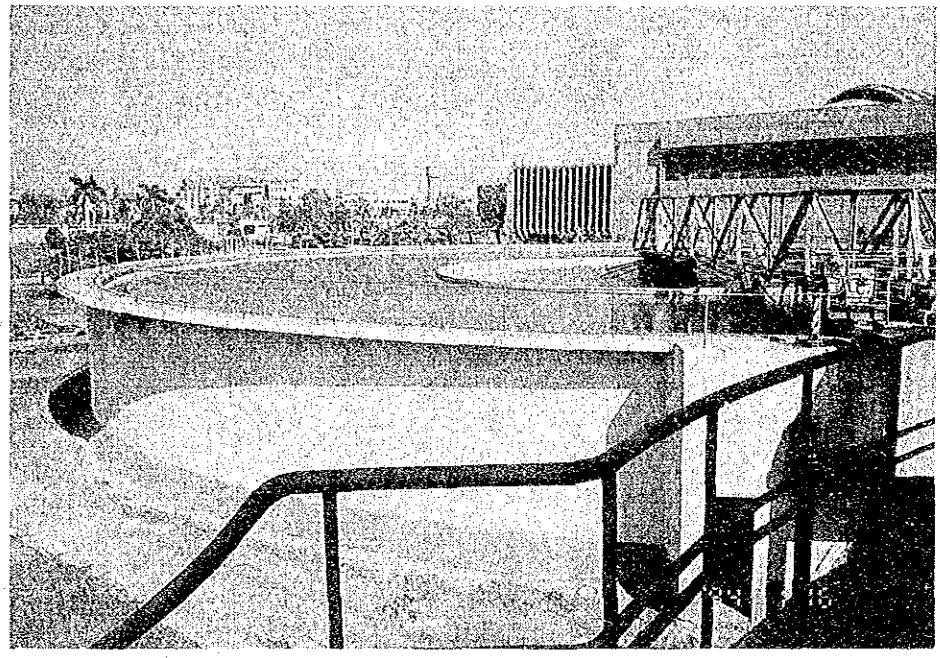


写真.4-16　沈澱池(構造的異常はなし)

ス．場内整備

浄水場は衛生的で安全な水を受益者に供給するために厳格な水質管理のもとに運用されている。当該アミリア浄水場もこれらの運用基準に基ずいて管理されているが、場内の整備は十分と云えず特に補修用資機材･ワークショップ等極めて非衛生的な状況で放置されている。特に通用門として利用している裏門付近の状況が劣悪で、浄水場全体としての整備が必要である。

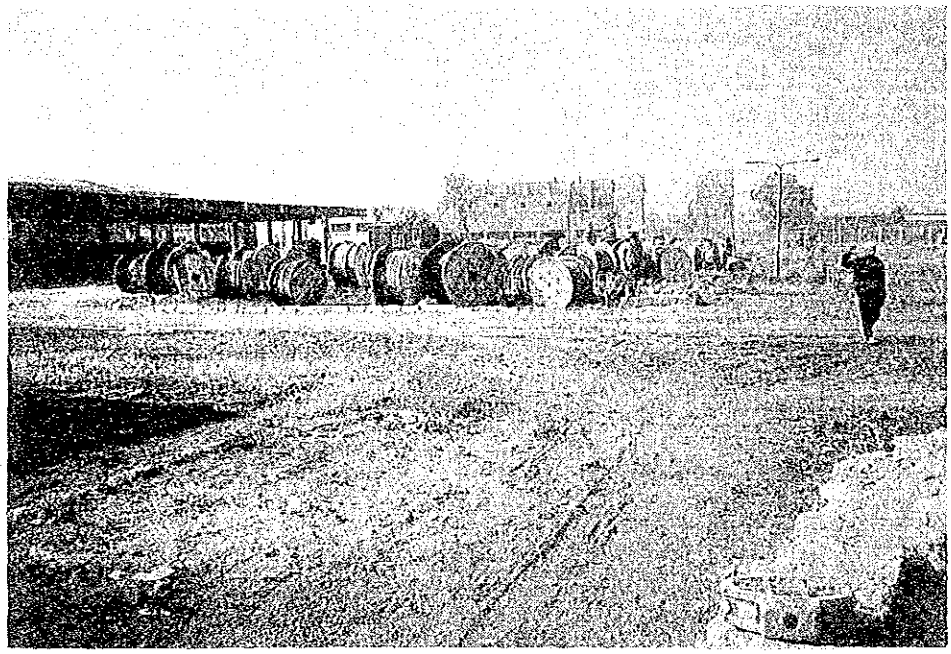


写真.4-17　裏門付近

2) 地下水供給施設の現況

地下水の公称施設能力は12万t/日(浄水場構内井戸41ヶ所)であるが、地下水質の悪化により漸次取水を停止しており、使用井戸は1991年27ヶ所、1992年24ヶ所、1993年18ヶ所となっており、現在の地下水の施設能力は3万t/日に低下している。

ア. 井戸施設

井戸本数	41本
口径	20cm
井戸深さ	67.5m (平均)
揚水量	200t/hr (平均)
静水位	6~8m
揚水ポンプ	200t/hr×100m
稼働可能井戸	18本

イ. 揚水可能水量

30万m^2の敷地内に、表流水30万t/日の浄水施設の他に41本の井戸があり、最小井戸間隔は10m、最大でも100mである。1本当り200t/hr程度の揚水のためには通常300m程度の井戸間隔が必要であり、揚水可能水量は大きな制約を受ける。実際、使用井戸は、1991年27ケ所、1992年24ケ所、1993年18ケ所と漸減している。解析の結果、安定取水は3万t/日が限界であると考えられる。

ウ. 地下水の水質

1991年~1993年の公式データーによると全ての井戸が何らかの項目、それも複数の項目で水質基準をこえている。Fe、Mnは、全ての井戸で水質基準をこえている。特にアンモニア性窒素が含有されていること、また、濁度が暫時悪化の傾向にあることを考えれば、漸次使用を停止している「エ」国の判断は妥当である。

表.4-5　アミリア浄水場構内井戸水質総括

項目	水質基準値	基準値をこえて不合格となった井戸数の%		
		1991年	1992年	1993年
NH4-N	-(0.5mg/l)	(25.9)%	(16.7)%	(11.1)%
濁度	5°(5°)	33.3 (33.3)	50.0 (50.0)	72.2 (72.2)
溶解性物質	1,500mg/l	26.9	20.8	27.8
総硬度	500mg/l	48.1	50.0	44.4
Caイオン	200mg/l (75mg/l)	29.6 (55.6)	8.3 (66.7)	33.3 (77.8)
塩素イオン	600mg/l (250mg/l)	(44.4)	(41.7)	(44.4)
硫酸イオン	400mg/l (400mg/l)	40.7 (40.7)	41.7 (41.7)	33.3 (33.3)
鉄	1mg/l (0.3mg/l)	33.3 (66.7)	37.5 (66.7)	44.4 (44.4)
マンガン	0.5mg/l (0.1mg/l)	100.0 (100.0)	62.5 (100.0)	94.4 (100.0)

(注) -1.　水質基準値は「エ」国の基準値であり、(　)内数値はWHO指針値である。

-2.　基準値をこえて不合格となった井戸の%は下式によった。

$$\frac{\text{当該年の基準値をこえて不合格となった井戸数}}{\text{当該年に使用した井戸数}} \times 100$$

また、(　)数字は基準値をWHO指針値としたものである。

-3.　水質試験の数値は大カイロ圏上水道庁の測定によるものを使用した。

-4.　水質が悪化した井戸の取水を停止しており、91年27ケ所、92年24ケ所、93年18ケ所の井戸を使用しているが、水質悪化の傾向は続いている。

(4) 要請施設の検討

1) 取水・導水施設

イスマイリア運河から自然流下で取水しており、取水口が運河に接して設けられているが、運河を流れている浮遊物質が容易に取水口から流入している。また、原水除塵機設備が老朽化している。この対策として、取水口にスクリーンフェンスを設置して粗大浮遊物の流入を防ぎ、除塵機を取替え、また今後除塵機の修理時に流量確保のため導水路に連通ゲート及び角落しを設置する。

2) 原水ポンプ施設

原水ポンプは1959年に設置されたもので、既に35年を経過しているが維持管理及び修理が十分行われており、今後相当期間円滑な運転が可能である。原水ポンプの容量が不足するため2台の増設を行い、既設備はそのまま使用する。

3) 分配槽凝集沈澱施設

ア. 分配槽から沈澱池間の連絡管容量不足のため、分配槽での流量均等配分ができず、沈澱処理に悪い影響を与えているので改修が必要である。

イ. 原水の濁度が上昇した場合に備えて、現在の凝集沈澱池は現状のまま使用する。設置されているフロキュレーター、汚泥掻寄機は、「エ」国側の維持管理により今後相当期間円滑な運転が可能である。

ウ. 沈澱池からろ過池間の連絡管容量不足のため、沈澱池越流堰のオーバフローが起きて、沈澱処理に悪い影響を与えている。また越流堰が老朽化している。沈澱池からろ過池間の連絡管の改修が必要である。

4) ろ過池施設

ア. 下部集水板が老朽化して破損したり、集水板の接続部の目地の欠落によりろ過砂がろ過水集水室に落下堆積している。又、ストレーナーの成型及び据付が悪く、ろ過機能が良好でないため上記の補修と合わせ改良が必要である。

イ. ストレーナー及び洗浄機能が不完全であるため砂層表面に不陸ができ、規定の砂層厚さが確保できず良好なろ過が行える状態にないろ過池がある。

ウ. 空気･水併用洗浄時にろ過砂が排水トラフに流出することを防ぐ対策が必要である。

エ. 洗浄時に排出される汚水を排除する排水トラフの能力が小さいために洗浄終了時でも一部の汚水がろ過砂上面に滞留する。空気･水併用洗浄装置の改良が必要である。

オ. ろ過池と浄水池を結ぶ連絡管は日当たり浄水量の増加により増経する必要がる。

5) 送水ポンプ施設

低圧地区用送水ポンプは1987年に設置されたものであり、今後長期間の運転が可能である。高圧地区用送水ポンプは。1958年製であるが維持管理及び修理が十分行われている。

6) 硫酸バンド注入施設

硫酸バンド注入設備は東西各1系統づつ独立してあり維持管理及び修理が十分行われており、また、注入容量的にも計画水量に十分対応できる能力を有している。

7) 塩素注入施設

塩素注入設備は、前塩素注入設備と後塩素注入設備から成っているが、いずれも設備が老朽化しており、また、計画水量に対し注入容量的に不足している。塩素注入設備は取り替えて整備する必要がある。

8) 発電施設

製造年月は非常に古いが、維持管理及び修理が十分行われており、今後相当期間円滑な運転が可能であるので既存施設を使用する。

(5) プロジェクトの基本構想

1) 地下水について

地下水を水源としている井戸水の1991年～1993年の水質を、近い将来の「エ」国の水質基準改定の基準となるWHOの基準値と比較すると、鉄、マンガンは殆どの井戸で基準値をこえており、硫酸イオン、塩素イオン等も40%～80%の範囲で基準値をこえており、濁度も1993年には、70%の井戸で基準値をこえている。これらを総合的に判断すると、井戸は汚染が進行していることから、井戸の使用を本計画では考えない。

2) アミリア浄水場施設の水理的検討

既設施設の水量的能力を現地調査及び水理計算により検討する。

ア. 施設の損失水頭等計算に用いる水量

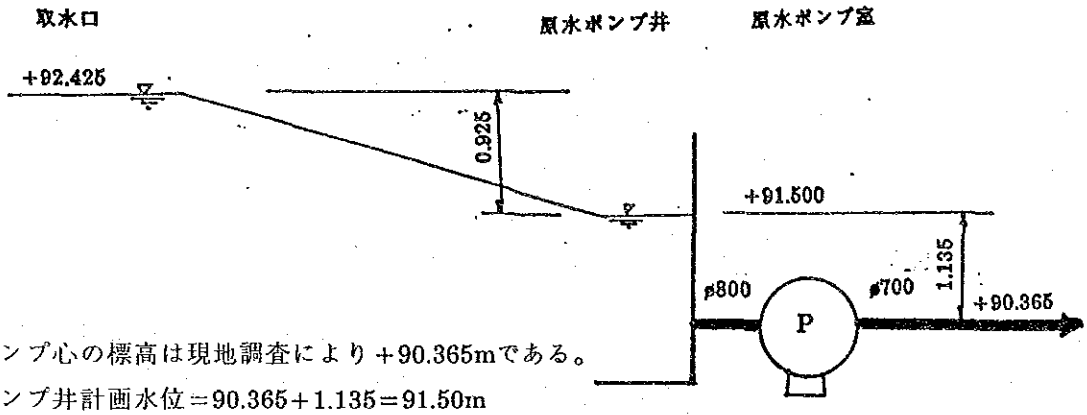
施設の損失水頭等の計算に用いる水量は、浄水作業用水(ろ過池洗浄用水、場内使用水等)を5%見込んだ水量とする。

施設能力水量×1.05＝施設の損失水頭等計算に用いる水量

イ．取水口～原水ポンプ井間(取水口～導水管ø1,100系～除塵機～原水ポンプ井)

取水口の計画水位は、現地調査により＋92.425mとする。原水ポンプ(大)の揚水管径ø800圧送管径ø700であり押し込み、押し込み型ポンプである。このため、原水ポンプ井の水位は、ポンプ心から1.5Dが必要であるので、現地調査を踏まえて、1,135mmとする。

ø800×1.5＝1,200＞1,135＞ø700×1.5＝1,050



原水ポンプ心の標高は現地調査により＋90.365mである。

原水ポンプ井計画水位＝90.365＋1.135＝91.50m

取水口～原水ポンプ井間で許される損失水頭＝92.425-91.50＝0.925m

水量を仮定して損失水頭を求め、流れる最大水量を試行して決定する。

Q＝451,500t/日と仮定した場合の損失水頭は、次の通りである。

• スクリーンによる損失	0.040m
• 導水渠損失	0.0008m≒0
• 取水ゲートによる損失	0.064m
• 導水管路の損失	0.285m
• 流入ゲートによる損失	0.064m
• 除塵機流入部による損失	0.100m
• 除塵機通過による損失	0.200m(し渣等の目詰まり)
• 除塵機通過後水路断面急縮損失	0.022m
• 流出ゲートによる損失	0.093m
• その他損失	0.057m
計	0.925m (許容損失水頭0.925m OK)

取水口～原水ポンプ井間の流量の最大は451,500t/日である。

451,500t/日÷1.05＝430,000t/日(施設能力水量)

ウ．原水ポンプ

i)　原水ポンプ

小　　1,980t/h×12m×4台(東側2台、西側2台)

大　　3,960t/h×12m×4台(東側2台、西側2台)

大1台小1台予備

(1,980t/h×3＋3,960t/h×3)×24＝427,680t/日

427,680÷1.05＝407,300t/日(施設能力水量)

増設は小ポンプ2台(東･西各1台、1台予備)

(1,980t/h×4＋3,960t/h×3)×24＝475,200t/日

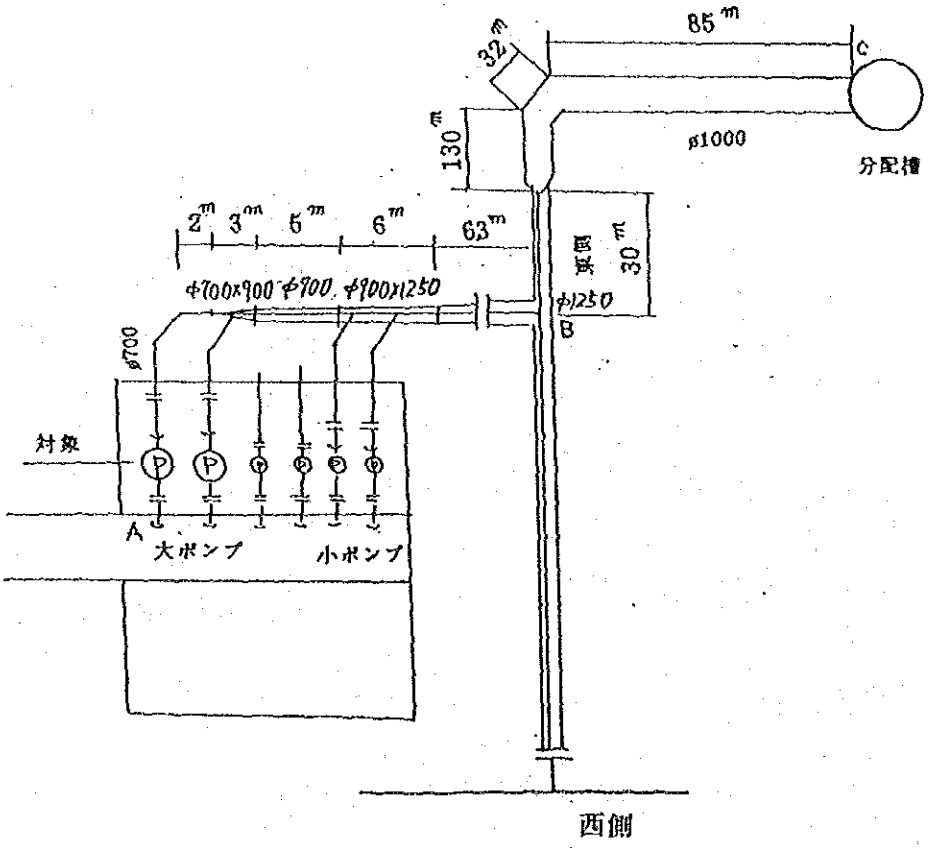
ii)　原水ポンプ～圧送管～分配槽

次の条件で圧送管の施設能力を検討する。

原水ポンプ井計画水位＋91.50m

分配槽計画水位＋100.32m

圧送管の配管は下図の通りとする。



Q = 451,500 t/日として試算する。

原水ポンプは95％の能力で大4台小2台で運転し東西2系統に分配されるとする。

原水ポンプ大4台　3,960 t/h × 0.95 × 4 = 15,050 t/h = 361,200 t/日

原水ポンプ小2台　1,980 t/h × 0.95 × 2 = 3,760 t/h = 90,300 t/日

計　451,500 t/日

配管による損失水頭 (配管図A～B間)

- ポンプ吸込み側損失 (流入; 45° 曲管、直管)　0.175 m
- ポンプ吐出側損失 (90° 曲管、逆止弁、直管、45° 屈折管、合流、直管、漸拡、合流、直管、漸拡、合流、直管、直管 ø1,250、分岐)　2.170 m

配管による損失水頭 (配管図B～C間)

- ポンプ吐出側損失 (直管、分流、直管、45° 曲管、流出)　1.513 m

配管による損失水頭 = 0.175 m + 2.170 m + 1.513 m = 3.858 m

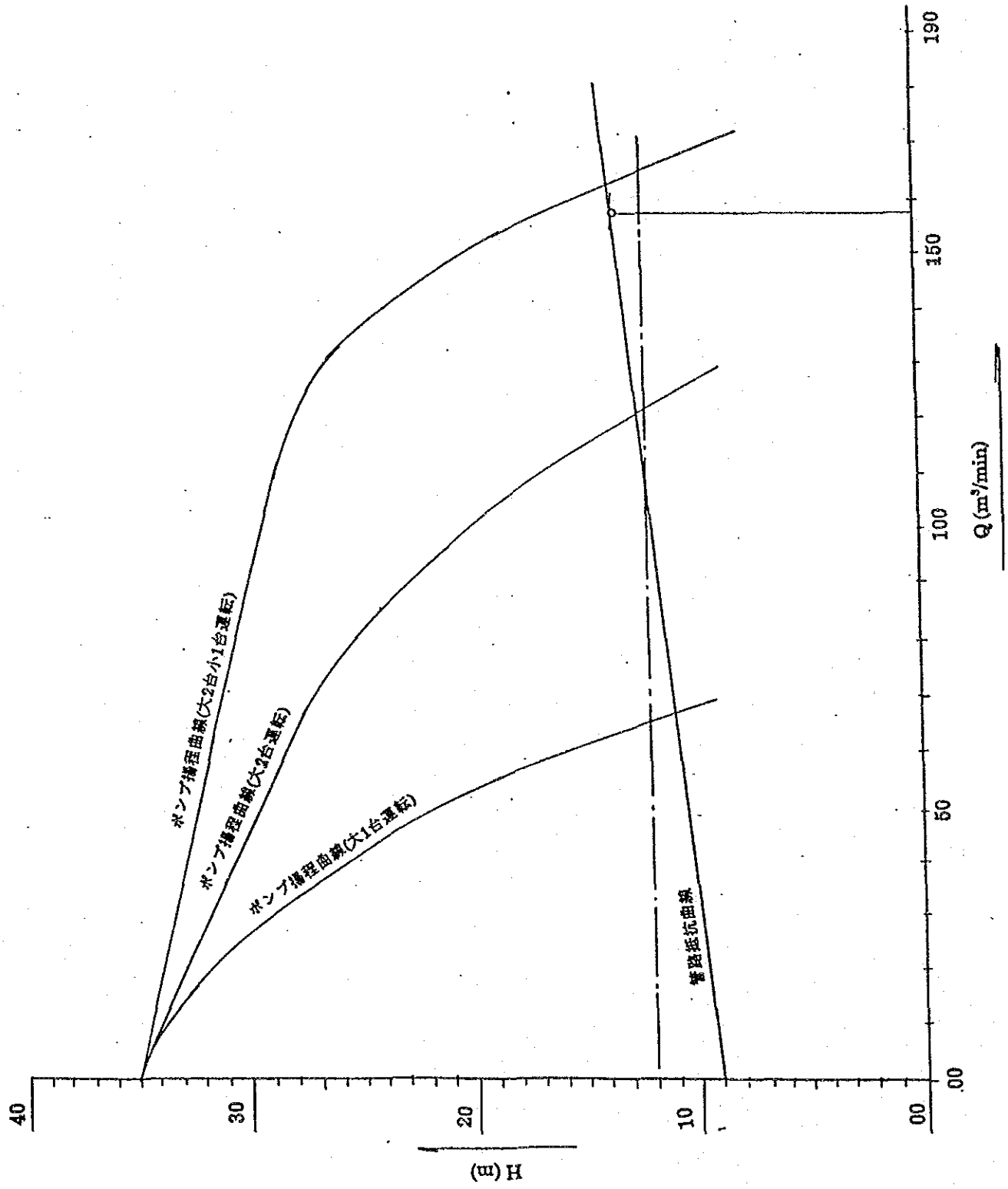
実揚程 = 分配槽計画水位 + 100.32 - 原水ポンプ井計画水位 + 91.50 = 8.82 m

ポンプ全揚程 = 実揚程 8.82 m + 配管損失 3.858 m = 12.678 m ≒ 13 m

原水ポンプの計画揚程が12 mであるので全揚程が不足する。しかし、国内メーカーの同型式のポンプのQ-H曲線を参考にして原水ポンプのQ-H曲線は図.4-2となり揚水が可能である。以上から圧送管の施設能力は次の通りとなる。

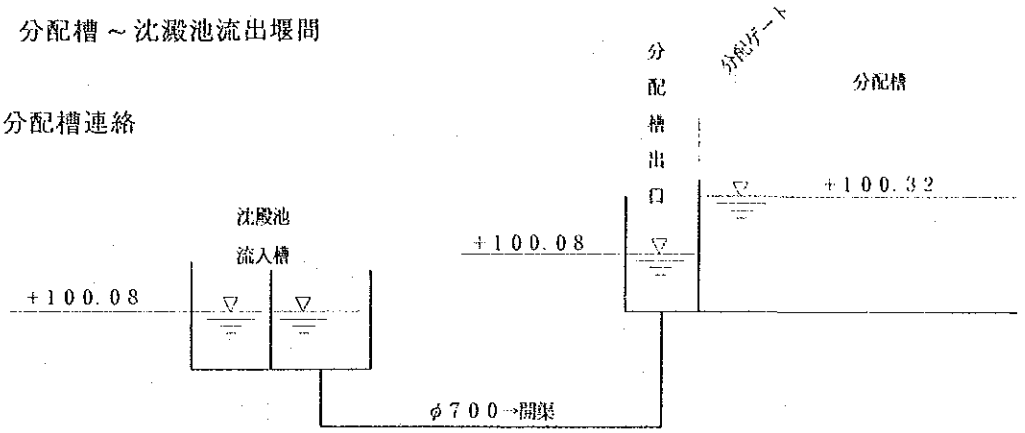
451,500 t/日 ÷ 1.05 = 430,000 t/日

図.4-2　原水ポンプQ-H曲線



エ、 分配槽～沈澱池流出堰間

i) 分配槽連絡



分配槽計画水位＋100.32 m

分配槽出口計画水位＋100.08 m

沈澱池流入槽計画水位＋100.08 m

沈澱池流入槽と分配槽の間のφ700管を撤去して、幅1.7mの開渠とする。

もぐり刃形せきによる越流流量 0.653 t/秒

せきの形状係数(全幅四角せき)n＝1.50

沈澱池流入部水位　＋100.08m

せき下端レベル ＋99.88m

せき下流水深　0.196m

せき上流水深　0.435m

開渠を設けることにより分配槽から計画水量が分配可能となる。

ii) 沈澱池流入槽～沈澱池流出堰間

沈澱池流出堰による水位の上昇を求め沈澱池流入槽水位＋100.08 mとの間の損失水頭から最大流量を逆算して求める。

Q＝505,050 t/日と仮定する。

1池当り流量　505,050 t/日 ÷ 8池 ＝ 63,130 t/日池 ＝ 0.731 t/s

1池当り三角堰総数　1,263ケ

堰1ケ当り流量　0.731 t/s ÷ 1,263 ＝ 5.79×10^{-4} t/s

$$Q = KH^{\frac{5}{2}}$$

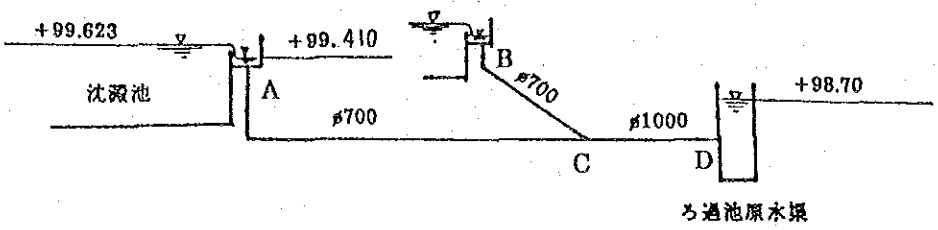
$$H = \left(\frac{Q}{K}\right)^{\frac{2}{5}} = \left(\frac{5.79 \times 10^{-4}}{1.354}\right)^{\frac{2}{5}} = 0.043\text{m}$$

沈澱池流出堰水位 = 99.580 + 0.043 = 99.623 m
許容損失水頭 = 100.08 - 99.623 = 0.457 m

沈澱池センターポスト部損失水頭　0.012 m
沈澱池流入槽～沈澱池センターポスト部損失水頭　0.445 m
計　0.457 m

沈澱池流入槽～フロック形成池～沈澱池～沈澱池流出堰間の施設能力
505,050 t/日 ÷ 1.05 = 481,000 t/日

オ．沈澱池流出堰～ろ過池原水渠間



沈澱池流出堰下の水位及びろ過池原水渠の水位は、既設構造物により固定され、連絡配管に許容される損失水頭は、99.41 m - 98.70 m = 0.71 m である。

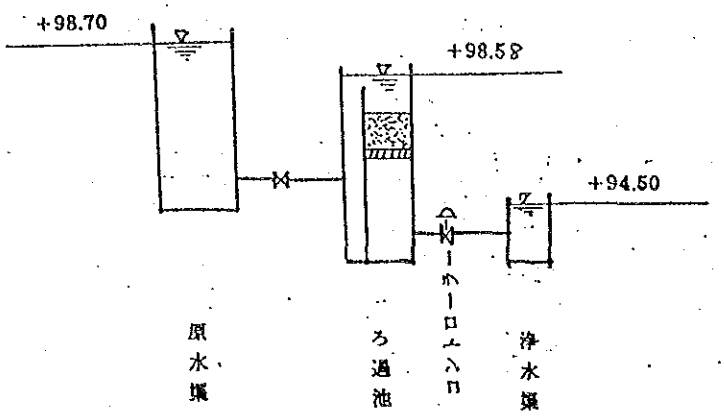
Q = 362,700 t/日 として損失水頭を求める

A～C 間損失 (直管、45° 曲管、流入)　0.398 m
C～D 間損失 (直管、流出、合流、漸拡)　0.292 m
計　0.690 m < 0.71 m

沈澱池流出堰～ろ過池原水渠間施設能力
362,700 t/日 ÷ 1.05 ≒ 345,000 t/日

カ、ろ過池原水渠～ろ過池～浄水渠間

ろ過水頭 98.58 - 94.50＝4.08m



現在の施設能力は300,000t/日である。

300,000t/日×1.05÷32池÷96m²＝102.5m/日

ろ過池の流量はコントローラバルブで調整されており水理的には、下記の容量は十分可能である。

ろ過池の容量計算

96m²/池×36池

ろ過速度	120m/日～150m/日(日本施設基準)
2池予備	2池洗浄中とする。(36池-4池＝32池)

i) 120m/日の場合

96m²/池×120m/日×32池＝368,600t/日

368,600t/日÷1.05＝351,000t/日(施設能力水量)

ii) 150m/日の場合

96m²/池×150m/日×32池＝460,800t/日

460,800t/日÷1.05＝438,900t/日(施設能力水量)

キ．浄水渠～浄水池～送水ポンプ間

i) 送水ポンプ

3,960t/h×60m　　6台

1,440t/h×30m　　4台(増圧用)

増圧用は、3,960t/h×60mのポンプ揚水管から分岐して増圧しているので送水容量の検討は、3,960t/h×60mポンプ6台中1台予備として検討する。

3,960t/h×5台×24h＝475,200t/日

475,200t/日÷1.1＝431,800t/日(浄水施設能力)

増圧ポンプ

1台予備とする。

1,440t/h×3台×24h＝103,700t/日

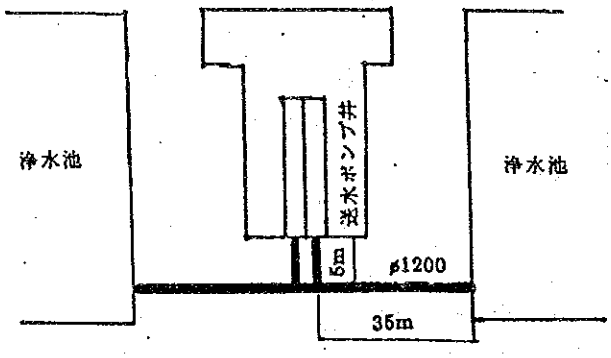
増圧ポンプは需要水量50,000t/日に対応するものであり、直接給水であるので、このポンプの時間変動に対応する能力は次のようである。

(103,700t/日÷24)÷(50,000t/日÷24)＝2.07

給水量50,000t/日の場合の時間変動は1.5程度であり容量的には十分である。

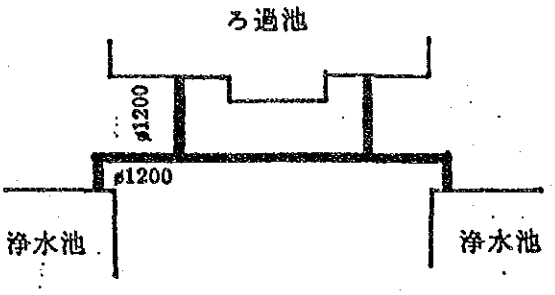
ii) 送水ポンプ井～浄水池間

計画流量は送水ポンプ5台運転時の流量475,200t/日とする。



配　管	lossl. 247m≒1.3m
送水ポンプ	LWL＋90.88m
浄水池LWL	90.88m＋1.3m＝92.18m

iii) ろ過池浄水渠～浄水池間



ろ過池浄水渠低水位　94.50m

浄水池高水位　93.29m

94.50m - 93.29m＝1.21m

この損失水頭に対応する流量は451,500t/日

451,500t/日 ÷ 1.05＝430,000t/日

(施設能力水量)

iv) 浄水池容量

池数　2池

1池当平面積　1,386m^2(29.5m×47m)

浄水池容量　1,386m^2×(93.29m-92.18)×2池＝3,078m^3

浄水池の容量は計画給水量の1時間分とすると

3,078×24＝73,900t/日

給水量73,900t/日に対応する浄水池容量しかない。

浄水渠も浄水池容量とする。

(94.5-92.07)×6.25m×115m×2系列＝3,493m^3

3,078m^3＋3,493m^3＝6,571m^3

6,571×24＝157,700t/日

浄水池新設は建設場所及び工事費の面から今回は考えない。

浄水池容量は、送水ポンプサクション側水位の過度の低下を防止し、送水流量の変動を調整する役割を持っている。ろ過池～浄水池間の連絡配管を改造及び追加することにより浄水池容量を増加して対応するものとする。

ク．硫酸バンド設備

硫酸バンド貯蔵槽　　80 m^3×2槽×2系列

硫酸バンド溶解槽　　45 m^3×3槽×2系列

硫酸バンド注入ポンプ　　14.2ℓ/min×1台×2系列

15.0 ℓ/min × 2台× 2系列

20.0 ℓ/min × 1台× 2系列

硫酸バンド注入設備は東･西各1系列ずつ独立している。

固形バンド注入設備は年間3週間程度しか稼働していないので、ここでは容量の検討は行わない。

i) 注入率･注入量･ポンプ容量

注入率(現地聞き取り調査)　max　35mg/ℓ

　　mean　25mg/ℓ

貯蔵槽硫酸バンド(現地調査)　比重　1.33

$A\ell_2O_3$濃度 9.35 g/100ml

貯蔵槽硫酸バンドを溶解槽に移送し、5倍希釈

$$比重\gamma = \frac{1.33\times1+1.0\times4}{5} = 1.07$$

$$A\ell_2O_3濃度 = \frac{9.35}{100ml\times1.33}\times\frac{1}{5倍希釈} = 7\%\times\frac{1}{5} = 1.4\%$$

注入ポンプは、15.0 ℓ/min 2台、20.0 ℓ/min 2台使用

(14.2 ℓ/min 2台、15.0 ℓ/min 2台予備)

$$(14.2\times2+15.0\times2) \div (35\ mg/m^3\times\frac{1}{1{,}330g/\ell}\times5倍) = 443\ m^3/min$$

$$= 639{,}400t/日$$

639,400t/日 ÷1.05＝609,000t/日(施設能力)

現状の注入ポンプで十分である。

ii) 溶解槽容量の検討

平均注入率で6日分の容量とする。

$$(45m^3\times3ケ\times2系列\div6日) \div (25\ g/m^3\times\frac{1}{1{,}330g/\ell}\times5倍\times10^{-3}) = 447{,}800\ t/日$$

477,800 t/日 ÷ 1.05 = 455,000 t/日 (施設能力)

iii) 硫酸バンド貯蔵槽

平均注入率で30日分の容量とする。

$$(80m^3 \times 2ケ \times 2系列 \div 30日) \div (25g/m^3 \times \frac{1}{1,330g/\ell} \times 10^{-3}) = 567,500t/日$$

567,500t/日 ÷ 1.05 = 540.500t/日(施設能力)

故に硫酸バンド施設は既設で対応できる。

ケ. 塩素注入設備

i) 基本方針

・ 前塩素注入施設及び後塩素注入設備とも老朽化しているので取り替える。

ii) 注入率(現地調査による)

・ 前塩素注入率	max	10 mg/ℓ	・ 後塩素注入率	max	3 mg/ℓ
	max	5 mg/ℓ		max	1 mg/ℓ
	max	3 mg/ℓ		max	1 mg/ℓ

iii) 注入機仕様

・ 前塩素用	注入機仕様	150kg/h
台数	東側	2台(内1台予備)
	西側	2台(内1台予備)

$(150kg/h \times 2) \div (10mg/\ell \times 10^{-3}) = 30,000m^3/h = 720,000t/日$

720,000t/日 ÷ 1.05 = 685,700t/日(施設能力)

気化器は注入機2台に対し1台設置する。

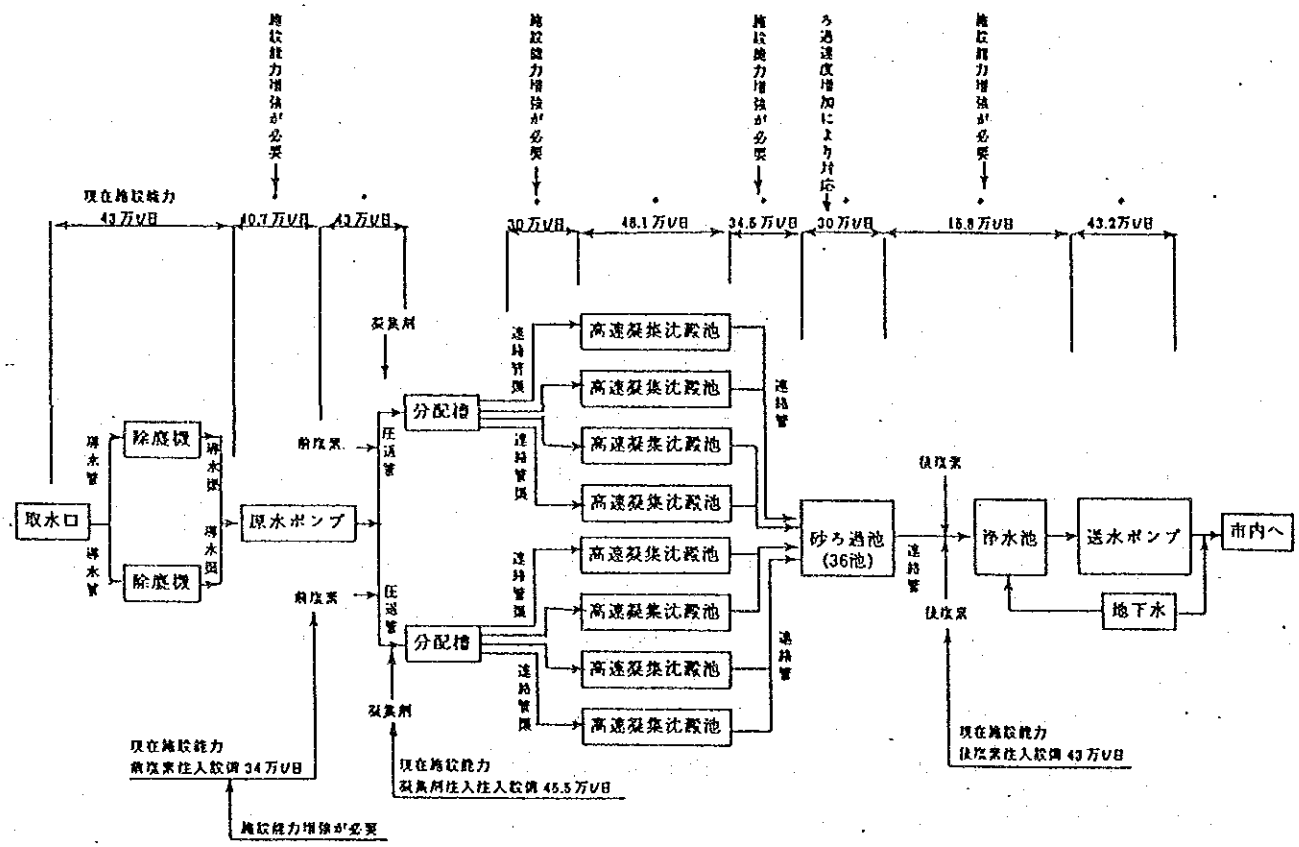
・ 後塩素用	注入機仕様	40kg/h
台数	東側	2台(内1台予備)
	西側	2台(内1台予備)

$(40kg/h \times 2) \div (3mg/\ell \times 10^{-3}) = 26,700m^3/h = 640,800t/日$

640,800t/日 ÷ 1.05 = 610,300t/日(施設能力)

コ．アミリア浄水場施設の水理的検討の総括

既設施設の水量的能力を現地調査及び水理計算により検討した結果を下図に示す。



3) 施設規模設定

ア. 浄水機構から見た施設規模の検討

i) 流入原水の特性

アミリア浄水場は、ナイル川から分岐しているイスマイリア運河から取水している。ナイル川の水質は、アスワンハイダムにより流況が安定し濁度は低いが、藻類が多くなっている。藻類が通常1,000ケ～2,000ケ/mℓを越えると、ろ過障害が発生する。アミリア浄水場の藻類は、1991 年原水3,200～16,000 ケ/mℓ、1992 年 2,400～25,600 ケ/mℓ、1993 年2,000～27,200ケ/mℓであり、藻類殺藻の目的で前塩素(平均注入率5mg/ℓ)処理を行っている。

表.4-6 アミリア浄水場表流水質総括

(単位 ppm)

	1991		1992		1993		WHO ガイドライン (1984)
	ナイル	浄 水	ナイル	浄 水	ナイル	浄 水	
1. アンモニア	absent～0.24	absent～traces	Nil～0.32	Nil～Nil	Trace～0.4	Nil～Nil	
2. 亜硝酸塩	absent～0.01	absent～traces	Nil～0.12	Nil～Nil	Nil～0.1	Nil～Nil	} 10 mg N/ℓ
3. 硝酸塩	Nil	Nil～Nil	Nil～Nil	Nil～Nil	Nil～Nil	Nil～Nil	
4. 濁度NTU	3.8～32	0.5～1.5	3.4～15	03.～2.5	4～14	0.2～3.5	2 NTU以下
5. 温 度	13.5～29.5	14～30	13～29	13.5～29.5	11～29	13.5～29.5	
6. 溶解塩	-	- -	-	-	-	-	
7. 電導度	-	-	-	-	-	-	
8. 石灰バランス			-	Zero～Zero	-	Zero～Zero	
9. pH	8～8.1	7.3～7.3	8.1～8.1	7.3～7.3	7.9～8.4	7.25～7.4	6.5～8.5
10. アルカリ度$CaCO_3$	134～160	116～148	122～152	100～140	120～162	106～140	
11. 炭酸アルカリ$CaCO_3$	6～10	-	6～20	-	6～24	-	
12. 全硬度 $CaCO_3$	110～156	112～156	108～158	108～158	112～160	114～160	500以下
13. 永久硬度 $CaCO_3$	absent	absent～22	Nil～Nil	Nil～Nil	Nil～Nil	Nil～28	
14. 一時硬度 $CaCO_3$	110～166	112～148	108～158	100～140	112～160	105～140	
15. カルシューム硬度 $CaCO_3$	64～94	64～94	54～90	54～90	52～92	66～92	
16. マンガン硬度 $CaCO_3$	40～82	40～82	40～76	40～76	44～70	44～70	
17. Ca	25.6～17.6	25.6～37.6	21.6～36	21.6～36	26.4～38.8	27.2～36.8	75以下
18. Mg	9.6～19.68	9.6～19.68	9.6～18.24	9.6～18.24	10.56～16.8	10.56～16.8	50以下
19. Cl	13～42	18～44	13～40	16～41	13～41	16～45	250以下
20. SO_4	20～46	28～58	15～42	22～55	12～31	18～42	400以下
21. SiO_2	4～12	4～12	3～10	3～10	4～10	4～10	
22. F	0.2～0.45	0.15～0.45	0.2～0.4	0.15～0.4	0.2～0.4	0.15～0.35	1.5以下
23. DO	3～7.7	1.2～3.2	2.8～6.1	1～3	3～6	1.5～3.4	
24. CO_2	-	4～8	-	2～9	-	2～6	
25. Fe	absent～0.4	absent～absent	Trace～0.3	Nil～Nil	Trace～0.6	Nil～0.5	0.3以下
26. Mn	absent	absent	Nil～Nil	Nil～Nil	Nil～Nil	Nil～Nil	0.1以下
27. 藻類 u/ml	3,200～16,000	30～80	2,400～25,600	40～120	2,000～27,200	40～200	
28. 細菌数	600～1,800	absent	600～1,800	Nil～Nil	600～1,800	Nil～Nil	

ii)　浄水機構の検討

原水の濁度(1991年3.8°~32°、1992年3.4°~15°、1993年4°~14°)が低く、藻類の多い水質は、硫酸バンドを注入しても生ずるフロックの比重が1に近く沈降性が悪い。アミリア浄水場の沈澱池は、越流堰の水没による処理効率の低下もあるが、越流堰が水没していない場合でも現地調査では、流入濁度5度に硫酸バンドを25ppm注入して沈澱処理後の流出濁度が5度である。これは、混和･フロック形成処理及び沈澱処理が機能的に不十分である点もあるが、水質が凝集沈澱処理に不適なことにある。このような場合には、直接ろ過が適している。直接ろ過は、低濁度原水を対象として少量の凝集剤を注入した後、フロック形成と沈澱処理を経ることなく、ろ過を行うものである。

濁度が低い場合には、沈澱池による除濁を期待すると、フロックの径を大きくするため、濁度当たりの凝集剤量を多くしなければならず、フロックの密度が小さくて壊れやすくなって、ろ過池からの漏洩を生じやすい。

標準的なろ層構成やろ過速度のもとで直接ろ過を行う場合、原水濁度がおおむね10度以下であれば良好な処理結果が期待できる。ただし、10度以下であっても、短時間で原水濁度が変動する場合には処理が安定せず、ろ過閉塞を生じやすい。従って、直接ろ過の採用は濁度が10度以下で、かつほぼ一定した状態が長期間継続するような時期に限るべきである。

通常処理の混和池で凝集剤を注入した場合、ろ過池までの流路が長く、フロックが成長してしまうときは、ろ過池直前で凝集剤を注入し、混和する。

ろ過池については、フロックがろ層の内部まで浸入することになるため、通常処理の場合より注意して洗浄を行わなければならない。また、洗浄を終了し、ろ過を開始した直後は良好な処理水が得られないので、ろ過排水についての配慮が必要である。

さらに、通常処理の場合は、中間段階の沈澱処理水の濁度を監視することにより水処理状態をある程度確認できるが、直接ろ過では途中で水質状態を確認できないので、ろ過水濁度の監視は特に厳格に行わなければならない。

iii)　前塩素の注入量、凝集剤の注入量

前塩素の注入は、トリハロメタン等の発生の危険性を増大する。凝集剤の注入は、ろ過持続時間を短くする。両者とも必要最小限の注入量に押さえるように検討を要する。

iv) 沈澱処理について

既設の高速凝集沈澱池は、機構が簡単で高速凝集沈澱池の機能を有していない。凝集沈澱機能を持たせるには、別途、混和・フロック形成池を新設する必要があるが建設費が高く、建設用地の余裕がない。また、フロックが非常に軽く小さいので、沈澱池を改造しても効果的な沈澱処理が期待できない。以上の理由から、既設の高速凝集沈澱池は、濁度の異常上昇に備えて最小の補修を行うのみとするのが得策である。

v) ろ過処理について

a) ろ過処理について

沈澱による浄化が低いのでろ過処理による浄化に期待が高い。

b) ろ過水濁度

ろ過水濁度は、91年0.5°～1.5°、92年0.3°～2.5°、93年0.2°～3.5°となっており、「エ」国の水質基準である給水栓において濁度5°以下に保つには配水管での濁度増加を考慮して、ろ過水濁度を2°以下に保つことが望ましい。ナイル川を水源としている同一原水のアミリア給水区に近いモストロッド浄水場(フランスの援助で拡張)及びロッド・エル・ファラグ浄水場(米国の援助で拡張)のろ過水濁度は、浄水施設の拡張につれて水質が良化している。

モストロッド浄水場　ロッドエルファラク浄水場　ろ過水濁度

	1991年	1992年	1993年
モストロッド浄水場	0.75~1.17	0.81~1.90	1.20~2.20
ロッド・エル・ファラグ浄水場	1.53~2.85	0.68~1.30	0.90~1.85
アミリア浄水場(再掲)	0.5~1.5	0.3~2.5	0.2~3.5

c) ろ過池浄化機構の改善策

- 空気・水併用洗浄時にろ砂が排水トラフに流出している。これは、空気・水併用洗浄時に空気によりろ砂が軽くなり流出しているのであるから、逆洗管に逆洗流量調整弁を設置して、空気・水併用洗浄時には、逆洗水量をろ砂が流出しないように調節し、続く洗浄汚水排出のための水のみによる逆流洗浄時には逆洗水量を多くする設備とすることが望ましい。

- 下部集水板が老朽化して、一部が破損しており、また目地が欠落しているため、ろ砂が集水板の破損部から集水室に落下堆積している。また、集水板に設置されているストレーナーは成型が悪く、据付が不均等であり、一部破損している。このため、均一なろ過ができず、ま洗浄も不十分となってろ過水質悪化の原因と

なっている。この改善のためには、集水板及びストレーナーの取替えが望ましい。

- 排水トラフの間隔が大きいため、汚水が逆洗時に上部に滞留して排出されていない。また、側壁部の排水トラフの容量が小さいため、水没して汚水排水の機能が失われている。このため、ろ砂から分離された汚水が砂層に還流して洗浄効果が損なわれている。この改善のためには、排水容量が十分にある中央トラフに向けて、半池当たり5本の横排水トラフを新設することが望ましい。

- 砂のみの単層ろ過が行われているが、均一ろ過、均等洗浄のため、砂利層 200 mm の設置が望ましい。

vi) 浄水機構から見た施設規模の検討

国内解析において、施設能力増強を主体とし個々の効果を定量的に示せないものは、基準に満たないとして、浄水機構に関係しているろ過池改修(下部集水装置交換、逆洗排水トラフ新設、砂利層の設置)は行わないことにした。ろ過水水質が年々悪化傾向にあるのに対応して、現在のろ過水質を保持することを目標として、ろ砂交換、現に破損している集水板･ストレーナーの補修(ろ過時には上から、逆洗時には下から水圧がかかる集水板は、補修により良好な状態を保てるのは短期間である)、ろ砂流出を防ぐための逆洗流量調節弁の設置は行う計画とした。

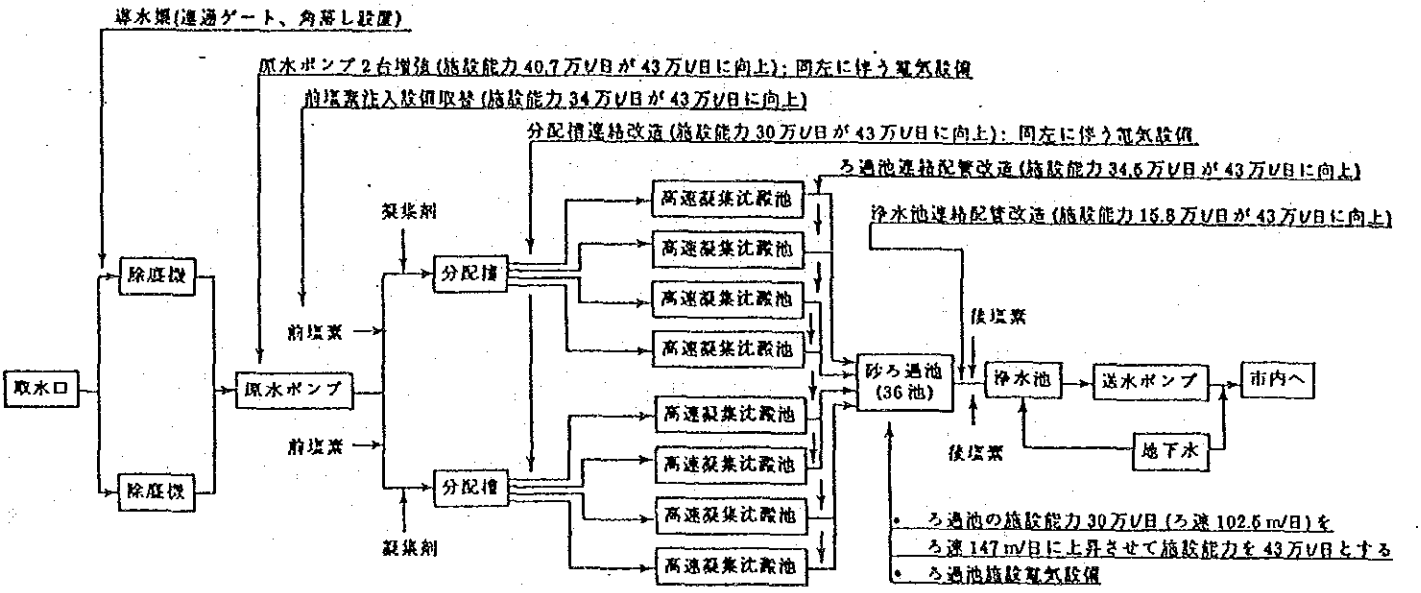
さらに、水質改善に資する最小限の施設(スクリーンフェンス新設、除塵機取替、後塩素注入設備取替、水質計の設置)を整備する。

急速ろ過法は、ろ過工程と洗浄工程を繰り返すバッチプロセスである。ろ過は洗浄が完全に行われることを前提としている。しかし、下部集水装置交換、逆洗排水トラフ新設、砂利層の設置工事の各々が、ろ過水質をどの程度改善するかについての定量的数値は、現在の技術水準では明示できない。

イ． 改修施設規模について

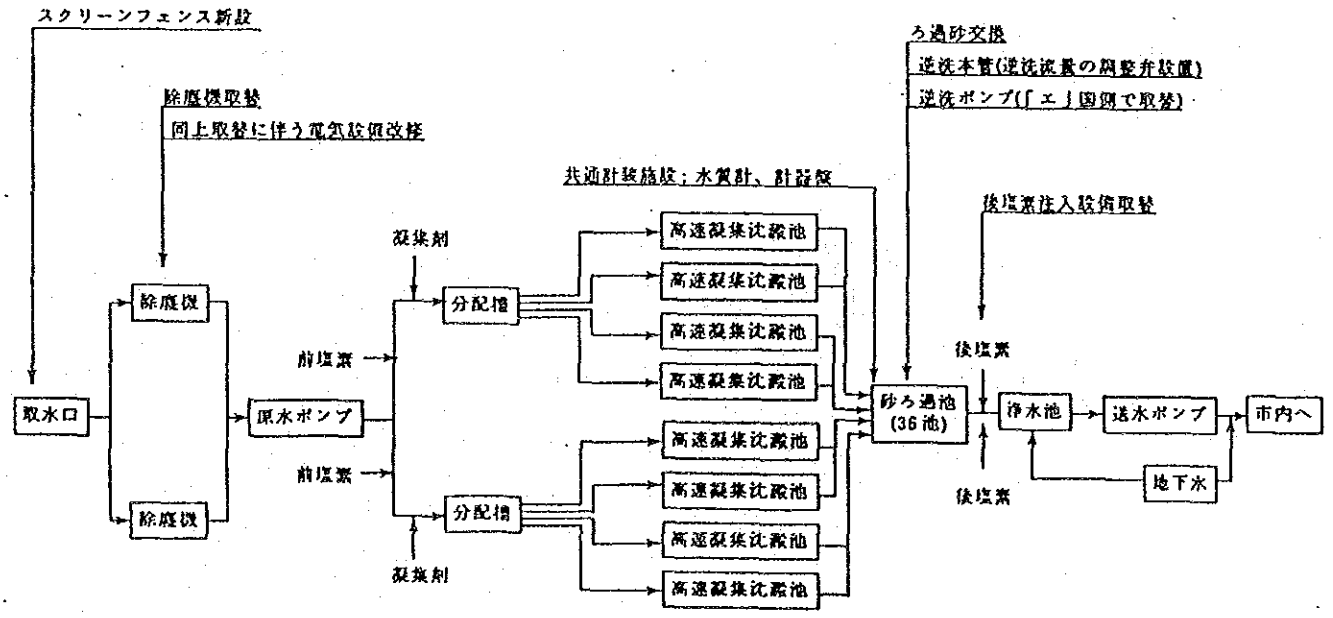
i) 施設能力43万t/日を確保するための改修

4.(5).2)コに示した既設施設の水量的施設能力が43万t/日に満たない施設を改修して施設能力を43万t/日に増加する。

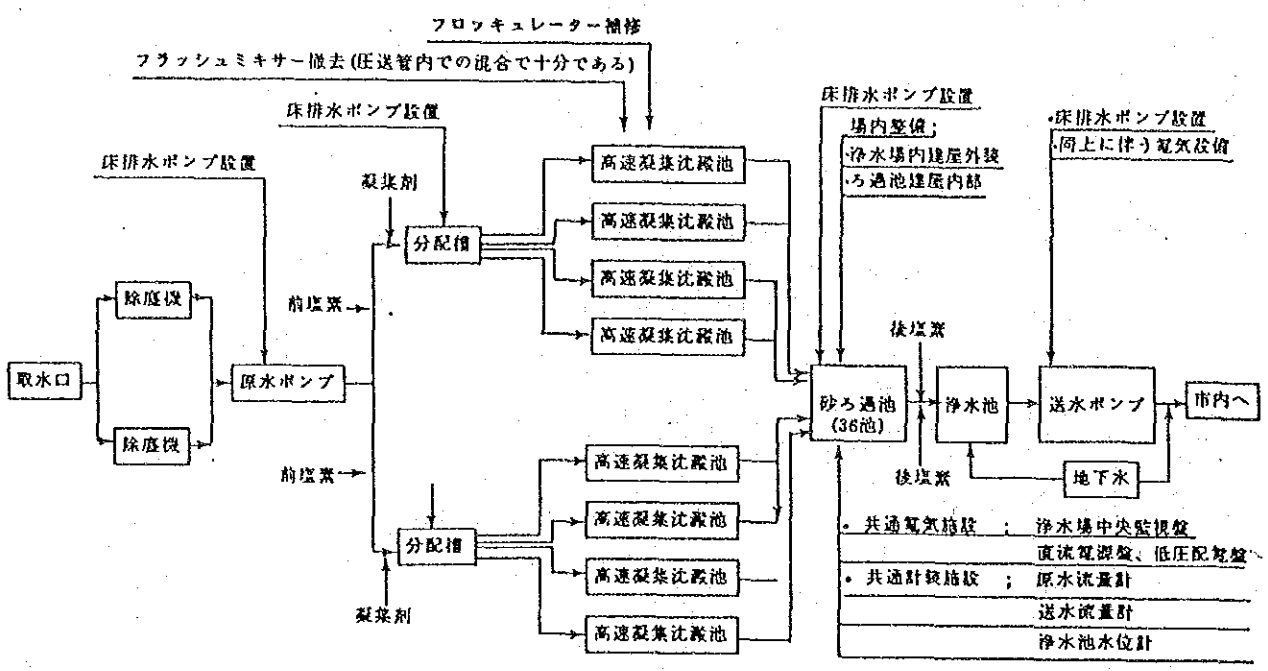


ii) 水質保全のための施設改修

現状程度の水質保全のために下図の通り施設を改修する。



iii) 老朽化して近い将来使用できないことが確実な施設または現に破損している施設の改修



4) プロジェクトの基本構想

ア. アミリア浄水場の施設規模の設定

アミリア浄水場の公称施設能力は42万t/日(表流水30万t/日、地下水12万t/日)であるが、地下水質の悪化から現在の施設能力は33万t/日(表流水30万t/日、地下水3万t/日)に低下している。一方、アミリア給水区の需要水量が確実に増加しており、緊急に43万t/日の施設能力を確保する必要がある。地下水の水質悪化と、安定給水のため、地下水からの取水を廃止し、表流水の施設能力を現在の30万t/日から43万t/日にする施設規模とする。

イ. 改修施設の選定

前項(5)-2)「アミリア浄水場施設の水理的検討」及び(5)-3)「施設規模設定」で既述の如く、原則として現有施設を技術的に許容される範囲内において利用することとし、以下の基準にもとづいて要請内容を検討し改修対象施設を選定する。

i) 計画浄水量43万t/日を確保するに必要な最小限の施設の改修(詳細は前項イ-i)参照)
ii) 水質については現状のろ過水質を保持する程度の施設改修(詳細は前項イ-ii)参照)
iii) 老朽化が進み近い将来使用が出来なくなる恐れのある施設、又は現に破損し修理或るいは交換が必要な施設(詳細は前項イ-iii)参照)

2. プロジェクトの目的・対象

中層または低層の市民151万人以上が居住しているアミリア地区に給水している本浄水場の公称施設能力は、水源が表流水30万t/日、地下水12万t/日を合わせて42万t/日である。しかし、地下水の水質の悪化から、現在の給水能力は、表流水30万t/日、地下水3万t/日を合わせた33万t/日となっている。アミリア給水区の需要水量は、米国の援助により策定したマスタープラン1990によると、1998年には、43t/日に達する。一方、大カイロ圏上水道第三次水道5ヶ年計画及び浄水場施設開発計画(1993年、12月策定、目標年2010年)によると、同浄水場の現在施設能力33万t/日に施設改修による能力増10万t/日となっている。また、現在の施設は、新たに取水口や導水管の建設をしないと43万t/日以上の施設能力にならないことを勘案すると、計画施設能力を43万t/日とし、これに対応して、信頼性の厚い表流水の施設能力30万t/日を43万t/日にするよう施設の改修、増強を行うことを目的とする。

3. プロジェクトの実施体制

(1) 組織・要員

本計画が行われるアミリア浄水場は大カイロ上水道庁の総裁·副総裁のもと、浄水局アミリア浄水場として組織されている。アミリア浄水場は(表.4-7)に示す通り、場長1名、技師12名、監督15名、事務39名、技能労務276名、守衛42名、化学技師6名、水質技能労務14名を合わせて405名の職員で運営されている。浄水施設の運転は原水ポンプ室、塩素及び凝集剤注入室、ろ過池、送水ポンプ室を三交替で技能労務者が勤務し、昼夜連続して運転監視している。水質検査は20名で行われている。

本計画により施設が改善されても、維持管理については、現在の人員体制で対応可能である。

表.4-7 アミリア浄水場職員統計 (1994年1月現在)

役職		人員(人)
場長	(機械)	1
技師	(機械)	5
	(電気)	4
	(土木)	1
	(農工)	2
監督	(機械)	11
	(電気)	4
事務		39
熟練技能労務		243
未熟練技能労務		33
守衛		42
技師	(化学)	6
熟練技能労務	(水質)	14
計		405

(2) 予算

大カイロ上水道庁の90/91~92/93の予算は表.4-8(1)~(3)の通りである。水道料金等による収入は賃金及び経常費に支出されている。交換、更新、拡張工事等は、国営投資銀行等の融資と外国資金や無償援助により行われている。

表.4-8(1) 大カイロ上水道庁の90/91の予算

	費用	L.E.		収入	L.E.
1	賃金	48,845,958	1		
2	経常費及び為替 経常費計	214,062,224 262,908,182	2	水道料金収入 及び総為替収入	262,908,182 262,908,182
3	資本的費用	99,144,676	3	各種資本的収入	191,709,878
4	資本的為替 資本的費用計	209,546,947 308,691,623	4	借款被供与施設 資本的収入計	116,981,745 308,691,623
	費用合計	571,599,805		収入合計	571,599,805

表.4-8(2) 大カイロ上水道庁の91/92の予算

	費用	L.E.		収入	L.E.
1	賃金	54,295,517	1		
2	経常費及び為替 経常費計	263,560,575 317,855,792	2	水道料金収入 及び総為替収入	317,855,791 317,855,791
3	資本的費用	127,401,147	3	各種資本的収入	255,079,531
4	資本的為替 資本的費用計	265,261,309 392,662,456	4	借款被供与施設 資本的収入計	137,582,926 392,662,457
	費用合計	710,518,248		収入合計	710,518,248

表.4-8(3)　大カイロ上水道庁の92/93の予算

	費用	L.E.		収入	L.E.
1	賃金	65,812,296	1		
2	経常費及び為替 経常費計	325,356,549 391,168,845	2	水道料金収入 及び総為替収入	391,168,845 391,168,845
3	資本的費用	259,638,817	3	各種資本的収入	382,963,019
4	資本的為替 資本的費用計	293,429,325 553,068,142	4	借款被供与施設 資本的収入計	170,105,123 553,068,142
	費用合計	944,236,987		収入合計	944,236,987

91/92年度に水道料金の値上げが行われており、前年度に対する料金の伸び率は、91/92年度1.21、92/93年度1.23であり、プロジェクト開始後の必要経費の負担能力は十分持っている。

(3)　維持・管理計画

1)　水道料金の収入増

ア.　130,000t/日の給水量の増加の場合

130,000t/日の給水量の増加により、料金の収入増が4,090,000LE期待できる。

表.4-9　水道料金増推計表

用途	有収・無収	構成割合	1日当たり水量	年間水量	単価	料金収入
家事用水		%	m^3	千m^3	LE	千LE
	有収水量	33.3	43,290	15,800	0.1	15,800
	無収水量	23.9	31,070	11,340		
	小計	57.2	74,360	27,140		
業務用水	有収水量	8.5	10,990	4,010	0.23	920
	無収水量	8.4	10,980	4,010		
	小計	16.9	21,970	8,020		
工業用水	有収水量	10.8	14,040	5,120	0.31	1,590
	無収水量	3.6	4,680	1,710		
	小計	14.4	18,720	6,830		
漏　水	配水管設備	11.5	14,950	5,460		
計	-	100.0	130,000	47,450		4,090

(注)1. 構成割合は基本計画書(1990)の比率を用いた。

2. 漏水の割合を業務用水50%工業用水25%とした。

有収水量	家事用	43,290 t/日
	業務用	10,990 t/日
	工業用	14,040 t/日
		68,320 t/日

イ．30,000t/日の給水量の増加の場合

有牧水量	家事用	9,990t/日	3,646千t/年	370千LE
有牧水量	業務用	2,540t/日	927千t/年	240千LE
有牧水量	工業用	3,240t/日	1,183千t/年	370千LE
	計	15,770t/日	5,756千t/年	950千LE

ウ．100,000t/日の給水量の増加の場合

有収水量	家事用	33,300t/日	12,155千t/年	1,210千LE
有収水量	業務用	8,450t/日	3,084千t/年	710千LE
有収水量	工業用	10,800t/日	3,942千t/年	1,220千LE
	計	52,550t/日	19,181千t/年	3,140千LE

2) 維持管理費

ア．人件費

i) 130,000t/日の給水量の増加の場合

アミリア浄水場には現在405人の職員がいるが、130,000t/日の水量増加に対して、人員の増加の必要は無い。130,000t/日に対する人員を推量に按分して求める。

$$405人 \times \frac{130,000}{430,000} \fallingdotseq 94人$$

大カイロ水道庁の人当たり人件費を、水道庁人員を12,302人として、予算書の賃金より1人当たり平均賃金を求めると90/91年度3,970LE、91/92　4,410LE、92/93　5,350LEとなっている。ここでは一人当たり賃金を5,350LE/年とする。

5,350LE/年/人×94人＝502,900LE/年

ii) 30,000t/日の給水量の増加の場合

$$502,9000\ LE \times \frac{130,000}{430,000} = 116,050LE/年$$

iii) 100,000t/日の給水量の増加の場合

$$502,9000\ LE \times \frac{100,000}{130,000} = 386,850LE/年$$

イ．電力費、薬品費

i) 130,000t/日の給水量の増加の場合

電力費及び薬品費は、2,691,000LEとなると推計される。

表.4-10 電力費推計

	電力量	年間電力量	単価	年間電力量
原水除塵機	0.4KWH/日	36,000KWH/日 ×365日 ＝13,140,000KWH	LE/KWH 0.17	13,140,000KWH ×0.17LE/KWH ≒2,230,000LE
原水ポンプ	6,156KWH/日			
逆洗ポンプ	337KWH/日			
送水ポンプ	29,160KWH/日			
	≒36,000KWH/日			

表.4-11 塩素費推計

	塩素量	年間塩素量	単価	年間塩素量	平均注入率
前塩素注入量	683kg/日	0.82t/日 ×365日 ＝299.3人	LE/t 505.0	299.3t ×505.5LE/t ≒151,000LE	5mg/ℓ
後塩素注入量	137kg/日				1mg/ℓ
	＝820kg/日				

表.4-12 硫酸バンド費推計

硫酸バンド量	硫酸バンド比重	硫酸バンド重量	単価	年間硫酸バンド費	平均注入率
m^3/日 2.57	kg/m^3 1,330	2.57m^3/日 ×1.33t/m^3 ≒3.4t/日	LE/t 250	3.4t/日×250LE/t ×365日 ≒310,000LE	25ppm

電力費 ⟶ 2,230,000 LE

薬品費　塩素　151,000 LE

　　硫酸バンド　310,000LE

　　小計　461,000LE ⟶ 461,000LE

計　2,691,000LE

ii) 30,000t/日の給水量の増加の場合

$$2,691,000\ \mathrm{LE} \times \frac{30,000}{130,000} = 621,000\mathrm{LE}$$

iii) 100,000t/日の給水量の増加の場合

$$2,691,000\ \mathrm{LE} \times \frac{100,000}{130,000} = 2,070,000\mathrm{LE}$$

ウ. 修繕費

建設費の0.5%とする。

i) 130,000t/日の給水量の増加の場合

$$4{,}000百万円 \times \frac{1}{32.33} \times 0.005 = 619{,}000LE$$

ii) 30,000t/日の給水量の増加の場合

$$1{,}000百万円 \times \frac{1}{32.33} \times 0.005 = 155{,}000LE$$

iii) 100,000t/日の給水量の増加の場合

$$3{,}000百万円 \times \frac{1}{32.33} \times 0.005 = 464{,}000LE$$

エ. 諸経費

建設費の30%とする。

i) 130,000t/日の給水量の増加の場合

502,900LE×0.30≒150,900LE

ii) 30,000t/日の給水量の増加の場合

116,050LE×0.30≒34,800LE

iii) 100,000t/日の給水量の増加の場合

386,850LE×0.30≒116,100LE

オ. 維持管理費

i) 130,000t/日の給水量の増加の場合

人件費	502,900 LE
電力·薬品費	2,691,000 LE

修繕費	619,000 LE
諸経費	150,900 LE
計	3,963,800 LE ≒ 3,970,000 LE

ii) 30,000t/日の給水量の増加の場合

人件費	116,050 LE
電力·薬品費	621,000 LE
修繕費	155,000 LE
諸経費	34,800 LE
計	926,850 LE ≒ 930,000 LE

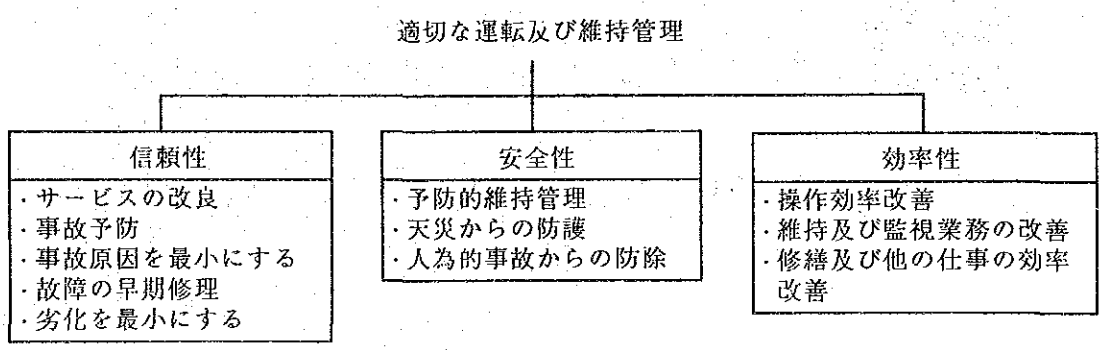
iii) 100,000t/日の給水量の増加の場合

人件費	386,850 LE
電力·薬品費	2,070,000 LE
修繕費	464,000 LE
諸経費	116,100 LE
計	3,036,950 LE ≒ 3,040,000 LE

3) 維持管理

長期間にわたり、改修された施設を含めて浄水施設の機能を適切に維持していくには、図.4-3に示したように信頼性、安全及び性能についての改良、適切な操作及び維持管理を実施することを主眼とした予防的維持管理法の導入が必要である。この目的のために組織、人員、運転及び維持管理方法について定期的に検討し、技術能力の向上にたえず努めなければならない。

図.4-3 適切な運転及び維持管理



4. プロジェクトの最適案に係る基本設計

(1) 設計方針

1) 自然条件に係る方針

・ 温度及び湿度

計画地点であるアミリア浄水場の夏季(4~10月)の最高気温は、平均33℃であり、日中気温が40℃~45℃に達することがある。年平均湿度が約53%であるので、計画地点は、非常に乾燥した気候であるが、この自然条件に適合する設計とする。

・ イスマイリア運河の水温

イスマイリア運河の水温は、冬季において約15℃、夏季において約29℃である。この水温条件に適合する設計とする。

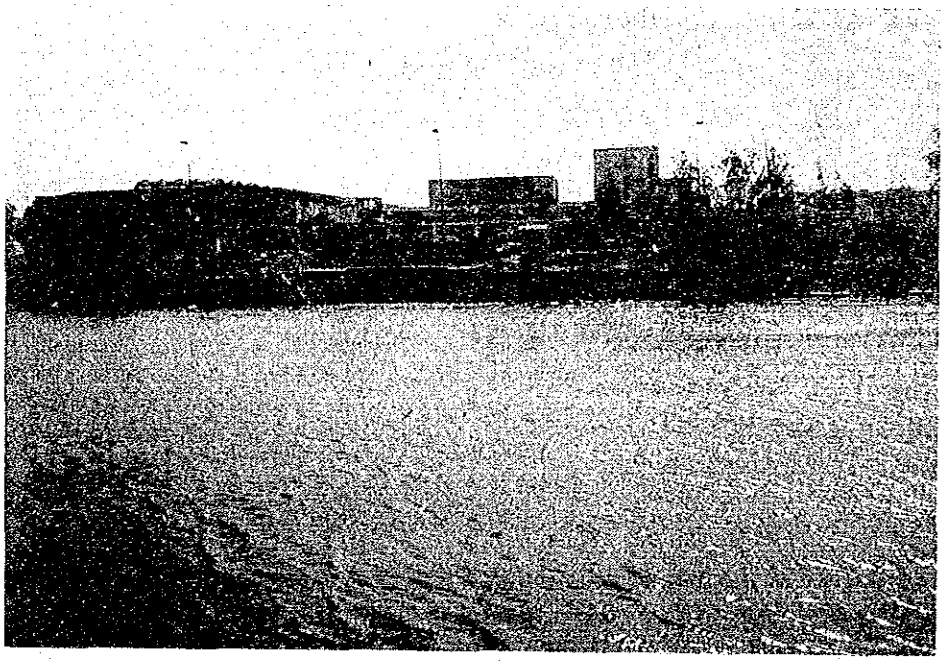


写真.4-18 アミリア浄水場取水口

2) 社会条件に関する方針

「エ」国はイスラム国家であるため、断食等の宗教的行事がある。設計は、この条件を考慮したものとする。

3) 建設事情もしくは建設業界の特殊事情

1993年版、世界各国要覧によると、「エ」国における産業別労働人口の中での、建設業に従事する人口は74.5万人で、労働人口の6%を占めている。また、失業率は6%を越えており、経済政策における重要政策としても雇用創出が上げられており、一般建設工事用労働者の確保は問題はない。

一方、質的には日本の標準歩掛かりと比較した場合大きく劣り、1.7から3.6倍、平均で2.5倍の作業効率の割増補正が必要である。

4) 現地業者、現地資機材

ア. 現地建設会社

土木建築工事の施工については、世界でも有数の土木事業であるアスワンハイダム、及びスエズ運河の大型土木工事をはじめ、治水、灌漑事業、上下水道事業などを、外国の請負業者の下で施工してきた経験を数多く有しており、施工技術自体に問題はない。浄水施設等のプラント建設については、「エ」国内にその種の設計ノウハウを有した会社がないため、エンジニアリング能力、機械機器製造能力はないが、これも同様に外国企業の下で施工してきた経験を有しているので、施工技術自体に問題はない。

イ. 建設資材及び装置

建設用重機については、一般的な機械類については「エ」国でリース若しくはレンタル品の調達が可能であるので、これを利用する。不断水工事等の施工上特殊な機械を必要とする場合については、日本からの建設機材持込みによって施工することとする。「エ」国では欧州諸国よりの汎用品が流通しており、これらについては現地調達品と同等に見なす。但し、仕様、品質や流通量に問題があり、一定期間内に入手が困難なものについては日本からの持ち込みとする。

5) 実施機関及び運営体制

この計画の実施機関は、大カイロ圏の給水に責任をもち、アミリア浄水場からアミリア給水区に配水している大カイロ圏上水道庁である。その組織は図.4-6のとおりである。

この計画の実施を担当するのは、同庁計画局である。同局は類似の外国の援助の事業を実施した経験を有しており、技術的にも人員的にも事業実施の能力を十分有している。

6) 施設、機材等の範囲、グレード

本計画施工に関するプラント機器の調達については、個別の仕様書に基づいた設計･製作品であるため、「エ」国側で汎用品の調達はできない。よって、仕様･納期の点から日本調達とする。プラント機器に付随する材料の調達は現地にて調達可能な場合は原則的にそれを使用することとするが、施工的観点から日本製品の組合せでなければ、難しい場合は日本製材料を用いた設計とする。

現地調査に基づく調達の区分は下記の通りである。なお、第三国調達する機材はない。

表.4-13 現地調達品

区　分	品　名
プラント用材料	鋳鉄管(ø1000以下の直管のみ)、PVCパイプ、ろ過砂
土木資材	セメント、砂、鉄筋、型枠材(合板、桟木)
建設用重機	クレーン、ブルドーザー、バックホー、車両(現地リース)
その他	ガソリン、オイル

表.4-14 日本調達品

区　分	品　名
プラント機器	ポンプ、バルブ、塩素注入設備、鋳鉄管(直管、曲管)、鋼管材、鋼材、水質分析機材、電気盤、計測器
土木資材	足場、型枠材(補助材:フォームタイ等)
建設用機械器具	発電機、溶接機、水中ポンプ、パイプカッター、手回り道工具

7) 工期に関する方針

本計画の目的は、現在アミリア給水区151万人に給水している浄水場のリハビリであるため、工事は給水への影響を最小限にするため系統別に行う。このため、工期は2期に分けて行う。第1期工事は、施設能力の1/4について改修し、第2期工事は施設能力の3/4を約3年の工期で行う。これは、最悪の事態でも断水を施設能力の1/4以下とするためのものである。

ア. 事業計画

第1期工事(単年度)

分配槽連絡改造2式	(全体8式)
ろ過池連絡配管改造2式	(全体8式)
ろ過池砂交換等8池	(全体36式)
ろ過池電気工事1式	(全体1式)
前塩素注入設備取替4基	(全体4基)
後塩素注入設備取替4基	(全体4基)

第2期工事(B国債)

スクリーンフェンス新設(1式)
原水除塵機取替等(2式)
原水ポンプ2台増設等
分配槽連絡改造6式
ろ過池連絡配管改造6式
ろ過池砂交換等28池及び逆洗本管改造(2式)
浄水場中央監視盤取替等(1式)
原水流量計計装部(1式)
送水流量計計装部取替等(1式)
場内建屋補修等(1式)
水質検査機材の供与(1式)

イ．工期、納期

第1期	E/Nより工事契約まで	5ヵ月
	建設工期	12ヵ月
	設計、製作、検査、梱包、輸送	
	工事期間	
第2期(B国債)	E/Nより工事契約まで	6ヵ月
	建設工期	21ヵ月
	設計、製作、検査、梱包、輸送	
	工事期間	

図.4-4 第1期工事改修計画

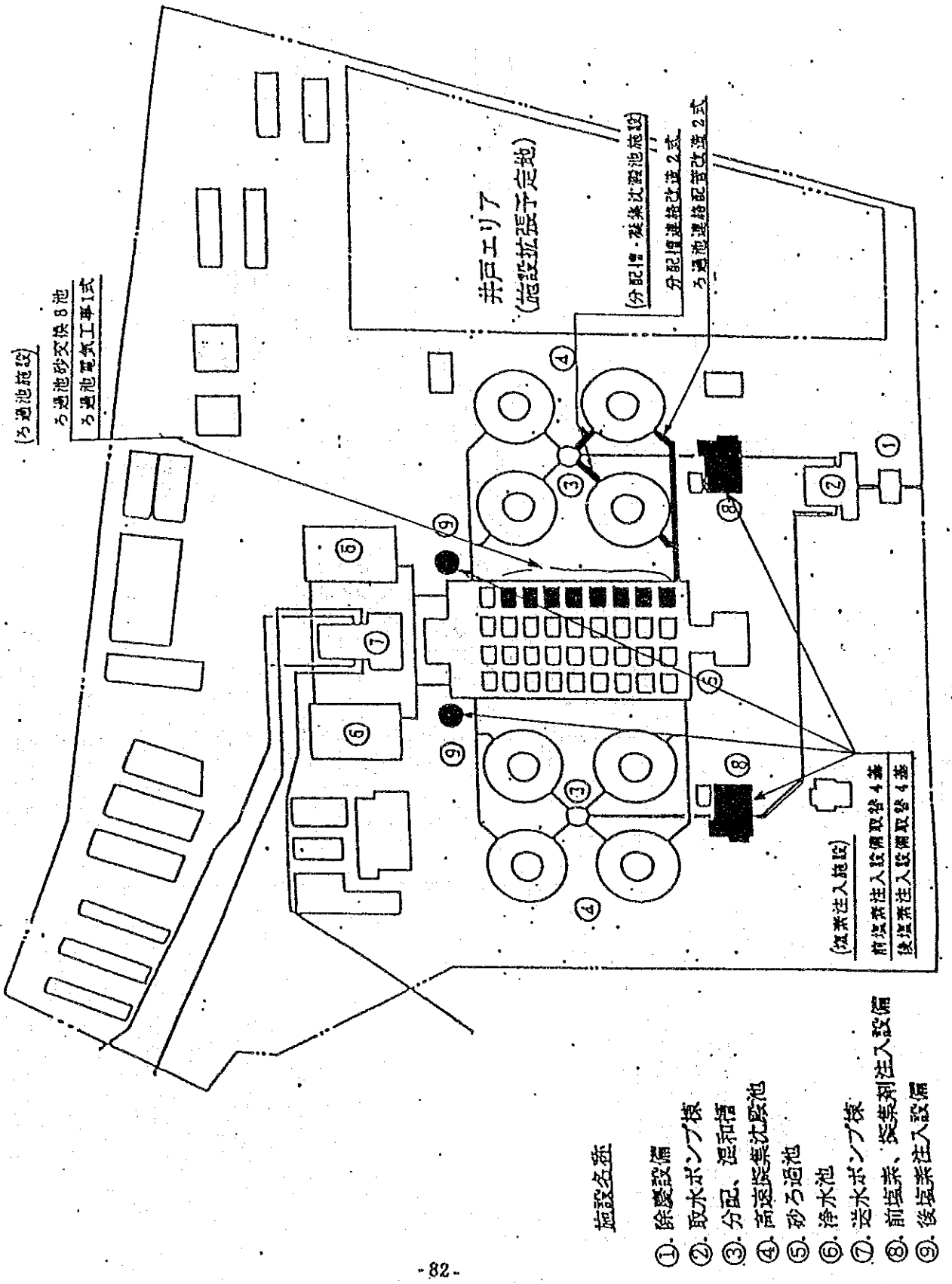
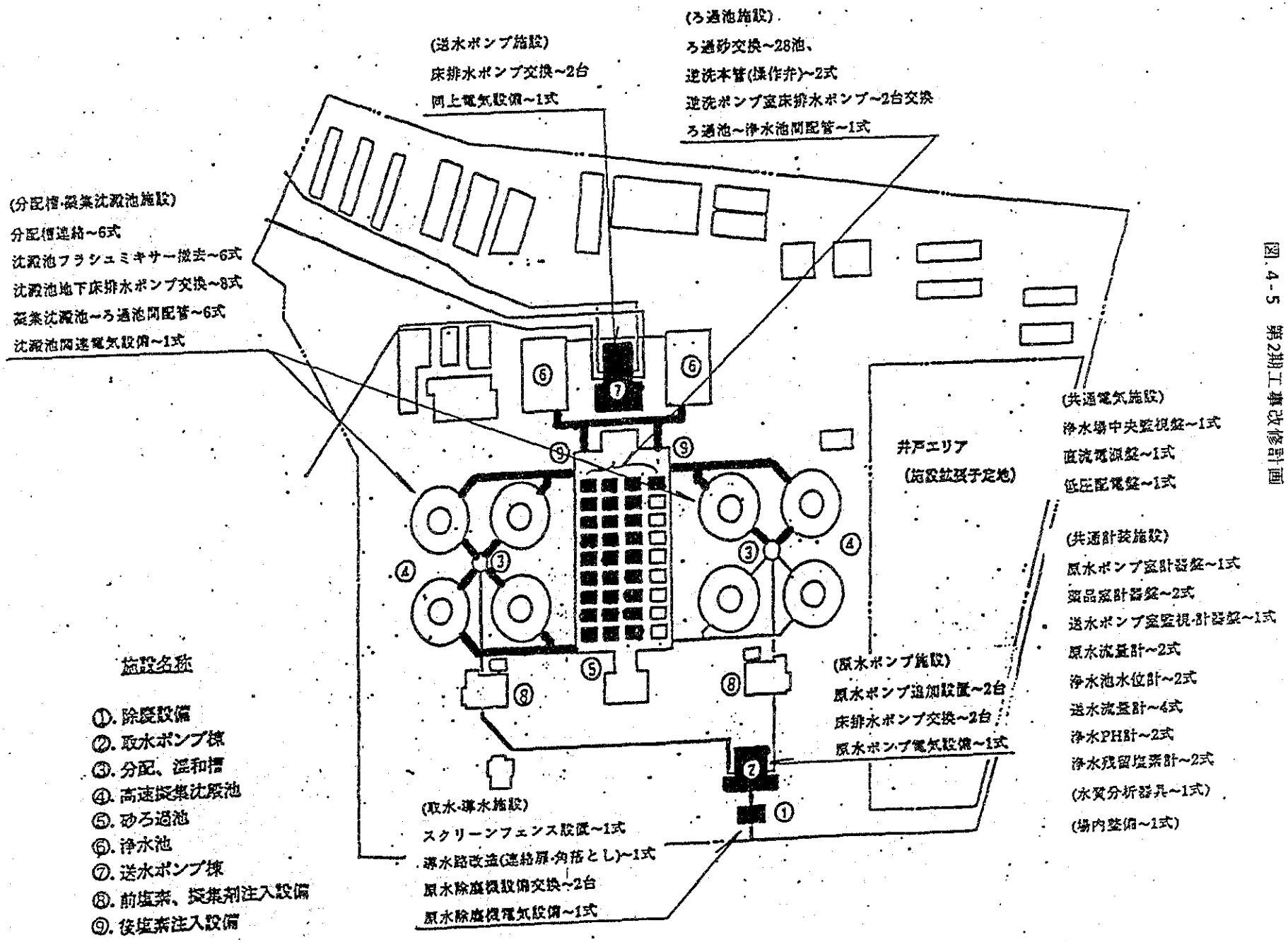


図.4-5 第2期工事改修計画



(2) 設計条件の検討

1) 基準等

施設は、水道施設に関する「エ」国の飲料水質基準及びWHOのガイドライン、設計基準、労働基準及び慣習等について考慮したものとする。

取水量及び排水量のイスマイリア運河への増加に伴う手続は、「エ」国側で行う。

2) 法律及び規制

この計画実行に関連する法律及び規制は表.4-15のとおりである。この計画では、これらの法律を考慮に入れたものとする。

表.4-15 計画実施関連法律及び規制

名　称	事　　項
輸入輸出規制	輸入禁止項目
労働法	労働及び雇用条件法
一般売上税	1991.5月に施行された消費税に関する法律

(3) 基本計画

1) 改修内容

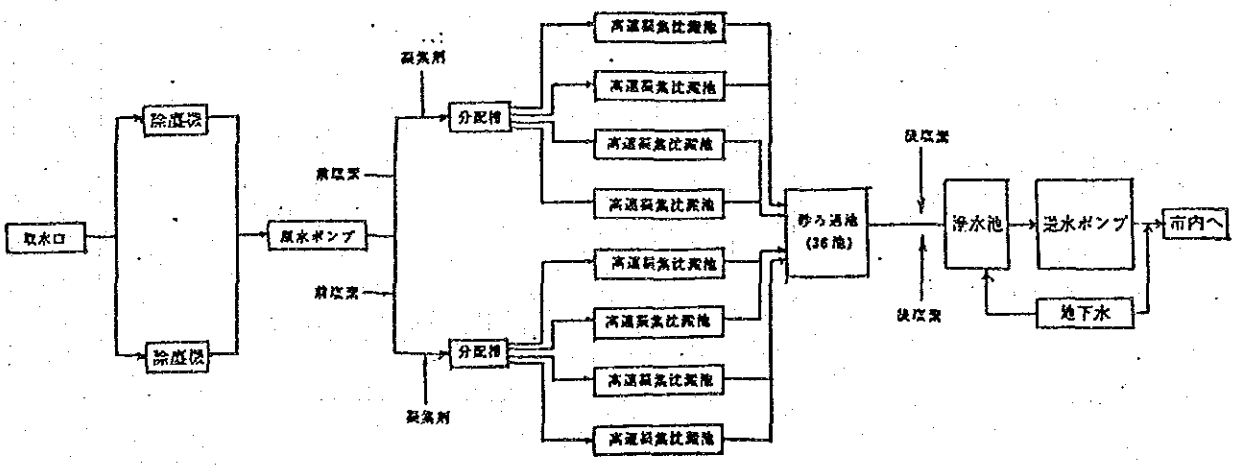
この計画で行う改修内容は表.4-16のとおりである。

表.4-16　改修内容(1/2)

設備名称	項　目	改　修　内　容
取水・導水施設	スクリーンフェンス	除塵機の負荷を軽減するために設置する。
	導水路	除塵機点検時に水理的損失を減らすために、連通ゲート、角落としを水路に設置する。
	原水除塵機設備	老朽化のため、除塵機を交換する。
	電気設備	機械設備に付随する電気設備を改修する。
原水ポンプ施設	原水ポンプ	水量増加に伴い配管損失の増加が見込まれるため既設の小容量ポンプに相当するかんがいポンプ2台を取替え、水道用とする。
	床排水ポンプ	維持管理の向上のため設置する。
	電気設備	機械設備に付随する電気設備を改修する。
分配槽凝集沈澱池施設	分配槽連絡	開水路にて接合して水理的損失を減らすため改造する。
	フラッシュミキサー	設備的に不用であり、分配槽連絡改造に伴い障害となるため8台とも撤去する。
	フロッキュレーター	通常の沈澱池として使用するにあたり、フロッキュレーターを整備する。
	床排水ポンプ	維持管理の向上のため設置する。
	ろ過池連絡配管	送水容量増加に伴う水理的損失を減らし、沈澱池からのオーバーフローを防ぐため、大口径管に交換する。
	電気設備	機械設備に付随する電気設備を改修する。
ろ過池施設	ろ材	ろ砂を交換する。
	逆洗本管	逆洗機能を改善するため新設する。
	逆洗ポンプ	「エ」国側で取り替える。
	床排水ポンプ	維持管理の向上のため設置する。
	浄水池連絡配管	改造および追加する。水量増加に伴う水理的損失を減らす。
	電気設備	ろ過池高圧盤の劣化に伴う更新および機械設備に付随する電気設備を改修する。

設備名称	項　　目	改　修　内　容
送水ポンプ施設	送水ポンプ	既存使用。
	床排水ポンプ	維持管理の向上のため設置する。
	電気設備	機械設備に付随する電気設備を改修する。
塩素注入施設	前塩素注入設備	老朽化および注入量増加のため交換する。
	後塩素注入設備	老朽化および注入量増加のため交換する。
共通電気施設	浄水場中央監視盤	劣化による機能停止のため更新する。
	直流電源盤 低圧配電盤	上記各項電気設備への電源供給用として増設する。
共通計装施設	原水流量計	流量増加に伴う測定範囲拡大のため発信部を更新し、併せて水質監視機能を強化するため受信部を増設する。
	送水流量計	劣化および同上理由により発信部を更新するとともに受信部を増設する。
	浄水池水位計	劣化のため発信部を更新し、併せて水位監視機能を強化するため受信部を増設する。
	水質計	水質監視機能を強化するため新設する。
	計器盤	上記各種計器の収納用として新設する。
場内整備	浄水場内建屋外装	景観的配慮により補修する。
	ろ過池建屋内部	景観的配慮により補修する。

アミリア浄水場フローシート



2) 実施改修計画機材仕様

実施すべき施設改修計画機材仕様は以下の通りである。

表. 4 - 17 施設改修計画機材仕様

機械工事 (1/3)

工事名称		機材仕様		
		名称	仕様	数量
M 1	取水・導水設備			
M 1-1	スクリーンフェンス設置	フェンス	L30m×H3m 目巾100×100	1式
M 1-2	導水路改造	連絡扉	ゲート弁 W2,000mm×H2,000mm	1基
		角落し	鋼製(150×200×3,950)×64本	1式
M 1-3	原水除塵機設備交換	原水除塵機	3m巾×池高6.9m	2台
M 2	原水ポンプ設備			
M 2-1	原水ポンプ追加設置	原水ポンプ	立軸斜流ポンプ(1床式) 1,980m^3/hr×12×90kW×3,150v×50Hz	2台
		逆止弁	ø500	2基
		電動吐出弁	電動バタフライ弁 ø500	2基
		止め弁	手動バタフライ弁 ø500	2基
		配管機材	STPY, CIP	1式
		チェーンブロック	ギャードトロリ付手動チェーンブロック5,000kg	1基
M 2-2	床排水ポンプ交換	床排水ポンプ	水中ポンプ 0.3m^3/min×15m 2.2kw×380v×50Hz	2台
		配管機材	SGP	1式
M 3	分配槽,凝集,沈澱池設備			
M 3-1	分配槽連絡改造	開水路	コンクリート製	1式
M 3-2	沈澱池フラッシュミキサ撤去		既設フラッシュミキサ撤去	
M 3-3	床排水ポンプ交換	床排水ポンプ	水中ポンプ 0.3m^3/min×15m 2.2kw×380v×50Hz	8台
		配管材料	SGP	1式
M 3-4	ろ過池連絡配管改造	止水弁	手動バタフライ弁 ø1,000	8基
		配管材料	CIP	1式
M 4	ろ過池設備			
M 4-1	ろ過交換			
		ろ材	有効径：0.9mm 層厚：600mm	36池分
M 4-2				
M 4-3				
M 4-4	逆洗本管改造	主弁	電動バタフライ弁 ø500	2基
		配管材料	SGP, STPY	1式
		流量計	オリフィス型	2式
M 4-5				

機械工事 (2/3)

工事名称		機材仕様		
		名称	仕様	数量
M 4-6	床排水ポンプ交換	床排水ポンプ	水中ポンプ 0.3m³/min×15m 2.2kw×380v×50Hz	2台
		配管材料	SGP	1式
M 4-7	浄水池連絡配管改造	止水弁	手動バタフライ弁 ø1,200	4基
		配管材料	CIP	1式
M 5	送水ポンプ設備	床排水ポンプ	水中ポンプ 0.3m³/min×15m 2.2kw×380v×50Hz	2台
		配管機材	SGP	1式
M 6	塩素注入設備			
M 6-1	前塩素注入設備交換	注入機	150 kg/hr	4基
		気化器		2基
		マニホールド		2式
		配管材料	STPG, VP	1式
M 6-2	後塩素注入設備交換	注入機	40 kg/hr	4基
		マニホールド		2式
		配管材料	STPG, VP	1式

電気工事 (3/3)

工事名称		機材仕様		
		名称	仕様	数量
E1	原水除塵機 電気設備	除塵機操作盤 損失水頭計 電線、ケーブル、電路材	鋼鈑製屋内壁掛形 電子式	2式 2式 1式
E2	原水ポンプ 電気設備	原水ポンプ高圧盤 原水ポンプ低圧制御盤 排水ポンプ操作盤 接地端子盤(高圧用) 接地端子盤(低圧用) 照明分電盤 原水ポンプ井レベルスイッチ 排水ピットレベルスイッチ 電線、ケーブル、電路材	鋼鈑製屋内自立閉鎖形 鋼鈑製屋内自立閉鎖形 鋼鈑製屋内壁掛形 鋼鈑製屋内壁掛形 鋼鈑製屋内壁掛形 鋼鈑製屋内壁掛形 接点付浮子式 接点付浮子式	1式 1式 1式 1式 1式 1式 2式 2式 1式
	凝集沈澱池 電気設備	沈澱池制御盤 排水ポンプ操作盤 排水ピットレベルスイッチ 沈澱池流出槽レベルスイッチ 電線、ケーブル、電路材	鋼鈑製屋内自立閉鎖形 鋼鈑製屋外壁掛形 接点付浮子式 接点付浮子式	2式 8式 8式 8式 1式
E4	ろ過池 電気設備	ろ過池高圧盤 ろ過池低圧制御盤 逆流ポンプ操作盤 逆洗ブロア操作盤 逆洗主管弁操作盤(機側) 逆洗主管弁操作盤(操作廊) 排水ポンプ操作盤 排泥ポンプ操作盤 接地端子盤(高圧用) 接地端子盤(低圧用) 照明分電盤 逆洗水槽レベルスイッチ 排水ピットレベルスイッチ 排泥池レベルスイッチ 電線、ケーブル、電路材	鋼鈑製屋内自立閉鎖形 鋼鈑製屋内自立閉鎖形 鋼板製屋内壁掛形 鋼鈑製屋内壁掛形 鋼鈑製屋内スタンド形 鋼鈑製屋内スタンド形 鋼鈑製屋内壁掛形 鋼鈑製屋内壁掛形 鋼鈑製屋内壁掛形 鋼鈑製屋内壁掛形 鋼鈑製屋内壁掛形 接点付浮子式 接点付浮子式 接点付浮子式	1式 1式 1式 1式 2式 36式 1式 1式 1式 1式 1式 1式 1式 1式 1式
E5	送水ポンプ 電気設備	排水ポンプ制御盤 排水ピットレベルスイッチ 電線、ケーブル、電路材	鋼鈑製屋内壁掛形 接点付浮子式	1式 2式 1式
E6	共通 電気設備	浄水場中央監視盤 直流電源盤 低圧配電盤 電線、ケーブル、電路材	鋼鈑製屋内自立閉鎖形 鋼鈑製屋内自立閉鎖形 鋼鈑製屋内自立閉鎖形	1式 1式 1式 1式
E7	計装設備	原水ポンプ室計器盤 薬品室計器盤 送水ポンプ室監視·計器盤 原水流量計	鋼鈑製屋内自立閉鎖形 鋼鈑製屋内壁掛形 鋼鈑製屋内自立閉鎖形 超音波式、電子式	1式 2式 1式 2式
		浄水池水位計 送水流量計 浄水PH計 浄水残留塩素計(フリー塩素) 電線、ケーブル、電路材	水中投込式、電子式 超音波式、電子式 ガラス電極式、電子式 金属電極式、電子式	2式 4式 2式 2式 1式

3) 機材調達計画

アミリア浄水場では、化学部門の博士号を持つ室長を含めた技師6人、技能労務者14名を合わせた20名の人員で、理化学試験、ジャーテストその他必要な水質試験が行われている。しかし、無菌培養器等の施設が老朽化又は不足していて、十分な水質分析が出来ない状況にあるためこれらの機器については、適切な機材を調達する。

表.4-18 設置計画水質分析機器

名称･規格	数量	単位
分析機器(水質)		
無菌培養器	2	式
ピペット洗浄乾燥器	3	台
ピペット殺菌ボックス	3	台
ピペット用サムポンプ	20	台
蒸留装置	1	台
実験器具用洗浄器	1	台
ふるい振動器	1	台
科学天秤	2	台
デジタル式電導度計	1	台
ステンレス製デシケータ	2	台
ホットプレート	2	台
ふらん器	2	台
自動大腸菌カウンタ	2	台
デジタル式DOメータ	1	台
pHメータ	1	台
遠心分離器	2	台
マグネットスターラ	5	台
分光光度計	2	台
顕微鏡	2	台