

第4章 計画の内容

第4章 計画の内容

4-1 建設予定地の位置及び周辺の事情

4-1-1 位置及び気象条件

バギオ市は北緯 $16^{\circ}24'$ 、東経 $120^{\circ}36'$ 、標高約 $1,400\text{m}$ の高原にあり、熱帯圏にありながら気候は温暖で比較的しのぎ易い。

気象上の特徴としては、①一年が雨期と乾期にはっきりと分かれていること、②年間雨量が多いこと、③年間の気温の変化が少ないこと、があげられる。

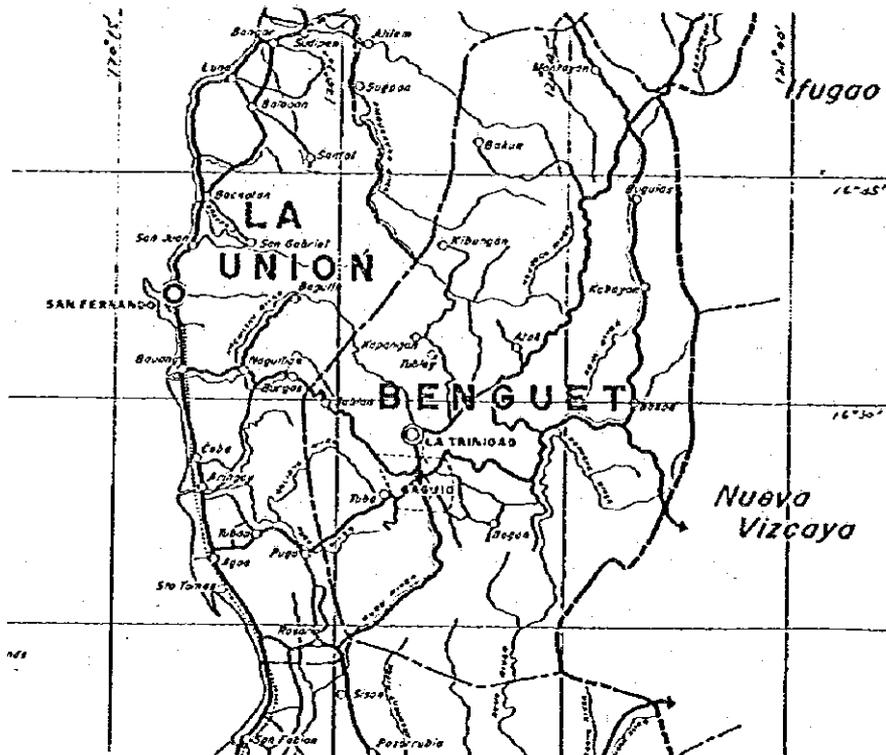


図4-1 バギオ市の位置図

乾期は11月から4月までの6ヶ月間で雨期は5月から10月までである。年間降雨量は $3,710\text{mm}$ 程度でその約90%が雨期に集中して降り、1日の最大降雨量は 730.3mm (1980年5月15日)という記録がある。気温については、乾期の終盤にあたる4月、5月が最も高く月間平均温度はそれぞれ 19.7°C 、 19.6°C となり年間平均気温は 18.5°C である。1978年から1982年までの過去5年間の最高気温は 29.6°C (1981年4月4日)の記録がある。

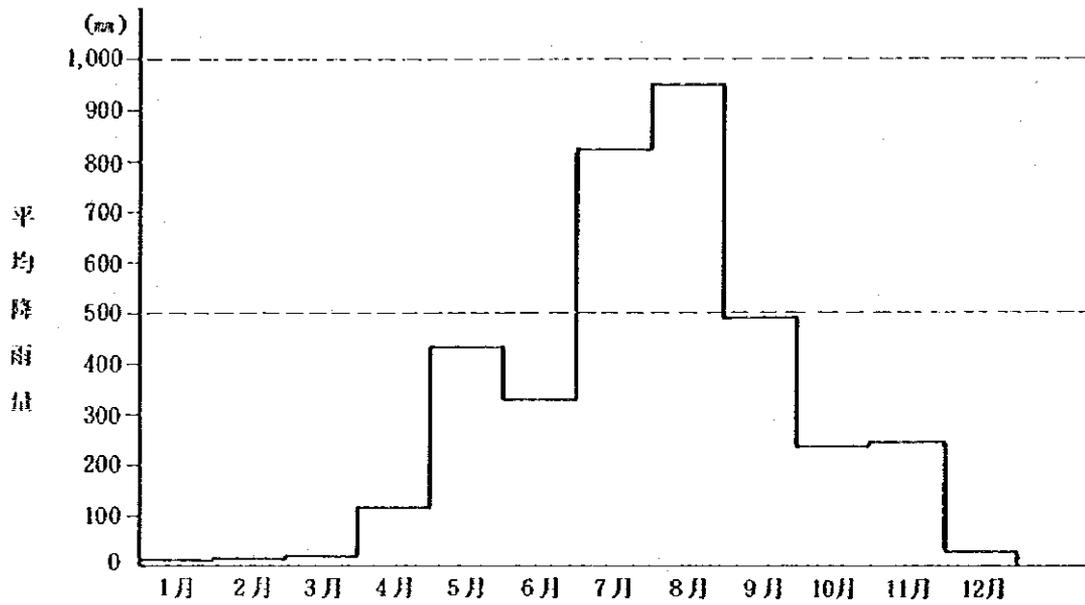


図4-2 バギオ市における月間平均降雨量
(1978-1982)

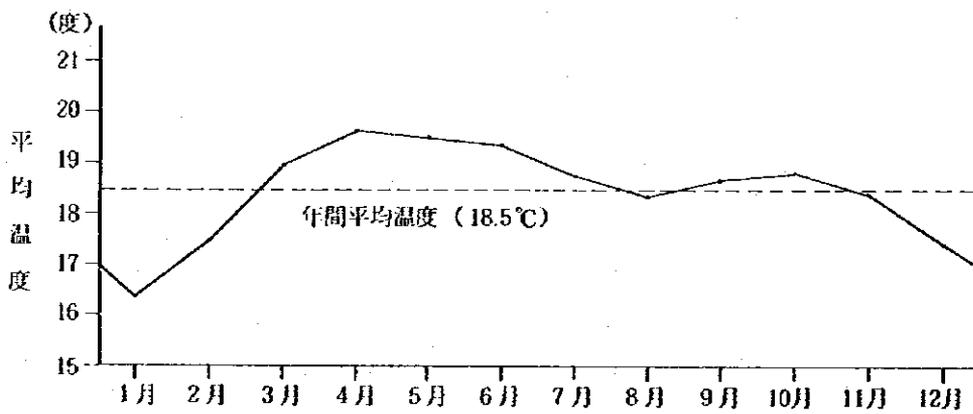


図4-3 バギオ市における月間平均温度
(1978-1982)

出所: (SGD) ERNESTO A. MACABUNGA
Chief Meteorological Officer.

4-1-2 周辺事情

市の中心部を水源として北へ流れるバリリ川は市内を流れる4つの河川の中でも最も大きく、乾期でも比較的安定した湧水が河川流域からそそぎ込まれている。このバリリ川はバギオ市よりさらに北へ流下しラ・トリニダッド市へ流れる。

建設予定地は、バギオ市の最北部に位置するノース・サニタリ・キャンプ町内のバリリ川に沿った平坦地にあり、約1.4 haの面積を持つ。ここは、当初バギオ市において処理施設が計画された場所であり、前回の建設当時に丘陵地を開発して現在の地形に造成されたものである。敷地内には建設途中で中断された沈砂池、最初沈殿池、ポンプ井、消毒槽、汚泥乾燥床、管理棟及び未完成の一次消化槽が残されている。

4-1-3 インフラストラクチャーの状況

(1) 電力

フィリピン国の電力はNational Power Corporation (NPC)によって発送電され、各需要家への供給は地域別に設置されている電力供給会社によって売電される。NPCの発電総容量は約12,500GWH(1978年)である。

バギオ地域の電力供給はBenguet Electric Corporation (BENECO)によって行なわれるが、処理施設建設予定地のすぐ横にBENECOの変電所があり69KVで受電している。同変電所の容量は20MVA1台で一次・二次電圧は69/23KVである。この地域の停電状況は、計画的な作業停電が年10回程度あるが1回の平均停電時間は約3時間、最長時には6時間程度で、一般の事故による停電は殆んどないと云われている。現在の電力供給量は施設能力一杯であるため、BENECOでは1984年6月完成を目標として5MVA1台の増設計画が進められており、本プロジェクトへの電力供給は何ら問題はない。なお、同変電所からプロジェクトサイトまでの電力引込み工事はバギオ市側の負担である。

BENECOの消費電力料金は下記の通りであるが、この他にDemand Charge及びFuel Cost, Stream Cost等が消費電力量に対して課せられる。

なお、バギオ水道事業所は下記に示した公共施設料金から割引かれた特別料金で契約されており、前述の諸費用を合計した総合料金ベースで換算した電力料金は約¥1,000/KWHに相当する。

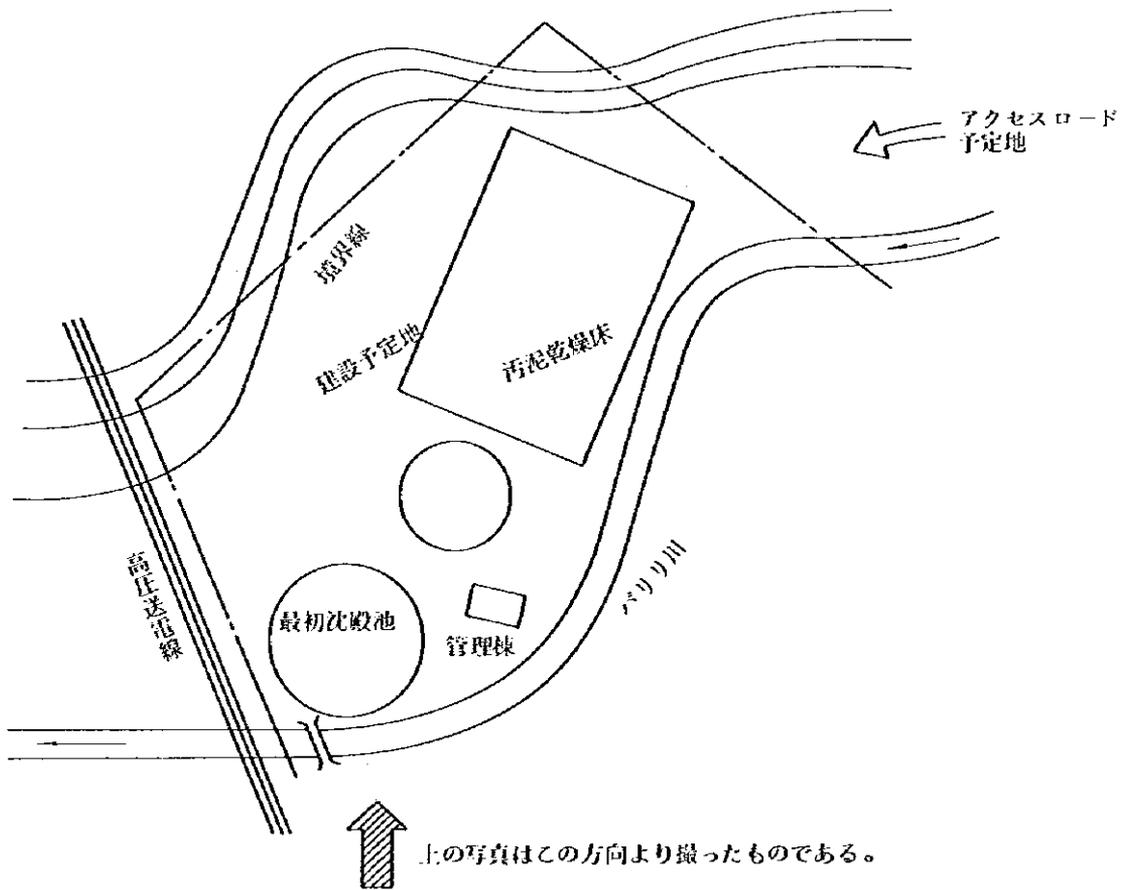
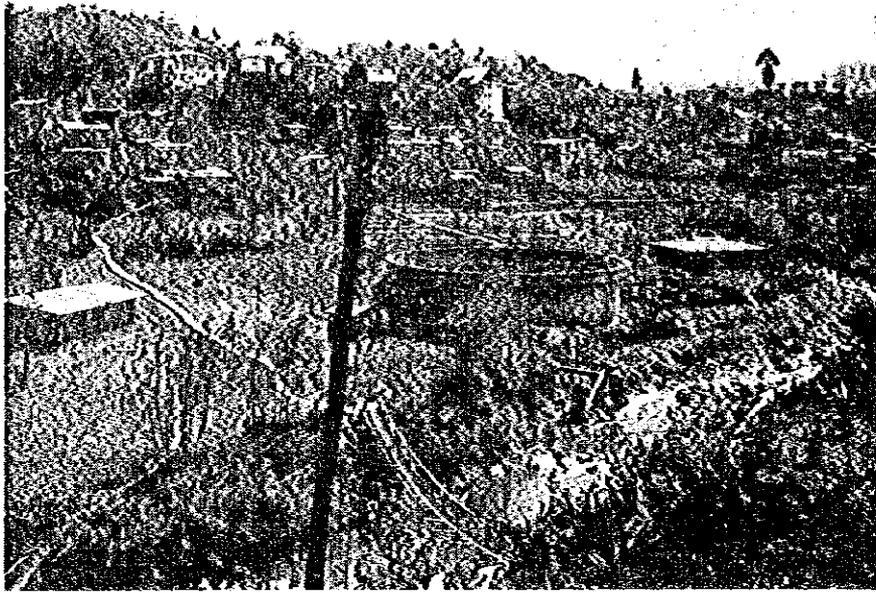


図 4-4 建設予定地

BENECO 電力料金

1984年2月現在

| <u>TYPE OF CONSUMERS</u> | <u>P/KWH</u> |
|--------------------------|--------------------|
| RESIDENTIAL | |
| 1st 15 kwh | P= 16.05 |
| excess | 1.06 |
| COMMERCIAL | |
| Small -- 1st 25 kwh | P= 28.00 |
| excess | 1.12 |
| Large -- 1st 200 kwh | 224.00 |
| excess | 1.12 |
| PUBLIC BLDG | |
| 1st 25 kwh | P= 26.75 |
| excess | 1.06 |
| INDUSTRIAL | |
| | case to case basis |
| STREET LIGHTS | |
| | P= 1.06 |

Source: BENECO Accountant

(2) 給水

バギオ市の上下水道事業はバギオ水道事業所で運営されている。同水道では、深井戸及び湧水を水源とし浄水処理後塩素消毒して給水しており水質的に安全で、水量・水圧も比較的安定した給水が行なわれている。

本プロジェクトサイトへの給水は、市の給水本管より分岐して引き込まれる。この引込配管はバギオ市側の分担である。

(3) ガス

バギオ市には都市ガスの供給システムが無い。管理室、水質分析室等で使用する熱源はすべて電気設備を使用することになる。

(4) 電話

同市のローカル電話は The Philippine Telephone Corporation (PIL TEL) で運営さ

れている。一般家庭及び各種企業の約25%（1980年）が電話回線を有するといわれている。

本下水処理施設の日常の管理は、昼間に運転・管理が行なわれ、夜間は守衛専業になると思われる。緊急時の本部との連絡等に電話の設置が望ましいが、電話回線の余裕などバギオ市側の事情により設置が検討されることになろう。

4-2 下水処理施設

4-2-1 当初計画および既存施設の状況

当初計画は次のような条件に基づいて設計されている。

計画汚水量 11,355m³/日(3MGD)

下水処理方式 高速散水濾床法

汚泥処理方式 消化-天日乾燥

当初計画における処理フローシート、配置計画図、水位関係図を図4-5～4-8に、主要施設の概要を表4-1に示す。

当初計画および既存施設の問題点については付属資料4を参照されたい。

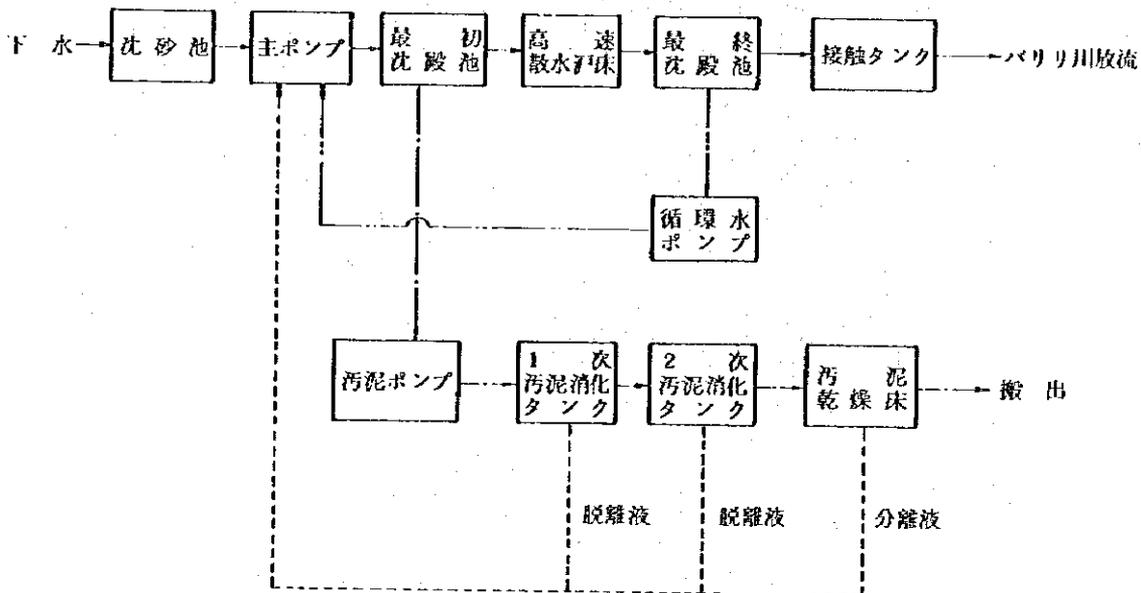


図4-5 当初計画処理フロー

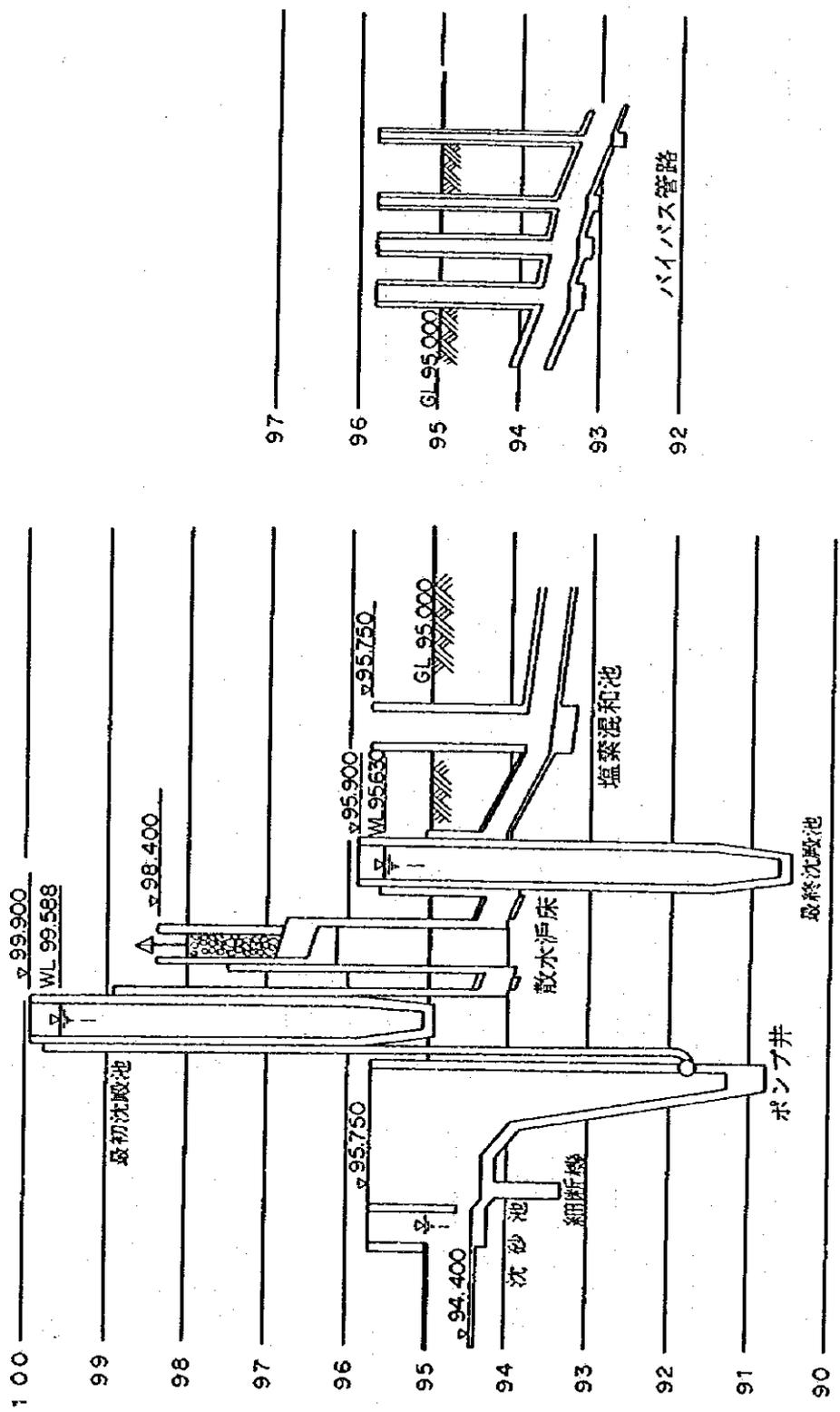


図 4-7 水位関係図(1) 水処理系統(当初計画)

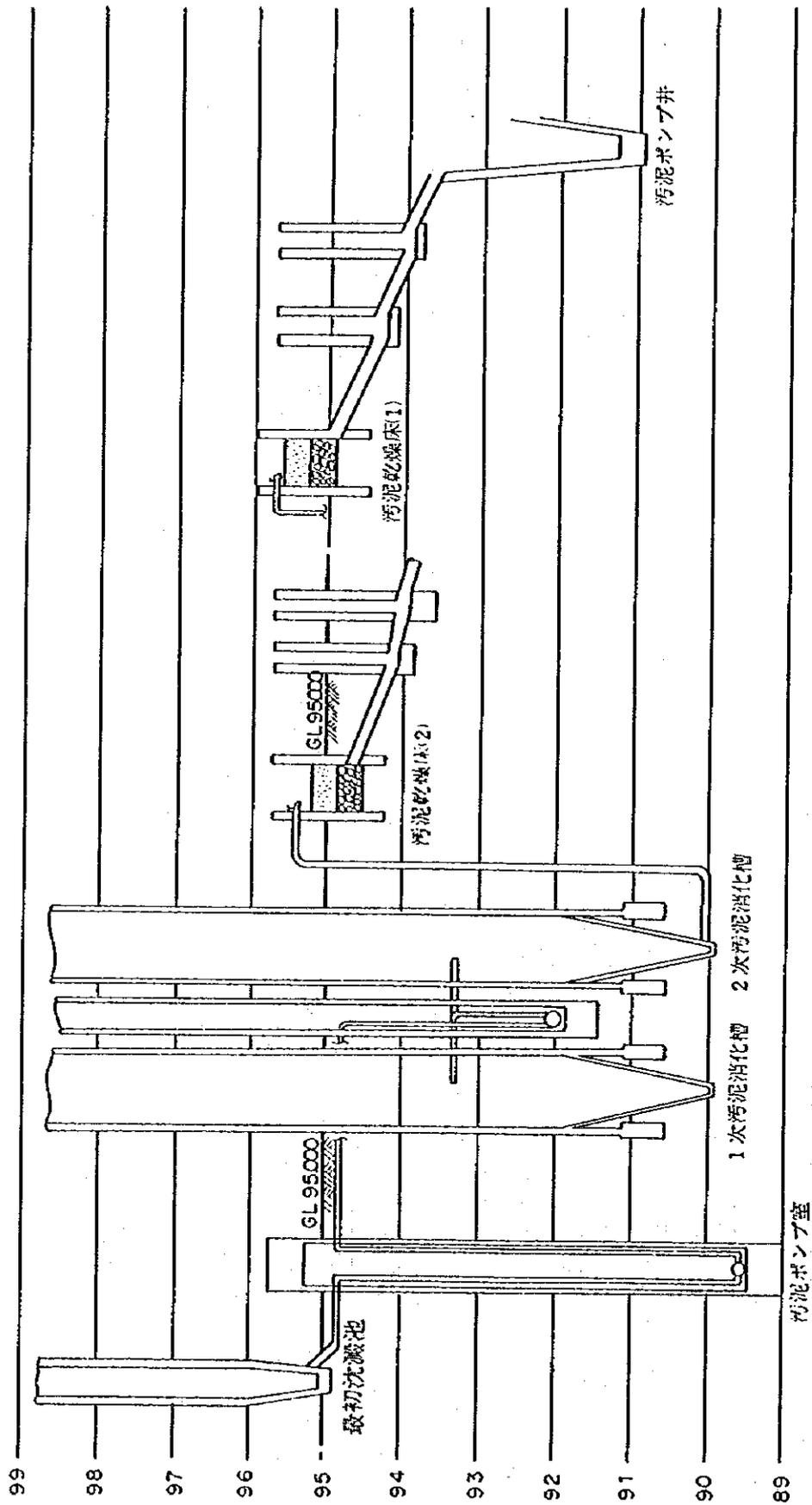


図 4-8 水位関係図(2) 汚泥処理系統(当初計画)

| 施設の名称 | 構造寸法 | 施設数 | 能力 |
|-----------|-------------------------------------|---------------------------|--|
| 沈砂池 | 平行液沈砂池 幅0.61m×長5.67m | 2 池 既設 | 水面積負荷 3.282m ³ /m ² ・日 池内平均流速 0.71m/秒 |
| コンピューター | | 1 基 既設 | |
| バーストルフューム | スロート幅0.23m (9") | 1 基 既設 | |
| ポンプ井 | 幅3.00m×長4.60m | 1 池 既設 | |
| 主ポンプ | | 5 台 | |
| 最初沈殿池 | 円形放射流式沈殿池 径21.34m×有効水深3.60m | 1 池 既設 | 沈殿時間 272時間 水面積負荷 31.8m ³ /m ² ・日 越流負荷 169.5m ³ /m ² ・日 |
| 高速散水床 | 回転散水機付円形床 径30.48m×床深1.12m | 1 池 | 散水負荷 15.6m ³ /m ² ・日 BOD負荷限界値 1.95kg/m ² ・日 |
| 循環水ポンプ | | 3 台 | |
| 最終沈殿池 | 円形放射流式沈殿池 径19.81m×有効水深3.61m | 1 池 | 沈殿時間 235時間 水面積負荷 36.9m ³ /m ² ・日 越流負荷 182.6m ³ /m ² ・日 |
| 汚泥ポンプ | | 2 台 | |
| 接触タンク | う流式タンク 幅3.70m×長11.70m | 1 池 既設 | 接触時間 2.7分 |
| 汚泥消化タンク | 無加温ガス攪拌2段汚泥消化タンク 径18.29m×長効水深 不明 | 2 池 1池既設 | 消化日数 83.4日 |
| 汚泥乾燥床 | 面積5,687m ² | 2,984m ² 既設 | 乾燥日数 18.9日 汚泥厚 15cm |
| 汚泥ポンプ室 | 9.60m×3.90m | 1 室 既設 | |
| 管理人室 | 8.00m×9.45m | 1 棟 既設 | |

注) 能力は11,355m³/日(3MGD)に対して表示、ただし沈砂池については22,710m³/日(6MGD)に対して表示。
機械類はすべて未設。

表4-1 主要施設の概要

4-2-2 代替案の選定

今日まで開発された下水処理方式は数多い。これらはいずれもその時代の社会的要請、技術的發展に支えられて開発されたものであり、おのおの特色を有している。現在一般的に用いられている方式には次のようなものがある。

浮遊生物法

標準活性汚泥法

活性汚泥変法

ステップ・エアレーション法

コンタクト・スタビリゼーション法

長時間エアレーション法

高速エアレーション沈殿池法

オキシデーション・ディッチ法

純酸素エアレーション法

付着生物法

散水汙床法

標準散水汙床法

高速散水汙床法

回転生物接触法

スタビリゼーション・ポンド法

下水処理方式の選定にあたって、本プロジェクトでとくに考慮すべき要件として次のことがあげられる。

- (1) 比較的小規模であり、しかも季節的に定住人口に対する学生人口、観光人口の割合はほぼ同等となるため、水量水質変動は著しいことが予想される。このような水量水質変動に対して十分に対応できることが望ましい。
- (2) フィリピンにおいては都市下水を対象とする下水処理はマニラ（沈砂およびスクリーニングのみ）においてすら実施されておらず、十分な下水処理に関する技術と知識に欠けるため、維持管理のできるだけ容易なものが望ましい。
- (3) バギオ市の財政規模、住民の所得水準も決して高くはないため、維持管理費ができるだけかからないものが望ましい。
- (4) 処理場予定地は蛇行した川、張り出した丘、送電線等に囲まれて地形的に複雑であり、しかも周辺の土地利用の状況とも考え併せると、拡張の可能性は少なく、現在の敷地面積内に納めることが必要である。

アメリカの環境保護庁では小規模向きの下水処理方式として、回転円板接触法、散水汙床法、

完全混合法、コンタクト・スタビリゼーション法、長時間エアレーション法、オキシデーション・ディッチ法、通性ラグーン法を取り上げ、それらの運転特性について表3-51に示すような評価を与えている。前述した本プロジェクトでとくに考慮すべき要件に関わる項目について見ると、回転生物接触法、散水汙床法、長時間エアレーション法、オキシデーション・ディッチ法が代替案として考えられる。通性ラグーン法はスタビリゼーション・ポンド法の1種で最も自然的な方法であり、優れた特性を有しているが、所要敷地面積が著しく大きいため代替案からは除外される。

また、日本の日本下水道事業団では、小規模下水処理場における下水処理方式(案)として、回転生物接触法、長時間エアレーション法、オキシデーション・ディッチ法の外に標準性汚泥法を取り上げている。したがって、次の5下水処理方式を代替案として取り上げる。

- 1) 標準活性汚泥法
- 2) 長時間エアレーション法
- 3) オキシデーション・ディッチ法
- 4) 散水汙床法
- 5) 回転生物接触法

4-2-3 代替案の比較

(I) 各下水処理方式の原理

各下水処理方式の標準的なプロセスの構成と反応タンクの原理を表3-52に示す。

1) 標準活性汚泥法

流入下水は沈砂池で砂分、し渣分を除去された後調整池に流入する。調整槽において流入下水の水量水質変動は緩和され、ほぼ定量の下水が最初沈殿池に送られる。下水中の浮遊成分は最初沈殿池で固液分離され、上澄み液は最終沈殿池から送られている返送汚泥とともにエアレーションタンクに流入し、混合エアレーションされる。エアレーションタンク内において下水中の溶解性有機物は好気性微生物により形成された活性汚泥の働きにより生物学的処理を受けて除去される。この活性汚泥による処理機構は次の3段階に分けて行なわれる。

- ・ズーグレア細菌を中心とする好気性微生物による活性汚泥フロックの形成
- ・活性汚泥による有機物の吸着
- ・吸着された有機物の酸化および同化

その後、この混合液は最終沈殿池において固液分離され、上澄み液は塩素殺菌を受けた後河川に放流される。一方沈殿汚泥の一部は余剰汚泥として処理・処分され、残りはエアレーションタンクに返送される。

| 下水処理方式 | プロセスの構成 | 反応タンクの原理 | プロセスの特徴 |
|---------------|---------|--|---|
| 標準活性汚泥法 | | <p>平面</p> <p>下水は活性汚泥とともに流し、その間に下水中の有機物は活性汚泥に吸着、同化される。</p> | <p>反応タンク内における滞留時間が短く、負荷も高いため、水質変動に対する負荷の拘一化、軽減化を図るため、調整池および最初沈殿池が必要である。</p> |
| 長時間エアレーション法 | | <p>同上</p> | <p>反応タンク内における滞留時間が長いいため、水質変動に対して適応性があり、最初沈殿池を省略できる。</p> |
| オキシゲーションディッチ法 | | <p>平面</p> <p>下水は活性汚泥とともに循環し、その間に下水中の有機物は活性汚泥に吸着、同化される。</p> | <p>反応タンク内における滞留時間が長いいため、水質変動に対して適応性があり、最初沈殿池を省略できる。</p> |
| 高速汚床法 | | <p>断面</p> <p>回転散水機によって汚床上に散水された下水が汚床内を通過する間に、下水中の有機物は汚床表面に付着した生物によって吸着、同化され、肥大化した生物膜は脱落する。</p> | <p>反応タンクである汚床および回転散水機ノズルの閉塞を防ぐため、必ず最初沈殿池が前に設けられる。</p> |
| 回転生物接触 | | <p>断面</p> <p>下水は回転する円盤の間を通過する間に下水中の有機物は円盤表面に付着した生物によって吸着、同化され、肥大化した生物膜は脱落する。</p> | <p>反応タンク内における負荷軽減のため、最初沈殿池が前に必要である。</p> |

表 4-3 各下水処理方式の原理と特徴

2) 長時間エアレーション法

長時間エアレーション法は原理的には標準活性汚泥法と同じであるが、有機物負荷を低く抑え、エアレーションタンク内の活性汚泥を長時間エアレーションすると利用できる有機物がほとんどなくなり、微生物は体内呼吸期に入る。体内呼吸期では微生物は自分の細胞物質をエネルギー源として酸化および分解し、一部は餓死するため、余剰汚泥の発生は極力抑えられる。

3) オキシデーションディッチ法

原理的には広い意味で長時間エアレーション法の一種とみなされ、溝型循環水路（ディッチ）に設置されたロータにより、下水の循環、攪拌およびエアレーションを行うという機械かき混ぜ方式の一種である。

4) 高速散水汙床法

標準活性汚泥法、長時間エアレーション法、オキシデーションディッチ法が浮遊生物による処理であるのに対し、散水汙床法は砕石等の汙材の表面に付着した薄い生物膜によって下水中の有機物を除去する方法である。生物膜の主体は、細菌類、菌類（かび、酵母）、藻類、原生生物類等からなる。この生物膜による下水中の有機物除去プロセスは次の3段階で行われる。

- ・生物膜による有機物の吸着
- ・吸着した有機物の同化および酸化
- ・汙材に付着した生物膜の脱落

散水汙床法は散水負荷およびBOD負荷により、標準散水汙床法と高速散水汙床法に大別される。標準散水汙床法は、処理効率に関しては高速散水汙床法のBOD除去率65～75%、SS除去率65～75%に対して、それぞれ75～85%、70～80%と優れているが、所要面積が高速散水汙床法の5～15倍を必要とすること、汙床ばえおよび悪臭の発生が著しいことなどの理由により、ここでは高速散水汙床法を対象として考える。

5) 回転生物接触法

散水汙床法が固定した砕石等に付着した生物膜に対して水を通過させるのに対し、回転生物接触法では生物膜の付着した円板を回転させることを特徴としている。円板は通常1～4m、厚さ0.7～2.5mmであり、中心軸に直結して約2cm間隔で数十枚並べられる。円板の材質は発泡スチロール、塩化ビニル、ポリエチレン、プラスチック、ウッドラック、耐水ベニア等が用いられる。流入下水は全円板面の約45%を浸す状態で円板と平行に流れ、一方円板はゆっくりと回転すると円板表面は汚水中と空気中を交互に行き来することになり、その結果円板表面に2、3日で生物膜が付着繁殖する。この微生物群が回転による大気中の酸素吸収による好氣的条件下でBOD分解を進める。

2 各下水処理方式の特性

各下水処理方式の特性を一般的特性、維持管理および経済性について記述する。

1) 標準活性汚泥法

(i) 一般的特性

- ・ BODが100~300mg/lである通常の都市下水に対しては、他の処理方式に比べ処理効率は85~95%と優れている。
- ・ 処理水の透視度が高い。
- ・ 水温の変化に対する安定性は他の処理方式に比して劣る。
- ・ 他の処理方式に比べて発生汚泥量が多い。

| 処 理 場 名 | 網走終末処理場 | | | | | | | | 狭山台終末処理場 | | | | | | | |
|----------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------|------|------|------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------|------|------|------|
| | 北海道網走市 | | | | | | | | 埼玉県狭山市 | | | | | | | |
| 所 在 地 | 9,371m ³ /日 | | | | | | | | 7,700m ³ /日 | | | | | | | |
| 踏入時1日最大処理量 | 流 入 水 | | | | 流 出 水 | | | | 流 入 水 | | | | 流 出 水 | | | |
| 採 水 箇 所 | 春 | 夏 | 秋 | 冬 | 春 | 夏 | 秋 | 冬 | 春 | 夏 | 秋 | 冬 | 春 | 夏 | 秋 | 冬 |
| 試 験 季 節 | 春 | 夏 | 秋 | 冬 | 春 | 夏 | 秋 | 冬 | 春 | 夏 | 秋 | 冬 | 春 | 夏 | 秋 | 冬 |
| 気 温 (°C) | 6.4 | 18.2 | 10.0 | -4.4 | 6.4 | 18.2 | 10.0 | -4.4 | 16.3 | 24.3 | 11.1 | 6.4 | 16.3 | 24.3 | 11.1 | 6.4 |
| 水 温 (°C) | 13.2 | 16.8 | 15.8 | 11.3 | 13.1 | 19.0 | 17.0 | 12.6 | 19.1 | 25.5 | 16.9 | 12.4 | 19.0 | 24.6 | 17.1 | 13.0 |
| 透 視 度 (cm) | 3.7 | 4.2 | 4.0 | 3.8 | 50.0 | 46.0 | 47.5 | 31.0 | 2.9 | 3.4 | 3.1 | 3.1 | 68.2 | 97.8 | 82.8 | 60.3 |
| pH 値 | 7.16 | 7.61 | 7.47 | 7.67 | 7.00 | 6.61 | 7.05 | 7.06 | 7.6 | 7.5 | 7.5 | 7.6 | 6.5 | 6.5 | 6.6 | 6.8 |
| B O D (mg/l) | 282 | 268 | 260 | 152 | 9 | 10 | 13 | 14 | 390.6 | 436.3 | 226.5 | 241.8 | 17.4 | 8.4 | 9.3 | 15.8 |
| C O D (mg/l) | 151 | 150 | 136 | 129 | 16 | 20 | 18 | 20 | 115.4 | 102.7 | 93.4 | 124.1 | 9.8 | 6.1 | 8.6 | 13.5 |
| S S (mg/l) | 231 | 206 | 162 | 233 | 6 | 6 | 5 | 11 | 205.5 | 153.2 | 125.5 | 212.4 | 6.0 | 4.0 | 4.9 | 7.4 |
| 大腸菌群数 (個/cm ³) | 2.6 ×10 ⁵ | 4.0 ×10 ⁵ | 5.3 ×10 ⁵ | 1.3 ×10 ⁵ | 0 | 0 | 0 | 0 | 3.0 ×10 ⁴ | 2.7 ×10 ⁵ | 2.1 ×10 ⁴ | 2.6 ×10 ⁴ | 70 | 11 | 4 | 4 |

出典：「昭和56年度版下水道統計」（社団法人日本下水道協会）（以下同じ）

表 4-4 標準活性汚泥法における処理成績の例

(ii) 維持管理

管理点検箇所が多いため維持管理要員は多く必要とされ、しかもエアレーションタンクにおけるMLSS、送気量、返送汚泥量の調整等に高度で複雑な技術が必要とされる。しかし、管理システムは他の処理方式と比べて十分に確立されており、高度な知識と豊富な経験を有する技術者が確保されるならば維持管理は容易といえる。

(iii) 経済性

エアレーションタンク容量、送気量は長時間エアレーションタンクに比べ小さくすむが、水量水質変動に対処するための付加施設（調整槽、最初沈殿池）のため建設費に

はそれほど差はなく、このことは維持管理費についても同じである。

2) 長時間エアレーション法

(i) 一般的特性

・維持管理のよしあしにもよるが、処理効率は標準活性汚泥法よりもやや劣る。

| 処 理 場 名 | 戸山処理場 | | | | | | | | 桜ヶ丘汚水処理場 | | | | | | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------|------|------|-----|-------------------------|-----|-----|-----|-------|------|------|------|
| | 青森県青森市 | | | | | | | | 東京都多摩市 | | | | | | | |
| 所 在 地 | 7,600 m ³ /日 | | | | | | | | 2,625 m ³ /日 | | | | | | | |
| 晴入時1日最大処理量 | 流 入 水 | | | | 流 出 水 | | | | 流 入 水 | | | | 流 出 水 | | | |
| 採 水 箇 所 | 春 | 夏 | 秋 | 冬 | 春 | 夏 | 秋 | 冬 | 春 | 夏 | 秋 | 冬 | 春 | 夏 | 秋 | 冬 |
| 試 験 季 節 | 春 | 夏 | 秋 | 冬 | 春 | 夏 | 秋 | 冬 | 春 | 夏 | 秋 | 冬 | 春 | 夏 | 秋 | 冬 |
| 気 温 (°C) | - | 22.9 | 7.7 | 0.4 | - | 22.9 | 7.7 | 0.4 | - | - | - | - | 13.9 | 22.4 | 7.8 | 3.2 |
| 水 温 (°C) | - | 16.5 | 12.8 | 8.3 | - | 18.7 | 13.1 | 7.7 | - | - | - | - | 12.0 | 15.9 | 14.3 | 13.6 |
| 透 視 度 (cm) | - | 3.5 | 3.0 | 3.0 | - | >30 | >30 | >30 | - | - | - | - | 8.2 | 16.7 | 27.8 | 9.8 |
| pH 値 | - | 7.4 | 7.9 | 8.0 | - | 7.6 | 7.2 | 6.9 | 7.5 | 7.0 | 7.3 | 7.4 | 7.2 | 7.1 | 7.4 | 7.3 |
| B O D (mg/l) | - | 213 | 258 | 289 | - | 6.7 | 7.5 | 5.4 | 131 | 138 | 144 | 216 | 17 | 19 | 8 | 15 |
| C O D (mg/l) | - | 106 | 117 | 134 | - | 9.0 | 10.0 | 9.9 | 73 | 92 | 77 | 83 | 26 | 29 | 10 | 23 |
| S S (mg/l) | - | 219 | 398 | 250 | - | 9.5 | 10.1 | 8.3 | 179 | 176 | 203 | 199 | 48 | 37 | 11 | 31 |
| 大腸菌群数(個/cm ³) | - | 11.8 ×10 ³ | 46.0 ×10 ³ | 45.5 ×10 ³ | - | 720 | 14 | 1 | - | - | - | - | 0 | 0 | 0 | 0 |

表 4-5 長時間エアレーション法における処理成績の例

- ・処理水の透視度が高い。
- ・水温の変化に対する安定性は、標準活性汚泥法よりも優れている。
- ・硝化が期待できる。有機物負荷を低く抑えた状態で長時間エアレーションすると、硝化菌等の自栄養細菌が活性汚泥中に生息するようになる。硝化菌は窒素化合物の硝酸化を行い、処理水の水質の安定性を高めるのに役立つ。
- ・長時間エアレーションにより余剰汚泥の発生を極力抑えられる。この量は一般に処理水量の0.25%程度で、標準活性汚泥法の1~2%に比べて非常に少ない。

(ii) 維持管理

最初沈殿池を省略でき、発生汚泥量が少ないために汚泥処理施設を縮小できることから管理箇所が少なく、設備機器も構造が簡単であるため高度で複雑な技術の必要性というのは、標準活性汚泥ほどではないが、オキシデーションディッチ法よりも難しい。

(iii) 経済性

本法は標準活性汚泥法に比して、エアレーションタンクの容量および送気量が大きい
ため、所要用地を大きくとるとともに、消費動力を多く要するという短所がある反面、

最初沈殿池を省略でき、発生汚泥量も少ないことから、これに伴う建設費および維持管理費を節減できるという長所があり、所要用地の大きさを別とすれば、経済性に関しては標準活性汚泥法と同等といえる。

3) オキシデーションディッチ法

(イ) 一般的特性

一般的特性については、長時間エアレーション法と同じことがいえる。本法は運転操作の方法によって脱窒も可能であるため、硝化に伴うトラブル(長時間エアレーションによって生じた硝酸塩中の酸素を細菌が利用して窒素ガスと炭酸ガスとの気泡をつくり、これが活性汚泥の密度を減少させ、最終沈殿池において活性汚泥の浮上を起すことがある。本法では運転操作によってオキシデーションディッチ内で硝化・脱窒反応を完了させることが可能である)の発生を避けることができる。

| 処理場名 | 勇払処理場 | | | | | | | | 湯元処理場 | | | | | | | |
|---------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|------|------|------|------|
| | 所在地 | | | | | | | | 湯元処理場 | | | | | | | |
| 所在地 | 北海道苫小牧市 | | | | | | | | 栃木県日光市 | | | | | | | |
| 時入時1日最大処理量 | 2,140 m ³ /日 | | | | | | | | 3,250 m ³ /日 | | | | | | | |
| 採水箇所 | 流入水 | | | | 流出水 | | | | 流入水 | | | | 流出水 | | | |
| | 春 | 夏 | 秋 | 冬 | 春 | 夏 | 秋 | 冬 | 春 | 夏 | 秋 | 冬 | 春 | 夏 | 秋 | 冬 |
| 気温 (°C) | 8.0 | 18.0 | 5.0 | 1.0 | 8.0 | 18.0 | 5.0 | 1.0 | 8 | 16 | -1 | -6 | 11 | 16 | -1 | -6 |
| 水温 (°C) | 9.8 | 15.4 | 12.6 | 8.1 | 10.9 | 15.9 | 11.9 | 4.9 | 25 | 26 | 16 | 18.5 | 16 | 22 | 10 | 7.5 |
| 透視度 (cm) | 5.2 | 7.5 | 4.5 | 4.9 | >48.3 | >47.0 | >45.3 | >44.0 | 8 | 6 | 12 | 15 | 20 | 19 | 17 | 30 |
| pH 値 | 7.4 | 7.2 | 7.2 | 7.3 | 7.1 | 7.2 | 7.4 | 7.5 | 6.8 | 6.6 | 6.8 | 6.8 | 7.0 | 7.2 | 7.0 | 7.0 |
| BOD (mg/l) | 229 | 119 | 301 | 185 | 4.4 | 5.9 | 3.2 | 4.5 | 110.0 | 103 | 70.0 | 84.3 | 16.1 | 19.5 | 16.3 | 19.3 |
| COD (mg/l) | 90.9 | 56.7 | 84.0 | 78.4 | 9.5 | 8.2 | 9.2 | 11.1 | 73.7 | 68.8 | 45.8 | 56.7 | 11.0 | 15.5 | 11.7 | 15.0 |
| SS (mg/l) | 135 | 99 | 155 | 166 | 5 | 6 | 6 | 7 | 154 | 183 | 193 | 236 | 27 | 23 | 23 | 28 |
| 大腸菌数 (個/cm ²) | 9.2 ×10 ⁴ | 2.0 ×10 ⁵ | 1.4 ×10 ⁵ | 4.6 ×10 ⁴ | 320 | 360 | 100 | 80 | 5.5 ×10 ³ | 6.4 ×10 ³ | 6.5 ×10 ³ | 7.3 ×10 ³ | 0 | 0 | 0 | 0 |

表4-6 オキシデーションディッチ法における処理成績の例

(ロ) 維持管理

維持管理についても長時間エアレーション法とほぼ同じことがいえるが、長時間エアレーション法では送風機を使うのに対し、本法では機械かき混ぜ機を使用するため、管理点検箇所は極めて少なく、維持管理も容易である。送風機使用の場合には空気濾過器、空気配管、水道配管および送風機に対する防音防振装置が必要となり、機械要

素は機械かき混ぜ機よりもはるかに複雑である。

イ) 経済性

本法は水深を浅く抑えているため所要用地は長時間エアレーション法のそれよりも大きい。建設費に関しては長時間エアレーション法と同様に最初沈殿池を省略でき、発生活泥量も少ないため標準活性汚泥法と同程度である。維持管理費は運転操作の方法にもよるが一般に標準活性汚泥法よりも高い。

4) 高速散水汙床法

イ) 一般的特性

・処理効率はBOD除去率で65~75%と他の処理方式に比べて劣っている。

| 処 理 場 名 | 行田下水処理場 | | | | | | | | 津島市下水終末処理場 | | | | | | | |
|---------------------------|--------------------------|------|------|------|-------|------|------|------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------|------|------|------|
| | 埼玉県行田市 | | | | | | | | 愛知県津島市 | | | | | | | |
| 所 在 地 | 10,920 m ³ /日 | | | | | | | | 12,217 m ³ /日 | | | | | | | |
| 時 間 1 日 最 大 処 理 量 | 流 入 水 | | | | 流 出 水 | | | | 流 入 水 | | | | 流 出 水 | | | |
| 採 水 箇 所 | 春 | 夏 | 秋 | 冬 | 春 | 夏 | 秋 | 冬 | 春 | 夏 | 秋 | 冬 | 春 | 夏 | 秋 | 冬 |
| 試 験 季 節 | 春 | 夏 | 秋 | 冬 | 春 | 夏 | 秋 | 冬 | 春 | 夏 | 秋 | 冬 | 春 | 夏 | 秋 | 冬 |
| 気 温 (°C) | 20.4 | 28.1 | 15.7 | 8.7 | - | - | - | - | 21.4 | 27.8 | 15.2 | 9.4 | 21.8 | 27.3 | 14.7 | 9.9 |
| 水 温 (°C) | 19.2 | 21.8 | 15.8 | 13.9 | 19.3 | 22.4 | 15.1 | 12.8 | 22.1 | 24.3 | 21.4 | 17.7 | 24.2 | 24.7 | 21.8 | 16.8 |
| 透 視 度 (cm) | 5.3 | 5.5 | 5.3 | 3.7 | 12.7 | 26.6 | 16.7 | 14.1 | 4.3 | 4.9 | 5.3 | 4.9 | 12.6 | 15.1 | 13.0 | 12.5 |
| pH 値 | 7.2 | 7.1 | 7.4 | 7.9 | 7.4 | 7.2 | 7.5 | 7.7 | 6.92 | 6.85 | 7.00 | 6.95 | 7.08 | 7.07 | 7.28 | 7.18 |
| B O D (mg/l) | 120 | 98.2 | 112 | 198 | 26.9 | 14.9 | 15.4 | 22.6 | 119 | 122 | 108 | 117 | 45.3 | 43.7 | 47.6 | 49.0 |
| C O D (mg/l) | 60.9 | 58 | 70.2 | 117 | 27.5 | 17.3 | 23 | 27.3 | 66.3 | 65.1 | 60.1 | 64.2 | 33.6 | 32.2 | 31.1 | 36.2 |
| S S (mg/l) | 92.6 | 81.4 | 100 | 182 | 28.8 | 11.8 | 20.8 | 24.7 | 93.0 | 88.2 | 84.9 | 87.5 | 32.1 | 29.8 | 32.4 | 35.2 |
| 大腸菌群数(個/cm ³) | - | - | - | - | 4 | 0 | 1 | 0 | 8.4 ×10 ⁴ | 7.8 ×10 ⁴ | 8.7 ×10 ⁴ | 6.2 ×10 ⁴ | 620 | 830 | 516 | 616 |

表 4-7 高速散水汙床法における処理成績の例

- ・活性汚泥法に比べ、処理水の透視度は劣る。
- ・微生物の代謝機能は水温の影響を受け、水温が10℃以下では急激に低下するが標準活性汚泥法に比べて、水温が処理水の水質に及ぼす影響は小さい。
- ・汙床ばえ、臭気の発生がある。汙床ばえは汙床面から30cm程度の場所に生息し、灰白色の2.5~4.5mm程度の大きさで、成虫の飛翔距離は100mほどであるが、風に乗ってさらに遠方に飛ぶ場合があり、近隣に迷惑を及ぼすことがある。また、汙床からの臭気が発生するのは、下水、汚泥、死滅した生物膜等の嫌気性分解によるものである。

(ロ) 維持管理

標準活性汚泥法においてはMLSS、送気量、返送汚泥量等の調整に高度で複雑な技術が必要とされたが、本法では原理的・構造的にそのような技術は不要であり、管理の要点は散水間隔の調節、均一な散水、汙床の閉塞防止、汙床ばえや臭気の発生防止にあり、維持管理は極めて容易である。なお、回転散水機は送り込む下水に所定の水頭を与えれば自分で回転するが、その回転部の軸受は水銀でシールされており、急激な負荷がかかると飛散してしまうことがある。この再シールには特殊な技術を要するため散水負荷の調節には注意が必要である。

(イ) 経済性

本法は経済性に関しては他の処理方式に比べて最も優れている。建設費は長時間エアレーション法、オキシデーショディッチ法に比べ最初沈殿池があるため同等もしくは若干安い程度であるが、維持管理費は処理施設間の水位差が活性汚泥法の2.5m程度に比べ4.5mと大きく、循環水量も下水量の数倍であるためポンプ動力は大きい。回転散水機そのものは自力で回転するため維持管理費は安い。

5) 回転生物接触法

(イ) 一般的特性

・処理効率は標準活性汚泥法と同程度である。

| 処 理 場 名 | 野沢温泉終末処理場 | | | | | | | | 高野山下水処理場 | | | | | | | |
|--------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------|------|------|------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------|-------|-------|-------|
| | 所在地 | | | | | | | | 所在地 | | | | | | | |
| 所 在 地 | 長野県野沢温泉村 | | | | | | | | 和歌山県高野町 | | | | | | | |
| 晴示時1日最大処理量 | 9,700 m ³ /日 | | | | | | | | 4,000 m ³ /日 | | | | | | | |
| 採 水 箇 所 | 流 入 水 | | | | 流 出 水 | | | | 流 入 水 | | | | 流 出 水 | | | |
| | 春 | 夏 | 秋 | 冬 | 春 | 夏 | 秋 | 冬 | 春 | 夏 | 秋 | 冬 | 春 | 夏 | 秋 | 冬 |
| 気 温 (℃) | - | - | - | - | - | - | - | - | 15.0 | 21.2 | 8.0 | 0 | 15.0 | 21.2 | 8.0 | 0 |
| 水 温 (℃) | 13.8 | 19.2 | 13.2 | 10.0 | 14.5 | 20.2 | 13.1 | 10.6 | - | 17.6 | 11.2 | 6.0 | 10.8 | 18.6 | 11.8 | 6.7 |
| 透視度 (cm) | 3.1 | 5.0 | 4.3 | 2.7 | 26.0 | 36.3 | 25.6 | 31.5 | - | 5.4 | 6.1 | 8.2 | 20.5 | 34.4 | 26.8 | 41.6 |
| pH 値 | 7.26 | 6.9 | 7.3 | 7.45 | 6.89 | 7.24 | 7.09 | 7.04 | - | 6.99 | 7.11 | 7.10 | 6.30 | 6.41 | 6.14 | 6.11 |
| B O D (mg/l) | 149 | 108 | 120 | 357 | 5.2 | 6.5 | 7.0 | 13.4 | - | 72.0 | 50.0 | 56.7 | 10.4 | 6.1 | 8.9 | 7.2 |
| C O D (mg/l) | 94.3 | 68.7 | 77.2 | 133 | 14.9 | 13.6 | 14.5 | 17.0 | - | 70.7 | 51.8 | 38.9 | 2.3 | 11.7 | 10.1 | 9.3 |
| S S (mg/l) | 149 | 123 | 135 | 182 | 7.0 | 6.3 | 8.2 | 11.9 | - | 138.2 | 69.2 | 63.0 | - | 9.1 | 10.6 | 8.8 |
| 大腸菌群数(個/cuf) | 6.8 ×10 ³ | 5.4 ×10 ³ | 5.5 ×10 ³ | 2.7 ×10 ³ | 1 | 0 | 10 | 0.3 | - | 6.8 ×10 ⁴ | 6.2 ×10 ⁴ | 4.9 ×10 ⁴ | - | 1,900 | 1,700 | 1,100 |

表 4-8 回転生物接触法における処理成績の例

- ・微細なSSが流出しやすいため、処理水の透視度は活性汚泥法に比べて劣る。
- ・水温が低下した場合BOD除去率は低下する。
- ・硝化が期待できる。

ロ) 維持管理

活性汚泥法と異なりエアレーション設備や汚泥返送設備が不要であるため、管理点検箇所は少なく、高度な技術も必要としないが、運転管理システムはまだ十分に確立されていないため、維持管理の容易さにおいてはオキシデーションディッチ法、高速散水汙床法よりもやや劣る。

ハ) 経済性

建設費は回転円板体が高いため、他の処理方式に比べて高い。維持管理費は消費電力が回転円板体の回転動力のみで、他に複雑な機械設備もないため比較的安いといえる。各下水処理方式の特性を整理評価すると表4-19のようになる。すなわち一般的特性で見ると浮遊生物法である標準活性汚泥法、長時間エアレーション法、オキシデーションディッチ法が良く、回転生物接触法、高速散水汙床法は劣っている。ショックロード、負荷変動、有害物質に対する安定性(柔軟性)は、もともとプロセスの標準的な構成において水量水質変動に対処できるように考慮されているためほとんど大差ない。維持管理についてはオキシデーションディッチ法、高速散水汙床法が優れており、他の処理方式はこれらに比べると難しい処理方式といえる。経済性については高速散水汙床法が優れた特性を持っている。

フィリピンにおいては前述したように都市下水を対象として下水処理を実施している都市は皆無であり、豊富な経験と高度な技術を持った専門技術者がいないこと、下水管網に見られる不十分な維持管理の状況、故障時における資機材の調達の可能性等を考えると、高度な技術を必要としない維持管理の容易な下水処理方式が強く望まれる。この意味で、オキシデーション・ディッチ法と高速散水汙床法はそれぞれ経済性と一般的特性に欠点は持っているものの推奨し得る下水処理方式であると言える。以下においては両下水処理方式の経済性についてさらに検討を加えるものとする。

(3) オキシデーションディッチ法と高速散水汙床法の比較

1) 所要用地

処理場予定地の形状は不規則であり、しかも平地で最も使いやすいところに既存施設が雄然と配置されているため、これらをそのまま利用する場合には新たに建設される施設は利用勝手の悪いところに配置せざるを得なくなり、配置そのものができなくなる可能性がある。そこで次のような条件のもとでオキシデーションディッチ法と高速散水汙床法の配置計画を行うものとする。

| | | 標準 活性汚泥法 | 長時間 エアレーション法 | オキシデーション ディッチ法 | 高速 散水浮床法 | 回転生物 接触法 |
|-----------|----------------|-------------|-----------------|-------------------|-------------|-------------|
| 一般的 特性 | 処理効率 | A | B | B | C | A |
| | 透視度 | A | A | A | B | B |
| | 水温変化に対する安定性 | C | B | A | B | C |
| | 硝化作用 | C | A | A | B | A |
| | 周辺環境への影響度 | A | A | B | C | A |
| 柔軟性 | ショックロードに対する安定性 | A | A | A | B | B |
| | 負荷変動に対する安定性 | A | A | A | B | B |
| | 有害物質に対する安定性 | A | A | A | A | A |
| 維持管理 | 運転管理の容易性 | C | B | A | A | B |
| | 管理システムの確立の度合い | A | A | B | B | C |
| | 管理点検箇所数の多少 | C | B | A | A | B |
| | 高度な技術の必要性 | C | B | A | A | A |
| 経済性 | 建設費 | B | B | B | A | C |
| | 維持管理費 | B | B | C | A | B |
| | 用地面積 | A | A | C | B | C |

表 4-9 各種下水処理方式の評価

・オキシデーションディッチ法の場合には最初沈殿池以外の既存施設はすべて撤去するものとする。オキシデーションディッチ法ではその標準的なプロセスの構成でも述べたように水量水質変動に対して強いことから最初沈殿池を省略できることを特色としている。しかし、土木施設としては完成しており、比較的大形構造物であるため撤去費用もかかることから、その有効利用を考えるものとする。最初沈殿池を使用した場合には配置計画が難しくなる、管理点検箇所が増える、不安定な最初沈殿池汚泥が発生し、汚泥量も全体として増加する、維持管理費が増加するといった短所がある反面、雨天時における流入量の増加に対して、一部は沈殿後放流し、残りは活性汚泥処理を

行うことにより無処理放流を避けられる、処理効率の向上が期待できるといった長所もある。また、高速散水汙床方式では汚泥処理方式として無加温消化-天日乾燥方式が採用されているが、オキシデーションディッチ法の場合には汚泥はすでに自己酸化により安定化しているため濃縮-貯留-天日乾燥方式を採用する。

- ・高速散水汙床法の場合には既存施設はすべて利用するものとし、まだ建設されていない高速散水汙床と最終沈殿池については当初計画の1系列を2系列に改めて計画するものとする。

図4-9, 4-10はオキシデーションディッチ法および高速散水汙床法の場合の配置計画を示したものであるが、いずれの場合にも用地の窮屈さに違いはあるものの、処理場予定地内に収容可能であり、所要用地の大きさというのはこの場合問題ないといえる。

2) 維持管理費

維持管理費は人件費、動力費、薬品費、補修費、その他によって構成される。

(i) 人件費

各下水処理方式の維持管理の容易さを考慮すると場長1人、技術員2人、作業員3人の計6人から成る組織で十分である。バギオ市における給与水準から年収をそれぞれ36,000, 24,000, 12,000ペソと仮定すると人件費としては年間120,000ペソが見込まれる。

| | | |
|-----|----------------|-------------|
| 場長 | 36,000P/年・人×1人 | = 36,000P/年 |
| 技術員 | 24,000P/年・人×2人 | = 48,000P/年 |
| 作業員 | 12,000P/年・人×3人 | = 36,000P/年 |
| 計 | | 120,000P/年 |

(ii) 動力費

動力費(電力使用料)は維持管理費の費目の中で最も大きなウェイトを占めている。電力使用料は使用者のタイプによって適用される料金体系が異なり、下水処理場の場合には営業用料金体系が適用される。一方、バギオ水道事業所の場合には電力使用量が大きく、公共性も高いとの理由により割安な特別料金の適用を受けている。下水処理場についても同様のことがいえるため、一般の営業用料金ではなく割安の特別料金が適用される可能性があるが、これについては今後のバギオ市とベンゲット電力の交渉結果による。ここでは一般の営業用料金による場合を最大値、バギオ水道事業所と同じ特別料金による場合を最小値として動力費の試算を行うものとする。

水準測量の結果によれば、既存施設の有効利用ということに拘らなければ、流入下水は新たに建設される沈砂池を経て既存の最初沈殿池へ自然流下で流入することが可能である。したがって、動力費の算出は次の3ケースについて行う。いずれの場合にも既存の最初沈殿池は利用されるものとする。

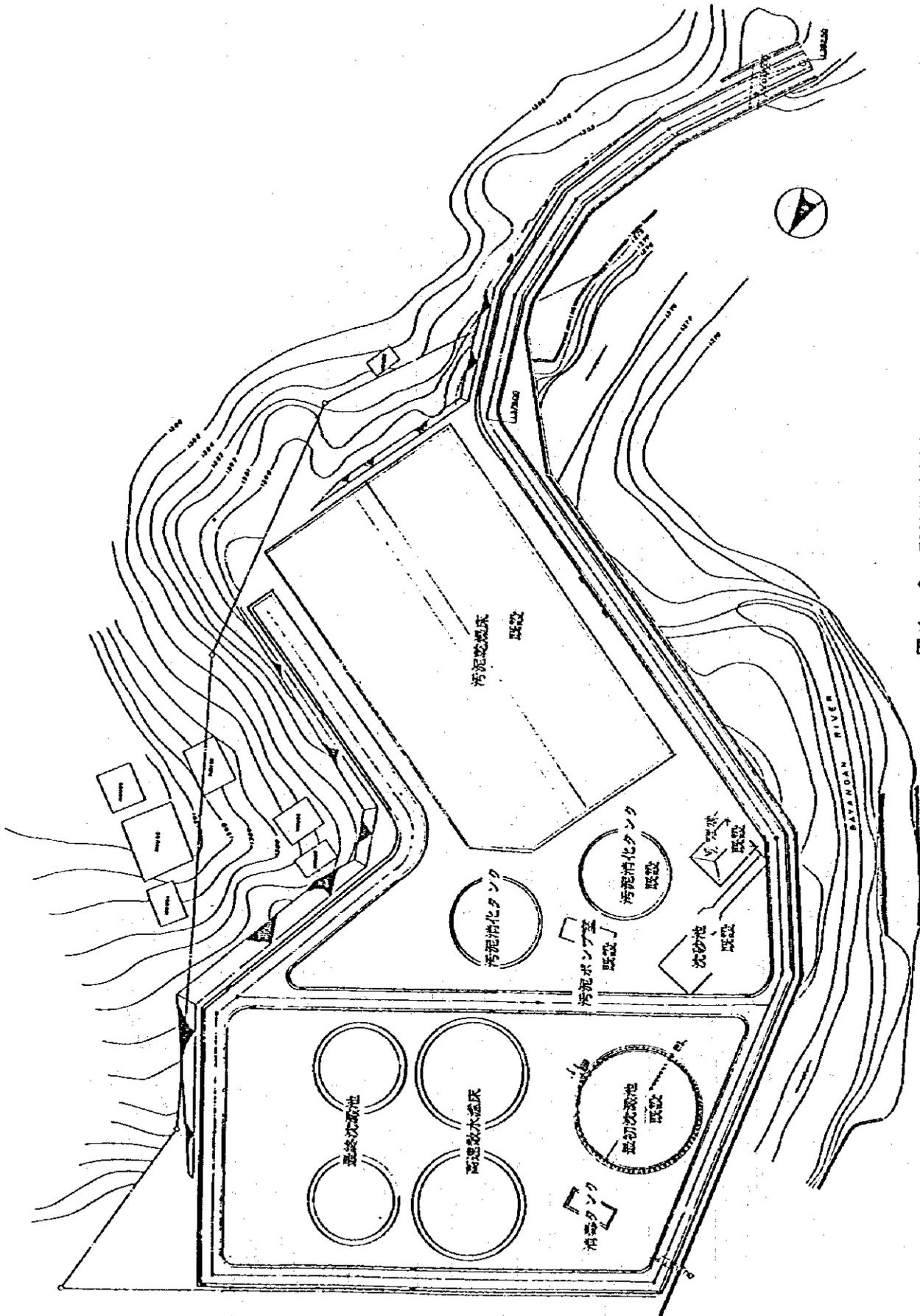


図 4-9 高速散水汚床法による配管計画 (既存施設をすべて利用)

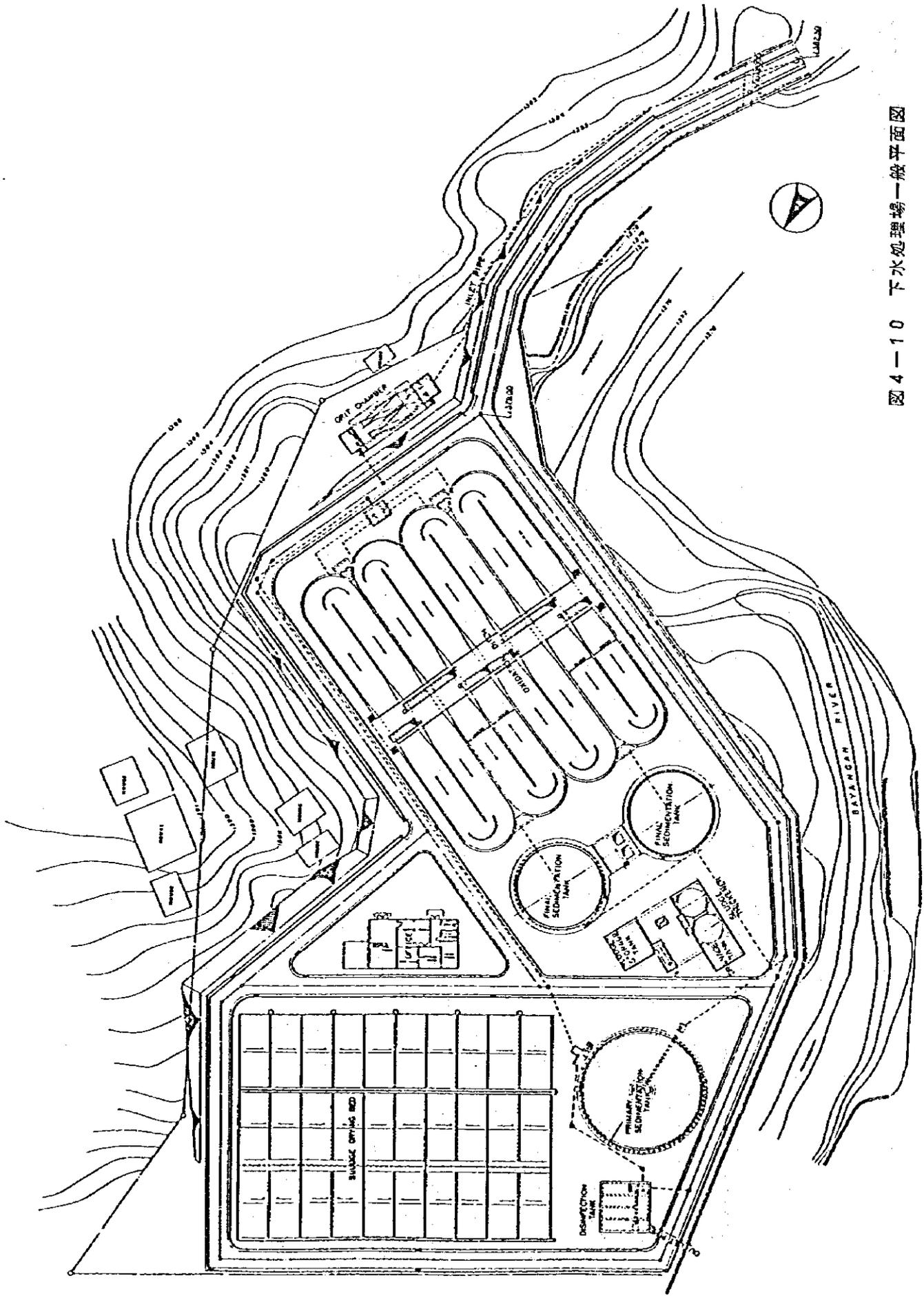


图 4-10 下水处理场一般平面图

| 石 | 機 械 名 | KW | 合(子) | 実働KW | 計 算 | KWh/day |
|-----|-------------------|----------------|------|------------------|---|---------------------|
| (1) | 洗 砂 撈 揚 機 | 1.5 | 2 | (3.0) | 3.0KW×24h×0.7 | (50.4) |
| (2) | コ ミ ニ ュ ー タ ー | 1.5 | 1 | (1.5) | 1.5×24×0.8 | (28.8) |
| 3. | コ ン ベ ア | 0.2 | 2 | 0.4 | 0.4×24×0.7 | 6.7 |
| (4) | 汚 水 ポ ン プ | 11.0 | 5(1) | (44.0) | 2倍量につき1倍量で計算 4.4×1/2×24×0.9×0.7 (実負荷が7.7KW) | (332.6) |
| 5. | 初 沈 撈 寄 機 | 1.5 | 1 | 1.5 | 1.5×24×0.8 | 28.8 |
| 6. | 初沈汚泥引抜ポンプ | 2.2 | 3(1) | 4.4 | 負荷が軽く30%とする 4.4×24×0.3 | 31.7 |
| 7. | 循 環 水 ポ ン プ | 7.5 | 5(1) | 30.0 | すべて300%循環とする 30×24×0.8 | 576.0 |
| 8. | 余 剰 汚 泥 ポ ン プ | 2.2 | 3(1) | 4.4 | 負荷が軽く30%とする 4.4×24×0.3 | 31.7 |
| 9. | 塩 素 注 入 ポ ン プ | 0.4 | 1 | 0.4 | 0.4×24×0.8 | 7.7 |
| 10. | ガ ス カ ク ハ ン プ ロ ー | 3.7 | 2(1) | 3.7 | 3.7×24×0.8 | 71.1 |
| 11. | 終 沈 汚 泥 撈 寄 機 | 0.75 | 2 | 1.5 | 1.5×24×0.8 | 28.8 |
| 12. | お 液 ポ ン プ | 1.5 | 2(1) | 1.5 | 1.5×24×0.8 | 28.8 |
| 13. | 〃 | 0.75 | 2(1) | 0.75 | 0.75×24×0.8 | 14.4 |
| 14. | そ の 他 | | | | | ≒150.0 |
| 合 計 | | ケースⅠ (ケースⅡ) | | 48.55 (97.05) | | ≒970.0 ≒(1380.0) |

注) ケースⅠの場合は()を含めたものになり、ケースⅡの場合は()を除いたものになる。

表4-11 食荷および使用電力一覧表(ケースⅠ,Ⅱ高速散水汚床法)

| No | 機 械 名 | KW | 合(予) | 実働 KW | 計 算 | KWh/day |
|-----|-----------|------|------|----------|--|---------|
| 1. | コ ン ベ ア | 0.2 | 2 | 0.4 | 0.4KW×24h×0.7 | 6.7 |
| 2. | 初 沈 擾 寄 機 | 1.5 | 1 | 1.5 | 1.5×24×0.8 | 288 |
| 3. | ロ ー タ ー | 22.0 | 8 | 176.0 | 流速を得るに必要な電力8.5W/m ³ とする 8.5×7100m ³ ×24h (池) | 1448.4 |
| 4. | 終 沈 擾 寄 機 | 0.75 | 2 | 1.5 | 1.5×24×0.8 | 288 |
| 5. | 初沈汚泥引抜ポンプ | 2.2 | 3(1) | 4.4 | 負荷が軽く30%とする 4.4×24×0.3 | 31.7 |
| 6. | 返送汚泥ポンプ | 5.5 | 3(1) | 11.0 | 100%返送とする。負荷軽い 11×24×0.75 | 1980 |
| 7. | 余剰汚泥ポンプ | 2.2 | 3(1) | 4.4 | 負荷が軽く30%とする 4.4×24×0.3 | 31.7 |
| 8. | 濃縮汚泥ポンプ | 2.2 | 3(1) | 4.4 | 負荷が軽く30%とする 4.4×24×0.3 | 31.7 |
| 9. | 濃縮タンク擾寄機 | 0.4 | 2 | 0.8 | 0.8×24×0.8 | 15.4 |
| 10. | 塩素注入ポンプ | 0.4 | 1 | 0.4 | 0.4×24×0.8 | 7.7 |
| 11. | 貯留タンク攪拌機 | 5.5 | 1 | 5.5 | 間欠運転1/2とする 5.5×24×1/2×0.8 | 52.8 |
| 12. | そ の 他 | | | | | ≒200.0 |
| 合 計 | | | | 210.3 | | ≒2080 |

表4-12 負荷および使用電力一覧表(ケースⅡオキシデーション・ディッチ法)

(3) 薬品費

本下水処理場では汚泥処理に脱水プロセスを採用していないため、凝集剤等はとくに必要としない。したがって、通常の下水処理であれば、使用される薬品は処理水を殺菌するための塩素ガスのみである。フィリピンにおいては水道の場合でも塩素殺菌を行っていない例が多く、実際に実施するか否かはバギオ市の判断によるが、ここでは維持管理費の上限を把握しておく意味から計上するものとする。

計 画 下 水 量 8,600 m³/日

平 均 注 入 率 3 mg/l

薬 品 単 価 塩素ガス 50 kg当り P 1,300

| | |
|---------|---|
| 1日当り使用量 | $8,600\text{m}^3/\text{日} \times 3\text{mg}/\ell \times 10^{-3} = 25.8\text{kg}/\text{日}$ |
| 年間使用量 | $25.8\text{kg}/\text{日} \times 365\text{日} = 9,417\text{kg}/\text{年}$ |
| 年間薬品費 | $9,417\text{kg}/\text{年} \times \text{P}1,300/50\text{kg} = \text{P}244,842/\text{年}$ |

4) 補修費その他

バギオ市では通常設備機器等の修理・取替等による一時的な多額の支出に対しては一般財源の予備費より充当している。したがって、補修費その他としては軽微なものの補修、部品交換等を対象として年間P100,000を計上する。

前述した結果に基づくと年間維持管理費は表4-13のようにまとめられる。

(単位 P/年)

| 項 目 | 高速散水汙床法 | オキシデーションディッチ法 |
|---------|-----------------|---------------------|
| 人 件 費 | 120,000 | 120,000 |
| 動 力 費 | 390,000~530,000 | 840,000~1,180,000 |
| 薬 品 費 | 240,000 | 240,000 |
| 補修費・その他 | 100,000 | 100,000 |
| 計 | 850,000~990,000 | 1,300,000~1,640,000 |

注) 高速散水汙床法の動力費はケースⅡを使用。

表4-13 年間維持管理費の比較

3) 結 論

オキシデーションディッチ法は高速散水汙床法に比し、一般的特性すなわち処理効率、透視度、水温変化に対する安定性、硝化作用(運転操作によって脱窒も可能である)、周辺環境への影響については優れた特性を有している。しかし、所要用地の大きさはこの場合問題にならないにしても年間維持管理費については、明らかに高速散水汙床法が勝っている。どちらに重きを置くかによって選択される処理方式も異なってくるが、住民の負担を考えるとコスト・ミニマムの原則に従って高速散水汙床法の採用が推奨される。しかし、バギオ市およびLWUAにおいては、①本プロジェクトがバリリ川の水質汚濁に係るラ・トリニダード市との係争問題にもともと端を発しており処理効率については関心が深い、②環境問題で現在係争案件を何件か拘えており周辺環境に対して十分配慮しなければならない、③住民1人当りの負担から見れば十分に耐え得る金額である、としてオキシデーションディッチ法の方が高速散水汙床法よりも望ましいという要請がなされ、オキシデーションディッチ法の採用を決定している。

4-2-4 選択案の概要

選択案について基本事項をまとめると次のようになる。

| | | |
|-------------|------------------------|-----------------------------------|
| 名 称 | バギオ下水処理場（仮称） | |
| 位 置 | バギオ市ラクバン・バレー | |
| 敷地面積 | 1.38 ha （有効面積 1.24 ha） | |
| 地 盤 高 | 現在地盤高 | 1,378m（平均） |
| | 計画地盤高 | 1,379m |
| 周囲の土地利用 | 北・東側住居地区、南側畑 | |
| 下水の排除方式 | 分 流 式 | |
| 処 理 処 分 方 式 | 下水処理 | オキシデーション・ディッチ法 |
| | 汚泥処理 | 濃縮 貯留 天日乾燥 |
| 放流先及び水位 | 放 流 先 | バリリ川 |
| | 高 水 位 | 1,378m |
| | 計画設計水位 | 1,378m |
| 目 標 年 次 | 1986年 | |
| 計 画 下 水 量 | 日 平 均 | 8,600m ³ /日（≒ 2.25MGD） |
| | 時 間 最 大 | 17,200m ³ /日 |

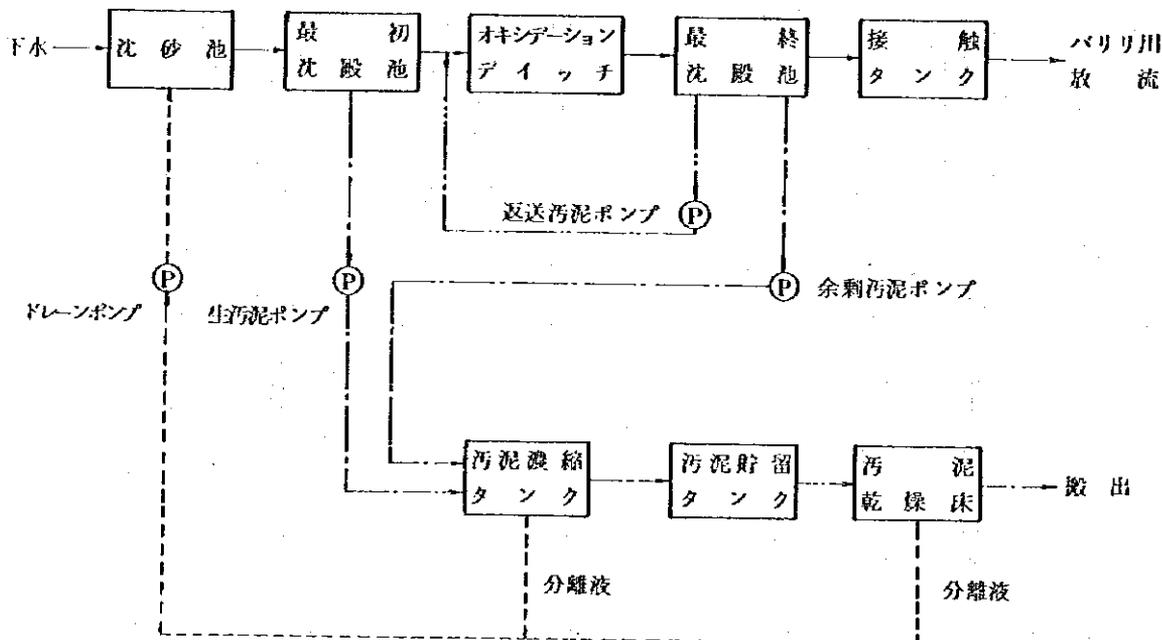


図4-11 処理フローシート

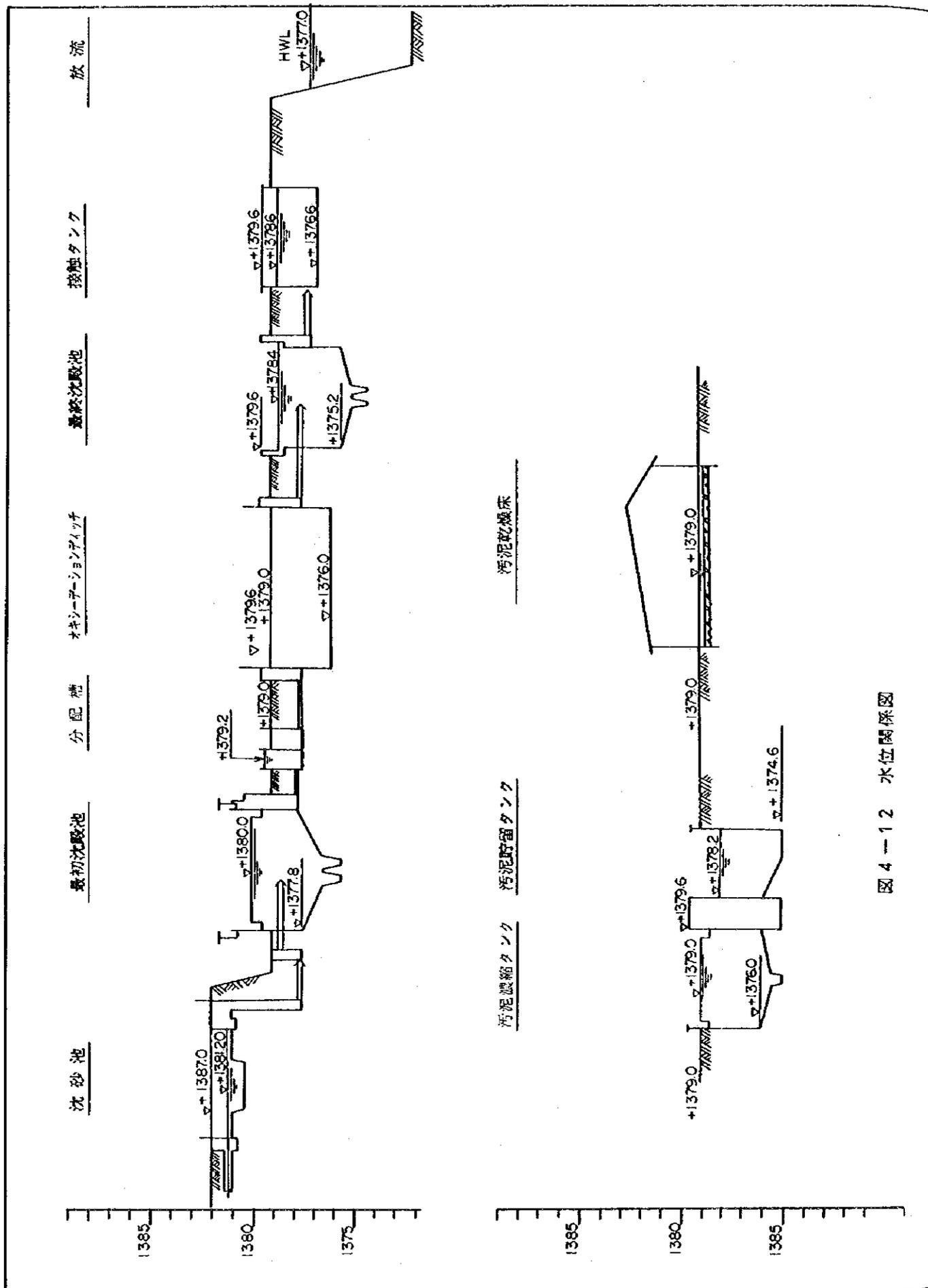


図 4-12 水位関係図

| 施設の名称 | 構造寸法 | 施設数 | 能力 |
|------------------|--|--------------|--|
| 流入管 | 管径600mm 勾配2.5% | | |
| 沈砂池 | 平行流沈砂池 幅220m×長430m | 2池 (予備1池) | 水面積負荷 1.818m ³ /m ² ・日 池内平均流池 0.30m/秒 |
| 最初沈殿池 | 円形放射流式汚泥掻寄機付 径21.34m×有効水深2.17m | 1池 既設 | 沈殿時間 2.17時間 水面積負荷 2.41m ³ /m ² ・日 越流負荷 128m ³ /m ² ・日 |
| オキシデーション ディッチ | 循環流ディッチ 幅10.00m×長56.00m×有効水深3.00m | 4池 | BOD-SS負荷 0.053kg/SSkg・日 BOD容積負荷 0.186kg/m ³ ・日 エアレーション時間 18.1時間 汚泥日令 18.8日 汚泥返送比 100% |
| 最終沈殿池 | 円形放射流式汚泥掻寄機付 径15.00m×有効水深3.20m | 2池 | 沈殿時間 3.16時間 水面積負荷 2.44m ³ /m ² ・日 越流負荷 91.3m ³ /m ² ・日 |
| 接触タンク | 水平ろ流式 幅2.00m×長6.00m×4水路×有効水深2.00m | 1池 | |
| 返送汚泥 ポンプ | φ100mm×1.5m ³ /分×7m×5.5KW φ150mm×3m ³ /分×7m×7.5KW | 4台 2台 | |
| 生汚泥 ポンプ | φ100mm×0.5m ³ /分×4m×3.7KW | 2台 (予備1台) | |
| 余剰汚泥 ポンプ | φ80mm×0.5m ³ /分×4m×2.2KW | 2台 (予備1台) | |
| ドレーン ポンプ | φ100mm×1.5m ³ /分×6m×7.5KW | 2台 (予備1台) | |
| 汚泥濃縮 タンク | 円形放射流式汚泥掻寄機付 径5.20m×有効水深3.00m | 2池 | 濃縮時間 27.0時間 水面積負荷 28.9kg/m ² ・日 |
| 汚泥貯留 タンク | 矩形攪拌ポンプ付 幅6.00m×長6.00m×有効水深2.50m | 2池 | 貯留日数 2.2日 |
| 汚泥乾燥床 | 覆蓋式天日乾燥床 幅11.00m×長13.50m | 15床 | 汚泥厚 0.30m 乾燥日数 16.3日 |
| 攪拌ポンプ | 94m ³ /時×3.7KW | 1台 | |

表4-14 主要施設の概要

(2) 下水処理施設

パギオ市内のバリリ川流域ほとんどをカバーする下水管渠システムによって集められた下水は下水処理場の沈砂池に自然流下で先ず流入する。下水中の浮上物質は粗目および細目のスクリーンによって除去され、砂は沈殿する。沈砂池の1つはボタン操作によって作動する機械式スクリーンを装備していて常時使用される。予備池は手掻きスクリーンを装備しており、常時使用池で沈砂の取除き作業が行われるときにのみ使用される。粗目および細目のスクリーンかすはかごに入れて取除かれ、沈砂は上下および水平方向に移動するチェーンブロックによって吊り下げられたコンテナに入れて除去される。非常時には沈砂池の流入ゲートを閉じて消毒タンクに通じる角落しを開けることにより下水は消毒タンクにバイパスされる。

沈砂池流出水は次に既存の最初沈殿池に自然流下で流入する。最初沈殿池ではスカムは機械的に取除かれ、汚泥は下水から沈殿分離され、クラリファイアによって中央の汚泥ピットに掻き寄せられる。上澄液は越流してVノッチ型計量タンクで計量された後オキシデーションディッチに流入する。最初沈殿池においてBODの30%、SSの40%が除去されると期待される。スカムはかご型スクリーンで水切りされ、沈殿汚泥はポンプで引抜かれて汚泥濃縮タンクに送られる。

ローターを備えたオキシデーションディッチで下水は最終沈殿池から圧送されてきた下水と同量の返送汚泥とともに混合、攪拌、エアレーションされる。下水中の溶解性有機物は活性汚泥によって吸着、酸化、同化される。下水と活性汚泥の混合液は最終沈殿池で固液分離され、上澄液と汚泥に分離され、上澄液は消毒タンクで塩素殺菌された後バリリ川に放流される。最終沈殿池沈殿汚泥の一部は、ポンプで引抜かれVノッチ型の計量タンクを経てオキシデーション・ディッチに返送され、残りは余剰汚泥として汚泥濃縮タンクに圧送される。消毒タンクでは取扱いの容易さおよび安全性を考慮して次亜塩素酸カルシウムの殺菌剤が塩素殺菌に使用される。

最初沈殿池汚泥はポンプで引抜かれて計量タンクに圧送され、そこで余剰汚泥と混合されてから汚泥濃縮タンクに流入する。濃縮汚泥は重力で引抜から電磁流量計で計算された後汚泥貯留タンクに流入し、腐敗しないで好氣的条件を維持するように攪拌、エアレーションされる。貯留汚泥は汚泥乾燥床に導かれるが、この汚泥乾燥床は蒸発を促進し、雨期においても乾燥できるようにポリカーボネートプレートによって覆蓋される。汚泥乾燥床における作業は汚泥の導入、汚泥ケーキの除去を含めてすべて人力で行われる。

沈砂池で除去されたスクリーニングかす、沈砂、最初沈殿池のスカム、汚泥乾燥床で発生する汚泥ケーキはトラックで場外に搬出され埋立て処分される。

(3) 維持管理体制

下水処理場の維持管理は、(1)運転管理、(2)水質管理、(3)保守管理の3つに大別される。

1) 運転管理

処理施設の運転操作条件の設定および運転監視を行う。また日報・月報等を記録する。

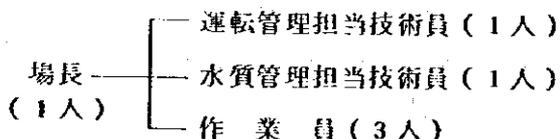
2) 水質管理

検体の採水、分析、記録を行い処理施設の流入条件、運転操作条件および処理水質との関連を明らかにする。

3) 保守管理

処理施設の保守および付近住民にとって歓迎されない迷惑施設である下水処理場の環境保全を行う。

これら維持管理のための作業内容および採用された下水処理方式の維持管理の難易等を勘案すると次のような維持管理組織が推奨される。



ここで、場長は処理場における総括責任者として技術員、作業員の指揮・監督を行う。技術員は各担当業務を行う。作業員は場長の指示監督のもとに表4-15に示す作業を分担するとともに技術員の指示に従って運転管理、水質管理に関する補助的作業を行う。

| 分類 | 日常的業務 | 定期的業務 |
|----|---|---|
| 点検 | ポンプ、クラリファイア、ローター等の点検 計量装置の点検 | 建物、構造物、門、さく等の点検 建物周辺、案定の点検 薬品の点検 電気設備・計装設備の点検 場内の植木、芝生等の手入れ |
| 補修 | | 建物、構造物、門、さく等の補修 ポンプのグランドパッキング等消耗品の補給 薬品、油類の補給 故障機器の修繕 塗装 |
| 清掃 | スクリーンかす、スカムの除去、搬出 乾燥汚泥の除去、搬出 管理棟の清掃 | 場内の清掃 沈砂の除去、搬出 流出環の清掃 |

表 4-15 主な保守管理の内容

4-3 基本設計図

パギオ下水処理場の基本設計図を図4-13~4-32に示す。

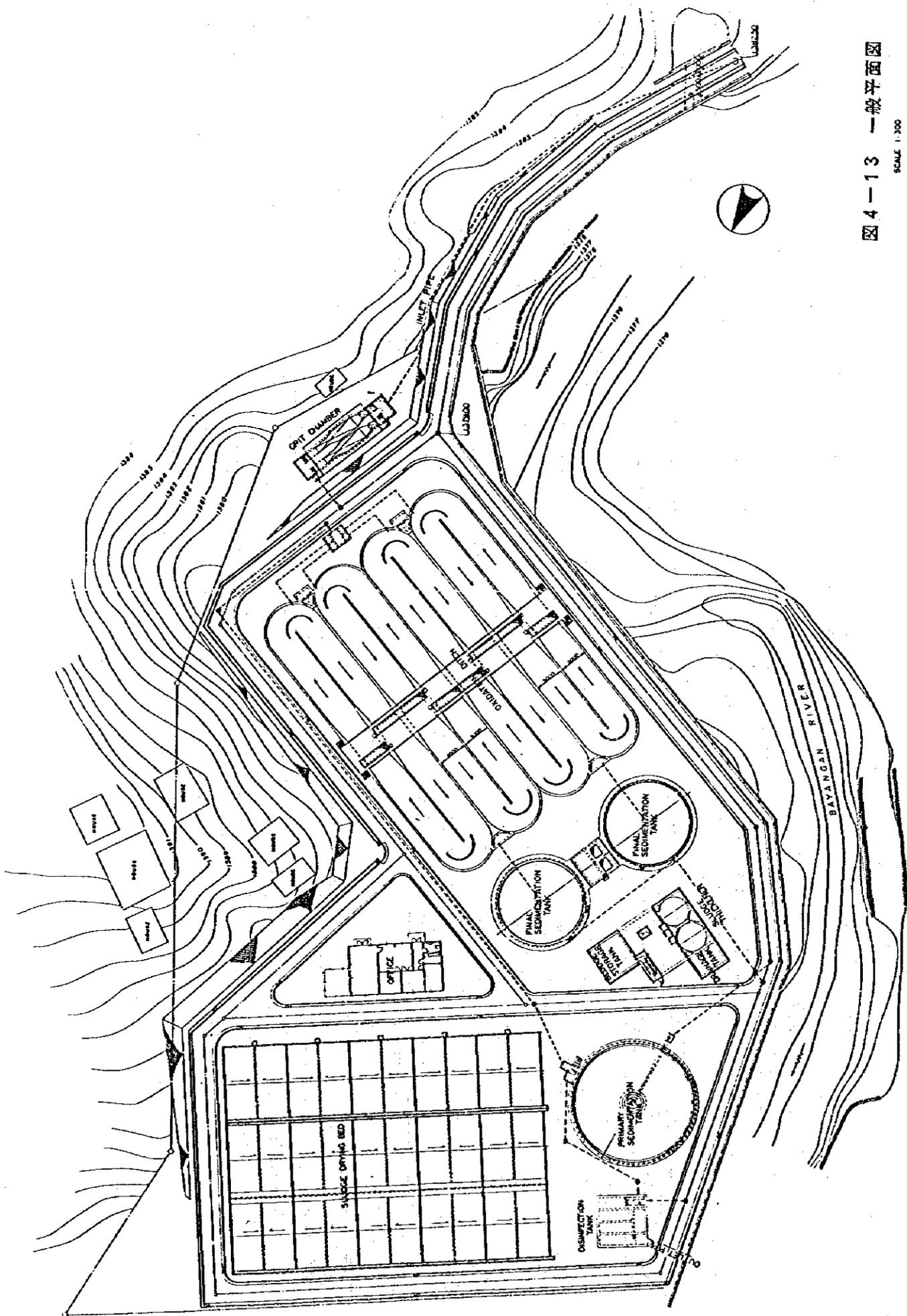
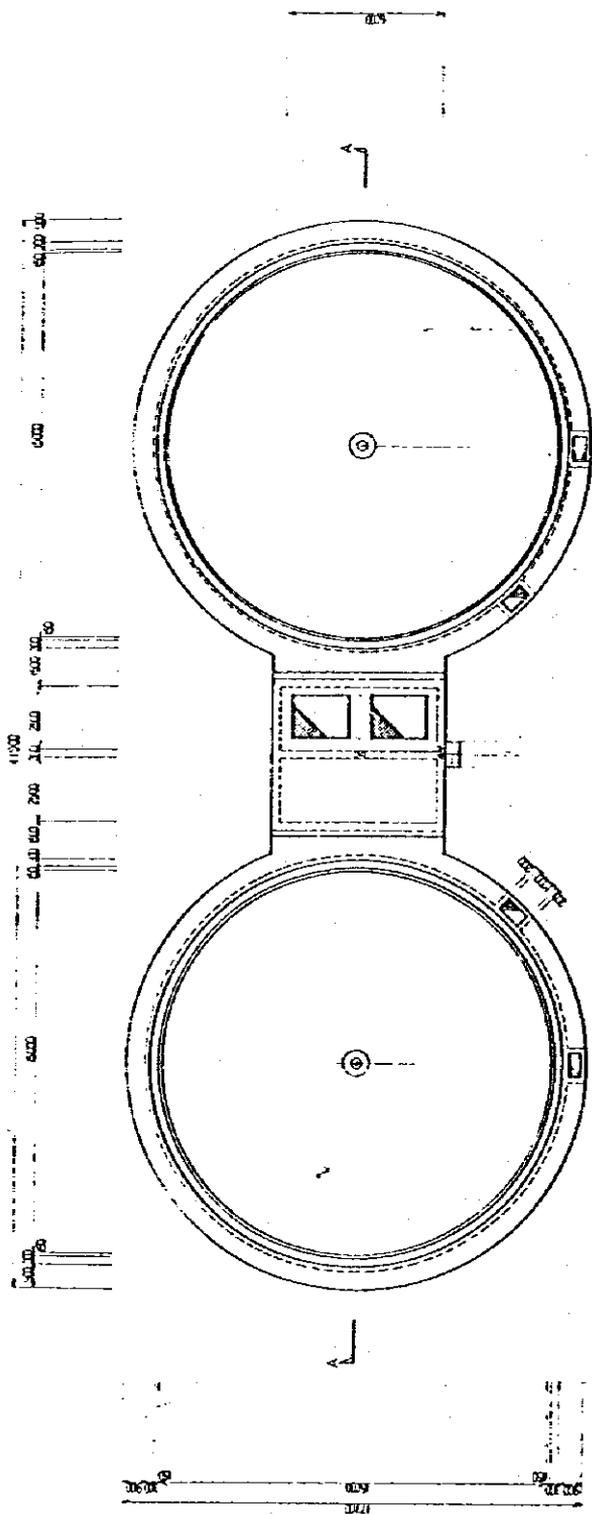
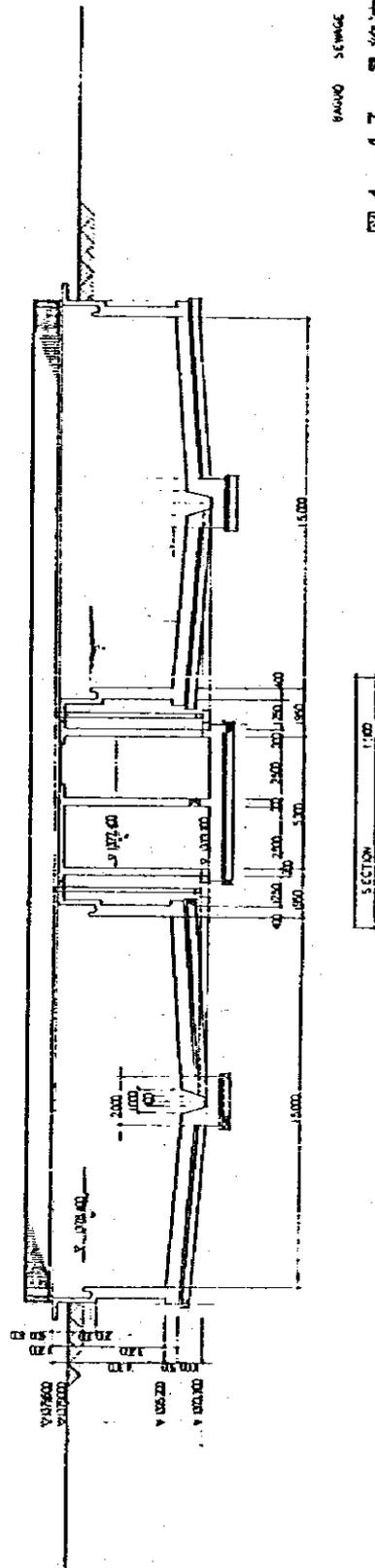


图 4-13 一般平面图

SCALE 1:300

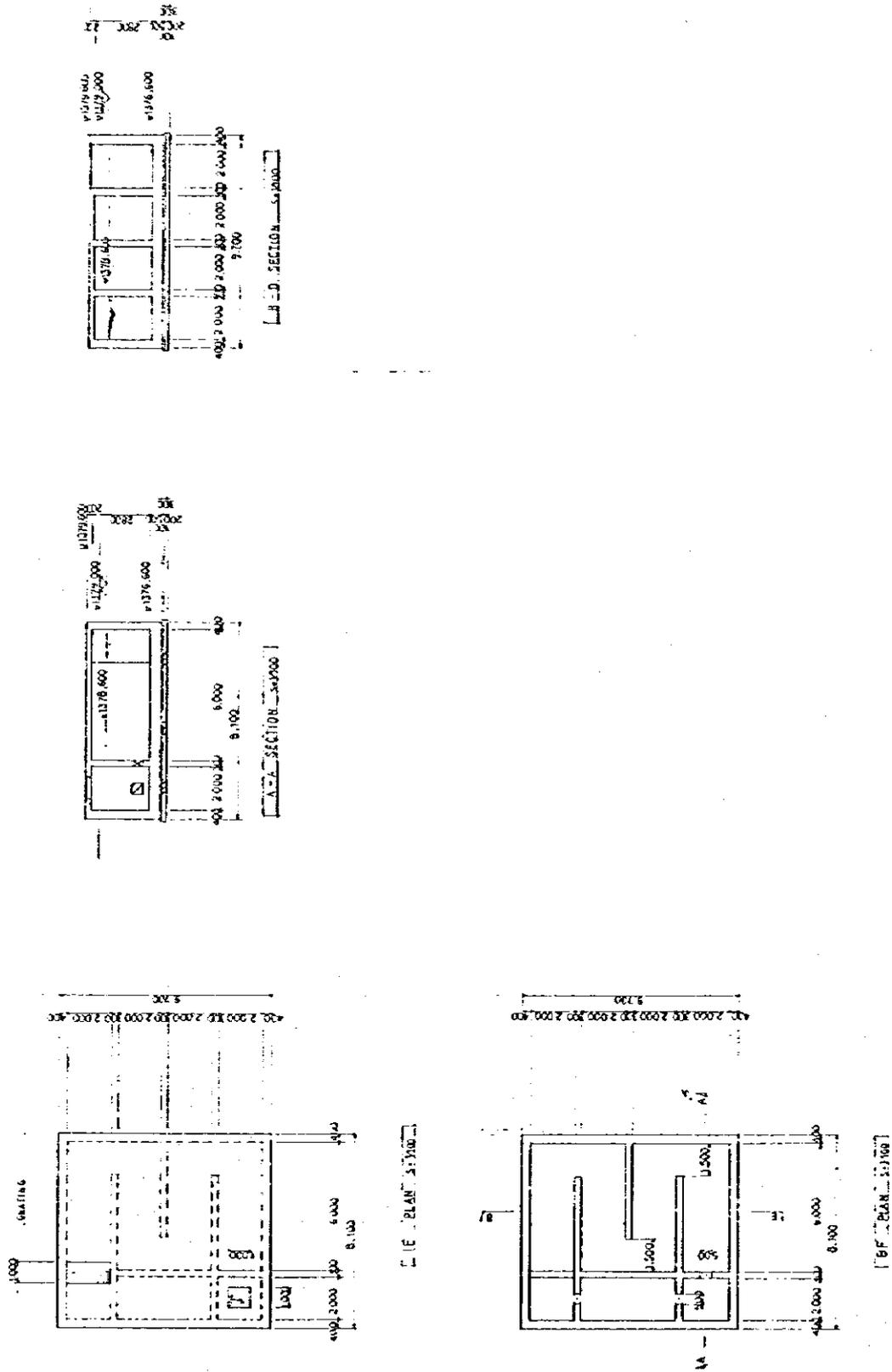


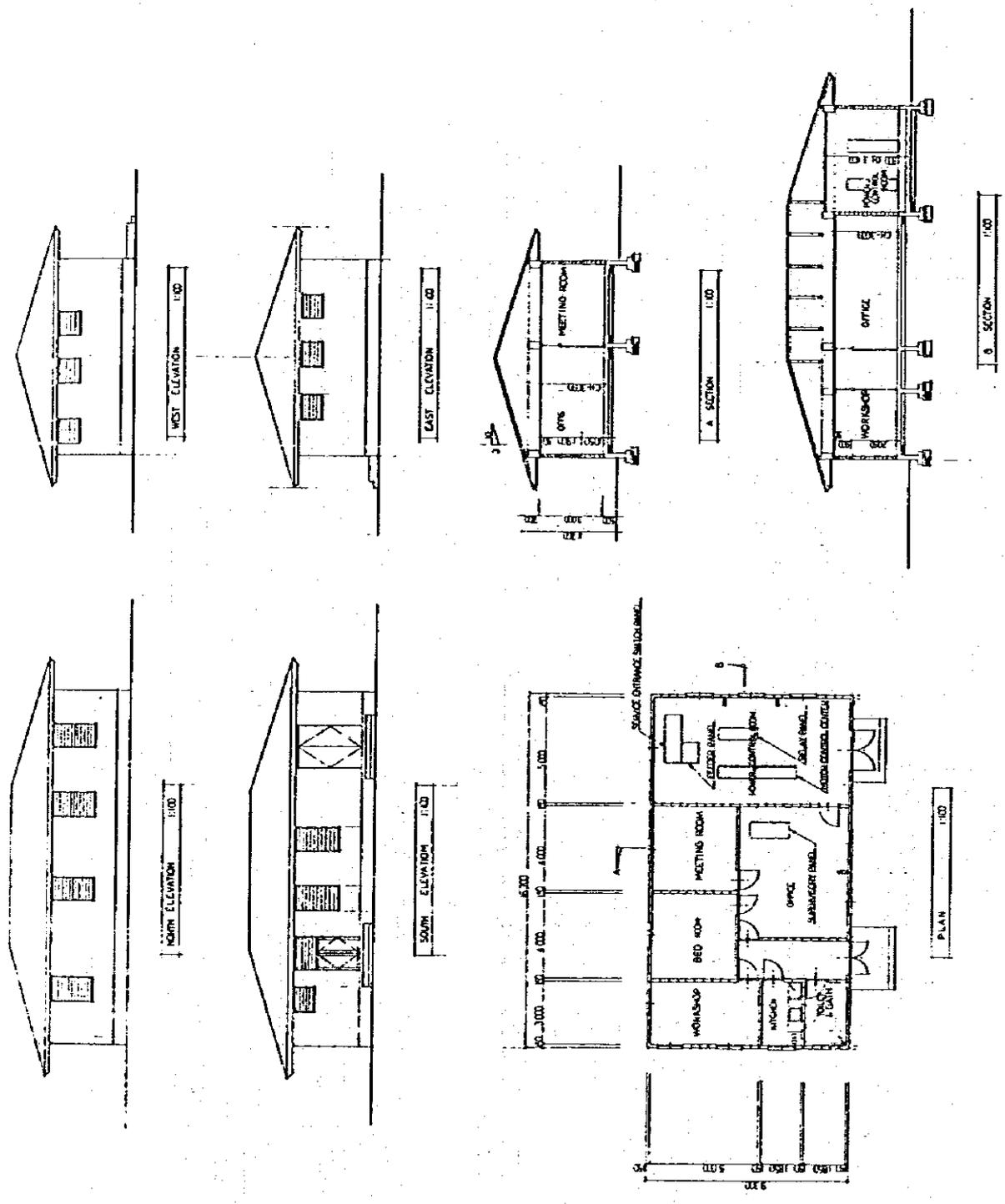
PLAN 1:100



SECTION 1:100

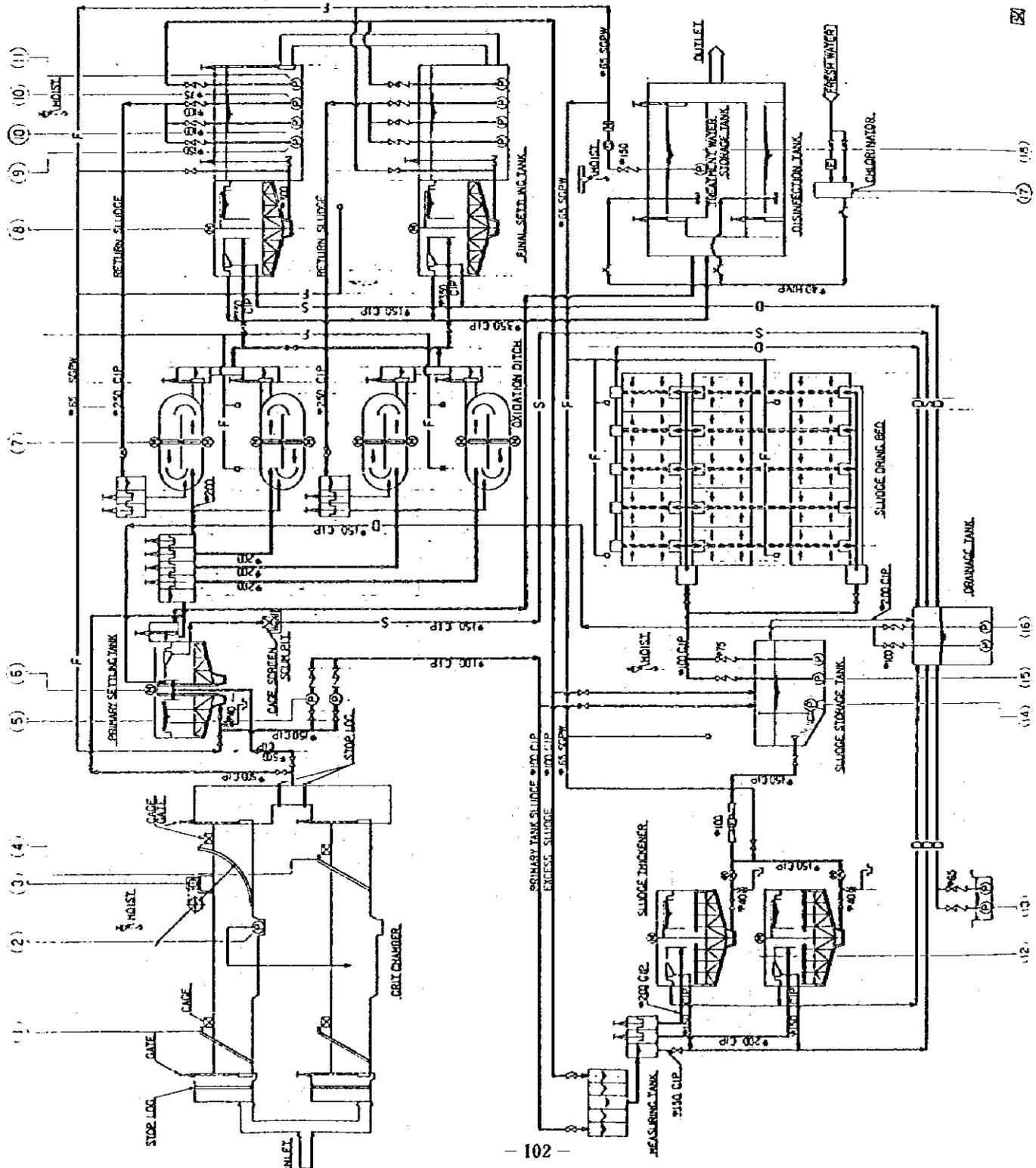
BAKHO SEWAGE TREATMENT PLANT
 图 4-17 最終沉殿池 1:100

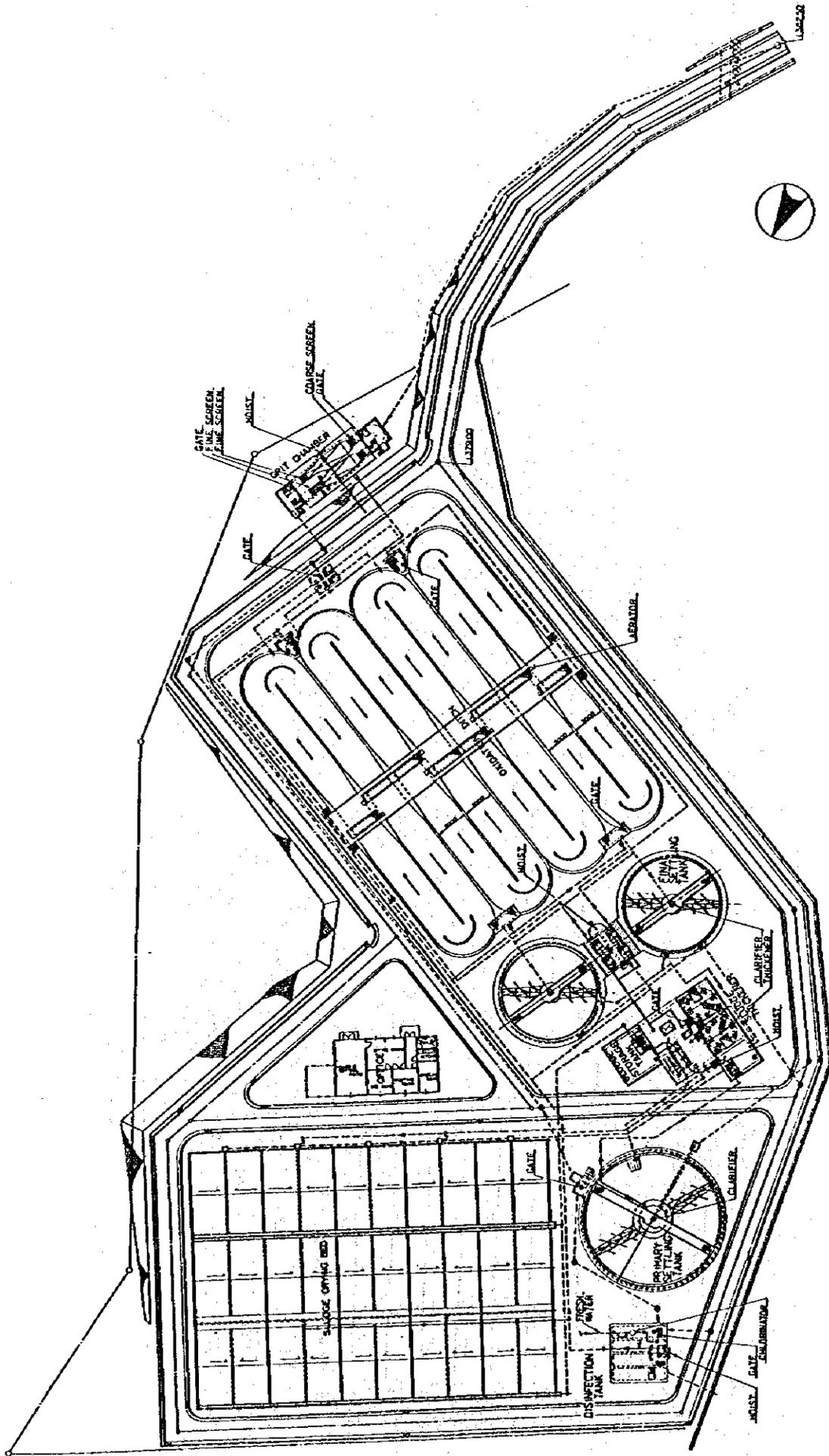




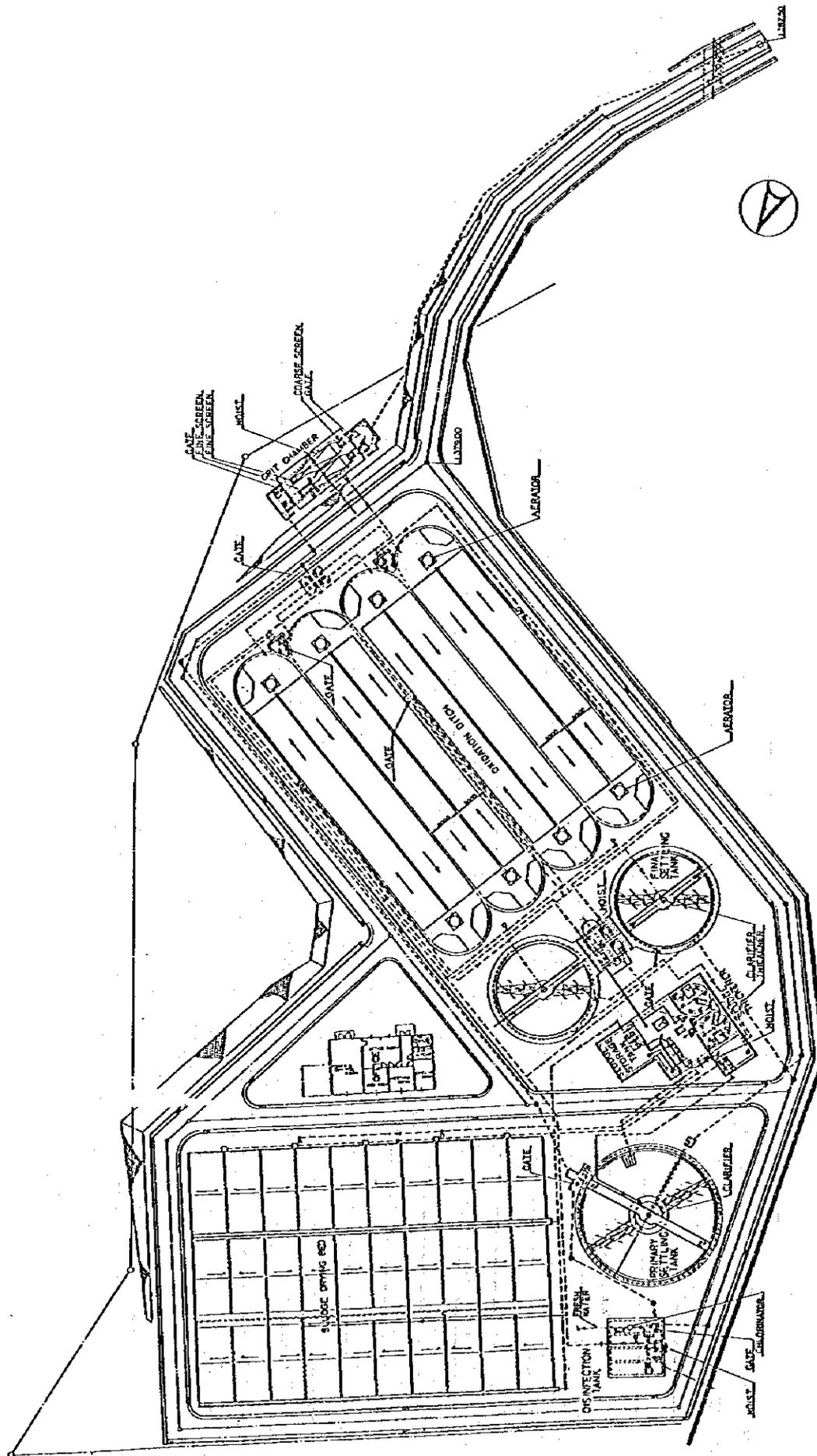
EQUIPMENT SCHEDULE

| ITEM | EQUIPMENT NAME | UNIT | DESCRIPTION |
|------|--------------------------|------|-------------|
| 1 | COARSE SCREEN | 2 | |
| 2 | NO. 1 DRAINAGE PUMP | 1 | |
| 3 | FINE SCREEN | 1 | |
| 4 | FINE SCREEN | 1 | |
| 5 | PRIMARY TANK SLUDGE PUMP | 2(1) | |
| 6 | CLARIFIER | 1 | |
| 7 | AERATOR | 6 | |
| 8 | CLARIFIER | 2 | |
| 9 | RETURN SLUDGE PUMP | 2 | |
| 10 | RETURN SLUDGE PUMP | 4 | |
| 11 | EXCESS PUMP | 2 | |
| 12 | THICKENER | 2 | |
| 13 | NO. 1 DRAINAGE PUMP | 2(1) | |
| 14 | STIRRING PUMP | 1 | |
| 15 | SLUDGE SUPPLY PUMP | 2(1) | |
| 16 | NO. 2 DRAINAGE PUMP | 2(1) | |
| 17 | CHLORINATOR | 1 | |
| 18 | TREATMENT WATER PUMP | 1 | |





BAGUIO SEWAGE TREATMENT PLANT
 図 4-23 機械設備平面図 (1)-1 (横形エアレータ使用の場合)
 SCALE 1:100



BACHO SEWAGE TREATMENT PLANT
 MECHANICAL EQUIPMENT
 LAYOUT PLAN (1)
 SCALE: 1:300

図 4-24 機械設備平面図(1)-2 (矩形エアレータ使用の場合)

LEGEND

| SYMBOL | DESCRIPTION |
|--------|---|
| | LINE |
| | LINE BLOW-OUT SWITCH |
| | POWER FUSE |
| | MOLDED CASE CIRCUIT BREAKER |
| | MAGNET CONTACTOR SWITCH |
| | THERMAL RELAY |
| | LIGHTNING ARRESTOR |
| | POTENTIAL TRANSFORMER |
| | CURRENT TRANSFORMER |
| | ZERO-PHASE SEQUENCE CURRENT TRANSFORMER |
| | POWER CAPACITOR |
| | VOLTMETER |
| | AMMETER |
| | FREQUENCY METER |
| | POWER FACTOR METER |
| | WATT METER |
| | GROUND RELAY |

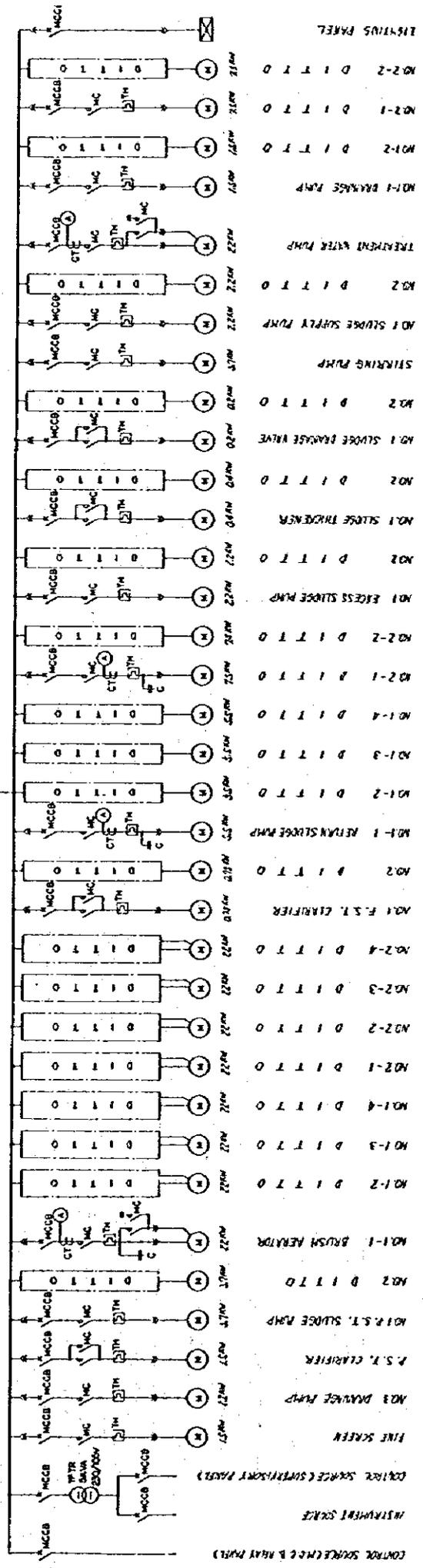
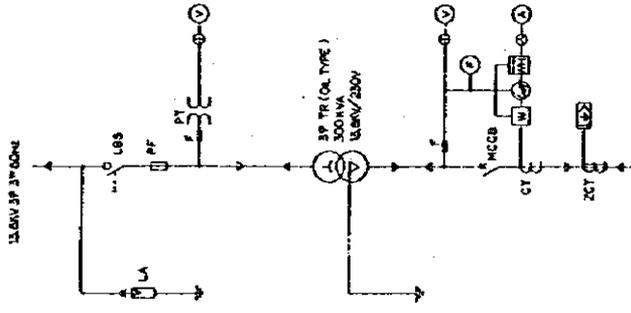
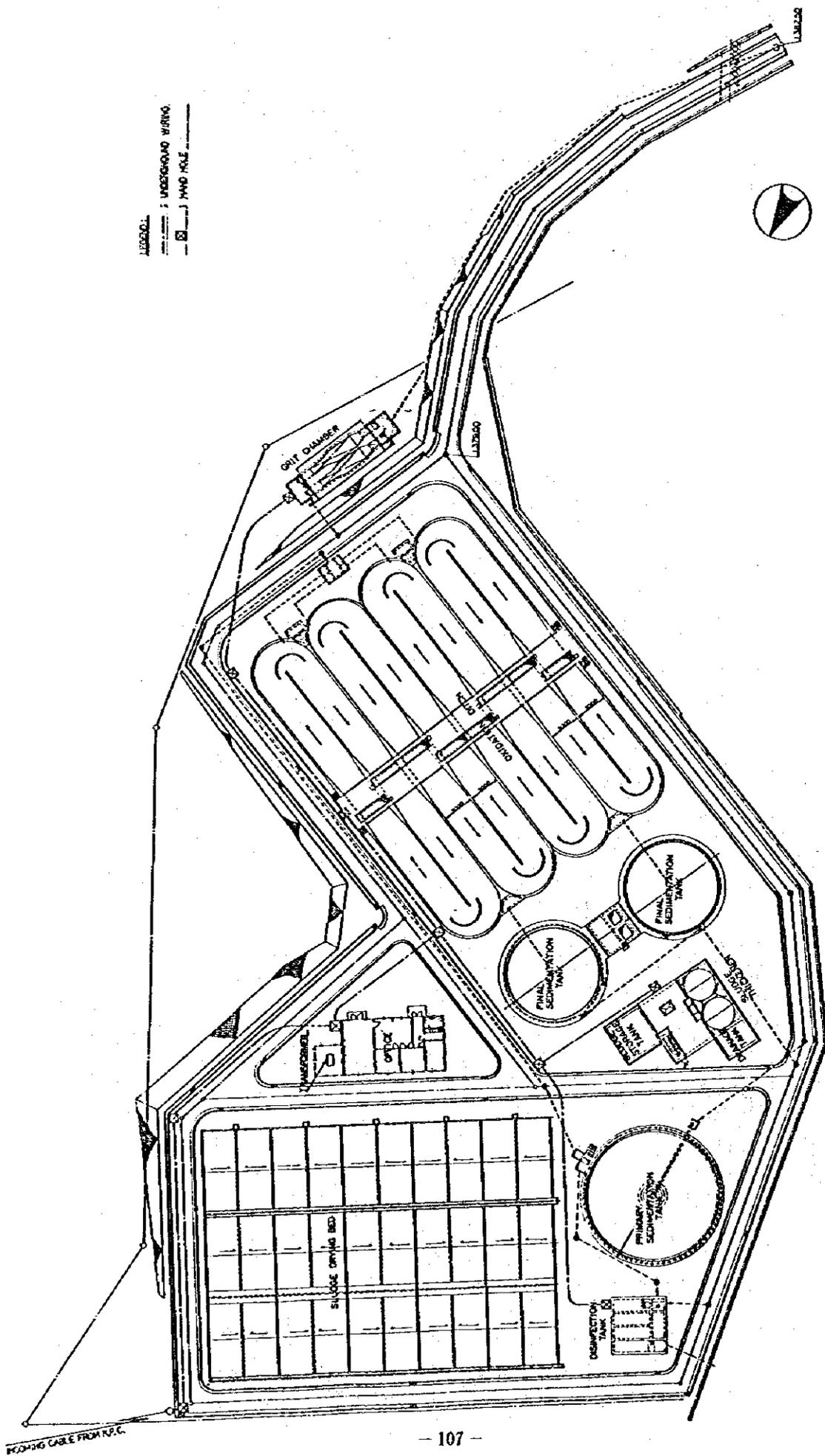
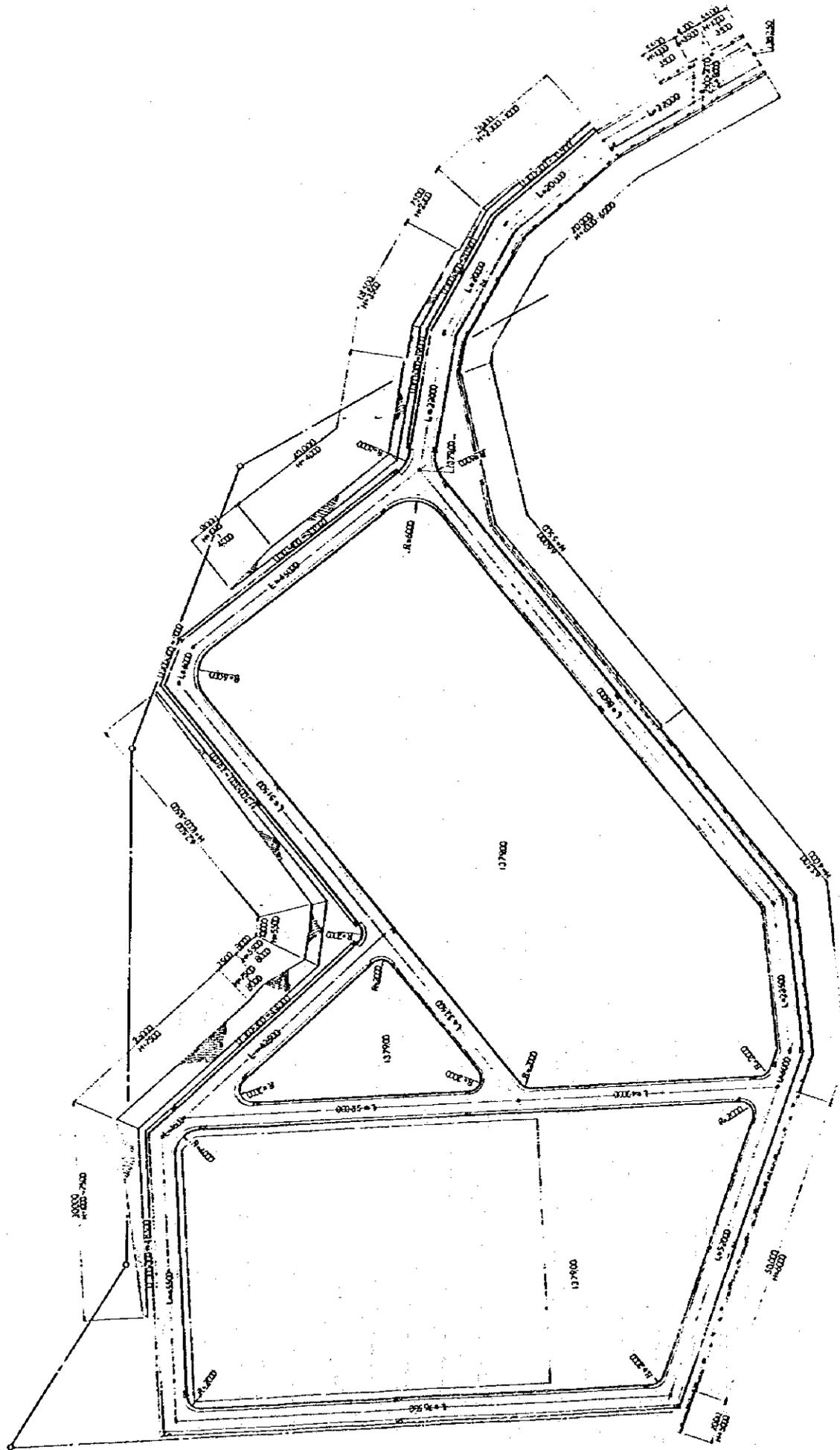


FIG 4 - 26 BAGUIO SEWAGE TREATMENT PLANT
電氣設備單線結線圖



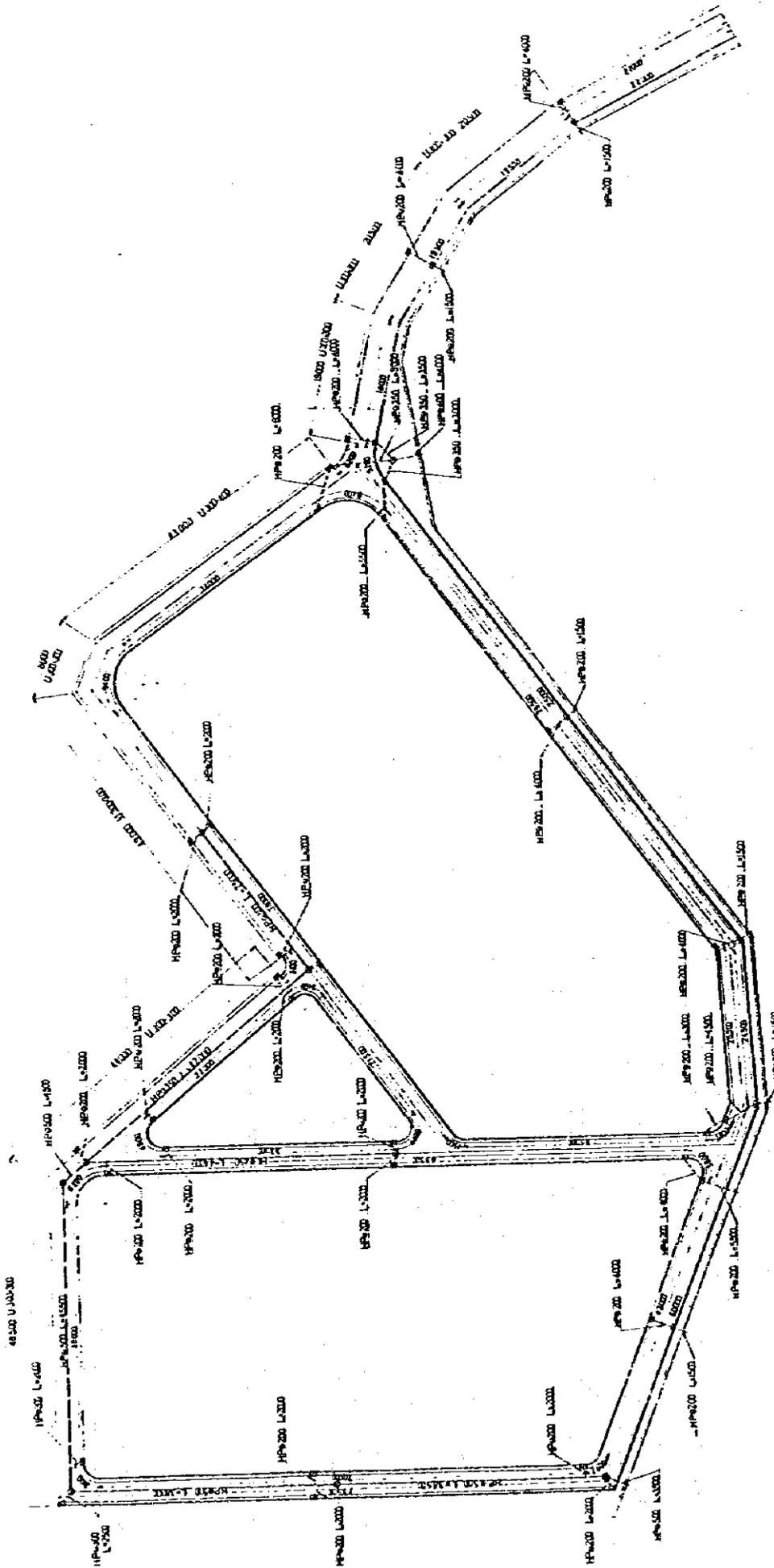
LEGEND:
 --- UNDERGROUND PIPING
 □ 1 INCH HOLE

SHANGHAI SEWAGE TREATMENT PLANT
 图 4-27 电气设备配线图 SCALE 1:500



PLAN 2:1 (50)
 (ROADWAY - RETAINING WALL BANK PROTECTION)

BAGUO SEWAGE TREATMENT PLANT
 道路計画平面图 1:400

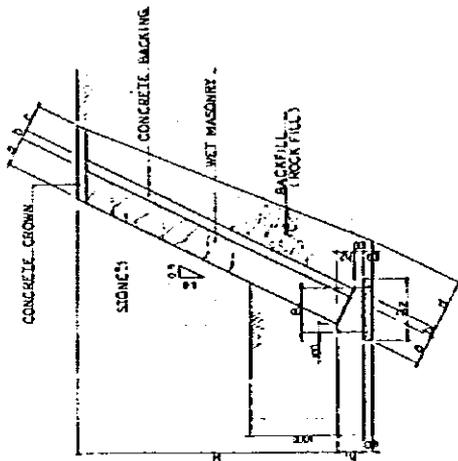
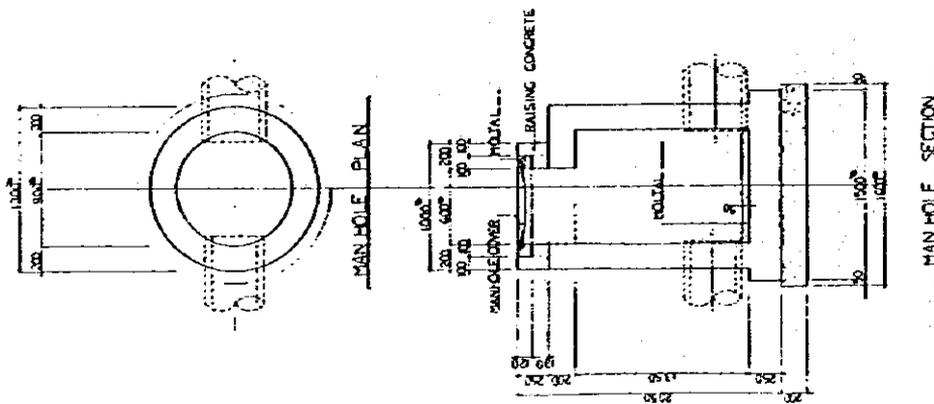


PLAN 300.00
 (SCUTTER, SCUTTER, CURTAIN, MANHOLE, INLET)

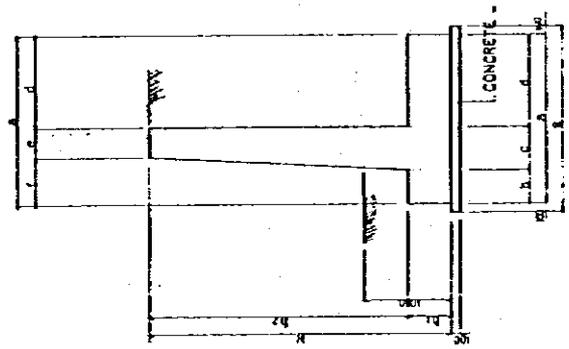
BAGUIO SEWAGE TREATMENT PLANT

圖 4-29 排水計畫面圖

1:500



RANK PROTECTION TYPICAL SECTION



RETAINING WALL TYPICAL SECTION

| DIMENSION (mm) | | | | | |
|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| H | A | B | C | D | G |
| 300 | 350 | 100 | 200 | 200 | 470 |
| 350 | 350 | 100 | 200 | 200 | 490 |
| 400 | 350 | 100 | 200 | 200 | 510 |
| 450 | 350 | 100 | 200 | 200 | 530 |
| 500 | 350 | 100 | 200 | 200 | 550 |
| 550 | 350 | 100 | 200 | 200 | 570 |
| 600 | 350 | 100 | 200 | 200 | 590 |
| 650 | 350 | 100 | 200 | 200 | 610 |
| 700 | 350 | 100 | 200 | 200 | 630 |
| 750 | 350 | 100 | 200 | 200 | 650 |
| 800 | 350 | 100 | 200 | 200 | 670 |
| 850 | 350 | 100 | 200 | 200 | 690 |
| 900 | 350 | 100 | 200 | 200 | 710 |
| 950 | 350 | 100 | 200 | 200 | 730 |
| 1000 | 350 | 100 | 200 | 200 | 750 |

| FOUNDATION | | | | | |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--|
| DIMENSION (mm) | | | | | |
| b | b ₁ | b ₂ | B ₁ | B ₂ | |
| 100 | 300 | 200 | 510 | 710 | |
| 150 | 300 | 250 | 510 | 710 | |

| DIMENSION (mm) | | | | | | | | | | |
|----------------|----|----------------|----------------|----------------|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| H | N | b ₁ | b ₂ | B ₁ | B ₂ | C | d | e | f | g |
| 100-200 | 50 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 200-300 | 50 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 300-400 | 50 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 400-500 | 50 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 500-600 | 50 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 600-700 | 50 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 700-800 | 50 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 800-900 | 50 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 900-1000 | 50 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

4-4 概算事業費

本下水処理場の建設に必要な事業費は表4-16に示すように概算される。

| | |
|-----------|----------------|
| 1. 本工事費 | |
| (1) 直接工事費 | 784,067,922 |
| (2) 共通仮設費 | 70,132,795 |
| (3) 海上輸送費 | 97,164,627 |
| (4) 諸経費 | 492,803,068 |
| (5) 予備費 | 15,282,000 |
| 本工事費小計 | 1,459,450,412円 |
| 2. 設計監理費 | 117,437,000円 |
| 合計 | 1,576,887,412円 |

また、バギオ市によって負担される関連土木工事は約82,000,000円(約5,000,000ペソ)と見積られる。

第5章 事業実施計画

第 5 章 事業実施計画

5-1 実施体制

本計画は、施設の建設が完了するまでの建設段階においてはフィリピン国地方水道庁 (Local Water Utilities Administration, LWUA) が実施機関となり、建設完了後バギオ市へ移管され、バギオ市が運転・維持・管理にあたる。なお、施設の供用開始後においても、LWUA は引続きバギオ市に対し技術的な援助を行うこととされている。

LWUA は中央政府の独立機関でマニラ首都圏特別市を除く人口 20,000 人以上の全国地方都市の上下水道整備を主目的とする機関であり、公共事業道路省 (Ministry of Public Works and Highways, MPWH) の管轄下にある。本部はマニラにあり、総職員数 435 名 (事務系 140 名, 技術系 295 名) をもつ。LWUA の主要な業務として、水道事業所 (Water District) の創設とその促進、水道事業所に対する財政面、技術面、管理面での援助等がある。図 5-1 に LWUA の組織図を示す。

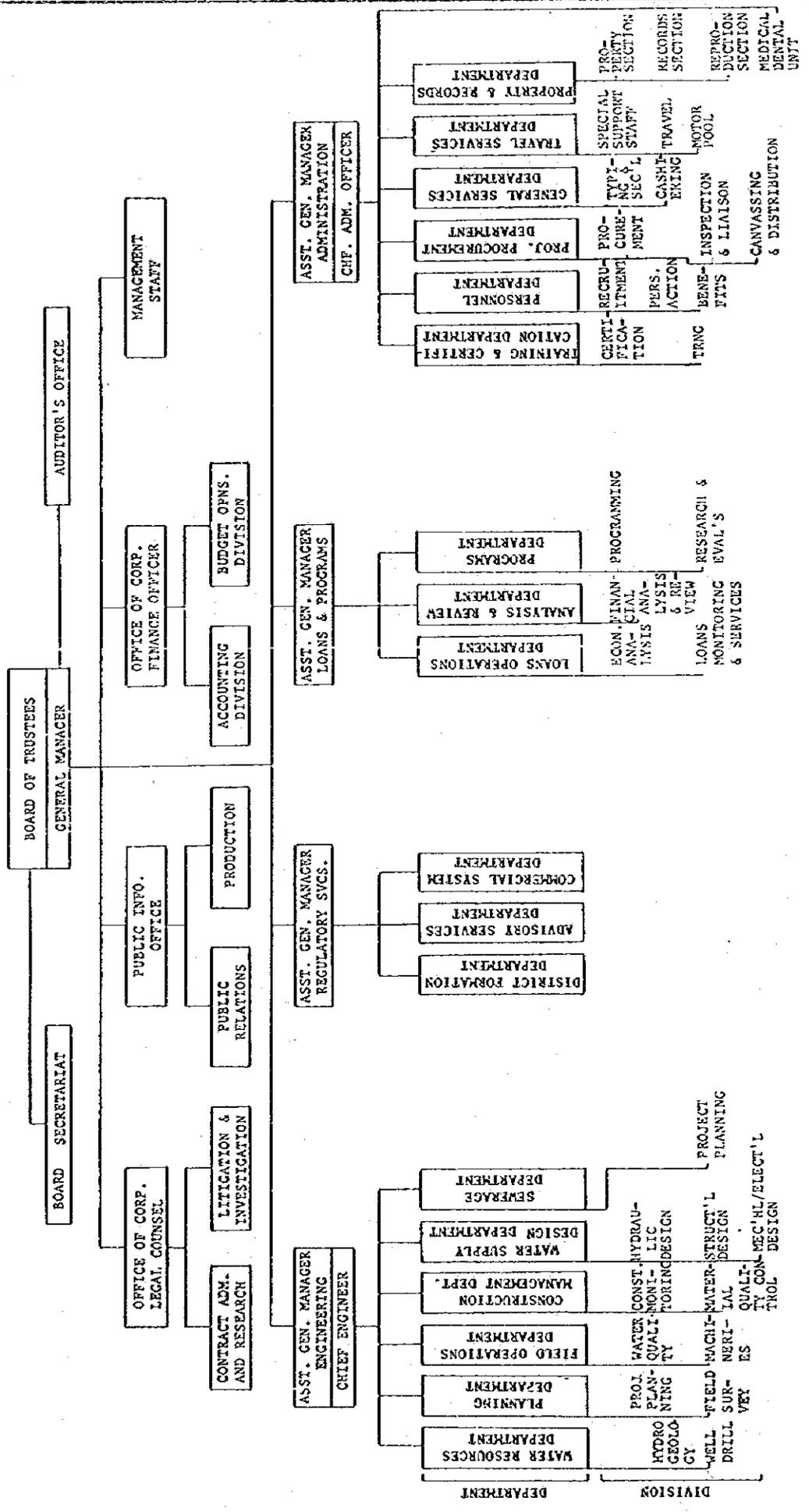
LWUA 内部には、かつては下水道部門があったが、現在では、上水供給部門に業務が集中されたことから下水道部門は存在しない。このため、下水道分野にかかる技術レベルはかなり低下しており、技術者数も少ないものと考えられる。

図 5-2 は、本計画の事業実施の組織編成を示したものである。計画の事業本部は LWUA 内に設置され、同庁の技術部、管理部、財務部および法務部から構成される。

本計画の内容策定段階において、本計画に関与するバギオ水道事業所は、計画地域の水使用に関する基礎資料の提供等を通じ本計画に側面から協力することとされている。

同事業所はバギオ地域の水資源開発及び水道供給を主目的とする独立した公共企業体である。同事業所の運営は水道料金の徴収で賄われており、月間給水量は約 45 万 m^3 である。なお、LWUA は中央政府機関としての立場から事業所の事業計画及び技術面の指導・管理を行っている。

LOCAL WATER UTILITIES ADMINISTRATION
 APPROVED 1979 ORGANIZATION



PROJECT REPORT FOR PRE-FEASIBILITY STUDY OF SEWERAGE AND SANITATION SYSTEMS OF THREE PILOT CITIES L W U A
 5-1 LOCAL WATER UTILITIES ADMINISTRATION 組織圖

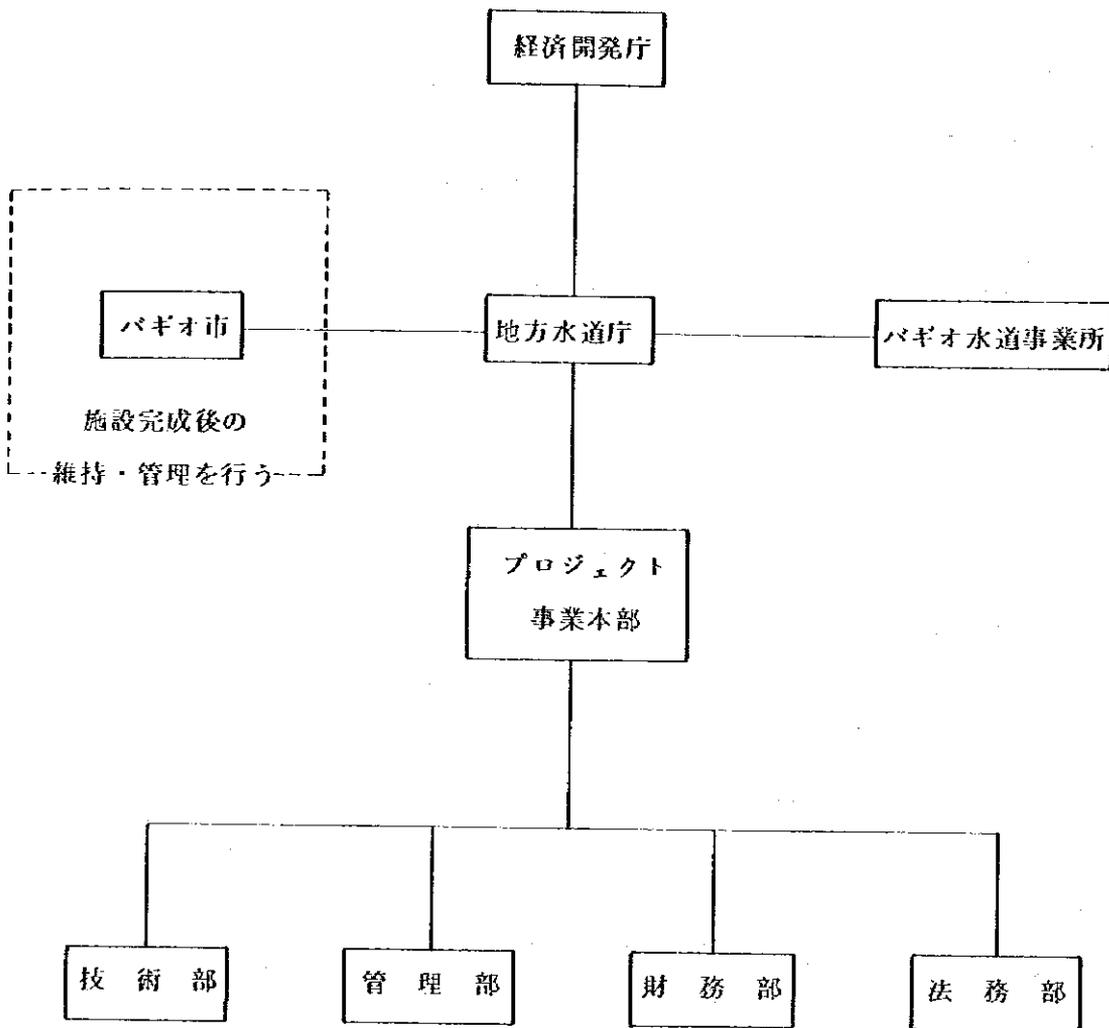


図 5-2 バギオ市下水処理施設建設プロジェクト
遂行組織図

5-2 建設工程計画

本計画の全工程は、(1)技術協力による基本設計調査と、(2)無償資金協力による実施設計、建設工事に分けられる。

フィリピン国側負担による敷地造成及びアクセス道路の建設は、無償資金協力による建設工事着工以前に完了している必要がある。

本計画の実施設計には約6ヶ月間、建設工事には施設の試運転を含め約16ヶ月間を要する。

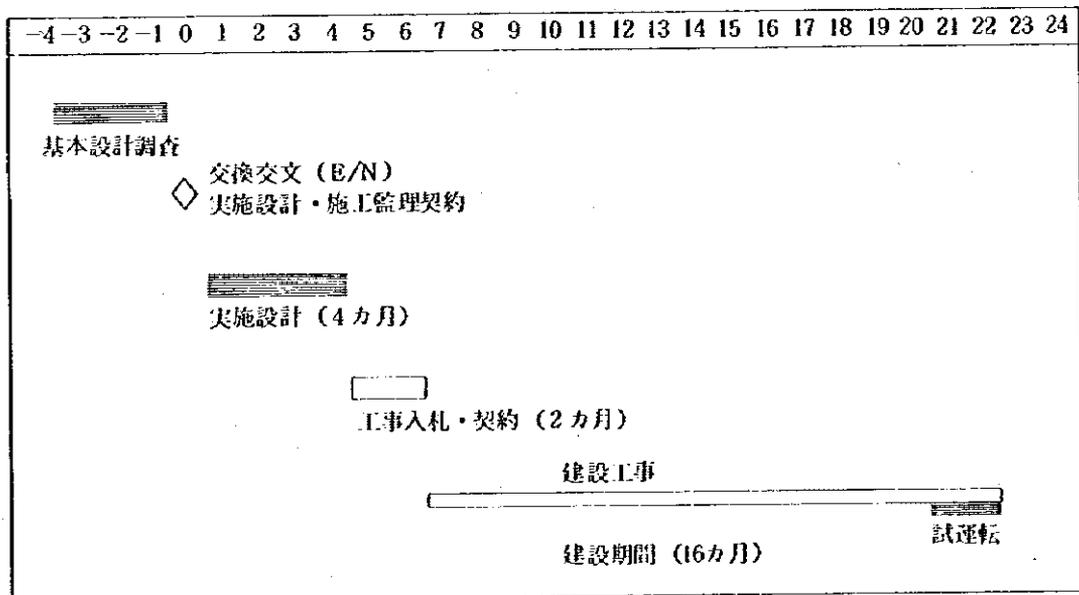


図5-3 建設工程計画

5-3 工事範囲

本計画において、日本側予算で行うものは下水処理施設建設に係わる実施設計、土木工事、機械・電気設備および施工監理である。フィリピン側は、敷地、関連インフラストラクチャーの整備、既設下水管渠の改修及び引き込みを負担し、施設完成後の運転・監理の責任を負うものとする。

(1) 日本国側工事範囲

1) 下水処理施設（機械・電気設備共）

- a) 沈砂池
- b) 最初沈砂池（既設コンクリート躯体利用）
- c) オキシデーション・ディッチ
- d) 最終沈殿池
- e) 消毒タンク
- f) 汚泥濃縮タンク
- g) 汚泥貯蔵タンク
- h) 汚泥乾燥床

2) 管理施設

- a) 管理棟
- b) 水質分析器具

3) 附帯設備

- a) 受電設備
- b) 場内道路

(2) フィリピン国側工事範囲

1) 敷地設備

- a) 建設予定地内既存諸施設の撤去並びに整地
但し、最初沈殿池を除く

2) 関連インフラストラクチャー整備

- a) 電力、給水、電話等の供給、接続
電 力

下水処理場の運転に必要な電力を BENEKO より供給してもらうため、バギオ市は最寄りの変電所から建設予定地まで配電施設を建設するものとする。

その概要は次のとおりである。

- ・受電電圧 13.8KV
- ・回線 三相 1回線
- ・布設方法 ケーブル埋設(可撓硬質ポリエチレン管等)
- ・ケーブルサイズ 60mm²×3芯
- ・受電地点 下水処理場内電気室、サイト内ケーブルルートは基本設計図に示すとおり。
- ・受電容量 三相300KVA受電用変圧器(13.8KV/220V、440V)

給 水

バギオ水道事業所からの上水供給が必要である。そのために必要となる施設の概要は次のとおりである。

- ・用途 飲料水および雑用水
- ・水道管サイズ 25mm
- ・受水地点 下水処理場の境界とし、末端をバルブで止めておく。

電 話

市内電話1回線を電話機、保安器1式と共に下水処理場内管理棟事務室に設置するものとする。

- b) 工事仮設用事務所用地、資材置場の確保
 - c) アクセス道路の建設
 - d) 下水処理場に流入する下水幹線の建設
- 3) 施設管理
- a) 施設完成後の維持・管理
 - b) 既存下水管渠の改修並びに整備

5-4 施工工程

本建設計画の施工工程は図5-4のように想定される。

工 程 表

図 5-4 バギオ下水処理場建設工事

| 工 事 名 称 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
|-----------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|
| (土木建築工事) 準備工 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 土工 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 次砂池工 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 最初沈殿池工 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| オキシデーションディッチ工 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 最終沈殿池工 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 消毒タンク工 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 汚泥濃縮・貯留タンク工 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 汚泥乾燥床工 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 管理棟工 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 場内整備工 護岸工 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 擁壁工 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 道路工 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 雨水排水工 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 連絡管工 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| (機械電気設備工) 設計・製作・輸送 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 据付・試運転調整・初期運転 | | | | | | | | | | | | | | | | |

図 5-4 バギオ市下水処理場建設工事工程表

第6章 運転・維持・管理計画

第6章 運転・維持・管理計画

6-1 運営体制

本施設完成後の運転・維持・管理はパギオ市が行なう。パギオ市は下水道料金を徴収することにより基本的に受益者負担による運営を計画している。運営資金に不足が生じた場合は市が財政援助を行なうこととされている。

6-2 要員計画

本計画において選定された処理方式は、活性汚泥処理法の中では最も運転・維持管理が簡便なものである。活性汚泥処理法の原理と運転管理上の技術を習得すれば日常の運転管理は容易なものと考えられる。

本施設の運転維持管理には次の要員が必要とされる。

| | | |
|----------|---|----------------|
| 場 長 (1人) | — | 運転管理担当技術員 (1人) |
| | — | 水質管理担当技術員 (1人) |
| | — | 作業員 (3人) |

なお、要員計画の詳細については、維持管理体制(p4-52)の項を参照のこと。

6-3 運営コスト

- 1) 本計画による施設の年間運転・維持管理費は P1,300,000 ~ P1,640,000 と見込まれる。この金額の幅は、電力料金を公共事業用の一般料金で算定した場合と、バギオ水道供給事業所に適用されている特別料金を採用した場合との差額により生ずるものである。
- 2) 下水処理対策区域内の給水量のうち約 25 % がホテル、飲食店等の商業・サービス業に使用され、残り 75 % が一般家庭で使用されているものと考えられる。この使用水量比に基づくと、一般家庭負担額は P975,000 ~ P1,230,000 / 年と見積られる。これは下水道施設に接続が予想される 9,900 世帯について 1 世帯当り月額 P8.20 ~ P10.40 の負担になるものと見積られる。
- 3) 現在、バギオ市では下水施設使用料金として各利用者（下水道管渠およびセプテックタンク使用者）一率に月額 P5.00 が徴収されている。従って、本計画による処理施設が運転された場合、対象区域内の利用者当りの施設使用額は月額 P13.20 ~ P15.40 になるとみることができる。これを水道料金 P26.00（給水栓当り、基本水量 10 m³）と比較すれば水道料金の約 55 % に相当し、地域住民にとってはかなり大きな負担となるものと考えられる。市当局としては広報等を通じて公衆衛生に対する市民の意識向上に努め、予防保健の重要性について住民の理解を求めよう配慮する必要があるだろう。なお、運転コストの詳細については p4-43 を参照のこと。

6-4 運転計画

(1) 通常運転

1) 沈砂池設備

自動除塵機を除く、ゲート、スクリーン等はすべて必要に応じて、作業員が手動で操作するものとし、自動除塵機(1台)は電動の連続運転とする。沈砂池は2池設け、常時使用する池に除塵機を設置し、砂が溜って、除砂が必要になった場合には、予備の池を使用して、常用の池の除砂を行う。

除砂されたしほ、砂は、コンテナに入れて場外に搬出される。

2) 最初沈殿池設備

汚泥掻き機は連続運転とし、最初沈殿池の生汚泥引抜きポンプはボタン操作による手動運転およびタイマーによる自動運転が可能なものとする。生汚泥はそのまま汚泥濃縮タンクに投入される。

3) オキシデーションディッチ設備

オキシデーションディッチでは酸素の供給と循環流を与えるためにエアレーターが使用されるが、過ぼっ気の防止および使用電力節減のために次のような運転を行う。

- ・エアレーターはタイマーによる自動運転とする。これは循環流の流速を0.1 m/秒以上に維持する、必要以上の酸素供給によって過ぼっ気に状態になるのを防止する、脱窒効果を持たせることを目的としている。タイマーは大きく昼間と夜間に分けてON-OFFスケジュールがそれぞれ設定できるようにする。
- ・オキシデーションディッチは可動堰とし、手動でディッチ内の水位が調整できるようにする。流入水量が少ないときにはディッチ内の水位を下げることににより、エアレーターの負荷が軽くなるため、電力使用量を少なくすることができる。

4) 最終沈殿池汚泥

汚泥掻き機は最初沈殿池と同様連続運転とする。汚泥の引抜きは返送汚泥ポンプと余剰汚泥ポンプによって行うが、いずれもタイマーによる自動運転とボタン操作による手動運転が可能となるようにする。返送汚泥はディッチ内のMLSSを最適に維持するために流入汚水量に対して50~200%の範囲で返送可能とする。また、余剰汚泥の引抜きは流入水量および汚泥濃度を勘案してタイマーによる自動運転ができるようにする。余剰汚泥はそのまま汚泥濃縮タンクに投入される。

5) 消毒タンク設備

処理場で処理され放流される処理水は、次亜塩素酸カルシウムによって消毒される。次亜塩素酸カルシウムには粒状と粉状が考えられるが、粒状の場合には籠に入れてタンク内に吊して溶解させ、粉状の場合には溶解タンクで溶解させてから一定量注入する方法

となる。粒状か粉状かについてはバギオ市で入手が容易なものを選択する。

6) 汚泥処理設備

生汚泥および余剰汚泥は汚泥濃縮タンクで濃縮された後、自然流下で汚泥貯留タンクに送られるが、汚泥引抜きはタイマーによる自動運転とし、汚泥濃縮タンク汚泥掻寄機および汚泥貯留タンク攪拌ポンプは連続運転とする。汚泥貯留タンクから汚泥乾燥床への汚泥移送はボタン操作によるポンプの手動運転によって行う。

7) 電気設備

電気設備の基本的な考え方は次の通り

- ・ 運転はすべて現場に設置される現場操作盤で行う
- ・ 電気室では、機器の運転の表示、故障の表示、警報を行う

(2) 運転上考慮すべき事項

住民の負担を軽減するために、維持管理費を削減するよう絶えずあらゆる努力が払われなければならない。次の方法が考えられる。

1) 初期運転時

初期運転時には処理場に流入してくる下水量は、既存下水管渠システムの改善次第であるが、計画下水量すなわち処理場の処理能力をかなり下回ることが予想される。このような場合、すべての機器を稼働させることは無駄であり、必要なだけの機器を稼働させることが推奨される。

2) 雨 期

雨期には、破損した下水管、不十分な継手、欠陥マンホールおよび水びたしのマンホールカバーを通して雨水が流入してくるため、下水量は増加することが予想される。水量を増した下水がそのままオキシデーションディッチ内に流入すると、ディッチ内の活性汚泥が流出する恐れがある。雨期には河川もまた増水しているため、ディッチに流入する下水は活性汚泥を維持するための最小限にとどめ、残りの下水は最初沈殿池内で沈殿処理後消毒タンクにバイパスさせることが助言される。

3) 消 毒

消毒はフィリピンでは水道でさえめったに実施されない。雨期には河川そのものが汚染されているため、処理下水の消毒というのはそれほど効果がない。伝染病発生時にのみ消毒するというのも一考に値する。

(3) 汚泥の処理処分

汚泥の乾燥は2つのプロセス、すなわち浸透と蒸発の組み合わせである。乾燥汚泥すなわち汚泥ケーキの1日平均発生量は固形物量で1.231on、汚泥量で5.6 m³/日(含水量78%)

が見込まれる。乾燥汚泥は一般に肥料または土壌改良材として農業利用されるか、埋立処分される。乾燥汚泥の処分は、埋立処分用の適当な用地の確保と同様にバギオ市においてなされるものとする。

下水汚泥中の有機物の成分は、主として流入下水中の浮遊物や活性汚泥中の微生物の細胞およびその死骸などで成り立っており、比較的微生物に分解されやすい形態であり急激に分解して作物に悪影響をおよぼすことがある。また工場、病院などの排水中に含まれる重金属等の有害物質に起因する土壌汚染の恐れもあり、乾燥汚泥を直接肥料や土壌改良材として利用する場合は基礎的な事前調査が必要であろう。

わが国では、農業利用する場合は柑橘類等への肥料または土壌改良材として乾燥汚泥をそのまま利用されている例があるが、急速分解による植物への害、取扱いの容易性等の理由から、一般にはコンポスト化して使用される例が多くなっている。

なお、木プロジェクトにおいては、コンポスト化施設は、援助対象として含まれていない。

下水汚泥の緑農地利用のためのコンポスト化の目的は、次の3つに大別される。

1) 有機物の分解

汚泥中には、易分解性有機物が多くこれを緑農地などに無制限に使用すると、土壌中で急速に分解され土壌中の酸素が欠乏する。また有機物などが生成され、これが発芽障害や生育作物の根腐れの原因となる。したがってコンポスト化することによって汚泥中の有機物を分解して安定化する必要がある。

2) 病原菌、寄生中卵および雑草種子の死滅

汚泥中には、常に病原菌、寄生虫卵、ウィルスおよび雑草種子などが混入する可能性がある。したがって、汚泥を緑農地利用するには、これらを死滅または不活性化することが必要である。

3) 取扱い性の改善

乾燥床での脱水ケーキの含水率は一般に75～80%程度であるため、取扱い性が悪い。また質的に不安定であるため腐敗による悪臭などの問題が生じることがある。したがって、コンポスト化による含水率の低減ならびに有機物の安定化を図り取扱い性、貯蔵性の改善をする必要がある。

6-5 水質試験

下水処理場の運転管理および処理成績把握のため、下記に示す水質項目の測定が必要である。

- 1) 温度
- 2) 外観
- 3) 透視度
- 4) 臭気
- 5) pH
- 6) 蒸発残留物(TS)
- 7) 強熱残留物(IR)
- 8) 強熱減量(IL)
- 9) 浮遊物(SS)
- 10) 溶解性物質
- 11) 沈殿性物質
- 12) アルカリ度
- 13) 酸度
- 14) 溶存酸素(DO)
- 15) 酸素飽和百分率
- 16) 生物化学的酸素要求量(BOD)
- 17) 相対安定度
- 18) 化学的酸素要求量(COD)
- 19) アンモニア性窒素($\text{NH}_4\text{-N}$)
- 20) 亜硝酸性窒素($\text{NO}_2\text{-N}$)
- 21) 硝酸性窒素($\text{NO}_3\text{-N}$)
- 22) リン酸
- 23) 塩素イオン(Cl^-)
- 24) 硫酸イオン(SO_4^-)
- 25) ヨウ素消費量
- 26) 硫化物
- 27) 残留塩素
- 28) 塩素必要量
- 29) 陰イオン界面活性剤
- 30) 色度
- 31) 大腸菌群数

- 32) 生物学的試験
- 33) 活性汚泥浮遊物 (MLSS)
- 34) 活性汚泥有機性浮遊物 (MLVSS)
- 35) 活性汚泥沈殿率 (SV₃₀)
- 36) 汚泥示標
 - イ) 汚泥容量示標 (SVI)
 - ロ) 汚泥密度示標 (SDI)
- 37) オキシデーショondiッチ内溶存酸素 (MLDO)
- 38) 酸素利用速度
- 39) 総括酸素移動容量係数

これらの水質試験に必要な機器は次の通りで、これらは日本政府からの無償協力に含まれる。

| | |
|-----------------|----|
| 1) pHメーター | 1台 |
| 2) 分光光度計 | 1台 |
| 3) 電気式定温乾燥器 | 1台 |
| 4) 直示天秤 | 1台 |
| 5) 天秤 | 1台 |
| 6) 純水製造装置 | 1台 |
| 7) 電気ホットプレート | 1台 |
| 8) 細菌ふ卵器 | 1台 |
| 9) 電気式水浴 | 1台 |
| 10) 乾熱滅菌器 | 1台 |
| 11) 高圧蒸気滅菌器 | 1台 |
| 12) 大腸菌群数計数器 | 1台 |
| 13) 電磁式攪拌器 | 2台 |
| 14) ブンゼン・バーナー | 2台 |
| 15) 電気冷蔵庫 | 1台 |
| 16) BOD定温水浴恒温装置 | 1台 |
| 17) 顕微鏡 | 1台 |
| 18) 試験室設備 | 1式 |
| 19) ガラス器具類 | 1式 |
| 20) 薬品類 | 1式 |

第7章 事業評価

第7章 事業評価

本計画の妥当性と援助効果について下記の点より考察する。

7-1 バリリ川の水質汚濁の軽減とその効果

(1) 下水道施設整備の意義

バギオ市の下水道は早くから管渠施設が布設されていたが、汚水は処理施設がないため無処理のまま河川に放流されてきた。このため下水道施設普及地区を流域とするバリリ川の水質は著しく汚染され、本プロジェクト要請の背景となっている環境公害問題を引き起こしている。本計画の実施によって、バギオ市の下水道はフィリピン国では初めての管渠施設、処理施設が整備した本格的な公共下水道施設が完成することになり、河川の水質保全を要求したラ・トリニダッド市からの訴訟以来の長年の計画が達成される。

(2) 水質汚濁の軽減と訴訟問題の解決

本計画で採用されている下水処理法は、公共下水道処理としてわが国で一般に採用されている方式の1つであって、処理水質はBOD 20～30 ppm、SS 30 ppm以下の比較的安定した処理効果が期待できる。

しかし、環境公害問題には「下水により汚染された河川水が灌漑用水に利用されているという理由により野菜の販路が少なくなった」などの心理的な要素もあるので、処理施設の完成によって訴訟にからむ全ての問題が解決するとは限らない。従って、バギオ市当局としては、安全で確実な施設運転を行なうと同時に、環境改善について被害者住民の立場に立って十分なる説明を行ない関係者の理解を得るよう努力する必要がある。

7-2 施設規模の設定

本計画はバギオ市既設下水道施設のうちバリリ川流域を処理計画対象とするもので、計画目標年次は本施設の完成が予定されている1986年に設定し、長期計画による過大施設にならぬよう配慮されている。

同市の下水道管渠施設の現状は老朽化が著しく、維持管理も十分に行なわれていないため既存管渠による下水の排除は非常に効率が悪いので、その改善・整備が本プロジェクト計画の基本的な前提条件である。

下水道管渠の改善はバギオ市側の責任において実施されるものであるが、慎重な現状調査をもとに同市当局との協議により下水回収率を80%として計画することにした。この値は、管渠施設の現状からみて同市の著しい財政負担にならぬ改善規模であると思われる。

第8章 結論と提言

第8章 結論と提言

本計画の実施にあたって両国政府に対し下記の提言を行ないたい。

- 1) 本施設の効果的な運営のため、フィリピン国政府はバギオ市の下水道事業に係わる施設の運転、保守管理等について十分な技術指導を行なうと同時に機械の更新等の予算の確保について十分な指導と配慮を行なうことが望ましい。

- 2) 下水道システムは、下水道管渠施設と処理施設が相まって効果を上げることができる。従ってフィリピン国政府はバギオ市の既存の管渠施設の保修・改善に関して積極的に技術援助を行なう必要がある。
なお既存の下水管渠補修に関する緊急課題については本章末尾の下水管渠に関するコメントを参照されたい。

- 3) 施設完成後の運転管理に関しては、本プロジェクトの施設建設中および試運転期間中に技術移転が予定されている。しかし、試運転中の訓練期間は短期間であり、バギオ地域特有の雨季・乾期を通じての訓練が不可能であるので両国政府は本プロジェクト完成までに処理施設運転管理に関する実地訓練の実現について検討することが好ましい。

下水管渠に関するコメント及び必要な対策

1. 既存下水管渠と下水処理場を結ぶ幹線の建設

既存の下水道幹線管渠がバリリ川の本川近くでこわれたり、閉塞している状況であることから、現地調査結果に基づき、図8-1に示したように、マニユエル・ロハス通りと国道の合流点上流を起点とし、下水処理場までの約650m区間に新しい幹線を建設する必要がある。この区間の途中で主要な既存幹線末端3ヶ所を接続することにより、下水処理対象区域内の収集下水を本計画処理施設まで輸送する下水管渠が完成することになる。

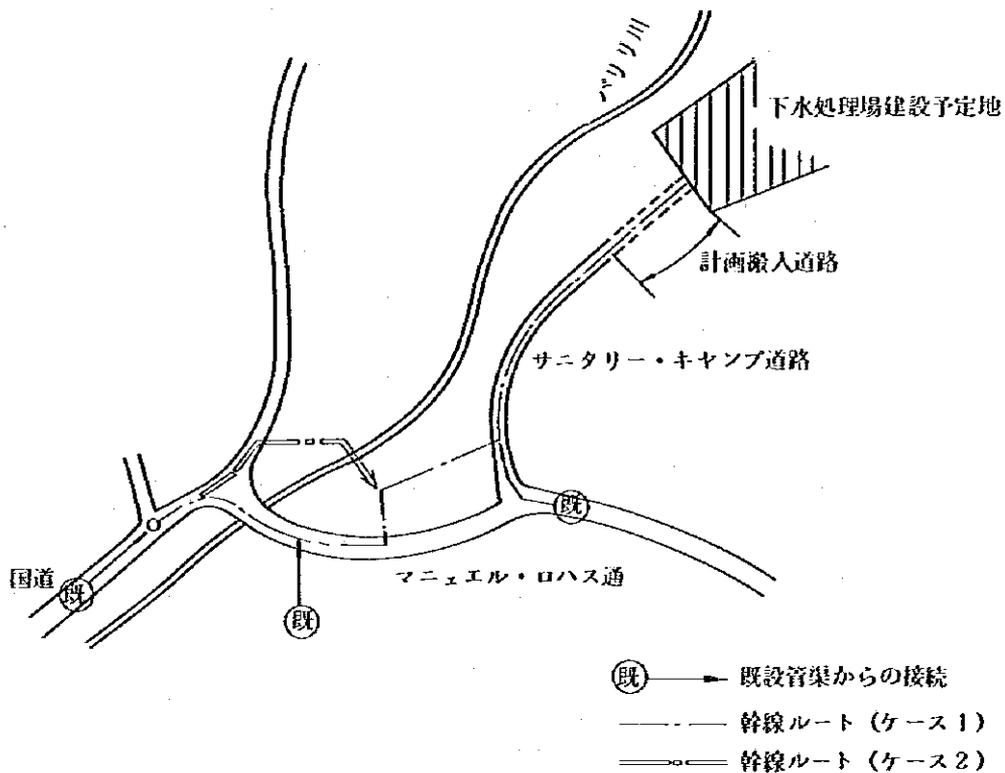


図8-1 幹線ルート(案)

現地滞在中に行った市当局との協議および現地調査の結果から図に示したように幹線ルートとして国道からマニユエル・ロハス通りに入る地点以後、二つのケースが考えられる。ケース1はアスファルト舗装されているマニユエル・ロハス通りを東に下り、続いて私道を北上し、サニタリー・キャンプ道路に入るルートで国道沿いに布設された管渠からの下水はバリリ川を水管橋によって横断することになる。ケース2は国道沿・バリリ川左岸の既設の下水管渠と同様なルートをとって、パインズ病院の横に出た後、空中配管によって、バリリ川を横断してサニ

タリー・キャンプ道路に到るルートである。建設費用の点からは双方とも差がないと考えられるので、どちらのルートを選択するかは既存管渠の利用可能性、用地取得の難易から決定することになる。

下水道幹線がサニタリー・キャンプ道路を通過した後は、計画されている約50mの搬入道路の下を通過して下水処理場に接続することになる。上記の起点と計画搬入道路起点間の平均地表こう配は、測量の結果5%程度となっているが、バリリ川左岸からの下水管渠の河川横断、施工上の水頭損失を勘案して、計画時間最大下水量0.199m³/秒を自然流下させるために、サニタリー・キャンプ道路に入ってから、こう配2.5%、口径φ600mmのR・Cパイプを布設することを提案する。

概算直接工事費は約150万ペソ程度が算出された(付属資料6参照)。これらの工事はバギオ市によって実施されることになる。LWUAの技術援助のもとにさらに詳細な調査が実施される必要がある。

なおマニエル・ロハス通り以北のバリリ川と国道に挟まれた地区から発生する下水は、地形上から自然流下で上述の下水道幹線に流入させることが難しいので小さなポンプ場を建設してとりこむか、別の小さな下水処理地区として浄化槽を建設する必要がある、市当局はこの地区の取り扱い方法についてさらに検討する必要がある。

2. 既存管渠システムの修繕と拡張

現況における下水管渠システムおよび水質汚濁の状況で述べたように主要な下水道幹線が閉塞により利用不可能となっているばかりでなく、ほとんどのクリークが下水排水路となっている。このため、少なくとも国道とマグサイサイ通りの交叉点から1Km程度上流の範囲において、下水管渠のクリーニングあるいは修繕を速やかに実施する必要がある。

現地調査時にバギオ市およびLWUAと協議した結果、バギオ市はLWUAの技術援助のもとに調査を開始し、下水処理場建設完了スケジュールにあわせて、対策を講じる旨表明した。いずれにせよ下水収集効果があがり、しかも低コストでの実施が、可能な下水管渠対策をたて、実施順位を設定のうえ、事業を進める必要がある。なお調査団としては、下水管渠布設方法、下水管渠の種類について次のような提案をするものである。

・下水道幹線の布設方法

バギオ市の地形的特性および経済上の観点から、管渠布設にあたり、必ずしも日本で行われているように全ての管渠を道路の下に埋設する必要はないと思われるが、幹線管渠は道路の下に必要な土被りを確保して施工すべきである。また維持管理の上で重要な役割を持つマンホールの建設方法について改善する必要がある。マンホール内の内径は、90cm程度は最低確保し、マンホールの口径は60cm以上、マンホールの蓋は開閉が比較的容易な鋳鉄製として、マンホール内での作業が容易な構造とし、また、マンホール間隔も、内径

300 mm程度の小口径管では、最大50 m程度にすることが望ましい。

・管 種

フィリピン国においては、10インチ以下の下水管は無筋コンクリート管しか調達できないのが実情であり、枝線においてこれらの管種を使用するのは仕方ないと思われるが、幹線管渠は、主要道路を通過する機会が多いこと、さらに耐久性からも、鉄筋コンクリート管を使用すべきである。