

フィリピン国バララ浄水場修復計画調査

最終報告書

和文要約

平成4年3月

国際協力事業団

社調三

CR(3)

92-024



# フィリピン国バララ浄水場修復計画調査

## 最終報告書

### 和文要約

JICA LIBRARY



1096916(0)

23506

平成 4 年 3 月

国際協力事業団

国際協力事業団

23506

## 序 文

日本国政府は、フィリピン共和国政府の要請に基づき、同国のバララ浄水場修復計画にかかわるフィージビリティ調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施いたしました。

当事業団は、平成3年8月から平成4年2月までの2回にわたり、日本上下水道設計株式会社 加地 諭氏を団長とする調査団を現地に派遣しました。

調査団はフィリピン国政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

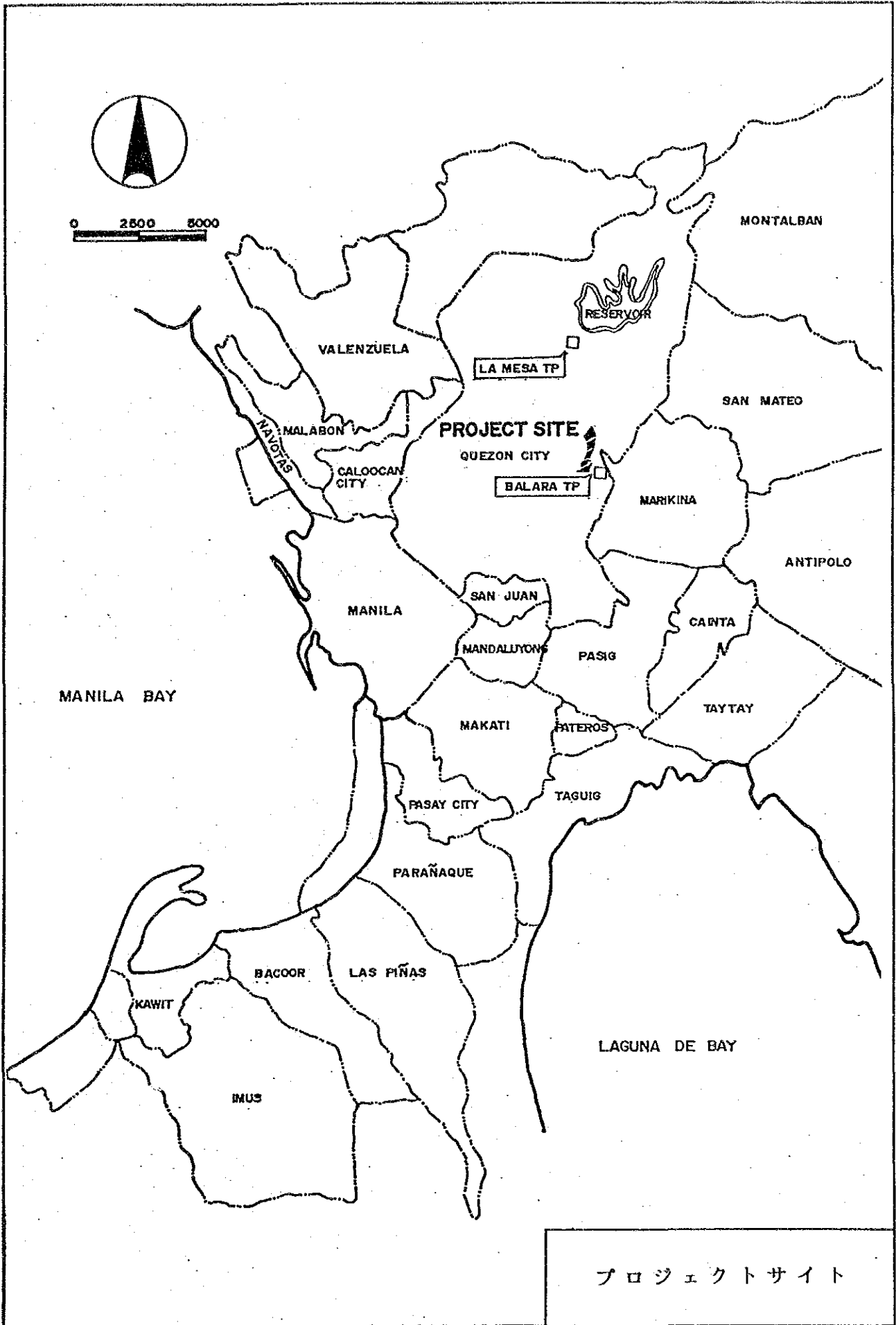
本報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

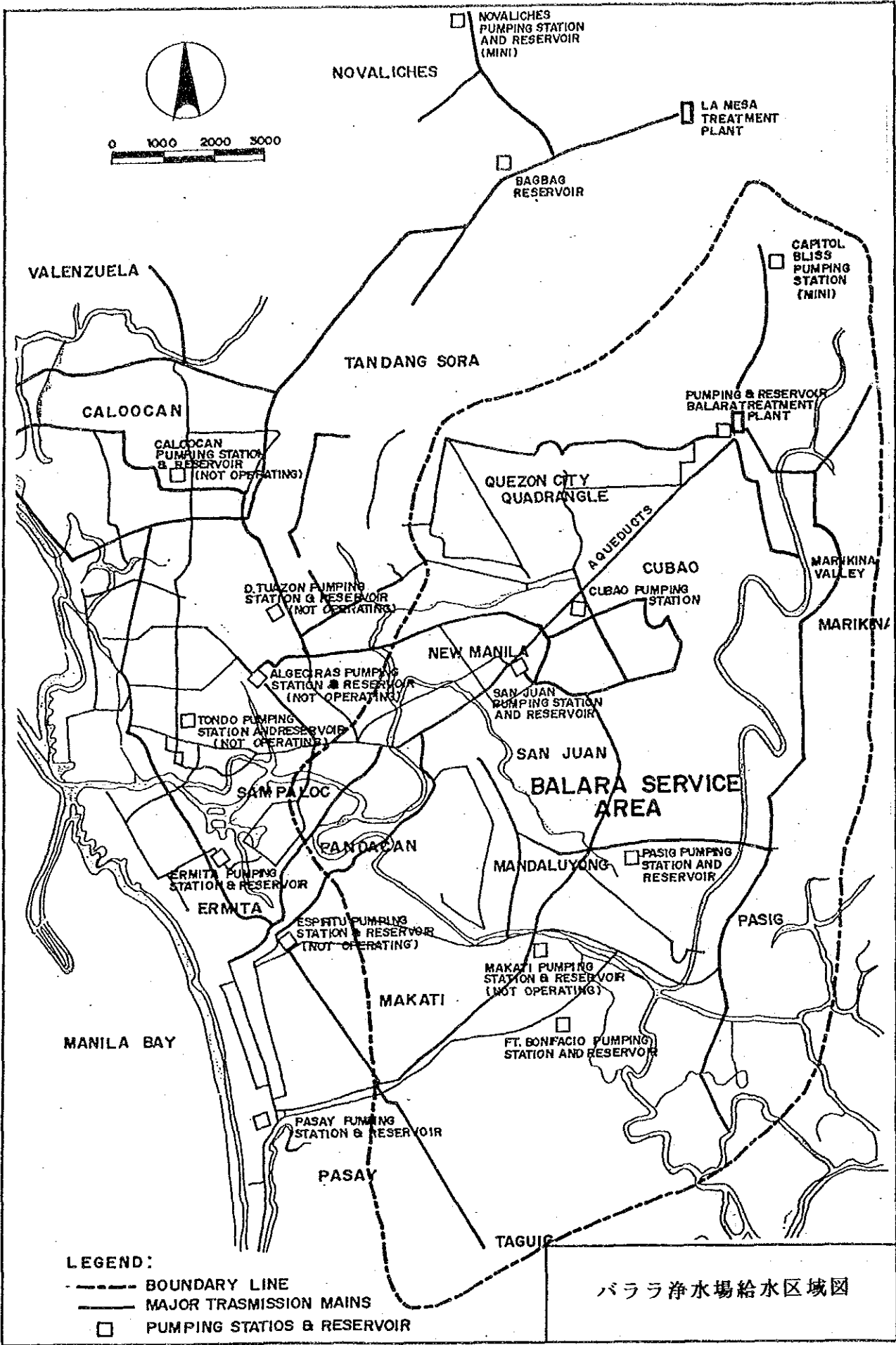
終わりに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成4年3月

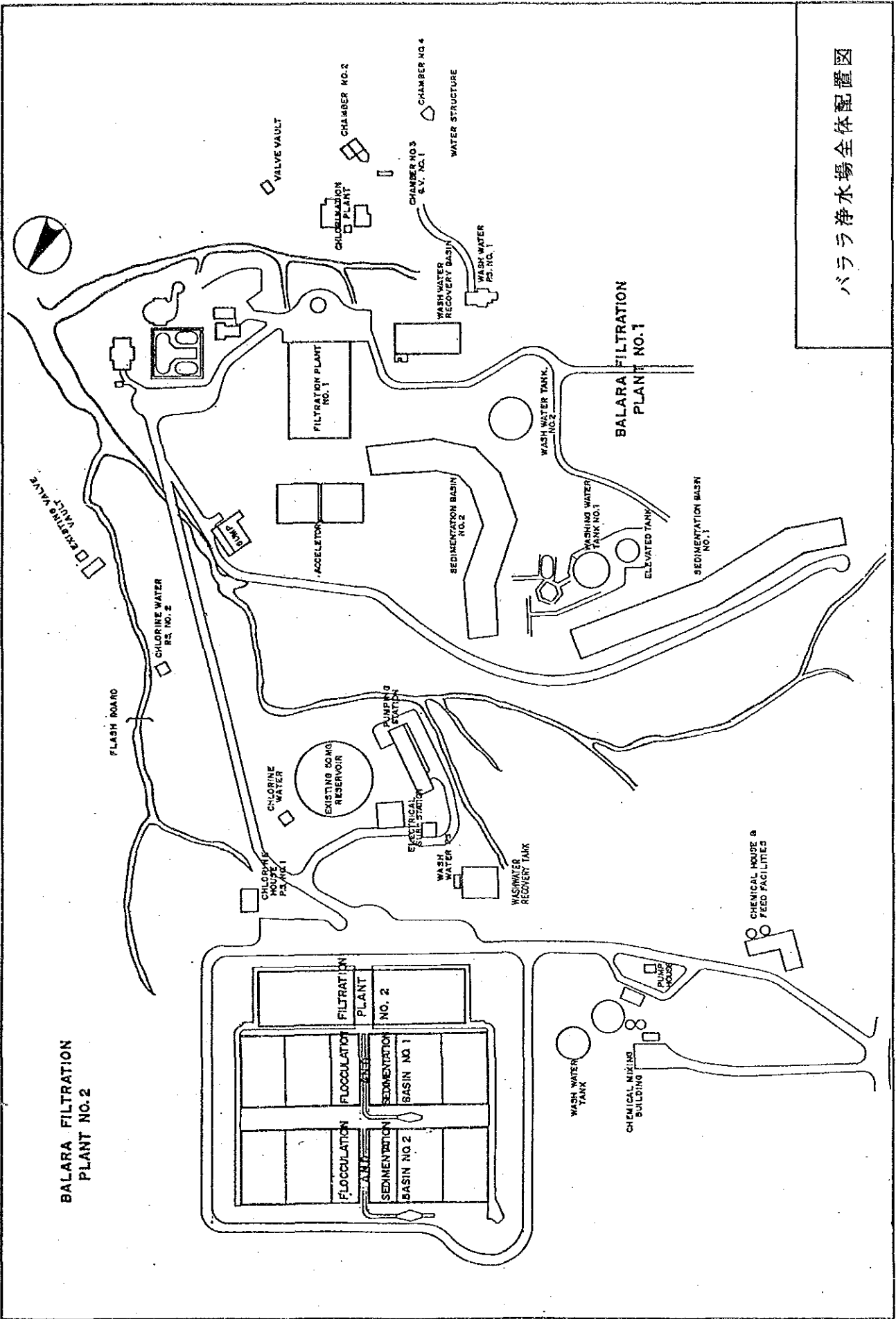
国際協力事業団  
総裁 柳谷謙介











バララ浄水場全体配置図



# 目 次

プロジェクト・サイト図  
バララ浄水場給水区域図  
バララ浄水場全体配置図

|                   | ページ  |
|-------------------|------|
| 第1章 概 論           |      |
| 1.1 調査の目的         | 1-1  |
| 1.2 調査の背景         | 1-1  |
| 1.3 調査の内容         | 1-2  |
| 1.4 自然・社会的条件      | 1-2  |
| 1.5 組織と制度         | 1-4  |
| 1.6 MWSSの既存水道施設   | 1-6  |
| 第2章 バララ浄水場の現状と問題点 |      |
| 2.1 位置付け          | 2-1  |
| 2.2 施設概要          | 2-1  |
| 2.3 施設能力          | 2-1  |
| 2.4 設計基準          | 2-2  |
| 2.5 構造物の強度        | 2-2  |
| 2.6 施設の問題点        | 2-2  |
| 2.7 薬品注入          | 2-7  |
| 2.8 水質管理          | 2-9  |
| 2.9 維持管理費         | 2-10 |
| 第3章 修復計画案         |      |
| 3.1 修復計画案の基本方針    | 3-1  |
| 3.2 代替案としての修復レベル  | 3-2  |
| 3.3 プロジェクトコスト     | 3-3  |
| 3.4 提案案           | 3-4  |

|     |                    |     |
|-----|--------------------|-----|
| 第4章 | 実施工程計画             | 4-1 |
| 第5章 | 環境影響評価             | 5-1 |
| 第6章 | 経済財務分析             |     |
| 6.1 | 財務分析               | 6-1 |
| 6.2 | 経済分析               | 6-3 |
| 6.3 | 代替案の経済財務分析         | 6-4 |
| 6.4 | MWSSの自助努力とキャッシュフロー | 6-6 |
| 第7章 | プロジェクト評価           |     |
| 7.1 | 社会的意義              | 7-1 |
| 7.2 | 技術的意義              | 7-1 |
| 7.3 | 環境面                | 7-2 |
| 7.4 | 財務および経済分析          | 7-2 |
| 第8章 | 結論と提言              |     |
| 8.1 | 結論                 | 8-1 |
| 8.2 | 提言                 | 8-2 |

## 第1章 概論

### 1.1 調査の目的

本調査の目的は、フィリピン共和国政府の要請に基づき、マニラ首都圏上水道システムのバララ浄水場の機能回復と安定給水の確保のために、浄水場の修復及び給水区域の水質維持のための、浄水場の運転管理の確立を目的とした、フィージビリティ調査を実施する。

### 1.2 調査の背景

マニラ首都圏上下水道公社 (MWSS) は、マニラ首都圏の上下水道事業を運営している。その現在の水道事業は、水源を主に表流水に求め、地下水を補完的に利用しているが、現在なおも続いている人口増加のために、現在および将来の需要量をも満足する施設を有していない。

この水不足を解消するため、MWSSは現在いくつかのプロジェクトを実施し拡張に努めている。これらの中には、

- 1) アンガット給水最適化計画  
The Angat Water Supply Optimization Project (AWSOP)  
- IBRD, ADB, OECFの協調融資
- 2) マニラ首都圏地下水開発計画調査  
The Study for the Groundwater Development in Metro Manila  
- JICA
- 3) マニラ水道リハビリテーション計画 I  
The Manila Water Supply Rehabilitation Project I (MWSRP I)  
- ADB
- 4) マニラ水道リハビリテーション計画 II  
The Manila Water Supply Rehabilitation Project II (MWSRP II)  
- ADB, フィリピン開発銀行 (DBP) の協調融資

がある。

これらの努力の一方、マニラ首都圏の二大浄水場の一つであるバララ浄水場は機器設備の老朽化が著しく、安全で安定した給水を確保するため早急な修復事業を必要としている。この浄水場は、現在マニラ首都圏の全給水量の60パーセントを担っており重要な役割を果たしている。この浄水場は二つのプラントから構成されており、プラントNo 1は1935年に建設、プラントNo 2は1958年に建設され、さらに両者共1981年に大規模な改修（浄水能力の向上含む）が行われている。しかしそれ以後は、本格的な修復、あるいは機器更新がなされないまま今日に至っている。

それ故、本浄水場の本来の設計能力を回復し、マニラ首都圏の市民に安全で安定した給水を続けるため、早急な修復工事の実施が不可欠となっている。

### 1.3 調査の内容

おもな調査の内容は次のとおりである。

#### － 修復計画の策定

修復の主な範囲は既存施設の設備および装置の機能回復の計画の策定である。本調査は、導水管、配水施設、配水池の修復は含んでいない。また、構造物の改築も含んでいない。しかしながら例外として、機器の設置やプロセスの変更に伴う構造物の改造は含むものとする。

#### － 水質維持に関する調査・検討

浄水場の水質管理と運転操作に係わる調査を配水管幹線の水質の残留塩素濃度のチェックと大腸菌群数試験に重点をおいて行う。

### 1.4 自然・社会的条件

#### (1) 自然条件

バララ浄水場は緩やかな越伏のあるケソン市内にあり、標高50～95mに位置している。給水区域は、ルソン中央平原東部丘陵（The Luzon Central Plain East Side Hill）の南に位置し、標高は40～200mと変化している。

バララ給水区域の西部には、マリキナ川 (The Marikina River) が北から南へと流れ、パッシング川 (The Pasig River) と合流し、流路を直角に変え、マニラ湾へと注いでいる。

バララ浄水場の給水区域の地質はガダルペ層 (The Guadalupe Formation) と第四紀沖積層 (Alluvium of Quaternary age) からなっている。マリキナ断層は浄水場の敷地から約 500m にあり、ローマカボ (Lower Macabod) や、ロドリゲス (Rodrigues) からパッシング (Pasig) やウルトラスポーツコンプレックス (The Ultra Sports Complex) 付近まで南北方向に、約23kmにわたり確認されている。

フィリピンの気候は一般に熱帯モンスーンといわれている。しかしながら、変化に富む地形のために実際には地域によって大きく異なっている。マニラ首都圏においては、二つのはっきりした季節がみられる。それは12月から5月までの乾季と6月から10月までの雨季である。年平均降水量は1951年から1977年の記録において 1,885.0mm である。5月における月平均気温は 29.4°C であり、最高 36° ~ 37°C に達する。湿度は6月から9月にかけて、80% ~ 86% に徐々に上昇する。

1988年におけるMWSSの給水地域 (MSA) における水道水供給量は約 3,310,000m<sup>3</sup>/日と推定されている。そのうち約 2,400,000m<sup>3</sup>/日をアンガット水系の表流水から取水し、残りの 910,000m<sup>3</sup>/日は地下水より補われている。地下水汲み上げ量のうち約90,000m<sup>3</sup>/日はMWSS管理の井戸より、約 820,000m<sup>3</sup>/日は民間の井戸より揚水されていると報告されている。中央給水地域 (CDS) には約3000の深井戸と約20,000の浅井戸があると推定されている。約3000個のうちMWSSは 258井の深井戸を所有しており、現在 131井が運転されている。その平均揚水量は約90,000m<sup>3</sup>/日である。民間所有の井戸のうち約 780,000m<sup>3</sup>/日を深井戸によっており、約 40,000m<sup>3</sup>/日を浅井戸水で賄っていると報告されている。

これらの地下水汲み上げにより地下水位は年平均 4 m から 8 m 低下している。このため地下水位は標高マイナス50m ~ 120m にさがり、海岸付近では塩水侵入が見られている。

## (2) 社会的条件

マニラ首都圏は平均人口が現在 7,833,000人であり、フィリピン国で最も都市化し最も経済の発展した地域である。MWSS給水区域はマニラ首都圏 (NCR) 全域と地域IV (The Region IV) の 3.2% を含んでいる。この給水区域は5市32町村からなり、合計人口は 9,172,379人 (1980年は 6,805,630人) である。これらの地域は国民総人口の 15.17% を占め、また、1980年人口の 34.78% 増となっており、年平均成長率は3.03% を示している。

経済に関しては1972年のGNPに対して1987年は5.1%、1988年は10.8%、1989年は5.3%と増加している。1989年の1人当り所得は1972年の価格水準で1463ペソであった。生産部門は一定して6.3%のGNP成長率を寄与している。1972年のGNPに対して農業と漁業は4.6%改善され、サービス部門は5.5%改善されている。1991年においてはGNPの成長は、あいついでフィリピン国を襲っているピナツポ火山の噴火、地震、台風の影響により、低迷することが予想されている。1990年から1995年までの経済成長率はIMFによれば年率3.5%と予想され1995年～2000年の間に5.7%に加速されると予想されている。アセアン諸国の中で、フィリピンの経済成長率は他の国よりも低い。タイは1980年から1990年の間に年率6.5%を記録し、マレーシアは5.5%、インドネシアは5.1%であったのに対し、フィリピンは2.3%であった。

家庭の収入と支出に関する1988年の調査によると1年間の家庭収入は40,408ペソであり、これは1985年平均の31,052ペソより30%上昇している。都市部の家庭は平均60,330ペソの所得があり、28,284ペソの地方の家庭の2倍強となっている。マニラ首都圏の家庭はトップで平均79,314ペソの所得がある。所得層ごとの配分額は、30,000ペソ以下の家庭は32.9%占め、30,000～39,999ペソが20.1%、40,000～59,999が21.5%、60,000～99,999ペソが16.0%、100,000ペソ以上は9.5%占めている。

消費物とサービスの価格については、1989年は1986～1988における価格上昇に比べて、非常に大きく上昇している。消費者物価指数は年率10.6%上昇したので3年間始めてふた桁台に上昇した。インフレ率は1990年に14%、1992年に12%と見込まれ、1992年から2000年の間に7～8%見積もられている。

家庭の支出は、食料がトップを占めている。1988年の家庭の支出配分は、食料51%、住宅13%、光熱水5%、交通通信5%、衣料4%、教育3%、医療費3%、酒・飲料・たばこ3%となっている。

## 1.5 組織と制度

### 1.5.1 MWSSの組織

第2次世界大戦後の1955年、荒廃した施設の復旧促進のために、国の直轄管理下に上下水道庁(NWSA)が設立された。1971年法第6234によって、NWSAは2つの水道関連組織MWSSとLWUAに改編された。

MWSSの組織図を図1.1に示す。理事会(Board of Trustee)は意志決定機関であり、Board Secretaryを含めて10人の理事から構成される。特に大統領が他の人を指名しないかぎり、公共事業



道路省（DPWH）の長官が議長を務めるものとする。また、MWSSの長官は副議長を務める。法によればDPWHの建設次官は大統領が特に他の人を指名しないかぎり、MWSSの長官を務めるものとする。理事のうち6人は大統領から指名され、もう1人は公社委員（Government Corporate Council）が法律顧問として就任する。長官の下には、首席副長官（Senior Deputy Administrator）と、各部担当副長官がおり、長官を補佐している。

MWSSの職員数は1991年8月31日現在 8,962人いる。このうち正規職員は 4,803人で残りは臨時職員である。表 1.1は部毎のMWSSの職員数を表している。

## 1.5.2 バララ浄水場の組織

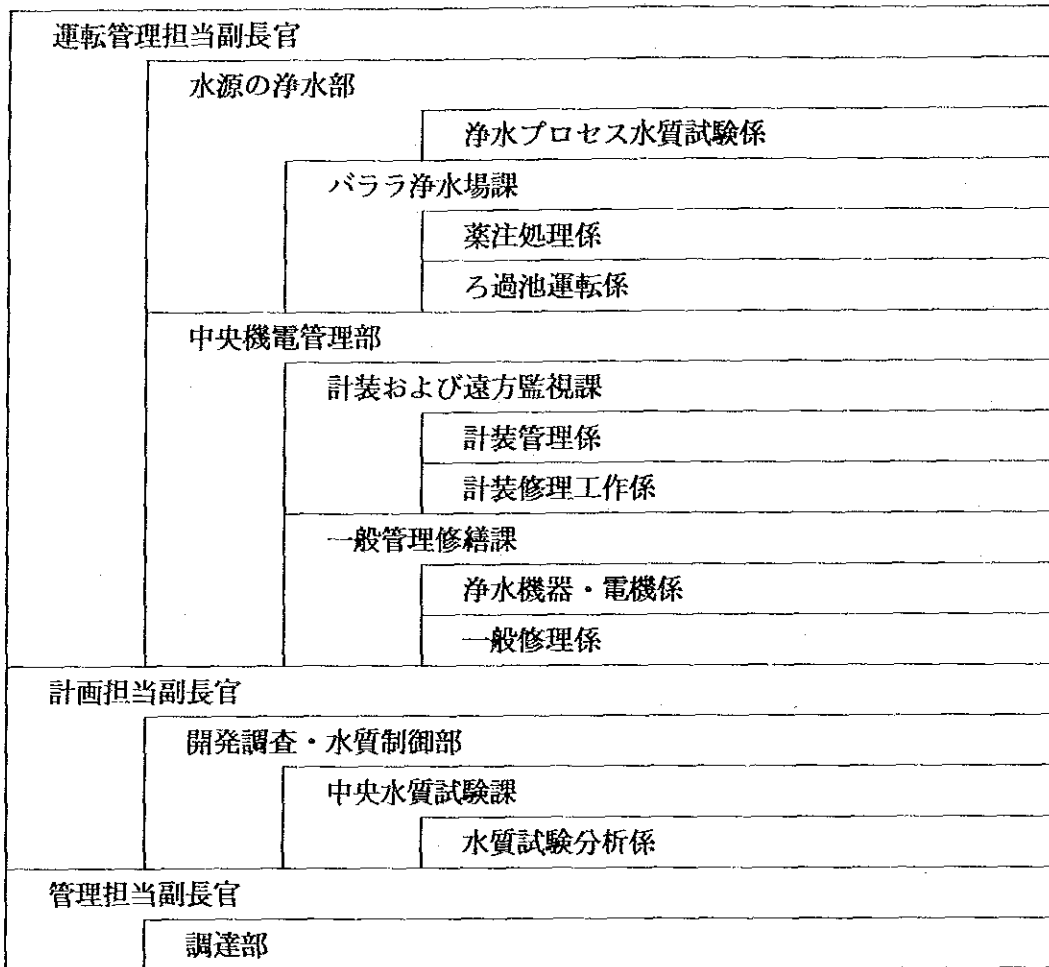
### (1) 概要

バララ浄水場、ラメサ浄水場、配水施設および下水道の運転管理は運転管理担当副長官の管轄下にある。（図 1.1参照） バララ浄水場の管理は水源・浄水部と中央機電管理部の2部により行われ、さらに管理担当副長官の下で調達部と計画部の下で開発調査・水質制御部の2部が、機器・部品、資材購入の手続きに係わっている。

現在は、このような複雑な組織が互いに協調して円滑な運営がなされているが、ラメサ第2浄水場が運転開始することを考慮すれば、運営は更に複雑化することが懸念される。

(2) 組織

次の構成がバララ浄水場の運営に係わる担当副長官とその下の部課係である。



1.6 MWSSの既存水道施設

1.6.1 水源

主な水源は、アンガットダム湖 (Angat Dam) とイポダム湖 (Ipo Dam) からの表流水であり、アンガット・ノバリチェス水道システム (The Angat-Novaliches Water Supply System) と呼ばれ、全体が自然流下で構成されている。フローチャートは図 1.2 に示す通りである。

流域からアンガットダム湖、イポダム湖を通り、ビクチ接合井 (The Bicti headworks) そしてラメサダム (La Mesa Dam) へと自然流下で流れ、バララ浄水場およびラメサNo.1 浄水場にて取水

される。浄水は、15箇所の配水池を経て、首都圏へ給水されている。

一方、地下水源はMWSS管理井として 258箇所あり、現在 131箇所が稼働している。地下水は消毒後給水されている。

#### (1) アンガットダム湖

アンガット貯水池はアンガットダムによって形成され、半だ円形で周長35km、最長巾 3 km、有効貯水容量 850,000,000 $\text{m}^3$ 、流域面積 568 $\text{km}^2$ である。常時満水位は標高 217m、最低水位 160mである。このダムは、国立電力会社 (National Power Corporation) によって運営され、貯留水はMWSSの水道事業と灌漑に利用されている。アンガットダムの水は発電に利用された後アンガット川からイポダム湖へ流下する。アンガットダム湖水のMWSSの水利権は 1,900,000 $\text{m}^3$ /日である。

#### (2) イポダム湖

MWSSの他の主要水源は、アンガット・イポ川流域であり、その面積は66 $\text{km}^2$ である。これからの水はイポダムに集められ、その貯留量は 5,900,000 $\text{m}^3$ である。常時満水位は 100mで、その貯水量はアンガットダムの放流量によって、コントロールされている。イポダムはMWSSが単独で管理している。

#### (3) イポダム湖～ビクチ接合井

イポダム湖水は 6.4kmの 2条の導水渠により自然流下でビクチ接合井に導かれる。導水渠No 1は1939年に建設され、イポダム湖水位が常時満水位において 760,000 $\text{m}^3$ /日の流下能力があり、導水渠No 2は、1969年に建設され、流下能力は 1,890,000 $\text{m}^3$ /日である。

#### (4) ビクチ接合井～ラメサダム湖およびラメサ浄水場

ビクチ接合井からは 4本の導水渠により 2,460,000 $\text{m}^3$ /日がラメサダム湖へ流入される。ビクチ～ノバリチェス導水渠No 1およびNo 2は延長15.1kmあり、互いに連通し、それぞれ1939年、1948年に建設され、合計 380,000 $\text{m}^3$ /日の流下能力がある。導水渠No 3は延長15kmで1969年に建設され 830,000 $\text{m}^3$ /日の流下能力がある。導水渠No 4は、16.5kmの延長で1983年に建設で、1,250,000 $\text{m}^3$ /日がラメサダムを迂回し、直接ラメサ浄水場へ導水している。

導水渠No 4のラメサダム湖流入口には越流堰が設置され、それ以降は開水路でラメサNo 1浄水場へ導水され、流下能力は、ビクチ～ノバリチェス間の導水渠No 1、No 2、No 3の導水量により変動し、最大 1,790,000 $\text{m}^3$ /日まで導水可能である。

#### (5) ラメサダム湖

ラメサダムは長さ 300m、高さ30mで建設年次は1929年である。流域面積25.7 $\text{km}^2$ からの流出水を集めるラメサダム湖は1959年、堤体上の放水クレストをかき上げし貯水能力を45,420 $\text{m}^3$ に増加した。サーチャージレベルは標高79.7m、最低水位は64mである。ラメサダム湖では水質を維持するためときおり殺藻剤が散布されている。

#### (6) ラメサダム湖～バララ浄水場

ラメサダム湖は3本の導水渠によりバララ浄水場と接続しており、導水渠の合計能力は1,705,000 $\text{m}^3$ /日である。

第1取水塔は1929年に流下能力 470,000 $\text{m}^3$ /日で建設され、導水渠No. 1と接続している。導水渠No 1はバララ浄水場プラントNo 1の沈澱池No 1とNo 2に導水している。導水渠No 1はラメサダムを迂回するバイパスとも接続し、ビクチ～ノバリチェス導水渠No 1 およびNo 2から直接バララ浄水場に切り回すことが可能である。

第2取水塔は1956年に流下能力 190,000 $\text{m}^3$ /日で建設され導水渠No 2と接続している。導水渠No 2は 190,000 $\text{m}^3$ /日の浄水能力のアクセレーターへ導水している。

第3取水塔はNo 3導水渠と接続し1968年に建設された。この流下能力は 1,140,000 $\text{m}^3$ /日である。プラントNo 2は設計施設能力が 1,130,000 $\text{m}^3$ /日であり、No 3導水渠より原水を受けている。

### 1.6.2 浄水施設

MWSSはバララ浄水場とラメサ浄水場の2つの大規模浄水場を運営している。バララ浄水場の設計能力は 1,600,000 $\text{m}^3$ /日、ラメサ浄水場は 1,500,000 $\text{m}^3$ /日、合計設計能力は 3,100,000 $\text{m}^3$ /日である。一方、1991年当初よりラメサ第2浄水場新設工事が着手され、現在建設中である。その設計能力は 900,000 $\text{m}^3$ /日である。

## (1) バララ浄水場

バララ浄水場は2つの独立した浄水場をからなり、それぞれプラントNo.1、プラントNo.2と呼ばれている。薬注設備と消毒設備は共通に使用されている。

プラントNo.1は1935年に建設され公称能力 190,000 $\text{m}^3$ /日であった。1981年の改善工事によって 300,000 $\text{m}^3$ /日に能力増されている。当初採用されたシステムは、横流沈殿池と急速砂ろ過方式で、凝集剤は硫酸アルミニウム（硫酸バンド）が用いられた。注入は原水水量に応じて乾式注入機によって注入されていた。沈殿池池内流速は 0.8 $\text{m}/\text{分}$ 、滞留時間は約 4 時間であった。ろ過池1 池当りの面積は 162 $\text{m}^2$ で通常運転時のろ過速度は 117 $\text{m}/\text{日}$ で合計10池が建設された。洗浄は原水水質が通常の場合24~40時間に一回の割合で行なわれていた。当初はろ過後に曝気装置を有し、曝気により処理水から腐食性の炭酸ガスや芳香性の油分を取り除いていたと報告されている。その後水需要の増加に応じて、1958年95,000 $\text{m}^3$ /日の設計能力のアクセレーターを 2 池増設した。ろ過池はろ過流量調節装置を交換しただけで、当時のろ過速度は 2 倍の 234 $\text{m}/\text{日}$ となった。従って、プラントNo.1の全施設能力は 380,000 $\text{m}^3$ /日となった。

プラントNo.2はろ過池のみ12池が1958年に建設され、ろ過池は直接ろ過方式で運転されていた。ろ過池1 池当りの面積は 162 $\text{m}^2$ で、採用されたろ過速度はこの時 234 $\text{m}/\text{日}$ 、施設能力は 454,000  $\text{m}^3$ /日であった。砂層の厚さは60 $\text{cm}$ でプラントNo.1と異なっていたが、ろ材の有効径、均等係数などの諸元はほぼプラントNo.1と同じ設計値が採用された。

プラントNo.2の沈殿処理設備は運転開始から7年月の1965年に6 池が完成し、急速攪拌と原水流入量の計量を兼ねたパーシャルフリューム、機械式フロキュレーター等が採用された。一方、新薬注施設は1967年に完成している。これらの施設は設計流量 380,000 $\text{m}^3$ /日に対して30分の滞流時間のフロック形成池と約3時間の滞流時間の沈殿池を具備している。1968年に拡張工事が行われ設計能力 380,000 $\text{m}^3$ /日分が追加された。追加分のろ過池 8 池は1970年建設され、合計施設能力は 760,000 $\text{m}^3$ /日となった。

1981年にプラントNo.1とプラントNo.2の大規模な修復と能力増の工事が行われ、ろ過池はアンスラサイトと砂の2層ろ過に改造され、ろ過速度も大巾に改良された。詳しくは第2章を参照されたい。

## (2) ラメサ浄水場

ラメサ浄水場は、1985年の“The Manila Water Supply Project II (MWSS II)”により建設され、施設能力は 1,500,000 $\text{m}^3$ /日であり、増大する首都圏の人口に1987年まで耐えられるもの

であった。原水はビクチ接合井から導水渠No 4によって導水される。

浄水プロセスは、横流式沈澱池と急速ろ過システムが採用され、バララ浄水場と同様である。各設備は、急速攪拌池2池、フロック形成池12池、ろ過池24池および薬品注入設備からなっている。薬品注入設備にはpH調整設備が新たに具備された。排水処理施設はスラッジラグーン（天日乾燥床を兼る）が採用されている。

設備の浄水能力は十分であるが、1990年の実績によれば1,040,000 m<sup>3</sup>/日程度の配水量に留まっている。これはラメサ湖よりの導水渠の水理的問題とバグバグ配水池（The Bagbag Distribution Tank）の問題による制約のためと報告されている。

ラメサ浄水場の概要は次のとおりである。

- 1) 急速攪拌  
垂直型機械攪拌装置
- 2) フロック形成  
垂直型機械攪拌装置（攪拌時間20分）
- 3) 沈澱  
普通沈澱池（沈澱時間80分、表面積負荷 5.6mm/分）
- 4) ろ過  
2層高速ろ過（ろ過速度 348m/日、表面洗浄と逆流洗浄）
- 5) スラッジラグーン（天日乾燥床兼）  
床面積50,000m<sup>2</sup>
- 6) 薬品注入および消毒  
凝集剤（液体硫酸バンド50%溶液）  
凝集助剤（ポリマー：アニオン、カチオン）  
pH調整剤（石灰）  
消毒（液体塩素）

### 1.6.3 配水施設

MWSSの配水施設はMWSP I および II、 MWSRP I および II そしてAWSOP などのプロジェクトにより拡張を続け、首都圏の水需要の増加に対処してきた。

既存の配水施設の一覧を表 1.2、 1.3および 1.4に示す。これらの位置については巻頭のバララ浄水場給水区域図に示されている。

既設配水施設は、 472Kmの幹線を含むネットワークと、 185箇所合計 650,000m<sup>3</sup>の配水池と13の主なポンプ場からなっている。しかしながら、そのうち6配水池は1989年においては、そのポンプ設備の故障や配水池の漏水が原因で使用されていない。同様に13箇所のポンプ場うち7箇所のみが現在稼働可能である。

表 1.1 MWSS職員数 (1991年 8月31日現在)

| 部所名                             | 合計    | 正規職員  | 臨時職員  |
|---------------------------------|-------|-------|-------|
| 総職員数                            | 8,962 | 4,803 | 4,159 |
| Office of the Board of Trustees | 13    | 13    | 0     |
| (小計)                            | 13    | 13    | 0     |
| Office of the Administrator     |       | 40    |       |
| Public Information              |       | 35    |       |
| Corplan Group                   |       | 15    |       |
| MIS Group                       |       | 4     |       |
| PMED                            |       | 26    |       |
| System Development              |       | 17    |       |
| Computer Service center         |       | 124   |       |
| (小計)                            | 282   | 261   | 21    |
| Engineering                     |       | 26    |       |
| Planning & Programming          |       | 66    |       |
| Design                          |       | 97    |       |
| Applied Res. & Quality Con.     |       | 34    |       |
| (小計)                            | 367   | 223   | 144   |
| Construction Management         |       | 7     |       |
| MWSP II                         |       | 15    |       |
| MWSP III                        |       | 5     |       |
| MWSP                            |       | 7     |       |
| MWSRP I                         |       | 8     |       |
| MWSRP II                        |       | 8     |       |
| Locally Founded                 |       | 146   |       |
| (小計)                            | 2,988 | 196   | 2,792 |
| Operations                      |       | 6     |       |
| Water Sources & Treatment       |       | 260   |       |
| Water Distribution & Maint.     |       | 816   |       |
| Sewerage Systems                |       | 283   |       |
| Central Maintenance             |       | 212   |       |
| (小計)                            | 1,859 | 1,577 | 282   |
| Customers Services              |       | 6     |       |
| North Sector                    |       | 313   |       |
| East Sector                     |       | 364   |       |
| South Sector                    |       | 367   |       |
| West Sector                     |       | 363   |       |
| Cavite-Muni Sector              |       | 300   |       |
| Big Accounts & Census Sector    |       | 125   |       |
| (小計)                            | 2,737 | 1,838 | 899   |
| Finance                         |       | 5     |       |
| Financial Control               |       | 71    |       |
| Accounting                      |       | 141   |       |
| Treasury                        |       | 161   |       |
| (小計)                            | 388   | 378   | 10    |
| Administration                  |       | 5     |       |
| Personnel Management            |       | 47    |       |
| Human Resource Dep.t            |       | 33    |       |
| Health & Safety                 |       | 39    |       |
| Procurement                     |       | 20    |       |
| Legal                           |       | 28    |       |
| General Services                |       | 145   |       |
| (小計)                            | 328   | 317   | 11    |



表 1.2 MWSS 既設幹線管線長 (1989)

| パイプ径<br>(mm)       | パイプ長 (Km)   |              |     |
|--------------------|-------------|--------------|-----|
|                    | PRE-MWSP II | MWSP II/MWDP | 合計  |
| 300                | 86          | 20           | 106 |
| 400 - 1500         | 195         | 119          | 314 |
| 1525 - 1650        | 11          | -            | 11  |
| 2000 - 2600        | 7           | 16           | 23  |
| 2800 - 3000        | -           | 15           | 15  |
| 2100 - 1800 (トンネル) | 3           | -            | 3   |
| 合計                 | 302         | 170          | 472 |

注) : MWDPはManila Water Distribution Project を表す。

表 1.3 既存配水池 (1989年)

| 番号 | 名称/位置             | 寸 法 (m) |     |      |       | 能 力<br>(百万ℓ) | 標 高 (m) |       | ポンプ利用<br>又は<br>自然流下 | 現 在<br>状 況 |
|----|-------------------|---------|-----|------|-------|--------------|---------|-------|---------------------|------------|
|    |                   | 長さ      | 巾   | 径    | 深さ    |              | 床 高     | 越流高   |                     |            |
| 1  | Caloocan          | -       | -   | 52.0 | 9.3   | 19           | 25.40   | 34.40 | ポンプ                 | 使用していない    |
| 2  | D. Tuazon         | -       | -   | 52.0 | 9.3   | 19           | 20.20   | 29.20 | ポンプ                 | 同 上        |
| 3  | Tondo             | -       | -   | 52.0 | 9.3   | 19           | 12.83   | 21.83 | ポンプ                 | 同 上        |
| 4  | Algeciras         | 108     | 27  | -    | 15.15 | 38           | 12.80   | 26.80 | ポンプ                 | 同 上        |
| 5  | Balara *          | -       | -   | 52.0 | 9.5   | 19           | 43.85   | 51.65 | ポンプ                 | 同 上        |
| 6  | Pasig *           | 120     | 96  | -    | 9.5   | 80           | 40.29   | 48.00 | ポンプ                 | 使用している     |
| 7  | Ermita *          | -       | -   | 52.0 | 9.3   | 19           | 12.65   | 21.65 | ポンプ                 | 使用している     |
| 8  | Bapiritu          | -       | -   | 52.0 | 9.3   | 19           | 12.78   | 21.78 | ポンプ                 | 使用していない    |
| 9  | Pasay             | -       | -   | 52.0 | 9.3   | 19           | 13.30   | 22.30 | ポンプ                 | 使用している     |
| 10 | Makati *          | -       | -   | 52.0 | 9.3   | 19           | 23.70   | 32.70 | ポンプ                 | 使用していない    |
| 11 | Port<br>Bonifacio | -       | -   | 69.0 | 9.0   | 30           | 39.75   | 47.55 | ポンプ                 | 使用している     |
| 12 | San Juan I *      | 92      | 86  | -    | 8.0   | 56           | 43.50   | 51.40 | ポンプ                 | 同 上        |
| 13 | San Juan II *     | 132     | 107 | -    | 6.7   | 94           | 44.70   | 51.40 | 自然流下                | 同 上        |
| 14 | Bagbag I          | 168     | 114 | -    | 9.0   | 100          | 65.00   | 71.00 | 自然流下                | 同 上        |
| 15 | Bagbag II         | 168     | 114 | -    | 9.0   | 100          | 65.00   | 71.00 | 自然流下                | 同 上        |

合 計 : 650 (百万ℓ)

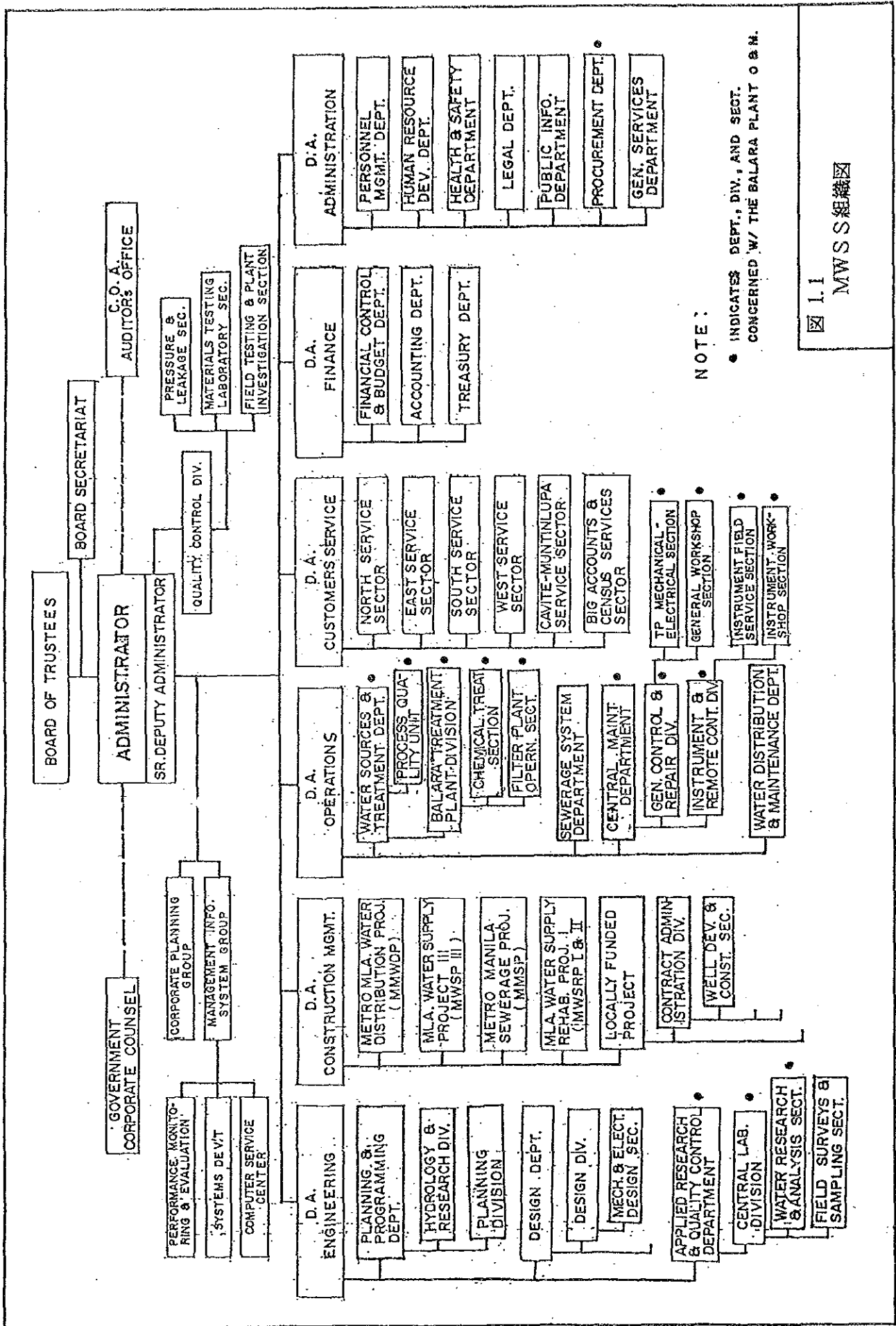
注) \* マークの配水池はバララ浄水場給水区域内の施設であることを示す。

表 1.4 既設ポンプ場 (1989年)

| 番号 | ポンプ場                    | ポンプ型式        | ポンプの<br>台数と能力        | 現 状<br>(1989年2月) |
|----|-------------------------|--------------|----------------------|------------------|
| 1  | Algeciras               | ブースター<br>貯 留 | 3-200 HP<br>2-225 HP | 停止中              |
| 2  | Caloocan                | ブースター<br>貯 留 | 2-200 HP<br>3-225 HP | 同 上              |
| 3  | D. Tuazon               | ブースター<br>貯 留 | 3-200 HP<br>3-225 HP | 同 上              |
| 4  | Tondo                   | ブースター<br>貯 留 | 2-200 HP<br>3-225 HP | 同 上              |
| 5  | Espiritu                | ブースター<br>貯 留 | 3-200 HP<br>3-225 HP | 休止中              |
| 6  | Makati *                | ブースター<br>貯 留 | 2-300 HP<br>2-225 HP | 同 上              |
| 7  | Balara *                | ブースター<br>貯 留 | 7-500 HP<br>1-250 HP | 運転中              |
| 8  | Cubao *                 | ブースター<br>貯 留 | 4-200 HP<br>----     | 同 上              |
| 9  | Brmita *                | ブースター<br>貯 留 | 2-225 HP<br>3-200 HP | 同 上              |
| 10 | Fort<br>Bonifacio       | ブースター<br>貯 留 | 4-350 HP<br>----     | 同 上              |
| 11 | Pasig *                 | ブースター<br>貯 留 | ----<br>5-375 HP     | 同 上              |
| 12 | Pasay                   | ブースター<br>貯 留 | 2-200 HP<br>2-225 HP | 同 上              |
| 13 | San Juan *              | ブースター<br>貯 留 | 6-500 HP<br>1-250 HP | 同 上              |
| 14 | Novaliches<br>(Mini)    | ブースター<br>貯 留 | ----<br>3-20 HP      | 同 上              |
| 15 | Capitol<br>Bliss (Mini) | ブースター<br>貯 留 | 2-40 HP<br>----      | 同 上              |

注)

- (1) 出典: Pumping Station Monthly Operation report for the Month of Feb. 1989, MWSS
- (2) \*マークのポンプ場はバララ給水区域の施設であることを示す。
- (3) 停止中は現在使用されていないことを示す。休止中は機器の故障により運転を休止していることを示す。



NOTE :

● INDICATES DEPT., DIV., AND SECT. CONCERNED W/ THE BALARA PLANT O & M.

☒ I. I MWS S 組織図

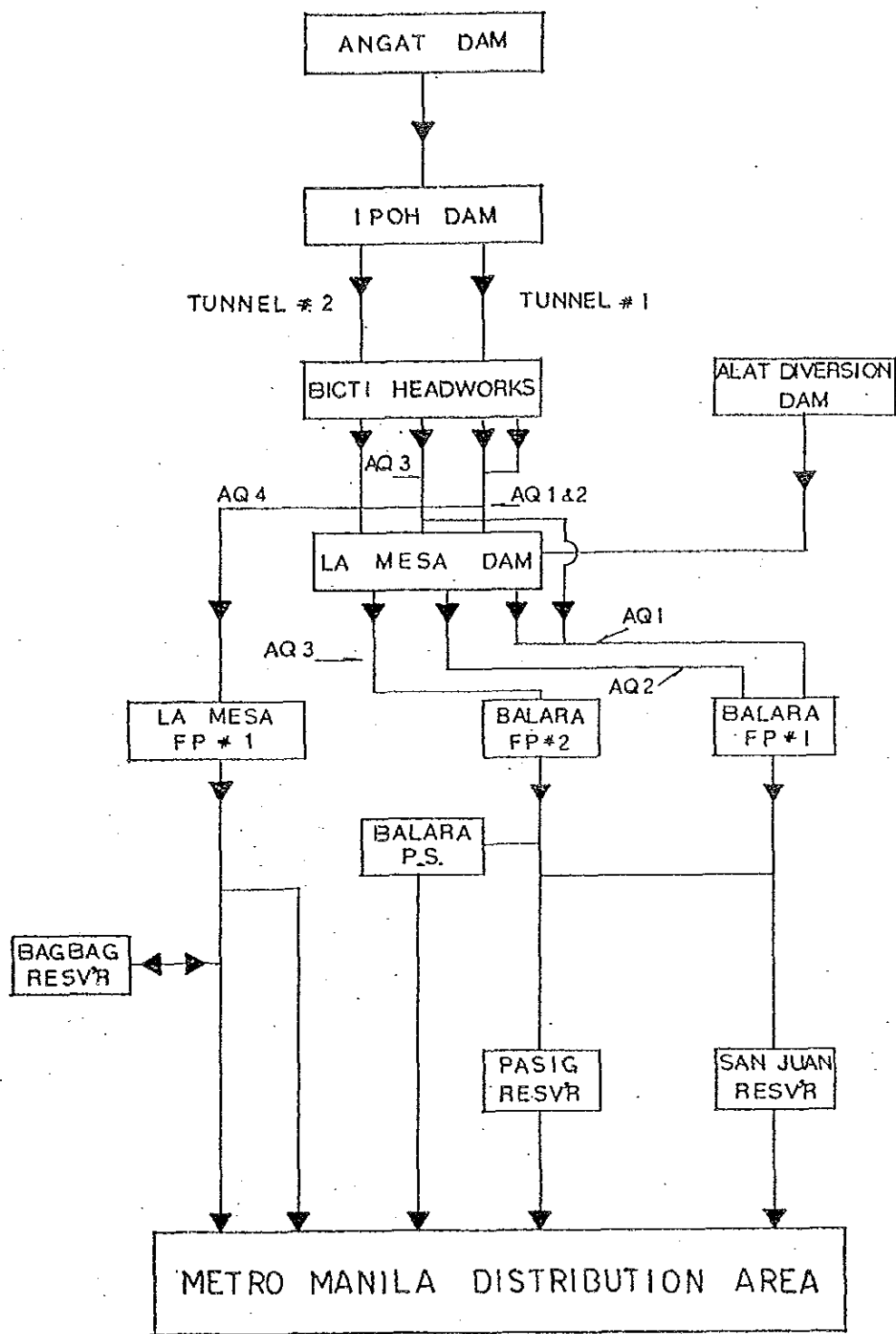


図 1.2  
 アンガットーノバリッチ  
 水道システム



## 第2章 バララ浄水場の現状

### 2.1 位置付け

MWSSは急増する水需要に対処するため、給水量の増大に努めると共に、既存浄水場の能力保持にも努力してきた。既存浄水場の施設能力はバララ浄水場が 1,600,000 $\text{m}^3$ /日、ラメサ浄水場が 1,500,000 $\text{m}^3$ /日であり、バララ浄水場はここ数年MWSS全体の51.6%の給水量を占め、非常に重要な役割を果たしている。1990年のデータによれば、バララ浄水場はMWSS全給水量の60%を占め増々重要性を帯びている。ラメサ第2浄水場が完成したとしても全給水量の40%を依然として担うため、重要な役割に変化はない。

図 2.1にみられるように1997年以降の水需予測は、新たな浄水場の建設等により将来の増大する水需要を満たす対策が必要であることを示している。浄水場の建設が、用地取得、設計、資金の調達、建設工事に多年の期間を要することを考慮に入れると、バララ浄水場の役割は今後も長期にわたり期待されている。

### 2.2 施設概要

バララ浄水場の全体配置図を巻頭の図に示す。プラントNo 1とNo 2のフローダイアグラムを図 2.2と図 2.3にそれぞれ示す。各施設の概要と機器リストを表 2.1に示す。

現在、プラントNo 1は薬品沈澱池2池、前処理としてのアクセレーター2池、(高速)2層ろ過池が10池、そしてプラントNo 2は、パーシャルフリューム2基、フロック形成池および沈澱池が12池、高速ろ過池20池から構成されている。

### 2.3 施設能力

No 1およびNo 2の施設能力を表 2.2に示す。合計の公称施設能力は 1,600,000 $\text{m}^3$ /日である。一方、取水可能量はラメサダム湖よりの3本の導水渠の能力等により決定され、合計 1,705,000 $\text{m}^3$ /日である。このようにバララ浄水場の処理水量拡張の可能性は原水を自然流下で輸送する導水渠の水理能力に依存している。

また、他の制約条件としてはサンホアン配水池の水理的条件がある。現在その配水池は標高

47.0mから48.5mの間で運転されている。その上限は配水管の漏水量を制限するためであり、これを越えると配水管網よりの漏水量が増し、下限は、サンホアンポンプ場のポンプの吸込水位の維持によるものである。

表 2.3に1989年から1990年のバララ浄水場の実生産量を示す。

## 2.4 設計基準

1981年の改善工事のときに採用された設計基準を、表 2.4と表 2.5に示す。表に示すように、実際の運転状況は設計基準とは異なるものも見られている。また参考値は、我が国の水道施設設計指針・解説・1990による基準を示している。

## 2.5 構造物の強度

調査は目視によるチェックとテストハンマー（シュミットハンマー）試験により行った。目視によるチェックでは部分的な修繕が必要な箇所以外は目立った欠陥は発見されなかった。また、テストハンマー試験では構造物は十分な強度（圧縮試験で  $345 \sim 581 \text{kg/cm}^2$ ）を保持していることが調べられた。

## 2.6 施設の問題点

以下の既存施設の問題点を列挙する。

### (1) プラントNa 1

#### 1) 導水渠

浄水場入口のスルースゲート4基は、開閉台が損耗し機能していない。

#### 2) 急速攪拌機

2基ある急速攪拌機は現在運転しているが、老朽化が著しいため修理の回数と費用が増加



してきている。回転軸は水中部に伸びている部分が長く、そして、通過流速が速いため偏心して運転している。

### 3) フロック形成池

24台のフロキュレーターのうち、4基は消耗のため、モーターが撤去され運転されていない。その他のフロキュレーターは現在運転されているが、やはり老朽化が著しく、故障頻度と修理費が増大している。

### 4) 沈澱池

沈澱池の堰負荷は  $6,000\text{m}^3/\text{日}$  を越え、通常の  $300\sim 500\text{m}^3/\text{m}/\text{日}$  を大きく上まわっている。このため、沈澱池ではフロックのキャリオーバーが見られ処理水質に悪影響を与えている。沈澱汚泥の排出は、沈澱池Na1、Na2共に浄水場内の小川へ放流しているが、川底に汚泥が堆積し、沈澱池との間に十分な動水勾配が取れず排水効率が悪化している。

### 5) アクセレーター

攪拌機は稼働しているが、1958年に据え付けられたギヤ部の磨耗のため、故障頻度と修理費が増大している。水中部の鋼構造物は部分的に腐食している。また、汚泥排出システムは故障し、安定した汚泥濃度が維持できない。

### 6) ろ過池

ろ過流量制御システム、表面洗浄や逆流洗浄の制御システム、流入弁や流出弁のシート、水圧式制御のためのポンプとエアコンプレッサー、空気式計装のためのエアコンプレッサーなどのほとんどが老朽化、または故障している。

既存の表面洗浄は、洗浄管の穴の角度がアンスラサイト表面に対して不適切なため、洗浄初期において効率が悪い。

ろ材試験の結果、珪砂はまだ使用可能であるが、アンスラサイトは径や比重が設計値と著しく異なっていることが判明した。アンスラサイドの層厚は、長年の使用で数cm失われている。

ろ過池の能力は、1981年の改善時に  $1,600,000\text{m}^3/\text{日}$  に改められたが、ろ過流量制御システムが故障しているため流入量を制御できず、逆流洗浄時には、他のろ過池のろ速が上がり、ろ過水質に影響を与えている。

#### 7) 洗浄ポンプおよび洗浄排水回収ポンプ

これらのポンプは1981年の改善時において中古が利用された。ポンプ効率は老朽化とベアリング部分の漏水のために設計値に比べて低い。ポンプ室は、いたみが激しく維持管理条件に悪影響を及ぼしている。

洗浄排水回収水は沈澱池No.2のみに返送されているが、流入濁度の変動を来し処理に悪影響を及ぼしている。

### (2) プラントNo.2

#### 1) 急速攪拌池

現在パーシャルフリュームでの水位差を利用した急速攪拌は、十分に行われているが、流量指示計の損耗のため流入量測定機能は失われている。

#### 2) フロック形成池

いくつかのフロキュレーターは、故障した駆動歯車やチェーンや駆動軸部の漏水等のため、機能していない。また、現在機能しているフロキュレーターにしても、金属部分は腐食し、故障頻度や維持管理コストは老朽化のため増大してきている。また、池内の導流壁の設置が不適切で短絡流が発生し、フロック形成の効率が良くない。

#### 3) 沈澱池

流入ゲート開閉台の基盤のコンクリートスラブのいくつかにクラックがみられている。更に、排水用ゲートの軸サポートの腐食が激しい。堰負荷は  $5000\text{m}^3/\text{m}/\text{日}$  と計算され、通常  $300\sim 500\text{m}^3/\text{m}/\text{日}$  と大きく異なっている。

#### 4) ろ過池

プラントNo.1と同様に、ろ過流量制御システム、表面洗浄や逆流洗浄の制御システム、流入弁や流出弁のシート、水圧式制御のためのポンプとエアコンプレッサー、空気式計装用のエアコンプレッサーなどのほとんどが老朽化、または故障している。洗浄排水トラフは逆洗時間が進むにつれ排水容量が不足し、水没するため、正常に機能していない。これは、排水ゲートの大きさや洗浄排水渠の水理的問題に起因している。

#### 5) 洗浄水送水ポンプ

3台の洗浄水送水ポンプのうち、1台はモーターが焼け切れ運転されていない。他のポンプは現在運転しているが、故障頻度と維持管理費が増大している。ポンプ室は傷みが激しく、機器の管理に悪条件を表している。

#### 6) 洗浄水回収設備

プラントNo.2からの洗浄水は場内の小川に放流され、下流の堰により、洗浄回収ポンプのポンプ井に導かれる。本来、回収水はアクセレーターへ返送されることになっているが、アクセレーターの処理水質に悪影響を与えることから、現在は返送は行われていない。

### (3) 薬品注入および消毒

バンドとポリマーの注入機は流量制御機構が老朽化し、注入量が一定していない。これは、調査団が実施した実注入量試験でも確認され、特にポリマーの注入量の精度は一定ではなかった。塩素注入機、気化器、塩素漏洩検知器、排気ファン、塩素水加圧ポンプ、塩素注入配管などの設備は老朽化のため故障頻度と維持管理費が増大しており、危険度も大きくなっている。既存の塩素ボンベ室は1週間分の貯蔵スペースしかなく、これらの危険性を解消するためボンベ室の建屋の増築が必要である。炎天下に塩素ボンベが放置されることもあり、非常に危険である。

### (4) 水質試験室設備

浄水プロセスの水質管理を行っている、プラントNo.2内にある水質試験室で使用されている設備のほとんどは、著しく旧式であり、電子天秤や濁度計などの精度を要する器具のいくつかは既に調整が不可能で、検量調整が行われることなく使用されている。

## (5) 電気設備

### 1) 変電所

架空配電線路は、電力引込地点に開閉装置を設置していないため、維持管理面で困難を来している。また、木柱で建設した現地の配電線路は、多くが老朽化し傾いており危険である。

### 2) ディーゼル発電機

停電の際、水加圧ポンプは、運転不能となり塩素注入が不可能となる。

### 3) 低圧配電線路

プラントNo.1の低圧配電線路は、1981年に木柱の建替で更新されたが、現在この線路は適切な維持管理がされていない。大きい電圧変動が線路にあり、No.1プラントのろ過棟内にあるモーターコントロールセンターで、3相間の不衡電圧を記録した。

### 4) 運転操作設備

ほとんどの配電盤及びモーターコントロールセンターは、負荷設備の近くに設置され、十分なメンテナンス、スペースを有している。しかし、高湿、高温により発生した錆のため劣化しており、また、予備品の不足で損傷している。

No.1及びNo.2沈澱池の運転操作室は、メンテナンスのための広さが十分でない。

また、No.2プラントのフローキュレーター用のモーターコントロールセンターはろ過棟内にあるロッカー室近くの非常に狭い場所に設置している。これらの状況は、安全上の見地から妥当でない。

### 5) 計装及び監視方式

1984年の襲雷と電圧変動によって計装システムが破損したため、衛生技師は、計装情報（各施設への流入量、ろ過池運転指標、配水量など）を得ることをできない。現在、運転員は、ラメサダム湖取水塔近くの導水渠に設置しているベンチュリー管のマノメーターを読みとり、電話で衛生技師に流量を中継している。同時に、衛生技師はプラントへの流入水量を

コントロールするため、取水点のゲートの開閉について、貯水池の運転員に指示をしている。

## 6) 避雷設備

襲雷頻度は、バララ地域は他の地域に比べて非常に多い。このため、プラント内の電気計装設備、すなわち、34.5KV架空配電線の接地線、変電所の避雷器及び低圧配電線の引込点の異常電圧吸収装置に被雷している。

## 7) その他

プラントのメンテナンスに使用する計器および工具は、非常に限られた数量であり、このことは、設備の適切なメンテナンスが不足する原因となっている。結果として、電気計器設備のメンテナンスは、目視点検と、定期清掃のみとなっている。

## 2.7 薬品注入

### (1) 薬注方法

#### 1) 硫酸バンド

硫酸バンド注入機（ロートディップ）は予備機を含め6台あり、ペルトン羽根車の回転数制御により注入量を設定している。現在の硫酸バンドの注入点は次の5点である。

- a. プラントNa 1、沈澱池Na 1 急速攪拌機
- b. プラントNa 1、沈澱池Na 2 急速攪拌機
- c. プラントNa 1、アクセレーター
- d. プラントNa 2、パーシャルフリーウム（北）
- e. プラントNa 2、パーシャルフリーウム（南）

アクセレーターへの注入は、1本の配管で、注入点直前まで送り、ここで2本に分岐し、流量計で均等分配した後、2槽のアクセレーターに注入している。

## 2) ポリマー

ポリマーは受入時に計量した後、自然流下により溶解希釈槽に流し込み、計量ポンプにより必要量注入している。計量ポンプはプランジャー型が4台用いられ注入点は以下の5点である。

- a. プラントNo 1、沈澱池No 1 急速攪拌機
- b. プラントNo 2、沈澱池No 2 急速攪拌機
- c. プラントNo 1、アクセレーター
- d. プラントNo 2、パーシャルフリューム/フロック形成池（北）
- e. プラントNo 2、パーシャルフリューム/フロック形成池（南）

硫酸バンドと同様、アクセレーターへの注入は1本の配管で送り、直前にて2本に分岐し流量計により均等分配し、2槽のアクセレーターに注入している。

## 3) 塩素

塩素は、1トンボンベより気体で取り出したものは直接、液体で取り出したものは気化器を経由して、塩素注入機へ送られ、計量された後、各注入点に注入されている。注入点は次の各点である。現在は後塩素注入のみが行われている。

- a. 前塩素
  - プラントNo 1 薬注棟近くの導水渠No 1
  - プラントNo 1 アクセレーター着水井
  - プラントNo 2 着水井
- b. 中間塩素
  - プラントNo 1 ろ過池流入水路
  - プラントNo 2 ろ過池（東）流入水路
  - プラントNo 2 ろ過池（西）流入水路
- c. 後塩素
  - プラントNo 1からの配水管
  - プラントNo 2からの配水管（口径84"）
  - プラントNo 2からの配水管（口径72"）

## (2) 薬品使用量

アルミニウム、塩素、陽イオンポリマー、陰イオンポリマーの1990年の実使用量を、表 2.6 に示す。アルミニウムや陽イオンポリマーの注入量は原水濁度が増加する雨季の7月～9月に極端に増加していることがわかる。一方、塩素注入量と陰イオンポリマーの使用量には季節的変化はあまりない。

## 2.8 水質管理

### (1) 水質基準

1978年施行の水質基準は、保健省により策定されたもので、飲料水水質として許容されるレベルを定めている。表 2.7に物理的、化学的、放射線物質等についての水質基準を示す。残留塩素は同基準の中で、配水管の末端地点で  $0.1\text{mg}/\ell$  以上を維持しなければならないことが規定されている。

### (2) 浄水場の水質管理

表 2.8と 2.9に浄水プロセス水質試験係(PQU)が1991年4月から10月まで実施した濁度試験の結果を示す。浄水の濁度は、雨季の原水水質が悪化した時、特に原水濁度は40度を越えるような場合に基準値の5度を越えている。ジャーテストはプラントラボにて毎日行われ、結果は薬注設備運転部門に報告されている。しかし、実際の運転は必ずしもジャーテスト結果が反映されず、凝集剤の適正注入率等は守られず運転されることがあり、十分な凝集効果が得られない場合がある。また、原水pHが硫酸バンドの有効域を越えることがあり、処理水水質悪化の一因と考えられる。また、沈殿池の排泥頻度が年2回と少なく排泥をより多く定期的実施することによって、より良好な沈殿水質を得ることができる。

調査団は、1991年9月20日から10月22日まで浄水場内各プロセスの水質検査を実施した。調査項目はpH、濁度、そしてアルカリ度等である。原水のアルカリ度は $45\sim 60\text{mg}/\ell$ と十分で、凝集剤として硫酸バンドを使う既存の浄水プロセスで十分に処理可能な範囲である。これらの調査結果は表2.10にみられるように1990年1月から12月間にPQUによって作成されたデータによっても裏づけられている。

### (3) 給水水質の管理

バララ給水区域の水質は、「PRELIMINARY ENGINEERING REPORT WATER DISTRIBUTION SYSTEM: VOL. 1 - TEXT」1989年11月 ANGAT WATER SUPPLY OPTIMIZATION PROJECT」によれば、サンプリング 111箇所において残留塩素が検出されなかった。従ってバララ給水区域の残留塩素濃度を再調査し、必要があれば給水区域の水質維持のための浄水場の運転管理法等の対策を検討することとした。

調査は幹線系統を中心に進め、系統により便宜的に4ブロックに分け、各ブロック毎約10ヶ所、合計約40ヶ所の採水点を設定した。(図 2.4参照) 更に採水点は、配水幹線に近い場所を選定し、枝線から侵入する汚水等の悪影響を受けないよう配慮した。各採水点での試験項目は大腸菌群、濁度、電気伝導度、pHである。更に、採水にあたっては、給水管内の滞留水を完全に排水するため、水温の変化を確認しながら、10分間程度放水した後採水する等、配水管内の水質が得られるよう、十分に注意を払った。

表2.11にみられるように、残留塩素は全ての調査地点において 0.2~0.7mg/lの範囲で検出されている。しかし、いくつかの枝線においては残留塩素の痕跡のみが認められたところもある。これは、常時生じることではなく、配水管圧力が変化する時に発生し、低水圧地域や配水管の老朽化した地域で認められている。特にマカティやマニラ地域において著しい。同様に、マリキナやパッシングの地域においては大規模開発が行われており、いくつかの地域において給水量不足のため、残留塩素が低い値となっている。

## 2.9 維持管理費

バララ浄水場の過去5年間の維持管理費は表2.12にまとめてある。修繕費の構成比は全維持管理費の3.5%にすぎず、東京都水道局の15%~20%に比べれば非常に小額である。人件費や福利厚生費などの違いを計算にいれるとこの構成比はさらに低くなるとみられ、全予算において修繕費が非常に軽視されていることがわかる。国状の違いがあるものの、これが老朽化を早め安定供給を阻止している主な原因である。



表 2.1 現施設の概要

箇 所: プラントNo.1

| 施設名と概要  | 数量 | 機器名と仕様  | 数量                                     |
|---|----|---|--|
| 急速攪拌装置<br>-コンクリート構造物(水路)<br>-寸法 W 2.0m x D 2.8m   | 2  | 急速攪拌機<br>-垂直定速回転型<br>-タービン径 831mm<br>-回転数 104rpm  | 2                                      |
| フロック形成池<br>-コンクリート構造物(仕切壁付)<br>-寸法 L 32.44m x W 21.25m x D 5.0m   | 2  | フロキュレーター<br>-垂直可変速回転型<br>-タービン径 838mm<br>-回転数 13.7~34.2rpm  | 24                                     |
| 沈澱池<br>-コンクリート構造物<br>-寸法 L<br>No.1 L 190.2m x W 21.25m x D 5.0m<br>No.2 L 199.4m x W 21.25m x D 5.0m              | 2  |   |  |
| アクセレーター<br>-コンクリート構造物<br>-寸法 29.56m x 29.56m x D 7.1m   | 2  | アクセレーター<br>-インペラーの径 8.5mm<br>-駆動装置<br>モーター 1ヶ<br>可変速機 1ヶ<br>減速機 1ヶ<br>ウォーム減速機 1ヶ  | 2                                      |
| ろ過池<br>-コンクリート構造物<br>-寸法 L 15.3m x W(5.3 + 5.3)m<br>-ろ過面積 162㎡/床<br>-ろ層厚<br>アンストラサイト 500mm<br>砂 250mm<br>砂利 450mm | 10 | ろ過池<br>-スルースゲートおよび弁<br>原水流入 D 600mm<br>排水ゲート W 1,200mm x H 600mm<br>浄水弁 径 450mm<br>洗浄バルブ 径 800mm<br>表洗弁 径 450mm<br>排水バルブ 径 150/250mm<br>-表面洗浄配管<br>PVC固定式 | 10<br>10<br>10<br>10<br>10<br>20<br>10 |
| 洗浄ポンプ室<br>-コンクリート構造物<br>-寸法 24.4m x 47.42m x D 2.0m   | 1  | 洗浄ポンプ<br>-両吸込み遠心力ポンプ<br>Na.1 Na.2 Na.3<br>-揚水量 110 117 110<br>(ℓ/sec)<br>-全揚程(m) 33.5 21 33.5<br>-モーター(KW) 45 49 45                                       | 3                                      |
| エアレーター<br>-コンクリート構造物<br>-寸法   | 1  |   |  |
| 回収ポンプ場<br>-鉄骨構造<br>-寸法 L 14m x W 4.7m   | 1  | 回収ポンプ<br>-両吸込遠心力ポンプ 1台<br>片吸込遠心力ポンプ 1台<br>-容量 不明<br>-全揚程 不明<br>-モーター 45KW/37.3KW  | 2                                      |

箇 所：プラントNo.2

| 施設名と概要  | 数量 | 機器名と仕様  | 数量   |
|---|----|---|--|
| 着水井<br>-コンクリート構造物   | 1  |   |  |
|   | 2  |   |  |
| パーシャルフリーム<br>-コンクリート構造物<br>-スロート寸法 3.658m   | 12 | フロキュレーター<br>-横軸パドル型 (回転数固定)<br>-モーター 3.7KW<br>1st 2nd 3rd<br>-パドル径(m) 2.72 3.54 3.6<br>-パドル長(m) 3.01 3.07 3.15<br>-パドル数 3x4x4 2x4x4 1x4x4<br>-回転数 2.83 2.12 2.12                      | 2  |
| フロック形成池<br>-コンクリート構造物<br>-寸法 W16.02m x L19.25m x D3.5-6.02m   |    |   |  |
| 沈澱池<br>-コンクリート構造物<br>-寸法 W18.3m x L73.2m x D(6.77-7.68)m  | 12 | フラッシングポンプ<br>-片吸込遠心力ポンプ<br>-揚水量 不明<br>-全揚程 不明<br>-モーター 18.5KW   | 12   |
| ろ過池<br>-コンクリート構造<br>-寸法 L 15.3 x W(5.3 + 5.3)m<br>-ろ過面積 162㎡/床<br>-ろ層厚<br>アンストラサイト 400mm<br>砂 250mm<br>砂利 410mm | 20 | ろ過池<br>-スルースゲートおよび弁<br>原水流入 W 920mm x H 760mm<br>排水ゲート W 1,120mm x H 610mm<br>浄水弁 径 500mm<br>流出制御バルブ径 500mm<br>洗浄バルブ 径 1000mm<br>表洗弁 径 300mm<br>排水バルブ 径 300mm<br>-表面洗浄配管<br>PVC固定式パイプ | 20<br>20<br>20<br>20<br>20<br>20<br>20<br>20 |
| 洗浄ポンプ室<br>-コンクリート構造物<br>-寸法   |    | 洗浄ポンプ<br>-両吸込み遠心力ポンプ<br>No.1 No.2 No.3<br>-揚水量 不明<br>-全揚程(m) 不明<br>-モーター(KW) 94 45 49   | 3  |
| 回収池<br>-コンクリート構造物<br>-寸法 W 3.0m x L 19.8m x D 4.9m  |    |   |  |
| 回収ポンプ場<br>-鉄骨造<br>-寸法 W 10.5m x L 19.8m   |    | 回収ポンプ<br>-両吸込遠心力ポンプ<br>-揚水量 不明<br>-全揚程 不明<br>-モーター 45KW   | 3  |

箇 所：薬注/塩素注入室

| 施設名と概要  | 数量 | 機器名と仕様   | 数量                           |
|---|----|--|------------------------------|
| <p>薬注室</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-鉄骨造</li> <li>-寸法 W 12m x L (36+18)m</li> <li>-面積 1F 648㎡</li> <li style="padding-left: 20px;">地下 144㎡</li> </ul> | 1  | <p>アルミニウムフィーダー</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-容積計量型 (ロートディップ)</li> <li>-容量 113~6.80ℓ/H</li> <li>-モーター 0.25KW</li> </ul> <p>ポリマー溶解槽</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-FRP円筒タンク</li> <li>-寸法 Dia 1.7m x H 2.0m</li> <li>-容量 4.5㎡</li> </ul> <p>ポリマーミキサー</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-垂直型</li> <li>-モーター 1.12KW</li> </ul> <p>ポリマーフィーダー</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-プランジャーポンプ</li> <li>-容量 不明</li> <li>-全揚程 不明</li> <li>-モーター 0.37KW</li> </ul> | 6<br><br>4<br><br>4<br><br>5 |
| <p>塩素注入機室</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-コンクリート構造</li> <li>-寸法 W 12.2m x L 25.4m</li> </ul>  | 1  | <p>塩素注入機</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-湿式真空タイプ</li> <li>-容量 160kg/h</li> </ul> <p>気化器</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-投入電熱器型</li> <li>-容量 160kg/h</li> <li>-電熱器 15KW</li> </ul> <p>ブースターポンプ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-片吸込遠心力型</li> <li>-容量 不明</li> <li>-全揚程 不明</li> <li>-モーター 不明</li> </ul>  | 4<br><br>2<br><br>3          |

表 2.2 設計施設容量および原水供給容量

| プラント | 凝集用施設        | 設計容量 (m <sup>3</sup> /日) | 導水渠容量 (m <sup>3</sup> /日) |
|------|--------------|--------------------------|---------------------------|
| Na 1 | 沈澱池 Na 1     | 140,000                  | 導水渠Na 1                   |
|      | 沈澱池 Na 2     | 140,000                  | " Na 1                    |
|      | アクセレーター (2池) | 190,000                  | " Na 2                    |
|      | 小 計          | 470,000                  | 565,000                   |
| Na 2 | 沈澱池 (4系列)    | 1,130,000                | 導水渠Na 3<br>1,140,000      |
|      | 合 計          | 1,600,000                | 1,705,000                 |

表 2.3 原水流量、ろ過水量、配水量の比較  
(1989年-1990年)

単位 1000m<sup>3</sup>/日

|      | 最 小   |       | 平 均   |       | 最 大   |       |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|      | 1989  | 1990  | 1989  | 1990  | 1989  | 1990  |
| 原水流量 | 1,376 | 1,354 | 1,454 | 1,432 | 1,515 | 1,545 |
| ろ過水量 | 1,379 | 1,364 | 1,452 | 1,435 | 1,514 | 1,554 |
| 配水量  | 1,335 | 1,319 | 1,400 | 1,380 | 1,456 | 1,488 |

出典：1) Water Sources Devision Annual Report for the Calendar Year 1990

2) ろ過水は回収水を含む。

表 2.4 設計基準 (プラントNo.1)

| 番号 | 項目  | 単位   | 設計値   | 実運転値  | 参考値   |
|----|---|--|---|---|---|
| 1  | 急速攪拌<br>攪拌強度  | sec <sup>-1</sup>  | 1000  | 867   | >100  |
| 2  | フロック形成池<br>池数<br>滞流時間<br>攪拌強度   | 池<br>分<br>sec <sup>-1</sup>  | 2<br>20<br>最大 100   | 2<br>20.2<br>12.7~33.6  | —<br>20~40<br>10~80   |
| 3  | 沈澱池<br>池数<br>滞流時間<br>表面負荷<br>平均池内流速   | 池<br>時<br>mm/分<br>m/分  | 2<br>2.28<br>27.8<br>1.38   | 2<br>2.68, 2.81<br>23.96, 22.95<br>1.18*  | —<br>2~5<br>15~30<br>0.4  |
| 4  | アクセレーター<br>池数<br>沈澱時間<br>表面負荷   | 池<br>分<br>mm/分   | 2<br>48<br>100  | 2<br>64*<br>92*   | —<br>90~120<br>40~60  |
| 5  | ろ過池<br>床数<br>ろ過面積<br>ろ過速度**<br>ろ層厚**<br>アンスラサイト<br>砂<br>ろ材有効径**<br>アンスラサイト<br>砂<br>逆洗<br>型式<br>流量<br>表洗<br>型式<br>流量 | 床<br>m <sup>2</sup><br>m/日<br><br>mm<br>mm<br><br>mm<br>mm<br><br>m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /分<br><br>m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /分 | 10<br>162<br>288<br><br>500<br>250<br><br>0.9~1.1<br>0.45~0.55<br><br><br><br>0.2 | 10<br>162<br>288<br><br>480<br>280<br><br>0.57*<br>0.69<br><br>多 孔<br>0.6~0.65<br>多 孔<br>0.15~0.2 | —<br>—<br>—<br>—<br>—<br>—<br><br>0.7~1.5<br>0.45~0.70<br><br>管<br>0.6~0.9<br>管<br>0.15~0.2 |

注) \* 参考値と異なっていることを表す。

\*\*1981年改善時のパイロットプラント実験の結果、定められた項目を表す。

表 2.5 設計基準 (プラントNo.2)

| 番号 | 項目  | 単位   | 設計値  | 実運転値  | 参考値  |
|----|---|--|--|---|--|
| 1  | 急速攪拌<br>攪拌強度  | sec <sup>-1</sup>  | 800  | 866   | >100   |
| 2  | フロック形成池<br>池数<br>滞流時間<br>攪拌強度   | 池<br>分<br>sec <sup>-1</sup>  | 12<br>21<br>30~47  | 12<br>20.2<br>26~31   | -<br>20~40<br>10~80  |
| 3  | 沈殿池<br>池数<br>滞流時間<br>表面負荷<br>平均池内流速   | 池<br>時<br>mm/分<br>m/分  | 12<br>1.7<br>48.3<br>0.498   | 12<br>1.67*<br>52*<br>0.71*   | -<br>2~5<br>15~30<br>0.4   |
| 5  | ろ過池<br>床数<br>ろ過面積<br>ろ過速度**<br>ろ層厚**<br>アンストラサイト<br>砂<br>ろ材有効径**<br>アンストラサイト<br>砂<br>逆洗<br>型式<br>流量<br>表洗<br>型式<br>流量 | 床<br>m <sup>2</sup><br>m/日<br><br>mm<br>mm<br><br>mm<br>mm<br><br>m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /分<br><br>m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /分 | 20<br>162<br>348<br><br>400<br>250<br><br>0.9~1.1<br>0.45~0.55<br><br>0.6<br>0.6 | 20<br>162<br>348**<br><br>370<br>292<br><br>0.53*<br>0.64<br><br>多 孔<br>0.6~0.65<br>多 孔<br>0.15~0.2 | -<br>-<br>-<br><br>-<br>-<br><br>0.7~1.5<br>0.45~0.70<br><br>管<br>0.6~0.9<br>管<br>0.15~0.2 |

注) \* 参考値と異なっていることを表す。

\*\*1981年改善時のパイロットプラント実験の結果、定められた項目を表す。

表 2.6 月間薬品使用量と注入率  
(1990年1月~12月)

| 月  | 浄水場<br>(千㎡) | 薬品使用量 (TON) |         |        |       | 注 入 率 (mg/ℓ) |       |        |        |
|----|-------------|-------------|---------|--------|-------|--------------|-------|--------|--------|
|    |             | バンド         | 塩 素     | カチオン   | アニオン  | バンド          | 塩 素   | カチオン   | アニオン   |
| 1  | 42,752.50   | 537.931     | 40.424  | 0.592  | 0.169 | 6.29         | 0.94  | * 0.03 | * 0.03 |
| 2  | 37,939.70   | 348.018     | 37.1645 | 0.245  | 0.137 | 4.59         | 0.98  | * 0.03 | * 0.03 |
| 3  | 42,085.00   | 413.561     | 41.694  | 0.186  | -     | 4.91         | 0.99  | * 0.03 | -      |
| 4  | 40,086.90   | 402.618     | 39.47   | -      | -     | 5.01         | 0.95  | -      | -      |
| 5  | 40,595.30   | 443.135     | 41.303  | 0.028  | -     | 5.48         | 1.02  | * 0.03 | -      |
| 6  | 40,363.20   | 957.051     | 50.457  | 1.729  | -     | 11.86        | 1.25  | 0.04   | -      |
| 7  | 44,556.50   | 1,938.805   | 61.95   | 5.253  | 0.471 | 21.75        | 1.39  | 0.012  | * 0.03 |
| 8  | 46,134.20   | 2,316.431   | 60.227  | 2.938  | 0.959 | 25.1         | 1.30  | 0.06   | * 0.03 |
| 9  | 47,430.00   | 2,012.364   | 55.971  | 1.603  | 1.338 | 21.21        | 1.18  | 0.03   | 0.03   |
| 10 | 47,899.10   | 936.415     | 45.644  | 0.472  | 1.360 | 9.77         | 0.95  | * 0.03 | 0.03   |
| 11 | 46,457.10   | 533.362     | 59.336  | 0.342  | 3.606 | 5.74         | 1.28  | * 0.03 | 0.08   |
| 12 | 46,714.00   | 659.860     | 60.941  | 1.134  | 1.585 | 7.06         | 1.30  | * 0.03 | * 0.03 |
| 計  | 523,013.50  | 11,499.571  | 594.581 | 14.822 | 9.625 | 128.77       | 13.56 | 0.46   | 0.29   |
| 平均 | 43,584.45   | 958.297     | 49.548  | 1.235  | 0.802 | 10.73        | 1.13  | 0.07   | * 0.03 |
| 最大 | 47,899.10   | 2,316.431   | 61.95   | 5.253  | 3.606 | 25.1         | 1.39  | 0.12   | 0.08   |
| 最小 | 37,939.70   | 348.018     | 37.1645 | 0.028  | 0.137 | 4.59         | 0.94  | 0.03   | 0.03   |

\* 一時的な注入を示す。

表 2.7 水質基準 (物理、化学、放射性物質)

| 項 目   | 最 大 許 容 量   |
|---|---|
| 濁 度<br>色 度<br>臭 気<br>臭 気 限 界<br>味   | 5<br>5 ユニット(s)<br>異常でないこと<br>3 以下<br>異常でないこと  |
| 蒸留残留物<br>pH<br>フェノール類   | 500 (s) mg/ℓ<br>6.5 - 8.5<br>0.001  |
| 放射性物質<br>総 アルファ<br>総 ベータ  | 3 pCi/l<br>30 pCi/l   |
| 微量元素<br>ヒ素<br>バリウム<br>カドミウム<br>クロム<br>銅<br>シアン化物<br>フッ素化物<br>鉄<br>鉛<br>マンガン<br>水 銀<br>セ レ ン<br>亜 鉛                  | 0.05<br>1.0<br>0.01<br>0.05<br>1.0<br>0.05<br>0.6<br>1.0 (s)<br>0.05<br>0.5 (s)<br>0.002<br>0.01<br>5.0 (s) |
| 有機化学物質<br>合成洗剤<br>オイル・グリース  | 0.5<br>検出しないこと  |
| 殺虫剤<br>アルドリン<br>DDT<br>ディルドリン<br>クロダン<br>エンドリン<br>ヘプタクロル<br>リンダン<br>トクサファン<br>メトキシクロル<br>2, 4-D<br>2, 4, 5-T<br>PCB | 0.001<br>0.05<br>0.001<br>0.003<br>0.0002<br>0.0001<br>0.004<br>0.005<br>0.1<br>0.1<br>0.01<br>検出しないこと      |
| 他の化学物質<br>カルシウム<br>塩素イオン<br>マグネシウム<br>硝酸塩 (NO <sub>3</sub> )<br>硫酸塩<br>硫化水素   | 75<br>200 (s)<br>50 (s)<br>30<br>200 (s)<br>0.05 (s)  |

注) 1. 特記のないかぎり単位はmg/ℓ  
 2. (s) は第2基準: 基準値を守ることと分析することは義務づけられていない。



表 2.8 濁度 (mg/ℓ) ・プラントNo 1

| 期間 (1991年) | 原 水   | 沈 澱<br>処理水 | ろ過池<br>流入水 | ろ過水  | 浄 水  |
|------------|-------|------------|------------|------|------|
| 4 月        | 9.69  | —          | 5.11       | 2.36 | 3.40 |
| 5 月        | 11.21 | 5.35       | 5.59       | 1.98 | 3.42 |
| 6 月        | 33.25 | 12.34      | 7.41       | 3.36 | 3.92 |
| 7 月        | 73.47 | 18.47      | 15.73      | 5.46 | 5.63 |
| 8 月        | 50.80 | 18.80      | 14.54      | 6.22 | 6.33 |
| 9 月        | 42.07 | 10.57      | 8.76       | 5.00 | 5.21 |
| 10 月       | 13.05 | 6.65       | 6.84       | 3.03 | 3.50 |

出典： PQU

表 2.9 濁度 (mg/ℓ) ・プラントNo 2

| 期間 (1991年) | 原 水   | 沈 澱<br>処理水 | ろ過池<br>流入水Na 1 | ろ過池<br>流入水Na 2 | ろ過水  | 浄 水  |
|------------|-------|------------|----------------|----------------|------|------|
| 4 月        | 10.51 | —          | 5.74           | 6.78           | 3.31 | 3.26 |
| 5 月        | 10.61 | 9.08       | 6.04           | 7.17           | 2.83 | 3.02 |
| 6 月        | 27.91 | 25.75      | 7.28           | 9.23           | 3.54 | 3.50 |
| 7 月        | 54.06 | 50.63      | 6.94           | 14.78          | 4.98 | 5.14 |
| 8 月        | 52.15 | 49.63      | 14.81          | 22.90          | 6.75 | 5.56 |
| 9 月        | 37.64 | 37.18      | 8.82           | 9.84           | 5.64 | 4.18 |
| 10 月       | 12.13 | 10.65      | 7.70           | 8.75           | 3.72 | 4.27 |

出典： PQU

表 2.10 物理化学分析 (1980年1月~12月)

|     | 検 水    | pH   | 酸度<br>mg/l | 遊離炭素<br>mg/l | アルカリ度<br>mg/l | 炭酸水素塩<br>mg/l | 硬度<br>mg/l | 塩化物<br>mg/l | 鉄<br>mg/l | 残留塩素<br>mg/l |
|-----|--------|------|------------|--------------|---------------|---------------|------------|-------------|-----------|--------------|
| 平 均 | 原水     | 7.45 | 6.43       | 5.66         | 51.22         | 62.49         | 53.49      | 7.74        | 0.12      |              |
|     | 沈殿処理水  | 7.17 | 9.27       | 8.16         | 51.40         | 62.71         | 52.62      | 7.50        |           |              |
|     | ろ過池流入水 | 7.20 | 8.70       | 7.66         | 51.07         | 62.31         | 50.82      | 7.38        |           |              |
|     | ろ水     | 7.19 | 5.58       | 4.91         | 48.60         | 59.29         | 51.36      | 7.45        |           |              |
|     | 仕上げ水   | 7.05 | 8.18       | 7.20         | 48.38         | 59.02         | 50.22      | 7.59        | 0.08      | 0.53         |
| 最 大 | 原水     | 7.48 | 12.40      | 10.91        | 57.00         | 69.54         | 69.00      | 8.50        | 0.18      |              |
|     | 沈殿処理水  | 7.19 | 13.20      | 11.61        | 57.40         | 70.03         | 62.00      | 8.35        |           |              |
|     | ろ過池流入水 | 7.45 | 12.10      | 10.64        | 56.00         | 68.32         | 62.00      | 8.18        |           |              |
|     | ろ水     | 7.41 | 11.80      | 10.38        | 53.00         | 64.66         | 64.00      | 8.45        |           |              |
|     | 仕上げ水   | 7.30 | 10.60      | 9.32         | 54.68         | 66.71         | 60.00      | 8.39        | 0.10      | 0.66         |
| 最 小 | 原水     | 7.31 | 6.40       | 5.63         | 46.00         | 56.12         | 45.67      | 7.52        | 0.08      |              |
|     | 沈殿処理水  | 6.74 | 6.40       | 5.63         | 46.39         | 56.60         | 45.28      | 5.84        |           |              |
|     | ろ過池流入水 | 6.94 | 6.30       | 5.54         | 45.28         | 55.24         | 40.09      | 6.10        |           |              |
|     | ろ水     | 6.95 | 6.30       | 5.54         | 43.08         | 52.76         | 42.22      | 6.47        |           |              |
|     | 仕上げ水   | 6.95 | 6.60       | 5.81         | 41.61         | 50.76         | 41.17      | 6.61        | 0.06      | 0.38         |

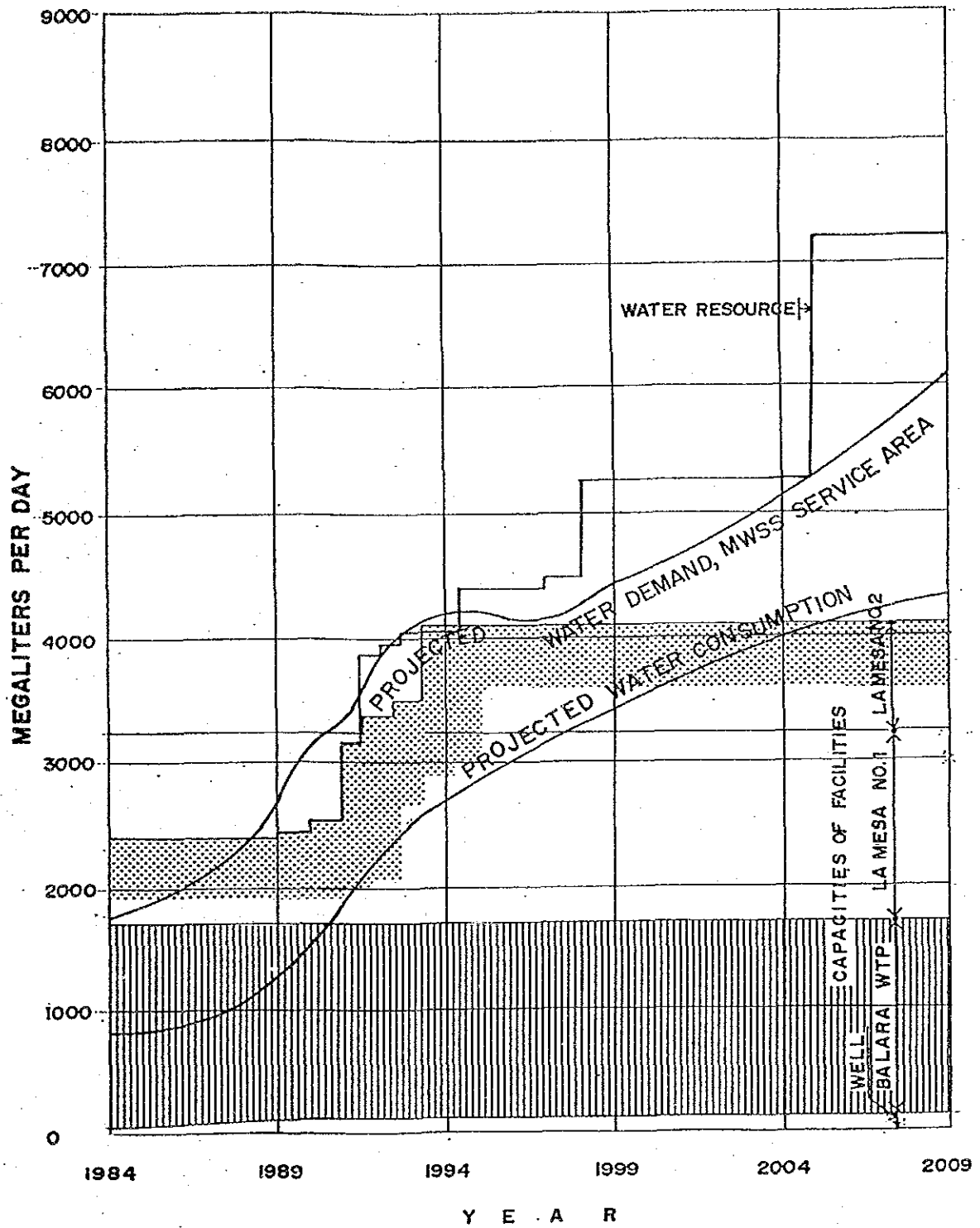
表 2.11 バララ給水区域内の水質分析結果のまとめ

| 番号 | 地区                        | 温度<br>(°C) | 残留塩素<br>(mg/l) | 濁度<br>(NTU) | pH   | 電気伝導度<br>( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) | 大腸菌群数<br>(個/ $\text{ml}$ ) |
|----|---------------------------|------------|----------------|-------------|------|--------------------------------------|----------------------------|
| 1  | Quezon city               | MAX        | 1.3            | 9.4         | 7.24 | 164.6                                | 15 ※                       |
|    |                           | MIN        | 0.0            | 1.3         | 6.30 | 119.3                                | ND                         |
|    |                           | AVE        | 0.4            | 4.1         | 6.82 | 135.5                                | <1                         |
| 2  | San Juan -<br>Mandaluyong | MAX        | 1.2            | 9.9         | 7.16 | 150.2                                | ND                         |
|    |                           | MIN        | 0.0            | 1.5         | 6.51 | 118.8                                | ND                         |
|    |                           | AVE        | 0.5            | 4.4         | 6.82 | 132.5                                | ND                         |
| 3  | Manila                    | MAX        | 1.2            | 6.6         | 7.02 | 154.0                                | ND                         |
|    |                           | MIN        | 0.0            | 1.9         | 6.50 | 123.1                                | ND                         |
|    |                           | AVE        | 0.2            | 4.0         | 6.77 | 135.8                                | ND                         |
| 4  | Makati                    | MAX        | 1.3            | 19.0        | 7.23 | 153.7                                | ND                         |
|    |                           | MIN        | 0.1            | 1.9         | 6.30 | 123.3                                | ND                         |
|    |                           | AVE        | 0.7            | 4.7         | 6.83 | 134.9                                | ND                         |

※：これは停電時に塩素注入が出来なかった時のデータである

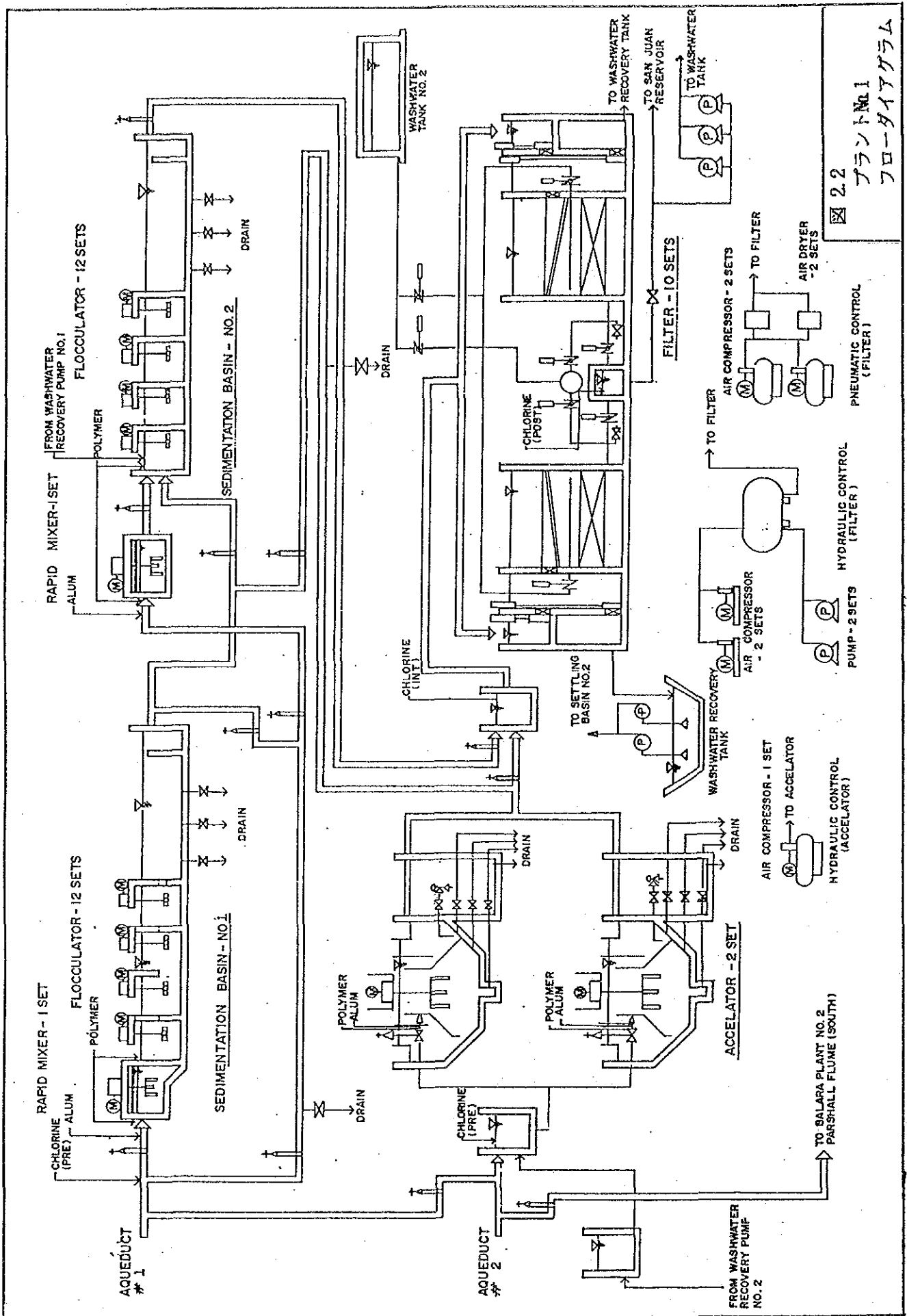
表 2.12 過去5年間(1986~1990)の維持管理コスト

| Section/Items   | FY 1986       | FY 1987       | FY 1988       | FY 1989       | FY 1990       |
|---|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| <b>Chemical Treatment Section</b>                           |               |               |               |               |               |
| 薬品  | 28,133,894.00 | 19,656,836.04 | 19,656,836.04 | 34,697,447.63 | 33,894,146.40 |
| 事務用品  | 49,252.13     | 64,626.78     | 64,626.78     | 64,447.45     | 72,348.87     |
| 人件費   | 1,159,971.00  | 1,178,789.49  | 1,198,789.49  | 1,754,867.31  | 1,963,245.27  |
| <b>Filter Plant Operation Section</b>                       |               |               |               |               |               |
| 事務用品  | 3,000.00      | 3,500.00      | 3,000.00      | 3,000.00      | 24,673.33     |
| 人件費   | 1,372,984.87  | 1,517,701.56  | 2,073,128.79  | 2,522,386.66  | 3,466,171.94  |
| <b>Instrument Field Service Section</b>                     |               |               |               |               |               |
| 材料費   | 231,689.75    | 220,990.01    | 400,815.91    | 393,762.31    | 212,821.08    |
| 人件費   | 197,460.61    | 191,031.97    | 188,144.35    | 199,912.19    | 189,477.55    |
| <b>Treatment Plants Mechanical &amp; Electrical Section</b> |               |               |               |               |               |
| 点検費   | 115,972.19    | 353,575.98    | 180,555.61    | 59,914.51     | 150,100.95    |
| 一般修繕費   | 1,895,083.88  | 703,163.85    | 1,840,850.73  | 1,730,207.61  | 1,318,326.78  |
| 人件費   | 348,872.64    | 438,834.61    | 481,533.82    | 576,283.65    | 702,808.40    |
| 電気料金  | 1,973,275.40  | 2,143,463.00  | 1,973,275.40  | 5,333,564.21  | 6,329,952.62  |
| 合計  | 37,481,356.47 | 26,472,513.29 | 28,061,556.92 | 47,335,793.54 | 48,323,273.19 |

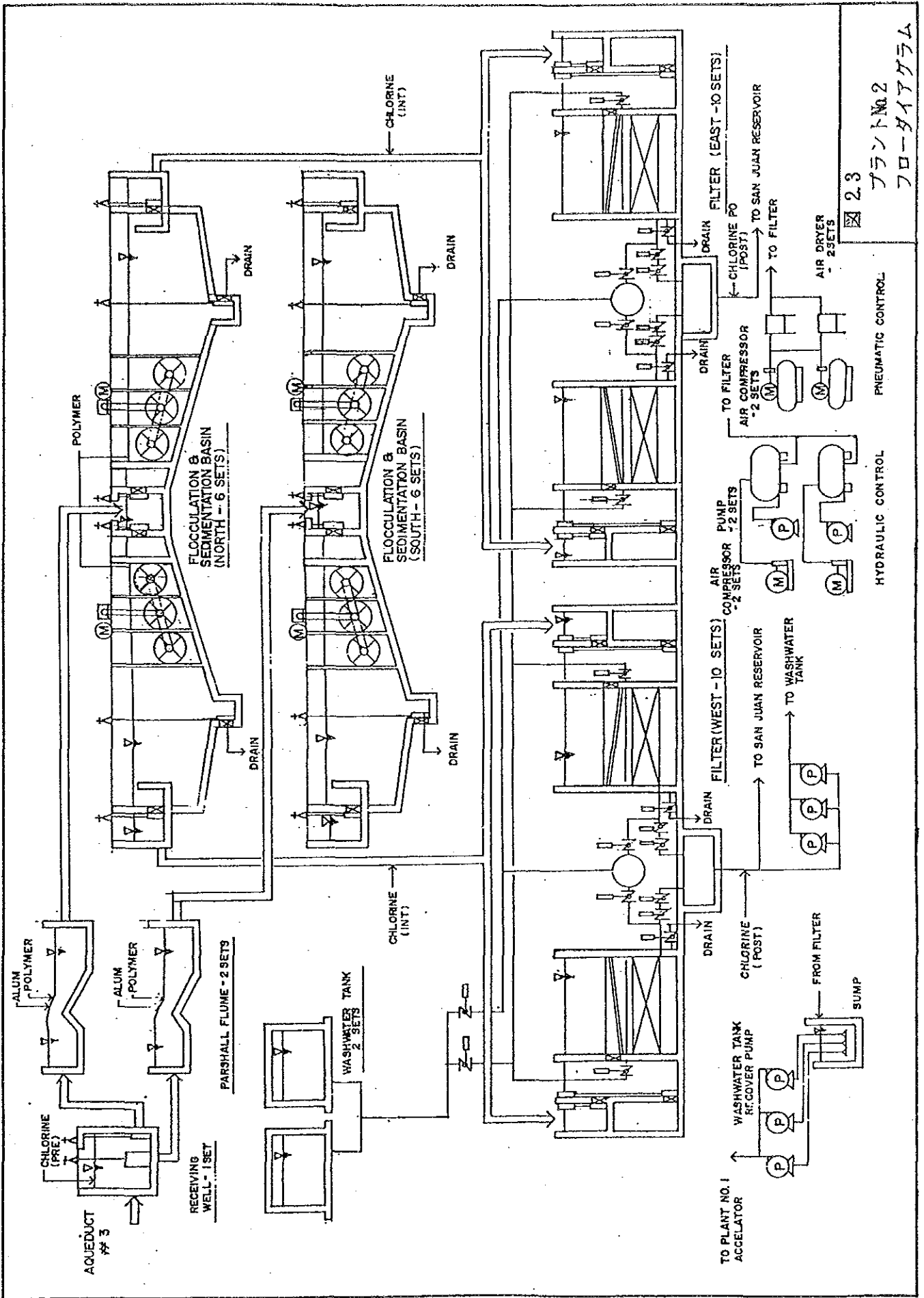


SOURCE; PPD

図 2.1  
水需要量予測と施設能力  
(1991年5月現在)



2.2  
 フロントNo.1  
 フローダイヤグラム



2.3

プラントNo.2  
フローダイヤグラム

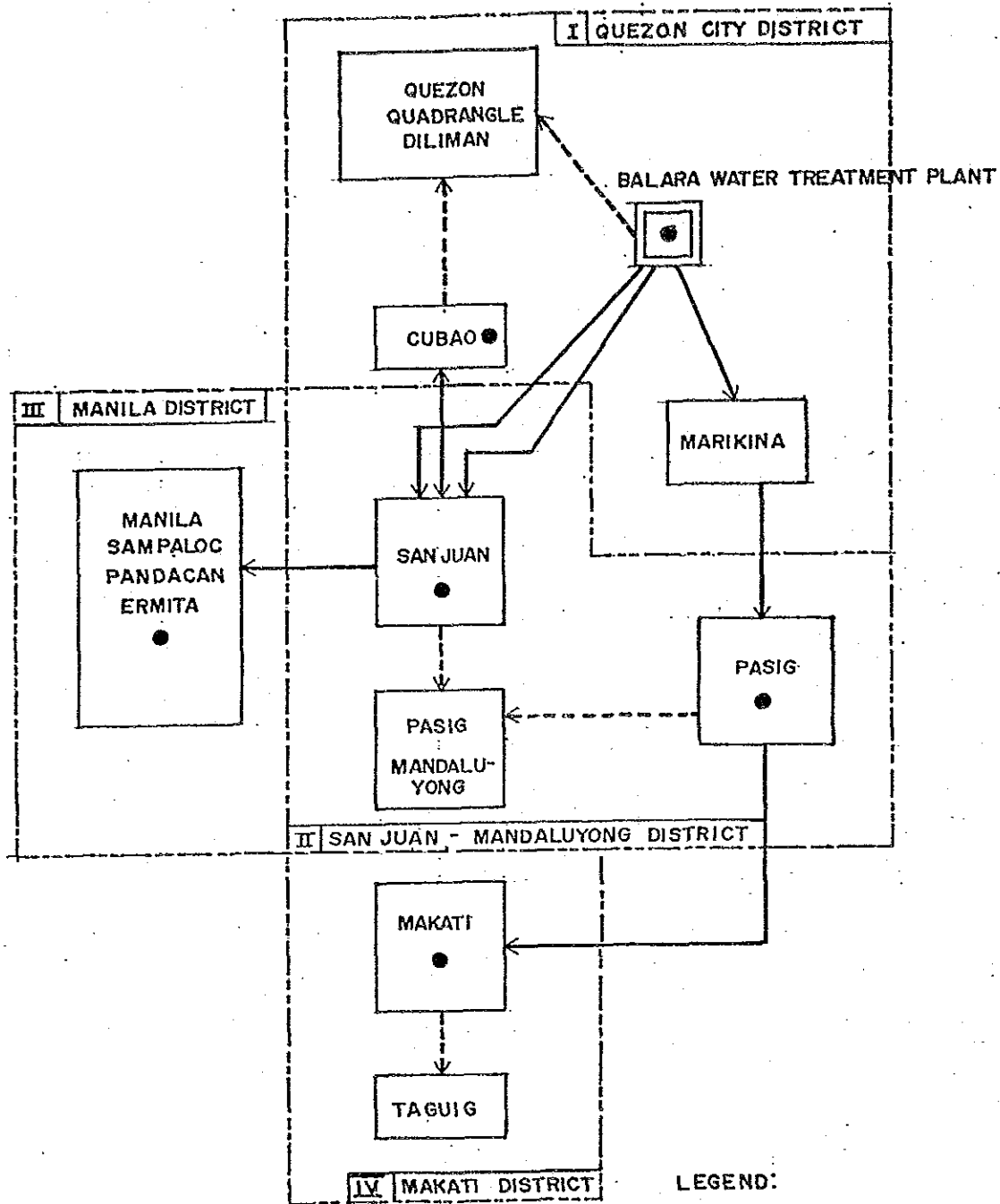


図 2.4  
 バララ配水幹線サンプリング  
 ブロック図



## 第3章 修復計画案

### 3.1 修復計画案の基本方針

最適修復案検討の基本方針は次の通りとする。

#### 1) 計画処理水量

計画処理水量は、1981年の改善プロジェクトにおいて採用された $1,600,000 \text{ m}^3/\text{日}$ とする。これは、導水渠の最大導水容量  $1,705,000 \text{ m}^3/\text{日}$ 、浄水場内雑用水（洗浄水量等）2%および過去2年間（1989年～1990年）の浄水実績調査結果（ $1,364,000 \text{ m}^3/\text{日} \sim 1,554,000 \text{ m}^3/\text{日}$ ）を考慮して決定した。

また、世銀が実施した“REPORT ON OPTIMIZING THE OPERATION OF THE BALARA AND LA MESA WATER FILTRATION PLANTS”によれば、バララ浄水場からサンホアン配水池間の送水幹線の水理的能力は、 $1,600,000 \text{ m}^3/\text{日}$ 程度であり、サンホアン配水池以降の配水管網での漏水、サンホアンポンプ場のポンプの吸込水位等の制約から、現状  $1,600,000 \text{ m}^3/\text{日}$ を越えて配水することは不可能であることが報告されている。

#### 2) 浄水処理の安定化

前出表 2.8に示されるように、1991年におけるろ過水濁度各月平均値（ $\text{mg}/\ell$ ）は、7月から9月にかけて $5.46 \sim 6.22$ とフィリピン水質基準濁度  $5 \text{ mg}/\ell$ を越えている。各浄水プロセスの問題点（集水トラフ越流負荷等）をできる限り改善し、浄水処理の安定化を考慮する。

#### 3) 地域条件への配慮

更新機器の選定においては、フィリピン国の事情を良く加味し、既施設と調和のとれたものとし、特別な新しい方式等は採用しないこととする。

#### 4) 維持管理の改善

浄水処理の持続的な安定化のために、各処理系統ごとに処理水量を測定し処理水量に応じた所定の薬品注入が行えるよう必要な機械・電気・計装設備を考慮し、更に各処理プロセスの水質管理が十分に行えるよう必要機械等も合わせ考慮した修復計画とする。

### 3.2 代替案としての修復レベル

建設計画、水理上の制約、水質管理、維持管理を考慮に入れて可能な修復計画を技術的に評価するものとする。そして、これらを次のとおり3レベルに分類して行う。

#### (1) レベル1

これは必要最小限の機器の更新であり、修復が緊急を要するものに限定した修復レベルである。つまり、現在既にその機能を失っているものを中心とし、更に安全という点において重要な設備である老朽化した塩素注入設備を更新するというレベルである。このレベルは、機器の更新を主体としているが、全体として過去の実績が水質基準をなんとか満足してきたことに基づいている。

この案は必要最小限の機器の更新から成っており、1981年に行われた改善レベルに回復する案である。この案はコストにおいて最も小さく、実際の施工においてもプロセスユニットの停止期間が最も短く、表面的な便益は良いであろう。しかし、期待できる耐久性は施設全体としては5年間程度と考えられる。これはレベル1の構成要素が、緊急的に必要な最低限の更新のみであるからである。

#### (2) レベル2

これは、レベル1の必要最小限、緊急性に係わる更新に加えて、浄水処理の安定化と共に、水質管理及び維持管理の改善を行い、安全で安定した給水を目指す修復レベルである。ただし、更新機器のレベル、修復内容は、フィリピン国で十分に維持管理ができる範囲であることとした。この改善の中に含まれている技術改善項目は、一般的に普及している必要項目なので、この案は基本的な改善案といえる。

この案は欠陥のある機器を更新し、池槽の構造的欠陥（トラフや導流壁の新設）を改善し処理水質を安定化し、浄水場の修復に必要な解決策に対する完璧なアプローチと言える。土木・建築構造物は今後共十分耐久性があるので、レベル2の期待できる耐用年数は、一般浄水場機器のそれと同じと考え15年間とみることができる。

### (3) レベル3

これは、レベル2に加えてより可能な近代化と可能な範囲の向上をめざいた項目からなっている。ただし、技術上、財政上、社会条件、環境条件は全て満足するものとする。

この案は、長期的な見通しに基づいて立てられている修復案である。処理プロセスの完璧性を含むこの案は、レベル1や2に比較して多額の投資を要する。

以上のレベル案を表 3.1にまとめる。

各レベル案を比較している表 3.1の中で、水理的、物理的条件、財政規模から判断してレベル2が最も適切である。

### 3.3 プロジェクトコスト

全プロジェクトコストは、建設費、コンサルタント費、予備費からなっており、レベル2は1991年単価で、686,947,000ペソである。

以下に各レベルのプロジェクトコストを示す。

表 3.2 各レベル案のプロジェクトコスト  
(単位：1000ペソ)

| 項 目             | レベル1    | レベル2    | レベル3    |
|-----------------|---------|---------|---------|
| A. 建設費          |         |         |         |
| a プラントNo.1      | 28,182  | 96,047  | 145,669 |
| b プラントNo.2      | 59,278  | 248,264 | 335,729 |
| c 薬注/塩素施設       | 34,925  | 51,560  | 52,602  |
| d 電気設備          | 117,982 | 182,362 | 208,382 |
| 小 計             | 240,367 | 578,238 | 762,382 |
| B. コンサルタント料     |         |         |         |
| (詳細設計、施工監理：10%) | 24,037  | 57,824  | 76,238  |
| 合 計             | 264,404 | 636,062 | 838,620 |
| C. 設計変更予備費（8%）  |         |         |         |
|                 | 21,152  | 50,885  | 67,090  |
| 総 計             | 285,556 | 686,947 | 905,710 |
| (日本円換算：百万円)     | (1,467) | (3,531) | (4,655) |

注) 1ペソ=5.14円として

### 3.4 提奨案

技術的観点と財政的観点（後述）からレベル2を推奨する。この案は、水質の向上と維持管理の安定のための改善を含んでいるという点で基本的と言える計画である。

レベル2のプロジェクトコストの詳細を以下に示す。

表 3.3 レベル2のプロジェクトコスト  
(単位：1000ペソ)

| 項 目             | 金 額    |
|-----------------|--------|
| A. 建設費          |        |
| a. プラントNo.1     | 96,047 |
| 導水渠No.1 およびNo.2 | 1,274  |
| 急速攪拌機           | 2,793  |
| フロック形成池         | 28,346 |
| 沈澱池             | 12,426 |

|                     |                |
|---------------------|----------------|
| アクセレーター             | 9,796          |
| ろ過池                 | 31,276         |
| 洗浄水送水               | 4,817          |
| 洗浄水回収               | 5,319          |
| <b>b. プラントNo.2</b>  | <b>248,264</b> |
| フロック形成池             | 160,025        |
| 沈澱池                 | 14,172         |
| ろ過池                 | 51,515         |
| 洗浄水送水               | 7,852          |
| 洗浄水回収               | 14,705         |
| <b>c. 薬品、塩素、その他</b> | <b>51,560</b>  |
| 硫酸バンド注入設備           | 11,745         |
| ポリマー注入設備            | 1,738          |
| 塩素注入設備              | 26,435         |
| 水質試験器具              | 5,850          |
| 雑工事                 | 5,792          |
| <b>d. 電気設備</b>      | <b>182,362</b> |
| 受電設備                | 23,377         |
| 低圧幹線                | 11,631         |
| 操作盤                 | 52,414         |
| 電灯盤                 | 644            |
| 分電盤                 | 1,175          |
| 塩素加圧給水ポンプ           |                |
| スタータースイッチ           | 1,738          |
| 流量計                 | 15,662         |
| 水位計                 | 4,196          |
| ろ過池計装機器             | 49,748         |
| 計装盤                 | 5,667          |
| 屋内照明                | 4,369          |

|                 |         |
|-----------------|---------|
| 道路照明            | 5,588   |
| 避雷設備            | 3,871   |
| 塩素注入用発電機        | 1,307   |
| テスト機器           | 975     |
| <hr/>           |         |
| 小 計             | 578,238 |
|                 |         |
| B. コンサルタント料     |         |
| (詳細設計、施工監理：10%) | 57,824  |
| <hr/>           |         |
| 合 計             | 636,062 |
|                 |         |
| C. 設計変更予備費（8%）  | 50,885  |
| <hr/>           |         |
| 総 計             | 686,947 |
| (日本円換算：百万円)     | (3,531) |
| <hr/>           |         |

注) 1ペソ=5.14円として

ただし、財政的な制約がある場合にはレベル1あるいはそれに相当する案の採用も妥当であると考えられる。

表 3.1 代替案 (レベル案)

プラントNo 1

| 番号 | 施設名          | リハビリ項目                       | レベル1 | レベル2 | レベル3 | 備考              |
|----|--------------|------------------------------|------|------|------|-----------------|
| 1  | 導水渠Na 1、Na 2 | 開閉台の更新<br>(4基)               | ○    | ○    | ○    |                 |
| 2  | 急速攪拌         | 急速攪拌器の更新<br>(2基)             | ○    | ○    | ○    |                 |
|    |              | 阻流壁の設置                       | —    | ○    | ○    |                 |
|    |              | 急速攪拌器の能力増                    | —    | —    | —    |                 |
| 3  | フロック形成池      | フロキュレーターの更新 (24+2基)          | ○*   | ○    | ○    | * 予備機のみ<br>(2基) |
|    |              | フロキュレーターの可変速化                | —    | —    | —    |                 |
|    |              | 阻流壁の改造                       | —    | —    | —    |                 |
|    |              | 制御盤室の新設<br>(5m x 3m x 2戸)    | —    | ○    | ○    |                 |
| 4  | 沈澱池          | 排泥弁の更新<br>(池用-6基)<br>(水路-4基) | —    | ○    | ○    |                 |
|    |              | トラフ及び整流壁の新設                  | —    | ○    | ○    |                 |
|    |              | 導流壁の設置<br>(Na 2池)            | —    | ○    | ○    |                 |
|    |              | 傾斜板と排泥設備の設置                  | —    | —    | —    |                 |
|    |              | 排泥水路の拭巾                      | ○    | ○    | ○    |                 |
| 5  | アクセレーター      | 駆動装置の更新<br>(2基)              | —    | ○    | ○    |                 |
|    |              | 汚泥引抜装置の更新<br>(2基)            | ○    | ○    | ○    | 急開弁を含む          |
|    |              | 腐食部材の修理                      | —    | ○    | ○    |                 |
|    |              | 傾斜板の設置                       | —    | —    | —    |                 |
|    |              | 制御盤室の修理                      | ○    | ○    | ○    |                 |

| 番号 | 施設名                | リハビリ項目               | レベル1 | レベル2 | レベル3 | 備考                         |
|----|--------------------|----------------------|------|------|------|----------------------------|
| 6  | ろ過池                | ベンチュリー管の更新<br>(10基)  | ○    | ○    | ○    |                            |
|    |                    | 流出弁のシート修理<br>(10基)   | ○    | ○    | ○    |                            |
|    |                    | 水圧制御用ポンプとコンプレッサー更新   | -    | ○    | ○    |                            |
|    |                    | アンスラサイトの交換           | ○*   | ○    | ○    | * 補充                       |
|    |                    | 表洗装置の改善<br>(10池)     | -    | ○*   | ○**  | * PVC管のみ<br>**ノズル付PVC管     |
|    |                    | 表洗ポンプ及び表洗装置設置        | -    | -    | ○    |                            |
|    |                    | 定速ろ過～減衰ろ過への変更        | -    | -    | -    |                            |
|    |                    | 表洗ポンプ室の設置            | -    | -    | ○    |                            |
| 7  | 洗浄水                | ポンプの更新<br>(3基*)      | ○    | ○    | ○    | * ポンプ1940年製、老朽している         |
|    |                    | ポンプ室の修理              | ○    | ○    | ○    |                            |
| 8  | 洗浄排水の回収            | ポンプの更新<br>(3基*)      | ○    | ○    | ○    | * ポンプ1950年製                |
|    |                    | ポンプ室の改築<br>(7 x 5 m) | ○    | ○    | ○    |                            |
|    |                    | 洗浄排水返送先の変更           | -    | ○    | ○    |                            |
| 9  | 急速攪拌<br>(バーツアルリウム) | 急速攪拌機の設置             | -    | -    | -    |                            |
| 10 | フロック形成池            | フロキュレーターの更新          | ○*   | ○    | ○    | * 駆動装置、チェーン、スプロケット、ベアリングのみ |
|    |                    | 阻流壁の設置               | ○*   | ○    | ○    | * 木板の更新                    |



プラントNo.2

| 番号 | 施設名     | リハビリ項目                     | レベル1 | レベル2 | レベル3 | 備考                     |
|----|---------|----------------------------|------|------|------|------------------------|
| 10 | フロック形成池 | 立形フロキュレータへの変更              | -    | -    | -    |                        |
|    |         | 制御盤室の新設<br>(6m x 4m x 1戸)  | -    | ○    | ○    |                        |
| 11 | 沈澱池     | 流入ゲート開閉台<br>基礎補強           | ○    | ○    | ○    |                        |
|    |         | トラフ及び整流壁<br>の新設            | -    | ○    | ○    |                        |
|    |         | 傾斜板と排泥設備<br>の設置            | -    | -    | -    |                        |
|    |         | 排泥弁開閉台の軸<br>支持の更新          | ○    | ○    | ○    |                        |
|    |         | フラッシングポン<br>プの更新           | ○    | ○    | ○    |                        |
|    |         | フラッシングポン<br>プ室の新設          | ○    | ○    | ○    |                        |
| 12 | ろ過池     | 流出入弁のシート<br>修理 (20基)       | ○    | ○    | ○    |                        |
|    |         | 水圧制御用ポンプ<br>とコンプレッサー<br>更新 | -    | ○    | ○    |                        |
|    |         | アンスラサイトの<br>交換             | ○*   | ○    | ○    | * 補充                   |
|    |         | 表洗ポンプ及び表<br>洗装置の設置         | -    | -    | ○    |                        |
|    |         | 表洗装置の改善<br>(20池)           | -    | ○*   | ○**  | * PVC管のみ<br>**ノズル付PVC管 |
|    |         | 洗浄トラフの高上<br>げ              | ○    | ○    | ○    |                        |
|    |         | 屋根の増設                      | -    | -    | ○    |                        |
|    |         | 表洗ポンプ室の新<br>設              | -    | -    | ○    |                        |

| 番号 | 施設名     | リハビリ項目          | レベル1 | レベル2 | レベル3 | 備考                  |
|----|---------|-----------------|------|------|------|---------------------|
| 13 | 洗浄水     | ポンプの更新<br>(3基)  | ○    | ○    | ○    | モーター1台ナシ<br>ポンプ3台老朽 |
|    |         | ポンプ室の修理         | ○    | ○    | ○    |                     |
| 14 | 洗浄排水の回収 | ポンプの更新<br>(3基)  | -    | ○    | ○    |                     |
|    |         | 排水池とポンプ室<br>の新設 | -    | ○    | ○    |                     |
|    |         | 洗浄排水返送先の<br>変更  | -    | ○    | ○    |                     |

薬注/塩素消毒/その他

| 番号 | 施設名            | リハビリ項目   | レベル1 | レベル2 | レベル3 | 備考     |
|----|----------------|--|------|------|------|--------|
| 15 | 薬注<br>(アルミニウム) | 注入機の更新<br>(6基)   | ○*   | ○    | ○    | * 1基のみ |
|    |                | 流量計設置  | -    | -    | ○    |        |
|    |                | 注入機基礎嵩上げ   | -    | ○    | ○    |        |
| 16 | 塩素注入           | 塩素注入機の更新<br>(4基)<br>気化器の更新<br>(2基)<br>塩素漏洩検知器の<br>更新 (3基)<br>排気ファンの更新<br>(3基)<br>ホイストの更新<br>(1基)<br>ブースターポンプ<br>の更新 (3基)<br>塩素配管の更新<br>(3系統) | ○    | ○    | ○    |        |
|    |                | 屋根の修理  | ○    | ○    | ○    |        |
|    |                | 塩素ポンベ室の増<br>設/発電機室   | ○    | ○    | ○    |        |
|    |                | ホイストレールの<br>更新・延長  | ○    | ○    | ○    |        |

| 番号 | 施設名      | リハビリ項目                | レベル1 | レベル2 | レベル3 | 備考    |
|----|----------|-----------------------|------|------|------|-------|
| 17 | 薬注（ポリマー） | 注入機の更新<br>（5基）        | ○    | ○    | ○    |       |
|    |          | 流量計の設置                | -    | -    | ○    |       |
| 18 | 水質試験器具   | プラントラボ用と<br>中央試験室用の更新 | ○*   | ○    | ○    | * 部分的 |

電気機器

| 番号 | 施設名  | リハビリ項目                  | レベル1 | レベル2 | レベル3 | 備考   |
|----|--|-------------------------|------|------|------|--|
| 19 | 受電設備   | 34.5KV架線用木柱<br>の更新（24本） | ○    | -    | -    |  |
|    |  | コンクリート柱と<br>の更新（24本）    | -    | ○    | ○    |  |
|    |  | 34.5KV用開閉所の<br>設置       | -    | ○    | ○    |  |
| 20 | 低圧主幹   | 架空配電線の更新                | ○    | ○    | ○    |  |
|    |  | 低圧線の電圧変動<br>改善装置の設置     | -    | ○    | ○    |  |
| 21 | 制御盤の設置<br>プラントNo.1<br>- 沈澱池No.1 &<br>No.2<br>- アクセレータ<br>- 洗浄排水<br>ポンプ<br>- 回収ポンプ<br>プラントNo.2<br>- フォールション<br>- 洗浄排水<br>ポンプ<br>- 回収ポンプ | 更新                      | ○*   | ○    | -    | * プラントNo.1<br>沈澱池No.1、No.2<br>プラントNo.2回収<br>ポンプを除く |
|    |  | 操作方式の改良                 | -    | -    | ○    |  |
| 22 | 電灯盤<br>プラントNo.1<br>- 沈澱池No.1 &<br>No.2<br>- ろ過池棟<br>- 回収ポンプ  | 更新                      | -    | -    | -    |  |
|    |  | 内部機器の改良と<br>新メーターの設置    | -    | ○    | ○    |  |
| 23 | 分電盤<br>プラントNo.1<br>- 洗浄水ポンプ<br>プラントNo.2<br>- ろ過池棟  | 更新                      | ○    | ○    | -    |  |
|    |  | 内部機器の改良と<br>新メーターの設置    | -    | -    | ○    |  |



| 番号 | 施設名        | リハビリ項目   | レベル1 | レベル2 | レベル3 | 備考 |
|----|------------|--|------|------|------|----|
| 31 | 避雷装置       | サージ吸収装置の更新   | —    | —    | —    |    |
|    |            | 建築物用避雷針を含む襲電保護装置の新設、サージ吸収装置の更新、計装用と34.5KV配電線の避雷装置の新設 | —    | —    | —    |    |
| 31 | 避雷装置       | 建築部避雷針の新設  | ○    | ○    | ○    |    |
| 32 | 塩素注入機室用発電機 | 発電機の設置   | ○    | ○    | ○    |    |
| 33 | テスト用機器     | 調達   | ○    | ○    | ○    |    |



## 第4章 実施工程計画

建設スケジュールの作成にあたっては、工事期間中の給水能力減少を極力避けるため次の事項を配慮した。

- 1) 運転停止のできる規模と期間
- 2) 原水濁度の変動
- 3) 電気の供給条件
- 4) 各池槽の分離あるいは単独運転等の可能性

設計期間も加味した実施工程計画を図 4.1に示す。

| ACTIVITY       | YR. 1992 | YR. 1993 | YR. 1994 | YR. 1995 |
|----------------|----------|----------|----------|----------|
| 1. F/S レポートの提出 | —        |          |          |          |
| 2. 資金調達手続き     | —        |          |          |          |
| 3. レビュー        |          | —        |          |          |
| 4. 詳細設計        |          | —        |          |          |
| 5. 入札手続き       |          |          | —        |          |
| 6. 修復工事        |          |          |          | —        |

乾季

図 4.1  
実施スケジュール



## 第5章 環境影響評価

このプロジェクトによる調査地域内の環境資源への潜在的影響は以下のとおりである。なお、影響マトリックスを表 5.1に示した。

この計画の中身は最小限の機器の更新と小規模の土木工事に限られている。土木工事の内容は既設沈殿池内のトラフの新設や整流壁の新設、洗浄水回収池（長20.0m×巾16.0m、深さ4.0m）の掘削工事およびポンプ室等の屋根・ドア・窓の修理に限られている。これらの仕事は、建設請負会社が付近の小川等について注意をしつつ工事を進めれば、問題とならない種類の工事である。また、修復工事中、浄水場内においては局所的な空気汚染とか騒音とかの非常にわずかな一時的不便はあるが問題とはならない。余剰の掘削土砂は敷地内に敷均され、整地、種子まきにより対処可能である。

施設の運転中には、原水から取り除かれた無機質の無害の汚泥が浄水場内の小水路に排出される。これは1935年運転を開始して依頼継続されてきたことである。将来はマニラ首都圏に下水道終末処理場が完成した時点で汚泥の処理施設が考慮されるものと考えられる。さらに、汚泥は無害であり、発生量も固形物量で約30t/日と排出先のマリキナ川の流量 $38.9 \times 10^6 \sim 58.8 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{日}$ と比較して少量である。またマリキナ川の水質は非常に汚染が進み下流では何ら利用されていない。

施設の運転による長期的な大気汚染はない。しかし消毒施設において塩素ガスの貯蔵、取扱に伴う小規模な大気汚染の危険は潜在的に存在している。このことに関しては既存の施設の記録は塩素ガス漏れに関する数回の事故の報告があるものの現在は安全を保たれている。既存の塩素ガスに関する安全対策は見直し点検され必要に応じ向上されるべきであり、プロジェクトにより実施に移されるべきである。実際に本修復計画はポンプ室の改善、老朽化した塩素注入器、気化器、漏洩検知器、排気ファン、ホイスト、ブースターポンプおよび安全器具の更新を含んでいる。

人的資源の観点から水道水の信頼性は、浄水場の質的向上に伴って大きく改善される。マニラにおける重要なインフラストラクチャーの一つであると認められているこの浄水場は、マニラ首都圏の安全な水道水の供給の60%にあたる量を生産し供給しており、首都圏の市民にとっては基本的なニーズを満たす重要な施設である。従って、人的資源の保持と公衆衛生の観点から、このプロジェクトの実施は、すみやかに実施されなくてはならない。

表 5.1 環境チェックリスト (上水道)

|             | 大                                 | 小 | 無 | 不明 | 問題点 | 講じられる対策及び対応方針          | 備考  |
|-------------|-----------------------------------|---|---|----|-----|------------------------|---|
| 公<br>書      |                                   | ○ |   |    |     | 検知器と警報装置が設計の中に含まれる     | 掘削規模は非常に小さい。管理についての特記仕様書により条件をつけることができる。<br>浄水場構内は非常に広く、騒音の無い機器を使用する。<br>関連の工事を含まない。<br>無機物と無害の汚泥である。 |
|             | 1. 消毒用塩素による大気汚染等                  | ○ |   |    |     | 建設中の注意深い運営により防ぐことができる。 |   |
|             | 2. 施設の設置により生ずる裸土からの土壌流出による下流の水質悪化 |   |   |    |     |                        |   |
|             | 3. 浄水場周辺の騒音・振動                    |   | ○ |    |     |                        |   |
|             | 4. 地盤沈下 (地下水を水源とする場合)             |   | ○ |    |     |                        |   |
| 5. 浄水場汚泥の処理 |                                   |   |   |    |     |                        |   |
| 自然環境問題      |                                   |   | ○ |    |     |                        | 主な工事は機械・電気工事のみである。<br>既設と変更なし   |
|             | 1. 施設の設置による生態系の影響                 |   | ○ |    |     |                        |   |
| 社会環境問題      |                                   |   |   |    |     |                        |   |
|             | 2. 景観への影響                         |   | ○ |    |     |                        |   |
|             | 1. 施設の設置による歴史的・分化的遺産への影響          |   | ○ |    |     |                        |   |
| その他         |                                   |   |   |    |     |                        | 必要なし  |
|             | 2. 既設インフラストラクチャ一への影響              |   | ○ |    |     |                        |   |
|             | 3. 他の水利用への影響                      |   | ○ |    |     |                        |   |
| その他         |                                   |   | ○ |    |     |                        | 必要なし  |
|             | 1. 建設工事中の環境影響                     |   | ○ |    |     |                        |   |
| 2. 環境モニタリング |                                   |   | ○ |    |     |                        |   |

## 第6章 経済・財務分析

### 6.1 財務分析

財務分析は、二つの主要目的がある。第1は財政上の便益が、逆境化のシナリオ下でも正当化されうる点、第2はMWSSのキャッシュフローにおいて、自助努力しうる場合、どの程度の改善が期待されるかである。

分析の焦点は財政上の純便益にあてられる。純便益とは修復工事を行った場合と行わない場合との差におけるものである。修復を行った場合には、バララ浄水場の水生産能力の改善維持及び水質の安全基準確保のための機器の更新を意味する。現在バララ浄水場はマニラ首都圏の60%の水を給水しているが、老朽化が進み、その生産能力と水質の確保が真剣に問われているのが現状である。

修復による財政上の便益は、修復を行うことによって阻止されるであろう生産量の減少を阻止することにある。水の減産により失われるであろう水及び水関連の財源減少阻止が図られると言う想定のもとで期待便益を計算する。

投入される事業計画費は三つのレベルに分けて分析を行う。各レベルに投入される事業費、機材費、それに関連する原価償却、利子支払い、税金、維持管理費を考慮する。この場合、修復が行われ無い場合の財政上の支出、修復が行われた場合に於ける財政上の投入と支出の計算を行い、その差額を財政上の便益と定義する。

維持管理費においては、修復が行われない場合には、年率15%のコスト上昇を見込んでいるのに対し、修復を行う場合には10%のコスト上昇を算定している。その理由は、修復を行わない場合には、部品等の海外からの個別の調達により大きな財政上の負担が掛かることが過去の維持管理費のデータによって明らかにされているからである。

財政上の純便益は、社会コストの割引率15%（NEDAの勧告による）を適用して、現在価値の純便益を算定し、財務的内部収益率（FIRR）を計算している。この結果はレベル1で7.8%、レベル2で5.4%、レベル3で0.1%となる。

感応度分析では三つのシナリオを想定している。第1のシナリオは、水および水関連収入に変化が無いが、維持管理費用は修復が行われない場合のコスト上昇率15%と同一と見なしている。

第2のシナリオは、水および水関連の収入が修復をしないと想定した場合より1996～2012年間に年率10%減少する場合を想定する。

第3のシナリオは、水および水関連の収入が修復をしないと想定した場合より1996～2012年間に年率10%減少し、維持管理費のコスト上昇率は15%とする。

これら三つのシナリオは極めて過酷な財政上の環境変化を想定しており、かかるシナリオの元でのFIRRに対するインパクトを試算したものである。これによるとレベル1、レベル2、レベル3における各シナリオのインパクトは次の通りになる。

| シナリオ | FIRR (%) |      |      |
|------|----------|------|------|
|      | レベル1     | レベル2 | レベル3 |
| 1    | 6.2      | 4.1  | -1.9 |
| 2    | 3.9      | 2.3  | -4.2 |
| 3    | 1.8      | 0.3  | -7.9 |

この結果により、レベル1及びレベル2は財政上の逆境に対し、十分に耐えうる財政上の純便益を出しているが、レベル3はこれに対し十分に耐え得ないことが明確化している。

MWSSのキャッシュ・フロー分析はMWSS提供のデータでは修復を行う場合と行わない場合の差が過大評価されている。このための水生産量、収入効率の点から水及び水関連財源による収入を推定し、維持管理費、利子、支払い、人件費等を含む経常費支出と、資本支出の推定を2000年迄のMWSSのデータを利用した。その後2001年以降は経常支出8%の年率上昇、資本支出も同様に3.6%の年率上昇で試算した。これによって得られたキャッシュ・フロー表を作成した。

更にこの原案を基盤にして、MWSSの自助努力に相当するパラメーターとして次の三つを選定し、試算した。

第1のパラメーターは収入効率（水配分効率に収入確保効率を乗じたもので現在32%）が現在の32%から35%に1999年以降上昇しうるものと想定した。これにより経常収入が2%増加し、現在価値の年平均に概算して貢献度合いをみると、3.9%の上昇となる。

第2のパラメーターはさらに、全体支出を年率で2001年以降2%減少する場合には、貢献度合はさらにアップして、6%となる。

第3のパラメーターは全体支出が年々減少し、更に経常収入が2%増加するには、貢献度合は更にアップして、9.9%となることが判明している。

## 6.2 経済分析

経済分析にも二つの主要目的がある。第1の目的は、修復を行う場合と行わない場合における経済便益の差を計算することであり、第2はその純経済便益が逆境化の経済環境下で十分に耐え得るものであるかの検討である。

分析の焦点は経済便益の中で2つの便益の計量化にある。第1は健康便益、第2は個人の水便益である。水系の病気は依然として主要なものであり、これによって失われる労働時間、病気さらに死亡率等に関する保健局のデータと現地調査のデータを活用して、MWSSの中で特にインパクトが大きい3%の給水地域においてデータを収集した。

修復しない場合には、MWSSの3%の低水圧地域では給水を受けられず、個人費用で水を購入しなければならない。また、この地域は衛生上多くの問題を抱えており、水系伝染病のりかん率が高い地域であることが判明している。これにより、修復した場合としない場合の健康便益の差、水購入の個人費用の減少による差を便益として計算して、試算した。さらに修復した場合としない場合における水収入の推定（生産量の減少を阻止できるであろう量に収入効率を乗じて推定）便益差の推定を行った。

これらの結果をレベル1、レベル2、レベル3に相当する経済純便益を15%で割り引いて現在価値を推定し、EIRRの算出を試みた。これによるとレベル1、レベル2、レベル3でのEIRRはそれぞれ、63.8%、32.4%、26.3%となった。

感応度分析では財務感応度分析と同様に3つのシナリオを想定した。第1のシナリオは水、健康費用、個人の水購入費用がそれぞれ10%上昇した場合を想定した。第2のシナリオでは、水収入は修復をしないと想定した場合より10%減少し、健康費用、個人の水購入費用は変化しないという想定である。第3のシナリオでは水収入の減少、健康費用は、個人の水購入費用がすべて10%上昇するという想定である。

これによるとシナリオのインパクトは下記に要約される。

| シナリオ | EIRR (%) |      |      |
|------|----------|------|------|
|      | レベル1     | レベル2 | レベル3 |
| 1    | 61.6     | 31.6 | 25.7 |
| 2    | 63.5     | 32.1 | 26.0 |
| 3    | 61.3     | 31.3 | 25.4 |

この結果により、レベル1、レベル2およびレベル3は経済上の逆境に対し、十分に耐えうる純経済便益を出している。

### 6.3 代替案の経済財務分析

修復計画が行われない場合のシナリオで、経済分析を行うと、水の生産量では6.3%から14.6%の減産が予想され、それによって被害を受けるMWSSの水利用人口は9.3%から17.6%に増加する。これによって受ける経済便益の損失は個人の水購入費用と水関連の健康維持管理費用の増大となり、更にMWSSへの収入減少につながる。

一方修復計画の実施された場合のシナリオでは、上記の個人的及びMWSSへの損失を大幅にカバーできる。この差額を試算すると、年平均7,900から9,000ペソとなる。

さらに定性的には、塩素注入設備の安全面において、一定水準の安全な水質を供給しうる確率が修復計画が行われない場合には、約10%低下すると予想される。このレベル低下が及ぼす影響は、健康維持管理費用のさらなる増大とMWSSの管理体制に対する批判を高めることになるであろう。

経済分析評価の基準と考えられる経済的内部収益率(EIRR)は、レベル1では63.8%、レベル2では32.4%、レベル3では26.3%と、その経済便益の与える効果は十分に高いものであることが示されている。

さらに感応度分析で3つのシナリオを想定した。その最悪のシナリオを記述すると、

修復計画による水の生産量の損失(6.3~14.6)を阻止できる事によって、確保されるであろう収入が、10%減少し、更に個人負担に相当する水購入費用、健康維持管理費用が全て10%上昇した場合では、レベル1、レベル2、及びレベル3のEIRRは、それぞれ61.3%、31.3%、

25.4%と推定されている。

上記の極めて非現実的と考えられる過酷な環境下においてすら、レベル1およびレベル2のFIRRは十分に対応可能な経済便益を生み出すものであることが示されている。

財務分析の焦点である。FIRRでは、レベル1、レベル2、レベル3ではそれぞれ7.8%、5.4%、0.1%が推定されている。これを更に感応度分析に掛け、三つのシナリオで評価を試みた。そのうち最悪の2つのシナリオでは次のことを想定した。

1. 修復計画による水の生産量の損失を阻止できることによって、確保できるであろう水及び他の収入が10%減少した場合は、FIRRはレベル1、レベル2、レベル3で、それぞれ3.9%、2.3%、-4.2%となる。

2. 一方最悪のシナリオでは、水及び他の収入は10%減少し、維持管理費の上昇率が年率15%の場合は、FIRRはレベル1、レベル2、レベル3で、それぞれ1.8%、0.3%、-7.9%と試算される。

上記の2つのシナリオは極めて過酷な財務上の環境下においてすら、レベル1およびレベル2のFIRRは十分に財務便益を生み出すものである事が示されている。

経済、財務分析及び感応度評価の指摘する共通点は、レベル1及びレベル2の修復計画が、経済上及び財務上の視点及び逆境のシナリオの観点からみて十分に正当化するものである事である。

このことは政策決定者及びプロジェクト関係者にとって、さらにトレード・オフの問題に焦点を合わせる事を可能にする。

レベル1及びレベル2の推定事業予算は28,600万ペソおよび68,700万ペソである。もし、この間にどのような事業予算の額を最適に決定するかということになると、予算額とFIRRの関係、およびレベル1とレベル2のFIRRをほぼ同一のものとして考えられるかの2点に絞られる。このためレベル1のFIRRに換算することが必要である。即ち効率の点でレベル1はレベル2の90%に相当する。このパラメーターにより、レベル1の7.8%のFIRRは7.02%に下方に修正される。下方修正されたレベル1のFIRRは表6.1に示されている。更に、レベル2のFIRRは5.4%である。

この事実から、下方修正されたレベル1のFIRRと予算増加率の関係を示したものが図6.1である。これによるとレベル1の予算許容範囲内は50%増加まで許容範囲内に入る。即ち28,600万の50%の増加額である42,833万ペソである。それ以上の増加はむしろFIRRを低下させるので、財務的にはレベル1をやめ、レベル2に移行した方が良いというトレード・オフの分析が明示されている。

#### 6.4 MWSSの自助努力とキャッシュ・フロー

MWSS提供によるキャッシュ・フローでは、バララ修復計画を行う場合と行わない場合のキャッシュ・フローを作成し、それに基づいてその差額を示したのが表6.2である。

水の生産量を中心とした収入及び経常支出、資本支出によるMWSSのキャッシュ・フローを推定したのが表6.3である。(詳細は表6.3の推定事項を参照)このキャッシュ・フローの現在価値を基礎にして、MWSSの自助努力によって、どの程度改良されうるのかを試算した。(表6.4)

これによると、MWSSが現在の収入効率32%からその10% ( $32 \times 1.10 = 35$ ) アップの35%に2001年から上昇し、経常収入の増加が年率で4%、2000~2013年間に上昇する(表6.4の(3)欄)。全収入は経常収入と他の収入の合計で(5)欄に表示されている。経常支出は2000年後、年率8%、資本支出は年率3.5%でそれぞれ増加するものとする。全収入と全支出の差額は財政必要額として(9)欄に表示され、その必要額をまかなうために、国内と国外からの財源を利用する。その場合資本支出の5%を国内から、10%を国外からの財源で2000年以降まかなうものとする。従って財政必要額と国内及び国外の財源額との差額がキャッシュ・フローとなり、(12)欄に表示されている。

シナリオは3つを想定した。第1のシナリオは、2001年以降、全収入((5)欄)が2%増加する。第2のシナリオは、2001年以降、全支出((8)欄)が2%減少する。第3のシナリオは、第1と第2のシナリオが合計されたもの。

第1のシナリオでは、キャッシュ・フローの流れを現在価値の流れにして、年率の貢献度合は3.9%の自助努力となる。第2のシナリオでは、年率の貢献度合は6%となる。第3のシナリオでは、年率の貢献度合は9.9%となる。

しかし、MWSSの実行可能なシナリオの下でも、キャッシュ・フローは1991年以降赤字である。但し、1993年、1995年、及び1999年に多少の黒字を記録するが、全体のキャッシュ・フローの流れは、1991年から2000年まででは、全収入に対し、キャッシュ・フローの赤字が6.4%に対し、



2001年から2013年の期間において、全収入に対するキャッシュ・フローの比率は51%にも達し、財政上極めて困難な状況におい込まれる事になる。(表 6.3の(5)欄と(12)欄)

表 6.1 レベル1とレベル2間のトレードオフ

| (1) | % Increase                        | 0% Up   | 10% Up  | 20% Up  | 30% Up  | 40% Up  | 50% Up  | 60% Up  | 70% Up  | 80% Up  | 90% Up  | 100% Up |
|-----|-----------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| (2) | Level 1<br>Funds (M Pesos)        | 285.556 | 314.112 | 342.667 | 371.223 | 399.778 | 428.334 | 456.890 | 485.445 | 514.001 | 542.556 | 571.112 |
| (3) | Level 1/Level 2<br>Funds Ratio    | 41.6%   | 45.7%   | 49.9%   | 54.0%   | 58.2%   | 62.4%   | 66.5%   | 70.7%   | 74.8%   | 79.0%   | 83.1%   |
| (4) | Efficiency<br>(Lev 1/Lev 2)       | 0.9     | 0.9     | 0.9     | 0.9     | 0.9     | 0.9     | 0.9     | 0.9     | 0.9     | 0.9     | 0.9     |
| (5) | Level 1 FIRR                      | 7.80%   | 6.56%   | 6.13%   | 5.73%   | 5.36%   | 5.01%   | 4.68%   | 4.37%   | 4.09%   | 3.82%   | 3.57%   |
| (6) | Adjusted<br>FIRR of Lev 1         | 7.02%   | 6.69%   | 6.37%   | 6.06%   | 5.78%   | 5.50%   | 5.24%   | 4.99%   | 4.75%   | 4.53%   | 4.31%   |
| (7) | Mid point FIRR<br>(Lev 1 & Lev 2) | 6.20%   |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |

Explanation of Row: 1 Percentage Increase.  
 2 Level 1 funds increase at a 10% interval.  
 3 Ratio of Level 1 funds divided by Level 2 funds.  
 4 Level 1 overall efficiency is assumed 90% of Level 2.  
 5 Simulation was conducted on the basis of Table 13.3.2.  
 6 Row(6) = Row (4) multiplied by Row (5).  
 7 Row(7) = 6.20%

表 6.2 修復プロジェクトの有る場合と無い場合のMWSSのキャッシュフロー

(百万ペソ)

| Year | Water Revenue<br>(1) | Local Funds<br>(2) | Total Income<br>(3) | OM Cost<br>(4) | Cap Exp<br>(5) | Total Exp<br>(6) | Net Cash<br>(7) |
|------|----------------------|--------------------|---------------------|----------------|----------------|------------------|-----------------|
| 1993 | 170.11               | 560.00             | 730.11              | 68.29          | 236.25         | 304.54           | 425.57          |
| 1994 | 170.11               | 225.00             | 395.11              | 65.83          | 236.25         | 302.08           | 93.03           |
| 1995 | 170.11               | 0.00               | 170.11              | 66.11          | 0.00           | 66.11            | 104.00          |
| 1996 | 170.11               | 0.00               | 170.11              | 62.41          | 0.00           | 62.41            | 107.70          |
| 1997 | 170.11               | 0.00               | 170.11              | 62.17          | 0.00           | 62.17            | 107.94          |
| 1998 | 280.83               | 0.00               | 280.83              | 106.36         | 0.00           | 106.36           | 174.47          |
| 1999 | 280.83               | 0.00               | 280.83              | 111.32         | 0.00           | 111.32           | 169.51          |
| 2000 | 280.83               | 0.00               | 280.83              | 118.52         | 0.00           | 118.52           | 162.31          |
| 2001 | 337.53               | 0.00               | 337.53              | 150.45         | 0.00           | 150.45           | 187.08          |
| 2002 | 394.24               | 0.00               | 394.24              | 184.40         | 0.00           | 184.40           | 209.84          |
| 2003 | 394.24               | 0.00               | 394.24              | 192.47         | 0.00           | 192.47           | 201.77          |
| 2004 | 394.24               | 0.00               | 394.24              | 199.99         | 0.00           | 199.99           | 194.25          |
| 2005 | 394.24               | 0.00               | 394.24              | 207.03         | 0.00           | 207.03           | 187.21          |
| 2006 | 394.24               | 0.00               | 394.24              | 213.62         | 0.00           | 213.62           | 180.62          |
| 2007 | 394.24               | 0.00               | 394.24              | 219.81         | 0.00           | 219.81           | 174.43          |
| 2008 | 394.24               | 0.00               | 394.24              | 225.64         | 0.00           | 225.64           | 168.60          |
| 2009 | 394.24               | 0.00               | 394.24              | 231.13         | 0.00           | 231.13           | 163.11          |
| 2010 | 394.24               | 0.00               | 394.24              | 236.31         | 0.00           | 236.31           | 157.93          |
| 2011 | 394.24               | 0.00               | 394.24              | 241.21         | 0.00           | 241.21           | 153.03          |
| 2012 | 394.24               | 0.00               | 394.24              | 245.85         | 0.00           | 245.85           | 148.39          |

Water Revenue = Difference in Revenue Collection from Water & Sewerage between with Rehabilitation and without Rehabilitation  
 Local Funds = Subsidy from the local sources  
 Total Income = Water Revenue + Local Funds  
 OM Cost = Difference in Operating Expenses between with Rehabilitation and without Rehabilitation  
 Capital Exp = Capital Expenditure  
 Total Expense = O & M Cost + Capital Expenditure  
 Net Cash = Total Income - Total Expense

Data Source: MWSS Cash Flow Statement, Nov. 7, 1991.  
 With and Without Rehabilitation, Corporate Planning Dept.

表 6.3 バララ修復プロジェクトが有る場合のMWSSのキャッシュフロー予測

( Unit: Million Pesos except col. (2) )

| Year | Water Prod'n Mn <sup>3</sup> | Operating Revenue 4% Inc Fm 2000 | Other Revenue | Total Revenue (3)+(4) | Current Exp 8% Inc Fm 2000 | Capital Exp 3.6% Inc Fm 2000 | Total Exp (6)+(7) | Financing Requirem't (5)-(8) | External Finance 10% Cap Exp fm 2000 | Domestic Finance 5% Cap Exp fm 2000 | Net Cash (9)-(10)-(11) |
|------|------------------------------|----------------------------------|---------------|-----------------------|----------------------------|------------------------------|-------------------|------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|------------------------|
| (1)  | (2)                          | (3)                              | (4)           | (5)                   | (6)                        | (7)                          | (8)               | (9)                          | (10)                                 | (11)                                | (12)                   |
| 1990 | 943.00                       |                                  |               |                       |                            |                              |                   |                              |                                      |                                     |                        |
| 1991 | 849.49                       | 2879.82                          | 518.17        | 3397.99               | 2578.59                    | 3380.80                      | 5959.39           | -2561.40                     | 711.75                               | 1099.26                             | -750.39                |
| 1992 | 1026.20                      | 4400.93                          | 477.66        | 4878.59               | 3409.40                    | 4883.34                      | 8292.74           | -3414.15                     | 1381.04                              | 1859.45                             | -173.66                |
| 1993 | 1173.15                      | 4934.70                          | 586.64        | 5521.34               | 3712.63                    | 3979.61                      | 7692.24           | -2170.90                     | 1689.24                              | 482.15                              | 0.49                   |
| 1994 | 1176.90                      | 5564.78                          | 438.59        | 6003.37               | 4083.29                    | 3659.71                      | 7743.00           | -1739.63                     | 1850.02                              | -264.49                             | -154.10                |
| 1995 | 1182.72                      | 6413.59                          | 399.58        | 6813.17               | 4498.64                    | 3196.80                      | 7695.44           | -882.27                      | 1106.42                              | -220.15                             | 4.00                   |
| 1996 | 1188.17                      | 7553.67                          | 293.77        | 7847.44               | 5177.36                    | 2387.77                      | 7565.13           | 282.31                       | -344.41                              | -309.27                             | -371.37                |
| 1997 | 1218.63                      | 8488.67                          | 435.43        | 8924.10               | 5559.94                    | 4292.16                      | 9852.10           | -928.00                      | 521.67                               | -90.25                              | -496.58                |
| 1998 | 1250.88                      | 9167.04                          | 383.48        | 9550.52               | 5928.50                    | 4064.50                      | 9993.00           | -442.48                      | 281.95                               | -55.31                              | -215.84                |
| 1999 | 1283.01                      | 9840.67                          | 323.63        | 10164.30              | 6297.32                    | 3502.39                      | 9799.71           | 364.59                       | -243.42                              | -26.56                              | 94.61                  |
| 2000 | 1287.70                      | 10699.03                         | 415.51        | 11114.54              | 6743.07                    | 6985.82                      | 13728.89          | -2614.35                     | -98.61                               | -8.00                               | -2720.96               |
| 2001 | 1287.70                      | 11251.40                         | 436.55        | 11687.96              | 7282.52                    | 7544.69                      | 14827.20          | -3139.24                     | 754.47                               | 377.23                              | -2007.54               |
| 2002 | 1287.70                      | 11701.46                         | 454.02        | 12155.48              | 7865.12                    | 8148.26                      | 16013.38          | -3857.90                     | 814.83                               | 407.41                              | -2635.66               |
| 2003 | 1287.70                      | 12169.52                         | 472.18        | 12641.70              | 8494.33                    | 8800.12                      | 17294.45          | -4652.75                     | 880.01                               | 440.01                              | -3332.73               |
| 2004 | 1287.70                      | 12656.30                         | 491.06        | 13147.36              | 9173.87                    | 9504.13                      | 18678.00          | -5530.64                     | 950.41                               | 475.21                              | -4105.02               |
| 2005 | 1287.70                      | 13162.55                         | 510.71        | 13673.26              | 9907.78                    | 10264.46                     | 20172.24          | -6498.99                     | 1026.45                              | 513.22                              | -4959.32               |
| 2006 | 1287.70                      | 13689.05                         | 531.14        | 14220.19              | 10700.40                   | 11085.62                     | 21786.02          | -7565.83                     | 1108.56                              | 554.28                              | -5902.99               |
| 2007 | 1287.70                      | 14236.62                         | 552.38        | 14789.00              | 11556.44                   | 11972.47                     | 23528.91          | -8739.91                     | 1197.25                              | 598.62                              | -6944.04               |
| 2008 | 1287.70                      | 14806.08                         | 574.48        | 15380.56              | 12480.95                   | 12930.27                     | 25411.22          | -10030.66                    | 1293.03                              | 646.51                              | -8091.12               |
| 2009 | 1287.70                      | 15398.32                         | 597.45        | 15995.78              | 13479.43                   | 13964.69                     | 27444.12          | -11448.34                    | 1396.47                              | 698.23                              | -9353.63               |
| 2010 | 1287.70                      | 16014.26                         | 621.35        | 16635.61              | 14557.78                   | 15081.86                     | 29639.64          | -13004.04                    | 1508.19                              | 754.09                              | -10741.76              |
| 2011 | 1287.70                      | 16654.83                         | 646.21        | 17301.03              | 15722.40                   | 16288.41                     | 32010.82          | -14709.78                    | 1628.84                              | 814.42                              | -12266.52              |
| 2012 | 1287.70                      | 17321.02                         | 672.06        | 17993.08              | 16980.20                   | 17591.48                     | 34571.68          | -16578.61                    | 1759.15                              | 879.57                              | -13939.88              |
| 2013 | 1287.70                      | 18013.86                         | 698.94        | 18712.80              | 18338.61                   | 18998.80                     | 37337.42          | -18624.62                    | 1899.88                              | 949.94                              | -15774.80              |

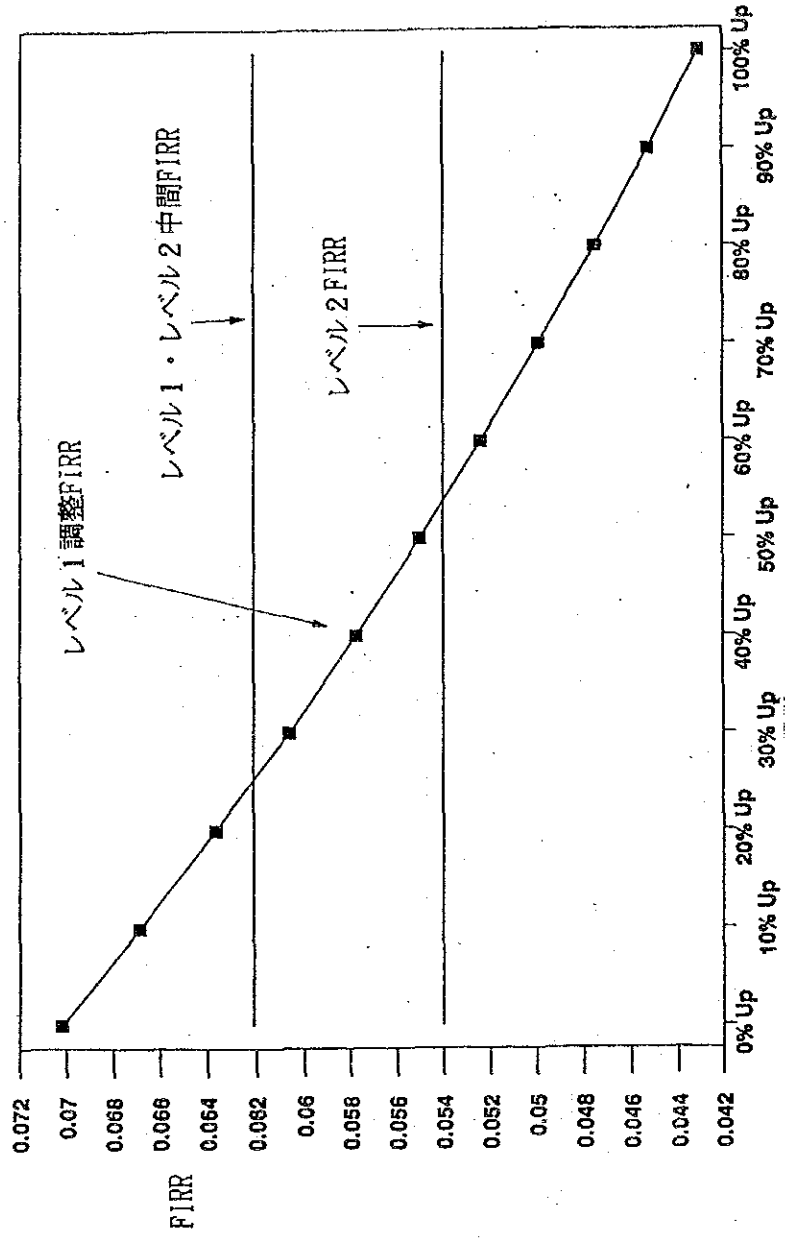
- Assumptions:
- 1 Data from 1991-2000 were taken from Financial Projection, Corp Planning Dept, MWSS, Feb 6, 1992.
  - 2 Data from 2001 to 2013 were estimated by JICA Study Team.
  - 3 Water Production beyond year 2000 is assumed to remain the same level of year 2000.
  - 4 Water Revenue = Water Production \* Tariff \* Revenue Efficiency.  
Operating Revenue = Water Revenue + Operation Revenue.
  - 5 Revenue Efficiency = Water Distribution Efficiency \* Billing Efficiency, 0.624 from year 2001 and beyond.  
Operating Revenue = Col (1)\*11.22\*0.624\*1.2\*1.04 where 11.22 = revenue tariff, 0.624 = revenue efficiency, 1.2 = revenue increasing factor, and 1.04 = rate of tariff increase of 4%.
  - 6 Total Revenue = Operating Revenue + Other Revenue, where Other Revenue = Operating Revenue \* 0.0388.
  - 7 Current and Capital Expenditure for 2001-2013 increase at 8% and 3.6% respectively.  
Col (6) of year 2001 = [ col(6) of year 2000 ] \* 1.08.  
Col (7) of year 2001 = [ col(7) of year 2000 ] \* 1.036.
  - 8 Total Expenditure = Current + Capital Expenditures.
  - 9 Financing Requirement = column (5) - (8).
  - 10 External Financing = 10% of Capital Expenditure from year 2001 and beyond.
  - 11 Domestic Financing = 5% of Capital Expenditure from year 2001 and beyond.
  - 12 Net Cash = Column (9) - (10) - (11).

表 6.4 キャッシュフローの感応度分析

| SENARIO | DESCRIPTION  | ANNUALIZED PERCENTAGE IMPROVEMENT OF PRESENT VALUE CASH FLOW BY SENARIO |
|---------|--|---|
| 1       | Total Revenue of column (5) increases by 2% from year 2001 and beyond  | 3.9   |
| 2       | Total Expenditure of column (8) decreases by 2% from year 2001 and beyond  | 6.0   |
| 3       | Total Revenue of column (5) increases by 2% from year 2001 and beyond<br>Total Expenditure of column (8) decreases by 2% from year 2001 and beyond | 9.9   |

Explanation: 1 Present value of cash flow is column (12) of Table 13.7.4 discounted at 15% of social discount rate.  
2 The base figure was taken from the annual average of the present value column (12).

# Tradeoff Between FIRR and Funds



% レベル1 資金増加率

図 6.1  
FIRRと投資資金間  
(レベル1-レベル2) トレードオフ

## 第7章 プロジェクト評価

### 7.1 社会的意義

#### (1) 必要性と受益者

バララ浄水場は約6百万人すなわちMWSS給水人口の約60%に給水している。1981年の改善工事の後、本格的な修復工事が実施されておらず、ここで大規模な修復工事が緊急に必要である。

#### (2) 投資効果と他のプロジェクトへの役割

もしこのまま首都圏への人口集中と増加が続くならば、新たな施設の開発が必要となるが、これの新規の開発のためには、多大な投資額と長期にわたる事業が必要となってくる。また、この新規拡張事業がバララ浄水場の能力を包含する施設であったとしても、それが完成するまでの長期間、バララ浄水場の生産能力を維持することが前提条件となり、短期間かつ最小の費用で行えるのが修復工事である。

#### (3) 社会的影響

バララ浄水場の給水区域は、マニラ市、ケソン市、サンホアン、マンダロン、マカティやパッシーなどの首都圏の大半を含んでいる。これらの地域の公衆衛生と都市機能を維持するためには、安全で安定した水道水の供給がなされなければならない。このことは取りも直さず経済、行政、国際関係の中心地であるマニラ首都圏の健全な上水道等のインフラ施設を維持することは、全フィリピンを益することを意味する。

### 7.2 技術的意義

#### (1) 修復計画の基本方針

前述のとおり、バララ浄水場の機器は老朽化が進んでいる。主要な機器例えば、フラッシュュミキサーとか、アルミニウムフィーダーとか塩素注入機などが同時期に故障した場合には、安全で十分な量の給水は不可能になる。このように、重要な機器の更新に加えて、既存施設はすでに一般的に認められている技術的水準において多少の不備を有している。

レベル1は、緊急で必要最小限の機器の更新から成っており、一方、レベル2は、さらにこ

のプロジェクト完了後も安定して維持管理が続くようにさらに多くの老朽化している機器の更新を含んでいる。いずれにしても迅速な修復工事が求められている。

## (2) 水質の改善

調査団の実施した配水管の水質分析の結果からも判るように現場の努力にもかかわらず水質基準を越えて給水される日がみられた。この事はバララ浄水場の修復計画が必要な直接的な証明である。

## (3) コストパフォーマンス

現在の施設能力および修復計画の施設能力は共に  $1,600,000\text{m}^3/\text{日}$  であり、世界でも大きい方の浄水場の一つである。レベル2の事業費は約 687百万ペソ、レベル1のそれは約 286百万ペソである。これらの事業費は、その浄水場の施設能力にしては非常に小額であり、非常にコストパフォーマンスが高い。

## 7.3 環境面

提案されているプロジェクトは既存の機器の更新と非常に小規模な土木工事から成っている。修復工事は1981年の改善後の能力に回復するものであり、より多くの便益を得るために水質の改善と正しい運転管理を得るためである。従って本プロジェクトには環境を害する潜在的あるいは永続するような影響は存在しない。

## 7.4 財務および経済分析

レベル1とレベル2は共に、財務的に経済的に正当である。レベル1とレベル2は最悪の財務的シナリオ3に対しても経済的シナリオ3に対しても耐え得る。

レベル2は技術的見地において望ましいものであるので、レベル1とレベル2のトレードオフが試された。レベル1はレベル2の技術的効果の90%として調整し、比較のために修正されたレベル1のFIRRが与えられた。図 6.1は修正されたレベル1のFIRRと資金の増加割合の関係を示している。レベル1の資金が増加するとき修正FIRRは減少する。修正レベル1FIRRとレベル2FIRRとの交点はレベル1+アルファとしての資金の許される効果的な増加率といえよう。

水の生産レベルと水質管理が十分であるとすると、二つのパラメーターが、水収入に影響を与

える面において重要である。一つは配水のための効率であり、もう一つは水使用料回収効率である。回収効率は現在32%であり、MWSSは2000年までにこれを40%に引き上げようとしている。もし、回収効率が40%に改善され、二つの他の政策的パラメーターすなわち2000年以降の経常支出の年上昇率が4～3%と、資本的支出の年上昇率が4～3%とするとMWSSのキャッシュ・フローは17%改善するであろう。しかし、これにもかかわらずキャッシュ・フローは1992年からも全般的にマイナスに転じたままとなっている。





## 第8章 結論及び提言

### 8.1 結論

バララ浄水場は、1981年の大改造以来本格的な修復が行われず老朽化が進んでいる。このまま放置すれば、安全で、安定した給水が危ぶまれ、マニラ首都圏（MWSSの給水区域）の60%である約600万人が直接的被害を受けることになる。老朽化の進捗を押さえると共に、本来の処理水量160万 $\text{m}^3$ /日の生産機能回復を目指す大規模な修復工事が急務となっている。

以下に本調査の要点を整理しバララ浄水場改修計画の重要性を示す。

#### (1) プロジェクトの要点

本修復計画を三レベルにて検討し、次の結論を得た。

- 1) 技術的には、基礎的機能回復と維持管理の向上を目指し、水質管理面において優れるレベル2が推奨される。
- 2) 財政的にレベル2が実施不可能な場合は、既に老朽化している機器及び浄水の安全性に不可欠な塩素注入設備などのみを更新するレベル1（或いは同等レベル）を選択することも推奨できる。なぜならば、レベル1は、最小限の機器更新に限定し、最も緊急性を要する修復内容である。
- 3) 経済・財務分析結果では、レベル3以外のレベル1、レベル2は共に選択可能である。

プロジェクトを総合的に評価すれば、すなわち、技術的、経済・財務的、そしてMWSSの現在の財務状況を考慮すれば、もし、段階的改修計画が容認されるならば、まずレベル1（或いは同等レベル）修復工事から着手し、漸次レベル2の段階まで修復を進めて行く方法も推奨できる。

表8.1はレベル2の改修内容を示し、備考欄にレベル1の内容を付記した。

## (2) 期待できる耐用年数

レベル2の修復計画案は、老朽化施設の更新は全て考慮されている。調査結果によればコンクリートく体強度には問題ない。従って、レベル2の期待し得る耐用年数は、機器の耐用年数とみることができ、一般的に15年ということになる。

レベル1での期待できる耐用年数は、最小限度かつ緊急性の高い施設のみ更新であることから5年程度と見込まれ、それ以降は更に残された機器の更新が予想される。

## (3) プロジェクト費用及び実施計画

レベル2の建設費、設計費そして予備費などを含めた全事業費は1991年価格で、687百万ペソと見積もられる。レベル1では286百万ペソである。

修復工事には2ヶ年を要する。従って、1992年の初頭に予算措置が取られたと仮定して、設計、入札等の期間を考慮すれば、レベル2の修復計画は1995年末に完了することになる。

## (4) 経済・財務分析

経済・財務の見地ではレベル1、レベル2共に実施可能との結論を得た。更に厳しい条件下でもレベル1、レベル2は実施可能であると判断できた。レベル1、或いはレベル2のどちらを採用するかは厳しい問題であるが、本調査では、レベル1及びレベル2のトレードオフ分析を行い、以下の結果を得た。レベル1又はそれと同等のレベルを実施すれば、レベル1の予算の約50%増までがレベル2の財務的内部収益率を上回り好ましい範囲といえることが示された。

表 8.2に分析主要項目を表記する。

## 8.2 提言

1) フィリピン政府およびMWSSはバララ浄水場の重要性、老朽化の進捗、そして修復の緊急性等を鑑み、可急的速やかに修復計画を実施することを推奨する。

2) レベル2実施に関して財政的問題が生じる場合は、まずレベル1或いはそれに準じたスケールでプロジェクトを開始し、漸次レベル2へと改修計画を進捗させることが望ましい。

3) MWSSは日本政府による無償資金協力を強く要望しているが、その場合、プロジェクトの完了までにはなお4年程度を要することから、その間にいずれかの機器が修理不可能な状態に陥った場合には、MWSSはすみやかにその機器を更新すべきである。なぜならば、修復対象の機器が修理不能な故障に陥った場合には、入札手続きまで他の老朽化した対象外の機器を振り向ける設計変更が可能だからである。

4) バララ浄水場に関連して以下の項目も提言する。

- a. MWSSは修復工事終了後は、常に予算措置を講じながら、計画的に施設の維持管理計画を立て、予備品の購入、老朽化機器の更新、金属部品の塗装計画を計画的に推進すること。
- b. 将来予測されるバララ・ラメサ浄水場の修復工事を容易にするため、現在計画中のバララ浄水場とラメサ第2浄水場を連絡する幹線を布設すること。
- c. 緊急事態を考慮し、バララ・ラメサ両浄水場の配水区域の相互融通をを促進するため、要所に配水本管の相互接続を行うこと。
- d. 不足の事態に置ける配水池のストック機能等を確保するため、配水池の増強整備を急ぐこと。
- e. 浄水場施設の過度の拡張を避け、有効率の向上を図り財務状況を改善するために、漏水防止策を実施すること。
- f. ラメサ浄水場等の他の施設と整合性をとるためバララ浄水場における排水処理に対する方針を作成すること。

表 8.1 修復案

プラントNo 1

備考欄の※のレベル1の内容を表す

| 項 目   | 数 量   | 修復内容                     | 備 考                  |
|---|---|--------------------------|----------------------|
| 導水渠No 1、No 2<br>ゲート開閉台  | 4台  | 交換                       | ※                    |
| 急速攪拌<br>ミキサー<br>う流壁   | 2台<br>1式                                    | 交換<br>新設                 | ※                    |
| フロック形成<br>フロキュレーター<br><br>操作盤室                                  | 26台<br>(内2台は予備)<br>1式                       | 交換<br><br>新設             | ※ レベル1は<br>予備2台のみ    |
| 沈澱<br>沈澱池No 1、No 2用<br>排泥弁<br>集水トラフ及び整流壁<br>導流壁<br>排泥放流路整備      | 10台<br><br>1式<br>1式<br>1式                   | 交換<br><br>新設<br>新設<br>改修 | ※                    |
| アクセレーター<br>駆動装置<br>排泥装置<br>金属部分<br>操作盤室                         | 2台<br>2台<br>1式<br>1式                        | 交換<br>交換<br>修理<br>修理     | ※                    |
| ろ過<br>流入・排水ゲート用シート<br>弁操作用・空気源装置<br>アンスラサイト<br>表洗装置<br>ベンチュリ流量計 | 10台<br>2台<br>810m <sup>2</sup><br>1式<br>10台 | 交換<br><br>交換<br>改良<br>交換 | ※<br><br>※ レベル1は補砂のみ |
| 洗浄水ポンプ<br>ポンプ室  | 3台<br>1式                                    | 交換<br>修理                 | ※<br>※               |
| 洗浄排水回収<br>洗浄排水回収ポンプ<br>ポンプ室<br>回収点                              | 3台<br>1式<br>1式                              | 交換<br>改築<br>変更           | ※                    |

プラントNo 2

| 項 目                 | 数 量   | 修復内容 | 備 考                              |
|---------------------|-------|------|----------------------------------|
| フロック形成<br>フロキュレーター  | 12台   | 交換   | ※ レベル1は駆動装置<br>チェーン、スプロケ<br>ットのみ |
| う流壁                 | 1式    | 新設   | ※ レベル1は木製プレ<br>ートのみ              |
| 操作盤                 | 1式    | 新設   |                                  |
| 沈澱<br>流入ゲート用基礎      | 24台   | 補強   | ※                                |
| 集水トラフ及び整流壁          | 1式    | 新設   |                                  |
| 排泥弁スピンドル支持          | 20台   | 交換   | ※                                |
| 池内清掃ポンプ             | 2台    | 交換   | ※                                |
| 池内清掃ポンプ用操作盤室        | 1式    | 新設   | ※                                |
| ろ過<br>流入・排水ゲート用シート  | 20台   | 交換   |                                  |
| 弁操作用・水・空気源装置        | 2台    | 交換   |                                  |
| アンスラサイト             | 1620㎡ | 交換   | ※ レベル1は補砂のみ                      |
| 表洗装置                | 1式    | 改良   |                                  |
| 排水トラフ               | 1式    | 改良   |                                  |
| 洗浄装置<br>洗浄ポンプ       | 3台    | 交換   | ※                                |
| ポンプ室                | 1式    | 修理   | ※                                |
| 洗浄排水回収<br>洗浄排水回収ポンプ | 3台    | 交換   |                                  |
| 洗浄排水貯留槽             | 1式    | 新設   |                                  |
| 回収点                 | 1式    | 変更   |                                  |

薬品・塩素注入設備

| 項 目   | 数 量  | 修復内容   | 備 考                                       |
|---|--|--|---|
| 硫酸アルミニウム<br>注入機<br>流量計<br>注入機器  | 6台<br>1式<br>6台   | 交換<br>新設<br>新設   | ※ レベル1は予備のみ                               |
| ポリマー<br>注入機<br>流量計  | 5台<br>1式   | 交換<br>新設   | ※   |
| 塩素<br>注入機<br>気化器<br>漏洩検知器<br>換気ファン<br>ホイスト<br>加圧水ポンプ<br>注入配管<br>注入機棟屋根<br>塩素ボンベ貯蔵室<br>ホイストレール | 4台<br>2台<br>3台<br>3台<br>1台<br>3台<br>3台<br>1式<br>1式<br>1式 | 交換<br>交換<br>交換<br>交換<br>交換<br>交換<br>交換<br>修理<br>拡張<br>新設 | ※<br>※<br>※<br>※<br>※<br>※<br>※<br>※<br>※ |
| 水質分析機器  | 1式   | 交換   | ※ レベル1は一部のみ                               |

電気設備

| 項 目               | 数 量 | 修復内容       | 備 考         |
|-------------------|-----|------------|-------------|
| 受電<br>電柱及び電線      | 24本 | 交換及<br>び新設 | レベル1は交換のみ   |
| 開閉所               | 1面  | 新設         |             |
| 低圧主幹<br>配線        | 1台  | 交換         | ※           |
| 低圧線電圧変動改善         | 6台  | 新設         |             |
| 制御盤               | 28面 | 交換         | レベル1は一部のみ   |
| 電灯盤               | 2面  | 交換         | ※           |
| 分電盤               | 2面  | 交換         | ※           |
| 塩素加圧水ポンプ<br>スターター | 1面  | 交換         | ※           |
| 照明                | 1式  | 交換         |             |
| 避雷設備              | 1式  | 新設         | ※ レベル1は一部のみ |
| 塩素用発電機            | 1台  | 新設         | ※           |
| 試験器具              | 1式  | 新規         | ※           |

計装設備

| 項 目     | 数 量 | 修復内容 | 備 考         |
|---------|-----|------|-------------|
| 流量計     |     |      |             |
| 流量計 (1) | 10台 | 新設   |             |
| 流量計 (2) | 2台  | 新設   |             |
| ろ過池     |     |      |             |
| 損失水頭計   | 30台 | 交換   | ※           |
| ろ過流量計   | 30台 | 交換   | ※           |
| 水位計     | 7台  | 交換   | ※           |
| 計器盤     | 1面  | 交換   | ※ レベル1は一部のみ |

表 8.2 経済・財務分析の主要項目

| Project Level | Local Funds         | Foreign Funds | Total Funds          | Equipment Cost       | WACC (%) | EIRR (%) | FIRR (%) | ADJUSTED Level 1 FIRR | Level 1 Bud't inc | Adj'd BUDGET |
|---------------|---------------------|---------------|----------------------|----------------------|----------|----------|----------|-----------------------|-------------------|--------------|
| Level 1       | 53.913<br>(290.583) | 231.643       | 285.556<br>(522.226) | 147.310<br>(305.090) | 5.02     | 63.8     | 7.8      | Max: 7.02             | None              | 285.556      |
| Level 2       | 155.621             | 531.326       | 686.947              | 336.580              | 5.49     | 32.4     | 5.4      |                       | 50%               | 428.334      |
| Level 3       | 189.930             | 715.780       | 905.710              | 446.301              | 5.28     | 26.3     | 0.1      | Min: 4.31             | 100%              | 571.112      |

Note: 1 Additional amount of 236.67 million pesos as local funds

in level 1 is required in keeping functional effectiveness at its minimum, and is not intended to upgrade toward level 2.

2 The figure of 290.583 of level 1 local funds is the sum of 53.913 and 236.67. The present value of 290.533 at the end of 1998 at SDR of 15% = 125.627.

3 The figure 522.226 = 290.583 + 231.643. The present value of 522.226 = 225.773 at the end of 1998 at SDR of 15%.

4 Total cost of equipment = 147.310 + 157.780 = 305.090. The present value of 305.090 = 131.899 at the end of 1998 at SDR of 15%.









JICA