

社会開発調査部報告書

No. 2

フィリピン共和国
マニラ洪水対策計画調査

主報告書

平成2年3月

国際協力事業団

社調二

90→33

お知らせ

この報告書の p89 - 92 の4頁は
欠損していることが発覚したため、
国会図書館より欠落部分の複写を取り
寄せ、そのまま綴じ込んであります。

国際協力事業団図書館

2002.10.28

フィリピン共和国
マニラ洪水対策計画調査

主報告書

JICA LIBRARY



108346611

21332

平成 2 年 3 月

国際協力事業団



国際協力事業団

21332

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、同国のマニラ洪水対策計画に係る開発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した。

当事業団は、1988年1月より3月、5月より6月、10月より11月まで、および1990年5月より7月まで 株式会社 建設技術研究所 阿部勝久氏を団長とし、同社及び日本工営株式会社から構成される調査団を現地に派遣した。

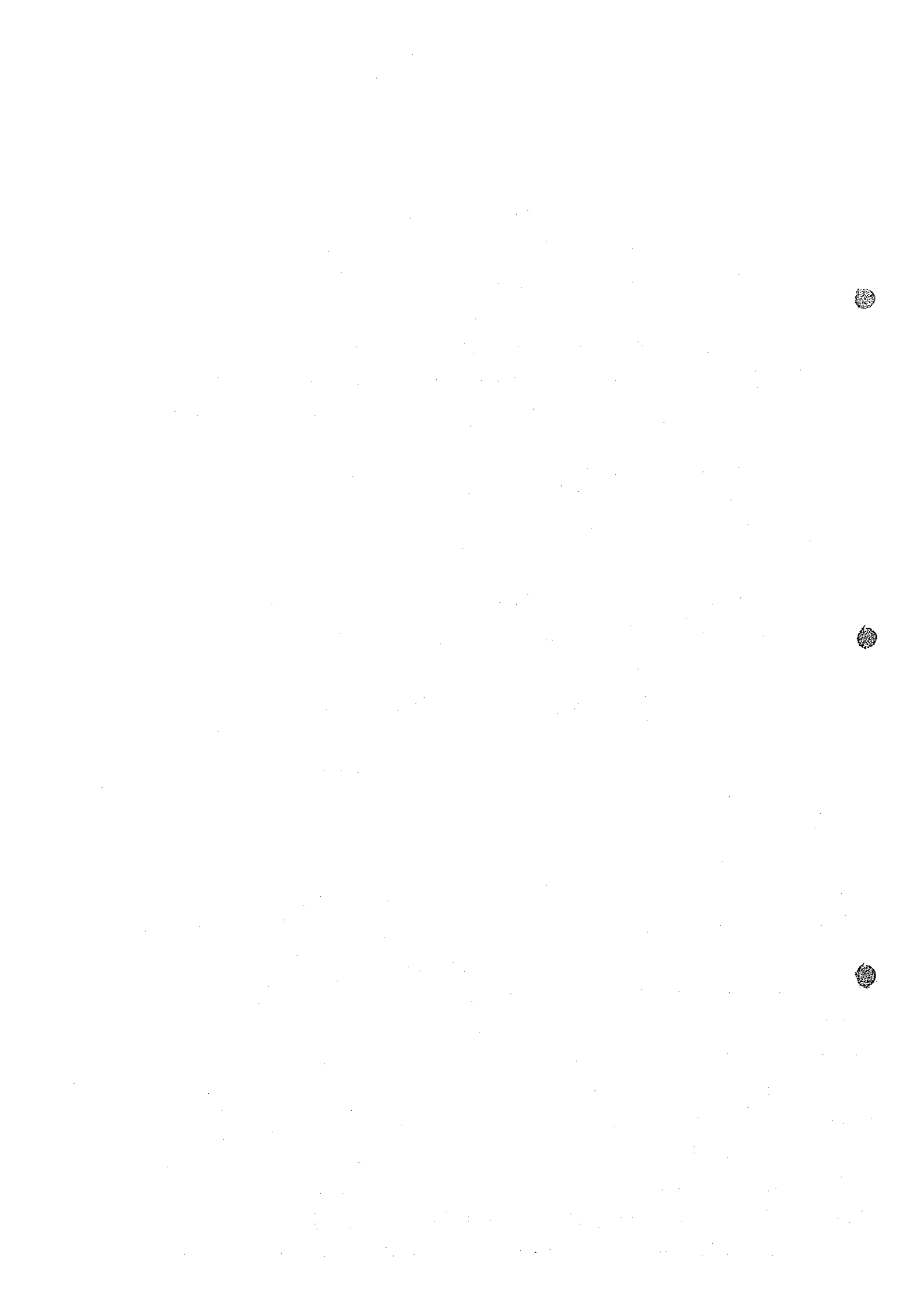
調査団は、フィリピン国政府関係者と協議を行うとともに、プロジェクト・サイト調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなった。

本報告書が本プロジェクトの推進に寄与するとともに、ひいては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ある。

終わりに、本件調査に御協力と御支援をいただいた両国の関係各位に対し、心より感謝の意を表するものである。

1990年3月

国際協力事業団
総裁 柳谷謙介



フィリピン国マニラ洪水対策計画調査

伝 達 状

平成2年3月30日

国際協力事業団

総裁 柳谷 謙介 殿

フィリピン国マニラ洪水対策計画調査の最終報告書を提出致します。本報告書は、昭和62年12月18日、昭和63年5月18日及び平成元年5月18日に国際協力事業団と株式会社建設技術研究所及び日本工営株式会社との間で締結された契約に基づき結成された調査団によって作成されました。

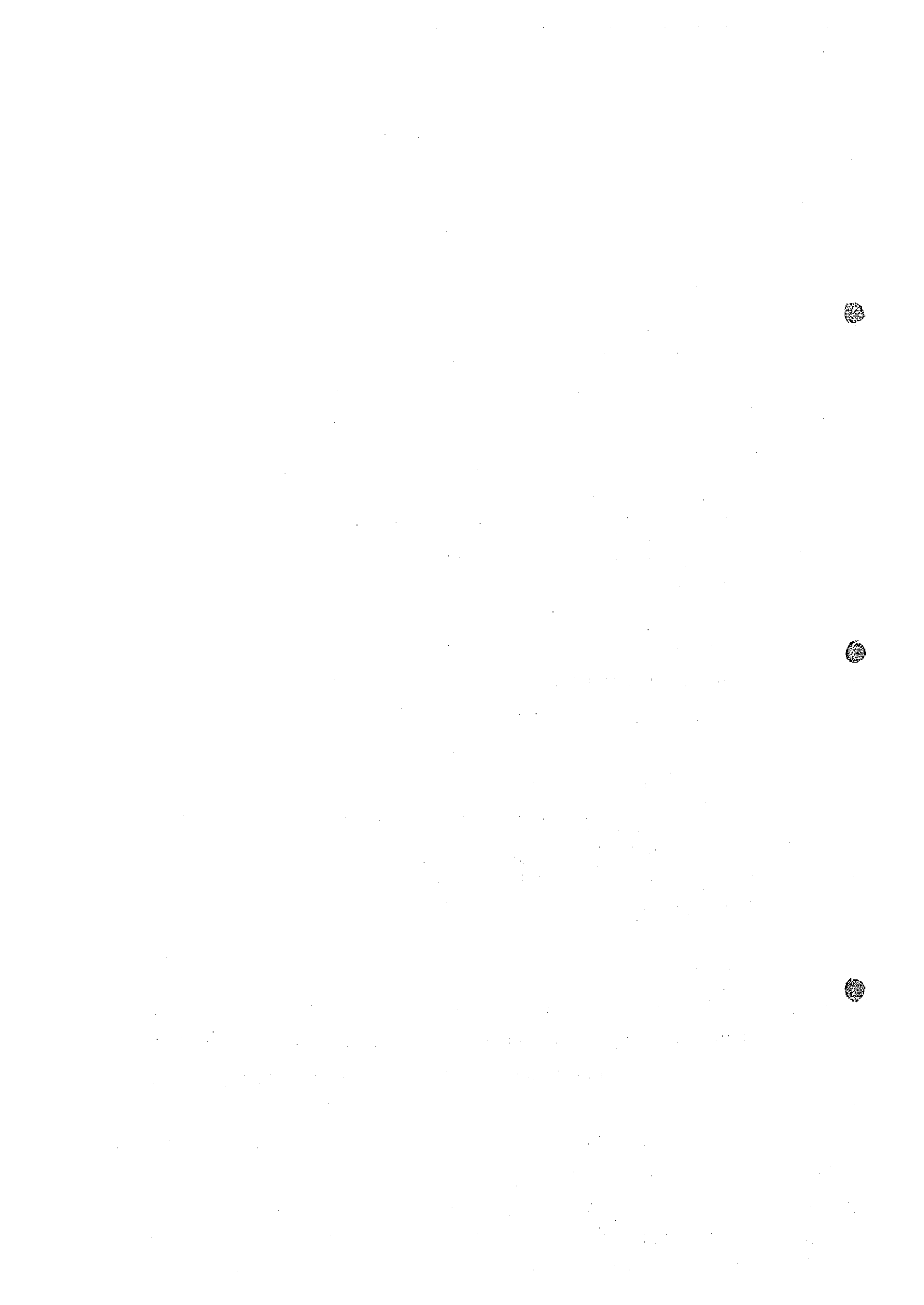
本調査は、マニラ首都圏における洪水防御・内水排除を目的としたフレームワークプランの策定、このフレームワークプランの枠組の中で選定したマスタープランの策定、さらに緊急度の高いプライオリティプロジェクトの策定を含んでいます。

本最終報告書は、3巻より構成されています。第1巻は、主報告書で全調査結果の要約計画策定の詳細な手順、及び結論と勧告等を記述しています。第2巻はサポーティングレポートで、各専門分野の詳細な調査内容を記述しています。第3巻はデータ集で、水文資料、地質・土質試験結果、測量結果等を編集したものです。

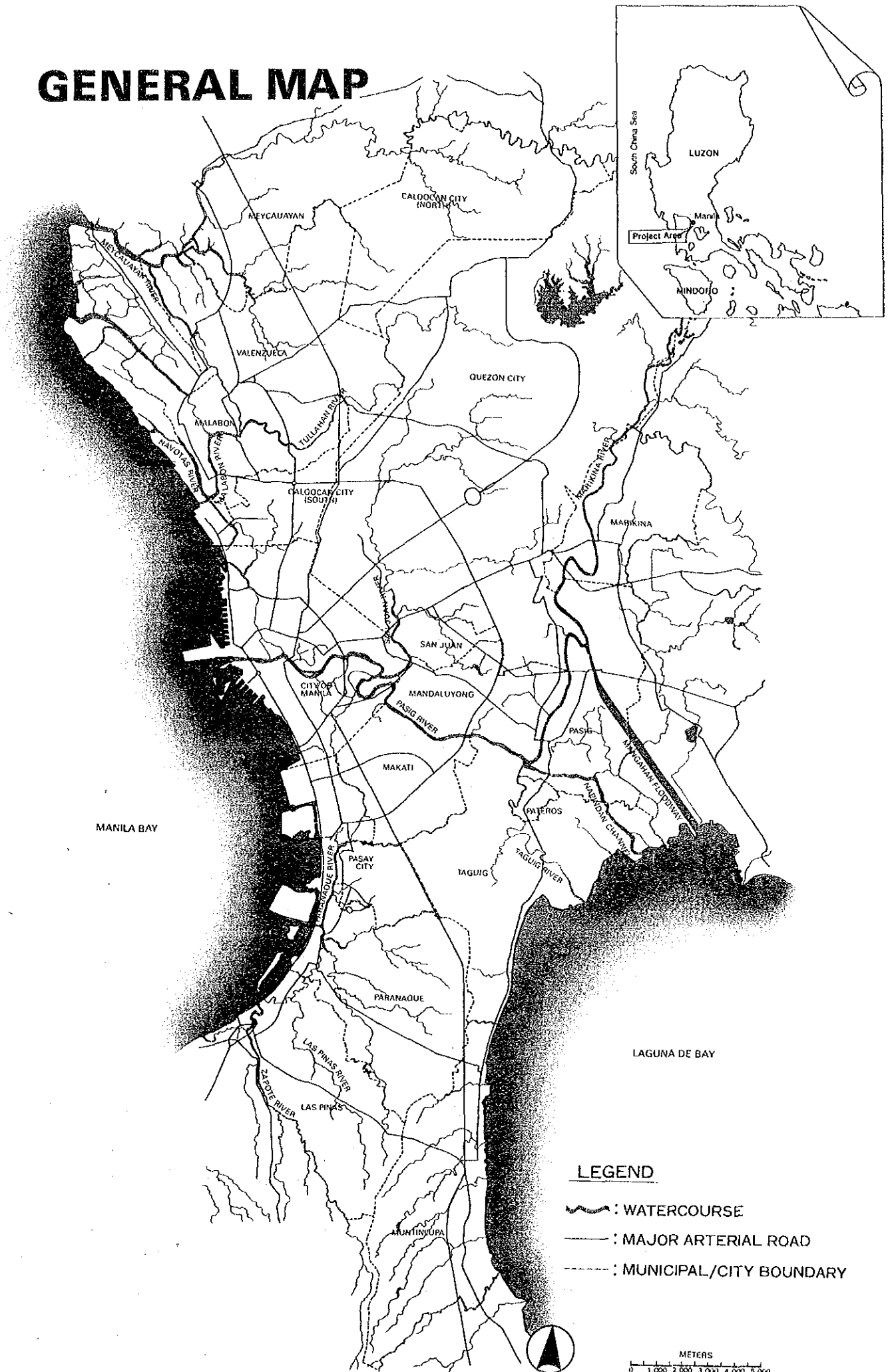
本報告書を提出するにあたり、全調査期間に渡って多大なご支援を賜った貴事業団、作業監理委員会、外務省、建設省、在フィリピン日本大使館の諸賢ならびにフィリピン国政府諸機関各位に対し、心から感謝の意を表するとともに、本調査の成果がマニラ首都圏のみならずフィリピン国の社会経済発展の一助となることを希望する次第であります。

調 査 団 長

阿 部 勝 久



GENERAL MAP

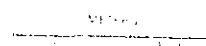


GENERAL MAP



LEGEND

- - - : WATERCOURSE
- : MAJOR ARTERIAL ROAD
- · · : MUNICIPAL/CITY BOUNDARY





要 約



1. 序

1.1 調査対象域及び調査目的

本調査の調査対象域は、マニラ首都圏及びその周辺域約981km²の地域である。

調査の目的は、マニラ首都圏及びその周辺域における洪水防御及び内水排除対策について、将来の総合治水対策のフレームワークプランについて検討すると共に、西暦2020年を目標年度としたマスタープランを策定し、併せて、優先地域に対しフィージビリティ調査を実施する事である。

1.2 洪水防御及び内水排除対策の経緯

フィリピン国の行政、経済の中心であるマニラ首都圏は、4つの市(City)と13の区(Municipality)より成り、人口約600万人である。当地域は洪水防御及び内水排除対策の不備により、毎年の如く被害を受けている。

首都圏を貫流するパシグ・マリキナ川の洪水防御計画は1954年に策定されたマリキナ多目的ダム計画が最初であった。これに引き続き、マリキナ川上流の洪水をラグナ湖に分流するマンガハン放水路計画、パシグ川の塩水の浸入を防止すると共にラグナ湖の洪水時湖水を排水するナピンダン水門、河道の浚渫及びリバーウォールの建設を主体としたパシグ川改修計画等の調査/事業が実施されて来た。

一方、内水排除対策については、1952年に策定された首都圏に対する排水計画のマスタープランを契機として、マニラ市中心部におけるポンプ場の建設が1974年から開始され、現在、10ヶ所のポンプ場がある。又、他の地域においても、堤防や排水ゲート等の建設が実施されて来た。

このように、種々の対策が実施されて来たが、近年の都市域の急速な拡大及び人口の増加及びこれに伴う洪水、排水対策の不備により首都圏の洪水被害状況は悪化して来た。又、パシグ・マリキナ川やその他河川の疎通能力の不足、低地における排水路と施設的能力不足も氾濫被害発生の原因である。

こうした状況を考えると、洪水・氾濫被害を減少させるため、早急な対策の樹立が望まれる。

1.3 洪水被害状況

マニラ首都圏は、河川の疎通能力不足及び内水排除施設の不備により、毎年の如く洪水被害を豪ってきた。特に1948年、1966年、1967年、1970年、1972年、1977年、1986年及び1988年の洪水時には甚大な被害を豪った。

台風ミディン (Miding) によってもたらされた1986年洪水時の被害は、近年における最大のものであり、マニラ首都圏の14.5%にあたる86.7km²の地域が被害を受けた。これに周辺域のカインタ及びタイタイ等の地域を含めると被害面積は103.6km²にのぼった。

又、台風ウンサン (Unsang) によってもたらされた1988年洪水時においてもマリキナ川の越水及びラグナ湖の高水位により、マリキナ川周辺及びラグナ湖岸域が甚大な被害を受けた。特に、マリキナ川サントニーニョ地点下流においては、右岸堤 (River Wall) が崩壊し、背後のプロビデント地区 (Provident Subdivision)は洪水流の浸入により壊滅的被害を受けた。

2. フレームワークプランの策定

2.1 計画基本条件

フレームワークプランは以下の基本条件により策定された。

完成目標年度

フレームワークプランは、マニラ首都圏が十分に都市化した遠い将来における洪水防御及び内水排除対策に関する総合的治水対策を策定する事であり、計画の完成目標年度は特に設定しない。

計画の安全度

フレームワークプランにおける計画の安全度は、フィリピン国における実績を参照し下記の確率を採用した。

- 河川の洪水防御計画 : 100年確率
- 内水排除計画 : 10年確率
- ラグナ湖周辺域 (East and West of Mangahan) : 既往最大水位 (40年確率相当)

2.2 計画の概要

洪水防御計画

河川の洪水防御については経済的見地、社会的見地より種々の代替案について比較検討し、以下の如く策定した。

パシグ・マリキナ川については、パシグ・マリキナ、サンファン川の河道改修、MCCGSの構築及びマリキナダム建設より成る案を最適案として採用した。

マラボン・トゥリヤハン川については、本川中上流部両岸域は都市化されており、洪水調節施設の用地獲得が不可能な事より、全区間河道改修で対処する事とした。

マンガハン放水路東部地域のブリ川、バホ川及びマハバ川の現況疎通能力は極端に小さく、掘削及び拡幅を主体とした河道改修で対処する。この場合、バホ川上流域の洪水流出量の1部をブリ川に分流する案の可否についても検討を得ない、バホ川本川の自流改修よりも建設費並びに移転家屋数が少ない事より、これを組み込んだ計画として策定した。下流部では湖岸堤に接続する背水堤方式を採用した。

サウスパラニヤケ・ラスピニャス川については、上流丘陵地域の開発が進み、また下流域は低平地で家屋密集地帯である為、河道改修により、洪水流を直接マニラ湾へ流出させることとした。

内水排除計画

対象域における内水排除計画は、基本的にポンプ場の建設及び排水路の改修よりなる機械排水方式により対処する。この場合マニラ湾、ラグナ湖及び河川の排水の影響を受ける区間については背水堤を考えた。その他の対策として、輪中堤 (Ring Dike) やカットオフ水路 (Cut-off Channel) 等は、各排水域の洪水特性、地形特性に応じ、必要な場合これ等を採用する事とした。

マニラとその近郊部については、新規ポンプ場の建設、既存ポンプ場の拡張、エステロ改修及び暗渠の敷設のさらなる実施を提案した。

マラボン・ナボタス地区は、河川の洪水よりマニラ湾の高潮位に支配される為、輪中堤 (Ring Dike) を構築し、内水はポンプ場の建設及び既存の排水路の改修により処理することとした。

マンガハン放水路の東部及び西部両地区は、排水施設の不備もさる事ながら、ラグナ湖の高水位による流水の浸入に支配されている。提案したパラニヤケ放水路の建設によ

り、既往最大湖水位 14.03mが 12.50mに下がる。この湖水位に対処するため、天端高が 14.20mの湖岸堤を構築する他、内水対策としてポンプ場、排水路、背水堤、さらに調整池を建設する。

パラニャケ・ラスピニャス地区については、排水路の改修はもとより、エステロ トリパ デ ガリニャ下流端に構築されたポンプ場からの排水が下流パラニャケ川両岸域の氾濫を悪化させている為、カットオフ水路の構築によりポンプ場からの排水を直接マニラ湾へ抜く事とした。

バレンズエラの湛水もマニラ湾の高潮に起因するため、マラボン・ナボタス地区同様、輪中堤を建設する。

他の地域は基本的な内水処理施設、即ち、ポンプ場の建設、排水路の建設/改修、背水堤の建設で対処する。

2.3 事業費

フレームワークプランの総事業費は、1988年10月価格水準で $21,860 \times 10^6$ ペソである。その内訳は河川の洪水防御施設 $8,205 \times 10^6$ ペソ、内水排除施設 $9,655 \times 10^6$ ペソ、パラニャケ放水路 $4,000 \times 10^6$ ペソである。尚、この事業費には物価上昇分は含まれていない。

3. マスタープランの策定

3.1 計画基本条件

マスタープランは以下の基本条件により策定される。

完成目標年度

西暦 2020 年を完成目標年度として設定する。

施設計画条件

フレームワークプランにおいては、財政的制約を考えず、遠い将来におけるマニラ首都圏の総合治水対策の枠組みについて検討したが、マスタープランにおいては2020年迄の投資可能額を推定し、実現可能な計画を策定するものとする。

尚、パラニャケ放水路は、多大な建設費を要する事より、マスタープランに含まれな

い。

3.2 計画の概要

洪水防御計画

パシグ・マリキナ川に対する洪水防御計画はフレームワークプランと全く同じである。一方、他の河川、即ち、マラボン・トゥリヤハン川、ブリ・バホ・マハバ川及びサウスパラニャケ・ラスピニャス川では、施設構成要素は同じであるが、施設規模はフレームワークプランより減少させ30年確率とした。

この構造物対策に加えて、非構造物対策の一環として、パシグ・マリキナ川に洪水警報システムの導入を計画した。

内水排除計画

マニラ市及びその近郊部においては、現況施設で既に5年確率の安全度を有しており、現在実施中のポンプ場の新規建設並びに排水路の改修の完成により安全度は10年確率程度に向上する事より、特に新規の計画は策定しない。

マンガハン東西地区及びマラボン・ナボタス地区は5年確率洪水に対処できるよう計画する。ただし、マラボン・ナボタス地区にあるダガット・ダガタンには5年確率の排水施設が既にあるため、計画に含めない。

他の地域においては、計画の安全度を3年確率とした。この全ての地域において、施設構成要素はフレームワークプランと同様である。

3.3 実施計画及び事業費

実施計画

マスタープランで策定された洪水防御計画及び内水排除計画は1991年から2020年にかけての30年間で下記の3段階に分けて実施される。

実施段階	内水排除施設	河川改修
第1段階 (1991-2000)	・マンガハン東部地区 ・マンガハン西部地区 ・マラボン・ナボタス地区 (第一期区域)	・パシグ・マリキナ川 (マンガハン下流)
第2段階 (2001-2010)	・サンファン地区 ・マンダルヨン・パシグ地区 ・マリキナ地区 ・バラニャケ・ラスビニャス地区 ・バレンズエラ地区 ・マラボン・ナボタス地区 (残りの区域)	・パシグ・マリキナ川 (マンガハン上流)
第3段階 (2011-2020)	無し	・ブリ・バホ・マハバ川 ・マラボン・トゥリャハソ川 ・サウスバラニャケ・ラスビニャス川 ・サンファン川 ・マリキナダム建設

事業費

上記マスタープランで策定された計画の実施に要する総事業費は1988年10月価格基準で $13,523 \times 10^6$ ペソである。内訳は、河川の洪水防御施設 $7,390 \times 10^6$ ペソ、内水排除施設 $6,133 \times 10^6$ ペソである。尚、この事業費には、物価上昇分は含まれていない。

3.4 プロジェクト評価

年平均便益

当プロジェクトの便益は事業実施の有無の状況における洪水被害の差と考えられ、年平均便益(年平均被害軽減額)は 2.78×10^9 ペソと算定される。

経済評価

マスタープランは内部収益率(IRR)で17.3%と高い経済効率を有している。

財務評価

マスタープランの実施に要する総事業費は既述の如く $13,523 \times 10^6$ ペソである。一方、フィリピン国における年平均経済成長率を4%とした場合の洪水防御及び排水部門の投資可能総額は $14,060 \times 10^6$ ペソであり、財政的にも実施可能である。

環境影響評価

(1) 洪水防御施設

マスタープランにおいて策定された河川の洪水防御計画は、河道改修が主体であり、河道改修に含まれる護岸やリバーウォールあるいはパラペットの完成により、河川沿岸域の景観を大幅に改善する事となる。又、改修後、流水の円滑の疎通が可能となる事により、水質の改善が期待される。

大規模河川施設としては、パシグ・マリキナ川において計画されたマリキナコントロールゲート(MCGS)及び、マリキナダムがある。MCGSの構築により懸念される問題はマリキナ川上流の洪水流のラグナ湖への分流による湖水位の上昇であるが、これは、ナピンダン川の改修及び下流パシグ川の改修により、ラグナ湖水を排水する事により解消される。

一方、コンクリート重力ダムとして計画されたマリキナダムは、洪水調節を目的とするものであり、洪水時においてのみ貯水されるので、水質汚濁の懸念は無用である。しかしながら、ダムの建設に伴い約600戸の家屋移転が必要となる。

(2) 内水排除施設

マスタープランにおいて策定された内水排除計画は、排水路の改修、輪中堤の建設、ポンプ場とゲートの建設よりなっている。輪中堤の建設は、川岸・海岸へのアクセスを不便にするかもしれないが、湛水の円滑かつ速やかな排水により、水質改善はもとより、景観の改善が期待される。このように、施設の改善によって、周辺環境は以前の状態に較べて大幅に改善されよう。

4. 優先プロジェクトに対するフィージビリティ調査

マスタープランにおいて選定された下記3プロジェクトに対しフィージビリティ調査を行った。

- マンガハン東部及び西部地区の排水改善
- マラボン・ナボタス地区の排水改善
- パシグ川の河川改修

4.1 マンガハン東部及び西部地区の排水改善

4.1.1 計画の概要

マンガハン東部及び西部地区の排水改善計画は、湖岸堤の建設、河川改修及び内水排除施設の構築の3要素より成る。

湖岸堤の建設

湖岸堤は40年確率に相当する既往最大湖水位から当地域を守るために構築される。その線型は現況及び将来土地利用条件下における経済評価に基づき、その地盤高がEL 11.5m以上の地域を守るように設定した。湖岸堤は搬入材料で建設され、湖側には、波浪による浸食防止のため護岸を設ける。

湖岸堤は、ナピンダン川、マンガハン放水路によって3つの部分に別れ、橋梁で接続される。他の水路には樋門を設ける。

河川改修

ナピンダン川は、現況河幅を尊重し、河道浚渫及び築堤により底幅80mに改修し、ラグナ湖からパシグ川への流れを確保する。築堤は家屋の少ないラグナ湖サイドが土堤又、家屋の密集したパシグ河サイドにおいては、パラペットウォールで対処する事にする。土堤とパラペットの天端高は14.6mである。

一方、ブリ川、バホ川及びマハバ川については、マスタープランで策定された確率30年相当の河幅を確保し、背水堤のみにより対処する事とした。又、これらの河川からの洪水流は、マンガハン放水路沿いに新設されるマンガハン排水路を通してラグナ湖へ排水される。

内水排除施設

当地区の内水排除施設は5年確率で計画された。タギグ、ティパス、アンティポロ等の既存河川は、総延長35,000mの区間にわたり浚渫による改修を行うと共に開水路（総

延長18,000m)及び排水暗渠(総延長 1,500m)が新設される。

ポンプ場は9ヶ所で新設される。この内、6ヶ所のポンプ場においては排水効率の向上及び建設費の低下を目的として調整池(Regulation Pond)が附設される。又、湖岸堤と各河川の交差する地点並びにポンプ場には樋門(Sluice Gate)が附設される。

4.1.2 施設計画及び事業費

実施計画

湖岸堤の建設、河川改修及び内水排除施設の構築よりなる当地区の排水改善計画は、マスタープランにおいて作成された実施計画の枠組みに従い、4年間で建設される。

事業費

当地区の排水改善計画に要する総事業費は $2,812 \times 10^6$ ペソ (132.0×10^6 USドル) であり、このうち、外貨相当分が $2,058 \times 10^6$ ペソ (96.6×10^6 USドル) 又内貨相当分が 754×10^6 ペソ (35.4×10^6 USドル) である。

4.1.3 経済評価

年平均便益

フィージビリティ調査での年平均便益(事業実施による年平均被害軽減額)は1986年の現況土地利用状況に基づき算定し、その額は 430×10^6 ペソである。

経済評価

本プロジェクトの内部収益率(IRR)は16.8%である。

4.1.4 環境社会的影響

環境影響

湖岸堤が構築された場合、湖面積は12.50 mの高さで約1.5%減じ、水位が約0.8cm相当上昇すると考えられる。しかし、湖岸堤の建設とナピンドン川の改修は同時に行われるので、この水位上昇分はナピンドン川の改修によりカバー出来る。従って、湖水位の上昇に関しては、特に問題はない。又、ラグナ湖には養魚網(fish pen)が数多く見られるが、これらは標高9.5m以下の地区に存在し、一方湖岸堤は地盤標高11.50mの

高さに構築されるので問題ないと考えられる。

社会的影響

ビクタンとタイタイを結ぶ全長10.7kmに及ぶ湖岸堤の天端は道路として利用され、当地域の交通、輸送改善に貢献するであろう。又当地域はマニラ首都圏中心部に隣接しており、湖岸堤周辺域の土地の資産価値を上昇する効用も期待される。

4.2 マラボン・ナボタス地区の排水改善

4.2.1 計画の概要

輪中堤 (Ring Dike)

マラボン・ナボタス北岸地区に建設される輪中堤は、マニラ湾沿岸低標高地帯（全長 5,700m）、マラボン川沿い（全長 3,500m）、その他の地区（全長 6,700m）に、高潮防止を目的として構築される。いずれの場合も土堤(Earth Dike)で、マニラ湾沿岸沿いとマラボン川沿いの輪中堤は護岸が施される。

マラボン川南岸地区においても輪中堤がマラボン川沿い（全長 3,600m）、マニラ湾沿岸堤標高地帯（全長 1,100m）に北岸域と同様の構造で構築される。ナボタス川やエステロ・マララ沿いの両岸は土堤を建設する空き地がないので、パラペットウォールを合計8,500mにわたって構築する。

いずれの地区も、河川あるいは排水路との交叉する箇所には樋門(Sluice Gate)が建設される。

内水排除施設

当地区の内水排除施設は、5年確率で計画され、ポンプ場（6ヶ所）の建設、既存排水路の改修及び新設よりなる。又ポンプ形式は経済的見地より、水中ポンプを採用した。

閘門

ナボタス川は舟運に利用されている為、河口（タンザ附近）に数千重量トンクラスの舟運可能な閘門を建設する。ゲートはスパン長20mのローラータイプである。

4.2.2 実施計画及び事業費

実施計画

輪中堤の建設、内水排除施設の構築及び閘門の建設よりなる当地区の排水改善計画は、マスタープランにおいて作成された実施計画の枠組みに従い4年間で建設される。

事業費

当地の排水改善計画に要する総事業費は、 $1,115 \times 10^6$ ペソ (52.4×10^6 USドル) であり、このうち外貨相当分が 762×10^6 ペソ (35.8×10^6 USドル)、内貨相当分が 353×10^6 ペソ (16.6×10^6 USドル) である。

4.2.3 経済評価

年平均便益

当プロジェクトの年平均便益（年平均被害軽減額）は、 159×10^6 ペソである。

経済評価

本プロジェクトの内部収益率（IRR）は、15.9%と高い。

4.2.4 環境・社会的影響

環境影響

本事業の実施により懸念される問題は、舟運と水質悪化である。舟運については既述の如く、閘門が建設され、舟運に支障はない。又、水質悪化については、輪中堤に付帯する樋門は通常時オープンされ、又、洪水時にも閘門はオープン可能であることを考えると、これらの建設により水質が悪化する事はほとんどないと考えられる。

社会的影響

マラボン・ナボタス地区には、養魚場（Fish Pond）が数多く存在し、又低標高地帯には未利用地が多い。本プロジェクトの実施により、内水問題は解消され、居住地あるいは農地として、従来の未利用地が開発される事が期待される。

4.3 パシグ川の河川改修

4.3.1 計画の概要

河道改修

パシグ川は、30年確率の安全度で改修される。沿川の両岸は、首都圏の行政、経済の中心部として高度に発達した人口密集地帯であり、拡幅は不可能であるので、現法線形状に沿った掘込河道として計画する。又、マリキナ コントロール ゲート (MCGS) 上流約2km区間及びサンファン川河口附近約3km区間の排水区間も同時に改修される。

計画高水位は、現在の河川利用状況並びに橋梁、内水排除施設、その他の河川構造物状況を勘案し、現地盤高とほぼ同じ高さに設定した。又計画川床高は、河口における海部との接続を考慮して、河口部で5.0mとし、現河川の河床勾配とほぼ同じ勾配で設定した。

横断形状は、基本的に法勾配1:1の台形であり、両岸はコンクリート護岸が施される。又、両岸の川岸には、リバーウォールあるいはパラペットが構築される。

マリキナ コントロール ゲート (MCGS)

MCGSは、マンガハン放水路の分流量 $2,400\text{m}^3/\text{s}$ を可能にすべく、放水路分流点下流に建設される。附設されるゲートはスパン長17.5mのローラータイプである。

4.3.2 実施計画及び事業費

実施計画

河道改修、MCGSの建設よりなる本プロジェクトは、マスタープランにおいて作成された実施計画の枠組みに従い5年間で建設される。(図-8参照)

事業費

本プロジェクトの実施に要する事業費総額は $1,401 \times 10^6$ ペソ (65.8×10^6 USドル) であり、このうち外貨相当分が 927×10^6 ペソ (43.5×10^6 USドル)、又内貨相当分が 474×10^6 ペソ (22.3×10^6 USドル) である。

4.3.3 経済評価

年平均便益

当プロジェクトの年平均便益（年平均被害軽減額）は、 198×10^6 ペソである。

経済評価

本プロジェクトの内部収益率は、16.1%と高い経済効率を示している。

4.3.4 環境・社会的影響

環境影響

本事業は浚渫及び護岸・パラペットの建設等の河道改修とMCGSの建設よりなる。

この内、MCGSに関しては、環境上問題はない。河川改修に関しては、洪水被害の軽減だけでなく、連続した護岸、パラペット等が施工される事により、沿川の景観が改善されるばかりでなく、流水の円滑な疎通により水質も改善されるであろう。このように、提案した計画は、環境面から見ても十分と受け入れられるものとなっている。

社会的影響

パシグ川下流沿川は、首都圏の中心部であるばかりでなく、フィリピン国の行政、経済の中心でもあり、中枢となる官庁、その他重要施設が数多く存在する。このような、重要な地域に位置するパシグ川の改修事業は単に洪水被害の軽減といった経済的な効用のみでなく、経済活動の推進、生活環境の改善等、社会的観点から大きな効用を有すると考えられる。

計画諸元

1. フレームワークプラン及びマスタープラン

A. 洪水防御計画

(1) パシグ・マリキナ川

a. 河川改修

河川 区間名	区間 距離 (m)	フレームワークプラン(100年確率)		マスタープラン (100年確率)	
		計画流量 (m^3/s)	工事	計画流量 (m^3/s)	工事
パシグ川	18,495	1,150 500	浚渫 補修	フレームワークプランに同じ	
マリキナ川下流	6,790	500	同上	フレームワークプランに同じ	
マリキナ川上流	20,565	2,900	浚渫 築堤	フレームワークプランに同じ	
サファソ川 (支川)	10,653	900	浚渫	フレームワークプランに同じ	

b. 構造物

構造物	フレームワークプラン(100年確率)	マスタープラン (100年確率)
マリキナ堰(MCGS)	ローラーゲート 高さ10.1 m x 幅 17.5 m x 2 門	フレームワークプランに同じ
マリキナダム	コンクリート重力ダム ダム高70m オリフィス型洪水吐	フレームワークプランに同じ
パンダカン橋 (付替)	鋼製プレートガーダー スパン 137.6m x 幅 5.4 m	フレームワークプランに同じ

(2) マラボン・トゥリヤハン川

河川 区間名	区間 距離 (m)	フレームワークプラン(100年確率)		マスタープラン (30年確率)	
		計画流量 (m^3/s)	工事	計画流量 (m^3/s)	工事
マラボン川	5,430	570-520	浚渫 補修 築堤	500-450	浚渫 補修 築堤
トゥリヤハン川	20,500	480-240	浚渫 築堤	420-210	浚渫 築堤

(3) プリ・バホ・マハバ川

河川 区間名	区間 距離 (m)	フレームワークプラン(100年確率)		マスタープラン (30年確率)	
		計画流量 (m^3/s)	工事	計画流量 (m^3/s)	工事
プリ川 (支川を 含む)	19,900	330-80	浚渫 築堤	270-50	浚渫 築堤
バホ川	7,450	335-280	同上	275-230	同上
マハバ川	5,000	190	同上	160	同上
マンガ 排水路	3,800	570-340	同上	470-280	同上

(4) サウスパラニャケ・ラスピニャス川

河川 区間名	区間 距離 (m)	フレームワークプラン(100年確率)		マスタープラン (30年確率)	
		計画流量 (m^3/s)	工事	計画流量 (m^3/s)	工事
サスパラニャ川 (ドンガ川を 含む)	6,500	630-200	浚渫 築堤	520-170	浚渫 築堤
ラスピニャス川	6,395	250-220	同上	210-180	同上

(5) ラグナ湖

構造物	区間距離 (m)	フレームワークプラン	マスタープラン
ナピンドン川 改修	5,242	浚渫 築堤 (計画湖水位:12.5m 堤防天端高:13.3m)	浚渫 築堤 (計画湖水位:13.8m 堤防天端高:14.6m)
湖岸堤	10,700	築堤 (計画湖水位:12.5m 湖岸堤天端高:14.2m)	築堤 (計画湖水位:13.8m 湖岸堤天端高:15.5m)
パラニャ 放水路	9,200	浚渫 (河床幅:60m)	-

B. 排水改善

(1) マニラとその近郊部(フレームワークプランのみ)

構造物	数量	計画流量 (m ³ /s)
ポンプ場(新設)	4ヶ所	20.8
樋門	3ヶ所	-
水路改修	14,600 m	59-12
暗渠建設	5,750 m	15-5

(2) マラボン・ナボタス

構造物	数量	計画流量 (m ³ /s)	
		フレームワークプラン (10年確率)	マスタープラン (5年確率)
輪中堤	22,000 m	-	-
ポンプ場	8ヶ所	76.1	62.1
水路改修	5,100 m	33-15	30-13
水路新設	5,600 m	38-15	34-13
暗渠新設	800 m	14	12
暗渠	1ヶ所	-	-
樋門	15ヶ所	-	-

(3) マンガハン東部

構造物	数量	計画流量 (m ³ /s)	
		フレームワークプラン (10年確率)	マスタープラン (5年確率)
ポンプ場	4ヶ所	31.1	27.0
樋門	4ヶ所	-	-
水路改修	1,100 m	18-13	17-11
開水路新設	7,300 m	20-8	18-7
調整池	2ヶ所	60,300 m ³	51,000 m ³

(4) マンガハン西部

構造物	数量	計画流量 (m ³ /s)	
		フレームプラン (10年確率)	マスタープラン (5年確率)
ポンプ場	5ヶ所	147.6	129.0
樋門	10ヶ所	-	-
水路改修	34,100 m	102-5	91-5
開水路新設	11,000 m	23-10	21-9
暗渠新設	1,450m	21-13	19-12
調整池	4ヶ所	775,500 m ³	642,000 m ³

(5) サンファン

構造物	数量	計画流量 (m ³ /s)	
		フレームプラン (10年確率)	マスタープラン (3年確率)
ポンプ場	9ヶ所	52.7	31.0
樋門	13ヶ所	-	-
水路改修	1,300 m	21	17
暗渠新設	12,300 m	44-7	36-6
背水堤	3,400 m	-	-

(6) マンダルーヨン・パシグ

構造物	数量	計画流量 (m ³ /s)	
		フレームプラン (10年確率)	マスタープラン (3年確率)
ポンプ場	3ヶ所	23.0	14.5
樋門	3ヶ所	-	-
水路改修	2,500 m	78-45	63-37
暗渠新設	8,800 m	24-8	19-7

(7) マリキナ

構造物	数量	計画流量	
		フレームワークプラン (10年確率)	マスタープラン (3年確率)
樋門	1ヶ所	-	-
開水路新設	1,000 m	14	11
暗渠新設	2,600 m	29-16	23-13

(8) パラニャケ・ラスピニャス

構造物	数量	計画流量	
		フレームワークプラン (10年確率)	マスタープラン (3年確率)
ポンプ場	2ヶ所	19.8	12.5
樋門	8ヶ所	-	-
水路改修	4,800 m	52-24	42-19
開水路新設	150 m	39	39
カット 水路	500 m	59	59

(9) バレンズエラ

構造物	数量	計画流量	
		フレームワークプラン (10年確率)	マスタープラン (3年確率)
ポンプ場	3ヶ所	10.9	0
樋門	1ヶ所	-	-
輪中堤	8,000 m	-	-
水路改修	12,900 m	51-12	42-10
開水路新設	500 m	2	0

II. 優先プロジェクト（フィージビリティ調査）

A. マンガハン東西部排水改善

(1) 湖岸堤

構造物	数量	適用
土堤 (護岸)	10,700 m	天端高15.5 m, 幅9.1m, 高さ4 m
樋門	5ヶ所	ポンプ場に付属
管理橋	4ヶ所	延長240 m - 30 m

(2) 河川改修（背水堤）

構造物	区間延長(m)	適用
ナピンダン川 (浚渫/築堤)	5,242 m	パラペットウォール 2,494 m, 土堤 2,747 m
ブリ川 (築堤)	1,600 m	
バホ川 (築堤)	1,800 m	
マハバ川 (築堤)	2,400 m	
マンガハン排水路 (浚渫/築堤)	3,800 m	
ワ-ビク川 (浚渫/築堤)	800 m	

(3) 排水システム

構造物	数量	適用
水路改修	35,200 m	幅 46 m - 5 m
開水路新設	18,300 m	幅 20 m - 5 m
暗渠新設	1,450 m	幅 3m x 2連 もしくは 3連
樋門	9ヶ所	ポンプ場付属 4ヶ所 その他 5ヶ所
調整池	6ヶ所	合計容量 693,000 m ³
ポンプ場	9ヶ所	合計排水量 111 m ³ /s

B. マラボン・ナボタス地域排水改善

(1) マラボン川北部

構造物	数量	適用
海岸堤防（護岸有）	5,700m	天端高13.5m, 幅3m, 高さ2.5m
河川堤防（護岸有）	3,500m	天端高12.5m-13.5m, 幅3m 既存堤防1m嵩上
輪中堤（護岸無）	6,700m	天端高12.5m, 幅3m, 既存堤防1m嵩上
水路改修	600m	幅 12.0m
開水路新設	1,000m	幅 12.0m
ポンプ場新設	3ヶ所	総排水量 25.0m ³ /s
樋門（管）	7ヶ所	2ヶ所ポンプ場付属
閘門	1ヶ所	幅 20m, 延長 180m

(2) マラボン川南部

構造物	数量	適用
海岸堤（護岸有）	1,100m	天端高EL13.5m, 幅 3m, 高さ 2.5m
河川堤防（護岸有）	3,600m	天端高12.5m-13.5m, 幅3m 既存堤防の嵩上げ 1.0m
パラペットウォール	8,500m	天端高EL13.5m
水路改修	700m	幅 12-18m
開水路新設	900m	幅 13.0m
暗渠新設	800m	幅 2.7m 3連
ポンプ場新設	3ヶ所	総排水量 10.0m ³ /s
樋門（管）	5ヶ所	ポンプ場付属 3ヶ所 その他 2ヶ所

C. パシグ・マリキナ川河川改修

(1) 河川改修

河川区間	区間距離 (m)	設計流量 (m ³ /s)	改修パターン
河口～ サソソ川合流点	8,735	1,150	浚渫、既存のリバーウォール・パラペットウォールの嵩上げ、河岸保護工の補修 設計河床幅、450m～75m、1:1法面勾配の台形水路断面
サソソ川合流点 ～パソソ川合流点	9,760	500	既存リバーウォール及びパラペットウォールの嵩上げ、河岸保護工の補修。
パソソ川合流点 ～MCGS	5,580	500	原則として、改修不要であるが、河岸の鞍部に対しては、リバーウォール、パラペットウォールを設置する。
MCGS～ マンガハ放水路	1,210	500	浚渫及びパラペットウォール、リバーウォール、河岸保護工の設置。 設計河床幅75m、1:1法勾配の台形水路断面。
マンガハ放水路 の上流域	1,050	2,900	浚渫及びパラペットウォール、リバーウォール、河岸保護工の設置。 設計河床幅 114m、1:1法勾配の台形水路断面。

(2) マリキナ堰(MCGS) の設置

場所	: マンガハン放水路分流点下流 (マリキナ川 Sta. 5+425)
ゲート	: ローラタイプ 高さ10.1m x 幅17.5 x 2門

(3) パンダカン橋の付け替え

場所	: パシグ川 (Sta. 7+990)
タイプ	: 鋼製プレートガーダー 長さ137.6m x 幅5.4m

メトロマニラ メインレポート 目 次

全体図

要約	ページ
第1章 序論	1
1. 1 序	1
1. 2 調査の概要	2
1. 2. 1 調査対象地域	2
1. 2. 2 調査の目的	2
1. 2. 3 調査実施体制	2
第2章 プロジェクトの背景	3
2. 1 国家及び地域開発政策	3
2. 2 組織と行政	3
2. 3 人口と労働力	5
2. 4 地形と地質	6
2. 5 気象・水文	7
2. 6 インフラ	8
2. 7 地域経済	10
第3章 基礎調査	12
3. 1 現況及び将来土地利用	12
3. 2 適用可能な非構造物対策	13
3. 3 地盤沈下	14
3. 4 水文・水理	16
3. 4. 1 降雨解析	16
3. 4. 2 流出解析	17
3. 4. 3 ラグナ湖の確率水位	19
3. 4. 4 マニラ湾潮位	20
3. 5 河川及び排水システム	20
3. 5. 1 概要	20
3. 5. 2 河川	21
3. 5. 3 排水域	22

3. 6	疎通能力	25
3. 6. 1	河川	25
3. 6. 2	排水システム	26
3. 7	水質	34
3. 7. 1	主要河川の水質	34
3. 7. 2	排水路の水質	35
3. 8	氾濫状況	36
3. 8. 1	洪水の頻度と氾濫域	36
3. 8. 2	氾濫の原因	36
3. 9	財政状況	37
第4章	プロジェクト策定の基本概念	39
4. 1	フレームワークプラン	39
4. 2	マスタープラン	39
4. 3	優先プロジェクト	39
第5章	フレームワークプラン	40
5. 1	調査の前提と条件	40
5. 2	提案計画	42
5. 2. 1	河川計画の諸元	42
5. 2. 2	排水計画の諸元	46
5. 3	建設事業費	51
第6章	マスタープラン	52
6. 1	調査の前提と条件	52
6. 2	代替案の内容	53
6. 3	代替案の検討	53
6. 4	マスタープランの策定	54
6. 4. 1	最適計画の選定	54
6. 4. 2	提案計画の諸元	58
6. 4. 3	実施計画	64
6. 4. 4	実施組織体制	66
6. 4. 5	建設事業費	67

6. 4. 6	年平均便益	68
6. 4. 7	経済評価と環境評価	71
第7章 優先プロジェクトのフィージビリティ調査		74
7. 1	優先地域／プロジェクトの選定	74
7. 2	マンガハン東西部の排水改善計画	74
7. 2. 1	湖岸堤の線型	74
7. 2. 2	排水域の現況	75
7. 2. 3	計画条件	76
7. 2. 4	代替案の検討	77
7. 2. 5	最適案の諸元	79
7. 2. 6	主要構造物の予備設計	81
7. 2. 7	実施組織体制	84
7. 2. 8	工事实施計画と建設事業費	85
7. 2. 9	経済評価	85
7. 2. 10	環境・社会経済への影響	87
7. 3	マラボン・ナボタスの排水改善計画	88
7. 3. 1	排水域の現況	88
7. 3. 2	計画条件	88
7. 3. 3	代替案検討	90
7. 3. 4	最適案の諸元	92
7. 3. 5	主要構造物の予備設計	93
7. 3. 6	実施組織体制	95
7. 3. 7	工事实施計画と建設事業費	96
7. 3. 8	経済評価	96
7. 3. 9	環境・社会経済への影響	97
7. 4	パシグ・マリキナ川河川改修計画	99
7. 4. 1	対象区間	99
7. 4. 2	計画条件	99
7. 4. 3	計画高水位の設定	100
7. 4. 4	MCGSの必要性の確認	101

7. 4. 5	河川改修計画	102
7. 4. 6	主要構造物の予備設計	104
7. 4. 7	実施組織体制	106
7. 4. 8	工事実施計画と建設事業費	107
7. 4. 9	経済評価	107
7. 4. 10	環境・社会経済への影響	108
第8章	結論と勧告	109

表リスト

表番号	表題
1. 1-1	作業管理委員会と調査団メンバー
2. 1-1	GDP と一人当たりのGDP の成長目標
2. 3-1	NCR の人口 (1948-1980)
2. 3-2	フィリピン国とNCR の労働参加率と就業率
2. 5-1	PAGASAによる熱帯性低気圧の分類
2. 7-1	国民総生産と地域総生産(1972 年価格)
2. 7-2	セクター別NCR 地域総生産
3. 1-1	1986年土地利用状況
3. 1-2	2020年土地利用状況
3. 3-1	地下水位と地盤沈下
3. 4-1	河川流域の確率流域平均2日雨量
3. 4-2	サントニーニョ地点の年最大流量
3. 4-3	各土地利用の流出係数とCの値
3. 4-4	2020年土地利用下の小排水域の確率流量
3. 4-5	1986年土地利用下の優先排水域の確率流量
3. 4-6	年最大湖水位
3. 5-1	排水区と排水方法
3. 6-1	マニラと近郊部のポンプ能力、疎通能力、5年、10年確率流量の比較
3. 7-1	水質基準値
3. 9-1	NCR の洪水防御・排水事業関係支出の予測
4. 1-1	フレームワークプラン、マスタープラン、優先プロジェクトの計画基準
5. 3-1	フレームワークプランの建設費
6. 3-1	河川による洪水氾濫水位
6. 3-2	内水氾濫水位
6. 3-3	2020年土地利用下での代替案のB/C
6. 4-1	プロジェクトの規模と投資コスト
6. 4-2	提案した委員会の構成
6. 4-3	提案した技術検討委員会(TWG) の構成

- 6. 4-4 提案した実施機関の責務
- 6. 4-5 工種別単価
- 6. 4-6 提案プロジェクトの建設費
- 6. 4-7 年間維持管理及び付替経費
- 6. 4-8 各流域の資産平均単価（土地利用条件2020年）
- 6. 4-9 マスタープランの年平均便益の詳細
- 6. 4-10 マスタープランのキャッシュフロー
- 6. 4-11 洪水防御事業による環境への影響評価結果
- 6. 4-12 排水改善事業による環境への影響評価結果
- 7. 1-1 1986年土地利用下の代替案のB/C
- 7. 2-1 マンガハン東西地区における最適なポンプと調整池の諸元
- 7. 2-2 マンガハン東西地区における計画排水路の諸元
- 7. 2-3 マンガハン東西地区における計画樋門（管）の諸元
- 7. 2-4 提案プロジェクトの設計と建設に必要な人員とその役割
- 7. 2-5 提案プロジェクトの維持管理に必要な人員とその役割
- 7. 2-6 マンガハン東西地区排水改善プロジェクト最適案の工費詳細
- 7. 2-7 マンガハン東西地区排水改善プロジェクト工費支出計画
- 7. 2-8 マンガハン東西地区のプロジェクト有無による氾濫水位
- 7. 2-9 マンガハン東西地区排水改善プロジェクトの年平均便益の計算
- 7. 2-10 マンガハン東西地区排水改善プロジェクトのキャッシュフロー
- 7. 3-1 マラボン川南部排水システムの代替案費用詳細
- 7. 3-2 マラボン・ナボタス地区の計画排水路の諸元
- 7. 3-3 マラボン・ナボタス地区の計画樋門（管）諸元
- 7. 3-4 マラボン・ナボタス地区排水改善プロジェクトの最適案の工費詳細
- 7. 3-5 マラボン・ナボタス地区排水改善プロジェクト工費支出計画
- 7. 3-6 マラボン・ナボタス地区のプロジェクト有無による氾濫水位
- 7. 3-7 マラボン・ナボタス地区排水改善プロジェクトの年平均便益の計算
- 7. 3-8 マラボン・ナボタス地区排水改善プロジェクトのキャッシュフロー
- 7. 4-1 堤内地の土地利用と地形
- 7. 4-2 パシグ・マリキナ川改修プロジェクト最適案の工費詳細

- 7. 4-3 パシグ・マリキナ川改修プロジェクト工費支出計画
- 7. 4-4 パシグ・マリキナ川改修プロジェクトの年平均便益の計算
- 7. 4-5 パシグ・マリキナ川改修プロジェクトのキャッシュフロー

図リスト

図番号	図題
1. 1-1	調査スケジュール
2. 2-1	政府組織図
2. 4-1	調査対象地域の地質
2. 4-2	調査対象地域の地質横断
2. 5-1	フィリピンの気象区分
2. 5-2	等年雨量線と主要観測所の月雨量分布
2. 5-3	気温、相対湿度及び蒸発量の月変動
3. 1-1	調査対象地域の排水域
3. 1-2	1986年土地利用図
3. 1-3	2020年土地利用図
3. 2-1	総合治水対策の構成要素
3. 3-1	測量結果と地下水位の変動
3. 4-1	調査対象地域の流域区分
3. 4-2	ポートエリア観測所の計画降雨波形
3. 4-3	調査対象地域の小排水域区分
3. 4-4	貯留関数法によるマリキナ川の100年確率流量波形
3. 4-5	2020年土地利用下の河川流域の確率流量
3. 4-6	1986年土地利用下の河川流域の確率流量
3. 5-1	マニラと近郊部の排水システム
3. 5-2	ダガット・ダガタンの排水システム
3. 8-1	1986年氾濫域図
5. 2-1	フレームワークプランの計画洪水流量(パシグ・マリキ川、マラボン・トゥリヤハン川)
5. 2-2	マリキナ水門(MCGS)
5. 2-3	マリキナダム
5. 2-4	マラボン・トゥリヤハン川流域のフレームワークプラン
5. 2-5	ブリ・バホ・マハバ川流域のフレームワークプラン

- 5. 2-6 フレームワークプランの計画洪水流量(プリ・バホ・マハバ川、サウスパラニャケ・ラスピニャス川)
- 5. 2-7 サウスパラニャケ・ラスピニャス川流域のフレームワークプラン
- 5. 2-8 提案排水システムのレイアウト
- 5. 2-9 フレームワークプラン位置図
- 6. 4-1 最適案位置図 (マスタープラン)
- 6. 4-2 パシグ・マリキナ、サンフアン川の100年確率氾濫域図
- 6. 4-3 流量配分図 (河川計画用)
- 6. 4-4 提案洪水防御計画 (河川計画用)
- 6. 4-5 提案排水システムのレイアウト
- 6. 4-6 マスタープラン実施計画
- 6. 4-7 マスタープラン実施のための組織
- 6. 4-8 DPWH-NCRの洪水防御・排水関連の提案組織
- 7. 2-1 湖岸堤の線形の代替案
- 7. 2-2 マンガハン東西地区の小排水域
- 7. 2-3 マンガハン東西地区の計画流量
- 7. 2-4 マンガハン東西地区の施設配置
- 7. 2-5 湖岸堤の標準断面
- 7. 2-6 排水堤の計画断面
- 7. 2-7 ポンプ場の標準図
- 7. 2-8 調整池、ポンプ場及び樋門 (管) の一般配置図
- 7. 2-9 調整池、ポンプ場及び樋門 (管) の概念図
- 7. 2-10 樋門 (管) の標準図
- 7. 2-11 管理橋一般図
- 7. 2-12 マンガハン東西地区排水改善プロジェクトの工事工程
- 7. 3-1 マラボンーナボタス地区の小排水域
- 7. 3-2 マラボンーナボタス地区の開発と氾濫状況
- 7. 3-3 マラボンーナボタス地区の最適排水システム
- 7. 3-4 マラボンーナボタス地区の施設配置
- 7. 3-5 輪中堤の標準断面

- 7. 3—6 計画河川堤防とパラペットウォール
- 7. 3—7 ポンプ場の標準図
- 7. 3—8 樋門（管）の標準図
- 7. 3—9 ナボタス閘門の一般図
- 7. 3—10 マラボン—ナボタス排水改善プロジェクトの工事工程
- 7. 4—1 計画高水位
- 7. 4—2 パシグ川沿の既存港湾施設
- 7. 4—3 パシグ川沿の既存河川施設
- 7. 4—4 三検討ケースの流量配分
- 7. 4—5 計画流量配分図
- 7. 4—6 改修計画の線形
- 7. 4—7 改修計画の縦断図
- 7. 4—8 パシグ・マリキナ川の改修断面
- 7. 4—9 パンダカン橋の付替一般図
- 7. 4—10 パシグ・マリキナ川河川改修プロジェクトの工事工程

略号および語集

1. 行政組織及び関連機関

ADB	Asian Development Bank
ASEAN	Association of Southeast Asian Nations
BCGS	Bureau of Coast and Geodetic Survey
BDCC	Barangay Disaster Coordinating Council
BPW	Bureau of Public Works
BTr-DOF	Bureau of Treasury, Department of Finance
CB/CBP	Central Bank of the Philippines
CDCC	City Disaster Coordinating Council
DBM	Department of Budget and Management
DCC	Disaster Coordinating Council
DND	Department of National Defense
DPWH	Department of Public Works and Highways
DSWD	Department of Social Welfare and Development
GCMCC	Government Corporate Monitoring and Coordinating Committee
GOJ	Government of Japan
GOP	Government of the Philippines
IBRD	International Bank for Reconstruction and Development
IMF	International Monetary Fund
INP	Integrated National Police
JICA	Japan International Cooperation Agency
LLDA	Laguna Lake Development Authority
MMC	Metro Manila Commission
MMDCC	Metro Manila Disaster Coordinating Council
MMINUTE	Metro Manila Infrastructure, Utilities and Engineering
MND	Ministry of National Defense
MWSP	Manila Water Supply Project
MWSS	Metropolitan Waterworks and Sewerage System
NCR	National Capital Region, DPWH
NCSO	National Census and Statistics Office
NDCC	National Disaster Coordinating Council
NEDA	National Economic and Development Authority
NHA	National Housing Authority
NPC	National Power Corporation
NPCC	National Pollution Control Committee
NWRB	National Water Resources Board
OCD	Office of Civil Defense
ODA	Overseas Economic Assistance
OECF	Overseas Economic Cooperation Fund
PAGASA	Philippine Atmospheric, Geophysical and Astronomical Services Administration
PNRC	Philippine National Red Cross
POCC	Provincial Disaster Coordinating Council
PREMIUMED	Program for Essential Municipal Infrastructure, Utilities, Maintenance and Engineering Development
PROGRESS	Program to Reduce and Eliminate Sewerage from Streets

2. 長さ

mm	millimeter
cm	centimeter
m	meter
km	kilometer

3. 面積、体積及び重量

cm ² , sq.cm.	square centimeter
m ² , sq.m.	square meter
km ² , sq.km.	square kilometer
m ³ , cum	cubic meter
10 ⁶ m ³	million cubic meters (also MCM)
l, ltr	liter
Ml	million liters
kg	kilogram
t	ton

4. 速度 他

kg/m ²	kilogram per square meter
m ³ /s	cubic meter per second (also cumecs)
m ³ /day	cubic meter per day
m/s	meter per second
m/hr	meter per hour
km/hr	kilometer per hour

5. 通貨

₱	Philippine Peso
¥	Japanese Yen
\$	United States Dollar (US\$)

6. その他

BM	Bench Mark
BOD	Biochemical Oxygen Demand
DO	Dissolved Oxygen
EL	Elevation above MSL
MSL	Mean Sea Level
GDP	Gross Domestic Product
GNP	Gross National Product
GRDP	Gross Regional Domestic Product
MANAVA	Malabon, Navotas and Valenzuela municipalities
PAMPS	Preliminary Alternative Master Plan Strategy (for the Metro Manila Integrated Urban Drainage)
PD	Presidential Decree
pH	Degree of acidity
X-sec	Cross Section
DL	Datum Line
CHB	Concrete Hollow Block
RC	Reinforced Concrete
PC	Prestressed Concrete
MCGS	Marikina Control Gate Structure
NHCS	Napindan Hydraulic Control Structure
EIA	Environmental Impact Assessment

第1章 序論

1.1 序

4つの市と13の地方自治体を含む人口600万人以上のメトロマニラは、フィリピンにおける政治、経済の中核である。この地域において最も深刻な問題の一つは、慢性的な洪水である。

メトロマニラにおける洪水は、パシッグ・マリキナ川や他の小河川の氾濫と、内水域の排水施設の能力不足あるいは不備という2つの主要な原因によって起きている。河川の氾濫は内水氾濫ほど頻繁には発生しないが、ひとたび起これば壊滅的な被害をもたらす。河川氾濫あるいは内水氾濫によって慢性的かつ深刻な被害を被っていることが明白な地域は、マニラ市地区と、その周辺のMANAVA (Malabon, Navotas and Valenzuela) 地区、マンガハン放水路東部及び西部地区、サン・ファン川沿川地区、マリキナ川上流地区、パラニャケ地区であると、報告されている。

BPWによってなされた調査によると、1943年の洪水は、メトロマニラにおいて10,950haが氾濫した最大規模の洪水であった。1966年、1967年、1970年、1972年、1977年、1978年、1986年、1988年にも、深刻な被害をもたらした洪水が発生した。台風ミディンによって近年最大の氾濫を引き起こした1988年の洪水は、メトロマニラに甚大な被害をもたらした。又、台風ウンサンによる1988年の洪水もマリキナ・バレーとラグナ湖沿岸の低地域においては深刻な被害をもたらした。

パシッグ・マリキナ川の洪水防御計画が初めて策定されたのは、1954年のマリキナ多目的ダム計画であり、その後、いくつかのパシッグ・マリキナ・ラグナ湖流域洪水防御調査が行われた。マンガハン放水路建設、ナピンダン水門の建設、リバウォールの建設と河床の浚渫よりなるパシッグ川改修工事は、これらの洪水防御計画に沿って実施されたものである。

メトロマニラにおける内水の排水改善は1952年に策定された排水計画マスタープランを契機として、マニラ市におけるポンプ場の建設が1974年に始まり、これまでに10箇所このポンプ場が建設された。その他の地区においても堤防と水門とが緊急の洪水対策手段として建設されてきた。

洪水防御と排水改善に対する継続的な努力と巨額の投資にもかかわらず、過去において達成したいくつかの開発事業と急速な都市化とが、洪水状況をさらに悪化させるとい

う結果を招いた。パシグ・マリキナ川及びその他の河川の疏通能力不足、並びに内水域の排水能力不足により、マニラ首都圏は、今日でも洪水氾濫の危険にさらされている。

この様な状況に鑑み、フィリピン共和国政府は、メトロマニラの洪水を防止するための技術援助を日本政府に対して要請した。この要請に応え、JICAがメトロマニラにおける洪水防御と排水改善の為の調査を実施するに至った。

1.2 調査の概要

1.2.1 調査対象地域

本調査の調査対象地域は、メトロマニラ及び周辺域約 981km²の地域である。

1.2.2 調査の目的

調査の目的は、マニラ首都圏及びその周辺における洪水防御及び内水排除対策について、将来の総合治水対策のフレームワークプランについて検討すると共に、西暦2020年を目標年度としたマスタープランを策定し、併せて、優先地域に対しフィージビリティ調査を実施する事である。

1.2.3 調査実施体制

本調査は、株式会社 建設技術研究所を代表会社とする日本工営株式会社との共同企業体により、図1.1-1に示す如く、1987年12月より2年3ヶ月にわたって実施された。作業監理委員及び調査団構成メンバーは表1.1-1に示す通りである。

第2章 プロジェクトの背景

2.1 国家及び地域開発政策

1986年に新政権誕生後、政府はただちに、以後6年間の開発政策作成の枠組みとして1987年から1992年の中期開発計画作成に全力を注いだ。この計画は以下に示すように国家目標並びに、社会経済上の目標を詳述し、経済的社会的な政策を一体化して説明している。

国家開発目標

1987年から1992年の国家開発目標は、基本的に下記の方向性を示している。

- 貧困の緩和
- より生産的な雇用の拡大
- 公正と社会正義の促進
- 持続的な経済成長の達成

1987年から1992年における持続的な経済成長は、こうした目標達成にとって不可欠であり、原油価格と実質金利の相対的な安定と適度なインフレとによって拍車がかけられる好ましい世界経済環境によって促進されるであろう。実質国民総生産（GNP）は、平均6.8%の上昇を目標としている。（図2.1-1参照）

首都圏開発目標

首都圏（NCR）の急速な人口増加と爆発的な都市化に対処するために、1987年から1992年におけるこの地域全体の開発の方向は、以下のような目標の達成へと向けられている。

- 貧困の緩和
- 生産的な雇用の拡大
- 望ましい首都環境の促進

2.2 組織と行政

国家的背景

1986年の2月の政権交替によって生じた社会政策の変化によって、政府は組織上行政上の政策を強化した。明確な組織再編成計画は、未だ公にはされていないが、政府

機関組織図の案は、図2.2-1に示した通りである。省から部への転換は、政策として実施されている。機関（省）の中には廃止されたものもあるが、下部官庁から省に格上された機関もあった。各種政府法人はそれぞれの政府機関の下で、関連法人として運営されている。法人の管理に関しては、運営上の柔軟性および自治権、又、財政能力が非常に強調されている。

非集中化の目的は、人事移動による公共事業と社会奉仕活動の運営能力の向上と中央政府からの地方給付金の増加による地方行政府の財政的地位の強化である。地方行政府は、ミュニシパリティとバランガイ単位組織を強化する権限を与えられる。又、国家開発計画の効率を高めるために、中央政府機関の地域事務所により強い権限を委託するという目的もある。しかしながら、地域事務所と地方行政府間における公共事業と社会公益活動の明確な役割分担は、それらの効果的運営のために、不可欠である。

首都圏

フィリピンにおける12の行政地域のうち、メトロマニラとして知られる首都地域（NCR）は、4つの市と13の自治体から構成されている。政府機関と地方行政府は、地域開発目標を達成するために、さまざまな事業と社会事業に関与している。度重なる洪水の発生がこの地方における社会経済活動の主要な拘束原因の一つであったために、過去において、政府はNCRの洪水防御と排水施設事業を強力に進めてきた。洪水防御と排水施設事業は、政府機関の一つである公共事業道路省（DPWH）がもっぱら担当してきた。DPWHは、NCRの地域事務所を持ち、その傘下に7つの地区事務所、特定事業の実施責任を持つ事業管理事務所、地方設備センターを有する。都市の下水処理問題に対する関心が高まっているために、DPWH傘下の機関であるMMINUTEは、重要な地位を得ている。MMINUTEが責任を持つ地域が、バランガイの水準にまで拡張され、公共事業の小規模工事に携るMMINUTEの役割は重要である。1975年のメトロマニラ委員会（現在のメトロマニラ公団）の設立は、地方行政府の代わりにMMCが開発の政策と計画とを独自に決定するという地方分権化政策を反映したものである。MMCには工業実施権限は与えられておらず、主要な実施作業は、廃棄物の収拾、下水処理施設の改善、多様な排水路内部の小規模な清掃作業である。

首都上水下水システム（MWSS）は、DPWHに付属する公団の一つである。MWSSの主要な仕事は、メトロマニラにおける上水と下水処理網の建設と維持管理である。

現在、MWSSはMMINUTEと協力して（PROGRESS）と呼ばれる小排水施設計画に着手している。

PAGASAとして知られるフィリピン気象地理天文関連の行政機関は、科学技術部（DST）の付属機関であり、メトロマニラ地域とダム管理以外の主要河川流域における洪水予報と警告システムに従事してきた。

財政的にも要因的にも豊かな市は、物理的社会的行政サービスを拡張してきた。一方、地方行政府は、さまざまな事業の計画と実施を自主的に決定しうる地位にはない。洪水防御と排水施設工事に関する限り、地域公共事業の実施における地方行政府の重要性が高まっていることは十分認識されてはいるが、そのような事業への地方行政府の参加はまだ取るに足らないものである。

2.3 人口と労働力

戦後1948年から1980年までの期間に、NCRの総人口は約3.8倍に増加し、その数は1980年において5,926,000人に達している。表2.3-1は、その期間における調査結果である。1970年から1980年までの10年間に、約200万人という驚くべき人口の増加が記録されたが、1970年から1975年までの25.5%から1975年から1980年までの19.2%というように人口増加率はすでに減少傾向を示していることも注目に値する。

NCRの人口が郊外に向かって放射状に増加していることは明らかである。この点は、戦後の全期間を通して、それぞれの市や地方自治体における最高年平均増加率の詳細な調査によっても確認することができる。1980年におけるNCRの総人口密度は99人/haであるが、住居地での人口密度は249人/haであった。

15歳以上の総人口に対する総労働人口の割合（%）と定義される労働参加率は、NCRでは1980年から1986年の平均で56%である。これは62.4%という国家水準よりも6.4%低く、学生や主婦の低い労働参加意欲を示している。しかしながら、この期間においてはNCRの労働参加率の変動は激しく、1984年には60.0%、1985年には59.9%というように平均値をかなり超えている年もある。（表2.3-2参照）

NCRにおける労働力は、1980年から1986年までの間に、年平均3.8%の割合で増加しており、これは15歳以上の人口の3.5%の増加率よりも高い。これは多くの人、特に学生の大半が生活費を稼ぐ傾向のあることを意味している。経済変革が発生

した1984年には、GRDPの実質9.2%というマイナス成長が示しているように、労働力は14.1%増加しているが、同じ年にもかかわらず雇用人口は6.6%しか増加していない。さらに注目すべきことは、同じ年に失業者が異常に増加し、68.4%に達したことである。

2.4 地形と地質

ルソン島は、北部ルソン、中央ルソン、南東ルソン（ビコールとボンドック半島）の3つの地形学的地域におおまかに分割される。中央ルソンは、構造地質学上の3つの地域、すなわち西部のザンバレスレンジ、中央部のセントラル バレー、東部のシエラマドレの南部拡張地域に分割される。

リングヤン湾からマニラ湾まで延びるセントラル バレーは、沖積堆積物に分厚く覆われたカガヤン バレーの南部拡張地域である。メトロ マニラ地域は、セントラル バレーの南部拡張地域全体（マリキナ バレー拡張地域のみならず、マニラデルタ平野、ガダルーペ層低地域をも含む）とシエラマドレ レンジとを占めている。

第四紀時代のセントラル バレーからの海退のために、ラグナ湾は海から分離した。さらにその後、パシグ川は海まで伸び、マリキナ川下流の水路を変更させた。シエラマドレ レンジからマリキナ川によって運ばれた堆積物がマニラデルタ平野を形成したと言われている。

調査地域の地形と地質は、以下の通りである。（図2.4-1、2.4-2参照）

マニラデルタ平野

この地域はほとんど平坦で、地盤高もマニラ湾周辺の1m以上からサンタメサとマカティの5mまでの範囲にある。砂、砂利、沈泥、色とりどりの可塑性粘土といった構成物質からなるデルタの厚さは、海岸近辺で70mを超えるが、サンタメサとマカティ及びマリキナ地域等東部に行くにつれて薄くなっている。

ガダルーペ層低地域

硬い角礫凝灰岩の分厚い連続であるガダルーペ層は、マニラデルタ平野とマリキナ・バレー沖積平野の基盤岩であり、低標高の台地として、2つの平野の間で露出している。低地域の地盤高は、パラニャケで5mから30m、ガダルーペからキャンプ ジェネラル

エミリオ アギナルド近辺で40m前後、ケソン市からナーバリチェスまでは50mから70mの間である。

マリキナバレー沖積平野

マリキナ バレー沖積平野は、ガダルーペ層からなる低地域とシエラ マドレ レンジ間の地域を占めており、ラグナ湖のある南へと広がっている。マニラデルタ構成物質と類似した沖積堆積物の厚さは、モンタルバンの北部における120mから、マリキナの15m、パシグの30mから40m、最南端部の130m以上というように、不規則に変化している

シエラマドレ レンジの南部延長地域

この地域が目立つ特徴は、南へと伸びるドロイド山（EL 1,171m）である。この地域の地質は複雑で、石灰岩、砕屑性の凝灰岩、数種の火成岩といった白亜紀から第三紀にかけての岩石がこの地域に分布している。

2.5 気象・水文

フィリピンの気象

フィリピンの気象・水文特性は、季節風、貿易風、熱帯低気圧および、これらの組み合わせによって、主として支配される。

PAGASAによる熱帯低気圧の分類（表2.5-1）の内、最も風力が強い台風が、対象地域の洪水に最も影響を与える。フィリピンは、上記の気象要因の組み合わせで、図2.5-1に示す様な4つの気候区に分類される。フィリピン近辺を通過する熱帯低気圧の年平均個数は19.6個であり、対象地域が位置する中央ルソンへの熱帯低気圧の上陸率は16%である。

対象地域の気象・水文

対象地域は、フィリピンの4つの気候区の内、一部を除いて第1気候区に属する。第1気候区は、5月から10月までの雨季と、これ以外の期間に見られる乾季によって特徴づけられる。

(1) 降雨

年平均雨量分布を図2.5-2に示す。マリキナ川がその源を発するシェラマドレ山脈の年平均雨量は約3,000mm、一方、マニラ湾からラグナ湖にかけての低地帯のそれは約2,000mmである。

次に月平均雨量分布を見ると、ラグナ湖の西側を除き、第1気候区に属するため、5月から10月にかけて降雨がある。雨季の合計雨量は年雨量の80%に達し、これは主として湿った南西モンスーンと台風によってもたらされる。

ラグナ湖西側の降雨の特徴は、雨季が12月まで見られることにある。これは、第1気候区と第2気候区を分けるシェラマドレ山脈の低高度地域を通過してくる北東モンスーンの影響である。

(2) 気温

調査対象地域の月平均気温分布を図2.5-3に示す。気温は、乾季と雨季の境界である5月に30°Cまで上昇し、12月に最低の25°Cとなる。この値からわかる様に、年間の気温変化は大きくない。

(3) 相対湿度

調査対象地域内で観測された相対湿度を図2.5-3に示す。最大値は、雨季の8月から9月に発生し、最小値は3月から4月に見られる。最大値と最小値の差は20%で、年間を通じて差は大きくない。

(4) 蒸発量

丘陵地帯であるサンファン川流域と低地帯であるラグナ湖流域に設置されたクラスA蒸発計で測定された蒸発量記録を図2.5-3に示す。この記録からサンファンとラグナの年間蒸発量が、それぞれ1,469mm、1,942mmであることが判る。

2.6 インフラ

過去数十年における急速な人口増加と比較すると、NCRのインフラの現状は、住民の基本的な要求を満たすという点ではかなり立ち後れているように思われる。

道路網

1985年のNCRにおける道路の総延長は、国道の約719.8kmと地方道の約182.2kmを含む約4,912.4kmである。国道と地方道に加えて、私的に開発された住宅団

地が存在しており、その比率は、道路の総延長の1/3という驚くべきものである。住宅団地道路に関してはあまり知られていないが、舗道の比率は一般的にかなり高い。NCRの主要道路網は、不完全ではあるが4つの環状道路と10の放射状道路からなっている。しかしながら階層的な道路網はほとんどなく、無計画な住宅団地の開発のために環状道路の外部の地域(EDSA)においては道路網の接続は期待できなくなっている。

水供給

1987年の5月にMWS Sが第2次マニラ水供給事業(第2次MWS P)を完成すると、水供給は2,500m³/dに達した。この事業の目的は、アンガット川が現在有している水資源を十分に開発することと、水分配システムの改修と拡張である。その結果、MWS Sは、そのサービス地域の住民約530万人とNCRの人口の39.1%に水供給している。1992年における目標は、人口の67%に水供給を行うことであり、1987年においては58%が達成されている。

マニラ水供給回復事業では、MWS Sサービス地域における56地域(9,541ha)の無収入水供給を減少させている。進行中であるもう一つの水供給事業は、マニラ首都圏配水事業(MMWDP)である。これは第2マニラ水供給事業の完成に伴って増加した水供給能力を最大限有効利用するものである。

下水処理システム

2つの下水処理システムがNCRにおいて機能している。1つはもともと450,000人の需要を満たす目的で1909年以前に建設された中央マニラ下水処理システムである。現在このシステムは総延長240kmで、1,850haを網羅しており、530,000人の必要を満たしている。もう1つはケソンシティとマカティのためのシステムである。ほとんどが住宅分譲地と商業地域にあるこの孤立したシステムは、総延長140kmで、350,000人に利用されている。NCRの残りの地区においては、汚水を雨水放水路、腐敗溝もしくは直接エステロに排水している。

現在メトロマニラの下水衛生事業(METROSS)は、3つの建設段階を持つ。第1段階は、小規模な拡張と改修によって、現在の中央マニラ排水システムの機能を改善するというもの。第2段階は、南方に下水処理システムを拡張して直接サービス地域

を3,000haにするというもの。そして第3段階は北方に拡張して、3,400haを網羅するというものである。さらにMETROSSには、NCRの大部分とリザル州の西部とを網羅するための2つの付加段階がある。1987年におけるMETROSSの進捗状況は、79.6%の水準に達している。

電力

NCRで使用されている電力は、ルソン・グリドと呼ばれる大きな電力供給網に属する国家電力公社(NPC)によって発電されている。1986年における発電の構成は、石炭石油発電が68.9%、水力発電が14.4%地熱発電が16.7%である。

発電した電力の約80%は、全NCRを含む総地域8,813km²に電力を供給するマニラ電力会社(MERALCO)に、115kVもしくは230kVで供給されている。1986年における電力需要総量は約79億kWhで、工業が30.2%、商業部門が33.4%、住民顧客が35.4%を占めている。工業と商業の消費量は、それぞれ前年よりも1.1%上昇したが、一般消費者が数において11.0%上昇したにもかかわらず、その需要は1.3%減少した。これは、1986年2月における補助金削減計画に帰因するものである。

2.7 地域経済

地域内総生産

1980年から1986年におけるNCRの地域内総生産(GRDP)は、1972年の価格で、平均294億3,700万ペソである。また、1983年において最も高く、322億3,100万ペソ、1985年において最も低く266億1,800万ペソである。1983年から1984年のマイナス9.32%、1984年から1985年のマイナス9.02%という経済危機ともいえる実質マイナス成長率のために、平均成長率は、マイナス1.4%を記録している。(表2.7-1参照)

国内総生産に対するNCRのGRDPの割合は、1980年から1986年までの平均で約31%にもものぼる。国家経済の傾向を示すという点で、これはNCRの決定的な地位を示している。

経済構造

GRDPを産業別に見ると、NCRにおける3種の産業のうち、第2次産業、第3次産業の占める割合は、1980年から1986年までの平均でそれぞれ51.7%、48.3%となっている。その一方、統計データによると、農業部門のNCR経済に対する貢献度は、ほとんど無視できるものである。

第2次産業においては製造業が圧倒的であり、GRDPに対して平均42.0%、第3次産業においては”その他のサービス業”が20.9%を占めている。これらは、1986年のマイナス傾向を補正する主要な業界である。(表2.7-2参照)

所得とその分配

NCRにおける家庭の平均年所得は、1975年から1985年の間に、約15%上昇した。1985年における家族所得と支出の調査結果によると、1985年の年家族所得は、平均57,193ペソに達しているが、NCR全体の20%を占める富裕階層が全体所得の49.6%にあたる372億ペソを得ているのに対し、全体の40%を占める貧困階層は全体収入の16%にあたる120億ペソを得ているに過ぎない。

大多数である総家族数の70%以上は、57,193ペソというNCR平均収入以下の生活をしており、19,999ペソ以下の収入階層に属している13.4%の人々は、彼ら自身の平均支出以下の金額しか稼いでいない。その一方、平均で見ると低くなるが、50,000ペソ以上の収入階層に属しているのは、僅か28.1%に過ぎない。言い換えると、平均所得は、大多数の人々にではなく、極端に富裕な人々に左右されているのである。

第3章 基礎調査

3.1 現在及び将来における土地利用

調査地域における土地利用は、流出計算と洪水被害概算にとって、最も重要な項目の1つである。調査は現況と2020年の状況を扱っているが、これは5章6章7章においてそれぞれ論じているように、フレーム・ワークプラン、マスタープラン及び優先プロジェクトの策定に必要である。いずれの場合においても、土地利用は以下のような種類に分類される。

- 住宅／商業（密集地域）
 - ・低密度
 - ・中密度
 - ・高密度
- 工業
- 空地
- 農業
- 養殖池／水田／沼地
- 森林

現状の土地利用分析は、1/10,000の等高線地図（BCGS&JICA, 1986）に基づいている。2020年における将来の土地利用は、現在の土地利用と一致するように多少の修正を加えた公式土地利用計画に基づいて提案されたものである。調査地域における現在及び将来の土地利用状況は、以下の表のように要約されている。

土地利用	現在 (km ²)	2020年 (km ²)
住宅／商業	268 (22.4%)	444 (37.2%)
－低密度	159 (13.3%)	241 (20.1%)
－中密度	59 (5.0%)	126 (10.5%)
－高密度	49 (4.1%)	78 (6.5%)
工業	46 (3.0%)	68 (5.7%)
空地	149 (12.0%)	66 (5.6%)
農業	14 (1.0%)	4 (0.3%)
養殖池／水田／沼地	129 (10.0%)	67 (5.6%)
森林	589 (49.0%)	546 (45.7%)
合計	1,195 (100.0%)	1,195 (100.0%)

注：数値は四捨五入のため、合計値と合わない場合がある。

図3.1-1に示したように、調査地域は水文調査のために80の小流域に分割された。現在及び将来におけるそれぞれの小流域の土地利用状況図は、それぞれ表3.1-1と3.1-3に示した通りであり、その土地利用図は、図3.1-2と3.1-3に示す通りである。

3.2 適用可能な非構造物対策

河川流域における洪水被害の軽減には、河川改修、ダムや分水路の建設等の構造物対策が従来から用いられている。しかし、都市化が完了もしくは進行中の地域では、流域が持っていた保水、遊水機能が失われる結果、ピーク流量の増加が発生することとなる。また、洪水危険地帯における都市化は、人口や資産の集中によって、被害ポテンシャルを増加させる事となる。

構造物対策は、洪水被害を軽減させるための基本的な対策であるが、一方その完成には、相当の期間と資金が必要となる。したがって、メトロマニラにおいても伴って発生する洪水問題に対する非構造物対策の有効性を考慮して、その適応性を検討した。

非構造物対策には、図3.2-1に示す様に、様々な種類がある。土地利用規制による流域が有する保水・遊水機能の保全や洪水危険地帯における都市化の制限は、メトロマニラに適用するのは困難であると判断された。これは、1982年に施行されたゾーニング条例によって、殆どの地区が既に宅地等に指定されているためであって、新たな土地利用制限や保全には既存のゾーニング条例の改正を必要とし、これは土地価格の暴落を引き起こす事となるからである。

又、洪水保険の適用については、時期尚早と判断した。この方法の適用に必要な洪水頻度と被害額に関する正確な基礎データが得難く、又、低地で、洪水の危険が非常に高い地区の住民は洪水保険の掛金を支払わないと考えられるためである。

こうした点を考慮して、メトロマニラにおける非構造物対策として、氾濫源管理の一環としての氾濫域図の公刊と耐水建築物の導入及び、緊急活動の実施を提案する。

氾濫域図の公刊

氾濫域図を住民と、関係する政府機関に配布することを提案する。氾濫域図の公刊は、以下の様な効果を持つことが期待される。

- 住民が彼らの住む場所の洪水危険度を知ること。
- 住民が避難路と避難場所の準備をすること。
- 住民が洪水対策に、より理解を示し、したがって協力が得やすくなること。
- 洪水危険地帯における新たな開発が制約されること。

耐水建築物の導入

耐水構造物は、被害ポテンシャルを低下させるためのもので、最も適用性があるのは、建築物の基礎もしくは、床を上げること及び低い戸や窓に遮断物を設置する事である。

緊急活動の実施

緊急活動には洪水警報、水防活動及び避難・救援活動がある。これらの活動は、被害ポテンシャルを軽減し、又、洪水の被害者を救援するものである。

3.3 地盤沈下

地盤沈下の主要な原因は、荷重増加と、過度の地下水利用と思われるが、後者の方が

より一般的な要因であると考えられている。極地的な地盤沈下は、地下水の消費と密接な関連があるため、地盤高の調査記録だけでなく地下水の記録も用いてこの調査では、地盤沈下の発生を評価した。

地下水観測

1955年、1967年、1981年の地下水位の記録と1988年5月の測水記録を検討した。MWSS（1981）からの地下水位データのみならず、鉱山局によってなされたマニラ湾帯水層システムの地下水位情報によると、塩水の浸入のために揚水時水位が低下し、井戸が放棄された結果、1967年から1981年にかけて地下水位が回復したマニラを除き、このプロジェクト地域における地下水位は、1955年以来低下し続けている。1981年以来、揚水の中心は、スカット、パラニャケ、マカティ、ケソン市であった。

地下水位調査が、1988年の5月に6カ所の井戸で行われた。井戸の地下水位はほとんど変化がないか、1981年以来回復してきている。（図3.3-1参照）

地盤高調査

1979年に得られたデータと、1988年になされた地形測量の結果を検討した。1979年における基準点がわからないため、1979年と1988年とに行われた測量結果は、同一基準で比較することができない。

ガダルーペ層の圧密された状態と、1981年以来の地下水位の回復とを考慮にいと、ガダルーペ層を構成している丘の地盤高は安定しており、1981年1988年における基準水準点と見なしうると考えられる。この考えを基にすると、沖積時代堆積物の地盤高は1979年以来ほとんど変化がないか、多少隆起していることを示している。

地盤沈下の調査結果

上述の結果を要約した表3.3-1からわかるように、あらゆるデータは沖積堆積地域の地盤沈下が1981年以来停止していることを示していると思われる。また、将来においても、地下水の利用が減少しつづけるかぎり、地盤沈下が起こることはないと思される。

3.4 水文・水理

水文・水理検討は、図3.4-1に示すメトロマニラとラグナ湖を対象とする。

3.4.1 降雨解析

計画降雨波形

河川流域と排水域との流出解析のために二種類の計画降雨波形を以下に述べる様に作成した。

(1) 河川流域の計画降雨波形

(a) 確率流域平均雨量

確率解析のための基礎資料として年最大流域平均2日雨量をティーセン法によって推定した。ティーセンネットワークは信頼できるデータを持つ雨量計で構成されている。年最大流域平均雨量は1972年以降の降雨の内、2日雨量が大きなものから求めた。確率解析は、年最大流域平均2日雨量から、対数正規分布とトーマスプロットで行った。こうして推定した各河川流域の確率2日雨量を表3.4-1に示す。

(b) 計画降雨波形

時間雨量観測は河川流域の計画降雨波形を作成するためには不十分で、ポートエリアがデータの存在する唯一の観測所である。従って、この観測所の記録を基に、基準計画降雨波形を作成した。生起確率20年、50年、100年に対応する基準計画降雨波形を図3.4-2に示す。

(2) 排水域の計画降雨波形

図3.1-1に示した9排水域を、地形、微地形、排水システム、土地利用、浸水実態を考慮して、さらに細かな小排水域に分割した。この小排水域は、洪水被害推定と同時にポンプ規模決定のための内水氾濫解析の単位排水域である。図3.4-3に9排水域を分割した小排水域区分を示す。

2年、3年、5年、10年、30年、50年及び100年の確率をもつ計画降雨波形を各小排水域別に地点雨量から求めた。地点雨量を用いたのは、小排水域の面積が河川流域の面積に比べてはるかに小さく、従って、流域平均雨量は地点雨量にほとんど等しいと判断したためである。使用した雨量データは、メトロマニラにおいて唯一短期間降雨資料のあるポートエリア観測所のものである。

計画降雨波形はポートエリア観測所の降雨強度曲線から求めた。流量波形を合理式で

求めるため、波形は河川流域用と同じ中央集中型としたが、降雨の時間分布は小排水域それぞれの洪水到達時間に等しくしている。

3.4.2 流出解析

ついで、河川流域と排水域に対する計画洪水波形計算を、計画降雨波形を用いて行った。

河川流域の確率流量

(1) 観測流量によるサントニーニョ地点確率ピーク流量

サントニーニョ観測所における年最大水位と流量を表3.4-2にまとめる。この流量は、1957年から87年までに実施された流量観測結果から作成した水位流量曲線を用いて、水位から推定したものである。この年最大ピーク流量から、対数生起分布とトーマスプロットを用いて確率流量解析を行った。この結果を下表に示す。

生起確率 (年)	サントニーニョ地点 流量 (m ³ /s)
100	3,500
50	3,100
20	2,500
10	2,200
5	1,800
2	1,350

従来の解析では、サントニーニョ地点の流量記録から、100年確率流量は3,300m³/sとされてきた。しかし、この時点以降、水位記録、流量観測記録共に増加し、水位記録には、既往最大水位を記録した1986年洪水も含まれている。

こうした点を考慮すると、今回推定した確率流量は従来のものに比べてより高い信頼性を持つのは明らかであり、従って、3,500m³/sをサントニーニョ地点の100年確率流量とした。

(2) 流出解析による確率流量

河川流域は、2種類に大別される。一つは、マリキナ川上流域で、他はそれ以外の河川流域である。

(a) マリキナ川上流域

マリキナ川は大流域を有し、その上流域は急勾配の山地で、遠い将来においてもその都市化はないと考えられる地域である。こうした流域状況を考慮して、マリキナ川のサントニーニョ上流部の流出モデルとしては、貯留関数法を用いることとした。

主要地点におけるピーク流量と洪水波形を求めるため、河道・流域モデルを作成した。このモデルは、3個の流域モデルとモンタルバンとサントニーニョ間を表す河道モデルから成る。

流出モデルによっても、100年確率流量は、3,500 m³/sとなる。この流量波形を、図3.4-4に示す。

(b) 他河川流域

マリキナ川サントニーニョ上流部以外のピーク流量と流量波形は、準線型モデルを用い、土地利用条件を現況及び2020年として算定した。この流出モデルは、流域の都市化による流出増加を推定するために提案されたもので、将来の都市化を考慮した洪水防御計画策定を目的として、小流域から中流域の洪水解析に広く適用されている。合計9に分類される土地利用区分別の流出係数と準線型モデルの到達時間に関する定数としては、従来用いられてきた一般的な値を採用した。これを、表3.4-3に示す。

流域の関連地点におけるピーク流量と流量波形を求めるため、各対象河川流域に対し、準線型モデル用の河道・流域モデルを作成した。

このモデルと2年、5年、10年、20年、30年、50年、100年の計画降雨波形を用いて、土地利用条件を1986年及び2020年として、計画流量波形を求めた。この結果を図3.4-5(2020年)と図3.4-6(1986年)に示す。

排水域の確率流量

土地利用条件を2020年とした場合の全ての小排水域における流量波形及び土地利用条件を1986年とした場合の優先プロジェクト地域における流量波形を合理式で算定した。合理式は、マニラとその近郊部における1952年のマスタープラン策定以来、同地域におけるポンプ容量を含む排水施設の設計に適用されてきたものである。それぞれの小排水域の流出係数は、表3.1-1と表3.1-2から得られる土地利用区分の比率に表3.4-3に示した流出係数を乗じて求めた。

この小排水域毎の流出係数と先に述べた計画降雨波形から2年、3年、5年、10年、30年、50年、100年確率の計画流量波形を求めた。表3.4-4は、2020年の土地利用条件における各小排水域毎の排水面積、流出係数、及び確率流量をまとめたものであり、又、表3.4-5は、1986年の土地利用条件に対する優先プロジェクト地域に含まれる小排水域毎の排水面積、流出係数、確率流量を示したものである。

3.4.3 ラグナ湖の確率水位

1946年から1987年までの年最大湖水位を表3.4-6に示す。この湖水位から、ガンベル分布とトーマスプロットを用いて確率解析を行った。この結果を下表に示す。既往最大湖水位は1982年のEL14.03 mで、第2位は1972年のEL13.58 mであり、これらはそれぞれ40年、20年確率に対応する。

生起確率 (年)	確率湖水位 (EL m)
200	14.89
100	14.50
50	14.12
20	13.60
10	13.20
5	12.80
2	12.14

3.4.4 マニラ湾潮位

マニラ湾の潮位はパシグ川河口から南西約 1.7km地点のマニラ南港第15ピアーに設置された潮位計で現在観測されている。潮位観測は海岸測地局（BCGS）の管轄である。

TS基準（1901）と呼ばれるスタッフゲージの零点からの高さとして計測された潮位は、自動記録紙に記録される。この記録に基づいて、BCGSは毎時潮位、月最高最低潮位、月平均潮位及び年平均海面をまとめており、これらは1948年から利用可能である。

以下に、潮汐関連諸量を示す。

潮位	高さ (E L m)
既往最高潮位	11.770
朔望平均満潮位	11.300
平均高高潮 (MHHW)	10.980
平均高潮 (MHW)	10.838
平均海面 (MSL)	10.462
平均低潮 (MLW)	10.101
平均低低潮 (MLLW)	10.000
基準面 (DL)	0.000

注、基準ベンチマーク (BM4b) = E L 13.247

3.5 河川及び排水システム

3.5.1 概要

調査対象域は、地形特性及び排水系統により次の5つの地域に分割される。

(1)パシグ・マリキナ川流域

(支川サンファン川流域含む)

(2)マラボン・トゥリヤハン川流域

(3)ブリ・バホ・マハバ川流域

(4)サウスパラニャケ・ラスピニャス川流域

(5)その他の地域

(マンガハン東部、マンガハン西部、マラボン・ナボタス、バレンズエラ、パラニャケ・ラスピニャス、マニラと近郊部等、マニラ湾及びラグナ湖への直接排水する地域)

3.5.2. 河川

パシグ・マリキナ川

パシグ・マリキナ川は、マリキナ溪谷を流下後、蛇行しながらパシグ川に至り、首都圏中心部を貫流し、マニラ湾に流出する、流域面積 635km²の河川であり、流域面積の約10%がマニラ首都圏に含まれる。

パシグ川上流端（ナピンダン川合流点）より約6km上流で分流するマンガハン放水路は、マリキナ上流の洪水流量をラグナ湖へ分流する目的で建設された放水路であり、マリキナ川に建設予定の河道堰（MCGS）による堰上げにより設計流量 2,400m³/sを分流する計画となっているが、この河道堰が建設されていない現況においては、分流量は約1,100m³/s（マリキナ川上流の洪水流下量が 2,000m³/sの場合）である。

最大の支川であるサンファン川は、パシグ川中流の蛇行部下流で、パシグ川に合流する流域面積91km²の河川である。又パシグ川上流端で分流するナピンダン川は、ラグナ湖水を排水する唯一の河川であるが、地形的には、パシグ・マリキナ川流域でなく、ラグナ湖流域に属する。

マラボン・トゥリャハン川

マラボン・トゥリャハン川は、メトロマニラの北東の境界に源を發し、マニラ湾に注ぐ。本川は、上流から下流まで、その位置に応じてトゥリャハン、テネヘロス、マラボン、ナボタスと異なった名前と呼ばれる。メトロマニラの上水・工業用水源であるナーバリチェス貯水池はこの河川の上流部に位置している。

ブリ・バホ・マハバ川

マンガハン放水路の東側に位置するブリ・バホ・マハバ川の勾配はやや急で、山地や丘陵地の流出を集水する。下流区間は十分な疎通能力を持っておらず、従って、湖水位が高い期間には、洪水は湖水と共に低平地に湛水する。

サウスパラニョケ・ラスピニェス川

この河川はメトロマニラの南部に位置しており、何れもラグナ湖とマニラ湾の間にあるグァダルーペ層の丘陵地を下り、マニラ湾に注ぐ。河口付近で、マニラ湾と平行に流れるパラニャケ川、サンディオニシオ川にこれらの河川は合流している。

3.5.3 排水域

内水、湖水及び潮位による湛水被害を受ける排水域を、1986年洪水に関する調査と地形条件を考慮して、選定した。排水域の合計面積は217km²で、図3.1-1に示した様に9つの地域に分割される。

マニラとその近郊部

マニラとその近郊部の面積は、7,172 haで、パシグ川によってさらに、北マニラとその近郊部(2,858ha)および南マニラとその近郊部(4,314ha)に分かれる。

マニラとその近郊部では、1952年、当時の公共事業省(現在のDPWH)によって「Plan for the Drainage of Manila and Suburbs」と呼ばれるマスタープランが策定され、これに基づいて、ポンプ場と矩形暗渠からなる排水システムが建設されて来た。

マニラとその近郊部の排水方法としては、ポンプ排水と重力排水がある。排水方法と排水先によって、図3.5-1に示す様に、北マニラとその近郊部は10個の、又、南マニラとその近郊部は11個の排水区に分割できる(排水区は前述した小排水域をさらに細かく分割したものである)。各排水区毎の排水方法を表3.5-1にまとめる。なお、各排水区には、正式名称がないため、この表では仮の名称を使用した。

マニラとその近郊部には、合計173.8m³/sの能力を持つ10のポンプ場があり、面積合計4,192ha(マニラとその近郊部の58%)である10個の低平地に位置する排水区をカバーしている。一方、残りの2,980haの排水区では、重力排水によって、内水に対処している。

当排水域における主要排水路は、開水路と矩形暗渠からなる。開水路は「エステロ」と呼ばれ、川幅は6mから70mである。矩形暗渠は一般に、幅が3m以上、深さ2m以上あり、二種類、すなわち、「ドレイニッジメイン」と「アウトフォール」に分けられる。「アウトフォール」は、洪水を重力流で排水するため、エステロとマニラ湾もしくはパシグ川を結ぶ特殊な暗渠であり、一方、「ドレイニッジメイン」は一般の排水暗渠

である。主要なエステロ、アウトフォール、ドレイニッジメインの諸元を表3.5-1に示す。枝管は、主要道路に敷設され、その密度は 6,000m/km²である。

マラボン・ナボタス

当排水域は、トゥリヤハン、マラボン、ナボタス川周辺に位置する低平地であり、その面積は 2,492haである。高潮に対処するために、輪中堤が上述の河川や他の小河川沿いに部分的に建設されてきたが、その高さは不十分と考えられる。この地域を流れる小河川が主排水路として機能している。以下に述べるダガット・ダガタン地区を除く当排水域の枝管の敷設密度は 2,400m/km²である。

ダガット・ダガタン地区は、図3.5-2に示す様に、4つの排水区、カピトバハヤン、スパイン、サルイソイ及びマイパホから成る。各排水区の間積はそれぞれ、91ha、164ha、97ha、115 haである。

ダガット・ダガタン地区の排水は、重力流によって行われている。主排水路は、「ドレイン」と呼ばれているコンクリートの水路で、カピトバハヤンを除く3排水区に設置されている。この主排水路の諸元を表3.5-1に示す。

マンガハン東部

当排水区は、ブリ、バホ、マハバ川流域の最下流部にあり、マンガハン放水路の東部に位置している。その排水面積は 876haであり、ラグナ湖の湖水位が高い場合に、影響を受ける。

この排水区にある排水施設は、住宅開発地の排水施設を除けば、幹線道路下に敷設されている枝管のみである。

マンガハン西部

マンガハン東部はパシグ川、マンガハン放水路及びラグナ湖に囲まれた面積 3,814haの排水域である。この地区も、ラグナ湖の湖水位の影響を受け、1986年と1988年において、湛水は2～3ヶ月続いた。ナピンダン川、アンティポロ川、ティパス川等ラグナ湖に流入する河川が、当排水域の主要排水路として機能している。枝管は殆ど見られない。

サンファン

サンファン川流域において、内水問題が発生すると判断されたのは、河川沿いにある1,260haの地域である。主要排水路は、サンファン川の支川であり、枝管は所々に敷設されている。

マンダルーヨン・パシグ

この排水域は1,525haの細長い地域で、パシグ川、マリキナ川沿いに位置し、マンダルーヨンとパシグ ミュニシパリティに属している。主要な排水路は、クリークと呼ばれる開水路である。枝管は主要道路下に敷設されており、その密度は690m/km²となっている。

マリキナ

この排水域も、ケソン市とマリキナ ミュニシパリティに属する細長い地域でその面積は1,168haである。この排水域には、枝管を含め排水路は殆ど無い。

パラニャケ・ラスピニャス

当排水域は、マニラ湾沿いの低地帯に位置している。海岸と平行に流れるパラニャケ川とサンディオニシオ川がこの地域の主要排水路である。

トゥリパ デ ガリニャ ポンプ場からの排水をパラニャケ川が受けており、洪水を排水するため、パラニャケ川からマニラ湾に3つのアウトフォール、即ち、リベラ、リブラダ、シーサイドが敷設されている。枝管は、パラニャケとラスピニャス ミュニシパリティにそれぞれ、350m/km²と300m/km²の密度で配置されている。

バレンズエラ

この地域はメイカワヤン川の近くに位置する排水区で、面積は1,842haである。現在、殆どの地域は、養魚場として利用されており、従って、排水施設は殆ど見られず、北東方向に流れる小河川が排水路として機能している。輪中堤が高潮による被害防止のため、メイカワヤン川と小河川沿いに建設されているが、マラボン・ナボタス排水域同様、その高さは十分で無い。

3.6 疎通能力

3.6.1 河川

計算条件

河川の疎通能力は不等流計算により以下の条件で求めた。

- 粗度係数 : 0.030
- 水理境界条件 : 11.30 (マニラ湾朔望平均満潮位)
: 12.50 (ラグナ湖年最大平均水位)

疎通能力

(1) パシグ・マリキナ川

パシグ川は、河口からサンファン川合流点、サンファン川合流点からナピンダン川合流点の2区間に分かれる。上記条件により求めた河道の疎通能力は下流区間(河口よりサンファン川合流点)で約700m³/s、上流区間(サンファン川合流点よりナピンダン川合流点)で500m³/sである。

マリキナ川は、マリキナ川下流(ナピタン川合流点よりマンガハン放水路分流点)とマリキナ川上流(マンガハン放水路分流点より上流)に分割される。その疎通能力は、マリキナ川下流で約500m³/s又、マリキナ川上流においては、マンガハン放水路よりサントニーニョ間で約1,100m³/s、サントニーニョ上流で約1,500m³/sである。

サンファン川の疎通能力は、約50m³/sである。又、ナピンダン川の疎通能力も、ラグナ湖側の河岸が非常に低い為、約50m³/s程度となっている。

(2) マラボン・トゥリヤハン川

マラボン・トゥリヤハン川は、河口より約5km区間が、潮位変動による背水の影響を受け、マニラ湾潮位が朔望平均満潮位るとき疎通能力は殆どない。これより上流部は河床勾配1/100の河道部を形成しており、その疎通能力は約100m³/s程度である。マラボン川下流河口付近で分岐するナボタス川は全川が感潮区間であり、マラボン川同様マニラ湾潮位が朔望平均満潮位るとき疎通能力は殆ど有してない。

(3) ブリ・バホ・マハバ川

ブリ・バホ・マハバ川はいずれもラグナ湖の高水位による背水の影響を受ける。ラグナ湖水位が12.50m(年最大平均湖水位)のときの各河川の疎通能力は、ブリ川で約30m³/s、バホ川上流で約50m³/s、バホ下流で約20m³/s、及びマハバ川で約5m³/sである。

(4) サウスパラニャケ・ラスピニャケ川

当地域に属するサウスパラニャケ川、ラスピニャケ川及びザポテ川はいずれも疎通能力不足により洪水時に氾濫する。

サウスパラニャケ川及びその支川ドンガロ川は、中下流域がマニラ湾潮位による背水の影響を受け、朔望平均満潮位の時、疏通能力はほとんどない。又ラスピニャス川及びザポテ川も河口より5 km区間はマニラ湾潮位による背水の影響を受け、下流部は殆ど疎通能力はなく、中流部で約10m³/s程度である。

マニラ湾岸沿いのサンディオニシオ川及びパラニャケ川は、低標高地帯の小規模排水河川でありいずれも、マニラ湾潮位の影響を受け、朔望平均満潮位時の疎通能力は殆ど有していない。

3.6.2 排水システム

メトロマニラでは、2つの地域において排水システムがそれぞれ独自のマスタープランに基づいて建設されてきた。これらはマニラと近郊部排水域とマラボン・ナボタス排水域のダカット・ダガタン地域である。両地域の排水システムの能力を以下に述べる。

計算条件

(1) 疎通能力の推定式

(a) 開水路

— 不等流計算

(b) 暗渠（ドレイニッジメイン／アウトフォール）

— 暗渠下流端における水位が90%水深より低い場合は等流計算。同水位が90%より高い場合は圧力流による計算。

(2) 粗度係数

(a) 開水路 : 0.030

(b) 暗渠 : 0.015

(3) 境界条件

排水路は、ポンプ場がその下流端に設置されていない水路と設置されている水路に分類される。

(a) ポンプ場の無い水路

計画潮位 (E L 11.80 m) と水路下流端における計画水位 (河川) との内、高い方。

(b) ポンプ場のある水路

ポンプ運転開始水位 (P SWL) と朔望平均満潮位 E L 11.30 m の 2 case。

排水施設の能力推定

既存の排水施設、即ち、ポンプ場と主要排水路の能力を、10年確率および5年確率に対処する場合に必要な能力と比較しながら、以下に述べる。

(1) マニラとその近郊部

既存排水施設の能力を排水区別に表 3.6-1 にまとめる。この表では、先に使った排水区の仮称を用いている。

(a) スノグアボグ

主要排水路は、エステロ デ ビタス、スノグアボグ、マイパホ及びブルメントリット・インターセプターである。エステロ ビタスの左岸堤防高は、エステロ スノグアボグとの合流点付近で、計画潮位よりも低い。エステロ スノグアボグ及びマイパホの測量結果は無いが、Preliminary Alternative Master Plan Strategy Report (以降、E/S レポートと言う) の添付資料等によれば、疎通能力はそれぞれ、 $56\text{ m}^3/\text{s}$ 及び $35\text{ m}^3/\text{s}$ である。この2つのエステロの疎通能力は5年確率よりも小さい。

ブルメントリット・インターセプターの出口の高さは低く、潮位が E L 11.80 m の時、圧力流が発生する。この時、疎通能力は、 $20.0\text{ m}^3/\text{s}$ で、同じく5年確率よりも小さい。

(b) ビタス

主要排水路はエステロ ビタスとエステロ レイナである。ビタスの疎通能力は $50\text{ m}^3/\text{s}$ で、レイナのそれは $20\text{ m}^3/\text{s}$ である。両河川の疎通能力は共に、5年確率よりも小さい。

(c) バルット

この排水区にある排水路は、枝管のみである。

(d) パシグ北東

この排水区にある排水路は、枝管のみである。

(e) バレンシア P S

当排水区にある主要排水路は、エステロ バレンシアとビサヤス メインである。エステロ バレンシアの疎通能力は、E/Sレポートのデータによれば、 $30\text{m}^3/\text{s}$ であり、5年確率流量より小さい。ビサヤス メインは、 $18\text{m}^3/\text{s}$ の流出流量を運べ、これは、圧力流の状態です約10年確率に対応する。パレンシアポンプ場の能力は5年確率よりも小さい。

(f) アビレス・サンパロック PS

エステロ サンパロックとエステロ サンミゲルが主要な開水路である。レパント ガバーメント フォルベス メインがエステロ サンミゲルと2つのドレイニッジメイン、即ち、レパント ジョセフィナ メインとエコノミア メインを結んでいる。アビレス・サンパロック ポンプ場の能力は約5年確率である。

エステロ サンミゲルの断面は小さく、従って、疎通能力は $5\text{m}^3/\text{s}$ と5年確率より小さい。エステロ サンパロックの1988年の断面は無いが、E/Sレポートの断面データによれば、疎通能力は $40\text{m}^3/\text{s}$ と推定され、これは5年確率流量より若干小さい。

ドレイニッジメインの出口の高さより判断すると、レパント ガバーメント フォルベス メイン、レパント ジョセフィナ メインは開水路の流れが生じるが、エコノミア メインでは、圧力流となる。これらのドレイニッジメインの内、レパント ガバーメント フォルベス メインのみが、10確率洪水を処理出来るが、他のドレイニッジメインの能力は5年確率流量より小さい。

(g) キアポ PS

この排水区では、主要開水路としてエステロ キアポとエステロ サンミゲルが、又、ドレイニッジメインとして、セベリノ レイエスがある。キアポとサンミゲルの疎通能力は、それぞれ $40\text{m}^3/\text{s}$ と $20\text{m}^3/\text{s}$ で、一方、セベリノ レイエスのそれは、圧力流の状態です $7\text{m}^3/\text{s}$ である。確率年で見ると、エステロ キアポとエステロ サンミゲルが約10年の確率洪水に対処出来るのに対し、セベリノ レイエスの能力は5年確率よりも小さい。

キアポ ポンプ場のポンプ能力は、5年と10年確率洪水の間にある。

(h) ビノンド PS

主要排水路は、エステロ ビノンドとエステロ レイナである。ポンプ運転中はレイナは逆流状態で流れる。エステロ ビノンドの疎通能力は5年確率より若干小さい。

エステロ レイナのそれも5年確率洪水よりも小さく、特に逆流状態では、ポンプ能力よりも小さい。ポンプ能力も5年より小さい。

(i) 北西パシグ

当排水区の排水施設は枝管のみである。

(j) 北マニラ湾

この排水区の主要排水路は、2つのドレイニッジメイン、即ち、パチェコとラカンドゥラである。潮位がE L 11.80 mになると、これら暗渠の出口は水没する。圧力流の状態、ラカンドゥラ メインが10年確率流量洪水に対処出来るのに対し、パチェコ メインの能力は5年確率より小さい。

(k) マカティ スロープ

ゾーベル オービット アウトフォールが、当排水区の主要排水路であり、洪水を重力流の状態、パシグ川に放流している。この水路に対しては、出口におけるパシグ川の計画水位 (E L 14.0m) を境界条件として用いた。この水位にたいし、圧力流が生じ、この条件下での疎通能力は、ほぼ10年確率に等しい。

(l) マカティ PS

当排水区の主要排水路はマカティ導水路No.1とNo.2であり、両水路とも10年確率洪水に対処出来る能力を有している。ポンプ能力も又、同じ安全度を持っている。

(m) サンタクララ PS

エステロ サンタクララが本排水区の唯一の主要排水路であり、その疎通能力は、ポンプ能力 (5.3 m³/s) 程度にすぎない。サンタクララ ポンプ場の能力は5年確率よりも小さい。

(n) サンアンドレス

当排水区の主要排水路は、パンダカン、トゥリパ デ ガリニャ、その支川の各エステロ及びビトクルス アウトフォールである。パンダカンとトゥリパ デ ガリニャの疎通能力は、それぞれ、3 m³/s及び5 m³/sと5年確率流量に比べても非常に小さい。トゥリパ デ ガリニャの支川に関しては、全くデータが無い。ビトクルス アウトフォールは潮位がE L 11.80 mの時圧力流状態となり、この時疎通能力は4 m³/sである。

(o) パンダカン PS

エステロ パンダカンが当排水区の主要排水路で、その疎通能力は15m³/sである。

この疎通能力はポンプ能力に比較して大きいものの、5年確率洪水よりも小さい。パングカン ポンプ場の能力は、5年確率よりも小さい。

(p) パコ PS

本排水区の主要排水路はエステロ パコとコンコルディアである。パコ下流部は、10年確率洪水を排水するのに十分な疎通能力を持っているが、中・上流部のそれは、5年確率流量より小さい。パコ ポンプ場のポンプ能力は、5年確率洪水よりも小さい。

(q) バレテ

当排水区の排水施設は枝管のみである。

(r) 南西パシグ

当排水区の排水施設は枝管のみである。

(s) 南マニラ湾

2つのドレイニッジメイン、即ち、パドレ ファウラとレメディオスが敷設されている。管出口が高いため、計画潮位に対して、開水路の流れが発生する。両暗渠は共に、10年確率の洪水に対処出来る。

(t) リベルタード PS

主要排水路は、エステロ トゥリパ デ ガリニャ、ゾーベルロハス メイン、及び3つのアウトフォール、即ち、ブエンディア・ロハス、リベルタード、EDSAである。ゾーベルロハス メインからブエンディア・ロハス アウトフォール間のエステロ トゥリパ デ ガリニャの疎通能力は、ポンプ能力に比較しても小さい。一方、上述のドレイニッジメインとアウトフォールは、10年確率洪水に対処出来る能力を持っている。流れの状態は、ゾーベルロハス メインは圧力流であるが、アウトフォールでは、ポンプ場の調整池が大きく、かつポンプ運転開始水位が低いため、開水路の流れが生じるものと推定される。リベルタード ポンプ場の能力は、5年確率よりも大きい、10年確率よりも小さい。

(u) トゥリパ デ ガリニャ PS

エステロ トゥリパ デ ガリニャとデライン クリークが、当排水区の主要排水路である。EDSAアウトフォールからデライン クリークまでのエステロ トゥリパ デ ガリニャの疎通能力は、10年確率の安全度を持っているが、他の区間では5年確率以下である。デライン クリークに関しては、データがない。トゥリパ デ

ガリニャ ポンプ場の能力は5年確率よりは大きい、10年確率より小さい。

(2) ダガット・ダガタン

ダガット・ダガタンでは、地盤が高いため、ポンプ場は建設されていない。以下に、排水路の疎通能力と10年、5年の確率洪水のピーク流量との比較について述べる。

(a) スパイン

主排水路であるスパインの疎通能力は $25.8\text{ m}^3/\text{s}$ で、これは10年確率流量 ($26.3\text{ m}^3/\text{s}$) より若干小さいが、5年確率流量 ($23.6\text{ m}^3/\text{s}$) より大きい。

(b) サルイソイ

主排水路サルイソイの疎通能力は $17.4\text{ m}^3/\text{s}$ で、10年確率流量 ($17.7\text{ m}^3/\text{s}$) より、若干小さいが、5年確率流量 ($15.9\text{ m}^3/\text{s}$) より大きい。

(c) マイパホ

当排水区には、2つの主排水路、北排水路と南排水路があり、エステロ ノース スノッグ アボグに流入している。この排水路の疎通能力はそれぞれ、 $10.9\text{ m}^3/\text{s}$ と $3.0\text{ m}^3/\text{s}$ であり、共に5年確率流量より小さい。しかしながら、当排水区では、面積の約50%が枝管を通じて直接、エステロ ノース スノッグ アボグに流入しており、2つの主排水路は、残りの面積に対して5年確率洪水に対処できると考えられる。

(d) カピトパハヤン

この排水区には、枝管のみが設置されている。

排水施設の評価

(1) マニラとその近郊部

マニラとその近郊部では、2つの排水施設、即ち、主要排水路とポンプ場について、評価する。

前述した排水路の疎通能力検討は、16の排水区内、6つで、その排水路の疎通能力が10年確率の安全度をもつが、残りの10排水区では5年確率以下の能力である事を示している。

この10排水区内、3排水区、即ち、ビタス、スノグ アボグ、サンアンドレスでは、その主要排水路の改修が以下に述べるポンプ場と共に、Metro Manila Flood control Project によって、10年確率の計画安全度で実施されることになっている。さらに、このプロジェクトに先立ち、マニラ市の全排水区（17排水区）のエステロの浚渫及びドレイニッジ・メイン/アウトフォールと枝管の清掃を目的とするProject for Retrieval of Flood Prone Area of Metro Manila が実施される。このプロジェクトによって、10排水区内、5排水区の主要排水路の浚渫もしくは清掃が実施される。この浚渫と清掃によって、ポンプ場とドレイニッジメイン/アウトフォールの設計能力から判断して約10年確率と判断される主要排水路の能力が回復するものと期待される。

ポンプ場について見ると、ポンプ場が設置されている10排水区内、5排水区においてそのポンプ場の能力が5年確率を越えるのに対し、残りの5排水区においては、ポンプ能力が5年以下となっている。

又、現在は重力流で排水されているが、ポンプ排水が必要と考えられる排水区が5つある。この5つの内、3排水区、即ち、ビタス、バルット、サンアンドレスでは、Metro Manila Flood Control Projectによって、ポンプ場の建設が、10年確率の安全度で、関係排水路の改修と共に、実施される。下表はマニラと近郊部の合計ポンプ能力を、5年確率及び10年確率洪水に対処するのに必要なポンプ能力と共に示したものである。

(単位 m^3/s)

項目	北マニラ と近郊部	南マニラ と近郊部	マニラと近郊部 (合計)
現況ポンプ能力	45.5	128.3	173.8
計画ポンプ能力	33.8 (ビタス 31.8) (バルット 2.0)	17.4 (サンアンド レス)	51.2
合計ポンプ能力	79.33	145.7	225.0
10年確率対応 ポンプ能力	103.9	169.1	273.0
5年確率対応 ポンプ能力	82.7	135.6	218.3

Metro Manila Flood Control Projectの完成によって、マニラとその近郊部のポンプ能力は、5年確率対応に必要となるポンプ能力を越える。又、ポンプ能力の増加に加えて、マニラとその近郊部における排水路の疎通能力は、2つのプロジェクトの実施によって改善され、従って、当排水域は他の8つの排水域に比較して、最も高い内水災害に対する安全度を持つことになる。

(2) ダガット・ダガタン

この地域では、全ての排水路が5年確率以上の安全度を持っている。この地域の安全度を高めるためには、枝管の敷設で十分対応できると考えられる。これは、洪水流出の大きいスパインとサルイソイでも同じで、これらの排水区では既存の排水路が10確率に近い能力を持っているためである。

3.7 水質

3.7.1 主要河川の水質

パシグ・マリキナ川

(1) パシグ川

これまでパシグ川は、フィリピン政府が水生生物の繁殖と生育を目的としているC級水域として分類されてきた(表3.7-1参照)。しかしながら、川の水質濃度(特に有機物質)の平均値が1982年から1987年の間に、高い汚染状態を示してきた。例えば1982年から1987年までの雨季におけるBODの平均値は、バムバングを除いて20mg以上に達し、DOはすべての観測所で5mg/l以下である。乾季に於けるBOD濃度は約30mg/lを示しており、雨季の数値よりも僅かに高い。

(2) マリキナ川

マリキナ川の最上流水域はA級水域、下流水域はC級水域に指定されている。3つの主要な観測所の中で最も上流に位置しているモンタルバンにおける水質は、家庭からの排水がほとんどないことと、無酸素状態下での活発な自己浄化作用のおかげで非常に良好である。しかしながら、下流の観測所における高い濃度は、川の水がかなり汚染された状態であることを示している。BODの年平均値は約20mg/lであり、これはパシグ川のゲダルーベでの値とほぼ同じである。乾季と雨季間でのBODの差はほとんどない。

(3) サンファン川

サンファン川はパシグ川の支川の一つであり、ひどく汚染されている。4つの観測所での雨季におけるDOの年平均値はほとんど0mg/lであり、BODの濃度はパシグ川における値のほぼ2倍か3倍にあたる約50~60mg/lである。さらに乾季におけるBODの値は約70~80mg/lで、雨季の値よりもかなり高い。従って、サンファンの水は一年を通じて無酸素状態にあり、C級の水準を達成することは非常に困難である。

マラボン・トゥリヤハン川

マラボン・トゥリヤハン川はノーバリチェスのラメサ貯水池にその源を発し、マニラ湾に注ぐ、26kmの河川である。あらゆる種類の廃棄物が継続的かつ見境なく川へ投棄されてきた結果、川は濁り、悪臭をたて、汚泥が分厚くたまり、水生生物が死滅することとなった。いまやこの川はメトロマニラで最も汚染された川であり、特に川の中流域の状態がひどい。雨季におけるDOの平均濃度はノースエクスプレスウェイ、マッカー

サーハイウェイ、ガバナーパスクゥアルにおいては、ほとんど0 mg/lで、BODの平均濃度は、約40~50mg/lである。乾季になるとBOD濃度は、ほぼ60mg/lとなり、雨季と比較してさらにひどい汚染状態となる。現在、この川に適用される分類基準は存在しない。

ブリ・バホ・マハバ川

ラグナ湖に流入するブリ・バホ・マハバ川は、マンガハン放水路の東側に位置している。現在、これらの川の水質に関するデータは存在しない。調査団による聞き取り調査と現地踏査とから判断するかぎり、未処理で排水しているために、現在の水質は非常に悪化した状態にあると考えらる。

サウスパラニャケ・ラスピニャス川

マニラ湾近くに位置する観測所での水質は、内陸部のそれと比べると、比較的良好な状態を示している。サウスパラニャケ川とザポテ川は共にC級水域に指定されているが、サウスパラニャケ川のBOD濃度は約30~40mg/lであり、これはC級基準よりも高い。乾季におけるBODの値は雨季の値よりも高いが、差はそれほど大きくはない。

ラグナ湖

ラグナ湖はメトロマニラからすぐ内陸にある浅い湖で、平均水深は約3 mである。この湖は、パシグ川、マリキナ川、その他の湖周囲の河川からの流水に対する自然貯水池として機能している。LLDAは湖の4つの観測所において、水質観測計画を実施している。湖の現在の水質は、DO濃度が7~8 mg/lと高く、またBOD濃度が2~3 mg/lと低く、かなり良好である。これは指定されたC級水質基準を満たしている。

3.7.2 排水路の水質

エステロとクリークの水質は、雨季と乾季とでかなり違う。雨季におけるエステロのBOD平均濃度は約13mg/lで、これはパシグ川における値よりも低い。ところが乾期になると、BODの平均濃度が約70mg/lと、かなり汚染の激しい状態になる。特にエステロ デ パコ、エステロ デ バレンシア、エステロ トゥリパ デ ガリニャにおけるBODの濃度は100mg/lを超えているが、これは主に、乾季におけるエステロのフラ

ッシュ・アウトの低減と汚水の希釈効果の低下によるものである。

3.8 氾濫状況

3.8.1 洪水の頻度と氾濫地域

メトロマニラは、1948年、1966年、1967年、1970年、1972年、1977年、1986年、1988年に洪水による深刻な被害を被っている。洪水は内水のみならず、主要な河川の氾濫によってひきおこされた。いったんこの種の洪水が発生すれば、マニラ湾に沿ったメトロマニラの低地域は全面的に湛水する。このタイプの洪水に加えて、大雨が降る都度、多くの低地において、局地的な浸水が発生する。

1986年に台風ミディンによってひきおこされた洪水は、メトロマニラに近年最大の深刻な被害を与えた。1988年3月、NCRエンジニアリング ディストリクト オフィスはJICA調査団と協力して、1986年9月洪水の調査を実施した。メトロマニラの湛水地域は86.7km²に達し、これは、メトロマニラの14.5%に相当した。マリキナ溪谷に位置するカーインタとタイタイの氾濫地域をも含めると、合計氾濫地域は、図3.8-1に示す様に103.6km²となる。

1988年に台風ウンサンによってひきおこされた洪水においても、マリキナ川の氾濫と、湖の水位上昇とによって、マリキナ川流域とラグナ湖の湖岸の低地では深刻な被害を受けた。特にサントニーニョ下流右岸に位置するプロビデント・サブディビジョンでは、洪水によって堤防が決壊したために、甚大なる被害を受けた。

3.8.2 氾濫の原因

メトロマニラ地域は、潮汐によって形成されたマニラ湾沿いの低地（マニラ市を含む）、マリキナ川からラグナ湖へと続く沖積平野及びメトロマニラの中央部を北から南へと走る凝灰岩台地から成る。基本的にこの地域は、洪水に対して弱い地形である上、以下に示すような原因が重なって、より洪水被害を深刻化している

原因	結果
急速かつ大規模な都市化	: 不浸透域の増大による洪水ピーク流量の増加
河川水路の能力不足	: 洪水流の越流
排水施設の能力不足	: 局地的な浸水域の出現
排水施設の維持管理上の問題	: 汚泥、廃棄物、植物等の障害物による排水能力の低下
不法居住者	: 洪水流の阻害と維持管理遂行上の支障
制度上の問題と財源の不足	: 迅速な対応策遂行の遅滞

3.9 財政状況

メトロマニラにおける洪水防御と排水工事に対する投資額を見積るにあたっては、下記項目を考慮した。

- フィリピンの経済成長予測
- GDP予想
- 政府開発支出予想
- 財政収入予想
- DPWH予算割当額
- DPWHのNCRに対する洪水防御と排水工事のための地域割当額

1990年から2020年までのフィリピンの経済予想は、負債規模の経済に及ぼす影響もしくは過去における経済指標の分析によってなされた。1987年から1992年における経済成長率は6.8%と予想されているが、長期の経済成長率は以下のように考えられている。

- 負債の返済を考慮にいたした場合、年3%
- 安定期、非安定期を通じた過去の実績に基づいた場合、年4%
- 過去の安定期に基づいた場合、年5%

3%の成長率は、将来の経済における負債問題の拘束を強く反映しており、5%の成長率を長期間持続的に達成することは困難であろう。こうした理由から、年4%が現実的に達成しうる成長率として採択する。

GDPを予測した後、開発支出規模は、1971年から1986年までの調査期間におけるGDPに対する平均投資率と投資全体への平均開発支出率を利用して見積られた。歳入のうち税収部分は、経済成長に伴う税率を乗ずることによって単純に見積られた。税収以外の部分は、税収に対する税収以外の比率によって見積られた。開発支出におけるDPWHの割当分は、1981年から1986年までの総開発支出に対するDPWHの実際の支出比率を基に見積られた。DPWHに対する投資割当額の比率は、平均15.5%と算出された。

NCRの洪水防御と排水工事に対するDPWH予算の地域割当額は、1978年から1986年における債務ベースでの支出を基に見積られた。これは、実際の支出が債務ベースのものよりも低いために、DPWHへの割当額を過大評価する傾向がある。NCRに対するDPWHの投資における地方割当額は約16%であり、その一方、NCRにおける洪水防御と排水工事に対する地域割当額は約25%である。

表3.9-1は、NCRにおける洪水防御と排水工事に対する年間公共投資を経済成長率毎で示している。この表の数値は、1988年価格で表示されている。年間4%の成長率の場合、2020年までの累積資金総額は、140億6,000ペソと見積られている。

第4章 プロジェクト策定の基本概念

本計画調査においては、フレームワークプラン、マスタープラン及び優先プロジェクトに対するフィージビリティ調査の3種の計画が策定されるが、その計画策定基本概念は以下の通りである。又、各案の計画目標年度、対象地域、土地利用状況、計画安全度及び財政制約条件の有無については表4.1-1に示す通りである。

4.1 フレームワークプラン

フレームワークプランはマニラ首都圏全域及び首都圏外のカインタ及びタイタイを含んだ地域を調査対象とし、遠い将来、調査対象域が十分に都市化した状態における洪水防御及び内水排除に関する総合的治水対策計画を策定する事である。

フレームワークプランにおける計画の安全度は、フィリピン国における実績を参照し、河川の洪水防御計画については100年確率、内水排除計画については、10年確率を採用した。又、流出率は、予測し得る最も遠い将来である2020年時点の土地利用状況に基づいて算定し、財政制約条件及びプロジェクトの完成時点は特に設定しない。

4.2 マスタープラン

フレームワークプランにおいては、財政制約条件を考えず、遠い将来におけるマニラ首都圏の総合的治水対策の枠組みについて検討したが、マスタープランにおいては、西暦2020年迄の投資可能額を推定し、実現可能な計画として策定される。

4.3 優先プロジェクト

マスタープランの検討は結果に基づき、現在洪水被害が著しくかつ早急に対策の実施が必要な地域/プロジェクトについては、フィージビリティ調査を行い、西暦2000年を完成目標年度とした詳細計画を策定する。この際便益算定の為の土地利用条件は、現況土地利用状況とするが、流出条件は工事の重複を避けるべく2020年として計算する。又、財政制約条件は、現在の投資可能額に基づき算定する。その他の条件はマスタープランと同様である。

第5章 フレームワークプラン

5.1 調査の前提と条件

現況調査及び基礎解析結果に基づき、フレームワークプランは第4章で述べた基本概念により策定される。計算の前提と条件は以下の通りである。

完成目標年度

フレームワークプランは、遠い将来における首都圏の総合的治水対策の枠組みを策定するものであり、完成目標年度は特に設定しない。

調査対象域

フレームワークプランで対象とする河川及び内水域は以下の通りである。(図3.1-1～図3.4-1参照)

(1) 河川

- バシグ・マリキナ川 (支川サンファン川含む)
- マラボン・トゥリヤハン川
- ブリ・バホ・マハバ川
- サウスパラニャケ・ラスピニャス川

(2) 排水域

- マニラ及びその近郊部
- マラボン・ナボタス
- マンガハン東部
- マンガハン西部
- サンファン
- マンダルーヨン・パシグ
- マリキナ
- パラニャケ・ラスピニャス
- バレンズエラ

マニラ首都圏の北部及び南部境界に位置するメイカワヤン及びザポテ川は本調査に含まれず、上記の対象河川及び排水域の計画は以下の条件により策定する。

メイカワヤン川はマラボン・ナボタス及びバレンズエラ地域に毎年の如く氾濫してお

り、従ってこれらの地域における排水改善計画は、メイカワヤン川左岸域に堤防が構築され、河川からの越水氾濫のない状態で策定する。

又、ザポテ川は、現在、下流で小規模排水河川であるサンデイオニシオ川に連結しているが、本計画においては、サポテ川の洪水はマニラ湾に直接排水する事とする。

土地利用条件

予測出来る最も遠い将来の土地利用状況は西暦2020年であり、これを土地利用条件として設定する(表3.1-2参照)

流出条件

計画流量は西暦2020年の土地利用状況で算定された流出量に基づき、設定する。

計画の安全度

フレームワークプランにおける河川の洪水防御計画及び内水排除計画の安全度は、以下の通りである。

- 洪水防御計画 : 100年確率
- 内水排除計画 : 10年確率
- ラグナ湖水位 : 既往最高水位
(40年確率)

フィリピン国においては、河川の洪水防御計画の安全度に対する明確な基準はないが、フィリピン国における他河川の事例及び首都圏という地域的重要性を考慮し設定した。又、内水排除計画については、マニラ市及びその近郊部における事例を参照して、設定した。

水理境界条件

(1) マニラ湾潮位

マニラ湾潮位は水文解析結果に基づき下記の如く設定した。

- 河川の洪水計算 : 朔望平均満潮位 (11.30m)
- 内水排除計算 : 既往最大潮位 (11.80m)

(2) 河川水位

河川水位は、上記マニラ湾潮位と、不等流計算により求めた河川水位のいずれか高い方を採用した。

5.2 提案計画

5.2.1 河川計画の諸元

パシグ・マリキナ川

(1) 基礎検討

パシグ・マリキナ川の洪水防御計画については様々の案が考えられる。ここでは、その構成要素の中で独立して検討出来るものについて以下の検討を行った。

(a) パシグ川のショートカット

サンファン川合流点上流の蛇行部におけるショートカットの可能性については既往の調査においても検討されて来たが最新の測量成果に基づき、不等流計算により水位の低下効果について改めて検討を行った。この結果、水位の低下効果は期待できない反面、その建設には多大な工事費並びに家屋の移転を要する事より、フレームワークプランにおいては採用しない事とした。

(b) サンファン川の改修

サンファン川の疎通能力は、マニラ湾潮位が低いときでも $200\text{ m}^3/\text{s}$ に満たず、一方、100年確率流出量は、 $900\text{ m}^3/\text{s}$ である。従って、改修方式として、掘削方式、拡幅方式及び上流域流出量をマラボン・トゥリャハン川に分流する案について検討した結果、家屋の移転を避けるべく、現況法線形状を尊重し、河道の掘削とリバーウォールの建設による案（掘削方式）を最適案として採用した。

(2) 最適案

最適案の選定にあたっては、パシグ・マリキナ川の河道改修による疎通能力の増加、遊水池としてのラグナ湖利用、マリキナダム建設による洪水調節等の観点から種々の代替案について比較検討の結果、パシグ・マリキナ川の河道改修、マリキナコントロールゲート（MCGS）の建設、及びマリキナダム建設の組み合わせによる案を最適案として選定した。

この組み合わせによって、パシグ・マリキナ川の計画安全度は、100年確率となる。この内、河川改修分が30年確率であり、従って、残りをマリキナダムが担う事になる。

提案された構造物の諸元は以下の通りである。又、計画流量配分は図5.2-1に示す通

りである。

(a) 河道改修

河道区間	計画流量 (m^3/s)	河道長 (m)	河幅 (m)	横断	施設
バツ川河口/ ツツ川合流点	1,150	8,735	250-80	単断面 (台形/矩形)	・シートパイル ・パラペット
ツツ川合流点/ バツ川合流点	500	9,760	80-110	〃	・シートパイル ・護岸 ・パラペット
バツ川合流点/ MCGS	500	5,580	110-100	単断面 (台形)	・護岸 ・リバーウォール
MCGS/ マツ川分岐点	500	1,210	100-130	〃	・護岸 ・リバーウォール
マツ川分岐点/ マリナ橋	2,900	6,425	130-350	〃	・護岸 ・リバーウォール ・築堤
マリナ橋/ ツツ川合流点	2,900	5,560	350-300	複断面	・護岸 ・リバーウォール
ツツ川合流点/ ドリダス橋	2,600	8,580	300-170	〃	・築堤
ツツ川	900	10,653	40	単断面 (矩形/台形)	・シートパイル ・護岸 ・パラペット

(b) マリキナコントロールゲート (MCGS)

MCGSは図5.2-2に示す如く放水路設計流量 $2,400\text{m}^3/\text{s}$ を分流すべくマンガハン放水路分流点下流に建設される。

位置 : マンガハン放水路下流

ゲートタイプ : ローラゲート

堰高 : 15m

(c) マリキナダム (図5.2-3参照)

ダムサイトは、従来マリキナダム建設地点として提案されたマリキナ川上流モンタルバン地点である。洪水調節は自然調節により行い、ゲート操作による洪水調節は行わない。

位置 : モンタルバン峡谷 (既設ワワダム約 100m上流)

ダム型 : コンクリート重力ダム

ダム高 : 70m

マラボン・トゥリヤハン川

マラボン・トゥリヤハン川流域は既に都市化されており、上流域に貯水池、遊水池等の貯留施設を建設することは實際上、困難である。

計画洪水流量を安全にマニラ湾まで流下させる河川改修計画案を最適案として提案した。計画洪水流量を図5.2-1に示す。

提案した河川改修工事の諸元は、以下にまとめる通りであり、その位置図を図5.2-1に示す。

河道区間	計画流量 (m^3/s)	河道長 (m)	河幅 (m)	横断	施設
マラボン川	570-520	5,430	100-90	単断面 (台形)	・護岸 ・パラペット ・築堤
トゥリヤハン川	480-240	20,500	90-20	〃	・護岸 ・パラペット ・築堤

ブリ・バホ・マハバ川

ラグナ湖に流入する三本の河川、ブリ・バホ・マハバ川は、マンガハン放水路左岸沿いの排水路によって湖に排水される。これらの河川の疎通能力は極端に小さく、又、人口の過密な住宅地を流れている。

既存河川の拡幅と河床の掘削/浚渫が、上、下流部において唯一実施可能な対策である。この場合、人口密集地を流下するバホ川の改修に比較して、工費と家屋移転の面で明らかに有利な、バホ川からブリ川へのショートカット案を採用した。

技術的な検討から、下流部にはラグナ湖とを結ぶ背水堤を建設することとした。この背水堤に関しては、2つの代替案、マンガハン放水路への排水とラグナ湖への排水について検討した。これらの案には、建設費と家屋移転の面でほとんど差はないが、マンガハン放水路への排水は、河川と放水路との合流部でかなりの洗掘を発生させると考えられるため、ラグナ湖への排水案を採用した(図5.2-5参照)。

河川改修工事の諸元を以下に示す。又、その区間を図5.2-6に示す。

河道区間	計画流量 (m^3/s)	河道長 (m)	河 幅 (m)	横 断	施 設
マホバ川	190	5,000	50-25	単断面 (台形)	・築堤
バホ川	335-280	7,450	50-40	〃	・築堤
ブリ川 (支川を含む)	330-80	19,900	50-10	〃	・築堤
マンガハン 排水路	570-340	3,800	90-60	〃	・築堤

サウスパラニャケ・ラスピニャス川

この地区に含まれる河川の上流部は、近年特に都市化されており、貯水池による洪水防御は勧められない。最適案は、河川改修によって上流の丘陵地や山地からの洪水流出をマニラ湾に排水するものである（図5.2-6及び5.2-7参照）。 計画案の諸元を下表にまとめる。又、改修区間を図5.2-6に示す。

河道区間	計画流量 (m^3/s)	河道長 (m)	河 幅 (m)	横 断	施 設
ラスピニャス川	250-220	6,395	50-30	単断面 (台形)	・護岸 ・パラペット ・築堤
カスバニヤ川	630-200	6,500	70-30	〃	・護岸 ・パラペット ・築堤

ラグナ湖

フレームワークプランにおけるラグナ湖計画水位は、現在の土地利用状況からみて、利用最低地盤高と考えられる 12.50mとする。これは年平均最大湖水位に相当しており、大統領公布令により、ラグナ湖利用限界水位として設定された水位である。

ラグナ湖の湖水は、ナピンダン川及びマンガハン放水路によりマリキナ川下流、パシグ川を通してマニラ湾に排水され、湖水位は、これらの河川あるいは放水路の疎通能力に大きく左右される。これらの河川あるいは放水路を改修する事により湖水位を 12.50 mまで下げる事は、パシグ川及びマリキナ下流がマニラ湾潮位の背水の影響を受ける為、技術的に限界がある。又、パシグ川、ナピンダン川及びマリキナ下流の大規模な改修は膨大な工事費を要するばかりでなく、両岸域は家屋の密集した地域であり、社会的にも

問題が大きい。

一方、パラニャケ放水路の建設は移転家屋及び工事費共に上記の河川改修より少なく、底幅60m程度の放水路を構築する事により、湖水位を12.50mに下げる事は可能であり、現実的と考えられる。

施設の概要は下記の通りである。

河道区間	計画流量 (m ³ /s)	距離 (m)	幅 (m)	仕様
バグ川改修	1,150-500	18,500	250-80	・河口/バグ川 合流点
バグ川改修	400(max)	5,242	100	・底幅 80m
湖岸堤	—	10,700	9.1	・天端高 14.20m ・余裕高 1.7m
パラニャケ 放水路	500(max)	9,200	150-80	・底幅 60m

5.2.2 排水計画の諸元

排水施設を必要とする排水域は、過去の洪水と地形に基づいて選択した。これらの排水域は9つにまとめられる。各排水域に対して提案した排水施設を以下に説明する。又、排水施設の位置図を図5.2-8に示す。

マニラとその近郊部

マニラとその近郊部はマニラ湾沿いの低地帯である。この排水域は、更に北マニラと近郊部ならびに南マニラと近郊部に分けられる。両地区には、既に排水路とポンプ場が整備されているが、安全度を10年確率とするために、ポンプ場の建設・拡張、エステロの河床浚渫、暗渠の敷設からなる改良事業を計画した。

提案した排水施設の諸元は次の通りである。

施設	数量	仕様
(1) 北マニラと近郊部 (排水面積: 2,858ha)		
新設ポンプ場	3ヶ所	総排水量 15.5m ³ /s
既存ポンプ場拡張	2ヶ所	総排水量 9.2m ³ /s
ゲート	1ヶ所	総重量 15トン
開水路改修	6,850m	幅 17 ~ 7m
暗渠新設	5,750m	幅 3.8 ~ 2.5m

(2) 南マニラと近郊部 (排水面積: 4,317ha)

新設ポンプ場	1ヶ所	総排水量	5.3m ³ /s
既存ポンプ場拡張	5ヶ所	総排水量	18.3m ³ /s
ゲート	2ヶ所	総重量	25トン
開水路改修	7,750m	幅	30~5m

マラボン・ナボタス

この排水区はマニラ湾沿いに位置し、ほとんどの地域は非常に低くかつ平坦である。従って、湛水は河川氾濫よりもむしろ、高潮に起因する。提案した対策は、高潮から当地域を守る輪中堤、内水排除のためのポンプ場及び、内水を集水する排水路である。

輪中堤の位置に関しては、フィージビリティ調査で提案したものと同一位置とした。マラボン、トゥリヤハン川の北部地域はこの輪中堤沿いに建設される4ヶ所のポンプ場でカバーされ、この結果、ポンプ場の統合効果によって建設費を低減でき、又既存の河川や小河川は排水路として利用可能となる。

<u>施設</u>	<u>数量</u>	<u>仕様</u>
(排水面積: 2,492ha)		
輪中堤	22,000m	
新設ポンプ場	8ヶ所	総排水量 76.1m ³ /s
ゲート	15ヶ所	総重量 240トン
開水路改修	5,100m	幅 12m
開水路新設	5,600m	幅 12~23m
暗渠新設	800m	幅 3.0m 3連
閘門	1ヶ所	幅 20m、延長 180m

マンガハン東部

マンガハン放水路の東側に位置する当排水域は、1986年と1988年に見られる様に、ラグナ湖の水位が上昇すると、多大な被害を受ける地域である。

今後実施される排水計画に従って、ラグナ湖による湛水を防ぐため湖岸堤を建設するの加えて、内水を排水するためポンプ場の建設と排水路の建設もしくは改修が提案された。空き地があるポンプ場では、調整池が建設される。排水施設の諸元は次の通りである。

る。

<u>施設</u>	<u>数量</u>	<u>仕様</u>	
(排水面積：876ha)			
ポンプ場	4ヶ所	総排水量	31.1m ³ /s
ゲート	4ヶ所	総重量	90トン
開水路改修	1,100m	幅	20~75m
開水路新設	7,300m	幅	20~7m
調整池	2ヶ所	容量	60,300m ³

マンガハン西部

マンガハン西部は、マリキナ川、マンガハン放水路、ラグナ湖に囲まれた広い低地帯である。1986年と1988年には、ラグナ湖の水位上昇のため、2ヶ月から3ヶ月間湛水した。マンガハン東部と同じ理由により、当排水域においてもポンプ排水が提案された。又、調整池が湖岸堤沿いの空き地に建設される。

<u>施設</u>	<u>数量</u>	<u>仕様</u>	
(排水面積：3,814ha)			
ポンプ場	5ヶ所	総排水量	147.6m ³ /s
ゲート	10ヶ所	総重量	350トン
開水路改修	34,100m	幅	40~10m
開水路新設	11,000m	幅	20~7m
暗渠新設	1,450m	容量	3m×3連
調整池	4ヶ所	容量	775,500m ³

サンファン

サンファン川は丘陵地を流れるが、サンファン川の河川改修が完了した後も、内水災害の発生が予想される地域が河川沿いに見られる。この地域を浸水から守るため、ポンプ場とゲートの建設が提案された。又、これらの地域には、暗渠が敷設される。

この他、サンファン川との合流点において、堤防が低く、従って、洪水処理が出来ない3支川に関しては、背水堤の建設を提案した。

施設	数量	仕様	
(排水面積： 1,260ha)			
ポンプ場	9ヶ所	総排水量	52.7m ³ /s
ゲート	133ヶ所	総重量	128トン
開水路改修	1,300m	幅	8.4m
暗渠新設	12,300m	幅	5.7～ 2.2m
背水堤	3,400m	高さ	3.6～ 2.0m

マンダルーヨン・パシグ

河川氾濫と内水氾濫を受ける低地は、ロザリオ堰からナピンダン水門までのマリキナ川の兩岸に、又、EDSAからサンファン川との合流点までのパシグ川の右岸にある。残りの河川区間周辺の地域は、その地盤高が高く、洪水の発生は見られないので、排水システム計画の対象地区は、上述の低地帯に限定した。排水施設として、パシグ川沿いの低地にポンプ場の建設が、又、残りの地域には排水路の建設もしくは改修が提案された。

施設	数量	仕様	
(排水面積： 1,525ha)			
ポンプ場	3ヶ所	総排水量	23.0m ³ /s
ゲート	3ヶ所	総重量	47トン
開水路改修	2,500m	幅	11.3～ 8.2m
暗渠新設	8,800m	幅	4.5～ 2.9m

マリキナ

マリキナ川のナンカ川合流点からマンガハン放水路にかけては、低地帯が河川沿いに見られる。1988年洪水では、既存の住宅地が甚大な被害を受けたが、さらに、こうした洪水危険地帯内の農地が将来、宅地化される計画となっている。提案された排水施設は、1つの小排水域でゲートと排水路、その他の地域では、重力排水が可能であるため、排水路のみの構成となっている。

<u>施設</u>	<u>数量</u>	<u>仕様</u>	
(排水面積： 1,168ha)			
ゲート	1ヶ所	総重量	10トン
開水路改修	1,000m	幅	15m
暗渠新設	2,600m	幅	9m

パラニャケ・ラスピニャス

当排水域の洪水は、内水その他、サウスパラニャケ川、ラスピニャス川、ザポテ川からの氾濫によって生ずる。さらに、トゥリパ デ ガリニャ ポンプ場からの排水がパラニャケ川周辺の氾濫状況を悪化させている。上述した3河川の改修によって、当排水域は4つの小排水域に分割される。

パラニャケ川とマニラ湾とを結ぶ3本のアウトフォールが、トゥリパ デ ガリニャ ポンプ場からの排水と洪水をマニラ湾に放水するため、建設されている。しかし、このアウトフォールの疎通能力は限られているため、トゥリパ デ ガリニャ ポンプ場からマニラ湾を結ぶカットオフ水路の建設が提案された。

トゥリパ デ ガリニャ 小排水区からの流入がないと、パラニャケ川の初期水位を平均潮位にし、サウスパラニャケ川とアウトフォールに設置したゲートの調節によって、内水に対処できる。他の小排水域では、地盤が高い地域を除いて、ポンプ排水を提案した。

<u>施設</u>	<u>数量</u>	<u>仕様</u>	
(排水面積： 1,543ha)			
ポンプ場	2ヶ所	総排水量	19.8m ³ /s
ゲート	8ヶ所	総重量	195トン
開水路改修	4,800m	幅	15～ 8.7m
開水路新設	150m	幅	20m
カットオフ水路	500m	幅	30m

バレンズエラ

バレンズエラは、高潮以外に、メイカワヤン川からの氾濫によって、洪水被害をうける低地帯である。提案した排水対策は、メイカワヤン川と小河川沿いの既存堤防の強化

に加えて、ポンプ場の建設と既存水路の改修である。

<u>施設</u>	<u>数量</u>	<u>仕様</u>	
(排水面積：1,824ha)			
ポンプ場	3ヶ所	総排水量	10.9m ³ /s
ゲート	1ヶ所	総重量	15トン
堤防(既存堤防の強化)	8,000m	高さ	1.0m
開水路改修	12,900m	幅	30~10m
開水路新設	500m	幅	3m

5.3 建設事業費

フレームワークプランの総事業費は、1988年10月の価格水準で21,860百万ペソである。その内訳は河川の洪水防御施設 8,205百万ペソ、内水排除施設 9,655百万ペソ、パラニャケ放水路が 4,000百万ペソである。尚、この事業費には物価上昇分は含まれていない。

フレームワークプランの施設位置図は、図5.2-9に示す通りである。

第6章 マスタープラン

6.1 調査の前提と条件

マスタープランの調査の前提及び条件は下記を除いてフレームワークと同様である。

完成目標年度

2020年をマスタープランの完成目標年度とする。従って、流出に影響する土地利用条件も2020年の土地利用状況に基づいて行う。(表3.1-2参照)

施設条件

フレームワークプランは財政的制約条件なしで策定したが、マスタープランにおいては、西暦2020年迄の投資可能額を推定し、策定された計画は2020年迄に完成する事が前提となる。従って、膨大な建設費を要するパラニャケ放水路は、2020年迄に完成する事は困難であるので、マスタープランの対象外として取り扱う事とする。

流量条件

(1) 流出量

西暦2020年の土地利用状況に基づいて、算定された流出量に基づき、計画流量を設定する。

(2) マンガハン放水路分流量

マンガハン放水路を通してラグナ湖へ流入する分流量は、2,400 m³/sとする。

水理境界条件

マニラ湾潮位及びラグナ湖位は水文解析結果に基づいて以下の如く設定する。

(1) 河川の不等流計算

— マニラ湾潮位 : 朔望平均満潮位 11.30m

— ラグナ湖水位 : 年最大平均水位 12.50m

(内水氾濫と河川氾濫の2重カウントをさける為 12.50mとする)

(2) 内水排除計算

— マニラ湾潮位 : 既往最大湖位 11.30m

— 河川水位 : マニラ湾潮位と不等流計算により求められた河川水位のいず

れか高い方を外水位とする。

- 一 ラグナ湖水位 : 水文解析によれば、ナピンダン川及びマンガハン放水路の逆流量を考えた場合、既往最大湖水位（1972年 14.03m）は 13.80m に下がる。従って 13.80 を湖水位として設定する。

6.2 代替案の内容

河川の洪水防御計画及び内水排除計画の施設規模を決めるため、マスタープランにおいては以下の代替案を設定して検討を行った。

河川の洪水防御計画

計画対象各河川について、その改修規模を確率 100年、50年、30年、20年及び10年とした場合の 5 ケースの代替案を設定した。

内水排除計画

計画対象各内水排除地域について、その施設規模を確率10年、5年、3年及び2年とした場合の 4 ケースの代替案を設定した。

6.3 代替案の検討

河川の洪水氾濫

河川の洪水氾濫計算は、各河川において 100年、50年、30年、20年、10年、5年及び2年確率洪水について現況河道をもちいて行った。各河川の氾濫水位は表 6.3-1 に示す通りである。

内水氾濫計算

内水氾濫計算は下記の施設条件に対して行った。

- 一 マニラ及びその近郊部 : 現況施設及び10年確率施設
- 一 その他の地域 : 現況施設及び確率10年、5年、3年及び2年確率施設。

上記の施設規模を設置した状態で、確率100年、50年、30年、20年、10年、5年、3

年及び2年確率洪水に対し内水氾濫計算を行った。各地域の氾濫水位は表6.3-2に示す通りである。

施設の経済規模検討

前節においてのべた如く、各河川（4河川×5施設規模）及び各内水域（9内水域×4施設規模）について合計56ケースの代替案について費用便益比により、各施設の経済性について、下記条件により検討を行った。

- 建設期間は5年とし、建設費は各年均等に割り振るものとする。
- 経済建設費（Economic Construction Base Cost）は、算定した建設費の90%とする。
- 年間維持管理費を考慮する
- 完成後の耐用年数は40年とする
- 年割引率（Discount Rate）は15%とする

建設費及び年便益の詳細な算定方式は、6.4.5節及び6.4.6節に示す通りである。上記により算定した費用便益比は表6.3-3に示す通りである。

6.4 マスタープランの策定

6.4.1 最適計画の選定

マスタープランとして最適な構造物対策と非構造物対策は、以下に述べる検討に基づいて決定した。

最適な構造物対策

(1) 河川と排水域のグルーピング

メトロマニラを河川氾濫と内水氾濫から、それぞれ100年と10年の安全度で守るため、フレームワークプランを策定した。しかしながら、この計画を実行することは、財政面から困難と考えられる。従って、マスタープランの策定では、財政規模が一つの基準となり、河川もしくは排水域に応じて、低い安全度を適用する事、即ち、計画の確率規模を変える事によって達成可能となる。

洪水防御のための適用可能な構造物と施設は、それぞれの河川／排水域の経済的可能性と社会的重要度に従って、決定される。しかし、対象地域には、4つの河川と9つの

排水域があり、その幾つかは、同程度の経済的可能性と社会的重要度を示しており、各河川、排水域に対し、それぞれ安全度を設定する事は困難である。このため、以下の様に、河川と排水域を幾つかのグループに分けることにした。

(a) 河川

パシグ・マリキナ川の経済的可能性は、他の河川に比べて若干大きいものの、全体的には差は小さいと言える。しかし、パシグ・マリキナ川がフィリピンの政治的、経済的、社会的な中心地であるメトロマニラを貫流することを考えて、この河川の安全度を他の河川より、高く設定した。従って、対象河川は、以下の2グループに分類される。

- グループA (最重要) : パシグ・マリキナ川 (サンファン川を含む)
- グループB (重要) : ブリ・バホ・マハバ川
- : マラボン・トゥリヤハン川
- : サウスパラニャケ・ラスピニャス川

(b) 排水域

マニラとその近郊部では、排水施設がかなりの安全度で既に配置されており、更に14次OECDローンで改善されることになっている。しかし、他の排水域では、施設が不適當であるにもかかわらず、対策は立てられていない。こうした排水域は、2のグループに分けられる。1つは費用便益比が1.7以上、他はそれが1.7以下の排水域である(表6.3-3参照)。以上から、排水域は次の3グループに分けられる。

- グループA (最重要) : マニラとその近郊部
- グループB (より重要) : マンガハン東部、
マンガハン西部、
マラボン・ナボタス
- グループC (重要) : サンファン、
マングルーヨン・パシグ、
パラニャケ・ラスピニャス、
バレンズエラ

(2) 代替案と最適案

河川と排水域の各グループに対し、洪水の生起確率で示される計画規模を、以下の様に変えて、代替案の検討を行った。

- 各グループにその経済的实施可能性と社会的重要度に基づいてランク付けを行う。
- 高くランク付けされたグループは、より高い安全度とする。

この様にして設定した、代替案を構成する各組み合わせを以下に示す。河川の最大安全度は100年で、排水域のそれは10年である。

代替案	河川		排水域		
	グループA	グループB	グループA	グループB	グループC
CASE 1	1/100	1/50	1/10	1/10	1/5
CASE 2	1/100	1/30	既存	1/5	1/3
CASE 3	1/30*	1/30	既存	1/5	1/3
CASE 4	1/30*	1/20	既存	1/3	1/2
CASE 5	1/100	-	1/10	1/10	-
CASE 6	1/30*	-	既存	1/5	-

注：パシグ・マリキナ川の洪水防御に関しては、100年確率洪水は、ダムと河川改修で処理される。これら施設間の最も経済的な配分は、30年確率分を河川で持つも

のである。従って、ダムがない場合の最大安全度は30年となる。

上記の各ケースに必要な合計建設費は次の通りである。費用の詳細は、表6. 4-1に示されている。

CASE 1	:	17,009	百万ペソ
CASE 2	:	13,523	"
CASE 3	:	12,884	"
CASE 4	:	12,015	"
CASE 5	:	10,751	"
CASE 6	:	7,250	"

最適案としては、CASE 2 を選定した。これは、CASE 2 の事業費が、フィリピンの経済成長率を4%とした場合の洪水防御・排水整備部門への2020年までの累積可能投資額に、見合うためである。この最適案の位置を図6.4-1に示す。

最適な非構造物対策

(1) 氾濫域図の公刊と耐水構造物の導入

氾濫域図は、河川の氾濫もしくは局地的な内水氾濫に関する現在の予想氾濫地域の境界を定めるために計画されている。河川は長い再現期間で氾濫するが、いったん発生すれば、広大な地域に甚大な被害をもたらす、多くの死傷者を出す事になる。こうした点から、パシグ・マリキナ川のための氾濫域図としては、当河川の計画流量である100年確率洪水について推定した。これを図6.4-2に示す。しかしながら、パシグ・マリキナ川以外の河川での氾濫現象は地形情報の面から明かではない。このため、ブリ・バホ・マハバ川、マラボン・トゥリヤハン川、サウスパラニャケ・ラスピニャス川の氾濫域図を用意することは、本調査ではできなかった。

一方、局地的な内水氾濫は、より小さな地域において、より短い再現期間で発生する。内水氾濫域図の推定にも、地形の詳細な情報が必要であるが、この調査段階では、地形に関する十分な情報が存在していないために、内水氾濫域図は作成していない。

氾濫域図は、氾濫の可能性のある地域内に暮らしている人々のために公刊すべきであり、又、民家やビルの床の高さを上げるというような耐洪水対策を、導入すべきである。