

インドネシア国  
スマラン市周辺緊急治水水資源  
開発計画調査

最終報告書  
要約

平成5年11月

国際協力事業団

社調  
J R  
93-123

インドネシア国スマラン市周辺緊急治水水資源開発計画調査最終報告書要約  
平成5年11月

108  
6.7  
SSS



JICA LIBRARY



1111854(4)



インドネシア国  
スマラン市周辺緊急治水水資源  
開発計画調査

最終報告書  
要 約

平成 5 年 11 月

国際協力事業団



## 序 文

日本国政府は、インドネシア共和国政府の要請に基づき、同国のスマラン市周辺緊急治水・水資源開発計画にかかる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4年4月から平成5年9月までの間4回にわたり、株式会社建設技術研究所の富岡慶行氏を団長とし、同社及び株式会社パシフィック・コンサルタンツ・インターナショナルから構成される調査団を現地に派遣しました。

調査団は、インドネシア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。

この報告書が、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。

最後に、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5年11月

国際協力事業団

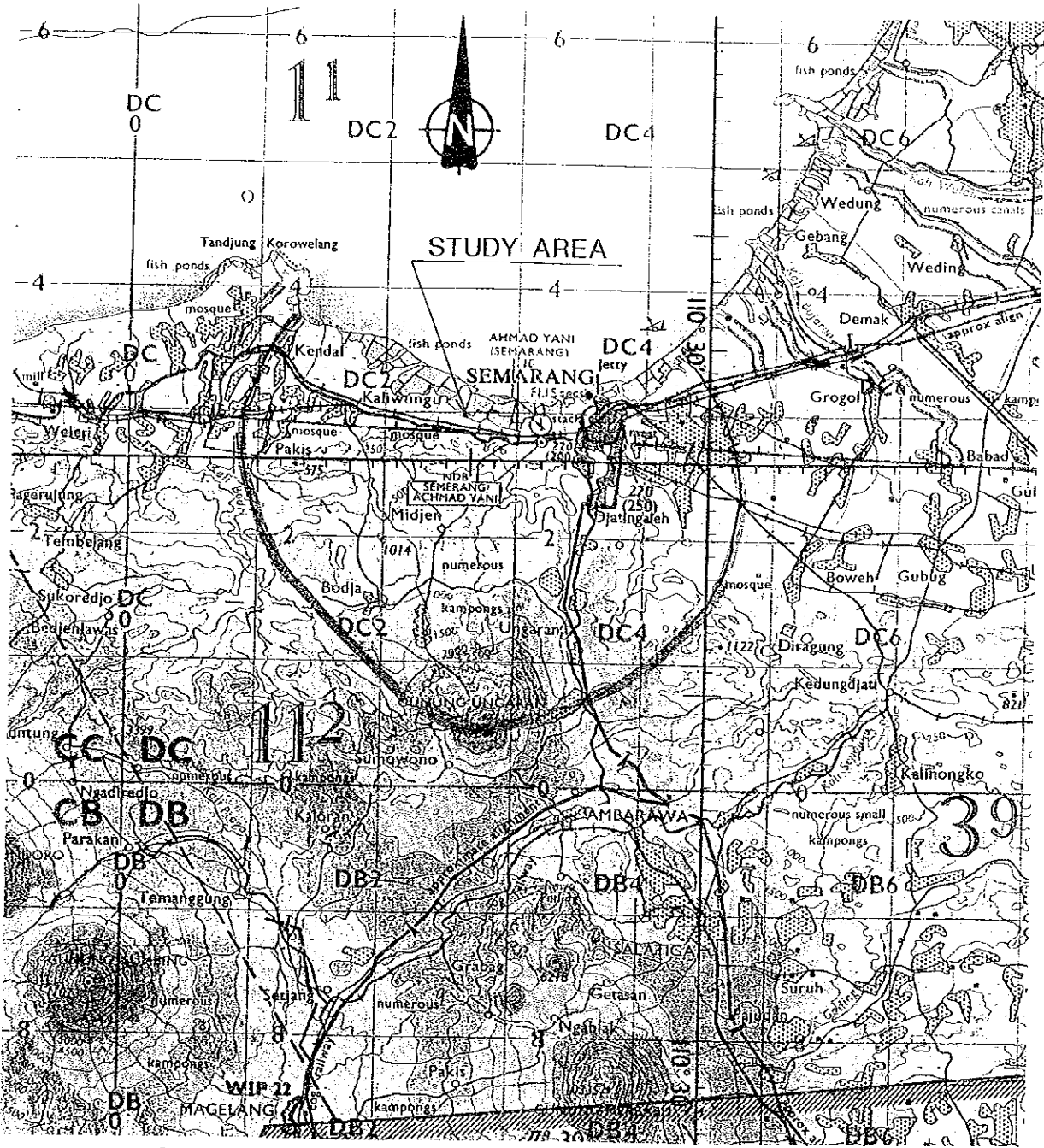
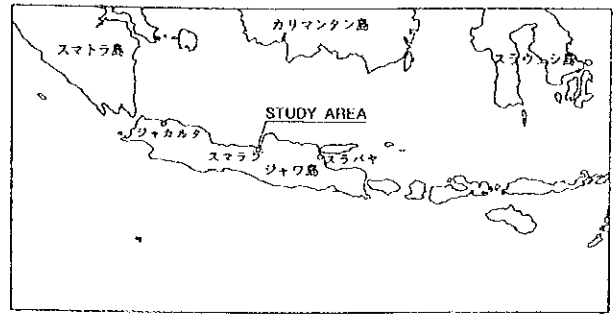
総裁 柳谷謙介

柳谷謙介

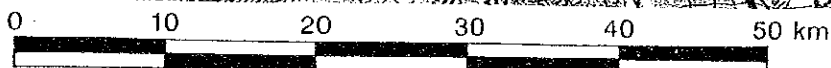




# 位置図



SCALE





## 概要

### 1. 調査の背景

インドネシア中部ジャワ州の州都スマラン市とその周辺は人口125万人を擁する第5番目の大都市であるが、平坦な地形と貧弱な排水施設のため、毎年大規模な洪水被害を被っている。特に1990年1月の大洪水では、対象域内の西放水路/ガラン川沿いに死者47人、被害額85億ルピア(430万ドル)の災害が発生した。一方、同地域は乾期の恒常的な水不足に悩まされており、今後都市人口の増加に伴い、西暦2000年には現在計画中のクドン・オンボダムによる水供給量をあわせても、水需要の増加を賄えないと予想されている。このような状況を打開するため、インドネシア政府の要請に基づき本計画調査が実施された。

### 2. 調査の目的

本調査の目的は(1)西暦2015年を完成目標とする治水、都市排水、水資源開発の3分野に対するマスタープランの策定、(2)西暦2005年を完成目標年とする優先プロジェクトに対するフィジビリティ調査の実施並びに(3)西暦2000年を完成目標とした上記西放水路/ガラン川の緊急治水計画の策定にある。

### 3. 調査の成果

本調査は西暦1992年9月より1993年11月まで実施され、この間上記のマスタープランの策定、フィジビリティ調査の実施、ならびに緊急治水計画の策定作業が行われた。以下にこれらの調査結果の概要を記す。

### 4. 調査対象

調査地域は、スマラン市全域と2カブパテン(県)(ケンダル、スマラン)を含む面積1,000km<sup>2</sup>の地域である。このうち治水計画は調査地域内の主要6河川(プロロン川、プリンギン川、シランダク川、西放水路/ガラン川、東放水路、パボン川)を対象とし、都市排水計画はスマラン市内の幹線水路を、また水資源開発計画はスマラン市の水需要に対処するものである。

### 5. マスタープランの策定

#### (1) 治水計画

治水整備水準 : 1/20年～1/100年超過確率年  
河川改修 : 6河川, 総延長 64.2 km  
放水路 : 1放水路, 延長 18.3 km  
ダム洪水調節 : 2多目的ダム, 総治水容量 15.06百万m<sup>3</sup>  
総事業費 : 337,552百万ルピア  
必要移転家屋 : 350戸  
内部収益率 : 14.1%

#### (2) 都市排水計画

計画規模 : 1/2年～1/10年超過確率  
排水路改修 : 排水路数=19, 総排水区面積=103.771 km<sup>2</sup>, 排水路全長=73.11 km  
排水ポンプ場 : ポンプ場数 3ヶ所, 排水面積 6.322 km<sup>2</sup>, 設計排水能力 8.5 m<sup>3</sup>/s,  
遊水池容量 124,700 m<sup>3</sup>  
非構造的手段 : 土地利用規制, 用地先行取得, 低地部の盛土  
総事業費 : 165,412 百万ルピア

必要移転家屋 : 454 戸

内部収益率 : 10.8 %

(3) 水資源開発計画

計画洪水規模 : 1/10年洪水確率

水源 : 河川表流水

将来水需要量 : 西暦2015年における水需要量16.934 m<sup>3</sup>/s  
(上工水12.12 m<sup>3</sup>/s, 農水2.714 m<sup>3</sup>/s, 河川維持用水2.1 m<sup>3</sup>/s)

現況供給量 : 6.56 m<sup>3</sup>/s (含 既定の将来供給計画量5.0 m<sup>3</sup>/s)

新規開発水量 : 10.90 m<sup>3</sup>/s (除 発電使用水量1.8 m<sup>3</sup>/s)

開発施設 : 4 多目的ダム(総利水容量128.3 百万m<sup>3</sup>), 1 導水路

総事業費 : 639,021 百万ルピア

必要移転家屋 : 3,270 戸

内部収益率 : 11.4 %

6. フィジビリティ調査

(1) 治水計画

対象河川 : 西放水路/ ガラン川(河口より9.54km区間)

計画規模 : 1/100 年超過確率規模

施設 : 河川改修及びジャテバラングム(治水容量4.3百万m<sup>3</sup>)による洪水調節

総事業費 : 132,223 百万ルピア

必要移転家屋 : 0 戸

内部収益率 : 16.2 %

(2) 都市排水計画

計画規模 : 1/5 年超過確率規模

施設 : 排水ポンプ場3ヶ所(排水量=8.5m<sup>3</sup>/s遊水池を含む)及び既設水路の改修

総事業費 : 64,118百万ルピア

必要移転家屋 : 82戸

内部収益率 : 15.7 %

(3) 水資源開発計画

施設 : ジャテバラングム(利水容量16.7百万m<sup>3</sup>)

開発水量 : 2.54 m<sup>3</sup>/s

総事業費 : 79,881百万ルピア

必要移転家屋 : 0 戸

内部収益率 : 28.8 %

7. 緊急治水計画の策定

対象河川 : 西放水路/ ガラン川(河口より9.54km区間)

計画規模 : 1/25年超過確率規模

主要工事 : 河川改修及びシモンガン堰の改築

総事業費 : 90,412百万ルピア

必要移転家屋 : 0 戸

内部収益率 : 15.9 %

スマラン市周辺緊急治水水資源

開発計画調査

最終報告書

要 約

目 次

概 要

|                      | <u>頁</u> |
|----------------------|----------|
| 第1章 概 要 .....        | 1        |
| 1.1 調査の背景 .....      | 1        |
| 1.2 調査の目的 .....      | 1        |
| 1.3 調査地域 .....       | 2        |
| 第2章 調査地域の現況 .....    | 3        |
| 2.1 地形・地質 .....      | 3        |
| 2.2 気 候 .....        | 3        |
| 2.3 社会経済・土地利用 .....  | 3        |
| 2.4 関連開発プロジェクト ..... | 6        |
| 2.5 河 川 .....        | 6        |
| 2.6 都市排水 .....       | 9        |
| 2.7 上水供給と利用 .....    | 10       |
| 第3章 マスタープラン .....    | 12       |
| 3.1 治水計画 .....       | 12       |
| 3.2 都市排水計画 .....     | 17       |
| 3.3 水資源開発計画 .....    | 23       |
| 3.4 ダム建設計画 .....     | 28       |
| 3.5 水力発電計画 .....     | 30       |

|                            | 頁  |
|----------------------------|----|
| 第4章 フィージビリティ調査 .....       | 32 |
| 4.1 治水計画 .....             | 32 |
| 4.2 都市排水計画 .....           | 35 |
| 4.3 水資源開発計画 .....          | 38 |
| 4.4 ジャティバラダム計画 .....       | 40 |
| 4.5 水力発電計画 .....           | 43 |
| 4.6 優先プロジェクト実施スケジュール ..... | 44 |
| 4.7 優先プロジェクト全体経済評価 .....   | 44 |
| 第5章 緊急プロジェクト調査 .....       | 45 |
| 5.1 計画基準 .....             | 45 |
| 5.2 代替案 .....              | 45 |
| 5.3 最適案 .....              | 47 |
| 5.4 緊急プロジェクト実施スケジュール ..... | 47 |
| 5.5 事業費積算 .....            | 47 |
| 5.6 プロジェクト評価 .....         | 48 |
| 第6章 提言 .....               | 49 |

付 表 一 覧 表

| <u>表番号</u> | <u>表 題</u>                | <u>頁</u> |
|------------|---------------------------|----------|
| 表2.1       | スマラン市気象データ .....          | 50       |
| 表2.2       | 調査対象地域人口（1990年） .....     | 51       |
| 表2.3       | 調査対象地域人口予測 .....          | 52       |
| 表3.1       | 工業地帯面積予測 .....            | 53       |
| 表3.2       | 水需要予測 .....               | 53       |
| 表4.1       | ダム治水容量と計画高水流量の関係 .....    | 54       |
| 表4.2       | 治水ダムと河川改修の組合せによる事業費 ..... | 55       |

付 図 一 覧 表

| <u>図番号</u> | <u>表 題</u>                 | <u>頁</u> |
|------------|----------------------------|----------|
| 図1.1       | 調査対象地域 .....               | 56       |
| 図2.1       | 調査対象地域周辺地質概要図 .....        | 57       |
| 図2.2       | 中央政府組織図 .....              | 58       |
| 図2.3       | 公共事業省組織図 .....             | 59       |
| 図2.4       | 水資源総局組織図 .....             | 60       |
| 図2.5       | 河川局組織図 .....               | 61       |
| 図2.6       | 都市・住宅総局組織図 .....           | 62       |
| 図2.7       | 地方政府組織図 .....              | 63       |
| 図2.8       | 現況土地利用図 .....              | 64       |
| 図2.9       | 将来土地利用予測図（2015年） .....     | 65       |
| 図2.10      | 現況水系位置図 .....              | 66       |
| 図2.11      | 都市排水計画対象地域図 .....          | 67       |
| 図3.1       | 最適河川改修計画標準断面図 .....        | 68       |
| 図3.2       | 洪水防御マスタープラン実施スケジュール .....  | 72       |
| 図3.3       | マスタープラン対象幹線排水路 .....       | 73       |
| 図3.4       | ポンプ排水適用地区 .....            | 74       |
| 図3.5       | 幹線排水路計画及び流出モデル .....       | 75       |
| 図3.6       | 都市排水マスタープラン実施スケジュール .....  | 82       |
| 図3.7       | ダム建設候補地点位置図 .....          | 83       |
| 図3.8       | 水資源開発計画概念図 .....           | 84       |
| 図3.9       | 公共用水供給計画 .....             | 85       |
| 図3.10      | 水資源開発マスタープラン実施スケジュール ..... | 86       |
| 図3.11      | バボンダム一般図 .....             | 87       |
| 図3.12      | ジャティバラダム一般図 .....          | 88       |



| <u>図番号</u> | <u>表 題</u>                 | <u>頁</u> |
|------------|----------------------------|----------|
| 図3.13      | ムンディンガンダム一般図 .....         | 89       |
| 図3.14      | クドゥン・スレンジム一般図 .....        | 90       |
| 図4.1       | 治水ダムと河川改修の組合わせによる事業費 ..... | 91       |
| 図4.2       | 都市排水優先プロジェクト対象地域 .....     | 92       |
| 図4.3       | スマラン川改修計画平面図 .....         | 93       |
| 図4.4       | ジャティバラダム概要図 .....          | 94       |
| 図4.5       | ジャティバラダム平面図 .....          | 95       |
| 図4.6       | ジャティバラダム標準断面図 .....        | 96       |
| 図4.7       | ジャティバラダム上下流面図 .....        | 97       |
| 図4.8       | 優先プロジェクト実施スケジュール .....     | 98       |
| 図5.1       | 西放水路及びガラン川計画縦断図 .....      | 99       |
| 図5.2       | 西放水路標準断面及び平面計画図 .....      | 100      |
| 図5.3       | シモンガン堰一般図 .....            | 101      |
| 図5.4       | ガラン川標準断面及び平面計画図 .....      | 102      |
| 図5.5       | 緊急プロジェクト実施スケジュール .....     | 103      |



## 第1章 概 要

### 1.1 調査の背景

スマラン市は中部ジャワ州の州都で人口125万人を擁するインドネシア 5 番目の大都市である。

スマラン市は北側がジャワ海に面した巾 4～10kmの海岸沿いの沖積平野に位置し、南側はウンガラン山 (2,050m) に至る丘陵地となっている。この様な地形と貧弱な排水施設の現状のため、スマラン市及びその周辺地域は毎年の雨期毎に洪水被害を受けている。

最近では1973, 1988, 1990と大洪水に襲われ、特に1990年1月にはガラン川の下流で越水氾濫が起き、死者47人、被害額85億ルピア (430万ドル) の被害が生じた。この時の洪水は過去70年間で最大規模であった。

一方、乾期には同地域は恒常的な水不足に悩まされている。スマラン市は年々人口が増加しており、この人口集中が水不足を更に悪化させている。

この水不足に対処するためクドゥン・オンボダムが建設され、スマラン市への水供給が計画されているが、2000年に予想されている水需要6,500 l/sは賅えないと予想されている。

この様な現状を打開するため、インドネシア政府は日本政府に協力を要請し、日本政府はこれに答えて調査団を現地に派遣し本調査を行ったものである。

### 1.2 調査の目的

本調査は以下に示す四つの目的を有する。

- (1) 2015年を目標年とするマスタープランを治水計画、都市排水計画、水資源開発計画の各分野で策定する。また、マスタープランより優先プロジェクトを各分野毎に選定する。
- (2) 西放水路/ガラン川を対象に2000年を目標年として緊急プロジェクトを策定する。
- (3) マスタープラン調査で選定された優先プロジェクトに対するフィージビリティ調査を実施する。
- (4) インドネシアのカウンターパートに対して、日常業務を通じて技術移転を図る。

### 1.3 調査地域

調査地域は、西側はプロロン川流域より東側はバボン川流域の間の面積約1,000km<sup>2</sup>の地域で、スマラン市全域と2カッパテン（県）（ケンダル、スマラン）を含む（図1.1参照）。

治水計画は調査地域内の主要6河川（プロロン川、プリングン川、シランダク川、西放水路／ガラン川、東放水路、バボン川）を対象とし、都市排水計画はスマラン市内の幹線排水路を、また、水資源開発計画はスマラン市の水需要に対処するものとする。

## 第2章 調査地域の現況

### 2.1 地形・地質

調査地域は、地形的に大きく3つに分けられる。標高2,050mのウンガラン山の北斜面を成す山間部、ジャワ海沿いの平野部及び両者の間の丘陵地である。調査地域の河川は全てウンガラン山を源とし、丘陵部で深い溪谷を成した後、平野部を通りジャワ海に流れ込む。

地質的には火山岩類、海洋性堆積岩類及び両者を覆う沖積層に分類される。火山岩類はウンガラン山からの泥流、溶岩流、ノトプロ層、貫入岩などから構成される。ダマール層、カリビュク層等は海洋性堆積岩類に分類される。(図2.1参照)

### 2.2 気候

調査地域は熱帯モンスーン気候に属しており、年間の平均気温は高く余り変動しない。スマラン市内測候所の記録では、気温は21°Cから35°Cの範囲で年平均気温は27.4°Cである。11月から4月迄は雨期で5月より10月は乾期である。年平均降雨量は2,460mmであるが、年によりかなり変動する。

スマラン市における気温・雨量・湿度その他の気候諸値を表2.1に示す。

### 2.3 社会経済・土地利用

#### 2.3.1 人口

最近の人口の調査は1961、1971、1980、1990年に行われた。1990年調査ではインドネシア全土の人口は179,322,000人、中部ジャワ州は28,522,000人で1980年から1990年迄の人口増加率はインドネシア全体で1.97%、ジャワ州が1.17%となっている。調査地域の人口は1,724,000人で、クチャマタン(郡)別の内訳は表2.2に示す。

都市排水計画、水資源開発計画策定の基礎資料となる2015年迄の将来人口予測を前記の増加率を基に算定し、表2.3に示す。

### 2.3.2 インドネシア開発政策

インドネシア国家開発計画である第5次5ヶ年計画（レプリタV）が1993年を最終年度として策定されている。この中で開発基本政策として次の2点が強調されている。

- (1) 国民の生活水準の向上を図る。
- (2) 次期5ヶ年計画（レプリタVI）での発展のための強固な基礎を固める。

地域開発のための政策としては、国家開発計画の基本政策に従って農村、地方小都市の開発を優先している。

### 2.3.3 経済構造

#### (1) 国家経済

##### 経済成長

インドネシアの国内総生産（GDP）は1990年で198兆ルピア（約12.2兆円、1992年レート）であり、1985年からの5年間で年平均15.9%の高い成長率を達成している。特に工業・製造業分野では、この期間の成長率は24.5%と著しく高い値を示している。

##### 国家予算

1990年度のインドネシア国家予算は46.7兆ルピア（約2.9兆円、1992年レート）である。

##### 貿易

1980年には輸出240億ドル、輸入108億ドルと大幅な出超であったが、その後輸出額は石油価格の下落によって減少して1986年には148億ドル迄落ち込んだ。しかし、それでも41億ドルの出超であった。その後石油価格の回復によって輸出額も持ち直し、1991年には296億ドルに回復し、輸入額も259億ドルで差し引き37億ドルの黒字を計上している。しかし、石油、ガスを除いた品目の1980-1991年間の貿易額は大幅な入超を示している。

## (2) 地域経済

### 経済成長

1985年から1989年迄の間に中部ジャワ州の生産額（GRDP）は年率16.7%の成長を示した。しかし、一人当たりの生産額は年率15.4%増に留まった。

### 州政府予算

中部ジャワ州政府予算は1990年度が 5.2億ルピア（約3千万円、1992年レート）で1982年度～1990年度の期間に年率10%で増加している。

## 2.3.4 政府組織

### (1) 中央政府

中央政府の組織は図2.2に示す通りである。

この内公共事業を所管する公共事業省（DPU）の組織図を図2.3に示す。

河川、水資源開発等は公共事業省、水資源総局（DGWRD）の所管となっており（図2.4参照）、河川管理、改修計画の立案、実施等は河川局（DOR）に属している（図2.5参照）。一方、都市排水、水道事業は公共事業省、都市・住宅総局の所管である。（図2.6参照）

### (2) 地方政府

インドネシア全国は全27州より成り、州知事は大統領により任命される。地方政府の組織図を図2.7に示す。

州に関係する公共事業は州政府公共事業局（DINAS PU）で取り扱われる。河川関係事業、水資源開発関係事業は公共事業局、水資源部の所管となっている。

## 2.3.4 土地利用

中部ジャワ州（面積32,548km<sup>2</sup>）の内約31%は水田、養魚場等で占められ、その内水田は7,000km<sup>2</sup>を占有し、残り69%が市街地、畑地、プランテーション、山林で占められている。

調査地域は面積約1,000km<sup>2</sup>でその内スマラン市は約36%を占めており、スマラン市の内40%は住宅、商業地であり水田は12%を占めるにすぎない。

調査地域の内スマラン市以外は、ケンダル県の一部（45%）とスマラン県の一部（19%）である。

調査地域の現況土地利用は図2.8に示す。マスタープラン策定の基礎資料とするため、マスタープランの目標年2015年時点での土地利用予測を行い図2.9に示す。

## 2.4 関連開発プロジェクト

本プロジェクトに関連する調査地域内の開発プロジェクトを各計画分野毎に記す。

### 治水計画

| <u>プロジェクト名</u>           | <u>対象河川</u>             |
|--------------------------|-------------------------|
| 1. 西スマラン灌漑プロジェクト         | プロロン川                   |
| 2. 中部ジャワ州河川改修・維持プロジェクト   | シランダック川<br>ガラン川<br>バボン川 |
| 3. ドロック・プンガロン川排水設計プロジェクト | 東放水路<br>バボン川            |

### 都市排水計画

1. スマラン市洪水排水マスタープラン
2. スマラン川改修プロジェクト
3. スマラン・スラカルタ市都市開発プロジェクト

### 水資源開発計画

1. ジュラトンセルナ流域開発プロジェクト
2. 西部スマラン地区水供給システム

## 2.5 河川

### 2.5.1 プロロン川

プロロン川は調査対象域の西端に位置し、流域面積157.0km<sup>2</sup>、河道延長60km（源であるウンガラン山～河口）の河川である（図2.10参照）。プロロン川の主要支川として、流域の東側を流れるグラガ川が挙げられ、現況の灌漑取水施設であるプンギリオン堰の位置する地点で本川に合流している。



最近の最大洪水規模となった1990年洪水では、プンギリオン堰の下流全域に対し浸水面積150 ha、最大湛水深0.5 m、湛水時間24～30時間の洪水浸水が発生し、水田及び幾つかの集落が水に浸かるといった被害が発生した。

#### 2.5.2 ブリンギン川

ブリンギン川はミジェン町の北側にその源を発した後北へ流下しジャワ海に注ぐ流域面積15.5km<sup>2</sup>の河川である（図2.10参照）。1990年洪水に関する具体的な洪水記録は残されていないが、本調査による聞きこみによれば、同洪水により、国道から下流一帯が浸水し、水田と養魚池が水に浸かるという被害が発生した。これにより860 haが浸水し、最大湛水深および湛水時間はそれぞれ約0.6mおよび48時間と推定された。

#### 2.5.3 シランダック川

シランダック川は流域面積 8.5km<sup>2</sup>、流路延長11kmの河川であり、パンカン・パンシン山にその源を発し、北側に飛行場に向かって流下し、同飛行場に到達する直前で放水路とシアンケル川への分水路に分かれる（図2.10参照）。

先のブリンギン川と同様に1990年洪水に関する記録は残されていないが、聞きこみ調査の結果によれば、飛行場の一部を含む、鉄道橋下流全域が洪水湛水し、最大湛水深 1.2mならびに湛水時間14時間の洪水規模であったことが推定された。

#### 2.5.4 西放水路・ガラン川

ガラン川はウンガラン山に源を発し北の方向に流下し、主要支川であるクリピック川およびクレオ川と河口からそれぞれ12kmおよび10kmの地点で合流している。全流域面積は 204km<sup>2</sup>であり、そのうちクレオ川の流域面積が70km<sup>2</sup>（河道延長12km）、クリピック川の流域面積が34km<sup>2</sup>（河道延長 8 km）を占める。

既設の主要河道構造物としては河口から 5.3kmの地点に位置するシモンガン堰が挙げられ、同堰より下流河道は西放水路と呼ばれ、ガラン川からの流量は同放水路を通じてジャワ海に流入している。

1990年1月洪水では、堤防越水により大規模な破堤被害が発生した。特に、クリ

ピック支川との合流点からシモンガン堰との間において深刻な洪水越水があり、公共事業省の調べによれば以下の洪水災害が発生した。

- (a) 死者 : 1
- (b) 一般家屋倒壊 : 25
- (c) 一般家屋浸水 : 126
- (d) 学校建物倒壊 : 1
- (e) 会社僚倒壊 : 1

1990年洪水による全体浸水面積は145 ha、最大湛水深2～3 m、湛水時間2～4.5時間と推定された。

#### 2.5.5 東放水路

延長12kmの東放水路はスマラン市南東部に位置する丘陵地からの洪水流出量をジャワ海に放水する目的で1986から1993年の期間に建設された。全流域面積は29.7km<sup>2</sup>であり、その内訳はカンディ支川流域 5.8km<sup>2</sup>、バジョック支川流域 6.8km<sup>2</sup>、クドゥンムンドゥ支川流域17.1km<sup>2</sup>となっている（図2.10参照）。

1990年の洪水では右岸側の国道橋およびクドゥンムンドゥ川支川合流点付近で洪水越水が発生し、東放水路北側のスマラン市人口密集地帯に洪水湛水が広がった。この湛水により主に一般家屋に被害が発生し、湛水面積は約 250haであり、最大湛水深は0.6m、湛水時間は20時間程度であったと推定された。

#### 2.5.6 バボン川

バボン川はウンガラン山にその源を發し北に向かって流下した後ジャワ海に注ぐ流域面積77.0km<sup>2</sup>、流路延長約30km（ブンガロン川流路延長を含む）の河川である。既設の主要河道構造物として河口から17.6kmの地点にプチャンガデン堰があり、同堰より上流側の河道はブンガラン川（流路延長13km）と一般には呼ばれている（図2.10参照）。このプチャンガデン堰は現在灌漑用の取水堰として利用されており、また同時に東放水路への分水堰として用いられている。

1990年洪水では、河口から約5 kmの地点で堤防越水が発生し、水田と多数の家屋が浸水した。この時の全湛水面積は190 haであり、また最湛水深は 0.3～0.6m、

湛水時間は4～13時間程度と推定された。

## 2.6 都市排水

### 2.6.1 排水対象地域の決定

スマラン市の面積は374km<sup>2</sup>であり、地形から分類すると

- (1) 北側沿岸平野部約123km<sup>2</sup>
- (2) 南側丘陵部251km<sup>2</sup>

の2地域に分けられる。

排水不良によって浸水が生じる地域の内95%が(1)に属している。(図2.11参照)。従って、(1)の地域を都市排水マスタープラン対象地域とする。

対象地域は更に東部スマラン、中央スマラン、西部スマラン及びクチャマタンツグ地区の四排水区に分類する。

### 2.6.2 排水対象地域の現況

#### (1) 東部スマラン排水区 (面積47.8km<sup>2</sup>)

本排水区には、シリギン川(流域面積14.104km<sup>2</sup>)とテンガン川(流域面積28.660km<sup>2</sup>)の幹線排水路がある。残りの約5.0km<sup>2</sup>はバボン川流域に含まれる。本排水区の殆どはこれ迄農地であったが、近年、工場、住宅が建てられる様になって来ており、土地利用の変化は排水条件を悪化させるのは必至である。

本排水区にはこれ迄排水マスタープランが策定された事はないが、世銀融資による中期計画が提案されている。

#### (2) 中央スマラン排水区 (面積27.2km<sup>2</sup>)

本排水区にはスマラン川(流域面積11.225km<sup>2</sup>)、バンゲル川(流域面積6.466km<sup>2</sup>)、ブル川(流域面積0.578km<sup>2</sup>)の3幹線排水路がある。残りの8.93km<sup>2</sup>は沿岸部と西放水路沿いの地域で、小排水路の流域である。

本排水区では、1984年～1990年にスマラン川改修工事が実施されたが、27.3haの地域はまだ浸水地域として残されている。バンゲル川は一部改修されたが改修は未了で、浸水状況はスマラン川より悪い状態である。

(3) 西部スマラン排水区 (面積12.4km<sup>2</sup>)

本排水区は、養魚場を埋め立てて新規に開発した地域とスマラン空港が占めている。

ここにはカラングユ川-ロンゴラウエ川 (流域面積 4.533km<sup>2</sup>)、タウン川 (流域面積 1.403km<sup>2</sup>)、シランダク水路 (流域面積 1.426km<sup>2</sup>) の幹線排水路があり、残りの5.0km<sup>2</sup>にはスマラン空港、養魚場が含まれる。

これ迄に開発業者による排水路改修は行われているがマスタープランは策定されておらず、鉄道橋、道路橋がネックとなって氾濫原因となっている。

(4) クチャマトン ツグ排水区 (面積35.4km<sup>2</sup>)

本排水区は開発初期段階にあり、大部分は水田と養魚場で占められている。市街地は、シリワング通り沿いと鉄道沿いにある。

ここには9幹線排水路があり全て直接ジャワ海に注いでいるが、これらの排水路に対するマスタープランは策定されていない。

## 2.7 上水供給と利用

### 2.7.1 水道用水の供給と利用

上水道は水道公社 (PDAM) によって供給されており、PDAMはスマラン市、ケンダル県、スマラン県に配置されている。

#### (1) スマラン市

PDAMスマラン市の水源は3種あり、それぞれの供給能力は以下の通りである。

|      |         |
|------|---------|
| 湧水   | 280 ℓ/s |
| ガラン川 | 580 ℓ/s |
| 深井戸  | 700 ℓ/s |

スマラン市では1991年に約60,000戸に供給しており、給水人口は過去7年間に2倍となっているが、全人口に対する給水人口比は40%に留まっている。

#### (2) ケンダル県

PDAMケンダル県の水源は深井戸で供給能力は49ℓ/sである。1992年3月時点で約3,000戸に給水している。

### (3) スマラン県

PDAMスマラン県の水源は湧水で供給能力は69 ℓ/sである。現在、約3,300戸に給水している。

#### 2.7.2 灌漑用水

調査対象地域内の灌漑地域は、プロロン、バボンの両川流域に限定されている。灌漑面積は約8,800haであり、多くは河川表流水を使用しているが、一部で湧水も利用されている。

#### 2.7.3 その他

調査対象地域には8ヶ所の養魚場が沿岸部にあり、主に海老を養殖している。養魚場は全部で1,525haある。

これらの養魚場は雨水と農業用水の排水に依存しており、一部では浅井戸も使用している。

### 第3章 マスタープラン

#### 3.1 治水計画

##### 3.1.1 計画基準

###### (1) 目標完成年

目標完成年は西暦2015年と想定する。

###### (2) 計画規模、基本高水流量、及び計画対象区間

以下の値を計画値として想定する。

| 河川名       | 流域面積<br>(km <sup>2</sup> ) | 計画規模<br>(超過確率年) | 基本高水流量<br>(m <sup>3</sup> /s) | 計画対象延長<br>(km) |
|-----------|----------------------------|-----------------|-------------------------------|----------------|
| ブロン川      | 157.0                      | 20              | 630                           | 15.00          |
| ブリギン川     | 32.1                       | 50              | 320                           | 5.04           |
| シランダック川   | 8.5                        | 100             | 120                           | 5.31           |
| 西放水路・ガラン川 | 204.0                      | 100             | 980                           | 9.54           |
| 東放水路      | 29.7                       | 100             | 350                           | 12.00          |
| バボン川      | 77.0                       | 50              | 630                           | 17.40          |
| 合計        | 508.3                      |                 |                               | 64.29          |

各河川の改修計画規模はこれ迄にインドネシアにおいて実施、或いは計画された河川改修計画及び対象河川流域の目標完成年における人口・資産・開発状況を考慮して決定された。

###### (3) 河川改修計画基準

###### (a) 計画高水位

一部やむおえない場合を除いて、基本的には計画高水位を極力背後地盤高以下に抑え、洪水被害ポテンシャルを最小限に留めるよう配慮する。

###### (b) 計画河床高

計画河床高は基本的に現況河床高と一致させ、河道の堆積・洗掘を防ぎさらに既設河川構造物の移転・改築の必要を最小限に留めるよう配慮する。

(c) 河道横断計画

河道築堤高を最小限に抑えさらに、河道の安定を確保するという観点から、一部例外を除いて基本的には複断面形状を計画横断面として採用する。この時低水路の計画流下能力は原則として1.01 超過確率年洪水流量程度とし、これにより河道の安定を計ることとする。但し、新規用地取得が困難な西放水路・ガラン川及び東放水路に関しては、1.01 超過確率年洪水流量以上の値を低水路の計画流下能力量として想定する。また堤防法面勾配は1 : 2を採用する。

(d) 計画堤防

計画堤防は原則的に法面勾配1 : 2の盛土とする。ただし、西放水路・ガラン川及び東放水路の一部新規用地取得困難な区間に関しては、コンクリートウォールを計画堤防として採用する。堤防余裕高は計画流量に応じて以下の値を採用する。

| <u>計画流量</u>                                      | <u>余裕高</u> |
|--|------------|
| 200 m <sup>3</sup> /s未満                          | : 0.6 m    |
| 200 m <sup>3</sup> /s以上500 m <sup>3</sup> /s未満   | : 0.8 m    |
| 500 m <sup>3</sup> /s以上1,000 m <sup>3</sup> /s以下 | : 1.0 m    |

堤防天端幅は管理用道路として利用し、さらに堤体への浸透を防ぐ目的から4.0 mとする。

(e) ダム洪水調節計画基準

洪水調節は維持管理操作を容易にする観点から、自然越流による調節方式を採用する。また、多目的ダムに割り当てられる治水容量に関しては、下流河道改修費との関連から最小コストとなる最も経済的な容量配分を計画する。

### 3.1.2 治水計画代替案の設定

詳細な現場踏査の結果、計画対象 6 河川に対する可能な治水計画案として以下の代替案を想定した。

#### (1) プロロン川

(代替案 A-1) : 河道改修のみ

(代替案 A-2) : 河道改修 + クドゥンスレンダム洪水調節

#### (2) ブリンギン川

(代替案 B-1) : 河道改修のみ

(代替案 B-2) : 河道改修 + 新規放水路建設

#### (3) シランダック川

(代替案 C-1) : 現況放水路及び河道の改修

(代替案 C-2) : 現況放水路及び河道の改修 + シアンケル川改修

#### (4) 西放水路・ガラン川

(代替案 D-1) : 河道改修のみ

(代替案 D-2) : 河道改修 + ジャティバラダム洪水調節

(代替案 D-3) : 河道改修 + ムンディンガンダム洪水調節

#### (5) 東放水路

(代替案 E-1) : 現況放水路の改修 + バボン・プンギリオン川からの  
分水路の閉鎖 (ジュラトンセルナ計画を踏襲)

#### (6) バボン川

(代替案 F-1) : 河道改修 + ドンボ・サヨン川への分水

(代替案 F-2) : 河道改修 + ドンボ・サヨン川への分水 + バボン  
ダム洪水調節



### 3.1.3 最適案の選定

上記代替案に対して事業費、年間維持管理費ならびに補償数量等の比較検討を基礎に各計画対象河川の最適な治水計画案を選定した。検討結果は以下の通りである。

(図3.1参照)

| 河川名       | 代替案 | 事業費<br>(百万円) | 移転家屋数 | 最適案 |
|-----------|-----|--------------|-------|-----|
| プロロン川     | A-1 | 100,044      | 452   | ◎   |
|           | A-2 | 94,047       | 32    |     |
| プリンギン川    | B-1 | 25,988       | 57    | ◎   |
|           | B-2 | 41,743       | 71    |     |
| シランダック川   | C-1 | 11,329       | 0     | ◎   |
|           | C-2 | —            | —     |     |
| 西放水路・ガラン川 | D-1 | 128,689      | 635   | ◎   |
|           | D-2 | 85,053       | 0     |     |
|           | D-3 | 88,390       | 20    |     |
| 東放水路      | E-1 | 30,642       | 40    | ◎   |
| バボン川      | F-1 | 98,876       | 414   | ◎   |
|           | F-2 | 145,918      | 72    |     |

### 3.1.4 実施スケジュール

洪水防御事業の必要緊急度、経済効果ならびに他関連事業との関係を考慮した結果、図3.2に示す実施スケジュールを提案した。

### 3.1.5 事業費算定

事業費は直接工事費、補償費、管理運営費、設計費ならびに予備費を含むものとして積算した。但し、同事業費には物価上昇及び付加価値税は含まれていない。さらに本事業費積算にあたっては以下の条件を前提としている。

- (1) 1992年7月の物価水準を基礎とする。
- (2) 通貨交換レートは1ドル=2,033ルピア及び1円=16.2ルピアを前提とする。
- (3) 補償費は家屋移転費ならびに用地費を含む。
- (4) 管理費は直接工事費の7%と仮定する。
- (5) 予備費は直接工事費、補償費及び設計費の合計の10%と仮定する。

以上の事業費積算根拠から、最適案の事業費は以下の通り積算された。

(単位 : 百万ルピア)

| 河川名・事業種目  | 事業費                        |         |
|---|----------------------------|---------|
|   | 種目別                        | 合計      |
| 1. ブロロン川<br>河川改修<br>クドゥン・スレンジム建設 (治水負担分)            | 7,742<br>86,305            | 94,047  |
| 2. ブリンギン川<br>河川改修                                   | 25,988                     | 25,988  |
| 3. シランダック川<br>河川改修                                  | 11,329                     | 11,329  |
| 4. 西放水路・ガラン川<br>河川改修<br>放水路改修<br>ジャティバラダム建設 (治水負担分) | 47,634<br>14,006<br>23,413 | 85,053  |
| 5. 東放水路<br>放水路改修                                    | 30,642                     | 30,642  |
| 6. バボン川<br>河川改修<br>バボン放水路建設                         | 52,854<br>46,022           | 98,876  |
| 合 計   |                            | 345,935 |

### 3.1.6 経済評価

対象各河川の最適案に対する内部収益率は次の通りとなり、比較的高い経済的効果が期待される。

| 河川名       | 年平均便益<br>(百万ルピア) | 経済費用<br>(百万ルピア) | 内部収益率<br>EIRR (%) |
|-----------|------------------|-----------------|-------------------|
| ブロロン川     | 14,312           | 86,143          | 10.5              |
| ブリンギン川    | 1,768            | 23,791          | 6.1               |
| シランダック川   | 1,628            | 10,372          | 12.8              |
| 西放水路・ガラン川 | 27,264           | 78,384          | 16.8              |
| 東放水路      | 5,239            | 28,107          | 14.9              |
| バボン川      | 17,453           | 87,152          | 13.8              |
| 治水全体      | 67,664           | 313,948         | 14.1              |

### 3.1.7 社会・環境への影響

本計画で提案した治水計画の実施により自然環境に対し深刻な悪影響を与えることはない。また以下に示すようにバボン川を除いて家屋移転や用地取得等の社会的な影響を与えることも殆ど無い。

河道改修による用地取得面積・家屋移転

| 河川名       | 必要取得用地 (ha) | 必要移転家屋数 |
|-----------|-------------|---------|
| ブロン川      | 0           | 0       |
| ブリンギン川    | 33.2        | 57      |
| シランダック川   | 10.0        | 0       |
| 西放水路・ガラン川 | 0           | 0       |
| 東放水路      | 1.1         | 40      |
| バボン川      | 66.0        | 289     |
| 合計        | 110.3       | 386     |

### 3.1.8 優先プロジェクトの選定

対象6河川それぞれの最適治水計画案の経済効果、過去の洪水被害状況、並びに関連他事業の内容を総合的に検討した結果、西放水路・ガラン川を対象とした治水計画案が最優先プロジェクトとして選定された。西放水路・ガラン川の治水計画案は下流河道改修とジャティバランダムによる洪水調節を含んでおり、これらの詳細を第4章のフィージビリティ調査で検討していくものとする。

## 3.2 都市排水計画

### 3.2.1 マスタープラン対象排水路

対象とする排水路は直接ジャワ海、西放水路、東放水路に注ぐ幹線水路とする。抽出された幹線水路は次頁表の通りである。(図3.3参照)

マスタープラン対象排水路

| 排水区       | 排水路数 | 排水区面積 (km <sup>2</sup> ) | 排水路全長 (km) |
|-----------|------|--------------------------|------------|
| 東部スマラン    | 2    | 42.764                   | 18.42      |
| 中央スマラン    | 4    | 18.269                   | 16.61      |
| 西部スマラン    | 4    | 7.362                    | 7.98       |
| クチャマトン ツグ | 9    | 35.376                   | 30.10      |
| 合計        | 19   | 103.771                  | 73.11      |

3.2.2 計画策定基準

(1) 目標年

2015年とする。

(2) 計画手法

マスタープラン策定に当たって下記の手法を考慮する。

構造的手法

- (a) 現況水路の拡巾、浚渫、狭窄部改良等による改修。
- (b) 防潮水門、既設堤防嵩上げ、護岸改修等による防潮施設の新設又は改修。
- (c) 自然排水が不可能な低地部に対する排水ポンプ場の設置。排水ポンプ場には遊水池を付設してポンプ能力の減少を図る。

非構造的手法

- (a) プロジェクト実施に必要な用地の確保を図る。
- (b) 沿岸低地部の開発に当たっては、地盤高嵩上げを行う。

(3) 計画規模

インドネシアにおける都市排水計画基準により次頁表の様に流域面積により計画規模を設定する。

| 流域面積<br>(km <sup>2</sup> ) | 計画規模<br>(年確率) |
|----------------------------|---------------|
| 0.1 以下                     | 1             |
| 0.1 ~ 1.0                  | 2             |
| 1.0 ~ 5.0                  | 5             |
| 5.0 以上                     | 10            |

(4) 河口水位

スマラン港平均満潮位 (MHWL) +0.6mとする。

(5) ポンプ排水適用地区

スマラン港平均満潮位 (+0.6m) + 流出水頭 (0.3m) より地盤高がEL. +0.9m以下の低地部をポンプ排水地区とする。(図3.4参照)

(6) 余裕高及び粗度係数

水路構造によって下表の通りとする。

| 水路構造       | 余裕高 (m) | 粗度係数  |
|------------|---------|-------|
| 築堤部 (護岸無し) | 0.60    | 0.031 |
| 護岸部 (二面張り) | 0.40    | 0.024 |
| 三面張り       | 0.40    | 0.015 |

3.2.3 代替案

幹線排水路の現況よりテンガン川、スマラン川、バンゲル川、ブル川の4排水路について代替案を設定する。他の水路は、現河道状況、流域形態より現況水路改修が最適手法と考えられるので、代替案は設定されない。(図3.5参照)

### 3.2.4 最適案

#### (1) 排水路改修

4 幹線水路に対する代替案を比較検討した結果を下表に示す。

移転家屋数、事業費を勘案して、それぞれの排水路について最適案を選定した。

| 排水路   | 代替案 | 事業費<br>(百万円) | 移転家屋数<br>(戸) | 最適案 |
|-------|-----|--------------|--------------|-----|
| テンガン川 | 1-A | 19,404       | 248          | ◎   |
|       | 1-B | 20,806       | 214          |     |
|       | 1-C | 20,523       | 144          |     |
| スマラン川 | 2-A | 23,713       | 0            | ◎   |
|       | 2-B | 16,863       | 150          |     |
| バンゲル川 | 3-A | 4,607        | 130          | ◎   |
|       | 3-B | 6,228        | 215          |     |
| ブル川   | 4-A | 1,004        | 36           | ◎   |
|       | 4-B | 685          | 30           |     |

他の対象幹線排水路は現況水路改修を最適案とした。

ただし、クチャマタン ツグ排水区は未だに将来市街化計画がないため具体的な改修計画策定は行わず、市街化計画策定の資料となる様各排水路の水路巾、用地面積を示す。

#### (2) 排水ポンプ場設置

図3.3に示すポンプ排水適用地区に下表に示す様に3ヶ所の排水ポンプ場を設置する。各ポンプ場には遊水池を付設する。

| 項目     | 単位                             | 排水ポンプ場  |       |         |
|--------|--------------------------------|---------|-------|---------|
|        |                                | 西バダハルツヨ | アシン川  | 東バダハルツヨ |
| 排水面積   | km <sup>2</sup>                | 0.580   | 4.252 | 1.490   |
| 設計排水能力 | m <sup>3</sup> /s              | 0.8     | 5.7   | 2.0     |
| 遊水池容量  | 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> | 16.7    | 80.0  | 28.0    |

(3) 非構造的的手法

以下に示す非構造的的手法が提案された。

- (1) 土地利用規制により、低地部を一部残し貯留効果を持たせる。
- (2) 排水路沿いの地域が開発される前に、将来改修のための用地を先行取得する。
- (3) 沿岸部及びクチャマタン ツグ排水区は、将来工業、住宅地として開発される予定となっている。これらの地区は一部を残して低地部に盛土して地盤高を高くする必要がある。現在の地盤高のまま開発されると防潮施設、排水ポンプ等が不可欠となる。

3.2.5 実施スケジュール

都市排水マスタープラン・プロジェクトの実施スケジュールを図3.6に示す。実施順位は経済効率の高さによって決められている。

3.2.6 事業費積算

都市排水マスタープラン・プロジェクト事業費は下表の通りである。

(単位：百万ルピア)

| 排水路名・事業種目  | 事業費                              |         |
|--|----------------------------------|---------|
|  | 排水路別                             | 合計      |
| 1. 東部スマラン排水区<br>シリギン川<br>テンガン川                       | 18,571<br>40,029                 | 58,600  |
| 2. 中央スマラン排水区<br>スマラン川<br>バンゲル川<br>ブル川                | 60,671<br>21,449<br>3,480        | 85,600  |
| 3. 西部スマラン排水区<br>ロンゴラウエ川<br>カランガユ川<br>タワン川<br>シランダク水路 | 8,771<br>8,449<br>2,116<br>1,876 | 21,212  |
| 合計   |                                  | 165,412 |

注： 1992年7月の物価水準  
 1 US \$ = 2,033ルピア  
 1円 = 16.2ルピア

### 3.2.7 経済評価

各排水区における内部収益率は次の通りとなる。

| 排水区    | 年平均便益<br>(百万ルピア) | 経済費用<br>(百万ルピア) | 内部収益率<br>EIRR (%) |
|--------|------------------|-----------------|-------------------|
| 東部スマラン | 17,847           | 173,814         | 9.5               |
| 中央スマラン | 16,640           | 89,795          | 15.1              |
| 西部スマラン | 2,255            | 19,433          | 10.8              |
| 都市排水全体 | 36,742           | 283,042         | 10.4              |

注) 経済費用は、2次排水路の改修費用を含む。

### 3.2.8 社会・環境への影響

本プロジェクトの実施による自然環境の悪化は無い。社会的影響として用地取得・家屋移転が必要でありそれらは下表の通りである。人口が密集した市街地での工事実施であるので用地取得面積・移転家屋数共多く影響が大きい。工事実施の際には対策が必要である。

| 排水区    | 用地取得 (ha) | 移転家屋 (戸) |
|--------|-----------|----------|
| 東部スマラン | 62.15     | 239      |
| 中央スマラン | 15.38     | 494      |
| 西部スマラン | 5.88      | 189      |
| 合計     | 83.41     | 922      |

### 3.2.9 優先プロジェクトの選定

フィージビリティ調査対象プロジェクトとなる優先プロジェクトを経済効率、緊急性を考慮して選定し以下に記す。

- ① 排水ポンプ場 3ヶ所 (合計排水能力 8.5 m<sup>3</sup>/s)
- ② スマラン川改修 (L=6.9 km)
  - 既設堤防・護岸嵩上げ (L=2.9 km)
  - 河床堆積土砂浚渫 (V=87,000 m<sup>3</sup>)



③ バル川分派点既設水門の改築

④ バル川既設護岸改修 (L=0.8 km)

### 3.3 水資源開発計画

#### 3.3.1 マスタープラン策定基準

マスタープラン策定に当たって下記の基準に準拠した。

- (1) 将来水需要は公共用水、農水、河川維持用水について見積もる。
- (2) 需給バランスの解析は30年間の半旬流出量による。
- (3) 水供給計画は10年確率渇水を対象規模とする。
- (4) 目標年は2015年とする。

#### 3.3.2 水源の選定

スマラン市周辺で水源として利用出来るのは湧水、深井戸、河川表流水の3種であるが、湧水、深井戸はこれ迄にほぼ開発されて新規開発の余地が無い。従って、本プロジェクトの水源としてはダム建設による河川表流水を利用する事とする。

ダム候補地点は1/50,000地形図、地表踏査による地質調査により下表に示す7地点を選定した。(図3.7参照)

| ダム名     | 水系   | 河川名   | ダム地点流域面積<br>(km <sup>2</sup> ) |
|---------|------|-------|--------------------------------|
| バボン     | バボン  | プンガロン | 51.9                           |
| ガラン     | ガラン  | ガラン   | 70.9                           |
| ムンディンガン | ガラン  | クレオ   | 45.7                           |
| ジャティバラ  | ガラン  | クレオ   | 53.0                           |
| クリピック   | ガラン  | クリピック | 30.0                           |
| プロロン    | プロロン | プロロン  | 50.5                           |
| クドン・スレン | プロロン | プロロン  | 146.5                          |

上表の内、クリピックダムは地質上問題点があり、ガランダム及びプロロンダムは貯水容量に比べて堆砂量が多く貯水効率が悪い。従って、上記3ダムを除くバボンダム、ムンディンガンダム、ジャティバラダム及びクドン・スレンダムの4ダムにより水資源開発計画を策定する。

### 3.3.3 将来水需要予測

目標年である2015年における水需要を公共用水、農水、河川維持用水について見積もる。

#### (1) 公共用水

2015年における人口予測は表2.3に、工業地帯面積の予測は表3.1に示す。これらを基に2015年における水需要は計12.12m<sup>3</sup>/sと予測され、表3.2に示す。

#### (2) 農水

選定されたダム地点はバボン川、ガラン川、プロロン川に位置しているが、灌漑地域はバボン川、プロロン川流域に限定されている。選定されたダム地点下流に対する農水需要を下表に示す。

| 河川名                     | 灌漑面積 (ha)   | 所要流量 (m <sup>3</sup> /s) |
|-------------------------|-------------|--------------------------|
| バボン川<br>プチャンガディン堰       | 126         | 0.097                    |
| プロロン川<br>スレム堰<br>プンギロン堰 | 11<br>3,145 | 0.009<br>2.608           |
| 合計                      | 3,282       | 2.714                    |

#### (3) 河川維持用水

ダムが計画されるバボン川、ガラン川、プロロン川の維持用水を算定し、結果を下に記す。

|       |                       |
|-------|-----------------------|
| バボン川  | 0.5 m <sup>3</sup> /s |
| ガラン川  | 1.0 m <sup>3</sup> /s |
| プロロン川 | 0.6 m <sup>3</sup> /s |
| 合計    | 2.1 m <sup>3</sup> /s |

### 3.3.4 水供給代替案

選定された4ダムを組合わせて下記4案を設定した。(図3.8参照)

代替案1-1 バボンダム、ジャティバラダム、クドゥン・スレングムの3ダムを建設

代替案 1-2 バボンダム、ムンディンガンダム、クドゥン・スレンジムの  
3ダムを建設

代替案 2 4ダム全てを建設

代替案 3 4ダムに加えてプロロン川の余剰水をムンディンガンダムへ  
導水するプロロン川導水路を建設

各代替によって新規開発可能量は下表の用に見積もられた。

| 代替案   | 1-1                   | 1-2                   | 2                      | 3                      |
|-------|-----------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|
| 新規開発量 | 8.6 m <sup>3</sup> /s | 9.7 m <sup>3</sup> /s | 10.3 m <sup>3</sup> /s | 10.9 m <sup>3</sup> /s |

一方、将来予測される水需要量は次の通りである。

|        |                         |
|--------|-------------------------|
| 公共用水   | 12.12 m <sup>3</sup> /s |
| 農水     | 2.71 m <sup>3</sup> /s  |
| 河川維持用水 | 2.10 m <sup>3</sup> /s  |
| 合計     | 16.93 m <sup>3</sup> /s |

また、現況供給量及び既定の将来供給計画は

|                 |                        |
|-----------------|------------------------|
| 現況供給量           | 1.56 m <sup>3</sup> /s |
| ダム外による<br>供給計画量 | 5.00 m <sup>3</sup> /s |
| 合計              | 6.56 m <sup>3</sup> /s |

従って、不足量は $16.93\text{m}^3/\text{s} - 6.56\text{m}^3/\text{s} = 10.37\text{m}^3/\text{s}$ となり、代替案3がこれを  
カバー出来る。

### 3.3.5 最適案

前節の結果より最適案は代替案3とする。なお、代替案3による新規開発量10.9 m<sup>3</sup>/sに対して将来不足量は10.37 m<sup>3</sup>/sであり、この差0.53 m<sup>3</sup>/sが残る。この余剰水を利用して発電を行うものとする。この余剰水0.53 m<sup>3</sup>/sを発電の常時使用水量に換算すると1.80 m<sup>3</sup>/sに相当する。最適案における各ダムの経済効率を算定すると以下の様になる。

| ダム名        | 年間貯水容量当たりコスト              |
|------------|---------------------------|
| ジャティバラダム   | 860 円/m <sup>3</sup> /年   |
| ムンディンガンダム  | 1,130 円/m <sup>3</sup> /年 |
| クドゥン・スレンダム | 1,510 円/m <sup>3</sup> /年 |
| バボンダム      | 4,770 円/m <sup>3</sup> /年 |

4 ダムを経済効率の高い（費用が安い）順に施工すると下表の通りとなる。

| 施工<br>ステーツ | ダム名                                  | 開 発 量 (m <sup>3</sup> /s) |            |      |             |
|------------|--------------------------------------|---------------------------|------------|------|-------------|
|            |                                      | 公共用水                      | 河川維持<br>用水 | 農 水  | 発電常時<br>使用量 |
| 1-1        | ジャティバラダム                             | 0.92                      | 0.50       | 0    | 0.60        |
| 1-2        | ジャティバラダム<br>及びムンディンガンダム              | 2.02                      | 1.00       | 0    | 0.60        |
| 1-3        | ジャティバラダム、<br>ムンディンガンダム 及び<br>ブロン川導水路 | 2.62                      | 1.00       | 0    | 1.80        |
| 2          | クドゥン・スレンダム                           | 1.70                      | 0.60       | 2.61 | 0           |
| 3          | バボンダム                                | 1.30                      | 0.50       | 0.10 | 0           |
| 合 計        |                                      | 5.62                      | 2.10       | 2.71 | 1.80        |

公共用水の供給計画を図3.9に示す。

### 3.3.6 実施スケジュール

水資源開発マスタープラン実施スケジュールを図3.10に示す。

### 3.3.7 事業費積算

治水計画と共用されるジャティバラダム、クドゥン・スレダムについては、事業費を分離費用身替り妥当支出法により割振った。

積算された事業費を下表に示す。

単位：百万ルピア

| 施設名        | 治水計画    | 水資源開発   | 合計      |
|------------|---------|---------|---------|
| バボンダム      | —       | 291,391 | 291,391 |
| ジャティバラダム   | 23,413  | 40,064  | 63,477  |
| ムンディンガンダム  | —       | 115,560 | 115,560 |
| プロロン川導水路   | —       | 7,772   | 7,772   |
| クドゥン・スレダム  | 86,305  | 175,380 | 261,685 |
| クドゥン・スレ導水路 | —       | 8,854   | 8,854   |
| 合計         | 109,718 | 639,021 | 748,739 |

注： 1992年7月の物価水準  
 1 US \$ = 2,033ルピア  
 1円 = 16.2ルピア

### 3.3.8 経済評価

公共用水については水源地上における原水単価を 300ルピア/m<sup>3</sup>として供給増による収入増を便益とし、農水については不足量減少分を便益として、また、河川維持用水は公共用水として供給した場合の収入を棄却したものとして便益と考えた。

計算された年平均便益は以下の通りである。

| ダム名                               | 年平均便益<br>(百万ルピア) | 経済費用<br>(百万ルピア)            | 内部収益率<br>EIRR (%) |
|-----------------------------------|------------------|----------------------------|-------------------|
| クドゥン・スレダム                         | 22,013           | 168,731                    | 9.5               |
| ジャティバラダム<br>ムンディンガンダム<br>プロロン川導水路 | 34,248           | 37,008<br>106,296<br>7,157 | 16.1              |
| バボンダム                             | 17,030           | 267,154                    | 4.9               |
| 水資源開発全体                           | 73,291           | 586,346                    | 11.4              |

### 3.3.9 社会環境への影響

水資源開発計画マスタープランの実施は、環境に重大な影響は与えない。しかし、社会的影響として用地買収、家屋移転があり、それぞれ下表の通りである。

| ダ ム 名      | 用地買収<br>(ha) | 家屋移転<br>(戸) |
|------------|--------------|-------------|
| バ ボ ン ダ ム  | 485          | 1,330       |
| ジャティバラダム   | 136          | 0           |
| ムンディンガンダム  | 315          | 470         |
| クドゥン・スレンダム | 1,160        | 1,470       |
| 合 計        | 2,096        | 3,270       |

一方、本計画の実施は公共用水供給能力が増え、その結果病気の発生を抑え、調査地域ひいては中部ジャワ州全体の経済を発展させる。工業用水は現在全て深井戸を水源としているが、これは地盤沈下の原因となり、満潮時に海水の侵入が現在港湾区域周辺で見られる。工業用水の水源を深井戸から水道に切り換える事でこれらが防止できる。

### 3.3.10 優先プロジェクトの選定

水資源開発計画マスタープラン優先プロジェクトとして、経済効率の高さ及び移転家屋数が0である事よりジャティバラダムが選定された。

## 3.4 ダム建設計画

### 3.4.1 ダムサイト適地の選定

1/50,000地形図及び現地踏査より調査地域内で7ヶ所のダムサイト候補地点を選定した。各候補地点の概要は次表の通りである。

| ダ ム 名    | 河 川 名 | ダム高 (m) | 総貯水容量 (MCM) |
|----------|-------|---------|-------------|
| プロロン     | プロロン  | 55      | 5           |
| クドゥン・スレン | プロロン  | 46      | 8.3         |
| ジャティバラ   | クレオ   | 77      | 2.4         |
| ムンディンガン  | クレオ   | 50      | 3.5         |
| クリピック    | クリピック | 60      | 4.8         |
| ガラン      | ガラン   | 75      | 1.3         |
| バボン      | バボン   | 45      | 4.6         |

上記7ダムより地質、総貯水容量に占める推定堆砂量の割合等より、クドン・スレンジム、ジャティバラダム、ムンティンガンダム及びバボンダム4ダムが選定された。

### 3.4.2 ダム開発計画

治水計画、水資源開発計画の調査結果より、選定された4ダムの使用目的を以下の通りとし、貯水容量を各目的別に割り振った。

| ダム名    | バボンダム     | ジャティバラダム   | ムンティンガンダム  | クドン・スレンジム |
|--------|-----------|------------|------------|-----------|
| 目的     | 利水        | 治水及び利水     | 利水         | 治水及び利水    |
| サチャツ水位 | —         | EL. 157.0m | —          | EL. 71.0m |
| 常時満水位  | EL. 71.0m | EL. 153.0m | EL. 224.6m | EL. 69.7m |
| 最低水位   | EL. 55.7m | EL. 138.2m | EL. 207.9m | EL. 60.3m |
| ダム基礎   | EL. 30.0m | EL. 85.0m  | EL. 180.0m | EL. 30.0m |
| 貯水池容量  | 45.9 MCM  | 23.7 MCM   | 35.0 MCM   | 82.8 MCM  |
| 治水容量   | —         | 4.3 MCM    | —          | 10.7 MCM  |
| 利水容量   | 35.7 MCM  | 12.6 MCM   | 27.6 MCM   | 52.4 MCM  |
| 堆砂容量   | 10.2 MCM  | 6.8 MCM    | 7.4 MCM    | 19.7 MCM  |

### 3.4.3 各ダムサイトの地形、地質

#### (1) バボンダム

バボンダムは、東放水路分流地点上流バボン川の丘陵地に計画されている。谷幅は広く、河床から40mの地点で約1,300mである。地質的には、カリビウク層に属する粘土岩と石灰岩から成る基礎岩盤を洪水堆積物が厚く被っている。基礎岩盤強度は小さく、また、石灰岩の漏水防止対策が必要である。

#### (2) ジャティバラダム

ジャティバラダムは、ゴアクレオ公園直下流クレオ川のV字谷に計画されている。基礎岩盤はノトプロ層に属する凝灰質砂岩及び火山角礫岩の互層で、表土はほとんど見られない。河床部付近は新鮮な岩盤が見られる。

#### (3) ムンティンガンダム

ムンティンガンダムは、ジャティバラダム上流のクレオ川に計画されている。基礎岩盤はジャティバラダムと同じノトプロ層から成るが、若干風化が進んで

いる。

#### (4) クドゥン・スレングダム

クドゥン・スレングダムは、グラガ川との合流地点下流プロロン川の丘陵地に計画されている。谷幅は広く、貯水池兩岸の山は比較的低い。基礎岩盤は、礫岩を挟んだ凝灰質砂岩でダマール層に属する。基礎岩盤強度は小さい。

#### 3.4.4 施設設計

各ダムの一般図を図3.11～3.14に、構造諸元を下表に示す。

| 項 目         | バボンダム                   | ジャティバラダム              | ムンディンガダム              | クドゥン・スレングダム             |
|-------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|
| ダムタイプ       | ロックフィル                  | 重力コンクリート              | ロックフィル                | 重力コンクリート                |
| ダム高         | 45.0m                   | 77.0m                 | 50.0m                 | 46.0m                   |
| 堤頂長         | 1,550.0m                | 180.0m                | 480.0m                | 1,000.0m                |
| 上流面勾配       | 1 : 2.8                 | 1 : 0.8               | 1 : 0.8               | 1 : 2.8                 |
| 下流面勾配       | 1 : 2.3                 | 1 : 0.8               | 1 : 0.8               | 1 : 2.3                 |
| 堤体積         | 5,890,000m <sup>3</sup> | 170,000m <sup>3</sup> | 188,000m <sup>3</sup> | 4,120,000m <sup>3</sup> |
| 洪水調節用放流設備型式 | —                       | 正面越流                  | 正面越流                  | —                       |
| 越流頂長        | —                       | 8.2m                  | 45.0m                 | —                       |
| 非常用洪水吐型式    | 横越流                     | 正面越流                  | 正面越流                  | 横越流                     |
| 越流頂長        | 96.0m                   | 38.0m                 | 48.0m                 | 126.0m                  |
| 越流水深        | 2.6m                    | 3.0m                  | 3.4m                  | 2.0m                    |

#### 3.5 水力発電計画

治水・水資源計画でダムが採用されたため、余剰容量又は利水放流を利用した水力発電を調査する。

4ダム合計貯水容量より総治水容量及び総利水容量（発電を除く）を差し引くと余剰容量が見込まれる。ジャティバラダムとムンディンガダムの流域面積が小さく両ダム地点の流況はバボンダム、クドゥン・スレングダムに比較して悪いので、余剰容量はジャティバラダムとムンディンガダムに割当てて発電に利用し、他の2ダムでは利水放流により発電する事とした。各ダムにおける発電容量、年間発生電力量を試算した結果を次頁表に示す。



| ダ ム 名      | 発 電 容 量<br>(kW) | 年間発生電力量<br>(MWh) | 施設利用率<br>(%) |
|------------|-----------------|------------------|--------------|
| ジャティバラダム   |                 |                  |              |
| - 第一ステージ   | 1,050           | 5,800            | 63           |
| - 第二ステージ   | 1,050           | 6,100            | 66           |
| - 第三ステージ   | 2,510           | 11,400           | 52           |
| ムンディンガンダム  |                 |                  |              |
| - 第二ステージ   | 650             | 3,700            | 65           |
| - 第三ステージ   | 1,540           | 7,100            | 53           |
| クドゥン・スレンダム | 1,840           | 10,800           | 67           |
| バボンダム      | 310             | 2,400            | 88           |

注： 第一ステージ： ジャティバラダムのみ運用

第二ステージ： ジャティバラダム、ムンディンガンダムを運用

第三ステージ： ジャティバラダム、ムンディンガンダム、プロロン川  
導水路を運用

## 第4章 フィージビリティ調査

### 4.1 治水計画

#### 4.1.1 計画基準

##### (1) 計画洪水防御対象域

西放水路・ガラン川沿いの河口からクレオ川合流点に至る9.54kmの区間における洪水氾濫域を洪水防御対象域として想定する。

##### (2) 目標年

西暦2000年に、計画された西放水路・ガラン川の治水事業を完了させるものとする。

##### (3) 計画規模

西放水路・ガラン川の治水整備水準は超過確率規模100年に対応するものとし、基本高水流量として以下の計画値を採用する。

|              |                         |
|--------------|-------------------------|
| ジャティバランダムサイト | : 280 m <sup>3</sup> /s |
| 河道改修区間       | : 980 m <sup>3</sup> /s |

##### (4) ダム洪水調節方式

ジャティバランダムによる洪水調節は維持・管理、操作の容易性を重視し、自然越流方式を前提として検討をおこなう。

##### (5) 河川改修

河川改修のための計画基準は基本的にはマスタープランで採用した基準と同一の内容とする。

#### 4.1.2 代替案

次の基本的な代替案に関し利害得失を精査し、最適案を決定するものとする。

|       |                           |
|-------|---------------------------|
| 代替案 1 | : 河川改修 + ジャティバランダムによる洪水調節 |
| 代替案 2 | : 河川改修のみ                  |

ダムサイト周辺の新規のボーリングテストの実施ならびに縮尺 1/2,500の地形図の作成の結果、ダム設計洪水位 (DFWL) およびダム天端高の最適値としてそれぞれ EL. 162mならびに EL. 164mを採用した (詳細は第4.4節を参照)。これらの最適値を前提に各種ジャティバラングムの治水容量を想定し、それに対応する下流河川改修区間の設計洪水流量を洪水追跡計算により推定した (表4.1参照)。さらにダム治水容量コストと河川改修コストの組み合わせにより構成される各種代替案コストを表4.2に示す通り積算し、またダム治水容量コストと河道改修コストの関係を図4.1に示す通り推定した。

#### 4.1.3 最適案

図4.1に示す通りダム治水容量コストと下流河川改修コストの合計値 (=事業費) は河川改修区間の設計洪水流量が増加するにつれて増加する傾向にあることが認められる。特に河川改修区間の設計洪水流量が800 $\text{m}^3/\text{s}$ を越える段階でプロジェクトコストの急激な増加現象があることがわかる。この原因は主に河川改修規模の拡大に伴う補償コストの増大に起因している。即ち、河川改修区間の設計洪水流量が800 $\text{m}^3/\text{s}$ 以上となる場合、人口密集域において多数の家屋移転と道路付け替えの必要が発生するためである。このため、河川改修単独案 (代替案2) より河川改修とダム洪水調節との組み合わせ案 (代替案1) の方が最適案として有利であることが結論される。この時、最適案における河川改修区間の設計洪水流量は以下の理由により770 $\text{m}^3/\text{s}$ と計画するものとする。

- ① 下流河川改修の設計洪水流量770 $\text{m}^3/\text{s}$ はジャティバラングム洪水調節とは無関係に、緊急プロジェクトの必要設計流量規模25年確率流量として達成必要な水準である。
- ② 最小プロジェクトコストは890億ルピアであり、これは下流河川改修の設計洪水流量が740 $\text{m}^3/\text{s}$ の場合に期待される値である。しかしながら、この最小コストは設計洪水流量770 $\text{m}^3/\text{s}$ の場合のプロジェクトコストである 910億ルピアと比較して実質的な相違は無い。

以上最適案における河川改修部門の設計内容は緊急プロジェクトとして第5章に詳述するものとし、また洪水調節用のダム設計内容については第4.4節で詳述するものとする。

#### 4.1.4 事業費積算

最適案の事業費は132,223百万ルピア（1992年7月、1US\$ = 2,033ルピア、1円=16.2ルピア）と積算され、このうち河川改修コストが90,412百万ルピアでありダム治水容量の割り当て分が41,811百万ルピアである。なお、この事業費積算の要領はマスタープランにおける積算要領と同一である。

#### 4.1.5 プロジェクト評価

フィージビリティ調査の対象となった西放水路・ガラン川の洪水防御計画事業の内部収益率は16.2%と算定され良好な経済効果が期待される。また、同事業の実施に関連してジャティバラダムの建設により128.2 haの水田・畑を取得する必要があるものの、家屋移転の必要はなく、また自然環境に対する深刻な影響を与えることはない。

#### 4.1.6 プロジェクト実施に関する感応度分析

最適案は目標完成2000年を達成する必要から河道改修とジャティバラダム建設の同時施工を前提としている。しかしながら、この同時施工の代わりに段階施工を考えた場合事業実施に必要な年間予算を少なく抑えられる利点がある。さらに段階施工の場合、以下に示す様に経済的にも有利であると推定される。

| 種 別                                | 完成年          | 内部収率  |
|------------------------------------|--------------|-------|
| 同時施工                               | 2000         | 16.2% |
| 段階施工（ケース1）<br>河川改修（先行）<br>ダム建設（後行） | 2000<br>2005 | 16.5% |
| 段階施工（ケース2）<br>ダム建設（先行）<br>河川改修（後行） | 2000<br>2005 | 20.9% |

以上の段階施工の優位性にもかかわらず本計画では、下記の理由により同時施工方案を最適案として採用するものとする。

- ① 西暦2000年までの完成目標を達成するためには同時施工が必須条件となる。特に河川改修は、1991年に合意された会議議事録にも記載されているように緊急プロジェクトとして西暦2000年までに完成させ、1990年1月洪水において発生したような死亡災害の再発を防止できるような状態を準備する必要がある。
- ② 洪水の原因となる降雨は自然現象であり、卓越した雨域がジャティバラングムの非集水域に偏って発生した場合、ダムによる洪水調節効果は期待できない。このように河川改修を伴わないジャティバラングムのみによる洪水調整では計画対象規模の洪水に対し完全に被害を防ぐことは難しい。
- ③ 現況下流河川の洪水水位は背後地盤高に比べ著しく高くなる傾向にある。このような本川水位の背水の影響で本川へ流入している支川や排水路に洪水越水氾濫が発生しやすい現況にあり、河川改修を伴わないジャティバラングムのみによる洪水調節では支川・排水路の氾濫を完全に防ぐことはできない。

## 4.2 都市排水計画

### 4.2.1 計画策定基準

#### (1) 目標年

フィージビリティ調査の目標年は2005年とする。

#### (2) 計画規模

フィージビリティ調査を行う優先プロジェクトの計画規模は進行中の関連する他プロジェクトを考慮して5年確率とする。

#### (3) その他の計画基準はマスタープランに準拠する。

#### 4.2.2 代替案の設定

代替案は都市排水優先プロジェクトの内、2ヶ所のポンプ場計画について設定した。

##### (1) アシン川ポンプ場

本ポンプ場については3案設定され、事業費、家屋移転数が下表の様に見積もられた。

| 代替案   | 事業費<br>(百万ルピア) | 家屋移転<br>(戸) |
|-------|----------------|-------------|
| 代替案 1 | 12,200         | 94          |
| 代替案 2 | 13,915         | 94          |
| 代替案 3 | 11,702         | 52          |

##### (2) 東バンドルハルジョポンプ場

本ポンプ場については2案設定され、事業費、家屋移転数が下表の様に見積もられた。

| 代替案   | 事業費<br>(百万ルピア) | 家屋移転<br>(戸) |
|-------|----------------|-------------|
| 代替案 1 | 7,202          | 4           |
| 代替案 2 | 7,485          | 0           |

#### 4.2.3 最適案の選定 (図4.2参照)

##### (1) ポンプ場

アシン川ポンプ場 ( $Q=5.7\text{m}^3/\text{s}$ )

事業費、家屋移転数共に少ない代替案3が最適案として選定された。

東バンドルハルジョポンプ場 ( $Q=2.0\text{m}^3/\text{s}$ )

代替案2は事業費がわずかに高いが、移転家屋数が0であるので最適案として採用された。

西バンドルハルジョポンプ場 ( $0.8\text{m}^3/\text{s}$ ) については代替案は設定されなかった。

(2) 排水路改修 (図4.3参照)

排水路改修については代替案は設定されなかった。

4.2.4 事業費積算

都市排水計画優先プロジェクト最適案について事業費が算定された。下表にその結果を示す。

| 費用種目       | 事業費 (百万ルピア) |
|------------|-------------|
| 1. 直接工事費   | 27,844      |
| 2. 補償費     | 1,429       |
| 3. 管理費     | 2,050       |
| 4. 技術サービス費 | 4,180       |
| 5. 物価上昇調整費 | 17,855      |
| 6. 予備費     | 4,931       |
| 7. 付加価値税   | 5,829       |
| 合計         | 64,118      |

注： 1992年7月の物価水準  
1 US \$ = 2,033ルピア  
1円 = 16.2ルピア

4.2.5 経済評価

経済評価はマスタープラン・プロジェクトと同様な条件・手法で行い、その結果は以下の通りである。

内部収益率 (BIRR) 15.7%  
コスト-便益比 (B/C) 1.81  
純現在価値 (NPV) 14,872 百万ルピア

4.2.6 社会環境への影響

都市排水優先プロジェクトの実施は環境面に重大な影響は与えない。しかし、社会的影響として用地買収 5.1ha、82戸の家屋移転が必要である。

一方、本プロジェクトの実施によって浸水頻度が減少し、住民の生命・財産が守られ、民生安定が得られる。

#### 4.3 水資源開発計画

##### 4.3.1 計画策定基準

- ① 優先プロジェクトとして選定されたジャティバラダムの貯水池容量の目的別配分の優先順位は治水計画、水資源開発計画、水力発電計画とする。
- ② その他の計画基準マスタープランに準拠する。

##### 4.3.2 代替案の設定

フィージビリティー調査段階に作成されたジャティバラダム貯水池区域の地形図(1/2,500)を使用して貯水容量を算定した。第4.1節で述べられている様にダム天端高の比較検討を行い、計画基準①に従って貯水容量の配分を行った。その結果、総貯水容量 27.8MCMの内、水資源開発計画には水力発電計画も含めて 16.7MCMが配分された。公共用水と水力発電との貯水容量の配分について代替案が3案設定された。代替案3案の内訳は下表の通りである。

| 項 目         | 代替案<br>1               | 代替案<br>2               | 代替案<br>3               |
|-------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| <u>公共用水</u> | 2.00 m <sup>3</sup> /s | 2.30 m <sup>3</sup> /s | 2.54 m <sup>3</sup> /s |
| -新規開発分      | 1.42 m <sup>3</sup> /s | 1.72 m <sup>3</sup> /s | 1.96 m <sup>3</sup> /s |
| -既供給分       | 0.58 m <sup>3</sup> /s | 0.58 m <sup>3</sup> /s | 0.58 m <sup>3</sup> /s |
| <u>水力発電</u> |                        |                        |                        |
| -最大流量       | 3.09 m <sup>3</sup> /s | 3.03 m <sup>3</sup> /s | 2.87 m <sup>3</sup> /s |
| -常時使用水量     | 1.18 m <sup>3</sup> /s | 1.03 m <sup>3</sup> /s | 0                      |
| -発電機容量      | 1,610 kW               | 1,580 kW               | 1,500 kW               |
| -年間発生電力量    | 7,470 MWh              | 5,820 MWh              | 6,710 MWh              |

##### 4.3.3 最適案の選定

年便益を比較の結果、最も経済効率が良い代替案3が最適案として採用された。最適案では水力発電容量は設けず、利水放流による発電のみとなっている。最適案に基づく流量配分は以下の通りである。



|         |                        |
|---------|------------------------|
| 利水流量    | 2.54 m <sup>3</sup> /s |
| 公 共 用 水 | 1.46 m <sup>3</sup> /s |
| 既得水道用水  | 0.58 m <sup>3</sup> /s |
| 河川維持流量  | 0.50 m <sup>3</sup> /s |
| 水力発電    |                        |
| 最 大 流 量 | 2.87 m <sup>3</sup> /s |
| 発 電 容 量 | 1,500 kW               |
| 年間発生電力量 | 6,710 MWh              |

#### 4.3.4 事業費算定

治水計画、水資源開発計画、水力発電計画を含むジャティバラングダム建設事業費は  $140,711 \times 10^6$  RP. である（1992年7月物価水準、1 US\$ = 2,033ルピア、1円 = 16.2ルピア）。ジャティバラングダム建設費の内、水資源開発計画で負担すべき金額は  $79,881 \times 10^6$  RP. である。

#### 4.3.5 経済評価

水資源開発には送水管、浄水場、配水管は含まれていないため水源地点（ダムサイト）における原水供給による収入（300ルピア/ m<sup>3</sup>）を便益として経済評価を行い、結果は以下の通りである。

|              |              |
|--------------|--------------|
| 内部収益率(BIRR)  | 28.8%        |
| コスト-便益比(B/C) | 3.81         |
| 純現在価値(NPV)   | 96,030 百万ルピア |

#### 4.3.6 社会経済への影響

ジャティバラングダムの建設により環境面への重大な影響はない。イスラム教の聖地であるゴア クレオ（クレオ洞窟）も可能最大洪水時に於いても水没する事はない。128.2haの用地買収が必要であるが、水没地域には移転が必要な家屋は無い。

一方、本ダムの建設により洪水調節が可能となり下流住民の生命・財産が守られ、更に水供給量も増えて病気の発生が抑えられ、工業用水源を深井戸から水道へ切り換える事により地盤沈下も抑制出来る。

#### 4.4 ジャティバラダム計画

##### 4.4.1 地形・地質

ダム軸付近は河床幅15m前後のV字谷で、兩岸は高さ20m程度の急崖となっている。ダム軸左岸側は川側に張り出した尾根状の地形で、標高160.0m以上の尾根幅は100m以下となる。ダム軸上流の貯水池右岸は、比較的大きな鞍部状をなしている。

また、ダム軸直上流の右岸側から半島状に突き出た一帯はゴアクレオ公園と呼ばれ、園内にある洞窟はイスラムの聖地として有名である。

地質的には火山角礫岩と凝灰質砂岩が層状に分布しており、表土はほとんど見られない。主として、標高105.0m以上、85m以深に分布する火山角礫岩は、凝灰質砂岩よりも堅硬で、剪断強度90t/m<sup>2</sup>程度と推定される。兩岸の地下水位が地表面に比べて低く、地下水位より上部の風化岩帯の透水性は高い。一方、河床付近は節理も多く透水性は低い。

##### 4.4.2 比較検討

###### (1) ダム天端標高

ダムサイト周辺地形、地質条件及びゴアクレオ公園内イスラム聖地の保全等を考慮し、比較検討を行った結果、最も貯水効率の良い標高164.0mを最適ダム天端とした。

###### (2) ダムタイプの選定

当ダムサイトで採用可能な重力式コンクリートタイプ及びフィルタイプについて比較を行った結果、経済性に優れた重力式コンクリートタイプを採用した。

##### 4.4.3 基本設計

設計は、日本のダム設計基準に基づいて実施された。ただし、設計洪水流量は、ダム直下流にスマラン市を控えている事から安全性を考慮し、可能最大流量(PMF)を採用した。全体平面図、ダム平面図、標準断面図及び上下流面図を図4.4～4.7に示す。

(1) 堤体諸元

|         |                                |
|---------|--------------------------------|
| 目 的     | : 洪水調節、都市用水供給、発電               |
| ダムタイプ   | : 重力式コンクリートタイプ                 |
| ダム高     | : 81.0m                        |
| 堤頂長     | : 240.0m                       |
| 天端標高    | : EL. 164.0m                   |
| ダム基礎    | : EL. 83.0m                    |
| 堤体積     | : 219,000m <sup>3</sup>        |
| 上流面勾配   | : 直                            |
| フィレット勾配 | : 1 : 1.0 (フィレット始端 EL. 124.0m) |
| 下流面勾配   | : 1 : 0.8                      |

(2) 貯水池諸元

|          |                            |
|----------|----------------------------|
| 集水面積     | : 53.0km <sup>2</sup>      |
| 湛水面積     | : 1.27km <sup>2</sup>      |
| 総貯水容量    | : 27,800,000m <sup>3</sup> |
| 堆砂容量     | 6,800,000m <sup>3</sup>    |
| 利水容量     | 16,700,000m <sup>3</sup>   |
| 治水容量     | 4,300,000m <sup>3</sup>    |
| 設計洪水位    | : EL. 162.0m               |
| サーチャージ水位 | : EL. 158.8m               |
| 常時満水位    | : EL. 155.3m               |
| 最低水位     | : EL. 136.6m               |

(3) 関連施設

(a) 洪水吐

洪水調節用放流設備、常用洪水吐を堤体上に、非常用洪水吐を右岸鞍部に計画する。

(i) 洪水調節用放流設備

|       |              |
|-------|--------------|
| 型 式   | : 正面自由越流方式   |
| 越流頂標高 | : EL. 153.3m |
| 越流頂長  | : 10.0m      |

(ii) 常用洪水吐

型 式 : 正面自由越流方式  
越流頂標高 : EL.158.8m  
越流頂長 : 60.0m

(iii) 非常用洪水吐

型 式 : 正面自由越流方式  
越流頂標高 : EL.160.2m  
越流頂長 : 150.0m

(b) 転流工

ダム建設中の転流についてはトンネル方式を採用し、ダムサイト左岸尾根部に設ける。

対象流量 : 200m<sup>3</sup>/s  
形 式 : 標準馬蹄計 (2R型)  
内 径 : 5.6m  
延 長 : 350m  
勾 配 : 1/100

4.4.3 事業費算定

水力発電計画を含むジャティバラダム事業費は、140,711 百万ルピアである。  
(1992年7月物価水準、1US\$ = 2,033ルピア、1円 = 16.2ルピア)

4.4.4 経済評価

水力発電を含むジャティバラダム建設計画の経済評価結果は、以下の通りである。

|               |               |
|---------------|---------------|
| 内部収益率(EIRR)   | 23.2%         |
| コスト-便益比 (B/C) | 2.84          |
| 純現在価値 (NPV)   | 115,352 百万ルピア |

## 4.5 水力発電計画

### 4.5.1 計画規模

ジャティバラダム水力発電計画は、経済性の観点から発電容量を持たない流れ込み式とする。計画概要は下記の通りである。

|         |                         |
|---------|-------------------------|
| 有効落差    | : 63.3m                 |
| 最大使用水量  | : 2.87m <sup>3</sup> /s |
| 発電機容量   | : 1,500kW               |
| 年間発電電力量 | : 6,710MWh              |
| 設備利用率   | : 51%                   |

### 4.5.2 設備設計

発電所レイアウトを図4.5に示す。

設備の概要は下記の通りである。

#### (1) 水車

|        |           |
|--------|-----------|
| 型式     | : 横軸フランシス |
| 定格回転速度 | : 750rpm  |

#### (2) 発電機

|       |               |
|-------|---------------|
| 型式    | : 横軸三相交流同期発電機 |
| 定格周波数 | : 50Hz        |
| 定格電圧  | : 6.6kV       |
| 容量    | : 1,700kVA    |

### 4.5.3 事業費積算

ジャティバラダムの負担分を含む発電計画事業費は、19,019 百万ルピアである。

### 4.5.4 経済評価

ジャティバラダムの負担金を含む発電計画の経済評価は以下の通りである。

|               |              |
|---------------|--------------|
| 内部収益率(BIRR)   | 5.9 %        |
| コストー便益比 (B/C) | 0.66         |
| 純現在価値 (NPV)   | -3,140 百万ルピア |

#### 4.6 優先プロジェクト実施スケジュール

フィージビリティ調査対象である優先プロジェクトの目標年は2005年であるが、治水、水資源開発計画の優先プロジェクトは将来水需要を満足させるためジャティバラダムの完成を2000年に予定している。

また、西放水路／ガラン川改修計画は第5章に述べられている様に緊急プロジェクトの対象であるので、完成はやはり2000年を予定している。

優先プロジェクトの事業実施計画は各プロジェクトの経済効率、緊急度を考慮して算定され図4.8に示す。

#### 4.7 優先プロジェクト全体経済評価

治水、水資源開発、都市排水水力発電の各計画の優先プロジェクト全体の経済評価は各プロジェクトの経済コスト、年平均便益を合算し、下記の通り求められた。

|               |   |              |
|---------------|---|--------------|
| 内部収益率 (BIRR)  | : | 19.8%        |
| コスト-便益比 (B/C) | : | 2.35         |
| 純現在価値 (NPV)   | : | 160,463百万ルピア |

## 第5章 緊急プロジェクト調査

### 5.1 計画基準

#### (1) 目標完成年

プロジェクトの実施期間を1994年から6年間と定め、目標完成年を西暦2000年と想定する。

#### (2) 対象河川

西放水路・ガラン川を緊急プロジェクトの対象河川とする。

#### (3) 計画規模

現況河道の流下能力（1/10年確率相当）、調査地域東側のジュラトンセルナ プロジェクトの中の、ドロック・ブンガロン プロジェクト（1/25年確率、西暦2000年目標）を参考に 超過確率規模25年洪水を対象に緊急プロジェクトの洪水防御計画を策定する。

#### (4) 計画高水位

計画高水位は以下の条件を前提に設定した。

|                 |                         |
|-----------------|-------------------------|
| 計画洪水流量（25年確率流量） | : 770 m <sup>3</sup> /s |
| 河口出発水位          | : スマラン港平均高潮位 0.6 m      |
| マニングの粗度係数       | : 0.035                 |

### 5.2 代替案

プロジェクトの緊急性を考慮し、広域な用地取得と長期の建設期間を必要とするダムや放水路の建設は洪水防御施設計画の代替案から除外し、河道改修と既設のシモンガン堰の改築にテーマを絞り以下に示す代替案の想定をおこなった。

#### 5.2.1 西放水路改修に関する代替案

##### (1) 代替案1A（高水敷の掘削）

西放水路の現況を考慮した結果、有力な代替案として高水敷幅20mの確保を前提とした低水路の拡幅案を提案した。なお本案では河床の掘削は行わず、従って

現況河床勾配は維持されるものとして計画した。

## (2) 代替案 1 B (築堤)

現況堤防高を嵩上げる案を第 2 の代替案として選定した。この場合も先の代替案 1 と同様に現況河床縦断は維持することを前提としている。

### 5.2.2 ガラン川改修及びシモンガン堰改築に関する代替案

#### (1) 代替案 2 A (河床の掘削)

現況の河道洪水水位は背後地盤高より著しく高くなる傾向にあり、非常に高い洪水被害ポテンシャルが潜在している。また先の西放水路と異なり、現況のガラン川の高水敷幅は 20m ならずであり、高水敷幅の掘削は困難な状態にある。以上の状態を考慮した結果、現況河床を掘り下げることで、洪水水位を下げ流下能力を増す案を代替案として採用した。なお現況河床勾配 1/1,250 が比較的安定した勾配であることから、河床の掘削にあたっては、現況勾配を維持するよう配慮した。本案の主要工事としては河床の掘削、落差工の建設、およびシモンガン堰の改築が挙げられる。現況のシモンガン堰(固定堰)は以下の構造諸元により稼働堰に改築されることとなる。

堰天端高 : 標高 5.6 m

堰敷高 : 標高 1.5 m

堰の全幅 : 80.8 m

#### (2) 代替案 2 B (築堤)

ガラン川河道改修は現在築堤方式を基本にしてすすめられている。築堤方式は先の代替案 2 A の建設コストに比べ安価であるという利点があるためこれを代替案 2 B として採用するものとする。また老朽化したシモンガン堰は建設コストの面で有利な現況と同様の固定堰型に改築するものとする。改築されるシモンガン堰の構造諸元は以下の通りである。

固定堰天端高 : 標高 5.6 m

堰敷高 : 標高 4.0 m

固定堰部幅 : 63.8 m

可動堰部幅 : 13.0 m



## 5.3 最適案

### 5.3.1 西放水路改修の最適案

代替案1 Bは以下に示すとおり代替案1 Aに比べ著しく建設コストが高くなる。

代替案1 A : 10,511 百万ルピア

代替案1 B : 20,876 百万ルピア

建設コストの面で不利であるのに加え、代替案1 Bは河道洪水水位が代替案1 Aのそれに比べ著しく高くなり、洪水被害ポテンシャルが増大することとなる。以上の代替案1 Bの不利な事項を考慮して代替案1 Aを最適案として採用する。この最適案の縦断計画、標準横断面および平面計画は図5.1及び5.2に示す通りである。

また、シモンガン堰改修計画を図5.3に示す。

### 5.3.2 ガラン川改修の最適案

代替案2 Bの建設コストは代替案2 Aに比べ若干安くなるが、その差は以下に示す通り2,600百万ルピアであり、代替案2 Bの全建設コストの8%に過ぎない。

代替案2 A : 33,891 百万ルピア

代替案2 B : 31,307 百万ルピア

代替案2 Bの場合、計画河道高水位は背後地盤高に比べ著しく高くなるが、一方代替案2 Aの場合計画高水位を下げ、河道越水氾濫による洪水被害を最小限に抑えることができる。これらの利害得失を考慮した結果、代替案2 Aを最適案として選定した。この最適案の縦断計画、標準横断面および平面計画は図5.1及び5.4に示す通りである。

## 5.4 緊急プロジェクト実施スケジュール

緊急プロジェクト実施スケジュールを図5.5に示す。

## 5.5 事業費積算

緊急プロジェクトの事業費は次頁表に示す通りである。

| 費用種目       | 事業費(百万ルピア) |
|------------|------------|
| 1. 直接工事費   | 45,049     |
| 2. 補償費     | 0          |
| 3. 管理費     | 3,154      |
| 4. 技術サービス費 | 8,969      |
| 5. 物価上昇調整費 | 17,996     |
| 6. 予備費     | 7,025      |
| 7. 付加価値税   | 8,219      |
| 合計         | 90,412     |

#### 5.6 プロジェクト評価

年平均便益及び経済費用の合計はそれぞれ7,534百万ルピア/年及び58,043百万ルピアと積算され、内部収益率は15.9%と推定される。

また緊急プロジェクトの実施に伴う家屋移転ならびに用地取得は必要とせず、社会環境に及ぼす影響は殆どない。さらにプロジェクトの実施による自然環境への影響も殆どなく、また同事業の実施によって洪水による人命の損傷防止や衛生環境の改善等の貨幣換算できない便益が期待される。

## 第6章 提 言

### (1) 関連機関との調整

本プロジェクトには鉄道橋、道路橋、水道用水取水口護岸の改築等公共事業省（DPU）、水資源総局（DGWRD）の管轄外である構造物を含んでいるため、本プロジェクト実施に当たっては関連機関との調整が不可欠である。

### (2) 上流域での植林

対象河川の流域内の山林は開発行為としての伐採が進み裸地が随所に見られる。森林の減少は洪水ピーク流量の増加、流出土砂の増加、常時低水流量の減少を招き下流域への洪水危険度を増す。ダム建設等によるハードな対策と同時に上流域での山林保護、植林をソフトな対策として進め、ハードな対策では対応し切れない面を補う必要がある。

### (3) 流域内の開発規制

スマラン市には年々人口が集中し、市街地が周辺に拡大している。東西方向は主に工業地帯として、南側の丘陵地は主に住宅地として開発されつつあるが、現在これらの開発には法的な規制が無く、無秩序に開発が進行している状態である。この様な開発は浸水被害、斜面崩壊の増大、保水能力の減少を招き、新たな対策が将来必ず必要とされる。無秩序な開発を抑え、費用が高む将来の後手対策を回避するため、法的な規制によって秩序ある開発を行っていく事が必要である。



付 表



表 2.1 スマラン市気象データ

Monthly Mean Temperature (°C)

| Year    | Jan. | Feb. | Mar. | Apr. | May  | Jun. | Jul. | Aug. | Sep. | Oct. | Nov. | Dec. | Average |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------|
| 1980    | 26.5 | 26.6 | 26.9 | 27.5 | 28.3 | 27.7 | 27.4 | 27.5 | 28.0 | 28.3 | 27.7 | 26.7 | 27.4    |
| 1981    | 25.9 | 26.1 | 27.5 | 27.9 | 27.7 | 27.8 | 26.9 | 27.9 | 27.9 | 28.7 | 27.3 | 26.8 | 27.4    |
| 1982    | 25.7 | 26.2 | 26.8 | 27.6 | 27.7 | 27.4 | 26.8 | 26.6 | 26.9 | 28.6 | 28.9 | 27.7 | 27.2    |
| 1983    | 27.0 |      | 28.1 | 27.9 | 27.8 | 27.7 | 27.1 | 27.1 | 28.3 |      |      |      | 27.6    |
| 1984    | 26.1 | 26.1 | 26.7 | 27.7 | 27.9 | 27.1 | 27.0 | 27.3 | 27.1 | 28.0 | 27.7 | 26.5 | 27.1    |
| 1985    | 26.8 | 27.0 | 26.9 | 27.3 | 27.8 | 27.2 | 26.8 | 27.3 | 27.6 | 28.3 | 27.7 | 26.8 | 27.3    |
| 1986    | 26.1 | 26.3 | 26.7 | 27.7 | 28.2 | 27.6 | 27.0 | 26.8 | 27.6 | 28.0 |      |      | 27.2    |
| 1987    |      |      |      | 28.6 | 28.5 | 28.2 | 27.9 | 27.2 | 28.7 | 29.2 | 28.6 | 27.1 | 28.2    |
| 1988    | 27.3 | 27.1 | 27.5 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |         |
| 1989    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |         |
| 1990    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |         |
| Average | 26.4 | 26.5 | 27.1 | 27.8 | 28.0 | 27.6 | 27.1 | 27.2 | 27.8 | 28.4 | 28.0 | 26.9 | 27.4    |

Monthly Maximum Temperature (°C)

| Year    | Jan. | Feb. | Mar. | Apr. | May  | Jun. | Jul. | Aug. | Sep. | Oct. | Nov. | Dec. | Max. |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1980    | 30.2 | 30.6 | 31.5 | 32.2 | 33.6 | 33.1 | 32.4 | 33.4 | 34.3 | 33.7 | 33.0 | 30.8 | 34.3 |
| 1981    | 29.2 | 29.8 | 32.1 | 32.6 | 32.6 | 32.8 | 32.4 | 33.5 | 33.4 | 34.1 | 31.7 | 30.5 | 34.1 |
| 1982    | 29.4 | 29.8 | 30.9 | 32.6 | 33.3 | 33.2 | 33.4 | 33.7 | 34.1 | 35.0 | 34.3 | 31.7 | 35.0 |
| 1983    | 32.2 | -    | 32.1 | 32.3 | 32.3 | 33.2 | 33.6 | 34.4 | 34.8 | -    | -    | -    | 34.8 |
| 1984    | 29.8 | 30.0 | 30.7 | 32.1 | 32.5 | 32.8 | 32.7 | 33.1 | 32.7 | 33.1 | 32.6 | 30.4 | 33.1 |
| 1985    | 30.7 | 31.0 | 31.1 | 31.8 | 33.2 | 32.4 | 32.0 | 33.2 | 33.2 | 32.3 | 30.3 | 30.8 | 33.2 |
| 1986    | 29.7 | 30.4 | 30.7 | 32.4 | 33.8 | 32.6 | 33.0 | 32.8 | 33.4 | 32.8 | -    | -    | 33.8 |
| 1987    | -    | -    | -    | 33.4 | 33.3 | 33.6 | 33.6 | 34.3 | 34.8 | 34.7 | 33.1 | 30.6 | 34.8 |
| 1988    | 30.7 | 31.0 | 31.6 | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    |
| 1989    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Maximum | 32.2 | 31.0 | 32.1 | 33.4 | 33.8 | 33.6 | 33.6 | 34.4 | 34.8 | 35.0 | 34.3 | 31.7 | 35.0 |

Monthly Minimum Temperature (°C)

| Year    | Jan. | Feb. | Mar. | Apr. | May  | Jun. | Jul. | Aug. | Sep. | Oct. | Nov. | Dec. | Min  |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1980    | 23.5 | 23.4 | 23.2 | 23.6 | 24.0 | 23.1 | 23.7 | 22.7 | 22.9 | 23.4 | 23.5 | 23.5 | 22.7 |
| 1981    | 23.2 | 23.1 | 24.0 | 24.1 | 23.8 | 23.6 | 22.8 | 22.8 | 23.5 | 23.6 | 23.7 | 23.6 | 22.8 |
| 1982    | 23.3 | 23.2 | 23.0 | 23.5 | 23.6 | 23.4 | 22.4 | 21.5 | 22.3 | 23.5 | 24.2 | 24.3 | 21.5 |
| 1983    | 24.2 |      | 24.9 | 24.9 | 25.1 | 23.3 | 22.1 | 22.7 | 23.6 |      |      |      | 22.1 |
| 1984    | 23.5 | 23.4 | 23.5 | 24.4 | 24.3 | 21.5 | 23.1 | 23.0 | 23.5 | 23.9 | 23.7 | 23.3 | 21.5 |
| 1985    | 26.7 | 23.9 | 23.8 | 24.0 | 24.3 | 23.3 | 22.7 | 22.4 | 23.1 | 23.9 | 23.8 | 23.6 | 22.4 |
| 1986    | 23.6 | 23.4 | 23.7 | 24.3 | 24.3 | 24.0 | 22.9 | 22.2 | 23.6 | 23.7 |      |      | 22.2 |
| 1987    |      |      |      | 24.9 | 24.6 | 24.2 | 23.6 | 21.3 | 23.5 | 24.6 | 24.9 | 24.2 | 21.3 |
| 1988    | 24.5 | 24.1 | 24.7 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 1989    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Minimum | 23.2 | 23.1 | 23.0 | 23.5 | 23.6 | 21.5 | 22.1 | 21.3 | 22.3 | 23.4 | 23.5 | 23.3 | 21.3 |

Monthly Rainfall (mm)

| Year    | Jan. | Feb. | Mar. | Apr. | May | Jun. | Jul. | Aug. | Sep. | Oct. | Nov. | Dec. | Total |
|---------|------|------|------|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| 1980    |      |      | 340  |      | 190 | 17   | 120  | 191  | 33   | 80   | 276  | 321  | -     |
| 1981    | 824  | 576  | 199  | 355  | 71  | 134  | 137  | 47   | 162  | 89   | 195  | 534  | 3323  |
| 1982    | 726  | 374  | 112  | 261  | 66  | 108  | 13   | 2    |      |      | 201  | 155  | -     |
| 1983    | 299  |      | 79   | 94   | 304 | 15   | 8    | 0    | 3    |      |      |      | -     |
| 1984    | 391  | 301  | 364  | 204  | 109 | 60   | 87   | 10   | 321  | 176  | 301  | 615  | 2939  |
| 1985    | 283  | 554  | 243  | 219  | 256 | 126  | 92   | 165  | 60   | 241  | 178  | 60   | 2477  |
| 1986    | 521  | 161  | 216  | 131  | 43  | 216  | 66   | 66   | 173  | 150  |      |      | -     |
| 1987    |      |      |      | 81   | 133 | 79   | 9    | 12   | 0    | 32   | 145  | 246  | -     |
| 1988    | 423  | 305  | 463  |      |     |      |      |      |      |      |      |      | -     |
| 1989    |      |      |      |      |     |      |      |      |      |      |      |      | -     |
| Average | 495  | 379  | 252  | 192  | 147 | 94   | 67   | 62   | 107  | 128  | 216  | 322  | 2460  |

表 2. 2 調査対象地域人口 (1990年)

| Kecamatan                | Village/<br>Kelurahan | Area<br>(km <sup>2</sup> ) | Total<br>Population | Population<br>Density<br>(person/km <sup>2</sup> ) |
|--------------------------|-----------------------|----------------------------|---------------------|--|
| I Semarang City (Kodya.) |                       |                            |                     |  |
| 1                        | Central Semarang      | 16                         | 58,727              | 21,049   |
| 2                        | North Semarang        | 16                         | 159,638             | 13,381   |
| 3                        | East Semarang         | 20                         | 221,724             | 7,672  |
| 4                        | South Semarang        | 35                         | 227,743             | 3,614  |
| 5                        | West Semarang         | 36                         | 268,960             | 8,601  |
| 6                        | Genuk                 | 16                         | 60,352              | 2,657  |
| 7                        | Gunung Pati           | 15                         | 46,362              | 901  |
| 8                        | Mijen                 | 13                         | 67,462              | 598  |
| 9                        | Tugu                  | 10                         | 56,482              | 1,158  |
|                          | Other *               | -                          | 1,741               |  |
|                          | Subtotal              | 177                        | 1,250,971           | 3,348  |
| II Kabupaten Kendal      |                       |                            |                     |  |
| 10                       | Brangsong             | 12                         | 34,532              | 1,103  |
| 11                       | Kaliwungu             | 15                         | 107,702             | 777  |
| 12                       | Singorojo             | 14                         | 124,552             | 339  |
| 13                       | Boja                  | 18                         | 64,102              | 801  |
| 14                       | Limbangan             | 16                         | 71,712              | 365  |
| 15                       | Pegandon              | 24                         | 66,002              | 933  |
|                          | Subtotal              | 99                         | 468,592             | 647  |
| III Kabupaten Semarang   |                       |                            |                     |  |
| 16                       | Ungaran               | 22                         | 73,942              | 1,272  |
| 17                       | Klepu                 | 21                         | 125,682             | 600  |
|                          | Subtotal              | 43                         | 199,622             | 849  |
| Grand Total              |                       |                            |                     |  |
|                          |                       | 319                        | 1,041.87            | 1,723,570  |
|                          |                       |                            |                     | 1,654  |

Sources : - Kodya Semarang in Figure 1990  
 - Kabupaten Kendal & Kabupaten Semarang in Figure 1990  
 - Central Jawa Population : Complete result of 1990 Census,  
 Central Jawa Statistics Office, February 1991.

Note : \*Including sailors and homeless



表 2.3 調査対象地域人口予測

| Kecamatan                     | 1990             | 1995             | 2000             | 2005             | 2010             | 2015             |
|-------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| <b>I Semarang City</b>        |                  |                  |                  |                  |                  |                  |
| 1 Central Semarang            | 58,727           | 62,243           | 65,971           | 69,922           | 74,109           | 78,547           |
| 2 North Semarang              | 159,638          | 169,198          | 179,330          | 190,069          | 201,452          | 213,516          |
| 3 East Semarang               | 221,724          | 235,002          | 249,075          | 263,991          | 279,800          | 296,556          |
| 4 South Semarang              | 227,743          | 241,381          | 255,836          | 271,157          | 287,396          | 304,606          |
| 5 West Semarang               | 268,960          | 285,067          | 302,138          | 320,231          | 339,408          | 359,734          |
| 6 Genuk                       | 160,362          | 169,965          | 180,143          | 190,932          | 202,365          | 214,484          |
| 7 Gunung Pati                 | 46,362           | 49,138           | 52,081           | 55,200           | 58,506           | 62,009           |
| 8 Mijen                       | 40,324           | 42,738           | 45,298           | 48,011           | 50,886           | 53,933           |
| 9 Tugu                        | 65,390           | 69,305           | 73,456           | 77,855           | 82,518           | 87,459           |
| Other                         | 1,741            | 1,845            | 1,956            | 2,073            | 2,197            | 2,329            |
| Subtotal                      | 1,250,971        | 1,325,882        | 1,405,284        | 1,489,441        | 1,578,637        | 1,673,173        |
| <b>II Kabupaten Kendal</b>    |                  |                  |                  |                  |                  |                  |
| 10 Brangsong                  | 38,092           | 40,373           | 42,791           | 45,353           | 48,069           | 50,948           |
| 11 Kaliwungu                  | 83,736           | 88,751           | 94,065           | 99,698           | 105,669          | 111,997          |
| 12 Singorojo                  | 42,181           | 44,707           | 47,384           | 50,222           | 53,229           | 56,417           |
| 13 Boja                       | 51,329           | 54,403           | 57,661           | 61,114           | 64,774           | 68,653           |
| 14 Limbangan                  | 26,182           | 27,750           | 29,412           | 31,173           | 33,040           | 35,018           |
| 15 Pegandon                   | 61,577           | 65,265           | 69,173           | 73,315           | 77,705           | 82,359           |
| Subtotal                      | 303,097          | 321,249          | 340,486          | 360,875          | 382,486          | 405,392          |
| <b>III Kabupaten Semarang</b> |                  |                  |                  |                  |                  |                  |
| 16 Ungaran                    | 94,079           | 99,713           | 118,410          | 112,013          | 118,721          | 125,831          |
| 17 Klepu                      | 75,423           | 79,940           | 84,727           | 89,801           | 95,178           | 100,878          |
| Subtotal                      | 169,502          | 179,653          | 203,137          | 201,814          | 213,899          | 226,709          |
| <b>Grand Total</b>            | <b>1,723,570</b> | <b>1,826,784</b> | <b>1,948,907</b> | <b>2,052,130</b> | <b>2,175,022</b> | <b>2,305,274</b> |

表 3. 1 工業地帯面積予測

| Kotamadia<br>/Kabupaten | Kecamatan     | Industrial Area (ha) |       |       |       |       |       |
|-------------------------|---------------|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                         |               | Year                 | 1990  | 1995  | 2000  | 2005  | 2010  |
| Semarang                | West/Tugu     | 90                   | 270   | 450   | 720   | 900   | 1,080 |
|                         | Central/North | 116                  | 231   | 385   | 385   | 385   | 385   |
|                         | South         | 33                   | 40    | 57    | 100   | 143   | 186   |
|                         | East/Genuk    | 92                   | 340   | 500   | 640   | 780   | 920   |
| Demak                   | Sayung        | 90                   | 270   | 720   | 1,217 | 1,800 | 1,800 |
| Total                   |               | 421                  | 1,151 | 2,112 | 3,062 | 4,008 | 4,371 |

表 3. 2 水需要予測

| WATER USE                           | unit   | Year      |           |           |           |           |           |
|-------------------------------------|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                                     |        | 1990      | 1995      | 2000      | 2005      | 2010      | 2015      |
| Domestic Water                      |        |           |           |           |           |           |           |
| Domestic Use                        | lcd*   | 150       | 170       | 170       | 200       | 200       | 250       |
| Population                          |        | 1,250,971 | 1,325,882 | 1,405,284 | 1,489,441 | 1,578,637 | 1,673,173 |
| Service Ratio                       | %      | 100       | 100       | 100       | 100       | 100       | 100       |
| Water Demand                        | m3/d   | 187,646   | 225,400   | 238,898   | 297,888   | 315,727   | 418,293   |
|                                     | m3/s   | 2.172     | 2.609     | 2.765     | 3.448     | 3.654     | 4.841     |
| Non-Domestic Water                  |        |           |           |           |           |           |           |
| Industrial Use                      | l/s/ha | 0.75      | 0.75      | 0.75      | 0.75      | 0.75      | 0.75      |
| Industrial Area                     | ha     | 421       | 1,151     | 2,112     | 3,062     | 4,008     | 4,371     |
| Water Demand                        | m3/s   | 0.316     | 0.863     | 1.584     | 2.297     | 3.006     | 3.278     |
| Commercial Use<br>of Domestic Water | %      | 8.5       | 15        | 20        | 20        | 20        | 20        |
| Water Demand                        | m3/s   | 0.185     | 0.391     | 0.553     | 0.690     | 0.731     | 0.968     |
| Unaccounted for Water               | %      | 50        | 28        | 25        | 25        | 25        | 25        |
| Total Water Demand                  | m3/s   | 5.34      | 5.37      | 6.54      | 8.58      | 9.85      | 12.12     |

\* 一人当り一日消費量  
(litter per capita per day)

表 4. 1 ダム治水容量と計画高水流量の関係

| Surcharge<br>Water<br>Level<br>(NWL)<br>(El. m) | Normal<br>Water<br>Level<br>(SWL)<br>(El. m) | Flood<br>Control<br>Outlet<br>Width<br>(m) | Flood<br>Control<br>Capacity<br>(MCM) | Auxiliary<br>Spillway<br>Crest<br>Level<br>(El. m) | Design<br>Flood<br>Water<br>Level<br>(DFWL)<br>(El. m) | Design Flood Discharge at          |  |
|---|--|--|---------------------------------------|--|--|------------------------------------|--|
|   |  |  |                                       |  |  | Dam<br>Site<br>(m <sup>3</sup> /s) | River<br>Improvement<br>Section<br>(m <sup>3</sup> /s) |
| 158.57  | 153.57                                       | 2.30                                       | 5.93                                  | 159.96   | 162.00   | 39                                 | 739  |
| 158.80  | 155.30                                       | 10.00                                      | 4.33                                  | 160.13   | 162.00   | 99                                 | 770  |
| 159.17  | 156.47                                       | 21.60                                      | 3.34                                  | 160.39   | 162.00   | 145                                | 796  |
| 159.77  | 157.97                                       | 57.40                                      | 2.23                                  | 160.74   | 162.00   | 211                                | 849  |
| 160.15  | 158.75                                       | 94.20                                      | 1.76                                  | 160.97   | 162.00   | 242                                | 890  |

Note : (1) Width of Auxiliary Spillway = 150 m

(2) Width of Main Spillway = 60 m

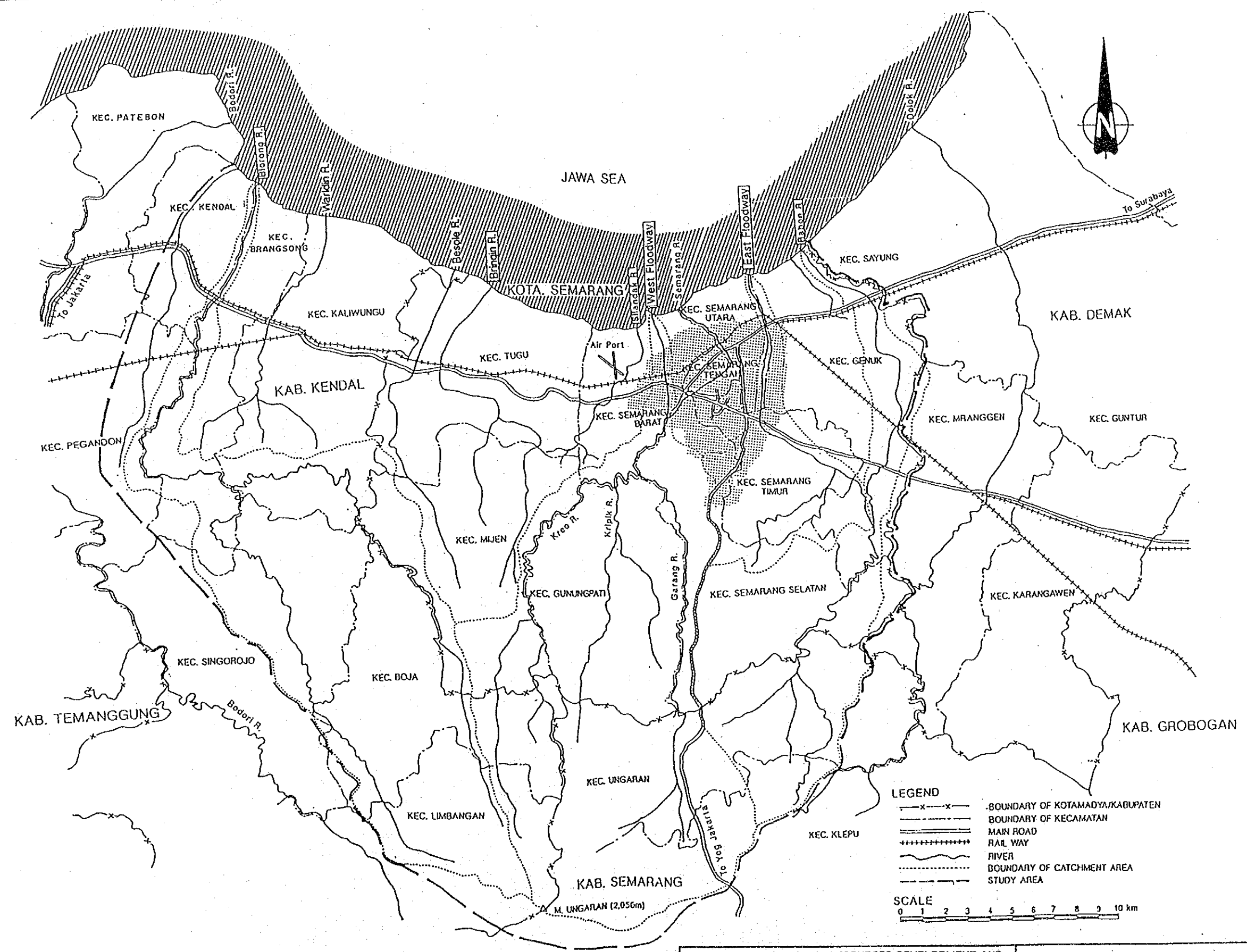
表 4. 2 治水ダムと河川改修の組合せによる事業費

| Item                                 | Alt. 1 (1) | Alt. 1 (2) | Alt. 1 (3) | Alt. 1 (4) | Alt. 2     |
|--------------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| <b>1. Garang River Improvement</b>   |            |            |            |            |            |
| Design Discharge (m <sup>3</sup> /s) | 740        | 770        | 850        | 900        | 980        |
| Improved River Length (m)            | 4,250      | 4,250      | 4,250      | 4,250      | 4,250      |
| River Width (m)                      | 77 to 102  | 80 to 107  | 89 to 116  | 95 to 132  | 103 to 156 |
| Construction Cost (Mill.Rp.)         | 43,849     | 47,622     | 53,066     | 60,542     | 72,870     |
| OMR Cost (Mill.Rp.)                  | 174        | 189        | 209        | 222        | 243        |
| Land Acquisition (ha)                | 0.0        | 0.0        | 0.3        | 5.6        | 15.1       |
| House Evacuation (pc)                | 0          | 0          | 5          | 85         | 229        |
| <b>2. West Floodway Improvement</b>  |            |            |            |            |            |
| Design Discharge (m <sup>3</sup> /s) | 740        | 770        | 850        | 900        | 980        |
| Improved Floodway Length (m)         | 5,290      | 5,290      | 5,290      | 5,290      | 5,290      |
| River Width (m)                      | 88 to 324  | 90 to 337  | 96 to 372  | 104 to 393 | 117 to 428 |
| Construction Cost (Mill.Rp.)         | 13,845     | 14,896     | 36,399     | 43,992     | 56,177     |
| OMR Cost (Mill.Rp.)                  | 63         | 68         | 128        | 138        | 152        |
| Land Acquisition (ha)                | 0.0        | 0.0        | 8.5        | 15.5       | 26.8       |
| House Evacuation (pc)                | 0          | 0          | 128        | 236        | 406        |
| <b>3. Jatibarang Dam</b>             |            |            |            |            |            |
| Dam Height (m)                       | 81.000     | 81.000     | 81.000     | 81.000     | -          |
| Total Capacity (MCM)                 | 27.640     | 27.830     | 29.120     | 29.610     | -          |
| Sediment Capacity (MCM)              | 6.800      | 6.800      | 6.800      | 6.800      | -          |
| Flood Control Capacity (MCM)         | 5.880      | 4.330      | 2.220      | 1.760      | -          |
| Water Supply Capacity (MCM)          | 14.960     | 16.700     | 20.100     | 21.050     | -          |
| Construction Cost (Mill.Rp.)         | 31,343     | 26,349     | 22,079     | 20,394     | -          |
| OMR Cost (Mill.Rp.)                  | 57         | 51         | 40         | 37         | -          |
| Land Acquisition (ha)                | 15.1       | 10.6       | 2.4        | 0.1        | -          |
| House Evacuation (pc)                | 0          | 0          | 0          | 0          | -          |
| <b>4. Total</b>                      |            |            |            |            |            |
| Construction Cost (Mill.Rp.)         | 89,037     | 90,867     | 111,544    | 124,928    | 129,047    |
| OMR Cost (Mill.Rp.)                  | 294        | 308        | 377        | 397        | 395        |
| Net Present Value (Mill.Rp.)         | 69,305     | 70,778     | 86,877     | 97,146     | 100,257    |
| Land Acquisition (ha)                | 15.1       | 10.6       | 11.2       | 21.2       | 41.9       |
| House Evacuation (pc)                | 0          | 0          | 133        | 321        | 635        |

Notes \*1 : The difference in the compensation value between the multipurpose dam and the water supply dam.

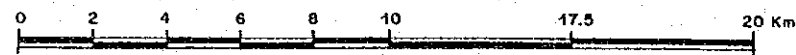
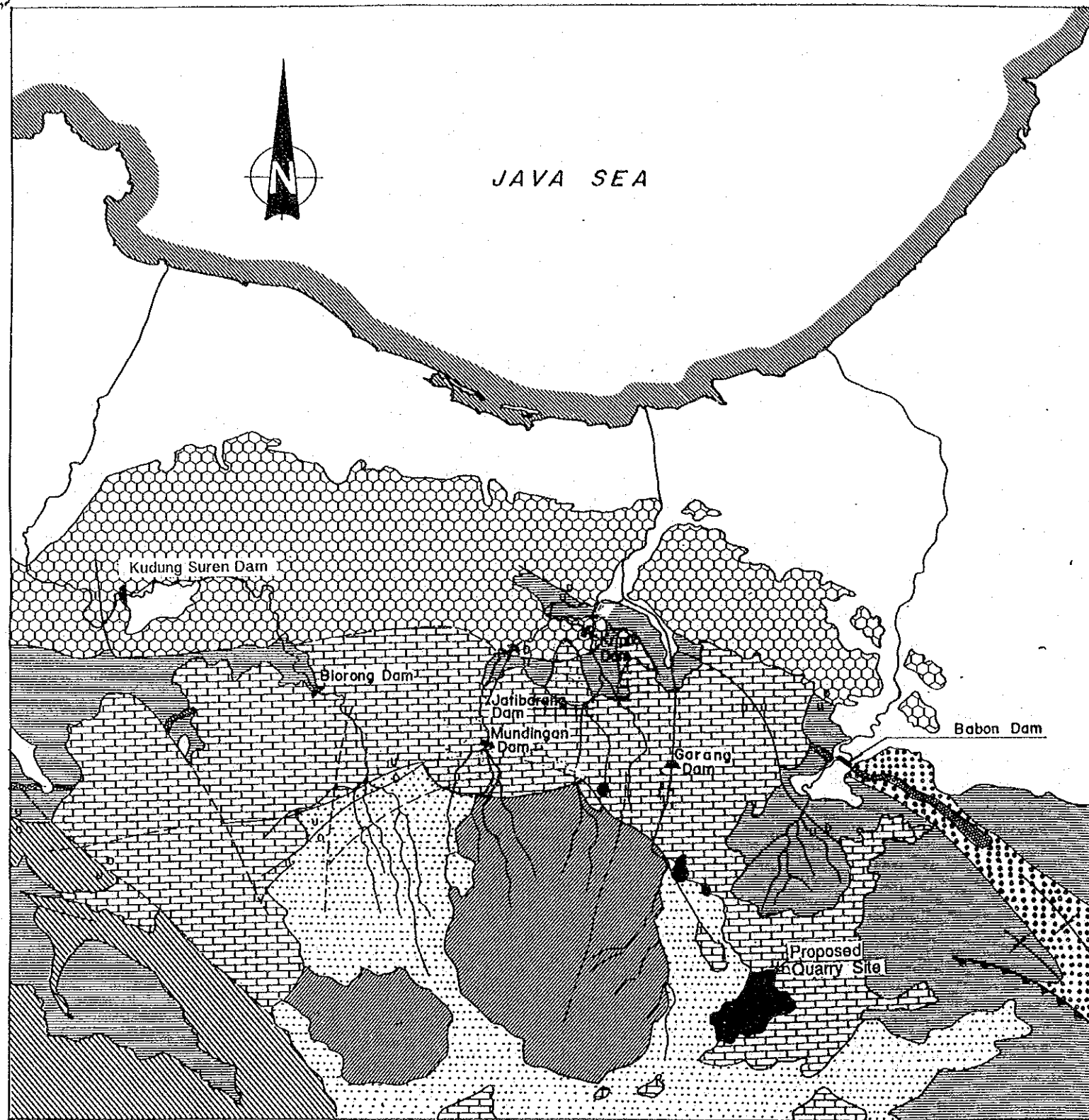
\*2 : Total of Construction Cost & OMR Cost (Condition; Construction Period=5years, Project Life=50years, Discount Rate=10%)

付 図

















MASTER PLAN ON WATER RESOURCES DEVELOPMENT AND  
 FEASIBILITY STUDY FOR URGENT FLOOD CONTROL AND  
 URBAN DRAINAGE IN SEMARANG CITY AND SUBURBS  
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



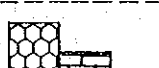



図 1.1 調査対象地域



SCALE 1: 200,000

**LEGEND :**

-  ALLUVIUM : Coastal plain; clay and sand, stream deposits; sand, silt, gravel and boulder
-  MIDDLE G. UNGARAN LAHAR AND VOLCANIC ROCK : Augite - olivine basalt flows
-  LAVA FLOW OF G. UNGARAN : Augite - hornblende andesite
-  NOTOPURO FORMATION : Volcanic breccia, lava flows, tuff, tuffaceous sandstone and claystone
-  DAMAR FORMATION : Tuffaceous sandstone, conglomerate, volcanic breccia and tuff
-  KALIBIUK FORMATION : Claystone, marl, sandstone, conglomerate, volcanic breccia and tuff
-  BANYAK MEMBER : Alternation of tuffaceous sandstone, calcareous siltstone, sandstone and pebbly sand stone
-  PENYATAN FORMATION : Sandstone, breccia, tuff, claystone and lava flow.
-  LIMESTONE
-  INTRUSIVE ROCKS : Augite - hornblende andesite and augite - olivine andesite
-  NORMAL FAULT : U = up, D = down
-  REVERSE FAULT
-  FOLD AXIS
-  INFERRED FAULT

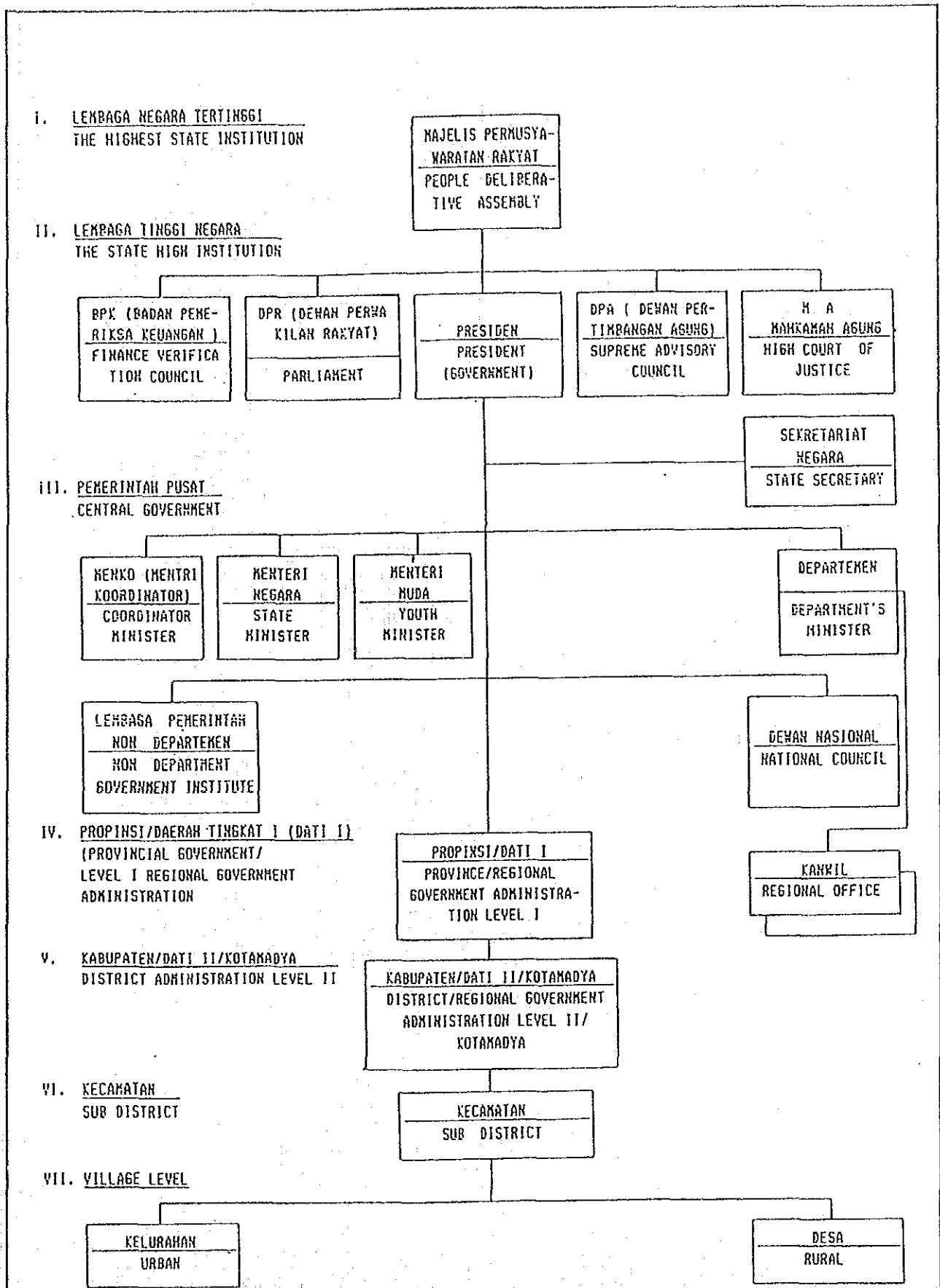
| SURFICIAL DEPOSITS  | VOLCANIC ROCKS  | SEDIMENTARY ROCKS   | GEOLOGICAL AGE |            |
|---|---|---|----------------|------------|
|   |   |   | HOLOCENE       | QUATERNARY |
|  |  |  | PLEISTOCENE    | TERTIARY   |
|   |  |  | PLIOCENE       |            |
|   |   |  | MIOCENE        |            |

MASTER PLAN ON WATER RESOURCES DEVELOPMENT AND  
FEASIBILITY STUDY FOR URGENT FLOOD CONTROL AND  
URBAN DRAINAGE IN SEMARANG CITY AND SUBURBS  
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

図 2.1 調査対象地域周辺地質概要図

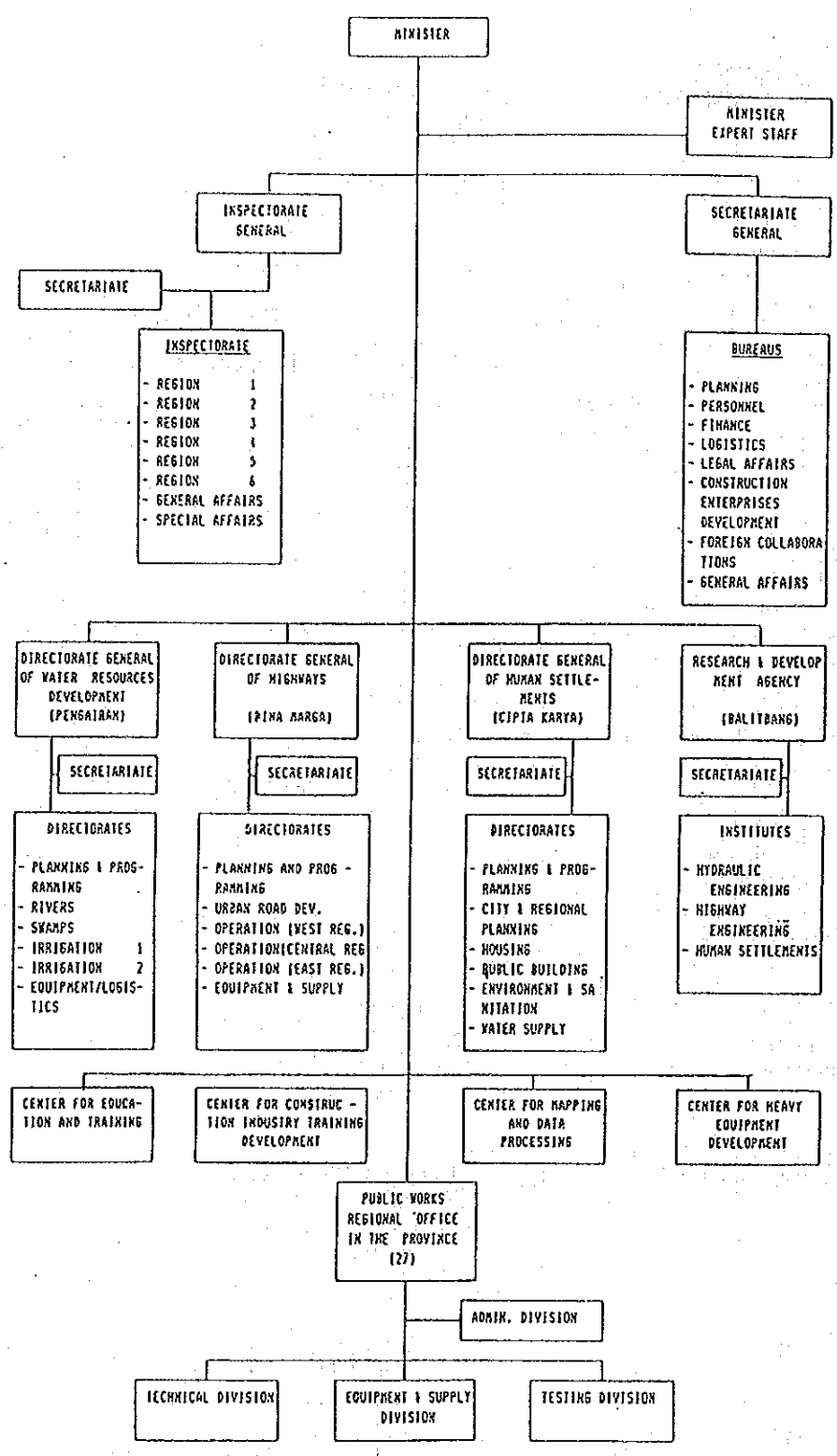






MASTER PLAN ON WATER RESOURCES DEVELOPMENT AND  
FEASIBILITY STUDY FOR URGENT FLOOD CONTROL AND  
URBAN DRAINAGE IN SEMARANG CITY AND SUBURBS  
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

图 2.2 中央政府組織圖

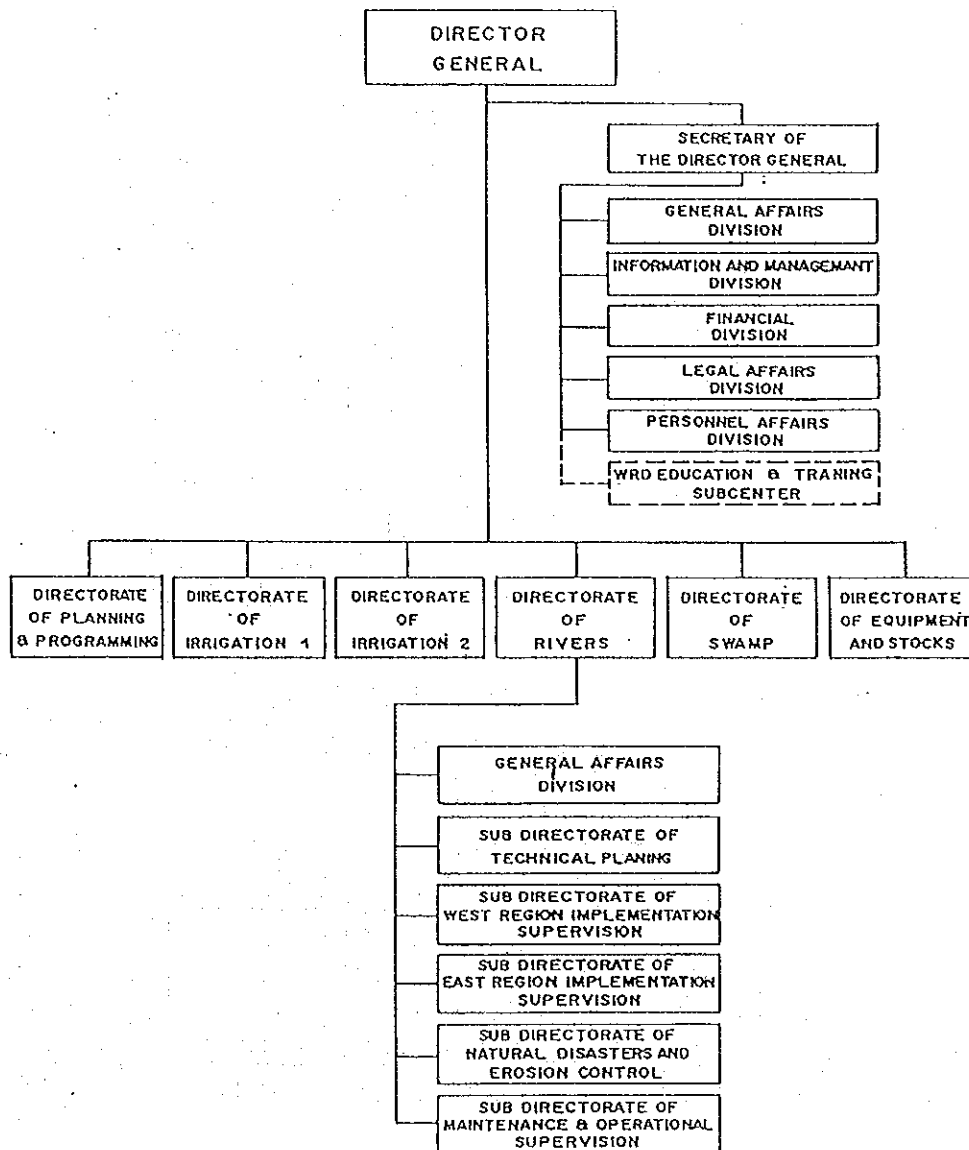


Source: Decree of the Minister of Public Works No 211/KPIS/1984  
(Organization Structure and Work Systems of NPW)

MASTER PLAN ON WATER RESOURCES DEVELOPMENT AND  
FEASIBILITY STUDY FOR URGENT FLOOD CONTROL AND  
URBAN DRAINAGE IN SEMARANG CITY AND SUBURBS

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

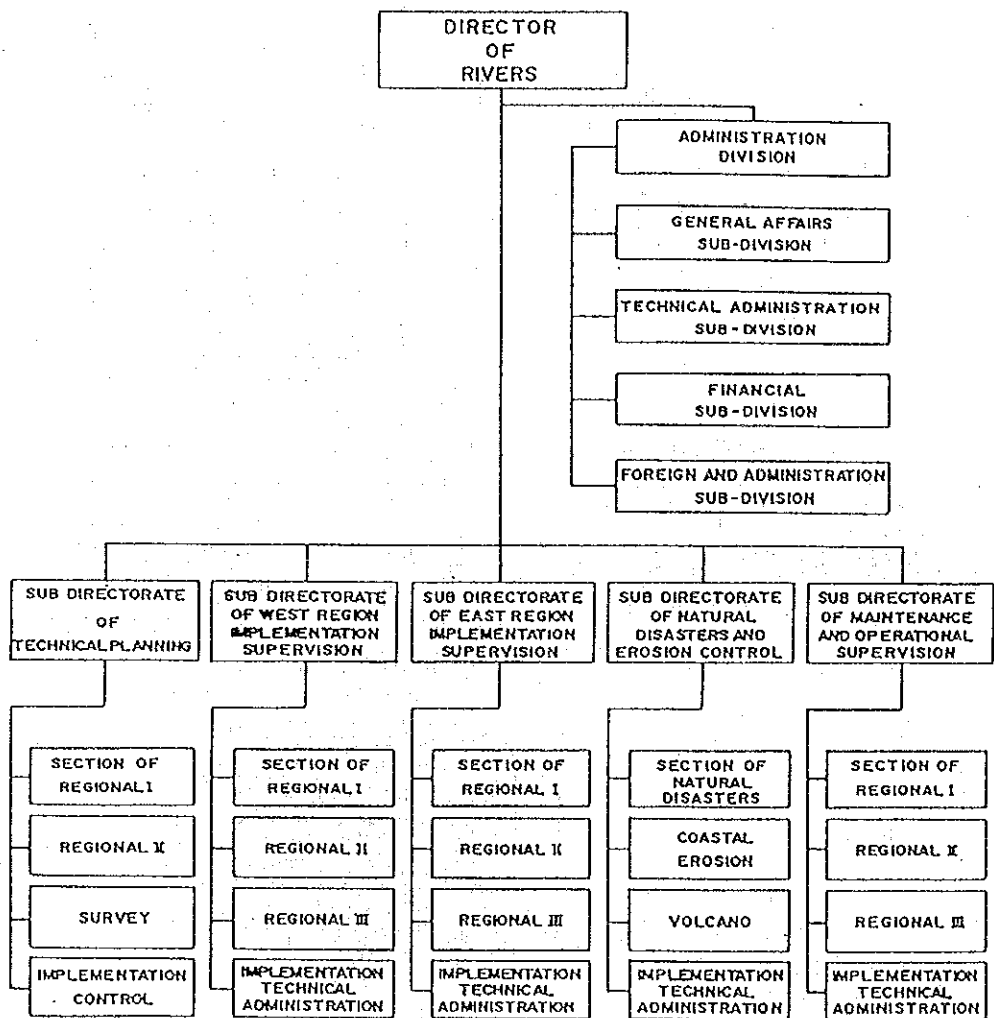
図 2.3 公共事業省組織図



MASTER PLAN ON WATER RESOURCES DEVELOPMENT AND  
FEASIBILITY STUDY FOR URGENT FLOOD CONTROL AND  
URBAN DRAINAGE IN SEMARANG CITY AND SUBURBS

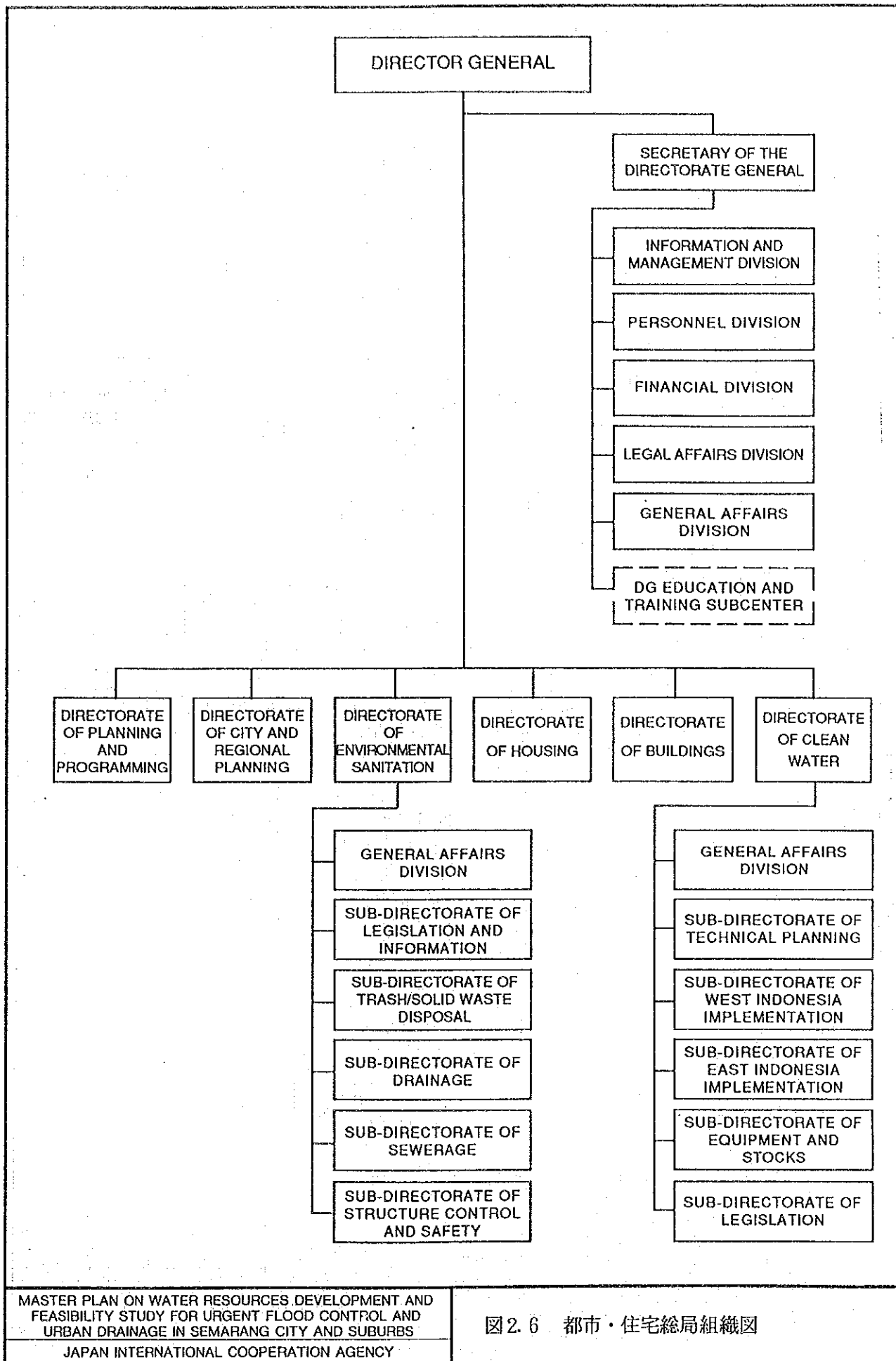
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

図 2.4 水資源総局組織図



MASTER PLAN ON WATER RESOURCES DEVELOPMENT AND  
 FEASIBILITY STUDY FOR URGENT FLOOD CONTROL AND  
 URBAN DRAINAGE IN SEMARANG CITY AND SUBURBS  
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

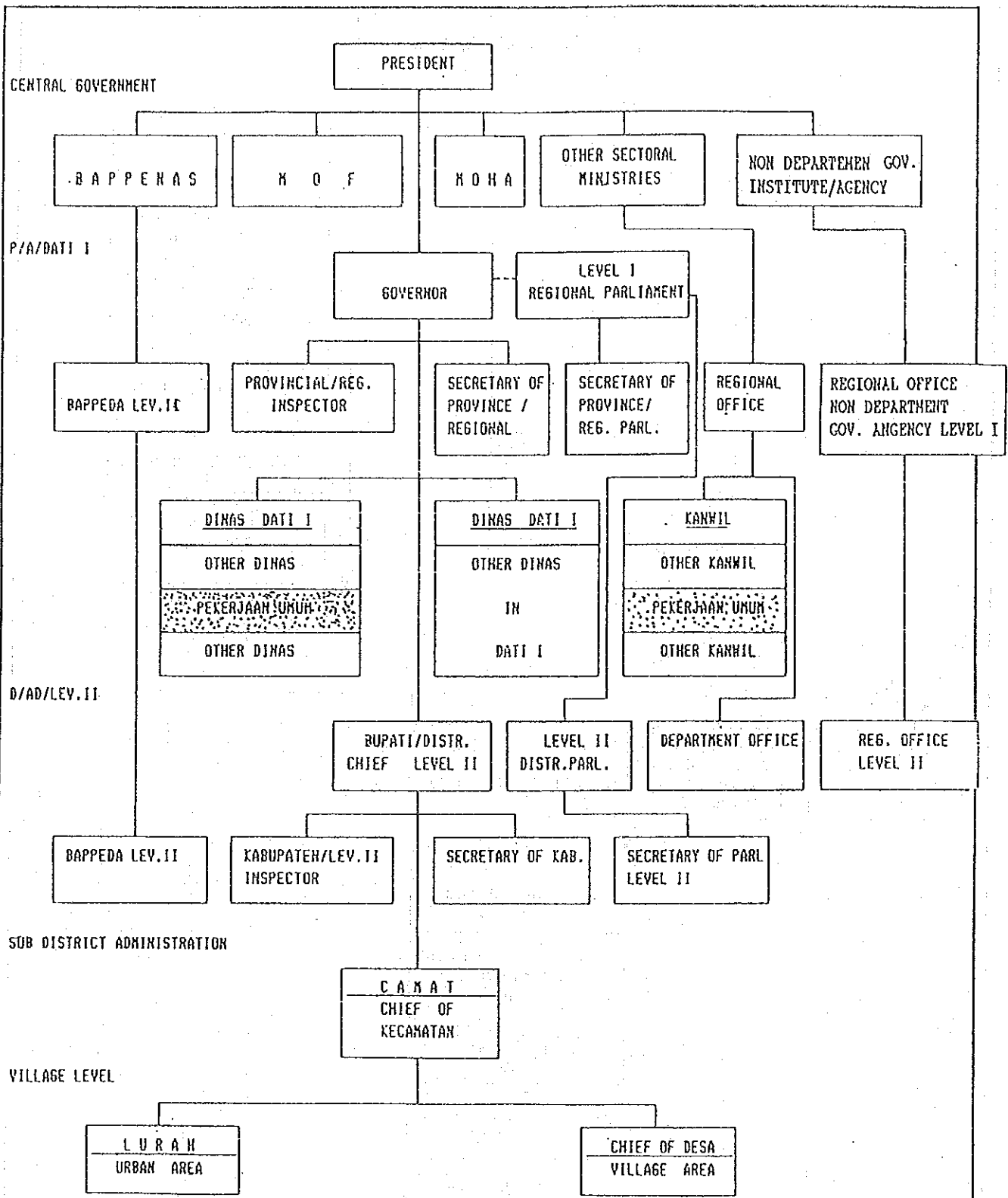
図 2.5 河川局組織図



MASTER PLAN ON WATER RESOURCES DEVELOPMENT AND  
FEASIBILITY STUDY FOR URGENT FLOOD CONTROL AND  
URBAN DRAINAGE IN SEMARANG CITY AND SUBURBS

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

図 2.6 都市・住宅総局組織図

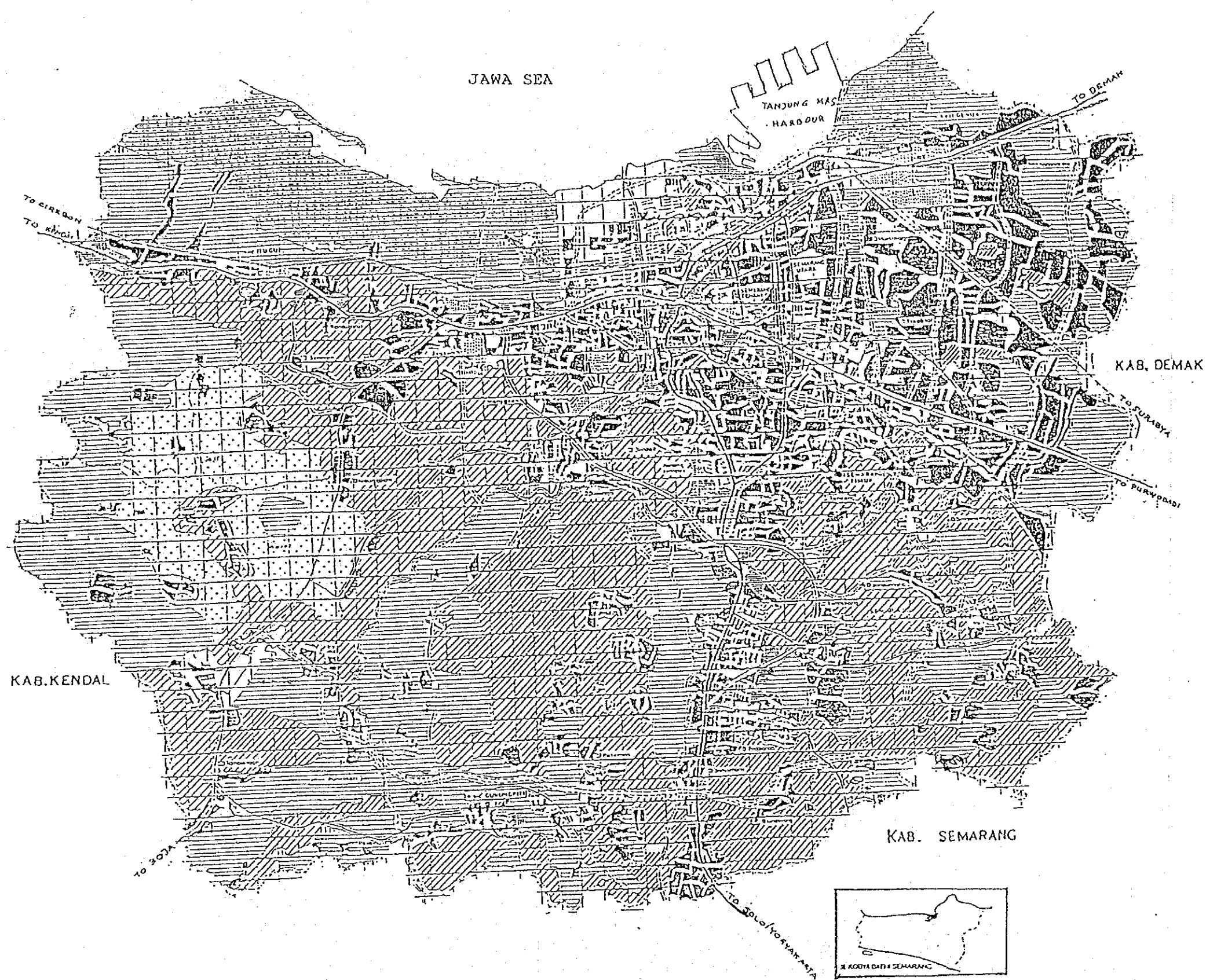


- Note - BAPPENAS : National Development Planning Board  
 - BAPPEDA : Regional Development Planning Board  
 - HOP : Ministry Of Finance  
 - HOHA : Ministry Of Home Affair  
 - DATI : Level I Regional Administration

MASTER PLAN ON WATER RESOURCES DEVELOPMENT AND  
 FEASIBILITY STUDY FOR URGENT FLOOD CONTROL AND  
 URBAN DRAINAGE IN SEMARANG CITY AND SUBURBS  
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

図2.7 地方政府組織図





- LEGEND
- Settlement
  - Rice field
  - Cleared Land
  - Garden
  - Estate/Plantation
  - Brakish Dyke
  - Industry/Factory
  - Land for Services
  - Land for Employment
  - Allocated Land
  - Kotamadya boundary
  - Kecamatan boundary
  - River
  - Road
  - Tollroad
  - Proposed Tollroad
  - Railway

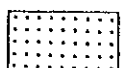

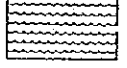
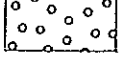
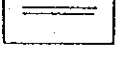
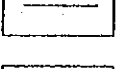
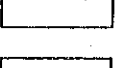
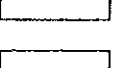
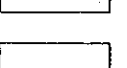
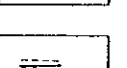
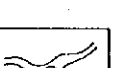



MASTER PLAN ON WATER RESOURCES DEVELOPMENT AND  
 FEASIBILITY STUDY FOR URGENT FLOOD CONTROL AND  
 URBAN DRAINAGE IN SEMARANG CITY AND SUBURBS  
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

图 2.8 現況土地利用図





- LEGEND :**
-  BUSINESS AREA
  -  RESIDENTIAL AREA
  -  INDUSTRIAL AREA
  -  GREENZONE & OTHERS
  -  MAIN ROAD
  -  ROAD
  -  RAIL WAY
  -  SUB DISTRICT BOUNDARY
  -  DISTRICT BOUNDARY
  -  TOLL ROAD
  -  PROPOSED TOLL ROAD
  -  RIVER

**Resource :**  
 Review on Spatial Planning of Metropolitan city, 1990 Directorate of City & Regional Planning, DG of Human Settlement, Min. of Public Work.

MASTER PLAN ON WATER RESOURCES DEVELOPMENT AND  
 FEASIBILITY STUDY FOR URGENT FLOOD CONTROL AND  
 URBAN DRAINAGE IN SEMARANG CITY AND SUBURBS  
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

图2.9 将来土地利用予测图(2015年)