

インドネシア共和国

スラバヤ河改修計画調査報告書

昭和48年2月

海外技術協力事業団

インドネシア共和国

スラバヤ河改修計画調査報告書

JICA LIBRARY



1054859[2]

昭和48年2月

海外技術協力事業団

國際協力事業団		
受入 月日	'84. 3. 21	108
		61.7
登録No.	01054	KE

## は し が き

日本国政府は、インドネシア共和国政府の要請に基づき、東部ジャワ州プランタス河の派川スラバヤ河の改修計画の策定とその為のフィージビリティ調査を行うこととし、その実施を政府の実施機関である海外技術協力事業団に委託した。

当事業団は日本建設コンサルタント株式会社専務取締役佐藤清一氏を団長とする8名からなる調査団を編成し、1971年12月21日より1972年3月19日にわたり現地に派遣した。

調査団は、インドネシア政府関係機関の協力を得て滞りなく3ヶ月間の現地調査を完了し、帰国後も現地にて収集した資料と関係者の意見に基づき種々検討を加えて報告書ドラフトをとりあえずまとめた。調査団は1972年11月26日より12月8日まで再びインドネシアにおもむき、政府関係者にドラフトの内容につき説明を行ない、その後関係者の意見を取り入れ本計画に若干の修正を加えて、ここに最終報告書を提出する運びとなった。

また、当事業団は建設省技術参事官宮崎明氏を委員長とする5名からなる作業監理委員会を設置し、調査作業の実施方針、計画の策定方針、報告書の内容等について実行上の助言あるいは審査することを委任し、そのうち、宮崎明委員長、副島健、中川昭一郎各委員を現地に派遣した。

この報告書が本計画の実現に役立ち、インドネシアの経済発展と日伊両国の友好親善の推進に貢献するならば、これにまさる喜びはない。

おわりに、本計画調査の実施に際し積極的にご支援とご協力賜ったインドネシア政府関係機関、在外公館、外務省、建設省、農林省、日本建設コンサルタント株式会社の各位に対して、ここに深甚の謝意を表明します。

1973年2月

海外技術協力事業団

理事長 田付景一

## 伝 達 状

海外技術協力事業団  
理事長 田付景一 殿

本報告はインドネシア政府の要請に基づき、海外協力事業団により編成され、派遣された日本政府調査団によるスラバヤ河改修計画調査報告書であります。

調査団はインドネシア政府公共事業電力省によって編成されたカウンターパートチームの協力を得て1971年12月21日から1972年3月13日までの約3ヶ月間資料収集および測量を含む現地調査を行いました。上記調査の間、調査団はカウンターパートとジャカルタおよびスラバヤにおいて、合計4回の会議を行いました。さらに調査団は日本に帰ってから収集された資料の解析、事業計画の立案および計画の実現可能性の検証等の作業を行いました。

最終報告書案ができてから調査団は再びインドネシアへ出かけ、1972年11月30日から12月9日までインドネシアカウンターパートおよび担当官とこの計画に採用さるべき改良工事についての会議をジャカルタおよびスラバヤで行いました。この会議の結果をこの計画の中にとり入れて最終報告書を作り、ここに提出する次第であります。

また、国内においては関係当局および学識経験者によって構成された監理委員会が数回開かれ、この計画に対する討議および審査が行なわれました。

終りに臨み、調査団は本調査を達成するにあたりご支援、ご協力を頂いたインドネシア国政府水資源総局および東部ジャワ州灌漑局のカウンターパート並びに担当官、ジャカルタ日本大使館、スラバヤ日本領事館、外務省、建設省、農林省並びに海外技術協力事業団その他の政府関係機関の各位に対し、ここに深甚なる謝意を表明する次第であります。

1973年2月

スラバヤ河改修計画調査団

団 長 佐 藤 清 一



The Mas River



## ABBREVIATION AND UNIT

DPUT	Departmen Pekerdjaan Umum Dan Tenaga Listrik (Department of Public Works and Power)
DRSAD	Directorate of River and Swampy Area Development
DPPDT	Dinas Pengairan Propinsi Djawa Timur
OTCA	Overseas Technical Cooperation Agency, Japan
SHVP	Surabaja Haven Vloed Peil

BOD	Biochemical oxygen demand
°C	Degree(s) centigrade
cm	Centimeter(s)
cm <sup>2</sup>	Square centimeter(s)
cms, or m <sup>3</sup> /s	Cubic meter per second
El	Elevation
ft	Foot
gr	Gram(s)
ha	Hectare(s) = 2.47 acres
hr	Hour(s)
HP	Horse power
HWL	High water level
in	Inch
kg	Kilogram(s)
km	Kilometer(s) = 0.62 miles
km <sup>2</sup>	Square kilometer(s) = 0.386 square miles
kt	knot
kw	Kilowatt(s)
kwh	Kilowatt-hour(s)
lb	Pound(s) = 0.4536 kg
l/s	Liter per second
l/s/ha	Liter per second per hectare
m	Meter(s) = 3.28083 feet
m <sup>2</sup>	Square meter(s)
m <sup>3</sup>	Cubic meter(s)
min	Minute(s)
mm	Millimeter(s) = 0.04 inches
mm <sup>2</sup>	Square millimeter(s)



m/s	Meter per second
Ph	Potential hydrogen
ppm	Part per million
qul	quintal = 100 kg
sec	Second(s)
ton	Metric ton(s) = 1,000 kg
yr	year
%	Percent
Rp	Rupiah(s)
\$	U.S. dollar(s) = ¥ 308 = Rp 415
¥	Japanese yen

# 目 次

## 第 1 卷 本 編

I. 緒 言	1
II. 要 約	4
III. 勧 告	10

## 第 1 部 基 本 計 画

第 1 章 スラバヤ河流域の現況と問題点	11
1. 総 論	11
(1) 計画地域の社会経済的背景	11
(2) 計画地域の水路系統	18
2. スラバヤ市とその背後地域における洪水の脅威	21
(1) マルモヨ一河の洪水氾濫	21
(2) スラバヤ河の洪水	21
(3) スラバヤ市の洪水氾濫	22
1) 市街地	22
2) 農業地域	22
3. 市街地の排水，污水施設の現況	22
(1) 排水施設	22
1) 一般事項	22
(2) ベギリアン河	23
(3) グレグス河	23
(4) マス河	23
(2) 現存下水道施設	24
4. 海岸堤防およびフラツプゲートの現況	24
5. かんがい系統	24
(1) 総 論	24
(2) かんがい地域	25
(3) かんがい施設	29
(4) かんがい用水	33
(5) 作 付	33
(6) 農地排水	33
(7) 農地の湛水	34
6. 堰および水門の老朽化	34
(1) ムリリップ水門	35

(2) グヌンサリ堰	35
(3) ウォノクロモ水門	35
(4) ジャギル堰	35
(5) グブン堰	35
7. 排水ポンプの老朽化	36
8. 地下水	37
第2章 基本計画	38
1. 主要河川の改修	38
(1) 洪水防御の基本方針	38
(2) マルモヨー河	38
(3) スラバヤノ, ウォノクロモ河	41
(4) マス河	41
2. 都市排水施設	42
(1) スラバヤ市の主要排水路	42
1) 主要排水区	42
2) 改善策	42
(2) 都市排水計画の一般原則	44
1) 計画に対する基本的構想	44
2) 短期計画	44
3) 施設計画の概要	44
4) 雨水流出量	45
5) 計画対象降雨の頻度	45
6) 降雨状況	45
7) 到達時間	46
8) 流出係数	46
9) 水路の設計	46
10) ポンプ場の計画	46
3. 公共下水道, 汚水施設計画	47
(1) 一般事項	47
(2) 排除方式の検討	47
(3) 計画区域	48
(4) 人口推定	48
(5) 家庭下水	48
(6) 工業廃水	48
(7) 地下水量	48

(8) 計画下水量	48
(9) 下水管路断面の決定	48
(10) 管施設に用いる材質	49
(11) 下水管路設計の基準	49
(12) マンホール	49
(13) 取付管	49
(14) 下水処理施設	49
4. 河川水の稀釈	50
(1) 臭気除去	50
(2) 掃流速度	50
(3) ベギリアン河	50
5. 海岸堤防および水門の改修	50
6. かんがい系統の改良	50
(1) 総論	50
(2) グヌンサリ水路	52
(3) グブンかんがい系統	52
第 2 部      スラバヤ河改修事業	
第 1 章 事業の範囲	55
第 2 章 マルモヨ河	57
1. 改修方針	57
2. 建設工事	57
第 3 章 スラバヤ/ウォノクロモ河	61
1. 改修方針	61
2. 建設工事	61
第 4 章 マス河	71
1. 改修方針	71
2. 建設工事	71
第 5 章 モロクレムバンガンブーズム	75
1. 改修方針	75
2. 建設工事	76
第 6 章 海岸堤防と水門	78
1. 改修方針	78
2. 建設工事	79
第 7 章 付帯設備	83
1. コンクリートブロック工場およびコンクリート試験施設	83

2. 雨量および水位観測所	83
3. 通信網	85
第8章 施工計画	87
1. 施工計画	87
2. 建設機械および資材	88
3. 工事費	89
第9章 経済調査	91
1. 便益推定	91
2. 便益費用分析	103
第10章 組織と施設	112
1. 組織	112
2. 施設	113

### 第 3 部 水 需 要 量

第1章 市街地における水需要量	115
1. 一般事項	115
2. 都市用水	115
(1) 上水道	115
(2) 調査および検討	115
(3) 特定地域の調査	115
(4) 家庭用水量の推定	116
(5) 全給水量	116
3. 工業用水	117
(1) スラバヤにおける現況	117
(2) 将来水需要の推定	117
4. 河川稀釈水	118
第2章 かんがい必要水量	120
1. 総論	120
2. 各かんがい地区別栽培作物別面積	121
3. 各かんがい地区平均稲生育度および草丈の計算	127
4. 水稻のかんがい水量	127
5. 裏作物のかんがい水量	138
6. 各かんがい区が必要水量の計算	138
7. 現状におけるかんがい用水不足の状況	144
8. スラバヤ市地域におけるかんがい面積の予測	145
9. スラバヤ計画地域における将来のかんがい用水量の需要予測	149

第15章 潮位と波の解析	228
1. 計画潮位と計画風速	228
2. 打上げ高の計算	231
第16章 海岸堤防排水門と、内水湛水	232
1. 氾濫流域の貯留量曲線	232
2. フラップゲートからの流出量	232
3. 洪水流出	235
4. 現況の氾濫	237
5. 改良後の氾濫	240
第17章 マルモヨ河下流部の想定氾濫計算	247
1. 想定氾濫の基本的考え	247
2. 破堤想定箇所	247
3. 対象降雨	248
4. 自己流域流出量	248
5. マルモヨ河本川流出量と破堤による溢流量	248
6. 湛水位計算	248
第18章 グヌンサリ堰想定氾濫計算	251
1. 想定氾濫の基本的考え	251
2. 解析対象降雨	251
3. スラバヤ河本川流量ハイドログラフ	251
4. 想定氾濫計算	252
第19章 マス河改修による湛水の軽減	256
第20章 人口予測	262
第21章 世帯用水統計	264
第22章 かんがい用水需要量	266
第23章 井戸水位および塩分測定	267
第24章 浸水被害の経済分析	270
第25章 グヌンサリダム の復旧による便益の評価	278
第26章 マルモヨ河流域の氾濫	282

## 第 5 部

資料目録	293
------	-----

第 1 卷

本 編

## I 緒 言

これはインドネシア政府の要請により、日本の海外技術協力事業団によって編成され、派遣された日本政府調査団によるスラバヤ河改修計画フィージビリティ調査報告書である。

調査の目的は次の項目について計画を策定することである。(1)スラバヤ市をスラバヤ河の洪水の危険から防御すること、(2)市内の集中豪雨による常習的浸水を軽減すること、(3)海岸堤防の荒廃による常習的浸水を軽減すること、(4)取水、排水をよくするために、また洪水調節を容易にするために老朽化した水理構造物を復旧または改良すること、(5)マルモヨ流域を常習的浸水から防ぐこと(6)水需要の推定、そして最後に策定された計画の経済的実現可能性を検証することである。

調査団は下記の10人の専門家により編成された。

佐藤清一	団長	工学博士、日本建設コンサルタント株式会社、 専務取締役
副島健	顧問	建設省土木研究所、 ダム部長
中川昭一郎	顧問	農学博士、農林省農業土木試験場、 企画連絡室長
大平純久	河川計画	株式会社東京建設コンサルタント、 常務取締役
岩崎泰夫	水文	日本工営株式会社、 技師
実広登	水理	日本建設コンサルタント株式会社、 技師
岡崎二郎	水理施設	日本建設コンサルタント株式会社、 構造部長
松居正治	灌漑	株式会社三祐コンサルタンツ、 参事
佐田昭平	下水道	日本水道コンサルタンツ株式会社、 下水道部副部長
大野欽一	経済分析	日本建設コンサルタント株式会社、開発委員、 副技師長

この調査団に対応して、インドネシア政府公共事業電力省によって次頁に示すカウンターパートチームが編成された。

調査団は1971年12月21日ジャカルタに到着し、調査団とカウンターパートの関係

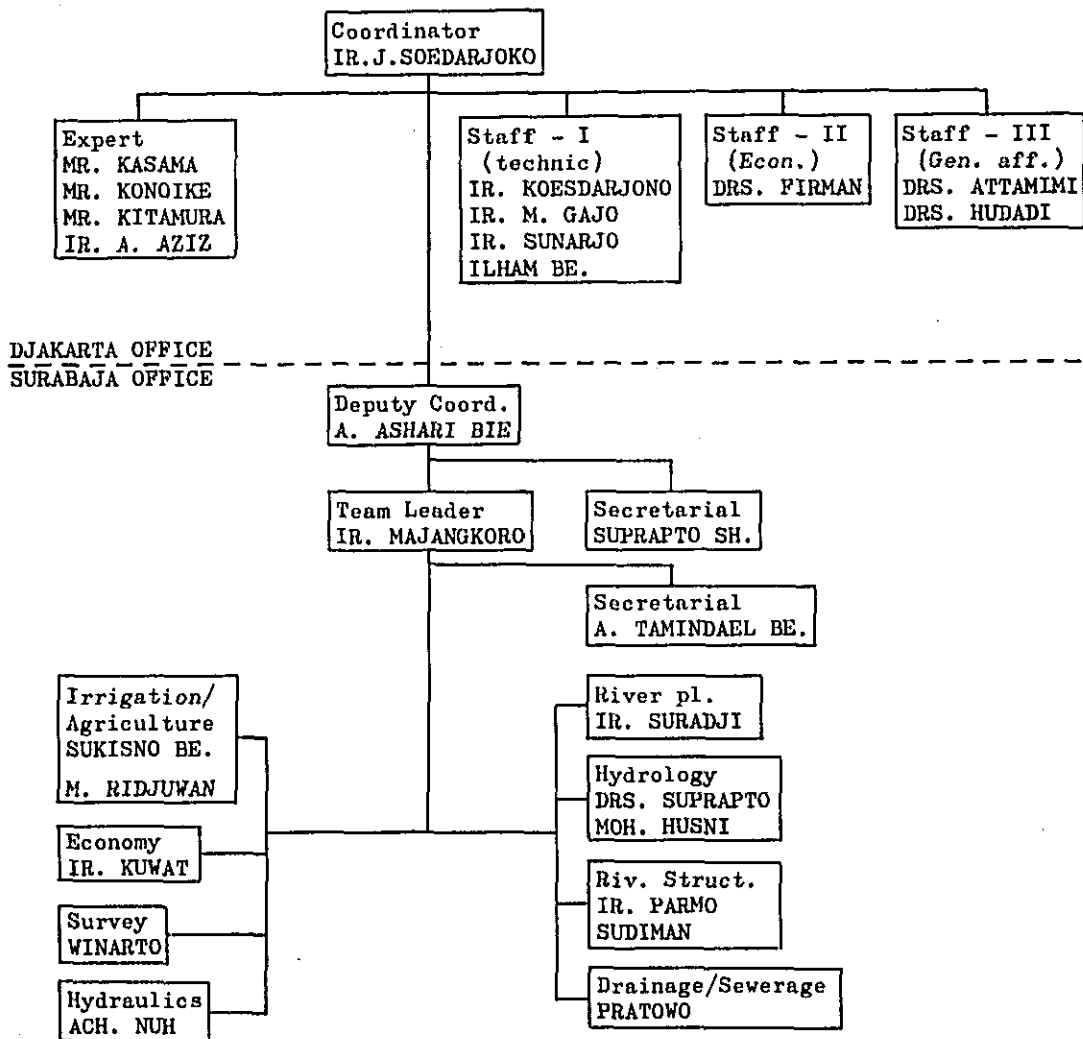


者の間で、第一回会議が1971年12月23, 24日両日ジャカルタで(1)日本政府によつてあらかじめ提供されたAppendix AのTerms of Referenceの中の仕事の範囲、(2)調査団が日本を出発するに先立って作成した水資源総局に対する質問書(Appendix B)について行われた。会議の結果はAppendix CのMemorandum No 1に示す。

ジャカルタにおける上記会議を終えて、調査団はスラバヤへ移動し、そこで資料収集と実地調査を1972年3月13日まで行った。この間2月24日には第2回会議がジャカルタで開かれた。その結果はAppendix CのMemorandum No 2のとおりである。ジャカルタにおけるこの会議で未解決の問題に関しては、1972年2月26日スラバヤで詳しく議論された。その結果はAppendix CのMemorandum No 3のとおりである。

スラバヤ河改修計画フイーシビリティー調査

カウンターパート組織図



1972年3月10, 11の両日, 第4回目の会議がスラバヤで開かれ, 中間報告書について最終討論が行われた。

インドネシアにおける調査期間は3ヶ月間に限定されていたため, スラバヤ河水系の測量関係の資料は, 調査団が1972年3月19日インドネシアを出発する前には入手できず, 帰国後送附された。

インドネシアで行った調査は踏査, 資料収集, 測量および問題点に対する協議が主であった。収集資料の解析, 計画の作成および計画の実現可能性の検証に関しては帰国後日本で行った。日本での調査中, カウンターパートチームのガヨ氏とマヤンコロ氏の2人の技術者が約2か月間調査に参加した。

最終報告書案ができてから調査団は再びインドネシアへ出かけ, 第5回目の会議が1972年11月30日から12月4日までスラバヤで開かれた。引続きこのプロジェクトに採用されるべき改良工事についての最終会議が12月5日から9日までジャカルタで開かれた。

12月11日にAppendix D に示す会議議事録が作成され, 日本の調査団長佐藤清一博士とインドネシア側コーディネーター, スダルヨコ氏との間で署名された。最終報告書はこの議事録に従って作成された。

一方, このプロジェクト遂行上の種々の討議のために, 日本の関係当局および学識経験者によって構成された監理委員会が数回開かれ, この報告書はその委員会によって承認された。

報告書は全2巻で, 5つの編から構成されている。第1巻は主報告であり, 序言, 要約, 勧告, 第1編マスタープラン, 第2編スラバヤ河改修計画, 第3編水需要および付録から成り, 第2巻は技術, 経済に関する解析, 研究およびこれに使用された資料の目録である。

このプロジェクトは極めて複雑でありまたスケールも大きい。もし調査団が水資源総局および東部ジャワ州灌漑局の職員, およびカウンターパートチーム全団員の強力な支援がなかったならば, この調査は成就することができなかつたであろう。日本調査団は御協力頂いた関係機関に対し最高の謝意を表する次第である。特に, 組織図に示されたカウンターパートの職員に対し心から感謝の意を表する次第である。

## II 要 約

### 1. 計画対象地域の範囲

スラバヤ河は、プランタス河（流域面積12,000 km<sup>2</sup>）の派川で、インドネシア第2の都市スラバヤ市を貫流している。

スラバヤ河の流域は、東部ジャワ州の27のクチャマタン（行政区単位で郡、区相当）にまたがり、市の南端にあるグヌンサリ堰で実流域は終わっている。流域面積は、総計604 km<sup>2</sup>で、その内訳は、マルモヨー河289.7 km<sup>2</sup>、ワトゥダコン河99.4 km<sup>2</sup>、その他小流域215 km<sup>2</sup>である。スラバヤ河の下流部には、1971年現在人口約1,600,000人、面積約290 km<sup>2</sup>のスラバヤ市が広がっている。

計画対象地域の面積は上記の2地域の合計890 km<sup>2</sup>で、その地域内に人口1,900,000人、かんがい用地6,956 ha および、バラタ鉄工所、グルシックセメント工場、グルシック石油化学工場等の重要工場を含む約2800の工場がある。

この計画地域には、(1)ムリリップ水門、グヌンサリ堰、ジャギル堰、ウオノクロモ水門、グブン堰、ベギリアン水門等の重要な河川施設、(2)ポンプ場、モロクレンバンガンブーズム等の重要な排水施設および(3)17 kmに及ぶ海岸堤防等の重要な海水防御構造物がある。これらの施設および構造物の配置を第1部第1章の図-1に示す。

この調査で用いられるスラバヤ河河川系統の名称は、第1部第1章図-2に示すとおりである。

### 2. 計画地域の主要問題点

本計画地域には諸種不都合の除去、取水の改良に関し、多くの問題が存在する。これらを整理すると次のとおりである。

- a. 雨期には、集中豪雨により、市街地はあちこちで常習的湛水にみまわれる。市の中心部の雨水は部分的に排水ポンプの助けをかり、マス河によって排水され、市西部の雨水は、モロクレムバンガンブーズムの貯水作用を利用してグレグス河によって、そして、市東部の雨水は海岸堤防を横断する幾つかの排水路を経て海へ排水されるはずである。しかし、これらの排水系統は、次の理由で十分に働いていない。つまり(1)マス河を含む主要排水路の堆砂等によるその疎通能力の減少 (2) ブーズムの養魚池造成及び堆砂による貯水容量の減少(3)排水路と海岸堤防の交わる点にある全フラップゲートの老朽化による排水時稼働不能、(4)二次的、三次的排水溝（道路側溝を含む）の荒廃し、そのため路面が一種の貯水池を形成している。および(5)排水ポンプ容量の老朽化による減退である。
- b. 市域内の約6,700 haの農地では、雨季の度に所々で、湛水が起こる。これは次の事実によるものである。つまり、(1)排水路が、農地に降る雨および、高潮位に見合う十分な容量を備えていない事および(2)特に市の東部においては、海岸堤防上のフラップゲートが前述のごとく機能を失っている事である。

- c. スラバヤ河水系には、ムリリップ水門、グモンサリ堰、ジャギル堰、ウオノクロモ水門、グブン堰およびベギリアン水門等の重要な河川施設があり、これらのほとんどは当初かんがい用水の取水を目的として建設されたが後に飲料水、工業用水取水の目的が加えられたものである。これら施設は全て非常に古く築造されたもので、例えば、ムリリップ水門はレンコン堰と共に、1857年に築造され、グモンサリ堰はグブン堰と同時に1907年頃築造され、ジャギル堰と、ウオノクロモ水門は、1917年頃築造された。従って、これらの重要構造物はすでに老朽化しており、利水面ばかりでなく、治水面の当を得た操作に対し現在の要求に応じられなくなっている。さらに、スラバヤ河および、ウオノクロモ河の低水路河岸は、所々で、著しく洗堀され、堤防の或る部分は、天端が切れたり部分的に除去されたりしている。
- d. 海水浸入防御のため築造された海岸堤防は、度重なる補修工事にもかかわらずすでに荒廃している。海岸堤防の或る部分は、過去に崩壊寸前となったことさえある。その上前述のごとく、海岸堤防上の8門のフラップゲートはすべて、極度に悪化しており、海水浸入防御および、内水排水の機能を完全に失っている。この様な状況により、高潮位と同高或はそれより低い農地は常習的な湛水を受けている。
- e. マルモヨ河の下流々域は、雨季の度に甚大な湛水にみまわれる。これは、(1)幹川の疎通能力が、支川からの流入量に対応していないこと(2)洪水期にブランタス河から、ゲデグ水門、ムリリップ水門を経て慣例的に分派される洪水流量のため、河川水位が長期間の高い背水の影響を受けることによるものである。
- f. 市域のかんがいは、自然流下方式でその大部分は、スラバヤ河から取水されている。かんがい系統には、グモンサリとグブンの2系統がある。主要なかんがい施設は、グモンサリ堰と、グブン堰で、これらは、今世紀の始めに建設された。両施設は、完全に、老朽化しており、ニードルの人力操作は、水位調節に対して効力を失っている。特に、洪水期のニードル操作は非常に危険で、ニードルの投入および引上げ作業は、容易でない。このような好ましくない状態により、かんがい用水の取水に大きな変動をきたしている。関連するかんがい水路は、ほとんど堆砂しその兩岸は、崩れている。分土工、水位調整施設および量水施設は、破損或は、老朽化しており、かんがい用水の損失を大きくしていると思われる。特に、グモンサリ堰から始まるグモンサリ水路は、当初、かんがい用水路として築造されたにもかかわらず、現水路は常にグモンサリ丘陵からの全流出を受け入れなければならない。余剰水を調節するため、水路の3地点に余水吐が設けられている。しかしながら、余水吐と、水路自体の容量不足のため、左岸地域に度重なる湛水を起しており、時にはこの湛水地域を救うため住民が、右岸堤を切る。このため氾濫水が市街地へ流入し、市街地の湛水を助長している。一方、グブン水路系統は、市の中心部を通過しており、住宅地から多量の排棄物が水路へ投棄されている。特に上流部でそう

である。この事により、水路の水質が年間を通じてかんがいに適しているかどうかと言う問題を生ずる。グブンかんがい系統に対しては、かんがいと、下水の水路機能分離が配慮されるべきである。グモンサリ丘陵と、ケブラオン丘陵の間にある流域は、ケドゥルス河で排水され、グモンサリ堰下流でストラバヤ河と合流する。雨季には、この合流点の水位がしばしば内陸地盤高より高くなり、水田に甚大な湛水をもたらす。

g. ストラバヤ市は現在急激に拡大しつつあり、市のマスタープランティームは、20年後には人口が4,800,000人に達し、同時に現在の農地は、市街地或は、都市生活に関連した地域に転換されるだろうと予測している。従って、水需要も変化するであろう。この観点から、かんがい用水、飲料水、工業用水及び河川汚濁の稀釈水に対する水需要量の予測が必要である。

### 3. 対策

前述の諸問題に対して、次の対策を提案する。

a. 市街地の排水路の疎通能力は、若し可能であるなら、堀削、拡幅或は平水位の低下等の手段により、修復或は、改良しなければならない。しかも、これらの工事はマス河のような主水路から開始し、道路側溝えという順序で行うべきである。

b. 農地内の排水路についてもまた上述と同様の対策がなされなければならない。

c. ポンプ場は、その流量配分に基づいて、改良されなければならない。

d. モロクレンバンガンブーズムは、浚渫により調節機能を修復し、現在のマイターゲートを改新し、ブーズムの安全性を確保しなければならない。

e. グモンサリ堰は改新すべきである。

ムリリップ水門は現在の角落し堰を電動化した近代堰に改造しなければならない。ジャギル堰は、現在の水門の動力化、水叩きの補強による改良をしなければならない。ウオノクロモ水門は、今のところ現状のままに留めるべきである。

f. 天端が切れたり、部分的に除去されている堤防は修復しなければならない。また、著しく洗掘された低水路河岸は護岸しなければならない。

g. 若し可能なら、グブン堰上流の平水位を低下するのが望ましい。このことは、また、ジャギル堰上流の平水位を低下することを可能にする。これらにより、市街地の排水ばかりでなく、グモンサリ丘陵とケブラオン丘陵の間の流域の排水にも良い影響を与えるだろう。しかしながら、この構想は充分な調査が完了して初めて実施されるべきである。何故なら、(1)堰周辺の井戸への塩水浸入および井戸水位の低下が懸念されることおよび(2)現在の飲料水、かんがい用水、および他の工業用水取水に対する補償措置が必要であることのためである。先に述べた目的で取水される現河川水は、既に都市廃水により汚され、汚濁の程度は市の発展に伴って年毎に増加して行くので、清浄水の新たな水源をグモンサリ堰上流に求めなければならない。従って、市街地排水の改良と、清浄水の確保の

今後両者を考慮するとき、先に述べた平水位低下の構想は、今後の調査の価値があるものといえよう。

- h. 海岸堤防上の8門のフラップゲート(チュンバット, クンジュラン, スコリロ, ラランガン, ウオノサリ, カリダミ, クブチー及びメドカン)は改新し, 新タンバクウェディの新水門が加えられなければならない。さらに, 海岸堤防の或区間は補強しなければならない。
- i. グモンサリ水路は, グモンサリ丘陵からの流出量を受け入れうるよう拡幅, 堀削しなければならない。この場合, 新しいかんがい水路として, 例えば, グモンサリ水路の堤防に沿った水路が必要である。同時に, 現在の余水吐は, 改良或は改新すべきである。
- j. マルモヨ河は, 経済的に可能な範囲で拡幅および堀削による改良をしなければならない。

#### 4. 計画高水流量

- a. 洪水処理に関して, 次の基本原則を設定した。

プランタス河の洪水は, ボロン河により海へ排出し, ジャギル堰で終るスラバヤ河自己流域の洪水は, ウオノクロモ河により海へ排出する。市域の雨水は, マス河, グレグス河を含む主要排水路で, 海へ排出する。

- b. スラバヤ/ウオノクロモ河の改修には現段階では, 50年高水を採用した。計画流量は, 次のとおりである。

河口からクリキラン迄 :  $370 \text{ m}^3/\text{s}$

クリキランからシドゲデ迄 :  $350 \text{ m}^3/\text{s}$

- c. マルモヨ河の改修には, 現段階では, 20年高水を採用した。計画流量は次の通りである。

シドゲデからクルグク迄 :  $230 \text{ m}^3/\text{s}$

マルモヨ河に対する計画流量の確率年は, スラバヤ河より小さいけれども, プランタス河洪水のスラバヤ河への慣例的な分流が, 新レンコン堰の完成後停止されるはずであるからそれに応じて湛水は, 確実に減少するはずである。

- d. マス河の改修には, 現段階では, 10年高水を採用した。世界の多くの都市では, 5年高水が普通用いられているが, この河の重要性を考慮しそのようにした。

計画流量は, 河口での  $70 \text{ m}^3/\text{s}$  からウオノクロモ水門での  $20 \text{ m}^3/\text{s}$  まで変化する(第2部, 第4章に詳述)。

- e. 現段階では, 上述以外の排水路の改修に対しては, 通常の市街地降雨の設定に従い5年高水を採用した。

#### 5. 現段階での改修工事

以上述べた問題点の或るものは, 計画の前にさらに進んだ調査が必要である。従って, 現段階での計画として本報告書では, 全計画の主要部分である次の改修工事を採用した。

- a. スラバヤ河改修工事：新グモンサリ堰の築造，ムリリップ水門の動力化による改良，ジャギル堰の水門操作の動力化と，水叩補修，堤防，護岸の補修。
- b. マス河改修工事：約 210,000 m<sup>2</sup>の堀削及び約 8,000 mの護岸工事。
- c. モロクレムバンガンブーズム改修工事：約 250,000 m<sup>2</sup>の浚渫およびマイターゲートの改新。
- d. 海岸堤防改修工事：海岸堤防の現在の9門の水門のうち8門の改新，1水門新設，堤体補修。
- e. マルモヨ河改修工事：約 320,000 m<sup>2</sup>の堀削および築堤，護岸。
- f. 付帯施設，コンクリートブロック工場および，コンクリート試験設備，6箇所の自記降雨観測所，9箇所の自記水位観測所，4箇所の通信局。

前述の建設工事は，詳細設計を含め5年半で実施されるよう計画されており，建設工事の総額は，3,473,041,000ルピアである。

実施に際しての主要な基本事項は次のとおりである。

a. 技術者

建設工事は，本工事と同種の工事特に，グモンサリ堰およびモロクレムバンガンブーズムの様な堰建設工事及び浚渫工事に十分な経験を持つインドネシア人技術者の監督のもとで実施するものとする。その場合コンサルタント技師が援助するものとする。

b. 組織

本工事の実施に際しては，第2部第10章に示す組織を提案する。

c. 設備

第1巻，Appendix D，ANNEX No4 に収録されている幾つかの特殊な機械をDPUT が準備し，使用出来る状態で工事現場支給し，コンクリートミキサー等の通常の建設用機械は建設業者が準備するものとする。

d. 水門

水門の建設は外国の経験ある業者の協力により実施するものとする。水門設備に関しては，設計製作をその外国の業者に委託するものとする。しかし，門扉のおよび付属品の製造は，上記業者の技術指導のもとで地方業者により実施するものとする。

6. 経済的判断

上記の改修工事の維持管理費，運転費を含めた総費用と，工事から導かれる便益について，便益費用分析を行った。20年と50年の計画年についてその結果を次に示す。

計 画 年 割 引 率	20年		50年	
	3%	6%	3%	6%
便益費用比率	2.28	1.78	4.58	2.80
内部収益率	13.9%		15.8%	

結果は、前記の改修工事が経済的に充分実施可能であることを示している。なお、本解析で考慮した便益は、すべて、直接かつ、タンジブルの便益であるから、他の間接およびタンジブルでない便益を考慮に入れると、現計画の改修工事は一層実現可能のものとなるだろう。

#### 7. 水需要

本計画地域では、飲料水、かんがい用水、工業用水ばかりでなくマス河、ペギリアン河へ汚濁した河川水の稀釈のための水も必要としている。1972年から1992年迄20年間の年需要水量を推定するために、スラバヤ市の人口変動および上記の20年間にかんがいをされる農地面積を先ず最初に予測した。予測によると1992年には、人口3,980,000人農地面積6,349 haと見積られた。これらの数値に基づき、5年毎の水需要量を推定すると次のとおりである。

(単位：m<sup>3</sup>/s)

年 用 途	1972		1977		1982		1987		1992	
	平均	最大	平均	最大	平均	最大	平均	最大	平均	最大
市 民	1.60	1.90	3.00	3.75	4.86	6.08	7.12	8.90	9.81	12.26
工 業	1.11	1.33	1.33	1.60	1.53	1.84	1.68	2.02	1.82	2.18
河川稀釈	0.42	0.53	0.94	1.18	1.71	2.14	2.78	3.48	4.17	5.13
かんがい	6.29	12.24	6.20	12.07	6.13	11.93	6.05	11.79	5.98	11.65
合 計	9.42	16.00	11.47	18.60	14.23	21.99	17.68	26.19	21.78	31.22



### Ⅲ 勸 告

1. 本計画は、スラバヤ地域は勿論、インドネシア国の開発の面で基本的な重要性を有しているので、出来得る限り早急に計画を、実施に移すべきである。
2. 市街地排水網の改良およびかんがい用水系統の改良に関しては、さらに進んだ技術的、経済的可能性調査を、本調査に続いて行うべきである。この調査には、約1年間を必要とする。
3. 本計画を完全に実施すると同時に、水管理および、洪水調節のための管理組織を設置すべきである。この組織については、本計画の最終設計の段階で調査すべきである。
4. スラバヤ河の計画流量として50年高水を採用したが、将来、スラバヤ市およびその背後地域の発展に伴い、50年高水以上の流量例えば、100年高水の採用が必要になるかも知れない。その時には、堤防間の全幅が確実に重要な役割を果たすこととなる。従って、堤外地へのいかなる家屋、諸施設も許可すべきでない。

第 1 部  
基本計画

## 第1章 スラバヤ河流域の現況と問題点

### 1. 総論

#### (1) 計画地域の社会経済的背景

##### 1) 計画地域の位置および面積

インドネシアは熱帯圏に位置し、太平洋とインドネシア洋との二つの大洋の間に横たわり、東経95°から141°、北緯6°から南緯11°に位置し、その総面積は2,020,360 km<sup>2</sup>である。

ジャワ島はインドネシアで5番目の大きな島で、面積はマズラ島を含めて134,044 km<sup>2</sup>である。行政区域は東部ジャワ州、中部ジャワ州および西部ジャワ州の三つの州に分かれ、このプロジェクトはこのうち東部ジャワ州に位置する。東部ジャワ州の面積はマズラ島を含めて46,866 km<sup>2</sup>で、次のような行政単位に分れている。

東部ジャワ州の行政単位

州	首都	郡の数	市の数	町村の数
東部ジャワ	スラバヤ	29	8	533

計画地域は第4部第24章の図1に示すように、スラバヤ市を含めて27の町村(クチャマタン)にまたがり、その総面積は87,000 haである。内訳はスラバヤ市29,000 ha、その周辺地域58,000 haである。

29,000 haのスラバヤ市はおおよそ7,000 haの市街地、17,000 haの農地、4,000 haの塩田養漁地、その他1,000 haに分けられる。しかし、農地は市の発展とともに急速に減少することが予想される。

スラバヤ市周辺の58,000 haの面積は11,000 haの市街地、40,000 haの農地、およびその他7,000 haに分けられ、全体の面積の70%を占める農地は恵まれた気候条件とスラバヤ河からの豊富なかんがい用水の供給とにより生産性の高い農業地帯を形成してきた。

##### 2) 気候

計画地域は東経113°、南緯7°に位置する。スラバヤ気象台の記録によると月平均温度は26.9℃で、一年のうち最高温度は10月から11月の間に、最低温度は7月から8月の間にそれぞれあらわれる。月平均相対湿度は約78%であり、年雨量は約1,800 mmである。一般に雨季は11月から翌年の3月までの5ヶ月間、一方乾季は6月から10月までの5ヶ月間である。上記気象台の1960年から1965年までの6年間の平均月雨量記録によると1年のうち1月が最高値で329 mmで、最低値は9月の12 mmである。

### 3) 人 口

1970年のインドネシアの人口集計によると総人口115,000,000人で1961年の集計と比較すると18,000,000人の増加である。すなわち、年平均2%の増加である。ジャワ島はインドネシアの中でも最も人口稠密で1970年においては1km<sup>2</sup>当り557人住んでいる。

1971年の計画地域の人口はスラバヤ市の人口1,622,000人を含めて27クチャマタンの合計が約2,030,000人である。各クチャマタンごとの人口は第4部、第24章表1に示す。スラバヤ市の最近の人口は次のとおりである。

スラバヤ市の人口

年	1968	1969	1970	1971
人 口	1,285,810	1,409,363	1,518,352	1,622,256

上の表からスラバヤ市の人口増加の割合は年約7%である。このような増加を仮定して1990年の人口を推定するとおおよそ3,750,000に達することが予想される。

(第4部、第20章参照)

### 4) 農工業

表1は1965年から1970年までの最近6ヶ年間のインドネシアの穀物生産高を示す。表2および表3は東部ジャワ州およびスラバヤ市の穀物の生産高を示す。

表4は1965年から1970年までの主要工業製品の生産高を示す。

表5はインドネシアの主食品の輸入統計を示す。表6は最近のインドネシア全体、タングジュンブリオク港およびスラバヤ港における輸出入額を示す。

### 5) 物 価

1966年におけるインドネシア経済は極めて不幸な状況下にあつて、超インフレーションに見舞われた。これは下記の表に見られるごとく、ジャカルタにおける62品目の市場物価指数は1966年には前年に比較して650%上昇した。しかしながら、1966年以來国民の協力を得て政府の経済の再建と改善に対し非常な努力をした結果、物価指数は1969年には10%に下つた。

ジャカルタの62品目の市場物価指数上昇率

年	1966	1967	1968	1969	1970
上昇率(%)	650	120	65	10	10

Table 1 Production of Food Crops in Indonesia

	Irrigated paddy	Non-irrigated paddy (dry stalked paddy)	Maize (shelled)	Cassava (fresh-roots)	Sweet potatoes (fresh-roots)	Peanuts (shelled)	Soybeans (shelled)
1965							
Area (1,000 ha)	5,875	1,452	2,507	1,754	416	351	583
Production (1,000 ton)	14,968	2,104	2,365	12,643	2,651	244	410
Yield (ton/ha)	2.57	1.45	0.94	7.21	6.37	0.70	0.70
1966							
Area (1,000 ha)	6,011	1,600	3,778	1,513	402	388	605
Production (1,000 ton)	15,517	2,443	3,717	11,232	2,475	263	417
Yield (ton/ha)	2.58	1.53	0.98	7.42	6.16	0.68	0.69
1967							
Area (1,000 ha)	5,995	1,521	2,547	1,524	360	351	589
Production (1,000 ton)	15,303	2,095	2,369	10,747	2,144	241	416
Yield (ton/ha)	2.55	1.38	0.93	7.05	5.96	0.69	0.71
1968							
Area (1,000 ha)	6,307	1,657	3,269	1,526	390	390	676
Production (1,000 ton)	17,195	2,355	3,166	11,356	2,364	287	420
Yield (ton/ha)	2.73	1.42	0.97	7.44	6.06	0.74	0.62
1969							
Area (1,000 ha)	-	-	-	-	-	-	-
Production (1,000 ton)	18,726	2,045	2,271	10,845	1,904	257	416
Yield (ton/ha)	-	-	-	-	-	-	-
1970							
Area (1,000 ha)	-	-	-	-	-	-	-
Production (1,000 ton)	20,917	2,147	2,888	10,451	3,029	293	488
Yield (ton/ha)	-	-	-	-	-	-	-

Source: Monthly statistical bulletin, Jan. 1972, Biro Pusat Statistik, Djakarta.

Table 2 Production of Food Crops in East Java

	Rainy season paddy (dry stalked paddy)	Dry season paddy	Maize (shelled)	Cassava (fresh-roots)	Sweet potatoes (fresh-roots)	Peanuts (shelled)	Soybeans (shelled)
1965							
Area (1,000 ha)	-	-	-	-	-	-	-
Production (1,000 ton)	-	-	-	-	-	-	-
Yield (ton/ha)	-	-	-	-	-	-	-
1966							
Area (1,000 ha)	1,061	74	-	-	-	-	-
Production (1,000 ton)	3,209	122	-	-	-	-	-
Yield (ton/ha)	3.02	1.65	-	-	-	-	-
1967							
Area (1,000 ha)	1,080	71	-	-	-	-	-
Production (1,000 ton)	3,208	96	-	-	-	-	-
Yield (ton/ha)	2.97	1.34	-	-	-	-	-
1968							
Area (1,000 ha)	1,134	76	-	-	-	-	-
Production (1,000 ton)	4,279	126	-	-	-	-	-
Yield (ton/ha)	3.77	1.66	-	-	-	-	-
1969							
Area (1,000 ha)	1,155	68	-	-	-	-	-
Production (1,000 ton)	4,203	109	-	-	-	-	-
Yield (ton/ha)	3.64	1.60	-	-	-	-	-
1970							
Area (1,000 ha)	1,129	64	1,322	450	63	133	391
Production (1,000 ton)	4,278	110	8,750	2,904	331	81	222
Yield (ton/ha)	3.79	1.73	0.66	6.45	5.22	0.61	0.57
1971							
Area (1,000 ha)	1,258	1,258	1,180	461	62	135	391
Production (1,000 ton)	5,108	5,108	8,326	2,955	314	83	232
Yield (ton/ha)	4.06	4.06	0.71	6.41	5.09	0.61	0.59

Source: Dinas Pertanian Rakjat Propinsi Djawa Timur.

Table 3 Production of Food Crops in Surabaya City Area

	Rainy season paddy	Dry season paddy (dry paddy)	Maize (shelled)	Cassava (fresh- roots)	Sweet potatoes (fresh- roots)	Peanuts (shelled)
1965						
Area (ha)	5,221	4,069	1,045	1,073	115	229
Production (ton)	18,605	13,408	400	4,864	426	49
Yield (ton/ha)	3.56	3.30	0.38	4.51	370	0.21
1966						
Area (ha)	5,295	4,153	1,013	931	96	292
Production (ton)	19,572	14,124	394	4,249	379	58
Yield (ton/ha)	3.70	3.40	0.39	4.56	3.95	0.20
1967						
Area (ha)	4,655	3,072	824	684	110	220
Production (ton)	15,193	11,738	322	3,039	416	48
Yield (ton/ha)	3.26	3.17	0.39	4.44	3.78	0.22
1968						
Area (ha)	4,661	3,741	1,071	1,114	235	261
Production (ton)	16,660	12,326	412	5,183	884	55
Yield (ton/ha)	3.57	3.29	0.38	4.65	3.76	0.21
1969						
Area (ha)	5,581	4,303	1,092	1,349	218	239
Production (ton)	22,565	14,828	423	6,138	825	61
Yield (ton/ha)	4.04	3.45	0.39	4.55	3.78	0.25
1970						
Area (ha)	5,744	4,137	1,023	1,500	316	242
Production (ton)	23,611	14,966	397	6,900	1,312	47
Yield (ton/ha)	4.11	3.62	0.39	4.60	4.15	0.19

Source: Dinas Pertanian Rakjat Kotamadya Surabaya.

Table 4 Industrial Production

Products	Unit	1965	1966	1967	1968	1969	1970
Urea	ton	94,000	93,000	93,000	96,000	84,000	46,000
Cement	1,000 tons	389	339	322	411	534	534
Paper	ton	11,000	10,000	9,000	11,000	16,000	17,000
Textile	million m	456	250	225	317	415	450
Cotton Yarn	1,000 bales	78	46	93	130	160	-
Accumulator	piece	33,722	31,169	21,000	28,600	32,000	17,250 <sup>1)</sup>
Radio receivers	1,000 sets	42	93	216	392	364	187 <sup>1)</sup>
Television sets	set	536	1,448	500	1,200	4,500	2,093 <sup>1)</sup>
Electric bulb	1,000 pieces	7,520	5,958	7,831	5,863	8,212	-
Electric/Telephone wire	1,000 m	1,460	250	210	572	1,000	-
Dry battery	1,000 pieces	4,167	2,554	1,210	4,377	4,500	-
Sewing machines assembling	piece	6,014	10,763	5,500	4,000	14,000	7,703 <sup>1)</sup>
Car assembling	piece	2,204	2,165	1,186	2,403	5,037	-
Motor cycle assembling	piece	-	-	805	6,247	21,388	12,365 <sup>1)</sup>
Water pump	piece	391	201	-	600	900	-
Huller	piece	794	539	-	900	2,300	-
Union & water pipe	ton	2,253	3,106	1,257	1,197	1,957	-
Galvanized iron sheet	ton	-	-	-	8,125	8,500	-
Sprayer	piece	-	-	-	5,000	20,000	-
Machines and spare parts for agriculture, plantation, mining, textile, etc.	ton	1,431	1,580	1,114	1,900	2,400	1,500 <sup>1)</sup>
Frying oil/margarine	ton	27,614	24,328	18,631	23,465	28,076	26,611
Coconut oil	1,000 ton	216	245	221	208	250	263
Soap	1,000 ton	248	207	171	130	134	133
Cigarette (machine)	million pieces	15,988	11,120	12,680	14,760	10,910	10,680
Clove cigarette	million pieces	18,593	18,717	23,165	24,000	18,844	19,237
Match	million boxes	338	266	250	238	263	269
Toothpaste	million tubes	14	13	10	13	16	15

Source: Monthly Statistical Bulletin, Jan. 1972, Biro Pusat Statistik, Djakarta.

Note: 1) Till June.



Table 5 Record of Imports of Rice, Wheat and Milk of the Whole Indonesia

Year	Rice and Glutinous rice		Wheat flour		Milk and Cream	
	Quantity	Amount (CIF)	Quantity	Amount (CIF)	Quantity	Amount (CIF)
	1,000 ton	Million \$	1,000 ton	Million \$	1,000 ton	Million \$
1965	786.8	132.7	32.4	3.9	2.8	1.7
1966	280.5	58.0	47.3	5.0	5.1	2.6
1967	56.6	14.2	152.7	16.0	11.6	5.4
1968	485.9	96.4	367.4	38.4	12.9	6.3
1969	238.2	45.1	294.1	32.1	20.4	8.2
1970	305.7	49.0	324.7	29.6	24.5	9.2

Table 6 Import and Export

unit: 1,000

	Import 1969	Export		
		1968	1969	1970
Whole Indonesia	3,354.4	750.2	-	-
Tandjung Priok	1,625.8	132.4	173.1	153.3
Surabaya	472.7	397.0	540.7	639.3

Table 7 Average market prices of 12 food articles in Java

unit: Rp

Articles	Unit	1965	1966	1967 <sup>1)</sup>	1968	1969	1970	1971
Rice	kg	583	5,412	15.49	42.36	36.49	42.55	40.28
Maize (shelled)	kg	267	2,660	7.26	19.11	20.31	19.60	20.60
Cassava (roots)	kg	59	1,220	2.84	7.26	6.31	8.08	7.60
Sweet potatoes	kg	72	1,341	2.96	7.40	6.84	8.52	8.60
Peanuts (shelled)	kg	684	8,342	25.66	58.84	73.61	83.81	85.00
Soybeans (mixed)	kg	549	5,792	16.82	38.09	53.18	52.72	58.89
Buffalo (meat)	kg	2,103	24,071	56.67	128.57	175.61	214.99	273.14
Dry salted fish	kg	1,205	15,101	45.50	90.30	115.73	120.44	136.67
Hen's eggs	unit	96	1,212	3.16	6.96	9.42	10.86	11.23
Coconut ripe (unsmelled)	unit	199	1,953	8.16	15.18	18.54	18.55	23.72
Coconut oil	700cc	1,002	9,560	35.21	71.48	85.12	87.38	93.90
Salt briquette	1/2kg	53	894	3.02	4.83	10.24	11.11	9.48

Note: 1) Figures after 1967 are showed by New Rupiah.

Source: Monthly Statistical Bulletin, Jan. 1972, Biro Pusat Statistik, Djakarta.

また、日常生活に最も関係の深い主要食品の市場価格も上記62品目と同様に表7に示すように安定してきた。表7では米の市場価格は1968年から1971年までの4年間の平均がRp 40/kgである。1971年のスラバヤ市の米の市場価格もまたRp 40/kgであり、これを乾燥茎付粳に換算するとおおよそRp 16~Rp 17/kgになる。

以上述べたごとく、1967年以来消費物価は安定し、農産食品の生産は非常に増加してきた。このような結果の一つとして、インドネシアの一人当りの国民総生産(GNP)は表8に示すように非常に上昇してきた。

1972年にはGNPは100米ドルに近づいたと云われている。これは官民の懸命な努力の結果もたらされたものである。

表8 一人当りの国民総生産(GNP)

年	単位：米ドル				
	1966	1967	1968	1969	1970
GNP	7.5	19.9	45.2	57.3	68.8

## (2) 計画地域の水路系統

スラバヤ河の流域概要は図-1に示すとおりである。また、河川および、河川構造物の名称、配置を模式化して、図-2に示す。

スラバヤ河は、マルモヨ河流域に端を発する。マルモヨ河の上流部には、集水面積28.2 km<sup>2</sup>のカブ堰があり、中流部には集水面積155.1 km<sup>2</sup>のムルスン堰がある。いづれもかんがい用水の取水堰となっている。さらにマルモヨ河は、ムルスン堰の1.4 km下流のクルブク地点で、ゲデグ河と合流する。ゲデグ河は、ゲデグ水門で、ブラントス河から分派し、クドゥンソロ河を合流してマルモヨ河へ流入する河川である。マルモヨ河は、クルブク地点の6.2 kmにあるシドゲデ地点で、スラバヤ河と合流する。

シドゲデ地点までのマルモヨ河の流域面積は、289.7 km<sup>2</sup>である。

一方、スラバヤ河は、ムリリップ水門で、ブラントス河から分派しウオノサリ地点で、ワトゥダコン河を合流し、ドゲデ地点で、マルモヨ河を合流する。ワトゥダコン河は、ブラントス河の右岸に、99.4 km<sup>2</sup>の流域面積を有し、ワトゥダコンサイホンでブラントス河を横断し、スラバヤ河へ流入する。ゲデグ水門とムリリップ水門は、平時は、ブラントス河からのかんがい用取水のため用いられ、洪水期には、ブラントス河の余水吐として使用されてきた。マルモヨ河を含むスラバヤ河の流域面積は、シドゲデ地点下流1.1 kmにあるブルニン地点で332.3 km<sup>2</sup>に達する。

スラバヤ河は左岸残流域の流出を受け、さらに北東へ流下する。ブルニン地点の下流32.2 kmの地点にグスンサリ堰があり、数十年の間、かんがい用水の取水堰として働いてきた。この地点で、スラバヤ河流域は終り、流域面積は、604.4 km<sup>2</sup>となる。

さらに2.5 km下流のジャギル地点で、スラバヤ河は、ウオノクロモ河とマス河に分派す

- Fig.1 The Surabaya River

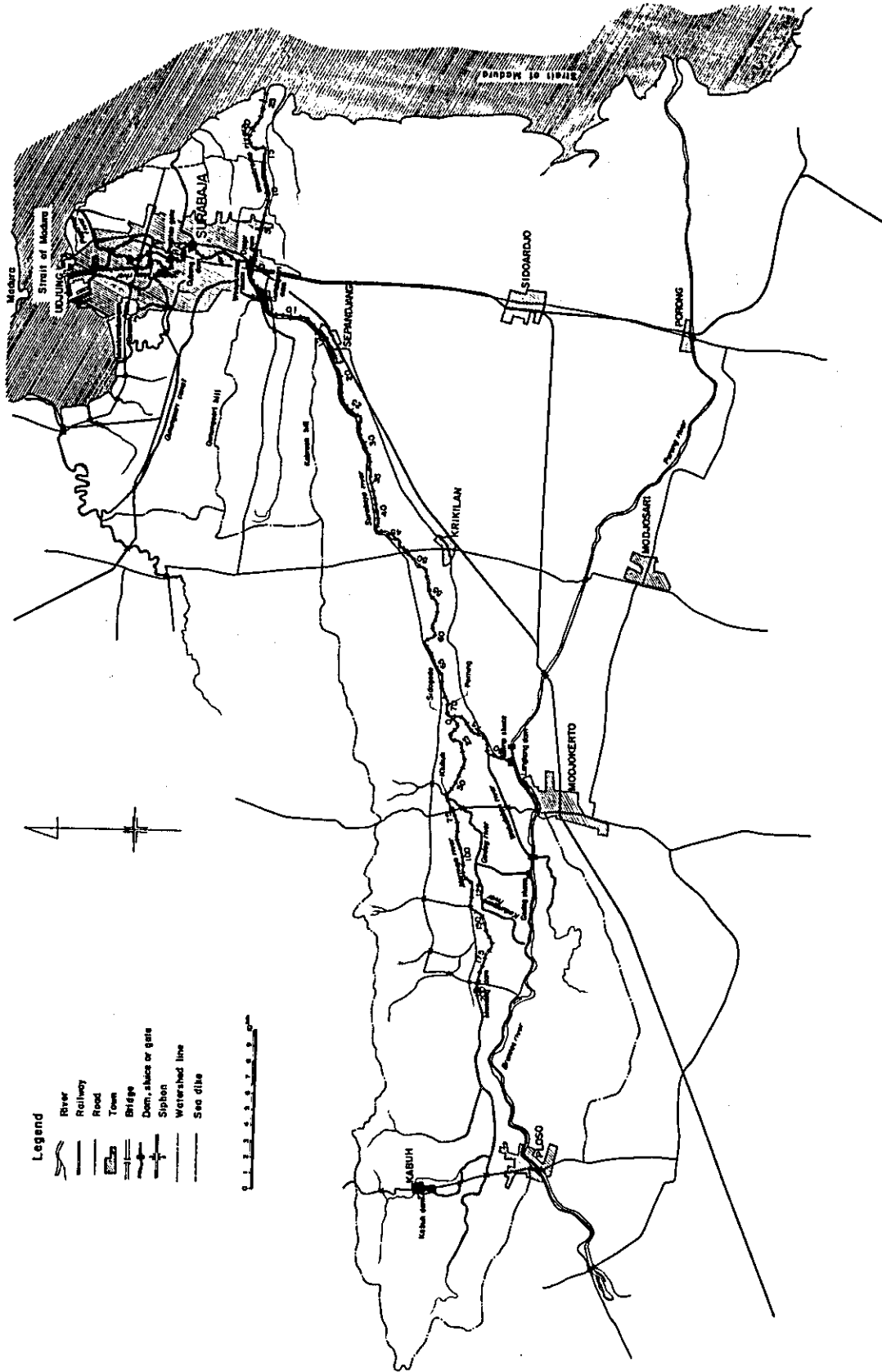
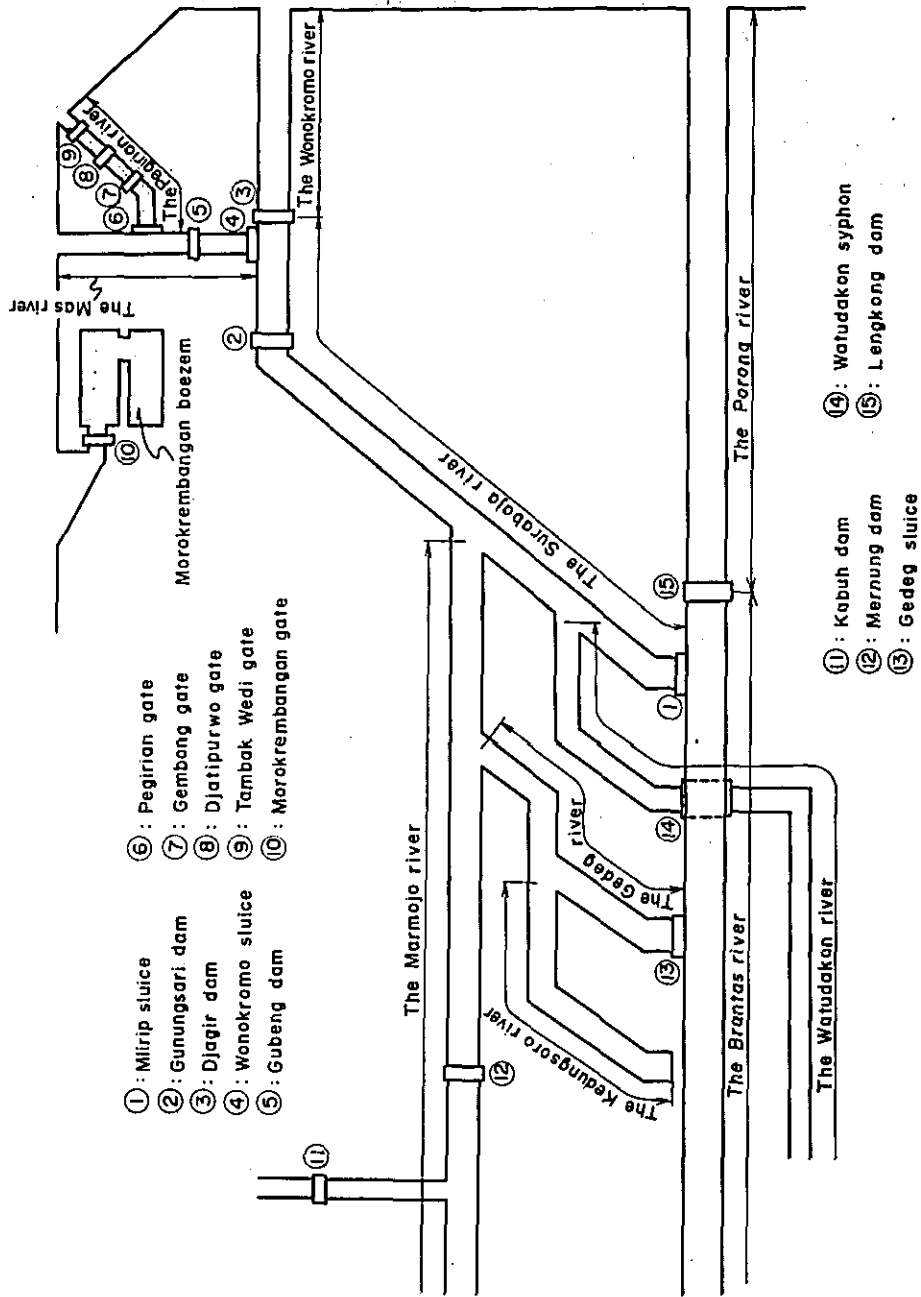


Fig.2 Designation of Rivers and Hydraulic Structures



る。ウオノクロモ河は、ジャギル堰に端を発し、スラバヤ市南部を東へ流れマドウラ海峡へ注ぎ、マス河は、ウオノクロモ水門に始まり、北へ向って市の中心部を貫流し、海峡へ注いでいる。ジャギル堰、ウオノクロモ水門は、飲料水及びその他の用水の供給のため、スラバヤ河の水位を堰上げている。

マス河の河口附近は、スラバヤ港になっている。

マス河を約4.3 km流下した地点に、グブン堰がある。この堰は、かんがい用水の取水施設としてばかりでなく、地下水位を高く保つ役割を果たして来た。グブン堰より、2.1 km下流のネンブラク地点でベギリアン河がマス河から分派する。

マルモヨー河を含むスラバヤ河の総流域面積は、604.4 km<sup>2</sup>総河道延長約100 km、河床勾配は、1/300（マルモヨー河上流部）～1/4200（河口附近）、流域内の人口は、スラバヤ市を含め1,900,000人である。

グムンサリ堰下流の市域の降雨は、通常、スラバヤ河、マス河、ベギリアン河、を含む幾つかの排水路で排水される。スラバヤ河沿いには、幾つかのポンプ場が設置されている。また、市の人口密集地域の排水路であるグレグス河の流末には、潮の干満を利用して雨水を排水するための、モロクレンバンガンブーズム（調節池）がある。

また、グムンサリ丘陵からの流出は一時グムンサリ水路へ流入し、この水路を経て、或は、横断して諸排水路に入りマドウラ海峡へ排水されている。

一方、市の北東海岸には、ウジコンからウオノクロモ河に至る延長約17 kmの海岸堤防がある。この堤防は、長年、洪水と、海からの塩水侵入を防御してきた。

スラバヤ市は約290 km<sup>2</sup>の市域に1970年現在約1,500,000人の人口を有している。市は、雨季には、集中豪雨による氾濫の脅威にさらされると共に、スラバヤ河と、海からの洪水の脅威にさらされ、水門、堰、ポンプ場等の洪水防御施設の老朽化が、その脅威をさらに強くしている。また、マルモヨー河の下流々域は、雨季の度に湛水をうけ、時には、稲作地2,000 haにもおよぶことがある。

## 2. スラバヤ市とその背後地域における洪水の脅威

### (1) マルモヨー河の洪水氾濫

11月から翌年5月迄の雨季にプランタス河の洪水をゲデグ水門及びムリリップ水門から長期に渡り分派するため、マルモヨー河下流水位は長期間高く保たれ、マルモヨー河下流々域は、内水と、マルモヨー河からの逆流水とをかかえこみ、重大な氾濫となる。

### (2) スラバヤ河の洪水

スラバヤ河の堰、水門等の構造物は、全て、すでに、老朽化しておりその機能は極度に低下している。従って、速い出水による水位上昇に対して、その操作が追従できず、構造物の破壊や、堤防越水の可能性を有している。加えて、堤防は、かなり浸食され、あちこちで、河岸を崩壊させている。その幾つかは、浸食が堤防本体にまで達している。

### (3) スラバヤ市の洪水氾濫

#### 1) 市街地

市街地の排水路は、過去数十年に渡り、沈澱物で、河床が上昇し、排水路としての機能が著しく低下しており、このことがさらにポンプの機能をそとねている。このような状況は、地盤が平坦であると言うことにより、さらに悪化している。従って、集中豪雨を受けると、市のあちこちに、雨水が滞留し、かなりの被害を起して来た。これら市街地降雨の他、グヌンサリ丘陵からの雨水も、グヌンサリ水路を越えて、市街地へ流入している。

これらの湛水被害から、市街地を救うため、市当局も改良計画を構じて来ているが、急速な都市化の歩調及び、地域住民からの苦情と対応して行くことが困難になって来ている。

#### 2) 農業地域

農地の排水路は、まだ整備されておらず、排水量に対応する十分な排水能力を持っていない。農業地域は、排水系統の弱体と、豪雨、高潮等により、湛水を生じ、収穫に多大な損失を与えている。湛水に対する対策は、かんがい用水系統の改良と合せて、調査すべきである。

### 3. 市街地の排水、污水施設の現況

#### (1) 排水施設

##### 1) 一般事項

スラバヤ市域には13の主要排水路があり、市内の降雨流出水をそれぞれ海へ排除しているが、それらは次表のとおりである。

表-1 市域の主要水路

水路名	排水区域面積 (km <sup>2</sup> )
カンダンガン	6.6
バロン	6.4
シモ	7.0
グレゲス	15.8
マス	11.9
ベギリアン	9.6
タンバクウェデイ	9.8
ラランガン	2.8
カリサリ	4.7
カリダミ	7.5

ケブテイ	5.5
メドカン	1 1.5
ウオノジヨローウオノレジヨ	1 5.6

これらの水路の内、ベギリアン、グレグスおよびマスの3川を除いて大部分は市街地区域外を流れており、用排水の目的に使われている。

市街地では、雨水は小さな側溝から開きよを経て幹線路へ流下している。雨季には市内の各所で浸水が起きるが、これは市街地が平坦であり、標高が低いことが主因であり、特に低地域では、主要河川の水位が上昇したときにはポンプによる以外には排水不能となる。

これらの低地域の浸水対策として9ポンプ場が建設されてきた。夫々のポンプ場にはポンプ室、ポンプ、手掻きスクリーンその他の必要設備があり、操作員によって運営されている。

最近になってポンプが増設され、能力は補強されたが十分にその力を発揮できなかった。それは主として、ポンプ場に流入する水路の断面がせまいことと流域の流出係数が低いためにポンプ場に流達する雨水の量が、少なくなるためである。すでに述べたように、これらのポンプ施設は1900年頃建造されたものであり、一部老朽化しているため改修やポンプの取り替えなどが必要である。

## 2) ベギリアン河

ベギリアン河は市の東北地区の排水を受けもつ河であり、マス河のゲンブラックの分岐点から始まり、タンバクウェディ運河と合流して、最後に海に注いでいる。

この河の流域には人口密集地があり、人口密度は平均200人/ha程度で、流域内の人口は約190,000人である。特に人口密集地であるため大量の汚水が本河に流入しているため、低水時においては悪臭を発生し、市民の環境衛生上様々な問題を起している。

市役所は数年前からこれらの状況を改善するためにポンプ場を作っており、しゅんせつをしたりして幾分状況は良くなってきている。

## 3) グレグス河

この河は市の西部地区を流れているが、最後にはモノクレンバンガンブーズムへ流入する。この流域ではかなり広範囲にわたって浸水が多発する地域がある。

## 4. マス河

市内を貫流する主要河川であり、感潮河川であることと、河床こう配が少ないため流域内の低地域からの排水はポンプによらなければ不可能で、そのため4つのポンプ場が建設され、本川の水位が上昇した時にはポンプ運転により排水する。

## (2) 現存下水道施設

現在本市には系統的に計画された近代的水道はない。従って、家庭廃水、工業廃水その他のすべての廃水は直接河川に放流されている。これが現在の市内河川の水質汚濁の主因である。

市内の一部に滲透式下水道とかポンプ排水による下水道もあるが、これらは衛生的な処理施設には程遠い、原始的なものである。

## 4. 海岸堤防およびフラップゲートの現況

スラバヤ市の北東部に、約17 kmに及ぶ海岸堤防が構築されている。海岸堤防本体と、そのフラップゲートの状態は悪化しており、ほとんど全ての門扉が海水の腐食をうけて動かず、堤防本体は、波を伴う高潮により、幾度も浸食されている。従って、フラップゲートからの排水不良による湛水被害および堤防崩壊と、それに伴う、海からの洪水による塩害、水害の危険性をはらんでいる。

## 5. かんがい系統

### (1) 総論

都市地域におけるかんがいはすべて重力かんがい方式であり主要水源はスラバヤ川である。

かんがい系統は二つに分れる。則ちグヌングサリ系統とグブン系統である。主要かんがい施設はグヌンサリダムとグブンダムでいずれも今世紀のはじめ、かんがい、舟航のための水位調節を行う目的で建設された。この両施設は全く老朽化しており、さらにニードル（水位せき上げ用角柱）の人力操作方式は水位調節には有効ではない。

特に出水期には、ニードルの操作は非常に危険であり、そのはめ込み、とりはずし作業は容易ではない。この不都合な状態がかんがい用水の取水に大きな変動をきたしている。

これらダムの操作は機械化され現代的なものに改良されるべきである。

さらにスラバヤ川上流部にポンプかんがい地区が一ヶ所あるグロンボールポンプかんがいブロックである。このポンプは雨期作のためでなく乾期作のかんがい用水の補給を目的とするものである。

関連かんがい水路は各地区とも大部分土砂が滞積し側法は浸食されている。いくつかの分水工、チェック、量水施設等は劣化しているか破損しているので、かんがい用水の水路ロスも可成り多い。

スラバヤ市域内かんがい施設の維持管理は東部ジャワ州かんがいサービス局のウオノクロモ支部の管轄下にあるが、グロンボール地区は同州シドアルジョ支部の管轄下にある。

関係地域の農業生産量を増大させるには、かんがい系統の修復工事が計画され遂行されねばならない。



たとえスラバヤ市の都市計画チームが、1990年までに、市域内のすべての農地が他目的に転用されるという見通しをもっているにせよ、かんがい系統の現況は修復又は改善されねばならない。

調査の結果によると過去8年間における農地の減少はわずか102haであり、上記都市計画チームの見通しはその実現性においてはなほだ疑わしい。

都市開発の基礎として次の重要な項目を指適しておきたい。

- a. 海岸堤防の強化，排水系統の整備等により，洪水や浸水の不安が解消されること。
- b. かんがい用水，生活用水，飲料水および工場用水の供給システムが確立されること。
- c. 電力供給系統が拡大されること。
- d. 都市道路ネットが建設されること。
- e. 標準生活水準の上昇。

したがって都市計画はそれぞれの専門分野のエキスパートが協力して慎重に検討されるべきである。これらの観点から都市計画研究チームには農業部門の専門家を参加させるべきである。

## (2) かんがい地域

スラバヤ川流域のかんがい地域は6,956haであり3つのかんがい系統に分類される。

### a. グロンポールかんがい地域

関係面積227haのポンプかんがい地域である。

### b. グスングサリかんがい系統

右岸地域は2,089haで4ヶ所取水口がある。かんがいは雨期，乾期を通じて行われる。かんがいブロックは次のとおりである。

かんがいブロック		面積 (ha)	田面の高さ (m)
番号	名称		
w-1	シモワウ	387	4.00-1.5
w-2	ケボナグン	1,511	4.00-0.0
w-3	ジャムバンガン	62	4.00-3.5
w-4	カラー	129	4.00-1.0
合計		2,089	

左岸地域は1,723haで5ヶ所取水口がある。かんがいは雨期，乾期を通じて行われる。かんがいブロックは次のとおりである。

かんがいブロック		面積 (ha)	田面の高さ (m)
番号	名称		
w-5	ポウオウイジュン	430	4.00-2.5
w-6	グヌングサリ	1,293	2.00-0.5
合計		1,723	

総支配面積は3,812 haである。

c グブンかんがい系統

かんがい面積は2,907 haで右岸地域のみである。

かんがいは雨期, 乾期を通じて行われる。かんがいブロックは次のとおりである。

かんがいブロック		面積 (ha)	田面の高さ (m)
番号	名称		
w-7	カリボコール	1,109	1.00-0.0
w-8	ジプロカン	1,808	0.50-0.0
合計		2,917	

かんがい地域の位置は図5に示すとおりである。

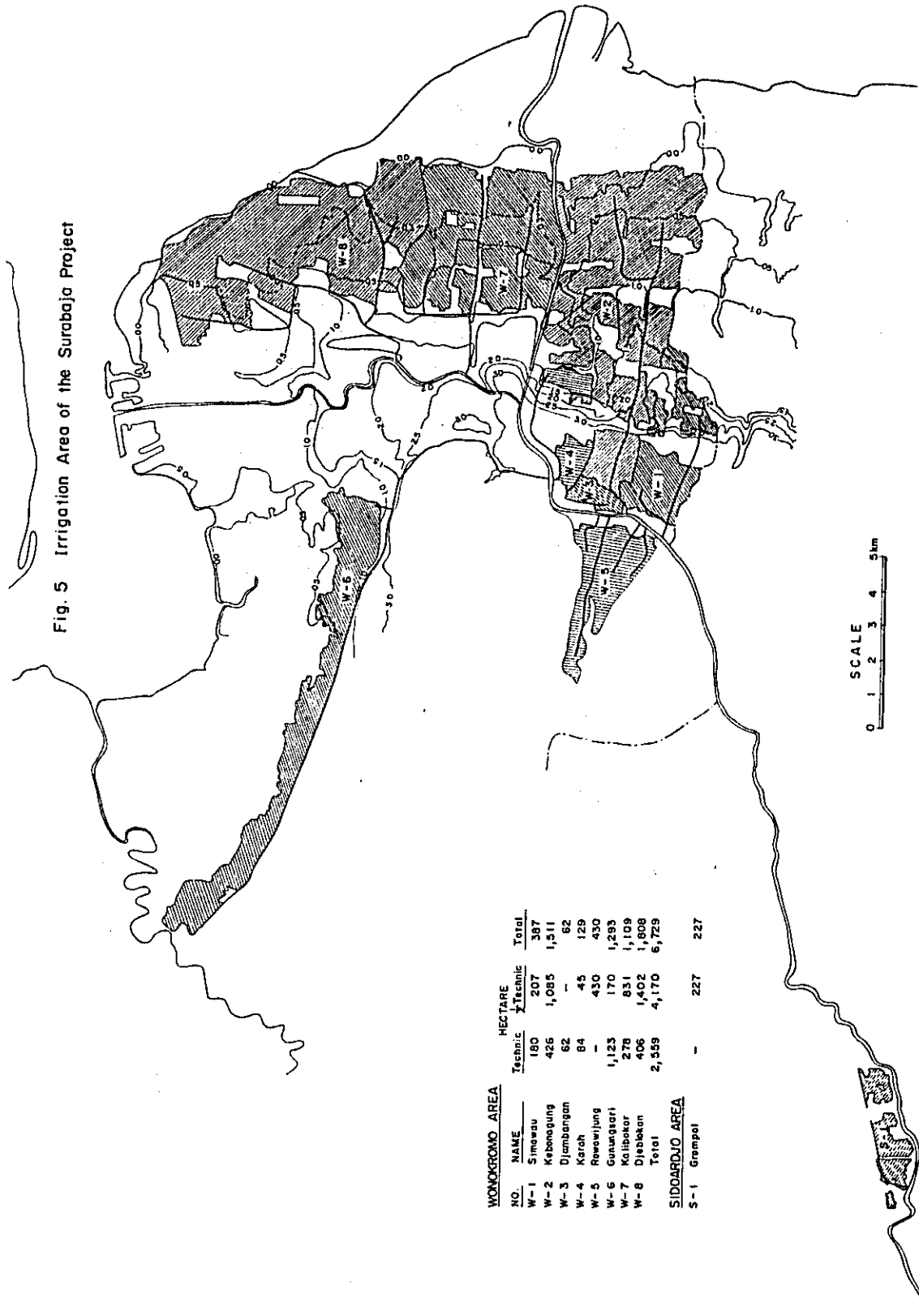
過去8年間におけるかんがい面積の変せんは次のとおりである。

Irrigation Area of the Surabaja River Project

(unit: hectare)

Irrigation Block	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971
Wonokromo Area								
W-1 Simowau	404	404	387	387	387	387	387	387
W-2 Kebonagung	1,520	1,520	1,511	1,511	1,511	1,511	1,511	1,511
W-3 Djambangan	62	62	62	62	62	62	62	62
W-4 Karah	129	129	129	129	129	129	129	129
W-5 Rowowijung	430	430	430	430	430	430	430	430
W-6 Gunungsari	1,319	1,319	1,319	1,319	1,319	1,319	1,293	1,293
W-7 Kalibokor	1,143	1,143	1,143	1,129	1,129	1,129	1,109	1,109
W-8 Djeblokan	1,824	1,824	1,824	1,824	1,808	1,808	1,808	1,808
Sub-total :	6,831	6,831	6,805	6,791	6,775	6,775	6,729	6,729
Sidoardjo Area								
S-1 Grompol	227	227	227	227	227	227	227	227
Total :	7,058	7,058	7,032	7,018	7,002	7,002	6,956	6,956
Decreased Area	-	0	26	14	16	0	46	0

Fig. 5 Irrigation Area of the Surabaya Project



NO.	NAME	HECTARE		Total
		Technic	Technic	
W-1	Simowau	180	207	387
W-2	Kebonagung	426	1,085	1,511
W-3	Djambungan	62	-	62
W-4	Karah	84	45	129
W-5	Rewewijung	-	430	430
W-6	Gunungsari	1,123	170	1,293
W-7	Kolibokor	278	831	1,109
W-8	Dialekan	406	1,402	1,808
	Total	2,559	4,170	6,729
<b>SIDOARJO AREA</b>				
S-1	Grampel	-	227	227



各かんがい系統の模式図は図6に示すとおりである。

(3) かんがい施設

グヌングサリダム、グブンダムは共に基幹かんがい施設である。本ダムの主要諸元は別項において詳細に記述されているので省略する。いずれもその操作方法は人力操作であるので特に雨期かんがい用水供給のための水位の維持操作が適確になされ得ない状況にあるので操作方法の機械化が必要である。

現存かんがい水路はいずれも土砂の滞積がいちじるしく、また市街地を通過する部分は、各家庭からの下水塵芥、工場からの廃液等により汚染されている。かんがい水路、分木工、チェック、量水施設等を再点検し、必要な修復工事または改良工事を実施することが大切である。

特にグヌングサリ水路の路線はグヌングサリ丘陵のすそ部を迂回しているため、丘陵部の排水をキャッチすることになっている。この水路には水路余水吐が三ヶ所主要排水路交差点に設けられているが排水能力は充分ではない。現在この水路は用水目的と排水目的と兼ねているが、スラバヤ市域の効果的な開発のためにはそれぞれ専用目的の水路に分離すべきである。

グブンかんがい系統の水路は都市中心部を貫流しているため都市地域からの廃棄物が相当流入または投入され、用水の水質にかなり影響を及ぼしている。かんがい用水として将来利用できるかどうか今後調査研究する必要がある。ここでは用水目的と下水目的と分離させることを考慮すべきである。

主要かんがい施設の概要は次のとおりである。

a. S-1 : Grompol Irrigation Block

Grompol pumping station

Type of pump	: Centrifugal pump
Diameter of pump	: 20 cm
Lifting water requirement	: 47 lit/sec, 2 units
Total head	: 5 m
Prime mover	: Diesel engine, 2 units 21 Hp, 275 rpm

b. W-1 : Simowau Irrigation Block

1) Intake : Stop-log and chain rolling up system, manpower operation

Structure	: Concrete	
Width of inlet	: 1.65 m and 1.70 m	
Width of pier	: 1.50 m	
Height of wall	: 3.30 m	
Elevation (SHVP)	: Upstream (m)	Downstream (m)
Concrete bed	3.684	3.254
Water surface	5.150	4.987

2) Canal

Name	Length (m)	Width		Height (m)	Structure
		Top (m)	Bottom (m)		
Sal. Simowau	1,400	6.10	5.10	0.51	Earth
Sal. Menanggal	4,800				
Upstream		5.10	4.20	0.34	Earth
Downstream		3.70	2.75	0.25	Earth

c. W-2 : Kebonagung Irrigation Block

1) Intake : Stop-log and chain rolling up system, manpower operation

Structure	: Concrete	
Width of inlet	: 3.60 m and 3.70 m	
Width of pier	: 1.20 m	
Height of wall	: 3.10 m	
Elevation (SHVP)	: Upstream (m)	Downstream (m)
Concrete bed	4.037	4.080
Water surface	5.207	4.560

2) Canal

Name	Length (m)	Width		Height (m)	Structure
		Top (m)	Bottom (m)		
Sal. Kebonagung	9,000				
Upstream		7.70	5.70	0.78	Earth
Middlestream		7.15	5.00	0.81	Earth
Downstream		5.75	3.20	0.32	Earth
Sal. Pandjangdjiwo	3,600	4.95	4.00	0.44	Earth
Sal. Rungkut-					
Medokan	2,500				
Sal. Rungkut-					
Wonoredjo	2,300				

d. W-3 : Djambangan Irrigation Block

1) Intake : Slide gate

Structure	: Concrete	
Width of inlet	: 1.20 m	
Height of wall	: 3.20 m	
Elevation (SHVP)	: Upstream (m)	Downstream (m)
Concrete bed	3.631	3.421
Water surface	5.093	4.702

2) Canal

Name	Length (m)	Width		Height (m)	Structure
		Top (m)	Bottom (m)		
Sal. Djambangan	440				
Upstream		4.20	2.50	0.62	Earth
Downstream		4.50	3.10	0.65	Earth

e. W-4 : Karah Irrigation Block

1) Intake : Stop-log and chain rolling up system, manpower operation

Structure : Concrete  
 Width of inlet : 2.70 m  
 Height of wall : 2.20 m  
 Elevation (SHVP) : Upstream (m)  
 Concrete bed 3.380  
 Water surface 4.630

2) Canal

Name	Length (m)	Width		Height (m)	Structure
		Top (m)	Bottom (m)		
Sal. Karah	3,300				
Upstream		6.10	5.00	0.52	Earth
Middlestream		4.85	4.00	0.21	Earth
Downstream		2.00	0.60	0.45	Earth

f. W-5 : Rowowijung Irrigation Block

1) Intake

Name	Structure	Inlet Wall Width Height (m) (m)		Elevation			
				Bed		Water Surface	
				Ups. (m)	Dos. (m)	Ups. (m)	Dos. (m)
Wonokuli	Flashboard	0.75	2.25	3.465	3.465	5.285	4.975
Kemlaten	Flashboard	0.70	1.70	3.846	4.160	5.226	4.938
Bogangin	Flashboard	0.77	2.00	3.715	4.235	4.550	4.580
Kedurus	Flashboard	0.70	1.30	3.590	2.452	4.780	4.742

2) Canal

Name	Length (m)	Width		Height (m)	Structure
		Top (m)	Bottom (m)		
Sal. Wonokuli	100				
Upstream		3.30	3.20	0.37	Earth
Downstream		2.20	2.10	0.20	Earth
Sal. Kemlaten	50				
Upstream		4.50	1.95	0.27	Earth
Downstream		2.80	2.40	0.35	Earth
Sal. Bogangin	200				
Upstream		3.95	3.40	0.44	Earth
Downstream		2.45	2.30	0.37	Earth
Sal. Kedurus	50				
Upstream		4.50	2.70	0.21	Earth
Downstream		2.20	1.70	0.18	Earth

g. W-6 : Gunungsari Irrigation Block

1) Intake : Slide gate, manpower operation

Structure : Concrete, siphon in succession  
 of 32 m long  
 Width of inlet : 2.00 m  
 Height of wall : 4.55 m  
 Elevation (SHVP) : Inlet (m) Outlet (m)  
 Concrete bed 0.20 -0.20  
 Water surface 4.910 4.852

2) Canal

Name	Length (m)	Width		Height (m)	Structure
		Top (m)	Bottom (m)		
Sal. Gunungsari	21,133				
Upstream		8.00	5.50	1.30	Earth
Middlestream		6.50	3.10	1.70	Earth
Downstream		6.00	1.50	1.80	Earth

h. W-7 : Kalibokor Irrigation Block

1) Intake : Stop-log and chain rolling up system, manpower operation

Structure	: Concrete		
Width of inlet	: 3.25 and 3.25 m		
Width of pier	: 1.00 m		
Height of wall	: 2.90 m		
Elevation (SHVP)	:	<u>Upstream (m)</u>	<u>Downstream (m)</u>
Concrete bed		0.888	0.444
Water surface		2.228	2.040

2) Canal

Name	Length (m)	Width		Height (m)	Structure
		Top (m)	Bottom (m)		
Sal. Kalibokor	1,800	9.50	5.40	0.90	Earth
Sal. Menur-Keputih	2,500				
Upstream		5.60	4.60	0.40	Earth
Downstream		5.40	5.10	0.23	Earth
Sal. Manjai	3,000	7.00	5.20	0.39	Earth
Sal. Menur-Medokan	5,200	7.35	5.50	0.34	Earth

i. W-8 : Djeblokan Irrigation Block

1) Intake : Stop-log and chain rolling up system, manpower operation

Structure	: Concrete		
Width of inlet	: 2.50 and 2.50 m		
Width of pier	: 1.00 m		
Height of wall	: 2.00 m		
Elevation (SHVP)	:	<u>Upstream (m)</u>	
Concrete bed		0.658	
Water surface		1.960	

2) Canal

Name	Length (m)	Width		Height (m)	Structure
		Top (m)	Bottom (m)		
Sal. Djeblokan	3,700				
Upstream		9.80	8.50	0.50	Earth
Middlestream		9.00	5.10	0.38	Earth
Downstream		8.10	5.70	0.37	Earth
Sal. Patjarkeling	3,500				
Upstream		6.20	5.00	0.32	Earth
Middlestream		5.50	4.00	0.19	Earth
Downstream		5.50	4.50	0.32	Earth
Sal. Rangkah	3,800	4.95	3.40	0.12	Earth
Sal. Kaliondo	5,000	4.70	3.50	0.18	Earth



(4) かんがい用水

かんがい用水の取水記録は過去7年間の資料が集められた。この資料によれば、用水の供給は関係地域の作物要求水量と見合っていない。大部分スラバヤ川の流況に支配されているよりである。この資料からかんがい用水の取水は年々困難になって来ていることがわかる。1965年度における最大取水量は12.8 m<sup>3</sup>/secであったが1971年では6.8 m<sup>3</sup>/secとなっている。

1964年一水年度における資料によると取水量は次のごとく整理できる。

最大取水量：雨期水稻作（2月11日～20日）	： 12.8 m <sup>3</sup> /sec
平均取水量：雨期水稻作期間平均（12月～5月）	： 9.8 m <sup>3</sup> /sec
最小取水量：乾期作（9月11日～20日）	： 1.7 m <sup>3</sup> /sec
平均取水量：乾期作平均（6月～11月）	： 3.9 m <sup>3</sup> /sec

(5) 作付

かんがい面積の約95%は雨期水稻が栽培されているが、乾期水稻作は、かんがい用水が不足するので水の保証される面積は約25%である。

農民の米作意欲はすこぶる強く、乾期中の降雨や余剰水を期待して残りの約25%に作付が行われている。

とうもろこし、とうがらし、青野菜等が水稻収穫後植付られているがこれらの面積はおおむね年間を通して約1%にすぎない。

(6) 農地排水

すべての農地排水は自然排水方式である。スラバヤ川右岸地域の主要な排水路は西から東に向かって流れる。左岸地域とジエブロカン地域の約半分は南から北に向かって流れる。高潮による海水の流入を防ぐため各排水路の出口に大部分フラップゲートがとりつけられているが、その開閉は排水路への廃棄物、浮遊物、沈澱物等によって妨げられている。更にフラップゲートのヒンジ部分は鋼構造であるため海風によって腐蝕が進行し円滑な開閉が妨げられておりこれらに対する積極的な対策を考慮すべきである。

主要排水施設の諸元は次のごとくである。

名 称	排水路長 ( km )	流域面積 ( ha )	排水能力	排水施設諸元 ( 排出口 )		
				巾 ( m )	高さ ( m )	吐 数
Right bank area of the Surabaja river						
Wonotjolo- Wonoredjo	8	1,560	4	2.00	2.00	5
Medokan	4	1,150	3	2.40	1.50	2
Keputih	2.25	550	2	1.75	1.50	1
Kalidami	4.3	750	2	2.00	1.50	1

Kalisari	4	470	-	3.00	1.50	1
Larangan	3.25	280	1.5	1.50	1.50	1
Tambakwedi	4	980	4	5.00	3.15	2
Left bank area of the Surabaya river						
Kedurus	2.50	400	5	-	-	-
Greges	10.0	1,580	10	5.00	3.50	3
Simo	5	700	8.4	2.00	2.00	2
Balong	6	640	7.2	2.20	2.00	2
Kandangan	6	660	8	2.20	2.00	2

#### (7) 農地の湛水

スラバヤ市内の浸水地域は次の4つに分けられる。

##### 1) 海へ注いでいる排水路沿岸の高さ 1.0 m 以下の低地。

この地域の表面勾配は約  $1 / 4,000 \sim 1 / 5,000$  であり、浸水の原因は次のことが主として考えられる。

- a. 雨季における集中豪雨の発生
- b. 排水路の流過能力の不足
- c. 高潮位時における排水の困難性
- d. フラップゲートの不備
- e. 排出口の能力不足

##### 2) グヌンサリ排水路の左岸地域

前節のかんがい施設で述べたように、グヌンサリ排水路の役割は山側の排水を集めることおよび3ヶ所の余水吐から排水することである。排水路の計画流量はかんがい用として必要な  $3.5 \text{ m}^3 / \text{sec}$  より少なく、山側からの流出は極めて大きい。流域面積は平均して排水路長  $1 \text{ km}$  当り  $2.5 \text{ km}^2$  である。以上の理由により、山からの流出水は排水路を円滑に流れることができず、排水路に沿って流域へ浸水することになる。

##### 3) グヌンサリ丘陵とクブラオン丘陵との間のグドウラス排水路流域

この地域はスラバヤ市の南西に位置する。主排水路はグドウラスで、全長  $20 \text{ km}$  である。洪水時におけるスラバヤ河との合流水位は内陸より高くなり、ロボビユン地域の水田に背水が影響する。低地は時々浸水深  $1 \text{ m}$  に達し、 $2 \sim 3$  日継続する。この地域の浸水はジャギルダムとの操作と密接な関係がある。

##### 4) ラモン川流域の低地

浸水地域はグヌンサリかんがいブロックの末端附近である。浸水の原因は堤防の破損によるラモン川の越流である。

#### 6. 堰及び水門の老朽化

スラバヤ河のムリリップ分派点下流には、堰及び水門が6施設ある。これらのほとんどは、築造されて以来50年以上を過ぎており、すべて老朽化している。さらに堰、水門の操作は、

人力に頼るもので操作が不便であり、また、洪水防御の面から危険である。従って、これら諸施設も、河川改修と調和のとれた改良をすべきである。

(1) ムリリップ堰

角落堰	1門幅 8.5 m	敷高 17.00 m, SHVP
門	1門幅 5.0 m × 長 30 m	"/ "

1857年頃築造された。堰の本体は、まだ充分強固であるが、角落の溝や水たたきは修理が必要である。

(2) グヌンサリ堰

ニードル堰	可動 5門幅 10 m	敷高 1.5 m SHVP
	閉鎖 4門幅 10 m	"/ "
角落堰	2門幅 5 m	"/ "
門	2門幅 5.5 m × 長 30 m	"/ 0 m

1907年頃築造された。水門操作はすべて人力操作によりなされ、操作は老朽化のためさらに困難なようである。特にニードル引揚げのための施設がなく、完全に人力に頼っており洪水の度に大変な労力と時間を費している。

(3) ウオノクロモ水門

角落堰	2門幅 5.0 m
門	2門幅 5.5 m × 長 40 m

1917年頃築造された。水門本体は充分強固と見うけられる。

(4) ジャギル堰

ストンゲート	3門幅 10 m	敷高 - 2.0 m, SHVP
--------	----------	------------------

1917年頃築造され、1970年には、門扉の鉄骨部及び、木部の他、コンクリート橋が改造された。操作は人力によるものである。直上流に上水道の取入口があり、堰上高が高いので、門扉下部からの流過量の流速が速く、この状態を長期間続けると、下流の根固めや、護岸を損傷する。

(5) グブン堰

ニードル堰	可動 1門幅 10.5 m	敷高 - 0.75 m, SHVP
	閉門 4門	"/ "
角落堰	2門幅 5.16 m	"/ 2.8 m
門	2門幅 5.5 m × 49.3 m	"/ - 3.0 m

1907年頃築造された。門扉及び巻揚機は、かなり老朽化しており、操作に不便である。堰直上流にかんが用水の取入口があり、水門は原則として、取水位を維持するために操作されている。しかし、このことが、都市排水の不良原因の一つになっている。

7. 排水ポンプの老朽化

スラバヤ市は、低平地に立地しているので市の或る地区では、自然排水が難しく、50年以上も前から、ポンプ場が建設されている。これらのポンプ場は、部分改良はなされているが、ほとんどのものは、建設当初のまま今日なお使用されている。従って、ポンプ場に関する検討は、その排水容量の面からばかりでなく、その荒廃、老朽化の面からもすべきである。次の表に各ポンプ場の概要を述べる。

スラバヤ市ポンプ場一覧

ポンプ場名	排水面積 (ha)	ポンプ機種	設置年	ポンプ数	規格排水量 (m <sup>3</sup> /s)	排水先	原動機	定格排水 能力(m <sup>3</sup> /s)	最高容積 排水能力 (m <sup>3</sup> /s)
グアンナリ(2台)	約75	横型両吸込渦巻	二次大戦前	1~2	0.7	スラバヤ河	電動285kw,965rpm	1.4	0.5
ダムルモ (4台)	約150	横型片吸込渦巻	〃	1	0.26	マス河	〃	4.13	15+147=297
		縦型軸流	〃	2	1.1	〃	〃		
		〃	〃	3	1.3	〃	〃		
		〃	1969	4	1.47	〃	〃 145kw,417rpm		
クバン (6台)	約210	横型両吸込渦巻		1~4	0.67	〃	〃 35Hp,1000rpm	267+294=561	10+294=394
		縦型軸流		5~6	1.47	〃	〃 145kw,417rpm		
アトラン(2台)	約15	横型片吸込渦巻	1965	1~2	0.12	〃	ディーゼル30Hp,2500rpm	0.24	
シモラワン (5台)	約90	横型片吸込渦巻		1	0.2		電動	267+147=414	10+147=247
		横型両吸込渦巻		2~3	0.67		〃		
		〃		4	1.13		〃		
		縦型軸流		5	1.47		〃 145kw,417rpm		
アサベ (3台)	74	横型片吸込渦巻		1	0.25	モロカン水路	〃	0.49	0.12+0.24=0.36
		〃		2~3	0.12	〃	ディーゼル		
ダルモフド (3台)	約6	横型片吸込渦巻		1	0.12	ジプロカン水路	〃	0.12	
カリクピティン	約15	横型片吸込渦巻		1	0.12	カリクピティン水路	〃	0.12	
ネンアラク	0	縦型軸流	1971	1	1.47	ベベリアン河	電動145kw,417rpm	1.47	

## 8. 地下水

グブン堰と、ジャギル堰の堰上げによる地下水位と、その塩分濃度の調査を行った。調査はスラバヤ市内の家庭用井戸から、ほぼ1 km<sup>2</sup>に一井戸の割合で計51井戸を選定し、井戸水位の同時観測を行い、地下水位等高線図を作成した。さらに井戸水位に対する潮位の影響を調べるため、これらの井戸のうちから、グブン堰下流に5井戸を選定し、水位の毎時観測と塩分濃度測定を行った。

これらの調査の結果を考察すると次のとおりである。

- 1) グブン堰、ジャギル堰で堰上げられた河川水位は、地下水位の涵養に役立っていると考えられる。
- 2) マス河左岸側の地下水位の溝はグレグス河の方向へ走っており、9世紀の古地図によると、この溝は、船舶航路として使用されていた旧スラバヤ河の河跡のように思われる。
- 3) マス河右岸側のカリボコル水路およびジプロカン水路もまた地下水位の涵養に役立っていると考えられる。
- 4) グブン堰上流のマス河に近い井戸の塩分濃度は、堰下流に位置する井戸のそれと較べて、200 ppm程度低い。
- 5) グブン堰下流の井戸水位は低く、塩分濃度は高い。特に井戸底部付近では濃度が高い。
- 6) 乾期を含めた調査をさらに実施した後でなければ断言できないが高い井戸水位は、塩分濃度を低下させていると考えられる。

## 第2章 基本計画

### 1. 主要河川の改修

#### (1) 洪水防御の基本方針

プランタス河流域の洪水は、いか程の量と言えども、インドネシア第二の都市スラバヤ市の中を流過させるべきではなく、出来得る限り、安全かつ、迅速に、海へ導くべきである。プランタス河調査団も、最近、ゲデグ水門、ムリリップ水門のいづれからもプランタス河の洪水をスラバヤ河へ分派しないことを決定した。この判断は我々と全く一致するもので、プランタス河洪水は、ポロン河を通じて、海へ排出すべきである。

しかしながら、スラバヤ河は、まだ、約600 km<sup>2</sup>に及ぶ自己流域を有している。マルモヨ一河は、本来、スラバヤ河の一支川であったが、今後は、スラバヤ河の幹線とすべきである。この流域からの洪水もやはり、スラバヤ市の中を流過させるべきでなく、ウオノクロモ河から、海へ排出すべきである。この意味で我々は、この河をスラバヤ/ウオノクロモ河と呼ぶ。

スラバヤ/ウオノクロモ河の流域は、グスンサリ堰地点で終る。しかし、スラバヤ市は、285 km<sup>2</sup>に及ぶ独自の流域を有している。この流域の降雨は、マス河を含む小河川で海へ排出すべきである。これがいわゆる都市排水である。

スラバヤ市の北東部には、海岸堤防があり、低平地を海水の浸入から守っている。ウジュンからウオノクロモ河まで延長17 kmのこの堤防を横断して、ベギリアン河を含むいくつかの都市排水路が海へ注いでいる。堤防と、その水門は、海水浸入防御同様内水排水の観点から、健全に維持されなければならない。

結局、問題は、洪水を制御することにより、あらゆる洪水をスラバヤ地域から遠ざけると言うことになる。

ポロン河の計画では、50年洪水が採用されているので、スラバヤ河の計画には、50年洪水以上を採用すべきである。しかしながら、本計画では、マルモヨ一河に対して20年洪水を、スラバヤ/ウオノクロモ河に対しては、50年洪水を採用した。第4部で述べた解析の結果、我々は、マルモヨ一河およびスラバヤ/ウオノクロモ河の計画流量配分を図-1、図-2の通り決定した。

スラバヤ市が、河川の50年脅威から守られるのなら、市はまた、海の50年脅威からも守られなければならない。従って、本計画では、海岸堤防の計画に対しても、50年を採用した。なお、海岸堤防の水門については、5年洪水が採用された。しかし、ウオノクロモ水門から、ウジュンに達するマス河の計画に際しては、その再改修の困難を考慮し、10年洪水を採用した。

#### (2) マルモヨ一河

マルモヨ一河は、流域面積がわずか320 km<sup>2</sup>の小さな河川であるが、常習的な湛水

Fig. 1 Design Discharge of the Marmojo River  
( 20-year flood )

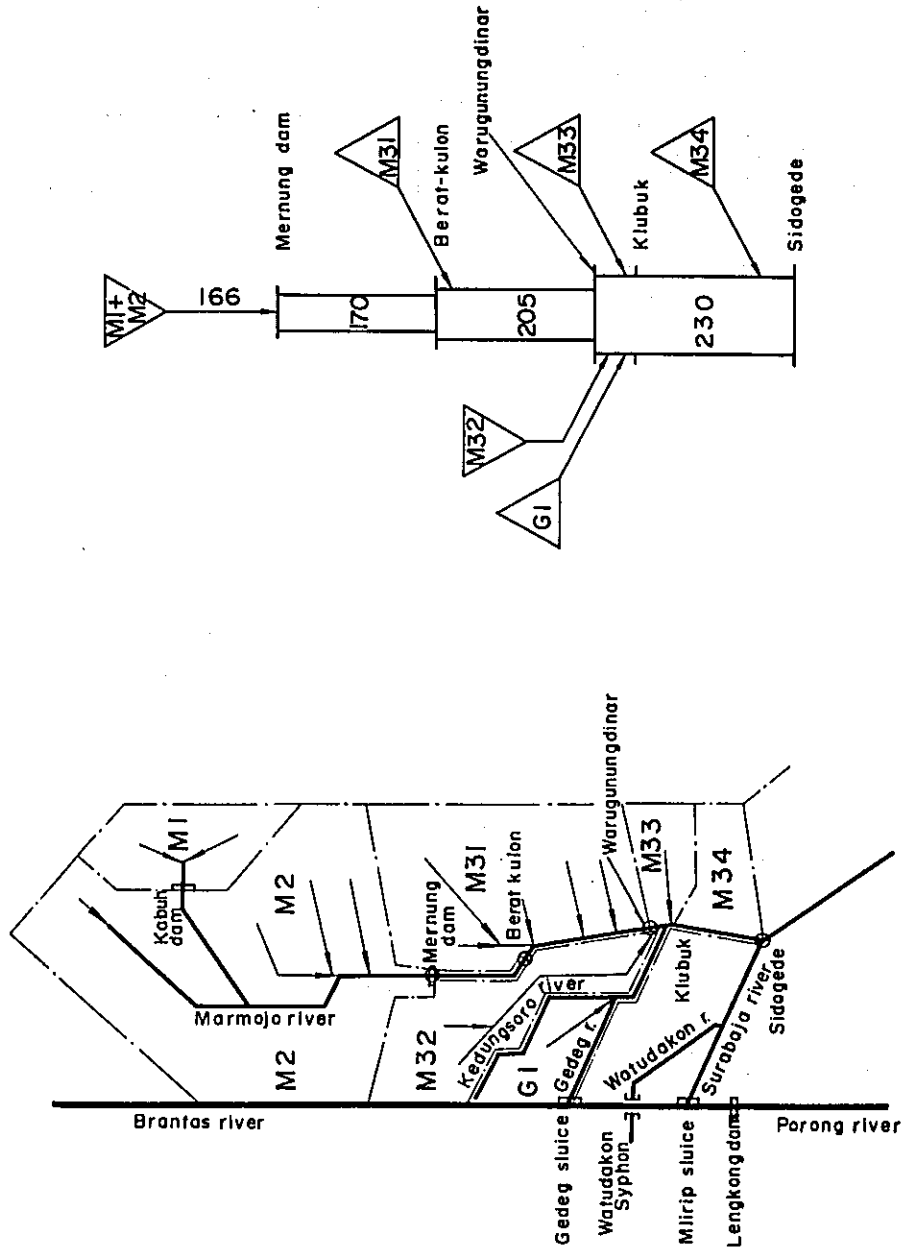
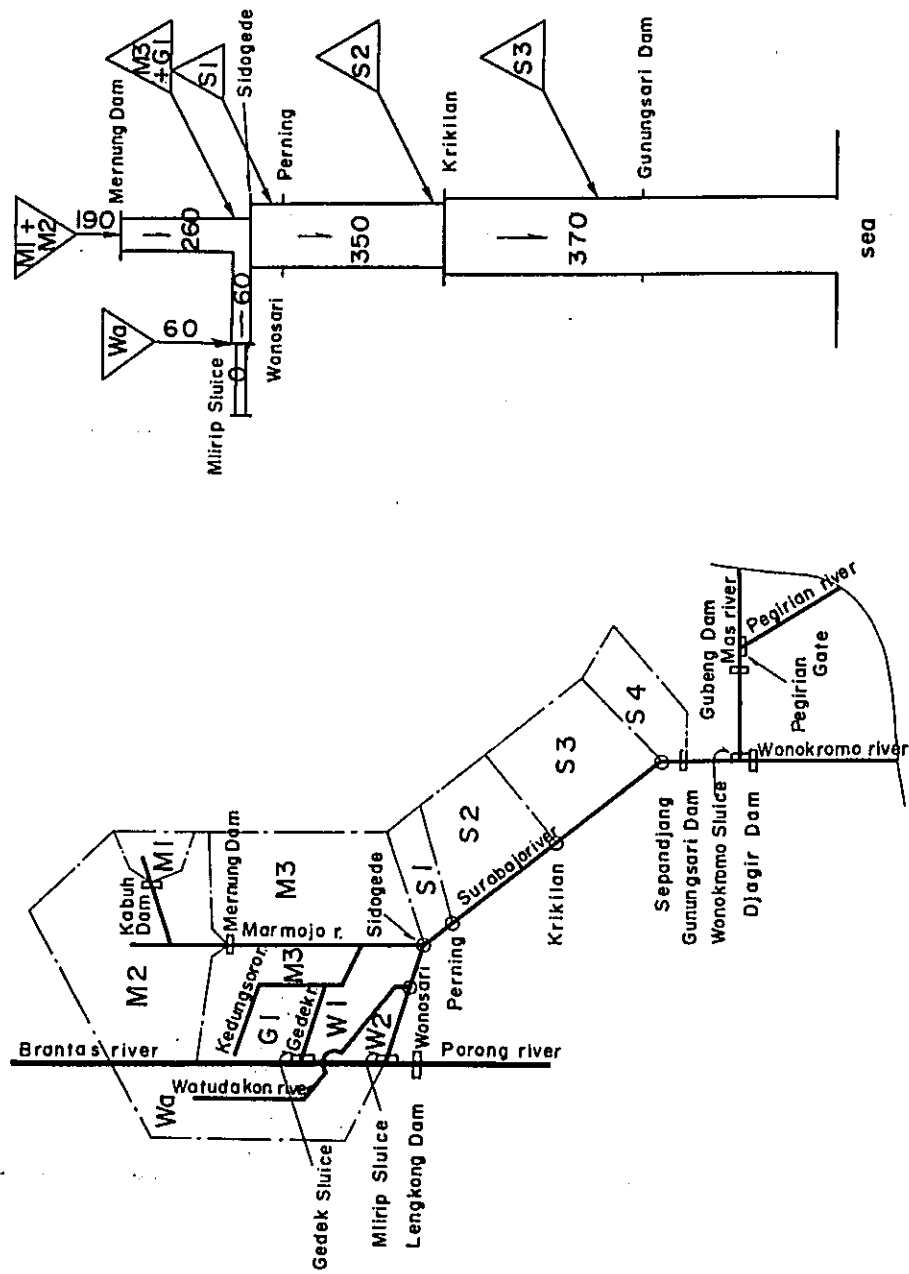


Fig.2 Design Discharge





を受け、その面積は、しばしば2000haを越え、時には1ヶ月以上も続く。しかし、ブラタス河の洪水のゲデグ河やスラバヤ河への分派を止める事のみによっても、マルモヨー河の流量が減少するばかりか、スラバヤ河とマルモヨー河の合流点水位が低下し、湛水被害は減少し、或は、少なくとも、湛水期間が、短縮されるであろうことは、明らかである。

しかしながら、マルモヨー河は、その継続期間が現在のそれよりも短縮されるであろうが、独自の流出を有している。従って、我々は、新マルモヨー河の規模での湛水防御のため、計画を作成し、その経済的可能性の検討をしなければならない。この計画の詳細については、第2部、第2章に記述する。

### (3) スラバヤ/ウオノクロモ河

後に述べるごとく、スラバヤ/ウオノクロモ河の現況疎通能力は、その全区間に亘って、ほぼ計画流量に見合っている。しかしながら、堤防の或る部分は、崩れ、またある部分は、堤防本体に達するところまで、浸食されているので、築堤、護岸の局部改良工事が必要である。

ムリリップ水門は、新レンコン堤に歩調をそろえて、動力化による改良をすべきである。水門本体は、新門扉のための部分改良を除き、現状のままで良い。閘門も新門扉のための部分改良を除き舟運に備え現状のままとする。

グモンサリ堰は、改新すべきである。ブラタス河洪水の分派を止めることにより、洪水期間が現在より、短縮され、新しい洪水波に対応して、安全、かつ出来得る限り、迅速に、水門を操作することが要求されるからである。この堰の閘門は、舟輸送を、この堰で、トラック輸送に切換えることが考えられているので廃止する。

ウオノクロモ水門は、かんがい、市その他の用水として10m<sup>3</sup>/s程度を通過させるだけで良く、現在のままとする。

閘門は、もう使用しない。

ジャギル堰は、飲料水の取水及び地下水への塩分浸入防止のため、ウオノクロモ水門同様、まだ、必要である。この堰は、スラバヤ河の洪水をグタンサリ堰と歩調をそろえて操作しなければならず、水門操作の動力化による改良をすべきである。

一方、堰本体はまだ、将来の使用に耐えられるし、その疎通能力も計画流水に見合うものであるから、現状のままで良い。

なお、水たたきや、取付護岸はすでに損傷しており、それらの修理が必要である。

以上述べた改修工事については、後に、詳述する。

### (4) マス河

スラバヤ河の洪水は常にウオノクロモ河へ流下されるが、マス河は、なお13.8km<sup>2</sup>の自己流域を有している。この意味で、マス河は都市地域の独立な主要排水路の一つと言

える。

遺憾ながら、河道幅は狭められ、特に、或区間は、不法占拠されている。このことは、主に、上流部で、河道の疎通能力を著しく、小さくしている。従って、マス河は、後に述べる計画流量に見合うよう拡幅され、次の段階で予想される二次的、三次的排水路の改良に備えるべきである。

マス河中流部に、カリボコル水路、ジブロカン水路に、かんがい用水を供給し、地下水への塩分浸入を防止していると思われるグブン堰がある。従って、現段階では、この堰は、必要であり現状のままとすべきである。

一方、都市部の排水は、堰により、堰上げられた河川水位のため、非常に困難な現状にある。従って、もし、堰を低くするか、移転するなどして、河川水位を低下できるなら、次のような長所が生ずる。つまり、

- 1) マス河周辺の都市域の自然排水が可能になる。
- 2) ウオノクロモ水門上流の水位が低下でき、このことは、より広域の都市地域排水を可能にするばかりでなく、稲作地2,870haを有するケドウルス河流域の排水をも可能にする。

しかしながら、この案は、同時にいくつかの短所がある。つまり、

- 1) 地下水への塩分浸入を可能にし、井戸水の使用に対して問題を生ずる恐れがある。
- 2) 飲料、かんがいその他の用水の取水に対する補償工事が必要となる。
- 3) 河の兩岸の住民に問題を与える恐れがある。

しかし、これらの問題点に対して、厳密な調査を実施するなら、これらの問題に対する適正な解答が、見出されると確信する。

## 2. 都市排水施設

### (1) スラバヤ市の主要排水路

#### 1) 主要排水区

スラバヤ市域には13の主要排水区があり、その内4排水区はマス河の西側にあり海に注いでいる。他の8排水区はマス河の東側にあり市の東海岸へ流下している。

#### 2) 改善策

##### I マス河

この河には3つのポンプ場があるが、これらの容量の検討、改造計画等は次期排水施設調査がおこなわれる時点でとり上げられるべきである。その場合、グブンとジャギールダムの水位を下げてもしよい場合にはこれらポンプ場は撤去することになるかも知れない。

##### II グレグス河とモロクレンバンガン湖

グレグス河はマス河に匹敵する規模の流域を有し、マス河の左の地区の排水を受け

もっている。しかし、現在グレグス河の流域にあるダルモ地区は将来マス河の改修に応じてマス河へ排水されることにならう。

モロクレンバンガン湖はグレグス河の末端に位置するが、これは当分洪水調整と現在非常に汚濁しているグレグス河の水を浄化する目的で残されるべきである。

洪水調整のための池容量を確保するため池をしゅんせつする必要がある。その場合、残土を周辺の土地の埋立てに利用すると有利であらう。池の末端にはマイターゲートが設備されているが老朽化しているので改造し、夜間照明設備や監視用通路なども同時に設備する必要がある。しかし、遠い将来にはいづれこの池は埋立てられ他の目的に利用されることになるだらう。

### Ⅲ ベギリアン河

本河は市の中心部を流れ、周辺の人口密集地域から多量の汚濁物質が流入し、広範囲にわたって悪臭を放っている。従って、完全に下水道が出来るまで段階的に次のような改善策を講じる必要がある。

#### (I) 第1期計画

さし当り稀釈水を注入し悪臭を和らげる。同時に、水路の堆積物を除去し、河川の断面を拡大し腐敗物の沈澱を防ぐ。

#### (Ⅱ) 第2期計画

将来下水量が増大した時点で、河沿いに遮集管を設け汚水の流入を防ぎ人家の無い下流地点で放流する。更に下水が増大した時には下水の未処理で放流すると色々支障が出て来るので適当な処理方法、たとえば、土地があれば酸化池などを設ける必要があらう。

### Ⅳ グヌングサリ丘陵地帯

当丘陵は地理的に便利なところにあり近年になって次第に住宅などに侵食されてきたため山岳部からの流出量が増大し、そのためにグヌングサリ運河の断面ではそれを排除することは不可能になり、沿岸地区に水害を及ぼすことが多くなった。これを防止するために、上流部分の一部区域の流下をカットし、断面の拡巾をおこない、更にできれば途中で一部雨水を隣接の他水路に放流する必要があらう。

### Ⅴ その他の水路

西部区域のカندانガン、パロングおよびシモ河については一部ショートカットなどを将来考える。一方、東部区域のタンバクウエデイ、ラランガン、カリサリ、カリダミ、ケブテイン、メドカン、ウオノレジヨ等についても同様に、ショートカットや堆積土砂の除去等をおこなうと共に、河口のゲート類の改造をおこなうべきである。ケドラス河については、水田の排水施設として利用されているので、グヌングサリダムの下流の水位を下げることでこれらの排水をよくすることが必要である。

## (2) 都市排水計画の一般原則

### 1) 計画に対する基本構想

本市の排水計画上注意しなければならない重要な点は次のとおりである。

- a. 計画区域が大きなこと、即ち、1990年度で29,200ha、1970年で5,300haである。
- b. 平坦な地域で平均の地表勾配は0.0002～0.0005である。
- c. 湿地帯や浅い水溜りなどが点在し、更にかなりの地域では未舗装で屋根などが少く、その為流出係数が低くなる。
- d. 地盤が低いので河川のかなりの部分が感潮し、その為マラリヤ伝播のある種の蚊の発生場所となっている。
- e. 排水路内での水浴。
- f. 水路内へのごみの投棄。

### 2) 短期の計画

僅かな資金で効果を発揮するために当初計画は次のことを十分配慮すべきである。

- a. ベギリアン河や、マス河などの堆積物を除去する。
- b. 現在水路で断面がせまいところを拡巾する。
- c. 障害物を除去し粗度係数を下げる。
- d. 蚊の発生を防ぐため水路の改修をおこなう。
- e. ベギリアン河の悪臭対策のため、マス河から十分な水をベギリアン河に注入する。
- f. 最も水害がひどかったり或は汚染されている地区を最初にとりあげるべきである。こうすることで今後の計画に対する色々の解決方法も得ることができよう。
- g. 出来れば滞水池をもうけてピーク流出量を下げる。
- h. 当初の投資を出来る丈低くすること。

本市に設ける排水施設の容量は最終段階におけるものより低めにおさえるべきであり、その後次第にふやしていくことになる。建設計画は出来る丈多くの受益者のいる地区を選ぶべきで、そうすることで少ない費用で大きな効果を上げることができよう。同時に、水質汚濁の問題も重要でありこの解決も緊急にとりあげる必要がある。従って、建設計画はこれらのことを十分に考慮して立案すべきである。当初の計画は財政上、様々な困難が予想されるので大変苦しいことになるだらうから、当初計画では設計とか一部の改善計画を比較的短期間に亘っておこなうべきであらう。

### 3) 施設計画の概要

施設は幹線水路、ポンプ場や雨水吐口等からなる。道路や家庭からの雨水は集水ますから枝線を通して幹線に流下する。この計画は恐らく数十年の長期に亘るだらう。その間幹線の建線と同時に現在施設の改善計画も必要に応じておこなっていく必要があらう。

排水区の区分は原則として自然勾配に従ってきめることになり、現存の13排水区域はそのまゝ将来の排水施設として利用することにならう。この区域図は第1章、図-3のとおりである。

#### 4) 雨水流出量

雨水流出量の計算は次の合理式によっておこなう。

$$Q = \frac{1}{360} C I A$$

但し、Q： 流出量  $m^3 / sec$

C： 流出係数

I： 平均降雨強度  $mm / hr$

A： 排水区域面積  $ha$

#### 5) 設計降雨確率年のとり方

一般的に用いられる降雨確率年は3, 5, 10年等があり、排水区域の重要性に応じて決められる。通常経済比較はおこなわず似たような状況の都市の例を参考に決めていくことが多い。次の基準で本施設計画をおこなう。

I) 住居地区、事務所や官庁区域軍事施設は3～5年

II) 商業地区やショッピング地区は10～20年

#### 6) 降雨の状況

当地方の雨はいわゆる「黒雲」とよばれる雲塊から降るもので、短期間に強い強度の雨を5～6km位の範囲内に注ぐ。この雲は風の方角にそって移動する。コロンボプランの専門家谷本氏の研究によると殆どこの雨は夕刻の3時から8時の間に集中している。都市排水施設計画に必要な降雨強度式は、自記記録計による1962年から1972年に至るデータを分析しトーマスプロット法による簡便法で夫々5, 10, 20, 25, 50, 100, 200年確率について求めると下記のとおりとなる。

5 年	$I = \frac{6,680}{t + 41}$
10	$I = \frac{8,800}{t + 50}$
20	$I = \frac{11,000}{t + 57}$
25	$I = \frac{11,700}{t + 59}$
50	$I = \frac{13,800}{t + 63}$
100	$I = \frac{15,700}{t + 66}$
200	$I = \frac{17,600}{t + 68}$

上記式は10年間の入手可能なデータによったものであり、データとしては決して十分なものではないので今後データが追加されたときには多少の変更はあり得ることに注意されたい。

#### 7) 流達時間

流達時間は、区域での最遠地点から計画地点に雨水が到達するに要する時間であり、流入時間と流下時間との和である。

流下時間は管の勾配、口径等の水理状況で決められるが、流入時間はカーベイによって次式で与えられる。

$$t = \frac{2}{3} \times 3.28 \times L \times \left( \frac{n}{\sqrt{s}} \right)^{0.467}$$

但し、 $t$  = 流入時間 (分)

$L$  = 最遠地点からの距離

$s$  = 平均地表勾配

$n$  = 粗度係数

今、 $s = 3\%$ 、 $n = 0.1$ とすると流入時間は8.3即ち約8分である。

#### 8) 流出係数

流出係数は用途地域別の基礎流出係数を基にして各排水区内の用途地域面積比を出して、夫々の基礎流出係数を掛けて平均係数を求めることになる。今、スラバヤ市全域の平均流出係数を1970年の市街地5,300haと1990年に予想される市域29,200haとについて求めると夫々0.381と0.354とになる。

#### 9) 水路の設計

大水路は梯形若しくは梯形の変形断面を、中水路には矩形をそして小水路にのみ円形管を用いる。用水路は煉瓦、コンクリートブロック或いは石張りで被覆することが望ましい。水路断面決定の基本は次のとおりである。

I) 最低流速 60 cm/sec

II) 最高流速 250 cm/sec

III) 上流より下流にむけて流過を漸増する。

IV) 最少土被りは90 cmとする。

V) 水路の流出量計算はマニング式で粗度係数はコンクリート管0.015、開渠0.025とする。

#### 10) ポンプ場の計画

ポンプ場の位置は、豪雨時に浸水などのためにポンプの運転ができないようなところは避けるべきである。ポンプ場には、バースクリーン、ポンプます、ポンプ及びその附

属品等一切の必要施設を設えるべきであり、すべて将来の拡張を考えて配置を計画する。ポンプ排水能力は十分に余裕をとるべきであるが、ポンプ能力の増強は流域の開発の進捗状況に応じて序々におこなり。

### 3. 公共下水道汚水施設計画

#### (1) 一般事項

水源を保護することは国民経済の正常な発展のために必要であり、水質汚濁は防止しなければならない。スラバヤ市においても、人口が増加して来るにつれて個人の便所や浄化そう或いはし尿の直接埋立てなどが汚濁に拍車をかけてきた。市内の特に人口密集地域においては水質汚濁が近年甚しく、市民から改善を望む声が起きている。然し、これらを完全に解決するには近代的な公共下水道による他はない。

一般的に、下水道建設には多大の努力とほり大な金が必要であるが、同時にそれによって得る利益も大きい。然し、下水道による利益はその殆んどが金銭に換算することは困難で、この時点ではB/C比を出すことは出来なかつたが、次の様な利益が期待できる。

- a. 生活の快適さと都市の根幹施設を持つことによる都市の威信の増大。
- b. 現在各家庭から排除されている汚水による河川の汚濁の除去。
- c. 湿地等を少なくすることによる蚊発生の阻止。
- d. 現在市民の寿命を短くしていると考えられる消化器系疾病の減少。
- e. 市内河川上に現存する水上便所等の撤去による臭気等の除去。
- f. 市内河川の臭気、外観の改善。
- g. マラリヤや胃腸炎等の発病を低下することによる治療費の減少。

#### (2) 排除方式の検討

スラバヤ市の公共下水道には分流式が採用されるべきである。それは次の理由による。

- a. 差し当っては排水施設を着手し、污水管はずっと後の段階で施工される予定であるので、合流式にして汚水の分までも長期間に亘って水路の断面をあけておくことは余分な先行投資が必要となり不経済である。
- b. 合理式では、雨天時に雨水と汚水の混合汚水は殆んどが雨水吐口から水路に放流されることになり河川に大量の汚物を流し水質汚濁が惹き起される。
- c. 合理式で吐出された下水には窒素や磷が含まれており農作物に悪影響を与える。
- d. 地域が平坦なため、ポンプ場が必要となるが、分流式では余分な雨水をポンプ揚水しなくてもよく経済的である。
- e. 合流式では現在の水路の相当部分がカバーされるか、又は、管にとりかえられることになり、伝統的な戸外での水浴、洗濯などが出来なくなる可能性がある。
- f. 通常合流式の方が分流式の雨水管にくらべると深くなり、掘さく等がむづかしくなり

工事費が割高となる。

g. 市内には、多少改善をするだけで使用可能な水路があり、これらを分流式の雨水路として利用することができよう。

### (3) 計画区域

下水道施設は1990年に予想される市街地のすべてを含むべきである。計画区域は幾つかの排水区に分割されるが、それらは河川道路等の障害物とか稜線等を境界にして決められよう。

### (4) 人口の推定

第4部で検討したように、スラバヤの人口は1970年に1,518,352人で、1990年には3,750,000人に増加することが予想されている。それらの人口は13の用途地域に配分されているが、下水道計画における計画人口はそれぞれの地域別人口密度を決めて求める。

### (5) 家庭下水

上水道の給水量を基準にし次のように決めた。

1人1日平均汚水量	200ℓ
1人1日最大汚水量	250ℓ
時間	400ℓ

### (6) 工業廃水

1992年度の工場廃水量は工業地域面積に対し $50\text{ m}^3/\text{ha}$ であり各排水区内の工業地域面積にこれを掛けて排水量を求める。

### (7) 地下水量

マンホールやジョイントから管内に流入する水の量は設計上見込まねばならない。本計画ではこれらの調査は実際上不可能であるので、一般的に最も広く用いられている方法として日平均量の20%程度の量を見込むものとする。

### (8) 計画下水量

計画下水量は普通下水、工業廃水と地下水量の合計となる。1992年度の計画下水量は第4部で記述するように、日平均で $1,132,000\text{ m}^3$ と予想される。

### (9) 下水管路断面の決定

下水管の容量は通常余裕をとって決められる。小口径管で30~40cm位までのものはピーク流量においても大体管径の半分位にまでしかならないのが普通である。大口径管即ち口径80cm若しくはそれ以上、についてはピーク時には50%水深若しくは70%水深になるように計画するのがよいと思われる。管の余裕は、単なる不確定流入量に対する安全以外に、本市のような高温地域では、下水中の有機物の分解により硫化水素が発生し、様々なトラブルの原因となるので、これを換気するために水面上に常に空間を残す必要があることも大きな理由である。



(10) 下水管施設に用いる材質

口径 2,000 mm 程度は円形の鉄筋コンクリート管を用いるのが便利であるが、その他の材料、すなわち煉瓦なども耐食性が強いし入手も容易であるので、利用を十分に考慮すべきである。

(11) 下水管路設計の基準

設計には次のことを原則とする。

- a. 最低流速 60 cm/s, 最高流速 250 cm/s。
- b. 管内流速は上流より下流にむけて漸増させる。
- c. 管の最少土被りは100 cmとする。
- d. 粗度係数は、ヒューム管には0.013, 現場打コンクリート管は0.015とする。
- e. 最大深さは7 mとする。

(12) マンホール

マンホールは合流点、勾配の変る地点、または将来の連結が考えられる箇所に設けられる。マンホールの中心間隔は連結する管の口径によって変える。

(13) 取付管

各家庭からの汚水は取付管を通して公共下水道に取付けられる。口径は15 cm以上とする。必要に応じて「ます」をとりつける。

(14) 下水処理施設

下水道の終末には下水処理施設を設備する必要がある。然し、現時点では、終末処理施設をどの程度に設備しなければならないか、という点については十分な解答は得られていない。技術的な設計段階に入るまえに、水質汚濁防止の問題に関して十分に検討して目標を定め、それに見合った処理方法を採用しなければならない。

従って、本報告書では処理施設の内容より本市の特性を考慮に入れた、経済的でしかも技術的にも満足できる、安価な処理方式について検討を行なった。

低価格処理方式の一つである酸化池は、十分な日光の供給があり気温の高い地域では広く使われてきた。この方式は財政的に余裕のない都市に対して次の2つの利点がある。即ち、

I) 建設には原則として労力と土地があればよい。

II) 普通の処理場に比べて安価である。

この現象は、モロクレンバンガン湖でも見られる。この湖には、グレグス河を通じて汚濁源が流入しているが、湖の自浄作用によって完全に浄化され清澄な水となって海に放流されている。但し、この酸化池にも欠点がある。それは、広大な敷地が要ることと操業中に発生する悪臭とである。今、池の許容表面負荷を50 kg/ha/dとし、1人1日当りのBOD負荷を30 g/dとすれば、池表面積1 ha当り1,600人分を受け持ち処理することができる。若し、1990年の時点で全市域の下水を池に頼るとすれば3,000 haの土地が必要となりこれは不可能である。従って、この方式は広い場所があり余り臭気な

どのトラブルが起きないところに限定すべきである。

従って、この方式は、あくまでも完全な下水処理施設建設迄の過渡的な方法として考えるべきであり、最終的な処理方式は、経済面と水質汚濁の両面から十分に考慮し決定されるべきである。

#### 4. 河の稀釈

##### (1) 臭気除去

ベギリアン河の沿岸では河川水の汚濁によって悪臭が広がり色々の問題をひきおこしている。これらの解決は完全下水道による外はないが、それまでの暫定措置として効果的な方法もある。その中でも清水での稀釈は経済的で安定した方法といえよう。勿論、稀釈される水の水質により、稀釈の倍率は大きくことなるので、ベギリアンに注入する清水の適当な比率を決めて経済的におこなうために、現地で実際に混合して臭気がどの程度に下がるかを実験した。その結果、最少限5倍以上にすればほぼ臭気を感じなくなることがわかった。

##### (2) 掃流速度

河の稀釈によるもう一つの利点は、河水がエアレーションされることにより自浄作用の増加が期待できることと、流速の増加により沈澱物を掃流することができることなどであり、45 cm/s程度の流速を確保すればこの効果を発揮することができよう。

##### (3) ベギリアン河

ベギリアン河には汚物が堆積しこれが腐敗して悪臭を放っているが、これを除くために約5倍の水をマス河より注入する。それに要するきしやく水の量は現時点では、第4部で検討しているように14,800 m<sup>3</sup> / d (0.17 m<sup>3</sup> / s)になる。

#### 5. 海岸堤防及び水門の改修

全長約17 kmの海岸堤防のうち、約3.6 kmの区間だけが直接海に面している。この3.6 kmのうち二箇所計1.16 kmの区間が他の部分に比較して、0.5 m程度天端高が低く、そのうえ、激しく、波におそわれている。これら二箇所は、非常に荒廃しており、堤防本体は度重なる越波により、浸食されて来た。従って、内陸を守るため、これらの箇所を改修すべきである。

一方、ほとんどすべてのフラップゲートは海水の腐食を受け動かないので、海水浸入防止と内水排水のため、改新し動力化すべきである。

#### 6. 灌漑系統の改良

##### 1. 総論

1920年において東部ジャワの全人口は26,991,782であり、年増加人口は、

660,995であり、人口に対する食糧の供給は充分であったと評価されている。1970年における1人当りの食糧供給は150.21kg/年(炭水化物の米換算値)に達した。これを1970年の国家目標値(149.5kg)に比べると、充分な数字であることがわかる。

この充分な食糧の供給はピマス、インマス計画の努力によって支えられているものとみられる。本計画の導入地域は東部ジャワ全米作面積の1192,531haのうち、367,066haおよび150,000haに達した。水稻の全生産量は4,387,911ton(乾燥穂重量)でそのうちピマス、インマス計画は19.5%を占めている。

これらの米生産に支えられて東部ジャワでは、250,000tonのとうもろこしの輸出が可能になった。

このように東部ジャワの農業生産状況は良好に推移している。スラバヤ市の灌漑地域は、過去においても農業生産面に重要な役割を果たして来たしまた将来も果たしてゆくであろう。

現在灌漑地の95%が、雨期稲が作付けされているが乾期では25%が水稻(灌漑用水が保障されている)であり残りの25%は用水の供給が保障されていないにもかかわらず乾期中の降雨を期待して水稻を栽培している。このように、農民の米作意欲はすこぶる強い。裏作物としては、とうもろこし、ピーナツ、唐がらし、青野菜が年間をとおして約1%の土地に栽培されている。

スラバヤ市の経済発展につれて、人口の流入、集中現象が今後も続くであろう。農業も勢い多様化してくるであろうし、農民の都市機関への雇用の機会も増加するであろう。スラバヤ市の農業は都市近郊農業の様相を呈してくるようになり、蔬菜類、果樹、その他の作物、花き、草類、観葉作物等の都市で消費されるであろう換金作物の栽培が喜ばれるようになるだろう。

都市周辺地帯では乳牛飼養が発展することになるかも知れない。

現在灌漑地域はだんだん都市地域として開発されてゆくであろう。住居、工場、官公庁建物等の敷地として、比較的高標高部の土地からまた都市中心に近いところから、つぶれてゆくであろう。結果としてスラバヤ市の農業の中心は高標高部から低標高部へまた灌漑排水系統が充分整備されていない地域に移行してゆかざるを得ない。

このような趨勢は灌漑は灌漑水路系統および支配地域にも、いろいろな問題を提起するであろう。土地の用途転換は、各灌漑系統の取水地点に近い所から進行している。これらの土地に割当られていた灌漑用水は、都市の用水に転換することは出来るであろうが、しかし下流部農業地域は依然として残されてゆくののでそれらに必要な灌漑用水をこれら周辺農地に供給しつづける必要があり、このため幹線水路は廃用することは出来ない。

幹線水路の上流域の開発地域からの下水、廃物、堆積物等が年々容易に灌漑用水を汚染しつづけている。これを防ぐための、対策が都市開発の際考慮に入れられるべきである。

スラバヤ市における灌漑農地の減少傾向は第3部第2章で述べたとおりである。20年後のスラバヤ市の灌漑農地面積は5,700ha～6,400ha程度となる。

それ故現存灌漑システムの修復工事は依然として重要であり、また地域の農業生産を維持或は増加させるために熱心に遂行されねばならない。

今後更に利水受益者間における水の配分は、都市の発展と共に一層厳しくなってくるであろうから、量水装置の修繕や再配分或は新設や、水の諸損失に対する防塞工事が要求されることとなる。これらに関連して次の手段が考慮されるべきである。

- a. 各灌漑ブロックの取水構造物の修復又は改良（量水装置も含む）
- b. 幹線水路2次3次支線水路等の通水能力の修復
- c. 土地利用の変更に伴い、各灌漑ブロックにおけるチェック或は分土工の再整備
- d. 特に都市周辺部において農地の区画整理
- e. 都市排水に関連して農地排水システムの改良

## 2. グヌンサリ水路

現況の項で説明したとおりグヌンサリ川水路は取水後グヌンサリ丘陵のふもとを約2.1km迂回して1,293haの水田を灌漑している。そして丘陵部からの排水をすべてキャッチして、三つの主要排水路に水路余水吐から排水している。

灌漑用水を有効に供給し又豪雨を適時排水するためには水路の機能を用水と排水とに分離させるべきである。それ故次の計画を将来調査研究されることが望ましい。

- a. 取水地点とシモ排水路までの区間は、灌漑水路はパイプライン又は暗渠構造とし、その路線は現況水路の右岸堤防中心線と同じとすること。そして現況水路底及び左岸堤防は丘陵部からの流出に見合うよう拡大すること。
- b. 丘陵部の排水路はすべて灌漑水路と合流させず立体交差構造とすること。

## 3. グブン灌漑系統

グブン灌漑系統にはカリボコール灌漑ブロックとジェプロカン灌漑ブロックがある。グブンダムは約70年前に建設されたもので、水位の調節と上記2地区の用水の供給に貢献して来た。しかし、水路の機能は低下し土砂の堆積が甚しい。幹線水路は都市の中心地を貫通しているので、市街地からの廃液物によって極度に汚染されている。この灌漑ブロックにおいては農地の転用が盛んになって来ており、特に高標高部において顕著である。

都市排水の観点からみてグブンダムは取り払うことが最も望ましいことである。しかし関係低標高部には農地がとり残されているので、灌漑用水の供給をとり止めるわけにはいかない。そこでこれら将来の要求に応える案として次に示すような新灌漑水路を建設する計画を考えた。次段階で調査研究を進めることが望ましい。

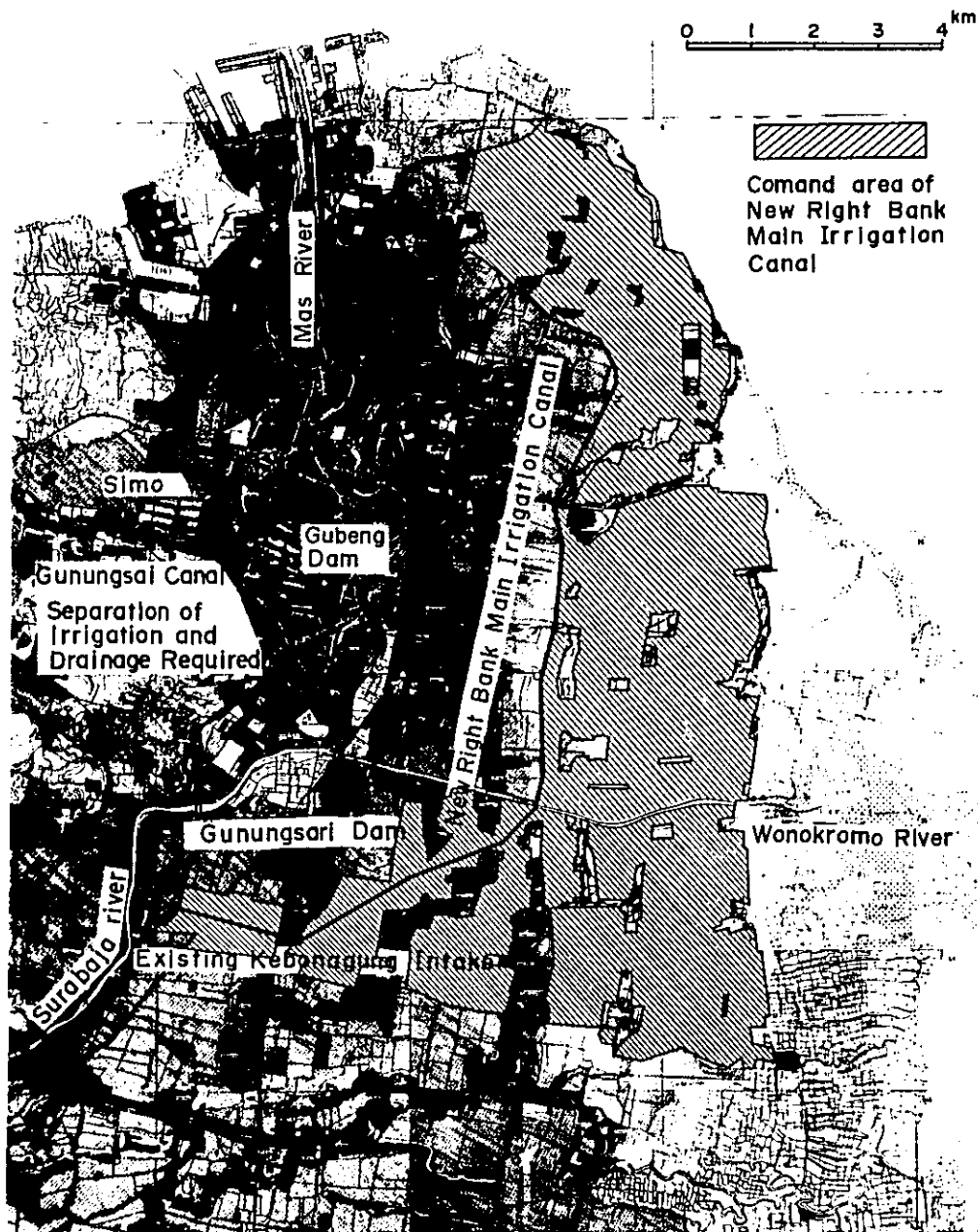
### 新灌漑水路計画

- a. グブン灌漑系統は廃止し、グヌンサリ灌漑系統に編入する。このため、グヌン

サリダムからの新幹線水路を建設する。

- b. 現存するケボナグン取水口を将来の新幹線水路として利用し、スラバヤ河の水を現況グブン灌漑系統に供給する。
- c. 新幹線水路の路線は図面に示すように、取水後ケボナグン水路及びパンジャンジイウォ水路を拡張して利用する。新設水路における主要構造物はサイホン7ヶ所、分水工6ヶ所であり又幹線水路の総延長は17 km支配面積(重力灌漑としての)3,925 haである。現況のジェブロカン、カリボコール、ケボナグン各灌漑ブロックの合計4,488 haに比べると563 haの減である。この563 haは高標高部に属しているため近い将来農地転用の可能性が非常に強い。
- d. 取水地点と流末地点間に必要とする総落差を概算すると4.5 mとなるので、流末地点の標高0.50 mから考えて取水地点の取水水位は5.00 m(SHVP)あればよいことになる。現況グヌングサリダムの水位調節記録から考えると、この水位は将来においても充分保持されるものと考えられる。
- e. これに要する総事業費はおよそ1,210百万ルピーと見積られる。1US\$=415ルピーとすると、ha当り737US\$となり、これを年利子率3%、4%、5%、6%として年経費に換算するとha当り29、34、40、47US\$となる。もし将来の経済調査の結果プラントス灌漑修復事業で見積られた便益ha当り50US\$以上が期待出来るならば、この新水路建設案は充分経済性を持つことになる。なお、本水路を多目的水路として計画する時は関連便益として生活用水、工業用水の便益を更に加えることが出来るので、本事業はますます有利なものとなる。

Fig. 3 Route Map of New Right Bank Main Irrigation Canal



第 2 部

スラバヤ河改修計画事業

## 第1章 事業の範囲

調査団は、インドネシアにおける調査終了後、日本への帰国に当って、此の調査計画の範囲に関し、水資源開発局長の同意の下に、下記のとおり結論を、中間報告書として水資源開発局長に提出した。

- a. マルモヨ河改修計画調査は、この調査作業の範囲の中に含まれる。又この調査団は、この「Terms of Reference」の中に記述されている「hinterland」の解釈の中に、ブラントス河の洪水のスラバヤ河への流量配分を検討中である。ブラントス河調査団に協力すると云う事を、両者は確認する。
- b. ダムや水門等の重要な施設をもった、スラバヤ河とウオノクロモ河は、この調査作業の範囲に含まれる。
- c. マス河は、スラバヤ市の下水排水機構に関する次の調査段階で検討されるものとする。スラバヤ河の洪水は、ウオノクロモ水門からマス河へ流入させるべきでなく、マス河は、スラバヤ市の下水排水機構の中の主幹線排水路であるとの考え方を採用するものとする。
- d. ポンプ場の能力が強化されたが、市街地部内の氾濫は、2次及び3次排水路の復旧又は改修が行われないうえ、氾濫を減らすことは出来ない。ポンプ場と排水路との間には極端な不均衡がある。ポンプ場の復旧又は改良は、スラバヤ市の下水排水機構に関する次の調査段階で、一緒に検討されるべきである。
- e. グヌンサリ水路の流過能力は  $3.5 \text{ m}^3 / \text{s}$  以下であり、従ってグヌンサリ丘陵からの流出洪水を受入れることは、甚だ困難な事である。グヌンサリ水路の復旧又は改修は、次の下水排水機構と灌漑復旧の調査段階で、一緒に検討されるべきである。それは丘陵地からの洪水流出量を、灌漑機構と切離して考えることは出来ないからである。従ってこの問題は、市街地の下水排水機構と灌漑機構に関する総合調査から、独立して解決出来ないものである。
- f. 現在の灌漑機構の復旧又は改修に関連して、調査団は、ジュプロカンとカリボコロ両水路の取水を上流グヌンサリダムへ移し、両水路の灌漑用としての水質の改善と、又市街地の排水を良くするために、グブンダムを切下げて、その上流側水位を低下させることが望ましいとする考え方を提案した。

更に又、農地の主要排水路の問題は、市街地の下水排水機構と灌漑機構に関する次の調査の段階で、検討されるべきである。それは農地の主要排水路が現在市街地の排水路として使用されており、更にスラバヤ市の「都市計画チーム」の計画では、市街地が年々拡大して農地が減少し、1990年には農地が無くなると推定しているように、市街地の下水排水機構と分離して解決出来ないからである。

- g. 調査団は、ジャツキルダム上流の常時水位を低下させることによる便益を提唱した。しかしこの考え方は、市街地の下水排水機構及び灌漑機構に関する次の調査段階で検討する



ことが望ましいとしている。

- h. 海岸堤防は、本来海水の侵入による脅威から市街地を守るために建設されたものである。がしかし現在の海岸堤防の状況は、たびたびの海水の溢流のために危険な状態であり、堤防自体も荒廃している。又極端に荒廃したフラップゲートを備えた現在の海岸堤防の、このような危険な状態から考えて、海岸堤防の復旧は、今回の調査作業の範囲に含める必要がある。
- i. モロクレムバンガンプズムの復旧は、海水の侵入による脅威を考えると、少なくともプズムの流出口にある、マイターゲートの復旧を、今回の調査作業の範囲に含めるべきである。
- j. 水需要の検討は、今回の調査作業の範囲に含めるものとする。

上記の結論に従って、調査団は今回の計画に関する経済性の検討の範囲として、次の改修工事を採択した。

- a. マルモヨ河の改修工事
- b. スラバヤ・ウオノクロモ河の改修工事
- c. マス河の改修工事
- d. モロクレムバンガンプズムの改修工事
- e. 海岸堤防の改修工事

都市用水、工業用水、灌漑用水、河川浄化用水としての水需要の検討は、第3部で詳述する。

## 第 2 章 マルモヨ河

### 1. 改修方針

マルモヨ河の改良の方針は以下のとおりである。

#### (1) 河道の流過能力

現況河道の流過能力は、図 1 に示すとおりであり、河川全川に亘ってその能力は小さい。特にゲデック河の合流点より下流の河積が狭く、洪水位を高めており、合流点附近の堤防欠壊の危険が考えられる。

#### (2) ゲデック河合流点より上流のマルモヨ河

第 4 部に示すように、ゲデック水門より分流されるプランタス河の洪水がなくなれば、ゲデック河合流点より上流のマルモヨ河における、10 日以上に亘っていた洪水氾濫は、僅か数時間の氾濫となり、それによる被害額も大きく減少される。しかしこの短期間の氾濫を防止する為の河川改修工事は、莫大な工事費が必要であり、前記の第 4 部に示される如く経済的に成立しない。

したがってこの流域の改修工事は採用せずに、現況のままとする。

#### (3) ゲデック河合流点より下流部の河道堀削

第 4 部で説明しているように、河道の堀削は、洪水による堤防の溢流又は欠壊を防止し、同時に合流点より上流の氾濫の軽減に大きな効果をもたらす事になり、その工事は経済的にも充分成立する。

P. 0 から P. 70 までの河道堀削と、P. 0 から P. 15 までの築堤を計画し、又堤防の余裕高は 0.8 m とする。

#### (4) 計画高水流量と高水位

第 1 部第 2 章に述べられた計画高水流量に対するマルモヨ河の高水位は、図 2 のとおりであり、ゲデック河合流点の水位が低下して、上流部の氾濫の減少にも良好な影響を与えることとなる。

#### (5) 護岸及びその他の工事

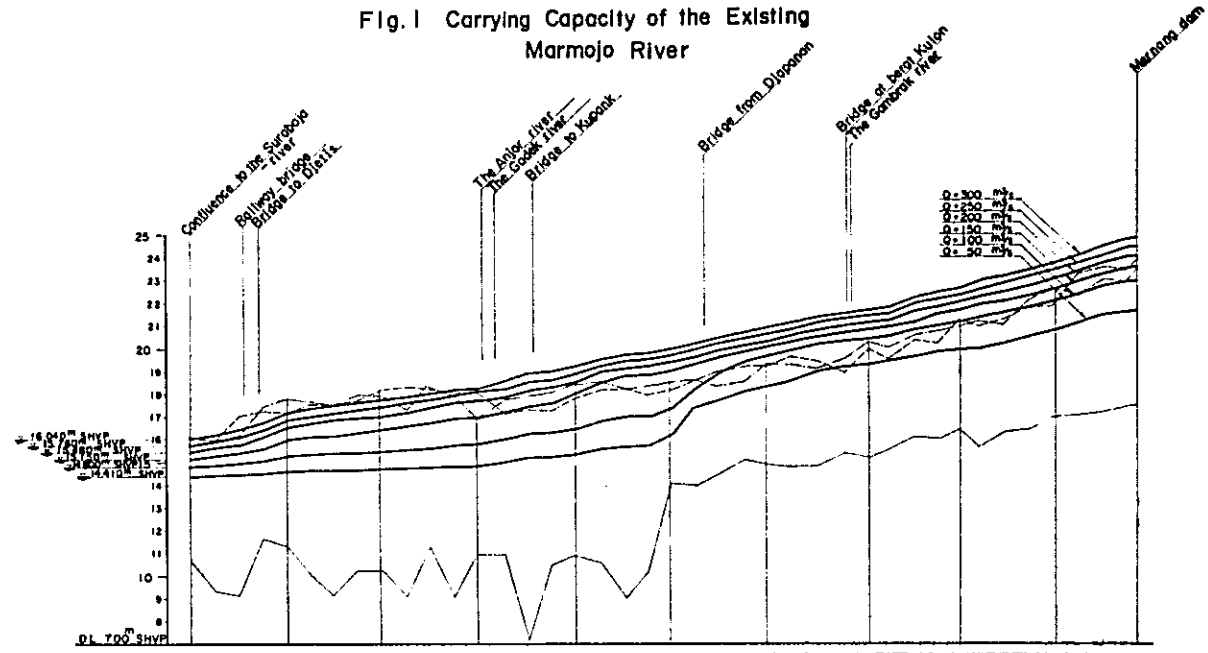
P. 0 と P. 70 の間の、河岸の崩壊によって堤防本堤が危険な状態となっている幾つかの箇所に、護岸工事を施工する。更に樋管又は橋梁の基礎補強の為の応急工事の必要が考えられるので、或程度の修繕工事を考慮する。

### 2. 建設工事

#### (1) 工事量

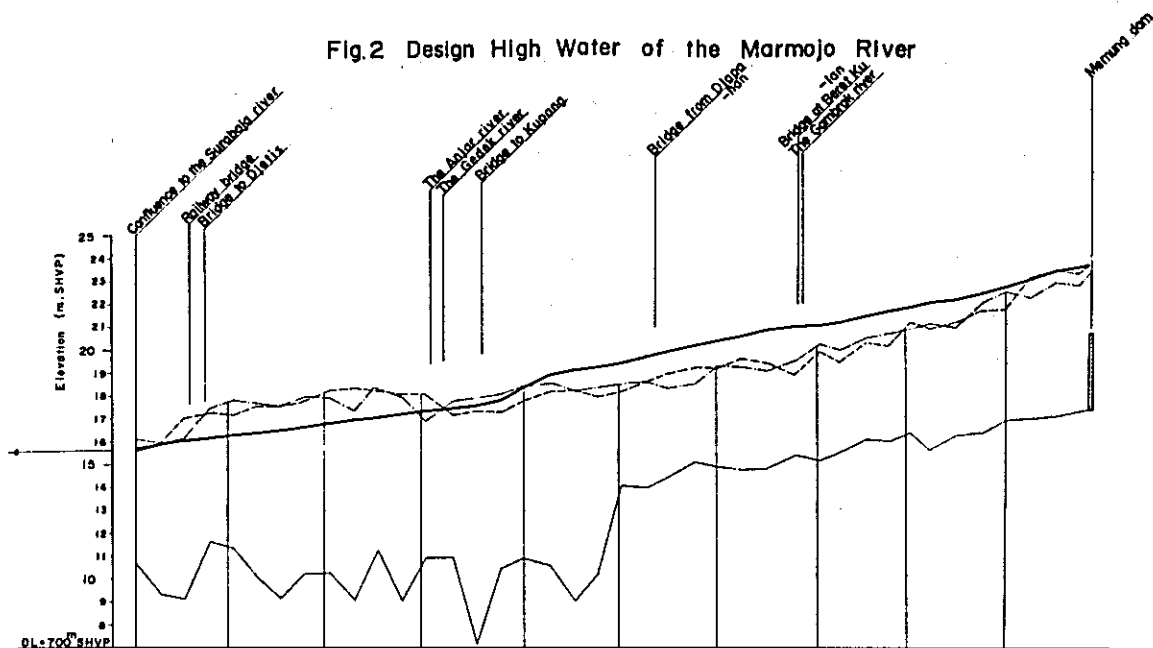
a 堀削土量	3 2 0, 0 0 0 m <sup>3</sup>
b 築堤土量	1 5, 0 0 0 m <sup>3</sup>
c 護岸延長	1, 0 0 0 m

Fig.1 Carrying Capacity of the Existing Marmajo River



Section number	Distance (m)	Elevation of river bed (m SHVP)	Elevation of bank (right m SHVP)	Water level (m)					
				Discharge 300 m³/s	Discharge 250 m³/s	Discharge 200 m³/s	Discharge 150 m³/s		
0	0	16.10	18.14	14.410	14.802	15.190	15.480	15.760	16.040
5	5	15.95	17.95	14.300	14.682	15.070	15.360	15.650	15.940
10	10	15.80	17.80	14.200	14.580	14.970	15.260	15.550	15.840
15	15	15.65	17.65	14.100	14.480	14.870	15.160	15.450	15.740
20	20	15.50	17.50	14.000	14.380	14.770	15.060	15.350	15.640
25	25	15.35	17.35	13.900	14.280	14.670	14.960	15.250	15.540
30	30	15.20	17.20	13.800	14.180	14.570	14.860	15.150	15.440
35	35	15.05	17.05	13.700	14.080	14.470	14.760	15.050	15.340
40	40	14.90	16.90	13.600	13.980	14.370	14.660	14.950	15.240
45	45	14.75	16.75	13.500	13.880	14.270	14.560	14.850	15.140
50	50	14.60	16.60	13.400	13.780	14.170	14.460	14.750	15.040
55	55	14.45	16.45	13.300	13.680	14.070	14.360	14.650	14.940
60	60	14.30	16.30	13.200	13.580	13.970	14.260	14.550	14.840
65	65	14.15	16.15	13.100	13.480	13.870	14.160	14.450	14.740
70	70	14.00	16.00	13.000	13.380	13.770	14.060	14.350	14.640
75	75	13.85	15.85	12.900	13.280	13.670	13.960	14.250	14.540
80	80	13.70	15.70	12.800	13.180	13.570	13.860	14.150	14.440
85	85	13.55	15.55	12.700	13.080	13.470	13.760	14.050	14.340
90	90	13.40	15.40	12.600	12.980	13.370	13.660	13.950	14.240
95	95	13.25	15.25	12.500	12.880	13.270	13.560	13.850	14.140
100	100	13.10	15.10	12.400	12.780	13.170	13.460	13.750	14.040
105	105	12.95	14.95	12.300	12.680	13.070	13.360	13.650	13.940
110	110	12.80	14.80	12.200	12.580	12.970	13.260	13.550	13.840
115	115	12.65	14.65	12.100	12.480	12.870	13.160	13.450	13.740
120	120	12.50	14.50	12.000	12.380	12.770	13.060	13.350	13.640
125	125	12.35	14.35	11.900	12.280	12.670	12.960	13.250	13.540
130	130	12.20	14.20	11.800	12.180	12.570	12.860	13.150	13.440
135	135	12.05	14.05	11.700	12.080	12.470	12.760	13.050	13.340
140	140	11.90	13.90	11.600	11.980	12.370	12.660	12.950	13.240
145	145	11.75	13.75	11.500	11.880	12.270	12.560	12.850	13.140
150	150	11.60	13.60	11.400	11.780	12.170	12.460	12.750	13.040
155	155	11.45	13.45	11.300	11.680	12.070	12.360	12.650	12.940
160	160	11.30	13.30	11.200	11.580	11.970	12.260	12.550	12.840
165	165	11.15	13.15	11.100	11.480	11.870	12.160	12.450	12.740
170	170	11.00	13.00	11.000	11.380	11.770	12.060	12.350	12.640
175	175	10.85	12.85	10.900	11.280	11.670	11.960	12.250	12.540
180	180	10.70	12.70	10.800	11.180	11.570	11.860	12.150	12.440
185	185	10.55	12.55	10.700	11.080	11.470	11.760	12.050	12.340
187	187	10.40	12.40	10.600	10.980	11.370	11.660	11.950	12.240

Fig.2 Design High Water of the Marmajo River



DL-700 SHVP

Section number	Elevation of existing river bed (m. SHVP)		Elevation of top of SHVP		Design water level (m. SHVP)	Design discharge (m <sup>3</sup> /s)	Coefficient of roughness
	left	right	left	right			
0	00	0	10	10	16.10	18.83	
5	5285	0258	9.31	15.95	15.95	18.86	
10	5217	0200	9.11	17.02	16.17	18.96	
15	5279	0378	11.84	17.26	17.46	18.17	
20	5003	2070	11.35	17.19	17.69	18.40	
25	4941	2349	10.05	17.35	17.83	18.98	
30	5171	3086	9.15	17.54	17.56	18.73	
35	5033	3382	10.24	17.76	17.94	18.87	
40	5179	409	10.26	18.22	17.82	17.04	
45	5245	4634	9.09	18.31	18.37	17.20	
50	5034	3139	11.29	18.24	18.96	17.40	
55	5034	3641	9.04	18.04	17.85	17.84	
60	5093	600	10.82	18.09	18.32	17.78	
65	5743	6725	10.91	17.17	17.79	17.87	
70	5014	2223	7.17	2.32	17.94	18.04	
75	5105	7741	10.07	17.30	18.08	18.14	
80	5144	6203	10.90	17.70	18.41	18.33	
85	5238	878	10.39	18.24	18.34	18.02	
90	5314	8302	9.09	18.24	18.23	18.23	
95	4961	9799	10.77	17.97	18.36	18.50	
100	4973	10207	14.09	18.20	18.55	19.44	
105	5071	10794	13.99	18.63	18.83	19.70	
110	4998	11280	14.46	19.01	19.37	19.82	
115	5608	8844	13.11	19.23	18.53	20.20	
120	4981	12340	14.90	19.22	19.33	20.47	
125	5002	12844	14.77	19.64	19.30	20.64	
130	5160	13360	14.62	19.45	19.11	20.84	
135	5160	13896	15.44	18.40	19.36	21.03	
140	5043	1444	15.21	19.97	20.27	21.13	
145	4853	14916	15.51	19.50	20.03	21.40	
150	5263	15443	16.11	20.35	20.37	21.68	
155	5091	15894	16.02	20.22	20.77	21.72	
160	4171	16366	16.41	21.30	20.97	21.90	
165	4483	16837	15.62	20.98	21.48	22.74	
170	3612	17366	16.23	21.73	21.02	22.17	
175	3383	17897	16.40	21.79	22.11	22.44	
180	5077	18440	16.97	21.03	22.26	22.81	
185	5063	18911	17.02	23.25	22.34	23.14	
190	5177	19444	17.18	23.33	23.00	23.60	
195	4918	19983	17.26	23.42	22.91	23.74	
197	2031	20566	17.67	23.80	23.42	23.81	

d 用地面積	152,500 m <sup>2</sup>
e 附帯工事	1 式

(2) 施工

工事期間は2年間とし、掘削は夫々64 m<sup>3</sup> / hr の掘削能力をもった1台のバックホーと2台のドラグラインからなる掘削機械で行われる。若し施工が1日6時間、1ヶ月23日、年間10ヶ月の割合で実施され、又効率を70%とすれば、年間の掘削土量は次のとおりである。

$$E = 64 \times 0.7 \times 6 \times 23 \times 10 \times 3 = 185,472 \text{ m}^3 / \text{yr} > 160,000 \text{ m}^3$$

掘削土量の半分は人力により運搬され、残りの半分の土量を6 ton ダンプトラック10台で運搬されるものとする。若しトラックが1回3.7 m<sup>3</sup> で、運搬距離3 kmを1日12往復するとすれば、効率80%とした年間の運搬土量は次のとおりである。

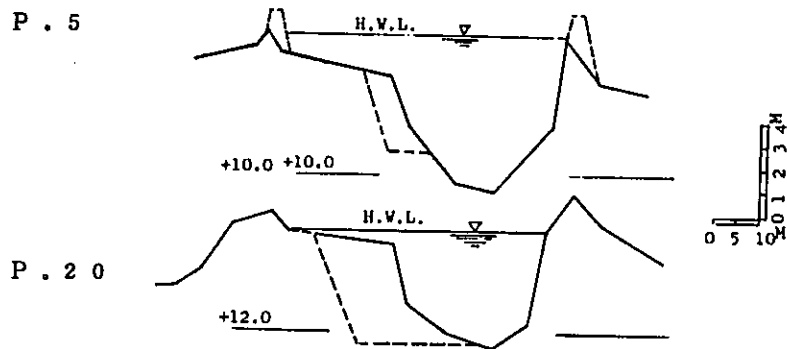
$$T = 3.7 \times 0.8 \times 12 \times 23 \times 10 \times 10 = 81,696 \text{ m}^3 / \text{yr} > 80,000 \text{ m}^3$$

従って、この機械を使用して、この工事は2年間で完成させることが出来る。掘削土の捨場用地は、全掘削土量から築堤土量を差引いた土量を、2 mの高さに盛上げるものとして計算した面積とした。

護岸及びその他の工事は、人力によって行われ、一般の小規模機械を使用するものとして、特別な機械の使用は考慮しなかった。

(3) 代表断面

計画の代表断面は次のとおりである。



### 第3章 スラバヤーウオノクロモ河

#### 1. 改修方針

スラバヤーウオノクロモ河の改良の方針は以下のとおりである。

##### (1) 河道の流過能力

現況河道の流過能力は、図1のとおりであり、第1部第2章第1項に述べられた計画高水流量に対する、河道の水位は、図2のとおりである。この図によれば、河道の流過能力は、全川に亘って充分である。

##### (2) 築堤と護岸

堤防の高さが不足する局所的な部分は、嵩上げ腹付によって補強する。このような築堤補強の全延長は10,000mである。又局所的に河岸が洗掘され、堤防本体が欠壊の恐れのある部分には護岸を施工する。このような護岸工事の総延長は1,000mである。

##### (3) ムリリップ水門の改良工事

水門の本体はそのままとし、流入口の角落を鋼製ゲートに改造すると共に、動力巻上げに改良する。又門門のマイターゲートを取替え、動力によって操作が出来るように改良する。

##### (4) グヌンサリダムの改良工事

現在のダム地点の直下流の地点に新しく建設する。この新グヌンサリダムには、動力操作の出来る鋼製ゲートを設置するが、閘門は設置しない。又新ダムの下流に河川の流れに沿った290mの取付護岸を施工する。

新グヌンサリダムの上流側の水位は、将来における灌漑用取水に支障のないように、SHVP+5.0mとする。

##### (5) ジャギルダムの改良工事

ダムの本体はそのままとするが、ゲートのスキンプレートを改良し、手動巻上げを動力巻上げに改善する。

又損傷しているエブロンと約260mの取付護岸を補修する。

##### (6) ウオノクロモ水門

この水門の改良は、現在調査中の地下水の検討結果によって、マス河に在るグブンダムの改良と一緒に処理する必要がある、次の市街地排水機構計画の段階で夫々検討されるべきである。

#### 2. 建設工事

##### (1) 工事量

a. 築堤延長	10,000m
b. 護岸延長	1,290m

c. ムリリップ水門の改良工事 1式

準備工，仮設工，戸当りの改良工事，門柱工事，ゲート及び巻上機工事，雑工事及び材料，

d. グヌンサリダムの改良工事

準備工，仮設工，基礎及び止水工事，本土工，コンクリート護岸工事，護床工，管理橋工，土工，ゲート及び巻上機工，雑工事及び材料

e. ジャッギルダムの改良工事

準備工，仮設工，コンクリート護床工，コンクリートブロック及び捨石工，護岸工，ゲートスキンプレート張替及び巻上げ装置工，雑工事及び材料

(2) 施 工

工事期間は，築堤と護岸工事として3年，ムリリップ水門とジャッギルダムの工事に夫々1年づつ，そしてグヌンサリダムの工事として3年とする。1台のバックホーと1台のドラグラインが築堤用として用いられ，築堤土量は，近くの高水敷を堀削して利用する。ムリリップ水門とグヌンサリダム及びジャッギルダムの工事は，図3～7に示されるとおりであり，これらの工事は，後述の機械明細書の中の各種機械を適当に使用して，施工するものとする。

Fig.1 Carrying Capacity of the Existing Surabaya / Wonokromo River

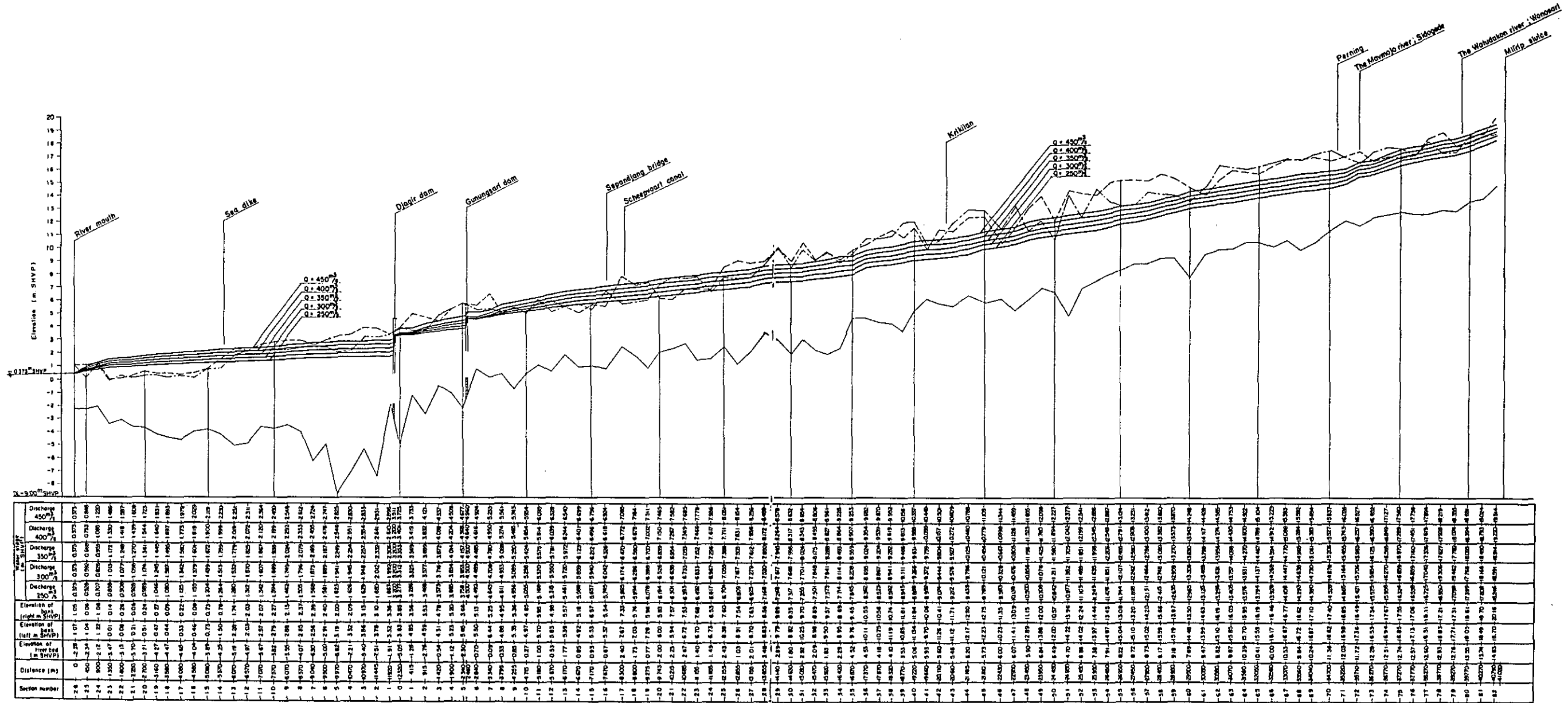
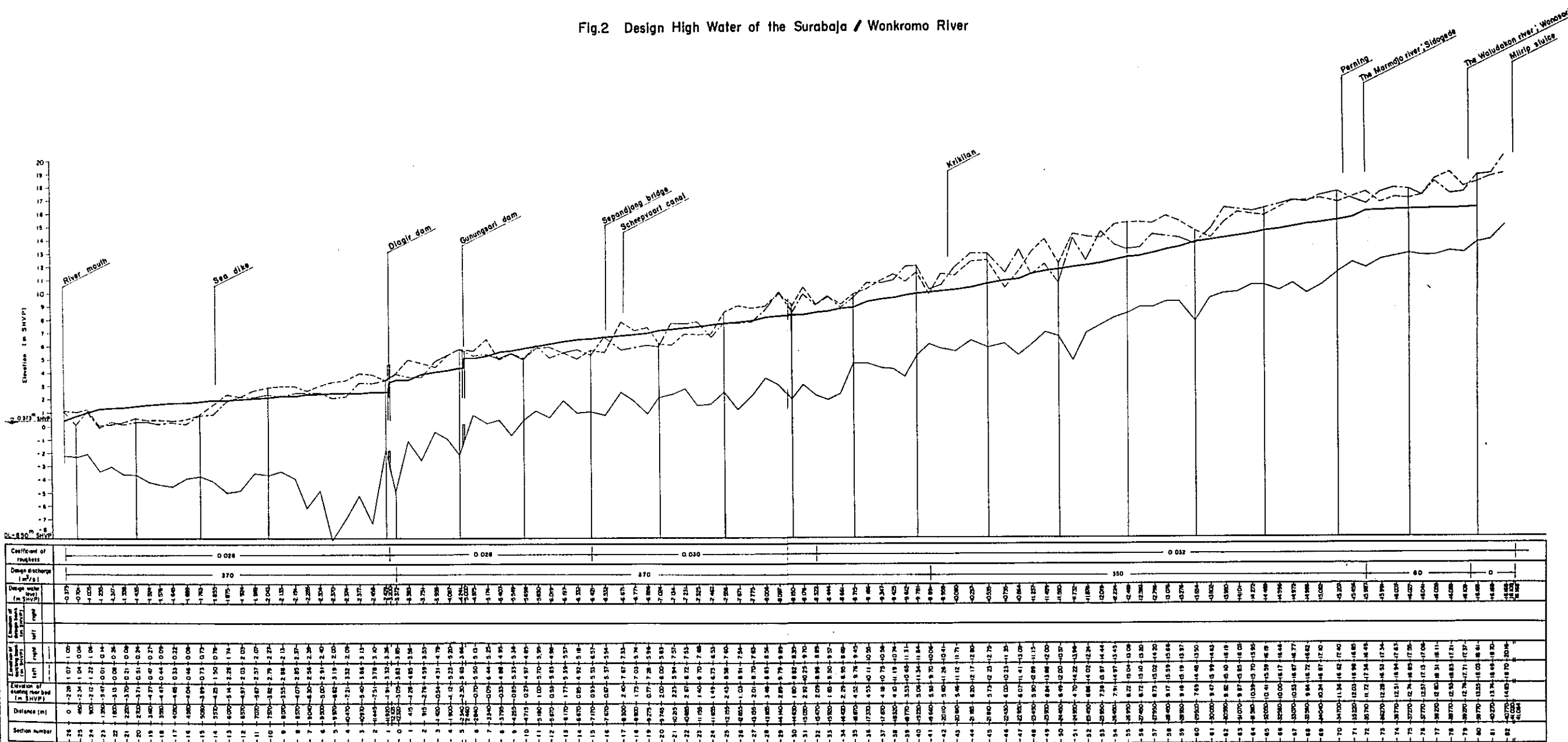




Fig.2 Design High Water of the Surabaya / Wonkromo River



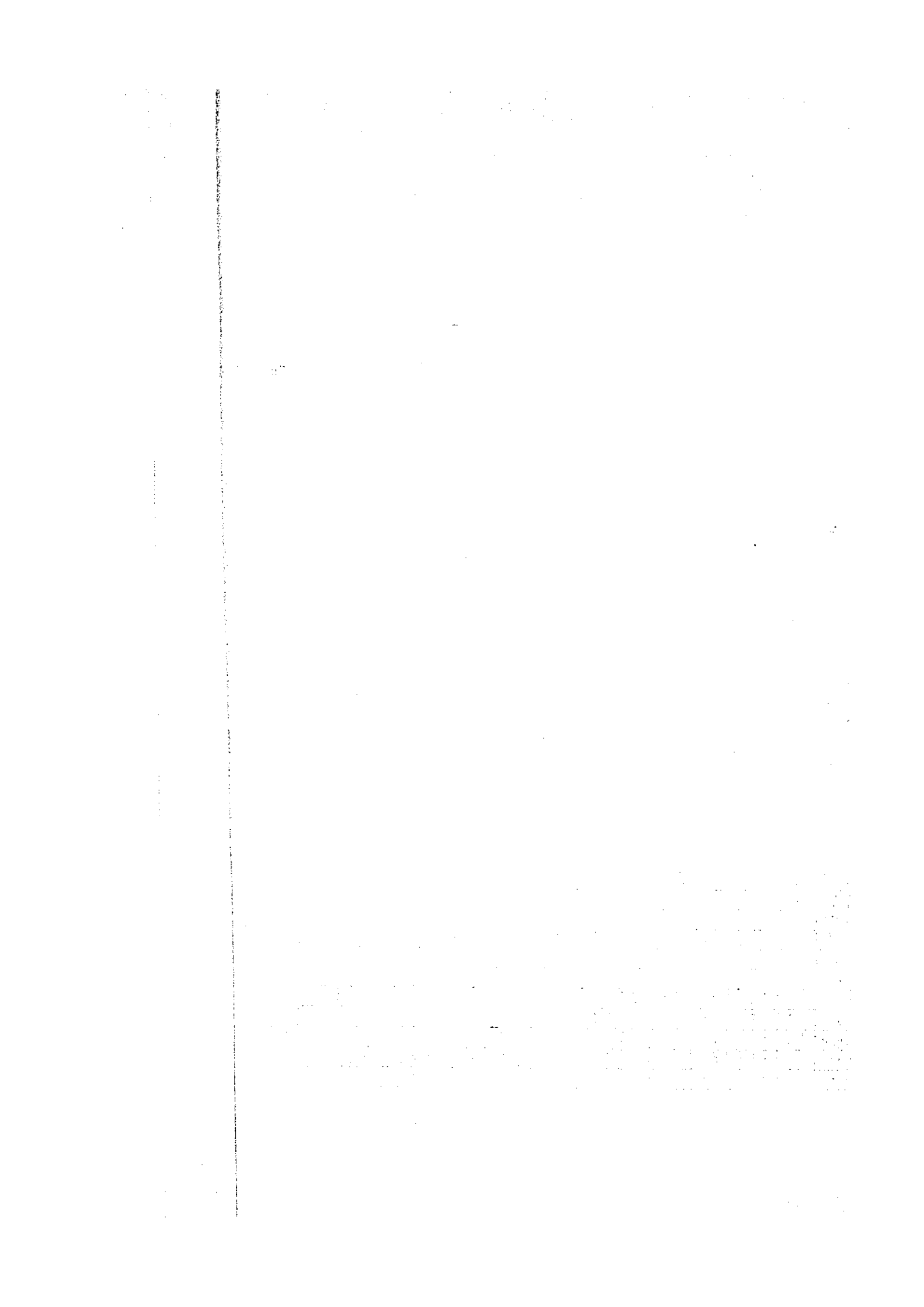
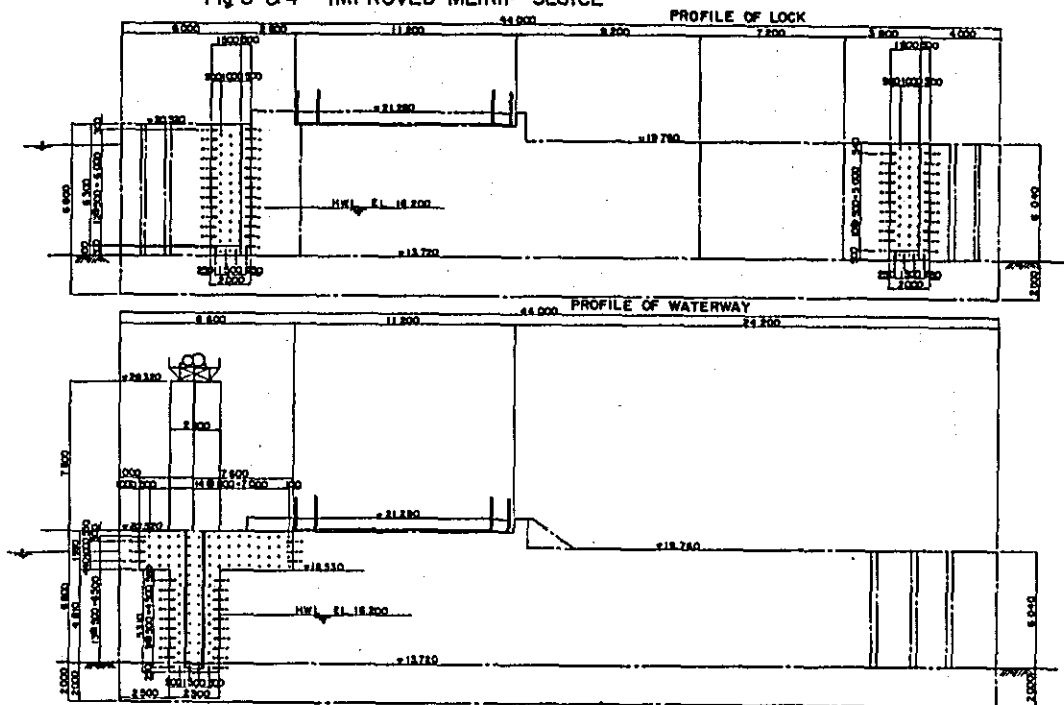


Fig 3 & 4 IMPROVED MLRIP SLUICE



PLAN

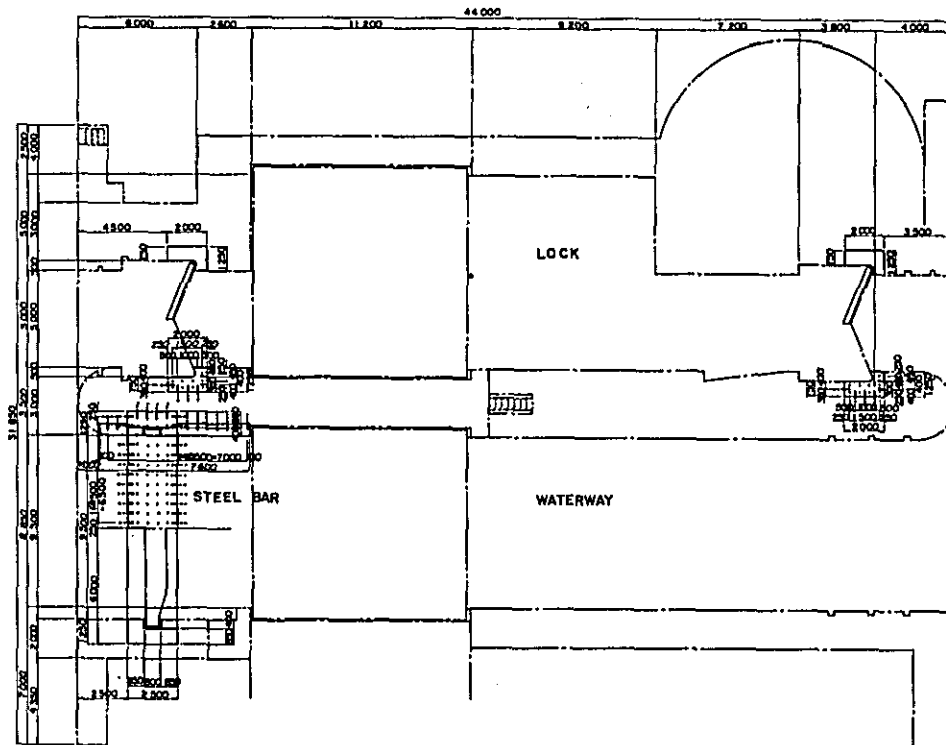


Fig. 5 Plan of New Gunugsari Dam

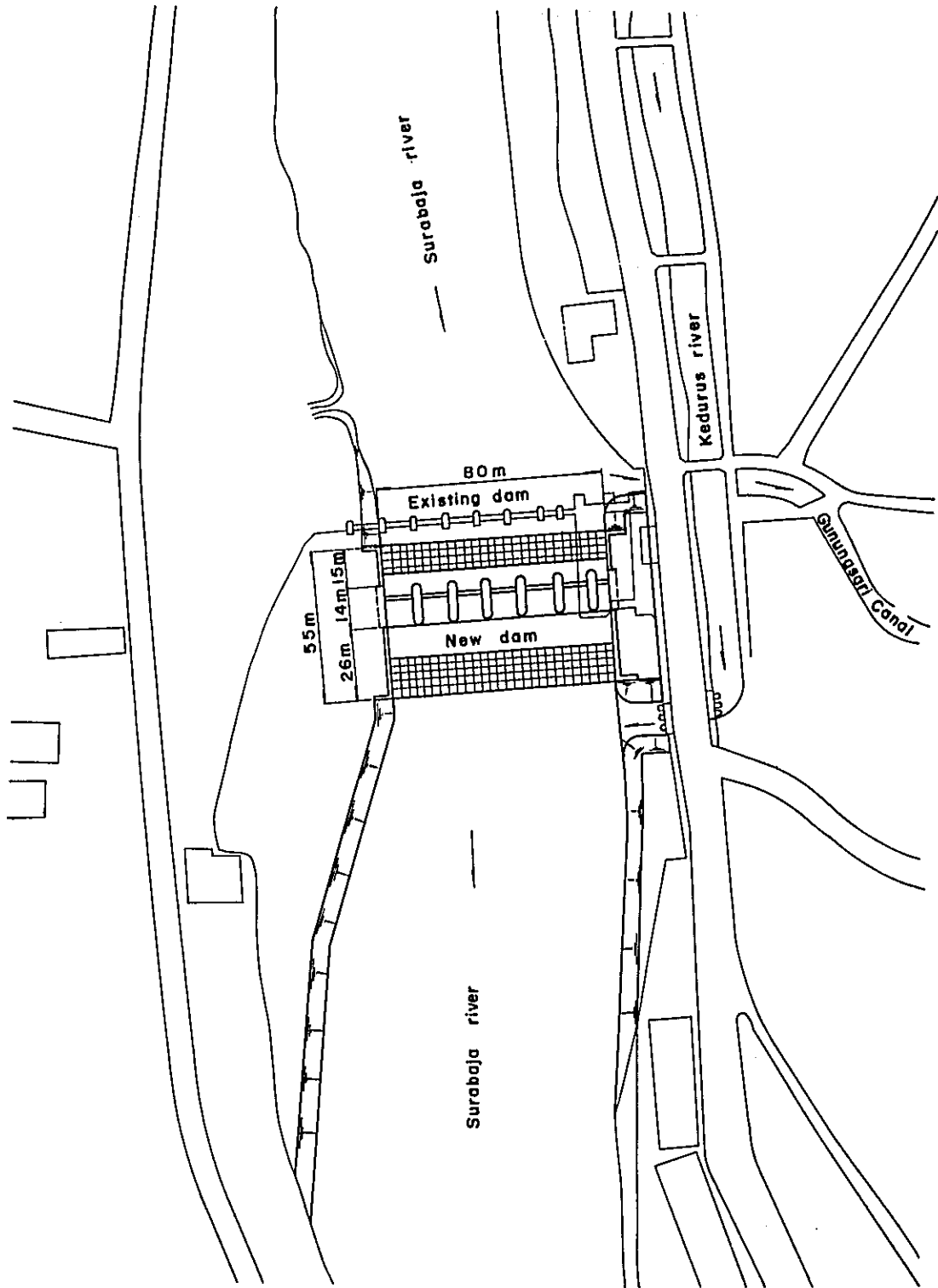


Fig.6 NEW GUNUNGSARI DAM

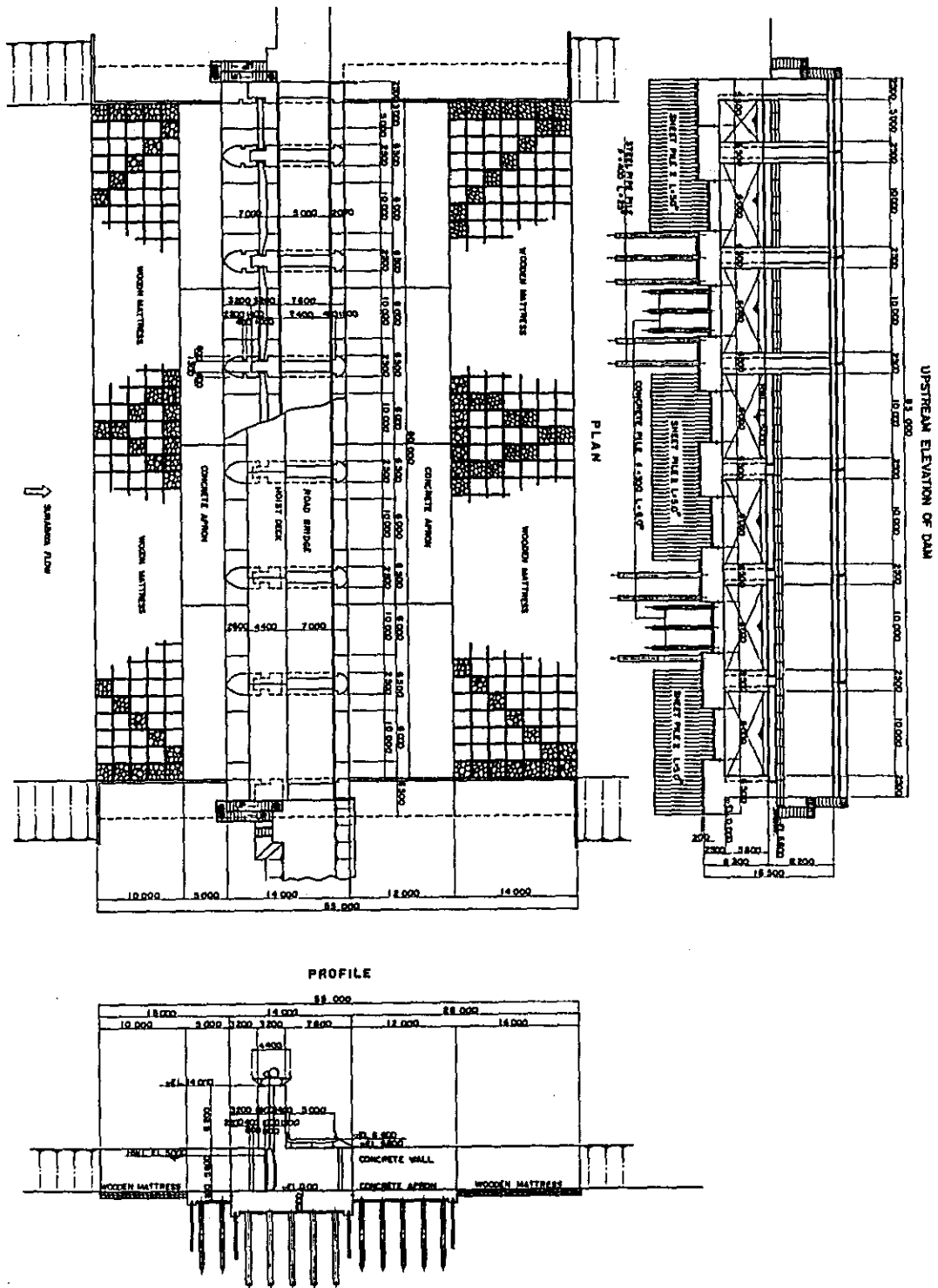
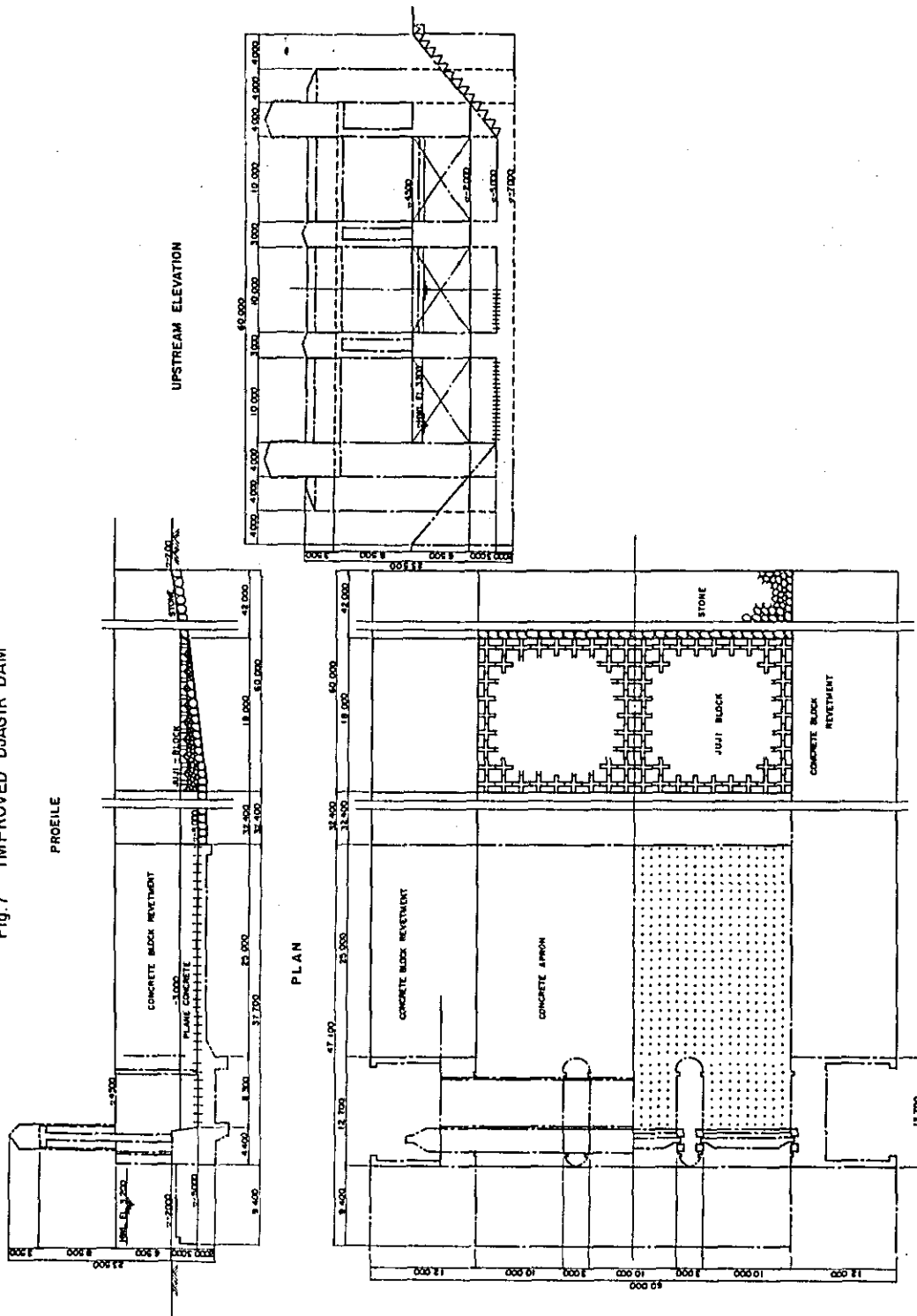


Fig. 7 IMPROVED DJAGIR DAM



## 第 4 章 マ ス 河

### 1. 改修方針

マス河の改良の方針は以下のとおりである。

#### (1) 河道の流過能力

現況河道の流過能力は，図 1 に示すように河川全川に亘って小さく，特にグブンダムとウオノクロモ水門の区間が極端に小さくなっている。

#### (2) 河道の堀削

流過能力を増大させる為に，メラ橋附近から上流ウオノクロモ水門までの区間の河床堀削と，一部の拡巾をする。

#### (3) 計画高水流量は，第 4 部で述べられているように 10 年確率洪水を基に，次のように決定する。

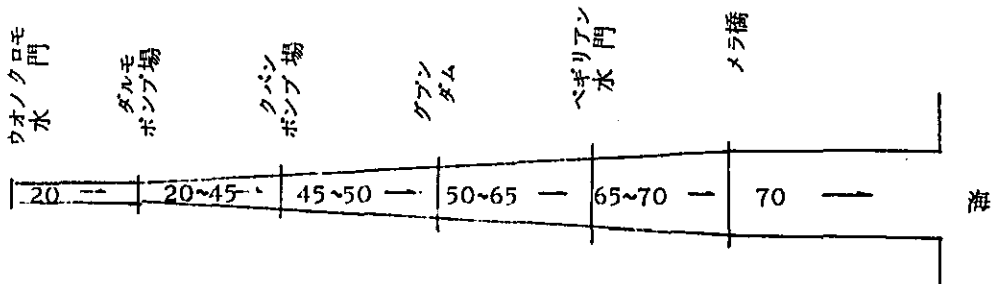


図 2 は前述の堀削がなされた後のマス河に，上記の流量が流れた場合の水位を示す。

#### (4) 護岸

低水路を維持するために，低水護岸を P. 17 からグブンダムの区間に計画する。

#### (5) グブンダム

地下水調査を現在実施中であり，このダムの改良は，次の市内排水機構計画の段階で検討されるべきものとして，グブンダムはここではそのままとする。

### 2. 建設工事

#### (1) 工事量

a 堀削土量	2 1 0, 0 0 0 m <sup>3</sup>
b 用地面積	1 7, 0 0 0 m <sup>2</sup>
c 護岸延長	8, 0 0 0 m

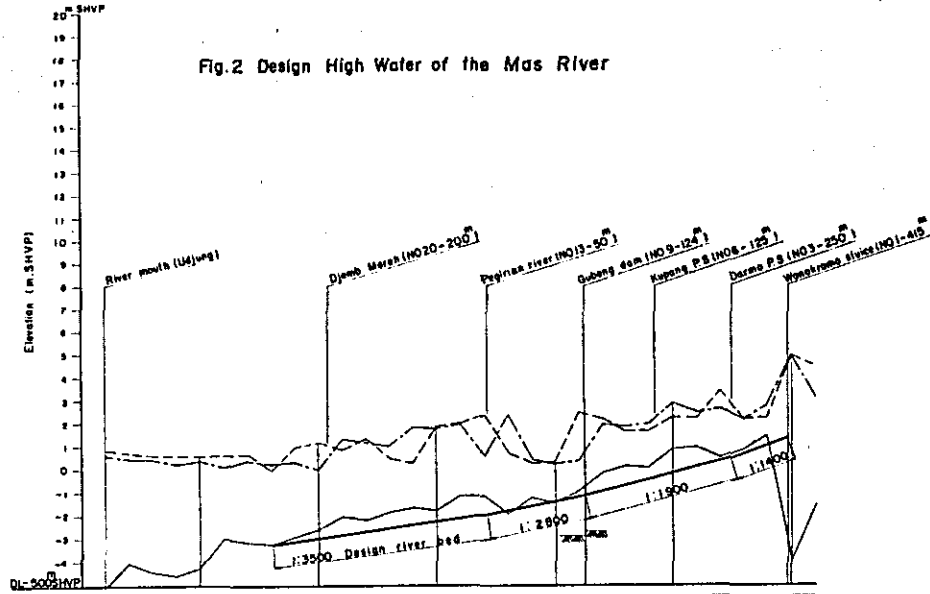
#### (2) 堀削

工事期間は 4 年間とし，工事は堀削能力 6 4 m<sup>3</sup> / hr のドラグライン 1 台で施工する。





Fig.2 Design High Water of the Mas River



Section number	Distance (m)	Elevation of existing river bed (m. SHVP)	Elevation of design river bed (m. SHVP)	Elevation of existing bank (m. SHVP)		Elevation of design bank (m. SHVP)		Design water level (m. SHVP)	Design discharge (m <sup>3</sup> /s)	Coefficient of roughness
				left	right	left	right			
1	0	-0.17	0.85	0.80				0.373	70	0.025
2	300	-0.01	0.79	0.61				0.373	70	0.025
3	1000	-0.44	0.61	0.41				0.373	70	0.025
4	1820	-0.89	0.39	0.21				0.374	70	0.025
5	2000	-0.21	0.34	0.20				0.334	70	0.025
6	2500	-0.00	0.32	0.20				0.387	70	0.025
7	3000	-0.18	0.08	0.20				0.400	70	0.025
8	3300	-0.27	0.07	0.22				0.433	70	0.025
9	4000	-0.33	0.04	0.20				0.500	70	0.025
10	4500	-0.28	0.14	0.00				0.541	70	0.025
11	5000	-0.27	0.07	0.24				0.778	69	0.025
12	5300	-0.21	0.04	0.16				0.800	66	0.025
13	6000	-0.85	0.00	0.00				1.033	66	0.025
14	6500	-0.88	0.00	0.00				1.088	67	0.025
15	7000	-0.78	0.21	0.04				1.136	67	0.025
16	7500	-0.15	0.00	0.00				1.188	68	0.025
17	8000	-0.14	0.27	0.24				1.244	65	0.025
18	8500	-0.19	0.21	0.20				1.310	62	0.025
19	9000	-0.24	0.04	0.04				1.408	58	0.025
20	9500	-0.18	0.00	0.20				1.505	35	0.025
21	10000	-0.15	0.17	0.22				1.610	20	0.025
22	10500	-0.15	0.16	0.20				1.690	20	0.025
23	11000	-0.15	0.16	0.20				1.750	20	0.025
24	11500	-0.15	0.16	0.20				1.800	20	0.025
25	12000	-0.15	0.16	0.20				1.850	20	0.025
26	12500	-0.15	0.16	0.20				1.900	20	0.025
27	13000	-0.15	0.16	0.20				1.950	20	0.025
28	13500	-0.15	0.16	0.20				2.000	20	0.025
29	14000	-0.15	0.16	0.20				2.050	20	0.025
30	14500	-0.15	0.16	0.20				2.100	20	0.025
31	15000	-0.15	0.16	0.20				2.150	20	0.025
32	15500	-0.15	0.16	0.20				2.200	20	0.025
33	16000	-0.15	0.16	0.20				2.250	20	0.025
34	16500	-0.15	0.16	0.20				2.300	20	0.025
35	17000	-0.15	0.16	0.20				2.350	20	0.025
36	17500	-0.15	0.16	0.20				2.400	20	0.025
37	18000	-0.15	0.16	0.20				2.450	20	0.025
38	18500	-0.15	0.16	0.20				2.500	20	0.025
39	19000	-0.15	0.16	0.20				2.550	20	0.025
40	19500	-0.15	0.16	0.20				2.600	20	0.025
41	20000	-0.15	0.16	0.20				2.650	20	0.025
42	20500	-0.15	0.16	0.20				2.700	20	0.025
43	21000	-0.15	0.16	0.20				2.750	20	0.025
44	21500	-0.15	0.16	0.20				2.800	20	0.025
45	22000	-0.15	0.16	0.20				2.850	20	0.025
46	22500	-0.15	0.16	0.20				2.900	20	0.025
47	23000	-0.15	0.16	0.20				2.950	20	0.025
48	23500	-0.15	0.16	0.20				3.000	20	0.025
49	24000	-0.15	0.16	0.20				3.050	20	0.025
50	24500	-0.15	0.16	0.20				3.100	20	0.025
51	25000	-0.15	0.16	0.20				3.119	20	0.025

年間掘削土量は、マルモヨ河と同じ方法で計算すると次のとおりである。

$$E = 64 \times 0.7 \times 6 \times 23 \times 10 = 61,824 \text{ m}^3 / \text{yr} > 52,500 \text{ m}^3$$

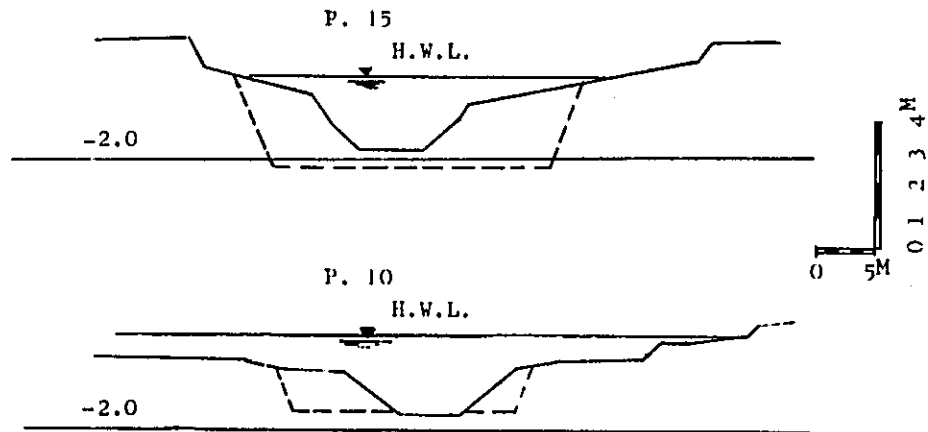
又13台の6 ton ダンプトラックで掘削土を輸送する。若しトラック1台で1回3.7 m<sup>3</sup> とし、運搬距離6 kmを1日6往復とすれば、効率を80%とする場合の年間運搬土量は次のとおりである。

$$T = 3.7 \times 0.8 \times 6 \times 23 \times 10 \times 13 = 53,102 \text{ m}^3 / \text{yr} > 52,500 \text{ m}^3$$

従ってこれ等の機械を使用して、この工事は約4年間で充分完了させることが出来る。護岸工事は一般の小規模機械を使って、人力によって完成させるものとし、この工事の為に特殊な機械の使用は考慮しなかった。

### ③) 代表断面

計画代表断面は次のとおりである。



## 第5章 モロクレムバンガンブズム

### 1. 改修方針

モロクレムバンガン ブズムの改良の方針は、次のとおりである。

#### (1) マイターゲートの改良工事

ブズムの流出口にある3門のマイターゲートが、海の波浪の為にそのヒンヂが腐蝕し、屢々損傷を受けている事から、耐蝕性金属のヒンヂで、又波浪に抵抗出来る強い構造のマイターゲートに改造する。

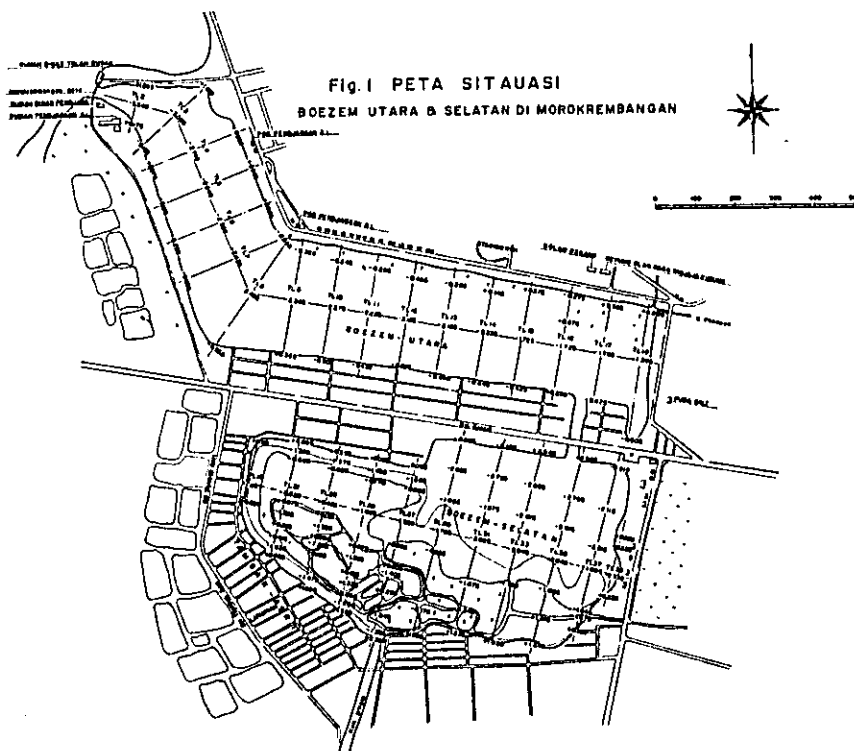
#### (2) ブズムの浚渫工事

グリグス河から流入する土砂が、長期間に亘ってその流入口附近に沈澱堆積して、ブズムの貯留能力をかなり減少させているので、出来るだけ貯留量を確保するために、干潮位程度の一2.0mまで浚渫するものとする。

この場合、次の市内排水機構計画には、5年確率洪水が採用されるものと思われるので、ブズムの貯留能力の検討として、5年確率洪水を採用した。

浚渫は、南北両ブズムの間に挟まれた土地は勿論、ブズム周辺地域の外グリグス流域に対しても、その排水を改善する効果があると云う事を、第4部の検討書から、推定することができる。

浚渫範囲は図1のとおりである。



(3) 土地造成

浚渫と同時に、ブズム近傍の養魚池の如き適当な低湿地を、浚渫土で土地造成する。その面積は約 1.5 m の高さに埋めるものとして 16.4 ha である。

この土地は、人口の増加を吸収する土地として利用することが期待出来る。

(4) グリゲス河の排水流域の一部付替

現在のグリゲス排水流域 15.8 km<sup>2</sup> の中、中流及び上流流域の 1.9 km<sup>2</sup> を、次の市内排水機構計画の際に、マス河排水流域へ付替えるものとする。

2. 建設工事

(1) 工事量

a 浚渫土量	246,000 m <sup>3</sup>
b 用地面積	164,000 m <sup>2</sup>
c マイターゲートの改良工事	1式

この工事は、準備工、仮設工、ゲート及び巻上機工、雑工事及び材料を含む。

(2) 施工

工事期間は、浚渫工事を3年余りとし、マイターゲートの改良工事を1年とする。若し 24 m<sup>3</sup> / hr の能力のポンプ浚渫船2隻を使用すれば、年間10ヶ月の稼働とした場合、年間の浚渫土量は次のとおりである。

$$D = 24 \times 8 \times 23 \times 10 \times 2 = 88,320 \text{ m}^3 / \text{yr} > 82,000 \text{ m}^3$$

マイターゲートの改良工事は、図2に示すとおりであり、工事は後述の機械一覧表の適当な機械を使用して施工される。

(3) ブズムの計画代表断面

ブズムの計画代表断面は図3のとおりである。

Fig. 2 IMPROVED MOROKREMBANGAN GATE

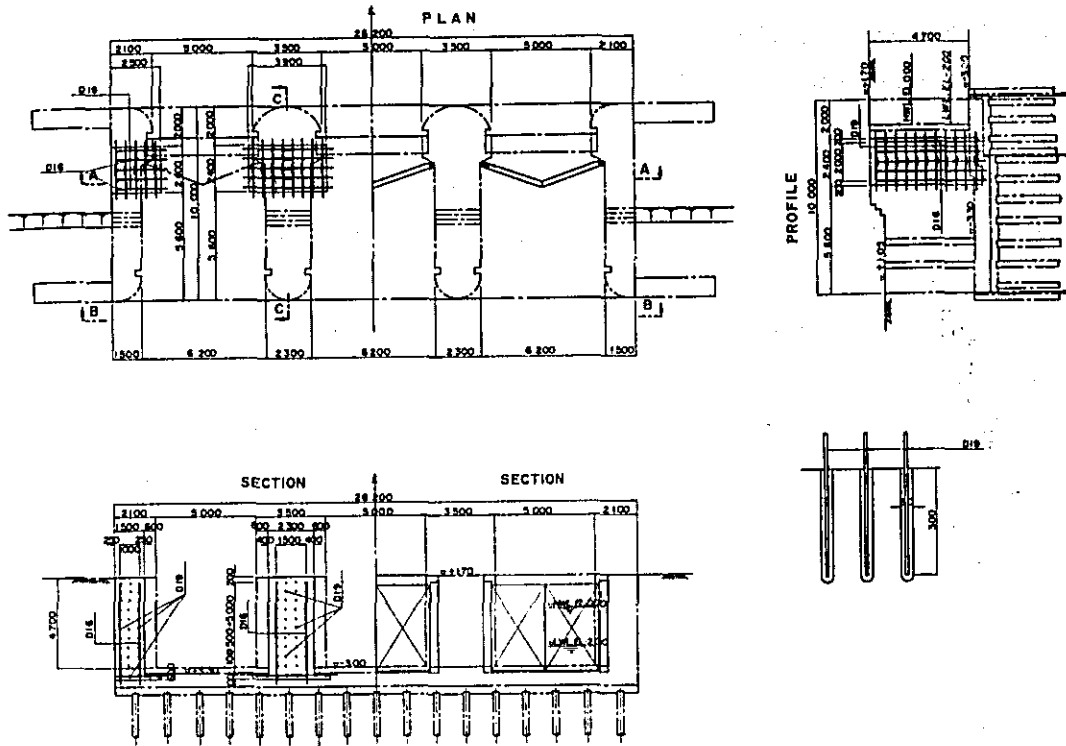
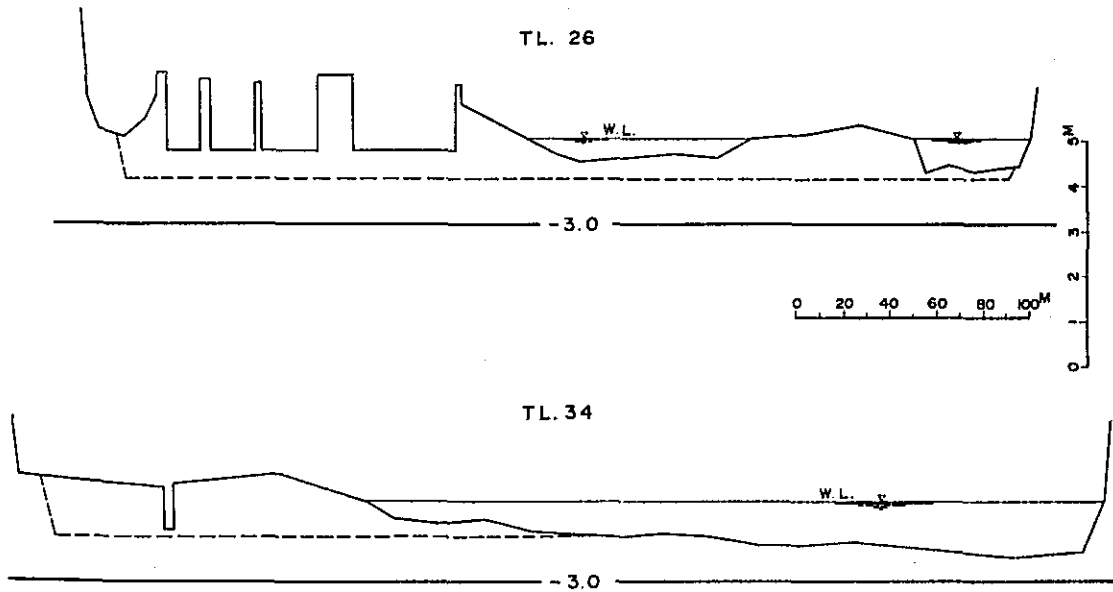


Fig. 3 Typical Cross Sections of Morokrempangan Boezem



## 第 6 章 海岸堤防と水門

### 1. 改修方針

- a. 堤防計画の為の波と潮汐による海からの外力は、50年確率の外力とする。これには第4部に示す検討の結果から、次の設計の基準が得られる。

潮 位	+ 0.44 m SHVP
風 速	25 knot = 13 m/s

- b. 約17kmの海岸堤防は、スラバヤ市の北東部海岸の北にあるスマンビールから、南のメドカンに至る区間である。この中スコリロとカリティンジャンの2ヶ所の総延長0.58kmを嵩上げし、護岸を施行する。堤防天端高は、上記の検討結果から +1.5m SHVP とする。
- c. 水門の流過能力は、市街地排水路の計画と同じく、5年確率洪水を流し得るものとする。
- d. 海岸堤防を横断する全水門は、タンバクウェデイを除いて改築する。タンバクウェデイは僅かに9.6km<sup>2</sup>に対する流過能力しかないので、残りの9.8km<sup>2</sup>の排水のため、現在のタンバクウェデイの隣に、新タンバクウェデイを建造する。
- e. 各水門の排水流域は次のとおりである。

水 門 名	流域面積 ( km <sup>2</sup> )
タンバクウェデイ	9.6
新タンバクウェデイ	9.8
チュンパット	} 8.0
クンジュラン	
スコリロ	
ランガン	2.8
ウオノサリ	4.7
カリダミ	7.5
クブティー	5.5
メドカン	11.5

上記の中、チュンパット、クンジュラン、スコリロの各水門は、直接海浜へ流出している。したがって水門扉は動力による巻上げとする。その他の水門扉は、マイターゲートとする。

- f. チュンパット、クンジュラン、スコリロの各樋管の敷高は、-1.0m SHVPとし、ランガン、ウオノサリ、カリダミ、クブティーの敷高は、-1.5m SHVP、そして新タンバクウェデイ、メドカンの敷高は、-2.2m SHVPとする。

## 2. 建設工事

### (1) 工事量

#### a. 盛土と護岸

スコリロ地区	230 m
カリティンチャン地区	350 m

#### b. 水門

9

水門の改良の為の標準構造は、図2から図6に示すとおりであり、9箇所の水門は、夫々次のような新構造物となる。

A 型 ; スコリロ, クンジュラン, チュンパット

B<sub>1</sub> 型 ; ラランガン, ウオノサリ, クブタイー

B<sub>2</sub> 型 ; カリダミ

C<sub>1</sub> 型 ; 新タンバクウェデイ

C<sub>2</sub> 型 ; メドカン

工事は準備及び片付工, 基礎及び締切工, コンクリート樋管, コンクリートブロック水路, ゲート及び巻上げ装置, 雑工事と材料。

### (2) 施工

スコリロ地区の海岸堤防は、第一年度に図1に示される標準断面に改良され、カリティンチャン地区の堤防は、第二年度以降に改良される。この工事の為特別な工事機械は考慮しなかった。

ラランガン, スコリロ, クンジュラン, チュンパット及び新タンバクウェデイの北部5水門は、第一年度に建設され、その他の4水門は、第二年度以降に建設される。

これらの工事は、後述の購入機械表に示される適当な機械によって施工される。

Fig. 1 Standard Cross Section of Sea Dike for Improvement

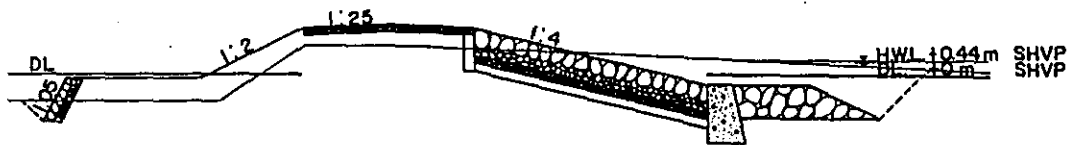


Fig. 2 NEW STRUCTURE OF SEA-DIKE SLUICE TYPE A (200x150)<sup>m</sup>

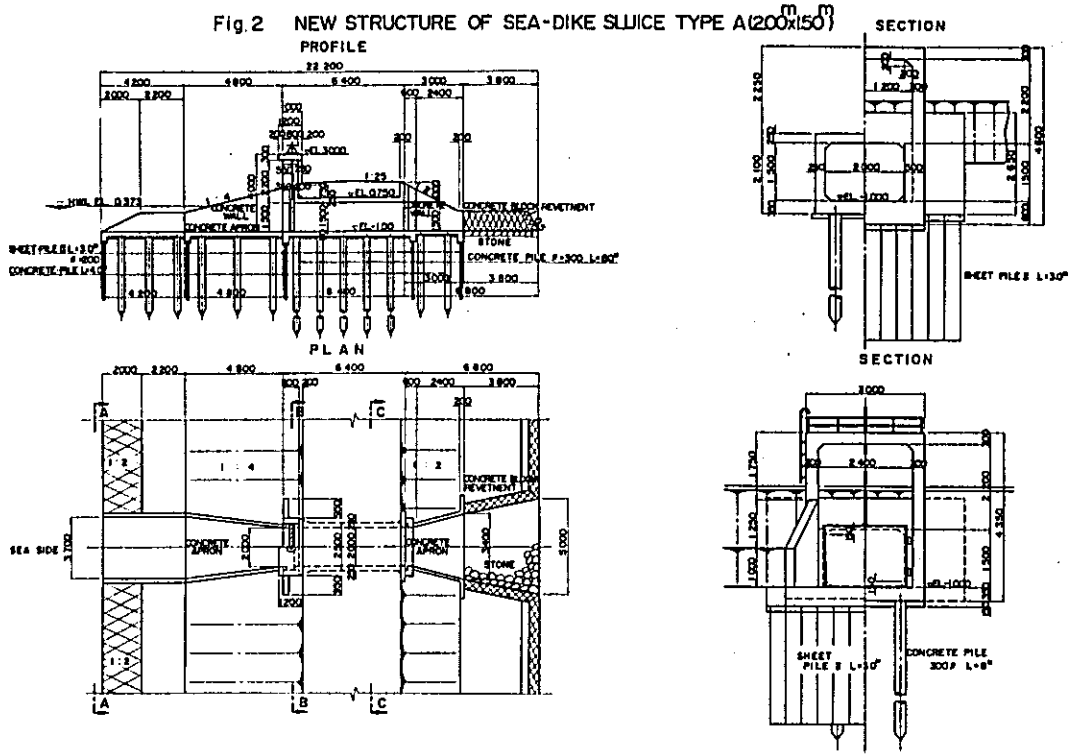


Fig. 3 NEW STRUCTURE OF SEA-DIKE SLUICE TYPE B<sub>1</sub> (300x200)<sup>m</sup>

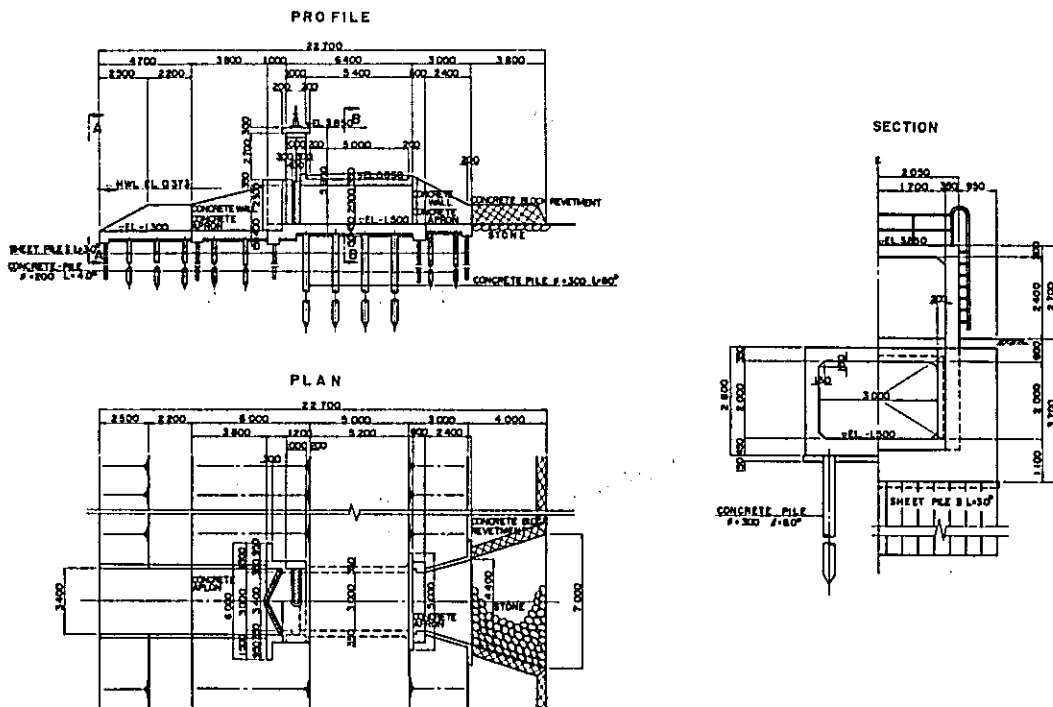
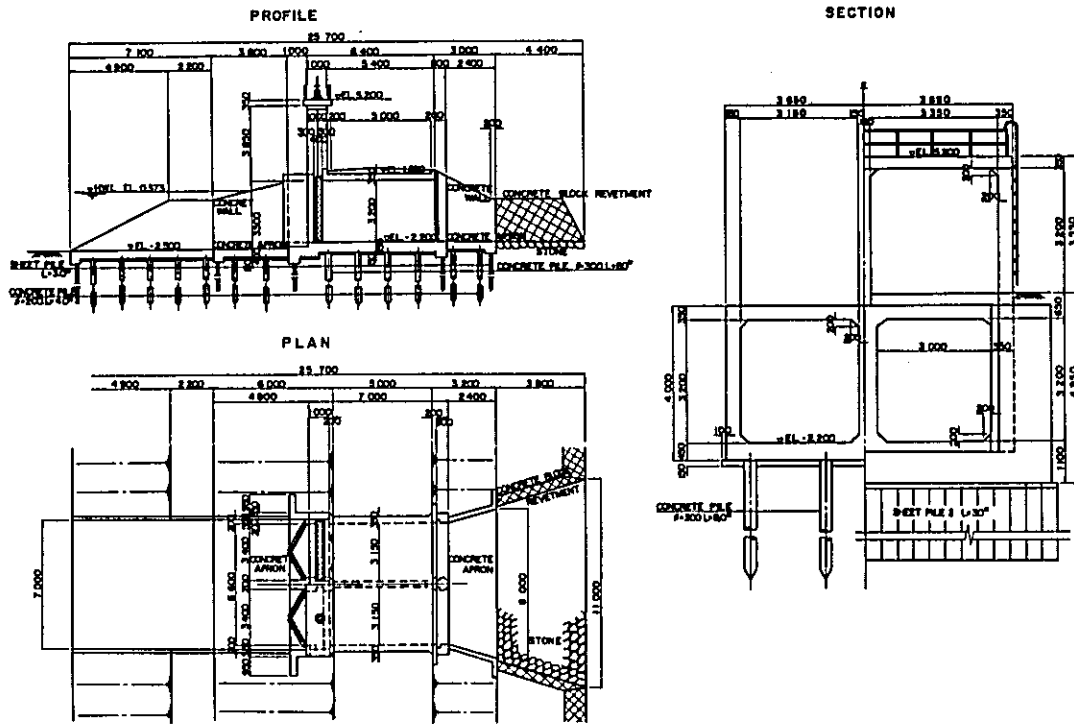






Fig.6 NEW STRUCTURE OF SEA-DIKE SLUICE TYPE C<sub>2</sub>(2x3.00<sup>m</sup>x3.27<sup>m</sup>)



## 第 7 章 附 属 施 設

### 1. コンクリートブロック工場及びコンクリート試験施設

護岸その他に使用されるコンクリートブロックは、工事を工期内に完了させるためと、設計品質を確保するために、ブロック工場で大量生産し、品質管理を行うべきである。

コンクリートブロック工場とコンクリート試験に必要な主要施設は、表 1.2 に示されるとおりである。コンクリートブロックの製造の流れは、図 1 に示されるとおりである。

コンクリート試験の施設は、ブロックの外、各種コンクリート工事のコンクリート品質管理の業務にも使用されることとなる。

表 1 コンクリートブロック工場の施設

必要な機械	明 細	数 量
コンクリートミキサー	0.5 m <sup>3</sup> 傾斜型	1
ジョークラツシャー	1.2 t/h エンジン付	1
ブロックの型枠	0.5 m × 0.5 m × 0.1 m	3 0 0
その他の機械		1 式
養生水槽		1 式
倉庫その他		1 式

表 2 コンクリート試験の施設

必要な機械	明 細	数 量
圧縮試験機	1 0 0 t	1
コンクリートミキサー	5 4 ℓ	1
その他の機械及び装置		1 式
実 験 室		1
その他の施設		1 式

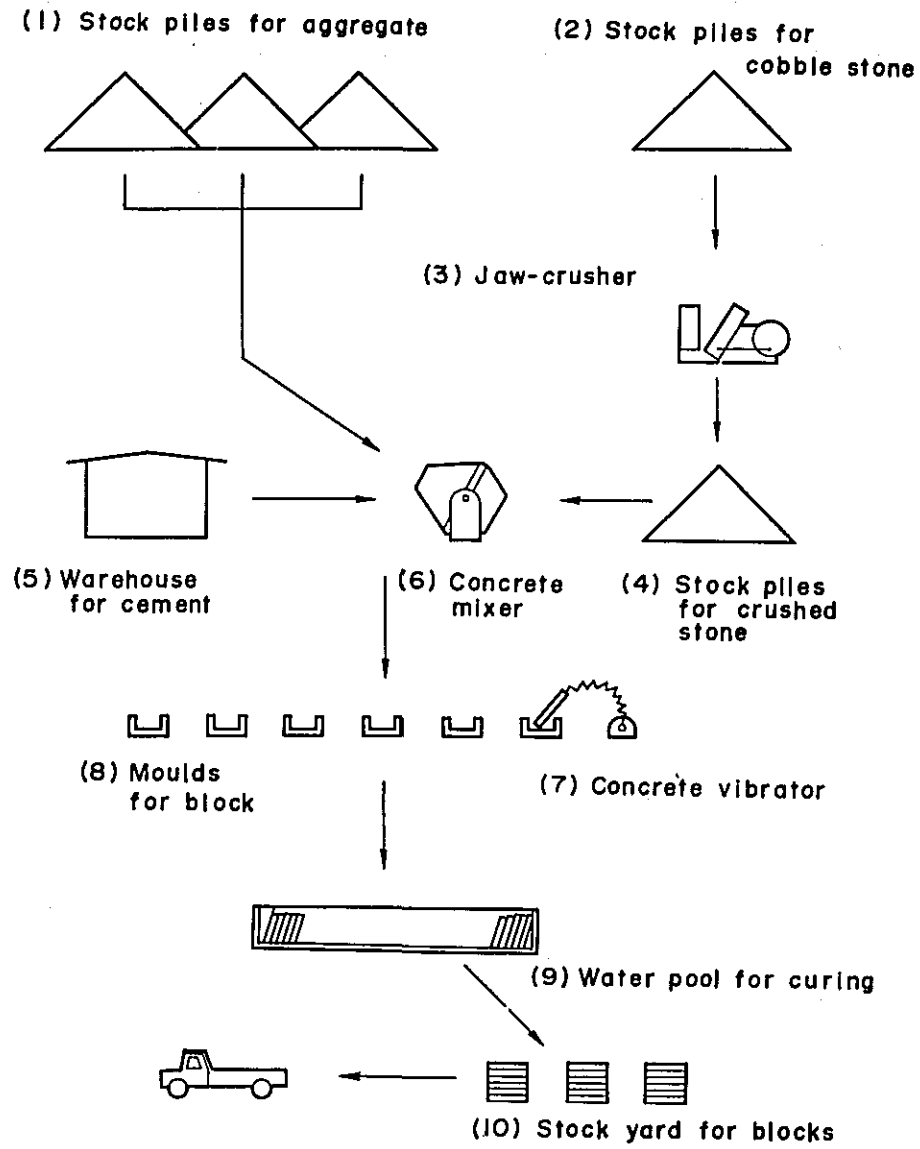
### 2. 雨量及び水位観測所

現在この計画流域内には、図 2 の如く 2 ケ所の自記雨量観測所と 17 ケ所の普通雨量観測所があり、又 1 ケ所の自記水位観測所と 16 ケ所の普通水位観測所がある。

しかし下記の目的のために、図 2 に示されるような 6 ケ所の自記雨量観測所と 9 ケ所の自記水位観測所を追加配置する必要がある。

- (1) この計画の工事の管理運営
- (2) 工事完成後の河川と各構造物の運営と維持管理
- (3) 今後の水文の研究

Fig. 1 Flow Diagram for Concrete Block Yard



### 3. 通信網

迅速な情報の連絡は、洪水防御のみでなく、水の管理運営の為に重要な役目をなすものである。プランタスデルタ灌漑復旧工事において予定されている通信網を考えて、スラバヤ、ブルニン、モジョクルトの3ヶ所にVHF無線局と、1台の自動車による移動無線局を計画した。

その配置図は図2に示すとおりである。

これらの無線局は、相互連絡に必要な表3に示す機械を設置する必要がある。

表3 VHF無線通信機

局名	明細			数量
スラバヤ局	150MHZ	FM	トランシーバー2組その他	1式
ブルニン局	150MHZ	FM	トランシーバー3組その他	1式
モジョクルト局	150MHZ	FM	トランシーバー2組その他	1式
移動局	150MHZ	FM	トランシーバー1組その他	1式



# 第 8 章 施 工 計 画

## 1. 施工計画

前述の改良工事の工程は次のとおりである。

表 1 スラバヤ河改修工事工程表

項 目	第 1 年 度	第 2 年 度	第 3 年 度	第 4 年 度	第 5 年 度	第 6 年 度
マルモヨ河改修						
堤防と築堤 護岸及びその他						
スラバヤ、クオノクロモ河改修						
築堤及びその他						
ムリリップ水門						
グスンサリダム						
ジャワギルダム						
マス河改修						
堤 削 護 岸						
海岸堤防の改修						
盛土及び護岸						
水 門						
モロクレムバンガンブズムの改修						
波 濤						
マイターゲート						
建設機械及び材料の購入						
附属施設						
コンクリート施設						
雨量及び水位観測所						
通信施設						
施工管理及び技術指導						
実地設計及び測量						

## 2. 建設機械および資材

この工事に必要な建設機械と資材は次表のとおりである。

表 2 スラバヤ河改修工事に必要な建設機械と資材

建設機械と資材	明 細	数 量	外 貨 ( $\times 10^3$ 円)	残存価格 ( $\times 10^3$ 円)
(1) 建設機械			176,430	16,943
バックホー	64m <sup>3</sup> /hr	1	12,000	1,200
ダンプトラック	6ton	10	30,000	3,000
トラッククレーン	10ton	1	12,000	1,200
トラッククレーン	20ton	1	22,000	2,200
ディーゼルハンマー	4ton	1	13,000	1,300
タワークレーン	3~12.5ton	1	3,000	300
コンクリートミキサー	0.5m <sup>3</sup>	2	2,600	260
エアコンプレッサー	52.5P.S.	2	4,000	400
電気溶接機	300A	2	600	60
ピックハンマー		10	800	80
バイブレーター		10	600	50
ベルトコンベアー	400mm $\times$ 10m	10	3,000	300
ポンプ	3.7KW	8	1,200	120
ウインチ	7.5KW	3	1,200	120
ディーゼル発電機	12.5KW	2	2,600	260
ジープ		3	4,500	450
ランドクルーザー		4	6,000	600
ドラグラインの部品		1式	5,400	540
ダンプトラックの部品(21台分)		1式	4,400	440
浚渫船の部品(ブースタ外)		1式	30,000	3,000
普通トラックの部品		1式	630	63
その他の機械		1式	10,000	1,000
上記各機械の部品		1式	7,000	0
(2) 建設材料			479,390	0
門扉及び付属品			325,865	0
鋼材及び雑材料			153,525	0
(3) その他の機械			46,150	0
測量器械と付属品		1式	11,100	0
設計器具並びに文具		1式	6,000	0
一般機器		1式	4,900	0
自記雨量計		6	2,220	0
自記水位計		9	4,230	0
無線通信機		1式	8,400	0
コンクリート試験その他機器		1式	9,300	0
合 計			701,970	16,943



3. 工事費

この工事に必要な工事費は次表に示すとおりである。

表 3 スラバヤ河改修工事の工事費

工 事 名	明 細 細	数 量	単 価 (Rp)	内 (×10 <sup>3</sup> Rp)	外 (×10 <sup>3</sup> Rp)
マムモヨ河改修工事費	掘削費	320,000 m <sup>3</sup>	193	61,760	
	築堤費	15,000 "	420	6,300	
	用地費	152,500 m <sup>2</sup>	60	9,150	
	護岸費	1,000 m	22,400	22,400	
	附帯工事費	1式		10,390	
スラバヤ・ウオノクロモ河改修工事費	築堤費	10,000 m	2,100	21,000	
	護岸費	1,290 m	74,419	96,000	
	ムリリップ水門	1式		50,110	48,110.
	グヌンサリダム	1式		333,460	193,310.
	ジャワギルダム	1式		120,330	25,790.
マス河改修工事費	掘削費	210,000 m <sup>3</sup>	319	66,990	
	用地費	17,000 m <sup>2</sup>	250	4,250	
	護岸費	8,000 m	18,595	148,760	
海岸堤防改修工事費	盛土及び護岸費	580 m	69,000	40,020	
	水門費	1式		77,268	36,925.
	浚渫費	246,000 m <sup>3</sup>	188	46,248	
モクレムバンガンブスムの改修工事費	用地費	164,000 m <sup>2</sup>	60	9,840	
	その他工事費	1式		3,912	
	マイターゲート	1式		36,160	21,730.
	建設機械及び諸材料費	1式		75,100	329,955.
附属施設費	コンクリート詰施設	1式		3,590	9,300.
	雨量・水位観測所設置	1式		19,800	6,450.
	無線通信施設	1式			8,400.
その他の機械費	1式			22,000.	
施工管理費	1式		133,962	379,705.	
工事予備費	1式		155,200	120,186.	
小計			1,552,000	1,201,861.	
実施設計及び測量費	1式		32,146	177,629.	
実施設計予備費	1式		3,572	19,737.	
小計			35,718	197,366.	
合計			1,587,718	1,399,227.	

表 4 スラババヤ河改修工事費の年度別配分表

工 事 名	第1年度		第2年度		第3年度		第4年度		第5年度		第6年度		合 計	
	内貨 10 <sup>3</sup> Rp	外貨 10 <sup>3</sup> Rp	内貨 10 <sup>3</sup> Rp	外貨 10 <sup>3</sup> Rp	内貨 10 <sup>3</sup> Rp	外貨 10 <sup>3</sup> Rp	内貨 10 <sup>3</sup> Rp	外貨 10 <sup>3</sup> Rp	内貨 10 <sup>3</sup> Rp	外貨 10 <sup>3</sup> Rp	内貨 10 <sup>3</sup> Rp	外貨 10 <sup>3</sup> Rp	内貨 10 <sup>3</sup> Rp	外貨 10 <sup>3</sup> Rp
マルモヨ河改修 工事														
スライヤ・クオノクロモ 河改修工事														
細削築堤 護岸其の他														
築堤護岸														
ムリリッパ水門														
グスンサリダム														
ジャッギルダム														
マス河改修工事														
細削 護岸														
盛土・護岸														
水門														
浸 透														
マイターゲート														
建設機械及材料	500	7,500	74,600	322,455										
附属施設														
コンクリート施設														
雨量・水位観測所														
無線通信施設														
その他の機械														
工事管理														
工事予備費	56	3,230	13,072	29,124	35,732	87,531	35,732	107,932	26,767	92,902	22,659	62,216	133,962	379,705
小 計	556	32,303	126,847	450,146	270,073	213,512	365,034	191,521	399,567	245,250	389,903	69,129	1,552,000	1,201,861
実施設計	15,214	47,524	16,932	130,105										
実施設計予備費	1,691	5,281	1,881	14,456										
小 計	16,905	52,805	18,813	144,561										
合 計	17,461	85,108	145,660	594,707	270,073	213,512	365,034	191,521	399,567	245,250	389,903	69,129	1,587,718	1,399,227

## 第9章 経済調査

### 1. 便益推定

#### (1) 便益の定義

河川改修計画に関する便益は、一般に、直接と間接の二つに分られる。直接便益は資産の被害軽減、生産物の減少防止、土地利用の転換および民生の安定など、そのプロジェクトから得られる直接の生産およびサービスの価値である。間接便益は農業生産に対する刺激、住民の社会経済活動の発展および直接便益を受けた住民からの生産物の購入あるいは住民への製品の供給などによって企業利益を増加するようなそのプロジェクトから惹き起こされる活動の結果として直接便益に加えられるものである。

上記便益のうち、このプロジェクトでは資産の被害減少、生産物の減産防止および土地利用の転換のような直接であり且タンジブルな便益を採り上げる。ここにタンジブル便益とは貨幣であらわすことのできる便益を意味する。

洪水被害は洪水の超過確率とその被害額の関係をしらべる想定氾濫の方法によって解析され、改修工事による被害の軽減は改修前後の洪水被害の差としてあたえられる。

このプロジェクトの経済便益は、はじめに、マルモヨ川、スラバヤ/ウオノクロモ河、マス川、モクレムバンガンブーゼムおよび海岸堤防の5つの建設工事のおののについて計算され、便益費用分析は上記工事の総便益と前章で述べた総工事費とによって行われた。この場合、プロジェクトの経済的適合性に便益、費用のおののの現在価値を比較することによって行われた。

#### (2) マルモヨ川改修工事

この流域の洪水被害額は資産の流失額と資産評価の減少とからなり、20年、10年、5年および2年の確率年を用いて想定氾濫の方法によって推定された。この改修工事では最高20年の確率年が用いられたが、流域の浸水はマルモヨ川がこのプロジェクトにより改修されることと、新レンコンダムの完成後、マルモヨ川へ入るプランタス河の洪水が停止されることにより、マルモヨ川流域の浸水は著しく軽減されることになる。

図1は改修工事が行われなかった場合の、20年洪水による浸水面積を示す。総浸水面積は520haで、395haの農地と125haの住居地とからなる。最大浸水深は107cmで、浸水地域内に含まれる農家の数は約1096戸である。表1は浸水地域の1km<sup>2</sup>区劃内の農家数、田地面積および地盤高を示す。

表1に示される資産に対する被害は洪水による資産の流失と浸水によって被害を受けた資産の評価額の減少との2つから得られる。しかし改修工事後の被害は雨水の浸水のみによって生ずる。

Fig.1 Inundation Area in  
Right Lower Basin of the Mamojo River  
( for 20-year flood )

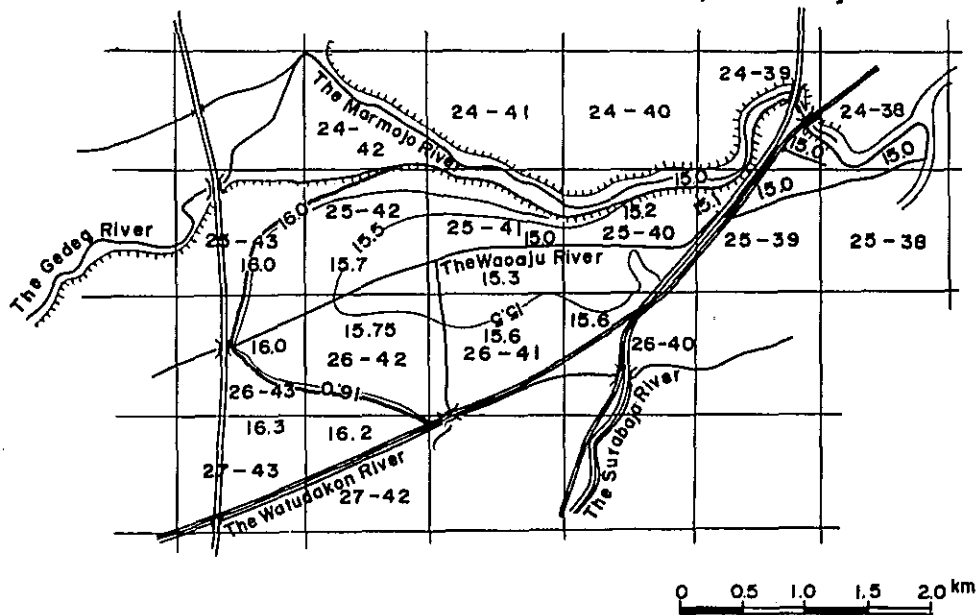


Table 1 Ground Height and Properties in the Inundated Area

No. of mesh	Ground height (m)	Number of houses			Area of paddy field (ha)
		Farmhouse	Office	School	
25-39	15.1	15 (15)	-	-	10 (10)
25-40	15.2	16 (11)	-	-	51 (46)
25-41	15.3	194 (194)	-	-	68 (41)
25-42	15.7	323	1	-	68
25-43	16.0	206	1	1	16
26-40	15.6	96	-	-	16
26-41	15.6	124	1	-	56
26-42	15.7	10	-	-	80
26-43	15.9	112	-	-	30
Total		1,096	3	1	395

note : Figures in ( ) show number of farmhouses and area of planted paddy which may be lost by the strong flow of water.

洪水による資産の流失はマルモヨ川の洪水時における右岸堤を越流した強い水流によってマルモヨ川沿岸の低地に起るものとし、この条件で資産流失は農家220戸、稻田97haと推定される。

一方、浸水被害は表1に示される資産に対して起る。第4部、第17章によると、マルモヨ川からの越流水および雨水による浸水地域の最高水位は次のとおりである。

## Highest Water Level

unit : m

Return period (years)	20	10	5	2
Before improvement	16.07	15.85	15.61	15.56
After improvement	15.65	15.63	15.61	15.56

被害額は次の条件並びに仮定のもとに計算される。

## a. 一軒の家屋および家財評価額

unit : Rp 1,000

Kind of properties	Farmhouse	Office	School
Building	430	2020	3500
Household effects	100	760	460

note : see Table 3 of Chapter XXIV, Part 4.

## b. 乾燥茎付粃の単位生産額および単価は次のように仮定した。

(a) 単位生産額 : 4,700 kg / ha .

(b) 単価 : Rp 15 / kg .

こゝに単位生産額はこの流域の現地調査で収集された資料がこゝでの使用目的に充分でなかったため、タリククチャマタンの資料を引用した。

## c. その他

(a) 水田の水位を地上10cmとする。

(b) 家屋の床高は地上10cmとする。

(c) 水稻の無被害水深はその高さの30%とする。

(d) 洪水期間は第4編第17章により3.5日間とする。

水稻の洪水被害計算は1年中で被害の最も大きい月を見出すために雨期の12月, 1月, 2月および3月のそれぞれの月毎に行った。

この計算に用いた上記各月の稲の植付面積率および植付稲の高さを次に示す。

月	12月	1月	2月	3月
耕作面積に対する 稲の植付面積率	0.196	0.609	0.775	0.803
植付稲の高さ (m)	0.40	0.57	0.91	1.20

注 : 上記数字は第4編第22章表2-25のプランタスデルタのものから引用した。

上記仮定と第4編第24章で述べた方法を用いて各月の年平均洪水被害額を計算し、

その結果表 2 に示す。

Table 2 Amount of the Average Annual Flood Damage

Month	unit : Rp 1,000			
	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.
Before improvement	13,574	13,947	13,977	14,245
After improvement	1,698	1,792	1,710	1,979
Difference	11,876	12,155	12,267	12,266

表 2 から明らかなように、改修前後の被害額の差は 2 月が最も大きい。従って、この 2 月における Rp 12,267,000 の被害減少額をマルモヨ川改修工事の経済便益額として採用した。

(3) スラバヤ。ウオノクロモ河改修工事

上記改修工事による経済便益は主としてグモンサリダムの改修工事によって代表され、洪水防御と灌漑の確保とに分けられる。

洪水防御はグモンサリダムとジャギルダムのゲート操作の近代化によってもたらせられる便益としてあらわされ、灌漑の確保は非常に老朽化したグモンサリダムの機能を修復することによってもたらせられる便益である。

洪水被害はマルモヨ川の改修工事の場合と全く同様に想定氾濫の方法によって推定される。年被害額を推定するために 50 年、20 年、10 年および 5 年の確率洪水年を採用した。

図 2 はグモンサリダムおよびジャギルダムのゲート操作の近代化が行われない場合の 50 年確率洪水による浸水地域を示す。

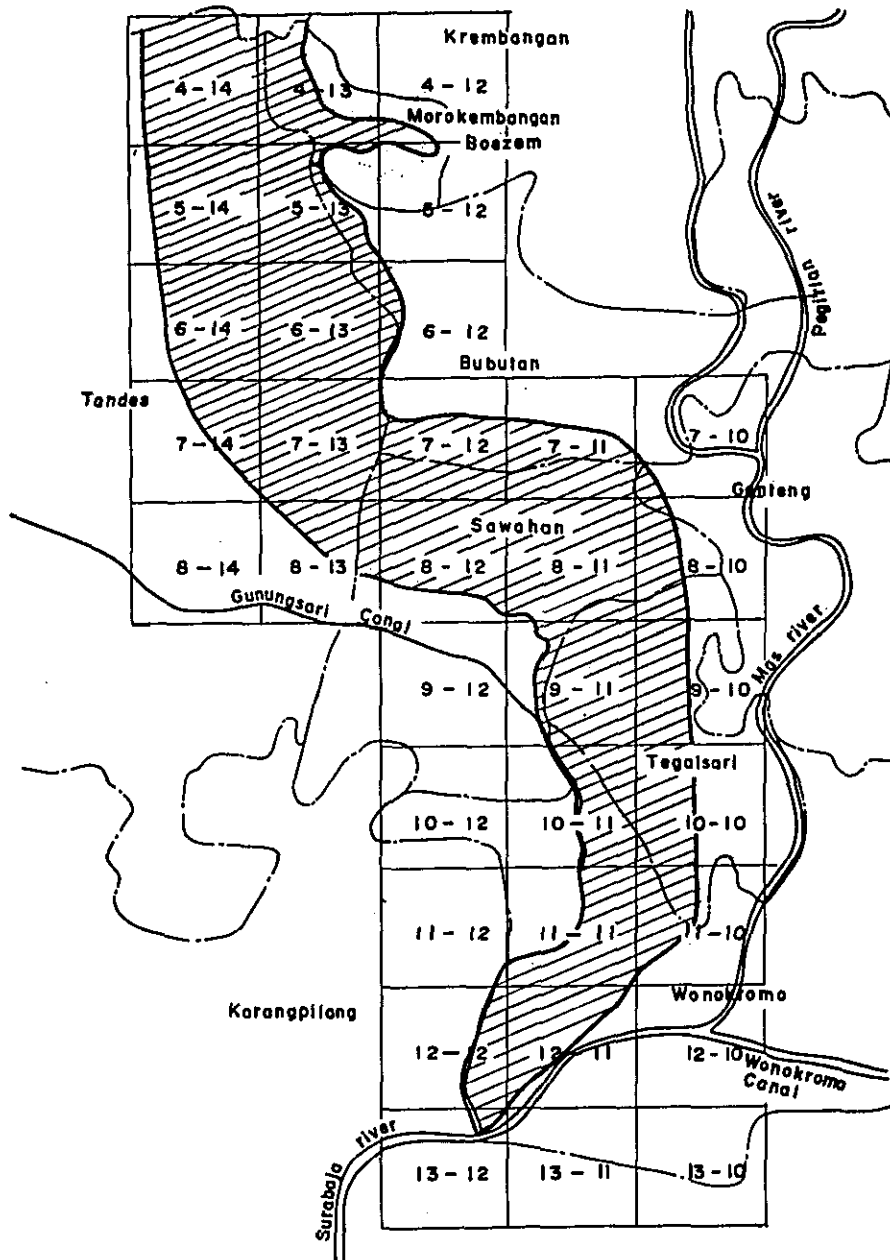
図 2 に示すごとく全浸水面積は約 1,300 ha であるが、実際に家屋、家財に被害をあたえる 0.20 m 以上の浸水面積は約 400 ha と推定される。表 3 は各メッシュごとの浸水深を示す。

Table 3 Submergence Depths due to Floods of the Surabaja River

No. of mesh	unit : m			
	Return period (year)			
	50	20	10	5
9-10	0.35	0.25	0.23	0
9-11	0.35	0.25	0.23	0
10-10	0.40	0.34	0.33	0
10-11	0.37	0.33	0.28	0
11-10	0.45	0.38	0.37	0
11-11	0.55	0.45	0.40	0
12-11	0.58	0.50	0.42	0
12-12	0.62	0.55	0.43	0
13-12	0.65	0.62	0.50	0

note : No. of mesh are shown in Fig. 1 of Chapter XXIV, Part 4.

Fig.2 Area to be Inundated due to  
Gunungsari Dam Flood



この浸水地域の直接被害はほとんどが浸水された家屋および家財資産の評価額の減少からなる。表4は表3に示された浸水地域内の家屋の種類によって分類された浸水家屋数を示す。浸水地域のうち、ダルモ地区はスラバヤ市の中でも最高の高級住宅地域の一つである。従って、洪水による浸水があれば大きな被害を受けることが予想される。

Table 4 Number of Houses in the Inundated Area

No. of mesh	Office	Residence	Shop	Factory	School
9-10	2	1981	161	-	-
9-11	2	2227	181	-	-
10-10	2	2298	186	-	-
10-11	3	2368	192	1	-
11-10	1	1130	93	9	1
11-11	2	2136	177	44	1
12-11	-	184	20	68	-
12-12	-	115	9	90	-
13-12	-	68	6	5	-
Total	12	12,507	1,025	217	2

次の条件と仮定に従って被害額を計算する。

a. 家屋の評価額は第4編第24章の表3により次の値を用いる。

unit : Rp 1,000

Kind of properties	Office	Residence		Shop	Factory	School
		High class	Middle class			
Building	2,020	9,850	1,850	440	3,300	3,500
Household effects	760	4,680	480	800	1,800	460

b. 表4に示す住宅は高級住宅と中級住宅とからなり、後者に対する前者の数の比を

D P U Tによってあたえられた航空写真から1 : 2と仮定した。

c. 家屋の床面の高さは地上20cmとする。

上記条件と仮定のもとに、第4編第24章でのべた方法により年平均洪水被害額を計算し、Rp 271,240,000を得た。

一方、老朽化したグモンサリダムの機能回復によってもたらされる灌漑便益は第4編第25章でくわしく説明されたように、灌漑用水を得るために利用されてきた現状のグモンサリダムが機能の老朽化によって破壊されたとしたならば、灌漑地域はスラバヤ河から水を得ることができなく、天水田への転換を余儀なくされるであろう。老朽施設を改修して新グモンサリダムが建設されたならば、現状の灌漑は今後とも続けることができる。従って、新グモンサリダムの建設による経済便益は灌漑農耕と天水田農耕との農産額の差としてあたえられる。今から50年間の各年の年便益額を将来における農耕地の減少をも考慮



して計算し、その結果を第4編第25章表2に示す。この結果はあとで便益費用分析に使われる。その表から年平均便益額は約Rp 85,000,000と推定される。従って、ゲート操作の近代化とクソンサリダム本体の再建による年平均便益額の合計は約Rp 356,000,000と推定される。

(4) マス川改修工事

この改修工事による経済便益は地域的集中豪雨によるマス川流域の浸水被害の減少、あるいは改修工事前後の浸水被害の差としてあたえられる。

浸水被害は10年、5年および2年の確率洪水により、前と同じ想定氾濫の方法によって計算される。10年洪水による全浸水面積はほぼ70haと推定され、その内訳はダルモ地区の30ha、クパン地区の30haおよびクドンドン地区の10haである。

改修前後の確率年毎の最大浸水深は第4編第19章により次のように推定された。

最大浸水深			
単位：m			
確率年	10	5	2
改修前	0.49	0.48	0.25
改修後	0.38	0.37	0.23

浸水被害のほとんどは家屋および家財資産の浸水による。表5は各浸水地域内の家屋の種類によって分類された家屋数を示す。

Table 5 Number of Houses in the Inundated Area

Region	Office	Residence		Shop	Factory
		High class	Middle class		
Darmo	1	934	234	11	17
Kupang	1	681	680	51	4
Kedondong	0	238	238	18	0
Total	2	1,853	1,152	80	21

note : Number of houses were counted using aerophotographs which were provided by DPUP.

被害額を次の条件と仮定によって計算する。

- a. 家屋および家財資産の評価額は前節と同じ値を用いる。
- b. 家屋の床高は地上20cmとする。

この仮定のもとに前節と同じ方法を使って、年平均洪水被害額を計算し、その結果を表6に示す。

Table 6 Amount of the Average Annual Flood Damage

unit : Rp 1,000	
Before improvement	412,131
After improvement	105,685
Difference	306,446

表6に示さるよりに、結局年平均被害減少額はRp 306,446,000と推定された。この値はマス川改修工事の経済便益として用いられる。

(5) モロクレムバンガンブーズム改修工事

この改修工事から得られる経済便益は浚渫工事により採取された土による新造成地の評価によって表わされる。第2編第5章の調査によると、ブーズムに近い16.4 haの低地が浚渫土によって埋立てられる。埋立てられた土地はスラバヤ市の人口増加の一対策として住宅用地として利用されることが望ましい。このことを考慮し造成地の土地の単価はスラバヤ市および周辺地の状況と現地関係機関の職員の意見によりRp 3,000/m<sup>2</sup>と仮定した。その結果、浚渫土による埋立地の土地の価格は次のように総計Rp 492,000,000と見積もられた。

$$16,4000\text{ m}^2 \times \text{Rp } 3,000/\text{m}^2 = \text{Rp } 492,000,000$$

(6) 海岸堤防改修工事

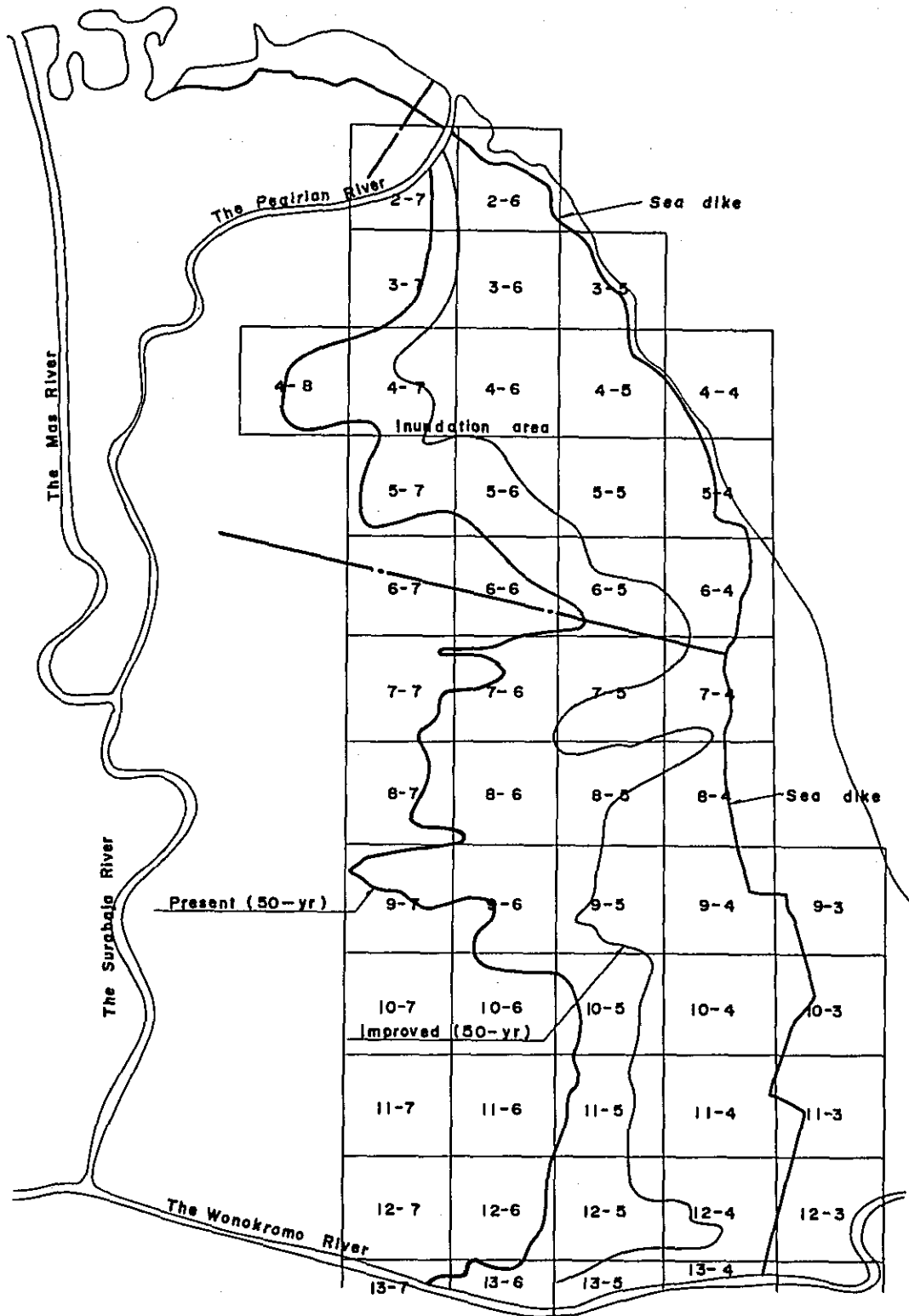
この工事は第2編第6章でのべたよりに水門工事と堤防工事の二種類に分けられる。

1. 水門改修工事による経済便益

この改修工事の経済便益は堤防内陸の豪雨による浸水被害の減少によって表わされる。被害減少額は改修工事前後の浸水被害の差として得られる。浸水被害額を推定するために、こゝでもまた想定氾濫の方法を適用し、50年10年、5年、2年および1.05年の確率年を用いる。

第4編第16章でのべたよりに、堤防によって護られている地域は排水流域によって北部流域と南部流域の二つに分けられる。従って、浸水被害を二つの流域のそれぞれについて推定する。図3は改修前後の50年豪雨によって浸水される地域を示す。浸水面積は北部流域1,200 haと南部流域1,800 haで、合計3,000 haである。豪雨確率年ごとの浸水地域内の水位を第4編第16章の表8, 9に示すが、この表は最高水位が北部流域において0.406 m SHVP, 南部流域において0.490 m SHVPであることを示す。次の表は改修工事前後の各確率年ごとの最高水位を示す。

Fig. 3 Inundation Area in the Eastern part of Surabaya City



The Highest Water Level in the North Basin

unit : m, SHVP

Return period (years)	50	10	5	2	1.05
Before improvement	0.406	0.368	0.338	0.274	0.160
After improvement	0.249	0.215	0.184	0.128	0.035

The Highest Water Level in the South Basin

unit : m, SHVP

Return period (years)	50	10	5	2	1.05
Before improvement	0.490	0.429	0.397	0.341	0.251
After improvement	0.285	0.248	0.218	0.149	0.035

表7および8は地盤高とともに浸水地域内の各メッシュごとの家屋数と水田面積を示したものである。

Table 7 Ground Height and Properties in the Inundated North Basin

No. of mesh	Ground height (m)	Number of houses						Area of paddy field (ha)
		Office	Residence	Farmhouse	Shop	Factory	School	
2-6	0.09	0	0	129	0	0	0	40
2-7	0.32	0	0	39	0	0	0	81
3-5	0.04	0	0	0	0	0	0	29
3-6	0.14	0	0	45	0	0	0	90
3-7	0.37	0	0	15	0	0	0	93
4-4	0.01	0	0	10	0	0	0	0
4-5	0.07	0	0	179	0	0	0	65
4-6	0.15	1	0	370	0	0	1	87
4-7	0.26	1	0	487	0	0	1	79
4-8	0.48	3	2169	565	85	2	3	40
5-4	0.04	0	0	30	0	2	1	3
5-5	0.15	0	0	3	0	1	0	96
5-6	0.27	0	0	135	0	0	0	94
5-7	0.38	2	901	406	41	0	2	63
6-4	0.10	0	0	25	0	4	0	53
6-5	0.28	0	0	32	0	1	0	71
6-6	0.45	1	386	211	32	2	1	44
7-4	0.11	0	0	0	0	1	0	0
Total		8	3,456	2,681	158	13	9	1,028

Table 8 Ground Height and Properties in the Inundated South Basin

No. of mesh	Ground height (m)	Number of houses						Area of paddy field (ha)
		Office	Residence	Farmhouse	Shop	Factory	School	
6-5	0.45	0	0	5	0	0	0	18
6-6	0.55	1	316	291	24	0	0	30
7-4	0.10	0	0	40	0	0	0	30
7-5	0.30	0	0	340	0	0	0	83
7-6	0.44	1	208	215	11	0	0	85
8-4	0.10	0	0	7	0	0	0	42
8-5	0.30	0	0	111	0	0	0	88
8-6	0.40	1	110	433	8	0	0	56
8-7	0.60	2	2218	262	131	1	1	37
9-3	0.01	0	0	64	0	0	0	0
9-4	0.09	0	0	57	0	0	0	75
9-5	0.27	0	0	0	0	0	0	99
9-6	0.42	0	0	65	0	0	0	93
9-7	0.51	2	1165	136	61	0	0	68
10-3	0.02	0	0	446	0	0	0	6
10-4	0.15	0	0	0	0	0	0	100
10-5	0.35	0	0	170	0	0	0	82
10-6	0.54	0	0	105	0	0	0	88
11-3	0.01	0	0	65	0	0	0	6
11-4	0.13	0	0	363	0	0	0	94
11-5	0.35	0	0	30	0	0	0	96
12-4	0.14	0	0	40	0	0	0	97
12-5	0.35	0	0	80	0	0	0	96
12-6	0.57	0	0	239	0	0	0	76
13-4	0.06	0	0	36	0	0	0	20
13-5	0.20	0	0	5	0	0	0	34
13-6	0.33	0	0	5	0	0	0	34
Total		7	4,017	3,610	235	1	1	1,633

以上のほか、浸水被害を見積るために前節と同様に次の仮定と条件を設ける。

a. 家屋および家財資産の評価額はマルモヨ川、スラバヤ/ウオノクロモ河改修工事の場合と同じ値を用いる。

b. 乾燥粃の単位生産額および単価は次のように仮定する。

(a) 単位生産額：3,790 kg/ha,

(b) 単価 : Rp 19/kg,

ここに、単位生産額は1965年から1969年までの5年間のスコリロにおける乾燥粃のha当りの平均生産額を意味し、また、乾燥粃の単価Rp 19/kgは乾燥茎付粃の単価Rp 15/kgにほぼ等しい。

c. 次の3項目はマルモヨ川改修工事の場合の仮定と同じである。

(a) 普通の状態における水田の水位は地上10cmとする。

(b) 家屋の床高は地上10cmとする。

(c) 植付稲の無被害水深はその稲の高さの30%とする。

浸水期間は第16章の図9~12に示されているが、植付稲が被害をうけない深さの

浸水期間は上記cの中の(a),(b)の条件と第16章の表8,9とにより電子計算機を使って自動的に見出される。

植付稲の浸水被害は一年を通じて最大被害月を見付けるためマルモヨ川の被害推定の場合と同様に,雨季の12月,1月,2月および3月の4か月間について,各月ごとに計算された。この場合の毎月の稲の植付面積とその高さは次のごとくである。

Month	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.
Ratio of area of planted paddy to cultivated area	0.188	0.622	0.705	0.993
Plant height (m)	0.37	0.58	0.98	1.14

note : The above figures were quoted from those of rainy season paddy of Djeblokan W-8 shown in Table 2-21 of Chapter XXII, Part 4.

上記4ヶ月間の毎月の年平均豪雨被害額を第4編第24章でのべた方法により計算し,その結果を表9に示す。

Table 9 Amount of the Average Annual Storm Damage

unit : Rp 1,000

Month	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.
North basin				
Before improvement	2,152	2,222	1,802	1,912
After improvement	14	9	5	5
Difference	2,138	2,213	1,797	1,907
South basin				
Before improvement	14,152	13,964	13,086	13,771
After improvement	439	430	419	419
Difference	13,713	13,534	12,667	13,352

表9から明らかなように,改修前後の被害額の差は北部流域においては1月,南部流域においては12月がそれぞれ最大である。北部と南部の二つの流域の浸水被害減少のそれぞれの最大値の合計はRp 15,926,000である。この値を海岸堤防の水門の改修工事の経済便益として用いる。

## II. 海岸堤防の改修工事による経済便益

海岸堤防の改修工事の経済便益は改修前後の海水の浸水による被害の差としてあたえられる。しかし,改修後は堤防越流による内陸への海水の浸入はないものとされるので,洪水被害は結局改修前のもののみとなり改修前の被害額が直接この工事の経済便益になる。

第4編第15章において,波の越流による内陸への海水の浸入条件をしらべるために

潮位と風速の組合せによる海水力の幾つかの確率年を用いた。解析の結果、現状の海岸堤防は7年以上の確率年の海水力によって越流することが分り50年から7年までの確率年を浸水被害の推定のために用いた。

50年確率による浸水面積は200 haの住宅地と1,000 haの水田とからなり合計1,200 haと推定される。この浸水地域は前の図3に示す北部流域の豪雨による浸水面積にほぼ等しい。もし堤防の低い部分が波の越流が続いて破壊されるものとする内陸に生ずる水位は過去の最高潮位に等しくなり、SHVPで0.44 mである。

被害額推定のために必要な条件および仮定は植付稲が浸水深と関係なく海水の浸水によって完全に枯死するという条件を除いては、前の北部流域のものと全く同じである。

計算の結果、4ヶ月間の毎月の年平均洪水被害額を表10に示す。

Table 10 Amount of the Average Annual Flood Damage due to Sea Water

unit : Rp 1,000

Month	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.
Amount of damage	3,978	8,362	9,201	12,110

表10から明らかなように、海水の浸入による洪水被害額は3月に最高値を示す。

結局、水門工事を含めて海岸堤防の改修工事の全経済便益はこれと前節のものとの和としてRp 28,036,000と推定された。

## 2. 便益費用分析

前課でのべたこの工事によってもたらせられる年平均便益を表11にまとめた。便益は工事終了の翌年から発生するものとする。

Table 11 Average Annual Benefits

unit : Rp 1,000

Kind of improvement works	5th Year	6th Year	7th Year	/1	
				.....	nth Year
Marmojo river	0	0	12,267	.....	12,267
Surabaya/Wonokromo river	0	0	271,240	.....	271,240
Mas river	0	0	306,446	.....	306,446
Morokrempangan Boezem	0	492,000	0	.....	0
Sea dike	28,036	28,036	28,036	.....	28,036
Total	28,036	520,036	617,989	.....	617,989

note : /1 : n is taken as 50, life of project.

/2 : The average annual benefits which may be brought by rehabilitating the function of Gunungsari Dam should be added to this value. Those values are shown in Table 2 of Chapter XXV, Part 4.

一方、第8章、表4から機械、材料および技術報酬も含めた年間の建設費をルピアで表12示す。

Table 12 Annual Construction Costs

							unit : Rp 1,000
	1st Year	2nd Year	3rd Year	4th Year	5th Year	6th Year	Total
Construction costs	132,136	946,970	557,760	623,110	730,018	483,047	3,473,041

表12の全建設費の中には第8章表2に示す Rp 945,836,000 ( ¥701,970,000 ) の機械材料費を含む。この中の機械費のいくらかは表13に示すように工事の完成後残存価値として残る。

Table 13 Annual Residual Values of the Equipment

			unit : Rp 1,000
	5th Year	6th Year	Total
Residual values	4,042	18,787	22,829

この表で、第5年目における Rp 4,042,000 の金額はモロクレムバンガンブーザムの改修工事の完成後の浚渫船のブースターおよびその附属機械の残存価値である。その他の機械の残存価値はこのプロジェクトの全工事が完成する第6年目にあたえられる。

新しい施設を操作補修するための運営維持費は年平均便益の発生の場合と同じく工事完成の翌年から発生する。反対に旧施設の運営維持費は工事完成後翌年から消滅し、消滅した費用は便益として取扱われる。表14は工事完成前後の年平均運営維持費を示す。便益費用分析に使われる値は前者は現在の施設に対する操作、補修のために使われている最近の費用を適用し、一方後者は施設の近代化を考慮して上にのべた最近使われている費用をもとにして推定された。

Table 14 Average Annual Operation and Maintenance Costs

						unit : Rp 1,000
Items	4th Year	5th Year	6th Year	7th Year	.....	nth <sup>1</sup> Year
Before the completion of works	500 <sup>2</sup>	500 <sup>2</sup>	500 <sup>2</sup>	2,400 <sup>5</sup>	.....	2,400 <sup>5</sup>
After the completion of works	130 <sup>2</sup>	484 <sup>3</sup>	672 <sup>4</sup>	1,974 <sup>5</sup>	.....	1,974 <sup>5</sup>

note : <sup>1</sup> : n is taken as 50, life of project.

<sup>2</sup> : for improvement works of Djagir dam.

<sup>3</sup> : for Djagir dam and sea dike.

<sup>4</sup> : for Djagir dam, sea dike and Morokrembangan Boezem.

<sup>5</sup> : for all the works of the present project.



表11から14に示した便益、費用をプロジェクト有効期間の各年毎に集めると、この建設工事に投資される費用およびこの工事によってもたらせられる便益が表15のごとくあたえられる。

Table 15 Costs to be Invested and Benefits to be Brought during the Period of Project Life

unit : Rp 1,000

Year	Construction cost	Operation & maintenance costs.	Benefit	Residual value
1	132,136	0	0	0
2	946,970	0	0	0
3	557,760	0	0	0
4	623,110	130	500	0
5	730,018	484	28,536	4,042
6	483,047	672	520,536	18,787
7	0	1,942	620,389	0
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
50	0	1,942	620,389	0

表15の値および第4編第25章の表2をもとにして、このプロジェクトの経済的可能性を便益の現在価値と費用の現在価値を比較することによってしらべた。解析はよく知られている便益費用比率および内部収益率の二つの方法によって導かれる。前者の方法によって得られた結果の一部を表17および18に示す。この計算は割引率3%と6%を適用し、プロジェクトの有効期間の50年間について行われた。

内部収益率法による計算もまた50年間行われ、計算された便益と費用の現在価値を表19～22に示す。内部収益率はプロジェクトの有効期間を20年と50年の二つを仮定して、これらの表に示される便益と費用の現在価値から推定された。内部収益率の結果を前の便益費用比率とともに表16に示す。

Table 16 Results of Benefit-Cost Analysis

Project life	20-year		50-year	
	3%	6%	3%	6%
Discount rate				
Benefit-cost ratio	2.28	1.78	4.58	2.80
Internal rate of return	13.9%		15.8%	

表に示された数字はこのプロジェクトが経済的観点において十分に実現可能であることを示す。しかし、この解析で考慮した便益は直接且貨幣で表現できるもののみである。従って、上記以外の間接便益、貨幣で表現できないものをも考慮するならば、このプロジェクトは更に一層実現可能のものとなることは明らかである。

Table 17 Present Value of Benefits and Costs

Discount rate : 3%

unit : Rp 1,000

Year	Discounted Costs		Present Value of Cost	Discounted Benefits		Present Value of Benefit	Net Present Value	Benefit-Cost Ratio
	Construc- tion Cost	Ope. & Maint. Costs		Benefit	Residual Value			
1	128287.	0.	128287.	0.	0.	0.	-128287.	0.0
2	892610.	0.	1020897.	0.	0.	0.	-1020897.	0.0
3	510429.	0.	1531327.	0.	0.	0.	-1531327.	0.0
4	553625.	116.	2085068.	444.	0.	444.	-2084623.	0.000213
5	629720.	418.	2715205.	24615.	3487.	28546.	-2686659.	0.010514
6	404544.	563.	3120312.	435941.	15734.	480221.	-2640091.	0.153902
7	0.	1579.	3121891.	575195.	0.	1055416.	-2066475.	0.338069
8	0.	1533.	3123424.	558284.	0.	1613699.	-1509725.	0.516644
9	0.	1488.	3124912.	541870.	0.	2155569.	-969344.	0.689801
10	0.	1445.	3126357.	525907.	0.	2681476.	-444882.	0.857700
11	0.	1403.	3127760.	510413.	0.	3191889.	64128.	1.020503
12	0.	1362.	3129122.	495375.	0.	3687264.	558142.	1.178370
13	0.	1322.	3130445.	480805.	0.	4168070.	1037625.	1.331462
14	0.	1284.	3131729.	466544.	0.	4634613.	1502885.	1.479890
15	0.	1246.	3132975.	452742.	0.	5087355.	1954380.	1.623810
16	0.	1210.	3134185.	439335.	0.	5526690.	2392504.	1.763358
17	0.	1175.	3135360.	426311.	0.	5953001.	2817640.	1.898666
18	0.	1141.	3136501.	413646.	0.	6366647.	3230384.	2.029856
19	0.	1107.	3137609.	401346.	0.	6767993.	3630384.	2.157055
20	0.	1075.	3138684.	389398.	0.	7157392.	4018708.	2.280380
21	0.	1044.	3139728.	377784.	0.	7535175.	4395448.	2.399945
22	0.	1014.	3140741.	366491.	0.	7901667.	4760925.	2.515860
23	0.	984.	3141725.	355525.	0.	8257191.	5115466.	2.628235
24	0.	955.	3142681.	344854.	0.	8602045.	5459365.	2.737168
25	0.	928.	3143608.	334482.	0.	8936527.	5792919.	2.842761
26	0.	900.	3144509.	324400.	0.	9260928.	6116419.	2.945111
27	0.	874.	3145383.	314593.	0.	9575521.	6430138.	3.044310
28	0.	849.	3146232.	305063.	0.	9880584.	6734352.	3.140450
29	0.	824.	3147056.	295792.	0.	10176375.	7029320.	3.233618
30	0.	800.	3147856.	286775.	0.	10463151.	7315295.	3.323898
31	0.	777.	3148633.	277954.	0.	10741105.	7592472.	3.411355
32	0.	754.	3149387.	268400.	0.	11009505.	7860118.	3.495761
33	0.	732.	3150119.	259011.	0.	11268516.	8118397.	3.577171
34	0.	711.	3150830.	249821.	0.	11518337.	8367507.	3.655652
35	0.	690.	3151520.	240821.	0.	11759157.	8607637.	3.731265
36	0.	670.	3152190.	231746.	0.	11990904.	8838714.	3.803991
37	0.	651.	3152841.	223395.	0.	12214299.	9061458.	3.874062
38	0.	632.	3153472.	214938.	0.	12429237.	9275765.	3.941445
39	0.	613.	3154085.	206622.	0.	12635859.	9481774.	4.006188
40	0.	595.	3154681.	198479.	0.	12834338.	9679657.	4.068348
41	0.	578.	3155259.	190467.	0.	13024804.	9869546.	4.127967
42	0.	561.	3155820.	180458.	0.	13205263.	10049443.	4.184416
43	0.	545.	3156365.	174848.	0.	13380110.	10223746.	4.239089
44	0.	529.	3156894.	168976.	0.	13549087.	10392193.	4.291905
45	0.	514.	3157407.	164055.	0.	13713141.	10555734.	4.343165
46	0.	499.	3157906.	159277.	0.	13872418.	10714512.	4.392917
47	0.	484.	3158390.	154637.	0.	14027055.	10868666.	4.441205
48	0.	470.	3158860.	150133.	0.	14177189.	11018329.	4.488072
49	0.	456.	3159316.	145761.	0.	14322949.	11163633.	4.533560
50	0.	443.	3159759.	141515.	0.	14464464.	11304705.	4.577711

Table 18 Present Value of Benefits and Costs

Discount rate : 6% unit : Rp 1,000

Year	Discounted Costs		Present Value of Cost	Discounted Benefits		Present Value of Benefit	Net Present Value	Benefit-Cost Ratio
	Construc- tion Cost	Ope. & Maint. Costs		Benefit	Residual Value			
1	124657.	0.	124657.	0.	0.	0.	-124657.	0.0
2	842800.	0.	967457.	0.	0.	0.	-967457.	0.0
3	468306.	0.	1435763.	0.	0.	0.	-1435763.	0.0
4	493561.	103.	1929427.	396.	0.	396.	-1929031.	0.000205
5	545512.	362.	2475301.	21324.	3020.	24740.	-2450560.	0.009995
6	340529.	474.	2816303.	366957.	13244.	404942.	-2411362.	0.143785
7	0.	1292.	2817595.	470473.	0.	875414.	-1942181.	0.310696
8	0.	1218.	2818813.	443717.	0.	1319131.	-1499682.	0.467974
9	0.	1149.	2819963.	418482.	0.	1737613.	-1082350.	0.616183
10	0.	1084.	2821047.	394659.	0.	2132273.	-688774.	0.755844
11	0.	1023.	2822070.	372192.	0.	2504465.	-317606.	0.887456
12	0.	965.	2823035.	351003.	0.	2855468.	32432.	1.011488
13	0.	910.	2823946.	331037.	0.	3186505.	362559.	1.128387
14	0.	859.	2824805.	312127.	0.	3498632.	673827.	1.238539
15	0.	810.	2825615.	294321.	0.	3792953.	967337.	1.342346
16	0.	764.	2826380.	277522.	0.	4070474.	1244095.	1.440173
17	0.	721.	2827101.	261673.	0.	4332148.	1505047.	1.532364
18	0.	680.	2827781.	246714.	0.	4578862.	1751081.	1.619242
19	0.	642.	2828423.	232603.	0.	4811465.	1983041.	1.701112
20	0.	606.	2829029.	219291.	0.	5030756.	2201727.	1.778263
21	0.	571.	2829600.	206729.	0.	5237485.	2407885.	1.850963
22	0.	539.	2830139.	194874.	0.	5432359.	2602220.	1.919467
23	0.	508.	2830647.	183692.	0.	5616051.	2785404.	1.984017
24	0.	480.	2831127.	173136.	0.	5789187.	2958061.	2.044835
25	0.	452.	2831579.	163176.	0.	5952364.	3120784.	2.102136
26	0.	427.	2832006.	153779.	0.	6106142.	3274134.	2.156119
27	0.	403.	2832409.	144909.	0.	6251052.	3418643.	2.206974
28	0.	380.	2832789.	136542.	0.	6387594.	3554805.	2.254878
29	0.	358.	2833147.	128646.	0.	6516240.	3683093.	2.300000
30	0.	338.	2833485.	121194.	0.	6637434.	3803949.	2.342498
31	0.	319.	2833804.	114142.	0.	6751576.	3917772.	2.382513
32	0.	301.	2834105.	107099.	0.	6858675.	4024570.	2.420050
33	0.	284.	2834389.	100427.	0.	6959103.	4124714.	2.455239
34	0.	268.	2834657.	94123.	0.	7053226.	4218569.	2.488211
35	0.	253.	2834910.	88164.	0.	7141390.	4306480.	2.519089
36	0.	238.	2835148.	82441.	0.	7223830.	4388682.	2.547955
37	0.	225.	2835373.	77221.	0.	7301051.	4465678.	2.574988
38	0.	212.	2835585.	72195.	0.	7373246.	4537661.	2.600256
39	0.	200.	2835785.	67437.	0.	7440683.	4604898.	2.623853
40	0.	189.	2835974.	62946.	0.	7503629.	4667655.	2.645874
41	0.	319.	2833804.	58696.	0.	7562325.	4726173.	2.666403
42	0.	301.	2834105.	54037.	0.	7616362.	4780042.	2.685297
43	0.	284.	2834389.	50875.	0.	7667237.	4830759.	2.703083
44	0.	268.	2834657.	47776.	0.	7715013.	4878385.	2.719783
45	0.	253.	2834910.	45071.	0.	7760084.	4923315.	2.735536
46	0.	238.	2835148.	42520.	0.	7802604.	4965702.	2.750396
47	0.	126.	2837028.	40113.	0.	7842718.	5005690.	2.764413
48	0.	118.	2837146.	37843.	0.	7880560.	5043414.	2.777636
49	0.	112.	2837258.	35701.	0.	7916261.	5079003.	2.790110
50	0.	105.	2837364.	33680.	0.	7949941.	5112577.	2.801876

Table 19 Present Value of Benefits and Costs

unit : Rp 1,000

Year	Discounted Costs		Present Value of Cost	Discounted Benefits		Present Value of Benefit	Net Present Value	Benefit-Cost Ratio
	Construc- tion Cost	Ope. & Maint. Costs		Benefit	Residual Value			
1	116935.	0.	116935.	0.	0.	0.	-116935.	0.0
2	741616.	0.	858551.	0.	00.	0.	-858551.	0.0
3	386556.	0.	1245107.	0.	0.	0.	-1245107.	0.0
4	382165.	80.	1627351.	307.	0.	307.	-1627045.	0.000188
5	396225.	263.	2023839.	15488.	2194.	17989.	-2005850.	0.008888
6	232016.	323.	2256178.	250023.	9024.	277036.	-1979142.	0.122790
7	0.	825.	2257003.	300695.	0.	577731.	-1679273.	0.255972
8	0.	731.	2257734.	266027.	0.	843757.	-1413976.	0.373719
9	0.	646.	2258380.	235355.	0.	1079113.	-1179268.	0.477826
10	0.	572.	2258952.	208208.	0.	1287320.	-971632.	0.569875
11	0.	506.	2259459.	184191.	0.	1471511.	-787947.	0.651267
12	0.	448.	2259907.	162945.	0.	1634456.	-625451.	0.723240
13	0.	396.	2260303.	144156.	0.	1778612.	-481691.	0.786891
14	0.	351.	2260654.	127501.	0.	1906113.	-354540.	0.843169
15	0.	311.	2260964.	112780.	0.	2018894.	-242071.	0.892935
16	0.	275.	2261239.	99755.	0.	2118649.	-142590.	0.936941
17	0.	243.	2261482.	88232.	0.	2206881.	-54602.	0.975856
18	0.	215.	2261698.	78035.	0.	2284915.	23218.	1.010266
19	0.	190.	2261888.	69014.	0.	2353929.	92041.	1.040692
20	0.	169.	2262057.	61034.	0.	2414963.	152906.	1.067596
21	0.	149.	2262206.	53973.	0.	2468936.	206730.	1.091384
22	0.	132.	2262338.	47726.	0.	2516662.	254324.	1.112417
23	0.	117.	2262455.	42201.	0.	2558863.	296409.	1.131012
24	0.	103.	2262558.	37312.	0.	2596175.	333617.	1.147451
25	0.	91.	2262649.	32987.	0.	2629162.	366512.	1.161984
26	0.	81.	2262730.	29161.	0.	2658323.	395593.	1.174830
27	0.	72.	2262802.	25777.	0.	2684101.	421299.	1.186184
28	0.	63.	2262865.	22784.	0.	2706885.	444019.	1.196220
29	0.	56.	2262921.	20137.	0.	2727022.	464100.	1.205089
30	0.	50.	2262971.	17795.	0.	2744817.	481846.	1.212926
31	0.	44.	2263015.	15722.	0.	2760538.	497523.	1.219850
32	0.	39.	2263054.	13838.	0.	2774376.	511322.	1.225943
33	0.	34.	2263088.	12172.	0.	2786548.	523460.	1.231303
34	0.	30.	2263119.	10701.	0.	2797249.	534130.	1.236015
35	0.	27.	2263146.	9403.	0.	2806652.	543506.	1.240155
36	0.	24.	2263170.	8248.	0.	2814899.	551730.	1.243786
37	0.	21.	2263191.	7247.	0.	2822146.	558956.	1.246977
38	0.	19.	2263209.	6355.	0.	2828502.	565292.	1.249775
39	0.	17.	2263226.	5569.	0.	2834071.	570845.	1.252226
40	0.	15.	2263240.	4876.	0.	2838947.	575706.	1.254373
41	0.	13.	2263253.	4265.	0.	2843212.	579958.	1.256250
42	0.	11.	2263265.	3683.	0.	2846895.	583630.	1.257871
43	0.	10.	2263275.	3253.	0.	2850148.	586873.	1.259303
44	0.	9.	2263284.	2866.	0.	2853014.	589730.	1.260564
45	0.	8.	2263292.	2536.	0.	2855550.	592258.	1.261680
46	0.	7.	2263299.	2244.	0.	2857794.	594495.	1.262667
47	0.	6.	2263305.	1986.	0.	2859780.	596475.	1.263541
48	0.	6.	2263311.	1758.	0.	2861537.	598227.	1.264315
49	0.	5.	2263316.	1555.	0.	2863093.	599777.	1.264999
50	0.	4.	2263320.	1376.	0.	2864469.	601149.	1.265605

Table 20 Present Value of Benefits and Costs

Discount rate : 14% unit : Rp 1,000

Year	Discounted Cost		Present Value of Cost	Discounted Benefits		Present Value of Benefit	Net Present Value	Benefit-Cost Ratio
	Construc- tion Cost	Ope. & Maint. Costs		Benefit	Residual Value			
1	115909.	0.	115909.	0.	0.	0.	-115909.	0.0
2	728663.	0.	844571.	0.	0.	0.	-844571.	0.0
3	376472.	0.	1221044.	0.	0.	0.	-1221044.	0.0
4	368931.	77.	1590052.	296.	0.	296.	-1589756.	0.000186
5	379148.	251.	1969452.	14821.	2099.	17216.	-1952235.	0.008742
6	220070.	306.	2189827.	237149.	8559.	262924.	-1926903.	0.120066
7		776.	2190603.	282710.	0.	545635.	-1644969.	0.249080
8		681.	2191284.	247921.	0.	793556.	-1397728.	0.362142
9		597.	2191881.	217413.	0.	1010969.	-1180912.	0.461234
10		524.	2192405.	190648.	0.	1201617.	-990788.	0.548082
11		460.	2192865.	167178.	0.	1368795.	-824070.	0.624204
12		403.	2193268.	146596.	0.	1515391.	-677877.	0.690928
13		354.	2193621.	128555.	0.	1643947.	-549675.	0.749421
14		310.	2193932.	112706.	0.	1756652.	-437279.	0.800687
15		272.	2194204.	98818.	0.	1855470.	-338733.	0.845624
16		239.	2194442.	86639.	0.	1942109.	-252333.	0.885013
17		209.	2194652.	75959.	0.	2018068.	-176584.	0.919539
18		184.	2194835.	66590.	0.	2084658.	-110177.	0.949802
19		161.	2194996.	58376.	0.	2143034.	-51962.	0.976327
20		141.	2195138.	51173.	0.	2194207.	-930.	0.999576
21		124.	2195262.	44856.	0.	2239064.	43802.	1.019953
22		109.	2195370.	39317.	0.	2278380.	83010.	1.037811
23		95.	2195466.	34460.	0.	2312840.	117374.	1.053462
24		84.	2195549.	30200.	0.	2343040.	147491.	1.067177
25		73.	2195623.	26466.	0.	2369506.	173883.	1.079195
26		64.	2195687.	23191.	0.	2392697.	197010.	1.089726
27		56.	2195744.	20320.	0.	2413017.	217274.	1.098952
28		50.	2195793.	17803.	0.	2430820.	235027.	1.107035
29		43.	2195837.	15596.	0.	2446417.	250580.	1.114116
30		38.	2195875.	13662.	0.	2460079.	264204.	1.120318
31		33.	2195908.	11964.	0.	2472043.	276135.	1.125750
32		29.	2195938.	10438.	0.	2482481.	286543.	1.130488
33		26.	2195963.	9101.	0.	2491582.	295618.	1.134619
34		23.	2195986.	7931.	0.	2499513.	303527.	1.138219
35		20.	2196006.	6908.	0.	2506420.	310415.	1.141354
36		17.	2196023.	6006.	0.	2512426.	316403.	1.144080
37		15.	2196038.	5231.	0.	2517657.	321619.	1.146454
38		13.	2196052.	4547.	0.	2522204.	326153.	1.148518
39		12.	2196063.	3949.	0.	2526154.	330090.	1.150310
40		10.	2196074.	3428.	0.	2529581.	333508.	1.151866
41		9.	2196083.	2972.	0.	2532553.	336471.	1.153214
42		8.	2196091.	2544.	0.	2535098.	339007.	1.154368
43		7.	2196097.	2227.	0.	2537325.	341227.	1.155379
44		6.	2196104.	2945.	0.	2539269.	343166.	1.156261
45		5.	2196109.	1706.	0.	2540975.	344866.	1.157035
46		5.	2196114.	1496.	0.	2542472.	346358.	1.157714
47		4.	2196118.	1313.	0.	2543784.	347667.	1.158310
48		4.	2196121.	1151.	0.	2544936.	348814.	1.158832
49		3.	2196124.	1010.	0.	2545946.	349821.	1.159290
50		3.	2196127.	886.	0.	2546832.	350704.	1.159692

Table 21 Present Value of Benefits and Costs

unit : Rp 1,000

Year	Discounted Costs		Present Value of Cost	Discounted Benefits		Present Value of Benefit	Net Present Value	Benefit-Cost Ratio
	Construc- tion Cost	Op. & Maint. Costs		Benefit	Residual Value			
1	114901.	0.	114901.	0.	0.	0.	-114901.	0.0
2	716045.	0.	830946.	0.	0.	0.	-830946.	0.0
3	366736.	0.	1197682.	0.	0.	0.	-1197682.	0.0
4	356265.	74.	1554022.	286.	0.	286.	-1553736.	0.000184
5	362948.	241.	1917211.	14187.	2010.	16483.	-1900728.	0.008597
6	208835.	291.	2126336.	225042.	8122.	249647.	-1876689.	0.117407
7	0.	730.	2127066.	265944.	0.	515591.	-1611474.	0.242396
8	0.	635.	2127701.	231190.	0.	746782.	-1380919.	0.350981
9	0.	552.	2128253.	200978.	0.	947760.	-1180492.	0.445323
10	0.	480.	2128733.	174704.	0.	1122464.	-1006268.	0.527292
11	0.	417.	2129150.	151864.	0.	1274328.	-854822.	0.598515
12	0.	363.	2129513.	132010.	0.	1406338.	-721375.	0.660404
13	0.	316.	2129829.	114758.	0.	1521096.	-608733.	0.714187
14	0.	274.	2130103.	99734.	0.	1620830.	-509273.	0.760916
15	0.	239.	2130342.	86684.	0.	1707514.	-422827.	0.801521
16	0.	208.	2130549.	75340.	0.	1782854.	-347695.	0.836805
17	0.	180.	2130730.	65478.	0.	1848333.	-282397.	0.867465
18	0.	157.	2130887.	56903.	0.	1905236.	-225651.	0.894105
19	0.	136.	2131023.	49450.	0.	1954686.	-176337.	0.917252
20	0.	119.	2131142.	42972.	0.	1997658.	-133484.	0.937365
21	0.	103.	2131245.	37340.	0.	2034997.	-96248.	0.954840
22	0.	90.	2131335.	32444.	0.	2067441.	-63894.	0.970022
23	0.	78.	2131413.	28189.	0.	2095630.	-35783.	0.983212
24	0.	68.	2131481.	24490.	0.	2120119.	-11361.	0.994670
25	0.	59.	2131540.	21274.	0.	2141394.	9854.	1.004623
26	0.	51.	2131591.	18480.	0.	2159874.	28283.	1.013268
27	0.	45.	2131635.	16051.	0.	2175925.	44290.	1.020777
28	0.	39.	2131674.	13941.	0.	2189866.	58192.	1.027299
29	0.	34.	2131708.	12107.	0.	2201973.	70265.	1.032962
30	0.	29.	2131737.	10513.	0.	2212486.	80749.	1.037879
31	0.	26.	2131763.	9126.	0.	2221612.	89849.	1.042148
32	0.	22.	2131785.	7893.	0.	2229505.	97720.	1.045840
33	0.	19.	2131804.	6822.	0.	2236327.	104523.	1.049030
34	0.	17.	2131821.	5893.	0.	2242221.	110400.	1.051787
35	0.	15.	2131836.	5088.	0.	2247309.	115473.	1.054166
36	0.	13.	2131848.	4386.	0.	2251695.	119846.	1.056217
37	0.	11.	2131859.	3786.	0.	2255481.	123622.	1.057988
38	0.	10.	2131869.	3263.	0.	2258744.	126875.	1.059514
39	0.	8.	2131877.	2809.	0.	2261553.	129676.	1.060827
40	0.	7.	2131885.	2417.	0.	2263970.	132086.	1.061957
41	0.	6.	2131891.	2077.	0.	2266048.	134157.	1.062929
42	0.	5.	2131896.	1763.	0.	2267811.	135915.	1.063753
43	0.	5.	2131901.	1530.	0.	2269341.	137440.	1.064468
44	0.	4.	2131905.	1324.	0.	2270665.	138760.	1.065087
45	0.	4.	2131909.	1151.	0.	2271816.	139908.	1.065625
46	0.	3.	2131912.	1001.	0.	2272818.	140906.	1.066094
47	0.	3.	2131915.	871.	0.	2273688.	141774.	1.066501
48	0.	2.	2131917.	757.	0.	2274446.	142528.	1.066855
49	0.	2.	2131919.	658.	0.	2275104.	143185.	1.067162
50	0.	2.	2131921.	572.	0.	2275676.	143755.	1.067430

Table 22 Present Value of Benefits and Costs

unit : Rp 1,000

Discount ratio : 16%

Year	Discounted Costs		Present Value of Cost	Discounted Benefits		Present Value of Benefit	Net Present Value	Benefit-Cost Ratio
	Construc- tion Cost	Ope. & Maint. Costs		Benefit	Residual Value			
1	113910.	0.	113910.	0.	0.	0.	-113910.	0.0
2	703753.	0.	817663.	0.	0.	0.	-817663.	0.0
3	357333.	0.	1174997.	0.	0.	0.	-1174997.	0.0
4	344138.	72.	1519206.	276.	0.	276.	-1518930.	0.000182
5	347571.	230.	1867008.	13586.	1924.	15787.	-1851221.	0.008456
6	198263.	276.	2065547.	213650.	7711.	237148.	-1851221.	0.114811
7	0.	687.	2066234.	250305.	0.	487453.	-1578781.	0.235914
8	0.	592.	2066826.	215719.	0.	703172.	-1363654.	0.430063
9	0.	511.	2067337.	185912.	0.	889084.	-1178252.	0.430063
10	0.	440.	2067777.	160214.	0.	1049299.	-1018478.	0.507453
11	0.	379.	2068157.	138068.	0.	1187367.	-880790.	0.574118
12	0.	327.	2068484.	118983.	0.	1306350.	-762134.	0.631550
13	0.	282.	2068766.	102541.	0.	1408891.	-659874.	0.681030
14	0.	243.	2069009.	88349.	0.	1497240.	-571769.	0.723651
15	0.	210.	2069218.	76127.	0.	1573367.	-495851.	0.760368
16	0.	181.	2069399.	65594.	0.	1638961.	-430438.	0.791999
17	0.	156.	2069555.	56516.	0.	1695477.	-374077.	0.819247
18	0.	134.	2069689.	48692.	0.	1744169.	-325520.	0.842720
19	0.	116.	2069805.	41949.	0.	1786119.	-283686.	0.862941
20	0.	100.	2069905.	36139.	0.	1822258.	-247647.	0.880358
21	0.	86.	2069991.	31132.	0.	1853390.	-216601.	0.895361
22	0.	74.	2070065.	26817.	0.	1880207.	-189858.	0.908284
23	0.	64.	2070129.	23099.	0.	1903305.	-166823.	0.919414
24	0.	55.	2070184.	19895.	0.	1923200.	-146984.	0.929000
25	0.	48.	2070231.	17134.	0.	1940334.	-129898.	0.937255
26	0.	41.	2070272.	14755.	0.	1955089.	-115183.	0.944363
27	0.	35.	2070308.	12705.	0.	1967794.	-102513.	0.950484
28	0.	30.	2070338.	10940.	0.	1978734.	-91604.	0.955754
29	0.	26.	2070364.	9419.	0.	1988153.	-82212.	0.960291
30	0.	23.	2070387.	8108.	0.	1996261.	-74126.	0.964197
31	0.	20.	2070407.	6978.	0.	2003239.	-67168.	0.967558
32	0.	17.	2070423.	5983.	0.	2009222.	-61202.	0.970440
33	0.	14.	2070438.	5127.	0.	2014348.	-56089.	0.972909
34	0.	12.	2070450.	4391.	0.	2018739.	-51711.	0.975024
35	0.	11.	2070461.	3758.	0.	2022497.	-47964.	0.976834
36	0.	9.	2070470.	3211.	0.	2025708.	-44762.	0.978381
37	0.	8.	2070478.	2749.	0.	2028457.	-42022.	0.979704
38	0.	7.	2070485.	2348.	0.	2030805.	-39680.	0.980835
39	0.	6.	2070491.	2004.	0.	2032809.	-37682.	0.981801
40	0.	5.	2070496.	1710.	0.	2034519.	-35977.	0.982624
41	0.	4.	2070501.	1457.	0.	2035976.	-34525.	0.983325
42	0.	4.	2070505.	1225.	0.	2037201.	-33304.	0.983915
43	0.	3.	2070508.	1054.	0.	2038255.	-32253.	0.984423
44	0.	3.	2070511.	905.	0.	2039160.	-31351.	0.984859
45	0.	2.	2070513.	780.	0.	2039940.	-30573.	0.985234
46	0.	2.	2070515.	672.	0.	2040612.	-29903.	0.985558
47	0.	2.	2070517.	580.	0.	2041192.	-29325.	0.985837
48	0.	2.	2070519.	500.	0.	2041692.	-28827.	0.986077
49	0.	1.	2070520.	431.	0.	2042122.	-28398.	0.986285
50	0.	1.	2070521.	371.	0.	2042494.	-28027.	0.986464

## 第 10 章 組織と施設

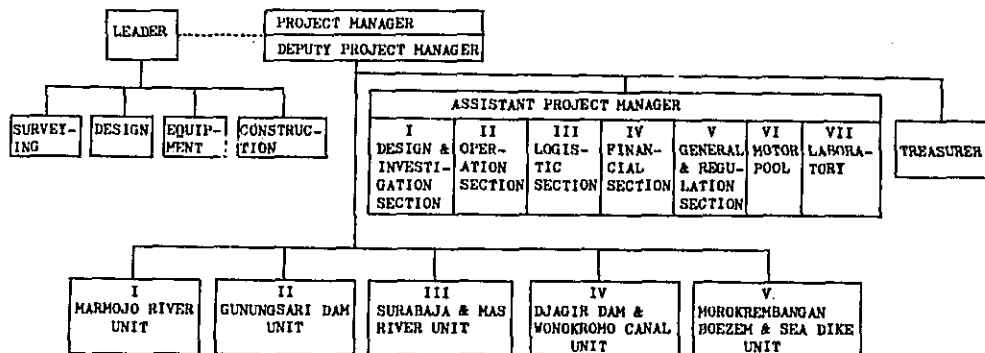
### 1. 組織

スラバヤ河改修計画は、前述の如く約1年半の実施設計と約4年間の工事施工から成っている。この工事の内容は前述のとおり、堀削築堤及び護岸の河川工事、ダム水門等の河川構造物工事、浚渫工事など、各種の工事から成っている。特に複雑な施工と、高度な技術を必要とするグヌンサリダムの新設工事が含まれており、僅か4年間でこれ等の全工事を完成させるためには、十分な経験をもった技術者を、図1に示される組織図に従って配置する必要がある。

又本事務所はスラバヤ市内のグヌンサリダムか又はジャッギルダムの近くに設置し、各工事別に図1に示す現場監督詰所を設置して、夫々の担当工事の完全な施工の監督管理を行う必要がある。

組織に示されている本事務所の各課には、夫々の責任者の外、数名の補助者が配置される必要がある。特に調査設計課には、測量技術者と河川計画設計技術者並びに構造物設計技術者を、夫々2乃至3名を配置する必要があり、実施課には、河川工事の経験技術者及び構造物建設工事の経験技術者を夫々2乃至3名を配置する必要がある。又試験所は、コンクリート工事に使用されるコンクリートの試験、ボーリングを伴う土質試験等を行う外、構造物の基礎に使用されるコンクリート杭、護岸用コンクリートブロックの製造の為の指導と、それ等の品質管理を行うための施設であり、この種試験に適した技術者数名を配属する必要がある。その外、本事務所には十分なタイプライター、トレース、印刷の設備と人員を備える必要がある。

Fig. 1 Organization of Surabaya River Improvement Project





次に各現場監督詰所には、担当工事に経験の深い責任技術者の外、労務及び資材の受払いの管理を行う事務職員並びに測量技術を身につけた工事監督管理の為に技術職員数名を配置する必要がある。特にグヌンサリダム監督詰所には、複雑な施工の監督管理が必要であるので、この種のダム工事に経験のある、優れた技術者の少くとも1乃至2名の配置が必要である。

## 2. 施設

各種の工事をもったこの事業の実施設計並びに工事実施に当って、最小限表1に示す施設及び器材が必要である。表1の器材の中、一部は外貨によって賄れるが、その他の施設器材は、現地政府によって準備されるものとし、その費用はこの事業費の見積りの中には含まなかった。

Table 1 List of Major Facilities for the Above-mentioned Organization

Facilities	Quantity	Remarks
(1) Surveying		
Full set of instruments for angular surveying	10 suits	o
Full set of instruments for Leveling	10 suits	o
Full set of instruments for plane table surveying	10 suits	o
Others for surveying	suit	o
(2) Geological surveying		
Boring machine set	1 suit	o
Soil auger set	2 suits	o
Swedish sounding set	2 suits	o
Soil test set	suit	o
Spare parts and others	suit	o
(3) Stationeries		
Calculation machines	12	o
Portable electronic computers	6	o
Copying machines, Large	2	o
Copying machines, Middle	4	o
Copying machines, Small	5	o
Portable typewriters	some	o
Typewriters	some	
Telephone	some	
Transceivers	10	o
Spare parts and others	suit	o
(4) Concrete		
Compression testing machine	1	o
Mixer	1	o
Apparatus for making specimen	suit	o
Slump testing apparatus	3	o
Air-meter	3	o
Apparatus for testing of aggregate	suit	o
Spare parts and others	suit	o
(5) General facilities		
Land cruisers	4	o
Jeeps	3	o
Jeeps	some	
Motorcycles	7	o
Generators, Large	2	o
Generators, Small	3	o
Air-conditioners, Large	2	o
Air-conditioners, small	3	o
Spare parts and others	suit	o
(6) Buildings and Lands		
Head office	1	
Field offices	5	
Laboratory	1	
Motor pool	1	
Storehouses	6	
Accommodations	2	
Water service	suit	
Electric service	suit	
Others	some	

note : Facilities of mark o are to be procured by using foreign currency.

### 第 3 部

### 水 需 要 量

## 第1章 市街地における水需要量

### 1. 一般事項

スラバヤ河の改善計画を進める上で、市街地用水、工業用水およびかんがい用水の将来需要量を適確に把握することが重要である。これらの推定は次の条件でおこなった。

- a. 1990年における市人口は3,980,000人となる。
- b. 現在5,300haの市街地が1990年には29,200haに拡大する。
- c. 工業用水量は工業地域の拡大に比例して増加する。
- d. 将来工業水の単位製品当りまたは単位工場面積当りの使用量は現在の約80%程度にまで減少する。
- e. 家庭用水は今後も生活条件の向上に比例して増加する。
- f. マス及びベギリアン河の流域からの下水流出量は1992年度において7,1900m<sup>3</sup>/dになる。

### 2. 都市用水

#### (1) 上水道

本市水道は1920年代に建設されその後拡張されてきた。現在(1971年9月)で給水戸数48,199戸で月間給水量は3,787,021m<sup>3</sup>となっている。現在の水源は、5つの泉とスラバヤ河から1ヶ所の計6ヶ所である。

給水幹線は内径100mmから900mmまでで比較的の水圧もあり中心部に給水している。

スラバヤ河の水質はかなりの有機物と無機物を含んでいる。濁度が大きく300~15,000ppmで、総硬度はCaCO<sub>3</sub>として100~150ppmとなっている。従って、河の水は、ヌガゲルにおいて薬品沈澱処理してからすべてウオノキトリにある配水池に一度送りそこから市内に配水する。

#### (2) 調査及び検討

水道に関する資料例えば、総給水量、給水戸数、使用薬品量、電気使用料などを収集し分析したが、これらのデータでは1人当りの使用水量を適確に把握出来なかった。そこで特定地区を選定してそれぞれの地区の給水量、給水人口等を調査し1人当り給水量を検討した。

#### (3) 特定地区の調査

高級地区としてデイボネゴロ地区を、中級地区としてタンバクサリ、低層地区としてグカグリック地区の3地区を選んで夫々について実状調査し、次のような結果を得た。

a. 低層地区	1人1日平均給水量	130ℓ
	"    最大    "	220"

- b 中級地区 1人1日平均給水量 170~190ℓ  
 " 最大 " 260ℓ
- c 高級地区 1人1日平均給水量 350"  
 " 最大 " 600"

然し、ここで注意しなければならないことは、スラバヤにおいては周辺の低所得地区では上水道の取付をおこなわずに上水道を有する家庭から水を購入するのが一般的であり、従って実際の1人当り使用水量はこれを下廻ることになる。この点については今日の調査では十分な根拠が得られなかった。

従って、他の方法で水需要量を推定することにした。

#### (4) 家庭用水量の推定

家庭用水を分析すると、飲料、台所、洗濯、水洗便所その他色々の項目に分けられる。従って、これらの使用量を将来の生活様式を推定することにより夫々予想すると表-1のとおりとなる。

表-1 家庭汚水の構成(ℓ/人/日)

Water use	Ultimate condition	Ratio (%)	Consumption rates in Surabaya, in 1990
Drinking	2	100	2
Cooking	12	80	10
Kitchen (dish washing)	14	70	10
Bathing	59	70	41
Laundry	60	70	42
Cleaning	8	70	6
Disposer	6	0	0
Toilet flushing	30	20	6
Car washing	85	10	9
Air conditioning	143	10	14
Miscellaneous	12	20	2
Total	431		140

すなわち、上表では夫々の項目について1990年における普及の状況等を推定し比率を掛け使用水量を推定した結果、1人1日平均140ℓが得られた。

更にその他の方法として、日本の住宅団地での使用水量を調査し、家庭用水は大体150~200ℓ位が上限であることがわかった。スラバヤの生活状況は1990年において大体この程度になるものと考えられるので家庭用水は140ℓとして計画してよいと思われる。

#### (5) 全給水量

家庭給水量と全給水量との比率は都市の特性によってことなり、15%~90%程度で変化している。スラバヤの場合、将来の比率が70%になるものと考えて全給水量を計算

すると、

$$Q = \frac{140}{0.7} = 202.8 \div 200 \text{ ㉞ / 人 / 日}$$

また、日最大量は日平均の25%増し、時間最大量を日平均の100%増しと考えると夫々250㉞及び400㉞となる。

今、現在の給水量を80㉞とし1990年を200㉞とし、更にその間直線的に増加するものと考えると各年毎の1人当り給水量と、全給水量は表-2のとおりとなる。

表-2 スラバヤ市の将来給水量

	1972	1977	1982	1987	1992
給水量 (㉞ / 人 / 日)	80	113	147	180	213
人口 (人)	1,735,000	2,296,000	2,856,000	3,417,000	3,978,000
給水量 (m <sup>3</sup> / 日)	138,800	259,500	419,800	615,100	847,300

### 3. 工業用水

#### (1) スラバヤにおける工業の現況

市の調査によると、全市域に存在する工場数は大小とりまぜて2,735あり、その製品は、化学、機械、食品等多岐に亘っている。

#### (2) 将来需要量の推定

将来の用水量の推定には大別すると3つの方法がある。即ち、1) 生産額単位量当りの使用量の推定、2) 工場敷地単位面積当りの使用水量の推定、3) 従業員1人当りの使用量の推定である。これらの内入手可能なデータで求められるのは2)の方法である。この方法で現況を調査したものから将来の単位使用量を推定し、将来の工業地区面積に掛けて総使用水量を求めることにする。

##### 1) 主要工場の調査

大量の水を使用する工場16を選び夫々について敷地面積、従業員数、使用水量等を調査した。その結果、敷地総面積は8,328,886m<sup>2</sup>で使用水量96,073m<sup>3</sup>/日であった。

##### 2) 将来の工業地域

都市計画では、1990年度で2,968haの工業地域が存在するものと想定している。更に、地区内の住居、工場敷地及び公園宅地の面積比率はそれぞれ20.50,30%と予想する。

##### 3) 使用水の節減

一般に工業用水の用途の内、冷却水、空調水等に用いられる水は全体の60%以上を

占めている。これらの水は比較的清澈な水であり、一部を循環することでかなり節約できるものである。

事実日本では、過去の統計によればこの傾向ははっきりとしている。例へば、1962年に循環使用水の比率が全体の20%であったものが、1964年には32%、1965年には42%となっており、1975年には50%に及ぶものと推定されている。云いかえれば、将来の単位生産高当りの使用水量は現況の約70%位になることが考えられる。スラバヤの場合、殆んど水源は河川水に頼っているが、河川水は浄化後でなければ使用できず高価なものであるため、企業は今後節水に努力するものと考えてよい。従って、1990年には現在の水準の80%程度になるものと考えられる。

#### 4) 将来の需要量の計算

以上の結果から需要量を求めると、

##### イ. 工場単位面積当り使用量

$$96,073 \text{ m}^3 / \text{d} \times \frac{1}{83,29 \text{ ha}} \times 0.8 = 92,27 \text{ m}^3 / \text{d}$$

##### ロ. 工業地域単位面積当り使用量

$$0.5 \times 92,27 = 46.1 \approx 50 \text{ m}^3 / \text{ha} / \text{d}$$

更に、工業地域面積は、1972年の850 haから1992年に2,300 haの間直線的に増加し、同時に、単位面積当り使用量は現在の63 m<sup>3</sup> / haが50 m<sup>3</sup> / haに減少するものとして5年毎の水需要を求めると表-3のとおりとなる。

表-3 工業用水需要量 ( m<sup>3</sup> )

Year	1972	1977	1982	1987	1992
Industrial area (ha)	850	1,213	1,575	1,938	2,300
Unit water requirement (cu m/ha/d)	63	60	57	53	50
Water requirement (cu m/d)	53,600	72,800	89,800	102,700	115,000
Water requirement in Gresik (cu m/d)	42,500	42,500	42,500	42,500	42,500
Total	96,000	115,300	132,300	145,200	157,500

#### 4. 河川稀釈水

先の実験で約5倍の水で稀釈すると臭気が殆んど消滅することがわかった。そこで、マス河及びベギリアン河に対してどの程度の水が必要になるかを計算したがその条件は下記のとおりである。

a. ベギリアン及びマス河の流域は夫々960 haと1,380 haである。

- b. 1人当り下水量は現在80ℓ/日から1992年には200ℓになる。
  - c. 地下水量は約20%とする。
  - d. 潮位による影響はないものとする。
  - e. 平均人口密度は現在160人/haが1992年に200人/haになる。
  - f. 下水の流達率は現在の0.2から1992年の0.6まで増加する。
- 計算結果は次表のとおりである。

表-4 河川稀釈水の経年変化

Year	1972	1977	1982	1987	1992
*per capita sewage flow (l/d)	96	132	176	216	256
population density (person/ha)	160	170	180	190	200
population served	374,400	397,800	421,200	444,600	468,000
sewage produced (cu m/d)	35,940	54,100	74,100	96,000	119,800
discharge ratio	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
sewage reached to water ways	7,200	16,200	29,600	48,000	71,900
dilution water required	36,000	81,000	148,000	240,000	360,000

\* The figures include an infiltration of 20% of the sewage quantity.



## 第2章 かんがい必要水量

### 1. 総論

スラバヤ計画地域におけるかんがい区域は、ブランタス川ミルリップ分流点より下流において、スラバヤ川の水を水源とするかんがい区域である。このかんがい区域は、ミルリップ分流点より下流約12km地点に取水口をもつGrompolポンプかんがい地区(S-1)277haとスラバヤ市内Gunungsariダムかんがい地域(W-1~W-6)3,812ha Gubengダムかんがい地域(W-7, W-8)2,917haの地域である。

これら既存のかんがい施設は、建設後約100年を経過し、その間根本的な改修は加えられておらず、部分的な補修がスラバヤかんがい局によってなされているのみである。ポンプを除く大部分のかんがい施設特にダム本体の門扉および各かんがい地区取水門、分水門はすべて人力運転で設計建設されている。この為出水期におけるかんがい用水取水は特に困難をきわめ、適切な取水、配水の運営がなされ得ない状況にある。又年々ブランタス川上流域より搬送される土砂はかんがい水路にも容易に流入し、水路の通水断面積を狭めたり水路の蛇行、水路側法の浸食等に悪影響を及ぼしている。

かんがいの基本的目的は、栽培されている作物が必要とする時期に必要な量の水を供給して、目標収量の生産に必要な水条件を満足させることである。

従って用水量の決定は、導水の為の水利施設、水路組織および圃場条件の整備と共に重要なかんがい計画の基幹部門である。

本章では、現地調査で収集した資料を整理し、これに国内外で実施された実験報告資料を考慮して検討を加え、更に商工業都市として発展しつつあるスラバヤ市の農地面積の減少動向から将来における本計画地域のかんがい需要量を推定する。

時に本計画地域における主要作物は雨期稲、乾期稲およびその裏作物(大豆、ピーナッツ、そさい類)である。年間平均気温は約26℃で、その月較差はわずか1~2℃の範囲内であるので、水稻の作付は水さえ保障されれば、年間いつでも可能である。従って現条件下では雨期稲、乾期稲とも4ヶ月から5ヶ月間にわたって植付られている。かんがいの主力は雨期稲の補給かんがいである。又乾期稲は、かんがい水の供給が計画されているもの

(Dry Season Paddy, Regulated)と、水の供給は計画されていないが、上流部からの余剰水と栽培期間中の降雨を期待して農民が植付けるもの

(Dry Season Paddy Non-regulated)がある。本章では地域全体のかんがい用水の需要を大局的に推定するのがその目的でもあるので、これら計画地域内において植付けられているものはすべて、かんがい必要作物と考えて計算を行うことにした。

概して水稻のかんがい用水量はその生育時期によって異なるものである。あるかんがい地区において各生育段階の異なる水稻が栽培されている状況では、その作付歩合を把握しない限り、

各月別の用水量を求めることは困難である。従って本章では、現地で収集し得た過去7年間にわたる作物別、月別栽培面積を基礎にして、各かんがい地区の水稲作の月別移植面積を推算し、これにより、ある月における水稲の地区平均生育度を計算した。一方水稲の生育度に相応する、かんがい用水量を定め、これを各面積に乗じて、月別かんがい水量を求めた。

またスラバヤかんがい局によるかんがい取水量の記録と計算で得られた数字を比較して用水の過不足状況をしらべた。

次に将来における、かんがい面積の変動の傾向を研究し、ここで推定された面積を基礎にして、将来における、かんがい用水量を推定した。

## 2. 各かんがい地区別栽培作物別面積

現地調査の際、インドネシア政府の協力者と共に、各かんがい地区内における各月10日毎の作物栽培面積の記録を過去7年間(1964~1970)の作物年度Crop Yearについて収集した。これはスラバヤかんがい局において、現在実行されている報告制度で、この報告にもとづいて、かんがい水の分配が行われているものである。

(作物年度：10日1日より翌年9月20日まで)

水稲栽培の開始時期が雨期稲、乾期稲共各年一定していないのは、スラバヤ川の水源水量の状況および前作物の収穫状況に加えて、かんがいの公平を期す為にかんがい地区別取水優先順位が年毎に輪番になるよう政府当局によって調整されている結果であるとみられる。

今回の計画においては、各かんがい地区共各年の各月平均値を用水量計算の基礎面積とすることにした。

平均値の計算を行って表記すると表2-1から表2-9に示すとおりである。

Table 2-1

## Growing area by crop in hectare

Irrigation Block: SIMOWAU W-1  
A = 387 ha

		Average of 7 yrs (1964 to 1970)						Polowidjo	Fallow	Others	Total
		Rainy sea- son paddy		Dry season paddy Regulated		Dry season paddy non- Regulated					
		Seed bed	Growing	Seed bed	Growing	Seed bed	Growing				
Oct.	ha	2	2	0	3	0	93	7	277	3	387
	%	0.5	0.5	0	0.8	0	24.0	1.8	71.6	0.8	100.0
Nov.	ha	11	15	0	0	0	37	3	294	27	387
	%	2.8	3.9	0	0	0	9.6	0.8	76.0	6.9	100.0
Dec.	ha	13	89	0	0	0	16	0	212	57	387
	%	3.4	23.0	0	0	0	4.1	0	54.8	14.7	100.0
Jan.	ha	16	189	0	0	0	4	0	121	57	387
	%	4.2	48.8	0	0	0	1.0	0	31.3	14.7	100.0
Feb.	ha	7	256	0	0	0	0	0	75	49	387
	%	1.8	66.1	0	0	0	0	0	19.4	12.7	100.0
Mar.	ha	2	291	0	0	0	0	0	71	23	387
	%	0.5	75.2	0	0	0	0	0	18.4	5.9	100.0
Apr.	ha	0	267	2	2	2	1	0	98	15	387
	%	0	69.0	0.5	0.5	0.5	0.3	0	25.3	3.9	100.0
May	ha	0	184	3	17	7	12	1	136	27	387
	%	0	47.5	0.8	4.4	1.8	3.1	0.3	35.1	7.0	100.0
Jun.	ha	0	64	0	33	5	89	4	164	28	387
	%	0	16.5	0	8.5	1.3	23.0	1.0	42.4	7.3	100.0
Jul.	ha	0	18	0	34	3	130	9	163	30	387
	%	0	4.7	0	8.8	0.8	33.6	2.3	42.1	7.7	100.0
Aug.	ha	0	3	0	34	1	144	10	165	30	387
	%	0	0.8	0	8.8	0.3	37.2	2.6	42.6	7.7	100.0
Sep.	ha	0	0	0	17	0	120	9	210	31	387
	%	0	0	0	4.4	0	31.0	2.3	54.3	8.0	100.0

Note: Basic data (yearly records) are "Daftar Pertanaman" of Sekisi Wonokromo, Brantas, East Java Provincial Irrigation Service.

Table 2-2

## Growing area by crop in hectare

Irrigation Block: KEBONAGUNG W-2  
A = 1,511 ha

		Average of 7 yrs (1964 to 1970)						Polowidjo	Fallow	Others	Total
		Rainy sea- son paddy		Dry season paddy Regulated		Dry season paddy non- Regulated					
		Seed bed	Growing	Seed bed	Growing	Seed bed	Growing				
Oct.	ha	0	0	0	276	1	709	16	506	3	1,511
	%	0	0	0	18.3	0.1	46.9	1.0	33.5	0.2	100.0
Nov.	ha	15	8	0	220	0	522	20	654	72	1,511
	%	1.0	0.5	0	14.6	0	34.5	1.3	43.3	4.8	100.0
Dec.	ha	50	77	0	141	0	324	21	710	188	1,511
	%	5.3	5.1	0	9.3	0	21.4	1.4	47.0	12.5	100.0
Jan.	ha	74	332	0	52	0	101	20	534	398	1,511
	%	4.9	22.0	0	3.4	0	6.7	1.3	35.3	26.4	100.0
Feb.	ha	44	899	0	2	0	6	20	378	162	1,511
	%	2.9	59.5	0	0.1	0	0.4	1.3	25.0	10.8	100.0
Mar.	ha	13	1,327	0	0	0	0	19	62	90	1,511
	%	0.9	87.8	0	0	0	0	1.3	4.1	5.9	100.0
Apr.	ha	0	1,415	1	0	0	0	20	69	6	1,511
	%	0	93.6	0.1	0	0	0	1.3	4.6	0.4	100.0
May	ha	0	1,137	14	5	5	1	18	268	63	1,511
	%	0	75.2	0.9	0.3	0.3	0.1	1.2	17.8	4.2	100.0
Jun.	ha	0	756	17	54	20	47	12	447	158	1,511
	%	0	50.0	1.1	3.6	1.3	3.1	0.8	29.6	10.5	100.0
Jul.	ha	0	245	16	166	31	200	20	603	230	1,511
	%	0	16.2	1.1	11.0	2.1	13.2	1.3	39.9	15.2	100.0
Aug.	ha	0	18	5	305	16	559	18	484	106	1,511
	%	0	1.2	0.3	20.2	1.1	37.0	1.2	32.0	7.0	100.0
Sep.	ha	1	0	0	353	3	723	17	392	22	1,511
	%	0.1	0	0	23.4	0.2	47.8	1.1	26.0	1.4	100.0

Note: Basic data (yearly records) are "Daftar Pertanaman" of Sekisi Wonokromo, Brantas, East Java Provincial Irrigation Service.

Table 2-3

## Growing area by crop in hectare

Irrigation Block: DJAMBANGAN W-3  
A = 62 ha

		Average of 7 yrs (1964 to 1970)						Polowidjo	Fallow	Others	Total
		Rainy sea- son paddy		Dry season paddy Regulated		Dry season paddy non- Regulated					
		Seed bed	Growing	Seed bed	Growing	Seed bed	Growing				
Oct.	ha	0	0	0	14	0	23	3	19	3	62
	%	0	0	0	22.6	0	37.1	4.8	30.6	4.9	100.0
Nov.	ha	2	1	0	9	0	15	2	19	14	62
	%	3.2	1.6	0	14.5	0	24.2	3.2	30.7	22.6	100.0
Dec.	ha	2	24	0	7	0	14	1	6	8	62
	%	3.2	38.7	0	11.3	0	22.6	1.6	9.7	12.9	100.0
Jan.	ha	2	35	0	1	0	2	1	10	11	62
	%	3.2	56.5	0	1.6	0	3.2	1.6	16.1	17.8	100.0
Feb.	ha	1	45	0	0	0	0	1	4	11	62
	%	1.6	72.6	0	0	0	0	1.6	6.4	17.8	100.0
Mar.	ha	0	50	0	0	0	0	0	2	10	62
	%	0	80.7	0	0	0	0	0	3.2	16.1	100.0
Apr.	ha	0	41	0	0	0	0	0	12	9	62
	%	0	66.1	0	0	0	0	0	19.4	14.5	100.0
May	ha	0	20	2	3	1	0	0	16	20	62
	%	0	32.3	3.2	4.8	1.6	0	0	25.8	32.3	100.0
Jun.	ha	0	9	1	21	1	4	0	12	14	62
	%	0	14.5	1.6	33.9	1.6	6.5	0	19.3	22.6	100.0
Jul.	ha	0	0	1	27	1	17	2	7	7	62
	%	0	0	1.6	43.6	1.6	27.4	3.2	11.3	11.3	100.0
Aug.	ha	0	0	0	31	0	22	3	1	5	62
	%	0	0	0	50.0	0	35.5	4.8	1.6	8.1	100.0
Sep.	ha	0	0	0	31	0	26	3	1	1	62
	%	0	0	0	50.0	0	41.9	4.9	1.6	1.6	100.0

Note: Basic data (yearly records) are "Daftar Pertanaman" of Sekisi Wonokromo, Brantas, East Java Provincial Irrigation Service.

Table 2-4

## Growing area by crop in hectare

Irrigation Block: KARAH W-4  
A = 129 ha

		Average of 7 yrs (1964 to 1970)						Polowidjo	Fallow	Others	Total
		Rainy sea- son paddy		Dry season paddy Regulated		Dry season paddy non- Regulated					
		Seed bed	Growing	Seed bed	Growing	Seed bed	Growing				
Oct.	ha	1	0	0	36	0	51	0	34	7	129
	%	0.8	0	0	27.9	0	39.5	0	26.4	5.4	100.0
Nov.	ha	4	8	0	21	0	33	0	37	26	129
	%	3.1	6.2	0	16.3	0	25.6	0	28.7	20.1	100.0
Dec.	ha	4	44	0	14	0	20	0	19	28	129
	%	3.1	34.1	0	10.9	0	15.5	0	14.7	21.7	100.0
Jan.	ha	5	68	0	2	0	5	0	20	29	129
	%	3.9	52.7	0	1.6	0	3.9	0	15.5	22.4	100.0
Feb.	ha	3	102	0	0	0	0	0	16	8	129
	%	2.3	79.1	0	0	0	0	0	12.4	6.2	100.0
Mar.	ha	1	122	0	0	0	0	0	3	3	129
	%	0.8	94.6	0	0	0	0	0	2.3	2.3	100.0
Apr.	ha	0	105	1	0	0	0	0	23	0	129
	%	0	81.4	0.8	0	0	0	0	17.8	0	100.0
May	ha	0	66	3	8	1	0	0	25	26	129
	%	0	51.1	2.3	6.2	0.8	0	0	19.4	20.2	100.0
Jun.	ha	0	22	1	44	2	13	15	17	15	129
	%	0	17.0	0.8	34.1	1.6	10.1	11.6	13.2	11.6	100.0
Jul.	ha	0	3	1	55	1	28	3	21	17	129
	%	0	2.3	0.8	42.6	0.8	21.7	2.3	16.3	13.2	100.0
Aug.	ha	0	0	1	65	1	40	0	10	12	129
	%	0	0	0.8	50.4	0.8	31.0	0	7.7	9.3	100.0
Sep.	ha	0	0	0	65	0	55	0	7	2	129
	%	0	0	0	50.4	0	42.6	0	5.4	1.6	100.0

Note: Basic data (yearly records) are "Daftar Pertanaman" of Sekisi Wonokromo, Brantas, East Java Provincial Irrigation Service.

Table 2-5

## Growing area by crop in hectare

Irrigation Block: ROWONIJUNG W-5  
A = 430 ha

		Average of 7 yrs (1964 to 1970)						Polowidjo	Fallow	Others	Total
		Rainy season paddy		Dry season paddy Regulated		Dry season paddy non-Regulated					
		Seed bed	Growing	Seed bed	Growing	Seed bed	Growing				
Oct.	ha.	0	0	0	6	0	9	17	393	5	430
	%	0	0	0	1.4	0	2.1	4.0	91.4	1.1	100.0
Nov.	ha.	15	2	0	0	0	0	13	366	34	430
	%	3.5	0.5	0	0	0	0	3.0	85.1	7.9	100.0
Dec.	ha.	26	80	0	0	0	0	6	216	102	430
	%	0.1	18.6	0	0	0	0	1.4	50.2	23.7	100.0
Jan.	ha.	10	293	0	0	0	0	0	61	66	430
	%	2.3	68.1	0	0	0	0	0	14.2	15.4	100.0
Feb.	ha.	2	357	0	0	0	0	0	56	15	430
	%	0.5	83.0	0	0	0	0	0	13.0	3.5	100.0
Mar.	ha.	0	395	0	0	0	0	0	34	1	430
	%	0	91.9	0	0	0	0	0	7.9	0.2	100.0
Apr.	ha.	0	361	1	0	0	0	0	64	4	430
	%	0	84.0	0.2	0	0	0	0	14.9	0.9	100.0
May	ha.	0	224	1	4	2	4	0	186	9	430
	%	0	52.1	0.2	0.9	0.5	0.9	0	43.3	2.1	100.0
Jun.	ha.	0	53	1	13	2	35	7	308	11	430
	%	0	12.3	0.2	3.0	0.5	8.2	1.6	71.6	2.6	100.0
Jul.	ha.	0	5	0	20	0	51	12	342	0	430
	%	0	1.2	0	4.7	0	11.8	2.8	79.5	0	100.0
Aug.	ha.	0	0	0	20	0	46	14	349	1	430
	%	0	0	0	4.7	0	10.7	3.3	81.1	0.2	100.0
Sep.	ha.	0	0	0	15	0	31	15	369	0	430
	%	0	0	0	3.5	0	7.2	3.5	85.8	0	100.0

Note: Basic data (yearly records) are "Daftar Pertanaman" of Sekisi Wonokromo, Brantas, East Java Provincial Irrigation Service.

Table 2-6

## Growing area by crop in hectare

Irrigation Block: GUNUNGSARI W-6  
A = 1,293 ha

		Average of 7 yrs (1964 to 1970)						Polowidjo	Fallow	Others	Total
		Rainy season paddy		Dry season paddy Regulated		Dry season paddy non-Regulated					
		Seed bed	Growing	Seed bed	Growing	Seed bed	Growing				
Oct.	ha.	0	0	0	18	0	54	0	1,216	5	1,293
	%	0	0	0	1.4	0	4.2	0	94.0	0.4	100.0
Nov.	ha.	7	0	0	7	0	9	3	1,226	41	1,293
	%	0.5	0	0	0.5	0	0.7	0.2	94.9	3.2	100.0
Dec.	ha.	44	54	0	2	0	3	3	1,034	153	1,293
	%	3.4	4.2	0	0.2	0	0.2	0.2	80.0	11.8	100.0
Jan.	ha.	68	448	0	0	0	0	1	449	327	1,293
	%	5.3	34.6	0	0	0	0	0.1	34.7	25.3	100.0
Feb.	ha.	11	1,173	0	0	0	0	2	23	84	1,293
	%	0.8	90.7	0	0	0	0	0.2	1.8	6.5	100.0
Mar.	ha.	0	1,286	0	0	0	0	1	0	6	1,293
	%	0	99.4	0	0	0	0	0.1	0	0.5	100.0
Apr.	ha.	0	1,281	0	0	0	0	1	0	10	1,293
	%	0	99.1	0	0	0	0	0.1	0	0.8	100.0
May	ha.	0	1,002	0	0	0	4	1	270	16	1,293
	%	0	77.5	0	0	0	0.3	0.1	20.9	1.2	100.0
Jun.	ha.	0	199	0	0	1	24	2	1,045	22	1,293
	%	0	15.4	0	0	0.1	1.8	0.2	80.8	1.7	100.0
Jul.	ha.	0	0	1	0	6	58	11	1,194	23	1,293
	%	0	0	0.1	0	0.5	4.5	0.8	92.3	1.8	100.0
Aug.	ha.	0	0	0	0	0	81	7	1,195	10	1,293
	%	0	0	0	0	0	6.3	0.5	92.4	0.8	100.0
Sep.	ha.	0	0	0	0	0	59	2	1,212	20	1,293
	%	0	0	0	0	0	4.6	0.2	93.7	1.5	100.0

Note: Basic data (yearly records) are "Daftar Pertanaman" of Sekisi Wonokromo, Brantas, East Java Provincial Irrigation Service.

Table 2-7

		Growing area by crop in hectare						Irrigation Block: KALIBOKOR W-7			
		Average of 7 yrs (1964 to 1970)						A = 1,109 ha			
		Rainy season paddy		Dry season paddy Regulated		Dry season paddy Non-Regulated		Polowidjo	Fallow	Others	Total
		Seed bed	Growing	Seed bed	Growing	Seed bed	Growing				
Oct.	ha	5	0	0	326	0	95	0	677	6	1,109
	%	0.5	0	0	29.4	0	8.6	0	61.0	0.5	100.0
Nov.	ha	40	7	0	110	0	29	0	734	189	1,109
	%	3.6	0.6	0	9.9	0	2.6	0	66.2	17.1	100.0
Dec.	ha	210	241	0	4	0	1	0	445	208	1,109
	%	18.9	21.7	0	0.4	0	0.1	0	40.1	18.8	100.0
Jan.	ha	69	731	0	0	0	0	0	151	158	1,109
	%	6.2	65.9	0	0	0	0	0	13.6	14.3	100.0
Feb.	ha	6	1,035	0	0	0	0	0	0	68	1,109
	%	0.5	93.3	0	0	0	0	0	0	6.1	100.0
Mar.	ha	0	1,107	0	0	0	0	0	0	2	1,109
	%	0	99.8	0	0	0	0	0	0	0.2	100.0
Apr.	ha	0	898	1	0	0	0	0	137	73	1,109
	%	0	81.0	0.1	0	0	0	0	12.4	6.5	100.0
May	ha	0	443	19	4	0	1	0	521	121	1,109
	%	0	39.9	1.7	0.4	0	0.1	0	47.0	10.9	100.0
Jun.	ha	0	40	36	137	0	15	0	621	261	1,109
	%	0	3.6	3.2	12.4	0	1.3	0	56.0	23.5	100.0
Jul.	ha	0	0	14	376	2	45	0	560	112	1,109
	%	0	0	1.3	33.9	0.2	4.1	0	50.4	10.1	100.0
Aug.	ha	0	0	0	489	0	136	0	479	5	1,109
	%	0	0	0	44.1	0	12.3	0	43.2	0.4	100.0
Sep.	ha	0	0	0	482	0	106	0	518	3	1,109
	%	0	0	0	43.5	0	9.5	0	46.7	0.3	100.0

Note: Basic data (yearly records) are "Daftar Pertanaman" of Sekisi Wonokromo, Brantas, East Java Provincial Irrigation Service.

Table 2-8

		Growing area by crop in hectare						Irrigation Block: DJEBLOKAN W-8			
		Average of 7 yrs (1964 to 1970)						A = 1,808 ha			
		Rainy season paddy		Dry season paddy Regulated		Dry season paddy non-Regulated		Polowidjo	Fallow	Others	Total
		Seed bed	Growing	Seed bed	Growing	Seed bed	Growing				
Oct.	ha	5	0	0	316	0	286	0	1,121	80	1,808
	%	0.3	0	0	17.5	0	15.8	0	62.0	4.4	100.0
Nov.	ha	77	7	0	28	0	29	0	1,331	336	1,808
	%	4.3	0.4	0	1.5	0	1.6	0	73.6	18.6	100.0
Dec.	ha	107	339	0	0	0	0	0	666	696	1,808
	%	5.9	18.8	0	0	0	0	0	36.8	38.5	100.0
Jan.	ha	48	1,124	0	0	0	0	0	171	465	1,808
	%	2.9	62.2	0	0	0	0	0	9.4	25.9	100.0
Feb.	ha	8	1,275	0	0	0	0	0	20	505	1,808
	%	0.5	90.5	0	0	0	0	0	1.1	27.9	100.0
Mar.	ha	0	1,796	0	0	0	0	0	9	3	1,808
	%	99.3	99.3	0	0	0	0	0	0.5	0.2	100.0
Apr.	ha	0	1,577	2	0	0	0	0	170	59	1,808
	%	0	87.2	0.1	0	0	0	0	9.4	3.3	100.0
May	ha	0	671	22	6	0	0	0	837	272	1,808
	%	0	37.1	1.2	0.3	0	0	0	46.3	15.1	100.0
Jun.	ha	0	79	40	144	16	32	0	1,232	265	1,808
	%	0	4.4	2.2	8.0	0.9	1.8	0	68.1	14.6	100.0
Jul.	ha	0	4	15	407	12	253	0	833	284	1,808
	%	0	0.2	0.8	22.5	0.7	14.0	0	46.1	15.7	100.0
Aug.	ha	0	0	0	504	0	388	0	897	19	1,808
	%	0	0	0	27.9	0	21.5	0	49.6	1.0	100.0
Sep.	ha	0	0	0	497	0	407	0	904	0	1,808
	%	0	0	0	27.5	0	22.5	0	50.0	0	100.0

Note: Basic data (yearly records) are "Daftar Pertanaman" of Sekisi Wonokromo, Brantas, East Java Provincial Irrigation Service.

Table 2-9 Growing area by crop in hectare

Irrigation Block: GROMPOL S-1  
A \* 227 ha

		Average of 7 yrs (1964 to 1970)										
		Rainy sea- son paddy		Dry season paddy Regulated		Dry season paddy non- Regulated		Polowidjo	Fallow	Tobacco	Others	Total
		Seed bed	Growing	Seed bed	Growing	Seed bed	Growing					
Oct.	ha	0	0	0	0	0	0	16	167	44	0	227
	%	0	0	0	0	0	0	7.0	73.6	19.4	0	100.0
Nov.	ha	5	0	0	0	0	0	0	216	5	1	227
	%	2.2	0	0	0	0	0	0	95.1	2.2	0.5	100.0
Dec.	ha	19	1	0	0	0	0	0	201	0	6	227
	%	8.4	0.5	0	0	0	0	0	88.5	0	2.6	100.0
Jan.	ha	12	106	0	0	0	0	0	87	0	22	227
	%	5.3	46.7	0	0	0	0	0	38.3	0	9.7	100.0
Feb.	ha	1	222	0	0	0	0	0	3	0	1	227
	%	0.5	97.8	0	0	0	0	0	1.3	0	0.4	100.0
Mar.	ha	0	227	0	0	0	0	0	0	0	0	227
	%	0	100.0	0	0	0	0	0	0	0	0	100.0
Apr.	ha	0	223	0	0	0	0	0	4	0	0	227
	%	0	98.2	0	0	0	0	0	1.8	0	0	100.0
May	ha	0	112	0	0	0	0	14	97	3	1	227
	%	0	49.3	0	0	0	0	6.2	42.7	1.3	0.5	100.0
Jun.	ha	0	2	0	0	0	0	60	121	44	0	227
	%	0	0.9	0	0	0	0	26.4	53.3	19.4	0	100.0
Jul.	ha	0	0	0	0	0	0	80	89	57	1	227
	%	0	0	0	0	0	0	35.2	39.2	25.1	0.5	100.0
Aug.	ha	0	0	0	0	0	0	73	99	55	0	227
	%	0	0	0	0	0	0	32.2	43.6	24.2	0	100.0
Sep.	ha	0	0	0	0	0	0	44	129	54	0	227
	%	0	0	0	0	0	0	19.4	56.8	23.8	0	100.0

Note: Basic data (yearly records) are "Daftar Pertanaman" of Sekisi Wonokromo, Brantas. East Java Provincial Irrigation Service.

### 3. 各かんがい地区平均水稻生育度および草丈の計算

各かんがい地区において、雨期稲、乾期稲共に生育期間の異なる品種が栽培されている。近年政府によって奨励されているPB品種は、かなり普及しているものと報告されているがなお地方在来種も依然として、一部に栽培されている現状である。

用水量計算を行う際これら栽培されている水稻の、地区平均の生育度を各月ごとに見出すことが必要である。

また一方別章において、洪水による浸水被害推定計算を行う際、栽培されている水稻の地区平均草丈が各月ごとに見出されておれば浸水深と草丈の関係から、その被害の推定を行うことも出来よう。これらの要求に応える為地区平均各月別の水稻生育度とそれに相応する草丈を下記の方法で推算することにした。

前項で得られた、各かんがい地区別栽培作物別面積表の雨期稲、乾期稲について、これをいくつかの生育期間の異なる水稻に分割し、その各月植付面積を試算によって求めるわけである。すなわち、面積表において各月の栽培面積の差には、生育期間の異なる水稻の各月移植面積が増分となり、収穫面積が減分となり、差そのものはこれらの合計である。

それゆえ生育期間と移植面積を仮定し、それらの各月生育面積の合計が、面積表の生育面積と等しくなるようにチェックした。

次に各水稻は1ヶ月稲を移植するものと仮定して、各月の生育度を計算し、これらの各月平均生育度を面積をウェイトとして求めた。

一方現地調査の際、スラバヤ市農業局および東部ジャワ州農業局において栽培されている水稻の生育時期別草丈伸長について聴取した結果にもとづいて、本計算に適用する曲線を作成した。これは図3-1に示すとおりである。なおこの図には、全生育期間を100とする生育度を横軸に、草丈を縦軸にとって図示した。

この曲線を使用して生育度に相応する草丈を求めた。

計算の結果をまとめると表3-1~9のとおりである。

### 4. 水稻のかんがい水量

水稻の単位用水量は、実測による方法と計算によつて求める方法がある。今回は、大局的に計画地域の用水量を見出すのが目的であるので、前二者による方法は将来の詳細な調査段階にゆずることにした。今回は現行のかんがい配水基準およびプランタス・デルタかんがい修復計画事業で採用されている値を水稻の生育度との関係において整理し本計画地域に適用することにした。本計画地域の土地条件、気象条件、作物の栽培条件等単位用水量に関係する諸因子は、プランタス・デルタ地域とスラバヤ計画地域とは酷似していると考えられるからである。

本計算に採用した数字は次のとおりである。



Table 3-1

Irrigation Block : Simovau 384 ha  
 Crop : Rainy Season Paddy

Month	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S
生育面積	ha	2	15	89	189	256	291	267	184	64	18	3
地域平均生育度	%	17	22	25	32	43	61	79	90	94	97	100
地域平均草丈	m	0.25	0.35	0.43	0.59	0.81	1.11	1.24	1.25	1.25	1.25	1.25

Crop : Dry Season Paddy Regulated

Month	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S
生育面積	ha	3	-	-	-	-	2	17	33	34	34	17
地域平均生育度	%	100	-	-	-	-	20	27	38	63	86	96
地域平均草丈	m	1.25	-	-	-	-	0.30	0.48	0.70	1.13	1.25	1.25

Crop : Dry Season Paddy Nonregulated

Month	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S
生育面積	ha	93	37	16	4	-	1	12	89	130	144	120
地域平均生育度	%	83	84	94	100	-	20	26	30	46	68	65
地域平均草丈	m	1.25	1.25	1.25	1.25	-	0.30	0.45	0.55	0.87	1.18	1.15

Table 3-2

Irrigation Block : Kebonagung 1,511 ha  
 Crop : Rainy Season Paddy

Month	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S
生育面積	ha	0	8	77	332	899	1,327	1,415	1,137	756	245	18
地域平均生育度	%	0	17	21	28	33	45	66	80	93	99	100
地域平均草丈	m	0	0.25	0.33	0.50	0.61	0.85	1.16	1.25	1.25	1.25	1.25

Crop : Dry Season Paddy Regulated

Month	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S
生育面積	ha	276	220	141	52	2	-	0	5	54	166	305
地域平均生育度	%	69	82	93	99	100	-	0	20	26	34	42
地域平均草丈	m	1.19	1.25	1.25	1.25	1.25	-	0	0.30	0.45	0.63	0.79

Crop : Dry Season Paddy Nonregulated

Month	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S
生育面積	ha	709	552	324	101	6	-	-	1	47	200	559
地域平均生育度	%	71	83	94	99	100	-	-	20	22	29	34
地域平均草丈	m	1.21	1.25	1.25	1.25	1.25	-	-	0.30	0.35	0.53	0.63

Table 3-3

Irrigation Block : Djambangan 62 ha  
 Crop : Rainy Season Paddy

Month	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S
生育面積	ha	-	1	24	35	45	50	41	20	9	-	-
地域平均生育度	%	-	20	23	37	51	69	84	90	100	-	-
地域平均草丈	m	-	0.30	0.38	0.69	0.96	1.19	1.25	1.25	1.25	-	-

Crop : Dry Season Paddy Regulated

Month	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S
生育面積	ha	14	9	7	1	-	-	3	21	27	31	31
地域平均生育度	%	74	81	97	100	-	-	25	28	46	64	78
地域平均草丈	m	1.22	1.25	1.25	1.25	-	-	0.42	0.50	0.87	1.14	1.24

Crop : Dry Season Paddy Nonregulated

Month	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S
生育面積	ha	23	15	14	2	-	-	-	4	17	22	26
地域平均生育度	%	74	79	97	100	-	-	-	24	28	43	58
地域平均草丈	m	1.22	1.24	1.25	1.25	-	-	-	0.40	0.50	0.81	1.08

Table 3-4

Irrigation Block : Karah 129 ha  
 Crop : Rainy Season Paddy

Month	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S
生育面積	ha	-	8	44	68	102	122	105	66	22	3	-
地域平均生育度	%	-	20	25	38	48	63	77	91	97	100	-
地域平均草丈	m	-	0.30	0.42	0.70	0.91	1.13	1.23	1.25	1.25	1.25	-

Crop : Dry Season Paddy Regulated

Month	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S
生育面積	ha	36	21	14	2	-	-	8	44	55	65	65
地域平均生育度	%	81	86	98	100	-	-	20	26	43	57	79
地域平均草丈	m	1.25	1.25	1.25	1.25	-	-	0.30	0.45	0.80	1.06	1.24

Crop : Dry Season Paddy Nonregulated

Month	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S
生育面積	ha	51	33	20	5	-	-	-	13	28	40	55
地域平均生育度	%	75	83	95	100	-	-	-	22	32	45	56
地域平均草丈	m	1.22	1.25	1.25	1.25	-	-	-	0.35	0.59	0.85	1.04

Table 3-5

Irrigation Block Kallikowijung 109 480 ha  
 Crop Rainfall Paddy

Month	O	ON	ND	DJ	JF	FM	MA	AM	MJ	JJ	JA	AS	S
生育面積 ha	27	881	2931	13305	13907	3698	2443	520	5	-	-	-	-
地域平均生育率 %	200	225	292	477	669	887	898	980	100	-	-	-	-
地域平均收穫率均草丈 m	0.000	0.083	0.058	0.089	1.169	1.425	1.425	1.425	1.25	-	-	-	-

Crop Crop Dry Spots Paddy Regulated

Month	O	ON	ND	DJ	JF	FM	MA	AM	MJ	JJ	JA	AS	S
生育面積 ha	326	180	-4	-	-	-	-	-4	147	376	489	482	15
地域平均生育率 %	1099	180	-	-	-	-	-	25	226	335	482	777	90
地域平均收穫率均草丈 m	1.25	1.25	1.25	-	-	-	-	0.43	0.43	0.65	0.98	1.25	1.25

Crop Crop Dry Spots Paddy Unregulated

Month	O	ON	ND	DJ	JF	FM	MA	AM	MJ	JJ	JA	AS	S
生育面積 ha	85	29	-1	-	-	-	-	-1	45	345	436	451	31
地域平均生育率 %	1099	180	-	-	-	-	-	25	334	344	546	790	93
地域平均收穫率均草丈 m	1.25	1.25	1.25	-	-	-	-	0.43	0.63	0.65	0.87	1.20	1.25

Table 3-6

Irrigation Block : Gunungsari 1,293 ha  
 Crop : Rainy Season Paddy

Month	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S
生育面積	ha	-	54	448	1,173	1,286	1,281	1,002	199	-	-	-
地域平均生育度	%	-	20	25	33	54	78	95	100	-	-	-
地域平均草丈	m	-	0.30	0.43	0.61	1.01	1.24	1.25	1.25	-	-	-

Crop : Dry Season Paddy Regulated

Month	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S
生育面積	ha	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
地域平均生育度	%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
地域平均草丈	m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Crop : Dry Season Paddy Nonregulated

Month	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S
生育面積	ha	54	9	3	-	-	-	4	24	58	81	59
地域平均生育度	%	95	93	100	-	-	-	25	35	43	59	71
地域平均草丈	m	1.25	1.25	1.25	-	-	-	0.43	0.65	0.80	1.09	1.21

Table 3-7

Irrigation Block : Kalibokor 1,109 ha  
 Crop : Rainy Season Paddy

Month	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S
生育面積	ha	-	7	241	731	1,035	1,107	898	443	40	-	-
地域平均生育度	%	-	20	25	32	47	69	87	98	100	-	-
地域平均草丈	m	-	0.30	0.43	0.58	0.89	1.19	1.25	1.25	1.25	-	-

Crop : Dry Season Paddy Regulated

Month	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S
生育面積	ha	326	110	4	-	-	-	4	137	376	489	482
地域平均生育度	%	91	99	100	-	-	-	25	26	35	52	77
地域平均草丈	m	1.25	1.25	1.25	-	-	-	0.43	0.45	0.65	0.98	1.23

Crop : Dry Season Paddy Nonregulated

Month	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S
生育面積	ha	95	29	1	-	-	-	1	15	45	136	121
地域平均生育度	%	92	99	100	-	-	-	25	34	44	46	70
地域平均草丈	m	1.25	1.25	1.25	-	-	-	0.43	0.63	0.82	0.87	1.20

Table 3-8

Irrigation Block : Djeblokan 1,808 ha  
 Crop : Rainy Season Paddy

Month	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S
生育面積	ha	-	7	339	1,124	1,275	1,796	1,577	671	79	4	-
地域平均生育度	%	-	20	23	32	52	64	87	97	99	100	-
地域平均草丈	m	-	0.30	0.37	0.58	0.98	1.14	1.25	1.25	1.25	1.25	-

Crop : Dry Season Paddy Regulated

Month	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S
生育面積	ha	316	28	-	-	-	-	6	144	407	504	497
地域平均生育度	%	76	100	-	-	-	-	25	26	35	55	82
地域平均草丈	m	1.25	1.25	-	-	-	-	0.43	0.45	0.65	1.02	1.25

Crop : Dry Season Paddy Nonregulated

Month	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S
生育面積	ha	286	29	-	-	-	-	-	32	253	388	407
地域平均生育度	%	97	100	-	-	-	-	-	25	30	50	77
地域平均草丈	m	1.25	1.25	-	-	-	-	-	0.43	0.55	0.95	1.24



Table 3-9

Irrigation Block : Grompol 227 ha  
 Crop : Rainy Season Paddy

Month	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S
生育面積	ha	-	1	106	222	227	223	112	2	-	-	-
地域平均生育度	%	-	25	25	38	62	87	100	100	-	-	-
地域平均草丈	m	-	0.43	0.43	0.70	1.12	1.25	1.25	1.25	-	-	-

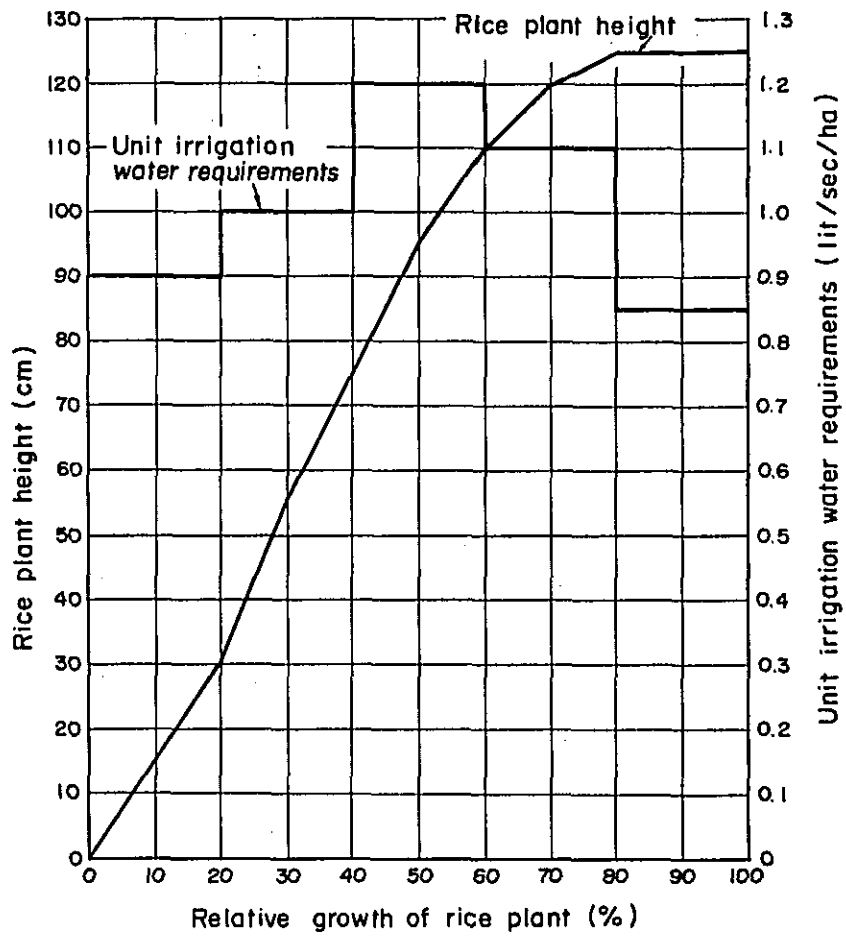
Crop : Dry Season Paddy Regulated

Month	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S
生育面積	ha	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
地域平均生育度	%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
地域平均草丈	m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Crop : Dry Season Paddy Nonregulated

Month	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S
生育面積	ha	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
地域平均生育度	%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
地域平均草丈	m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fig. 3- Rice Plant Height and Unit Irrigation Water Requirements vs. Relative Growth of Rice Plant



1. しろかき用水量

	苗代	本田
雨期稲	300 mm	250 mm
乾期稲	200 mm	150 mm

2. 水稻のかんがい用水量

水稻の生育度 %	単位用水量 lit/sec/ha
1~20	0.90
21~40	1.00
41~60	1.20
61~80	1.10
81~100	0.85

これらの数字は 図 3-1 にも記入した。

5. 裏作物のかんがい水量

本計画地域における Polowidjo (裏作物) の栽培は、きわめて限られており、その作物は主として いも類、まめ類、そさい類である。これらに必要な単位用水量は、水稻同様プランタス・デルタの計画値を参考にして、年間を通して 0.5 lit/sec/ha とした。

6. 各かんがい地区の必要水量の計算

各かんがい地区ごとに雨期稲、乾期稲について苗代しろかき用水量、苗代補給水量および本田しろかき用水量を計算し水稻生育期のかんがい補給水量に加算して水稻のかんがい必要水量が求められる。

水稻および裏作物の栽培に必要なとするかんがい用水量を各地区別に集計して、かんがい必要水量 (Field Delivery Water Requirements) を求めた。なおこの際、各作物とも栽培期間中の降雨の有効量は一応無視して、安全側の数量を求めた。次に取水口におけるかんがい必要水量 (Diversion Water Requirements) は、かんがい地区の大きさ及び水路延長を考慮して、全水路組織における水量損失率を 30% として計算した。これらの計算表は表 6-1 から表 6-9 に示すとおりである。

計画地域全般のかんがい用水必要量およびかんがい面積は表 6-10、6-11 に示すとおりである。計算の結果現在のかんがい面積に対しては、max. 1224 cu m/sec (3月) と見込まれるが、この時期は雨期に相当しており、利水受益側における競合はさほど深刻にはならないであろう。

Table 6-1 Field Delivery Water Requirements and Diversion Water Requirements Irrigation Block : Simowau A=387ha W-1

	Rainy Season Paddy		Dry Season Paddy Regulated		Dry Season Paddy Non Regulated		Polowidjo		Total Field Delivery Water Requirements			Diversion Water Requirements
	Growing Amount Area		Growing Amount Area		Growing Amount Area		Growing Amount Area		Growing Rate Area		Amount	
	ha	lit/s	ha	lit/s	ha	lit/s	ha	lit/s	ha	lit/s/ha		
Oct.	4	7.7	-	-	93	88.1	7	3.5	104	0.96	99.3	0.14
Nov.	26	50.2	-	-	37	31.5	3	1.5	66	1.26	83.2	0.12
Dec.	102	184.1	-	-	16	13.6	-	-	118	1.68	197.7	0.28
Jan.	205	314.3	-	-	4	3.4	-	-	209	1.52	317.7	0.45
Feb.	263	391.2	-	-	-	-	-	-	263	1.45	391.2	0.56
Mar.	293	356.7	-	-	-	-	-	-	293	1.22	356.7	0.51
Apr.	267	293.7	4	6.5	3	4.8	-	-	274	1.11	305.0	0.44
May	184	156.4	20	30.4	19	29.8	1	0.5	224	0.97	217.1	0.31
Jun.	64	54.4	33	42.3	94	142.1	4	2.0	195	1.23	240.8	0.34
Jul.	18	15.3	34	38.0	133	184.0	9	4.5	194	1.72	241.8	0.35
Aug.	3	2.6	34	28.9	145	167.9	10	5.0	192	1.06	204.4	0.29
Sep.	-	-	17	14.5	120	132.0	9	4.5	146	1.03	151.0	0.22

Note: Growing Area of Paddy : The sum of growing area of seed bed and paddy field in Table 2-1  
Amount in paddy : The sum of evapotranspiration of paddy and deep percolation and puddling water requirements.

Table 6-2 Field Delivery Water Requirements and Diversion Water Requirements Irrigation Block : Kebonagung A=1,511 ha W-2

	Rainy Season Paddy		Dry Season Paddy Regulated		Dry Season Paddy Non Regulated		Polowidjo		Total Field Delivery Water Requirements			Diversion Water Requirements
	Growing Amount Area		Growing Amount Area		Growing Amount Area		Growing Amount Area		Growing Rate Area		Amount	
	ha	lit/s	ha	lit/s	ha	lit/s	ha	lit/s	ha	lit/s/ha		
Oct.	-	-	276	303.6	710	781.6	16	8.0	1,002	1.09	1,093.2	1.56
Nov.	23	45.8	220	187.0	522	443.7	20	10.0	785	0.87	686.5	0.98
Dec.	127	151.3	141	119.9	324	275.4	21	10.5	613	0.91	557.1	0.80
Jan.	406	718.7	52	44.2	101	85.9	20	10.0	579	1.48	858.8	1.23
Feb.	943	1,577.2	2	1.7	6	5.1	20	10.0	971	1.64	1,594.0	2.28
Mar.	1,340	2,016.7	-	-	-	-	19	9.5	1,359	1.49	2,026.2	2.90
Apr.	1,415	1,641.0	1	1.7	-	-	20	10.0	1,436	1.09	1,562.7	2.23
May	1,137	996.5	19	30.4	6	9.8	18	9.0	1,180	0.89	1,045.7	1.49
Jun.	756	642.6	71	110.8	67	107.1	12	6.0	906	0.96	866.5	1.24
Jul.	245	208.3	182	255.1	231	336.9	20	10.0	678	1.20	810.3	1.16
Aug.	18	15.3	310	452.1	575	786.4	18	9.0	921	1.37	1,263.8	1.80
Sep.	-	-	353	451.4	726	968.1	17	8.5	1,096	1.30	1,428.0	2.04

Note: Growing Area of Paddy : The sum of growing area of seed bed and paddy field in Table 2-2  
Amount in paddy : The sum of evapotranspiration of paddy and deep percolation and puddling water requirements.

Table 6-3 Field Delivery Water Requirements and Diversion Water Requirements  
Irrigation Block: Djambangan A=62ha W-3

	Rainy Season Paddy		Dry Season Paddy Regulated		Dry Season Paddy Non Regulated		Plowidjo		Total Field Delivery Water Requirements			Diversion Water Requirements
	Growing Amount Area		Growing Amount Area		Growing Amount Area		Growing Amount Area		Growing Rate Area		m <sup>3</sup> /s	
	ha	lit/s	ha	lit/s	ha	lit/s	ha	lit/s	ha	lit/s		
Oct.	-	-	14	15.4	23	25.3	3	1.5	40	1.06	42.2	0.06
Nov.	3	6.0	9	7.7	15	16.5	2	1.0	29	1.08	31.2	0.04
Dec.	26	49.4	7	6.0	4	3.4	1	0.5	38	1.56	59.3	0.08
Jan.	37	49.2	1	0.9	2	1.7	1	0.5	41	1.28	52.3	0.07
Feb.	46	66.4	-	-	-	-	1	0.5	47	1.42	66.9	0.10
Mar.	50	59.7	-	-	-	-	-	-	50	1.19	59.7	0.09
Apr.	41	34.9	-	-	-	-	-	-	41	0.85	34.9	0.05
May	20	17.0	5	8.0	1	1.7	-	-	26	1.03	26.7	0.04
Jun.	9	7.7	22	32.8	5	7.9	-	-	36	1.34	48.4	0.07
Jul.	-	-	28	37.6	18	26.2	2	1.0	48	1.35	64.8	0.09
Aug.	-	-	31	36.3	22	29.2	3	1.5	56	1.20	67.0	0.10
Sep.	-	-	31	35.8	26	33.5	3	1.5	60	1.18	70.8	0.10

Note: Growing Area of Paddy : The sum of growing area of seed bed and paddy field in Table 2-3  
Amount in paddy : The sum of evapotranspiration of paddy and deep percolation and puddling water requirements.

Table 6-4 Field Delivery Water Requirements and Diversion Water Requirements  
Irrigation Block : Karah A=129ha W-4

	Rainy Season Paddy		Dry Season Paddy Regulated		Dry Season Paddy Non Regulated		Polowidjo		Total Field Delivery Water Requirements			Diversion Water Requirements
	Growing Amount Area		Growing Amount Area		Growing Amount Area		Growing Amount Area		Growing Rate Area		m <sup>3</sup> /s	
	ha	lit/s	ha	lit/s	ha	lit/s	ha	lit/s	ha	lit/s		
Oct.	1	2.0	36	30.6	51	56.1	-	-	88	1.01	88.7	0.13
Nov.	12	23.1	21	17.9	33	28.1	-	-	66	1.05	69.1	0.10
Dec.	48	85.6	14	11.9	20	17.0	-	-	82	1.40	114.5	0.16
Jan.	73	100.4	2	1.7	5	4.3	-	-	80	1.33	106.4	0.15
Feb.	105	163.8	-	-	-	-	-	-	105	1.56	163.8	0.23
Mar.	123	154.8	-	-	-	-	-	-	123	1.26	154.8	0.22
Apr.	105	115.5	1	1.7	-	-	-	-	106	1.11	117.2	0.17
May	66	56.1	11	16.8	1	1.9	-	-	78	0.96	74.6	0.11
Jun.	22	18.7	45	65.9	15	23.6	-	-	82	1.32	108.2	0.15
Jul.	3	2.6	56	74.1	29	38.4	15	7.5	103	1.19	122.6	0.18
Aug.	-	-	65	85.3	41	56.4	3	1.5	109	1.31	143.2	0.20
Sep.	-	-	65	71.5	55	74.7	-	-	120	1.22	146.2	0.21

Note: Growing Area of Paddy : The sum of growing area of seed bed and paddy field in Table 2-4  
Amount in paddy : The sum of evapotranspiration of paddy and deep percolation and puddling water requirements.

Table 6-5

Field Delivery Water Requirements and Diversion Water Requirements  
Irrigation Block : Rowowijung A=430ha W-5

	Rainy Season Paddy		Dry Season Paddy Regulated		Dry Season Paddy Non Regulated		Polowidjo		Total Field Delivery Water Requirements			Diversion Water Requirements m <sup>3</sup> /s
	Growing Amount Area		Growing Amount Area		Growing Amount Area		Growing Amount Area		Growing Rate Area		Amount	
	ha	lit/s	ha	lit/s	ha	lit/s	ha	lit/s	ha	lit/s /ha		
Oct.	2	3.7	6	5.1	9	7.7	17	8.5	34	0.74	25.0	0.04
Nov.	95	185.8	-	-	-	-	13	6.5	108	1.78	192.3	0.27
Dec.	319	543.6	-	-	-	-	6	3.0	325	1.68	546.6	0.78
Jan.	367	508.1	-	-	-	-	-	-	367	1.38	508.1	0.73
Feb.	397	477.9	-	-	-	-	-	-	397	1.20	477.9	0.68
Mar.	361	307.0	-	-	-	-	-	-	361	0.85	307.0	0.44
Apr.	224	246.4	1	1.7	-	-	-	-	225	1.10	248.1	0.35
May	53	45.1	5	7.9	6	9.5	-	-	64	0.98	62.5	0.09
Jun.	5	4.3	14	19.9	3.7	56.3	7	3.5	63	1.33	84.0	0.12
Jul.	-	-	20	27.9	51	68.5	12	6.0	83	1.23	102.4	0.15
Aug.	-	-	20	22.0	46	50.6	14	7.0	80	1.00	79.6	0.11
Sep.	-	-	15	12.8	31	26.4	15	7.5	61	0.77	46.7	0.07

Note: Growing Area of Paddy : The sum of growing area of seed bed and paddy field in Table 2-5  
Amount in paddy : The sum of evapotranspiration of paddy and deep percolation and puddling water requirements.

Table 6-6

Field Delivery Water Requirements and Diversion Water Requirements  
Irrigation Block : Gunungsari A=1,293 ha W-6

	Rainy Season Paddy		Dry Season Paddy Regulated		Dry Season Paddy Non Regulated		Polowidjo		Total Field Delivery Water Requirements			Diversion Water Requirements m <sup>3</sup> /s
	Growing Amount Area		Growing Amount Area		Growing Amount Area		Growing Amount Area		Growing Rate Area		Amount	
	ha	lit/s	ha	lit/s	ha	lit/s	ha	lit/s	ha	lit/s /ha		
Oct.	-	-	54	45.9	-	-	-	-	54	0.85	45.9	0.07
Nov.	7	14.4	9	7.7	-	-	3	1.5	19	1.24	23.6	0.03
Dec.	98	187.7	3	2.6	-	-	3	1.5	104	1.84	191.8	0.27
Jan.	516	959.9	-	-	-	-	1	0.5	517	1.86	960.4	1.37
Feb.	1,184	1,943.3	-	-	-	-	2	1.0	1,186	1.64	1,944.3	2.78
Mar.	1,286	1,648.3	-	-	-	-	1	0.5	1,287	1.28	1,648.8	2.36
Apr.	1,281	1,409.1	-	-	-	-	1	0.5	1,282	1.10	1,409.6	2.01
May	1,002	851.7	4	6.2	-	-	1	0.5	1,007	0.85	858.4	1.23
Jun.	199	169.2	28	39.6	1	1.7	2	1.0	230	0.92	211.5	0.30
Jul.	-	-	58	88.6	6	9.9	11	5.5	75	1.39	104.0	0.15
Aug.	-	-	81	110.1	-	-	7	3.5	88	1.29	113.6	0.16
Sep.	-	-	59	64.9	-	-	2	1.0	61	1.08	65.9	0.09

Note: Growing Area of Paddy : The sum of growing area of seed bed and paddy field in Table 2-6  
Amount in paddy : The sum of evapotranspiration of paddy and deep percolation and puddling water requirements.

Table 6-7 Field Delivery Water Requirements and Diversion Water Requirements Irrigation Block : Kalibokor A=1,109 ha W-7

	Rainy Season Paddy		Dry Season Paddy Regulated		Dry Season Paddy Non Regulated		Polowidjo		Total Field Delivery Water Requirements			Diversion Water Requirements
	Growing Amount Area		Growing Amount Area		Growing Amount Area		Growing Amount Area		Growing Rate Area		Amount	
	ha	lit/s	ha	lit/s	ha	lit/s	ha	lit/s	ha	lit/s /ha		
Oct.	5	10.1	326	277.1	95	80.8	-	-	426	0.86	368.0	0.53
Nov.	47	95.4	110	93.5	29	24.7	-	-	186	1.15	213.6	0.31
Dec.	451	882.8	4	3.4	1	0.9	-	-	456	1.95	887.1	1.27
Jan.	800	1,334.4	-	-	-	-	-	-	800	1.68	1,344.4	1.92
Feb.	1,041	1,567.2	-	-	-	-	-	-	1,041	1.51	1,567.2	2.24
Mar.	1,107	1,284.7	-	-	-	-	-	-	1,107	1.16	1,284.7	1.84
Apr.	898	763.3	1	1.7	-	-	-	-	899	0.85	765.0	1.09
May	443	376.6	23	37.6	2	1.6	-	-	468	0.89	415.8	0.59
Jun.	40	34.0	173	274.2	15	23.1	-	-	228	1.45	331.3	0.47
Jul.	-	-	390	532.9	47	74.1	-	-	437	1.39	607.0	0.87
Aug.	-	-	489	650.1	136	214.2	-	-	625	1.38	864.3	1.24
Sep.	-	-	482	530.2	121	133.1	-	-	603	1.10	663.3	0.95

Note: Growing Area of Paddy : The sum of growing area of seed bed and paddy field in Table 2-7  
Amount in paddy : The sum of evapotranspiration of paddy and deep percolation and puddling water requirements.

Table 6-8 Field Delivery Water Requirements and Diversion Water Requirements Irrigation Block : Djeblokan A=1,808ha W-8

	Rainy Season Paddy		Dry Season Paddy Regulated		Dry Season Paddy Non Regulated		Polowidjo		Total Field Delivery Water Requirements			Diversion Water Requirements
	Growing Amount Area		Growing Amount Area		Growing Amount Area		Growing Amount Area		Growing Rate Area		Amount	
	ha	lit/s	ha	lit/s	ha	lit/s	ha	lit/s	ha	lit/s /ha		
Oct.	5	10.1	316	347.6	286	243.1	-	-	607	0.99	600.8	0.86
Nov.	84	171.6	28	23.8	29	24.7	-	-	141	1.56	220.1	0.31
Dec.	446	863.9	-	-	-	-	-	-	446	1.94	863.9	1.23
Jan.	1,172	1,956.8	-	-	-	-	-	-	1,172	1.67	1,956.8	2.80
Feb.	1,283	1,701.7	-	-	-	-	-	-	1,283	1.33	1,701.7	2.43
Mar.	1,796	2,460.1	-	-	-	-	-	-	1,796	1.37	2,460.1	3.52
Apr.	1,577	1,340.5	2	3.3	-	-	-	-	1,579	0.85	1,343.8	1.92
May	671	570.4	28	45.7	-	-	-	-	699	0.88	616.1	0.88
Jun.	79	67.2	184	290.8	48	77.3	-	-	311	1.40	435.3	0.65
Jul.	4	3.4	422	579.1	265	396.6	-	-	691	1.42	979.1	1.40
Aug.	-	-	504	659.1	388	541.2	-	-	892	1.35	1,200.3	1.72
Sep.	-	-	497	422.0	407	458.7	-	-	904	0.97	881.7	1.26

Note: Growing Area of Paddy : The sum of growing area of seed bed and paddy field in Table 2-8  
Amount in paddy : The sum of evapotranspiration of paddy and deep percolation and puddling water requirements.

Table 6-9 Field Delivery Water Requirements and Diversion Water Requirements  
Irrigation Block : Grompol A= 227 ha S-1

	Rainy Season Paddy		Dry Season Paddy Regulated		Dry Season Paddy Non Regulated		Polowidjo		Total Field Delivery Water Requirements			Diversion Water Requirements
	Growing Area	Amount	Growing Area	Amount	Growing Area	Amount	Growing Area	Amount	Growing Area	Rate	Amount	
	ha	lit/s	ha	lit/s	ha	lit/s	ha	lit/s	ha	lit/s/ha	lit/s	m <sup>3</sup> /s
Oct.	-	-	-	-	-	-	16	8.0	16	0.50	8.0	0.01
Nov.	5	10.3	-	-	-	-	-	-	5	2.06	10.3	0.01
Dec.	20	40.3	-	-	-	-	-	-	20	2.02	40.3	0.06
Jan.	118	227.9	-	-	-	-	-	-	118	1.93	227.9	0.33
Feb.	223	343.6	-	-	-	-	-	-	223	1.54	343.6	0.49
Mar.	227	254.4	-	-	-	-	-	-	227	1.12	254.4	0.36
Apr.	223	189.6	-	-	-	-	-	-	223	0.85	189.6	0.27
May	112	95.2	-	-	-	-	14	7.0	126	0.81	102.2	0.15
Jun.	2	1.7	-	-	-	-	60	30.0	62	0.51	31.7	0.05
Jul.	-	-	-	-	-	-	80	40.0	80	0.50	40.0	0.06
Aug.	-	-	-	-	-	-	73	36.5	73	0.50	36.5	0.05
Sep.	-	-	-	-	-	-	44	22.0	44	0.50	22.0	0.03

Note: Growing Area of Paddy : The sum of growing area of seed bed and paddy field in Table 2-9  
Amount in paddy : The sum of evapotranspiration of paddy and deep percolation and puddling water requirements.



Table 6-10 Diversion Water Requirements of Each Irrigation Block  
cu m/sec

	W-1	W-2	W-3	W-4	W-5	W-6	W-7	W-8	Total	S-1	Total
Oct.	0.14	1.56	0.06	0.13	0.04	0.07	0.53	0.86	3.39	0.01	3.40
Nov.	0.12	0.98	0.04	0.10	0.27	0.03	0.31	0.31	2.16	0.01	2.17
Dec.	0.28	0.80	0.08	0.16	0.78	0.27	1.27	1.23	4.87	0.06	4.93
Jan.	0.45	1.23	0.07	0.15	0.73	1.37	1.92	2.80	8.72	0.33	4.05
Feb.	0.56	2.28	0.10	0.23	0.68	2.78	2.24	2.43	11.30	0.49	11.79
Mar.	0.51	2.90	0.09	0.22	0.44	2.36	1.84	3.52	11.88	0.36	12.24
Apr.	0.44	2.23	0.05	0.17	0.35	2.01	1.09	1.92	8.26	0.27	8.53
May	0.31	1.49	0.04	0.11	0.09	1.23	0.59	0.88	4.74	0.15	4.89
Jun.	0.34	1.24	0.07	0.15	0.12	0.30	0.47	0.65	3.34	0.05	3.39
Jul.	0.35	1.16	0.09	0.18	0.15	0.15	0.87	1.40	4.35	0.06	4.41
Aug.	0.29	1.80	0.10	0.20	0.11	0.16	1.24	1.72	5.62	0.05	5.67
Sep.	0.22	2.04	0.10	0.21	0.07	0.09	0.95	1.26	4.94	0.03	4.97

Table 6-11 Crop-Growing Area of Each Irrigation Block ha

	W-1	W-2	W-3	W-4	W-5	W-6	W-7	W-8	Total	S-1	Total
Oct.	104	1,002	40	88	34	54	426	607	2,355	16	2,371
Nov.	66	785	29	66	108	19	186	141	1,400	5	1,405
Dec.	118	613	38	82	325	104	456	446	2,182	20	2,202
Jan.	209	579	41	80	367	517	800	1,172	3,765	118	3,883
Feb.	263	971	47	105	397	1,186	1,041	1,283	5,293	223	5,516
Mar.	293	1,359	50	123	361	1,287	1,107	1,796	6,376	227	6,603
Apr.	274	1,436	41	106	225	1,282	899	1,579	5,842	223	6,065
May	224	1,180	26	78	64	1,007	468	699	3,746	126	3,872
Jun.	102	906	36	82	63	230	228	311	1,957	62	2,019
Jul.	194	678	48	103	83	75	437	691	2,309	80	2,389
Aug.	192	921	56	109	80	88	625	892	2,963	73	3,036
Sep.	146	1,096	60	120	61	61	603	904	3,051	44	3,095

## 7. 現況におけるかんがい用水の不足の状況

現況かんがい系統におけるウオノクロモ地域のかんがい用水の取水記録，Surabaja 川の河川流量，ウオノクロモ地域のかんがい必要水量の三つを比較して，用水不足の状況を 1964年および1970年について調べると表 7-1 のとおりである。

表 7-1 より明らかのように，雨期11月～4月において，1964年度および1970年度とも水源流量は，かんがい需要量を充分上廻るものであった。1964年度においては，現況かんがい系統に取水された量は，ほぼ需要量に見合ったものであったが（3月においては若干の水量の不足がみられるが），1970年度においては1月から4月の間，かなりの取水不足がみられる。このことは，現況のかんがい系統および基幹施設である Gunungsari ダム および Gubeng ダム が建設後，相当年月を経過しており年々荒廃が進み管理操作が円滑に行われにくくなって来ていることおよびかんがい系統への土砂の堆積が進み，水路の通水能力が著しく阻害されて来ている結果であろう。このことは，

Table 7-1 Balance Calculation of Irrigation Water

Month	Discharge of Surabaja river cu m/sec (A)	Distributed water cu m/sec (B)	Irrigation water req't cu m/sec (C)	Balance cu m/sec (D) = (B) - (C)
1964 crop year				
1964 Oct.	119.7	4.71	3.39	1.32
Nov.	75.2	7.41	2.16	5.25
Dec.	37.3	9.87	4.87	5.00
1965 crop year				
1965 Jan.	62.9	11.57	8.72	2.85
Feb.	127.6	11.94	11.30	0.64
Mar.	73.9	11.05	11.88	-0.83
Apr.	48.0	10.38	8.26	2.12
May	23.9	8.02	4.74	3.28
Jun.	24.0	5.99	3.34	2.65
Jul.	10.0	3.88	4.35	-0.47
Aug.	9.2	2.60	5.62	-3.02
Sep.	6.9	1.76	4.94	-3.18
1970 crop year				
1970 Oct.	4.7	4.33	3.39	0.94
Nov.	32.9	6.65	2.16	4.49
Dec.	36.2	5.54	4.87	0.67
1971 crop year				
1971 Jan.	69.8	6.46	8.72	-2.26
Feb.	109.6	5.59	11.30	-5.71
Mar.	86.9	6.31	11.88	-5.57
Apr.	69.5	6.80	8.26	-1.46
May	68.0	6.75	4.74	2.01
Jun.	50.7	6.65	3.34	3.31
Jul.	24.2	6.65	4.35	2.30
Aug.	9.0	5.79	5.62	0.17
Sep.	10.5	5.10	4.94	0.16

かんがい用水の取水記録を、経年的に眺めてみれば容易に理解されるであろう。

一方乾期における、かんがい必要水量は、雨期のそれより下廻る。従ってこの時期におけるかんがい用水の不足は、施設の老朽化による取水の困難さよりはむしろ水源流量の低下によって惹起されるものである。このことは、乾期における水源流量が増補されない限り、他種利水との調整が必要であることを物語るものである。

#### 8. スラバヤ市地域におけるかんがい面積の予測

スラバヤ市地域における、かんがい面積の推移を、東部ジャワ州公共事業省かんがいサービス局の資料をもとにして集計すると表8-1のとおりである。

Table 8-1 スラバヤ市地域のかんがい面積 ( ha )

かんがい地区	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971
W-1 Simowau	404	404	387	387	387	387	387	387
W-2 kebonagung	1520	1520	1,511	1,511	1,511	1,511	1,511	1,511
W-3 Djambangan	62	62	62	62	62	62	62	62
W-4 Karah	129	129	129	129	129	129	129	129
W-5 Rowowijung	430	430	430	430	430	430	430	430
W-6 Gunungsari	1,319	1,319	1,319	1,319	1,319	1,319	1,319	1,319
W-7 Kalibokar	1,143	1,143	1,143	1,129	1,129	1,129	1,109	1,109
W-8 Djeblokan	1,824	1,824	1,824	1,824	1,808	1,808	1,808	1,808
合計	6,831	6,831	6,805	6,791	6,775	6,775	6,729	6,729
前年度面積減	-	0	26	14	16	0	46	0

(注) 基礎資料はスラバヤかんがい局ウオノクロモ地区事務所の記録

"Daftar Pertanaman" である。上表の数字はこの記録のうちから毎年1月の値をまとめたものである。

上表の数値を基礎にして将来の面積を推定する為、最小二乗法を用いて近似式を求めた。近似式を直線と仮定すると次式を得る。

$$Y = 6,854.5 - 1.5.8 t \quad \text{----- (a)}$$

ここに

Yは七年後のかんがい面積 ( ha )

tは1964年を1とした場合の経過年数

近似式を指数曲線と仮定すると次式を得る。

$$Y = 7,000 - 5.035 e^{0.073 t} \quad \text{----- (b)}$$

ここに

Yは七年後のかんがい面積 ( ha )

tは1964年を1とした場合の経過年数

上記(a)式及び(b)式の値を計算し結果を比較すると表8-1のとおりである。

過去の記録に対する(a)式, (b)式の適合度は過去8年間の記録に関する限り殆んど同程度である。今後およそ5年間位の値があれば, どちらの曲線がより適合しているか明確に出来るであろう。ここで得られた二式より将来のスラバヤ市のかんがい面積を計算した。

表8-2および図8-1にその結果をしめした。

Fig. 8 -J Perspective Irrigation Area in Surabaya City Area

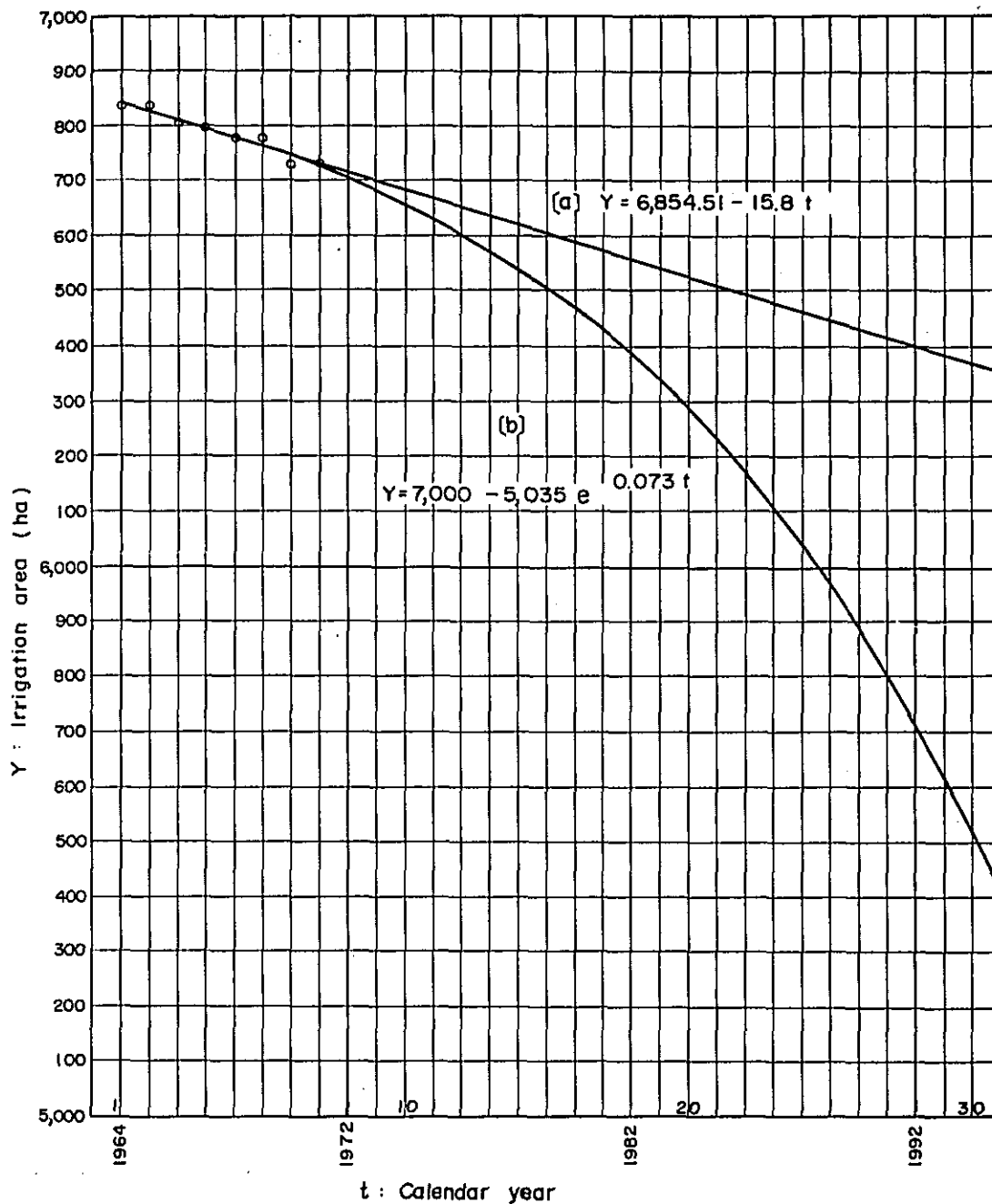


Table 8-1 Comparison of Figures

Year	t	Actual Record	Eq.(1)	Error	Eq.(2)	Error
1964	1	6,831	6,839	-8	6,835	-4
1965	2	6,831	6,823	8	6,822	9
1966	3	6,805	6,807	-2	6,809	-4
1967	4	6,791	6,791	0	6,794	-3
1968	5	6,775	6,775	0	6,779	-4
1969	6	6,775	6,760	15	6,762	13
1970	7	6,729	6,744	-15	6,744	15
1971	8	6,729	6,728	1	6,724	5

Note  $\sigma_1 = 8.45$   $\sigma_2 = 8.33$

Table 8-2 Future Irrigation Acreage of Surabaya City

Irrigation Acreage					Irrigation Acreage				
N	Calendar Year	Straight Line Expression ha	Exponential Curve Expression ha	t	N	Calendar Year	Straight Line Expression ha	Exponential Curve Expression ha	t
2	1974	6,681	6,657	11	27	1999	6,286	4,872	36
3	1975	6,665	6,631	12	28	2000	6,270	4,711	37
4	1976	6,649	6,603	13	29	2001	6,254	4,538	38
5	1977	6,633	6,573	14	30	2002	6,238	4,352	39
6	1978	6,617	6,547	15	31	2003	6,222	4,151	40
7	1979	6,602	6,506	16	32	2004	6,207	3,934	41
8	1980	6,586	6,468	17	33	2005	6,175	3,703	42
9	1981	6,570	6,428	18	34	2006	6,159	3,453	43
10	1982	6,554	6,385	19	35	2007	6,143	3,184	44
11	1983	6,538	6,338	20	36	2008	6,128	2,852	45
12	1984	6,523	6,291	21	37	2009	6,112	2,585	46
13	1985	6,507	6,234	22	38	2010	6,096	2,253	47
14	1986	6,491	6,176	23	39	2011	6,080	1,891	48
15	1987	6,475	6,113	24	40	2012	6,064	1,504	49
16	1988	6,459	6,046	25	41	2013	6,049	1,088	50
17	1989	6,444	5,975	26	42	2014	6,033	230	51
18	1990	6,428	5,897	27	43	2015	6,017	159	52
19	1991	6,412	5,813	28	44	2016	6,001	0	53
20	1992	6,396	5,724	29	45	2017	5,985	0	54
21	1993	6,380	5,628	30	46	2018	5,970	0	55
22	1994	6,365	5,523	31	47	2019	5,954	0	56
23	1995	6,349	5,411	32	48	2020	5,938	0	57
24	1996	6,333	5,292	33	49	2021	5,922	0	58
25	1997	6,317	5,161	34	50	2022	5,906	0	59

昨今スラバヤ市は政治経済の中心地として急速に発達しつつあり、公共投資、民間投資に基く、農地面積の転用は加速度的に大きくなる傾向も予測される。スラバヤ市都市計画チームの評価は1992年には農地面積はなくなると予測しているが、(ただし都市境界線に沿うグリーンベルト計画地域を除く)これは政府による強力な政策的努力がない限り実現の可能性は少いであろう。

しかし現実的には今後政府による都市発展の為の努力が相当実行されるであろうから、過去

の記録値からのトレンドとして直線式の形を固執することは、この際妥当ではなからう。むしろ指数曲線式の形で農地面積が減少してゆくことも起りうるであろう。

以上により、将来（少くとも今後20年間）のスラバヤ市における農地面積は過去の記録値より推定して(a)直線と(b)曲線の間に落ち着くものと思考される。

#### 9. スラバヤ計画地域における将来のかんがい用水量の需要予測

スラバヤ市地域におけるかんがい用水量の需要は前項で推定した将来のかんがい面積の動向を基礎にして計算した。ただしスラバヤ川からのポンプかんがい地区（S-1）はスラバヤ市よりは、かなり離れており都市化による面積の減少はないものと考えた。

将来における、かんがい農地面積の減少傾向は直線式型および指数曲線式型との間に挟まれる領域に落ち着くものと推定されるが、水需要は安全側の見積をしておくことが大切であるので、本計算では直線式による面積変化をもとにして計算をした。

将来の5年おきに45年後までの水需要計算をTable 9-1 に示した。計算の結果は1972年3月の用水量12.24 cu.m/sec から2022年3月 10.81 cu.m/sec になるものと予測される。

Table 9-1 Estimated Future Demand of Irrigation Water in the Surabaya Project Area

Calen- dar year Pre- 2022	Diversion Water Requirements										Future Irrigation Water Demand										
	Surabaya city Area ( Monokromo )																				
	Pre- sent	1977	1982	1987	1992	1997	2002	2007	2012	2022	Pre- sent	1977	1982	1987	1992	1997	2002	2007	2012	2022	
%	100	98.6	97.4	96.2	95.0	93.9	92.7	91.5	90.3	88.0											
Oct.	0.01	3.39	3.34	3.30	3.26	3.22	3.18	3.14	3.10	3.06	2.98	3.40	3.35	3.31	3.27	3.23	3.19	3.15	3.11	3.07	2.99
Nov.	0.01	2.16	2.13	2.10	2.08	2.05	2.03	2.00	1.98	1.95	1.90	2.17	2.14	2.11	2.09	2.06	2.04	2.01	1.99	1.96	1.91
Dec.	0.06	4.87	4.80	4.74	4.68	4.63	4.57	4.51	4.46	4.40	4.29	4.93	4.86	4.80	4.74	4.69	4.63	4.57	4.52	4.46	4.35
Jan.	0.33	8.72	8.60	8.49	8.39	8.28	8.19	8.08	7.98	7.87	7.67	9.05	8.93	8.82	8.72	8.61	8.52	8.41	8.31	8.20	8.00
Feb.	0.49	11.30	11.14	11.01	10.87	10.74	10.61	10.48	10.34	10.20	9.94	11.79	11.63	11.50	11.36	11.23	11.10	10.97	10.83	10.69	10.43
Mar.	0.36	11.88	11.71	11.57	11.43	11.29	11.16	11.01	10.87	10.73	10.45	12.24	12.07	11.93	11.79	11.65	11.52	11.37	11.23	11.09	10.81
Apr.	0.27	8.26	8.14	8.05	7.95	7.85	7.76	7.66	7.56	7.46	7.27	8.53	8.41	8.32	8.22	8.12	8.03	7.93	7.83	7.73	7.54
May	0.15	4.74	4.67	4.62	4.56	4.50	4.45	4.39	4.34	4.28	4.17	4.89	4.82	4.77	4.71	4.65	4.60	4.54	4.49	4.43	4.32
Jun.	0.05	3.34	3.29	3.25	3.21	3.17	3.14	3.10	3.06	3.02	2.94	3.39	3.34	3.30	3.26	3.22	3.19	3.15	3.11	3.07	2.99
Jul.	0.06	4.35	4.29	4.24	4.18	4.13	4.08	4.03	3.98	3.93	3.83	4.41	4.35	4.30	4.24	4.19	4.14	4.09	4.04	3.99	3.89
Aug.	0.05	5.62	5.54	5.47	5.41	5.34	5.28	5.21	5.14	5.07	4.95	5.67	5.59	5.52	5.46	5.39	5.33	5.26	5.19	5.12	5.00
Sep.	0.03	4.94	4.87	4.81	4.75	4.69	4.64	4.58	4.52	4.46	4.35	4.97	4.90	4.84	4.78	4.72	4.67	4.61	4.55	4.49	4.38

Note: The figures on %-line were obtained from the comparison between the present irrigation acreage and the estimated future irrigation acreage by the straight line expression.

### 第3章 総水需要量

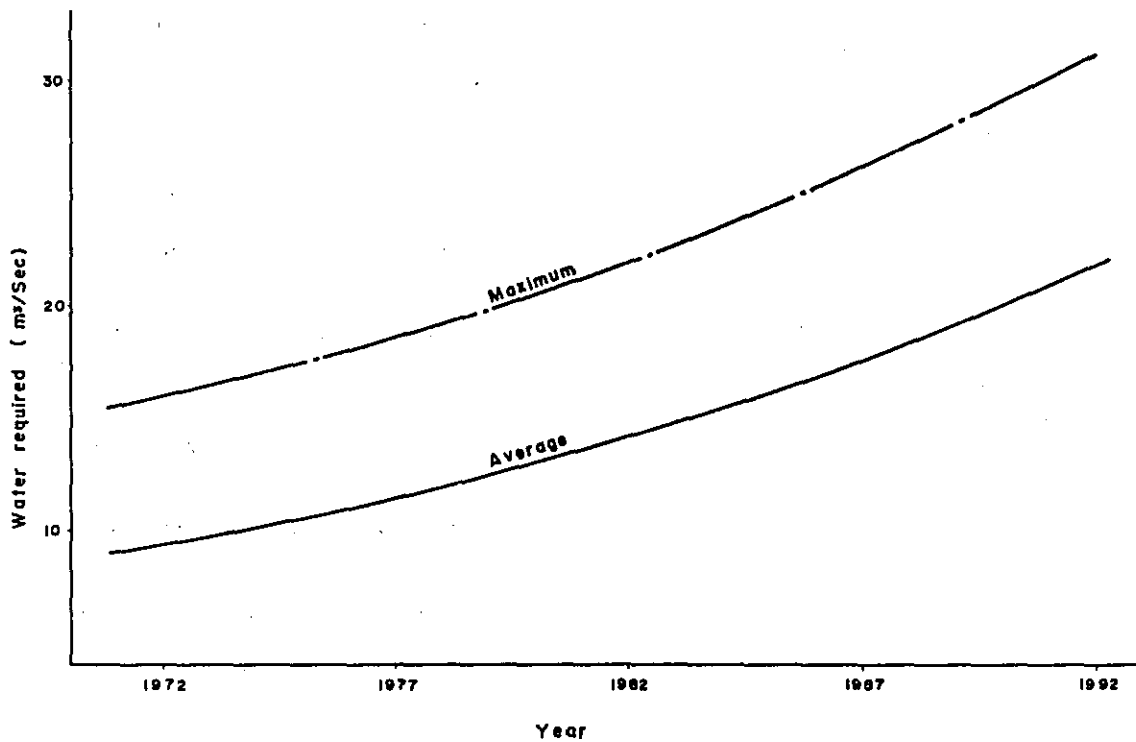
前章において、スラバヤ地区における将来水需要量を5年目毎について推定した。色々の目的に用いられる水の需要量は、下表及び図-5に示したように、農業用水を除いて徐々に増加するものと思われる。

表19 必要水量の推定 (m<sup>3</sup> / 秒)

年次	1972		1977		1982		1987		1992	
	平均	最大	平均	最大	平均	最大	平均	最大	平均	最大
都市用水	1.60	1.90	3.00	3.75	4.86	6.08	7.12	8.90	9.81	12.26
工場用水	1.11	1.33	1.33	1.60	1.53	1.84	1.68	2.02	1.82	2.18
河川稀釈水	0.42	0.53	0.94	1.18	1.71	2.14	2.78	3.48	4.17	5.13
農業用水	6.29	12.24	6.20	12.07	6.13	11.93	6.05	11.79	5.98	11.65
合計	9.42	16.00	11.47	18.60	14.23	21.99	17.68	26.19	21.78	31.22

註) 最大値の計算は、都市用水と河川稀釈水とについては平均量に対して1.25倍を、工場用水については1.2倍をそれぞれ掛けて求めた。

Fig. 5 Estimation of Future Water Requirement





APPENDIX A

TERMS OF REFERENCE

FOR

THE SURABAJA RIVER IMPROVEMENT PROJECT

Directorate General of Water Resources Development

Ministry of Public Works and Power

Republic of Indonesia

I. Back Ground Information of the Project. (omitted)

1. General.
2. Present aspect of the project.

II. Scope of Work.

To meet the objectives described the services of experienced Engineering consultant are required who will assist the Directorate River and Swampy Area Development.

These services will include the following:

1. Study for improvement of the Surabaya river, including Wonokromo canal which is purposed for flood control, drainage, etc. For this purpose the consultant work must be based on the following;
  - allocation of design discharges.
  - preliminary design of river channels.
2. Study for rehabilitation of drainage and sewerage systems of the Surabaya city and its hinterland. For this purpose the consultant work must be based on the following terms:
  - allocation of drainage areas and examination of drainage discharges.
  - examination of the capacity of pumping stations.
3. Examine the present conditions of Surabaya river, including drainage and sewerage systems of the Surabaya city, and to suggest for necessary rehabilitation and improvement work.
4. Examine the present water demand for municipal & industrial supply and irrigation, and to suggest for necessary improvement works.
5. Examine the economic feasibility for rehabilitation and improvement project, including:
  - a. Assessment of production in damages as a result of the project.
  - b. Quantification of other benefits from improvements to drainage and sewerage systems.

- c. Determination of investment cost, broken down into local and foreign exchange components and taking into account alternative modes of execution of work.
- d. Assessment of operation and maintenance.
- e. The economical evaluation should include land acquisition.
- f. Evaluation of the basis of the mentioned above and other relevant factors of economic justification of the project.

III. Expertise. (omitted)

APPENDIX B

QUESTIONNAIRES SUBMITTED BY THE STUDY TEAM

1. Questionnaire Submitted to DPUT.

(1) Questions in general.

- 1) The reason why water level is kept high by Wonokromo sluice and Djagir barrage.
- 2) The reason why water level is kept high by Gubeng sluice.
- 3) Whether the locks of Wonokromo sluice and Gubeng sluice are necessary or not.
- 4) Whether the Marmojo river can be left as it is, or not.
- 5) What is the purpose of the Gedeg river and its sluice (Gedeg sluice)? Whether the gate is allowed shut during flood, or not.
- 6) Whether the Kedungsoro river is connected to the Brantas river, or not.
- 7) Do you have any plan to construct some storage ponds in landside of the sea-dike which extends from the mouth of the Pegirian river to the Wonokromo canal?
- 8) Whether the Gunungsari canal unites with the Lamong river, or not.
- 9) Whether the syphon of the Watudakon river has the effective function at present.
- 10) Authorities to manage the Surabaya river, the Mas river, the Pegirian river and the Wonokromo canal.
- 11) Authorities to control the sluices and the barrage on the rivers described above.
- 12) Names of laws and/or regulations concerning rivers and/or river structures, and competent authorities concerned.
- 13) We want to confirm that the word "sewerage" mentioned in the scope of work in the terms of reference for the Surabaya river improvement project does not contain sewage disposal, but means only town drainage of storm water.
- 14) What is the extent that the word "hinterland" means in the scope of work in the terms of reference for the Surabaya river improvement project?
- 15) We want to know the short history of the improvement works of the Surabaya river, the Porong river and relevant rivers.
- 16) Have you ever experienced any inundation in Surabaya City and its hinterland caused by over-topping or breaking of levee of the Surabaya river?

(2) Request for major data.

- 1) Research papers on rainfall and runoff in Java Island, if any.
- 2) Aero-photograph of the Surabaya river basin within the extent shown in the following topographic map No. (scale: 1/50,000)

			54/XL-C	54/XL-D & 55/XL-C
52/XL1-B	53/XL1-A	53/XL1-B	54/XL1-A	54/XL1-B & 55/XL1-A
	53/XL1-C	53/XL1-D		

- 3) The typical cross-section of Surabaya river showing the elevation of both agricultural land located on each bank of the river and mean water level through a year in the Surabaya river.
- 4) Data on groundwater table observed on agricultural land located along both banks of the river.
- 5) Both agricultural development plan formulated and maps of drainage system and irrigation system for the agricultural land located on the left side of the Surabaya river.
- 6) Soil map, land use map, geological map and land classification map for the area located on both banks of the Surabaya river.

(3) Request for data in detail. (omitted)

2. Questionnaire Submitted to the City Master Plan Team of Surabaya.

(1) Questions in general.

- 1) The situation of the Master Plan Team on the organization chart of Municipality of Surabaya and the function and authority of the team. The year of establishment of the team.
- 2) Organization chart of the team including the relation to the other organizations such as Propinsi Djawa Timur and the central government.
- 3) The area which is dealt with by the team.
- 4) Do you have any booklet which describes the history of the improvement works of the Surabaya river and the Mas river which include Gunungsari dam, Wonokromo canal, Wonokromo sluice, Djagir sluice, Gubeng dam, and Pegirian gate. If you have not such booklet, short description about the above.
- 5) What is the purpose of damming up river water by Wonokromo and Djagir sluices?
- 6) What is the purpose of damming up river water by Gubeng dam?
- 7) The locks of Wonokromo sluice and Gubeng sluice seem to be unnecessary. How do you think about this?

- 8) What is the purpose of boezem? Is there any trouble with the boezem?
- 9) Are there any actual damages in rice fields during rainy season? If there are, what is the kind of damage and what is the amount of damage?

(2) City planning.

In the city plan of Surabaja, the whole city area is designated to several different zones -, in which population of approximately 4.8 million is expected to inhabit by 1990.

In respect to the city planning we have the following questions:

- 1) What kind facilities or housings will be provided in the zones such as block of low density, forest for hunting and recreational area?
- 2) Do you have any population plan for the zonings? Or, do you have population density plan to support the population distribution of 4.8 million in 1990?
- 3) What is area (ha) of each zone for industry, residence, commerce, agriculture and public use?
- 4) Time and cost schedule of construction of future highway?
- 5) In the industrial area, what kind of factories will be settled, and what are sizes and numbers? This information, if available, will be helpful to predict future industrial water demand.
- 6) Present population densities in the central part of the city is considered to be unusually high. Are these densities based upon the result of investigation or merely guessed?
- 7) Future population of the city.

According to the "Master Plan Assainering" the future populations of the city are predicted as 3.04 million for the year 1980 and 4.8 million for 1990 respectively.

We understand that those figures are projected from year 1966, population of 1,895,056, assuming that the annual population growth rate is 4 per cent.

However, the census reports after the year 1966 indicate remarkable variations, especially between 1967 and 1968, sudden decrease of more than one million was observed.

This might be caused due to the social problems and will affect to the population estimate greatly. Therefore some considerations are to be given to the facts.

For the computation of future municipal water demand we have to catch up as accurate future population as possible, and the following question has been arisen:

Do you have any revised population estimate to supersede the former one?

(3) Present conditions of urban drainage system.

Regarding the operational and maintenance problems of the drainage system, we have the following opinions and questions:

- 1) From our inspection it seems that their capacities are, after rehabilitated, enough to lift the inflowing runoff mainly because the rainfall is depressed in the tributary areas, thus making the runoff coefficient low. This fact was confirmed by inspection carried out during heavy rainfall. Eventhough having heavy rainfall in their tributary area the water level in the pump well had not been risen. If there is any pumping station which is suffering from frequent floodings, please tell us the condition.
- 2) For flooding areas, what kind of measures do you intend to take as emergency relief works?  
If the function of pumping station is suspended, which pumping station do you think is the most important one, from the damage and public health view point?

(4) Agriculture.

- 1) What is the base of your prospect that the agricultural field will be changed completely into the town area in 1990?  
How is the decrease trend of agricultural field in Kotamadya Surabaya for last 10 years?
- 2) As for the agriculture in Kotamadyo Surabaya, what opinion do you have? Whether the agriculture should be encouraged or not?
- 3) As for the existing irrigation facilities, do you have the idea of utilizing them in future as the conveyance system of the city water required?
- 4) As for the regulation on throwing excretion of human being or other dirty material down into irrigation canal, do you have a program to execute?
- 5) As for the drainage system of existing paddy field, what idea or program do you have?

3. Questionnaire Submitted to Surabaya City.

- 1) Is there any booklet which describes the history of the improvement works of the Surabaya river and the Mas river which include Gunungsari Dam, Wonokromo Canal, Wonokromo Sluice, Djagir Barrage, Gubeng Dam, Pegirian Gate?  
If there are no such booklet, please let us know the history, whatever it may be short.
- 2) Is there any trouble caused by local rainfall in the urban area?  
If there are some troubles, what are the kind and conditions of such troubles?
- 3) We find Gubeng Dam always damming up the river water.  
What are the purpose of this dam?  
Is there any hindrance against the urban drainage due to the damming?

- 4) Do you think that irrigation water which is taken from Gubeng Dam will decrease with the urban development?  
If it is considered to have a decreasing trend, how do you think about the rough trend of decrease?
- 5) We hear that there are several drainage districts which rely on pumping stations and these pumps have been used for many years to discharge excess surface water. Is there any trouble with these pumping stations? If there are actually some troubles, what are the causes for them?

For instance:

- a. The capacity of pumps themselves is too small, or they have some defects. We hear that the present capacity of existing pumps has been decreased to about 1/3 of the original one when those pumps were installed. How has it been confirmed?
  - b. Carrying capacity of drainage canals is too small.
  - c. Conditions of ditches or conditions of flow into main drainage canals are bad.
  - d. There are some inflows from other outlets of drain to the river while the pumps are operated.
  - e. Others.
- 6) Considerably much river water is discharged through Djagir Barrage into Wonokromo canal at present in the rainy season. Why don't they make a part of the discharge flow into the Mas river and the Pegirian river as flushing water?
  - 7) Cannot they make it flow into the Mas river and the Pegirian river because there might be some obstacles to it on the course of channel?
  - 8) Some grasses are seen to grow around the entrance of Pegirian gates and this gives no evidence of flowing through the gates. Aren't these gates used at present?
  - 9) Why does the downstream channel of Pegirian river change its direction far to the east?
  - 10) How many gates are provided on the Pegirian river? What is the function of these gates and how are these gates operated?
  - 11) What is the longitudinal slope of the Pegirian river? Are there on this channel any places where the river water is easily stagnated owing to certain changes of the longitudinal slope?
  - 12) What is the extent of tidal effect on the Pegirian river?
  - 13) What is the purpose of Ngeemplak pumping station?  
When and how is this station operated?  
This station is considered as the one which provides the Pegirian river with flushing water for purification.  
Cannot we make the Mas' water flow into the Pegirian by gravity?

APPENDIX C

MEMORANDUMS

MEMORANDUM No.1

DISCUSSION BETWEEN THE STUDY TEAM AND DPUT CONCERNING  
THE SURABAJA RIVER IMPROVEMENT PROJECT

I. The First Day.

Date: Thursday, December 23, 1971, from 9.30 to 13.30

Place: Conference Room of DGWRD.

Attendants: Shown below

IR. J. Soedarjoko	DR. S. Sato
IR. Koesdarjono	MR. K. Soejima
IR. M. Gajo	DR. S. Nakagawa
IR. Sunarjo	MR. S. Ohira
IR. Aziz	MR. K. Ohno
DRS. Firman	MR. N. Jitsuhiro
IR. M. Majangkoro	MR. T. Nakaoka
DRS. Attamimi	
MR. Kasama	
MR. Konoike	
MR. Kitamura	
MR. Ilham B.E.	
DRS. Hudadi	
MR. Hendro	

1. Scope of work of the study team.

The study team proposed to DPUT a scope of work which was prepared by the team in accordance with the Terms of Reference for the Surabaya River Improvement Project. This proposed one is as follows:

SCOPE OF WORK PROPOSED BY THE JAPANESE FEASIBILITY  
STUDY TEAM FOR THE SURABAJA RIVER IMPROVEMENT PROJECT

1. Collection of data.

- (1) Collection of data on hydrology, hydraulics, geology, and topography.
  - (2) Collection of data on economic statistics.
  - (3) Collection of data on construction equipment, materials, and execution of works.
2. Examine the present conditions of the Surabaya River including Wonokromo canal and the Kali Mas together with sluices, locks, and major gates.
  3. Examine the present conditions of the major drainage canals together with gates and the major irrigation canals.
  4. Examine the present conditions of the major pumping stations and their relevant canals.



5. Examine the present conditions of Morokrempangan Boezem and its relevant canals.
6. Allocation of design discharges for every river channel of the Kali Surabaya, Wonokromo canal, and the Kali Mas.
7. Preliminary design of river channels for flood control.
8. Study of whether to rehabilitate or improve major pumping stations. Preliminary design of them, if necessary.
9. Study of whether to rehabilitate or improve sluices, locks, and other structures. Preliminary design of them, if necessary.
10. Study of whether to rehabilitate or improve Morokrempangan Boezem and preliminary design, if necessary.
11. Study of other basic measures to facilitate drainage of Surabaya city and its hinterland, if necessary.
12. Rough estimation of construction costs.
13. Rough estimation of maintenance costs.
14. Survey of damages caused by flood and inundation.
15. Survey of water demand for domestic, agricultural, industrial, and maintenance use.
16. Estimation of benefits which result from flood control and facilitating drainage. Estimation of other benefits, if possible.
17. Benefit-cost analysis of the project.

After some discussion, the proposed one was agreed and confirmed between the two parties as follows:

(1) The rehabilitation of irrigation itself is not included the present scope of study in accordance with the terms of reference. But since the team also recognized its importance, the team shall advice in its report concerning the prospective aspect of rehabilitation. And the study team will transmit the intention of the government of Indonesia to the government of Japan if the former requests to the latter another study mission from Japan for irrigation rehabilitation problem in the area concerned to the present project.

(2) As for the sea-dike, it was decided that some discussion would be made between the both parties in Djakarta after the team finished their reconnaissance, concerning whether the improvement of the sea-dike would be included in the scope of works in the present feasibility study or not.

(3) It was understood that the operation cost would be included in "rough estimation of maintenance cost" in the scope of work proposed by the team.

2. Holidays in the working office in Surabaya were decided as follows:

Every Sunday

Dec. 25 : Christmas day

Dec. 31 : not a holiday but practically a holiday

Jan. 1 : New Year Day

Jan. 27 : national holiday

Feb. 16 : national holiday

3. Counterparts in Tokyo.

DPUT eagerly requested to the government of Japan to accept the Indonesian counterparts in Japan when the planning work would be done in Tokyo.

The team replied that they would transmit the Indonesian intention to the Embassy of Japan so that this intention might be realized.

4. Survey map of Morokrengan Boezem.

Dinas Pengairan Propinsi Djawa Timur disclosed that Morokrengan Boezem have already been surveyed.

5. Discussion about the questions in general.

Questions in General, Appendix B, were read by the team and the following replies were made by DPUT concerning each question shown in Appendix B.

(1) The reasons why water level is kept high by Wonokromo sluice and Djagir barrage are as follows:

- a. To take water for purification plant,
- b. To keep ground water table high for domestic wells and prevention of salt intrusion,
- c. To keep the Surabaya area cool by evaporation.

(2) The reasons why water level is kept high by Gubeng sluice are as follows:

- a. To keep ground water table high for domestic wells and prevention of salt intrusion,
- b. To keep the Surabaya area cool by evaporation,
- c. To take water for irrigation.

(3) The locks of Wonokromo sluice and Gubeng sluice are not needed because there is no traffic of ship and raft nowadays, but the lock of Mlirip sluice is needed.

(4) After the team has finished his inspection on the Surabaya river and the Marmajo river, the two parties shall discuss whether the improvement works of the Marmajo river will be included in the present scope of study and the extent of the river to be improved shall be discussed at that time if the river has been decided to be included in the present study.

DPPDT disclosed that the surveying of the Marmajo river was going on

and the data required for the planning would be given to the team during their stay in Indonesia.

(5) Gedeg sluice is often opened during the flood of the Brantas river for the purpose of reducing the flood discharge of the Brantas itself according to the water level of the Porong river.

(6) The Kedungsoro river is completely shut.

(7) It was disclosed that the municipality Surabaya has an idea of constructing a long storage pond inside the sea-dike, the purposes of which are as follows:

- a. To supply fresh water to the city because the water taken from the Brantas river contains heavy silt and much cost is needed for purification,
- b. Flood control,
- c. To provide a recreation area by making a green belt outside of the pond with the spoil of dredging the pond,
- d. To make cool by the evaporation from the surface of the pond.

Since this idea is a huge project, the two parties may discuss this idea as the case may be.

## II. The Second Day.

Date: Friday Dec. 24, 1971, from 9.00 to 11.45 a.m.

Place: Conference room of Directorate of River and Swampy Area Development.

Attendants: Shown below

IR. J. Soedarjoko	DR. S. Sato
IR. Koesdarjono	MR. K. Soejima
IR. Majangkoro	DR. S. Nakagawa
IR. Gajo	MR. S. Ohira
MR. Ilham B.E.	MR. K. Ohno
DRS. Hudadi	MR. N. Jitsuhiro
MR. Konoike	
MR. Kasama	
MR. Kitamura	
MR. Aziz	

### Questions in general.

(8) Gunungsari canal does not unite with the Lamong river, but has a syphon at its crossing. The canal is expected to have two functions as follows:

- a. Irrigation canal,
- b. Drainage canal in the rainy season. Therefore some facilities may be needed to diverge excess water to the Lamong river.

(9) The syphon of the Watudakon river still has effective function.

(10) Only the Pegirian river is managed by the municipality Surabaya. Other rivers are managed by Dinas Pengairan Propinsi Djawa Timur.

(11) Authorities to control the sluices and the barrage on the rivers described above are the same as in the above. That is, Pegirian sluice and Pegirian pumping station which has been already constructed are controlled by the municipality Surabaya. Five other larger pumping station are also controlled by the municipality. However, irrigation canals and main drainage canals are controlled by Dinas Pengairan Propinsi Djawa Timur except the Pegirian river. The purposes of pumping stations and Pegirian sluice will be explained later at Surabaya.

(12) The government of Indonesia has AWR (Algemene Water Reglement) and PWR (Provincial Water Reglement), but these regulations are now not effective enough. So new regulation are under consideration. The team was requested to advise DPUT if the team had some opinion about these.

(13) Concerning the sewerage system, it was stressed by DPUT that the separate systems which separate domestic sewage and industrial waste water from storm water would be needed in principle. However, it was confirmed that the words "drainage and sewerage systems" described in the terms of reference for the Surabaya river improvement project do not contain sewage disposal but mainly mean drainage itself. Therefore, it was confirmed that the team had only to suggest the future aspect of the town drainage systems which are supposed to have a connection with the improvement works of the Surabaya river. And the study of the rehabilitation of main pumping stations is needed.

(14) The extent of "hinterland" described in the terms of reference has already been discussed on the first day.

#### 7. Discussion about the additional questions in general.

(1) The counterparts decided to try to find at Surabaya any history of the improvement works of the Surabaya river and its relevant rivers.

(2) As for the levee of the Surabaya river and other relevant rivers, there are no experiences of inundation caused by overtopping of river water or break on the levee. Before the war, the left side of Gunungsari canal had been an inundation area. But later, many houses were built in this area and levee was cut by inhabitants to make the storm water flow into Surabaya city. The area around Darmo pumping station and other areas are often inundated in the rainy season.

(3) As for the research papers on rainfall and runoff, a few data books were shown, and it was suggested that the Institute of Hydraulic Engineering, Bandung might have some.

(4) Some aero-photographs were lent to the team. The photographs other than the above are kept in Malang, which were to be asked by DRSAD for providing the team.

(5) Both the agricultural development plan formulated and the maps of drainage and irrigation systems for agricultural land located on the left side of the Surabaya river can be shown at Surabaya.

MEMORANDUM No.2

A meeting for discussion on the pending matters at the previous meeting in Djakarta and the survey results obtained up to this time by the Japanese Survey Team was held from 9.00 a.m. to 3.30 p.m. on Feb. 24, 1972 in the meeting room of the Directorate of River and Swampy Area Development, DPUT. In the midst of this discussion, a meeting with Ir. Sujono, Director General of Water Resources Development was held in his room.

Attendants in the former meeting were as follows:

Ir. J. Soedarjoko	Dr. S. Sato
A. Ashari, BIE	Mr. K. Soejima
Ir. Koesdarjono	Dr. S. Nakagawa
Ir. Aziz	Mr. S. Ohira
Ir. M. Gajo	Mr. M. Matsui
Mr. M. Konoike	
Mr. K. Kasama	
Mr. Kitamura	
Mr. Tsukamoto	

As a result of the discussion, some of the following were agreed or others were left pending until next meeting.

1. After the team made report to the Directorate of Water Resources Development on the results of his field survey, it was agreed by the two parties that the study of improvement of the Marmoyo river shall be included in the scope of work of the present study. It was also agreed by the two that the team will cooperate with the Brantas River Survey Team in studying the flood discharge distribution of the Brantas river to the Surabaya river, within the frame work of "hinterland" which is described in the Terms of Reference.

2. The survey results up to this time were reported on the Surabaya river and Wonokromo canal including important facilities such as dams and sluice. These matters shall be included in the scope of work of the present study.

3. The team disclosed his opinion that the Mas river should be dealt with at the following stage of drainage and sewerage systems of Surabaya city, because the team judged that the flood water of the Surabaya river should not be poured into the Mas river through Wonokromo sluice and the Mas river should be taken into consideration as a main drainage canal within the drainage and sewerage systems of the city. There was no objection against this opinion from the DPUT side.

4. The team reported that the inundations in some parts of the urban area could not be diminished unless the secondary and tertiary channels of drainage were rehabilitated or improved, however the pumping stations were strengthened in their capacity. There is an essential unbalance between them. So the team disclosed his opinion that the rehabilitation or improvement of the pumping stations should be inclusively dealt with at the following stage of study of drainage and sewerage systems of Surabaya city. There was no objection against this opinion.

5. The team reported that the carrying capacity of Gunungsari canal is less than  $3.5 \text{ m}^3/\text{s}$ , so that it is essentially difficult that the canal

accepts the flood runoff from Gunungsari Hill. The team disclosed his opinion that the rehabilitation or improvement of Gunungsari canal should be inclusively dealt with at the following stage of study of drainage and sewerage systems and irrigation rehabilitation, because the disposal of the flood runoff from the hill should be separated from the irrigation system and, therefore, this problem can not be solved independently of an integrated study on the urban drainage and sewerage systems and the irrigation systems. There was no objection against this opinion.

6. Concerning the rehabilitation or improvement of the existing irrigation system, the team showed an idea that the intakes of Djeblokan canal and Kali Bokor might be moved to the upstream of Gunungsari dam when Gubeng dam was desired to be removed in order to lower the water level upstream of the dam for the purpose of improvement of drainage of the city and improvement of water quality for irrigation. Furthermore, the team disclosed his opinion that the problems of main drainage canals in farm land should be studied at the following stage of study on irrigation systems and drainage and sewerage systems of the urban area, because the main drainage canals in farm land cannot be dealt with independently of the drainage and sewerage systems of the urban area since those canals also serve at present as drainage of the urban area and, further, the urban area is so energetically expanding to the farm land year by year that the farm land is expected by the Team Master Plan of Surabaya city to vanish by the year 1990. There was no objection against this opinion.

7. The team suggested the benefits of lowering the normal water level upstream of Djagir dam and that this idea is desired to be studied at the following drainage and sewerage systems and irrigation systems.

8. The Directorate of River and Swampy Area Development and Dinas Pengairan of East Java insisted that the sea-dike was originally built in order to protect the city from the menace of intrusion of the sea, while the present condition of sea-dike is critical owing to frequent overtopping of the sea and devastation of dike body itself, consequently the rehabilitation of sea-dike should be included in the scope of work of the present study. The team reserved his opinion until the next discussion with Director of Dinas Pengairan which will held in Surabaya on 26th of this month.

9. The above-mentioned two agencies also insisted that the rehabilitation of Morokrempangan Boezem should be included in the scope of work of the present study, but the team reserved his opinion until the next meeting mentioned above.

#### MEMORANDUM No.3

A meeting for discussion on the problems which have been left pending at the meeting held in Djakarta on Feb. 24, 1972 was held in the office room of the Director of Dinas Pengairan, East Java province from 9.00 a.m. to 0.30 p.m. on Feb. 26, 1972. The attendants were Mr. A. Ashari B.I.E., Dr. S. Sato and Mr. S. Ohira.

1. After discussion on the critical status of the existing sea-dike which contains also extremely devastated flap gates, the two parties have agreed to take in the rehabilitation problem of sea-dike in the scope of work of the present study from the viewpoint of prevention of the city

from the menace of intrusion of the sea.

2. Concerning the rehabilitation problem of Morokrempangan Boezem, the two parties have agreed to take in this problem, at least rehabilitation of Mitre gates at the mouth of the Boezem, in the scope of work of the present study from the viewpoint of the menace of intrusion of the sea.

3. It was confirmed that the locks of Gunungsari dam and Wonokromo sluice are not needed any longer.

## APPENDIX D

### MINUTES OF THE MEETINGS BETWEEN THE JAPANESE STUDY TEAM AND INDONESIAN COUNTERPARTS/ OFFICIALS ON THE SURABAJA RIVER IMPROVEMENT PROJECT

The Japanese study team shown in ANNEX No.1 and the Indonesian counterparts/ officials shown in ANNEX No.2 had discussions on the draft final report on the Surabaya River Improvement Project on November 30 - December 5, 1972. Both the parties agreed that the following matters would be adopted in the final report.

#### 1. Master Plan.

- (1) The designation of the river system is shown in ANNEX No.3.
- (2) At this stage, 50-year flood shall be adopted for the design of the Surabaya river.
- (3) Twenty-year flood shall be adopted as the design discharge for the Marmojo river.

#### 2. Construction.

##### (1) Engineers

The construction works shall be carried out under the Supervision of the Indonesian engineers who have good experiences in similar works to the proposed ones, especially the dam construction and dredging such as Gunungsari dam and Morokrembangan boezem.

The Indonesian engineers shall be assisted by consulting engineers.

##### (2) Organization and facilities

Organization and facilities required for the present project shall be mentioned in the final report.

##### (3) Equipment

Some of the special equipment which have been used in similar projects and available to the present project will be provided by DPUT.

The list of these equipment will be given later on and will be attached as ANNEX No.4. These equipment shall be in good working condition and delivered at the job sites.

Other special equipment needed to the project, which are not listed in ANNEX No.4 should be procured by the Project. Ordinary equipment required for construction works, such as concrete mixers etc., shall be prepared by the contractor.

##### (4) Gates

The construction of gates shall be carried out in cooperation with



foreign experienced contractor.

With regard to the provision of gates, design and manufacturing shall be ordered to the foreign contractor. However, manufacturing of the gate body and installation of the gates shall be carried out by local manufacturer under the technical guidance of the said contractor.

(5) Construction schedule.

The period for the construction works shall be five and a half years including detail design. Tentative schedule is shown in ANNEX No.5.

3. Water Requirements.

The study of the water resources corresponding to the water demand of the present project area shall be made by Brantas River Basin Development Study Team of OTCA.

4. Engineering Services.

Engineering services for detail design shall be based on the surveying checked by the consulting engineers.

5. Benefit-Cost Analysis.

On the occasion of benefit-cost analysis, the five construction works such as the Surabaya-Wonokromo River Improvement Works, the Mas River Improvement Works, the Morokrempangan Boezem Improvement Works, the Sea Dike Improvement Works, and the Marmajo River Improvement Works shall be dealt with as an integrated one.

6. Recommendation.

The technical and economic feasibility for the areal improvement of urban drainage system and improvement of irrigation system should be studied as soon as possible after the completion of the present study. For this study about one year may be required.

After completion of the Surabaya River Improvement Project, an operation organization for water management and flood control should be established. The organization shall be studied at the final design stage of the present project.

Although 50-year flood was adopted as the design discharge of the Surabaya river, it may be necessary in the future to adopt more than 50-year flood, say 100-year flood, in accordance with the development of the basin and the municipality of Surabaya. On that occasion, at least the whole width between both dikes may be needed. Therefore, new construction on this area should not be permitted.

Jakarta, December 8, 1972.

**Project Coordinator  
of the Surabaya River  
Improvement Project**

**Leader  
of the Japanese Feasibility  
Study Team  
for the Surabaya River  
Improvement Project**

**Ir. Y. Sudaryoko**

**Dr. S. Sato**

ANNEX No.1

THE JAPANESE STUDY TEAM MEMBERS

WHO PARTICIPATED IN THE MEETINGS HELD ON NOV.30-DEC.5, 1972

Dr. S. Sato	- Leader
Mr. K. Soejima	- Adviser
Mr. S. Ohira	- Expert
Mr. M. Matsui	- "
Mr. J. Okazaki	- "
Mr. K. Ohno	- "
Mr. S. Sata	- "

ANNEX No.2

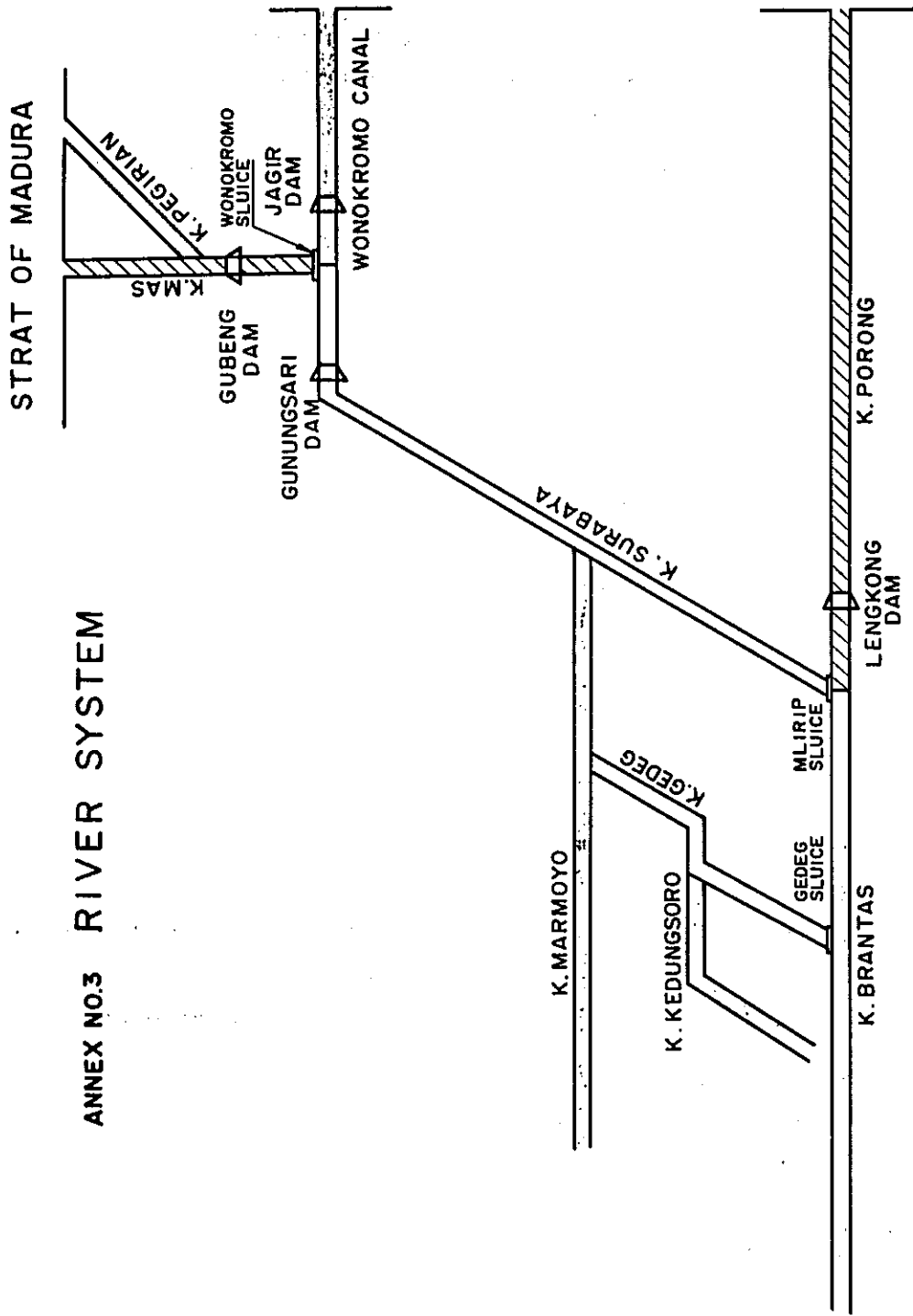
THE INDONESIAN COUNTERPARTS/ OFFICIALS  
WHO PARTICIPATED IN THE MEETINGS

1. The counterparts who participated in the discussion on November 30 - December 4, 1972.

Mr. Y. Sudaryoko  
Mr. A. Ashari  
Mr. KUSDARYONO  
Mr. M. Mayangkoro  
Mr. M. Y. Gayo  
Mr. Sunaryo  
Mr. Firman Sulaiman  
Mr. Parmo  
Mr. Suraji  
Mr. Kuwat  
Mr. Sukisno  
Mr. A. Nuch  
Mr. M. Husni  
Mr. Prastowo  
Mr. Sudiman  
Mr. Rijuan  
Mr. K. Kasama

2. The officials who participated in the meeting held on December 5, 1972.

Mr. Suyono Sosrodarsono - Director General of WRD  
Mr. Y. Sudaryoko - Director of River and Swampy Area  
Development  
Mr. KUSDARYONO - Chief of River Service  
Mr. M. Y. Gayo - Chief of River Section  
Mr. K. Kasama - Colombo Plan Expert



ANNEX NO.3 RIVER SYSTEM

ANNEX No.4 LIST OF EQUIPMENT TO BE PROVIDED  
FOR THE PRESENT PROJECT

No.	I T E M	TYPE	NUMBER:	U S E D			Residual Value(%)	NOTES
				START	FINISH			
1.	D R E D G E R	E L L I C O T	2 UNITS	-	-	-	Prepared by DPWT	
2.	SAND - PUMP	RDP-100B	1 UNIT	October 1972	November 1973	-		
3.	RADIO TRANSCEIVER	SSB-UHF	1 UNIT	-	-	-		
4.	CONCRETE VIBRATOR	HYOSHI EF - 38	6 UNITS	-	-	-		
5.	WHEEL LOADER	1,9M3 KIMCO-HOUGH J.465 C	2 UNITS	November 1972	January 1974	-		
6.	D U M P T R U C K	6TON ISUZU TXD 40D	21 UNITS	November 1972	January 1974	-		
7.	S T A K E T R U C K	6TON ISUZU TXD 40D	5 UNITS	November 1972	January 1974	-		
8.	STAKE TRUCK CRANE	6TON W/3TON CRANE ISUZU TXD 40	2 UNITS	November 1972	January 1974	-		
9.	MOBILE - WORKSHOP	STELL BODY TYPE ISUZU TXD 50	1 UNIT	-	January 1974	-		
10.	FUEL TANKER	6000 L ISUZU TXD 40	1 UNIT	November 1972	January 1974	-		
11.	LUBRICATING CAR	ISUZU TXD 40	1 UNIT	November 1972	January 1974	-		
12.	DRAGLINE	0.8M3 CRAWLER TYPE	3 UNITS	August 1972	January 1974	-		
13.	AIR COMPRESSOR W/ CONCRETE VIBRATOR	AIRMAN FDR 176	2 UNITS	November 1972	January 1974	-		
14.	VIBRATION PILE DRIVER	YAMADA KIKAICHI V3	12 UNITS	September '72	November 1973	-		
15.	VIBRATING ROLLER	SAKAI SV - 9603	3 UNITS	-	January 1974	-		
16.	BULLDOZER SWAMPY-LAND	6TON KOMATSU D 30F-12	5 UNITS	August 1972	January 1974	-		
17.	MOTOR GRADER	3,6 M KOMATSU D637-5H	1 UNIT	August 1972	January 1974	-		
18.	CONCRETE MIXER	250 LT W/ BATCHING EQUIPMENT	2 UNITS	-	November 1973	-		
19.	BELT CONVEYOR	WIDTH 350 MM PORTABLE TYPE	4 UNITS	-	January 1974	-		
20.	INSPECTION CAR	CANVAS TOP	7 UNITS	-	-	-		
21.	INSPECTION CAR	STATION WAGON	3 UNITS	-	-	-		
22.	DIESEL GENERATOR	30 KVA	1 UNIT	-	-	-		

## ANNEX NO.5

### CONSTRUCTION SCHEDULE OF THE SURABAYA RIVER IMPROVEMENT PROJECT

I T E M :	1 <sup>st</sup> Year	2 <sup>nd</sup> Year	3 <sup>rd</sup> Year	4 <sup>th</sup> Year	5 <sup>th</sup> Year	6 <sup>th</sup> Year
IMP. WORKS OF MARMOYORIVER Excavation & Embankment Revetment & etc.					▬	▬
IMP. WORKS OF SURABAYA-WONOKROMO Embankment & Revetment Mlirip sluice Gunungsari Dam Djagir Dam			▬	▬	▬	▬
IMP. WORKS OF MAS RIVER Excavation Revetment			▬	▬	▬	▬
IMP. WORKS OF SEA DIKE Embankment & Revetment Sluices		▬	▬	▬	▬	▬
IMP. WORKS OF MORK. BOEZEN Dredging Mitre gates		▬	▬	▬	▬	▬
EQUIPMENT & MATERIALS	▬					
APPURTENANT FACILITIES Concrete facilities Rain & Water gauging stations Communication net		▬			▬	▬
SUPERVISION		▬	▬	▬	▬	▬
DETAIL DESIGN & ON THE SPOT SURVEY	▬					

APPENDIX E

LETTER OF MR. K. SOEJIMA AND DR. S. NAKAGAWA

Djakarta, Jan. 17, 1972

Ir. J. Soedarjoko  
Director of River and Swampy  
Area Development

Dear Sir,

We have joined the Feasibility Study Team for the Surabaya River Improvement Project as the advisers to the team and participated in the study during our stay in Indonesia for about one month.

On this occasion when we are going to leave Djakarta, we wish to express our deep appreciation for your respectful consideration to us since we have arrived at the Republic of Indonesia on Dec. 21, 1971.

Hearing from you the explanation of the large organization of the counterparts composed of 27 persons headed by you to work with the Japanese study team, we have been deeply impressed with intense eagerness of the Government of Indonesia for the Surabaya river improvement project. At Surabaya our investigation was started without any delay and is going on according to the schedule prepared beforehand, under the support of heart-felt advice of Ir. Koesdarjono, warm consideration of Mr. Ashari and generous cooperation of Ir. Majangkoro and other counterparts. We believe that the perfect cooperation between the Japanese team led by Dr. Sato and the Indonesian team led by Ir. Majangkoro will make it possible to collect sufficient data required to make a "Feasibility Study of the Surabaya River Improvement Project".

It is the great pleasure for us to report these facts to the Government of Japan and the Overseas Technical Agency, Japan. And at the same time, we surely transmit to the above authorities your eager request that the government of Japan could agree the Indonesian counterparts to visit Japan when the planning work for the Surabaya river project will be done in Tokyo.

We have recognized that the Surabaya river which flows through Surabaya city, the second largest city in Indonesia, has a very important function but now is in the condition which needs urgent rehabilitation and improvement as the Government of Indonesia has already pointed out. However, as we know, we should never forget that "River is ceaselessly living." Artificial hasty change in a river would often make it behave violently which might lead to the unexpected result.

We believe it is the same with the Surabaya river. The improvement and maintenance of the Surabaya river had been made continuously for centuries except the hours of hardship after the war. Therefore, the rehabilitation and improvement works of the Surabaya river should be carried out step by step under the careful consideration of the historic data.

And, as we know, we have already another survey team for the Brantas river. Therefore, we think we have to make a closer contact with the team



and make a necessary adjustment between the two teams on the occasion of making the plan for the Surabaya river improvement works.

Furthermore, as for the irrigation system around the Surabaya river, we think it desirable to make another study what the system should be in connection with the urban planning of Surabaya city.

The other day, we had an opportunity to visit the hydraulic laboratory in the Solo River Development Project accompanied by Dr. Sato at the request of you and the Embassy of Japan. On the way to the laboratory, we saw the people eagerly engaging in the river improvement works as well as in the agricultural cultivation. Then we have realized the importance of the river improvement works and the basin development concerned. We want to transmit our deep impression to the Government of Japan and the Overseas Technical Cooperation Agency, Japan when we have returned to Japan.

Ir. Koesdarjono, Mr. Gajo and Mr. Konoike came to the laboratory in spite of being busy in Djakarta and guided us by themselves to give us important information about the prospected function of the laboratory. We have realized the importance of the laboratory, which has made us to make up our minds to make every effort so that some Japanese experts for hydraulic model test may be sent to the project and to assist you in arranging the instruments required to conduct the hydraulic tests.

Although our stay in Indonesia has been rather short, we are deeply impressed with the diligence of Indonesian people as well as the enthusiasm of the younger government officials who are earnest in developing your country. We have been convinced that the future of your country must be glorious if the further effort goes on.

We thank you again for the kind acceptance since our arrival at Djakarta and hoping your good health and the prosperity of your country, we remain.

Yours faithfully

Ken Soejima

Dr. Shoichiro Nakagawa  
Advisers to the Feasibility Study  
Team for the Surabaya River  
Improvement Project.

第 2 卷  
調 查 解 析 編

第 4 部  
調 査 解 析

## 第1章 流量観測

D P P D Tにより集積されている流量資料の精度検定と、河道の粗度係数測定のため、マルモヨ一河、スラバヤ河、ウオノクロモ河及びマス河の図-1に示す地点で流量観測、を実施した。流量観測法は次のとおりである。

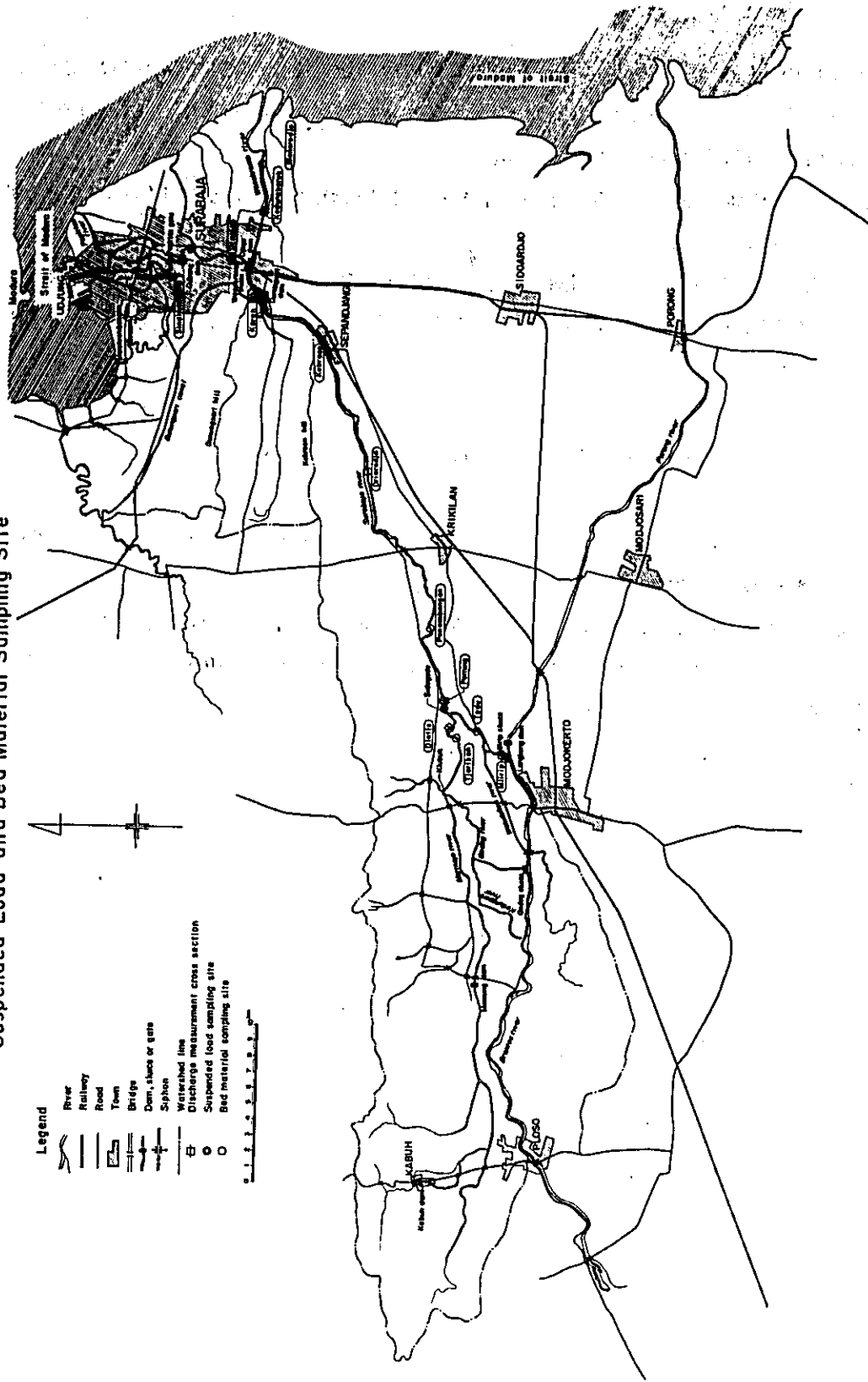
- (1) 河道横断測量：ポートの上から、1 cm単位の日盛を付けた竹竿を用いて観測断面の横断測量を行った。
- (2) 流速測定：観測断面の流速は、直読式電気流速計により測定した。断面の横断方向に5～10 m間隔で鉛直流速測線を設け、各測線に対し、三点法により流速を測定し、平均流速を求めた。

$$v_m = \frac{1}{4} ( v_{0.2} + 2 v_{0.6} + v_{0.8} )$$

ここに、 $v_m$ 及び $v_{0.2}$ 、 $v_{0.6}$ 、 $v_{0.8}$ はそれぞれ平均流速および、水深の0.2 m、0.6 m、0.8 mに於ける流速である。

- (3) 水面勾配測定：粗度係数を観測する地点については、流量観測と合せて、水面勾配も測定した。水面勾配は、観測断面をはさんで、上下流それぞれ100 m計200 m間の水準測量による水位差を以って計算した。

Fig.1 Location of Discharge Measurement Site and Suspended Load and Bed Material Sampling Site



## 第2章 河床材料及び浮遊砂採取

### 1. 河床材料採取

第I章図-1に示す各地点で河床材料の採取を行った。河床材料の採取は、河幅の左右岸より4分の1の点及び、中央点を目安に各地点とも、三個の資料を採取した。

採取は、ダイバーが、河床までもぐり、径15cm程度の空かんで河床砂をすくい取る方法によった。スラバヤ河には、渡船場が点在し、この渡船を採取に利用できたのは好都合であった。

河床材料の粒度試験および比重試験は、スラバヤ工科大学土木工学科土質実験室に委託された。各地点の平均粒径( $d_{50}$ )を第III章図-1に示す。

### 2. 浮遊砂採取

ブルニン地点で浮遊砂の採取を行った。浮遊砂は河道の左岸側、右岸側及び中央の三測線で図-1に示す浮遊砂採取器を用いて採取した。浮遊砂と同時に観測断面の流速分布、流量及び水塩を測定した。

採取資料の分析は、スラバヤ工科大学化学工学科に委託された。分析項目は次のとおりである。

1) 総浮遊砂濃度 ( $\text{mg}/\ell$ )

II) 0.074mm篩を通過する浮遊砂濃度 ( $\text{mg}/\ell$ )

III) 0.074mm篩に残留する浮遊砂濃度 ( $\text{mg}/\ell$ )

分析結果によると、浮遊砂濃度分布は図-2のとおりである。

Fig. 1 Suspended Load Sampler

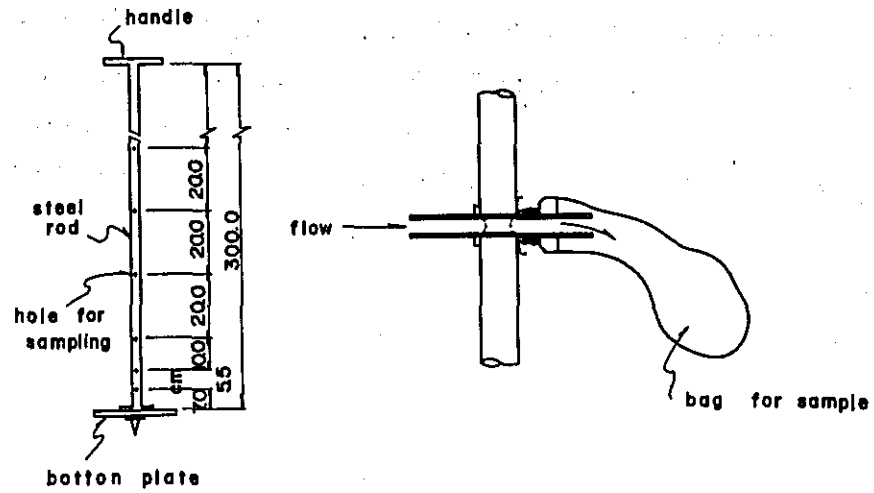
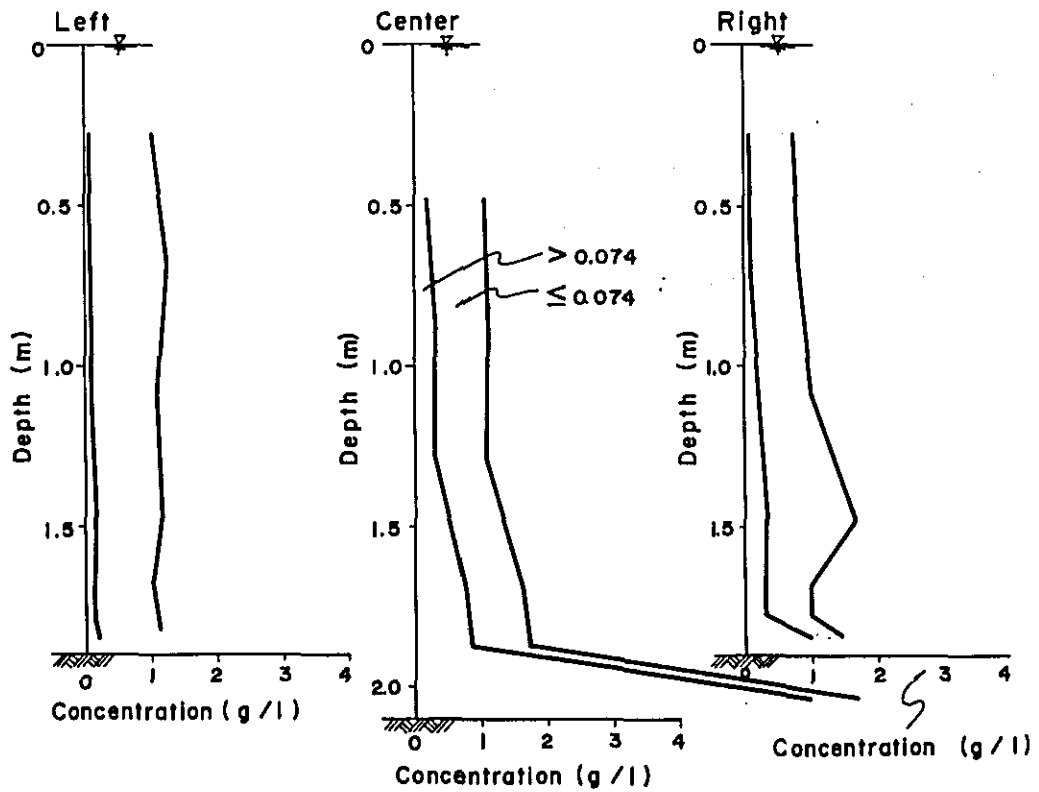


Fig. 2 Distribution of Concentration of Suspended Load



### 第 3 章 粗度係数の推定

#### 1. 流量観測による推定

流量観測結果に基づきマンニングの粗度係数を次式で計算した。

$$n = \frac{A}{Q} R^{2/3} I^{1/2}$$

ここに、

- n : 粗度係数
- A : 観測断面流水面積 ( m<sup>2</sup> )
- Q : 観測流量 ( m<sup>3</sup> / s )
- R : 観測断面径深 ( m )
- I : 流量観測時水面勾配

観測値及び、計算結果は次のとおりである。

河川名		スラバヤ河		マルモヨ一河	ウオノクロモ河	マス河
地点		ムリリップ	ブルニン	ジェテイス	クドウンブルク	シンドウネガラ
観測資料	流量 ( m <sup>3</sup> /s )	97.28	118.84	48.23	30.36	1.88
	流積 ( m <sup>2</sup> )	86.90	130.72	55.42	141.41	6.24
	潤辺 ( m )	54.53	80.97	30.70	46.50	10.81
	水面勾配	1/1562	1/2150	1/3730	1/4259	1/6173
粗度係数		0.031	0.032	0.028	0.150	0.029

なお、上表中ウオノクロモ河クドウンブルグ地点の粗度係数が過大であるが、これは同地点が感潮部にあるためと考えられる。

#### 2. 河床材料による推算

平均流速の対数公式とマンニング公式の間に次の関係がある。

$$n = \phi \left( \frac{R}{K} \right) K^{1/6}$$

ここに、

- n : マンニングの粗度係数
- R : 径深



K：粗度高で河床材料の平均粒径 ( $d_{65}$ ) に等しいものとする。

$\phi(R/K)$ ：R/Kの関数で、ストリックラーはこれを定数であるとしている。

流量観測により求めた粗度係数と同地点の河床材料の平均粒径とから、 $\phi(R/K)$ を逆算すると、次表のとおりである。

地 点	ムリリップ	ブルニン	ジェティス	シンドウネガラ
平均粒径 ( $\times 10^{-3}$ )	0.55	0.75	0.27	1.10
粗 度 係 数	0.031	0.032	0.028	0.029
$\phi(R/K)$	0.108	0.106	0.112	0.090

結果は、シンドウネガラの値以外は充分一定と見做しうる。従って、三者の平均値を以って $\phi(R/K)$ 値とする。

$$\phi(R/K) = 0.109$$

故に粗度係数は河床材料の平均粒径から次式で計算された。

$$n = 0.109 \quad d_{65}^{1/6} \quad (d_{65} : m)$$

計算結果は次のとおりである。

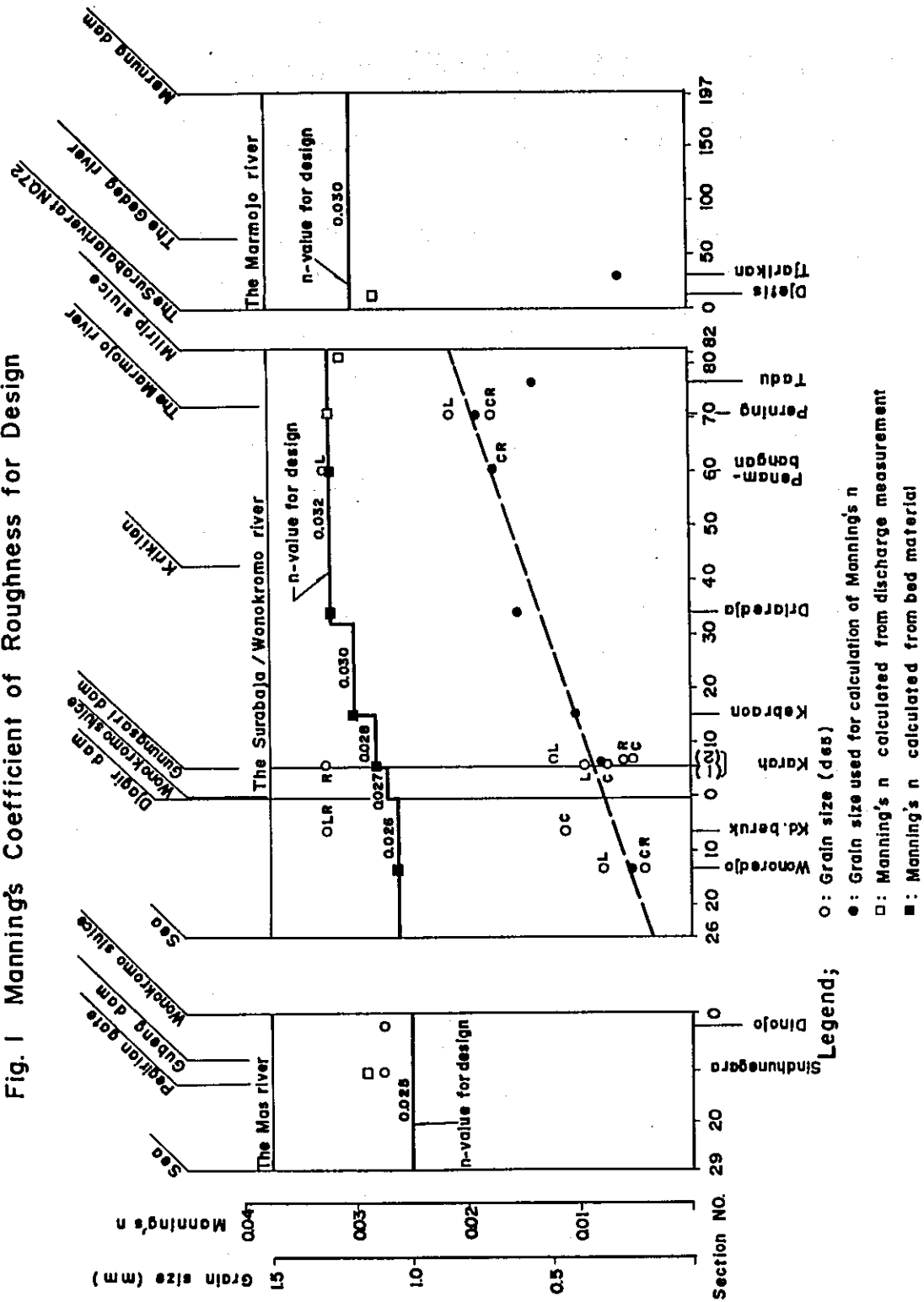
河 川 名	ス ラ バ ヤ 河				ウオノクロモ河
	ブナムバンガン	ドウリアレジア	ケブラオン	カ ラ ー	ウオルジョ
平均粒径 ( $\times 10^{-3}$ )	0.70	0.62	0.41	0.32	0.21
粗 度 係 数	0.032	0.032	0.030	0.028	0.026

### 3. 計画に用いる粗度係数

以上の推算結果を河床材料の平均粒径とあわせて、図-1に示す。計画に用いる粗度係数は、前記の推算結果を尊重し、河道の状況を加味して、次のとおり定めた。

河 川 名	区 間	粗度係数
マルモヨー河	ムルヌン堰 — シドゲデ	0.030
スラバヤ/ ウオノクロモ河	ムリリップ水門 — 断面 No. 32	0.032
	断面 No. 32 — 断面 No. 15	0.030
	断面 No. 15 — グヌンサリ堰	0.028
	グヌンサリ堰 — ジャギル堰	0.027
	ジャギル堰 — ウオノクロモ河々口	0.026
マ ス 河	ウオノクロモ水門 — マス河々口	0.025

Fig. 1 Mannings Coefficient of Roughness for Design



## 第 4 章 水位流量曲線

### 1. ムリリップ、ブルニン地点の水位流量曲線

ムリリップ及びブルニン水位観測所の図1に示す水位-流量曲線が、モジョケルト地方事務所で得られた。調査団が現地調査の際に行った流量観測の結果を、この図の中に・印で示した。

次に、不等流計算によって各種流量に対するスラバヤ河の水位を計算した。そしてブルニン地点の水位と流量の関係を、図1の水位-流量曲線図に▲で示した。

### 2. ゲデック水門直下流地点の水位流量曲線

#### (1) ゲデック水門からの流出量

ゲデック水門の構造は、図2のとおりである。水門操作の記録によると、1959年の2月27日の18時から3月3日の21時までの間は、全部の角落しが引揚げられている。角落しの操作方法が、全開以外は明らかでないので、全開時の水位記録を利用して、水門からの流出量を計算した。

この場合の流れは、潜り流出と考えられるので、流出量式は次式を使用する。

$$Q = C B H_2 \sqrt{2g(H_1 - H_2)}$$

ここにC：係数（この場合0.92と仮定する）

B：開放全巾（m）

g：重力の加速度（m/s<sup>2</sup>）

H<sub>1</sub>, H<sub>2</sub>：図3のとおり（m）

計算は、表1に示す3ケースについて行った。

表 1

ケース	1	2	3
日 時	2月27日18時	3月3日18時	3月1日12時
上流側水位 (m)	2.90	3.38	3.20
下流側水位 (m)	3.28	3.70	3.51
H <sub>1</sub> (m)	1.281	0.801	0.981
H <sub>2</sub> (m)	0.901	0.481	0.671
B (m)	27.54	27.54	27.54
H <sub>1</sub> - H <sub>2</sub> (m)	0.38	0.32	0.31
Q (m <sup>3</sup> /s)	62.30	30.52	41.91

Fig. 1 Stage - Discharge Curves at Mirip and Perring

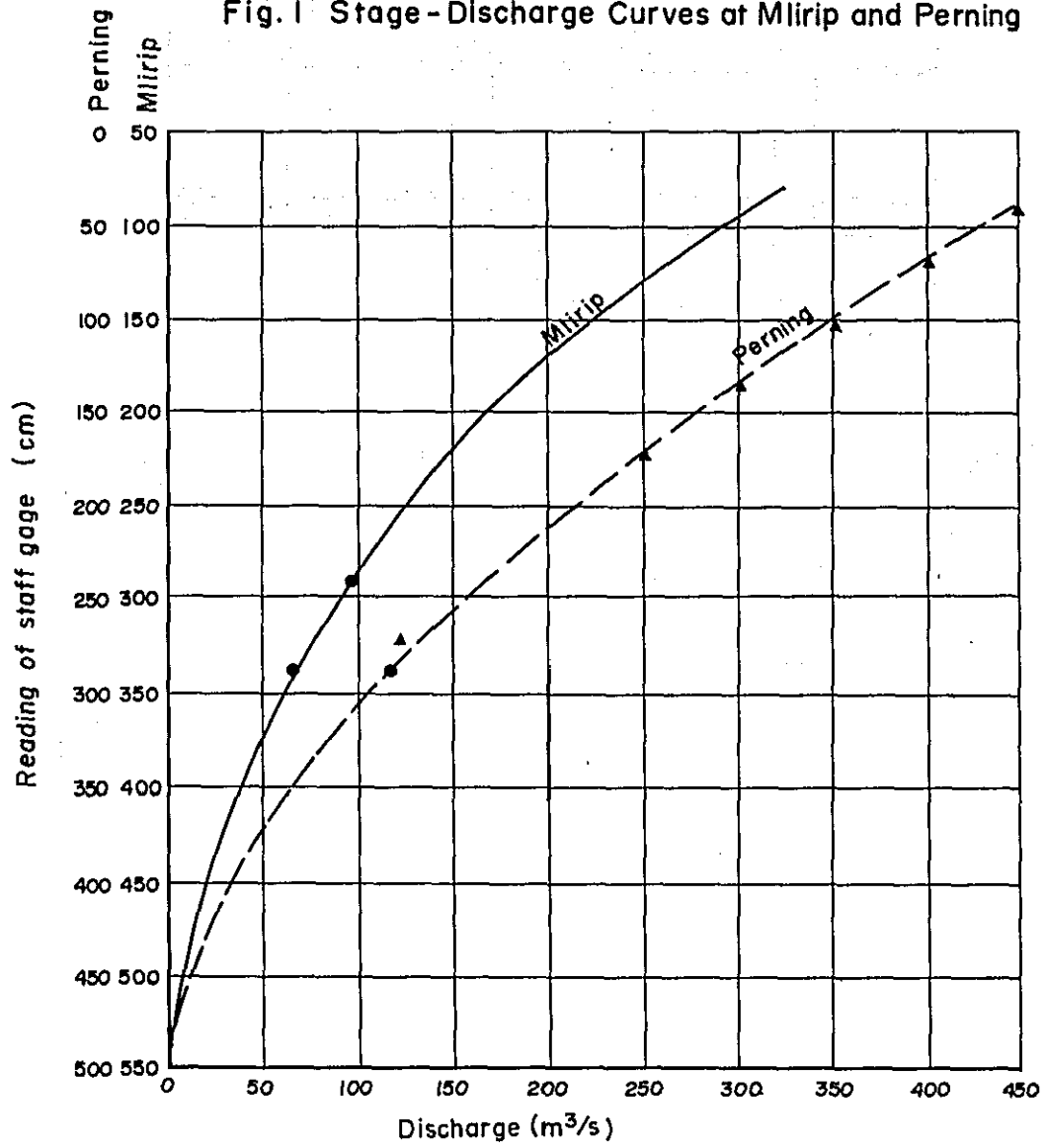


Fig.2 Gedeg Sluice

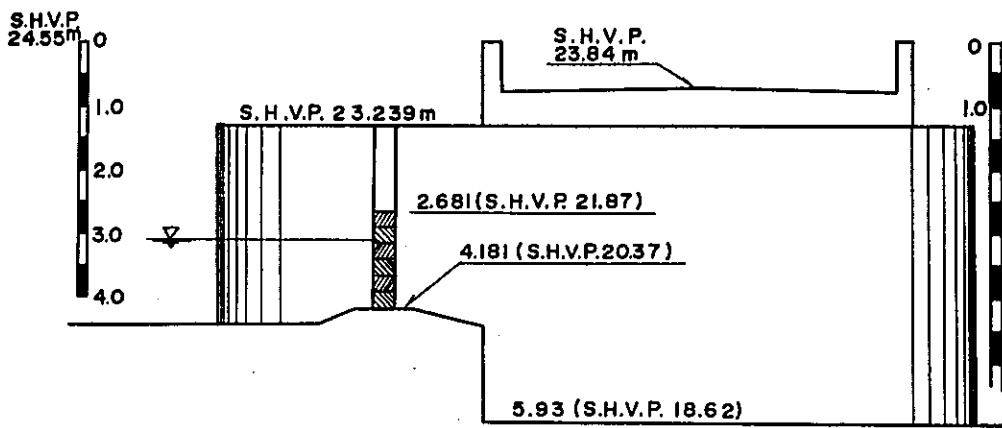
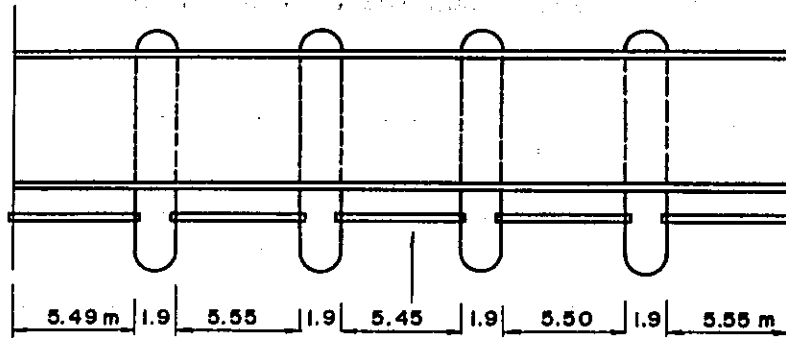
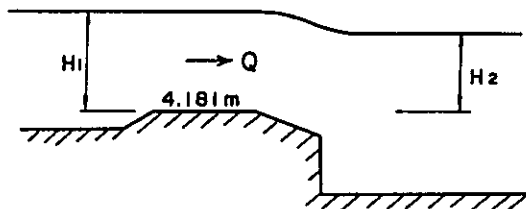


Fig. 3



(2) ゲデック水門の下流断面における水位—流量曲線

ゲデック河の水位と流量の関係は、断面No.35からNo.31までの平均断面を使用し、又マンニングの等流式によって計算した。その結果は図4のとおりである。

$$Q = \frac{1}{n} A R^{2/3} I^{1/2}$$

ここに n : 粗度係数—粗度係数に関する前記検討の結果を参考として、0.03と仮定した。

I : 平均水面勾配—断面No.36 (ゲデック水門下流断面) とNo.55 (ゲデック河とクドンソロ河の合流点) の両堤防天端高の差2mと、この両断面の間距離3,400mから1/1700と仮定した。

その結果は表2のとおりである。

表 2

量水標の水位 ( m )	水 位 位 ( m SHVP )	水 深 ( m )	断 面 積 A ( m <sup>2</sup> )	径 深 R ( m )	流 量 Q ( m <sup>3</sup> / s )
5.1	1 9.4 5	1.0	3.5	0.6 2 5	2.1
4.1	2 0.4 5	2.0	2 5.0	1.0 3 3	2 0.7
3.6	2 0.9 5	2.5	3 6.8 7 5	1.4 1 7	3 7.6
3.1	2 1.4 5	3.0	5 3.3 7 5	1.4 9 5	5 6.4
2.6	2 1.9 5	3.5	7 0.8 7 5	1.8 6 5	8 6.8
2.1	2 2.4 5	4.0	8 9.3 7 5	2.2 2 2	1 3 0.2

上記の水位と流量の関係は、図5の○印のとおりであり、先の水門流出計算による結果を△印で図示した。

Fig. 4

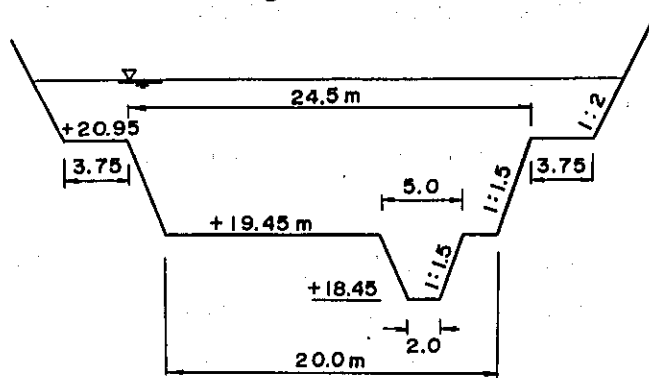
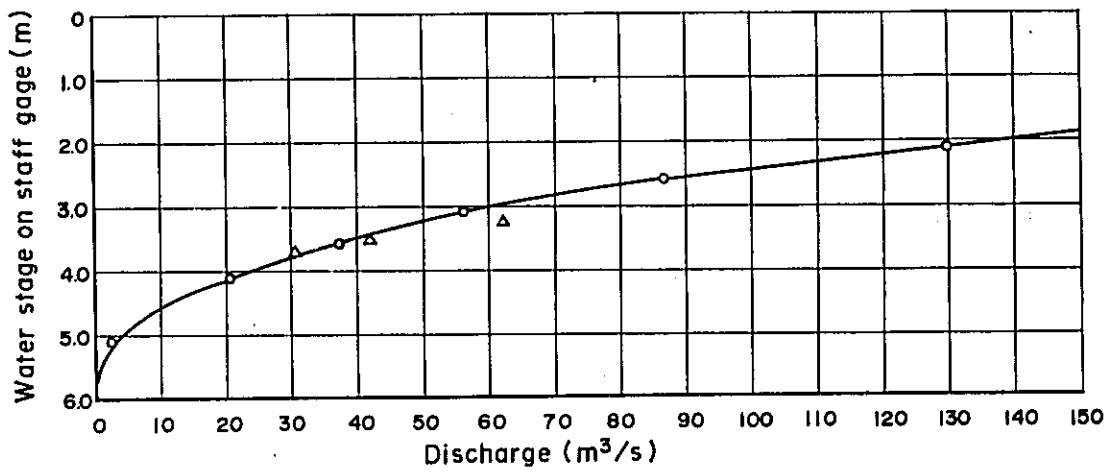


Fig. 5 Stage - Discharge Curve of the Gedeg River, Close Downstream of Gedeg Sluice



## 第5章 スラバヤ/ウオノクロモ河およびマス河の堰の流量曲線

### 1. 計算式：キンスペーター・カーター・トレーシーの方法

$$Q = C A_3 \sqrt{2g \left( \Delta h - h_f + \alpha_1 \frac{v_1^2}{2g} \right)}$$

ここに

$Q$  = 流量 ( $m^3/s$ )

$C$  = 全流量係数 =  $C' K_F K_R K_W K_\psi K_Y K_X K_e K_t K_j$

$A_3$  = 断面3の断面積 ( $m^2$ )

$g$  = 重力加速度 ( $m/s^2$ )

$\Delta h = h_1 - h_3$  ( $m$ )

$h_f$  = 摩擦損失 ( $m$ )

$\alpha_1$  = 断面1のエネルギ係数

$v_1$  = 断面1の平均流速 ( $m/s$ )

$C'$  = 流量係数の標準値 ( $m, L/b$ の関数)

$m$  = 水路縮小率 =  $1 - K_b / K_B$

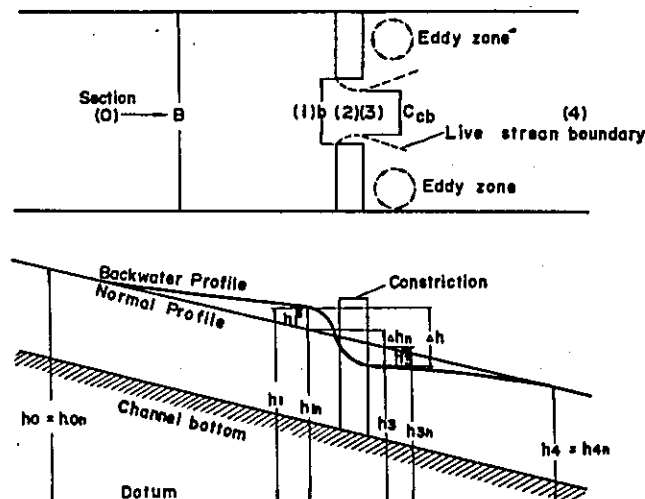
$K_b, K_B$  = 水路縮小部の通水能 ( $= A R^{2/3} / m$ ), 縮小前の通水能

$L$  = 橋脚の流れ方向の長

$b$  = 水路縮小部の幅

$K_F, K_R, K_W, K_\psi, K_Y, K_X, K_e, K_t, K_j$  = 流量係数の補正係数でそれぞれ, フルード数, 流入口のまるみ, 翼壁, 傾針角, 側方水深, 法面勾配, 偏心, 橋梁の浸水, 橋杭及び橋脚の影響を調整するもの。

Fig.1 Constriction





2. 計算結果

前式により，グヌンサリ堰及びジャギル堰の流量曲線を求めると図-2，3のとおりである。

Fig.2 Discharge Curve of Gunungsari Dam

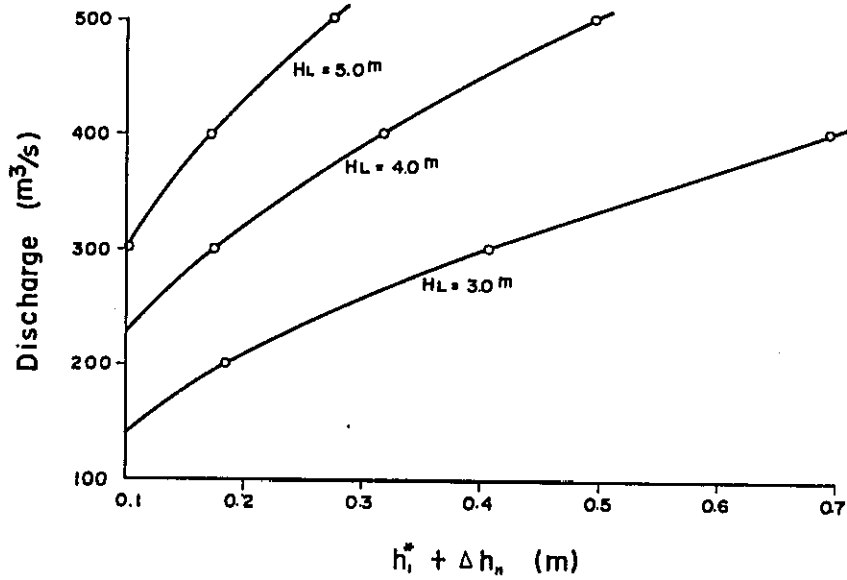
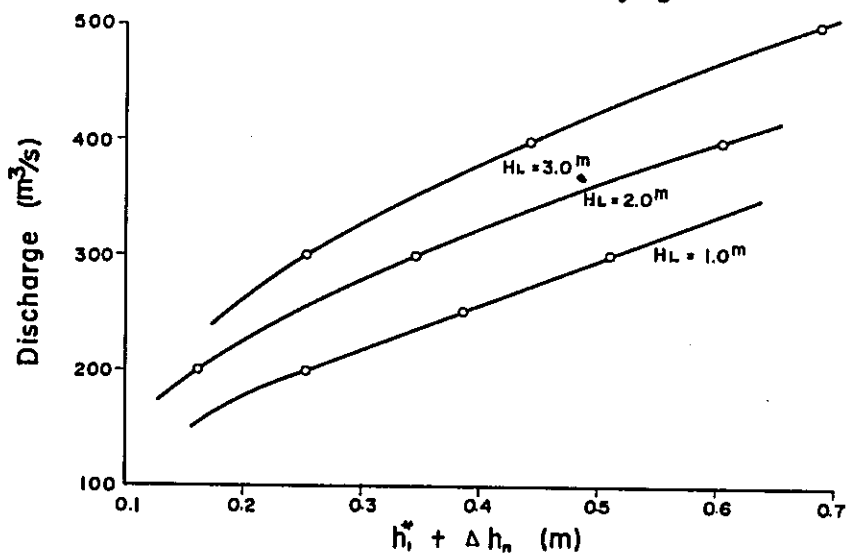


Fig.3 Discharge Curve of Djagir Dam



## 第6章 モロクレムバンガンブーズム水門の外潮位

### 1. 資料

スラバヤ港とモロクレムバンガンブーズムの下記の時間潮位資料を収集した。

#### I) スラバヤ港 — 基準：LWS

1966年1月から1972年3月迄，そのうち，1967年3月から5月迄，1969年1月から12月迄が欠測である。毎時観測であるがほとんどすべての資料は昼間のみの観測である。

#### II) モロクレムバンガンブーズム — 基準：SHVP

1964年12月20日から1972年2月迄，そのうち，1965年1月1日から10日まで，1966年8月22日から9月20日まで，および1970年7月1日から20日までが欠測である。毎時観測である。

解析に対しては，モロクレムバンガンブーズムの資料が昼夜観測されておりこれを使用し，スラバヤ港の資料は，モロクレムバンガンブーズム資料の検証に用いた。

### 2. 満潮位

ブーズムにおける資料より，各月の最高潮位を求めると表-1のとおりで，年最高潮位の平均値をとると+0.373 m SHVPである。

表-1 各月最高位

month	(m, SHVP)							
	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972
Jan.		0.31	0.31	0.35	0.30	0.15	0.25	0.25
Feb.	0.20	0.10	0.19	-0.10	0.10	-0.09	0.20	0.25
Mar.	-0.20	-0.25	-0.02	-0.14	-0.09	-0.10	0.20	
Apr.	-0.15	0.05	0.25	0.20	0.15	0.05	0.35	
May	0.23	0.25	0.15	0.25	0.17	0.40	0.43	
June	0.44	0.25	0.17	0.37	0.30	0.36	0.30	
July	0.35	0.15	0.10	0.40	0.35		0.35	
Aug.	0.12		0.06	0.10	0.00	0.35	0.10	
Sept.	-0.15		-0.20	-0.02	-0.20	0.42	0.20	
Oct.	-0.20	-0.12	-0.10	0.25	-0.10	0.20	0.20	
Nov.	0.10	0.30	0.25	0.36	0.25	0.35	0.40	
Dec.	0.24	0.28	0.30	0.30	0.35	0.25	0.38	

Note: Average of annual highest tide levels +0.373

### 3. 干潮位

ブーズムにおける資料より各月最低潮位を求めると表-2のとおりで，年最低潮位の平均値をとると-2.083 m SHVPである。

表-2 各月最低潮位

(m, SHVP)

month	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972
Jan.		-1.99	-2.08	-2.01	-2.03	-2.00	-1.97	-1.97
Feb.	-1.99	-1.99	-2.05	-1.95	-1.97	-2.03	-1.96	-1.96
Mar.	-1.96	-1.99	-2.02	-1.95	-1.98	-1.98	-1.91	
Apr.	-1.86	-1.99	-2.05	-1.95	-1.91	-1.95	-1.91	
May	-1.90	-1.98	-2.04	-1.97	-1.90	-1.96	-1.91	
June	-1.96	-1.99	-2.07	-1.97	-2.00	-2.00	-1.88	
July	-1.99	-2.06	-2.20	-1.97	-2.02		-1.92	
Aug.	-1.99		-2.12	-1.97	-2.07	-2.02	-1.98	
Sept.	-1.97		-2.15	-2.02	-2.08	-2.03	-1.99	
Oct.	-1.96	-2.08	-2.05	-2.06	-2.02	-1.99	-1.96	
Nov.	-1.98	-2.00	-2.07	-2.00	-2.05	-1.99	-1.91	
Dec.	-1.99	-2.07	-2.09	-2.01	-2.01	-1.99	-1.93	

Note: Average of monthly lowest tide levels = -2.083

## 第7章 不等流・不定流計算式

### 1. 不等流計算式

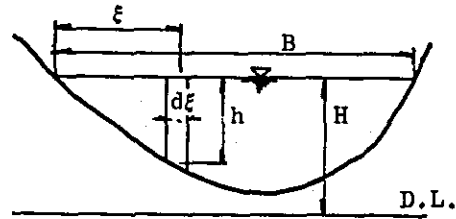
$$H_i = H_{i-1} + \frac{DQ^2}{2g} \left( \frac{1}{A_{i-1}^2} - \frac{1}{A_i^2} \right) + \frac{Q^2 \Delta X}{2} \left( \frac{N_{i-1}^2}{R_{i-1}^{4/3} A_{i-1}} + \frac{N_i^2}{R_i^{4/3} A_i} \right)$$

井田によると,

$$D = \alpha \frac{A^2 \int_0^B \frac{h^3}{n^3} d\xi}{\left( \int_0^B \frac{h^{5/3}}{n} d\xi \right)^3}$$

$$N = \frac{\int_0^B h^{5/3} d\xi}{\int_0^B \frac{h^{5/3}}{n} d\xi}$$

$$R = \left( \frac{1}{A} \int_0^B h^{5/3} d\xi \right)^{3/2}$$



ここに,

H : 水位 ( m )

g : 重力加速度 ( m/s<sup>2</sup> )

Q : 流量 ( m<sup>3</sup> / s )

A : 流積 ( m<sup>2</sup> )

Δx : 区間距離 ( m )

α : 流速分布補正係数

n : マンニング粗度係数

脚数は、下流からの断面Noを示す。

### 2. 不定流計算式

#### 1) 運動方程式

$$\frac{1}{g} \frac{\partial v}{\partial t} + \frac{v}{g} \frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial H}{\partial x} + \frac{n^2 |v| |v|}{R^{4/3}} = 0$$

差分化すると,

$$\frac{1}{g} \frac{v_{r,i+1} - v_{r,i}}{\Delta t} + \frac{v_{r,i}}{g} \cdot \frac{v_{r,i+1} - v_{r,i}}{\Delta x} + \frac{H_{r,i+1} - H_{r,i}}{\Delta x} + \frac{1}{2} \left[ \frac{n^2 |v_{r,i}| |v_{r,i+1}|}{R_{r,i}^{4/3}} + \frac{n^2 |v_{r,i+1}| |v_{r,i+1}|}{R_{r,i+1}^{4/3}} \right] = 0$$

## II) 連続方程式

$$\frac{\partial H}{\partial t} + \frac{1}{B} \frac{\partial (Av)}{\partial x} = 0$$

差分化すると

$$\frac{H_{\tau+1, i+1} - H_{\tau, i+1}}{\Delta t} + \frac{1}{B} \cdot \frac{A_{\tau, i+1} v_{\tau, i+1} - A_{\tau, i} v_{\tau, i}}{\Delta x} = 0$$

ここに、

$\delta$  : 平均流速 ( m / s )

$g$  : 重力加速度 ( m / s<sup>2</sup> )

H : 水位 ( m )

R : 径深 ( m )

B : 河幅 ( m )

A : 流積 ( m<sup>2</sup> )

$\Delta t, \tau, \tau+1$  : 脚数  $\tau, \tau+1$  は時刻を示し,  $\tau$  と  $\tau+1$  の時間間隔は  $\Delta t$  ( hr ) である。

$\Delta x, i, i+1$  : 脚数  $i, i+1$  は河道断面番号を示し,  $i$  と  $i+1$  の区間距離は,  $\Delta x$  ( m ) である。

## 第 8 章 降 雨 解 析

スラバヤ市街地を含むスラバヤ河流域及びマルモヨー河流域の降雨観測所のうち、図-1に示す各観測所の資料を収集した。資料は、1950年から1972年迄の普通雨量計による日雨量資料であるが、スラバヤ气象台(No16)と、ウオノクロモ観測所(No19)については自記資料も収集した。

日雨量資料による各観測所の超過確率計算及び二観測所間の相関解析等の検討の結果、次の事項が明らかになった。

- I) これら降雨観測所は、スラバヤ市域観測所群と、上流々域観測所群の2群に大別され、同一日雨量の影響半径は、前者で6.2km、後者で7.7kmと推定された。
- II) スラバヤ气象台の日雨量は、他の周辺観測所の日雨量と比較すると、著しく小さい。従って、周辺の日雨量に基づき修正した。修正値による各確率日雨量は、次のとおりである。

確 率 年	1.25	2	5	10	20	25	50	100
日雨量 (mm)	87	109	140	156	174	180	194	209

一方、降雨継続時間毎の降雨強度の算定に際しては、スラバヤ气象台における1962年から1972年までの自記記録資料を用いた。降雨強度曲線型は、短継続時間(5分~120分)に対しては、タルボ型、長継続時間(120分以上)に対しては、シャーマン型を採用した。つまり、

I) タルボ型 : 
$$r_D = \frac{a}{D+b}$$

II) シャーマン型 : 
$$r_D = \frac{c}{D^n}$$

ここに、

$r_D$  : 降雨継続時間D(hr)の降雨強度(mm/hr)

a, b, c, n : 定数

各確率年毎の降雨強度曲線の算定結果を図-2に示す。

なお、タルボ型、シャーマン型の接続点附近では曲線形が滑かとなるより若干の修正を行った。

Fig.1 Distribution of Rain - Gage Stations

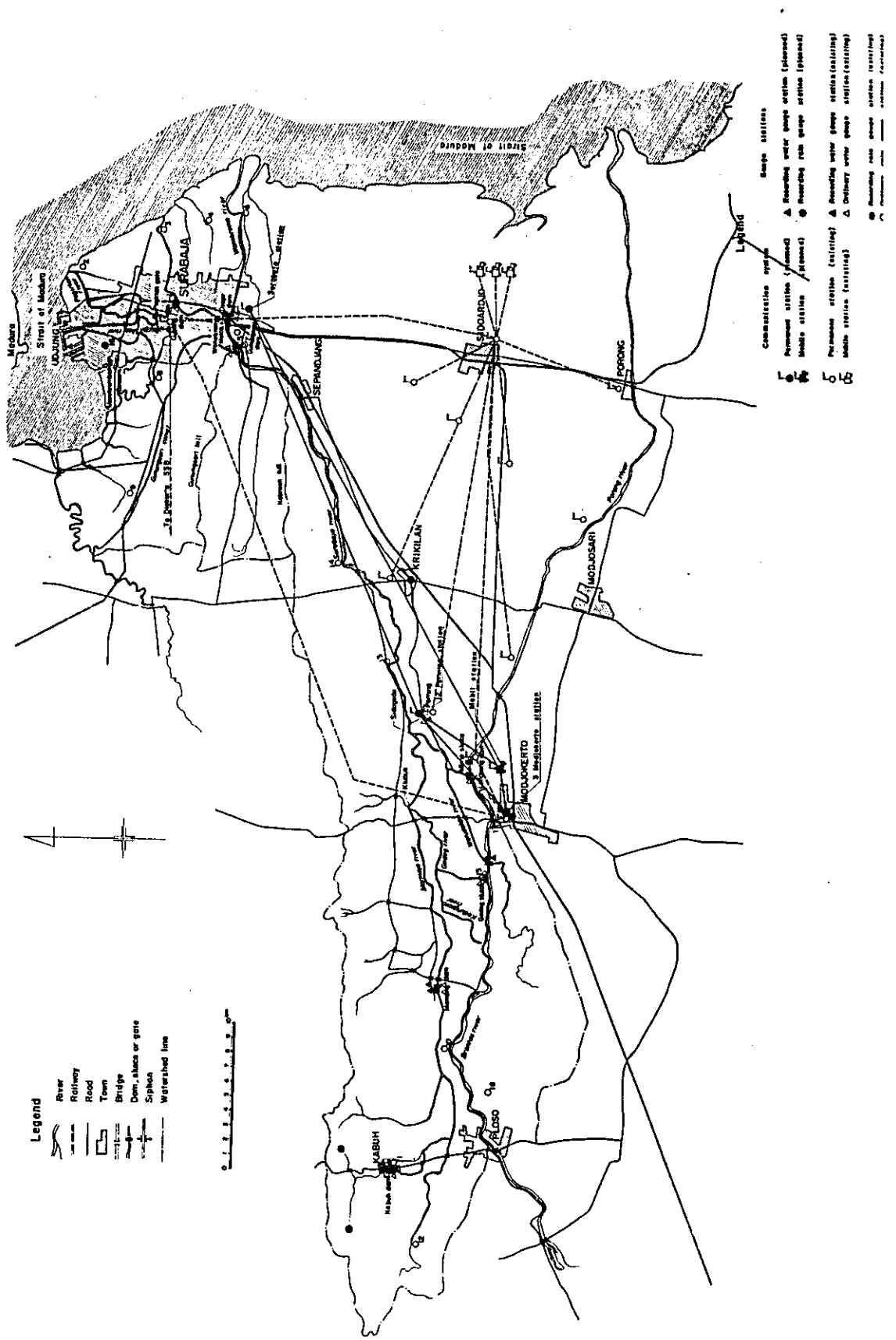
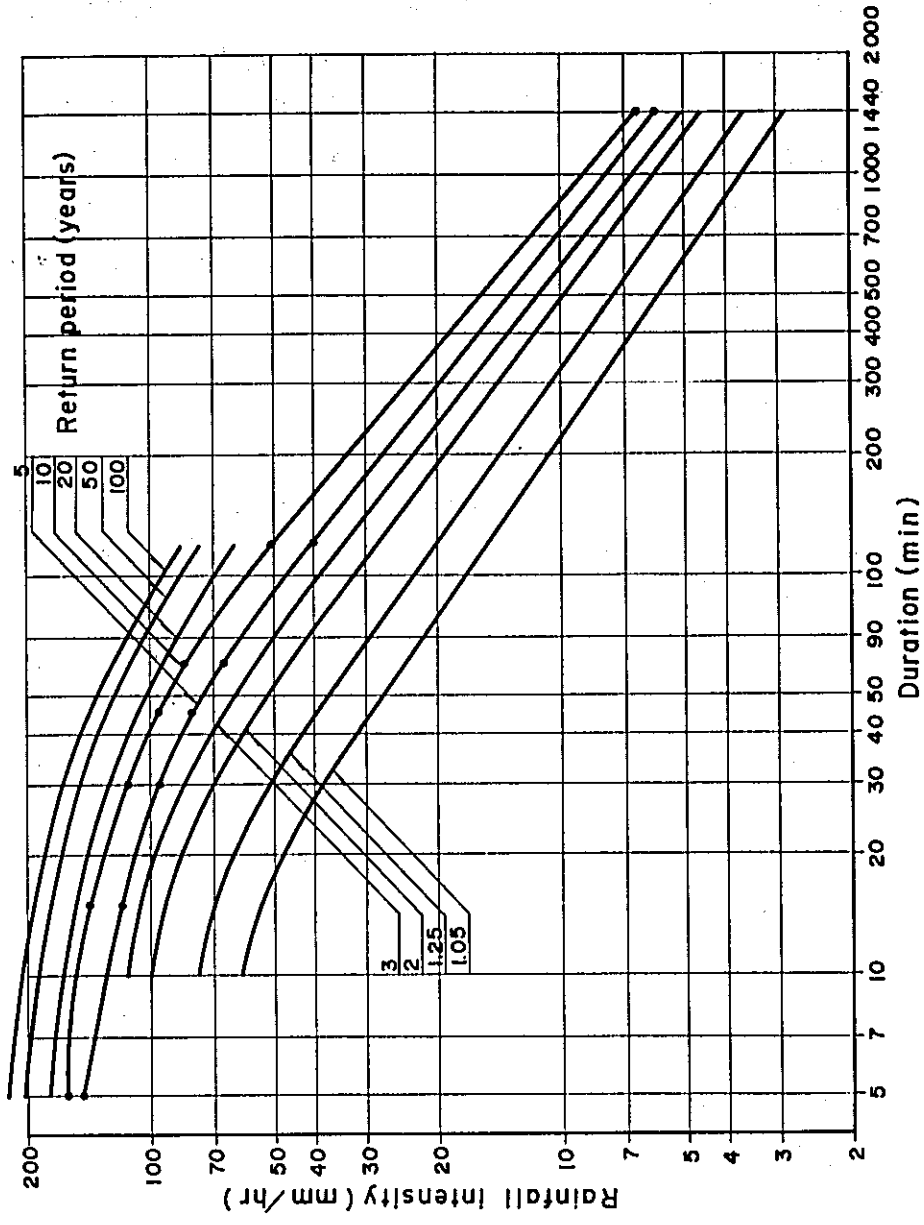


Fig.2 Rainfall Intensity, Duration and Return-period at Surabaya





## 第9章 ムルヌン堰地点流量

### 1. 観測資料

マルモヨー河上流約20 kmの地点にかんがい用取水のためのムルヌン堰がある。堰の概略は図-1に示すとおりであるが、この堰は、マルモヨー河下流部の氾濫の影響を受けない所に位置し、長年に亘り、堰上、下流の水位と角落の操作記録が取られており、マルモヨー河、さらには、スラバヤ河の流出量検討のためには、非常に重要な堰である。

当調査団により、1949年11月～1962年6月、1964年1月～4月、1966年1月～1969年8月、1970年1月～1971年10月の期間について観測記録が収集された。そのうち、角落の操作記録があるのは、1957年2月～1961年12月、1966年10月～1970年3月のみである。

収集資料を検討した結果、次の点が明らかとなった。

- I) 堰は4門から成っているが、各門の角落は同時に操作される。つまり角落の操作は4本単位でなされている。
- II) 水位記録と、角落操作の時間的前後関係が記載されていないが、水位ハイドログラフの検討結果によると、堰上流水位記録、角落操作、堰下流水位記録の順になされているものと推測される。
- III) 堰下流水位は、ほとんど、20 cm単位で記録されており、下流水位と水門中にある角落数との相関は、非常に強く、ほとんどの点が或る曲線の上に乗っている。これは、観測者が、夜間水位観測の便宜などを考え角落の引揚本数と下流水位の関係曲線を用意して、この曲線から、水位を推定しているためではないかと推察される。従って我々は、堰下流水位は真の観測値ではなく、むしろ角落数を示している値と判断し、上記関係曲線より、角落数記録のない期間の補充に当てるものとした。

### 2. 堰越流量曲線

ムルヌン堰の越流量曲線は、次の諸実験式を用いて逐次計算により、求めた。計算結果は図-2に示すとおりである。

#### I) 自由越流量

- a.  $1 N_s \leq 1.5$  : 刃型堰に関するラウス実験式

$$Q'_0 = C B h_1^{3/2}$$

- b.  $N_s = 0$  : 台型堰に関する本間実験式

$$Q'_0 = \mu B h_1 \sqrt{2 g h_1}$$

- c. 橋脚の影響 : 佐藤式

$$\frac{Q_0}{Q'_0} = 1 - 0.075 \left( \frac{h_1}{b} \right)^{0.822}$$

ここに、

- $N_s$  : 堰1門中に落されている角落数
- $Q'_0$  : 橋脚の影響を考慮しない自由越流量 (  $m^3 / s$  )
- $Q_0$  : 橋脚の影響を考慮した自由越流量 (  $m^3 / s$  )
- $C$  : 刃型堰の流量係数 ( ラウスの実験曲線が用意されている。 )
- $\mu$  : 台型堰の流量係数 (  $= 0.31 + 0.23 \frac{h}{W}$  )
- $B$  : 堰総幅 (  $= 4 \text{ 門} \times 4 \text{ m} = 16 \text{ m}$  )
- $b$  : 堰1門の純幅 (  $= 4 \text{ m}$  )
- $h_1$  : 越流水深 (  $m$  )
- $g$  : 重力加速度 (  $= 9.8 \text{ m} / \text{s}^2$  )

II) もぐり越流量 : ビルメント式

$$\frac{Q}{Q_0} = \left\{ 1 - \left( \frac{h_2}{h_1} \right)^{1.5} \right\}^{0.385}$$

ここに、

- $Q$  : もぐり越流量 (  $m^3 / s$  )
- $Q_0$  : 自由越流量 (  $m^3 / s$  )
- $h_1$  : 上流側堰頂より上の水深 (  $m$  )
- $h_2$  : 下流側堰頂より上の水深 (  $m$  )

III) 下流側接続水路の水位流量曲線：マルモヨー河の不等流計算により求めた。

### 3. ムルヌン堰地点流量の超過確率

堰上流水位 (  $H_u$  ) と角落数 (  $N_s$  ) の観測記録と、先に述べた図-2を用いて、堰地点の各年最大流量を抽出した。各年最大流量についてトマスプロット法により流量の超過確率を求めると図-3のとおりである。図-3によると、主要規模の流量は次のとおりである。

確 率 年	50	20	10	5	2
流量 ( $m^3 / s$ )	190	166	149	130	101

Fig.1 Mernung Dam

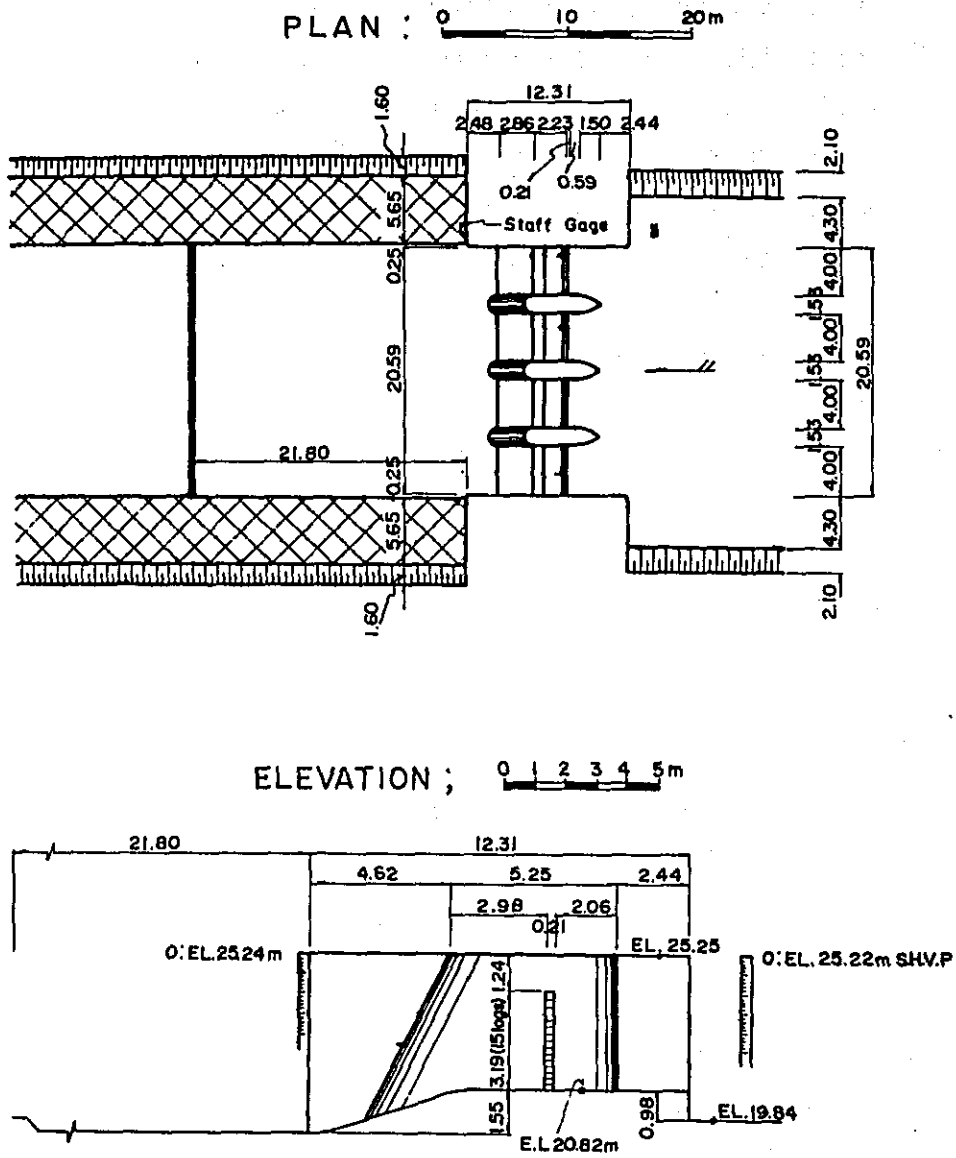


Fig. 2 Overflow Discharge of Mernung Dam

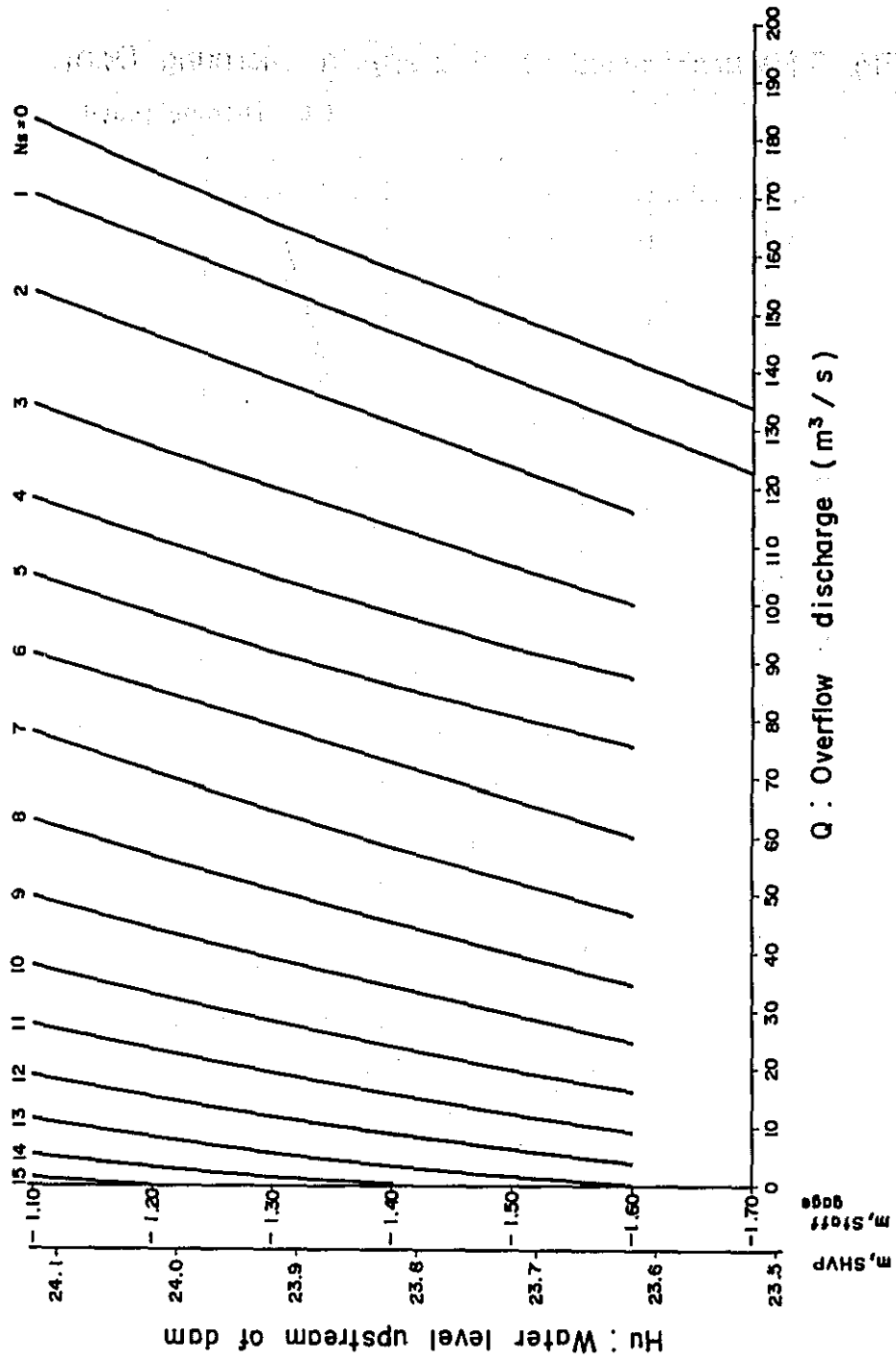
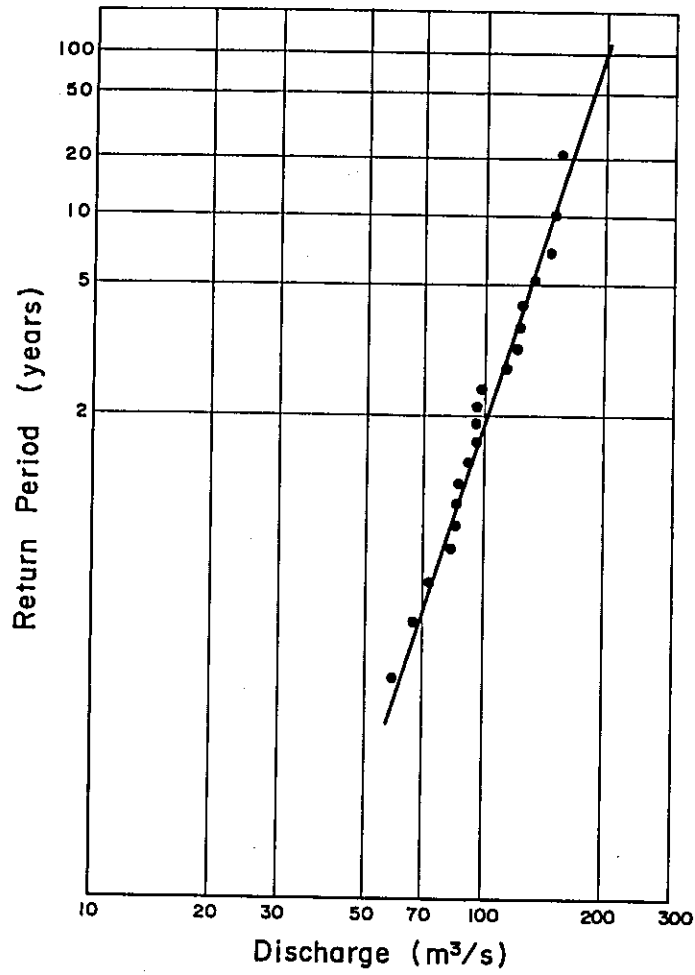


Fig. 3 Return-Period of Discharge at Mernung Dam  
( by Thomas plot )



## 第10章 ワトゥダコン河の流量

ワトゥダコン河は、ブランタス河右岸に  $99.4 \text{ km}^2$  の流域を有し、ワトゥダコンサイホンで、ブランタス河を横断し、ウホノサリ地点で、スラバヤ河と合流する。従って、ワトゥダコン河のスラバヤ河への合流は、ワトゥダコンサイホンの最大流過能力により、制限される。

ワトゥダコンサイホンは、図-1 に示すとおりで、その最大流過能力は、次に示す2式の連立解として求められた。

### I) サイホンの流過量

$$Q_s = C A_s \sqrt{2g(H_U - H_L)}$$

$$C = 1 / \sqrt{(1 + f_e + 2g n_s^2 \ell / R_s^{4/3})}$$

ここに、

$Q_s$  : サイホンの流過量 ( $\text{m}^3 / \text{s}$ )

$A_s$  : サイホンの断面積 ( $= 8.13 \text{ m}^2 \times 3 \text{ 管} = 24.4 \text{ m}^2$ )

$R_s$  : サイホン断面の径深 ( $= 0.740 \text{ m}$ )

$\ell$  : サイホン長 ( $= 170 \text{ m}$ )

$n_s$  : サイホン粗度係数 ( $= 0.018$ )

$f_e$  : 流入損失係数 ( $= 0.2$ )

$g$  : 重力加速度 ( $= 9.8 \text{ m} / \text{s}^2$ )

$C$  : 流量係数 ( $= 1 / \sqrt{1 + 0.2 + 1.61} = 0.595$ )

$H_U$  : サイホン流入地点水位, 上流側水路の堤防天端高を取り,  $H_U = 18.55 \text{ m SHVP}$  とする。

$H_L$  : サイホン流出地点水位 ( $\text{m}$ , SHVP)

従って、前式は次のとおりとなる。

$$Q_s = 64.1 (18.55 - H_L)^{1/2}$$

### II) 接続水路の流量

$$Q = \frac{1}{n} A R^{2/3} I^{1/2}$$

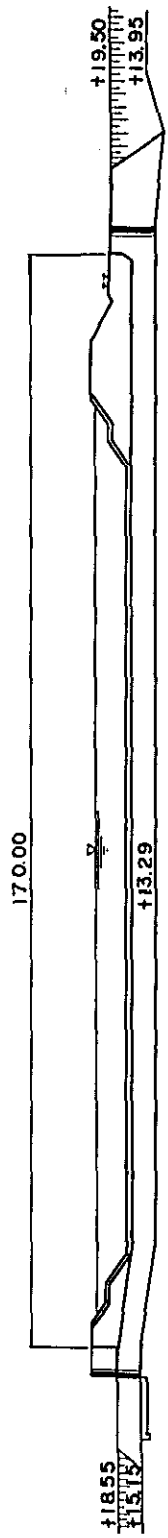
ここに、  $Q$  : 接続水路の流量 ( $\text{m}^3 / \text{s}$ )

$n$  : 粗度係数 ( $= 0.025$ )

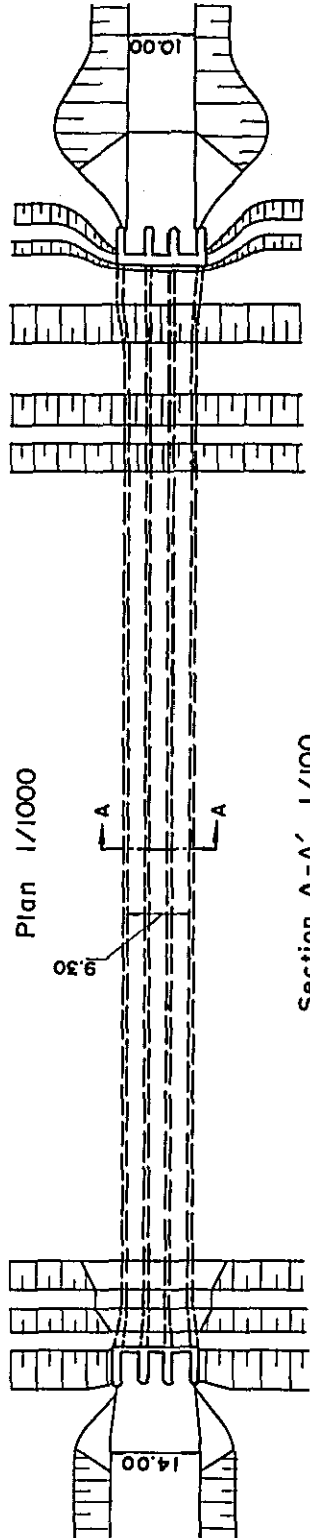
$A$  : 流積 ( $\text{m}^2$ )

Fig. 1 Watudakon Syphon

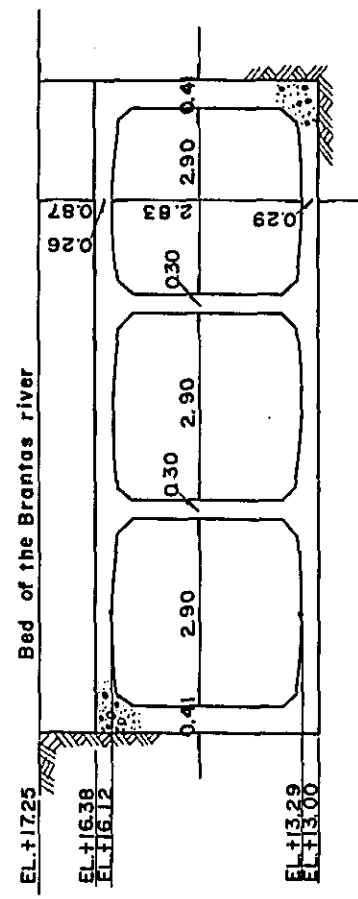
Longitudinal Profile 1/1000



Plan 1/1000



Section A-A' 1/100

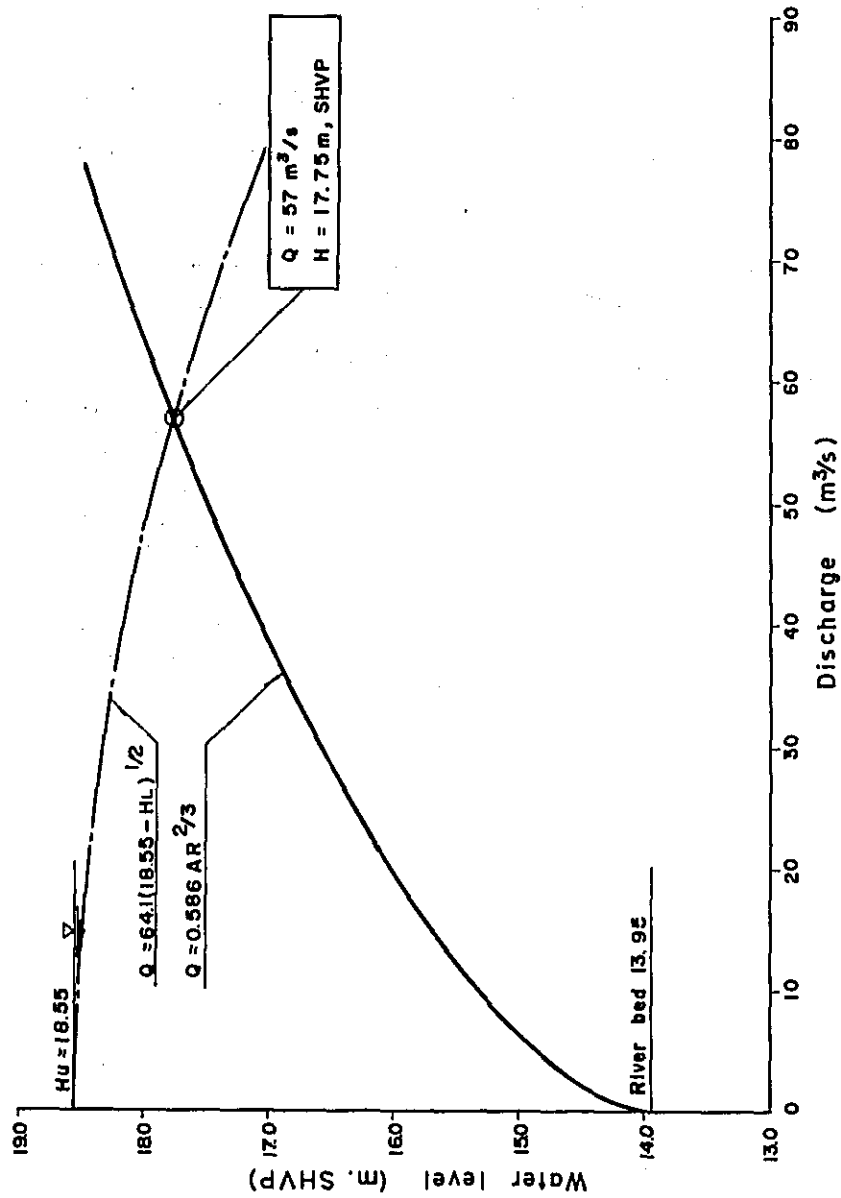


R : 径深 ( m )

I : 水路勾配 ( = 1 / 4670 )

前二式で、サイホン流過量 (  $Q_s$  ) と接続水路流量 (  $Q$  ) は、等しくなければならず、さらに、サイホン流出地点水位 (  $H_L$  ) と、接続水路水位とは同一水位である。従って、二式を図式的に連立して解くと、図 - 2 のとおりで、最大流過量は、 $60 \text{ m}^3 / \text{s}$  と推算された。

Fig. 2 Upper Limit of Discharge Through Watudakon Syphon





## 第 11 章 マス河の高水流量

マス河の集水域は、13.8 km<sup>2</sup> でその河道延長は、ウオノクロモ水門から河口まで、14.4 kmである。高水流量は、ラショナル式により計算された。

$$Q_p = \frac{1}{3.6} f \cdot r \cdot A$$

ここに、

$Q_p$  : ピーク流量 ( m<sup>3</sup> / s )

$f$  : 流出率

$r$  : 到達時間内降雨強度 ( mm / hr )

$A$  : 集水面積 ( km<sup>2</sup> )

流出率は、0.6を仮定した。また、到達時間は、支川を含めた河道内の洪水波の伝播速度の検討結果に基づき推算し、降雨強度曲線は、スラバヤ气象台における10年確率降雨を採用した。計算結果は次のとおりである。

地点	面積 ( km )	累加面積 ( km <sup>2</sup> )	河道長 ( m )	到達時間 ( min. )	降雨強度 ( mm / hr )	流量 ( m <sup>3</sup> / s )	比流量 ( m <sup>3</sup> / s / km <sup>2</sup> )
ダ ル モ	2.25	2.25	2,500	108	55	20	8.9
	3.05		1,500	126	49	43	8.2
ク バ ン	1.00	5.30	1,500				
グ ブ ン 堰	3.60	6.30	2,000	144	44	46	7.3
ネ ン ブ ラ ク	2.10	9.90	3,500	168	38	63	6.3
メ ラ ー 橋	1.80	12.00	4,500	209	32	64	5.3
河 口		13.80		263	27	62	4.5

## 第12章 流出量と流域面積の関係

流出量と、その流域面積の関係式としてメイヤー型の公式がある。

つまり

$$Q = K\sqrt{A}$$

ここに、

Q : ピーク流量 ( m<sup>3</sup> / s )

A : 流域面積 ( km<sup>2</sup> )

K : 流域に固有な定数

ここでは、上式を、スラバヤ河流域へ適用することの妥当性を検討した。

### 1. マス河の高水流量に対する流量と面積の関係

前章で得られたマス河の高水流量から、K-値を逆算すると、次のとおりである。

地点	集水面積 A ( km <sup>2</sup> )	$\sqrt{A}$	流出量 Q ( m <sup>3</sup> /s )	K-値 Q / $\sqrt{A}$
ダルモ	2.25	1.50	20	13.3
クバン	5.30	2.30	43	18.7
グブン堰	6.30	2.51	46	18.3
ネンブラク	9.90	3.15	63	20.0
メラ橋	12.00	3.46	64	18.5
河口	13.80	3.61	62	17.2
			平均	17.7

結果はK-値がほぼ一定であることを示している。

### 2. ムルヌン堰地点流量とブルニン地点流量の関係

流出量が流域面積の平方根に比例するとするなら、ムルヌン地点の流出量 ( Q<sub>Mer</sub> ) と流域面積 ( A<sub>Mer</sub> )、及びブルニン地点のマルモヨー流域流出量 ( Q<sub>Mar</sub> ) と流域面積 ( A<sub>Mar</sub> ) とから、逆算される両K-値は、等しくなければならない。つまり、

$$\frac{K_{Mar}}{K_{Mer}} = \frac{\frac{Q_{Mar}}{Q_{Mer}}}{\sqrt{\frac{A_{Mer}}{A_{Mar}}}} \rightarrow 1$$

ムルヌン堰地点流量と同日でゲデグ河流量が少ない時のブルニン、ムリリップ、ゲデグ及

びクドゥンスムル(ワトゥダゴン河)の観測流量に基づき  $Q_{Mar} / Q_{Mer}$  を求めると次のとおりである。

年月日 (19'-)	観測流量 ( $m^3 / s$ )				①-②-③ -④		$\frac{Q_{Mar}}{Q_{Mer}}$
	① ブルニン	② ムリリップ	③ ゲ デ グ	④ クドゥンスムル	$Q_{Mar}$	$Q_{Mer}$	
'54. 4.29	251	88	0	17.9	145	117.6	1.23
5.23	259	119	0	9.9	130	94.9	1.37
12. 2	288	119	9	31.9	128	113.2	1.13
'55. 3. 4	237	85	0	11.3	141	83.3	1.69
'56. 2.27	298	131	0	24.6	142	83.3	1.71
6. 6	260	94	0	29.1	137	95.0	1.44
'59. 3.11	317	175	1	41.1	100	92.0	1.12
12.19	317	135	1	52.1	216	120.0	1.80
'60. 3.21	320	182	0	43.1	95	61.0	1.56
2.16	252	80	0	70.5	101	63.0	1.60
3.12	219	129	0	21.1	69	65.0	1.25
'61. 2.16	251	80	0	70.5	100	91.4	1.09
'62. 4.17	251	118	0	34.2	99	66.5	1.49
'64. 3.26	283	142	0	36.8	104	71.1	1.47
'70. 3.19	278	137	2	35.8	103	91.6	1.13

平均 1.40

一方,  $A_{Mar} = 302.1 \text{ km}^2$ ,  $A_{Mer} = 155.1 \text{ km}^2$  であるから,

$$\sqrt{\frac{A_{Mer}}{A_{Mar}}} = 1.41$$

ゆえに,

$$\frac{K_{Mar}}{K_{Mer}} = \frac{1.40}{1.41} \approx 1$$

従って, スラバヤ河の流出量計算に際して, メイヤー型の公式を適用することは, 妥当であると判断される。

### 第13章 マルモヨー河，スラバヤ河の高水流量

ゲデグ水門，ムリリップ水門を閉鎖し，プランタス河の高水をスラバヤ河へ分派しない場合のマルモヨー河及びスラバヤ河の高水流量を次式で計算した。

$$Q = K \sqrt{A}$$

ここに，

Q：ピーク流量 ( $m^3/s$ )

A：流域面積 ( $km^2$ )

K：定数

ムルヌン堰からシドゲデ地点までのマルモヨー河に対しては，20年高水を，シドゲデ地点から河口までのスラバヤ/ウオノクロモ河に対しては，50年高水を探るものとした。50年及び20年高水に対するK-値は，ムルヌン堰地点流量と面積とから次のとおり逆算された。

高水規模	流量 ( $m^3/s$ )	面積 ( $km^2$ )	K - 値
50年	190	155.1	15.26
20年	166	155.1	13.33

スラバヤ/ウオノクロモ河とマルモヨー河の流域面積及びその高水流量計算結果を図-1，表-1，表-2，図-2，図-3，表-3に示す。

なお，プランタス河左岸のワトウダコン河流域 (W1, W2) 及びグヌンサリ堰直下流へ流入するケドウルス河の流域 (S4) は，低平地であり，これらの流域からの流出量は，本川流量のピーク時に本川へ合流できないと判断した。

Table 1 Drainage Area

Name of river	Name of basin	Drainage area (km <sup>2</sup> )	
		A <sub>i</sub>	ΣA <sub>i</sub>
Marmojo river	M 1	28.2	28.2
	M 2	126.9	155.1
	M 3	123.6	278.7
Gedeg river	G 1	11.0	289.7
Watudakon river	W a	99.4	—
Wonoaju river	W 1	22.2	311.9
	W 2	8.0	319.9
Surabaja river	S 1	12.4	332.3
	S 2	64.4	396.7
	S 3	37.2	433.9
	S 4	71.1	505.0
Total		604.4	—

Fig.1 Subbasins of the Marmojo-Surabaja River

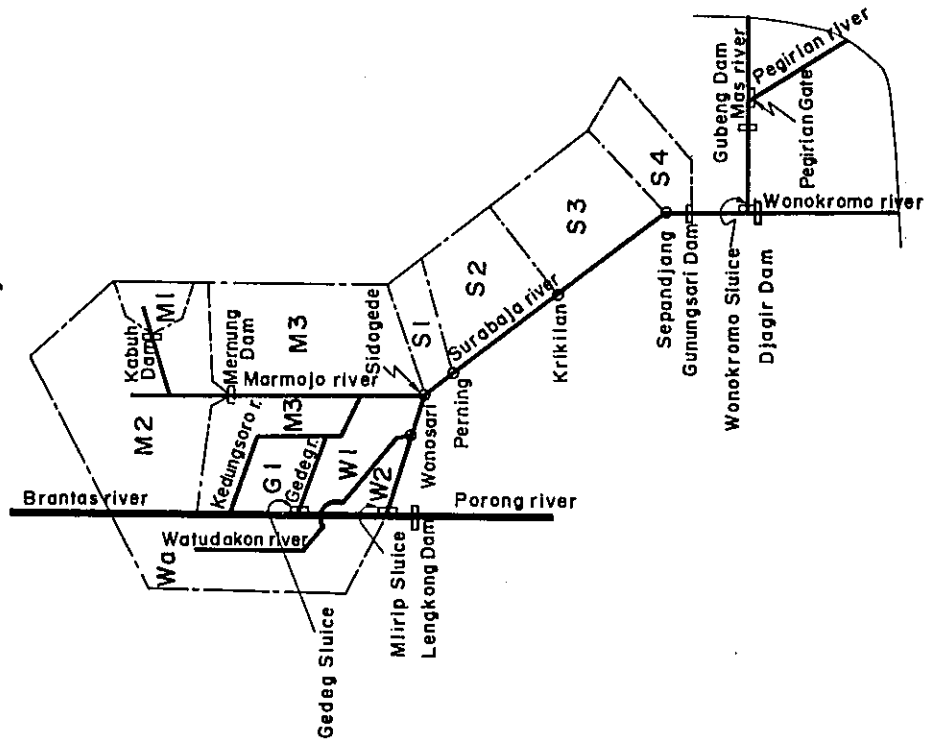


Table 2 Estimation of Discharge Except Run-off from the Watudakon River

Name of the Place under consideration	Drainage area ( km <sup>2</sup> )		Discharge ( m <sup>3</sup> /s )	Remarks
	name of drainage	∑Ai		
Mernung Dam	M1+M2 155.1	155.1	190	
Sidogede	M3+G1 134.6	289.7	260	Confluence of the Marmojo
Perning	S1 12.4	302.1	265	
Krikilan	S2 64.4	366.5	292	
Sepandjang	S3 37.2	403.7	306	
River mouth	— 0	403.7	306	

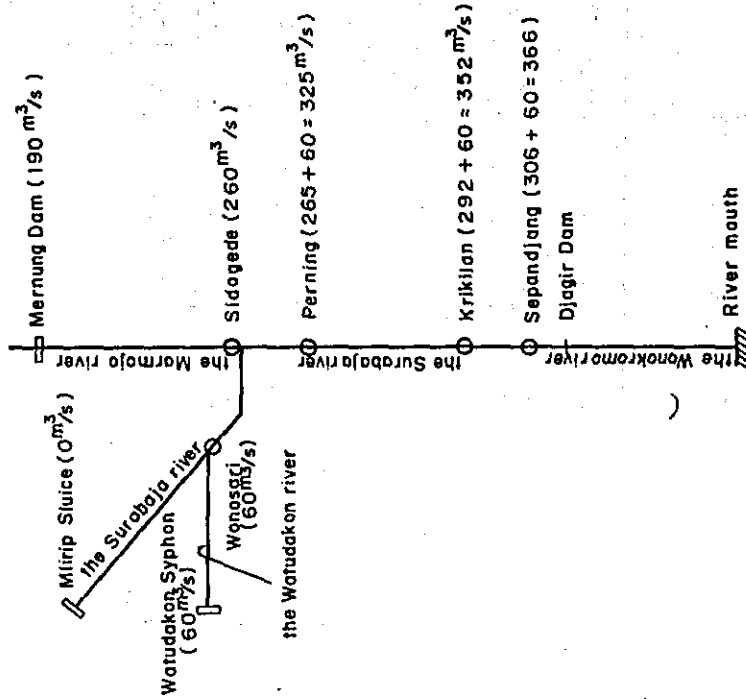
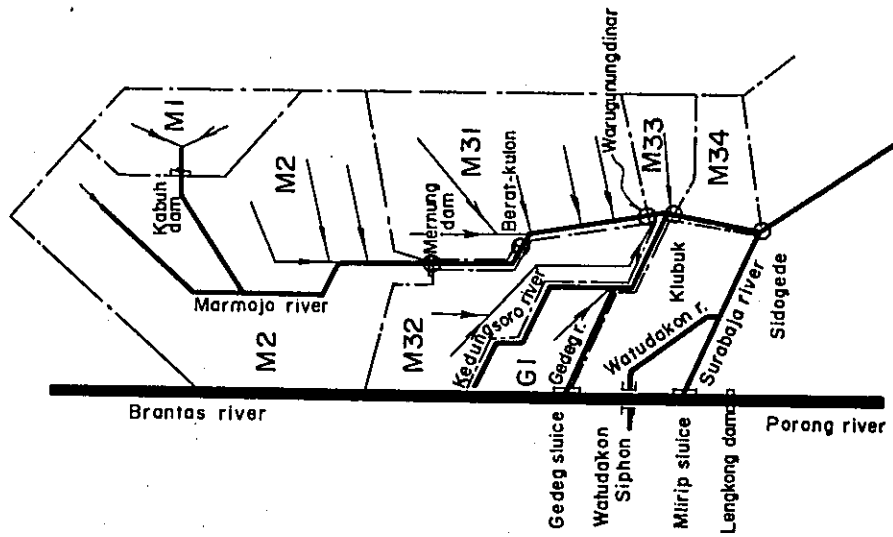


Fig.3 Drainage Area of the Marmajo River



Named basin	Drainage area (k m <sup>2</sup> )
M1	28.2
M2	126.9
M31	81.4
M32	20.3
M33	9.3
M34	12.6
GI	11.0
Total	289.7

Table.3 Estimation of Discharge

Name of the place under consideration	Drainage area (k m <sup>2</sup> )		Discharge (m <sup>3</sup> /s)		
	Name of drainage	A1	Σ A1	1/50	1/20
Mernung dam	M1+M2	155.1	155.1	190	166
Barat - kulon	M31	81.4	155.1	190	166
Warugungdinar	M32+M33+GI	40.6	236.5	235	205
Klubuk	M34	12.6	277.1	254	222
Sidogede			289.7	260	227

## 第 14 章 モロクレムバンガンブズム

### 1. モロクレムバンガンブズム水門の流量曲線

#### (1) 現況モロクレムバンガンブズムの貯留量曲線

図 1 は、南北ブズムの 2 つのブズムからなるモロクレムバンガンブズムの現況の貯留量曲線である。これらの曲線は、D P P D T から提供された地形図と縦断図及び横断図から作成された。

#### (2) モロクレムバンガン水門からの流出量

モロクレムバンガン水門は図 2 に示すごとく、3 門のマイターゲートから成り、内外水位差による水門流出量によって開閉する。したがって流出量は、次の式で表わされる。

$$Q = C \alpha B h_2 \sqrt{2 \varphi (H - H_s)}$$

ここに、 $C$  = 流量係数 (この場合 0.9 と見積られる。)

$H$  = ブズム内水位 (m SHVP)

$H_s$  = ブズム外水位又は潮位 (m SHVP)

$h_1, h_2$  = 図 2 の如く水門の内外水深 (m)

$\varphi$  = 重力の加速度 (9.8 m/s<sup>2</sup>)

$B$  = 3 門全開の時の全巾 (5 m × 3 = 15 m)

$\alpha$  = 水門の開度による係数

従って上式は次のように書替えられる。

$$Q = \alpha Q_0$$

ここに

$$Q_0 = 5 \cdot 9.8 h_2 \sqrt{\Delta H}$$

$$\Delta H = H - H_s$$

(1)

ここで水門の開度を示す  $\alpha$  の性質を検討する必要がある。

1970 年の 8 月中は無降雨が記録されているので、その 8 月末頃のグリガス河の流量は、殆んど零と考えられる。従ってこの時のブズムの内水位の変動の記録は、マイターゲートからの流出又は漏水による流入の結果と見做すことができる。1970 年 8 月 24 日から 28 日までの記録から、流出量と流入量が図 1 を使用して表 1 のように計算できる。



Fig. 1 Storage-Capacity Curve of Existing Morokembangan Boezem

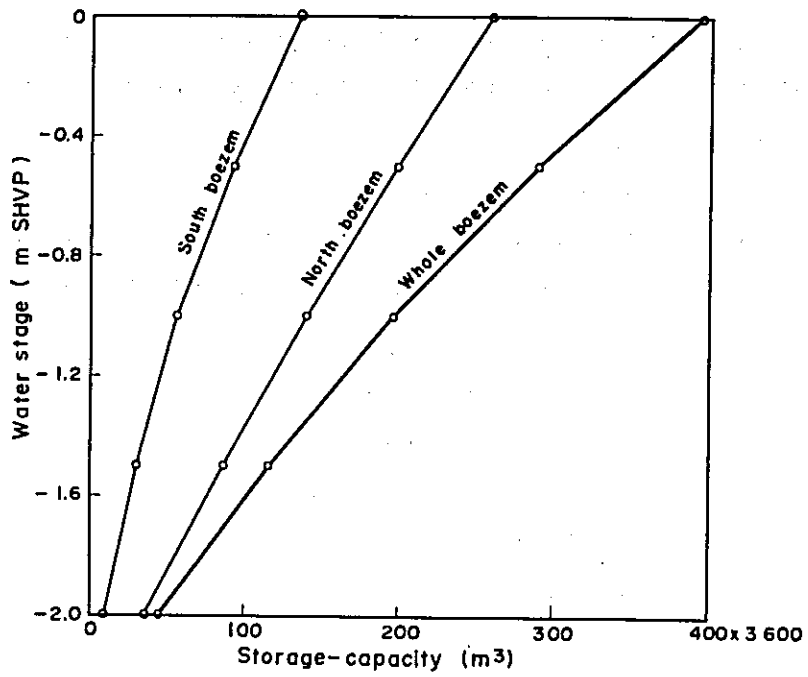


Fig. 2 Morokembangan Gate

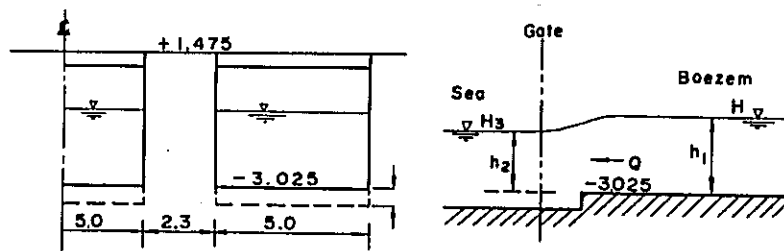


表-1 1970年8月24日~28日のモロクレムパンガン水門上下流水位と流量

日 時	H (m)	H <sub>B</sub> (m)	ΔH (m)	V (m <sup>3</sup> )	Q (m <sup>3</sup> /s)	摘 要	日 時	H (m)	H <sub>B</sub> (m)	ΔH (m)	V (m <sup>3</sup> )	Q (m <sup>3</sup> /s)	摘 要
24. 6	1.67	0.70	-0.97	92.5	0		6	1.83	0.50	-1.33	70.0	0	
7	"	0.85	-0.72	"	0		7	"	0.40	-1.43	"	0	
8	1.66	0.99	-0.67	93.5	-1.0		8	1.82	0.50	-1.32	71.0	-1.0	
9	"	1.15	-0.51	"	0		9	"	0.80	-1.02	"	0	
10	"	1.26	-0.40	"	0		10	"	0.95	-0.87	"	0	
11	"	1.45	-0.21	"	0		11	1.81	1.25	-0.56	73.0	-2.0	
12	1.65	1.55	-0.10	95.0	-1.5		12	"	1.55	-0.26	"	0	
13	"	1.62	-0.03	"	0		13	1.82	1.70	-0.12	71.0	2.0	
14	1.66	1.68	0.02	93.5	1.5	ΣQ=6.0	14	"	1.84	0.02	"	0	
15	1.68	1.70	0.02	90.0	3.5		15	1.83	1.87	0.04	70.0	1.0	ΣQ=20.0
16	1.69	1.65	-0.04	89.0	1.0	16	1.85	1.91	0.06	67.0	3.0		
17	"	1.55	-0.14	"	0		17	1.89	1.95	0.06	61.0	6.0	
18	1.68	1.40	-0.28	90.0	-1.0		18	1.95	1.90	-0.05	53.0	8.0	
19	"	1.30	-0.38	"	0		19	"	1.85	-0.10	"	0	
20	1.69	1.25	-0.44	89.0	1.0		20	"	1.80	-0.15	"	0	
21	"	1.20	-0.49	"	0		21	1.94	1.76	-0.18	54.0	-1.0	
22	"	1.12	-0.57	"	0		22	"	1.53	-0.41	"	0	
23	1.68	1.05	-0.63	90.0	-1.0		23	"	1.47	-0.47	"	0	
24	"	0.99	-0.69	"	0		24	1.93	1.28	-0.65	56.0	-2.0	
25. 1	1.67	0.92	-0.75	92.5	-2.5		27. 1	"	1.20	-0.73	"	0	
2	"	0.84	-0.83	"	0		2	1.92	1.05	-0.87	58.0	-2.0	
3	1.66	0.76	-0.90	93.5	-1.0		3	"	0.86	-1.06	"	0	ΣQ=-10.0
4	1.65	0.67	-0.98	95.0	-1.5		4	1.91	0.72	-1.19	59.0	-1.0	
5	"	0.58	-1.07	"	0		5	"	0.60	-1.31	"	0	
6	"	0.60	-1.05	"	0		6	1.90	0.50	-1.40	60.0	-1.0	
7	"	0.75	-0.90	"	0		7	"	0.55	-1.35	"	0	
8	"	0.86	-0.79	"	0		8	"	0.60	-1.30	"	0	
9	1.67	0.99	-0.68	92.5	2.5		9	"	0.79	-1.11	"	0	
10	"	1.20	-0.47	"	0		10	"	0.98	-0.92	"	0	
11	"	1.35	-0.32	"	0		11	1.89	1.17	-0.72	61.0	-1.0	
12	"	1.50	-0.17	"	0		12	"	1.40	-0.49	"	0	
13	"	1.69	0.02	"	0		13	"	1.65	-0.24	"	0	
14	1.69	1.75	0.06	89.0	3.5	ΣQ=28.5	14	1.88	1.79	-0.09	63.0	-2.0	
15	1.78	1.83	0.05	77.0	12.0		15	"	1.85	-0.03	"	0	
16	1.83	1.87	0.04	70.0	7.0		16	1.89	1.94	0.05	61.0	2.0	
17	1.85	1.89	0.04	67.0	3.0		17	1.92	1.98	0.06	58.0	3.0	
18	1.87	1.70	-0.17	64.0	3.0		18	1.94	1.99	0.05	54.0	4.0	
19	"	1.60	-0.27	"	0		19	1.98	1.95	-0.03	49.0	5.0	
20	"	1.50	-0.37	"	0		20	"	1.79	-0.19	"	0	
21	"	1.55	-0.32	"	0		21	"	1.70	-0.28	"	0	
22	1.86	1.46	-0.40	66.0	-2.0		22	1.97	1.69	-0.29	50.0	-1.0	
23	"	1.35	-0.51	"	0		23	"	1.57	-0.40	"	0	
24	1.85	1.20	-0.65	67.0	-1.0	ΣQ	24	"	1.46	-0.51	"	0	
26. 1	"	1.15	-0.70	"	0	ΣQ=-9.0	28. 1	1.96	1.35	-0.61	52.0	-2.0	
2	1.84	0.96	-0.88	69.0	-2.0		2	"	1.15	-0.81	"	0	
3	"	0.72	-1.12	"	0		3	1.95	0.92	-1.03	53.0	-1.0	
4	1.83	0.60	-1.23	70.0	-1.0		4	"	0.86	-1.09	"	0	
5	"	0.55	-1.28	"	0		5	"	0.75	-1.20	"	0	

(註) H, H<sub>B</sub> : SHVPによる高さ

この表1から、順流部分を取りだすと、図3に示すとおりであり、流出量は内水位が外水位よりも高い時のみであることを考慮して、スムーズな曲線に修正した。

修正毎時流出量と(1)式を用いて、 $\alpha$ の値を逆算すると表2のとおりである。

表2  $\alpha$  の 値

$h_2$ (m)	$\Delta H$ (m)	$Q_0$ ( $m^3/sec$ )	$Q$ ( $m^3/sec$ )	$\alpha$
1.345	0.02	1.137	4.2	0.369
1.325	0.02	1.120	4.0	0.357
1.275	0.06	1.867	10.3	0.555
1.195	0.05	1.598	7.5	0.469
1.155	0.04	1.381	5.6	0.405
1.135	0.04	1.357	5.1	0.378
1.185	0.02	1.002	3.0	0.299
1.155	0.04	1.381	5.8	0.420
1.115	0.06	1.633	7.9	0.484
1.075	0.06	1.574	7.1	0.451
1.085	0.05	1.451	5.6	0.386
1.045	0.06	1.530	6.9	0.451
1.035	0.05	1.384	5.4	0.390

もし、 $\alpha$ が $Q_0$ のみの関数であると仮定すれば、 $\alpha$ は図4から、次の式で表わすことができる。

$$\alpha = 0.0299 Q_0$$

従って、ゲートからの流出量は、次の式で表わされる。

$$\left. \begin{aligned} Q &= 106.9 h_2^2 / \Delta H && Q < 3.5 m^3/s \text{ の場合} \\ & && Q \geq 3.5 m^3/s \text{ の場合} \end{aligned} \right\} (2)$$

$$Q = 59.8 h_2 \sqrt{\Delta H}$$

(3) 現況マイターゲートからの漏水量

表1より、25日19時から26日12時までの漏水量は $9 \times 3,600 m^3$ で、平均流入漏水量は $0.5 m^3/s$ であり、この時の平均水位差は $0.807 m$ である。同様に26日19時から27日15時までの平均漏水量は $0.477 m^3/s$ であり、この時の平均水位差は $0.703 m$ である。

現況マイターゲートからの漏水量が概略 $\Delta H$ に比例すると仮定すれば、

$$Q = C\sqrt{\Delta H}$$

上記2例からCの値は次のとおりである。

$$C = 0.557 \text{ 及び } 0.569$$

この平均値を用いて次式が得られる。

$$Q = 0.563 \sqrt{\Delta H} \quad (3)$$

## 2. 現状の流出係数

1970年2月5日、6日の洪水記録から、ブズムへ流入する河川の現況流出係数を検討する。

ブズムへの流入量Iは、5日10時から7日15時までの間のモロクレムバンガゲートの内外水位記録から、表3の如く計算された。

ここに、

$$H = \text{ブズムの内水位} \quad (m \text{ SHVP})$$

$$H_s = \text{潮位} \quad (m \text{ SHVP})$$

$$V = \text{図1より求めた貯留量} \quad (\times \frac{1}{3600} m^3)$$

$$\Delta T = 1 \text{ 時間}$$

$$h_z = \text{図2に示す水深} \quad (m)$$

$$\Delta H = H - H_s = \text{水位差} \quad (m)$$

$$O = \text{水門よりの流出量} \quad (m^3/s)$$

但し負記号は水門からの流入漏水量

$$I = \text{ブズムへの流入河川流量} \quad (m^3/s)$$

$$I_i = \frac{\Delta V_i}{\Delta T} + \frac{O_i + O_{i-1}}{2}$$

計算流入量Iは図5のとおりであり、かなり凹凸の激しい曲線となっている。これは低い観測精度と大きな観測時間々隔からおこる結果と思われる。したがって流入総量が等しくなるように、流入量の凹凸をスムーズな曲線に修正すべきである。

図5に、スラバヤ气象台で記録された時間雨量を示す。5日の10時から17時までの平均流入量は、 $0.87 m^3/s$ と計算され、17時以降の基底流量としてこれを採用する。

そこで、5日の17時から6日の10時までの17時間内に、ブズムへの流入総量は次のとおりである。

$$(218.745 - 0.87 \times 17) \times 3600 = 204 \times 3600 m^3$$

一方これに相当する流域面積  $15.8 km^2$  の総降雨量  $60 mm$  による総水量は次のとおりである。

$$15.8 \times 10^6 \times 60 \times 10^{-3} = 263 \times 3600 m^3$$

従って、総流出係数は  $204 / 263 = 0.776$  である。

Fig. 3 Outflow Discharges from Morokremgan Gates, August 1970

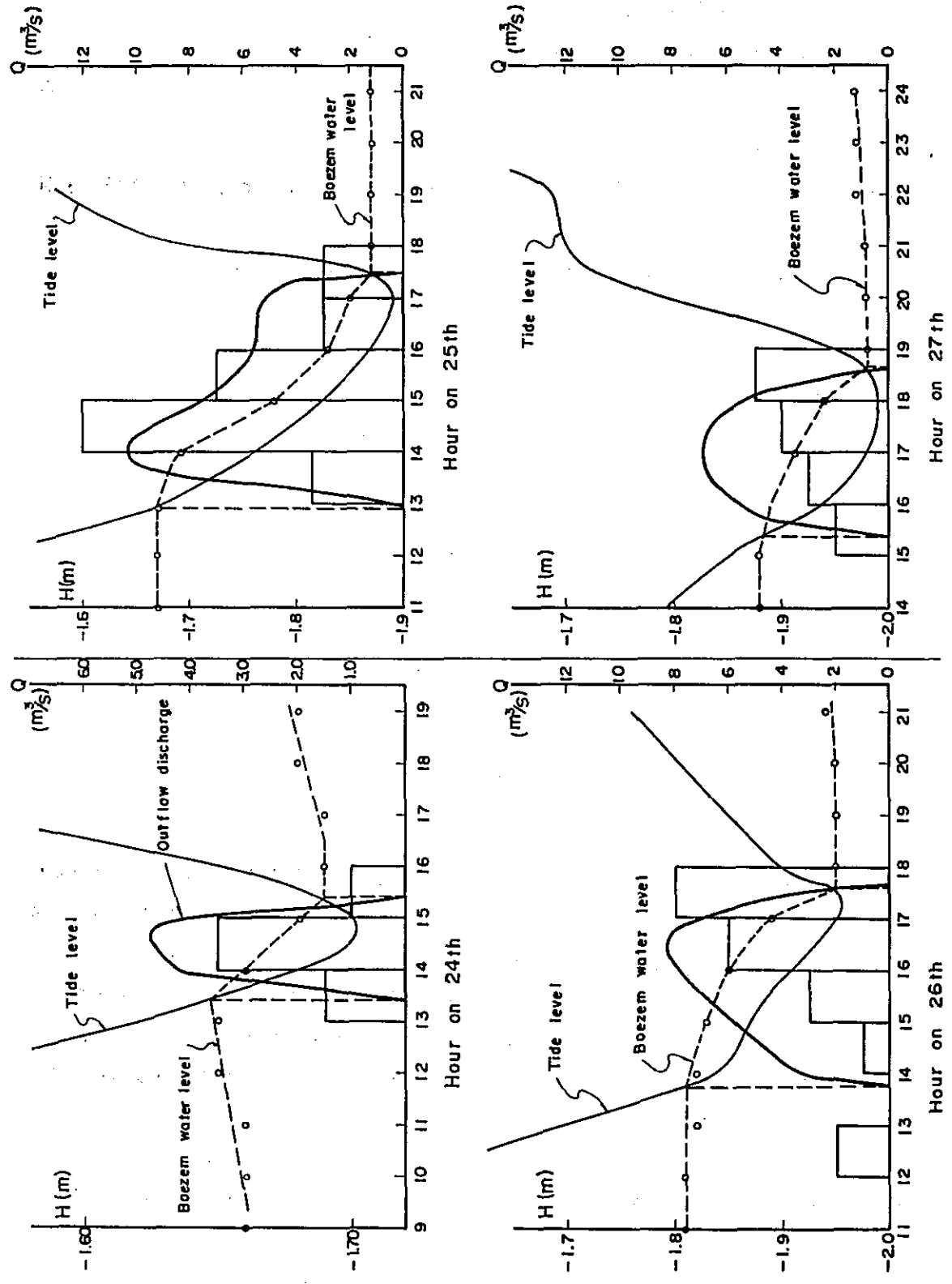


Fig. 4 Relation between  $\alpha$  and  $Q_0$

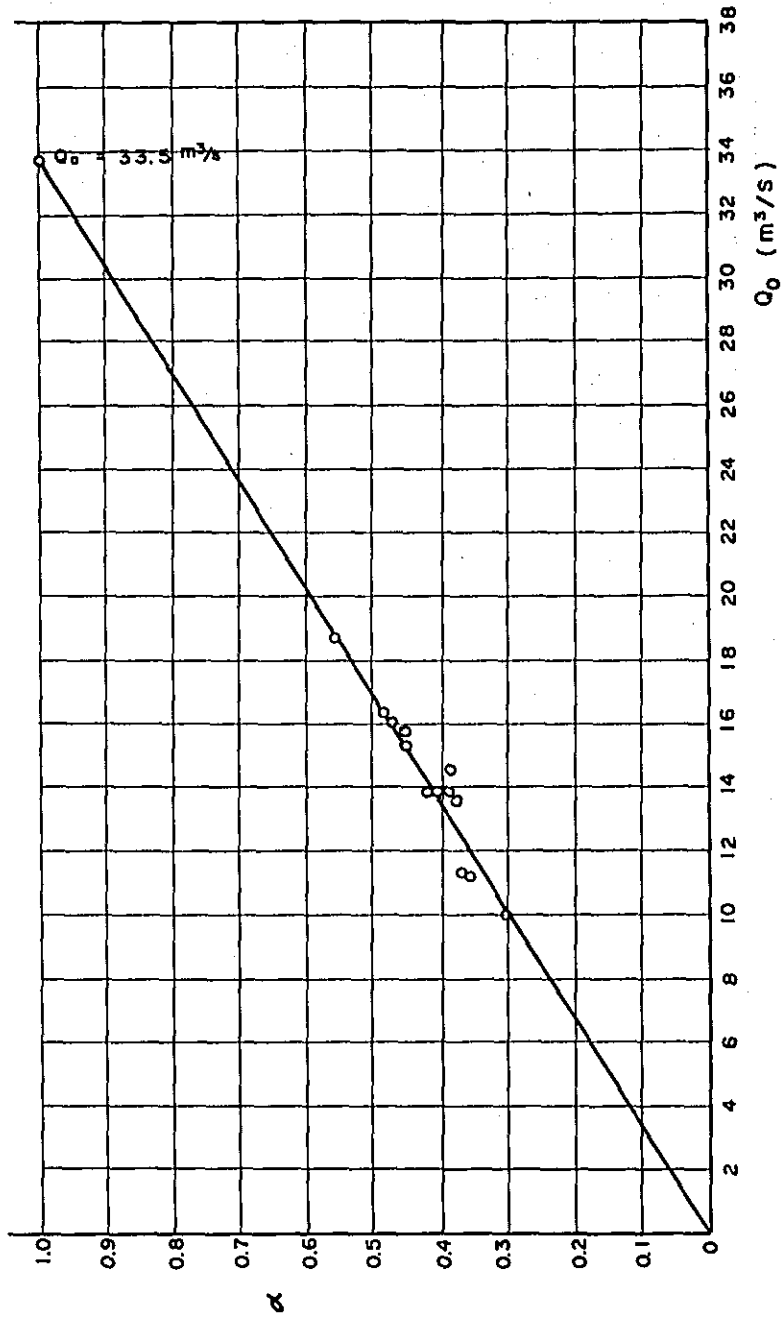
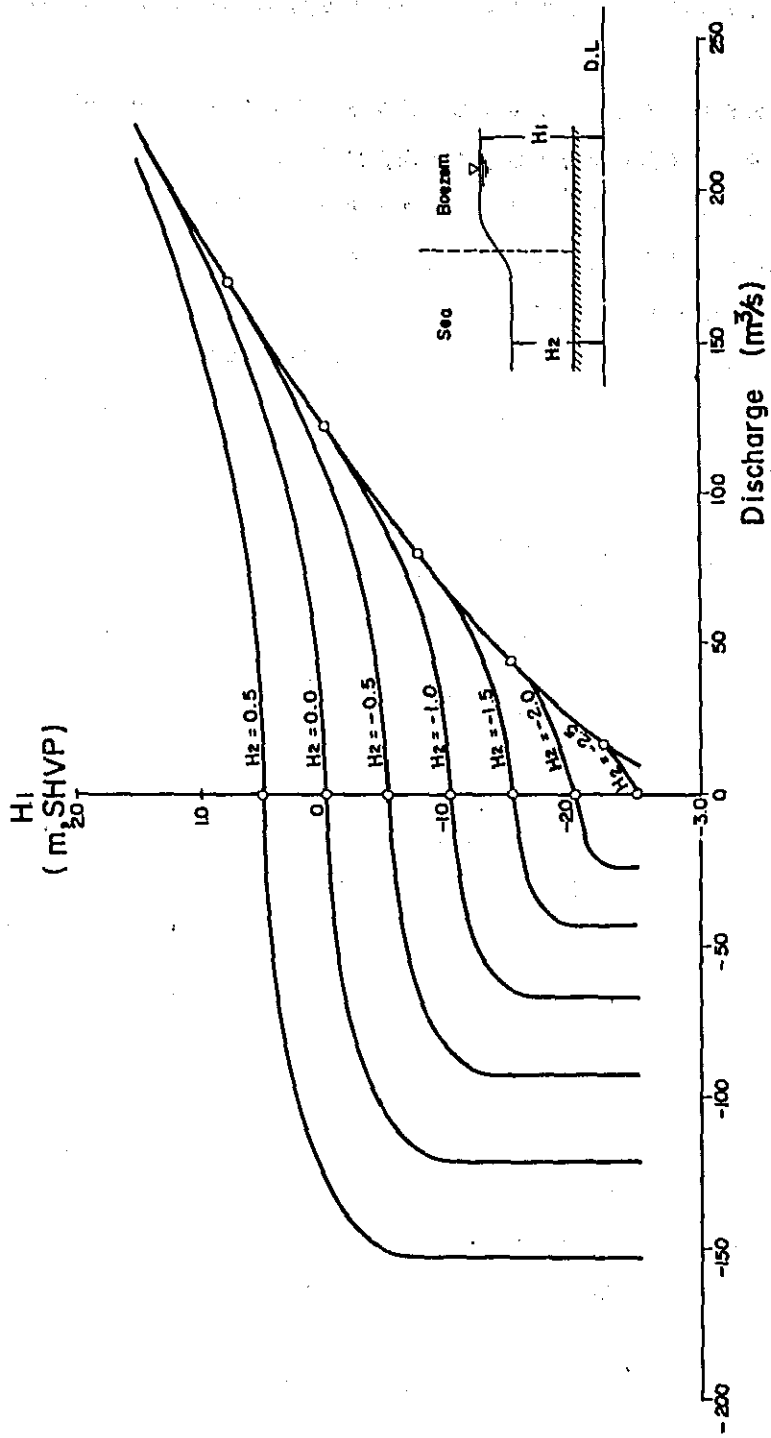


表 3 1970年2月4~7日のブズムへの流入出量

日 時	H	H <sub>s</sub>	V/ΔT	ΔV/ΔT	h <sub>2</sub>	ΔH	O	I
5. 10	-1.61	-1.33	100			-0.28	-0.18	1.82
11	-1.60	-1.10	102	2		-0.50	-0.33	1.745
12	-1.59	-1.00	103	1		-0.59	-0.38	0.645
13	-1.59	-0.95	103	0		-0.64	-0.42	-0.40
14	-1.58	-1.00	104	1		-0.58	-0.34	0.62
15	-1.57	-0.80	106	2		-0.77	-0.50	1.58
16	-1.56	-0.83	107	1		-0.73	-0.47	0.515
17	-1.55	-0.87	108	1		-0.68	-0.44	0.545
18	-1.25	-0.70	156	48		-0.55	-0.36	47.60
19	-1.15	-0.60	173	17		-0.55	-0.36	16.64
20	-1.05	-0.45	189	16		-0.60	-0.39	15.625
21	-0.90	-0.30	216	27		-0.60	-0.39	26.61
22	-0.80	-0.10	234	17		-0.70	-0.46	16.575
23	-0.70	-0.45	254	20		-0.25	-0.16	19.69
6. 0	-0.60	-0.64	272	18	2.385	0.04	24.29	30.065
1	-0.75	-0.75	244	-28	2.275	0.04	22.10	-4.805
2	-0.80	-0.89	234	-10	2.135	0.09	38.30	20.20
3	-0.95	-0.99	207	-27	2.035	0.04	17.68	5.99
4	-1.19	-1.20	166	-41	1.825	0.01	3.56	-30.38
5	-1.30	-1.39	148	-18	1.635	0.09	25.68	-3.38
6	-1.45	-1.50	124	-24	1.525	0.05	12.41	-4.955
7	-1.50	-1.62	115	-9	1.405	0.12	25.29	9.85
8	-1.55	-1.67	109	-6	1.355	0.12	23.45	18.37
9	-1.52	-1.60	113	4	1.425	0.08	17.34	24.395
10	-1.50	-1.45	115	2		-0.05	-0.03	10.655
11	-1.48	-1.22	119	4		-0.26	-0.17	3.90
12	-1.46	-1.15	122	3		-0.31	-0.20	2.815
13	-1.45	-1.10	124	2		-0.35	-0.23	1.785
14	-1.43	-1.05	127	3		-0.38	-0.25	2.760
15	-1.40	-1.00	132	5		-0.40	-0.26	4.745
16	-1.35	-0.95	140	8		-0.40	-0.26	7.74
17	-1.32	-0.89	145	5		-0.51	-0.33	4.705
18	-1.27	-0.78	153	8		-0.57	-0.37	7.65
19	-1.20	-0.65	165	12		-0.55	-0.36	11.635
20	-1.10	-0.50	181	16		-0.60	-0.39	15.625
21	-1.00	-0.40	197	16		-0.60	-0.39	15.61
22	-0.90	-0.35	216	19		-0.55	-0.36	18.625
23	-0.80	-0.20	234	18		-0.60	-0.39	17.625
7. 0	-0.70	-0.09	254	20		-0.60	-0.39	19.61
1	-0.50	-0.20	291	37		-0.30	-0.20	36.705
2	-0.30	-0.35	333	42		0.05	35.77	59.785
3	-0.55	-0.65	281	-52		0.10	44.91	-11.66
4	-0.79	-1.19	236	-45		0.40	69.40	12.155
5	-0.99	-1.25	200	-36		0.26	54.12	25.76
6	-1.20	-1.39	165	-35		0.19	42.62	13.37
7	-1.45	-1.50	124	-41		0.05	12.41	-13.485
8	-1.53	-1.60	111	-13		0.07	15.17	0.790
9	-1.60	-1.69	102	-9		0.09	17.12	7.410
10	-1.55	-1.40	108	6		-0.15	-0.10	14.51
11	-1.51	-1.00	114	6		-0.51	-0.33	5.785
12	-1.49	-0.95	118	4		-0.54	-0.35	3.66
13	-1.46	-0.85	122	4		-0.61	-0.40	3.625
14	-1.45	-1.10	124	2		-0.35	-0.23	1.685
15	-1.43	-1.15	127	3		-0.28	-0.18	2.795

Fig.5 Discharge Rating Curve of Morokrempangan Boezem Gate





同様に、もし6日の11時から17時までの平均流入量を、6日17時以降の基底流量と考えれば、6日17時から7日の11時までの18時間内のブズムへの総流入量は次のとおりである。

$$(257.50 - 4.07 \times 18) \times 3600 = 184 \times 3,600 \text{ m}^3$$

一方これに相当する降雨56.5 mmの総水量は次のとおりである。

$$15.8 \times 10^6 \times 56.5 \times 10^{-3} = 248 \times 3,600 \text{ m}^3$$

従って、総流出係数として、0.742が得られる。

結局総流出係数の平均値は、0.76となる。

次に洪水時のグリゲス河の河口部断面および上流部断面を想定して、夫々平均流速として0.64 m/s及び0.33 m/sを得た。これら2つの値を平均して、次式によって洪水伝播速度を求める。

$$W = \frac{3}{2} V = \frac{3}{2} \left( \frac{0.64 + 0.33}{2} \right) = 0.73 \text{ m/s}$$

現状のグリゲス河の延長を7.0 kmとし、又河川の上流端までの市街地下水の集中時間を24分とすると、河口までの到達時間は次のようになる。

$$\frac{7000}{0.73 \times 60} + 24 = 18.4 \text{ 分} \approx 3 \text{ 時間}$$

図5に示される2月5日の洪水は、降雨ピークから約3時間後に、洪水ピークが現われており、計算された到達時間は正しいものと思われる。ここでグリゲス河の河口における到達時間を3時間と仮定して、ラショナル式によって、ピーク流量に対する流出係数を計算することが出来る。

$$Q = \frac{1}{3.6} f \cdot r \cdot A$$

ここに、 $Q$  = ピーク流量 (  $\text{m}^3/\text{s}$  )

$r$  = 到達時間内の平均降雨強度 (  $\text{mm/hr}$  )

$A$  = 流域面積 (  $\text{Km}^2$  )

5日および6日の洪水についての降雨記録とピーク流量を利用しての、現況グリゲス河の流出係数は、

5日の洪水について

$$r = \frac{1}{3} (3.0 + 47.0 + 4.5) = 18.2 \text{ mm/hr}$$

$$Q = 30 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\therefore f = 0.376$$

6日の洪水について

$$r = \frac{1}{3} (35.0 + 10.0 + 5.5) = 16.8 \text{ mm/hr}$$

$$Q = 30 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\therefore f = 0.407$$

上記2つの平均値を、現況グリグス河流域の流出係数とすると、

$$f = 0.4$$

### 3. 5年確率降雨に対するブズムの水位

スラバヤ市の市街地排水と同じ5年確率洪水を用いてブズムの浚渫の効果を検討した。

前記検討から、到達時間を3時間とすれば、スラバヤ市の5年確率の降雨強度は、第4部第8章の図8から29.4 mm/hrとなる。ここでラショナル式を用いて、

$A = 15.8 \text{ km}^2$ ,  $f = 0.4$  として、ピーク流量  $51.6 \text{ m}^3/\text{s}$  が得られる。

一方5年確率洪水の日雨量は、第4部第8章の検討から140 mmであり、前記検討結果を基に総流出係数を0.8と仮定すると、総流出量は次のとおりである。

$$140 \text{ mm} \times 15.8 \text{ km}^2 \times 0.8 = 1,767 \times 10^3 \text{ m}^3$$

もし流量ハイドログラフが、3時間の到達時間で、ピーク流量が  $51.6 \text{ m}^3/\text{s}$  の三角型であると仮定すれば、総流出量が  $1,767 \times 10^3 \text{ m}^3$  である流量ハイドログラフは、次のとおりである。

時間 ( hr )	0	3	6	19
流量 ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	0	51.6	42.0	0

第2部第5章の図1に示される浚渫後の貯留量曲線は、図6のとおりである。これらの曲線と、上記流量ハイドログラフおよび第4部第16章に示す潮位曲線を用いて、ブズムの水位を計算した。その結果は図7、図8のとおりである。

この場合、ゲートからの流出量として(3)式を、又ブズムの連続式として、下記(4)式を使用した。

$$\left( \frac{I_{t-1} + I_t}{2} - \frac{O_{t-1} + O_t}{2} \right) \Delta t = V_t - V_{t-1} \quad (4)$$

ここに、 $I_{t-1}, I_t$  = 時刻  $t-1$  と  $t$  における夫々の流入量 (  $\text{m}^3/\text{s}$  )

$O_{t-1}, O_t$  = 時刻  $t-1$  と  $t$  における夫々の流出量 (  $\text{m}^3/\text{s}$  )

$V_{t-1}, V_t$  = 時刻  $t-1$  と  $t$  における夫々の貯留量 (  $\text{m}^3$  )

$\Delta t$  = 計算時間間隔 ( sec )

Fig. 6 Inflow to the Boezem from Its Basin

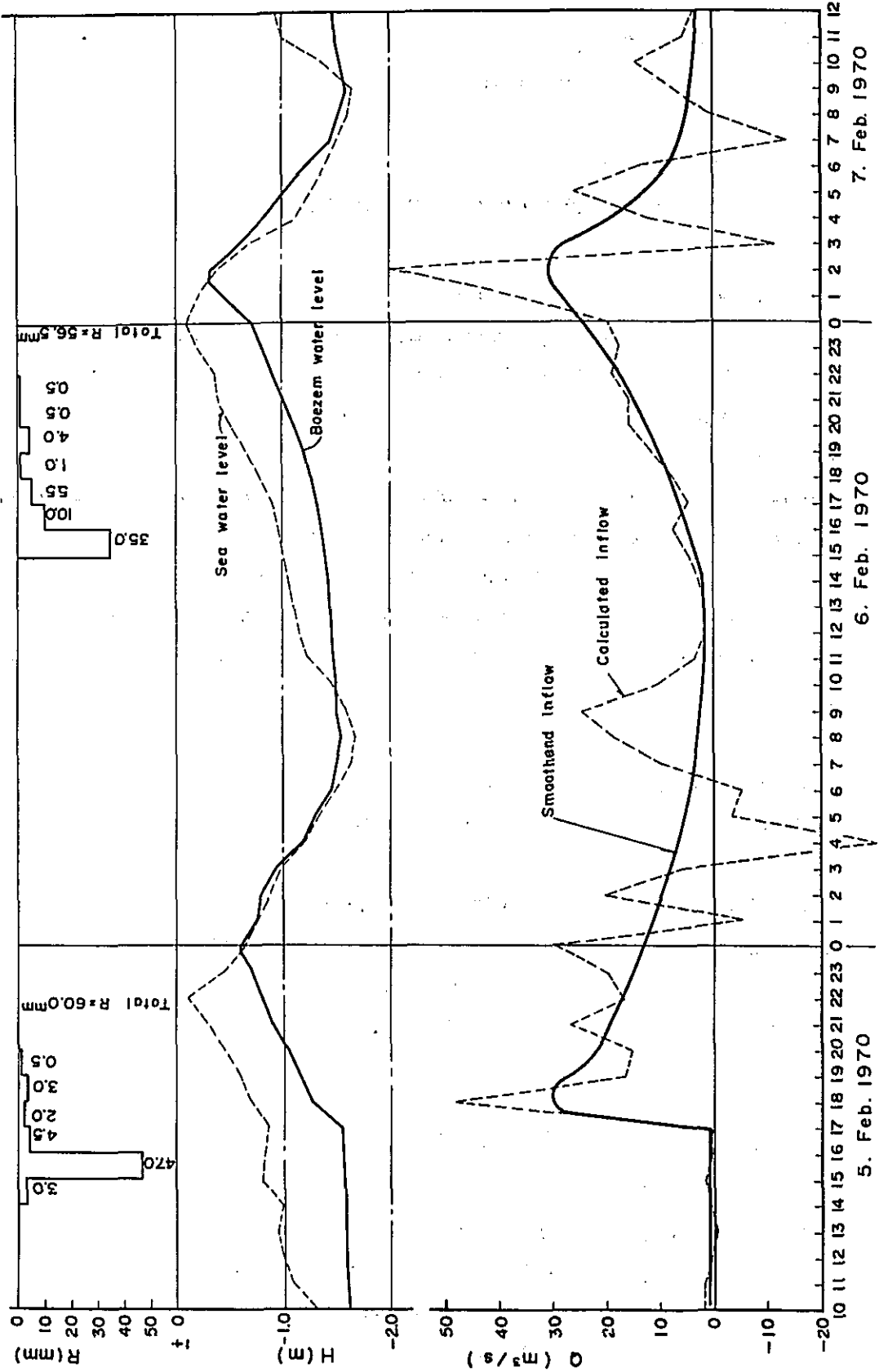


Fig. 7 Storage - Capacity of Morokembangan Boezem

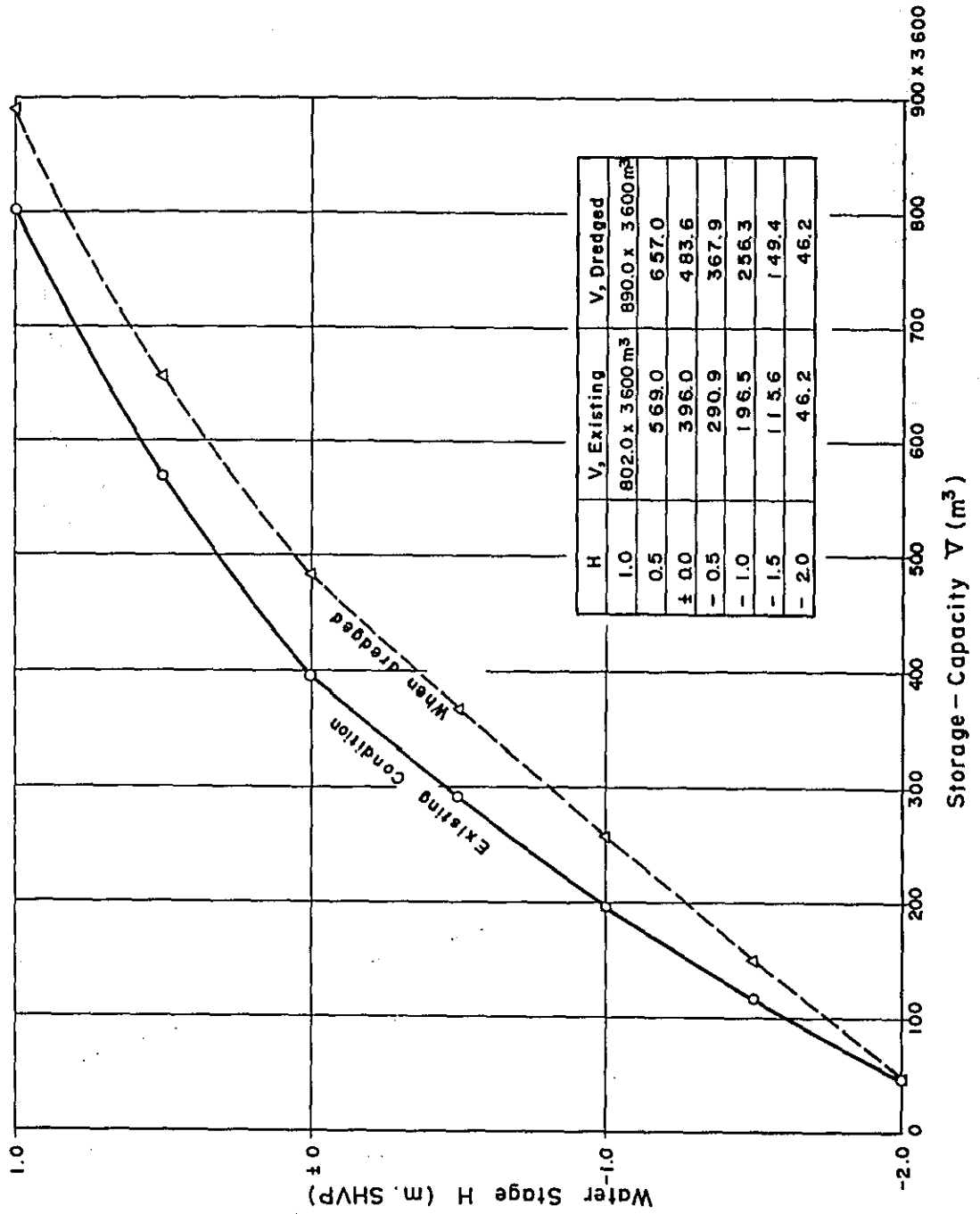
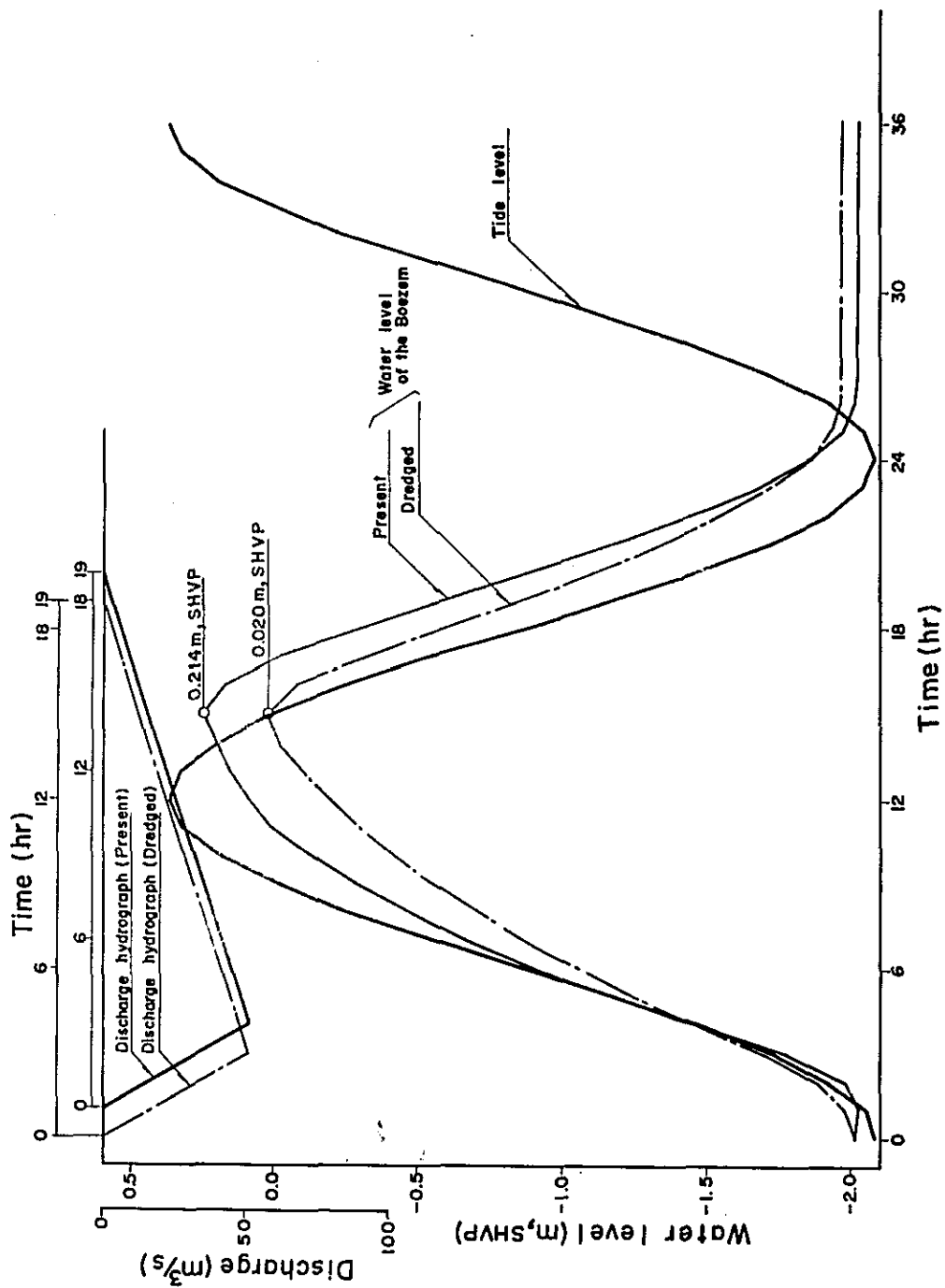


Fig.8 Water Level of the Boezem (5 - year flood,  $f=0.4$ )



計算の初期条件は、一定流入量  $1 \text{ m}^3/\text{s}$  と前述の潮位曲線を与えて行った。

図7は、現況ブズムの水位の変動を示す。この最高水位は流量ハイドログラフと潮位曲線の時間差の組合せによって最高水位となる組合せが探られた。

図8は、同じ方法による浚渫後の場合の水位を示す。

DPUTより提供された資料から、平均地盤高は、 $0.2 \text{ m}$  から  $0.3 \text{ m SHVP}$  と見積られる。

ブズム周辺および両ブズムに挟まれた土地の排水がブズムの水位が  $0.2 \text{ m SHVP}$  程度になると困難となることが、図7から明らかである。

逆に、浚渫後はブズムの水位が  $0.02 \text{ m SHVP}$  程度の低いものとなるので、上記土地だけでなく、グリゲス流域の排水も改善されることが、図8から明らかである。

## 第 15 章 潮位と波の解析

### 1. 計画潮位と計画風速

この海岸堤防は Madura 海峡の東部に位置しているため、専ら東からの波にのみさらされている。その fetch 方向は E から SE の範囲である。すなわちこの海岸に影響を及ぼす波を発生させる風向の範囲は E から SE である。本報告においてはこの範囲の風を単に東風と呼ぶことにする。

われわれは、Surabaya 気象台から、1962年から1971年に至る10年間の毎日の風の記録の提供をうけた。この記録は、午前7時から午後7時までの毎時観測に基き、1日の平均風向とその観測時間中の最小風速と最大風速を集めたものである。この記録の中から東風の吹いた日数を月別にしらべると Fig. 1 の如くであり、東風の吹く季節は、10年間の平均で、4月から11月までであることがわかる。

次に、同じく1962年から1971年の10年間について、各月の東風の吹いた日数とその月の東風の最大風速との関係を調べると Fig. 2 の如くであり、東風の季節と強い東風の発生とは無関係であることがわかる。すなわち、強い東風は東風の季節以外でも起っている。すなわち一年のどの季節でも起っていることを示している。

Boezem の外潮位と Surabaya 港の潮位は同一とみてよいことが確かめられたので海の潮位としてブーズムの外潮位を用いることにする。われわれの集めた資料の中から、潮位記録と風の記録に共通する期間と1965年から1971年までの7年をえらび、月最高潮位とそれが起った時のスラバヤの東風の風速の関係および15ノット以上の東風とその風が吹いた時の潮位との関係を調べると Fig. 3 の如くである。

これは東風の風速と潮位は無関係であること、すなわち強い東風と高い潮位とは無関係に起っていることを示している。

そこで東風の風速と潮位の確率を調べると Fig. 4-1, 4-2 の如くである。これから風速と潮位の相乗確率が  $1/50$  であるような東風の風速と潮位の関係を求めると Fig. 5 の如くである。そこで過去の事実を尊重することとし、ここに集めた記録の中での最高潮位に対する風速および記録の中での最大風速に対する潮位を Fig. 5 から求めると

潮位 SHVP + 0.44 m に対して 風速 24.8 knot

風速 25 knot に対して 潮位 SHVP + 0.437 m

である。これらに基いて50年確率の海の条件を

潮位 SHVP + 0.44 m

東風の風速 25 knot = 13 m/s

とする。

Fig.1 Days of East Wind

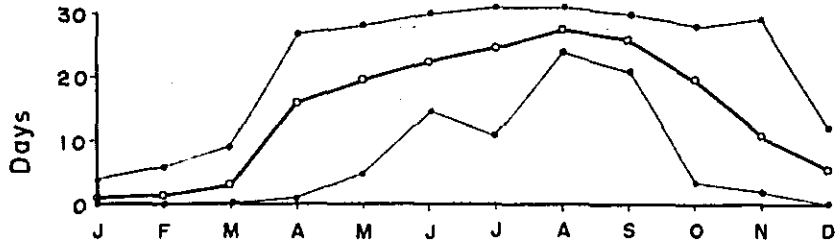


Fig. 2

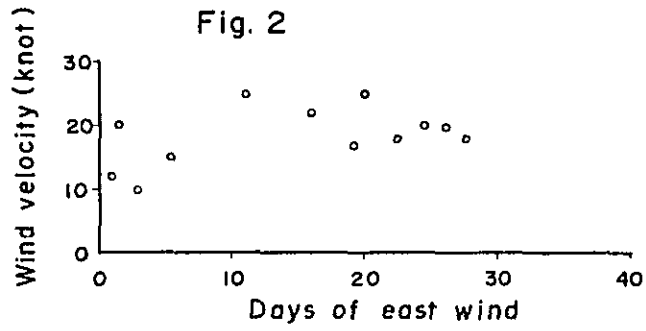


Fig. 3

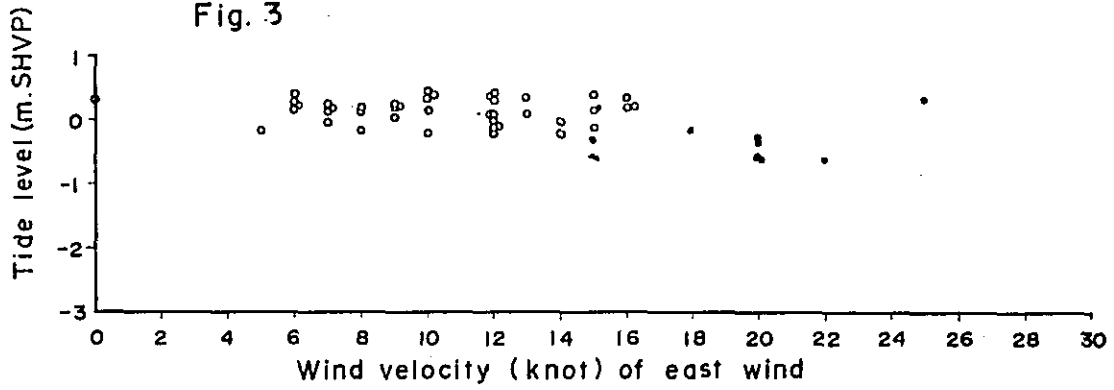




Fig. 4 - 1

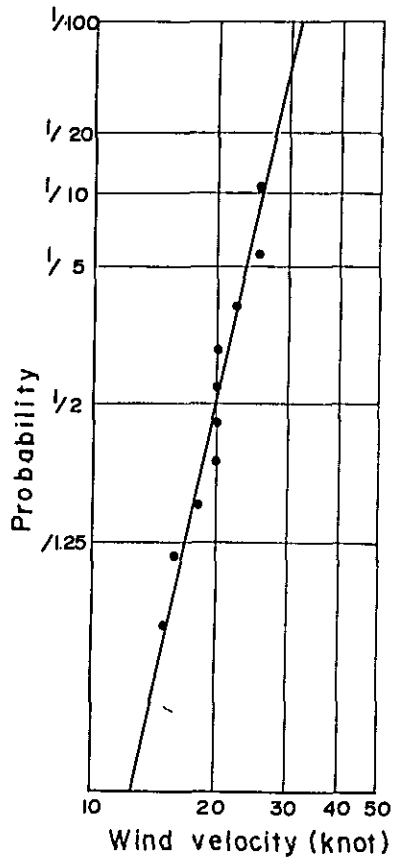


Fig. 4 - 2

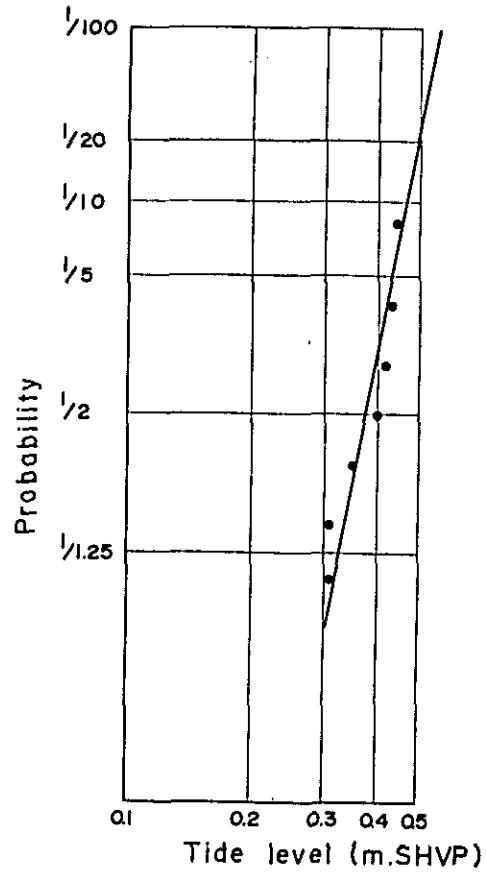
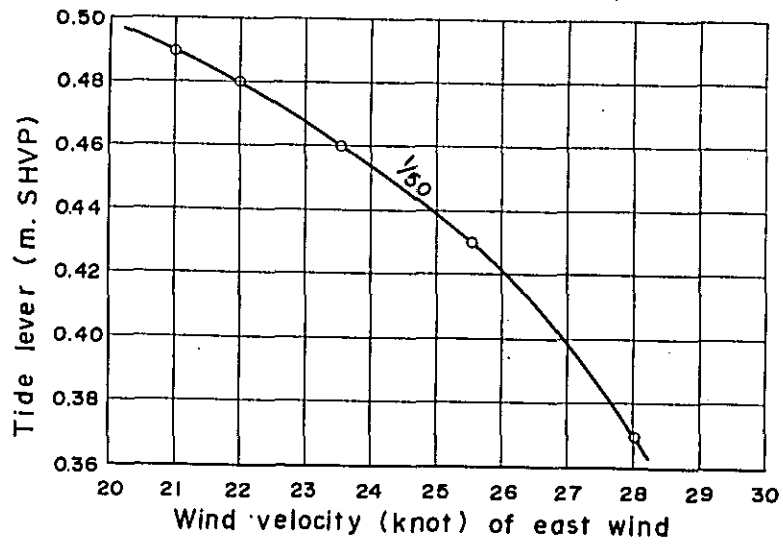


Fig. 5



## 2. 打上げ高の計算

### I) 計算条件

堤防法勾配：測量結果に基づき海側平均法勾配である1：4を採用した。

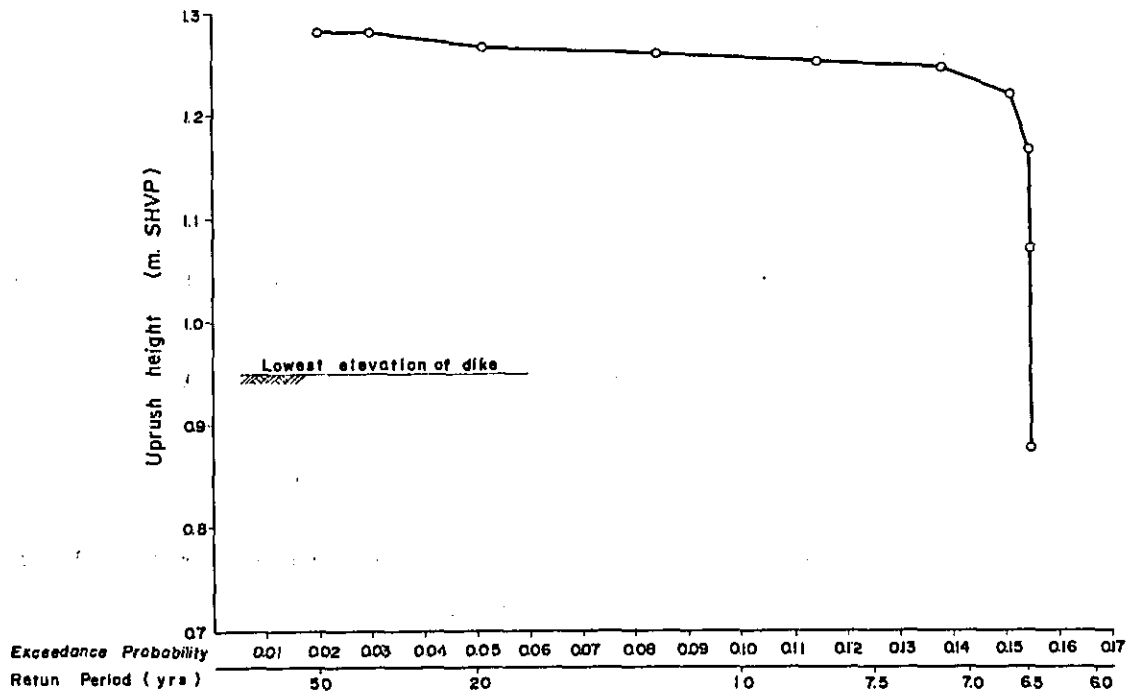
潮位：潮位を+0.44 m SHVP

風速：12.9, 12.0, 11.0, 10.0, 9.0, 8.0, 7.0, 6.0, 5.0, 4.0 m/s  
の10ケース

### II) 計算結果

上記の諸条件に基づき、風速の各ケースについて打上高を計算すると、Fig. 6のとおりである。結果によると50年確率に対する打上高は+1.28 m, SHVPである。従って、海岸堤防の計画堤高としては+1.5 m, SHVPを採用する。

Fig. 6 Run-up of Waves



## 第 16 章 海岸堤防の排水門と内湛水

### 1. 氾濫流域の貯留量曲線

海岸堤防によって守られている地域は北部と南部の 2 つの流域に分けて解析する。北部流域はベギリアン河とタンバクウェデー排水路流域およびチュンパット、クンジェラン、スコリロ水門によって排水される流域からなっている。

南部流域は ラランガン、カリサリ、カリダミ、クブテイーおよびメドカンの各排水路の流域からなっている。

航空測量による地形図およびフィラマカリヤによって作成された海岸堤防の測量結果を利用して、上記 2 つの流域の貯留量曲線を作成すると、図 1 のとおりである。

### 2. フラップゲートからの流出量

海岸堤防の現在の各水門は、すべてフラップゲートである。この一般構造を図 2 に示す。

扉がない場合の水門として、Govinda Rao の式を適用する。

$$Q = C B h^{3/2} \quad (1)$$

ここに、 $B =$  巾 (  $m$  )

$h =$  水門上流側の水深 (  $m$  )

$C =$  下記のような流量係数

$$\left. \begin{aligned} C &= 1.642 \frac{h^{0.22}}{L} && \text{但し } 0 < \frac{h}{L} \leq 0.1 \\ C &= 1.552 + 0.083 \frac{h}{L} && \text{但し } 0.1 < \frac{h}{L} \leq 0.4 \\ C &= 1.444 + 0.352 \frac{h}{L} && \text{但し } 0.4 < \frac{h}{L} \leq (1.5 \sim 1.9) \end{aligned} \right\} (2)$$

この場合、 $h$  の範囲は  $1 m$  乃至  $2.0 m$  と考えられ、又  $L$  の範囲が  $5 m$  乃至  $10 m$  と考えられる。従って  $h/L$  の値は  $0.1$  から  $0.4$  の範囲である。即ち

$$\frac{h}{L} = 0.1 \text{ の場合 } \quad C = 1.560$$

$$\frac{h}{L} = 0.4 \text{ の場合 } \quad C = 1.585$$

上記 2 つの  $C$  の値は殆んど同じであり、その平均値の  $C$  を使用すると、次式を得る。

$$Q = 1.573 B h^{3/2} \quad (3)$$

Fig. 1 Storage-Capacity Curves of South Basin and North Basin

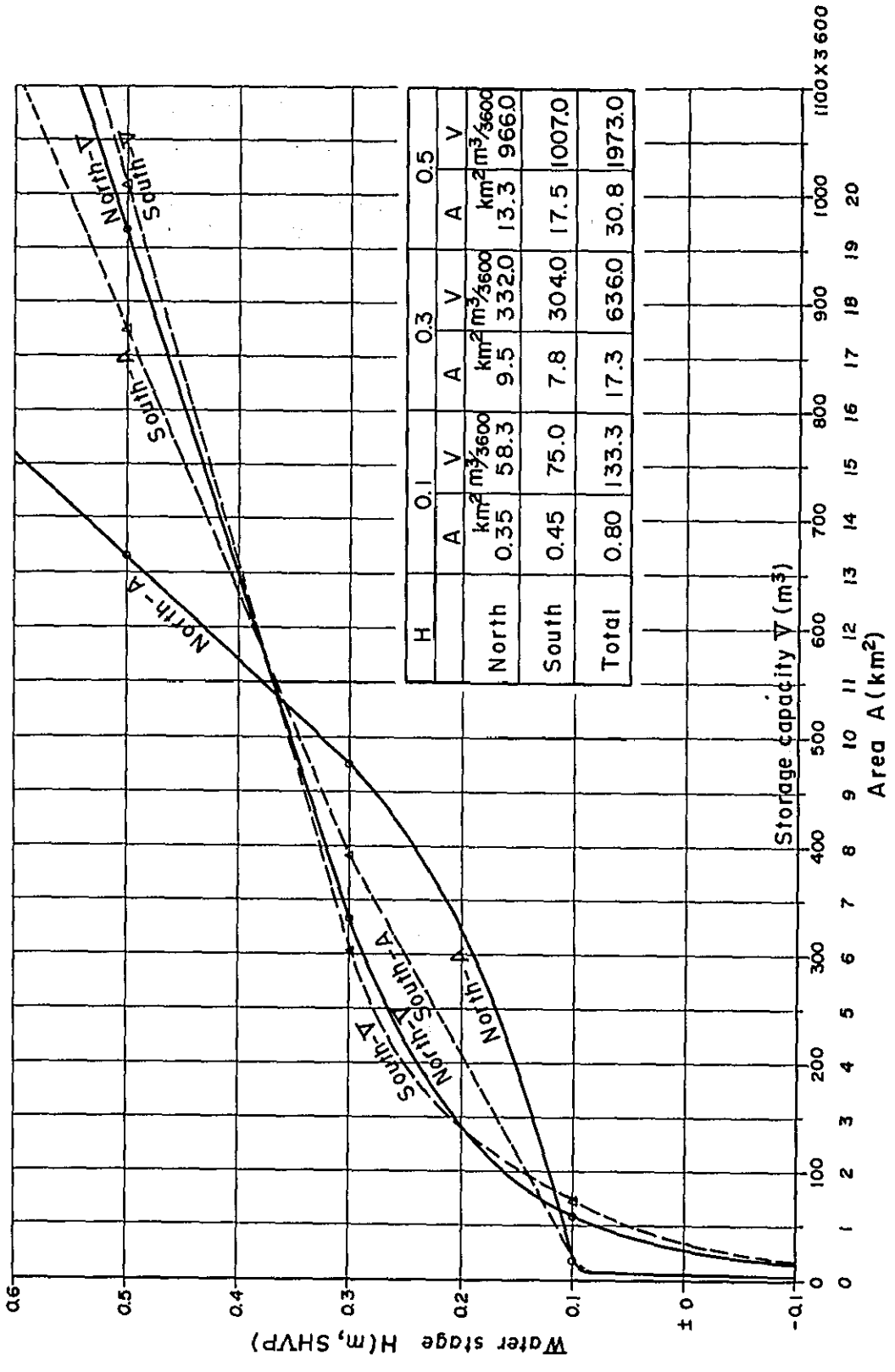


Fig.2

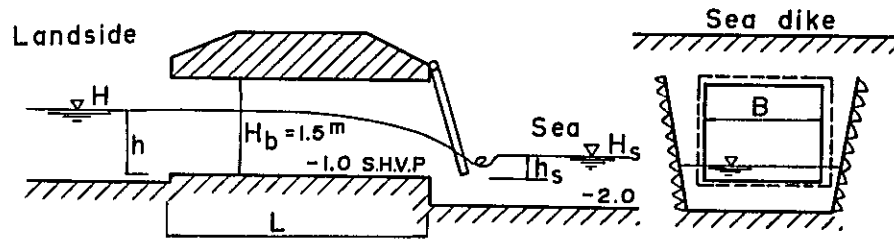


Fig.3

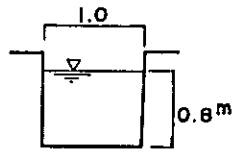


Fig.4

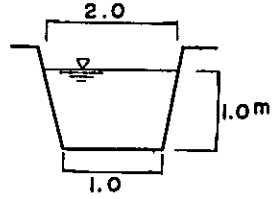
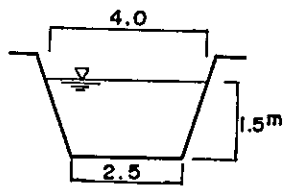


Fig.5



この式は、完全溢流の場合に適用される。

外水位である潮位が高い時には、流出は潜り流出となり、その場合は、次式が使用される。

$$Q = C' B h_s \sqrt{2g(h - h_s)} \quad (4)$$

ここに  $h_s$  = 水門底から海水面までの水深 図 2 参照

この式は、 $h_s = 2h/3$  の時、最大流量を示す。この時この  $Q$  の値が(3)式による  $Q$  の値に等しいと仮定すれば、 $C' = 0.923$  が得られ、次式を得る。

$$Q = 0.923 B h_s \sqrt{2g(h - h_s)} \quad (5)$$

上式は、潜り流出の場合に適用される。

次にフラップゲートの影響を検討する必要がある。即ち上記(3)式及び(5)式は、すべて全開の場合であるからである。現在のフラップゲートは、ヒンチが腐蝕し或は前面に漂砂が堆積して、その開閉を困難にするか又は不可能なものにしている。したがってここでは、下記のように補正係数  $\beta$  を導入し、その  $\beta$  を 0.3 と仮定した。

$$Q = 1.573 \cdot B \cdot h^3/2 \cdot \beta \quad \text{但し } h_s \leq \frac{2}{3} h \quad (6)$$

$$Q = 0.923 B h_s \sqrt{2g(h - h_s)} \cdot \beta \quad \text{但し } h_s > \frac{2}{3} h \quad (7)$$

### 3. 洪水流出

#### (1) カリダミ水路の洪水流出

##### 1) 洪水到達時間

地形図及び航空測量図から、水路溝の構成を次の如く仮定した。

上流端流末溝は、片側巾 30 m の地域の雨水を集め、全延長 250 m、底勾配 1/4000 の水路と仮定する。

中間部水路は、上記流末溝を集め、延長 1,500 m、底勾配 1/3,000 の水路と仮定する。そしてカリダミと呼ばれる主排水路は、延長 4,300 m、水面勾配 1/5,000 で、上記水路支線からの雨水を集めるものと仮定する。

流末溝への集中時間は、前述の検討の如く、8分と見積られる。次に流末溝の平均断面を図 3 の如く仮定すれば、平均流速  $V$  はマンニング式によって次の如く計算される。

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} I^{1/2} = 0.29 \text{ m/s}$$

ここに  $R$  = 平均径深 ( m )

$n = 0.025$  と仮定する

故に伝播速度はKleitz-Seddon の式より,

$$W = 1.5 V = 0.43 \text{ m/s}$$

結局この溝の伝播時間は10分となる。

同様に, 中間水路と主水路の断面を図4及び図5の如く假定すると, 夫々の伝播時間は36分及び92分となる。結局全到達時間Tは次のとおりである。

$$T = 8 + 10 + 36 + 92 = 146 \text{ 分}$$

## 2) カリダミ水路の洪水流出

カリダミ流域からの洪水流出のピーク流量Qは, 表1に示す如く, 各確率毎にラショナル式によって, 到達時間を146分とし, グリダス河の流出解析で得られた結果を参考として,  $f = 0.2$ を採用し, 又既に検討済みのスラバヤにおける, 降雨強度曲線を利用して計算した。

表1 カリダミ流域からの流出のピーク流量

確率年	f	流域面積	降雨強度	ピーク流量
		A (km <sup>2</sup> )	r (mm/hr)	Q (m <sup>3</sup> /s)
50	0.2	7.5	64.0	26.7
10	0.2	7.5	43.0	17.9
5	0.2	7.5	34.5	14.4
2	0.2	7.5	24.3	10.1
1.05	0.2	7.5	13.3	5.6

## (2) 北部流域及び南部流域からの流出

南北2つの流域の状態は, 殆んど類似しており, 各流域からの流出は, 北部流域, 南部流域と, カリダミ水路の流域面積比3.66又は4.27を用いて, カリダミ水路の流出から算定するものとする。

幾つかの確率による, 2つの流域からの流出の最大流量は, 表2のとおりである。

表2 北部及び南部流域からの最大流出量

確率年	流域	50	10	5	2	1.05
流出量 (m <sup>3</sup> /s)	北部	97.4	65.5	52.7	37.0	20.3
	南部	113.9	76.5	61.5	43.2	23.7

#### 4. 現況氾濫

##### (1) 北部および南部氾濫域への夫々の流入ハイドログラフ

スラバヤに於ける日雨量の確率曲線によると、数個の確率に対する日雨量は、表3のとおりである。

表3 スラバヤにおける日雨量

確率年	50	10	5	2	1.05
日雨量 (mm)	194	156	140	109	69

ハイドログラフの推定に次の仮定を設ける。

- 1) 日雨量は、前日又は次の日の雨とは独立して考察するので、流出は、或る日雨量のみについて考察する。
- 2) 総流出係数は、モロクレムバンガンブズムの流出解析に於ける流出係数0.76を参考に、0.8とする。
- 3) 流量ハイドログラフの基本型は、三角型とする。
- 4) ピーク流量は、到達時間と等しい時間に現われる。

上記仮定にもとづいて得られた、北部と南部流域への流入ハイドログラフは、表4のとおりである。

表4 北部及び南部流域への流入ハイドログラフ

流域	確率年	時刻 (時)			
		0	3	6	41
北部流域 (27.4 km <sup>2</sup> )	50	0	97.4	48.40	0
	10	0	65.5	39.64	0
	5	0	52.7	36.54	0
	2	0	37.0	29.09	0
	1.05	0	20.5	18.88	0
南部流域 (32.0 km <sup>2</sup> )	50	0	113.9	56.50	0
	10	0	76.5	46.30	0
	5	0	61.5	42.65	0
	2	0	43.2	33.96	0
	1.05	0	23.9	22.01	0

##### (2) 潮位曲線

海岸堤防の水門の外水位である潮位曲線は、前に検討された高潮位と低潮位を利用し、12時間の周期のsin曲線を仮定した。

これは表5のとおりである。



表5 潮位曲線

時刻(時)	0	1	2	3	4	5	
潮位 (m SHVP)	0.373	0.208	-0.241	-0.855	-1.469	-1.918	
時刻(時)	6	7	8	9	10	11	12
潮位 (m SHVP)	-2.083	-1.918	-1.469	-0.855	-0.241	0.208	0.373

(3) 各確率年に対する氾濫の計算

各氾濫流域の氾濫の計算は、北部及び南部流域の夫々について、上記各確率年の流入ハイドログラフと、表5の潮位曲線及び図1の貯留量曲線、更に現況フラップゲートの流出量式(6)式、(7)式、並びに下記の如き連続式を用いて計算された。

$$\left( \frac{I_{t-1} + I_t}{2} - \frac{O_{t-1} + O_t}{2} \right) \Delta t = V_t - V_{t-1} \quad (8)$$

ここに、 $I_{t-1}, I_t$  ; 時刻  $t-1$  , 及び  $t$  に於ける流入量 ( $m^3/s$ )

$O_{t-1}, O_t$  ; (6)(7)式により計算されたフラップゲートからの流出量 ( $m^3/s$ )

$\Delta t$  ; 時間間隔 (秒)

$V_{t-1}, V_t$  ; 時刻  $t-1$  及び  $t$  の貯留量

この計算に使用された現況水門の巾は、表6のとおりであり、計算結果は、表7のとおりである。

表6 海岸堤防の現況水門の巾

流域	総巾 (m)	フラップゲートの形状寸法	
		(巾 × 高 × 門数)	
北部流域	1 4.5	タンバクウェデイ	5.0 × 3.1 5 × 2
		チュンパット	1.5 × 1.5 × 1
		クンジェラン	1.5 × 1.5 × 1
		スコリロ	1.5 × 1.5 × 1
南部流域	1 3.0 5	ランガン	1.5 × 1.5 × 1
		ウオノサリ	3.0 × 1.5 × 1
		カリダミ	2.0 × 1.5 × 1
		クブティー	1.75 × 1.5 × 1
		メドカン	2.4 × 1.5 × 2

註. タンバクウェデイ水門の敷高は、-2.1 8 5 m SHVP である。



5. 海岸堤防の各水門の改良後の氾濫

(1) 水門の改良

現在の水門の殆んどは、排水の為の流過能力が不十分である。これらを下記のように改良する。

改良後の水門は、内外水位差によって、自動開閉が出来るスルースゲート又は、マイターゲートを装備する。

チュンパット、クンジェラン、スコリロの直接海に面している各水門の敷高は、海浜の漂砂を考へて、 $-1.0\text{ m SHVP}$  とする。

ランガン、ウオノサリ、カリダミ、クブティーの各水門の敷高は、 $-1.5\text{ m SHVP}$  とし、新タンパクウェデイとメドカンの水門敷高は、排水路の夫々の状態を考慮して、 $-2.2\text{ m SHVP}$  とする。

改良水門は3種類の水門とし、図6、図7、図8の如く、A型、B型、C型とする。A型は、上記の最初のグループの水門に適用し、B型は第2番目のグループに、そしてC型は、第3番目のグループに適用する。それは表8のとおりである。

表8 改良される各水門

水門名	流域面積 A (km <sup>2</sup> )	ピーク流量 (m <sup>3</sup> /s)	ゲート	摘要
タンパクウェデイ	9.6	36.9	現況のまま	
新タンパクウェデイ	13.0	25.0	C <sub>1</sub> 型1門巾5m	[1]
チュンパット	4.8	9.2	A型1門巾2m	[2]
クンジェラン			A型1門巾2m	[2]
スコリロ			A型1門巾2m	[2]
ランガン	2.8	5.4	B <sub>1</sub> 型1門巾3m	[2]
ウオノサリ	4.7	9.0	B <sub>1</sub> 型1門巾3m	[2]
カリダミ	7.5	14.4	B <sub>2</sub> 型2門巾3m	[2]
クブティー	5.5	10.6	B <sub>1</sub> 型1門巾3m	[2]
メドカン	11.5	22.1	C <sub>2</sub> 型2門巾3m	[2]

[1]  $f=0.4$  この水門はベギリアン河専用として使用する。

現況流過能力は $37.4\text{ m}^3/\text{s}$ である。

[2]  $f=0.2$  新築

内水位が $+0.5\text{ m}$ で、外潮位が $+0.373\text{ m}$ の場合の、A型、B型、C型に対する水門からの流出量は、フラップゲートと異った完全開放のゲートとして、 $\beta=1$ とした式(7)を用いた。

Fig.6

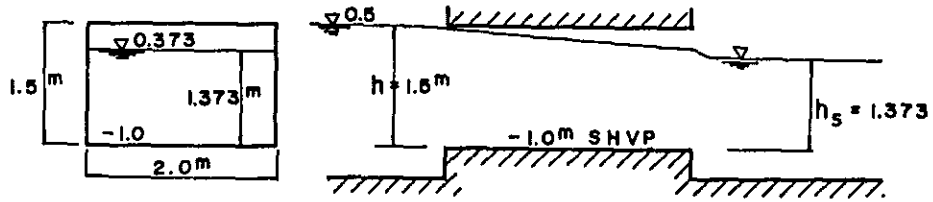


Fig.7

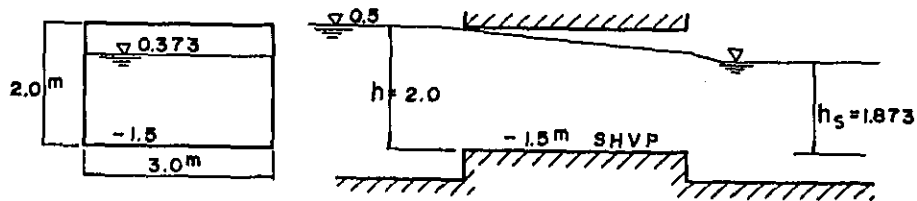
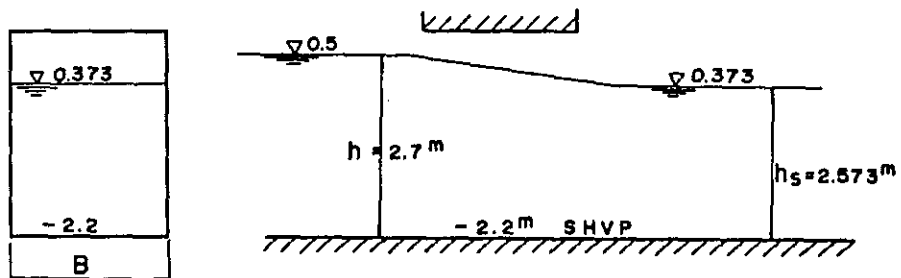


Fig.8



- |                                 |                |
|---------------------------------|----------------|
| $Q = 4.0 \text{ m}^3/\text{s}$  | A型水門の場合        |
| $Q = 8.18 \text{ m}^3/\text{s}$ | B型水門の場合        |
| $Q = 3.74 \text{ m}^3/\text{s}$ | C型水門の巾1 m当りの場合 |

カリダミ流域の流域面積に対する比例から、表8に示す各単独排水路の5年確率ピーク流出量を計算した。

このピーク流量によって、各水門の必要巾と大きさを検討した。その結果は表8のとおりである。

(2) 各確率年洪水の排水と内陸の氾濫

改良後の水門からの排水計算の結果は、表9のとおりである。

Fig.9 Variation of Water Level ( South basin, Present condition )

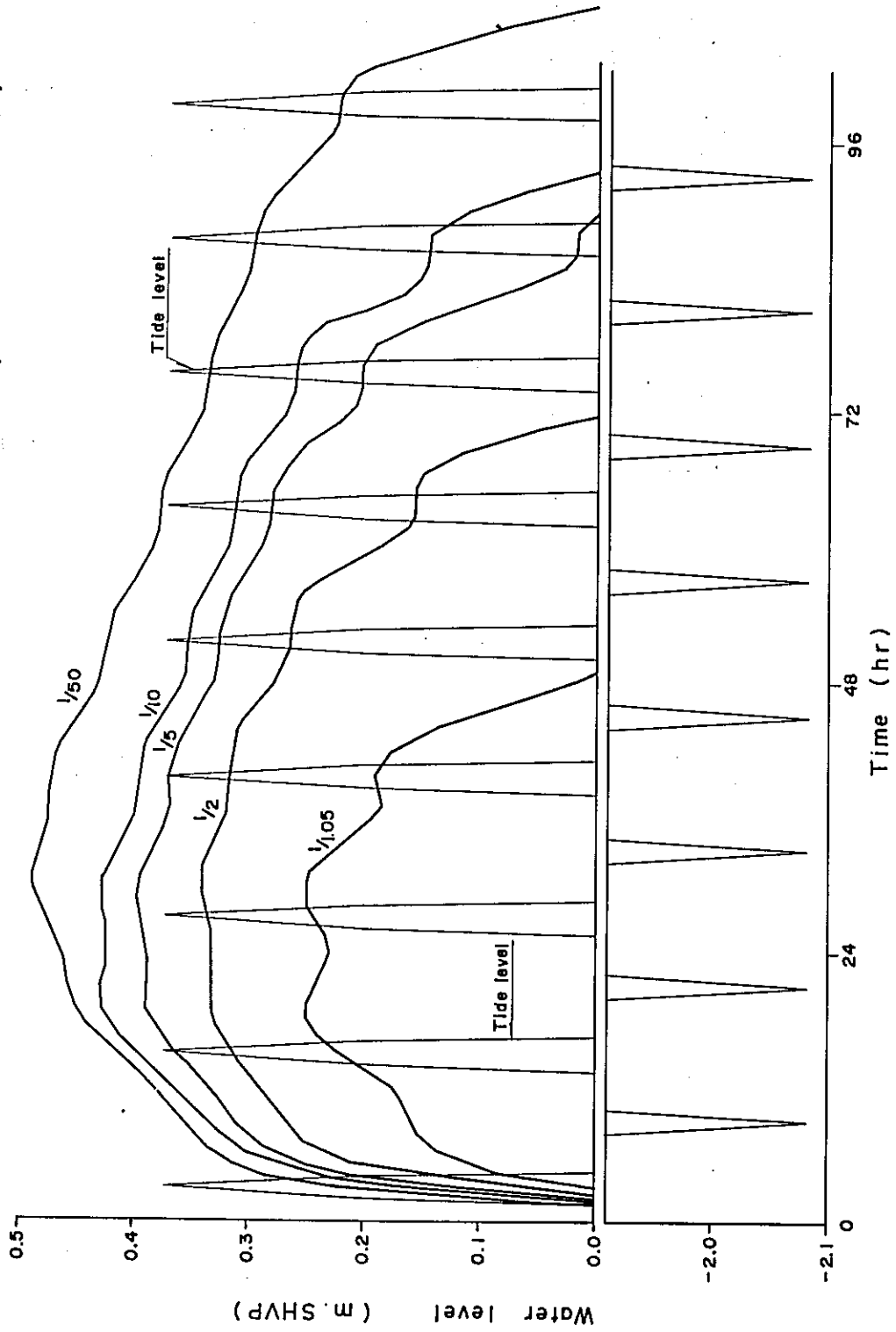


Fig.10 Variation of Water Level (North basin, Present condition)

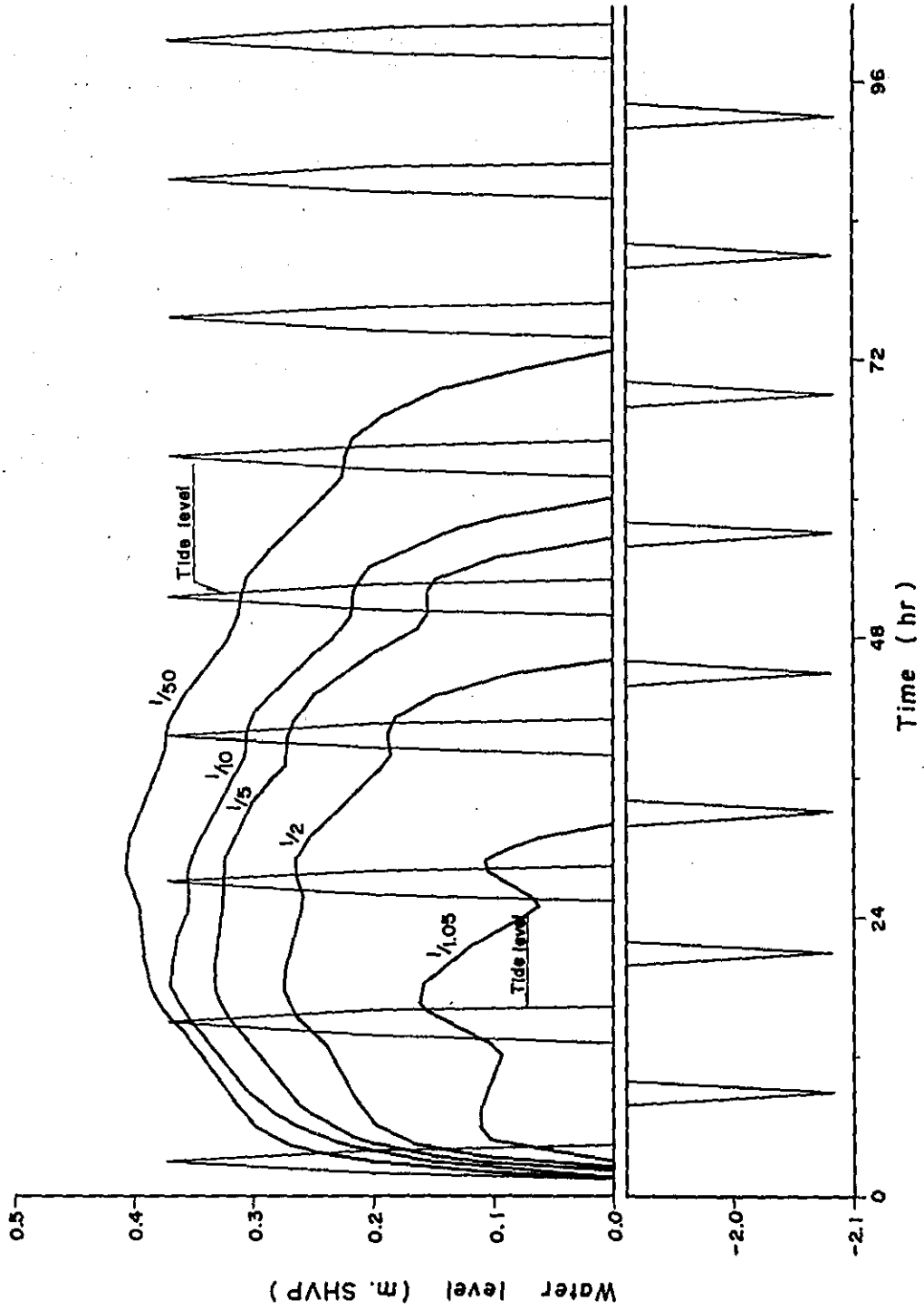


Table 9 Water Level of Inundation

Time	South Basin (m. SHVP)					North Basin (m. SHVP)				
	1/50	1/10	1/5	1/2	1/1.05	1/50	1/10	1/5	1/2	1/1.05
0	-0.860	-0.860	-0.860	-0.860	-0.860	-0.860	-0.860	-0.860	-0.860	-0.860
1	-0.160	-0.186	-0.196	-0.200	-0.200	-0.182	-0.200	-0.200	-0.200	-0.200
2	0.050	-0.022	-0.058	-0.119	-0.184	0.040	-0.043	-0.100	-0.152	-0.200
3	0.204	0.132	0.096	0.044	-0.055	0.179	0.128	0.101	0.040	-0.081
4	0.267	0.219	0.191	0.127	0.035	0.235	0.200	0.171	0.125	0.035
5	0.285	0.248	0.218	0.149	0.031	0.249	0.215	0.184	0.128	0.003
6	0.272	0.247	0.207	0.109	0.005	0.230	0.198	0.150	0.095	-0.020
7	0.240	0.238	0.185	0.098	-0.015	0.196	0.157	0.130	0.076	-0.050
8	0.185	0.198	0.148	0.080	-0.050	0.158	0.140	0.120	0.040	-0.090
9	0.176	0.170	0.138	0.060	-0.095	0.150	0.128	0.092	-0.015	-0.140
10	0.160	0.155	0.115	0.035	-0.135	0.130	0.105	0.045	-0.080	-0.180
11	0.135	0.130	0.090	-0.015	-0.170	0.103	0.065	-0.005	-0.140	-0.200
12	0.110	0.110	0.055	-0.070	-0.190	0.075	0.025	-0.060	-0.180	
13	0.075	0.075	0.015	-0.125		0.055	-0.030	-0.125	-0.200	
14	0.065	0.030	-0.035	-0.170		0.035	-0.100	-0.190		
15	0.050	-0.020	-0.095	-0.185		0.005	-0.150	-0.200		
16	0.028	-0.090	-0.145	-0.200		-0.025	-0.195			
17	0.005	-0.155	-0.180			-0.060				
18	-0.025	-0.180	-0.200			-0.095				
19	-0.055	-0.200				-0.130				
20	-0.080					-0.160				
21	-0.106					-0.190				
22	-0.135					-0.200				
23	-0.157									
24	-0.180									
25	-0.200									
26										

Fig. 11 Variation of Water Level ( North basin, Gates improved )

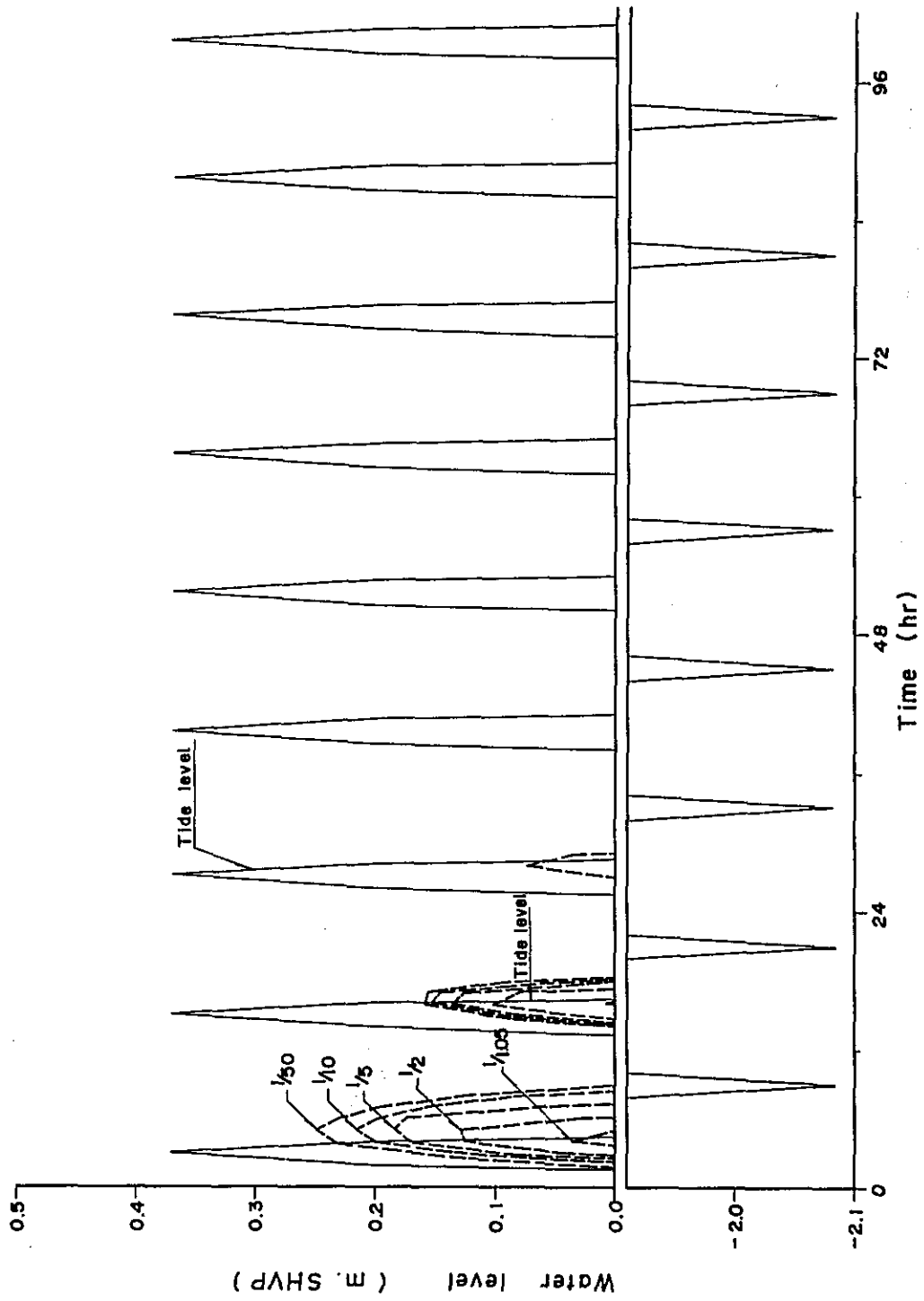
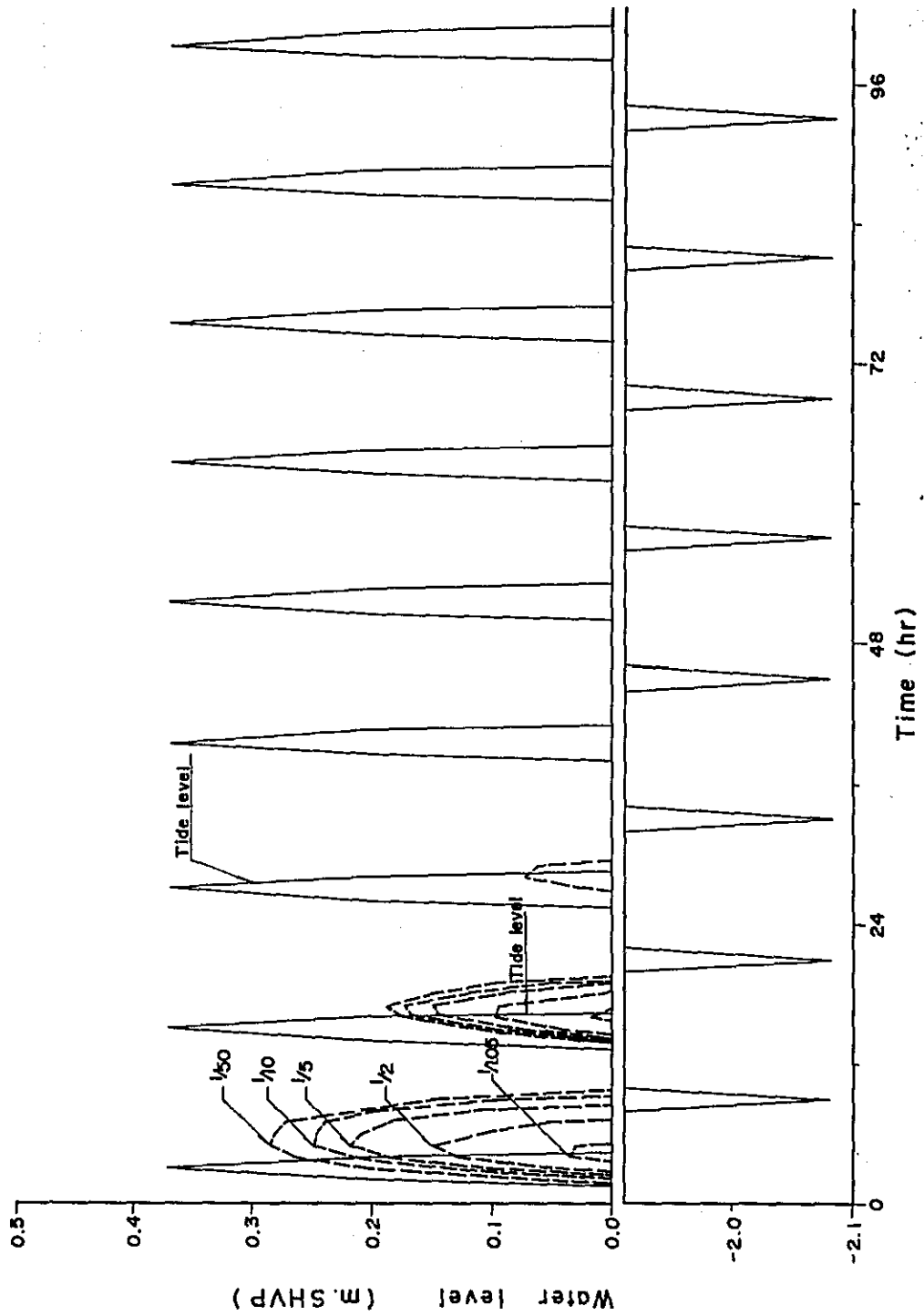




Fig.12 Variation of Water Level ( South basin, Gates improved )



## 第17章 マルモヨ河下流部の想定氾濫計算

### 1. 想定氾濫の基本的考え

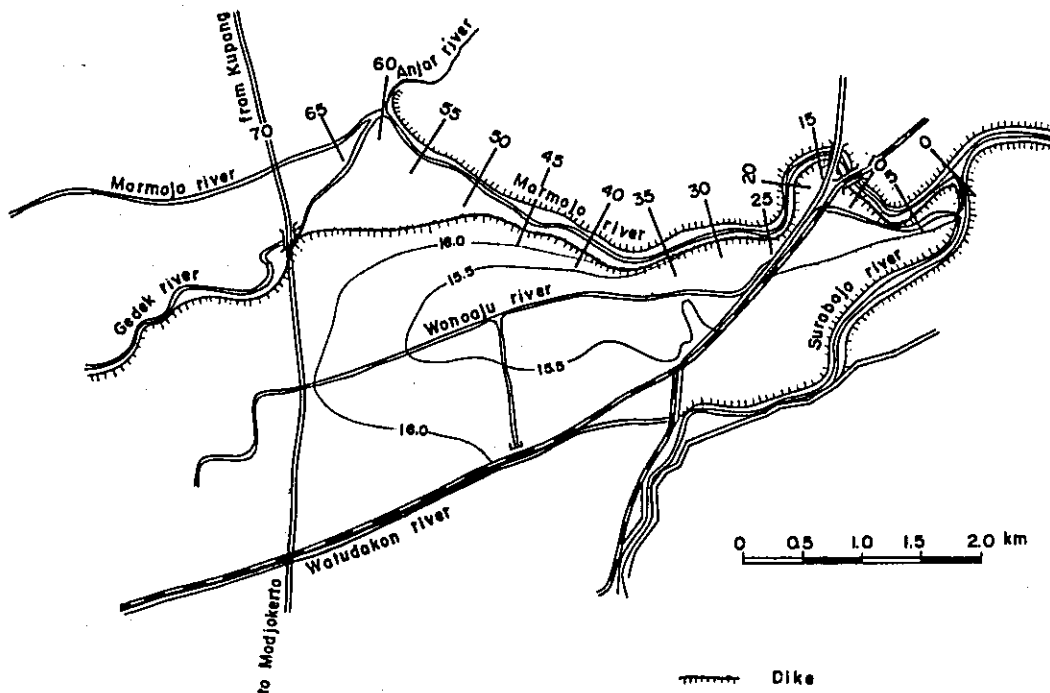
マルモヨ河下流部〔ゲデグ河とアニアル河の合流点(クルブク)からスラバヤ河への合流点(シドグデ)まで〕は、左右岸に堤防が構築されている。しかし堤防の一部は、裏法が洗掘されたり、堤高が低くなっており、高水に対して危険な状態にある。ここでは、マルモヨ河流域の降雨出水に対し、堤高の低い箇所からの溢流とそれに続く破堤を想定し、河道改良による水理的効果を検討する。河道改良の水理的効果は、下記二者の比較で検討される。

- I) 現状：破堤によるマルモヨ河からの溢流量と、自己流域の降雨による湛水被害及び破堤箇所からの氾濫流による動水被害。
- II) 河道改良後：上記被災地区に対する自己流域の降雨による湛水被害。

### 2. 破堤想定箇所

破堤箇所としてはマルモヨ河断面No.45地点右岸(ブチュク)を想定し、図-1に示す地域に流入し、湛水するものとする。マルモヨ河水位が、17.37m SHVPの堤高に達したとき、溢流を始め、流れが堤防天端を削り、やがて表地盤高の14.49m、SHVPまで堤防を削り取ってしまうものとする。

Fig.1 Right Lower Basin of the Marmoyo River



### 3. 対象降雨

マルモヨー河本川流出量および自己流域流出量の計算対象降雨は、マルモヨ河のクルブク地点上流流域に関係する下記各降雨観測所の日雨量に対して超過確率を計算し、各観測所の50年、20年、10年、5年及び2年の確率年毎の平均値を以って対象降雨とした。

- I) 降雨観測所：タンジュン，カブー，ジャティサリ，タベン，ゲデグ，トゥルサン  
 II) 流域平均日雨量：

確 率 年	50	20	10	5	2
日雨量 (mm)	149.4	135.4	124.1	111.8	91.6

### 4. 自己流域流出量

湛水地域へ集まる流域内降雨による流出量は、流域面積： $A = 6.8 \text{ km}^2$ ，流出率： $f = 0.8$ とすると、次のとおりである。

確 率 年	50	20	10	5	2
流域平均日雨量 (mm)	149.4	135.4	124.1	111.8	91.6
流出量 ( $\times 10^6 \text{ m}^3$ )	0.813	0.737	0.675	0.608	0.498

### 5. マルモヨー河本川流出量と破堤による溢流量

マルモヨー河クルブク地点（ゲデグ河，アニアル河合流後）上流の流域面積を $A = 277.1 \text{ km}^2$ ，流出率を $f = 0.8$ として、ピーク流量，流出ハイドログラフ及び破堤による溢流量は、次のとおりである。尚，流出ハイドログラフの基底長を84 hrs（3.5 days）とする。

確 率 年	50	20	10	5	2	
流域平均日雨量 (mm)	149.4	135.4	124.1	111.8	91.6	
本川 流 量	ピーク流量 ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	254.	222.	199.	174.	135.
	到達時間 (hrs)	6.4	6.7	6.9	7.2	7.6
	流出量 ( $\times 10^6 \text{ m}^3$ )	33.15	30.01	27.51	24.81	20.31
	溢流開始時流量 ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	172	172	172	172	172
	溢流終了時流量 ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	120	120	120	120	120
溢 流 量	溢流量 ( $\times 10^6 \text{ m}^3$ )	3.442	1.772	0.786	0	0
	溢流継続時間 (hrs)	35.5	31.0	27.0	0	0

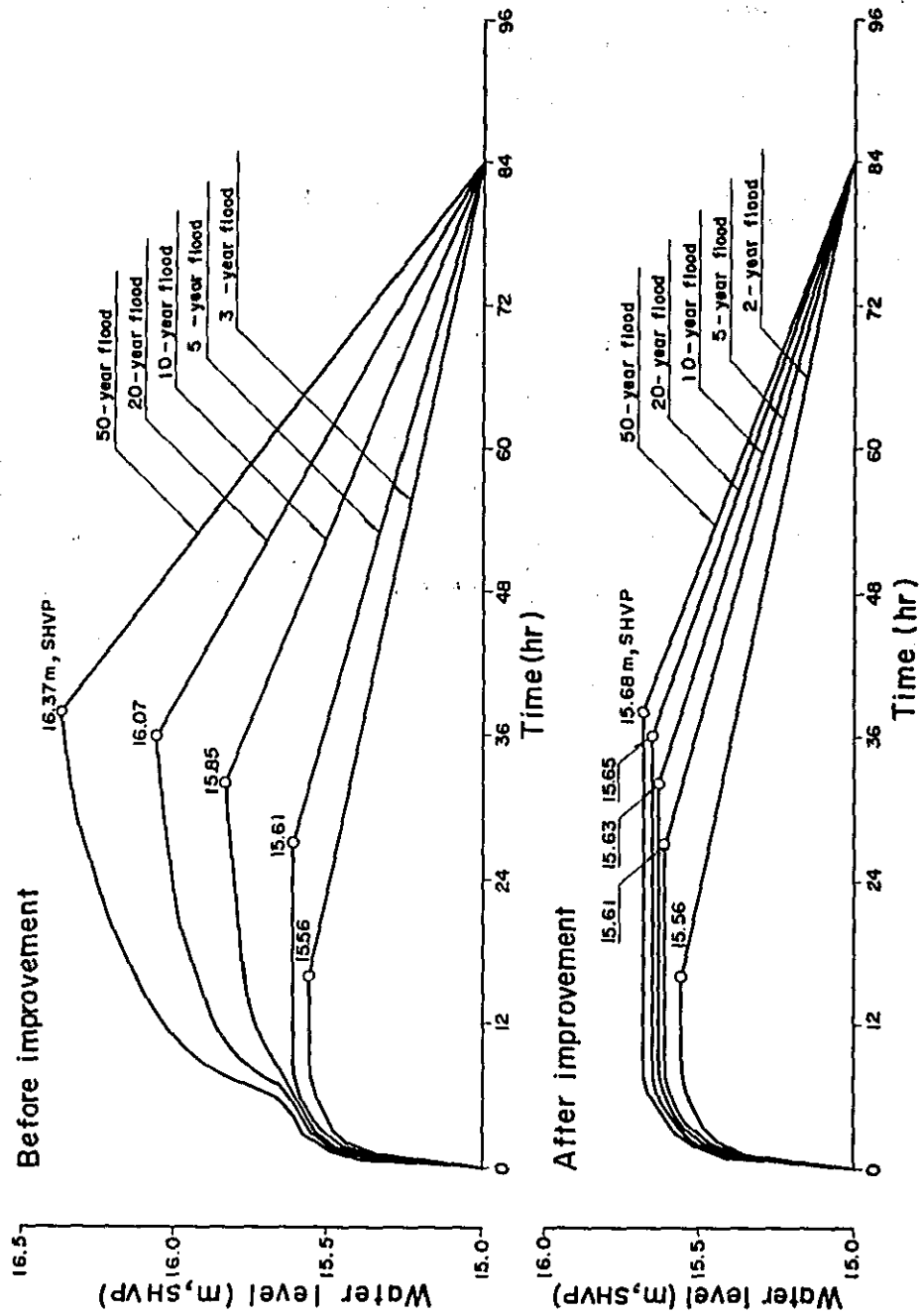
### 6. 湛水位計算

湛水区内の排水路であるウオノアユ河は、マルモヨー河とスラバヤ河の合流点付近でス

ラバヤ河へ流入している。流入地点のスラバヤ河の水位流量曲線から洪水時のウオノアユ河  
 による排水は困難と判断される。従って、湛水地区内へ流入する自己流域流出量および、破堤  
 によるマルモヨ一河からの溢流量は、排水される事なく湛水するものとする。各ケースの湛  
 水状況は下記のとおりである。湛水地区内の湛水位ハイドログラフを図-2に示す。

河道 状態	Return Period (yrs)	総 湛 水 量 ( $\times 10^6 m^3$ )	最高湛水位 (m, SHVP)	最高湛水深 (m)	湛水面積 ( $km^2$ )
現 状	50	4.255	16.37	1.37	6.30
	20	2.509	16.07	1.07	5.20
	10	1.461	15.85	0.85	4.10
	5	0.608	15.61	0.61	2.75
	2	0.496	15.56	0.56	2.45
改 良 後	50	0.813	15.68	0.68	3.10
	20	0.737	15.65	0.65	2.95
	10	0.675	15.63	0.63	2.85
	5	0.608	15.61	0.61	2.75
	2	0.498	15.56	0.56	2.45

Fig.2 Stage Hydrograph in Right Lower Basin



## 第18章 グヌンサリ堰想定氾濫計算

### 1. 想定氾濫の基本的考え

現在スラバヤ河は、雨期に長期間継続するプランタス河の洪水を分流するため、スラバヤ河水位は高く、マルモヨ河からの流量ハイドログラフは平準化されている。しかし、将来洪水時にムリリップ水門およびゲデグ水門を閉鎖するようになるとマルモヨ河下流部の湛水氾濫が無くなる反面スラバヤ河の流量ハイドログラフは尖鋭化し、平時の比較的小さな流量から急激にピーク流量に達するようになると考えられる。従って、グヌンサリ堰の現状の人力による操作では、流量の急上昇に対処しきれず、充分な堰の疎通能力を確保する前に堰上流水位が危険水位に達し、堰の操作作業を放棄しなければならない事態が考えられる。ここでは、グヌンサリ堰の操作を途中で放棄した場合を想定し、放棄により、生ずる水害被害を推算し、堰操作の動力化による水理的効果を検討するものとする。

### 2. 解析対象降雨

スラバヤ河本川の流量ハイドログラフの計算のための対象降雨は、スラバヤ河のグヌンサリ堰地点上流々域に関係している下記各降雨観測所の日雨量に対して、超過確率を計算し、各観測所の50年、20年、10年、5年および2年の確率年毎の平均値を以って、対象降雨とした。

I) 降雨観測所：タンジコン、カプー、ジャティサリ、タベン、ゲデグ、トゥルサン、ウリ  
ンギナノム、クリキラン、グヌンサリ

#### II) 流域平均日雨量

確 率 年	50	20	10	5	2
日雨量 (mm)	158.1	142.8	130.5	117.0	95.0

### 3. スラバヤ河本川流量ハイドログラフ

グヌンサリ堰地点における流量ハイドログラフは、マルモヨー/スラバヤ河流域のハイドログラフと、ワトゥダコン河からのハイドログラフの合成により、求める。マルモヨー/スラバヤ河流域の流量ハイドログラフは流域面積  $A = 403.7 \text{ km}^2$ 、流出率  $f = 0.8$  とすると次のとおりである。

Return period (yrs)	50	20	10	5	2
流域平均雨量 (mm)	158.1	142.8	130.5	117.0	95.0
ピーク流量 ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	307	268	240	210	163
到達時間 (hrs)	15.0	15.8	16.5	17.2	18.2
流出量 ( $\times 10^6 \text{ m}^3$ )	51.07	46.12	42.15	37.79	30.75

一方、ワトゥダコン河からの流量は、基底流量として  $60 \text{ m}^3/\text{s}$  を考慮した。

#### 4. 想定氾濫計算

##### (1) 堰の開放作業中止時刻の計算

グモンサリ堰周辺の水路図及び堰の概略を図-1に示す。図からわかるとおり、グモンサリ堰は、閘門2門、角落堰2門、ニードル堰5門よりなっている。

このうち洪水流出の始まる前の水門開放状態として、角落各2本計4本引揚げ、ニードルを5門全体で1ブカだけ開放している状態をとる。(ニードル堰1門は100本のニードルより成っており、堰操作はその6分の1、つまり16本或は17本のニードルを1単位として操作している。この一単位を1ブカと言う。)

この初期状態で堰上流水位を  $4.5 \text{ m SHVP}$  とすると堰流過量は  $22.5 \text{ m}^3/\text{s}$  となる。この初期条件から出発して、ニードルを5分間に1本の速度で引揚げた場合の各時刻のダム流過量を計算し、堰上流からの流出量と等しくなった時刻を以って水門開放作業の中止時刻とした。なお、堰の流過量の計算は、橋脚の天端  $5.6 \text{ m}$ 、SHVP より  $60 \text{ cm}$  低い  $5.0 \text{ m SHVP}$  を危険水位として行った。結果は次のとおりである。

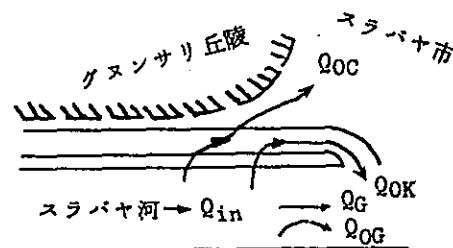
確 率 年	50	20	10	5	2
作業中止時刻 (hrs)	2.4	3.2	4.2	7.0	全量流過可
開 度 (ブカ)	2.7	3.3	4.0	6.0	—
堰流過量 ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	56	66	75	108	—

なお、時刻は流出の始まりを0時とする。また開度には初期値(1ブカ)も含まれている。

##### (2) 市内へ流入する氾濫流量

堰上流水位が  $5.0 \text{ m}$ 、SHVP に達すると堰操作が中断され、水位が  $5.6 \text{ m}$ 、SHVP に達すると、洪水は、堰天端および、左岸堤から越流し始める。最終的にグモンサリ堰上流へ流入する流量 ( $Q_{in}$ ) は次の四種に分割流下することになる。

- I) 堰を流過するもの ( $Q_G$ )
  - II) 堰天端を越流するもの ( $Q_{OG}$ )
  - III) 左岸堤を越流し、ケドウルス河へ流込み最終的にスラバヤ河へ流入するもの ( $Q_{OK}$ )
  - IV) 左岸堤及び、ケドウルス河を越流して市内へ流入するもの ( $Q_{OC}$ )
- 各流量を計算すると下表のとおりである。



確 率 年	50	20	10	5
$Q_{in}$ ( $m^3/s$ )	367	328	300	270
$Q_G$ ( $m^3/s$ )	101	114	130	174
$Q_k$ ( $m^3/s$ )	52	52	52	52
$Q_{oG}$ ( $m^3/s$ )	186	140	103	38
$Q_{oc}$ ( $m^3/s$ )	28	21	15	6
市内への総流入量 ( $\times 10^6 m^3$ )	2.678	1.766	1.041	0.169

市内へ流入する氾濫流量ハイドログラフは図-2に示すとおりである。

(3) 市内氾濫流の計算

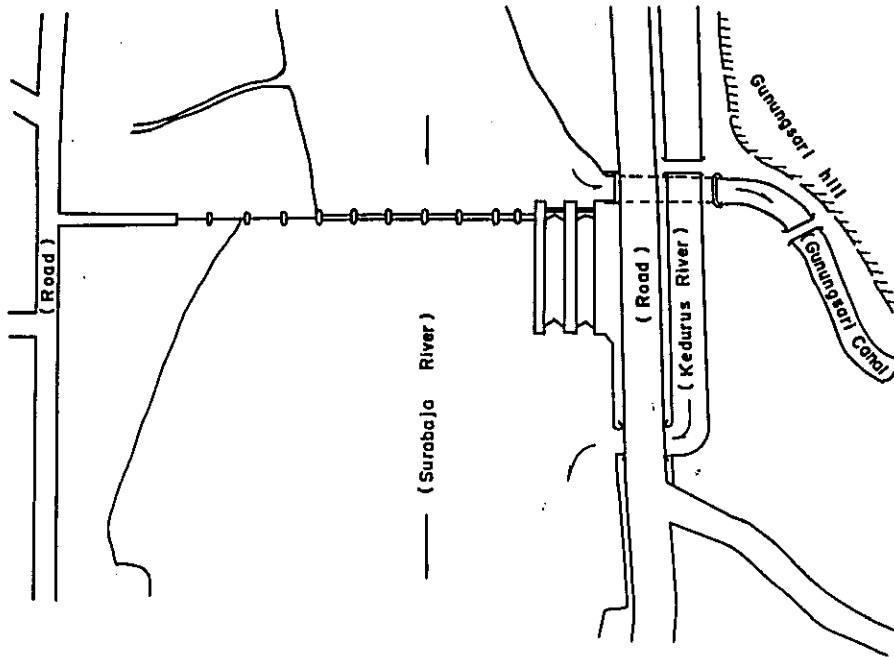
地形図、航空写真に基づき氾濫流路を想定し、流路の貯留効果を考慮すべく、不定流計算を実施し、各地点の最高水深を求めた。計算結果は図-3に示すとおりである。なお、計算に用いた諸条件は下記のとおりである。

- I) 計算対象洪水：50年，20年，10年洪水を計算対象とし，5年洪水は，実質的な被害を起さないものと判断し省略した。
- II) 境界条件：下流端水位は各ケースとも，水深10cmと仮定した。
- III) 初期条件：各地点の初期流量は50年，20年，10年をそれぞれ5.6，5.1，6.2  $m^3/s$ とし，初期水位は，前記流量による不等流計算結果を以ってこれに当てた。
- IV) 断面区間距離は500m，計算時間々隔は5分とした。
- V) 氾濫流路諸元：粗度係数=0.1，流路勾配=1/2400航空写真の検討により，氾濫幅の4割を有効流路幅とした。



Fig. | Gunungsari Dam

Plan : 0 10 20 30 40 50m



Elevation

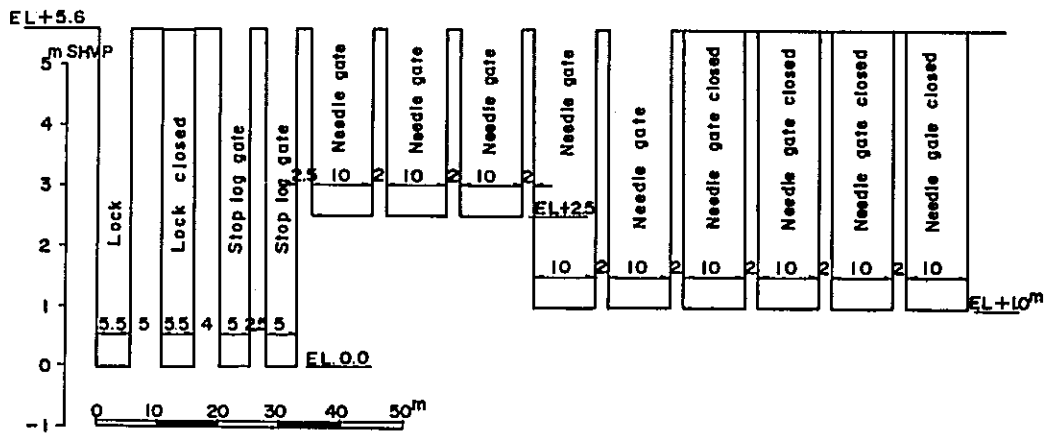


Fig. 2 Discharge Hydrograph which Runs in to City Area

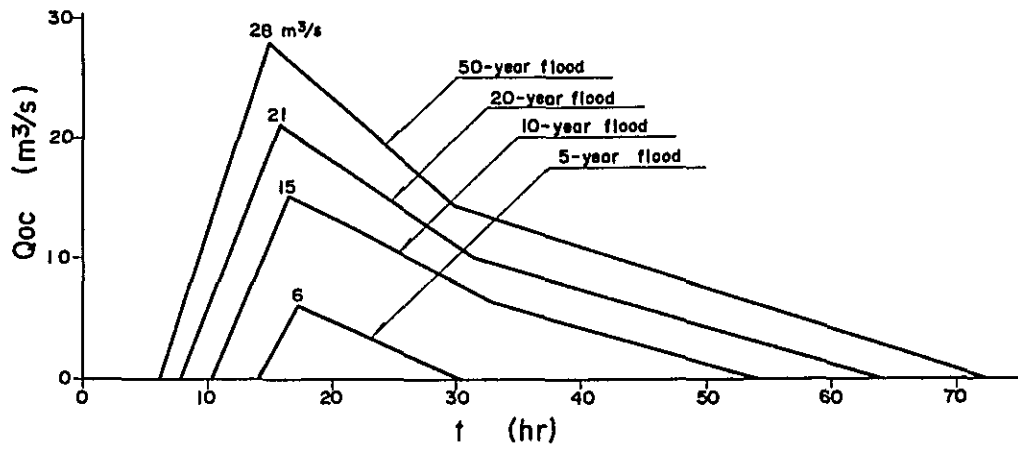
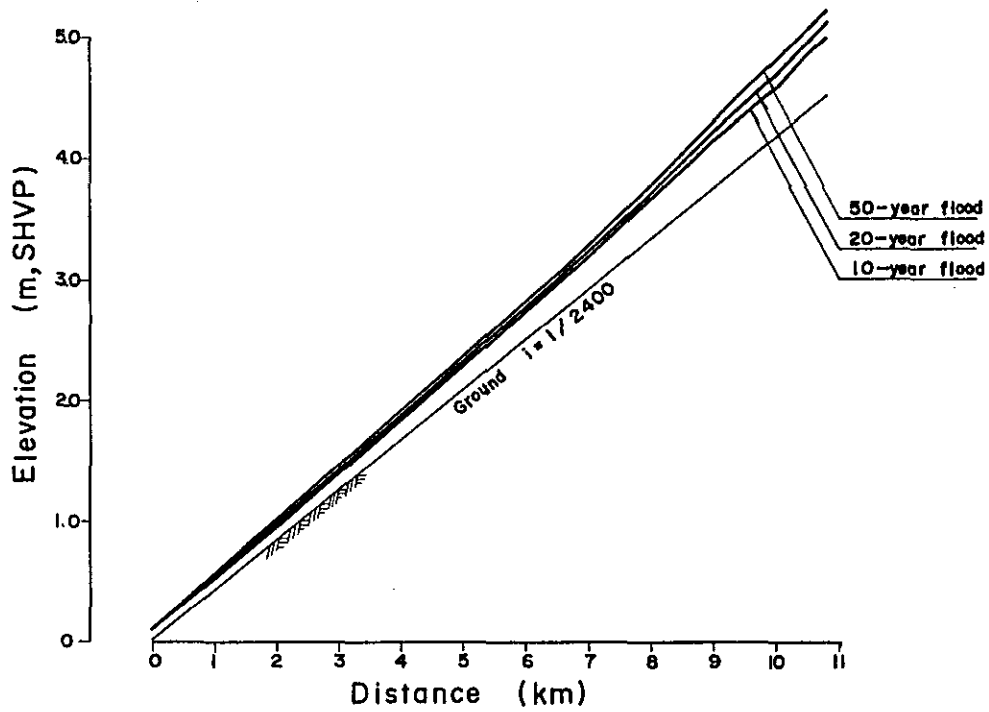


Fig. 3 Maximum Water Level due to Flood Flow



## 第19章 マス河改修による湛水の軽減

この章は、ダルモ流域に関する例題によって説明する。

ダルモ流域内の排水路が改良されなくても、マス河の流過能力を大きくすれば、排水がよくなる。即ちマス河の流過能力を増大することは、水位を下げることを意味し、その流域の排水に良い影響を及ぼすこととなる。

この章では、マス河の改修によるこの流域の氾濫の減少を検討する。検討の基本的な考え方は次のとおりである。

a. この流域と、マス河の現況は、夫々の流域からの流出を、氾濫することなく排水することが困難である。

その流域と同様にマス河が、流出係数 $f$ を0.6とする状態に改良された場合の流出ハイドログラフと、流出係数が0.4であり、氾濫を惹起している現況流域の、そのまゝの場合の流出ハイドログラフとは、差異がある。

b. もしマス河が改修されれば、その流域の排水は非常に改善される。しかし $f=0.4$ と0.6の流域の夫々の排水状態の改善の違いに応じて、その流域には未だ若干の氾濫が残ることとなる。

c. ここに使用される流出計算の方法は、第11章で用いたものと同じ方法である。

d. 流出計算は、3種類即ち改良後( $f=0.6$ )、現況( $f=0.4$ )およびマス河のみの改良( $f=0.4$ )について行った。その夫々について10年、5年、2年確率降雨の3ケースの計算を行った。

e. 記号は次のとおりである。

$f$  = 最大流量の流出係数で、現況流域は0.4で、改良後の流域は0.6である。

$W_1$  = 第11章で述べた300mの水路における伝播速度(m/s)

$W_2$  = 第11章で述べた2500mの水路における伝播速度(m/s)

$T_0$  = 流入時間(改良流域は8分、現況流域は24分と仮定した。)

$T_c$  = 集中時間(分)

$r$  = 降雨強度(mm/hr)(第8章の図8を用いて $T_c$ によって、読みとる。)

$Q$  = 最大流量( $m^3/s$ )(ラショナル式によって計算した。)

$R$  = 日雨量(mm)(第8章の表-4より)

$F$  = 総流出の係数(第14章の検討により0.8を採用した。)

$V$  = 総流出量( $m^3$ ) =  $F \cdot R \cdot A$

$A$  = 流域面積( $m^2$ )(この場合2.25 $km^2$ )

$T$  = 流出の全時間(分)

$W_{2m}$  = マス河が改良された場合の現況2500mの水路における伝播速度(m/s)

Fig. 1 10-yr Discharge Hydrograph

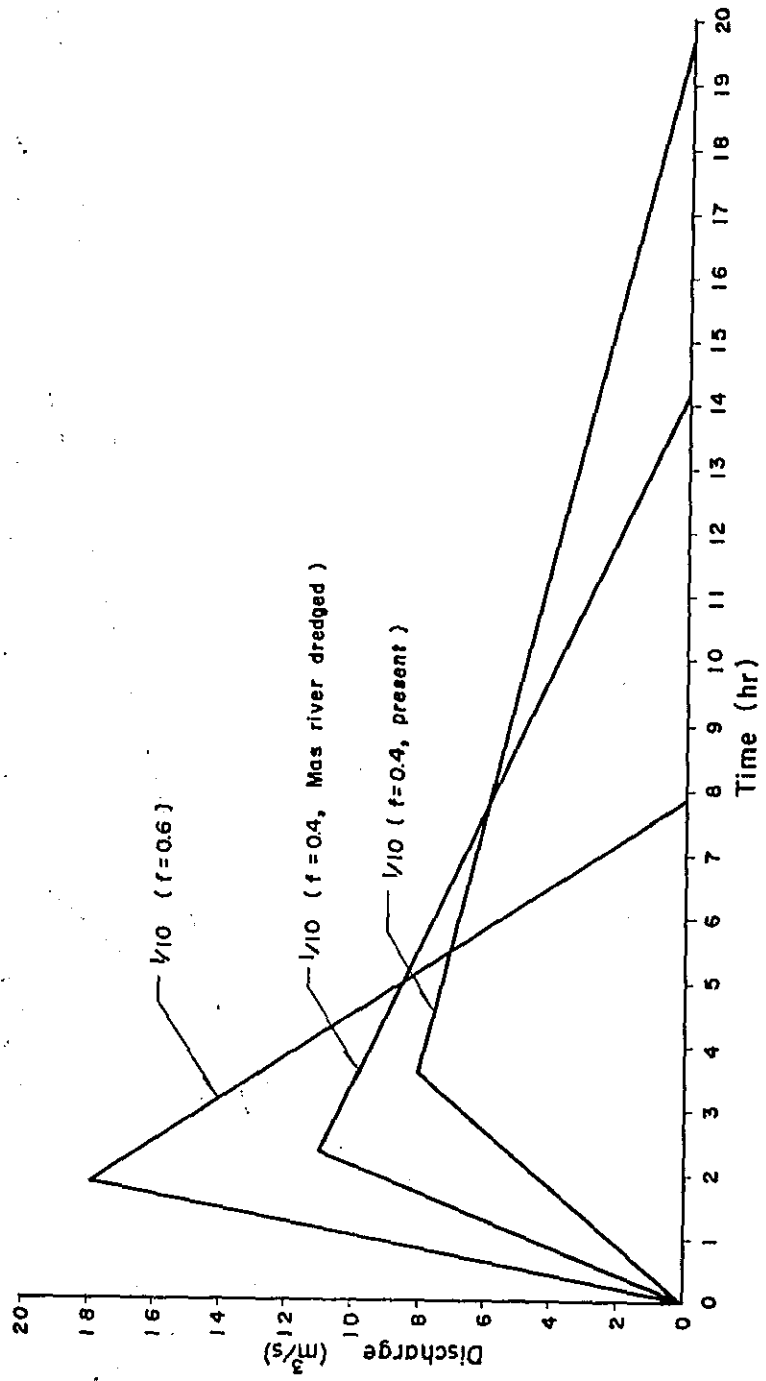


Fig. 2 5-yr Discharge Hydrograph

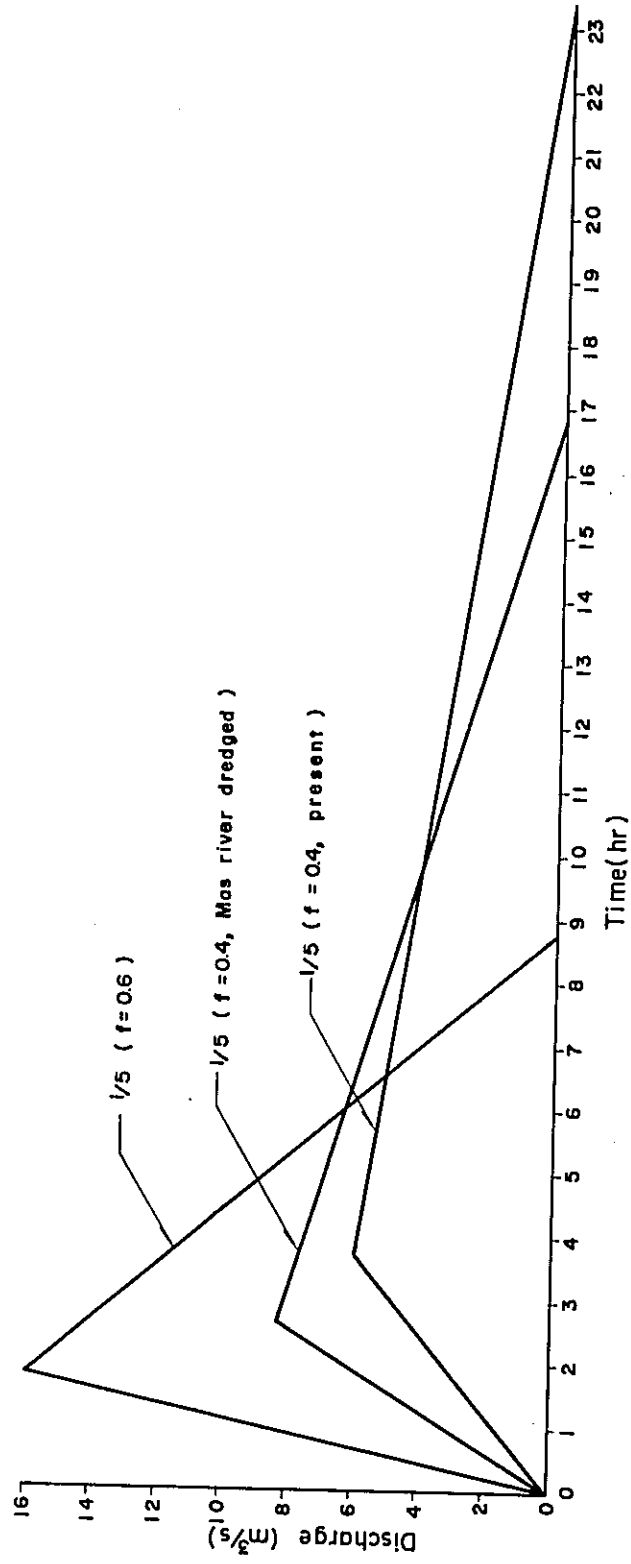


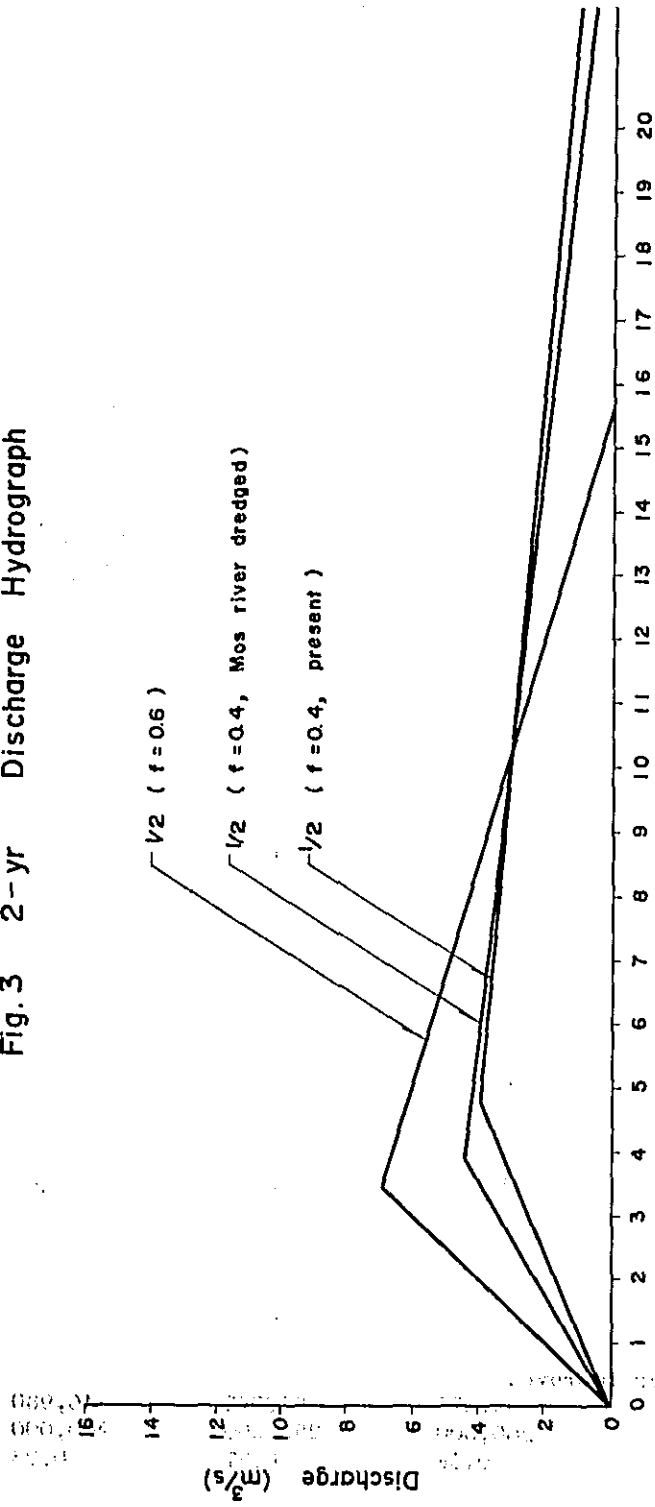
Table 1. Runoff from the Darro Subbasin

	10-yr storm	5-yr storm	2-yr storm
<b>Improved state</b>			
f	0.60	0.60	0.60
w <sub>1</sub>	0.30	0.30	0.17
w <sub>2</sub>	0.50	0.50	0.25
T <sub>0</sub>	8	8	8
T <sub>c</sub>	108	108	204
r	55	44	19
Q	20	16	7
R	156	140	109
F	0.80	0.80	0.80
V	281 x 10 <sup>3</sup>	252 x 10 <sup>3</sup>	196 x 10 <sup>3</sup>
T	468	525	934
<b>Present state</b>			
f	0.40	0.40	0.40
w <sub>1</sub>	0.16	0.15	0.10
w <sub>2</sub>	0.27	0.25	0.20
T <sub>0</sub>	24	24	24
T <sub>c</sub>	210	224	282
r	32	24	15
Q	8	6	4
V	281 x 10 <sup>3</sup>	252 x 10 <sup>3</sup>	196 x 10 <sup>3</sup>
T	1171	1400	1635
<b>The Mas river improved</b>			
f	0.40	0.40	0.40
w <sub>2m</sub>	0.40	0.37	0.27
ΔT <sub>1</sub>	50	54	53.7
ΔT <sub>2</sub>	16	16	2.4
T <sub>c</sub>	140	154	226
r	44	33	17.5
Q	11	8.3	4.5
V	281 x 10 <sup>3</sup>	252 x 10 <sup>3</sup>	196 x 10 <sup>3</sup>
T	852	1012	1453

Table 2. Average Submergence Depth

	10-yr storm	5-yr storm	2-yr storm
<b>Present state</b>			
ΔV <sub>p</sub>	147,420	133,875	63,180
a	300,000	280,000	250,000
d	0.49	0.48	0.25
<b>The Mas river improved</b>			
ΔV <sub>m</sub>	99,072	92,043	46,980
a	260,000	250,000	200,000
d	0.38	0.37	0.23

Fig. 3 2-yr Discharge Hydrograph



$\Delta T_1$  = マス河の河道改良による，現況 2500 m 水路の伝播時間の短縮量 (分) (これは試算によって得られた。)

$\Delta T_2$  = ダルモ流域に関するマス河について，マス河の河道改良による伝播時間の短縮量 (分) (この値は試算によって得られた。)

$\Delta V_p$  = 2つのハイドログラフ即ち流域が改良された場合のハイドログラフと現況流域の場合のハイドログラフの違いによる貯留又は氾濫量 ( $m^3$ )

$\Delta V_m$  = 2つのハイドログラフ即ち流域が改良された場合のハイドログラフとマス河が改良された場合のハイドログラフの違いによる貯留又は氾濫量 ( $m^3$ )

a = 氾濫面積 ( $m^2$ ) (この現況流域の値は，現地で測定されたものであり，マス河の改良後の値は上記の値から仮定されたものである。)

d = 平均湛水深 ( $m$ ) =  $\Delta V / a$

計算の結果は表 1 及び 2 に示すとおりであり，10年，5年，2年確率降雨によるハイドログラフは図 1～図 3 のとおりである。



#### 4. 現況氾濫

##### (1) 北部および南部氾濫域への夫々の流入ハイドログラフ

スラバヤに於ける日雨量の確率曲線によると、数個の確率に対する日雨量は、表3のとおりである。

表3 スラバヤにおける日雨量

確率年	50	10	5	2	1.05
日雨量 (mm)	194	156	140	109	69

ハイドログラフの推定に次の仮定を設ける。

- 1) 日雨量は、前日又は次の日の雨とは独立して考察するので、流出は、或る日雨量のみについて考察する。
- 2) 総流出係数は、モクレムパンガンプズムの流出解析に於ける流出係数0.76を参考に、0.8とする。
- 3) 流量ハイドログラフの基本型は、三角型とする。
- 4) ピーク流量は、到達時間と等しい時間に現われる。

上記仮定にもとづいて得られた、北部と南部流域への流入ハイドログラフは、表4のとおりである。

表4 北部及び南部流域への流入ハイドログラフ

流域	確率年	時刻 (時)			
		0	3	6	41
北部流域 (27.4 km <sup>2</sup> )	50	0	97.4	48.40	0
	10	0	65.5	39.64	0
	5	0	52.7	36.54	0
	2	0	37.0	29.09	0
	1.05	0	20.5	18.88	0
南部流域 (32.0 km <sup>2</sup> )	50	0	113.9	56.50	0
	10	0	76.5	46.30	0
	5	0	61.5	42.65	0
	2	0	43.2	33.96	0
	1.05	0	23.9	22.01	0

##### (2) 潮位曲線

海岸堤防の水門の外水位である潮位曲線は、前に検討された高潮位と低潮位を利用し、12時間の周期のsin曲線を仮定した。

これは表5のとおりである。

ここに

A, a = 定数

$P_n$  = 計画年度における人口の指数

算式は

$$P_n = 79.26 + 7.6194 \times 1.674 = 203.81$$

従って1990年の人口は

$$1,622,256 \times 203.819 = 3,300,000$$

$$(5) P_n = \frac{K}{1 + e^{a-bx}} \quad (5)$$

a, b = 定数

K = 飽和人口 (4,800,000)

一般式は

$$P_n = \frac{4,800,000}{1 + e^{0.7763 - 0.1106x}}$$

1990年度の人口は,

$$P_n = \frac{4,800,000}{1 + e^{-1.4357}} \approx 3,877,953$$

## 2. 他の方法

都市計画では1990年に農地が無くなるものと想定しているが、実際には相当の農地が残るものと考えられる。農業についての検討結果によると、20年後には現況より900haが減り、6,900haが存続するものと考えている。この900haが市街地化するものと考えられ、その地区内の人口密度を200人/haとすれば増加人口は180,000人となる。また自然増についてはデータが不足でスラバヤについては不明であるが、インドネシア全体では年平均3%であるのでこの値をとると1990年の人口は次の様に推定される。

$$P_n = 1,622,256 (1 + 0.03)^{19} + 180,000 \\ \approx 3,025,000$$

## 3. 結論

上記のように数種の算定法で人口を推定したが、どれも一致しなかった。僅かなデータで遠い将来の人口を推定するのは困難であるが、色々の条件を考慮し1990年度の人口を3,750,000人と推定し、式(1)によつて各年度の人口を計算すると表-1のとおりとなる。

表-1 スラバヤ市の人口予測

年次	1972	1977	1982	1987	1992
人口	1,735,000	2,296,000	2,856,000	3,417,000	3,978,000

## 第 2 1 章 世帶用水統計

### 1. Number of Households Served by Municipal Water Supply System.

MONTH	HOUSES SERVED			
	1968	1969	1970	1971
JANUARY	44,773	44,735	45,833	47,180
FEBRUARY	43,870	44,854	45,910	47,249
MARCH	43,944	44,915	45,968	47,391
APRIL	44,042	44,982	46,026	47,477
MAY	44,131	45,043	46,092	47,616
JUNE	44,261	45,103	46,263	47,732
JULY	44,374	45,149	46,382	47,877
AUGUST	44,421	45,214	46,502	48,065
SEPTEMBER	44,484	45,335	46,452	48,199
OCTOBER	44,592	45,486	46,835	
NOVEMBER	44,658	45,579	46,952	
DECEMBER	44,732	45,678	47,047	
AVERAGE	44,356	45,174	46,371	47,643

### 2. Quantity of Water Spent.

MONTH	QUANTITY OF WATER CONSUMES (m <sup>3</sup> /month)			
	1968	1969	1970	1971
JANUARY	2,995,451	3,370,346	3,498,419	3,828,922
FEBRUARY	2,853,086	3,058,523	3,356,802	3,404,320
MARCH	3,095,568	3,078,784	3,666,408	3,874,619
APRIL	3,021,390	3,218,820	3,602,527	4,215,927
MAY	3,114,046	3,463,320	3,788,777	3,868,482
JUNE	3,184,618	3,316,411	3,713,591	3,756,827
JULY	3,405,021	3,559,309	3,856,820	3,839,840
AUGUST	3,329,023	3,487,833	3,857,179	3,853,599
SEPTEMBER	3,210,540	3,364,191	3,779,469	3,787,021
OCTOBER	3,327,181	3,486,576	3,581,912	
NOVEMBER	3,196,537	3,367,819	3,563,044	
DECEMBER	3,347,758	3,428,314	3,785,376	
TOTAL	38,080,219	40,201,246	44,171,941	34,429,557
AVERAGE	3,173,352	3,350,104	3,680,995	3,825,506

### 3. Electricity Consumed by Water Supply System

MONTH	USE OF ELECTRIC POWER (KWH)			
	1968	1969	1970	1971
JANUARY	714,218	853,044	855,808	901,254
FEBRUARY	767,334	779,508	770,220	786,922.8
MARCH	691,812	806,570	863,856	911,271.6
APRIL	726,406	805,894	855,284	867,550
MAY	653,684	846,804	894,000	889,750
JUNE	804,946	751,984	874,792	888,599.6
JULY	813,864	868,266	907,052	909,471
AUGUST	827,890	875,264	814,628	916,640.4
SEPTEMBER	793,578	854,560	883,744	894,137.4
OCTOBER	815,736	872,176	897,178	
NOVEMBER	781,286	857,214	849,330	
DECEMBER	828,238	860,348	882,668	
TOTAL	9,218,982	10,031,634	10,437,740	

### 4. Average Water Consumption Rate per each Family.

MONTH	1968	1969	1970	1971
	l/day/house	l/day/house	l/day/house	l/day/house
JANUARY	2,240	2,430	2,462	2,617
FEBRUARY	2,240	2,351	2,611	2,484
MARCH	2,270	2,211	2,573	2,637
APRIL	2,280	2,385	2,609	2,959
MAY	2,270	2,480	2,651	2,623
JUNE	2,398	2,450	2,675	2,587
JULY	2,475	2,541	2,682	2,586
AUGUST	2,417	2,488	2,675	2,619
SEPTEMBER	2,405	2,473	2,700	
OCTOBER	2,406	2,472	2,467	
NOVEMBER	2,385	2,462	2,529	
DECEMBER	2,414	2,452	2,595	

## 第 2 2 章 かんがい用水需要量

この章の報告は第 3 部第 2 章に集約した。

## 第23章 井戸水位および塩分測定

### 1. 観測井戸の選定

マス河の両岸に、 $1\text{ km}^2$ に1井戸の割合で、計51井戸を選定した。選定に際しては、井戸が、周辺の小水路等の影響を受けていないこと、水準測量を行うのに支障のないことなどを考慮した。選定された井戸の縁には、水準測量および井戸水位測定のための観測基準点の印と、井戸番号を付した。さらに、河川水位測定のため、マス河の橋桁中央部にも観測基準点を設けた。

### 2. 水準測量

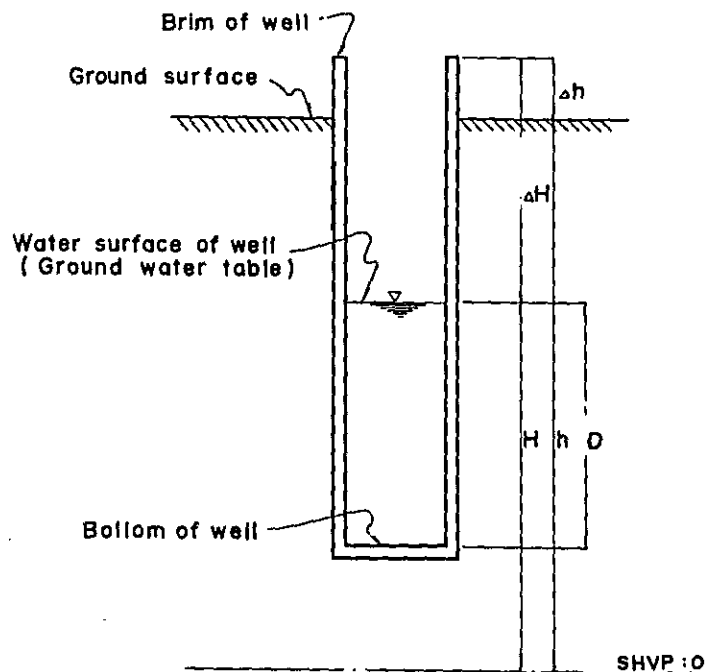
マス河の縦断測量結果が、検証済であるので、このマス河の杭高を基準点として各井戸および、橋桁の観測基準点の標高を測量した。測量は、観測基準点を可能な限り、閉合する多角形で結び、水準測量の閉合誤差を検証できるようにし、誤差の大きいものは、再測量を行った。

### 3. 観測

#### 1) 井戸水位の同時観測

井戸水位および、河川水位の同時一斉観測を2度実施した。両者とも、よく似た結果となった。1972年1月7日実施の結果を図-1に示す。

Fig. 1



2) 井戸水位の毎時観測

5 1 の観測井戸のうちグブン堰周辺に 5 井戸を選定し、井戸水位の毎時観測を実施した。結果を、図-2 に示す。

3) 塩分濃度測定

前記 5 井戸について、井戸水位の毎時観測とあわせて、電気伝導度計を用いて、井戸水の電気伝導度と、水温を井戸の 3 割、6 割、9 割水深の点で測定した。この測定結果を井戸水の塩分濃度に換算し図-3 に示した。

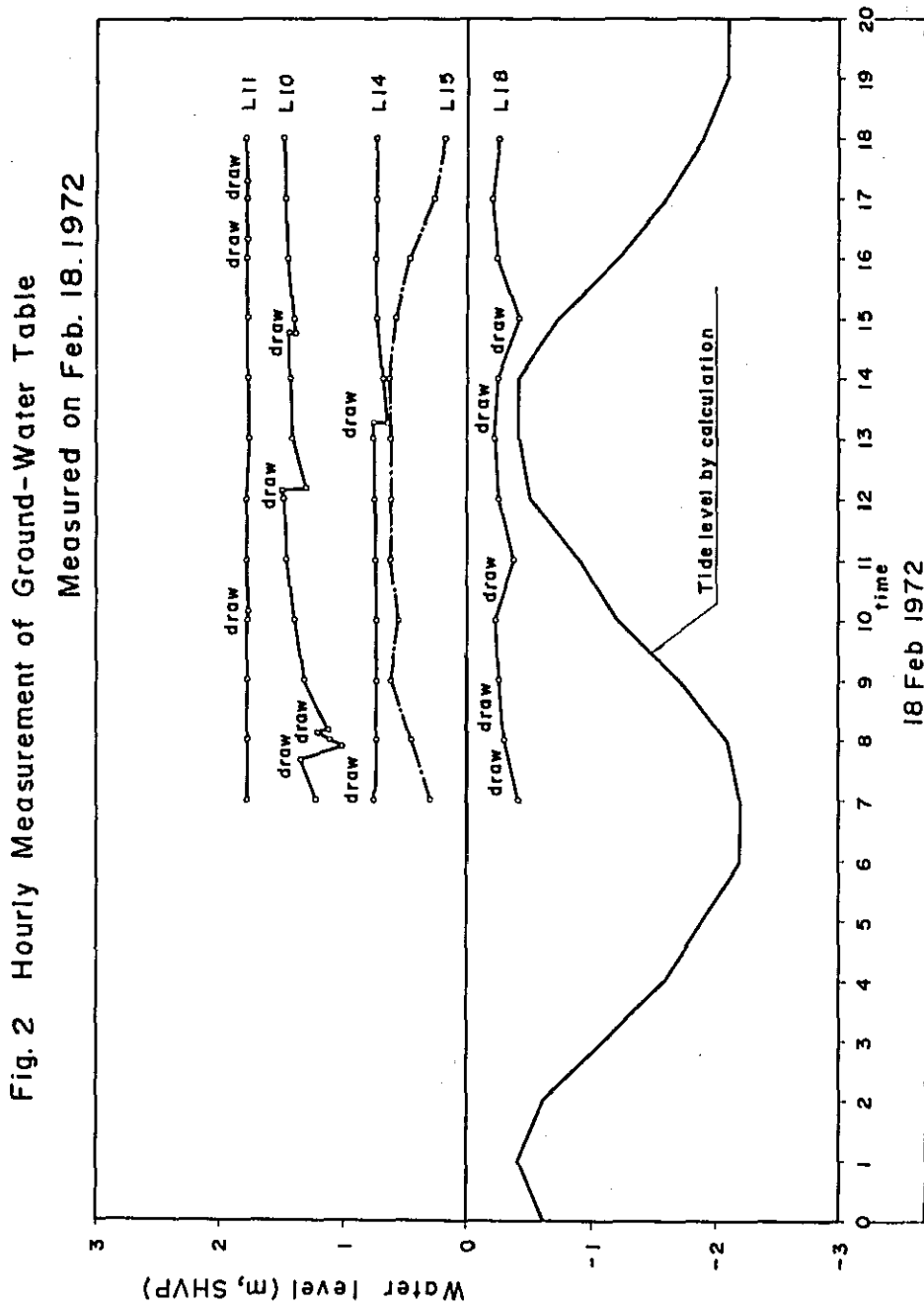
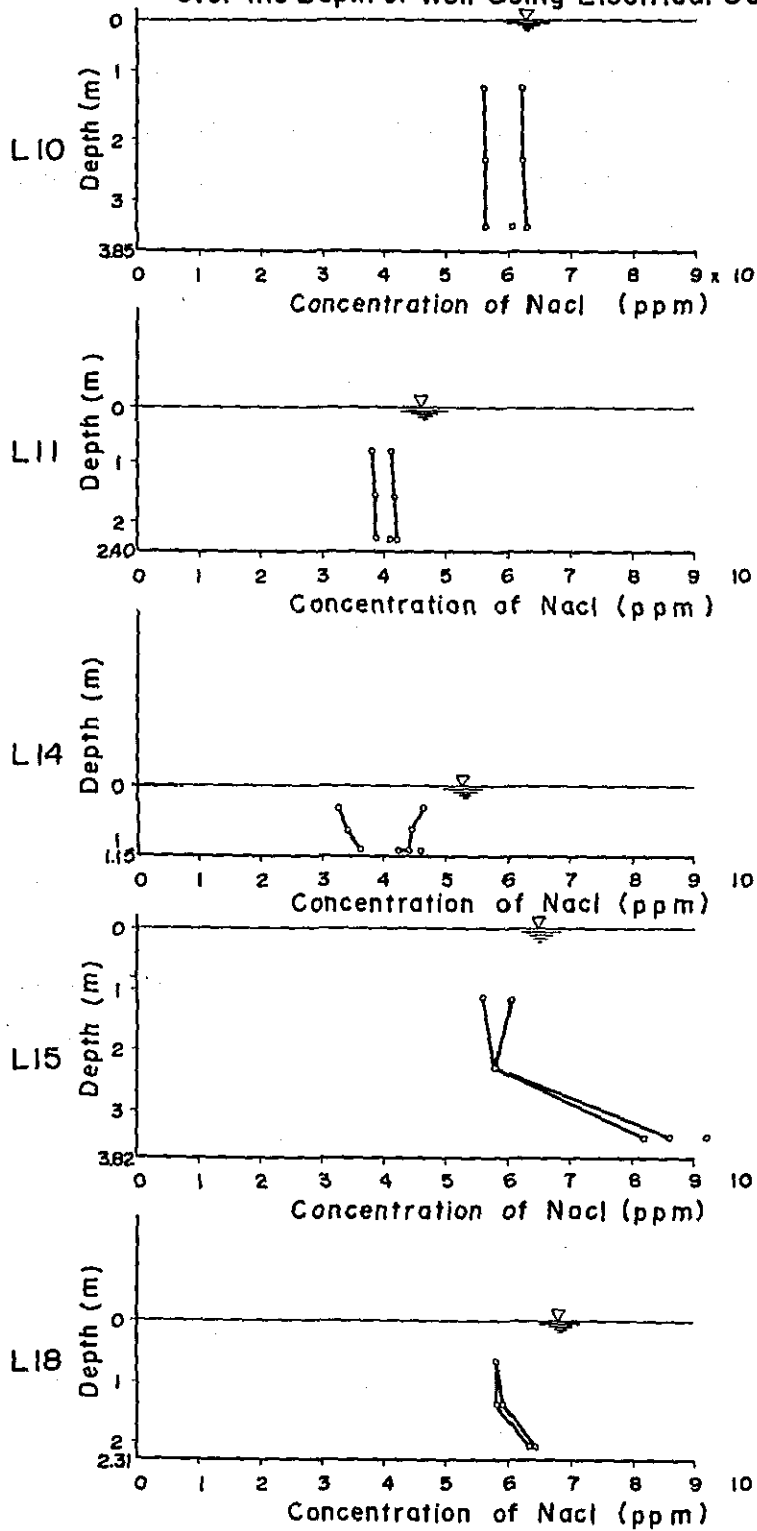


Fig 3 NaCl Concentration (ppm) of Well Water Measured over the Depth of Well Using Electrical Conductivity Meter





## 第24章 浸水被害の経済分析

### 1. 調査範囲

浸水被害額を推定するため、社会経済資料の収集を日本調査団は、インドネシアカウンターパートとともに約2か月間、スラバヤ市およびその周辺地において行った。

調査面積は図1に示すように27クチャマトンにまたがり、その総面積は87,000haである。

### 2. 収集資料

資料の収集は次の二つの方法によって行った。

a. 東部ジャワ州灌漑局、農業局、スラバヤ市、その他関係市町村からの社会経済資料の収集。

b. 家屋および家財資産評価額、商店の保有商品評価額およびこれらの資産に対する浸水被害率等に関するサンプリング調査。

aの関係機関から収集された各クチャマトンごとの社会経済資料の一部は表1および表2に示す。その他農業生産額および価格に関する統計記録が収集され、英文報告書表5～表22に示す。bのサンプリング調査資料については次節でのべる。

### 3. 資産およびその浸水被害

#### (1) 資産

表1および2に示したクチャマトンごとの資料は浸水被害を推定するため数値評価の上で充分の精度を期待することができない。そこで、表1および2の数字をもとにして、航空写真と土地利用図を利用して、図1に示すような1km<sup>2</sup>ごとの面積に資産を分割することを試みた。その結果はパンチカードへパンチされ、電子計算機による浸水被害額計算のために用意された。

また、一軒当りの平均家屋評価額、平均家財評価額および家財の床からの高さ別評価額を得るために、現地でサンプリング調査を行った。この結果は表3および図2に示す。

稲およびさとうきびの毎月の植付面積および成長率は第4編第22章で述べる。

#### (2) 浸水被害

上記資産評価のサンプリング調査の際、これら資産に対する浸水被害推定に必要な資料も同時に収集した。図6は家屋および家財資産に対する浸水被害率を示し、表4は植付稲に対する浸水被害率を示す。

#### (3) 浸水被害額の推定方法

図1に示した1km<sup>2</sup>メッシュ内の浸水被害額は次の式によって計算される。

Fig.1 The Surabaya City and Its Surrounding Areas

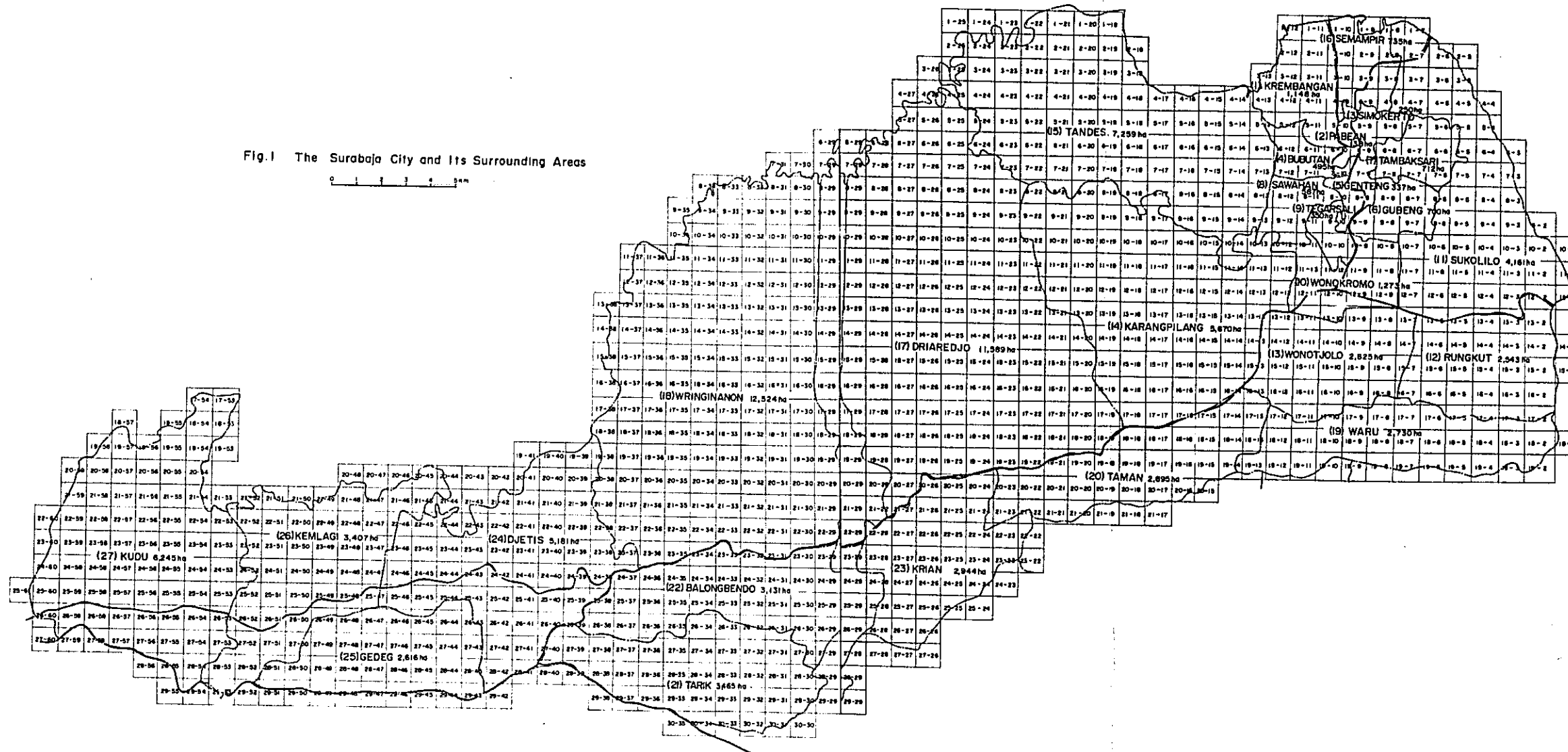




Table 1 Population and Land Use

No.	Name of Kerjamatan	Population		Area (ha)														
		Total	Density (per ha)	Total Resident (1)	Industrial (2)	Commercial (3)	Public (4)	Public + Industrial + Commercial (5)	Irrigated paddy (6)	Upland paddy (7)	Upland fish- pond & salt crop (8)	Forest River Road Rail Vacant road (9)						
1	Krebangan	142,909	125	1,143	546	119	244	56	965	30	0	0	66	0	5	23	4	50
2	Pabean/ Tientian	38,748	281	138	38	33	31	10	112	0	0	0	0	0	2	6	2	16
3	Simokerto	101,755	407	250	146	16	27	15	204	7	0	0	0	0	2	11	21	5
4	Bubutan	174,481	352	495	236	53	48	26	363	19	0	0	46	0	12	22	19	14
5	Genteng	92,533	275	337	194	18	53	26	291	0	0	0	0	0	15	13	3	15
6	Gubeng	131,382	188	700	405	22	3	8	438	233	0	0	0	0	14	8	2	5
7	Tambaksari	130,147	183	712	241	8	11	9	269	420	0	0	0	0	3	9	4	7
8	Sawah	187,981	320	587	296	50	117	39	502	67	0	0	0	0	4	12	1	1
9	Tegalsari	91,131	260	350	276	11	31	16	334	0	0	0	0	0	2	9	4	1
10	Konokromo	210,669	165	1,273	809	191	18	30	1,048	115	0	7	0	0	40	31	12	20
11	Sukelilo	46,409	11	4,161	360	27	5	10	402	2,292	91	567	680	5	58	23	0	43
12	Rungkut	21,481	8	2,543	227	1	1	14	243	1,202	0	771	219	0	46	11	0	51
13	Vonotjolo	40,628	14	2,825	503	75	1	110	689	997	0	983	0	1	20	18	16	101
14	Karangpilang	69,878	12	5,670	448	26	17	22	513	2,807	1,764	481	0	0	50	28	3	24
15	Tandes	41,823	6	7,259	321	5	26	26	378	2,100	947	455	3,251	11	43	12	20	42
16	Semampir	100,301	136	735	436	29	12	10	487	130	0	5	45	0	13	8	2	45
	Sub total	1,622,256	56	29,778	5,482	684	645	427	7,238	10,419	2,802	3,269	4,307	17	329	244	113	440
17	Driaredjo	30,867	3	11,589	1,343	5	0	20	1,368	4,096	3,070	2,291	0	656	54	41	1	12
18	Wringinanon	32,132	3	12,524	1,351	2	0	11	1,364	5,414	3,619	1,990	0	59	55	10	0	13
19	Waru	31,208	11	2,730	567	31	2	55	655	1,289	75	27	531	0	30	13	5	105
20	Taman	51,175	18	2,895	781	14	16	37	848	1,771	141	0	0	0	80	23	32	0
21	Tarik	34,715	10	3,465	934	10	13	40	997	2,181	61	0	0	0	180	33	4	9
22	Balongsendo	34,113	11	3,131	785	106	0	84	975	1,746	211	0	0	0	141	53	4	1
23	Kriwo	48,645	17	2,944	873	4	20	37	934	1,859	17	0	0	5	77	30	19	3
24	Djetis	36,251	7	5,181	1,075	2	2	9	1,088	1,876	1,236	814	0	45	95	21	0	6
25	Gedeg	34,284	13	2,616	735	15	0	43	793	1,524	86	0	0	0	169	37	0	7
26	Kemlaji	36,905	11	3,407	770	0	0	89	859	1,799	212	452	0	6	21	2	0	56
27	Kudu	37,860	6	6,245	822	0	0	6	830	2,391	249	221	0	2,516	33	5	0	0
	Total	2,030,411	24	86,770	15,518	873	698	860	17,949	36,365	11,779	9,064	4,838	3,304	1,264	512	178	652

Table 2 Number of Houses

No.	Name of Ketjamatan	Residence	Govern- mental office	School	Hospital	Shop	Factory	Total
1	Krembangan	23,547	45	85	11	2,904	23	26,615
2	Pabean/ Tjantian	12,715	9	35	3	492	127	13,381
3	Simokerto	12,817	14	54	4	950	61	13,900
4	Bubutan	14,809	12	87	13	9,800	7	24,728
5	Genteng	9,710	25	19	3	856	1	10,614
6	Gubeng	19,682	19	56	3	136	39	19,935
7	Tambaksari	13,296	10	62	1	182	19	13,570
8	Sawahan	25,505	12	136	1	1,880	110	27,644
9	Tegalsari	13,194	9	19	3	500	-	13,725
10	Wonokromo	30,011	26	126	2	276	59	30,500
11	Sukolilo	10,256	10	26	2	84	27	10,405
12	Rungkut	4,737	6	13	2	16	-	4,774
13	Wonotjolo	8,131	3	28	-	250	3	8,415
14	Karangpilang	13,043	14	26	2	430	13	13,528
15	Tandes	7,415	49	31	9	116	5	7,625
16	Semampir	13,891	10	43	4	34	18	14,000
	Sub total	232,759	273	846	63	18,906	512	253,359
17	Driaredjo	6,162	5	20	1	118	6	6,312
18	Wringinanon	6,498	9	24	1	110	-	6,642
19	Waru	5,814	6	32	1	144	7	6,004
20	Taman	9,569	10	40	5	254	5	9,883
21	Tarik	6,847	7	36	1	204	5	7,100
22	Balongbendo	6,770	5	31	1	34	7	6,848
23	Krian	9,409	9	33	3	162	1	9,617
24	Djetis	6,976	8	21	4	106	17	7,132
25	Gedeg	6,661	7	32	2	46	22	6,770
26	Kemlagi	7,151	1	7	1	70	-	7,230
27	Kudu	8,399	12	19	2	72	-	8,504
	Total	313,015	352	1,141	85	20,226	582	335,401

Table 3 Average Amount of Valuation of Properties

Kind	Number of sampling	Average amount of valuation of properties		
		Building (Rp)	Household effects(Rp)	Total (Rp)
Office	15	2,020,000	760,000	2,780,000
Residence	41			
high class	10	9,850,000	4,680,000	14,530,000
middle class	21	1,850,000	480,000	2,330,000
low class	10	170,000	40,000	210,000
Farm house	14	430,000	100,000	530,000
School	6	3,500,000	460,000	3,960,000
Factory	2	3,300,000	1,800,000	5,100,000
Shop	97	440,000	800,000	1,240,000
Furniture	5	570,000	500,000	1,070,000
Agricultural products	12	200,000	310,000	510,000
Gold	3	1,700,000	3,100,000	4,800,000
Textiles	5	260,000	1,880,000	2,140,000
Restaurant	5	500,000	120,000	620,000
General	13	330,000	510,000	840,000
Food	11	360,000	380,000	740,000
Construction materials	4	310,000	740,000	1,050,000
Electric	3	250,000	430,000	680,000
Book	5	110,000	180,000	290,000
Watch	2	530,000	5,330,000	5,860,000
Paint	3	300,000	370,000	670,000
Part of bicycle	7	960,000	1,540,000	2,500,000
Bag	4	430,000	280,000	710,000
Shoes	5	650,000	1,360,000	2,010,000
Photostudio	3	260,000	460,000	720,000
Hardware	2	500,000	1,090,000	1,590,000
Dragstore	5	450,000	470,000	920,000
<b>Total</b>	<b>175</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	

Note: Data were gathered by the random sampling method.

Fig. 6. Rate of Damage Caused by Inundation

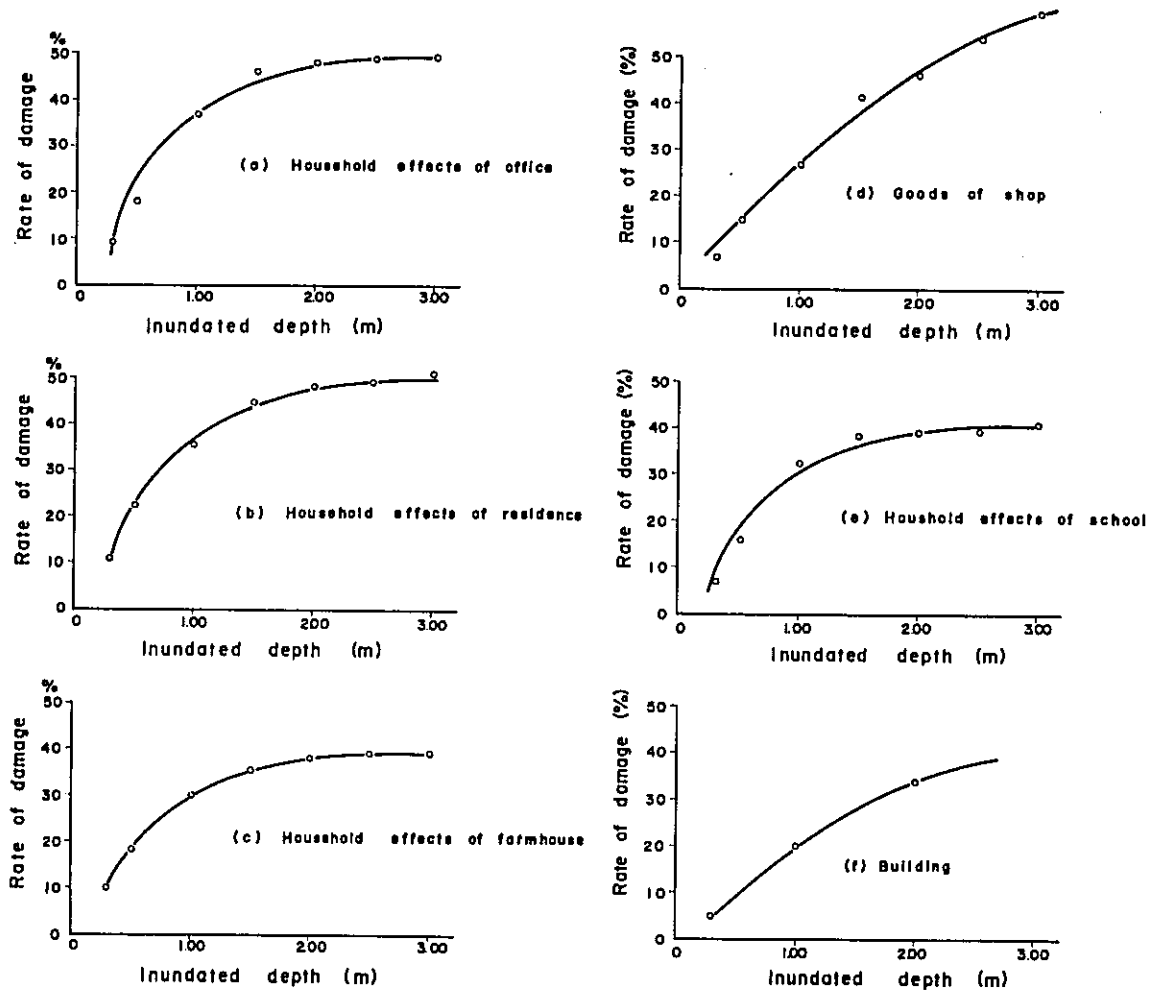


Table 4  
Percentage of Decrease in Yield

	Tillering Stage	Booting Stage	Heading time	Ripening Stage
	0 to 59 %	60 to 76 %	77 to 79 %	80 to 100 %
days				
Overhead 1 to 2	10	70	30	5
Flooding 3 to 4	20	80	80	20
5 to 6	30	85	90	30
over 7	35	95	100	30
Inundation 1 to 2	6	40	10	4
Upto 75% 3 to 4	9	46	23	15
Plant 5 to 6	14	49	26	23
Height over 7	16	55	30	23
Inundation 1 to 2	4	37	8	2
Upto 50% 3 to 4	9	42	22	4
Plant 5 to 6	13	45	25	6
Height over 7	15	50	28	6

$$g = \sum_{i=1}^{\ell} B_i (P_{1i} d_{1i} + P_{2i} d_{2i}) + \sum_{j=1}^m L_j r_j Y_j P_{3j} d_{3j} \quad (1)$$

ここに、 $g$  = 浸水被害額、 $B$  = 浸水をうけた家屋数、 $P_1$  = 家屋の平均評価額、 $P_2$  = 家財の平均評価額、 $d_1$  = 家屋の浸水被害率、 $d_2$  = 家財の浸水被害率、 $L$  = 農地の耕作面積、 $r$  = 耕作面積に対する植付面積の割合、 $Y$  = ha 当りの穀物の単位生産額、 $P_3$  = 穀物の単価、 $d_3$  = 穀物の浸水被害率、 $i$  = 浸水をうけた家屋の数および  $j$  = 浸水をうけた穀物の種類である。

浸水地域全体の被害額は  $G = \sum_{k=1}^n g_k$ 、であたえられる。 $n$  は浸水地域内のメッシュの数を示す。上記計算は確率洪水年ごとに行われる。従って、年平均洪水被害額は次式によってあたえられる。

$$D = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^s (P_{i-1} - P_i) (G_{i-1} + G_i) \quad (2)$$

ここに、 $p$  = 確率密度関数、 $P_{i-1} - P_i = (i-1)$  と  $i$  との間に起る洪水の発生確率、 $G$  = ある確率年における洪水被害額、 $i$  = 被害額計算に用いられた確率年の数である。この方法によるこのプロジェクトの浸水年平均洪水被害額の計最結果は第2編第9章に示す。



## 第25章 グモンサリダムの復旧による便益の評価

若し、現存するグモンサリダムが老朽化して、完全に壊滅するとすれば、その受益地域はスラバヤ川から灌漑用水を取水することができなくなり、その復旧がなされない限り、その地域は、灌漑システムの確立していない自然降雨依存型農業の生産レベルにまで衰退してゆくものと考えられる。

そこで、グモンサリダムの更新便益は、その受益地域における現状の生産レベルと、自然降雨依存型農業地域の生産レベルとの差として、単純にとらえることができよう。

現受益地域は、右岸地域4灌漑ブロックおよび左岸地域2灌漑ブロックの3,812haであるが、これらの各幹線水路もまた土砂の堆積、法面の崩壊等、相当機能が低下しているため、近い将来修復工事がなされる必要がある。

従って、上述の更新便益は、基幹施設であるグモンサリダム更新に相当する部分と、各灌漑ブロック幹線水路等の復旧に相当する部分とに振分ける必要がある。

ここでは、グモンサリダムの更新便益の対象面積として、現状の幹線水路等の能力の下で、満足の出来る灌漑を実施した場合、それが可能である最大面積をとることとした。即ち、現状の受益地域とこの最大面積の差分は、将来の幹線水路等の修復事業のために保留することにし計上はしない。

### 1. 受益地域

現受益地域は、3,812haである。経済計算における将来50年にわたる面積変化は、スラバヤ市地域の推定値をもとにして求めた。

### 2. 受益地域における栽培作物

過去7年間の平均値をもとにして受益地域における栽培作物分布を求めると次のとおりである。

雨期稲	3,559ha	93.4%
乾期稲	1,602 "	42.0%
裏作物	115 "	3.0%
全受益面積	3,812 "	100.0%

### 3. グモンサリダム更新便益積算対象面積

各水路の現況能力を過去の取水記録から求め、また灌漑必要水量とを比較した結果、現況能力のもとで、満足の出来る灌漑最大面積は2,352haとなる。これに各作物の栽培面積比率を乗じて、各作物の将来50年間にわたる栽培面積を計算した。

### 4. 各作物別単位面積当り便益

現地調査の際収集した統計資料をもとにして推定する。

a 雨 期 稻

	単位収量	単 価	純収益率	
灌 溉 地 (1)	3.74 t/ha	19 Rp/kg	35%	24,871 Rp/ha
降雨依存地 (2)	2.05 t/ha	15 Rp/kg	0	0
			差 引	24,871 Rp/ha
			純収益	24,000 Rp/ha

(1) (1965~1969) 雨期水稻作 Rendengan 平均値, もみ収量

(2) (1960~1969) 雨期乾田作 Gogorantjah 平均値, 穂つき収量

b 乾 期 稻

	単位収量	単 価	純収益率	
灌 溉 地 (3)	3.39 t/ha	19 Rp/ha	35%	22,544 Rp/ha
降雨依存地 (4)	1.50 t/ha	15 Rp/ha	0	0
			差 引	22,544 Rp/ha
			純収益	22,000 Rp/ha

(3) (1965~1969) 乾期水稻作 Gadu 平均値, もみ収量

(4) (1960~1969) 普通陸稻作 Gogo 平均値, 穂つき収量

c 裏 作 物

灌 溉 地	7,000 Rp/ha
降雨依存地	5,000 Rp/ha
差 引	2,000 Rp/ha
純 収 益	2,000 Rp/ha

5. 将来50年にわたる農業純益額の計算

計算は上述の数値を基にして行った。計算表は表1および表2のとおりである。

Table 1 Calculation of Amount of Losses on Agricultural Production in the Gunungsari Irrigation System (in case that the beneficial area will decrease after the straight line formula)

N	Year	Beneficial Area (ha)	Water Req't in Feb. (cu.m/s)	Expected Harvest Area			Expected Amount of Losses			Total (1000Rp)
				Rainy Season Paddy (ha)	Dry Season Paddy (ha)	Polo-widjo (ha)	Rainy Season Paddy (1000Rp)	Dry Season Paddy (1000Rp)	Polo-widjo (1000Rp)	
1	1973	3,797	6.61	2,197	1,595	114	52,728	35,090	228	88,046
2	74	3,788	6.59	2,197	1,591	114	52,728	35,002	228	87,958
3	75	3,779	6.58	2,197	1,587	113	52,728	34,914	226	87,868
4	76	3,770	6.56	2,197	1,583	113	52,728	34,826	226	87,780
5	77	3,761	6.54	2,197	1,580	113	52,728	34,760	226	87,714
6	78	3,752	6.53	2,197	1,576	113	52,728	34,672	226	87,626
7	79	3,743	6.51	2,197	1,572	112	52,728	34,584	224	87,536
8	80	3,734	6.50	2,197	1,568	112	52,728	34,496	224	87,448
9	81	3,725	6.48	2,197	1,565	112	52,728	34,430	224	87,382
10	82	3,716	6.47	2,197	1,561	111	52,728	34,342	222	87,292
11	1983	3,707	6.45	2,197	1,557	111	52,728	34,254	222	87,204
12	84	3,699	6.44	2,197	1,554	111	52,728	34,188	222	87,138
13	85	3,689	6.42	2,197	1,549	111	52,728	34,078	222	87,028
14	86	3,680	6.40	2,197	1,546	110	52,728	34,012	220	86,960
15	87	3,671	6.39	2,197	1,542	110	52,728	33,924	220	86,872
16	88	3,662	6.37	2,197	1,538	110	52,728	33,836	220	86,784
17	89	3,654	6.36	2,197	1,535	110	52,728	33,770	220	86,718
18	90	3,645	6.34	2,197	1,531	109	52,728	33,682	218	86,628
19	91	3,636	6.33	2,197	1,527	109	52,728	33,594	218	86,540
20	92	3,627	6.31	2,197	1,523	109	52,728	33,506	218	86,452
21	1993	3,617	6.29	2,197	1,519	109	52,728	33,418	218	86,364
22	94	3,609	6.28	2,197	1,516	108	52,728	33,352	216	86,296
23	95	3,600	6.26	2,197	1,512	108	52,728	33,264	216	86,208
24	96	3,591	6.25	2,197	1,508	108	52,728	33,176	216	86,120
25	97	3,583	6.23	2,197	1,505	107	52,728	33,110	214	86,052
26	98	3,573	6.22	2,197	1,501	107	52,728	33,022	214	85,964
27	99	3,564	6.20	2,197	1,497	107	52,728	32,934	214	85,876
28	2000	3,555	6.19	2,197	1,493	107	52,728	32,846	214	85,788
29	01	3,546	6.17	2,197	1,489	106	52,728	32,758	212	85,698
30	02	3,537	6.15	2,197	1,486	106	52,728	32,692	212	85,632
31	2003	3,528	6.14	2,197	1,482	106	52,728	32,604	212	85,544
32	04	3,519	6.12	2,197	1,478	106	52,728	32,516	212	85,456
33	05	3,501	6.09	2,197	1,470	105	52,728	32,340	210	85,278
34	06	3,492	6.08	2,197	1,467	105	52,728	32,274	210	85,212
35	07	3,483	6.06	2,197	1,463	104	52,728	32,186	208	85,122
36	08	3,475	6.05	2,197	1,460	104	52,728	32,120	208	85,056
37	09	3,466	6.03	2,197	1,456	104	52,728	32,032	208	84,968
38	10	3,456	6.01	2,197	1,452	104	52,728	31,944	208	84,880
39	11	3,447	6.00	2,197	1,448	103	52,728	31,856	206	84,790
40	12	3,438	5.98	2,197	1,444	103	52,728	31,768	206	84,702
41	2013	3,430	5.97	2,197	1,441	103	52,728	31,702	206	84,636
42	14	3,421	5.95	2,197	1,437	103	52,728	31,614	206	84,548
43	15	3,412	5.94	2,197	1,433	102	52,728	31,526	204	84,458
44	16	3,403	5.92	2,197	1,429	102	52,728	31,438	204	84,370
45	17	3,393	5.90	2,197	1,425	102	52,728	31,350	204	84,282
46	18	3,385	5.89	2,197	1,422	102	52,728	31,284	204	84,196
47	19	3,376	5.87	2,197	1,418	101	52,728	31,196	202	84,108
48	20	3,367	5.86	2,197	1,414	101	52,728	31,108	202	84,038
49	21	3,358	5.84	2,197	1,410	101	52,728	31,020	202	83,950
50	22	3,349	5.83	2,197	1,407	100	52,728	30,954	200	83,882

Table 2 Calculation of Amount of Losses on Agricultural Production in the Gunungsari Irrigation System (in case that the beneficial area will decrease after the exponential curve formula)

N	Year	Beneficial Area (ha)	Water Req't in Feb. (cu.m/s)	Expected Harvest Area			Expected Amount of Losses			
				Rainy Season Paddy (ha)	Dry Season Paddy (ha)	Polo-widjo (ha)	Rainy Season Paddy (1000Rp)	Dry Season Paddy (1000Rp)	Polo-widjo (1000Rp)	Total (1000Rp)
1	1973	3,788	6.59	2,197	1,591	114	52,728	35,002	228	87,958
2	74	3,775	6.57	2,197	1,586	113	52,728	34,892	226	87,846
3	75	3,760	6.54	2,197	1,579	113	52,728	34,738	226	87,692
4	76	3,744	6.51	2,197	1,572	112	52,728	34,584	224	87,536
5	77	3,727	6.48	2,197	1,565	112	52,728	34,430	224	87,382
6	78	3,712	6.46	2,197	1,559	111	52,728	34,298	222	87,248
7	79	3,689	6.42	2,197	1,549	111	52,728	34,078	222	87,028
8	80	3,667	6.38	2,197	1,540	110	52,728	33,880	220	86,828
9	81	3,645	6.34	2,197	1,531	109	52,728	33,682	218	86,628
10	82	3,620	6.30	2,197	1,520	109	52,728	33,440	218	86,386
11	1983	3,594	6.25	2,197	1,509	108	52,728	33,198	216	86,142
12	84	3,567	6.21	2,197	1,498	107	52,728	32,956	214	85,898
13	85	3,535	6.15	2,197	1,485	106	52,728	32,670	212	85,690
14	86	3,502	6.09	2,197	1,471	105	52,728	32,362	210	85,300
15	87	3,466	6.03	2,197	1,456	104	52,728	32,032	208	84,968
16	88	3,428	5.96	2,197	1,440	103	52,728	31,680	206	84,614
17	89	3,388	5.90	2,197	1,423	102	52,728	31,306	204	84,238
18	90	3,344	5.82	2,197	1,404	100	52,728	30,888	200	83,816
19	91	3,296	5.74	2,197	1,384	99	52,728	30,448	198	83,374
20	92	3,246	5.65	2,197	1,363	97	52,728	29,986	194	82,908
21	1993	3,191	5.55	2,197	1,340	96	52,728	29,480	192	82,400
22	94	3,132	5.45	2,197	1,315	94	52,728	28,930	188	81,846
23	95	3,068	5.34	2,197	1,289	92	52,728	28,358	184	81,270
24	96	3,001	5.22	2,197	1,260	90	52,728	27,720	180	80,628
25	97	2,926	5.09	2,197	1,229	88	52,728	27,038	176	79,942
26	98	2,847	4.95	2,197	1,196	85	52,728	26,312	170	79,210
27	99	2,762	4.81	2,197	1,160	83	52,728	25,520	166	78,414
28	2000	2,671	4.65	2,197	1,122	80	52,728	24,684	160	77,572
29	01	2,573	4.48	2,197	1,081	77	52,728	23,782	154	76,664
30	02	2,468	4.29	2,197	1,037	74	52,728	22,814	148	75,690
31	2003	2,354	4.10	2,197	984	71	52,728	21,648	142	74,518
32	04	2,231	3.88	2,084	937	67	50,016	20,614	134	70,764
33	05	2,100	3.65	1,961	882	63	47,064	19,404	126	66,594
34	06	1,958	3.41	1,829	822	59	43,896	18,084	118	62,098
35	07	1,805	3.14	1,686	758	54	40,464	16,676	108	57,248
36	08	1,617	2.81	1,510	679	49	36,240	14,938	98	51,276
37	09	1,466	2.55	1,369	616	44	32,856	13,552	88	46,496
38	10	1,277	2.22	1,193	536	38	28,632	11,792	76	40,500
39	11	1,072	1.87	1,001	450	32	24,024	9,900	64	33,988
40	12	853	1.49	797	358	26	19,128	7,876	52	27,056
41	2013	617	1.07	576	259	19	13,824	5,698	38	19,560
42	14	130	0.23	121	55	4	2,904	1,210	8	4,122
43	15	90	0.16	84	38	3	2,016	836	6	2,858
44	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0
45	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0
46	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0
47	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0
48	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
49	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0

## 第 26 章 マルモヨ河流域の氾濫

1. ゲデック水門並びにムリリップ水門から、ブラントス河の洪水流量が分流される場合と、分流されない場合の、マルモヨ河流域の氾濫の検討

- (1) 分流される場合の各河川の流量とマルモヨ河流域の氾濫

ブラントス河の洪水流量の一部を、ゲデック水門とムリリップ水門から分流している現在のゲート操作方法の下で起った 1959 年の洪水によるマルモヨ河流域の氾濫の記録は、図 1 のとおりである。又この時のゲデック水門、ムリリップ水門、ムルヌンダム、ブルニンの各水位記録と前記水位-流量曲線から、夫々の地点の流量に換算した結果は、図 2 の各実線のとおりである。

この図 2 の結果を利用し、この時のゲデック河合流後のマルモヨ河の流量を、ムルヌンダム地点の流量と、ゲデック河の流量の和とした場合と、ブルニン地点の流量から、ムリリップ地点の流量及び  $70 \text{ m}^3/\text{s}$  の一定流量と仮定したワツダコン河の流量を差引いた残りの流量とした場合の 2 つの方法について概算すると、図 2 に示すとおりであり、10 時間程度の時間のずれが見られるが、その流量曲線はほぼ近似しており、各流量の相対関係は良好なものと思われる。

従って各地点の流量及びゲデック河合流後のマルモヨの流量(2 つの方法の平均流量を採用する)は、ほぼ信頼出来るものと考えられる。

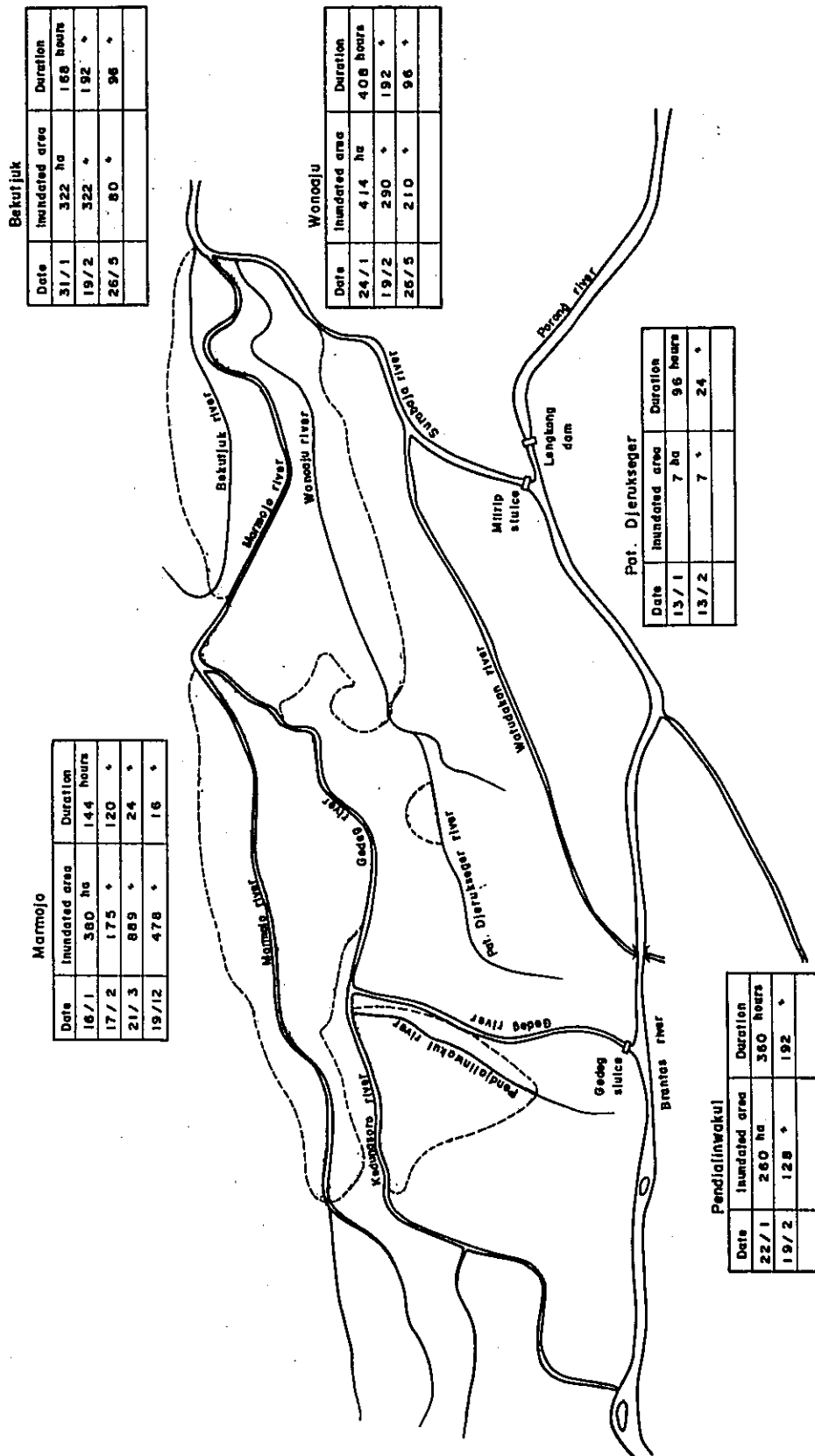
次にウオノアユ流域及びブクチュク流域の氾濫期間とブルニン地点の時間-流量曲線、ベンジャリンワクル流域の氾濫期間とゲデック河の時間-流量曲線、そしてマルモヨ上流域の氾濫期間とゲデック河合流後のマルモヨ河の時間-流量曲線とを対比して見ると、夫々河川の流量が大きい為に、内水の排除が不能となっていることが解る。

この関係から、夫々の地区の氾濫が始まると思われる流量を概略見積ると、ウオノアユ、ブクチュク流域は、ブルニン地点の流量が約  $350 \text{ m}^3/\text{s}$  であり、ベンジャリンワクル流域は、ゲデック河の流量が約  $60 \text{ m}^3/\text{s}$ 、又マルモヨ上流域は、ゲデック河合流後のマルモヨ河の流量が、約  $100 \text{ m}^3/\text{s}$  程度と考えられる。

- (2) 分流がない場合の 1959 年の洪水時の流量とマルモヨ河流域の氾濫の推定

1959 年の洪水時に、若しゲデック水門及びムリリップ水門よりブラントス河の洪水が分流されなかった場合の各地点の流量は、図 2 のとおりブルニン地点の最大流量が約  $200 \text{ m}^3/\text{s}$  であり、ウオノアユ及びブクチュクの氾濫は全く無く、又ゲデック河の流量は殆んど零であって、ベンジャリンワクルの氾濫も発生せず、更にゲデック河合流後のマルモヨ河の流量も  $100 \text{ m}^3/\text{s}$  以下で、マルモヨ地区の氾濫も殆んど発生しない事となる。即ちゲデック水門及びムリリップ水門よりブラントス河の洪水を分流しなければ、1959 年の洪水によるマルモヨ河流域の氾濫は、全く発生しなかったであろうと思われる。

Fig. 1 Inundation of the Marmajo River in 1959



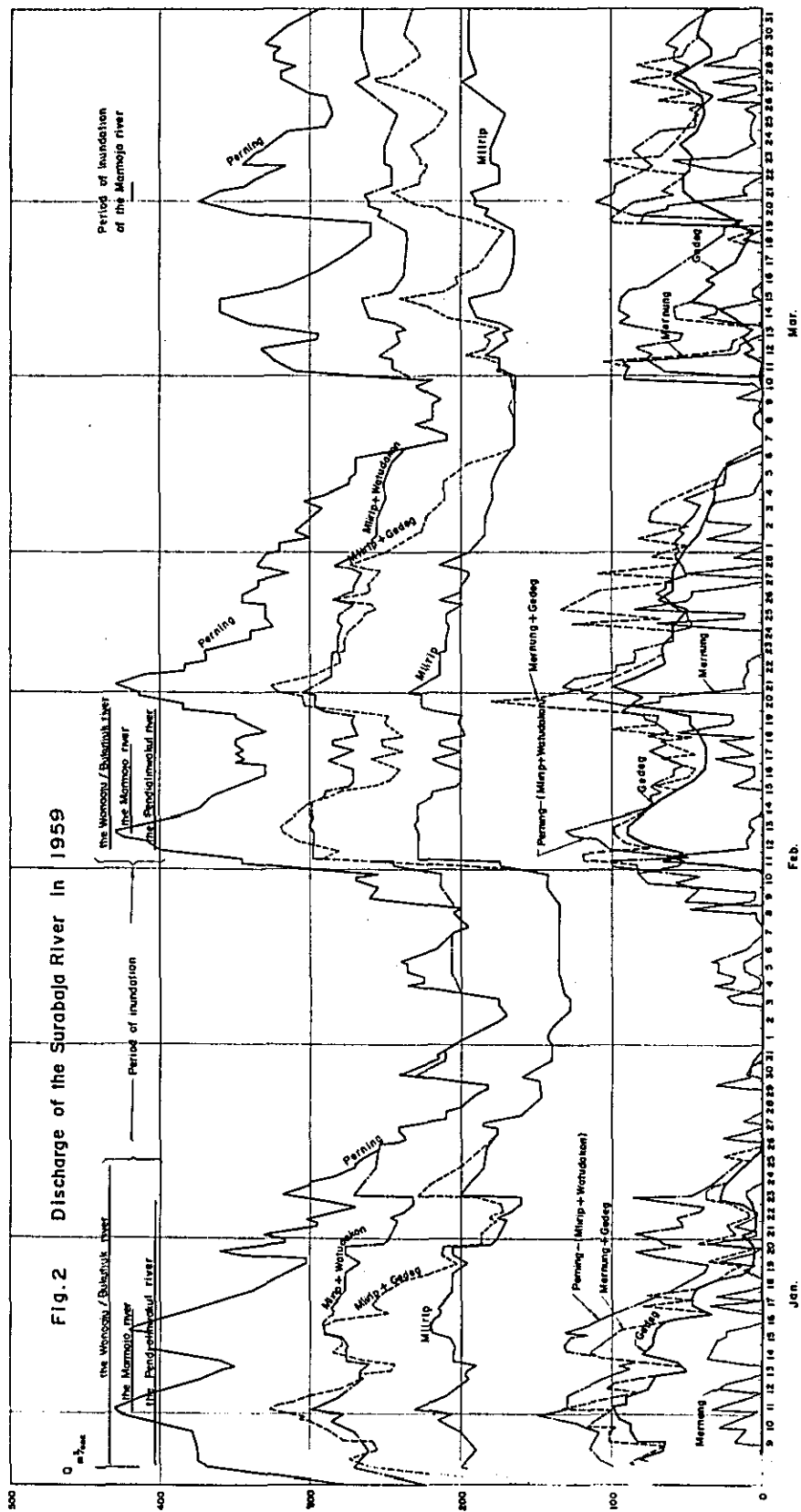


Table 1 Calculation of H-Q for Respective Profiles

Section No.	H.	(I) $I^{1/2}$	River channel ( $1/n=1/0.03=33.333$ )				Protected low-land ( $1/n=1/0.05=20.$ )				Q = $Q_1+Q_2$
			$A_1$	$R_1$	$R_1^{2/3}$	$Q_1$	$A_2$	$R_2$	$R_2^{2/3}$	$Q_2$	
		(1/6,000)	$m^2$	$m$			$m^2$	$m$		$m^3/s$	$m^3/s$
I	17.5	0.0129	185	3.25	2.194	174.					174.
	17.8	"	196	3.44	2.279	192.	45.	0.1495	0.282	3.3	195.
	18.2	"	211	3.71	2.397	216.	225.	0.374	0.519	30.1	246.
	18.6	"	226	3.97	2.507	243.	525.	0.582	0.697	94.5	338.
	19.0	"	240	4.22	2.611	269.	945.	0.785	0.851	207.0	476.
II	18.2	(1/3,000) 0.01825	75	1.73	1.441	66.					66.
	18.5	"	86	1.98	1.577	88.	50.	0.151	0.284	5.2	93.
	18.8	"	96	2.21	1.697	99.	178.	0.269	0.417	27.1	126.
	19.1	"	107	2.47	1.827	119.	425.	0.429	0.569	88.3	207.
	19.4	"	117	2.70	1.939	138.	772.	0.583	0.698	196.5	335.
III	19.3	(1/2,500) 0.020	61	1.425	1.266	52.					52.
	19.6	"	72	1.68	1.416	68.	39.	0.150	0.282	4.4	72.
	19.9	"	83	1.94	1.558	87.	152.	0.31	0.458	28.0	115.
	20.2	"	94	2.195	1.689	106.	333.	0.461	0.597	80.0	186.
	20.5	"	105	2.455	1.820	127.	584.	0.613	0.722	169.0	296.
IV	20.9	(1/2,200) 0.0213	78	2.29	1.737	96.					96.
	21.1	"	83	2.44	1.812	107.	15.	0.10	0.215	1.4	108.
	21.3	"	88	2.59	1.886	118.	60.	0.199	0.341	8.7	127.
	21.5	"	93	2.73	1.953	129.	135.	0.299	0.447	25.7	155.
	21.7	"	98	2.88	2.024	141.	240.	0.399	0.542	55.4	196.
V	22.5	(1/1,300) 0.0285	88	2.045	1.611	135.					135.
	22.7	"	94	2.18	1.681	150.	14.	0.10	0.215	1.7	152.
	22.9	"	101	2.35	1.768	170.	56.	0.199	0.341	10.9	181.
	23.1	"	107	2.49	1.837	186.	126.	0.30	0.448	32.2	218.
	23.3	"	114	2.65	1.915	208.	224.	0.399	0.542	69.1	277.



このようにブランタス河の洪水が分流されなくなれば、屢々発生しているマルモヨ河流域の氾濫は、殆んど解消されるものと思われ、又若し氾濫が発生しても、その湛水時間は非常に短期間の氾濫になるものと思われる。

2. ゲデック河合流点より上流のマルモヨ河の氾濫と、その改良工事

(1) 現況河道の代表断面における水位流量曲線

ゲデック河の合流点より上流部のマルモヨ河の平面図と、計算対象断面番号を図3に示す。

このIからVまでの5代表断面について、地形図からその夫々の横断形を図4のとおり推定し、マルモヨ河のマンニングの粗度係数nを0.03と仮定した。マンニングの等流式により計算した流量と、水位の関係は表1及び図5のとおりである。

(2) マルモヨ河上流部の確率洪水と氾濫

マルモヨ河の確率洪水による流量配分は表2のとおりである。

表2 マルモヨ河各地点の確率洪水量

地点	確率年					
	1.05年	2.0年	5.0年	10.0年	20.0年	50.0年
ムルヌン ～ブラットクーロン	63	101	130	149	166	190
ブラットクーロン ～ワルグンディナール	78	125	161	184	205	235
ワルグンディナール ～クルブク	84	135	174	199	222	254

この確率洪水について図5により各代表断面の水位と水面巾を求めると、表3のとおりである。

表3 各断面の各確率洪水毎の氾濫水位と水面巾

断面 No.	確率年 水位、 巾の別	1.05年	2年	5年	10年	20年	50年
		I	水位	—	—	—	17.86
	水面巾	—	—	—	340	490	640
II	水位	18.33	18.80	18.96	19.04	19.09	19.18
	水面巾	160	660	840	930	980	1080
III	水位	19.66	19.91	20.11	20.20	20.27	20.35
	水面巾	310	500	650	720	780	840
IV	水位	—	21.00	21.33	21.46	21.56	21.67
	水面巾	—	70	320	420	500	580
V	水位	—	—	—	22.67	22.80	22.96
	水面巾	—	—	—	120	210	320

この20年確率の洪水氾濫想定図は図3のとおりであり、この縦断図を図6に示す。

Fig. 3 Inundation of Upper Basin of the Marmajo River

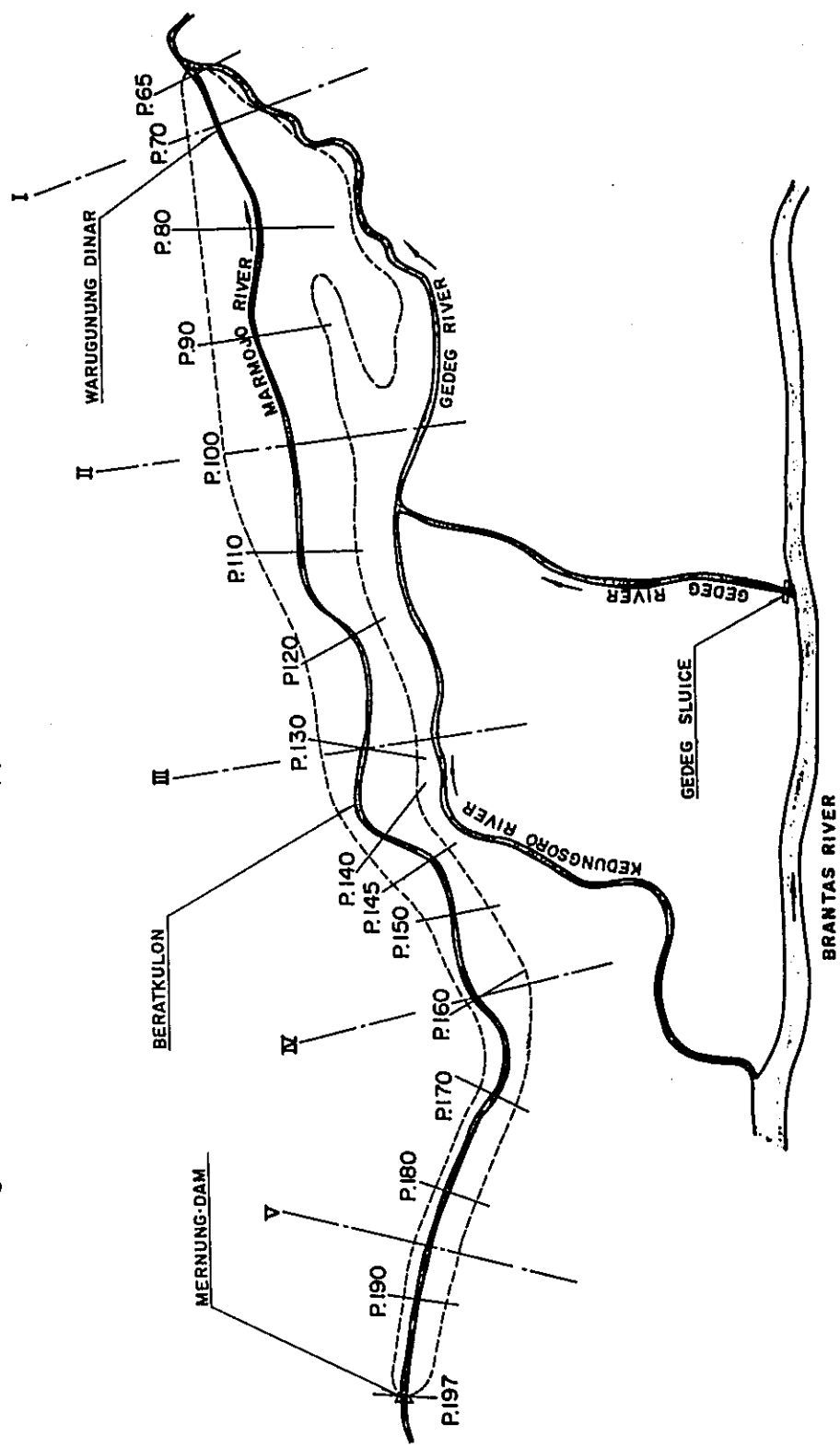


Fig. 4 Lateral Profile of the Mormojo River

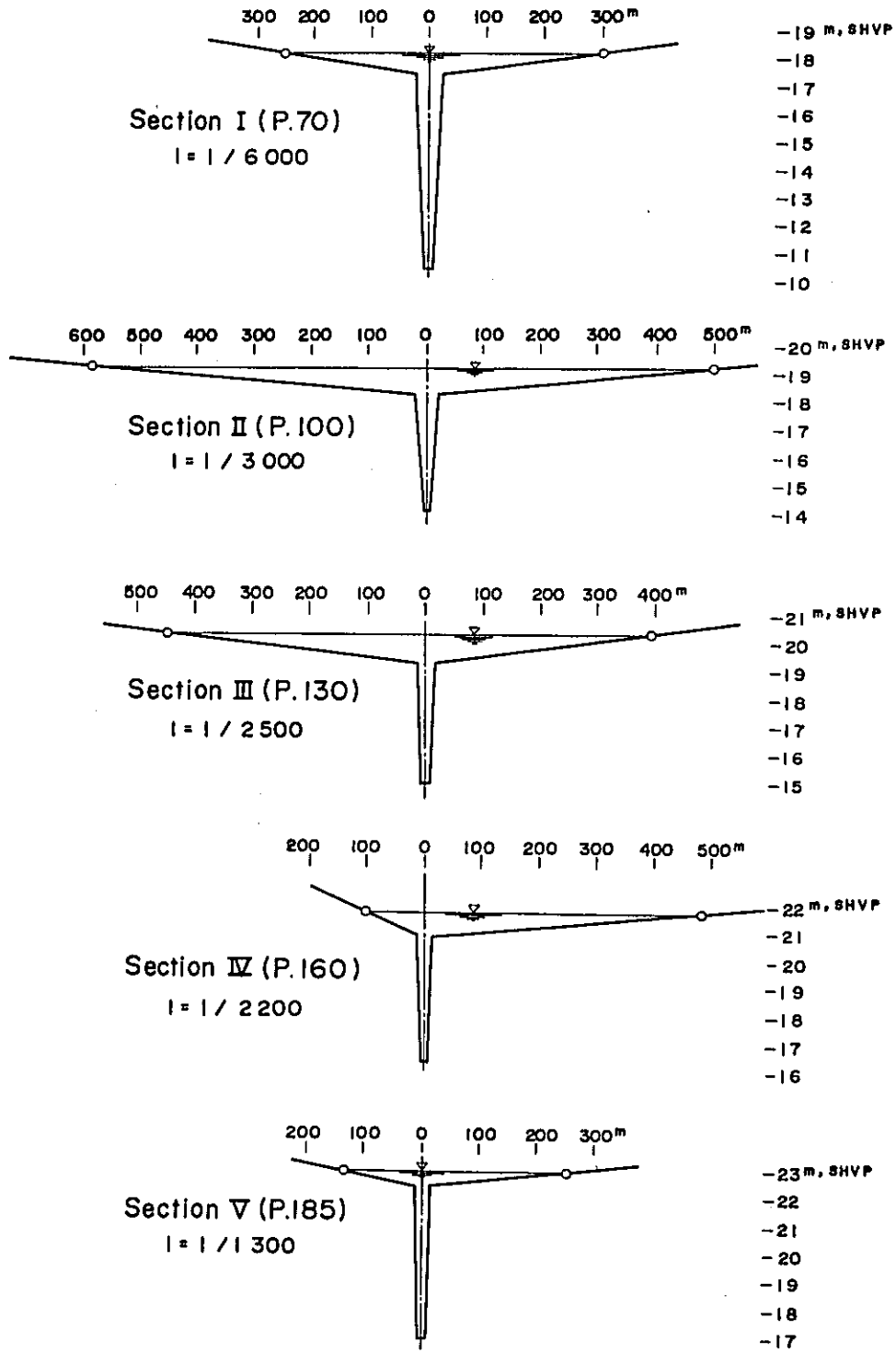


Fig. 5 Stage-Discharge Curve

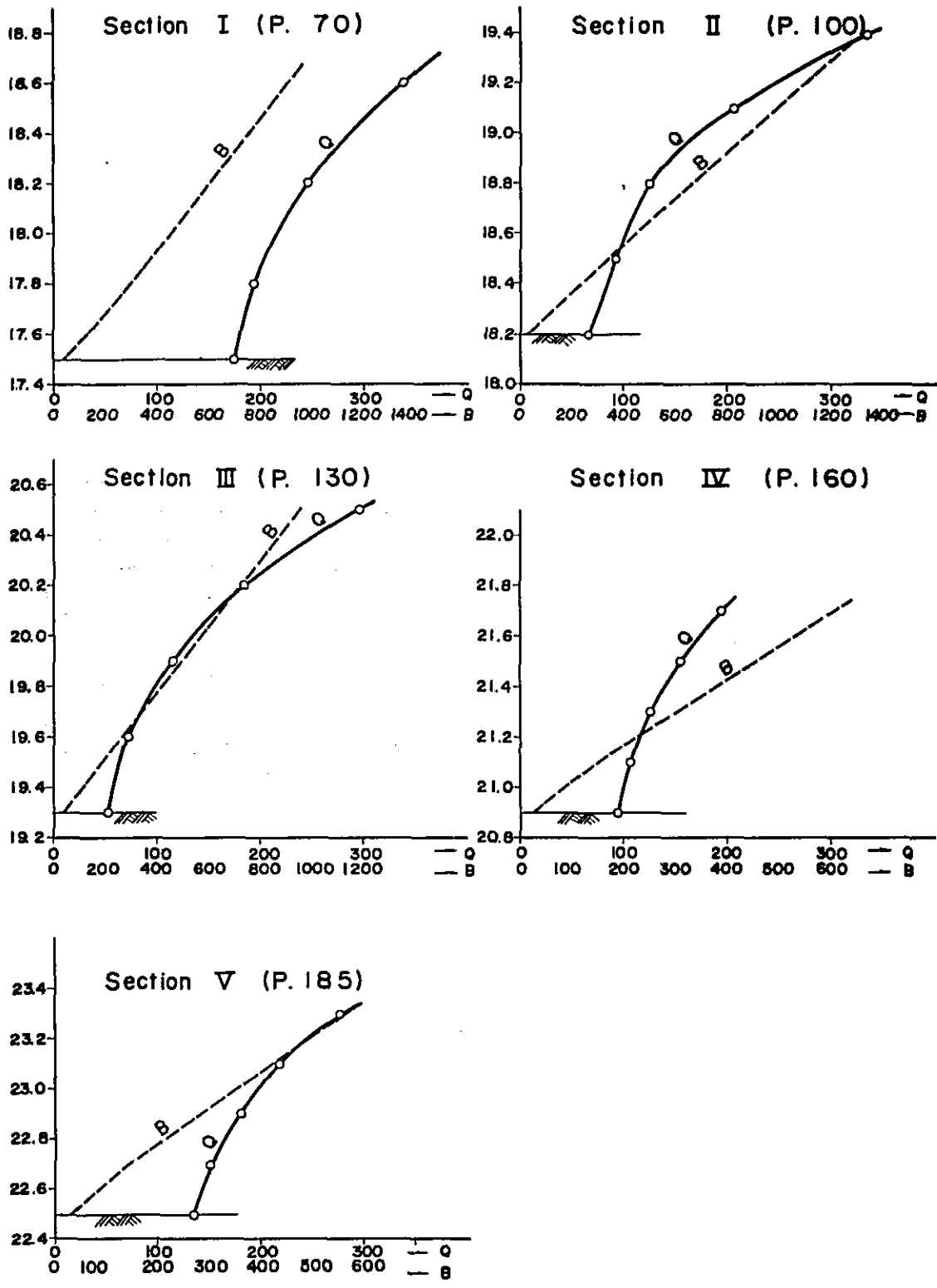
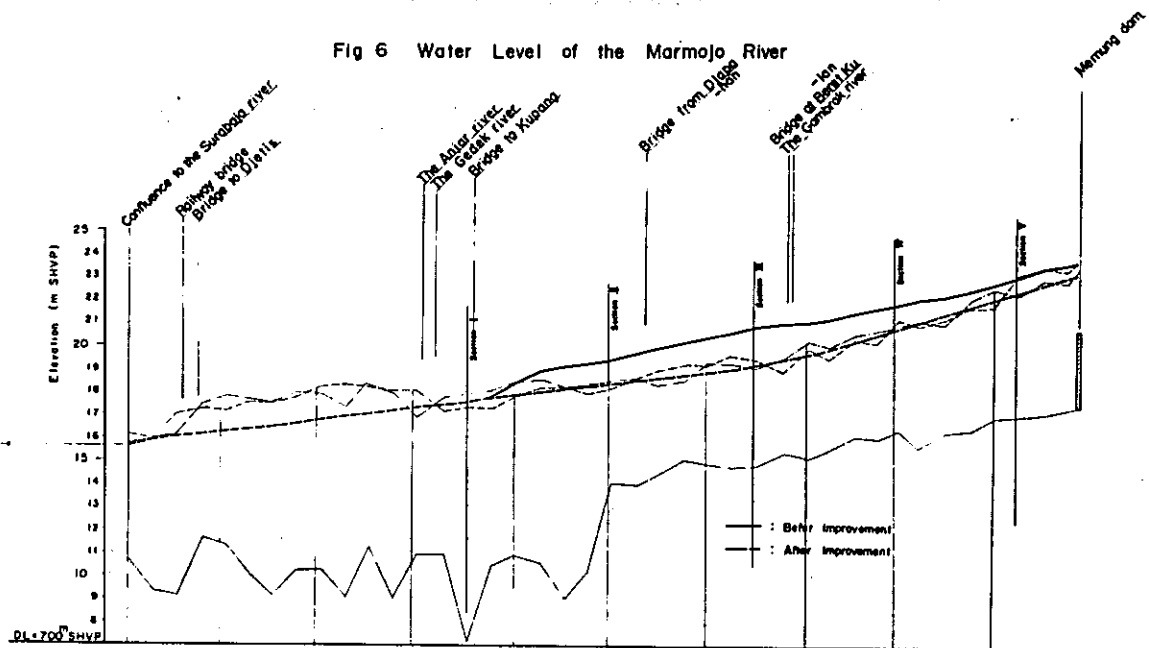
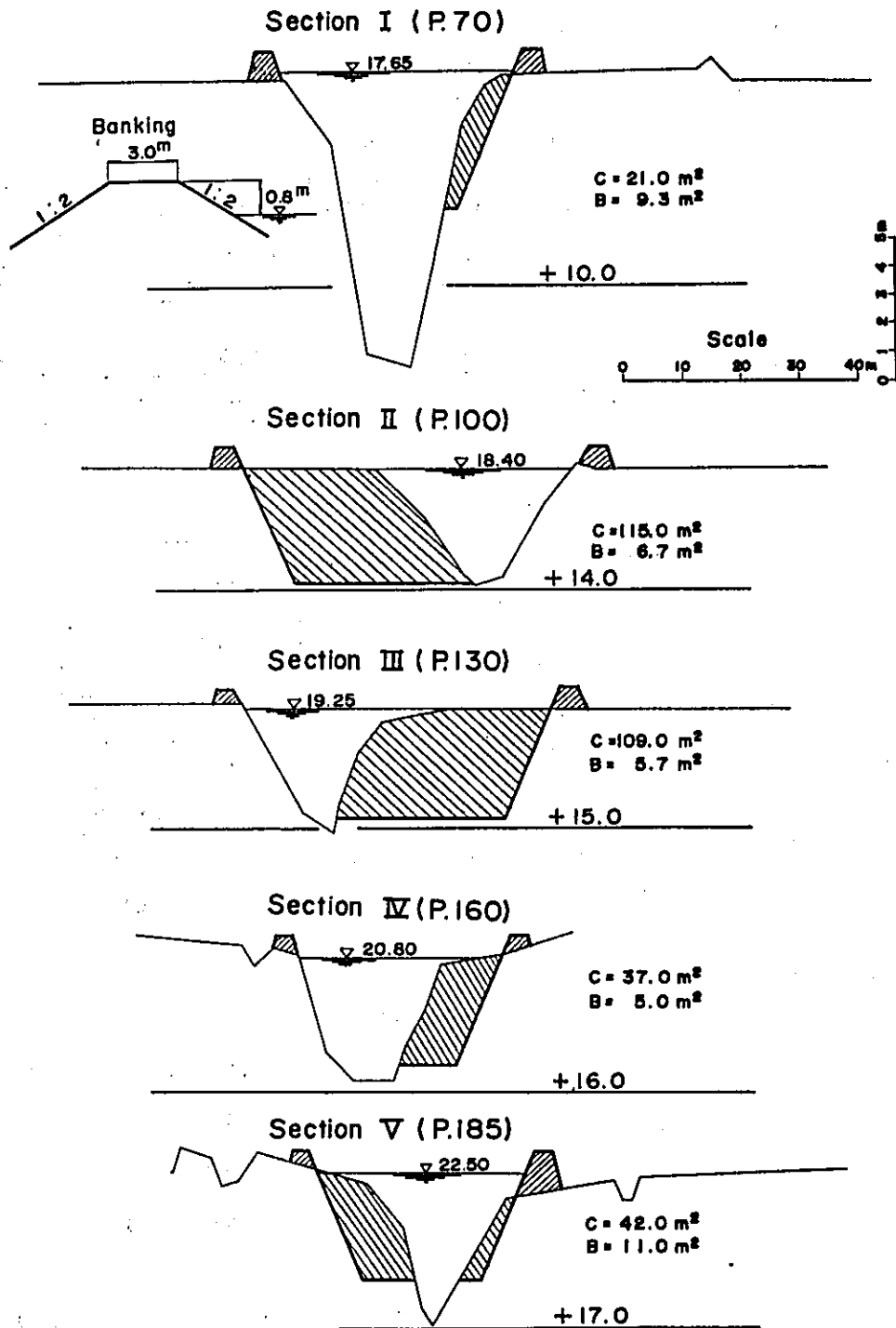


Fig 6 Water Level of the Marmajo River



Section number	Elevation of existing river bed (m SHVP)		Elevation of existing dam top (m SHVP)		Design water level (m SHVP)	Coefficient of roughness
	Left	Right	Left	Right		
0	0	0	0	0	15.93	0.030
5	328.0	328.0	9.31	13.95	15.94	
10	521.7	1020	9.11	17.02	16.97	
15	327.9	378	11.64	17.26	17.66	
20	503.3	2073	11.33	17.19	17.69	
25	484.1	258	10.05	17.55	17.85	
30	517.1	3089	9.15	17.56	17.96	
35	505.7	3382	10.34	17.76	17.94	
40	517.9	409	10.34	18.22	17.92	
45	524.4	4334	9.09	18.31	17.37	
50	5034.4	5139	11.24	18.24	18.08	
55	5035.3	5841	9.06	18.04	17.95	
60	5065.5	6100	10.92	18.09	18.82	
65	5374.3	6725	10.91	17.17	17.79	
70	501.1	7225	7.17	7.32	17.94	
75	5150.7	7741	10.47	17.30	18.08	
80	5144.4	8235	10.90	17.79	18.41	
85	5125.8	8738	10.59	18.36	18.54	
90	5214.9	9202	9.09	18.24	18.23	
95	4461.1	9789	10.77	17.97	18.36	
100	4977.1	10287	14.09	18.20	18.20	
105	5107.1	10794	13.99	18.63	18.63	
110	498.8	11295	14.46	18.01	18.37	
115	5608.4	11845	13.11	18.23	18.53	
120	4893.1	12340	14.90	19.22	18.33	
125	5000.5	12844	14.77	19.64	18.30	
130	5160.1	13350	14.82	19.45	19.11	
135	5143.0	13856	13.44	18.40	18.94	
140	5043.1	14364	13.21	19.97	20.37	
145	4933.5	14874	13.57	19.50	20.05	
150	5283.0	15382	16.11	20.33	20.97	
155	509.1	15894	16.02	20.22	20.77	
160	4177.1	16406	16.41	21.20	20.97	
165	4483.1	16917	15.83	20.99	21.18	
170	361.2	17428	16.23	20.73	21.02	
175	5383.1	17937	16.40	21.79	22.11	
180	5077.1	18446	16.97	21.85	22.59	
185	5063.1	18951	17.02	21.20	22.54	
190	5177.1	19464	17.16	21.33	22.00	
195	481.8	19971	17.35	21.42	22.91	
200	505.1	20481	17.70	22.80	23.42	

Fig. 7 Improved Cross-Section of the Marmajo River



(3) 改良河道による水位

この河川の改良断面を図7のとおりとすれば、その水理計算の結果並びに掘削、築堤の工事量は表4、5のとおりである。

表4 改良河道の等流式による水位と流量

断面 No.	H	I	A	R	$R^{2/3}$	$I^{1/2}/n$	Q	摘要
I	17.65	1/4,000	210m <sup>2</sup>	3.44m	2.279	0.527	252m <sup>3</sup> /sec	>222
II	18.40	1/4,000	196 <sup>2</sup>	3.00 <sup>2</sup>	2.080	0.527	215 <sup>2</sup>	>205
III	19.25	1/2,500	170 <sup>2</sup>	2.80 <sup>2</sup>	1.987	0.667	225 <sup>2</sup>	>205
IV	20.80	1/1,500	110 <sup>2</sup>	2.50 <sup>2</sup>	1.842	0.860	174 <sup>2</sup>	>166
V	22.50	1/1,500	115 <sup>2</sup>	2.25 <sup>2</sup>	1.717	0.860	170 <sup>2</sup>	>166

表5 掘削及び築堤土量

断面 No.	区間距離	掘削			築堤		
		断面積	平均断面	土量	断面積	平均断面	土量
I	m 0	m <sup>2</sup> 21.0	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>
II	3.000	115.0	68.	204,000	6.7	8.0	24,000
III	3.000	109.0	112.	336,000	5.7	6.2	18,600
IV	3.000	37.0	73.	219,000	5.0	5.35	16,050
V	3.700	42.0	39.5	146,150	11.0	8.0	29,600
計				903,150			88,250

(4) 工事費と被害額

この河道改良工事の概算工事費は、次の如く見積られる。

掘削	903,150m <sup>3</sup>	@Rp 365	Rp 329,649,750.
築堤		@Rp 420	Rp 37,065,000.
その他の工事	1式		Rp 3,285,250.
合計			Rp 40,000,000.

現在河道の洪水氾濫による年平均被害額は、約Rp 10,000,000.前後と考えられるので、この洪水を防除するための上記の如き改良工事は、経済的に成立しないと思われる。

第 5 部  
資 料 目 録



CHAPTER I

DATA ON HYDROLOGY

	file No.
1. Rainfall.	
(1) Terms on the raingage station	HY-3
1) Station name : Gubeng/Kedungtjowek/Larangan/Keputih /Kebonagung/Wonoredjo/Gunungsari/ Banjuurip/Semimi/Tapen/Kabuh/Tandjung/ Wringinanom/Krikilan/Gedeg/Wonokromo/ Kedung/Terusan/Djatisari	
2) Terms : station name/type of raingage/year of start/ managing office/elevation of station site/ gaging time of daily rainfall/period of daily rainfall data/period of hourly rainfall data	
(2) Location map of raingage stations	
a. Fig. 1.1 General orientation inundated area in connection with Surabaja river project	PL-2
b. On the raingage station in the Brantas river basin	PL-6
(3) Daily rainfall	
a. Gubeng station : 1950(Jan.) - 1971(Dec.) i) 1950(Jan.) - 1970(Dec.) ii) 1971(Jan. - Dec.)	HY-1 HY-3
b. Kedungtjowek station : 1950(Jan.) - 1971(Dec.) i) 1950(Jan.) - 1970(Dec.) ii) 1971(Jan. - Dec.)	HY-1 HY-3
c. Larangan station : 1950(Jan.) - 1971(Dec.) i) 1950(Jan.) - 1970(Dec.) ii) 1971(Jan. - Dec.)	HY-1 HY-3
d. Keputih station : 1950(Jan.) - 1971(Dec.) i) 1950(Jan.) - 1970(Dec.) ii) 1971(Jan. - Dec.)	HY-1 HY-3
e. Kebonagung station : 1950(Jan.) - 1971(Dec.) i) 1950(Jan.) - 1970(Dec.) ii) 1971(Jan. - Dec.)	HY-1 HY-3
f. Wonoredjo station : 1950(Jan.) - 1971(Dec.) i) 1950(Jan.) - 1970(Dec.) ii) 1971(Jan. - Dec.)	HY-1 HY-3
g. Gunungsari station : 1950(Jan.) - 1971(Dec.) i) 1950(Jan.) - 1970(Dec.) ii) 1971(Jan. - Dec.)	HY-1 HY-3

- h. Banjuurip station : 1950(Jan.) - 1971(Dec.)
  - i) 1950(Jan.) - 1970(Dec.) HY-1
  - ii) 1971(Jan. - Dec.) HY-3
- i. Semimi station : 1950(Jan.) - 1971(Dec.)
  - i) 1950(Jan.) - 1970(Dec.) HY-1
  - ii) 1971(Jan. - Dec.) HY-3
- j. Tapen station : 1950(Jan.) - 1971(Dec.)
  - i) 1950(Jan. - Dec.), 1970(Jan. - Dec.) HY-2
  - ii) 1951(Jan.)-1965(Dec.), 1967(Jan.)-1969(Dec.) HY-1
  - iii) 1966(Jan. - Dec.), 1971(Jan. - Dec.) HY-3
- k. Kabuh station : 1950(Jan.) - 1971(Dec.)
  - i) 1950(Jan. - Dec.), 1970(Jan. - Dec.) HY-2
  - ii) 1951(Jan.)-1965(Dec.), 1967(Jan.)-1969(Dec.) HY-1
  - iii) 1966(Jan. - Dec.), 1971(Jan. - Dec.) HY-3
- l. Tandjung station : 1950(Jan.) - 1971(Dec.)
  - i) 1950(Jan. - Dec.), 1970(Jan. - Dec.) HY-2
  - ii) 1951(Jan.)-1965(Dec.), 1968(Jan.)-1969(Dec.) HY-1
  - iii) 1966(Jan.)-1967(Dec.), 1971(Jan. - Dec.) HY-3
- m. Wringinanom station : 1950(Jan.) - 1971(Dec.)
  - i) 1950(Jan.)-1951(Dec.), 1970(Jan. - Dec.) HY-2
  - ii) 1952(Jan.) - 1969(Dec.) HY-1
  - iii) 1971(Jan. - Dec.) HY-3
- n. Krikilan station : 1950(Jan.) - 1971(Dec.)
  - i) 1950(Jan.)-1952(Dec.), 1957(Jan.)-1959(Dec.),  
1970(Jan. - Dec.) HY-2
  - ii) 1953(Jan.)-1956(Dec.), 1960(Jan.)-1969(Dec.) HY-1
  - iii) 1971(Jan. - Dec.) HY-3
- o. Gedeg station : 1958(Jan.) - 1971(Dec.) HY-3
- p. Surabaya station : 1962(Jan.) - 1971(Dec.) HY-3
- q. Terusan station : 1950(Jan.) - 1971(Dec.) HY-3
- r. Djatisari station : 1950(Jan. - Dec.), 2603?, 2604?.  
1956(Apr.) - 1971(Dec.) HY-3
- s. Wonokromo station : 1971(Jan.) - 1972(Feb.) HY-3
- t. Kedung station : 1971(Jan. - Dec.) HY-3
- u. Djombang station : 1950(Jan.) - 1965(Dec.)  
1967(Jan.) - 1970(Dec.) HY-3

(4) Diagram of :

- a. Fig. 5.1 Rainfall (1950 - 1970)
- b. Fig. 5.2 Mean of monthly total discharge (1950 - 1970)
- c. Fig. 5.3 Max. & min. discharge (1948 - 1970)

(5) Copies of records of recording raingage HY-4

- a. Surabaja station : 1962(Jan.) - 1972(Feb.)
  - i) 1962(Jan.) - 1971(Dec.); storm of which daily rainfall is larger than 50mm.
  - ii) 1972(Jan. - Feb.); every storm
- b. Wonokromo station : 1971(Jan.) - 1972(Feb.)
  - i) 1971(Jan.)-1972(Jan.); storm of which daily rainfall is larger than 50mm.
  - ii) 1972(Feb.); every storm

2. Water Level and Tide Level

(1) Water level

Data marked \* show daily water level records and rests are records taken more than three times a day

- a. Kedungsoro : 1949(Nov.)-1962(Oct.), 1964(Jan. - Dec.), 1966(Feb.)-1971(Dec.)
  - i) 1949(Nov.) - 1953(Jan.) HY-7
  - \* ii) 1953(Jan.) - 1960(Dec.) HY-6
  - iii) 1953(Feb.) - 1956(Apr.) HY-8
  - iv) 1956(May) - 1957(Dec.) HY-9
  - v) 1958(Jan.) - 1959(Dec.) HY-10
  - vi) 1960(Jan. - Dec.) HY-11
  - vii) 1961(Jan. - Dec.) HY-12
  - viii) 1962(Jan. - Dec.) HY-13
  - ix) 1964(Jan. - Dec.) HY-14
  - x) 1966(Feb.) - 1971(Oct.) HY-15
  - \* xi) 1971(Jan. - Dec.) HY-5
- b. Gedeg : 1949(Nov.)-1962(Dec.), 1964(Jan. - Dec.), 1966(Feb. - Aug.), 1966(Dec.)-1968(Dec.), 1969(Apr.)-1971(Dec.)
  - i) 1949(Nov.) - 1953(Jan.) HY-7
  - ii) 1953(Jan.) - 1960(Dec.) HY-6
  - iii) 1953(Feb. - Aug.), 1953(Dec.) - 1956(Apr.) HY-8
  - iv) 1956(May) - 1957(Dec.) HY-9
  - v) 1958(Jan.) - 1959(Dec.) HY-10
  - vi) 1960(Jan. - Dec.) HY-11
  - vii) 1961(Jan. - Dec.) HY-12
  - viii) 1962(Jan. - Dec.) HY-13
  - ix) 1964(Jan. - Dec.) HY-14
  - x) 1966(Feb. - Aug.), 1966(Dec.)-1968(Dec.), 1969(Apr.) - 1971(Oct.) HY-15
  - xi) 1971(Jan. - Dec.) HY-5
- c. Terusan : 1949(Nov.) - 1971(Dec.)
  - i) 1949(Nov.) - 1953(Jan.) HY-7
  - ii) 1953(Jan.) - 1960(Dec.) HY-6
  - iii) 1953(Feb.) - 1957(Dec.) HY-8
  - iv) 1956(May) - 1957(Dec.) HY-9
  - v) 1958(Jan.) - 1959(Dec.) HY-10
  - vi) 1960(Jan. - Dec.) HY-11
  - vii) 1960(Oct.) - 1971(Dec.) HY-5
  - viii) 1961(Jan. - Dec.) HY-12
  - ix) 1962(Jan. - Dec.) HY-13

x) 1964(Jan. - Dec.)	HY-14
xi) 1966(Dec.)-1967(Mar.), 1968(Mar.), 1971(Jan.-Mar.)	HY-15
xii) 1971(Jan. - Dec.)	HY-16
d. Djabon : 1950(Jan.) - 1971(Dec.)	
* i) 1950(Jan.) - 1970(Dec.)	HY-2
* ii) 1969(Jul. & Nov.), 1970(Mar. Jun. & Jul.); some supplements of i)	HY-3
* iii) 1951(Feb.)-1953(Apr.), 1960(Oct.)-1971(Dec.)	HY-5
* iv) 1953(Jan.) - 1960(Dec.)	HY-6
e. Kepadjaran : 1950(Jan.) - 1971(Dec.)	
* i) 1950(Jan.) - 1970(Dec.)	HY-2
* ii) 1951(Feb.)-1953(Apr.), 1960(Oct.)-1971(Dec.)	HY-5
* iii) 1953(Jan.) - 1960(Dec.)	HY-6
f. Lengkong : 1950(Feb.) - 1962(Dec.), 1964(Jan.-Dec.) 1970(Sep.) - 1971(Dec.)	
i) 1950(Feb.) - 1953(Jan.)	HY-7
ii) 1953(Feb.) - 1956(Apr.)	HY-8
iii) 1956(May) - 1957(Dec.)	HY-9
iv) 1958(Jan.) - 1959(Dec.)	HY-10
v) 1960(Jan. - Dec.)	HY-11
vi) 1961(Jan. - Dec.)	HY-12
vii) 1962(Jan. - Dec.)	HY-13
viii) 1964(Jan. - Dec.)	HY-14
ix) 1970(Sep.) - 1971(Dec.)	HY-16
g. Mlirip : 1950(Jan.) - 1971(Dec.)	
i) 1950(Jan.) - 1971(Dec.)	HY-2
ii) 1969(Jun. & Nov.), 1970(Mar., Jun. & Jul.); some supplements of i)	HY-3
iii) 1950(Feb.) - 1953(Jan.)	HY-7
iv) 1951(Feb.)-1953(Apr.), 1960(Oct.)-1971(Dec.)	HY-5
v) 1953(Jan.) - 1960(Dec.)	HY-6
vi) 1953(Feb.) - 1956(Apr.)	HY-8
vii) 1956(May) - 1957(Dec.)	HY-9
viii) 1958(Jan.) - 1959(Dec.)	HY-10
ix) 1960(Jan. - Dec.)	HY-11
x) 1961(Jan. - Dec.)	HY-12
xi) 1962(Jan. - Dec.)	HY-13
xii) 1964(Jan. - Dec.)	HY-14
xiii) 1970(Sep.) - 1971(Dec.)	HY-16
h. Perning : 1950(Jan.) - 1971(Dec.)	
i) 1950(Jan.) - 1970(Dec.)	HY-2
ii) 1969(Jul. & Nov.), 1970(Mar., Jun. & Jul.); some supplements of i)	HY-3
iii) 1950(Feb.) - 1953(Jan.)	HY-7
iv) 1951(Feb.)-1953(Apr.), 1960(Oct.)-1971(Dec.)	HY-5
v) 1953(Jan.) - 1960(Dec.)	HY-6
vi) 1953(Feb.) - 1956(Apr.)	HY-8
vii) 1956(May) - 1957(Dec.)	HY-9
viii) 1958(Jan.) - 1959(Dec.)	HY-10
ix) 1960(Jan. - Dec.)	HY-11
x) 1961(Jan. - Dec.)	HY-12
xi) 1962(Jan. - Dec.)	HY-13

xii) 1964(Jan. - Dec.)	HY-14
xiii) 1970(Sep.) - 1971(Dec.)	HY-16
<b>i. Gunungsari dam :</b>	HY-18
i) upstream; 1965(Jan.) - 1972(Feb.)	
ii) downstream; 1965(Jan.) - 1972(Feb.)	
<b>j. Djagir dam :</b>	HY-18
i) upstream; 1966(Apr.) - 1971(Dec.)	
ii) downstream; 1966(Apr.)-1967(Dec.), 1969(Jan.)-1971(Dec.)	
<b>k. Wonokromo dam :</b>	HY-18
i) upstream; 1966(Apr.) - 1970(Dec.)	
ii) downstream; 1966(Apr.)-1966(Dec.), 1968(Jan.)-1969(Dec.)	
<b>l. Gubeng dam :</b>	HY-18
i) upstream; 1966(Apr.) - 1971(Dec.)	
ii) downstream; 1966(Apr.)-1967(Dec.), 1969(Jan.)-1971(Dec.)	
<b>m. Mernung : 1949(Nov.)-1962(Jun.), 1964(Jan. - Apr.)</b> 1966(Jan.)-1971(Oct.)	
i) 1949(Nov.) - 1953(Jan.)	HY-7
ii) 1953(Feb.) - 1956(Apr.)	HY-8
iii) 1956(May) - 1957(Dec.)	HY-9
iv) 1958(Jan.) - 1959(Dec.)	HY-10
v) 1960(Jan. - Dec.)	HY-11
vi) 1961(Jan. - Dec.)	HY-12
vii) 1962(Jan. - Jun.)	HY-13
viii) 1964(Jan. - Apr.)	HY-14
ix) 1966(Jan. - Aug.), 1960(Dec.)-1971(Oct.)	HY-15
x) 1966(Jul.) - 1970(Mar.)	HY-18
<b>n. L.Lengkong : 1951(Feb.) - 1971(Dec.)</b>	
* i) 1951(Feb.)-1953(Apr.), 1960(Oct.)-1971(Dec.)	HY-5
* ii) 1953(Jan.)-1960(Dec.)	HY-6
<b>o. Kedungsumur : 1953(Jan.) - 1971(Dec.)</b>	
* i) 1953(Jan.) - 1960(Dec.)	HY-6
* ii) 1960(Oct.) - 1971(Dec.)	HY-5
<b>p. L.Djatikulon : 1953(Jan.) - 1971(Dec.)</b>	
* i) 1953(Jan.) - 1960(Dec.)	HY-6
* ii) 1960(Oct.) or 1963(Sept.) - 1971(Dec.)	HY-5
<b>q. Voor K. : 1953(Jan.) - 1960(Dec.)</b> 1968(Jan.) - 1971(Dec.)	
* i) 1953(Jan.) - 1960(Dec.)	HY-6
* ii) 1968(Jan.) - 1971(Dec.)	HY-5
<b>r. Mangetan K. : 1951(Feb.) - 1971(Dec.)</b>	
* i) 1951(Feb.)-1953(Apr.), 1960(Oct.)-1971(Dec.)	HY-5
* ii) 1953(Jan.)-1960(Dec.)	HY-6
*iii) 1969(Jul. & Nov.), 1970(Jun. & Jul.)	HY-3
<b>s. Porong K. : 1951(Feb.)-1971(Dec.)</b>	

- \* i) 1951(Feb.)-1953(Apr.), 1960(Oct.)-1971(Dec.) HY-5
- \* ii) 1953(Jan.)-1960(Dec.) HY-6
- \*iii) 1969(Jul. & Nov.), 1970(Jun. & Jul.) HY-3
  
- t. L.Kemlaten : 1951(Feb.) - 1971(Dec.)
- \* i) 1951(Feb.)-1953(Apr.), 1960(Oct.)-1971(Dec.) HY-5
- \* ii) 1953(Jan.)-1960(Dec.) HY-6
  
- u. Kediri/Kertosono/Kedunggabus/Ploso/Tapen/Kesamben/  
Ngramee/Kenongo/Porrong/Permisan/Pendjwakul :  
some records are kept in Hy-7 ~ 16
  
- (2) Hourly tide level record
  
- a. Morokrengan boezem gate (inside and outside of gate) HY-17
- i) period : 1964(Dec. 21) - 1972(Feb. 29)
- ii) lack of data : 1965(Jan. 1-10), 1966(Aug. 22-  
Sep. 20), 1970(Jul. 1-20)
  
- b. Surabaja Harbor
- i) period : 1966(Jan.) - 1972(Mar.)
- ii) lack of data : 1967(Mar. - May)  
1969(Jan. - Dec.)
  
- 3. Discharge
  
- (1) Daily discharge
  
- a. Djabon : 1950(Jan.) - 1971(Dec.)
- i) 1950(Jan.) - 1965(Dec.)
- 1967(Jan.) - 1970(Oct.) HY-1
- ii) 1966(Jan. - Dec.) HY-2
- iii) 1969(Nov.), 1970(Mar., Jun., Jul., Nov. &  
Dec.) ; some supplements of (1) & (2) HY-3
- iv) 1951(Feb.)-1953(Apr.), 1960(Oct.)-1971(Dec.) HY-5
- v) 1953(Jan.) - 1960(Dec.) HY-6
  
- b. Kepandjaran : 1950(Jan.) - 1971(Dec.)
- i) 1950(Jan.)-1965(Dec.), 1967(Jan.)-1970(Oct.) HY-1
- ii) 1966(Jan. - Dec.) HY-2
- iii) 1951(Feb.)-1953(Apr.), 1960(Oct.)-1971(Dec.) HY-5
- iv) 1953(Jan.) - 1960(Dec.) HY-6
  
- c. Mlirip : 1950(Jan.) - 1971(Dec.)
- i) 1950(Jan.)-1965(Dec.), 1967(Jan.)-1970(Oct.) HY-1
- ii) 1966(Jan. - Dec.) HY-2
- iii) 1969(Jun. & Nov.), 1970(Mar., Jun., Jul., Nov.  
& Dec.) HY-3
- iv) 1951(Feb.)-1953(Apr.), 1960(Oct.)-1971(Dec.) HY-5
- v) 1953(Jan.) - 1960(Dec.) HY-6
  
- d. Perning : 1950(Jan.) - 1971(Dec.)
- i) 1950(Jan.)-1965(Dec.), 1967(Jan.)-1970(Oct.) HY-1
- ii) 1966(Jan. - Dec.) HY-2
- iii) 1969(Nov.), 1970(Mar., Jun., Jul., Nov., & Dec.):  
some supplements of (1) & (2) HY-3
- iv) 1951(Feb.)-1953(Apr.), 1960(Oct.)-1971(Dec.) HY-5
- v) 1953(Jan.) - 1960(Dec.) HY-6

- e. Mangetan K. : 1951(Feb.) - 1971(Dec.)
- i) 1951(Feb.)-1953(Apr.), 1960(Oct.)-1971(Dec.) HY-5
  - ii) 1953(Jan.) - 1960(Dec.) HY-6
  - iii) 1969(Jul. & Nov.), 1970( Mar., Jun., July., Nov. & Dec.) HY-3
- f. Porong K. : 1951(Feb.) - 1971(Dec.)
- i) 1951(Feb.)-1953(Apr.), 1960(Oct.)-1971(Dec.) HY-5
  - ii) 1953(Jan.) - 1960(Dec.) HY-6
  - iii) 1969(Nov.), 1970(Mar., Jun., Jul., Nov., & Dec.) HY-3
- g. L.Kemlaten : 1951(Feb.) - 1971(Dec.)
- i) 1951(Feb.)-1953(Apr.), 1960(Oct.)-1971(Dec.) HY-5
  - ii) 1953(Jan.) - 1960(Dec.) HY-6
- h. L.Lengkong : 1951(Feb.) - 1971(Dec.)
- i) 1951(Feb.)-1953(Apr.), 1960(Oct.)-1971(Dec.) HY-5
  - ii) 1953(Jan.) - 1960(Dec.) HY-6
- i. Kedungsumur : 1953(Jan.) - 1971(Dec.)
- i) 1953(Jan.) - 1960(Dec.) HY-6
  - ii) 1960(Oct.) - 1971(Dec.) HY-5
- j. L.Djatikulon : 1953(Jan.) - 1971(Dec.)
- i) 1953(Jan.) - 1960(Dec.) HY-6
  - ii) 1960(Oct.) or 1963(Sep.)-1971(Dec.) HY-5
- k. Voor K. : 1953(Jan.)-1960(Jan.), 1968(Jan.)-1971(Dec.)
- i) 1953(Jan.) - 1960(Dec.) HY-6
  - ii) 1968(Jan.) - 1971(Dec.) HY-5
- (2) Measurement and calculation records of discharge at Djabon and Mlirip HY-18
- 1) stations : Djabon/Mlirip
  - 2) period : 1966(Jan. - May, Jul. - Nov.)  
1969(Feb.) - 1972(Feb.)
- (3) Operation records of stop logs of dam and sluice
- a. Gedeg sluice : 1953(Feb.) - 1962(Dec.), 1964(Jan.-Dec.)
- i) 1953(Feb.) - 1956(Apr.) HY-8
  - ii) 1956(May) - 1957(Dec.) HY-9
  - iii) 1958(Jan.) - 1959(Dec.) HY-10
  - iv) 1960(Jan. - Dec.) HY-11
  - v) 1961(Jan. - Dec.) HY-12
  - vi) 1962(Jan. - Dec.) HY-13
  - vii) 1964(Jan. - Dec.) HY-14
- b. Mlirip : 1953(Feb.)-1962(Dec.), 1964(Jan. - Dec.)  
1970(Sep.)-1971(Dec.)
- i) 1953(Feb.) - 1956(Apr.) HY-8
  - ii) 1956(May) - 1957(Dec.) HY-9
  - iii) 1958(Jan.) - 1959(Dec.) HY-10
  - iv) 1960(Jan. - Dec.) HY-11
  - v) 1961(Jan. - Dec.) HY-12
  - vi) 1962(Jan. - Dec.) HY-13
  - vii) 1964(Jan. - Dec.) HY-14
  - viii) 1970(Sep.) - 1971(Dec.) HY-16

- c. Lengkong dam : 1953(Feb.)-1962(Dec.), 1964(Jan.-Dec.)  
1969(Feb. - Jun.), 1970(Feb. - Mar.,  
May, Sep. - Dec.), 1971(Jan. - Jun.,  
Nov. - Dec.), 1972(Jan. - Feb.)
- (1) 1953(Feb.) - 1956(Apr.) HY-8  
(2) 1956(May) - 1957(Dec.) HY-9  
(3) 1958(Jan.) - 1959(Dec.) HY-10  
(4) 1960(Jan. - Dec.) HY-11  
(5) 1961(Jan. - Dec.) HY-12  
(6) 1962(Jan. - Dec.) HY-13  
(7) 1964(Jan. - Dec.) HY-14  
(8) 1970(Sep.) - 1971(Dec.) HY-16  
(9) 1969(Feb. - Jun.), 1970(Feb. - Mar., May,  
Nov. - Dec.), 1971(Jan. - Jun., Nov. - Dec.)  
1972 (Jan. - Feb.) HY-18
- d. Mernung dam : 1957(Feb.)-1961(Dec.)  
1966(Oct.)-1970(Mar.)
- (1) 1957(Mar.) - 1957(Dec.) HY-9  
(2) 1958(Jan.) - 1959(Dec.) HY-10  
(3) 1960(Jan. - Dec.) HY-11  
(4) 1961(Jan. - Dec.) HY-12  
(5) 1966(Oct.) - 1970(Mar.) HY-18
- e. Gunungsari dam : 1970(Dec.) - 1972(Feb.) HY-18
- f. Djagir dam : 1971(Jan. - Dec.) HY-18
- (4) Rating curve at Djabon, Kepadjaran, Mlirip and Perning PL-6
4. Meteorological Data HY-3
- (1) Station name : Stasiun Meteorologie dan Geofisika  
Surabaja
- (2) Contents :
- 1) summary of climatological data for the period;  
i) period : 1956 - 1965  
ii) terms : temperature (max., min. and mean)/  
relative humidity (max., min. and mean)/  
prev. wind direction and wind velocity/  
sun-shine/rainfall
- 2) daily record:  
i) period : 1962 - 1971  
ii) terms : temperature (max. and min.)/humidity  
(max. and min.)/type of cloud/wind  
direction and wind velocity/atmospheric  
pressure (max. and min.)/rainfall.



## CHAPTER II

### DATA REQUIRED FOR RIVER PLANNING

1. Topographic Map.

	file No.
(1) Topographic maps (scale 1/50000) collected in Japan	
(2) Topographic maps (scale 1/50000) collected in Indonesia	
(3) Topographic maps of Surabaya City : scale 1/10000	PL-1
(4) Topographic maps of Surabaya City : scale 1/5000	PL-1
2. Aero-Photograph.
3. Result of Survey.
  - (1) Surabaya river
    - a. lateral profile with outline of plan and longitudinal profile surveyed in 1970;

i) lateral profile : scale 1/200	
ii) plan : scale 1/10000	
iii) longitudinal profile : scale H = 1/5000 V = 1/200	PL-2
    - b. longitudinal profile downstream of Gunungsari dam surveyed in 1938 : scale H = 1/5000 V = 1/50
    - c. Plan of the Surabaya river surveyed in Dutch time: scale 1/5000, 1/2000, 1/1000
  - (2) Mas river
    - a. lateral profile with outline of plan and longitudinal profile surveyed in 1970;

i) lateral profile : scale 1/200	
ii) plan : scale 1/10000	
iii) longitudinal profile : scale H = 1/5000 V = 1/200	PL-2
    - b. longitudinal profile surveyed in 1937 :  
scale H = 1/20000 V = 1/100
    - c. Plan of the Mas river surveyed in Dutch time: scale 1/1000
  - (3) Wonokromo river

lateral profile with outline of plan and longitudinal profile surveyed in 1970;	
i) lateral profile : scale 1/400	
ii) plan : scale 1/10000	
iii) longitudinal profile : scale H = 1/10000 V = 1/200	PL-2

- (4) Pegirian river
- a. plan which indicates the sections of lateral profile :  
scale 1/20000 PL-4
  - b. lateral profile surveyed in 1972 : scale 1/100 PL-4
  - c. plan and lateral profile for dredging works : PL-4
- (5) Marmojo river
- a. plan, longitudinal and lateral profile surveyed  
in 1971; PL-3
    - i) plan : scale 1/20000, 1/2000
    - ii) plan of the major structure : scale 1/500
    - iii) longitudinal profile : scale H = 1/5000  
V = 1/100
    - iv) lateral profile : scale 1/200
  - b. plan, longitudinal and lateral profile surveyed  
in 1972; PL-9
    - i) plan : scale 1/2000
    - ii) longitudinal profile : scale H = 1/5000  
V = 1/50
    - iii) lateral profile : scale H = 1/50, V = 1/200
- (6) Kedungsoro and Gedeg river
- plan, longitudinal and lateral profile surveyed  
in 1971; PL-10
    - i) plan : scale 1/2000
    - ii) longitudinal profile : scale H = 1/2000  
V = 1/100
    - iii) lateral profile : scale 1/200
- (7) Porong river
- plan and lateral profile surveyed in 1972; PL-4
    - i) plan : scale 1/60
    - ii) lateral profile : scale H = 1/500, V = 1/100
- (8) Brantas river
- plan and lateral profile surveyed in 1971; PL-13  
(Lengkong → Kedungsoro);
    - i) plan : scale 1/2000
    - ii) lateral profile : scale H = 1/500, V = 1/50
- (9) Gunungsari Canal
- plan, longitudinal and lateral profile surveyed  
in 1972; PL-11
    - i) plan : scale 1/500
    - ii) longitudinal profile : scale H = 1/10000  
V = 1/100
    - iii) lateral profile : scale 1/100
- (10) Wonoaju river
- plan, longitudinal and lateral profile surveyed  
in 1969; PL-4

- i) plan : scale 1/5000
  - ii) longitudinal profile : scale H = 1/10000  
V = 1/100
  - iii) lateral profile : scale 1/100
- (11) Morokrembangan boezem
  - plan, longitudinal and lateral profile surveyed in 1971; PL-4
  - i) plan with contour line : scale 1/5000
    - ii) longitudinal profile : scale H = 1/5000  
V = 1/200
    - iii) lateral profile : scale 1/500
- (12) Sea dike
  - plan, longitudinal and lateral profile surveyed in 1971; PL-12
  - i) plan : scale 1/50000, 1/20000, 1/5000
    - ii) longitudinal profile : scale H = 1/2000  
V = 1/100
    - iii) lateral profile : scale
      - major section H = 1/1000, V = 1/50
      - minor section 1/200
- (13) Ajino-moto factory
  - plan surveyed in 1969 : scale 1/1000 PL-4
- 4. Other Maps.
  - (1) Peta Propinsi Djawa-Timur (Map of East Java Prov.):  
scale 1/500000 PL-5
  - (2) Peta Geologi Propinsi Djawa-Timur (Geologic Map of East Java Prov.): scale 1/500000
  - (3) Peta Daerah Pengairan Seksi Wonokromo (Map of Irrigation Area in Seksi Wonokromo): scale 1/50000 PL-5
  - (4) Peta Daerah Pengairan Seksi Wonokromo (Map of Irrigation Area in Seksi Modjokerto): scale 1/50000 PL-5
  - (5) Peta Delta Sidoardjo, Daerah Pengairan Seksi Sidoardjo (Map of Irrigation Area in Seksi Sidoardjo):  
scale 1/50000 PL-5
  - (6) Irrigatie Afdeeling "Brantas", Ressort Mantri Gedeg (Map of Irrigation Area in Mantri Gedeg):  
scale 1/20000 PL-5
  - (7) Pomp Stations Der Suikerfabriek Gempolkerep (Pump Station of Gempolkerep Sugar Factory):  
scale 1/50000 PL-5
  - (8) Peta Wonokromo, Daerah Pengairan Seksi Wonokromo (Map of Irrigation Area in Seksi Wonokromo):  
scale 1/20000 PL-5
  - (9) Pendjagaan Tankis K. Brantas (Watching of the dike of the Brantas river): scale 1/100000

- (10) Peta Kotamadya Surabaya (Map of Surabaya City):  
scale 1/40000 PL-5
- (11) Data-data, Dinas Pengairan Daerah "Brantas"  
(Data, Dinas Pengairan Daerah Brantas) PL-5
- 1) Baku Sawah (Luas D.P.) (Rice field)
  - 1A) Areal Sawah (Rice field)
  - 2) Sawah Tadah Hudjan, Tambak, Hutan (Rice field by  
rainfall, weir, wood)
  - 3) Sumber-waduk (Well, spring)
  - 4) Waduk-waduk (Reservoir)
  - 5) Tanah Pembelian Zaman Djepang/Belanda (Commercial  
area in Japan/Dutch time)
  - 6) Daerah Inundasi (Inundated area)
  - 7) Tempat Stasiun Hudhan (Rain gage station)
  - 8) Tempat Peilschaal (Stream gaging station)
  - 9) Tempat Drijfvak
  - 10) Tempat Djadjagan (Sounding station)
  - 11) Pendjagaan Tangkis (Watching the dike)
  - 11A) Tempat (Pos) Pendjagaan Bandjir (Watching station  
of flood)
  - 12) Pompa-pompa Tetap (Settling pumps)
  - 13) Tempat-tempat Pesawat Tilpon (Place of telephon)
  - 14) Tempat-tempat Djuru Pengairan+Tjamat (Place of  
irrigation expert and subdistrict head)
  - 15) Pengambilan Air Oleh Pabrik-pabrik/Perusahaan  
(Use of water by factories and offices)
  - 16) Areal Pabrik Gula (Area of sugar factory)
  - 17) Pandjang Tangkis (Length of dike)
  - 18) Adanja Bangun-bangunan Pengairan Menurut Legger  
(Existing irrigation facilities)
  - 18A) Dam Besar dan Lain-lain (Large weir etc.)
  - 19) Gedung-gedung (Structures)
  - 20) Tinggi djembatan/Peilschaal Menurut SHVP  
(Elevation of bridge and staff gage in SHVP)
  - 21) Garis Sempadan (Waterrooilijn) (Alignment)
  - 22) Garis Normal (Normal line)
  - 23) Lomba Desa TH : 1970
5. Inundation Area.
- (1) Inundated area & depth by each flood and its contents  
together with Fig. 1.1 and Fig. 1.2 HY-1, PL-2
- a. Fig. 1.1 Map of general orientation inundated area  
in connection with Surabaya river project :  
(scale 1/50000)
  - b. Fig. 1.2 Map of inundated area of Surabaya municiple:  
(scale 1/20000)
- (2) Bandjiran dalam Daerah Pengairan Seksi Wonokromo  
dalam bulan Djanuari dan Pebruari th. 1958 dengan  
peta bandjiran Tath. 1958 (Flood in Jan. and Feb.,  
1958 in irrigation area of seksi-Wonokromo with  
inundation map) : scale 1/50000 PL-6

- (3) Bandjiran dalam Daerah Pengairan Seksi Modjokerto dalam bulan Djanuari, Pebruari, Maret, Mei dan Desember 1959 dengan Peta bandjiran th. 1960 (Flood in Jan., Feb., Mar., May and Dec., 1959 in irrigation area of seksi Modjokerto with inundation map): scale 1/50000 PL-6
- (4) Bandjiran dalam Daerah Pengairan Seksi Modjokerto dalam bulan Djanuari, Pebruari and Maret th. 1960 (Flood in Jan., Feb. and Mar., 1960 in irrigation area of Seksi Modjokerto with inundation map) PL-6
6. Construction Cost.
7. Other Data Required for River Planning.
- (1) Radiotelephon system of the Brantas river, the Porong river and the Surabaya river PL-6
- (2) Tabulation of coef. of run-off
- (3) Example of designing -1 : Perbaikan Inlat Karah dan Djambangan dengan Salurannya (Improvement of Karah Inlet and Djambangan Channel) PL-6
- (4) Example of designing -2 : Perbaikan tangkis Kanan K Surabaya di Kebonagung (Improvement of Right dike of the Surabaya river at Kebonagung) PL-6
- (5) Beberapa Masalah : beserta aspek jang timbul dan ada dalam rangka serta Usaha meng-kota-kan Ketjamatan TANDES kota madya Surabaya : oleh M. Maskoep. (Problems which exist and come appear in master plan on urbanizing of Ketjamatan TANDES, Surabaya City) PL-6
- (6) Some pamphlets on P.N. BARATA PL-6
- (7) Regulations concerning river PL-6
- a. Peraturan Perairan Umum (Regulation of general water works)
  - b. Het Algemeen Waterreglement (Regulation of water works)
  - c. Peraturan Perairan Daerah Djawa Timur (Regulation of water works in East Jawa Area)
  - d. Provinciale Voorschriften van Oost-Java (Provincial regulation of water works in East Java)
  - e. Algemeen Waterreglement 1936 dan Provinciaal Waterreglement Oost-Java (Water regulation in 1936 and provincial water regulation in East Java)
  - f. Tentang Pekerdjaan Pengairan (On the irrigation works)
- (8) Survey result on bed load and suspended load of the Brantas river PL-6

## 8. Surveying, Measurement and Analysis

- (1) Surveying;
  - i) lateral profile of the Mas river and the Surabaja river
  - ii) elevation of dam, sluice, intake and pump station
  - iii) leveling (Lengkong — Mlirip sluice)
- (2) Ground water survey making use of wells PL-7
- (3) On the method of discharge measurement of DPPDT PL-7
- (4) Measurement of coef. of roughness PL-7
- (5) Measurement of suspended load PL-7
- (6) Analysis of bed materials PL-7
- (7) Analysis on runoff in the Marmojo river basin PL-7

## CHAPTER III

### DATA ON RIVER-STRUCTURE AND PUMP-STATION

#### 1. General.

##### (1) River-structure

- i) Dimension of river facilities attached to Fig. 2  
Fig. 2 : Map of river facilities  
(scale 1/50000) HY-1  
PL-2
- ii) List of bridges ST-1
- iii) Location map of bridges ST-1
- iv) Short description on dams, sluices and gates ST-2
- v) Location map of dams, sluices and gates ST-2

##### (2) Pump-station

- i) Investigation of drainage pump-station attached  
to Fig. 3 HY-1  
Fig. 3 : Skelton map of river & canal and  
places of pump-station  
(scale 1/50000) PL-2
- ii) Short description on pump-stations ST-2
- iii) Location map of pump-stations ST-2

#### 2. Design Drawing.

##### (1) Bridges

- i) Bridges over the Surabaya river : Legundi/  
Sepandjang/Wonokromo bridge and bridge for  
water supply pipe just upstream of Wonokromo  
bridge ST-1
- ii) Bridges over the Wonokromo river : list of  
members of Nginden bridge
- iii) Bridges over the Mas river: Dinojo/Sonokembang/  
Gubeng/Sindunegara/Ketabang/Patuk/Plampitan  
(or Peneieh)/Bibis/Merah bridge
- iv) Bridges over the Pegirian river : Kalianjar/  
Gembong/Tjantian/Gali/Pegirian bridge

##### (2) Dams, sluices and gates

- i) Mlirip sluice ST-2
- ii) Gunungsari dam
- iii) Wonokromo sluice
- iv) Djagir dam
- v) Gubeng dam
- vi) Lengkong dam
- vii) Gedek sluice
- viii) Gate of Morokrempangan boezem
- ix) Gate of the Pegirian river : Pegirian/  
Djatipurwo gate
- x) New Lengkong dam

- |   |      |
|---|------|
| (3) Intakes   | ST-2 |
| (4) Syphons : Krikilan/Gunungsari/Watudakon syphon  | ST-2 |
| (5) Pump-stations : Gunungsari/Darmo/Kupang/Keptran/<br>Darmohusodo/Kalikepiting/Ngemplak/<br>Simolawang/Pesapen pump-station | ST-2 |



## CHAPTER IV

### OTHER DATA

#### 1. Data on Drainage in Town Area.

- |   |      |
|---|------|
| (1) Water supply of industry and factory with allowance<br>Dinas Pengairan              | HY-1 |
| (2) Land use map (Year 1967) : scale 1/20000  | PL-2 |
| (3) Land use map programme of government : scale 1/20000                                | PL-2 |
| (4) Interim report on drainage and sewerage planning<br>for urban area of Surabaya City | PL-7 |

#### 2. Data on Agriculture.

- |  |  |
|--|--|
| (1) Land use maps of the Surabaya river basin including<br>Surabaya City (scale 1/50000)         |  |
| (2) Laporan tahunan, 1970, Dinas Pertanian Rakjat,<br>Propinsi Djawa Timur (Annual Report, 1970) |  |
| (3) Agricultural statistic of East Java for ten years<br>from 1960 to 1969                       |  |
| (4) Bimas jang disempurnakan, seri II Manteri Penjuluhan<br>Nomor 10, 1970, A.I.C.               |  |
| (5) Statistic of planted area of agricultural products<br>in Surabaya City from 1964 to 1970.    |  |

#### 3. Data on Socio-Economy.

- |   |      |
|---|------|
| (1) Population and estates in inundated area attached<br>to Fig. 1.1 and 1.2  | HY-1 |
| i) Fig. 1.1 Map of general orientation of inundated<br>area in connection with Surabaya river project:<br>scale 1/50000 | PL-2 |
| ii) Fig. 1.2 Map of inundated area in Surabaya :<br>scale 1/20000   | PL-2 |
| (2) Houses along the Surabaya river, Mas river, Wonokromo<br>canal and Pegirian canal                                   | HY-1 |
| (3) Property every block (Ketjamatan) in inundated area   |      |
| (4) Cost of damage of property on every block (Ketjamatan)<br>in inundated area   | HY-1 |

- (5) Statistics of each Ketjamatan
- 1) Name of Ketjamatan : Krembangan(S)/Pabean  
Tjantian(S)/Simokerto(S)/Bubutan(S)/Genteng(S)/  
Gubeng(S)/Tambaksari(S)/Sawah(S)/Tegalsari(S)/  
Wonokromo(S)/Sukolilo(S)/Rungkut(S)/Wonotjolo(S)/  
Karang Pilang(S)/Tandes(S)/Semampir(S)/Drijoredjo  
(s)/Wringinanom(s)/Waru(si)/Taman(si)/Tarik(si)/  
Balongbendo(si)/Krian(si)/Djetis(M)/Gedeg(M)/Kemplagi(M)/  
Kudu(D)  
  
Note : (S) : Kotamadya Surabaya  
(s) : Kabupaten Surabaya  
(si) : Kabupaten Sidoardjo  
(M) : Kabupaten Modjokerto  
(D) : Kabupaten Djombang
  - 2) Terms : total area/population for six years from 1966 to 1971/number of house and household from 1966 to 1971/area of land for residential, commercial, industrial, agricultural and public use/number of such public facility as governmental office, school, hospital, bridge etc./number of shop and factory/monthly planted area (ha) of agricultural products during the last three(3) years/annual harvested area (ha) and agricultural production (ton) from 1966 to 1971/number of livestock from 1966 to 1971.
  - (6) Observation value of hourly traffic volume on main roads in Surabaya city in 1966 and 1969.
  - (7) Number of holding cars classified according to their kind in Surabaya city in 1972.
  - (8) Monthly market price of the major goods from 1966 to 1971.
  - (9) Adanja kejadian bentjana dalam bandjir di Daerah Kabupaten Modjokerto th. 1968 s/d 1971, Kabupaten Modjokerto. (Damage caused by flood in Kabupaten Modjokerto from 1968 to 1971)
  - (10) Daftar recapitulasi serangan, Bentjana-bandjir dari aliran sungai Marmojo dalam daerah Kabupaten Modjokerto dari tahun 1966 s/d 1972. (Table of damage caused by flood of the Marmojo river in Kabupaten Modjokerto from 1966 to 1972)
  - (11) Data obtained from field survey
    - a. Number of residences, farmhouses, offices, schools and shops of which properties were surveyed
    - b. Terms of survey;
      - i) Amount of household effects and goods classified according to height above floor surface of residence, farmhouse, office, school and shop.
      - ii) Construction cost of building mentioned above.
      - iii) Total amount of goods in stock at shop.

