社会開発調査部報告書

国際協力事業団

No. 2

インドネシア国
公共事業省水資源総局

メダン市洪水防御計画調査（実施設計）

要約報告書

平成8年10月

株式会社 建設技術研究所

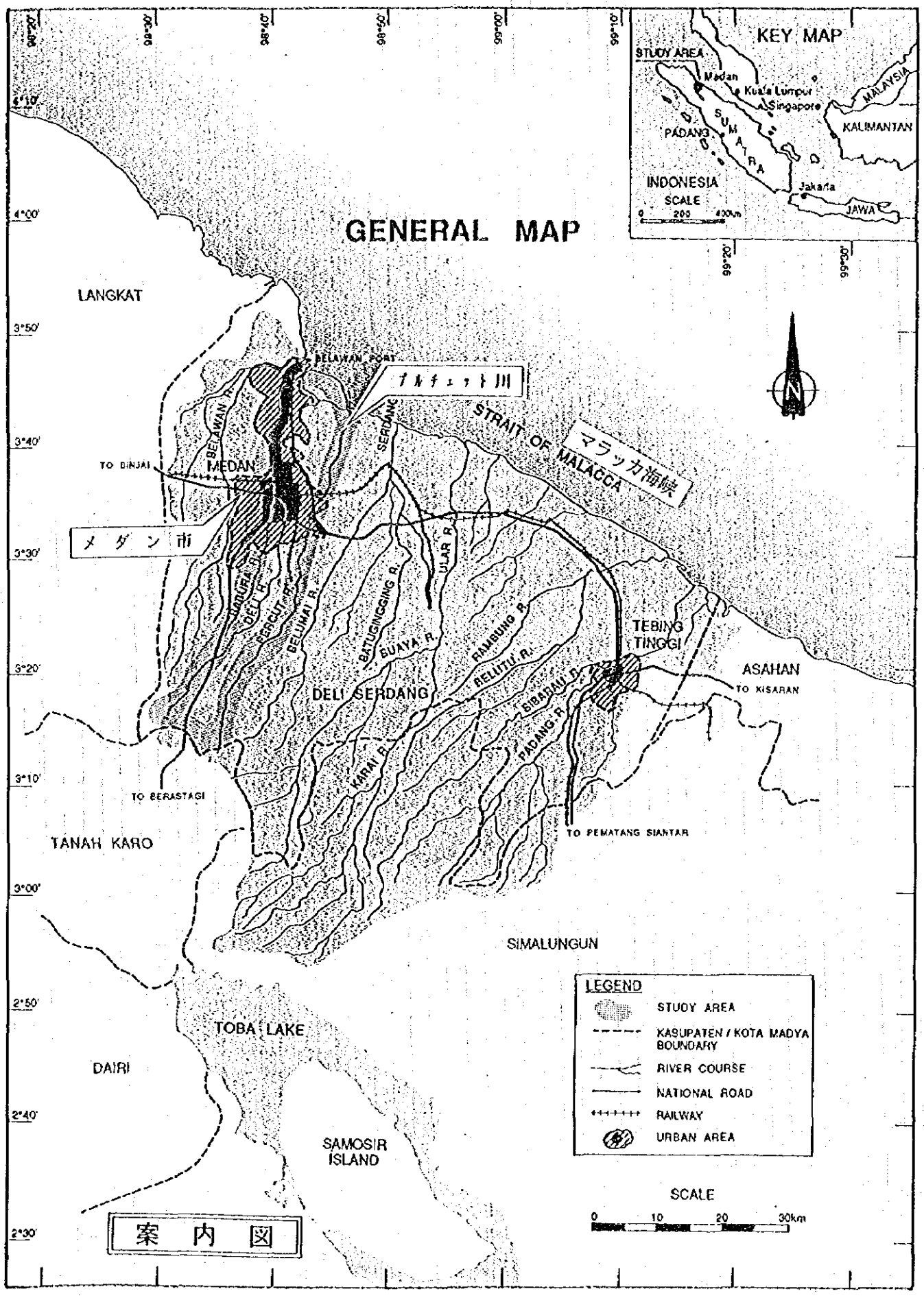
国際協力事業団
インドネシア国
公共事業省水資源総局

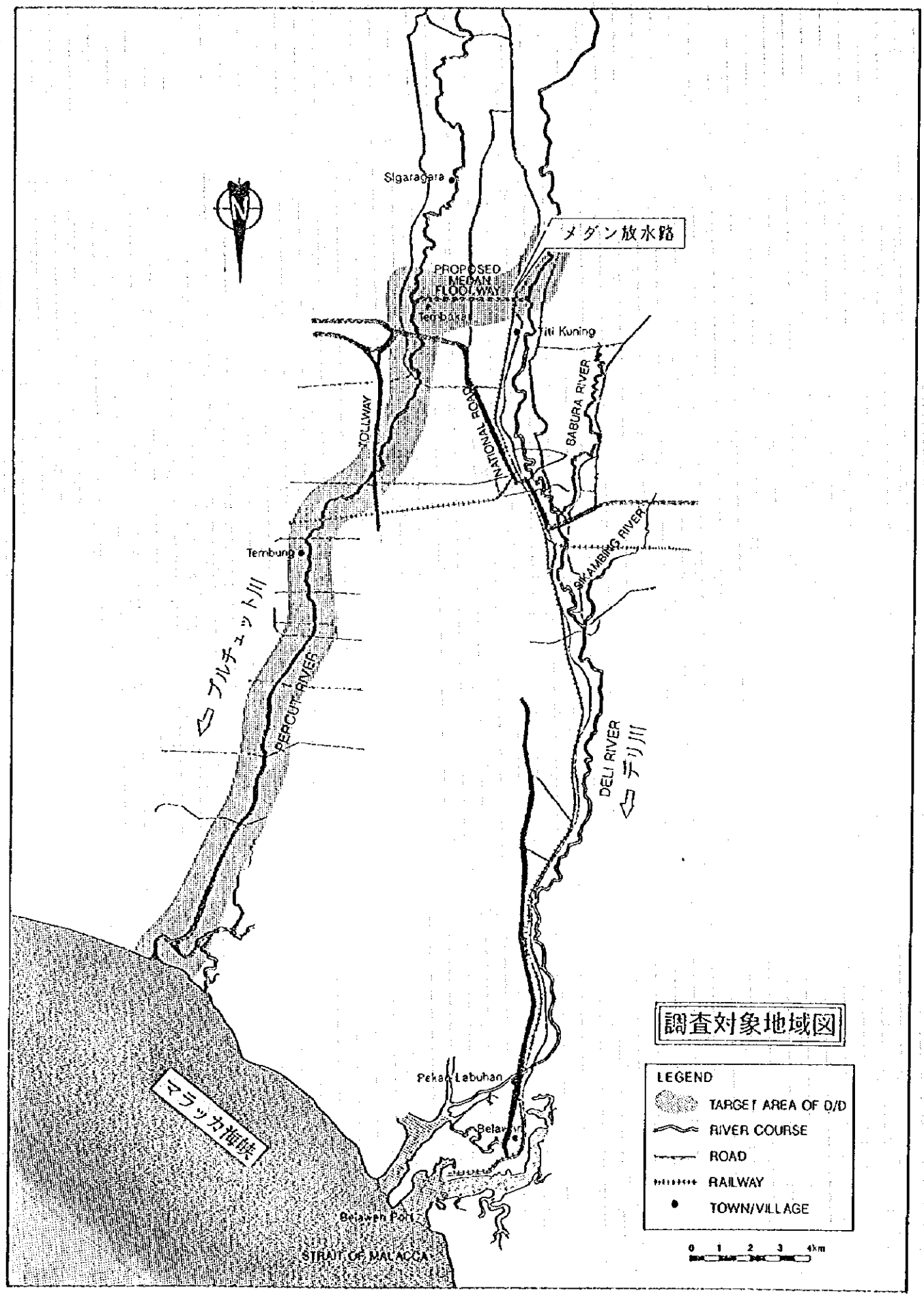
メダン市洪水防御計画調査（実施設計）

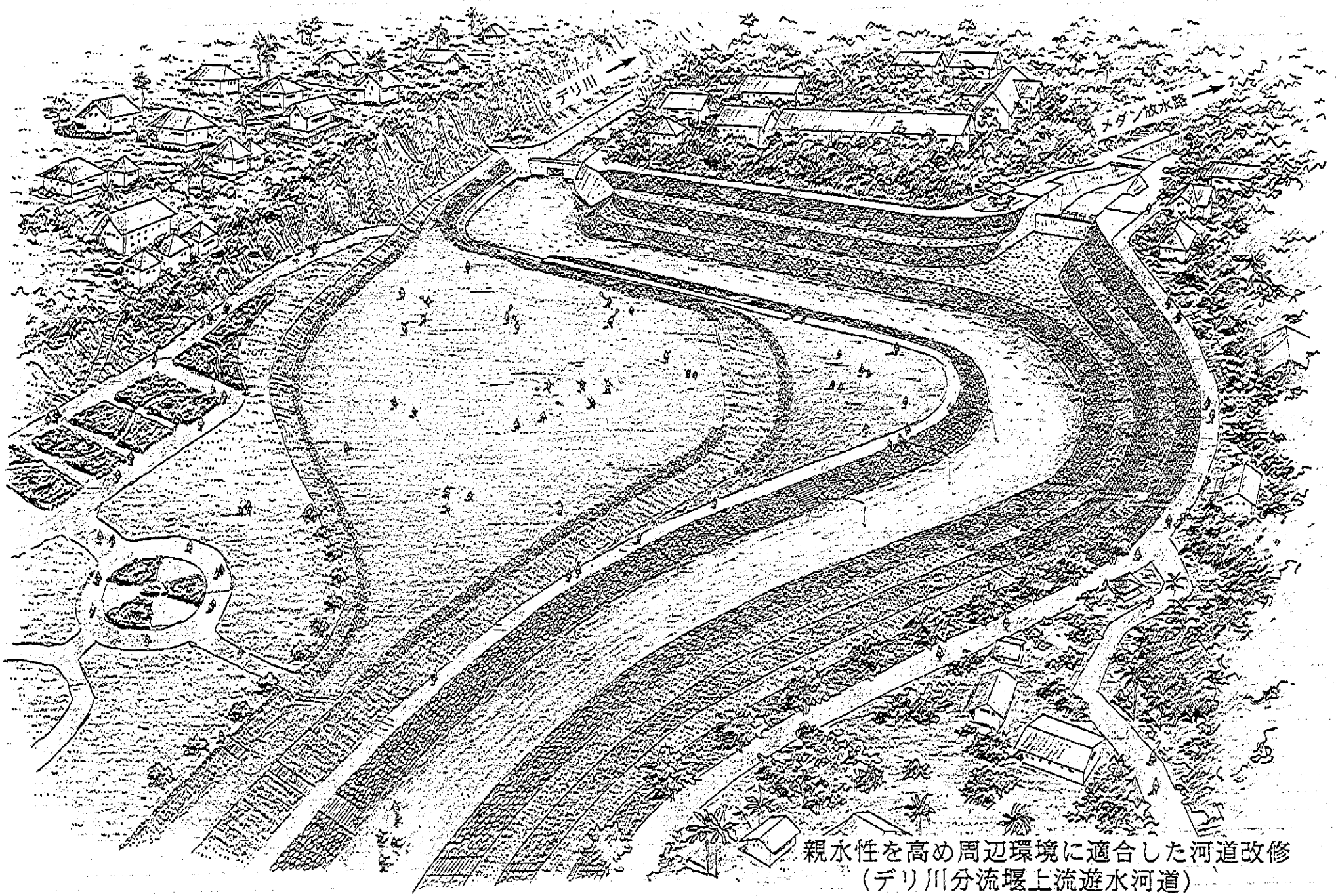
要約報告書

平成８年10月

株式会社 建設技術研究所


GENERAL MAP
KEY MAP
STUDY AREA
Medan
Kuala Lumpur
Singapore
MALAYSIA
KALIMANTAN
PADANG
SUMATRA
INDONESIA
Jakarta
JAWA
SCALE
0 200 400km
LANGKAT
BELAWAN PORT
ブルチェット川
STRAIT OF MALACCA
マラッカ海峡
TO BINJAI
MEDAN
メダン市
BELAWAN R.
SERDANG
MADURA R.
DELI R.
PERCUT R.
BELUMAI R.
BATUGINGGING R.
BUAYA R.
ULAR R.
RAMBUNG R.
BELUTU R.
SIBABAU R.
PADANG R.
KARAI R.
DELI SERDANG
TEBING TINGGI
ASAHAN
TO KISARAN
TO BERASTAGI
TO PEMATANG SIANTAR
TANAH KARO
SIMALUNGUN
TOBA LAKE
DAIRI
SAMOSIR ISLAND
LEGEND
STUDY AREA
KASUPATEN / KOTA MADYA BOUNDARY
RIVER COURSE
NATIONAL ROAD
RAILWAY
URBAN AREA
SCALE
0 10 20 30km
案内図


Sigaragara
メダン放水路
PROPOSED MEDAN FLOOLWAY
Tembakau
Titi Kuning
TOLLWAY
NATIONAL ROAD
BABURA RIVER
SIKAMBING RIVER
Tembung
プルチェット川
PERCUT RIVER
DELI RIVER
デリ川
Pekan Labuhan
Belawan
Belawan Port
STRAIT OF MALACCA
マラッカ海峡
調査対象地域図
LEGEND
TARGET AREA OF D/D
RIVER COURSE
ROAD
RAILWAY
TOWN/VILLAGE
0 1 2 3 4km



親水性を高め周辺環境に適合した河道改修
（デリ川分流堰上流遊水河道）

序　文

日本国政府は、インドネシア共和国政府の要請に基づき、同国のメダン市洪水防御計画にかかる実施設計を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施いたしました。

当事業団は、平成７年４月から平成８年８月までの間、３回にわたり、株式会社建設技術研究所 の金均氏を団長とする調査団を現地に派遣しました。

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

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

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

平成８年１０月

国際協力事業団
総裁　　藤田　公郎

伝　達　状

国際協力事業団
総裁　藤田　公朗　殿

今般、インドネシア国におけるメダン市洪水防御計画調査（実施設計）が終了致しましたので、ここに最終報告書を提出致します。

本調査は、平成７年４月から平成８年３月までの間の２回にわたるインドネシア国政府関係者との協議、計画対象地域における現地調査、及び帰国後の国内作業を経て完了致しました。

最終報告書は以下の報告書及び図書を含んでおります。

<u>実施設計報告書</u>

1. 要約報告書
2. 主報告書
3. 設計計算書　：水理計算書
　　：構造計算書
4. 数量計算書
5. 工事費積算書
6. データブック

<u>入札資格審査書</u>

<u>入札図書</u>

1. 入札案内～工事数量
2. 契約約款
3. 技術仕様書
4. 入札図面

尚、本調査期間中、貴事業団を始め、外務省、建設省関係者には多大の御理解ならびに御協力を賜りましたことに御礼を申し上げます。また、インドネシアにおいては、公共事業省水資源総局関係者、在インドネシア日本大使館の貴重な御助言と御協力を賜ったことも付け加えさせて頂きます。

平成８年10月

インドネシア国メダン市洪水防御計画調査
調査団長　金　　均

メダン市洪水防御計画調査（実施設計）

調査期間：1996年3月～1996年9月

概　要

受入機関：公共事業省水資源総局

1.　背景

インドネシア第三の都市メダン市を貫流するデリとプルチュット川は洪水の疎通能力が小さく２～３年に一回は洪水被害の脅威にさらされている。メダン市及びその周辺地域の市街化の拡大は年々の被害の増加を導き、正常な都市発展を妨げているばかりでなく、環境の悪化を招来している。

デリ・プルチュット川流域の早期の治水事業の必要性は、『プラワン-パダン統合河川流域開発計画調査』*によっても確認され、治水計画が立案された。その治水計画（河道改修＋放水路建設＋ダム建設）において、メダン市の急速な発展に即応するためにはまず河道改修や放水路建設を行い現状の低い治水機能をレベルアップするのが緊急であるとの認識より、プルチュット川の改修とメダン放水路の建設に対する実施設計が行われた。なお、デリ川の改修については河口から24 km区間に対し「第２メダン都市開発事業」で行われている。

2.　調査の目的

スマトラ島北部の北スマトラ州メダン市及び近郊を対象とした洪水防御計画、特にプルチュット川の改修とメダン放水路の建設にかかる詳細設計(Ｄ／Ｄ)を行う。

3.　調査対象域

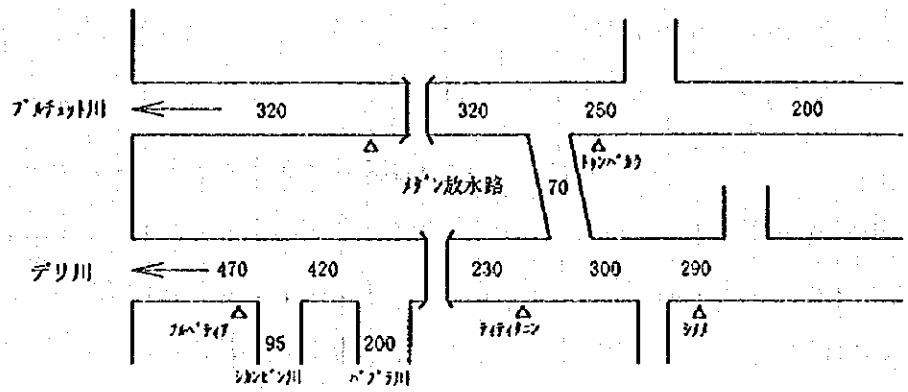
調査対象地域（北緯3度10分から3度45分東経98度35分から98度50分）はメダン市及びその周辺を貫流するプルチュット川流域（358km²)とデリ川流域(186km²)を合わせた544km²となる。さらに本調査の実施設計の対象範囲はプルチュット川の河口から28km区間の改修、メダン放水路3.9kmの建設及びデリ川分流地点の河道改修である。

4.　洪水防御計画

4.1　計画洪水流量

デリ・プルチュット川流域の治水計画規模は25年とし、これを暫定計画とする。暫定計画ではプルチュット川の改修と放水路の建設となる。暫定計画についての計画流量配分は次図のとおりとなる。

暫定計画（２５年確率）計画洪水流量配分



4.2　事業内容

プルチュット川の河道改修は出来る限り現況の法線、縦断、横断形状に沿い、またメダン放水路についてもその法線、縦断、横断形状は用地や家屋移転を最小化するように設計した。斜面と河床の保護工は洗掘や堆砂の恐れのある河道断面、橋梁等の河川構造物の位置に設ける。

分水堰はコンクリート重力式とし、ﾊﾞﾝﾀﾞｰﾙ･ｼﾄﾞﾗｽ灌漑取水堰の付け替えについては堰本体をゴム引布製袋体を用いる。既存橋梁の架替えや新規橋梁の建設では道路橋、鉄道橋、歩道橋にかかわらず上部工はﾌﾟﾚｽﾄﾚｽ･ｺﾝｸﾘｰﾄのI型桁を用いる。

全事業内容を大きく３分割し：① プルチュット川の改修、② メダン放水路の建設、③ 分水工とデリ川上流改修、次にそれぞれの工区での主要工事項目と数量を示す。

(1)　プルチュット川

工事内容	諸元・数量
河道工事	
- 築堤及び既存堤防の補強	13,150 m
- 河道掘削と浚渫	13,150 m
- 河道拡幅と整正	15,100 m
護岸と河床保護工	
- 法面保護(練石積護岸)	3,300 m
- 低水護岸	2,320 m
- ﾊﾟﾗﾍﾟｯﾄ堤防	1,915 m
- 水制工（杭型）	9 sites
- 床固め	1 site
- 階段工	118 site
- 桟橋	1 site
河川構造物	
- 排水路及び吐口	37 sites
- 取付け排水路	710 m
- ﾊﾞﾝﾀﾞｰﾙ･ｼﾄﾞﾗｽ灌漑取水堰の再建設	1 site
- 道路橋及び取付道路	9 sites
- 水管橋	1 site
県道の付け替え	1,985 m
農道の付け替え	2,170 m
水位計の移設	1 site
養魚場取水門	2 sites

(2)　メダン放水路

工事内容	諸元・数量
掘削	3,920 m
法面保護工（練石積）	2,585 m
法面保護工（もたれ擁壁）	1,035 m
床固め（プルチュット川との合流点）	1 site
排水路/側溝	7,020 m
排水路吐口	7 sites
橋梁の建設（道路、鉄道、歩道、水管）	10 sites
維持管理用道路と植栽工	7,600 m
ﾊﾞｳｱﾝ川の部分改修	100 m

(3)　デリ遊水河道

工事内容	諸元・数量
デリ川堰	1 site
放水路堰	1 site
遊水河道の掘削及び築堤	830 m
法面保護工	700 m
歩道橋	1 site
遊歩道（舗装）	2,100 m
植栽工	650 m
ｳｫｰﾀｰﾌﾛﾝﾄ施設（階段工）	7 sites

5.　施工計画と積算

5.1　施工計画

工事の効率的な実施のため全体工事を以下のように７工区に分け施工計画を検討した。全体の工期は３年である。

工区名	工区(距離No.)	延長	工区別工期（月）
ＭＦＣ-1	ﾌﾟﾙﾁｭｯﾄ: PE.0-220～PE.46	5,040	20
ＭＦＣ-2	ﾌﾟﾙﾁｭｯﾄ: PE.46～PE.129	8,270	20
ＭＦＣ-3	ﾌﾟﾙﾁｭｯﾄ: PE.129～PE.210	8,100	27
ＭＦＣ-4	ﾌﾟﾙﾁｭｯﾄ: PE.210～PE.274	6,500	27
ＭＦＣ-5	ﾌﾟﾙﾁｭｯﾄ: PE.274～PE.274+320 放水路：FW0～FW26	2,680	20
ＭＦＣ-6	放水路：FW26～FW34	1,010	27
ＭＦＣ-7	放水路：FW34～FW39+50 ﾃﾞﾘ上流：DU10+46.5～DU23	1,500	27

5.2　事業費

総事業費は詳細設計と施工計画をもとに、付加価値税を除き1995年９月の価格基準で2,631億19百万ルピアと算定された。

6. 事業評価

6.1 経済評価

事業の経済的妥当性を評価するため、経済的内部収益率（EIRR）を算定した。

計画	計画規模	EIRR (%)
暫定	25年	14.42
緊急	40年	15.43

6.2 環境及び社会影響

環境影響評価(ANDAL)及び環境管理計画・モニター計画を作成され、中央環境委員会(KOMPUS)の提言をもとに1996年1月10日に公共事業省大臣より承認された。事業の実施に伴い用地取得は188.6 ha、影響を受ける建造物は990件、その内一般家屋は970件である。一方、被影響世帯数は1,584家族となっている。これら被影響住民への意識調査の結果、100%の住民の事業実施への賛同を得た。

7. 結論

7.1 事業の便益

本事業については技術的妥当性と経済的優越性が証明され、さらに環境面での有利さも明らかにされた。特に、事業に盛り込まれたｳｫｰﾀｰﾌﾛﾝﾄ施設は河川環境と周辺住民の生活レベルの改善を招来させる。

7.2 提言

事業の早期実施のため事業費の資金の準備と補償の実施のための組織の確立が肝要である。さらに、環境管理およびモニター計画に沿ってこれらを実行するための機構の設立が事業のスムーズな進行には必須であると考えられる。

(注)：「ﾌﾟﾗｳﾝｰﾊﾟﾀﾞﾝ統合河川流域開発計画調査」は1990年3月から1992年3月まで国際協力事業団によって北スマトラ州のﾌﾟﾗｳﾝからﾊﾟﾀﾞﾝ川までの統合河川流域の水資源開発のマスタープランが作成された。その中よりﾃﾞﾘ･ﾌﾟﾙﾁｭｯﾄ川流域がﾌｨｰｼﾞﾋﾞﾘﾃｨｰ調査の対象として選定され、緊急事業として①ﾃﾞﾘ川改修、②ﾌﾟﾙﾁｭｯﾄ川改修、③ﾒﾀﾞﾝ放水路の建設、④ﾗｳﾝﾒﾒ･ﾀﾞﾑの建設が提案された。

要約報告書

目　次

表

図

設計図面

1. 緒 論

1.1 調査の背景

平成２年３月から４年３月まで「ブラワン－パダン統合河川流域開発計画調査」（これ以降"Ｂ－Ｐ調査"とする）が実施された。本調査はスマトラ島北スマトラ州のブラワン川とパダン川にはさまれる７流域河川統合流域の約 5,800km²及びその中にふくまれたインドネシア第三の都市メダン市（1990年：人口約173万人）を対象として洪水対策を中心とした水資源開発計画を樹立するものであった。

Ｂ－Ｐ調査で、対象７河川の洪水防御計画及びメダン市を中心とする都市用水供給の為の水資源開発のマスタープランが策定され、その中で優先度が高く緊急な事業としてデリ・プルチュット川の洪水防御・水資源開発計画とパダン川流域治水計画がフィージビリティー調査(Ｆ／Ｓ)を通じて立案された。

デリ・プルチュット川の洪水防御・水資源開発計画は治水計画規模 30年、メダン市の都市用水需要を2005年まで供給という目標について以下の事業が提案されている。

① デリ川改修
② プルチュット川改修
③ メダン放水路の建設
④ ラウシメメ・ダム建設

上記の事業の内、デリ川改修はアジア開発銀行からの資金援助による第２メダン都市開発プロジェクト（Second Medan Urban Development Project：ＭＵＤＰ II）によって着手され1995年12月に竣功した。但し、当該プロジェクトによる河川改修の整備水準は治水安全度が10年で小さく、同様にメダン市を貫流するプルチュット川についてはその治水安全度は２～５年のみで極めて治水整備が遅れている。

1994年３月に同公共事業省は上記事業、特にメダン市の洪水に対する現在以上の安全度を確保するため、プルチュット川改修とメダン放水路建設（これをメダン市の洪水防御計画における「暫定計画」と呼ぶ）の早期実施を企図し、その詳細設計をわが国に要請した。

1.2 調査の目的

(1) インドネシア国の要請に基づき、スマトラ島北部の北スマトラ州メダン市及び近郊を対象とした洪水防御計画にかかる詳細設計(D／D)を行う。

(2) 本調査の実施を通じ、インドネシア国側カウンターパートに技術移転を行う。

1.3 調査対象域

調査対象地域（北緯3度10分から3度45分東経98度35分から98度50分）はメダン市及びその周辺を貫流するプルチュット川流域（358km²)とデリ川流域(186km²)を合わせた544km²となる。さらに本調査の実施設計の対象範囲はプルチュット川の河口から28km区間の改修、メダン放水路3.9kmの建設及びデリ川分流地点の河道改修である。

2.　調査対象地域の現況

2.1　自然条件

2.1.1　水文・気象

スマトラ島の位置条件より、調査地域は北東モンスーンの影響を受けにくく、インドネシア中部・東部とは違い雨期乾期の差はあまり明確ではない。代表的な観測所であるサンパリでの気象記録を表2.1に示す。

気温は通年平均で26℃、21℃から33℃の間にある。相対湿度は83%から87%、平均で85%と年間を通し極めて高く熱帯の湿潤気候に属する。年間の蒸発量も1,566㎜に達する。

降雨量は北の平地より南の山地へ行くほど多くなり年間1,700㎜から2,800㎜である。降雨量では図2.1に示すように2月に少なく、9月に多い。調査地域での年平均降水量はデリ川流域で2,337㎜、プルチュット川流域で2,402㎜である（表2.2参照）。

2.1.2　地形

デリとプルチュット川は南方の火山帯にその源を発し下流の火山堆積物と沖積平野を流下する。この両川はほぼ平行してトバ河口湖山麓より南から北へと流下しマラッカ海峡に注いでいる。従って、縦断的にはその水源を標高約1,000ｍに持ちメダン丘陵（標高100ｍから20ｍ程度）を経て海岸線の低地へという形状を呈している。

調査地域の地質上の分類はその大部分をカバンジャヘ層（メダン丘陵）に覆われ第3紀、4紀の互層で形成されている。（図2.2参照）

上流域は前新生代や第3紀の堆積物は少なく、前第4紀層が更新世代の生産物や最近の火山活動の堆積物に覆われている。地質年代順にみれば以下のような層序を呈している。

(1)　鮮新世時代でのタクルータクル火山の活動に関係するメンタール塊や安山岩系の地質がパンチュール・バトゥの南部やシボランギット周辺に散在している。

(2)　更新世代の初期でのトバ火山の活動による凝灰岩類が調査地域の南部一帯の基層となっている。

(3)　更新世代でのシバヤク火山の活動によるシンクット層が安山岩、石英安山岩、さらに凝灰岩よりなっている。メダン層はこれらの中間に広く分布し、古い洪積層と沖積層に挟まれている。

2.1.3　河川

(1)　河川形状

調査地域周辺の主要河川は図 2.3 に示す通りである。デリとプルチュット両川はバリサン山脈にその源を発し、メダン市を貫流しマラッカ海峡に注いでいる。流域は市街地を除きほぼ豊かな植生に覆われ裸地の浸食は見られない。特に上流は濃い森林に覆われ山地崩壊などの土砂流出の問題は少ないと考えられる。

(2)　流況

1980 年から 1993 年の 14 年間での最大洪水流量は 1986 年 12 月にデリ川のフルブティアでは 253 m^3/s とシメメで 240 m^3/s、プルチュット川では 1990 年 11 月にトゥンブンで 195 m^3/s が記録されている。（表 2.3 参照）年間の流況は同 3 観測所で過去 10 年間の記録がある。（表 2.4 から 2.6 参照）一般にこれら 2 河川の流況は比較的安定しており、年間最小比流量は 0.02 $m^3/s/km^2$ である。

2.2　社会条件

2.2.1　人口

調査地域約 630 km^2 は行政的にはメダン市とデリ・セルダン県に分けられる。さらにデリ・セルダン県のうち 7 郡（Kecamatan）：ﾊﾟﾝﾁｭｰﾙ･ﾊﾞﾄｩ、ﾅﾓﾗﾝﾍﾞ、ﾊﾟﾄｩﾝﾊﾞｯｸ、ﾃﾞﾘﾄｩｱ、ﾗﾌﾞﾊﾝ･ﾃﾞﾘ、ﾌﾟﾙﾁｭｯﾄ･ｾｲﾄｩｱﾝ、ﾊﾟﾝﾀｲﾗﾌﾞが含まれる。

調査地域の人口は 1990 年統計で 2.13 百万人、メダン市で 1.73 百万人、デリ・セルダン県の 7 郡では 0.40 百万人である。人口成長率は 1980 年～1990 年において調査地域全体で 2.78 %、メダン市で 2.33 %、7 群で 5.02 %である。これらの成長率は全国の平均よりはるかに大きくメダン市周辺の急速な都市化現象を示している。表 2.7 にインドネシア、北スマトラ及び調査地域の人口、人口密度、世帯数とそれらの成長率の一覧を示す。

一方、メビダン都市圏開発事業（Metropolitan Mebidang Urban Development Project: MMUDP）の調査によればメビダン都市圏（メダン市、ビンジャイ市及びデリ・セルダン県）の世帯数は2000年において0.771百万、2010年では1.079百万と予想されており、その成長率も3.80%から3.42%となっている。

2.2.2 土地利用

調査地域は総じて市街地、水田、ﾌﾟﾗﾝﾃｰｼｮﾝ、沼沢地、空き地であり、国道とメダン-ブラワンを結ぶ有料道路が交差するメダン市はそのほとんどが市街地である。更に周辺は近年新住宅団地が開発されている。

水田のほとんどは北方低地：デリ・プルチュット川下流に集中し、一部はメダン市南部にもある。その比率は以下のようになっている。ﾌﾟﾗﾝﾃｰｼｮﾝはゴム、パームオイル、煙草、ココナッツを中心としてプルチュット川中下流に広がっており、空き地も散在している。調査地域の土地利用を下表に示す。

土地利用種別	面積（km²）	比率（%）
水田	200	22.1
ﾌﾟﾗﾝﾃｲｼｮﾝ	182	20.1
住宅地	173	19.1
商業地	19	2.1
工場地	10	1.1
沼沢地	42	4.6
空き地	280	30.9
合計	906	100.0

2.2.3 地域経済

北スマトラ州の地域内総生産額は1992年において13兆8,340億ルピアに達し、調査地域においてはデリセルダン県で1兆7,920億ルピア、メダン市では3兆4,470億ルピアである。実質成長率は年 9.0%に達する。また一人当たりの地域内総生産額はデリセルダン県で1,077,000ルピア、メダン市は1,283,000ルピアである。

2.2.4　メダン都市開発事業

本事業に密接に関係する事業はメダン都市開発事業が挙げられる。まず、1978年にアジア開発銀行の援助によって『メダン都市開発計画調査』が行われマスタープランが策定され、その計画にそって 1982 年に洪水防御を中心とした事業が実施された。このときはデリ川の一部と支川及び都市排水路の部分改修が行われるに留まった。更に 1990 年にはデリ川本川及び支川シカンビン、プティを対象とする改修が実施されるに至った。（第２メダン都市開発事業）この改修事業において事業の被影響世帯数は 2,100 に及び用地買収面積は 161 ha であった。

さらに現在ＭＭＵＤＰが第３次メダン都市開発事業（ＭＵＤＰ III）として 1997/98 年に開始されようとしている。本事業の主要目的は 2015 年を目標年とする広域都市開発をもくろむとともにデリ川のバブラ川との合流点からティティクニンまでの６ km の改修工事が含まれている。

2.3　洪水と治水事業

2.3.1　主要洪水と被害

デリ・プルチュットの両川で過去 14 年（1980 年から 1993 年）において最も被害の大きな洪水はデリ川では 1990 年 11 月 26 日、プルチュット川では 1992 年 12 月に記録されている。デリ川の洪水では総浸水面積 45 km²、被害世帯 8,309 戸、２名の死者を出し被害総額は 540 億ルピアにのぼっている。

2.3.2　既往の治水事業

(1)　流下能力

現在（1996 年５月）でのプルチュット川の流下能力は平均 150m³/s、最小は 40m³/s にしかすぎない。（図 2.4 参照）また、デリ川ではメダン都市開発事業で実施された下流域では計画流量 464m³/s から 427m³/s に対し、洪水防御計画の新しいガイドラインである"Flood Control Manual"を適用すれば 400m³/s から 370m³/s となる。（図 2.5 参照）さらに未改修の上流側では図 2.6 に示すよ

うに平均で 200m³/s から 300m³/s で地盤高の低い所では最小 30m³/s になる。

(2) 既往の治水事業

このような治水基準の低い中にあって、北スマトラ公共事業局は 1980 年代にシカンビン川とクラ川の改修に着手し、その後、前述のようにデリ川についてはＭＵＤＰ II によって河川改修が河口からバブラ川の合流点までの 24 km において実施された。しかしながらプルチュット川についてはほとんど手つかずのままとなっている。デリ川については今後さらに上流区間についてＭＭＵＤＰのもとで支川バブラ川の合流点から本事業の放水路分岐点であるティティクニンまで改修の計画がスケジュール化されている。

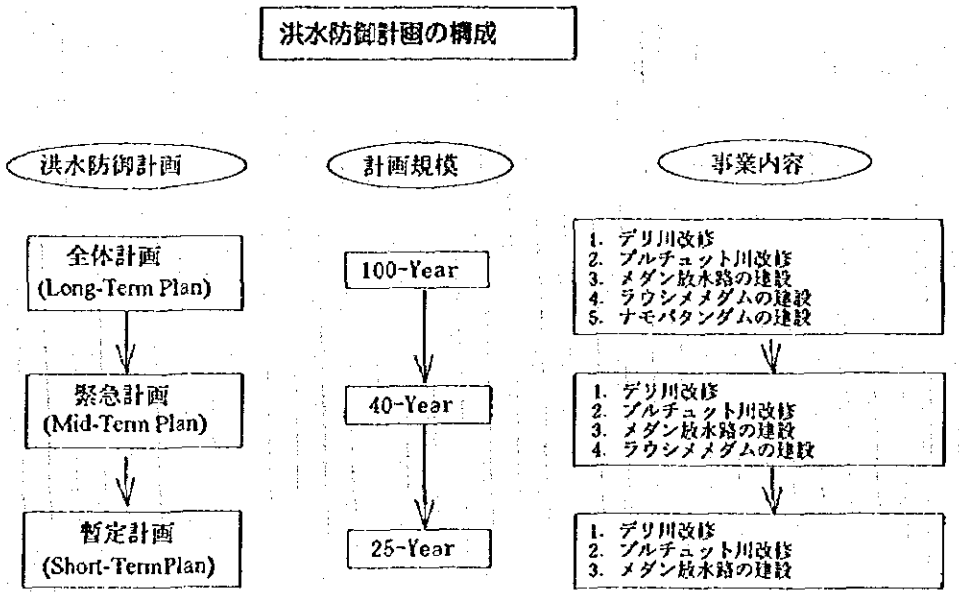
3.　洪水防御基本計画

3.1　基本計画

3.1.1　治水計画規模

デリ・プルチュット川流域の治水基本計画は水文やその他調査結果の見直しの結果、全体計画規模は 100 年、緊急計画規模は 40 年、そして緊急計画をラウシメメ・ダムの建設を除いたフェーズ1の治水事業：暫定計画 25 年、更に、フェーズ2としてラウシメメ・ダムの建設とする。

以上の洪水防御計画の規模と事業内容の組み合わせと構成は以下のダイアグラムで表される。

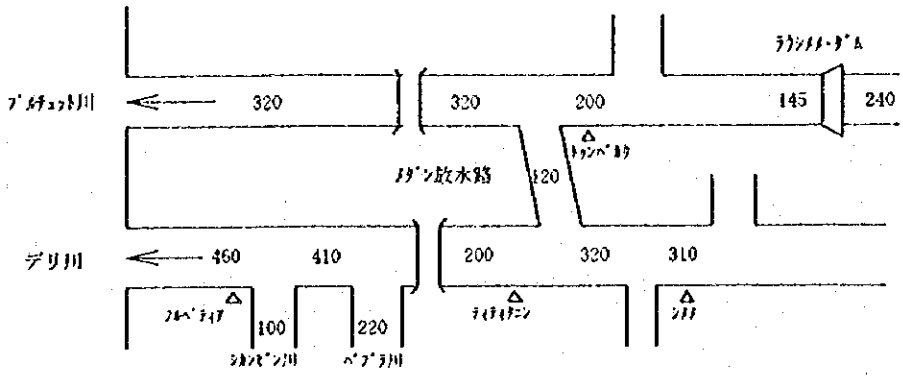


3.1.2　計画洪水流量

全体計画においてデリ川改修をＭＵＤＰによる改修工事（治水安全度は 10 年確率に相当）を所与のものとし、「緊急計画」においてプルチュット川改修、メダン放水路とラウシメメ・ダム建設の３つのコンポーネントによってメダン市とその周辺地域の治水安全度を 40 年確率にグレイドアップすることになる。計画流量配分は次図のとおりとなる。

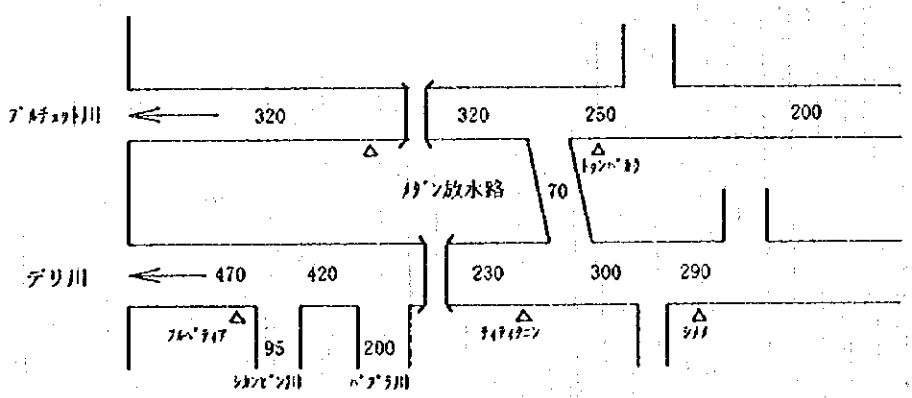
緊急計画については：

緊急計画（４０年確率）計画洪水流量配分



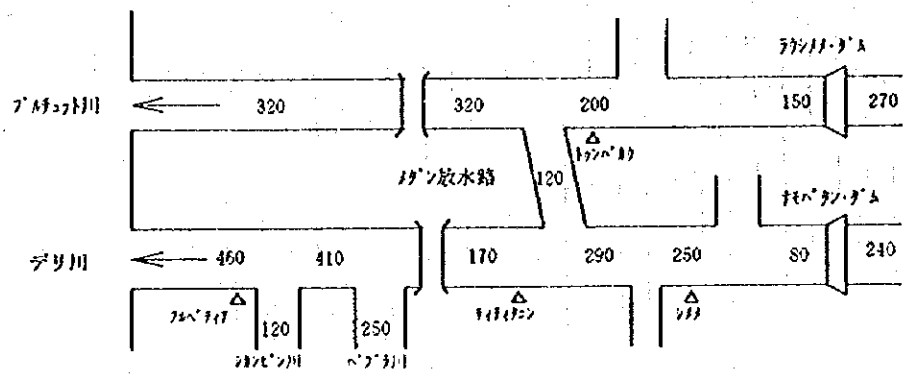
暫定計画については：

暫定計画（２５年確率）計画洪水流量配分



「暫定計画」から「緊急計画」へ、更に「全体計画」への展開は次の計画洪水流量となる。

全体計画（100年確率）計画洪水流量配分



3.1.3 事業内容

(1) 主要施設計画

25 年確率の規模までの洪水を安全に流下させるため、「暫定洪水防御計画」事業の内容は次の３つの施設に代表される。

① プルチュット川改修

② メダン放水路の建設

③ 分水工とデリ川上流改修

さらに、これらの工事に係わる排水樋門・樋管と橋梁の建設、さらにｳｫｰﾀｰﾌﾛﾝﾄ施設が含まれる。

(a) 排水樋門・樋管

プルチュット川の改修：河道の掘削・拡幅、築堤のため既存の排水樋門・樋管の改修・改善が必要となる。

(b) 橋梁

現在プルチュット川に 16 橋、デリ川上流に１橋、合計 17 橋の道路橋(11 橋)、鉄道橋(１橋)、歩道橋(３橋)、水道橋(２橋)があり改修の影響を受けるため 10 橋の架替えられねばならない。また、放水路の開削によって計 11 橋の新規橋梁の建設が必要となる。合計 21 橋の建設計画の橋梁諸元を表 3.1 に示す。

(c) ｳｫｰﾀｰﾌﾛﾝﾄ施設

デリ及びプルチュット川はメダン市を貫流する都市河川であり、灌漑や養魚場への水供給と周辺住民の生活用水源となっている。従って、これら河川の改修は治水の他、河川空間の景観や水質の改善の役割も果たすことになる。河川のもつ環境機能を促進するためデリ川上流遊水河道やプルチュット下流の蛇行部高水敷にｳｫｰﾀｰﾌﾛﾝﾄ施設を整備する。

デリ川上流遊水河道は平常時には極めて広いオープンスペースが利用可能となる。親水機能を含めたｳｵｰﾀｰﾌﾛﾝﾄ施設の設置により多目的利用が期待できる。遊水河道の淡水頻度をもとに以下の利用計画が可能である。（図 3.1 参照）

ｿﾞｰﾆﾝｸﾞ	面積(m2)	湛水頻度	利用計画
A	18,400	年1回	公園、ｽﾎﾟｰﾂ
B	27,140	年10回	遊歩道
C	9,040	年20回	つり場、水際道

プルチュット川下流蛇行部分で新規の引堤によって確保される高水敷は散歩道やスポーツ場としての利用が考えられる。

(2) 工事項目と工事量

3つの主な事業における工事項目とそれぞれの数量を以下に示す。（図 3.2 参照）

(a) プルチュット川

プルチュット川についてはﾃｨﾃｨﾙﾝﾄｩ橋（Titi Runtuh Bridge :PE129+43 m)を境界として上下流に2分割した。プルチュット川下流部については河口からﾃｨﾃｨﾙﾝﾄｩ橋までの約 13km である。

<u>河口からﾃｨﾃｨﾙﾝﾄｩ橋</u>

工事内容		位置・諸元
築堤及び既存堤防の補強		13,150 m
河道掘削と浚渫		13,150 m
ラタン水路の掘削		1,241 m
護岸と水制工	- 低水護岸	2,320 m
	- 河川堤防	2,420 m
	- 水制工（杭型）	9 sites
河川構造物	- 階段工	65 sites
	- 床固め	1 site
	- 桟橋	1 site

排水路及び吐口	- 樋管（ﾎﾞｯｸｽｶﾙﾊﾞｰﾄ）	2 sites
	- 取付け排水路	710 m
灌漑取水堰の再建設（取水堰及び取付け水路）		PE071+00
道路橋及び取付道路(3箇所)	- ﾃｨﾃｨﾌﾞｼ橋	PE057+05
	- ﾌﾟﾙｸﾌﾞﾅﾝ橋	PE084+28
	- ﾃｨﾃｨｶﾞﾝﾄｩﾝ橋	PE115+06
養魚場取水門		2 sites
県道の付け替え		1,985 m
農道の付け替え		2,170 m

ﾃｨﾃｨﾙﾝﾄｩ橋から上流

工事内容		位置・諸元
河道拡幅と整正		15,100 m
法面保護(練石積護岸)		3,300 m
河川構造物(階段工)		53 sites
排水路及び吐口	- ﾎﾞｯｸｽｶﾙﾊﾞｰﾄ	8 sites
	- 管渠	22 sites
	- 開水路	5 sites
橋梁保護工	- ﾃｨﾃｨﾙﾝﾄｩ橋	PE129+43
	- 鉄道橋	PE176+66
	- 有料道路橋	PE206+20
	- 国道橋	PE269+75
道路橋と歩道橋（水管）	- ﾊﾟｺﾝ橋	PE137+49
	- 歩道橋/水管	PE147+58
	- ﾒﾀﾞﾝ･ﾄｩﾝﾌﾞﾝ/水管	PE169+59
	- ﾒﾀﾞﾝ･ﾃﾞﾅｲ/水管	PE200+25
	- ﾋﾞﾝｼﾞｪｲ/水管	PE222+00
	- ｱﾝﾌﾟﾗｽ/水管	PE246+57
水位計の移設		1 site
水管橋		PE255+10

国道橋については、基本設計において延長工事が提案されていたが、1996 年に拡幅工事が実施されたばかりである事、橋梁の上下流が密な市街地であるため仮設工事が困難でありまた当該の国道が北スマトラの第１の輸送幹線として一時的にも不通の状態には出来ない事、一方水理的には計画洪水流量の安全流下が図れる事より河道部の保護工の実施に止めた。

(b)　メダン放水路

工事内容	位置・諸元
掘削	3,920 m
法面保護工（練石積）	2,585 m
法面保護工（もたれ擁壁）	1,035 m
水路床張り	3,620 m
床固め（プルチュット川との合流点）	1 site
排水路/側溝	7,020 m
排水路吐口	7 sites
国道橋	6 sites
鉄道橋	1 site
水管橋	2 sites
潅漑水路橋	1 site
維持管理用道路と植栽工	7,600 m

放水路の横断形状についてはそれが市街地を通る部分については、必要となる用地取得や家屋移転数を出来る限り少なくするため、水路の法面勾配を小さくし法面保護にはもたれ擁壁を採用した。

(c)　デリ遊水河道

工事内容	位置・諸元
デリ川堰	1 site
放水路堰	1 site
遊水河道の掘削及び築堤	830 m
法面保護工	700 m
歩道橋	1 site
遊歩道（舗装）／植栽工	2,100m/650 m
ｳｫｰﾀｰﾌﾛﾝﾄ施設（階段工）	7 sites

3.2　事業評価

事業の経済的妥当性を評価するにあたり、費用と便益を経済価値に換算し、経済的内部収益率（Economic Rate of Return: EIRR）を算定した。

3.2.1　経済的費用

詳細設計の結果より経済的費用を算定した。

（単位：百万ルピア）

財政的費用		経済的費用	
事業費	年維持管理費	事業費	年維持管理費
204,061	1,496	178,149	1,319

年維持管理費は工事費の 1% とした。

3.2.2　経済的便益

事業の便益は事業の実施によって軽減される洪水被害額で表される。被害の軽減は資産に対する直接的なもの、経済活動に対する間接的なものとなる。

(1)　洪水規模別被害額

（単位：百万ルピア）

生起確率（年）	デリ川	プルチュット川	合計
5	-	18,989	18,989
12	-	20,995	20,995
25	144,442	27,893	172,335
40	153,794	28,749	182,543
70	163,969	29,536	193,505
110	170,320	32,388	202,708

(2)　年洪水洪水被害額

（単位：百万ルピア）

生起確率（年）	デリ川	プルチュット川	合計
5	-	7,596	7,596
12	-	9,928	9,928
25	5,813	10,987	16,800
40	8,050	11,412	19,462
70	9,752	11,724	21,476
110	10,620	11,885	22,505

暫定及び緊急計画に対応する年洪水被害額（従って被害軽減額）はそれぞれ 19,462 百万ルピアと 16,800 百万ルピアになる。

3.2.3　経済評価

経済的内部収益率は「緊急計画」と「暫定計画」それぞれにおいて以下の様になる。

計画	計画規模	EIRR（%）
暫定	25	14.42
緊急	40	15.43

また、費用及び便益を各10%増減した場合の感度分析では

（単位：%）

計画	①費用の10%増加	②便益の10%減少	①と②の組み合わせ
暫定	13.39	13.23	12.30
緊急	14.30	14.12	13.10

3.3　環境及び社会影響調査

3.3.1　環境影響評価

インドネシア国での環境影響評価の手続きの変更（1993年政令51号）に伴いB－P調査において実施された環境影響調査（1991年8月に実施）の補足調査が実施された。この補足調査においては特にプルチュット及びデリの水質試験が追加で実施され、環境影響評価（ANDAL）が行われた。また、この環境影響評価に加え環境管理・モニター計画が作成されている。

(1)　環境管理計画

環境影響評価によって明らかになった負の環境影響を軽減するための管理計画が策定された。（表3.3参照）

(2)　環境モニター計画

環境のモニターは工事の前、中、後のそれぞれの段階で負の影響の軽減が管理計画通りに実施されているかを検討するものである。モニタリングの要素は各工事段階で以下のようになる。

事業の段階	環境影響要素
(1) 工事前	(a) 土地収用及び補償に係わる問題
(2) 工事中	(a) 騒音、大気汚染、交通障害 (b) 河川水質の汚濁 (c) 堆砂 (量と有毒物質の処理) (d) 放水路沿いの地下水位低下 (e) ﾊﾞﾝﾀﾞｰﾙｼﾄﾞﾗｽ堰での灌漑用水の取水 (f) 水生植物への影響
(3) 工事後	(a) 取得用地への不法侵入 (b) 河川水質の悪化 (c) 浸食と堆砂 (d) 放水路沿いの地下水位低下 (e) 河川域への廃棄物投棄 (f) 事業の効果

モニターについての検討要素と具体的な方法を表 3.4 に示す。

3.3.2 社会影響調査

(1) 被影響地域

本事業によって影響を受けるのは下記の 25 町村である。図 3.3 に位置を示す。

事業対象河川	ﾒﾀﾞﾝ/ﾃﾞﾘ･ｾﾙﾀﾞﾝ	郡名	町村名
プルチュット川	メダン市	M. Amplas	Timbang Deli, Amplas, Harjusari I, Sitirejo II, Sitirejo III
	メダン市	M. Denai	Binjai, Denai, T.S. Mandala II, T.S. Mandala III, Medan Tenggara
	メダン市	M. Tembung	Tembung
	ﾃﾞﾘ･ｾﾙﾀﾞﾝ県	P. Sei Tuan	Bandar Khalifah, Bandar Setia, Saentis, Cinta Rakyat, Cinta Damai, Percut, Laut Dendang, Sampali, Pematang Lalang
メダン放水路	メダン市	M. Johor	Titi Kuning, Sukamaju
	メダン市	M. Amplas	Harjosari II
	ﾃﾞﾘ･ｾﾙﾀﾞﾝ県	Patumbak	Patumbak Kp. Marindal Satu

(2)　被影響住民の反応

インベントリー調査の結果、用地取得範囲は 188.6 ha、その内プルチュット川の改修に関しては 136 ha で全体の 83%にあたる。表 3.5 に事業対象地域の土地利用、事業の実施に影響を受ける建物をしめした。影響を受ける建造物は 990 件、その内一般家屋は 970 件である。一方、被影響世帯数は 1,584 家族となっている。これら被影響住民への意識調査の結果、100%の住民の事業への賛同を得ており、事業の効果への理解は以下の通りである。

理解されている事業の効果	比率 (%)
(1)洪水被害の軽減によって町村の発展が促される	36.0%
(2)生活環境の改善	22.5%
(3)用地収用や家屋移転への補償の期待	21.3%
(4)就業機会の増加	20.2%

(3)　影響の予測と評価

社会影響の各事業の段階での予測と評価は表 3.6 に示した。

(4)　社会影響管理計画

予想される社会影響に対する管理計画を検討した。表 3.7 に管理計画のまとめを示す。

4.　詳細設計

4.1　河川改修と放水路の建設

4.1.1　プルチュット川

プルチュット川はその地形的条件と周辺の土地利用の２点から距離表示 PE129+50（河口より約 13km 地点）を境に２分割される。下流は比較的低平地を流れ、水深が浅く洪水の疎通能力が平均して小さい。現在でも一定の築堤がなされているが、基本的には河道の拡幅、河床の掘削と既存堤防の補強が中心である。

これに比し上流部は周辺を市街地に囲まれる堀込み河道で疎通能力は平均すると上流より大きくなっている。従って、改修の基本的方向は河道の拡幅は出来る限り抑え、築堤も背後地盤よりは極端に高くならないように留意した。標準横断、平面計画及び縦断計画は以下に示した通りである。

(1)　標準横断（図面 4.1 参照）

プルチュット川下流については現河道の形状を踏襲しさらに河道の安定を図る目的で台形の複断面とした。上流については堀込み河道の現状に沿って台形単断面とした。なお原則として河岸または堤防の法面勾配は 1:2 を採用している。

(2)　平面・法線（図面 4.2 参照）

河川の平面形状は用地や家屋移転を出来る限り少なくするため現河道の平面形状を踏襲する。原則として蛇行部でのショートカットは行わない。

(3)　縦断（図面 4.3 参照）

改修縦断形状は現形状＝現地盤に沿って決定し、上下流間のアンバランスを避け、更に現況施設への影響を出来る限り避けられるものとした。

4.1.2　メダン放水路

デリ川との分流部、プルチュット川との合流部においてそれぞれ原河川の法線とスムーズな分・合流を実現する様に放水路法線を設定した。縦断形状についても同様にそれぞれの

計画河床高とすり付けている。横断については市街地部分はもたれ擁壁を用いて法勾配を大きくし用地を極力小さく、その他については練石積を採用し標準的な断面とした。、標準横断、平面、縦断計画を以下に示す。

(1) 標準横断（図面 4.4 参照）

標準的には台形複断面を用いる。上流側（デリ川との分流部）約 900m においては家屋の密集する市街地であるため法面勾配を 1:0.5 とし放水路幅を小さくし、下流については法面勾配 1:1.5 の標準断面を用いた。

(2) 平面（図面 4.5 参照）

デリ川との分流とプルチュット川との合流をスムーズな形状にするため放水路線形は全体としてＳ字カーブとなる。

(3) 縦断（図面 4.6 参照）

デリ川との分流部計画河床高とプルチュット川合流部の計画河床高を直線で結ぶ縦断である。

4.1.3 デリ川上流（デリ遊水河道）

分水堰のデリ川上流部は堰による堰上げ効果が出る。その効果が大きい区間約 850m に対して改修を行う。また、通常時には広い河道内はドライとなるため氾濫原を多目的利用する。河川環境の保全と利用を促進する事を踏まえ広い洪水敷（高水敷）の整備が設計に盛り込まれた。

(1) 平面（図面 4.7 参照）

現況の地形・河岸形状に沿って平面形を決定した。デリ川並びに放水路堰の間と放水路堰へのアプローチ部分に一部築堤を行う。

(2) 縦断（図面 4.8 参照）

計画河床も現況河床に沿って設定した。ゾーン分類に従って遊水河道内の整地を行う。各ゾーンの標高は下表の通りである。

ｿﾞｰﾆﾝｸﾞ	面積(m2)	地盤標高 (EL. m)	湛水頻度	利用計画
低水路	-	-	常時	-
A	18,400	32.6	年1回	公園、ｽﾎﾟｰﾂ
B	27,140	31.5	年10回	遊歩道
C	9,040	28.0-29.0	年20回	つり場、水際道
D	33,760	35.0	無し	住宅地

(3) 横断（図面 4.9 参照）

横断形状は現地形を反映し複断面とした。低水路並びに各ゾーン間の斜面勾配は標準の 1：2 である。

4.2 河川構造物

4.2.1 堤防

3タイプの河川堤防が河道の形態及び周辺の土地利用を勘案し以下の地点で適用された。

堤防タイプ	適用河道	適用区間
土堤	既存堤の補強と引堤	PE33 - PE129+40(両岸)
	新規堤防	
	ﾌﾟﾙﾁｭｯﾄ	PE0 - PE14(右岸)
		PE14 - PE33(両岸)
	ﾌﾟﾙﾁｭｯﾄ派川	PE14(右岸:1,000m)
	ﾃﾞﾘ上流	ﾃﾞﾘ堰-放水路堰の間(右岸)
	維持管理用道路	
	ﾌﾟﾙﾁｭｯﾄ	PE129+40 - PE274(両岸)
	放水路	FW4 - FW7(左岸)
複合堤	ﾌﾟﾙﾁｭｯﾄ川市街地区間	PE14 - PE33(右岸:1,785m)
特殊堤	ﾌﾟﾙﾁｭｯﾄ川水衝部	PE17-6.5 - PE18+20(左岸)

(1) 土堤防（図面 4.10 参照）

プルチュット下流では既存堤防の嵩上げ、補強を含め築堤を行い、上流については小規模築堤のみを行い、余裕高分をパラペットでカバーする。

(a) 堤防天端

天端幅は 3 m とし維持管理用道路に供する。また、盛土の沈下に対応するため 10%の余盛りを施す。

(b) 法面勾配

法面勾配は原則として 1:2 とし維持管理用や新水機能を確保するために 1 km 毎に階段工を設ける。

(c) 余裕高

余裕高については計画洪水流量が 200m³/s から 500m³/s では 0.8 m とし、200m³/s 以下では 0.5 m とした。

(2) 特殊堤：コンクリート擁壁（図面 4.11 参照）

プルチュット川下流部 PE17-6.5 から PE18+20 の左岸水衝部は土堤防のための十分な用地もなくコンクリート擁壁を適用した。

4.2.2 法面・河床保護工

(1) 護岸

護岸は原則として練石積みとし、河道の湾曲部、水衝部、及び橋梁やその他河川構造物の保護を図るために設置する。以下の護岸のタイプを堤防の法面勾配より適用する。

護岸タイプ	適用範囲
練石張(堤防)	ﾌﾟﾙﾁｭｯﾄ川下流湾曲部、水衝部 河川構造物・橋梁の直上下流 放水路(FW0 - FW28+50)
空石張(低水路)	ﾌﾟﾙﾁｭｯﾄ川河口部
ｺﾝｸﾘｰﾄ擁壁/ もたれ擁壁	ﾌﾟﾙﾁｭｯﾄ川(PE17-6.5 - PE18+20左岸) 放水路(FW28+50 - FW38+95) 分水堰・橋梁の側壁
蛇篭	ﾌﾟﾙﾁｭｯﾄ川下流湾曲部(低水路) 練石張護岸の両側

(2)　水制工（図面 4.12 参照）

プルチュット川下流左岸の湾曲部（PE17 - PE20）は現在でも局所洗掘を受けており周辺の断面も含め洪水流の減勢が必要である。ここでは透過性の杭型の水制を設置するものとする。

(3)　床固め工（図面 4.13 参照）

ﾊﾞﾝﾀﾞｰﾙ･ｼﾄﾞﾗｽ取水堰の設置により下流河床の低下が激しく、ﾃｨﾃｨﾌﾞｼ橋(新規)や計画されている護岸に対し悪影響を与えるものと考えられる。現在以上の河床低下を防ぎ、さらに回復させるために床固め工を PE55 に設置する。

(4)　合流処理

放水路とプルチュット川の合流をスムーズにするため合流部での放水路の法線形の曲率を 300m とした。また、プルチュット川からの土砂の流入を防ぐ目的で合流点での河床高を 36cm 高くしている。

(5)　桟橋・船着き場・舟泊り（図面 4.14 参照）

プルチュット川下流（PE14+57）には近海漁業の小舟が発着する桟橋がある。また、その周辺にはそれら小舟の修理や避難のための用地が確保されている。河道改修によってこれら桟橋の再建が必要となる。計画河道および護岸の形状を勘案し、桟橋と舟泊まりの設計を行った。

4.2.3　橋梁保護工

(1)　ﾃｨﾃｨﾙﾝﾄｩ橋（図面 4.15 参照）

橋台の保護を中心として上下流 31 m 区間についてコンクリート擁壁を設置する。さらにその両側に練石積み護岸を置く。河床は蛇篭による保護とする。

(2)　鉄道橋（図面 4.16 参照）

橋の中心より上下流それぞれ 21 m のコンクリート擁壁を設置し、さらに上下流に練石積み護岸を置く。河床は蛇篭を置く。

(3)' 国道橋（図面 4.17 参照）

橋を跨いで上下流 60 m 区間にコンクリート擁壁を設置、練石積み護岸を行い、河床はコンクリートブロックを敷設する。

4.2.4 排水樋門・樋管

(1) 都市排水

河川改修にかかわる都市排水路の河道への吐口は自然流下方式を適用し、計画排水流量、排水位と河川水位から樋門、樋管(ﾎﾞｯｸｽ又は管)、さらにゲートの有無の検討がなされた。樋管のタイプはボックス・カルバートまたはパイプ・カルバートについて管内流速が 2.5 m/s から 3.0 m/s に応じて下表の標準設計を用いた。

形式	径/幅 (m)	高さ (m)	数	流水面積 (m^2)	計画流量 (m^3/s)
ﾊﾟｲﾌﾟｶﾙﾊﾞｰﾄ	0.600	-	1	0.283	0.707 - 0.989
	0.800	-	1	0.502	0.989 - 1.748
	1.000	-	1	0.785	1.758 - 2.748
	0.800	-	2	1.005	2.748 - 3.517
	1.000	-	2	1.570	3.517 - 5.495
ﾎﾞｯｸｽｶﾙﾊﾞｰﾄ	1.500	1.500	1	2.250	5.495 - 7.875
	2.000	1.500	1	3.000	7.875 - 10.500
	2.000	2.000	1	4.000	10.500 - 14.000
	2.000	2.000	2	8.000	14.000 - 28.000

全 42 箇所の樋管の基本諸元を表 4.1 に示す。

ボックス・カルバートの樋門の一般構造図 (SL2)を図面 4.18 に、パイプ・カルバートの標準構造図を図面 4.19 に示す。

(2) バトゥアン川の処理（図面 4.20 参照）

放水路によって横切られるバトゥアン川の処理方法は吐き口を２連のボックス・カルバートし、減勢のため落差を設けた。

4.2.5 ﾊﾞﾝﾀﾞｰﾙ･ｼﾄﾞﾗｽ取水堰（図面 4.21 参照）

堰本体は維持管理が容易で建設費の小さいゴム引布製起伏堰を採用した。新規に建設する位置は既存の機能を損なわないように且つ施工がドライで行える様、建設位置は既存の堰より 150 m 上流とした。

ゴム堰の堰頂標高は下流潅漑地への用水量が確保される事と転倒にかかわる流量が河道計画上問題のないこと、さらに自動倒伏についても年間 10 回程度となるよう設計した。その他付帯構造物としては取水施設、水叩き、護床工、維持管理橋、そして操作機器のための上屋となる。これら構造物の諸元を次表に示す。

構造物	諸元	
ゴム堰		
堰頂標高	EL. 4.06m	
基礎標高	EL. 0.92m	
倒伏水位	EL. 4.87m	
袋体高	3.14m	
袋体長	13.00m(河床部)	
最大水深	3.95m(倒伏水位で)	
設計越流水深	0.81m	
基礎ｺﾝｸﾘｰﾄ	28.0m	
遮水(II型矢板)	2.0m x 4箇所	
基礎処理	PC杭φ=600, L=12m-14m, 76箇所 PC杭φ=400, L=12m, 62箇所	
護床工	上流	下流
エプロン	8.0m	16.0m
護床工	10.0m	20.0m
取水施設	左	右
取水ゲート（２門）	1.0mx1.00m	1.0mx1.25m
ﾎﾞｯｸｽ･ｶﾙﾊﾞｰﾄ（２連）	1.5mx1.25mx73.3m	1.5mx1.50mx37.3m
潅漑用水路（台形、練石積）	左	右
水路床	2.8m	3.3m
長さ	218m	257m
維持管理用橋梁（鋼製I桁構造）	左側	右側
橋梁長さ	29.0m	33.0m
幅	1.1m	
操作上屋	床面積=33.0m²	
高水敷護岸（枠型ｺﾝｸﾘｰﾄ･ﾌﾞﾛｯｸ）	3,000m²	

4.2.6 分水堰

デリ川分水堰及び放水路分水堰は近い将来の緊急計画の実現のため（プルチュット川上流に計画されているラウシメメ・ダムの建設とプルチュット川への分流量を 70m³/s から 120m³/s に増加することにより治水安全度を 25 年確率から 40 確率まで向上させる。）暫定計画のみではなく緊急計画の条件にも対応出来る設計が必要である。（堰頂の変更方法については図 4.1 参照）

(1) 水理条件

緊急計画と暫定計画での分水堰にかかわる水理条件はデリ川堰と放水路堰において次表に示す通りである。

デリ川堰

水理条件	暫定計画	緊急計画
堰頂標高	EL. 31.00m	EL. 31.50m
越流水深	3.0m	2.5m
堰長(越流幅)	17.5m	17.5m
計画流量 オリフィス流量 越流量	230m³/s 68.9m³/s 161.1m³/s	200m³/s 78.5m³/s 121.5m³/s

放水路堰

諸元	暫定計画	緊急計画
堰頂標高	EL. 32.50m	EL. 32.00m
越流水深	1.5m	2.5m
堰長(越流幅)	25.0m	25.0m
計画流量(越流量)	70m³/s	120m³/s

(2) 構造諸元

上記のように暫定計画から緊急計画への移行については各分水堰の堰頂標高の変更だけで計画流量の増減に対応出来る。上記水理条件をもとにした両堰の諸元を以下に示す。設置位置の地質条件をよりデリ川堰については直接基礎とし、放水路堰は地盤改良が必要となる。

デリ川堰（図面4.22）

設計項目	諸元
形式	重力式台形堰
設計水位	EL. 34.0m
堰頂標高	EL. 31.0m
水叩き標高	EL. 24.2m
基礎標高	EL. 21.7m
堰長	17.50m
堰頂幅	3.00m
堰高	6.80m
オリフィス	2 x 3.00m x 2.00m
オリフィスの床標高	EL. 24.7m
越流水深	3.00m
堰法面勾配	直立(上流)、1:1(下流)

放水路堰（図面4.23）

設計項目	諸元
形式	重力式台形堰
設計水位	EL. 34.0m
堰頂標高	EL. 32.5m
水叩き標高	EL. 26.5m
基礎標高	EL. 24.0m
堰長	25.00m
堰頂幅	2.00m
堰高	6.00m
越流水深	3.00m
堰法面勾配	直立(上流)、1:1(下流)

4.2.7 ｳｫｰﾀｰﾌﾛﾝﾄ施設

デリ・プルチュット両川が都市河川であることから、河川改修事業については洪水防御をその第1目的としながらも都市環境の改善という側面からも関係施設の設計を行った。それぞれの地域において周辺都市住民のアメニティーのための遊歩道の設置、河川景観を改善する並木などの植栽工、河川水面への接近を容易にする堤防階段工を設置した。

4.3 橋梁

対象となる橋梁は全部で21橋、以下に諸元の一覧を示す。

プルチュット川

番号	名称	位置 PE. m	種類	幅員 (m)	橋長 (m) 左	中央	右	全体
Br.P1	Titi Besi	057+05	道路	7	25.6	31.6	25.6	82.8
Br.P2	Perkubunan	084+28	道路	7	31.6	40.8	31.6	104.0
Br.P3	Titi Gantung	115+05	道路	7	16.6	-	40.8	57.4
Br.P5	Payung	137+39	道路	7	-	40.8	-	40.8
Br.P6	Pedestrian	147+58	歩道	2	-	40.8	-	40.8
Br.P7	Medan-Tembung	169+59	道路	9	-	40.8	-	40.8
Br.P9	Medan-Denai	200+25	道路	16	-	40.8	-	40.8
Br.P11	Binjai	222+00	道路	16	-	40.8	-	40.8
Br.P13	Amplas	246+57.5	道路	16	-	40.8	-	40.8
WBr.1	Water Pipe	255+10	水管	-	-	40.8	-	40.8

メダン放水路

番号	名称	位置 FW. m	種類	幅員 (m)	橋長 (m) 左	中央	右	全体
Br.F1	Jalan Bajak	006+90	道路	7	-	31.6	-	31.6
Br.F2	PTP IX	020+45	道路	9	-	31.6	-	31.6
WBr.2	Water Pipe	020+50	水管	-	-	31.6	-	31.6
WBr.3	Water Pipe	024+70	水管	-	-	31.6	-	31.6
Br.F3	Jl.STM Ujung	028+22	道路	9	-	31.6	-	31.6
Br.F4	Keluarga	032+00	鉄道	-	-	31.6	-	31.6
WBr.4	Water Pipe	032+10	水路	-	-	31.6	-	31.6
Br.F5	Jl. Deli Tua	033+65	道路	16	-	31.6	-	31.6
Br.F6	Pedestrian	037+70	歩道	2	-	31.6	-	31.6
Br.F7	Jl.SMA-12	038+78	道路	5	-	19.6	-	19.6
Br.F8	Gg.Seksama	019+00	道路	2	13.6	31.6	13.6	58.8

4.3.1 道路橋

上部工については前記のようにＰＣ桁を用いスパン数を減らせるため：橋脚による河積阻害を少なくするため１スパン長を最大 41m とした。その結果、道路橋では３スパン３橋、２スパン１橋、残り 10 橋は１スパンである。橋脚、アバットはＲＣ構造とし、設計条件はインドネシア国公共事業省道路総局の基準「Bridge Design Manual」を採用している。

道路橋については橋長やスパン数によって５タイプに大別出来る。それらは① Br.P1:Titi Besi、② Br.P2:Perkebunan、③ Br.P3:Titi Gantung、④ Br.P5:Payung、⑤ Br.F1:Jalan Bajakの５橋で、一般図を図面4.24～4.28に示す。以下、上部工と下部工の標準設計を示す。

(1) 上部工

鋼製、ＲＣ、ＰＣの３種の中より費用と施工性、維持管理の容易さの比較においてＰＣ桁構造を採用した。

(a) 床板（図面4.29）

桁方向については連続床板として構造・安定計算がなされた。

(b) ＰＣ桁（図面4.30）

ＰＣ桁はプレキャストのものを用いる。桁長は31.6mと40.8mの２種である。

(2) 下部工・基礎

下部工は橋台に杭付きＲＣ構造とし、橋脚には流水の抵抗を出来る限り小さくするためにハンマーヘッドタイプを選定した。基礎は地質の条件より支持杭を用いた構造とした。

(a) 橋台（図面4.31）

橋台はその基礎部が河岸に埋設される構造とし、練石積護岸で洗掘防止を図る。

(b) 橋脚（図面4.32）

橋脚基礎には支持杭が用いられる。

4.3.2 鉄道橋

道路橋と同様にＰＣ桁をその上部工として設計した。（図面4.33参照）

4.3.3 歩道橋

歩道橋も道路橋と同様ＰＣ桁を用いた。（図面4.34参照）設計条件は道路橋と同様に

「Bridge Design Manual」を採用した。

4.3.4 水管橋

プルチュット川には８橋の水管橋が架かっており、またメダン放水路のルートを跨いで４本の水道本管が埋設されている。河川改修と放水路の建設に伴いこれらの水道本管はすべて取り替えられねばならない。多くの既存水管橋が道路橋または歩道橋と近接していることから、技術的に許容される範囲で架替えられる、または新規に建設される橋梁の側道に水道本管を敷設する。水管橋として独立に建設されるのは管径が400mmを越えるもとした。水管橋は現地でよく用いられているトラス型を採用した。以下に水道本管の取り替え方法を示す。水管橋の一般図（１スパン40.8m）を図面4.34に示す。

位置	関連橋梁	管径（mm）	方法
プルチュット川			
PE. 169+59	Br. P7 Medan-Tembung	100	橋側へ敷設
PE. 200+25	Br. P9 Medan-Denai	150+100	橋側へ敷設
PE. 222+00	Br. P11 Binjei	400+150	橋側へ敷設
PE. 246+57.5	Br. P13 Amplas	300+150+125x4	橋側へ敷設
PE. 255+10		600+600	トラス橋
FW. 20+50		800	トラス橋
FW. 24+70		300	橋側へ敷設
FW. 32+10		600+300	管路橋
FW. 33+65	Br. F5 Jl. deli Tua	350	橋側へ敷設

また、放水路に横切られる灌漑水路の補償に対する灌漑用水のための水管橋はスパンが短い事からパイプ桁方式を採用した。（図面4.36）

5.　施工計画と工事費

5.1　施工計画

5.1.1　計画条件

工事に関する稼働日数は各工種への降雨の影響と現地での日曜日や祝祭日：合計 65 日を考慮し以下の条件とした。

工種	稼働日数(日)
築堤・盛土	187
河道掘削、床固め、護岸工	215
橋梁下部・基礎工、保護工	215
掘削一般	245
橋梁上部工、排水施設	245
浚渫	300

一方、建設資材については下記において入手可能である。

建設材料	入手可能地域
骨材/石	メダン市周辺河川
セメント/アスファルト	メダン市
木材	メダン市
鉄筋	メダン市
鋼矢板	ジャカルタ又はスラバヤ
ＰＣ杭/ＰＣ桁	メダン市
燃料(油、グリース、etc)	メダン市

一般労働力については現地で十分と考えられる。また、建設機械：特に土工、コンクリート工等に関する機械は現地市場に豊富であり、実績としても稼働している。

5.1.2　各工区の施工計画

工事の効率的な実施のため全体工事を以下のように７工区に分け施工計画を検討した。工区の分割を図 5.1 に示す。

工区名	工区(距離No.)	延長
MFC-1	ﾌﾟﾙﾁｭｯﾄ: PE.0-220～PE.46	5,040m
MFC-2	ﾌﾟﾙﾁｭｯﾄ: PE.46～PE.129	8,270m
MFC-3	ﾌﾟﾙﾁｭｯﾄ: PE.129～PE.210	8,100m
MFC-4	ﾌﾟﾙﾁｭｯﾄ: PE.210～PE.274	6,500m
MFC-5	ﾌﾟﾙﾁｭｯﾄ: PE.274～PE.274+320 放水路：FW0～FW26	2,680m
MFC-6	放水路：FW26～FW34	1,010m
MFC-7	放水路：FW34～FW39+50 ﾃﾞﾘ上流：DU10+46.5～DU23	1,500m

7工区のそれぞれの施工計画をもとに全体の施工計画を下記の条件に沿って検討した。

(1) 河道改修は下流より上流へ進捗する。

(2) 建設資機材や機械、労働力が供給能力以内でしかも恒常的に稼働するように同様の工事が一定時期に集中しない事。

(3) 築堤工事(盛土)が効率が高い乾期に行われる。さらに材料の仮置き期間が短くなるよう掘削工事とのタイミングを調整する。

(4) 橋梁の架替え工事は当該地域での交通条件を勘案し、振り替え道路が可能な限り近接した所に確保される。

全体施工期間は各工区工事の組み合わせにより3年間である(図5.2参照)。

5.1.3 工事土砂収支

掘削土より築堤に適している盛土材料の収支を算定すると MFC-1 では築堤材料が不足し MFC-2 及び MFC-3 よりそれぞれ 2,050 m³、189,450 m³ 搬入する必要がある。(表 5.1 参照) 一方、全工区の掘削や浚渫土砂より築堤材料として使われる土砂を差し引いた捨て土量は表5.2に示す様に 2,373,600 m³ の残土がでる。

5.2 工事費の積算

事業費積算の為の基本条件は以下の通りである。

(1) 価格基準は 1995 年 11 月とする。

(2)　交換レートは：US$1.00 = Rp.2,285 = ¥103.6

(3)　工事費の積算は外貨と内貨に分けて行い、表示はインドネシア・ルピアで表した。

詳細な工事費の積算は別冊：Vol. VI. Cost Estimateに示してある。全体の工事費は1,769億13百万ルピアとなった。

6.　維持管理計画

6.1　組織体制

6.1.1　法令と規則

現在まで河川及び河川構造物の維持管理については法令上以下の２つの政令がその方向を定めていると考えられる。一般的方向は地方分散化と民間への移管が示唆されているが、ジャワ島の一部で実験的に行われてはいるもののその他では中央機関による強い指導と援助で実施されているのが現状である。

(1)　政令 No. 22(1982 年)

本政令では(1) 直接の裨益者が維持管理費用を応分に負担し、(2) 共通部分については地方政府（州、県、市）が負担し、(3) 中央政府はこれらの実行のために援助をする。

(2)　政令 No. 35(1991 年)

河川管理は原則として地方政府の責任下で行い、公団・公社はそれを肩代わりできる。河川一般については中央と地方の共通管理になる。共通管理とは資金は中央で実施は地方が担当する。

維持管理は基本として一度開発事業のもとで建設された施設・構造物に対し実施され、通常は事業竣工のある一定期間後に施設・構造物の修復や拡張事業として行われている。従って恒常的な維持管理業務について組織・マンパワー、予算が充てられてはいない。北スマトラにおいても同様であり、開発事業のもとに老朽化した施設や災害にあった構造物の維持が実施されている。

6.1.2　維持管理体制

維持管理においては前記のような現状にあるが、一方では本事業の維持管理を実施していく上では実績として予算は確保されているし、またマンパワーとしても体制整備が可能であると考えられる。

北スマトラ治水・水資源開発工事事務所の現在の業務を勘案し、維持管理体制を図 6.1 の様に提案した。その中で本事業の施設についての維持管理へ向けられるべきマンパワーを次表に示す。

役職	人数	担当
土木技師	1	維持管理業務の指示・監督
土木技師補	2	施設の検査、対策検討
測量士	6	詳細調査
事務職員	4	

6.2 管理計画

6.2.1 ﾊﾞﾝﾀﾞｰﾙ・ｼﾄﾞﾗｽ灌漑取水堰

ﾊﾞﾝﾀﾞｰﾙ・ｼﾄﾞﾗｽ取水堰では右岸に 2,090ha、左岸に 1,360ha(将来 1,680ha に拡大)の灌漑面積があり、それぞれ 2.09m³/s、1.36m³/s (1.68m³/s)の用水が必要となる。現在での水使用は図 6.2 に示す通りである。

ゴム袋体は堰位置での水位が EL.4.87m に達すれば自動的に倒伏する。これは約 20m³/s に相当し年流況において 20%流量となり、年間約 10 回の頻度である。倒伏後、起立はマニュアル操作（単に起動スイッチを押すのみ）で行われる。ゴム袋体の容積は 198.7m³ で倒伏には 22 分、起立には 35 分の時間を要する。左右岸の取水ゲートの操作はゴム袋体が起立状態で考えられている。ゴム袋体の堰頂標高 EL.4.06m と自動倒伏水位 EL.4.87m の間における河川水位～ゲート開度～取水量の関係より河川水位を観察しながらを図 6.3 の様な操作を行えばよい。

6.2.2 デリ遊水河道

非洪水期での遊水河道の利用計画はそれぞれのゾーンの湛水頻度により下記に示すように設定されている。

ゾーン	面積 (m²)	地盤高 (EL m)	湛水頻度	利用計画
A	18,400	32.6	1 回/年	公園やスポーツ広場s
B	27,140	31.5	10 回/年	自由公園
C	9,040	28.0～29.0	20 回/年	散歩道、つり
D	33,760	35.0	湛水なし	住宅地

その維持管理については利用者の安全の確保と遊水河道内に設置される構造物が湛水により損壊を受けないようにするという２点である。

計画洪水流量波形では遊水河道内での水位上昇はゾーンC(EL.28.0m)からゾーンB(EL.31.5m)で54分、ゾーンBからゾーンA(EL.32.6m)へは40分のみである。適当な避難路を確保するとともに利用者に注意を促すために案内板の設置が提案されている。

6.2.3 排水樋門・樋管

全体で37箇所の樋管・樋門が再建設又は新規に設置されるが以下の３箇所の樋門がプルチュット川下流左岸に建てられゲート操作が必要となる。ゲートは通常は開けられており、河川水位の上昇に従って閉められる事になる。

諸元/樋門NO.	SL2	SL3	SL4
位置(左岸)	PE.95+35m	PE.138+55m	PE.155+90m
排水吐口(B * H * Set)	2.0m*1.5m*2	1.5m*1.5m*1	2.0m*1.5m*1
敷高標高	EL.5.30 m	EL.11.00m	EL.12.50m
ﾌﾟﾙﾁｭｯﾄ川河床高	EL.2.925m	EL.7.694m	EL.9.855m
ﾌﾟﾙﾁｭｯﾄ川計画高水位	EL.8.625m	EL.13.804m	EL.15.965m
背後地盤高	EL.7.0m	EL.12.8m	EL.15.4m
地盤高流下能力(ﾌﾟﾙﾁｭｯﾄ川)	149 m³/s	215 m³/s	259 m³/s
流下能力の生起確率	2年	5年	10年
ゲート			
タイプ	鋼板		
巻上げ法	人力		
巻上げ速度	20 cm/m以上		
重量	15 Kg以下		

6.3 維持計画

維持のための日常的な施設の検査計画を表 6.1 に示す。都市排水施設については維持管理をメダン市とデリ・セルダン県の公共事業部へ移管する。橋梁の維持管理は各橋梁のクラスによって下記の機関へ移管する。

国道橋	:	公共事業省道路総局またはインドネシア道路公団
州道橋	:	北スマトラ公共事業局
町村道橋	:	メダン市またはデリ・セルダン県
鉄道橋	:	インドネシア鉄道公社
水管橋	:	メダン水道公社

7. 事業実施計画

7.1 実施方法とタイムスケジュール

7.1.1 実施機関

本事業の実施についての基本的な管理は公共事業省水資源総局になる。現実上の実施機関はの北スマトラ州での直轄工事事務所にあたる北スマトラ水資源・治水事務所（North Sumatra Water Resources and Flood Control Project Office: Proyek Pengendalian Sumber Air dan Pengendalian Banjir Sumatera Utara = PPSAPB-SU）が担当する事になる。当事務所の組織図を図7.1に示す。

7.1.2 工事の実施計画

実施計画を図7.2へ、各実施計画項目を次表にしめす。

事業実施計画事項	期間
I. 実施設計	
I-1 基本調査/基本設計	Apr. 1995 to Aug. 1995
I-2 詳細設計と入札書類の作成	Nov. 1995 to Aug. 1996
I-3 ANDAL 及び RKL/RPLの申請承認	Jun. 1995 to Nov. 1995
I-4 補償・土地収用に関する基本調査	Sep. 1995 to Mar. 1996
II. 実施のための手続き	
II-1 予算要求 (国家予算よ地方予算)	Sep. 1996 to Nov. 1996
II-2 土地収用と家屋移転	Dec. 1996 to Feb. 1998
III. OECF資金の確保	
III-1 Loanの申請	Nov. 1996 to Jan. 1997
III-2 Loan の審査	Mar. 1997 to Apr. 1997
III-3 Pledge/Loan Agreement	Aug./Nov. 1997
IV. 事業の実施	
IV-1 コンサルタントの選定と契約	Aug. 1997 to Dec. 1997
IV-2 工事入札と契約	Aug. 1997 to Feb. 1998
IV-3 工事	Apr. 1998 to Mar. 2001
(3-1) プルチュット川の改修	Apr. 1998 to Mar. 2001
(3-2) メダン放水路と分水工事	Apr. 1998 to Mar. 2001

7.2 資金計画

7.2.1 事業費と融資額

全体事業費は付加価値税（ＶＡＴ）を除き2,631億18百万ルピアと算定された。この内訳は次表に示す通りである。

項　　目	金額（百万ルピア）
1. 直接工事費	176,913
2. 補償費	38,160
3. 管理費	11,383
4. コンサルタント・サービス	12,743
5. 予備費	23,919
6. 小計	263,118
7. 付加価値税	26,312
8. 総計	289,430

上記の費用項目の中で、ＯＥＣＦの資金協力に適応するものは直接工事費とコンサルタント・サービスの費用である2,086億22百万ルピアとなる。これは全体事業費の72.1%にあたり、これらの費用に対しては全額融資対象となる。

7.2.2 支出計画

事業費の支出計画を表7.1に示す。ここで維持管理費は工事費総額の1%と設定した。

7.3 実施に伴う事項

7.3.1 環境保全

環境影響評価においては環境影響調査の見直しと環境管理計画・モニター計画の策定を行い環境中央委員会への審査・承認の申請を行った。1995年11月３日にジャカルタにおいて環境中央委員会での審査が行われ、事業に対する環境面からの基本的な了承を得ると同時に、細部のコメントが提出された。このコメントに対し同年９月28日に回答がなされた。

1996年１月３日にコメントへの回答をもって環境中央委員会より、環境影響評価（ＡＮＤＡＬ）、環境管理計画（ＲＫＬ）、及び環境モニター計画（ＲＰＬ）について公共事業省大臣

への事業推進の提言がなされた。公共事業省大臣はこれを受け、同年1月10日に承認した。

7.3.2 土地収用と補償

土地収用は事業の実施において最もクリティカルな問題である。本事業においては北スマトラ水資源・治水工事事務所が事業実施の準備として従来の手続きが採られてきている。土地収用に関する州知事への申請と承認を 1996 年1月 30 日に得て、メダン市長及びデリ・セルダン県長は以下の9事務所からなる土地収用委員会を発足させた。

(1) 市長または県長（委員会委員長）

(2) 国家土地庁

(3) 不動産に関する税務事務所

(4) 公共事業局（地方事務所）

(5) 農業開発事務所

(6) 関係郡庁

(7) 関係町村長

(8) 市長または県長の官房

(9) 国家土地長の官房

現在まで（1996年6月現在）インベントリー調査及び用地測量を終え、土地や建物の所有者との買収交渉に入る所である。

表

表 2.1 メダン市・サンパリ観測所での気象資料

Item	Unit	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total Average
Monthly Rainfall	mm	78	61	81	121	174	102	145	148	198	271	208	190	1,777
Mean Temperature	°C	25	26	26	27	27	27	26	26	26	26	26	26	26
Mean Max. Temp.	°C	31	32	33	33	33	33	32	32	31	31	31	31	32
Mean Min. Temp.	°C	21	21	21	22	23	22	22	22	22	22	22	22	22
Relative Humidity	%	85	84	84	84	85	84	83	84	86	87	87	86	85
Rainy Days	dys	8	8	8	11	13	9	13	14	18	19	18	15	154
Sunshine Duration	%	49	54	59	57	57	60	59	58	49	45	43	47	53
Wind Velocity	m/s	1.3	0.81	0.85	78	0.73	0.74	0.81	0.76	0.75	0.75	0.75	0.85	1
Pan Evaporation	mm/d	3.8	4.5	4.5	4.7	4.6	4.7	4.5	4.8	4.1	4	3.9	3.4	1,566

Note : Data except evaporation are the average of 1974 - 1984 (by PMG)

Evaporation data is the average of 1980 - 1989

表 2.2 流域別月平均降雨量

(unit : mm/month)

River Basin	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
Deli	126	100	125	153	225	170	171	215	274	310	255	213	2,337
Percut	132	114	131	158	234	168	195	211	284	315	252	208	2,402

Note : Average of 1954 - 1994 using several rainfall station

表 2.3 年最大洪水流量

Station	Simeme			Helvetia			Tembung		
C.A.	158 km^2			341 km^2			171 km^2		
River	Deli			Deli			Percut		
Year	Date	Water Level (m)	Discharge (m^3/s)	Date	Water Level (m)	Discharge (m^3/s)	Date	Water Level (m)	Discharge (m^3/s)
1980	30 Oct	2.43	160	6 Dec	3.90	158	x	x	x
1981	16 Dec	2.42	158	29 Oct	3.58	136	x	x	x
1982	29 Dec	2.49	168	x	x	x	x	x	x
1983	30 Sep	2.53	174	x	x	x	x	x	x
1984	x	x	x	27 Jul	4.35	199	30 Oct	3.06	83
1985	6 Oct	2.90	235	6 Nov	4.60	224	21 May	3.49	105
1986	6 Dec	3.01	253	3 Feb	4.75	240	7 Dec	4.67	178
1987	16 Sep	2.43	160	x	x	x	10 Dec	4.45	163
1988	19 Sep	2.48	166	x	x	x	1 Apr	2.97	79
1989	24 Sep	2.12	119	24 Nov	4.55	219	19 Dec	4.24	149
1990	26 Nov	2.93	240	x	x	x	26 Nov	4.91	195
1991	11 Oct	2.35	149	13 Oct	2.95	101	26 Mar	3.17	89
1992	23 Dec	2.41	157	2 Oct	3.16	112	23 Dec	4.77	185
1993	1 Jul	1.93	96	18 Sep	2.99	103	5 Nov	3.62	112

表 2.4　デリ川シメメ観測所での流況

(unit : m^3/s)

Year	Frequency							Average
	Max	25%	50%	80%	95%	99%	Min	
1984	x	x	x	x	x	x	x	x
1985	38.40	10.30	6.71	4.31	3.93	3.51	2.57	8.38
1986	27.20	8.35	4.76	3.65	2.81	2.33	2.23	6.66
1987	30.90	9.26	6.59	4.94	4.06	3.70	3.48	8.53
1988	25.90	9.85	8.08	4.97	5.16	6.13	4.43	9.08
1989	25.10	8.34	5.45	4.53	4.10	4.21	4.25	6.79
1990	34.60	9.55	6.50	4.70	3.60	3.20	2.80	7.58
1991	28.30	9.80	6.30	3.70	3.00	2.72	2.48	7.47
1992	43.20	9.85	7.12	4.74	3.56	2.98	2.94	8.01
1993	20.60	8.54	5.88	4.53	3.76	3.29	3.04	7.06
Average	30.47	9.32	6.38	4.45	3.78	3.56	3.14	7.73
Specific Discharge ($m^3/s/km^2$)	0.193	0.059	0.040	0.028	0.024	0.023	0.020	0.049

表 2.5　デリ川フルブティア観測所での流況

(unit : m^3/s)

Year	Frequency							Average
	Max	25%	50%	80%	95%	99%	Min	
1984	75.90	22.00	16.40	11.80	10.20	9.60	9.30	18.42
1985	81.50	20.40	13.90	8.85	5.52	4.69	4.58	16.13
1986	74.00	21.00	14.90	9.45	6.60	6.12	6.12	17.23
1987	42.90	17.70	12.10	7.50	8.85	9.90	10.40	14.28
1988	70.90	24.40	17.90	16.00	9.90	9.00	8.40	21.47
1989	85.00	23.80	17.90	12.10	9.90	8.85	8.40	20.81
1990	x	x	x	x	x	x	x	x
1991	54.80	22.00	13.90	9.00	7.35	6.60	5.88	17.28
1992	66.90	20.20	14.00	9.70	7.50	6.60	5.76	16.64
1993	48.00	19.60	13.70	9.60	7.20	5.88	4.69	15.92
Average Q	66.66	21.23	14.97	10.44	8.11	7.47	7.06	17.58
Specific Discharge ($m^3/s/km^2$)	0.195	0.062	0.044	0.031	0.024	0.022	0.021	0.052

表 2.6　ブルチュット川トウンブン観測所での流況

(unit : m^3/s)

Year	Frequency							Average
	Max	25%	50%	80%	95%	99%	Min	
1990	79.60	10.10	6.97	4.21	2.68	1.69	1.56	8.47
1991	41.90	11.00	8.28	5.90	3.49	2.80	2.54	9.27
1992	56.40	9.39	7.40	5.72	4.54	3.60	2.01	8.50
1993	42.60	11.90	8.81	6.62	5.18	4.52	3.86	10.16
Average Q	55.13	10.60	7.87	5.61	3.97	3.15	2.49	9.10
Specific Discharge ($m^3/s/km^2$)	0.322	0.062	0.046	0.033	0.023	0.018	0.015	0.053

表 2.7　北スマトラ州と調査地域での人口、成長率、人口密度、世帯数

Administration	Area (km²)	Population 1980	Population 1990	Annual Growth Rate (%)	Population Density (person/km²) 1980	Population Density (person/km²) 1990	Number of Households 1980	Number of Households 1990	Annual Growth Rate (%)	Average Size of Household (person/household) 1980	Average Size of Household (person/household) 1990
I Indonesia(1000pop)	1,919,317	147,490	179,379	1.98	76	92	30,372	39,772	2.73	4.86	4.51
II North Sumatra Prov.(1000	70,789	8,361	10,256	2.06	117	143	1,548	2,023	2.71	5.40	5.07
III Study Area	905.95	1,618,141	2,128,975	2.78	1,786	2,350	278,135	401,288	3.73	5.82	5.31
(1) Kodya Medan	265.10	1,373,737	1,730,052	2.33	5,182	6,526	232,864	324,084	3.36	5.90	5.34
Kecamatan											
1 Medan Tuntungan	14.90	11,743	48,539	15.25	788	3,258	2,322	10,095	15.83	5.06	4.81
2 Medan Johor	15.00	36,096	71,296	7.04	2,406	4,753	6,216	13,321	7.92	5.81	5.35
3 Medan Amplas	14.74	55,550	86,634	4.54	3,769	5,877	9,539	15,700	5.11	5.82	5.52
4 Medan Denai	7.96	63,736	106,946	5.31	8,007	13,435	11,520	19,194	5.24	5.53	5.57
5 Medan Tembung	6.80	92,115	117,904	2.50	13,546	17,339	16,360	21,918	2.97	5.63	5.38
6 Medan Kota	5.50	95,225	93,043	-0.23	17,314	16,917	15,578	16,977	0.86	6.11	5.48
7 Medan Area	3.80	118,373	116,779	-0.14	31,151	30,731	18,970	21,298	1.16	6.24	5.48
8 Medan Baru	4.94	52,016	49,499	-0.49	10,530	10,020	8,107	9,760	1.87	6.42	5.07
9 Medan Polonia	8.28	42,977	53,605	2.23	5,190	6,474	7,366	10,162	3.27	5.83	5.28
10 Medan Maimun	3.98	46,484	49,148	0.56	11,679	12,349	8,119	9,426	1.50	5.73	5.21
11 Medan Selayang	19.80	31,120	54,801	5.82	1,572	2,768	5,561	10,517	6.58	5.60	5.21
12 Medan Sunggal	15.70	64,620	91,675	3.56	4,116	5,839	11,015	16,953	4.41	5.87	5.41
13 Medan Helvetia	11.60	75,756	110,903	3.88	6,531	9,561	12,600	20,773	5.13	6.01	5.34
14 Medan Petisah	4.50	80,693	79,575	-0.14	17,932	17,683	13,721	15,141	0.99	5.88	5.26
15 Medan Barat	6.60	74,274	87,489	1.65	11,254	13,256	12,082	16,302	3.04	6.15	5.37
16 Medan Timur	7.60	98,797	109,433	1.03	13,000	14,399	16,345	20,993	2.53	6.04	5.21
17 Medan Deli	21.00	72,491	100,109	3.28	3,452	4,767	12,442	18,809	4.22	5.83	5.32
18 Medan Labuhan	46.00	38,815	55,624	3.66	844	1,209	7,018	10,258	3.87	5.53	5.42
19 Medan Belawan	10.00	81,165	83,666	0.30	8,117	8,367	14,120	15,033	0.63	5.75	5.57
20 Medan Perjuangan	4.40	101,561	104,458	0.28	23,082	23,740	16,723	20,097	1.85	6.07	5.20
21 Medan Marelan	32.00	40,130	58,928	3.92	1,254	1,842	7,140	11,357	4.75	5.62	5.19
(2) Kab. Deli Serdang	640.85	244,404	398,923	5.02	381	622	45,271	77,204	5.48	5.40	5.17
Kecamatan											
1 Pancur Batu	122.53	35,957	47,961	2.92	293	391	6,861	9,793	3.62	5.24	4.90
2 Namo Rambe	62.30	12,660	17,444	3.26	203	280	2,573	3,577	3.35	4.92	4.88
3 Patumbak	46.79	21,186	34,522	5.00	453	738	3,901	6,612	5.42	5.43	5.22
4 Deli Tua	9.36	21,325	32,806	4.40	2,278	3,505	4,047	6,499	4.85	5.27	5.05
5 Labuhan Deli	127.23	23,581	36,774	4.54	185	289	4,322	7,198	5.23	5.46	5.11
6 Percut Sei Tuan	190.79	105,894	197,192	6.41	555	1,034	19,092	37,304	6.93	5.55	5.29
7 Pantai Labu	81.85	23,801	32,224	3.08	291	394	4,475	6,221	3.35	5.32	5.18

Source : Sensus Penduduk 1980 dan 1990

表 3.1 架替え及び新橋梁の諸元

ブルチュット川

No.	Bridge No.	Name of Bridge	Station Number (PE.m)	Length of Bridge and Span (m)				Hight of Beam (m)			Width of Roadway (m)	Nos of Beam				Elevation (EL. m)		Remarks
				Left	Center	Right	Total	Left	Center	Right		Left	Cent.	Right	Total	Riverbed	DHWL	
1	Br.P1	Titi Besi	057+0 5	25.6	31.6	25.6	82.8	1.25	1.60	1.25	7.0	5	5	5	15	-0.258	5.442	reconstructed
2	Br.P2	Perkebunan	084+28	31.6	40.8	31.6	104.0	1.60	1.70	1.60	7.0	5	6	5	16	2.006	7.706	reconstructed
3	Br.P3	Titi Gantung	115+05	16.6	-	40.8	57.4	0.90	1.70	-	7.0	5	6		11	4.876	10.576	reconstructed
4	Br.P5	Payung	137+45	-	40.8	-	40.8	-	1.70	-	7.0		6		6	7.562	13.672	reconstructed
5	Br.P6	Pedestrian	147+58	-	40.8	-	40.8	-	1.70	-	2.0		1		1	8.889	14.999	reconstructed
6	Br.P7	Medan-Tembung	169+59	-	40.8	-	40.8	-	1.70	-	9.0		7		7	11.461	17.571	reconstructed
7	Br.P9	Medan -Denai	200+25	-	40.8	-	40.8	-	1.70	-	16.0		12		12	15.206	21.316	reconstructed
8	Br.P11	Binjei	222+00	-	40.8	-	40.8	-	1.70	-	16.0		12		12	17.847	23.957	reconstructed
9	Br.P13	Amplas	246+57.5	-	40.8	-	40.8	-	1.70	-	16.0		12		12	20.828	26.938	reconstructed
10	WBr.1	Water Pipe 1	255+10	-		-												dia. 600 (2 pcs)

メダン放水路

No.	Bridge No.	Name of Bridge	Station Number (FW.m)	Length of Bridge and Span (m)				Hight of Beam (m)			Width of Roadway (m)	Nos of Beam				Elevation (EL. m)		Remarks
				Left	Center	Right	Total	Left	Center	Right		Left	Cen.	Right	Total	Riverbed	DHWL	
11	Br.F1	Jalan Bajak	006+90	-	31.6	-	31.6	-	1.60	-	7.0	-	6	-	6	25.106	30.906	new
12	Br.F2	PTP IX	020+45	-	31.6	-	31.6	-	1.60	-	9.0	-	6	-	6	25.682	31.482	new
13	WBr.2	Water Pipe Br	020+55	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-			dia. 800 (1 pcs)
14	WBr.3	Water Pipe Br	024+90	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-			dia. 300 (1 pcs)
15	Br.F3	JLSTM Ujung	028+22	-	31.6	-	31.6	-	1.60	-	9.0	-	6	-	6	26.018	32.618	new
16	Br.F4	Keluarga/ Railway	032+00	-	31.6	-	31.6	-	1.60	-	7.0	-	2	-	2	26.180	31.980	new
17	WBr.4	Water Pipe Br	032+10	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-			dia. 600 & 800
18	Br.F5	JLDeli Tua	033+65	-	31.6	-	31.6	-	1.60	-	16.0	-	10	-	10	26.250	32.050	new
19	Br.F6	Pendestrian Br	037+60	-	31.6	-	31.6	-	1.60	-	3.0	-	1	-	1	26.420	33.220	dia. 300 (2 pcs)
		w/ Water Pipe		-	-	-		-	-	-		-	-	-	-			
20	Br.F7	JLSMA - 12	38+78	-	16.6	-	16.6	-	0.90	-	4.5	-	3	-	3	26.470	32.270	new
21	Br.F8	Gg.Seksama	019+00*	13.6	31.6	13.6	58.8	0.90	1.60	0.90	2.0		1	-	1	25.289	34.080	reconstructed

表 3.2 事業の経済評価

I. Immediate Plan (Return Period : 25 Years)

(Unit : Rp Million)

	Year	Economic Cost			Economic	(B)-(C)
		Construction	OM	Total (C)	Benefit (B)	
1	1998	15,270	0	15,270	0	-15,270
2	1999	52,980	0	52,980	0	-52,980
3	2000	65,948	474	66,422	7,119	-59,303
4	2001	44,193	948	45,141	14,737	-30,404
5	2002		1,319	1,319	22,897	21,578
6	2003		1,319	1,319	23,584	22,265
7	2004		1,319	1,319	24,291	22,972
8	2005		1,319	1,319	25,020	23,701
9	2006		1,319	1,319	25,771	24,452
10	2007		1,319	1,319	26,544	25,225
11	2008		1,319	1,319	27,340	26,021
12	2009		1,319	1,319	28,160	26,841
13	2010		1,319	1,319	29,005	27,686
14	2011		1,319	1,319	29,875	28,556
15	2012		1,319	1,319	30,772	29,453
16	2013		1,319	1,319	31,695	30,376
17	2014		1,319	1,319	32,646	31,327
18	2015		1,319	1,319	33,625	32,306
19	2016		1,319	1,319	34,634	33,315
20	2017		1,319	1,319	35,673	34,354
21	2018		1,319	1,319	36,743	35,424
22	2019		1,319	1,319	37,845	36,526
23	2020		1,319	1,319	38,981	37,662
24	2021		1,319	1,319	40,150	38,831
25	2022		1,319	1,319	41,355	40,036
26	2023		1,319	1,319	42,595	41,276
27	2024		1,319	1,319	43,873	42,554
28	2025		1,319	1,319	45,189	43,870
29	2026		1,319	1,319	46,545	45,226
30	2027		1,319	1,319	47,941	46,622
31	2028		1,319	1,319	49,379	48,060
32	2029		1,319	1,319	50,861	49,542
33	2030		1,319	1,319	52,387	51,068
34	2031		1,319	1,319	53,958	52,639
35	2032		1,319	1,319	55,577	54,258
36	2033		1,319	1,319	57,244	55,925
37	2034		1,319	1,319	58,962	57,643
38	2035		1,319	1,319	60,731	59,412
39	2036		1,319	1,319	62,552	61,233
40	2037		1,319	1,319	64,429	63,110
41	2038		1,319	1,319	66,362	65,043
42	2039		1,319	1,319	68,353	67,034
43	2040		1,319	1,319	70,403	69,084
44	2041		1,319	1,319	72,515	71,196
45	2042		1,319	1,319	74,691	73,372
46	2043		1,319	1,319	76,932	75,613
47	2044		1,319	1,319	79,240	77,921
48	2045		1,319	1,319	81,617	80,298
49	2046		1,319	1,319	84,065	82,746
50	2047		1,319	1,319	86,587	85,268
51	2048		1,319	1,319	89,185	87,866
52	2049		1,319	1,319	91,860	90,541
53	2050		1,319	1,319	94,616	93,297
54	2051		1,319	1,319	97,455	96,136
55	2052		1,319	1,319	100,378	99,059
56	2053		1,319	1,319	103,390	102,071
	Total	178,391	70,010	248,401	2,808,334	2,559,933

EIRR (%) 14.42

Discount Rate (%)	B/C	PV (Rp. Million) Cost	PV (Rp. Million) Benefit	NPV (Rp Million)
15	0.95	127,846	121,848	-5,998
12	1.25	138,801	174,041	35,240
10	1.57	147,348	231,513	84,164

II. Urgent Plan (Return Period : 40 Years)

(Unit : Rp Million)

	Year	Economic Cost			Economic	(B)-(C)
		Construction	OM	Total (C)	Benefit (B)	
1	1998	15,270	0	15,270	0	-15,270
2	1999	53,223	0	53,223	0	-53,223
3	2000	72,410	595	73,005	9,407	-63,598
4	2001	47,541	1,268	48,809	20,751	-28,058
5	2002	3,348	1,497	4,845	25,351	20,506
6	2003	3,348	1,532	4,880	26,726	21,846
7	2004		1,566	1,566	28,140	26,574
8	2005		1,566	1,566	28,984	27,418
9	2006		1,566	1,566	29,854	28,288
10	2007		1,566	1,566	30,749	29,183
11	2008		1,566	1,566	31,672	30,106
12	2009		1,566	1,566	32,622	31,056
13	2010		1,566	1,566	33,601	32,035
14	2011		1,566	1,566	34,609	33,043
15	2012		1,566	1,566	35,647	34,081
16	2013		1,566	1,566	36,716	35,150
17	2014		1,566	1,566	37,818	36,252
18	2015		1,566	1,566	38,952	37,386
19	2016		1,566	1,566	40,121	38,555
20	2017		1,566	1,566	41,325	39,759
21	2018		1,566	1,566	42,564	40,998
22	2019		1,566	1,566	43,841	42,275
23	2020		1,566	1,566	45,156	43,590
24	2021		1,566	1,566	46,511	44,945
25	2022		1,566	1,566	47,906	46,340
26	2023		1,566	1,566	49,344	47,778
27	2024		1,566	1,566	50,824	49,258
28	2025		1,566	1,566	52,349	50,783
29	2026		1,566	1,566	53,919	52,353
30	2027		1,566	1,566	55,537	53,971
31	2028		1,566	1,566	57,203	55,637
32	2029		1,566	1,566	58,919	57,353
33	2030		1,566	1,566	60,686	59,120
34	2031		1,566	1,566	62,507	60,941
35	2032		1,566	1,566	64,382	62,816
36	2033		1,566	1,566	66,314	64,748
37	2034		1,566	1,566	68,303	66,737
38	2035		1,566	1,566	70,352	68,786
39	2036		1,566	1,566	72,463	70,897
40	2037		1,566	1,566	74,637	73,071
41	2038		1,566	1,566	76,876	75,310
42	2039		1,566	1,566	79,182	77,616
43	2040		1,566	1,566	81,558	79,992
44	2041		1,566	1,566	84,004	82,438
45	2042		1,566	1,566	86,524	84,958
46	2043		1,566	1,566	89,120	87,554
47	2044		1,566	1,566	91,794	90,228
48	2045		1,566	1,566	94,548	92,982
49	2046		1,566	1,566	97,384	95,818
50	2047		1,566	1,566	100,306	98,740
51	2048		1,566	1,566	103,315	101,749
52	2049		1,566	1,566	106,414	104,848
53	2050		1,566	1,566	109,607	108,041
54	2051		1,566	1,566	112,895	111,329
55	2052		1,566	1,566	116,282	114,716
56	2053		1,566	1,566	119,770	118,204
	Total	195,140	83,192	278,332	3,256,339	2,978,007

EIRR (%) 15.43

Discount Rate (%)	B/C	PV (Rp.Million) Cost	PV (Rp.Million) Benefit	NPV (Rp Million)
15	1.03	138,459	143,179	4,720
12	1.35	150,856	203,812	52,956
10	1.68	160,582	270,512	109,930

表 3.3 事業に係わる環境管理計画

Impact Managed	Source of Impact	Measuring Standard of Impact	Managing Approach	Management Location	Managing Agency Concerned
(Pre-Construction)					
-Social unrest	-Land acquisition -House evacuation	-Compensation -Public protest/ demonstration & project disturb	-Negotiation -Resettlement plan -Presidential decree No. 55/1993	All project affected villages	-Land acquisition committee -Project office -DGWRD -Cipta Karya
(Construction Stage)					
-Noise	Operation of heavy equipment	Noise level : 60 dBA	-Control of number or speed of vehicles/ equipment -Working hour -Equipment operators	Housing area	Project office
-Air pollution and traffic congestion	-Mobilization of equipment -Earth works	-Quality standard KLH decree No. 02/ MENLH/I/1988 -Traffic congestion frequency/duration	-Covering materials with sheet -Watering road -Selection of spoil site	Villages close to the project site Bridge construction site	Project office
-Water quality of the river	All civil works relating to the project	Water quality standard according to Gov. regulation No.20/1990	-Dredging work from downstream -Effort to minimize spilt soil into the river -Protective net at downstream direction	Percut River Weir and bridge construction sites	-Project office -Government of -North Sumatra Province
-Sedimentation	Dredging in the Percut river	Soil suspended level 100 to 250 mg/l	Sediment dredging at the river mouth	River mouth at Percut village	Project office
-Groundwater level	Construction of floodway	-Depth of groundwater -Public complaint about decline of groundwater level	-Compensation for affected wells -Extension of water supply service by PDAM	Titi Kuning, Suka Maju, Harjo Sari	Project office
-Disturbance for irrigation and fishpond	Dredging in the Percut river	-Unit water requirement for paddy : 1.1 l/sec/ha -Soil suspended level 100 to 250 mg/l -Standard water quality	-Control of turbidity level -Dredging of main irrigation canal in case of high sedimentation	Saentis, Cinta Rakyat, Cinta Damai and Percut villages	-Project office -PU branch office Deli Serdang
-Mud pollution by toxic materials	River dredging work	Contents of Cu, Cr, Pb and Cd in mud Sediment	-No use of such materials for embankment -Proper method of disposal in dumping site	Harjo Sari, Sitirejo, Denai, Medan Tembung, Medan Tenggara, Sidorejo	-Project office -Government of North Sumatra Province
-Disturbance for the use of river water	River dredging work	Public perception, reaction of people to bathing/washing	-Effort to minimize degradation of water quality -Advising people of filtering water	All villages existing along Percut River	Project office
-Aquatic biology	-Weir construction -Percut river improvement work	-Diversity index of plankton and benthos -Mangrove trees	-Effort to minimize degradation of water quality -Release of Benthos from dredged material -Preservation of natural ecology	-Percut river and river mouth -Submergible area by the weir	Project office
(Post-Construction)					
-Illegal use of land on river and floodway borders	-Land acquisition -Dependence on river water	-No. of squatters -Illegal land use	-Effort to gain public comprehension -Control of illegal land use	Villages along Percut River and Floodway	Project office
-Sedimentation and aquatic weed development	Erosion in upstream the rives	-Soil suspended level 100 mg/l -Massive growth of weed	-Dredging Sediment -Weed control	Submergible area by the weir Percut River, Floodway	Project office
-Groundwater level	Construction of floodway	-Depth of groundwater -Public complaint about decline of groundwater level	-Compensation for affected wells -Extension of water supply service by PDAM	Titi Kuning, Suka Maju, Harjo Sari	Project office
-Solid waste and refuse	People's conception of river channel	-Amount of waste -Riverine landscape	-Establishing waste collecting system -Educating people	All project affected villages	-Project office -Municipality/Deli Serdang Regency -Public Sanitary Corp.

表 3.4 事業に係わる環境モニター計画

Monitoring Item	Monitoring Method	Location	Monitoring Frequency	Duration	Monitoring Agency Concerned
(Pre-Construction)					
-Land issue and social unrest	Interview and field confirmation	All project affected villages	Once every 6 months	As long as problems exist	-Land acquisition committee -Project office -DGWRD -Cipta Karya
(Construction Stage)					
-Noise	Measured by noise level meter	Dense populated area	Once every 3 months	Construction period	Project office
-Dust and traffic congestion	Field observation	-Villages close to project site -Bridge construction site	Once every 3 months	Construction period	Project office
-Water quality of the river	Test and analysis of sample waters in laboratory	11 locations selected in ANDAL study	Once every 3 months	Construction period	-Project office -Government of North Sumatra Province
-Sedimentation	Field observation	River mouth at Percut village	Once every 6 months	Construction period	Project office
-Groundwater level	Field observation and measurement	14 locations selected in ANDAL study	Once every 6 months	Construction period	Project office
-Disturbance for irrigation and fishpond	-Field observation -Sample water analysis in laboratory	Saentis, Cinta Rakyat, Cinta Damai and Percut villages	Once every 6 months	Construction period + min. 1 year	-Project office -PU Branch office Deli Serdang
-Mud pollution by toxic materials	Mud sample analysis in laboratory	Harjo Sari, Sitirejo, Denai, Medan Tembung Medan Tenggara, Sidorejo	Once every 6 months	Construction period	-Project office -Government of North Sumatra Province
-Disturbance for the use of river water	Field observation and interview	All villages existing along the Deli and Percut	Once every 6 months	Construction period + min. 1 year	Project office
-Aquatic biology	-Field observation and interview -Sample analysis	-Percut river and river mouth -Submergible area by the weir	Once every 6 months	Construction period	Project office
(Post-Construction)					
-Illegal use of land on river and floodway borders	Field observation	Along the Percut river and floodway border	Once every 3 months	Min. 2 years	Project office
-Sedimentation and aquatic weed development	Field observation and measurement	Along the Percut, Deli and floodway	Once every 6 months	Min. 1 years	Project office
-Groundwater level	Observation and measurement	14 sites selected in ANDAL study	Once every 6 months	Min. 1 years	Project office
-Solid waste and refuse	Field observation	Along the Percut, Deli and floodway	Once every 3 months	Min. 2 years	-Project office -Municipality/Deli Serdang Regency -Public Sanitary Corp.
-Water quality of the river	Sample analysis in laboratory	11 sites selected in ANDAL study	Once every 6 months	Min. 2 years	-Project office -Government of North Sumatra Province
-Project effect and evaluation	Observation and analysis	Whole project area	Once a year	No limit defined	Project office

表 3.5 事業対象地域の土地利用と建物

REQUIRED AREA FOR LAND EXPROPRIATION

(Unit : m²)

Classification	Floodway	Percut I (Downstream)	Percut II (Upstream)	Upper Deli	Total
Residential Area	32,310	7,720	109,100	46,270	195,400
Dryland/Wasteland	37,770	278,140	67,700	52,860	436,470
Cultivated Land	5,755	335,400	82,150	23,043	446,348
Paddy Field	12,405	67,700	0	0	80,105
Plantation/Woods	94,348	81,700	159,800	0	335,848
Wetland	9,020	283,500	69,670	0	362,190
Factory	3,725	0	12,180	730	16,635
Cemetery	160	0	12,800	0	12,960
Total	195,493	1,054,160	513,400	122,903	1,885,956

NUMBER OF PROJECT-AFFECTED HOUSES AND FACILITIES

Item	Floodway	Percut I (Downstream)	Percut II (Upstream)	Upper Deli	Total
House	171	377	396	26	970
- Type A	105	276	150	24	555
- Type B	33	14	112	1	160
- Type C	33	21	109	1	164
School	2	0	2	1	5
Mosque	0	2	2	1	5
Factory	1	0	3	3	7
Cemetery	1	0	1	0	2
Church	0	0	1	0	1
Total	175	379	405	31	990

FLOOR SPACE OF PROJECT-AFFECTED HOUSES AND FACILITIES

Item	Floodway	Percut I (Downstream)	Percut II (Upstream)	Upper Deli	Total
House	16,492	17,042	22,945	4,112	60,591
- Type A	11,922	16,006	10,355	3,912	42,195
- Type B	3,565	879	9,088	182	13,714
- Type C	1,005	157	3,502	18	4,682
School	600	0	34	960	1,594
Mosque	221	117	204	158	700
Factory	0	0	2,025	760	2,785
Church	0	0	304	0	304
Total	17,313	17,159	25,512	5,990	65,974

Note : house is classified into the following tree types in accordance with floor space directly affected by the Project.
Type A = Full floor space
Type B = More than 50%
Type C = Less than 50%

表 3.6　　社会的影響予測と評価のマトリックス

Social Impact \ Project Activity Component	Pre-Construction	Construction							Post Construction	
	Land Acquisition	Equipment and Material Mobilization	Land Clearing	Excavation for Floodway	Weir Construction	Percut River Excavation	Percut River Embankment	River Structure Construction	Operation	Maintenance
1. Social Conflict/Social Unrest	INI									
2. Traffic Congestion		INI		INI		INI	INI	INI		
3. Disturbance to Utilization of Percut River Water						INI INI				
4. Declining of Water Stage in Wells				SNI		SNI				
5. Disturbance to Irrigation										
6. Declining of Agricultural Yield										
7. Disturbance to Development Plans in the Project Area	SNI									
8. Disturbance to Use of Infrastructures				INI		INI	INI			
9. Disturbnce to the Industrial Activities			SNI			SNI				
10. Illegal Utilization of Riparian Area along Percut River and Floodway									INI	

表　3.7 (1/2)　社会影響管理計画のマトリックス

Item No.	Type of Social Impact to be Managed	The Objective of Management	Management Efforts	Location of Social Impact Management	Institutional Coordination System
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
I	PRE-CONSTRUCTION				
1	Social conflict and social unrest	To prevent social apprehension and social conflict between the project initiator and the people.	1. Extension to the people affected by the project, namely 155 households in proposed floodway and 1,400 households in Percut riverbank (see Appendix 7.1)	All villages affected by the project	Project-LPC-People affected
			2. To provide land acquisition according according to negotiation between project and landowners (Presidential Decree No 55/1993)	All villages affected by the project	Project-LPC-People affected
			3. To provide building compensation according to the estimation of Public Works Services	All villages affected by the project	Project-LPC-People affected
			4. To provide building compensation according to the estimation of Agricultural Services	All villages affected by the project	Project-LPC-People affected
			5. To provide building compensation for land and building remnant which are not feasible to support people living	All villages affected by the project	Project-LPC or appraiser team-People affected
			6. To prepare resettlement area for the people when the rate of house compensation is not sufficient to pay a new residence (see Appendix 7.2)	Percut Village	Project-LPC-Regional Government
			7. To relocate people's houses which are crossed by river normalization (see Appendix 7.2)	Tegalsari Mandala III, Tegalsari Mandala II and Denai Village	Project-LPC-Regional Government
			8. To carry out special approach to Moslem religious leaders, priests, land donation official ("nazir") and foundation leader to support acquisition for social facilities	Titi Kuning, Siti Rejo III, Tanbang Deli, Binjai, Menteng, Tegalsari Mandala II, Tegalsari Mandala III, Kenangan, Denai, Bandar Khalipah, Tembung, Cinta Damai, Percut	Project-LPC-Key Person
			9. To be responsible for all administration costs of land certificate change related to this project	All villages affected by the project	Project-BPN
			10. To provide a chance for people who have no land certificate to take the statement letter from Kepala Desa known by Camat	All villages affected by the project	Project-BPN-Kepala Desa-Camat
II	CONSTRUCTION STAGE				
1	Traffic Congestion and Disturbance to People Mobility	To prevent traffic congestion on busy roads and to reduce disturbance to people mobility	1. To construct temporary bridges in locations where traffic is chronically heavy and where there are many mobility disturbances. The temporary bridges will be utilized up to the construction of the permanent bridges and new roads are finished.	At bridge locations such as Jl. Seksama Ujung, Pasar Merah Ujung, Jl. Panglima Denai, Jl. Taplan Nauli, Jl. SMA 12, Gang Amal, Gg. Salak, Gg. Kelapa Kuning, Jl. Suka Cerdas, Jl. Tuba 3, Jl. Tanggul Kanan Denai, Jl. Tanggul Kanan Bandar Khalipah, Jl. Benteng, Jl. Perhubungan, Jl. Terusan, Jl. Bandar Setia-Tambak Bayan, Jl. Kebun Coklat PTP IX, Jl. Cinta Damai, Jl. Todak, Jl. Bagan Percut	Project-PU Bina Marga
2	Disturbance to the use of Percut River Water	To prevent social unrest due to disturbance of Percut river water which is needed for bathing and washing	1. Percut river dredging should be started from the downstream	All villages along Percut river improvement	Project
			2. Dredging equipment should be operated from the edges of the river	All villages along Percut river improvement	Project
			3. Dredging system should be conducted according to the river flow	All villages along Percut river improvement	Project
			4. To extend to local people the use of healthy methods of water utilization and to advise water treatment by simple filtration.	All villages along Percut river improvement	Project-Public Health Services
			5. To provide public facilities for water supply such as public pump wells	All villages along Percut river improvement	Project-PU Cipta Karya
3	Decline of ground water level of public wells	To reduce ground water level decline in public wells	1. To extend water supply network to areas affected by the project	Especially in all villages along the proposed floodway (Titi Kuning, Sukamaju, Harjosari II, Marindal I, Patumbak Kampung)	Project-PDAM (Water Supply Enterprise)
			2. To build public facilities for water supply such as public pump wells	Especially in all villages along the proposed floodway (Titi Kuning, Sukamaju, Harjosari II, Marindal I, Patumbak Kampung)	Project-PU Cipta Karya
			3. To suggest digging of wells to local residents in case of significant decline of ground water level and to provide compensation for digging	Especially in all villages along the proposed floodway (Titi Kuning, Sukamaju, Harjosari II, Marindal I, Patumbak Kampung)	Project

表 3.7 (2/2) 社会影響管理計画のマトリックス

Item No.	Type of Social Impact to be Managed	The Objective of Management	Management Efforts	Location of Social Impact Management	Institutional Coordination System
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
4	Disturbance to Irrigation	To prevent social apprehension due to water discharge reduction and water quality of irrigation water for paddy fields	1. To maintain the turbidity level of the Percut river water as low as possible by efforts such as: a. Starting dredging work from downstream b. Operating dredging equipment from the edges of river	Cinta Rakyat, Cinta Damai, Sampali, Pematang Lalang and Percut Village	Project-PU Irigasi
			2. To close the Bandar Sidoras intake gate during the dredging period in the area	Bandar Sidoras Intake	Project-PU Irigasi
			3. River dredging in the Bandar Sidoras weir area should be conducted in March-July and September-October when the requirement of irrigation water in the paddy fields is relatively low.	Cinta Rakyat, Cinta Damai, Sampali, Pematang Lalang and Percut Village	Project-PU Irigasi
5	Decline of Agricultural Yield	To reduce declining of agricultural production	1. Land clearing should be conducted after harvest time	All villages in the project area	Project
			2. To provide seedlings of fruit or plantation crops to the affected people (around 5 seedlings per household)	All villages in the project area	Project-Agricultural Services-Plantation Services
			3. Reforestation for embankments of inundation area, proposed floodway and Percut River using mixed fruit trees (duku, rambutan, mangga, etc.) or plantation crops (coconut, cocoa, etc.)	All villages in the project area	Project-Agricultural Services-Plantation Services
6	Disturbance of Development Plan in the Area	To reduce and to prevent conflict between the project plan and the other plans	1. To inform the development company or the people the objective of the Medan Flood Control Project	Titi Kuning and Tembung Village	Project
			2. To provide land and building compensation if the plan is implemented	Titi Kuning and Tembung Village	Project
7	Disturbance of Infrastructure Use	To reduce disturbance on the use of infrastructures	1. To extend information to related institutions regarding the objectives of Medan Flood Control Project	All villages where there are infrastructures affected	Project-PLN-PDAM-Telkom-PU-Kanwil Perhubungan
			2. To suggest to related institutions the submission of report on disturbance intensity and budget proposal for the project	All villages where there are infrastructures affected	Project-Related Institution
			3. To provide compensation for installations affected by the project	All villages where there are infrastructures affected	Project-Related Institution
			4. To provide a chance for related institutions to relocate and arrange their installations before land clearing works	All villages where there are infrastructures affected	Project-Related Institution
			5. To flow out all sewerages and drainage channels to the floodway and Percut River supported by sluice gate	All villages affected by the project	Project-PU Irigasi
8	Disturbance to Industrial Activities	To reduce disturbance to industrial activities	1. To inform the company the objectives of the Medan Flood Control Project	Titi Kuning, Bandar Khalipah and Laut Dendang Village	Project
			2. To provide compensation for land, buildings and installations	Titi Kuning, Bandar Khalipah and Laut Dendang Village	Project-LPU
			3. To provide a chance for industrial companies to relocate their installations up to normal activities	Kimsari Paper Industry in Titi Kuning and sawmill in Bandar Khalipah	Project
			4. To provide a chance for industrial companies to get a new location up to normal activities	Trass Industry in Titi Kuning and Chinese cake industry in Laut Dendang	Project
III	POST CONSTRUCTION STAGE				
1	Illegal utilization of land along Percut River and Floodway Border	To prevent illegal utilization of land along Percut River, floodway borders and inundation area	1. Extension program for people regarding river conservation	Villages along Percut River, proposed floodway and inundation area	Project-PU Irigasi
			2. To put up signs informing that land is forbidden for use		
			3. To control and maintain the riverbank continuously		

Note : LPC = Land Provision Committee
BPN = National Land Board
PLN = Electricity Enterprise
PDAM = Water Supply Enterprise
Telkom = Telecommunication Enterprise
Kanwil Perhubungan = Representative Office for Transportation
PU Irrigasi = Irrigation-PU

表 4.1 プルチュット川及び放水路にかかる排水口の計画

	Drainage Outlet No.	Location	Type	Gate	Bottom Elevation (EL.m)	Ground Height (EL.m)	Design Riverbed (EL. m)	HWL (EL.m)	Dike Crest (EL.m)	Catchment Area (ha)	Assumed Discharge (m^3/s)	Note
Right Bank	SR1	PE. 166 + 80	Pipe Culvert D=800mmx2		14.800	17.300	11.145	17.255	18.055	37.890	2.508	
	SR2	PE. 176 + 85	Pipe Culvert D=800mmx2		16.100	18.600	12.365	18.475	19.275	50.960	2.758	Railway Br.
	SR3	PE. 200 + 10	Open Ditch B=600mm		20.000	21.700	15.188	21.298	22.098	0.990	0.093	Denai Br.
	SR4	PE. 200 + 25	Pipe Culvert D=1000mm		20.800	21.800	15.206	21.316	22.116	11.040	0.806	Denai Br.
	SR5	PE. 216 + 0	Open Ditch B=600mm		23.800	24.300	17.052	23.162	23.962	0.840	0.088	
	SR6	PE. 218 + 40	Pipe Culvert D=600mm		23.000	24.700	17.393	23.503	24.303	10.180	0.749	
	SR7	PE. 234 + 20	Pipe Culvert D=800mm		24.000	26.000	19.326	25.436	26.236	15.500	0.970	
	SR8	PE. 246 + 30	Pipe Culvert D=800mm		27.500	27.100	20.794	26.904	27.704	15.010	1.284	Amplas Br.
	SR9	PE. 255 + 20	Pipe Culvert D=600mm		24.300	28.300	21.862	27.972	28.772	6.390	0.583	
	SR10	PE. 259 + 0	Box Culvert 2.0x2.0x2		24.300	28.700	22.310	28.420	29.220	498.490	22.293	*** River
	SR11	PE. 271 + 40	Pipe Culvert D=800mm		28.000	30.400	24.016	30.126	30.926	11.850	1.144	
	SR12	PE. 272 + 85	Pipe Culvert D=1000mm		29.500	30.200	24.186	30.296	31.096	14.500	2.376	
Left Bank	SL1	PE. 85 + 0	Pipe Culvert D=600mm	1 Flap Gate	4.000	5.500	2.066	7.766	8.566	17.740	0.709	Perkebunan Br.+100m
	SL2	PE. 95 + 35	Box Culvert 2.0x1.5x2	2 Slide Gates	5.000	7.040	2.925	8.625	9.425	559.020	14.882	
	SL3	PE. 138 + 55	Box Culvert 1.5x1.5x1	1 Slide Gate	11.000	12.800	7.694	13.804	14.604	109.230	6.074	Payung Br.+110m
	SL4	PE. 155 + 90	Box Culvert 2.0x1.5x1	1 Slide Gate	13.000	15.400	9.855	15.965	16.765	119.250	7.474	Under Construction
	SL5	PE. 176 + 55	Box Culvert 1.5x1.5x1		16.000	18.500	12.329	18.439	19.239	54.000	5.553	Railway Br.
	SL6	PE. 176 + 85	Box Culvert 2.0x1.5x1		16.000	18.600	12.365	18.475	19.275	62.000	8.030	Railway Br.
	SL7	PE. 189 + 40	Pipe Culvert D=800mm		18.000	20.500	13.901	20.011	20.811	9.000	1.258	
	SL8	PE. 198 + 35	Pipe Culvert D=1000mmx2		21.000	21.500	14.956	21.066	21.866	35.200	3.781	
	SL9	PE. 200 + 25	Pipe Culvert D=600mm		21.000	22.000	15.206	21.316	22.116	2.500	0.290	Denai Br.
	SL10	PE. 200 + 40	Pipe Culvert D=600mm		20.500	21.700	15.224	21.334	22.134	7.750	0.573	Denai Br.
	SL11	PE. 206 + 0	Pipe Culvert D=600mm		20.500	22.100	15.862	21.972	22.772	0.360	0.053	Toll-way Br.
	SL12	PE. 206 + 55	Open Ditch B=1000mm		23.000	22.500	15.929	22.039	22.839	23.000	1.716	Toll-way Br.
	SL13	PE. 212 + 0	Box Culvert 1.5x1.5x2		21.000	23.200	16.604	22.714	23.514	181.600	12.564	JL. Lomo
	SL14	PE. 222 + 0	Box Culvert 2.1x2.4x2		21.500	24.400	17.847	23.957	24.757	345.760	23.880	Binjai Br.
	SL15	PE. 222 + 15	Pipe Culvert D=1000mm		21.500	25.100	17.865	23.975	24.775	32.600	2.350	JL. Timur
	SL16	PE. 246 + 40	Box Culvert 2.0x2.0x1		23.500	27.500	20.806	26.916	27.716	108.420	10.906	Amplas Br.
	SL17	PE. 250 + 90	Pipe Culvert D=600mm		26.000	27.500	21.369	27.479	28.279	14.350	0.849	
	SL18	PE. 255 + 15	Pipe Culvert D=800mm		26.500	28.000	21.856	27.966	28.766	20.960	1.736	Pipe Bridge
	SL19	PE. 258 + 25	Pipe Culvert D=600mm		27.500	28.700	22.219	28.329	29.129	10.170	0.748	
	SL20	PE. 259 + 60	Pipe Culvert D=600mm		28.000	29.000	22.383	28.493	29.293	3.780	0.272	
	SL21	PE. 262 + 80	Pipe Culvert D=1000mmx2		26.000	29.803	22.764	28.874	29.674	55.090	3.429	
	SL22	PE. 264 + 90	Pipe Culvert D=600mm		26.896	29.400	22.995	29.105	29.905	4.770	0.405	
	SL23	PE. 269 + 50	Open Ditch B=600mm		30.398	30.000	23.687	29.797	30.597	4.090	0.507	National Road Br.
	SL24	PE. 269 + 80	Open Ditch B=600mm		29.719	33.100	23.723	29.833	30.633	9.230	0.611	National Road Br.
	SL25	PE. 274 + 55	Pipe Culvert D=800mm		32.000	33.000	24.322	30.432	31.232	17.740	0.888	
Floodway	SF1	FW. 6 + 50	Pipe Culvert D=1000mm		32.000	33.477	25.088	30.888	31.688	20.200	0.890	
	SF2	FW. 9 + 81	Box Culvert 2.0x2.0x1		33.000	35.484	25.229	31.029	31.829	150.150	7.003	
	SF3	FW. 13 + 0	Pipe Culvert D=1000mm		35.667	36.167	25.365	31.165	31.965	9.000	0.721	
	SF4	FW. 16 + 0	Pipe Culvert D=1000mm		0.000	35.147	25.493	31.293	32.093	40.500	1.971	
	SF5	FW. 25 + 24	Box Culvert 2.0x2.0x2		32.500	34.035	25.888	31.688	32.488	422.110	16.900	Butuan River
	SF6	FW. 30 + 0	Pipe Culvert D=1000mm		0.000	37.938	26.094	31.894	32.694	9.375	0.477	
	SF7	FW. 38 + 50	Pipe Culvert D=1000mm		34.300	34.800	26.457	32.257	33.057	11.250	1.889	

表 5.1　各工区の築堤材料の収支

(UNIT : m^3)

WORK ITEM	MFC-1	MFC-2	MFC-3	MFC-4	MFC-5	MFC-6	MFC-7	TOTAL
1. Excavation (Common)	139,600	340,900	626,300	342,900	654,000	290,200	189,300	2,543,000
2. Excavation (Riverbed)	164,600	166,200	161,900	99,500	0	0	13,000	608,000
I. Volume can be used for Embankment	72,300	340,050	596,050	328,510	588,600	261,180	172,970	2,359,660
3. Embankment	263,800	338,000	95,200	59,200	15,800	4,600	267,800	912,000
II. Remained Volume after Embankment	231,900	167,050	503,550	383,200	638,200	190,770	29,330	2,144,000
4. Dredging	82,600	0	0	0	0	0	0	84,000
5. Clearing and Grubbing (m^2)	273,700	528,000	332,400	228,700	159,100	63,200	143,700	1,764,000
6. Stripping	32,500	61,100	16,300	8,700	4,200	2,300	21,900	148,000
Total of Remained Volume (II. + 4. +6.)	347,000	228,150	519,850	391,900	642,400	193,070	51,230	2,373,600

Note : Clearing and Grubbing Volume will is not counted in the remained volume.

表 5.2 各工区の捨て土の収支

(UNIT : m^3)

WORK ITEM		MFC-1	MFC-2	MFC-3	MFC-4	MFC-5	MFC-6	MFC-7	TOTAL
1. Excavation (Common)	Right	105,100	153,100	345,900	159,000	654,000	290,200	170,900	1,878,200
	Left	34,500	187,800	280,400	183,900	0	0	18,400	705,000
	Sub-Total	139,600	340,900	626,300	342,900	654,000	290,200	189,300	2,583,200
Satisfied Volume for Embankment	Right	42,040	137,790	311,310	143,100	588,600	261,180	153,810	1,637,830
	Left	13,800	169,020	252,360	165,510	0	0	16,560	617,250
	Sub-Total	55,840	306,810	563,670	308,610	588,600	261,180	170,370	2,255,080
2. Excavation (Riverbed)	Right	129,100	63,400	91,800	43,400	0	0	8,200	335,900
	Left	35,500	102,800	70,100	56,100	0	0	4,800	269,300
	Sub-Total	164,600	166,200	161,900	99,500	0	0	13,000	605,200
Satisfied Volume for Embankment	Right	12,910	12,680	18,360	8,680	0	0	1,640	54,270
	Left	3,550	20,560	14,020	11,220	0	0	960	50,310
	Sub-Total	16,460	33,240	32,380	19,900	0	0	2,600	104,580
3. Embankment	Right	179,500	184,400	45,000	30,800	15,800	4,600	161,700	621,800
	Left	84,300	153,600	50,200	28,400	0	0	106,100	422,600
	Sub-Total	263,800	338,000	95,200	59,200	15,800	4,600	267,800	1,044,400
Volume Balance after Embankment	Right	-124,550	-33,930	284,670	120,980	572,800	256,580	-6,250	1,070,300
	Left	-66,950	35,980	216,180	148,330	0	0	-88,580	244,960
	Sub-Total	-191,500	2,050	500,850	269,310	572,800	256,580	-94,830	1,315,260
Remained Volume		0	0	311,400	269,310	572,800	161,750	0	1,315,260
Embankment Material	MFC-1	0	2,050	189,450	0	0	0	0	
from other Package	MFC-2	-2,050	0	0	0	0	0	0	
	MFC-3	-189,450	0	0	0	0	0	0	
Legend :	MFC-4	0	0	0	0	0	0	0	
- minus get from other Package	MFC-5	0	0	0	0	0	0	0	
- plus produce to other Package	MFC-6	0	0	0	0	0	0	-94,830	
	MFC-7	0	0	0	0	0	94,830	0	

表 6.1 構造物管理項目

Works of Inspection	Item of Inspection	Frequency of Inspection
1. River/Floodway	- Sedimentation or scouring condition of bed - Flow condition - River mouth condition - Illegal occupation - Waste disposal and water quality	Weekly
2. Dike/Bank	- Weed and crack - Seepage and erosion - Illegal occupation	Weekly
3. Revetment	- Crack on slope and foot - Foundation	Weekly
4. Diversion Weir	- Obstacles (tree, grass and solid waste) - Sedmentation - Local seepage ad scouring - Crack in apron and retaining wall	Weekly
5. Intake Weir	- Sedimentation and obstacles - Sliding condition of gates - Painting	Weekly
6. Groundsill	- Obstacles (tree, grass and solid waste) - Sedimentation - Local seepage and scouring - Crack in apron and retaining wall	Weekly
7. Groin	- Crack and destruction - Foot protection	Weekly
8. Drainage Outlet	- Sedimentation and obstacles - Crack on concrete	Weekly

表 7.1 メダン洪水防御事業支出計画

(Unit : Million Rp.)

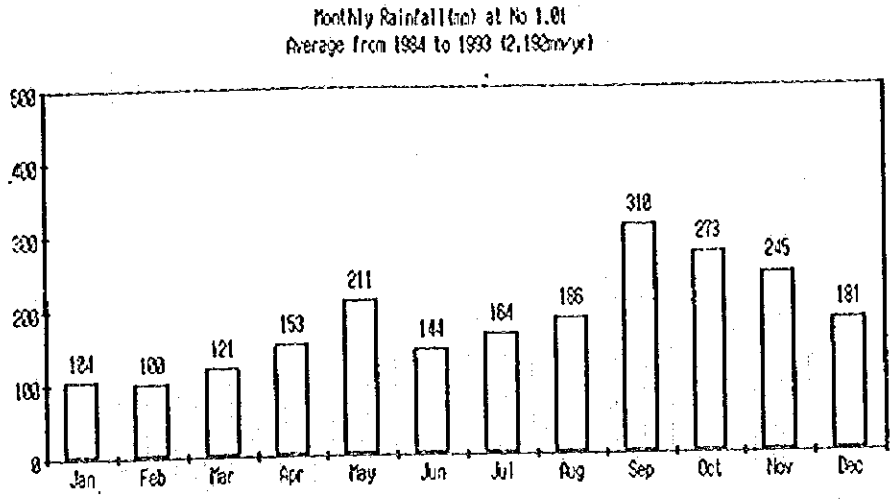
Description	Amount			1997/1998		1998/1999		1999/2000		2000/2001	
	F.C.	L.C.	Total	F.C.	L.C.	F.C.	L.C.	F.C.	L.C.	F.C.	L.C.
1. Construction Base Cost	81,147	95,766	176,913	0	0	21,554	20,403	35,830	43,240	23,764	32,123
1.1 MFC-1	5,471	6,511	11,982	0	0	4,122	4,198	1,349	2,313	0	0
1.2 MFC-2	14,346	11,260	25,606	0	0	10,217	7,026	4,129	4,234	0	0
1.3 MFC-3	14,000	12,948	26,948	0	0	384	564	6,167	4,555	7,450	7,829
1.4 MFC-4	9,707	9,125	18,832	0	0	389	578	4,864	3,622	4,453	4,925
1.5 MFC-5	11,278	11,374	22,652	0	0	4,417	4,078	6,861	7,296	0	0
1.6 MFC-6	9,701	11,722	21,423	0	0	311	407	4,542	5,335	4,848	5,980
1.7 MFC-7	9,716	12,489	22,205	0	0	477	642	4,877	6,970	4,362	4,877
Sub-total	74,219	75,429	149,648	0	0	20,316	17,493	32,789	34,325	21,114	23,611
1.5 Price Escalation	6,928	20,337	27,265	0	0	1,237	2,911	3,040	8,915	2,650	8,512
2. Compensation Cost	0	38,160	38,160	0	18,346	0	19,814	0	0	0	0
2.1 Land Acquisition	0	29,302	29,302	0	14,651	0	14,651	0	0	0	0
2.2 House Evacuation	0	4,672	4,672	0	2,336	0	2,336	0	0	0	0
Sub-total		33,974	33,974	0	16,987	0	16,987	0	0	0	0
2.3 Price Escalation	0	4,186	4,186	0	1,359	0	2,827	0	0	0	0
3. Administration Cost	0	11,383	11,383	0	917	0	3,196	0	4,227	0	3,042
3.1 Administration (5% of 1+2)	0	9,181	9,181		849		2,740		3,356		2,236
3.2 Price Escalation	0	2,202	2,202	0	68	0	456	0	872	0	806
4. Engineering Services	8,846	3,897	12,743	419	169	2,838	1,199	3,172	1,406	2,416	1,123
4.1 Construction Supervision	8,132	3,126	11,258	407	156	2,676	1,028	2,903	1,116	2,147	825
4.2 Price Escalation	714	771	1,485	12	13	163	171	269	290	269	297
5. Physical Contingency (10% of 1+2+3+4)	8,999	14,920	23,919	42	1,943	2,439	4,461	3,900	4,887	2,618	3,629
6. Total (1+2+3+4+5)	98,992	164,126	263,118	461	21,375	26,831	49,074	42,902	53,760	28,798	39,917
7. Value Added Tax (10% of 6.)	0	26,312	26,312	0	4,821	0	9,198	0	8,256	0	3,992
8. Grand Total	98,992	190,438	289,430	461	26,196	26,831	58,271	42,902	62,016	28,798	43,908

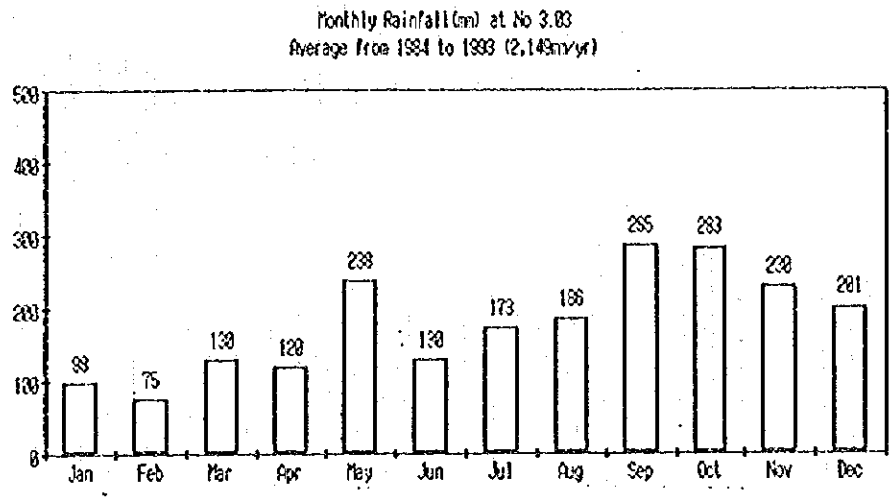
Note : *1 Price level is in November 1995.

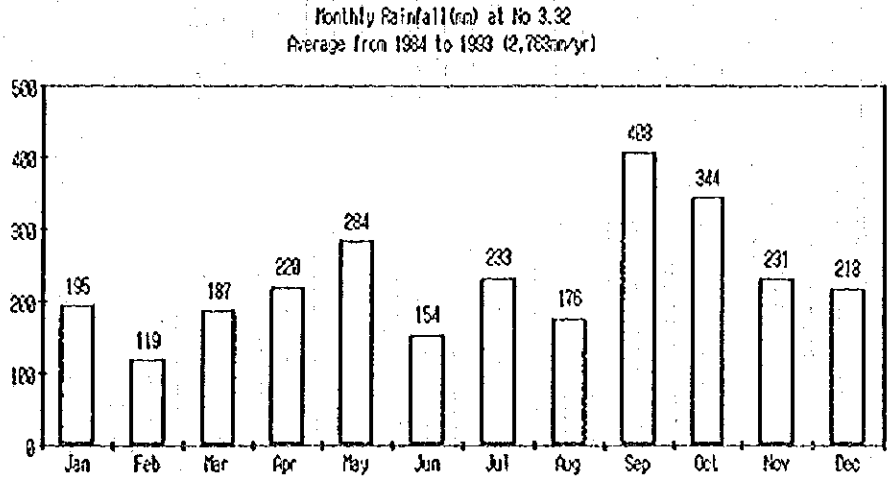
*2 Conversion rate US$1.00 = Rp.2,285 = Yen 103.6

*3 Price escalation rate F.C. = 3%, L.C. = 8%

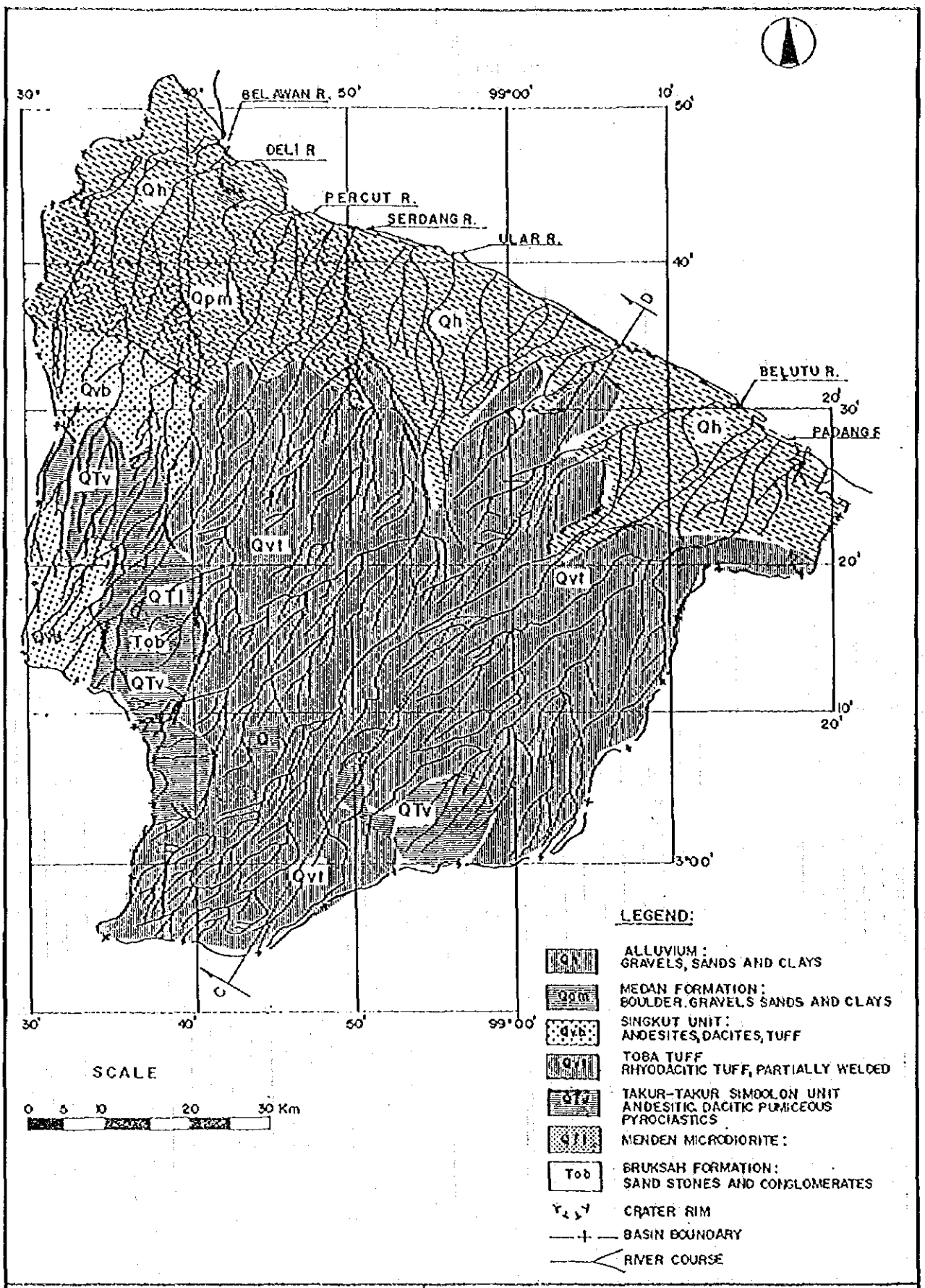
図







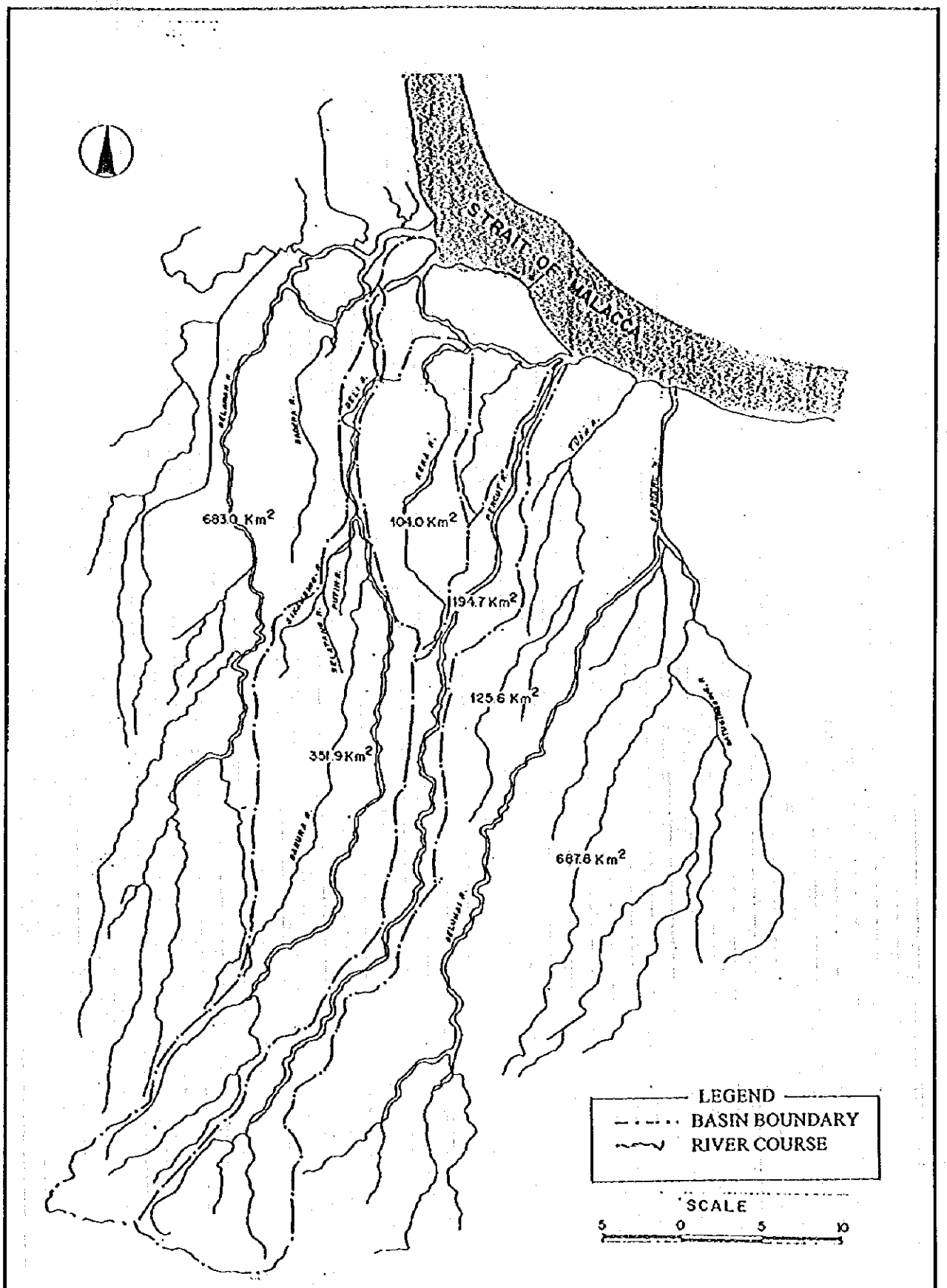
DETAILED DESIGN STUDY ON MEDAN FLOOD CONTROL PROJECT	図 2.1 月別降雨量パターン
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY	



DETAILED DESIGN STUDY ON
MEDAN FLOOD CONTROL PROJECT

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

図 2.2 地質図



DETAILED DESIGN STUDY ON MEDAN FLOOD CONTROL PROJECT	図 2.3 調査地域周辺の主要河川と流域面積
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY	

No.	Section	Q (m3/sec)
1	PE. 0	-
2	PE. 0 + 500	41
3	PE. 1 + 100	40
4	PE. 1 + 600	45
5	PE. 1 + 800	47
6	PE. 2	45
7	PE. 2 + 200	39
8	PE. 2 + 400	56
9	PE. 2 + 600	63
10	PE. 2 + 800	113
11	PE. 3	62
12	PE. 3 + 200	61
13	PE. 3 + 400	70
14	PE. 3 + 600	105
15	PE. 3 + 800	93
16	PE. 4	97
17	PE. 4 + 200	76
18	PE. 4 + 400	112
19	PE. 4 + 600	130
20	PE. 4 + 800	127
21	PE. 4 + 955	146
22	PE. 5 + 200	214
23	PE. 5 + 400	157
24	PE. 5 + 600	215
25	PE. 5 + 800	196
26	PE. 6	148
27	PE. 6 + 200	182
28	PE. 6 + 400	153
29	PE. 6 + 600	160
30	PE. 6 + 800	215
31	PE. 7	168
32	PE. 7 + 200	238
33	PE. 7 + 400	219
34	PE. 7 + 600	281
35	PE. 7 + 800	142
36	PE. 8	146
37	PE. 8 + 200	298
38	PE. 8 + 400	229
39	PE. 8 + 600	213
40	PE. 8 + 800	99
41	PE. 9	320
42	PE. 9 + 200	127
43	PE. 9 + 400	234
44	PE. 9 + 600	84
45	PE. 9 + 800	194
46	PE. 10	180
47	PE. 10 + 200	150
48	PE. 10 + 400	154
49	PE. 10 + 600	164
50	PE. 10 + 800	209
51	PE. 11	173
52	PE. 11 + 200	153
53	PE. 11 + 400	189
54	PE. 11 + 600	212
55	PE. 11 + 800	232
56	PE. 12	219
57	PE. 12 + 200	166
58	PE. 12 + 400	234
59	PE. 12 + 600	200
60	PE. 12 + 800	188
61	PE. 13	223
62	PE. 13 + 200	249
63	PE. 13 + 400	151
64	PE. 13 + 600	256
65	PE. 13 + 800	162
66	PE. 14	161
67	PE. 14 + 200	164
68	PE. 14 + 400	144
69	PE. 14 + 600	178
70	PE. 14 + 800	141
71	PE. 15	139
72	PE. 15 + 200	148
73	PE. 15 + 400	142
74	PE. 15 + 600	145
75	PE. 15 + 800	129
76	PE. 16	135

DETAILED DESIGN STUDY ON
MEDAN FLOOD CONTROL PROJECT

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

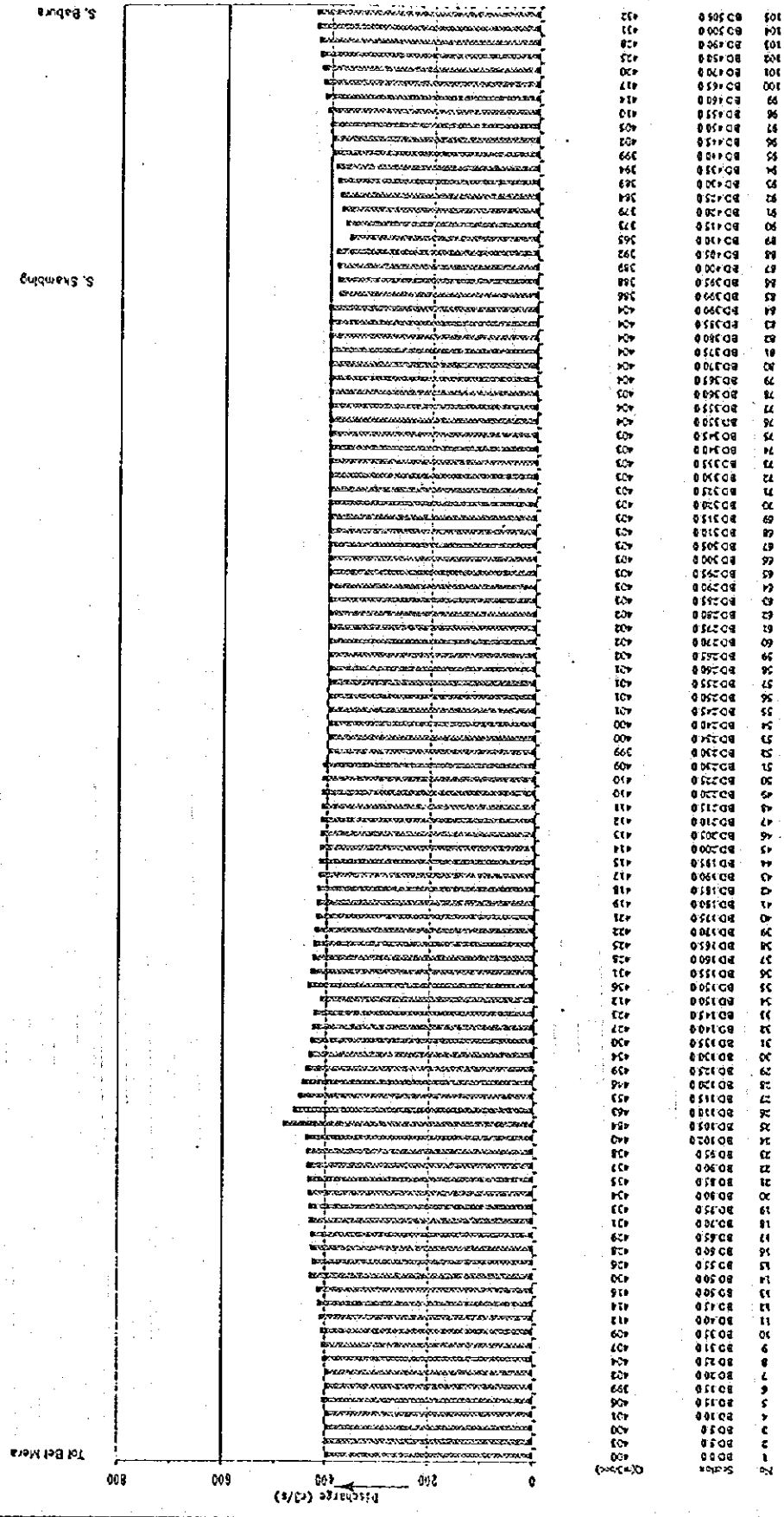
図 2.4(1/2)
ブルチュット川流下能力

No.	Section	Q (m3/sec)
77	PE. 16 + 200	129
78	PE. 16 + 400	129
79	PE. 16 + 600	133
80	PE. 16 + 800	144
81	PE. 17	154
82	PE. 17 + 200	132
83	PE. 17 + 400	143
84	PE. 17 + 600	160
85	PE. 17 + 800	182
86	PE. 18	145
87	PE. 18 + 200	177
88	PE. 18 + 400	174
89	PE. 18 + 600	168
90	PE. 18 + 800	148
91	PE. 19	160
92	PE. 19	193
93	PE. 19 + 200	194
94	PE. 19 + 400	197
95	PE. 19 + 560	172
96	PE. 19 + 800	185
97	PE. 20	174
98	PE. 20 + 160	168
99	PE. 20 + 400	203
100	PE. 20 + 600	181
101	PE. 20 + 800	200
102	PE. 21	176
103	PE. 21 + 150	191
104	PE. 21 + 400	180
105	PE. 21 + 625	190
106	PE. 21 + 800	181
107	PE. 22	193
108	PE. 22 + 200	197
109	PE. 22 + 400	202
110	PE. 22 + 600	213
111	PE. 22 + 800	217
112	PE. 23	181
113	PE. 23 + 200	190
114	PE. 23 + 400	217
115	PE. 23 + 600	208
116	PE. 23 + 800	193
117	PE. 24	217
118	PE. 24 + 200	215
119	PE. 24 + 400	228
120	PE. 24 + 650	236
121	PE. 24 + 800	181
122	PE. 25	213
123	PE. 25 + 210	182
124	PE. 25 + 400	183
125	PE. 25 + 600	226
126	PE. 25 + 850	192
127	PE. 26	268
128	PE. 26 + 200	277
129	PE. 26 + 400	304
130	PE. 26 + 600	166
131	PE. 26 + 800	310
132	PE. 27	264
133	PE. 27 + 200	329
134	PE. 27 + 400	282
135	PE. 27 + 600	272
136	PE. 27 + 800	172
137	PE. 28	339
138	PE. 28 + 200	254
139	PE. 28 + 400	162
140	PE. 28 + 600	152
141	PE. 28 + 800	209
142	PE. 29	255
143	PE. 29 + 200	176
144	PE. 29 + 400	231
145	PE. 29 + 600	175
146	PE. 29 + 800	280
147	PE. 30	134

DETAILED DESIGN STUDY ON
MEDAN FLOOD CONTROL PROJECT

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

図 2.4(2/2)
ブルチュット川流下能力

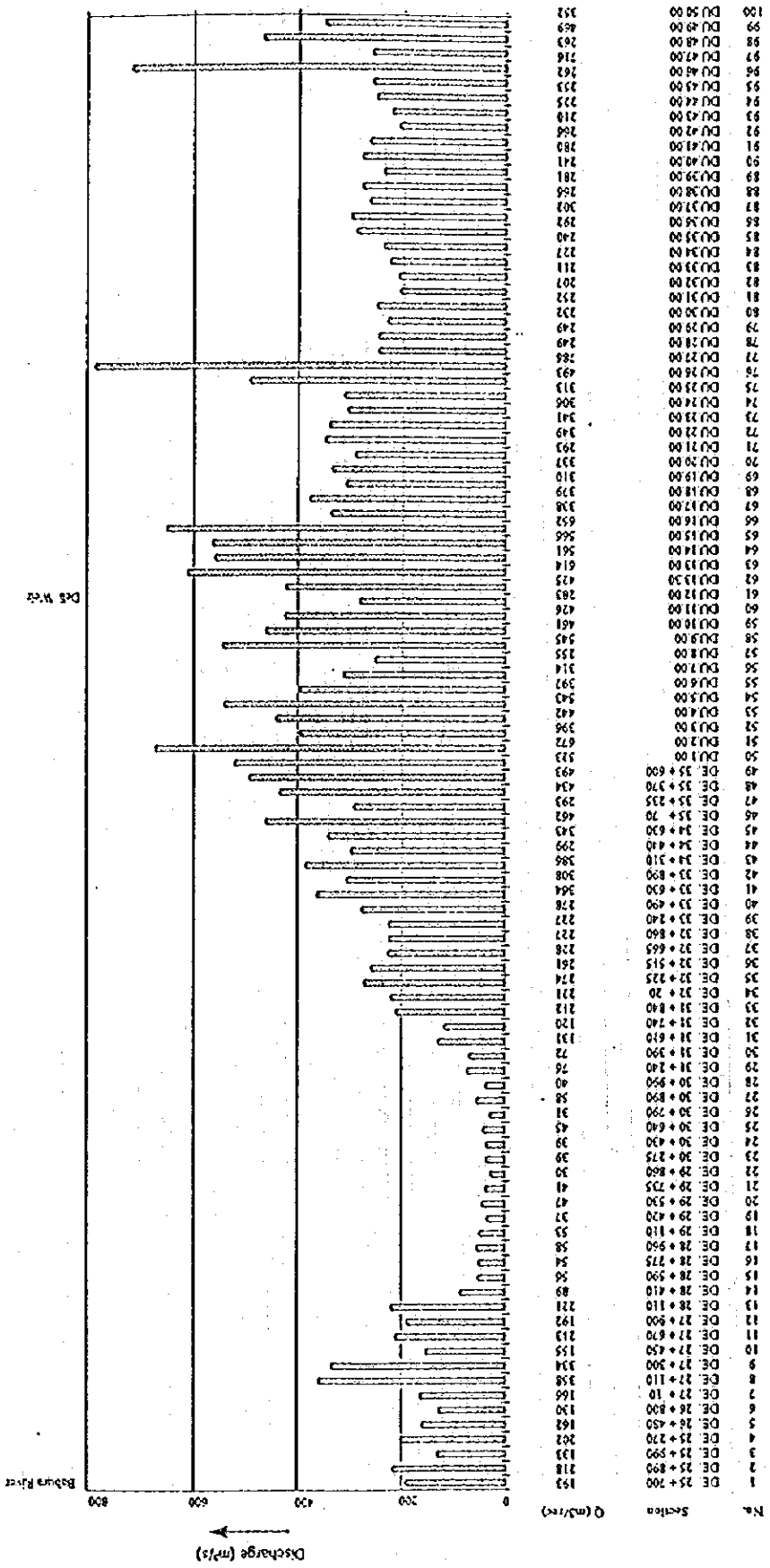


No	Station	(m3/s)
1	0+000	400
2	0+050	400
3	0+100	400
4	0+150	401
5	0+200	399
6	0+250	406
7	0+300	402
8	0+350	404
9	0+400	407
10	0+450	409
11	0+500	412
12	0+550	414
13	0+600	416
14	0+650	420
15	0+700	426
16	0+750	428
17	0+800	429
18	0+850	421
19	0+900	423
20	0+950	424
21	1+000	425
22	1+050	427
23	1+100	428
24	1+150	440
25	1+200	454
26	1+250	460
27	1+300	453
28	1+350	446
29	1+400	459
30	1+450	434
31	1+500	430
32	1+550	427
33	1+600	423
34	1+650	412
35	1+700	436
36	1+750	431
37	1+800	428
38	1+850	425
39	1+900	422
40	1+950	421
41	2+000	419
42	2+050	418
43	2+100	417
44	2+150	415
45	2+200	414
46	2+250	415
47	2+300	412
48	2+350	413
49	2+400	410
50	2+450	410
51	2+500	409
52	2+550	399
53	2+600	400
54	2+650	400
55	2+700	401
56	2+750	401
57	2+800	401
58	2+850	402
59	2+900	402
60	2+950	402
61	3+000	402
62	3+050	402
63	3+100	402
64	3+150	402
65	3+200	402
66	3+250	402
67	3+300	402
68	3+350	402
69	3+400	402
70	3+450	402
71	3+500	402
72	3+550	402
73	3+600	402
74	3+650	402
75	3+700	402
76	3+750	404
77	3+800	404
78	3+850	403
79	3+900	404
80	3+950	404
81	4+000	404
82	4+050	404
83	4+100	404
84	4+150	404
85	4+200	396
86	4+250	398
87	4+300	399
88	4+350	392
89	4+400	365
90	4+450	373
91	4+500	379
92	4+550	364
93	4+600	369
94	4+650	394
95	4+700	399
96	4+750	402
97	4+800	405
98	4+850	410
99	4+900	414
100	4+950	417
101	5+000	420
102	5+050	425
103	5+100	428
104	5+150	431
105	5+200	432

DETAILED DESIGN STUDY ON
MEDAN FLOOD CONTROL PROJECT

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

図 2.5
デリ川流下能力（下流区間：改修済み）

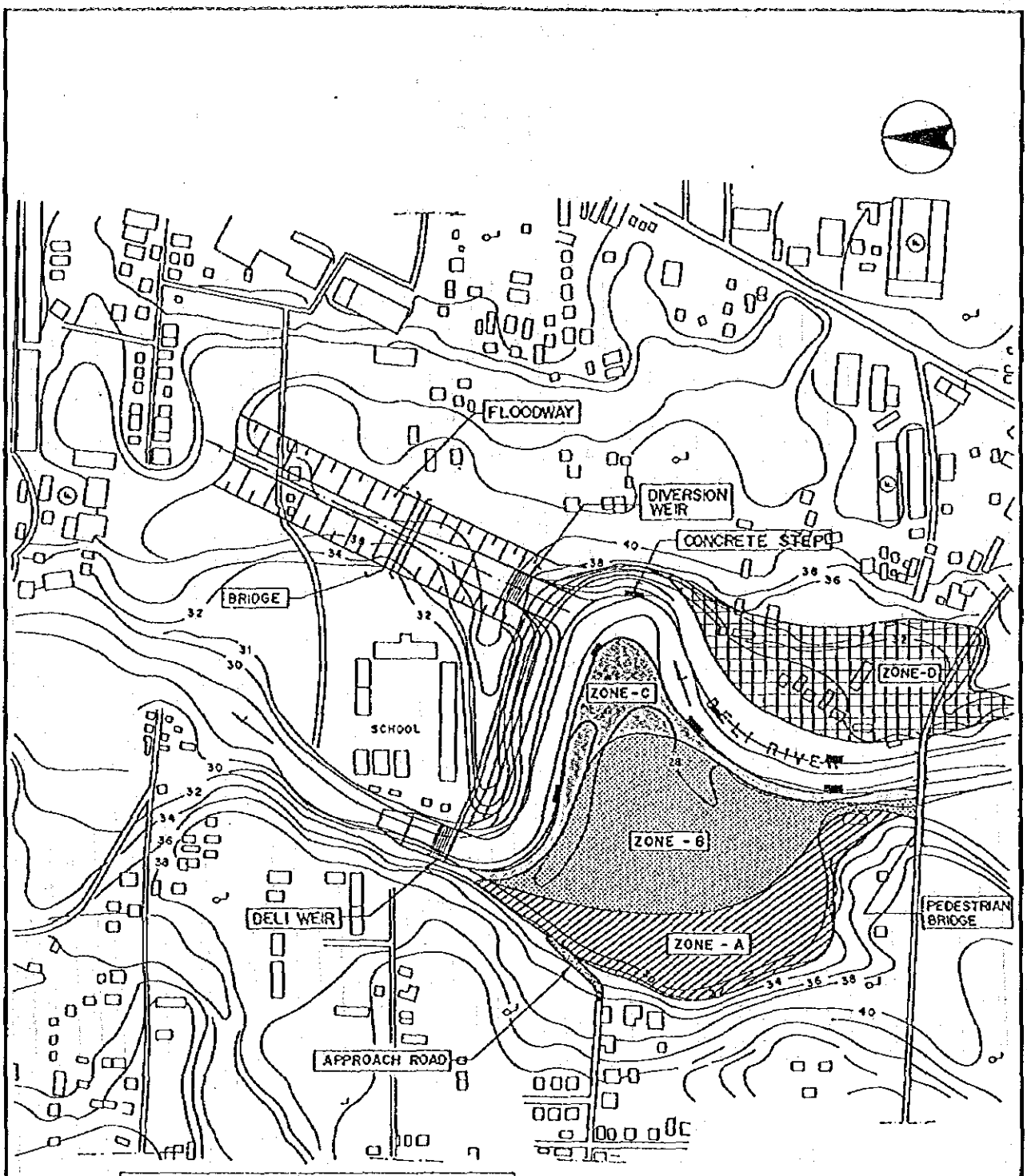


No.	Section	Q (m3/sec)
1	DE 25+700	152
2	DE 25+890	318
3	DE 25+990	133
4	DE 25+270	202
5	DE 26+450	162
6	DE 26+800	130
7	DE 27+10	166
8	DE 27+110	358
9	DE 27+300	334
10	DE 27+450	155
11	DE 27+670	213
12	DE 27+900	192
13	DE 28+110	221
14	DE 28+410	89
15	DE 28+590	56
16	DE 28+775	54
17	DE 28+950	58
18	DE 29+110	55
19	DE 29+420	37
20	DE 29+590	47
21	DE 29+735	41
22	DE 29+860	30
23	DE 30+275	39
24	DE 30+430	39
25	DE 30+640	45
26	DE 30+790	31
27	DE 30+890	58
28	DE 30+950	40
29	DE 31+240	76
30	DE 31+390	72
31	DE 31+610	133
32	DE 31+740	120
33	DE 31+840	212
34	DE 32+20	221
35	DE 32+225	124
36	DE 32+515	261
37	DE 32+665	228
38	DE 32+860	227
39	DE 33+240	227
40	DE 33+490	228
41	DE 33+630	364
42	DE 33+890	308
43	DE 34+310	286
44	DE 34+440	299
45	DE 34+630	243
46	DE 35+70	462
47	DE 35+235	293
48	DE 35+370	434
49	DE 35+600	493
50	DU 1+00	523
51	DU 2+00	672
52	DU 3+00	396
53	DU 4+00	442
54	DU 5+00	540
55	DU 6+00	592
56	DU 7+00	314
57	DU 8+00	155
58	DU 9+00	345
59	DU 10+00	461
60	DU 11+00	426
61	DU 12+00	283
62	DU 13+30	425
63	DU 13+00	614
64	DU 14+00	561
65	DU 15+00	566
66	DU 16+00	652
67	DU 17+00	338
68	DU 18+00	379
69	DU 19+00	310
70	DU 20+00	337
71	DU 21+00	293
72	DU 22+00	349
73	DU 23+00	341
74	DU 24+00	306
75	DU 25+00	313
76	DU 26+00	493
77	DU 27+00	266
78	DU 28+00	249
79	DU 29+00	249
80	DU 30+00	232
81	DU 31+00	232
82	DU 32+00	207
83	DU 33+00	211
84	DU 34+00	227
85	DU 35+00	240
86	DU 36+00	292
87	DU 37+00	302
88	DU 38+00	266
89	DU 39+00	281
90	DU 40+00	241
91	DU 41+00	280
92	DU 42+00	266
93	DU 43+00	210
94	DU 44+00	225
95	DU 45+00	233
96	DU 46+00	262
97	DU 47+00	216
98	DU 48+00	263
99	DU 49+00	469
100	DU 50+00	352

DETAILED DESIGN STUDY ON
MEDAN FLOOD CONTROL PROJECT

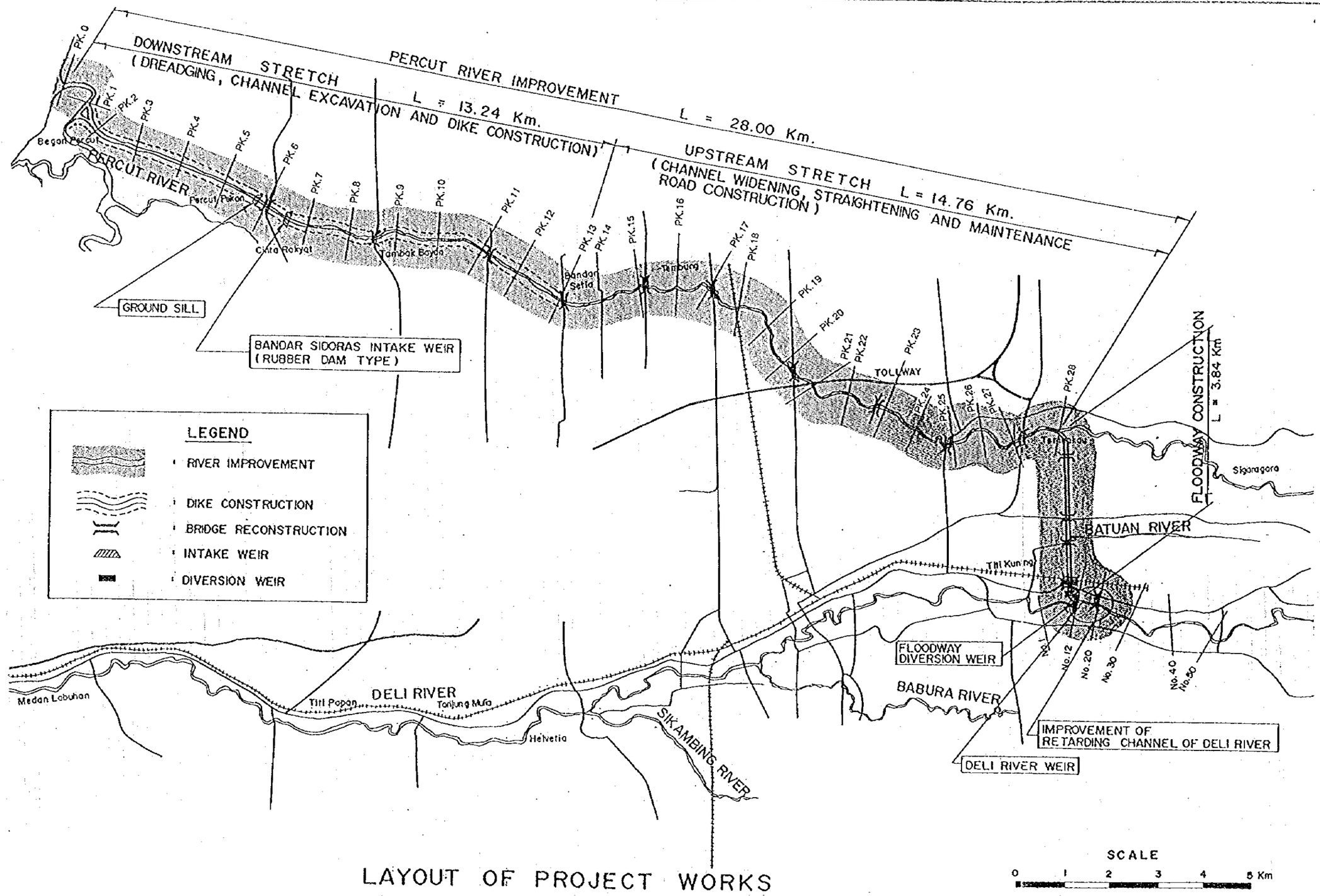
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

図 2.6
デリ川流下能力（上流区間：未改修）



LAND USE ZONING OF RETARDING CHANNEL OF DELI RIVER

DETAILED DESIGN STUDY ON MEDAN FLOOD CONTROL PROJECT	図 3.1 デリ川上流遊水河道の土地利用ゾーニング
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY	



LAYOUT OF PROJECT WORKS

DETAILED DESIGN STUDY ON MEDAN FLOOD CONTROL PROJECT JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY	図3.2 事業内容の位置関係