

タイ国プーケット市下水排水改善計画調査

最終報告書

和文要約

平成 2 年 8 月

国際協力事業団

タイ国プーケット市下水排水改善計画調査最終報告書（和文要約）

平成 2 年 8 月

国 際 協 力 事 業 団

122
CIC-167

タイ国プーケット市下水排水改善計画調査

最終報告書

和文要約

JICA LIBRARY



1090254(2)

22705

平成 2 年 8 月

国際協力事業団

社調二

CR (3)

90-100

国際協力事業団

22305

序 文

日本国政府は、タイ王国政府の要請に基づき、同国のプーケット市下水排水改善計画に係わる開発調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施した。

当事業団は、1989年7月から10月まで、1990年1月から2月まで日本上下水道設計株式会社 堀健二氏を団長とし、同社及び日本工営株式会社から構成される調査団を現地に派遣した。

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

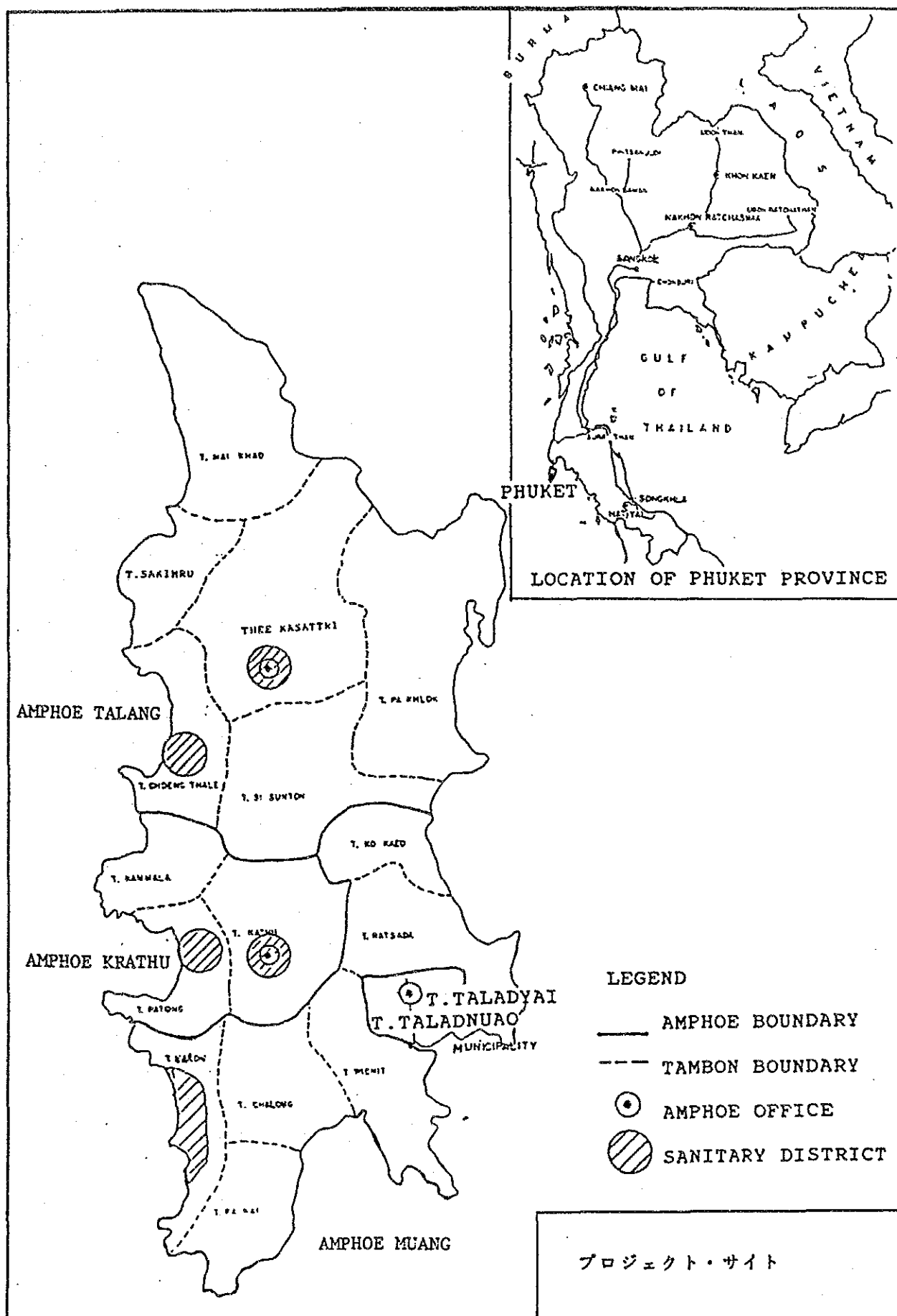
本報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、ひいては両国の友好親善の一層の発展に役立つことを願うものである。

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

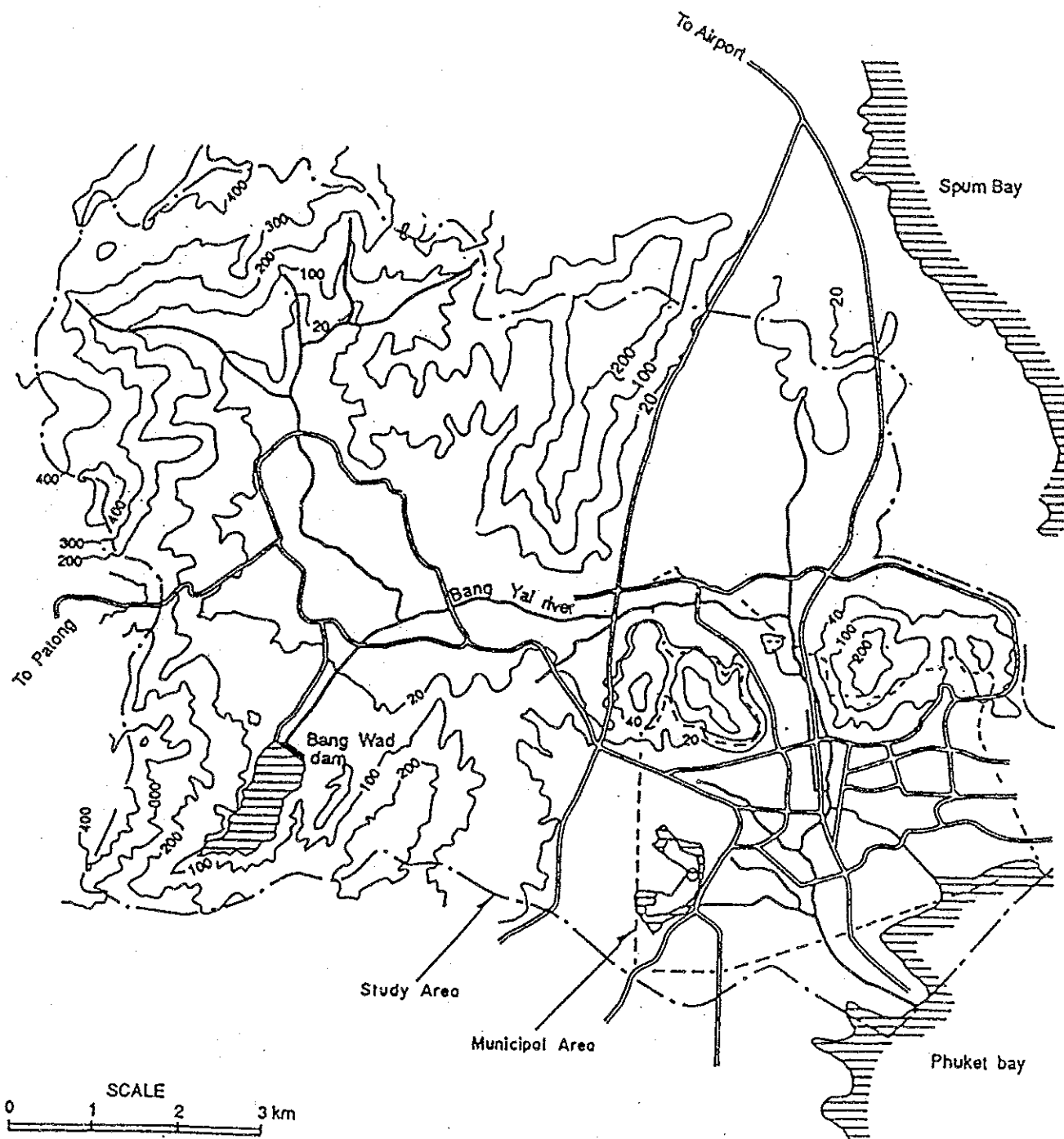
1990年8月

国際協力事業団

総裁 柳谷謙介



プロジェクト・サイト



調 査 対 象 区 域

目 次

プロジェクト・サイト図

バンヤイ川流域図

調査対象区域図

第1章 概 論

1.1 調査の目的.....	1- 1
1.2 調査の背景・経緯.....	1- 1
1.3 自然・社会条件.....	1- 2
(1) 自然条件.....	1- 2
(2) 社会経済条件.....	1- 2
1.4 下水道施設整備の現況.....	1- 3
(1) 概説.....	1- 3
(2) 雨水排除施設の現況.....	1- 3
(3) 汚水排除施設の現況.....	1- 4

第2章 改善基本計画

2.1 下水道基本計画.....	2- 1
2.1.1 計画条件.....	2- 1
(1) 計画区域.....	2- 1
(2) 計画年次.....	2- 1
(3) 計画人口.....	2- 1
(4) 水需要予測.....	2- 3
(5) 計画汚水量.....	2- 5
(6) 計画汚水量の算定.....	2- 5
(7) 計画流入水質(BOD)	2- 7
2.1.2 代替案の設定と評価.....	2- 9
(1) 下水排除方式の検討.....	2- 9
(2) 下水処理方式の検討.....	2-10
2.1.3 基本計画.....	2-11
(1) 施設概要.....	2-11
(2) 事業実施計画.....	2-16

2.2	雨水排除計画.....	2-19
2.2.1	基本計画策定の基本方針.....	2-19
2.2.2	計画降雨強度の検討.....	2-19
(1)	流出解析.....	2-22
(2)	確率雨量.....	2-22
(3)	確率洪水流量.....	
2.2.3	基本計画.....	2-25
(1)	施設計画概要.....	2-25
(2)	事業費.....	2-25
2.3	洪水防御計画.....	2-29
2.3.1	流域の現況と問題点.....	2-29
(1)	バンヤイ川流域.....	2-29
(2)	河川の状況.....	2-29
2.3.2	代替案の設定と評価.....	2-31
(1)	基本計画策定の基本概念.....	2-31
(2)	代替案の設定.....	2-31
(3)	最適基本計画の選定.....	2-34
2.3.3	基本計画.....	2-36
(1)	施設概要.....	2-36
(2)	事業実施計画.....	2-37
2.4	組織制度.....	2-40

第3章 フィージビリティ・スタディ

3.1.1	計画条件.....	3- 1
(1)	緊急下水道計画の基本方針.....	3- 1
(2)	緊急下水道計画区域の選定.....	3- 1
(3)	施設計画基準.....	3- 1
3.1.2	施設計画、設計.....	3- 3
(1)	設計基準および指針.....	3- 3
(2)	予備設計概要.....	3- 4

3.1.3 事業費.....	3- 8
(1) 建設事業費.....	3- 8
(2) 運転維持管理費.....	3-12
3.1.4 事業実施計画.....	3-12
3.2 雨水排除計画.....	3-12
3.3 洪水防御計画.....	3-14
3.3.1 計画条件.....	3-14
(1) 緊急治水計画の基本概念.....	3-14
(2) 緊急治水計画の最適化.....	3-14
3.3.2 施設計画、設計.....	3-15
(1) 設計基準および指針.....	3-15
(2) 予備設計概要.....	3-15
(3) 洪水防御計画諸元.....	3-17
3.3.3 事業費.....	3-21
(1) 建設事業費.....	3-21
(2) 維持管理費.....	3-24
3.3.4 事業実施計画.....	3-24
3.4 事業評価.....	3-26
3.4.1 経済分析.....	3-26
3.4.2 財務分析.....	3-26
3.4.3 プロジェクト評価.....	3-28
(1) 下水道計画.....	3-28
(2) 洪水防御計画.....	3-28

第1章 概論

1.1 調査の目的

タイ王国政府の要請に基づき、プーケット市の下水道計画および排水計画（上流の洪水防御計画を含む）に関する基本計画を策定する。このうち、最も緊急性の高い課題、地区を選定しフイージビリティ調査を実施する。また、調査の実施を通じてタイ国への技術移転をはかる。

1.2 調査の背景・経緯

タイ国は第6次国家経済社会開発5ヶ年計画の1つとして地方都市の拡充があげられており、現在は第2段階で地方都市インフラの整備を進めている。プーケット市は、この地方都市開発プログラムの対象主要8都市のうちの1つである

また、観光は1987年に米の輸出を抜き外資獲得産業の第1位をしめて国家開発計画の中の外貨獲得産業の育成という目標が達成されつつある。プーケットは南部タイの観光地の中心として認識され、経済、観光、交通の要衝としての地位を期待されており、その恵まれた自然観光資源によって外国人観光客の来訪が急増している。

現在のプーケット市では、生活排水はすべて無処理で公共水域に放流されている。し尿は貯留槽、腐敗槽に貯められ、その一部は地下浸透されオーバーフロー水は雨水排水路へ流出している。このため市内を流れるバンヤイ川の水質が悪化し、一部の水路では汚水の滞留により水が嫌気化しているところもある。

こうした状況は市内の美観、衛生状態における問題となっており、観光客のマーケットタウンとしての評価にも影響を与えている。また、水質悪化の問題は市内の環境のみでなく、島周辺海域の汚染にも影響を与えるものであり、島の主要な観光資源である清澄なビーチの破壊にもつながるものと懸念され下水道施設の早急な整備が望まれている。

一方、雨期における浸水被害は市域中心部のほぼ全域にわたっている。その原因は市の背後にある丘陵地域面積に比べ川の流下能力が小さいため、浸水被害は観光客への悪影響、経済活動に与える影響も決して小さくない。これらの状況から、下水および雨水排水対策に対する具体的な事業計画の策定が望まれており、本プロジェクトの実施となったものである。

1.3 自然、社会条件

(1) 自然条件

プーケット島はバンコクから南西約 800kmに位置し、総面積は 543km²でその70%が丘陵地、山岳地を形成している。東部海岸はマングローブが密生し、湿地となっている。西部海岸は砂浜海岸が点在し、観光地として発展している。

プーケット市は島の東南部に位置し、約12km²の面積を有している。市の北側にはラン山（標高160m）とトセ山（標高285m）があり、その間をバンヤイ川が流れている。市のほとんどはバンヤイ川の沖積地に形成され、海岸線で標高1m、市の北側で標高 10mの平坦な地形となっている。

プーケットの気候は4月から11月までの夏季モンスーンによる高温多湿で多量の降雨をもたらす雨季と、12月から3月の冬季モンスーンによる乾季に分けられる。プーケット島は多雨地域に属し、年平均雨量は 2,302mmでその約90%が雨季に降る。日平均気温は9月が27℃と低く、4月が30℃で最も暑い。

(2) 社会経済条件

第6次国家経済社会開発計画（1987—1991）の下に、プーケット市は都市開発地区として社会経済開発基盤の整備および観光開発を進めている。プーケットの主産業は錫鉱およびゴムから水産業およびホテル業等の観光関連産業に移行しつつある。プーケット市は観光ビーチこそないが、南部タイの政治、経済、金融の中心地として成長し、近年会議施設を持つホテル等のビル建設および道路、通信等の公共事業に対する投資が急速に行われている。

プーケット市の1987年の経済指標はプーケット州総生産から以下のように推定される。

一人当たりの GDP (1989年)	
タイ国	23,021 (Baht)
南部地域	16,725
プーケット州	32,913
プーケット市	37,446

上記のように、プーケット市の経済指標は比較的高く、且つ活気のある経済発展によってプーケット市の社会的地位はより重要になっている。

1.4 下水道施設整備の現況

(1) 概説

現在プーケット市には公共下水道施設はなく、住居、事業所、公共施設などから排出されるし尿はそれぞれの場所で簡易処理をされて最寄りの雨水排水路に排水されている。また、これらの建物、施設などの台所、シャワー等から排出される汚水はそのまま雨水排水路に排水され最終的には川、海に流出されている。このため市内を流れるバンヤイ川の水質は悪化し、一部の水路では下水の滞留により臭気の発生がみられ不快感さえ感じられる。

(2) 雨水排除施設の現況

市内東部の地域開発計画が進んでいない一部の地区を除けば、市内の主要道路はほとんどが舗装されてU字型の道路側溝が設けられており雨水排除施設は比較的良く整備されている。U字側溝は、本来雨水専用となるべきものであるが、下水道が未整備のため汚水の排除にも用いられている。

プーケット市の雨水排除施設は上記の如く比較的良く整備されているものの、総合的な治水対策を欠いているためしばしば洪水に見舞われてきた。その原因は次の2点にまとめることができる。

(i) バンヤイ川の流下能力が小さく本川の氾濫によって洪水となる。

(外因による洪水)

(ii) 市街地の雨水排除施設能力が不足のため排水が困難となり洪水となる。

(内因による洪水)

1) 外因による洪水の理由

前述の如くプーケット島は多雨地域に属し、その約90%が雨季に降る。市内を流れるバンヤイ川はその流域面積約72km²に較べると市内中央部までの水路の巾は2ないし10mと一般的に小さく、水理的に不適切な構造のため短時間の降雨時でも氾濫の危険性を内在している。(詳細は洪水防御計画を参照)

また、本川内の水位の上昇は次に述べる「内因による洪水」とも密接な関係があり、複合的な影響により洪水被害は大きく、また長時間となる原因となっている。

2) 内因による洪水の理由

内因によって生ずる洪水の原因は、基本的には雨水排除施設の能力不足によるものであるが、その理由としては次のことが挙げられる。

a) 排水施設に起因すること

- 時間降雨量、集水区域、流出率、流達時間等を適正に評価した排水施設計画に基づいたものとは必ずしもいえず、全体として施設能力が小さい。
- 道路側溝内の維持管理が不十分でゴミまたは部分的な破損等により管渠断面を小さくし流下能力を更に低下させている。
- 市内に1箇所ある排水ポンプ場の施設能力が小さく、この集水区域の浸水の原因となっている。

b) 排水先河川の水位の上昇に起因すること

- バイバイ川の流下能力が小さいため短時間の降雨時でも河川水位が上昇し、道路側溝に逆流して雨水排水能力を低下させ市内浸水の原因となっている。
- 市街中央より南部海岸地区は平坦で低地のため潮位の影響を受け易く、自然流下による雨水排除を困難としている。

既存の雨水排除施設能力は、市街地全体としてみれば1～1.5年降雨強度程度と推定されるが、地区別にみれば年数回の路面浸水が生ずるところが数箇所ある。

(3) 污水排除施設の現況

1) し尿処理施設

一般家庭を対象として行ったし尿処理設備に関するアンケート調査によれば、市内の約65%の住居ではタイでは昔ながら一般に使用されているセスプール型が使用され、30%が腐敗槽型のセプティックタンク型、残りの5%が近年、市が新築の住宅に設置を勧めているろ過床付きのタイ標準型である。

一方、ホテル等のし尿処理は鉄筋コンクリート現場打ちのセプティックタンク型であるが、大型ホテルでは酸化池を持つ活性汚泥処理を行っている。

汚泥の引き抜きは1～2年に1回程度必要といわれ、市のバキュームカー2台で行われている。回収された汚泥はゴミ処分場内に設けられたし尿処理場で処理される。

2) 雑排水

住居、事業所から排出される台所、バス等からの雑排水は無処理で道路側溝あるいは雨水渠に排水され、さらに公共用水域に流入している。そのため河川あるいは水路等の公共用水域の汚濁の原因となっている。

ブーケット市周辺には用水型の大工場はないが、漁港がある市外の東部近郊には冷凍工場、缶詰工場等があるが排水される水質は水域を汚濁させる程のものではない。市内2箇所にある中央マーケットからの排水は汚水量は少量ではあるが、有機汚濁源となるBODの値は高く周辺排水溝の公衆衛生状況は好ましくない。

第2章 改善基本計画

2.1 下水道基本計画

2.1.1 計画条件

(1) 計画区域

本調査の計画区域は、内務省都市計画局（DTCP）が将来のプーケット市域として計画している開発計画区域とする。但し、本計画において下水処理場建設用地として予定されている現在のゴミ処分場周辺は、DTCPの開発計画区域に含まれていないが既に住宅地として開発が進められているのでこの区域も含め下水道整備計画区域とする。（図-1計画区域参照）

(2) 計画年次

計画年次は、DTCPの開発計画年次が2008年であること、下水道の計画は一般に15～20年将来規模で計画すること、タイ国の5ヶ年計画その他主要計画は西暦末尾が1または6であること等を考慮して2006年とした。

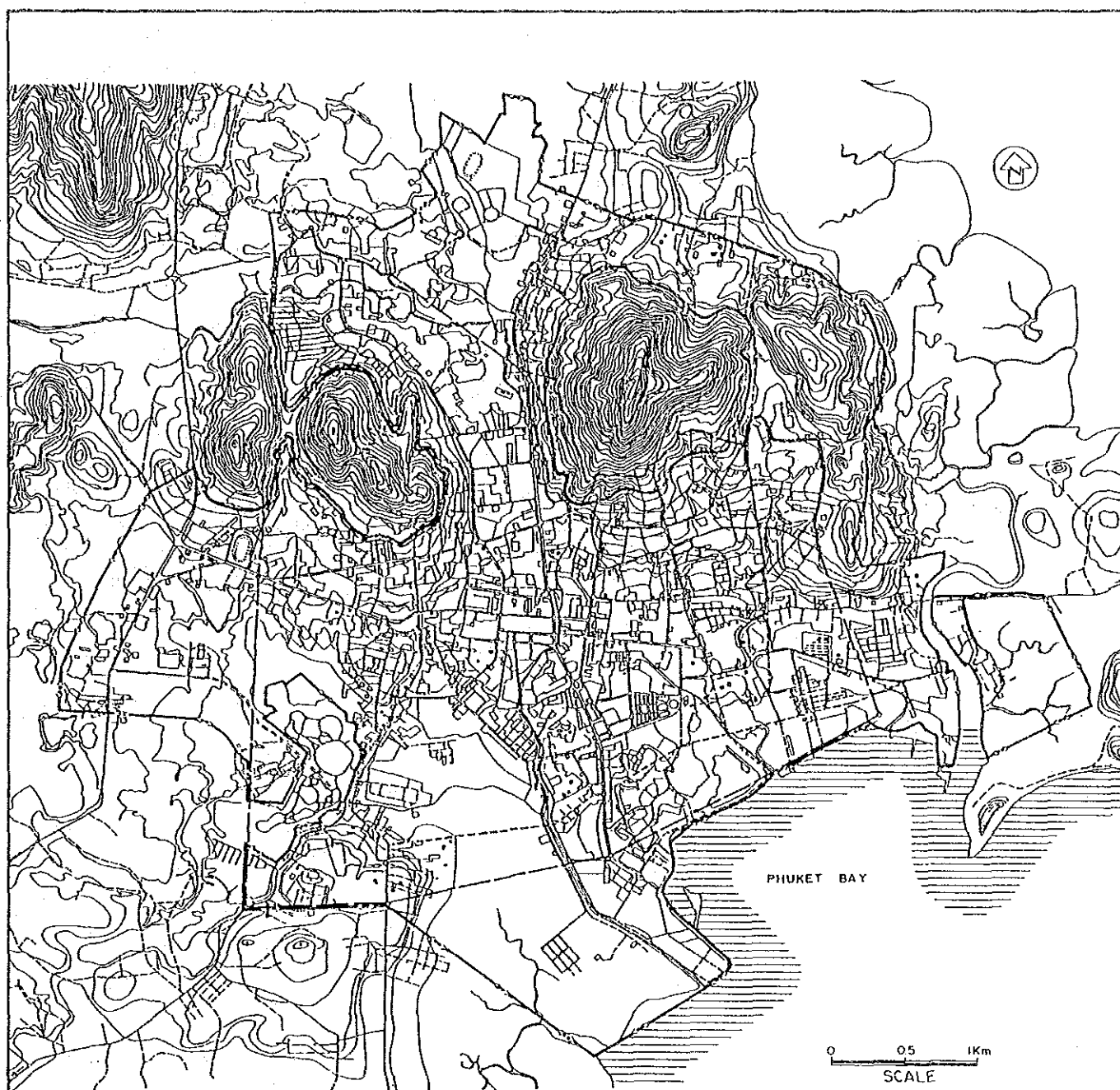
(3) 計画人口

計画年次における将来人口は下記の方法により予測する。

1) 現在のプーケット市域人口

- i) 市の人口を過去9ヶ年の増加率を用いて予測する。
- ii) タイ国政策による1991年までの人口年間増加率は1.3%としているので、この値を20年まで採用し、更にプーケット市の過去の流出入人口移動率を加味して予測する。
- iii) コーホート要因法による自然人口増加と過去の流出入人口移動率を加味して予測する
- iv) 現在の建設ブームを考慮して、地区毎の将来予想人口の積み上げ方式により予測する
この手法としては、次の2通りによる地区毎の将来人口を予測し、そのうち大きい人口をその地区人口として推計する。

①現在建設中の住宅および建築申請中の住宅が計画年次までに完成入居するものとする。入居者の50%は市域外からの移住者、1住宅当たり4人と仮定して現在人口に加算する。



- >——— 下水道基本計画区域
 - - - - - プーケット市開発計画区域 (DTCP)

図2.1 下水道基本計画区域図

②DTCP開発計画による用途別計画人口密度より市内地区別人口を推算する。

以上の予測の結果、現在の建設ブームを最もよく反映した将来人口予測として手法(iv)を採用する。この推計方法による将来人口は、タイ国政策による 1.3%の固定人口増加率を用いた将来人口とほぼ同様の59,730人である。

2) 計画区域人口

上記と同様の推計方法を用い、プーケット市およびその周辺を含めた下水道整備計画区域の将来人口を求めると78,200人(2006年)となる。

(4) 水需要量予測

計画年次における水需要量の予測は、プーケット市の過去の給水状況より一般家庭・事業所用水、公共施設用水、ホテルその他の営業用水などに区分して下記の方法により予測する。

1) 基礎用水量

a) 家庭・事業所用水

市の用途別給水状況をみると家庭・事業所用水は全消費量の80%を占める。大口消費者と小口消費者の差が大きいのが特徴である。したがって、一般家庭用と大口需要者用に分けて算出する。

i) 一般家庭用水

1水道メーター当たり 1,500 m^3 /年までの消費者を一般家庭消費者と見做し、1人1日当たり使用水量を求めると1988年度では 291 ℓ となる。これはタイ国における類似都市の使用水量に較べると著しく大きい。したがって、計画年次における元単位は現在とほとんど変わらないと想定し 300 ℓ とする。

一般家庭用水は次式により算出する。

計画人口 $\times$ 1人1日使用水量(300 lpcd)

ii) 大口需要者用水

1988年における1水道メーター当たり 1,500 m^3 /年以上の大口消費者は、366件で 家庭・事業所用全体の 6.6%、消費量は 1,275,300 m^3 /年で38%に相当する。これらの大口消費者は、既存の資料からは特定することが困難であるが、1個の流量計から複数の家庭が分

岐している場合、あるいは、事業所である場合等が考えられる。

市水道局の方針としては各戸メーター制が基本方針であるので、今後の改善も考慮して大口消費量は将来も変わらないものとする。

b) 公共施設用水

官庁、学校、病院に分けて、過去の実績を参考として次式により算出する。

官庁用水 : 計画人口×1人1日使用水量 (10 lpcd)

学校用水 : 予想就学生徒数×1人1日使用水量 (12 lpcd)

病院用水 : ベッド数×1ベッド1日使用水量 (1.0 m^3 /日・ベッド)

c) ホテル用水

既存のホテルルーム数に現在建築、申請中のルーム数の 1.1倍が計画年次までに完成すると想定し、ルーム当たりの使用水量 (1.2 m^3 /日) は将来とも変わらないものとする。

d) 工業用水

1988年度における工業用水は、14工場で 249,486 m^3 /年 (684 m^3 /日) 使用された。現在、このうちいくつかの工場は既に閉鎖または移転しており、大きな工場の誘致計画もないので現在の使用量は将来も変わらないものとする。

e) 商業用水

市民生活に連動するものとして、一般家庭用水量の 5%を見込む。

2) ピーク率

プーケット市の水道給水における 1日ピーク率は過去 5年間では 1.09~1.16の範囲にあると報告されているが、類似他都市に較べると小さいので将来計画としては 1.2を採用する。

時間ピーク率に関しては、まったくデータがないので類似他都市の例を勘案して 1.4とする。

以上の予測により将来の水需要量は表 2.1のようにまとめられる。2006年における水需要量は 1日平均 34,500 m^3 /日、1日最大で 41,400 m^3 /日である。

表2.1 2006年における水需要量予測

用 途	水 需 要 量
1. 家庭・事業所用水	26,954 m ³ /日
(1) 一般家庭用水 (23,460)	
(2) 大口消費用水 (3,494)	
2. 官庁用水	782
3. 学校用水	360
4. 病院用水	356
5. ホテル用水	4,200
6. 工業用水	684
7. 商業用水	1,164
1日平均需要水量	34,500 m ³ /日
1日最大需要水量	41,400 m ³ /日

(5) 計画汚水量

計画汚水量は、水道給水量および地下水の浸入水量等を考慮して次式により算出する。

$$\begin{aligned}
 \text{計画汚水量} &= \text{給水量} \times (\text{汚水回収率} + \text{地下水浸入率}) \\
 &= 34,500 \text{ m}^3/\text{日} \times (0.8 + 0.2) \\
 &= 34,500 \text{ m}^3/\text{日}
 \end{aligned}$$

(6) 計画汚水量の算定

1) 計画1日平均汚水量 (Q₁)

上記により求めた計画汚水量34,500m³/日とする。

計画1日平均汚水量は、処理水質の推定や、下水処理施設の容量決定に使用する。

2) 計画1日最大汚水量 (Q_2)

計画1日最大汚水量は、次式により算出する。

$$\begin{aligned} Q_2 &= Q_1 \times (\text{汚水回収率}) \times (1\text{日最大ピーク率}) + Q_1 \times (\text{地下水浸入率}) \\ &= Q_1 \times 0.8 \times 1.2 + Q_1 \times 0.2 \\ &= 1.16Q_1 = 40,020\text{m}^3/\text{日} \end{aligned}$$

3) 計画時間最大汚水量 (Q_3)

計画時間最大汚水量は、次式により算出する。

$$\begin{aligned} Q_3 &= Q_1 \times (\text{汚水回収率}) \times (\text{日最大ピーク率}) \times (\text{時間最大ピーク率}) \\ &\quad + Q_1 \times (\text{地下水浸入率}) \\ &= Q_1 \times 0.8 \times 1.2 \times 1.4 + Q_1 \times 0.2 \\ &= 1.54Q_1 = 53,270\text{m}^3/\text{日} \end{aligned}$$

計画時間最大汚水量は、ポンプ設備の容量・台数および汚水分配槽等の施設の容量決定に使用する。

4) 雨天時計画汚水量 (Q_R)

雨天時計画汚水量は、時間最大汚水量の3倍（希釈倍率）とし次式により算出する。

$$\begin{aligned} Q_R &= [Q_1 \times (\text{汚水回収率}) \times (\text{日最大ピーク率}) \times (\text{時間最大ピーク率}) + Q_1 \\ &\quad \times (\text{地下水浸入率})] \times 3 \\ &= [Q_1 \times 0.8 \times 1.2 \times 1.4 + Q_1 \times 0.2] \times 3 \\ &= 4.63Q_1 = 159,800\text{m}^3/\text{日} \end{aligned}$$

雨天時計画汚水量は、下水道管渠施設、ポンプ場施設等の容量決定に使用する。

なお、下水道管渠施設はタイ国で通常採用されている設計基準では分流式においても雨水の浸入を考慮して地区人口密度により時間最大汚水量の3～4倍を使用しているので、本計画ではこの設計基準に準拠して、分流式、合流式とも上記の雨天時計画汚水量 (Q_R) を使用する。

(7) 計画流入水質(BOD)

東南アジアおよびアフリカ等の熱帯地域における BOD負荷量並びにタイ国内実績等を参考にして BOD負荷量は次のように決定した。

1) 分流式の場合

上記資料等を参考に、し尿排水の BOD負荷量は22~23gpcdとする。また、し尿を除く生活雑排水の BOD負荷量は1989年ベースで20gpcdとし将来は経済成長率と共に増加するものとする。増加率は 1.5~3%/年と想定して計画年次までの BOD負荷量を次表のように設定した。

表 2.2 分流式における BOD負荷量

単位 : gpcd

	1989	1996	2001	2006
し尿排水	22	22	23	23
生活雑排水	20	23	27	31
合 計	42	45	50	54

2) 合流式の場合

インタビュー調査の結果、セプティックタンク式およびタイ標準式トイレの使用率はそれぞれ25%、11%である。新築される住宅はすべてセプティックタンク式またはタイ標準式トイレが採用され、現在のセスプール式トイレは2006年までに前記の両タイプ（BOD除去率50%と想定）に改善されると仮定すれば、BOD負荷量は次により推算される。

—1989年におけるし尿処理水 BOD負荷量は；

$$22 \times (\text{セプティックタンク型使用率}) \times (\text{BOD除去率}) \\ = 22 \times (0.25 + 0.11) \times 0.5 = 4.0 \text{ gpcd}$$

—2006年におけるし尿処理水 BOD負荷量は；

$$= 23 \times 1.0 \times 0.5 = 11.5 \approx 12 \text{ gpcd}$$

従って、計画 BOD負荷量は次の如くなる。

表 2.3 合流式における BOD負荷量

単位 : gpcd

	1989	1996	2001	2006
し尿排水	4	7	10	12
生活雑排水	20	23	27	31
合 計	24	30	37	43

3) BOD汚濁負荷量

排除方式は後述の如く検討の結果、合流式（一部分流式）と決定された。これにもとづき、BOD総負荷量を計算すると以下の如く推算される。

総負荷量

合流式区域

家庭等 $61,000人 \times 43g/人 \cdot 日 = 2,623,800g/日$

ホテル $3,500室 \times 1.8人 \times 43g/人 \cdot 日 = 270,900g/日$

分流式区域

家庭等 $17,200人 \times 54g/人 \cdot 日 = 728,800g/日$

工 場 $379,000g/日$

合 計 $4,202,400g/日$

4) 流入水質BOD₅

上記により本計画における流入水質は次の如くなる。

$$BOD_5 = \frac{4,202,400 \text{ g/日}}{34,500 \times 10^3 \text{ ℓ/日}} = 120 \text{ mg/ℓ}$$

2.1.2 代替案の設定と評価

(1) 下水排除方式の検討

1) 概説

下水の排除方式には分流式と合流式の2種類がある。分流式とは、汚水及び雨水をそれぞれ別の管渠で排除する方式であり、合流式とは汚水及び雨水を同一の管渠で排除する方式である。

水質汚濁防止の観点からみれば、分流式が優れているが、雨季に放流先の河川に十分な水量があり希釈放流が許される場合、既に道路側溝などの雨水排水渠が整備されており同時に家庭汚水も側溝等に流されていて合流式管渠への取り込みが容易である場合には、経済的に且つ早期に下水道を導入するには合流式が有利である。

2) 代替案の設定

分流式または合流式を採用した場合の管渠幹線計画図を図2.1, および 2.2に示す。なお、市南部の沖積低地区では、道路側溝の河川への排水口が潮位の影響を受けるので分流式を採用せざるを得ず、代替案合流式の場合は、部分分流式を含む合流式となる。また、代替案合流式は経済的に下水道の導入を図ることを考慮して、既存の雨水排除施設（道路側溝等）を下水道管渠の一部として有効に利用するものとする。

3) 代替案の費用比較と評価

代替案の費用比較の結果は表 2-4に示すとおりである。

表 2-4 下水排除方式代替案費用比較表

	分流式	合流式
I. 建設費 (× 10 ⁸ Baht)		
(1) 幹線管渠	159.4	152.5
(2) 枝線管渠	69.9	20.1
(3) ポンプ場	8.0	9.1
(4) その他	7.7	11.3
計	245.0	193.0
II. 維持管理費 (× 10 ⁶ Baht/年)		
(1) 管渠清掃	0.82	0.35
(2) 運転コスト	1.05	0.95
計	1.87	1.30

建設費、維持管理費とも合流式が経済的である。合流式は、既存の雨水排水路を遮集し公共下水道管渠へ接続するため、開放式道路側溝の汚水の流下による不良な環境は改善されないが、下水道の普及を早く実施するには各戸における污水取付管（排水設備）の新たな設備は不要であり、経済性にも優れているので合流式を採用した。

なお、分流式における幹線管渠は管径および管網ルートの中で合流式の幹線管渠をそのまま利用できるため、将来経済的に分流式の採用が可能になった時点で随時変更することは容易である。(2.1.1(6)4参照)

(2) 下水処理方式の検討

1) 代替案の設定

処理規模、要求処理水質、処理場予定用地面積等を考慮すれば、代替案としては次の3つが考えられる。

- － 標準活性汚泥法
- － 回転生物接触法
- － オキシデーション・デッチ法

2) 代替案の評価

評価格付を優良順に A, B, Cとし、建設費、維持管理費、運転・管理の難易について代替3案を総合評価した結果は表 2.5に示すとおりである。

表 2.5 下水処理方式代替案比較表

	標準活性 汚泥法	回転生物 接触法	オキシデーション デッチ法
I 建設費 (Baht 10 ⁶)	A (223.4)	C (322.8)	A (224.7)
II 維持管理費 (Baht 10 ⁶ /年)	A (8.1)	C (11.2)	A (8.5)
III 運転・管理	C	B	A
(1) 処理状況	(B)	(C)	(A)
(2) 流入負荷変動 への対応	(C)	(B)	(A)
(3) 運転管理の 難易	(C)	(B)	(A)
総合評価	B	C	A

表 2.5でみられる如く、オキシデーション・デッチ法がすべての点で優れているので同処理方式を採用する。

2.1.3 基本計画

(1) 施設概要

下水道基本計画の施設概要を表 2.6に、計画一般図を図 2.2及び 2.3に示す。

表 2.6 下水道基本計画施設概要

単位：1,000Baht

1. 直接工事費			
管渠施設	寸法	延長	金額
1) 幹線管渠 (開削)	$\phi 100 - 1,500 \text{ mm}$	14,260 m	86,100
(推進)	$\phi 1,000$	60	2,100
(圧力管)	$\phi 100 - 800$	4,250	32,000
2) サイホン管	$\phi 200 - 500$	5 Units	7,800
3) 枝線管渠 (合流式区域)	$\phi 100 - 500$	7,135 m	12,400
(分流式区域)	———	15,430	26,300
4) 中継ポンプ場	———	10ヶ所	4,000
5) 遮集マンホール	———	90ヶ所	600
小計			<u>171,300</u>
下水処理施設	仕様		金額
1) 土木工事			
沈砂・ポンプ場	12 m x 29 m x (8 + 4.5) mH (PS-1, PS-2, PS-3)		13,900
管理棟	18 m x 24 m x 4 mH		2,300
処理施設			39,900
消毒設備	384 m ³		1,800
汚泥乾燥床	20 m x 12.6 m x 1.5 mH x 36ヶ		27,500
土工事			6,500
小計			<u>91,900</u>
2) 機械設備			
沈砂・ポンプ場			21,500
酸化池	5 m x 132 m x 16池		39,800
最終沈でん池	$\phi 19 \text{ m} \times 2.6 \text{ mH} \times 8 \text{ 池}$		33,300
消毒設備			6,800
汚泥乾燥床			1,900
小計			<u>103,300</u>
3) 電気設備			
受電設備			7,800
操作盤			8,800
ポンプ操作盤			30,700
処理設備操作盤			14,900
配線工事			2,800
小計			<u>65,000</u>

4)輸送費	9,000
計	440,500
2. 間接費	
1)間接費 (直接工事費 x 0.06)	26,500
2)経費 (直接工事費 x 0.085)	37,600
計	64,100
合計 (1+2)	504,600
3. 税金 (合計x 0.041)	20,600
総合計(1 + 2 + 3)	525,200

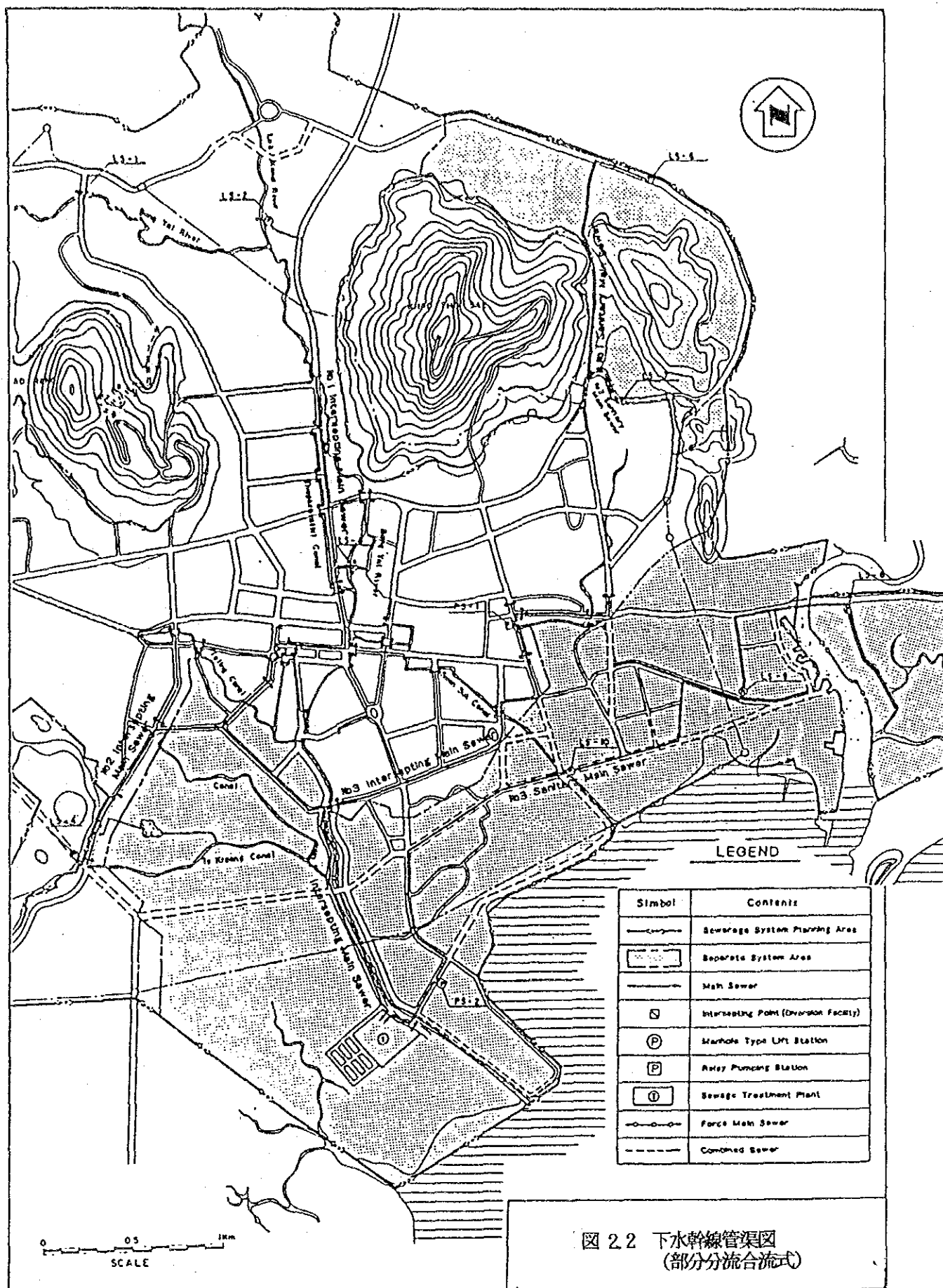
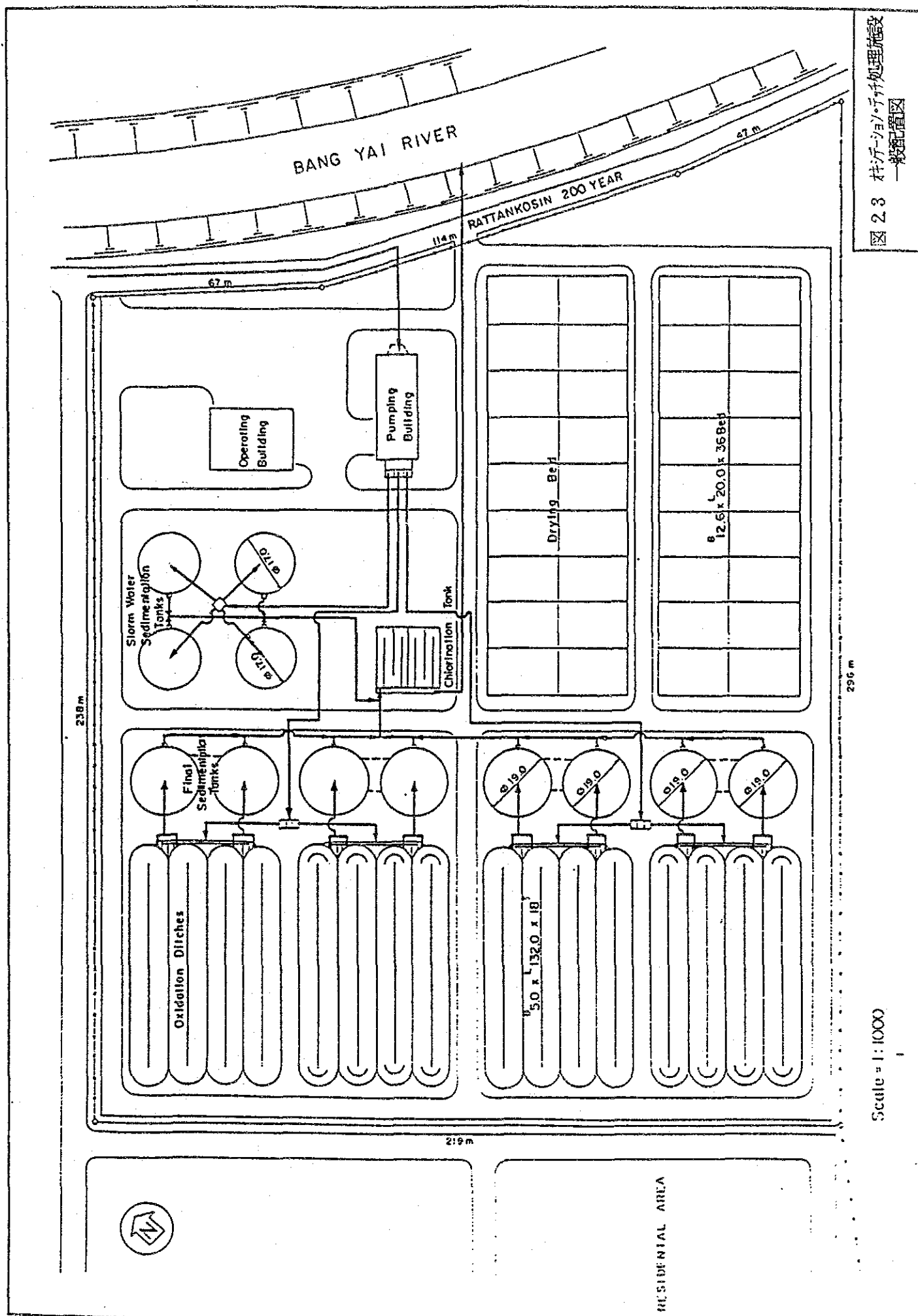


图 2.2 下水幹線管渠図
(部分分流合流式)

図 2.3 井子ノ子ノ子処理施設
一般配置図

Scale = 1:1000



(2) 事業実施計画

基本計画策定の段階では、事業計画を優先地区（フィージビリティ・スタディ計画地区）とその他地区の２段階とするよう提案した。水質汚濁防止を最終目的とし、河川の水質汚染を経済的に緊急に削減させるために汚濁発生に最も影響のある地域を優先地区とした。

図 2.4に基本計画策定時に提案した下水道計画区域を示す。

図 2.5に示すように優先計画は1995年、第２段階計画は2000年に完了するようにした。

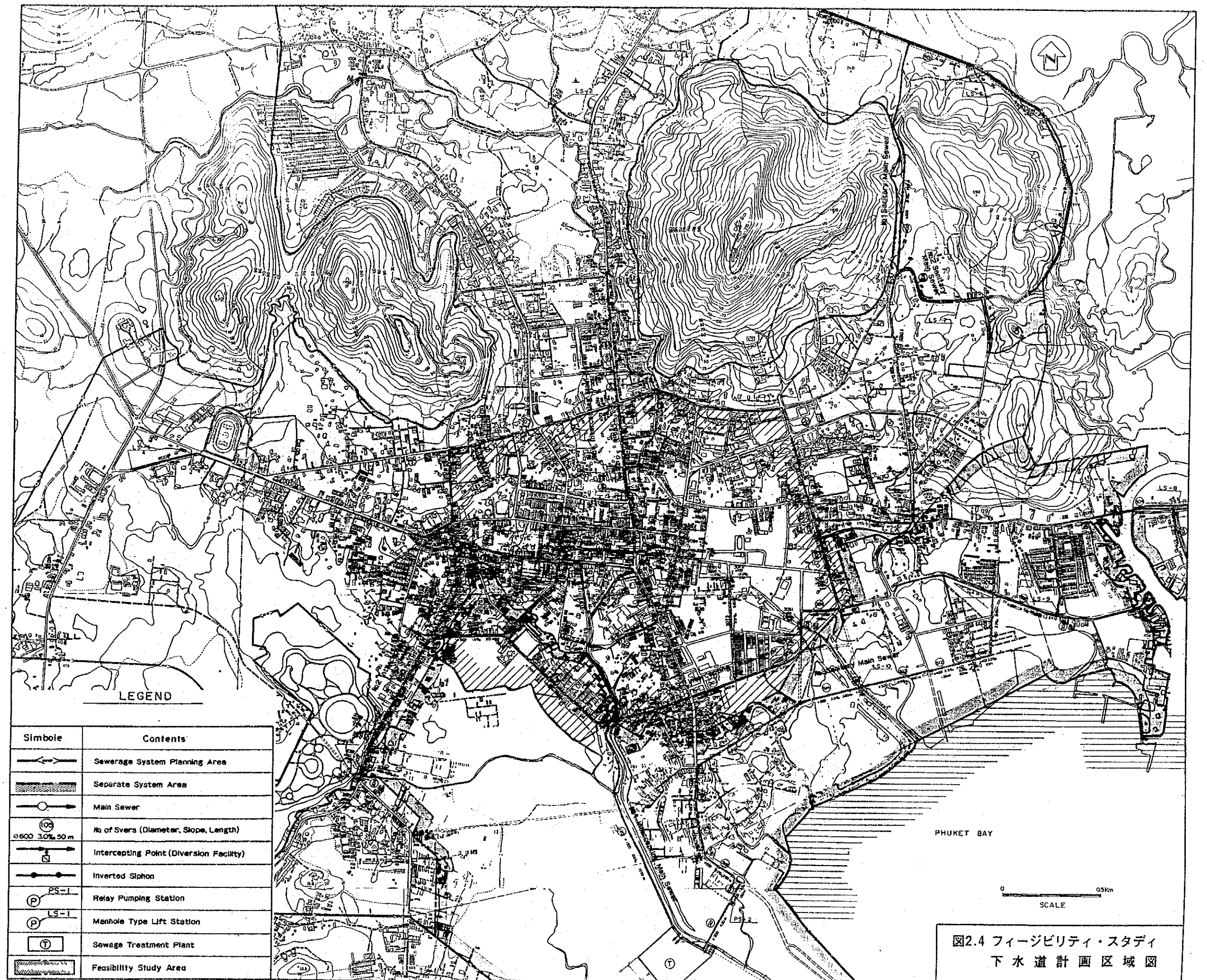


图 2.5 下水道事業実施計画図

	F/S Area (Stage I)						Other Area (Stage II)				
	1st	2nd	3rd	4th	5th	6th	10th	11th	12th	13th	Total
Sewer											
Basic Design	Budget										
Detailed Design											
Construction											
Sewage Plant											
Basic Design	Budget										
Detailed Design											
Construction											
Cost (Baht)											
Sewer		27.2									
Design	10.3	16.9		169.6			5.2	6.0		60.0	38.4
Construction			42.4	42.4	42.4	42.4			30.0	30.0	229.6
				16.8						60.0	
Engineering (10%)			42.4	42.4	42.4	42.4			30.0		22.8
Contingency (30%)	3.1	5.1	14.0	14.0	14.0	14.0	1.6	1.8	9.9	9.9	87.4
Treatment											
Design	31.8						15.7				
Construction	10.3	21.5		215.2			15.7		157.6		47.5
			71.7	71.7	71.8			52.5	52.5	52.6	372.8
				21.3					15.6		
Engineering (10%)			7.1	7.1	7.1			5.2	5.2	5.2	36.9
Contingency (30%)	3.1	6.5	23.6	23.6	23.6		4.7	17.3	17.3	17.3	56.6
Total	26.8	50.0	163.0	163.0	163.1	60.6	27.2	82.8	117.9	118.0	892.0

2.2 雨水排除計画

2.2.1 基本計画策定の基本方針

- 1) プーケット市の雨水排除施設は、前述したように比較的良く整備されているが、平坦で沖積低地のためバンヤイ川の背水および満潮時の水位の上昇で自然流下による雨水排除を非常に困難にしている。したがって、雨水排除改善計画は単に市内の排水路の改善のみで目標を達成することは困難でありバンヤイ川の洪水防御計画と併有して計画する。
- 2) 計画区域内の現在の雨水排除施設は次の4系統に大別される。すなわち、市中央地区、市南西部のTaling Chan Canal 地区とTa Kraeng Canal 地区および市東部のTajin River 地区の4地区である。このうちTajin River 地区は、市の開発計画がまだ進んでいないため一部の地区を除き道路の整備が行われていないので本計画対象から除外する。
- 3) 改善計画の設計確率降雨年は、主要排水路を5年とする。また枝線排水路は2年とするが、解析するための測量データ不足のため今回の改善計画からは除外する。
- 4) 排水路の放水口は、バンヤイ川からの背水の影響を受けないものとして水理解析する。

2.2.2 計画降雨強度の検討

(1) 流出解析

雨水排水および洪水防御計画策定のためそれぞれ流域確率降雨量、短期雨量強度の解析をおこなった。

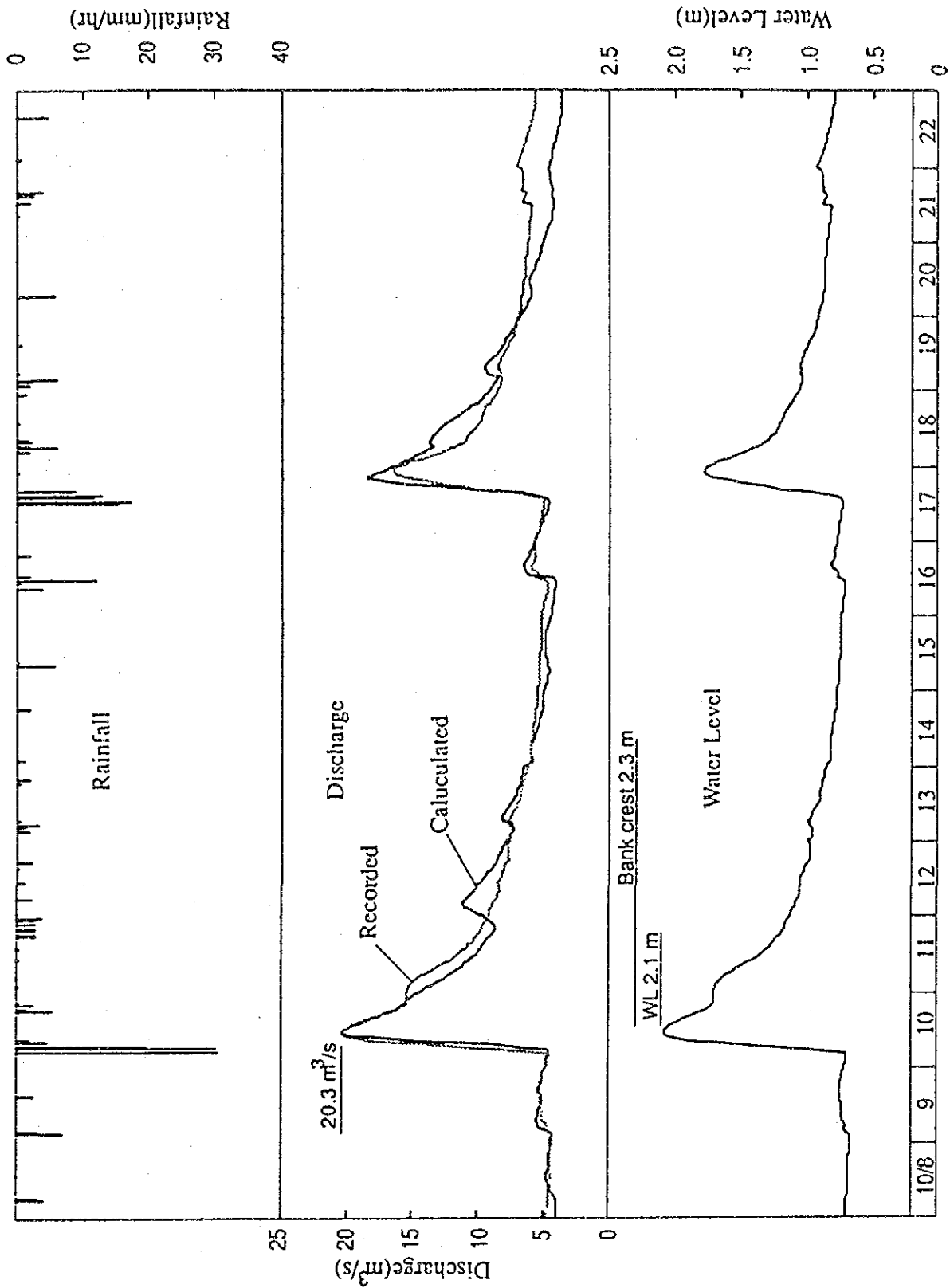
JICAは基本計画の現地調査段階で自記雨量計、簡易雨量計及び水位標、流速計、自記水位計を配備した。記録計のタイプ、設置位置および観測の開始日は下記の通りである。

観測器材	設置位置	開始日
自記雨量計	Bang Wadダム	20 Sept. 1989
簡易雨量計	Ban Maireab 小学校, Katu	29 Sept. 1989
自記水位計	Yaovaraj橋	4 Oct. 1989
自記水位計	Thepkrasattri 道路前の私設橋	4 Oct. 1989

Thepkrasattri 道路沿いに設置されている自記水位計は図 2.6に示すように1989年10月に発生した2つの小洪水を記録している。基本計画策定時の洪水解析結果はこれらのデータを利用して修正した。

1989年10月の流域雨量を図 2.5に示す。Thepkrasattri 道路沿いにある観測所では、PWDブーケット事務所の担当者によってすでに6回の流量観測が実施された。最初の観測は10月10日に行われ、丁度その日は小洪水のピークがあった。10月10日のピーク流量は $20\text{ m}^3/\text{S}$ であった。

1989年10月8日の夜半から10月23日夜半までの基底流量は $4.0\text{ m}^3/\text{S}$ から $2.0\text{ m}^3/\text{S}$ まで直線的に減衰していると想定すると、直接流出の流出率は36.3%と算定される。実際のハイドログラフと計算ハイドログラフとの比較を同図に示す。計算結果は良好である。



Water level gauging station at Thepkrasatti road

图 2.6 流出解析、1988年10月洪水

(2) 確率雨量

プーケット島内には、プーケット市内、島の北端の空港およびバンヤイ川流域のバンワットダム地点の3ヶ所に気象観測所がある。

1986年（仏歴2511）から1989年（仏歴2532）までの22年間の日雨量データおよび主要降雨の自記雨量記録は基本計画策定のうえで利用可能であった。年最大雨量は雨季の5月から11月にかけて発生する。水文解析の結果、確率流域雨量は以下の値が得られた。

再現期間（年）	流域雨量（mm）
100	196
50	183
30	173
20	164
10	150
5	134
2	108

(3) 確率洪水流量

1986年9月27日の洪水が最も厳しい状況であったので、この降雨波形を用いて確率日雨量を配分し、流出解析で得られた流出モデルを用いて確率洪水量を算出した。

基本計画の調査段階では流量記録が無かったため、調査団による流量観測結果に基づいて確率洪水流量を求めた。基本計画の段階で水文解析によって得られた確率洪水流量は以下のとおりである。

再現期間 (年)	確率洪水のピーク流量 (m ³ /S)			
	Point 1		Point 2	
	Case 1	Case 2	Case 1	Case 2
2	26	37	40	50
5	51	75	80	100
10	81	120	126	159
20	98	146	153	195
30	107	160	165	214
50	116	176	179	234

Case 1 : 既存の土地利用状態において

Case 2 : 溜池による洪水低減効果は考慮しない

フィージビリティスタディの段階では新しく設置した自記雨量計及び自記水位計による資料に基づき流域特性を明らかにした。東部放水路の分流点(1)および Thepkrasattri道路沿いの水位観測所にある基準点 2(2)の確率洪水流量をそれぞれ図 2.7および下記に示す。

再現期間 (年)	ピーク流量	
	(1)	(2)
50	132	145
30	121	133
20	112	123
10	98	108
5	85	94

(1) 分水路分流点

(2) Thepkrasattri 道路の水位観測所

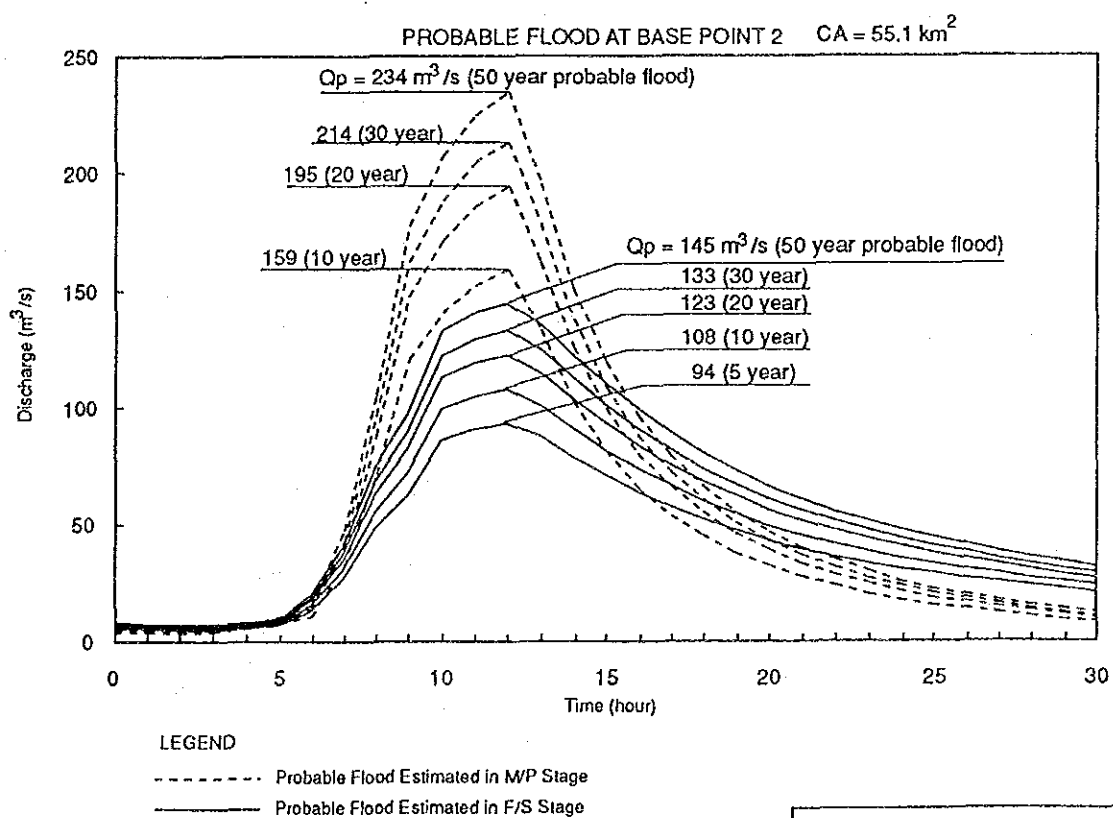
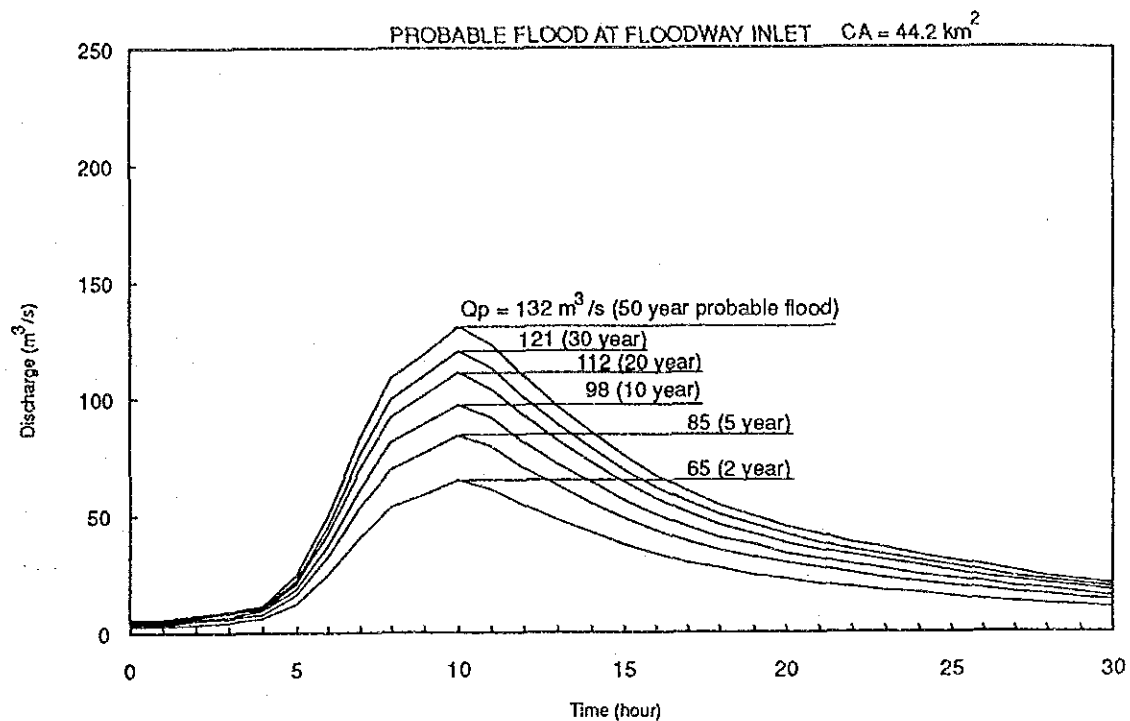


図 2.7 確立洪水ハイドログラフ

2.2.3 基本計画

(1) 施設計画概要

1) 中央排水地区

中央地区の雨水排除は、主として道路側溝を経由してバンヤイ川へ放流されている。バンヤイ川への放流口で各側溝の流下能力を水理解析した結果、測点69個所のうち（他の2地区を含む）23個所が5年確率降雨量の排除に不足する。改善個所と施設内容を図 2.8に示す。

2) Taling Chan 排水地区

市内中心部の西側の雨水を排水する本区域は、排水面積 1.1km²でラン山および市街から流入する雨水をTaling Chan 水路を経由してバンヤイ川へ放流している。Taling Chan 水路とバンヤイ川の合流点には本川からの背水を防ぐため、水門付ポンプ場が設置されているがこの容量が小さくまた、暫々ポンプの故障が記録されている。

改善基本計画では、自然放流を前提として排水雨量のピークカットを目的とした Ta Kraeng配水区域と共用の遊水池を築堤する。

3) Ta Kraeng 排水地区

本排水区域は、Taling Chan 排水区域の南西部 9 km²である。雨水は王室記念公園の遊水池で調整された後、Ta Kraeng 水路を経由してバンヤイ川へ合流する。

本区域は王室記念公園通り周辺を除けば土地利用が進んでいないため広範囲な浸水被害は生じていないが、雨水排除基本計画はTaling Chan 排水系統と共用の遊水池でピーク調整した後、バンヤイ川の流量を減少させる目的で南側のマングローブ密生地へ流れているバンピン川へ転流する。

Taling Chan およびTa Kraeng 排水地区の施設改善計画を図 2.9に示す。

(2) 事業費

雨水排除施設改善建設費を表 2.7に示す。

PROPOSED PLAN FOR IMPROVEMENT

4. $\square$ 1200mm $\times$ 12500mm 1 $\rightarrow$ 1.0%, 1 $\rightarrow$ 510m,
 $\square$ 11600mm $\times$ 12000mm 1 $\rightarrow$ 1.0%, 1 $\rightarrow$ 240m,
 ϕ 1500mm 1 $\rightarrow$ 1.4%, 1 $\rightarrow$ 240m,
 ϕ 1000mm 1 $\rightarrow$ 2.5%, 1 $\rightarrow$ 140m,
 ϕ 400mm 1 $\rightarrow$ 4.0%, 1 $\rightarrow$ 20m,
 ϕ 300mm 1 $\rightarrow$ 1.7%, 1 $\rightarrow$ 20m,
11. $\square$ 11440mm $\times$ 12400mm 1 $\rightarrow$ 0.7%, 1 $\rightarrow$ 500m,
 $\square$ 11300mm $\times$ 12300mm 1 $\rightarrow$ 0.8%, 1 $\rightarrow$ 450m,
12. ϕ 1500mm 1 $\rightarrow$ 1.3%, 1 $\rightarrow$ 410m,
 ϕ 1000mm 1 $\rightarrow$ 3.0%, 1 $\rightarrow$ 230m,
 ϕ 600mm 1 $\rightarrow$ 5.5%, 1 $\rightarrow$ 140m,
15. ϕ 300mm 1 $\rightarrow$ 5.5%, 1 $\rightarrow$ 100m,
16. ϕ 1200mm 1 $\rightarrow$ 1.3%, 1 $\rightarrow$ 430m,
 ϕ 800mm 1 $\rightarrow$ 4.5%, 1 $\rightarrow$ 230m,
22. ϕ 1500mm 1 $\rightarrow$ 1.0%, 1 $\rightarrow$ 360m,
 ϕ 600mm 1 $\rightarrow$ 5.5%, 1 $\rightarrow$ 250m,
25. ϕ 1500mm 1 $\rightarrow$ 0.9%, 1 $\rightarrow$ 270m,
 ϕ 1200mm 1 $\rightarrow$ 1.1%, 1 $\rightarrow$ 210m,
27. ϕ 800mm 1 $\rightarrow$ 1.7%, 1 $\rightarrow$ 130m,
 ϕ 400mm 1 $\rightarrow$ 4.0%, 1 $\rightarrow$ 100m,
36. $\square$ 11600mm $\times$ 12200mm 1 $\rightarrow$ 2.5%, 1 $\rightarrow$ 550m,
 ϕ 800mm 1 $\rightarrow$ 5.0%, 1 $\rightarrow$ 500m,
38. ϕ 800mm 1 $\rightarrow$ 1.7%, 1 $\rightarrow$ 290m,
 ϕ 600mm 1 $\rightarrow$ 2.4%, 1 $\rightarrow$ 170m,
39. ϕ 1200mm 1 $\rightarrow$ 1.4%, 1 $\rightarrow$ 60m,
 ϕ 1000mm 1 $\rightarrow$ 2.2%, 1 $\rightarrow$ 320m,
 ϕ 800mm 1 $\rightarrow$ 1.7%, 1 $\rightarrow$ 160m,
40. ϕ 800mm 1 $\rightarrow$ 1.6%, 1 $\rightarrow$ 80m,
46. ϕ 1200mm 1 $\rightarrow$ 1.1%, 1 $\rightarrow$ 510m,
48. ϕ 500mm 1 $\rightarrow$ 3.0%, 1 $\rightarrow$ 150m,
62. ϕ 500mm 1 $\rightarrow$ 3.0%, 1 $\rightarrow$ 80m,
69. ϕ 800mm 1 $\rightarrow$ 1.7%, 1 $\rightarrow$ 225m.

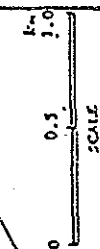
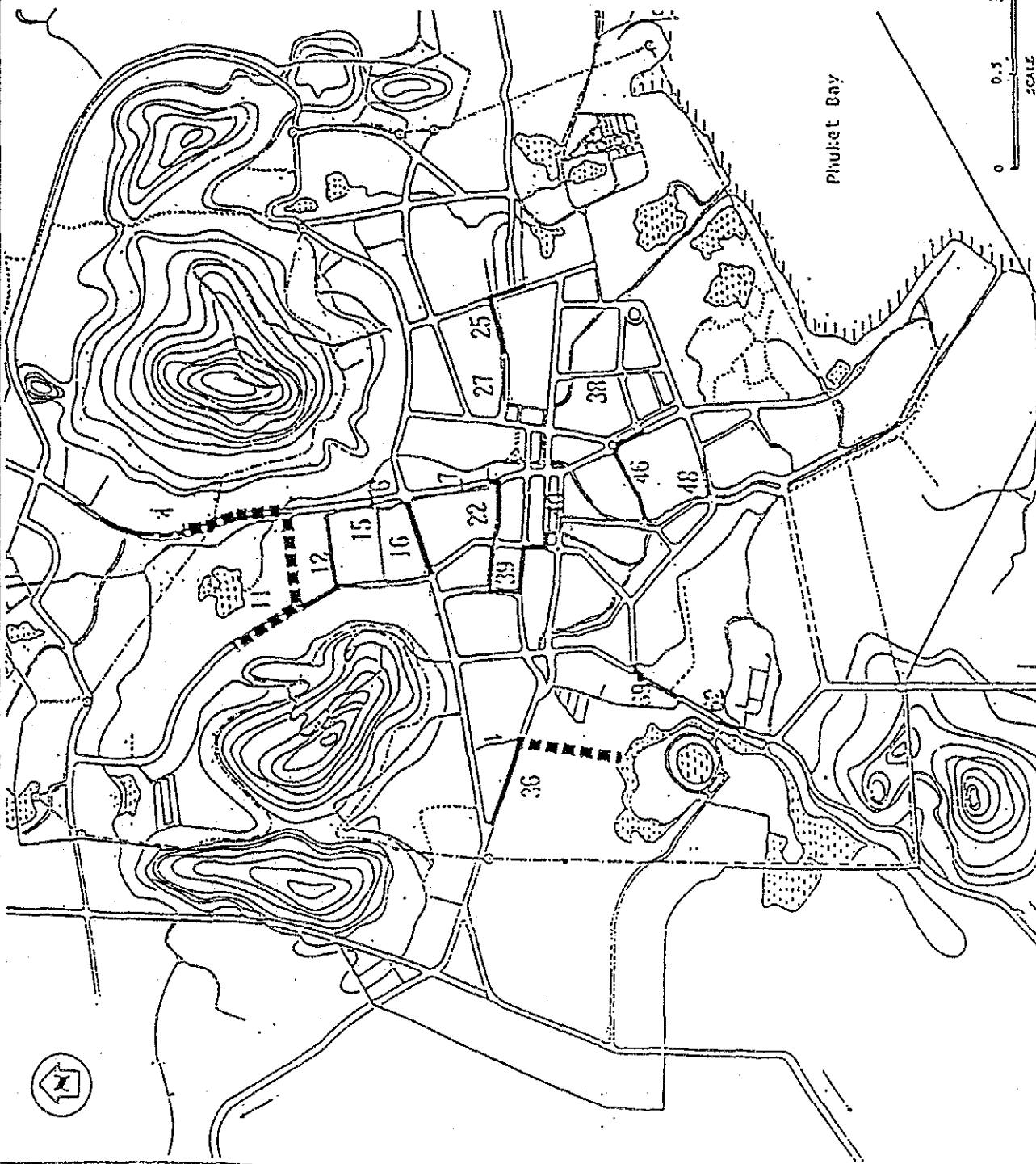


图 2.8 雨水排除施設改善計画図

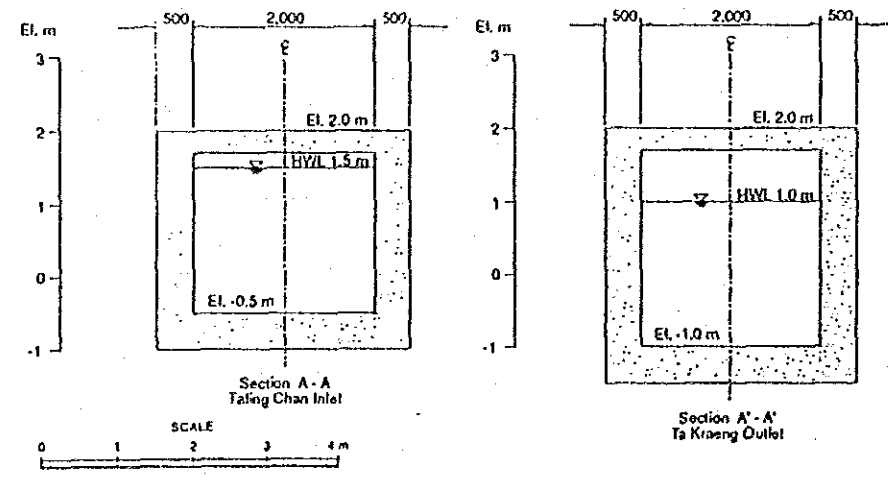
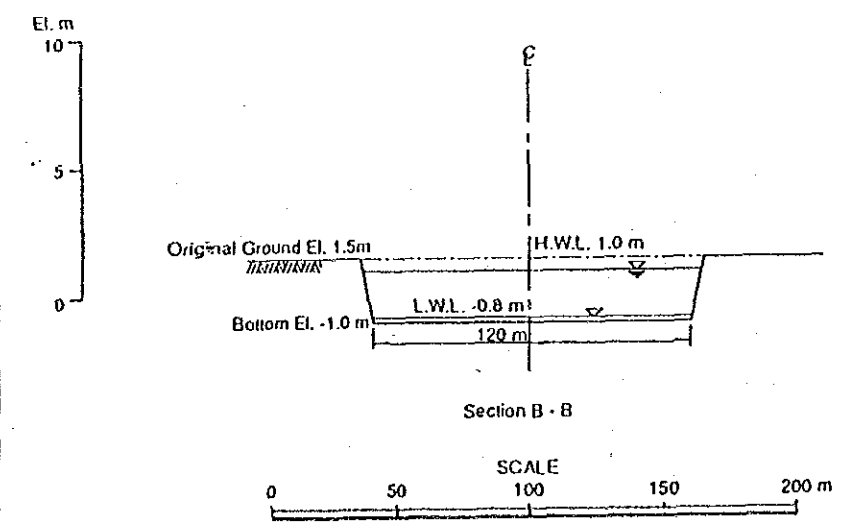
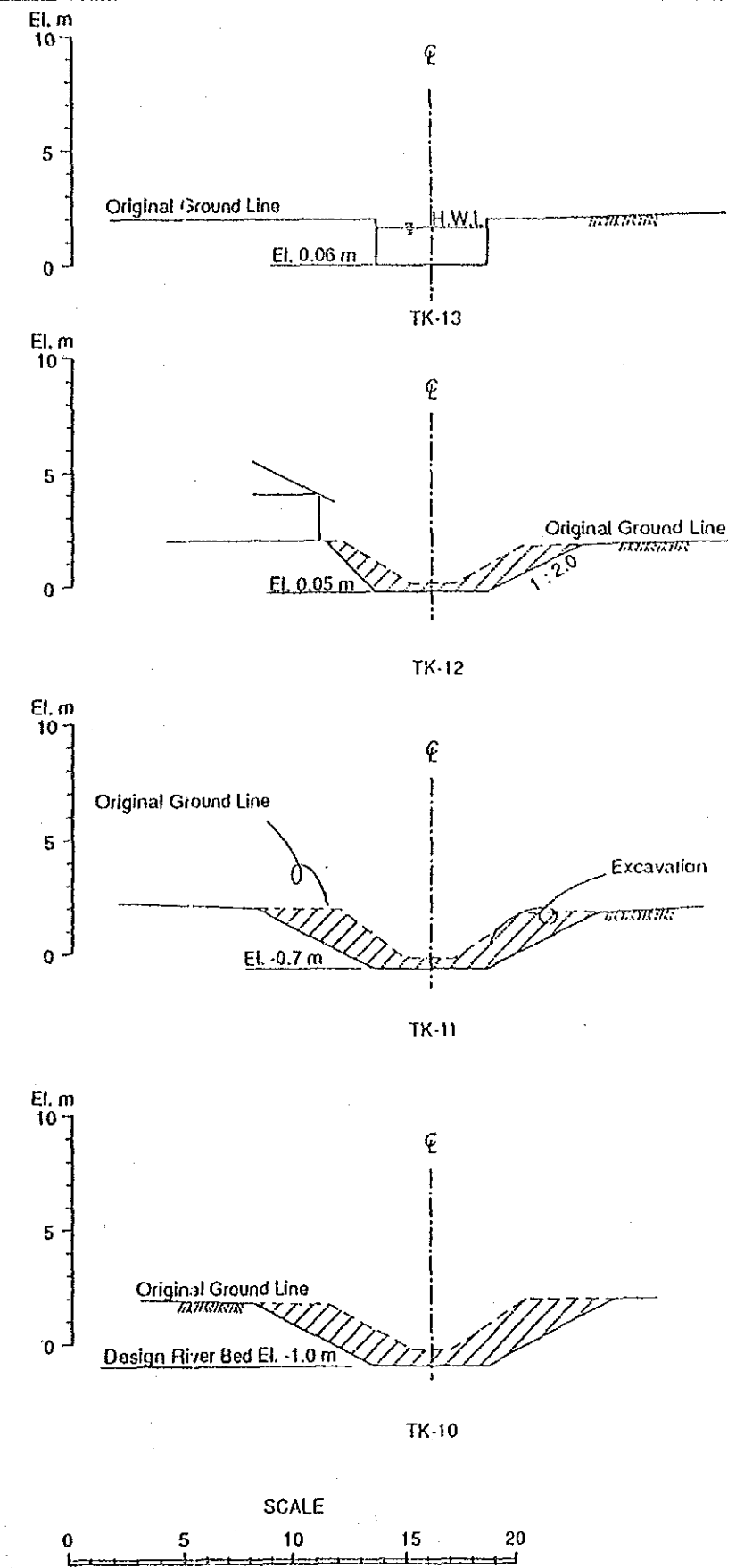
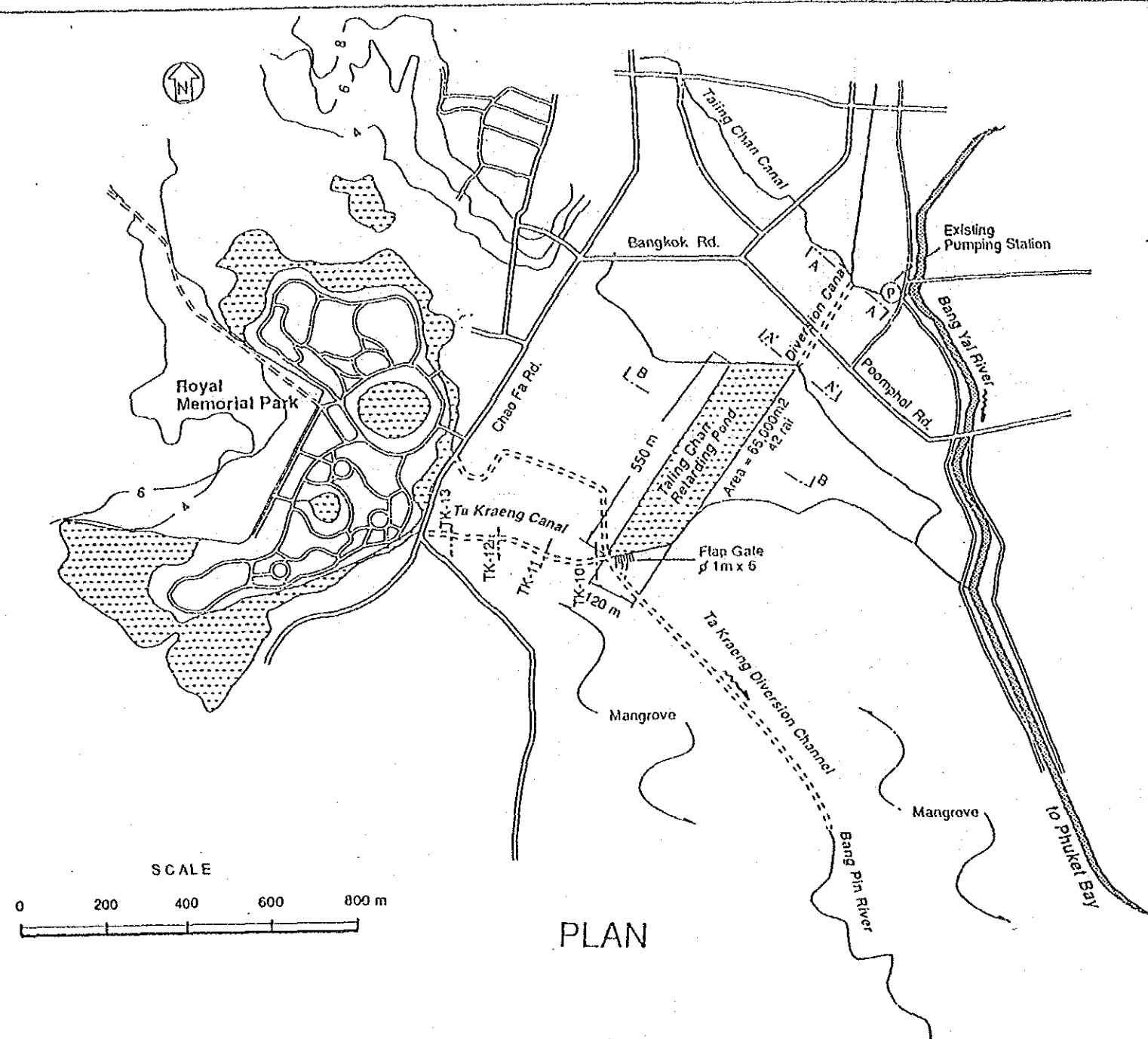


図 2.9 列ノヤノタノ雨水排除改善計画図

表 2.7 雨水排除施設改善建設費

1. Direct Cost		
Route	Length m	Price x 10 ³ Baht
- Public Drainage		
4	1,130	25,076
6	20	29
7	20	51
11	950	13,226
12	780	3,480
15	100	137
16	660	2,410
22	630	2,776
25	480	2,516
27	230	481
36	1,050	16,046
38	460	1,075
39	540	1,689
40	80	206
46	530	2,242
48	150	258
62	200	344
69	225	578
Sub-Total	8,235	72,620
- Taling Chan		
Excavation	172,400 m ³	3,500
Inlet Gate	6 units	3,900
Others		400
Sub-Total		7,800
- Ta Kraeng Canal		
Excavation	21,300 m ³	400
Bridge	130 m ²	1,300
Others		100
Sub-Total		1,800
Total		82,220

2.3 洪水防御計画

2.3.1 流域の現況と問題点

(1) バンヤイ川流域

バンヤイ川流域の西における分水嶺は標高200mから400mの山脈で形成されている。流域内の最高地点標高は540mであり、流域面積は約72km²である。

バンヤイ川の源流は2方向から発しており、北部はPhanthurat山およびTad山で南部はMai Sipson山である。上流域の山間部は森林地帯である。中流域には多くの採鉱跡の溜池が存在する。この地域における雨水は溜池に貯留される。また、下流域は商業および金融の中心地として開発されている。

(2) 河川の状態

Phanthurt山およびMai Sipson山を上流域にもつバンヤイ川は、Ban Ket HoおよびTam bon Kathuの上流地点で合流する。川はさらにラクコンシ川と合流して東方をめざし、ラン山で南へ曲がりトセ山ぞいにプーケット市に向かって流下する。市内に入ってからバンヤイ川はタラン道路の前後でサエンスック分水路に分流する。川はその後、テップカサトリ水路、タリンチャン水路およびタクラエン水路との合流を経て最終的にプーケット湾に注いでいる。

バンヤイ川の延長はPhanthurt山と河口間で約18.1kmである。河床勾配は上流域で約1/400、中流域で約1/600および下流域で約1/1,000である。川の通水断面積は流域の低流出率のため一般的に小さく、水路の巾は、2ないし4mから8ないし15m程度である。流下能力は20 m³/sから70 m³/sと算出された。

市内を流れるバンヤイ川には橋が13ヶ所かかり、ボックスカルバートが9ヶ所横断している。橋全体のうち、5ヶ所は市の中心部にあり、水理的に不適切な設計により流下能力が阻害されている。ほとんどの街路の側溝と排水路はバンヤイ川に接続しており、接続点にはゲートが配備されている。これらのゲートは、バンヤイ川からの背水の影響を防止するために洪水時には閉鎖されることになっている。

バンヤイ川は2ないし3時間の豪雨により勢いを増し、市に脅威を与えてきた。バンヤイ川の流下能力はきわめて小さく、プーケット市はしばしば浸水の被害を受けている。過去の浸水の大きさは図2.10にしめす記録写真で見ることができる。

プーケット市は5年に1回程度の洪水によってほぼ全域が浸水すると推定される。最大浸



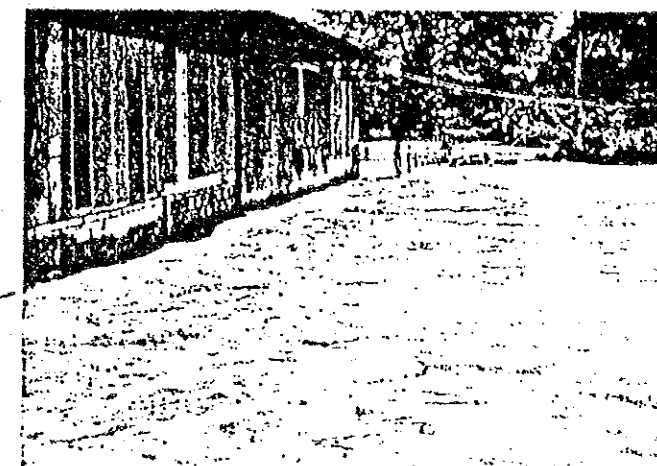
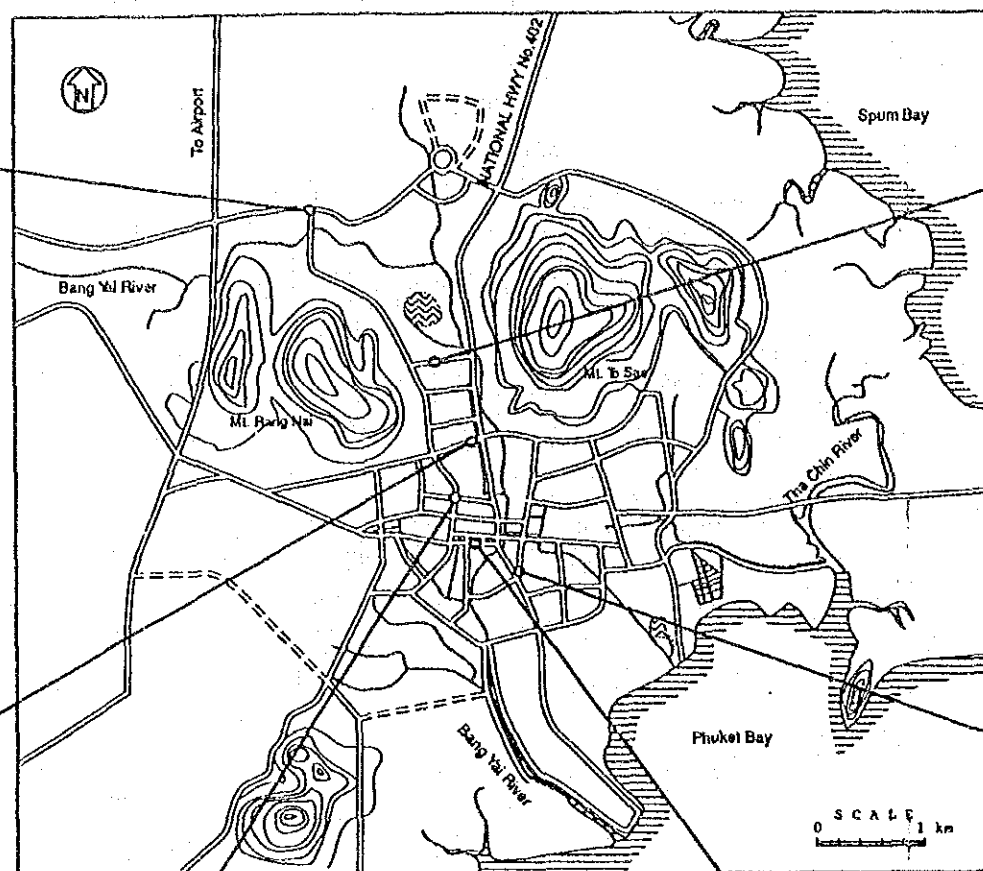
Sam Kong Road



Thoong Kha Road



Dee Buk Road



Komarapat Road



Montri Road



Rasda Road

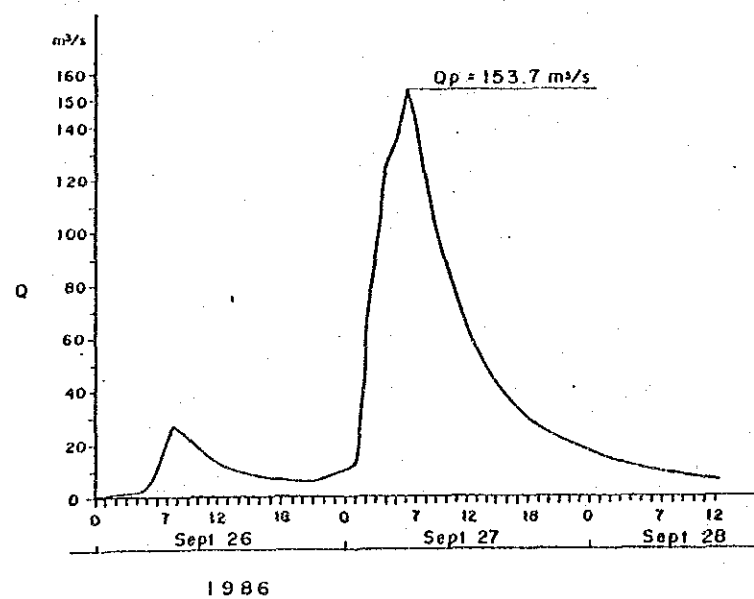


图2.10 1986年9月洪水状况

水深に関して、5年の再現期間の洪水で1.5m、30年の再現期間の洪水で1.7m程度となろう。確率洪水流量による浸水深の差はあまり大きくないが、確率洪水流量が大きいほど浸水時間が長くなる。

2.3.2 代替案の設定と評価

(1) 基本計画策定の基本概念

プーケット市は今日の急激な発展で、資産が中心地の高度利用と活発な経済活動により市内に増加、集中してきている。したがって、洪水防御は下水道の改良と共に市の優先課題の一つである。プーケット市は政治的、商業的および観光の中心地として大きな成長性を有していることから、洪水に対する治水安全度を高めることはプーケット市の将来の地位向上を目指すうえでの優先課題としなければならない。

1986年8月に発生した洪水は市内区域住民の経験した最も厳しいものの一つである。この洪水は約20年に1回発生する洪水に相当すると推定される。基本治水計画策定における計画規模として、過去最も厳しい洪水からも市内を防御できるように30年確率洪水流量を採用することにした。

洪水防御施設を計画するにあたって、計画雨量として30年確率日雨量 173mm、設計流量として確率洪水流量 $214\text{ m}^3/\text{s}$ を採用した。

(2) 代替案の設定

河川水理、浸水状況、現在と将来の土地利用および流域の地形等を考慮して、下記に示す洪水対策の組合せを検討する。

- －河川改修
- －放水路
- －遊水池

洪水対策代替案の一般的配置図を図2.11に示す。洪水調節ダムは地形条件、社会環境、および費用対効果の観点から適当でないので除外した。

1) 河川改修

河川改修として考え得る主要工事は下記のようなものである。

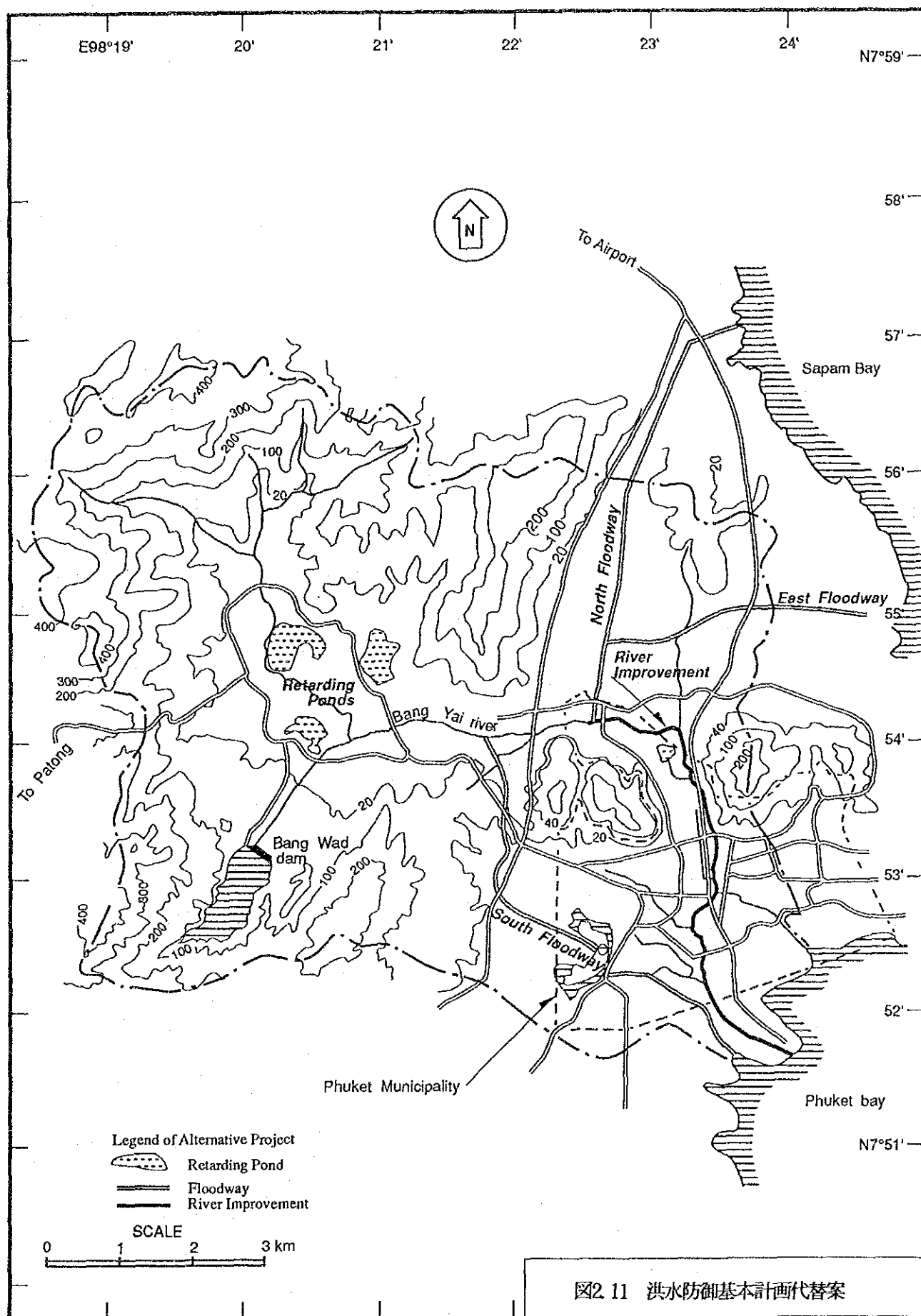


図2.11 洪水防御基本計画代替案

- －既存水路の拡巾および浚渫
- －築堤工事
- －既存の自然堤防に沿った鉄筋コンクリート擁壁の建設
- －堆積物の浚渫および運搬
- －サエスック分水口の再建
- －橋梁の再建

2) 放水路

現地調査および1/4,000の地形図から選択した放水路のルートを下記に示す。

－北部転流案

DMRによって建設された北部放水路の延長計画

－東部転流案

東部転流案として有望なルートはサムコン村からプーケット教育大学の北側のラクコンシン村を經由してサバム湾に放流する。

－南部転流案

水路はバイパス道路Na 402の橋の上流を始点とし、チャオファ道路の王室記念公園の遊水池に流入する。溜池で調節されたあと、洪水はタクラエン水路およびばんびン川を経て海へ流出する。この案は設計流下能力に見合うようタクラエン水路の改修を含んでいる。この水路はバンヤイ川の代わりにバンピン川に転流されるものである。

3) 遊水池

カトゥ地区における環状道路周辺地区の低地は遊水池として有望な地点である。放水路と組合せを考慮した遊水池の規模は下記のように設定した。

分流流域	Na 1	Na2, 3	Na 4	合計
遊水池面積 (ha)	40	20	35	95

最適案を選定するために下記のような8つの代案を検討した。

計画案	河川改修	洪水遊水池	放水路
1. A	大規模	—	—
2. B	中規模	大規模	—
3. C-1	小規模	—	北部
4. C-2	小規模	—	東部
5. C-3	小規模	—	南部+東部
6. D-1	小規模	小規模	北部
7. D-2	小規模	小規模	東部
8. D-3	小規模	小規模	南部+東部

a) 計画案 A

バンヤイ川の河川改修のみの案。改修の規模として8つの代替案の中で最大である。

b) 計画案 B

代案の中で最大規模の洪水遊水池とバンヤイ川の改修の組合せである。

c) 計画案 C-1, C-2およびC-3

放水路およびバンヤイ川の小規模改修からなっており、放水路の3つのルートは市内の河川小規模改修との組合せにおいて考慮されている。

d) 計画案 D-1, D-2およびD-3

河川改修、洪水遊水池、および放水路の組合せを検討した。

以上の代替案のうち最終的に評価対象として残ったC-1, C-2およびD-1, D-2の設計流量配分図を図2.12に示す。

(3) 最適基本計画の選定

代替案の中には特別技術的難点はない。したがって基本計画は経済的観点および社会環境への影響を考慮して選定した。基本計画を経済的見地から選定するために代替案の工事費を算定した。各代替案の事業費を下記に示す。

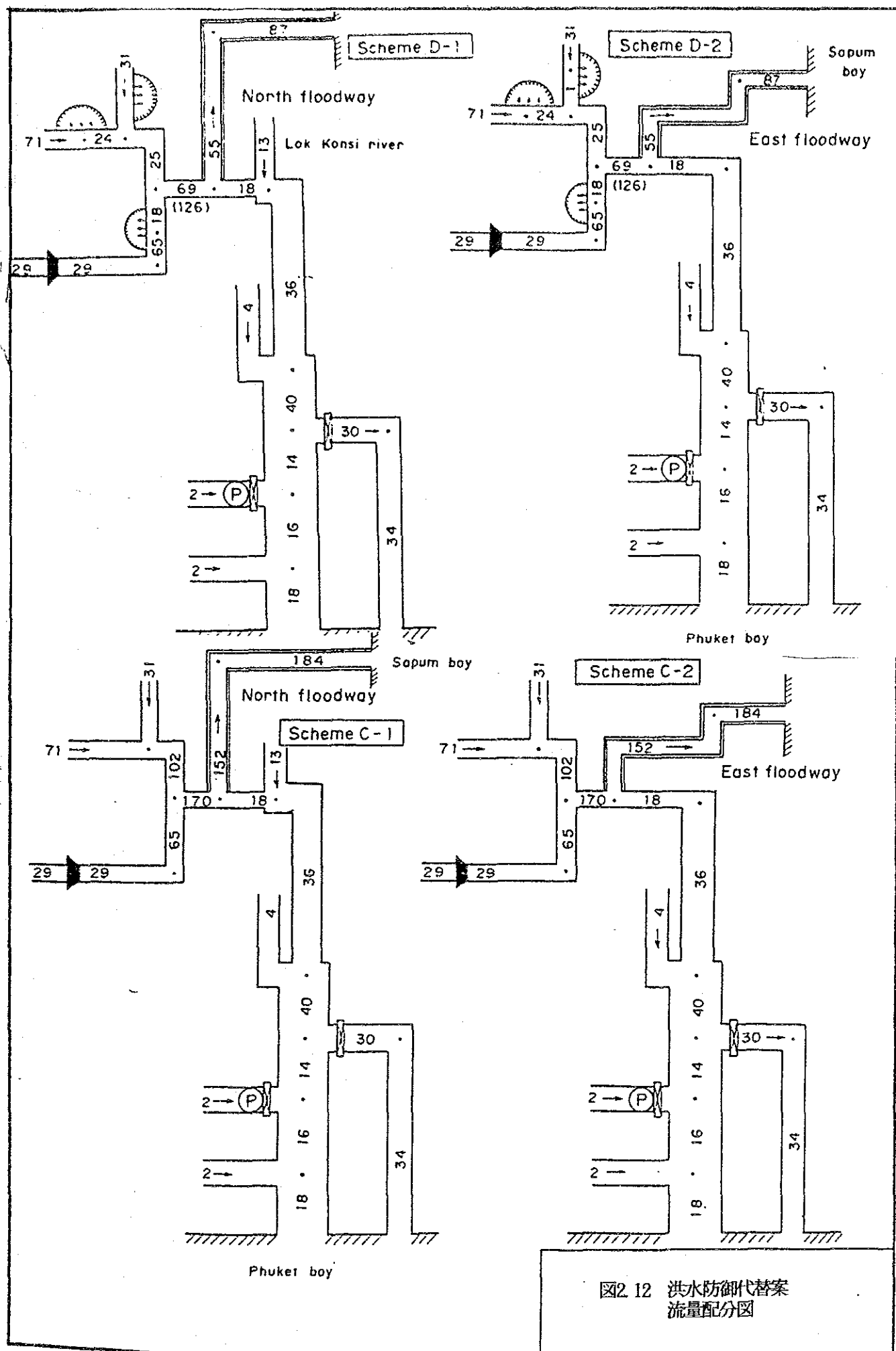


图2 12 洪水防御代替案
流量配分图

代替案	事業費 (B10°)
A	2,282
B	1,623
C-1	428
C-2	340
C-3	401
D-1	391
D-2	335
D-3	409

プーケット市当局によれば、遊水池を検討している地区の土地の取得は非常に難しいため、社会的、環境的問題が他の案より少なく、かつ最小費用である D-2案とそれほど差がない C-2案を洪水防御基本計画として選定するよう結論づけるものである。

2.3.3 基本計画

(1) 施設概要

計画案 C-2はプーケット市を東部分水路によって洪水から防御する。市内のバンヤイ川の部分的な改修および橋の移設は残流域からの洪水による被害を防止するうえで必要である。

基本計画の一般平面図は前述図2.11を参照のこと。プロジェクトの概要を以下に記す。

1) 東部分水路

バンヤイ川流域からの洪水は東部分水路によってサパム湾に転流される。転流地点から市内への放流量は最大 $5 \text{ m}^3/\text{s}$ に制限する。分水路流入部での設計流量は $152 \text{ m}^3/\text{s}$ であり、流出口での設計流量は残流域からの流出量を考慮し $184 \text{ m}^3/\text{s}$ である。設計流量は F/S(Feasibility Study)段階で修正された。

2) 河川改修

設計河床高は在来河川の河床勾配および道路橋地点における河床高を考慮して決定した。水理計算によれば、数ヶ所において流下能力が不十分である。河川改修の対策として鉛直コンクリート擁壁、練石積および土堤などを局所的な洪水に対応するものとして提案する。既存の

コンクリート擁壁の補強などをとくに、Thepkarasattri道路沿いのせまい水路に提案する。河川の屈曲部はゆるい曲線を持つ新しい水路にする。サエンスック流入口および6ヶ所の橋の再建が要望される。基本計画の主要項目を表 2-8に示す。

表 2-8 基本計画の主要諸元

1. 河川改修

－水路の浚渫	: 33,800 m ³	(L=1,300m)
－盛土	: 74,400 m ³	(L=1,700m)
－護岸工 (ねり石積)	: 600m	
－既存の擁壁の補強	: 200m	(h=1.0m)
－橋の再建	: 6 橋	
	Phoonphol 橋 Phang Nga 橋	
	Toanpradit橋 Sooksabai 橋	
	Pra-Aram橋 Thepkarasattri 橋	
－Saen Suk流入口の再建		

2. 東部分水路

－Yaovaraji 橋 (Sam Kong村) の直上流からSapam 湾まで		
－延長	: 4,325m	
－水路巾	: 13.0m	(底部)
－水路のり面勾配	: 1 : 2.0	(護岸工)
－掘削量	: 1,500,000 m ³	

3) 事業費

基本計画策定のために用いた工事数量、工事単価および事業費の内訳を表 2.9に示す。

(2) 事業実施計画

基本計画策定の段階では、事業実施計画を2段階とするように提案した。図2.13に示すように優先計画を1995年4月、第2段階計画を1998年4月に完了するようにした。

表 2.9 基本計画案事業費(C-2案)

Work Item		Unit	Unit Price (Baht)	Quantity	Amount (B1,000)
I. River Improvement					(12,153)
1.1 Channel	Excavation	m3	20	33,800	676
1.2 Levee	Embankment	m3	40	74,400	2,976
1.3 Retaining Wall					
	Concrete	m3	1,300	150	195
	Reinforcement Bar	t	13,500	12	162
	Wet Masonry	m3	525	3,900	2,048
1.4 Bridge		m2	10,000	482	4,820
1.5 Saen Suk Intake					
	Concrete	m3	1,300	200	260
	Reinforcement Bar	t	13,500	16	216
	Wet Masonry	t	400,000	2	800
II. East Floodway					(116,000)
2.1 Excavation	Soil	m3	20	1,500,000	30,000
2.2 Revettment					
	Slope Protection	m2	300	104,000	31,200
	Foot&Top Protection	m	920	8,650	8,000
2.3 Inlet					
	Concrete	m3	1,300	2,000	2,600
	Reinforcement Bar	t	13,500	160	2,160
2.4 Bridge		m2	10,000	4,200	42,000
III. Miscellaneous					10 % x (I.+II.)
Direct Cost					12,815
					140,968
VI. Land Aquisition & Compensation					(111,025)
4.1 River Improvement		l.s.			84,125
4.2 East Floodway		l.s.			26,900
V. Engineering Services & Administration Cost 15% x (I.~VI.)					37,799
VI. Physical Contingency {20% x (I.~VI.)}					50,399
VII. Grand Total					340,191

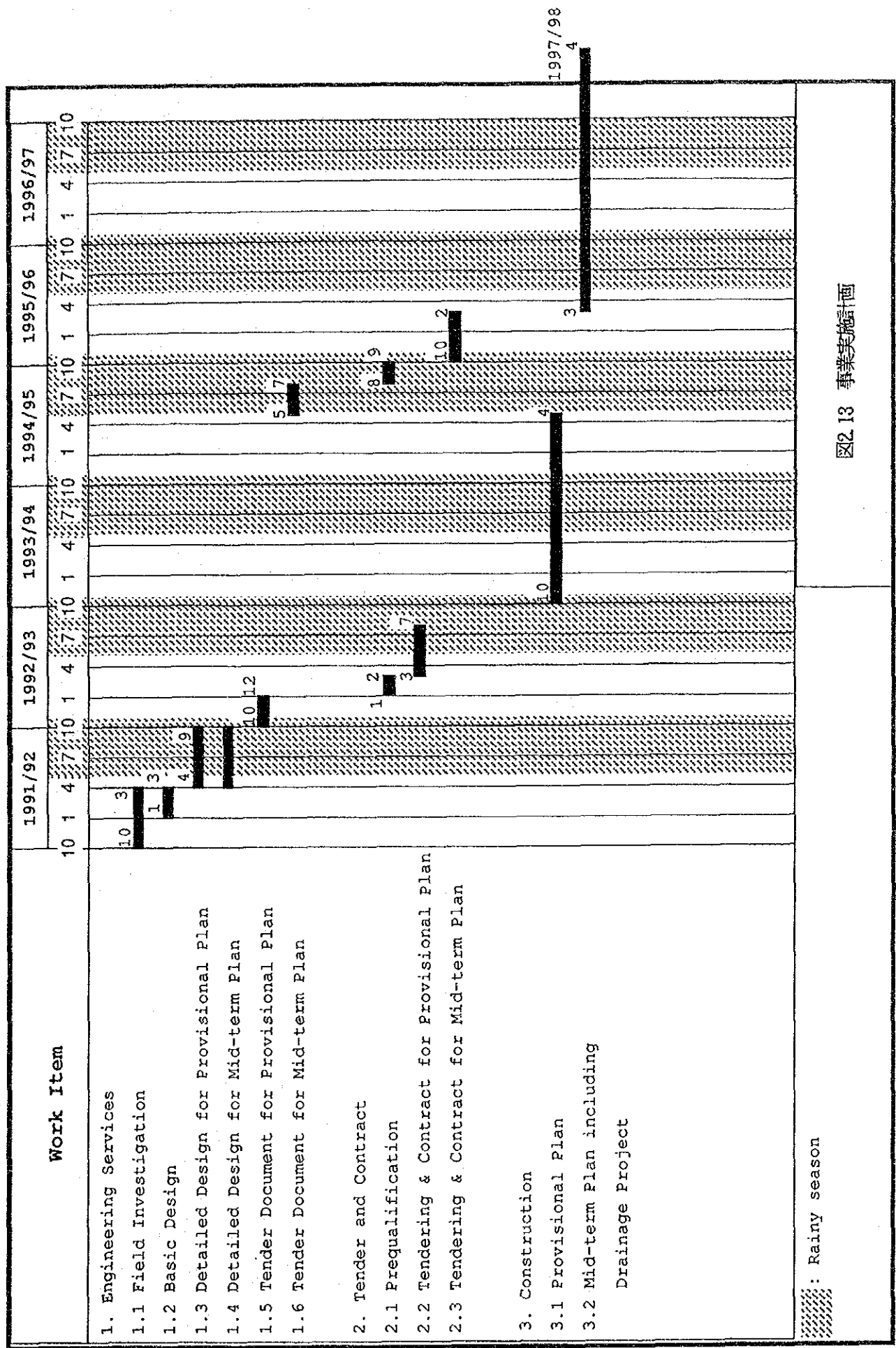


図2.13 事業実施計画

2.4 組織制度

- (1) 下水排除施設は、都市の経済活動を維持発展させるための基盤整備施設の1つであり、総合的な基本計画に基づいて事業計画を推める必要がある。これらの建設には、PWDは財政と技術の両面から支援すべきである。建設後の施設の維持管理は市に移管されることになる。現在のプーケット市では雨水排水路、ごみ処理等の計画、建設は技術部で、また運営、管理は公衆衛生部で担当しているが、下水道事業実施後は業務量も増えるので新たに下水道部を創設し計画・設計、維持管理を総括的に運営する必要がある。
- (2) タイには現在中央政府および地方自治体にも下水道の建設及び維持管理に関する適切な制度がない。事業実施に当たっては、体制の整備と指導ならびに料金徴収などの制度、権限等の確立が必要である。

第3章 フィージビリティ・スタディ

3.1 下水道計画

3.1.1 計画条件

(1) 緊急下水道計画の基本方針

緊急下水道計画は、プーケット市の都市開発計画および経済活動に対する社会的な影響を考慮し、人口密度の高い市内中心部の生活環境の早期改善ならびに市内中心部を流れるバンヤイ川の水質汚濁の削減などを考慮して策定する。なお、緊急下水道計画は、改善基本計画に基づく施設計画のうち緊急度の高い地域から優先的に事業実施を行うものである。

(2) 緊急下水道計画区域の選定

計画規模は、投資額、早期下水道の導入、維持管理負担費用等の効率性を勘案して、下記により優先度の高い地区を選定した。

- 1)人口高密度地区（55人／ha以上）
- 2)バンヤイ川の下流域よりむしろ上流域に汚水を排水している地区
- 3)既に道路側溝が完備し下水道管渠に取り込みが容易である地区
- 4)新たに汚水取り付け設備（ハウスコネクション）を必要とする分流式区域よりも下水取り込みが容易である合流式区域

上記の選定基準による優先地区設定のため、調査対象全区域を16地区に分割しその適否を検討した。検討結果は、表 3.1に示す如く地区№2, 3, 10の3地区が選定される。但し、№2地区は、新開発地区のため開発地区周辺の下水排除施設が十分に整備されていないので、事業実施計画を2段階に分けて計画し№3および10地区を第1段階、№2を第2段階計画地区とする。

(3) 施設計画基準

- 1)計画年次は2001年とする。
- 2)計画区域人口、汚水量
前項により設定された緊急下水道計画区域の人口、汚水量をまとめると次表のようになる。但し、各数値は基本計画と対比させるために2006年ベースとする。

表 3.1 緊急下水道計画区域選定表

Block No.	Prerequisite Item		General Requisite Item		Selected area for Possibility Study
	High Population Density Area more than 55 pps/ha	Combined Sewage Collection Area	Up-stream Area of Bang Yai river	Street Drain Developed Area	
1		o	o	o (partial)	
2	o	o	o	o (partial)	o
3	o	o	o	o	o
4		o			
5		o		o	
6					
7	o		o	o	
8					
9		o	o	o (partial)	
10	o	o	o	o	o
11				o (partial)	
12					
13					
14					
15					
16					

表 3.2 計画人口および計画汚水量
(基本計画と緊急計画の対比表)

	基本計画	緊急計画
計画人口	78,200人 (100%)	31,900人 (41 %) (29,600人 2001年)
計画汚水量	34,500m ³ /日 (100%)	19,160m ³ /日 (56 %) (18,300m ³ /日 2001年)

3) 計画水質

汚水水質は、厳密に言えば住宅地区、商業地区等で異なるが、施設計画では基本計画に基づき同一計画水質とする。

表 3.3 計画水質条件

水 質	基本計画	緊急計画
流入汚水 (BOD)	120 mg/l	120 mg/l
(ss)	100 mg/l	100 mg/l
流出処理水 (BOD)	20 mg/l	20 mg/l
(ss)	25 mg/l	25 mg/l

3.1.2 施設計画、設計

(1) 設計基準および指針

基本的にはタイ国で一般に採用されている設計基準に準じ、一部はタイ側の合意により見直しを行った。本計画で採用した基本的な設計基準は次の通りである。

管渠設計

- ー管内流速 : 0.6～ 3.0m/秒
- ー雨水排水路流速 : 0.8～ 3.0m/秒
- ーマンホール設置間隔 : ϕ 500mm以下 60m
 ϕ 800mm以下 90m
 ϕ 1,500mm以下 120m
 ϕ 1,800mm以上 200m
- ー管渠埋設土かぶり深度 : 1 m以上、最大 5 m
- ー水理計算式 : マニング公式
- ー粗度係数 : 0.013 (コンクリート管)

処理施設設計

- ー酸化池 BOD負荷 : 0.1kg/sskg/日

MLSS	:	2,000~3,000 mg/ℓ
滞留時間	:	11 時間
汚泥返送比	:	0.8~1.5

-最終沈でん池	滞留時間	:	3 時間
		:	15m ³ /m ² /日

-汚泥乾燥床	乾燥日数	:	18日
	汚泥負荷	:	4.5 kg/m ² /日

(2) 予備設計概要

緊急下水道施設は、公共下水道導入の優先度が高い地域について計画されるが、管渠施設、下水処理施設は改善基本計画に基づく施設の一部として設計する。

図 3.1は、基本計画の施設一般図を示したものである。また、同図には緊急施設計画区域を合わせて示し、基本計画との相関性を示した。

1) 管渠施設

現在雨水および汚水排除用には使用されている道路側溝、水路等を遮集し、遮集本管に接続する。管渠施設概要を表 3.4に示す。

計画区域の地形は比較的平坦であるため中継ポンプ場を設置する。中継ポンプ場の位置は、適当な設置場所、管渠埋設最大深度（5 m土かぶり）等を考慮して決定した。

2) 下水処理施設

下水処理施設の建設位置は、ブーケット市との合意に基づき現在のゴミ埋立処分場の一部地点に決定した。予備設計一般配置図を図 3.2に、施設概要を表 3.5に示す。なお、雨天時用沈でん池は将来必要により建設するスペースを考慮して配置計画されているが、タイ側との合意により本事業には含まない。

雨天時の下水は、下水処理施設の設計基準値である計画時間最大汚水量（Q₃）以上はポンプ場より直接河川へ放流するよう計画するが、将来雨天時用沈でん池が建設される場合を考慮し、ポンプ設備および圧送管は雨天時計画汚水量で設計した。

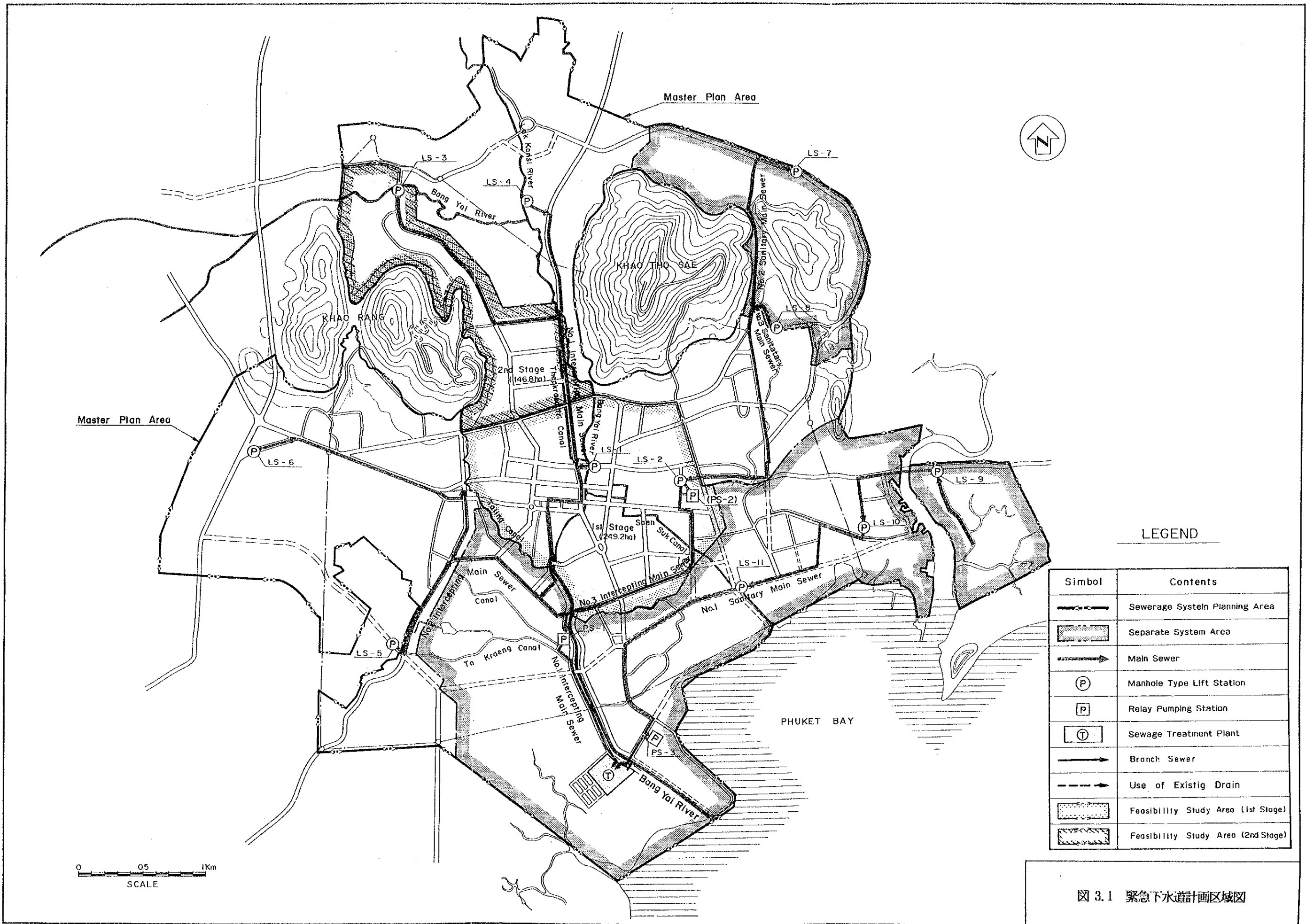
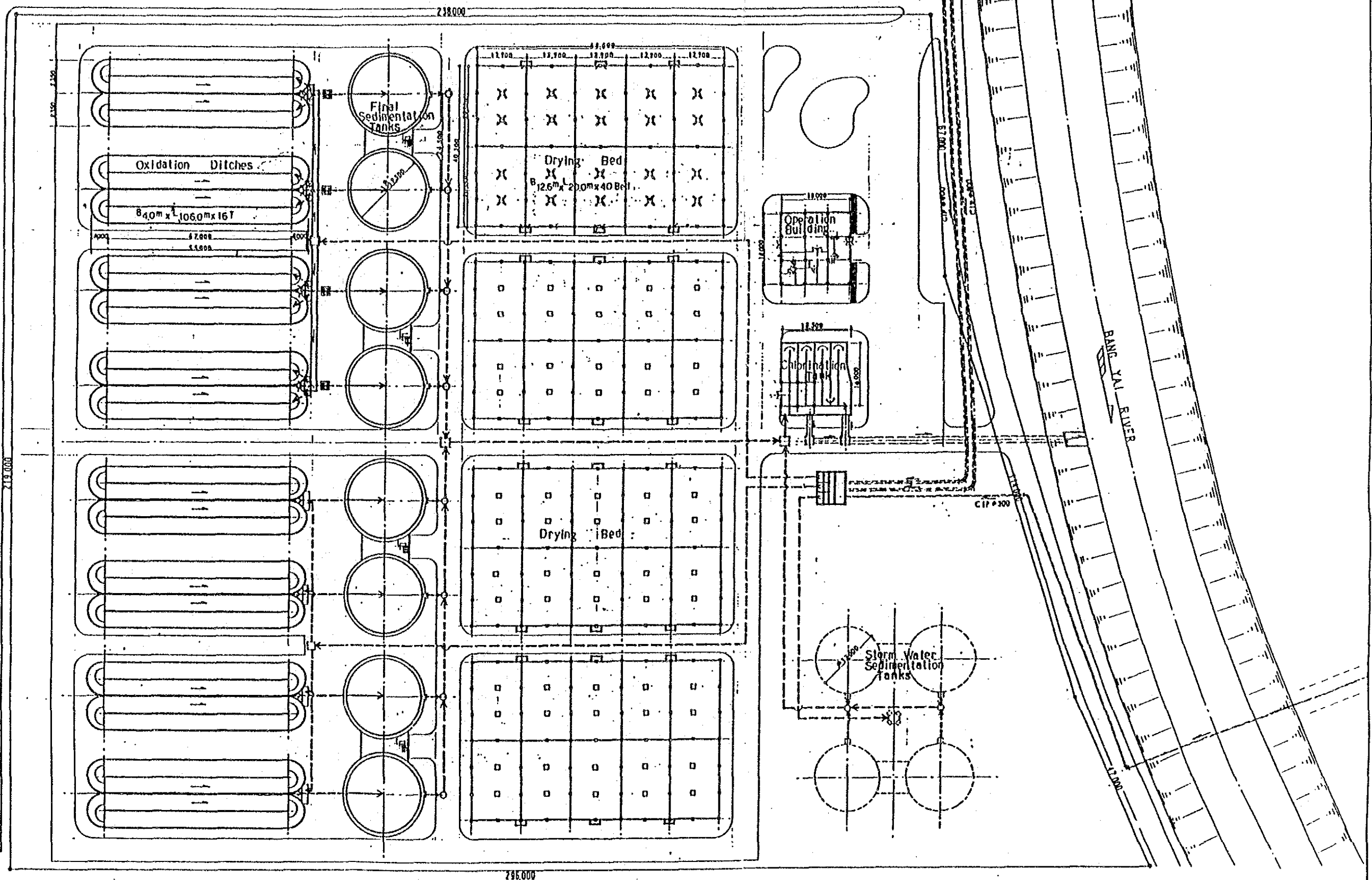


图 3.1 紧急下水道計画区域图

GENERAL PLAN



Scale 1:500

注: F/S計画は全施設の1/2を建設する。

図 3.2 下水処理場配置図
(基本計画)

表 3.4 下水道管渠施設概要

施設名	寸 法	延 長	材 質
1. 幹線管渠			
(開 削)	ϕ 250mm	180m	PVC
	400	1,875	RCP
	500	10	"
	600	1,200	"
	800	2,120	"
	1,000	905	"
	1,200	300	"
	1,500	210	"
(推 進)	ϕ 1,000mm	60m	"
(圧力管)	ϕ 300mm	60m	CIP
	800	1,120	"
(サイホン管)	ϕ 500mm $\times$ 2	40	"
2. 枝線管渠			
(開 削)	ϕ 100mm	750m	PVC
	150	1,105	"
	200	1,645	"
	250	480	"
	300	1,090	RCP
	400	550	"
	500	525	"
(圧力管)	ϕ 200mm	90m	CIP
総延長		14,315m	
3. 遊集マンホール	75ヶ所		
4. マンホールタイプ ポンプ場	3ヶ所		

表 3.5 下水処理施設概要

施 設 名	寸 法 ・ 形 状 / 仕 様
1. ポンプ場施設	
沈砂池	1.2m×8m×3.3m深×2池
ポンプ	φ 300mm×12.5m ³ /分×16m×55kW×1台 φ 500mm×25m ³ /分×16m×110kW ×3台 (1台予備)
2. 圧力管渠	φ 800mm×1,120m
3. 酸化池	4m×106m×2.5m深×8池
4. 最終沈でん池	φ19.5m×2.5m深×4池
5. 消毒槽	2m×16m×1.5m深×4列×1池
6. 汚泥乾燥床	20m×12.6m×1.6m深×4列×20池
7. 管理棟	18m×18m×4m高×1棟

3.1.3 事業費

事業費は、管渠施設および下水処理施設に分けて、それぞれ1)建設工事費、2)技術報酬、3)予備費からなっている。以下にその概要を述べる。

(1) 建設工事費

1) 建設工事費は、それぞれの工種ごとの工事数量と1989年8月の水準に基づく単価により積算する。

2) 外貨換算レートは下記による。

日本円¥ 1.0 = タイバーツB 0.175

US\$ 1.0 = タイバーツB 25.1

3) 土地の取得費は、ポンプ場および下水処理場予定地ともプーケット市所有地のため工

事費には含まない。

4) 技術報酬費

技術報酬は、プロジェクトの詳細設計、入札図書類の作成および工事監理等のために必要な費用である。同費用は建設工事費の10%相当とする。

5) 予備費

予備費は工事数量の変動にともなう費用である。これは見積の精度を考慮して工事費、技術報酬の合計の10%相当分とする。

主要工事数量および建設工事費の内訳を表 3.6および 3.7に示す。また事業費の概要および第1期、第2基のアロケーションは下記のとおりである。

緊急下水道計画事業費概要

単位 : 10³ Baht

工 種	事業費	アロケーション	
		第1期	第2期
1. 建設工事費			
(1) 管渠施設	109,500	96,130	13,370
(2) 処理場施設	199,200	172,055	27,145
小 計	308,700	268,185	40,515
2. 技術報酬費	30,869	26,818	4,051
3. 予備費	34,513	30,056	4,457
合 計	374,082	325,059	49,023

表 3.6 下水道管渠施設建設費内訳

単位 : 10³ Baht

1. Direct Cost

Item	Size	Length	Price(Baht)
(1) Lateral Sewers			
1) Open Cut	φ 100 - 500mm	6,145m	10,080
2) Pressure Sewer	φ 200	90	220
3) Interceptor		75 Units	490
(2) Trunk Sewers			
1) Open Cut	φ 250 - 1,500	6,800m	61,070
2) Jacking	φ 1,000	60	2,120
3) Pressure Sewer	φ 300 - 800	1,180	14,740
4) Inverted Siphon	φ 500	40	1,710
(3) Lift Station		3 spots	1,230
Total (1)			91,660

2. Indirect Cost

(1) Overhead (Direct cost x 0.06)	5,500
(2) Profit (Direct cost x 0.085)	7,790
(3) Freight	250
Total (2)	13,540
Gross Total (1 + 2)	105,200
3. Tax (Gross Total x 0.041)	4,300
Construction Cost (1 + 2 + 3)	109,500

表 3.7 下水処理施設建設費内訳

unit : 10³ Baht

1. Direct Cost		
(1) Civil Works		
1) Pumping Station	12m x 31m x 9.5mH	9,900
2) Operation Building	18m x 24m x 4mH	2,300
3) S.T.P. Facilities		34,780
4) Earth Works		4,410
Sub-Total		51,390
(2) Mechanical Installation Cost		
1) Pump Station		11,920
2) S.T.P. Facilities		44,850
Sub-Total		56,770
(3) Electrical Installation Cost		
1) Pump Station		26,300
2) Control & Instrumentation for S.T.P.		23,700
Sub-Total		50,000
Total (1)		158,160
2. Indirect Cost		
(1) Overhead (Direct Cost x 0.06)		9,490
(2) Profit (Direct Cost x 0.085)		13,440
(3) Freight		10,270
Total (2)		33,200
Gross Total (1 + 2)		191,360
3. Tax (Gross Total x 0.041)		7,840
Construction Cost (1 + 2 + 3)		199,200

(2) 運転維持管理費

運転維持管理費は、作業職員の組織構成、職種別標準年収等より算定した。概要は次のとおりである。

表 3.8 緊急下水道計画の施設維持管理費

単位：10³ Baht/年

施 設 名	維 持 管 理 費	アロケーション	
		第1期	第2期
下水道管渠施設	136	107	29
ポンプ場施設	1,977	1,735	242
下水処理施設	3,903	3,428	475
計	6,016	5,270	746

3.1.4 事業実施計画

緊急下水道計画の事業実施計画の事業実施は、投資効果、事業の早期実施等を考慮して全体計画を2段階に分割し実施する。

全体の工期は、管渠の布設工事の所要期間に左右されと考えられるので、現地の建設工事情に十分配慮し事業計画を作成した。

工事期間は、第1期工事が36ヶ月、第2期工事が17ヶ月と見込まれる。事業実施全体のスケジュールを図 3.3に示す。

3.2 雨水排除計画

改善基本計画と同一につき省略する。

圖 3.3 緊急下水道計畫事業實施計畫

Unit: x 1000 Baht

Phase Item	Phase I										Phase II			
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	Total Cost	1998	1999	2000	Total Cost			
Financial Arrangement														
Design & Bidding														
Construction														
Oxidation Ditch														
Final Sedimentation														
Chlorination Tank														
Operation Building														
Drying Bed														
Pumping Station														
Sewer														
Cost														
Construction Cost				42,044	94,629	131,512	268,185	—	21,100	19,415	40,515			
Engineering Services		9,386	9,386	2,682	2,682	2,682	26,818	1,051	1,500	1,500	4,051			
Contingency (Physical)		1,357	939	4,473	9,731	13,556	30,056	105	2,260	2,092	4,457			
Total Cost by Year		10,743	10,325	49,199	107,042	147,750	325,059	1,156	24,860	23,007	49,023			

3.3 洪水防御計画

3.3.1 計画条件

(1) 緊急治水計画の基本概念

近年、プーケット市は急速な発展により、市内における資産の増加集中も同様にめざましいものがある。この発展をさらに継続させるためにも、洪水に対する緊急対策を検討することが必要となってきた。緊急治水計画は市民の生命の安全確保およびプーケット市内の経済活動に対する社会的な影響を考慮し、さらに洪水被害削減効果も加えて策定する。緊急治水計画は基本計画にしたがって東部分水路および小規模河川改修を検討する。

(2) 緊急治水計画の最適化

設計規模は確率洪水量による経済効果の比較を通して検討する。それぞれの比較案の工費の算定をし、それらのプロジェクト費用と確率洪水流量にもとづく洪水被害軽減便益との差、すなわち純便益で比較する。確率洪水流量に対する年間の洪水被害を洪水被害解析により下記のように算定した。

Unit : 1,000 Bahts

ピーク洪水 流量 (m ³ /s)	再現 期間 (年)	超過 確率 (%)	確率 分布	洪 水			
				被害額	平均	年平均	累計
72	2	50	0.500	0	0	0	0
94	5	20	0.300	55,700	27,850	8,400	8,400
108	10	10	0.100	57,500	56,600	5,700	14,100
123	20	5	0.050	62,900	60,200	3,000	17,100
133	30	3	0.0167	64,700	63,800	1,100	18,200
合 計			0.967			18,200	

各計画案の事業費、年便益および経済内部収益率（EIRR）を下記にします。

Unit : 1,000 Bahts

再現期間 (年)	事業費	年便益	EIRR (%)
5	148,400	8,400	5.8
10	150,800	14,100	9.6
20	156,100	17,100	11.3
30	160,400	18,200	12.0

全計画の中で再現期間30年のEIRRが最も高い値をしめし、また事業費に大きな差がないので、基本計画と同じ30年確率洪水をフィージビリティスタディ対象洪水とする。

3.3.2 施設計画、設計

(1) 設計基準および指針

タイ国ではまだ適当な設計基準、指針が作成されていないため、治水計画の予備設計は日本における設計基準、指針に基づいて行った。分水路に関する基本的な設計基準は下記を採用した。

- ー設計降雨量 : 30年確率降雨量、173mm/日
- ー計画降雨波形 : 1986年8月の降雨波形
- ー洪水流量算定式 : 中安の単位図法
- ー設計流量 : 分水路流入部で 121 m³/秒
- ー水理計算式 : マニング公式
- ー粗度係数 : 0.03 (コンクリート)

(2) 予備設計概要

洪水防御施設は流量配分計画に基づいて設計した。流量配分計画を図 3.4に示す。分水路流入部における設計流量は 121 m³/sである。121 m³/sのうち 116 m³/sは分水路によりサバム湾に放流し、残りの 5 m³/sはブーケット市内へ向かう。支流のラクコンシ川は延長約 2.4 km、流域面積10.2 km²であり、バンヤイ流域の北東部に位置している。この流域 1.5 km²からの洪水流量を、教育大学近くで分水路に流入し、サバム湾に放流する。

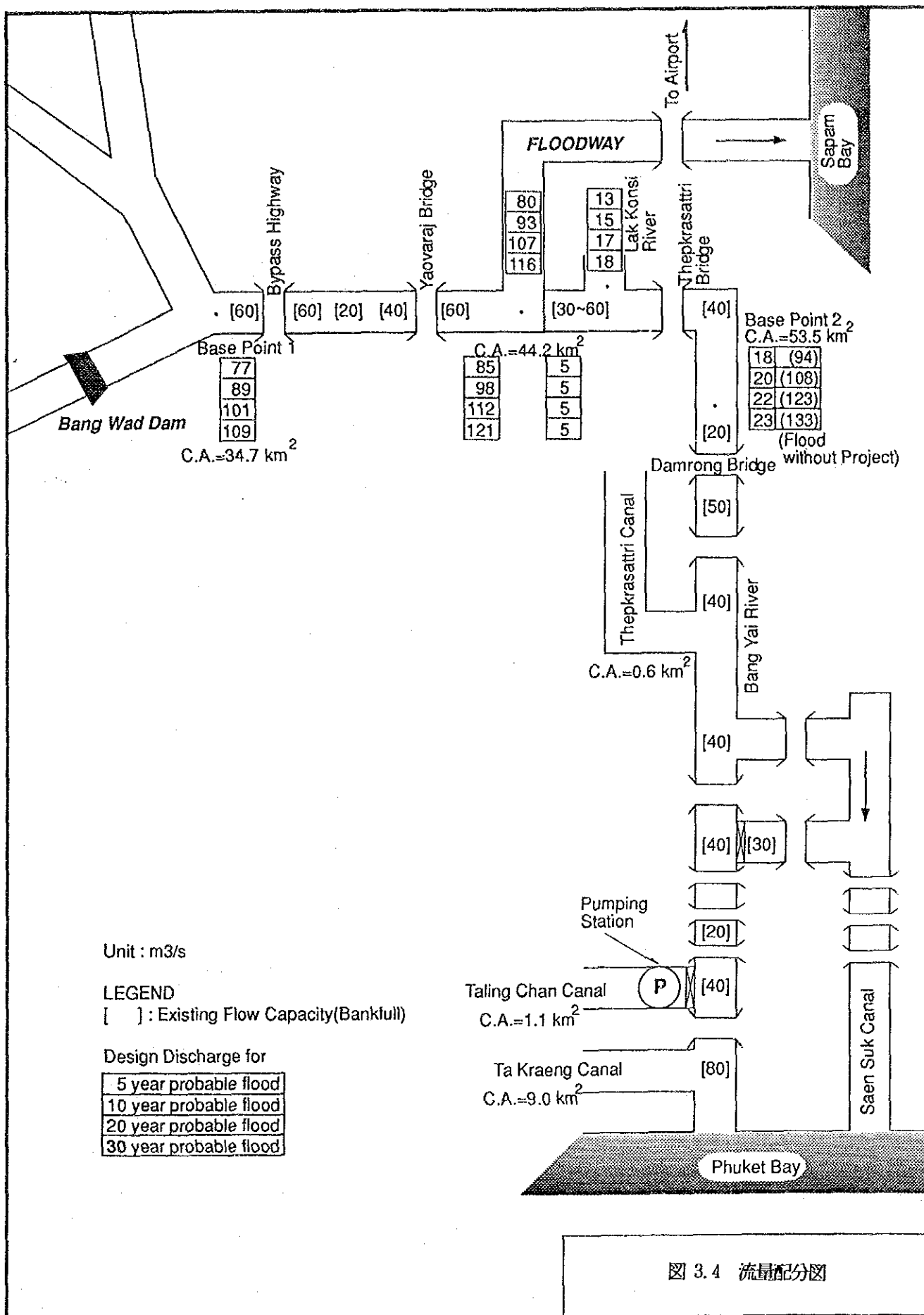


图 3.4 流量配分图

タリンチャン水路およびタクラエン水路からの内水はバンヤイ川の流量を減少させる目的でバンピン川へ転流する。

a) 分水路

転流入口部の位置はプーケット市との合意にもとづき、Yaovaraji橋から約400m下流地点に決定した。放水路は台形断面を採用した。転流部入口は法面勾配1 : 0.5のコンクリート構造とする。

分水路は法面勾配1 : 2.0の護岸工を施した台形断面で設計されている。設計河床巾は11mであり、放水路の河床勾配は流入部と流出部河床とのスムーズな取付けを考慮し、1 / 1,000とした。

設計流量は 116m³/sで、設計水深は4.2m、設計流速は1.9m/sである。分水路兩岸の余裕高は設計高水位から少なくとも60cm以上とした。

b) バンヤイ川河川改修

設計流量 121m³/sを流下させるために、バイパスハイウェイと分水路流入部間のバンヤイ川の河川改修が必要である。設計流量を流下させるために河川の掘削が必要であり、その際の法面の掘削勾配は1 : 0.5よりもゆるいものとする。また河床巾はすくなくとも8.0mとする。

設計流量 121m³/s流下時の水深は4.7mである。水位は兩岸よりも高いので、この部分の延長1,700mを築堤する。工事完了後の設計流速は2.5m/sとなる。転流部の上下流はそれぞれコンクリート擁壁で護岸を施すこととする。

市内において、残流域からの洪水を防ぐため橋の架け替えが6箇所必要である。また、バンヤイ河からの洪水を転流させるため延長 2.0kmサエンスック水路が建設されているが、残流域からの洪水を効果的に処理するために転流入口部の改善が必要となる。

(3) 洪水防御計画諸元

洪水防御計画の諸元を表 3.3に示す。

表 3.3 洪水防御計画の主要諸元

a) 河川改修

位置：バイパスハイウェイ - 分水路の入口部

- 水路掘削 : 18,400 m³ (延長=1,700m)
- 築堤 : 10,470 m³ (延長=1,700m×2)

橋梁の再建 : 1. Phoonphol 橋
 2. Phang Nga 橋
 3. Toanpradit 橋
 4. Sooksabai 橋
 5. Pra-Aram 橋
 6. Thepkrasattri 橋

サエンスック流入部の再建

なお、各橋梁について確率降雨量に対する橋桁と水位の関係を図 3.5に示す。同図にみられるごとく、Pra-Aram 橋、Phang Nga 橋および Toanpradit 橋の 3 橋梁は 30 年確率洪水量では完全に水没し、他の 3 橋梁では 20-60cm の余裕高となる。

b) 分水路

東部分水路

位置：Yaovaraji 橋の 400m 下流地点からサパム湾まで

- 延長 : 3,430m
- 河床巾 : 11.0m
- 護岸工の側面勾配 : 1 : 2.0
- 掘削量 : 442,000 m³

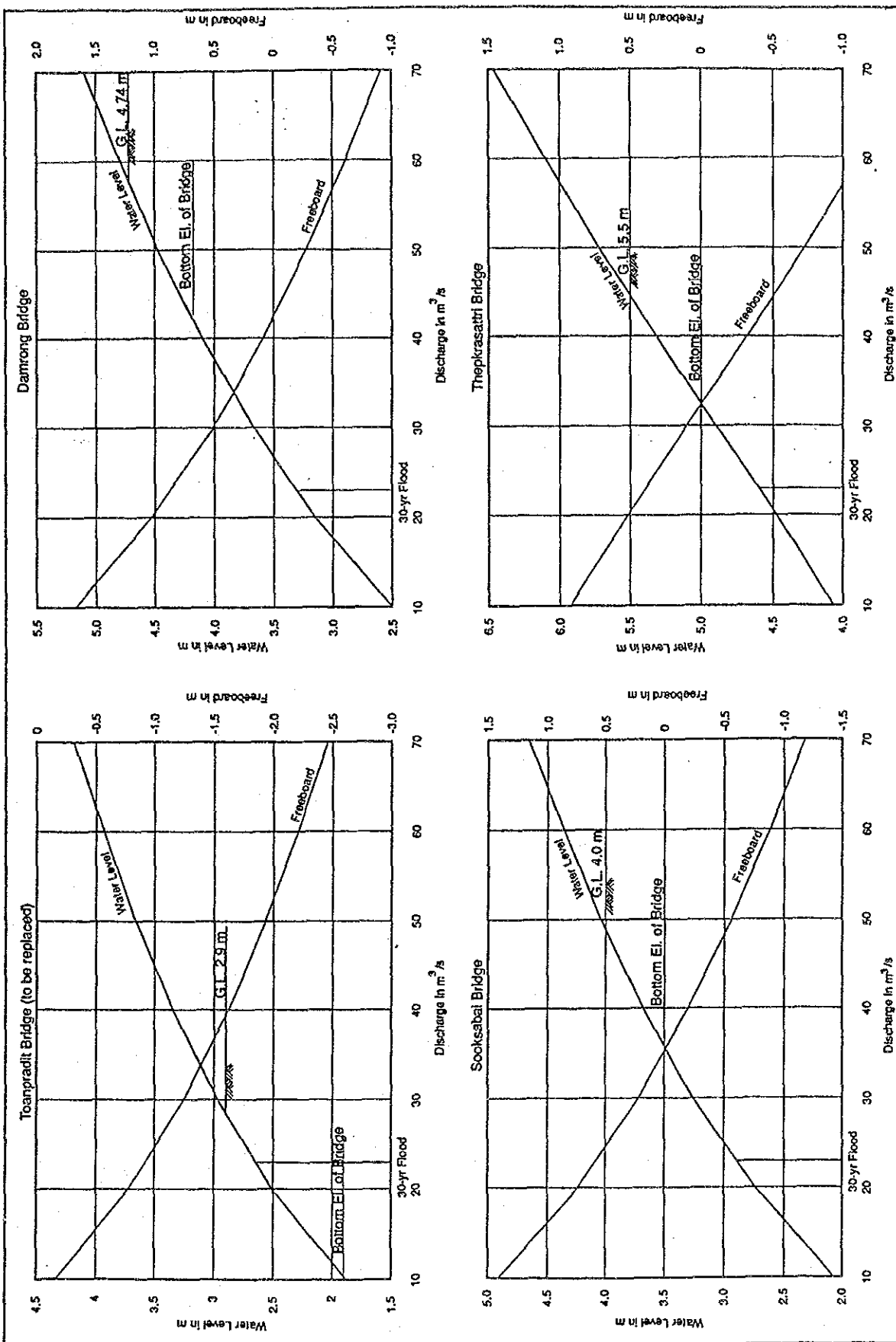


図 3.5 橋梁カルート関係図 1/2

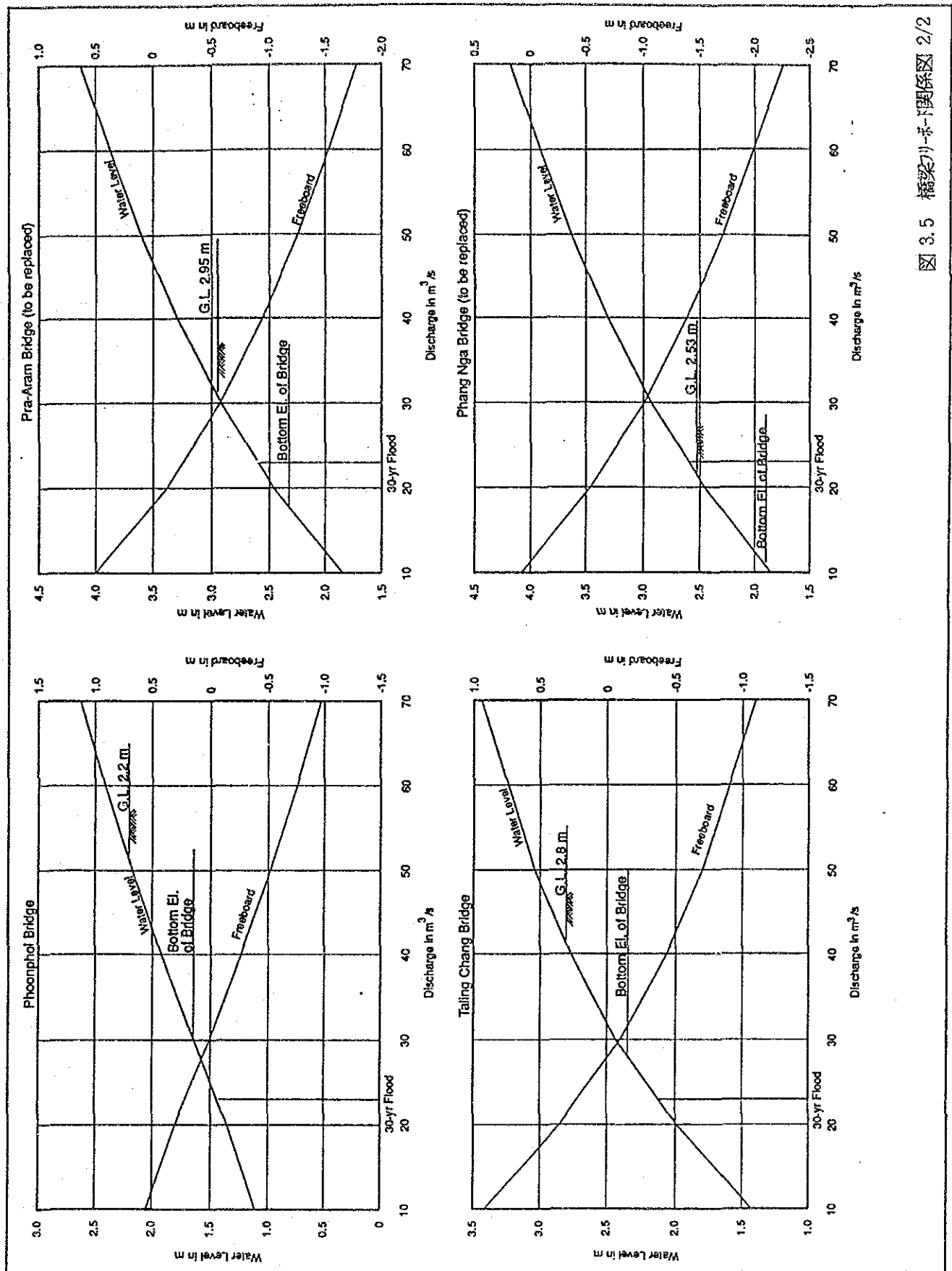


図 3.5 橋梁カーボンド関係図 2/2

3.3.3 事業費

土木工事の主要工種は分水路とバンヤイ川の河川改修である。事業費は、1)建設工事費、2)土地取得および補償費、3)技術報酬、4)プロジェクト業務管理費（当該国政府関係者）、5)工事数量変動に対する予備費および、6)物価上昇に対する価格予備費などからなっている。

(1) 建設工事費

1) 工事費

工事費はそれぞれの工種ごとの工事数量の単価にもとづいて算定した。

2) 用地買収および補償費

土地の取得費はプーケット市から収集したデータにもとづいて算定した。住宅の補償費はプーケット市当局から収集した㎡当たりの単価にもとづいて算定される。

3) 技術報酬

技術報酬はプロジェクトの詳細設計、入札書類の作成および工事監理等のために必要な費用である。技術報酬の費用は直接工事費の10%相当とする。

4) プロジェクト業務管理費

プロジェクトの遂行上、当事国政府による管理も必要である。政府管理費は直接工事費、用地買収および補償費などの合計の 2.5%相当分を現地貨にて見積もる。

5) 予備費

予備費は工事数量の変動にともなう費用である。これは見積の精度を考慮して工事費、技術報酬およびプロジェクト業務管理費の合計の20%相当分とする。

6) 価格予備費

この予備費は建設費物価上昇に備えるべき費用である。この予備費は建設単価指標にもとづき、外貨分に対して2%の年上昇率を、現地貨分に対して10%の年上昇率を見込む。

単価は1989年8月の水準にもとづき、外貨および現地貨にて算定した。換算レートは下記にもとづく。

日本円¥1.0=0.175パーツ

US\$1.0=25.1 パーツ

主要工事数量、工事単価および事業費の内訳を表 3.9に示す。またその概要は下記のとおりである。

(1,000パーツ)

工 種	外 貨	内 貨	合 計
1. 準備工事	6,870	2,440	9,310
2. 放水路	62,290	21,960	84,250
3. 河川改修	6,440	2,390	8,830
直接費	75,600	26,790	102,390
4. 土地取得 および補修費	—	17,900	17,900
5. エンジニアリングサービス およびプロジェクト 業務管理費	7,560	5,680	13,240
6. 予備費	16,630	10,080	26,710
小 計	99,790	60,450	160,240
7. 価格予備費	8,740	26,870	35,610
合 計	108,530	87,320	195,850
	55 %	45 %	100%

表 3.9 洪水防御計画事業費

WORK ITEM		Unit	Quantity	Foreign Currency		Local Currency	
				Unit Price	Amount	Unit Price	Amount
				(Baht)	(B1,000)	(Baht)	(B1,000)
30 year flood							
1. Floodway					(62,290)		(21,960)
Excavation	Soil	m3	442,000	33	14,590	9	3,980
Levee							
	Embankment	m3	0	53	0	13	0
Revetment							
	Slope Protection	m2	55,000	520	28,600	195	10,730
	Foot&Top Protection	m	6,860	670	4,600	250	1,720
Inlet							
	Concrete	m3	500	1,140	570	290	150
	Reinforcement Bar	t	40	3,050	120	4,350	170
	Backfill	m3	700	30	20	7	0
Bridge		m2	1,900	7,260	13,790	2,740	5,210
2. River Improvement					(6,440)		(2,390)
Channel	Excavation	m3	18,400	33	610	9	170
Levee	Embankment	m3	10,470	53	550	13	140
Retaining Wall							
	Excavation	m3	2,000	33	70	9	20
	Concrete	m3	600	1,140	680	290	170
	Reinforcement Bar	t	48	3,050	150	4,350	210
	Backfill	m3	1,400	30	40	7	10
Bridge		m2	480	7,260	3,480	2,740	1,320
Saen Suk Inovation							
	Concrete	m3	200	1,140	230	290	60
	Reinforcement Bar	t	16	3,050	50	4,350	70
	Gate (2 m x 2 m)	no.	2	290,500	580	109,700	220
3. Miscellaneous		10% x (1.+2.)			(6,870)		(2,440)
Access & Service Road							
Yards							
Direct Cost					75,600		26,790
4. Land Acquisition & Compensation							(17,900)
Land Acquisition		l.s.					10,900
Houses		nos.	20			350,000	7,000
5. Engineering & Administration	10% x (1~3) 2.5% x (1~3,LC4)				7,560		5,680
6. Physical Contingency	20% x (1~5)				16,630		10,070
Total					99,790		60,440
Grand Total			\$6,380 (x 1,000)	=	¥914,700 =		B160,230
Exchange rate Baht							
US\$1 = 25.1							
Y1 = 0.175							

