

タイ国バンコク市都市排水対策計画調査
(フイージビリティ調査)
報告書

昭和61年2月

国際協力事業団

開二

86-17

JICA LIBRARY



1030784E13

タイ国バンコク市都市排水対策計画調査

(フイージビリティ調査)

報 告 書

昭和61年2月

国際協力事業団

国際協力事業団		
受入 月日	61. 8. 07	122
登録 No.	15136	61.8 SDS

序 文

日本国政府はタイ王国政府の要請に基づき、同国首都バンコク市の東部郊外地域に於ける都市排水対策計画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。

当事業団は昭和59年度に実施したマスタープラン調査の結果に基づき、引続きフィージビリティ調査を実施することとし、昭和60年6月から昭和61年2月までの間に株式会社パシフィックコンサルタンツインターナショナル取締役深川三郎氏を団長とする調査団を現地に派遣した。

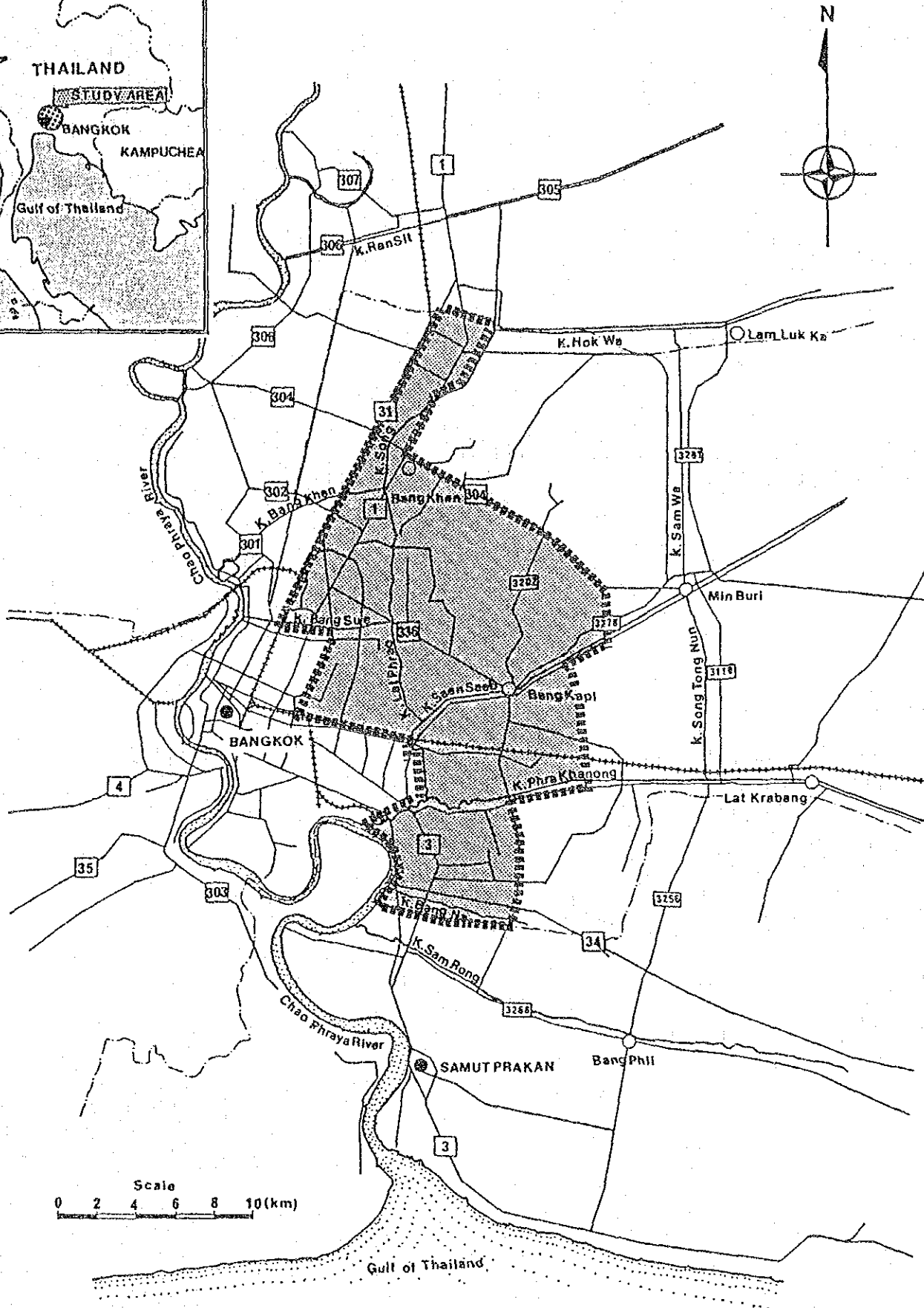
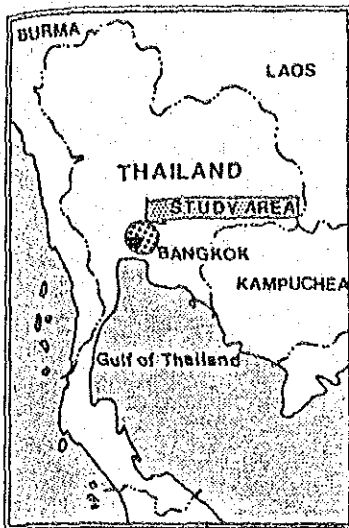
調査団は、タイ国政府関係者との討議、現地調査ならびに解析作業を行い、帰国後更に検討を加え、ここに報告書提出の運びとなった。

本報告書が本プロジェクトの実施の促進に寄与し、ひいては日本・タイ両国の友好親善を深める一助となるならば、これにまさる喜びはない。

おわりに、本調査の実施にあたり、多大なるご協力をいただいた関係各位に対し衷心より御礼申し上げる次第である。

昭和61年2月

国際協力事業団
総 裁 有田圭輔



フィージビリティ調査対象地域

FEASIBILITY STUDY ON FLOOD PROTECTION/DRAINAGE PROJECT IN EASTERN SUBURBAN-BANGKOK

要約

要 約

1. 序 論

日本国政府（実施機関はJICA）は、タイ国政府の要請に応じて、バンコク市東部郊外地区都市排水対策プロジェクトの予備調査ならびにマスタープラン調査を1983、1984年度にかけて実施した。

予備調査では、東部郊外の 501km²の地域を対象とした総合治水対策の基本構想を検討し、その結果、市街化の進行している、西半部の 260km²の地域をマスタープラン調査地域として選定した。

マスタープラン調査では、目標年を2000年とした永久対策としての具体的な総合治水対策案を提示した。マスタープラン調査に引続き1985年に、同調査で提案した第一期事業の実施妥当性（フィージビリティ）を調査した。この第一期事業は、マスタープランで提案された総合治水対策の中で優先度の高いものを選定したものである。この報告書は、この第一期事業計画についての可能性調査結果をとりまとめたものである。

2. 総合治水対策の概要

バンコクに於ける過去の洪水被害は、降雨、高潮、低平な地形等の自然条件と都市化及び地盤沈下等の人為的条件により生じている。一般に治水対策は、構造的な対策のみでは、その巨大な費用のために洪水を軽減することが困難であり、氾濫原管理の導入が必要である。

（図-1.2参照）

1983年の大洪水の結果として、タイ国政府は、緊急対策工事を実施し、洪水被害は緩和されることになった。しかし、将来の都市化の進行、地盤沈下を考慮すると1983年の洪水と同程度の大降雨があった場合には、2000年には、再び同程度の被害が予想される。従って、ここに永久対策として、施設中心の構造的対策と、氾濫原管理による非構造的対策の2本柱からなる総合治水対策を、提案したのである。

2.1 構造的対策

施設計画の基本は、ボルダー（輪中）の建設である。ボルダーを囲む堤防（輪中堤）により外水の侵入を防ぎ、ボルダー内部の雨水は内部のクローン（排水路）、ポンプ等の排水施設によって排水する。（図-2参照）

東部郊外地区（501km²）は、緊急対策工事の一環として1984年に完成したグリーンベルト堤が、ボルダー堤の機能を果し、輪中となった。さらに、同地区内部のマスタープラン地域（260km²）と残余の地域を区分けする堤防も、おおむね完成している。

チャオプラヤ川へ排水するポンプ場と、それにつながるクローンは、全域的な大洪水を防ぐのに有効である。一方、局地的な洪水を防ぐためには、数多くのクローン、排水渠の整備を行う必要がある。

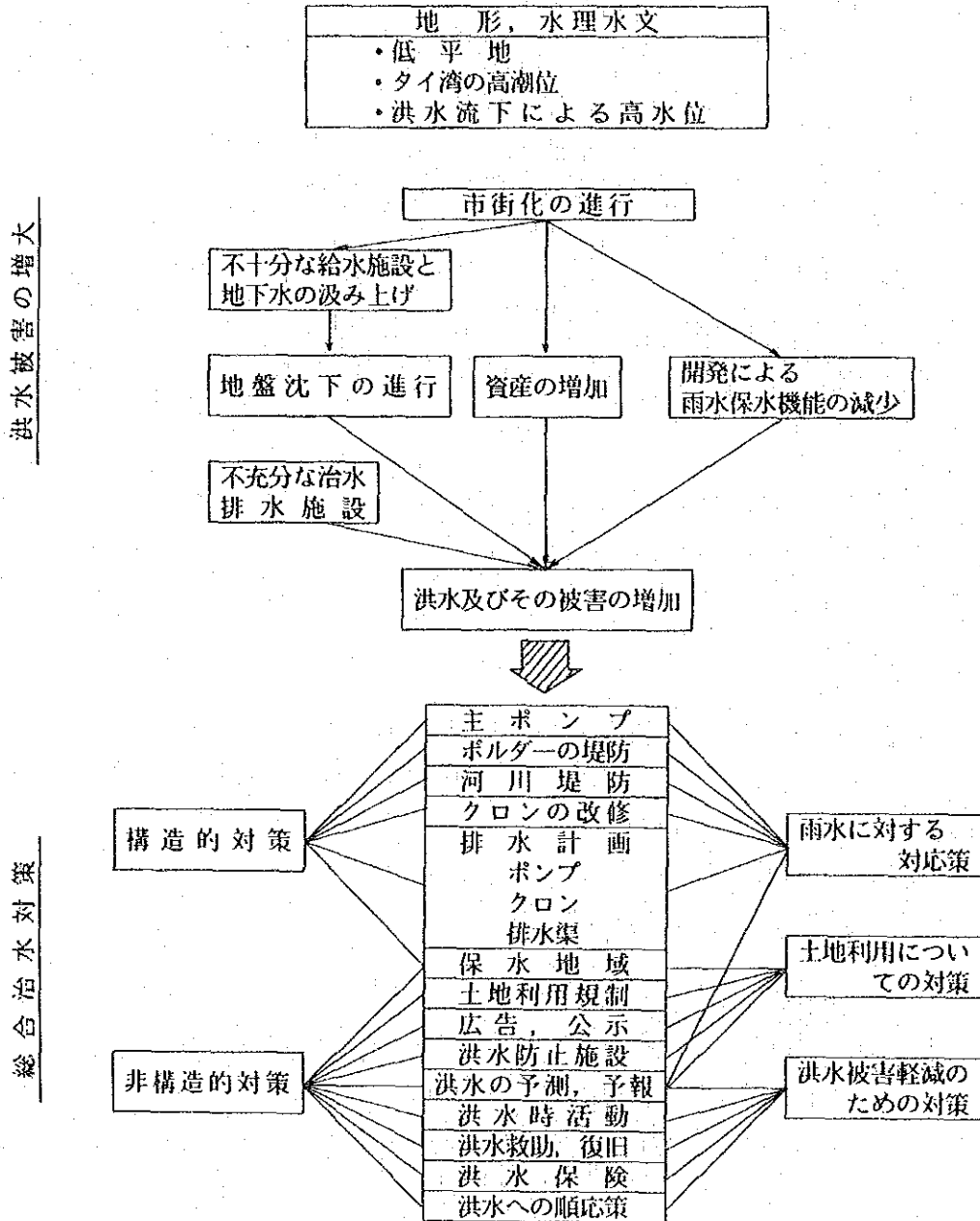


図-1 総合治水対策 (1)

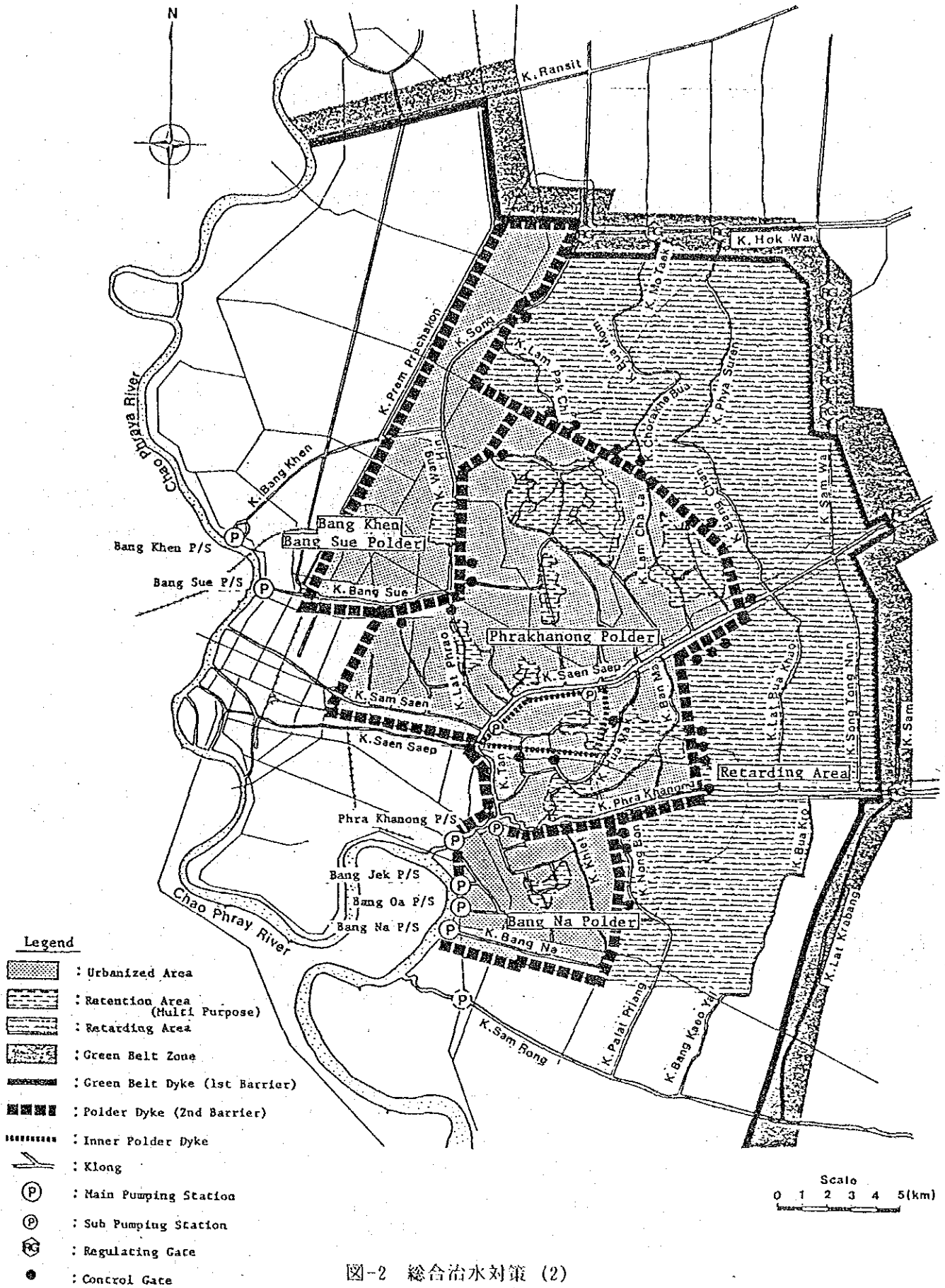


図-2 総合治水対策 (2)

2.2 非構造的対策

非構造的対策の基本的な考えは、洪水危険地域の資産を増加させないことと、同地域の雨水貯留能力を保持し、市街地を流下するクローンの流量を増大させないことである。

調査地域の東側にあるグリーンベルト地域は、バンコク首都圏の都市計画により、既に農業地域として保存することが決定されている。同様に、予備調査地域の東半部を、雨水貯留地域と指定し、浸水被害の増大を抑えることを提案とした。一方、西半部は、市街化が進行しているため、マスタープラン地域として、非構造的対策と合わせて構造的対策を適用することにした。

1980年より2000年までの間に、マスタープラン地域の市街化面積は、調査の結果82km²増加することになっているが、この市街化は、洪水の危険度が少ない地域に誘導されねばならない。一方、2000年までに市街化しない地域(44km²)は、雨水貯留地域として利用することになる。これによって、施設建設の費用を軽減することができる。

2.3 周辺地域に及ぼす水理的影響と環境面への影響

本プロジェクトの実施により、洪水は軽減する。しかしながら、ポルダー外部のチャオプラヤ川および周辺地域の水位が上昇する可能性がある。更に、ポルダー内部の水質が悪化する恐れもある。

これらの悪影響を抑えるには、ポルダー内外の水理状況を把握し、施設の適性な運営、浄化水の導入を図ることが肝要である。

3. フィージビリティ調査の結果

第一期事業は、全域的な洪水を防ぐとともに、優先度の高い地域の局地的洪水を防ぐ施設を含んでいる。フィージビリティ調査は、この第一期事業の実現妥当性を照査するとともに、非構造的対策の実施計画を立案した。

3.1 施設、プロジェクトの費用、実施計画

第一期事業に関する現地調査を行い、施設の代替案を設定し、その比較検討の結果、推奨案を提案した(図-3)。

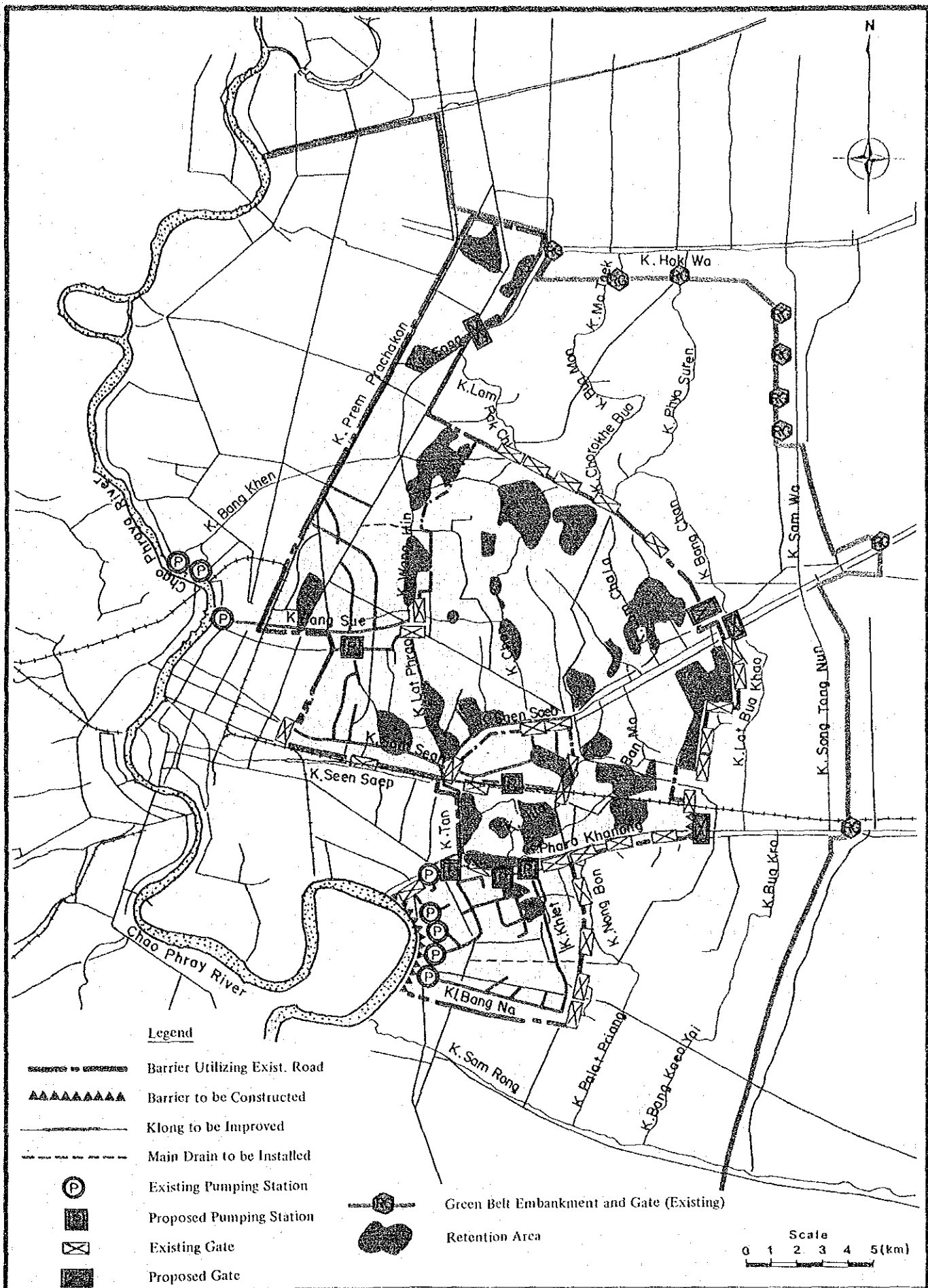


Fig. 3.

フィージビリティ調査結果の対象施設

FEASIBILITY STUDY ON FLOOD PROTECTION/DRAINAGE PROJECT IN EASTERN SUBURBAN-BANGKOK

提案した施設は次の通りで、総建設費は、26億5500万バーツ（1985価格）である。

表-1 提案施設

施設	数量
堤防	5.1km
水門	4ヶ所
ポンプ場（水門共）	5ヶ所（36m ² /s）
クローン改修	93km
排水渠	4 km
洪水管理センター	1式

施設は、第6次国家5ヶ年計画（1987-1991）に実施する計画である。実施設計を1987年に予定し、引き続く1988、1989年には、全域的な洪水防御に役立つ堤防、水門、ポンプ場、大クローン、洪水管理センターを予定した。中小クローン、排水渠は、1990、1991年に計画している。

3.2 氾濫原管理

各地域の洪水危険度に応じて、土地利用計画をたてる必要がある（図-4）。土地利用計画の実現は、都市計画（法）により可能となるが、その実施は難しい状況である。一方、土地利用計画の実施準備をしている期間でも、年々洪水被害は増大していく。そこで、その間にも、有効な対策を実施することが必要であり、これについて表.2の通り短期・中期・長期の3段階に分けて提案した。

氾濫原管理の実現には、強力な政府の指導力と住民の協力が不可欠である。このため、先ず氾濫原管理担当の洪水対策委員会の活性化を図らなければならない。即ち、同委員会を通じて浸水危険地域の公表や、遊水池の保存、建設等を実施しなければならない。

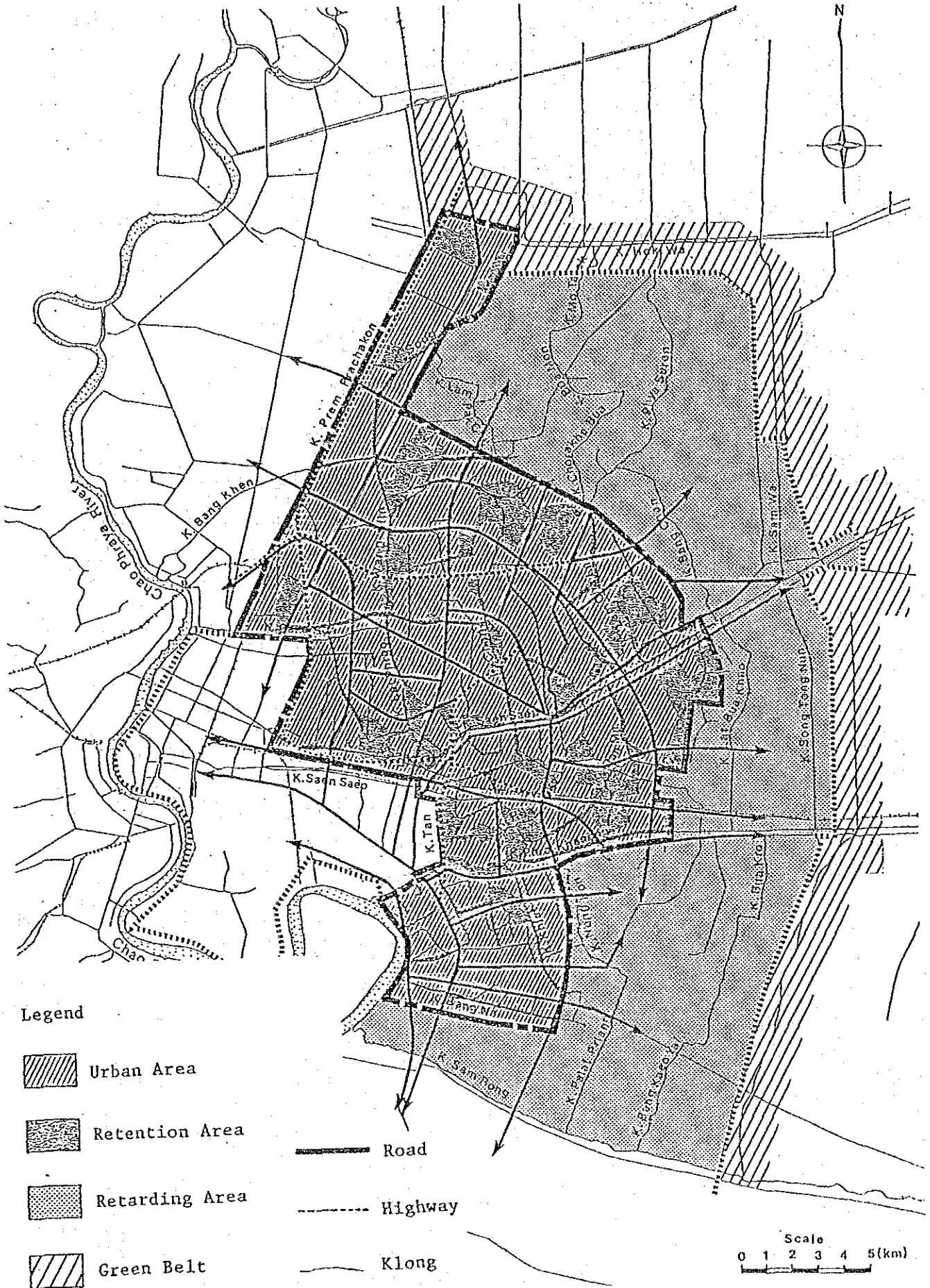


図-4 洪水対策のための土地利用計画

表-2 氾濫原管理実施策

所轄官庁	国家洪水委員会	洪水対策担当機関	都市計画担当機関
現 行	氾濫原管理担当のサブコミッティ	1983年洪水に於ける緊急対策工事の実施	グリーンベルト地帯の指定 (保水地域)
短期実施 計 画	<ul style="list-style-type: none"> ○ サブコミッティの活動 ○ 氾濫原管理の重要性の認識 ○ 氾濫原管理の一般住民への説明 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 浸水地域の公示 ○ 洪水対策システムの樹立 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 人口、市街化の予測
中期実施 計 画	<ul style="list-style-type: none"> ○ 洪水危険地域の政府内認識 ○ 洪水危険地図の公示 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 洪水資料の収集 ○ 洪水危険地図の作成 ○ 洪水対策システムの改善 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 建築基本法による土地開発の規制 ○ 洪水危険度を考慮した道路・水道施設の建設 ○ 保水地域に於ける土地開発の禁止 ○ 雨水貯水池の建設
長期計画	<ul style="list-style-type: none"> ○ 土地利用規制 ○ 土地利用計画にマッチした資産税 ○ 新開発者への新税 		<ul style="list-style-type: none"> ○ 土地利用計画による開発の規制

3.3 洪水管理センター

極めて複雑な計画地域の自然条件、計画施設の維持管理の繁雑さ、洪水管理に関する行政機関相互間の権限の問題、その他、このプロジェクトを取りまく環境条件の下では、旧来の管理システムではその適切な洪水管理は極めて困難で、強力な権限を有する中央政府の下で、中央洪水管理運営体制を確立する必要がある。

現在 DDS（バンコク首都圏庁排水下水道局）内にある運営センターの施設は、旧式のもので、情報伝達の迅速性、正確性に欠けており、ここにテレメーターシステムを導入して、中央集中管理を行うべく、洪水管理センターの設立を提案した。尚、ここで計画したセンターは東部郊外とバンコク中心部とを合わせた 600km²を対象地域として、計画を行った。

(図-5.6)

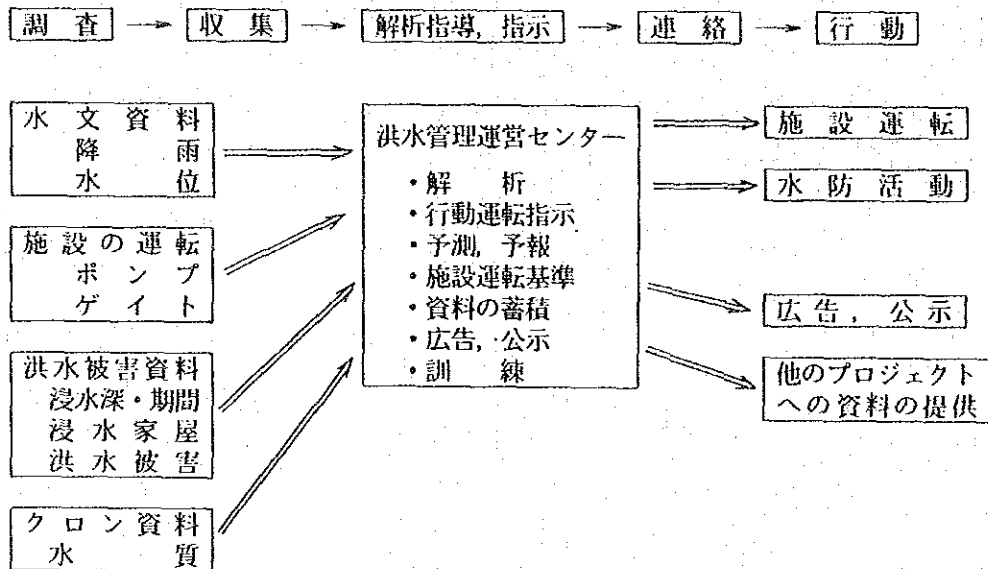
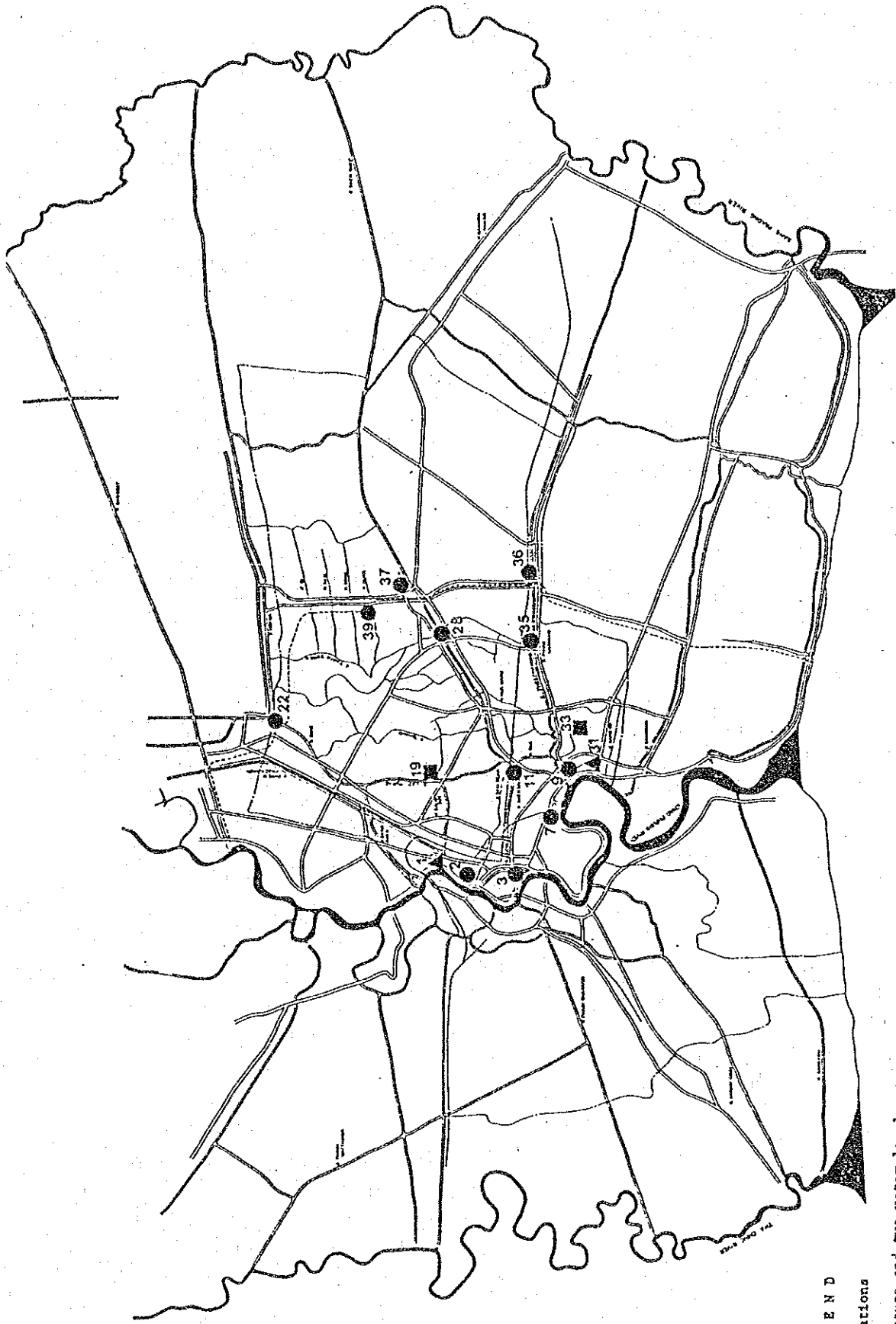


図-5 洪水管理センター



LEGEND

Newly Stations

- Rain gauge and two water level meters
- Rain gauge and water level meters
- ▲ Two water level meters

図-6 監視所の配置

3.4 組織

プロジェクト実施のための組織については現行の枠組、即ち、国家洪水対策委員会の下に、実施機関がDDS（バンコク首都圏片排水下水道局）である体制の下で検討を行った。この結果、プロジェクトを実施するためには、次の3種類の機関の設立又は強化を行うことを提案した。（図-7）

- (1) 施設の建設、工事管理、運営管理のためのDDSの強化
- (2) 氾濫原管理実現のための前述の国家洪水対策委員会の活動強化
- (3) 洪水管理センターの設立

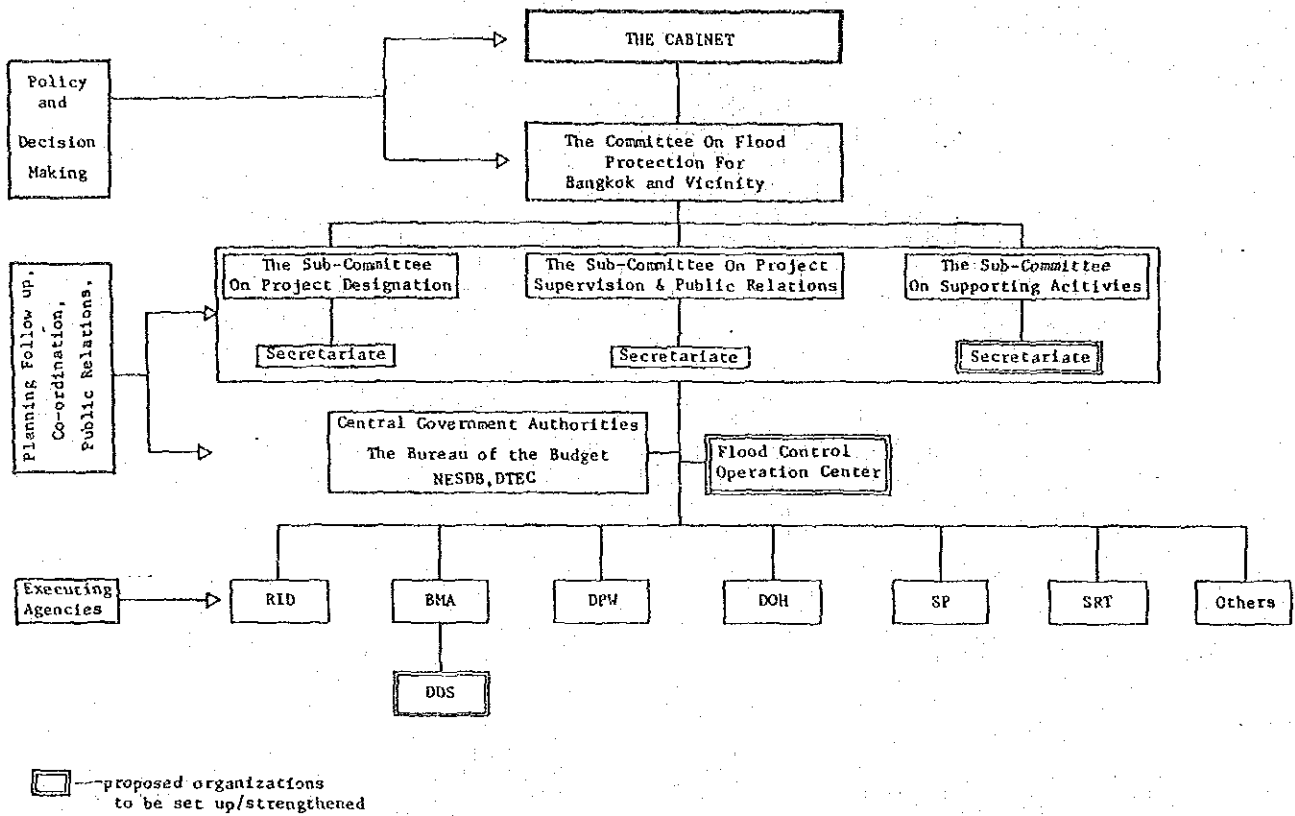


図-7 提案した組織

3.5 財 務

プロジェクトの事業費は、1985年価格で、26億5500万バーツである。この内、外貨分が12.61億バーツ（47.5%）で、内貨分は13.94億バーツ（52.5%）である。外貨分は外国よりの借款で当て、内貨分は、中央政府とBMA（バンコク首都圏庁）が半分ずつ負担し、借款の返済、維持管理運営費はBMAの負担としている。

1988年より1991年までの本件のプロジェクトに係るBMAの財務必要額は、年間約2億バーツである。この金額は、BMAの税収の自然増加予想額と、現行の地方税の徴収方法の改善による増収額の合計の約1/4に相当し、財務的にBMAによって賄うことが出来ると判断される。

1992年以降の借款の返済及び維持管理に要する金額は、BMAの現行の地方税の活性化による増収分の1/6から1/9程度に相当している。（図-8）

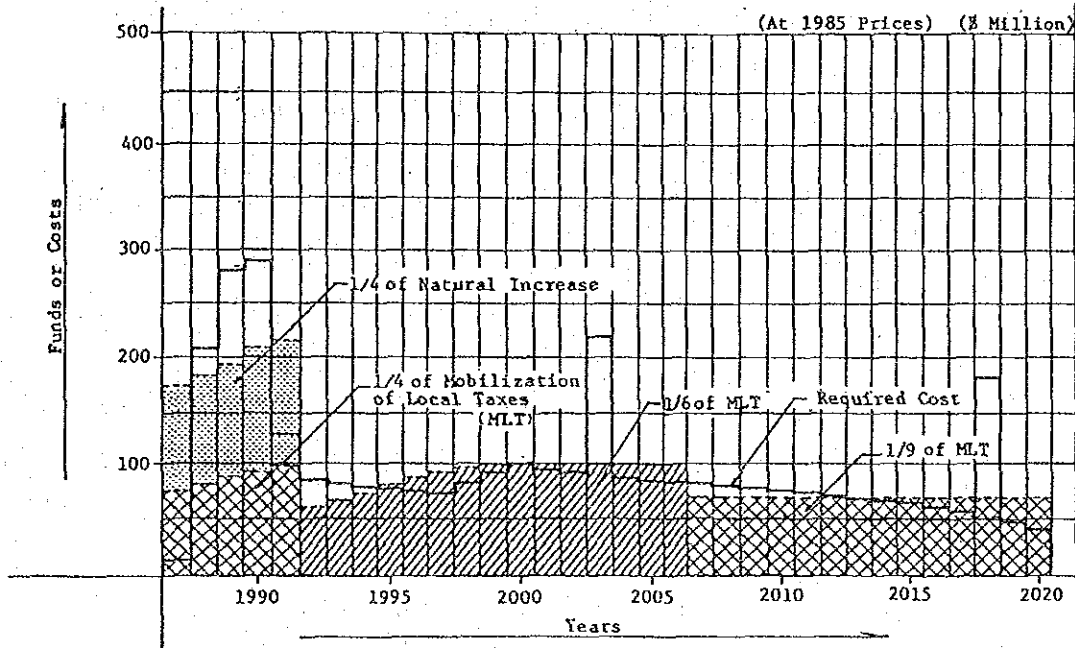


図-8 財務調査年次計画

3.6 経済評価

経済分析の結果は、次の通りであり、大変高い経済評価結果となっている。

内部収益率	20.2%
純現在価値	4億2500万バーツ
便益費用比率	1.24

4. 結論と勧告

プロジェクトの妥当性を、次の観点から検討した。

- (1) 国家経済の見地から、このプロジェクトは経済的に可能であることが判明した。このプロジェクトは投資額及び40年に及ぶ耐用期間の維持管理運営に要する費用以上の便益を発生する。技術的には、何ら問題がない。
- (2) 財務的には、プロジェクトの初期投資額の約半分を低利の外国借款で賄い、残りの内貨の1/2を中央政府の補助金で賄うものとすれば、残額のBMA負担分については、BMAに於ける税収の自然増収分と現行の地方税の徴収方法の改善によって賄うことが出来ることが判明した。

結論として、このプロジェクトは、適正、健全なもので、その実施を強く提案するものである。尚、プロジェクト実施のためには、特に次の点に留意する必要がある。

- (i) 実施機関であるDDSの強化と、氾濫原管理担当の洪水対策委員会の活性化を図る。
- (ii) 計画地域が極めて平坦であり、クローン勾配も非常に緩いため、当地域の排水条件は悪い。このため、洪水緩和には、遊水保全地域の確保と、適正な施設運営が特に必要であり、そのためには、洪水管理センターを設立する必要がある。
- (iii) 財務調達、実施設計等の準備作業を早急に始める必要がある。

本 編

タイ国バンコク市都市排水対策計画調査
(フィージビリティ調査)

目 次

	頁
目 次	i
図面目次	v
表 目 次	vii
第1章 序 論	1-1
1.1 調査の背景と必要性	1-1
1.2 調査の目的	1-1
1.3 本報告書の構成	1-2
1.4 調査の実施体制	1-2
第2章 調査地域の概要	2-1
2.1 経 済	2-1
2.2 都 市 化	2-1
2.3 自然条件	2-1
2.4 近年の洪水とその原因	2-2
第3章 近年の洪水対策	3-1
3.1 過去の浸水	3-1
3.2 既存施設	3-1
3.3 永久的対策の必要性	3-3
3.4 関連計画のプロジェクト	3-3
第4章 洪水防御・排水対策計画	4-1
4.1 総合治水対策	4-1
4.2 マスタープランで提案した洪水防御・排水対策	4-2
4.2.1 洪水防御・排水施設	4-2
4.2.2 氾濫原管理	4-3
4.2.3 フィージビリティ調査対象とする洪水防御・排水施設	4-3

4.3	洪水防御・排水対策	4-4
4.3.1	マスタープランの見直し	4-4
4.3.2	計画の基本的諸元	4-5
4.3.3	洪水防御計画	4-6
4.3.4	排水計画	4-7
4.4	事業概要	4-9
4.5	水理及び環境上の影響評価	4-12
4.5.1	ポンプ排水によるチャオブラヤ川の水位上昇	4-12
4.5.2	東部農業地域の治水安全度	4-13
4.5.3	調査地域の水質	4-13
第5章 施設計画, 事業費, 事業実施計画		5-1
5.1	計画施設	5-1
5.1.1	洪水防御堤防(ボルダー堤防)	5-1
5.1.2	水門	5-1
5.1.3	ポンプ場	5-2
5.1.4	クローン改修	5-2
5.1.5	排水渠	5-5
5.2	事業費	5-5
5.2.1	積算の基本事項	5-5
5.2.2	建設費	5-6
5.2.3	施設運営・維持管理	5-6
5.3	事業実施計画	5-8
第6章 氾濫原管理		6-1
6.1	氾濫原管理の必要性	6-1
6.2	治水機能の地域区分	6-2
6.2.1	総説	6-2
6.2.2	浸水危険度評価	6-2
6.2.3	市街化の進展	6-2
6.2.4	バンコクの都市計画の現状	6-5
6.3	氾濫原管理の実施計画	6-5
6.3.1	短期実施計画	6-5
6.3.2	中期実施計画	6-6
6.3.3	長期実施計画	6-7

第7章 洪水管理システム	7-1
7.1 洪水管理システムを必要とする背景	7-1
7.2 洪水防御, 排水施設の役割と水理的効果	7-2
7.3 現在の洪水管理システム	7-2
7.4 提案する洪水管理システム	7-3
7.4.1 目的	7-3
7.4.2 モニタリングシステム	7-4
7.4.3 データー伝送システム	7-5
7.4.4 主要設備及び費用	7-6
7.5 洪水管理基準	7-6
7.5.1 概論	7-6
7.5.2 水位予報	7-6
7.6 洪水管理センターの組織的位置付け	7-6
第8章 制度・組織・維持・管理	8-1
8.1 総論	8-1
8.2 既存諸機関とその問題点	8-1
8.3 勧告・提言	8-2
8.3.1 DDSの組織強化	8-2
8.3.2 サブコミッティーの活性化	8-4
8.3.3 洪水管理センター	8-5
8.4 人員計画	8-6
8.5 コンサルタント・サービス	8-6
第9章 財務的検討	9-1
9.1 必要とする経費とその分担配分	9-1
9.1.1 事業費	9-1
9.1.2 維持管理更新費用	9-2
9.2 BMAの年次費用	9-2
9.3 当該事業のBMAにおける相対的な位置	9-4
9.4 BMA歳入の分析と予測	9-6
9.4.1 BMA歳入予算の分析	9-6
9.4.2 BMA歳入予算の予測	9-7
9.5 資本の調達と費用の回収	9-9
9.6 当該事業実施のすすめ	9-11

第10章 経済評価	10-1
10.1 経済費用	10-1
10.2 経済便益	10-1
10.3 経済評価	10-2
10.3.1 一般	10-2
10.3.2 経済評価	10-2
第11章 正当化と提言	11-1
11.1 正当化	11-1
11.1.1 技術的財務的側面	11-1
11.1.2 社会的政治的側面	11-1
11.1.3 結論	11-1
11.2 提言	11-2

図 面 目 次

第 2 章

図 2.1	市街化区域の拡大	1
図 2.2	現況（1984年）及び将来（2000年）地盤高	2
図 2.3	地盤沈下の進行	3
図 2.4	チャオプラヤ川東岸地域のクローン網	4
図 2.5	流域平均及び月間降雨量	5
図 2.6	チャオプラヤ川の水位	6

第 3 章

図 3.1	浸水実績図（バンコク首都圏，1983年）	7
図 3.2	浸水実績図（フィジビリティ調査地域，1983年）	8
図 3.3	緊急洪水対策施設の概要	9
図 3.4	既存洪水対策施設	10
図 3.5	クローンの現況幅と既存護岸	11
図 3.6	緊急洪水対策施設の水理的効果	12
図 3.7	関連洪水対策計画	13
図 3.8	洪水対策計画の概念図（バンコク首都圏，ADBレポート）	14

第 4 章

図 4.1	洪水防御・排水計画概念図	15
図 4.2	総合治水対策	16
図 4.3	全体事業計画施設一般図（マスタープラン）	17
図 4.4	全体事業計画施設による水理的効果	18
図 4.5	マスタープランにおける第1期事業の計画施設一般図	19
図 4.6	第1期事業の計画施設修正一般図	20
図 4.7	フィジビリティ調査における計画施設一般図	21
図 4.8	遊水池及びクローンの雨水貯留量とポンプ排水量の関係	22
図 4.9	計画流量配分図	23
図 4.10	排水計画代替案（Bang Na 地区）	24
図 4.11	排水計画代替案（Ramkhamhaeng 及びBang Sue地区）	25
図 4.12	排水計画代替案（West Huay Kwang 地区）	26
図 4.13	ポンプ排水に因るチャオプラヤ川水位の上昇	27
図 4.14	保水地区に対する洪水対策事業の水理的効果	28
図 4.15	BOD及び大腸菌の観測値	29
図 4.16	事業実施に因る水質悪化とフラッシング効果	30

第5章	
図 5.1	計画施設の位置図 31
図 5.2	計画施設の標準構造図(堤防) 32
図 5.3	計画施設の標準構造図(ポンプ場) 33
図 5.4	主クローンの改修計画(Phra Khanong, Tan, Saen Saepクローン) 34
図 5.5	事業実施計画 35
第6章	
図 6.1	洪水対策のための土地利用計画 37
図 6.2	クローン網(1910年) 38
図 6.3	クローン網(1910年)と地盤高(1984年) 39
第7章	
図 7.1	洪水対策基幹施設の建設状況(1985年) 41
図 7.2	洪水対策基幹施設による水理的効果 42
図 7.3	雨水貯留機能の概念と計画貯留規模 43
図 7.4	局所浸水解消のための重点地区 44
図 7.5	洪水管理システムの概念 45
図 7.6	モニタリング箇所の配置 46
図 7.7	モニタリングシステムのダイアグラム(その1) 47
図 7.8	モニタリングシステムのダイアグラム(その2) 48
図 7.9	洪水管理基準(案) 49
第8章	
図 8.1	事業実施のための提案組織図 51
図 8.2	現在における事業実施のための組織とその役割 52
図 8.3	現在及び将来における事業実施のための提案組織とその役割 53
図 8.4	現在のBMA及びDDSの組織図 54
図 8.5	建設及び管理運営のための提案組織図 55
図 8.6	洪水管理センターの提案組織図 56
第9章	
図 9.1	資本、償還及び維持管理更新のための年次費用 57
図 9.2	第6次5ヶ年計画におけるBMAの対基盤整備事業支出 58
図 9.3	資本、調達及び費用回収計画 59

表 目 次

第3章

表 3.1	既設排水施設	3-2
-------	--------------	-----

第4章

表 4.1	総合治水対策の概念	4-1
表 4.2	計画施設一覧（マスタープラン）	4-2
表 4.3	事業概要	4-4
表 4.4	クローン維持水位	4-5
表 4.5	Bang Na ボルダ―代替案（排水区分とポンプ規模の関係）	4-7
表 4.6	提案施設（1）- 洪水防御堤防	4-9
表 4.7	提案施設（2）- 水 門	4-10
表 4.8	提案施設（3）- ポンプ場	4-10
表 4.9	提案施設（4）- クローン改修	4-11
表 4.10	提案施設（5）- 排 水 渠	4-11

第5章

表 5.1	計画洪水防御堤防	5-1
表 5.2	計画水門	5-2
表 5.3	計画ポンプ堤	5-2
表 5.4	計画クローン改修	5-4
表 5.5	計画排水渠延長	5-5
表 5.6	工事費一覧	5-7
表 5.7	事業実施工程	5-8

第6章

表 6.1	ゾーニング規制の概念	6-3
表 6.2	非構造的対策の実施計画	6-4
表 6.3 (1)	遊水池確保のための対策	6-9
表 6.3 (2)	遊水池確保のための対策	6-10

第7章

表 7.1	監視箇所と役割	7-5
表 7.2	主要機器と建設費	7-7
表 7.3	施設運転、操作規則（例）	7-8

第9章

表 9.1	事業費	9-1
表 9.2	現在価格による事業費	9-2
表 9.3	資本、償還及び維持管理更新のための年次費用	9-3
表 9.4	第6次5ヶ年計画におけるBMAの対基盤整備事業支出	9-5
表 9.5	BMA歳入増の2要因	9-6
表 9.6	BMA年次予算(1983-1985) - 歳入	9-8
表 9.7	BMA年次予算(1983-1985) - 税収の内訳	9-8
表 9.8	資本の調達と費用の回収	9-10

第10章

表10.1	NPW, B/C及びIRR	10-3
表10.2	経済便益及び事業費のフロー	10-4

第1章 序 論

1.1 調査の背景と必要性

タイ国の首都バンコクは、チャオプラヤ川の河口デルタ地帯に発達した都市で、その建都時代から洪水に襲われてきた。古来住民は低湿地帯という自然条件の下で、高床式の住居構造等を採用して雨期の洪水被害を防ぐと共に、長期浸水もなかば当然のこととして容認してきた。

しかし、生活様式の近代化と、急速な都市化の進展により、1950年以降洪水被害は増加してきた。特に、バンコク東部郊外の洪水被害は地盤沈下の進行と急激な都市化により一層悪化してきた。

JICA調査団は、バンコク東部郊外地域（501km²）の洪水防御・排水対策の予備調査に1983年着手した。同調査では、構造的対策（ハード面）と非構造的対策（ソフト面）から成り立つ総合治水対策の基本構想を提案した。東部郊外地域を輪中堤で囲み、さらに同地域を2つに区分けし、将来の浸水被害の増大を防ぐため、同地域の東半分（241km²）を遊水地域（雨水貯留地域）とし、現在及び将来の浸水被害を軽減するため西半分（260km²）で施設整備を行うこととした。この西半分をマスタープラン地域に選定した。

引続き、1984年5月から1985年3月にかけて2000年目標のマスタープランを策定した。浸水危険度の高い地区は、現況の雨水貯留能力を維持（開発を抑制）することを提案した。この前提条件のもとで、施設計画を行った。事業費は1984年価格で62.8億バーツ（邦貨約500億円）と積算した。全域的な浸水を軽減する施設と、特に浸水被害の高い地区における面的排水施設を第一期計画に含め、これをフィジビリティ調査の対象に選定した。

フィジビリティ調査は、1985年6月より1986年2月にかけて行い、本調査報告書にまとめた。

1.2 調査の目的

この調査は、マスタープランで提案された第一期事業計画について、そのフィジビリティ（実現妥当性）を、技術、財務、組織、経済の面から検討したものである。

1.3 本報告書の構成

本報告書は、主報告書及び付録で構成する。主報告書の内容は以下のとおりである。

2章、3章は、調査の基礎情報、すなわち、2章では、調査地域の概要、3章では現行の洪水防御活動を説明している。4章では、洪水防御・排水計画を説明し、これに基づいて行った施設計画、建設費の積算、実施計画を、5章で提案している。6、7章では、氾濫原管理の実現手段と洪水管理センターを扱っている。8、9、10章では各々、組織運営、財務、経済分析を説明している。

付録は、主報告書の詳細な説明であり、各々の付録は次のように対応している。

付録A	地形測量	主報告書	2章
B	既存施設		3章
C	洪水防御・排水計画		4章
D	施設計画		5章
E	事業費		5章
F	氾濫原管理		6章
G	洪水管理		7章
H	組織		8章
I	財務計画及び評価		9章
J	経済評価		10章
K	水質に関する環境評価		4章
L	周辺地域に対する水理影響の検討		4章

1.4 調査の実施体制

調査は、JICAの選定した日本のコンサルタント（調査団）とBMA（バンコク首都圏庁）のDDS（排水下水道局）のカウンターパートにより実施された。

DDS及びJICAの監理委員会は、調査団へのアドバイザーの役割を果たした。

1) J I C A 監理委員会

福井 経一 (委員長)	建設省土木研究所企画部部長
尾田 栄章	建設省河川局海岸課海洋開発官
石川 忠男	岡山県土木部下水道課課長
吉川 勝秀	建設省大臣官房政策調整課課長補佐
大迫 健一	東京都下水道局東部管理事務所工事第1課課長
関 洋一 (業務調整)	国際協力事業団社会開発協力部二課

2) D D S 監理委員会

Aunchit (Project Director)	副局長
Somchit (Assistant Director)	技術部部長
Mana	副局長
Pitoon	排水部部長
Pitool	下水処理部部長
Tongchal	水路管理部課長
Ksemsan (Secretary)	技術部衛生工学専門家
Thammanat (Assistant Secretary)	下水処理部課長

3) J I C A 調査団

深川 三郎 (P C I)	団 長
百瀬 和文 (東京設計)	氾濫原管理
大塚 彦六 (P C I)	洪水管理/排水計画
妹崎大次郎 (東京設計)	洪水管理/排水計画
徳升 敏昭 (P C I)	水理水文・水質解析
本間 重彦 (東京設計)	施設計画
大下 利憲 (P C I)	施設計画
近藤 雅美 (P C I)	洪水管理センター/浸水実態調査
奥津 幸雄 (東京設計)	測 量
藤井 弘毅 (東京設計)	土地利用計画
石橋 直道 (P C I)	経済・財務分析
尾崎 隆夫 (P C I)	組 織

4) DDSカウンターパート

Ksemsan (団長)	技術部衛生工学専門家
Teeradje	技術部課長
Thongchai	水路管理部課長
Thammanat	下水処理部課長
Changton	排水部課長
Prasert	技術部技師
Vichai	同 上
Angsana	同 上
Atorn	技 術 部

第2章 調査地域の概要

洪水防御・排水計画の立案に当っては、調査地域の特性を十分に把握する必要があり、本章において、その概要を述べる。

2.1 経 済

タイ国は、過去20年間、着実に高い経済成長を成し遂げてきた。国民所得は、年間約8%の割合で伸び、実質GDPは4倍、1人当たりGDPは2倍以上に成長した。(1981年の1人当たりGDPは、770 US\$である。)

バンコク市には、政治の中央集権的体質や地理的優位性から、中央政府機関、大規模工場、貿易会社、有数な大企業、ならびに国際機関が集中している。バンコク市の1979年における1人当たり国民総生産額は、タイ全土平均の2.4倍に相当している。

これらの社会経済情勢が地方からの人口流入を招き、その結果バンコク市は極端な人口集中を発生させ、巨大な経済活動の場となった。

2.2 都市化

バンコク市の1958年当時の市街地は、約96k²であったが、1980年には、約350k²に急激に拡大した。市街地は、図2.1に示すように、主に、中心地区から東部郊外方向に発達した主要道路沿いに無秩序に発展してきた。1980年のバンコク市および調査地域(260k²)の人口は、各々、5,070,000人、1,060,000人となっている。一方計画目標年2000年における推定人口は、バンコク市が770万人に対し、調査地域は250万人となり調査地域の約80%の地区が、市街化されるものと予測されている。

このように、バンコク市は、急激な都市化に伴って種々の都市問題が発生し、ことに都市基盤整備事業のうちの洪水防御・排水施設及び都市交通施設の立ち遅れが問題視されている。

2.3 自然条件

バンコク市は、チャオプラヤ川の広大なデルタ(低平湿地)に位置し、元来、洪水常襲地帯であるが、都市化の進行に伴って広大な農地が埋め立てられ、宅地化した。その結果、建物や道路などの建造物で地表が被覆され、農地が保有していた保水、遊水機能が失われ、雨水流出量が増大した。その上、表流水を水源とした水供

給が、都市化の進展に追いつかず、その代替として、地下水開発が行なわれた。ことに調査地域内では、多量の地下水が汲み上げられ、図 2.2 に示すように年間 5 cm ~ 10 cm の地盤沈下が進行した。現在、調査地域内の地盤高は、図 2.3 に示すように、洪水期のチャオプラヤ川の高水位より低い。

チャオプラヤ川の下流デルタ地帯は、既に図 2.4 に示すように、大チャオプラヤプロジェクトによって、大規模な水路網から成る農地として、開発されてきた。特に、バンコクを含むアユタヤの南部地域一帯では浸水かんがい方式が採用されている。従って、もし、チャオプラヤ川上流域で、多量の雨が降ると、洪水量は、大規模水路網を通して分配される。このような状況下で、下流デルタ地帯に多量の雨が降れば、おのずから、洪水は、デルタ地帯に広範囲に発生することになる。1975年洪水では、チャオプラヤ川河口から 100 km 上流の Bang Sai 地点の最大洪水量は、 $2500 \text{ m}^3 / \text{sec}$ を記録し、この時多大な洪水流が下流地域に氾濫したと報告されている。毎年、雨期に入ると、図 2.5 に示すように、6 月から 8 月にかけて降雨が多くなり、9 月から 10 月にかけて広範囲なモンスーンの影響で、最大の降雨量を記録し、11 月中旬に雨期は終る。

調査地域に洪水を誘発する原因の 1 つとして、タイ湾の高潮位がある。チャオプラヤ川下流の縦断勾配は非常に緩く、河口から約 100 km 上流の地点まで、タイ湾の感潮区間となっている。調査地域の主な排水先であるチャオプラヤ川の Bangkok Port 地点の水位は、図 2.6 に示すように、上流からの洪水流とタイ湾の潮位の影響で、9 月下旬から上昇を開始し、12 月初旬に最大となる。従って、この期間に多量の降雨が発生すると、調査地域の排水は不良となり浸水被害が誘発されることになる。

2.4 近年の洪水とその原因

地盤沈下と急激な都市化が進行しているバンコク市周辺は 1980 年以降毎年、洪水被害を受けてきた。1980 年洪水では、調査地域の一部は、2 ヶ月以上浸水し、1983 年洪水（バンコクに過去、最大の被害をもたらした 1942 年洪水に匹敵すると言われている。）では、3 ヶ月以上も浸水した。予備調査地域（501 km²）の浸水被害額は、約 35 億バーツと推算された。

以前から調査地域に洪水は発生していたが、非常に深刻になってきたのは、つい最近のことである。このことは無計画な都市化と共に洪水被害ポテンシャルが増大し、その結果として、多大な洪水被害が発生するようになったのである。言い換えば、洪水被害の増大は人的災害に帰因すると言っても過言ではない。

調査地域の近年の洪水及び洪水被害の原因は、以下のようにまとめられる。

- (1) 高強度の降雨
- (2) タイ湾の高潮位の影響によるチャオプラヤ川の高水位
- (3) 北部や東部からの洪水流の流入
- (4) 地盤沈下の進行
- (5) 不十分な排水施設と体系立っていない排水対策
- (6) 都市化に伴う雨水流出量の増大

第3章 近年の洪水対策

3.1 過去の浸水

1980年洪水の後、調査地域（260km²）を含んだ約800km²の地域は、北部と東部からの雨水の流入及びチャオプラヤ川からの流入を防御するために、多数の木製ゲート（Coffer dam）が建設された。その結果、800km²の地域は洪水防御堤防で囲まれた1つの大ボルダーとなった。さらに、大ボルダーの内の優先度の高い地域に対し、内部ボルダーが設定された。

しかしながら、これらの施設は不十分かつ暫定的なものであったため、1983年には、Coffer dam、道路、さらにチャオプラヤ川からの越流による大浸水にみまわれた。1983年8月の降雨量は461.5mmに達し、例えば1980年の191.5mmに比較しても、平均年の2倍以上を記録した。さらに、地区外部から東部郊外地区に多量の雨水が流入した。激しい降雨は9月から10月にわたって続きチャオプラヤ川の水位も上昇しつづけ、そのために計画地域内の雨水の排水が困難となった。

その結果、浸水地域は月ごとに拡大し、市街地域の最大浸水深は80cmに達し、4ヶ月間浸水が続いた。（図3.1～3.2参照）

3.2 既存施設

1983年の洪水を契機として、“緊急洪水防御委員会”が1983年10月に設立された。委員会は緊急対策工事を提案し実行した（図3.3参照）。この工事内容は、JICAの予備調査で提案した構想に基づいて決定された。

建設された、堤防、水門は、外部ボルダーを形成し、外水の流入を防いでいる。さらに、外部ボルダー内に、内部ボルダーが計画されたが、これらの内部ボルダーは市中心部の南、北、東の3ボルダーと、東部郊外地域（調査地域）のBang Na, Phra Khanong, Bang Khen- Bang Sueの3ボルダーである。さらにPhra Khanong ボルダー内にHua Mark (Ramkhamhaeng) ボルダーが設定されている。ボルダー内の既設排水施設は、ポンプ場、クローン、排水渠の機能により、1次、2次、3次の施設に分類される。

- 1) 主クローン、主ポンプ場から成る1次施設は雨水を集水して、ボルダー内全域を対象とした排水改善を目的とする。

- 2) 小クローン、小ポンプ場から成る2次施設は、1次施設への重要な連絡水路となり或いは、1次施設間の接続を目的とする。
- 3) 3次施設は、局所の排水改善を目的とした面的施設である。
 フィージビリティ調査地域内にある1次、2次、3次の排水施設を次に示す。
 (図 3.4参照)

表 3.1 既設排水施設

ボルダー 施設	Bang Khen- Bang Sue	Phra Khanong	Bang Na	計
ポンプ場 (ヶ所数, m ³ /S)				
1 次	3 (57.0)	1 (105.0)	2 (33.0)	6 (195)
2 次	4 (5.0)	7 (9.75)	3 (7.8)	14 (23)
3 次	3 (6.5)	5 (2.47)	6 (3.9)	14 (13)
計	10 (68.5)	13 (117.22)	11 (44.7)	34 (231)
クローン (km)				
1 次	31.0	32.0	9.5	72.5
2 次	16.3	59.8	15.8	91.9
3 次	8.0	61.9	18.7	88.6
計	55.3	153.7	44.0	253.0
排水渠 (km)				
1 次	—	—	—	—
2 次	8.0	—	5.6	13.6
3 次	8.0	8.0	7.0	23.0
計	16.0	8.0	12.6	36.6

Note: * プラカノンボルダー内の1次クローンはマスタープランでは、主クローンと記述される。

3.3 永久対策の必要性

実施された緊急対策は長期に及ぶ広範囲の浸水を緩和するが（図 3.6参照）、依然として、特に Hua Mark , Huay Kwang , Bang Kapi 等に浸水地区が残っている（図 7.4参照）。

一方、地盤地下と都市化の進行が将来予想され、本プロジェクトを実施しないと、浸水状況は緊急対策以前の状態にもどるものと予測される。

3.4 関連計画のプロジェクト

最近の増加する浸水被害に対処するために、次の計画或いは事業が、調査され又は調査中である（図 3.7参照）。

1. バンコク市中心部プロジェクト
2. 東部郊外プロジェクト（本プロジェクト）
3. Samut Prakanプロジェクト
4. グリーンベルトプロジェクト

さらに、1983年大洪水を契機として、次の計画が始められた。

5. チャオプラヤ川放水路計画
6. クローンTawee Wattana とクローン Khoon Rat Pini Jai を接続する水路の改修計画
7. 西部地域の総合的洪水防御対策
8. Thonburi , Samut Prakan 西部プロジェクト
9. バンコク洪水対策調制管理運営プロジェクト：A D B
10. バンコク洪水緩和調査
11. バンコク洪水対策管理運営計画：U S A

上記計画及びプロジェクトの内、次の2プロジェクトは特に東部郊外プロジェクトと関連しているので、次に説明を加える（他のプロジェクトについてはマスタープラン報告書に記述されている）。

(1) 市中心部プロジェクト

市の中心部94km²の地域をカバーしている本プロジェクトは、1968年のC D M調査結果に基づき最近調査されたもので、D D Sとして最初の大規模洪水防御排水プロジェクトである。

総建設費は34億バーツであり、このうちの優先度の高い施設（20.5億バーツ）は、4年間（1985-1988）で実施する予定であったが、1986年2月現在まだ着手されていない。

(2) バンコク洪水対策管理運営プロジェクト

本調査は1984年11月から1985年5月に国家経済社会開発庁（NESDB）の要請によりアジア開発銀行（ADB）が調査したものである。

目的は、1) バンコクおよび周辺で行なわれていた個々別々の洪水対策を総合調整して、調和のとれた長期計画を樹立し、2) 長期計画を遂行するに適切な組織、財務の提言を行うことであった。

洪水対策は、現在の断片的な対応でなく、地域全体を考慮して立案すべきであると、一例としてバンコクとその周辺の1,400km²の地域をポルダー方式で対処する対策を示している（図3.7）。必要な建設費は323億バーツ（1985年時点）と積算されている。

その建設費の約80%（258億バーツ）はBMAの管轄地域内でありその内174億バーツが最初の15年年間に事業化されるものと仮定している。マスタープランで提案した東部郊外の事業費約70億バーツも、この中に含まれている。必要な財源の80%は、借款（ADB、OECF、市中銀行各々20%）で、残りの40%は中央政府とBMAが負担するものとしている。

建設費の償還のためには、1) 洪水対策事業の実施に合せて徴収する資産税（年1000から1770バーツ）及び2) 地方資産税の活性化（現行税制では遊休地以外の土地には税を免除しているが、この免除を外すことを含む。）により対処する計画である。

プロジェクトの便益は約64億バーツ、内部収益率は20.5%と予測している。

行政組織については、現在の緊急委員会に対する代替案として新組織を提案している。即ち、現在の緊急委員会に代るものとして、国家洪水対策委員会（NFPB）を設立し、その下部組織として、バンコク洪水管理基金（BFCF）を設立する。

NFPBは政策、戦略、優先順位づけ、目標の設定等の基本事項を決定し、BFCFがその実施に当る。

しかし、洪水防御施設の運営管理は、現在の機関（DDS, RID等）で実施するものとしている。

第4章 洪水防御・排水対策計画

本章ではマスタープランで提案した計画施設を見直し、洪水防御・排水対策計画を樹立した。4.1及び4.2ではマスタープランで提案した対策の基本方針を、4.3及び4.4では今回、見直した結果を洪水防御と排水対策に分けて述べている。

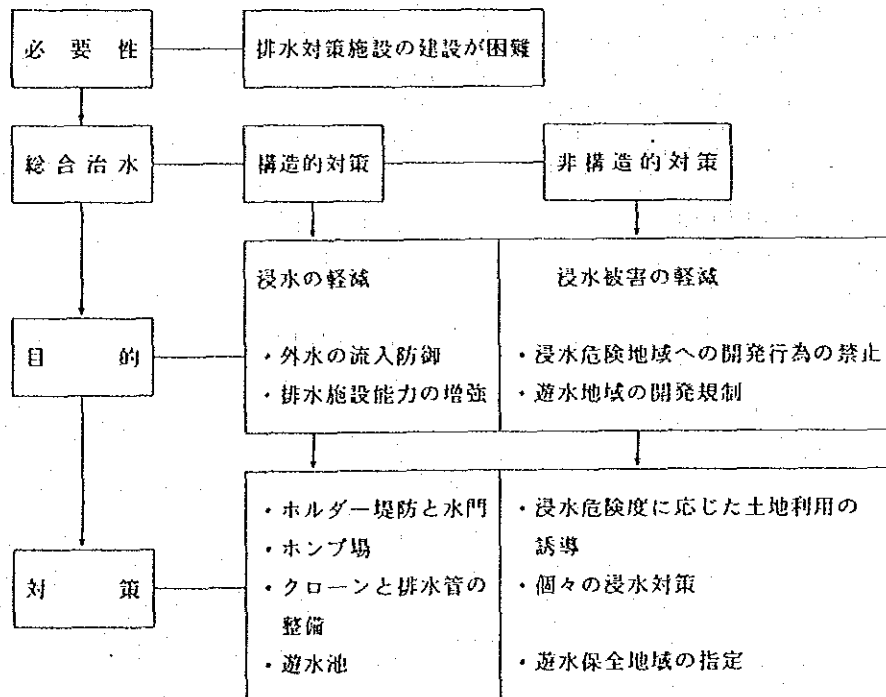
4.5では、洪水対策計画の環境調査を行った。

4.1 総合治水対策

近年、諸外国の都市化の進展の著しい都市では、浸水被害を軽減するためには、諸施設の建設のみに依存するだけでは、対応できないことが判明してきた。即ち、既存開発地及び将来開発地の浸水被害を効率的に減少させるためには、構造的対策（洪水防御・排水施設）に加えて、非構造的対策（氾濫原管理対策）を導入する必要があるとしている。

バンコク東部郊外地区は、市街化が進んでおり、両者の適用が極めて効果的な地域である。図4.1に示すように、東部郊外地区を西部（マスタープランおよびフィジビリティ調査地域）と東部（遊水保全地域）に分け、非構造的対策を両者に、構造的対策を主として西部に適用するものである。図4.2にこれらの各種対策を示す。

表 4.1 総合治水対策の概念



4.2 マスタープランで提案した洪水防御・排水対策

4.2.1 洪水防御・排水施設

洪水防御・排水施設計画の基本的な考え方はボルダー（輪中）の形成である。すなわち、ボルダー堤で周辺地域及びチャオブラヤ川の外水を防御し、ボルダー内に降った雨水は排水施設で外部に排水する。予備調査地域（東部郊外地区 501 km²）は、緊急対策事業（1984）の実施により、グリーンベルトぞいの堤防及び水門で囲まれ、ボルダーが形成された。マスタープランでは、西暦 2,000年までに市街化の予定される東部郊外地区西部のマスタープラン地域（260km²）を防御するため、同地区東部の地域と分離したボルダーを形成することを提案した。

マスタープラン地域を道路網・クローン網・地形等を考慮して、Bang Khen-Bang Sue, Phra Khanong, Bang Na の 3 ボルダーに分割した。チャオブラヤ川沿いの主ポンプ場とそれに接続する大クローンの整備により、マスタープラン地域の全体的な洪水の緩和を図る。

一方、局所的な浸水対策としては、中小クローン、排水管、副ポンプ場の整備がある。提案した施設は、表4.2 及び図4.3 に示す通りである。

表 4.2 計画施設一覧（マスタープラン）

施設	第 1 期 - 第 3 期事業 (1987 ~ 2000)	第 1 期事業 (1987 ~ 1991)
堤防	6.2km	6.2km
水門	55ヶ所	4ヶ所
ポンプ場		
主ポンプ場	7ヶ所 (200m ³ /s)	2ヶ所 (20m ³ /s)
副ポンプ場	3ヶ所 (18m ³ /s)	3ヶ所 (18m ³ /s)
クローン（水路）改修		
大クローン	25.5km	16.5km
小クローン	107.5km	52.3km
幹線排水管	110km	30km
洪水予警報システム	1セット	1セット
総事業費	62.8億バーツ (邦貨約 500億円)	25.6億バーツ (邦貨約 205億円)

4.2.2 氾濫原管理

氾濫原管理の基本的な考え方は、浸水を受けやすい地域の資産、活動をおさえ浸水被害を少なくすることである。2,000年におけるマスタープラン地域(260k μ)の市街化面積は、1980年より82k μ 増え、216k μ になると算定された。

この新たに必要となる市街地面積82k μ は、浸水を受けやすい地域でなく、浸水し難い地域に誘導することが望ましい。このため、まず1983年浸水の実績図を公表し、住民に浸水の実態を認識してもらい、つづいて土地利用計画法、建築基準法等の適用により、好ましい土地利用の誘導を図る。

残りの非市街地面積44k μ を雨水貯留地域として利用する(貯留量1100万 m^3)。この貯留地域の確保により、クローン及びポンプ容量規模が小さくなり、その結果、排水施設の建設費が減少し、効率的な投資計画をたてることができた。

4.2.3 フィージビリティ調査対象とする洪水防御排水施設

全体事業は、目標年2,000年までを3期に分けて実施し、第1期事業は、第6次国家経済社会開発計画(1986年10月~1991年9月)にあわせて実施することとした。

第1期事業は、広範囲で長期の浸水を防ぐため、ボルダールの堤防、水門の設置、主ポンプ場の建設、主クローンの改修を含み、さらに浸水被害度の高い地区の中小クローン改修と、幹線排水管の整備を含んでいる。図4.5に第1期計画事業の対象施設を示す。

4.3 洪水防御・排水対策

4.3.1 マスタープランの見直し

マスタープランで提案したフィジビリティ調査対象の排水施設は、主に Bang Na, Ramkhamhaeng, West Huay Kwang, Bang Sue排水区に分布している。

今回、これら排水区での排水システムにつき、現場踏査を行い、クローン、道路等の測量結果に基づき見直しを行った。同時に、Ramkhamhaeng, West Huay Kwang 排水区を含むPhra Khanongポルダの基幹排水施設についても再検討した。

この結果、マスタープランで提案したフィジビリティ調査対象施設を表4.3 のように修正した。これを図示すると図4.6 のとおりである。

表 4.3 事業概要

施設	提案施設 (マスタープラン)	提案施設 (フィジビリティ調査)
堤防	6.2km	5.1km
水門	4ヶ所	4ヶ所
ポンプ場	5ヶ所 ・ Bang Sue ・ Kacha ・ Gig ・ Bang Nang Chine ・ Bang Na	5ヶ所 ・ Huay Kwang ・ Lao ・ Bang Lai ・ Bang Nang Chine ・ Klet
クローン改修	70km	93km
幹線排水管	30km	4 km
洪水管理センター	1式	1式

4.3.2 計画の基本的諸元

計画諸元は以下のとおりである。

- ・目標年 …………… 2000年
- ・土地利用 …………… 図6.1 参照
- ・盛土条件 …………… 将来市街化区域は周辺の現況市街地地盤までの盛土を仮定(図6.1 参照)
- ・地盤沈下 …………… Bang Ken-Bang Sue 地域 ; 0.7m
Phra Khanong, Bang Na 地域 ; 1.0m
- ・区域外流入量 …………… Bang Sueクローンへ市中心地区より 12m³/S
Tan クローンへ市中心地区より 15m³/S
- ・降雨確率年 …………… 基幹施設 : 5年確率
その他施設 : 2年確率
- ・チャオプラヤ川水位 …………… 100年確率
- ・降雨継続時間 …………… 6時間(流域平均降雨)

ここで、設計降雨量は、バンコク観測所の降雨量を流域分布係数を用いて流域平均降雨量に変換して用いた。又、雨水流出量の算定には合理式を用いた。

排水施設の計画に際しては、非市街化区域の雨水貯留機能とともに、クローンの貯留機能をも出来るだけ利用できるよう表4.4 に示すクローンの維持水位を設定した。この維持水位はポンプ場の直上流で雨期降雨の前に低下させておくべきクローンの水位である。

表 4.4 クローン維持水位

[単位 : meter MSL]

ポルダー名	維持水位		地盤沈下量 (現在~2000年)
	現在	2000年	
Bang Ken-Bang Sue	- 0.80	- 1.50	0.70 m
Phra Khanong	- 0.80	- 1.80	1.00 m
Bang Na	- 0.80	- 1.80	1.00 m

設計対象降雨が発生した場合、クローンの水位は周辺地盤まで上昇する。計画の条件が想定と異なったとき、提案された施設が機能を果たさないことも考えられるため、以下にのべる対策及び監視を絶えず行う必要がある。

(1) 地盤沈下抑制

地盤沈下は、地下水取水中止後も数年は継続する。そのため、地盤沈下抑制策をすぐにも実施することが、排水対策事業を進めてゆくうえで重要である。

(2) 盛土と雨水貯留

市街地の開発に際しては、盛土を行うことが望まれる。しかし、一方でこの盛土は自然の遊水機能を減少させ、洪水の危険性を高めることとなる。そのため、排水施設の建設に加えて、市街化の発展と調和した雨水貯留機能を保全する施策が必要である。

(3) 土地利用規制

土地利用及び市街化が予測以上に進行した場合には、計画の排水施設はその機能が不十分になる恐れがあり、洪水の危険性も高まる。従って、土地利用規制がすみやかに施行されねばならない。さらに、荒廃地、農業用地或いは人口希薄地区等では、経済的見地から、浸水を許容することが現実的であり、この目的のためにも治水対策の面からみた地域区分の導入が望まれる。

4.3.3 洪水防御計画

1) 堤防

ボルダー堤防の大半は、現在嵩あげされている道路を利用しているか、市中心部 (City Core) プロジェクトで建設される予定のものである。そのため、本プロジェクトで建設が必要な区間は、図4.7 に示すとおり区間-1及び、5の一部分である。

Phrakhanong ポンプ場からチャオプラヤ川までのマスタープランで提案した区間-1の一部 1.6kmは1984年に一部建設され、残りは、1985年中に建設されることになっており、本プロジェクトには含めない。

区間-1の他の区間 5.2kmは、現在港湾局、石油公社の岸壁か、民間企業、海軍基地の護岸があるが、港湾局以外の区間 (3.4km) の施設は計画外水位に対し、その高さが十分でなく、嵩上げ工事が必要である。

このため、区間-1の堤防法線として、図5.2 に示すような代替案 (1案: チャオプラヤ川沿, 2案: ナ・クロム道路沿) を検討し、地域の全体を守る第1案が望ましい施設として計画した。

一方、東部境界線のクローンチュチャンボンの堤防、1.7kmの区間-5については、D.D.Sによって示された法線である。

2) 水 門

ポルダの堤防沿いに、4ヶ所の水門を計画した。これらは図4.7に示すとおり、Phra Khanong, Saen Saeb, Song, Lolaeクローンに設置する。

4.3.4 排水計画

排水施設は、ポンプ場の位置と容量、排水区域の統廃合、クローンの形状と規模に関する代替案の比較検討によって決定したが、検討のためには不定流計算を用いた。主な排水施設の規模位置を図4.8に、計画流量配分を図4.9に示す。降雨と同時に、ポンプで排水が始まるとともに、雨水の一部はクローンと遊水地に一時的に貯留する。この結果、遊水地の大きなPhra Khanongポルダのポンプ規模は排水面積1km²当たり0.5m³/Sにおさえられた。降雨時間6時間に対して、排水に要する時間は36時間である。一方、遊水地の小さなBang Khen-Bang SueポルダとBang Naポルダのポンプ規模は、1km²当たり、各々0.8m³/Sと1.7m³/Sである。

1) Bang Na ポルダ (31km²)

Bang Na ポルダは、図4.10のとおり、4つの排水分区に分かれる。ここでは、3つの代替案(図4.10, 表4.5参照)を比較検討した。

表 4.5 Bang Na ポルダ代替案 (排水分区とポンプ規模の関係)

(Unit: m³/s)

Sub-drainage Area Alternative	A	B	C	D
BN-1	Jek (3) Bang Oa (12)	Bank Na Chine(9) Bang Lai (6)	Klet(9)	Bang Na (15)
BN-2	Jek (3) Bang Oa (18)		Klet(9)	Bang Na (15)
BN-3	Jek (6) Bang Oa (12)	Bang Na Chine(12)		Bang Na (24)

注: () はポンプ排水量 (m³/sec) を示す。

BN-1案では4排水分区に分離されているのに対し、BN-2、BN-3案では2つの分区が連絡されている。このため、後の2案は接続クローンの拡巾が必要であり、用地買収も生じコスト高となっている。

BN-1案では、Phra Khanongクローンへの排水量が増加するが、比較検討の結果、クローンの改修規模やポンプ場の増設につながらないことが明らかになったこと等により、この案を採用案とした。

2) Ramkamhaeng ボルダール (9km²)

Ramkamhaeng ボルダールはPhra Khanongボルダールの中にある内部ボルダールである。このボルダールの中心部をKacha クローンが東から西へ流下しており、Kacha クローンにGig, Lao, Sakae クローンが接続している。図 4.11 のR-1 案では雨水はKacha, Gig クローンを通してSaen Saeb クローンへポンプ排水するよう計画した。

同時に、低地区のRamkamhaeng 大学構内及びRamkamhaeng 道路とSaen Saeb クローンにはさまれた地区の雨水はSaen Saeb クローンへ排水する。

R-2 案はSaen Saeb クローンの下流にあるTan クローンへの負荷を軽減するためにLao クローンを通じ、ボルダールの南へポンプ排水するシステムである。

両案ともポンプ場以外は同じ排水施設であるが、過負荷となっているTan クローンの流量を軽減する目的でR-2 案を採用した。

3) West Huay Kwang 排水区 (24km²)

この地区の雨水の一部は1970年後半、市中心部がボルダールとして整備されるまで、Sam Sen クローンを通じ西のチャオプラヤ川へ排水されていた。西への排水の再開(HK-3案)は、市中心部プロジェクトで検討されているSam Sen クローン的能力等からして、過密状態の市中心部での大規模なクローンの拡巾又はトンネル工事が必要となり現実的でない。

更に、本排水区の東部の方が地盤沈下によって市中心部より地盤が低くなることも判明している。それゆえ、雨水排水の可能な方法としては1)、Sam Sen クローンよりTan, Phra Khanongクローンを通じての排水する案(図 4.12 に示されるHK-1案)、2)、Sam Sen クローンに加え、一部Bang Sueクローンへの排水する案(HK-2案)の2案がある。比較検討により、HK-2案のBan Sue クローンへ排水するHuay Kwang ポンプ場(3m³/S)を除いて、排水施設は同じであるが、HK-2案が排水状況はかなり良い事が明らかとなった。

また、Bang Sueクローンへの排水はBang Sue排水区に悪影響を与えないことも

明らかとなった。したがって、若干コストが高いがHK-2案を採用した。なお高速道路沿いのクローンと現在建設中のMakkasan遊水池等をこの排水システムで利用している。

4) Bang Sue排水区 (35km²)

この地区の浸水は他の東部郊外地区にみられるような長時間の浸水ではなく、市中心部にみられるように排水施設の不備特にクローン網や遊水地の不足が原因となっている短時間の浸水である。従って面的排水施設の整備が特に必要とされる地域である。

それゆえ、図 4.11 に示されるような排水システムを考えた。即ち、この地区の境界を流れるPrem Prachakorn クローン、高速道沿いのクローンだけでなく、環状道路沿いの新たなクローンやKasetsart 大学近くのNgam Wond Wan 道路沿いの新しいクローンを計画した。

さらに、市中心部からBang Sueクローンへの流入量12m³/SとWest Huay Kwang 排水区からの 3m³/Sを含めて排水システムの検討を行った結果、M/P で提案した Bang Sueポンプ場の規模は50m³/Sから36m³/Sに減小した。

4.4 事業概要

以上の比較検討の結果、表 4.6から表 4.10 に示す事業を提案する。

表 4.6 提案施設 (1) - 洪水防御堤防

Section 1	along Chao Phraya River	3,400 meter
Section 5	along Klong Tub Chang Bon	1,700 meter
Total		5,100 meter

表 4.7 提案施設 (2) - 水 門

Klong Phra Khanong	6 meter width, 1 set
Klong Saen Saeb	6 meter width, 1 set
Klong Lolae	6 meter width, 1 set
Klong Song	6 meter width, 1 set

表 4.8 提案施設 (3) - ポンプ場

Pumping Station	Pump Capacity	Proposed Pump Capacity (m ³ /s)	Existing Works	New Works
Bang Khen and Bang Sue Polder	1. Bang Khen New	15	9	-
	2. Bang Khen Old		12	-
	3. Bang Sue	36	36	-
	Sub Total	51	57	-
Phra Khanong Polder	1. Phra Khanong	90	105	-
	2. Lao	9	0	9
	3. Huay Kwang	3	-	3
(*)	Sub Total	102	105	12
Bang Na Polder	1. Jek	3	6	-
	2. Bang Oa	12	18	-
	3. Bang Na	15	15	-
	4. Bang Nang Chine	9	-	9
	5. Bang Lai	6	-	6
	6. Klet	9	-	9
	Sub Total	54	39	24
	Total	207	201	36

Note; Proposed pump capacities are not always the same as the existing.

* including Ramkhamhaeng polder and west Huay Kwang drainage area.

表 4.9 提案施設 (4)-クローン改修

[Unit: klong meter]

Polder or Drainage Area	Retaining Wall		Dredging
	Construction	Existing	
Phra Khanong*	9,895	3,005	18,600
Ramkhamhaeng	3,770	100	7,240
Huay Kwang	900	200	15,870
Bang Sue	12,950	1,750	18,540
Bang Na	23,240	1,720	32,710
Total	50,755	6,775	92,960

* Klongs Phra Khanong, Tan and Saen Saeb

表 4.10 提案施設 (5)-排水渠

Name	Length (m)
Phra Khanong Polder	-
Ramkhamhaeng Polder	200
Huay Kwang Drainage Area	900
Bang Sue Drainage Area	2,170
Bang Na Polder	1,060
Total	4,330

4.5 水理及び環境上の影響評価

本プロジェクトの実施により、調査地域の広範囲な浸水は解消するが、一面、外水流入を遮断し、多量のポンプ排水をチャオプラヤ川に行なうことになる。従って、本プロジェクトの実施は、種々の影響を周辺に与える。ここでは、とくに以下の項目の影響度合を検討した。

- (1) ポンプ排水によるチャオプラヤ川の水位上昇
- (2) 東部農業地域（計画遊水地区）の治水安全度
- (3) 調査地域の水質悪化

4.5.1 ポンプ排水によるチャオプラヤ川の水位上昇

東部郊外地区及びバンコク市中心部の両プロジェクトが完成すると、チャオプラヤ川へ最大 $420\text{m}^3/\text{S}$ ものポンプ排水がなされる。一方、タイ湾の高潮位時期（11月頃）のチャオプラヤ川流量は $200\sim 1500\text{m}^3/\text{S}$ である。

従って、ポンプ全量排水時にはチャオプラヤ川の水位上昇がおこる。

この水位上昇量の評価のために、河口（フォートブラチュル）と河口より60km上流のラマ六世橋までを対象区間として、不定流モデルを使用し、ポンプ排水の有無による水位の変化を調査した。

フォートブラチュルは、チャオプラヤ川河口に位置しているが、この地点の観測潮位（1980.10.26の大潮潮位）を下流水位境界条件とし、ラマ六世橋の流量 $1,500\text{m}^3/\text{S}$ を上流流量境界条件とした場合、満潮時のポンプ排水による水位上昇量は10cmと算定された。（図 4.17 参照）

一方、下流水位境界条件として、満潮位を 100年確率の水位とし、ラマ六世橋での流量を $200\text{m}^3/\text{S}$ とした場合のポンプ排水による水位上昇量は20cmと推定される。

将来、チャオプラヤ川西岸のトンブリ地区もボルダー方式による内水排除計画が策定され、この地区からのポンプ排水による水位上昇も加わり、上記推算値以上の水位上昇を呈することは明らかである。

以上のことから、将来ポンプ排水に伴う水位上昇に対応する施策（放水路計画、護岸の嵩上げ計画等）が必要となろう。目下の所、7章に提案する洪水管理センターによるチャオプラヤ川水位の監視体制を強化する必要があることを提案する。

4.5.2 東部農業地域の治水安全度

グリーンベルト堤が完成する以前の東部農業地域は、雨季になると北部から多量の水量が流入し洪水常襲地帯であった。解析結果によれば、東部農業地域に5年確率の降雨があった場合、最大水深は圃上1～1.4mに達し、洪水期間は4ヶ月に及んだ(図4.14のケースA参照)。

緊急対策工事、なかでもグリーンベルト堤とサムロンポンプ場の建設により、東部農業地域の洪水は大幅に改善された。図4.14に示すように、計画降雨に対するこの地域の湛水は、最大水深が50～80cm減少し、20～40cmに下がった。

東部農業地域の西の境界、すなわちマスタープランとの境界に、既設道路を利用した2次堤防(グリーンベルト堤を1次堤防と呼ぶ)を計画したが、これによる東部農業地域の水位は一般的にはそれほど上昇しない(図4.14参照)。ただ、大雨が生じると、市街地(マスタープラン地域)を守るため境界にある水門を閉鎖する。この結果、東部農業地域の水位は一時的に上昇する。この水位をすみやかに低下させる必要があるが、一つの方法は、マスタープラン地域の水位が低い時に水門を開放することである。この操作を行うためには、東部農業地域とマスタープラン地域の水理状況を把握する必要がある。

4.5.3 調査地域の水質悪化

調査地域内の排水路の現況水質は非常に良くない。例えば図4.15に示すように、家庭雑排水、商業・工場排水によりBOD値は、10ppm～40ppmと観測されている。本プロジェクトが実施されると、調査地域は、ボルダー堤や水門によって、外部と遮断され、特に雨期には、排水路の貯留能力を増加させるため排水路の水位は現況水位より約80cm低い維持水位に低水管理される。その結果、排水路の水質は、さらに悪化することが予想される。

水質改善対策としては、外部から浄化用水を取り入れ、フラッシングすることが有効と考えられる。但し、フラッシング用水の取入れに当っては、調査地域の今後の水文状況を十分予測し、洪水を引き起こすことのないよう注意することが必要である。フラッシングの効果を評価したところ、図4.16に示すように、改善効果は30%程度認められるものの相変らずBOD値は10ppm～20ppmで臭気が発散する。従って、しゅんせつによるヘドロの除去のみならず、基本的な水質改善対策としての下水道プロジェクトの実施が今後必要になるであろう。

第5章 施設計画、事業費、事業実施計画

4章で述べた洪水防御・排水対策計画に基づき、施設の計画、プロジェクトの事業費及び事業実施計画を本章で述べる。

5.1 計画施設

図5.1 に対象とする計画施設の位置を示す。

5.1.1 洪水防御堤防（ポルダ－堤防）

新たに堤防を建設する必要のある区間－1と区間－5の堤防構造を、代替案を比較検討した結果、以下の通りとする。（図 5.2参照）

(1) 区間－1（チャオプラヤ川沿いの 3.4km）

高さ 1.5mのコンクリート壁構造とし、基礎には浸透流による破壊を防止するため長さ 7 mのコンクリート矢板を打設する。

(2) 区間－5（クローン Tub Chang Bon 沿いの 1.7km）

盛土堤を採用し、高さは 1.5m、天端幅は 5.0mとする。
計画堤防の諸元を表5.1 に示す。

表 5.1 計画洪水防御堤防

位置	構造型式	長さ (km)	高さ (m)	天端高 (m MSL)	現況地盤高 (m MSL)
1)Chao Phraya R.	コンクリート壁	3.4	1.5	+2.70	+1.20
2)K.Tub Chang Bon	盛土堤	1.7	1.3	+1.50	+0.20

5.1.2 水門

6 m幅の鋼製ローラーゲート型式とし、基礎は杭支持構造とする

表 5.2 計画水門

水門	幅×高 (m) × (m)	門数	構造型式	クローン幅 (m)
K. Song	6 × 5	1	ローラーゲート	32.0
K. Lolac	6 × 6	1	“	15.0
K. Saen Saep	6 × 6	1	“	42.0
K. Phra Khanong	6 × 6	1	“	35.0

5.1.3 ポンプ場

緊急対策事業で使用した軸流水中ポンプ型式を採用する（図 5.3参照）。選定に当り考慮した主な事項は以下のとおりである。

- 1) 地盤沈下に対する柔軟性
- 2) 建設計画地点の土地利用状況（用地取得の困難性）
- 3) 耐用年数は7～15年と短い、建設費は安い。
- 4) 緊急対策事業で建設されたポンプ場との調和

表 5.3 計画ポンプ場

ポンプ場	排水容量 (m ³ /s/台)	ポンプ 台数	総排水量 (m ³ /s)	ポンプ型式
Kiet	3.0	3	9.0	軸流水中ポンプ
Bang Nang Chine	3.0	2	6.0	“
Lao	3.0	3	9.0	“
Bang Lai	3.0	3	9.0	“
Huay Kwang	1.5	2	3.0	“

5.1.4 クローン改修

改修断面は、原則的に新たな用地の買収を避け、既存の用地境界内におさまるように計画した。改修断面は、護岸を必要とする矩形断面と、勾配1：2の台形断面を採用した。

護岸の構造型式としては、以下の4タイプを採用した。

- 1) TypeA : 突張梁式柵梁型式
- 2) TypeB : 控杭式柵梁型式 ($H \leq 2.5\text{m}$)
- 3) TypeC : 控杭式柵梁型式 ($2.5 < H \leq 3.5\text{m}$)
- 4) TypeD : 控杭式コンクリート矢板壁型式

TypeAは改修計画申員が6～8m以下の狭いクローンに、またTypeB及びCはこれ以上の中幅のクローンに適用した。TypeDは基礎地盤の安定性を考慮して護岸高が3.5m以上のクローンに適用した。(図5.5参照)

計画したクローンの縦、横断面のサンプルを図5.4に示す。

表 5.4 計画クローン改修

Name of polder or Drainage Area	Phra Khanong (*)	Rankham- haeng	Bang Na	West Huay Kwang	Bang Sue	Total
Klong Length Improved (m)	18,600	7,240	32,710	15,870	18,540	92,960
Dredging (m)	18,600	7,240	32,710	15,870	18,540	92,960
earth volume (1,000M ³)	353	41	337	169	184	1,084
Construction of Retaining Wall(m)						
Type A	-	5,470	29,680	-	21,700	56,850
Type B	-	-	-	1,300	-	1,300
Type C	4,440	-	12,700	-	2,400	19,540
Type D	4,940	-	-	-	600	5,540
Sub-Total	9,380	5,470	42,380	1,300	24,700	83,230
Reconstruction of Retaining Wall (m)						
Type A	-	2,070	1,400	-	-	3,470
Type B	-	-	-	500	-	500
Type C	2,850	-	2,700	-	800	6,350
Type D	7,560	-	-	-	400	7,960
Sub-Total	10,410	2,070	4,100	500	1,200	18,280
Utilizing Existing Re- taining Wall (m)	6,010	200	3,440	400	3,500	13,550
Trapezoidal Shape Embankment	5,700	3,370	7,750	14,770	3,840	24,860
Land Acquisition (m ²)	12,800	-	400	9,220	5,200	27,620

(*) primry klongs only, i.e., Klongs Phra Khanong, Saen Saep and Tan

5.1.5 排水渠

表5.5 にポルダー別の計画排水渠を示す。既設の排水渠がバンコク各地で不同沈下による被害を受けていることを考慮して、管渠基礎として木製まくら胴木型式を、またボックス・カルバートの基礎として摩擦杭型式を採用した。

交通量の多い主要道路を横断する管渠布設では、開削工法が適用できない場合があるが、この場合には推進工法を採用する。

表 5.5 計画排水渠延長

ポルダー名	延長 (m)
Phra Khanong Polder	—
Ramkhamhaeng Polder	200
Bang Na Polder	1,060
West Huay Kwang Drainage Area	900
Bang Sue Drainage Area	2,170
合計	4,330

5.2 事業費

5.2.1 積算の基本事項

施設計画に基づき、施設ごとの建設費用を算出した。費用算出に当たっては以下に示す事項を基準とした。

- 1) 積算は、国際入札によって落札したコントラクターがすべての工事を施工することを前提とする。
- 2) 工事単価は、1985年8月時点における価格を基準とする。
- 3) 工事費は、外国通貨、国内通貨に分類する。

外国通貨により支払われるもの

- 輸入資機材
- 実質輸入品目になっている国内資機材
- 外国人賃金
- 外国業者の諸経費及び利益

国内通貨により支払われるもの

- 国内資機材
- 現地人賃金
- 国内業者の諸経費及び利益
- 国内税

- 4) 用地費の 3,000バーツ/㎡は、最近TISCO が行った不動産調査報告の標準的単価である。
- 5) 各単価には、諸経費及び利益の間接費として、直接単価の30% を含んでいる。
- 6) 予備費として工事費の9%を計上した。
- 7) 詳細設計および工事監理等の費用として、工事費の4%を計上した。
- 8) 年平均物価上昇率は、外国通貨及び国内通貨ともに5%とした。従って、5.3節の事業実施計画に基づく工事費の総額は、1985年価格に対して22.1%増となる。

5.2.2 建設費

各工種ごとの工事単価は、バンコクの建設事情を勘案して労務費、材料、機械損料等を積上げて算出し、最近実施された緊急対策事業及び都心地区排水対策事業等の単価と照査した。総工事費は、1985年価格で26億5500万バーツ（邦貨約210億円）である。この内、外貨分は12億6100万バーツであり、内貨分は13億9400万バーツである（表 5.6参照）。

5.2.3 施設の運営・維持管理

排水施設の運営・維持管理費は、クローン、ポンプ場、水門、排水管、堤防及び洪水管理センターの各施設に対する費用からなり、年経費は約420万バーツである。

表 5.6 工事費一覽

(Baht Million at 1985 price level)

Facility	Construction Cost			Land Acquisition	Total
	F/C	L/C	Total		
A. Flood Barrier	19.6	20.7	40.3	-	40.3
B. Control Gate	31.3	16.9	48.2	-	48.2
C. Pumping Station	86.3	37.0	123.3	6.7	130.0
D. Klong Improvement	834.5	1,005.7	1,843.2	82.9	1,926.1
E. Drain	73.8	73.8	147.6	-	147.6
F. Flood Control Operation System	68.0	-	68.0	-	68.0
Sub-Total (A-F)	1,116.5	1,154.1	2,270.6	89.6	2,360.2
G. Physical Contingency	100.4	103.8	204.2	-	204.2
H. Engineering /Supervision	44.6	46.2	90.8	-	90.8
Total (A-H)	1,261.5	1,304.1	2,565.6	89.6	2,655.2

5.3 事業実施計画

洪水対策事業は施設の投資効果を考慮して段階的に実施する。すなわち、チャオプラヤ川からの溢水および外水の流入を阻止する優先度の高い洪水防御施設の建設を早期に実施し、それ以降、施設の効果に応じて排水施設を順次設置していく計画とする。

従って、フィージビリティスタディで提案された施設の建設は、図5.6 にランク付けしたようにまず堤防とこれに付帯する水門を早期に実施し、次に地域全体にわたる広範囲の浸水を防ぐ一次排水施設を建設する。これに続いて、二次、三次排水施設の建設を実施する。

これら施設の整備順序に対応した洪水対策効果は、資料編に示している。

1年遅らせ1988年とし、完成は、1991年とする。具体的には表 5.7に示すように、堤防、水門、ポンプ場、洪水管理センターを1988年に、基幹排水施設を1988年から1989年にわたり事業実施する。

これに続いて二次排水施設を1990年、三次排水施設を1991年に実施するべく計画した。

表 5.7 事業実施工程

Item	Year	Total	1987	1988	1989	1990	1991
Flood Barrier (km)		5.1	-	5.1	-	-	-
Gate (place)		4	-	4	-	-	-
Pumping Station (station)		5	-	5	-	-	-
Klong Improvement (km)							
Primary Klongs		26.0	-	18.6	7.4	-	-
Secondary/Tertiary Klongs		66.9	-	-	14.5	33.6	18.8
Drain Improvement (km)		4.3	-	-	0.0	3.2	1.1
Flood Control Operation Center (set)		1	-	1	-	-	-
Detailed Design		1	1	-	-	-	-
Project Cost (million Baht at 1985 price)		2,655	46	825	825	805	154
Foreign Portion		1,261	23	450	353	372	63
Local Portion		1,394	23	375	472	433	91

第6章 氾濫原管理

チャオプラヤデルタにあるバンコク東部郊外の浸水被害軽減のためには、提案した施設の実施に加えて氾濫原管理が重要である。

6.1 氾濫原管理の必要性

バンコク郊外では、生活様式の近代化と急激な市街化の進展により、遊水機能が減少した一方、流出率が増大し、浸水被害が増えてきた。さらに、水道の普及していなかったバンコク東部郊外とその南のサムットプラカン県では、地下水汲み上げが行われてきた。これにより地盤沈下が生じ、浸水問題が一層深刻になった。

1983年の大浸水を契機としてたてられた緊急対策は、図3.6 に示すように浸水問題の解消に相当役立った。長い期間と多額の費用がかかるが、本報告書で提案している排水施設を整備すれば、浸水問題はさらに、解消するが、東部郊外は非常に平坦なため、各所に小規模な浸水が、残ることが予想される。このような浸水問題に対処するためには、総合治水対策に基く氾濫原管理が必要である。

氾濫原管理の主な目的は、次の通りである。

- ・浸水危険度の高い地区の遊水機能を保全する。
- ・開発許可、建築指導により浸水危険度の高い地区での開発を抑制する。
- ・洪水予報、警報を行い、浸水被害を軽減する。

東部郊外は市街化の進行している地域であるので、都市計画によって浸水危険度に応じた地域区分を行い、土地利用の規制誘導を行えば、将来の浸水被害の軽減に大いに役立つことになる。

より重要なことは、氾濫原管理は、浸水被害の軽減による便益を受ける住民に必要な費用を負担させる方策であり、不特定多数の人々に負担させる割合が少なくすむ点にある。しかしながら、氾濫原管理は政府の強力な指導と住民の支持がなければ実行は難しい。

6.2 治水機能の地域区分

6.2.1 総 説

東部郊外は、洪水防御の観点から、図 6.1に示すように、2つの地域に分けられる。すなわち、洪水防御地域と遊水保全地域である。この分類は、浸水危険度評価と市街化進行の予測に基づいて行った。各々の地域に適用する対策を表 6.1に示す。

6.2.2 浸水危険度評価

浸水危険度を次の3つの方法により評価した。

- (1) 既往の浸水実績 (図 2.3参照)
- (2) 地形地勢分類 (図 6.2参照)
- (3) 水理・水文解析 (Appendix F参照)

1983年の大洪水時に観測した浸水地域、深さ、継続時間のデータは、浸水危険度を評価するのに最も信頼性が高い。図 3.1と 3.2に示すように、調査地域の南部の浸水が厳しかった。この地域は、Phra Khanongクローン（このクローンの前身は、他のクローンと違い自然の河川であった）の下流部にあり、クローンが多数ある。一方、調査地域の西部は、図 6.2に示すように、クローンが少なく、地盤高も高い。地形測量の結果 (図 6.3) でも明らかなように、南部の浸水は北部に比して厳しい。地盤沈下はこの傾向を一層助長している。

6.2.3 市街化の進展

土地利用計画をたてるためには、浸水危険度を示す地図を作成する他に、将来必要な市街化面積の予測が重要である。

図2.1 に示すように人口は、1950年代から加速度的に増加してきた。住宅地はどの地区でも発達したが、なかでも激しかったのは、チャオプラヤ川東岸の北部 (Bang Kapi, Bang Khen, Min Buri) から東部、南部 (Phra Khanong, Samut Prakan) にかかる地区であった。発展パターンは計画的でなく、無秩序で、主として幹線道路沿いに発展した。この結果、市街地はリボン状になり、道路と道路の間には、大きな空地が残されている。

都市計画並に排水計画の見地から、2,000年の市街化面積(216km²)は、幹線道路沿いのスプロール化を抑制し、空地に適切に配分させるよう指導していくことが望ましい (図 6.1参照)。

表 6.1 ソーニング規制の概念

Classification	Urban Development	Scope of Area	Measures
Protection Area	Urbanized Area	Master Plan and Feasibility Study Area	1) To form a polder
	Promoting Urbanization Area		2) To improve drainage capacity 3) To make retention pond, compensating retention area lost with urban development 4) Prohibition of ground water withdrawal 5) Improve surface water supply system 6) Provision of Infrastructure
	Retention Area	Master Plan and Feasibility Study Area	1) Prohibition of landfill 2) Prohibition of Infrastructure provision 3) To encourage flood-proofing
Retarding Area	Prohibiting Urbanization Area	East half of eastern suburban Bangkok between Green Belt and Master Plan Area	1) To adjust drainage condition for agriculture and open space 2) To encourage flood-proofing 3) Prohibition of Infrastructure provision

表 6.2 非構造的対策の実施計画

Authority in Charge	Flood Protection Committee (Overall Flood Control)	Flood Control & Operation Authority	City Planning Authority
Current Situation	* Sub-Committee for flood plain management	* Construction of Green Belt Dyke	* Green Belt area as open space (retarding area)
Short Term Action Plan	* Mobilization of sub-committee * Recognition of importance of flood plain management between relating agencies * Public education of flood plain management	* Publicizing observed flood area * Establishment of flood control operation system	* Projection of population and urbanized area
Inter-mediate Term Action Plan	* Inter-governmental recognition of zoning system in accordance with flood risk * Publicizing flood risk map	* Collection of flood data * Preparation of flood risk map * Improvement of flood control operation system	* Approval or dis-approval of development applications based on building codes * Construction of roads and water supply, compatible with zoning system * Guidance for prohibition of land reclamation in retarding area * Multi-purpose retention pond in the park
Long Term Action Plan	* Zoning regulation * Property tax adjustment, reflecting zoning * Surcharge to developers		* Approval or dis-approval of development applications based on zoning regulation

6.2.4 バンコクの都市計画の現状

都市計画局 (DTCP) は、1960年以降、都市計画案 (Greater Bangkok Plan) の更新、修正を行ってきたが公式に採用されていない。1982年に、法律に定める手続きを始めたが、現在は審議会で検討を始めたにすぎない。

一方、第5次5ヶ年計画 (1982 - 1986年) の立案に際して、法律に拠らない骨格計画 (Metropolitan Structural Plan) がたてられた。その概念は、中央集中型でなく、周辺にサブセンターを配置する分散型である。

骨格計画には、グリーンベルト計画 (東部郊外における洪水防御ゾーン) を含んでいる。バンコク市の洪水防御は、世論の関心を集めてきており、洪水を軽減するための、開発の制限がBMAの建築規制法を適用することにより可能になってきている。

6.3 氾濫原管理の実施計画

ゾーニング規制は、有効な手法であるが、土地所有者の私権の制限を伴うこともあり、早急な実現は社会的、経済的に難しいことも事実である。その実現には、政府関係機関と住民が共通の目標を認識し、互いに協力していかなければならない。さいわい、近年国家レベルの緊急洪水対策委員会が設立されたので、政府関係機関相互の調整、協力は円滑に始められよう。しかし、ゾーニング規制の準備作業をしている間にも、浸水被害は増え続ける。このため、実現できるものからでも、早期に手をつける必要がある。

ゾーニング規制を究極の目標とし、そこに到達するまでの氾濫原管理の実施計画を表 6.2に示すように提案する。

6.3.1 短期実施計画

(1) 氾濫原管理担当の洪水対策委員会の活性化

洪水対策委員会は、1983年発足以来、政府関係機関と協議しながら、多くの洪水対策を実施してきた。施設の建設には、Sub-committee for Project designation が指導的役割を果たしてきた。

氾濫原管理を軌道にのせるため、Sub-committee for Supporting activities の活動が望まれる。

(2) 氾濫原管理の重要性の認識

浸水危険度及び浸水被害の増大を減少するためには、土地利用、開発の規制が最も根本的な対策であることと、調査地域内の浸水を防ぐためには氾濫原管理が必要であることの認識を委員会及び政府関係機関が先ずもつ必要がある。

(3) 浸水危険度の公表

既往浸水データ（浸水地区、水深、継続時間）と浸水予想図の公表をする。住民が浸水危険度を認識すれば、氾濫原管理の実施が円滑に進められる。

(4) 既往浸水データの精度向上

浸水危険度を表わす図面は、ゾーニングの基礎となる。したがって、この精度向上に努めるべきである。一方、計画部局は市街化の動向を勘案して、人口、市街地面積の予測の見直しを随時行うべきである。

6.3.2 中期実施計画

(1) 政府関係機関相互のゾーニングの認識と合意

例えば、図 6.3に提案したゾーニングを、政府関係機関は認識し、合意する。

(2) 都市計画を考慮した道路の計画及び建設

市街化は、幹線道路にそって発達してきた。今後も、道路建設は市街化の発展動向を大きく左右するものである。このため、道路計画及び道路建設は、都市計画（ゾーニング）に基づいて行われねばならない。

(3) 水道拡張

水道の拡張計画も、同様に都市計画（ゾーニング）を十分考慮して行うべきである。

(4) 遊水保全地区の盛土の禁止

盛土を行えば、その土地の持っていた遊水を保持する能力は失われる。したがって、遊水保全地区では盛土を禁止する。その補償として遊水保全地区の固定資産税は低率であることが望ましい。

(5) 耐浸水性建物

浸水が起きても、浸水被害を生じさせないような予防措置例えば、次のような措置をとることを勧める。

- 構造物を浸水位以上に設ける。高床式建物はその一例である。
- 土地を浸水位以上に高くする。市街化地域では建物は盛土上に建てる。

(6) 遊水池

政府関係機関、自ら公園あるいはその敷地に遊水池を設ける。(表 6.3 参照)

(7) 建築基準法

土地規制の法的根拠として、BMA 制定の建築基準法(1961年)がある。BMA の24区役所は建築許可を与える権限を持っている。ただし、大規模開発はBMA 本庁で許可している。許可にあたっては、構造の安全度、下水、排水、駐車場の条件が法に準っているかをチェックしている。この法の下で、BMA は条例を設けることができ、この条例によって、グリーンベルト地域に開発制限を課している。このように、建築基準法は、開発制限に有効であり、ゾーニング規制を行う前でも、ある程度同法の活用により土地使用の制限、誘導が可能である。

6.3.3 長期実施計画

(1) ゾーニング規制

氾濫原管理は、住民の協力、コンセンサスが得られて、始めて可能になる。

遊水保全地区には、開発制限を適用する。病院、警察、学校、電話局、変電所等の公共施設あるいは住居は遊水保全地区に立地させない。同地区内の既存集落は耐浸水性を講ずるよう指導すべきである。

(2) 開発規制

浸水の起りやすい地区に住居を設ける必要がある場合には盛土地盤上に建設する等、耐浸水性をはかるべきである。

しかし、盛土はその土地の持っている遊水機能を失い、市街地の浸水危険度を増大させる。これを補償するため、市街化区域に建物を建てる場合には、表 6.3に示すような遊水池を設ける。

(3) 固定資産税

インフラストラクチャー、就中、道路の整備により、宅地開発が可能になる。更に、洪水防御施設の建設は、宅地開発によい条件となる。したがって、インフラストラクチャーが整備された土地の宅地評価額を実情に合わせてひき上げるべきである。この増大した税は、洪水防御施設を含め、他のインフラストラクチャー整備の重要な財源となりうる。

表 6.3 (1) 遊水池確保のための対策

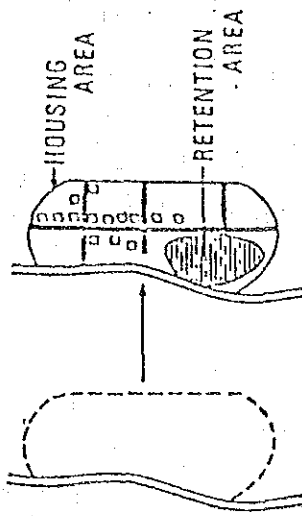
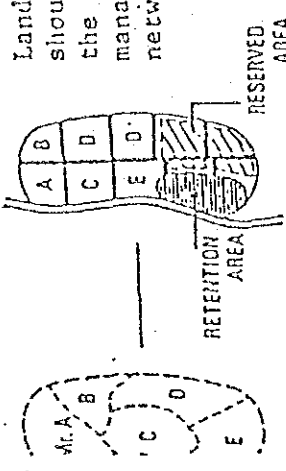
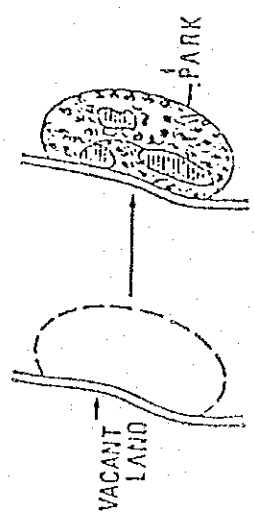
Measures	Proposal	Relevant Laws	Examples	Current Situation	Note
1. Urban Development Control	Each residential estate set out some percent of the land area as the retention area.	(Subdivision Law)	-	According to the subdivision Law, 4-5 percent of the land area must be planned as the park in each residential estate.	If 10 percent of each residential estate is set out as the retention area, 8km^2 will be reserved as retention areas in 2000. For this purpose, some amendment of the Sub-division Law is necessary.
1) Development Permission					
2) Land Readjustment Project	As a kind of public facilities, retention areas are kept under the Land Readjustment Project.	(Land Consolidation Act)	(Some agricultural lands)		Land Readjustment Project should be executed from the viewpoints of flood management and road-network arrangement.

表 6.3 (2) 遊水池確保のための対策

Measures	Proposal	Relevant Laws	Examples	Current Situation	Note
2. Building Control	Each building lot installs a retention pond or sunk garden.	(Building Code)	-	According to the Building Code, 30 percent of the land area must be kept as the open space, paved or impaved, in each dwelling house.	IF 10 percent of each dwelling lot is kept as the retention pond or sunk garden without landfill, only 5km ² will be reserved as retention areas in 2000. To keep 10 percent of the land area as the retention area, some amendment of the Building Code is necessary.
3. Land Acquisition	Public sectors should acquire vacant lands for parks or green areas.	Land Acquisition Law	Makkasan Park (15 ha) Nonhorn Park (80 ha)	For the long-range objective of park in BMA, green areas as 6.4m ² per person is planned.	According to this plan, 14km ² will be kept in eastern suburbs as retention areas.



第7章 洪水管理システム

提案した各施設の効率的な運転操作を行うためには、洪水中央集管理システムの設立が望まれる。

本章では、この管理システムの必要性、役割、及び機能を述べている。

7.1 洪水管理システムを必要とする背景

東部郊外地区（501km²）は、グリーンベルト堤及びチャオプラヤ川堤防により外水の流入から守られている。又、域内の内水（降雨）は、チャオプラヤ川に面するポンプ場及びクローンにより、チャオプラヤ川へ排水する計画であるが、クローンの水位を、あらかじめ下げておくことによりクローンでの一時貯留を可能ならしめ、ポンプ場の規模を小さくした計画となっている。

さらに、広範囲に、各種施設を配置していることから、これらの施設の運転管理は注意深く行なう必要がある。

予備調査地域（501km²）の東半分は、雨水の貯留機能を積極的に保全すべき遊水保全地区として計画しており、西半分の市街地とは境界の堤防で区切り、遊水保全地区の雨水の流出をコントロールする。

このため、東半分の水位は雨期に上昇し、住民の不満が生じる恐れがある。もし、増大した水量を西半分の施設を活用して減少すれば、不満の解消に役立つこととなる。

一方、ポンプ排水によるチャオプラヤ川の水位上昇の可能性もある。

このような内外の水位差に起因する紛争発生を未然に防ぐためには、関連個所の水位を監視しこれを把握することが必要である。又紛争発生時の調整ルールも確立しておく必要がある。

洪水防御、排水計画は計画地域を3つのポルダーに分割する計画となっているが、計画降雨より大きな降雨が、あるポルダーに発生したとしても、ポルダー間の施設運転を有機的に行うことにより、発生する浸水被害を増減することができる。

たとえば、北側の Bang Khen-Bang Sae ポルダーに超過確率降雨が発生しても、プラカノンポルダーに接続する水門を開放することにより Lat Phrao クローンを通じて雨水を一時的に排水することが可能である。

提案した各施設の運転管理を効率的、且つ効果的に行なうためには、中央集管理方式（洪水管理センターの設立）を採用した管理システムの確立が必要である。

7.2 洪水防御、排水施設の役割と水理的効果

提案した洪水防御、排水施設は、1)グリーンベルト堤（一次堤）及び水門、2)チャオプラヤ川堤、3)二次の堤防及び水門、4)ポンプ場及びクローンである。1985年現在、上記のグリーンベルト堤及び水門、ポンプ場は夫々建設されている。図 7.1 はこの状況を示したものである。又、これ等の基幹施設による水理効果は図7.2 に示している。

先に述べたように、クローン及び遊水池の合計の雨水貯留能力は、維持水位より計画高水位までの貯留量で示されるが、計画では46mmの降雨に相当するものを予定している。これは、計画流域平均降雨量66mm（2年確率）の70%に相当する。

図 7.3は、この雨水貯留機能の役割を概念的に説明したものである。

図 7.4は、緊急事業によりグリーンベルト堤、ポンプ場の完成した1984年の局部浸水状況の実績図であるが、これらの基幹施設では、局部浸水に対して万全ではないことを示している。

7.3 現在の洪水管理システム

洪水管理システムの、提案に先立ち、現在のシステムについて概要を述べる。

DDSは、現在BMA行政区域内の市街地の洪水防御排水対策に関してその責任を負っている。

洪水管理センターはDDSに、又洪水救援センターはBMA本庁に雨期の期間設置される。BMAの他部局および24区役所は浸水被害軽減のために、センターを補佐する役割を担っている。

降雨、及び一般気象情報は気象庁よりファクシミリにて入手しているが、ポンプ場、水門等の時間水位は電話で収集している。

RIDは、基本的に農業地帯の治水管理を担当するが、現在は市街地にある主ポンプ場つまり、Bang Khen、Phra Khanong、Sam Rong ポンプ場と、グリーンベルト堤の水門の管理を行なっている。

電力公社（EGAT）の洪水予報センターは、チャオプラヤ流域の水文データ及び潮位データより、チャオプラヤ川のメモリアル橋地点での水位予報を行なっている。この水文データは、気象庁の一般気象情報、RIDの月雨量、及びRID、EGATの河川流量、又は上流堰堤放流量等である。

現状洪水管理システムは、以下の点で、機能的に不十分である。

- ・ 水文資料の遠隔監視収集システム
（モニタリングシステム）
- ・ ポンプ及び水門操作状況監視システム
- ・ システマティックで効率的な施設運転管理体制
- ・ 収集データの信頼性、及び長期収集データの分析と活用

現在、DDSが行なっている洪水管理及びデータ処理システムは、中間に口答処理が入ることからオフ・ラインシステムである。これに対して自動遠隔測定システムはオン・ラインシステムであり、水文データの集中監視収集とシステマティックな施設運転操作体制の確立が望まれる。

7.4 提案する洪水管理システム

洪水管理システムは、バンコク東部郊外地域に限らず、チャオプラヤ川下流域の一部であるバンコク首都圏を包括するのが、この地域の洪水特性から望ましい。

然し乍ら、このためには多額な費用を必要とする。また、流域内の開発の進展に応じて、順次範囲を広げてゆくことが必要である。

今回、フィージビリティスタディとして提案する、モニタリングの範囲は、バンコク市中心部、及び東部郊外を含むおよそ 600km²である。

7.4.1 目的

提案する洪水管理システムは以下の事柄を目的とする。（図 7.5参照）

- (1) 洪水情報の収集
- (2) 情報の解析・予測・注意報と、それに基づく施設操作指示
- (3) 施設操作規準の作成、及び予警報の発令
- (4) 洪水情報の蓄積
- (5) 広報活動
- (6) 水質情報の収集及び水質管理のための施設操作規準作成
- (7) センタースタッフのための研修活動

7.4.2 モニタリングシステム

監視地域内部および境界周辺の洪水情報の観測（表 7.1参照）と、主要排水施設の監視箇所として、下に示す15ヶ所を選定した（図 7.7参照）。

- (1) チャオプラヤ川ぞいにある6ヶ所のポンプ場の内外水位
 - ・ Bang Sueポンプ場
 - ・ Sam Saenポンプ場
 - ・ Padung Krung Kasemポンプ場
 - ・ Rama IV ポンプ場
 - ・ Phra Khanongポンプ場
 - ・ Bang Na ポンプ場
- (2) 一次堤防（グリーンベルト堤防）ぞいにある4ヶ所の水門の内外水位
 - ・ Song水門
 - ・ Nung水門
 - ・ Saen Saeb 水門
 - ・ Phra Khanong水門
- (3) 二次堤防ぞいにある2ヶ所の水門の内外水位
 - ・ Saen Saeb 水門
 - ・ Phra Khanong水門
- (4) 市中心部からPhra Khanongクローンへ排水するTan ポンプ場の内外水位
- (5) 東部郊外地域内部の水位
 - ・ Lat Phrao クローンの中流
 - ・ Bang Na 地区の中心
- (6) 上記15ヶ所の雨量

表 7.1 監視箇所と役割

Role of Monitoring	Contents of Monitoring	Monitoring Stations
Control of Main Facilities	<ul style="list-style-type: none"> ・Water level in Main Klongs ・Control of maintaining water level in main klongs ・Control of klong environmental conditions 	<ul style="list-style-type: none"> ・Main Klongs ・Main pumping station ・Main gates at green belt & 2nd barrier
Observation of Outer Conditions	<ul style="list-style-type: none"> ・Water level condition in green belt area ・Water level condition in retarding area ・Water level in the Chao Phraya River 	<ul style="list-style-type: none"> ・Main pumping stations ・Main gates of green belt & 2nd barrier
Observation of Inland Flooding	<ul style="list-style-type: none"> ・Water level in small klong ・Drainage operation of small klongs ・Control of maintaining water level in small klongs 	<ul style="list-style-type: none"> ・Small klong in the heavy past flood damaged area ・Pumping stations and gate

7.4.3 データー伝送システム

一般にデーター伝送は次の2つの方法で行なわれている。

- (1) 電話回線利用の伝送システム
- (2) 無線回線 (UHF) 利用の伝送システム

本プロジェクトでは以下の理由により電話回線利用を提案する。

- ※ 当該地区では、高層ビルによる電波障害の発生が懸念される。
- ※ 割当周波数は軍により強く規制され、更に郵政局の認可を得るのに長期間を要する。
- ※ 一方電話回線は電話公社の経済開発計画によると1988年までに現在の38万回線が90万回線に大幅に増強される見込みである。
- ※ 電話回線利用の建設費は6800万バーツであるのに対し、無線回線利用の建設費は無線塔及びそれに付帯する装置費に大きな費用を必要とし、1億1300万バーツと高い。
- ※ 20年間の維持管理費用を考慮しても、電話回線利用のシステムは費用の点で有利である。
- ※ 電話回線利用の場合は、将来のモニタリング個所の増設に伴う工事費及び伝送ラインの補修費は、ほとんど公社にまかすことが可能であるが、後者であればこれらの工事は全て自前で負担することになる。

7.4.4 主要設備及び費用

提案した主要な設備及び費用は表7.2 に示す通りであり、建設費は6800万パーツ、年維持管理費は 200万パーツと算出された。

主要な設備の相互関係を図7.7 に示し、又モニタリング点の水位計、雨量計を含めたダイアグラムを図7.8 に示す。

7.5 洪水管理基準

7.5.1 概 論

各施設は、センターで決定された操作規準により運転管理されるべきである。特に、主ポンプ場の降雨発生に先立つ予備放流運転は、クローンの雨水貯留機能の活用のために非常に重要である。又、一旦設定された施設操作規準は、運転状況とその効果を常に確認して、最適な規準に修正していく必要がある。

施設操作規準は以下の点について特に留意して作成することが肝要である。

- (1) あるボルダーに激しい降雨が発生しても、隣接する他ボルダーとの境界施設を適正に操作し、治水安全度を向上させる。
- (2) 東部郊外地域および周辺で洪水が発生した場合には、全域的な洪水を解消するような操作が望ましい。このためには、地域内外の情報を収集する必要がある。
- (3) グリーンベルト堤と主ポンプ場は約20km離れており、洪水の流下時間は14～16時間と推定される。従って両者の施設操作はこの流下時間を十分に考慮しなければならない。

7.5.2 水位予報

データの蓄積と、予測シミュレーションのソフトが開発されるまでの当面の間、予測水位は既往の観測降雨と水位の相関関係に基づいて行なう。

7.6 洪水管理センターの組織的位置付け

目下のところ、センターは、既存の緊急洪水防御委員会のProject designation sub-committee に位置付けられるべきものと考えられる。

現在バンコク及び周辺地域の洪水管理はDDS、及びRIDの両者が協調して行っており、両者は上記小委員会の主要構成メンバーでもあることによる。

表 7.2 主要機器と建設費

(Unit: Thousand yen)

	Item	Unit	Amount	Remarks
(1)	<u>MASTER STATION</u> 1. Host Computer 2. Man-Machine sub-system Color Copier, 70" projector Mimic Panel, TV Camera, VTR Desk, etc. 3. Communication sub-system 4. Application Soft Ware 5. Power Supply System 6. Cables	1 set 1 unit 1 unit 1 " 1 " 1 "	(325,900)	Without Back up machine
(2)	<u>OUT STATIONS</u> 1. OTU (STC-1000) 2. Cabinet 3. Water Level Gage 4. Rainfall Gage 5. OTU Soft Ware 6. Cable 7. Modification of Existing panel 8. DC Battery charger	15 sets 15 " 28 " 13 " 15 " 1 unit 1 " 15 "	(109,500)	
(3)	<u>OTHERS</u> 1. Master Station Installation 2. Sub-Master Installation 3. OTU Installation 4. Site Testing 5. Spare Parts 6. Test Equipments 7. OTU House 8. TOT Telephone Line 9. One year Maintenance 10. Operation Training		(190,200)	190,200
(4)	Total of Initial Cost		¥ 625,600	thousand yen 68 Million ¥
(5)	<u>Operation & Maintenance</u> 1. Salary of Operator 2. Operating Expense (TOT, EGAT, ETC) 3. Patrolling Expense 4. Office Work Expense	2 Memb. 1 " 1 " 1 "	(2 Million ¥/year)	

表 7.8 施設運転、操作規則 (例)

	Rainy Season (July-December)	Dry Season (January-June)
Regulator Gate of Green Belt Levee	<ul style="list-style-type: none"> • Closed as a general rule • Open with the direction of the center 	<ul style="list-style-type: none"> • Controlled to keep the maintenance water level in klong
Regulator Gate of 2nd Barrier	<ul style="list-style-type: none"> • Closed as a general rule • Opened with the direction of the center and the water level must be kept less than maintenance water level in klong 	<ul style="list-style-type: none"> • Controlled to keep the maintenance water level in klong
Gate between each polder	<ul style="list-style-type: none"> • Closed as a general rule • Opened with the direction of the center 	<ul style="list-style-type: none"> • Opened as a general rule • Controlled for klong flushing by the direction of the center
Gate at pumping station	<ul style="list-style-type: none"> • Opened when the condition of outer water level is lower than inner water level • Closed on other conditions • Closed in night as a general rule 	<ul style="list-style-type: none"> • Controlled to keep the maintenance water level in klong • Controlled for klong flushing by the direction of the center
Pumping Station	<ul style="list-style-type: none"> • Operated to keep the maintenance water level in klong polder 	<ul style="list-style-type: none"> • Operated to keep the maintenance water level in klong • Operated for klong flushing by the direction of the center

第8章 制度・組織・維持・管理

本章は、プロジェクト実施の為の組織・制度・維持・管理につき、分析及び勧告・提言を行ったものである。

8.1 総論

本章においては、フィジビリティ調査対象区域（260km²）における効率的、効果的なプロジェクト実施の為の全体的な組織体制の強化策を提案した。この強化策は、治水事業に関連する諸機関・組織を含む全体的な枠組みに関するものと個別の諸機関に関するものとに分類される。現在タイ国政府においてはアジア開発銀行の調査提案に基づき国家洪水対策機関（「バンコク洪水管理基金」）構想を軸とする制度的枠組及び事業全般の見直し業務を進めている。従って本稿においては原則として前者を所与の条件とし、後者のプロジェクト実施機関を中心として検討を行った。

本報告書で提案した内容は、以下の通りである。

1. 排水下水局（DDS）の体制強化
2. サブコミッティーの活性化
3. 洪水管理センターの設立

このためには、総計80名（その内、上・中級職員は36及至40名）の人員が最低必要であり、これ等に要する年間費用は、直接人件費・組織維持間接費用を含み、概算 450～ 630万バーツと推定される。

8.2 既存諸機関とその問題点

現在、バンコク首都圏及び周辺部の洪水対策事業に係る関連諸機関は、約50余の行政・機関体に及んでいる。即ち、

- 1) 内閣
- 2) 国家洪水対策委員会（及びその下部委員会）
- 3) 中央政府省庁（王立灌漑省－RID－等）
- 4) 地方公共団体
- 5) BMA部局（排水下水局－DDS－等）
- 6) その他

これら多数の関連諸機関にあって顕著な点は、明瞭な行政区分に基く責任分担体制（特にDDSとRIDの関係）の欠除、および総合的な治水対策事業の遅滞である。1983年秋の大洪水時に設立された国家洪水対策委員会は、緊急施策の実施等に

当り、大きな効果を挙げた。しかしながら非構造物に係るソフトな面での洪水対策が遅れている。本プロジェクト対象地域を含むバンコク首都圏及び周辺部における実質的な治水対策施行機関であるBMAは巨大な組織であるが、内務省の強力な統制をうけ自治体としての自立性に欠けている。そのため、硬直した、拙速な事務遂行を招いている。

8.3 勧告・提言

マスタープランで示した提案内容に基づき、本報告書では、次の項目について、次節以降に示すような具体的提案を行った。

- 1) DDSの体制・組織強化
- 2) サブコミティーの活性化
- 3) 洪水管理センターの設立

8.3.1 DDSの組織強化

本プロジェクトにおける施設の建設・維持・管理に携わる実施主体、及びその他のプロジェクトを含むバンコク首都圏洪水対策実施の主要な担い手であるDDSは、その機構・機能を積極的に強化することが必要である。現在のDDS業務に追加される本プロジェクトに係る業務を遂行するために、最低必要な人員及び予算額を以下に示した。なお提案される人数につき、実際の運営における10~20%程度の増員も、考え方としては妥当と思われる。

東京都江東治水事務所をモデルとして、マスタープランで提案した「東部郊外治水事務所」については、1) DDSを始め、同様の機能をもつ洪水対策関連諸機関が存在していること、2) アジア開発銀行の調査に基づき総合的な首都圏洪水対策事業構想が国家経済社会開発理事会(NESDB)を中心に検討されている現在、東部郊外地域のみを対象とする独立オフィスを設立することの行政コスト・タイミングの問題等の理由からこの報告書では却下することにした。

1) 機能・人員

建設段階(1988-1991)では、プロジェクト・マネージャー(1名)以下、総務(13名)、設計(10名)、建設管理(17名)の人員配置を提案する。一方、維持管理段階(1989-)では、監督・次長各1名以下、総務(3名)、保守・維持・管理(9名)の人員配備を提案する。上記各機能の内容は次の通りである。

- ① 総務：建設・維持管理段階共に各個別業務に係る諸事務取扱い、及び

外部関連機関・部署との連絡、調整。

- ② 設計：建設関連業務・水理分析及び設計監理・技術仕様書等の作成
- ③ 建設・管理：建設分野の施設機器類等の保守・維持・管理全般に係る事務。

2) 人員・予算

本プロジェクトに必要な仕事・事務量と既存DDSの職員による技術・行政能力水準等を検討した結果、最小でも55名（下級職員を含む）は必要である。予算的には人件費及び間接費概算ベース 260～380万パーツ（年間）程度が予想される。

8.3.2 サブコミッティーの活性化

1984年度以来、緊急洪水対策委員会及びその事務局（DDS）を中心とする緊急洪水対策事業は、BMA・RID等による建設事業を中心に着々と成果を挙げつつある。これに関連して、氾濫原管理を担当するサブコミッティー（周辺活動下部委員会）の活発な活動を図り、ハードと並ぶソフト面での洪水対策事業の充実・推進の為、同下部委員会専属の事務局を設立する。同事務局はあくまで上部機関である下部委員会の為の作業準備委員会的性格をもつ為、5名のスタッフを配置することを提案している。なお先行する「プロジェクト選定下部委員会」事務局としてのDDSの経験、能力、責任等々の事由から、提案される事務局チームにDDS幹部職員が兼任されることが好ましい。

1) 目 的

氾濫原管理を担当するサブコミティは、土地利用図（案）の作成、雨水貯留地の調査、洪水対策建設指針の作成、氾濫原監理に関するガイドライン作成など「非構造物に関する施策」の実質的運営主体となる。

2) スタッフ及び事務掌管

- ① 事務局長（1）－総括・対外接渉
- ② エンジニア（2）－氾濫原監理に係る管理・企画立案・計画・調整業務を局長と共にを行う。
- ③ 下級職員（2）－製図・運転の他、総務全般に係る日常的業務の遂行。

3) 業 務

- ① 氾濫原監理施策の立案及びその追跡調査
- ② 同施策の立案・実施等に係るコンサルティング業務要請
- ③ 関連諸機関との接渉、責任・業務調整

4) 予 算

直接人件費及び間接費ベースで40～50万バーツ（年間）程度が、予想される。

8.3.3 洪水管理センター

効率的かつ効果的な洪水管理システムの導入は本次プロジェクトの成功の鍵の一つである。この為、サブコミッティーに同センターを附設するべく、提案を行った。同センターはD D S内に設置されるべき旨の意見もある一方、センターの活動対象地域内における洪水関連諸機関との事務協力・調整、及び諸機関内の将来のデータの人手整備のための協力のやりやすさなどの理由からサブコミッティーに属するものとする。

なおセンター長及び次長についてはD D Sの既存の洪水情報センターとの関連等の理由により、当面D D S幹部職員が兼任することが望ましい。

1. 機能・事務

- ① 洪水管理
- ② 低水管理
- ③ 洪水情報管理
- ④ 水域環境管理

以上の諸管理機能を集中的に運営し、システム全体の効率的運営を図る為、同センターは以下の日常的業務を行う。

- ① 洪水情報の収集
- ② 情報解析、予測、洪水対策指令の発令
- ③ 治水・水質保全諸施設類操作マニュアルの準備
- ④ 広 報
- ⑤ クローン水質検査、情報管理
- ⑥ 対情報システム管理者・技術者研修

同センターは以下の活動を実施する5部から成り、この為、センター長を含め総計22名がその運営業務に当たる。

- ① 総 務 部
- ② 計 画 部：センター業務全体のシステムエンジニアリングの開発
- ③ 情報業務部：洪水管理情報・指令、公報
- ④ 調 査 部：データ、プロセス、解析等に係るシステム
エンジニアリング開発
- ⑤ 監 理 部：機器・施設の操作維持・管理

コンピューター機器類、維持管理、交換費用を除くセンター運営費用は概ね150～200万バツ（年間）程度である。

8.4 人員計画

第5章に提示した本プロジェクト実施計画に基づき、総員36及至40名が必要で、その年次別配置計画は次の通りである。

1) 第1年次(1987)

詳細設計開始に伴い、12名。下級職員を入れて20名配備。

2) 第2年次(1988)

建設初年次に当り、18名。下級職員を含め計38名を配備。

3) 第3年次(1989)

建設第2年次及び維持管理開始による業務拡大に伴い、予定必要人員80名のうち、18名、うち中級以上職員6名をこの年に配備。

4) 第4年次(1990)

残り4名を配備、人員配置は最終的にこの年次に完了する。

8.5 コンサルタント・サービス

本次プロジェクト遂行に係る一部業務のコンサルタントによる代行は、少なくとも立ち上がり一定時期、特定分野においてなされることはありうるものとし、以下、一応助案されるべき分野を紹介する。

1. 排水下水道局(DDS)及び氾濫原管理の実施に伴う上記機関の組織・行政・管理に係る部門。
2. 洪水管理センターの設立、運営に係る分野。

以上に鑑み、以下の業務に対するサービスが考えられる。

1. 財務・管理評価、計画
2. 業務遂行計画・監査
3. 財務(会計)報告
4. 公報
5. 洪水防御オペレーション・情報システム
6. ソフト・ハードに及ぶシステム・エンジニア

第9章 財務的検討

9.1 必要とする経費とその分担配分

9.1.1 事業費

バンコク市東部郊外地域都市排水対策事業の第1期計画（以下では“当該事業”と呼ぶ）を実施するために必要とする費用は、1985年価格で2,655百万バーツと算定した。

そのうち、47.5%に当たる1,261百万バーツは外貨分であり、残る52.5%に当たる1,394百万バーツは国内で調達される。

内貨分1,394百万バーツに関しては、中央政府とBMAが折半して負担するものとする。即ち、697百万バーツ（26.25%）をBMAの財源でまかない、同額の697百万バーツ（26.25%）を国庫から充当する。洪水防御事業の公的性格から中央政府の負担は当然の事と考える。

1987年から1991年までの5ヶ年にわたる事業実施期間において、BMAは年間11～236百万バーツを支出することになる。 (表9.1を参照)

表 9.1 事業費

(百万バーツ)

項目	合計	1987	1988	1989	1990	1991
事業費	2,655	46	825	825	805	154
外貨分	1,261	23	450	353	372	63
内貨分	1,394	23	375	472	433	91
内貨分の50%	697	11	188	236	217	45

外貨借款の貸付条件は、ソフトなものと仮定した。即ち、年利3.5%、償還期間30年、据置期間10年である。この利率は16%という現在の資本の機会費用と比べて遥かに低く、また、償還額は1985年価格で1,078百万バーツと算定されるので、借款額より15%少ないことになる。34年間における平均年間償還額は32百万バーツである。

9.1.2 維持管理更新費用

当該事業施設を維持管理するために、年間42百万パーツを必要とする。その上、洪水防御設備の更新費用として、15年毎に129百万パーツを必要とするものとした。

9.2 BMAの年次費用

内外貨分双方について価格の上昇を年次5%と仮定すると、表9.1は表9.2に変わることになる。

表 9.2 現在価格による事業費

項 目	合 計	(百万パーツ)				
		1987	1988	1989	1990	1991
事 業 費	3,242	51	955	1,003	1,027	206
外貨分	1,534	25	521	429	475	84
内貨分	1,708	26	434	574	552	122
内貨分の50%	854	13	217	287	276	61

上記の条件のもとで全償還期間にわたる年次費用は表9.3または図9.1に示す通りとなる。

ピーク年の1990年には1985年価格で290百万パーツが必要となる。34年の償還期間の終りまでにBMAは累計3,351百万パーツにのぼる費用を支払うことになる。そのうち697百万パーツ(20.8%)は資本費用、1,078百万パーツ(32.2%)は償還費用、そして1,576百万パーツ(47.0%)は維持管理更新費用である。

表 9.3 資本、償還及び維持管理更新のための年次費用

(Baht Million at 1985 prices)

Year	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
CPTL	11.0	188.0	236.0	217.0	45.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
RP.F	0.8	16.5	28.1	39.8	40.1	38.2	36.4	34.6	33.0	31.4
O/M/R	0.0	6.7	19.8	33.0	40.9	42.0	42.0	42.0	42.0	42.0
TTL	11.8	211.2	283.9	289.8	126.0	80.2	78.3	76.6	75.0	73.4
Year	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
CPTL	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
RP.F	30.6	42.9	51.3	59.4	57.4	53.4	49.8	46.4	43.1	40.1
O/M/R	42.0	42.0	42.0	42.0	42.0	42.0	171.0	42.0	42.0	42.0
TTL	72.6	84.9	93.2	101.4	99.3	95.4	220.8	88.3	85.1	82.1
Year	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
CPTL	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
RP.F	37.3	34.6	32.2	29.8	27.7	25.6	23.7	21.9	20.3	18.7
O/M/R	42.0	42.0	42.0	42.0	42.0	42.0	42.0	42.0	42.0	42.0
TTL	79.3	76.6	74.2	71.8	69.7	67.6	65.7	63.9	62.3	60.7
Year	2017	2018	2019	2020						
CPTL	0.0	0.0	0.0	0.0						
RP.F	17.0	10.4	5.5	0.8						
O/M/R	42.0	171.0	42.0	42.0						
TTL	59.0	181.4	47.5	42.8						

NOTE: CPTL=capital cost; RP.F=repayment cost on foreign loan; TTL=total

9.3 当該事業のBMAにおける相対的な位置

第6次5ヶ年計画期間において、BMAの自己資金でまかなわれるインフラストラクチャー関連事業費は、3.954百万バーツと推定される。

この3.954百万バーツの年次別部門別内訳は、表9.4及び図9.2に示されている。BMAの資本支出を予測するに当たって、同支出はBMA総予算の30%を占めるものと仮定した。第6次5ヶ年計画期間におけるインフラストラクチャー事業充当額は同期間における資本支出予測値の29.2%を占めている。

3.954百万バーツのうち、洪水防御事業費は1.602百万バーツで、40.5%に当たる。1.602百万バーツのうち、当該事業費は697百万バーツを占め、43.5%（資本支出の5.1%）に当たる。ピーク年の1989年にBMAは当該事業向けに236百万バーツを費すことになろう。それは同年における資本支出予測値の8.8%に相当する。

表 9.4 第6次5ヶ年計画におけるBMAの対基盤整備事業支出

(Baht million)

No.	Item	Code	1983	1984	1985	1986	Total	No.	Item	Code	6TH FIVE YEAR PLAN PERIOD					Total
											1987	1988	1989	1990	1991	
1.	Flood Protection							1.	Flood Control		176	174	62	15	-	427
									1) City Core Phase I		-	-	-	-	18	18
									2) City Core Phase II	(A)	11	188	236	217	45	697
									3) Eastern Suburban Phase I		44	28	41	162	185	460
									4) Others		231	390	339	394	248	1,602
		(B)	395	467	347	352	1,561		Sub-Total	(B)	426	497	455	364	258	2,000
2.	Land Use and Traffic		1,062	1,043	769	427	3,301	2.	Transportation		71	71	70	70	70	352
3.	Total (1.+2.)	(C)	1,457	1,510	1,116	779	4,862	3.	Housing	(C)	728	958	864	828	576	3,954
4.	Capital Expenditure of BMA	(D)	2,406	2,492	1,974	1,555	8,427	4.	Total (1.+2.+3.)	(D)	2,217	2,439	2,683	2,951	3,246	13,536
5.	(B)/(D)		16.4%	18.7%	17.6%	22.6%	18.5%	5.	Capital Expenditure of BMA		0.5%	7.7%	8.8%	7.4%	1.4%	5.1%
6.	(C)/(D)		60.5%	60.6%	56.5%	50.1%	57.7%	6.	(A)/(D)		10.4%	16.0%	12.6%	13.4%	7.6%	11.8%
								7.	(B)/(D)		32.8%	39.3%	32.2%	28.1%	17.7%	29.2%
								8.	(C)/(D)							

Note: Up to 1986=At current prices; From 1987=At 1985 prices

Source: Up to 1986=BMA Document; From 1987="BMR Study", Interim Report & JICA Estimation

9.4 BMA 歳入の分析と予測

前項で当該事業のインフラストラクチャー事業全体に占める相対的な位置、及び BMA の資本支出予算全体に占める相対的な位置を明らかにした。この項では、BMA 予算の特定部分を定量的に分析する。表 9.5 に 2 要因についての BMA 歳入増の予測値が示されている。それは 1987 年から 2000 年にかけて 700 百万パーツから 1,500 百万パーツの値をとっている。

表 9.5 BMA 歳入増の 2 要因

(百万パーツ)

年次	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
N. I C R	388	412	436	463	490	520	551
M B L Z	302	320	339	360	381	404	428
合計	690	732	775	823	871	924	979
BMA	7,390	8,120	8,942	9,836	10,820	11,902	13,092
	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
	584	619	656	696	737	782	828
	454	482	510	541	573	611	644
	1,038	1,101	1,166	1,237	1,310	1,393	1,472
	14,401	15,841	17,425	19,168	21,085	23,193	25,512

注：N. I C R = 自然増収分

M B L Z = 現行地方税の活性化による増収分

BMA = BMA 歳入合計 (他の増収分を含む)

9.4.1 BMA 歳入予算の分析

表 9.6 に示されているように 1985 年における BMA の歳入予算総額は、6,006 百万パーツである。そのうち、79.3% は固定収入であり、残る 20.7% は政府補助金となっている。税収は固定収入の 90.2% を占めており、従って、歳入予算総額の 71.5% を占めることになる。

税収は BMA 地方税と配賦税とから成立っており、それぞれの構成比は、19.2% 及び 80.8% である。歳入予算総額に占める割合は、それぞれ 13.7% 及び 57.8% である。配賦税は元来中央政府によって徴収される国税であり、その一部を BMA に移転するものである。本税は税収の大部分を占めると同時に、歳入予算総額の過半を占めている。

表 9.7に示すようにBMA地方税は、事実上家屋建物税と開発税という2つの税からなりたっている。また、配賦税は事業税と自動車税という2つの税からほぼ成立っている。事業税は最大の税収源であり、1985年において配賦税の63.4%を占めているだけでなく、税収総額の51.2%を占めている。資本調達及び費用回収のための資金は以上4税の中から充当することになる。

9.4.2 BMA歳入予算の予測

上記の2つの地方税は、現在効率的、効果的に実施されていないといわれている。このような状況を正すため、課税用の地図と台帳の作成を中心とした課税基盤整備が目下進められている。それは2年後に完了し、そのあかつきには地方税からの収入がすくなくとも30%増大するものと期待されている。バンコク市のGRDPは年率6%で成長するものと仮定した。従って、BMAの税収その他の収入の自然増加率も同率と仮定してよいであろう。これらにもとづいて表 9.5を作成した。

表 9.6 BMA年次予算 (1983-1985)

- 歳 入 -

(Baht million; %)

Item	1983		1984		1985	
1. Tax Revenue	3,266.00	69.8	3,732.00	58.8	4,294.10	71.5
(BMA Local Tax)	(656.50)	(14.0)	(721.50)	(11.4)	(824.50)	(13.7)
(Shared Taxes)	(2,609.50)	(59.8)	(3,010.50)	(47.4)	(3,469.60)	(57.8)
2. Fee for Licencing & Permits	100.17	2.1	105.93	1.7	119.53	2.0
3. BMA Property Revenue	183.31	3.9	224.69	3.5	255.65	4.3
4. Business Revenue	8.90	0.2	10.30	0.2	8.80	0.1
5. Others	197.25	4.2	84.42	1.3	84.88	1.4
Sub-Total	3,755.63	80.3	4,157.34	65.5	4,762.96	79.3
6. Central Government Subsidy	921.20	19.7	2,189.13	34.5	1,243.07	20.7
Total	4,676.83	100.0	6,346.47	100.0	6,006.03	100.0

Source: BMA Document

表 9.7 BMA年次予算 (1983-1985)

- 税収の内訳 -

(Baht million; %)

Item	1983		1984		1985	
1. BMA Local Tax	656.50	20.1	721.50	19.3	824.50	19.2
(House and Buildings Tax)	(585.85)	(17.9)	(560.00)	(15.0)	(660.00)	(15.4)
(Development Tax)	(103.83)	(3.2)	(110.00)	(2.9)	(110.00)	(2.6)
(Other Taxes)	(33.18)	(1.0)	(51.50)	(1.4)	(54.50)	(1.2)
2. Shared Tax	2,609.50	79.9	3,010.50	80.7	3,469.60	80.8
(Business Tax)	(1,454.81)	(44.5)	(1,925.00)	(51.6)	(2,200.00)	(51.2)
(Vehicle Tax)	(887.81)	(27.2)	(866.00)	(23.2)	(1,026.10)	(23.9)
(Other Taxes)	(266.88)	(8.2)	(219.50)	(5.9)	(243.50)	(5.7)
Total	3,266.00	(100.0)	3,732.00	(100.0)	4,294.10	(100.0)

Source: BMA Document

9.5 資本の調達と費用の回収

1987年から1991年にわたる5ヶ年の工事実施期間中に必要とする資本費用、償還費用及び維持管理費用を賄うためには、税金の自然増収分及び現行地方税活性化による増収分の4分の1を充当すればよい。1992年以降の償還費用及び維持管理更新費用を回収するためには、現行地方税活性化による増収分の6分1（1992年～2006年）ないし9分1（2007年～2020年）を割当てることになる。その結果は表9.8または図9.3に示すと通りである。

34ヶ年の償還期間における資本償還及び維持管理更新の諸費用の累積額は3,351百万バーツと算定される。それは、年々増加するBMA歳入の一部を使うことによって賄えることが明らかにされた。

第6次5ヶ年計画が終了するまでは、当該事業の公的性格（受益者を特定することが困難）に鑑みて、洪水対策事業は世銀の「BMR（バンコク首都圏域）調査」報告書で予見しているように、公的資金で手当てすることになろう。（事業実施後は受益者が事業便益を目の当りに確認できるので、その際は受益者課税は可能なものとなろう。）

併しながら第6次5ヶ年計画後においては、洪水対策事業への支出がますます大規模になることが予期されるので、受益者に対する新税等の導入が不可欠となろう。即ち、東部郊外地域排水対策事業の第Ⅱ、第Ⅲ期の資金手当てに当っては、マスタープラン調査報告書で述べたようにデベロッパー付加金及び都市計画税を創立することが必要となる。

表 9.8 資本の調達と費用の回収

(at 1985 prices) (Baht million)

Year	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
RQRD	11.8	211.2	283.9	289.9	126.0	80.2	78.3	76.6	75.0	73.4
N.ICR	97.1	102.9	109.1	115.7	122.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
MBLZ	75.5	80.0	84.8	89.9	95.3	67.4	71.4	75.7	80.2	85.0
TTL	172.6	183.0	193.3	205.6	217.9	67.4	71.4	75.7	80.2	85.0
BLNC	+160.8	-28.2	-89.9	-84.2	+91.9	-12.8	-6.8	-0.9	+5.2	+11.6
CM BLNC	+160.8	+132.6	+42.6	-41.5	+50.3	+37.5	+30.6	+29.7	+34.9	+46.5

Year	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
RQRD	72.6	84.9	93.2	101.4	99.3	95.4	220.8	88.3	85.1	82.1
N.ICR	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
MBLZ	90.1	95.6	101.3	107.4	107.4	107.4	107.4	107.4	107.4	107.4
TTL	90.1	95.6	101.3	107.4	107.4	107.4	107.4	107.4	107.4	107.4
BLNC	+17.5	+10.7	+8.1	+6.0	+8.1	+12.0	-113.4	+19.1	+22.3	+25.3
CM BLNC	+64.1	+74.7	+82.8	+88.8	+96.9	+108.8	-4.5	+14.5	+36.7	+62.0

Year	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
RQRD	79.3	76.6	74.2	71.8	69.7	67.6	65.7	63.9	62.3	60.7
N.ICR	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
MBLZ	71.6	71.6	71.6	71.6	71.6	71.6	71.6	71.6	71.6	71.6
TTL	71.6	71.6	71.6	71.6	71.6	71.6	71.6	71.6	71.6	71.6
BLNC	-7.7	-5.0	-2.6	-0.2	+1.9	+4.0	+5.9	+7.7	+9.3	+10.9
CM BLNC	+54.3	+49.3	+46.6	+46.4	+48.3	+52.3	+58.1	+65.8	+75.1	+86.0

Year	2017	2018	2019	2020
RQRD	59.0	181.4	47.5	42.8
N.ICR	0.0	0.0	0.0	0.0
MBLZ	71.6	71.6	71.6	71.6
TTL	71.6	71.6	71.6	71.6
BLNC	+12.6	-109.8	+24.1	+28.8
CM BLNC	+98.5	-11.2	+12.8	+41.6

NOTE: RQRD=required costs; N.ICR=natural increase of BMA revenue; MBLZ=revenue to be newly generated by mobilization of existing local taxes; TTL=total; BLNC=balance (=TTL-RQRD); CM BLNC=cumulative balance

9.6 当該事業実施のすすめ

当該事業を実施すべきか否かの最終判定は経済評価の結果に委ねられる。併しながら、ここでは当該事業を実施することの有利性を財務の立場から論じたい。

既に見たように、事業費 2,655百万パーツのうち 1,261百万パーツ (47.5%) を外国借款によって手当てする。同借款の貸付条件は年利率 3.5%に見るようにソフトなものと想定しているが、この利率は資本の機会費用 (16%) より遥かに低いだけでなく、予測される物価上昇率 (5%) よりも低いものである。それが何を意味するかと言えば、当該事業の外資分に対する収益率が資本の機会費用を遥かに下回ったとしても何ら支障がないというものであり、更に、償還額 (1,078百万パーツ) が実質的に借款額を下回るということである。BMAが自己資金で賄う資本費用 (698百万パーツ) や維持管理費用 (年間42百万パーツ) を含む内貨分については、BMAの税収が今後引き続き強力な伸びを示すものと予測されるので、当該事業への年々の支出額は年と共に負担感が少くなるであろう。

以上は、当該事業早期実現を指示する強固な根拠を提供するものである。

第10章 経済評価

10.1 経済費用

当該事業の経済評価を行うために、事業費を経済費用に変換する必要がある。そのために、移転収支（税、関税及び補助金）の部分を事業費から除かなければならない。事業費 2,655百万バーツのうち、移転収支総額は 159百万バーツと算定された。従って、事業実施のための経済費用は 2,496百万バーツである。その結果、当該事業の変換率（コンバージョン・ファクター）は94.0%となる。

年々の維持管理費用は、42百万バーツという額になる。事業の耐用期間中に、設備のうちのいくつかは経済的耐用年数に達し、更新の必要が生ずる。それらは、ポンプ、ゲート及び洪水管理センターの電子機器を始めとする機器類である。総額 129百万バーツにのぼるそれら設備は、15年に1度更新されるものと仮定した。

10.2 経済便益

洪水防御排水事業の経済便益は、洪水防御措置をとることによってもたらされる被害の削減に由来する。同被害とは、住宅、家庭用品、商工業施設及び公共施設に対する物理的な被害、商工業及び社会活動の中断あるいは停止、予防費、医療費などである。

被害は、「年平均洪水被害」という概念を用いて算定し、以下のように定義される。

$$\bar{D} = \int_{F_0}^{\infty} P_r (F) \cdot D (F, F_0, S, L_s) \cdot dF$$

- 但し、
- D : 洪水被害額
 - \bar{D} : 年平均洪水被害額
 - F : 降雨量
 - F₀ : 洪水防御施設能力
 - S : 被害要因（例：人口）
 - L_s : 地盤沈下
 - P_r (F) : Fの確率密度函数

年次経済便益は、「事業を行わない」場合の年次洪水被害額から「事業を行った」場合の年次洪水被害額を差引いて算定する。算定結果は次の通りである。

- (1) 1985年 : 254百万パーツ
- (2) 2000年 : 632百万パーツ

10.3 経済評価

10.3.1 一般

或る事業の経済的実行可能性（フィージビリティ）を評価するに当って、3つの指標がある。それらは純現在価値（NPW）、便益費用比（B/C）及び経済内部収益率（EIRR）であり、相互に関連している。

当該事業のNPWとB/Cを求めるには、40年の耐用期間にわたって年々の便益と費用を現在の資本の機会費用（16%前後）で割引けばよい。NPWはそのようにして割引かれた累積便益と累積費用との差額であり、B/Cは両者の比である。

同時に、累積便益と累積費用を等しくするような割引率を計算して、EIRRを決定する。

或る事業が経済的に実行可能（フィージブル）であるためには、NPWが0よりも大、もしくはB/Cが1よりも大、もしくはEIRRが資本の機会費用より大である必要がある。

10.3.2 経済評価

40年の耐用期間を通じての便益と費用の流れは、表10.2に、また、経済分析の結果は、表10.1に示されている。NPWの数値は0を上回り、B/Cの数値は境界値1より24%大である。EIRRの数値は資本の機会費用を4.2パーセント越えている。経済指標のこれらの数字は、当該事業が安全且つ高いレベルで経済的に成立することを明示している。

マスタープランで計画した全体プロジェクトでNPW、B/C及びEIRRの数値は、それぞれ1,009百万パーツ、1.5及び26.5%であった。全体プロジェクトの第1期分である当該プロジェクトが優先プロジェクトとしての性格をもっているながら、全プロジェクトより評価数値が低いのは、全体プロジェクトの数値には、緊急対策のもとで建設された最も効果的なポンプ場、水門及び堤防が算入されているからである。

感度分析の結果、便益が10%減少し、同時に費用が10%増大すると仮定しても、尚且つ、EIRRは16.2%を確保し、経済的実行可能性のボーダーラインを凌駕することが判明した。

表10.1 NPW, B/C及びIRR

(Unit of NPW: Baht million)

Item	NPW	B/C
Value	425	1.24

COMPUTATION OF IRR

DF=discount factor; CM BNFT=cumulative benefit;
 CM COST=cumulative cost; CM CSFL=cumulative
 cash flow

(Baht million)

DF	CM BNFT	CM COST	CM CSFL
1	17,954	3,895	14,059
2	14,590	3,553	11,037
3	12,005	3,275	8,729
4	9,997	3,046	6,950
5	8,420	2,855	5,565
6	7,167	2,691	4,475
7	6,162	2,551	3,611
8	5,346	2,427	2,919
9	4,679	2,318	2,360
10	4,126	2,220	1,905
11	3,665	2,132	1,533
12	3,277	2,052	1,225
13	2,948	1,978	969
14	2,666	1,910	756
15	2,424	1,847	576
16	2,213	1,788	425
17	2,029	1,732	297
18	1,868	1,680	187
19	1,725	1,631	94
20	1,599	1,585	14
21	1,486	1,540	-53

IRR = 20.2

表10.2 経済便益及び事業費のフロー

BNFIT=benefit; COST=cost; CSFL=cash flow (=BNFT-COST);
 CM BNFT=cumulative benefit; CM COST=cumulative cost;
 CM CSFL=cumulative cash flow

(Baht million)

Year	BNFT	COST	CSFL	CM BNFT	CM COST	CM CSFL
1987	0	39	-39	0	39	-39
1988	108	786	-678	108	825	-717
1989	226	795	-569	334	1,621	-1,286
1990	358	789	-430	693	2,410	-1,717
1991	405	185	219	1,098	2,596	-1,497
1992	430	42	388	1,529	2,638	-1,109
1993	455	42	413	1,984	2,680	-695
1994	481	42	439	2,465	2,722	-256
1995	506	42	464	2,972	2,764	207
1996	531	42	489	3,503	2,806	697
1997	556	42	514	4,060	2,848	1,212
1998	581	42	539	4,642	2,890	1,751
1999	607	42	565	5,249	2,932	2,317
2000	632	42	590	5,881	2,974	2,907
2001	632	42	590	6,514	3,016	3,497
2002	632	42	590	7,146	3,058	4,088
2003	632	171	461	7,778	3,229	4,549
2004	632	42	590	8,411	3,271	5,139
2005	632	42	590	9,043	3,313	5,730
2006	632	42	590	9,675	3,355	6,320
2007	632	42	590	10,308	3,397	6,910
2008	632	42	590	10,940	3,439	7,501
2009	632	42	590	11,572	3,481	8,091
2010	632	42	590	12,205	3,523	8,681
2011	632	42	590	12,837	3,565	9,272
2012	632	42	590	13,470	3,607	9,862
2013	632	42	590	14,102	3,649	10,452
2014	632	42	590	14,734	3,691	11,043
2015	632	42	590	15,367	3,733	11,633
2016	632	42	590	15,999	3,775	12,224
2017	632	42	590	16,631	3,817	12,814
2018	632	171	461	17,264	3,988	13,275
2019	632	42	590	17,896	4,030	13,866
2020	632	42	590	18,528	4,072	14,456
2021	632	42	590	19,161	4,114	15,046
2022	632	42	590	19,793	4,156	15,637
2023	632	42	590	20,425	4,198	16,227
2024	632	42	590	21,058	4,240	16,817
2025	632	42	590	21,690	4,282	17,408
2026	692	42	650	22,382	4,324	18,058

第11章 正当化と提言

11.1 正当化

当該事業は経済的に実行可能（フィージブル）であることが証明された。即ち、同事業は国民経済の観点から見て、40年の耐用期間中に事業実施及び維持管理のための費用より充分大きな便益を発生させるものと判定される。

当該事業の実行可能性（フィージビリティ）を判定する観点は他にもいくつかある。

11.1.1 技術的財務的側面

技術的には、当該事業の実施を妨げる問題ないし困難は存在しない。

財務的には、事業費の 2,655百万パーツの約半分を対外ソフト・ローンで賄い、BMA自己負担分としての事業費の約4分の1に当たる 697百万パーツはBMA資本支出予測値の20分の1を占め、そして、資本、維持管理更新及び償還の諸費用を含む年次費用は、5ヶ年の事業実施期間中においてはBMA年次予算予測値の50分の1、実施後は100分の1以下である、ということが明らかにされている。つまり、当該事業は財務的負担に耐えることができ、実行可能（フィージブル）であるということが証明された。

11.1.2 社会的政治的側面

社会経済的には、当該事業を実施することによって市民の心理的な重荷や緊張が解消され、生活がし易くなり、環境美が高まり、人口と産業が誘引され、土地の価値が高まり、経済が発展するであろう。

政治的には、上記の全ての便益が輻輳作用して、民衆の関係当局に対する信望と支持を増大させるであろう。

11.1.3 結 論

上記の諸側面を別にしても、洪水から守られるということはシビル・ミニマムとして現代市民の生活の権利ないし要件であろう。

結論として、当該事業の実施は考えられるあらゆる角度から正当化され、従ってここに強くこの実施を提案するものである。

11.2 提 言

当該事業を1988年より計画通り工事着手するためには、財務調達や実施設計等の事前準備作業を出来るだけ早々に実施する必要がある。通常、外貨のローン実行には関係政府間の接渉開始から約2ヶ年を要する。

また、当該事業の施設建設・維持・管理等の実施主体となるDDSは、その機構・機能を積極的に強化することが必要である。さらに、氾濫原管理の充実・推進のため、洪水対策委員会の下部組織（Sub-Committee for Supporting Activities）の活性化が必要である。

調査地域は低平地に位置し、クローンや排水渠は極めて緩勾配で排水が困難な地域である。従って、建設される諸施設が効率的に運営されることが、対象地域の洪水防御・排水対策の前提となる。このためには、洪水管理センターを設置し、氾濫原管理を提案に従って実施することが必要である。

FIGURES

