

タイ国バンコク市都市排水対策計画調査
マスタープラン
報告書

昭和60年3月

国際協力事業団

開二

CR(5)

85-024

JICA LIBRARY



1030788[2]

タイ国バンコク市都市排水対策計画調査
マスタープラン
報告書

昭和60年3月

国際協力事業団

国際協力事業団

受入 月日	'85. 4. 17	122
登録No.	11364	618
		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お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58年度実施した予備調査の結果に基づき、引続きマスタープラン調査を実施することとし、昭和59年5月から昭和60年3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。

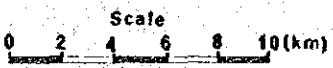
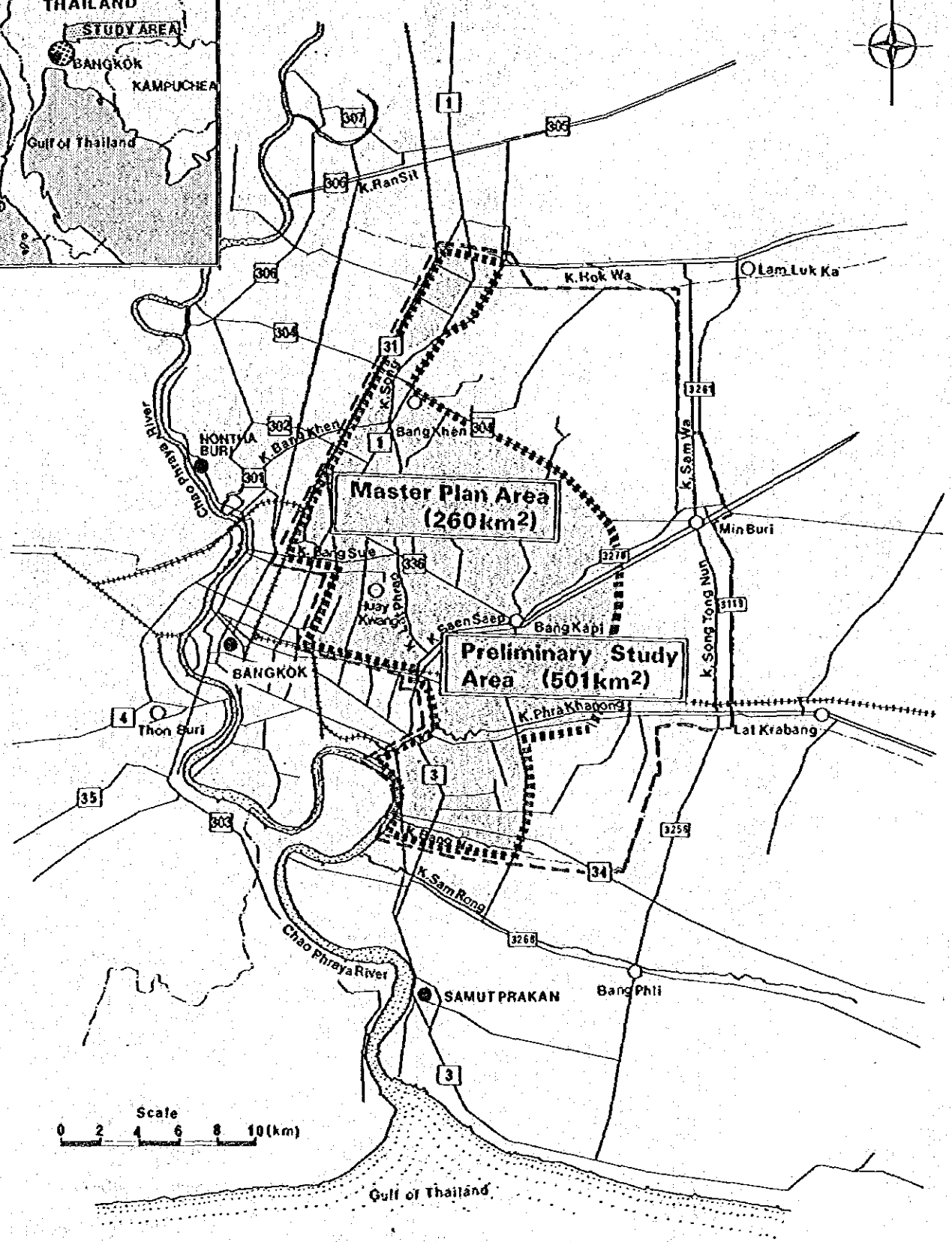
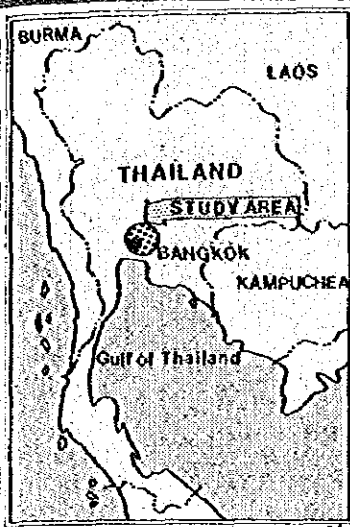
本報告書が本プロジェクトの実施の促進に寄与し、ひいては日本・タイ両国の友好親善を深める一助となるならば、これにまさる喜びはない。

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60年 3 月

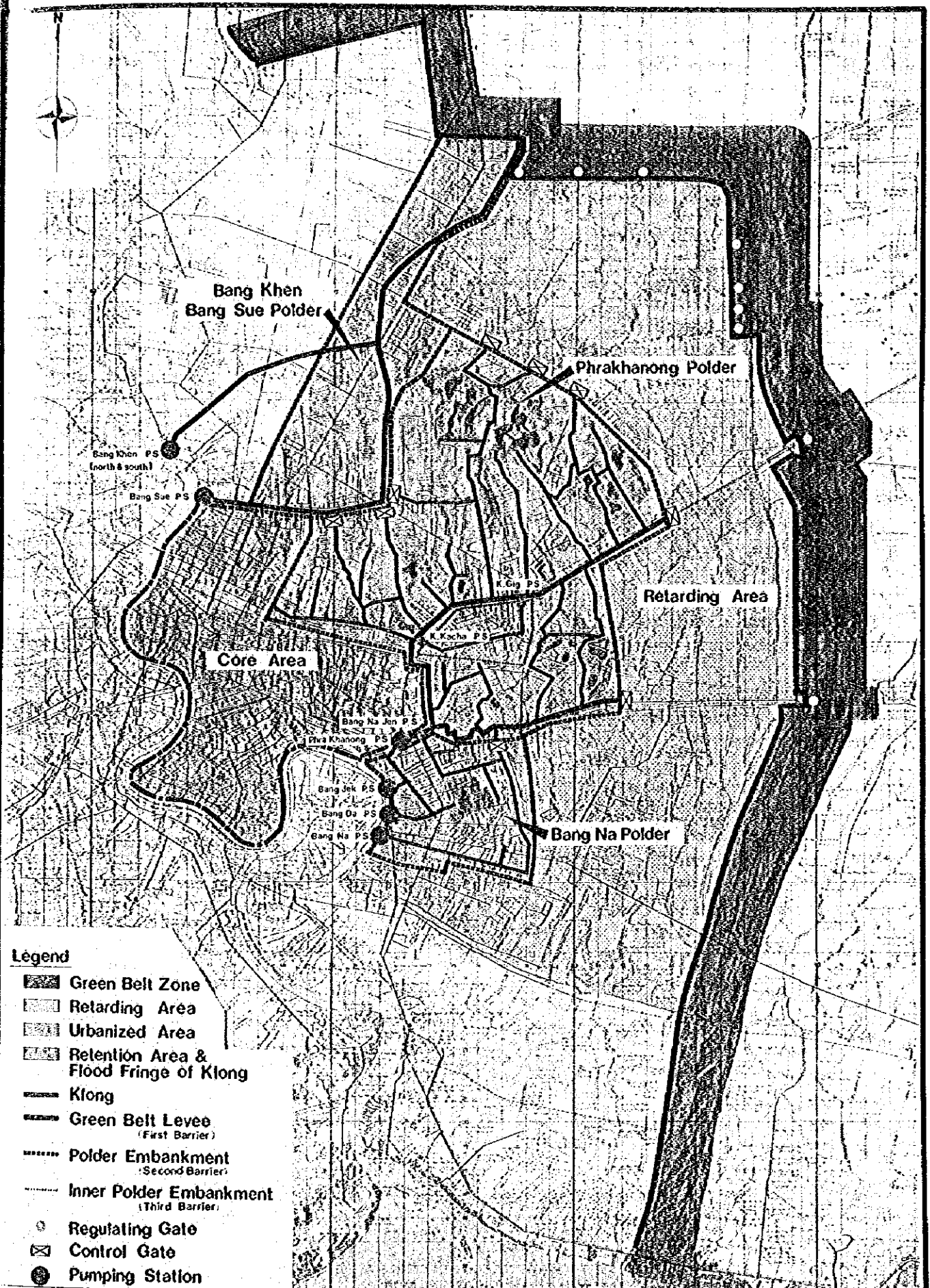
国際協力事業団

総裁 有田 圭 輔



マスタープラン調査対象地域

MASTER PLAN ON FLOOD PROTECTION/DRAINAGE PROJECT IN EASTERN SUBURBAN-BANGKOK



洪水防御・排水システム概念図

MASTER PLAN ON FLOOD PROTECTION/DRAINAGE PROJECT IN EASTERN SUBURBAN-BANGKOK

要約

要 約

1. 概 要

この報告書は、タイ国政府の要請に基づき、バンコク東部郊外地域における洪水防
御・排水対策のマスタープランを作成したものの成果である。初年度（1983年度）に
おいて予備調査を行い、次年度（1984年度）にマスタープラン調査を行った。予備調
査では、東部郊外地域（501Km²）を対象として、2000年を目標とした総合治水対策
（洪水防御・排水対策）の基礎検討を行い、マスタープランの対象地域（260Km²）を
選定した。この結果に基づき、本マスタープランでは、同地域を対象とした総合治水
対策を策定した。

2. 調査の背景と必要性

タイ国の首都バンコクは、チャオプラヤ川のデルタ地帯にあり、昔から洪水に悩ま
されてきた。なかでもバンコク東部郊外地域の浸水被害は、急激な都市化と地盤沈下
の進行により増大してきた。1983年には、バンコクを含むチャオプラヤデルタは未曾
有の洪水に襲われたが、なかでもマスタープラン地域の洪水は激しく、その被害額は
35億バーツ（350億円）に達した。このため、タイ国政府は堤防、ポンプ、クローン
（水路）改修等を主とした緊急洪水対策事業を実施した。その結果、現時点において
1983年洪水と同じ降雨があっても、浸水被害は3分の1程度に軽減されるようになっ
た。

しかしながら、今後も引き続きおこる東部郊外地域の急激な都市化（図1）と地盤沈下
の進行（図2）により、浸水被害は年々増大することは確実である。緊急洪水対策事
業が実施されたにもかかわらず、1983年と同量の雨が降れば、2000年における浸水被
害額は1984年価格で70億バーツ（700億円）になるものと、本調査では推定している。
このため、本マスタープランでは2000年の地盤状況、都市化を予測した上で最も効果
的な総合治水対策を立案した。

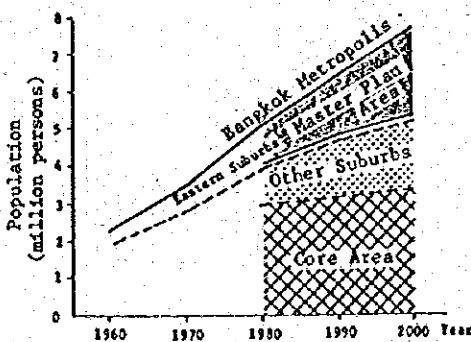


図1 人口の増加

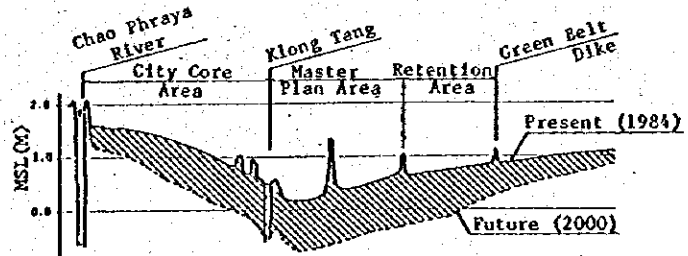


図2 地盤沈下の進行

3. 総合治水対策

日本を含め、諸外国の最近の例をみると、都市の治水対策は、治水施設（洪水防御・排水施設）の整備と氾濫原管理の両方から行う必要があることが判明している。氾濫原管理の実施により、経済的効率的な治水施設の計画が可能となり、市街地の浸水被害を減少させることができ、さらに新規開発地の被害を減少することができる（図3）。この基本的な考え方は、マスタープラン地域のみならず、バンコク中心部、トンブリ地区、サムットプラカン県等、チャオプラヤデルタに共通である。

浸水被害を減少させる対策としては、図4に示すものがあるが、これらを考慮して、洪水防御・排水施設と氾濫原管理を提案した。

3.1 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。すなわち輪中堤で周辺地域及びチャオプラヤ川の外水を防ぎ、輪中に降った雨は排水施設で外部へ排水する。予備調査地域は、緊急洪水対策事業（1984）の実施により、予備調査で提案したように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。2000年までに市街化の進むマスタープラン地域を更に守るため、同地域を予備調査地域と分離するボルダーを形成することを提案した（図5）。

道路網・クローン網・地形等を考慮して、マスタープラン地域を Bang Khen-Bang Sue、Phra Khanong、Bang Na の3ボルダーに分割した。チャオプラヤ川ぞいの主ポンプ場とそれに続く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が緩和される。一方、中小クローン、排水管、副ポンプ場を整備すれば、整備した地域の浸水が軽減される（図6）。

検討の結果、提案した施設は下表に示すとおりである。幹線排水管については、マスタープラン地域全体に整備することが望ましいが、2000年までの事業としては投資効果の観点から優先度の高い地区 80Km²の 110kmに押えた。

・堤防	6.2km
・水門	55ヶ所
・ポンプ場および水門	
主ポンプ場	7ヶ所（200m ³ /sec）
副ポンプ場	3ヶ所（18m ³ /sec）
・クローン（水路）改修	
大クローン	25.5km
中小クローン	107.5km
・幹線排水管	110 km

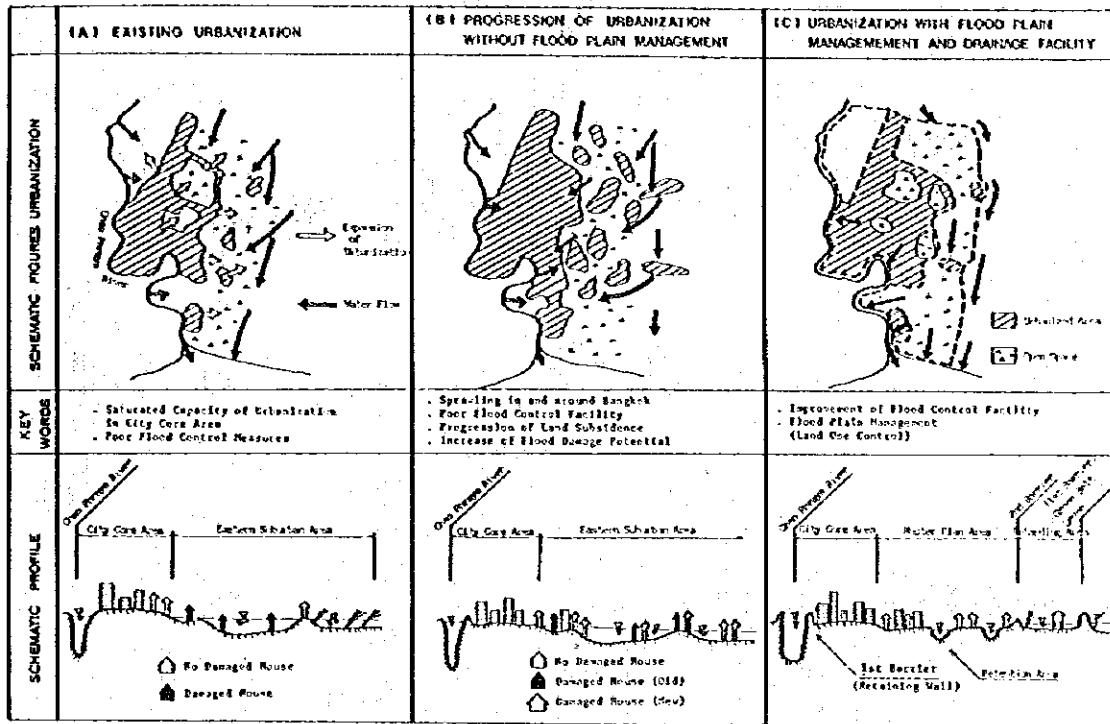


図 3. 浸水被害軽減のための総合治水対策概念図

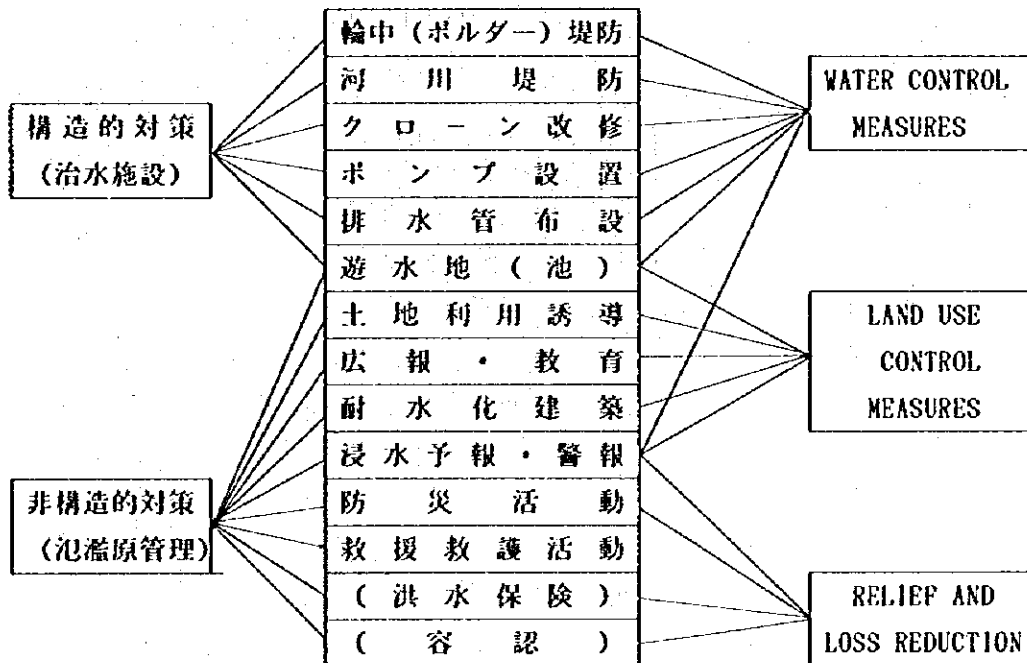


図 4. 洪水防御・排水対策

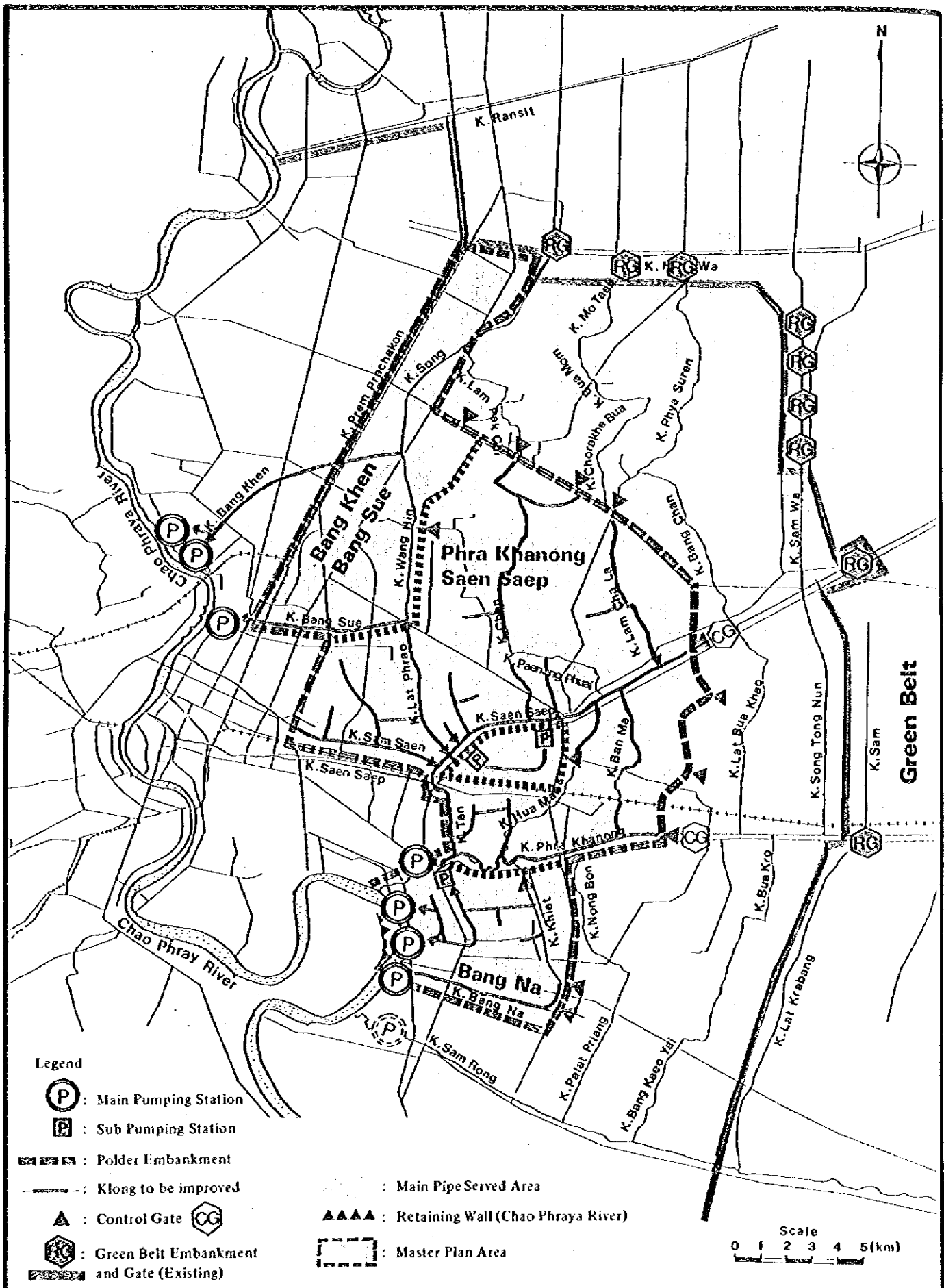


図 5.

全体事業計画施設一般図

MASTER PLAN ON FLOOD PROTECTION/DRAINAGE PROJECT IN EASTERN SUBURBAN-BANGKOK

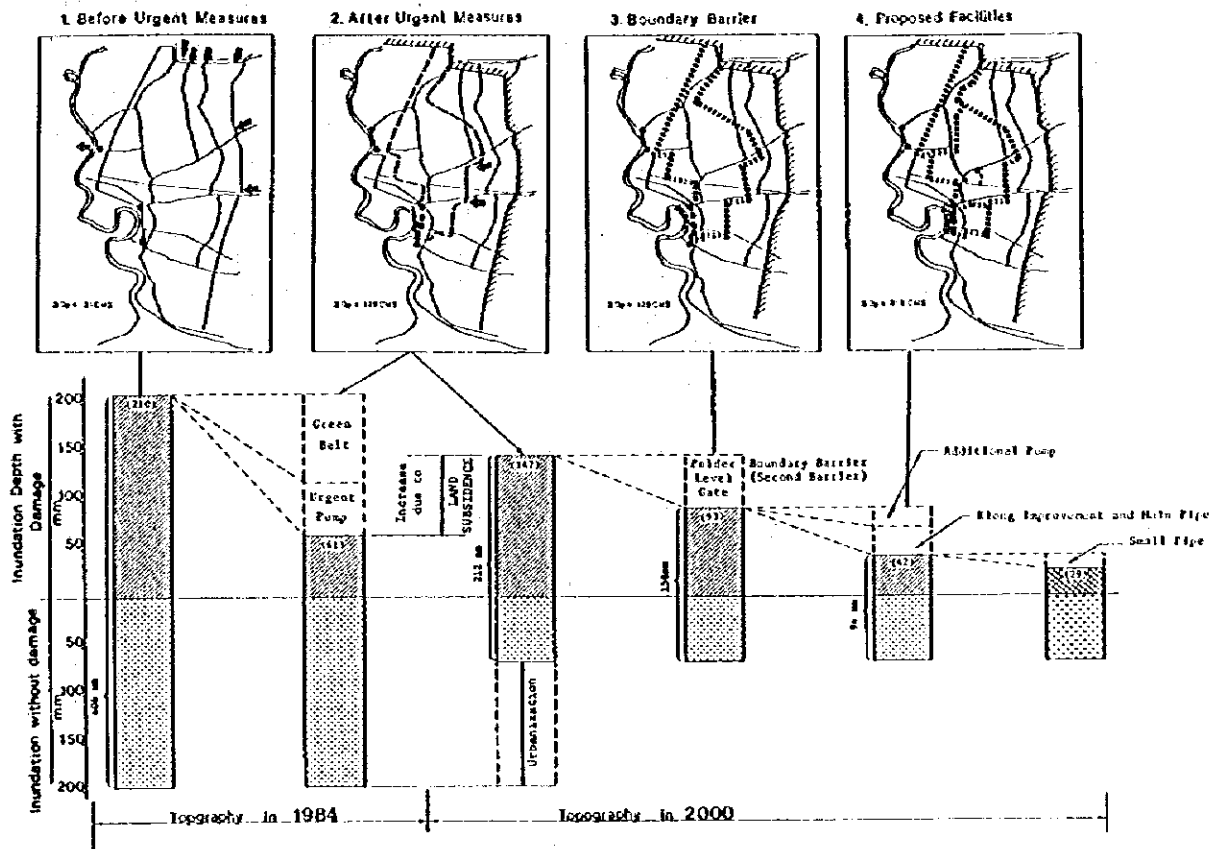


図 6. 計画施設による水理効果

3.2 氾濫原管理

氾濫原管理の基本的な考えは、浸水をうけやすい地域に資産をふやさないことである。1980年から2000年にかけて新たに必要となる市街地面積 82Km²は、浸水をうけやすい地域でなく、浸水しにくい地域に誘導することが望ましい(図7)。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、ついで、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。

過去におけるバンコクの市街化の傾向から、2000年におけるマスタープラン地域の市街地面積は1980年より82 Km²増え216Km²になると算定した。この結果残りの 44Km²は、雨水貯溜地域として利用できることを推定した。マスタープランでは、この雨水貯溜地域(同貯留量1100万m³)を設けることを前提として、総合的な治水対策を立案したのである。

計画の対象降雨より大きな降雨があった場合には、大きな被害が発生することが予想される。このため、洪水時の緊急対策は事前に準備しておく必要がある。また、治水施設の運営あるいは防災活動の円滑な遂行のためには、住民の代表を含めた洪水対策協議会の設置や洪水予報警報システムの確立が急がれる。また、各住民による建物の耐水化や予防施設等の対策を奨励しなければならない。

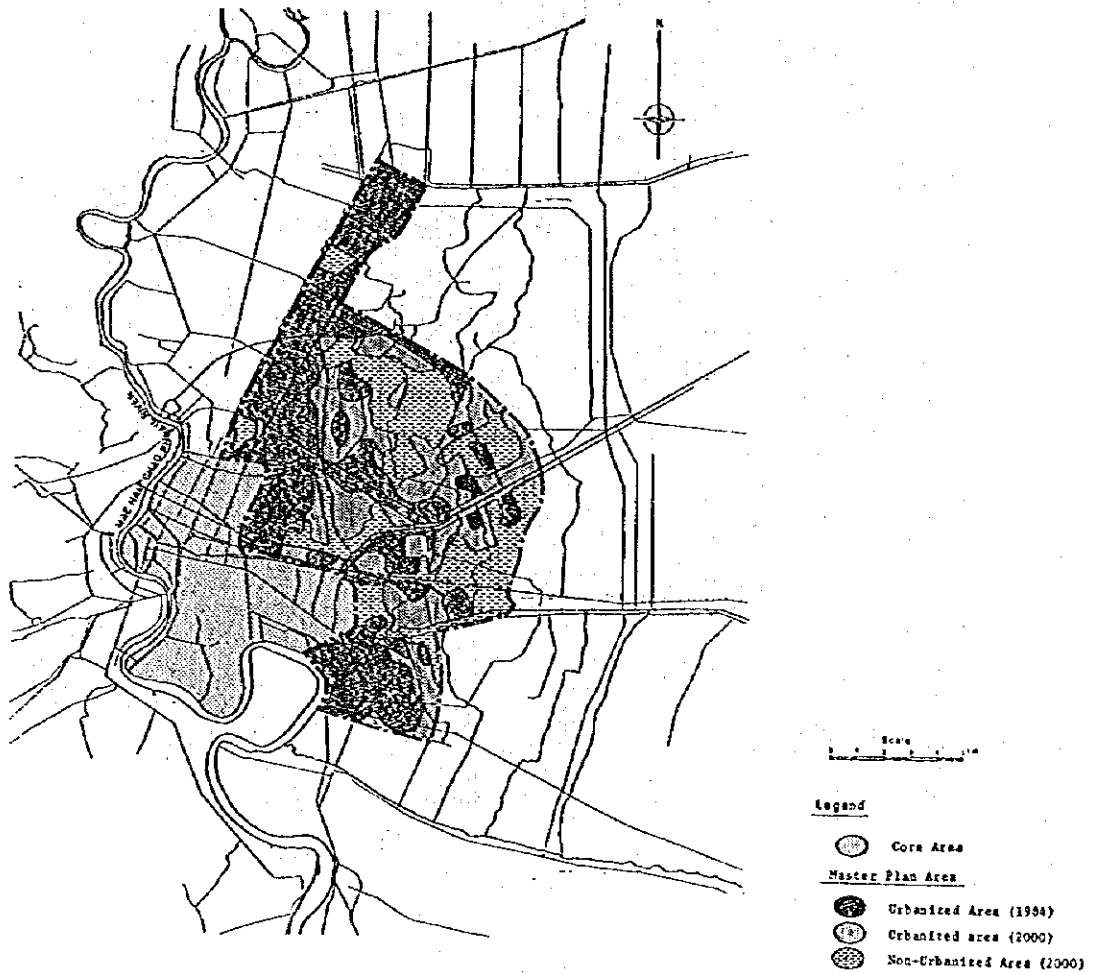


図 7. 将来の市街地と遊水地

4. 事業費と便益

目標年（2000年）までの事業費は、62.8億パーツ（628億円）である。
 提案した施設を整備し、氾濫原管理を実施すれば、2000年における年平均洪水被害額 27億パーツ（270億円）は 2億パーツ（20億円）に減少する。また、費用便益比及び内部経済収益率はそれぞれ 1.5、26.5%である。

5. 事業実施計画

財務負担の円滑化を図るため及び先行投資を避けるため、事業は都市化の進展に応じて、段階的に進めていくことが望ましい。
 また、事業実施は、国家経済社会開発計画と一致することが望ましい。工事開始前の準備として、フィージビリティ・スタディ、実施設計、借入準備は2ヶ年で実施することが可能と思われるので、工事は1987年に開始されるものとした。したがって、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）にほぼ一致する1987年～1991年となる。

図 8は提案した事業実施計画であり、図 9はこのうちの第1期事業実施計画の施設図である。図 6に示したように、堤防、水門、主ポンプ場、大クローンを整備すれば、マスタープラン地域全体の浸水が緩和されるので、これらの施設は早い段階で施行する。一方、各地域ごとの浸水を軽減する副ポンプ場、中小クローン、幹線排水管の整備は、地域の浸水状況に応じて整備を進めていく。




計画期		第1期 (1987～1991)	第2期 (1992～1996)	第3期 (1997～2000)
総事業費	単位 (百万バーツ)	 2,560	 1,830	 1,830
堤防	6.2km	6.2km	—	—
ポンプ場 (水門を含む)	総容量218 ^m /s	5ヶ所 <ul style="list-style-type: none"> • Kacha (6^m/s) • Gig (3^m/s) • Bang Na Chine(9^m/s) • Bang Sue(14^m/s) • Bang Na (6^m/s) 	1ヶ所 <ul style="list-style-type: none"> • Phra Khanong (90^m/s) 	5ヶ所 <ul style="list-style-type: none"> • Bang Khen North & South(15^m/s) • Bang Sue(36^m/s) • Jek (6^m/s) • Bang Oa (18^m/s) • Bang Na (15^m/s)
水門	55ヶ所	4ヶ所	26ヶ所	25ヶ所
大クローン 改修	25.5km	16.5km	9.0km	—
中小クローン 改修	107.5km	52.3km	26.9km	23.3km
幹線排水管 整備	延長 110km	30km	40km	40km
	面積 80Km ²	(21Km ²)	(29Km ²)	(30Km ²)
浸水予報警報システム (コントロールセンター)		1式	—	—

図 8. 事業実施計画

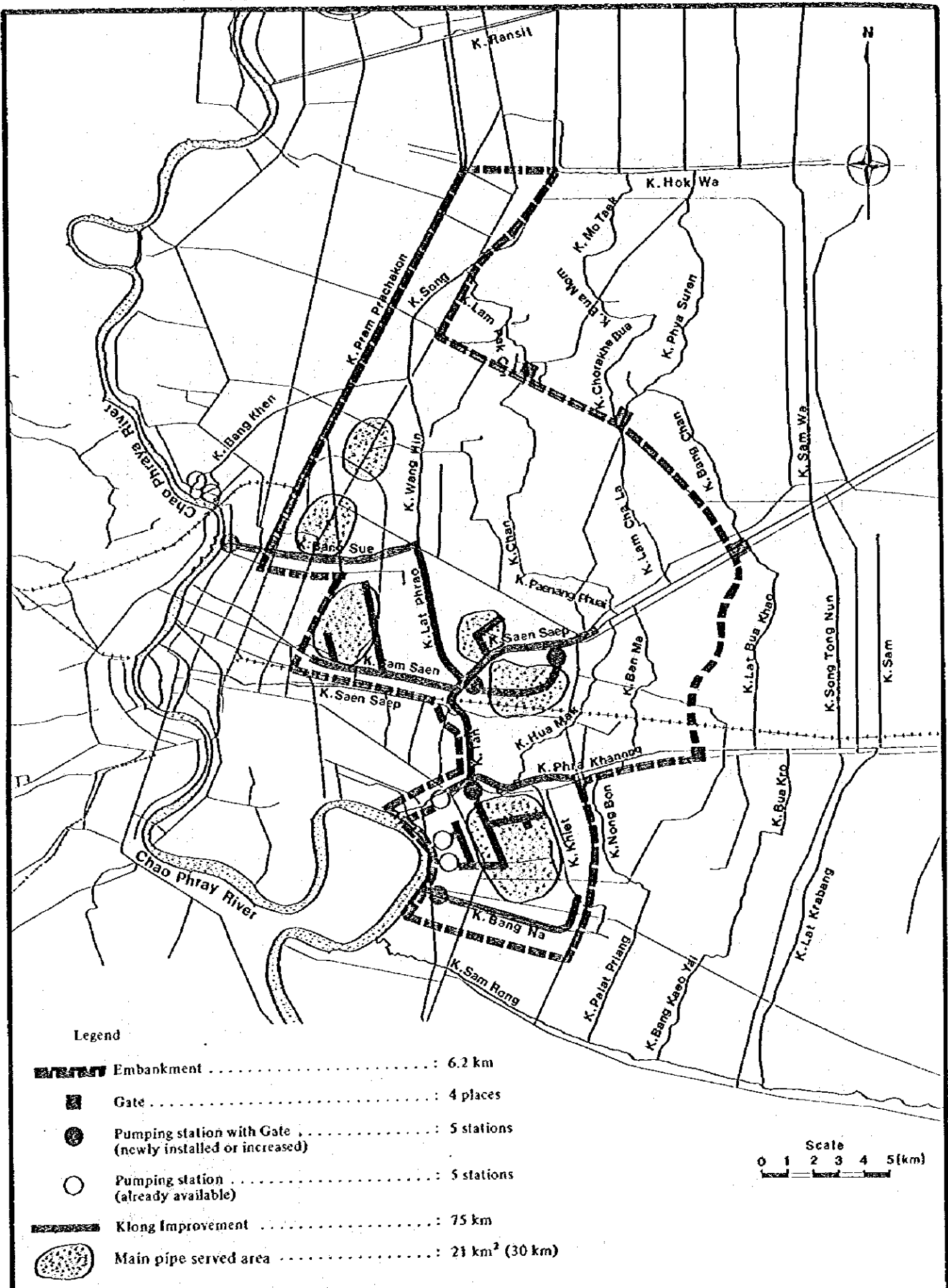


図 9.

第 1 期事業計画施設一般図

MASTER PLAN ON FLOOD PROTECTION/DRAINAGE PROJECT IN EASTERN SUBURBAN-BANGKOK

6. 財務計画

2000年までの事業費（約63億バーツ； 628億円）を次のように分担する。

外国からの借款	25 億バーツ（ 40 %）
中央政府補助金	19 億バーツ（ 30 %）
B M A 予 算	19 億バーツ（ 30 %）
合 計	63 億バーツ（ 100%）

借入金の返済と施設の維持管理費はBMA（バンコク首都圏庁）が負担する。

BMAの予算からの支出を捻出するため、次のような対策を提案した（図10参照）。

- a) 地方税の増税（第1期）
- b) 新規家屋に対する賦課税の創設（第2期）
- c) 都市計画税の創設（第3期）

7. 組 織

提案した総合治水対策を実現していくため、現在の緊急洪水対策委員会の機能を持った恒久的な国家機関の設立を提案した。

このためには、緊急洪水対策委員会の下にある幹事会は主として治水施設を担当しているが、これを恒久化するとともに、氾濫原管理を担当する幹事会を設立することを提案した。

8. フィージビリティ・スタディへの提言

第1期事業実施に向けて、フィージビリティ・スタディを行うことを提言する。第1期事業に含まれる事業（図9に示す）は、マスタープラン地域全体の浸水を軽減する施設（堤防、水門、主ポンプ場、大クローン）と、浸水の激しい地域の浸水を軽減する施設（副ポンプ場、中小クローン、幹線排水管）である。

おわりに、投資した事業の効果は、タイ国政府およびBMAの行政努力、特に適切な土地利用誘導及び財源の確保があってはじめて発揮されることを強調しておきたい。

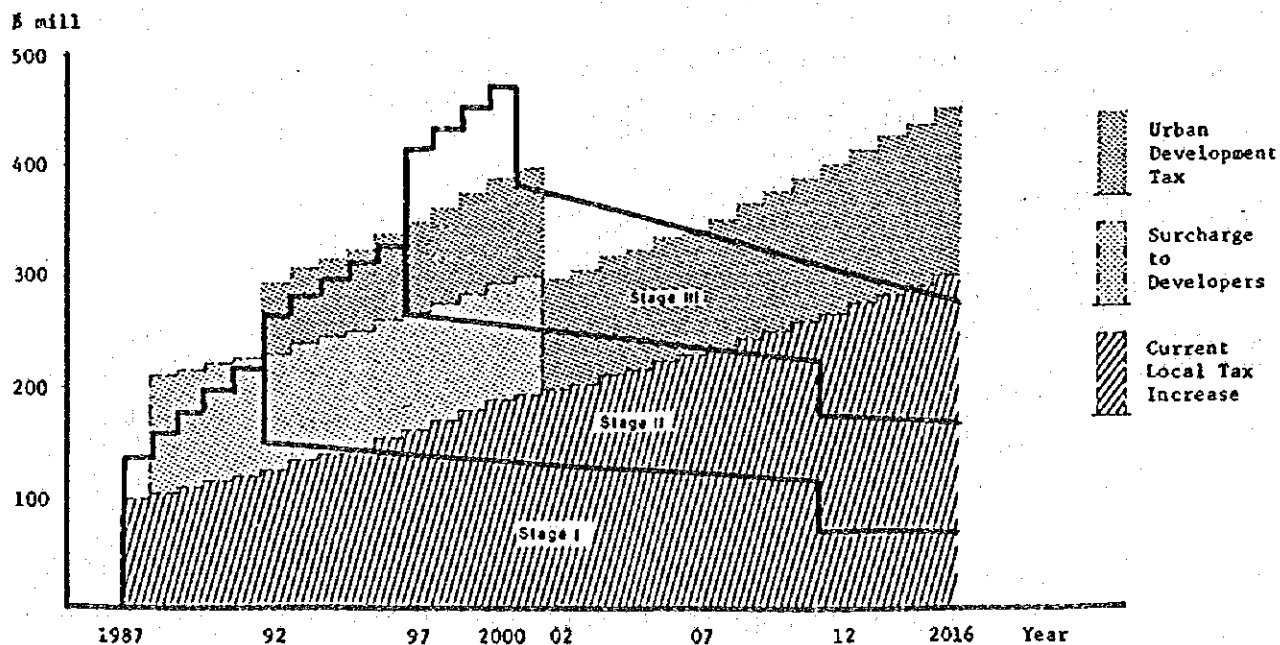
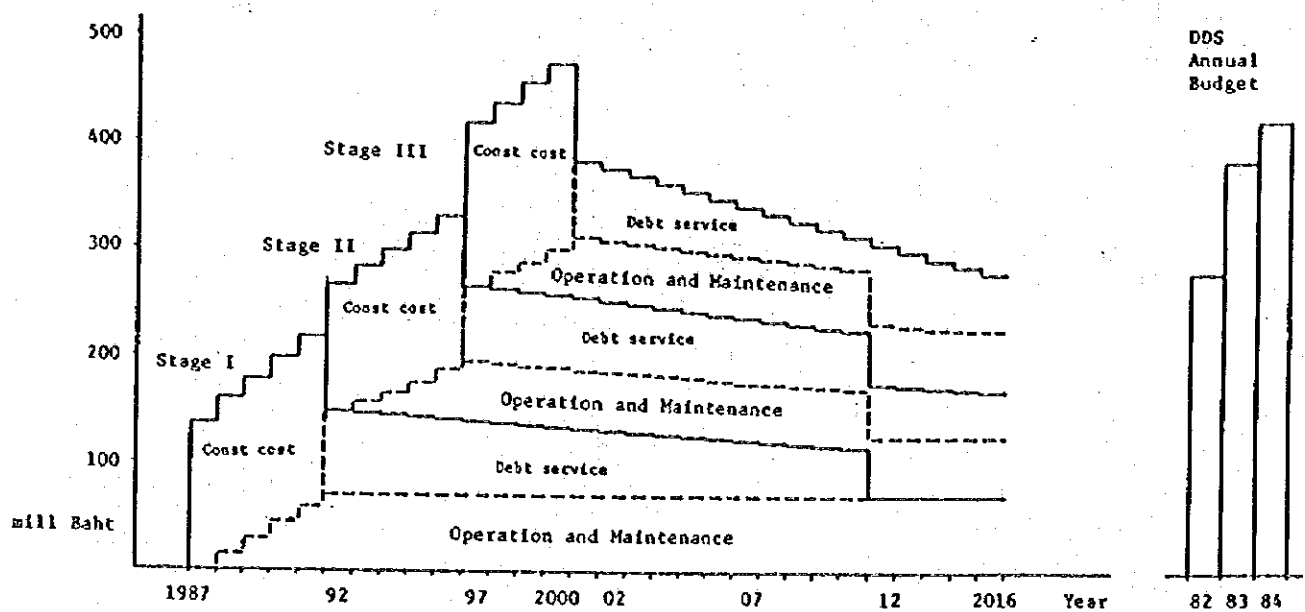


図10 BMA の事業費及び財源計画

本 編

タイ国バンコク市都市排水対策計画調査（マスタープラン）

報 告 書

目 次

	頁
目 次	i
図面目次	v
表 目 次	viii
第 1 章 序 論	
1.1 調査の背景と必要性	1-1
1.2 調査の目的	1-2
1.3 調査の実施	1-2
第 2 章 マスタープラン地域の現況	
2.1 自然環境	2-1
2.1.1 地 形	2-1
2.1.2 地 質	2-2
2.1.3 気 象	2-2
2.1.4 水 文	2-2
2.2 社会環境	2-4
2.2.1 人口・土地利用	2-4
2.2.2 経済概況	2-5
2.2.3 交通・輸送	2-6
2.3 水 利 用	2-6
2.3.1 水 道	2-6
2.3.2 かんがい	2-7
2.3.3 水 質	2-7
第 3 章 洪水の実態と関連計画	
3.1 洪水被害	3-1
3.2 1983年洪水状況	3-1
3.3 洪水と浸水被害の原因	3-1
3.4 関連計画と事業	3-2
3.4.1 各地域の排水改善に関する事業	3-2
3.4.2 チャオブラヤ川の水位低下に関する計画	3-4

3.4.3	地盤沈下の抑制に関する事業	3-4
3.4.4	その他の関連計画	3-4
第 4 章 既存の洪水防御・排水施設		
4.1	1983年以前の洪水防御・排水施設	4-1
4.2	既存水路	4-1
4.3	緊急洪水対策事業	4-2
4.3.1	1984年事業	4-2
4.3.2	1985年(その1)事業	4-2
4.4	1984年事業の評価	4-4
第 5 章 将来人口および土地利用		
5.1	現 況	5-1
5.1.1	過去の市街化傾向	5-1
5.1.2	人口と土地利用	5-1
5.1.3	関連計画	5-2
5.2	将来土地利用	5-3
5.2.1	人口予測	5-3
5.2.2	必要な市街地面積	5-3
5.2.3	土地利用計画	5-4
第 6 章 洪水防御・排水対策の基本方針		
6.1	総合治水対策の必要性	6-1
6.2	洪水防御・排水施設	6-2
6.2.1	ポルダーシステムの代替案	6-2
6.2.2	マスタープラン地域内のポルダー分け	6-2
6.2.3	排水先の検討	6-3
6.3	氾濫原管理	6-5
6.3.1	土地利用	6-5
6.3.2	マスタープラン地域内の遊水地	6-5
6.3.3	宅地の盛土	6-5
第 7 章 施設計画		
7.1	計画条件	7-1
7.1.1	自然条件	7-1

7.1.2	計画水文基準	7-2
7.2	洪水防御施設	7-4
7.2.1	洪水防御堤防（ボルダ－堤防）	7-4
7.2.2	水門	7-4
7.3	排水施設	7-6
7.3.1	排水区	7-6
7.3.2	水理解析方法及び手順	7-6
7.3.3	水理解析結果	7-7
7.3.4	排水施設規模	7-8
7.4	提案する施設	7-10
7.4.1	施設の水利効果	7-10
7.4.2	幹線排水管整備地域	7-11
第 8 章 氾濫原管理		
8.1	総説	8-1
8.2	浸水予想地域の設定および公表	8-1
8.3	適正な土地利用の誘導	8-2
8.4	建物等の耐水化の奨励	8-2
8.5	浸水予報警報システムの設置	8-3
8.6	緊急防災活動	8-3
8.7	総合治水対策協議会の設置	8-3
第 9 章 事業費と事業実施計画		
9.1	基礎単価	9-1
9.2	建設費	9-2
9.3	維持管理費	9-3
9.4	事業実施計画	9-3
9.4.1	考慮すべき要因	9-3
9.4.2	事業実施計画の策定	9-4
第 10 章 組織と運営		
10.1	バンコク首都圏庁(BMA)及び排水下水道局(DDS)	10-1
10.2	洪水対策に関する他省庁との協力、調整	10-1
10.3	組織面に関する提言	10-2
10.3.1	氾濫原管理	10-2

10.3.2 プロジェクトの実施（建設）段階の組織	10-3
10.4 管理及び運営	10-3

第11章 財務の検討及び経済評価

11.1 財務の検討	11-1
11.1.1 BMA 及びDDS の収入と支出	11-1
11.1.2 財政計画	11-1
11.1.3 BMA の財源増強の可能性	11-3
11.1.4 プロジェクトの収支	11-4
11.1.5 結 論	11-5
11.2 経済評価	11-9
11.2.1 経済的費用の推定	11-9
11.2.2 2000年における洪水被害額の予測	11-9
11.2.3 便益の算出	11-10
11.2.4 経済分析	11-10
11.2.5 プロジェクトの評価	11-11
11.2.6 フィージビリティスタディへの提言	11-11

図 面 目 次

第 2 章

図 2.1	マスタープラン調査対象地域	1
図 2.2	現況地盤高図(1984年)	2
図 2.3	地盤沈下の進行	3
図 2.4	将来地盤高図(2000年)	4
図 2.5	バンコクの一般気象	5
図 2.6	チャオプラヤ川の水位	6
図 2.7	チャオプラヤ川流域の堤防及び灌漑用排水路網	7

第 3 章

図 3.1	浸水実績図(バンコク首都圏, 1983年)	9
図 3.2	浸水実績図(マスタープラン地域, 1983年)	10
図 3.3	関連計画(内水排除計画)	11
図 3.4	関連計画(チャオプラヤ川放水路計画)	12
図 3.5	関連計画(表流水転用広域水道整備計画)	13

第 4 章

図 4.1	洪水防御・排水対策システムの現状(1983年, 緊急洪水対策以前)	15
図 4.2	クローンの現況流下能力	16
図 4.3	緊急洪水対策施設(1984年)の概要	17
図 4.4	緊急洪水対策施設の水理的効果 — (1) (Basin 3の水位)	18
図 4.5	緊急洪水対策施設の水理的効果 — (2) (水位, 期間, 深さ)	19
図 4.6	緊急洪水対策施設の水理的効果 — (3) (貯留高)	20
図 4.7	主クローンの水位低下とBang Na 地区の浸水(緊急洪水対策後)	21

第 5 章

図 5.1	市街化区域の拡大	23
図 5.2	将来(2000年)の推定人口	24
図 5.3	将来(2000年)の土地利用計画	25

第 6 章

図 6.1	総合治水対策概念図	27
図 6.2	洪水防御・排水対策	28
図 6.3	輪申方式による洪水防御計画代替案	29

図 6.4	洪水防御・排水計画概念図	30
図 6.5	輪中内の内水排除排出先に関する代替案	31
図 6.6	浸水危険度を考慮した土地利用計画	32
第 7 章		
図 7.1	盛土を考慮した市街地推定地盤高 (2000年)	33
図 7.2	計画排水区	34
図 7.3	計画施設 (堤防及び水門)	35
図 7.4	遊水地及びクローンの雨水貯留量とポンプ排水量の関係	36
図 7.5	クローンの推算最大流量	37
図 7.6	計画施設 (ポンプ場)	38
図 7.7	計画施設 (クローン)	39
図 7.8	主クローンの改修計画 (Saen Saep, Tan クローン)	40
図 7.9	主クローンの改修計画 (Phra Khanong クローン)	41
図 7.10	全体事業計画施設一般図	42
図 7.11	計画施設による水理的効果	43
第 8 章		
図 8.1	1983年浸水実績図	45
図 8.2	1984年浸水実績図	46
図 8.3	緊急洪水対策施設による浸水未解消地区の推定 (1984年地形)	47
図 8.4	緊急洪水対策施設による浸水未解消地区の推定 (2000年地形)	48
図 8.5	水文情報収集システム	49
第 9 章		
図 9.1	評点法によるメッシュ別幹線排水管整備優先度	51
図 9.2	事業実施計画	52
図 9.3	第 1 期事業計画施設一般図	53
第 10 章		
図 10.1	現在の BMA 及び DDS の組織図	55
図 10.2	BMA の行政区区域図	56
図 10.3	緊急洪水対策委員会の組織図	57
図 10.4	国家洪水対策協議会の提案組織図	58
図 10.5	DDS の提案組織図	59

第11章

図11.1	BMA の負担する事業費.....	61
図11.2	事業計画に対するBMA の財源検討.....	62
図11.3	確率降雨規模と被害額.....	63

表 目 次

表 2.1	マスタープラン地域の地盤高と面積	2-1
表 2.2	月平均降雨量(1951-1982年)	2-3
表 2.3	既往最大1日及び3日雨量(マスタープラン地域)	2-3
表 2.4	確率1日及び3日雨量(マスタープラン地域)	2-3
表 2.5	降雨強度と継続時間	2-3
表 2.6	潮位(Fort Phrachulo 地点)	2-4
表 2.7	バンコク及びマスタープラン地域の過去の人口動態	2-5
表 2.8	バンコク及びマスタープラン地域の1980年の市街化面積	2-5
表 2.9	マスタープラン地域の商工業事業所数	2-6
表 4.1	マスタープラン地域のクローン概要	4-1
表 4.2	緊急洪水対策事業(1984年)	4-3
表 5.1	マスタープラン地域の用途別面積(1980年)	5-2
表 5.2	バンコク及びマスタープラン地域の人口	5-3
表 5.3	マスタープラン地域の用途別面積(2000年)	5-3
表 7.1	土地利用区別流出係数	7-2
表 7.2	クローンの維持水位	7-3
表 7.3	新設洪水防御堤の内訳	7-4
表 7.4	ポンプ場に併設する排水水門	7-5
表 7.5	ホルダー堤(内陸部)に設ける流入遮断水門	7-5
表 7.6	排水区の規模	7-6
表 7.7	クローン及び遊水地の必要貯留量	7-7
表 7.8	ポンプ場の計画容量規模	7-8
表 7.9	クローン改修延長一覧表	7-9
表 7.10	洪水防御、排水施設規模	7-10
表 9.1	建設作業員単価	9-1
表 9.2	基礎工種単価	9-2
表 9.3	建設費	9-3
表 9.4	事業実施計画	9-5

表 9.5(1) 各期の事業内容	9-6
表 9.5(2) 各期の事業内容	9-7
表10.1 国及び実施機関レベル毎の施設及び行政指導による洪水対策活動	10-2
表10.2 東部郊外排水事務所職員数試算	10-4
表11.1 BMA の年予算(1982-1984)	11-6
表11.2 DDS の年予算(1982-1984)	11-6
表11.3 資金繰表	11-7
表11.4 BMA の資金収支計画表	11-8
表11.5 経済評価	11-10

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、流域面積16万平方キロを擁する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季の洪水被害を防ぐ一方、住居周辺の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、近年の急速な都市化の進展は、人口増加とおりからのモータリゼーションによる交通手段の変化を伴い、住民の行動範囲を広げるとともに元来排水不良の土地にまで定住を促し、個人的、社会的資産が蓄積されてきた。このため、バンコクにおける洪水による被害は増大しつつある。

このため、都市部の人口集中が顕著となってきた1960年代から、各種の洪水対策計画が立案されたが、中でも米国のコンサルタントCamp Dresser & McKee(CDM)が、1968作成したプラン(CDMプランと称す)は、バンコクの当時の市域を対象とし(本プロジェクトのマスタープラン地域の大半も含む)、タイ国政府の承認されたものとなっている。

当時、洪水対策の一環として、チャオプラヤ川の上流に、Bhumipolダム及びSirikit ダムが建設され、これにより、ひどい洪水からバンコクは守られるものと思われていた。しかし、1970年代に入っても、たびたび深刻な洪水に襲われた。これは急速な都市化に、排水施設の整備が追いつかず、又多量の地下水の汲み上げが、地盤沈下を発生させたことに起因している。1980年の洪水は2ヶ月以上も続いた。

このような状況に対処するため、タイ国政府は、数多くの対策計画を立案中である。即ち、チャオプラヤ川に於けるダム建設、ショートカット、放水路、地下水汲み上げの禁止、表流水による給水事業、排水施設の改良等の計画である。特にバンコク首都圏に対して、タイ国政府は将来の健全な都市の発展に対応するための抜本的な都市排水対策計画を策定し、これを第6次国家経済社会開発計画(1986年10月より1991年9月)で実施することが急務であると判断した。

このため、タイ国政府は、日本国政府に対して、バンコク首都圏(東部)郊外地域の洪水防衛・排水対策のマスタープランを策定することを目的とする調査の要請をしてきた。

日本政府は、その要請を受けて、予備調査、マスタープランの作成を実施することとした。その業務内容は、1982年11月、バンコック首都圏庁(BMA)とJICAの間で合意決定された。

予備調査は、1983年5月から1984年3月にわたり実施され、バンコク東部郊外(501Kmf)について、施設の整備と氾濫原の管理よりなる洪水防御排水対策の基本概念を樹立し、マスタープランの対象地域260Kmfを選定した。マスタープラン作成は、1984年5月から1985年3月にわたり実施した。

1.2 調査の目的

調査は、対象地域(260Kmf)に対して、快適で健康的な都市生活環境の拡充のために、適切な洪水防御排水プロジェクトの計画立案を目的とした。本プロジェクトは、長期間の事業運営の観点から、目標年を西暦2000年とし、国家の経済社会の進展の趨勢と適合することを目途とした。

又、他の関連計画やプロジェクト、即ち、都市計画局(DTCP)作成の“首都圏都市計画案”、CDM作成の“バンコク洪水対策排水プロジェクトのマスタープラン”との整合性を持たせた。

1.3 調査の実施

調査は、JICAの選定した日本のコンサルタント(調査団)とBMA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、調査団のアドバイザーとなり、技術的な問題は、DDSの監理委員会で決定された。

1) JICA監理委員会

福井経一(委員長)	建設省
加藤昭	建設省
堂々功	日本下水道事業団
石川忠男	岡山県
吉川勝秀	建設省
大迫健一	東京都
関洋一(業務調整)	国際協力事業団

2) DDS 監理委員会

Mr. Anuchit
Mr. Somchit
Mr. Mana
Mr. Nikom
Mr. Piroom
Mr. Pitool
Mr. Thongchai
Dr. Ksemsan
Mr. Thammanat

Project Director
Assistant Director
Committee Member
"
Committee Member
"
"
Secretary
Assistant Secretary

3) JICA調査団

深川三郎
百瀬和文
大塚彦六
徳升敏昭
本間重彦
大下利憲
妹崎大次郎
萩原充道
奥津幸雄
藤井宏毅
山根敬生
田中秀和

団 長
排水計画
排水計画
水理・水文
排水施設
排水施設
維持管理
浸水被害
測 量
都市計画
組織、財務
費用便益、財務

4) DDS カウンターパート

Dr. Ksemsan
Mr. Teeradej
Mr. Thongchai
Mr. Thammanat
Mr. Changton
Mr. Prasert
Mr. Vichai
Miss Angsana
Mr. Praving
Mr. Sompop
Mr. Atorn

団 長
カウンターパート
"
"
"
"
"
"
"
"
"

第2章 マスタープラン地域の現況

2.1 自然環境

2.1.1 地 形

マスタープラン地域(260K㎡)は、図2.1に示す通り、バンコク市街地の東部郊外のチャオプラヤ川デルタにある。元来、この地域は、平坦でかつ標高が非常に低く、全地域の大部分がチャオプラヤ川の高水位以下で、排水状況の悪い地域である。今回実施した測量結果によると、図2.2、表2.1に示す通り、マスタープラン地域北西部の標高は1~2mと高いが、それ以外の地区は標高1m以下で、最も低い地区は0mである。本地域内の市街地は、浸水被害を極力避けるため周辺地盤より0.5m~1.0m高く盛土されており、宅地最低地盤高は標高0.5m程度である。

一方、チャオプラヤ川の高水位は、平均海面上約1.9mに達する。従って、もし、洪水防御施設としての堤防および水門がない場合には、本地域は洪水時に全面的に浸水する危険地帯である。

さらに1965年以降の急激な都市化に伴う地下水汲み上げにより、年間5cm~10cmの割合で地盤沈下が進行し、洪水被害の危険を助長している。地盤沈下を防ぐため、地下水を表流水に転換する計画(3.4.3参照)が進められているが、この計画が達成されても2000年までには70cmから100cmの沈下が進むものとみられる(図2.3)。この結果、マスタープラン地域の地盤高は、平均海面高以下になるものと想定される(図2.4)。

表 2.1 マスタープラン地域の地盤高と面積

現 況 (1984年)		将 来 (2000年)	
標 高	面積(K㎡)	標 高	面積(K㎡)
+1.0 ^m 以上	129	0.0 ^m 以上	114
+0.5~+1.0 ^m	102	- 0.5~ 0.0 ^m	113
+0.5 ^m 以下	29	- 0.5 ^m 以下	33
計	260	計	260

2.1.2 地 質

地質は、現地盤下、深さ20m以上にわたって、粘土層と緩い砂層の互層とから、構成されている。地盤が悪く、浸透性に欠けることから、排水も極めて悪い状況となっている。一般的な土質構成は、地表面から厚さ 2mの表層（風化粘土）、厚さ10~20mの軟弱粘土層、厚さ15~20mの硬質粘土層、そして、それ以下が、構造物の基礎地盤としての地耐力が期待出来る密な砂層となっている。

2.1.3 気 象

調査地域は熱帯モンスーン帯に属し、季節は涼季（Cool Season、11月~1月）、暑季（Hot Season、2月~5月）、および雨季（Rainy Season、5月~10月）に3分される。月平均気温は、25°~30° Cである。年平均降水量は、約 1,400mmである。年平均湿度は78%で、年蒸発散量は約 970mmである。月蒸発散量は、最大 113mm、平均81mm、最低39mmである。図 2.5に気象状況を示す。

2.1.4 水 文

(1) 降 雨

年平均降水量（約 1,400mm）の約85%の降雨が、表 2.2に示す通り、雨季に発生し、特に洪水期である 9~10月の 2ヶ月間に、年間降雨量の約40%（約 500mm）の降雨が生じている。

既往最大日雨量および 3日雨量は、表 2.3に示す通り、それぞれ、バンケン(Bang Khen) 地区で 209mm、バンカピ(Bang Kapi) 地区で 349mmを記録している。マスタープラン地域の確率 1日および 3日雨量と降雨強度確率をトーマス法により計算した結果は、表 2.4~ 2.5に示す通りである。

表 2.2 月平均降水量(1951年-1982年)

(単位: mm/月)

Station	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Annual
Don Muang	6.9	19.2	31.6	62.3	162.3	154.3	164.4	205.8	287.1	212.8	37.5	14.2	1359
Bangkhen	8.7	10.5	22.3	85.6	186.5	164.4	188.6	190.4	280.2	257.1	50.3	17.3	1362
Bangkok	9.7	29.7	28.3	71.3	194.1	158.8	171.1	197.2	334.0	223.3	47.5	9.0	1474
Bang Na	10.8	30.0	19.3	70.3	195.4	135.5	134.3	160.0	275.5	174.9	65.2	12.2	1283
Bang Kapi	13.1	26.2	18.6	75.5	163.5	150.0	161.8	191.4	295.1	193.6	32.5	12.7	1334
Minburi	10.9	23.1	13.5	84.4	194.3	155.6	157.7	185.5	288.9	190.1	36.4	13.1	1354
Average	9.7	23.2	20.9	75.0	184.0	153.3	163.4	192.4	293.5	192.2	43.8	13.3	1365

表 2.3 既往最大1日及び3日雨量(マスタープラン地域)

(単位: mm)

Section Rainfall	DonMuang	BangKhen	Bangkok	BangNa	BangKapi	MinBuri	Average
Daily	148	209	167	131	162	163	147
3-Day	255	342	290	260	349	203	285

表 2.4 確率1日及び3日雨量(マスタープラン地域)

(単位: mm)

Year Rainfall	2	5	7	10	20	30	50	100
Daily	60.1	80.8	87.4	94.2	107.0	114.3	123.5	135.9
3-Day	105.9	150.9	165.2	180.6	210.1	227.3	249.0	279.0

表 2.5 降雨強度と継続時間

(単位: mm/時)

Duration Return Period (min)	5	10	15	30	60	120	360	720	1440
2	135.5	121.1	99.8	84.9	58.7	36.2	14.3	7.5	3.9
5	168.9	152.0	126.7	108.6	76.0	47.5	19.0	10.0	5.1

(2) 潮位

チャオプラヤ川河口のFort Phrachuleの潮位は表 2.6に示す通りである。

表 2.6 潮位(Fort Phrachulo 地点)

既往最大潮位 (H.H.W.L)	平均満潮位 (M.H.W.L)	平均潮位 (M.S.L)	平均干潮位 (M.L.W.L)	既往最低潮位 (L.L.W.L)	平均潮差 (M.R)
+2.22 m (1970.12)	+0.94 m	± 0.00m	-0.63m	-1.79m (1956.7)	1.58m

(3) チャオプラヤ川

通称“タイの母なる川”と呼ばれるチャオプラヤ川は、流域面積が国土の約3割(162,600 km²)を占め、その流路延長は980kmに達する。

年平均降水量(1,500mm)の約85%が5月から10月にかけての雨季に発生する。例年、9月から10月にかけて、チャオプラヤ下流デルタの上流に位置するLop Buri、Ang Thong、AyutthayaやBang Saiがチャオプラヤ川の越水による洪水にみまわれ、10月から12月にかけて、この洪水流がバンコク周辺に到達する。さらにバンコク周辺はタイ湾の感潮区間に位置するため、高潮位と洪水流が重なる9月から11月(図2.6)にかけて、内水排除が困難となり、しばしば同地域の浸水を引き起こしている。尚、バンコク周辺のチャオプラヤ川の現況流下能力は、通称3,500～4,000m³/sとされている。

2.2 社会環境

2.2.1 人口・土地利用

マスタープラン地域は、バンコクの近年における急速な発展、人口の急増に基づく都市化の影響を大きく受けている地域である。1980年における同地域の人口は、表2.7に示す通り106万人でバンコク首都圏の総人口(507万人)の約21%を占めている。近年10ヶ年間ににおける人口の増加率はバンコク首都圏全体としては、年率4.7%であるが、マスタープラン地域は年率5.1%という高率を示している。

1960年以前のバンコク市の市街地は、中心地区(約90km²)のみであったが、急激な都市化とともに拡大し、1980年には約300km²にも膨脹した(第5章参照)。

一方、マスタープラン地域内の1980年時点における市街地（134Km²）は、バンコク中心部に近い南西部から東北部にかけての幹線道路沿いに発達し、主に住居地や商業地として利用されている。しかしながら近年の市街化は、急速で無秩序に拡大し、スプロール化現象を呈しているばかりか、従来の低湿地帯であった地区に対しても盛土による新規開発が進行して遊水機能が減少し、浸水被害に対する安全度が低下している。

表 2.7 バンコク及びマスタープラン地域の過去の人口動態

(単位：千人)

地 域	1960	1965	1970	1975	1980
バンコク	2,250	2,845	3,440	4,225	5,070
マスタープラン地域	290	455	620	840	1,060

表 2.8 バンコク及びマスタープラン地域の1980年の市街化面積

区 分	バンコク		マスタープラン地域	
	面積(Km ²)	面積率 (%)	面積(Km ²)	面積率 (%)
市 街 地	293.9	18.7	134	51.5
非 市 街 地	1,068.0	68.1	126	48.5
計	1,568.6	100	260	100

2.2.2 経済概況

タイ国は過去20年間年率 8%の経済成長を続けて来ている。実質国内総生産(GDP) は約 4倍となり、一人当たりGDP は 2倍以上になった(1981年の一人あたりGDP は 770米ドル)。しかしながら、この高い経済成長は社会及び生活環境に多くの問題をもたらした。特に首都バンコクにおいては、人口の集中と都市化に伴い、様々な社会的、文化的諸問題を抱えることとなった。

首都バンコクは、その地理的優位性とタイ国の行政組織の集中により、政治、経済活動の中心地となり、官公庁、商工業、文化サービス施設等様々な機関が立地している。バンコクの一人当たりの地域総生産(GDP) はタイ国全体の一人当たりGDP の 2.4倍にもなり(1979 実績)、この所得格差が更に人口の流入を促進する要因ともなっている。急速な都市化に伴い、色々な都市基盤施設(インフラストラクチャー)の未整備に起因する都市問題が顕在化しており、洪水問題もこのような都市基盤施設整備の後れが、被害を更に大きくしていると言える。

本マスタープランの計画地域は、都心部と異なり、排水施設等のインフラストラクチャーはほとんど未整備の状況である。経済の発展に伴い、マスタープラン地域は将来バンコクの住宅地として又、それに伴う商工業地域としても重要な地域である。現状では計画地域に存在する商工業施設（事業所数）は、バンコク全体の17%程度である。

表 2.9 マスタープラン地域の商工業事業所数
(1981)

地区名	商 業	工 業
Phra Khanong	2,174	688
Huay Kwang	368	97
Bang Kapi	463	205
Bang Khen	594	189
4地区合計	3,599	1,179
バンコク全体	20,645	6,879

[Source: National Statistics Office]

2.2.3 交通・輸送

バンコク首都圏の交通・輸送はクローン（水路）による舟航から道路交通に移り、内務省道路局及びBMAによって、道路整備が積極的に推進されている。主要道路は放射線と環状線とから構成され、浸水時の交通・輸送を円滑に図るため各主要道路は平均海面から1.0m～2.5mの高さに盛土されている。従って、これらの道路は、洪水防御・排水対策上、雨水の侵入を防止する堤防として、十分利用できるものと判断される。

2.3 水 利 用

2.3.1 水 道

バンコクおよびその周辺地区の水道供給事業は、首都圏水道公社（MWWA）が行っている。1982年現在の水道供給状況をみると、供給面積は290km²（計画の9.4%）で、給水人口は約300万人（計画の30.2%）となっている。平均日配水量は約175万m³で、その内、地下水汲み上げ量は、約45万m³/日（地下水依存割合、約26%）である。未普及地区の個人所有の井戸からの汲み上げ量は、約88万m³/日であり、全体としてほぼ表流水と同量の地下水が利用されている。このことが、バンコクを中心とした地盤沈下の主要要因となっている。このため、MWWAでは、地下水利用を表流水利用に転換させる努力をしている。

2.3.2 かんがい

チャオプラヤ川の下流デルタ地帯は、大チャオプラヤプロジェクトによって、大規模な人工水路網（クローン）を備えた水田地帯として開発されている。アユタヤから下流の水田地帯は、冠水型かんがい方式が採用され、水路に設けられた堰によって常に水位が制御されている。通常、図 2.7 に示すように 8 月から水位上昇が始まり、11 月に減水するパターンとなっている。従って、もし、この時期に多量の降水量があると、下流デルタ全体が洪水を起し、さらに幹線水路を經由して、バンコク郊外に洪水が到達することになる。このことがこれまでの洪水被害の一原因であった。

2.3.3 水 質

環境庁 (NEB) の調査によると、チャオプラヤ川のバンコク市内の水質は、川沿いに発達した工場からの工場排水や、市内の急激な人口増加にともなう下水排水の増加によって、かなり汚濁されている。乾季は特に汚濁が著しい。

一方、DDS の調査結果では、バンコク市内の排水路も同様に域内の下水排水や、工場排水によって、水質汚濁が著しい。一方、マスタープラン地域の排水路の水質は若干ではあるが良い状況となっている。

第3章 洪水の実態と関連計画

チャオプラヤ川デルタの平坦な湿地帯に位置しているバンコクの排水システムは、人口が密集していない時代には既存の水路（クローン）網によって、雨水は貯留され又自然排水されていた。このような排水形態は、現在でも郊外、地方で一般に見受けられるものであるが、都市化したバンコクではもはや適応しなくなって来ている。

また近年の急速な都市化と水需要に対応した地下水の汲み上げによる地盤沈下は、1980年以来毎年のごとく発生している洪水の主要原因になって来ている。

3.1 洪水被害

マスタープラン地域を2ヶ月以上浸水させた1980年及び1982年の洪水に続いて、1983年にも洪水が発生した。同年の洪水は、1942年以来、最大の被害（66億パーツ）をバンコクおよび周辺にもたらした。

特に、東部郊外地域の被害がひどく、被害額は35億パーツにも達した。今後、適切な洪水対策を実施しなければ、洪水被害は更に増大することは必須である。

3.2 1983年洪水状況

1983年洪水においては、雨季后半（8月～11月）の降雨量は、1097mmと平常のほぼ2倍に達し、またマスタープラン地域に対して、周辺部から相当の外水流入があった。一方、9月から10月にかけてチャオプラヤ川の洪水位が上昇し続け、そのためにマスタープラン地域からチャオプラヤ川への排水量が減少した。このため、同地域の浸水量が増加し、浸水地域は、図3.1及び図3.2に示すように急速に拡大していった。

洪水期間は最長4ヶ月にもわたり、浸水深は最大80cmにもなった。

3.3 洪水と浸水被害の原因

チャオプラヤ川下流デルタの標高は低く、特にバンコク首都圏は平均海面上約1.5mの標高である。従って、チャオプラヤ川上流域での氾濫は、下流に位置する首都圏に対する深刻な浸水被害の要因となっている。

一方、タイ湾の高潮もバンコク市の洪水発生の原因の一つに挙げられる。潮位上昇によって内水排除が困難となり浸水被害を発生させている。さらに、マスタープラン地域においては、地下水汲み上げによる地盤沈下が浸水被害の増大に拍車をかけている。

以下に主なる洪水原因を列記する。

1. 高強度降雨
2. チャオプラヤ川の高水位及び高潮位
3. 北部及び東部からの洪水流入
4. 地盤沈下の進行
5. 排水施設の容量不足
6. 都市化による市街地流出量の増大

首都圏では上記に述べた自然条件により以前から洪水は発生していたが、洪水が深刻な問題として認識され始めたのは比較的最近の事である。無秩序な都市化の進展による潜在的な被害ポテンシャルの増大が上記の主要原因との相乗効果により、浸水被害を深刻化せしめている。

3.4 関連計画と事業

1960年代に於ける種々の洪水対策計画のうち、1968年策定のCDM マスタープランは当時のバンコク市域370Km²を対象として、輪中方式を基本とする対策を提案したものの、財政的な理由から中心部においていくつかの内水排除施設が建設されたのみである。

その後、1970年代の浸水被害の増大に鑑みて、1980年代に入ると以下に示すような関連計画事業が調査・計画されつつある。

- ・バンコク中心地区排水対策事業；コアプロジェクト (NEDECO・BMA)
- ・バンコク東部郊外地区洪水防御・排水対策計画(JICA・BMA)
(本報告書の対象事業)
- ・グリーンベルト事業
- ・Samut Prakan県洪水対策計画 (TISTR・Samut Prakan県)
- ・チャオプラヤ川放水路計画 (AIT・NESDB)
- ・水道拡張事業(MWWA)

なお、1983年洪水の発生に伴い、上記以外にも種々の対策がたてられた。これらは、上記のものを含み、次のようにその目的を分類できる。

- 1)各地域の排水改善を目的とするもの
- 2)チャオプラヤ川の水位低下を目的とするもの
- 3)地盤沈下進行の抑制を目的とするもの
- 4)その他

3.4.1 各地域の排水改善に関する事業

図 3.3に示すように、6地区で事業計画がたてられている。

1) バンコク中心地区排水対策事業

本事業は、バンコク中心部の 92Km²を対象としており、DDS の長期洪水対策計画の第 1段階に相当するものである。

計画では、CDM マスタープランに基づき輪中方式を採用し、1986年より 206億円の事業費で実施する予定である。なお、事業費のうち、120億円は世界銀行よりの借款を見込んでいる。

2) バンコク東部郊外地区洪水防御・排水対策計画

本計画は、バンコク東部郊外地区の501Km²について予備調査を、また、そのうちの260Km²についてマスタープラン調査を実施したもので、その調査結果が本報告書である。

3) Samut Prakan県洪水対策計画

Samut Prakan県は、バンコクの南側に位置し、バンコクと同様に洪水に悩まされている。本事業は、チャオプラヤ川、タイ湾、及びグリーンベルト沿いにボルダー堤としての防潮堤を建設するものである。

4) Thonburi地区排水対策計画

チャオプラヤ川西岸のThonburi地区を対象として、現在オランダ政府の無償援助により予備調査が行なわれており、引続いてマスタープラン調査が行なわれる予定である。

5) グリーン・ベルト事業

1980年洪水を契機に、タイ国王の発案により、バンコク東部・北部の水田地帯からバンコク都市域への外水侵入を防御すると共に、この外水をタイ湾にスムーズに放流することを目的として、本事業は開始された。本事業のうち、洪水防御堤は、1984年の緊急洪水対策事業（4.3節に詳述）の一部として既に完成した。

6) チャオプラヤ川西岸地区排水対策計画

チャオプラヤ川西岸地区の標高は、北が高く南のタイ湾にむかい低くなっている。しかし、同地区のクローンは農業用水路として東西方向に発達しているため、南北方向のクローンの通水能力は小さく、西岸のトンブリ地区は洪水を被ってきた。

このため、本事業は、南北方向のクローンの通水能力を高め、タイ湾に雨水を速やかに流下させることを目的としている。

3.4.2 チャオプラヤ川の水位低下に関する計画

1) チャオプラヤ川東岸放水路計画

図 3.4 に示すように、グリーンベルト地区を貫流し、タイ湾へつながるチャオプラヤ川東岸放水路計画は、NESDB（国家経済社会開発庁）の依頼によりAIT（アジア工科大学）が調査したものである。中間報告書によると、本マスタープラン地域の主クローンがチャオプラヤ川と合流する Bang Na 地区近傍の同川の洪水位は、タイ湾の潮位に支配され、放水路による水位低下の効果は顕著でない。

2) チャオプラヤ川西岸放水路計画

西岸の放水路はオーストリアのコンサルタントにより調査されている。しかしこの、放水路計画は、上述の東岸放水路計画と同様に水位低下の効果が顕著でないと推定されるため、西岸地区の土地利用開発計画と併せて、調査されている。

3.4.3 地盤沈下の抑制に関する事業

水道拡張事業はMWVAにより図 3.5 に示す計画給水区域を対象として進められている。これは、従来の地下水依存の原水をチャオプラヤ川の表流水に転換することにより、バンコク中心部、東部郊外地区及びSamut Prakan県の地盤沈下の進行を抑制しようとするものである。

しかしながら、本事業の完成には、相当の期間を必要とし、AIT の予測によると、本マスタープラン地域にあっては、2000年時点までに、70cmから100cmの沈下がさらに進行するものとされている。

この結果、マスタープラン地域の地盤高は、平均海面高以下になるものと想定される。

3.4.4 その他の関連計画

1) バンコク洪水対策管理計画

本計画は、NESDB の依頼によりADB（アジア開発銀行）が実施しているもので、バンコク洪水対策に係る諸々の事業の運営上の組織機構、及び財政上の枠組を、長期的視点にたって検討している。

2) 緊急洪水対策委員会に対する米国よりの専門家派遣

米国は、緊急洪水対策委員会及びBMA に対して、専門家派遣による援助を実施することである。

3) 下水道整備のマスタープラン

1981年にJICAが実施した下水道整備マスタープランは、対象地区約 400 km²を10ヶ所の処理区に分割し、各処理区よりの処理水は、それぞれ近傍のクローンに放流する計画となっている。

しかしながら、今回の東部郊外地域を対象とした洪水防御・排水対策事業の本マスタープランでは、大クローン下流に水門を設けチャオブラヤ川とは遮断することを提案した（6章参照）。従って、もし主クローンへの処理水放流が行なわれる場合は、水質悪化が強く懸念される場所である。

このため、フラッシング等を含めた対策等を採用する必要があると思われる。

第4章 既存の洪水防御・排水施設

本章では1983年以前の洪水防御排水施設、ならびに1983年洪水の後に実施された緊急洪水対策事業の概要を述べる。

4.1 1983年以前の洪水防御・排水施設

バンコク北側及び東側からの洪水流入及びチャオプラヤ川からの溢水を防御する目的で、1983年洪水以前には、バンコク市街地及び東部郊外地域（約800Kmf）にボルダー（輪中）が形成されていた。ボルダー堤は既存の道路及び鉄道が利用され、ボルダー堤がクローンと交差する地点には、締切堤が設置されていた。このボルダーの中で地盤が低く人口が密集している地域にはさらに7ヶ所の内部ボルダーが設置され内水排除がなされていた。図4.1に示すように、5ヶ所の内部ボルダー（No.1～No.5）は、バンコク中心市街地に、また他の2ヶ所の内部ボルダー（No.6～7）は、マスタープラン地域内のHua Mark及びBang Na.地区に位置していた。

しかしながら、この時点での洪水防御施設は仮設的な性格であったため、締切堤、道路堤、あるいはチャオプラヤ川堤防からの溢水が度々発生していた。更に、マスタープラン地域（260Kmf）に対するポンプ排水施設容量も $32\text{m}^3/\text{s}$ と小さく速やかな排水が困難であった。

4.2 既存水路

マスタープラン地域では、総延長200kmに及ぶクローン網が、主排水路として利用されている。これらのクローンの幅は一般に5～10m、深さは1～2mであるが、大クローンと称するSaen-Saep, Phra Khanong, Tanは20m以上の幅を有している。

地形上、クローンは極めて緩勾配（約1:20,000）で大クローンの流下能力は $50\sim 80\text{m}^3/\text{s}$ であるが、その他の中小クローンは $5\text{m}^3/\text{s}$ 前後と小さい（図4.2）。

表4.1 マスタープラン地域のクローン概要

	水路幅 (m)	延長 (km)	流下能力 (m^3/sec)
大クローン	20m以上	65	50～80
中クローン	10～20	28	5～20
小クローン	10m以下	107	3以下
計		200	

4.3 緊急洪水対策事業

4.3.1 1984年事業

1983年の大洪水の後、首相の命令で“緊急洪水対策委員会”が同年10月に設立された。委員会は約10億バーツ(100億円)の予算で、表 4.2及び図 4.3に示すような22の計画を3期で実施する緊急洪水対策事業を計画し、1984年8月までにはほとんど完成させた。

この緊急洪水対策事業で建設された施設は、永久構造物(堤防、水門)、半永久構造物(ポンプ場)、仮設構造物(木製締切水門)の三タイプに分けられる。

緊急洪水対策事業の主目的は以下のとおりである。

1. 東部郊外地域の北側及び東側からの洪水流入の防御(グリーンベルトプロジェクト堤防)
2. チャオプラヤ川からの洪水流入防御(10ヶ所の水門)
3. 排水施設規模の増強(クローンの改修及び総容量 354 m^3/s のポンプ場の建設)

ポンプ容量の内訳:

129 m^3/s : 東部郊外地域を対象(図 4.3の地点 1~3と 5~9番)

30 m^3/s : 東部郊外地域の一部とSamut Prakan県地域を対象
(図 4.3の地点10番)

18 m^3/s : バンコク中心部(図 4.3の地点 4番)地域を対象

177 m^3/s : グリーンベルト地域及びノンタブリ県を対象
(図 4.3のA-1 ~ A-10番)

これらの事業内容は、JICA調査団が予備調査報告書で提案した施設対策の骨格と基本的に一致している。

4.3.2 1985年(その1)事業

緊急洪水対策委員会は、1984年の緊急洪水対策事業に引き続き、1985年においても同事業を行なうことを計画している。これは、17の事業に分かれ、総事業費は5.05億バーツ(50.5億円)と予定されている。この内、次に示す7事業がマスタープラン地域に直接関連している。

- 1) Phra Khanongポンプ場の容量増加(60 m^3/s)

RID、5100万バーツ

- 2) Bang Sueポンプ場の容量増加(12 m^3/s)

RID、3,000万バーツ

表 4.2 緊急洪水対策事業 (1984年)

Stage	Plan	Purpose	Construction Item	Organization	Budget (Million Baht)		
					1984	1985	
1984/1	Green Belt Project	Control the inflow from outer area. Discharge the flood water into the Gulf of Thailand	Embankment, dredging, Control Gate, Expansion of Bridge, Retaining wall and Bridges.	RID, BMA SRT, HD	194.5	181.5	376.0
	Samut Prakarn Project	Prevention of overflow from Chao Phraya River	Embankment along the Chao Phraya River	FWD	62.7	59.4	122.1
	Improvement of K.Samrong	Increase the discharge capacity of Klongs	Dredging of 16 canals	Samut Prakarn Province	80.8	0	80.8
	Stage 1. Total (3 Plans)				338.0	240.9	578.9
1984/2	Improvement of Klong Phra Khanong etc. (3 plan)	Increase the puming capacity	K. Bangkok Pumping Station K. Phra Khanong " " K. Sam Rong	RID	140.0	0	140.0
	Improvement of Klong Bang Sue, etc. (7 plan)	Increase the puming capacity	K. Bang Sue Pumping Station. K. Sam Sen " " K. Jak " " K. Bang Oa " " K. Bang Na Improvement of K. Phra Khanong K. Sam Sen	BMA	187.0	0	187.0
	Improvement of Klongs (1 plan)	Increase the drainage capacity of klongs	Dredging	Samut Prakarn Province	14.0	0	14.0
	Stage 2. Total (11 Plans)				341.0	0	341.0
1984/3	Green Belt Project (2 plan)	Reserve budget for BMA and SRT activity	Embankment, Coffor Dam	BMA SRT	48.7	0	48.7
	Samut Prakarn Project (1 plan)	Increase the drainage capacity of Klongs	Dredging	Samut Prakarn Province	10.4	0	10.4
	West Bank Project (4 plan)	Alleviation measure of flood in Thonburi Area	Dredging, Water Gate, Pumping Station	BMA HD RID	34.9	0	34.9
	Nonthaburi Project (1 plan)	Alleviation measure of flood in Nonthaburi Area		RID	7.2	0	7.2
Stage 3. Total (8 Plans)				101.2	0	101.2	
Grand Total (22 Plans)				780.2	240.9	1,021.1	

Note: The budget of improvement of K. Phra Khanong, K. Bang Sue and etc. (10 plans) in 2nd Stage Programme include the budget of the installation of 59 units pumps granted by Japan.

3) 洪水防御堤

RID、100万パーツ

4) 流入遮断水門（7門）

BMA、400万パーツ

5) Phra Khanongクローン（69m）及びJek クローン（55m）の護岸

BMA、4,400万パーツ

6) Saen Saep クローンに架る鉄道橋の拡幅

BMA、30万パーツ

7) クローンのしゅんせつ

BMA、2,400万パーツ

4.4 1984年事業の評価

水理検討の結果、1983年と同量の降雨があっても、1984年実施された緊急洪水対策事業により、長期かつ広範囲の洪水が、短期で局地的な洪水に軽減されることが判明した。

すなわち、外水の流入防御のために設けられた堤防及び水門により、最大水深は40～70cmと半減し、浸水期間は1/3に減少する（図4.5）。更に、内水排除ポンプの設置により、浸水地域が相当減少することに加え、浸水期間は、数日以内に減少する。

しかし、緊急洪水対策事業完成後においても、図4.7に示すように、浸水未解消の市街地が残り、また、今後の地盤沈下の進行及び市街地の進展により浸水被害は増大する。従って、局地的な浸水未解消及び将来の抜本的な浸水対策のためには、追加の対策事業を行なう必要がある。この追加対策がなければ、将来、浸水の程度は緊急対策事業を実施する以前の状態にもどることが予測される。

緊急洪水対策事業で設置された水中ポンプの耐用年数に関しては、このポンプ型式の内水排除用に使用された実績が少ないことから正確に推定するのは難しいが、通常の維持管理をすれば、10,000～15,000時間の耐用期間であると判断される。従って、1984年雨季の水中ポンプの運転実績記録から、年間総運転時間を1,500時間程度とすると、耐用年数は7～10年程度と推定される。

更に、緊急洪水対策事業で建設されたポンプ場は、地盤沈下の進行により構造機能上の問題が発生することが予想されるため、半永久構造物として位置づけられる。従って、マスタープランではポンプ場の重要性、信頼性及び耐用年数等の観点から永久構造物型式のポンプ場の建設を提案している。

第5章 将来人口及び土地利用

本章では、推定した将来人口と必要な市街地面積について述べる。

5.1 現 況

5.1.1 過去の市街化傾向

バンコクの市街地面積は1900年以降、次のように増大してきた。

(図 5.1)

年	1900	1936	1953	1958	1971	1980
市街地面積(Km ²)	13	43	66	96	183	345

この急激な市街化は、主要道路にそって無秩序に拡大し、スプロール現象を引き起こした。このため、インフラ施設の整備が遅れ、次のような問題を引き起こした。

- ・交通混雑
- ・浸 水
- ・地盤沈下
- ・環境悪化
- ・犯 罪

5.1.2 人口と土地利用

マスタープラン地域およびバンコク全体の人口および市街地面積（1980年）は次のとおりである。

地 域	人 口	市街地面積
バ ン コ ク	507万人	345 Km ²
マスタープラン地域	106万人	134 Km ²

マスタープラン地域の市街地は、主要道路ぞいにある商業地、チャオプラヤ川ぞいにある工業地を除く大半が、住居地である。1980年現在のマスタープラン地域の土地利用は表 5.1に示すとおりである。

表 5.1 マスタープラン地域の用途別面積 (1980年)

用 途	面 積(Km ²)	比 率 (%)
住 居	97	37.3
商 業	6	2.3
工 業	3	1.1
公 共	22	8.5
公 園 等	6	2.3
非市街地	126	48.5
合 計	260	100.0

5.1.3 関連計画

1) 第 5次国家経済社会開発計画

本計画 (1981年10月～1986年 9月) は、バンコク首都圏における経済活動と人口の集中がもたらす諸問題の解消を目的として、経済活動の地方分散を強調している。

2) バンコク首都圏都市計画案

都市計画法に基づき、1976年以來内務省都市計画局(DTCP)が中心となり都市計画案の作成を行ない、公聴会を開いてきたが、承認をうるに至っていない。

この都市計画案の思想は、上記の 5ヶ年計画の思想に近い。本案では首都圏を三地区に分けている。

- ・中心部 (Inner Area)
- ・グリーンベルト (Green Belt Area)
- ・外周部 (Outer Area)

中心部は市街化区域と計画されており、その範囲は本マスタープラン地域を含み、外環状道路で囲まれた半径20～25kmの地域である。外周部は農業を振興する地域と、住工一体のニュータウン地域 (サブセンター) として位置づけられている。グリーンベルトは、両者の中間にあって、首都圏の無秩序な膨脹を防ぐため、農業あるいはオープンスペース用として位置づけられている。

5.2 将来土地利用

5.2.1 人口予測

バンコク市の2000年人口を図 5.2および表 5.2に示すように 770万人と推定した。このうち東部郊外にある予備調査地域 (501Km²) の人口は 250万人である。秩序ある都市の発展と、遊水地域を確保し浸水被害を最小限にするため、250万人のうち 235万人をマスタープラン地域に誘導する計画とした。これにより、洪水防御・排水対策を広範囲に分散させることなく、マスタープラン地域に限定でき、効率的な対策の実施が可能である。

表 5.2 バンコク及びマスタープラン地域の人口

年	人 口 (千人)	
	バンコク	M P 地域
1965	2.896	—
1970	3.517	—
1975	4.349	—
1980	5.154	1.060
1985	5.700	1.360
1990	6.400	1.660
1995	7.100	2.000
2000	7.700	2.350

MP : マスタープラン

5.2.2 必要な市街地面積

2000年におけるマスタープラン地域の人口密度は、現在のバンコク及び周辺の人口密度より一ヘクタール当り 100人と想定した。これによると、マスタープラン地域(2000年)における市街地面積は1980年より 82Km²増え 216 Km²となり、残りの 44Km²は農地、あるいはオープンスペースと考えることができる。

表 5.3 マスタープラン地域の用途別面積 (2000年)

用 途	面 積(Km ²)	比率 (%)
住 居	185	71.2
商 業	14	5.4
工 業	3	1.1
公 園 等	14	5.4
非市街地	44	16.9
合 計	260	100.0

5.2.3 土地利用計画

土地利用計画（図 5.3）は表 5.3に基づき、5.1.3にのべた関連計画と次のことからを考慮して想定した。

1) 過去の市街化傾向

これまで、市街地は中心部から周辺地域にむかい主要道路ぞいに拡大してきたが、今後ともこの傾向は変わらないものとした。

2) 道路計画

主要道路ぞいの市街地の発展は、民間セクターの開発により行なわれてきた。都市計画が承認を受けていない状況では、今後の市街化も、民間セクターの主導により、既存・計画道路ぞいに進行することが想定される。

3) 浸水状況

浸水しやすい地区を非市街地として残し、資産の集積を避ける。この非市街地を、遊水地として利用することにより、市街地における施設規模が押えられる（詳細は第6章を参照）。

ただし、バンコク中心地に近いHuay Kvang地区は高い遊水機能をもっているが、地理的な有利さもあり市街化地域と想定した。

第6章 洪水防御・排水対策の基本方針

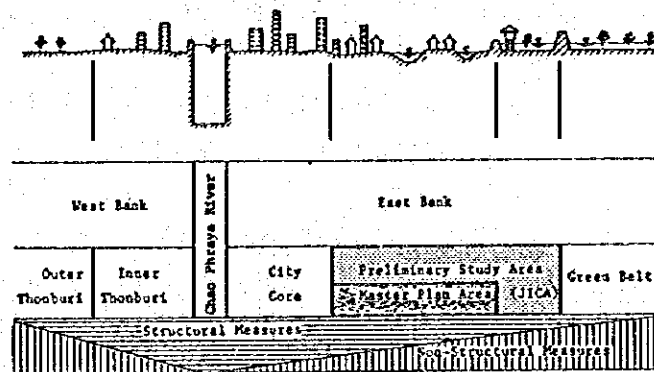
本章では洪水防御・排水対策が、構造的対策（洪水防御・排水施設）および氾濫原管理対策（非構造的対策）の2つの柱からなるべきであることをのべている。

6.1 総合治水対策の必要性

本調査の結果、マスタープラン地域における、1980年の人口は2000年には倍増し、また同地域の標高は、地盤沈下により海面下になることが判明した。従って、浸水被害は年々増大することが予想される。しかも、現状のスプロール現象（図 6.1のA）が今後も続くと、マスタープラン地域は図 6.1のB に示すように、既存、新規の家屋を問わず浸水被害をうけやすくなる。これを避けるためには、図 6.1のC に示すように、市街地、非市街地を分離し、各々に適合した対策をたてる必要がある。

近年、諸外国の都市化の進展の著しい都市においては、浸水被害軽減のためには、単に従来の洪水防御・排水施設に依存するだけでは、急速な浸水被害の増加に対応できないことが判明してきている。すなわち、チャオプラヤデルタのような氾濫原には、浸水の危険度を考慮した土地利用計画に基づき、効率的に浸水被害を軽減する必要がある。

洪水防御・排水施設と氾濫原管理の両者を適用して、浸水被害を効率的に軽減する方策は、単にマスタープラン地域にとどまらず、バンコク中心部、トンブリ地区、サムットプラカン県等、チャオプラヤデルタに共通である。ただし、両者の適用度合は、既存市街地では、前者に重点を置き、市街地を離れるにつれ後者の度合が高まる（下図参照）。



Schematic Concept for Application of Structural and Non-Structural Measures in Bangkok

構造的対策と氾濫原管理の適用度合概念

図 6.2に構造的対策、氾濫原管理対策に属する諸々の対策を示す。このうち、いくつかの構造的対策はすでにバンコクで採用されているが、氾濫原管理の主題である土地利用の誘導は、まだ採用されておらず新たに導入する必要がある。

6.2 洪水防御・排水施設

ボルダー（輪中）方式は、洪水防御・排水施設計画の基本である。すなわち、ボルダー周辺及びチャオプラヤ川からの外水を堤防と水門で防御し、ボルダーに降った雨水を排水施設で外部へ排除する。

緊急洪水対策事業でグリーンベルトの堤防は作られ、予備調査地域（501Kmf）は、同調査で提案したようにボルダーが形成された。

2000年までに市街化の進行するマスタープラン地域（260Kmf）を守るため、さらに同地域の囲りに堤防、水門を設け、ボルダーとすることを提案した。

6.2.1 ボルダーシステムの代替案

ボルダーシステムには、大別して 2つの考え方がある。一つは、大ボルダー方式であり（図 6.3の代替案Ⅰ）、他は、数個に分ける小ボルダー方式である（図 6.3の代替案Ⅱ）。この 2つの方式の主な相違点は、ポンプ場の位置と大クロンの水位である。大ボルダー方式では、輪中に降った雨をチャオプラヤ川の近くの大クロンに設けるポンプで同川へ排水する。従って、大クロンの水位は、ポンプの運転により低くすることが出来る。

一方、小ボルダー方式では、ポンプ場を各ボルダー内ごとに設け、各ボルダーの排水をチャオプラヤ川に合流する大クロンに排水する。このため、大クロンの水位は、チャオプラヤ川の洪水位に支配され、マスタープラン地域を守るためには、大クロンの大規模な河川工事が必要となる。

大クロンの現況流下能力の不足していること、及び将来の地盤沈下を考えると、大規模な河川工事、堤防、用地買収等を必要とする小ボルダー方式は考えられない。

従って、マスタープラン地域には大ボルダー方式を適用し、同地域の雨水はチャオプラヤ川へ直接排水することを提案した。

6.2.2 マスタープラン地域内のボルダー分け

マスタープラン地域には、大ボルダー方式を若干修正した 3ボルダー方式（図 6.3の代替案Ⅲ）を適用し、各ボルダーの雨水はチャオプラヤ川へ直接排水する。ただし、3ボルダーの一つであるPhra Khanongボルダーの一部地域には、水理計算の結果に基づき、内部ボルダーを計画した。この内部ボルダーの雨水は、いったん大クロンに排水した後、再びチャオプラヤ川へ排水する。

3つのボルダ―分割 (図 6.4) は、下記の状況を考慮して決定したものである。

(1) 地 形

地形的には、比較的地盤高が高く、地盤沈下量の少ないBang Khen, Bang Sue地区 (マスタープラン地域の北西部) と、低くて地盤沈下量が多い他の地区に分かれる。

設定した 3ボルダ―の地盤高は、次の通りである。

[単位: meter MSL.]

ボルダ―名	現在 (1984)	将来 (2000)
Bang Khen-Bang Sue	+1.0~+1.8	+0.3~+1.1
Phra Khanong	+0.6~+1.2	-0.4~+0.2
Bang Na	+0.4~+0.7	-0.6~-0.3

(2) クロ―ンの現状

マスタープラン地域における雨水の主排水路は、Bang Khen, Bang Sue地区の Bang Khen, Bang Sue クロ―ン、Phra Khanong地区のSaen Saep, Tan, Phra Khanongクロ―ン及びBang Na 地区における小クロ―ンである (図 6.4)。

(3) 浸水状況

マスタープラン地区の雨水の大半は、Saen Saepクロ―ン、Tan クロ―ンを通じて、Phra Khanongクロ―ンへ流下している。又、Bang Sue地区の一部の雨水も、Lat Phrao クロ―ンを通じて、Phra Khanongクロ―ンに流下しているが、Tan クロ―ンが狭く流出のネックとなり、洪水の一つの原因となっている。このため、Bang Sue 地区の雨水は、Bang Sue クロ―ンを利用して、直接チャオプラヤ川へ排水し、Phra Khanongボルダ―には流下させない。

6.2.3 排水先の検討

マスタープラン地域の雨水は、現在チャオプラヤ川へ排水している。可能な限り現在あるクロ―ン網を利用した排水施設計画が経済的であることは論を待たない。第 7章で述べているが、チャオプラヤ川への排水は原則として既存の用地幅以内のクロ―ン改修で可能となり、他地域への排水 (図 6.5) は必要なかった。

しかし、2000年以降市街化がさらに進行し、それに伴い排水量が増加すれば、他地域への排水について検討する必要がある。

1) グリーンベルト地域への排水

この代替案（図 6.5のD）の大きな問題は、グリーンベルト地域の南半分が他県に属することである。この案の実現のためには、関係機関との調整や、クローンの改修に必要な用地取得に、長期間を要する。東部郊外の本プロジェクトは、緊急を要し、出来るだけ早く実施しなければならない事情がある。更に、本案では、排水先のグリーンベルト地域内のクローン延長が長いため、グリーンベルト地域への排水を単独で行なうとすれば大規模な改修工事が必要となる。

NESDB は、洪水対策としてグリーンベルト地域に、チャオプラヤ川の放水路を建設することを調査中であるが、この計画と同時に、グリーンベルトへの排水を考えるならば、この代替案は、成立する可能性もある。

2) マスタープラン地域とグリーンベルト地域の間東部農業地帯への排水

東部農業地帯の雨水の一部は、クローン網を通じて、マスタープラン地域の南にあるSamut Prakan県に流下している。Samut Prakan 県は、バンコク東部郊外と同様、過去たびたび深刻な洪水被害を被ってきており、現在独自に洪水対策を講じつつある。しかも、行政的にはBMA と異なる為、同県内への排水（図 6.5のC）は上記のグリーンベルト地域への排水案と同様困難である。

3) バンコク中心部を経由したチャオプラヤ川への排水

従来、東部郊外の雨水の一部は、中心部（Sam Saenクローン等）を通じて、チャオプラヤ川に流下していたが、1970年代のバンコク中心部の浸水被害増大により、境界部に締切堤が設けられた。これらのクローンの閉鎖により、バンコク中心部の浸水被害は相当減少した。

コアプロジェクトの調査結果によれば、上記クローンはバンコク中心部の雨水排除用であり、その排除容量に余裕はない。このため、マスタープラン地域の雨水を中心部を経由してチャオプラヤ川へ排水するためには（図 6.5のB）、密集地である中心部のクローン拡幅あるいはシールドトンネル放水路等の工事が必要である。しかし、密集市街地での工事の難しさと、その経済効果を考慮すると、本マスタープランには、今のところ適合しないものと考えられる。

6.3 氾濫原管理

6.3.1 土地利用

浸水があっても、家屋等の資産がなければ浸水被害は生じない。すなわち適正な土地利用誘導が、浸水被害軽減に最も有効である。浸水の著しい地区の市街化を抑制し、そこを遊水地として利用すれば、市街地における排水施設の規模を抑えることができる（図 6.6）。

予備調査で、同調査地域501Km²のうち、2000年における市街地面積を約半分の235Km²と想定した。これに基づき、マスタープラン地域（260Km²）と遊水地域（241Km²）を選定した。そして260Km²を囲むボルダー（輪中）を計画した。マスタープラン地域に、構造的対策と氾濫原管理の両者を、遊水地域には、当面氾濫原管理だけを適用し、構造的対策は将来必要が生じた時に行なう。

6.3.2 マスタープラン地域内の遊水地

マスタープラン調査の結果、同地域の市街地面積は134Km²（1980年）から216Km²（2000年）に拡大すると推定したが、ここにはバンコクの想定人口770万人のうち235万人が居住することが可能である。そして、残りの非市街地44Km²は図 6.6に示すように、遊水地として利用することを提案した。

6.3.3 宅地の盛土

チャオプラヤデルタでは、毎年洪水があり、これを利用した稲作が広く行なわれ、住居はクローンぞいに高床式で建てられていた。しかし、市街地では、洪水に対処するため住居は盛土をした上に建てられてきた。本マスタープランでは、今後建てられる住居も既存市街地と同レベルまで盛土をした上に建てられるものと想定した（図 7.1）。なお、既存市街地の盛土高は0.4～1.0mである。

第7章 施設計画

本章では、6章で述べた洪水防御・排水対策の基本計画に基づき、マスタープランとしての施設規模を提案した。

7.1 計画条件

7.1.1 自然条件

1) 土地利用

施設計画の基礎となる西暦2000年の土地利用は、図 5.3に示す通りである。

2) 地盤沈下

2000年までの地盤沈下量は、Bang Khen-Bang Sueポルダーで70cm、その他のポルダーで1mとした(図 2.3参照)。

3) 盛土

2000年時点の地盤高は、同年までの地盤沈下量と新規市街地の盛土を考慮して、図 7.1に示すように想定した。

4) ポルダー

図 7.2に示す通り、3ヶ所のポルダー (Bang Khen-Bang Sue、Phra Khanong 及びBang Na) を計画した。

5) 遊水地区

図 6.6に示すように、2000年における非市街地を雨水の流出抑制のための遊水地区として利用した。

6) クローン

現在のクローン網を排水及び雨水貯留の両機能を発揮するように活用した。

① 改修クローンの断面形状は用地取得の可能性を考慮して、既成市街地では、矩形断面を、新市街地では、台形断面を採用した。

② クローンの深さは、軟弱地盤に対する護岸の安定上、4～5mと限定した。

7.1.2 計画水文基準

1) 高水位

ボルダー堤防の設計高水位は、次の通りとした。

① チャオプラヤ川ぞいのボルダー堤防

100年確率の洪水水位とし、Bang Na, Phra Khanong地区で+1.9m、Bang Khen, Bang Sue地区で+2.20 mとした。

② 内陸部のボルダー堤防

北部地域は、現標高で+1.10 m (2000年では地盤沈下を考慮し+0.1m) とした。

南部地域では+0.8m (2000年では地盤沈下を考慮し-0.2m) とした。
マスタープラン地域を囲む外郭堤防の余裕高を30cmとした。

2) 計画降雨

ボルダー内部の排水施設、及び基幹施設 (Phra Khanongポンプ場、Phra Khanong, Saen Saep, Tan の大クローン) の規模は、その重要度を考慮して、それぞれ、2年確率降雨 (91mm/日) と5年確率降雨 (120mm/日) を対象として決定した。

3) 流出係数

表 7.1の通りとした。

表 7.1 土地利用区別流出係数

土地利用	流出係数
1. 住居地区 (中密度)	0.50
2. 住居地区 (低密度)	0.40
3. 商業地区	0.75
4. 工業地区	0.70
5. 公共用地地区	0.40
6. 公園、農業地区	0.15
7. 池、沼沢地区	1.00

4) クローンの維持水位

クローン（遊水地を含む）の維持水位を低く設定することによって、クローン内の雨水貯留による流域全体の流出抑制効果が期待でき、クローン流末端のポンプ容量を小さくすることが可能となる。

この維持水位は、降雨日の連続性を勘案し、貯留により上昇した水位（クローン近傍の宅地最低地盤高を上限水位とする）をポンプ排水により、24時間以内に初期の水位に回復させ得る水位と考えた。

しかし、クローン護岸の安定性、舟運の必要水深、水草の繁茂の抑制、生活用水（散水、洗車、等）の利用等の制約から、維持水位はあまり低く設定することは難しい。

以上の諸点を考慮し、維持水位を表 7.2のごとく設定した。

表 7.2 クローンの維持水位

[単位：meter HSL]

ポ ル ダ ー	現 在	将来 (2000年)
Bang Khen-Bang Sue ボルダ―	-0.5	-1.5
Phra Khanong ボルダ―	-0.8	-1.8
Bang Na ボルダ―	-0.8	-1.8

5) バンコク中心部（コアプロジェクト地域）からの流入量

Bang Sue, Phra KhanongおよびTan クローンの一部区間は、マスタープラン地域とバンコク中心部との境界に位置している。DDS と協議した結果本マスタープランでは、この地域からの流入量として次の値を考慮して排水施設計画を立てた。

Bang Sueクローン 12m³/sec

Tan クローン 14m³/sec.

本マスタープランで提案した施設が完成するまでは、バンコク中心部から両クローンへの排水は、さけることが望ましい。

6) 排水の程度

施設は、計画雨量に対し、市街地が概ね浸水しないように計画した。しかし、地形条件やクローンの改修の困難さ等を考慮して、局地的な小規模の浸水は許容した。

7.2 洪水防御施設

マスタープラン地域の外郭には、洪水防御堤防を計画した。又設定した 3 ボルダールの境界にも防御堤防を計画した。

7.2.1 洪水防御堤防(ボルダール堤防)

図 7.3 に示すように、区間-1 (チャオブラヤ川及び Phra Khanong クローン沿い) には、新規に堤防が必要であるが、その他の区間は既存の道路、鉄道等で代用できる。すなわち、区間-2 はバンコク中心部との境界部分であり、コアプロジェクトで提案した堤防が利用でき、区間-3 は、鉄道線路が堤防として代用できる。区間-4、5、6、7、8 の大部分は、既存道路が利用できる。なお、区間-6 の一部区間は将来の外環状道路を堤防として利用する予定であったが、その後、堤防の位置を東側の既存道路沿いに移した。

表 7.3 新設洪水防御堤の内訳

区 間	計 画 長	構 造 型 式	
I	2,000m	護 岸 型 式	Phra Khanong ポンプ場よりチャオブラヤ川まで
II	4,200m	護 岸 型 式	チャオブラヤ川沿い (Bang Na ボルダールの西部)
合 計	6,200m		

7.2.2 水 門

ポンプ場すべてに排水水門を併設して、内水排除のための運転管理を行なう。これらの排水水門は総計10ヶ所である。

又、内陸部のボルダール堤に設ける水門は、雨季には閉鎖する必要があるが、乾季には維持水位確保、及びクローンの水質浄化等のために、東部及び北部の水を取り入れる必要から開放する場合もある。このため、ボルダール堤に沿い、55ヶ所の水門を計画した。なお、Phra Khanong ポンプ場に併設されている閘門の利用頻度は今後共その利用価値が高いので、これを改修し利用する。

表 7.4 ポンプ場に併設する排水水門

名 称	規 模		箇所数	接 続 クロー ンの 幅	備 考
	1門の 幅	門 数			
Bang Khen(北)	4m	3ヶ	1	15m	Bang Khen 排水区
Bang Khen(南)	4m	2ヶ	1	10m	" "
Bang Sue	6m	4ヶ	1	25m	Bang Sue "
Kacha	4m	2ヶ	1	12m	Hua Mark "
Gig	4m	2ヶ	1	12m	" "
Bang Na Chine	4m	2ヶ	1	13m	Bang Na "
Jek	4m	2ヶ	1	12m	" "
Bang Oa	4m	2ヶ	1	11m	" "
Bang Na	6m	3ヶ	1	20m	" "
Phra Khanong	6m	6ヶ	1	35m	主クローン
合 計			10		

表 7.5 ボルダール堤（内陸部）の流入遮断水門

ボルダール堤区間	規 模		箇所数	接 続 クロー ンの 幅	備 考
	1門の 幅	門 数			
III	4m	1ヶ	3	10m	
IV	4m	1ヶ	12	10m	
IV	6m	1ヶ	1	35m	Saen Saep クローン
V	4m	1ヶ	12	10m	
V	6m	1ヶ	1	35m	Phra Khanongクローン
VI	4m	1ヶ	10	10m	
VI	4m	1ヶ	9	10m	
VI	4m	1ヶ	7	10m	
合 計			55		

7.3 排水施設

7.3.1 排水区

マスタープラン地域を、3ホルダーに分割したが、施設の運営、維持管理のために、3ホルダーをさらに8ヶの排水区に分けた(表7.6、図7.2参照)。排水区はクローン、鉄道及び道路網の配置を考慮して決定した。特に、既存の道路、鉄道は1~2mの天端高を有し、実質的には堤防となっている。

表 7.6 排水区の規模

ホルダー	排水区	
	名称	面積(Km ²)
Bang Khen-Bang Sue ホルダー	Bang Khen	29
	Bang Sue	35
	小計	64
Phra Khanong ホルダー	Klong Chan	24
	Lat Phrao	59
	Huay Kvang	35
	Patterna Karn	24
	Hua Mark	23
	小計	165
Bang Na ホルダー	Bang Na	31
合計		260

7.3.2 水理解析方法及び手順

水理解析は、Phra Khanongホルダーに対して、4ステップで行なった。第1ステップでは、貯溜モデル(9貯溜池モデル)を使用して、基幹排水施設の規模を変化させた場合の浸水状況を把握した。

第2ステップでは、19貯溜池モデルで浸水状況を細かく把握し、排水不良地区を選定した。

第3ステップでは、各排水区について、クローン網の不定流モデル解析により排水施設の規模を定めた。

第4ステップでは、Phra Khanongポンプ場、Phra Khanong、Saen Saep、Tanクローンよりなる基幹施設と各排水区の排水施設を一体として、不定流モデル解析によって、その設定規模の妥当性を確認した。

Bang Khen-Bang Sueホルダー及びBang Naホルダーに対しては、面積が小さいので、第3ステップの作業で排水施設の規模を決定した。

7.3.3 水理解析結果

排水施設の規模は、遊水地区及びクローンの貯溜能力に大きく左右される。解析の結果、図 7.4に示すように、マスタープラン地域の貯溜効果は非常に大きいことが判った。Phra Khanongボルダーを例にとれば、遊水地、クローンの総貯留量とポンプによる総排水量はほぼ等しい。各ボルダーの必要貯留量は、ボルダーの流域特性（土地利用計画、地盤高、クローンの改修断面）、維持水位及びポンプ容量から決定され、これを表 7.7に示す。

図 7.5にクローンの各点に於ける最大流量を示し、図 7.6～ 7.9に提案した施設の規模を示している。

表 7.7 クローン及び遊水地の必要貯留量

〔単位：百万 m^3 〕

ボルダー	遊水地 面積	必要貯留量		
		クローン	遊水地	合計
Bang Khen-Bang Sue (64+29 [*] = 93 Km ²)	2.5 Km ²	1.79 (19 mm)	0.38 (4 mm)	2.17 (23 mm)
Phra Khanong (165 Km ²)	39.8 Km ²	3.74 (23 mm)	4.19 (25 mm)	7.93 (48 mm)
Bang Na (31 Km ²)	1.7 Km ²	0.95 (31 mm)	0.09 (4 mm)	1.04 (34 mm)
合計 (289 Km ²)	44.0 Km ²	6.48 (22 mm)	4.66 (16 mm)	11.14 (38 mm)

注：() は貯溜高に換算した値である。

* チャオプラヤ川と高速道路（マスタープラン境界）間の面積
(29 Km²) を考慮

7.3.4 排水施設規模

1) ポンプ場

ポンプ場は、チャオプラヤ川沿いに 7ヶ所、内陸部に 3ヶ所、計10ヶ所提案した(図 7.6)。各ポンプ場の計画容量は表 7.8に示す通りである。

表 7.8 ポンプ場の計画容量規模

ボルダー	ポンプ場名	容量 (m ³ /秒)
A. チャオプラヤ川へのポンプ場		
Bang Khen-Bang Sueボルダー	Bang Khen (北および南)	15
	Bang Sue	50
Phra Khanongボルダー	Phra Khanong	90
Bang Na ボルダー	Jek	6
	Bang Oa	18
	Bang Na	21
小 計	7ヶ所	200
B. 内部主クロンへのポンプ場		
Phra Khanongボルダー	Gig	3
	Kacha	6
Bang Na ボルダー	Bang Na Chino	9
小 計	3ヶ所	18
合 計	10ヶ所	218

2) クローン

クローン総延長 172kmのうち、133kmが新設あるいは改修を必要とし、表 7.9 と図 7.7にその内訳を示す。一方、図 7.8～7.9は大クローンであるSaen Saep とTan 及びPhra Khanangの計画改修断面を示す。

表 7.9 クローン改修延長一覧表

ポルダー	排水区	改修分類カテゴリー					合計	IV-2	
		I	II	III	IV-1	V			
大クローン	Phra Khanang, Tan及び Saen Saep クローン	-	-	10.5	15.0	-	25.5	-	
中 小 ク ロ ー ン	Bang Khen	Bang Khen	-	-	-	3.9	6.5	10.4	10.0
	&	Bang Sue	-	2.0	6.0	-	-	8.0	12.7
	Bang Sue	小計	-	2.0	6.0	3.9	6.5	18.4	22.7
	Phra Khanang	Klong Chan	-	-	1.3	-	5.8	7.1	3.9
		Lat Phrao	-	4.9	8.1	-	2.7	15.7	4.2
		Huay Kwang	1.0	-	15.1	-	12.8	28.9	-
		Patterna Karn	-	-	-	-	5.5	5.5	3.0
		Hua Mark	-	-	9.3	-	0.5	9.8	-
		小計	1.0	4.9	33.8	-	27.3	67.0	11.1
	Bang Na	Bang Na	5.8	2.1	13.2	1.0	-	22.1	5.0
合計		6.8	9.0	63.5	19.9	33.8	133.0	38.8	

注：カテゴリー I : 新設クローン（護岸工事を含む）

カテゴリー II : 拡幅+浚深+護岸

カテゴリー III : 浚深+護岸

カテゴリー IV-1 : 浚深

カテゴリー IV-2 : 無改修

カテゴリー V : 拡幅+浚深

3) 排水管施設

本マスタープランでは、排水管施設の計画を行なわなかったが、プロジェクトの全容を把むために、同地域の幹線排水管の総延長を、下記の方法により 351kmと想定した。

幹線排水管は主要道路下に布設されるため、マスタープラン地域の2000年地点の主要道路密度より判断した。すなわち、2000年時点の主要道路密度は、マスタープラン地域の人口密度（2000年）が、現在のBang Na 地区の人口密

度とほぼ等しくなることから、現在のBang Na 地区の主要道路密度に等しいものと想定した。

7.4 提案する施設

前節で検討を加えた施設規模は、7.1の計画条件に基づいたものである。検討した洪水防御施設（堤防、水門）及び排水施設（ポンプ場、大クローン、中小クローン、排水管）のどれ一つがかけても、浸水は解消できない、しかしながら、現在のバンコクの財政状態を考慮すると、事業量及び事業費の莫大な排水管整備は困難である。このため、排水管は小地域と中小クローンを結ぶ幹線排水管に限定した。このようにしても、財務検討（11章参照）を加えた結果、マスタープラン地域全体に幹線排水管を布設することは困難であった。このため幹線排水管の整備は以下に示すような施設の水利効果及び財務の検討の結果、既存市街地を主とした浸水被害の高い地区80 Km² (110km) に限定した（表7.10及び図7.10参照）。

表 7.10 洪水防御・排水施設規模

名 称	検討したもの	提案したもの
堤 防	6.2km	
水 門	55ヶ所	
ポンプ場（水門を含む）	10ヶ所（総容量 218m ³ /s）	
クローン改修		
大クローン	25.5km	
中小クローン	107.5km	
幹線排水管	351km	110km
建設費*	110億バーツ	63億バーツ

* 9章 参照

7.4.1 施設の水利効果

1) 緊急洪水対策事業の水利効果

水理解析評価によると、もし緊急洪水対策事業が行なわれなかったとすると、図 7.11 にみるように、マスタープラン地域内では 5年確率降雨に対して宅地々盤高上平均 210mmの浸水深が生ずるが、実施された結果61mmの浸水深まで改善されることが判明した。つまり、堤防及び内水排除のポンプ施設の効果は非常に高いということである。この水理解析評価は、1984年時点の現況土地利用、地形条件に基づくが、低湿地の非市街地には、遊水地として

196mm の雨水貯留を見込んでいる。

しかしながら、2000年時点では地形条件及び都市化の変化により、緊急洪水対策施設のままでは、浸水深は 147mmまで悪化する。このことは、さらに排水施設の増強が必要であることを示している。

2) 本プロジェクトの水理効果

図 7.11 に示すように、2000年の地形条件、市街地条件下では、マスタープラン外郭のホルダー堤防及び水門によって、147mmの浸水深は93mmまで改善される。この場合、非市街地の雨水貯留は、氾濫原管理が行なわれたものとして、平均65mmと推定している。さらに、ポンプ施設の増強、クローン改修、及び幹線排水管整備等により浸水深は42mmまで改善される。

枝線排水管の整備が完了すると浸水深は29mmまで改善されるが、この整備費用は、堤防、水門、増強ポンプ、クローン改修及び幹線排水管に関する事業費の約10倍に相当するもので、本マスタープランでは計画対象としていない。

7.4.2 幹線排水管整備地域

幹線排水管整備地域の優先度をつけるため、マスタープラン地域を4Kmf毎のメッシュに細分化し、地形、浸水状況、人口等を考慮して、おのおののメッシュの浸水被害を推定した。その結果、図 9.1に示すように、バンコク中心部に近い、既存市街地を含むメッシュが、高いポテンシャルを有していることが判明した。高いポテンシャルを有したメッシュは、マスタープラン地域260Kmfのうち、およそ 80Kmfであった。この 80Kmfには、計画降雨91mm/日を超えた降雨のあった日、すなわち1984年 9月21日、同年10月 7日に浸水のおきた地域、約 21Kmf (図 8.2参照) が含まれている。この結果、本マスタープランでは、この 21Kmfを含む 80Kmfを幹線排水管整備地域とした。

第8章 氾濫原管理

激しい降雨と外部からの流入水に加え、近年の無秩序な都市化とそれに伴う地盤沈下により、年々浸水の被害が増大しているが、今後ともこの傾向は続くことが予想される。このような状況に対処するため、施設整備を進めるとともに、浸水をうけやすい地域での開発を抑制し、うけにくい地域に開発を誘導する等ソフト面の対策（氾濫原管理）が必要である。

8.1 総 説

氾濫原管理が、浸水被害軽減に大きく寄与することは諸外国の実績が示している。氾濫原管理の導入により、浸水地域の人々が、浸水の実態を認識できるようになり、施設整備が進めやすくなる。又、浸水被害軽減費用を便益を受ける人々に負担させることが容易になる。

氾濫原管理の主な項目は次のとおりである。

- 1) 浸水予想地域の設定及び公表
- 2) 適正な土地利用の誘導
- 3) 建物等の耐水化の奨励
- 4) 浸水予報警報システムの設立
- 5) 緊急防災活動
- 6) 総合治水対策協議会の設置

8.2 浸水予想地域の設定および公表

浸水に関する情報を一般に衆知徹底させるには、浸水実績図あるいは浸水予想図が役にたつ。浸水実績図あるいは浸水予想図があれば、激しい降雨に備えて、あらかじめ予防手段を講ずることができ、また、浸水のおこりやすい地域への住居の立地を避けることができ、浸水被害の軽減を図ることができる。このため、次の浸水実績図あるいは浸水予想図を用意した。

- ・1983年浸水実績図（図 8.1）
- ・1984年浸水実績図（図 8.2）
- ・緊急洪水対策施設完成後に、5年確率降雨がおこった場合の現時点の浸水予想図（図 8.3）
- ・上記の条件の2000年における浸水予想図（図 8.4）

図 6.5には、8.3で述べるように計画している遊水地域を示してあり、この地

域での開発を避けるよう努力する。これらの浸水図及び土地利用計画図を、関係政府機関、国民にマスコミ、提示板等を通じて公表することが望ましい。

8.3 適正な土地利用の誘導

浸水被害を軽減するためには、浸水が予想される地域での開発を抑制する適正な土地利用が有効である。低平地の中央平原 (Lower Central Plain) に位置するマスタープラン地域は、もともと浸水しやすい地域である。しかし、浸水の程度は、マスタープラン地域内でも異なる。実績の示すところによれば、Bang Na、Huay Kwang、Hua Markのような地盤の低い地域は、長期間浸水が続いた。従って、このような地域での開発は、治水施設の整備が進んでから行なうべきである。

また、浸水被害を軽減するためには、遊水地域を設けることが有効である。Lat Phrao 地域の一部は、2000年までであれば遊水地域として活用できる。図 5.3は、これらのことを考慮した土地利用計画図である。この土地利用計画とともに、次の施策をとることを提案する。

- 1) 2000年までの東部郊外での開発は、マスタープラン地域内に限定し、他地域にスプロールさせない。
- 2) 新規開発地域 (マスタープラン地域260Km²の内、82Km²) の住居は、既存の宅地高にあわせて盛土した上につくるか、高床式にする。
- 3) 開発にともなう雨水の流出量の増加を抑制するために、宅地内に雨水調節池を設けることを推奨する。
- 4) 浸水時においても交通の確保を図るため、既存、新設を問わず、すべての道路高は+1m以上とする。
- 5) 排水、水道、電気のようなインフラ整備は、原則として市街化予定区域に限定する。

都市計画法 (1975) は土地利用に関し、いまだ効果を発揮するにいたっていないが、同法の実施が浸水被害軽減には有効である。BMA の所管である建築基準法による土地利用誘導も、グリーンベルト地域で行なわれているように有効である。他の関連法律としては細分化規則 (1972) がある。この規則では、10区画以上に細分化して開発を行なう者は委員会の承認を必要とする。委員会は、土地、地方行政、都市計画、住宅、上下水道、電気、法規に関する役所で構成されている。

8.4 建物等の耐水化の奨励

排水施設が整備されるまでの間にも、浸水被害は生じるし、排水施設が整備されたとしても、2年確率降雨を超える降雨が生じた時には浸水は起こる。これら

に対処するため、過去にもみられたような宅地の盛土、耐水壁のような個人が行なう建物の耐水化は、今後とも継続実施されるべきである。

8.5 浸水予報警報システムの設置

浸水が予報されれば、住民はあらかじめ浸水被害を軽減する手段がとれる。このため、DDS のコントロールセンターは降雨、クローン水位、チャオブラヤ川水位等の水文データを収集し、これを解析処理して予報・警報に役立てる。

図 8.5に示すような水文情報収集システムは、重要であり確立すべきである。

8.6 緊急防災活動

防災活動をスムーズに行なうためには、人員の確保と訓練、資材の準備、通信回線の確保、建設機材と車の準備が不可欠である。

8.7 総合治水対策協議会の設置

施設整備（構造的対策）と氾濫原管理（非構造的対策）の両者を組み合わせてこそ、有効に浸水被害の軽減が図れる。

このためには、確固とした政策と、これを遂行するための組織が必要である。

第9章 事業費と事業実施計画

本章では、事業費を算定し、この事業費と投資効果を勘案して、事業実施計画をたてた。

9.1 基礎単価

建設作業員単価を表 9.1に示す。建設作業員単価、材料費、請負経費、税金等を含めた基礎的工種の一位代価を表 9.2に示す。これらに基づき、各施設の単価を積算した。

表 9.1 建設作業員単価

Type of Labour	Labour Cost per Day (¥)
Unskilled Labour	64
Mason	80 - 85
Bar Bender	85 - 120
Concretor	100 - 140
Asphalter	100 - 130
Carpenter	100 - 180
Painter	120 - 150
Welder	130 - 150
Foreman	180 - 200
Chief Forman	350 - 600
Car Driver	100 - 150
Crane Operator	150 - 180
Boat Crew (low)	90 - 290
" (middle)	120 - 430
" (high)	400

表 9.2 基礎工種単価

Item	Description	Unit	Price (¥)
Backfilling	Local soil	m ³	130
Excavation	Manual	m ³	600
"	Backhoe	"	180
"	Clamshell	"	700
Concrete	1 : 2 : 4	"	1300
"	1 : 3 : 5	"	1000
Formwork	Wood	m ²	200
Dredging	on Bank	m ³	53
"	on Barge	"	176
Steel Sheet Work	SP II L=8.0 m	m	2600
"	SP III L=15.0 m	m	5800
Driving & Extracting H-Shape of Steel Sheet Pile	H-Shape	t	2600
Rental Cost	H-Shape	t/day	120
"	SP	"	10
Maintenance Cost H-Shape for Steel	H-Shape	"	90
"	SP	"	80

9.2 建設費

検討した施設の建設費は、表 9.3に示すように1984年価格で約 110億パーツ (1.094億円) であり、このうち、提案した施設 (一部の幹線排水管を除く) の建設費は63億パーツ (628億円) である。

建設費には、調査設計・工事監理費 (直接費の10%)、予備費 (直接費と調査設計・工事監理費の17%) が含まれている。

9.3 維持管理費

直接費の3%を年当りの維持管理費とした。

表 9.3 建設費

(単位：百万バーツ、1984年価格)

施設名	検討した施設	提案した施設
1) 堤防	70	70
2) 水門	298	298
3) ポンプ場	1.479	1.479
4) 大クローン改修	357	357
5) 中小クローン改修	1.914	1.914
6) 幹線排水管	6.692	2.033
7) 浸水予報警報システム	129	129
計	10.939	6.280

9.4 事業実施計画

9.4.1 考慮すべき要因

投資効果の高い施設から事業を実施していくことは当然である。すなわち、7.4で述べたように、地域全体にわたる広範囲で長期な浸水をまず防ぎ、ついで資産の集積している市街地での短期浸水を防ぐことが有効である。前者に該当するものとしては、外水の流入を阻止する洪水防御施設（堤防と水門）と基幹排水施設（大クローンとPhra Khanongポンプ場）があり、後者には中小クローン、ポンプ場、幹線排水管が含まれる。

従って、原則として堤防、水門、大クローン改修、Phra Khanog ポンプ場を早期に実施する。しかし、Phra Khanongポンプ場は、すでに緊急洪水対策事業で設置され、また、7～8年の耐用年数があると想定されるので、第2期で恒久施設に取替えることとした。また、水門については、55ヶ所と数が多く事業費が高いため、流入阻止効果の高い大クローンの水門を第1期で設置し、それ以降、中小クローンの水門を設置していく。設置が進むまでの間、中小クローンはできれば暫定的に締切っておくのがよい。

中小クローン、ポンプ場、幹線排水管の整備順序を策定するため、マスタ

マスタープラン地域を4km²毎のメッシュに分け、各メッシュの浸水被害を想定した。この結果、浸水被害度の高メッシュは、図 9.1に示すように、バンコク中心部に隣接するBang Na、Hua Mark、Huay Kwang、Bang Sueの4排水区（表 7.6及び図 7.2参照）に含まれることが判明した。これに基づき、順次、整備を進めていくこととした。

9.4.2 事業実施計画の策定

フィジビリティ・スタディー、実施設計、財源調達を1985～86年の2ヶ年で行ない、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、1987年に着手し、全事業は目標年2000年までの14年間を3期に分けて実施する。

第1期事業（1987～1991年）

第2期事業（1992～1996年）

第3期事業（1997～2000年）

各期に含まれる事業は、前節を考慮して表 9.4、図 9.2のように提案した。なお、表 9.5にその内訳を示す。

第1期事業（図 9.3）は、広範囲で長期の浸水を防ぐため、チャオプラヤ川沿いの堤防建設、大クローンの水門設置、浸水予報警報システムの設立、大クローンの改修を含んでいる。さらに、浸水被害度の高い上述の4排水区の中小クローン改修と、緊急洪水対策事業で設置したポンプ容量と提案した容量との不足分のポンプ増設、及び、4排水区の中で特に優先度の高い地区21 km²（緊急洪水対策実施後に発生した浸水地区）の浸水軽減のための幹線排水管整備を含んでいる。

表 9.4 事業実施計画




計画期		第1期 (1987 ~ 1991)	第2期 (1992 ~ 1996)	第3期 (1997 ~ 2000)
総事業量				
事業費	単位 (百万バーツ)	 2.560	 1.830	 1.890
護岸	6.2km	6.2km	—	—
ポンプ場 (水門を含む)	総容量218 ^m /s	5ヶ所 <ul style="list-style-type: none"> • Kacha (6^m/s) • G1g (3^m/s) • Bang Na Chine(9^m/s) • Bang Sue(14^m/s) • Bang Na (6^m/s) 	1ヶ所 <ul style="list-style-type: none"> • Phra Khanong (90^m/s) 	5ヶ所 <ul style="list-style-type: none"> • Bang Khen North & South(15^m/s) • Bang Sue(36^m/s) • Jek (6^m/s) • Bang Oa (18^m/s) • Bang Na (15^m/s)
水門	55ヶ所	4ヶ所	26ヶ所	25ヶ所
大クローン 改修	25.5km	16.5km	9.0km	—
中小クローン 改修	107.5km	52.3km	26.9km	28.3km
幹線排水管 整備	延長 110km	30km	40km	40km
	面積 80Km ²	(21Km ²)	(29Km ²)	(30Km ²)
浸水予報警報システム (コントロールセンター)		1式	—	—

表 9.5 (1) 各期の事業内容

(A) 堤 防

	First Stage	Second Stage	Third Stage
6.2 km		-	-

(B) 水 門

Name	Stage	First Stage	Second Stage	Third Stage
Gate at Pumping Station		Bang Sue Bang Na Bang Na Chine Gig Kacha	Phra Khanong	Bang Khen north Bang Khen south Bang Oa Jek
Control Gate				
Phra Khanong		1	-	-
Saen Saep		1	-	-
Other 53 gates		2	26	25

(C) ポンプ場

Name	Stage	First Stage	Second Stage	Third Stage
[Unit: m ³ /sec]				
Outlet Pump				
Phra Khanong		-	<u>90</u>	-
Bang Khen (North & South)		-	-	<u>15</u>
Bang Sue		14	-	<u>36</u>
Jek		-	-	<u>6</u>
Bang Oa		-	-	<u>18</u>
Bang Na		6	-	<u>15</u>
Inner Pump				
Kacha		6	-	-
Gig		3	-	-
Bang Na Chine		9	-	-

Note: " replacement of urgent pump

表 9.5 (2) 各期の事業内容

(D) クローン

[Unit: km]

	First Stage		Second Stage		Third Stage	
	Length	Section	Length	Section	Length	Section
Main Klong (Phra Khanong, Tan and Saen Saep)	16.5	1 to 7, 11 to 19	9.0	8,9,10, 20 to 26	-	-
Sub Klong						
Bang Khen	-	-	10.4	14 to 18	-	-
Bang Sue	8.0	9 to 12	-	-	-	-
Klong Chan	-	-	-	-	7.1	-
Lat Phrao	-	-	-	-	15.7	1 to 11,15
Pattana Karn	-	-	-	-	5.5	1 to 4
Hua Mark	3.9	1 to 3 (north)	5.9	1 to 6 (south)	-	-
Huay Kwang (East)	4.2	2,3,5,6	1.8	1	-	-
(West)	14.1	6,7,10,11 12,13,14	8.8	8,9	-	-
Bang Na	22.1	1to3,5to7 9to14,19 20to25	-	-	-	-
Sub-Total	52.3		26.9		28.3	
Total	68.8		35.9		28.3	

第10章 組織と運営

本章では、プロジェクトの実施・運営に係る組織面の検討を行ない、若干の提言を行った。

10.1 バンコク首都圏庁(BMA)及び排水下水道局(DDS)

BMA は、24区(district)からなるバンコク首都圏 (1,589 Km²) を治める自治体である。BMA の行政は、バンコク議会の決議に基づき実施されているが、BMA の知事及び 4名の副知事は国会が任命し、事務総長は内務大臣によって任命されている (図10.1)。

BMA は、その11の局及び24区の区役所を通じ、治安、厚生、教育、衛生、福祉、道路、排水施設等の公共サービスを提供しているが、水道、公共交通、高速道路、住宅及び電力は、中央政府が所管する公社によって運営されている。

DDS の前身である排水下水道局(BDS) は、衛生局から分離独立し、1977年に設立された。その後、洪水、汚水問題がさらに顕著になったため、1981年に "Bureau" を "Department" に改め、組織の強化が行われた。現在DDS には約 450名の職員、約 1,400名の作業員が四現業部 (下水部、排水部、技術部及び汚水処理部) 及び事務部に配属されている (図10.1)。

以上より、バンコク首都圏の行政には中央政府が直接関わっていること、及び DDS が比較的新しい組織であることが示される。

10.2 洪水対策に関する他省庁との協力、調整

DDS は、洪水対策に関連をもつ政府機関 (例えばRID、NEB、NESDB、予算当局、BMA の関係部局及び研究機関等) との協力、調整が必要である。これらの機関が果たす役割は大きく分けると構造的 (施設による) なものと、非構造的 (行政指導による) なものにと整理することが出来、さらに各々については、国家レベルで調整されるものと、実施機関レベルで行うことが出来る (表10.1) ものがある。実施機関レベルの活動は、DDS と各区単位で行なうことに更に分けることが出来る。マスタープラン地域は 4つの区 (Huay Kwang、Phra Khanong、Bang Khen及びBang Kapi-図10.2) から成り、小クローン等各区レベルで対応すべき洪水対策もある。

このように、各レベルの異なった機関の間の調整が出来て始めて効果的な洪水対策が実施できると言える。

表10.1 国及び実施機関レベル毎の施設及び行政指導による洪水対策活動

対 策	国 レ ベ ル	実施機関レベル
施 設	RID 管理下の水門、水路、ポンプの活用、 鉄道局、道路局所管施設の浸水防御利用等	排水、洪水防御施設 緊急排水活動
行 政	土地利用規制 (DTCP、BMA)、建築基準の設定、 地盤沈下防止 (NEB、MWVA)、天気 (雨量) 予 報	洪水の予報、警告、 浸水実態に関する広報 活動

これ迄、このような国レベルでの調整機能をもった組織としては、1983年10月に設立された緊急洪水対策委員会がある。この委員会の下には 2つの小委員会が作られ、施設建設プロジェクトの実施と、その評価及び広報活動を行っている。

(図10.3)

10.3 組織面に関する提言

前述の緊急洪水対策委員会は臨時のものであり、緊急対策がある程度効果を示した時点で解散する性格のものであるが、バンコク首都圏はその都市化と地盤沈下とにより、浸水被害は年々拡大する傾向にあるので、国家レベルの恒久的な洪水対策組織 (委員会型式又は専門機関) の設立が望ましい。この組織は現在の緊急洪水対策委員会の機能に近いものとなるが、特に行政的対策での氾濫原管理を実施する機能が重要である (図10.4)。

このような国家レベルの機関を設置し、更に具体的には以下に示す活動が望まれる。

10.3.1 氾濫原管理

(1) 提案されている国家レベルの洪水対策組織の下に氾濫原管理の具体的実施方法を検討する組織 "Planning Center" を設置し、そこに以下の機能を持たせる。

- 1) 排水面を考慮した土地利用計画の作成
- 2) 遊水地域の選定
- 3) 洪水対策から見て必要な建築規制等の作成
- 4) 氾濫原管理を実施する行政手法の検討

この "Planning Center" は都市計画の専門家が中心となることが望ましい。スタッフは、例えば、DTCP又はBMA の都市計画局から都市計画専門家が、DDS から排水面の専門家が、又BMA の政策計画局から行政手法の専門家を集めるなど、その他関連部局、研究機関からも人を集めることが考えられる。

(2) 現在、DDS 内に設置されている緊急洪水対策ユニットを強化し、「中央洪水対策情報センター」を設置し、自動水位記録装置を要所に置き、洪水予報等と連動させ、洪水時の被害を最小にするように水門、ポンプの適切な操作をコントロールすることが望ましい。

(3) DDS 内に広報室を設置し、洪水の被害状況、原因、対策等をマス・メディア、又は区役所等を通じ、住民に充分理解せしめることが望まれる。今回の調査に於いても住民の中には、東部地区の洪水の原因を全てBHAにあるとする意見を持つ者もいて、地盤沈下、都市化といった真の原因が理解されていないこともあった。今後受益者負担制度等をとるためにも、住民への広報は重要である。

10.3.2 プロジェクトの実施(建設)段階の組織

現在の調査段階に於いては、DDS の技術部を中心にカウンター・パート・チームが組織されているが、実施段階では、DDS 内の「部」(Division)と同じレベルの組織にプロジェクト・チームを拡大し、以下の課を設置する必要がある。

- 1) 計画及び管理課
- 2) 設計課
- 3) 施工監理課

プロジェクトを短期に効率的に実施するためには、外国及びローカルのコンサルタントの活用が必要となる。又、このプロジェクト・チームは、既に提案されている中央レベルの洪水対策機関と緊密な連繫をとることが望ましい。

10.4 管理及び運営

本マスタープランでは、260Km²の地域に55ヶ所の水門、10ヶ所のポンプ場及び172kmのクローンによって、排水事業を行うこととなっているが、これだけの設備を管理・運営するためには、東部郊外地域の中に、仮称「東部郊外排水管理事務所」を設置することが望まれる。

ここで、東京の江東治水事務所を参考にすることができる。江東ゼロメートル地区は約40Km²で約20万の人口を収容しており、地盤は-1.5mから+2.0mとなっている。以前この地区ではしばしば洪水が起きたが、現在は堤防、水路、7ヶ所の水門、2ヶ所のポンプ場、1ヶ所の閘門および1ヶ所の樋門によって排水が行なわれている。東京都建設局江東治水事務所は江東地区の近くに設置され、これ

らの排水施設及び隣接地区の排水施設の管理を担当している。

本プロジェクトの場合、「東部郊外排水管理事務所」(Eastern Suburbs Drainage Office) の設置を検討すると次のような組織が考えられる (図10-5)。

- (1) 総務部 (3課)
- (2) 設計部 (3課)
- (3) 運営・管理部 (8課及び10ポンプ場)
- (4) 建設部 (4課)

他に緊急洪水対策ユニットを設置すると、必要な職員の数には仮に 4～ 5名が一つの課を構成すると想定すると、全体で 118名になる (表10.2)。

表10.2 東部郊外排水事務所職員数試算

部	課の数	職員数
総務部	3	12
設計部	3	15
運営管理部 (ポンプ場)	8	40
建設部	10	30
建設部	4	16
緊急洪水対策ユニット	1	5
合計	29	118

第11章 財務の検討及び経済評価

本章では、マスタープランの実施計画に沿った財政面の検討を行い、プロジェクトの費用・便益評価を行う。

11.1 財務の検討

11.1.1 BMA及びDDSの収入と支出

BMAの財源は税金、国庫補助金、事業収入、手数料等料金収入及びその他の雑収入から成る(表11.1)。そのうち税金が最も多く(1984年度で68%)、これはさらに地方税(13%)と、中央政府機関が徴収しBMAに移行される税金(55%)とに分けられる。国庫補助金は、教育費や様々なプロジェクトに向けられ、1984年度にはBMAの予算の24%を占めている。従って、中央政府から流れる資金は、移行される税金を含めると80%近くにも達し、BMA自体の財政的な自立の限界を示している。

支出面では、排水下水関係の予算が、1982年の2.77億バーツから83年の3.87億バーツ、更に84年の7.52億バーツへと急速に伸びており、85年には8.95億バーツでBMAの予算(60億バーツ)の15%を占めるに至った。これら排水・下水関係の予算のほとんどは、DDSの予算となっているが、洪水対策施設の建設資金として区役所に振り分けられている予算も近年急増した。表11.2はDDSの予算内訳を示しており、これら予算の伸びから特に洪水対策関連事業にBMAとしても強い関心を示していることがうかがえる。

11.1.2 財政計画

マスタープランの総建設コストとして計上された110億バーツ(1,094億円)は実施予定の年数によって、財政計画の立て方が大きく変わってくる。2000年を目標に3期、14年間で全ての事業の実施を計画した場合、国の補助、外国の援助を受けてもBMAの負担は急速に増大する。仮に1987年に1億バーツの予算が確保出来て、年率5%~7%(最近の経済成長率)の伸びを想定した場合極めて難しい状況である。ここで、建設費を約6割の63億バーツ(628億円)に縮小して事業を実施することになると、この予算の伸びで実現することが可能となる(図11.1)。

バンコク中心部の排水プロジェクトにおいても、当初、35億バーツのプロジェクトが20.5億バーツに縮小されており、財政面から効果の高い事業をマ

スタープランに組み入れ、低いものを2000年以降に延期することは、妥当と考えられる。財政計画の作成は、次の設定の基に行なった。

プロジェクト実施事業と期間

2000年迄の事業として第1期から第3期迄のコストは以下のように配分される。

(億パーツ)

工 期	I	II	III
建設コスト	26	18	19
累 計	26	44	63

支出計画

- (1) 建設コストは、各年度にわたり均等に支出されるものとした。
- (2) 年間の維持管理費は、建設累計額の3%とした。
- (3) 借入金の返済は、建設終了年の翌年から開始し、20年間とした。
- (4) 借入金の金利は、年率3.5%とした。

収入計画

- (1) 建設費の40%にあたる外貨部分は、外国からの援助借款によりカバーされる。
- (2) 建設費の30%（現地通貨分の半額）は、中央政府の補助金でまかなわれる。
- (3) 建設費の残りの30%、維持管理費、借入金の返済及び金利の支払いは、BMAの財源による。

以上の設定に基づいた、1987年から2016年迄のBMAの資金繰表を、表11.3に示す。

第1期においては、BMAの負担は5年間に1.54億パーツから2.44億パーツに増加し、第1期分の負担だけを見ると、建設終了後（1992年）借入金の返済、金利の支払い、及び維持管理費が1.64億パーツから1.30億パーツへと漸減し、2016年以降は、借入金の返済が完了し、BMAの分は維持管理費としての0.77億パーツとなる。

第2期は、第1期の約7割と建設費は小さいが、第1期と同様なコスト配分で1992年から行なわれ、第3期は、第2期とほぼ同じコストであるが、建

設期間が4年間であるため、年毎の建設負担は第2期より高くなる。

3工期分を合計すると、BMAの資金負担は、1987年の1.54億パーツから2000年の4.67億パーツへと増大し、2001年から2016年迄は、3.81億パーツへから2.71億パーツと減少する。2016年の時点では第3期の建設に係る借入金の返済に更に5年間を要する。

外貨の借入金の利率を3.5%と設定したが、より高い金利の場合、BMAの総支払い額における金利負担の割合は、以下のように増大する。

<u>金利</u>	<u>金利負担の割合</u>
3.5%	11%
6.0%	18%
10.0%	27%

11.1.3 BMAの財源増強の可能性

BMAの洪水関連事業に対する支出は、近年大幅に増加したが、本プロジェクトへの財源を確保するには、現状のBMAの限られた予算からのみでは難しさがあるため、洪水対策プロジェクトの財源として、以下の提案を行った。

(1) 現行税制の拡充

現在のBMAの税金の徴収もれを改善し、又、固定資産税の評価額の改訂など、既存制度の改革により増収を図る。仮に10%~20%増収のうち1/4を本プロジェクトにふりむけられれば毎年1~2億パーツの財源が確保出来ることとなる。

(2) 建設者負担金の徴収

マスタープラン地域には今後、150万人の新規流入人口が想定され、住宅開発は今後とも進められる。この住宅開発は浸水を避けるため盛土を伴う。しかしながら盛土は開発地以外への流出増加をもたらす。この悪影響を抑えるため、今後、本地域の家屋の建設者に対し、開発負担金として、例えば、1人当たり1,000パーツを課することになると、2000年までに約15億パーツの財源が確保できる。同様な制度は、日本の各自治体の開発指導要綱にみられる。

(3) 都市計画税の新設

日本では、都市計画税の財源が様々な都市インフラの整備に使われている。排水施設を含め、道路等都市インフラの整備は地価の上昇をもたらす。従って土地所有者に対し、都市計画税として課税することは適切な事である。仮に固定資産に対し 2.5%の課税を行なうと、毎年 1億パーツが確保できる。

(4) 地域住民の共同体の組織化

排水管施設は、住民に直結する部分であり、住民が建設費を負担しながら、排水施設を整備しやすい部分である。BMA は、補助金を交付し、住民に共同体方式での建設を促すことが考えられる。

本調査の被害状況調査においても、住民は、確実に浸水被害が軽減されるのであれば、一戸当り 1,000パーツ位の負担は可能との結果もあり、この制度は可能であろう。(排水管施設は、ほとんどが第四期以降であるので、三期迄の財源には組み入れられていない。)

以上の財源増強策を実施するにあたって以下の点に留意する必要があるだろう。

(a) 土地等への増税がもたらす物価上昇の影響

(b) 建設負担金によるマスタープラン地域の開発のスピードに対する影響

(c) 協同組合形成が難しい地域への対策

11.1.4 プロジェクトの収支

前節で提案された財源(既存の税の増税、開発者負担金及び都市計画税)が確保出来たとして、プロジェクトの全体の収支を算出すると表11.4のようになる。

既存税の増収分のうち、1億パーツが1987年に本プロジェクトに確保出来、2000年迄 5%で上昇するものと仮定した。本試算では、第四期以降を含んでいないので、2001年以降は 2.5%の上昇率とした。開発者負担金は、建設期間中、毎年 1.07 億パーツ徴収され、1988年から2001年の間収入として計上した。都市計画税は、新税のため、1992年から実施され、増収分の1/2 が確保できるものとした。以上の仮定で収支を試算すると、2014年で赤字は解消される(表11.4)。また、2001年以降の建設ステージについても国の補助金及び外貨借款が得られれば、同様の資源の確保で可能となろう。

提案された 3種類の財源は、必ず実現出来るものとは言えないが、行政当局は既存税の増収により第1期が実施可能となり、開発者負担金により第2

期が、更に都市計画税の徴収により、第3期迄の建設ができるとみなすことが出来る。しかし、年々悪化する洪水の危険性からみて財源確保の努力は至急払われるべきである。

11.1.5 結 論

限られた財源の中で洪水対策をいかに実施して行くかはこれまでも議論されてきた。1983年の洪水の直後「洪水税」のアイデアが新聞に出されたが、住民は強い反発を示した。しかしながら、洪水被害から土地、財産を守るためには、それにみあう投資を行なう必要があることを広くバンコク市民に理解させることが重要であり、行政当局は受益者すなわち土地、財産の所有者、並びに住民にコストを負担させる手段をよく検討すべきであろう。これは、洪水対策施設のみならず、都市のインフラ施設に共通のことと言えよう。

現況では、バンコク市民が負担している市民税の割合は、他の国の都市に比べ非常に低い状況である。従って、BMA が、財政的に自立して行くためにも税制の見直し、改善が望ましく、それが本プロジェクトを実現に一步近づけるものである。

表11.1 BMAの年予算(1982 - 1984)

Revenue	1982 (2525)		1983 (2526)		1984 (2527)	
	¥ mill	%	¥ mill	%	¥ mill	%
1. Tax Revenue	3,224.87	68.3	3,266.00	69.8	3,732.00	68.3
(BMA Local Taxes)	(616.13)	(13.1)	(656.50)	(14.0)	(721.50)	(13.2)
(Shared Taxes)	(2,608.74)	(55.2)	(2,609.50)	(59.8)	(3,010.50)	(55.1)
2. Fee for Licensing & Permits	49.94	1.0	100.17	2.1	105.93	1.9
3. BMA Property Revenue	252.01	5.3	183.30	3.9	224.68	0.4
4. Business Revenue	8.90	0.2	8.90	0.2	10.30	0.2
5. Others	78.55	1.7	197.24	4.2	84.42	0.8
Sub Total	3,660.28	77.6	3,755.62	80.3	4,157.33	76.1
6. Central Government Subsidy	1,059.62	22.4	921.20	19.7	1,306.40	23.9
Total	4,719.91	100.0	4,676.82	100.0	5,463.73	100.0

Expenditure	1982 (2525)		1983 (2526)		1984 (2527)	
	¥ mill	%	¥ mill	%	¥ mill	%
1. Public Work	952.15	22.2	909.98	19.0	1,216.13	21.5
2. Education	912.26	21.3	887.03	18.5	936.12	16.6
3. Project Expenditure	738.11	17.3	624.38	13.0	598.16	10.6
4. General Administration	519.48	12.1	636.23	13.3	611.22	10.8
5. Medical & Sanitation	394.29	9.2	487.09	10.2	611.09	10.8
6. Cleaning	308.19	7.2	618.44	12.9	569.67	10.1
7. Drainage & Sewerage*	277.21	6.5	387.49	8.1	752.04	13.3
8. Social Welfare	116.60	2.7	122.55	2.6	167.13	2.9
9. Loan Repayment	7.32	0.2	3.63	0.1	2.17	0.04
10. Commerce	55.46	1.3	114.97	2.4	183.82	3.3
Total	4,281.07	100.0	4,791.79	100.0	5,647.55	100.0

* This includes budget for DDS and drainage budget for District offices

Source: BMA Document

表11.2 DDSの年予算(1982 - 1984)

	(\$ 1,000)		
	1982 (2525)	1983 (2526)	1984 (2527)
A. General Administration			
1. Secretary	3,372	4,099	4,536
2. Technical Administration	3,282	3,982	4,605
B. Drainage and Sewerage			
1. Drainage Control		134,826	165,866
2. Sewer Cleaning	166,665	18,000	18,000
3. Klong Maintenance		62,201	100,995
4. Klong Improvement	54,017	4,843	7,402
5. Project Study for Thombri	-	-	1,500
6. Project for Reserving Temples	-	8,300	20,000
7. Survey of Klong Network	-	469	-
8. Waste Water Treatment	8,449	7,908	5,051
9. City Core Flood Protection Project			31,622
10. Suburban Flood Protection Project	41,420	136,673	61,000
DDS Total Budget	277,205	381,297	420,578

Source: BMA Document

表11.3 資 金 繰 表

CONSTRUCTION STAGE 1 COST 2560											INTEREST RATE 3.5 %		
YEAR	1987 -	1991	1992 -	1996	1997 -	2000	2001 -	2006	2007 -	2011	2012 -	2016	TOTAL
CASH IN BMA	154 -	244	164 -	157	155 -	150	140 -	139	137 -	130	77 -	77	4314
SALE	154 -	154	0 -	0	0 -	0	0 -	0	0 -	0	0 -	0	76A
LOAN	205 -	205	0 -	0	0 -	0	0 -	0	0 -	0	0 -	0	1024
TOTAL	512 -	602	164 -	157	155 -	150	140 -	139	137 -	130	77 -	77	6106
CASH OUT CON	512 -	512	0 -	0	0 -	0	0 -	0	0 -	0	0 -	0	2560
O/H	0 -	61	77 -	77	77 -	77	77 -	77	77 -	77	77 -	77	2074
LOAN	0 -	0	51 -	51	51 -	51	51 -	51	51 -	51	0 -	0	1024
INT	0 -	29	36 -	29	27 -	22	20 -	11	9 -	2	-0 -	-0	440
TOTAL	512 -	602	164 -	157	155 -	150	140 -	139	137 -	130	77 -	77	6106

CONSTRUCTION STAGE 2 COST 1830											INTEREST RATE 3.5 %		
YEAR	1987 -	1991	1992 -	1996	1997 -	2000	2001 -	2006	2007 -	2011	2012 -	2016	TOTAL
CASH IN BMA	0 -	0	110 -	174	117 -	113	112 -	106	104 -	99	90 -	93	2009
SALE	0 -	0	110 -	110	0 -	0	0 -	0	0 -	0	0 -	0	549
LOAN	0 -	0	146 -	146	0 -	0	0 -	0	0 -	0	0 -	0	732
TOTAL	0 -	0	366 -	430	117 -	113	112 -	106	104 -	99	90 -	93	4090
CASH OUT CON	0 -	0	366 -	366	0 -	0	0 -	0	0 -	0	0 -	0	1830
O/H	0 -	0	0 -	44	55 -	55	55 -	55	55 -	55	55 -	55	1200
LOAN	0 -	0	0 -	0	37 -	37	37 -	37	37 -	37	37 -	37	732
INT	0 -	0	0 -	20	26 -	22	20 -	14	13 -	8	6 -	1	320
TOTAL	0 -	0	366 -	430	117 -	113	112 -	106	104 -	99	90 -	93	4090

CONSTRUCTION STAGE 3 COST 1890											INTEREST RATE 3.5 %		
YEAR	1987 -	1991	1992 -	1996	1997 -	2000	2001 -	2006	2007 -	2011	2012 -	2016	TOTAL
CASH IN BMA	0 -	0	0 -	0	142 -	204	121 -	114	113 -	100	106 -	101	2468
SALE	0 -	0	0 -	0	142 -	142	0 -	0	0 -	0	0 -	0	567
LOAN	0 -	0	0 -	0	189 -	189	0 -	0	0 -	0	0 -	0	754
TOTAL	0 -	0	0 -	0	473 -	535	121 -	114	113 -	100	106 -	101	3791
CASH OUT CON	0 -	0	0 -	0	473 -	473	0 -	0	0 -	0	0 -	0	1890
O/H	0 -	0	0 -	0	0 -	43	57 -	57	57 -	57	57 -	57	922
LOAN	0 -	0	0 -	0	0 -	0	30 -	30	30 -	30	30 -	30	605
INT	0 -	0	0 -	0	0 -	20	26 -	20	19 -	13	12 -	7	304
TOTAL	0 -	0	0 -	0	473 -	535	121 -	114	113 -	100	106 -	101	3791

TOTAL COST 6200											INTEREST RATE 3.5 %		
YEAR	1987 -	1991	1992 -	1996	1997 -	2000	2001 -	2006	2007 -	2011	2012 -	2016	TOTAL
CASH IN BMA	154 -	244	274 -	331	414 -	467	301 -	359	354 -	337	201 -	271	9591
SALE	154 -	154	110 -	110	142 -	142	0 -	0	0 -	0	0 -	0	1084
LOAN	205 -	205	146 -	146	189 -	189	0 -	0	0 -	0	0 -	0	2542
TOTAL	512 -	602	530 -	587	745 -	798	301 -	359	354 -	337	201 -	271	13707
CASH OUT CON	512 -	512	366 -	366	473 -	473	0 -	0	0 -	0	0 -	0	6200
O/H	0 -	61	77 -	121	132 -	174	108 -	108	108 -	108	108 -	108	4274
LOAN	0 -	0	51 -	51	80 -	80	126 -	126	126 -	126	74 -	74	2542
INT	0 -	29	36 -	49	53 -	63	67 -	45	40 -	23	18 -	8	1073
TOTAL	512 -	602	530 -	587	745 -	798	301 -	359	354 -	337	201 -	271	13707

表11.4 BMA の資金収支計画表

		(million Baht)										
Year		1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	
Revenue												
(1) Tax Increase		100	105	110	115	121	127	134	140	147	155	
(2) Dev. Surcharge		-	107	107	107	107	107	107	107	107	107	
(3) Urb. Dev. Tax		-	-	-	-	-	64	67	70	74	78	
Total Revenue		100	212	217	222	228	298	308	317	328	340	
Expenditure for BMA		154	176	199	221	244	274	288	302	317	331	
Balance		-54	36	18	1	-16	24	20	15	9	9	
Cum. Balance		-54	-18	0	1	-15	9	29	44	53	62	
Year		1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	
Revenue												
(1) Tax Increase		162	171	179	188	194	199	205	212	218	224	
(2) Dev. Surcharge		107	107	107	107	107	-	-	-	-	-	
(3) Urb. Dev. Tax		81	86	90	94	97	100	103	106	109	112	
Total Revenue		350	364	376	389	398	299	308	318	327	336	
Expenditure for BMA		414	431	449	467	381	376	372	367	363	359	
Balance		-64	-7	-73	-78	17	-77	-64	-49	-36	-23	
Cum. Balance		-2	-9	-82	-160	-143	-220	-284	-333	-369	-392	
Year		2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
Revenue												
(1) Tax Increase		231	238	245	253	260	268	276	284	293	302	
(2) Dev. Surcharge		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
(3) Urb. Dev. Tax		116	119	123	127	130	134	138	142	147	151	
Total Revenue		347	357	368	380	390	402	414	426	440	453	
Expenditure for BMA		354	350	346	341	337	281	279	276	273	271	
Balance		-7	7	22	39	53	121	135	150	167	182	
Cum. Balance		-399	-392	-380	-331	-278	-157	-22	128	295	477	

11.2 経済評価

ここでは費用便益分析の検討を通じて、洪水防御・排水対策事業に対する経済的妥当性の評価を行った。

11.2.1 経済的費用の推定

第9章で説明した財務的費用は、以下の方法により、経済的費用への変換を行った。

- (1) 輸入関税は、プロジェクト費用の外貨分の10パーセント、国内の物品税は内貨分の5パーセントと設定した。
- (2) プロジェクトの外貨分に対しては、1.06のシャドー・エクスチェンジレートを、内貨分の非熟練労働者の賃金に対しては、0.88のシャドー・エクスチェンジレートを適用した。

11.2.2 2000年における洪水被害額の予想

2000年時点の浸水被害額は、以下の方法で推定した。

1) 住居及び商・工業施設

被害額は「年平均浸水被害額」の概念のもとで推定を行なった。計算の公式は次の通りである。

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

ここで、

- \bar{D} : 年平均被害額
- D : 浸水被害額
- Pr : F の確率密度関数
- F : 降雨
- F_0 : 洪水防御・排水施設の規模
- S : 被害ポテンシャル
- L_s : 地盤沈下

2) 公共施設

1. 浸水被害に対する政府支出

公共施設に対する直接被害と医療への特別支出のような政府支出は、過去の調査結果に従い、総浸水被害額の10%と仮定した。

2. 公営企業

公営企業（BMTA）に対する被害はコア・プロジェクトの調査結果に従って推定した。

11.2.3 便益の算出

提案されたプロジェクトから生ずる便益は、“プロジェクトが実施されない場合の被害額”と“プロジェクトが実現した場合の被害額”との差として計算される。すなわち、プロジェクトの便益は図11.3に基づいて、生起確率を考慮して下記のように算出された。

- 1) グリーンベルトの便益
19.14 億パーツ
- 2) グリーンベルト+提案プロジェクトの便益
44.83 億パーツ
- 3) 提案プロジェクトの便益
25.69 億パーツ

11.2.4 経済分析

プロジェクトの経済的妥当性は、プロジェクトの経済的費用と経済的便益を比較することによって行なわれる。ここでの経済分析は次の3ケースすなわち、グリーンベルト・プロジェクトのみの場合、グリーンベルト・プロジェクトと提案プロジェクトを一緒に考えた場合、及び、提案プロジェクトのみの場合に対して行った。更に、提案プロジェクトの実施計画について、二つの代替案（すなわち、2000年までに完成する場合と、2015年までに完成する場合）についての検討を行なった。経済分析の結果は、表11.5に示す通りである。

表11.5 経済評価

事業	現在価値	便益/費用	内部収益率
	(NPV)	(B/C)	(IRR)
	百万パーツ	—	%
グリーンベルト	4.253	11.2	136.6
グリーンベルトと 提案プロジェクト	5.261	3.3	105.5
提案プロジェクト	1.009	1.5	26.5

(注) 現在価値と便益/費用は、年率16%の条件で算出した。

分析結果によれば、グリーンベルト・プロジェクトの内部収益率は、137パーセント、費用便益比率は11.2を示しているが、このことは、洪水防御に

対する最も重要な施設が比較的低い費用で初期の段階に建設されたことを意味する。それにもかかわらず、提案プロジェクトの内部収益率が、26.5パーセントを示していることから、グリーンベルト・プロジェクトの完成後において、提案プロジェクトが非常に大きな便益をもたらすことは明らかである。もし実施されたグリーンベルト・プロジェクトと提案プロジェクトを1つのシステムとして考えるならば、内部収益率は106パーセントとなる。

11.2.5 プロジェクトの評価

プロジェクトの妥当性を評価するにあたっては、上述の経済分析結果のみならず、技術的、社会的、政治的および環境、財政の側面からも評価を行うことが肝要である。提案プロジェクトが高い社会的、経済的便益をもたらし、日常生活の水準改善に貢献することは言うまでもない。もし洪水対策プロジェクトが実施されないのであれば、洪水はマスタープラン地域における地盤沈下や人口流入によって、益々ひどいものと想定される。この事実を照し、提案プロジェクトが経済的費用と便益の観点から十分投資するに値するものと判断されよう。

11.2.6 フィージビリティスタディへの提言

第1期事業実施に向けて、フィージビリティスタディを行なうことを提言する。第1期事業に含まれる事業は、マスタープラン地域全体の浸水を軽減する施設（堤防、水門、ポンプ場、大クローン）と、浸水の激しい地域の浸水を軽減する施設（中小クローンと幹線排水管）である。従って、第1期事業の投資効果は高いことが予測される。

おわりに、投資した事業の効果は、タイ国政府およびBMAの行政努力、特に適切な土地利用誘導及び財源の確保があってはじめて発揮されることを強調しておきたい。

