

バングラデシュ人民共和国
ダッカ市雨水排水施設整備計画調査
報告書 (要約)

昭和62年12月

国際協力事業団

開 二

(印)

87-102

昭和62年12月

LIBRARY

団

JICA LIBRARY



1041338[3]

バングラデシュ人民共和国
ダッカ市雨水排水施設整備計画調査
報告書（要約）

昭和62年12月

国際協力事業団

国際協力事業団	
受入 '88. 2. 24 月日	101
登録No.17230	6.7
	SPS

序 文

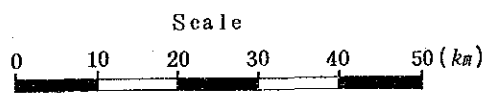
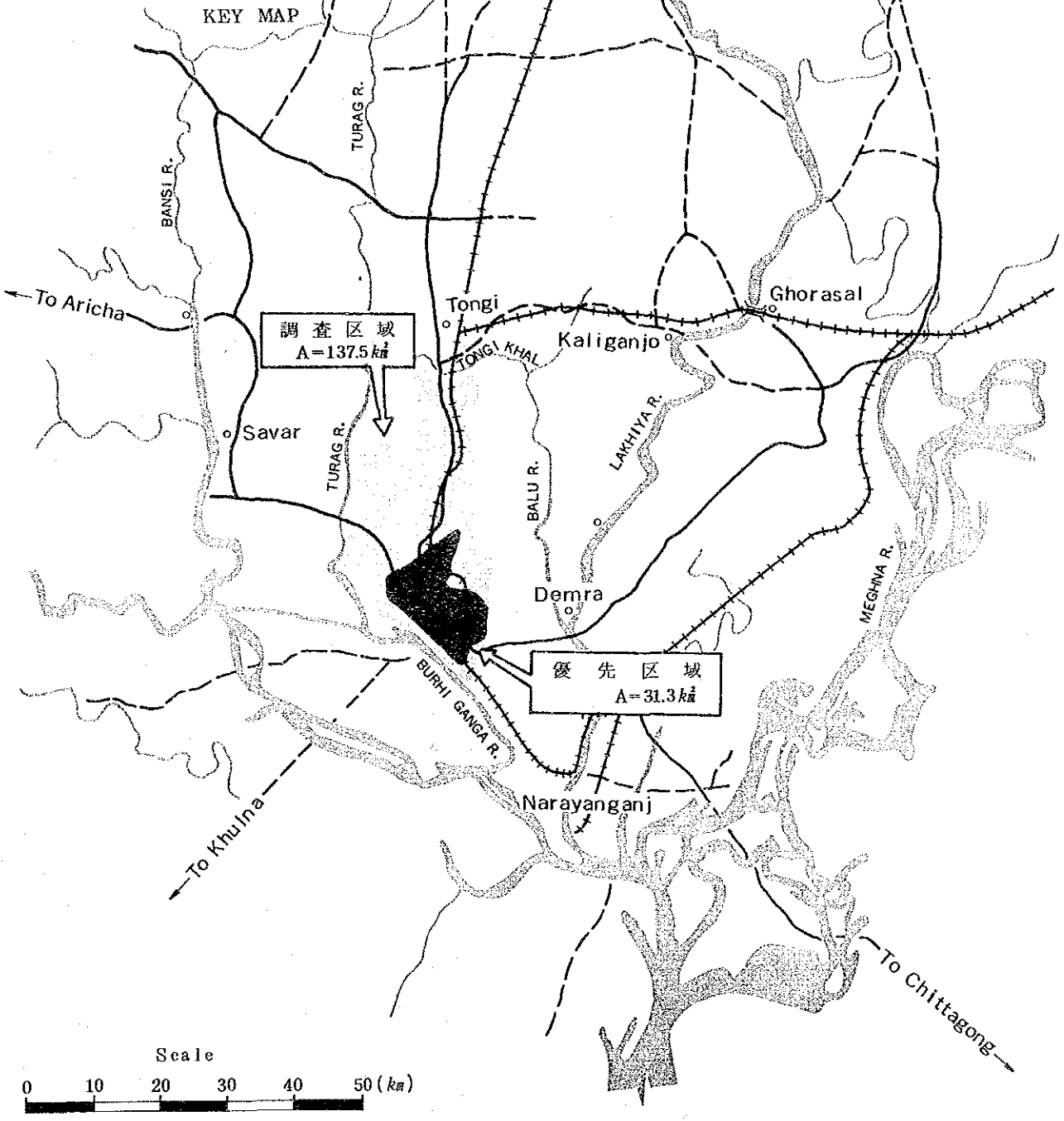
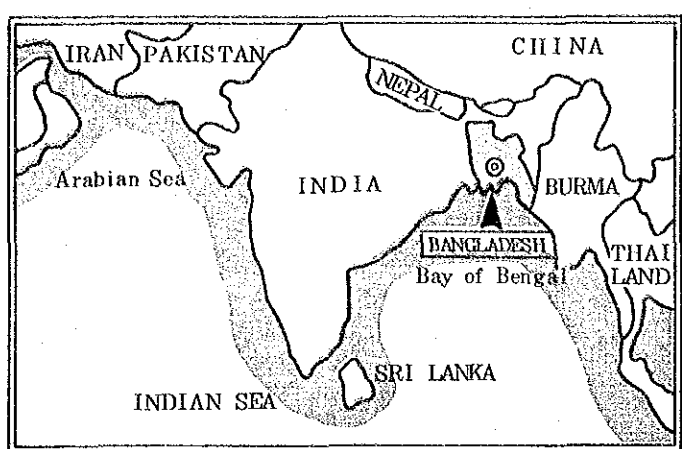
日本国政府は、バングラデシュ人民共和国政府の要請に基づき、同国首都ダッカ市における雨水排水施設整備計画調査を行なうことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施することになった。

国際協力事業団は、昭和61年11月から昭和62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 村田直人氏を団長とする調査団を現地に派遣した。調査団は、現地においてバングラデシュ国政府関係者と協議するとともに、現地調査ならびに解析作業を実施し、帰国後更に詳細な国内解析検討作業を進めて、ここに調査報告書提出の運びとなった。本報告書がプロジェクトの遂行に寄与するとともに、日本・バングラデシュ両国の友好親善を深める一助となることを希望する。

おわりに、本調査の実施にあたり、多大な御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62年12月

国際協力事業団
総 裁 有 田 圭 輔



調 査 対 象 地 域

STORM WATER DRAINAGE SYSTEM IMPROVEMENT PROJECT IN DHAKA CITY, THE PEOPLE'S REPUBLIC OF BANGLADESH

目 次

序 文

	ページ
1. 調査概要	
1. 1 調査の背景と必要性	1
1. 2 調査目的および対象地域	1
1. 3 調査実施体制	2
2. 基礎調査結果	
2. 1 調査地域の特徴	3
2. 2 洪水防御・排水システムおよび施設の現状	7
2. 3 既往洪水および浸水被害の実態	10
2. 4 関連計画および事業	10
3. フェーズド・プログラムの策定	
3. 1 施設整備計画の方針と条件	12
3. 2 概略洪水防御・排水施設整備計画	13
3. 3 段階実施計画と最優先地域の選定	14
4. 最優先地域の洪水防御・排水施設整備計画	
4. 1 基本計画	17
4. 2 施設設計	22
4. 3 事業費	22
4. 4 事業実施計画	26
5. 運営・維持管理および組織	27
6. 経済評価	27
7. 提 言	28
添付資料（現況写真集）	29

1. 調査概要

1. 1 調査の背景と必要性

バングラデシュ国の首都ダッカ市は、ガンジス、ブラマプトラの国際的大河川が形成した河口デルタに発達し、四方をその支派川とり囲まれている。このようなきわめて低平な地形的宿命から、市域は外水の侵入とそこに降る雨水が重なることにより恒常的に浸水被害を受けてきた。

従来、住民は低地帯という自然条件の下で、盛土上に居をかまえ、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ともに、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、近年の生活様式の近代化と急速な都市化の進展により、市街地は無防備・無秩序に周辺低地部の浸水危険地域に拡大しており、これがダッカ市の浸水被害を深刻なものとしている。個人的社会的資産が蓄積されるにつれ、これらの地域の浸水被害は大きくなっており、今後ともその被害が増大することは必至である。経済社会に与える影響は深刻で憂慮すべき問題である。

バングラデシュ政府は、ダッカ市が現在かかえている問題を解決するとともに、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開発計画を策定することが急務であると判断し、1980年にアジア開発銀行（ADB）と国連開発計画（UNDP）の資金援助の基にダッカ市の総合開発計画のマスタープラン（Dacca Metropolitan Area Integrated Urban Development Project）を策定した。本計画は、ダッカ首都圏の総合的な都市開発戦略を西暦2000年を目標に検討したものであるが、洪水・雨水排水に関する具体的な検討結果は含まれておらず、今後必要となる浸水対策に関する調査の内容（Terms of Reference）を提案するに止まっている。

このような背景のもとに、バングラデシュ国政府は、日本国政府に対し、ダッカ市における雨水排水施設整備に関する調査を要請してきたものである。

1. 2 調査目的および対象地域

1.2.1 調査目的

調査の目的は、ダッカ市の雨水排水施設整備に関するフェーズド・プログラムを作成し、さらに選定された最優先地域について、フィージビリティ調査を実施す

ることにある。併せて調査の実施を通じ、カウンターパートへの技術移転を図ることも重要な目的とする。

1.2.2 調査対象地域

調査対象地域は、ダッカ市の既成市街地およびその外縁部を含む約 137.5km²の区域で、東端はダッカ台地の境界線、西端はトラグ川、南端はブリガンガ川、北端はトンギ排水路に接している。(巻頭 調査対象地域図 参照)

1.3 調査実施体制

調査は以下に示す作業監理委員会の監理指導の下で調査団により実施された。 বাংলাদেশ 国政府関係者も付記する。

(1) 作業監理委員会

委員長	竹内 達夫	建設省関東地方建設局河川調査官
委員	甲村 謙友	建設省河川局都市河川室課長補佐
委員	清治 真人	建設省河川局海岸課課長補佐
委員	熊谷 清	建設省河川局海岸課課長補佐

(2) 調査団

団長/総括	村田 直人	鋼パシフィックコンサルタンツ インターナショナル
団員	徳升 敏昭	(副総括・排水計画)
	角田 隆司	(都市計画)
	御園 功	(水 文)
	大下 利憲	(施設計画・設計)
	岩崎 幸男	(施設計画)
	鈴木 進二	(機械・電気)
	片桐 義一	(環境調査)
	大徳 吉明	(測量調査)
	小島 昭久	(浸水被害調査、経済・財務評価)
	重岡 慎哉	(水文観測)

(3) D P H E 委員会

Mr. M. H. Khan	: Chief Engineer
Mr. M. A. Karim	: Superintending Engineer
Mr. M. B. Siddique	: Superintending Engineer
Mr. Nasiruddin Ahmed	: Assistant Chief Engineer
Mr. Abdul Kalam	: Assistant Chief Engineer
Mr. M. D. Abdul Bari	: Executive Engineer
Mr. SK Abu Jafar Shamsuddin	: Executive Engineer
Mr. Abdul Rahman Mia	: Executive Engineer
Mr. Kader Chowdhury	: Executive Engineer

(4) D P H E カウンターパート

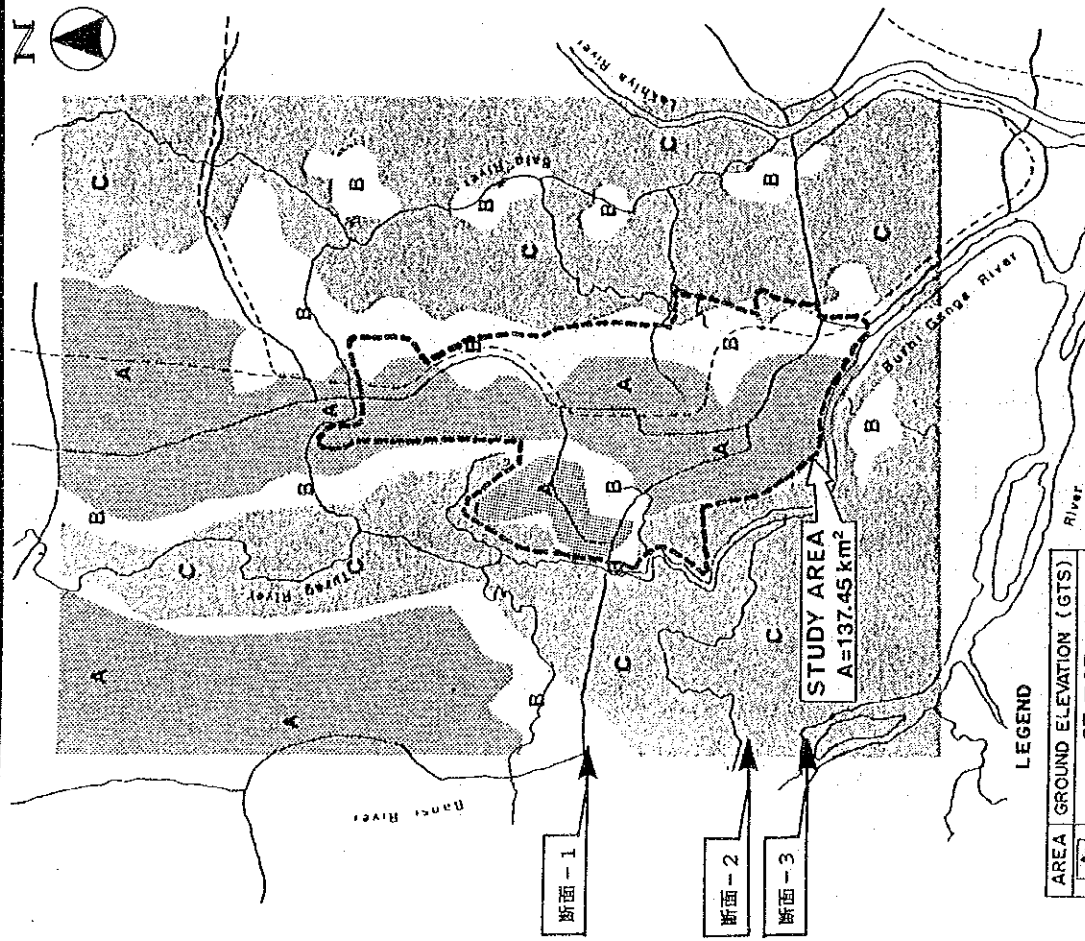
Mr. Abdul Rahman Mia	: Assistant Chief Engineer
Mr. Kader Chowdhury	: Executive Engineer
Mr. B. Rahman	: Executive Engineer
Mr. Shafil Rahman	: Executive Engineer
Mrs. Ether	: Executive Engineer

2. 基礎調査結果

2. 1 調査地域の特徴

2.1.1 地形・地質

調査地域は、ガンジス川の下流デルタ地帯を流れるジャムナ川とメグナ川の間
に発達したマドプール、ジャングル台地の南端に位置する。今回、調査団が実施
した測量結果によると、調査区域の中央部は標高が+6.0 ~ 8.0mと比較的高いが、
外縁部は、+2.0 ~ +6.0 mと沖積低平地となっている。従って、調査地域南側
を流れるブリガンガ川の既往最高水位が+6.59mに達するので、沖積低平地が全
面的に浸水することは、歴然としている（図-1参照）。地質は、上層部が厚さ
10~20mの緩いシルト層または粘土層から構成され、その下層は比較的締った砂
層からなっている。表層地盤は浸透性に欠けることから排水は極めて悪い状況に
ある。

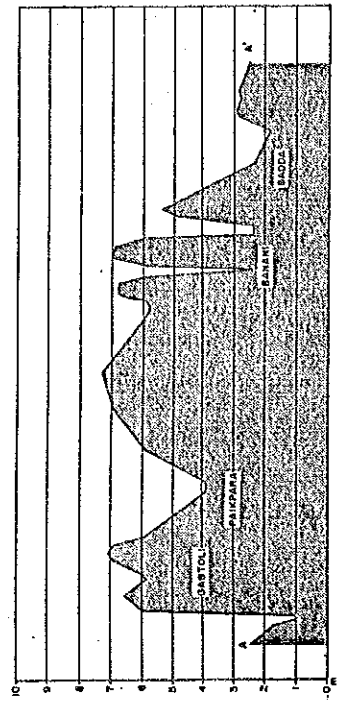


LEGEND

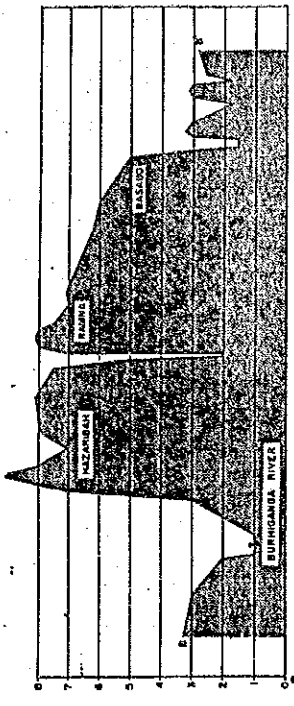
AREA	GROUND ELEVATION (GTS)
A	6m - 8m
B	3m - 4m
C	1.5m - 3m

SOURCE : Dacca Metropolitan Area Integrated Urban Development Project

断面-1



断面-2



断面-3

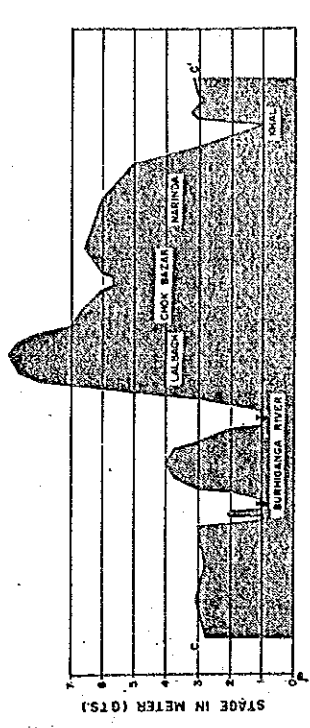


図-1 調査地域の地形状況

STORM WATER DRAINAGE SYSTEM IMPROVEMENT PROJECT IN DHAKA CITY, THE PEOPLE'S REPUBLIC OF BANGLADESH

2.1.2 気象・水文

調査地域は熱帯モンスーン帯に属し、季節は、モンスーン季 (Monsoon Season, 5月～10月)、涼季 (Cool Season, 11月～2月) および暑季 (Hot Season, 3月～4月) に三分される。平均気温は19℃～29℃で、年間平均降水量は2060mm/年である。年間平均降水量の約90%が雨期に発生し、特に8, 9, 10月の3ヵ月間の洪水期に年間の約48%の降雨が発生する。

一方、調査地域の南側を流れるブリガンガ川 (ジャムナ川の支川) は、上流域 (ヒマラヤ山脈およびインド) の雪解け水と大量の洪水の影響を受け、毎年6月から水位が上昇し、8月中旬にピークを迎え、11月下旬にかけて減水する。このため、この期間は調査区域からの自然排水が大変困難な状況となっている。

計画に使用する確率水文量は表-1, 2, および図-2に示す通りである。

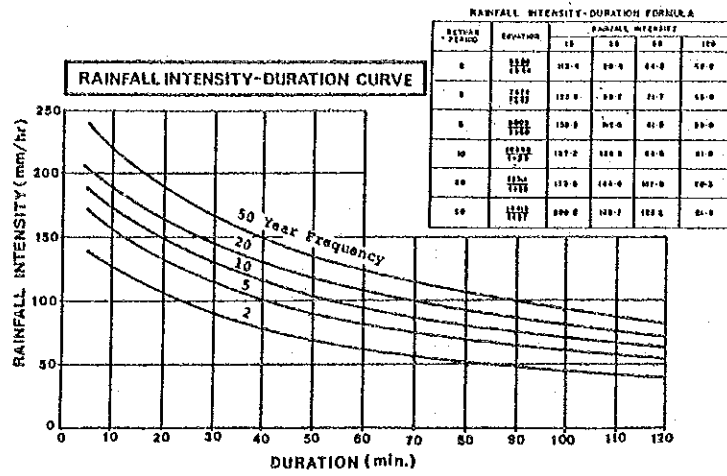
表 - 1 5年確率降雨量

確率年 \ 継続時間	降雨強度 (mm/hr)				1日 雨量 ^{mm}	2日 雨量 ^{mm}
	10分	20分	30分	60分		
5年	150.1	128.6	112.6	81.9	192.0	253.0

表 - 2 確率水位

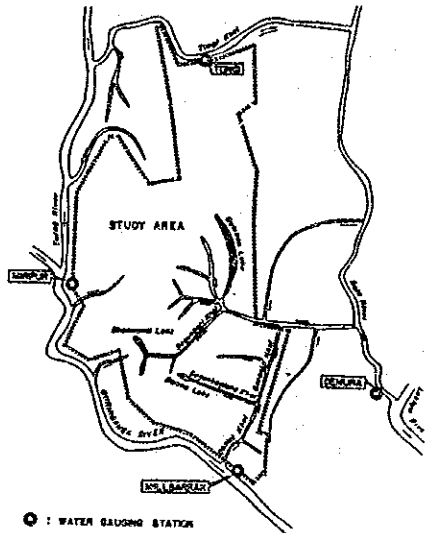
確率年 \ 観測所	2年	30年 (既往最大)
ミルバラク (M. G. T. S.)	5.36	6.60
ミルプール (M. G. T. S.)	5.96	7.30

(観測所位置は、図-2参照)

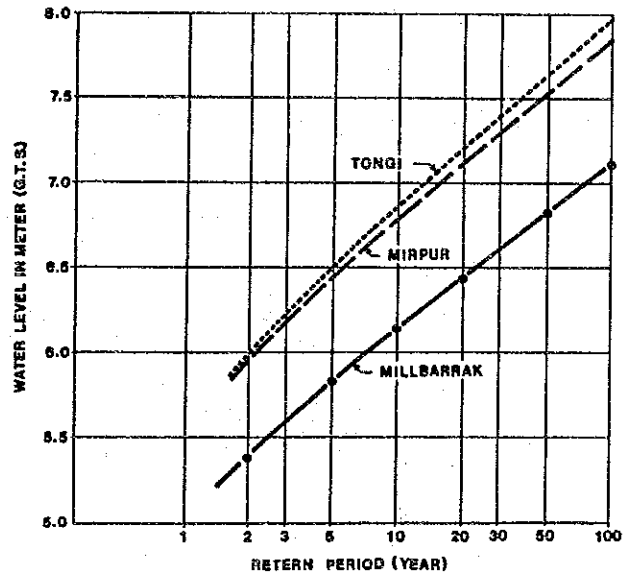


計画降雨強度曲線

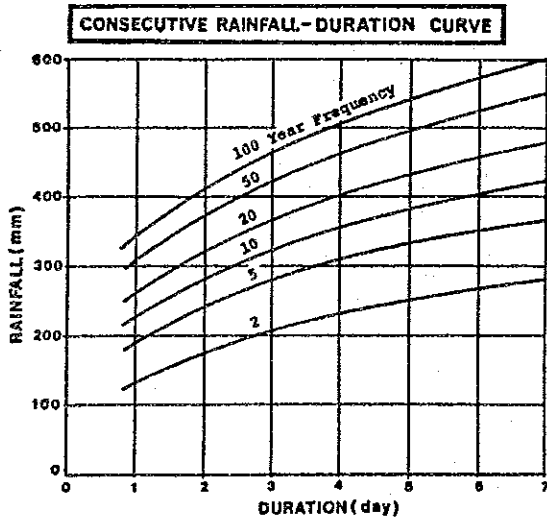
LOCATION OF EXISTING STATIONS



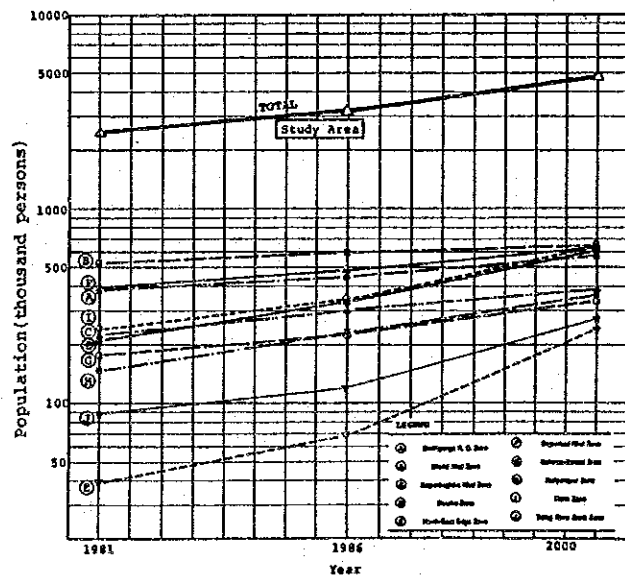
既設水位計位置図



確率水位曲線図



確率降雨曲線



Future Projection of Population in Study Area

調査地域の将来人口

図-2

計画基本水文量と調査地域の現況、将来人口

2.1.3 人口・土地利用

調査地域は、ダッカ市の近年における急速な発展、人口の急増による都市化の影響を強く受けている。1981年における調査地域の人口は、約 240万人（ダッカ首都圏の約70%）であったが、その後の人口増のため、1986年には、315 万人（伸び率 5.3%）となっている。計画対象年である西暦2000年の人口は、今後、約3%の伸び率で増大するものと予想され、478万人と推算された。（図-2 参照）

調査地域内の1986年時点における市街地は、調査地域南部の旧ダッカ市から北部にかけて発達し、面積は 89 km²（市街化率65%）で主に住居地区や主要道沿いの商業地区として利用されている。しかしながら近年の市街地化は、急速で無秩序に拡大され、スプロール化しているばかりか、従来、洪水常習地帯であった低平地区に対しても盛土による宅地化が進行し、遊水機能が減少するとともに、洪水被害が増大している。計画対象年 2000 年には、市街地は 105km²（市街化率76%）まで拡大されるものと予測される。

2. 2 洪水防御・排水システムおよび施設の現状

2.2.1 河川・排水路システム

調査対象地域は、その四方を下記の河川に囲まれている。

- 南 側：ブリガンガ川（ジャムナ川右支川、ダレスワ川支川）
- 西 側：トラグ川（ブリカンガ川の左支川）
- 東 側：バル川とラキヤ川（旧ブラマプトラ川の下流部）
- 北 側：トンギ川（トラグ川とバル川の連絡水路）

これらの諸河川は、対象地域の流出水を集め、ジャムナ川左支川のダレスワリ川に合流する。

対象地域内には、ベグンバリカール、セグンパキチャカールおよびドライカール等の自然排水路が存在し、人工的に布設された排水管や小水路を通して集められた雨水を周辺河川に排水している。なお、調査地域は、現況の地形および排水システムから10ブロックの排水区に分割される。（図-3 参照）

2.2.2 主要排水施設

調査地域内の主要排水施設は、ポンプ場、排水路、排水管で表-3および図-3に示す通りである。

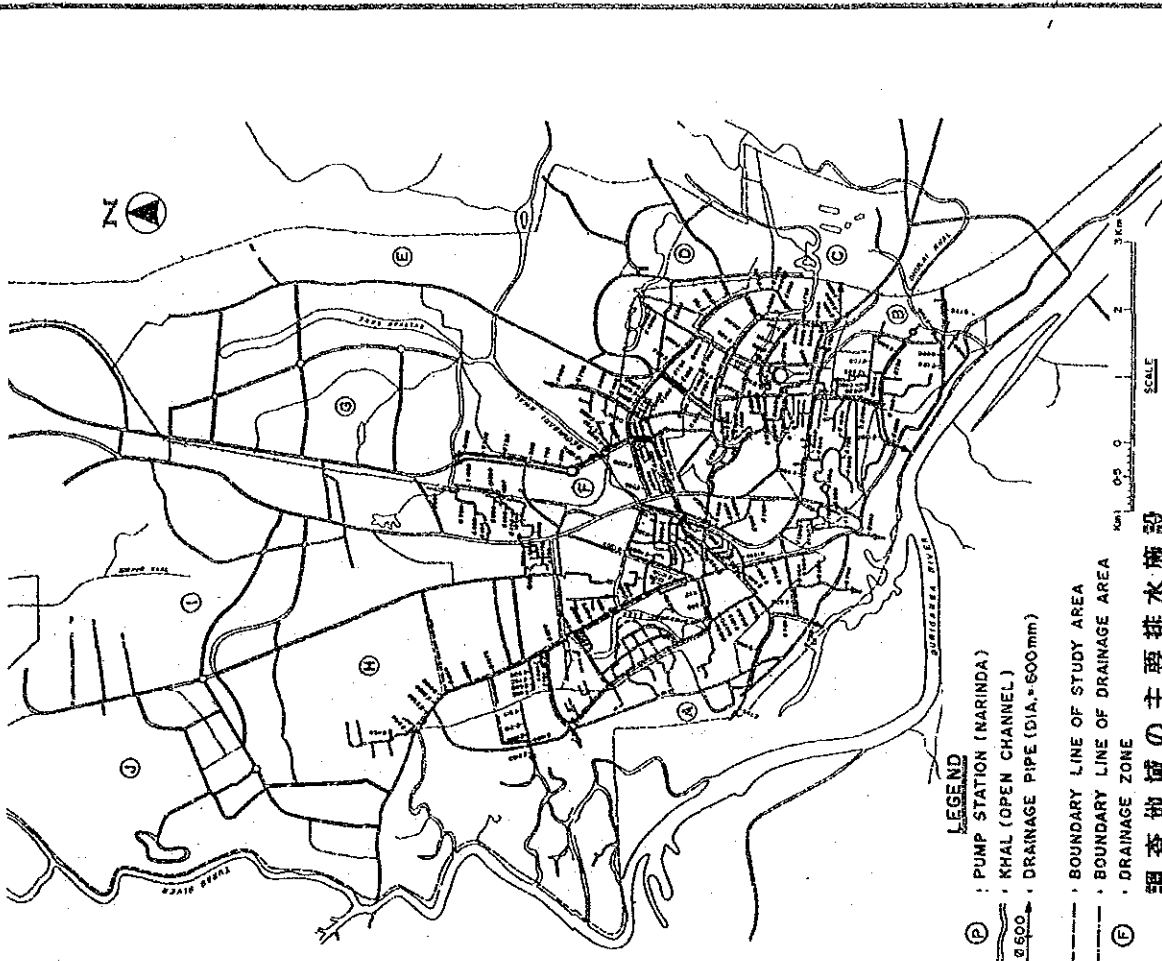
表-3 排水ブロック別主要排水施設

ブロック	面積 (Km ²)	施設	ポンプ場	排水路 (km)	排水管 (km)
A	12.85		-	3.9	8.76
B	7.76		1ヶ所	3.9	19.71
C	9.04		-	5.9	20.28
D	8.32		-	5.1	2.83
E	13.93		-	1.2	-
F	16.02		-	9.2	42.53
G	17.64		-	15.7	9.82
H	12.78		-	2.9	5.29
I	31.42		-	5.0	-
J	7.69		-	-	-
計	137.45		1ヶ所	52.80	109.22

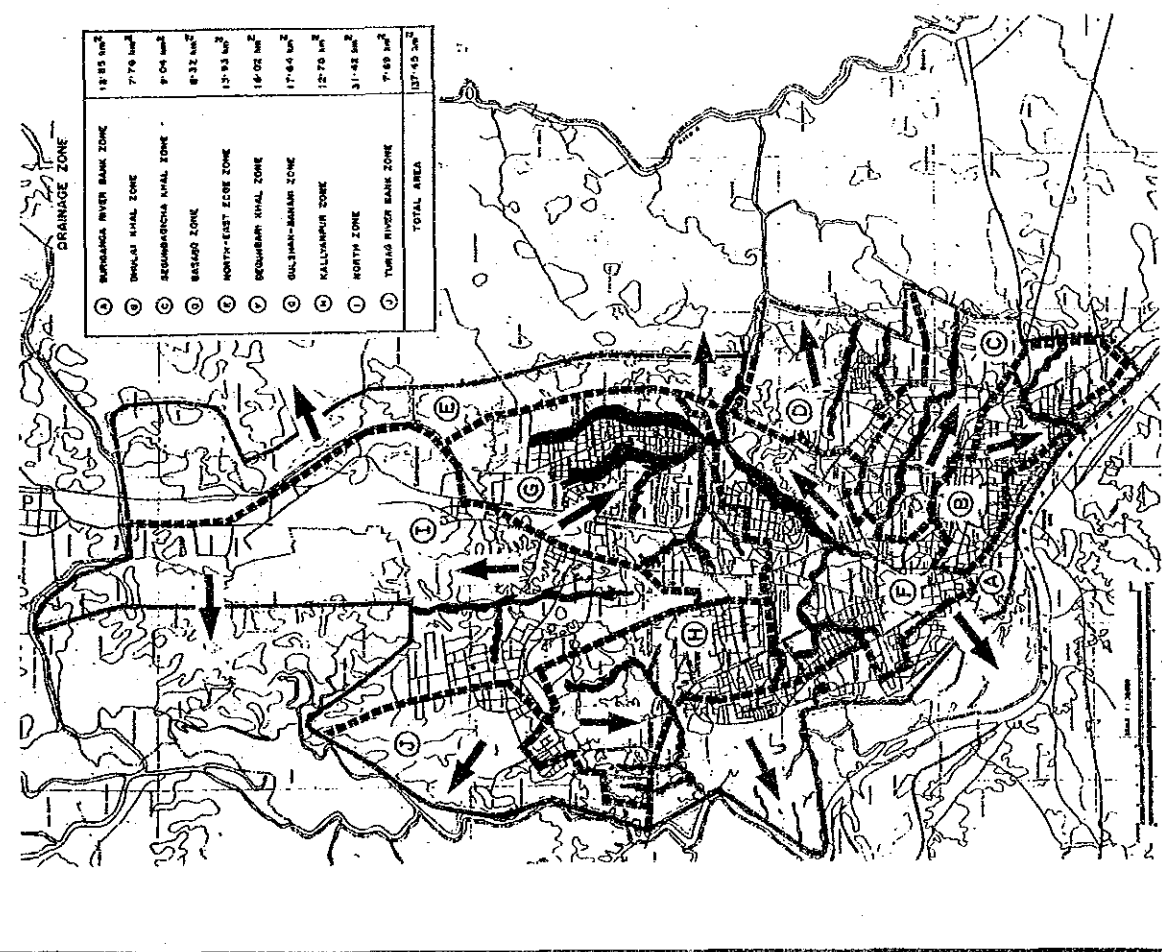
(注) ポンプ場はナリングポンプ場で、排水能力は $Q = 9.6\text{m}^3/\text{sec}$ である。

現地調査結果によるこれらの施設に対する考察は以下の通りである。

- (1) 外水に対して、自然高地は比較的安全であるが、外縁部の新規開発地区は、地盤高が低く、無防備で、外水被害を受けるため一部築堤の必要がある。
- (2) 内水に対しては、ポンプ場の排水能力、排水路や排水管の流過能力が非常に不足しているため、ポンプ場の増設、排水路の改修および排水管の増設の必要がある。
- (3) 新規開発地区には、盛土、家屋の高床化、または、低地部の遊水地化等のソフト面からの有効な方策を進める必要がある。



調査地域の主要排水施設

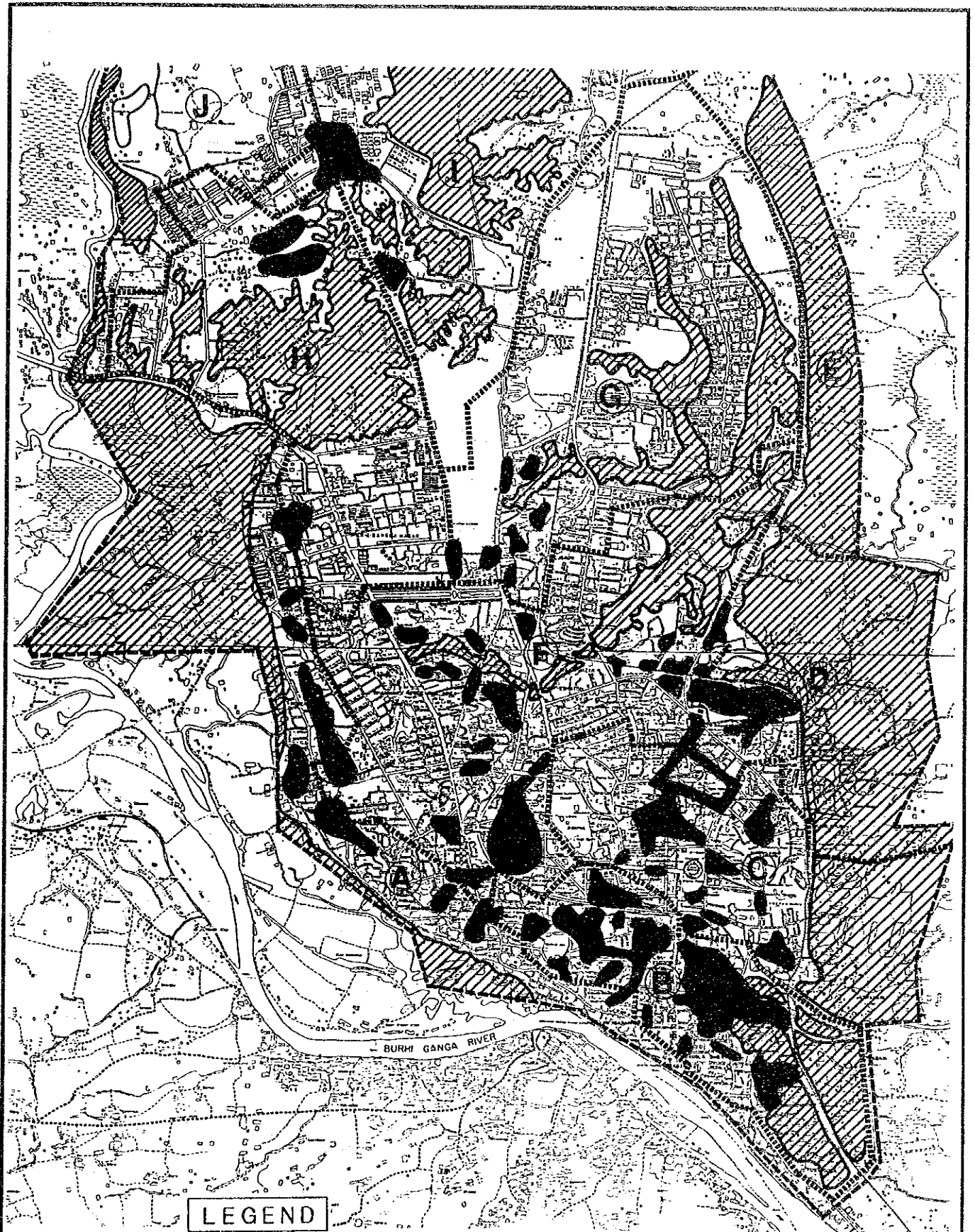


排水アロックと排水システム

DRAINAGE ZONE	
①	BURIGANGA RIVER BANK ZONE 19.85 km ²
②	DHULAI KHAL ZONE 7.79 km ²
③	SEKUMBARCHA KHAL ZONE 9.04 km ²
④	BASAGO ZONE 8.32 km ²
⑤	NORTH-EAST ZONE 12.92 km ²
⑥	DEUMBAR KHAL ZONE 16.02 km ²
⑦	GULSHAN-BANANI ZONE 17.64 km ²
⑧	KALYANPUR ZONE 12.76 km ²
⑨	NORTH ZONE 31.42 km ²
⑩	TURAG RIVER BANK ZONE 7.69 km ²
TOTAL AREA 137.45 km ²	

図-3 調査地域の排水システムと主要排水施設

STORM WATER DRAINAGE SYSTEM IMPROVEMENT PROJECT IN DHAKA CITY, THE PEOPLE'S REPUBLIC OF BANGLADESH



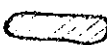

- LEGEND
-  : 外水被害域
 -  : 内水被害域

图-4

最大浸水域图

STORM WATER DRAINAGE SYSTEM IMPROVEMENT PROJECT IN DHAKA CITY, THE PEOPLE'S REPUBLIC OF BANGLADESH

2. 3 既往洪水および浸水被害の実態

ダッカ市の既往大洪水は、1954, 55, 58, 70, 74, 80年と度々発生している。調査地域の洪水は、周辺河川の氾濫による洪水と域内に降った降雨による浸水とに大別される。前者は主に外縁部の低地区に発生し、後者は、域内のいたる所で毎年発生している。

対象地域内の市街地における洪水実態および被害実態調査結果を表-4に示す。又、最大浸水域を図-4に示す。

表-4 対象地域内の洪水実態および被害実態

洪水規模	年	浸水面積 (Km ²)		浸水深 (m)		浸水期間		浸水人口 (万人)		被害額 百万TK (億円)
		外水	内水	外水	内水	外水 (日)	内水 時間	外水	内水	
常襲洪水	1986	2.1	8.7	0.3	0.3	1	2	12	47	187 (9.4)
	2000	6.3	8.7	1.0	0.7	30	100	46	55	404 (20.2)
10年確率 洪水	1986	11.9	7.4	0.3	0.3	10	5	58	44	335 (16.8)
	2000	17.4	7.4	2.0	1.0	60	160	101	52	700 (35.0)

注) TKと円の交換レートは、1TK=5円としている。

主たる洪水原因は、以下の通りである。

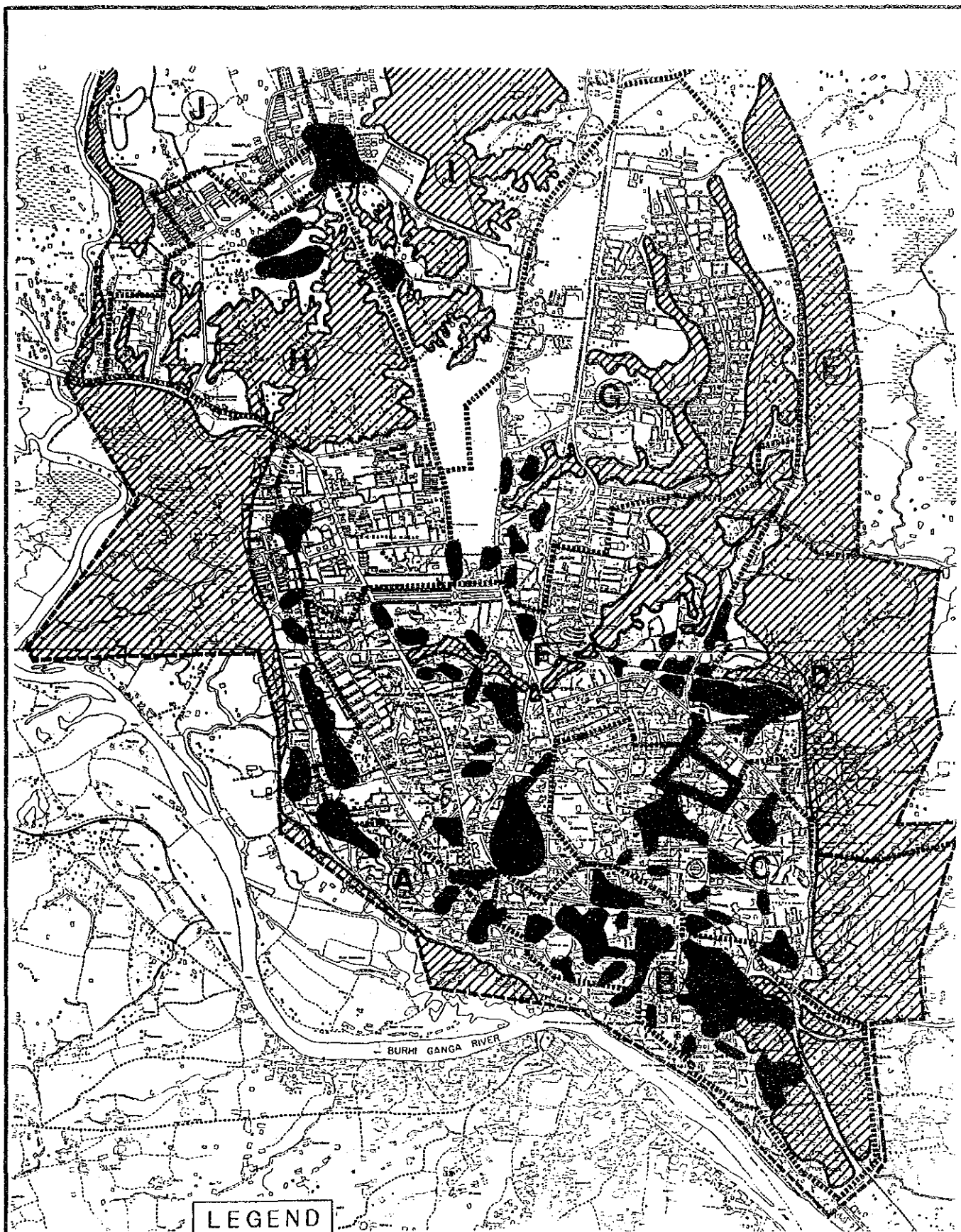
- (1) 外水対策としての堤防がない。
- (2) 排水管の面的整備の遅れ
- (3) 現況排水路の断面不足
- (4) 排水管の断面不足と不十分な維持管理
- (5) ポンプ場の能力不足と機械・電氣的故障

2. 4 関連計画および事業

本調査に関連する計画および事業は、以下の通りである。

- (1) 1968年に行なわれた、ダッカ市洪水対策マスタープランおよびフィージビリティ調査

本計画は、計画規模が大きく、財政的な問題から実施されなかった。現時点では、既に計画条件が古く現状に合致しない。



LEGEND



-  : 外水被害域
-  : 内水被害域

図-4 最大浸水域図

STORM WATER DRAINAGE SYSTEM IMPROVEMENT PROJECT IN DHAKA CITY, THE PEOPLE'S REPUBLIC OF BANGLADESH

(2) 1981年に行なわれた、ダッカ首都圏都市総合開発計画

ダッカ首都圏の総合的な都市開発戦略を西暦2000年を目標に検討したものであるが、洪水対策に関しては今後必要となる調査の内容を提案するに止まっている。

(3) DPHEが実施しているダッカ市雨水排水緊急対策プロジェクト

ダッカ市内一部地域の浸水問題の解消とダンマンディー池の汚濁対策を目的とした排水管の布設事業（口径 0.3～ 2.6m, 延長約19km, 建設費約 3.9億円）で、実施期間は1984年～1989年の5年間である。本事業は対象地域が局部的で、抜本的な都市域全体の洪水対策事業に位置づけられていない。

3. フェーズド・プログラムの策定

3. 1 施設整備計画の方針と条件

計画立案の方針をまとめると、以下の通りである。

- (1) 計画対象年は、14年後の西暦2000年とする。
- (2) 事業の実現を重視し、計画規模は妥当な投資額の範囲に収まるよう考慮する。
- (3) 計画は本調査で明らかになった外水、内水の浸水区域の被害額を減少させることを目的として立案する。
- (4) 計画はハードな構造的対策のみならずソフトな非構造的対策を考慮して投資額を抑制する。
- (5) 構造的対策は、外水対策施設と内水対策施設（主要施設のみとし、2次的、3次的施設は除く。）から構成される。
- (6) 小規模で短時間の浸水は、ある程度許容する計画とする。
- (7) 現況施設は出来る限り有効利用し、不足分を補う計画とする。

主たる計画条件は、下記の通りとする。

(1) 計画外水位

堤防計画：既往最高水位（約30年確率水位）

南部：6.60 m G. T. S.

北部：7.30 m G. T. S.

排水計画：2年確率水位

南部：5.36 m G. T. S.

北部：5.96 m G. T. S.

(2) 計画降雨

ポンプ計画：5年確率2日雨量(253 mm)

排水路、排水管：5年確率時間降雨強度曲線 $(I = \frac{9.005}{t + 50} \text{ mm/hr})$

3. 2 概略洪水防御、排水施設整備計画

前述の計画条件を下に調査対象地域(約 137.5km²)について排水ブロック別に概略施設整備計画を策定した。提案施設は表-5、図-5に示す通りである。

非構造的対策としては、以下の3項目を提案した。

- (1) 低平湿地の内、264 haは遊水地として確保できるよう、土地利用の適切な誘導を図る。
- (2) 現況排水路の埋め立てや不法占拠の禁止
- (3) 調査対象地域外縁部の新規開発にあたっては、計画外水位以上に盛土するか、又は、高床式構造とするよう行政指導を行なう。

表-5 排水ブロック別提案施設

排水ブロック	面積 (km ²)	堤防 (km)	水門 (カ所)	ポンプ場 (ml/sec)	遊水池 (ha)	排水路 改修 (km)	配水管 布設 (km)	建設費 百万TK (億円)	用地買収 面積 (ha)
A	12.85	-	-	-	-	0.3	3.8	96 (4.8)	0.1
B	7.76	-	1	*9.6	39	4.2	4.3	430 (21.5)	4.5
C	9.04	2.4	1	7.5	60	5.1	4.8	729 (36.5)	23.5
D	8.32	7.0	2	9.5	55	4.6	1.7	921 (46.1)	59.9
E	13.93	-	-	-	-	-	-	-	-
F	16.02	-	-	-	-	3.8	3.4	214 (10.7)	4.8
G	17.64	-	-	-	-	2.9	-	41 (2.0)	2.2
H	12.78	*3.0	3	14.6	84	11.9	-	702 (35.1)	9.6
I	31.42	*2.0	1	4.5	26	6.9	-	300 (15.0)	4.9
J	7.69	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	137.50	14.4	8	45.7	264	39.7	18.0	3,433 (171.7)	109.5

(注) *印は、現況道路を崇上げて堤防として利用する。

林印は、現況ナリングポンプ場の機械・電機設備を修繕する。

3. 3 段階実施計画と最優先地域の選定

各排水ブロックの事業化の優先順位付けは、下記の項目を比較して決定した。

- (1) 受益人口
- (2) 事業費
- (3) 用地買収面積
- (4) 現況浸水状況
- (5) 現況商工業活動への被害
- (6) 現況交通障害
- (7) 現況土地利用の度合い

各排水ブロック別優先度判定比較表を表-6に示す。

表 - 6 優先度比較表

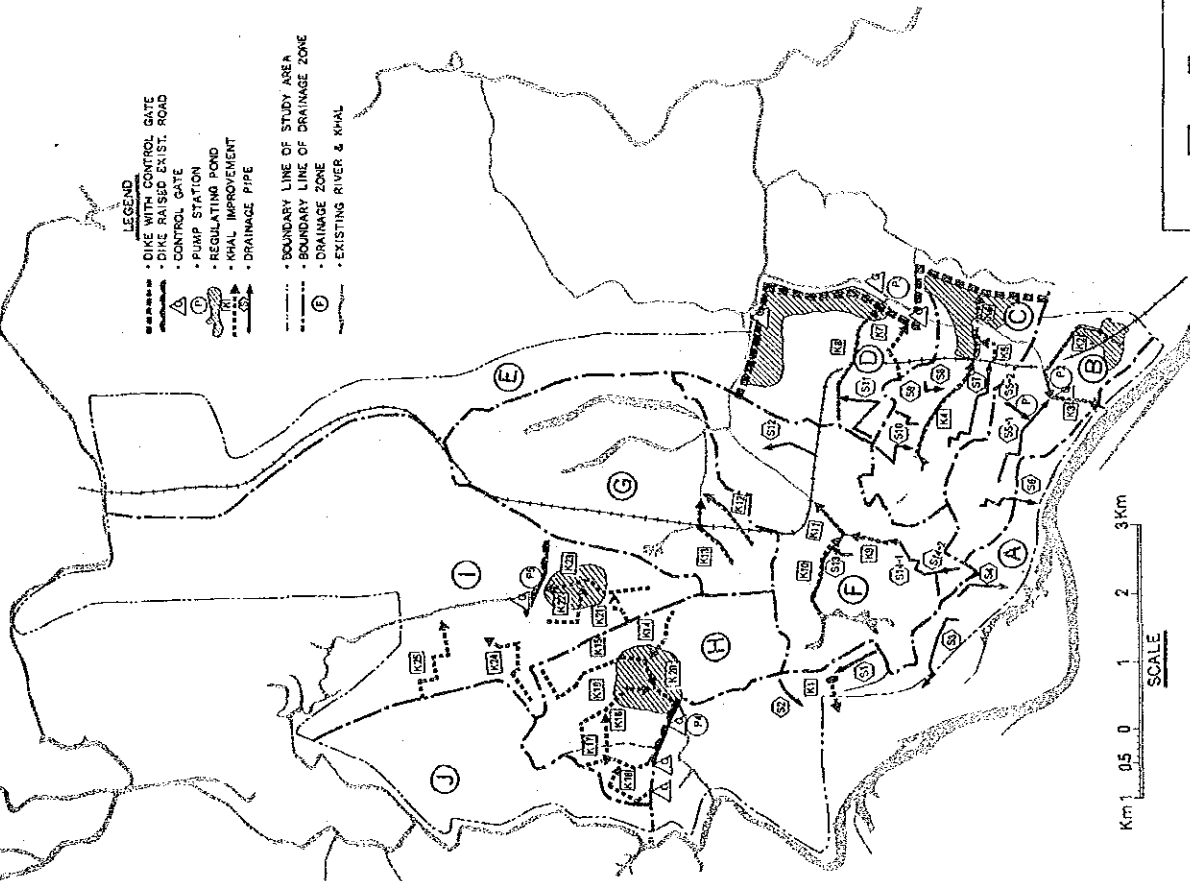
比較項目	排水ブロック										
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
(1) 受益住民1人当りの プロジェクト・コスト	Case 1	I	I	III	II	-	I	II	III	III	-
	Case 2	I	I	I	I	-	I	I	I	II	-
(2) 受益住民1人当りの 用地買収面積	Case 1	I	I	II	III	-	I	II	III	II	-
	Case 2	I	I	II	II	-	I	I	I	I	-
(3) 現況浸水状況		II	I	I	I	-	II	II	I	II	-
(4) 現況の商工業への被害		III	I	I	II	III	I	II	II	III	III
(5) 現況交通障害		III	I	I	II	III	I	III	II	III	III
(6) 現況土地利用の度合い		III	II	I	II	III	I	I	II	II	III

- (注) (1) Case 1 : 1988 年時点の年平均的洪水を対象とする。
Case 2 : 2000 年時点の最大洪水を対象とする。
- (2) 受益住民1人当りのプロジェクト・コスト :
: I < 25,000 円/人, 25,000円/人 < II < 50,000円/人,
III > 50,000円/人
- (3) 受益住民1人当りの用地買収面積 :
: I < 1.0m² /人, 1.0m² /人 < II < 5.0m² /人,
III > 5.0m² /人
- (4) 現況浸水状況 : I = 大変厳しい, II = 厳しい
- (5) 現況商工業活動への被害 : I = 大きい, II = 中間, III = 小さい
- (6) 現況交通障害 : I = 大きい, II = 中間, III = 小さい
- (7) 現況土地利用の度合 : I = 高い, II = 中間, III = 低い

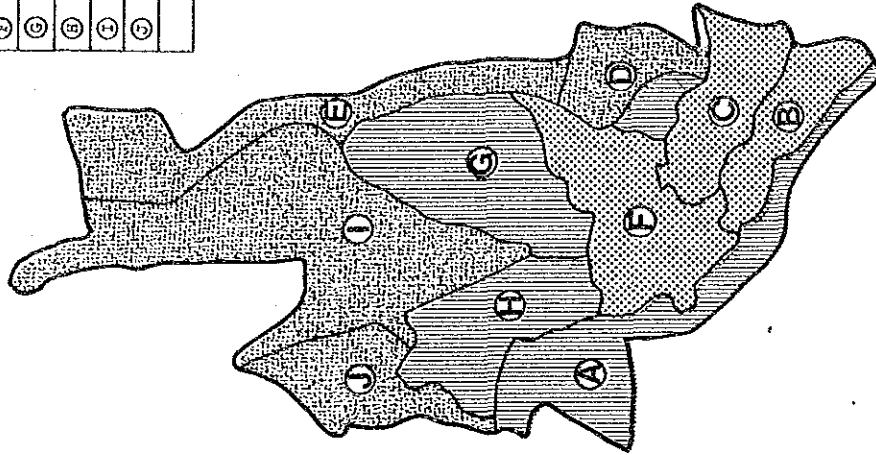
事業全体の段階計画立案に当っては、全事業規模を考慮して図-5に示すように三段階に分けて実施することとし、第一段階で事業実施する地域を最優先地域として選定することとした。

- (1) 第一段階事業実施の排水ブロック：B, C, F,
- (2) 第二段階事業実施の排水ブロック：A, Dの一部、G, H
- (3) 第三段階事業実施の排水ブロック：Dの残り地域、E, I, J

最優先地域として選定されたB, C, F地域（面積32.82 km²）は、ダッカ市の政治、経済、文化の中心地であるばかりか、住宅地としても大変重要な地域である。



DRAINAGE ZONE AREA	
(A) BUBIGANGA RIVER BANK ZONE	12.85 km ²
(B) DHOLAI KHAL ZONE	7.76 km ²
(C) SECUNRAGICHA KHAL ZONE	9.04 km ²
(D) BASBO ZONE	8.32 km ²
(E) NORTH-EAST EDGE ZONE	13.93 km ²
(F) BOUNBARI KHAL ZONE	16.02 km ²
(G) GULSHAN-BANAMATI ZONE	17.64 km ²
(H) KALYANPUR ZONE	12.78 km ²
(I) NORTH ZONE	31.42 km ²
(J) TURAG RIVER BANK ZONE	7.69 km ²
TOTAL AREA	137.45 km ²



段階計画図

図-5

概略施設整備計画図および段階実施計画図

概略施設整備計画図

STORM WATER DRAINAGE SYSTEM IMPROVEMENT PROJECT IN DHAKA CITY, THE PEOPLE'S REPUBLIC OF BANGLADESH

4. 最優先地域の洪水防御・排水施設整備計画

4. 1 基本計画

フェーズド・プログラムで選定された最優先地域（B、C、Fの3排水ブロック）に対して、更に詳細な地形、現況施設、浸水水理および浸水被害状況等の資料を基に洪水防御・排水基本計画を策定した。

計画立案に当っては、特に下記項目の検討に留意した。

- (1) フェーズドプログラム策定の段階で設定した計画の方針・条件の確認
- (2) 排水区域の見直しと自然排水区とポンプ排水区の分割
- (3) 代替案の検討
 - 1) 旧ダッカ市区域の排水システム：自然排水とポンプ排水
 - 2) ポンプ排水システム：ポンプ排水区域の組合せ
 - 3) 排水路改修の形式：開水路形式又は、暗渠形式
- (4) 施設規模の検討

以上の検討結果を踏まえ、下記の基本計画を策定した。

(1) 堤防計画

C排水ブロックの低平地（ジャトラバリ、カムラプール地区）を外水被害から守るために、既往最大洪水位（+ 6.60 m G. T. S.）に対応した堤防（余裕高 1.0mを考慮して天端高は+ 7.60 m G. T. S.）延長約4.8 kmを計画した。

堤防法線は下記の項目を検討し、無理のない計画とした。

- 1) 現況および将来の土地利用状況
- 2) 現況排水路網
- 3) 経済的なポンプ排水計画策定のための遊水地域の確保
- 4) 堤防の多目的利用：道路
- 5) 行政区域またはコミュニティ区域の一体性

(2) ポンプ場計画

ポンプ排水システムの代替案の検討結果、ポンプ排水の必要な区域であるB、C排水ブロックは、遊水池を利用した一括ポンプ排水方式を採用することが、技術的、経済的に優位であると判断された。必要なポンプ排水規模、遊水池の必要貯留量、ならびに各施設の位置は下記の通りである。

- 1) ポンプ場： $18.8 \text{ m}^3 / \text{sec}$ ， 現況ナリンダポンプ場位置
(既存ポンプ場 9.6 m^3 を含む)
- 2) 遊水池：
 1. ジャトラバリ地区 (C排水ブロック) : $A = 1.38 \text{ km}^2$
: $V = 1.78 \times 10^6 \text{ m}^3$
 2. ガンダリア地区 (B排水ブロック) : $A = 0.47 \text{ km}^2$
: $V = 0.40 \times 10^6 \text{ m}^3$,

(3) 排水路改修と排水管の布設

現在、内水被害を受けている地区の浸水を解消することを第一義とすることから、図-6に示す排水路・排水管のネットワークを提案した。提案された排水路・排水管について計画降雨（5年確率降雨）に対する計画流量を算定し、排水路の改修水理断面と勾配、および増設の必要な排水管の所要断面と勾配を設定した。

提案された計画施設の一覧を表-7に、位置を図-7に示す。

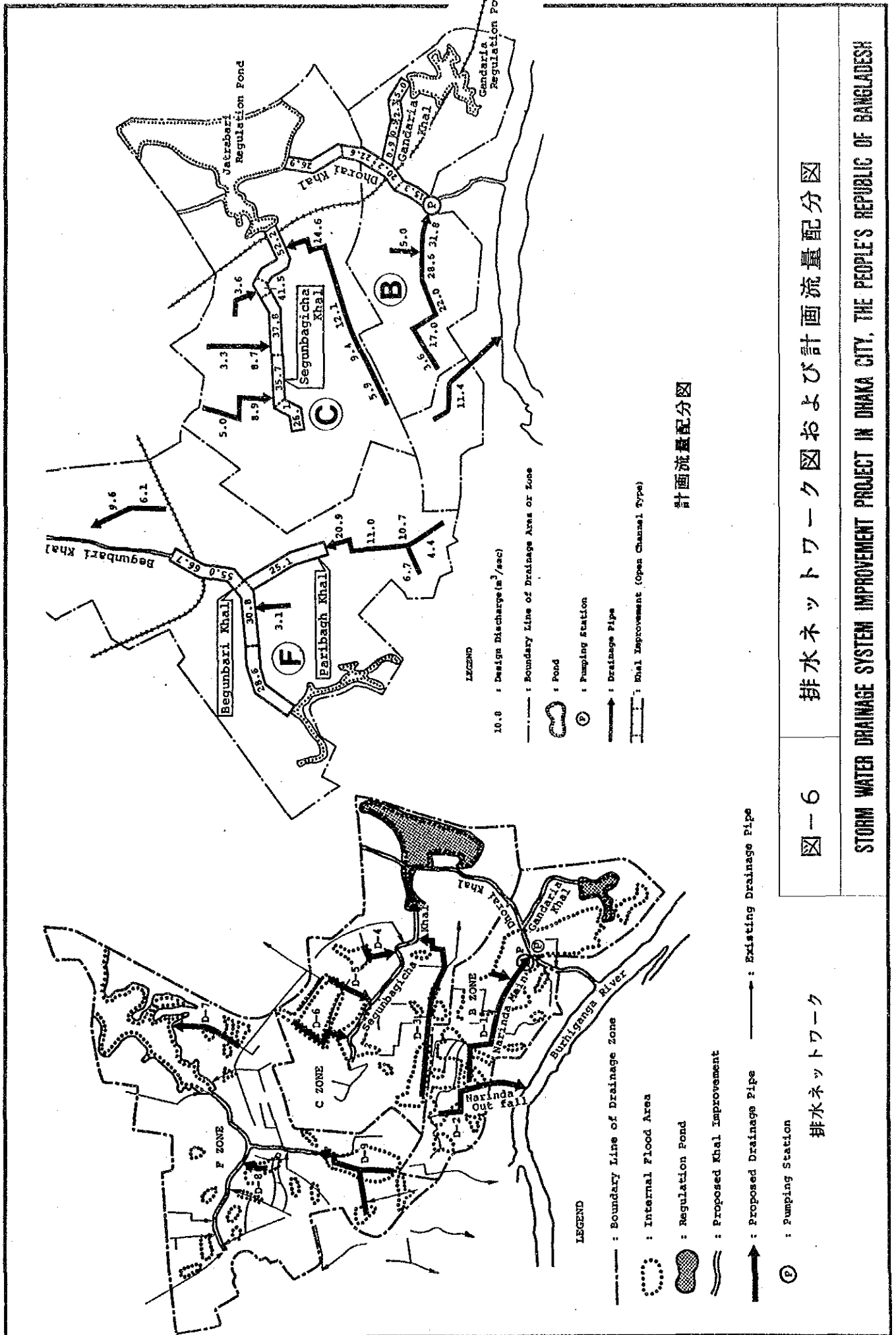


表-7 排水ブロック別計画施設一覧表

施設	規模	単位	排水ブロック			計
			B	C	F	
堤防	H=6.0 m	m	-	4,800	-	4,800
ポンプ場	Q1=9.2m ³ /sec	ヶ所	1	1	-	2
	Q2=9.6m ³ /sec	m ³ /sec	9.6	9.2	-	18.8
水門	6.0 m x 6.0m	ヶ所	1	1	-	2
排水路改修		m	4,200	5,100	3,800	13,100
(1) 浚渫		1,000m ³	106.9	154.6	33.7	295.2
(2) 芝張	勾配 1:1.5-2.0	1,000m ²	54	25	53	132
(3) レンガ張り 護岸	勾配 1:0.7-1.0	m	400	1,180	700	2,280
(4) コンクリート 護岸	H= 4~ 6m	m	-	480	280	760
(5) ボックス カルバート	B= 4~ 7m H= 4~ 6m	m ヶ所	25 1	192 12	147 8	364 21
(6) 鉄道橋	L=12m	ヶ所	-	1	-	1
排水管		m	4,280	4,810	3,410	12,500
(1) レンガ管	D= 1.5~ 3.7m	m	2,050	4,110	3,410	9,520
(2) ホックス カルバート	B= 3m以上 H= 3m以上	m	2,230	700	-	2,930

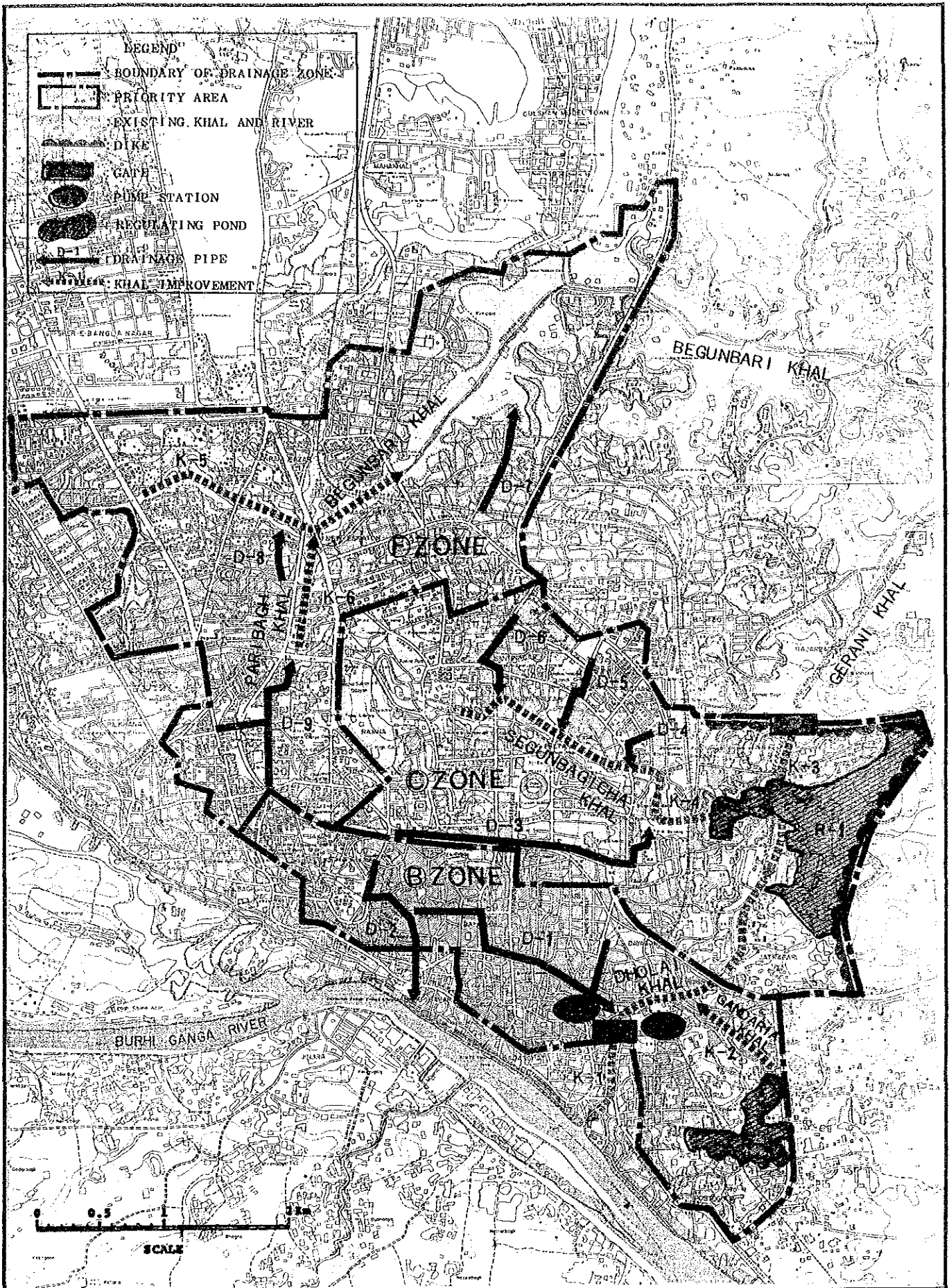


図-7

洪水防御・排水施設整備計画図

STORM WATER DRAINAGE SYSTEM IMPROVEMENT PROJECT IN DHAKA CITY, THE PEOPLE'S REPUBLIC OF BANGLADESH

4. 2 施設設計

基本計画で提案された施設の計画諸元を基に、堤防、水門、ポンプ場、排水路改修護岸、排水管、ボックスカルバートおよび鉄道橋の予備設計を行なった。設計に当っては、出来る限り現地資材を使用し、経済性を重視する施設設計を行なうとともに、運転・維持管理が容易で耐久性の優れた設備機器の導入を考慮した。

提案された主要構造物の標準図を図-8~10に示す。

4. 3 事業費

総事業費は、1986年価格で、約100億円(2,014百万TK)で内訳は表-8に示す通りである。

表-8 事業費内訳

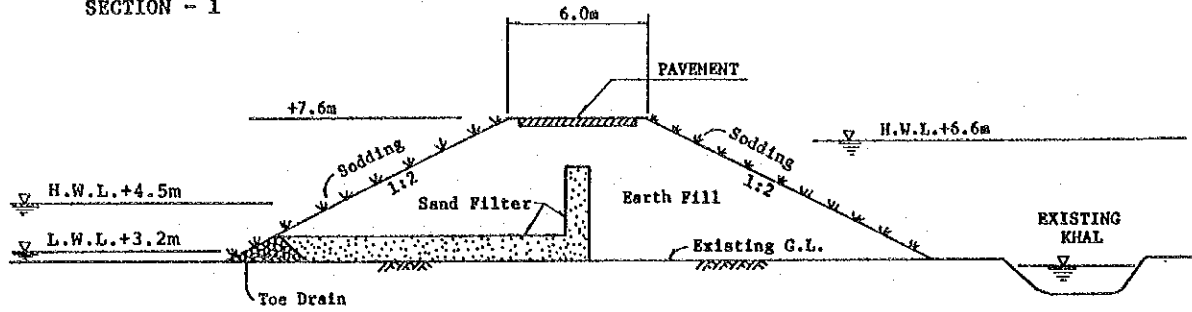
単位：億円(百万TK)

項目		費用	
建設費	A. 工事費	88.1	(1,361.0)
	(1) 堤防	9.3	(186.2)
	(2) 水門	3.5	(319.9)
	(3) ポンプ場	16.0	(69.5)
	(4) 排水路改修	14.3	(266.7)
	(5) 排水管	18.8	(375.0)
	(6) 予備費	6.2	(123.7)
	B. 技術費	6.8	(136.1)
	小計(A+B)	74.9	(1,497.1)
	C. エスカレーション	9.5	(189.9)
建設費合計		84.4億円	(1,687.0 百万TK)
用地費・関税等	D. 用地買収費	4.2	(83.0)
	E. 事務所維持費 (バングラ政府)	1.3	(25.5)
	F. 関税等	9.2	(184.7)
	小計(D+E+F)	14.7	(293.2)
	G. エスカレーション	1.7	(33.9)
用地費・関税等合計		16.4億円	(327.1 百万TK)
総事業費		100.8億円	(2,014.1 百万TK)

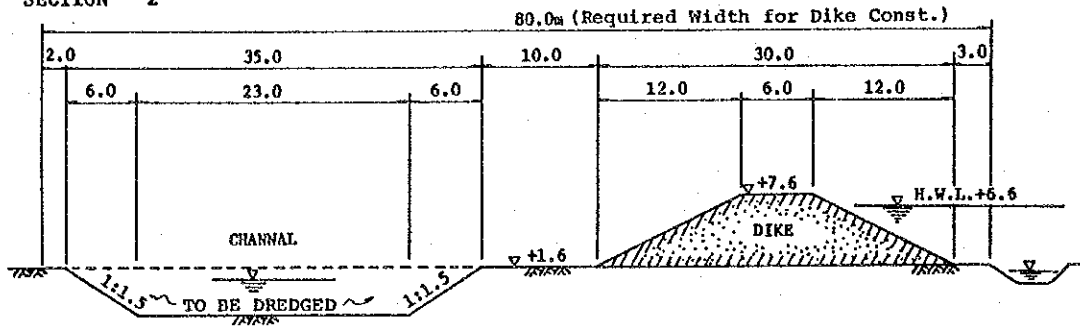
注) TKと円の交換レートは、1TK=5円としている。

尚、施設の運営・維持管理費は年間約1.3億円(25.4百万TK)と積算された。

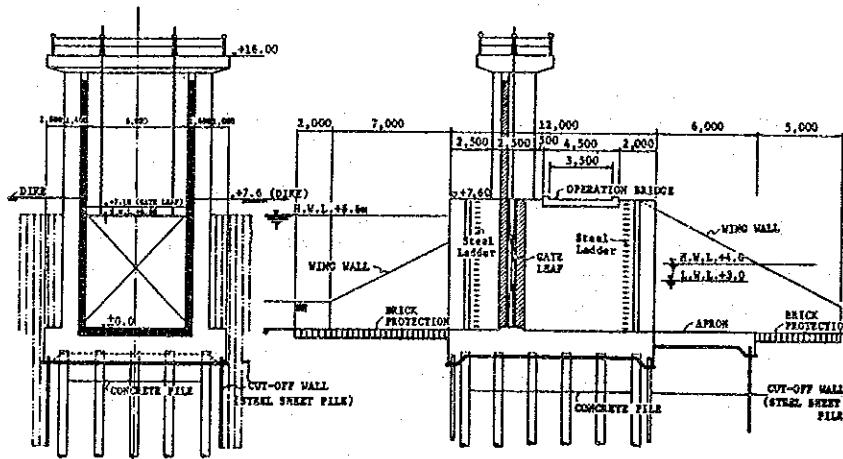
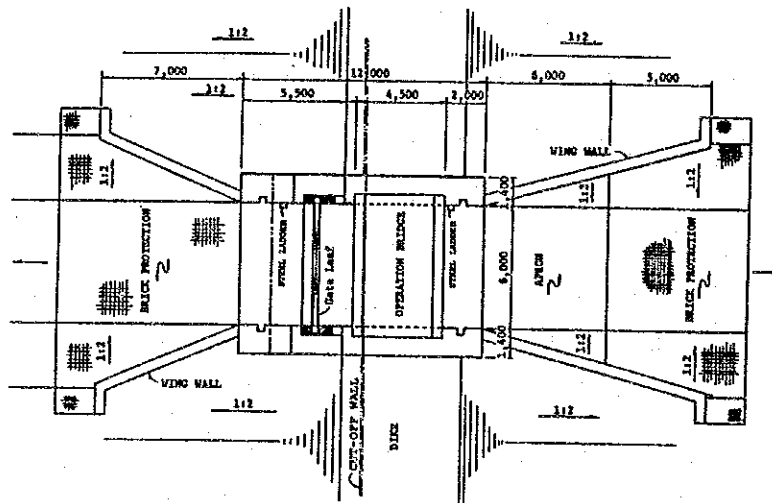
SECTION - 1



SECTION - 2



堤防標準図

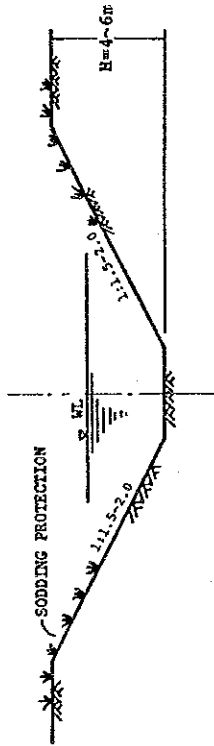


水門標準図

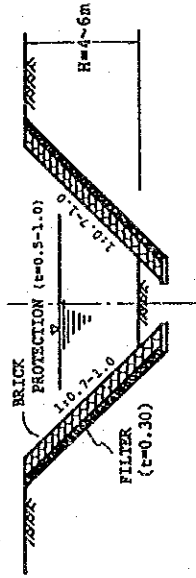
図-8 施設構造標準図 その1 (堤防、水門)

STORM WATER DRAINAGE SYSTEM IMPROVEMENT PROJECT IN DHAKA CITY, THE PEOPLE'S REPUBLIC OF BANGLADESH

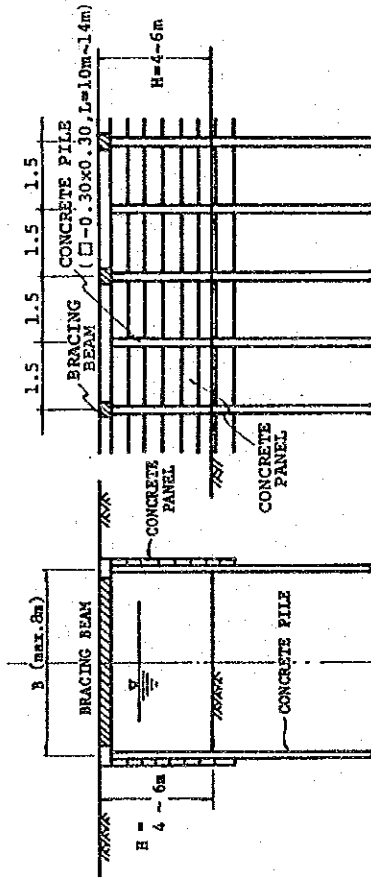
TYPE - 1 : TRAPEZOIDAL TYPE (1) - SODDING PROTECTION



TYPE - 2 : TRAPEZOIDAL TYPE (2) - BRICK PROTECTION

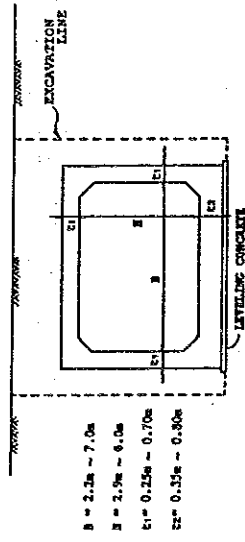


TYPE - 3 : CONCRETE PANEL WALL TYPE (1) - WITH BRACING BEAM

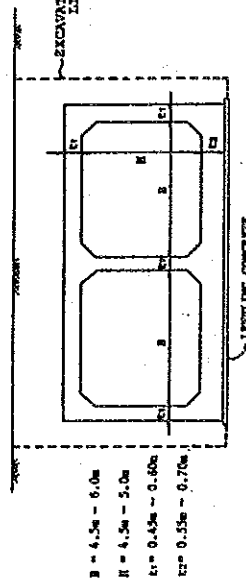


排水路改修標準図

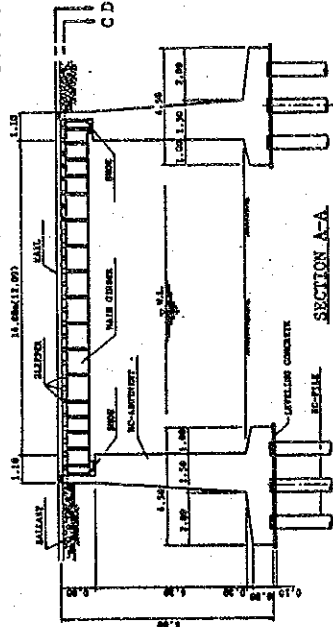
TYPE - 1 SINGLE BOX CULVERT



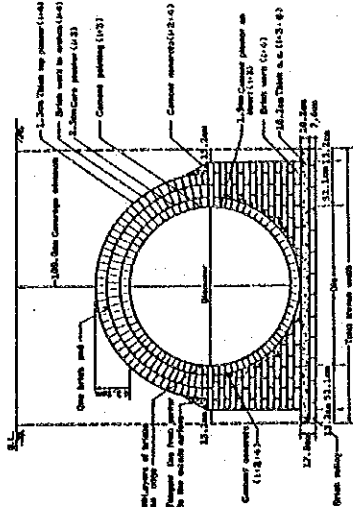
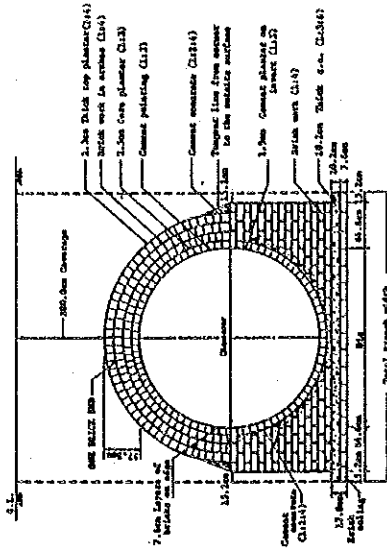
TYPE - 2 DOUBLE BOX CULVERT



ボックスカルバート標準図



鉄道橋標準図



排水管標準図

図-10 施設構造標準図 その3

4. 4 事業実施計画

事業規模を考慮して、全体事業を6年間で実施することとし、提案された施設の重要性、水理的効果から判断して、表-9に示す事業実施計画を策定した。

表-9 事業実施計画

(単位：億円)

事業費	事業年次	設 計						合 計
		1 年 次	2 年 次	3 年 次	4 年 次	5 年 次	6 年 次	
建 設 費	1.堤防 (数量：4.8 km)	-	-	4.7 (2.4km)	4.6 (2.4km)	-	-	9.3
	2.水門 (数量：2ヶ所)	-	2.0 (1ヶ所)	-	1.5 (1ヶ所)	-	-	3.5
	3.ポンプ場 (数量：2ヶ所)	-	4.8 (1ヶ所)	3.7 (1ヶ所)	-	3.8	3.7	16.0
	4.排水路改修 (数量：13.1km)	-	-	2.4 (3.0km)	4.7 (3.0km)	4.2 (3.8km)	3.0 (3.3km)	14.3
	5.排水管 (数量：12.5km)	-	2.6 (0.8km)	1.5 (1.6km)	3.1 (1.4km)	5.7 (3.7km)	5.9 (5.0km)	18.8
	6.予備費	-	0.9	1.2	1.4	1.4	1.3	6.2
	小計(1~6)		10.3	13.5	15.3	15.1	13.9	68.1
	7.技術費(設計、工事管理費)	2.3	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	6.8
	小計(1~7)	2.3	11.2	14.4	16.2	16.0	14.8	74.9
	8.エスカレーション	0.2	0.9	1.4	2.1	2.4	2.5	9.5
建設費 億円 (百万TK)	2.5 (48.9)	12.1 (241.0)	15.8 (315.7)	18.3 (365.4)	18.4 (369.0)	17.3 (347.0)	84.4 (1687.0)	
用 地 費 ・ 関 税 等	9.用地費	0.4	2.8	0.3	0.7	-	-	4.2
	10. バングラデシュ政府 事務所維持費	0.5	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	1.3
	11. 関税等	-	1.4	2.4	0.6	2.6	2.2	9.2
	小計(8~10)	0.9	4.3	2.9	1.4	2.8	2.4	14.7
	12. エスカレーション	-	0.4	0.3	0.2	0.4	0.4	1.7
	用地費、関税等 億円 (百万TK)	0.9 (18.4)	4.7 (93.6)	3.2 (63.6)	1.6 (31.9)	3.2 (63.4)	2.8 (56.2)	16.4 (327.1)
総事業費 億円 (百万TK)	3.4 (67.3)	16.8 (334.6)	19.0 (379.3)	19.9 (397.3)	21.6 (432.4)	20.1 (403.2)	100.8 (2014.1)	

注) 1. 上記表諸値は、1986年価格。

2. 建設費、用地費、総事業費欄の()内数値は、タカ換算。

3. TKと円の交換レートは、1TK= 5円(1米ドル=30TK)。

4. エスカレーションは、年率2%。

5. 運営・維持管理および組織

5. 1 必要な運営・維持管理

プロジェクトが完了後、現況施設および提案施設が効果的に機能するために必要な運営・維持管理業務は下記の通りである。

- (1) 排水管 91.2 kmの清掃
- (2) 排水路 13.1 kmの堆砂、投棄物の除去
- (3) 堤防 4.8kmの維持管理
- (4) ポンプ場2ヶ所と水門2ヶ所の運転・維持管理
- (5) 関連部局と連携して遊水地や排水路用地の維持のための適切な土地利用の誘導、ならびに新規開発事業に対する浸水対策の面からの行政指導

5. 2 必要な組織

施設の建設、工事管理および運営・維持管理のため、必要な組織をDPHE内に設立する。

(1) 建設、工事管理に必要な人員

中枢部（エンジニア）	： 部長以下	15名
スタッフ	：	93名
	計	108名

(2) 運営・維持管理に必要な人員

中枢部（エンジニア）	： 部長以下	15名
スタッフ	：	116名
	計	128名

6. 経済評価

経済分析の結果は下記の通りで、経済効率は高い。

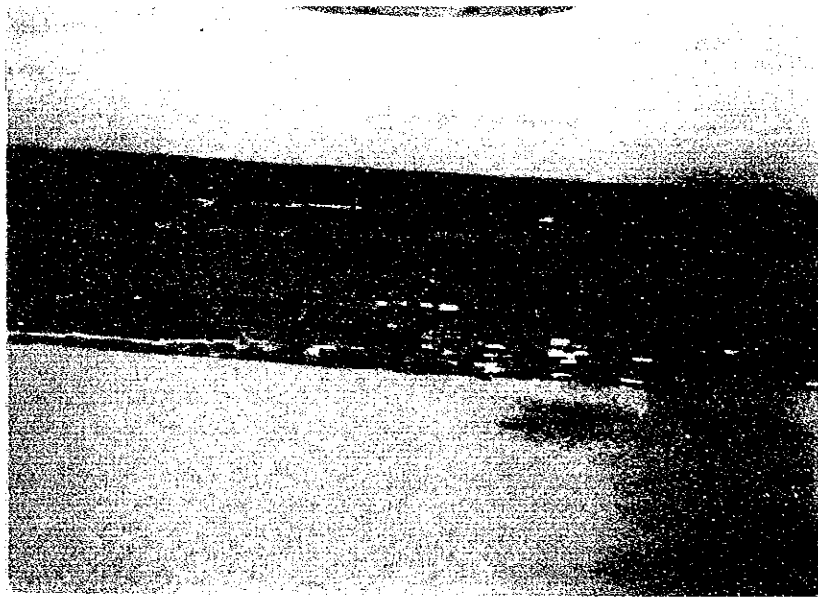
- (1) 内部収益率（IRR） = 17.1 %
- (2) 純現在価格（NPV） = 9.4億円（188.9百万TK）
- (3) 便益費用比率（B/C） = 1.24

7. 提 言

本調査の結果、下記の項目を提言する。

- (1) 提案されたプロジェクトは、技術的、経済的及び社会的に妥当であると判断された。立ち遅れた社会基盤整備事業の中でも本プロジェクトは、特に緊急性が高いと判断され、円滑な市民生活が得られるよう早期に事業を実施することを提言する。
- (2) バングラデシュ国の財源規模に比較し、プロジェクト・コストは非常に多いため、プロジェクトの詳細設計および建設は海外の財政援助を仰ぐ必要がある。
- (3) 詳細設計段階において、提案される洪水防御・排水計画は、関連する都市開発計画と十分調整を取る必要がある。特に、計画堤防を道路等多目的に利用することについては、更に議論する必要がある。
- (4) 海外からの財政援助の調達を含めて、プロジェクトの実施が問題なく達成されるためには、必要な用地買収はプロジェクトの建設開始前に実施完了させることが必要である。
- (5) プロジェクトの建設・工事管理および運営・維持管理のための新しい組織をDPHE内に設立することが必要である。

添付資料（現況写真集）



写 - 1 ダッカ市周辺洪水状況（トンギ付近）



写 - 2 市街地の浸水状況（1987年マンダ付近）



写 - 3 市街地の洪水痕跡（ガンダリア付近）



写 - 4 オールドダッカ：旧市街地商業・業務地域（チョック・バザール付近）



写 - 5 ダッカ市商業・業務地域（モティジール付近）



写 - 6 市街地東部の新興住宅地域（マグダバラ付近東側）



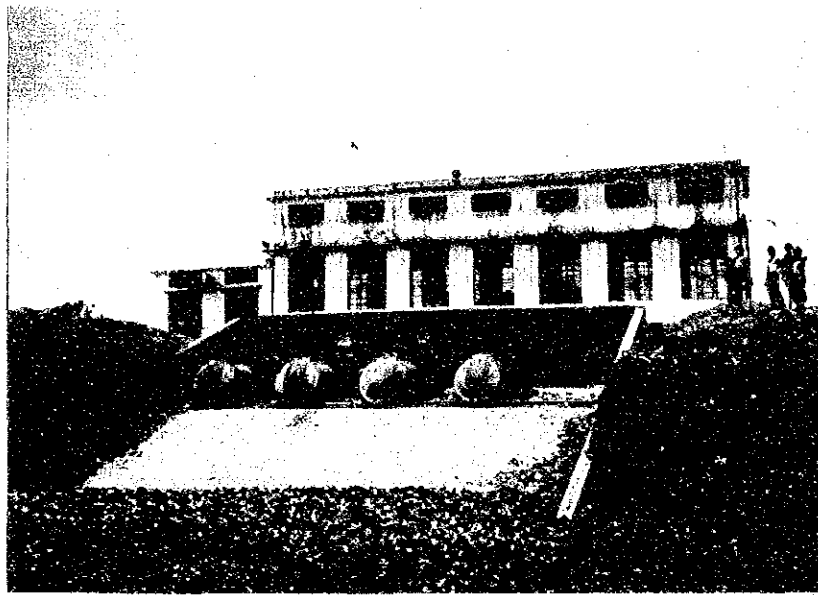
写 - 7 市街地南西を流れるプリガンガ川（ミルバラク付近上流側）



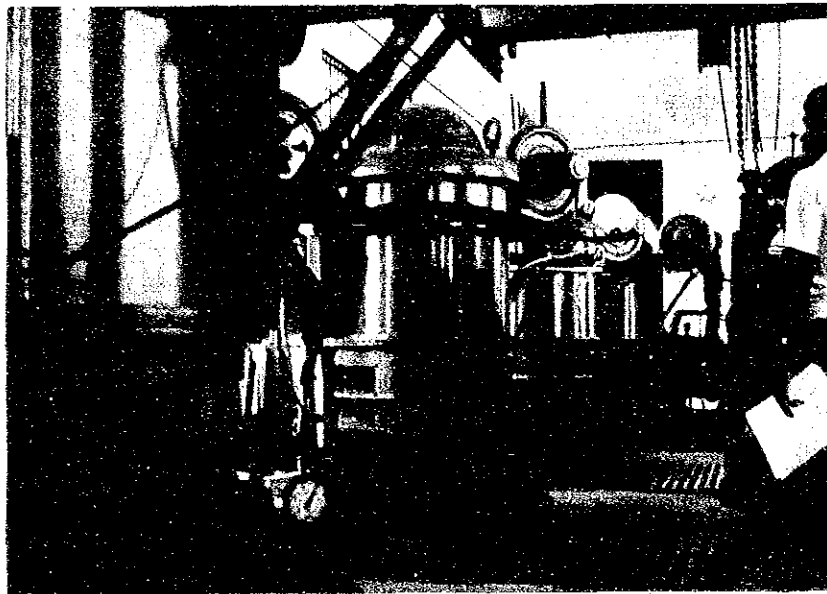
写 - 8 主要カール（排水路）ードライ・カール



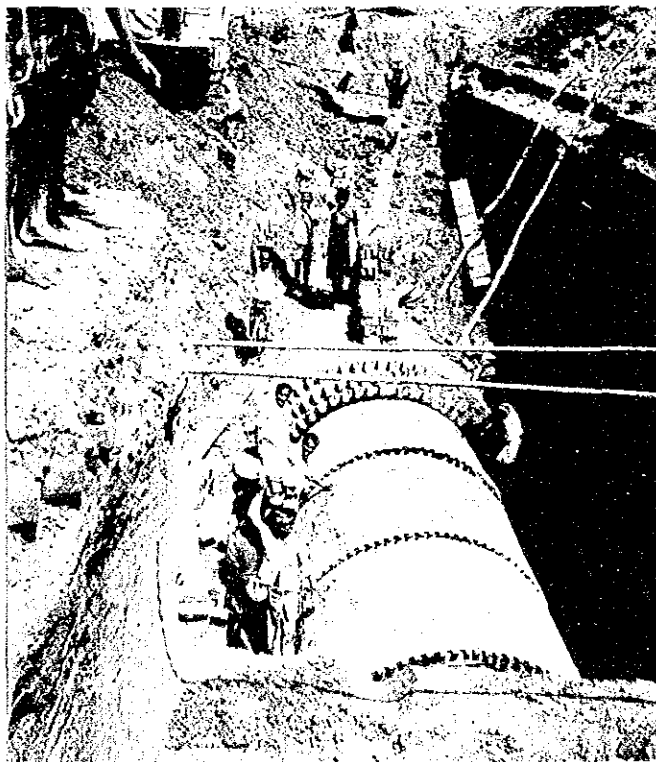
写 - 9 ベグンバリ・カール中流部のボックス・カルバート



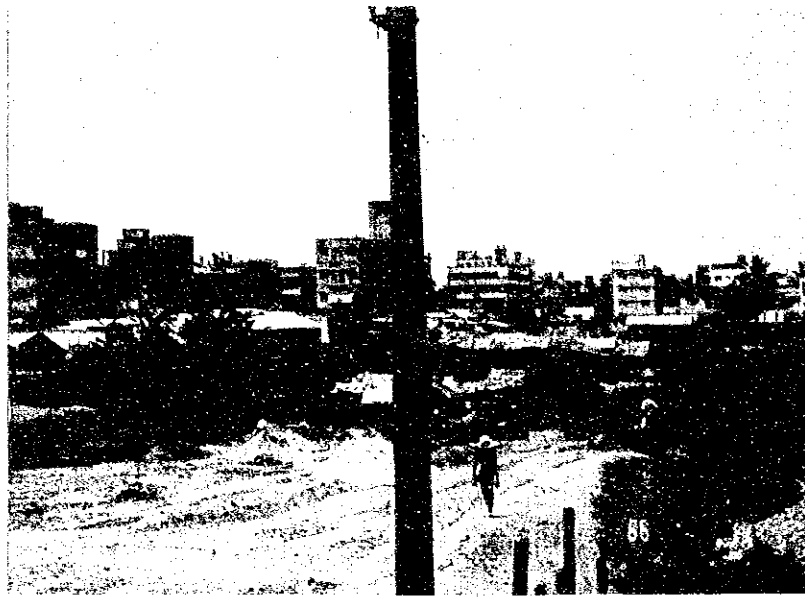
写 - 1 0 1975年に建設されたナリダ・ポンプ場



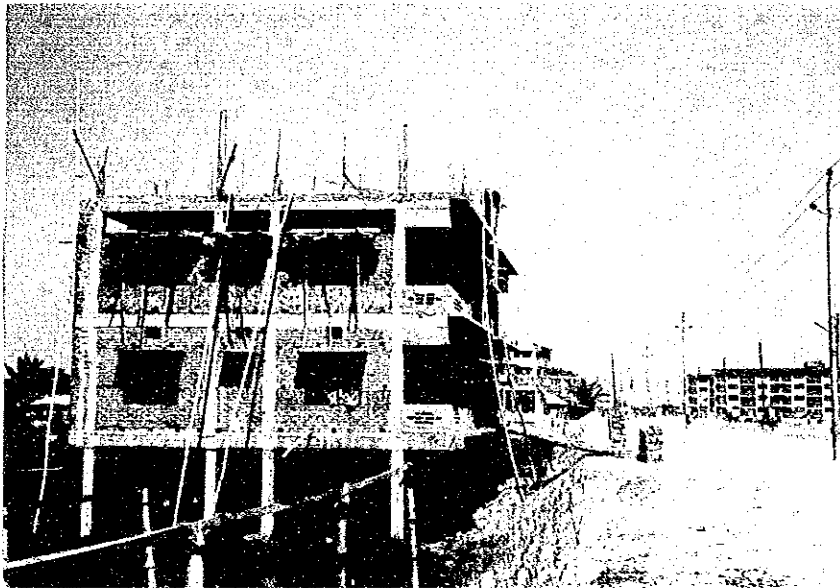
写 - 1 1 4台の立軸軸流ポンプ (Φ1000)



写 - 1 2 幹線排水路の建設
(ムハマッド付近)



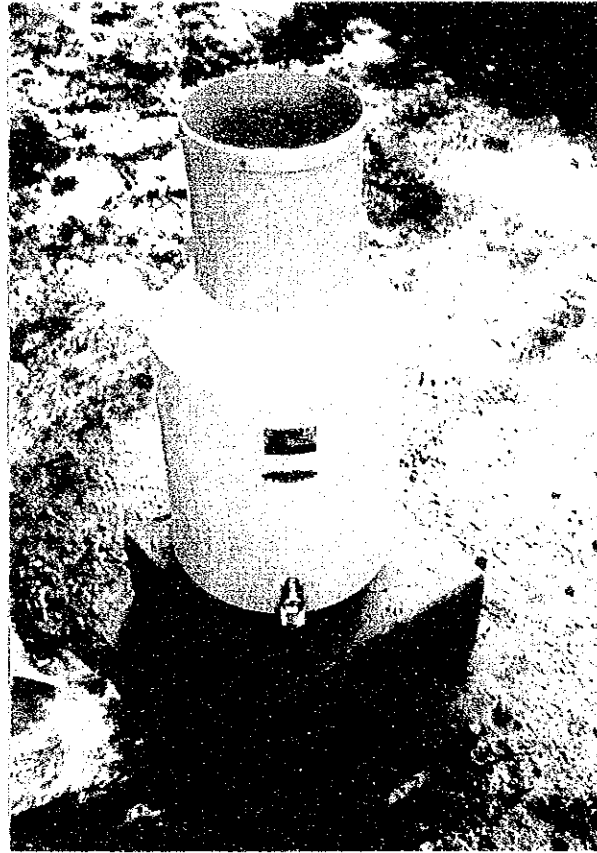
写 - 1 3 盛土による低平地開発



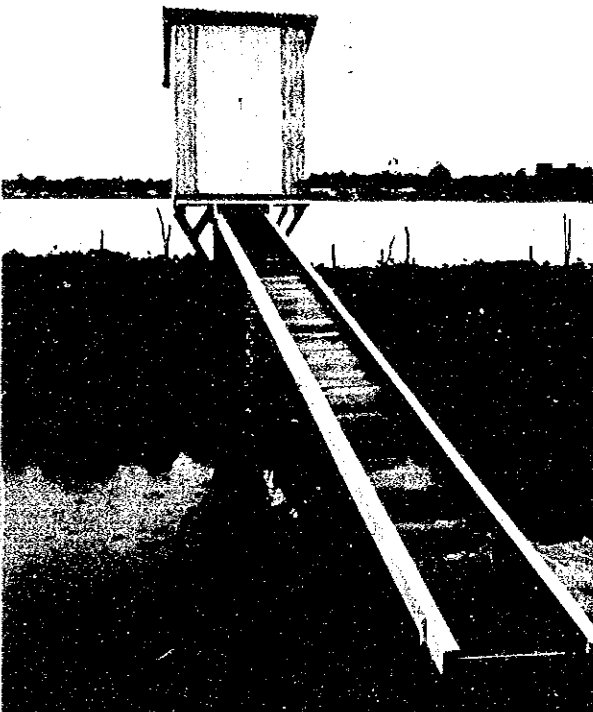
写 - 1 4 建設中の高床式建物



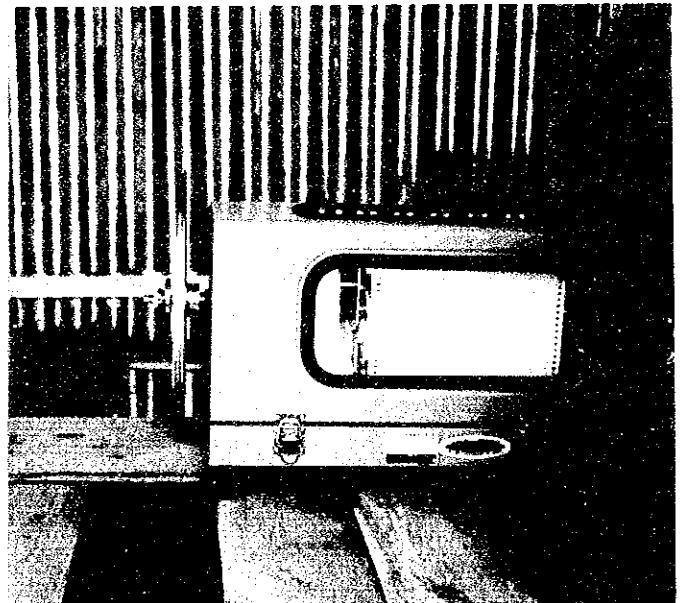
写 - 1 5 カールを不法占拠している建物
(現在撤去中：ベグンバリ・カール中流)



写 - 1 6 調査団の設置した雨量計 (DPHEストアサークルビル屋上)



写 - 1 7 調査団の設置した水位計 (ランブラ地点)

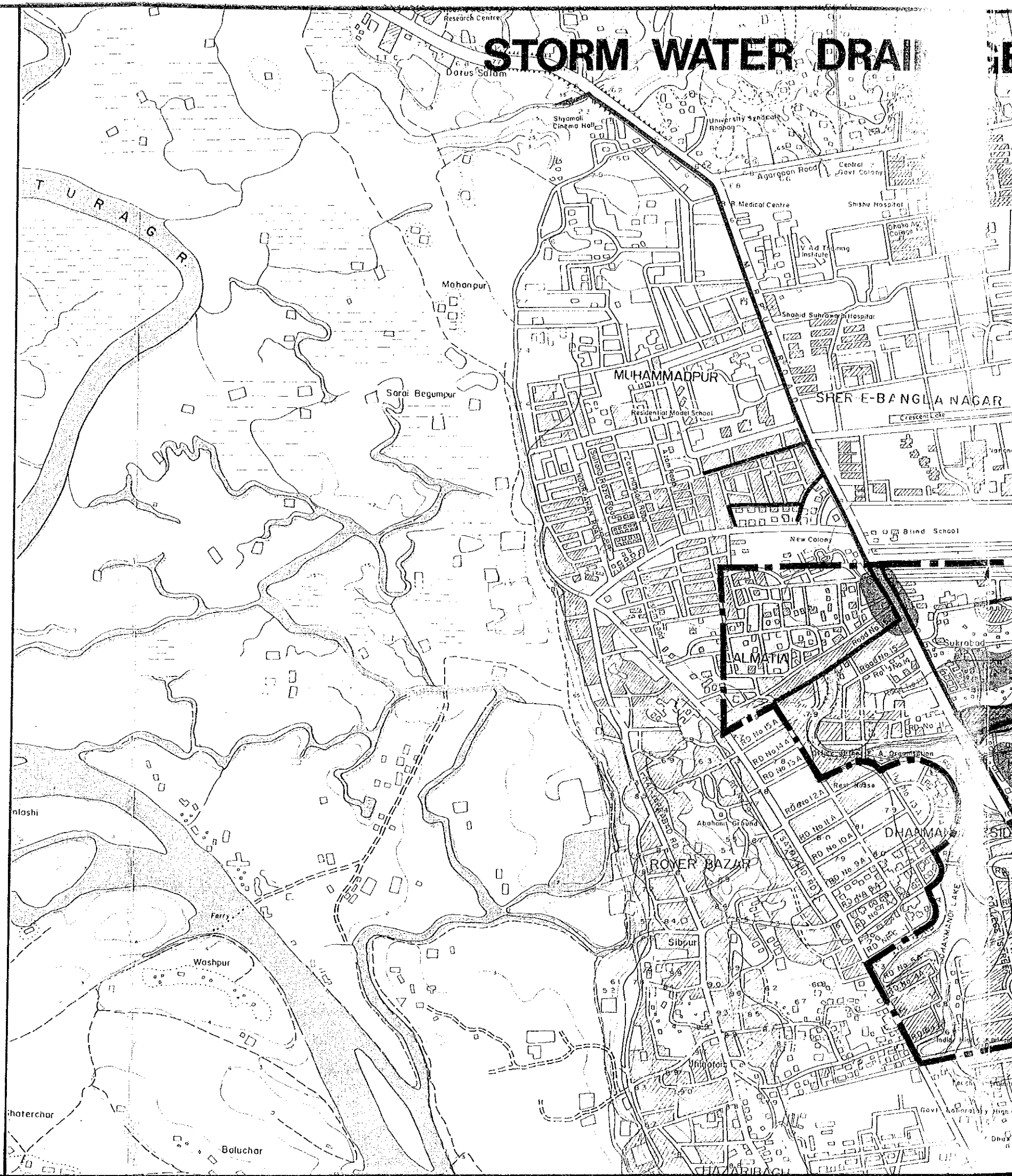


STORM WATER DRAINAGE

PROPOSED FLOOD PROTECTION AND DRAINAGE FACILITIES IN THE PRIORITY AREA

Facility	Quantity	Description
I. Dike (Earth Embankment)	L=4,800m	H=6.0m x B(Top)=6.0m
II. Pump Station (P.S.)		
P-1 : Rehabilitation of Exist.	1 place	$\phi=1,000 \times 4$ Units, $Q=9.6 \text{ m}^3/\text{s}$
P-2 : Additional	1 place	$\phi=1,000 \times 4$ Units, $Q=9.2 \text{ m}^3/\text{s}$
III. Gate		
G-1 : Narinda	1 place	H=6.0m x B=6.0m
G-2 : Rajarbagh	1 place	H=6.0m x B=6.0m
IV. Khal Improvement	L=13,100m in Total	
K-1 : Dholai	L1 = 3,000 m	Box Culvert 1 place
K-2 : Gandaria	L2 = 1,200 m	-
K-3 : Gerani	L3 = 2,100 m	-
K-4 : Segunbagicha	L4 = 3,000 m	Box Culvert / Bridge 13 places
K-5 : Begunbari	L5 = 2,800 m	Box Culvert 5 places
K-6 : Paribagh	L6 = 1,000 m	Box Culvert 3 places
V. Drainage Pipe	L = 12,500m in Total	
D-1 : Narinda	L1 = 2,800 m	ϕ - Ave. 3.0mx3.0m , $\phi=2.8\text{m}-1.9\text{m}$
D-2 : Narinda (Diversion)	L2 = 1,480 m	ϕ - 2.9mx2.2m
D-3 : Old Railway Road	L3 = 2,500 m	ϕ - 3.0mx2.6m , $\phi=3.0\text{m}-1.9\text{m}$
D-4 : Circular Road	L4 = 540 m	- , $\phi=1.5\text{m}$
D-5 : DIT Avenue	L5 = 720 m	- , $\phi=2.7\text{m}-1.9\text{m}$
D-6 : Santinagar	L6 = 1,050 m	- , $\phi=2.6\text{m}-2.1\text{m}$
D-7 : Nayatola	L7 = 1,100 m	- , $\phi=2.8\text{m}-2.4\text{m}$
D-8 : Dhanmondi	L8 = 450 m	- , $\phi=1.8\text{m}$
D-9 : Dhaka University	L9 = 1,860 m	- , $\phi=3.7\text{m}-2.1\text{m}$
VI. Regulating Pond	A = 1.85 km ² in Total	
R-1 : Jatrabari Pond	A = 1.38 km ²	Storage Capacity : $1.78 \times 10^6 \text{ m}^3$
R-2 : Gandaria Pond	A = 0.47 km ²	Storage Capacity : $0.40 \times 10^6 \text{ m}^3$

Note : (ϕ) shows R.C.Box Culvert Type.
 (ϕ) shows Brick Drainage Pipe.



STORM WATER DRAINAGE SYSTEM IMPROVEMENT PROJECT IN DHAKA CITY

