

バングラデシュ人民共和国
下水道網整備計画
基本設計調査報告書

昭和63年 2月

国際協力事業団

Bangladesh 人民共和国

下水道網整備計画

基本設計調査報告書

JICA LIBRARY



1041932[3]

昭和63年2月

国際協力事業団

無計一

C R(3)

87-139

国際協力事業団

受入 月日	'88. 4. 6	101
		61.8
登録No.	17423	GRF

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、同国ダッカ市の下水道網整備計画にかかる基本設計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62年9月3日より10月2日まで、日本下水道事業団 大森 信慈氏を団長とする基本設計調査団を現地に派遣した。

調査団は、バングラデシュ国政府関係者と協議を行うとともに、プロジェクト・サイト調査及び資料収集等を実施した。帰国後の国内作業の後、建設省都市局下水道部下水道企画課長補佐 西口 泰夫氏を団長として昭和63年1月6日より1月16日まで実施されたドラフト・ファイナル・レポートの現地説明を経て、ここに本報告書完成の運びとなった。

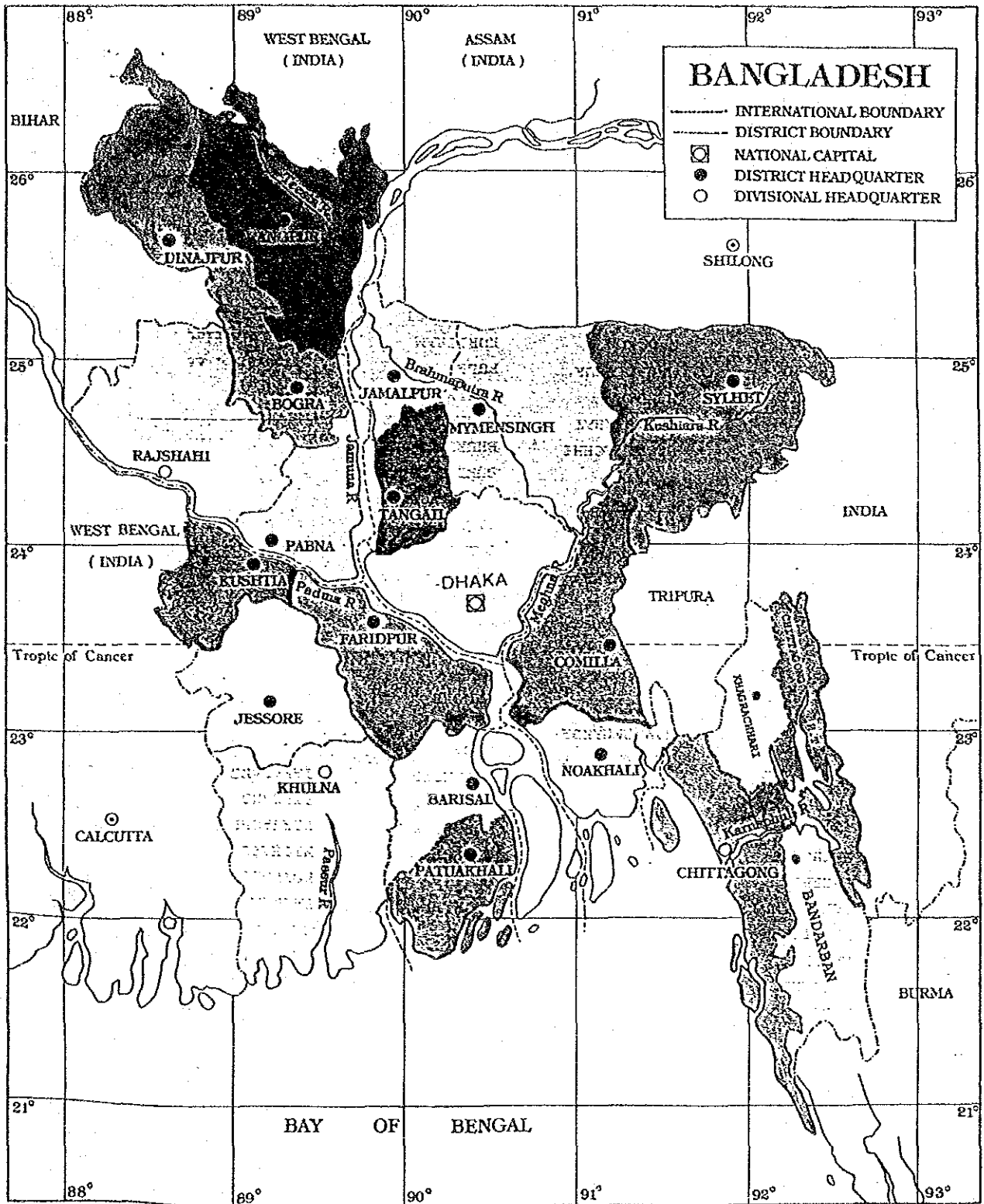
本報告書が、本プロジェクトの推進に寄与するとともに、バングラデシュ人民共和国の下水道整備計画の推進に成果をもたらし、ひいては両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものである。

最後に、本件調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝の意を表すものである。

昭和63年2月

国際協力事業団

総裁 柳谷 謙介



バングラデシュ下水道網整備計画基本設計調査報告書

目 次

要 約	1
第1章 緒 論	1
第2章 計画の背景	3
2-1 国土の概要	3
2-1-1 国土, 人口	3
2-1-2 行政組織	4
2-1-3 経済事情	6
(1) 概 観	6
(2) 農業, 工業	8
(3) 貿 易	8
2-1-4 経済開発計画	9
2-2 バングラデシュ国の上下水道の概要	11
2-1-1 上下水道の行政機構	11
2-1-2 上下水道の現況	11
(1) Dhaka WASA	11
(2) Chittagong WASA	12
2-3 ダッカ市の下水道の概要	13
2-3-1 Dhaka WASA の組織と事業内容	13
2-3-2 運営体制, 予算	15
2-3-3 下水道施設の現況	17
(1) 経 緯	17
(2) 既存施設の概要	17
(3) 現況の問題点	
2-4 バングラデシュ国政府の要請	20
2-4-1 要請の経緯	20
2-4-2 要請の内容	20
第3章 計画地の概要	23
3-1 自然条件	23
(1) 地形, 地質	23

(2) 気 象	23
(3) 水 文	25
3-2 保健衛生状況	26
3-3 インフラストラクチャーの状況	27
第4章 計画の内容	29
4-1 計画の目的	29
4-2 要請内容の検討	29
4-2-1 計画内容の検討	29
4-2-2 要請施設の検討	31
(1) 下水処理対象区域	31
(2) 下水量の推定	33
1) ダッカ市の人口の現況と将来	33
2) ダッカ WASA の給水量の現況及び将来	35
3) 現況における下水量の推定	38
(3) 計画下水量の設定	42
1) 現況における推計下水量の検証	42
2) 口径54" 幹線管渠の輸送能力	44
3) 計画下水量の設定	44
(4) 長期計画における本計画の位置づけ	45
(5) 下水道管渠網及び中継ポンプ施設	49
1) 下水道管渠網の現況	49
2) 雨水排除と Dhaka WASA 下水道との関係	59
3) 下水道管渠網現状の問題点	62
4) 中継ポンプ場ポンプ能力の設定	64
5) 改修計画基本方針	76
(6) 下水処理施設	80
1) 既存施設の概要	80
2) 運転状況と Burhi Ganga 川の状況	84
3) 要請案の評価	90
4) 代替案の選定	91
5) 代替案の比較検討	94
(7) 管きょ清掃機材	106

第5章 基本設計	111
5-1 基本設計方針	111
5-2 施設計画	112
5-2-1 中継ポンプ場の施設計画	112
5-2-2 下水処理施設の施設計画	113
(1) 諸元の設定	113
(2) 施設計画	115
5-3 改善内容及び基本設計図	122
5-3-1 改善内容	122
5-3-2 基本設計図	125
第6章 事業実施計画	145
6-1 事業実施体制	145
6-2 工事負担区分	145
6-3 実施計画	147
第7章 運転・維持管理計画	151
7-1 概要	151
7-2 運転計画	151
7-3 要員計画	153
7-4 運転コスト	154
第8章 事業評価	157
8-1 事業実施の効果	157
8-2 事業実施の妥当性	157
第9章 結論と提言	159
9-1 結論	159
9-2 提言	159

< 添付資料 >

添付資料-1	関係者・調査団の日程	1-1~1-4
添付資料-2	ミニッツ (1), (2), (3), (4).....	2-1~2-24
添付資料-3	維持管理費用比較 (120,000m ³ /日)	3-1~3-3
添付資料-4	幹線管きょ能力の評価	4-1~4-10
添付資料-5	中継ポンプ場ポンプ吐出量測定結果	5-1~5-2
添付資料-6	水質調査結果	6-1~6-3
添付資料-7	Hazaribag L.S. ~ New Market L.S.間の管きょの損失水頭	7-1~7-3

要 約

要 約

ダッカ市の下水道の歴史は古く、1923年にオールド・ダッカ (Old Dhaka) を対象とする下水施設が建設された。その後、市域の拡大と共に下水道管渠は拡張されてきたが、現在では既に施設の老朽化に加え、維持管理が十分でないために管渠の随所で汚水の逸水または、雨水の浸入がみられる。また、終末処理場は管渠の拡張に対し施設の改善が見送られてきたために、現在では流入量に対して約1/3の処理能力しかなく、放流河川の水質汚染の一因となっており地域住民の保健衛生上大きな社会問題になりつつある。

このような状況を改善するために、バングラデシュ国政府は既存施設の緊急改善計画を策定し、本計画の実施についてわが国に対し無償資金協力を要請した。

この要請を受け、日本国政府は1987年6月1日から6月13日までの13日間にわたり、国際協力事業団を通じ事前調査団を派遣するとともに、この調査結果に基づき1987年9月3日から10月2日までの30日間にわたり基本設計調査団を派遣した。

基本設計調査団は、現地調査及びバングラデシュ国側関係機関と協議を行い、要請内容、計画の背景を確認し計画の妥当性について検討すると共に、本計画に必要とする施設の規模、計画の基本方針、施設内容等について意見交換を行った。

本報告書は、上述の現地調査の結果に基づきダッカ市の下水道網整備計画について技術、経済両面から検討し基本設計としてまとめたものである。

本計画の内容及びその効果は次の通りである。

1. 計画規模

ダッカ市の現在人口は約432万人で、そのうち下水道のサービスを受けている人口は約115万人である。現況における下水量は乾期96,000 m^3 /日、雨期116,000 m^3 /日と推計される。

一方、下水管渠システムの最下流側中継ポンプ場からパグラ (Pagla) 下水処理場までの管径54インチ、延長約5kmの幹線管渠の輸送能力は120,000 m^3 /日である。これらのことから、下水処理場の全体計画は要請書に提示されている計画下水量40^{MOD} (183,000 m^3 /日) で立案するが、本プロジェクトで実施する計画下水量は、既存管渠の輸送能力である26.4^{MOD} (120,000 m^3 /日) とする。

2. 計画概要

(1) 下水処理施設

本プロジェクトで計画する主要施設は、揚水ポンプ (37kW×3台)、最初沈殿池 (直径33m×深さ3m×4池)、通性ラグーン (約42ha、うち27.2haは既設)、消毒設備及び処理水放流管 (口径1.5m×延長1.24km) で構成される。

(2) ポンプ場施設

14ヶ所の中継ポンプ場のうちポンプの取り換えを行うポンプ場は、Hazaribag L.S, Nawabganj L.S, Faridabad L.S及びOld Narinda P.Sの4ヶ所である。ポンプの運転をより安全に維持するため各ポンプ場にはスクリーン設備とポンプ井水位計(自動起動・停止装置付)を設置する。その他の付帯設備は必要により改善する。

(3) 管渠施設

既存幹線管渠のうち現在使用不可または破損が著しく改善の緊急度が高いものについて改善・改修する。

この対象となるものは、Hazaribag L.S及び、Faridabad L.Sの吐出側配管、Tejgaon～Swaminbag間の管渠の一部並びにOld・New Narinda P.Sのポンプ周り配管である。なお、管渠清掃用機器一式を5ヶ所の区域事務所に具備する。

本施設の建設には、試験運転期間を含め27ヶ月の工期を必要とする。また、本計画の全体事業費は約54億9,500万円で、そのうち日本側負担分は約54億9,000万円、バングラデシュ側負担分は約500万円と見積られる。

本計画地域は、新規地域開発による人口増加と共に、近年既成市街地の人口の過密化は著しく下水道整備の立ち遅れは住民の生活環境の悪化に拍車をかけており、早期の対策が望まれる。

本計画の実施によって、現在正常な運転が行われていない中継ポンプ場は本来の機能を回復することができるので、周辺的生活環境は大いに改善することが期待される。また、下水処理場は現況における全汚水量を対象に処理可能となるので安定した衛生的な処理が期待できる。このことは、本事業が計画対象地域の住民だけでなく、処理水放流先であるBurhi Ganga川に生活用水等を依存している市民にとっても有益であり、本事業を日本国政府による無償資金協力として実施することは非常に有意義である。バングラデシュ国政府は、本計画を既存施設の緊急改善対策プロジェクトとして位置づけ、近い将来同市全域を対象とする抜本的な下水道整備計画の見直しを予定している。下水道施設の拡張計画を行うには、現況の下水量及び施設能力等の基礎資料の正確な把握が前提となる。その意味からも本プロジェクトが既存施設の機能を回復し正常運転を行うことによって、既設の管渠システムの実態の把握が容易となり、調査の精度が高められることの意義は大きいといえよう。

本事業の実施と施設完成後の維持管理及び運営は、現行のダッカ上下水道公社(Dhaka WASA)が所轄する。なお、上下水道を含めたWASA全体の財務状況は経常利益は出ているが、準備金・利息返済負担が大きく全体として支出超過となっている。今後下水道施設の整備により運転管理コストの上昇が予想されるので、どのように負担していくか新しい課題として検討される必要がある。

第1章 緒 論

第 1 章 緒 論

バングラデシュの首都ダッカは、国土のほぼ中心に位置し政治、経済、教育、文化などの中心であると同時に道路、鉄道、水路、空路等国内・外交通の要衝として発展してきた。

ダッカ市への人口集中は急速な勢で進行している。1973年センサスによれば、ダッカ市の人口は約130万人であったものが、現時点では約432万人と推定されており、年間増加率は約10%にも達している。

このような急激な人口増加は、ダッカ市の都市基盤施設整備の面で様々な問題を引き起こしている。都市基盤施設の一つである下水道では、整備の立ち遅れが著しく、現在下水道のサービスを受けているのは市内人口の1/4にあたる約110万人である。

同市の下水道の歴史は古く、1923年まで遡る。当時の統治国であった英国によりNarindaポンプ場とインホフタンク式による下水処理施設が建設され、1940年当初まではOld Dhakaに限定された事業であった。その後、人口の急増に伴い下水管渠は継ぎ足しの拡張され、1977年には計画人口50万人のPagla処理場が建設された。同施設は現在も運営されている。

ダッカ市下水道事業がかかえる現在の課題には、市街人口及び新規地域開発による人口増加に対処するための下水道施設の拡張・整備などの基本的な問題と、老朽化した既存施設の改修・改善等の緊急に解決しなければならない問題とがある。

既存の下水道施設の現状は、施設の老朽、管渠の閉塞又は破損、管路清掃の不足など、維持管理の面で問題があり、路上のマンホールや管渠の随所から汚水の溢水や雨水の浸入がみられる。また、ポンプ場も設計・施工上のケヤレスミスによって円滑な運転が出来ないところもある。Paglaの下水処理場についてみれば、前述の通り既に汚水流入量に対し処理能力不足のため処理水質はかならずしも満足される水質までは処理されておらず、放流先河川の水質汚染の一因ともなっている。これらの問題に対する緊急な改善対策がなされなければ、未処理汚水の河川への直接流入が増大し、河川からの飲料水利用等の地域住民生活の衛生上大きな社会問題になると危惧されている。

このような背景のもとに、ダッカ市の上下水道事業を所轄するDhaka WASA (Dhaka Water Supply and Sewerage Authority) は、既存の下水道網の拡張及び改修を図るべく1981年第2世銀の援助を得てフィージビリティ調査を実施した。今回、Dhaka WASAはこの計画のうち緊急度の高い既存施設の改善計画をまとめ、早期にこの問題を解決するために、1986年9月同国政府を通じわが国に無償資金協力を要請してきたものである。

この要請を受け、日本国政府は1987年6月1日から6月13日までの13日間にわたり、国際協力事業団を通じ、建設者都市局下水道部 下水道企画課 課長補佐 西口泰夫氏を団長と

する事前調査団を派遣した。調査団は、バングラデシュ国政府関係機関及び Dhaka WASA関係者と協議を行ない、要請内容、計画の背景を確認すると共に、援助要請のあった下水道施設の改築、改善についてその実態を把握すると同時に援助対象プロジェクトの妥当性の確認を行った。

同協議により両国間で合意した改善計画の対象範囲は次の通りである。

- (1) 既存リフト・ステーション及び関連施設のリハビリ
- (2) Narinda 中央ポンプ場（新・旧）のリハビリ
- (3) Pagla 放流施設のリハビリ
- (4) Pagla 処理場の改善

この事前調査の結果に基づき、日本国政府は基本設計調査を実施することを決定し、1987年9月3日から10月2日までの30日間にわたり、国際協力事業団を通じ日本下水道事業団技術開発部技術開発課 大森信慈氏を団長とする基本設計調査団を派遣した。調査団は前述のバングラデシュ国政府関係者と協議を行うと共に、計画内容を更に検討し基本設計を策定するために必要な現地調査を実施した。

本調査の結果、基本的合意事項については9月10日付ミニッツにまとめられ、調査団長及び Dhaka WASA 総裁の間で署名された。調査団は、ミニッツに基づき引き続き詳細な技術事項について調査を実施した。

本報告書は、これらの協議・調査の結果並びに基本設計計画内容を取りまとめたものである。なお、調査団の編成、日程及びミニッツについては添付資料に示す通りである。

第2章 計画の背景

第 2 章 計 画 の 背 景

2-1 国 土 の 概 要

2-1-1 国 土 ， 人 口

バングラデシュ国はヒマラヤ山地に源を発するガンジス川（下流部は一般にガンジス・パドマ川と称す）、ブラマプトラ川（下流部は一般にジャムナ川と称す）等の世界級の大河川が合流しベンガル湾に注ぐデルタ地帯に位置している。その国境は大部分がインドに接し、東南部のみビルマと接している。国土面積は約 144,000 ㎞² であり、わが国の約 40% に相当する。

国土は前述のガンジス、ブラマプトラ、ガンジス・パドマの各川によって大きく 3 分割される。これら国内を流下する主要河川は流路が固定せず、河床の洗掘、堆積、河岸浸食、砂州の移動が活発で 10～20 km の流路巾をもって網目状に流れている。この他、多くの河川がありいずれも蛇行が甚しく至るところに典型的な月の輪湖、旧流路の湖沼を散在させており、バングラデシュの平野部は河川と水路、湖沼により網の目のように分断されている。

バングラデシュは北緯 20°54' から 26°38'、東経 88°01' から 92°41' に位置し、その気候は熱帯気候に属する。季節は冬期（11月～2月）、夏期（3月～5月）及びモンスーン又は雨期（6月～10月）の 3 シーズンに区分される。気温は冬期の 10℃ から夏期の 35℃ である。年平均雨量は凡そ 1,500～5,500 mm の範囲にあり、北東部及び海岸地域では特に多量の雨量を記録する。年間雨量の 90% が 5月～10月に集中し、さらに 56% は 6月～8月の 3ヶ月に集中している。

バングラデシュの現在人口は約 1 億 500 万人で、2000 年には約 1 億 4,000 万人になると予測されている。表 2-1 に B.B.S による将来人口予測を示す。

表 2-1 バングラデシュ将来人口予測

単位：千人

年	男 性	女 性	合 計
1980	45,582	42,925	88,507
1985	51,754	48,714	100,468
1990	58,213	54,792	113,005
1995	65,063	61,278	126,341
2000	71,916	67,777	139,693

（出所）；B.B.S, 1986年

1-2-2 行政組織

国内の行政地域構成はチッタゴン、ダッカ、クルナ及びラジシャヒの4つの Division に分けられる。下記に示すごとく、各 Division は、さらにいくつかの District に分割され、その数は20になる。さらに一つの Sub-division は、多数の Thana/Village に分割されている。図2-1に行政の地域区分を示す。

行政地域構成

国 (Country)				1
省 (Division)				4
県 (District)				20
郡 (Sub-Division)				62
地域中心 (Thana)	地域中心	都市センター	122	422
及び村 (Villages)		農村センター	300	
	村			680,020

(出所) Ministry of Public Works and Urban Development.

行政府の主要な省は次の通りである。

1. 工業省
2. 灌漑・洪水防御・水資源省
3. 食糧省
4. 財務省
5. 衛生・人口計画省
6. 民航・観光省
7. 地方行政・農村開発・共同組合省
8. 内務省
9. 商業省
10. 港湾・船舶・水運省
11. 鉄道・道路・ハイウェイ・道路運輸省
12. 農林省
13. 漁業・家畜省
14. 公共事業・都市開発省
15. エネルギー・鉱物資源省
16. 計画省
17. 土地行政・改革省
18. 外務省
19. 他11省

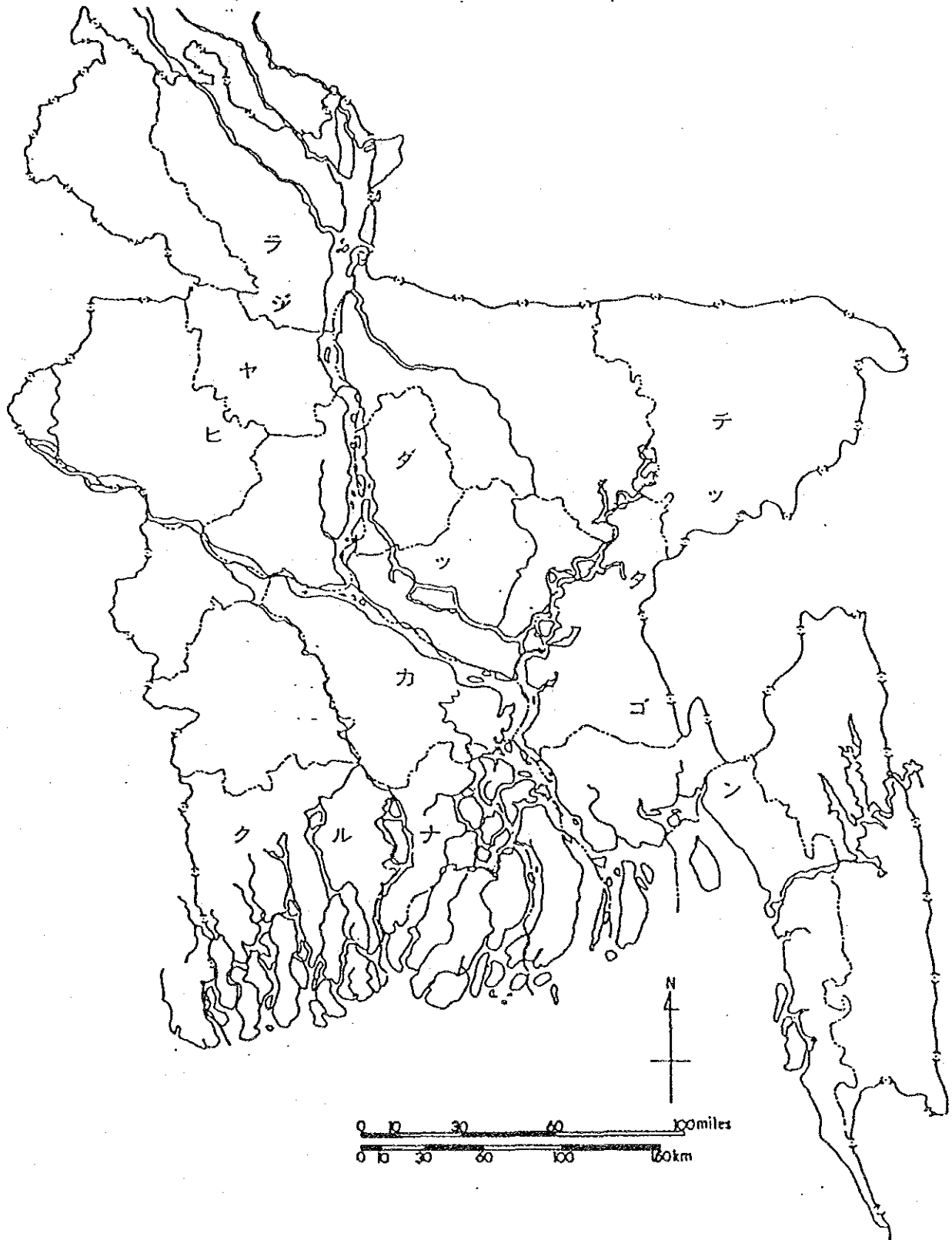


図 2 - 1 ZONING MAP OF BANGLADESH

2-1-3 経 済 事 情

(1) 概 観

バングラデシュは労働人口の約74%が農業に従事し、またGDP(国内総生産)の約51%が農業生産に依存する農業立国である。従って輸出産業も一次産品及びその加工品の割合が極めて高く1984/85年度においてはジュート及び同製品だけで全輸出額の約58%にも達している。

貿易収支については必要物資の多くを外国からの輸入に頼らざるを得ないため例年輸入が輸出の3~4倍にも達し、貿易収支の赤字は外国からの援助によって埋めざるを得ない構造となっている。

エルシャド政権は、82年6月国内経済の活性化を図るため、ジュート及び繊維工場の民営移管を推進する等民間部門の重視、民間投資の積極的導入を柱とする新産業政策を発表し、更に83年3月経済的自立の達成を目的とする18項目計画を発表し、国内経済振興のための基本方針としている。又、85年7月から第3次5カ年計画が進行中で、同計画は雇用機会の拡大、食糧自給の達成、経済民間部門の強化、人的資源の開発等を目標に掲げている。

図2-2に、国内総生産高(GDP)及び1人当たり総生産額の推移を示す。

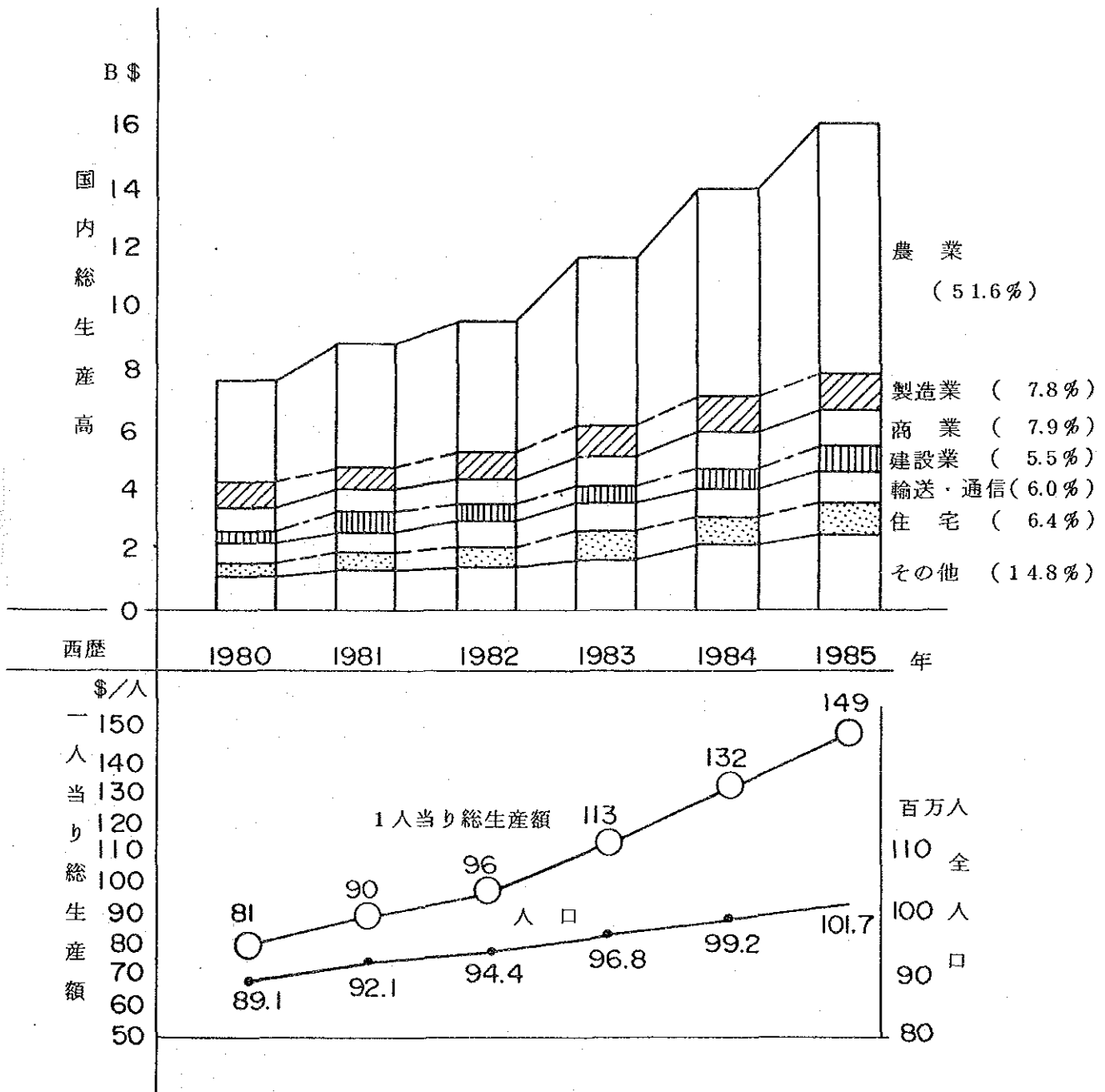


図2-2 国内総生産高及び1人当りの総生産額(1985年価格)

(出所): B. B. S, 1986

(2) 農業、工業

労働人口の約74%が農業関係に従事しているバングラデシュにおいて食糧穀物の生産は、経済安定を確保する上で重要な指標となるところ、1984/85年度の食糧穀物生産は目標の1,670万トンには達しなかったが、昨年度(1,547.1万トン)を越え、1,620万トンに達したものと見られる。84年には大規模な洪水に見舞われたが、被害を受けた作物の植え換えが迅速に行われたこと、肥料、高収量品種の使用増加等により食糧穀物生産は増加を見た。

しかし、人口増加等により慢性的食糧不足のため政府は285.4万トン(推定)の穀物を輸入した。この結果84/85年度末現在の食糧備蓄量は約100.8万トンであった。

現政権は、新経済政策に基づき、33のジュート工場、24の繊維工場、更に植物性油工場、マッチ工場等の小規模工場を民間に移管する等民間部門の重視政策を進めている。

(3) 貿易、国際収支

1) 貿易

輸出入総額

(単位 百万ドル)

	1979/80	1980/81	1981/82	1982/83	1983/84
輸出	722	711	626	686	822
輸入	2,372	2,533	2,572	2,309	2,353
バランス	-1,650	-1,822	-1,946	-1,623	-1,531

(85年世銀資料)

2) 国際収支

国際収支

(単位 百万ドル)

	1979/80	1980/81	1981/82	1982/83	1983/84
輸出	727	711	626	686	822
輸入	2,372	2,533	2,572	2,309	2,353
貿易収支	-1,650	-1,822	-1,946	-1,623	-1,531
経常収支	1,436	-1,428	-1,592	-1,107	-1,012
総合収支	-119	-24	-128	+235	+166

(85年世銀資料)

2-1-4 経済開発計画

バングラデシュ国の独立後、国家経済開発計画は国土の再建と経済の再生・拡大を目的として進められて来た。

現在は1985年を初年度とする第3次5ヶ年計画が進行中である。表2-2にこれまでの開発計画の概要を示す。

表2-2 経済開発計画規模(1984年価格)

(単位: Crore TK)

	計 画	実 績	達 成 率	外 国 援 助	
				援 助 額	実績に対する比率
第1次5ヶ年計画 (1973-78)	4,455	2,074	46.55	1,491	71.89
中期2ヶ年計画 (1978-80)	3,861	3,359	87.00	2,581	76.84
第2次5ヶ年計画 (1980-85)	17,200	15,297	88.94	9,708	63.46
第3次5ヶ年計画 (1985-90)	38,000	-	-	21,028	-

(出所); B.B.S, 1986

第3次5ヶ年計画の概要は次の通りである。

(1) 重点目標

- 1) 雇用機会の拡大
- 2) 人口増加率の減少
- 3) 初等教育の向上と人材育成
- 4) 社会経済構造の改革のための技術開発
- 5) 食糧自給度の向上
- 6) 最低必需品の保証
- 7) 経済成長の増進
- 8) 国家自立の邁進

(2) 部門別投資計画

部門別投資計画は表2-3に示す通りである。

表 2 - 3 第 3 次 5 ヶ年計画部門別配分 (1984 年価格)

(単位 : Crore TK)

部 門	政 府		民 間		合 計	
	投 資	比 率	投 資	比 率	投 資	比 率
1. 農業, 水資源農村開発	7,060	28	4,400	32	11,460	29
2. 製 造 業	2,600	11	3,200	23	5,800	15
3. 電 力 ・ 資 源	5,675	23	500	4	6,175	16
4. 輸 送 ・ 通 信	3,025	12	1,500	11	4,525	12
5. 住 宅 ・ 水 道	550	2	3,650	27	4,200	11
6. 社会経済サービス	6,090	24	350	3	6,440	17
合 計	25,000	100	13,600	100	38,600	100

(出所) ; B.B.S, 1986年

(3) 財政計画

第 3 次 5 ヶ年財政計画は次の通りである。

表 2 - 4 第 3 次 5 ヶ年財政計画 (1984 年価格)

(単位 : Crore TK)

項 目	政 府		民 間		合 計	
	財 投	比 率	財 投	比 率	財 投	比 率
国内調査分	5,960	24	11,612	85	17,572	46
外国援助	19,040	76	1,988	15	21,028	54
合 計	25,000	100	13,600	100	38,600	100

(出所) ; B.B.S, 1986年

2-2 バングラデシュ国の上下水道の概要

2-2-1 上下水道の行政機構

バングラデシュの上下水道事業の監督官庁は地方行政・農村開発・共同組合省 (Ministry of Local Government, Rural Development and Cooperatives) が所管しているが、Dhaka 市及び Chittagong 市はそれぞれ Dhaka WASA (Dhaka Water Supply and Sewerage Authority) 及び Chittagong WASA が実施機関として所轄している。

2-2-2 上下水道の現況

(1) Dhaka WASA

Dhaka WASA は 1963 年ダッカの上下水道に係る政府公共実施機関として設置された。

上水道

Dhaka WASA の現在の給水状況の概要は次の通りである。

行政区域内人口	4,324,000 人
給水区域内人口	4,000,000 人 (推定)
給水人口	3,300,000 人
最大給水能力	480,000 m^3 /日 (105.45 MOD)
日平均給水量	421,300 " (92.59 MOD)
施設内容	
深井戸	119本 (99.45 MOD)
表流水浄物	1ヶ所 (6.00 MOD)
幹線配水管	641.36 mile
配水タンク	30ヶ所

下水道

下水道利用者人口	1,151,000 人
下水水量	160,000 m^3 /日 (推定)
施設内容	
幹線下水管渠	300 mile
中継ポンプ場	12 箇所
中央ポンプ場	1 "
下水処理場	1 "
公称処理能力	50,000 m^3 /日 (11 MOD)

(2) Chittagong WASA

Chittagong WASAはチッタゴン市の上下水道事業を所管する実施機関であるが、既段階では下水道施設がないので、上水道事業のみを所轄している。

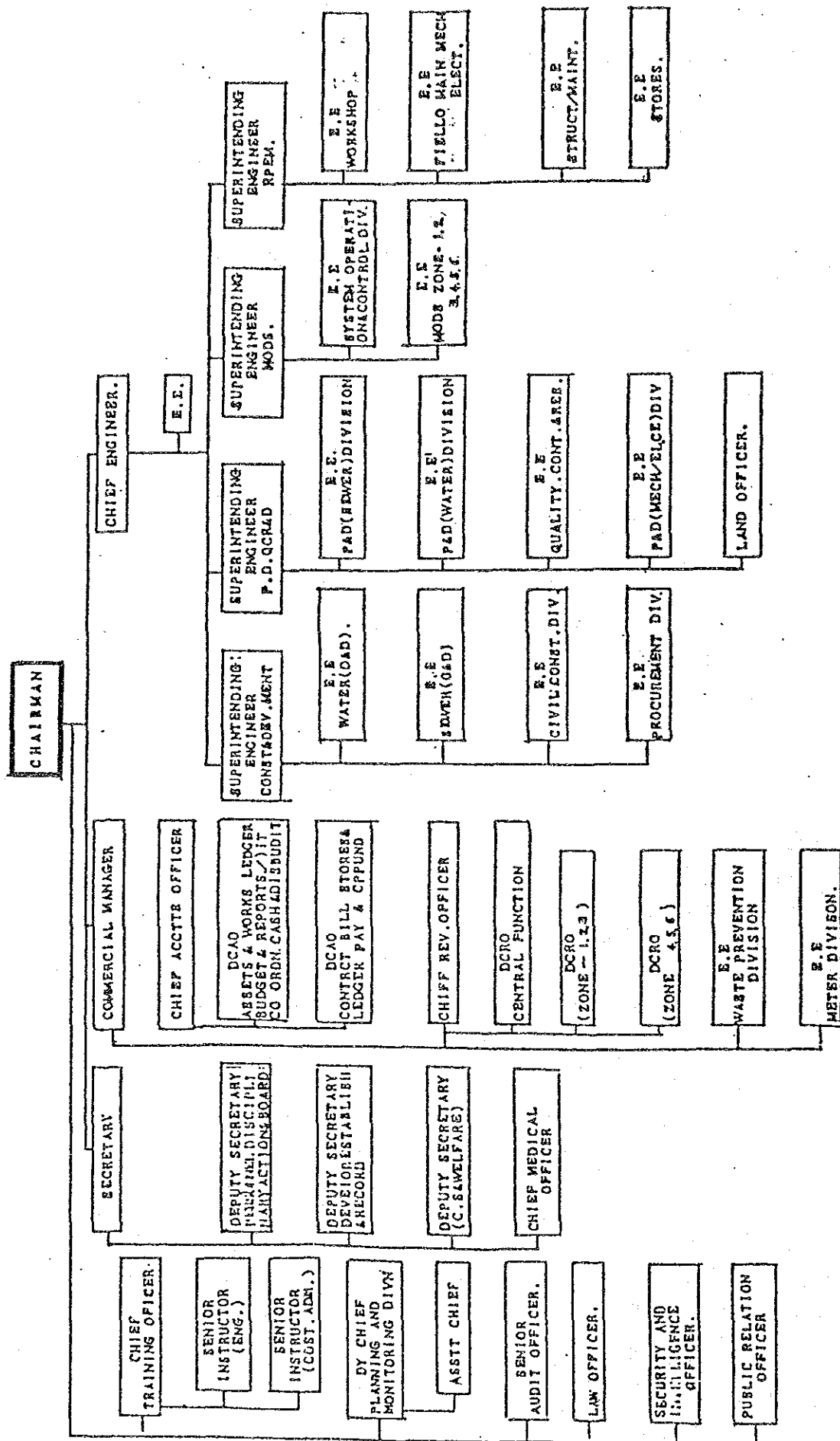
2-3 ダッカ市の下水道の概要

2-3-1 Dhaka WASA の組織と事業内容

Dhaka WASA の組織図を図 2-3 に示す。図に示されるように WASA は Chairman のもとに Secretariat (Administration), Engineering Department 及び Commercial Department (Commerce, Accounts & Revenue) の 3 部より構成されている。また、これらの部局の他 Chairman 直轄の Training Office 等があり合計 2,610 名の役職員を備している。

DHAKA WATER SUPPLY AND SEWENAGE AUTHORITY 3)

ORGANISATION CHART.



WASA Organization chart

注)

CONST & DEV : Construction & Development

P.D.QCR & R : Planning, Design, Quality, Control, Research & Record

MODS : Maintenance, Operation, Distribution & Research

RPEM : Resources, Equipment, Plan & Maintenance

2-3-2 運営体制, 予算

Dhaka WASA の上下水道施設の運転管理は MODS Circle によって行われている。MODS は市域を 6 区域に分割し各々にゾーン管理事務所を有し上下水道の運転管理を担当している。

各管理事務所には Executive Engineer と数名の技術者及び要員がいるが、要員の多くは管渠の清掃作業員及び各所に散在しているポンプの運転要員である。Pagla 処理場及び Narinda ポンプ場のような重要な施設にはそれぞれ担当する部署が設置されており、各々 43 名、47 名の職員が配属されている。

建設実施体制は下水管渠計画・設計部署に 14 名、電気機械計画部署に 12 名おり、建設部門では土木工事部署に 13 名、下水管渠工事部署は 2 課計 38 名が配属されている。

年間の管渠の布設及び家屋への接続実績は 1985 年度はそれぞれ 1.6 km, 1,224 件, 1986 年度は 2.7 km, 1,176 件であった。

1986 年の歳入, 歳出を表 2-5 に示す。WASA 全体としては借入金の返済負担が大きく支出超過となっている。今後下水道の改善事業により各施設がグレードアップされた場合、それに伴う運転管理コストの上昇をどのように負担していくか新しい課題として検討される必要がある。

表2-5 DWASAの歳入、歳出(1986/87年)

単位: 10万TK

項 目	上 水 道	下 水 道	合 計
A. 歳 入			
1. 料 金 収 入	1,556.15	784.60	2,340.75
2. 取 付 工 事 費	22.77	5.24	28.01
3. そ の 他			261.38
歳 入 合 計			2,630.14
B. 歳 出			
1. 職 員 給 料, そ の 他			484.01
2. 動 力 費	646.21	100.27	746.48
3. 修 繕 管 理 費	117.05	58.20	175.25
4. 薬 品 費			56.99
5. そ の 他			3.73
6. 準 備 金, 利 息			1,265.10
7. 損 益			△ 101.42
歳 出 合 計			2,630.14

2-3-3 下水道施設の現況

(1) 経緯

Dhaka 市の下水道施設は Narinda ポンプ場とインホフタンク式下水処理施設が統治国であった英国により 1923 年始めて建設された。1940 年当初までは、Dhaka 市南部の Old Dhaka に限定された事業であった。

1947 年、Dhaka 市が東パキスタンの州都となって以来人口増により上下水道施設の需要は高まりその需要にこたえるために、1950 年代にマスタープランが作成された。1963 年に、マスタープランを効率的に実施するため現在の Dhaka WASA が設立された。1977 年には 50 万人を対象とする現在の Pagla 処理場が建設されている。

当初のマスタープランが思うように実行されなかったため、1979 年、世銀及び IDA の援助により計画を縮小した "First Development Project" を作成したが、完成には長期間を要するため世銀の援助により F/S を作成するとともに、緊急的な需要にこたえるため暫定的プロジェクトを 1985 年 6 月まで実施した。この計画は "Second Development Project" と呼ばれている。

"Second Development Project" が経済上などの理由により進捗しないので、WASA は、コンサルタントの提言により 1991 年を目的としてさらに限定した緊急的な Project を採用した。この計画は "Third Dhaka Water Supply and Sanitation Project" と呼ばれている。

このプロジェクトには、下水道施設として管渠の新設 37 km、管渠のリハビリテーション 13 km 及び家屋の下水管への接続 8,000 件が含まれている。

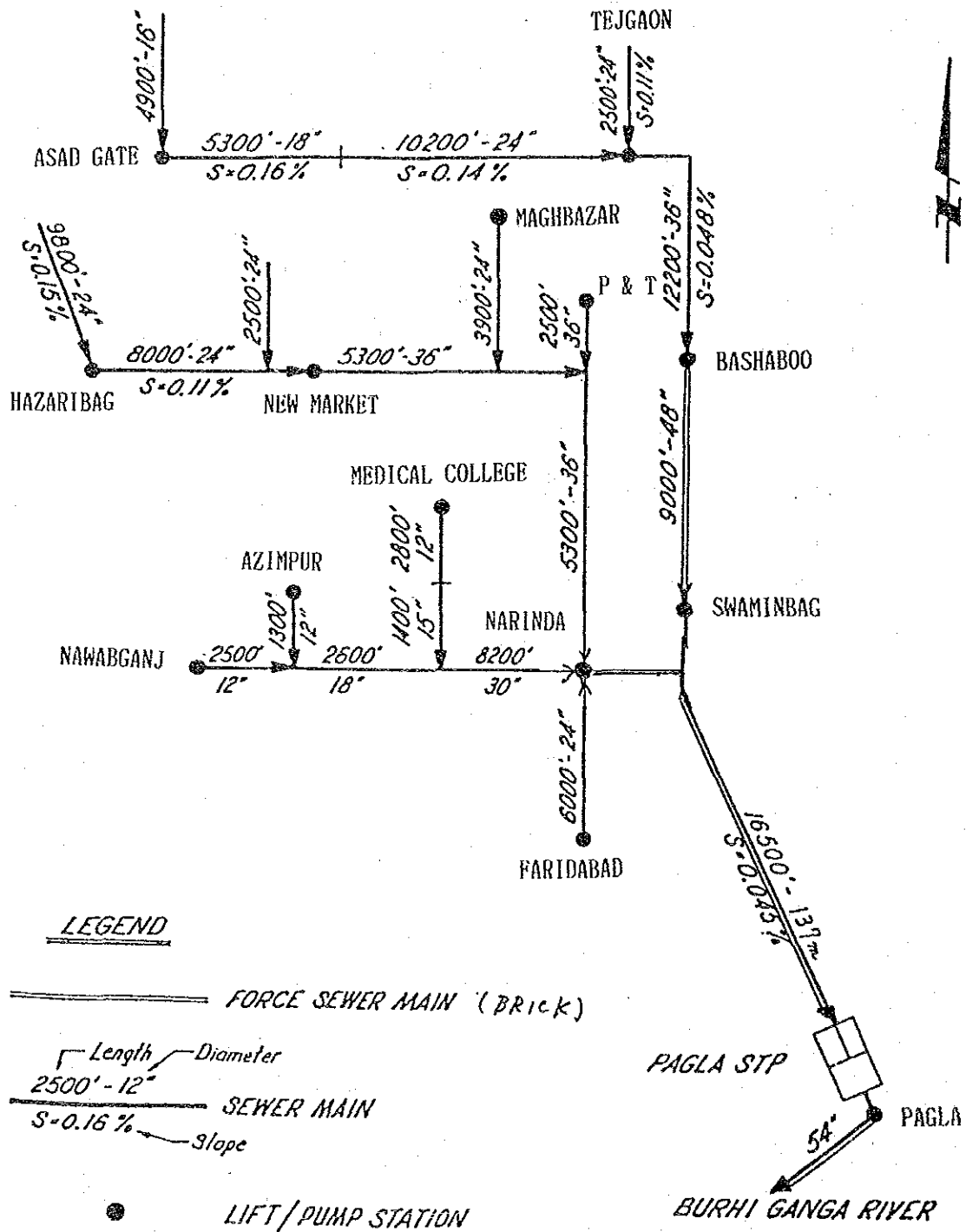
このように Dhaka 市の上下水道計画は急増する人口による需要に対応すべく様々な努力が払われてきたが、主として資金的な問題から暫定的な対処に追われている状態である。

(2) 既存施設の概要

Dhaka 市の既存下水道施設の概要を図 2-4 に示す。既存下水道施設は旧ダッカ地区の 80~85% と新ダッカ地区の 30~40% の範囲で使用されているといわれている。現在の下水道人口普及率は約 27% である。

1984 年 12 月のデータによれば主たる施設は下記のとおりである。

下水管渠	233 Miles (=約 375 km)
L. S. (Lift Stations)	12 箇所
ポンプ場 (新, 旧)	1 " (Narinda)
処理場	1 " (Pagla)
放流ポンプ場および放流管渠	1 " (")



2 - 4 Existing Sewage Collection System

Pagliaの下水処理場は50万人を対象として建設されたもので既に容量的に不足であり、その結果処理水質はかならずしも満足される水質までは処理されていないため放流先河川の水質汚染の一因となっている。

このような現況の下水道施設の抜本的な改善のためには、現状の管渠網の正確な把握と新たなマスタープランに基づく計画的な拡張、改善計画が必要であると考えられる。当面の緊急課題としては、管渠の清掃、破損部の補修等による排水機能の回復、中継ポンプの設備の整備、Paglia処理場の処理能力の拡張があげられる。なお、これらの改修と共に、管渠能力に十分な余裕のない現状においては、中継ポンプの運転時間について合理的な管理指導の見直しも必要と考えられる。

2-4 バングラデシュ国政府の要請

2-4-1 要請の経緯

ダッカの現在人口は約432万人で、近年ダッカへの人口集中は急速な勢いで進行しており西暦2000年には800万人と予想されている。同市の既存の下水道施設は、急増する人口に全く対応しえず、河川の汚染等・保健衛生上大きな社会問題を惹起しつつある。

現在のまま人口増加が続けば、未処理下水の河川への直接流入、河川からの飲料水利用等により地域住民生活の衛生上大きな問題となると危惧されている。

バングラデシュ政府は同市の上下水道施設整備を図るべく、1981年に第2世銀の援助によりフォージビリティ調査を実施した。この調査のうち、下水道分野の計画は新規開発地域への下水道普及を含む下水処理施設の拡張を主目的とするものであったが、事業の実施計画は主に経済上などの理由により進捗しなかった。今回、Dhaka WASAは緊急度の高い既存下水道管渠網のリハビリ及び下水処理場の拡張を含む既存施設の緊急改善計画をまとめ、その実施についてわが国の無償資金協力を1986年9月に要請してきたものである。

2-4-2 要請の内容

バングラデシュ側からの要請内容は次の通りである。

(1) 援助要請の範囲

要請の範囲は、既存施設のうち老朽化したポンプ類のリハビリ又は更新と処理能力が不足した下水処理施設の拡張を主目的とした緊急改善計画であり、その内容は次の通りである。

1) 中継ポンプ場

下記ポンプのリハビリ、更新及び関連管渠の改善を行うこと。

- (a) Tejgaon L.S 30HP×2, 20HP×2
- (b) Bashaboo L.S 30HP×1, 15HP×2
- (c) Magbazar L.S 15HP×2
- (d) Hazaribag L.S 10HP×2, 5HP×1
- (e) Faridabag L.S 15HP×1
- (f) New Market L.S 10HP×1, 5HP×1

下記操作盤のリハビリを行うこと。

- (a) Azimpur L.S
- (b) Magbazar L.S
- (c) Faridabad L.S
- (d) p & T L.S

2) Old Narinda ポンプ場

下記ポンプ及び操作盤の更新及び吐口，吸込側の配管の取り替を行うこと。

- $15 \text{ m}^3/\text{分} \times 11 \text{ m} \times 37 \text{ kW} \times 2 \text{ 台}$

3) New Narinda ポンプ場

ポンプの吸込側配管の改善及び真空ポンプを更新すること。

4) Pagla 下水処理場

(a) 下記ポンプを更新すること。

- $32 \text{ m}^3/\text{分} \times 10.5 \text{ m} \times 75 \text{ kW} \times 1 \text{ 台}$
- $12 \text{ m}^3/\text{分} \times 10.5 \text{ m} \times 37 \text{ kW} \times 1 \text{ 台}$
- $5 \text{ m}^3/\text{分} \times 10.5 \text{ m} \times 22 \text{ kW} \times 1 \text{ 台}$

(b) 散水汚床施設

$\phi 25 \text{ m} \times 4 \text{ m} \times 6 \text{ 池}$

(c) 最終沈殿池

$\phi 36 \text{ m} \times 3 \text{ m} \times 6 \text{ 池}$

(d) 塩素消毒設備

(e) スラッジ濃縮槽設備

(f) スラッジ乾燥床

$45 \text{ m} \times 70 \text{ m} \times 1 \text{ m} \times 4 \text{ 池}$

5) 処理水放流施設

(a) 下記ポンプを新設すること。

- $25 \text{ m}^3/\text{分} \times 8 \text{ m} \times 55 \text{ kW} \times 5 \text{ 台}$

(b) 既存放流管をリハビリすること。

(2) 下水処理施設の方式及び計画下水量

既存の Pagla 処理施設は通性ラグーン方式であるが，建設スペースを大きく必要とするところから新規に拡張する処理施設は散水汚床＋沈殿池方式を採用すること。

計画下水量は日平均 33.3 MOD ，日最大 40 MOD とする。

第3章 計画地の概要

第3章 計画地の概要

3-1 自然条件

(1) 地形，地質

Dhaka はガンジス川等の沖積平野であり，かつ四方を河川，低湿地に囲まれており，起伏も少なく，極めて低平である。Dhaka は河口から上流へ約150 km地点に位置しているものの既存市街地の多くは6 m (20 feet) 以上あるが，その他開発の進んでいない地域は3～6 m (10～20 feet) の低地盤となっている。一方，後述する水文の項で説明するように，対象区域の南側を流れる Burhi Ganga 川の水位は，雨期のピーク (8～9月) には6 m (20 feet) 越えることがある。又，水位が5 m (16 feet) を越える期間は，平均的に2～3ヶ月程度である。これらの現象から判断されるように市域の周辺は，雨期には一面の湛水池と化すこととなる。

Dhaka 市は東バリンド台地と呼ばれる台地の南端に位置し，地形分類的には市域の東，南部が低位台地，北部が高位台地と区分され，その周辺は低湿地となっている。低湿地と台地の境には比高3～5 m の崖が形成されている。

また，地質的には低位台地がシルト，サンド，グラベル等から成る氾濫原堆積物，高位台地がクレイを主体とした旧沖積堆積物，また低湿地は湿地，デルタ堆積物から成っている。

(2) 気象

1) 降雨量

Bangladesh は一般的に亜熱帯モンスーン気候で夏，冬，モンスーン季 (雨季) の3季節に分けられる。冬は11月から2月まで，夏は3月より5月まで，6月よりモンスーンが始まり10月まで続く。最多月雨量は一般に6，7月にみられる。また雨期にはベンガル湾で発生するサイクロンが多量の降雨と強い風を伴って国土を襲来する。

図3-1にダッカ市における月別平均降雨量分布を示す。

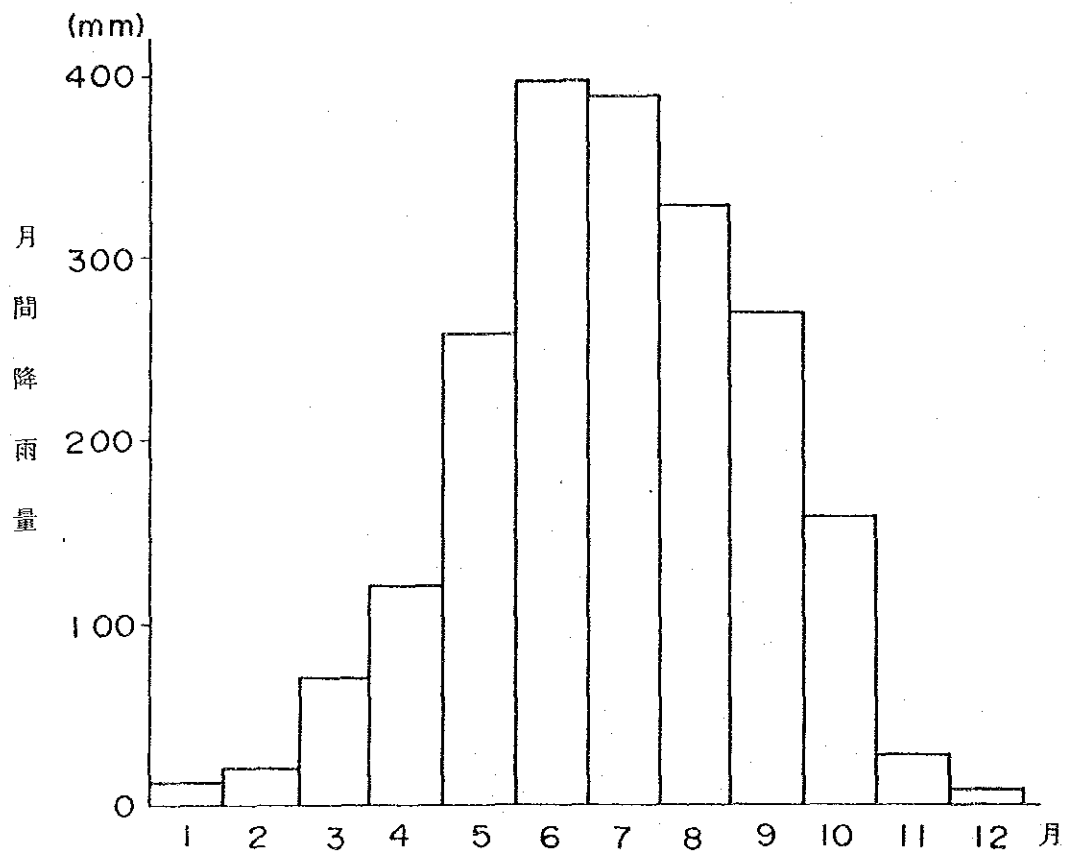


図 3-1 ダッカ地方の月間降雨量

出所: Bangladesh Meteorological Department

(B. B. S, 1986)

2) 気温，湿度

全地域を通じ1月に最低気温，6月に最高気温を示す。乾期における平均の最低気温及び最高気温はそれぞれ10～13℃，24～26℃である。一方，雨期のそれは，それぞれ25～26℃，30～32℃に達する。

又，乾期における月平均湿度は50～70%，雨期には80%を越える。

年間の気温，湿度の例を表3-1に示す。

表3-1 Temperature and Humidity in Dhaka.

Item	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
Temperature (°C) Max.	25.5	28.0	32.5	35.0	33.7	31.7	30.7	31.0	31.0	30.9	28.6	26.2
Temperature (°C) Min.	11.7	13.4	18.8	23.4	25.4	25.9	26.0	26.2	30.8	23.7	17.6	12.7
Humidity (%) at 6 a.m.	93	90	88	91	93	95	95	94	95	95	94	95
Humidity (%) at 6 p.m.	61	48	44	54	75	81	82	83	83	79	71	70

3) 水 文

Dhaka市の主たる外水であるBurhi Ganga川の水位は，乾期の間，0.6m～1.8mであるが雨期のピーク（8～9月）には6mを越えることがある。水位が5mを越える期間は2カ月程度であり，浸水期間は2～3カ月に及ぶようである。

洪水の形態としては継続時間が長く，流勢はあまり激しくないものと思われる。図3-2にBurhi Ganga川（Millbarrak）で観測された水位ハイドログラフを示す。

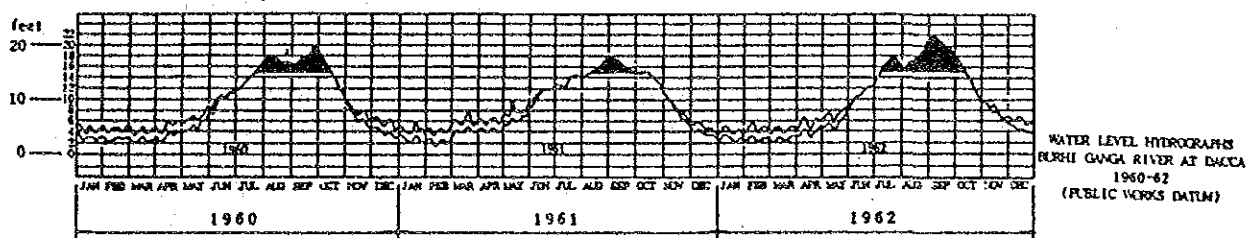


図3-2 Burhi Ganga川の水位変化（Dhaka市内）

3-2 保健衛生状況

表3-2は、ダッカ州における水系疾患発生率及び死亡率の推移を全国平均と比較したものである。同統計資料によれば、ダッカは疾患発生、死亡率とも下痢、破傷風を除けば全国平均より低いことがわかる。

水系伝染病については、上記資料には赤痢に関する統計しか掲載されていない。赤痢の発生率について諸外国と比較した場合例えば比国全国平均54.6（1973～75年3ヶ年平均）に較べ約2倍である。バ国の気象特性—長期の雨期と広域的な洪水—を考えれば、都市部における上下水道を含めた生活環境改善の早期対策が望まれる。

※1
表3-2 ダッカ州及び全国平均の水系症患発生率並びに死亡率の推移

項 目	1983		1984		1985		
	ダッカ	全 国	ダッカ	全 国	ダッカ	全 国	
発 生 率	コ レ ラ	—	6.0	—	0.3	—	—
	赤 痢	88.7	301.1	81.1	272.0	120.6	628.5
	下 痢	128.5	98.0	119.3	75.5	260.8	205.5
	マ ラ リ ア	8.3	17.5	4.0	6.6	6.4	12.1
	ジ フ テ リ ア	—	0.6	0.6	0.2	—	24.3
	破 傷 風	2.5	0.5	—	0.2	0.3	0.2
死 亡 率	小 児 ま ひ	—	0.1	0.4	0.1	—	0.8
	コ レ ラ	—	0.2	—	0.0	—	—
	赤 痢	0.1	5.4	0.5	0.5	0.4	0.9
	下 痢	0.4	42.4	0.9	2.6	0.9	2.3
	マ ラ リ ア	—	—	—	0.2	—	0.1
	ジ フ テ リ ア	—	0.6	—	0.0	—	0.0
破 傷 風	—	0.6	—	0.0	0.0	0.0	
	小 児 ま ひ	—	0.0	—	0.0	—	—

出所；B.B.S, 1986.

注1：人口100,000人当り

3-3 インフラストラクチャーの状況

(1) ユーティリティー

(a) 電力

ダッカ市の電力の供給は PDB (Bangladesh Power Development Board) によって発送電され、各需要家へ配電されている。本プロジェクトに要する電力は全て既に配電されているため、電力の供給に関する問題は時々の停電を除いて特にない。但し、最近ではダッカ市内の電力需要が増加し、配電線での電圧降下が大きくなってきている。そこで、PDB では 1987 年 8 月 1 日付で Rules and Rates for the Supply of Electricity を改正し、力率改善用コンデンサの設置を推奨し、特に Motor 負荷に対してはその設置を義務づけている。尚、停電対策として、主ポンプ場である Narinda ポンプ場には 375 kVA の自家発電設備が設置されている。Pagla 処理場には本プロジェクトで新規に 375 kVA の自家発電設備を揚水ポンプ側と放流ポンプ側に 1 台ずつ設ける計画である。

各中継ポンプ場では特に設けないが、Asadgate L.S では同一敷地内に上水給水場があるため 50 kVA の自家発電設備が既設であった。その他の中継ポンプ場については現状は WASA が所有する発電機搭載トラックで対応可能しているが、台数が不足しているとの説明があった。

i) 電源

- ・受電電圧 許容負荷 50 kW 未満 400 V / 230 V
許容負荷 50 kW 以上 2.5 MW 未満 11 KV
- ・使用電圧及び周波数 400 V / 230 V, 50 HZ

ii) 使用電力料金

PDB の電力料金は、需要家の用途、受電電圧等により多種類に分類されている。

現在ダッカにおいては電力需要の急増により、料金は年間 30% 程度上昇している。このうち、Street Light and Water Pumps に関しては公共性が高いにもかかわらず一般商業用と同程度の料金体制となっており、民家や農業用 Pumping に比べ 2 割程度高くなっている。

・ 50 kW 未満の場合

使用料金	kWh 当り	TK 2.15
基本料金	kW 当り	TK 35.00
サービス料金	month 当り	TK 200.00
税金	kWh 当り	TK 0.05

・ 50 kW 以上 2.5 MW 未満の場合

使用料金	kWh 当り	TK 2.10
基本料金	kW of Max. demand 当り	TK 40.00

サービス料金 month 当り TK 350.00

税 金 kWh 当り TK 0.05

尚、上記いずれの場合でも、力率改善による割引きがある。

(b) 電 話

ダッカ市では、電話は都心部全域にわたって普及している。しかし、回線数の不足により、設置されている箇所はホテル、公共機関等限られたものとなっており、現在WASAの下水道施設に対しては設置されていない。各施設のうち主要な施設には、相互の連絡あるいは緊急時の本部との連絡等に電話の設置が望ましいが、今後WASA側の事情により設置が検討されることになろう。

(c) 給 水

ダッカ市の上水道事業は、Dhaka WASA で運営されており既存各施設にはすべて給水されている。

(d) ガス等熱源

ダッカ市には都市ガスの供給システムが無く、一般に熱源としては電気、プロパンガスが使用されている。

本計画における熱源の用途としては、管理員の生活用、水質分析用があるが、使用の簡便さを考慮してすべて電気設備を利用する。

(e) 薬品類

各施設に利用される薬品類は、消毒用塩素剤、機器保守用の潤滑油・グリース程度である。

消毒用塩素剤の単価は下記の当りである。(1987年9月調べ)

液体塩素 68kgボンベ TK 8.5 / 1kg (¥41 / kg)

液体塩素は現地にて入手可能である。

(2) 資 機 材 の 輸 送

輸入機材の陸揚港は、ダッカ市南東にあるチッタゴン港で港から本プロジェクトサイトまでの輸送はトラックによる。

第4章 計画の内容

第 4 章 計 画 の 内 容

4-1 計 画 の 目 的

本計画の目的は、ダッカ市の既存下水道施設の機能を回復して地域住民の保健衛生、生活環境の向上を図るものである。このため日本国政府は無償資金協力により老朽化したポンプ施設及び一部関連管渠の改修と下水処理施設の拡張を行う。

なお、既存の下水道施設は急速に人口増加が進む同市の都市整備施設としては量・質ともに十分な機能を果たしておらず、抜本的に施設の改善を行うためには現状の管渠網の正確な把握と将来の水需要を基にした新たなマスタープランの策定が必要であると考えられる。

4-2 要 請 内 容 の 検 討

4-2-1 計 画 内 容 の 検 討

(1) 当初の援助要請内容

バングラデシュ側からの当初の無償資金協力要請書による計画内容は前述 2-4-2 に述べた通りである。

(2) 追加援助内容

1987年6月に実施した事前調査時に、WASAから提出されたリハビリテーション等への追加要望事項は次の通りである。

1) 管渠

- a) 幹線管渠の能力増強のための改修(つけ替工事を含む)
- b) 枝線管渠の能力増強のための改修(")

2) 中継ポンプ場

- a) 揚水能力の増強
- b) 沈砂、し渣を除去するための施設の設置
- c) その他老朽設備、構造物の改修(ゲート、ポンプ、建物 etc)

3) Narinda 中央ポンプ場

- a) New Narinda 中央ポンプ場のレベル関係の調査および根本的改造
- b) 沈砂、し渣を除去するための施設の設置
- c) その他老朽設備等の改善(クレーン、ゲート etc)

4) Pagla 処理場

- a) 放流水質の改善に係る事業
- b) その他老朽設備等の改善

- 5) Pagla 処理場の放流施設
 - a) Pagla 放流ポンプ場の改善
 - b) 放流管渠の新設
- 6) 管渠清掃用機材
 - a) 管渠清掃用バキュームカー, 高圧洗浄車
 - b) 除去汚泥, ごみ等の運搬車
 - c) 排水用ポンプ etc

(3) 施設改善の基本方針

前記のWASAの要望に対し、調査団は現地調査結果を踏まえWASAと協議した結果次の点で了解合意を得た。すなわち、①既存管渠の能力増強計画を行うには長期計画に基づいて実施する必要があること。②この長期計画を行うには長期の調査期間を必要とすること。③本プロジェクトの調査期間は短期であり、この関連の調査を実施することは困難であること。④従って、本プロジェクトでは緊急度の高い既存施設の改修・改善に限定して実施する。

以上の協議の結果、両国間で合意した本プロジェクトで実施する改善施設の基本方針は次の通りである。

- 1) 既存中継ポンプ場及び関連施設のリハビリ
- 2) 中央ポンプ場(新・旧)のリハビリ
- 3) Pagla 下水処理場の改善(処理水量及び水質)
- 4) 処理水放流施設のリハビリ

特に1)の関連施設については、緊急に実施すべき管渠の補修及び適正な維持管理に不可欠な機器類の補充を含むものである。

(4) 改善施設範囲の確認

本基本設計調査では、上記の基本方針に基づき更に詳細な現地調査とWASAとの協議を行った。WASAからは現状の下水道施設を整備するためには管渠網の改善・改修が必要であり、本プロジェクトの業務範囲に取り入れるよう改めて強い要望が出された。しかし、調査団はそのような抜本的な改善は長期計画に基づいて実施されるべきもので、調査期間の短い無償資金協力プロジェクトとしてはなじまない旨を再度説明し了解を得た。

以上の協議を通じて、両国間で合意した本プロジェクトの業務内容は次の通りである。

- 1) 本計画は、ダッカ市の既存下水道施設の緊急改善計画として実施されるものであるが、長期計画における位置づけを明確にする。
- 2) 既存管渠と処理施設の能力について検討、評価を行う。幹線管渠及び枝管の改善・改修は行わない。しかしHazaribog, Narinda及びその他緊急改善を必要とする管渠は除くものとする。

3) ポンプ場施設は運転及び機能診断を行う。

改善・改修を要求されるポンプ及びその他付属設備は必要に応じ実施する。

4) 処理施設は水質・量の両面より調査する。

計画処理下水量は基本設計調査及び既存の Narinda 及び Swaminbag から Pagla までの幹線管渠能力の検討・評価の結果を勘案して決定する。

5) 処理水の河川放流管渠は河川最高水位に対して十分な排水能力があるかどうかについて調査する。

もし能力がない場合は管渠の増強を行う。

6) 管渠の清掃機器については、使用状況と適切な設備能力かについて調査する。

専門家によるトレーニングを考慮する。

7) 本基本設計で実施する計画内容は、上記改善計画の中から緊急度の高いもの、維持管理費及び全体事業費等を勘案して選定する。

4-2-2 要請施設の検討

(1) 下水処理対象区域

現在 Dhaka WASA はダッカ市域を6つに分割して上下水道事業を運営している。下水排水区域は、上水道給水区域のうち住宅密集地を対象に計画されており上水道給水区域面積の約48%である。図4-1は上下水道サービス区域を示したものである。なお、上水道給水区域 Zone-4 には現在下水道は普及していない。

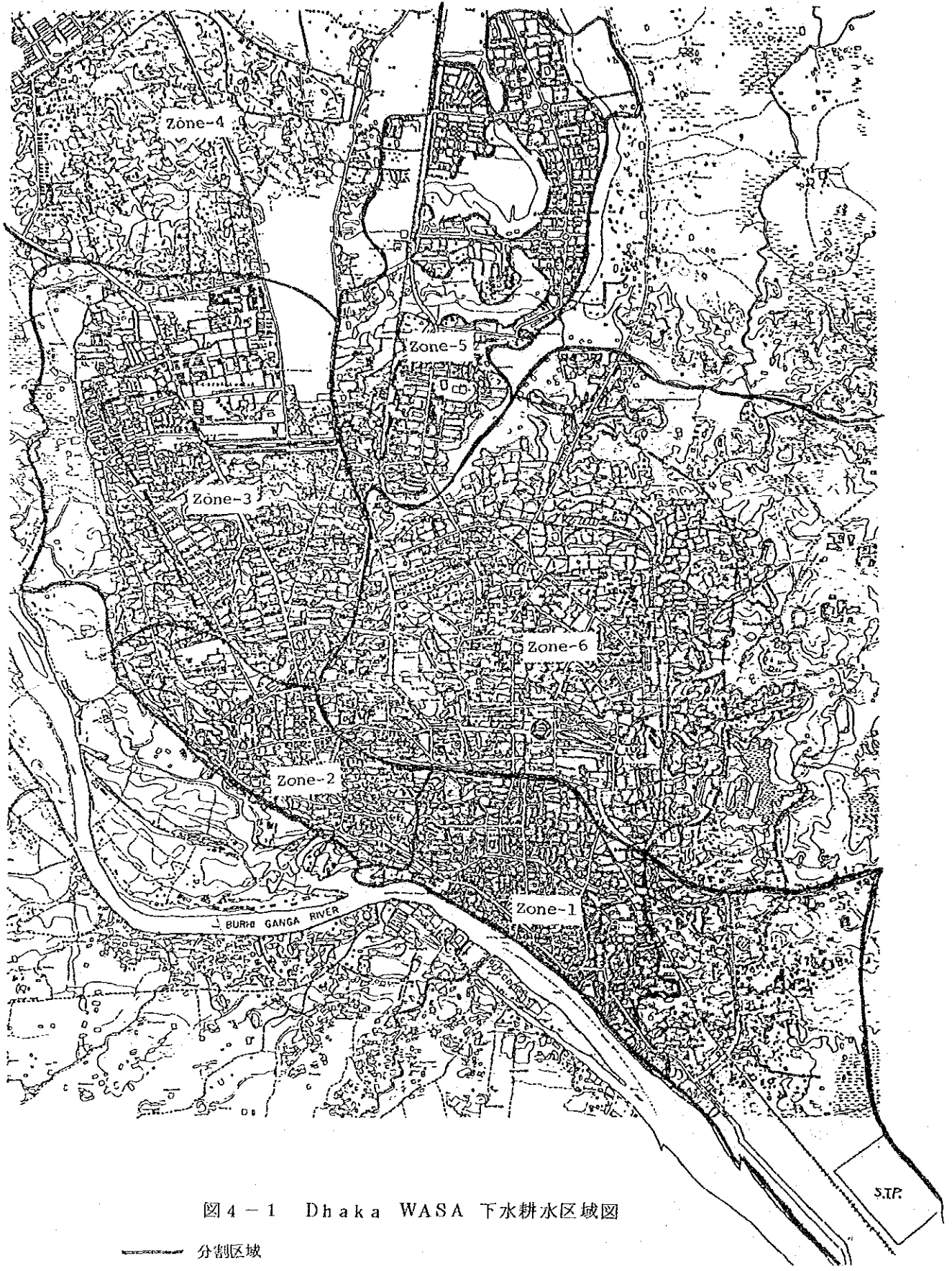


图 4-1 Dhaka WASA 下水排水区域图

- 分割区域
- - - - 下水排水区域

(2) 下水量の推定

事前調査における調査結果及び今回の調査を通じて得られた補足資料及び関係当局との協議等を踏えて、現況における下水量の推定を行った。

検討手順の概要を図4-2に示す。

この検討に使用した上水道の給水状況、下水道の普及人口等の基礎資料は特に注釈を付けないものはWASAが提供した資料である。

以下に主要検討事項について概要を述べる。

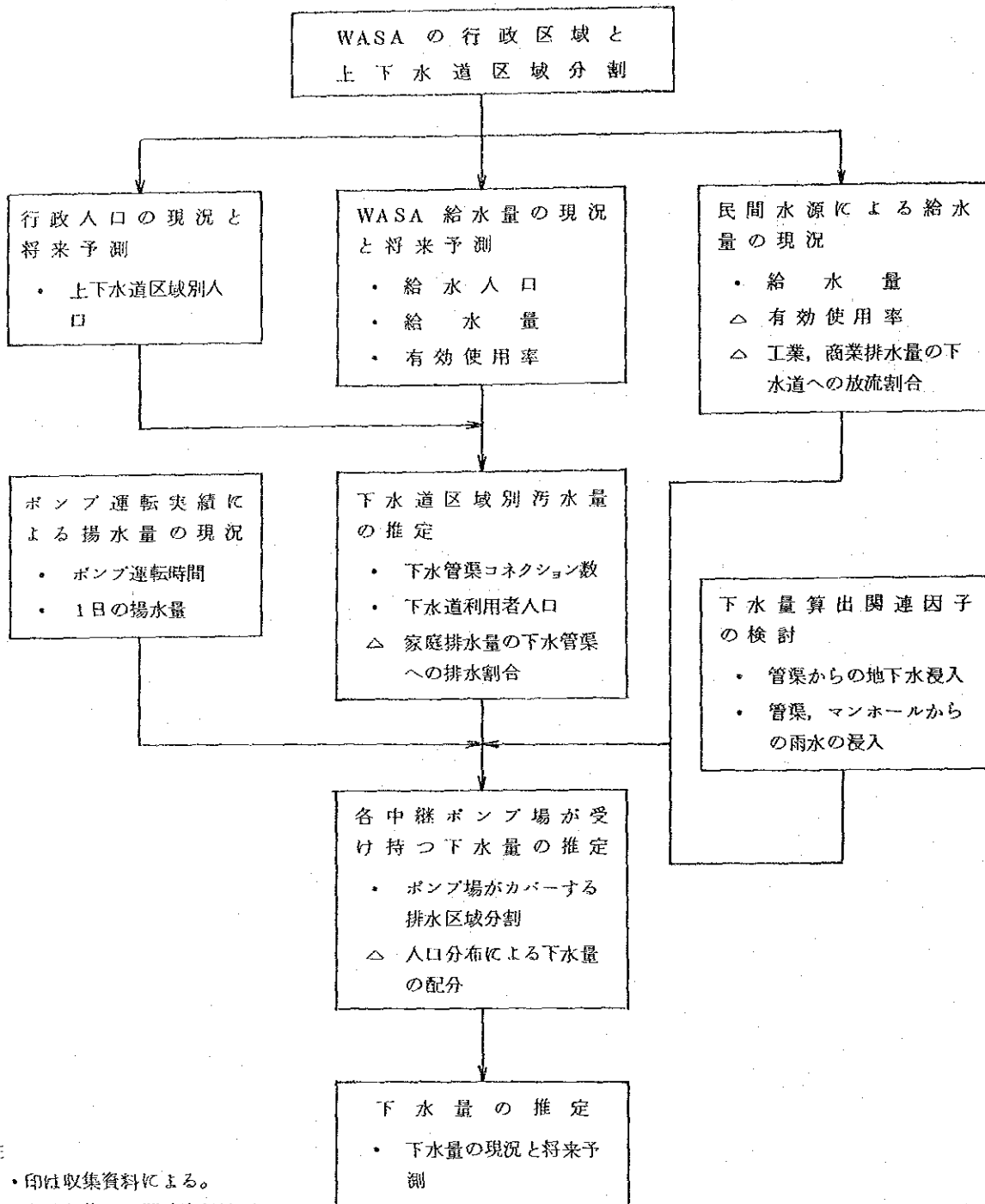
1) ダッカ市の人口の現況及び将来

表4-1にダッカ市の将来人口予測である。

表4-1 ダッカ市の将来人口予測

年 度	人 口(千人)
1980	2,900
1985	3,500
1990	4,500
1995	5,200
2000	6,000

(出所) ; Dhaka WASA's Present and Future " July 1986."



注

- ・印は収集資料による。
- △印は収集した関連資料及び協議等を基にして本調査で推定したもの。

図 4-2 現況における下水量の予測フローチャート

2) Dhaka WASA の給水量の現況及び将来

Dhaka WASA の現在の下水道給水状況は、下記に示すように、給水区域内推定人口約 400 万人、給水人口約 330 万人、給水量は $421,300 \text{ m}^3/\text{日}$ (92.59 MGD) である。

表 4-2 Dhaka WASA 給水区域別給水状況

Zone	区域内人口 (千人)	給水人口 (千人)	給水量 ($\text{m}^3/\text{日}$)	1人1日給水量 ($\text{l}/\text{人}\cdot\text{日}$)
I	904	746	93,600	125
II	387	319	53,900	169
III	635	524	73,800	141
IV	764	700	44,100	63
V	317	262	58,400	223
VI	993	819	97,500	119
合計	4,000	3,300	421,300	128

出所; Dhaka WASA, June, 1987.

Dhaka WASA の Management Information Report (June, 1987) によれば有効率は平均 65.03% といわれているので 1 人 1 日当りの平均使用水量は次のようになる。

$$128 \text{ l}/\text{人}\cdot\text{日} \times 0.65 = 83 \text{ l}/\text{人}\cdot\text{日}$$

下表は類似国の代表的な都市における所得別住宅による一人一日平均使用水量を調査した結果である。

この諸外国の実例と比較すれば、ダッカ市の使用水量は現在の給水状況を考えると一応妥当な値と判断される。

現在、Dhaka WASA の下水道施設の供給能力は $480,000 \text{ m}^3/\text{日}$ (105.45 MGD) である。WASA の第 3 次開発計画では向う 4 年以内に約 $90,000 \text{ m}^3/\text{日}$ (20 MGD) の供給施設の増設が予定されており、将来的には更に $455,000 \text{ m}^3/\text{日}$ (100 MGD) の増設の計画がある。

表 4 - 3 Summary of Measurements of Domestic Per Capita Consumption According to Housing Class

Housing class	Description	Range of per capita consumption ^(a) , l/head/day
High	Detached houses, luxury apartments having 2 or more WCs, and 3 or more taps per household	260—150
Middle	Houses and apartments having at least 1 WC and 2 taps per household	160—110
Lower	Tenements, government rehousing, shared houses, having at least 1 tap per household but sharing WC	70*—35

*Frequently higher due to wastage

The above figures are based on tests carried out between 1970 and 1978 in the following places: Istanbul (Turkey)^(b), Sakaka (S. Arabia), Lesotho (Africa), Cairo (Egypt), Palembang (Indonesia), Hong Kong^(c), Alexandria and Port Said (Egypt), also in Camiri, Bolivia in 1981.

References: CONNAL¹⁴; Twort¹⁶.

Notes:

(a) Exclusive of avoidable consumer wastage.

(b) Figures for the same type of property gave consumptions of 90 l/head/day where there were under 15 persons per meter to 233 l/head/day where over 35 persons were supplied through one meter.

(c) In government low-cost housing blocks consumption averages 50 l/head/day where households have individual meters, but is about 110 l/head/day where washing facilities are shared.

出典：The International Drinking Water Supply and Sanitation Decade Directory (March 1984)

今回の現地調査では、WASAの将来給水計画に関する資料の入手が出来なかったため、将来の給水量を次の仮定の基に推算する。推算の結果を図4-3に示す。

<仮定条件>

	現在の実績	西暦2000年時の予測
給水普及率	82.5%	85%
1人1日当りの給水量	128ℓ	140ℓ

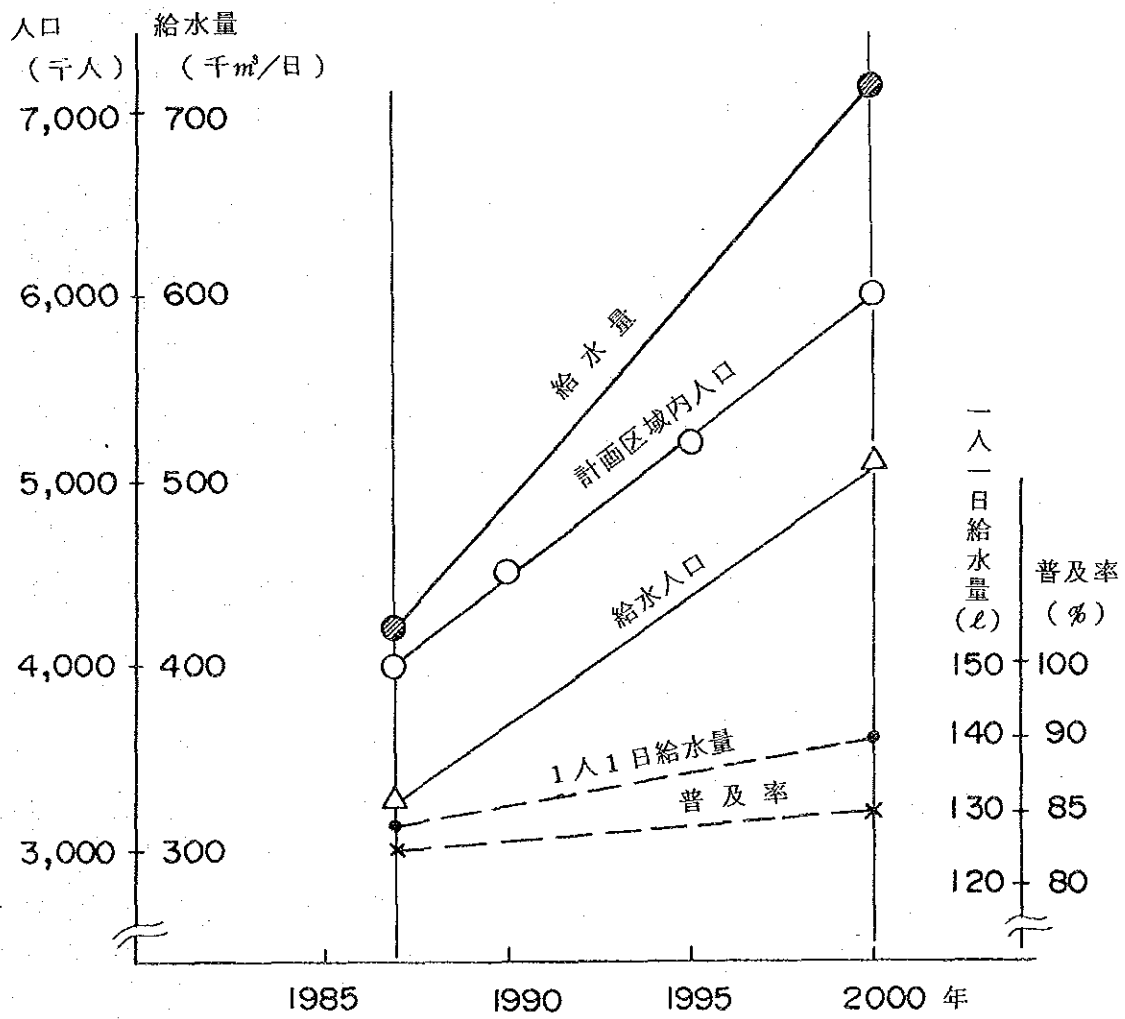


图 4-3 Dhaka WASA 上水道給水量予測

3) 現況における下水量の推定

a) 現在、下水道利用推定人口は 1,151 (千人)である。WASAは原則として台所排水、シャワー排水、ガレージ排水等の流入は認められていないが、実際には家庭污水との分離が困難なところが多いと云われており、その比率を示す資料はない。現地調査では、雨水側溝に家庭污水が流されていたところが随所でみられたし、污水以外の家庭排水が雨水排水施設へ接続されているケースは意外と多いと考えられる。将来下水道管渠システムの整備計画を実施する場合には、家庭污水及びその他排水別に下水管への接続比率についても十分な調査を行うことが肝要であるとする。

今、家庭使用水量の70%を下水道へ排水すると仮定して下水汚水量を推算する。なお、推算した下水量は、後述する各中継ポンプ場の運転時間から算出した排水量と比較し検算する。

表4-4 Dhaka WASA 下水汚水量の推計

Zone	給水人口 ¹⁾ (a) 千人	下水道利用者 ¹⁾ 人口 (b) 千人	使用水量 ²⁾ 原単位 (c) ㍉/人・日	下水道利用者 使用水量 (d)=(b)×(c)m ³ /日	汚水量 (e)=(d)×0.7
I	746	357	81	28,900	20,200
II	319	153	110	16,800	11,800
III	524	188	92	17,300	12,100
IV	700	—	—	—	—
V	262	110	145	16,000	11,200
VI	819	343	77	26,400	18,500
計	3,300	1,151	92	105,400	73,800

注記 1) 出所；Dhaka WASA 資料—

2) 使用水量原単位=給水量原単位×有効率(65%)

b) 民間水源による推定給水量は 6.14 MGD ($28,000 \text{ m}^3/\text{日}$)である。これらの給水は主に工業用及び営業用として使用されている。WASA下水道では原則として工業排水の下水道への接続は認められていないが、現実にはかなりの排水が下水管渠に接続されていると云われているがその割合は明らかでない。

今、民間水源による給水量の80%を有効水量とし、その1/2が下水道に接続しているとすれば、下水道への排水量は次のようになる。

$$28,000 \text{ m}^3/\text{日} \times 0.8 \times 0.5 = 11,200 \text{ m}^3/\text{日}$$

c) 乾期における地下水の流入量(不明水量)については、フィージビリティ・レポート(RMP and J.M.Montgomery)で採用している。 $8,000 \text{ MGD}/\text{mile}$ を適用すれ

ば、地下水浸入水量は次のようになる。

$$300 \text{ mile} \times 8,000 \text{ }^{10\text{PPD}}/\text{mile} = 2,400,000 \text{ }^{10\text{PPD}}$$

$$= 11,000 \text{ m}^3/\text{日}$$

d) 雨水の混入量について上記フィージビリティ・レポートはNarindaポンプ場における揚水試験結果より Illegal storm / Infiltration = 65 / 35 の値を実績値として採用しているのでこの値を適用して試算すれば、雨天時の雨水の浸入は次のようになる。

$$11,000 \text{ m}^3/\text{日} \times 65/35 = 20,000 \text{ m}^3/\text{日}$$

表4-5は、上記a)～d)により算出した現況における下水量をまとめたものである。

表4-5 Dhaka WASA 下水量推計

種 別	下 水 量	備 考
a) WASA 水道より発生する下水量	73,800 m ³ /日	
b) 民間給水より "	11,200	
c) 地下水浸入量	11,000	
a+b+c) 小 計	96,000	乾期下水量
d) 雨水浸入量	20,000	
a+b+c+d) 合 計	116,000	雨期下水量

以上により推算した下水量を基に排水区域別下水量を求めると表4-6のようになる。但し、民間給水から発生する排水に関しては、関連資料が得られなかったため、その用途と土地利用状況を勘案して、主に工業用としてZone-2,5及び商業用としてZone-1,6に配分した。

表4-6 Dhaka WASA 排水区域別下水量推計

単位：m³/日

Zone	WASA給水分 (a)	民間給水分 (b)	地下水浸入量 (c)	雨水浸入量 (d)	下 水 量	
					乾 期 (a+b+c)	雨 期 (a+b+c+d)
I	20,200	2,500	3,000	5,400	25,700	31,100
II	11,800	600	1,700	3,300	14,100	17,400
III	12,100	600	1,800	3,300	14,500	17,800
V	11,200	3,000	1,700	3,000	15,900	18,900
VI	18,500	4,500	2,800	5,000	25,800	30,800
合 計	73,800	11,200	11,000	20,000	96,000	116,000

4) 図4-4は、上記により求めた各排水区域下水量をそれぞれの区域内中継ポンプ場が受け持つ下水量又はNarinda P. S に直結する幹線管渠に接続する下水量を示したものである。

この配分に当っては、次の手順により推算したが、関係資料の入手が出来なかったので、かなり大胆な推定によらざるを得なかった。

検討手順

1. 各中継ポンプ場が受け持つ排水区域はWASA資料によった。
2. 下水量はZone内の土地利用と住居密集度から居住者人口の割合を想定し、Zone内の各中継ポンプ場がカバーする排水区域内の想定人口比率でZone下水量(表4-6)を配分した。
3. 過去1年間の運転実績から求めた各中継ポンプ場の1日の排水量を参考として上記により算出した推定下水量との調整を行った。(図4-5参照)

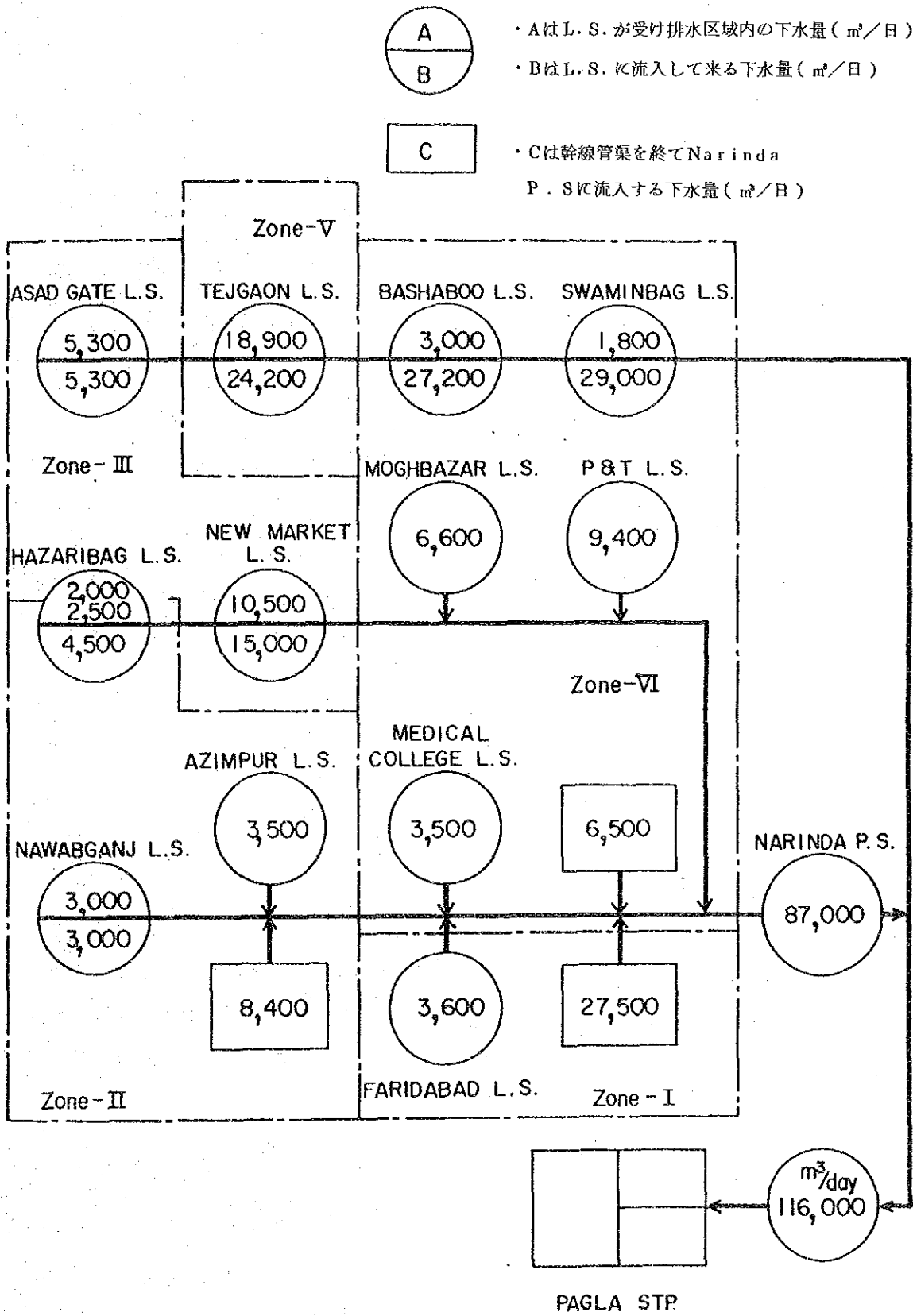


図 4 - 4 排水区域別下水水量推定 (雨期)

(3) 計画下水量の設定

事前調査における調査結果及び今回の調査を通じて得られた補足資料及び関係当局との協議等を踏えて、本計画の下水処理規模を決定するために現実的な下水量の検討を行った。

検討手順の概要を図4-5に示す。以下に主要検討事項について概要を述べる。

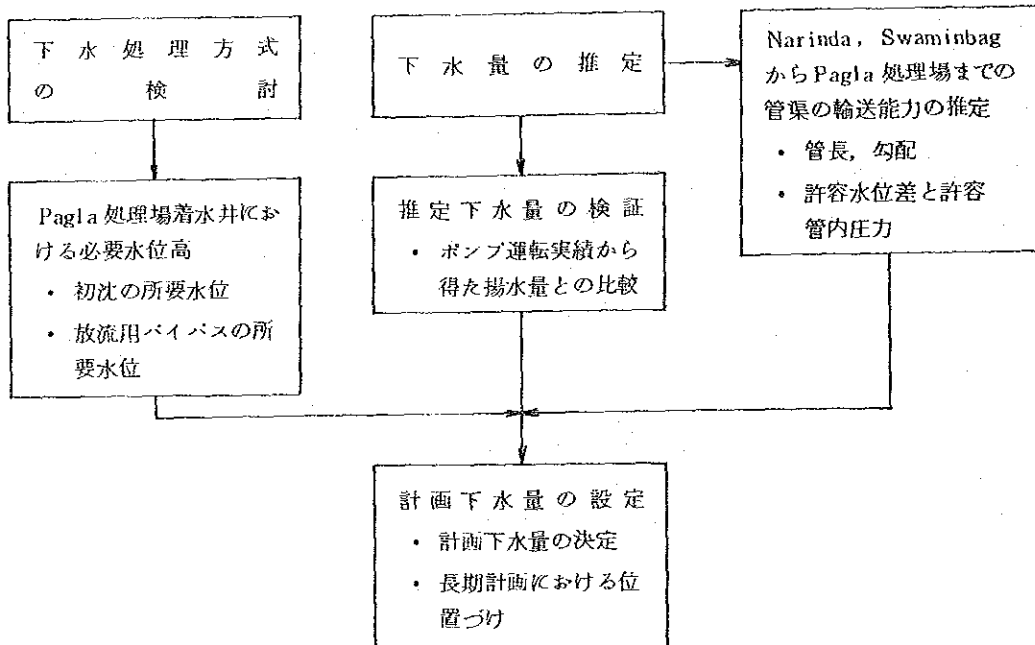


図4-5 計画下水量の設定

1) 現況における推計下水量の検証

今回の現地調査で下水排水量の実態を把握するために、ポンプ運転実績より各中継ポンプ場の揚水量の検算を行った。揚水量の算出は、過去1ケ年の運転記録を基にポンプの1日の運転時間にポンプの定格容量を乗じて求めたものである。詳細は4-2-2-(5)参照のこと。

グッカ下水道の排水系統は、比較的新しく建設された Swaminbag 系統 (Asadgate - Tejgaon - Bashaboo - Swaminbag) とその他の地域をカバーする Narinda 系統の2つに大別される。図4-6は、上記各排水系統の最下流側に位置する Swaminbag L.S と Narinda P.S における揚水量を示したものである。また、Swaminbag L.S の上流側にある Bashaboo L.S の揚水量を併記した。同図でみられるように、Swaminbag L.S は Bashaboo L.S の下流側にありながら長期に亘り揚水量が小さくこの調査結果からはその理由は判断できない。後述するように、Swaminbag 系の下水管は一部区間が低湿地帯に露出して布設されており、管渠の維持管理が十分でないために、年間を通じて正常なポンプ

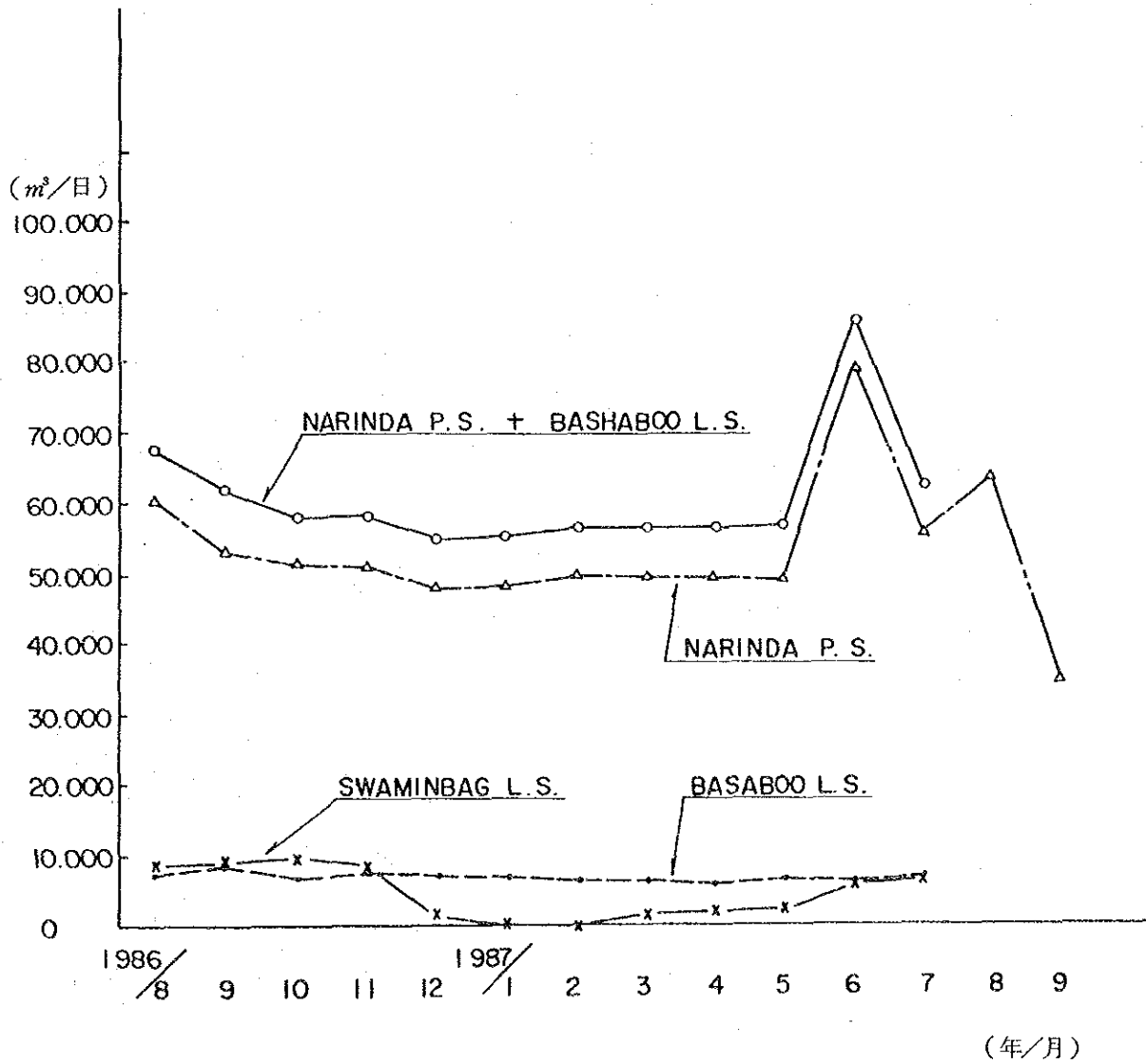


図 4-6 ポンプ運転実績から得た Narinda 及び Swaminbog
ポンプ場月別揚水量

運転が出来ないのではないかと考えられる。

次に、Narinda 系統について考察する。

Narinda P. S の揚水量は、乾期 $50,000 \text{ m}^3/\text{日}$ 、雨期 $79,000 \text{ m}^3/\text{日}$ である。この排水系統では、現在 Hazaribag L. S は停止中であり、Medical College L. S は接続管渠のつまりで雨水排水溝に放流されている。従って、Narinda P. S の揚水量に前項で求めた各中継ポンプ場別推定下水量を加算すると次のようになる。

	乾 期	雨 期
Narinda P. S	$50,000 \text{ m}^3/\text{日}$	$79,000 \text{ m}^3/\text{日}$
Hazaribag L. S	3,700	4,500
Medical College L. S	2,900	3,500
合 計	56,600	87,000

この値を給水量から推算した下水量推定値と比較すれば、乾期水量は $56,600/72,000$ (79%)、雨期水量は $87,000/87,000$ (100%) となるので Narinda 系統の下水量推定値は一応妥当な値であると評価できる。

以上の考察より、前項において給水量をベースにして積みあげた下水量推算値を現況における下水量と設定する。

2) 口径 54" 幹線管渠の輸送能力

各排水系統の最下流側ポンプ場から Pagla 処理場までの管渠は 54" レンガ積み R C コンクリート巻、延長約 5.1 km である。

この管渠の輸送能力は、管の布設勾配を基準として計算した場合には約 $100,000 \text{ m}^3/\text{日}$ 、管路の位置から許容される圧力管として計算した場合には約 $120,000 \text{ m}^3/\text{日}$ となる。詳細は添付資料-4 参照のこと。

3) 計画下水量の設定

「バ」側の要請における計画下水量は 40^{1000} ($183,000 \text{ m}^3/\text{日}$) である。

過去1年間におけるポンプ運転実績から得た実際の最大ポンプ揚水量は $88,000 \text{ m}^3/\text{日}$ で、明らかにポンプの故障或は一部汚水の放流等によるバイパス放流と思われる水量約 $25,000 \text{ m}^3/\text{日}$ を加算すれば $113,000 \text{ m}^3/\text{日}$ となる。また、給水量をベースとして推算した下水量は $116,000 \text{ m}^3/\text{日}$ である。

一方、既存の Pagla 処理場までの幹線管渠能力は最大 $120,000 \text{ m}^3/\text{日}$ であり、現況における雨期の下水量にほぼ等しい。

本プロジェクトが緊急改善をその目的としていることから、下水処理場の計画下水量は既存の管渠能力の範囲内で行うことで「バ」側と合意されているので、上記の諸条件を勘案して計画下水量は $120,000 \text{ m}^3/\text{日}$ に設定する。但し、処理場の全体配置計画は要請の如く $183,000 \text{ m}^3/\text{日}$ で行うものとする。

(4) 長期計画における本計画の位置づけ

1) 下水量将来予測

現在WASAには長期計画として1980年に設定したフィージブル・レポートがあるが、既に現実から大きくずれた状況になっているので、抜本的な改善計画のためマスタープラン策定の意向がある。

表4-7にWASAの短期拡張計画を示した。なお、同表中の将来下水量は、現時点における下水接続件数27,087件、下水道使用人口1,151,000人及び下水量116,000 m³/日を基に、接続1件当りの人口(42.5人/件)及び1人1日当りの下水量(101ℓ/人)を求め更に図4-3で想定した生活様式向上による増加を勘案して推算した。

表4-7 WASA 下水道管渠拡張計画と下水量将来予測

年 度		WASA 計 画		将 来 予 測	
		管 渠 (mile)	接 続 件 数 (件)	下水道利用者人口 (人)	下 水 量 (m ³ /日)
実 績	1984	5.46	1,566	985,000	99,000
	85	0.87	1,224	1,037,000	105,000
	86	1.71	1,176	1,087,000	110,000
計 画 予 想	1995	6.0/年	1,500/年	1,663,000	171,000
	2000	6.0/年	1,500/年	1,983,000	210,000

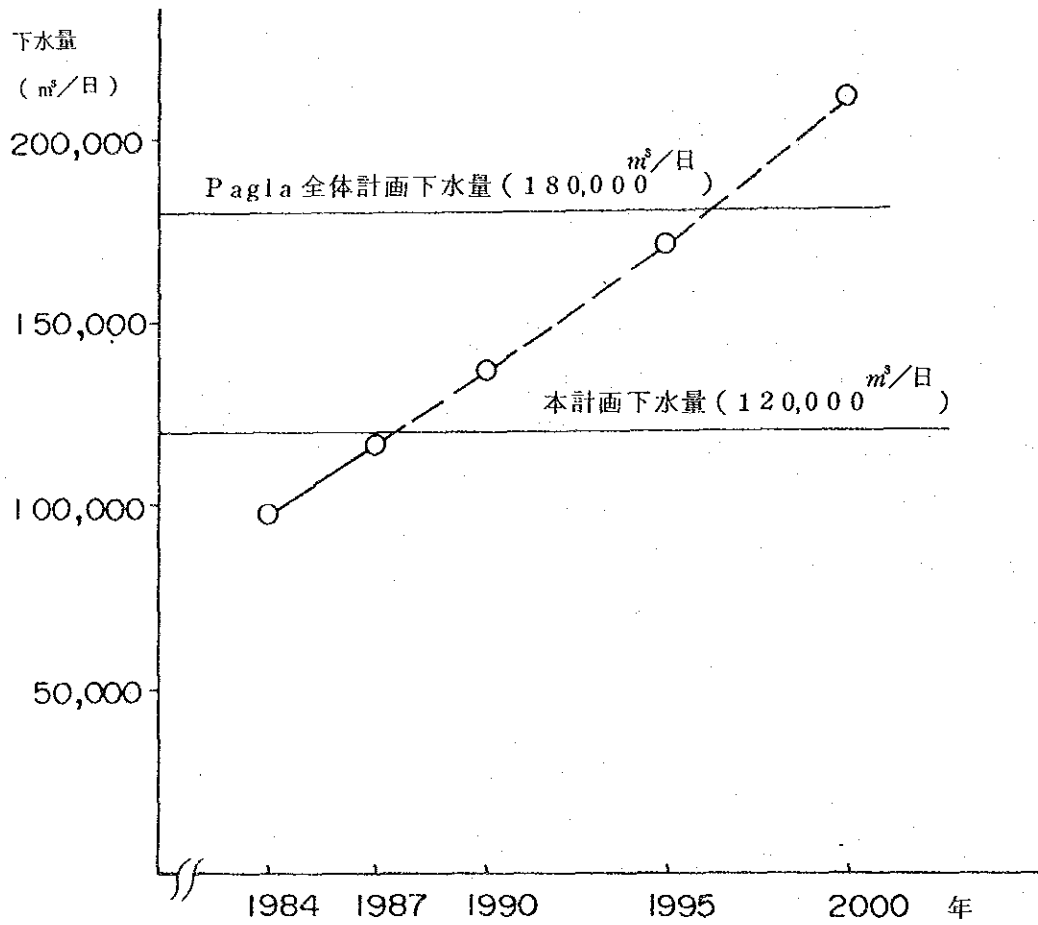


图 4 - 7 下水量将来予測 (雨期)

2) Pagla 処理施設

本プロジェクトで建設される Pagla の処理能力は $120,000 \text{ m}^3/\text{日}$ であり、管渠システムが正常に稼働した場合には既に現時点で能力一杯の施設である。

今後下水管渠及び各戸下水管接続の拡張に伴ない 54" 幹線管渠の増強及び処理施設の拡張が近來必要となる。

3) 管渠システム

既存の管渠システムは、継ぎ足式的に拡張されており、しかも基礎資料が不足しているため正確な機能評価は困難である。しかし、ここでは既存の施設の余裕度をみるために本調査で得られた資料を基に概略の能力評価を試みた。

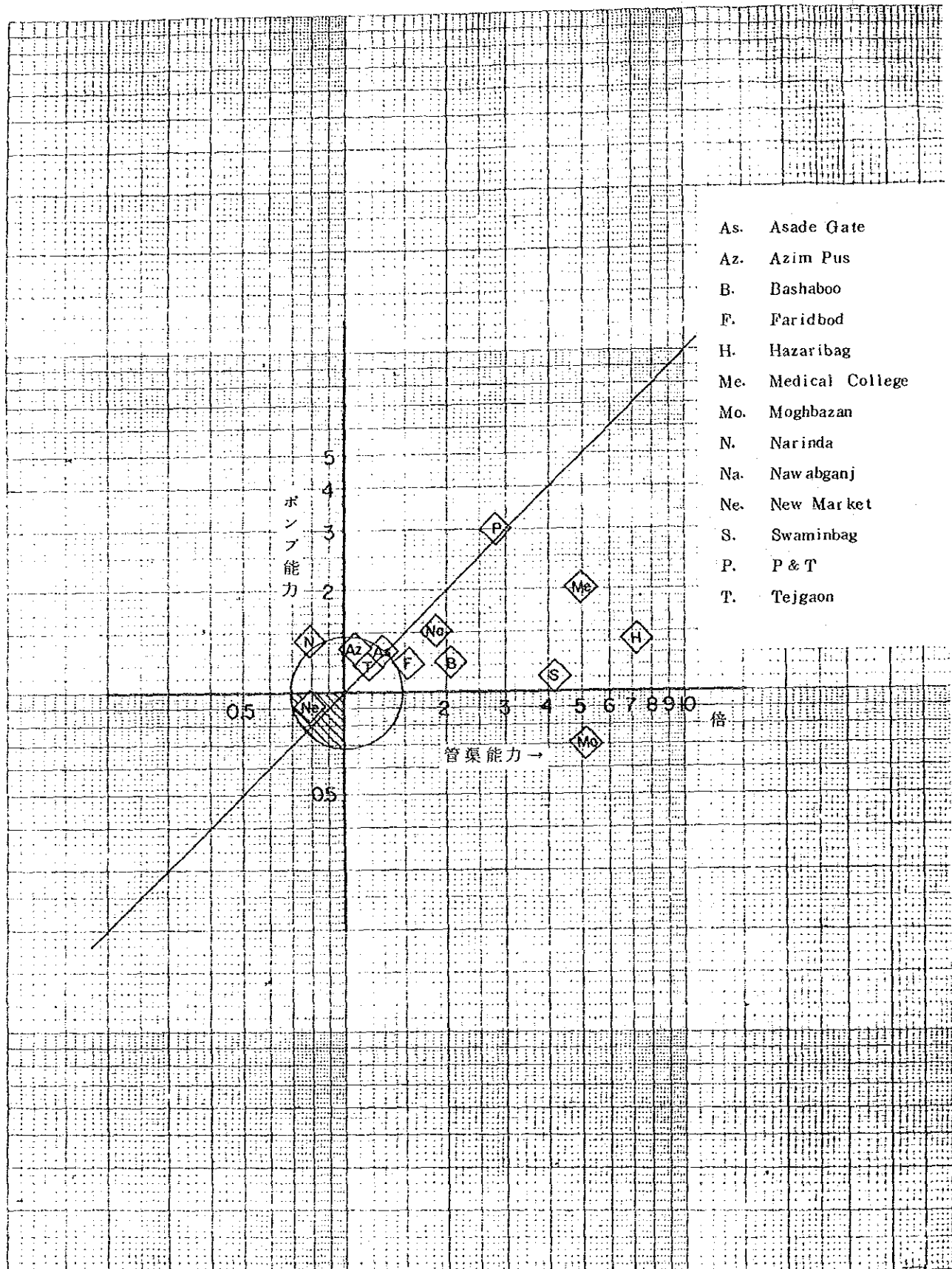
図 4-8 は、本プロジェクトが実施され既存管渠システムの機能が回復した場合、既存の汚水量 $116,000 \text{ m}^3/\text{日}$ に対して各中継ポンプ場がどの程度の余裕を持っているかを示したものである。なお、管渠能力は、中継ポンプ吐水槽から幹線管渠までの輸送能力を前提条件を設定の上、計算したものである。詳細は 4-2-(5) 参照のこと。

<図の見方>

座標原点は、管渠及びポンプ能力が現在の発生汚水量と同一であることを示す。

同図より概略次のことが見られる。

1. New Market L.S. は Hazaribag L.S. が本プロジェクトにより正常に運転すれば、管渠及びポンプ能力共現存汚水量より小さくなるので早期の改善が必要と考えられる。
2. Narinda P.S., Azimpur L.S., Tejgaon L.S., Asadgate L.S. 及び Faridabad L.S. は管渠能力に余裕がなく近い将来改善の必要がある。



- As. Asade Gate
- Az. Azim Pus
- B. Bashaboo
- F. Faridbod
- H. Hazaribag
- Me. Medical College
- Mo. Moghbazan
- N. Narinda
- Na. Naw abganj
- Ne. New Market
- S. Swaminbag
- P. P & T
- T. Tejgaon

図 4 - 8 現在の汚水量に対する施設能力 (1987年10月現在)

(5) 下水道管渠網および中継ポンプ施設

1) 下水道管渠網の現況

400万人都市ダッカの下水道管渠網は人口普及率約25%ではあるが、面整備はかなり広範囲におよんでいる。

排除方式は分流式である。Pagla 処理場の公称能力50,000 m^3 /日に比べ面整備が進んでいるため、処理施設はオーバーロードで運転されており、本プロジェクト要請の一つの背景となっている。

現在までの管渠増設はマスタープランによるものではなく、継ぎ足しに継ぎ足しを重ねた状態で雨天時に雨水の浸入および管能力の不足、あるいは管内の堆積物の影響によりマンホールからの噴出が見られる。

例を上げると、口径24"と24"の管が合流し、同じ24"の管に流れるケースや、口径36"と24"管が合流し、下流管も36"で、さらに36"の管が合流しても同じく下流も36"というケースが随所に見られる。全市的、長期的なマスタープランに基づく増強幹線の早期築造が強く望まれている所以である。

また、雨水排除はDhakaWASAとは別の公社(DPHE)が担当しており、この改良計画は現在、国際協力事業団が別の援助プロジェクトとしてF/S調査中である。このように分流式の形態はとってはいるが、実態は、雨水側溝を污水管に接続したり、雨天時には管渠能力あるいはポンプの運転方法が原因で污水管渠から雨水側溝に放流する構造を取らざるを得ない実情になっている。(写真4-1) また、幹線管渠で相当な部分が洪水区域の低地帯に露出して布設されており、目地部分および破損部分から乾期には溢水し、雨期には洪水の一部が長期間浸入するという問題が生じている。(写真4-2)

既設管渠の材質は、ポリ塩化ビニール管、鉄筋コンクリート管、レンガアーチ管となっており、幹線については口径24" (=610mm)までが鉄筋コンクリート管、36"以上がレンガアーチ管となっている。参考までに口径48"相当のレンガアーチ管の構造を図4-1に示す。

1984年の12月のデータによれば既存の下水管延長は、約37.5kmに及び、WASAの下水管渠工事部門二課に38名が配属され、年間施工実績はおよそ5km(3Mile)のことであった。

幹線と中継ポンプ場の位置関係及び中継ポンプ場の排水区域を、図4-10に示す。

中継ポンプ場の系統を図4-11に示す。



写真4-1(a) FARIDABAD L.S. 污水管渠から
側溝へ越流による直接放流

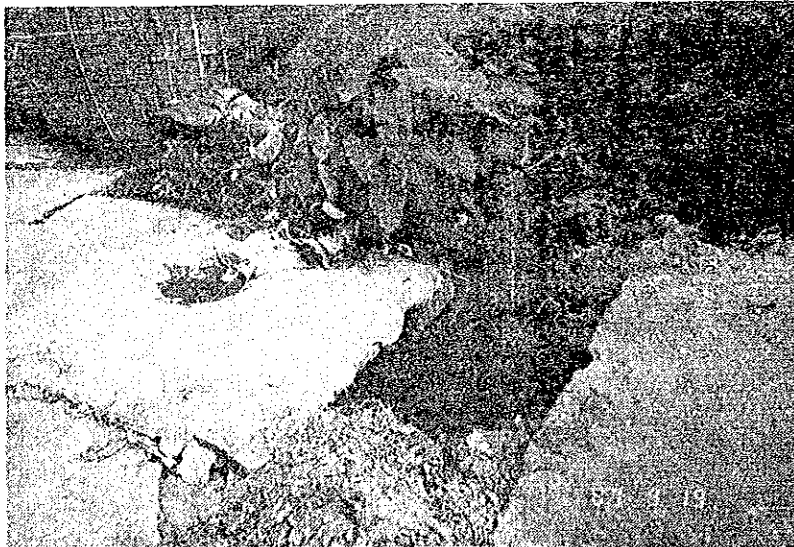


写真4-1(b) MEDICAL COLLEGE L.S.
污水管渠から側溝への直接放流

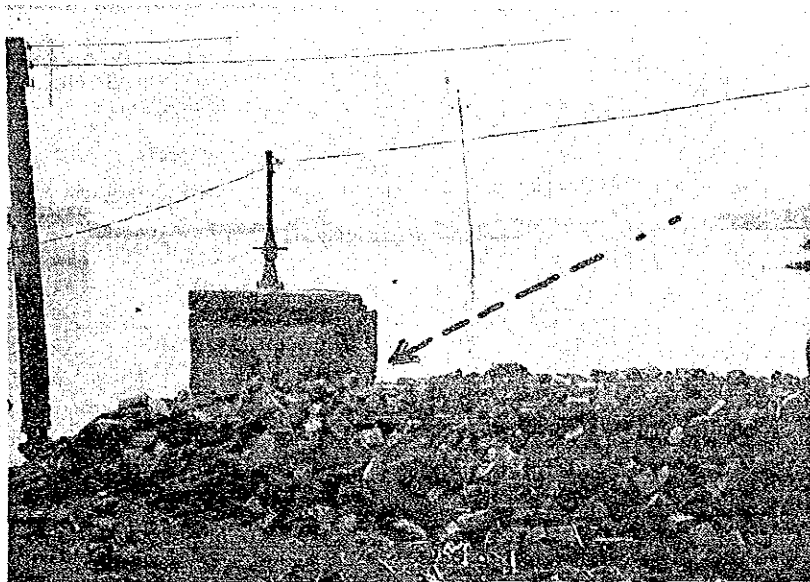


写真4-2(a) HAZARIBAG L.S. 洪水面下の
流入幹線(10th Sept. 1987) (矢印方向)

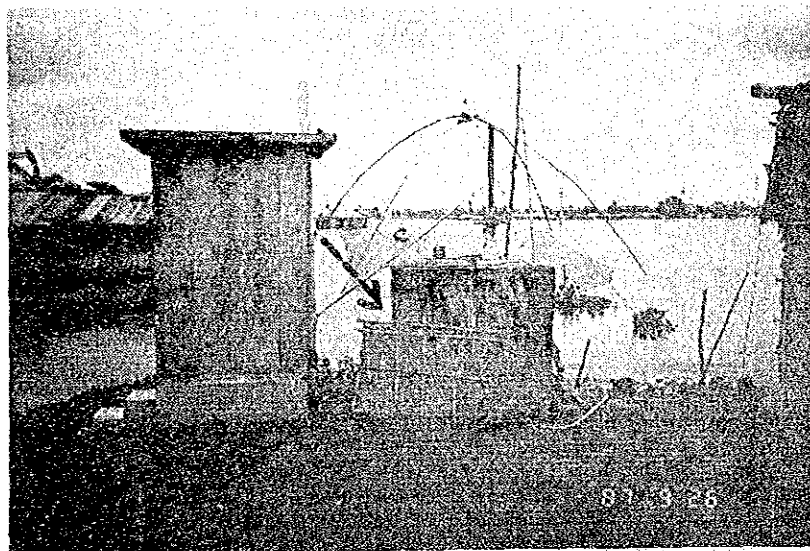


写真4-2(b) TEJGAON L.S. 洪水面下の
流入幹線(26th, Sept. 1987) (矢印方向)

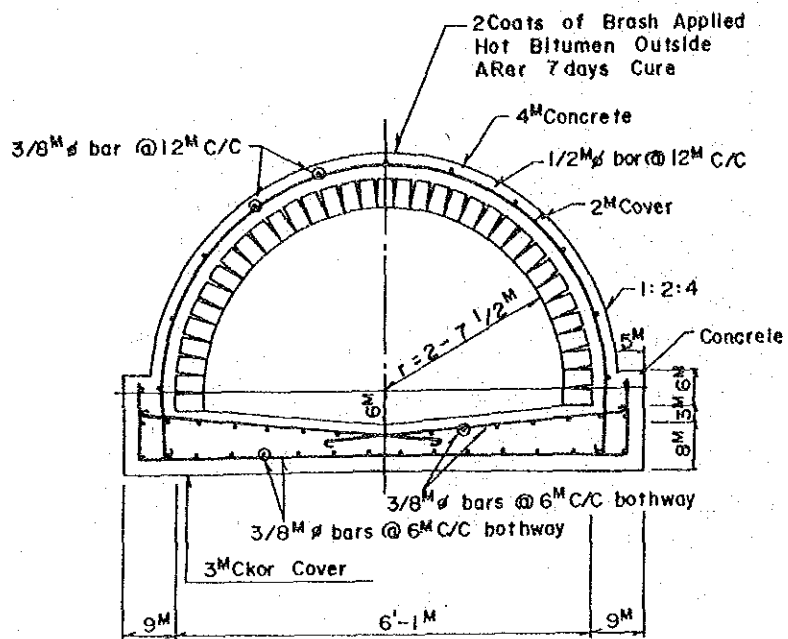
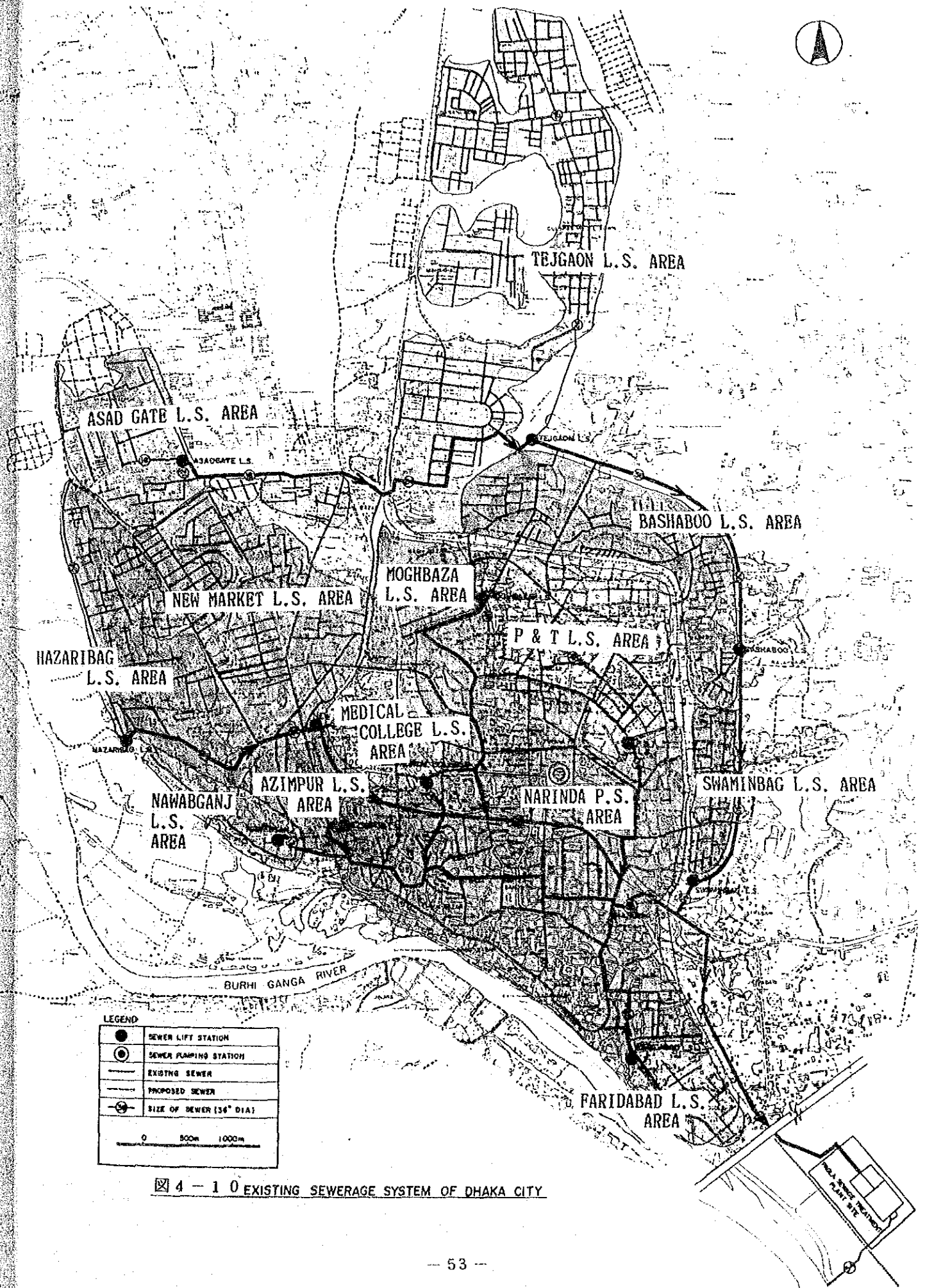


図4-1 口径48"相当レンガアーチ管標準断面図



LEGEND

	SEWER LIFT STATION
	SEWER PUMPING STATION
	EXISTING SEWER
	PROPOSED SEWER
	SIZE OF SEWER (36" DIA)

4 - 10 EXISTING SEWERAGE SYSTEM OF DHAKA CITY

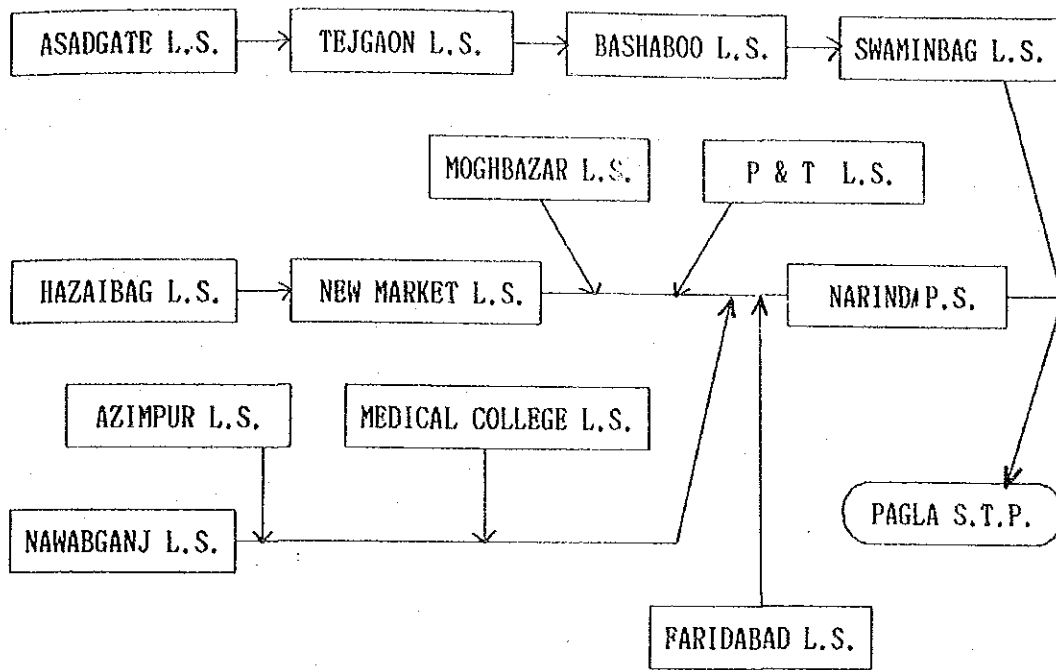


図4-11 系統略図

同レベル関係を図4-12に示す。中継ポンプ場は、Narindaポンプ場(図4-13)を除いては、いづれも小規模でスクリーンや沈砂池等のポンプ保護装置がなく、ポンプ井のみの構造となっている。その代表的な一般図を図4-14に示す。

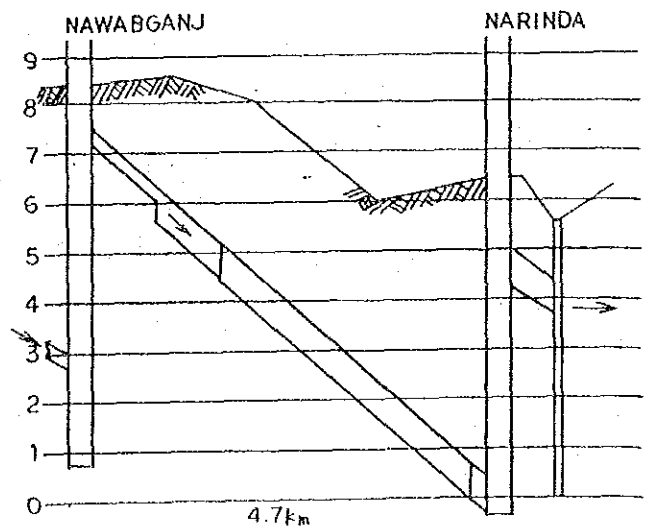
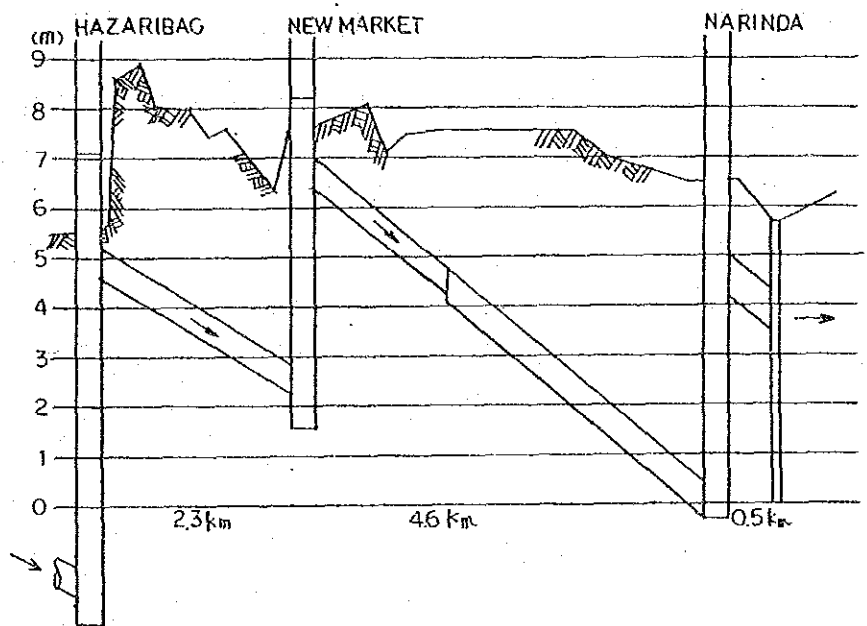
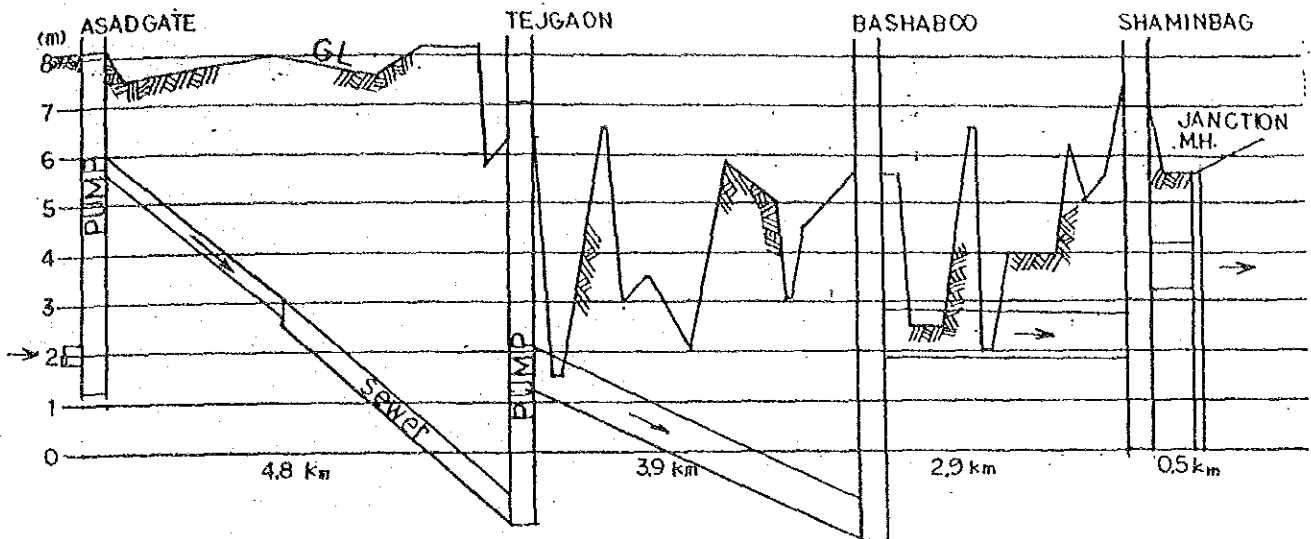
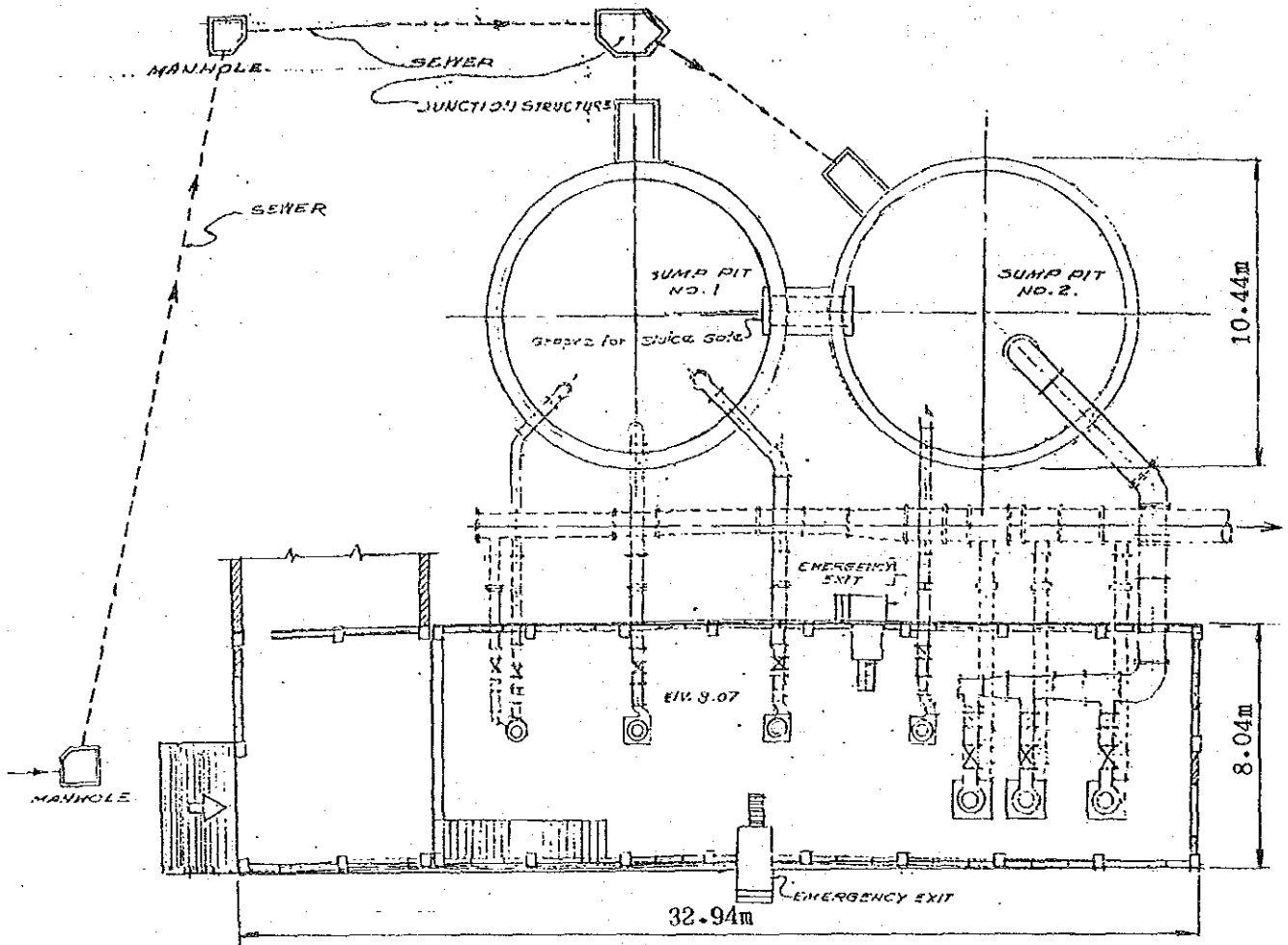
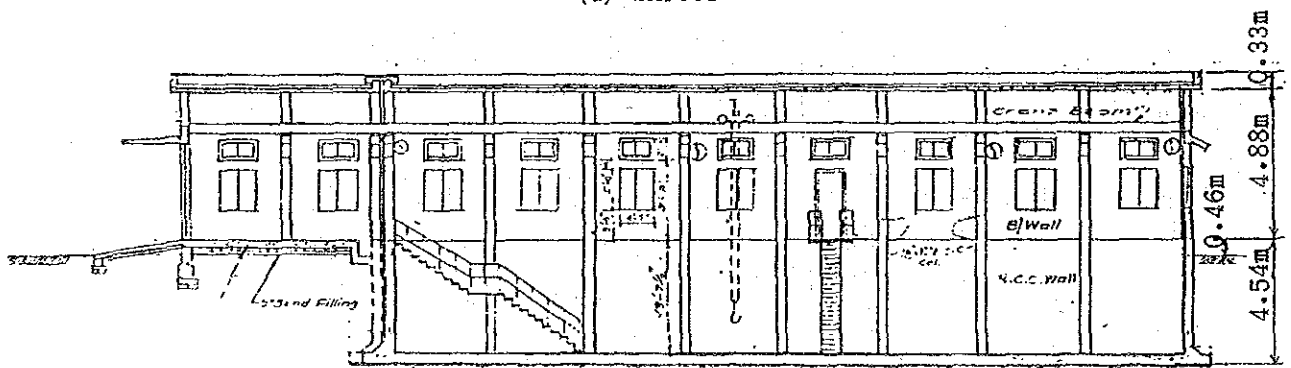


図 4 - 1 2 管線系統別レベル関係図

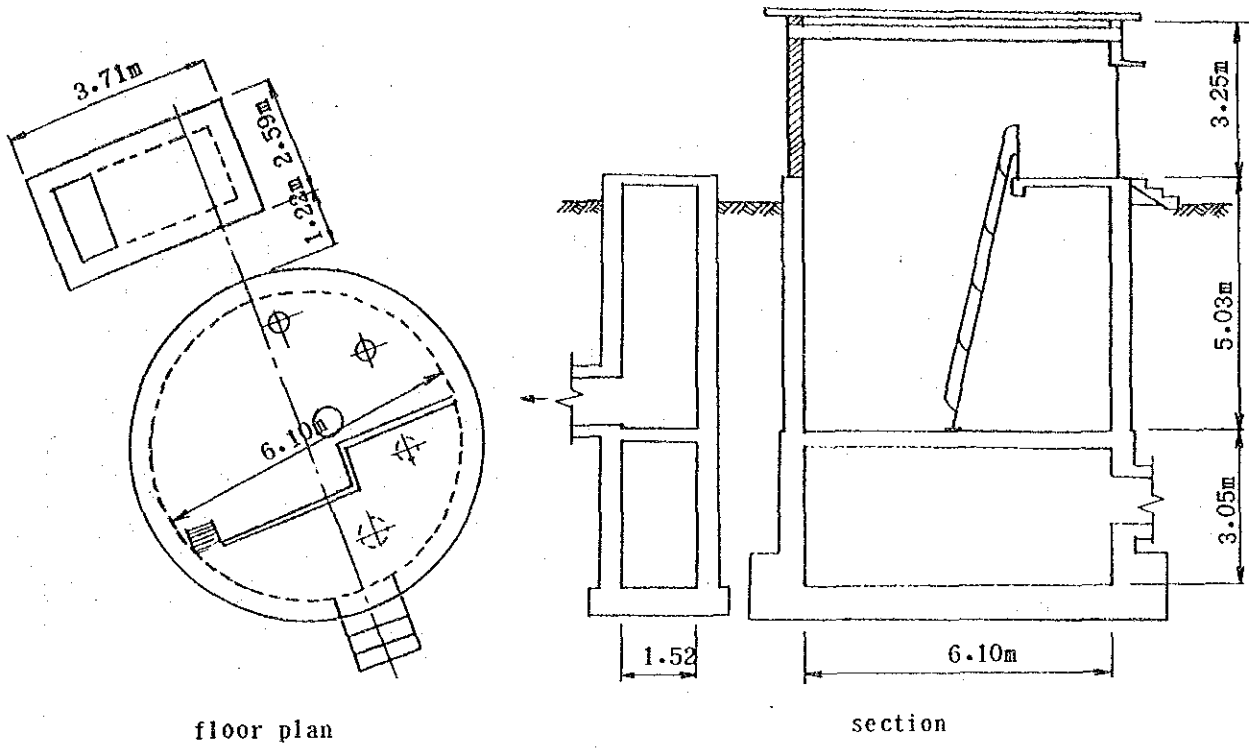


(a) LAYOUT

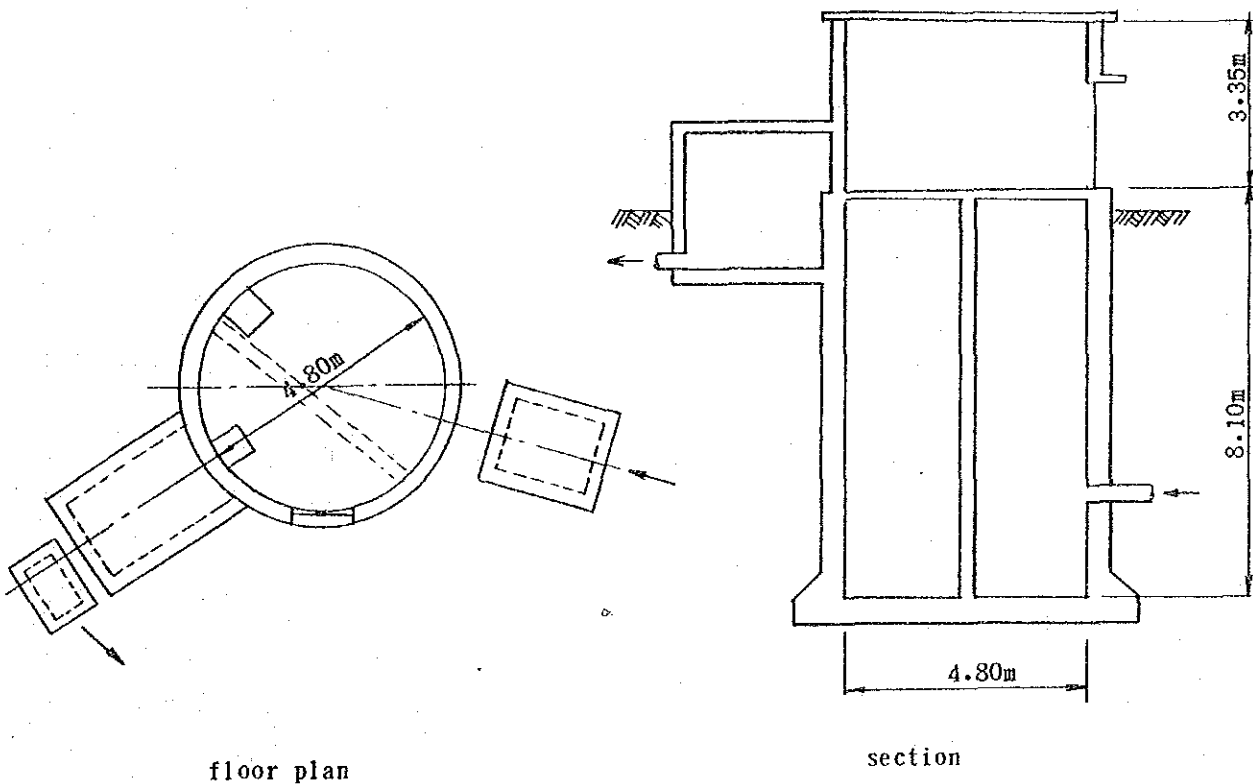


(b) SECTION

图 4-13 EXISTING NEW NARINDA PUMPING STATION



(a) SWAMINBAG L.S.

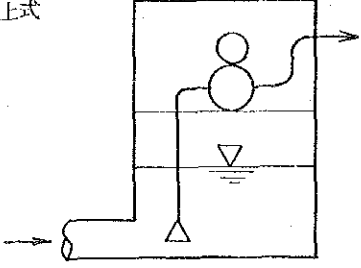
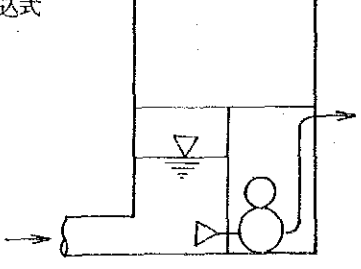
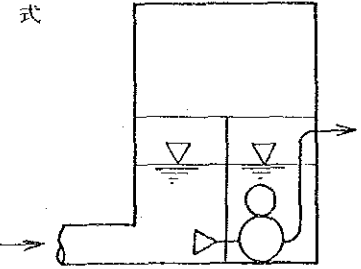
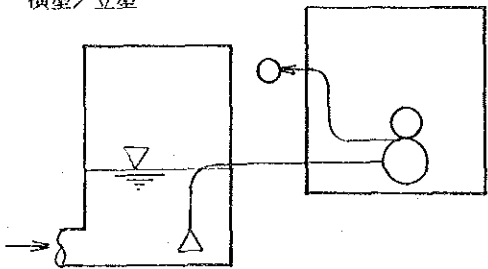


(b) NAWABGANJ L.S.

☒ 4 - 1 4 TYPICAL TYPES OF LIFT STATIONS

ポンプ型式により分類すると次のようになる。

表 4-8 ポンプ型式による分類

	TYPE OF PUMP	LIFT STATION
A	立型吸上式 	ASAD GATE L.S. TEJGAON L.S. BASHBOO L.S. SWAMINBAG L.S. HAZARIBAG L.S. NEW MARKET L.S. MEDICAL COLLEGE L.S.
B	立型押込式 	AZIMPUR L.S. P & T L.S.
C	水中式 	MOGHBAZAR L.S. NAWABGANJ L.S. FARIDABAD L.S.
D	横型/立型 	(H) OLD NARINDA P.S. (V) NEW NARINDA P.S.

各ポンプ場の揚水能力は予備機と思われるものも含めてNEW NARINDA P.S. で、 $127.34\text{ m}^3/\text{min}$ 、OLD NARINDA P.S. で $150.08\text{ m}^3/\text{min}$ 、他の小規模ポンプ場で $4.55\text{ m}^3/\text{min}$ ～ $13.64\text{ m}^3/\text{min}$ の規模である。

HAZARIBAG L.S. は現在ポンプが設置されてなく、1987年9月の基本設計調査団の調査期間中は洪水のため、ポンプ機械室上面まで浸水していた。また、流入幹線の経路は洪水面以下にあった。

電気設備に関してはTEJGAON, BASABOO, SWAMINBAG の3ヶ所が高圧受電、その他の中継ポンプ場については低圧受電である。ASADGATEには、停電対策用に50 KVAのディーゼル発電設備が設置されていた。各ポンプ場とも各ポンプに対し1:1のスタータ盤を有しており、手動ON-OFFで運転していた。ただしTEJGAON, BASABOO, SWAMINGBAGの15 kW (20HP)用のスタータは定格が小さく、スタートは可能であるが、数分間運転を継続すると保護装置が働いて、停止する状態であった。また各スタータは計器類(電圧計, 電流計)が設置されているものや、設置されていないものがあった。

また、1987年8月1日付のPDB(BANGLADESH POWER DEVELOPMENT BOARD)発行RULES AND RATES FOR THE SUPPLY OF ELECTRICITYでは、CATEGORY-J: STREET LIGHT AND WATER PUMPSの項でWASAで設置する全てのモーターに対して力率改善用コンデンサーの設置を義務づけている。これは電力事情のあまり良くないダッカにおいてポンプ運転中の配電線の電圧降下等を考慮し、公共機関のものから順次改良していく主旨のものと思われる。

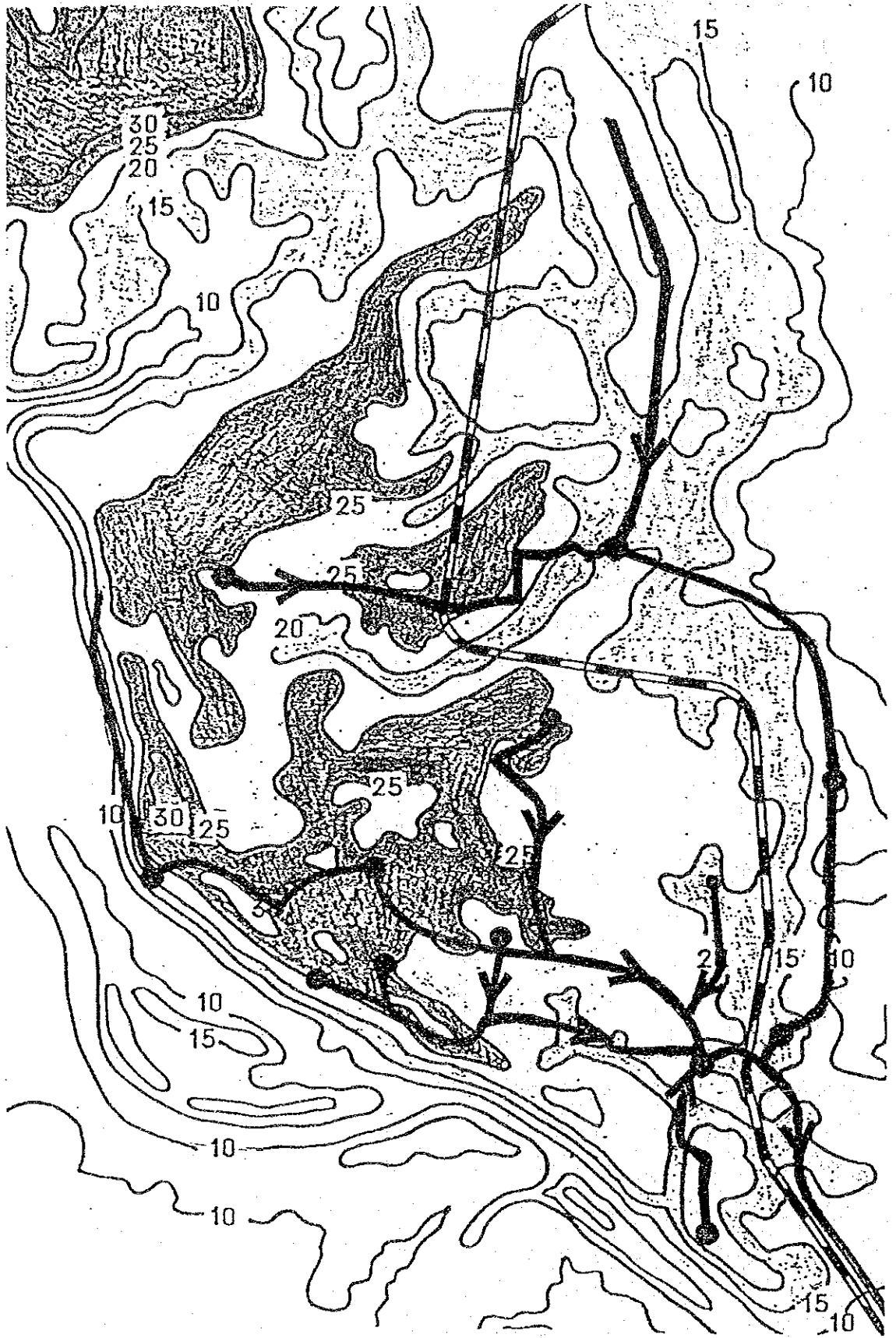
また、ポンプの制御方法はポンプ井上部に設けられた、直立したパイプより流入下水があふれるのを見て、ポンプをON-OFFするものであり、各ポンプ場は全て高水位で運転されていた。このことは、管渠のスケーリングや汚泥の沈殿の原因になっているものと思われる。

2) 雨水排除とDHAKAWASA 下水道との関係

ダッカ市の西から南東方向へ流れるブリガンガ川の水位は、雨期のピーク(8～9月)には6 m (20 feet)を越えることがあり、水位が5 m (16 feet)を越える期間は平均的に2～3ヶ月程度である。この結果ダッカ市周辺は、雨期には一面湛水池と化している。DhakaWASAの下水道幹線もかなりの部分が数ヶ月間湛水につかっている状態にある。(図4-15参照) 図4-16に、ナリンダカール(ドライカール)の合流する直下のブリガンガ川の右岸に位置するMill barrak 観測所における水位変化を示す。

(注: 河川の水位はPWDによると、DHAKA WASAの使用しているBMと0.50 mの差があり、比較するときは、これらの図表の数値より0.5 m差し引いた値を用いる。)

破損部から大量の雨水が浸入し実質的には長期にわたる合流式下水道となっている。また、雨水側溝が污水管に、下流ポンプ場の運転方法や管の詰りによる污水管の不足分を雨



UNIT : Feet

图 4-15 CONTOUR MAP IN DHAKA CITY AND TRUNK SEWER

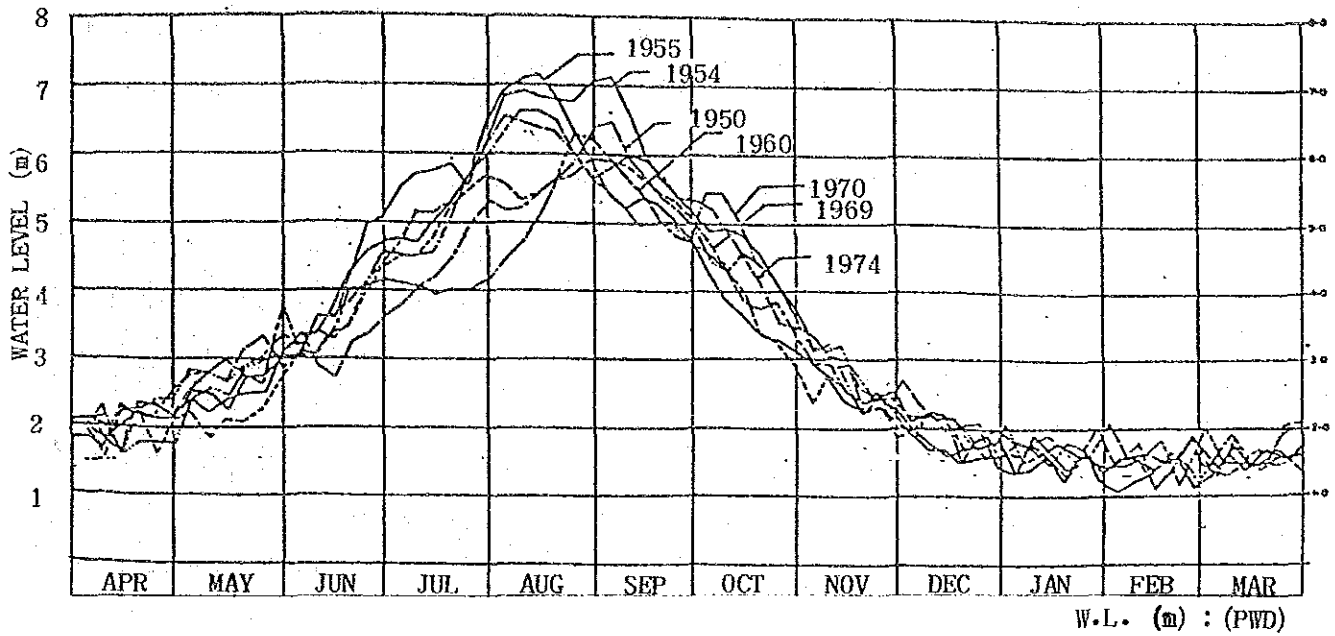


図4-16 ブリガンガ川の一年間の水位変化

水側溝にバイパスする等混流状態となっている。

汚水整備計画と雨水整備計画は密接なつながりを持っており、相互に調整を取りながら整備することが望まれる。現在 DPHE で行なわれている雨水排水整備事業および将来の WASA 下水道のマスタープラン作成時において、代替案のひとつとして、部分的に合流式下水道を検討することも効率的で現実的な方法のひとつと思われる。

3) 下水道管渠網現状の問題点

現在、DHAKA WASA の問題について、1) 2) で既にいくつか述べてあるので、ここでは特徴的な問題を述べる。

a) 中継ポンプ場の共通問題

ポンプ機器を保護するためのスクリーンと沈砂池がないため、夾雑物によるポンプ閉塞のトラブルが多い。その他流入ゲート・水位計・床排水ポンプ等の不備、現場盤の整備・力率改善の必要性が問題点としてあげられる。

b) NEW NARINDA P.S. の流入問題

1978年に増設されたNEW NARINDA P.S. への流入管は既設流入管の管頂より高い位置で接続されているため(図4-17参照)、ポンプピットの容量が小さく連続運動に支障をきたしている。

c) HAZARIBAG L.S. の逆流問題について

HAZARIBAG L.S. の吐水側幹線について、WASAからは逆勾配になっているとの報告がなされているが、竣功図によると正規の勾配でNEW MARET L.S. に流下している。いずれにせよHAZARIBAG L.S.より1000m~1500mの間で地盤高の低い部分があり、NEW MARKET L.S. のポンプ井水位が高い場合、あるいはHAZARIBAG L.S. でポンプ全台が起動するケースを考えた場合、低地盤地区のマンホールから噴出する問題が予想される。その他この間においてマンホールが破壊されていたり、なめし皮工場の排水の接続問題が予想されるため、HAZARIBAG L.S. から1500mの送水管を鑄鉄管の圧送管とする。(添付資料-7参照)

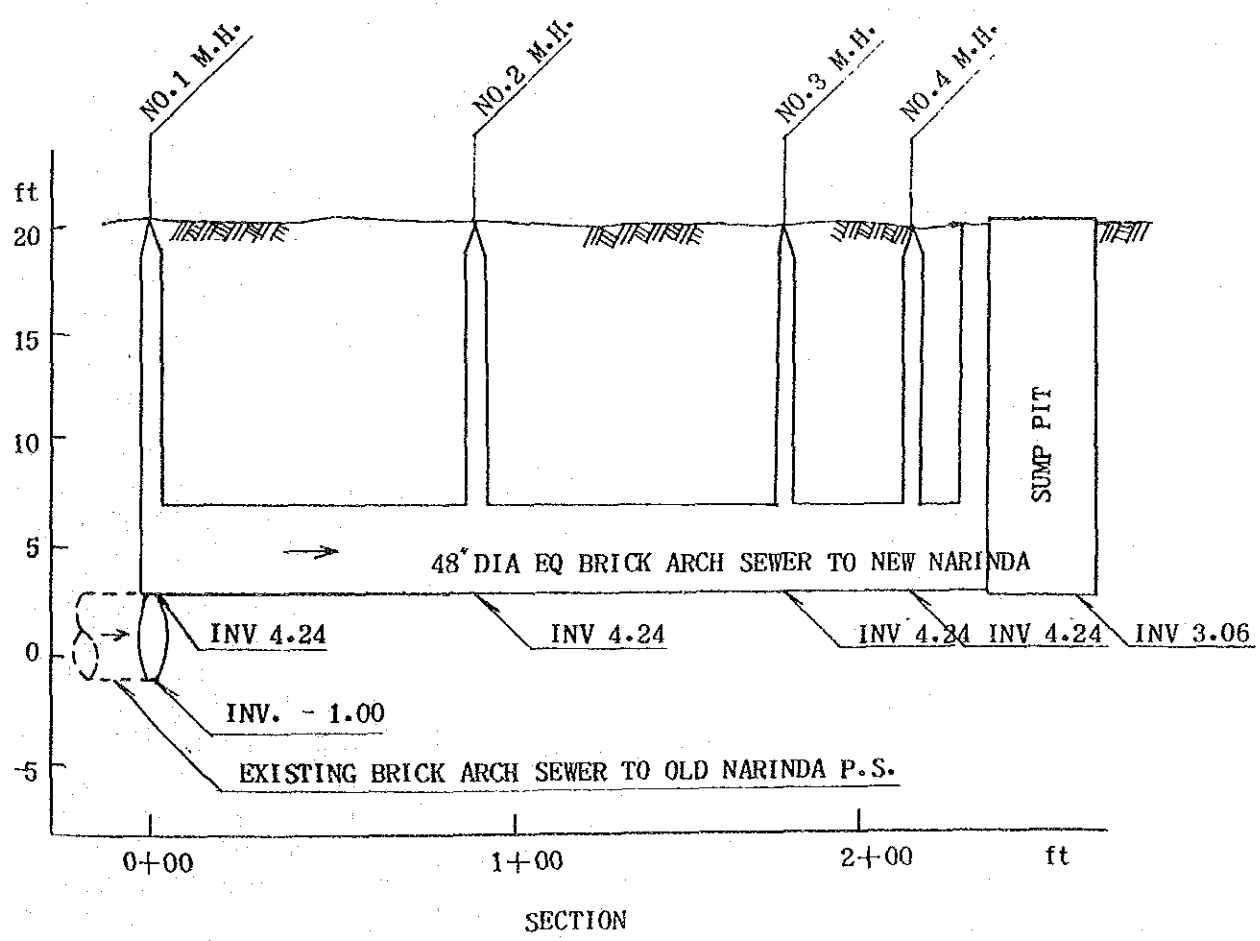
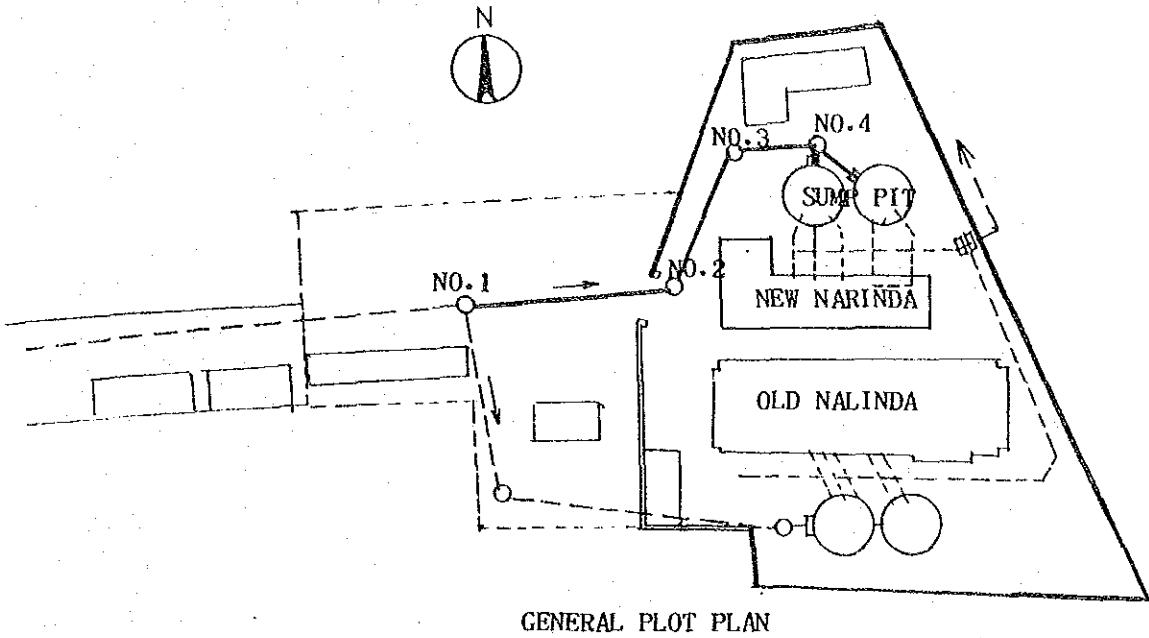


图 4 - 1 7 EXPLANATION DRAWING OF NARINDA INFLOW PROBLEM

4) 中継ポンプ場ポンプ能力の設定

中継ポンプ場のリハビリテーションに当り、取り換えるべきポンプ能力の妥当性を評価するため、つぎの4項目の検討を行った。

- a) 既存ポンプ能力
- b) 運転記録から求めた揚水量実績
- c) 現在の流入下水量の原単位からの推計
- d) 幹線能力の評価

以下にその詳細を述べる。

a) 既存ポンプの能力

各中継ポンプ場の既設ポンプの型式とその能力を表4-9に示す。

表 4-9 既設ポンプの能力

V : Vertical
 V' : " (forced)
 S : Submersible
 H : Horizontal

Lift Station	Year of cons.	Type of Pump	Site Survey		Remark	
			No of Pump	Total GPM (m ³ /m)		
ASADGATE	1978	V	500GPM×3	1,500 (682)	All-in order	
TEJGAON	1977	V	500GPM×3 1,500GPM×1 2,000GPM×2	6,500 (2956)	All-in order	
BASHABOO	1976	V	500GPM×1 1,500GPM×2 2,000GPM×2	7,500 (3411)	All-in order	
SWAMINBAG	1978	V	500GPM×1 1,500GPM×2 2,000GPM×2	7,500 (3411)	All-in order	
HAZARIBAG	1960	V	(既計画) 500GPM×2 1,000GPM×2	3,000 (1364)	停止中 (ポンプ無) Submersible Pump に変更	
NEW MARKET	1967	V	500GPM×2 1,000GPM×2	3,000 (1364)	All-in order	
MOGHBAZAR	1956	S	500GPM×1 1,500GPM×1	2,000 (910)	All-in order	
P & T	1956	V'	1,500GPM×2	3,000 (1364)	1 Pump--under repairing	
NAWABGANJ	1964	S	500GPM×2	1,000 (455)	1 Pump--out of order	
AZIMPUR	1956	V'	500GPM×3	1,000 (455)	All-in order	
MEDICAL COLLEGE	1968	V	500GPM×3	1,500 (682)	All-in order	
FARIDABAD	1960	S	500GPM×2	1,000 (455)	1 Pump--out of order	
NARINDA	NEW	1978	V	1,000GPM×2 2,500GPM×2 7,000GPM×3	28,000 (12734)	All-in order
	OLD	1923	H H V	2,500GPM×2 7,000GPM×3 7,000GPM×1	33,000 (15008)	All-in order

b) 運転記録から求めた揚水量実績

各中継ポンプ場の1986年1月から1987年7月までの運転記録から揚水量を求めた結果を図4-18に示す。

以上の調査結果から各ポンプ場の最大揚水量を抽出すると下記のとおりである。

ポンプ場	年 月	揚 水 量 m ³ /day
ASAD GATE L.S.	1986. 7	5,400
BASHABOO L.S.	1986. 9	9,200
SWAMINBAG L.S.	1986.10	9,900
NEW MARKET L.S.	1986. 8	8,800
MOGH BAZAR L.S.	1986. 8	5,200
P & T	1986. 8	7,300
MEDICAL COLLEG L.S.	1986.10	2,400
NAWABGANT L.S.	1986. 7	2,000
AZIMPUR L.S.	1986. 9	1,800
FARIDABAD L.S.	1986. 8	2,200
NARINDA P.S.	1987. 6	79,000
PAGLA S.T.P.	1986. 9	55,000

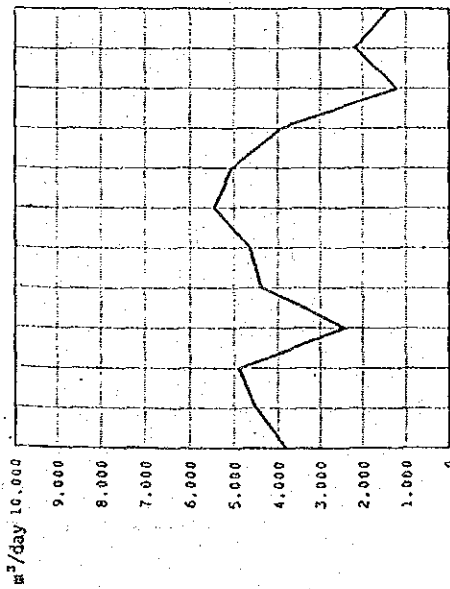
上記の揚水量は一日の運転時間計にポンプの定格揚水量を乗じて求めたものである。ポンプ特性の運転点によって多少の差はあると思われるが、概算値としては問題のないものである。

上記の実績値は、一日最大汚水量に近い値なので、この数値を一般的な比率である1.27を乗じて時間最大量し、揚水量実績として他の項目と比較する。

図4-18のナリンド等の運転時間記録の中で、継続運転や夜間長時間休止が見られるが、この様な運転は管渠内に汚物の堆積や上流マンホールでの噴出の原因など管輸送能力低下の原因となるので好ましい運転とは言えない。

ポンプ吐出量(1台当)を超音波で実測した結果を添付資料-5に示す。

ASADGATE



Month '86/1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

TEJGAON

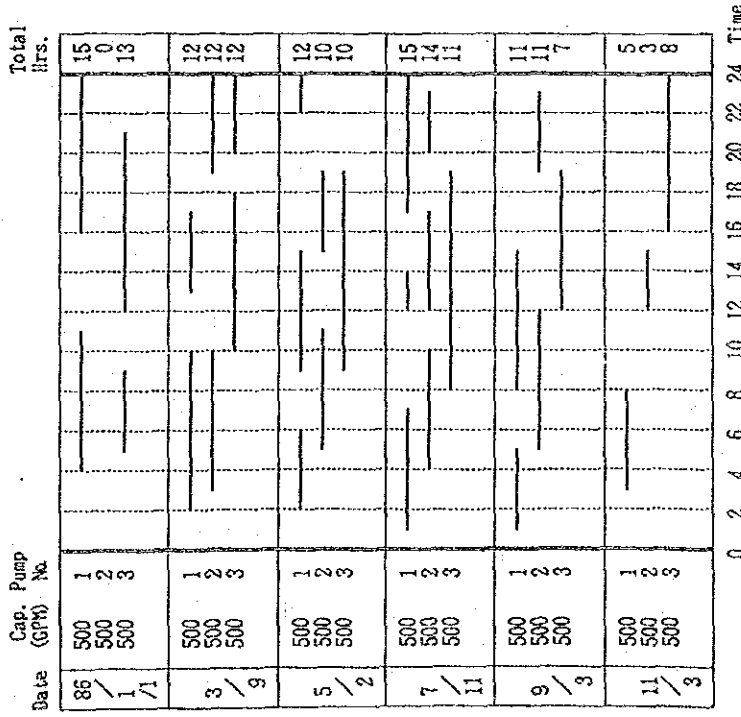
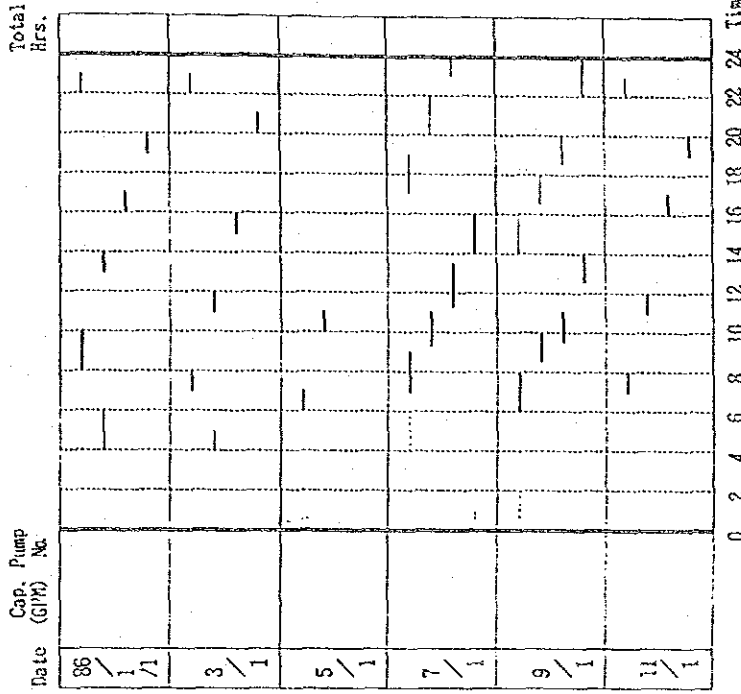
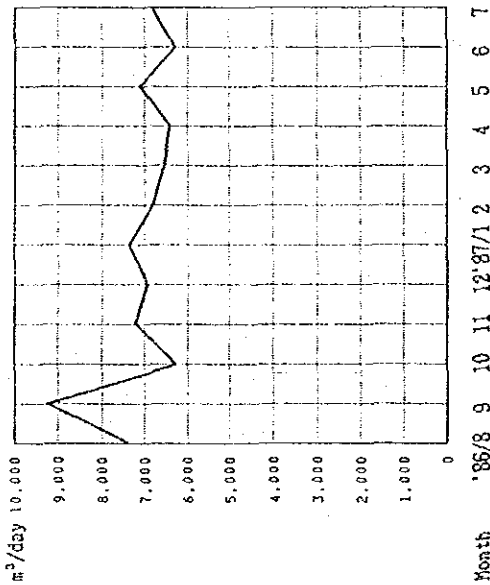


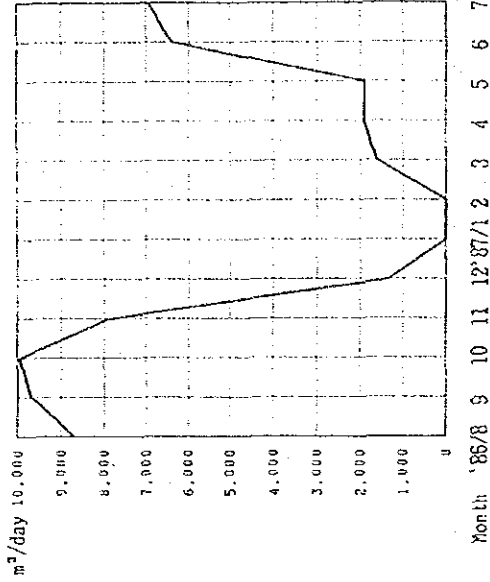
図4-18. (a) ポンプ運転記録

BASHABOO



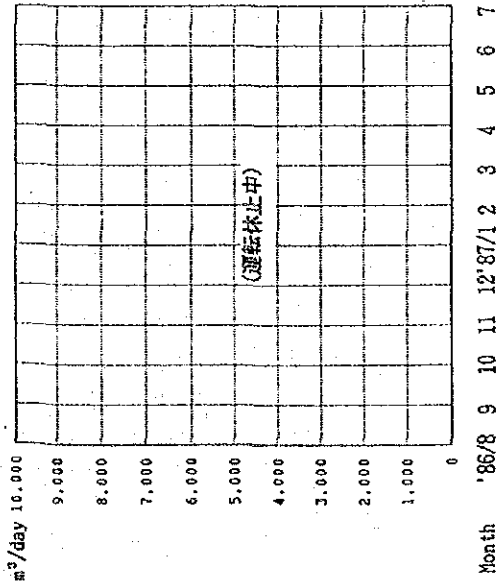
Date	Cap. Pump (GPM) No.	Total hrs.
86 / 9 / 2	2000 1	8
	2000 2	3
	1500 3	3
	1500 4	5
11 / 2	2000 1	6
	2000 2	3
	1500 3	5
	1500 4	5
	500 5	2
87 / 1 / 2	2000 1,2	9
	1500 3	2
	1500 4	3
	1500 4	3
	500 5	3
3 / 2	2000 1	6
	2000 2	6
	1500 3	3
	1500 4	3
	500 5	3
5 / 2	2000 1,2	9
	1500 3	3
	1500 4	2
	1500 4	2
	500 5	1
7 / 2	2000 1	5
	2000 2	5
	1500 4	5
	1500 4	2
	500 5	4

SWAMINBAG



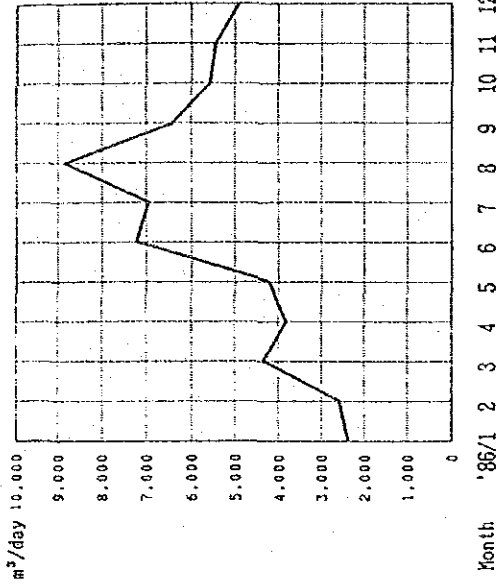
Date	Cap. Pump (GPM) No.	Total hrs.
86 / 9 / 2	2000 1	6
	2000 2	8
	1500 3	5
11 / 2	2000 1	4
	2000 2	6
	1500 3	6
87 / 1 / 2		0
3 / 4	500 5	12
5 / 2	500 5	14
7 / 2	2000 1	6
	2000 2	5
	500 5	7

HAZARIBAG



Month '86/8 9 10 11 12 '87/1 2 3 4 5 6 7

NEW MARKET



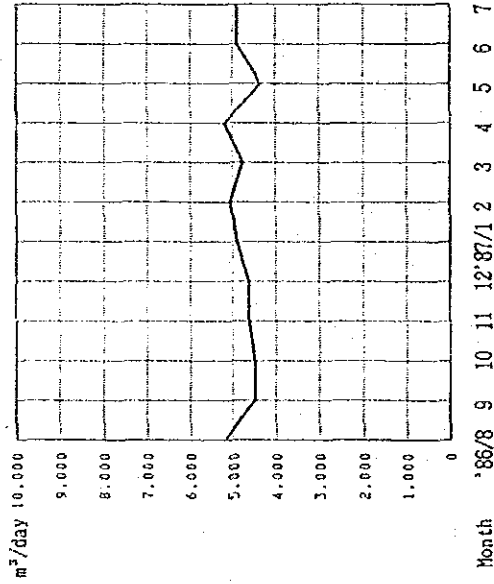
Month '86/1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

Date	Cap. Pump (GPM) No.	Total hrs.
86 / 9 / 1		
11 /		
87 / 1		
3 /		
5 /		
7 /		

Date	Cap. Pump (GPM) No.	Total hrs.
86 / 1 / 1	500 1	10
500 2	7.5	
1000 3	0	
1000 4	0	
3 / 9	500 1	0
500 2	0	
1000 3	10	
1000 4	6	
5 / 2	500 1	3
500 2	2	
1000 3	5	
1000 4	8	
7 / 9	500 1	9
500 2	8	
1000 3	11	
1000 4	6	
9 / 2	500 1	12
500 2	9	
1000 3	13	
1000 4	0	
11 / 12	500 1	0
500 2	0	
1000 3	15	
1000 4	5	

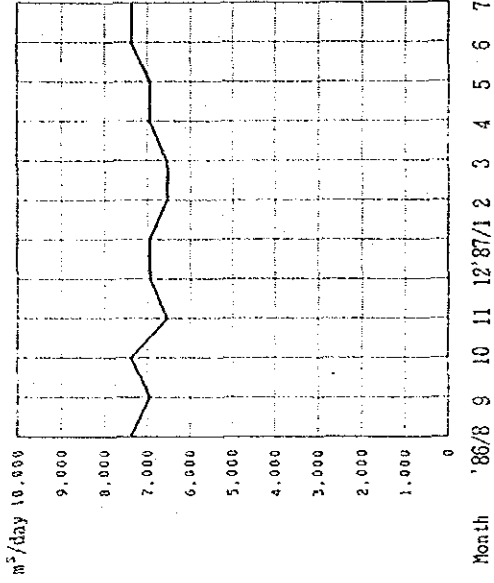
図 4-18. (c) ポンプ運転記録

MOGHBAZAR



Month '86/8 9 10 11 12 '87/1 2 3 4 5 6 7

P & T



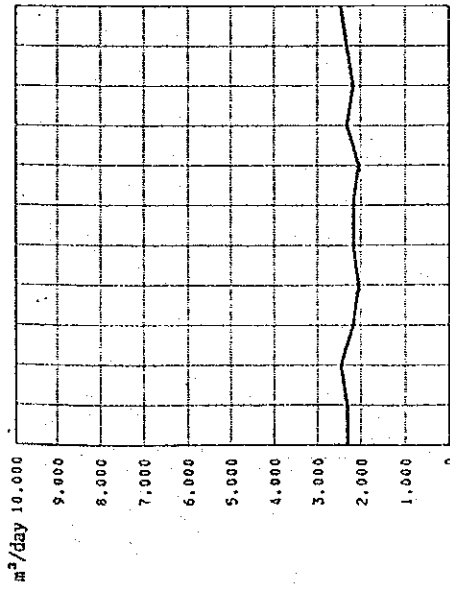
Month '86/8 9 10 11 12 '87/1 2 3 4 5 6 7

Date	Cap. Pump (GPM) No.	Total hrs.
86 / 9 / 2	1500 1 500 2	9 6
11 / 2	1500 1 500 2	8 10
87 / 1 / 2	1500 1 500 2	10 6
3 / 2	1500 1 500 2	9 8
5 / 2	1500 1 500 2	8 8
7 / 2	1500 1 500 2	9 9

Date	Cap. Pump (GPM) No.	Total hrs.
86 / 9 / 2	1500 1 1500 2	9 8
11 / 2	1500 1 1500 2	7 9
87 / 1 / 2	1500 1 1500 2	11 6
3 / 2	1500 1 1500 2	7 9
5 / 2	1500 1 1500 2	9 8
7 / 2	1500 1 1500 2	12 6

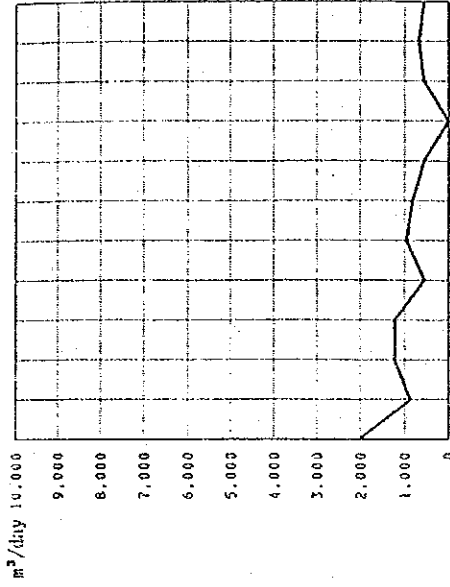
図4-18. (d)
ポンプ運転記録

MEDICAL COLLEGE



Month '86/8 9 10 11 12 '87/1 2 3 4 5 6 7

NAWABGANJ



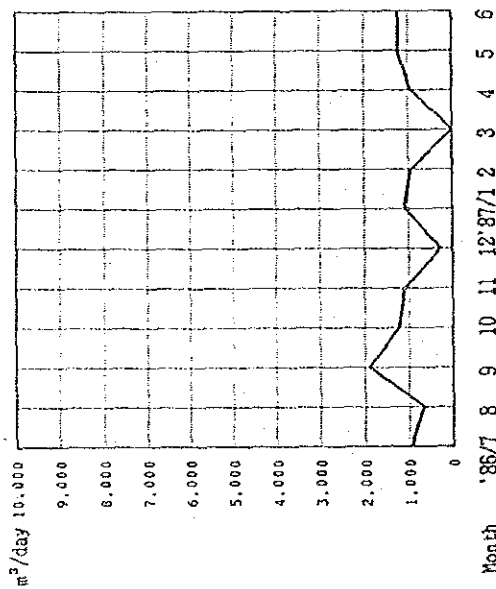
Month '86/7 8 9 10 11 12 '87/1 2 3 4 5 6

Date	Cap. Pump (GPM) No.	Total hrs.
86 / 9 / 2	500 1 500 2 500 3	6 6 5
11 / 2	500 1 500 2 500 3	6 3 5
87 / 1 / 2	500 1 500 2 500 3	4 6 6
3 / 2	500 1 500 2 500 3	6 5 4
5 / 2	500 1 500 2 500 3	7 5 4
7 / 2	500 1 500 2 500 3	7 6 5

Date	Cap. Pump (GPM) No.	Total hrs.
86 / 7 / 1	500 1 500 2	0 15
9 / 1	500 1 500 2	0 9
11 / 1	500 1 500 2	4 0
87 / 1 / 1	500 1 500 2	6 0
3 / 1	500 1 500 2	0 0
5 / 1	500 1 500 2	4 0

図4-18. (e) ポンプ運転記録

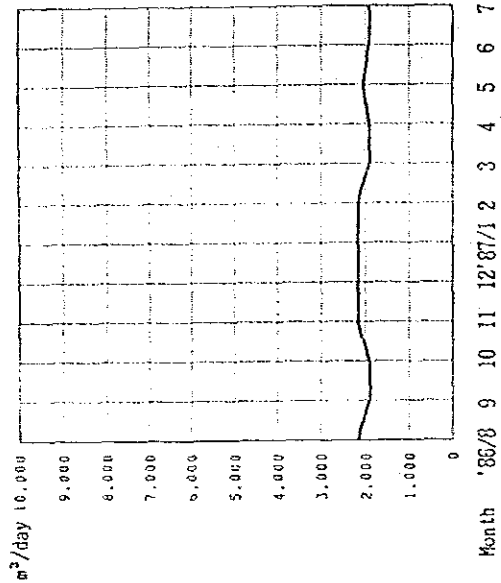
AZIMPUR



Month '86/7 8 9 10 11 12 '87/1 2 3 4 5 6

Date	Cap. Pump (GPM) No.	Total Hrs.
86 / 7 / 1	1000 1 500 2	0 7
8 / 1	1000 1 500 2	7 0
11 / 1	1000 1 500 2	0 8
87 / 1 / 1	1000 1 500 2	4 0
3 / 1	1000 1 500 2	0 0
5 / 1	1000 1 500 2	0 9

FARIDABAD

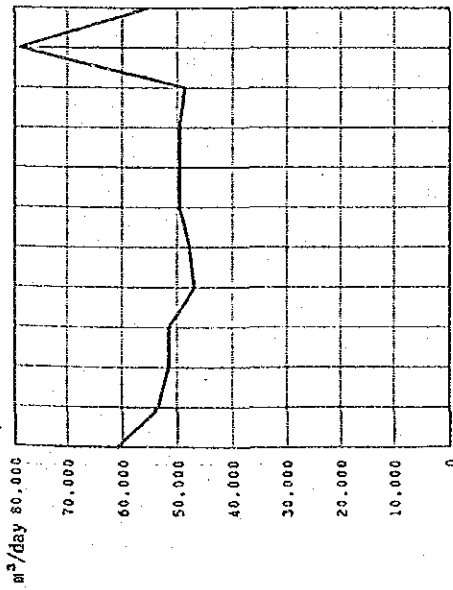


Month '86/8 9 10 11 12 '87/1 2 3 4 5 6 7

Date	Cap. Pump (GPM) No.	Total Hrs.
86 / 9 / 5	1000 1	7
11 / 4	1000 1	8
87 / 1 / 5	1000 1	8
3 / 5	1000 1	8
5 / 5	1000 1	7.5
7 / 5	1000 1	7

図4-18. (f)
ポンプ運転記録

NARINDA

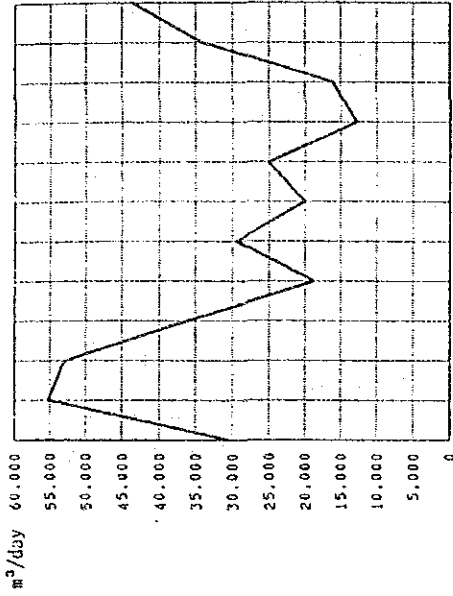


Month '86/8 9 10 11 12 87/1 2 3 4 5 6 7

Date	Cap. Pump (GPH) No.	Total Hrs.
86 / 9 / 4	7000 1 7000 2 7000 3	0 14.5 17.5
11 / 4	7000 1 7000 2 7000 3	0 13.5 13.5
87 / 1 / 4	7000 1 7000 2 7000 3	0 12.5 12.5
3 / 4	7000 1 7000 2 7000 3	0 13.5 12.5
5 / 5	7000 1 7000 2 7000 3	0 17.5 8
7 / 5	7000 1 7000 2 7000 3	0 14.5 14.5

0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 Time

PACLA



Month '86/8 9 10 11 12 87/1 2 3 4 5 6 7

Date	Cap. Pump (GPH) No.	Total Hrs.
86 / 9 / 15	7000 1,2 7000 3 2500 4 1000 6,7	12 12 7 17
11 / 4	7000 3 2500 5 1000 7	14 10 10
87 / 1 / 4	7000 2 7000 3 2500 4 1000 7	8 5 5 5
3 / 5	7000 1,2,3 2500 4 1000 6 1000 7	11 4 4 5 5
5 / 5	7000 1 2500 4 2500 5 1000 6	6 3 6 2
7 / 5	7000 1 7000 2,3 2500 4,5 1000 6,7	7 11 11 7

0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 Time

図 4-18. (g) ポンプ運転記録

c) 現在の流入下水原単位からの推計

ここでの推計は4-2-2(2)3) 現況における下水量の推計の検討結果より時間最大流入量を算定する。時間最大汚水量/日平均汚水量を一般的な1.6とする。

表4-10 流入下水原単位から求めた時間最大推計値

L.S. 名	雨期下水量			時間最大量	
	合計 m ³ /day	①汚水量 m ³ /day	②雨水量 m ³ /day	①×1.6+② m ³ /day	m ³ /min
ASAD GATE L.S.	5,300	4,200	1,100	7,820	5.43
TEJ GAON L.S.	24,200	20,000	3,900	36,380	25.3
BASHABOO L.S.	27,200	22,800	4,400	40,880	28.4
SWAMINBAG L.S.	29,000	24,300	4,700	43,580	30.3
HAZARIBAG L.S.	4,500	3,500	1,000	6,600	4.58
NEW MARKET L.S.	15,000	11,800	3,200	22,080	15.3
MOGHBAZAR L.S.	6,600	5,500	1,100	9,900	6.88
P & T L.S.	9,400	7,500	1,900	13,900	9.65
NAWABGANJ L.S.	3,000	2,500	500	4,500	3.13
AZIMPUR L.S.	3,500	2,900	400	5,040	3.50
MEDICAL COLLEGE L.S.	3,500	2,500	1,000	5,000	3.47
FARIDABAD L.S.	3,600	3,000	600	5,400	3.75
NARINDA L.S.	87,000	71,600	15,400	129,960	90.25

d) 幹線能力の評価

ダッカ市の幹線管渠能力を全線にわたって検討するためには、準幹線の位置と排水面積や下水量の実態を小地域の面積にブレイクダウンした条件で解析を行なわなければならない。短期間で上記のデータを収集することは不可能であるので、本基本設計が中継ポンプ場関連のリハビリテーションであることを考え、管渠能力のチェックとして中継ポンプ場吐出側の幹線の能力について比較の対象とする。

公式はマンニングの式による。原則として管渠の断面積と勾配（ところによっては許容される動水勾配）から求める。

$$\begin{aligned} \text{公式 } Q &= AV \\ V &= \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2} \\ R &= \frac{A}{P} \end{aligned}$$

ここに Q；流量， A；管の断面積， V；平均流速

n；粗度係数（コンクリート等 0.013，レンガ管 0.015）

I；勾配（小数）， R；径深， P；潤辺

なお管径や勾配は竣功図が完備しておらず測量結果やモントゴメリーのレポートで補足した。計算結果は表 4-11 にまとめた。なお計算過程は添付資料-4 に示す。

e) 中継ポンプ場ポンプ能力の設定

上記 a) b) c) d) の結果を表にまとめ比較するとつぎのようになる。

表 4-11 ポンプ能力設定のための比較表

ポンプ場名	a) 既設ポンプ能力	b) 運転記録から求めた 時間最大汚水量	c) 現在の原単位から求めた 時間最大汚水量	d) 幹線能力
ASADGATE	6.82 m ³ /min	4.76 m ³ /min	5.43 m ³ /min	7.14 m ³ /min
TEJGAON	29.56	—	25.3	30.5
BASHABOO	34.11	8.11	28.4	59.0
SWAMINBAG	34.11	8.73	30.3	12.6
HAZARIBAG	13.64	—	4.58	12.8
NEW MARKET	13.64	7.76	15.3	12.8
MOGHBAZAR	4.55	4.59	6.88	35.6
P & T	13.64	6.44	9.65	70.8
NAWABGANJ	4.55	1.76	3.13	59.5
AZIMPUR	4.55	1.59	3.50	39.4
MEDICAL COLLEGE	6.82	2.12	3.47	17.22
FARIDABAD	4.55	1.94	3.74	60.6
NARINDA (NEW)	127.34	69.7	90.25	68.1

上表において、既設ポンプ能力と運転記録実績を比較した場合、BASHABOO L.S., SWAMINBAG L.S.を除いては既設のポンプ能力を限度いっぱいにご利用し余裕の少ないことが分る。現地オペレーターの話では、同時に全台稼働すると下流マンホールから噴出するとの報告があった。

既設ポンプ能力と、現在の原単位から求めた時間最大汚水量を比較するとHAZARIBAG L.S.とMEDICAL COLLEGEを除いては、ほぼ近似している。

NEW MARKET については、現在HAZARIBAG L.S.が稼働しておらず流入量実績とポンプ能力の比では余裕を生じているが、HAZARIBAG L.S.改造後には流入汚水量に対してポンプ能力も幹線能力も不足を生じることが予想される。

NARINDA P.S. の場合は、現在のところPAGLE S.T.P. に送水する幹線能力が $120,000 \text{ m}^3/\text{day}$ ($=83.3 \text{ m}^3/\text{min}$) しかなくこの量に対応するNARINDA P.S. が $68.1 \text{ m}^3/\text{min}$ に制限される。NARINDA P.S. のポンプ能力は将来の改造、雨天時の対応を考慮すると現在の能力を確保すべきものと判断される。HAZARIBAG L.S. については、雨期に流入幹線が洪水面下に数ヶ月間つかため送水管能力に合わせたポンプ能力を確保すべきものとする。

現地調査の結果、各ポンプ場は良く管理されており緊急対策として、ポンプ交換を行うのは、ポンプが取りはずされ休止していたHAZARIBAG L.S., ポンプが老朽化しているOLD NARINDA P.S. の既存6台のうちの4台、ポンプが老朽化し、かつポンプ室構造上脱着可能な水中ポンプに交換することが必要なNAWABAGJ L.S., FARIDABAD L.S. の4中継ポンプ場である。そのポンプ能力は前記の検討結果に従い、既存ポンプと同能力とする。

5) 改修計画基本方針

a) 中継ポンプ場のリハビリテーション

i) ポンプの更新は故障のもの及びポンプ室構造上水中ポンプに改造するものに限る。ポンプ容量は既存能力と同一とする。

ii) スクリーンを全中継ポンプ場に設ける。型式はスペースの制約により図4-19に示す(A)又は(B)のいずれかとし、詳細設計時に決定する。但しNEW NARINDA ポンプ場は傾斜手掻き式スクリーンとする。

iii) 沈砂池はスペースの制約上NEW NARINDA ポンプ場のみ設ける。揚砂装置は設けず、機材供与を予定している高圧洗浄車とバキュームダンパーの組合せで除砂および運搬を行う。

vi) 電気設備については、今回の改良ではスターター関係を全て力率改善用コンデンサー付(電圧計、電流計付のもの)とし、かつ今後の維持管理に必要な運転時間計を設けるものとする。また、基本的には、水位計をみながらの手動ON-OFF運転とするが、夜間における水位の上昇を避けるため、1台ないし2台のポンプの自動運転切換

が可能な装置を設ける。

v) その他中継ポンプ場関連の改良箇所を表4-12にまとめる。

b) 管渠のリハビリテーション

HAZARIBAG 中継ポンプと NARINDA ポンプ場の関連管渠の改造の他次の幹線の修理を行うものとする。

i) Asada gate 中継ポンプ場～Tejgaon 中継ポンプ場間の一部の不良箇所(24", 150 m)

ii) Gulshan 地区～Tejgaon 中継ポンプ場間の不良箇所(24", 100 m)

iii) Tejgaon 中継ポンプ場～Swaminbag 中継ポンプ場間の不良箇所(36", 48", 200 m)

vi) Faridbag 中継ポンプ場送水側の一部

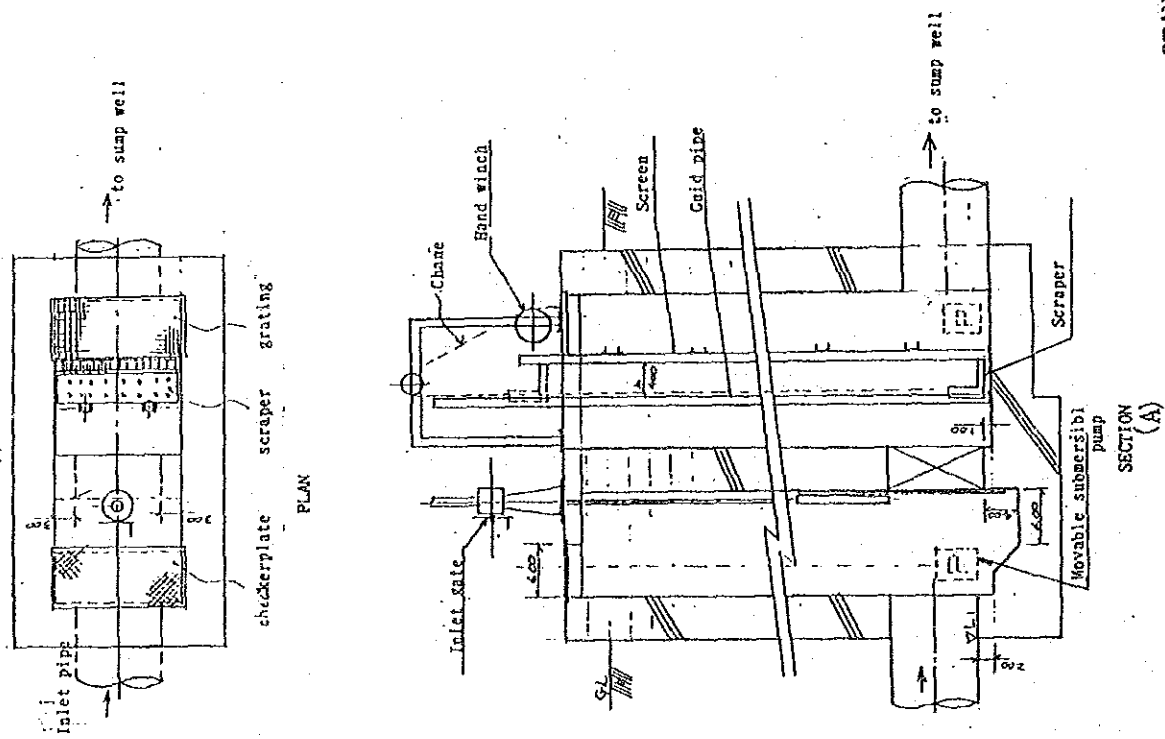
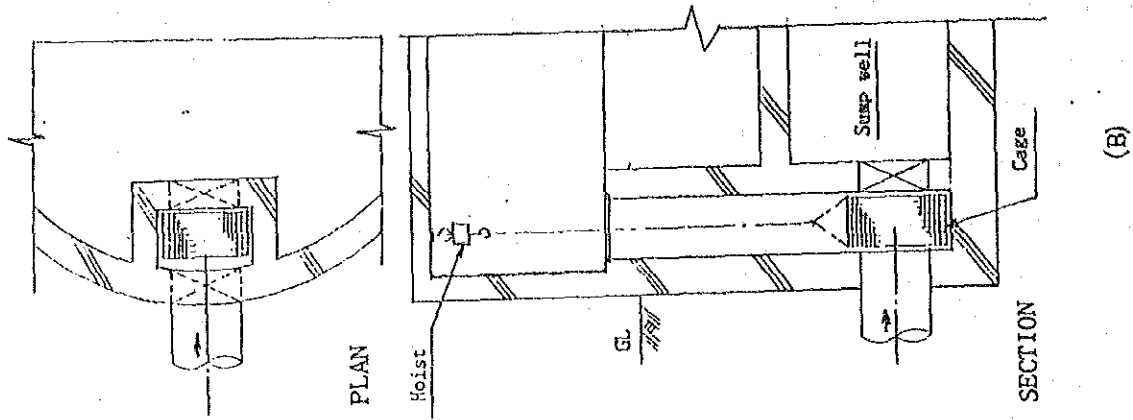


FIG 4 - 1 9 STANDARD DRAWING OF SCREEN CHAMBER

表 4-1-2 ポンプ場関係改良箇所一覧表

項目 ポンプ場名	ポンプ	真空ポンプ	ポンプ設置床排水設備	流入ゲート	スクリーン	操作盤	発電機	変圧機	パイプ & バルブ	吐水槽	吐出側配管	建物補修	可搬式水中ポンプ	水位計
Asad Gate		○	○	○	○	○			○				○	○
Tejgaon		○	○	○	○	○			○			○	○	○
Bashaboo		○	○	○	○	○	○		○			○	○	○
Swaminbag		○	○	○	○	○	○		○				○	○
Hazaribag	○			○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
New Market		○	○	○	○	○	○		○				○	○
Moghbazar				○	○	○	○					○	○	○
P & T			○	○	○	○	○					○	○	○
Nawabganj	○			○	○	○	○		○			○		○
Azimpur			○	○	○	○	○					○	○	○
Medical Col.		○	○	○	○	○	○				○		○	○
Faridabad	○			○	○	○	○		○		○			○
Narinda (new)		○	○	○	○	○		○				○	○	○
Narinda (old)	○	○	○	○	○	○		○	○			○	○	○