

(6) 下水処理施設

1) 既存施設の概要

ダッカ市の下水処理施設としては、Swaminbag L.S. の近くに 1920 年代に建設されたインホフタンクがあるが、処理施設としての機能を果さなくなったので現在は使用されていない。

現在は 1978 年に建設された Pagla 下水処理場が唯一の公的処理施設である。

Pagla 下水処理場はダッカ市の南東部に位置し、Burhi Ganga 川から約 1,000 m の距離にある。

Pagla 下水処理場の計画諸元は次の通りである。

計画処理人口：約 500,000 人 (約 50,000 m^3 /日)

下水処理方式：安定化池 (Stabilization Pond)

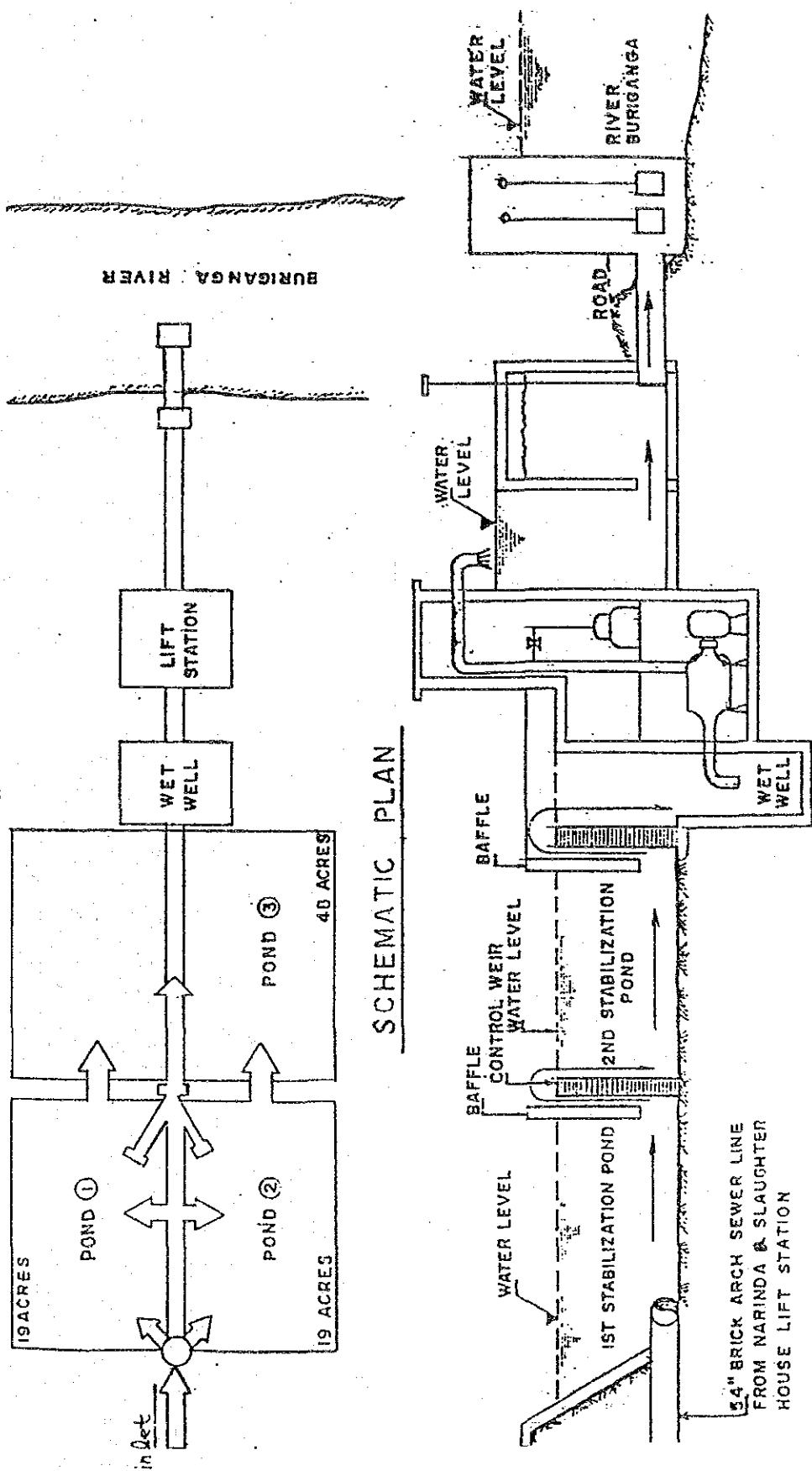
放流ポンプ容量：約 40 IMGD (約 183,000 m^3 /日)

処理フローシート、配置概略図および施設概要を図 4-20, 4-21, 表 4-13 に示す。

Narinda P.S. および Swaminbag L.S. から圧送された汚水は、Pond ①, ②の両方または片方に流入し、仕上池の機能をもつ Pond ③を経て、下水中の有機分を嫌氣的に安定化された後、放流ポンプにて Burhi Ganga 川に放流される。

Pond ①, ②は堰の操作により連続的にも、並列的にも使用することができる。また、定期的な Pond 内の清掃、汚泥の排出のために片方のみを空に運転できるように、あるいは Pond ③を通過しないで流出できるように設計されている。

消毒塩素は放流ポンプ吐出口に注入されている。



SCHEMATIC PLAN

ELEVATION

Fig 4-20 Schematic Diagram Pagla Sewage Treatment Plant

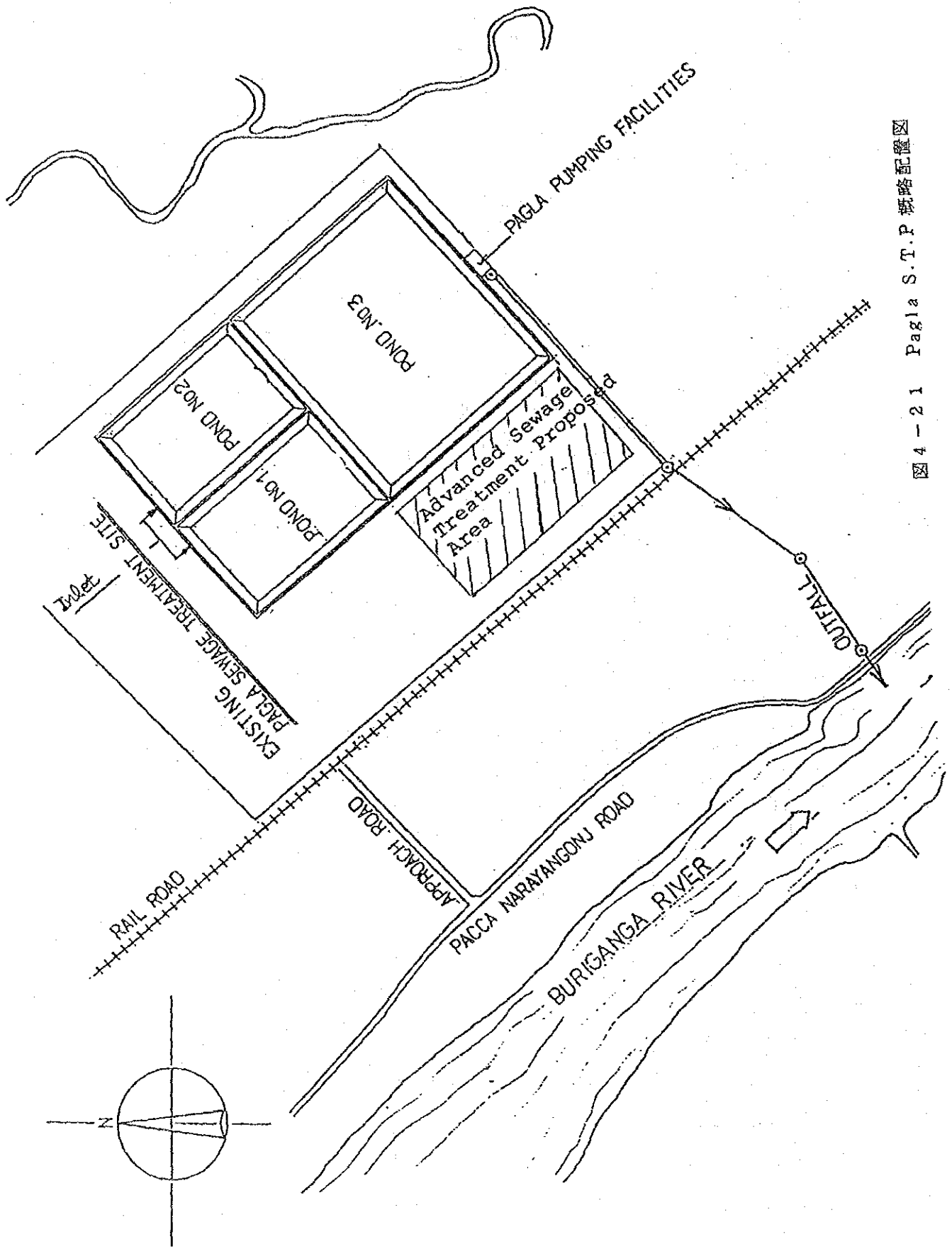


图 4-21 Pagla S.T.P. 概略配置图

表 4 - 1 3 主要施設の概要

施設名称	構造寸法, 仕様	施設数	能力
Pond ①	土堰堤式安定化池 1.9 acres (7.69 ha) 計画水深 1.5 m	1	滞流日数 約 0.46 日 ^{※1}
Pond ②	Pond ① に同じ	1	滞流日数 約 0.46 日 ^{※1}
Pond ③	土堰堤式安定化池 4.8 acres (19.43 ha) 計画水深 1.5 m	1	滞流日数 約 1.18 日 ^{※1}
放流ポンプ	横軸渦巻ポンプ φ 10" × 1,000 GPM × 35' H × 20 HP φ 10" × 2,500 GPM × 35' H × 30 HP φ 16" × 7,000 GPM × 35' H × 75 HP	2 2 3	総揚水量 28,000 GPM (127.3 m ³ /分) ≒ 183,000 m ³ /日
消毒設備	液体塩素法	1式	68 kg シリンダー使用
流入きょ	Brick Arch Sewer Line φ 54"	1	
放流きょ	Brick Arch Sewer Line φ 54"	1	

※1. 滞留日数は 40 IMGD (183,000 m³/day) に対して表示

2) 運転状況と Buriganga 川の状況

a) 運転状況

Pagla 下水処理場は、建設以来ほぼ停止することなく運転されていたが、今年の大洪水に伴う放流先の Buriganga 川の異常高水位により、放流先の河川水逆流・漏水による処理場付近の水没が危惧されたため、本年8月から流入、流出ゲートとも閉止され運転は停止していた。

このため、今回調査期間中に運転状況を確認できなかったが、過去の諸調査、運転データおよびヒヤリングから次のような運転状況にあるものと推察される。

- 水の流れは、Pond ①、②、③の順に連続的に使用されているとのことであるが、仕切堰（木製角落し）の調整を十分に行うことができないので、実態的な流れは不明である。
- 計画運転水深は 1.5 m であるが、現況では 2.0 m で運転されている。
- 現在の処理水量は、場内に流量計測装置を持たないので、確かな水量把握はできないが、Narinda P.S. および Swaminbag L.S. の運転データからみると（4-2-2, (5)項参照）、乾期は約 55,000 m³/日、雨期は約 80,000 m³/日程度と推測される。
- 事前調査時（1987.6）の運転状況では、Pond ③は藻類の大量繁殖のため緑色を呈しており、処理水にも相当の藻類が混入しているのが目視された。
- 放流ポンプ施設は、全台運転可能であり、必要に応じ現場手動にて運転されている。
- 消毒設備は、機器故障のため稼働不可となっている。
- 維持管理は常時は除草、ポンド堰堤の管理、堰高の調整しか行っていない。ポンドの清掃は2年程度毎に行われ、汚泥は1ヶ月程かけて人力で取り除き、トラックにて処分地へ運んで廃棄するか、又は埋立に使用されている。

b) 処理効果

処理効果について、今回調査では運転中の場内の水質測定ができなかったため、“Grant Proposal (June, 1985)” および最近の調査結果から類推する。

処理場内各ポイントの水質および Burhi Ganga 川放流点の上、下流の水質に関する過去のデータを表 4-19 に示す。水質調査結果は添付資料-6 参照のこと。流入、処理水水質とも変動があるが、流入 BOD は概ね 180 ~ 250 mg/l、処理水 BOD は 76 ~ 109 mg/l であり、現状の BOD 除去率は概ね 50 ~ 60 % 程度である。

また、Pond ③流出が Pond ①流出より高かったり、SS 濃度が異常に高い値を示しているが、これは藻類、その他の原因によるものと考えられる。

次項に、処理成績からみた既設 Pond 処理能力の検討を示す。

<既設 Pond 処理能力の検討>

運転データから反応定数 (Reaction Rate Constant) を推定し、既設 Pond の中級処理としての可能処理水量を試算する。

処理成績 (表 4-19 による)。

Date	流入 BOD (So)	流出 BOD (Se)	予想処理水量(Q)	予想気温 (T)	BOD 除去率
1986.10.7	250 mg/l	86 mg/l	60,000 m ³ /d	27°C	65.6%
1986.12.2	210 mg/l	76 mg/l	55,000 m ³ /d	19°C	63.8%

既設 Pond 容量 $V = 520,514 \text{ m}^3$ (水深 2 m の場合)

滞流日数 $t_1 = V / Q_1 = 520,514 \times 1 / 60,000 = 8.7 \text{ days}$

$t_2 = V / Q_2 = 520,514 \times 1 / 55,000 = 9.5 \text{ days}$

$(S_{o1} - S_{e1}) / t_1 = (250 - 86) / 8.7 = 18.9 \text{ mg/l} \cdot \text{D}$

$(S_{o2} - S_{e2}) / t_2 = (210 - 76) / 9.5 = 14.1 \text{ mg/l} \cdot \text{D}$

$(S_o - S_e) / t = K \cdot S_e$, K = 反応定数 (Reaction Rate Constant)

$K_1 = 18.9 / 86 = 0.220 \text{ day}^{-1}$ (at $T = 27^\circ\text{C}$)

$K_2 = 14.1 / 76 = 0.186 \text{ day}^{-1}$ (at $T = 19^\circ\text{C}$)

この K 値から、中級処理を行うとした場合の可能処理水量を求める。

case 1. $S_o = 250 \text{ mg/l}$, $S_e = 50 \text{ mg/l}$, $T = 27^\circ\text{C}$ の場合

$t = (S_o - S_e) / K_1 \cdot S_e = (250 - 50) / 0.220 \times 50 = 18.2 \text{ days}$

$Q = V / t = 520,514 / 18.2 \div 28,600 \text{ m}^3 / \text{day}$

case 2. $S_o = 210 \text{ mg/l}$, $S_e = 50 \text{ mg/l}$, $T = 19^\circ\text{C}$ の場合

$t = (S_o - S_e) / K_2 \cdot S_e = (210 - 50) / 0.186 \times 50 = 17.2 \text{ days}$

$Q = V / t = 520,514 / 17.2 \div 30,300 \text{ m}^3 / \text{day}$

以上の計算結果から、既設 Pond において、流出 BOD 50 mg/l 程度を確保しよとすれば、可能処理水量は概ね $28,000 \sim 31,000 \text{ m}^3 / \text{day}$ と推測される。

c) Burhi Ganga 川の水質及び今回調査結果

Burhi Ganga 川の水質は "Grant Proposal" によれば、放流点上流の BOD₅ $2.1 \sim 2.6 \text{ mg/l}$, 直下流で $1.4 \sim 1.8 \text{ mg/l}$, 1.2 mile 下流で 4 mg/l とされている。

表 4-19 においてもほぼ同様の値である。

一方、今回調査においても Burhi Ganga 川の現況水質の調査を行った。測定結果およびサンプリングポイントを表 4-20, 図 4-22 に示す。

ポイント①は、処理場放流点の約 4.8 km 上流にあり、調査時、処理場は運転停止されていたため、下水の一部が直接放流されているところの直下である。この点の BOD₅ は $9.1 \sim 12.5 \text{ mg/l}$ である。

ポイント②は、処理場放流点であり、BOD₅ は $1.5 \sim 1.8 \text{ mg/l}$ である。この値は、

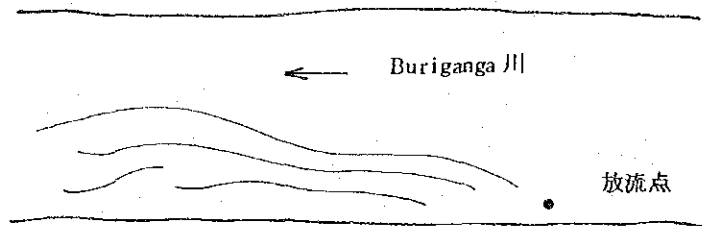
表4-19と同様である。

ポイント③は、市内の水路にバイパス放流されている生下水である。BOD₅は148～163 mg/ℓ，SSは103～159 mg/ℓである。

表4-19の処理場流入水に較べBOD₅は低い値となっているが、これは雨水混入により多少希釈されているためと考えられる。

Burhi Gangaは緩流であるため拡散の度合いが小さく、放流点下流の水質は採水地点の影響を大きく受ける。

放流点からの拡散状況の概念を次図に示す。



Feasibility Reprt (1981.4)によれば、乾期(3,4月)のBurhi Ganga 川の水量は約570 m³/secと推定される。

これからみれば、前述の汚濁負荷は河川全体への影響は、それほど大きくないと考えられる。

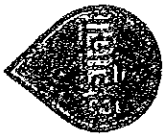
要請案では、Narayanganji 市の上水道供給施設の取水をBuriganga 川において行うことが予定されているため、Pagla 処理場の処理水水質改善が必要であるとしている。しかし、最終建設計画では、別河川であるSita Lakyo 川より取水することとなり、要請案の時点と条件は変っている。

しかしながら、前述のようにBurhi Ganga 川の拡散速度は小さく放流点下流の左岸側の汚濁は事前調査時においても顕著であった。また、この岸にはレンガ工場等があり、その作業員等が沐浴、洗顔、うがい等を行っており処理水水質の改善が求められる。

表4-19 Pagla 下水処理場処理成績及び Burhi Ganga 川水質

採水日	採水地点	pH	BOD ₅	SS	COD	NH ₃ -N	NO ₂ -N	T-P
1985. 2. 27	ポンド①流出水	7.2	104	328				
	ポンド②流出水	7.2	118	31				
1985. 3. 3	ポンド②流出水	7.2	56	111				
	ポンド③流出水	7.2	76.5	39				
1985.11.13	ポンド①流入水		179					
	ポンド③流出水		92					
	ブリガンガ川放流点 上流		2.0					
	ブリガンガ川放流点 下流		17.5					
1986. 4. 12	ポンド①流入水		196					
	ポンド③流出水		102					
	ブリガンガ川放流点 上流		1.8					
	ブリガンガ川放流点 下流		20.0					
1986.10. 7	ポンド①流入水		250					
	ポンド③流出水		86					
	ブリガンガ川放流点 上流		2.8					
	ブリガンガ川放流点 下流		19.0					
1986.12. 2	ポンド①流入水		210		346			
	ポンド③流出水		76		135			
	ブリガンガ川放流点 上流		2.2		4.5			
	ブリガンガ川放流点 下流		17.0		30			
1987. 5. 5	ポンド①流出水	7.19	140		196	3.70	0.02	2.88
	ポンド②流出水	7.21	190		301	7.20	0.04	2.80
	ポンド③流出水	7.70	200		340	5.55	N.T.	3.12
	ブリガンガ川放流水	7.58	109		145	1.80	N.T.	3.00
1987. 7. 2	ポンド①流出水		225	523	304			
	ポンド③流出水		84	135	105			
	ブリガンガ川放流点 上流		4.3	57	14.4			
	ブリガンガ川放流点 下流		18.3	66	43.2			

*1. "Grant Proposal" による。



ঢাকা পানি সরবরাহ ও পয়ঃ নিষ্কাশন কর্তৃপক্ষ

Office of the Executive Engineer
Quality Control & Research Division
F & D Circle, Dhaka WASA.

POINT

①

Parameters Buriganga river
at Milbarak (jbin-
ing point with
Dholai Khal)

10/9/87 14/9/87

②

Buriganga river
at Pagla discharge
point

10/9/87 14/9/87

③

Sewage sample
from By pass point
at Sayedabad

10/9 14/9 20/9/87

	10/9/87	14/9/87	10/9/87	14/9/87	10/9	14/9	20/9/87
Temperature	30°C	30°C	30°C	30°C	32°C	32°C	32°C
pH	8.0	8.0	8.0	8.1	7.2	7.5	7.2
TS	115	98	187	114	410	365	345
TDS	63	38	102	74	251	262	239
SS	52	60	85	40	159	103	106
Chloride	20	27	19	23	120	146	129
DO	4.9	6.7	5.6	7.1	2.3	0.4	2.8
BOD _T	12.5	9.1	1.8	1.5	157	148	163
BOD _D	-	-	-	-	-	-	117.5
COD	26.9	18.5	3.5	2.8	261.5	312.1	272.5
Coliform	7X10 ⁴	8.1X10 ⁴	2.3X10 ³	3X10 ³	2.7X10 ⁸	4X10 ⁸	3.6X10 ⁸

Blain
27/9/87
Chemist
QCR Division
Dhaka WASA

ahmedali
27/9/87
Microbiologist
QCR Division
Dhaka WASA

M. G. Khan
Executive Engineer
QCR Division
Dhaka WASA

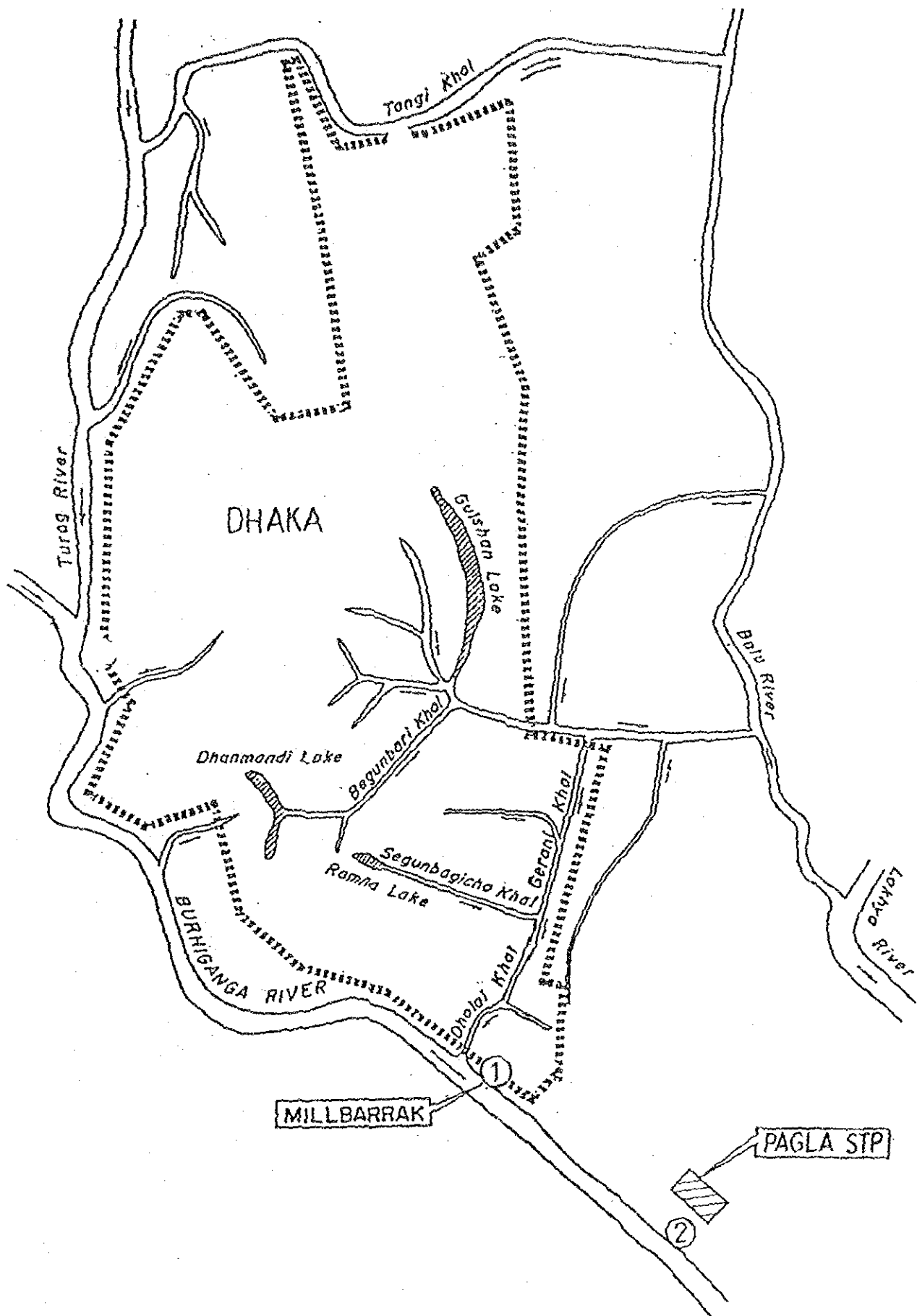


表4-22 水質分析サンプリングポイント

3) 要請案の評価

a) 処理方式について

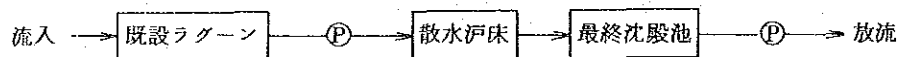
要請案では、Pagla 処理場の処理水質の改善策として、散水戸床法の案が提示されている。

この案は、40 IMGD (約 183,000 m³/日) を対象とし、主として用地の確保、エネルギーコストの観点から選定されている。

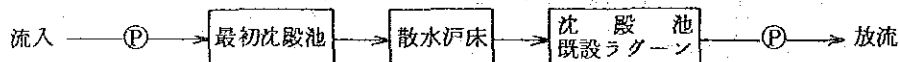
一方、今回調査において、現況の流入量が約 50,000 ~ 80,000 m³/日程度と推測されること、又、現敷地内における利用可能用地が相当確保できること、等が確認された。

これより本計画においては、施設規模および質的な段階的建設の可能性もあることから、散水戸床法を含めた代替案を選定し、技術レベルの妥当性、ランニングコスト等について比較検討の上、処理方式を決定する必要がある。

なお、要請案の散水戸床法は、次のような処理フローになっている。



この場合、1次処理としての既設ラグーンが過負荷になり、嫌気性化した流出水が散水戸床(生物の処理)に影響し、処理プロセス上好ましくない。また、臭気発生もあり、藻類流出による戸材の閉塞が懸念される。これより、より確実な処理を行うため、代替案における散水戸床法は、1次処理場として最初沈殿池を組み込んだ次のフローとする。



4) 代替案の選定

a) 処理方式選定に関わる現地状況

i) 立地条件, 自然条件

- 処理場位置はダッカ市郊外のブリガンガ川沿いにあり現在、安定化池により処理が行われ放流している。
- 放流先はヒマラヤに発するガンジス川, チベットに発するブラマボトラ川の支流であるブリガンガ川で乾期に於いても豊富な水量がある。また、乾期、雨期の水位変動が大きい(+ 1.0 m ~ + 6.5 m)。
- 地形は、海拔 6 m 前後の平野で、周辺は 2 ~ 3 m 程度の低湿地帯で雨期の洪水時には、地域の大半が浸水する。
- 雨期の期間は 6 月 ~ 10 月で、年間雨量の 3 / 4 がこの期間中に降る。亜熱帯モンスーン型(多雨多湿)である。気温等については、3 - 2 自然条件を参照のこと。
- 地表面下約 30 m 付近に支持層が存在する。

ii) 経済事情及び建設資材

- 主要な 2 次製品は輸入にたよっている状況である。
- 電力事情は良くない。
- 鉱物資源は天然ガスが若干産出するのみで、石油エネルギー製品はすべて輸入している。
- 国内でコンクリート骨材の産出が少なく、レンガを代用し使用している。
- 鉄筋コンクリート杭は生産していない。

b) 放流水水質目標

放流先の Burhi Ganga 川は乾期に於ても豊富な水量があるので十分な希釈、ならびに河川の自浄作用が期待できる。

一方、前述のように、Burhi Ganga 川の拡散速度は小さいことから、放流点下流左岸側の地域住民の周辺環境改善のため、現況以上の処理のグレードアップが求められる。

これより、放流水水質目標を中級処理程度とする。

- BOD $60 \text{ mg} / \ell$ 以下
- SS $120 \text{ mg} / \ell$ 以下
- 大腸菌群数 $3,000 \text{ 個} / \text{m}^3$ 以下

< Burhi Ganga 川の水質への影響 >

中級処理とした場合の放流点下流水質 (BOD₅) を試算する。

- 条件
- Burhi Ganga 川の水量 $Q_1 = \text{約 } 570 \text{ m}^3 / \text{s}$ (乾期時)
 - Burhi Ganga 川の平均水質 (BOD₅) $S_1 = \text{約 } 2 \text{ mg} / \ell$
 - Pagla 処理場放流水量 $Q_2 = 183,000 \text{ m}^3 / \text{d} = 2.1 \text{ m}^3 / \text{s}$
 - 放流水水質 (BOD₅) $S_2 = 60 \text{ mg} / \ell$

放流点下流にて、混合されるとした場合の河川水質

$$S_3 = \frac{570 \times 2 + 2.1 \times 60}{570 + 2.1} = 2.2 \text{ mg/l} < 5 \text{ mg/l}$$

c) 処理方式選定の基本方針

本処理場の処理方式選定にあたり、現地の状況から、勘案すべき選定目標は下記事項とする。

- 電力事情、経済上の理由により電力使用量の極力少ない方式とする。
- 建設資材を輸入に頼らざるを得ないこと、ならびに建設コスト面から、使用量の少ない方式を採用する。
- 維持管理及び運転保守管理ができるだけ容易で高度な技術を必要としない方式とする。(既存施設は、スタビリゼーションラグーン方式)
- 将来の処理レベルのグレードアップが容易な方式とする。
- 維持管理費のできるだけ低い方式とする。
- 放流水質目標は中級処理 (BOD₅ 60 mg/l 以下) とする。

d) 代替案の選定

水処理方式には数多くのプロセスが発表され、使用されているがこれらを分類すると下記の通りである。

処 理 方 式 の 分 類	処理グレード	
	中 級	高 級
<ul style="list-style-type: none"> — 活性汚泥法 <ul style="list-style-type: none"> — 標準活性汚泥法 — 活性汚泥変法 		○
<ul style="list-style-type: none"> — ステップエアレーション法 — コンタクトスタビリゼーション法 — 長時間エアレーション法 — モディファイドエアレーション法 — 高速エアレーション法 — オキシデーションディッチ法 — 純酸素法 — 完全混合法 — テーバードエアレーション法 	○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○
<ul style="list-style-type: none"> — 固定膜法 <ul style="list-style-type: none"> — 標準散水汙床法 — 高速散水汙床法 — 回転円板法 	○	○
<ul style="list-style-type: none"> — スタビリゼーションラグーン法 <ul style="list-style-type: none"> — 嫌気性ラグーン法 — 通性ラグーン法 — 好気性ラグーン法 — 仕上げ池 — エアレーテッドラグーン <ul style="list-style-type: none"> — 好気性ラグーン — 通性ラグーン 	○ ○	○ ○

これらの処理方式のうち、前述 c) 基本方針から、次の 3 処理方式を代替案の対象とし検討する。

- ・ 通性ラグーン
- ・ 高速散水汙床法
- ・ エアレーテッド通性ラグーン

なお、本処理場において現在使用中の通性ラグーンの有効利用を図るとともに、必要に応じ 1 次処理施設を設け 2 次処理施設への流入負荷軽減を図るものとし、次の案を代替案とする。

1. 最初沈殿池＋通性ラグーン（既設＋新設）
2. 最初沈殿池＋高速散水汙床＋沈殿池（既設ラグーン）
3. エアレーテッド通性ラグーン＋沈殿池（既設ラグーンの一部）

汚泥処理処分方式は、維持管理、経済性の面から

- ・ 初沈汚泥、生物処理汚泥＝汚泥ラグーン＋埋立処分
- ・ 既設ラグーン、エアレーテッド通性ラグーン＝埋立処分

とする。

5) 代替案の比較検討

a) 検討条件

代替案の比較検討に関わる条件としては、前述 4) に述べた要件に加え、次のことが上げられる。

i) 計画水量は、4-2-2(3)から次の通りとする。

全体計画 日最大 183,000 m^3 /日

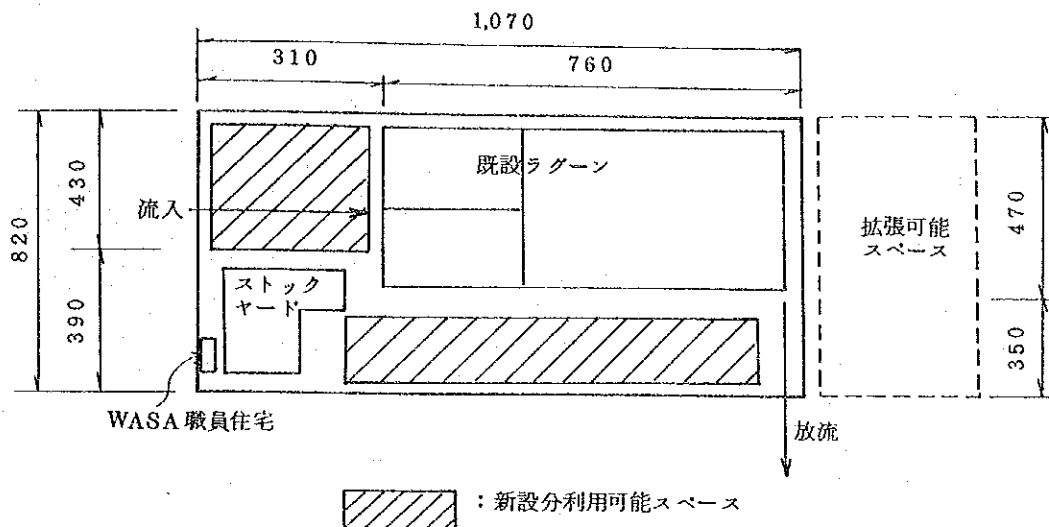
今回計画 日最大 120,000 m^3 /日

本処理場においては施設の段階的建設を原則とする。

ii) 計画水質

流入水質は BOD 200 mg/l 、SS 200 mg/l 、放流水質は中級処理（BOD 60 mg/l 以下、SS 120 mg/l 以下）を目標とする。

iii) 処理場の現況敷地面積は約 87.7 ha であり、新設分として利用可能スペースは約 42.3 ha である。また、南側に拡張可能であるが、バングラデシュ側にて用地買収が必要となる。敷地概要を次図に示す。



vi) 環境条件

北側にあるWASA職員住宅で、季節により既設ラグーンからの悪臭を感ずることがあるが、近隣に一般住宅は少なく、多少の悪臭発生は大きな問題とにならない。ただし、西側に鉄道があるので悪臭発生する主要施設は、これよりできるだけ離す必要がある。

b) 代替案の概要

各代替案のフロー、主要施設概要を表4-21に示す。

Case 1 は、既設ラグーンの増強、処理能力のグレードアップを重視した方式であり、ある程度の確実な処理および後段ラグーンへの流入負荷軽減を図るため最初沈殿池にて1次処理を行ない、既設を含めた通性ラグーンにて2次処理を行うものである。処理水質は、季節（特に気温）により多少の変動があるが中級処理は満足できる。

水処理施設に必要となる機器は、汚泥掻寄機、汚泥ポンプ程度である。最初沈殿池にて発生する生汚泥は、ポンプで引抜いた後、汚泥ラグーンへ送り、消化処理、天日乾燥の後、搬出処分する。また、水位関係からみて揚水ポンプが必要となる。

Case 2 は、より確実な処理を行うとともに、用地の節減を図った案である。Case 1と同様の理由により最初沈殿池を設け、高速散水戸床にて2次処理を行う。既設ラグーンを沈殿池として使用する。中級処理を満足できる。

水処理に必要となる機器は汚泥掻寄機、汚泥ポンプに加え戸床用の回転散水機が必要となる。汚泥処理方式はCase 1と同様である。本Caseにおいても揚水ポンプが必要となるが散水戸床の所要水位差が大きいいためCase 1より揚程大となる。

Case 3 は、既設ラグーンを拡張し、機械式エアレータにより処理能力のグレードアップを図る。エアレーテッドラグーンの後段にて除去効果を上げるため、既設ラグーンの一部を沈殿池として利用する。中級処理は満足できる。本Caseは、所要水位差が小さいので、揚水ポンプは不要である。

構成機器は、エアレータ程度であるが台数が多い。ラグーン底部に堆積した汚泥は

適時天日乾燥を行い搬出処分することから、別途汚泥処理施設は不要である。

表 4-21 代替案の比較(1/3)

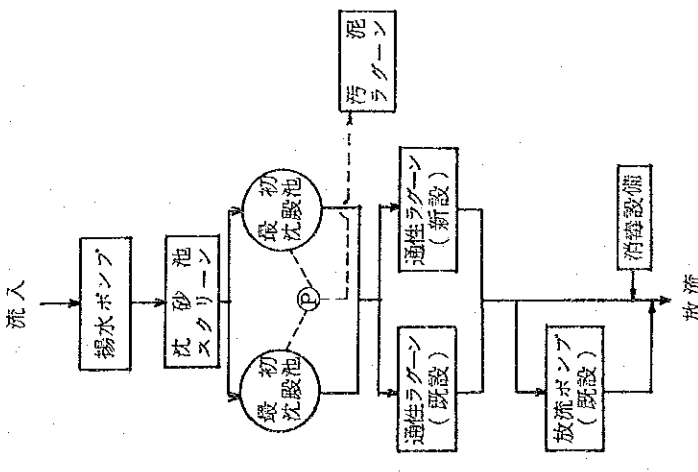
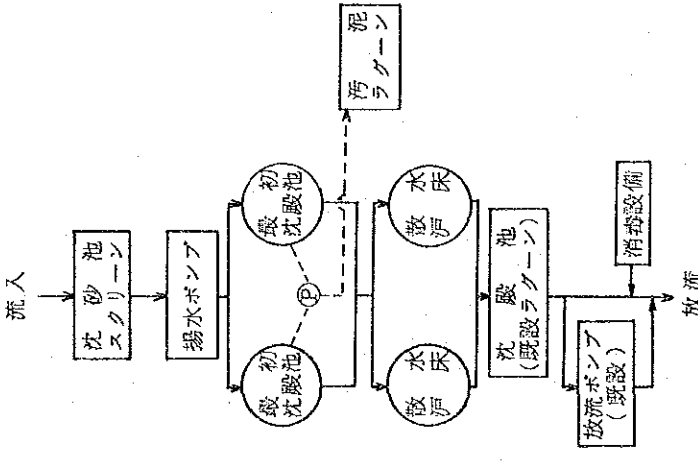
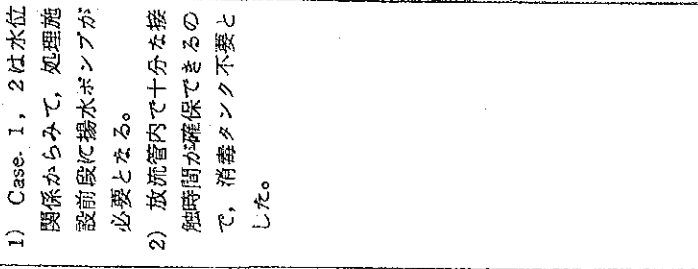
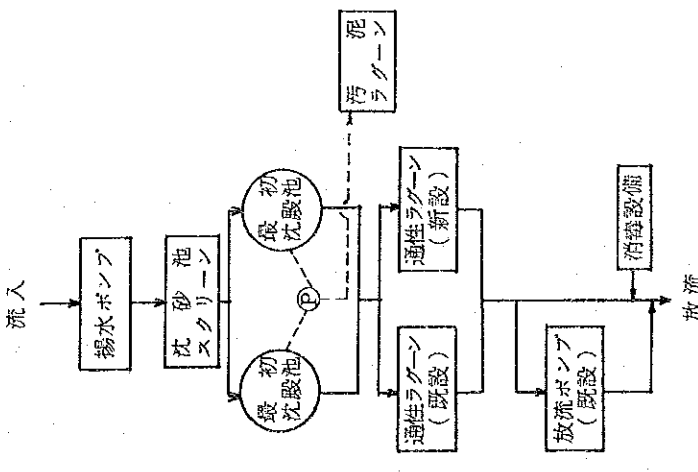
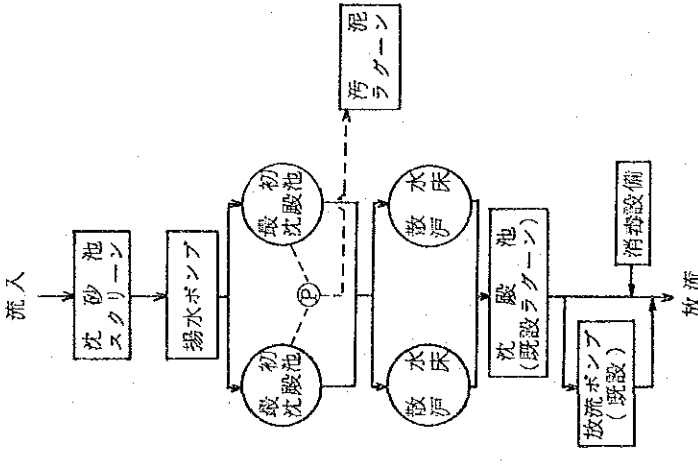
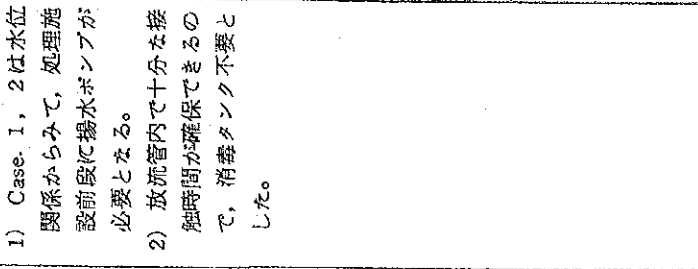
項目	代替案	Case.1 最初沈殿池+通性ラグーン	Case.2 最初沈殿池+高速散水汚床	Case.3 エアレーテッドラグーン	備考												
(1) 計画諸元	<p>計画日最大下水量 $Q_{dmax} = 183,000 \text{ m}^3/\text{日}$ 計画時間最大下水量 $Q_{hmax} = 232,000 \text{ m}^3/\text{日}$ 計画水質</p> <table border="1" data-bbox="438 1489 590 1870"> <thead> <tr> <th></th> <th>流入 (mg/L)</th> <th>放流 (mg/L)</th> <th>除去率 (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>BOD</td> <td>200</td> <td>50</td> <td>75</td> </tr> <tr> <td>SS</td> <td>200</td> <td>60</td> <td>70</td> </tr> </tbody> </table>		流入 (mg/L)	放流 (mg/L)	除去率 (%)	BOD	200	50	75	SS	200	60	70	<p>同</p> 	<p>同</p> 	<p>同</p> 	<p>放流水質は、目標平均水質とする。</p>
	流入 (mg/L)	放流 (mg/L)	除去率 (%)														
BOD	200	50	75														
SS	200	60	70														
(2) 概略フロー	<p>同</p> 	<p>同</p> 	<p>同</p> 	<p>1) Case. 1, 2は水位関係からみて、処理施設前段に揚水ポンプが必要となる。 2) 放流管内で十分な接触時間が確保できると、消毒タンク不要とした。</p>													

表 4-21 代替案の比較 (2/3)

項目	Case.1 最初沈殿池+通性ラグーン	Case.2 最初沈殿池+高速散水浮床	Case.3 エアレーテッド通性ラグーン	備考
(3) 主要施設内容	<p>① 揚水ポンプ 型式 スクリューポンプ 仕様 $\phi 1600 \times 41 \text{ m}^3/\text{分} \times 3.8 \text{ mH}$ $\times 4.5 \text{ kW}$ 台数 5台 (内1台予備)</p> <p>② 沈砂池 型式 平行流式沈砂池 構造寸法 $3.3 \text{ m} \times \text{長} 10.2 \text{ m} \times \text{水深} 1.42 \text{ m}$ $\times 2 \text{ 池}$ 水面積負荷 $3,600 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{日}$</p> <p>③ 最初沈殿池 型式 円形放射流式汚泥掻き機付 構造寸法 $3.3 \text{ m} \phi \times \text{有効水深} 3.0 \text{ m} \times 6 \text{ 池}$ 沈殿時間 2.0 時間 水面積負荷 $35.7 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{日}$ 越流負荷 $293 \text{ m}^3/\text{m} \cdot \text{日}$</p> <p>④ 通性ラグーン 型式 えん堤式矩形池 池容量 $1,281,000 \text{ m}^3$ 水深 2 m 有効水面積 $640,500 \text{ m}^2$ (64.05 ha) (既設) 27.2 ha (新設) 36.9 ha 滞留日数 7日 BOD面積負荷 $34.3 \text{ kg BOD}/\text{ha} \cdot \text{日}$</p>	<p>① 沈砂池 Case.1に同じ</p> <p>② 揚水ポンプ 型式 スクリューポンプ 仕様 $\phi 1,600 \times 41 \text{ m}^3/\text{分} \times 7 \text{ m}$ $\times 9.0 \text{ kW}$ 台数 5台 (内1台予備)</p> <p>③ 最初沈殿池 Case.1に同じ</p> <p>④ 高速散水浮床 型式 円形回転散水機付 構造寸法 $\phi 3.9 \text{ m} \times \text{浮床深} 2.0 \text{ m} \times 8 \text{ 池}$ BOD負荷 $1.2 \text{ kg BOD}/\text{m}^2 \cdot \text{日}$ 散水負荷 $1.9,1 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{日}$</p> <p>⑤ 沈殿池 (既設 Pond) 型式 えん堤式矩形池 池容量 $520,000 \text{ m}^3$ 水深 約 2 m 有効水面積 27.2 ha 滞留日数 2.8日 放流ポンプ (既設) Case.1に同じ</p> <p>⑦ 消毒設備 Case.1に同じ</p> <p>⑧ 汚泥ラグーン Case.1に同じ</p>	<p>① 沈砂池 Case.1に同じ</p> <p>② エアレーテッド通性ラグーン 型式 えん堤式矩形池 池容量 $732,000 \text{ m}^3$ 水深 2 m 有効水面積 $366,000 \text{ m}^2$ (36.6 ha) (既設) 12 ha (Pond ①, ②) (新設) 24.6 ha BOD容積負荷 $0.05 \text{ kg BOD}/\text{m}^3 \cdot \text{日}$ 滞留日数 4日</p> <p>③ 沈殿池 (既設 Pond ③) 型式 えん堤式矩形池 池容量 $230,000 \text{ m}^3$ 水深 2 m 滞留日数 1.3日</p> <p>④ 放流ポンプ (既設) Case.1に同じ</p> <p>⑤ 消毒設備 Case.1に同じ</p>	

表 4-21 代替案の比較 (3/3)

項目	代替案	Case.1 最初沈殿池+通性ラグーン	Case.2 最初沈殿池+高速散水汚床	Case.3 エアレーテッド通性ラグーン	備考
	<p>⑤ 放流ポンプ (既設)</p> <p>型式 横軸渦巻ポンプ</p> <p>仕様</p> <p>φ10" × 1,000 GPM × 35'H × 20Hp (15kW) × 2台</p> <p>φ10" × 2,500 GPM × 35'H × 30Hp (22kW) × 2台</p> <p>φ16" × 7,000 GPM × 35'H × 75Hp (55kW) × 3台</p> <p>⑥ 消毒設備</p> <p>型式 液体塩素法</p> <p>最大注入率 3mg/l</p> <p>⑦ 汚泥ラグーン</p> <p>型式 えん堤式矩形池</p> <p>構造寸法 巾35.1m × 長169.1m × 3.6mH × 35,978m³ × 3池</p> <p>固形物負荷 75kg/m²・年</p>				<p>最初沈殿池汚泥発生量</p> <p>D = 183,000m³/日 × 200mg/L × 0.6 × 10⁻⁶</p> <p>= 22 tDS/日</p> <p>濃度 2% とすると</p> <p>22 tDS/日 × 100/2</p> <p>= 1,100m³/日</p>

c) 代替案の比較

各代替案の要素別比較を表4-22, 維持管理費および所要敷地面積を表4-23に示す。

処理特性面では, それぞれ長短があるが処理の安定性からみれば, Case 2, Case 3が有利である。

運転管理面では, 3 Case 共, 運転容易な方式ではあるが, 高速散水汙床法はある程度の生物管理が必要となり, エアレーテッドラグーンは施設規模からみてエアレータ数が多く保守に手間がかかる。構成機器の少ないCase. 1が最も有利と言える。

維持管理費は電力量のウェイトが大きく, 電力使用量の少ないCase. 1が最も低廉となる。

所要敷地面積は, Case. 2, 3は現敷地内に収用可能である。Case. 1は, 今回計画分は収容可能であるが, 全体計画時は約23haの用地拡張が必要となる。

なお, Case.2 高速散水汙床では, 処理の状況によっては汚水返送(循環2~3倍)が必要となることがあり, この場合電力費はさらに高くなる。

表 4-2-2 各代替案の要素別比較

項目	代替案	Case. 1 最初沈殿池+通性ラグーン	Case. 2 最初沈殿池+高速散水戸床+沈殿池(ラグーン)	Case. 3 エアレーター+通性ラグーン+沈殿池(ラグーン)
1) 処理特性	<p>① 処理水質(一般汚)</p> <p>BOD₅ (mg/L)</p> <p>SS (mg/L)</p> <p>除去率</p> <p>BOD₅ (%)</p> <p>SS (%)</p> <p>分類</p>	<p>*1</p> <p>50 (30~60)</p> <p>40 (25~50)</p> <p>*1</p> <p>65~75</p> <p>75~85</p> <p>中級処理</p> <p>・藻類の流出がありPHが高くなることがある。</p> <p>・流入負荷変動に強い。</p> <p>・水面積大のため、処理効率は気候条件の影響が大きい。</p>	<p>50</p> <p>50</p> <p>65~75</p> <p>65~75</p> <p>中級処理</p> <p>・流入負荷変動に強く安定している。</p> <p>・高度に硝化された処理水が得られる。</p>	<p>50 (20~70)</p> <p>50</p> <p>65~75</p> <p>65~75</p> <p>中級処理</p> <p>・流入負荷変動に強い。</p> <p>・水面積大のため、処理効率はCase.1ほどではないが、気候条件の影響が大きい。</p> <p>・発生汚泥量は少なく安定している。一般に0.03~0.05 m³/人・年程度</p>
② 処理の安定性・柔軟性	<p>② 処理の安定性・柔軟性</p>	<p>・藻類の流出がありPHが高くなることがある。</p> <p>・流入負荷変動に強い。</p> <p>・水面積大のため、処理効率は気候条件の影響が大きい。</p>	<p>・流入負荷変動に強く安定している。</p> <p>・高度に硝化された処理水が得られる。</p>	<p>・流入負荷変動に強い。</p> <p>・水面積大のため、処理効率はCase.1ほどではないが、気候条件の影響が大きい。</p> <p>・発生汚泥量は少なく安定している。一般に0.03~0.05 m³/人・年程度</p>
③ 発生汚泥量および汚泥性状	<p>③ 発生汚泥量および汚泥性状</p>	<p>・最初沈殿池汚泥の処理が必要。</p> <p>・ラグーンの発生汚泥量は少なく安定している。</p>	<p>・最初沈殿池汚泥の処理が必要。</p> <p>・沈殿池(ラグーン)の発生汚泥量は少なく安定している。</p>	<p>・発生汚泥量は少なく安定している。一般に0.03~0.05 m³/人・年程度</p>
2) 運転管理・維持管理	<p>① 運転管理・維持管理</p> <p>② 運転管理要員</p> <p>③ 技術レベル</p> <p>④ 汚泥生物管理</p> <p>⑤ 保守点検</p> <p>⑥ 機器の運転操作</p> <p>3) 環境影響特性</p> <p>① 臭気(水処理)</p> <p>② 害虫の発生</p>	<p>少</p> <p>低</p> <p>必要ない、藻類の除去</p> <p>少ない</p> <p>沈殿池関係機器のみ</p> <p>少ない</p> <p>あり</p> <p>蚊が発生</p> <p>*1. 処理水水质及び除去率は、流入負荷、気温等条件に対し所要ラグーン容量が十分に確保できる場合である。</p>	<p>Case. 1よりやや多い。</p> <p>他Caseに較べレベルは高い。</p> <p>活性汚泥より容易ではあるが、生物管理が必要。</p> <p>他Caseよりやや多い。</p> <p>沈殿池関係機器に加え、回転散水機の保守がある。</p> <p>少ない</p> <p>あり</p> <p>戸床ええが発生</p>	<p>Case.1よりやや多い。</p> <p>低</p> <p>必要ない</p> <p>少ない。ただし、エアレータの台数が多い。</p> <p>エアレーターの運転操作のみ。</p> <p>少ない</p> <p>—</p> <p>蚊が発生</p>

表 4-2-3 代替案の比較 (1/2)

全体計画

項目	Case. 1 最初沈殿池+通性ラグーン					Case. 2 最初沈殿池+高速散水床					Case. 3 エアレーテッド通性ラグーン					備考		
	機器名	台数(台)	kW	計	算	機器名	台数(台)	kW	計	算	機器名	台数(台)	kW	計	算			
(1) 維持管理費 1) 電力費 a) 使用電力量	揚水ポンプ	5 (1)	45	4×45×183/232 ×24×0.8=2,726	4×90×183/232 ×24×0.8=5,452	揚水ポンプ	5 (1)	90	4×90×183/232 ×24×0.8=5,452	エアレーター	40	22	283,000×(200-50) ×10 ⁻³ ×1.0×1/1.8 =15,250	22	283,000×(200-50) ×10 ⁻³ ×1.0×1/1.8 =15,250	＊1. 放流河川の年間の 水位変動を考慮し、 運転率0.7とした。		
	汚泥攪拌機	6	2.2	6×2.2×24×0.8 =254	6×2.2×24×0.8 =254	汚泥攪拌機	6	2.2	6×2.2×24×0.8 =254	塩素注入 ポンプ その他	2 (1)	2.2	1×2.2×24×0.8 =43 =50	2.2	1×2.2×24×0.8 =43 =50			
	生汚泥 ポンプ	8 (2)	7.5	6×7.5×2.5×0.8 =90	6×7.5×2.5×0.8 =90	生汚泥 ポンプ	8 (2)	7.5	6×7.5×2.5×0.8 =90	小計			15,343kW/日 ＊1		15,343kW/日 ＊1			
	塩素注入 ポンプ その他	2 (1)	2.2	1×2.2×24×0.8 =43 =100	1×2.2×24×0.8 =43 =200	塩素注入 ポンプ その他	2 (1)	2.2	1×2.2×24×0.8 =43 =200	放流ポンプ	7	(273)	273×24×0.8×0.7 =3,669	(273)	273×24×0.8×0.7 =3,669			
	小計			3,213kW/日 ＊1	6,039kW/日 ＊1	小計			6,039kW/日 ＊1	計			9,708kW/日		19,012kW/日			
	放流ポンプ	7	(273)	273×24×0.8×0.7 =3,669	273×24×0.8×0.7 =3,669	放流ポンプ	7	(273)	273×24×0.8×0.7 =3,669	計			9,708kW/日		19,012kW/日			
	計			6,882kW/日	9,708kW/日	計			9,708kW/日									
	b) 電力費	年間使用電力量					年間使用電力量					年間使用電力量					電力料金はPDBのTarif (1987年8月)による。 2.1 TK/kWh	
		乾期(約5ヶ月) (放流ポンプ運転不要) 3,213kW/日×30×5=481,950kWh 雨期(約7ヶ月) (放流ポンプ運転要) 6,882kW/日×30×7=1,445,220kWh 計 1,927,170kWh/年 1,927,170kWh/年×2.1TK/kWh =4,047,057TK/年 (100%)					乾期 6,039kW/日×30×5=905,850kWh 雨期 9,708kW/日×30×7=2,038,680kWh 計 2,944,530kWh/年 2,944,530kWh/年×2.1TK/kWh =6,183,513TK/年 (153%)					乾期 15,343kW/日×30×5=2,301,450kWh 雨期 19,012kW/日×30×7=3,992,520kWh 計 6,293,970kWh/年 6,293,970kWh/年×2.1TK/kWh =13,217,337TK/年 (327%)						

表4-23 代替案の比較(2/2)

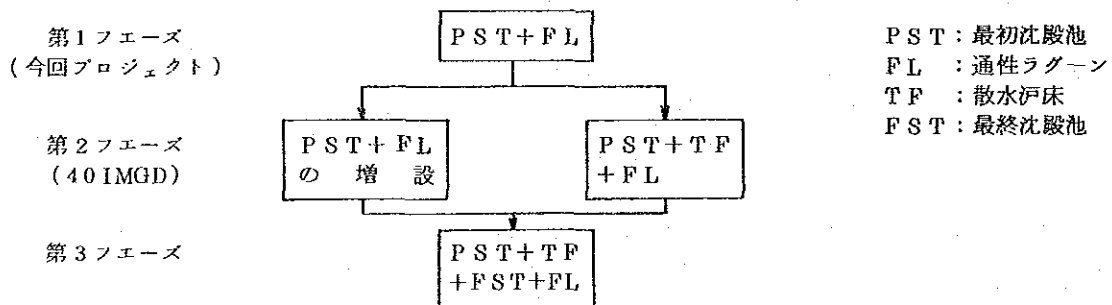
項目	Case.1 最初沈殿池+通性ラグーン	Case.2 最初沈殿池+高速散水浮床	Case.3 エアレーテッド通性ラグーン	備考
2) 薬品費 a) 消毒用塩素剤	注入率 3 mg/ℓ 1日当り使用量 $183,000 \text{ m}^3/\text{日} \times 3 \text{ mg}/\ell \times 10^{-3} = 549 \text{ kg}/\text{日}$ 年間使用量 $549 \text{ kg}/\text{日} \times 365 \text{ 日} = 200,385 \text{ kg}/\text{年}$ 年間薬品費 $200,385 \text{ kg}/\text{年} \times 8.5 \text{ TK}/\text{kg} = 1,703,272 \text{ TK}/\text{年}$	同 左	同 左	薬品単価はWASAの購入単価。
3) 人件費	場長 1人×48,000TK/年= 48,000 技術員 2人×36,000TK/年= 72,000 運転員 6人×12,000TK/年= 72,000 計 192,000TK/年 200,000TK/年	場長 1人×48,000TK/年= 48,000 技術員 2人×36,000TK/年= 72,000 運転員 8人×12,000TK/年= 96,000 計 216,000TK/年 200,000TK/年	場長 1人×48,000TK/年= 48,000 技術員 2人×36,000TK/年= 72,000 運転員 8人×12,000TK/年= 96,000 計 216,000TK/年 200,000TK/年	運転に要する人員であり、作業員は含んでいない。
4) 補修費その他	計 192,000TK/年 200,000TK/年	計 216,000TK/年 200,000TK/年	計 216,000TK/年 200,000TK/年	軽微は補修、部品交換を対象として一律計上。
5) 維持管理費 合計	4,047,057	6,183,513	1,321,7337	
電力費	1,703,272	1,703,272	1,703,272	
薬品費	192,000	216,000	216,000	
人件費	200,000	200,000	200,000	
補修費その他	6,142,329TK/年	8,302,785TK/年	15,336,609TK/年	
計	110.5ha (4.5ha) (65 ha)	62.8ha (4.5ha) (17.3ha)	80ha (4.5ha) (34.5ha)	
(2) 所要敷地面積 (概略)				
全体計画				
(既設部)				
(新設部)				

d) 選択案の決定

前述の比較検討から、本処理場における処理方式としては次の理由により Case.1 最初沈殿池+通性ラグーン方式の採用が推奨される。

1. 現状の運営体制では維持管理費のできるだけ低廉な方式が優先される。
2. Case. 1 の場合、季節変動に伴う処理効率の不安定藻類流出が予想されるが、放流河川の状況からみれば現状では大きな支障とはならない。
3. 将来の流入量増大および処理システムの高級化に伴ない1次処理以後の増設・改造が容易に行なえる。
4. 本計画は緊急的改善計画であることから、運転当初から十分な処理能力を発揮させるためには、運転員が習熟している処理システムが望ましい。この意味から、既設ラグーンシステムに最初沈殿池を追加する程度の Case. 1 が有利と言える。
5. 機器の更新に要する一時的費用を考慮すると、機器数はできるだけ少ない方式が望ましい。
6. 全体計画時においては、現有敷地の拡張（約23ha）が必要となるが、今回計画（120,000 m³/日）対象施設は、現敷地内に取用可能である。

なお、今後の増設においては、規模の増大、処理の高度化に対応するため次のような段階的建設計画を考慮すべきである。

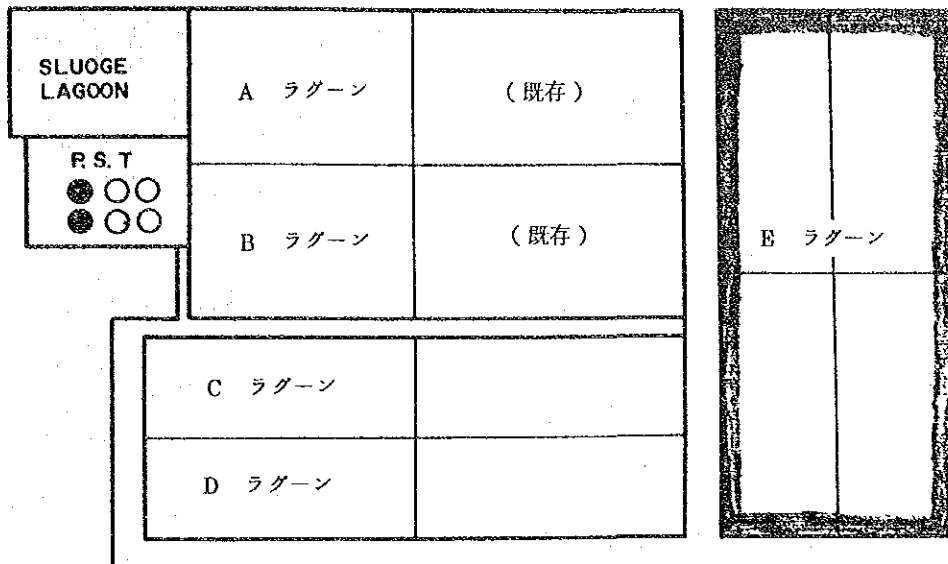


将来拡張計画の配置計画例を図4-23に示す。

今後、増設にあたっては、その時点での社会・経済、環境等諸情勢を考慮のうえ、管理者の判断により処理方式を選択すべきだろう。

A案：通性ラグーン拡張

(拡張用地の買収が可能な場合)



B案：散水汙床拡張

(拡張用地の買収が不可能な場合)

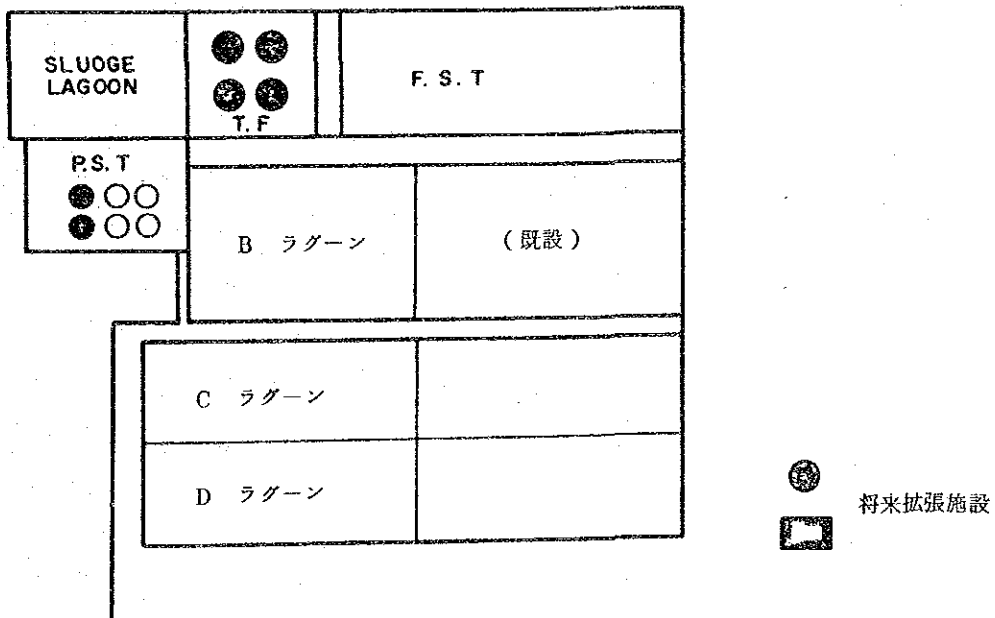


図4-23 将来拡張計画案 (40IMGD)

(7) 管渠清掃機材

特に、污水管路の使用状況はかならずしも好ましい状況ではなく、特に維持管理の観点からみた場合、次の点が指摘される。

- 雨水排水設備が完備していなく雨水管渠や道路側溝が污水管渠に接続されている所もあり、雨天時に土砂が管内に入り込む可能性がある。
- 廃棄物の収集システムが確立しておらず路上に放置されている生活廃棄物類が雨天時に污水管渠内に流入する。またマンホールを手頃な廃棄物所として使用する人間がいる。
- ポンプを継続運転しているポンプ場が多いことから汚物が管底に沈殿堆積しやすい状況にある。
- ポンプの運転実績からみると設計最小流速（沈殿しないための流速 0.6 m/sec ）を下まわる幹線管渠があること。

	流 量	管渠断面積	平均流速	過小流速
Asad Gate	$0.0758 \text{ m}^3/\text{sec}$	0.164 m^2	0.462 m/sec	
Tejgaon	0.152	0.896	0.170	※
Bashaboo	0.152	1.119	0.128	※
Swaminbag	0.152	1.119	0.128	※
New Market	0.114	0.152	0.75	
Moghbazar	0.114	0.292	0.390	
P&T	0.114	0.896	0.102	※
Nawabganj	0.0379	0.0731	0.518	
Azimpur	0.0758	0.0731	1.04	
Medical College	0.0379	0.0731	0.518	
Faridabad	0.0758	0.731	0.104	※
Narind	0.106	0.896	0.118	※

以上のような状況から管路清掃が不十分となる箇所では管渠の流化能力低下を招き、污水の溢水の原因の一つとなっていると考えられる。

WASA は1年のローテーションを組み頻繁な管渠清掃を行っているが、主として人力に頼って行っているため、作業効率は良くない。

WASA には清掃機材が全く無いわけではなく、写真4-3にみられるように、日本製の高圧洗浄車1台、米国製のけん引式高圧洗浄車2台、スラッジディウォータリングポンプ1台、フレキシクリーナーHD3 Type 1台を有しており、日常良く整備し、ホース等も破損箇所を修理し、大切に取扱われていた。これらの機材は有効に利用されているが、ダッカ全域を

カバーするには圧倒的に不足し、新たに清掃機械を要請している。また納入時に徹底したトレーニングの要望がある。

供与する機材は上記の機材の使用経験とダッカ市の下水管路の特有の問題を考慮し、次の点に配慮されなければならない。

1) 高圧洗浄車 5セット

比較的小さいタイプ(車長全長が約6m)で、タンク(3m³以上)やホース(メタル補強で高圧に耐えるもの)が露出していて作業終了後水洗しやすい形式であること。高圧ホースが切れた場合、WASA職員みずから修理するので予備ホースとノズルとホースの緊結する機械が必要である。

2) バキュームカー 5セット

容量が3m³以上で吸込揚程がNew Narinda P.S.の新設する沈砂池の揚砂作業にも適用できること(H=10m以上)。

3) ダンプトラック 4t 3台, 2t 2台

主にスラッジ運搬用(水密性であること)としてではあるが清掃機材の運搬用としても使用する。巾員が狭い道路が多いため小型のダンプトラック(4tおよび2t)が望まれている。

4) 大型セルフエンジンポンプ(自吸式) 5台

現在WASAで所有しているのは米国製のもので、この機械の機能は、①マンホール内の汚泥物摘出、②上流マンホールの水を下流のマンホールに切り回し、中間マンホールをドライの状態にして、清掃作業を可能にするためのものである。

5) その他小型のバイブクリーニング機器

パワードライブマシーン	5セット
エアブラグ	5セット
マンホールリフター	5セット
下水管用鏡	5セット
泥揚器	5セット
日米式チェーン連動ウインチ	5セット
バケットマシーン	5セット

である。

6) トレーニング

供与する機材については納入時に十分なトレーニングを行うことが強く要望されており、基本設計調査団のミニッツにおいてもトレーニングについて触れられている。現在WASAが所有している機器は旧式であること、現在の機器のオペレータ職員が小人数であることにより修理等のノウハウを含めた長期間(約2~3ヶ月間)のトレーニングを要望している。

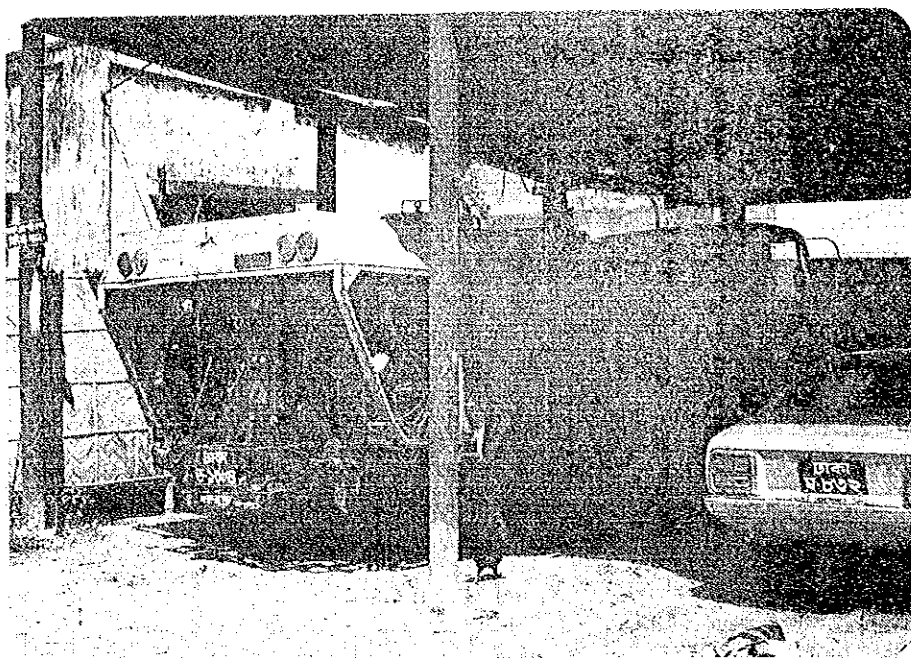


写真4-3(a) W A S Aの清掃機材

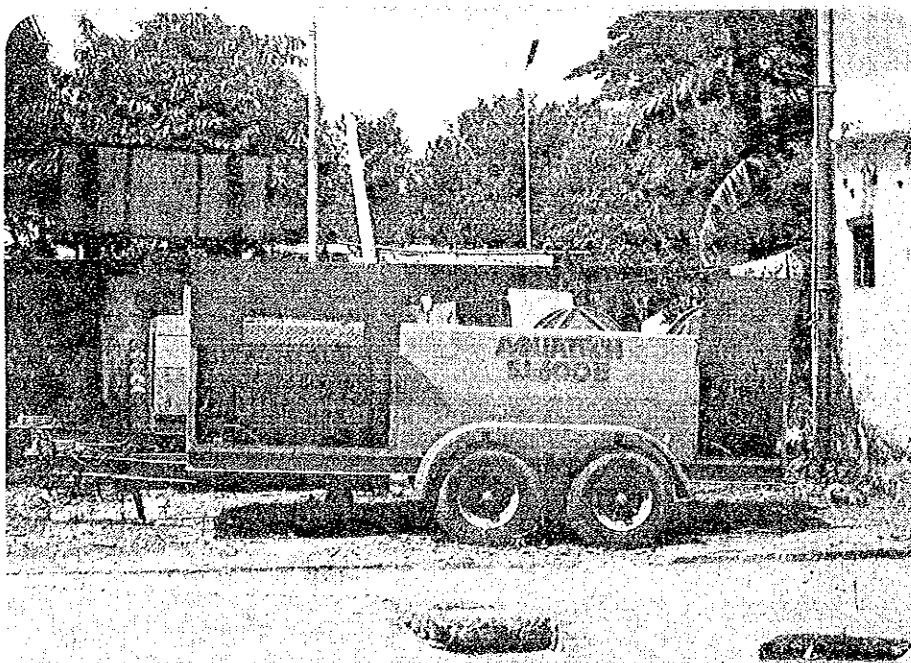


写真4-3(b) W A S Aの清掃機材

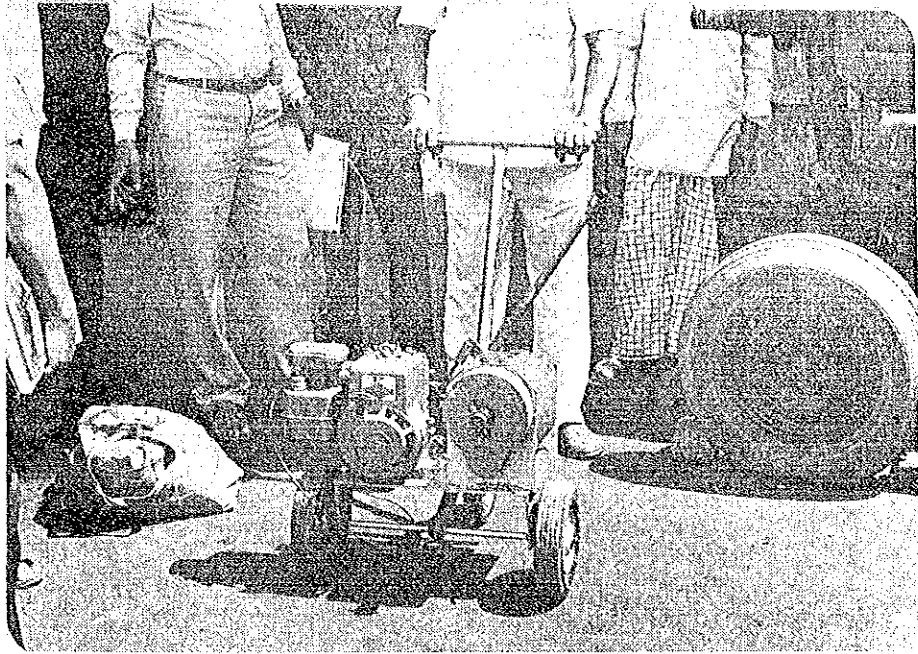


写真4-3(c) W A S A の清掃機材

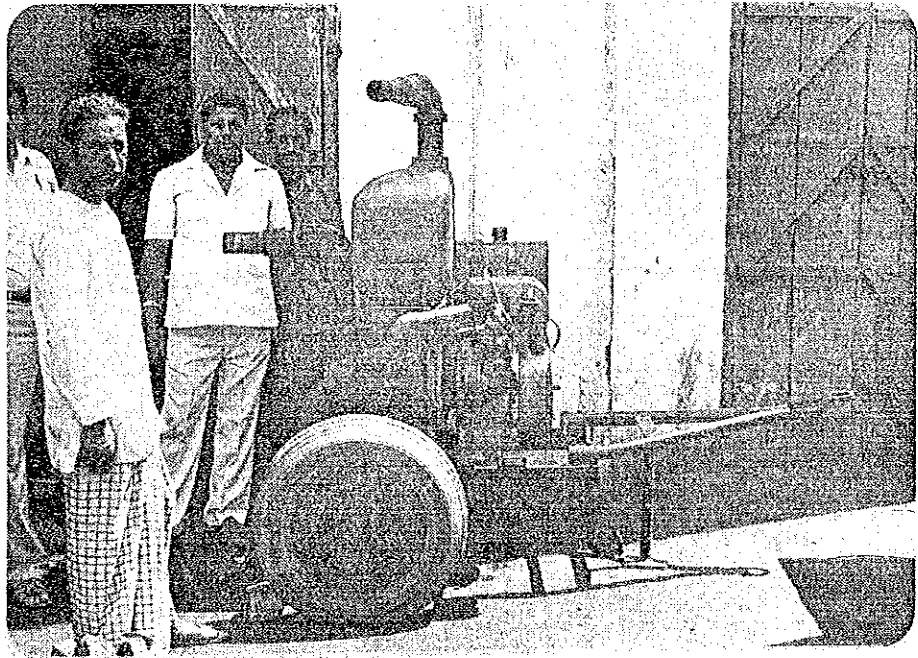


写真4-3(d) W A S A の清掃機材

第5章 基本設計

第 5 章 基 本 設 計

5-1 基本設計方針

施設の基本設計にあたり、基本方針を次のとおりとする。

- (1) 本計画は、既存施設の緊急的改善計画であるので、基本設計の範囲は緊急度の高い事項に限定する。
- (2) 対象施設を早期に改善するため、効率的、かつ経済的な施設計画とする。
- (3) 既存の下水道施設が最大限に活用できるように計画する。
- (4) バングラデシュ国の自然条件、社会経済事情及び電力事情を考慮した施設計画、運転方式を立案する。
- (5) 下水管きょ及び中継ポンプ場
 - 1) 現有施設を利用して汚水排除を有効に行うため、運転システムの改善を勘案した設備計画とする。
 - 2) Old Narindaポンプ場とNew Narindaポンプ場の相互切替運転が可能な施設整備を行う。
 - 3) 管きょ能力の回復を図るため、清掃設備の強化を計る。
- (6) Pagla 下水処理場
 - 1) 汚水流入管に余剰の圧力を与えないで、現在の汚水全量を受け入れ可能なよう配慮する。
 - 2) 施設の水位設定は、揚水ポンプと放流ポンプの運転費から最も経済的な水位となるよう配慮する。
 - 3) 処理場の規模については、過度の先行投資を避けるため、段階的な建設が可能となるように計画する。
 - 4) 処理場配置計画は、将来の拡張を十分考慮したものとする。

5-2 施 設 計 画

5-2-1 中継ポンプ場の施設計画

(1) 更新ポンプの概要

更新ポンプの能力は既存の能力に合わせる。

表 5-1 更新ポンプ概要

L.S.	型 式	能 力	台 数
HAZARIBAG L.S.	水中ポンプ	$\phi 200 \times 2.3 \text{ m}^3/\text{m} \times 17 \text{ m} \times 22 \text{ kW}$ (500 GPM)	2台
	水中ポンプ	$\phi 250 \times 4.6 \text{ m}^3/\text{m} \times 17 \text{ m} \times 30 \text{ kW}$ (1000 GPM)	2台
NAWABGANJ L.S.	水中ポンプ	$\phi 150 \times 2.3 \text{ m}^3/\text{m} \times 9.2 \text{ m} \times 11 \text{ kW}$ (500 GPM)	2台
FARIDBAD L.S.	水中ポンプ	$\phi 150 \times 2.3 \text{ m}^3/\text{m} \times 7 \text{ m} \times 7.5 \text{ kW}$ (500 GPM)	2台
OLD NARINDA P.S.	横 軸	$\phi 300 \times 11.4 \text{ m}^3/\text{m} \times 12.2 \text{ m} \times 37 \text{ kW}$ (2500 GPM)	2台
	”	$\phi 400 \times 31.9 \text{ m}^3/\text{m} \times 12.2 \text{ m} \times 87 \text{ kW}$ (7000 GPM)	2台
		その他既設7000 GPM 2台有り	

(2) スクリーン・沈砂について

スクリーンを全中継ポンプ場に設置する。沈砂池をNEW NARINDA P.S.に設置する。揚砂はバキュームカーで行う。

(3) 電気設備

NARINDA P.S.に関しては、11 kv受電設備、変電設備から各ポンプのスタータに至るまで、全て更新する。

発電設備については既設を併用する。

TEJGAON BASHABOO SWAMINBAGの各L.S.は、既設、11 kv受変電設備を併用するが、変圧器2次側は全て更新する。

HAZARIBAG L.S.は、既設は低圧受電であったが、今回11 kv受変電設備を含め全て更新する。

他のL.S.は低圧受電のままとし、全て更新する。

(4) NEW NARINDA P.S. 沈砂池の設計

計画水量Q；NEW NARINDA P.S. ポンプ全台能力分に相当する量とする。

$$Q = 28,000 \text{ }^1\text{GPM} \approx 180,000 \text{ m}^3/\text{日}$$

水面積負荷；既設用地の制約から $3,600 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{日}$ (最小除去粒子 0.4 mm)

池内流速； 0.3 m/s

池数；沈砂搬出作業および保守管理のため，2池とする。

導水渠；流速 1.0 m/sec として設計

巾 1.3 m 水深 1.65 m $A = 2.15 \text{ m}^2$ ($65''$ DIA 相当)

形状；巾 2.1 m 水深 $1.65 \text{ m} \times$ 長 $1.2 \text{ m} \times 2$ 池

5-2-2 下水処理施設の施設計画

(1) 諸元の設定

1) 計画処理区域

計画処理区域は既存下水道施設の計画区域とする。

2) 排除方式

既存下水道施設の排除方式は分流式を原則としている。

3) 計画対象人口

"4-2-2 要請施設の検討" から，現在人口約 $1,150,000$ 人，全体計画時における人口は約 $1,880,000$ 人と推測される。

4) 計画下水量

下水道計画が対象とする汚水は

一般家庭からの家庭下水

工場排水の一部

事務所や商店等の事務所からの営業排水

を対象とする。

a) 全体計画

全体計画下水量は，Dhaka WASAの将来計画から日最大汚水量 $183,000 \text{ m}^3/\text{日}$ (40 MGD) とする。

b) 今回計画

今回計画水量は，現況の流入汚水量および Narinda P.S. と Pagla.S.TP 間の既設管きょり流下能力を総合的に検討して設定する。

"4-2-2 要請施設の検討" から，今回計画水量は日最大 $120,000 \text{ m}^3/\text{日}$ とする。

(単位 $m^3/日$)

	全体計画	今回計画
(Q_{dmean}) 計画日平均汚水量	146,000	96,000
(Q_{dmax}) 計画日最大汚水量	183,000	120,000
(Q_{hmax}) 計画時間最大汚水量	232,000	120,000

注 1) 現況の汚水流入量調査結果から、乾期と雨期には明らかに流入量の差があり、乾期は雨期の約8割と推定される。これより、 Q_{dmax} を雨期における流入量とし、 Q_{dmean} は乾期の流入量相当とし、 $Q_{dmax} \times 0.8$ とした。

2) Q_{hmax} は $Q_{dmax} \times 1.27$ とした。

5) 処理水放流口と計画外水位

Pagla下水処理場は、放流先であるBurhi Ganga川から、約1,200 mの距離にあり、現在地盤は低地で標高+1.8~+2.4 m、えん堤高で+6.9 m、既設ラグーン運転水位は、概ね+2.7 m程度である。

一方、Burhi Ganga川の水位は季節変動が激しく、乾期は+1.0 m程度であるが、雨期には最大+6.7 m程度まで上昇する。

このため、既設施設においても、主として雨期時放流用として放流ポンプが設置されている。

6) 計画流入水質の設定

a) BOD水質

今回収集したデータにより次表が得られた。

(単位 mg/l)

		BOD ₁
下水処理場 流入水データ	85. 11. 13	179
	86. 4. 12	196
	86. 10. 7	250
	86. 12. 2	210
今回調査結果 (汚水原水)	87. 9. 10	157
	87. 9. 14	148
	87. 9. 20	163

注) 今回調査結果は表4-20参照のこと。

今回調査結果の値は、他のデータと比較すると小さいが、これは雨水の混入、その他の原因が考えられる。86.10.7の250 mg/lを例外として、概ね200 mg/l前後なので、日最大汚水量（雨期相当）における流入水質を200 mg/lと設定する。

ただし、乾期においては多小高くなることも考えられるので、日平均汚水量に対しては250 mg/l程度とする。

b) SS水質

今回調査の汚水原水水質分析結果におけるSSに関する項目は次の通りである。

	TS (mg/l)	SS (mg/l)
'87. 9. 10	410	159
'87. 9. 14	365	103
'87. 9. 20	345	106
平均	373	123

一般にTSとSSとの間には、次のような相関がある。

$$\text{蒸発残留物 (TS) (100\%)} \begin{cases} \text{浮遊物質 (SS) (35\sim45\%)} \\ \text{溶解性物質 (65\sim55\%)} \end{cases}$$

上記TS平均値にこの比率を適用すると、

$$SS = 373 \times (0.35 \sim 0.45) = 131 \sim 168 \text{ mg/l}$$

となる。この計算値と前述SS分析結果から、計画流入SSは200 mg/lと設定する。

(2) 施設計画

本項では“4-2-2 要請施設の検討”で選定された選択案の概要と各施設の計画設計に関わる考え方を示す。

1) 選択案の概要

a) 基本事項

名 称	Pagla 下水処理場
位 置	Dhaka 市 Pagla 地区
敷 地 面 積	約 110.5 ha (現敷地面積 約 87.7 ha)
地 盤 高	現在地盤高 +1.8 ~ +6.9 m 計画地盤高 +6.7 ~ +6.9 m
周囲の土地利用	北側湿地帯, 東側農地, 西側鉄道及び工業用地, 南側農地
下水の排除方式	分 流 式
処理処分方式	下水処理 最初沈殿池+通性ラグーン法 汚泥処理 汚泥ラグーン (消化及び天日乾燥)
放流先及び水位	放 流 先 Burhi Ganga 川 高 水 位 +6.70 m

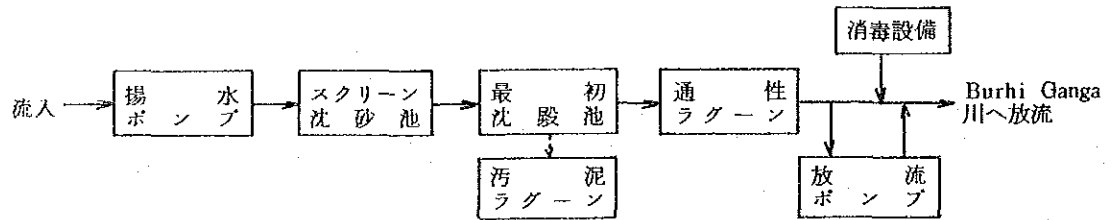
計画下水量

	全体計画 (m ³ /日)	今回計画 (m ³ /日)
日平均	146,000	96,000
日最大	183,000	120,000
時間最大	232,000	120,000

計画水質

	流入下水 (mg/l)	最初沈殿池		通性ラグーン		総合除去率 (%)
		除去率 (%)	流出 (mg/l)	除去率 (%)	放流 (mg/l)	
BOD	200	40	120	59	50	75
SS	200	60	80	25	60	70

b) 処理フロー



c) 主要施設の概要

施設の名称	構造寸法	施設数		能力
		今回	全体	
流入管	① Brick Arch (既設) 口径 $\phi 54''$ (Equ.) 勾配 0.45% 管底高 +0.762	1	1	
	② 口径 $\phi 1800$ 勾配 0.45% 管底高 +0.485	—	1	
揚水ポンプ	スクリーンプン $\phi 1,600 \times 41 \text{ m}^3/\text{分} \times 3.8 \text{ m H}$ $\times 4.5 \text{ kW}$	3 (1)	5 (1)	
沈砂池	平行流沈砂池 巾 3.3 m \times 長 10.2 m \times 水深 1.42 m	2	2	水面積負荷 3,600 m ³ /m ² ・日

施設の名称	構造寸法	施設数		能力
		今回	全体	
最初沈殿池	円形放射流式汚泥掻寄機付 φ 3.3 m × 水深 3.0 m	4	6	沈殿時間 2.02時間 水面積負荷 35.7 m ³ /m ² ・日 越流負荷 293 m ³ /m・日
通性ラグーン	えん堤式矩形池 有効水深約 2.0 m	約 4.2 ha (既設 27.2 ha 新設 14.8 ha)	約 64.1 ha (既設 27.2 ha 新設 36.9 ha)	滞留日数約 7 日 BOD面積負荷 343 kg BOD/ha・日
放流ポンプ	(既設) 横軸渦巻ポンプ φ 10" × 1,000 GPM × 35' H × 20 HP φ 10" × 2,500 GPM × 35' H × 30 HP φ 16" × 7,000 GPM × 35' H × 75 HP	2 2 3	2 2 3	
消毒設備	液体塩素法	1	1	最大注入率 3 mg/ℓ
汚泥ラグーン	えん堤式矩形池 巾 59.1 m × 長 169.1 m × 3.6 m 水深	3	3	固形物負荷 75 kg/m ² ・年
放流管	① Brick Arch (既設) 口径 φ 1,350 (相当) ② 口径 φ 1,500 (新設) 延長 約 1,240 m	1 1	— 2	自然流下放流時のみ使用

d) 配置計画図

配置計画図, 5-3-2(1)を参照のこと。

2) 各施設の機能及び施設規模設定に関わる諸元

a) 揚水ポンプ

Narinda P.S 及び Swaminbag P.S から送られた下水は、下水処理場のポンプ井に流入し、場内揚水ポンプにて所要レベルまで揚水され、沈砂池へ流入する。

ポンプの運転台数は流入量の変動に応じて選択される。

ポンプ容量は時間最大下水量を基に定め、1台予備機を設ける。

b) 沈砂池

下水中の粗大固形物は手掻スクリーンにより除去され、カゴに入れて搬出処分される。沈砂池に沈殿した砂は定期的(2~3週間)に池を空にし、人力にて取除く作業が行なわれる。除去された砂は、しさ(Screenings)と同様にカゴに入れて搬出処分される。沈砂池は2池設け交互に除砂作業が行なわれる。

沈砂池容量は時間最大下水量を基準とし、水面積負荷 $3.600 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{日}$ として設計する。

c) 最初沈殿池

沈砂池流出水は、自然流下で最初沈殿池に流入し沈殿処理(1次処理)が行なわれ上澄水と汚泥に固液分離される。

底に堆積した汚泥は、汚泥ポンプにて排出され汚泥ラグーンへ送泥される。

沈殿池寸法は、「下水道施設設計指針と解説」(日本下水道協会)によれば、計画日最大汚水量に対し、水面積負荷 $25 \sim 50 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{日}$ 、池有効水深 $2.5 \sim 4.0 \text{ m}$ 、沈殿時間 $2 \sim 3$ 時間程度が標準とされている。

本計画においても、この標準値の範囲内で計画する。池数は、今回計画と全体計画との水量比を考慮し、今回4池全体6池とする。

本計画における水面積負荷 $35.7 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{日}$ 、沈殿時間2時間の場合、当地域は水温が高く沈降速度が大きいと予想されることからBOD、SS除去率は概ね40%、60%前後と考えられる。

なお、雨期に流入量が著しく多くなるような場合に、1次処理のみで放流できるよう、最初沈殿池からのバイパスルートを確認する。

d) 通性ラグーン

最初沈殿池流出水は、自然流下で通性ラグーンに流入する。ラグーンでは、大気の再曝気作用と藻類の光合成反応により酸素供給され好気性細菌又は嫌気性菌の有機物質の酸化作用により浄化される。底部堆積汚泥は、その堆積状況により定期的(1~3年)に池を排水し天日乾燥した後搬出処分する。

通性ラグーンの規模は、熱帯および亜熱帯地域における数多くの運転実績に基づく経験式および既設ラグーンの運転実績を検討して設定した。その結果、滞留日数7日程度、BOD面積負荷 $350 \text{ kg BOD}/\text{ha} \cdot \text{日}$ 程度であれば、流入BOD $120 \sim 150 \text{ mg}/\ell$

に対し、60～70%程度のBOD除去率が期待できる。

e) 放流ポンプ

ラグーン流出水は、乾期には自然流下にてBurhi Ganga川に放流されるが、雨期は河川水位が高く自然流下放流不可能なため、放流ポンプにて放流する。

既設放流ポンプ能力は、全体計画日最大汚水量を満足しているので増設の必要はない。

時間最大汚水量に対しては、水面積の大きいラグーンが調整池的役割を持つので考慮する必要はない。

f) 消毒設備

ラグーン流出水は、放流管内にて、塩素剤により塩素滅菌された後Burhi Ganga川へ放流される。

塩素接触時間は、15分以上必要とされるが、放流管延長が長いことから($1,240 \times \frac{1}{0.59} \text{ m/s} \times \frac{1}{60} = 35 \text{ 分}$)別途消毒タンクは不要である。

g) 汚泥ラグーン

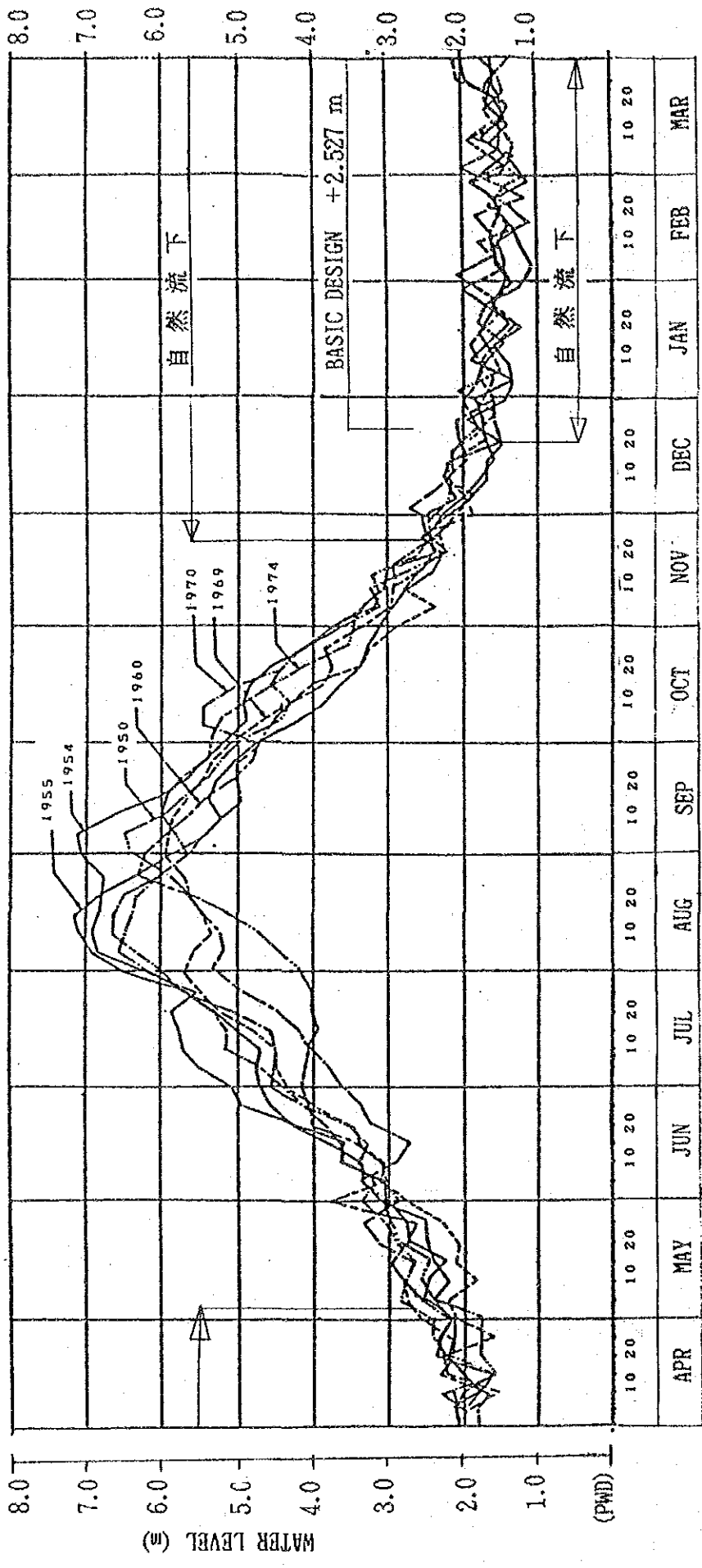
最初沈殿池にて排出された汚泥は、汚泥ラグーンにて消化処理・減量化がなされる。汚泥はその堆積状況により定期的に池を排水し天日乾燥した後搬出処分する。

ラグーンの固形物容積負荷を75～100kg/年・m³と設定すれば、固形物中有機物の消化率は35%程度が期待できる。

h) 処理場内水位設定について

処理場運転費をできるだけ低減化するため、放流ポンプの運転費と場内揚水ポンプの運転費を総合的に比較検討し、最も経済的となるような施設水位を設定した。

その結果、自然放流可能な期間を次図に示す。



放流可能水位 (自然流下)

BASIC DESIGN +2.027 m PWD = +2.527 m
 TOTAL PLANNING +1.381 m PWD = +1.881 m

图 5-1 自然流下可能な期間

i) 電気設備

11 kv Medium Voltage 受電設備は、管理棟に設置される。電源はそこで500 KVA 変圧器にて400 Vに降圧され、管理棟、揚水ポンプ施設、最初沈殿池に配電される。放流ポンプ施設へは揚水ポンプ施設わきの受電設備より分岐され、11 kvで配電される。電源は放流ポンプ施設でもやはり500 KVAの変圧器で400 Vに降圧される。

尚、各変電所には375 KVAのディーゼル発電設備が設けられ、停電時に対応できるものとする。

各負荷は基本的に手動にてON-OFFされるが、床排水ポンプはピット水位にて自動運転可能とし、揚水ポンプ及び放流ポンプは低水位にインターロックを設け、かつ、運転時間計を設ける。運転時間計は、各負荷の運転時間の均一化を図るために設けられる。

5-3 改善内容及び基本設計図

5-3-1 改善内容

施設の名称	構造寸法	施設数	備考
A. Pagla 処理施設			
流入管	(既設)	—	5 4"相当, レンガ構造
揚水ポンプ	スクリュウポンプ φ 1,600mm × 4.1m ³ /日 × 3.8mH × 4.5kW	3	内1台予備
沈砂池	平行流沈砂池 巾 3.3m × 長 10.2m × 水深 1.42m	2	
最初沈殿池	円形放射流式汚泥掻寄機付 φ 3.3m × 水深 3.0m	4	
通性ラグーン	堤式矩形池 有効水深 約 2.0m	新設 14.8ha	既設改造 27.2ha
放流ポンプ	(既設)	—	既設ポンプ ・ φ 10" × 1,000GPM × 35' H × 20HP × 2台 ・ φ 10" × 2,500GPM × 35' H × 30HP × 2台 ・ φ 16" × 7,000GPM × 35' H × 75HP × 3台
消毒設備	液体塩素法	1式	
汚泥ラグーン	堤式矩形池 巾 5.91m × 長さ 16.91m × 水深 3.6m	3	
放流管	φ 1,500mm × 延長 1,240m	1式	既設管渠 5 4" は, 自然流下可能な場合に使用する。
管理棟	事務所, 電気室, 水質試験室	1式	2階建
ディーゼル発電機	375KVA	2基	管理棟内, 放流ポンプわき

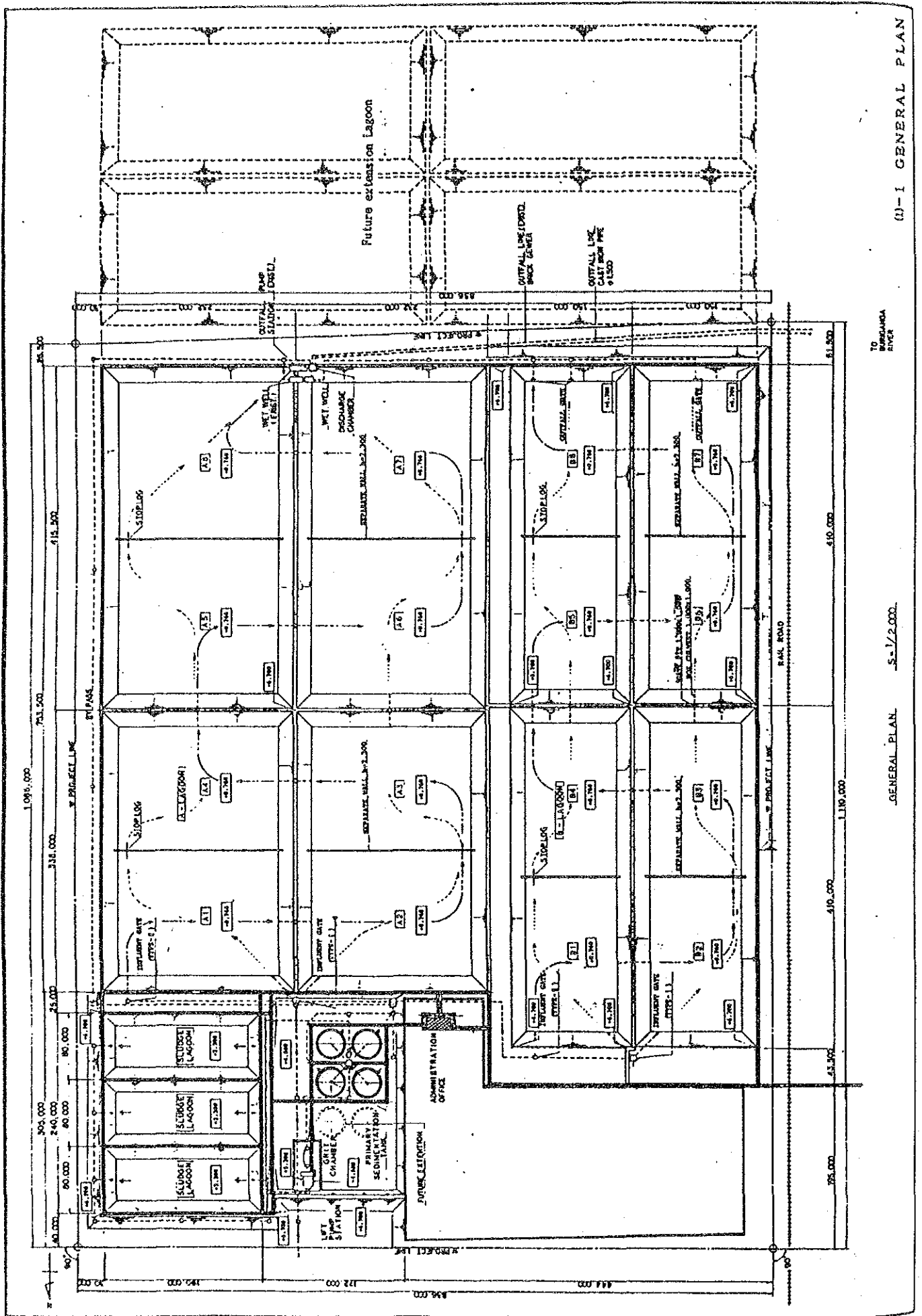
施設の名称	構造寸法	施設数	備考
B. 中継ポンプ場			
ポンプの取り替			
Hazaribag	水中ポンプ φ 200mm × 2.3 m ³ /分 × 17 m × 22 kW	2台	
	φ 200mm × 4.6 m ³ /分 × 17 m × 30 kW	2台	
Nawabganj	水中ポンプ φ 150mm × 2.3 m ³ /分 × 9.2 m × 11 kW	2台	
Faridabad	水中ポンプ φ 150mm × 2.3 m ³ /分 × 7 m × 7.5 kW	2台	
Old Narinda	横軸型 φ 300mm × 1.4 m ³ /分 × 12.2 m × 37 kW	2台	
	φ 400mm × 3.19 m ³ /分 × 12.2 m × 85 kW	2台	
スクリーン	バースクリーン又はカゴ式	12	全ポンプ場
沈砂池	New Narindaポンプ場		
天井クレーン	Old Narindaポンプ場	1基	10 ton
自家発電機		10基	8基; 据付式, 2基; 牽引式
主ポンプ	水中ポンプ 2.3 m ³ /分 ~ 4.6 m ³ /分	6台	予備機として
その他の設備	別表参照のこと		表4-12参照
C. 下水管渠の改善			
Hazaribag L/S の吐出側配管	φ 500mm	1,500 m	
Faridabad L/S の吐出側配管	φ 16",	400 m	• 吐水槽 ~ Haricharan Ray Road • Kother pool サイフォン部
Asadgate L/S Tejgaon L/S間	φ 24",	150 m	
Galshan ~ Tejgaon間	φ 24",	100 m	

施設の名称	構造寸法	施設数	備考
Tejgaon L/S Swaminbag L/S 間	φ 3 6" ~ 4 8"	2 0 0 m	
Old Narinda P/S	吐出側共通配管 φ 4 2"	8 5 m	
New Narinda P/S	流入管とポンプ井の改築		
管渠清掃設備			
高圧洗浄車	タンク容量：3 m ³ 車 長：約6 m 補強高圧ホース付	5台	
バキュームカー	タンク容量：3 m ³	5台	
ダンプトラック	輸送容量：4 ton " 2 ton	3台 2台	
セルブラスラッジ ポンプ	目吸水型	5台	
パワードライブマシン		5セット	
エアブラグマシン		5 "	
マンホールリフター		5 "	
下水管用鏡		5 "	
泥揚器		5 "	
連動ウインチ		5 "	
バケットマシン		5 "	
トレーニング		—	3ヶ月間
超音波流量計		2	携帯式

※ 各機器の予備部品は物に応じて2年から5年分とする。

5-3-2 基本設計図

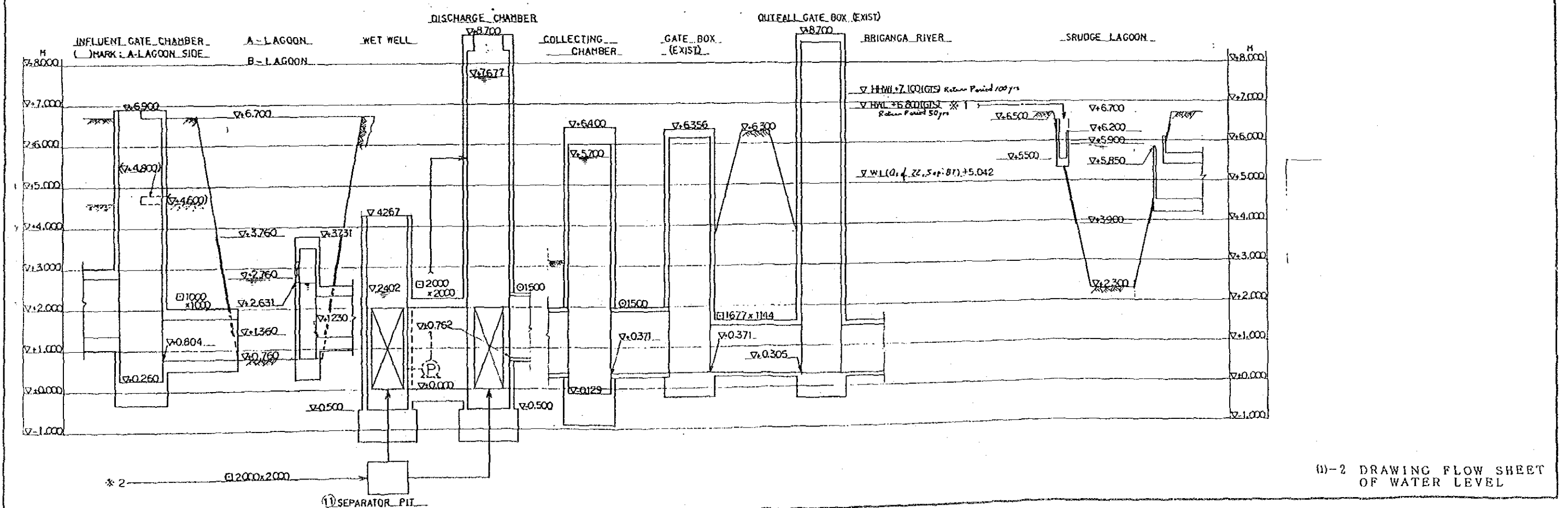
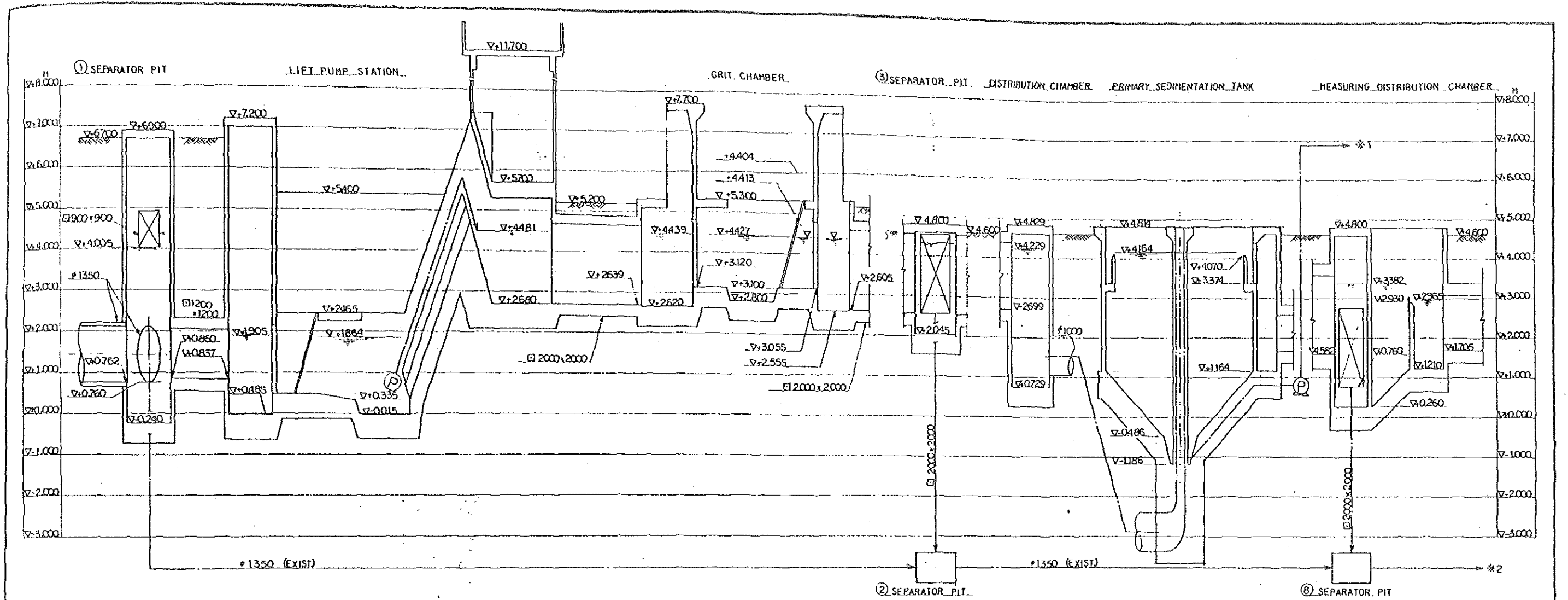
- (1)-1 Pagla 処理場一般平面図
- (1)-2 Pagla 処理場水位高低図
- (2) 揚水ポンプ場
- (3) 沈砂池
- (4) 最初沈殿池
- (5) 計量分配槽
- (6) スラッジラグーン
- (7) 処理水放流管
- (8) 管理棟
- (9) Narinda ポンプ場 (1)
- (10) " (2)
- (11) Asad Gate / Hazaribag 中継ポンプ場
- (12) Nawabganj / Azimpur 中継ポンプ場
- (13) New Market / Medical College 中継ポンプ場
- (14) Moghbazar / P & T 中継ポンプ場
- (15) Faridabad / Tejgaon 中継ポンプ場
- (16) Bashaboo / Swaminbag 中継ポンプ場



(1)-1 GENERAL PLAN

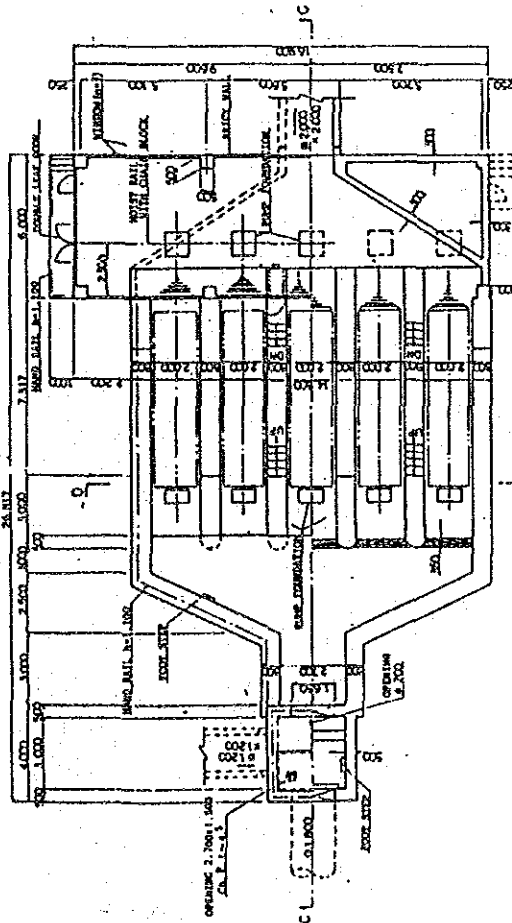
GENERAL PLAN S=1/2,000

TO WABASHA RIVER

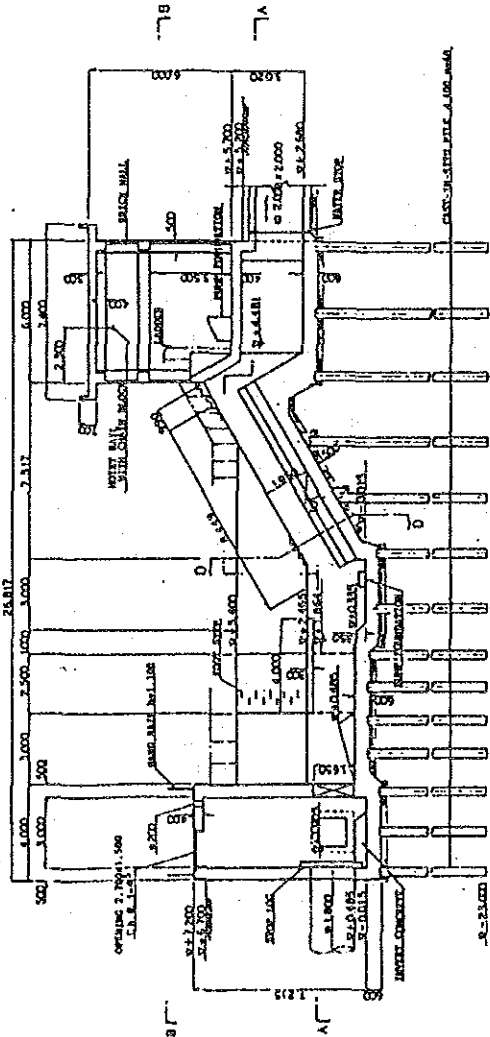


(1)-2 DRAWING FLOW SHEET OF WATER LEVEL

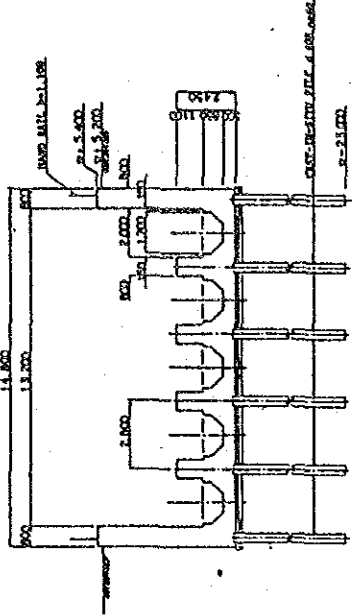
SECTION A-A S-1/100



SECTION B-B S-1/100



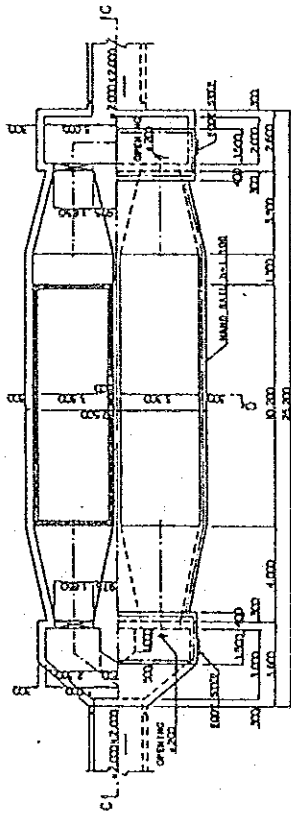
SECTION C-C S-1/100



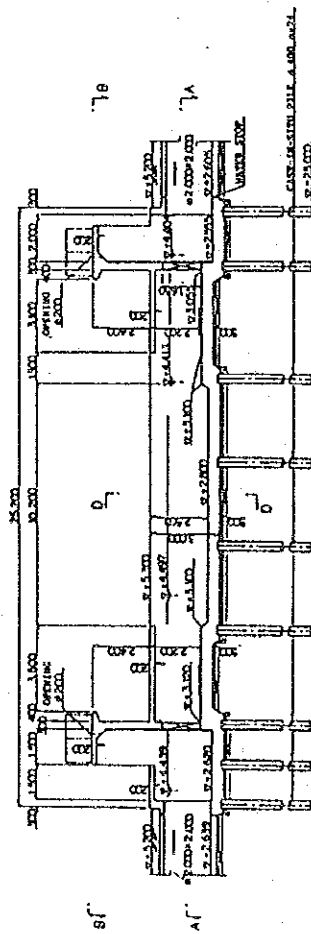
SECTION D-D S-1/100

(2) LIFT PUMP STATION

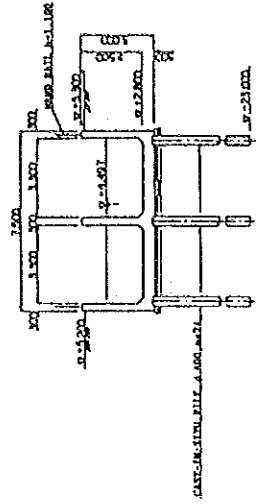
SECTION A-A S-1/100



SECTION B-B S-1/100



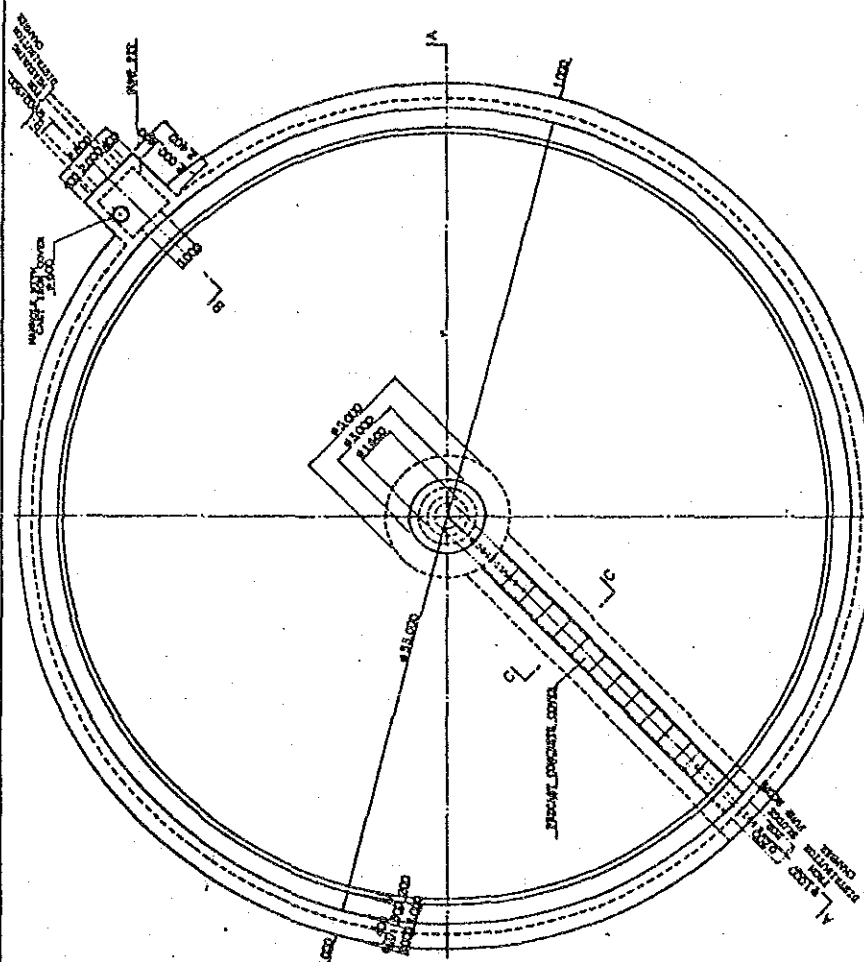
SECTION C-C S-1/100



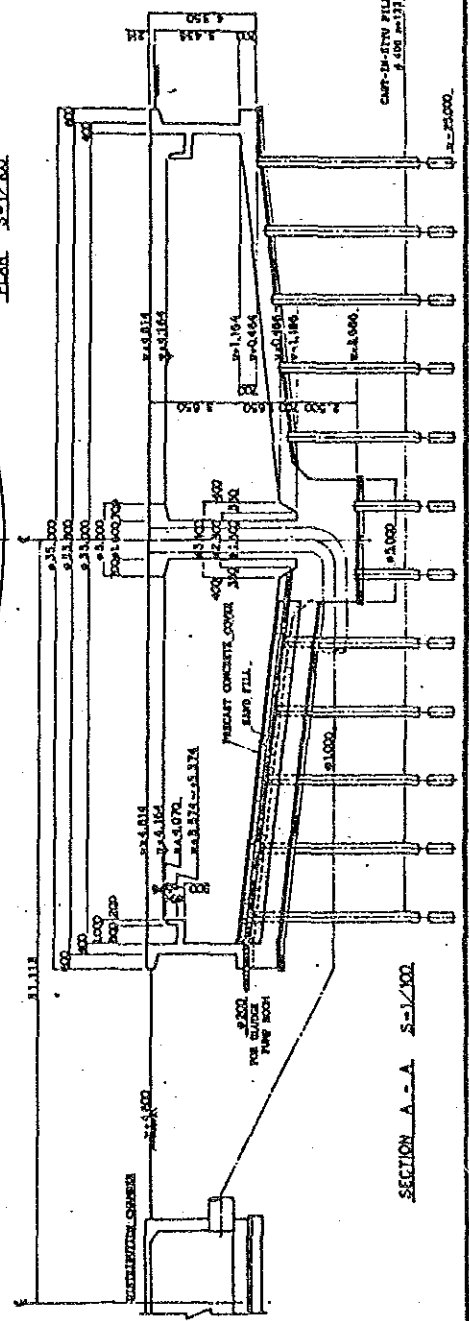
SECTION D-D S-1/100

(3) GRIT CHAMBER

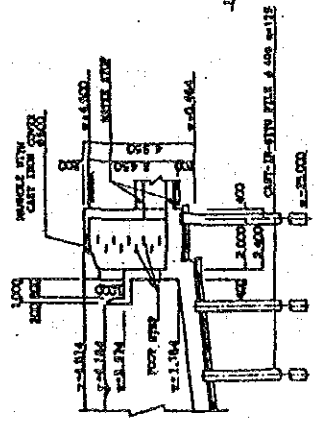
(4) PRIMARY SEDIMENTATION TANK



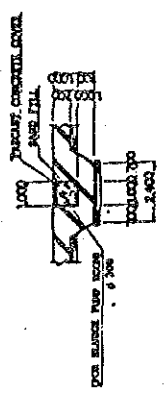
PLAN S=1/100



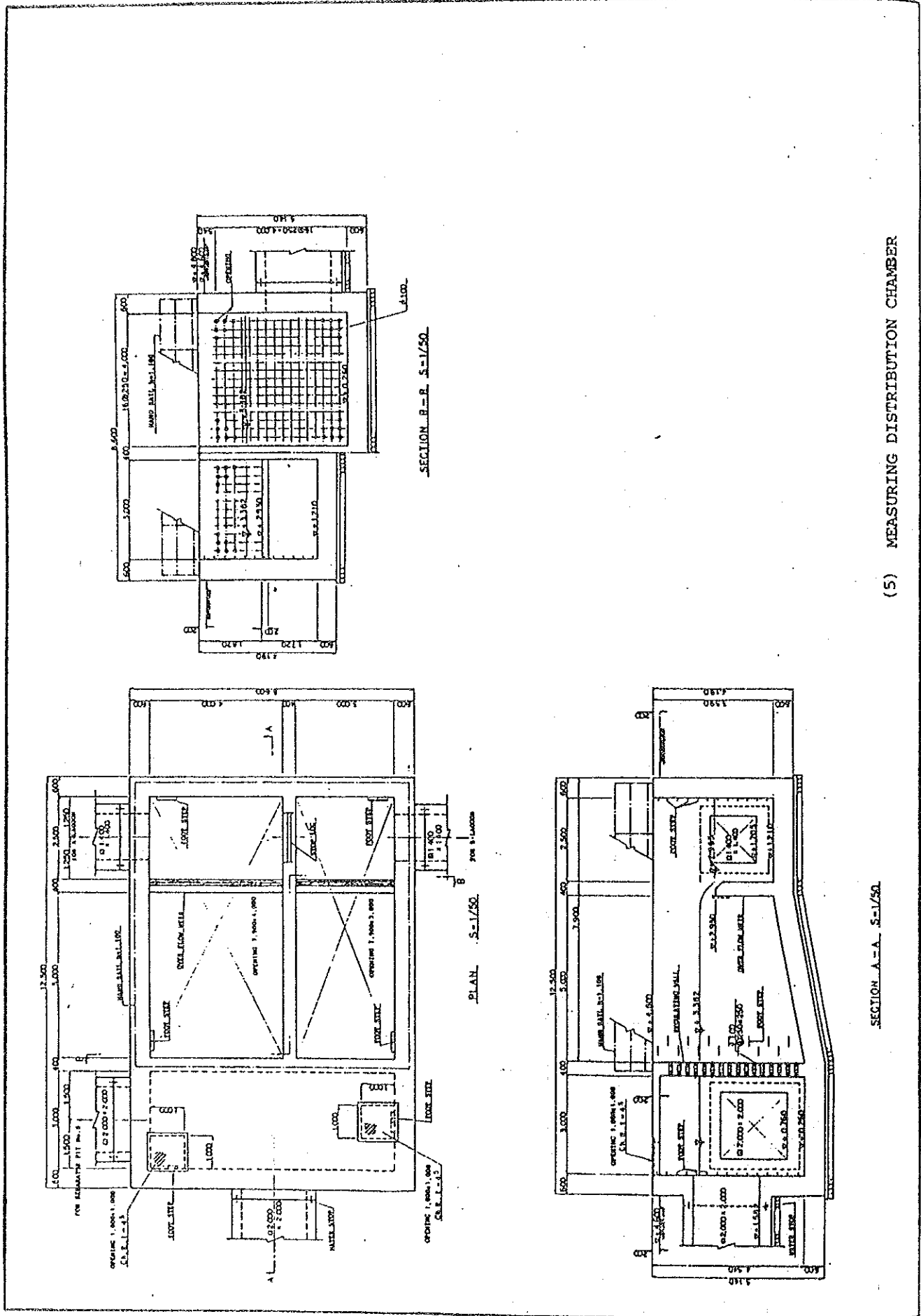
SECTION A-A S=1/100



SECTION B-B S=1/100



SECTION C-C S=1/100

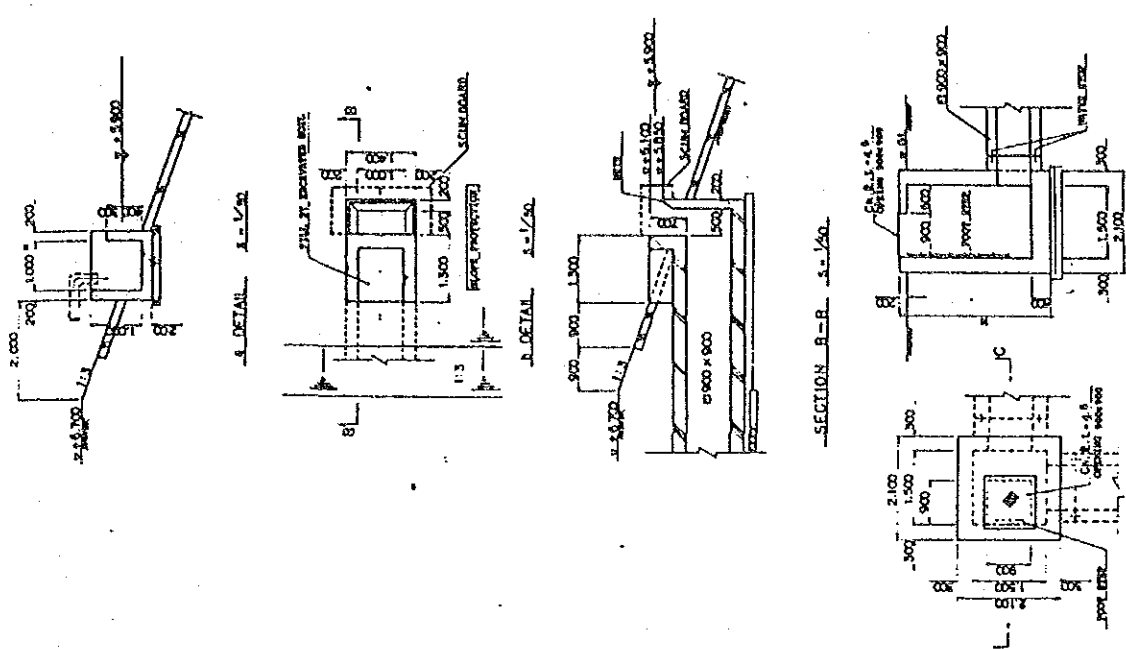


(5) MEASURING DISTRIBUTION CHAMBER

SECTION A-A, S=1/50

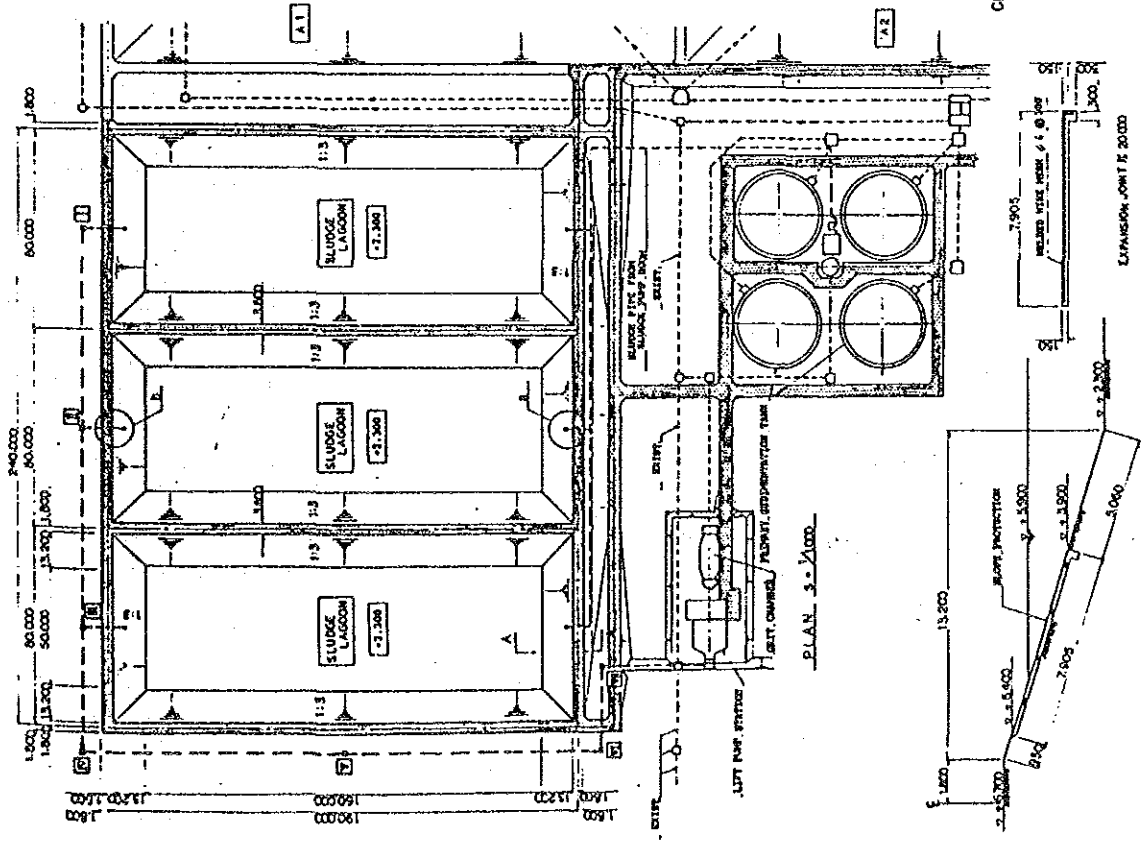
PLAN, S=1/50

SECTION B-B, S=1/50



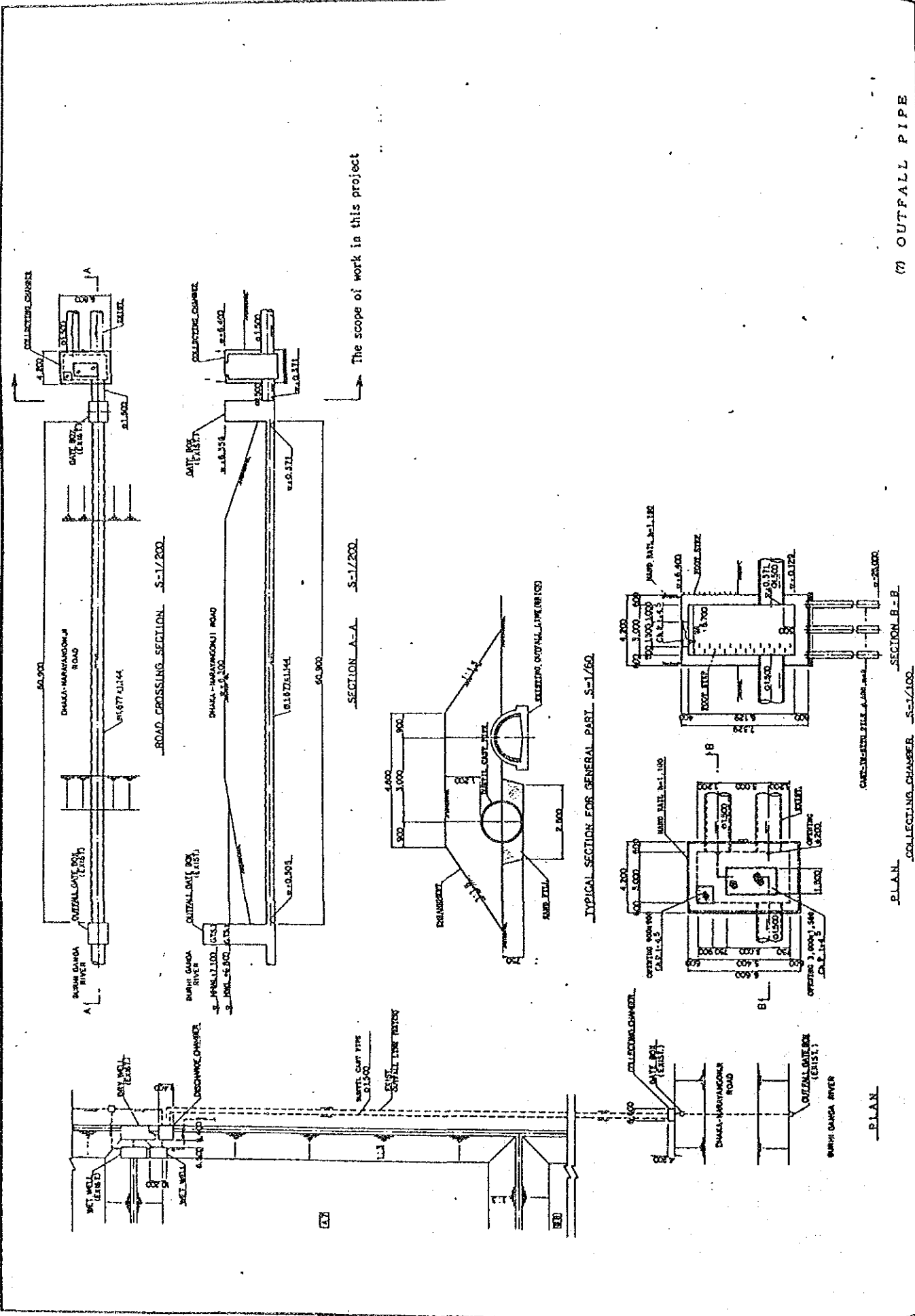
PLAN OF PIT SURROUNDING SLUDGE LAGOON. SECTION A-A. SECTION B-B. SECTION C-C.

NO.	GL. (M)	M	NO.	GL. (M)	M
(1)	6.700	2.015	(7)	0.700	3.250
(2)	6.000	2.095	(8)	0.700	3.250
(3)	6.000	3.075	(9)	0.700	3.250
(4)	6.000	3.075	(10)	0.700	3.250
(5)	6.000	3.075	(11)	0.700	3.250
(6)	6.000	3.075	(12)	0.700	3.250



SECTION A-A. SECTION B-B. SECTION C-C.

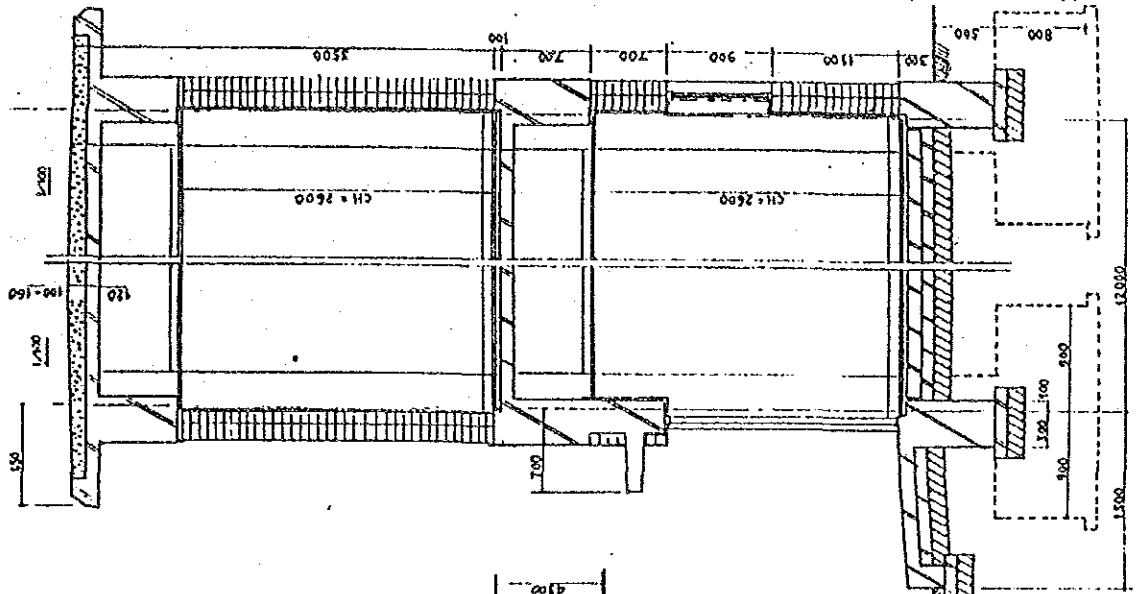
(6) SLUDGE LAGOON



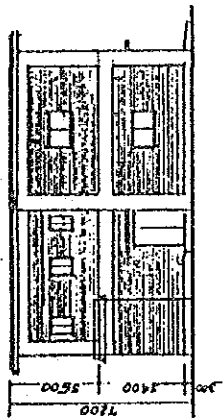
The scope of work in this project

(7) OUTFALL PIPE

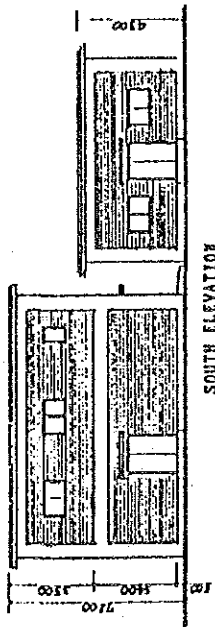
A-A SECTION DETAIL



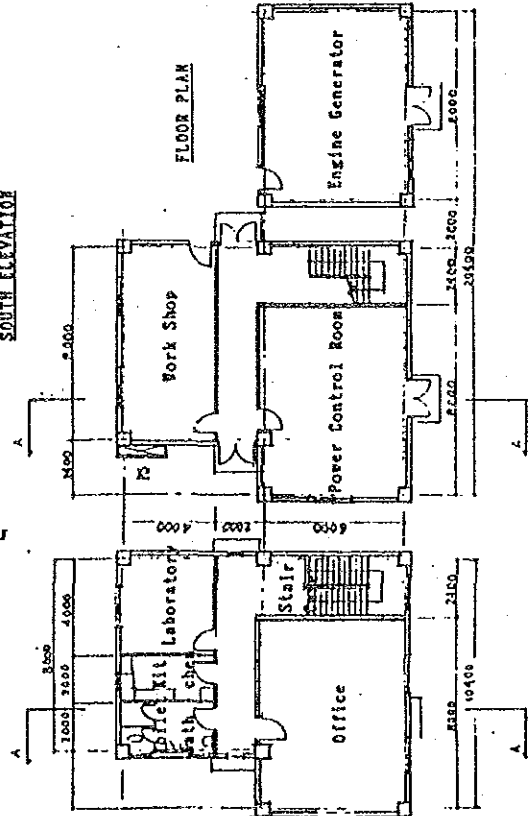
WEST ELEVATION



SOUTH ELEVATION



FLOOR PLAN



EXTERIOR FINISH SCHEDULE

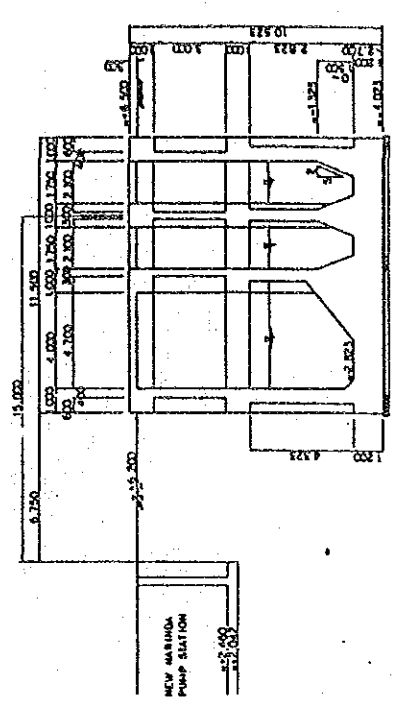
ELEMENT	FINISH TYPE
BASE	EXPOSED CONCRETE
WALL	FAIR FACED BRICK
ROOF	LIME CONCRETE WATERPROOFING

INTERIOR FINISH SCHEDULE

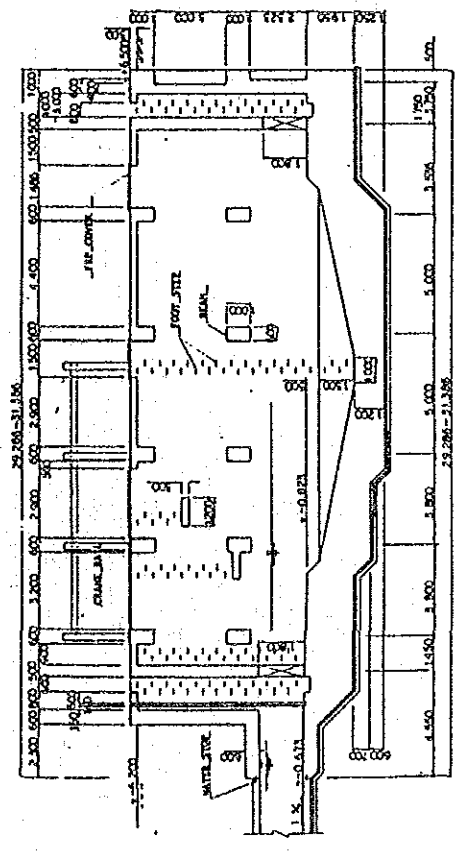
ROOM	FLOOR	BASE BOARD	WALL	CEILING
OFFICE	TERRAZZO TILE	TRIMMED MORTAR	TRIMMED MORTAR	TRIMMED MORTAR
POWER CONTROL ROOM	CAST-IN-SITU TERRAZZO	TRIMMED MORTAR	TRIMMED MORTAR	TRIMMED MORTAR
WORK SHOP	TRIMMED MORTAR	TRIMMED MORTAR	TRIMMED MORTAR	TRIMMED MORTAR
LABORATORY	TRIMMED MORTAR	TRIMMED MORTAR	TRIMMED MORTAR	TRIMMED MORTAR
KITCHEN	TRIMMED MORTAR	TRIMMED MORTAR	TRIMMED MORTAR	TRIMMED MORTAR
TOILET BATH	TRIMMED MORTAR	TRIMMED MORTAR	TRIMMED MORTAR	TRIMMED MORTAR
CORRIDOR	TRIMMED MORTAR	TRIMMED MORTAR	TRIMMED MORTAR	TRIMMED MORTAR
ENGINE GENERATOR	TRIMMED MORTAR	TRIMMED MORTAR	TRIMMED MORTAR	TRIMMED MORTAR

PLAN A-1

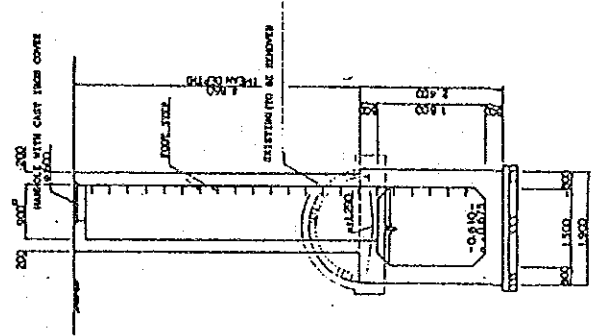
(B) ADMINISTRATION OFFICE



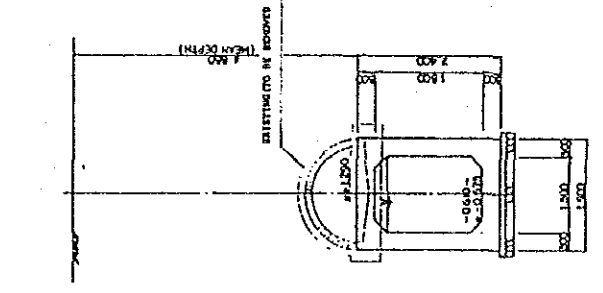
SECTION A-A S-1/100



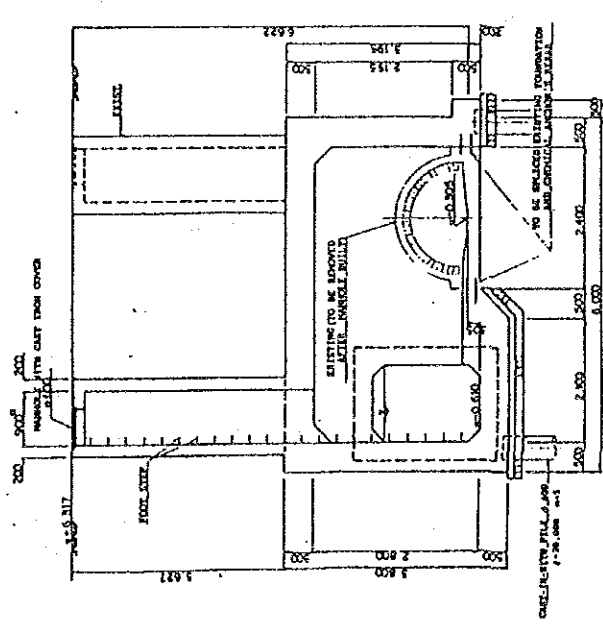
SECTION B-B S-1/100



SECTION C-C S-1/40

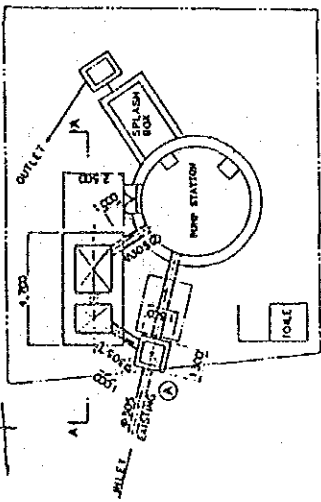


SECTION D-D S-1/40



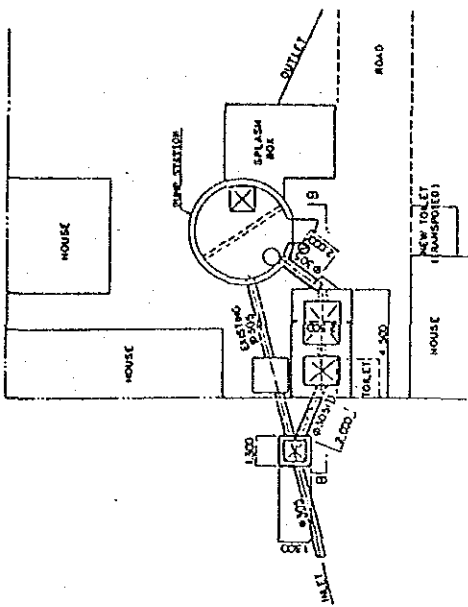
SECTION E-E S-1/40

NAWABGANJ L.S.

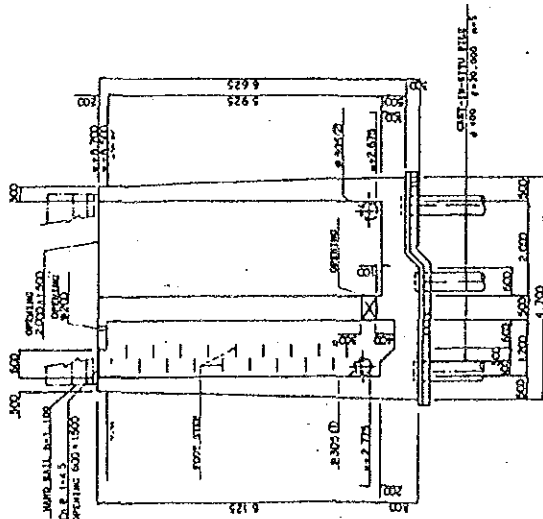


PLAN S-1/100

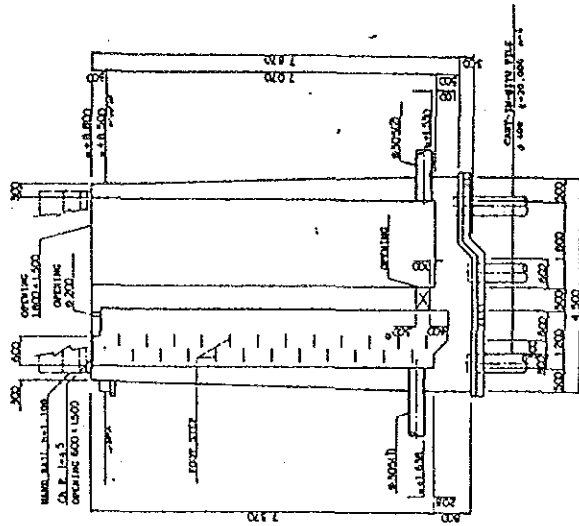
AZIMPUR L.S.



PLAN S-1/100



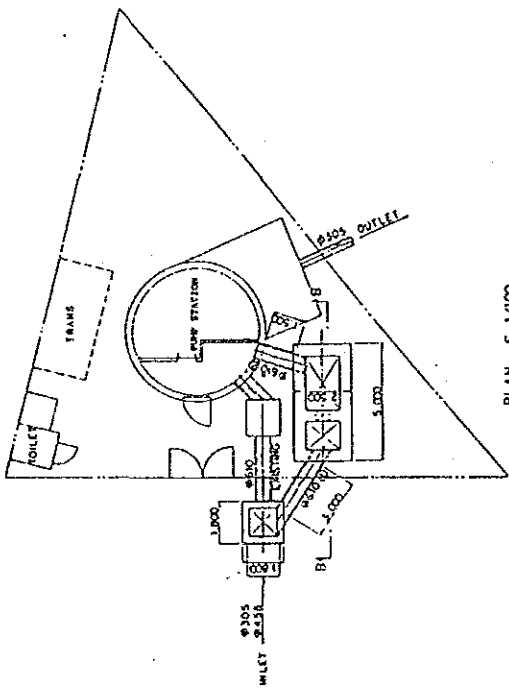
SECTION A-A S-1/50



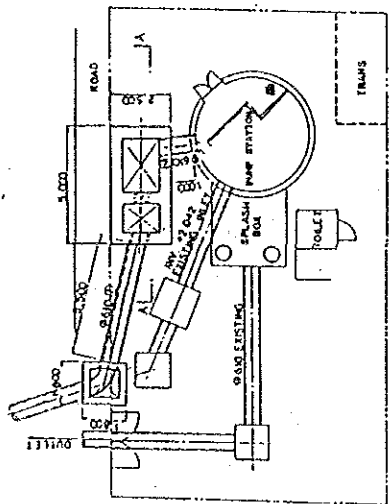
SECTION B-B S-1/50

④ NAWABGANJ L.S./AZIMPUR L.S.

MEDICAL COLLEGE I.S.



NEW MARKET I.S.

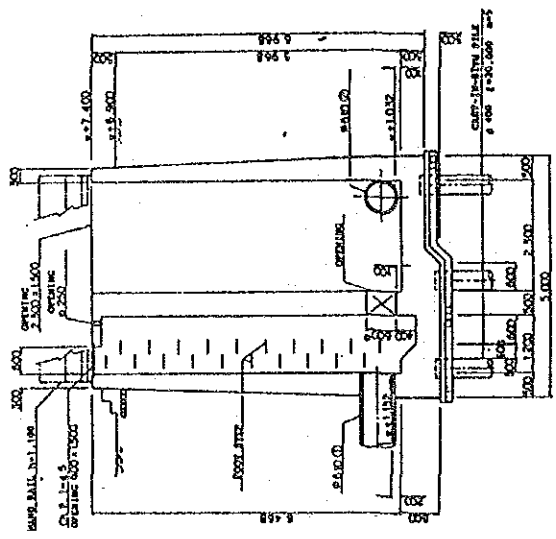


217

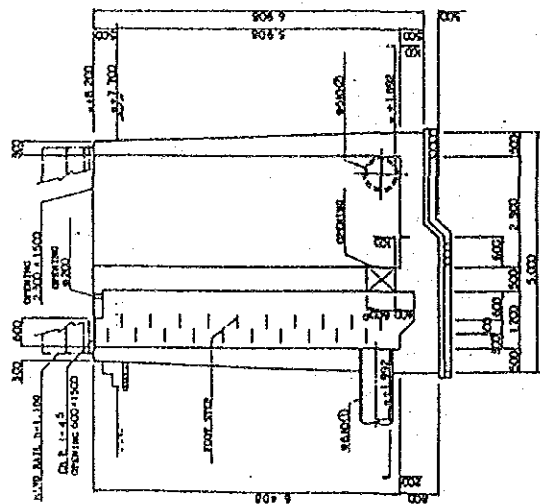
NEW MARKET I.S./MEDICAL COLLEGE I.S.

5

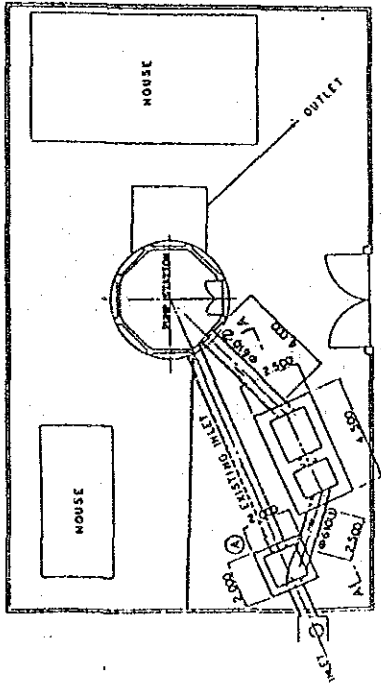
SECTION B-B S-1/50



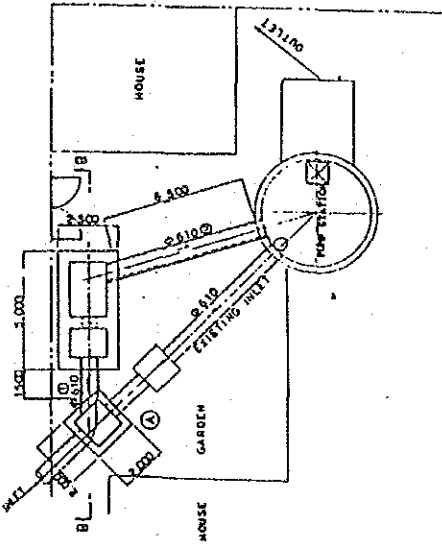
SECTION A-A S-1/50



MOGHBAZAR L.S.

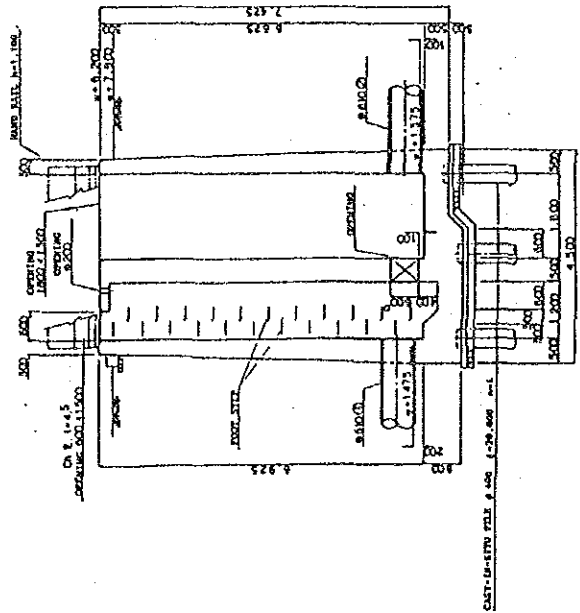


P.B.Y. L.S.

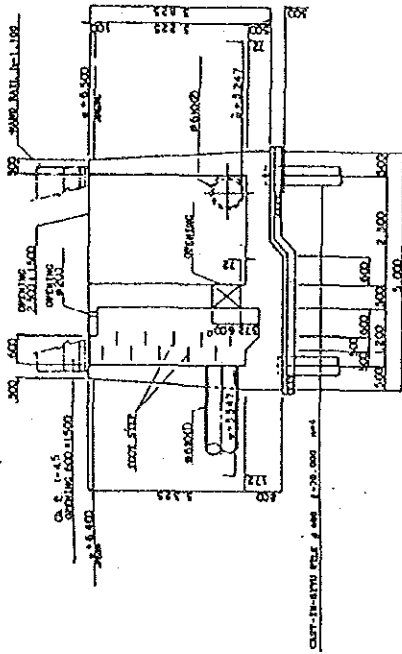


PLAN. S-1/100.

PLAN. S-1/100.



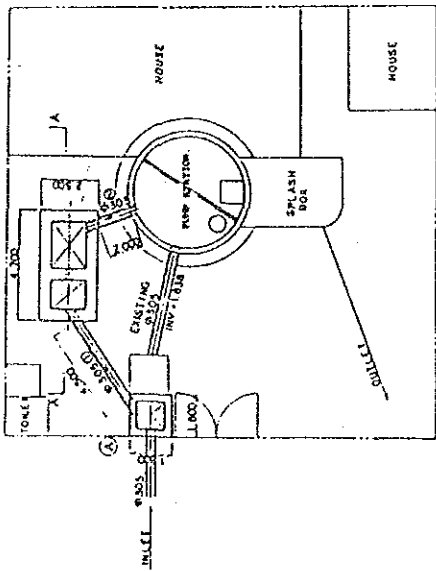
SECTION A-A. S-1/50.



SECTION B-B. S-1/50.

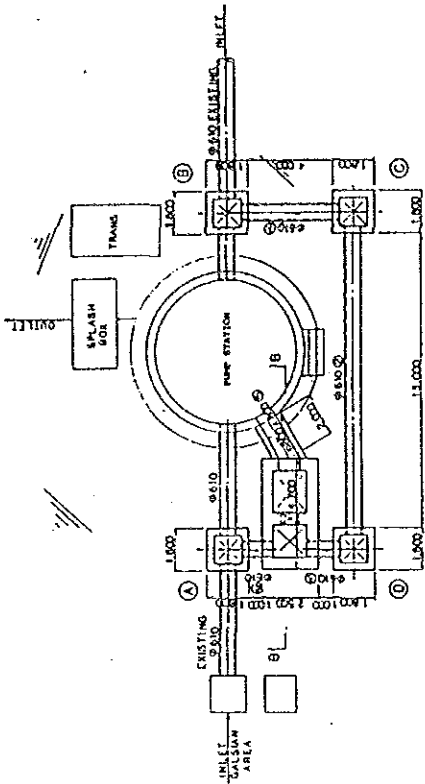
© MOGHBAZAR L.S./P & T L.S.

FARIDABAD L.S.

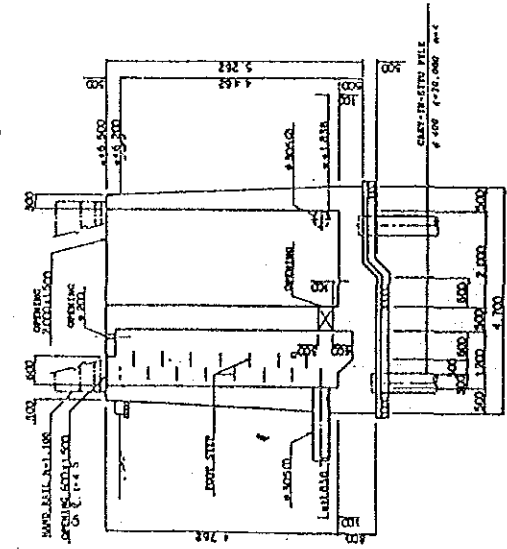


PLAN S-1/100

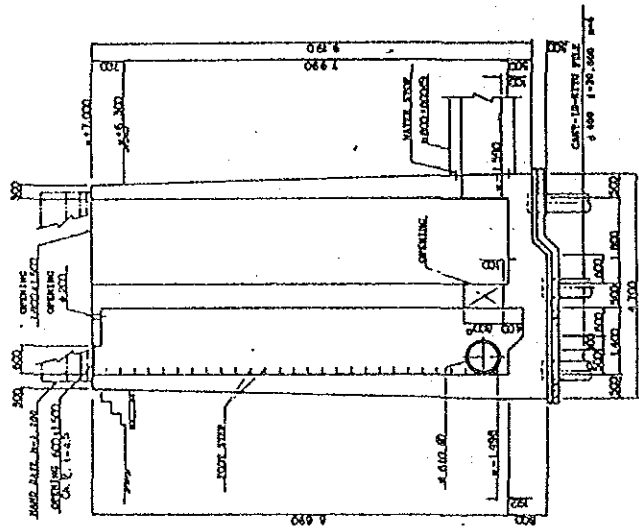
TEJGAON L.S.



PLAN S-1/100



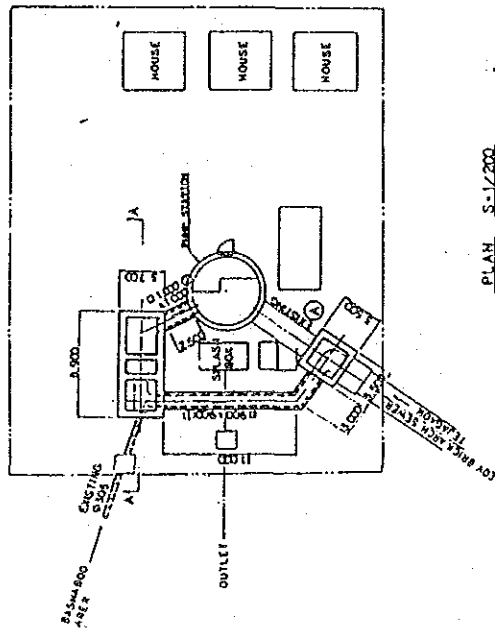
SECTION A-A S-1/50



SECTION B-B S-1/50

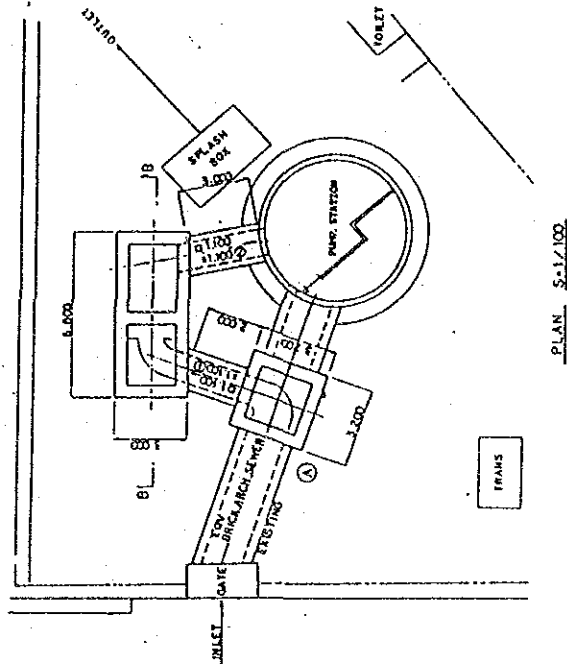
FARIDABAD L.S./TEJGAON L.S.

BASHABOO L.S.

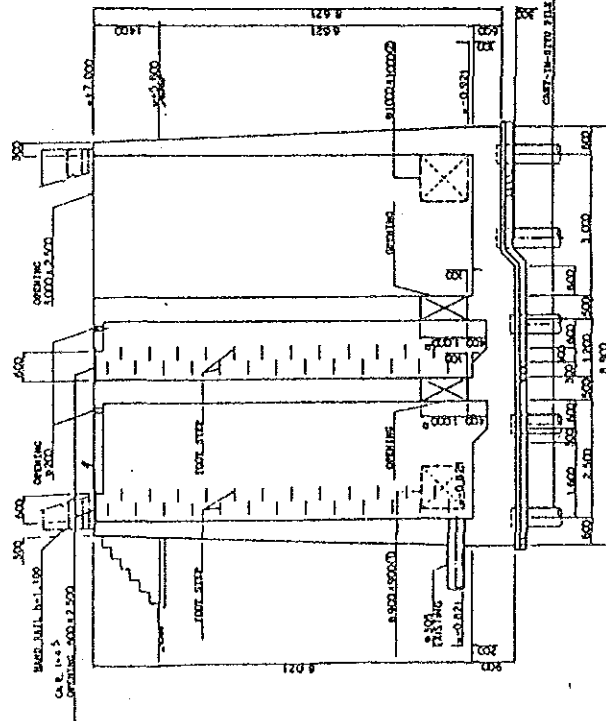


PLAN S-1/200

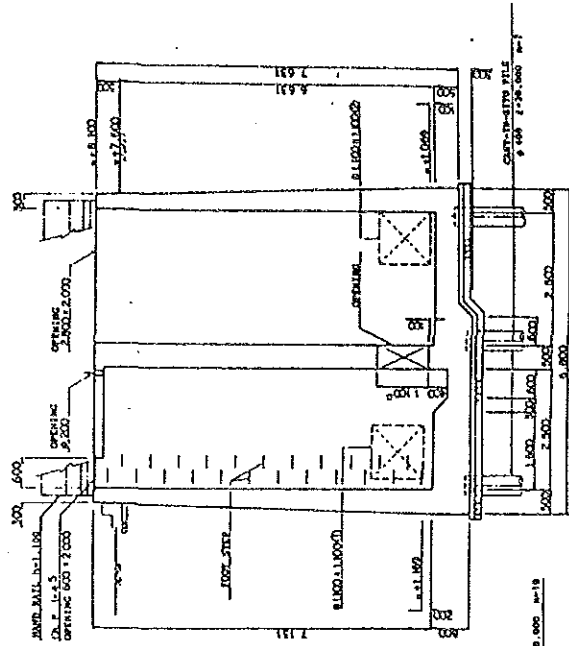
SWAMINBAG L.S.



PLAN S-1/100



SECTION A-A S-1/50



SECTION B-B S-1/50

8 BASHABOO L.S./SWAMINBAG L.S.

第6章 事業実施計画

第 6 章 事業実施計画

6-1 事業実施体制

本事業を担当するバングラデシュ国の政府機関は、地方行政の農村開発・共同組合省 (Ministry of Local Government, Rural Development and Cooperatives) である。事業の実施にあたっては、その下部機関である Dhaha WASA が直接担当する。組織図は図 2-3 参照のこと。

Dhaha WASA は、ダッカ市域の上水道・下水道施設の普及と事業運営を所轄する公社である。本部はダッカ市にあり総職員数は 2,610 名をもつ。

本部機構は、総裁 (chairman) の下に技術局 (Chief Engineer), 管理局 (Commercial manager), 秘書局 (Secretary) 及び総裁直轄の訓練所その他数部所から構成される。

本事業の直接担当部局は技術局である。なお、本事業による施設の建設完成後の業務管理は支所 (Zone office) に移管され運転管理される予定である。

6-2 工事負担区分

本計画において、日本側予算で行うものは既存の下水道施設の改善・拡張建設に係わる実施設計、土木工事、配管工事、機械・電気設備工事、下水管渠清掃機器および施工監理である。

バングラデシュ国は、建設用地、関連インフラストラクチャーの整備及び施設完成後の運転・管理の責任を負うものとする。

下記は両国の責任で実施する工事範囲の概要である。

(1) 日本国側工事範囲

- 1) 下水管渠システム (土木, 機械・電気設備共)
 - a) L.S, P.S のポンプのうち取替を必要とするポンプ
 - b) ポンプ類操作盤
 - c) 水位による自動運転設備
 - d) L.S, P.S 汚水流入側スクリーン設備
 - e) 緊急に補修を必要とする管渠の改修
- 2) 下水処理システム (土木, 機械・電気設備共)
 - a) 下水揚水ポンプ施設
 - b) 最初沈殿池施設
 - c) 通性池ラグーン施設
 - d) 既設ラグーン施設の改築

- e) 消毒設備
- f) 処理水放流管渠施設
- 3) 附帯設備・その他
 - a) 受電設備
 - b) 下水処理場内管理道路の造成
 - c) 下水処理場揚水ポンプ場兼管理室
 - d) L. S, P. S ポンプ室外装仕上
 - e) 下水管渠清掃機器
 - f) 建設施設の運転・管理に関する指導, 訓練

(2) バングラデシュ国側工事範囲

1) 建設用地

- a) 施設建設予定地の収用
- b) 必要とする管理道路用地の収用
- c) 施設建設予定地内にある本施設建設に不要な既存諸施設の撤去並に整地

2) 関連インフラストラクチャー整備

- a) 電力, 給水, 電話等の供給, 接続

電力

下水道施設用ポンプその他の設備の運転に必要なとする電力を日本国側で設置する受電設備まで供給しその接続までを行う。

給水

下水処理物管理室で使用する上水供給設備を同処理場敷地境界まで供給すること。必要とする設備の概要は次の通りである。

- i) 用途：飲料用, その他雑用
- ii) 水道管サイズ：25 mm
- iii) 給水地点：下水処理場敷地境界とし, 末端をバルブで止めておくこと。
必要によりメーター設置のこと。

電話

市内電話1回線を電話機, 保安機1式と共に下水処理場管理室に1台設置すること。

- b) 工事仮設事務所 (WASA, コンサルタント用) 用地の提供
- c) 資材置場の確保
- 3) 下水管渠の総合整備, 清掃
- 4) マンホール蓋の消失個所の復旧
- 5) 施設完成後の運転・管理

6-3 実 施 計 画

6-3-1 施 工 計 画

本計画施設の施工計画に当っては、現地の建設事情を十分に考慮して立案することが要求される。

特に、気象条件、建設資材の調達及び労務条件についての配慮が肝要である。

図6-1は、工事開始を雨期後半と仮定して計画した場合の施工工程の一例を示したものである。

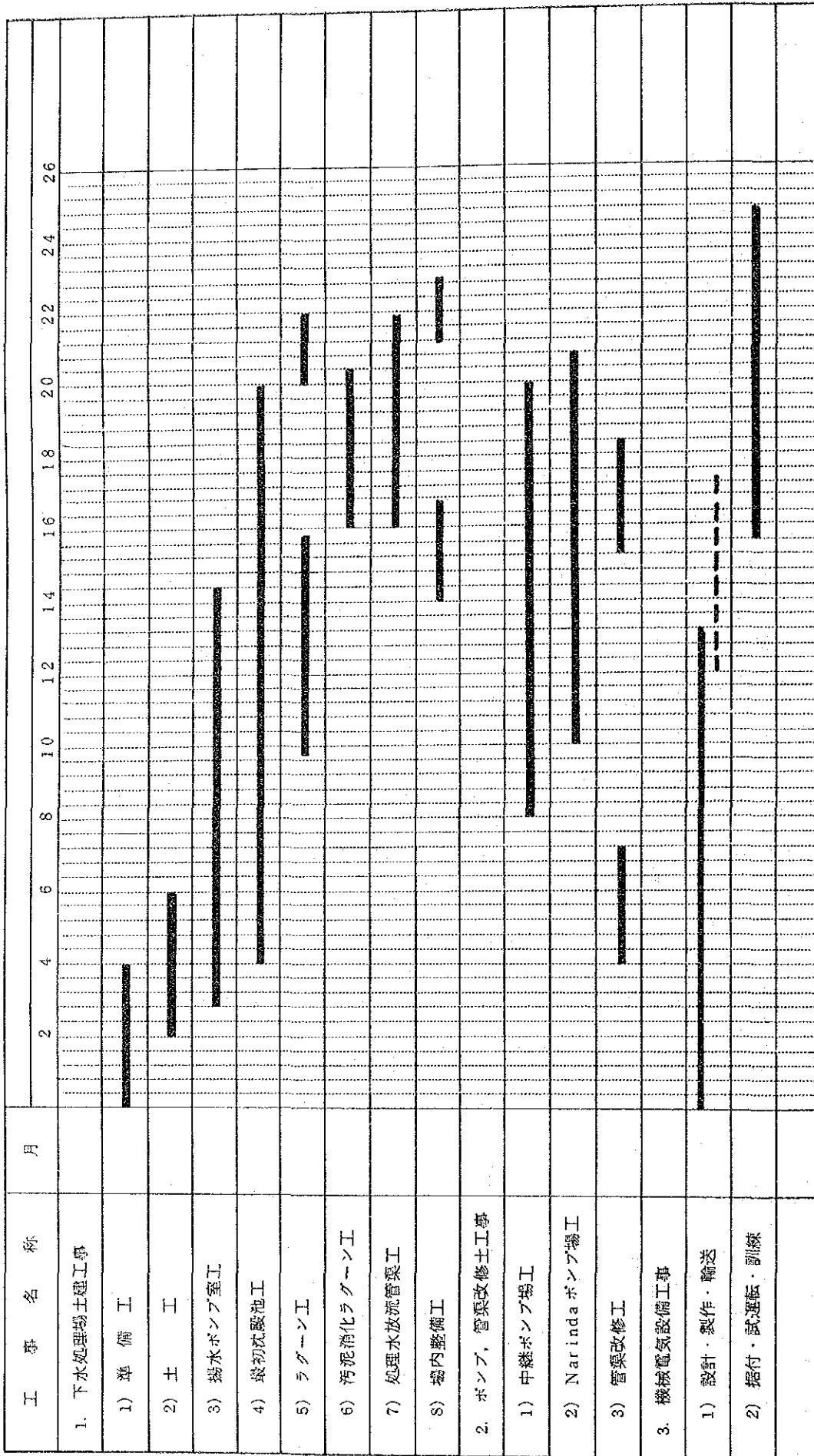


図 6-1 タッカカ下水道整備建設工事

6-3-2 実施スケジュール

本計画の全工程は、実施設計および建設工事に分けられる。

実施設計は、日本国政府およびバングラデシュ国政府との間の交換公文締結後、日本国籍をもつコンサルタントとバングラデシュ政府との間で実施設計契約を結び、実施設計作業に入る。

工事に必要な設計図、工事仕様書および工事入札、契約に必要な書類等が全て完了した後、実施設計図書内容についてバングラデシュ国政府の承認を得る。

建設工事は、新たに事業実施に係る両国間の交換公文締結後、上記コンサルタントとバングラデシュ政府との間で工事監理契約を結ぶ。コンサルタントは両国政府の承認を得た上で工事請負業者を召集し、入札を行う。落札業者とバングラデシュ国政府との間の工事契約調印後、日本政府による工事契約の認証を得た上、工事に着手する。

バングラデシュ国政府は、工事着手までに必要とされる準備、建設用地の確保、整地等の作業の完了と輸入税金引当金（Custom Duties and Sales Tax）及び日本企業に対する各種の免税処置等の手続を完了し、工事着手に支障をきたさないものとする。

実施設計には、約5ヶ月間を要する。建設工事は約27ヶ月間を要する。従って、一般無償プロジェクトとして実施することは困難であり国庫債務プロジェクトとして実施する必要がある。

これらを勘案した場合の全体の事業実施工程は図6-2のようになる。

		5	10	15	20	25	30	35	40
1. 詳細設計									
1) E/N交換	▼								
2) コンサルタント契約	▼								
3) 詳細設計・入札図書作成	—								
2. 工事									
1) E/N交換	▼								
2) コンサルタント契約	▼								
3) 入札及び入札評価	—								
4) 施工業者との契約	▼								
5) 認証	—								
6) 工事	—								
7) 試運転・訓練・引渡	—								

図 6 - 2 專業実施工程表

第7章 運轉・維持管理計画

第7章 運転・維持管理計画

7-1 概要

下水道の維持管理は、管路施設、ポンプ場施設、処理場施設等の諸施設を、その目的に整合させて有機的に活用し、その機能が十分に発揮できるよう調整して、下水を遅滞なく排除するとともに、適正、かつ、経済的に処理し、放流水の水質を、常時、良好な状態に保持していくよう管理することが基本である。

このため、維持管理にあたる職員は、下水道施設の原理構造機能等を十分に理解し、適正な運転管理、水質管理等の方法を習熟し、各施設を有機的に、しかも効果的に管理していくことが重要である。

7-2 運転計画

7-2-1 中継ポンプ場

(1) 汚水ポンプの運転

汚水ポンプの運転は、

- ① 低地にある管きょマンホールからのオーバーフローを避ける。
- ② 管きょ内の土砂、有機物等の沈殿、堆積防止する。

などの理由により、流入汚水を遅滞なく排水することが原則である。

ポンプ運転は、現場操作盤での手動運転を原則とするが、現場目視形水位計で常時水位を確認し、当該ポンプ場の特性に見合った適切な水位で、できるだけ低水位で連続的に運転するように努める。

夜間においても、高水位になるのを避けるため、ポンプ1台ないし2台程度を、レベルスイッチにて自動運転を行う。

ポンプ故障時は、可搬式水中ポンプを流入ゲート又はスクリーンピットに投入し、できるだけ揚水機能を確保する。

(2) スクリーン、沈砂池の管理

スクリーンかすは、スクリーン前後の水位差をなるべく少なくするように早めに除去し、流入側の水位が異常に上昇することを防止する。

Narindaポンプ場の沈砂池の揚砂は、必要に応じてバキューム車により吸砂あるいは人力にて揚砂、清掃作業を行う。沈砂池は2池設け、常時2池使用するが、揚砂時は交互に閉止し作業する。

沈殿有機物の腐敗化、貯まり過ぎによるポンプ井への砂流出を防ぐため揚砂作業は、砂の発生状況のみを定期的に行うようにする。

除去された砂、スクリーンかすは、臭気を発するので、速やかに場外へ搬出して処分することが望ましい。

7-2-2 Pagla 処理場

(1) 揚水ポンプ

ポンプの運転は、中継ポンプ場と同様に、現場目視形水位計にて水位を確認し現場手動運転とする。この場合、Narinda P.S および Swaminbag L.S からの既設下水管きょの破損を防止するため、管きょに過大な水圧がかからないようできるだけ低水位で運転するように努める。

又、夜間に流入下水量が著しく減少しても、ポンプを停止させないで、なるべく連続して運転するように努める。

(2) 沈砂池及びスクリーン

(1) 中継ポンプ場と同様

(3) 最初沈殿池設備

汚泥掻寄機は連続運転とし、最初沈殿池の生汚泥引抜ポンプはボタン操作による手動運転およびタイマーによる自動運転が可能なものとする。

雨天時等、流入量が著しく多い場合には、1次処理のみで放流できるよう、最初沈殿池からのバイパスルートを確認する。

引抜汚泥は、汚泥ラグーンへ投入され、消化処理した後、ラグーン内で天日乾燥し、搬出処分する。

(4) 通性ラグーン

処理の状況に応じ、適正な水深、水の流れとなるように調整する。悪臭や害虫の発生を防ぐため、ラグーンの堰は草や水中植物がない状態にしておく。

汚泥の管理は、ラグーンを定期的に(2~3年に1回)排水し天日乾燥した後、搬出処分する。汚泥堆積層が厚くなりすぎて悪臭、水質悪化の原因となるので、定期的に汚泥層の厚さを測定し、適時、排泥を行う。

(5) 消毒設備

処理水は、塩素ガスによって消毒される。塩素ガスの注入は処理の程度に応じ、手動操作で注入率調節を行う。

(6) 処理水量の計測

最初沈殿池とラグーン間に設ける分配槽の計量堰にて流入水量を計測する。

(7) 水質試験

当処理場における水質分析は専門外である職員がチェックできる程度とし、専門の水質検査員を必要とする分析試験は、他の試験室で行うようにする。

7-3 要員計画

既存施設の運転管理は、Dhaka WASAのMODS Circleによって行なわれている。

(1) 中継ポンプ場

現在の各中継ポンプ場の運転要員は

各 Lift Station 2～3名

Narinda Pump Station 47名

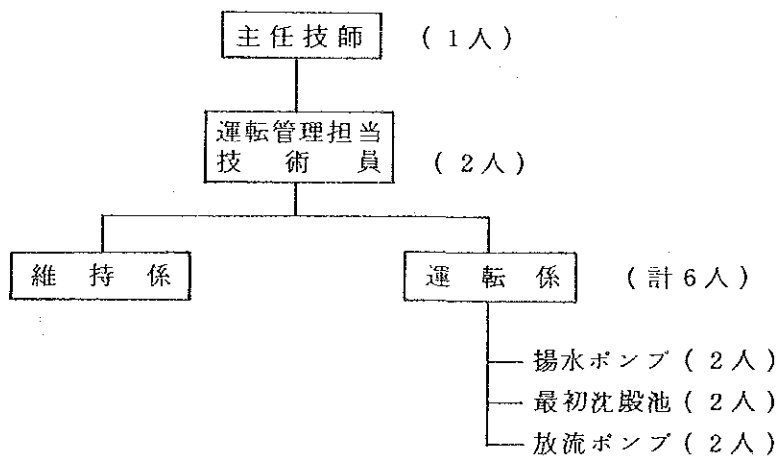
である。これら運転要員は、今回改修計画後も特に増員する必要はないと考えられる。

(2) Pagla 下水処理場

下水処理場には、現在、財務、庶務等事務職も含み43名配置されている。

本計画では、建設段階および試運転を通して運転要員のトレーニングを行うが、可能であれば現要員を対象とし、現況人員数を維持することが望ましい。

本計画における運転要員としては、少なくとも次に示す人員が必要となる。



これらの人員を最小限とし、管理者の状況に応じて適切な運転体制を確立することが望まれる。

7-4 運転コスト

7-4-1 維持費

本稿で試算される運転コストは、電力代、薬品代等コーティリティー関連のみとし、人件費、事務費、補修費等は別途考慮されなければならない。

a) 中継ポンプ場

“4-2-2, (3), (4) 中継ポンプ場ポンプ能力の設定”において設定した流入下水量に基づいて電力費を試算すると次のとおりとなる。

名 称	電力費 ($\times 10^3$ TK/year)
Asad Gate	80
Jejgaon	500
Bashaboo	570
Swaminbag	600
Hazaribag	400
New Market	230
Mogbazar	140
P & T	190
Nawabganji	140
Azimpur	80
Medical College	50
Faridabad	110
Narinda	2,280
計	$5,370 \times 10^3$ TK/year

電力料金はPDBのTarif (1987.8)による。2.1 TK/kwh

b) Pagla下水処理場

今回計画施設を対象に試算する。

Qd max 120,000 m^3 /日 (雨期)

Qd mean 96,000 m^3 /日 (乾期)

電力費

揚水ポンプ等新設機器	$1,500 \times 10^3$ TK/year
既設放流ポンプ	780×10^3 TK/year
消毒用塩素剤	340×10^3 TK/year
計	$2,620 \times 10^3$ TK/year

中継ポンプ場と処理場の電力費を合計すると $6,330 \times 10^3 \text{ TK/year}$ となる。“2-3-2 運営体制, 予算”から, 1986年における Dhaka WASA における電力費は, $10,027 \times 10^3 \text{ TK/year}$ となっている。これは, 事務所等管理施設に要する電力も含まれている。

7-4-2 使用電力量の比較

現状及び本プロジェクト実施後使用電力量を試算する。

case 1 : 現状の使用電力量

図4-18に示した1986~1987年の各ポンプ場の運転データに基づいて年間使用電力量を試算した場合である。

case 2 : 本プロジェクトによる改善後予想される使用電力量

本プロジェクトの実施によって直ちに Hazaribag, New Market, Faridabad 及び Narinda ポンプ場並びに Tejgaon, Swaminbag ポンプ場の使用電力は増大することが予想される。また, Pagla 処理場は流入下水水量に見合った運転を行うことを想定した年間使用電力量を試算した場合である。

case 3 : 既設管渠の改善が「バ」側で整備され, Pagla 処理場は今回計画下水水量 (雨期 $120,000 \text{ m}^3/\text{日}$) で運転を行うことを想定した年間使用電力量を試算した場合である。

以上3ケースの年間使用電力量の試算結果を次表に示す。

表7-1 使用電力量の比較
(Unit 10^3 KWH/year)

Case.		Case.1	Case.2	Case.3
対象水量 (m^3/day)	Dry	約 55,000	約 65,000	96,000
	Wet	約 80,000	約 99,000	120,000
リフトステーションおよび中央ポンプ場 (比率)		1,220 (100)	1,670 (137)	2,560 (210)
Pagla STP	Lift Rump	—	440	580
	STP	—	120	140
	Out Fall Pump	340*2	300*2	370
	小計 (比率)	340 (100)	860 (253)	1,090 (321)
計 (比率)		1,560 (100)	2,530 (162)	3,650 (234)

*1. 水量比に対し case 2 の電力量比が大きいのは, Hazaribag L.S の電動機出力が他の L.S に較べ大きいためである。

*2. case 1 より case 2 の電力量が小さいのは, 本プロジェクトで放流管を増強するので, 自然流下で放流可能な期間が長くなるためである。

第8章 事業評価

第 8 章 事 業 評 価

8-1 事業実施の効果

ダッカ市の下水道は1923年初めて建設されて以来、人口の増加に伴って拡張されてきたが、今日では古い施設の老朽化が著しくなっている。本プロジェクトは、これらの既存施設の老朽化した設備の改善及び処理場施設の拡張を目的として実施するものである。

下水道は現代都市ではなくてはならない都市基礎施設の一つで、地域住民の快適な生活環境を維持するために寄与するところは大きい。本プロジェクトの実施によって、既存の施設を効率的に活用し、本来の下水道の機能回復ができれば地域住民の生活環境向上に大いに貢献することが期待できる。

8-2 事業実施の妥当性

「バ」側からの要請における処理物の計画下水量は40^{IMGD} (183,000 m^3 /日)である。調査の結果、運転実績による最大揚水量は約80,000 m^3 /日であるが、現況における下水の発生量は116,000 m^3 /日と推定された。その水量差はポンプの故障または、管路のつまり等で下水管から汚水がクリーク或いは雨水排除施設へ放流されているためであろうと推測される。これらの放流汚水は本プロジェクトによる改善でかなりの量が下水道に回収されると思われる。一方、Pagla処理場までの約5kmの幹線管渠の輸送能力は120,000 m^3 /日しかなく、この拡張工事は大がかりなものとなるために、長期計画に基づいて実施されるべきである。従って、本計画における処理場の能力は、管渠能力に対応する120,000 m^3 /日に設定したものであり、緊急改善を目的とした本プロジェクトにおいては妥当なものとする。なお、同処理場の全体配置計画は、援助要請による183,000 m^3 /日で行う。

処理方式のグレードは、処理水放流先河川の水質汚染に及ぼす影響を勘案して中級処理(BOD₅ 60 mg/l 以下)としたが、ダッカ市の現在における下水道施設の整備状況を考慮すれば全体としてバランスのとれた施設計画であるとする。

また、処理プロセスは維持管理費、保守・点検の技術の容易さ、WASAが現在所有している敷地内に今回計画する120,000 m^3 /日の処理施設が納まること及び将来処理能力を180,000 m^3 /日に増設する場合は他の処理施設に容易に改造できることに配慮して決定したもので、WASAの現在の財務状況を勘案すれば妥当な選択とする。

第9章 結論と提言

第9章 結論と提言

バングラデシュ国政府は、ダッカ市の下水道事業が抱える現在の諸問題を解決するために、抜本的な改善を図るべく新たにマスタープランの策定を検討中である。

一方、現在の下水道施設の運転状態は故障中または、部分的な破損がそのままに放置されているなど、かならずしも良好な管理状態ではなく、このまま放置されて置けば更に老朽化は急速に進むものと考えられる。また終末処理場は管渠の拡張によって処理能力は既に現況における流入汚水量の $\frac{1}{2}$ しかなく、処理水質はかならずしも十分満足できるまでの処理は行われておらず早急に改善が求められている。

このような状況にあるダッカ市の下水道施設では、まず緊急度の高い施設の改善・改修を行い既存施設の本来の機能回復を行うことが急務であると考えられる。この観点からみて緊急改善計画を目標とした本プロジェクトが、日本国政府の無償資金協力によって早期に実現することは有意義であると思われる。

なお、本計画の実施にあたって効率的かつ円滑なる事業計画が行われるために、両国政府に対して下記の提言を行いたい。

- (1) 本プロジェクトにおける下水管渠施設の改善は、緊急度の高い個所に限定しており、抜本的な改善計画は行われていない。将来計画を含む抜本的な改善は、新しいマスタープランに基づいて実施することが望ましく、早期にその実現に着手することが必要である。
- (2) ダッカ市の下水の排除方式は基本的には分流式が採用されているが、随所に雨水排水施設と接続している個所があり完全な分流式とはなっていない。現在、DPHEではJICAプロジェクトが雨水排水のためのF/S調査を実施中で、最終報告書のまとめの段階である。汚水排水整備計画と雨水排水整備計画とは密接なつながりをもっており、相互に調整をとりながら中・長期計画を策定することが望ましい。
- (3) 各中継ポンプ場のポンプの運転は、ポンプ井の水位の目視による手動運転で行われているが一定の管理指導のもとで操業されておらず、夜間長時間運転停止しているポンプ場もある。施設の適正な運転と保守のために、維持管理マニュアルを作成し良好な施設管理を行うことが大切である。
- (4) 管路の清掃が不十分なため随所で汚水の溢水がみられる。そのため本計画では清掃機器の供与を含んでいるが、効果的な成果をあげるためにこのプロジェクトの実施期間中に現地指導の専門家の派遣が望ましい。

< 添付資料 >

添付資料 - 1

関係者，調査団の日程

添付資料-1 関係者，調査団の日程

1-1 基本設計現地調査

1-1-1 調査団の編成

大 森 信 慈 (団 長)	日本下水道事業団技術開発部 技術開発課
小瀬川 修 (計画管理)	JICA 無償資金協力計画調査部 基本設計一課
堀 健 二 (下水道計画)	日本上下水道設計㈱
上 原 慶 三 (処理施設)	"
加 地 諭 (管渠施設)	"
藤 原 広 輝 (機械施設)	"
秋 山 義 宏 (電気施設)	"

1-1-2 調査日程

日順	月/日	曜日	
1	9/3	(木)	東京発
2	9/4	(金)	バンコク経由ダッカ着, JICA事務所表敬訪問
3	9/5	(土)	現地踏査
4	9/6	(日)	ERD, PC, MOLGDC, WASA, 日本大使館表敬訪問
5	9/7	(月)	現地調査, WASA協議
9	9/11	(金)	
10	9/12	(土)	ミンッツ署名 大森団長, 小瀬川団員帰国のためダッカ発
11	9/13	(日)	現地調査, 測量・ボーリング調査, WASA協議
28	9/30	(水)	
29	10/1	(木)	堀, 上原団員帰国のためダッカ発 <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="font-size: 2em; margin-right: 10px;">(</div> <div style="text-align: center;"> <p>秋山団員: 9/10 ~ 9/24</p> <p>藤原団員: 9/3 ~ 9/28</p> <p>加地団員: 9/3 ~ 9/30</p> </div> <div style="font-size: 2em; margin-left: 10px;">)</div> </div>
30	10/2	(金)	バンコク経由東京着

1-1-3 協議関係者一覧

- (1) 日本大使館
田中義具 特命全権大使
中野実 一等書記官
- (2) JICA バングラデシュ事務所
松澤憲夫 所長
江川敬三 所員
- (3) バングラデシュ国側関係者

1) Dhaka Water Supply and Sewerage Authority

Brig. Chowdhury Khalequzzaman:	Chairman
S.A.N.M. Washed	: Chief Engineer
Nurul Huda Miah	: Commercial Manager
S.A.M. Nasir Uddin	: Secretary
Abdul Muqeet	: Superintending Engineer
M.R. Hyder	: Superintending Engineer
Mahbubur Rahman	: Superintending Engineer
Sana Ullah	: Superintending Engineer
Md. Sanauallah	: Superintending Engineer
Q.G. Mowla	: Executive Engineer
A.K.M. Jafarullah	:
Q. Zahidul Arif	: Mech. Engineer
M.A. Jalil	: Asstt. Chief

2) External Resources Division, Ministry of Finance

Md. Nasim	: Deputy Secretary
-----------	--------------------

3) Planning Commission

Nurul Hoque	: Division Chief
-------------	------------------

4) Ministry of Local Government,
Rural Development and Cooperatives

M.A. Hakim	: Joint Secretary
------------	-------------------