

表 4.2.2 下水排水施設整備内容の検討結果総括表

	現 状	既存施設改修と PS-1 ポンプ場関連施設整備	PS-2 ポンプ場関連施設整備
位置図	<p>プロジェクト対象地域 既設ポンプ場C-1排水区 (既定)</p> <p>現況流域と冠水地域</p>	<p>プロジェクト対象地域</p> <p>既存ポンプ場C-1排水区 (計画)</p> <p>既存施設改修とPS-1ポンプ場関連整備</p>	<p>プロジェクト対象地域</p> <p>既設ポンプ場C-1排水区 (計画)</p> <p>PS-2ポンプ場関連整備</p>
現状の問題点 及び 改善目標と必要な下水排水施設整備内容	<p>環境衛生の現状と下水排水の問題点</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 降雨時の冠水 市域全体が低地で平らなため水はけが悪く、加えて市街地中心部がやや窪地となっているため、家屋密集地帯が恒常的な冠水の被害を被っている。 2) 衛生環境の悪化 水はけの悪い自然条件と下水排水施設の不完全な整備が重なって、洪水時には市街地を中心に下水が長期間滞留し、ゴミの投棄もあって衛生環境の悪化を招いている。 3) 水因性疾患の発生 上記の下水の滞留、浸透式トイレ等からの地下水汚染により、水道施設がない地域の井戸からコレラが発生し、昨年 11 月に 3 名死亡している。 	<p>改善目標</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 市街地中心部の冠水の改善 2) 速やかな下水の排除 <p>改善目標の達成に伴う付加的必要条件</p> <ol style="list-style-type: none"> 3) 下水の排除に伴う排出基準で定められた下水処理 <p>必要な下水排水施設整備内容</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 北西部 PS-1 ポンプ場排水区の下水の市街地中心部への流入を遮断する（遮集管の設置）。 2) 遮集した北西部 PS-1 ポンプ場排水区の下水を処理した後、速やかに Helys 川に放流する。 3) 市街地中心部の既設排水路ならびに下流の排水路を改修し、流下能力を向上させ速やかに下水を排除する。また、GT 道路、鉄道沿いに新しい排水路を設置して排水改善を図る。 4) 既設ポンプ場 C-1 の下水を処理した後放流する。 	<p>改善目標</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 市街地中心部の冠水の改善 2) 速やかな下水の排除 <p>改善目標の達成に伴う付加的必要条件</p> <ol style="list-style-type: none"> 3) 下水の排除に伴う排出基準で定められた下水処理 <p>必要な下水排水施設整備内容</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 南東部 PS-2 ポンプ場排水区の下水の市街地中心部への流入を阻止し、PS-2 ポンプ場に導く。 2) 集水した南東部 PS-2 ポンプ場排水区の下水を処理した後、速やかに Helys 川に放流する。
施設整備 工事概要	<p>当初の要請内容</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ 下水管の建設：81.735 km（人孔・柵・舗装撤去復旧を含む） ◆ ポンプ場の建設：2 箇所 ◆ 下水処理場の建設：1 箇所（中央集中型下水処理場） ◆ 排水路の建設：新設 8 km・改修 9 km ◆ 堤防築堤工事：3 km *既に実施済み 	<p>施設整備内容</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ 下水管の建設：5.5 km（人孔・柵・舗装撤去復旧を含む） ◆ ポンプ場の建設：新設 1 箇所・改修 1 箇所（既設ポンプ場 C-1） ◆ 下水処理場の建設：2 箇所（安定化池） ◆ 排水路の建設：新設 8.2 km・改修 9.9 km 	<p>施設整備内容</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ 下水管の建設（人孔・柵を含む）：3.4 km ◆ ポンプ場の建設：1 箇所 ◆ 下水処理場の建設：1 箇所（安定化池）
維持管理体制	<p>現状：下水管ならびに排水路の清掃・維持管理はほとんど行われていない。2 箇所の既設ポンプ場は、1991 年以来 10 年以上にわたり支障無く運転維持管理されている。</p>	<p>施設整備後：新設の下水処理場は動力を要しない安定化池を予定しており、維持管理が容易な施設である。併設される新設ポンプ場と併せて 30 人程度の運転管理要員の増強が必要である。</p>	<p>施設整備後：新設の下水処理場は動力を要しない安定化池を予定しており、維持管理が容易な施設である。併設される新設ポンプ場と併せて 10 人程度の運転管理要員の増強が必要である。</p>
期待される効果と工事の難易度		<p>期待される効果：（大）市街地中心部の冠水改善のために最も効果的な改善策に基づく下水排水施設整備であり、期待される効果は大きい。</p> <p>工事の難易度：大通りの遮集管と集水柵の設置までを整備範囲とし、煩雑な管網整備はしないため難易度は高くない。各戸への下水接続管がなくても、下水が確実に集水出来るシステムである。</p>	<p>期待される効果：（小）市街地中心部の冠水改善の効果は局所的で小さい。左記の GT 道路沿いの新設排水路と既設排水路の改善により、本排水区の排水状況も幾分改善されるものと思われる。</p> <p>工事の難易度：住宅地区の街路内の下水管設置のため、工事が煩雑となり難易度は高くなる。また完全な集水を行うには、細街路からの下水管の接続が必要である。</p>

表 4.2.3 要請内容と検討結果の下水排水施設整備内容

No.	項目	要請内容	検討結果	
			既存施設改修と PS-1 ポンプ場関連 施設整備	PS-2 ポンプ場関連 施設整備
1.	下水管網の建設	81.735 km	5.5 km	3.4 km
2.	人孔・枳の建設	2,682 箇所	195 箇所	85 箇所
3.	ポンプ場の建設	2 箇所	1 箇所 (新設) 1 箇所 (改修)	1 箇所 (新設)
4.	下水処理場の建設	1 箇所	2 箇所	1 箇所
5	排水施設工事その他			
5.1	排水路の整備	8 km	8.2 km	なし
5.2	排水側溝の改修	9 km	9.9 km	なし
5.3	堤防築堤工事	3 km	なし	なし
5.4	道路・街路の舗装撤去復 旧	81.735 km	5.5 km	3.4 km
無償資金協力による事業実施の妥当性			大：必要性・緊急 性が高い。	小：緊急性が認め られない。

4-2-5 下水排水施設整備後の課題

下水排水施設整備の完成後、有効な下水排水施設の利用と適切な維持管理のためには、「パ」国側の財源の確保、維持管理要員の増強、技術力の向上が不可欠であり、カウンターパートが実施すべき事項を以下に列挙する。

- 1) カウンターパートが実施すべき施設整備と維持管理 (ハードコンポーネント)
 - a. 下水管路、排水路の定期的な掃除と保守点検
 - * 高圧洗浄車等保守点検・清掃機材の整備を、無償資金協力事業で支援することが考えられる。
- 2) カウンターパートが実施すべき財源確保、人材育成、住民啓蒙活動等 (ソフトコンポーネント)
 - a. 下水排水施設の運転維持管理に必要な財源の確保
 - * 財源確保が適切な運転維持管理に最も重要な課題である。グジュラート市議会は、2003年7月より水道料金の値上げ (45 ルピア→90 ルピア/月・戸) と下水道料金の導入 (30 ルピア/月・戸) を決定しているが、予定どおり料金が徴収され財源が

確保されるかは現時点では判断できない。

b. 下水処理場の運転に必要な技術者の訓練

無償資金協力事業の中で、安定化池に必要な細菌及び藻類を育成させる初期運転の指導のために、2ヶ月程度のソフトコンポーネントによる支援が考えられる。

c. 下水排水管網の保守点検に必要な下水道台帳の作成

* 基本設計調査実施時に行われる既存下水排水施設のインベントリ調査結果を、下水道台帳として転用可能と考えられる。

d. 排水路へのゴミ投棄禁止ならびに住民による定期的な排水路掃除等、住民参加による美化キャンペーン活動の実施

4-3 下水排水施設の設計条件の検討

4-3-1 将来人口推計と下水排水施設整備目標年次

グジュラート TMA の人口調査は 1998 年に実施されている。その後は現在人口、将来人口ともに 3.0 % の人口増加率で推計している。

グジュラート TMA では 20 年後の 2023 年を下水排水計画の目標年次としているが、無償資金協力としての協力範囲は基本的に短中期計画の範囲（施設完成から 5 年程度）とし、将来増設が可能な下水処理施設、ポンプ設備は 2010 年を目標年次、増設が困難な下水管路は長期計画の 2023 年を目標年次とすることが妥当と思われる。

対象地域の各排水区毎の現在人口（2003 年）、ならびに各目標年次の将来人口推計を表 4.3.1 に示す。

表 4.3.1 各排水区毎の現在・将来人口推計

排水区	現在人口 (2003 年)	2010 年人口		2023 年人口	
		計画人口	下水処理対象人口 ^{*1)}	計画人口	下水処理対象人口 ^{*1)}
既存ポンプ場 C-1 排水区	154,000	189,000	132,300	278,000	194,600
北西部 PS-1 ポンプ場排水区	90,000	111,000	77,700	163,000	114,100
南西部 PS-2 ポンプ場排水区	29,000	36,000	25,200	52,000	36,400
合計	273,000	336,000	235,200	493,000	345,100

出典：グジュラート TMA の Infrastructure & Services Department

注：*1) 1997 年の FS レポートに準じて、下水処理対象人口（下水集水率）は計画人口の 70 % とする。

4-3-2 下水排水網の検討¹³

(1) 流出量の算定

1) 一人あたり汚水量と降雨強度

(i) 一人当たりの汚水量

既存資料やローカルコンサルタントの推奨数値を参考にして、

$$40g/d=40 \times 4.546 \text{ l}/(24 \times 60 \times 60)=0.00210 \text{ l}/\text{sec}$$

$$=0.00007416 \text{ cusec} (\text{Cubic-foot}/\text{sec}), \quad 1 \text{ Cubic-foot}/\text{sec}=28.317 \text{ l}/\text{sec}$$

(ii) 降雨強度

既存計算資料より、1/60 cusec/acre

(2) 下水管流末断面の検討

1) 既設ポンプ場 C-1 排水区流末下水管

(i) 集水面積、処理対象人口

集水面積：3093acre (1252ha)、処理対象人口：194.6千人

(ii) 総流出量 (必要排水量)

$$\text{雨水} : 3093 \text{ acre} \times (1/60) \text{ cusec}/\text{acre} = 51.55 \text{ cusec} \approx 1.46 \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$\text{汚水}^{14} : 0.00007416 \text{ cusec} \times 194,600 (\text{人}) \times 2.0 = 28.863 \text{ cusec} \approx 0.82 \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$\text{合計} : 80.41 \text{ cusec} \approx 2.28 \text{ m}^3/\text{sec}$$

(iii) 既設下水管能力、下流排水開渠

既存資料より、既設流末下水管は管径 135cm (54 インチ) であり、据付勾配は 1/1000 ~ 1/1500 と想定される。排水容量を算定してみると、以下のように見積もられる。

$$\begin{aligned} Q &= A \times v = \{(\pi D^2)/4\} \times \{(1/n) \times R^{2/3} \times I^{1/2}\} \\ &= \{(3.14 \times 1.35 \times 1.35 \div 4) \times (1/0.013) \times (1.35/4)^{2/3} \times \{(1/1000)^{1/2} \sim (1/1500)^{1/2}\}\} \\ &= 1.430 \text{ m}^2 \times (1.179 \text{ m}/\text{sec} \sim 0.963 \text{ m}/\text{sec}) \\ &= 1.69 \text{ m}^3/\text{sec} \sim 1.38 \text{ m}^3/\text{sec} \end{aligned}$$

¹³ 数式中の略号の意味は次の通り。g=ガロン d=日 sec=秒 acre=エーカー Q=排出容量 A=下水管の断面積(m²) v=流速(m/s) D=下水管の管径(m) n=粗度係数 R=径深(m) I=取付勾配

¹⁴ 計画最大汚水量は一日最大汚水量の2~4倍(人口20万~5千人に応じて) (P27 (5)設計基準参照)

他方、計算書等の資料は入手できていないが、F/S レポートおよび入手したフェーズ II 下水道施設の見積り資料によれば、この流末下水管は汚水、下水を合わせ $1.44\text{m}^3/\text{sec}$ (51cusec) の排水容量を保有しているとの記述がある。

これらを考慮し、既設流末下水管が汚水全量と雨水を合わせ $1.44\text{m}^3/\text{sec}$ の排水容量を持っているものとするれば、総流出量 $2.28\text{m}^3/\text{sec}$ のうちの残り $0.84\text{m}^3/\text{sec}$ の雨水排水が可能となるよう排水開渠を改修整備する必要があると思われる。

しかしながら、基本設計調査において、次の 1)、2) で記述する北西部 PS-1 ポンプ場排水区、南西部 PS-2 ポンプ場排水区の新設計画と合わせ考え、既設排水管網や排水開渠の排水条件、排水能力等を詳細に検討、確認する必要がある。

特に、この排水開渠は雨水排水を対象とした施設であるが、上流部の既存市街地において既存下水管網の整備密度の不足等により、晴天時においても一部の下水の流入が避けられない事が基本設計調査で確認された場合には、晴天時に流入する下水を、既設ポンプ場 C-1 を経て新設する下水処理場で処理する計画を検討する必要がある。

2) 北西部 PS-1 ポンプ場排水区遮集管

(i) 集水面積、処理対象人口

集水面積：1804 エーカー (730ha)、処理対象人口：114.1 千人

(ii) 総流出量 (必要排水量)

雨水： $1804\text{acre} \times (1/60)\text{cusec}/\text{acre} = 30.06\text{cusec} \approx 0.85\text{m}^3/\text{sec}$

汚水： $0.00007416\text{cusec} \times 114,100(\text{人}) \times 2.0 = 16.923\text{cusec} \approx 0.48\text{m}^3/\text{sec}$

合計： $46.98\text{cusec} \approx 1.33\text{m}^3/\text{sec}$

(iii) 新設排水管必要排水能力

新設排水管必要排水能力は 46.98cusec ($1.33\text{m}^3/\text{sec}$)。

入手資料より、計画流末下水管は管径 135cm (54 インチ) である。据付勾配を前述と同様 $1/1000 \sim 1/1500$ と仮定すると、排水容量は以下のように見積もられる。

$$\begin{aligned} Q &= A \times v = \{(\pi D^2)/4\} \times \{(1/n) \times R^{2/3} \times I^{1/2}\} \\ &= \{(3.14 \times 1.35 \times 1.35 \div 4) \times (1/0.013) \times (1.35/4)^{2/3} \times \{(1/1000)^{1/2} \sim (1/1500)^{1/2}\}\} \\ &= 1.430\text{m}^2 \times (1.179\text{m}/\text{sec} \sim 0.963\text{m}/\text{sec}) \\ &= 1.69\text{m}^3/\text{sec} \sim 1.38\text{m}^3/\text{sec} \end{aligned}$$

従って、流末管径は 135cm (54") で妥当と思われる。

3) 東部 PS-2 ポンプ場排水区流末下水管

(i) 集水面積、処理人口

集水面積：563 エーカー (228ha)、処理人口：36.4 千人

(ii) 総流出量 (必要排水量)

雨水：563acrex(1/60)cusec/acre=	9.39 cusec	≐ 0.266 m ³ /sec
汚水：0.00007416cusecx36,400(人)x3.5=	9.448 cusec	≐ 0.268 m ³ /sec
合計：	18.84 cusec	≐ 0.533 m ³ /sec

(iii) 新設排水管必要排水能力

新設排水管の必要排水能力は 18.84 cusec (0.533 m³/sec)。

入手資料より、計画流末下水管は管径 105cm (42 インチ) である。据付勾配を前述と同様 1/1000~1/1500 と仮定すると、排水容量は以下のように見積もられる。

$$\begin{aligned} Q &= A \times v = \{(\pi D^2)/4\} \times \{(1/n) \times R^{2/3} \times I^{1/2}\} \\ &= \{(3.14 \times 1.05 \times 1.05 \div 4) \times (1/0.013) \times (1.05/4)^{2/3} \times \{(1/1000)^{1/2} \sim (1/1500)^{1/2}\}\} \\ &= 0.865 \text{m}^2 \times (0.997 \text{m/sec} \sim 0.814 \text{m/sec}) \\ &= 0.86 \text{m}^3/\text{sec} \sim 0.70 \text{m}^3/\text{sec} \end{aligned}$$

従って、流末管径は 105cm (42") は多少の余裕があると思われる。

(3) 下流排水路の検討

技術的な検討の結果、以下の計画については妥当性が高い。

下流排水路は、鉄道沿いおよび G.T. 道路沿いに新設する計画とする。鉄道沿いの新設排水路は、延長 2.6km で Kalra Kalan ポンプ場下流の排水開渠に接続する計画とする。接続位置はおおよそ Kalra Kalan から 1km 下流付近と予想される。

また、G.T. 道路沿いの新設排水路は、延長 5.6km で同様に Kalra Kalan ポンプ場下流の排水開渠に接続する計画とする。この新設排水路は、Ramtalal 道路と G.T. 道路の交差点付近をスタートし、ラホール方面に向かって G.T. 道路沿いを 5km 程南下したところにある G.T. 道路下の排水用空間を利用して既設の Kalra Kalan ポンプ場下流排水路に接続する計画とした。

Kalra Kalan ポンプ場下流の排水開渠は前述したようにパンジャブ州の灌漑発電局 (Irrigation and Power Department) によって整備された開水路であり上流部で 4.2m³/sec (150cusec)、下流部で 8.5m³/sec (300cusec) の排水能力を持っている。鉄道沿いの新設排水路との接続位置付近では、4.2m³/sec (150cusec) 程度、G.T. 道路沿いの

新設排水路との接続位置付近では、 $5.6\text{m}^3/\text{sec}$ (200cusec) 程度の排水能力を有していると思われる。参考図を図 4.3.1 に示す。

(4) ポンプ場容量の検討

1) 既設ポンプ場 C-1

(i) 集水面積、処理対象人口

集水面積：3093 エーカー (1252ha)、処理対象人口：132.3 千人

(ii) 総流出量 (必要排水量)

雨水： $3093\text{acre} \times (1/60)\text{cusec}/\text{acre} = 51.55\text{cusec} \approx 1.46\text{m}^3/\text{sec}$

汚水： $0.00007416\text{cusec} \times 132,300(\text{人}) \times 2.0 = 19.623\text{cusec} \approx 0.56\text{m}^3/\text{sec}$

合計： $71.173\text{cusec} \approx 2.02\text{m}^3/\text{sec}$

(iii) 既存排水ポンプ能力の検討

既存資料よれば、既存排水ポンプ能力は 30cusec ($5\text{cusec} \times 6$ 台) であるが、故障が多く十分稼働できておらず、容量不足の状態である。更に、ポンプは 1991 年から稼働しており、既に 10 年余の期間を経ているので、更新することが望ましい。

2) PS-1 ポンプ場

(i) 集水面積、処理人口

集水面積：1804 エーカー (730ha)、処理対象人口：77.7 千人

(ii) 総流出量 (必要排水量)

雨水： $1804\text{acre} \times (1/60)\text{cusec}/\text{acre} = 30.06\text{cusec} \approx 0.85\text{m}^3/\text{sec}$

汚水： $0.00007416\text{cusec} \times 77,700(\text{人}) \times 2.0 = 11.524\text{cusec} \approx 0.33\text{m}^3/\text{sec}$

合計： $41.58\text{cusec} \approx 1.18\text{m}^3/\text{sec}$

(iii) 新設排水ポンプ必要能力

汚水、雨水の全流出量を新設排水ポンプで排水させるためには、必要排水ポンプ能力は $1.18\text{m}^3/\text{sec}$ となる。

同様に、維持管理の容易性を考慮し、既存と同様なポンプ場施設を検討する。保留時間を 5 分として、集水タンクの寸法を検討してみると、以下の寸法が見積もられる。

$$1.18\text{m}^3/\text{sec} \times 60(\text{秒}) \times 5(\text{分}) = 354\text{m}^3 \Rightarrow 360\text{m}^3$$

有孔水深、 h_e を 1.8m (6 フィート) とすれば、タンクの所要面積、 A は、

$A = 360 \div 1.8 = 200 \text{ m}^2$ 。集水タンクを 2 基設置すれば、タンク直径、 ϕ は、

$$\phi = \sqrt{100 \times (4/\pi)} = 11.28\text{m} \Rightarrow 12\text{m}$$

新設排水ポンプは、同様に、 0.14m^3 (5cusec) のポンプ 8 台設置する。この場合、ポンプ室の平面寸法は、 70m^2 程度と予想され、円筒形ポンプ室とすれば、直径約 10.0m (35 フィート) 程度の寸法となる。

3) PS-2 ポンプ場

(i) 集水面積、処理人口

集水面積：563 エーカー (228ha)、処理対象人口：36 千人

(ii) 総流出量 (必要排水量)

雨水： $563\text{acre} \times (1/60) \text{ cusec/acre} = 9.39 \text{ cusec} \approx 0.27 \text{ m}^3/\text{sec}$

汚水： $0.00007416\text{cusec} \times 25,200(\text{人}) \times 3.5 = 6.54 \text{ cusec} \approx 0.15 \text{ m}^3/\text{sec}$

合計： $15.93 \text{ cusec} \approx 0.45 \text{ m}^3/\text{sec}$

(iii) 新設排水ポンプ必要能力

汚水、雨水の全流出量を新設排水ポンプで排水させるためには、必要排水ポンプ能力は $0.45 \text{ m}^3/\text{sec}$ となる。

同様に、保留時間を 5 分として、集水タンクの寸法を検討してみると、以下の寸法が見積もられる。

$$0.45 \text{ m}^3/\text{sec} \times 5 \times 60 = 135 \text{ m}^3 \Rightarrow 140\text{m}^3$$

有孔水深、 h_e を 1.8m (6 フィート) とすれば、タンクの所要面積、 A は、

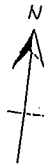
$A = 140 \div 1.8 = 78 \text{ m}^2$ 。集水タンク直径、 ϕ は、

$$\phi = \sqrt{78 \times (4/\pi)} = 9.96\text{m} \Rightarrow 10\text{m}$$

新設排水ポンプは、同様に、 0.14m^3 (5cusec) のポンプ 4 台設置する。この場合、C-1 ポンプ場の排水能力増強の場合と同じく、平面寸法は 30m^2 程度と予想され、円筒形ポンプ室とすれば、直径約 6.0m (20 フィート) 程度の寸法となる。

SURVEY PLAN
CONSTRUCTING KALRA DRAIN
 R.D. 0-25000
 S.C.E. 1/1000

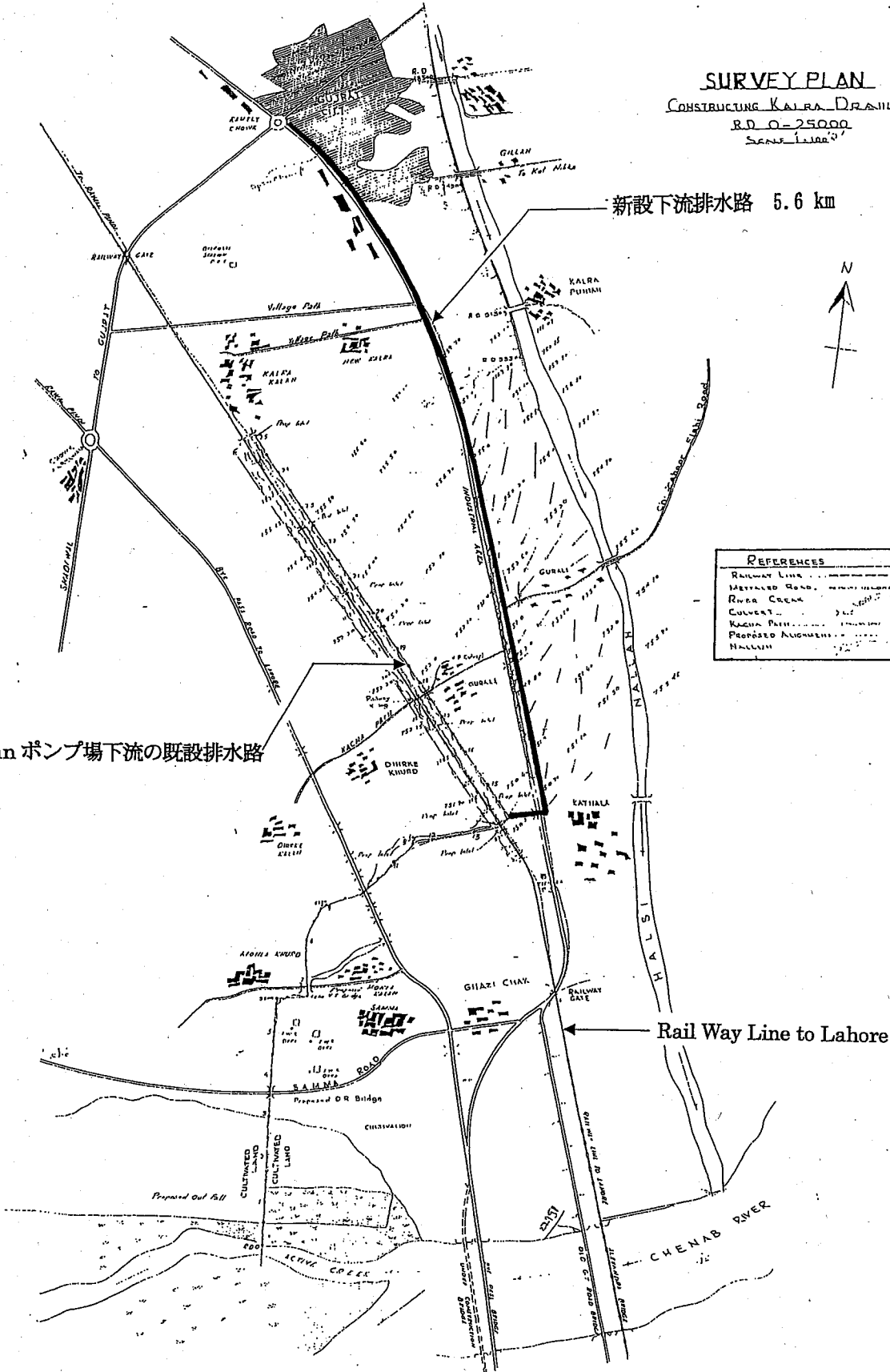
新設下流排水路 5.6 km



REFERENCES	
RAILWAY LINE
RAILWAY ROAD
RIVER CREEK
CULVERT
KALRA DRAIN
PROPOSED ALIGNMENT
HALLAM

Kalra Kalan ポンプ場下流の既設排水路

Rail Way Line to Lahore



Traced by *[Signature]*
 Sub. Engineer *[Signature]*
 District Head Engineer *[Signature]*
 Sub. District Officer *[Signature]*
 Executive Engineer *[Signature]*

図 4.3.1 G.T.道路沿い新設下流排水路

4-3-3 下水処理施設の検討

対象地域の下水道事業の財務状況、維持管理状況を勘案すると、動力を要しない安定化池 (Stabilization Pond) が最も現地に適応した下水処理システムと考えられる。

下水処理施設は、無償資金協力では2010年を目標年次として検討するが、将来増設可能な施設として計画することが望ましい。従って、将来の増設を考慮した各排水区の下水処理施設容量案を表4.3.2に示す。

表 4.3.2 各排水区の下水処理施設容量

排水区	年次	下水処理対象人口	下水排出量 l/cap/日	下水処理量 m ³ /日	下水処理施設容量案
既存ポンプ場 C-1排水区	2010	132,300	180 ^{*1)}	23,800	12,000m ³ /日 X2 系列=24,000m ³ /日
	2023	194,600	同上	35,000	12,000m ³ /日 X1 系列増設=36,000m ³ /日
北西部 PS-1 ポ ンプ場排水区	2010	77,700	同上	14,000	7,000m ³ /日 X2 系列=14,000m ³ /日
	2023	114,100	同上	20,500	7,000m ³ /日 X1 系列増設=21,000m ³ /日
南東部 PS-2 ポ ンプ場排水区	2010	25,200	同上	4,500	2,300m ³ /日 X2 系列=4,600m ³ /日
	2023	36,400	同上	6,600	2,300m ³ /日 X1 系列増設=6,900m ³ /日

注：*1) 1997年のFSレポートの給水原単位40ガロン(180リットル)に準ずる。

安定化池は、嫌気性池 (Anaerobic Pond)、通性池 (Facultative Pond)、熟成池 (Maturation Pond) で構成される。下水管から嫌気性池に下水を搬入する時にポンプが必要であるが、その後は動力を要しない処理プロセスのため、運転費がかからない。また、安定化池は嫌気性分解をするため汚泥の蓄積が極端に少なく、おおむね5年に1回の汚泥除去を必要とするだけで、薬品の投入もなく維持管理が容易である。その分広い用地面積を必要とする。

表 4.3.3 に各排水区の下水処理に必要な嫌気性池、通性池、熟成池の形状寸法案と必要な用地面積を示す。図 4.3.2 に表 4.3.3 の形状寸法案に対応した安定化池の配置計画案を示す。

本プロジェクトの下水処理場予定地は低地にあり、現在家屋はなく耕作地と未利用地である。ヒヤリングによるとその多くは公共用地で用地取得について問題はないとのことであるが、基本設計調査時に用地取得の手順及び時期を確認する必要がある。質問票の回答では既に25haの用地を手当済みとのことであるが、既存施設改修とPS-1ポンプ場関連施設整備で約32haの用地面積が必要であり、追加の用地取得が必要である。

また、下水処理場予定地は低地であるため、洪水時に冠水しない高さまで堤体の造成を行って安定化池を構築する必要がある。従って、基本設計調査時に、ヘルシー川及びビチェナブ川の高水位データと過去の洪水時の冠水高さを調査・分析し、安全かつ経済的な堤体

の高さを設定する必要がある。

表 4.3.3 各排水区の下処理に必要な用地面積 (2010 年)

	嫌気性池		通性池		熟成池		
	2 日	5 日	3 日	3 日	3 日	3 日	
滞留時間 ^{*1)}	2 日	5 日	3 日	3 日	3 日	3 日	
池の深さ ^{*2)}	H=4.0m	H=2.0m	H=1.5m	H=1.5m	H=1.5m	H=1.5m	
排水区	各池の形状寸法案					必要な用地面積	
既設ポンプ場 C-1 排水区	W ₁ 100m x L ₁ 60m	W ₂ 125m x L ₂ 240m	W ₃ 125m x L ₃ 195m	W ₃ 125m x L ₃ 195m	W275m x L725m ≒ 199,000m ² (19.9 ha)		
北西部 PS-1 ポンプ場排水区	W ₁ 75m x L ₁ 50m	W ₂ 95m x L ₂ 185m	W ₃ 95m x L ₃ 150m	W ₃ 95m x L ₃ 150m	W215m x L570m ≒ 121,000m ² (12.1 ha)		
南東部 PS-2 ポンプ場排水区	W ₁ 40m x L ₁ 30m	W ₂ 55m x L ₂ 105m	W ₃ 55m x L ₃ 85m	W ₃ 55m x L ₃ 85m	W135m x L340m ≒ 46,000m ² (4.6 ha)		

注：*1) *2) 「開発途上国における都市排水・汚水処理技術適応指針 (案)」(国際建設技術協会)による。

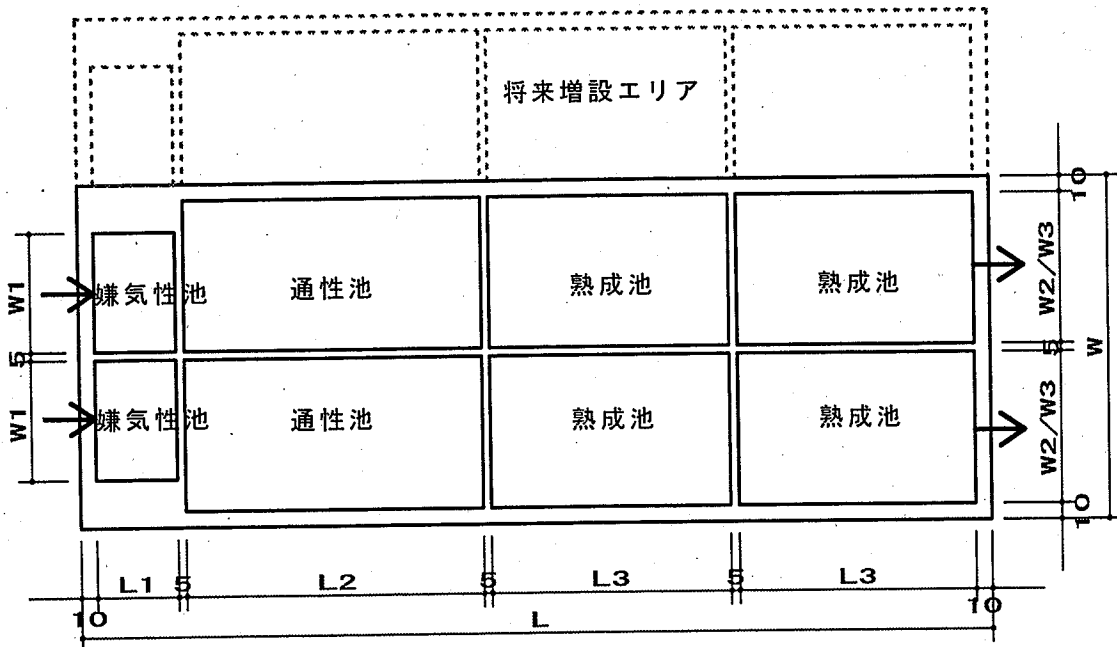


図 4.3.2 安定化池の配置計画案

対象地域内には皮製品工場、電気器具工場、家具工場等の工場が存在しているが、現在までに重金属、化学物質を含む工場排水による健康被害の報告はない。工場排水は国家環境水質基準 (表 3.6.1 参照) に従って、公共下水道の受け入れ基準 (一般家庭の下水水質)

まで前処理をしてから排出することになっており、本下水処理施設も国家環境水質基準に従って設計する。

しかしながら、途上国においては工場側が排出基準を守らないこともあり得るため、基本設計調査では、工場排水の既存データを収集し、下水処理施設に悪影響が出ると予測される工場があった場合には、法令に従って未処理下水の受け入れ拒否等の対応策をカウンターパートに提言する必要がある。

なお参考として、安定化池の適正管理人員数の例を表 4.3.4 に示す。

表 4.3.4 安定化池の適正管理人員数の例

(単位：人)

処理場面積	ポンプ施設			処理規模
	自動制御	手動制御	なし	
8 ha 未満	2	5	1	処理人口約 20,000 人
8-20ha	3	6	2	処理人口約 50,000 人

(単位：人)

処理人口 (人)	管理人員数 (人)							必要最大 人員数 (人)
	処理場長	機械 技術者	水質試験 技能職員	助手	作業員	運転手	警ら	
10,000	-	-	-	-	1	-	1	2
25,000	-	-	1	1	2	1	1	6
50,000	1	-	1	2	4	1	3	10
100,000	1	1	1	2	6	1	5	15
250,000	1	1	2	2	10	2	5	23
備考		機械設備を 有する場合	水質試験施 設を有する 場合			自走式草刈 り機を用い る場合	周辺状況、 機器類の量 により	

出典：「発展途上国における下水道施設管理適正化指針（案）」（国際建設技術協会）

4-4 適切な協力内容、規模及び範囲

本予備調査の現地調査で確認された要請の内容は、既存市街地の下水排水施設の整備・改修に加え、2つの市街地拡張地域（北西部 PS-1 ポンプ場排水区と南東部 PS-2 ポンプ場排水区）の下水排水施設整備を行うものであり、その中で下水管網は管径9インチ（22.5cm）の住宅地内の街路の下水管の建設までを範囲としている（本報告書4-1「要請の下水排水施設整備内容」参照）。

本予備調査において要請の内容の必要性、緊急性、妥当性を検討した結果（本報告書4-2「下水排水施設整備内容の検討」参照）、既存施設改善と PS-1 ポンプ場関連施設整備の実施が、今後無償資金協力として検討が可能な協力内容と考えられる。表4.4.1に要請内容と適切な協力内容の対比を示す。協力の範囲は下水本管（遮集管）と集水桝の設置までとし、煩雑な住宅地内の街路での下水管布設工事は対象外とする。

本プロジェクトの実施により、期待される効果は以下のとおり。

- 1) 市街地中心部の冠水状況が大きく改善される。
- 2) 滞留して衛生環境悪化の原因となっている下水が速やかに排除される。
- 3) 下水が速やかに排除されることにより市内の衛生環境の改善が図られ、水因性疾患の発生が減少する。
- 4) 排出基準に従った下水処理施設の建設により、対象地域ならびに下流流域・下流河川の水質改善が図られる。

表 4.4.1 要請内容と妥当な協力内容

No.	項目	要請内容	適切な協力内容
			既存施設改修と PS-1 ポンプ場関連施設整備
1.	下水管網の建設	81.735 km	5.5 km
2.	人孔・桝の建設	2,682 箇所	195 箇所
3.	ポンプ場の建設	2 箇所	1 箇所（新設） 1 箇所（改修）
4.	下水処理場の建設	1 箇所	2 箇所
5	排水施設工事その他		
5.1	排水路の整備	8 km	8.2 km
5.2	排水側溝の改修	9 km	9.9 km
5.3	堤防築堤工事	3 km	なし
5.4	道路・街路の舗装撤去復旧	81.735 km	5.5 km

無償資金協力事業の実施には、下水排水施設整備完成後に必要な運転・維持管理要員の増強、ならびにそのための財源の確保が不可欠な要件となる。カウンターパート機関では、2003年7月より水道料金の値上げ（45ルピア→90ルピア/月・戸）と下水道料金の導入（30ルピア/月・戸）をグジュラートTMA議会決議で既に決定し、健全な上下水道事業の運営と財務体質改善に向けて取り組みを開始したところである。

料金改定後における、既存施設改修とPS-1ポンプ場関連施設整備完成後の上下水道事業の収支予測を表4.4.2に示す。本プロジェクトの施設整備は、動力を要しない下水処理施設（安定化池）であること、また「パ」国は人件費が安いことから、現状と比較して大幅な運転・維持管理費の投入とならないが、上述の上水道料金の値上げと下水道料金の導入の実施及び、計画どおりの徴収が、維持管理費の捻出に対する絶対条件であると予測される。

*現時点ではこうした先方政府が取るべき措置について、当初計画どおりに実施できるかどうか確認できていない。については、当面はその実施状況等の報告を待つこととし、特に、維持管理経費の確保については、別途判断する必要がある。

表 4.4.2 料金改定後における既存施設改修とPS-1ポンプ場関連整備完成後の上下水道事業の収支予測（単位：ルピア/月）

		水道事業			下水道事業			合計
		接続戸数	単価	金額	接続戸数	単価	金額	金額
収入	住居	35,000	90	3,150,000	30,000	30	900,000	4,050,000
	商業施設	800	300	240,000	500	250	125,000	365,000
	計	35,800		3,390,000	30,500		1,025,000	4,415,000
支出	<整備前> 電気料+補修 人件費			1,800,000 400,000			550,000 —*1)	2,350,000 400,000
	<整備後> 電気料+補修 人件費			0 0			250,000*2) 160,000*3)	250,000 160,000
	計			2,200,000			960,000	3,160,000
	収支			1,190,000			65,000	1,255,000

注：*1) 水道事業に一括計上済み（表3.5.2参照）

*2) ポンプ容量から比例計算

*3) 40人の下水排水施設の運転・維持管理要員増（下水排水網要員10人+ポンプ場・下水処理施設要員30人（平均月給4,000ルピア/月））