

Water and Sanitation Agency (WASA)
Lahore Development Authority (LDA)

パキスタン国

ラホール上下水道整備事業準備調査

和文要約

2010年7月

独立行政法人 国際協力機構

株式会社 エヌジェーエス・コンサルタンツ
株式会社 建設技研インターナショナル

目 次

位置図
目 次
表目次
図目次
略 語

要 約

第 1 部 基礎調査

1 序説	1-1
1.1 調査の背景・経緯.....	1-1
1.2 調査の目的	1-1
1.3 調査対象地域	1-1
1.4 業務範囲	1-2
2 調査対象地域の概要.....	2-1
2.1 自然条件	2-1
2.1.1 地形	2-1
2.1.2 水文地質	2-1
2.1.3 気候	2-1
2.2 社会経済状況	2-2
2.2.1 人口	2-2
2.2.2 エリア別人口.....	2-3
2.2.3 年齢別・性別構成.....	2-3
2.2.4 水系伝染病の状況.....	2-4
2.2.5 1世帯構成人数.....	2-5
2.2.6 「パ」国における1世帯当りの収入と支出.....	2-5
2.2.7 ラホール市の工業.....	2-7
2.2.8 電力事情	2-8
2.3 社会経済調査	2-9
2.3.1 調査方法	2-9
2.3.2 回答者	2-10

2.3.3	質問内容	2-11
2.3.4	調査結果	2-11
3	水質モニタリング	3-1
3.1	基準	3-1
3.1.1	家庭汚水・工場排水	3-1
3.1.2	飲料水	3-1
3.2	水質モニタリング	3-1
3.2.1	河川・排水路	3-1
3.2.2	用水路	3-3
3.2.3	地下水	3-3
3.2.4	工場排水	3-5
3.3	工場視察	3-6
3.4	調査団が実施した水質モニタリング調査	3-8
3.4.1	モニタリングポイント	3-8
3.4.2	水質の分析項目	3-10
3.4.3	モニタリング結果	3-10
3.5	Punjab 灌漑システムにおけるラビ川の現況	3-13
4	セクターの法制、政策、規制、組織/制度の枠組み	4-1
4.1	法制	4-1
4.2	政策	4-1
4.2.1	ビジョン 2030	4-1
4.2.2	National Drinking Water Policy	4-2
4.2.3	National Sanitation Policy	4-3
4.2.4	National Environmental Policy	4-4
4.2.5	Punjab Urban Sector Water and Sanitation Policy	4-5
4.3	制度の枠組み	4-7
4.3.1	連邦政府	4-7
4.3.2	パンジャブ州政府	4-8
4.3.3	地方自治体	4-8
4.4	CDGL 行政区域内で水道・下水道・排水施設に関わる組織	4-9
5	水源、水道、下水道、排水施設の現状	5-1
5.1	水源（地下水）	5-1
5.1.1	法制度	5-1

5.1.2	関係機関	5-2
5.1.3	地下水の管理と規制の状況.....	5-2
5.1.4	問題分析	5-5
5.1.5	表流水源の可能性.....	5-8
5.1.6	水源問題の進むべき道.....	5-18
5.1.7	下水処理水の有効利用.....	5-20
5.2	水道	5-22
5.2.1	給水区域	5-22
5.3	下水道施設	5-30
5.3.1	WASA 管轄エリア	5-30
5.3.2	Cantonment エリア	5-38
5.3.3	TMA (Town Municipal Administrator) エリア	5-41
5.4	排水施設	5-42
5.4.1	WASA 管轄エリア	5-42
5.4.2	Cantonment エリア	5-52
5.4.3	TMA エリア	5-54
5.4.4	浸水被害状況.....	5-54
6	WASA の業務状況	6-1
6.1	組織	6-1
6.1.1	WASA ラホール	6-1
6.1.2	主な役割・業務内容	6-2
6.1.3	課題の分析.....	6-2
6.2	維持管理	6-3
6.2.1	有効水量 (AFW) と無効水量 (UFW)	6-3
6.2.2	漏水対策	6-4
6.2.3	水道施設の維持管理.....	6-5
6.2.4	下水道施設の維持管理.....	6-11
6.2.5	排水施設の維持管理.....	6-13
6.2.6	購入品の管理.....	6-14
6.2.7	モニタリングシステム.....	6-15
6.2.8	水質分析	6-15
6.2.9	JICA Project Management Unit (PMU).....	6-16
6.3	人事管理	6-16
6.4	顧客窓口	6-17
6.4.1	苦情受付窓口.....	6-17

6.4.2	苦情件数の予測.....	6-18
6.5	広報活動	6-21
6.6	通信管理	6-21
6.7	財政管理	6-22
6.7.1	会計・監査システム.....	6-22
6.7.2	財務諸表	6-22
6.7.3	水道料金	6-25
6.7.4	検針と料金徴収.....	6-26
6.8	財政計画	6-28
6.9	事業運営	6-29
6.9.1	事業運営方針.....	6-29
6.9.2	運営組織の拡大.....	6-30
6.9.3	運営管理指標の作成.....	6-30
6.9.4	情報の公開.....	6-33
6.9.5	政策の達成状況.....	6-33
6.9.6	課題の分析.....	6-39
7	既存の調査及び開発計画のレビュー.....	7-1
7.1	既存の調査及び開発計画.....	7-1
7.2	既存の調査及び開発計画の概要.....	7-2
7.3	問題分析	7-5
8	問題分析	8-1
8.1	施設	8-1
8.1.1	水道	8-1
8.1.2	下水道施設.....	8-7
8.1.3	排水施設	8-10
8.2	WASA の組織制度問題.....	8-12

第 2 部 ラホール上下水道整備事業の方向性

9	上下水道整備基本方針.....	9-1
9.1	設計条件	9-1
9.1.1	計画目標及び目標年次.....	9-1
9.1.2	計画区域	9-1
9.1.3	計画人口	9-1

9.1.4	計画給水量.....	9-2
9.2	施設.....	9-2
9.2.1	水道.....	9-2
9.2.2	下水道施設.....	9-9
9.2.3	排水施設.....	9-12
10	組織制度改善に係わるアクションプラン.....	10-1
10.1	組織制度改善.....	10-1
10.1.1	政策・規制環境の改善.....	10-9
10.1.2	経営方針の明確化とそれに必要な経営指標の把握.....	10-17
10.1.3	無効水量（UFW）及び無収水量（NRW）の削減.....	10-23
10.1.4	人材育成と組織のスリム化.....	10-36
10.1.5	顧客サービスの改善.....	10-46
10.2	公共用水域の水質モニタリング.....	10-52
10.2.1	改善案.....	10-52
10.2.2	アクションプラン.....	10-54
10.3	地下水の管理と規制.....	10-55
10.3.1	改善案.....	10-55
10.3.2	アクションプラン.....	10-56
10.4	工業用水リサイクル.....	10-57
11	Phase 1 プロジェクトの優先順位と段階的施工.....	11-1
11.1	概説.....	11-1
11.2	水道.....	11-5
11.3	下水道.....	11-6
11.3.1	優先エリア.....	11-6
11.3.2	下水道施設の段階的整備.....	11-9
11.4	排水.....	11-14
11.4.1	優先エリア.....	11-14
11.4.2	排水施設の段階的整備.....	11-16
12	Phase 1 プロジェクトの範囲.....	12-1
12.1	水道.....	12-1
12.2	下水道.....	12-1
12.2.1	事業の必要性.....	12-1
12.2.2	事業コンポーネント.....	12-3

12.3	排水	12-6
12.3.1	事業の必要性	12-6
12.3.2	事業コンポーネント	12-8
12.4	組織・制度の改善	12-10
12.5	コンサルティング・サービス	12-11
13	Phase 1 プロジェクト施設の概略設計	13-1
13.1	下水処理場	13-1
13.1.1	設計条件	13-1
13.1.2	処理方式	13-1
13.1.3	施設計画	13-2
13.2	下水道幹線と下水遮集路	13-3
13.2.1	Larex Colony～New Gulshan-e-Ravi ポンプ場間の下水幹線・枝線	13-3
13.2.2	Cantonment Drain 沿い下水幹線	13-8
13.2.3	下水遮集路	13-10
13.3	下水ポンプ場	13-12
13.3.1	New Gulshan-e-Ravi ポンプ場	13-12
13.3.2	流入ポンプ場	13-14
13.4	排水施設	13-15
13.4.1	Central エリアにおける排水システム改善事業	13-15
14	プロジェクトの実施	14-1
14.1	Phase 1 プロジェクト・コンポーネントの概要	14-1
14.2	積算条件と仮定	14-4
14.2.1	建設費の積算	14-4
14.2.2	予想維持管理費	14-5
14.3	建設費	14-6
14.3.1	Phase 1 プロジェクトの建設費	14-6
14.3.2	Phase 1 プロジェクトのオプション	14-6
14.4	維持管理費	14-11
14.5	コスト縮減	14-13
14.6	入札方式	14-14
14.6.1	WASA における通常の入札方式	14-14
14.6.2	プロジェクトの発注区分	14-18
14.7	WASA の支払い手続	14-22
14.8	下水道への接続の推進	14-23

14.9	プロジェクトの実施スケジュール.....	14-23
14.10	資金繰りスケジュール.....	14-27
14.11	プロジェクト実施体制.....	14-27
14.12	プロジェクト完成後の体制.....	14-31
14.13	運用・効果指標.....	14-34
15	経済・財務評価.....	15-1
15.1	経済・財務評価手法.....	15-1
15.1.1	経済評価手法.....	15-1
15.1.2	財務評価手法.....	15-2
15.2	経済・財務評価.....	15-2
15.2.1	経済評価.....	15-2
15.2.2	統合した経済評価.....	15-4
15.2.3	財務評価.....	15-5
15.3	キャッシュフロー分析.....	15-5
15.3.1	キャッシュフローの過去の傾向.....	15-5
15.3.2	キャッシュフローの予測.....	15-6
15.3.3	世帯向け水道及び下水道の料金.....	15-6
15.4	料金改定.....	15-8
15.4.1	水道料金.....	15-8
15.4.2	下水道料金.....	15-8
16	環境社会配慮.....	16-1
16.1	IEE 及び EIA が必要な個別事業.....	16-1
16.1.1	上水分野事業における IEE/EIA の必要性.....	16-1
16.1.2	EIA 調査.....	16-1
16.2	特記すべき環境・社会的様相.....	16-3
16.2.1	社会面.....	16-3
16.2.2	環境面.....	16-4
16.2.3	社会、文化及び環境的脆弱地域.....	16-5
16.3	事業による予測される環境社会影響.....	16-5
16.3.1	社会影響.....	16-5
16.3.2	環境影響.....	16-5
16.4	提案事業に対する環境社会配慮.....	16-5
16.4.1	WWTP 及び下水遮集路事業にかかる立退き及び取り壊し.....	16-5
16.4.2	建設時の生活生計への配慮.....	16-7

16.4.3	騒音振動.....	16-7
16.4.4	建設時・供用時の大気質.....	16-7
16.4.5	供用中の処理汚泥.....	16-8
16.4.6	その他の影響.....	16-8
16.5	環境モニタリング.....	16-8
16.5.1	EIA 制度による環境モニタリング.....	16-8
16.5.2	施設運転環境モニタリング.....	16-9
16.5.3	環境モニタリング体制の調整の必要性.....	16-9
16.6	JBIC 環境社会配慮ガイドライン.....	16-9
16.7	EIA 調査 TOR 案.....	16-9
16.8	社会的弱者に対する上下水道サービスの配慮.....	16-9

表 目 次

表 1.1	TOR の要求事項とそれに対応する記述の関係	1-3
表 2.1	ラホールの気温と降水量	2-2
表 2.2	ラホール地区の人口	2-2
表 2.3	ラホール地区の人口増加	2-3
表 2.4	ラホール地区のエリア別人口	2-3
表 2.5	センサス間年齢別構成の変化	2-4
表 2.6	エリア別性別分布	2-4
表 2.7	1 世帯構成人数 (2005-06)	2-5
表 2.8	1 世帯当たりの月間収入金額	2-6
表 2.9	所得の 5 分位分布	2-6
表 2.10	1 世帯当たりの月間収入金額 (2005-06)	2-6
表 2.11	Royal Residence Hotel における自家発電機の稼働状況	2-9
表 2.12	回答者の性別	2-10
表 2.13	回答者の職業	2-10
表 2.14	回答者の家族構成	2-10
表 2.15	月間世帯収入	2-11
表 2.16	上下水道サービスに対する世帯の予想最大支払能力(中間値、暫定)	2-11
表 2.17	水源	2-12
表 2.18	家族の誰が水汲みを行っているか	2-12
表 2.19	水汲みに要する時間	2-12
表 2.20	給水量	2-13
表 2.21	水質－色	2-13
表 2.22	水質－臭い	2-13
表 2.23	水質－味	2-13
表 2.24	WASA 区域における水質	2-14
表 2.25	一日に必要な水量	2-14
表 2.26	便所の利用可能性	2-14
表 2.27	下水道施設	2-15
表 2.28	過去 12 ヶ月間における水因性疾病に罹った家族数	2-15
表 2.29	過去 12 ヶ月間における水因性疾病に掛かった出費	2-15
表 2.30	WASA の給水に対する満足度	2-16
表 2.31	公共下水道に対する満足度	2-16

表 3.1	水質分析項目.....	3-10
表 4.1	タウン別面積及び人口.....	4-13
表 4.2	CDGL 行政区域内で水道・下水道・排水施設を所管する組織.....	4-14
表 5.1	WASA の深井戸における水位降下量.....	5-6
表 5.2	Ravi Syphon における Ravi River の水質 (04/11/2008).....	5-13
表 5.3	Ravi Siphon における Ravi River の水質 (04/11/2008).....	5-14
表 5.4	米収穫量 (kg/are).....	5-22
表 5.5	WASA 配水区域の人口等 (2009).....	5-24
表 5.6	WASA の深井戸.....	5-25
表 5.7	総配水量と一人当たり使用水量、有効水量.....	5-25
表 5.8	高架水槽.....	5-26
表 5.9	送配水管.....	5-27
表 5.10	深井戸の流量計.....	5-27
表 5.11	WASA における塩素滅菌.....	5-28
表 5.12	各戸メータの有無.....	5-29
表 5.13	共同水栓.....	5-30
表 5.14	下水道処理区の概要.....	5-30
表 5.15	排水区の概要.....	5-43
表 5.16	浸水被害常襲地区における平均浸水被害面積.....	5-55
表 5.17	小流域ごとの浸水状況.....	5-56
表 6.1	現況の O&M 施設概要.....	6-2
表 6.2	漏水調査機材.....	6-5
表 6.3	BFM の稼働状況.....	6-7
表 6.4	家庭・商業用水道メータの設置状況.....	6-8
表 6.5	一日当の苦情件数.....	6-18
表 6.6	水質苦情件数 (Complaint Monitoring Cell 受付).....	6-19
表 6.7	WASA の運営管理指標.....	6-31
表 7.1	既存の調査及び開発計画.....	7-1
表 8.1	主な課題.....	8-1
表 8.2	無収水の原因と対応.....	8-2
表 8.3	ヒ素の調査結果 (2009).....	8-4

表 8.4	深井戸と給水栓における大腸菌の検査結果.....	8-5
表 8.5	ヒ素濃度の予測.....	8-7
表 9.1	計画目標及び目標年次.....	9-1
表 9.2	計画給水量.....	9-2
表 9.3	計画下水量.....	9-2
表 9.4	主な課題と改善方策.....	9-3
表 9.5	代替水源の比較.....	9-5
表 9.6	Ravi River、BRB Canal、Lahore Branch の流量.....	9-7
表 9.7	各エリアの提案される下水道システム改善策の概要.....	9-11
表 9.8	各エリアの提案される排水システム改善策の概要.....	9-15
表 10.1	組織・制度改善のまとめ.....	10-5
表 10.2	マネジメント・モニタリング指標（上下水道）.....	10-19
表 10.3	マネジメント・モニタリング指標（財務）.....	10-20
表 10.4	メータの費用負担.....	10-27
表 10.5	Bari Doab における地下水汲み上げ状況.....	10-55
表 11.1	プロジェクトの Phase 分け.....	11-1
表 11.2	Phase 毎の実施プロジェクトのまとめ.....	11-2
表 11.3	水質改善のための Phase 別実施内容.....	11-6
表 11.4	下水道システム改善事業のエリア優先順位.....	11-8
表 11.5	下水道システム改善事業.....	11-9
表 11.6	排水システム改善事業のエリア優先順位.....	11-15
表 11.7	排水システム改善事業.....	11-16
表 12.1	Larex Colony～New Gulshan-e-Ravi 下水ポンプ場間下水幹線及び枝線諸元.....	12-4
表 12.2	Cantonment Drain 沿い下水幹線諸元.....	12-4
表 12.3	New Gulshan-e-Ravi 下水ポンプ場諸元.....	12-5
表 12.4	South West 下水処理場諸元.....	12-5
表 12.5	新設下水遮集路諸元.....	12-5
表 12.6	新設流入ポンプ場諸元.....	12-5
表 12.7	新設排水路諸元.....	12-8
表 12.8	改善・改修排水路諸元.....	12-10
表 12.9	Phase 1 プロジェクトで建設／設置される施設／機器.....	12-12
表 12.10	Phase 2 プロジェクトで建設／設置される施設／機器.....	12-18

表 12.11	必要なコンサルタント・エンジニアの専門	12-25
表 13.1	南西下水処理場設計条件	13-1
表 13.2	処理方式別コスト比較	13-2
表 13.3	推進工法諸元	13-6
表 13.4	各ポンプ場からの計画下水流量	13-11
表 13.5	下水遮集路の水理計算	13-11
表 13.6	New Gulshan-e-Ravi 下水ポンプ場の計画諸元	13-14
表 13.7	流入ポンプ場の計画諸元	13-15
表 13.8	提案される排水路の計画諸元	13-19
表 14.1	Phase 1 プロジェクト・コンポーネントの概要	14-1
表 14.2	Phase 1 プロジェクト建設費 (フル・コンポーネント)	14-8
表 14.3	Phase 1 プロジェクト建設費 (オプション 1)	14-9
表 14.4	Phase 1 プロジェクト建設費 (オプション 2)	14-10
表 14.5	維持管理費 (フル・コンポーネント)	14-11
表 14.6	維持管理費 (オプション 1)	14-12
表 14.7	維持管理費 (オプション 2)	14-13
表 14.8	コスト縮減	14-13
表 14.9	コントラクターの入札資格	14-16
表 14.10	コントラクト・パッケージ	14-21
表 14.11	プロジェクトの実施スケジュール	14-24
表 14.12	資金繰りスケジュール及び適格部分のシェア	14-27
表 14.13	水道・下水道・排水施設に対する運用・効果指標	14-34
表 15.1	プロジェクト・コンポーネント、期待される効果及び便益	15-1
表 15.2	費用の現在価値	15-3
表 15.3	コンポーネントを統合した場合の EIRR	15-4
表 15.4	コンポーネントを統合した場合の水道コンポーネントの FIRR	15-5
表 15.5	世帯向け水道及び下水道の料金 (基本)	15-6
表 15.6	世帯向け水道及び下水道の料金 (オプション 1)	15-6
表 15.7	世帯向け水道及び下水道の料金 (オプション 2)	15-7
表 15.8	新たな上下水道料金の段階的導入 (基本)	15-7
表 15.9	新たな上下水道料金の段階的導入 (オプション 1)	15-7
表 15.10	新たな上下水道料金の段階的導入 (オプション 2)	15-7
表 15.11	世帯向けの範囲でのキャッシュフロー (基本)	15-7

表 15.12	世帯向けの範囲でのキャッシュフロー (オプション 1)	15-7
表 15.13	世帯向けの範囲でのキャッシュフロー (オプション 2)	15-8
表 16.1	IEE あるいは EIA が求められる個別事業	16-1
表 16.2	事業による社会影響予測	16-5
表 16.3	事業による環境影響予測	16-5

目 次

図 2.1	ラホールの位置.....	2-1
図 2.2	ラホールの気温と降水量.....	2-2
図 2.3	ラホール地区の ACGRs の動向.....	2-3
図 2.4	ラホールにおける急性下痢の発生件数.....	2-4
図 2.5	ラホールにおける工業と就業者数.....	2-8
図 3.1	河川・排水路・運河のモニタリング結果 (EPA).....	3-2
図 3.2	井戸のヒ素濃度 (PCRWR)及び「飲用不適」井戸の位置 (WASA).....	3-4
図 3.3	河川・排水路・運河・井戸のモニタリング結果 (調査団).....	3-9
図 3.4	河川のモニタリング結果 (調査団).....	3-11
図 3.5	排水路のモニタリング結果 (調査団).....	3-11
図 3.6	深井戸と水道水のモニタリング結果 (調査団).....	3-13
図 4.1	CDGL と LDA が所管する分野.....	4-11
図 4.2	調査対象地域内各機関の管轄区域.....	4-12
図 5.1	ラホールにおける民間の深井戸.....	5-3
図 5.2	インダス水系の Doab.....	5-4
図 5.3	Bari Doab のイメージ.....	5-5
図 5.4	過去 5 年間 (2002-2006) におけるヒ素の挙動.....	5-7
図 5.5	考えられる代替表流水源案.....	5-9
図 5.6	Ravi Syphon における Ravi River 年度別月間流量変動 (1991~2000).....	5-11
図 5.7	Ravi Syphon における Ravi River 年度別月間流量変動 (2001~2009).....	5-12
図 5.8	Thein Dam 建設による Ravi River 月間平均、最大、最小流量変動の変化....	5-12
図 5.9	Ravi River の年度別月間平均流量変動.....	5-13
図 5.10	BRB Link Canal 灌漑用水配水計画.....	5-15
図 5.11	Ravi Syphon における BRB Canal 年度別月間流量の変化 (1991~2000) ..	5-16
図 5.12	Ravi Syphon における BRB Canal 年度別月間流量の変化 (2001~2009) ..	5-17
図 5.13	下水処理水有効利用のオプション.....	5-20
図 5.14	ラホール市と WASA の配水区域 (Source: WASA, 2009).....	5-23
図 5.15	深井戸の流量計.....	5-28
図 5.16	WASA における塩素滅菌.....	5-28
図 5.17	各戸メータの有無.....	5-29

図 5.18	WASA 管轄区域および下水道処理区	5-30
図 5.19	既設主要下水ポンプ場及び中継ポンプ場位置図	5-31
図 5.20	下水道施設位置図 (Shahdara エリア)	5-32
図 5.21	下水道施設位置図 (Mehmood Booti エリア)	5-33
図 5.22	下水道施設位置図 (Khokhar Road エリア)	5-34
図 5.23	下水道施設位置図 (Central エリア)	5-35
図 5.24	下水道施設位置図 (South エリア)	5-36
図 5.25	下水道施設位置図 (South East エリア)	5-37
図 5.26	Cantonment エリア内の分区図	5-38
図 5.27	既存下水道システム (Lahore Cantonment エリア)	5-39
図 5.28	既存下水道システム (Walton Cantonment エリア)	5-40
図 5.29	既設中継ポンプ場位置図	5-41
図 5.30	PHED による下水道・排水事業 (2009 年) および既設ポンプ場位置図	5-42
図 5.31	WASA 管轄区域及び排水区	5-43
図 5.32	主要排水路及び既設ポンプ場位置図	5-44
図 5.33	排水路位置図 (Shahdara エリア)	5-45
図 5.34	排水施設位置図 (Mehmood Booti エリア)	5-46
図 5.35	排水施設位置図 (Siddique Pura エリア)	5-47
図 5.36	排水施設位置図 (Chotta Ravi エリア)	5-48
図 5.37	排水施設位置図 (Central エリア)	5-49
図 5.38	排水施設位置図 (Sattu Katla エリア)	5-50
図 5.39	排水施設位置図 (Hudiarra エリア)	5-51
図 5.40	排水施設位置図 (Lahore Cantonment エリア)	5-52
図 5.41	排水施設位置図 (Walton Cantonment エリア)	5-54
図 5.42	浸水被害常襲地区位置図	5-57
図 6.1	O&M 管理区分	6-1
図 6.2	現況の組織図	6-3
図 6.3	無効水量 (UFW) 及び無収水量 (NRW)	6-4
図 6.4	苦情対策手順	6-19
図 6.5	料金改正の承認・書類の流れ	6-25
図 7.1	下水道の区域割り	7-6
図 8.1	需要量の予測	8-1
図 8.2	地下水位のモニタリング結果	8-2

図 8.3	ヒ素の調査結果 (2002～2006)	8-4
図 8.4	ヒ素濃度観測地と一次近似結果	8-6
図 9.1	水利権承認ルート	9-4
図 9.2	水源とラホールの位置関係	9-5
図 10.1	Lahore WASA の組織・制度の改善	10-2
図 10.2	アクションプランまとめ	10-3
図 10.3	パンジャブ州都市上下水道サービス法の枠組み	10-13
図 10.4	アクションプラン	10-15
図 10.5	アクションプラン	10-16
図 10.6	アクションプラン	10-18
図 10.7	アクションプラン	10-18
図 10.8	総合資産管理	10-22
図 10.9	アクションプラン	10-23
図 10.10	給水装置に関する権利義務 (現況)	10-24
図 10.11	給水装置に関する権利義務 (改善案)	10-25
図 10.12	アクションプラン	10-26
図 10.13	アクションプラン	10-29
図 10.14	アクションプラン	10-30
図 10.15	パイロットトレーニングと他の無収水対策との関係	10-32
図 10.16	アクションプラン	10-33
図 10.17	アクションプラン	10-35
図 10.18	アクションプラン	10-36
図 10.19	アクションプラン	10-38
図 10.20	アクションプラン	10-40
図 10.21	アクションプラン	10-41
図 10.22	管理情報システムの概念図	10-43
図 10.23	アクションプラン	10-44
図 10.24	アクションプラン	10-45
図 10.25	アクションプラン	10-47
図 10.26	苦情処理システム概念図	10-49
図 10.27	アクションプラン	10-50
図 10.28	アクションプラン	10-52
図 10.29	公共用水域の水質モニタリングのためのアクションプラン	10-55
図 10.30	地下水の管理と規制のためのアクションプラン	10-57

図 10.31	工業用水リサイクルのためのアクションプラン	10-57
図 11.1	下水流集区域（既設・新 Gulshan-e-Ravi 下水ポンプ場）	11-11
図 11.2	提案される下水道施設計画図（Phase 1 プロジェクト）	11-12
図 11.3	提案される下水道施設計画図（Phase 2 プロジェクト）	11-13
図 11.4	提案される排水施設計画図（Phase 1 プロジェクト）	11-18
図 11.5	提案される排水施設計画図（Phase 2 プロジェクト）	11-19
図 12.1	提案される新設排水路と各排水流域.....	12-7
図 13.1	南西下水処理場配置図.....	13-2
図 13.2	提案される幹線および枝線の位置図.....	13-4
図 13.3	幹線および枝線の計画流量.....	13-5
図 13.4	提案される幹線および枝線の計画諸元.....	13-7
図 13.5	Cantonment Drain 沿い下水幹線の計画流量	13-8
図 13.6	Cantonment Drain 沿い下水幹線の計画諸元	13-9
図 13.7	下水遮集路の位置図.....	13-10
図 13.8	New Gulshan-e-Ravi 下水ポンプ場位置図	13-12
図 13.9	New Gulshan-e-Ravi 下水ポンプ場平面図	13-13
図 13.10	新設排水路及び改修予定排水路位置図	13-16
図 13.11	排水路計画流量.....	13-17
図 14.1	パンジャブ州入札手続.....	14-15
図 14.2	WASA における一般的な入札方式	14-17
図 14.3	プロジェクト実施スケジュール.....	14-26
図 14.4	プロジェクト実施時の体制.....	14-28
図 14.5	プロジェクト完成後の実施体制.....	14-33
図 16.1	下水道・排水施設事業 EIA 調査工程（案）	16-2
図 16.2	水道事業 IEE 工程（案）	16-2
図 16.3	WASA による立退き/取り壊し工提案	16-6

ABBREVIATIONS

Abbreviation	Definition
<i>Institutions / Organizations</i>	
ADB	Asian Development Bank
CDG	City District Government
CDM	M/s. Camp Dressers and Mckee
DHA	Defense Housing Authority
EPA	Environmental Protection Agency
EPD	Environmental Protection Department
GOP	Government of Pakistan
HUD&PHED	Housing, Urban Development and Public Health Engineering Department
IDA	International Development Agency
IRSA	Indus River System Authority
JBIC	Japan Bank for International Cooperation
JICA	Japan International Cooperation Agency
LCB	Lahore Cantonment Board
LCCHS	Lahore Cantonment Cooperative Housing Society
LDA	Lahore Development Authority
MCL	Metropolitan Corporation Lahore
NESPAK	National Engineering Services Pakistan (Pvt.) Limited
ODA	Overseas Development Agency
Pak-EPA	Pakistan Environmental Protection Agency
PCRWR	Pakistan Council for Research in Water Resource
SWM	Solid Waste Management
TMA	Town Municipal Administration
UD	Urban Development Wing, LDA
UNEP	United Nations Environmental Program
WAPDA	Water and Power Development Authority
WASA	Water and Sanitation Agency
WB	World Bank
WHO	World Health Organization
<i>Technical</i>	
AC	Asbestos Cement
ADP	Annual Development Plan
AEE	Assistant Executive Engineer
AP	Anaerobic Pond
B/C	Benefit-Cost Ratio
B/S	Balance Sheet
BOD	Biochemical Oxygen Demand
BOT	Build-Operate-Transfer
CE	Chief Engineer
CIP	Cast Iron Pipe
CIS	Customer Information System
CMS	Complaints Management System
COD	Chemical Oxygen Demand
CRO	Chief Revenue Officer
CSC	Consumers Service Centre
DG	Director General
Dia	Diameter

Abbreviation	Definition
DIP	Ductile Iron Pipe
DMA	District Metering Area
DMD	Deputy Managing Director
DNI	Distribution Network Improvement
DNM	Distribution Network Main
DO	Dissolved Oxygen
DPS	Distribution Pumping Station
EIA	Environmental Impact Assessment
EIRR	Economic Internal Rate of Return
EIS	Environmental Impact Statement
FIRR	Financial Internal Rate of Return
FP	Facultative Pond
GDP	Gross Domestic Product
GIP	Galvanized Iron Pipe
GIS	Geographic Information System
GPS	Global Positioning System
IEE	Initial Environmental Examination
KPI	Key Performance Indicator
LGO	Local Government Ordinance
LMA	Lahore Metropolitan Area
LPB	Lahore Protection Bund
M/P	Master Plan
MD	Managing Director
MTS	Model Town Society
NA	(Information) Not Available
NEQS	National Environmental Quality Standards (for Municipal and Liquid Industrial Effluent)
NGO	Non-Governmental Organisation
NPV	Net present Value
NRW	Non Revenue Water
O&M	Operation & Maintenance
ODA	Official Development Assistance
P & D	Planning & Development
P&E	Planning & Evaluation
P/L	Profit and Loss Statement
PC-1	Planning Commission-1
PI	Performance Indicator
PIU	Project Implementation Unit
PPP	Public-Private Partnership
PS	Pumping Station
PVC	Polyvinyl Chloride
RCC	Reinforced cement concrete
SCADA	System Control and Data Acquisition
SS	Suspended Solids
TA	Technical Assistance
TDS	Total Dissolved Solids
TF	Trickling Filter
ToR	Terms of Reference
TSS	Total Suspended Solids
TWL	Top Water Level
UASB	Upflow Anaerobic Sludge Blanket (Process)

Abbreviation	Definition
UBD	Upper Bari Doab Canal
UC	Union Council
UFW	Unaccounted for Water
UNDP	United Nations Development Programme
WWTP	Wastewater Treatment Plant
<i>Units of Measurement</i>	
%	percent
am	time between midnight and noon
°C	degree celsius
cm	centimetre
Cfs	cubic feet per second
cusecs	cubic feet per second
ft	Feet
gpcd	gallon per capita per day
gpm	gallon per minute
gmcd	gram per capita per day
ha	hectare
hp	horsepower
in	inch
Kanal	Kanal (which is unit for area used in Lahore)
km	kilometre
km ²	square kilometre
KV	kilovolt
KVA	kilovolt ampere
kW	kilowatt
kWh	kilowatt hour
l	litre
lpcd	litre per capita per day
m	metre
m/s	metre per second
m ²	square metre
m ³	cubic metre
m ³ /d	cubic metre per day
m ³ /h	cubic metre per hour
mg	million gallons
mg/l	milligram per litre
mgd	million gallons per day
ml	millilitre
mm	millimetre
MPN	most probable number
MW	megawatt
pm	time between 12 noon and 12 midnight
ppm	parts per million
Rs.	Pakistan Rupee
US\$	United States Dollar
yd ²	square yard
<i>Units Conversion</i>	
	1 ft = 12 in = 0.304800 m
	1 gallon [imperial(UK)] = 4.546090 litre

Abbreviation	Definition
	1 cubic feet = 0.0283168 m ³
	1 cusecs = 2446.6 m ³ /d
	1 Kanal = 500 Square yards = 0.103 acre (= 417 m ²) Source: "Land Records Manual (Revised by Malik Mushtaq Ahmad Nonari, Advocate High Court) "

要 約

1 調査の背景・経緯

ラホールは、700万人の人口を有する「パ」国第二の都市である。上水道については、上水道普及率は87%に達しているが、人口増加が著しいために、適切な給水のために給水量の増加、節水や無収水削減等による効率化が望まれている。下水施設（污水・雨水排水施設）については、市内の下水管の整備が遅れているために住民への衛生環境の悪化を招いていることに加えて、下水処理施設整備が大幅に遅れているために公共用水域の水質汚濁が進んでいる。また、排水施設の未整備及び既存の施設の容量不足と老朽化のために、市内の浸水被害が著しい。こうした状況をふまえ、ラホールにおいて上下水道を整備する事業の必要性は高く、円借款の要請及び円借款案件の形成のための調査の要請が「パ」国政府から提出された。

JICAは、その援助戦略で水道及び衛生施設整備を重視しており、「ラホール上下水道整備事業」を策定するための準備調査の必要性を認識するものである。本事業に対して引き続いて借款援助を考慮することがある。

調査対象区域はラホール市とするが、必要に応じて周辺区域の状況も考慮する。

業務範囲は以下の通り。

TOR1: 基礎調査

- 1-1 既存の調査・開発計画のレビュー
- 1-2 水質調査
- 1-3 水源・水道施設の現況確認
- 1-4 下水道・雨水排水施設の現況確認
- 1-5 社会経済状況の調査
- 1-6 ラホール及び周辺の住民が直面している水関連の問題とその原因と分析
- 1-7 水道・下水道・排水施設に関する整備及び管理の現状と課題の分析
- 1-8 公共用水域の水質管理に係る現状と課題の分析
- 1-9 地下水管理に係る現状と課題の分析

TOR2: 水道・下水道・排水施設の整備及びマネジメントに係るビジョンと戦略のレビュー

- 2-1 需要予測
- 2-2 水道・下水道・排水施設に係るビジョンと戦略の策定
- 2-3 水道・下水道・排水施設のマネジメント改善のための提言と改善のための行動計

画の策定

- 2-4 公共用水域の水質管理改善に係る提言と改善のための行動計画の策定
- 2-5 地下水の管理と規制に係る提言と改善のための行動計画の策定
- 2-6 工業用水リサイクルに係る提言と改善のための行動計画の策定

TOR 3: 事業計画の策定

- 3-1 土質調査及び測量を含む補足調査
- 3-2 事業スコープ
- 3-3 施設の概略設計
- 3-4 事業費積算
- 3-5 資金調達計画
- 3-6 実施スケジュール
- 3-7 入札方法及びパッケージングを含む調達方法
- 3-8 モニタリング項目及び目標の設定を含む事業効果

TOR 4: 事業実施及び維持管理体制に係る計画策定

- 4-1 事業実施体制
- 4-2 維持管理体制
- 4-3 関連組織の能力開発計画
- 4-4 関連組織の財務計画
- 4-5 下水道への戸別接続推進のための具体的方策

TOR 5: 環境社会配慮の確認

- 5-1 「パ」国の環境法令にしたがって求められる (EIA を含む) 手続きの確認
- 5-2 「パ」国の環境法及び JBIC 環境ガイドラインに基づく EIA の実施
- 5-3 用地取得、移転、求められる手続きの詳細の確認及び住民移転基本計画を含む対応策の策定
- 5-4 社会的弱者への上下水道サービス改善計画の策定

2 水源 (地下水)

(1) 水位

地下水位の降下は止まりそうになく、水源を全面的に地下水に依存している WASA の潜在的な脅威となっている。

1975 年に CDM は、Shadman Colony 近くにおける 1955 年～1974 年の最大地下水位降下量は 45ft で、年間降下速度は 2.25 ft/yr (0.68 m/yr) と予測している。

”Integrated Master Plan for Lahore – Volume 1 (2002)”は、1987 年～2000 年の年間平均地下水位降下速度は 2.03 ft/yr (0.62 m/yr) と述べている

表 1 は 2005 年～2008 年における WASA の各 Sub Division の代表的深井戸の地下水位降下量を示したものである。降下は 22 地点中 20 地点で発生しており年間平均水位降下速

度は 0.92 m、すなわちほぼ 1 m で、前述の予測値よりも早くなっている。

表 1 WASA の各 Sub Division の代表的深井戸の地下水位降下量

No	Sub Division名	静水位 (Static Water Level: SWL)				地下水位差			
		2005年2月 (m)	2006年2月 (m)	2007年2月 (m)	2008年2月 (m)	2005-2006 (m)	2006-2007 (m)	2007-2008 (m)	2005-2008 (m)
1	Shahdara	10.97	12.14	11.93	13.12	-1.17	0.21	-1.19	-2.15
2	City	25.15	26.07	26.99	27.34	-0.92	-0.92	-0.35	-2.19
3	Data Nagar	20.16	21.77	23.12	25.33	-1.61	-1.35	-2.21	-5.17
4	Misri Shah	25.70	26.43	27.69	28.42	-0.73	-1.26	-0.73	-2.72
5	Baghban Pura	25.45	26.94	27.75	29.03	-1.49	-0.81	-1.28	-3.58
6	Mughal Pura	28.45	30.41	31.33	32.01	-1.96	-0.92	-0.68	-3.56
7	Mustafabad	32.67	33.63	33.95	35.43	-0.96	-0.32	-1.48	-2.76
8	Taj Pura	28.95	29.14	28.53	31.94	-0.19	0.61	-3.41	-2.99
9	Ravi Road	23.65	23.68	23.55	23.35	-0.03	0.13	0.20	0.30
10	Islam Pura	23.94	24.59	23.84	23.72	-0.65	0.75	0.12	0.22
11	Shimla Hill	30.72	32.06	33.12	33.87	-1.34	-1.06	-0.75	-3.15
12	Mozang	33.04	35.33	35.72	36.61	-2.29	-0.39	-0.89	-3.57
13	Galberg	32.85	34.29	35.11	36.65	-1.44	-0.82	-1.54	-3.80
14	Samanabad	24.95	26.27	27.27	27.25	-1.32	-1.00	0.02	-2.30
15	Allama Iqbal Town	25.24	24.89	25.14	25.33	0.35	-0.25	-0.19	-0.09
16	Ichhra	32.82	34.33	35.02	35.02	-1.51	-0.69	0.00	-2.20
17	LA Johar Town	24.08	25.20	25.65	25.80	-1.12	-0.45	-0.15	-1.72
18	Garden Town	30.09	31.49	33.10	34.18	-1.40	-1.61	-1.08	-4.09
19	Industrial Area	25.95	27.59	29.55	30.21	-1.64	-1.96	-0.66	-4.26
20	Town Ship	29.77	31.58	33.11	34.96	-1.81	-1.53	-1.85	-5.19
21	Green Town	22.01	23.36	24.61	26.45	-1.35	-1.25	-1.84	-4.44
22	M.E.S. Tubewells	26.25	26.59	27.67	27.67	-0.34	-1.08	0.00	-1.42
					平均 (m)	-1.13	-0.73	-0.91	-2.77
					間隔 (yr)	1	1	1	3

Source: Prepared by JICA Study Team based on "Monthly Progress Report of February March", Hydology Division, WASA

(2) 水質

連邦政府科学技術省の研究機関である Pakistan Council for Research in Water Resources (PCRWR) は 2002 年よりラホール市内を 16 の升目に区切って、代表地点における深井戸の水質調査を行っている。ここで注目されるのはヒ素 (Arsenic: As) の挙動である。水道水源としての As の WHO 基準は 10 ppb、「パ」国の暫定基準は 50 ppb である。2002 年に WHO 基準の 10 ppb を超えているのは 16 地点中 11 地点に過ぎなかったが、2003 年には全地点で 10 ppb を超え、2004 年には「パ」国の暫定基準の 50 ppb を 2 地点で (55 ppb、52 ppb) を超え、2006 年に 1 地点 (71.6 ppb) で超えており、全体として As 濃度が上昇傾向にあることが見られる。この傾向は 2009 年の JICA 調査でも確認されている (図 1 参照)。

(3) 地下水利用

ラホールは Bari Doab の最北端に位置し、Bari Doab の下には巨大な地下水盆が形成されている。表 2 は Bari Doab における地下水利用の状況を示したものであるが、それらだけにとどまらない。地下水は今や飲料、工業及び農業目的に使われているが、全体的な水利用の実態は明確ではない。

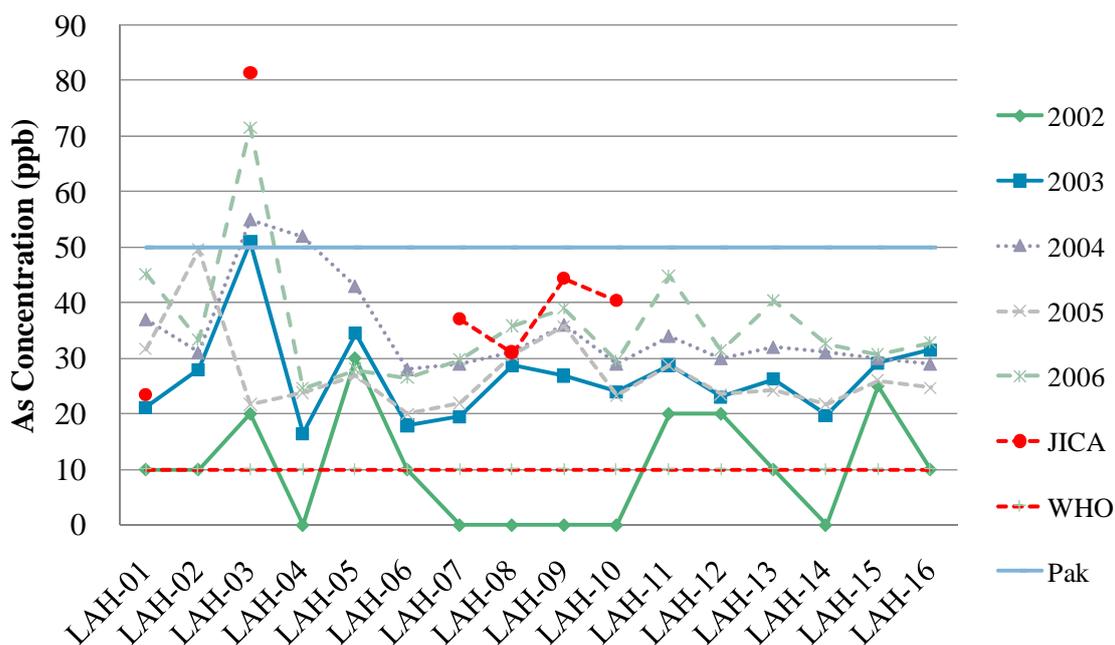


図 1 過去 5 年間 (2002-2006) におけるヒ素の挙動

表 2 Bari Doab における地下水利用

地域	利用者	用途	Tube-wells 本数	地下水汲上げ量 (予想) (million m ³ /day)
Lahore Urban	WASA	Drinking	417	1.610
	Cantonment	Drinking	173	0.774
	Private	Industrial, etc.	4,003	0.450
Lahore Rural	PHED/TMA's	Drinking	16	?
	Agricultural Sector* ¹	Irrigation	5,829* ²	0.987
Outside of Lahore	Agricultural Sector* ¹	Irrigation	194,258* ²	32.879
	Agricultural Sector* ¹	Irrigation	669* ³	?

* Source: "Agricultural Machinery Census in 2004" in "Punjab Development Statistics 2008", Bureau of Statistics, the Government of the Punjab

*² Groundwater abstraction is estimated with the same assumption as those in "Groundwater Resources Evaluation and Study of Aquifer under Lahore" in 1991

*³ Groundwater abstraction is unknown due to lift stations.

(4) 今後取るべき方策

上述のような状況から地下水資源の保全のために以下のアクションを起こすことが提言される。

- a) 地下水に含まれるヒ素濃度の追跡調査の実施
- b) 最新の知見と情報に基づく地下水資源の評価の実施
- c) Bari Doab 地下水委員会の設立
- d) 地下水の管理と規制に関する討議
- e) 地下水管理のための規制の実施

(5) ラビ川の水利権

上記とは別に、WASA は Malara 灌漑水路経由で Chenab 川の水が補給されているラビ川の水利権獲得に向けてアクションを起こすべきである。目標年度の 2035 年においてヒ素濃度を「パ」国飲料水暫定基準の 50 ug/L 以下に保持すると仮定するとき、必要水量は地下水 514,000 m³/day に対して 1,420,000 m³/day となる。この計算では将来のヒ素濃度を PCRWR が行った 2002 年～2006 年までの過去 5 ヶ年のデータを基に一次式近似による最小自乗法を使って予測している。

3 人口予測及び計画水量

(1) 人口

本プロジェクトの基礎となっている上位計画は「Integrated Master Plan for Lahore - 2021 (2005, LDA)」である。この計画では、センサス・データに基づく年間人口伸び率を使って 2021 年までの旧 MCL エリアの将来人口を予測している。2009 年現在、この予測人口は現在の WASA 管轄区域の実人口にほぼ等しい。したがって、この予測を 2035 年まで延ばして対象区域の計画人口にすることとした。

(2) 需要水量

需要水量は以下の仮定の下で予測する。

- 使用水量は業務用水等の非生活用水も含む。
- 現行の 1 人当たり浄水量 75gpcd は 2035 年には 45gpcd まで低下する。
- 無効水率は 2035 年までに 20%まで下げることをめざす。
- 給水区域内の普及率は 2035 年で 100%とする。

表 3 計画給水量

項目	単位	2009	2012	2017	2022	2027	2032	2035
計画人口	百万人	5.671	6.041	6.815	7.592	8.282	9.014	9.453
水道普及率	%	87%	89%	91%	94%	96%	99%	100.0%
計画給水人口	百万人	4.934	5.347	6.202	7.099	7.950	8.879	9.453
1 人 1 日浄水量	gpcd	75	72	66	60	54	49	45
浄水量	10 ³ m ³ /d	1,682	1,739	1,855	1,938	1,963	1,960	1,934
無効水率	%	34%	33%	30%	28%	25%	23%	20%
給水量	10 ³ m ³ /d	1,110	1,174	1,299	1,405	1,472	1,519	1,547
1 人 1 日使用水量	lpcd	225	220	209	198	185	171	164

(3) 下水量

WHO のレポートによれば、水利用がよく把握されていれば、下水量は使用水量の 90% と仮定してよい、としている。現在の WASA 管轄区域における下水の現在排出量を勘案して、使用水量から下水量への転換率として 100%を適用する。一方、ラホールでは約 4,000

工場が水源として深井戸を使っており、下水道及び排水路への排出量は 450,000 m³/day と予想される。これらの排出量は 1 人当たり下水量に含まれている。将来工場でリサイクルが採用されることにより排出量は現状レベルに保たれると仮定する。

表 4 計画下水量

項目	単位	2009	2012	2017	2022	2027	2032	2035
計画人口	百万人	6.104	6.503	7.335	8.172	8.914	9.702	10.175
(Cantonment Area)	百万人	0.752	0.807	0.907	1.063	1.252	1.373	1.452
下水道普及率	%	84%	86%	89%	92%	95%	98%	100%
下水道接続人口	百万人	5.759	6.276	7.333	8.501	9.674	10.883	11.627
1 人 1 日使用水量	lpcd	225	220	209	198	185	171	164
1 人 1 日下水量	lpcd	225	220	209	198	185	171	164
工場排水量	10 ³ m ³ /d	450	450	450	450	450	450	450
下水量 (合計)	10 ³ m ³ /d	1,746	1,831	1,983	2,133	2,240	2,311	2,357

4 組織制度の改善

組織制度の改善は以下のものを含む。

1. 十分なポリシー及び規制環境の整備
 - 1-1 Punjab Urban Water Act 及び WASCO Act (または Lahore WASA Act) の作成と制定
 - 1-2 (a)十分なレベルまで料金値上げをする具体的なロード・マップ、(b)十分な料金改定メカニズム、及び(c)州政府による財政援助方策、の確立
2. 時機を得たデータ取得と最終的なビジョンと戦略の策定
 - 2-1 中期及び年間ビジネス・プランの定期的作成
 - 2-2 成果モニタリング指標と定期的なモニタリング・システムの確立
 - 2-3 総合的な資産調査の実施及び資産台帳及び図面の作成
3. 無効水量 (UFW) 及び無収水量 (NRW) の削減
 - 3-1 使用者との関連で権利と義務の明確化
 - 3-2 40%の使用者にメータの設置
 - 3-3 漏水探知チームの創設
 - 3-4 資産調査結果に基づいて Central エリアのパイロット区域における配水管網改善の実施及び引き続き WASA 管轄区域全域における配水管網改善計画の策定
 - 3-5 不履行者及び不法接続者に対する厳しい対策の実施及び料金を徴収していない公共栓の段階的廃止
 - 3-6 検針及び請求業務の民間会社への委託

4. 人材育成及び組織合理化
 - 4-1 組織再編
 - 4-2 人事管理及び人材育成の改善
 - 4-3 一定業務の民間委託
 - 4-4 マネジメント情報システム (Management Information System: MIS) の確立
 - 4-5 維持管理 (Operation and Maintenance: O&M) 機器の調達

5. 顧客サービスの改善
 - 5-1 顧客との関連で権利と義務の明確化
 - 5-2 顧客満足度調査の定期的実施
 - 5-3 苦情処理システムの改善
 - 5-4 顧客に対する支払オプションの拡充
 - 5-5 広報戦略の策定と実施

6. 地下水モニタリングと規制
 - 6-1 地下水の水質及び水量の追跡調査
 - 6-2 地下水委員会の設立
 - 6-3 地下水の管理及び規制計画の策定
 - 6-4 地下水の定期的モニタリングの確立

組織制度の改善に向けてのアクションプランを**図 2**に示す。

図2 組織 制度改善のアクションプランのまとめ

アクション	責任者(機関)	担当者	期限	2010				2011				2012				2013				2014				2015				2016				2017				2018				2019			
				2	4	6	8	10	12	2	4	6	8	10	12	2	4	6	8	10	12	2	4	6	8	10	12	2	4	6	8	10	12	2	4	6	8	10	12				
5-4 利用者支払いオプションの拡充																																											
1) 支払い方法の現状調査	DIR(R)	Consul	Apr. 2013																																								
2) 利用可能な支払い方法の再編	DIR(R)	Consul	Aug. 2013																																								
3) 支払いシステムの設計	DIR(R)	Consul	Oct. 2013																																								
4) 入社書類の作成と積算	DIR(R)	Consul	Dec. 2013																																								
5) 入力プロセスの補助	DIR(R)	Consul	Aug. 2015																																								
6) 支払いシステムの構築	DIR(R)	Consul	Oct. 2015																																								
7) 試運転調整及びWASA職員に対する研修の実施	DIR(R)	Consul	Dec. 2015																																								
8) マニュアルの作成	DIR(R)	Consul	Feb. 2016																																								
9) WASAへの引き渡し	DIR(R)	Consul	Mar. 2016																																								
5-5 広報戦略の策定と実施																																											
1) 広報の現状調査と問題分析	DIR(P&E)	Consul	Aug. 2012																																								
2) 提言を含む報告書作成	DIR(P&E)	Consul	Oct. 2012																																								
3) 戦略の承認	WASA IC	WASA IC	Oct. 2012																																								
4) 改善された広報のスタート	DIR(P&E)		Jul. 2013																																								
6 地下水のモニタリングと規制																																											
1) 地下水パイプのモニタリング	DIR(Hydrog)	Consul	Every year																																								
2) 地下水源の評価	DIR(Hydrog)	Consul	Jun. 2014																																								
3) Bari Daab 地下水委員会設立	DIR(Hydrog)	Consul	Dec. 2013																																								
4) 地下水の管理と規制に係る検討	BDGC	Consul	Jun. 2015																																								
5) 地下水管理の施行	BDGC	Consul	Dec. 2015																																								

CC: Coordinated Committee
 WASA IC: WASA Internal Committee
 Committee: Established by the notification of "Committee for Establishment of An Authority to Regulate Drinking Water and Sanitation in The Province" dated Lahore the September 5, 2009
 JICA Expert: Expert hired by JICA
 Indiv. Consult.: Individual consultant hired under loan
 Consul: Consulting firm hired under loan

DIR(A): for Administration
 DIR(R): for Revenue
 DIR(P&E): for Planning & Evaluation
 DIR(P&S): for Procurement & Storage
 DIR(LC): for Leakage Control
 DIR(T): for Training
 DIR. PMU: for Project Management Unit
 DIR. CONST:1: for Construction I

5 Phase 1 プロジェクト範囲

(1) 水道

UFW は既存地下水源の無効水率改善のために削減しなければならない。送水元メータ及び各戸メータの設置は、給水管規則の制定及び劣化パイプラインの敷設替えと並んで、漏水の削減及び防止に大いに資するものである。Phase 1 では、送水元メータは全ての深井戸に設置する。各戸メータはそれぞれ Phase 1 で 40%、Phase 2 で 60%に設置する。UFW 削減はパイロット区域を選定して、漏水探知チームの実習を行い、劣化していると認定されたパイプラインは交換し、UFW 削減効果を検証する。このアプローチは Phase 2 でその他の区域に拡大して、予防的漏水探知プログラムを展開する。Phase 1 ではいくつかの区域が選ばれ、すべての使用者にメータが設置される。

(2) 下水道 (図 3、図 4 参照)

Central エリアの下水管網は 20 世紀初頭より整備が開始され、管渠敷設後 20~70 年が経過している。この間、管渠の老朽化は進み、また地域が発展し、人口が増加した結果、現在の下水管網では発生下水量に対応できなくなっている。一時的な改善策として中継ポンプ場を建設し、下水を雨水排水路に排水している。しかしながら、この対策は、排水路周辺的环境悪化、中継ポンプ場の維持管理費の増加、更に雨水排水のための排水路断面の縮小により浸水被害の増幅といった問題を引き起こしている。よってこれらの問題を改善するための適切な下水道システム改善事業が必要である。

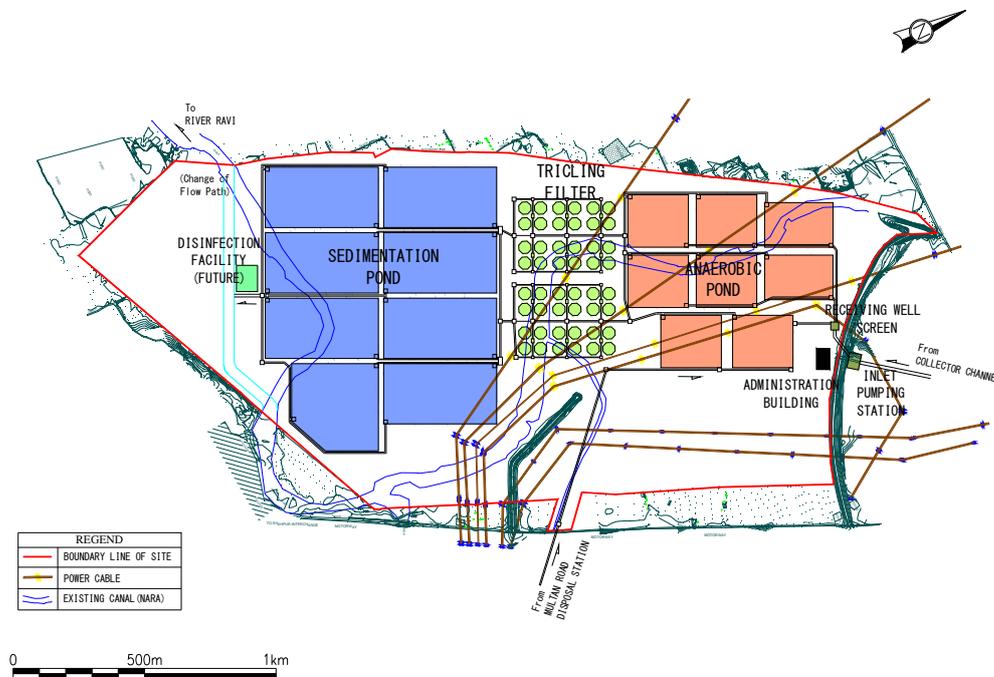


図 3 South West WWTP 計画図

現在、Central エリアから発生する下水は、ポンプ場を経由して全て未処理のままラビ

川へ排出されている。2009年時点で約 640,000 m³ の下水が Central エリアからラビ川へ排出されており、ラビ川の環境面に深刻な影響を及ぼしている。この状況を改善するために、South West WWTP、ポンプ場からの下水を遮集し下水処理場に運搬するための下水遮集路、下水遮集路の流末で流集された下水を処理場に送るための流入ポンプ場の建設が必要である。

(3) 排水施設

Central エリアの排水システムは Cantonment Drain をメイン幹線として、その他の二次排水路で構成されている。元来、これらの排水路は雨水排水のための施設であるが、現況では多くの地点で下水管からの直接流入、あるいは中継ポンプ場を経由しての下水の流入が見られる。排水路の多くは住宅地、商業地内を通過しているため、排水路に大量の下水が流入していることにより排水路の周辺環境に悪影響を及ぼしている。更に常時、下水が排水路に流入していることで排水路の多くの区間で満水状態になっており、雨季の降雨時に雨水排水路としての機能が発揮できず、浸水被害を引き起こしている。また、既存の排水システムは計画降雨に対して適正な排水路サイズ、排水路網が構築されておらず、このことも浸水被害が頻発している理由となっている。

これらの問題を改善するために、新たな排水システムの構築が必要である。排水路の新設は市街地での建設工事となるため、新排水システム構築の検討に際しては既存排水路の有効利用、地下埋設物の位置等を十分に勘案し、計画案の策定を行った。図 5 に提案される新設排水路と各排水路流域を示す。この図より、本計画が Central エリアの排水流域を全て網羅していることがわかる。

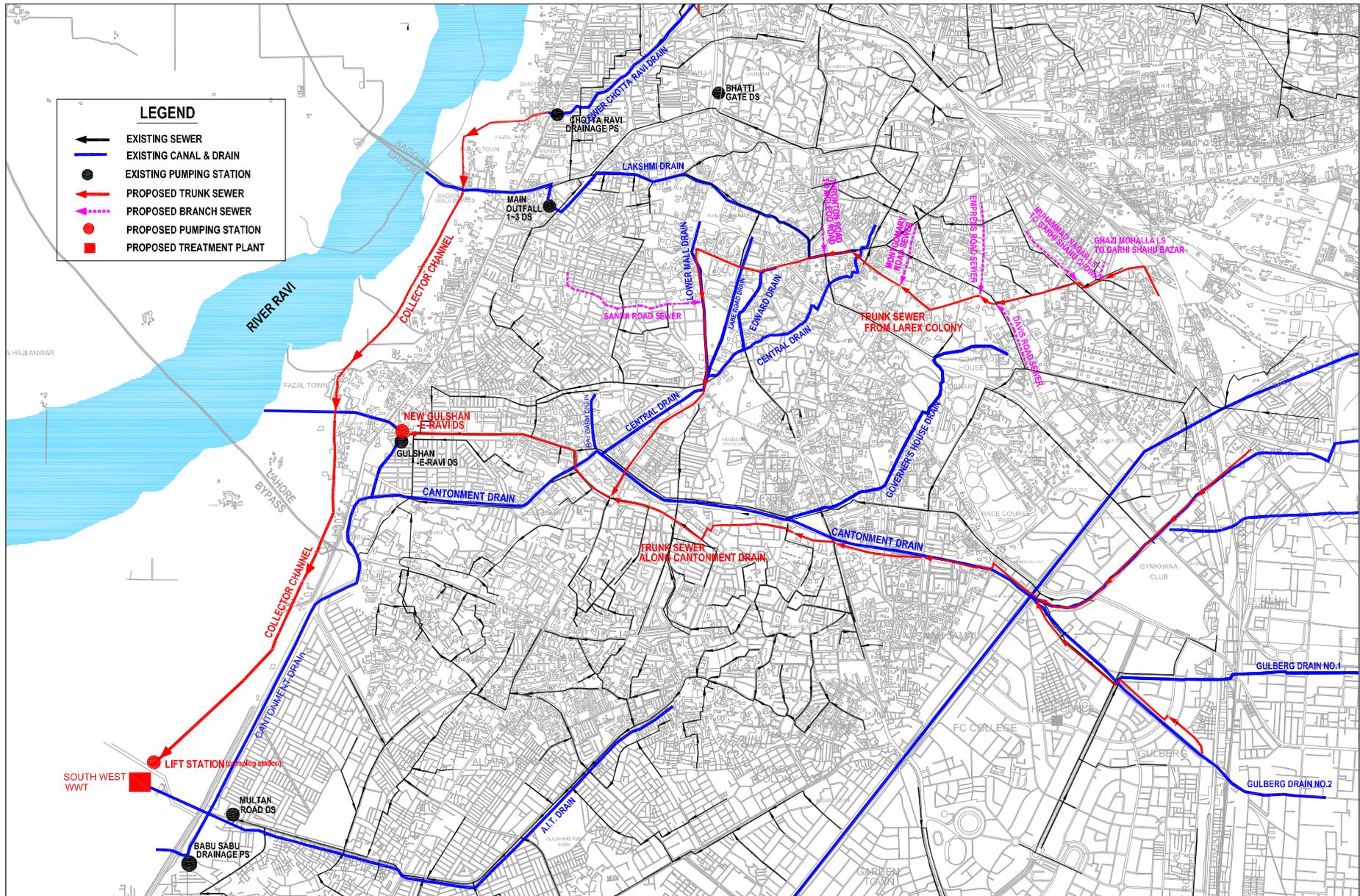


図 4 (Phase 1) プロジェクト下水道計画図

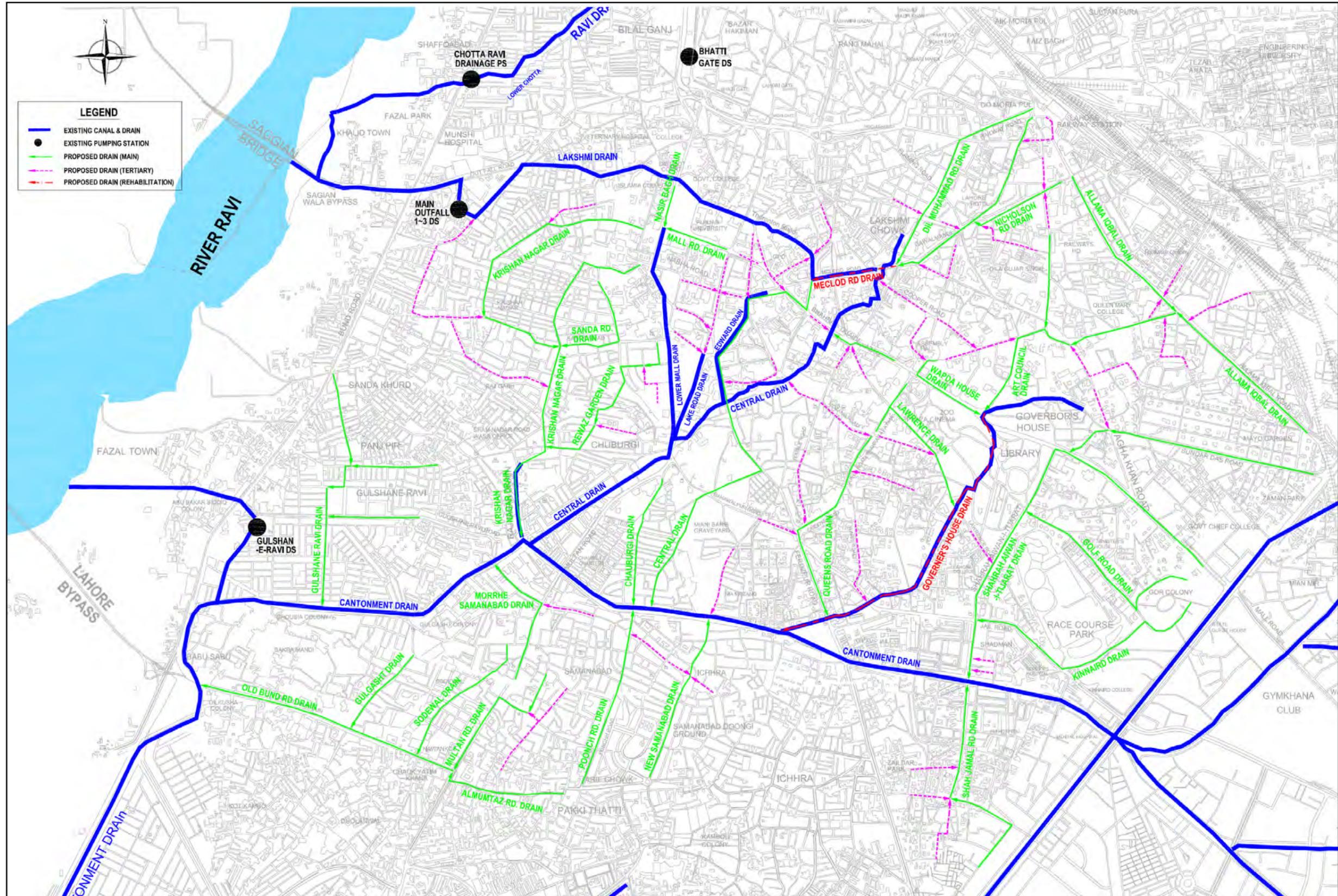


図5 Phase 1 プロジェクト排水施設設計画図

表 5 に Phase 1 プロジェクト・コンポーネントの概要を示す。

表 5 Phase 1 プロジェクト・コンポーネントの概要

Phase 1 (2010-2017)	仕様/備考
水道	水道
1. 飲料水代替水源のためのマスタープランの策定 1-1: 既存の地下水供給システムと新規の表流水供給システムの統合を含む代替水源及び関連施設を整備するためのマスタープランの策定 1-2: 表流水水利権取得を含む準備活動の実施	(コンサルティング・サービスの 5)参照) 慢性的な地下水位の低下と上昇傾向にある地下水中のヒ素濃度から、今後表流水が給水に不可欠のものとなる。このためには、表流水水利権の確保、マスタープランの策定及び表流水と地下水の共同管理に係る調査にコンサルティング・サービスが必要である。
2. 無効水量 (UFW) 及び無収水量 (NRW) の削減 2-1: 全利用者の 40%に水道メータの設置 2-2: すべての深井戸に送水元メータの設置 2-3: アセット調査の実施と WASA 給水区域全域の配水管網改善計画の策定 2-4: センタルラホールの優先地区における配水管網改善の実施 (その他の組織制度対策については「組織制度の改善」を参照)	水道メータ Ø 15mm (typical) × 308,000 units 送水元メータ 1.0 to 2.5 cusec 用深井戸 Ø 8" × 159 units 3.0 to 4.0 cusec 用深井戸 Ø 10" × 233 units 各深井戸設備は圧力計を含む (組織制度の改善 3-4 参照) 詳細設計時に雇用されるコンサルタントは、アセット調査を行い、パイロット区域の調査結果に基づいて、配水管網改善計画を策定する。 (未定) 詳細設計時のパイロット地区での調査結果に基づく。 1) UFW の高い Town を優先する。 2) 漏水が見られる水道管は新しいものに取り替える。 3) 敷設年度が古いものほど漏水の多いことがはっきりすれば、古い水道管が優先的に取り替えられる。
3. 水質の改善 3-1: すべての深井戸に塩素注入装置の設置 (一定の UFW 削減対策はまた水質改善にも関わっている)	各深井戸について 貯留タンク付き薬品注入ポンプ (10 liter/hr x 10 bar) x 342 units
4. 維持管理 (O&M) 機器の調達 4-1: 雨水排水機材 4-2: 給水車及び下水管清掃車輛 4-3: 水道メータ補修ワークショップ設備 4-4: 水質分析機器 4-5: 従業員輸送用車両 4-6: オンサイト計測機器	(Appendix 10.8 参照)
下水道	
1. センタル・エリアと South West 下水処理場を結ぶ下水管 1-1: Larex Colony ~ Gulshan-e-Ravi 下水ポンプ	Ø 24" - 90" × 34.766 ft

場間の下水幹線の敷設 1-2: Larex Colony ~ Gulshan-e-Ravi 下水ポンプ 場間の枝線の敷設 1-3: Cantonment Drain 沿い下水幹線の敷設	Ø 15" – 54" × 15,632 ft Ø 42" – 78" × 22,805 ft 6.0 ft W x 6.0 n H x 3,000 ft 7.0 ft W x 6.0 n H x 1,500 ft 8.0 ft W x 6.0 n H x 7,000 ft 12.0 ft W x 8.0 n H x 8,275ft
2. センタル・エリアと South West 下水処理場を結ぶ下水ポンプ場 2-1: New Gulshan-e-Ravi 下水ポンプ場の建設	Volute pimps : 13 units (including 3 units as standby) 40 cusecs
3. センタル・エリアを対象とする South West 下水処理場 3-1 : 下水遮集路の建設 3-2 :流入ポンプ場の建設 3-3: South West 下水処理場の建設	3.0 m W x 1.8 n H x 1,490 m 5.5 m W x 1.8 n H x 2,750 m 10.0 m W x 2.2 n H x 3,150 m Screw Punmps : 12 units (including 2 units as standby) Q = 80 cusecs Q = 323 cusecs (790,000 m ³ /day) Anaerobic ponds + Trickling filters + Sedimentation ponds
排水	
1. センタルラホールの排水路の新設 Package A 1-1: Central Drain 1-2: Dil Muhammad Road Drain 1-3: Art Council Drain 1-4: Allama Iqubal Road Drain 1-5: WAPDA House Drain 1-6: Lawrence Road Drain 1-7: Nicholson Road Drain 1-8: Poonch Road Drain 1-9: Chauburji Drain 1-10: New Samanabad Drain 1-11: Morrhe Samanabad Drain 1-12: Multan Road Drain 1-13: Almutaz Road Drain 1-14: Old Bund Road Drain 1-15: Sodewal Drain 1-16: Gulgasht Drain 1-17: Nasir Bagh Drain 1-18: Mall Road Drain Package B 1-19: Queens Road Drain 1-20: Shahra Awane Tijarat Road Drain 1-21: Golf Road Drain 1-22: Kinnaird Drain 1-23: Shah Jamal Drain 1-24: Gulshan-e-Ravi Drain 1-25: Sanda Road Drain 1-26: Krishan Nagar Drain	3.0 - 12.0 ft W x 4.0 - 6.0 ft H x 17,600 ft 3.5 - 4.0 ft W x 3.0 - 4.0 ft H x 5,500 ft 7.5 ft W x 5.0 ft H x 2,900 ft 3.0 – 7.5 ft W x 3.0 - 6.0 ft H x 13,838 ft 3.0 ft W x 3.0 ft H x 3,110 ft 3.5 ft W x 3.0 ft H x 3,688 ft 3.0 ft W x 3.0 ft H x 2,463 ft 5.0 ft W x 4.0 ft H x 4,838 ft 3.5 ft W x 4.0 ft H x 3,548 ft 4.0 – 4.5 ft W x 4.0 ft H x 4,540 ft 3.5 ft W x 4.0 ft H x 3,548 ft 3.5 – 4.0 ft W x 3.0 - 4.0 ft H x 4,242 ft 3.5 ft W x 3.0 ft H x 3,188 ft 4.5 – 5.0 ft W x 4.0 ft H x 6,715 ft 4.0 ft W x 3.0 ft H x 5,038 ft 3.5 ft W x 3.0 ft H x 2,435 ft 3.0 ft W x 3.0 ft H x 1,100 ft 3.0 ft W x 2.0 ft H x 1,725 ft 4.0 ft W x 5.0 ft H x 5,382 ft 4.0 – 8.0 ft W x 3.0 - 4.0 ft H x 17,490 ft 3.0 – 4.0 ft W x 3.0 - 4.0 ft H x 5,648 ft 4.0 ft W x 5.0 ft H x 6,690 ft 3.0 – 6.0 ft W x 3.0 - 4.0 ft H x 5,956 ft 3.0 – 10.0 ft W x 3.0 - 5.0 ft H x 11,413 ft 3.5 ft W x 3.0 ft H x 3,579 ft 3.0 – 12.0 ft W x 3.0 - 6.0 ft H x 17,021 ft

1-27: Rewaz Garden Drain 1-28: Tertiary Drain	2.0 – 3.5 ft W x 3.0 - 4.0 ft H x 5,031 ft 2.0 – 3.0 ft W x 2.0 - 3.0 ft H x 74,646 ft
2. セントラルラホールの排水路の改善及びリハビリテーション Package A 2-1: Governor House Drain、Meclod Road Drain/Lakshmi Drain の改善及びリハビリテーション	6.0 ft W x 5.0 ft H x 2,000 ft 7.5 – 10.0 ft W x 5.0 - 7.0 ft H x 8,435 ft
組織制度の改善	
2. 経営方針の明確化とそれに必要な経営指標の把握 2-3: 総合的な資産調査の実施及び資産台帳及び図面の作成	コンサルタント会社により支援
3. 無効水量 (UFW) 及び無収水量 (NRW) の削減 3-2 40%の使用者に各戸メータの設置 3-3 無収水対策チームの設立 3-4 資産調査結果に基づくセントラル・ラホールのパイロット区域における配水管網改善の実施及び引き続き WASA 管轄区域全域における配水管網改善計画の策定 3-5 不払者及び不法接続者に対する厳格な処置及び料金を徴収していない公共栓の段階的廃止 3-6 検針及び請求書発行業務の民間委託	水道 2-1 参照、コンサルタント会社により支援 コンサルタント会社により支援 水道 2-3 参照、コンサルタント会社により支援 コンサルタント会社により支援 コンサルタント会社により支援
4. 人材育成及び組織のスリム化 4-1 組織再編 4-2 人事管理および人材育成の改善 4-3 一定業務の民間委託 4-4 マネジメント情報システム (Management Information System: MIS) の確立 4-5 維持管理 (Operation and Maintenance: O&M) 機器の購入	コンサルタント会社により支援 コンサルタント会社により支援 コンサルタント会社により支援 個人コンサルタントにより支援 個人コンサルタントにより支援
5. 顧客サービスの改善 5-2 顧客調査の定期的実施 5-3 苦情処理システムの改善 5-4 顧客に対する支払オプションの拡充 5-5 広報戦略の策定と実施	コンサルタント会社により支援 個人コンサルタントにより支援 コンサルタント会社により支援 コンサルタント会社により支援
6. 地下水モニタリングと規制 6-1 地下水の水質及び水量の追跡調査分析 6-2 地下水委員会の設立 6-3 地下水の管理及び規制計画の策定 6-4 地下水の定期的モニタリングの確立	コンサルタント会社により支援
コンサルティング・サービス	
1) Phase 1 プロジェクトの詳細設計 2) Phase 1 プロジェクトの入札補助 3) Phase 1 プロジェクトの施工監理 4) Phase 2 プロジェクトの下水道・排水施設の 詳細設計 5) ラホール水道システムのマスタープラン策定及びフィービリティ調査	

<p>6) ラホール水道システムの Phase 2 プロジェクトの詳細設計</p> <p>7) 組織制度の改善に係る調査</p> <p>8) WASA 管轄区域外の水道・下水道・排水施設のマスタープラン策定及びフィージビリティ調査</p>	
---	--

6 積算条件及び仮定

6.1 建設費 (表 6 参照)

(1) 適格分

1) 交換レート

- 基準年 : 2009 年 9 月
- 交換レート : US\$ 1 = JY 92.53
: Rs. 1 = JY1.26 (2009 年 9 月の平均 TTS)

2) 建設費 : “Market Rate for 3rd Quarter of 2009”, Lahore に準拠

3) コンサルティング・サービス

: 人月表に基づく

4) 予備費 : 直接建設費の 5%

- ##### 5) 価格エスカレーション
- : 外貨分 2.6 % per annum
 - : 内貨分 3.6% per annum

(2) 非適格分

1) 関税 : “Custom Tariff [2009-2010]” by FBR に準拠

コンサルティング・サービスに係る関税は Chapter 98.15 of the “Pakistan Custom Tariff”に基づいてコンサルタント費に 16%を適用

2) 消費税 : = (Net value + Custom duty) × 0.16

連邦特別 : = (Net value + Custom duty) × 0.01

(3) コミットメントチャージ : = (Loan balance not-used) × 0.1% per annum

(4) 建中金利

下水道及び排水施設

建中金利 = 直接工事費 × 0.65% × 10 years

水道及び組織制度の改善

建中金利 = 直接工事費 × 1.40% × 10 years

コンサルティング・サービス

建中金利 = 直接工事費 × 0.01% × 10 years

6.2 維持管理費 (表 7 参照)

(1) 耐用年数

- コンクリート構造物 : 40 years
 - ポンプ : 15 years
 - 水道メータ : 8 years
 - 機械設備 : 15 years
 - 電気設備 : 20 years
- (2) エネルギー費 (Rs./yr) = 電力消費量 (kWh/day) x 8 (Rs./kWh) x 365 (day/yr)
- (3) 人件費 (Rs./yr) = Required M/M x Monthly rate (Rs./month) x 12 (month/yr)
- (4) 修繕費 (Rs./yr) = [(エネルギー費) + (修繕費)] x 0.01

表 7 維持管理費（フル・コンポーネント）

Unit: Million Rs.

年	水道	下水管・ 下水遮集路	ポンプ場	流入ポンプ 場・処理場	排水施設	維持管理機 器	合計
2016	10,288	9,932	103,902	449,784	56,036	22,571	652,514
2017	10,474	10,053	105,083	455,091	56,717	22,845	660,263
2018	10,660	10,175	106,382	460,397	57,406	23,122	668,142
2019	10,846	10,299	107,563	465,704	58,103	23,403	675,917
2020	11,031	10,424	108,743	471,011	58,809	23,687	683,706
2021	11,217	10,551	110,042	476,318	59,523	23,975	691,626
2022	11,330	10,679	110,751	479,424	60,246	24,266	696,696
2023	11,443	10,809	111,459	482,531	60,978	24,561	701,781
2024	11,556	10,940	112,167	485,637	61,719	24,859	706,879
2025	11,669	11,073	112,876	488,743	62,469	25,161	711,992
2026	11,782	11,207	113,584	491,850	63,228	25,467	717,119
2027	11,868	11,343	114,057	494,050	63,996	25,776	721,090
2028	11,954	11,481	114,647	496,251	64,773	26,089	725,194
2029	12,039	11,620	115,119	498,451	65,560	26,406	729,195
2030	12,125	11,761	115,592	500,651	66,356	26,727	733,212
2031	12,210	11,904	116,182	502,852	67,162	27,052	737,362
2032	12,267	12,049	116,536	504,534	67,978	27,381	740,745
2033	12,323	12,195	116,890	506,217	68,804	27,714	744,144
2034	12,380	12,343	117,245	507,900	69,640	28,051	747,558
2035	12,493	12,493	118,071	511,265	70,486	28,392	753,200

7 入札方式

コントラクト・パッケージ案を表 8 に示す。

表 8 コントラクト・パッケージ案

コントラクト・パッケージ	入札方式	予想コスト	
		(Rs.)	(JY)
1. 水道メータの調達	ICB	928,900,000	1,170,400,000
2. 水道メータの設置	LCB	203,300,000	256,100,000
3. 深井戸設備の設置（パイロット地区の配水管網改善を含む）	ICB	248,000,000	312,500,000
4. UFW 削減機材の調達	LCB	44,100,000	55,900,000
5. 下水管・排水路網の整備（下水遮集路の建設を含む）	ICB	6,367,300,000	8,022,800,000
6. South 下水処理場の建設	ICB	10,729,300,000	13,519,000,000
7. 経営情報システム (MIS)の構築	LCB	1,586,900,000	1,999,500,000
8. 維持管理 (O&M) 機器の調達	LCB	562,500,000	708,800,000

ICB: 国際競争入札

LCB: 現地競争入札

注) 見積価格は直接工事費を示し、プライス・エスカレーション及び 予備費は含まない。

8. プロジェクト実施スケジュール

プロジェクトの実実施スケジュールを図 6 に示す。これらは 2010 年末と想定される借款契約に始まって、パキスタン側の及び日本側双方の手続が円滑に進行するという前提の下に作成されたものである。

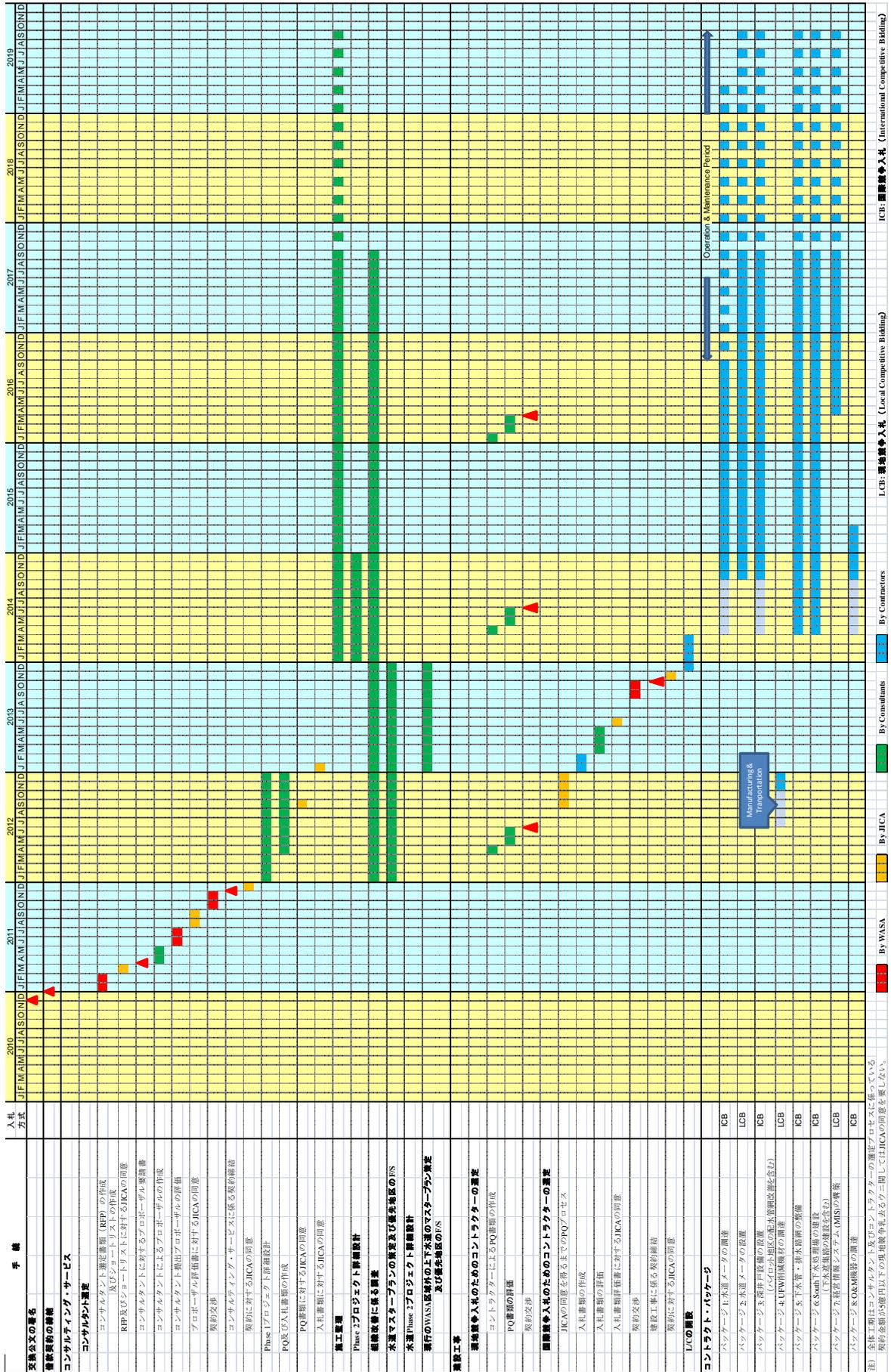
本プロジェクト実施スケジュールは暫定であり、後日討議されるものとする。

維持管理期間は WASA スタッフへの研修を伴う 3 ヶ月間の試運転調整を含めた建設工事完了後 2 年間とする。この期間中に施設／機器に何らかの瑕疵が見つかったときにはコントラクターは WASA にその費用を請求することなくそれらの修理及びまたは補修が要求される。加えて、コントラクターは借款で雇用されるコンサルタントと連携して、施設／機器の維持管理に関する研修を行わなければならない。

借款で雇用されるコンサルタントが行うコンサルティング・サービスは以下のものを含む。

- 1) Phase 1 プロジェクトの詳細設計
- 2) Phase 1 プロジェクトの入札補助
- 3) Phase 1 プロジェクトの施工監理
- 4) Phase 2 プロジェクトの下水道・排水施設の詳細設計
- 5) ラホール水道システムのマスタープラン策定及びフィージビリティ調査
- 6) ラホール水道システムの Phase 2 プロジェクトの詳細設計
- 7) 組織・制度の改善に係る調査
- 8) WASA 管轄区域外の水道・下水道・排水施設のマスタープラン策定及びフィージビリティ調査

図 6 プロジェクト実施スケジュール



9 プロジェクト実施体制

9.1 プロジェクト実施時の体制

プロジェクトの実施に当たっては、全ての提案コンポーネントが Phase 1 プロジェクトに含まれると仮定して、建設工事を管理し、直面する様々な問題を解決するために図 7 の組織が提案される。

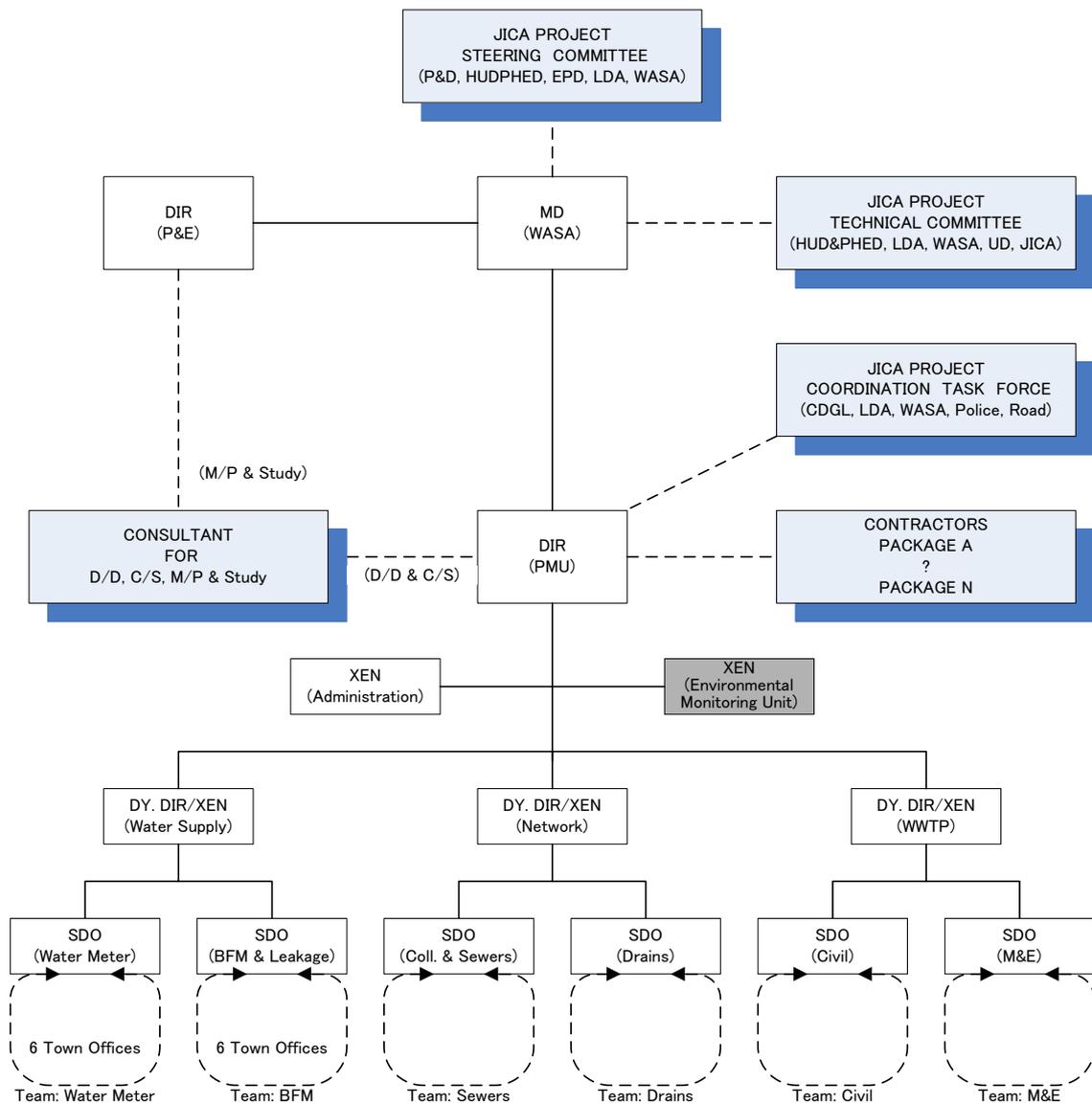


図 7 プロジェクト実施体制

以下の組織をプロジェクト実施のために新たに立ち上げる。

- 1) JICA プロジェクト監理委員会
- 2) JICA プロジェクト技術委員会

- 3) JICA プロジェクト調整部会
- 4) プロジェクト・マネジメント・ユニット (PMU)
- 5) 環境モニタリングユニット

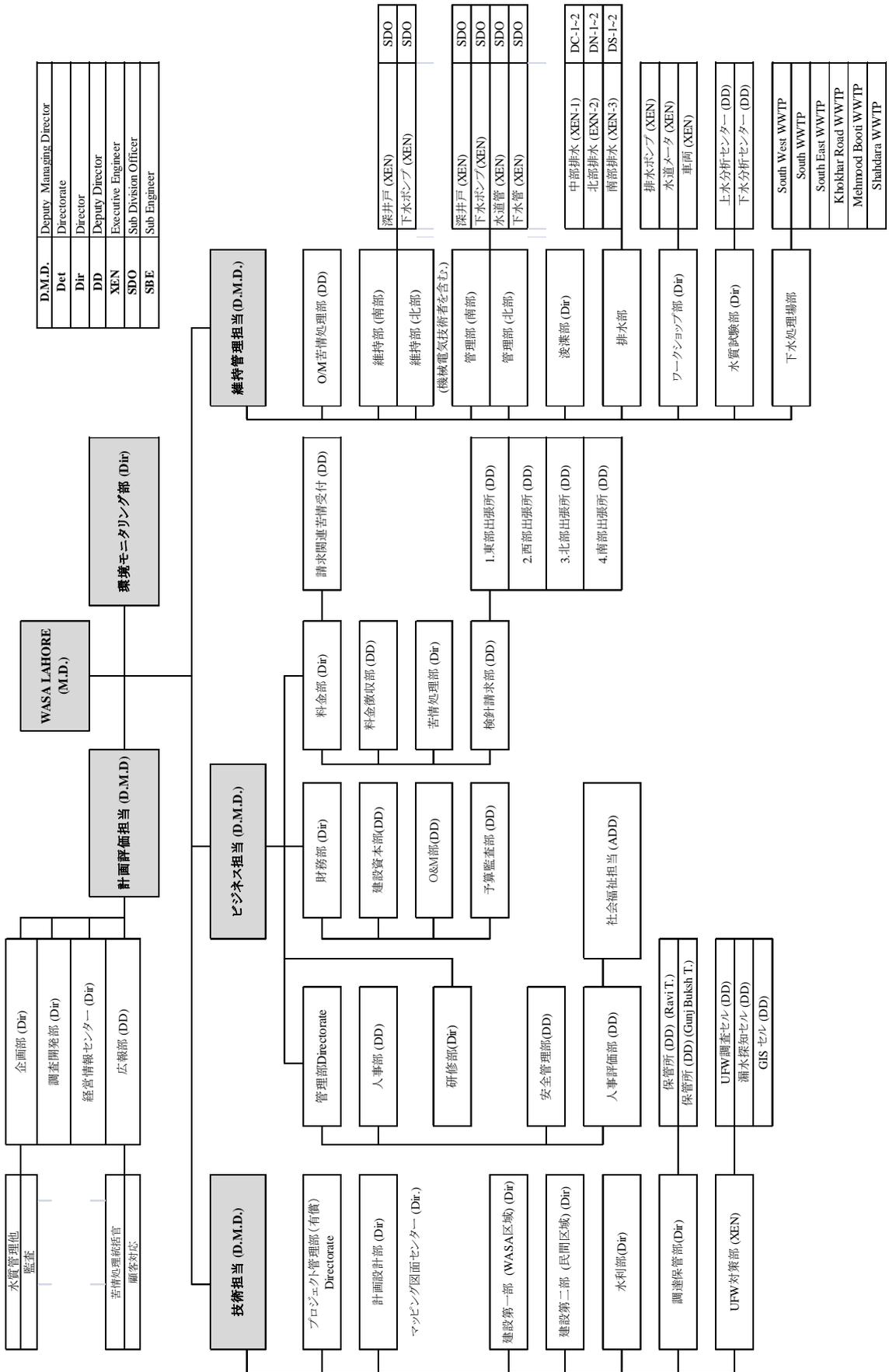
9.2 プロジェクト完成後の体制

図 8 にプロジェクト完成後の体制を示す

プロジェクトにおける施設建設に伴う主要な変更は以下の通り。

- 1) DIR. PMU は後に続く Phase 2 プロジェクトのために存続する。
- 2) 環境モニタリングを継続するために環境モニタリング部を設置する。
- 3) UFW Control はその重要性和作業量に鑑み、部に昇格させる。
- 4) Laboratory はその重要性和作業量に鑑み、部に昇格させる。
- 5) WWTP を維持管理する部を新たに設立する。

図 8 プロジェクト完成後の実施体制



10 運用・効果指標

運用・効果指標を設定する目的は、問題の所在と原因を特定するために WASA 全体のみならず個々のシステムの状況を把握することにある。WASA 全体は、水道・下水道・排水施設といった個々のシステムから構成されている。さらに、例えば、下水道サービス区域は将来建設されるそれぞれの WWTP によってカバーする区域に細分される。各システムは基本的に他のものとは独立して維持管理されるため、データは各 WWTP がカバーするシステム単位でできるだけ分類・整理しなければならない。このためには、WWTP を新設する際に最小限の流量、重量、電力量等計測機器が設置しなければならない。WASA が抱えている監理及び財務データを、そのような作業が繁雑で時間のかかるもので合ったとしても、そのような運転ユニットに合わせて分類しなければならない。

表 9 に示す運用・効果指標がそれぞれのコンポーネントに提案される。

表 9 水道・下水道・排水施設に対する運用・効果指標

	指標	単位	2009 (Base)	2019 (Target)	備考
1. 水道					
(1) 運用指標					
1-1	給水人口	mil. pers.	4.934	6.505	
1-2	給水量	MGD	244.2	296.1	
		Mm ³ /day	1.110	1.346	
1-3	正常メータ接続数	nos.	68,576	376,600	+308,000
1-4	無効水量 (UFW) 率	%	34	29	
1-5	無収水量 (NRW)率	%	40	36.4	
1-6	地下水汲上げ量	MGD	370.0	416.9	
		Mm ³ /day	1.682	1.895	
1-7	蛇口水道水飲用適合率	%			
(2) 効果指標 (WASA 全域対象)					
1-11	給水人口	%	87	92	
1-12	一人1日給水量	Lpcd	225	2055	
1-13	水道料金収入	Rs. mil.	1,819.3	5,260.0	
2. 下水道					
(1) 運用指標					
2-1	下水道接続人口	mil. pers.	5.759	7.799	Entire area
2-2	下水処理人口	mil. pers.	0.0	2.784	
2-3	施設利用率	%	-	35.7	Entire area
2-4	流入水 BOD ₅	mg/L	-	250	
	流出水 BOD ₅	mg/L	-	50	

	BOD ₅ 除去率	%	-	80	
2-5	流入水 SS	mg/L	-	350	
	流出水 SS	mg/L	-	70	
	SS 除去率	mg/L	-	80	
2-6	乾燥汚泥量	DS t/day	-	100	+85,251 m ³ /y (70%)
(2)-1 効果指標 (セントラル処理区対象)					
2-11	下水道接続人口	%	84	90	
2-12	放流先水域の水質改善率	%	-		
2-13	下水管総延長	Km	1,325	1,348	+34,766 ft +15,632 ft +7,390 m
(2)-2 効果指標 (ラホール全域対象)					
2-21	下水道接続人口普及率	%	84	90	
2-22	下水処理人口普及率	%	-		
2-23	下水管総延長	km	3,508	3,531	+34,766 ft +15,632 ft +7,390 m
3. 排水					
(1) 運用指標					
3-1	基準点における年間最高水位		-		
(2)-1 効果指標 (セントラル排水区対象)					
3-11	最大降雨量時浸水人口	areas	50		
3-12	最大降雨量時浸水面積	ha	49.75		
3-13	代表地点における浸水頻度	times			
3-14	排水路総延長	Km	79.94	122.52	+42,580 m
(2)-2 効果指標 (ラホール全域対象)					
3-21	最大降雨量時浸水人口	areas	80		
3-22	最大降雨量時浸水面積	ha	85.33		
3-23	代表地点における浸水頻度	times			
3-24	排水路総延長	Km	215.68	258.26	+42,580 m

11 経済・財務評価

(1) 経済・財務評価

経済評価の主な目的は、Phase 1における投資効率を費用便益分析によって国民経済の観点から検討することにある。

前提条件

表 11 世帯向けの上下水道料金

	2011	2016	2021	2026	2031
世帯向け総コスト (Rs.Million)	3,391.7	8,615.1	7,105.0	7,795.0	7,950.2
水道単価 (Rs./10 ³ m ³)	7,267.0	13,516.8	11,762.5	11,724.1	11,363.5
一人当り水道単価 (Rs./day)	1.6	2.9	2.4	2.2	2.0
水道支払い能力 (Rs./day)	4.5	5.3	6.3	7.5	8.9
5年間の平均水道単価 (Rs./10 ³ m ³)	10,052.0	12,550.4	11,700.5	12,106.0	11,146.1
下水道単価 (Rs./10 ³ m ³)	2,493.5	8,967.5	5,643.2	6,855.9	6,848.1
一人当り下水道単価(Rs./day)	0.6	1.9	1.1	1.3	1.2
下水道支払い能力 (Rs./day)	1.1	1.3	1.6	1.9	2.2
5年間の平均下水道単価 (Rs./10 ³ m ³)	6,085.4	6,790.8	5,954.5	6,963.2	6,907.7

(3) 料金改定.

1) 水道料金

下記の方式に基づいて世帯向け料金を改定することを推奨する。

世帯に対して支払可能額を考慮し、また貧困層に対しては「ライフライン料金」を考慮して、必要な運営コストを賄うことを可能とするプライスキャップ制を導入する。

2) 下水道料金

引き続き下水道料金を水道料金の70%に設定するためには、ユーザーを考慮することが重要である。収入不足によりこの比率を下げるのが困難である場合は、所得の最も低い世帯に適用されるとの想定から、最低料金の引き上げはできる限り遅らせるべきである

12 環境社会配慮

12.1 環境社会影響

ラホールの社会環境特性及び Phase 1 プロジェクト・コンポーネントを勘案すると、表 12 及び表 13 に示す環境社会影響が建設時及び運転時にそれぞれ予想される。

表 12 事業による社会影響予測

提案事業	予測社会影響					
	住民移転		立退き/ 取り壊し		生活及び生計	
	工事中	供用中	工事中	供用中	工事中	供用中
Sewers ¹	No	No	No	No	In some degree	No
WWTP ²	No	No	In some degree	No	In some degree	No
Drains ³	No	No	No	No	In some degree	No
Water ⁴	No	No	No	No	No	No

Note

1. Construction of trunk sewers and branch sewers in Lahore central areas and construction of new Gulshan-e-ravi disposal station
2. Construction of South West wastewater treatment plant (WWTP) including the collector channel
3. Construction of new drains and improvement of existing drains in Lahore
4. Reduction of UFW in public water supply through metering system & Improvement of water quality through replacement of Chlorinators at tube wells.

JICA 調査団

表 13 事業による環境影響予測

提案事業	予測環境影響					
	騒音振動		大気汚染 (排ガス)		処理汚泥	
	工事中	供用中	工事中	供用中	工事中	供用中
Sewers ¹	Yes	No	Yes	No	No	In some degree
WWTP ²	Yes	In some degree	Yes	In some degree	No	Yes
Drains ³	Yes	No	Yes	No	No	In some degree
Water ⁴	No	No	No	No	No	No

Note

1. Construction of trunk sewers and branch sewers in Lahore central areas and construction of new Gulshan-e-ravi disposal station
2. Construction of South West wastewater treatment plant (WWTP) including the collector channel
3. Construction of new drains and improvement of existing drains in Lahore
4. Reduction of UFW in public water supply through metering system & Improvement of water quality through replacement of Chlorinators at tube wells.

JICA 調査団

12.2 下水処理場及び下水遮集路に対する社会配慮

(1) WWTP 予定地の不法耕作民に対する立退き

95 名の不法耕作民は既に関収による補償済みの元所有者であるが、立退きによる社会配慮の観点から WASA は以下を実施することを検討している。

- 立退き前に耕作者・作物等の現状の精査を実施
- 精査結果に基づく立退き計画を作成
- 円滑な立退き実施のために、関連ステークホルダー協議等を適宜実施
- 建設工事は栽培中の農作物を収穫後に実施
- 立退き後の雇用、収入や生活状況についての定期的なモニタリングの実施
- 事業実施後に生活水準回復のための個別相談

(2) 下水遮集路用地の不法侵入者・建物

買収済みの下水遮集路用地への不法侵入者や建物は、壁等の一部が予定地にはみ出している程度であり、一方、本事業計画は以下としている。

- 両脇にアクセス道路を整備し、適宜既存の建造物との調整する
- 下水遮集路の深さを調整し、建造物等への影響を回避するためアクセス道路の幅の調整を実施
- 技術的に避けられない箇所がある場合、WASA は追加的補償を検討

12.3 建設時の生活生計への配慮

以下の事項に対して留意する。

- 交通管理
- 掲示板・警告板
- 廃棄物収集調整
- 警備員の配置
- 労働安全

12.4 その他の考えられる影響

以下に示すその他の考えられる影響については適当な軽減策を講じる。

- (1) 騒音振動
- (2) 建設時・供用時の大気質
 - 1) 大気汚染
 - 2) 悪臭
- (3) 供用中の処理汚泥
 - 1) 汚泥処理
 - 2) 汚泥による汚染
- (4) その他の影響
 - 1) WWTP からの処理水質
 - 2) 残土
 - 3) 保護区及び遺跡
 - 4) 風景

第1部 基礎調査

1 序説

本調査は2008年12月25日にラホール開発庁(Lahore Development Authority: LDA)の上下水道公社(Water and Sanitation Agency: WASA)と日本国の国際協力機構(Japan International Cooperation Agency: JICA)の間で合意された以下に示す「ラホール上下水道整備事業準備調査に係る業務範囲」に基づいて実施されたものである。

1.1 調査の背景・経緯

ラホールは、700万人の人口を有する「パ」国第二の都市である。上水道については、上水道普及率は87%に達しているが、人口増加が著しいために、適切な給水のために給水量の増加、節水や無収水削減等による効率化が望まれている。下水施設(汚水・雨水排水施設)については、市内の下水管の整備が遅れているために住民への衛生環境の悪化を招いていることに加えて、下水処理施設整備が大幅に遅れているために公共用水域の水質汚濁が進んでいる。また、排水施設の未整備及び既存の施設の容量不足と老朽化のために、市内の浸水被害が著しい。こうした状況をふまえ、ラホールにおいて上下水道を整備する事業の必要性は高く、円借款の要請及び円借款案件の形成のための調査の要請が「パ」国政府から提出された。

JICAは、その援助戦略で水道及び衛生施設整備を重視しており、「ラホール上下水道整備事業」を策定するための準備調査の必要性を認識するものである。本事業に対して引き続いて借款援助を考慮することがある。

1.2 調査の目的

本調査は、基礎調査、水道・下水道・排水施設の整備及び管理に係るビジョンと戦略のレビュー、事業計画の策定、事業実施及び維持管理体制に係る計画策定、環境社会配慮の確認を行って、「ラホール上下水道整備事業」を策定して、水道の効率改善、衛生環境及び公共用水域における水質改善、浸水の緩和、及び管理能力改善に資するものである。

1.3 調査対象地域

調査対象地域はラホール市全域とする。しかし、必要に応じて、周辺の状況も勘案する。

1.4 業務範囲

TOR1: 基礎調査

- 1-1 既存の調査・開発計画のレビュー
- 1-2 水質調査
- 1-3 水源・水道施設の現況確認
- 1-4 下水道・排水施設の現況確認
- 1-5 社会経済状況の調査
- 1-6 ラホール及び周辺の住民が直面している水関連の問題とその原因と分析
- 1-7 水道・下水道・排水施設に関する整備及び管理の現状と課題の分析
- 1-8 公共用水域の水質管理に係る現状と課題の分析
- 1-9 地下水管理に係る現状と課題の分析

TOR2: 水道・下水道・排水施設の整備及びマネジメントに係るビジョンと戦略のレビュー

- 2-1 需要予測
- 2-2 水道・下水道・排水施設に係るビジョンと戦略の策定
- 2-3 水道・下水道・排水施設のマネジメント改善のための提言と改善のための行動計画の策定
- 2-4 公共用水域の水質管理改善に係る提言と改善のための行動計画の策定
- 2-5 地下水の管理と規制に係る提言と改善のための行動計画の策定
- 2-6 工業用水リサイクルに係る提言と改善のための行動計画の策定

TOR 3: 事業計画の策定

- 3-1 土質調査及び測量を含む補足調査
- 3-2 事業スコープ
- 3-3 施設の概略設計
- 3-4 事業費積算
- 3-5 資金調達計画
- 3-6 実施スケジュール
- 3-7 入札方法及びパッケージングを含む調達方法
- 3-8 モニタリング項目及び目標の設定を含む事業効果

TOR 4: 事業実施及び維持管理体制に係る計画策定

- 4-1 事業実施体制
- 4-2 維持管理体制
- 4-3 関連組織の能力開発計画
- 4-4 関連組織の財務計画

4-5 下水道への戸別接続推進のための具体的方策

TOR 5: 環境社会配慮の確認

- 5-1 「パ」国の環境法令にしたがって求められる（EIA を含む）手続きの確認
- 5-2 「パ」国の環境法及びJBIC 環境ガイドラインに基づく EIA の実施
- 5-3 用地取得、移転、求められる手続きの詳細の確認及び住民移転基本計画を含む対応策の策定
- 5-4 社会的弱者への上下水道サービス改善計画の策定

TOR の要求事項とそれに対応する記述との関係を表 1.1 に示す。

表 1.1 TOR の要求事項とそれに対応する記述

TOR	参照先
TOR 1: 基礎調査	
1-1 既存の調査・開発計画のレビュー	7
1-2 水質調査	3
1-3 水源・水道施設の現況確認	5.1-5.2
1-4 下水道・排水施設の現況確認	5.3-5.4
1-5 社会経済状況の調査	2.3
1-6 ラホール及び周辺の住民が直面している水関連の問題とその原因と分析	2.2.4 Appendix 5.3
1-7 水道・下水道・排水施設に関する整備及び管理の現状と課題の分析	6
1-8 公共用水域の水質管理に係る現状と課題の分析	10.2
1-9 地下水管理に係る現状と課題の分析	10.3
TOR 2: 基礎調査	
2-1 需要予測	9
2-2 水道・下水道・排水施設に係るビジョンと戦略の策定	11
2-3 水道・下水道・排水施設のマネジメント改善のための提言と改善のための行動計画の策定	10.1
2-4 公共用水域の水質管理改善に係る提言と改善のための行動計画の策定	10.2
2-5 地下水の管理と規制に係る提言と改善のための行動計画の策定	10.3
2-6 工業用水リサイクルに係る提言と改善のための行動計画の策定	10.4
TOR 3: 事業計画の策定	
3-1 土質調査及び測量を含む補足調査	13.1
3-2 事業スコープ	12
3-3 施設の概略設計	13.2-13.6
3-4 事業費積算	14.3、14.4
3-5 資金調達計画	14.9
3-6 実施スケジュール	14.8
3-7 入札方法及びパッケージングを含む調達方法	14.6
3-8 モニタリング項目及び目標の設定を含む事業効果	14.12

TOR 4: 事業実施及び維持管理体制に係る計画策定	
4-1 事業実施体制	14.10
4-2 維持管理体制	14.11
4-3 関連組織の能力開発計画	10.1.3、 10.1.4
4-4 関連組織の財務計画	14.9、 15
4-5 下水道への戸別接続推進のための具体的方策	14.7
TOR 5: 環境社会配慮の確認	
5-1 「パ」国の環境法令にしたがって求められる (EIA を含む) 手続きの確認	16.2
5-2 「パ」国の環境法及び JBIC 環境ガイドラインに基づく EIA の実施	16.10
5-3 用地取得、移転、求められる手続の詳細の確認及び住民移転基本計画を含む対応策の策定	16.4
5-4 社会的弱者への上下水道サービス改善計画の策定	16.12

2 調査対象地域の概要

2.1 自然条件

2.1.1 地形

ラホール市は、平坦な沖積平野に位置し、西にはラビ川が流れ、東はインド国境と接している。総面積は1,772 km²で、海拔は208~213 m程度で、南西方向に緩やかな勾配を有している。ラビ川沿いに都市化が進み、周辺地域やインドにつながる鉄道や道路が整備されている（図 2.1 参照）。

2.1.2 水文地質

ラホール市の地層は、400m 以上の層厚をもつ滞水砂層から成り、地下水位は地下10~30mから現れ、飲料水は地下120~200mから揚水されている。また、市西部を流れる BRB Canal 等、多くの用水路、排水路が市中を流れており、ラビ川沿いには市街地を河川氾濫から守るための Bund とよばれる堤防が作られている。

2.1.3 気候

ラホールの気温は、4月から9月にかけて夏季となり、最も暑い6月頃には40℃を超え、一方で12月から2月にかけての冬季には10℃を下回ることもある。年間降水量は629 mmで、そのほとんどはモンスーン・シーズンである7、8月に集中し、この時期の月間降水量は200 mm/monthに達する（表 2.1、図 2.2 参照）。

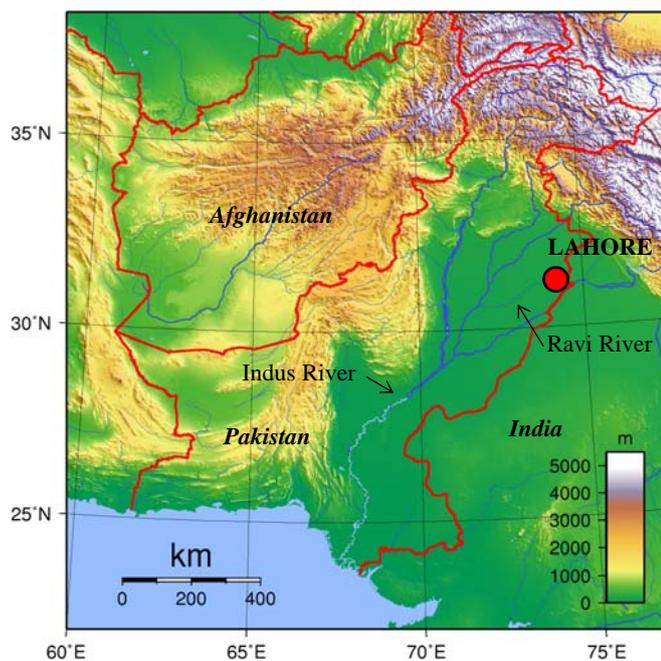


図 2.1 ラホールの位置

表 2.1 ラホールの気温と降水量

月	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
気温 (°C)													
月間平均最高	18	20	25	33	37	39	34	33	33	31	25	19	年間 29
月間平均最低	9	11	16	22	26	29	28	28	26	25	14	9	年間. 20
降雨量													
1日平均, mm/day	2	2	2	1	1	3	15	13	6	1	-	1	-
月間平均 mm/month	23	29	41	20	22	37	202	164	61	12	4	14	629 mm

Source : <http://pportal.punjab.gov.pk>

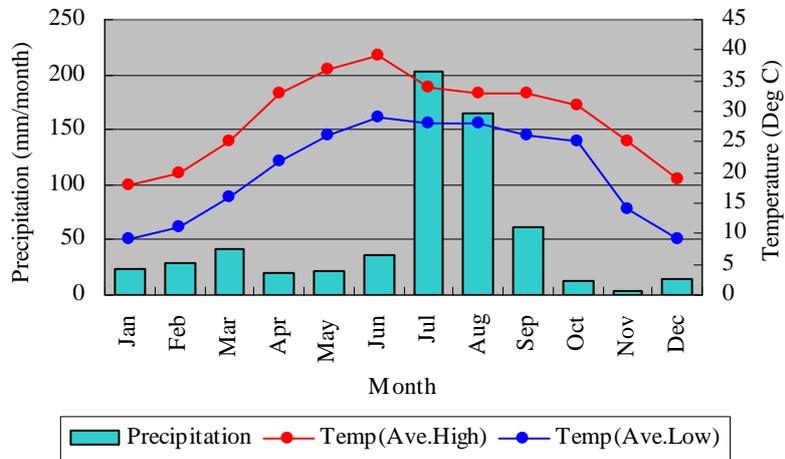


図 2.2 ラホールの気温と降水量

2.2 社会経済状況

2.2.1 人口

近年、ラホールの人口は継続して増加傾向にあるが、公式の人口データとしては 1998 年に実施されたセンサス調査の結果のみである。この結果によれば、ラホールの人口は 6.3 百万人となっている。パンジャブ警察のホームページによれば、2009 年現在の人口は 8.9 百万人程度と想定されている (表 2.2、表 2.3、図 2.3 参照)。

表 2.2 ラホール地区の人口

Tehsil 名	人口 (千人)		
	都市部	農村部	計
Lahore Cantonment	566	-	566
Lahore City	4,643	1,110	5,753
計	5,209	1,110	6,319

Source : District Census Reports, Lahore

表 2.3 ラホール地区 (District) の人口増加

センサス 実施年	センサス間隔 (Years)	ラホール地区		ラホール地区都市部	
		人口	ACGR	人口	ACGR
1951	-	1,134,757	-	861,279	-
1961	10.00	1,625,810	3.66	1,312,495	4.30
1972	11.67	2,587,621	4.06	2,189,530	4.48
1981	8.46	3,544,942	3.79	2,988,486	3.75
1998	17.00	6,318,745	3.46	5,209,088	3.32

注) ACGR は年間平均伸び率 (Annual Compound Growth Rate)

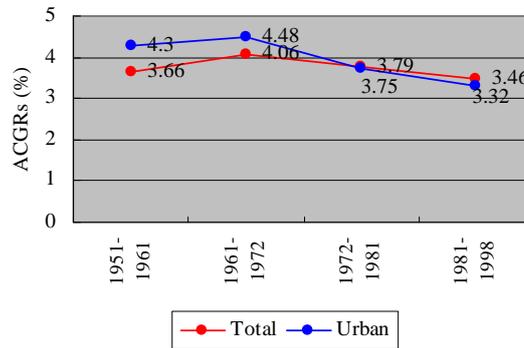


図 2.3 ラホール地区の ACGRs の動向

2.2.2 エリア別人口

ラホールは、大きく都市部と地方部に区分され、全人口の 8 割が都市部に集中している (表 2.4 参照)。

表 2.4 ラホール地区のエリア別人口

地域	都市部			農村部	計
	Ex-MCL	Cantonment	その他都市部		
人口	4,577,744	565,751	65,593	1,109,657	6,318,745
比率 (%)	72.4	9.0	1.0	17.6	100

Source : District Census Reports, Lahore

2.2.3 年齢別・性別構成

年齢別及び性別人口比率においては、15~65 歳の男性就業人口の増加率が目立つ。これは、近年のラホール市への単身男性の移入が多いことを示している (表 2.5、表 2.6 参照)。

表 2.5 センサス間年令別構成の変化

年令構成 (才)	ラホール地区人口年令別構成 (%t)		
	1991	1998	変動
5 以下	14.8	12.6	-2.2
5-10	14.6	13.5	-1.1
10-15	13.4	13.2	-0.2
15 以下小計	42.8	39.3	-3.5
15-65	53.7	57.5	+3.8
65 以上	3.5	3.2	-0.3
計	100.0	100.0	0.0

Source : District Census Reports, Lahore, 1981 and 1988

表 2.6 エリア別性別分布

地域		合計	男	女	性比
Ex-MCL	人口	4,577,744	2,403,001	2,174,743	110.5
	%	100.0	52.5	47.5	
Lahore Cantonment	人口	565,751	304,219	261,532	116.3
	%	100.0	53.8	46.2	
ラホール都市部	人口	5,209,088	2,741,403	2,467,685	111.1
	%	100.0	52.6	47.4	
ラホール農村部	人口	1,109,657	587,099	522,558	112.4
	%	100.0	52.9	47.1	
ラホール地区	人口	6,318,745	3,328,502	2,990,243	111.3
	%	100.0	52.7	47.3	

Source : District Census Reports, Lahore, 1988

2.2.4 水系伝染病の状況

水系疾患に関わるデータとして、年間の下痢症患者数を確認すると、5~8月に特に発症数が多くなっている (図 2.4 参照)。

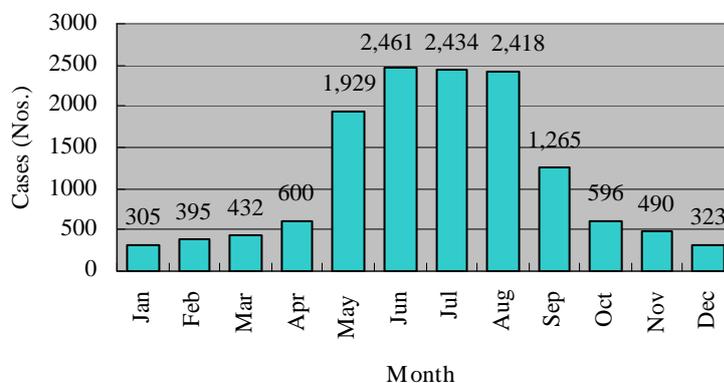


図 2.4 ラホールにおける急性下痢の発生件数

Source: Health Department, Government of Punjab

Note: These are reported cases of public sector which covers only 18%.

2.2.5 1世帯構成人数

「パ」国における1世帯平均構成人数は全国で6.83人、都市部で6.65人となっている。

表 2.7 1世帯構成人数 (2005-06)

平均世帯構成人数	五分位					
	計	第一分位	第二分位	第三分位	第四分位	第五分位
全国						
世帯サンプル数	15,453	2,627	2,853	2,971	3,083	3,919
世帯比率	100.00	15.65	17.34	19.27	21.47	26.24
平均 (人数)						
1世帯構成人数	6.83	8.74	7.89	7.10	6.35	5.19
男	3.41	4.38	3.90	3.55	3.14	2.62
女	3.42	4.35	3.99	3.55	3.20	2.56
都市部						
世帯サンプル数	6,240	582	820	995	1,336	2,507
世帯比率	100.00	7.12	11.64	15.03	22.73	43.47
平均 (人数)						
1世帯構成人数	6.65	9.12	8.79	7.69	6.84	5.20
男	3.35	4.48	4.37	3.83	3.41	2.69
女	3.29	4.64	4.41	3.86	3.43	2.51

Source: "Social Indicators of Pakistan 2007" (FBS-393-550), Federal Bureau of Statistics, Statistics Division, Government of Pakistan, pp.17-18

2.2.6 「パ」国における1世帯当たりの収入と支出

(1) 収入

表 2.8 に見られるように「パ」国における1世帯当たりの月間収入金額は、2005-06年において全国平均 Rs.12,326、都市部 Rs.14,968、農村部 Rs.10,929 とされており、前年度からの伸びはそれぞれ 27.3%、11.9%、37.8%で、とくに農村部における収入の伸びが著しく、都市と農村の格差は前年度の 1.68 倍から 1.37 倍に縮小している。ただし、その収入構成から見ても分かるように、これらのデータからは勤務先給与のみに依存する一般の勤務者の状況は把握できない。

表 2.8 1世帯当たりの月間収入金額

2004-05

地域	世帯月間平均所得 (Rs.)	合計	賃金給与	自営業	自己使用家屋以外の資産	贈与支援	資産売却	その他収入
全国	9685	100	29.68	43.39	0.97	8.46	1.39	16.12
都市部	7929	100	23.04	50.57	0.45	9.95	1.43	14.56
農村部	13,371	100	37.94	34.43	1.62	6.61	1.34	18.06

2005-06

地域	世帯月間平均所得 (Rs.)	合計	賃金給与	自営業	自己使用家屋以外の資産	自己使用家屋	社会保険給付	資産売却	その他収入
全国	12326	100	35.33	39.71	3.67	10.04	1.28	9.24	0.72
都市部	10929	100	25.57	51.53	3.29	5.89	0.9	11.76	1.08
農村部	14968	100	48.81	23.42	4.19	15.76	1.82	5.75	0.23

Source: "Social Indicators of Pakistan 2007" (FBS-393-550), Federal Bureau of Statistics, Statistics Division, Government of Pakistan, pp.25

表 2.9 に所得の分布状況を 5 分位で示す。「パ」国全体では都市部は各分位にほぼ均等に分布しているのに対し、農村部では分位が低いほど比率が高くなっており（とくに最下層に 43.44% が集まっている）、収入の偏在が大きいことを示している。パンジャブ州では農村部の傾向は全国とほぼ同様であるが、都市部にも小さな偏在が見られる。

表 2.9 所得の 5 分位分布

地域	五分位					
	計	第一分位	第二分位	第三分位	第四分位	第五分位
パキスタン						
全国	100.00	15.65	17.35	19.27	21.47	26.25
都市部	100.00	7.12	11.64	15.03	22.73	43.48
農村部	100.00	20.16	20.37	21.52	20.81	17.14
パンジャブ						
全州	100.00	13.75	15.72	19.48	20.09	27.94
都市部	100.00	7.00	11.61	14.26	23.00	44.12
農村部	100.00	16.90	17.65	21.92	23.14	20.39

Source: "Social Indicators of Pakistan 2007" (FBS-393-550), Federal Bureau of Statistics, Statistics Division, Government of Pakistan, pp.26

(2) 支出

1 世帯当たりの月間収入金額は表 2.10 に示すように Rs.10,583.0 で、衣食住に 64.0%、光熱費に 8.0%、雑支出に 28.5% を費やしている。

表 2.10 1世帯当たりの月間収入金額 (2005-06)

月間平均消費支出	費用分布 (%)					
	食物、飲料 タバコ	衣服繊維 履き物	貸し家	光熱	家具設備	雑支出
10,583.0	43.1	5.7	15.2	8.0	-	28.5

Source: "Social Indicators of Pakistan 2007" (FBS-393-550), Federal Bureau of Statistics, Statistics Division, Government of Pakistan, pp.37

WASAにおける1世帯当たりの平均水道使用量は2009年1~2月の実績で378 gallon/day、すなわち11,340 gallon/monthで、メータ付きの利用者と仮定すると、その水道料金は月額Rs.146.1 (= 11,340 × 12.88 / 1,000)で、その家計支出に占める割合は1.4%である。一方、メータ付きでない利用者と仮定すると、9段階に分けられた年間平均家賃(Annual Rental Value: ARV)のうち下位の3段階までのUp to Rs.720が適用される比率はメータ付きでない利用者全体の95.6%に及んでいる。この場合の水道一律料金はRs.98.77~259.42の範囲にあって平均でRs.162とされており、家計支出に占める割合は1.5%である。したがって、いずれにおいても世界銀行等が支払い可能な目安にしている家計支出に占める水道料金の比率4.0%に比べても、かなり低く抑えられているとすることができる。

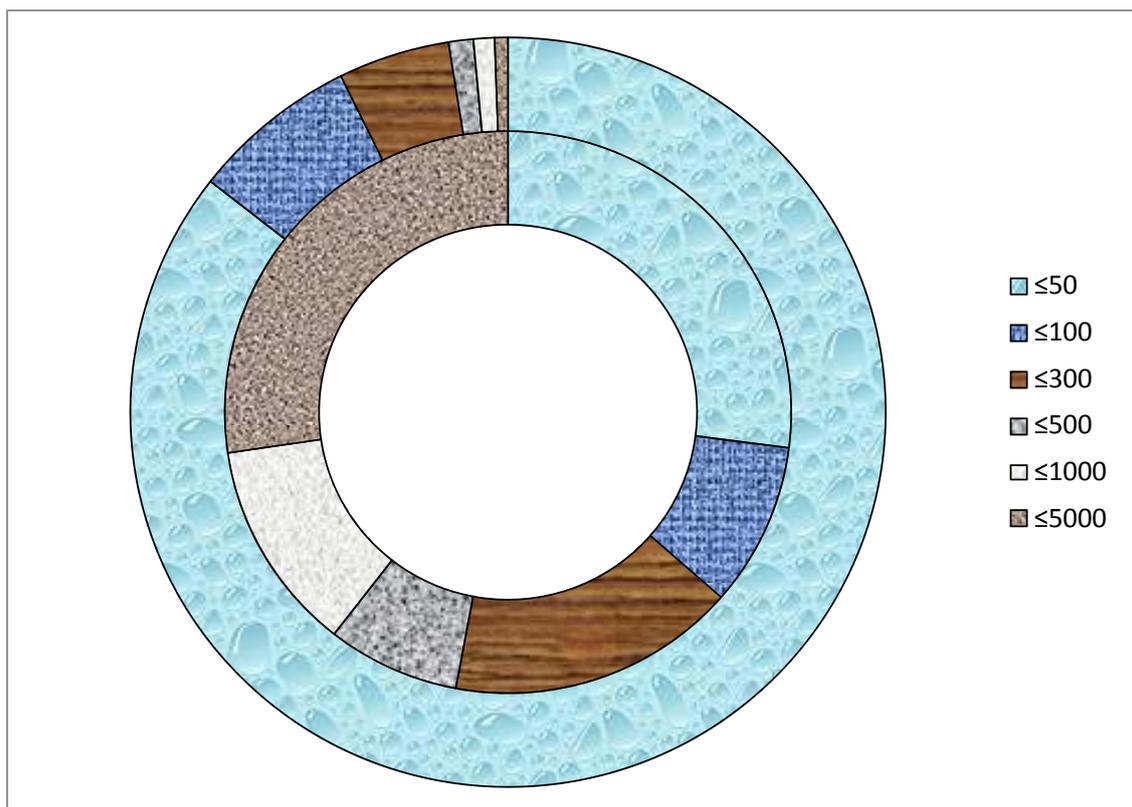
また、WASAの下水道料金は水道料金の70%に設定されているため、家計支出に占める下水道料金の比率はメータ付きの場合1.4% × 0.70 = 1.0%となり、こちらは世界銀行の定める目安の1.0%にほぼ等しい。

2.2.7 ラホール市の工業

ラホール市には118業種、2,692事業所が登録されている。その就業者総数は141,266人でその扶養家族を考慮したとしても(1998センサスで1世帯平均人数は都市部で7.1人)ラホール市全体人口(2008年予想人口で646.2万人)から見るとその比率はそれほど高くない。ちなみに、Cantonmentの人口は56.6万人と予想されている。

雇用機会の最も大きい業種はReadymade garmentsの32,667人で全体の23.1%を占めているが、これにTextile spinning (5.1%)、Textile processing (2.8%)、Textile weaving (1.7%)、Textile madeups (0.8%)、Woollen textile spinning weavings (0.8%)を加えると34.3%となり、繊維関連産業が全体のほぼ1/3を占めている。これらを除くと他の業種は5%以下であり、就業人口は多くの業種に幅広く分散していると言えることができる。

事業所の就業者規模からみると、就業者規模が50人以下の事業所が全体の84.7%を占め、そこで総就業者の27.0%が働いている。300人以下の事業所になると全体の96.5%、総就業者の52.9%が勤務している。1000人を超える事業所は15箇所ですべて総就業者の27.3%が勤務している。1事業所の最大規模でも約4,100人であり、突出した企業がないのが特徴である。



Source: Prepared based on CDGL data on "Directory of Industrial Establishments Punjab - District: Lahore"

図 2.5 ラホールにおける工業と就業者数

2.2.8 電力事情

(1) 電力事情

パ国の発電設備は、水力（80%）、火力・原子力他（20%）から構成されている。

計画給電圧は単相 230V（一般家庭）、3 相 400V（工業/井戸ポンプ/排水ポンプ）、11KVA である。電圧の変動は、80～90%で比較的安定している。

(2) 停電

電力不足は 2007 年以降、水量不足と需要量の増加に伴い、とくに乾期の発電量不足が深刻になりつつあり、計画停電を実施している。

2007 年の停電状況は、一日 2 時間程度であった。しかし、2008～2009 年の給電状況は、配電地区、雨期と乾期、降水量によっても異なるが、概ね、乾期で一日 3～12 時間の給電、3～15 回/日の停電、約 1 時間/回の停電時間と年々悪化している。このほかに瞬間停電は頻繁に発生している。

雨期の電力供給状況は、概ね乾期の半分程度と思われる。

週間の計画停電時間の情報は、新聞と電力会社から直接得ることができる。

参考までに Gulberg-II 地区にある Royal Residence Hotel (92-42-5763214) の自家発電機（天然ガス、単相 220V）の稼働状況は、以下の通りである。

表 2.11 Royal Residence Hotel における自家発電機の稼働状況

Electric Power failure		
At Royal Residence Hotel		
Date	Period of time	Total Hour
1-April, 2009 (Wednesday)	24PM-01AM	1
	03AM-04:05AM	1.05
	09AM-10AM	1
Total	3 times	3.05
11-April, 2009 (Saturday)	24PM-01AM	1
	03AM-04AM	1
	9AM-10AM	1
	13PM-14PM	1
	16PM-15PM	1
	21PM-20PM	1
	23PM-24PM	1
Total	7 Times	7
12-April, 2009 (Sunday)	0AM-01Am	1
	03AM-04AM	1
	09AM-10AM	1
	11:04AM-12:12PM	1.09
	13PM-14PM	1
Total	Times	6.09

(3) 停電対策

高額所得者、サービス業、商業・工業地区は概ね、専用の自家発電設備（天然ガス・ディーゼル油）を整備している。一般家庭ではロウソクを使用するか、星の光利用が一般的である。

(4) 落雷

季節の変る時期に頻発している。過去の経験によると 3～5 年に一回程度アレスターの焼損事故が発生している。

2.3 社会経済調査

2.3.1 調査方法

(1) 目的

アンケート調査の目的は、水利用の現状と目的、日常生活用水の入手方法、下水の排水、所要水量、上下水道サービスの質に対する住民意識、サービス料金の支払い能力を含む調査対象地域の社会経済データ／情報を集めることにある。

(2) サンプリング

サンプルは調査対象地域の人口分布を勘案して選定した。家庭の主婦は家庭における水利用の中心であるため、インタビューでもできるだけ優先的に選定した。このため、

「パ」国の社会的習慣及び慣例を勘案して、質問者の大半を家庭の主婦とした。

対象地域	本調査の対象地域はラホール市のすべての都市部及び農村部より構成される。
サンプルの構成	サンプルは以下のものより構成される。 <ul style="list-style-type: none"> ➤ WASA 給水区域より 500 サンプル ➤ 非 WASA 給水区域より 100 サンプル ➤ 貧困層から 50 サンプル 総サンプル数 650.
サンプル要素	1 世帯を 1 サンプル要素とする。

2.3.2 回答者

回答者の大半は上述したように家庭の主婦である。家族構成は非 WASA 区域で 5～10 (中間値はスラム地区で 6.51 人、非 WASA 区域で 5.13 人、WASA 区域で 4.69 人) である。

表 2.12 回答者の性別

	スラム地区		非 WASA 給水区域		WASA 給水区域	
	実数	比率(%)	実数	比率(%)	実数	比率(%)
男	49	98.0	95	95.0	451	90.2
女	1	2.0	5	5.0	49	9.8
計	50	100.0	100	100.0	500	100.0

表 2.13 回答者の職業

	スラム地区		非 WASA 給水区域		WASA 給水区域	
	実数	比率(%)	実数	実数	比率(%)	実数
Business	1	2.0	1	1.0	20	4.0
House Wife	42	84.0	80	80.0	348	69.6
Job	2	4.0	14	14.0	83	16.6
Student	4	8.0	4	4.0	46	9.2
Other	1	2.0	1	1.0	3	0.6
Total	50	100.0	100	100.0	500	100.0

表 2.14 回答者の家族構成

	スラム地区		非 WASA 給水区域		WASA 給水区域	
	実数	比率(%)	実数	実数	比率(%)	実数
< 5 persons	10	20.0	39	39.0	220	44.0
5-10 persons	37	74.0	61	61.0	265	53.0
11-15 persons	3	6.0	0	0	13	2.6
15 <	0	0.0	0	0.0	2	0.4
Total	50	100.0	100	100.0	500	100.0

2.3.3 質問内容

インタビュー調査に用いたアンケート用紙は、調査の目的に沿って以下の内容を含む。

- インタビューされた世帯／回答者の状況
- 上下水道の状況（水利用、上下水道への接続等）
- 衛生状態（衛生施設、公衆便所等）
- 上下水道サービスに対する住民の支払能力
- 公衆衛生及び水因性疾病に関する情報
- その他

2.3.4 調査結果

(1) 世帯の財政状況

月間世帯収入の中間値はそれぞれ、スラム地区で Rs. 6,719、非 WASA 区域で Rs. 9,935、WASA 区域で Rs. 17,724 であった。

表 2.15 月間世帯収入

収入 (Rs.)	スラム地区		非 WASA 給水区域		WASA 給水区域	
	実数	比率(%)	実数	実数	比率(%)	実数
5000 以下	11	22.0	5	5.0	23	4.6
5000-10000	32	64.0	46	46.0	124	24.8
11000-20000	6	12.0	26	26.0	134	26.8
21000-30000	0	0.0	8	8.0	78	15.6
30000 超	1	2.0	15	15.0	141	28.2
計	50	100.0	100	100.0	500	100.0

JICA の調査報告書（和文）"Kaihatsu Chosa Ni Okeru Keizaihyoka Shuho Kenkyu" (March 2002) に拠れば、上下水道サービスに対する世帯の最大支払能力のベンチマークはその可分所得に対してそれぞれ水道で 4%、下水道で 1%である。消費税は 16%なので、可分所得は総収入の 84%とみられる。したがって、支払能力の中間値は以下のようになる。

表 2.16 上下水道サービスに対する世帯の予想最大支払能力(中間値、暫定)

	スラム地区	非 WASA 給水区域	WASA 給水区域
水道	Rs. 226	Rs. 334	Rs. 596
下水道	Rs. 56	Rs. 83	Rs. 149

もっと正確な予想は **15** で行う。

(2) 水道

WASA 区域の全世帯が必ずしも水道に接続している訳ではなく、接続率はスラム地区と同じ 78%である。一方、非 WASA 地区では全世帯の半分が接続している。非 WASA 地区のそのような世帯はハンドポンプ、公共水栓、等を使っており、夫が主に水汲みを行っている。3 地区では、水汲みに 20 分以上掛けているのは少数であった。

表 2.17 水源

	スラム地区		非 WASA 給水区域		WASA 給水区域	
	実数	比率(%)	実数	実数	比率(%)	実数
水道	39	78.0	49	49.0	390	78.0
ハンドポンプ	0	0.00	6	6.0	18	3.6
公共水栓	0	0.00	18	18.0	0	0.0
その他	11	22.0	14	14.0	88	17.6
N/A	0	0.00	13	13.0	4	0.8
Total	50	100.0	100	100.0	500	100.0

表 2.18 家族の誰が水汲みを行っているか

	スラム地区		非 WASA 給水区域		WASA 給水区域	
	実数	比率(%)	実数	実数	比率(%)	実数
子供	3	6.0	2	2.0	0	0
夫	3	6.0	18	18.0	2	0.4
妻	1	2.0	0	0.0	8	1.6
年配者	0	0.0	2	2.0	0	0.0
その他	0	0.0	1	1.0	9	1.8
N/A	43	86.0	77	77.0	481	96.2
計	50	100.0	100	100.0	500	100.0

表 2.19 水汲みに要する時間

	スラム地区		非 WASA 給水区域		WASA 給水区域	
	実数	比率(%)	実数	実数	比率(%)	実数
5 min 以内 s	0	0.0	13	13.0	25	5.0
6-10 min	5	10.0	3	3.0	7	1.4
11-15 min	1	2.0	0	0.0	4	0.8
16-20 min	0	0.0	0	0.0	1	0.2
20 min 超	1	2.0	14	14.0	2	0.4
N/A	43	86.0	70	70.0	461	92.2
Total	50	100.0	100	100.0	500	100.0

3 地区すべてで回答者の大半はしばしば水が濁っており、時々水不足もあると回答している。水量に関してはそれぞれ WASA 地区 70.6%、非 WASA 地区の 67.0%が十分な水を得ており、スラム地区のそれは 44.0%に過ぎなかった。

表 2.20 給水量

	スラム地区		非 WASA 給水区域		WASA 給水区域	
	実数	比率(%)	実数	実数	比率(%)	実数
十分	22	44.0	67	67.0	353	70.6
不十分	28	56.0	33	33.0	147	29.4
計	50	100.0	100	100.0	500	100.0

水質に関しては、それぞれ WASA 地区約 80%、非 WASA 地区の約 60~70%がまあまあか良好な水を得ており、スラム地区では約 25%が良好な水を得ている。

表 2.21 水質一色

	スラム地区		非 WASA 給水区域		WASA 給水区域	
	実数	比率(%)	実数	実数	比率(%)	実数
非常に悪い	2	4.0	25	25.0	74	14.8
悪い	35	70.0	4	4.0	17	3.4
まあまあ	9	18.0	42	42.0	162	32.4
良い	4	8.0	23	23.0	191	38.2
非常に良い	0	0.0	6	6.0	56	11.2
計	50	100.0	100	100.0	500	100.0

表 2.22 水質一臭い

	スラム地区		非 WASA 給水区域		WASA 給水区域	
	実数	比率(%)	実数	実数	比率(%)	実数
非常に悪い	3	6.0	34	34.0	73	14.6
悪い	36	72.0	4	4.0	16	3.2
まあまあ	7	14.0	36	36.0	177	35.4
良い	4	8.0	21	21.0	174	34.8
非常に良い	0	0.0	5	5.0	60	12.0
計	50	100.0	100	100.0	500	100.0

表 2.23 水質一味

	スラム地区		非 WASA 給水区域		WASA 給水区域	
	実数	比率(%)	実数	実数	比率(%)	実数
非常に悪い	3	6.0	38	38.0	77	15.4
悪い	35	70.0	4	4.0	20	4.0
まあまあ	6	12.0	32	32.0	160	32.0
良い	6	12.0	22	22.0	180	36.0
非常に良い	0	0.0	4	4.0	63	12.6
計	50	100.0	100	100.0	500	100.0

WASA の水質はタウン別に詳しく検査されており、Nishtar Town ではまあまあか良好な水は 96.6~98.3%と高率である一方、Saman Abad Town のそれは 63.0~73.9%と低率である。これらのデータは WASA 区域ですら水質に地域的差異のあることを示している。

表 2.24 WASA 区域における水質

Town 名	色		臭い		味	
	まあまあ、 良い	悪い、非常 に悪い	まあまあ、 良い	悪い、非常 に悪い	まあまあ、 良い	悪い、非常 に悪い
Allama Iqbal Town	78.9%	21.1%	80.3%	19.7%	80.3%	19.7%
Data Ganj Bukhsh Town	75.8%	24.2%	75.0%	25.0%	83.6%	16.4%
Nishtar Town	96.6%	3.4%	98.3%	1.7%	96.6%	3.4%
Ravi Town	86.9%	13.1%	87.4%	12.6%	82.7%	17.3%
Saman Abad Town	63.0%	37.0%	63.0%	37.0%	73.9%	26.1%

(3) 使用水量

3 地区すべてで、洗濯、入浴、家庭内清掃にかなりの水が使われており、スラム地区で 92.3%、非 WASA 地区で 80.92%、WASA 地区で 71.88%となっている。WASA 地区では車保有者が多いことを反映して、洗車に使われる水量が比較的大きいことが注目される。

表 2.25 一日に必要な水量

	スラム地区		非 WASA 給水区域		WASA 給水区域	
	平均水量 (litre)	比率 (%)	平均水量 (litre)	比率 (%)	平均水量 (litre)	比率 (%)
料理	4.3	1.35	4.28	2.46	12.29	4.57
飲料	15.78	4.97	14.82	8.51	20.23	7.52
洗濯	114.48	36.06	37.12	21.31	64.04	23.80
園芸	1.09	0.34	2.17	1.25	4.8	1.78
洗車	2.05	0.65	7.24	4.16	23.07	8.58
入浴	110.04	34.67	73.62	42.25	87.25	32.43
掃除	68.48	21.57	30.24	17.36	42.11	15.65
その他用途	1.21	0.38	4.74	2.72	15.23	5.66
計	317.43	100.00	174.23	100.00	269.02	100.00

(4) 衛生施設と下水道

ほとんど全ての世帯が家の中に便所を持っているが、WASA 地区の 21 世帯(4.2%) は腐敗槽を使っている。

表 2.26 便所の利用可能性

	スラム地区		非 WASA 給水区域		WASA 給水区域	
	実数	比率(%)	実数	実数	比率(%)	実数
屋内	50	100.0	100	100.0	493	98.6
公衆便所	0	0.00	0	0.00	2	0.4
その他	0	0.00	0	0.00	3	0.6
利用不可	0	0.00	0	0.00	2	0.4
計	50	100.0	100	100.0	500	100.0

WASA 地区の 90%以上の世帯が下水道施設を使っているが、スラム地区及び非 WASA 地区はそれぞれ 14.0%、11.0%と小さい。

表 2.27 下水道施設

	スラム地区		非 WASA 給水区域		WASA 給水区域	
	実数	比率(%)	実数	実数	比率(%)	実数
Yes	7	14.0	11	11.0	471	94.2
No	28	56.0	81	81.0	26	5.2
N/A	15	30.0	8	8.0	3	0.6
計	50	100.0	100	100.0	500	100.0

(5) 健康状態

過去 12 ヶ月間に水因性疾病（例えば、コレラ、赤痢）に罹ったことのある家族を抱えている世帯はスラム地区で 74.0%、非 WASA 地区で 54.0%、WASA 地区で 37.2%となっている。そのような疾病に掛かる出費（有効回答者の中間値）はそれぞれ Rs. 750.00、Rs. 702.30、Rs. 871.21 であった。

表 2.28 過去 12 ヶ月間における水因性疾病に罹った家族数

	スラム地区		非 WASA 給水区域		WASA 給水区域	
	実数	比率(%)	実数	実数	比率(%)	実数
Yes	37	74.0	54	54.0	186	37.2
No	13	26.0	46	46.0	314	62.8
計	50	100.0	100	100.0	500	100.0

表 2.29 過去 12 ヶ月間における水因性疾病に掛かった出費

出費 (Rs.)	スラム地区		非 WASA 給水区域		WASA 給水区域	
	実数	比率(%)	実数	実数	比率(%)	実数
500 以下	11	22.0	19	19.0	50	10
501-1000	16	32.0	21	21.0	66	13.2
1001-2000	9	18.0	9	9.0	34	6.8
2001-3000	1	2.0	2	2.0	14	2.8
3000 超	0	0.0	3	3.0	33	6.6
N/A	13	26.0	46	46.0	303	60.6
計	50	100.0	100	100.0	500	100

(6) 上下水道サービスに対する住民意識

回答者は一般に、十分な水圧を得るために電動モータを使う必要があると苦情を述べている。回答者の大半は WASA の役割と責任に気付いていないので、WASA のサービスの評価について分からないと述べている。WASA による上下水道サービスについて情報を与えると、WASA 地区の回答者の 2/3 以上はサービスに満足を表明している。WASA

はそのサービスについて広報活動を強化すべきことが提言される。

表 2.30 WASA の給水に対する満足度

	スラム地区		非 WASA 給水区域		WASA 給水区域	
	実数	比率(%)	実数	実数	比率(%)	実数
Yes	1	2.0	0	0.0	334	66.8
No	1	2.0	0	0.0	166	33.2
N/A	48	96.0	100	100.0	0	0.00
計	50	100.0	100	100.0	500	100.0

表 2.31 公共下水道に対する満足度

	スラム地区		非 WASA 給水区域		WASA 給水区域	
	実数	比率(%)	実数	実数	比率(%)	実数
Yes	6	12.0	7	7	361	72.2
No	4	8.0	11	11	137	27.4
N/A	40	80.0	82	82	2	0.4
計	50	100.0	100	100	500	100.0

3 水質モニタリング

3.1 基準

3.1.1 家庭污水・工場排水

現在のところ、「パ」国では、家庭污水及び工場排水を規制する基準として、the National Environmental Quality Standard (NEQS) (Statutory Notification: S.R.O. 549 (I)/2000) がある。この基準は、32 の水質項目を規制している (**Appendix 3.1** 参照)。

しかしながら、この NEQS は、公共用水域の保全には直結しないことから、新基準、すなわち、“National Surface Water Classification Criteria & Irrigation Water Quality Guidelines for Pakistan”が、環境省により提案されている (**Appendix 3.2** 参照)。この基準は、灌漑・農業・環境・工業等に関わる政府機関や NGO/CBO との協議に基づき WWF により 2007 年 2 月に作成された。ただし、この新基準は、まだ承認されておらず、ガイドラインの 1 つとして使用されている。

3.1.2 飲料水

「パ」国では、WHO 基準が、飲料水の水質基準として利用されている。しかし、この WHO 基準のいくつかの項目は、パキスタン固有の水質状況を鑑みるとそのまま適用するのは不適切である。例えば、パキスタンの井戸水は、ヒ素の濃度が高い。これに対し、WHO の基準値 (0.010 mg/L) をそのまま適用すると、ほとんどの井戸が飲用に適さないことになる。

このような状況を鑑み、**Appendix 3.3** に示す新基準 “National Standards for Drinking Water Quality” が提案されている。この基準は EPA が保健省や WHO、UNICEF と共同で 2008 年 6 月に取りまとめられた。しかし、本基準もまだ承認されておらず、ガイドラインの 1 つとして使用されている。

3.2 水質モニタリング

3.2.1 河川・排水路

EPA は、**図 3.1** に示すラホールの 19 箇所(ラビ川)の河川(ラビ川)・排水路において、モニタリングを実施している。

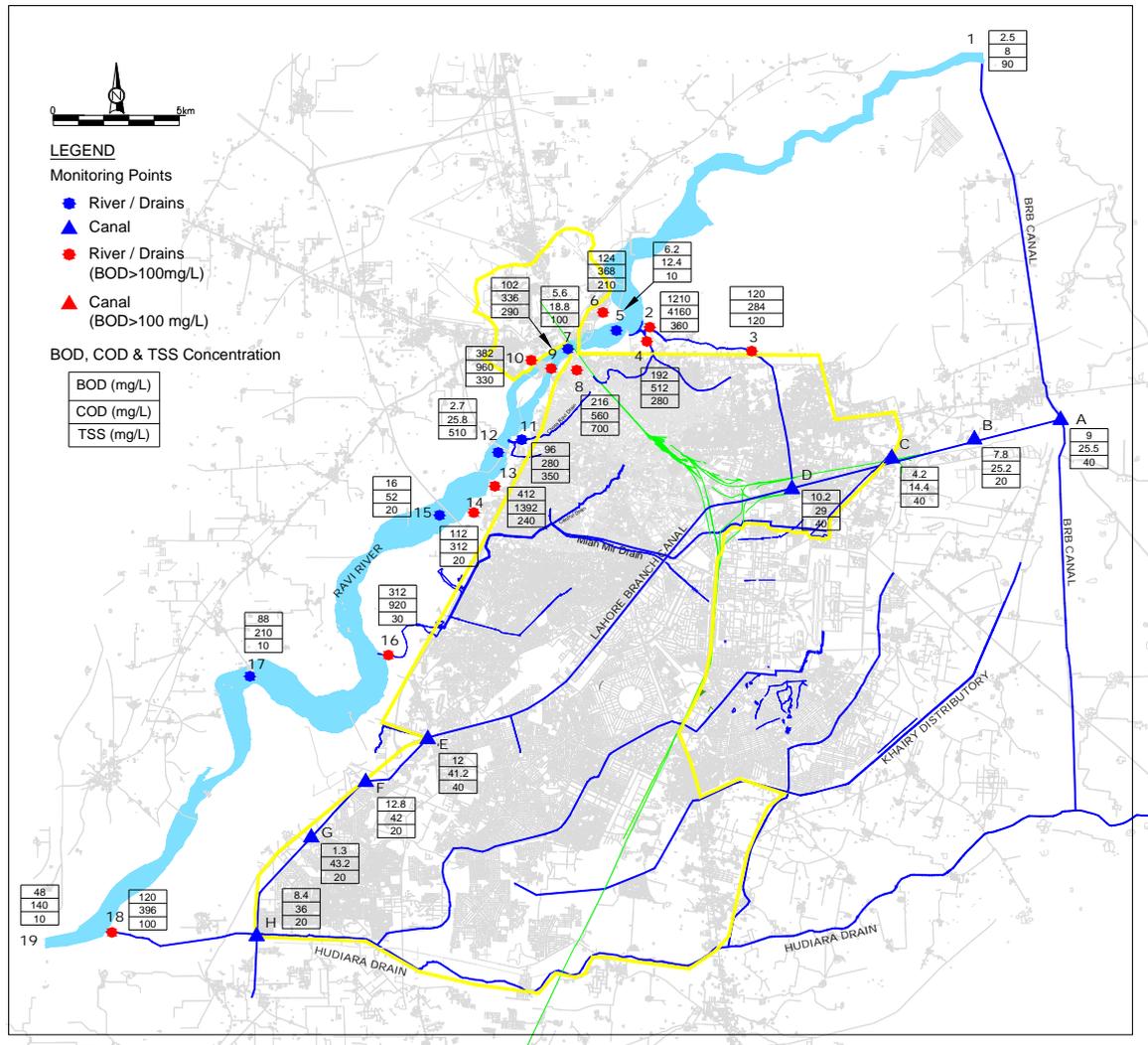


図 3.1 河川・排水路・用水路のモニタリング結果 (EPA)

2008年のモニタリング結果（**図 3.1**、詳細は **Appendix 3.4** 参照）によると、非常に高い汚染が、Mehmood Buti Drain (No.2)、Furakhabad Drain (No.10)、Main Out Fall Drain (No.13)、及び Babu Sabu Drain (No.16)で観測されており、その BOD 濃度は、それぞれ、1,210 mg/L、382 mg/L、412 mg/L、312 mg/L となっている。

ラビ川本流については、鉄橋付近に位置する Shahdara Lahore (No.9)が最も汚染され、その BOD 濃度は 102 mg/L であった。2 番目に汚染がひどい地点は、Babu Sabu Drain の合流点下流に位置する Chung Lahore (No.17)で、その次が、Hudiarra Drain の合流点下流に位置する Maraka Lahore (No.19)であり、BOD 濃度は、それぞれ 88、48 mg/L であった。

3.2.2 用水路

用水路（Lahore Branch Canal）での水質モニタリングは、**図 3.1** に示す 8 箇所、1 年に 1 回、EPA により実施されている。

2008年のモニタリング結果を**図 3.1**、その詳細を **Appendix 3.5** に示す。これによると、BOD と COD は、それぞれ 4.2～12.8 mg/L 及び 14.4～43.2 mg/L の範囲にあった。縦断変化については、最も市街化が進んだ地域（C 点～H 点）で、有機物による高い汚染が記録されてその濃度が高い。

3.2.3 地下水

地下水のモニタリングは、以下の 3 機関、すなわち、WASA、PCRWR (Pakistan Council of Research in Water Resources) 、EPA により実施されている。

(1) WASA

現在 WASA では、管轄下にある 438 本の井戸と水道水のモニタリングを実施している。モニタリング頻度は固定していないが、入手データによると、少なくとも 1 年に 1 回以上である（従って、1 年に 438 本以上の井戸がモニタリングされていることになる）。2008 年 1 月～2009 年 3 月のデータから、WASA は、**Appendix 3.6 (1)**に示すように 584 本(2008 年 1～12 月に 495 本、2009 年 1～3 月に 89 本)の井戸をモニタリングし、**Appendix 3.6 (2)**に示す水質項目の分析を行っている。584 本のうち、**Appendix 3.6 (3)** 及び**図 3.2** に示す 15 本が、「飲用不適」と判定された。これらの飲用不適井戸のほとんどは、ラホール旧市街や排水路沿いに位置している。

(1) PCRWR

PCRWR は、科学技術省に属する水質分析所であり、National Water Quality Monitoring Programme (NWQMP) に基づき、2002～2006 年にかけて「パ」国内の主要 23 都市の飲料水のモニタリングを実施した。ラホール市内では、16 本の井戸（図 3.2 及び詳細は Appendix 3.7 参照）がモニタリングされている。分析は 25 の水質項目を毎年、また、微量物質を 2 年に一度行っている。

Appendix 3.7 に、電気伝導度 (EC)、TDS、ヒ素濃度及び総大腸菌/糞便性大腸菌の検出回数を示している。これより、市内南部に位置する井戸において高い EC 及び TDS が検出されている。

PCRWR では、総大腸菌/糞便性大腸菌が検出された場合、または、ヒ素濃度が 0.01 mg/L (10 ppb) を越えた場合を、「飲用不適」としている。2002～2006 年の「飲用不適」井戸の割合は、それぞれ、37.5% (2002)、100% (2003 年～2006 年) であった。

(2) EPA

EPA は 2008 年に 345 本の井戸のモニタリングをラホール市内で実施した。モニタリング頻度は、不定期であるが、その結果によると、Appendix 3.8 に示すように 204 本 (全体の 59%) の井戸が「飲用不適」と判断された。

この結果に対して、WASA は、「飲用不適」の判断基準が、EPA と WASA の間で異なっていることを指摘している。つまり、EPA は、総大腸菌が検出された時点で、「飲用不適」と判断するのに対し、WASA は、糞便性大腸菌が検出された時点で、「飲用不適」と判断する。

同時に WASA は、204 本の「飲用不適」井戸のうちの 78 本を抽出し、追加的なモニタリングを実施した。この結果から、78 本のうち、水道管のフラッシングや塩素注入率を上げる等を実施したうえでも、なおかつ「飲用不適」であった井戸は、4 本のみであった。

3.2.4 工場排水

ラホールでは、市が工場として認定する約 2,700 の工場がある。このうち、75 工場が大規模工場として区分されている。

工場排水のモニタリングは EPA により実施されている。しかしながら、人材や予算不足により、そのモニタリングは住民からの苦情に基づき、不定期で実施されているのみである。Appendix 3.9 に、2008 年に EPA がモニタリングを行った工場のリストを示したが、具体的な水量・水質データはほとんど整理されておらず入手できなかった。

工場の査察は、District Officer Environment of Lahore City に属する 8 名の職員により実施

されているが、相当な数に上る工場数に比較して十分ではない。

一方、2001年にEPAは、NEQS (Self-Monitoring and Reporting by Industry) に基づき、SMART (Self Monitoring and Reporting Tool) と呼ばれる自主的なモニタリングシステムを構築した。

このモニタリングシステムによると、SMARTシステムに登録された全ての工場は、EPAにより登録された水質検査所により作成された水質分析報告書を、EPAに提出しなければならない。このシステムの普及により、EPAは、工場排水のモニタリング機能を強化できる。一方の工場側は、「環境に配慮した工場」として認められる利点がある。

現在、パンジャブ州で、EPAは19工場をSMARTシステムの登録工場として承認している。このうち5工場がラホール市内に位置するが、ラホール市内の総工場数に比較して、登録工場の数は少ないといえる。

3.3 工場視察

調査団は、工場排水の状況を把握するため、市内に位置するいくつかの工場を視察した。視察対象工場は、汚水処理及び放流の状況を勘案し、以下に示す3つの工場、すなわち、1) 汚水を無処理で放流する鉄工所、2) 地下水と汚水を混合し希釈により汚水を放流する自転車工場、3) 活性汚泥法による処理後に汚水を放流する繊維工場とした。

(1) 鉄工所

工場名	: Jamal Steel Re-rolling Mills (写真 1~2 参照)
位置	: Bund Road 沿いのゴミ投棄場近く
汚水処理施設	: なし
汚水の状況	: 本工場は冷却目的で水を使用。汚水は濁っていないが、水路の死水域では鉄粉の堆積が見られた。



写真-1 汚水の状況 (鉄工所)



写真-2 鉄工所の内部

(2) 自転車工場

- 工場名 : Rustam & Sohreab Cycle Factory (写真 3~4 参照)
 位置 : Shardara Town
 汚水処理施設 : なし
 汚水の状況 : 電気メッキ工程から、薄黄色の汚水が発生している。これは、ニッケルやクロムで汚染されている。汚水は、地下水と混合し 10 倍程度に希釈し WASA の下水管に放流している。



写真-3 汚水の状況 (自転車工場)



写真-4 メッキ槽 (自転車工場)

(3) 繊維工場

- 工場名 : Shahkam Industries (Pvt) limited (写真 5~6)
 位置 : Hudiana Drain 沿い
 汚水処理施設 : 活性汚泥法(処理能力 80 m³/hr (1,920 m³/日))
 汚水の状況 : 染色工程により処理施設流入水は紫色を呈している。処理水は薄い茶色であり Hudiana Drain に放流されている。工場では、民間の水質分析所と契約し、汚水をモニタリングしている。モニタリング結果によると、処理水は BOD 10 mg/L 以下で放流されている。



写真-5 汚水の状況 (繊維工場)



写真-6 反応槽の状況 (繊維工場)

3.4 調査団が実施した水質モニタリング調査

本調査は、調査エリア内における、河川・排水路・用水路・井戸・水道水の水質を把握するために実施した。

3.4.1 モニタリングポイント

サンプリングは、以下に列挙するポイントで実施した（位置及びモニタリングの目的の詳細は **Appendix 3.10** 参照）。

- 河川 : 6 箇所
- 排水路 : 13 箇所
- 用水路 : 5 箇所
- 井戸 : 10 箇所
- 水道水 : 10 箇所

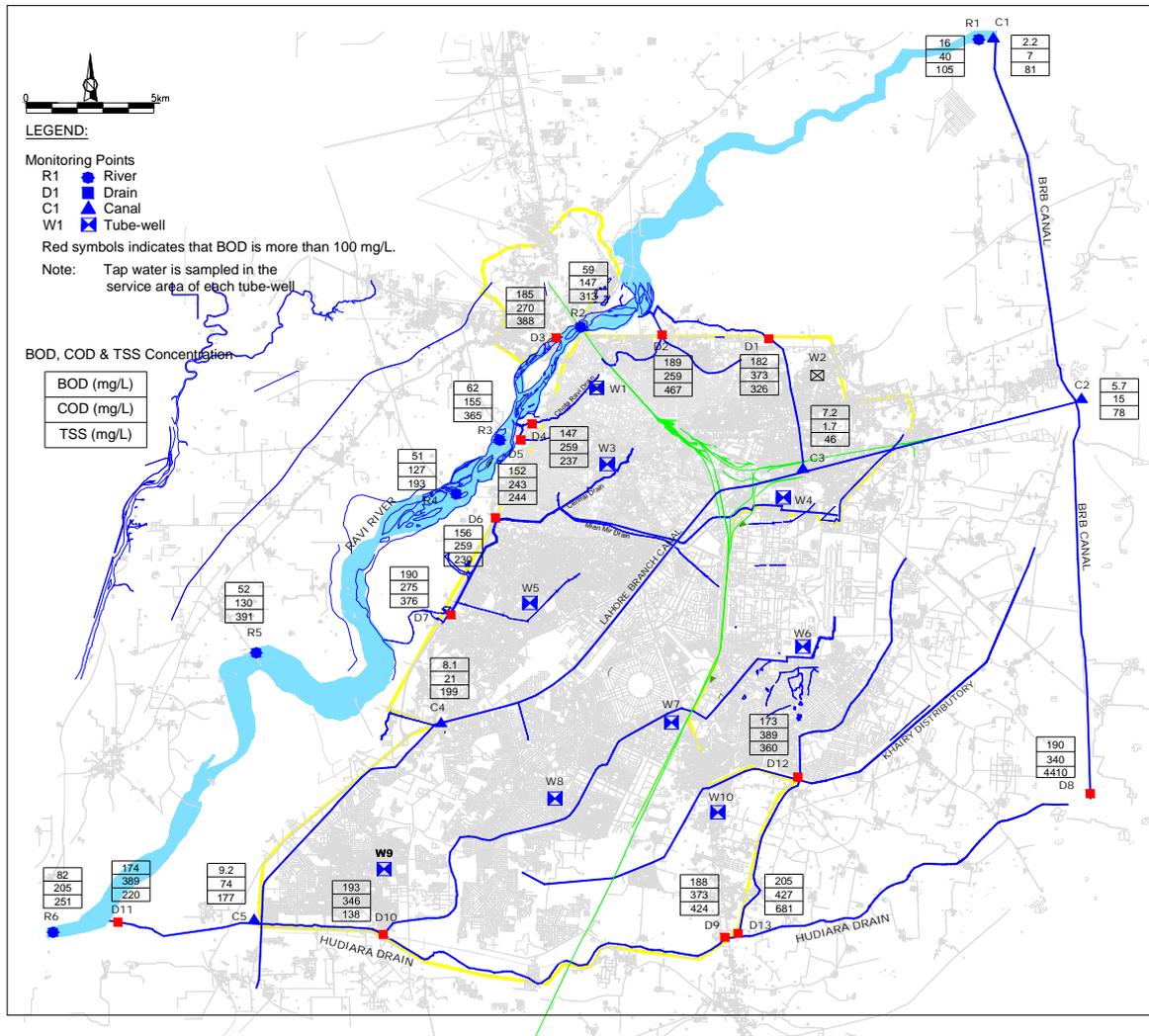


図 3.3 河川・排水路・用水路・井戸のモニタリング結果 (調査団)

3.4.2 水質分析項目

飲料水及び水源となり得るサンプルはカテゴリ 1 に示す項目、また、下水のサンプルはカテゴリ 2 の項目を調査した (表 3.1)。

表 3.1 水質分析項目

カテゴリ		水質項目	備考
カテゴリ 1	飲料及び潜在的な水源	水温, pH, DO, 総硬度, BOD, COD, TSS, NO ₂ , NO ₃ , NH ₄ , Fe, Mn, Mg, As, F, Ca, Cl, SO ₄ , 細菌数, 糞便性大腸菌群数	20 水質項目
カテゴリ 2	下水	水温, pH, DO, 総硬度, BOD, COD, TSS, T-N, T-P, SO ₄ , As, Hg, Cr ⁶⁺ , 細菌数, 糞便性大腸菌群数	15 水質項目

3.4.3 モニタリング結果

(1) 河川

サンプリングは BRB Canal とラビ川の交差点 (R1) を起点とし、Hudiara Drain (R6) との合流点を終点とするラビ川で実施した (詳細は Appendix 3.11 参照)。

このうち、BRB Canal とラビ川の交差点 (R1) は、水源としての利用も想定されることから、カテゴリ 1 に示す項目を分析した。R2～R6 の地点は著しく汚染された区間であるため、カテゴリ 2 に示す項目を分析した。

図 3.4 に、BOD、COD、TSS、T-N、T-P の縦断変化を、Appendix 3.11 に全てのモニタリング結果を掲載した。図 3.4 によると、排水路からの下水を受け入れている R2～R6 において BOD、COD、TSS がかなり高く、特に BOD は 50 mg/L 以上となっている。とりわけ、R6 では、BOD 値が 82 mg/L に達している。また、Appendix 3.11 から、DO は 0.2～1.0 mg/L とかなり低いことがわかる。

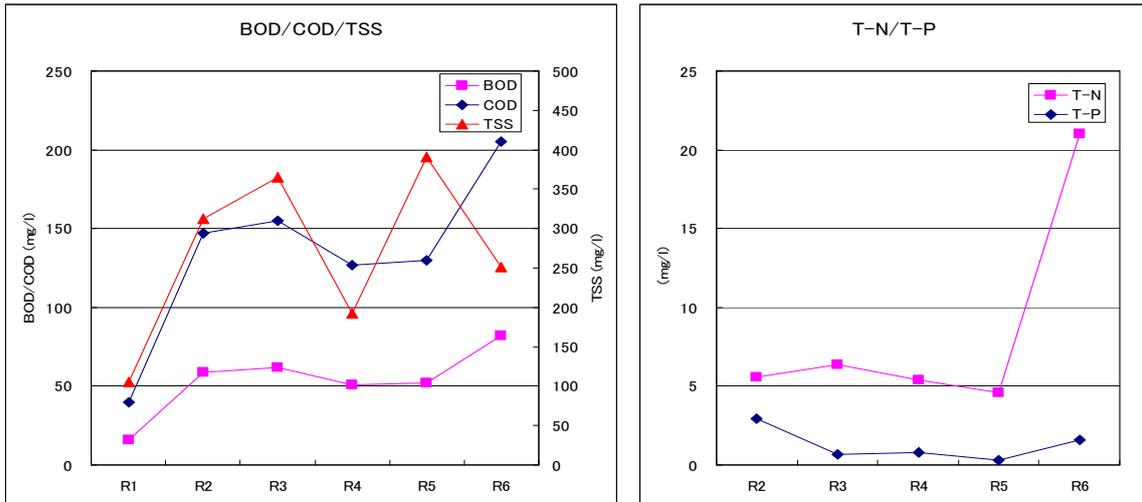


図 3.4 河川のモニタリング結果 (調査団)

(2) 排水路

排水路は 13 箇所でモニタリングを実施した (位置及びモニタリングの目的の詳細は **Appendix 3.10(2)**参照)。分析項目はカテゴリ 2 による。

図 3.5 に、BOD、COD、TSS、T-N、T-P のモニタリング結果を示した。また、**Appendix 3.12** に全モニタリング結果を掲載した。

図 3.5 から、BOD は 147~205 mg/L の範囲にある。D1 と市内南部に位置する D8~D13 では、COD がその他の地点より高い。D8 における高い COD 値は、インド側から流れ込む汚水がひどく汚染されているためである。また、D8~D13 で、COD と BOD 値の乖離が大きいのは、難分解性物質が多いことを示唆している。

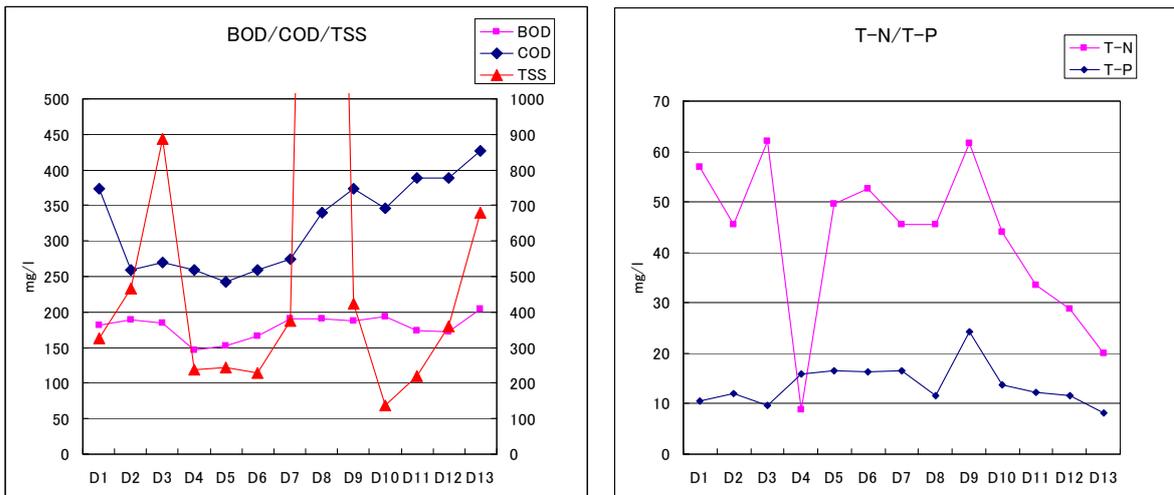


図 3.5 排水路のモニタリング結果 (調査団)

T-N は、バラつきが大きく 8.8~62 mg/L を推移しており、最大値の 62 mg/L は D3 で観測された。それに、D9 における 61.6 mg/L が続いている。T-P は、8.1~24.3 mg/L で、

その最大値は D9 で観測された。

Appendix 3.12によると、DO はかなり低く 0.12~0.25 mg/L の範囲にあった。

(3) 用水路

サンプリングは、**図 3.3** に示す 5 箇所で行った。水源としての利用も想定される C1~C3 では、カテゴリ 1 の水質項目を、汚水で汚染されている C4 と C5 では、カテゴリ 2 の項目を分析した。

図 3.3 に BOD、COD、TSS の結果を示す。また、**Appendix 3.13** に全モニタリング結果を掲載している。この結果によると、BOD と COD は、各々 3.2~9.2 mg/L、7~24 mg/L の範囲にある。縦断変化については、最も市街化が進行したエリア(C2~C5)において、BOD と COD が上流から下流に向けて上昇している。

(4) 井戸

サンプリングは、**図 3.3** に示すように 10 箇所で行った。モニタリング位置とモニタリング目的の詳細は **Appendix 3.10 (4)** にまとめた。分析項目はカテゴリ 1 に示した項目である。

図 3.6 に、ヒ素と総大腸菌/糞便性大腸菌の結果を示した。また、**Appendix 3.14** に全モニタリング結果を掲載した。

これより、W2 と W9 において、ヒ素濃度が 50 ppb (0.05 mg/L) を越えている。W6 と W8 では、糞便性大腸菌数が高いが、これは地下水に汚水が混入したためと考えられる。

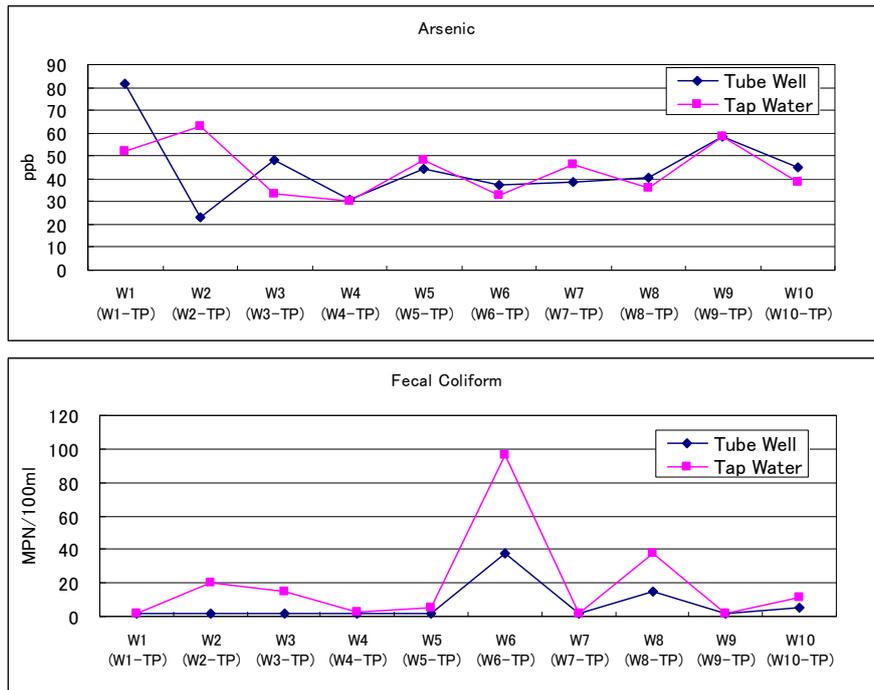


図 3.6 井戸と水道水のモニタリング結果 (調査団)

(5) 水道水

水道水のモニタリングは、モニタリングした井戸 (10 箇所) それぞれの給水エリアで 1 箇所ずつ行った。分析項目はカテゴリ 1 である。

図 3.6 に、ヒ素と総大腸菌/糞便性大腸菌の結果を示した。また、Appendix 3.14 に全モニタリング結果を掲載した。

一般に、井戸において高いヒ素と総大腸菌/糞便性大腸菌を検出した箇所では、水道水のそれも、それに比例して高くなる。W1-TP、W2-TP、W9-TP においては、ヒ素の濃度が 50 ppb (0.05 mg/L) を越えている。W2-TP、W3-TP、W6-TP、W8-TP、W10-TP では、糞便性大腸菌数が比較的高いことから、汚水が混入しているものと考えられる。

3.5 Punjab 灌漑システムにおけるラビ川の現況

上述の調査結果や Appendix 3.15 に示す他の文献の内容に基づき、Punjab 灌漑システムにおけるラビ川の現況を以下にまとめる。

- Punjab 灌漑システムは、本来、水浸し問題に対処するために余剰水や雨水を収集する目的で建設された排水路網を伴っている。しかし、急激な都市化や工業化により、現在では、それらの排水路は専ら都市下水や工場排水を集めて用水路及び河川に運んでいる。

- 水質分析結果から、4箇所のモニタリング地点では、pH、EC、SAR、RSCは、FAO基準の範囲内にあるが、BallokiとSidhani Headworksにおいて微量物質のひとつであるCuの平均値が、FAO基準の0.2 mg/Lを超えている。
- 汚染のレベルは、district毎に異なるが、ラホールは、Sialkot、Kasur、Sheikhupura、Faisalabadと並び高いレベルにある。Lahore、Kasur、Sheikhupura、Faisalabadから流出する水は、Balloki Headworksで合流するが、その量は5,054 cusecs、つまりPunjab州総流出水の86%に達する。
- 環境局(EPD)は、灌漑システムが、ラホールからの家庭排水、Maduana Drainを通じて排出されるFaisalabadの工場排水、また、Kala Shah KakuのG.T. Road沿いや、Sheikhupura Road、Township、Gulbergなどラホール市内の工業地域、あるいは、District Kasurからの未処理污水が、ラホール都市圏に位置する工業団地等によって、つねに汚染される危険があると考えている。
- インドから流入するラビ川とMarala Ravi Link Canalとの合流点下流においては、水質は良好で、それぞれ、BOD₅が2.8~4.3 mg/L、CODが4.8~11.5 mg/L、SSが20~40 mg/Lの範囲にある。しかし、ラホール市内に入って排水路や排水ポンプ場からの污水を受け入れていく過程で次第に汚染度が高まる。
- かつて、ラビ川に生息した多様な魚類、子供たちが岸辺で捕獲できた小魚やカニは現在はみられず、アシさえも消失した。この川は、降雨時に干上がった川底を湿らせるのみであり、事実上死滅している。
- 現在、ラビ川の下流部は、Balloki Headworksを超える区間までは、灌漑に使用されている。しかしながら、ラホールからBalloki Headworks(64 km)に至る河川沿い住民の生活や経済活動により、常に汚染されている。ラホールからの家庭排水や工場排水は、今後ますますラビ川の流量の大半を占めるものと予測される。過去20年の月間最低水量によると、ラホールから発生する下水は、1987年に全流量の47%であったが、それが、2007年には、68%まで上昇している。
- 歴史的に、ラビ川は飲料水の主要水源としては使用されておらず、ラホールを含むほとんどの都市は、地下水を水源としてきた。ラビ川のラホールからBalloki Headworksに隣接する農村部で、表流水を飲料水源としている住民の割合は0.3%にすぎず、これは、1,700世帯、あるいは10,600人に相当する。またラビ川沿いに、ラビ川を主要水源としている浄水場は1箇所もない。
- 乾季には、下水量が河川の固有流量を越える。ラビ川は、ラホール市の地下水を涵養する水源の一つであることから、河川に流出する毒性物質を含む未処理下水が、地下水に悪影響を与えるものと考えられる。

4 セクターの法制、政策、規制、組織/制度の枠組み

4.1 法制

「パ」国には水道法、下水道法といった事業法がなく、水道事業、下水道事業を営む事業者の責務は必ずしも明確ではない。

ラホール開発公社法 (Lahore Development Authority Act: LDA Act) に、LDA の機能に上水道・下水道・排水を含むことが規定されている。

ラホール開発公社 (Lahore Development Authority: LDA) は制定法 (statutory law) に基づいて設立された組織で、公共の利益のためにラホール大都市圏の生活の質を改善し、大都市圏・地域総合開発的アプローチ及び計画と開発の継続プロセスを確立し、資源の最適な有効利用、土地の経済的・効果的有効利用を確実にし、住宅環境・工業開発・交通・輸送・公衆衛生・教育・水道・下水道・排水・廃棄物処分及びそれらに関連する事項及び付随する事項の改善に関する政策及びプログラムを展開することを目的としている。

LDA Act の中で WASA について以下のように規定している。

- (1) WASA がサービス区域内における水道、下水道、排水施設を整備し、維持管理する。
- (2) WASA は水道、下水道、排水施設に係る料金 (rate)、手数料 (fee)、負担金 (charge) を徴収する権限を有する。
- (3) WASA の Managing Director (MD) は3年の任期で政府が任命する。
- (4) WASA は LDA とは別会計とし、その収入は水道、下水道、排水施設の目的に独占的に使用することができる。
- (5) WASA に歳入不足が生じたときには、政府は自身の歳入または何らかのその他のソースから、WASA の機能を効率的に遂行するのに必要となるかも知れないそのような金額を供与する。
- (6) WASA は区域内において地下水源を独占的に使用する権利を有する。

4.2 政策

4.2.1 ビジョン 2030

首相を議長とする国家経済委員会は、2006年2月28日に Strategic Directions to Achieve Vision 2030 (ビジョン2030) を承認した。これは、「「パ」国は、2030年にどうあるべき

か?」というコンセプトのもと、正義と持続可能な社会を基本的ゴールとし、行政機関、マクロ経済フレームワーク、農業、製造・工業、科学技術・教育、エネルギー、農村・都市開発、安全保障の分野における将来像を示した国家発展の長期展望を策定することを計画委員会に指示したものである。

「第10章 農業の成長：食料、水と土地」において、上下水道セクターに関連するものとしては、「農業セクターが優先的な利用者であるが、工業・都市・人的水利用が今後とも継続的に増加していく」と今後の水利用量の増加について述べ、水不足の脅威を克服し、効果的な水利用を推進するために総合的水資源管理の必要性が示されている。また、工業排水が公共用水域に流出し、深刻な水質汚濁が発生しており、厳格な防止措置が必要であるとしている。

「第10章 農村・都市開発」では、都市への人口流入増加、都市の巨大化が急激に進んでいること、都市が国家発展の原動力であり、経済活動の中心となること等に言及している。都市上下水道整備の戦略は、1) 生活用水・工業用水の急激な需要増加への対応、2) 新規給水事業への投資、3) 既存施設の更新と効果的な運営、4) 貧困家庭への給水整備、5) できるところでは水のリサイクル、及び6) 費用回収の強化、を挙げている。衛生施設改善に関しては、腐敗槽管理の改善を含め、費用効率が良く、利用者の負担可能な手法による排水管理と排泄物処分の必要性が記載されている。固形廃棄物については、衛生埋め立て、資源回収や発電を考慮した廃棄物削減による総合的固形廃棄物管理システムの整備を謳っている。

4.2.2 National Drinking Water Policy

National Drinking Water Policyは2009年9月に連邦政府の閣議承認を受けている。

National Drinking Water Policyの目的は以下の通り。

- 全ての人に十分かつ安全な飲料水への持続可能なアクセスを確保することにより、水因性疾病に帰因する死亡及び病気の発生を削減する。
- 保健、衛生施設及びその他生活上欠くことのできない使用のために、支払い可能な便利な水へのアクセスを容易にすることにより、都市及び農村に住む人々の生活の質を改善する。
- 州の規制機関が、水道サービスのライフ・サイクル・コストを査定し、自由のきく用途をもつ都市用水の適正な料金設定をやすくすることによって、水の保全を推進する。
- 流域及び地下水保護プログラムの識別、及び河川流量・地下水涵養・質を維持するための協調を容易にして、水の分水と処理に必要な投資を減らす。

国民に安全な飲料水を供給するためのフレームワークを示すNational Drinking Water Policyにおける政策目標は以下のとおりである。

- ① 支払可能な費用で公平で効率的かつ維持可能な手法で、安全な水を全国民に供給する。
- ② 水因性疾病に起因する死亡率・罹病率の削減を図る。

以下に示す2015年のミレニアム開発目標及び2010年の中期開発フレームワークに示された目標を国全体に適用する。

- ① 2015年までに安全な水を国民の93%に供給し、それによって現在人口に対する普及率を30%ほど改善し、増加人口に対しても同様なアクセスを用意する。
- ② スキームの技術基準は農村部は 20 Lpcd、都市部は40 Lpcdとする。
- ③ 250人毎に少なくともハンドポンプまたはスポット水源を整備する。
- ④ 2007年までにdistrict及びtehsilレベルのろ過施設を整備する。
- ⑤ 2015年までに都市部に浄水場を整備する。
- ⑥ 2007年までに水質基準を承認し、水質に関する情報を監視、テスト、モニタリング、普及するシステムが機能するようにする。

飲料水供給は憲法上州政府の義務として規定されている。さらに、地方自治法令2001は、水道整備をタウン及びTehsil Municipal Administration (TMAs) に委ねている。TMAの管轄区域にまたがる調整及び共同実施のマクロな機能はCity District Governmentに委ねている。しかし、地方分権は現場ではなお、遷移課程にある。戦略的計画、予算措置、モニタリング機能は全般にdistrict及びそれ以上のレベルに限られており、実施上かなりの重複がある。

4.2.3 National Sanitation Policy

一方、2006年に策定されたNational Sanitation Policyは、「パ」国の液体・固形物の安全な廃棄と保健・衛生を向上するための政策である。上下水道に係る記述としては、衛生的な環境を実現するシナリオとして以下の記載がある。

- ① 都市部もしくは高密度農村部集落では、家庭内の水洗式便所及びまたは注水式便所を下水処理場を有する下水道に接続する。
- ② 下水処理施設の最低限のプロセスは生物処理で、得られる処理水が1997年のパキスタン環境保護法に基づいて告示された国家環境水質基準に適合するように滞留時間を計算する。農村部の低コスト処理場処理水は農業目的に使用する。
- ③ 都市部及び農村部で都市下水及び工場排水処理のためのマスタープランを策定、実施する。
- ④ すべての開発プロジェクトは適正な下水処理場と一体でなければならない。
- ⑤ 雨天時に下水処理場でバイパスさせることを前提として、雨水と汚水は合流式で排水してもよい。

- ⑥ 未処理の工場排水、都市下水を公共用水域に排出してはならない。

4.2.4 National Environment Policy

National Environment Policy (2005)にはセクターごとのガイドラインが示されており、「上水道」、「水質汚濁と廃棄物」のガイドラインは、それぞれ次のとおりである。

(1) 上水道

安全な飲料水への持続可能アクセスを整備し、水資源の効率的運用と保護のため、政府は以下を行う。

- ① 安全な水の供給を促進するための法律・政策の整備
- ② 給水普及率の向上、浄水場建設の拡大
- ③ 水道水の水質モニタリング・監視システムの構築
- ④ 水道整備計画の不可欠な構成要素としての浄水場の組み込み
- ⑤ コミュニティや家庭レベルでの低コスト浄水技術の普及
- ⑥ 地方・都市部における雨水活用のための適正技術の普及
- ⑦ 地下水／帯水層の人工涵養プログラムの推進
- ⑧ 水道メータ設置による工業・都市用水の過剰消費の抑制
- ⑨ 水資源保護法の制定と水資源保護を推進する関連基準の制定

(2) 廃棄物（下水を含む）

- ① 環境水質基準の厳正な施行
- ② 自己モニタリング・報告システムの全国的な導入
- ③ 工場に対する排出認可制度の導入
- ④ 下水道整備計画の不可欠な構成要素としての下水処理場の組み込み
- ⑤ 国家衛生基準の制定と実施
- ⑥ 都市下水処理のためのマスタープランの実施
- ⑦ 工場密集地における合併処理場建設のための戦略の策定と実施
- ⑧ クリーン製品センターの設立とクリーン製造技術の実践の推進
- ⑨ ISO14000認証の推進
- ⑩ 都市・産業固形・液体廃棄物の削減、リサイクル、再利用の奨励
- ⑪ 放流先水域の基準制定
- ⑫ 水域水質の浄化及び漸進的改善のための段階的プログラムの発進
- ⑬ 地下貯蔵施設からの汚染リスク削減のための規則の制定と施行
- ⑭ 国家オイル流出緊急事態計画の最終化
- ⑮ Tsmar Spritからのオイル流出に起因する汚濁緩和プロジェクトの実施
- ⑯ 海洋汚染防止委員会の設立とパキスタンオイル汚染法の立案
- ⑰ 都市固形廃棄物、産業・有害・病院廃棄物の適正管理のためのルールと規則の

制定と施行

- ⑱ 有害基質及び廃棄物の製造／輸入の規制
- ⑲ 全国・地域・局地レベルでの都市・産業・有害・病院廃棄物の総合管理のための戦略の制定と実施
- ⑳ 廃棄物管理に関係する機関の能力強化
- 21 廃棄物管理における民間セクター参加の奨励
- 22 廃棄物からの原料及びエネルギー回収施設の設立と回収及びリサイクルされた資材のためのマーケットの創出
- 23 少廃棄物技術及び廃棄物回収・再利用に焦点を合わせた研究開発の推進
- 24 既存産業並びに新規開発行為のための環境リスクアセスメントガイドラインの制定
- 25 環境汚染に係る影響及び事故を防止及び緩和するための国家緊急対応及び事故防止計画の制定

4.2.5 Punjab Urban Sector Water and Sanitation Policy

(1) ビジョン、ゴール及び目的

1) ビジョン

全ての人に持続可能な水道と衛生施設を

2) ゴール

持続可能ベースで適量かつ受入れ可能な質の水道と衛生施設サービスの提供

3) 目的

ポリシーの目的は以下の通り。

- 持続可能な水道・衛生施設・下水処理サービスのために法的規制の枠組と効率的な体制整備を図る。
- コミュニティ参加及び官民パートナーシップを含む持続可能な財政的整備を図る。

(2) ポリシー対応策

1) 財産権の配分

パンジャブ州政府は表流水及び地下水に対する法的権利を WSS ユーティリティに配分し、さらに正当な利用者に対して表流水及び地下水源の使用権を配分するための規制的枠組みを用意して公示する。

2) 上下水道事業者 (Water Utilities) に対する法的規制的枠組み

パンジャブ州政府は WASA／公共セクターの水道及び衛生サービス提供者を最

適レベルの行政的・財務的・運営的自主性を持った独立した上下水道事業者に変えるための法的規制の枠組みを公示する。

3) 戦略的な都市セクター計画とマネジメント

以下を目的とする長期戦略的介入に向かって上下水道事業者を促進し導く。

- 持続可能な社会基盤施設及びサービスのためにしっかりした業績改善及びビジネスプランを整備する
- 人材育成、全体的な改善及び持続可能な社会基盤施設に的を絞って戦略的介入に向かって適合するように州並びに地域で資本的投資を組み立てる。
- 財務的・社会的・環境的に持続可能な社会基盤施設のために官民パートナーシップを可能にする。
- 持続可能な社会基盤施設及びサービス提供のために効果的なコミュニティ参加を確実にし、段階的にコミュニティのコスト分担モデルを推進する。
- 貧困その他の落ちこぼれ区域のために社会基盤施設及びサービスの整備に向けて公平かつ包括的アプローチを採用する。
- 工業及び都市目的での水利用を抑制するために各戸メータの設置を確実にする。
- 飲料水基準及び全国排水基準をそれぞれ遵守するための浄水処理と下水処理。
- 連続的な行政改善のためのツールとしてユーティティサービス基準を用いる。

4) 環境、保健及び公衆衛生

パンジャブ州、District Government、上下水道事業者は消費者、教育機関、及びその他の内部的・外部的利害関係者のために効果的な環境保全、保健及び衛生教育プログラムを開発し実施する。

5) 法的手段

以下のものを含む都市の水道衛生施設セクターにおける適当な法制化を推進する。

- 都市における表流水及び地下水の法的権利を指定及び規制するための Punjab Urban Water Act
- 都市における独立した Water and Sanitation Utilities 公社を設立するための WASCO Act
- 法的権利、サービスの質、利用者満足度、環境的持続可能性にしかるべく配慮した Water Utilities 及び独立したサービス提供者による上下水道サービスの提供を規制する監督庁設立のための Punjab Municipal Services Authority Act. 監督庁は省庁間の合意と紛争も規制する。

4.3 制度の枠組み

4.3.1 連邦政府

(1) 環境省 (Ministry of Environment)

MOEは、環境と森林・野性生物に係る政策の策定等が主要な業務である。

環境部門に関しては、以下の国家政策、計画、プログラムの策定、実施を担当する。

- ① 環境プランニング、汚染、生態学
- ② 住宅、インフラ計画、定住化、上下水道

MOEは、上下水事業に係る水道水の水質、下水道の排水の水質を監督するという観点から連邦政府の上下水道事業を管轄している。

環境（上下水道を含む）に係る法律・政策には以下のものがある。

- ① Pakistan Environment Protection Act (1997)
- ② National Environmental Quality Standards for Municipal and Liquid Industrial Effluents (2000) –排水基準–
- ③ National Environment Policy (2005)
- ④ National Sanitation Policy (2006)
- ⑤ National Drinking Water Policy

この中で、上下水道に直接関連するものは、「排水基準」があり、2000年に「内陸公共用水域への排出」、「下水処理場への排出」、「海洋への排出」と排出先に応じ排水基準が細分化された。その他の3つの政策は、上下水道セクターに係るもので、MOEが中心となり策定された。MOEの監督のもと、連邦政府レベルとして環境保護庁が、環境基準の策定・実施・モニタリング全般を総括的に監督している。州政府環境保護局（EPA: Environmental Protection Agency, EPD :Environmental Protection Department）は、環境行政を司る州政府レベルの組織であり、環境モニタリングを実施している。

(2) 水利電力省 (Ministry of Water and Power)

MOWPは、「パ」国の将来のエネルギー、水需要に応えられるよう水・電力に係る施設整備を計画し、この計画が達成できるよう州政府、水利電力開発庁（WAPDA: Water and Power Development Authority）が予算措置を行い、実施状況のモニタリングを行う。また、MOWP では、電力施設・独立電力事業を監督するとともに、水・電力セクターの調整、

水・電力に係る施設・設備・材料の標準や仕様等の技術面を監督する。

灌漑、洪水防御を目的とする大規模貯水の担当で、ダム等大規模プロジェクト開発、管理、監督をする組織であるが、小規模な水道用等の貯水設備は担当外である。

地下水も灌漑用のものは担当とするが、水道用等の都市用水は担当でない。関連機関としては、WAPDA、Indus River System Authority (IRSA) 等がある。

(3) インフラストラクチャー事業開発機関 (IPDF: Infrastructure Project Development Facility)

本機関は、2006年財務省が官民連携事業(PPP: Public-Private-Partnership) をインフラストラクチャー整備に適用するために計画、設置した同省の下部機関である。州政府から提出された計画に対し、PPPに向け調達等のガイドライン作成をする等の支援業務を行っている。事業分野は、交通・運輸事業、都市公共交通、公共サービス（上下水道、ごみ、低コスト住宅、保健・教育施設）、小規模電力供給が主なものである。業務分野は以下の通りである。

- ① 公的機関が作成・提案したPPP事業の促進
- ② バリュー・フォー・マネーに即した提案をPPP事業として推進
- ③ PPP事業の準備・実施時の財務、環境、社会面からの監視
- ④ 実施機関、民間パートナーへの事業経験習得の支援
- ⑤ PPPタスクフォース設立と関係機関調整

IPDFが現在検討している上下水道セクター案件は、ラホール、ファイサラバードで、の各戸メータ検針と料金徴収のサービス契約である。また、カラチでHub Dainを水源とし、冷水供給事業をBOT方式 (Build-Operate-Transfer) で、実施する可能性を検討している。

4.3.2 パンジャブ州政府

すべての上下水道整備事業は州政府が予算配分しており、District及びWASAとの関係においては、たとえ国際援助機関や2国間での融資案件であっても、連邦政府が借入人となり融資を受けて州政府に転貸し、州政府がWASAに予算化して事業実施する。

案件によっては、一部事業費についてWASAから予算措置を受ける場合もあるが、大半は州政府予算として実施される。WASAが徴収する水道料金等は、基本的に維持管理に使用される。

4.3.3 地方自治体

2001年 Punjab Local Government Ordinance 2001 に基づいて、連邦政府は権限を Union Council 及び Town レベルで選ばれた市民の代表に移譲する目的で、自治権移譲プランを導入した。それまで機能していた MCL (Municipal Corporation Lahore) は廃止され、市は管理をしやすいするために 6 つのタウン (後に 9 つのタウン) に分割された。

CDGL (City District Government of Lahore) は Punjab Local Government Ordinance 2001 の基づいて 9 Towns と 150 Unions から構成される自治体となり、農業、コミュニティ開発、教育、財政及び計画、保健、情報技術、法律、文盲サービス、利用者満足度、読み書き能力、歳入、輸送並びに廃棄物処理を所管している。

4.4 CDGL 行政区域内で水道・下水道・排水施設に関わる組織

(1) HUD&PHED

パンジャブ州政府の住宅都市開発衛生土木局 (Housing, Urban Development and Public Health Engineering Department: HUD&PHED) は以下の職務を所管している。

- 1) パンジャブ州住民ための住宅の整備
- 2) 大都市開発の高度化
- 3) 飲料水供給と衛生施設整備

ラホール開発庁 (Lahore Development Authority: LDA) は HUD&PHED 傘下の法定機関で、水道・下水道・排水施設を所管する WASA は LDA の一翼を担っている。

LDA はラホール大都市圏の住宅環境の改善、工業開発、交通、輸送、保健、教育、水道、下水道、排水、ゴミ処理及びそれらの関連事項、付随事項に関する政策及び計画の立案と実施を所管し、その下部組織である WASA は水道、下水道、排水を LDA より任されている。WASA の管轄区域はラホールの中核部分をカバーする形で前述の 9 Towns の一部または全部を包含するように設定されている。

小規模のコミュニティ基礎の農村上下水道スキームはコミュニティ参加制度の下で PHED が計画・建設している。コミュニティ参加制度の下でのコミュニティと州政府の責任分担は以下の通り。

州政府の責任

- 1) コミュニティ参加プロセスを助け本質的な研修と保健及び衛生教育を施す。
- 2) コミュニティの活動及び婦人組織を見守る。

- 3) コミュニティと調整を図りながら、水道及び下水処理の用地を選定する。
- 4) スキームの建設
- 5) 運転要員の訓練とスキームのコミュニティへの移管

コミュニティの責任

- 1) コミュニティ及び婦人組織の結成
- 2) 銀行口座の管理、料金徴収及び保健及び衛生教育
- 3) 会議議事録の保管及び保健及び衛生の実践
- 4) 無料で用地の取得
- 5) 労働力の提供及び資材の寄付（運転要員を含む）
- 6) スキームを所有、維持管理し定期的に料金を徴収する。

Source: M.A. Memon, Pakistan/Japan, "Institutionalization of community participation in rural water supply, Pakistan", 30th WEDC International Conference, Vientiane, Lao PDR, 2004

(2) P&D

パンジャブ州政府計画開発局は、開発に関する事項の実施、州内における外国援助または資金によるプロジェクトの管理、海外研修を含む外国資金援助の調整、開発プロジェクト承認、モニタリング及び実施等を所管している。農村水道プロジェクトでさえ P&D の行政的承認を要する。

The Urban Unit は P&D に置かれ、5 大都市 (Lahore, Faisalabad, Rawalpindi, Multan and Gjurawala) と 4 中都市 (Sialkot, Sargodha, DG Khan and Pahawalpur) における水道・下水道・都市計画の実施を所管する。

(3) CDGL 管轄区域の水道・下水道・排水施設

パンジャブ州では、1974 年頃の法律制定により、水道、下水道及び排水サービスは州の管轄となり、以来、ラホールにおいては、LDA の一翼を担っている WASA が担当してきた。

LDA の監督機関は住宅都市開発公衆衛生土木局 (HUD&PHED) であり、一方、ラホール市 (CDGL) の市長は選挙で選ばれるが、地方自治コミュニティ開発局 (LG&CD) の監督下にある。したがって、市長は LDA 理事会の議長でもあることを除けば、LDA と CDGL との間に従属関係はない。

LDA の DG 及び WASA の MD は HUD&PHED の Secretary が任命権を有しており、その流れの中で HUD&PHED、LDA 及び WASA との間では一部の人事交流もあるが、CDGL との間にはない。

WASA のインフラ整備のための建設資金はほとんどが州から交付されており、CDGL からの資金はあったとしてもごく僅かである。また、料金収入を上回る維持管理費の赤字分の補填は州からの補助金によって賄われている。

2001 年の地方自治法施行令の改正により、Municipal Services として水道、下水道及び排水を含むことが明記されたが、これによって、WASA が CDGL の傘下に入るということは起こらなかった。

LDA の理事会は CDGL 市長、CDGL を構成する各 Town の長、ラホール市地域調整官、州政府の計画開発理事会 (P&D Board) ・財務局 ・地方自治コミュニティ開発局 (LG&CDD) ・住宅都市開発公衆衛生土木局 (HUD&PHED) の各代表、及び LDA の Agent の長 (WASA の MD、TEPA の MD) で構成され、CDGL の市長が議長を務めることになっており、ここで、実質的に HUD&PHED 、LDA、WASA CDGL 及び Towns との間の調整が図られている。

なお、料金改定については最終的に CDGL に権限が与えられていることに注目されたい。

機能上の違いを図 4.1 に示す。LDA は主にラホール首都圏の社会基盤施設の建設及び維持管理を担っている。ゴミ処理は現在 CDGL が所管している。



図 4.1 CDGL と LDA が所管する分野

LDA 法では、WASA は 9 つのタウンの全域 (Shalimar Town と Gulberg Town) または一部から成る CDGL 行政区域の核になっている都市部で水道・下水道・排水施設サービスを提供している。

調査対象地域の水道・下水道・排水施設サービスは、WASA 以外に、Lahore and Walton Cantonment Boards、Pakistan Railways、Defense Housing Authority (DHA) 及び Town Municipal Administration (TMA)によって提供されている。各機関の管轄区域を図 4.2 に、基本データを表 4.1 に示す

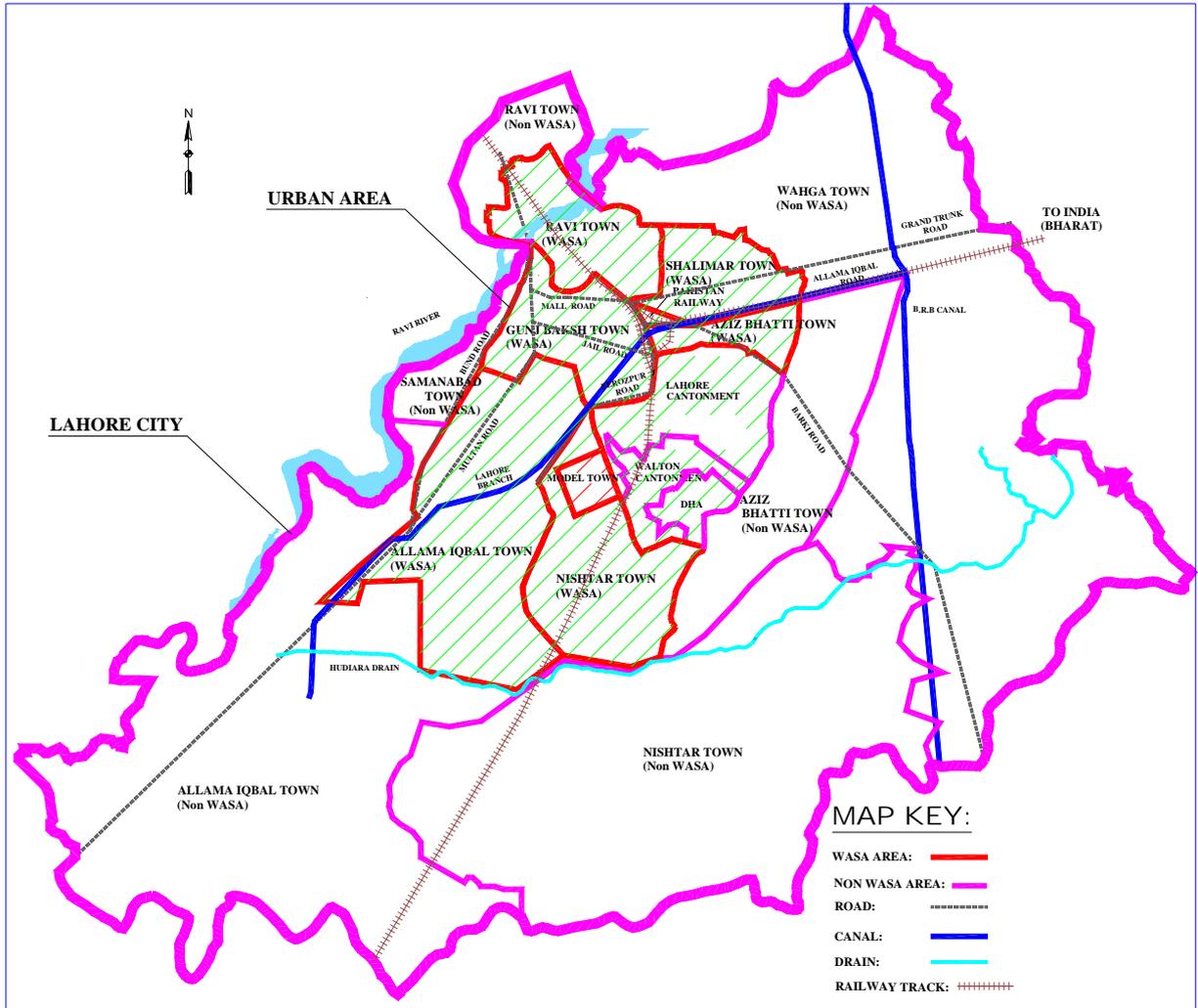


図 4.2 調査対象地域内各機関の管轄区域

表 4.1 タウン別面積及び人口

No.	地域名	面積(km ²)	人口 (million)*1	備考
1	WASA	350	5.67	
2	Cantonment	95	0.76	
3	Iqbal Town	400	0.25	
4	Nishtar Town	380	0.24	
5	Aziz Bhatti Town	75	0.05	
6	Wahga Town	430	0.27	
7	Ravi Town	10	0.01	
8	Data Gunji Bakhsh Town	5	0.01	
9	Samanabad Town	20	0.01	
	計	1,770	7.27	

Source: Inventory Study, JICA Study Team 2009

Note: *1: Projected population is based on Census 1998. Population of each town is estimated except the common land with WASA Service Area.

表 4.2 に CDGL 行政区域内で水道・下水道・排水施設の建設及び維持管理を所管する組織を示す。

表 4.2 CDGL 行政区域内で水道・下水道・排水施設を所管する組織

	非 WASA 給水区域							TMAs
	WASA 給水区域	Lahore Cantonment Board	Walton Cantonment Board	Defense Housing Authority	Model Town Society	Pakistan Railways	Private Developers	
面積 (km ²)	1772	58.7	19.6	15.2				
人口 (2009)		275,000	288,000	192,000	55,000	40,853		
施設の建設	WASA	Lahore Cantt. B.	Walton Cantt. B.	DHA	Model T. Soc.	Pakistan Railways	Private Developers	PHED
施設の維持管理	WASA	Lahore Cantt. B.	Walton Cantt. B.	DHA	Model T. Soc.	Pakistan Railways	Private Developers	User Committee
水道料金の徴収	WASA	Lahore Cantt. B. (世帯構成人員)	Walton Cantt. B. (世帯構成人員)	DHA (世帯構成人員)	Model T. Soc. (世帯構成人員)	Pakistan Railways (一律料金)		User Committee (一律料金)
下水道料金の徴収	WASA	Lahore Cantt. B. (ARV 基準)	Walton Cantt. B. (ARV 基準)	DHA (ARV 基準)	Model T. Soc. (一律料金)	Pakistan Railways (無料)		User Committee (無料)
水質モニタリング	WASA	None	None	None	None	Univ. of E&T	None	None
深井戸設置許可	WASA	PHED	PHED	PHED	PHED	PHED	PHED	PHED

Cantt. B.: Cantonment Board, DHA: Defense Housing Authority, T. Soc.: Town Society, Univ. of E&T: University of Engineering & Technology, ARV: Annual Rental Value

5 水源、水道、下水道、排水施設の現状

5.1 水源（地下水）

5.1.1 法制度

パキスタンにおいて地下水に関わる用語が初めて法律に記されたのは、イギリス統治時代の 1873 年に制定された「用水路及び排水路法」(*The Canal & Drainage Act, 1873*) とされている。同法では用語の定義において、深井戸を用水路の一部とみなして以下のように定めている。

"Canal" includes, All canals, channels, tube-wells and reservoirs constructed, maintained, or controlled by the Provincial Government for the supply or storage of water.

3. Interpretation clause, The Canal & Drainage Act, 1873

しかし、深井戸についてはそれ以上の言及をしておらず、地下水の使用及び管理についても何も言っていない。

1952 年に制定された「耕地埋立法」(*The Punjab Soil Reclamation Act, 1952*) の目的は水浸しの塩分を含む土地の埋立・改良を促進することにあつたが、地下水の管理について、生活系、家畜系を除くすべての地下水の管理をパンジャブ耕地埋立庁 (*Punjab Soil Reclamation Board*) に委ねると明記している。同法は深井戸設置を許可制にすること、それらが既存の水利用に悪影響を与えるときには、一時もしくは永久に深井戸を閉鎖する権限を庁に賦与している。庁は同法の下で、深井戸の許可、許可書の検査、許可なく深井戸を使用している者に対する罰則について細かい規則を定めている。

このパンジャブ耕地埋立庁はその後いくつかの組織再編を経て、SCARP (*Salinity Control and reclamation Project*) となり、その後パンジャブ州灌漑局 (*Punjab Irrigation Department*) に移管され、実施プロジェクトの維持管理の実施を管理するようになり、一方、計画開発機能はパンジャブ州計画開発庁 (*Punjab Planning and Development Board*) に移管された。

一方、灌漑利用以外の地下水の利用については衛生土木局 (*Public Health Engineering Department : PHED*)、現在の住宅都市開発公衆衛生土木局 (*Housing, Urban Development and Public Health Engineering Department*、以下において HUD&PHED という) が管理するところとなり、このうち制定法に基づいて開発庁が設立された、ラホール、ファイサラバード、ラワルピンディ、グジュランワラ、ムルタンの 5 都市については深井戸設置の許可権も付与された。

深井戸の設置については、ラホール開発庁法 1975 年 (*Lahore Development Authority Act*

1975、以下においては LDA 法という) は以下のように定めている。

LDA 法第 29 条

- (1) LDA は区域内における地下水源の使用について独占的権利を有する。
- (2) 何人も LDA が官報で時折告示する区域内のそのような場所で、LDA の許可なく深井戸を設置してはならない。

5.1.2 関係機関

WASA はラホール大都市圏区域内における深井戸設置の許可権を LDA より賦与されており、深井戸設置の申請書は WASA の水理部 (Hydrology Division) で審査された後、コメントを付して Managing Director (MD) に回り、MD が最終決裁をすることになっている。したがって、LDA 管轄区域内の深井戸の設置については実質的に WASA が管理しているといえるが、実際には工場・商業施設・個人が WASA の許可なく潜りで深井戸を設置するケースが後を絶たないため、WASA の財務部門は、WASA の許可の有無にかかわらず見つけ次第、下水道・排水路への排出料金を徴収する方針をとっており、2009 年 4 月 1 日現在 4,047 ヶ所の深井戸がその対象になっている。その料金の査定については水理部も協力している。

1998 年 1 月 1 日実施の料金表では、下水道・排水路への排出料金は“Sewerage and aquifer charges for private T/Wells”と呼ばれていたが、帯水層 (aquifer) からの取水に料金を課すことは違法であるとの最高裁判所の判決によって、2004 年 4 月 14 日改定の料金表では“Sewerage/Drainage for Private Tubewells”と名称が改められ、帯水層からの取水が結局下水道・排水路へ排水として排出されることに対し料金を徴収する形になった。

5.1.3 地下水の管理と規制の状況

現在、深井戸の設置は関係機関 (WASA、HUD&PHED、灌漑電力局) による許可事項となっているが、既存の井戸への影響が想定されない限り認められており、また、WASA 管轄区域内では潜りの深井戸設置が後を絶たない。

WASA の管轄区域では、WASA は 2009 年 2 月現在 417 本の深井戸を水源に使い、4,045 本の民間の深井戸から下水排水料金を徴収している。後者の地下水汲み上げ量は、公称または査定ポンプ揚水能力と運転時間を 8 時間として 450,000 m³/day と推定される (図 5.1 参照)。2009 年中に新たに 69 本の深井戸が運転を開始する。それらは揚水能力が半分に低下した既存のものとは変わるために建設されているが、WASA の総揚水能力が増強されることは間違いない。

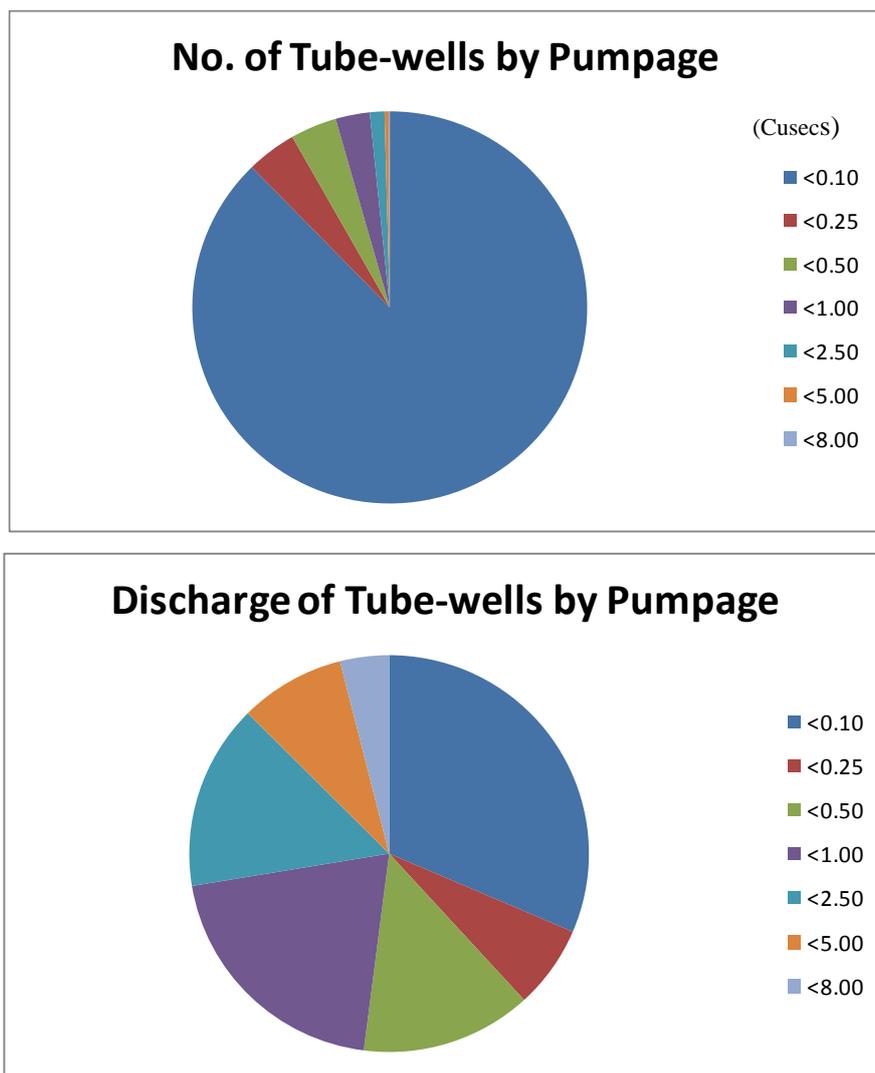


図 5.1 ラホールにおける民間の深井戸

Lahore and Walton Cantonment Boards、Model Town Society、Pakistan Railway では、173 本の深井戸から地下水が 779,234 m³/day 汲み上げられ、水道に使われている。

ラホールの南部農村部では農村水道システムが 16 ヶ所に建設されているがその汲み上げ量は不明である。

ここで、地下水の汲み上げは上記地区にとどまらないことに留意すべきである。WASA の管轄外では灌漑目的で多くの深井戸が使われている。

パキスタンでは川に挟まれた地域を Doab と呼んでいる (図 5.2 参照) が、巨大な地下水盆地が形成されており、ラホールの位置する Rabi 川、Jhelun 川、Sutlej 川、BRB Canal に囲まれた Rabi Doab の地下水盆地区域には 194,158 本の深井戸と 669 ヶ所の揚水ポンプ場が存在 (図 5.3 参照) し、深井戸は 1 年に 7,194 本 (2003 年実績) 増加している。

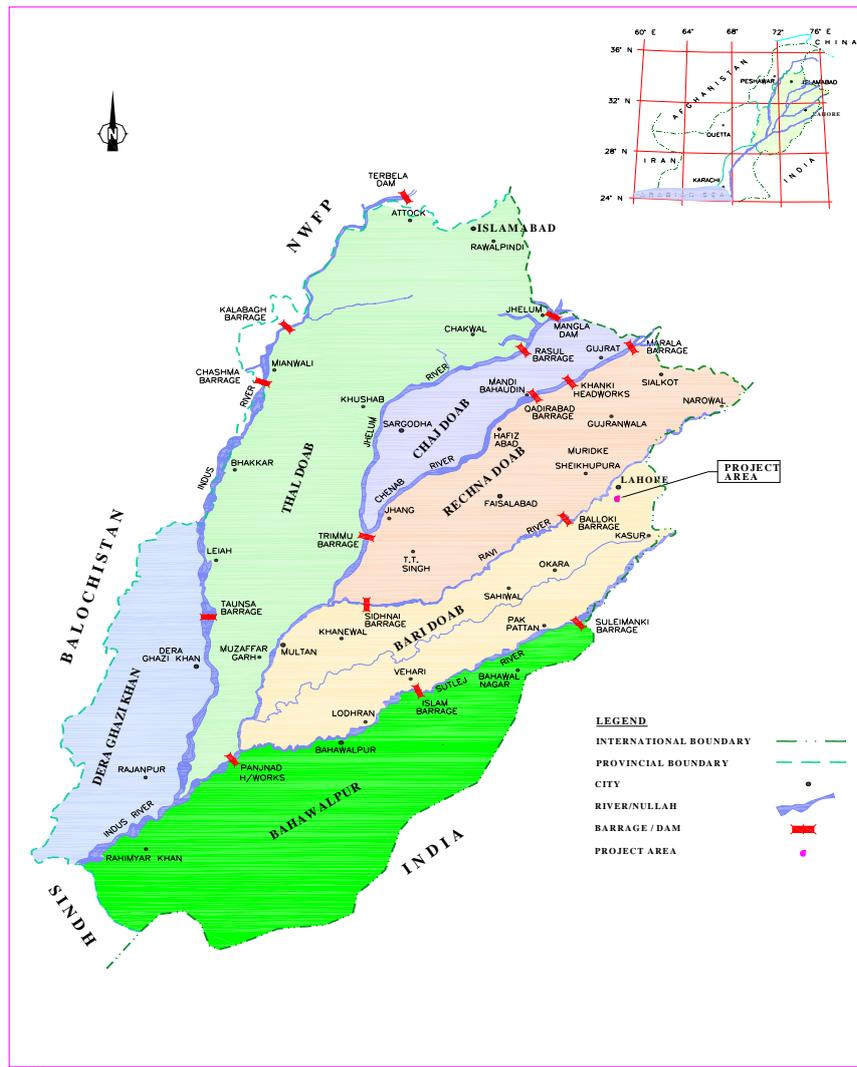


図 5.2 インダス水系の Doab

1991 年の“Groundwater Resources Evaluation and Study of Aquifer under Lahore”は、ラホールの灌漑用深井戸約 700 本の総汲み上げ能力を 1 本当たり 0.014 m³/sec、稼働率を 0.14 と仮定して 1.36 m³/s (25.85 MGD)と推定している。同様の仮定を上記の条件に当てはめると、Bari Doab における地下水の総汲み上げ量は 32.9 million m³/day (7,233 MGD)と推定される。ただし、この計算には 669 ヶ所のポンプ場は含まれていない。2009 年 2 月における WASA の総汲み上げ量が 1,610,000 m³/day (354 MGD)であることを考えると、灌漑用の地下水汲み上げ量の大きさは群を抜いている。

ラホール地区： $0.014 \text{ m}^3/\text{s} \times 5,829 \times 86,400 \text{ sec/day} \times 0.14 = 987,106 \text{ m}^3/\text{day}$

Bari Doab 地下水盆： $0.014 \text{ m}^3/\text{s} \times 194,158 \times 86,400 \text{ sec/day} \times 0.14 = 32,879,492 \text{ m}^3/\text{day}$

ラホールと同じく Bari Doab 上に位置するムルタンにはラホールと同様に MDA の WASA

が存在するが、その WASA による地下水汲み上げの実態は不明である。

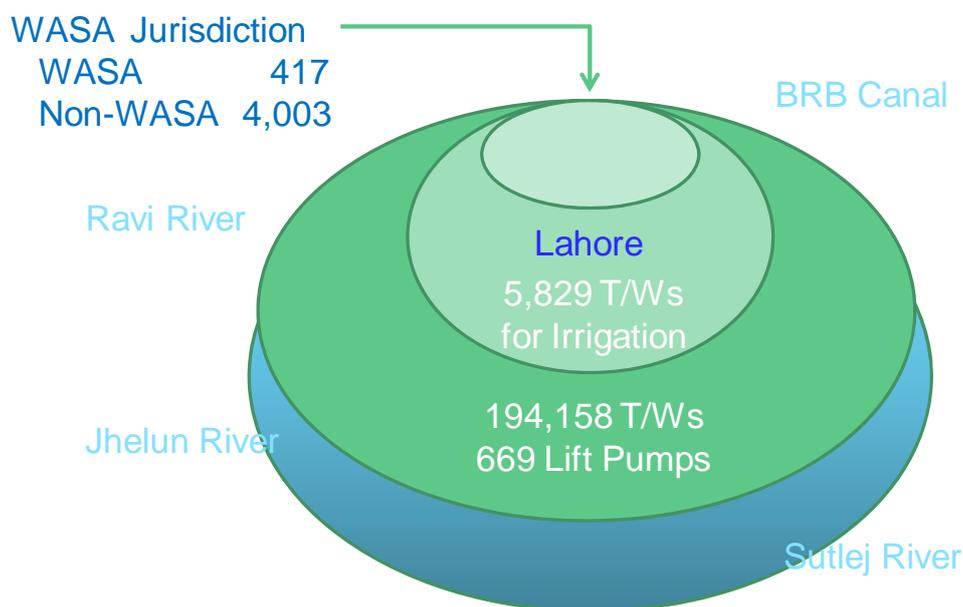


図 5.3 Bari Doab のイメージ

このような既存深井戸における汲み上げ量の増大、新規深井戸の増加及び上流域におけるダムの建設に伴う河川流水表面積の減少に伴う涵養水量の減少が、地下水の水バランスを崩壊させ、地下水面降下を加速させている、ものと思われる。

パンジャブ州において深井戸の使用は、産業の発展、とくに農業分野における経済発展に大きく関わっており、既存の深井戸の数は膨大で、今日もなお増え続けている状況から考えると、水道分野で地下水取水量を最小限にとどめる努力をしても、その効果については疑問と言わざるを得ない。しかし、水道サービス提供者としてその努力を怠ることは適切でなく、組織化してこの件に立ち向かうことが求められる。

5.1.4 問題分析

(1) 地下水賦存量

Bari Doab に形成されている一大地下水盆の基盤 (bedrock) は地表 (GE+650 ft) から 1,300 ft 下にあると言われている。これは 1975 年の CDM のレポートで、1961 年に Niaz Baig の南東約 2 miles のところで完成したボーリング孔の地層データが 1,250~1,274 ft の深さに基盤を確認しており、これがラホール地区で唯一基盤まで到達した drilling と報告されていることによる。しかしその形状は確認されておらず、地下水賦存量についての報告はない。

(2) 地下水位

無限と思われていたラホールの地下水の水面降下が続いており、すべての水道水源を地下水に依存している WASA にとって、大きな潜在的脅威となっている。

1975 年の CDM のレポートは、1955～1974 年の水位降下を最も大きい Shadman Colony 近くで 45 ft と推測しており、水位降下速度は 2.25 ft/yr (0.68 m/yr) と計算される。

2002 年の”Integrated Master Plan for Lahore – Volume 1”によれば、1987～2000 年の平均水面降下速度は 2.03 ft/yr (0.62 m/yr) としている。

表 5.1 は WASA の各 Sub Division の代表深井戸における 2005～2008 水位降下の状況を示したもので、22 地点中 20 地点で水位降下が生じており、年間の降下量は 3 年間の平均で 0.92 m、およその目安として 1 m/yr の速さで水位降下が続いていると考えてよい。上述した 1975 年及び 2002 年の報告と比較して、水面降下が早まっている可能性がある。

表 5.1 WASA の深井戸における水位降下量

No	Sub Division名	静水位 (Static Water Level: SWL)				地下水位差			
		2005年2月 (m)	2006年2月 (m)	2007年2月 (m)	2008年2月 (m)	2005-2006 (m)	2006-2007 (m)	2007-2008 (m)	2005-2008 (m)
1	Shahdara	10.97	12.14	11.93	13.12	-1.17	0.21	-1.19	-2.15
2	City	25.15	26.07	26.99	27.34	-0.92	-0.92	-0.35	-2.19
3	Data Nagar	20.16	21.77	23.12	25.33	-1.61	-1.35	-2.21	-5.17
4	Misri Shah	25.70	26.43	27.69	28.42	-0.73	-1.26	-0.73	-2.72
5	Baghban Pura	25.45	26.94	27.75	29.03	-1.49	-0.81	-1.28	-3.58
6	Mughal Pura	28.45	30.41	31.33	32.01	-1.96	-0.92	-0.68	-3.56
7	Mustafabad	32.67	33.63	33.95	35.43	-0.96	-0.32	-1.48	-2.76
8	Taj Pura	28.95	29.14	28.53	31.94	-0.19	0.61	-3.41	-2.99
9	Ravi Road	23.65	23.68	23.55	23.35	-0.03	0.13	0.20	0.30
10	Islam Pura	23.94	24.59	23.84	23.72	-0.65	0.75	0.12	0.22
11	Shimla Hill	30.72	32.06	33.12	33.87	-1.34	-1.06	-0.75	-3.15
12	Mozang	33.04	35.33	35.72	36.61	-2.29	-0.39	-0.89	-3.57
13	Gulberg	32.85	34.29	35.11	36.65	-1.44	-0.82	-1.54	-3.80
14	Samanabad	24.95	26.27	27.27	27.25	-1.32	-1.00	0.02	-2.30
15	Allama Iqbal Town	25.24	24.89	25.14	25.33	0.35	-0.25	-0.19	-0.09
16	Ichhra	32.82	34.33	35.02	35.02	-1.51	-0.69	0.00	-2.20
17	LA Johar Town	24.08	25.20	25.65	25.80	-1.12	-0.45	-0.15	-1.72
18	Garden Town	30.09	31.49	33.10	34.18	-1.40	-1.61	-1.08	-4.09
19	Industrial Area	25.95	27.59	29.55	30.21	-1.64	-1.96	-0.66	-4.26
20	Town Ship	29.77	31.58	33.11	34.96	-1.81	-1.53	-1.85	-5.19
21	Green Town	22.01	23.36	24.61	26.45	-1.35	-1.25	-1.84	-4.44
22	M.E.S. Tubewells	26.25	26.59	27.67	27.67	-0.34	-1.08	0.00	-1.42
					平均 (m)	-1.13	-0.73	-0.91	-2.77
					間隔 (yr)	1	1	1	3

Source: Prepared by JICA Study Team based on "Monthly Progress Report of February March", Hydology Division, WASA

(3) 地盤沈下

WASA を含めてラホールに地盤沈下をモニターしている機関はなく、また顕著な地盤沈下の事例も報告されていない。

(4) 水質

連邦政府科学技術省の研究機関である Pakistan Council for Research in Water Resources (PCRWR) は 2002 年よりラホール市内を 16 の升目に区切って、代表地点における深井戸の水質調査を行っている。ここで注目されるのはヒ素 (Arsenic: As) の挙動で

ある。水道水源としての As の WHO 基準は 10 ppb、「パ」国の暫定基準は 50 ppb である。2002 年に WHO 基準の 10 ppb を超えているのは 16 地点中 11 地点に過ぎなかったが、2003 年には全地点で 10 ppb を超え、2004 年には「パ」国の暫定基準の 50 ppb を 2 地点 (55 ppb、52 ppb) で超え、2006 年に 1 地点 (71.6 ppb) で超えており、全体として As 濃度が上昇傾向にあることが見られる。この傾向は 2009 年の JICA 調査でも確認されている (図 5.4 参照)。

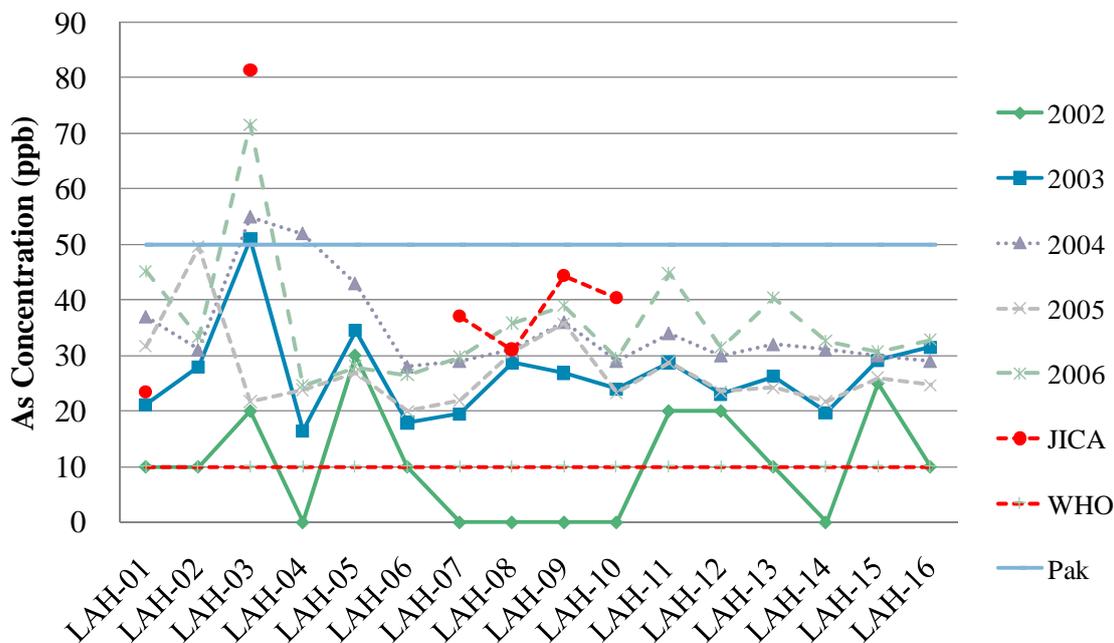


図 5.4 過去 5 年間 (2002-2006) におけるヒ素の挙動

WWF の“Pakistan’s Waters at Risk” (February 2007) は Punjab 州の主要都市の水源について以下のような警鐘を鳴らしている

パンジャブ州 11 都市における最近の調査(PCRWR 2004)によれば、Multan, Bhawalpur, Shaikhupura, Kasur, Gujranwala, Lahore の 6 都市の水道システムに過大なヒ素及びフッ素が検出されている。UNICEF も調査を行って、パンジャブ州の主要都市住民は高いヒ素濃度に曝されている、と結論づけている。EPA のパンジャブ州 14 district における地下水に関する同様の調査によれば、試験サンプルの 85%は人間の飲用に不適であった。2 百万人以上の人々が安全でない水を、一部の人々は高いヒ素濃度の水を飲んでいることは警戒すべである。(WBCWRAS Paper 8, 2005)

このように水源を全面的に依存しているラホールにとって地下水の水面降下及び水質の状況から、代替表流水源の開発が今後の大きな課題である。

5.1.5 表流水源の可能性

(1) 1975年 CDM レポート

1975年に米国の CDM が作成した”Lahore Water Supply, Sewerage and Drainage Project”が、今日のラホールにおける Water Supply, Sewerage and Drainage の在り方の出発点となっており、Water Supply に関してもラホールの今後の水道水源と地下水にするという重大な決定を行っている。

CDM のレポートでは、ラホールの水道水源について以下の 5 つの代替案 (図 5.5 参照) を示して比較検討を行っている。

- | | |
|---------|--|
| 代替案 1 | ラビ川からの表流水取水 |
| 代替案 2 | BRB Canal からの表流水取水 |
| 代替案 3 | ラビ・サイフォン (BRB Canal のラビ川横断箇所) 近くにおけるラビ川河川水の BRB Canal への導水と BRB Canal ラホール分水路からの取水 |
| 代替案 4-1 | BRB Canal ラホール分水路 (Mugal Pura) からの表流水取水と代替水源として下水処理水の BRB Canal 分岐点下流への供給 |
| 代替案 4-2 | BRB Canal ラホール分水路 (Mugal Pura) からの表流水取水と取水料金の支払い |
| 代替案 5 | 地下水取水 |

これらの代替案はその後の状況の変化に応じて多少の修正は必要であるにしても、考え方の基礎そのものは今日でも有効であると考えられる。

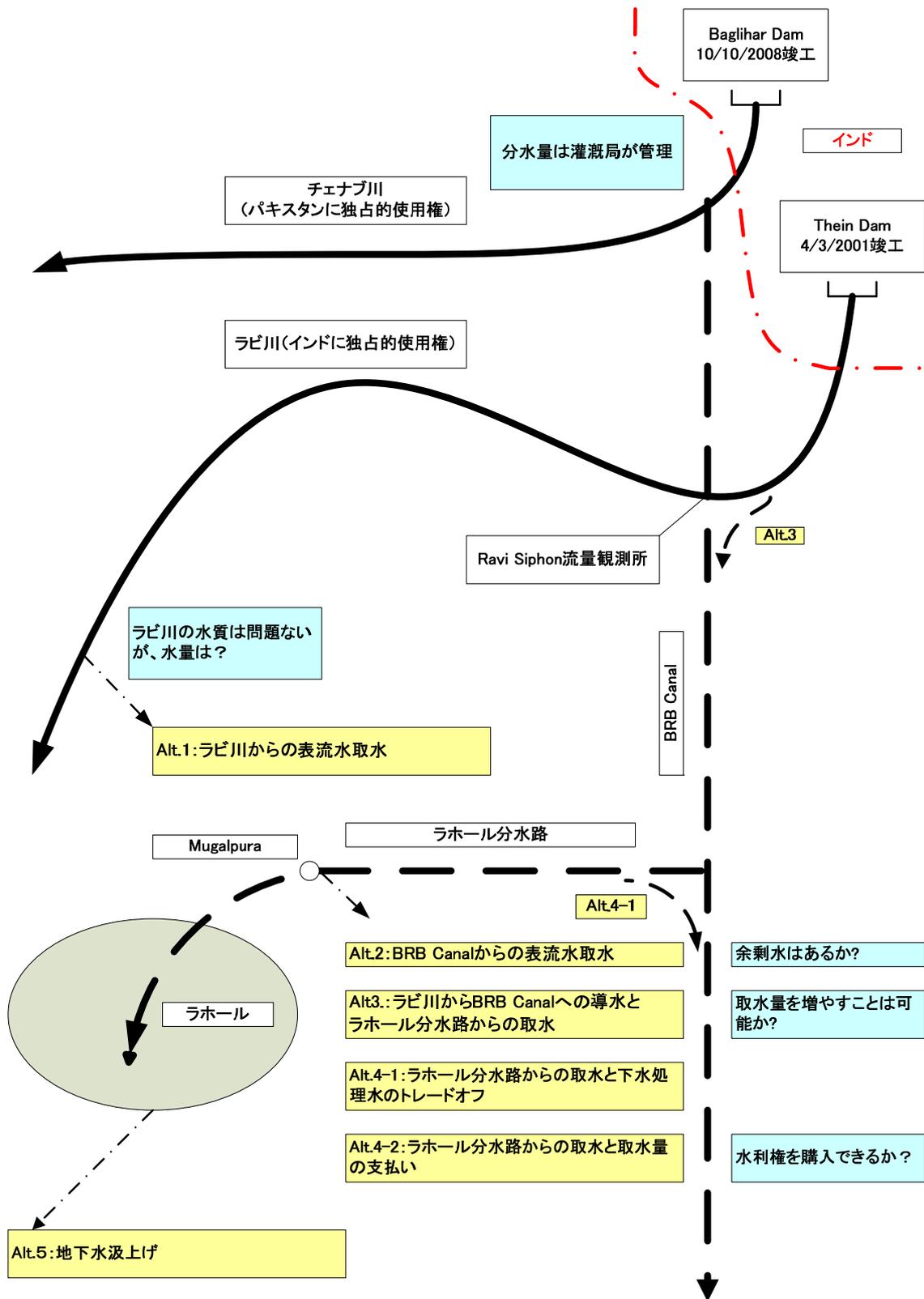


図 5.5 考えられる代替表流水源案

(2) 考えられる表流水源

考えられる表流水源としてはラホールの西側を流れるラビ川と、東川を流れる BRB 水

路がある。これら二つの河川・水路には 1975 年以降それぞれの流域において以下のような大きな変化があった。

1960 年 9 月 19 日に締結されたパキスタン及びインド両国間のインダス水協定によって、東側のラビ川、Sutlej 川、Beas 川のインド領内における水利権はインド側が持つことになり、一方、西側の Indus 川、Jhelum 川、Chenab 川についてはパキスタン側の独占的使用が認められている。

インドが水利権を持つラビ川上流のインド領内において Ranjitsagar Dam (Thein Dam と呼ばれる) が建設され、2001 年 3 月 4 日に運転を開始した。Ranjitsagar Dam は灌漑・発電の目的で建設されたもので、インドで二番目に大きい水力発電所が併設されている。このため、ラビ川の河川流量は大きく制限されることとなった。

インドはまた、BRB Canal に分水している Chenab 川上流のインド領内において、1999 年に Baglihar Dam の建設を開始し、450MW の水力発電所を併設して、2008 年 10 月 10 日に稼働させたため、両国間に大きな政治的摩擦を引き起こす一方で、今後の BRB Canal への分水量についても大きな影を落としている。インド側はさらに Chenab 川上流に 12 のダムを建設する計画を持っていると言われている。Baglihar Dam が発電目的であれば、ほぼ全量が Chenab 川に戻るはずであるが、自然河川流量変動パターンはダムで調整されるため大きな影響を受けることは避けられない。その結果、BRB Canal への分水パターンも影響を受けることになろう。

BRB Canal が Ravi River と交差する地点では BRB Canal が Ravi River の下を Siphon で潜る構造となっており、この交差点は Ravi Syphon (パキスタンでは Siphon ではなく Syphon が使われている) と一般に呼ばれている。この Ravi Syphon に BRB Canal と Ravi River の流量観測所が置かれている。ラホールの直近上流の流量観測所はこの Ravi Syphon しかない。この 1.5 km 上流はインド領となる

パキスタンでは流量観測所の記録は整理されておらず、手書きの流量観測ノートが灌漑電力局に集められているに過ぎない。このため、灌漑電力局の協力を得て、調査団において Ravi Syphon における River Ravi と BRB Canal の 1991 年以降の流量記録を整理した。

図 5.6、図 5.7 は Ravi River における月間平均流量変動を 1991～2000 年と 2001 年以降に分けて示したものであるが、2001 年以降において流量変動パターンは同一パターンを描きつつある。Ravi River の場合には上流のインド領において Thein Dam が建設され、2001 年 3 月に公式に運転を開始したことが大きく影響しているのは間違いない (1999 年 10 月に "Completion of Thein dam soon" の記事が見られることから、ダムの湛水開始は 2000 年には始まっていると推定される。)。このダム建設の影響は 1990 年 7 月～2000 年 6 月のダム竣工前と 2000 年 7 月以降のダム竣工後の月間平均、最大、最小変動パターンにはつき

り現れており、ダムができて Ravi River の流量が大きく減ったという事実を裏付けている (図 5.8 参照)。2000 年 7 月以降において月間一日平均流量が少ないのは 11 月～1 月の 1,030～1,232 cusec であるが、単年度で見ると 2008 年 11 月～2009 年 3 月の 5 ヶ月間に 285～549 cusec の流量を記録している (図 5.9 参照)。2000 年 11 月～2001 年 4 月の 6 ヶ月間に 186～331 cusec の流量を記録しているが、ダム完成に伴う湛水の可能性があるため除外した。)。しかし、これらの流量は Thein Dam 下流のラビ川流域における自然排水ではなく、BRB 水路と同様に Malara で Chenab 川から分水して流れ Ravi Syphon の上流でラビ川に注いでいる Malara 用水路に依るところが大きい。ラビ川はその流量を下流の Balloki へ運びそこから分岐している二本の用水路に水を配る役目を担っている。

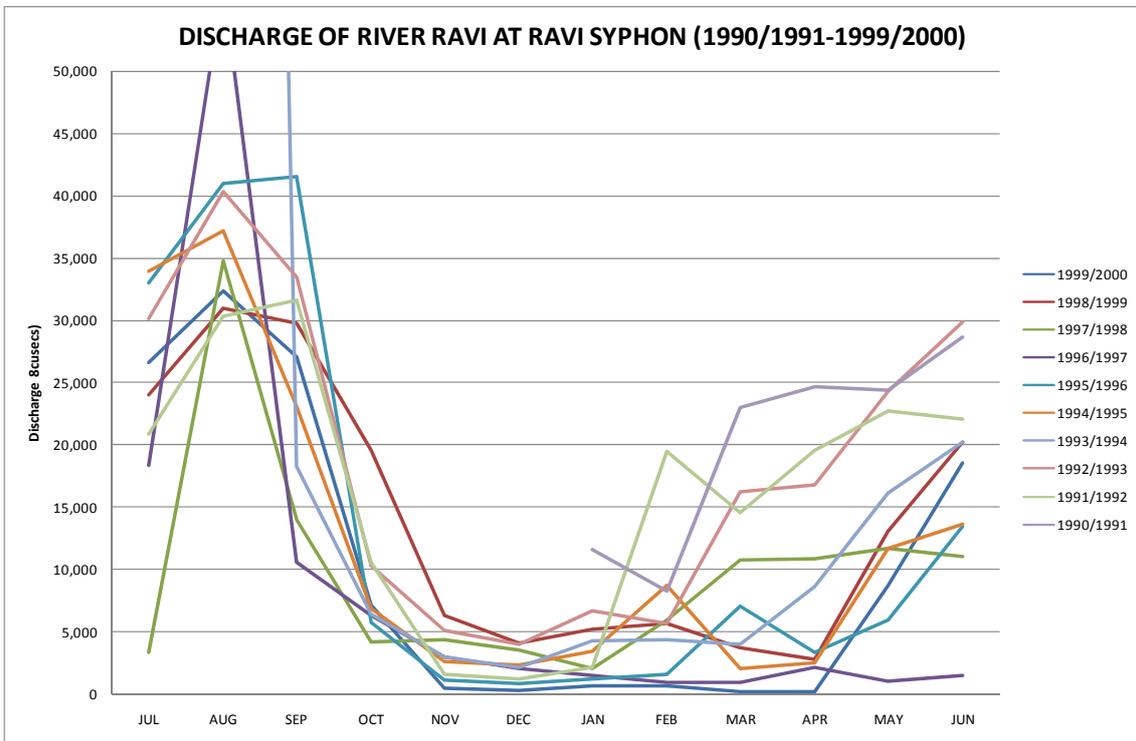


図 5.6 Ravi Syphon における Ravi River 年度別月間流量変動 (1991～2000)

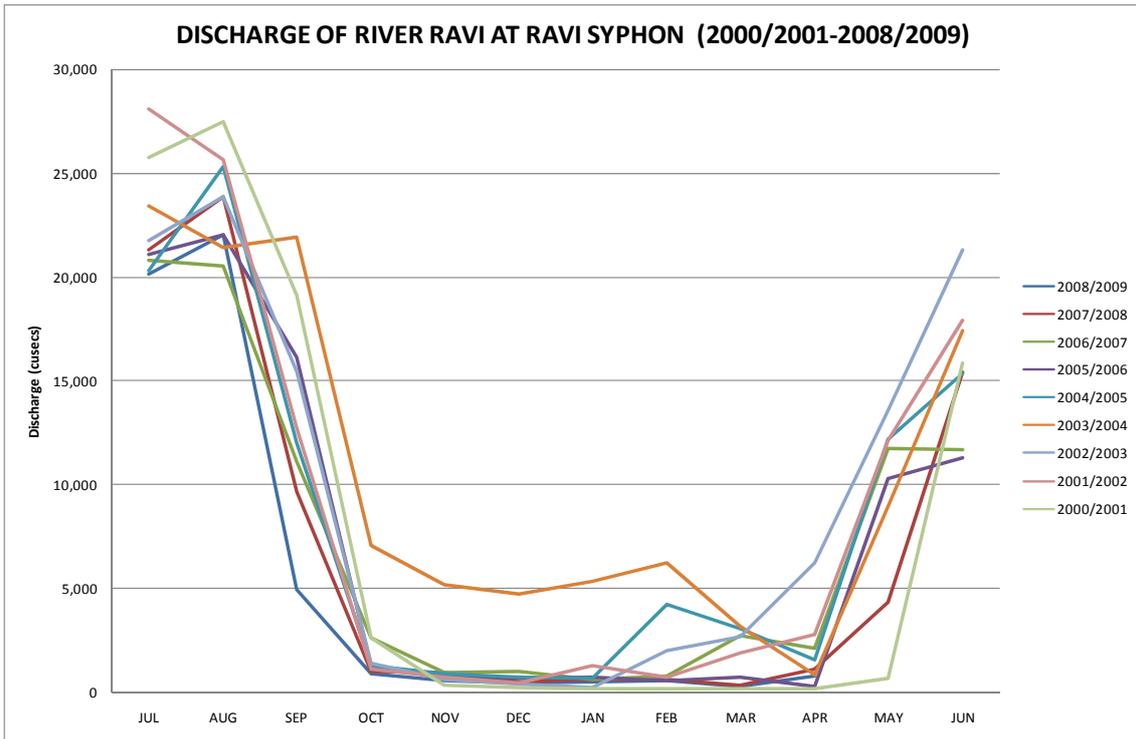


図 5.7 Ravi Syphon における Ravi River 年度別月間流量変動 (2001~2009)

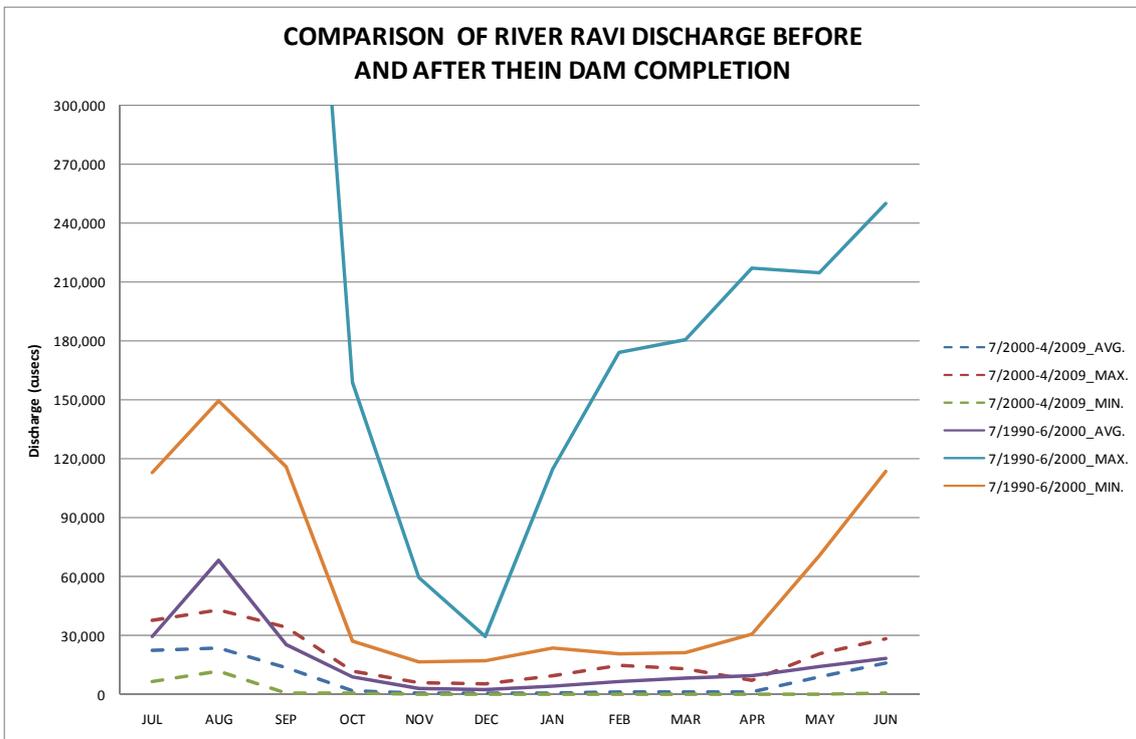


図 5.8 Their Dam 建設による Ravi River 月間平均、最大、最小流量変動の変化

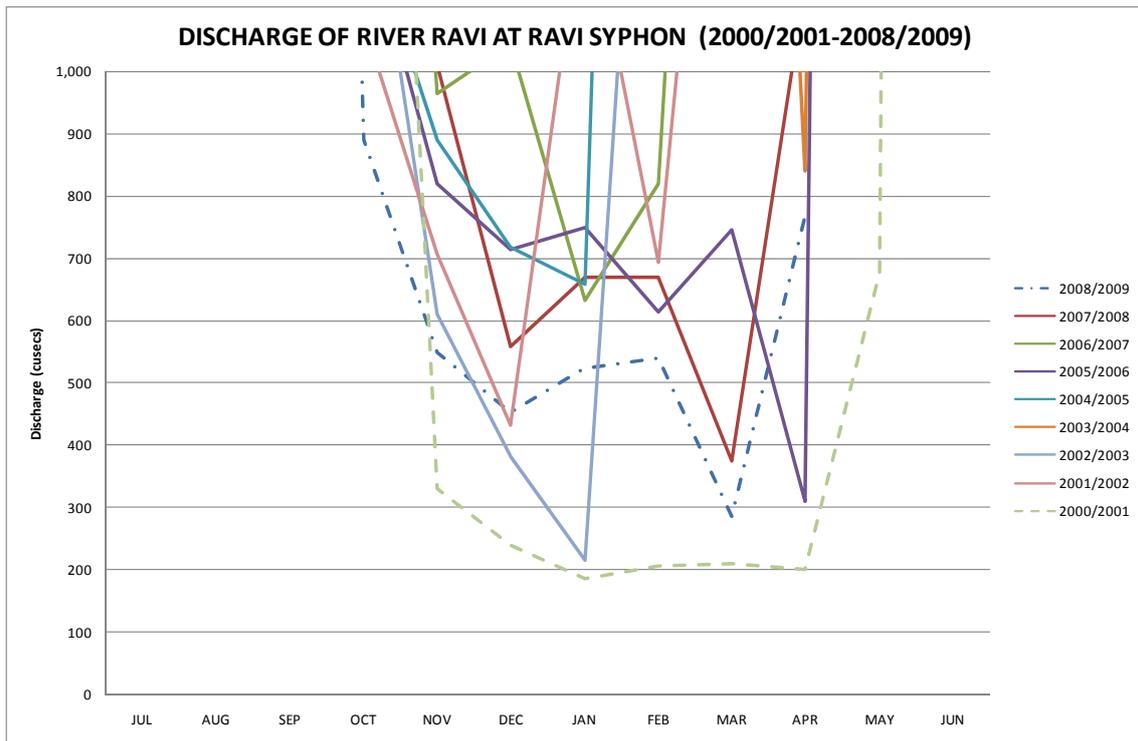


図 5.9 Ravi River の年度別月間平均流量変動

Ravi River 川のラホール市街地上流部には農耕地が広がっており、生活排水及び工場排水流入等の問題は少ないと考えられるが、Ravi Syphon の先のインド領内については状況が不明であり、利用可能な水質データも限られている (表 5.2 参照)。

表 5.2 Ravi Syphon における Ravi River の水質 (04/11/2008)

Date of Collection	Temp. (°C)	DO (mg/L)	pH	Q (cusec)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	TDS (mg/L)
MPL * ¹			6.5~8.5				1000
04/11/08	22.6	6.3	8.5	594 * ²	2.5	8	160
TSS (mg/L)	Cl (mg/L)	Sulfate (mg/L)	Sulfide (mg/L)	F (mg/L)	CN (mg/L)	Mn (mg/L)	Cu (mg/L)
	250	250		1.50		0.10	1.0
90	5	41	0	0.588	0	0.071	0.057
Cd (mg/L)	Cr (mg/L)	Zn (mg/L)	Fe (mg/L)	Ni (mg/L)	BOD load (ton/day)		
0.003	0.050	3.0	0.30	0.020			
0.008	0.33	0.047	0.938	0.207	3.633 * ³		

Source: Environmental Protection Department, Punjab Province

*¹ MPL: Maximum Permissible Limits by WHO Guideline

*² Ravi Syphon Gauging Station, Irrigation and Power Department, Punjab Province

*³ Calculated by JICA study team (1 cusec = 2,446.5 m³/day)

JICA 調査団が行った同地点における水質調査結果は表 5.3 の通り。

表 5.3 Ravi Siphon における Ravi River の水質 (04/11/2008)

Date of Collection	Temp. (°C)	DO (mg/L)	pH	Total Hardness (mg/L)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	TSS (mg/L)
MPL	>=3	NGVS	6.0-9.0	NGVS	80	150	200
5/16/09	24.2	1.50	7.66	80	3.2	7	81
NO ₂ (mg/L)	NO ₃ (mg/L)	NH ₄ (mg/L)	Fe (mg/L)	Mn (mg/L)	Mg (mg/L)	As (µg/L)	F (mg/L)
NGVS	NGVS	40	8	2	NGVS	1000	10
0.003	0.771	0.08	1.86	BDL	2.40	3.42	BDL
Ca (mg/L)	Cl (mg/L)	SO ₄ (mg/L)	Fecal Coli. (MPN/100mL)	Total Coli. (MPN/100mL)			
NGVS	NGVS	600	Nil	Nil			
28	9.8	13	>=240	>=240			

現在、Ravi River の水は Lahore のほぼ全域から排出される下水の貴重な希釈水源となっており、Ravi River 上流からの取水は仮にできたとしても、河川環境をさらに悪化させ、乾期には Ravi River を完全に排水路化してしまう恐れがある。

また、州の灌漑電力局は Ravi River 上流の河川敷にレクリエーション及び地下水涵養の目的で Ravi River をせき止める計画を持っているが、堰の建設、Bund の補強等様々な問題があり、まだ構想段階にとどまっている。

灌漑電力局は Ravi River を対象にしたプロジェクトに対しては、直ぐ上流がインド領であり、流量の不確かさから否定的である。

このため、BRB Canal が唯一残されたオプションとなるが、Punjab 州では rice-wheat-cropping system が一般的になりつつあり、BRB Canal は 5 月中旬～10 月中旬を水稻、10 月中旬～5 月中旬を小麦の灌漑期と考えて運転されており、非灌漑期という概念は持っていない。灌漑電力局は Canal の流れを止めての清掃作業は毎年必要である、BRB Canal は本来灌漑用に作られたものであり、WASA から取水の要請があったときには政治的レベルの問題になる、そのときには非灌漑用の料金が適用される、との見方を示唆している。

BRB Canal は壮大なスケールで造られた大灌漑用水路であり、ラホールを通過するのは全長から見ればわずかの区間でしかない。その配水計画の中に水道用取水を組み込むことができるかは予断を許さない。Photo 5.1 は Ravi Syphon の状況と、図 5.10 はラホール

近傍における灌漑用水配水計画を示したものである



写真 5.1 Ravi Syphon

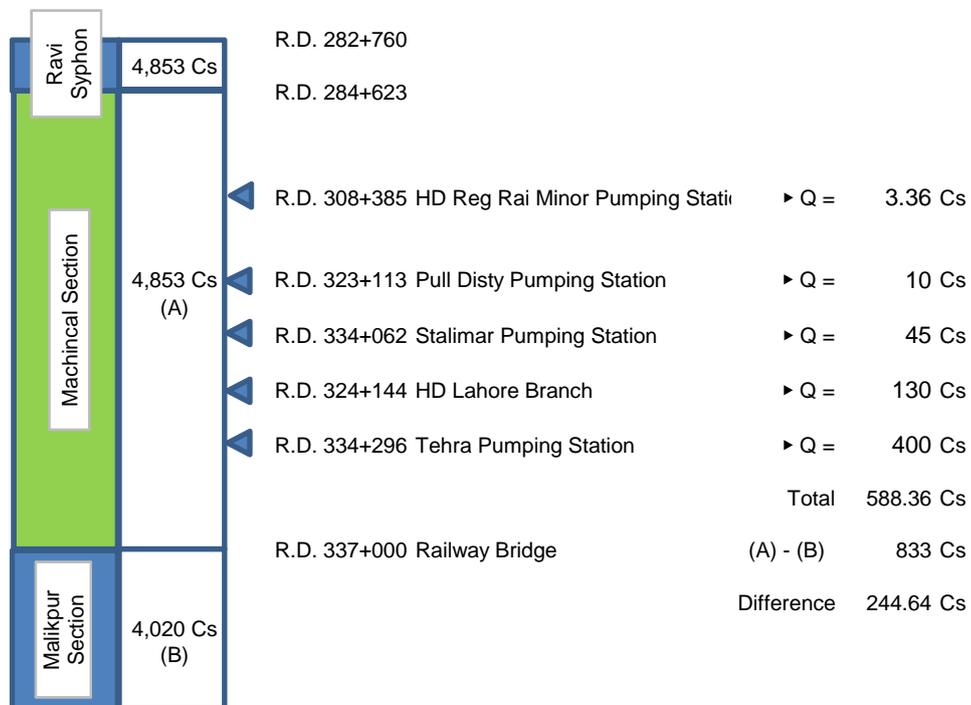


図 5.10 BRB Link Canal 灌漑用水配分計画

図 5.11、図 5.12 は BRB Canal における月間平均流量変動を 1991～2000 年と 2001 年以降に分けて示したものであるが、両者の間には低流量期間に明確な差異が見られる。すなわち、1991～2000 年における流量変動パターンは様々であるが、2001 年以降ではほぼ一定のパターンで運転されているのが分かる。また、前者では Ravi Syphon における BRB Canal の計画流量である 4,850 cusecs を超えることもあったが、2001 年以降は最大で計画流量となるようにコントロールされている。

1 月は Canal の清掃月とされ、Chenab 川からの分水は停止される。1991 年以降における”Nil”表示を除く最低最小流量は 1994 年 12 月と 1997 年 12 月の 200 cusecs (489,000 m³/day) である。前述した Baglihar Dam は運転を開始したばかりであり、今後この影響がどのように現れるか、注意深く見守っていく必要がある。しかし、最低平均流量で見ると限りにおいては、多くを期待できないことを示している。とくに Canal の清掃月である 1 月はまったく水が流れてないことに留意する必要がある。

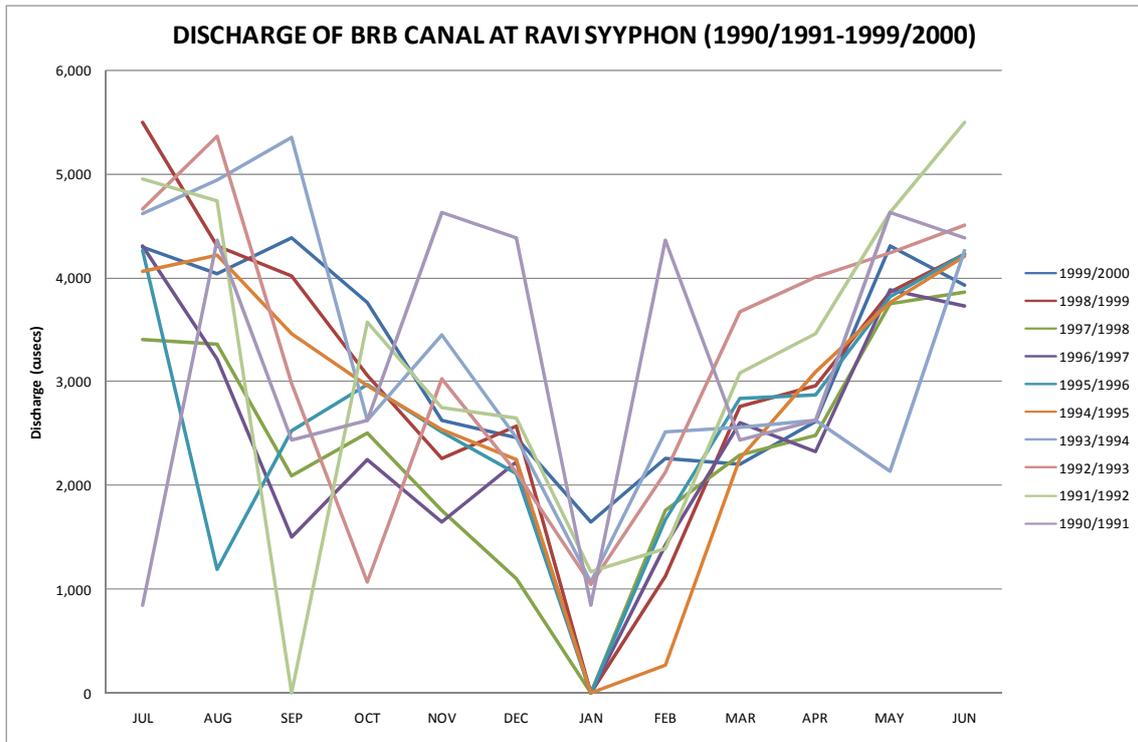


図 5.11 Ravi Syphon における BRB Canal 年度別月間流量の変化 (1991～2000)

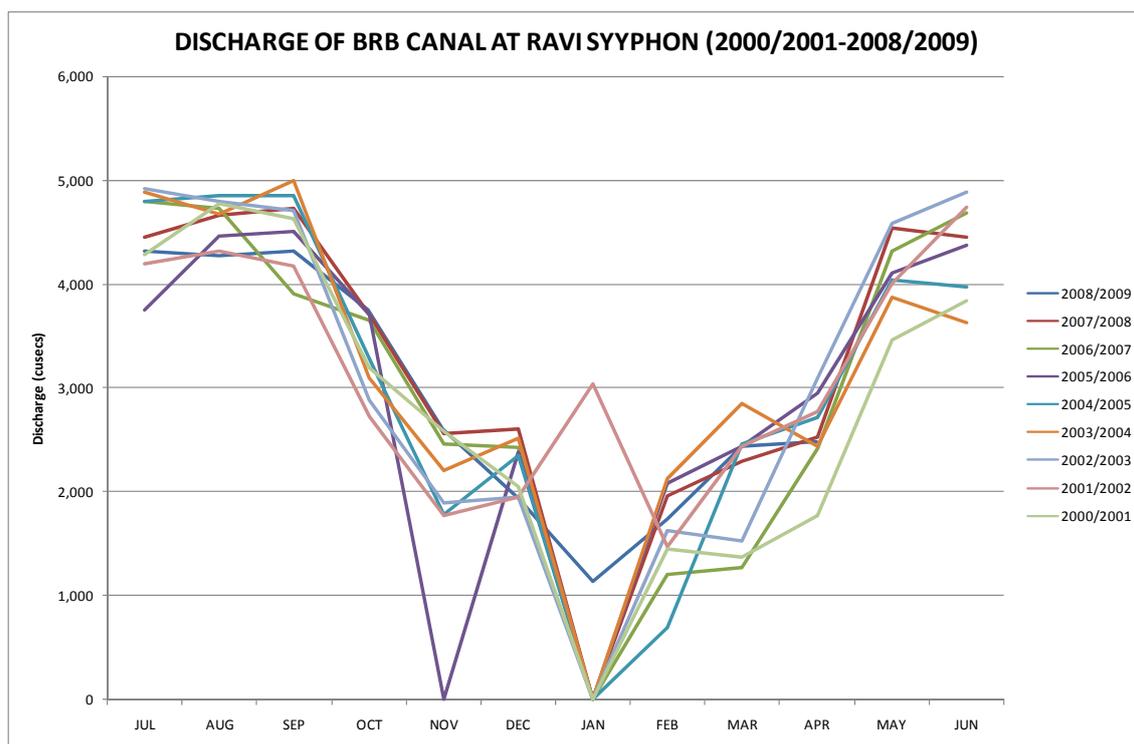


図 5.12 Ravi Syphon における BRB Canal 年度別月間流量の変化 (2001~2009)

BRB 水路に関して留意すべき事項は以下のようにまとめられる。

- Punjab 州ではいまや米-小麦の二毛作が一般的で、BRB 用水路は3月中旬~10月中旬は稲作に、残りの季節は小麦造りに使われ、このため、灌漑局には非灌漑期という概念がない。
- BRB 用水路の流れを止める BRB 用水路の補修及び清掃は毎年欠かせない。
- BRB 用水路は本来灌漑利用目的で造られたもので、WASA から BRB 用水路から取水したいという要望があれば、それは政治レベルの問題となる。
- Bahihar ダムの運転が BRB 用水路の流量パターンに及ぼす影響は現時点では不明である。
- 水路に対する水利権申請は連邦政府のインダス河流域庁 (Indus River System Authority : IRSA) の事項となる。

また、BRB Canal から集水する場合には使用量が徴収される。2003年6月10日に改訂された料金体系では方針が大きく変わって、賦課料金は穀物面積と穀物種に基づく料金から栽培面積に基づく一律料金となった。料金は米のように水を多く消費するものほど高く、小麦のように水の消費が少ないものほど低く抑えられている。例えば2003年6月10日以前では ha 当たり穀物に基づく料金は、かいば Rs.37、小麦 Rs.148、綿花 Rs.222、米 Rs.297、サトウキビ Rs.432 であったのに対し、新しい一律料金体系では ha 当たり料金は各シーズンに栽培される穀物種に関係なく Rabi シーズン (冬季の作付期間 1月10日~3月31日) Rs.124、Khrif シーズン (夏季の作付期間 5月15日~9月30日) Rs.210 と固

定されている。BRB Canal は本来灌漑水路として建設されたもので都市用水としての使用は想定されていないので、WASA の要請があったときに料金をいくらに設定するかも大きな問題となろう。

Thein Dam の稼働による Ravi River 流量の減少は、河川流量の減少のみならず、河川流水表面積の減少、地下水涵養水量の減少、地下水面の降下といった流れで、地下水源そのものにも深く影響していると類推されるが、その関係は明らかにされていない。

なお、WASA における詳細な地下水調査は、NESPAK が 1991 年に行った”Ground Water Resources Evaluation and Study of Aquifer under Lahore” で降行われていない。このときには Aquifer の数学予測モデルの開発が行われ WASA に納品されているが、今日ではもはや使用されていない。

5.1.6 水源問題の進むべき道

2002 年の”Integrated Master Plan for Lahore – Volume 1”は、以下の方策を提案している。

- a) 水の無駄つがいの適切な管理
- b) 表流水の使用
- c) ラホール市の膨張抑制
- d) 帯水層の涵養
- e) 断続給水

c)のラホールの発展を抑制することは現実問題として無理がある。

d)の地下水の涵養は今後検討の余地は十分にあるが、問題は涵養水源を何に求めるかである。下水処理水あるいは、Ravi River の余剰水を貯留するというのもオプションとして考えられる。しかし、ラホールの使用水量が大きいため、かなり広大な涵養域が必要とされる。

e)の間欠給水はサービスの質の悪化につながり、水道事業者としてはできればそのような状況は避けるのが望ましい。配水システムに負圧が生じて水質問題を引き起こしたり、無許可の深井戸設置が増大する可能性もある。

したがって、いまや、a) 適切な水の無駄使い防止、及び b)表流水利用への依存を真剣に考えるときにきている。

地下水の水面降下とヒ素濃度の上昇を勘案すると、水源問題で取り組むべき方向には以下のものが考えられる。

(1) ヒ素のモニタリング

表流水源の確保を通じて地下水への依存を減らすことは重要であるが、今後とも地下水の使用がなくなることはない。このため、今後とも地下水のヒ素濃度のモニタリングを継続していく必要がある。モニタリングはラホール全域を升目に区切ってそれぞれの代表地点で少なくとも5年間は実施すべきである

(2) 表流水源の確保

表流水源に完全に切り替えることは、これまで述べてきたように表流水源に限りがあるため難しく、かつ年間を通じて一定量を確保するというのも BRB Canal に清掃月間が散在するため困難である。しかし、そのような問題があったとしても希釈水源としての表流水源の確保は不可欠であり、その確保に向けて全力を傾けるべきである。

本件に係る調査を実施するに当たっては以下の段階を踏むべきである。

- 1) できるだけ早く表流水取水に関して関係機関との議論を開始し、同意を得る。
- 2) 上記 1)の結果に基づいて処理水の有効利用に係る調査を含む水道マスタープランを策定する。

表流水源の確保にはかなりの時間がかかることを念頭に置いて、早期にこのプロセスをスタートさせ、同時に地下水の汲み上げ増加を止めることが必須である。重要なことには、この考えは WASA 管轄の深井戸のみならず、WASA 以外の深井戸に対しても対策をとらなければ用をなさないと言うことであり、このために民間における地下水利用の規制、工場における水のリサイクル、農業セクターを含む利害関係者官の議論、下水処理水の有効利用まで踏み込まなければならない。

上記に加えて、水の無駄遣い防止に焦点を合わせることでそれだけいっそう肝要で、したがって、これに関して以下に示すような取り得るあらゆる方策を動員すべきである。

- a) 水道メータの設置促進
- b) 漏水探知、補修・交換作業の推進
- c) 従量制累進料金体系の強化
- d) 住民啓蒙、節水意識の向上

5.1.7 下水処理水の有効利用

前述したように表流水源確保は難しい問題を抱えており、下水処理水の有効利用は表流水源確保においても大きな意味を持っている。下水処理水の有効利用としては以下の四つのオプションが考えられる。このうち、(2)～(4)については別途詳細な調査が必要である。

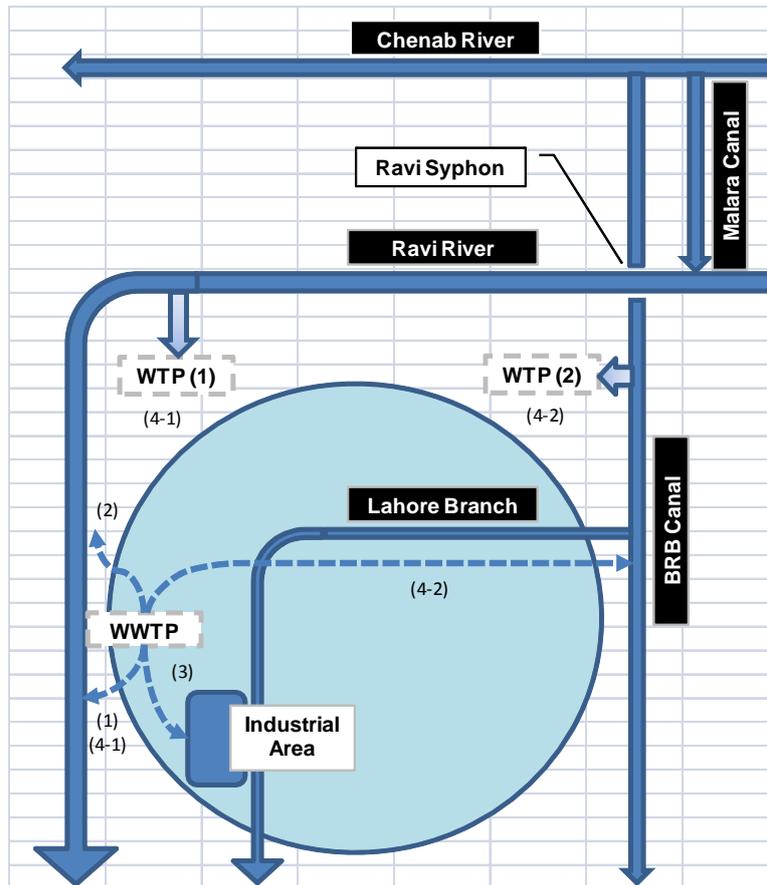


図 5.13 下水処理水有効利用のオプション

(1) ラビ川放流案

この案はこれまで無処理で放流されていた下水を処理して放流するというもので、ラビ川の水質改善に大きく寄与すると期待される。しかし、灌漑サイドからみれば歓迎すべきことだが、ようやくという思いで取引の材料にはなりにくい。灌漑電力局が Malara 水路の分水を増やさない限り、ラビ川からの取水には限界がある。

(2) 地下水涵養

涵養池を造ってそこに下水処理水を溜めて浸透により地下水涵養を図るものである。Bari Doab の地下水盆は不透水層の存在により上層と下層に分かれ、上層は民間団地の浅井戸の水源として主に使われ、下層は WASA 等の深井戸の水源として使われている。涵養池タイプでは結果的に上層の地下水涵養になる。涵養井タイプであれば下層の地下水

涵養が可能であるが、管理を誤ると汚染水流入の水道（みずみち）となるため細心の注意が必要である。また、浸透能力によって涵養井の本数が決まるため、多数の涵養井が必要になる可能性がある。試験井によってその効果を確認する必要がある。

(3) 工業用水とのトレードオフ

工業用水としての利用されている地下水を水道用水に振り替え、代わりに下水処理水を工業用水としてとして送ろうというものである。ただし、現在 WASA が把握している民間（工業、商業、個人）の井戸は 4,005 本で、その査定能力と稼働時間から推定される使用量は 480,000m³/day であるが、商業、個人が含まれること、工場内での用途別使用量等水収支を計測している工場はまれでその使用実態が明らかでないこと、工場が分散していること、等から、実際に工業用として使える下水処理水の量は 2/3 程度はないかと推測される。WASA の意志でその実施を決めることができるが効果は限定的である。

WASA が把握している民間（工業、商業、個人）井戸の仕分けをするには、カテゴリを定めて WASA 職員が請求書配布時に確認させることである。そうすることによってカテゴリ別の使用水量の精度は一段と高まる。

(4) 灌漑用水とトレードオフ

質及び量の両面から考えると BRB 水路の灌漑用水とのトレードオフが最も理想的である。WASA が必要とする分を上乗せして流してもらってそこから取水するときには、水路そのものが構造的に持つかどうかの検討、及びインダス河流域庁（IRSA）への水利権申請が必要と思われる。しかし、ある一定量を BRB 水路より取水して、同量の下水処理水を BRB 水路に戻すということであれば、構造的問題と水利権問題もクリアできる可能性がある。この場合、表流水処理のための導水管、浄水場、送水管等水道施設の建設は当然のことであるが、最大の難問は大規模な下水処理水移送施設を市を東西に横切る形で下水処理場から BRB 用水路まで建設しなければならないことである。

代替案は Ravi 川の Ravi Syphon 上流に水を運んでいる Malara 水路である。現在、Ravi 川のとくに 11～4 月の流量は非常に少ないので、Malara 水路の流量を増やす必要がある。そのような水を Ravi 川から取水して、その代わりに下水処理水を Ravi 川に戻すというトレードオフが成立すれば、送水施設の建設も要らなくなり、最善の解決策と言える。水路が構造上の安全性及び費用分担問題の解決策に関する調査が必要となることに留意されたい。

日本では下水処理水を用いた稲作への試験が、農業改良区の協力を得て大阪府東部流域下水道渚水みらいセンターで拡張用に残されていた水田を利用して 2001 年から 5 年間にわたって行われた。下水処理水は全窒素濃度が高いという特徴があり、これを稲作に利用する場合、稲が伸びすぎて倒伏しやすくなるのではないかという懸念があった。このため、この実験では以下の 5 種類の試験区を設けて生育試験が行われたが、桿長（茎の長さ）及び収穫量に用水の違いによる顕著な差は認められなかったと報告されている。

- ① 下水処理水+窒素分施肥（通常）
- ② 下水処理水+窒素分施肥（通常の 1/2）
- ③ 下水処理水+窒素分施肥（なし）
- ④ 農業用水+窒素分施肥（通常）
- ⑤ 下水処理水と農業用水の混合+窒素分施肥（通常）

表 5.4 米収穫量 (kg/are)

試験条件			収穫量 (kg/100m ²)				
試験区分	用水の種類	施肥量	2005 年	2004 年	2003 年	2002 年	2001 年
No.1	下水処理水	通常通り	45.4	47.4	52.9	56.8	54.0
No.2	下水処理水	半量	47.1	49.5	42.4	48.1	46.9
No.3	下水処理水	なし	44.8	43.2	29.8	47.2	-
No.4	灌漑用水	通常通り	48.3	48.3	50.2	53.7	51.9
No.5	混合水	通常通り	45.9	43.4	50.2	50.9	-

出典：「大阪府における循環型社会形成への取り組み－渚水みらいセンター－下水処理水を用いた稲作－」、下水道協会誌、Vol.43、No.525、2006/07

5.2 水道

5.2.1 給水区域

図 5.14 に WASA の配水区域を示す。配水区域は 6 つの Town に分けて管理されている。

- Ravi Town
- Shalimar Town
- Data Gunj Buksh Town
- Aziz Bhatti Town
- Iqbal Town
- Nishter Town.

上記 6 つの Town はさらに 25 の sub-division に分割される。各 sub-division 毎の給水人口表 5.5 に示す。人口 582 万人のうち、87%に当たる 501 万人に給水され、残りの 13%の住民は民間開発業者による水道や、自己水源などで生活用水を得ている。

5-23

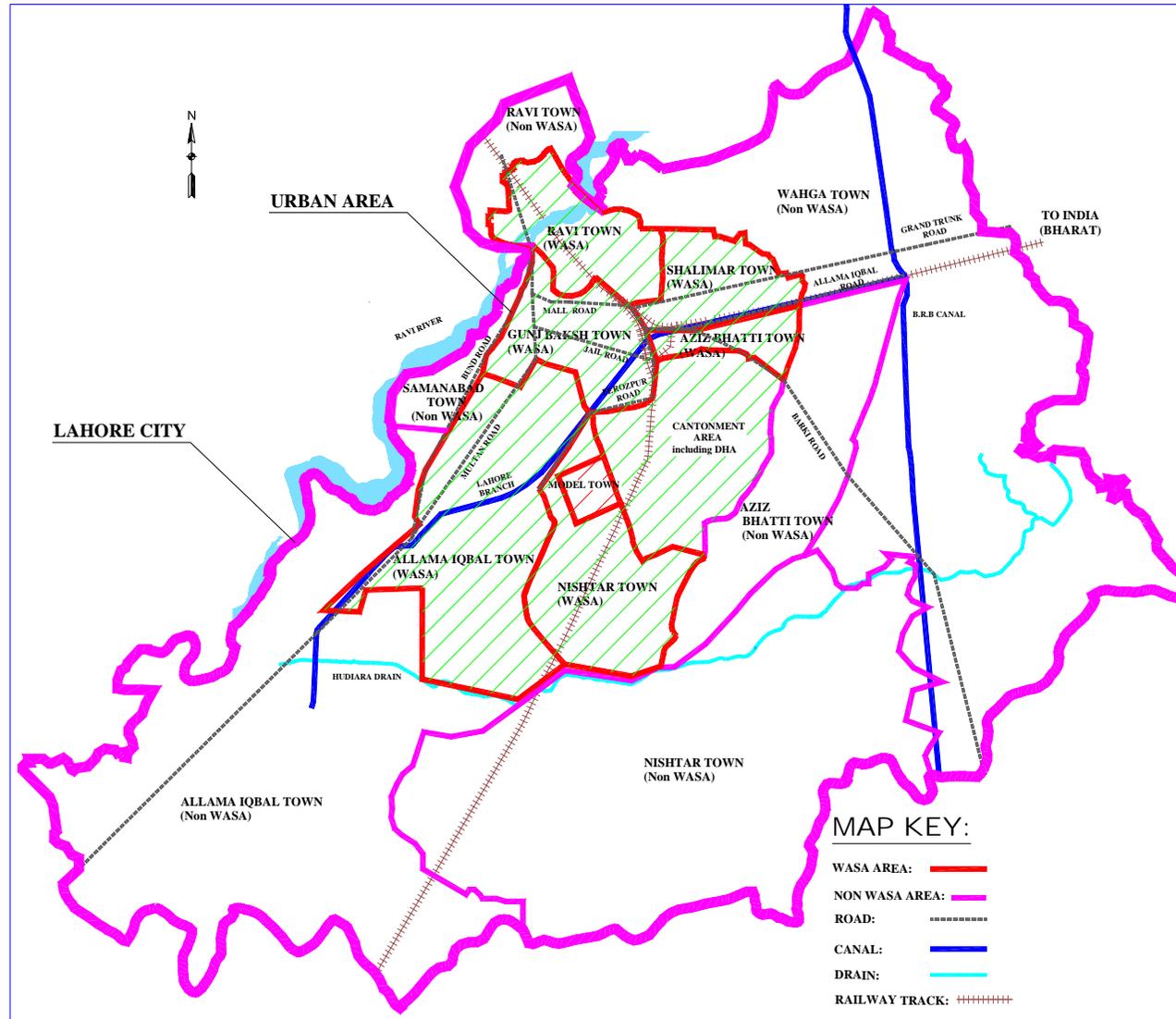


図 5.14 ラホール市と WASA の配水区域 (Source: WASA, 2009)

表 5.5 WASA 配水区域の人口等 (2009)

Sr. No.	地区名	人口	WASA 接続数	給水人口	給水人口 普及率 (%)
RAVI TOWN					
1	City	240,908	26,866	219,034	90.92%
2	Shahdra including Farakhabad	486,774	32,487	428,264	87.98%
3	Data Nagar	197,302	19,213	171,653	87.00%
4	Misri Shah including Shadbag	630,083	58,772	579,046	91.90%
	Ravi Town 小計	1,555,067	137,338	1,397,996	89.45%
SHALIMAR TOWN					
1	Mughal Pura	477,168	40,783	396,049	83.00%
2	Baghban Pura	405,333	41,429	336,345	82.98%
	Shalimar Town 小計	882,501	82,212	732,395	85.14%
DATA GUNJ BUKSH TOWN					
1	Krishan Nagar	437,617	47,696	336,878	76.98%
2	Ravi Road	408,866	21,832	326,766	79.92%
3	Mozang	166,608	22,076	149,881	89.96%
4	Gulberg	202,735	20,535	178,914	88.25%
5	Shimla Hill including Anarkali	271,589	29,445	247,581	91.16%
	Data Gung Buksh 小計	1,487,415	141,584	1,240,018	87.32%
AZIZ BHATTI TOWN					
1	Mustafabad	89,348	7959	82,191	91.99%
2	Tajpura	270,419	20024	243,296	89.97%
	Aziz Bhatti Town 小計	359,767	27,983	325,487	89.76%
ALLAMA IQBAL TOWN					
1	Iqbal Town including Sabzazar	264,754	30942	243,362	91.92%
2	Samanabad	228,205	29333	207,461	90.91%
3	Ichra	202,668	20,076	159,034	78.47%
4	Johar Town	104,166	18,029	88,020	84.50%
	Allama Iqbal 小計	799,793	98,380	697,877	86.45%
NISHTAR TOWN					
1	Industrial Area	223,554	28,557	163,083	72.95%
2	Green Town	200,476	15,469	180,288	89.93%
3	Garden Town	113,342	18,906	101,962	89.96%
4	Town Ship	197,355	19,583	175,528	88.94%
	Nishtar Town 小計	734,727	82,515	620,861	85.45%
	総計	5,819,270	570,012	5,014,634	87.26%

Source: WASA, 2009

(1) 水源 (井戸)

WASA はすべての水源を地下水に依存している。2009年1月および2月の時点で417ヶ所の井戸があり、総配水能力は、608,000 m³/day となっている。Town ごとの井戸ヶ所数と能力を表 5.6 に示す。

井戸は一日当たり14~18時間稼働しているが、夏期は需要の増加に対応するため、一日約20時間稼働する。どちらにしても、現在のところ24時間給水は実施していない。

一方で、水源となる地下水は、毎年 0.9 m ずつ水位が低下している。地下水に関する詳細を 5.2 に示す。

表 5.6 WASA の深井戸

Sr. No.	Name of Town	Capacity of Tubewells						Total Nos of Tubewells	Total Production (mgd)	Total Production (m3/d)
		4 cusec		2 cusec		1 cusec				
		No. of T/W	Prod.	No. of T/W	Prod.	No. of T/W	Prod.			
1	Ravi Town	53	56.7	33	20.5	2	0.6	88	77.8	354,000
2	Shalimar Town	25	26.8	19	11.8	2	0.6	46	39.2	178,000
3	Gunj Bukhsh Town	72	77.0	46	28.5	8	2.5	126	108.0	491,000
4	Aziz Bhatti Town	8	8.6	14	8.7	0	0.0	22	17.2	78,000
5	Iqbal Town	39	41.7	29	18.0	2	0.6	70	60.3	274,000
6	Nishtar Town	33	35.3	24	14.9	3	0.9	60	51.1	232,000
	Total	230	246.1	165	102.3	17	5.3	412	353.7	1,608,000

Source: Accounted/ Unaccounted for Water and Revenue/ Non Revenue Water for the Period of Jan. & Feb. 2009, WASA

表 5.7 に WASA の総配水量と使用水量、有効水率を示す。一人当たりの配水量は 294 L/day、それに対して一人当たりの使用水量は 198 L/day であり、有効水率は 67% となっている。

表 5.7 総配水量と一人当たり使用水量、有効水量

No.	Towns	Water Production		Served Population	Per Capita Production L/Capita/d	Accounted for water		% of Accounted for water	Per Capita Demand L/Capita/d
		MGD	m3/d			MGD	m3/d		
1	Ravi Town	78	355,000	1,242,892	286	59	268,000	76%	216
2	Shalimar Town	39	177,000	1,098,594	161	30	136,000	77%	124
3	Gunj Bukhsh Town	108	491,000	998,431	492	59	268,000	55%	268
4	Aziz Bhatti Town	17	77,000	256,564	300	12	55,000	71%	214
5	Iqbal Town	60	273,000	1,252,094	218	42	191,000	70%	153
6	Nishtar Town	51	232,000	617,900	375	36	164,000	71%	265
	Total	353	1,605,000	5,466,475	294	238	1,082,000	67%	198

Source: Accounted/ Unaccounted for Water and Revenue/ Non Revenue Water for the Period of Jan. & Feb. 2009, WASA

(3) 高架水槽

現在 WASA 配水区域には 52 ヶ所の高架水槽（配水池）があるが、配水池の容量が小さく、滞留時間が極めて短いため、Langey Mandi 配水池を除くすべての高架水槽が使用されていない。52 ヶ所の配水池の総容量は 20,000 m³ 程度であり、WASA の一日当たり配水量 1,608,000 m³（2009 年 1 月～2 月実績）と比較すると、わずか 1.3%、18 分の容量しかない。

なお高架水槽は、地上から低水位まで 18～21 m の高さがあり、水槽の深さは約 3 m となっている。

表 5.8 高架水槽

Sr. No.	DESCRIPTION	SUB DIVISION	CAPACITY (gallons)	CAPACITY (m ³)
1	Langey Mandi (Pani Wala Talab)	City	1,000,000	4,546
2	Chowk Na-Khuda, Misri Shah	Misri Shah	50,000	227
3	ShadBagh	Misri Shah	50,000	227
4	Wassan Pura	Misri Shah	50,000	227
5	Gujjar Pura	Misri Shah	50,000	227
6	Baghbanpura SDO Office	Baghbanpura	50,000	227
7	Mustafabad SDO Office	Muslafabad	50,000	227
8	Upper Mall Scheme, XEN East Office	Muslafabad	50,000	227
9	Ghari Shahu	Muslafabad	50,000	227
10	Qila-Muhammadi (Qila Lachman Singh)	Ravi Road	50,000	227
11	Timber Market	Ravi Road	50,000	227
12	Fruit market	Ravi Road	50,000	227
13	Rewaz Garden	Islampura	50,000	227
14	Krishan Nagar SDO Office	Islampura	50,000	227
15	Sham Naaar	Islampura	50,000	227
16	Main market, Samamabad	Samanabad	50,000	227
17	Doongi Ground near Musjid Khizra	Samanabad	50,000	227
18	Sodiwal	Samanabad	50,000	227
19	Chenab Block	Allama Iqbal Town	100,000	455
20	Ravi Block	Allama Iqbal Town	100,000	455
21	F & V Market	Allama Iqbal Town	100,000	455
22	H- Block, Sabzazar	Allama Iqbal Town	100,000	455
23	F - Block, Sabzazar	Allama Iqbal Town	100,000	455
24	Mohlanwal	Allama Iqbal Town	30,000	136
25	Shah Jamai	Ichra	50,000	227
26	Rehmanpura	Ichra	50,000	227
27	Main Bazar, Ichra	Ichra	50,000	227
28	Shadman-I	Ichra	100,000	455
29	Shadman-II	Ichra	100,000	455
30	A-Block Muslim Town	Ichra	100,000	455
31	Zafar Ali Road	Gulberg	50,000	227
32	Main Gulberg	Gulberg	50,000	227
33	B- Block Gulberg 11	Gulberg	30,000	136
34	T- Block Gulberg	Gulberg	50,000	227
35	A- Block Gulberg ill	Gulberg	50,000	227
36	C- Block Gulberg ill	Gulberg	50,000	227
37	D- Block Gulberg HI	Gulberg	50,000	227
38	E- Block Gulberg HI	Gulberg	50,000	227
39	B- Block Gulberg II	Gulberg	50,000	227
40	FCC Block Gulberg	Gulberg	50,000	227
41	IMP Block Gulberg III	Gulberg	50,000	227
42	Nishtar Colony	Gulberg	50,000	227
43	A- Block M.A. Johar Town	Garden Town	100,000	455
44	Block G-4 M.A. Johar Town	Garden Town	100,000	455
45	F- Block M.A. Johar Town	Garden Town	100,000	455
46	Block R-3 MA Johar Town	Garden Town	100,000	455
47	Trade Center MA Johar Town	Garden Town	100,000	455
48	Tanki No.1 Pindi Stop Industrial Area	Garden Town	50,000	227
49	Gawala Colony	Garden Town	30,000	136
50	Tanki No.2 Block No. P B-1 Township	Township	50,000	227
51	Tanki No.3 Block No. P B-1 Township	Township	150,000	682
52	Tanki No.4 Sector 0-1	Green Town	250,000	1,137
	Total Reservoir Capacity		4,440,000	20,184

Source: WASA, 2009

(3) 送配水管

WASA の送配水管の総延長は 4,982 km であり、そのうち 2,308 km が口径 4 inch 以上、2,674 km が口径 4 inch 以下となっている。1970 年代以降、主に石綿セメント管が布設され、現在でもその価格の安さが好まれて使用され続けている。ダクタイト管は大口径の管路、特に 18 inch のメイン管路等に使用されている。公式な記録がないため管路の布設年度は不明だが、WASA の職員によれば、多くの管路が布設から 30 年以上経っているとしている。

配水ブロックは特に設定されておらず、配水区域全体がひとつのブロックとしてつながっている。

表 5.9 送配水管

	Ravi Town	Shalimar Town	Gunj Buksh Town	Aziz Bhatti Town	Allama Iqbal Town	Nishter Town	Total
Above 4" in km	266	259	485	97	410	792	2,308
Less than 4" in km	700	352	639	28	525	430	2,674
Total length of pipelines	966	610	1,124	125	935	1,222	4,982

Source: Monthly Progress Report, April 2009, WASA

(4) 井戸の流量計

412 ヶ所の井戸のうち約 60%にあたる 267 ヶ所の井戸に流量計が設置されているが、そのほとんどが壊れており、実際に稼働しているのは 21 ヶ所、井戸全体から見ると約 5%のみである。

表 5.10 深井戸の流量計

	Ravi Town	Shalimar Town	Gunj Buksh Town	Aziz Bhatti Town	Allama Iqbal Town	Nishter Town	Total
Total no. of tube-wells	88	46	126	22	70	60	412
Total no. of BFM	31	26	56	10	28	16	167
Out of order BFM	23	18	43	9	21	12	126
BFM in low reading	4	5	6	0	4	1	20
Working order BFM	4	3	7	1	3	3	21
Not installed	57	20	70	12	42	44	245

Source: Accounted/ Unaccounted for Water and Revenue/ Non Revenue Water for the Period of Jan. & Feb. 2009, WASA

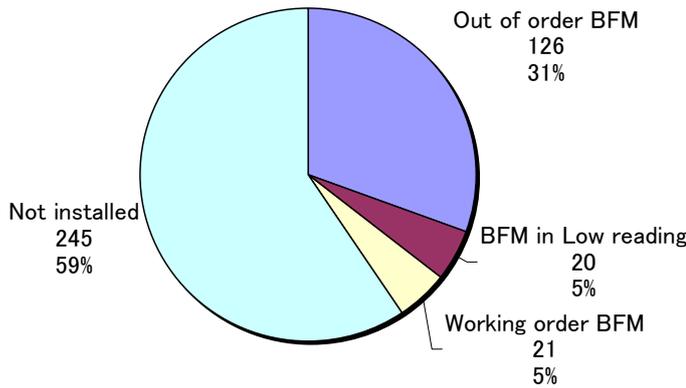


図 5.15 深井戸の流量計

(5) 消毒

給水栓で大腸菌がたびたび検出されていることから、WASA は現在水道の消毒に努めている。しかし全井戸の 68% のみに塩素注入器があり、さらにそのうち約半分が故障して稼働していない。塩素注入器がない井戸は、塩素を貯留したポリタンクから直接井戸のケーシングに塩素を注入している。現地ではこの方法をドリッピングシステムと呼んでいるが、この方式では塩素の注入量が管理できず、さらに直接井戸のケーシングに注入するため、塩素の強力な酸化力でケーシングを腐食する恐れがある。

表 5.11 WASA における塩素滅菌

	Ravi Town	Shalimar Town	Gunj Buksh Town	Aziz Bhatti Town	Allama Iqbal Town	Nishter Town	Total
Total chlorinators	43	44	107	20	46	49	309
Working order	13	21	79	13	18	12	156
Out of order	30	23	28	7	28	37	153
Not installed	50	13	34	4	25	17	143
Total no. of tube-wells	93	57	141	24	71	66	452

Source: Monthly Progress Report, April 2009, WASA

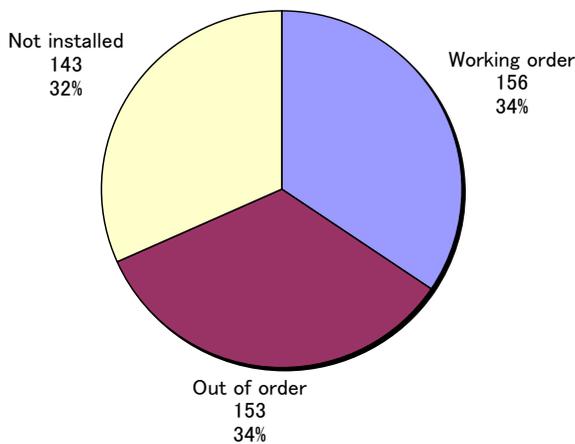


図 5.16 WASA における塩素滅菌

(6) 給水接続

WASA は現在約 557,000 戸に給水しているが、そのうち 49%にあたる 271,000 戸は戸別メータが設置されていない。また、戸別メータがある約 285,000 戸についても、そのうち約 73,000 戸のメータが正常に稼働しているだけで、残りの約 213,000 戸のメータは稼働していない。

給水管の材料は需要者が選定できるため、安価で低品質な材料が使用されることが多い。また、水圧不足や水量不足を補うために、多くの需要者が個人でポンプを WASA の配水管に直接接続して吸引している。そのため、深井戸ポンプの停止時に個人ポンプが稼働すると、配水管内に負圧が発生し、老朽化した管路の劣化部分から汚水が侵入し、水道水を汚染する要因となっている。

表 5.12 各戸メータの有無

Metered	Metered, not working	Unmetered	Total
72,865	212,578	271,447	556,890
13%	38%	49%	100%

Source: WASA Financial Department, 2009

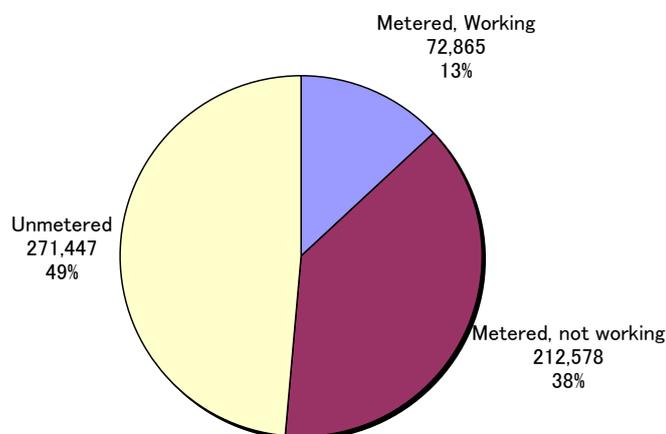


図 5.17 各戸メータの有無

(7) 共同水栓

現在 WASA の配水区域内に 581 ヶ所の共同水栓がある。過去に WASA はそれを撤去しようとしたが、住民の根強い反発にあい、成功しなかった。ただし今後新たに共同水栓を設置する予定はない。

表 5.13 共同水栓

	Ravi Town	Shalimar Town	Gunj Buksh Town	Aziz Bhatti Town	Allama Iqbal Town	Nishter Town	Total
No. of public stand posts	357	3	203	0	18	0	581

Source: Monthly Progress Report, April 2009, WASA

5.3 下水道施設

5.3.1 WASA 管轄区域

現在 WASA が管轄する面積は約 350 km² で、6 つの処理区に分けられている。図 5.18 に WASA 管轄区域及び下水道処理区を示す。現在ラホールに下水処理場は存在しないが、各処理区について将来、下水処理場の建設が提案されている。

現在の下水道システムは、582 km の幹線、2,926 km の主要枝線、12 ヶ所の下水ポンプ場と 79 ヶ所の中継ポンプ場で構成されている。排出される下水は下水管、排水路、ポンプ場を經由し、最終的に未処理のままラビ川へ排水されている。

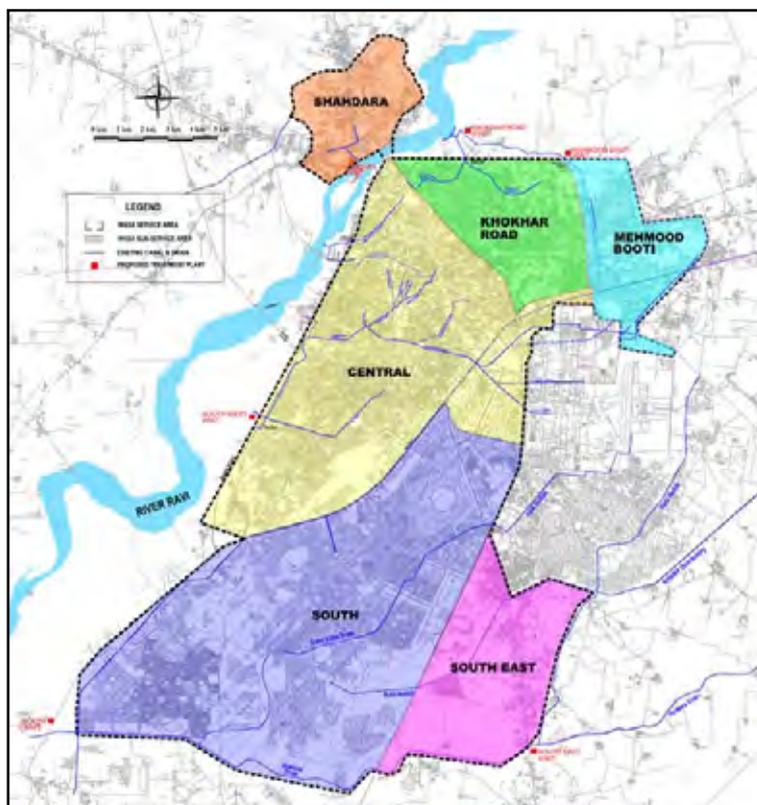


図 5.18 WASA 管轄区域および下水道処理区

各処理区の既設下水道施設の概要を表 5.14 に、主要下水ポンプ場および中継ポンプ場の位置を図 5.19 に示す。

表 5.14 下水道処理区の概要

下水道処理区	面積 (km ²)	ポンプ場ヶ所数		下水道延長 (km)
		下水ポンプ場	中継ポンプ場	
Shahdara	18.44	1	6	262
Mehmood Booti	22.79	1	10	126
Khokhar Road	29.19	2	18	526
Central	100.26	6	27	1,325
South	138.95	1	17	1,107
South East	39.65	1	1	162
合計	340.28	12	79	3,508

出典：WASA 2009、現況調査結果（JICA 調査団 2009）

下水道整備方針としては分流式による下水道システムの構築を目指しているが、現在は雨水が下水管に流入しているケースが多く、合流状態となっている。既存の下水管は、鉄筋コンクリート管あるいはボックスカルバートが大部分であるが、一部に旧式のレンガによる卵形下水管も存在している。

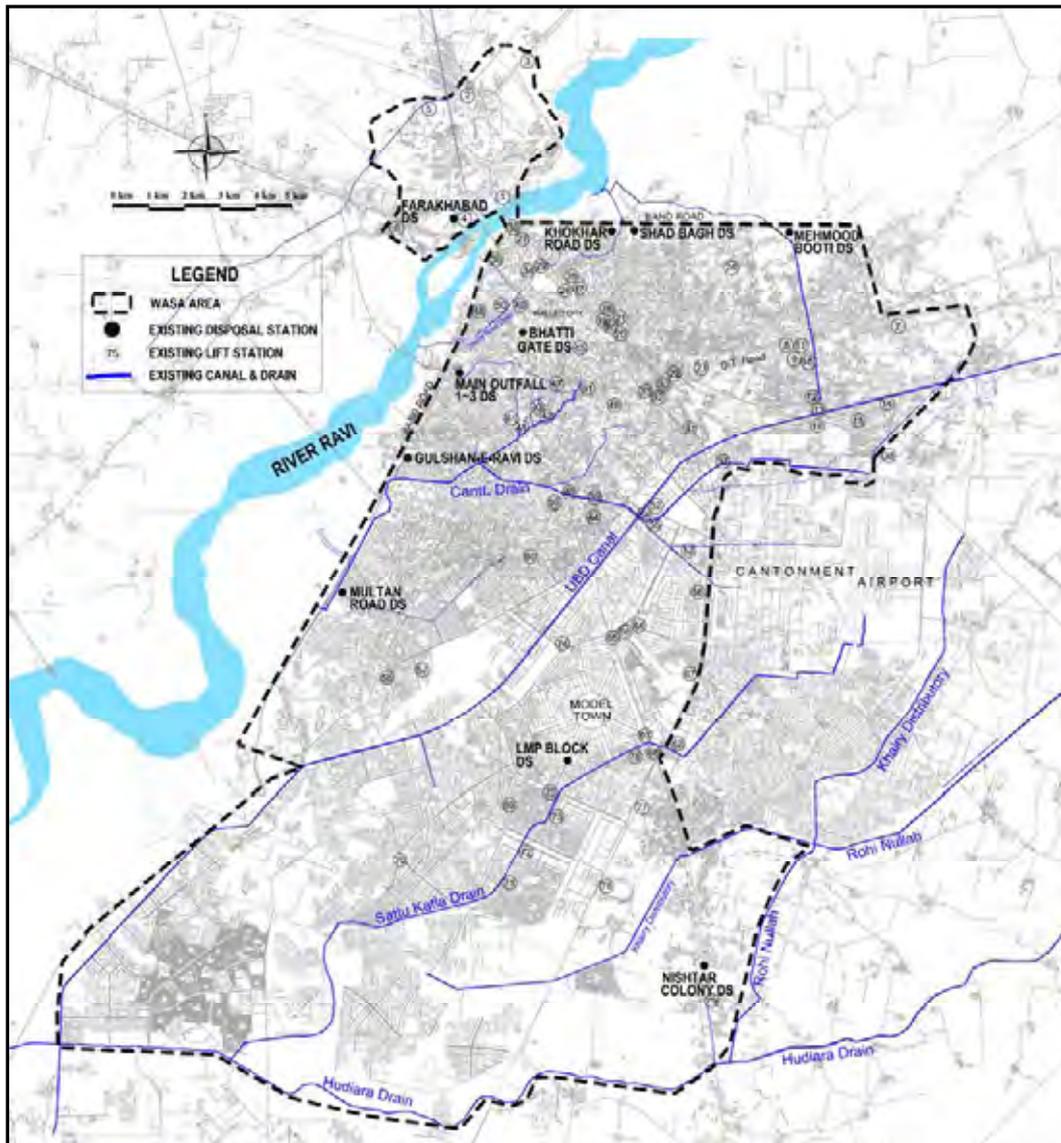


図 5.19 既設主要下水ポンプ場および中継ポンプ場位置図

(1) Shahdara エリア

Shahdara エリアは流域面積約 18.44 km²、人口約 755,000 人（2009 年）であり、WASA は 1970 年代からこのエリアの下水道整備に着手し、現在、29 km の幹線、233 km の枝線、Farakhabad 下水ポンプ場そして 6 ヶ所の中継ポンプ場が整備されている。このエリアは中央部を南北に鉄道が横断しているため、鉄道を境に西部流域と東部流域に分かれる。西

部流域からの下水は Farakhabad ポンプ場に、東部流域からの下水は Shahdara Town 中継ポンプ場に流集され、未処理のまま圧送管によりラビ川へ排水されている（一部、灌漑用水路に排水）。

Shahdara エリア内の主要幹線は 1980 年代に敷設されたものであるが、維持管理状況は良好である。主要ポンプ場である Farakhabad ポンプ場は 1982 年に建設され、10 台のポンプが設置されているが 2009 年時点で 2 台のポンプが老朽化により排出能力が低下している。図 5.20 に既存下水道施設の位置を示す。

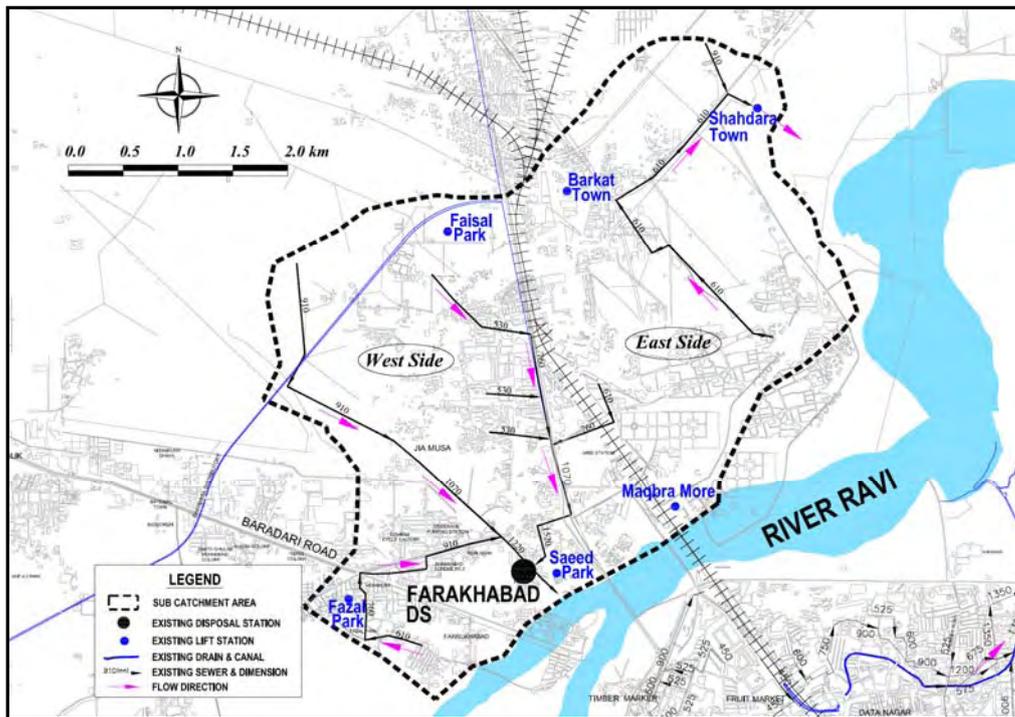


図 5.20 下水道施設位置図 (Shahdara エリア)

(2) Mehmood Booti エリア

Mehmood Booti エリアは WASA 管轄区域内の北東部に位置し、WASA は 1970 年代からこのエリアの下水道整備を実施している。現在、25 km の幹線、101 km の枝線、Mehmood Booti 下水ポンプ場、そして 10 ヶ所の中継ポンプ場が整備されている。図 5.21 に既存下水道施設の位置を示す。本エリア内の下水は Mehmood Booti ポンプ場（1997 年建設）に流集され、未処理のままラビ川へ排水されている。主要幹線の管径は $\varnothing 0.69 \text{ m} \sim \text{W}2.44 \times \text{H}2.13 \text{ m}$ であり、幹線の大部分の維持管理状況は良好である。しかし、南部域では、砂やゴミにより下水管が詰まって機能していない。そのためこの周辺に多くの中継ポンプ場が建設され、下水は中継ポンプ場を経由して、Shalimar Escape Channel に排水されている。

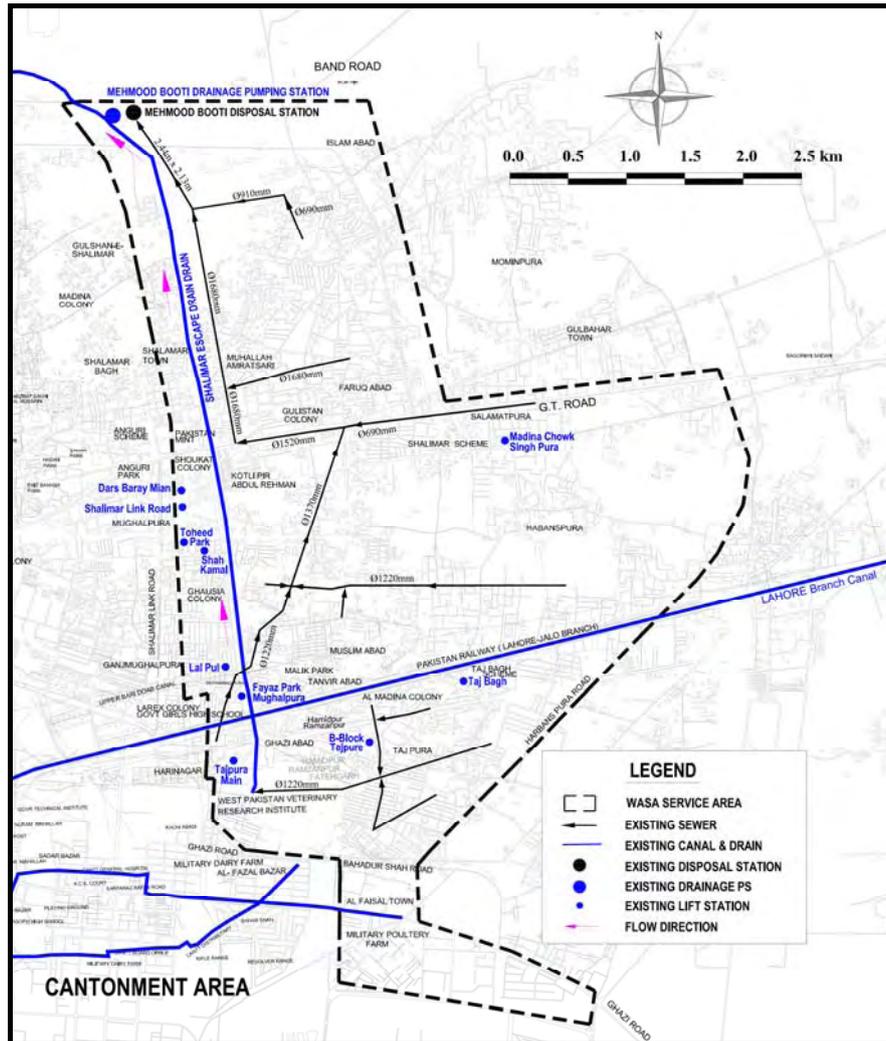


図 5.21 下水道施設位置図 (Mehmood Booti エリア)

(3) Khokhar Road エリア

Khokhar Road エリア (面積 29.19 km²) の下水道及び雨水排水施設は 1970 年代より整備されている。2009 年時点で、70 km の下水幹線、456 km の枝線、2 ヶ所の主要下水ポンプ場 (Khokhar Road、Shad Bagh の各ポンプ場)、Siddique Pura 排水ポンプ場そして 18 ヶ所の中継ポンプ場が整備されている。図 5.22 に既存下水道施設の位置を示す。前述した 3 つのポンプ場はすべて同じ敷地内にあり、更に下水、排水が流入してくるポンプ井を共有している。本エリア内の汚水、雨水は全てこれらのポンプ場に流集され、未処理のまま、ラビ川へ排水されている。既存下水管は鉄筋コンクリート管とレンガ製卵形管で構成されており下水管の大部分の維持管理状況は良好である。

Shad Bagh ポンプ場は 1982 年に建設され 6 台のポンプが設置されているが、内 4 台は老朽化のため機能が低下している。Khokhar Road ポンプ場 (1997 年建設) では既存の 4 台のうち 1 台が故障で稼動していない。

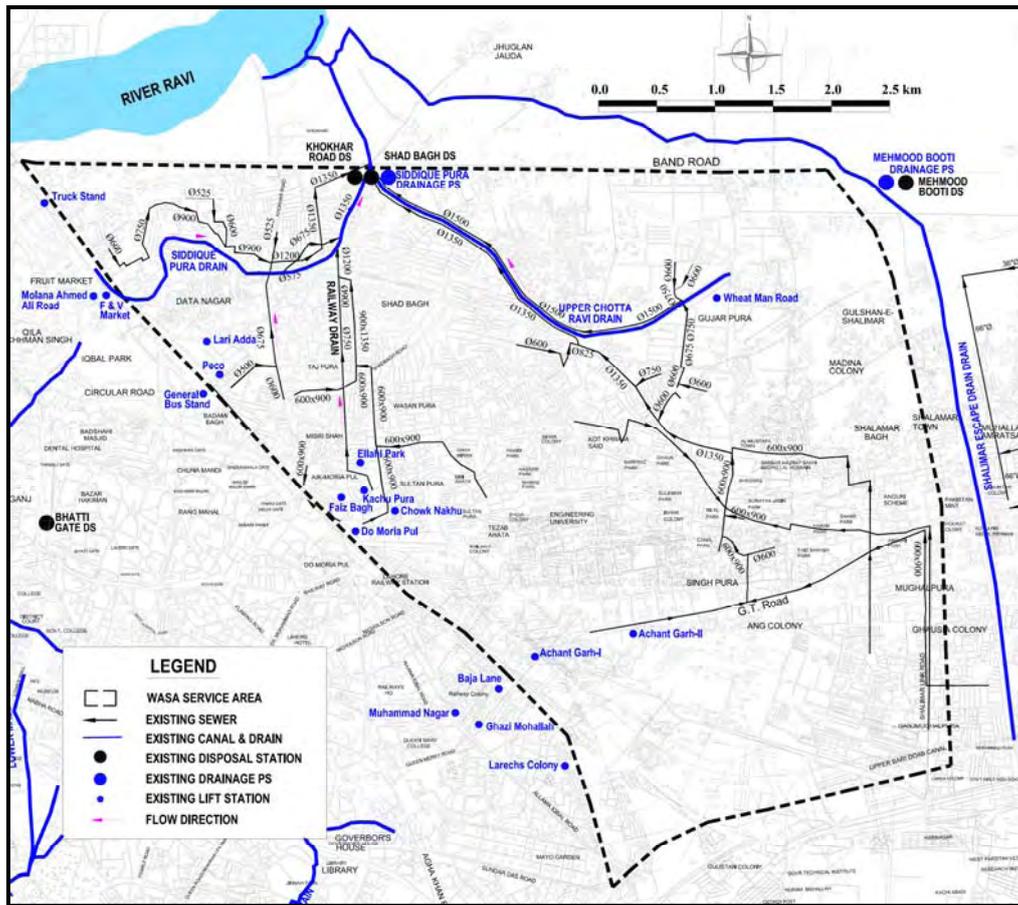


図 5.22 下水道施設位置図 (Khokhar Road エリア)

(4) Central エリア

Central エリアは旧市街を含むラホールの中心エリアであり、ラホールにおいて最も早くから（1930 年代）下水道整備が実施されている。現在、233 km の幹線、1,092 km の枝線、4 つの主要排水路、6 ヶ所の主要下水ポンプ場、2 ヶ所の雨水排水ポンプ場そして 27 ヶ所の中継ポンプ場が整備されている（図 5.23 参照）。下水幹線の多くは敷設後長期間が経過しているため、既に現況の発生排水量に対応できていない。そのため多くの下水が中継ポンプ場、既存下水道を経由して雨水排水路へ排出されており、雨水排水路の周辺環境に深刻な悪影響を及ぼしている。また本エリアからの下水は、Main Outfall No.1~3 ポンプ場、Gulshan-e-Ravi ポンプ場、Multan Road ポンプ場、Chotta Ravi 雨水排水ポンプ場、Babu Sabu 雨水排水ポンプ場のいずれかに流集され、未処理のままラビ川へ排水されている。

Multan Road ポンプ場（1982 年建設）は 6 台中 4 台、Gulshan-e-Ravi ポンプ場（1982 年建設）は 14 台中 8 台、Main Outfall No.1 ポンプ場（1945 年建設）は 10 台中 2 台、Main Outfall No.2 ポンプ場（1977 年建設）は 4 台中 2 台が老朽化により排出能力が低下している。

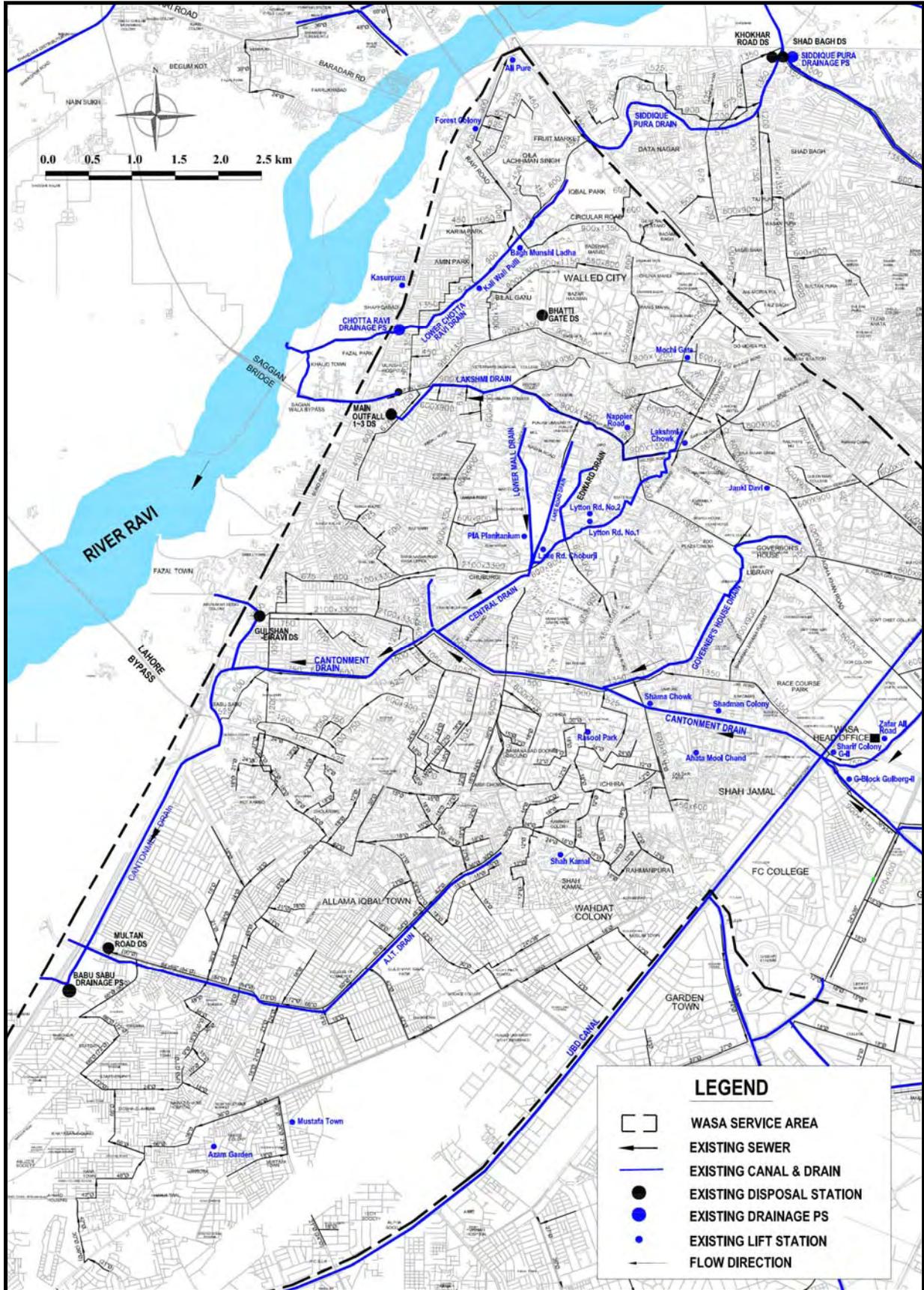


図 5.23 下水道施設位置図 (Central エリア)

(5) South エリア

South エリアの下水道施設は 2009 年時点で、213 km の幹線、894 km の枝線、主要ポンプ場である LMP Block 下水ポンプ場、そして 17 ヶ所の中継ポンプ場が整備されている(図 5.24 参照)。本エリアの北部域の下水管網は敷設後約 20~40 年経過しており、その多くが現況の発生汚水量に対応できていない。また、維持管理状況も悪く早急に対応が必要である。流集された下水は未処理のまま灌漑用水路に排水されるか、Sattu Katla Drain、Hudiara Drains を経由してラビ川へ排水されている。

新興地域である中部域および南部域の下水管網は建設されてから約 5~15 年を経ている。既存下水道は主要枝線と枝線のみで幹線は整備されていない。そのため、流集された下水は近くの排水路あるいは自然地に未処理のまま排水され、周辺環境に悪影響を及ぼしている。

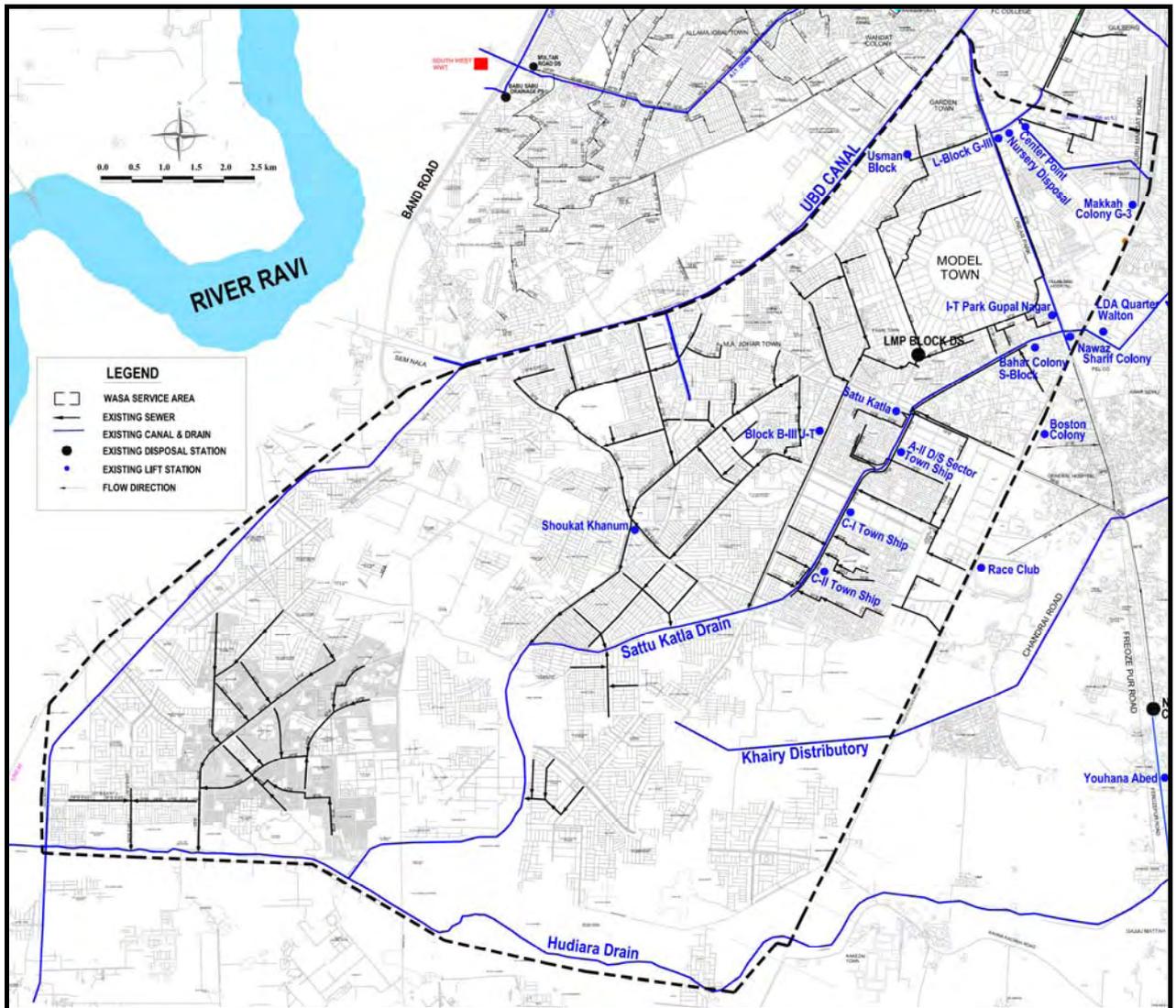


図 5.24 下水道施設位置図 (South エリア)

1985年に建設された LMP Block 下水ポンプ場に設置されている6台のポンプは全て順調に稼働している。

(6) South East エリア

本エリアは都市化が著しく進行しており、下水道整備が追いついていない。エリア内の下水道施設は2009年時点で、12 kmの幹線、150 kmの枝線、主要ポンプ場である Nishtar Colony 下水ポンプ場、そして1ヶ所の中継ポンプ場となっている(図 5.25 参照)。既設幹線径は $\varnothing 0.53\text{m}$ ~ $2.13 \times 1.83 \text{ m}$ (ボックスカルバート)で、流集された下水は Nishtar Colony 下水ポンプ場を経由して未処理のまま Hudiarra Drain へ排水されている。しかしながら、本エリアの大部分ははまだ下水管網の整備がされておらず、今後早急な整備が望まれる。

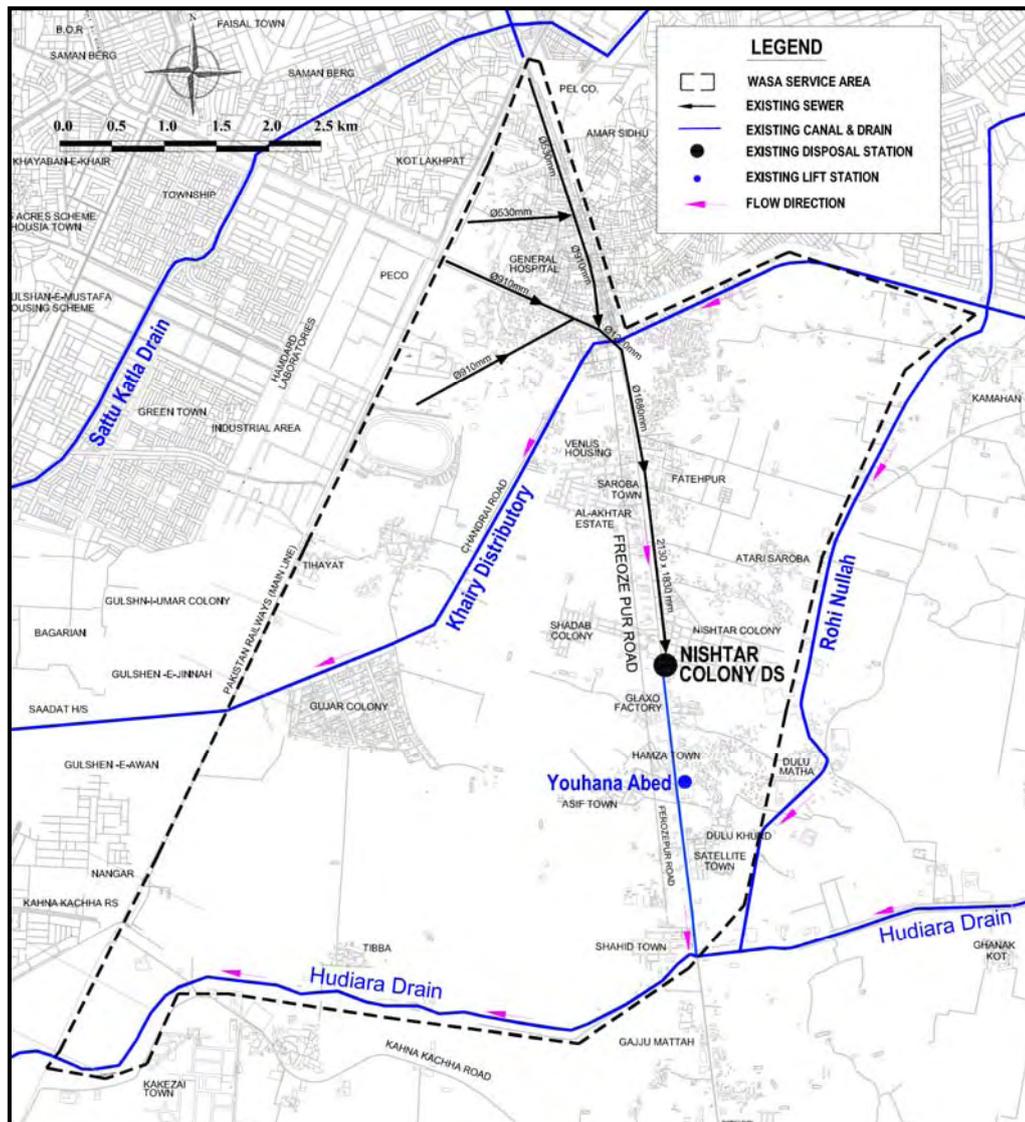


図 5.25 下水道施設位置図 (South East エリア)

5.3.2 Cantonment エリア

Cantonment エリアはラホールの東に位置し、2009 年時点で面積約 93.5 km²、人口約 755,000 人となっている。Cantonment エリア内は、更に管轄機関の違いから、Lahore Cantonment エリア、Walton Cantonment エリア、DHA エリアに分かれる。図 5.26 に各エリアを示す。

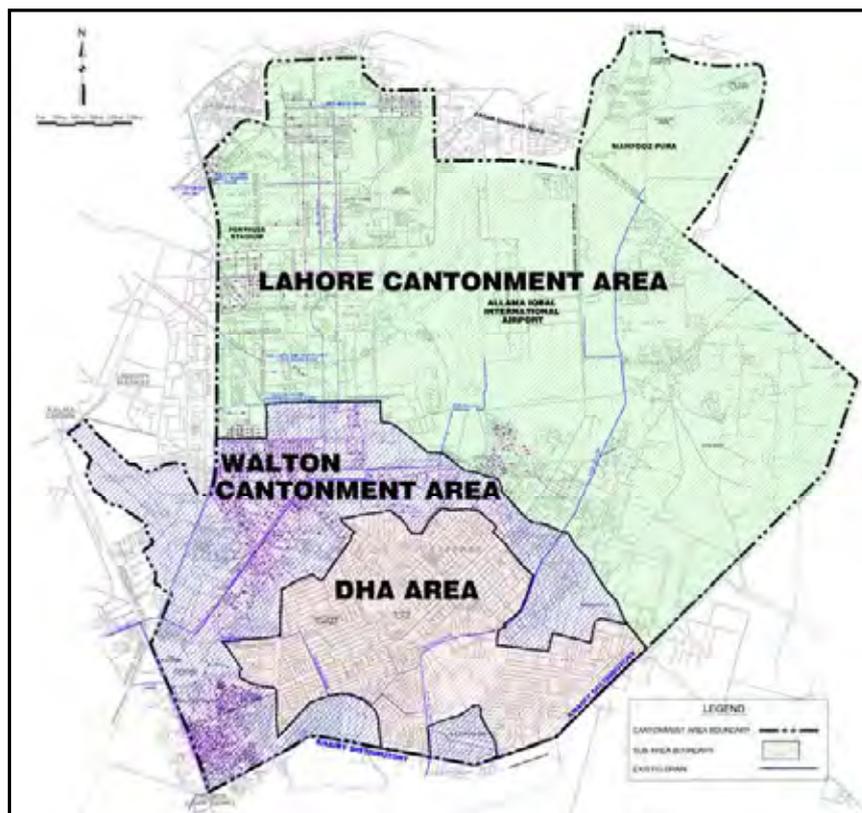


図 5.26 Cantonment エリア内の分区

(1) Lahore Cantonment エリア

Lahore Cantonment エリアは面積 58.7 km²、人口 275,000 人 (共に 2009 年時点) であり、既存下水道システムは、鉄筋コンクリート製下水管 (Ø0.23~0.76m) と 11 ヶ所の中継ポンプ場で構成されている (図 5.27 参照)。このエリアから発生する下水は最終的に Cantonment Drain あるいは Rohi Nullah に未処理のまま排水されている。

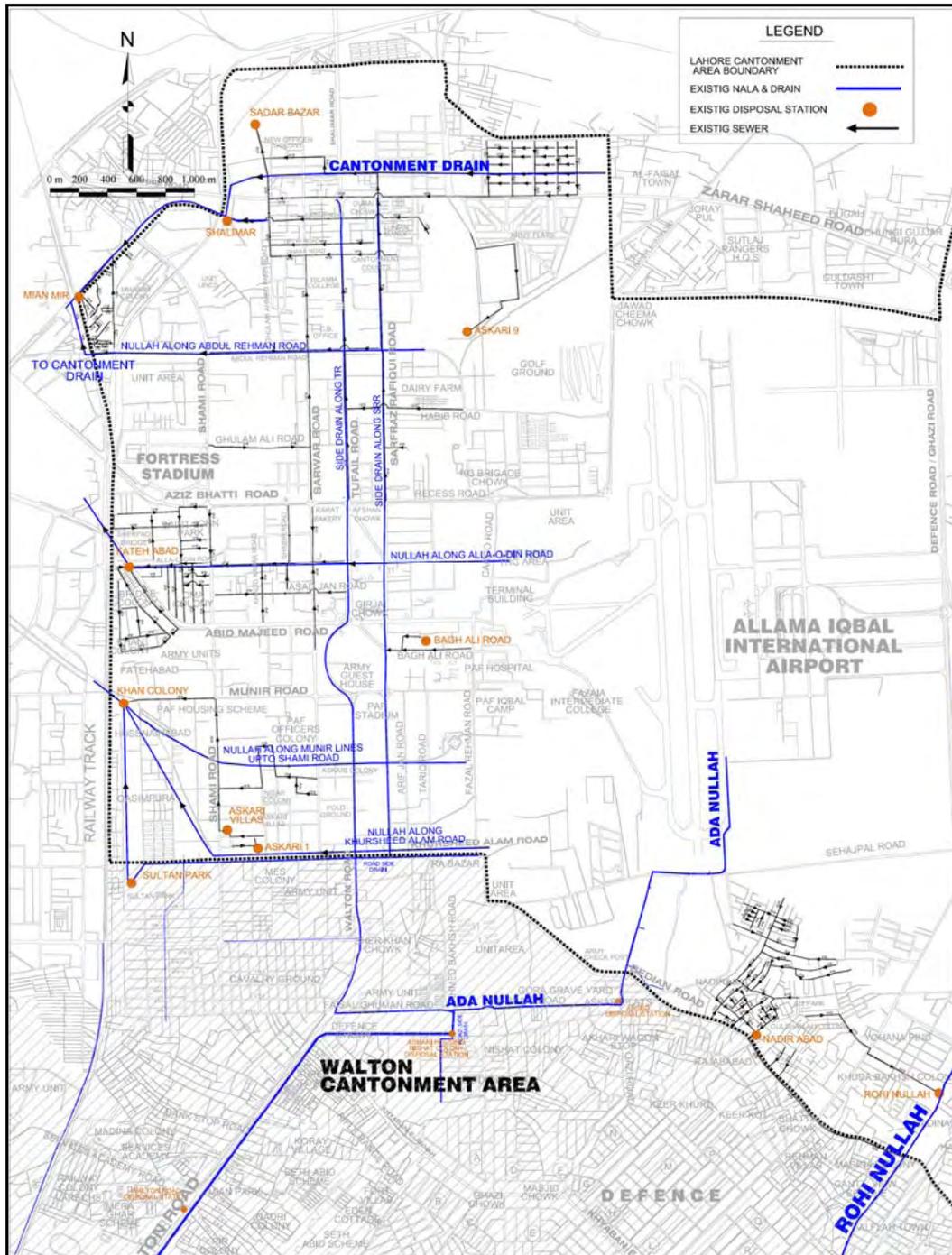


図 5.27 既存下水道システム (Lahore Cantonment エリア)

(2) Walton Cantonment エリア

Walton Cantonment エリアは面積 19.6 km²、人口 288,000 人 (共に 2009 年時点) であり、既存下水道システムは、鉄筋コンクリート製下水管 (Ø0.23~1.07m) と 14 ヶ所の中継ポンプ場で構成されている (図 5.28 参照)。このエリアから発生する下水は最終的に ADA Nullah、Cantonment Drain、Rohi Nullah のいずれかに未処理のまま排水されている。

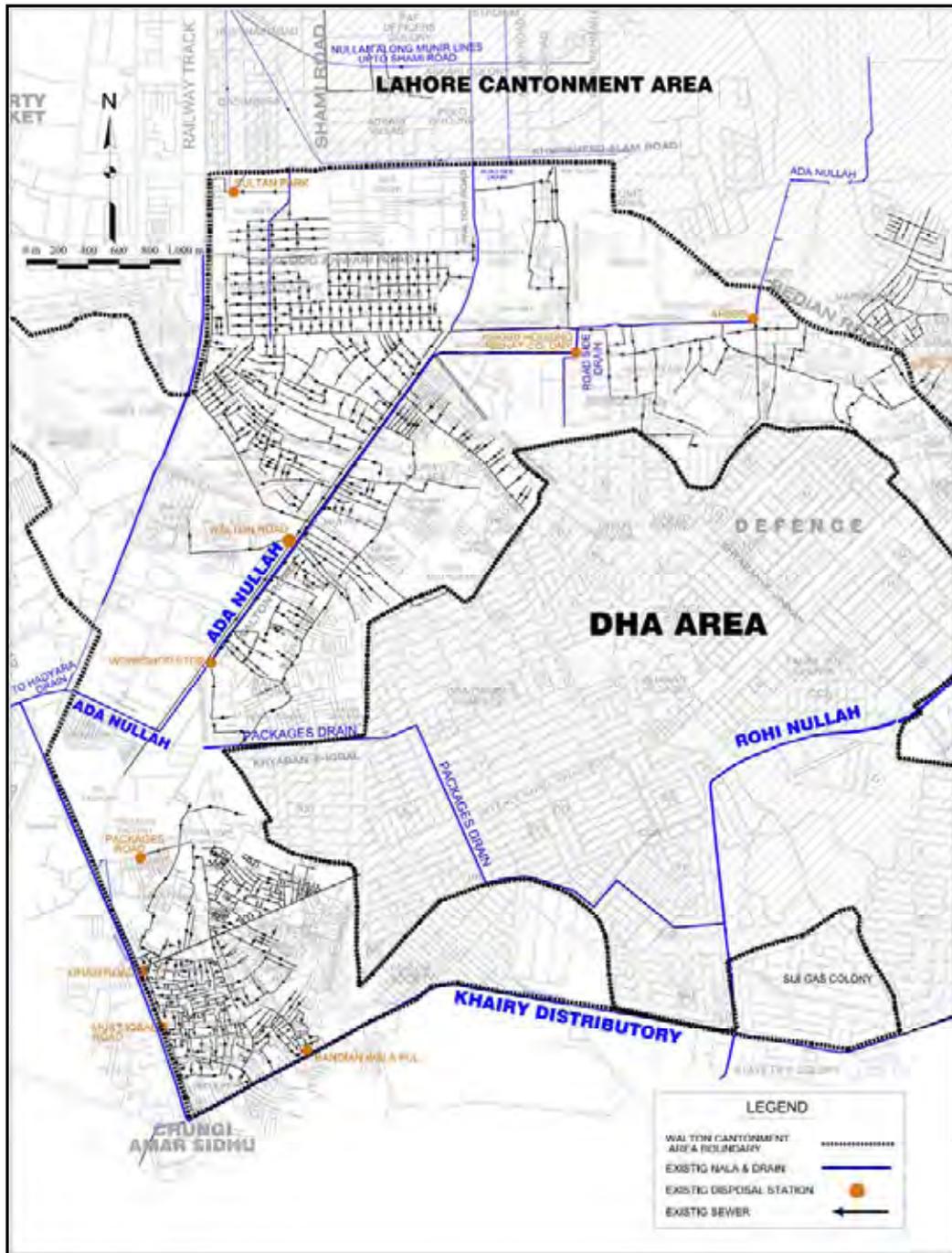


図 5.28 既存下水道システム (Walton Cantonment エリア)

(3) Defense Housing Authority (DHA)エリア

DHA エリアは面積 15.2 km²、人口 192,000 人（共に 2009 年時点）であり、既存下水道システムは、鉄筋コンクリート製下水管（ $\phi 0.23 \sim 1.5\text{m}$ ）と 2ヶ所の中継ポンプ場で構成されている。エリア内の下水道整備率は 100%で、各家庭、商店、レストラン等にも全て腐敗槽（Septic Tank）が整備されている。このエリアから発生する下水は全て Rohi Nullah に未処理のまま排水されている。中継ポンプ場の位置を図 5.29 に示す。

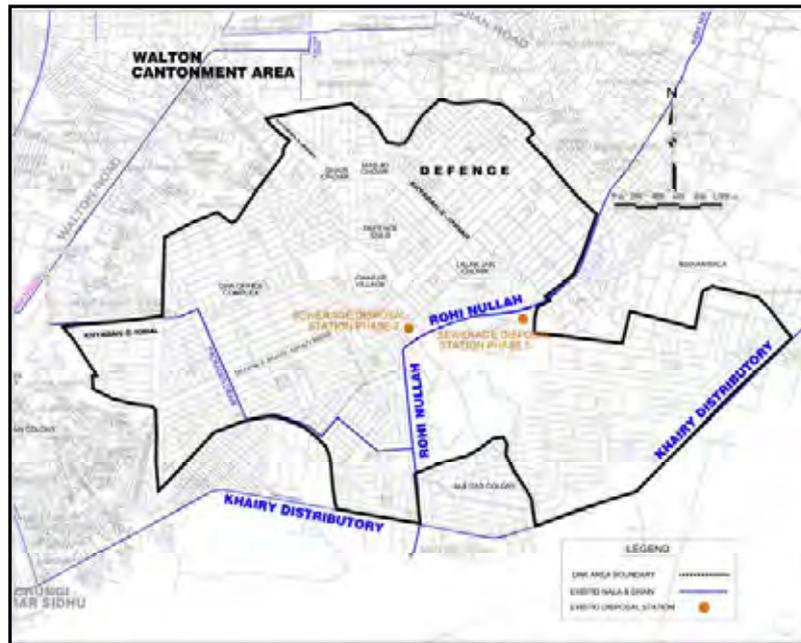


図 5.29 既設中継ポンプ場位置図

5.3.3 TMA (Town Municipal Administrator) エリア

本調査対象地域内には、Iqbal Town、Nishtar Town、Aziz Bhatti Town、Wahga Town、Ravi Town、Data Gunji Bakhsh Town、Samanabad Town が含まれている。Ravi Town、Data Gunji Town、Samanabad Town の3つのタウンは WASA 管轄エリア内に含まれているため下水道・排水施設も WASA の施設を利用している。

各 TMA は土木施設部局を設けているが、主な活動内容は集落内の小規模な道路、道路排水施設の施工およびその維持管理である。下水道、雨水排水事業に関しては Public and Health Engineering Department (PHED)が計画立案、事業実施を行っている。但し、施設工事完了後の維持管理活動は TMA によって実施されている。

TMA エリア内には小規模な下水管網、数ヶ所の下水ポンプ場が建設されているが、幹線排水路や排水ポンプ場は整備されていない。

PHED が 2009 年に実施を予定している下水道、排水事業およびこれまでに建設されたポンプ場位置を図 5.30 に示す。

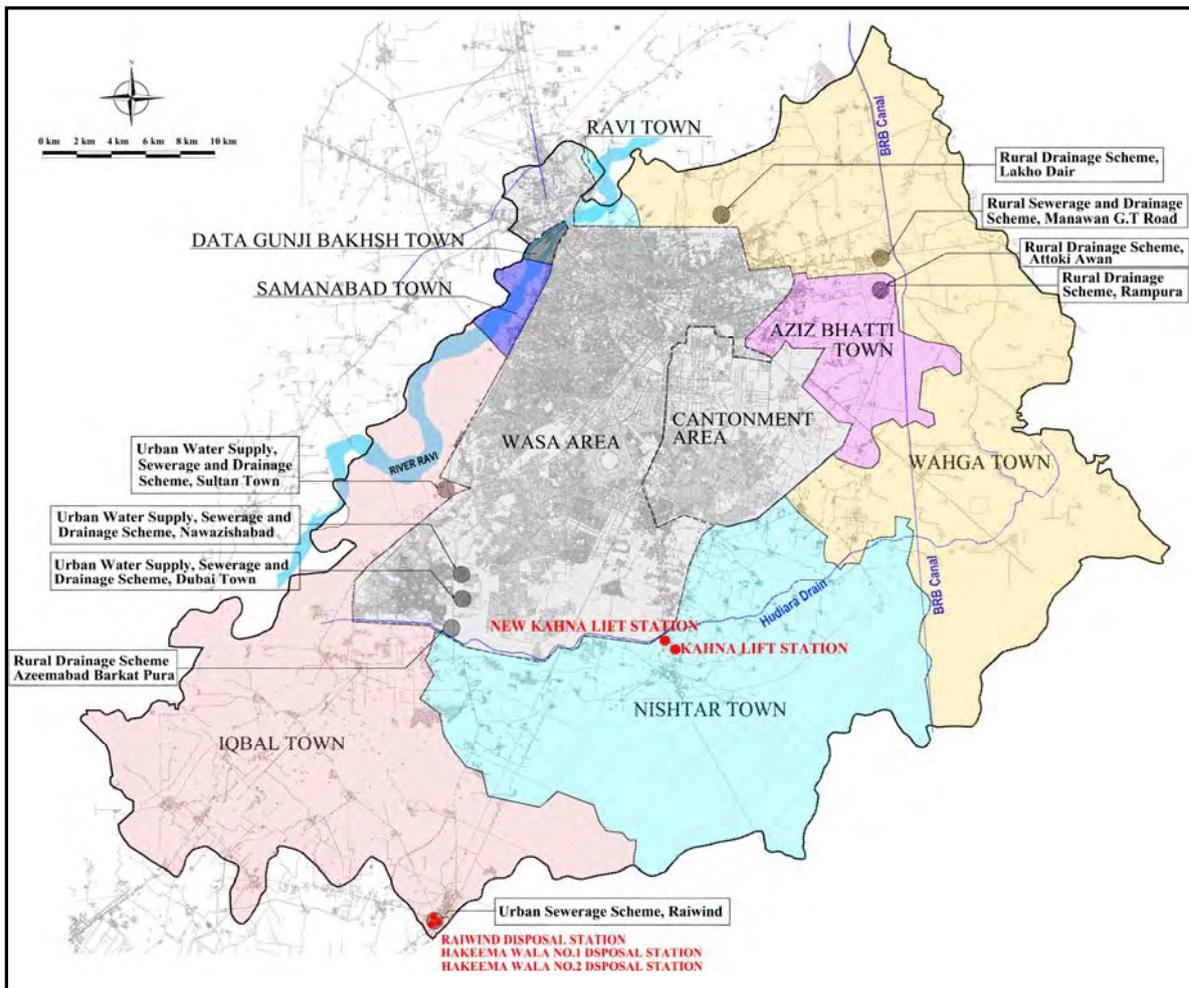


図 5.30 PHED による下水道・排水事業（2009 年）および既設ポンプ場位置図

5.4 排水施設

5.4.1 WASA 管轄エリア

ラホールは南西方向に向かって緩やかな勾配で下っているが、地形は比較的平坦である。WASA 管轄区域は、地形特性、既存排水路網により 7 排水区に分かれている（図 5.31 参照）。

WASA 管轄区域の既設排水施設は幹線排水路 82.15 km、二次排水路 133.53 km、4ヶ所の排水ポンプ場であり、幹線排水路は 12 の主要幹線で構成される。各流域の既設排水施設の概要を表 5.15 に、主要幹線および排水ポンプ場の位置図を図 5.32 に示す。

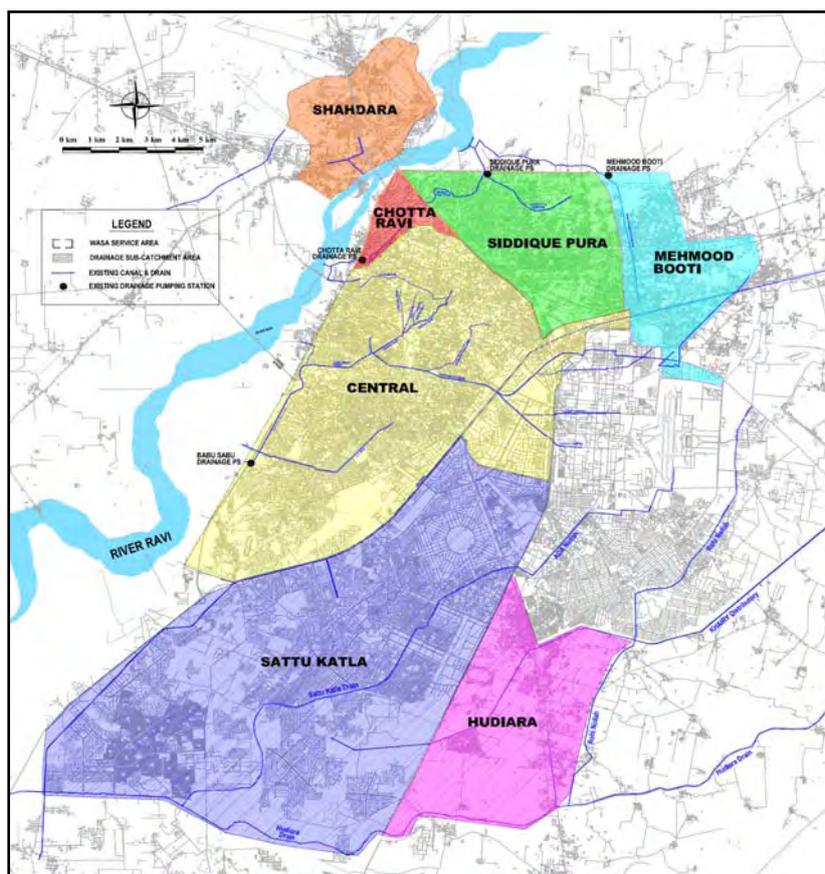


図 5.31 WASA 管轄区域および排水区

表 5.15 排水区の概要

小流域	面積 (km ²)	主要幹線	排水路延長 (km)			排水 ポンプ場
			総計	幹線	二次幹線	
Shahdara	18.44	- Shahdara Drain - Farakhabad Drain	6.85	4.11	2.74	-
Mehmood Booti	22.79	- Shalimar Escape Drain	17.02	5.03	11.99	Mehmood Booti
Siddique Pura	29.19	- Siddique Pura Drain - Railway Drain - Upper Chotta Ravi Drain	6.71 5.83 6.25	3.51 2.83 4.27	3.20 3.00 1.98	Siddique Pura
Chotta Ravi	4.78	- Lower Chotta Ravi Drain	7.89	2.13	5.76	Chotta Ravi
Central	95.48	- Cantonment Drain - Central Drain - AIT Drain	49.26 15.71 14.97	15.39 4.42 6.80	33.87 11.29 8.17	Babu Sabu
Sattu Katla	138.95	- Sattu Katla Drain	61.69	11.43	50.26	-
Hudiara	39.65	- Hudiara Drain	37.65	22.23	15.42	-
合計	350.85	12	215.68	82.15	133.53	4

出典：WASA 2009、現況調査結果（JICA 調査団 2009）

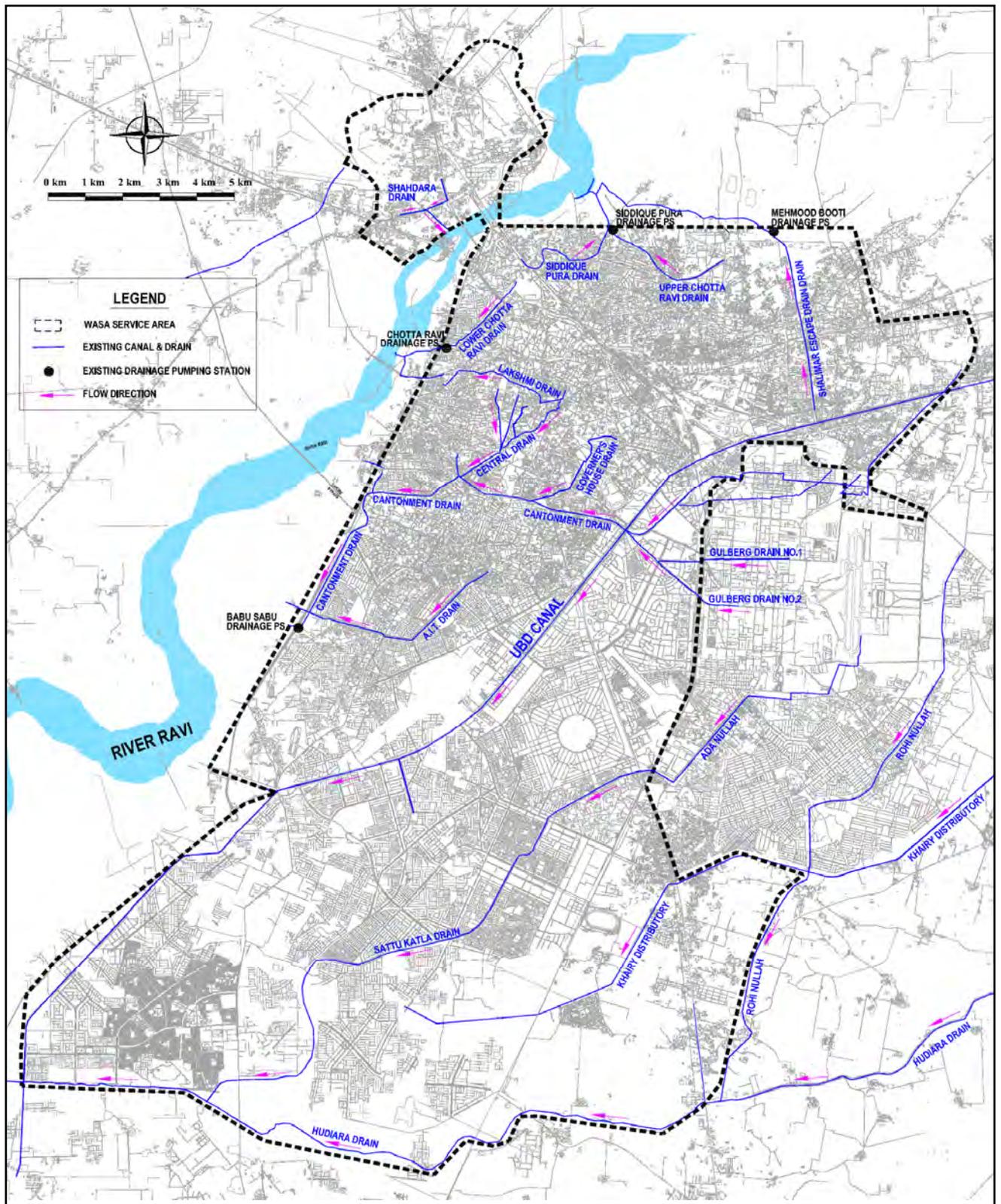


図 5.32 主要排水路および既設ポンプ場位置図

(1) Shahdara エリア

Shahdara エリアは排水面積約 18.45 km² で、WASA は 1980 年代からこのエリアの排水整備に着手している。このエリアは中央部を南北に鉄道が横断しているため、鉄道線路を境に西部流域と東部流域に分かれる。西部流域の排水システムのメインとなる幹線は Shahdara Drain で延長 4.11 km、幅 3.7~15.3 m、高さ 1.5~3.0 m となっている。この排水路には現在多くの下水が流入しているため、乾季でもほぼ満水状態になっている。更に多くのごみ、廃棄物が水路内に投棄されていることも水路断面を縮小させる原因となっている。このエリアには排水ポンプ場はなく、排水自然排水でラビ川へ排出されている。

東部流域には幹線を主体とした排水システムがなく、道路排水路や街路排水路のみであるため早急に排水システムの構築が望まれる。図 5.33 に本エリアの排水路位置図を示す。

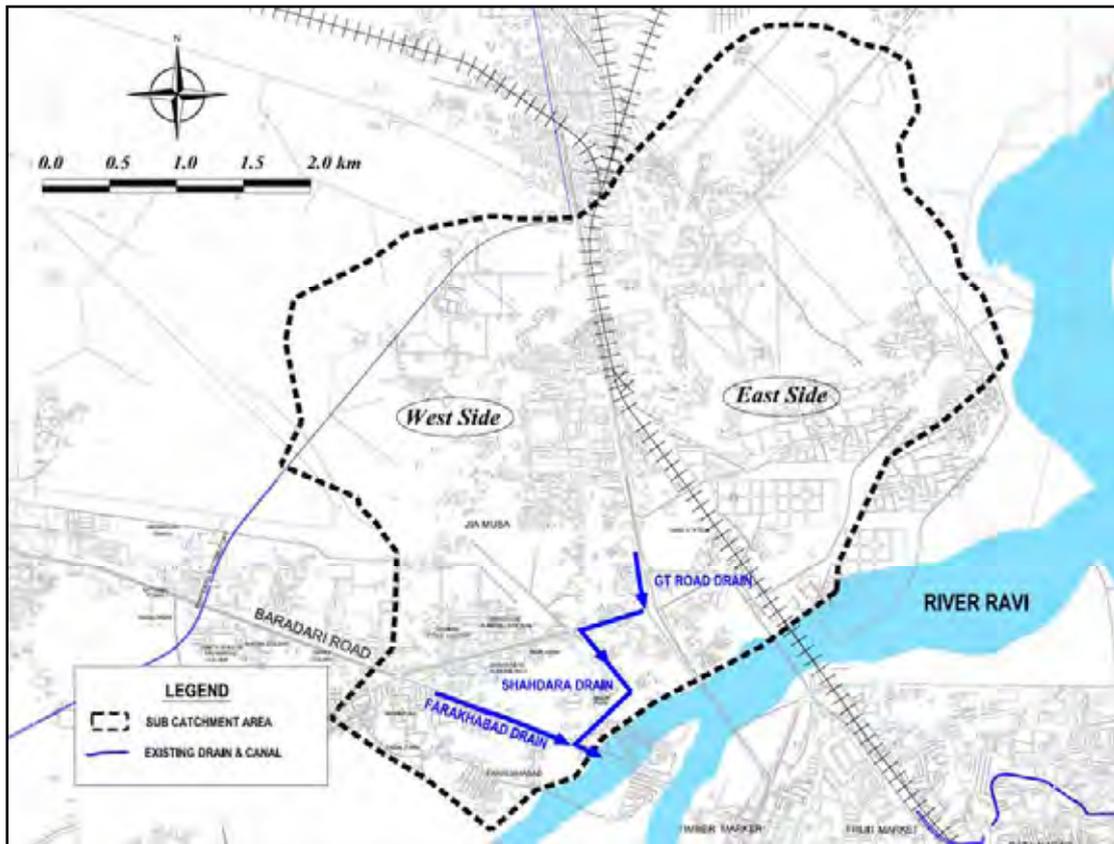


図 5.33 排水路位置図 (Shahdara エリア)

(2) Mehmood Booti エリア

Mehmood Booti エリアの流域面積約 22.79 km² であり、WASA は 1970 年代からこのエリアの排水整備を実施している。このエリアの排水システムはメインとなる幹線 Shalimar Escape Drain (延長 5.03 km、幅 13.1~17.7 m、高さ 2.0~3.0 m)、二次排水路 (総延長 11.99

km) および Mehmood Booti 排水ポンプ場で構成されている (図 5.34 参照)。Shalimar Escape Drain の維持管理状況は比較的良好であるが、一部で近隣の家畜が水路内に出入りすることによる水路の破損が見られる。更に、この排水路には多くの下水が流入しているため、乾季でもほぼ満水状態になっている。

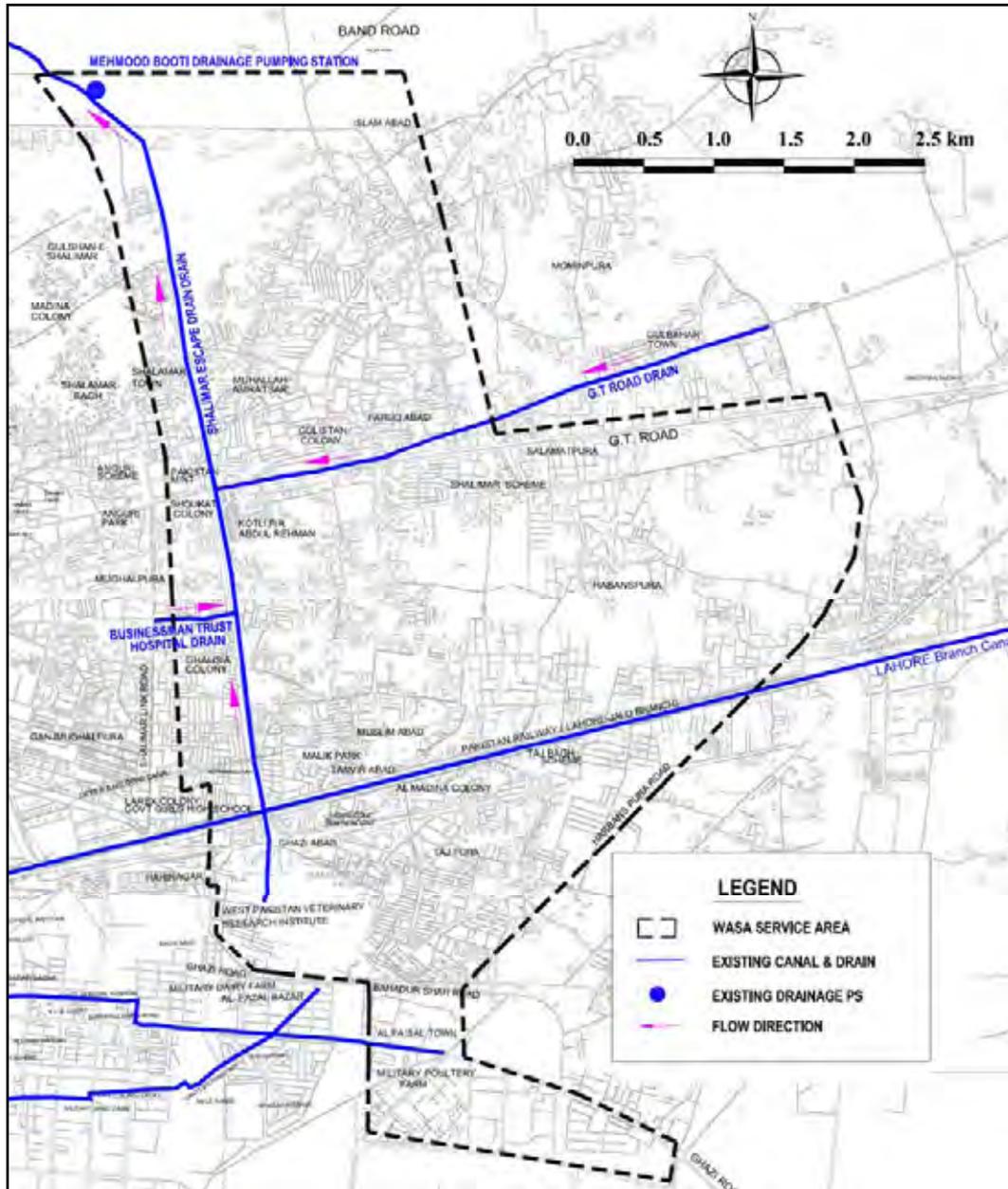


図 5.34 排水施設位置図 (Mehmood Booti エリア)

(3) Siddique Pura エリア

排水面積約 29.19 km² である Siddique エリアの排水システムは、メインとなる 3 つの幹線 Siddique Pure Drain、Railway Drain、Upper Chotta Ravi Drain と二次排水路 (総延長 8.18 km) 及び、Siddique Pure 排水ポンプ場と 2 ヶ所の下水ポンプ場で構成されている (図 5.35

参照)。このエリア内の3ヶ所のポンプ場は同じ敷地内にあり、なおかつ一つのポンプ製を共用している。

Siddique Pure Drain (延長 3.51 km) は最初 1970 年代に開水路として建設されたが 1998 年にボックスカルバートタイプの暗渠に改造された。Railway Drain (延長 2.83 km) も同様に 1970 年代建設当時は開水路であったが、2005 年にボックスカルバートタイプの暗渠に改造された。Upper Chotta Ravi Drain (延長 4.27 km) は 1970 年代の建設当時から開水路であるが 1998 年に幅が 5.0 m から 8.0 m へ、高さが 2.0 m から 4.0 m と改造された。Siddique Pure Drain、Railway Drain、Upper Chotta Ravi Drain についてはほぼ全線において維持管理状況が非常に良好であるが Upper Chotta Ravi Drain の一部分、ポンプ場に近いヶ所で家畜の排水路への出入りによる排水路の破損が確認されている。

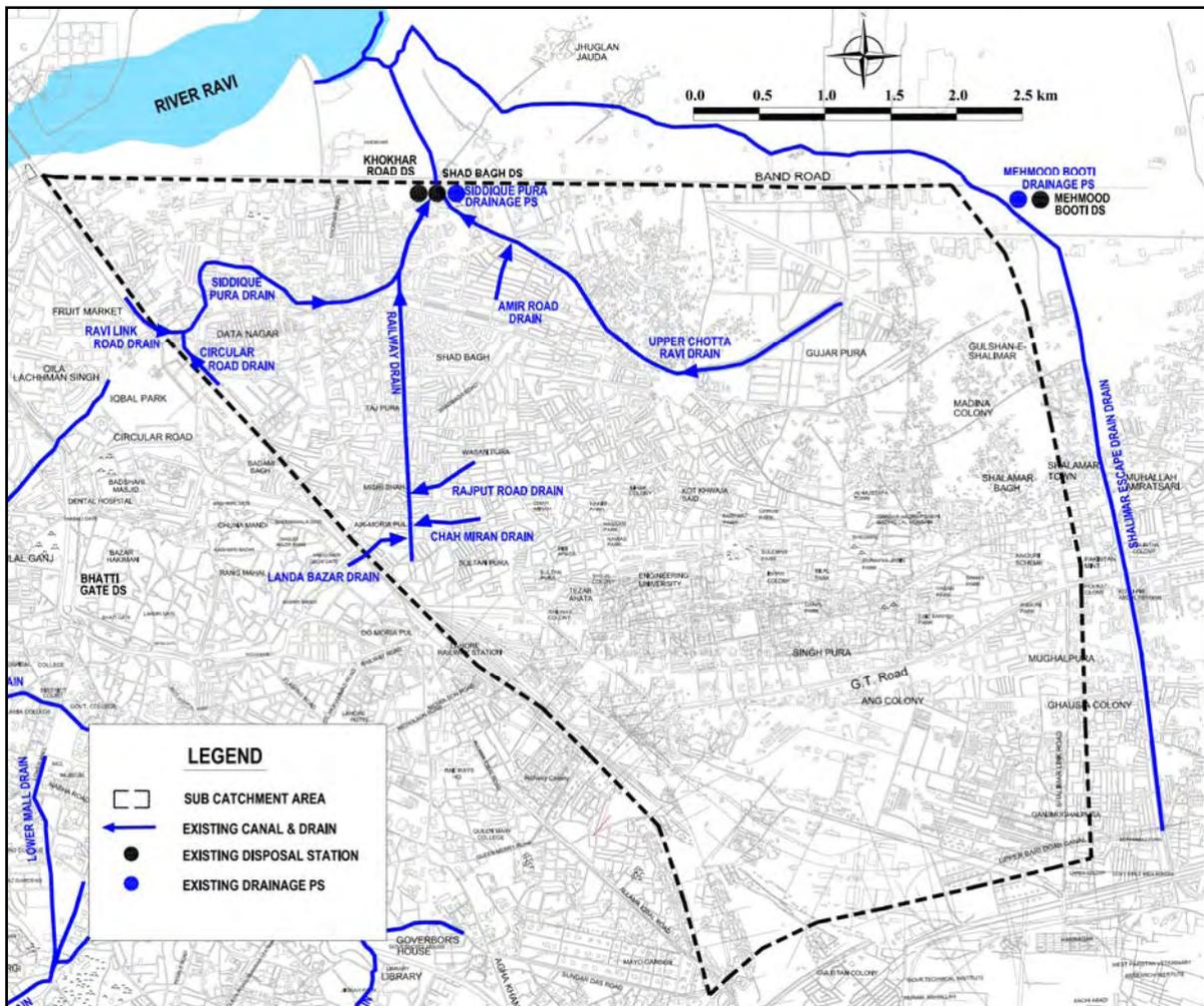


図 5.35 排水施設位置図 (Siddique Pura エリア)

(4) Chotta Ravi エリア

このエリアは 1960 年代後半より排水システムの整備が進められている。排水面積は約 4.78km² で、排水システムはメインとなる幹線 Lower Chotta Ravi Drain (延長 2.13 km、幅

5.0～5.5 m、高さ 1.5～2.0 m) と二次排水路 (総延長 5.76km) 及び、Chotta Ravi 排水ポンプ場で構成されている (図 5.36 参照)。

Lower Chotta Ravi Drain 沿いには排水路に面して住居、商店等が立ち並んでいるため、清掃機材の搬入が難しく、維持管理作業に支障をきたしている。そのため多くのごみ、廃棄物が投棄・堆積しているため排水路断面が縮小されている。また、住居、商店からの下水が多く排出されるため、乾季でも満水状態になっており雨季降雨時の雨水排水に支障をきたしている。

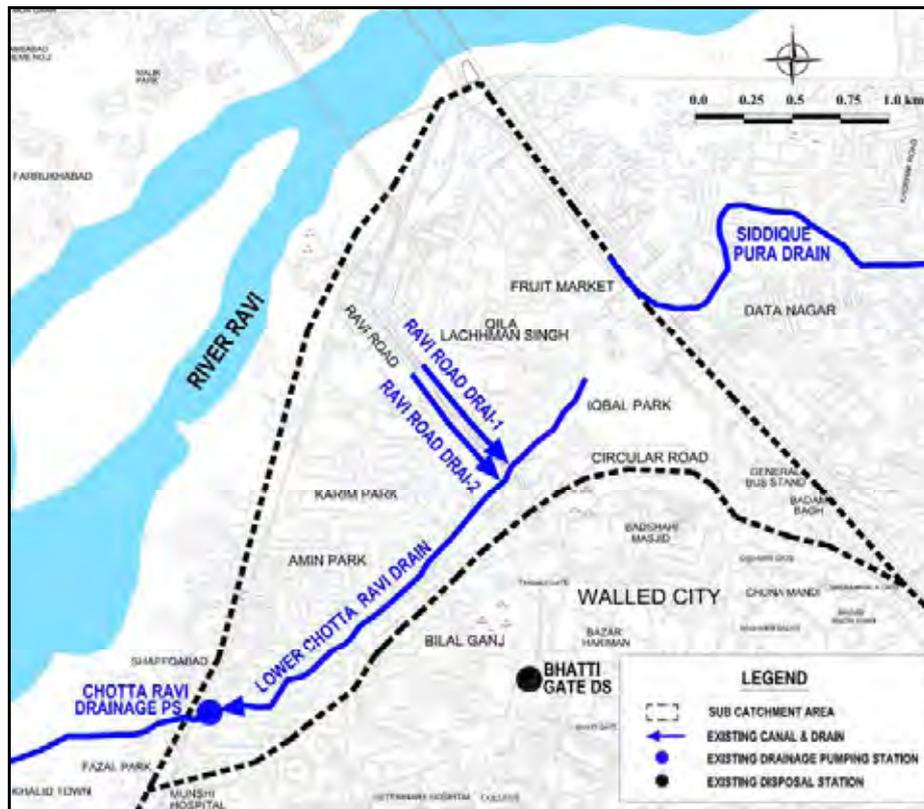


図 5.36 排水施設位置図 (Chotta Ravi エリア)

(5) Central エリア

本エリアはラホール市の中心部であり、古くから排水システムの整備が進められている。流域面積は約 95.48 km² で、排水システムは、メインとなる 3つの幹線 Cantonment Drain、Central Drain、AIT Drain と二次排水路 (総延長 53.33km) 及び、Babu Sabu 排水ポンプ場で構成されている (図 5.37 参照)。

Central Drain は Cantonment Drain に流入する主要幹線の一つであり、幅 3.5～9.5 m、高さ 1.2～3.8 m の開水路である。Central Drain の中流部から上流部にかけては排水路に面して住居、商店等が立ち並んでいるため、清掃機材の搬入が難しく、維持管理作業に支障

をきたしている。そのため多くのごみ、廃棄物が投棄・堆積しているため排水路断面が縮小されている。また全線を通じて多くの地点で汚水が流入しているため、乾季でも満水状態になっており、雨季の浸水被害を増幅させる大きな原因となっている。

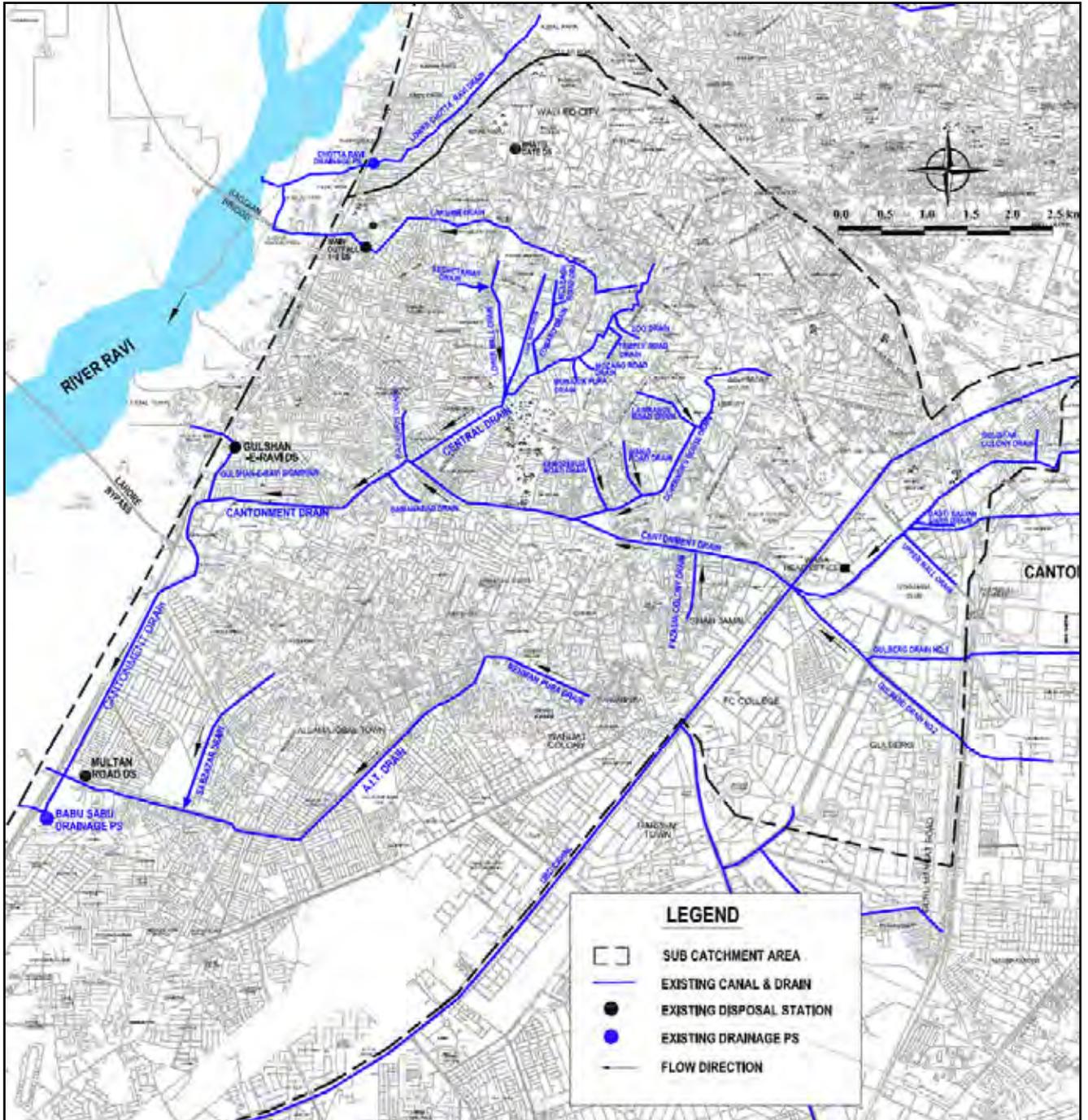


図 5.37 排水施設位置図 (Central エリア)

AIT Drain (幅 2.0~5.0 m、高さ 1.2~2.0 m) も Cantonment Drain に流入する主要幹線の一つである。この排水路の上流部は比較的維持管理状況が良好であるが、中下流部での

ごみ、廃棄物、汚泥の堆積状況はひどく、また多くに地点で下水が流入していることから断面の縮小および乾季の満水状態が雨季の浸水被害を引き起こしている。

Cantonment Drain は本エリア内最大の排水路であり、総延長 15.40 km、幅 5.0～26.0 m、高さ 1.5～4.0 m となっている。全線を通じて維持管理状況は良好であるが、直接あるいは中継ポンプ場を経由しての下水の流入量が多く、また部分的にごみ、廃棄物、汚泥の体積がひどいヶ所もあり、大きな環境問題となっている。

(6) Sattu Katla エリア

本エリアの排水システムはメインとなる幹線 Sattu Katla Drain (延長 11.43 km、幅 4.0～30.0 m、高さ 1.5～5.0 m) と二次排水路 (総延長 38.83km) で構成されており、排水ポンプ場はない (図 5.38 参照)。

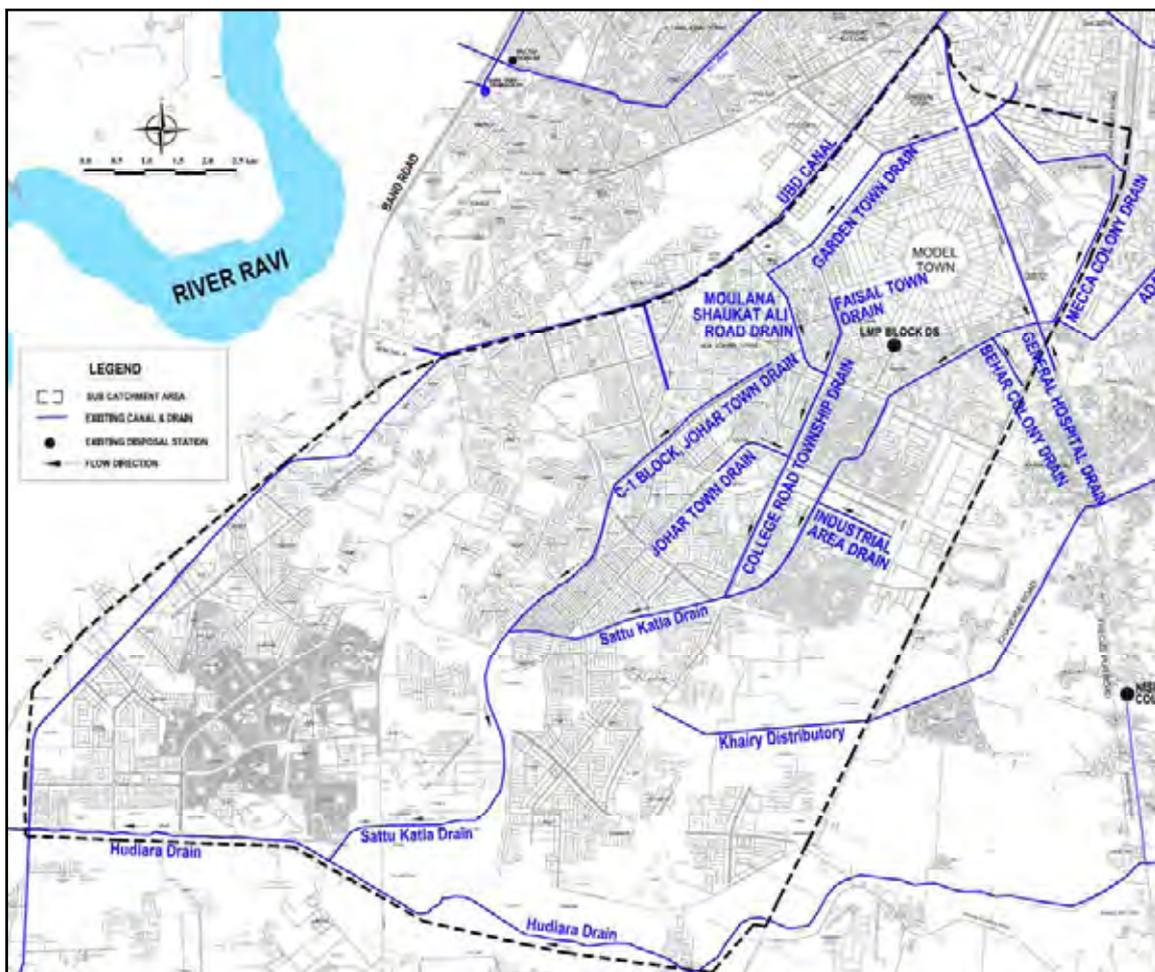


図 5.38 排水施設位置図 (Sattu Katla エリア)

本エリアは市街化、都市化の進行が著しく、そのため排水システムの未整備が深刻な環境問題を引き起こしている。特に Sattu Katla Drain 沿いには多くの工場が立ち並んでいるため、それらの工場からの未処理下水が排水路に排出され環境の悪化を招いている。

また未処理下水の排出の問題だけでなく、ごみ、廃棄物の投棄による排水路の断面縮小問題も大きな問題の一つとなっている。

(7) Hudiara エリア

本エリアの排水面積は約 39.65 km² で排水システムはメインとなる幹線 Hudiara Drain (延長 22.23 km、幅 5.0~30.0 m、高さ 1.5~6.0 m) と二次排水路 (総延長 15.42 km) で構成されており、排水ポンプ場はない (図 5.39 参照)。排水施設の未整備地区が多く、それらの地区では雨水排水は空き地に自然排水されている。

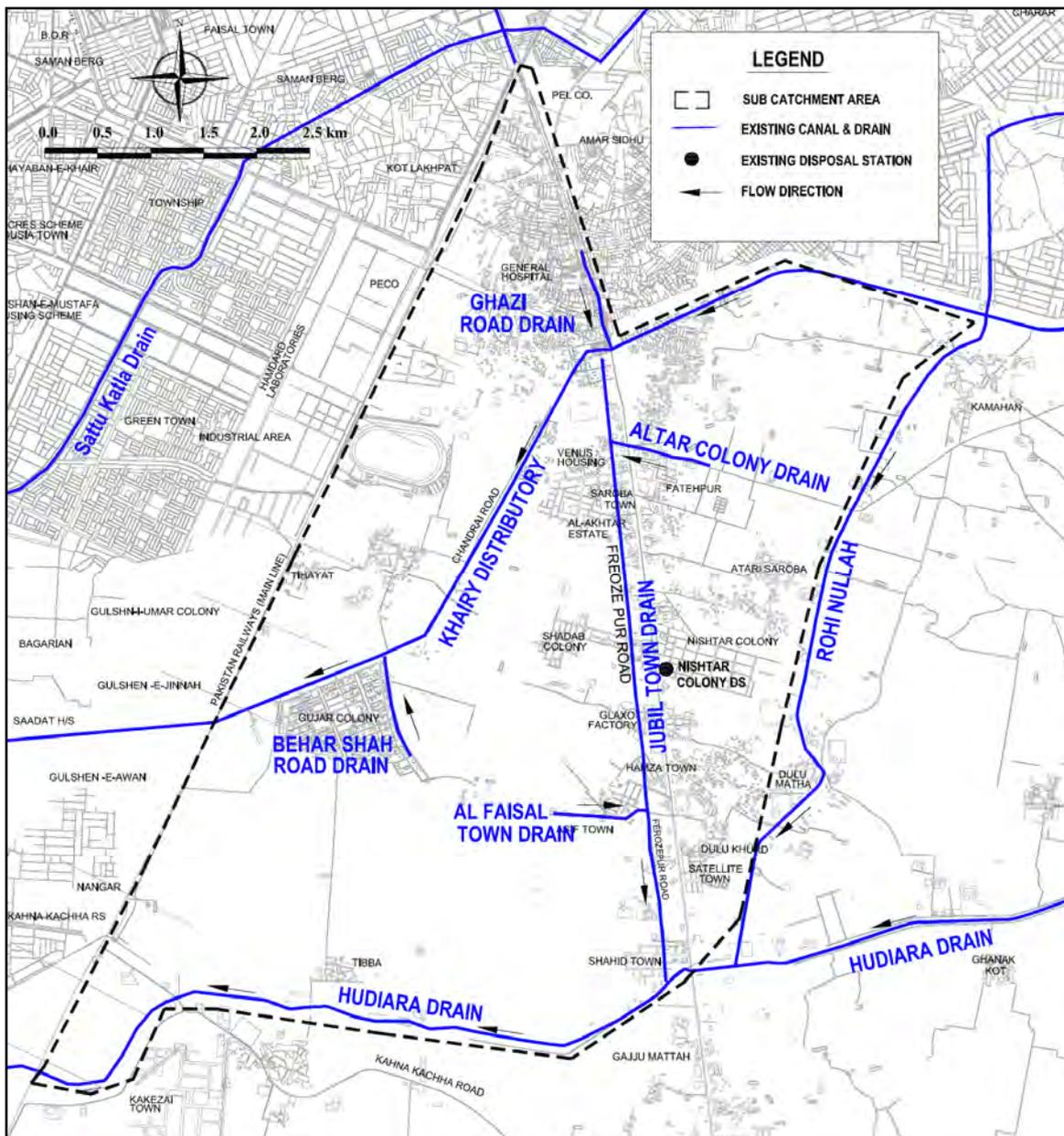


図 5.39 排水施設位置図 (Hudiara エリア)

Hudiara Drain の上流はインド国領域にあり、パキスタン国、インド国の両国からの未処理下水が流入している状況である。そのため廃棄物、汚泥等の堆積による水路断面の

本エリア内の Cantonment Drain へは、6ヶ所の中継ポンプ場から下水が排出されている。また多くのごみ、廃棄物の投棄による断面の縮小が確認されている。ADA Nullah は延長 8.50 km、水路底面幅 3.0～3.7 m、水路上部幅 3.0～5.5 m、高さ 0.9～2.1 m で、本エリアから Walton Cantonment エリアを通過し、最終的に Sattu Katla Drain に流入している。この水路もごみ、廃棄物の投棄による断面縮小が問題となっている。Rohi Nullah は延長 18.4 km で、北から南へと流下し、最終的に Hudiarra Drain に流入する。この排水路はごみや廃棄物の投棄による断面縮小だけでなく、多くの区間で植物の繁殖が著しく流下阻害の問題も引き起こしている。

(2) Walton Cantonment エリア

本エリアの排水システムは、Lahore Cantonment エリアと同様の 3 つの幹線排水路 Cantonment Drain、ADA Nullah、Rohi Nullah に、Ferozpur Road Nullah を加えた 4 つの幹線排水路で構成されている (図 5.41 参照)。また Lahore Cantonment エリア同様に、幹線排水路に多くの地点で下水が流入しており、雨水排水路としての機能が著しく低下している。Cantonment Drain、ADA Nullah、Rohi Nullah については前述したとおりで、ここでの記述は省略する。

Ferozpur Road Nullah は幅 0.9～3.0 m、高さ 0.6～3.3 m で、4ヶ所の中継ポンプ場から下水が流入している。現在の排水路の状況は区間によって大きく異なり、維持管理状況が非常に良好な区間もあるが、ごみ、廃棄物の投棄、汚泥の堆積による水路の閉塞が確認される区間も存在している。

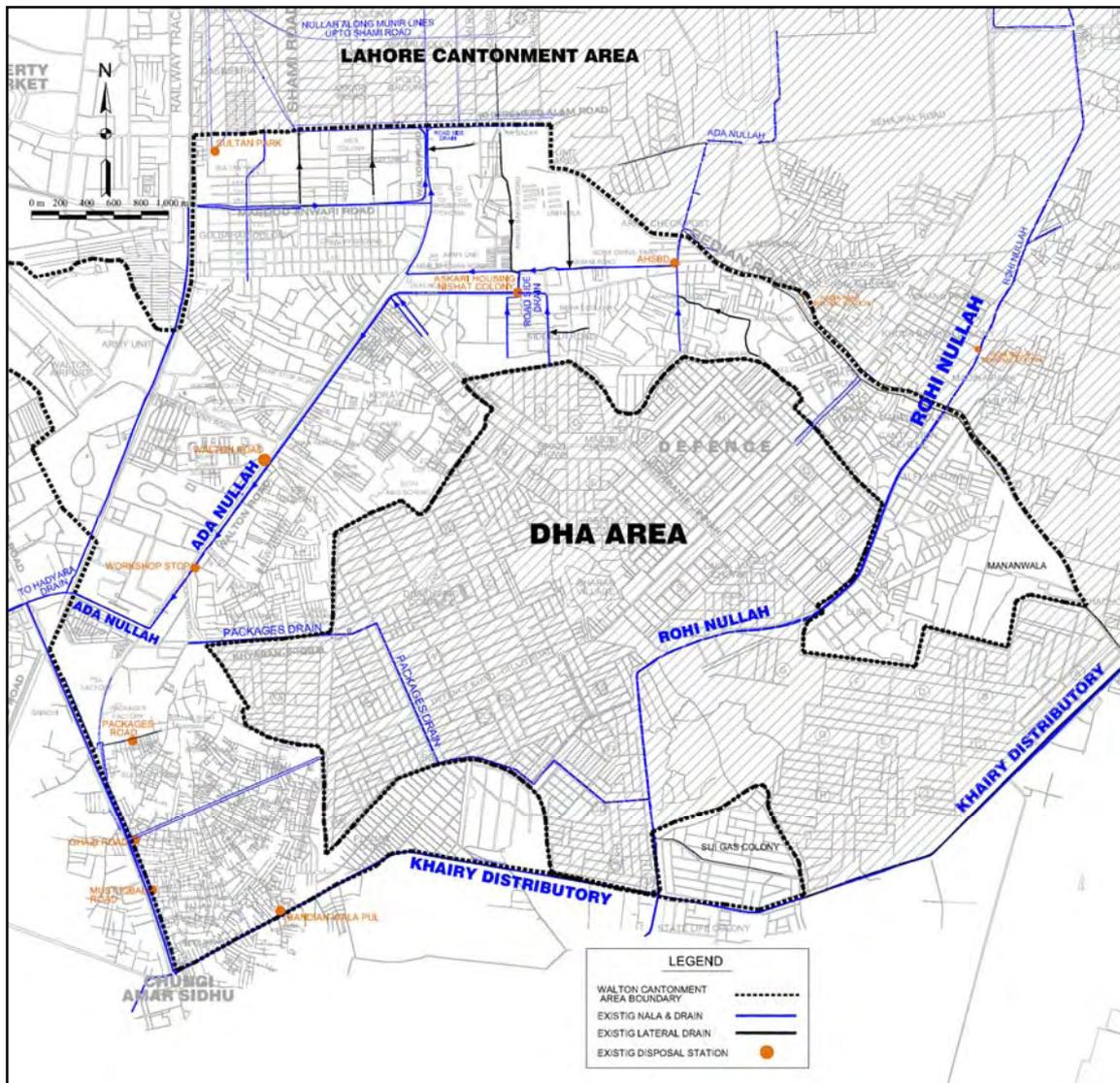


図 5.41 排水施設位置図 (Walton Cantonment エリア)

5.4.3 TMA エリア

5.3.3で記述したとおり、TMA エリアには排水ポンプ場、幹線排水路は整備されていない。現況では、雨水排水は PHED や TMA が整備した道路排水路、街路排水路などにより野原へ自然排水されている。

PHED は TMA エリア内の排水整備事業を計画し、実施している (図 5.30 参照)。

5.4.4 浸水被害状況

ラホールでは毎年、降雨のたびに排水施設の能力・整備不足による浸水被害が市内各所で頻発している。現在、ラホールでは 6 ヶ所で雨量計による降雨量の観測が実施されてい

る（気象庁管理が2ヶ所、WASA 管理が4ヶ所）。WASA では雨量観測に加え、浸水被害常襲地区に設定された80ヶ所の地点において降雨のたびに、浸水深、浸水時間を計測している。但し、浸水エリアについてのデータは無いため、調査団において調査を実施した。その調査結果より得られた浸水被害常襲地区での、平均的な被害面積を表 5.16 に、またその位置図を図 5.42 に示す。

表 5.16 浸水被害常襲地区における平均浸水被害面積

No.	浸水被害常襲地区	平均浸水被害面積(ha)	浸水常襲地区の位置区分	No.	浸水被害常襲地区	平均浸水被害面積(ha)	浸水常襲地区の位置区分
1	Laxami Chowk	1.56	Central Area	41	Model Town Link Road	1.11	Sattu Katla
2	GPO	0.44	Central Area	42	Mini Market Gulberg	0.34	Babu Sabu
3	Kashmir Road	0.28	Central Area	43	Aik Moria Pul	0.08	Siddique Pura
4	Thorton Road	0.39	Central Area	44	Rahim Road	0.38	Siddique Pura
5	Cooper Road	0.51	Central Area	45	Aziz Road	0.24	Siddique Pura
6	Bashir Sons	0.12	Central Area	46	Umer Din Road	0.78	Siddique Pura
7	Rehman Gallian	0.79	Central Area	47	Chowk Na-Khuda	0.00	Siddique Pura
8	Do Moria Pul	0.08	Siddique Pura	48	Shairanwala Gate	0.54	Babu Sabu
9	Lytton Road	0.79	Central Area	49	O/S Bhati Gate	0.69	Babu Sabu
10	Plaza Cinema	0.65	Central Area	50	Main Road, Shahdara	1.48	Shahdara
11	Nabha Road	0.90	Central Area	51	Lajpat Road Shahdara	8.42	Shahdara
12	Church Road	0.44	Central Area	52	Timber Market	2.22	Babu Sabu
13	Mozang Chungi (Chowk Qurtaba)	1.26	Central Area	53	Haq Nawaz Road	0.22	Mehmood Booti
14	Shadman/Shah Jamal	0.68	Central Area	54	Toheed Park	0.21	Mehmood Booti
15	Waris Road	0.31	Central Area	55	Milap Street	0.24	Siddique Pura
16	Galaxy Plaza	0.37	Central Area	56	Angoori Cinema (Shalimar Link Road)	0.32	Siddique Pura
17	Park Lane Road	1.66	Central Area	57	Police Station (Mughalpura)	0.20	Mehmood Booti
18	Chauburji	3.96	Central Area	58	Shah Kamal Road	0.42	Mehmood Booti
19	Lake Road	1.72	Central Area	59	Yammi 36, Begum Pura	0.26	Siddique Pura
20	PU Ground, HCC	1.22	Central Area	60	Bagheechi Saithan	0.33	Siddique Pura
21	Rewaz Garden	0.68	Central Area	61	UET G.T. Road	0.40	Siddique Pura
22	Sanda Road	0.62	Central Area	62	Scheme More	1.06	Babu Sabu
23	Fazlia Colony	0.90	Central Area	63	Rachna Block Road	1.05	Babu Sabu
24	SSP Office Dev Samaj Road	0.23	Central Area	64	Al-Hamad Colony	1.79	Babu Sabu
25	Malik Park	0.11	Central Area	65	H-Block Sabzazar	0.36	Babu Sabu
26	Nasir Park (Tonga Adda)	0.15	Central Area	66	Poonch Road	0.45	Babu Sabu
27	Secondary Board	0.33	Central Area	67	Millat Chowk	0.57	Babu Sabu
28	Firdous Market	1.60	Sattu Katla	68	Multan Road Bhalla Stop	0.53	Babu Sabu
29	Kalma Chowk	1.82	Sattu Katla	69	Sultan Ahmed Road Rehmanpura	0.21	Babu Sabu
30	Central Point	2.39	Central Area	70	Zaildar Road Ichhra	0.25	Babu Sabu
31	Gari Shahu	1.26	Central Area	71	Chowk Yateem Khana	0.82	Babu Sabu
32	Muhammad Nagar	2.65	Central Area	72	Infantry Road	6.75	Babu Sabu
33	Bibi Pak Daman	1.84	Central Area	73	Allama Iqbal Road Mustafabad	0.69	Babu Sabu
34	Empress Road	0.60	Central Area	74	B-Block Tajpura	0.35	Mehmood Booti
35	Railway Station	0.70	Central Area	75	Laxami Chowk	1.56	Babu Sabu
36	Akbar Chowk	1.25	Sattu Katla	76	GPO	0.44	Sattu Katla
37	Hussain Chowk	0.73	Central Area	77	Aziz Road	4.50	Sattu Katla
38	Barkat Market	3.91	Sattu Katla	78	Chowk Na-Khuda	5.50	Sattu Katla
39	L-Block Gulberg	1.26	Sattu Katla	79	Sheranwala Gate Pully	6.75	Sattu Katla
40	Tipu Block Garden Town	0.63	Sattu Katla	80	Mustafabad Under Pass		Sattu Katla

出展: JICA 調査団 (2009)

表 5.16 より浸水被害常襲地区が Central エリア、特に AIT Drain、Cantonment Drain、Central Drain 等に近隣に集中していることが分かる。WASA 管轄区域の 6 つの排水区毎の浸水被害状況を表 5.17 にまとめた。

表 5.17 小流域ごとの浸水状況

	Shadara	Mehmood Booti	Siddique Pura	Chotta Ravi	Central	Sattu Katla	Hudiara
浸水常襲地区数	2	5	11	-	50	12	-
合計浸水面積(ha)	9.90	1.40	3.10	-	49.75	21.18	-

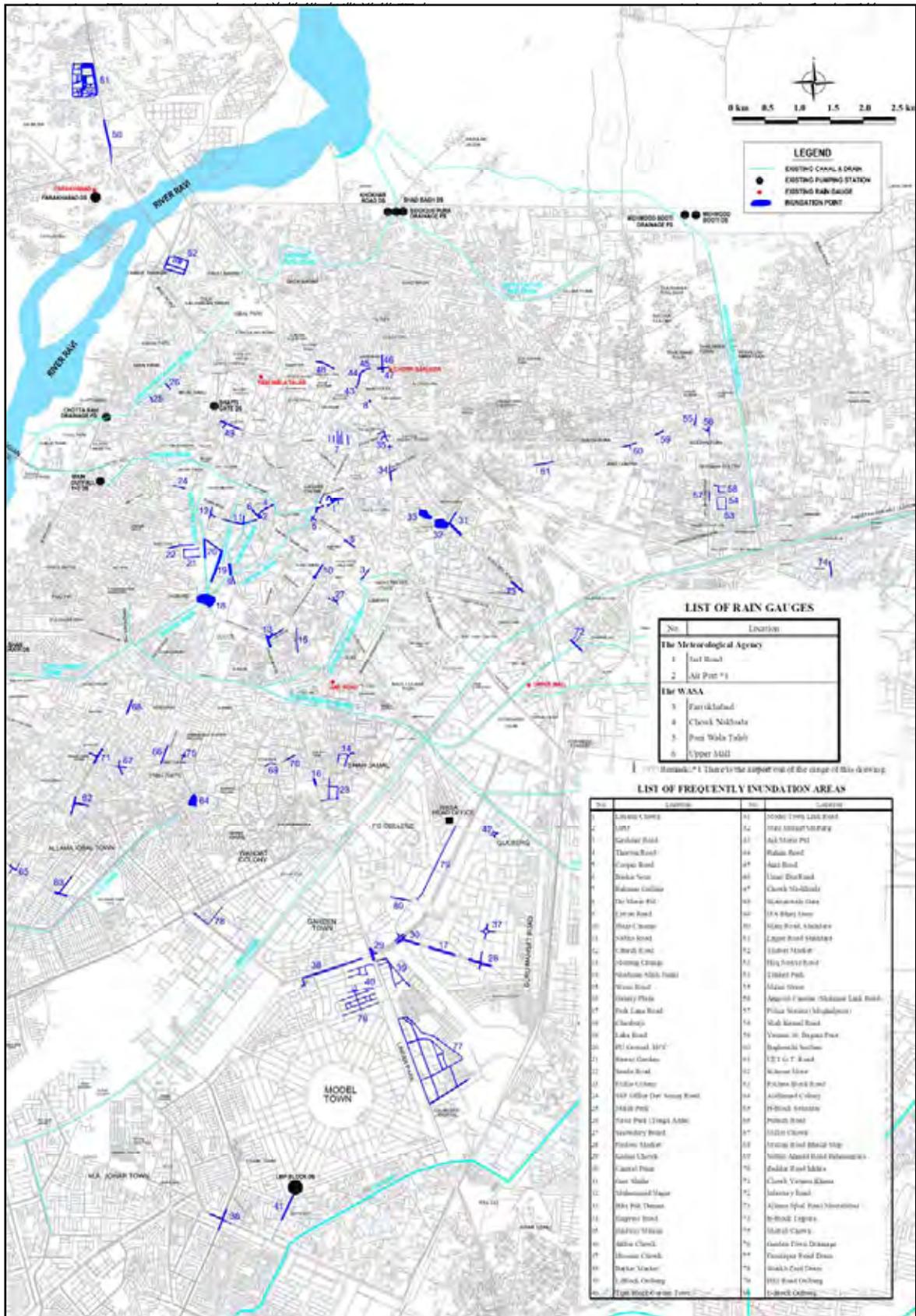


图 5.42 浸水被害常襲地区位置图

6 WASA の業務状況

6.1 組織

6.1.1 WASA ラホール

(1) 組織の変遷

WASA の上下水道経営及び運転維持管理は、1881 年英国の支配下、Ravi Town(古都: Wall City)への揚水ポンプと配水池の建設に始まる。その後、1971 年頃には、パンジヤブ州政府の監督下、Lahore Improvement Trust の“Water Wing”として上下水道事業が運営されていた。

現在の組織の原型は、1991 年頃、人口の増加、給水量の増加に伴い、Lahore Development Authority の管理下に設立された WASA の運営組織である。この組織の特徴は、O&M 管轄地区を二つ(South & North)に分けていたことにある。2002 年代に実施されていた事業運営組織を **Appendix 6.1.1** に示す。

現在の O&M 組織は、**図 6.1** に示す通り管轄区域を 6-Towns、25 Sub Divisions に分割(合計約 350 km²)に分割している。各 Town の役割は、水道、下水道、排水施設の維持管理にある。

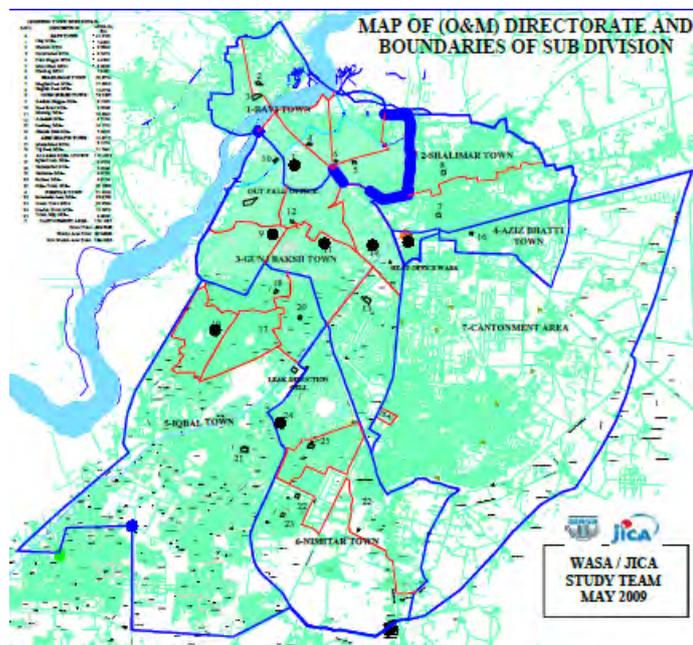


図 6.1 O&M 管理区分

(2) 運営理念

組織は、上下水道事業経営の健全化、施設稼働率の向上、施設の計画・施工管理の効率化、施設の維持管理の効率化、水道水質分析能力の向上、上下水道料金の徴収の効率化、漏水調査による収入増加、在庫管理の向上、市民サービスの充実等を目指している。

Managing Director (MD)が組織の最高責任者で、その配下に、3名のDMDとDIR(P&E)が配置されている。DMDは、それぞれ、計画・設計・施工管理、庶務・料金徴収、維持管理業務を所掌している。図 6.2 に現況の組織図を示す。

表 6.1 に現況の O&M を実施している施設概要を示す。

表 6.1 現況の O&M 施設概要

ポンプ運転		下水管・排水路延長	
深井戸	423 Nos.	下水管	3,508 km
下水ポンプ場	90 Nos.	排水路	215.68 km
排水ポンプ場	10 Nos.	-	-
計	523 Nos.	計	4,022 km

Source: WASA Budget 2008-2009 & Re.2007/08

(3) 指揮管理

組織の指揮は、MD から発せられる。とくに、経営方針、財務管理、重大な顧客苦情対策、緊急事項の対策、関連政府機関への報告等は重要な業務である。

各部門の指揮は各 DMD が MD の意向を受け、技術的、苦情対策、料金徴収に係る一切に業務指示の基、組織が運営されている。内部会議は頻繁に実施され、WASA 内部の意思統一が図られている。一方、WASA の公式コメント(メディア:職員の雇用情報、市民啓蒙)は、DIR(P&E: Planning & Evaluation)から発信される。

6.1.2 主な役割・業務内容

職務分担は、Appendix 6.1.2 に示す。

6.1.3 課題の分析

現在の組織は、組織の複雑化、業務内容・業務量の増加、職員の高齢化に伴い以下の課題が生じている。

- ① 組織間の情報交換が不足している。
- ② 各 O&M 管轄の責任範囲が不明瞭である。
- ③ O&M 業務が十分に実施されていない。
- ④ O&M 組織間で同様な業務が重複している。

- ⑤ 管理資料の一元管理ができていない。
- ⑥ 経営管理資料がタイムリーに準備できない
- ⑦ 苦情件数の発生が多い。

対策としては、組織の見直し、組織の配置転換が必要である。図 6.2 に組織図を示す。

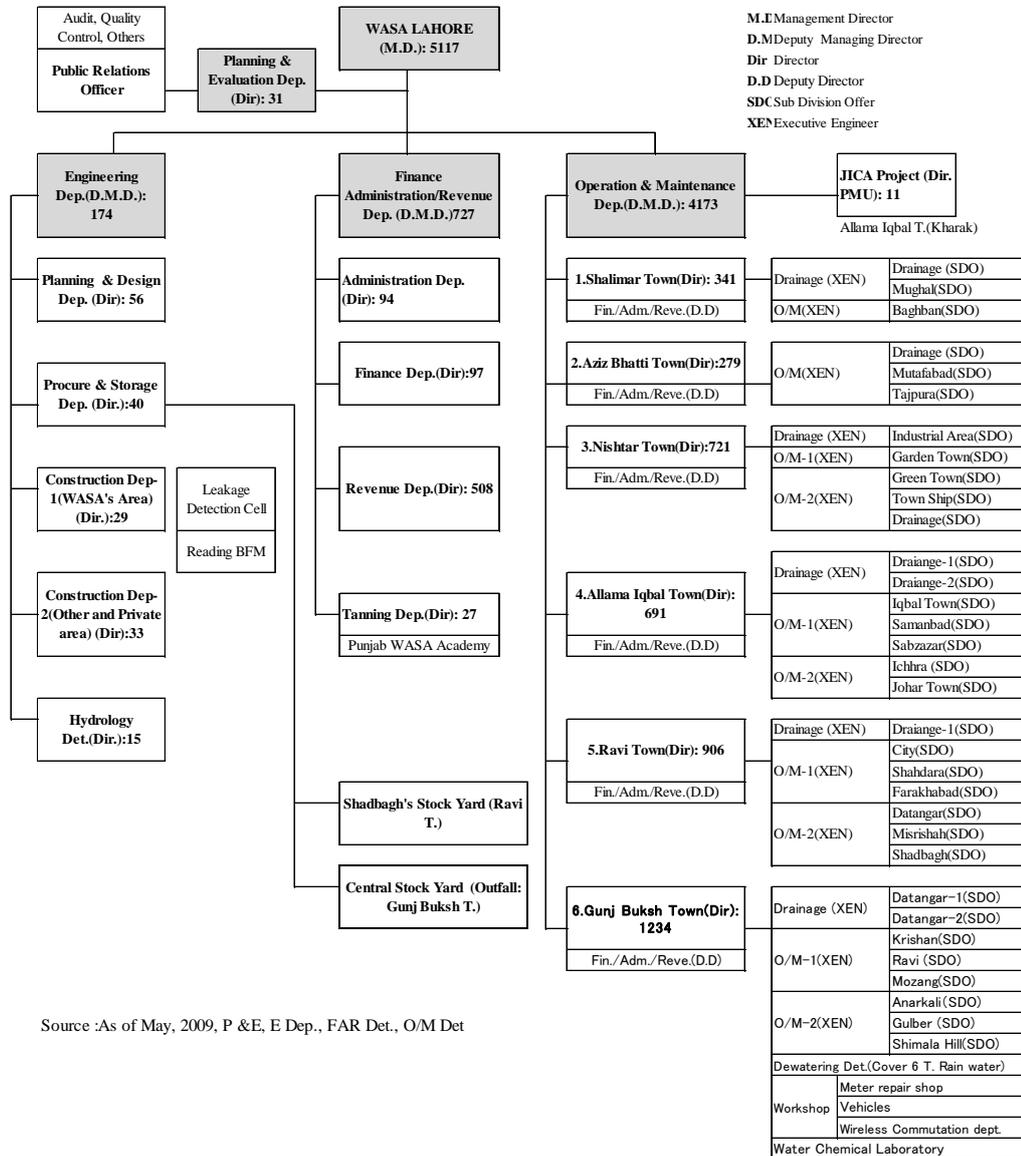


図 6.2 現況の組織図

6.2 維持管理

6.2.1 有効水量 (AFW) と無効水量 (UFW)

送水量は、有効水量 (AFW: Accounted-for water) と無効水量 (UFW: Unaccounted-for water)

に分類される。有効水量は、さらに有収水量（RW: Revenue water）と無収水量（NRW: Non-Revenue water）に区分される。図 6.3 に現況の送水量に対する利用状況を示す。

取水量 (354 MGD) 100%	有効水量 (AFW) (241 MGD) 68%	メータによる使用水量 (108 MGD)	有収水量 (RW) (211 MGD) 60%
		メータなしの使用水量 (103 MGD)	
		その他使用水量 (31 MGD)	無収水量 (NRW) (144 MGD) 40%
	無効水量 (UFW) (113 MGD) 32%		

Source: “Report on Accounted and Unaccounted for Water for the Period of Jan. & Feb. 2009”, WASA

図 6.3 無効水量 (UFW) 及び無収水量 (NRW)

6-Towns の合計平均 AFW は、2007 年 11 月から 2008 年 11 ヶ月にかけて接続件数が増加（約 6%）した結果約 5% 向上した。

有効水量を向上させる改善対策は、営業収益の向上を目指すために不可欠である。現在の有効水率は、各 Town によって異なるが、概ね 55~77% で、改善の余地がある。有効水量/無効水量の調査は、管網図の整備が遅れ、中間流量計が未設置、中間バルブも十分に設置されていないため困難である。その結果、以下の課題生じている。

- ① 無効水量が正確に把握できない。
- ② 無効水量の原因調査ができない。
- ③ 無効水量を削減させる対策が遅れている。
- ④ 配管網の修正・更新、パソコン化が遅れている。

対策としては、配水管網図を整備し流量計測機材で長期的に水バランスを把握する必要がある。なお、調査の実施は、モデル地区を設定し実態を把握後、段階的に有効水率を高める方法もある。

6.2.2 漏水対策

(1) 補修担当部署

小規模なパイプ破損、漏水対策は、各 O&M 組織で対応できるが、大がかりな工事は、重機不足のため外部委託している。なお、補修工事は状況が悪化してから実施している。

(2) 漏水検知機材

通常の漏水は、水が吹き出ている、土砂の移動から漏水箇所が推測できる。万一、漏水個所の発見が困難な場合は、以下の検知機材で漏水箇所を調査する。表 6.2 に漏水調査

機材を示す。

表 6.2 漏水調査機材

#	漏水検知機材	No.	備考
1	金属探知機 (Metal Detector)	1	地中埋設管の位置
2	聴音棒 (Sonic Stick)	2	漏水音聴棒
3	Logger and Probe	4	管内流速・圧力

(3) 漏水の原因

漏水の主な原因は以下が考えられる。

- 配水管から水道メータまでのサービス管からの漏水。
- 対策として、WASA は代替品としてポリエチレン管 (PE) を設計指針 ("Design Criteria" by WASA, LDA, Part-3, 3-5 service line, 1974) で推奨しているが効果は上がっていない。

(4) 配管の破損

詳細の情報が入手できなかった。しかし、過去 2 年間 (2007 年 4 月から 2009 年 4 月) の漏水調査件数は 23 件である。

(5) 課題の分析

漏水率の改善対策は、有効水率の改善、漏水苦情件数削減、水質汚染削減、節水改善が不可欠である。漏水対策の計画書/管網図は未整備である。一方、漏水検査設備・検査員数・漏水補修機材・重機も不足しているため、漏水事故が発生してから漏水箇所を調査している。その結果以下の課題生じている

- ① 漏水による無駄な水量が把握できない。
- ② 効果的な補修工事ができない。
- ③ 適切な対策、住民への広報活動が遅れる。

今後、管網図の整備、検査施設の充実、検査人員数の充実が必要である。

6.2.3 水道施設の維持管理

(1) 施設の運転維持管理

水道施設は、深井戸 (2009 年 4 月現在約 417 本) 及び給配水管で構成される。給水方法は、直結給水方式、または、配水地からの自然流下方式である。現況は、直結給水方式が大半を占め、給水圧力は、概ね $0.5\sim 1.5 \text{ kg/cm}^2$ と予測されている。

1) 施設の構成

施設は、水中タービンポンプ、仕切り弁、圧力計、滅菌設備、受電盤、現場盤、吊

上げ設備から構成され、レンガ製構造物の内部に設置されている。

稼働中の水中ポンプ施設は、使用年度が 10～30 年（30%）を過ぎているため、ポンプ効率、電動機効率が低下していると予測される。また、現場盤設備も古く漏電の危険が高い。

2) 水中ポンプの据付状況

ポンプの型式は、水中タービンポンプで地下 200～150 m から揚水している。据え付け状況は、回転、ポンプ据付不良、モーター据付不良に、異常振動が見受けられる。また、設置床のコンクリートに一部亀裂/陥没が見られ、地下水汚染の原因になる可能性がある。チェック弁はすべての深井戸に設置されている。

3) 地下水位の計測

深井戸の水位は、水利部（Hydrology Div.）が定期的に電極付ケーブル簡易式水位計で全深井戸の水位を定期的に計測している。

4) 水中ポンプの運転維持管理記録

水中ポンプの運転管理は、24 時間常駐者（1 名 3 交代制）が、ポンプの運転時間に合わせて運転状況を記録している。

台帳の記載項目は、日時、担当者名、ポンプ稼働時間、水量の計算（深井戸水中ポンプの運転時間/ポンプ能力）、受電電圧、電力計、特記事項（揚水量の減少、振動、騒音構造物の異常等）を手書きで台帳に記録している。

5) 塩素剤(次亜塩素酸ソーダ溶液 20%)

塩素剤は、化学工場から塩素タンク車両で Gunj Buksh Town の Outfall Stock Yard にある主要部品供給センターに配送されてから、さらに小分けされ（約 0.5 m³ 容器）、敷地内に一時的保管され、各 Town に支給される。概ね 2 日間程度で在庫が一掃回転する。購入塩素の品質管理は、出荷品質との確認試験を WASA 水質分析室が担当している。契約塩素濃度は概ね 20%濃度の次亜塩素酸ソーダ液である。

6) 塩素注入設備

建設当時は、水中ポンプの吐出側の配管に次亜塩素酸ソーダ 20%溶液を約 2～4 ppm 注入することになっていた。しかし、注入ポンプの維持管理は予備品不足、定量ポンプの維持管理不足で、ほとんど塩素注入は、現地で呼ばれている“滴下 (Drip) 方式 (重力式)”で行われている。液体塩素ガス注入設備は、過去にガス漏れ事故以降、使用されていない。

7) 送水元メータ (BFM: Bulk Flow Meter) の設置状況

各水中ポンプ吐出側に設置し、一ヶ月当たりの送水量を計測している。全体の深井戸の 60%がメータ未整備、故障が 15%である。僅か全体の約 25%が計測可能な状況にある。メータの在庫不足で更新ができない状況にある。送水量は、ポンプの運転台帳

の運転時間の計算と BFM の計測値から集計している。**表 6.3** に BFM の稼働状況を示す。

表 6.3 BFM の稼働状況

状況	Jan. -Feb. 08	Mar.-Apr. 08	May-Jun. 08	Jul.-Aug. 08	Sep.-Oct. 08	Nov.-Dec. 08	Jan. -Feb. 09	2ヶ月 平均	比率 (%)
故障中	135	135	103	128	128	128	126	126	75%
読みが低め	12	13	25	21	21	18	20	19	11%
稼働中	17	16	44	23	23	26	21	24	14%
計	164	164	172	172	172	172	167	169	100%

Source: WASA Leakage Detection Div.. April 15, 2009

8) BFM の修理

過去 2 年間の BFM の修理データから予測すると 26 個/月修理されている。

交換部品が不足しているため修理が遅れている。また、中古部品を利用ため、修理頻度は高いと予測される。一方、メータ性能・校正設備が故障中のため、修理品の計量精度が確認できない。

2009 年 4 月現在、在庫は「ゼロ」で、80 台の BFM (合計予算約 Rs.8 M) の新規購入計画がある。

9) 水道メータの設置状況

接続件数 556,000 の約 51.3% に水道メータが設置されている。しかし、74.5% のメータは故障中で、稼働しているメータ数は全接続数の 13% 程度のみである。故障の原因は、地下水に含まれる鉄分・スケールが回転部/カンターに堆積 (80% 原因)、回転部分の摩耗 (20% 原因) 等が考えられる。故障した水道メータは、修理工場で、堆積物の除去、破損品/カンター/回転翼及びムーブメント (PVC 製) 等の不良部品が修理工場で交換される。

水道メータの普及は、修理品不足、新規購入資金の不足で遅れている。**表 6.4** に水道メータの設置・稼働状況を示す。

表 6.4 家庭・商業用水道メータの設置状況

Towns名	メータなし	メータあり			合計
		家庭用	商業用	計	
Gunj Buksh Town	61,734	47,696	12,713	60,409	122,143
Ravi Town	92,386	52,906	7,313	60,219	152,605
Allame Iqbal Town	28,564	64,301	4,097	68,398	96,962
Shalimar Town	42,141	35,314	1,887	37,201	79,342
Nishtar Town	31,049	45,309	2,512	47,821	78,870
Aziz Bhatti Town	15,573	11,031	364	11,395	26,968
1) メータ総数	271,447	256,557	28,886	285,443	556,890
比率(%)	48.7%			51.3%	100%
2) 稼働中のメータ総数	-	61,693	11,172	72,865	-
家庭用対商業用の比率(%)	-	84.7%	15.3%	-	-
稼働メータ比率(%)	-	24.0%	38.7%	25.5%	-
給水栓総数に対する稼働メータ比率(%)	-	-	-	13.1%	-
3) 非稼働中のメータ総数	-	194,864	17,714	212,578	-
非稼働メータ比率(%)	-	91.7%	8.3%	74.5%	-
給水栓総数に対する非稼働メータ比率(%)	-	-	-	38%	-

Source: WASA Finacial Dep, 22 April, 2009

10) 水道メータの修理数

2008年度の修理台帳によると、WASA 全域から年間 1,211 個の修理品が届いている。2007年度の繰越修理数を加算すると、年間約 1,865 個が修理数である。2008年度の繰越数は、技能者数不足、交換部品の不足に伴い約 589 個である。

11) 水道メータの修理状況

水道メータ、BFM の修理は、Gunj Buksh Town にある Workshop に送られ、一括修理と性能を確認する。(1/2") 水道メータの平均修理時間は 6 時間/個の割合で、5 名の技能者で対応している。中国製は英国製に比べ、部品交換が容易であるが性能が悪い。水道メータの修理能力は、技能者、交換部品の購入状況から判断すると、改善する必要がある。

主な修理設備は、流量検定装置 (1/2"~1 1/2") と故障中の流量検定装置 (6"~12") である。

12) 水道メータのスクラップ処分

過去 4 年間に廃棄処分された水道メータ数は、年間平均 1,005 個と予測される。年間廃棄処分された老朽水道メータ数は、既存の接続水道メータ数 (約 286,500 個) の約 0.35% に相当する。

13) Gunj Buksh Town 水道メータの更新進捗状況例

2008-2009 年における Gunj Buksh Town の水道メータの更新は、稼働水道メータ約 13,500 個の内、月平均 114 個 (年間約 1,400) 程度が修理・更新されたと予測される。114 個の内、修理工場からの更新メータは約 8 個/月 (31/4=7.7 個/月) で、残りの 11 個は新品の在庫を使用している。しかし、新品水道メータの在庫は概ね底をついていると思われる。

14) 水道メータの購入

水道メータ管理台帳によると、2002-2008(7年間)で購入した水道メータ数は約 59,356 個である。2009 年 4 月現在在庫は「ゼロ」である。2009 年 2 月現在、12,315 個(約 Rs.50 M)を購入すべく予算を申請中である。購入予定機種は、英国製(Elster Meter UK: 単価 Rs.4,060)を検討中である。

平均的に水道メータは、全体水道メータの約 3%の相当数が支給されていると予測される。なお、水道メータの寿命を 7 年間とすると、毎年 15%ずつ購入・更新する必要がある。

15) 配水池

約 52 ケ所の小規模高架タンク(50,000 gallon)と 1 MG 規模配水池(建設 1883 年、Ravi Town)がある。機能している配水池は、1 MG の一基だけである。使用しない理由は、20 年前頃から、配水管理能力不足、掃除、点検の手間を考慮したとの説明があった。使用されていない高架タンクの構造物の下部空間は、倉庫、クレーム受付室、接続申請受付窓口として利用されている。

16) 水道給配水管網

給配水方式は、概ね直結給水である。

とくに Gunj Buksh Town と Ravi Town は、英国時代(1883 年)に建設され、既設管網の老朽化が著しく、漏水個所が多いとの説明(漏水量と漏水件数は不明)があった。敷設されている送配水管径は、150~300 mm の铸铁管、配水管は 250~100 mm の AC/PVC 管、給水管が 1"~½"の鋼管が主流であるとのことである。

17) 時間給水

a) 時間給水の目的

時間給水を実施する理由は、以下の通りである。

- 地下水源の保全
- 約 35%に達するといわれている漏水率に起因する無収水の削減
- 運転費用の節約
- 停電による水道施設の停止(一部、発電機装備あり)

b) 深井戸の運転操作事例: Ravi Town (O&M-1)

深井戸運転方式は、計画停電時間帯(通常停電時間: 7~12 時間/日)にも影響されるが、概ね需要使用ピークに併せて運転される。複数の深井戸ポンプが配管に接続されている場合は、給水管網の漏水/破損部分からの逆流防止のため、極力 24 時間水圧を確保するため最小台数を稼働している。

c) 高架タンクの運転操作事例: Ravi Town (O&M-1)

1 MG の配水池(高架タンク)の操作は、作業員が長年の経験に基づき、タンク内の水位計とバルブ開閉度を見ながら、計画水量を系統別に給水している。給水時

間は、以下に示す通り、一日3回(1回目 4:00~8:00 の4時間、2回目 13:00~15:00 の2時間、3回目 18:00~20:00 の2時間)の合計8時間給水で、需要ピークに合わせている。

d) 住民の自衛策

多くの住宅、商業事務所は、自衛策とし自家製の1~2 m³コンクリート製、FRP製タンクを屋上に設置している。低所得者は、できる限りの水タンク・瓶への貯留と節水で自衛策を講じている。一方、ホテル、高額所得者は専用の深井戸ポンプ/自家発電設備を備え水道水と併用している。

18) 図面管理の整備状況(図面による資産管理)

図面の多くのは、鉛筆書き、かつ、図面の修正作業が遅れているため、図面による資産管理は遅れている。一方、州政府 P&D Dept.の Urban Unit が保有している GIS ソフトの活用は WASA からのデータの提供待ちである。しかし、WASA の図面管理体制の遅れで、図面管理・電子化は進んでいない。

19) マッピング

Urban Unit は 2006 年に GIS (Geographic Information System) 室を立ち上げている。最新の衛星写真背景ソフトは、Quick-Bird で、都市計画、上下水道施設の図面管理の整備を開始している。上下水道施設のマッピングシステム構築を念頭においているが、まだ、メニュー・属性内容の検討及び基礎データについては未整備である。マッピング化の効果は、情報統合、情報処理の効率化、経営支援である。

(2) 運転管理状況の事例調査の実施 (Gunj Buksh Town (O&M-1 XEN))

O&M 業務の状況を把握するため、人口数の多い地区でサンプル調査を実施した。なお、詳細は **Appendix 6.2.5** に示す。

(3) 運転管理状況の事例調査の実施 (Ravi Town (O&M-1))

O&M 業務の状況を把握するため、古都の人口数の多い地区でサンプル調査を実施した。なお、詳細は **Appendix 6.2.6** に示す。

(4) 課題の分析

1) 水道施設

a) 水中ポンプ

老朽化した水中ポンプは徐々に更新しているが、十分でない。また、計測・検査設備、流量計 (BFM)、圧力計、チェック弁、電流計、等の設備が不十分である。対策としては、老朽化施設の更新、付属品の整備、データ管理システム化の整備が必要である。

b) 塩素設備

重力方式（深井戸水に塩素溶液を添加）に変更した理由は、注入ポンプのメンテナンスが困難、補修部品の不足なためである。

対策としては、老朽化施設の更新、職員の O&M 教育の促進、運転データ管理システム化の整備が必要である。

c) 水道メータ

稼働中の水道メータ設置率は、新規購入品数不足、メータ修理工場の交換部品不足、修理技能員数の不足、修理工場施設の不足しているため低い。対策としては、老朽化施設の更新、新規メータの促進、データ管理システム化の整備が必要である。

d) 自家発電設備

計画停電で給水不可能な給水地区は、深井戸に可搬式の自家発電設備を整備している。しかし、発電容量が必要ポンプ電動機より容量が大きいため、省エネ運転が困難である。対策としては、電動機能力に見合う自家発電設備を整備する必要がある。

e) O&M の台帳整備

深井戸（約 417 ヶ所）の O&M 記録台帳は、各深井戸で、手書きで作成している。対策としては、O&M データ管理システム化の整備が必要である。

f) 図面管理

配管網の図面の整理と更新が遅れている（含む電子化）。

対策としては、図面データ管理システム化の整備が必要である。

2) 時間給水の予告

給水時間は一日 10 時間程度であるが、給水時間が公表されていない。対策として、市民サービスの向上を図る必要がある。

3) O&M 重機械

調査した地区の維持管理機材/重機は、老朽化の更新遅れ、機材台数不足、修理資材不足、修理技術者の不足、清掃作業員不足などで、管渠の清掃、補修工事が十分に実施されていない。対策としては、人力依存から重機・機材を充実、かつ、修理工場/機材の一元管理が必要である。

6.2.4 下水道施設の維持管理

(1) 汚水管の維持管理：Gunj Buksh Town (O&M-1 (XEN)) の事例

汚水管路は管路、管渠で構成され、その材質は主にコンクリート製管で、管路口径は 12"~66" (300~1,680 mm) である。清掃方法は、バキューム車、高圧洗浄機、竹の棒で堆積物を除去している。人力で除去できる容積は、1 班で約 2~4 m³/日（距離は 100~200 m

で、除去土砂は廃棄物処分される)で機械方式に比べ除去効率は悪い。一方、機械を利用すると約 30 m³/日除去が可能であるが、資金の節約、使用できる車両に制限がある。

1) 優先順位

維持管理作業の優先順位は、市民からの苦情現場の清掃と漏水・破損箇所の修理を優先させている。

2) 労働安全衛生

ここ 3 年間で硫化水素ガス等による有害ガスの死亡事故が 2 件発生している。

事故防止対策は、作業者にガス検知機、ガスマスクの使用を義務つけているが、資材不足で対応が遅れている。

(2) 汚水ポンプ場の維持管理

1) 汚水ポンプます

ポンプますに流入する汚水は、スクリーンで浮遊物を除去する。汚水ますは、定期的(雨期の終了時 1~2 回/年)に沈殿物の除去、清掃を実施している。

2) ポンプの型式

汚水ポンプの型式は、一床式立軸渦巻きポンプが一般的で、水位計と台数制御の組み合わせで運転されている。

3) 維持管理業務

汚水ポンプの運転管理は 24 時間、現場常駐者によって運転管理されている。停電時は、自家発電設備を稼働させる。

主な点検項目を以下に示す。

- 自動除塵機設備の監視、除去されたし渣の管理、堆積物除去作業
- 汚水ポンプの運転管理(水位による自動運転/手動運転)
- 自家発電設備の点検、ポンプ設備の運転記録の作成(ノートに記載)

4) 修理項目

主な小型ポンプの補修は、ポンプのベアリング交換、シャフト軸交換、ポンプ羽根交換、パッキン部からの漏水点検・交換作業を年 1 回程度実施している。大型ポンプの補修頻度は小型ポンプに比べて交換頻度が少ない。

(3) 課題の分析

汚水ポンプ場は、ポンプ・電動機の現場計測機械が未整備である。O&M 記録は手書きで台帳に記載、運転管理が不十分である。一方、排水量は、計測設備はないため、運転時間と設計容量から推測している。

対策としては、老朽化施設の更新、検査設備、データ管理システム化、O&M の一元管理システムを整備する必要がある。

6.2.5 排水施設の維持管理

(1) 浚渫作業部署

主な業務は、開渠の補修、清掃・堆積物の除去である。

清掃する開渠の形状は、狭い・広い・直線・曲がる・深い・滑り易い、建物が密集している等の多様かつ作業効率、労働条件が悪い。堆積物の除去作業が遅れると、雨期に市内の下水マンホールから汚水が溢れ、浸水箇所が多発し環境汚染・悪臭が拡大している。浚渫作業の優先順位は、住民からのクレーム対策（悪臭、漏水、汚水があふれる）にある。

浚渫残土処分は、浚渫土（Silt）成分の内 50% がゴミで水分が多いため、廃棄物処分場処分と低地盛り土として利用している。

1) Gunj Buksh Town (Drainage XEN) の事例 (Appendix 6.2.7)

大小河川を含め約 90 km を約 3~4 ヶ月かけて、年 3 回、全排水路の清掃を目標としているが、14 台の保有維持管理車両と手作業で一日 50,000 ft³ (1,400 m³) で、除去達成率は約 61 % と予測される。

年間延人数は、職員数 64 人 (SDO-1) + 52 (SDO-2)、契約作業員 850 人、合計約 965 名 (2008-2009 年) である。

主な費用は、重機の燃料代で全体の 83% を占めており、浚渫土量当たりの費用は、約 1.88 Rs./ft³ である。重機の年間外注整備費は、機材の老朽化が著しく効率が悪いいため Rs.8.0 M、浚渫土量当たりの費用は、0.25 Rs./ft³ で、浚渫量当たり合計約 2.13 Rs./ft³ である。

2) 課題の分析

管路の堆積物除去業務は、非衛生的、足場が悪い、有毒ガス充満の危険性など、過酷な作業環境であるが、作業は主に人力によっている。

WASA トレーニングセンターでは、安全用具の取り扱いの講習を実施しているが、現場では、安全用具数が十分支給されていない。また、適時に契約業者が集まらない、といった問題がある。対策としては、人力の代わりに重機・機材の整備と修理工場・補修機材の一括管理の必要がある。

(2) 雨水排水部署

主な業務分担を以下に示す。

- WASA 全管轄区域の浸水対策としての雨水排水
- 雨水排水機材の補修・修理工場の運営
- 無線通信施設管理業

雨水排水

通常雨期は 6~8 月までの 3 ヶ月間に降る雨水による低地住宅、地下車庫、道路の浸水等の被害を最小限に防ぐために、可搬式エンジンポンプ、水中ポンプなどで、雨水

を排水する業務である。職員は、機材の検査職員に 12 人、工作室技能に 3 名、その他に雨期に契約作業員を雇用して対応している。

2008 年 8 月 12 日の降雨量 221 mm によって約 17 ヶ所で 0.2~0.78 m 浸水した。排水に要した日数は、概ね 2~7 日間かかったとの説明があった。浸水に関する詳細情報については不明である。

2) 雨水排水機材の補修・修理工場（ワークショップ）

WASA 唯一のワークショップは、Gunj Buksh Town の Rain Water Div.. に所属し、雨期の浸水対策用機材を整備・修理する。主な修理は、エンジン付大型から小型の排水ポンプで、合計約 545 台の内、約 95%が老朽化で故障頻度が高いので絶えず修理が必要である。

屋外機材の保管場所兼作業場の面積は約 1,200 m²、その他に屋内の Dewatering Workshop が約 100 m² 及び Machine Shop が約 150 m²、合計 1,450 m² である。

主な修理項目

- 小型エンジンのオーバーホール、ポンプの点検作業
- 簡易な工作、溶接作業

3) 無線通信連絡業務

WASA の関連車両にはワイヤレス（UHF）通信器が装備され、雨水対策現場状況の把握、車両・機材の相互手配、緊急性等を的確に把握、現状報告に使用している。

4) 課題の分析

雨水排水業務は、雨期に浸水する地域の排水作業を 24 時間体制で実施している。保有する機材は、老朽化に対する更新が遅れ（一部、新品購入）、台数不足、予備品不足、かつ、夜間照明施設が不十分である。対策としては、機材の充実を図る必要がある。

6.2.6 購入品の管理

(1) 資機材の購入

購入品の要請は、DMD(O&M)から DMD(Eng.)に送られ、その下部組織である DIR(P&D: Procurement & Storage) が発注手続きと在庫管理を担当する。

購入品は、主要部品供給センター（Outfall Stock Yard in Gunj Buksh Town）と地方（Shadbagh Stock Yard in Ravi Town）の 2 ヶ所（屋外と屋内）で保管・管理される。購入品を管理する職員数は、Outfall Stock Yard で 25 名、一方、Shadbagh Stock Yard で 7 名である。在庫管理は、Report of Material or Services (RMS 入庫用紙)、Issue on Requisition (Indent 注文用紙) で入庫、出庫伝票を管理している。

全不要資材（スクラップ）は、主要部品供給センターに搬入され定期的に競売される。

(2) 消毒剤の購入

塩素剤の購入は、3 ヶ月毎に 6-Town から要請を受けて、DMD(O&M) が纏めて DMD(Eng.) に取りにくる。2008/09 年度の塩素剤購入単価は約 Rs.15/liter で年間約 2,000 t 購入 (20%濃度液重量) している。

2008 年 1~11 月の出庫台帳によると、Gunj Baksh Town と Ravi Town で全体の約 60% を消費している。また、塩素の消費量は、塩素剤重量換算で月平均 2.0 g/day と予測される。とくに雨期は乾期の 1 月に比較して約 2 倍出庫量が増加している

(3) 課題の分析

資材の管理台帳の点数は多数に上る。台帳は手書きのため記入ミスなどで書類管理が煩雑である。また、塩素液の積出し作業時の安全対策が不十分である。対策としては、パソコン・システム化を充実する必要がある

6.2.7 モニタリングシステム

(1) 施設の運転管理

上下水道の施設は、現場単位で運転管理されている。約 400 ヶ所以上の深井戸施設間、汚水/雨水排水ポンプ場施設の稼働状況は、一括モニタリングされていない。当面の連絡方法は、固定ローカル電話回線を利用している。各 Town 管理事務所の連絡手段として、インターネット回線工事 (方式の確認要 ADSL: Asymmetric Digital Subscriber Line) を実施中である。必要なモニタリング項目は、以下の通りである。

- 運転状況 (稼働時間オンオフ)、故障表示
- 流量、動力 (KWh)、地下水位(深井戸)
- ポンプ場の水位 (汚水/雨水排水ポンプ場)

(2) 課題の分析

機械施設の O&M に係る一括管理システムは、未整備である。また、システム管理する技術者が育っていない。対策としては、単純なデータの送信 (一日 2 回程度) 方式、複数のモニタリング室を設置し、O&M 状況が一括管理できる簡易 SCADA (supervisory control and data acquisition system: 監視制御データ収集システム) を構築する必要がある。

6.2.8 水質分析

(1) WASA 水質分析室

WASA 水質分析室が管轄する業務は、水道施設の定期検査 (深井戸 と 給水栓のサンプリング)、フォローアップ検査、苦情対応検査である (汚水/排水の分析業務は除外)。分析機材は、デジタル式分析器 (更正は毎朝実施) が主である。分析職員は総勢 26 名である。

主な分析項目は、pH、水温、濁度、E-Coliform, Nitrite, 残留塩素、電気伝導度、他であ

る。定期検査の実施状況は、全ての深井戸（年 1 回）、できる限りの給水栓の水質調査を実施するようにしている。1 日の通常の作業量（採水、分析頻度）は、以下の通りである。

- 深井戸の水質検査： 1～2 検体/日
- 給水栓の水質検査： 30～40 検体/日(年間目標：10,000~12,000 検体)

(2) 課題の分析

WASA の水質分析機材は、飲料水用である。しかし、多数の機材は、老朽化／故障中、かつ、分析試薬の在庫も不足している。また、分析データ統計処理のシステム化が遅れている。一方、通常の水質分析、苦情対策検査などの試験体採取における問題は、車両の老朽化、車両不足、検査室が狭い等である。対策としては、分析機器の充実、サンプリング車両の充実、分析者の増員、パソコン・システムを構築する必要がある。

6.2.9 JICA Project Management Unit (PMU)

PMU の業務は、2004 年から 2006 年にかけて JICA から WASA に無償援助された機材を使って雨水排水路の維持管理（土砂の浚渫）を実施する部署である。

職員数は職員 11 名、他に契約社員が 179 の合計約 190 名体制で、49 台の車両をフル稼働し開水路の土砂の浚渫を行っている。

現在 PMU は Drainage 部署に統合されている。

6.3 人事管理

(1) 人事管理状況

WASA から提供された職員数（2008 年）は、解析項目に応じて出典先の職員数を使用する。なお、管理部資料では 5,476 名、財務部資料では 5,729 名、誤差は 5%以内である。

財務部の資料によると職員数は、Managing Director と 3 名の Deputy Managing Director 以下総数約 5,730 名及び契約社員と JICA Project 職員関係者が約 3,700 名、総計約 9,300 名以上で事業を実施している。

5,730 名の職員数の内、O&M に係る職員数は、合計約 4,200 名、管理部門（水道検針、請求書配達、苦情受付係、その他）の職員数は約 640 名、設計工事管理部門の職員が約 890 名に達する。維持管理業務に携わっている現場職員（Grade:1~15）比率は、全体の 95% 以上を占めている。

職員数は、給水量の増加に伴い、2003 年（4,508 名）に比べ 2008 年の度職員数（5,476 名）となり、約 1.2 倍の緩やかな伸びを示している。

職員は、等級で職務権限と給与で規定されている。職員の等級（BS）は、Grade: 1～20 に区分されている（等級が高いほど責任が増す）。管理職（Grade:18～20 と設計技術職員数（Grade: 16~17）は、全体の 5%程度である。

給与は、勤続年数（初任給から最大 30 年）と等級で定められている。WASA 職員の定期昇給は 10~15% その他に有給休暇、保険加入、健康診断、60 歳定年後の生涯年金制度

等がある。昇進基準は、上司の推薦と等級試験がある。

職員の雇用 (Full-time) は、新聞広告などで公募 (等級、職種) される。専門技術者の雇用は、ペーパー試験、面談試験を経て採用される。Grade が低い現場職員は、面談試験だけである。なお、定年は 60 歳で延長は認められていない。

人事異動基準は、とくになく、建設案件の増減、O&M の作業量の増減・分担の変更などにより傾斜配分される傾向にある。職員は異動命令に対し、意見書を提出することができる。罰則規定は、公共施設を運転管理すべき義務規定がある。しかし、職員の職場放棄の理由が労働衛生上、正当と認められる場合は、罰則規定の適用が困難である。

WASA 内には労働組合組織が 4~5 団体ある。WASA 内で最大勢力を占める労働組合は、CBA (Collection Bargain Agent : 共産党に近い) 通称“ローズ”と呼ばれている。組合は、Labor Dept. の監督下にあり、合法的な組織として、パ国内で認知されている。

職員の平均年齢は、2003 年の 41 歳から、年々上昇し 2008 年度は、概ね 43 歳である。その内、技術者の平均年齢は 47 歳と高齢化が進行しており、次世代を背負う技術者の育成を早急に実施する必要がある。

職員の勤務年数は、管理専門職、Engineer が 20 年以上、現場職員の平均勤続年数は、約 17 年である。

WASA で Doctor 有資格者は 1 名である。Master's Degree 取得者は約 73 名、College graduate 251 名であるが、それぞれの専門分野の情報は入手できなかった。一方、低レベル教育従業員の割合が約 80% と高い。WASA の経営者は、専門知識を考慮した人材配置／雇用体制を積極的に実施する必要がある。

WASA トレーニングセンターは、施設の運転維持管理者を対象に、現場に役立つポンプ運転知識レベルの向上を目指して、1978 年に世界銀行の支援で建設された。これまでの研修対象者は、等級が 1~16 級 (現場用職員) の職員を継続して教育している。現状の WASA トレーニング効果を加速する方法として、「WASA Academy 構想」が検討されている。

(2) 課題の分析

技術者、専門職の年齢も高く、次世代を背負う技術者に技術移転が遅れている。WASA は財務・経営・設計の専門知識を持った人材を公募しているが、「給与が低い」ため、人材が確保できない。同様に契約現場職員も、「不衛生な仕事」、「給与が低い」との理由で適正な人数が確保できない状況にある。WASA 教育トレーニングセンターの設備内容、講師が不十分なため、現場作業員レベルの教育 (労働安全教育) でとどまっている。対策としては、外部から専門職を採用すべく、給与体制の見直し、WASA Academy の積極活用、職員の個人情報の整備が不可欠である。

6.4 顧客窓口

6.4.1 苦情受付窓口

苦情窓口業務は、以下の通り区分されている。

(1) O&Mに関する苦情

24 時間専用電話回線か受付窓口へ直接出向いて登録する。苦情受付は、Gunj Buksh Town にある WASA 本部の“Complaints Monitoring Cell”と 25ヶ所の Sub Division 窓口がある。苦情は手書きの台帳に記載され、直ちに、各 O&M 部が対応する。苦情は、各地区レベル (SDO) の O&M 担当者と水道料金担当者 (DD) が対応する。補修結果は各組織の上司に報告される。

(2) 水道料金に関する苦情

6 各地方の窓口で勤務時間中に登録する。主な苦情は、伝票の記録ミス、請求書の紛失/未着による再発行要請、料金金額、使用水量、二重伝票の発行などである。

6.4.2 苦情件数の予測

(1) 調査方法

全体苦情件数は、以下の方法から予測した。

- 25 の Sub Division の責任者から、直接聞き取り調査を実施した。
- 水質に係わる苦情は、WASA 本部苦情受け付け窓口“Complaints Monitoring Cell”にある台帳を分析した (乾期：2009 年 1 月分と雨期：2008 年 7 月)。
- 水道料金・請求に係る苦情件数は、Revenue Div.から入手した過去 4 年間の情報を分析した。

(2) 年間苦情件数の予測

1) O&Mに係る苦情件数

1 日 1,500 件 (同じ苦情件数 10~20%と予測) と予想される。表 6.5 に現況を示す。

2) 料金・請求書に係る苦情件数

1 日 35 件と予想される。表 6.5 に現況を示す。

3) 水質に係わる苦情件数

1 日当り 1.7 件と予測される。表 6.6 に水質調査結果を示す。

表 6.5 一日当の苦情件数

Sr. No.	Town名	人口	接続数	a) 料金に係る1日平均受付件数				b) O&Mに係る1日平均受付件数					
				件数	人口/件数	接続数/件数	比率(%)	下水管 閉塞	給水 不足	小計	人口/件数	接続数/件数	比率(%)
1	Ravi Town	1,493,390	152,605	8	182,961	18,696	23%	237	19	256	5,834	596	21%
2	Shalmar Town	1,220,659	79,342	3	359,742	23,383	10%	67	30	97	12,584	818	8%
3	Gunj Buksh Town	1,231,553	122,143	9	131,717	13,063	26%	255	52	307	4,012	398	25%
4	Aziz Bhatti Town	273,200	26,968	1	187,088	18,468	4%	40	4	44	6,209	613	4%
5	Allama Iqbal Town	1,636,339	96,962	9	173,977	10,309	27%	280	36	316	5,178	307	25%
6	Nishtar Town	927,784	78,870	4	261,600	22,238	10%	195	28	223	4,160	354	18%
計		6,782,925	556,890	35	192,054	15,768	100%	1,074	169	1,243	5,457	448	100%
備考		Source: WASA Revenue Dep. May 9, 2009						Source: O/M SDO, September 10, 2009					

Remark: Revenue Complaint shows in 2007, (12,891 cases/year=35 /day)

表 6.6 水質苦情件数 (Complaint Monitoring Cell 受付)

2009年1月(乾季)		2008年7月(雨期)		年間予想件数
件数	評価	件数	評価	
39 WASA 検査:27	陽性 19、その他試験 OK (WASA 検査部分)	71 WASA 検査:27	陽性 37、その他試験 OK (WASA 検査部分)	110 (55month) WASA 検査: 91

(3) 苦情対策の現状

1) O&M

苦情電話は、Sub Division 別に手書きの台帳に登録され、職員が直ちに現場の状況を確認する。その結果により、使用する補修機材と日程が決められる。作業は、WASA の業務指示書の発行内容に従い作業が開始される。図 6.4 に業務指示手順を示す。

主な苦情項目と原因を以下に示す。

a) 雨水の溢れ (約 70%)

土砂の流入による下水・雨水管路の閉塞・流量面積の減少、排水量の増加、排水能力の減少、ゴミの不法投棄等

b) とくに雨期は、“マンホールカバーの移動、紛失”が多い (約 10.5%)

排水能力の限界を超える雨水量、盗難等

c) 乾期は、給水量不足 (約 8.6%)、漏水 (約 5.4%)

水道水の需要増加、水源の限界、停電・時間給水等

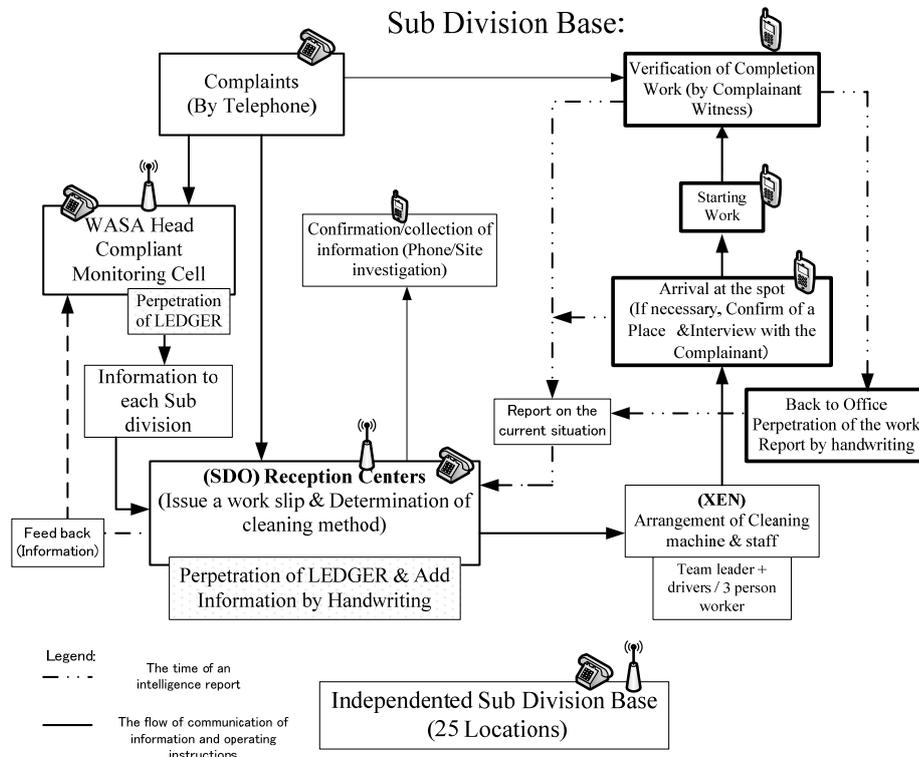


図 6.4 苦情対策手順

2) 水道料金・請求に係る苦情件数

Revenue Div.から入手した、過去4年間の水道料金・請求に係る苦情状況分析した。主な苦情項目は、以下に分類される。

- 水道メータ不足による使用水量の誤解
- 水道台帳の管理不足
- 水道台帳の事務処理ミス
- 検針・請求書発行までの事務処理ミス
- 顧客と WASA のコミュニケーション不足

以下に主な原因を示す。

- 苦情受け付け台帳の電算化の遅れと原因の解析不足
- 給水台帳管理の事務 AO の老朽化、台数不足
- 検針・請求書発行システムの電算化の遅れ
- 水道メータの設置・整備遅れ
- 給水接続申請書・水道請求書記載項目の説明不足
- 水道料金表の項目と給水接続申請書の関連性の不備
- 情報の公開・PR 不足

3) 水道水質に関する苦情

主な苦情項目と原因を以下に示す。

a) 水質汚染 (約 4.5%)

配水管の損傷、汚水の逆流、濁り、異臭の発生等

b) 雨期の苦情件数は、乾期の約 1.8 倍増

給水時間停止の間（給水管が負圧、低圧持）、冠水による水道管と汚水・雨水排水管の交差する漏水個所の増加、配水管と給水管の接続部の漏水個所からの汚水逆流による水質汚染

苦情は、臭気・着色から水質異常に気づき苦情を通報してくる。発生時間帯は、夜間の給水停止後、早朝に給水を再開する時間帯（早朝 4:00~5:00）に集中している。

苦情情報に基づく水質検査は、WASA の通常の勤務時間内、採水車両不足、採水地点の確認作業等で、同日 10:00~11:00 頃、現場給水栓から検体を採水している。検体は、WASA の水質分析室で直ちに分析される。なお、検体の採水は、苦情発生時間から遅れるため、採水した水質は、発生当時と異なる。

(4) 課題の分析

電話の受付台帳は、手書のノートで記帳しているだけで、貴重な市民の声は、統計処理されていない。対策としては、各事務所の苦情台帳は、パソコン処理システムで情報の共有化の促進が必要である。

6.5 広報活動

(1) 現況

広報活動は、Planning & Evaluation Div. の Public Relations Officer 他 2 名が担当している。なお、DIR(P&E) が WASA 公式スポークスマンある。

これまで実施してきたキャンペーンテーマは、水道の垂れ流し防止・漏水防止、水路へのゴミ投棄防止、水道料金の 30%割引、30ヶ所の深井戸 に無料の公共水栓設置、自家用タンクの清掃、下水マンホール未整備による事故防止、給水管からブースターポンプを使つての揚水の違法を告知、等である。

とくに 3~9 月の期間は、給水管網の損傷、漏水に起因する飲料水の汚染が深刻化するため、以下のキャンペーンを集中して実施している。

- 家庭水道水を 2 分間沸かす。
- 積極的に塩素剤を注入する。

キャンペーンの頻度は、年 3 回程度以下のメディアを利用して実施している。

- 新聞広告による告知
- FM 放送による告知
- TV による映像の放映

さらに広報活動の効率化を目指し、学校、小規模組織を対象とした、モニター (1 台) による移動映像機材の活用、WASA 教育センターの活用を計画している。

(2) 課題の分析

小数のスタッフが、放送局、ポスターの作成、キャンペーンなど通じて、WASA の宣伝活動を実施している。市民から (含む若年層) からの改善要請は、まだ、WASA の経営判断資料として届いていない。

対策としては、顧客アンケート調査の実施、モニター制度の採用、若年層への教育促進が必要である。

6.6 通信管理

Head Office と出先事務所間の連絡方法は、固定電話回線が主役である。現在、各地区と Head Office 全管理職の部屋にインターネット回線を整備中であるが、OA 設備は不足している。Head Office にはインターネット回線が配備され、関連政府機関との連絡手段として活用されている。

雨水対策・行動の効率的な実施、及び緊急時の連絡手段として、警察署の UHF 回線 (最大通信距離は約 10 km) を利用している。通信施設は、WASA の主要場所 (11ヶ所) と責任者 (MD, DMD, Dir., XEN) の車両に設置されている

6.7 財政管理

6.7.1 会計・監査システム

WASA の財務諸表は、概ね国際会計基準 (IAS: International Accounting Standards) に準じている。なお、国際会計基準に適合しない計上方法は、公認会計士の指摘に従い、緩やかに改善される方向にある。

WASA が作成する監査報告書、“Financial Statements with Accompanying”は、“Auditors’ Report to Authority signed by Chartered Accountants for Three years contract basis”と B/L、P/L、C/S (WASA の MD、DMD、Dir.(Finance) の 3 名の連名サイン入) 及び詳細財務報告書から構成されている。監査の最終承認者は、WASA の MD である。

各年度の事業予算は、通常、会計年度が始まる約 2 ヶ月前に作成し、会計年度が始まるまでに WASA の上部機関 (LDA) から事業計画の承認を得る。承認された建設費用は、州政府財務省から WASA の口座に入金される。

予算の入金方法は以下の 3 通りがある。

- a) 州政府 HUD & PHED の指示に従い、州政府財務省から入金 (無償供与) される。
- b) 民間事業を含メータ事業は、先払い方式“Deposit Works”として、WASA の口座に直接振り込まれる。
- c) 運転維持管理費用の不足分は、州政府から定期的に補助金、ローン (無担保、無期限、無利子) として WASA に支給される。

6.7.2 財務諸表

入手できた財務諸表を解析した結果を以下に示す。

(1) 貸借対照表

- 2004 年に比べ 2008 年の資産及び負債とも安定して約 1.4 倍の伸びを示している。
- 上下水道施設の固定資産が約 65%、一方料金未回収代金、現金等の流動資産が 35% を占めている。
- 流動負債と固定負債の占める割合は、約 75% である。
- 資金不足を解消すべき政府 Loan の実態は、無利子、無期限の補助金に相当する。
- 主な固定負債 (Long-term Liabilities) は、退職金給与含めて約 20~30% である。
- 流動負債 (Current Liabilities) は、負債額の約 40% を占めているが、ほとんどが政府 Loan、優遇処置がある科目である。
- 資産 (Assets) は、約 Rs.10.0 B ある。負債 (Current Liabilities) の比率は 50% 以下であるが、補助金制度があるため、債務超過 (Asset Deficiency) による危険性は低い。

(2) 損益計算書 (Profit & Loss: P/L)

1) 貸借対照表

以下に WASA からの入手資料を分析した結果を示す。

- 2004 年 5 月、上下水道料金が改定（一部 40% 上昇）された結果、営業収益（含む営業収益、営業外利益、特別収益）は、2004 年と比較すると、2008 年度は約 1.4 倍増（Rs.1.7 B）となり、営業収益が一時的に改善された。しかし、2008 年現在、物価の高騰、人件費の高騰で、収支のバランスは悪化している。
- 支出は、職員の定期昇給（10～15%）、修理費の増加、電力代の上昇、燃料代の上昇に伴い 2004 年に比較すると、約 1.2～1.3 倍上昇している。
- 不足支払い利息金は、政府から無償で事業費が提供されるため、“ゼロ”である。
- 運転維持管理費用などの経費不足分は、政府から Loan（無利子）、補助金特別資金が WASA に支給・供与される。
- 2009 年度の収益 Rs.3.67 B、費用 Rs.5.02 B で累計赤字額は、Rs.1.34 B に達している。
- 収支不足額は、必要に応じて、GOP から資金援助がある。
- 主な資金援助の項目は、無償援助/Loan の受給、減価償却の免除、政府の固定資産税収入“UIP Tax (Urban Immovable Property Tax)”の内、約 42%の税金（地方交付税相当）の配分を受ける等の優遇処置がある。

未収金額は Rs.1,545.50 B に達している。その内訳は、商業 10%、公共・政府関連 5%、残り 85%が一般家庭に起因する。対策は、水道メータを全数設置することで改善される。

欠損金（赤字）累積赤字が増加しているが、今後さらに、財政圧迫する主要原因を以下に示す。

- 料金値上げが実現しないと支出額が収入額を補完できない状態が続く。
- 運転管理費の高騰。
- 水道事業を取り巻く自然的社会条件は年々悪化、水源確保費用の増加、原水水質の悪化。
- 配給水地区の非効率化等が影響して今後更に給水原価が高騰する。

2) 収益と歳出

a) 上水道

2007/08 年度の水道総収益（見込み）は、2006/07 年度と対比すると、主に水道料金徴収率の増加で約 10% 増加した。

b) 下水道

2008 年度の下水道総収益は、水道事業の総収益と同様な傾向にある。

3) 主要経費

主な経費項目は、人件費、車両、深井戸、下水ポンプの補修費、電力代である。

- 各年度とも、電力代が全体費用の43%以上、人件費が30%以上を占めている。
- 雨期の電力消費量は、雨水排水ポンプをフル稼働するため、乾期に比べ1.5倍の電力を使用している。

なお、電力費の高騰は、施設効率の低下、汚水・雨水量の増加等が考えられる。

a) 経費科目の内訳

2007年と2008年の2年間における経費の上昇率は概ね17%である。

各科目の変動幅は、以下の表に示す通りである。

- 電力費は、約20%上昇(変動費)
- 人件費は、約16%上昇(固定費)
- 修理費は、約15%上昇(変動費)
- 事務機材は、約10~30%上昇
- その他の費用の平均は、約13%上昇

とくに、固定費の人件費は前年度比で約20%高くなっている。

(3) キャッシュ・フロー

WASAの監査用書式と案件毎の年度末の現金(資金)状況から、WASAのキャッシュ・フローを評価した。以下に、現状を示す。

- 年間でみると、建設費不足分は、補助金等の州政府援助があるため、年度途中で予算見直し、年度末にはやり繰りできている。
- 当座の現金不足によるキャッシュ・フロー悪化対策は、燃料代、電気代の支払い遅らせている(未払い金の増加)。
- O&Mコスト不足分も最終的に、補助金から充当される。
- 銀行口座残高は万が一に備えて一部現金を残している。

(4) 経営状況

上下水道事業の経営状況は、上水道、下水道、管渠の清掃事業を個別に管理していないため、以下に一般的な概念を示す。

2007/08年度における経営状況を以下に示す。

- 給水原価(7.58 Rs/m³)は供給単価(5.09 Rs./m³)の約1.5倍である。
- 支出額が収入額を超えており、累積赤字が増える傾向にある。
- 無効水量は緩やかな減少傾向である。一方、有収水量も緩やかな増加傾向にある。
- 2006/07年の水道関連職員数(2,925名)当たりの有収水量は約312 m³/人/日である。

(5) 課題の分析

現在の財務諸表は、上下水道が一括処理されているため、経営を圧迫している部門の経費が不明である。対策としては、経費の内訳を水道部門、下水道部門、雨水排水部門別に作成し、経費管理を実施する必要がある。

6.7.3 水道料金

水道料金表は上水道の使用量に従い下水道料金を加算し、水道料金と一括請求される。水道料金は、受益者負担の原則に従い設定されている。

現在の料金は、定額料金（古い地区：水道メータを設置義務がない地区）と従量料金（使用水量：水道メータ）との組み合わせ方式である。

WASA の上下水道使用料金表は、1998 年 1 月 1 日に Registered No. L-7532 により改定されて以来、8 年ぶりに 2004 年 3 月 1 日に Registered No. L-7532 により改定された。しかし、州政府は水道料金の値上げに慎重で、他の公共料金（ガス、電気料）の値上げ幅に比べ意図的に低く抑える政策をとっている。この結果、承認された料金の増加率は概ね全体の約 40% 程度である。

料金の改定申請は毎年 LDA に出しているが、州政府は WASA の料金改定申請を認めていない。現在も 2008 年 7 月に 70% 上昇案を LDA に申請中であるが、まだ申請は認められていない。最終承認は州政府が決定する。

料金改定の承認・書類の流れを以下に示す。

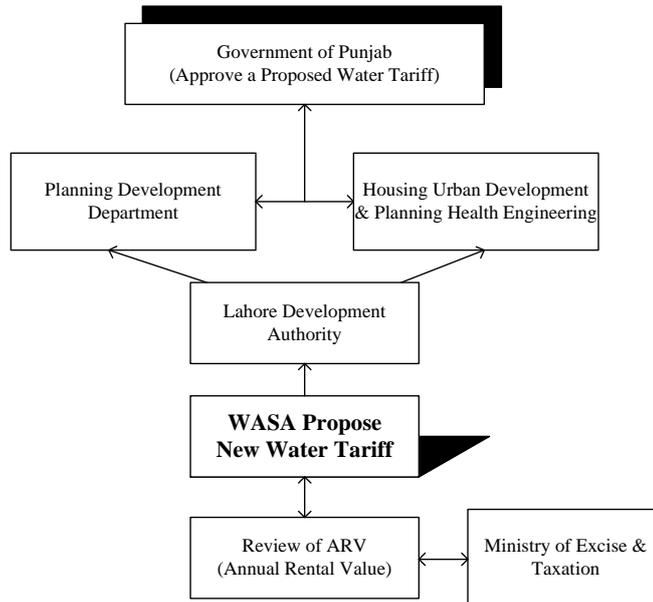


図 6.5 料金改正の承認・書類の流れ

2004 年に承認された水道料金体系は、1998 年度版を踏襲しながら、以下の主な項目が追加及び変更された。

- Aquifer Charge が廃止された。
- Quaid-e-Azam Town に接続費が追加された。
- 一部の料金が約 40% 増加した。
- Commercial の接続（メータ）の区分が細分化された（A、B、C、D、E）。

- (1) 水道料金表の構成 (Appendix 6.7.7 参照)
- (2) 使用料金の請求金額の算定方法 (Appendix 6.7.8 参照)
- (3) 料金表の用語定義 (Appendix 6.7.9 参照)
- (4) 課題の分析

水道料金表の規定には、接続申請書項と単価が明記されていない。また、水道料金の表現・用語の定義も不明瞭である。

対策としては、水道料金表の更新制度の確立、職員教育の強化、事務処理・パソコン処理化の充実が必要である。

6.7.4 検針と料金徴収

- (1) 検針件数

WASA 全管轄内の検針件数は、約 285,500 と予測されている。この内、72,900 個メータ（正常に稼働）が主な検針対象である。検針頻度は、2 ヶ月毎に実施し、メータなしの件数を総合すると、請求書の発行数は約 556,900 件に達する。

- (2) 検針方法

検針業務は、各 Town 別に 2 ヶ月に一度、実施される。作業は、8:00～15:00 まで週 6 日、24 日/月で週一回、手書きの記録用紙を事務所に届ける。事務所では、手書の記録をパソコンに転記し、請求書を 2～3 日以内で発行する。

全体の担当職員数は、約 100 名の検針者と 20～30 名の請求書発行者、150 人の請求書配達者が従事している。請求書は、利用者の住居に直接配達される。

- (3) 上下水道料金の請求書発行

水道料金業務は、WASA 組織内の Revenue Div.が、6-Towns 全ての検針、調定、請求書発行、入金の実施を実施している。水道料金の請求は、2 ヶ月に一回、約 286,000 ヶ所のメータ利用者を含む約 556,900 世帯へ水道料金請求書（下水道料金込み）が発行されている。

- (4) 料金の徴収方法

利用者は 2 ヶ月分の上下水道料金を、金融機関（NBP: National Bank Pakistan, ABL: Alliance Bank Ltd, BOP: Bank of Punjab）, Government of Post Office (GPO)または、代行金融機関(NADRA: National Database and Registration Authority)に出向いて直接支払う方式がある。

2008 年 7 月～2009 年 3 月における金融機関別平均徴収額シェアは、9 ヶ月間の合計 Rs.1,198 M (手数料支払い後)の内、銀行（含む NADRA）から 65.5%、Post Office 経由が 25.5%となっている。

どの支払い機関でも、利用者が支払った金額と金融機関側の書類記載等の事務処理ミスが発生している。ミスは WASA からの指摘で金融機関側が修正を実施する。

なお、支払い締め切り時期は、請求書に明記された期間（14日以内）がある。遅れた場合は追加料金が10%上乘せされる。

(5) 料金の徴収率

料金の徴収率は、接続普及率効果（推定2007年12月～2008年12月で約6.0%上昇）で、2005年度の77.5%から2008年度の79.1%、僅かながら緩やかに改善した。

(6) 滞納金対策

WASAの歳入部（Revenue Div.）の担当者へのヒヤリングの結果、利用者の未払い理由は、「支払う金が無い」とのことである。WASAは、督促状の発送、説得、給水停止、裁判を視野に入れ取立の強化を図った結果、2004年に比べ緩やかな延滞金の回収改善がみられる。

(7) 給水停止処分

給水停止処分は、4ヶ月間上下水道料金を滞納（支払い期限をベース）すると督促状が発送され、その後2ヶ月以内に支払われない場合は、強制的に給水栓を閉じ給水を停止する。給水の再開は、利用者が再開を申請し、かつ、未納金、接続費用、6ヶ月分の水道料前払い金を納付後、給水が再開される。

(8) 上下水管接続申請

上下水道の接続申請は、同時にWASA所轄各地区事務所など約80ヶ所で受け付けている。概ね6～7日で工事が実施され（登録業者が施工）、費用は受益者負担である。

水道メータは在庫がないため、メータなしで給水管が接続される。また同時に下水管の接続工事が実施される。

申請内容は、建物の登録番号、給水管の口径、接続費用の内訳（保証金、下水管接続料、水道接続料、メータ費用、前払い金）等が記載され、申請時に申請者の同意が確認される。なお、接続料金は、接続申請書の契約条件によって異なる。

(9) 新規接続件数

2008年度における水道料金の新規接続件数は約14,750件であった。

(10) Gunj Buksh Townの事例（2009年3月～4月）

WASAの検針状況を把握するため、Gunj Buksh Townの歳入部（Revenue Div.）を訪問した。職員数は約130名で契約職員6名との合計で136名体制である。

1) 検針件数及び請求書発行件数

2009年1～2月の検針対象接続件数は60,409件（内、正常に稼働しているメータ数は13,113件）であった。請求書の発行（122,143件）及び配達、WASAの職員が2ヶ月毎に実施している。

2) 検針体制

- 検針地区：52 地区に分割して、検針・請求書を発行している。
- 検針員数：14 名/月で検針業務を実施している。
- 勤務時間：8:00～15:00（週 6 日間）である。
- 報告義務：週 1 回、5 日間の手書きの記録を事務所に提出、パソコンに入力する。
- 1 人当たり検針数；200～1500 件/週、徒歩またはオートバイ使用している。

3) 上下水道料金請求の発送

- 2 名で手書きの検針用紙から、パソコンに転記する
- 請求書発行時間：検針記録を受領後、約 2～3 日以内に配送される。
- パソコンに転記された記録は、プリンターで打ち出され、会計検査員（1 名）が内容を確認する。
- 請求書は、WASA の職員約 60 名で毎日、各利用者宅に直接配達される。請求書は、郵便箱または入口ドアに投函する。

4) 違法接続の監視

検針者が巡回検針の際違法接続を発見、または、市民の通報などで違法接続があった場合、WASA は直ちに調査を実施する。とくにブースターポンプを配水管に接続することは禁止されている。違反接続は WASA によってポンプを没収される。

5) 検針障害

正常に検針できた件数 (Domestic) は約 20%、残り 80%に検針障害がある。検針障害の内、約 70%が「水道メータが設置されていない」で、残り 2.2%は利用者に起因するもので、「敷地、留守」が約 70%を占めている。

(11) 課題の分析

水道検針・請求書発行及び配達は、各 Town の歳入部 (Revenue Div.) 出先機関でそれぞれ実施している。しかし、各 Town の水道収入 (現金) は、委託金融機関 (4ヶ所の銀行で料金を徴収) から Ganj Buksh Town にある歳入部 (Revenue Div.) に集計される。

水道検針は手書き用紙に記入後、事務所の老朽化したパソコンで、給水台帳データに追加・更新する。その後、水道料金の請求書が WASA の配達員によって、顧客宅に配達されているため、事務の効率が悪い。対策としては、OA 機器の更新、オンラインシステムの更新、検針システム見直し、料金徴収方法の見直し、等の整備が必要である。

6.8 財政計画

財政計画は、上下水道事業の運営上必要な支出とこの支出を賄うための財源とその対応を金額で表示した計画書で、予算統制や投資計画決定などの内部管理や外部報告、水道料金の決定などの目的のために策定される。

財政計画は、総合計画、個別計画、基本計画、業務計画から構成され、また、計画期間の相違により、以下の区分に従い、計画年度別に計画を策定する必要がある。

- 長期計画（概ね5年以上）
- 中期計画（概ね3年前後）
- 短期計画（概ね1年以内）

(1) 計画書

WASA の経営・運営を示すべき「中・長期財政計画」の資料は、入手できなかった。

短期財政計画書（”Budget 2008-2009, Version”、WASA (Lahore)、2008/09 年度）には以下の財政状況（改善項目 Phase-1）が明記されている。

- 水道メータの普及促進
- 料金・徴収・受取の外部委託促進
- 無収水量の削減（中間メータの設置、漏水検知の促進）
- 電力費の削減（段階的な老朽化・効率の悪い施設の更新）
- 接続認可手続きの簡素化促進
- 顧客サービスセンターの充実
- データの統計処理化

(2) 基本計画と業務計画

上下水道事業の経営構造の変革を含む事業経営にかかわる基幹的計画である基本計画は、上下水道施設拡張及び普及拡大のための更新計画である。

WASA の 2008/09 年度単年度工事計画書によると、主に管路・深井戸の更新計画が継続的に実施されている。

一方、基本計画に基づき、反復的に実施する業務計画は、開排水路・管渠及び汚水管内の堆積物を除去する O&M 業務、施設の O&M 業務及び上下水道料金徴収等から構成される。

(3) 課題の分析

単年度の財務計画書は存在するが、中長期計画書は、未整備である。対策としては、計画書作成のための専門職員の雇用による財務計画の整備、分野別の財務諸表の作成、水道料金の改定の検討が必要である。

6.9 事業運営

6.9.1 事業運営方針

上下水道事業の運営は、”Vision 2030, National Drinking Water Policy”等の上位計画に明記された政策を効果的に実施することである。WASA 内部で検討されている政策は、市民のニーズや事業環境等を考慮して取り組んでいると考える。しかし、政策の達成度は遅れている。

6.9.2 運営組織の拡大

現在の組織は、1991年頃の体制を基本形とし、2002年頃、当時の軍事政権の指導で O&M 管轄区分が 2ヶ所から 6都市(6-Town)に拡大・細分化された。各 6-Town はそれぞれ、水道施設、下水道施設、雨水排水路の清掃を実施することになった。

現組織の業務状況を以下に示す。

- 財務管理、収益・コスト管理、会計監査資料の作成作業は直営である。
- 水道メータ検針、請求書発行、配達、入金管理電算処理等の事務は直営である。
- 認可業務、工事監理は直営である。
- 上下水道施設 O&M 、水質検査は直営を基本としている。
- 堆積物除去作業は一部委託により実施している。
- 雨水排水作業は一部委託により実施している。
- 機材・車両の整備は外部委託で対応している。

6.9.3 運営管理指標の作成

WASA は経営改革の一環として、2007/08 年から Benchmark Indicators を作成している(表 6.7)。なお、経営方針としての目標値の設定は、今後の課題である。

表 6.7 WASA の運営管理指標

S.No.	DESCRIPTION	UNIT	Calculation	INDICATOR(Financial Year)			REMARKS
				2006-2007	2007-2008	2008-2009 Assumption	
1	Basic Data						
	Total Area for O/M works	km ²	-	338	338	338	-
1-1	Service Area (Water Supply)	km ²	-	-	-	-	-
	Service Area (Sewerage)	km ²	-	-	-	-	-
	Population of Lahore District	Nos.	-	8,092,000	8,318,000	-	-
	Population of WASA Area	Nos.	-	5,548,000	5,671,000	-	-
1-2	Population Served with Water Supply	Nos.	-	4,826,760	4,933,770	-	-
	Population Served with Sewerage pipeline	Nos.	-	4,576,000	4,764,000	-	-
	Population served by Sewage treatment system	%	-	-	-	-	-
	Water coverage	%	-	87	87	-	-
1-3	Sewerage Coverage	%	-	82.5	84.0	-	-
	Treated wastewater Coverage	%	-	-	-	-	-
1-4	Impact of Food Control	%	-	-	-	-	-
1-5	Continuity of Service Hours per day in Winter	Hr/day	-	14	14.0	14.0	-
1-6	Continuity of Service Hours per day in Summer	Hr/day	-	18	18.0	18.0	-
1-7	Ratio of groundwater source	%	Pump displacement/Reserves	-	-	-	-
1-8	Intake amount	MGD	-	-	-	-	-
1-9	Reservoir Storage Capacity	Day	-	-	-	-	-
2	Water Production						
2-1	Daily Ave. Water Production	MGD	-	350	360	354	-
		Mm ³ /D	MGD*4.546 (liter/Gallons)	1.59	1.64	1.61	-
2-2	Daily Ave. Water Production per Population	GPCD	-	73	73	-	-
		LPCD	-	330	332	-	-
2-3	Daily Maximum Water Production	MGD	-	-	-	-	-
		Mm ³ /D	MGD*4.546 (liter/Gallons)	-	-	-	-
2-4	Daily Maximum Water Production per Population	GPCD	-	-	-	-	-
		LPCD	-	-	-	-	-
2-5	Rate of Loading (water supply Facilities)	%	Daily ave W.P./Daily Maximum	-	-	-	-
	Rate of Loading (Sewerage Facilities)	%	W.P.*100	-	-	-	-
2-6	Daily Ave. Wastewater Flow	MGD	-	-	-	-	-
		Mm ³ /D	MGD*4.546 (liter/Gallons)	-	-	-	-
2-7	Daily Maximum WasteWater Flow	MGD	-	-	-	-	-
		Mm ³ /D	MGD*4.546 (liter/Gallons)	-	-	-	-
2-8	Rainwater Flow	MGD	-	-	-	-	-
		Mm ³ /D	MGD*4.546 (liter/Gallons)	-	-	-	-
3	Metered & Unmetered Consumption						
3-1	Total Metered Consumption	MGD	-	88.36	96.88	-	-
3-2	No. of Metered Connection	Nos.	-	259,514	267,912	285,443	-
3-3	Total No. of working meters	Nos.	-	-	-	-	-
3-4	Person /House	-	-	9.03	9.03	Person/house (WASA's Estimation)	-
3-5	Per House Consumption	Gall/House/D	-	340	362	-	-
		GPCD	-	38	40	-	-
	Per Person Consumption	LPCD	-	171	182	-	-
4	Un-metered Consumption						
4-1	Total Un-metered Consumption	MGD	-	112	118	-	Assumed
4-2	No. of Un-Metered Connection	Nos.	-	275,304	272,838	-	-
4-3	Per Connection Consumption	Gall/Connection/D	-	409	434	-	1.2
5	Other Consumption	MGD	-	24	24	-	-
6	Total Consumption, AFW	MGD	(3-1)+(4-1)+(5)=	225	239.3	-	-
7	Total No. of Connection	Nos.	(3-2)+(4-2)=	534,818	535,824	556,890	-
8-1	Per Total connection Consumption	Gall/T.Connection/D	-	420	447	-	-
8-2		GPCD	-	47	49	-	-
8-3	Per Person Consumption(Including All use application)	LPCD	-	212	225	-	-
9	Total Sewerage Connection Year End.	No.	-	507,000	528,825	-	-
10	Rate of water utilization						
10-1	Unaccounted for Water(UFW)	MGD	(2-1)-(10-2)-(10-3)	125	121	112	-
		MGD	-	201	215.30	211	-
10-2	Revenue Water(RW)	Mm ³ /D	MGD*4.546 (liter/Gallons)	0.913	0.979	0.959	-
10-3	Non Revenue Water(NRW)	MGD	-	24	24	31	-
10-4	Account for Water(AFW)	MGD	(13-1)+(13-2)=	(201)	(223.5)	(211)	-
	Water Production	MGD	-	350.0	360.0	354.0	-
10-5	% of UFW	%	UFW/(7)	35.8	33.5	31.6	-
10-6	% of AFW	%	RW+NRW/(7)	64.2	66.5	68.4	-
10-7	% of NRW	%	NRW+UFW/(7)	42.6	40.2	40.4	-
10-8	% of RW	%	AFW / (7)	57.4	59.8	59.6	-

Source: BanchMark Indicators, WASA's Planing & Evaluation Dep April 30, 2009 and Updated

S.No.	DESCRIPTION	UNIT	Calculation	INDICATOR(Finacial Year)			REMARKS
				2006-2007	2007-2008	2008-2009 Assumption	
11	Water Supply Connection						
11-1	Total No. of water supply connection	Nos.	-	534,818	535,824	556,890	-
11-2	Total No. of Functional Water Meters	Nos.	-	64,178	66,442	72,865	-
11-3	Functional Meters Ratio of Total Connection	%	-	12.0	12.4	13.1	-
11-4	Total No. of Metered Connection	Nos.	-	259,514	273,611	285,443	-
11-5	Functional meters Ratio of Total metered Connection	%	-	24.73	24.28	25.53	-
11-6	Total Amount of Metered Water sold	MGD	-	88.4	102	211	-
11-7	Metered water sold Ratio	%	-	39.3	42.6	-	-
12	Operation and Maintenance Works						
12-1	Pipe Breaks per Km per year	km/year	Frequency/km	2.1	2.1	-	-
	Total Water Services Length	km	-	3,350	3,380	-	-
	Total No. of pipe breaks per year	Frequency	-	7,013	7,150	-	-
	Water Supply pipe Breaks per Km per year	km/year	Frequency/km	-	-	-	-
	Toatl Water main length	km	-	-	-	-	-
	Total Distribution pipe Length	km	-	-	-	-	-
	Total Service line Length	km	-	-	-	-	-
12-2	Total No. of pipe breaks per year	Frequency	-	-	-	-	-
	Total Steel pipe Length	km	-	-	-	-	-
	Total CIP pipe Length	km	-	-	-	-	-
	Total PVC/PE pipe Length	km	-	-	-	-	-
	Total Lead pipe Length	km	-	-	-	-	-
	Total Asbest pipe Length	km	-	-	-	-	-
12-3	Amount of Leakage Water Loss	m ³ /year	-	-	-	-	-
	Sewerage Blockages per km per year	km/year	Frequency/km	35.5	37.0	-	-
	Total Wastewater length	km	-	3,780	3,780	-	-
	Total No. of Sewer Blockage per year	Frequency	-	134,081	140,000	-	-
	Total CIP pipe Length	km	-	-	-	-	-
	Total CR pipe Length	km	-	-	-	-	-
	Total Clay pipe Length	km	-	-	-	-	-
12-5	Dranage repaier per km per year	km/year	-	-	-	-	-
12-6	Amount of Desilt	m ³ /year	-	-	-	-	-
	Total Dranage Length	km	-	-	-	-	-
13	Unit Coat						
13-1	Ratio of Operational Revenue per Cost	-	Revenue/Cost	0.70	0.67	0.60	-
	Change of Water Supply Unit Cost	Times	-	1.00	1.10	1.31	-
	Cost of Water supply per Water production	Rs/m ³	Operation Cost/((7)*365)	4.13	4.53	5.4	1.67
13-2	Cost of Water supply per RW	Rs/m ³	Operation Cost/((13-2)*366)	7.20	7.58	9.13	1.67
	Water production	Mm ³ /D	-	1.59	1.64	1.6	-
	Revenue Water(RW)	Mm ³ /D	-	0.91	0.98	0.96	-
	Operation Cost per Water production	MRs/y	-	2,399	2,707	3,196	-
	Change of Unit price of Water Supply	Times	-	1.00	1.06	1.13	-
13-3	Unit price of Water supply per Water production	Rs/m ³	Operation Revenue/Water production	2.88	3.05	3.25	-
	Unit price of Water supply per RW	Rs/m³	Operation Revenue/RW	5.02	5.09	5.46	-
	Operation Revenue(Including Miscellaneous)	MRs/y	-	1,673	1,819	1,910	-
13-4	Total Receipts	MRs/y	-	-	4,983.49	3,676.31	-
13-5	Total Expenditure	MRs/y	-	-	5,078.37	5,022	-
13-6	Change of Total No. of Water Connection per Employee	Nos./Employee	-	82	94	97	-
13-7	Revenue Water per Water's Employee	m ³ /Employee/d	RW/Employees	312	-	-	-
13-8	Water Production per Water's Employee	m ³ /Employee/d	Water production/Employees	544	-	-	-
13-9	Water Connections per Water's Employee	m ³ /Employee/d	Water connections/Employees	183	-	-	-
14	WASA's Employees						
14-1	Total No. of WASA's Employees	Nos.	-	6,560	5,729	5,729	-
14-2	Staff on water supply	No.	-	2,925	-	-	-
14-3	Staff on sewerage	No.	-	2,682	-	-	-
14-4	staff on Drainage	No.	-	953	-	-	-
15	Total No. of Staff on Sew. & drainage (Contract Basis)	No.	-	3,635	3,664	3,664	-
16	Ratio of Operation Cost						
16-1	Proportion of Power /Electricity per Operation Cost	%	-	31.2	31.8	31.5	-
16-2	Proportion of Salary per Operation Cost	%	-	47.5	43.4	44.3	-
16-3	Proportion of Repair & Maintenance per Operation Cost	%	-	-	21.3	20.9	-
16-4	Operation cost per Water production	MRs/y	-	2,399	2,707	3,182	-
16-5	Salary	MRs/y	-	749	861	1,001	-
16-6	Power	MRs/y	-	1,141	1,175	1,411	-
16-7	Repair & Maintenance	MRs/y	-	-	577	664	-
16-8	Other Expenses	MRs/y	-	-	94	106	-
17	Complaints						
17-1	% of Total No. of Water Supply Complaints per Connections	%	-	6.9	6.9	-	-
17-2	% of Total No. of Sewerage/Drainage Complaints per Connections	%	-	-	-	-	-
17-3	% of Total No. of Water Quality Complaints per Connections	%	-	-	-	-	-
17-4	% of Total No. of Billing /Revenue Complaints per Connections	%	-	-	-	-	-
17-5	No. of Water Supply Complaints per year	Nos.	-	37,029	37,000	-	-
17-6	No. of Sewerage/Drainage Complaints per year	Nos.	-	-	-	-	-
17-7	No. of Water Quality Complaints per year	Nos.	-	-	-	-	-
17-8	No. of Billing / Revenue Complaints per year	Nos.	-	-	-	-	-

Source: BanchMark Indicators, WASA's Planing & Evaluation Dep April 30, 2009 and Updated

6.9.4 情報の公開

運営に関わる情報開示は、遅れている。情報公開は、顧客とのパートナーシップの構築、顧客の満足度、ニーズを吸収する目的とする。経営管理指標の情報を開示する必要がある。

6.9.5 政策の達成状況

政策の達成度は、予算化が困難、職員のトレーニング・教育育成の遅れ等の理由で、大幅に遅れている。

以下に WASA が目指す目標政策を示す。

政策-1：協働運営と地域・社会との共生

施策 1-1 的確な事業運営の実施

- ✓ 経営・管理目標設定の検討推進
- ✓ 財政計画の作成推進
- ✓ ベンチマークの整備推進
- ✓ 管理目標に基づく事業の取り組み
- ✓ 経営指標のモニタリング・システムの構築の検討推進
- ✓ 集中改革プランに基づく経営効率化の実施推進
- ✓ 顧客アンケート調査の実施推進

施策 1-2 組織の改革

- ✓ 組織の簡素化の検討推進
- ✓ 責任・役割・業務分担の明確化推進
- ✓ バランスのとれた職員の配置推進
- ✓ 命令系統の再確認推進
- ✓ 職員の傾斜配分の検討推進
- ✓ 組織の活性化検討推進
- ✓ 緩やかな世代交代の実現推進
- ✓ 優秀な退職職員の再雇用の検討
- ✓ 実務経験・知識がある管理職・財務/経営、庶務/技術者の雇用推進

施策 1-3 顧客とのパートナーシップの構築

- ✓ 広報活動の実施推進
- ✓ 弱者対策の減免処置の推進
- ✓ 経営指標等の情報公開
- ✓ 水道施設、下水施設見学会の開催検討推進
- ✓ 水道料金表の説明会の検討推進
- ✓ WASA が直面している、課題の市民説明義務と課題の共有化の推進

- ✓ 正直な市民の料金に関するクレーム処置は寛大配慮の実施
- ✓ 市民から悪質な違法情報提供の促進
- ✓ 優良提案の表彰行事の実施と推進
- ✓ 顧客サービスの向上

政策-2：効率的な経営による収益・利益の改善

施策 2-1 無収水量の削減調査

- ✓ 水バランスの調査推進
- ✓ 有収水量の増加対策の検討推進

施策 2-2 使用水量による料金徴収

- ✓ 水道メータの設置台数の普及・増加、整備推進
- ✓ 使用水量による料金表の検討推進
- ✓ 用途別水量の把握の促進
- ✓ 下水接続件数の普及推進

施策 2-3 効率的維持管理の推進

- ✓ 人件費の削減推進
- ✓ 職員の経験/教育レベルの質の向上
- ✓ 維持管理業務の民間委託推進
- ✓ 優秀な職員の退職年度の延長の検討推進

施策 2-4 検針・料金徴収の効率化

- ✓ 検針・請求書発行・配達業務の一部機械化による人件費の削減の検討推進
- ✓ 水道料金払い込みシステムの改善検討推進
- ✓ 老朽化した事務処理用電子計算システムの更新推進
- ✓ 事務処理ミス、料金に関する苦情件数の削減対策の推進

施策 2-5 事業別財務報告書の作成

- ✓ それぞれ下水事業と水道事業の財務報告・経営報告書作成の検討推進

施策 2-6 罰則強化

- ✓ 悪質違法接続者の罰則・公表の強化実施

政策-3：安全な水の供給

- ✓ アスベスト管敷設替の検討推進
- ✓ 給水管と汚水管の敷設距離の確保の検討推進
- ✓ 汚水管と交差する給水管の補強の検討推進
- ✓ 給水管の漏水・破損調査の検討推進
- ✓ ポンプ圧入方式の塩素注入設備に更新推進

- ✓ 深井戸 吐出側の塩素濃度の検査器具の設置義務化の検討推進
- ✓ 汚水・排水放流点における自動水質監視装置の設置検討推進
- ✓ 塩素注入台帳の整備推進

政策-4：安定した給水

施策 4-1 水源の確保

- ✓ 代替え水源の検討推進
- ✓ 地下水源の全体量の調査の推進
- ✓ 地下水位の変動調査の推進
- ✓ 地下水の質の調査の推進
- ✓ 帯水層、不透水層の位置と規模の調査の実施推進
- ✓ 地下水の涵養・流動・貯留の量・質の変化の調査の実施推進
- ✓ 保全計画の策定推進
- ✓ 下水処理水の再利用の推進

施策 4-2 時間給水の削減

- ✓ 二回線受電の整備推進
- ✓ ポンプ能力に最適な自家発電の整備推進
- ✓ 故障予防の維持管理体制の充実推進

施策 4-3 老朽施設の更新・整備

- ✓ 深井戸の更新・整備推進
- ✓ 塩素注入施設の改善推進
- ✓ 排水ポンプ、スクリーン設備の改善推進
- ✓ 電機施設の更新工事の実施推進
- ✓ 排水ポンプ場建屋の更新工事の実施推進
- ✓ 深井戸床亀裂部の整備工事の実施推進
- ✓ 施設の一括運転モニタリングシステムの整備推進

施策 4-3 水道メータの更新・整備

- ✓ BFM の更新・整備推進
- ✓ 水道メータの更新・整備推進
- ✓ 中間メータの整備推進

施策 4-4 管網の更新・整備

- ✓ 老朽管等配水管敷設替工事の実施推進
- ✓ 給水管材質の取替工事の実施推進
- ✓ 直結給水の促進推進

施策 4-5 水道管漏水対策の整備

- ✓ 漏水検知器設備の充実推進
- ✓ 漏水検査の実施推進
- ✓ 漏水検査職員の充実推進
- ✓ 漏水量の把握推進

施策 4-6 苦情件数の削減化

- ✓ 苦情受付台帳の電算処理化の検討推進
- ✓ 苦情処理の結果報告の電算処理化の検討推進
- ✓ 苦情内容の整理・統計化の検討推進
- ✓ 苦情件数削減対策計画書の策定推進
- ✓ 苦情対策用車両の整備推進

政策-5：維持管理機材の整備

施策 5-1 水道メーターワークショップの整備推進

- ✓ 修理技能者の増員推進
- ✓ 作業場所の改善推進
- ✓ 部品調達・在庫状況の整備推進
- ✓ 校正設備の整備推進

施策 5-2 浸水対策機材のクショップの整備推進

- ✓ 老朽化小型ポンプの更新推進
- ✓ 老朽化トラックの更新推進、台数の増加推進
- ✓ エンジン付き可搬式照明塔の整備
- ✓ 可搬式自家発電機の整備推進
- ✓ 簡易工作機械の整備推進

施策 5-3 管渠・汚水管の堆積物除去重機の整備推進

- ✓ 老朽化機材の更新推進
- ✓ 小型ブルトーザの充実推進
- ✓ ロングブーム付バケットクレーンの充実推進
- ✓ 老朽化トラックの更新推進、台数の増加推進
- ✓ 小型二輪車の整備推進
- ✓ 有毒ガス検知器具・安全マスク等の整備推進
- ✓ 転落事故防止器具・ヘルメット・保護メガネ・手袋等の整備推進

施策 5-4 水質分析機能の整備推進

- ✓ 老朽化分析機材の更新推進
- ✓ 分析機材の更新推進
- ✓ 老朽サンプリング車両の更新と台数の増加推進
- ✓ 下水分析機材の整備推進

- ✓ 分析職員数の増員推進
- ✓ 分析データの電算処理化推進

施策 5-5 在庫管理

- ✓ 入庫台帳の電算処理化推進
- ✓ 出庫台帳の電算処理化推進
- ✓ 在庫管理の一元化推進

政策-6：職員のレベルアップ

施策 6-1 研修計画の作成

- ✓ 研修目標値・効果の設定推進
- ✓ 職員の個人情報の充実推進
- ✓ 管理職の管理・応用能力の向上推進
- ✓ 専門職技術者の技術レベルの向上推進
- ✓ 職員の労働衛生・安全教育のレベルの向上推進
- ✓ 研修者による研修目標値の作成推進
- ✓ トレーニングメニューの作成推進
- ✓ 指導員の充実・整備推進
- ✓ 指導員の資格・給与体系の見直し推進

施策 6-2 職員の意識改革の推進

- ✓ 研修終了証明の発行推進
- ✓ 昇給・給与体系の見直し推進
- ✓ 職場改善提案の報奨金制度の検討

施策 6-3 トレーニング施設の整備

- ✓ W A S A の研修センターの研修機材の整備推進
- ✓ 研修ルームの整備推進
- ✓ 宿泊・食堂の施設の整備推進

施策 6-4 成果の評価方法の整備

- ✓ 研修者による目標値の達成度・反省報告書の評価推進
- ✓ 研修者による職場改善（安全、効率、改善）提案書の評価推進
- ✓ 研修終了試験（筆記、口頭）の実施推進
- ✓ 研修出席日数の確認推進
- ✓ 研修前後の勤務評価推進
- ✓ 研修前後の専門別技能・知識評価推進
- ✓ 勤務中の応用能力・問題解決能力評価推進

政策-7：快適で安全な生活環境の確保

施策 7-1 汚水整備の推進

- ✓ 分流式への整備推進
- ✓ 汚水管渠の整備推進
- ✓ 汚水ポンプ場、排水ポンプ場の機能強化 推進
- ✓ 臭気対策の整備推進
- ✓ マンホールの整備推進

施策 7-2 施設の良い保全

- ✓ 深井戸の老朽化施設の更新推進
- ✓ ポンプ場の老朽化施設の更新推進
- ✓ 深井戸施設の運転管理記録を電算処理化推進
- ✓ 排水ポンプ場の運転管理記録を電算処理化推進

施策 7-3 浸水対策の推進

- ✓ 浸水ハザードマップの作成・公表推進
- ✓ 水管渠の整備推進

施策 7-4 管渠・汚水管の良い保全

- ✓ 沈殿物の除去/撤去の実施推進

政策-8：綺麗な河川の創出

施策 8-1：公共用水域の水質向上

- ✓ 雨水吐き室へのスクリーン設置推進
- ✓ 工場排水の規制・監視推進
- ✓ 不法廃棄物投棄の監視推進
- ✓ 雨水排水路の整備推進
- ✓ 違反者の罰則強化、違反者・ブラックリストの公表推進

政策-9：市民啓蒙活動

施策 9-1 節水

- ✓ 水タンク・給水管からの漏水対策推進
- ✓ 給水管からの漏水対策推進
- ✓ 水の有効利用の推進

施策 9-2 水質汚染対策

- ✓ 水道管破損時の水系伝染病対策推進
- ✓ 屋上・地下水タンクの清掃推進

施策 9-3 環境保全

- ✓ 廃棄物の未回収量の削減推進

施策 9-4 住民マナー

- ✓ 河川・排水路へのゴミ投棄の禁止（家庭、事業廃棄物）推進
- ✓ マンホールへの不法ゴミ投棄の削減推進
- ✓ ゴミ収集マナーの教育推進
- ✓ 配水管からの直結ブースターポンプの設置の禁止推進

施策 9-5 WASA 活動の広報

- ✓ 給水量の公表推進
- ✓ 経営状況の公表推進
- ✓ WASA の業務の公表推進

6.9.6 課題の分析

事業環境の変化に対応すべき「全体の経営」を示す事業計画（基本政策）は、未整備である。一方、施設の建設予算は毎年継続されているが、2008年に WASA の掲げる「経営の改善項目」は、予算配分額が不足して未達成である。

WASA は 2007 年から O&M に係る Benchmark を整理しているが、目標の設定には至っていない。

対策として、専門職員の雇用、事業計画の策定と経営管理目標の設定によりバランスのとれた経営方針の設定が必要である。

7 既存の調査及び開発計画のレビュー

7.1 既存の調査及び開発計画

ラホールの水道・下水道・排水施設整備に関しては、表 7.1 に示すものがあり、とくに 2000 年以降に多くのレポートが作成されている。

表 7.1 既存の調査及び開発計画

	Year	Consultants	Reports and Development Plans
(1)	1975 年 9 月	Camp Dresser & Mckee Ltd. (CDM)	ラホール上下水道プロジェクト Lahore Water Supply, Sewerage and Drainage Project
(2)	1986 年 10 月	NESPAK	ラホール水道システムコンピューター解析及び新しい深井戸の設計 Lahore Water Supply System Computer Study and Design of New Tube-wells
(3)	1987 年 9 月	Balfour Consulting Engineers	ラホール下水処理プロジェクト Lahore Wastewater Treatment Project
(4)	1991 年 6 月	NESPAK	地下水源の評価及びラホール帯水層調査 Groundwater Resources Evaluation and Study of Aquifer under Lahore
(5)	1992 年 2 月	Mott MacDonald International Limited & ACE (Pvt.) Limited	ラホール都市排水—設計レポート Lahore Urban Drainage - Design Report
(6)	1993 年 7 月	Balfour Maunsell & Engineering Consultants	パンジャブ州都市開発プロジェクト ラホール下水処理場及び下水ポンプ場 Punjab Urban Development Project Lahore Wastewater Treatment Plants and Sewage Pumping Stations
(7)	1994 年 10 月	Balfour Maunsell	パンジャブ州環境プロジェクト ラホール Southwest 下水処理場 Punjab Urban Environmental Project Lahore Southwest Wastewater Treatment Plant
(8)	2002 年 11 月	NESPAK	ラホール総合マスタープラン Integrated Master Plan for Lahore – 2021
(9)	2005 年 8 月	NESPAK	ラホールセントラルゾーン下水道・排水システム改善マスタープラン—詳細設計レポート Master Plan for Improvement of Sewerage and Drainage System of Central Zone, Lahore – Detailed Engineering Design Report
(10)	2005 年 11 月	NESPAK	サウスラホール総合下水道・排水スキーム策定—F/S レポート Preparation of Comprehensive Sewerage & Drainage Scheme for South Lahore – Feasibility Report

(11)	2006年11月	NESPAK	サウトラホール総合下水道・排水スキーム策定予備設計レポート Preparation of Comprehensive Sewerage & Drainage Scheme for South Lahore – Preliminary Design Report
(12)	2007年8月	Seueca	ラホール上下水道サービス提供のための確認調査 Identification Study for Provision of Water Supply and Sewerage Services in Lahore City
(13)	2008年6月	NESPAK	ラホール Cantonment Drain 沿い下水幹線敷設 Laying of Trunk Sewer along Cantonment Drain Lahore

NESPAK: National Engineering Services Pakistan (Pvt.) Limited

7.2 既存の調査及び開発計画の概要

この中で最も重要なのが 1975 年の **Lahore Water Supply, Sewerage and Drainage Project** で、内容は水道・下水道・排水施設のマスタープランとなっている。このレポートで提案された内容が、今日のラホールの水道・下水道・排水施設整備の基礎となっていることは間違いない。レポートは二つの重要な提案を行っている。ひとつは表流水源を含めた比較検討結果を踏まえて、ラホールの水道水源は今後とも地下水とすることを提案している。今ひとつは一部合流式概念の導入で、ラホールのような状況下ではピーク時汚水流量を上回る容量を汚水管に持たせることは、雑排水及び雨水の溜まり水を排除するのに有効であるとしている。

これ以降のレポートは水道・下水道・排水といった特定の分野あるいは特定の区域の施設整備に関する計画となっている（2002 年の **Integrated Master Plan for Lahore – 2021** は水道・下水道・排水施設を含んでいるが、もともと都市施設全体に関する計画で多くの要素から構成されているため、水道・下水道・排水施設としての検討レベルはそれほど深くない。）。

(1) 水道分野

1991 年に **Groundwater Resources Evaluation and Study of Aquifer under Lahore** が行われている。これは 1975 年の **Lahore Water Supply, Sewerage and Drainage Project** 以降に行われた WASA 発注の唯一の地下水源に関する本格調査で、帯水層解析数値モデルの開発を伴ったが、この解析モデルは今日では使われていない。

2002 年の **Integrated Master Plan for Lahore – 2021** の水道計画では、将来の計画給水量の伸びに対して一人 1 日給水量を 80 gpcd から 50 gpcd に下げ、少なくとも 300 MGD は北東部の表流水源から取水することを提案しているのが注目される。

この報告書は社会基盤施設整備の章で、水道・下水道・排水施設・廃棄物処理の将来像を示している。この章は、(1)主要問題とガイドライン、(2)全体のコンポーネント、(3)

開発可能性と制約及び市の発展、(4)都市の発展戦略、(5)住宅、(6)コミュニティ施設、(8)社会基盤施設整備、(9)公共施設、(10)洪水管理と Ravi 川対岸の発展可能性、(11)都市環境、(12)組織的枠組み、(13)財務上の提案とオプション、(14)ゾーニング規制、(15)Sub-division 規制、といったさまざまな課題の下で精査している。技術的処理と調査はかなり表面的であるように見える。この報告書の人口予測の考えは本調査でも参照されている。

2008 年の **Identification Study for Provision of Water Supply and Sewerage Services in Lahore City** では水道接続数 1,500 戸、配水管延長 30 km の Johar Town を対象に詳細な無効水量調査が行われており、それに基づいて 8 ヶ年にわたる無効水量削減行動計画が提案されている。

パイロット区域の現状についてチェックするために、詳細な調査を行っている。調査対象区域は新たに開発された住宅地の Johar Town で、水道施設はオールドタウンに存在するそれらよりも条件はよいと考えられる。したがって、結果については幾分割り引いて解釈する必要がある。しかし、深井戸に送水元メータ及び使用者側に各戸メータがないため、完全な水道システムで正確に測定されたデータがないという状況の中で、独立した水道システムの入りと出をチェックして得られた結果はどちらも価値があり、注意深く評価する必要がある。

(2) 下水道・排水分野

下水道分野では South West WWTP の事業化に向けて早くも 1987 年の **Lahore Wastewater Treatment Project** でサービス区域及び処理方式の検討が行われており、1992 年 2 月 23 日に用地買収の手続きを終えて、1993 年の **Lahore Wastewater Treatment Plants and Sewage Pumping Stations** ではポンプ場、処理場、下水遮集路の設計図書が作成された。しかし、South West WWTP 及びこれにつながる下水遮集路は資金手当の目途が立たずその後実施には至らなかった。

1992 年の **Lahore Urban Drainage** は、異なる排水路断面の評価等を含めて排水施設の設計基準について検討を行っている。

1994 年に Balfour Maunsell によって、Southwest WWTP のサービス区域に属する Central, South Civil Lines and Southwest Sewerage Districts の人口及び下水量の見直しに伴って、1975 年の **Lahore Water Supply, Sewerage and Drainage Project** の計画の見直しが行われた。これは、1975 年のマスタープランでは既存下水管の能力不足に対応するための下水管の二条化、及びラビ川に放流するための新しいポンプ場の建設が提案され、その計画に従って、Main Outfall、Gulshan-e-Ravi、Multan の各ポンプ場が建設されたが、下水管についてはほとんど改善がなされなかったことによる。また、South West WWTP については、高率活性汚泥法、高速散水ろ床法、エアレーティッドラグーン法、嫌気性池+通性池か

ら成る安定化池法の比較検討が行われた。

報告書は WWTP の所要用地面積について、2005 年の計画流量 701,600 m³/day に対し 549 ha、2017 年の計画流量 892,100 m³/day に対し 684 ha を提案している。しかし、実際に購入された敷地は 364.2 ha で上述の要求を十分に満たしていなかったが、不足分は将来購入することを前提として、安定化池法が推奨されている。各ポンドの土堰堤は維持管理道路として使用するという前提で、下水処理場の全体レイアウトでは、嫌気性池 9 池、通性池 40 池がびっしり配置されている。しかし、そのような用地の追加取得は今日までなされなかった。本報告書で提案されている計画流量は 1994 年のものよりも大きく、また、2002 年に提案された”Master Plan for Urban Wastewater (Municipal and Industrial) Treatment Facilities in Pakistan”では、周回道路、付属施設、処理場の緩衝地帯としてポンド表面積の 40%増しにすることが要求されている。このような考えが配置計画に導入されると、Balfour が 2017 年用に提案した 684 ha でも全体レイアウトに足りなくなる。

2002 年の **Integrated Master Plan for Lahore – 2021** では下水道について、市街化区域の拡張に伴う下水道整備区域の拡張と用地取得済みの処理場の早期建設が謳われている。また、排水施設については、排水路へのごみ投棄の排除、不法占拠の排除、経済性、確率年 5 年の雨水排除施設、維持しやすい排水路、自己資金による排水施設スキーム、自浄型排水路といった視点から排水計画の策定を提案している。技術的内容は「(1)水道」の項でも述べたようにそれほど深くはない。

2005 年の **Master Plan for Improvement of Sewerage and Drainage System of Central Zone** では Central Zone における下水道・排水施設の整備計画が立てられている(ただし、下水道と排水施設の対象区域は異なる)。Central Zone は South West WWTP のサービス区域で、事業費は下水道施設(下水処理場は含まない)に Rs.614 M、排水施設 Package-A Rs.821 M、Package-B Rs.817 M と見積っている。

本報告書は詳細設計のデータブックを含んでいるが、Central Zone の下水道・排水施設の現状については何も記述していない。したがって、詳細設計の目的が判然としない。

本報告書は後述の“2005 South Lahore Report”と同じコンサルタントがほぼ同時期に作成しているが、一人 1 日下水量、商工業下水量のための割り増し、下水管内の流速限界については異なる設計基準を採用している。その関連性が不明である。

2005 年の **Preparation of Comprehensive Sewerage & Drainage Scheme for South Lahore – Feasibility Report** では、South Lahore (図 7.1 参照)における下水道・排水施設の整備計画が立てられている。南部区域は Hudiarra Drain と Ravi River の合流点近くの河川敷に WWTP の建設が想定されている。このプロジェクトについては 2006 年に **Preliminary Design Report** が出されており、事業費は、下水道施設(下水処理場は含まない) Rs.12,570 M、排水施設 Rs.9,988 M と見積っている。

ラホールの区域の中でも急速な発展を見せている南部区域では、既存下水幹線の能力

不足及び新設下水幹線の整備の遅れから、至る所で下水は中継ポンプ場を経て雨水排水路に排出されている。できるだけ排水路沿いに下水幹線を新設して下水処理場まで輸送し、既存の暫定中継ポンプ場の数をできるだけ減らして、汚水と雨水の分離を図ることが提案されている。提案されたシステムは下水道システムの維持管理及び公共用水域の改善に大いに資するが、報告書にはシステムの効果について定量的評価を行っていない。

2008年の **Identification Study for Provision of Water Supply and Sewerage Services in Lahore City** では下水道施設について、既設下水管の能力不足のため下水を排水路に排出している中継ポンプ場の廃止を通じて下水と雨水の分離、下水幹線の更新・増補、下水管の清掃作業の強化、下水管に投棄されるゴミ量を削減するために担当部局との協働、主要ポンプ場のポンプの交換と自動スクリーンの設置、下水処理場の集約化（6 処理場から 3 処理場へ）と活性汚泥法の採用を提案している。

本報告書は上下水道施設に関連していくつかのトピックスについて調査を行っている。6ヶ所の下水処理場がラホールの下水道マスタープランで提案されているが、本報告書は三つの代替案、すなわち、下水幹線のサイズ、統合に必要なポンプ揚程に基づいて、6、3、1 処理場案を比較して 3 処理場案を提言している。加えて、下水処理場の処理方式について、安定化池と活性汚泥法の簡単な比較を行って、活性汚泥法を推奨している。

2008年の **Laying of Trunk Sewer along Cantonment Drain Lahore** は Cantonment から流れてくる自然排水路の Cantonment Drain に 18ヶ所の中継ポンプ場を通じて下水が流れ込んでいる状況を、Cantonment Drain に沿って下水管を新たに敷設し、中継ポンプ場に流入していた下水管をこの新設の下水管に切り替えることにより、下水と雨水の分離を図り、かつ、18ヶ所の中継ポンプ場を廃止しようというものである。事業費は Rs.1,377 M と見積もられている。

Cantonment Drain の周辺区域では、新しい下水幹線整備の遅れと既存下水幹線の能力不足から、下水は至る所で中継ポンプ場を通じて排水路に排出されている。本報告書は下水幹線を排水路沿いに敷設して汚水と雨水を分離し、既存中継ポンプ場を廃止することを提案している。計画そのものに問題はないが、“2005 South Lahore Report”と同様に維持管理上の利点及び公共用水域の水質汚濁防削減についての定量的記述がない。

7.3 問題分析

(1) 新マスタープランの策定の必要性

前述したように、“1975 CDM’s Master Plan”はラホールの水道・下水道・排水施設整備の基礎となっている。以来 34 年が経過したが、ラホールは絶えず発展をし続け、現在の計画人口は 1975 年の計画人口をはるかに上回り、周辺の状況も大きく変わっている。この間、整備計画は策定されてきたが、施設整備のための対象区域は限られたものであった。したがって、マスタープランを新たに策定することが提言される。

表流水源の確保は水道サービスに携わる人々の切なる願いである。飲料目的に灌漑用水を使用するという合意が利害関係者の間で成立するならば、新しいマスタープランの策定が不可欠であることは論を待たない。表流水取水が実現すると取水・導水・浄水・送水施設が必要になり、配水システムの中で処理された表流水と地下水をどのように混ぜ合わせるか、水道計画全体の劇的な見直しが必要となる。

下水においても、下水処理が実施されると考えられ、将来の方向性を磨きそのようなゴールに向かって暫定的に進むという視点で、マスタープランを見直す時期に来ている。WASA は既に南西処理場及び南東処理場の用地を獲得しているが、残る区域についてもどのような処理を行うか、適当な用地取得のためにどのように行動するか真剣に議論すべきである。下水処理水の有効利用は表流水源確保の切り札となる可能性があり、その再利用計画はラホールの下水道マスタープランの中でも大きな課題のひとつとなる。

排水のオプションとして、ラホールでは雨水を速やかに排除するためにポンプ場がしばしば使われている。今ひとつのオプションは雨水の貯留浸透であり、これは近年各国で脚光を浴びている。ラホールは“the City of Gardens”と呼ばれ、飲料水はすべて地下水に依存している。そのような環境に優しいシステムの導入はマスタープランの見直しの課程で調査するに値する。

(2) Phase I プロジェクトの策定に引用した報告書

“2005 Central Zone Report”、“2005 South Lahore Report”及び“2008 Cantonment Drain Report”で提案されている下水・排水のネットワークは、Phase I プロジェクトコンポーネント選定のために参照された。これらの報告書間に見られる設計基準の違いは協議を通じてWASAの基準と調整され、ネットワークのサイズ及びルートは計画人口、調整された設計基準に基づいて再チェックされた。

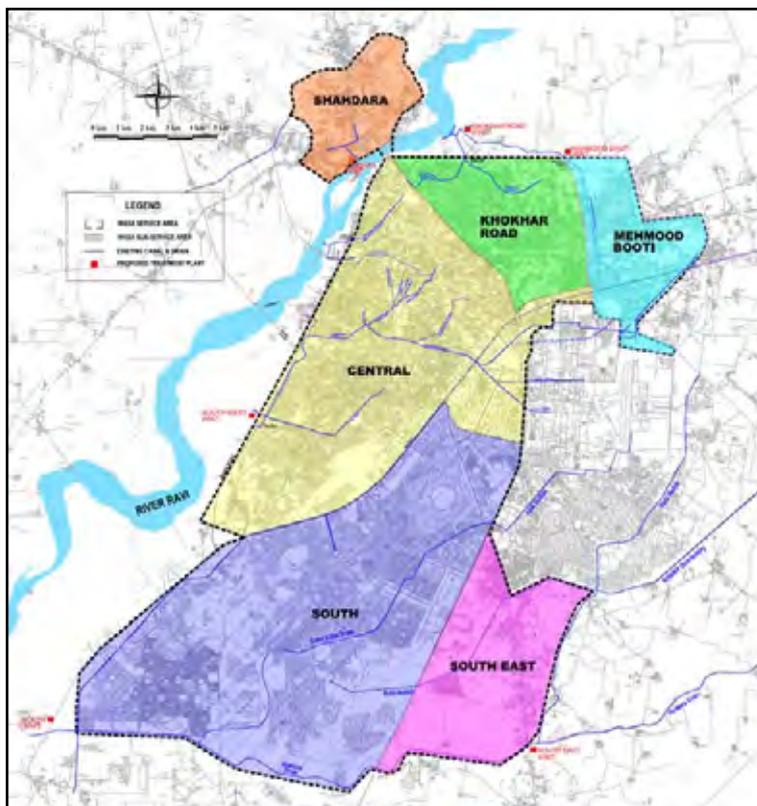


図 7.1 下水道の区域割り

8 問題分析

8.1 施設

8.1.1 水道

WASA の水道整備について、水量と水質の両面から判断して、次のような課題があることがわかった。

表 8.1 主な課題

観点	課題
水量	1) 増え続ける水需要 2) 年々低下する地下水位 3) 多くの無収水量
水質	4) 地下水中のヒ素濃度の上昇 2) 管路内での水質汚染

(1) 増加する水需要

現在、ラホールの人口は年 3.5%の勢いで増えている。一人当たりの使用水量は 341 L/day と多く、同国のカラチや、先進国を含めた世界の平均値よりも多い。

9.1.4 の需要量予測に示すように、一人当たり使用水量や無収水量の抑制に務めたとしても、2035年には2009年の1.2倍の需要量になるものと予測される。

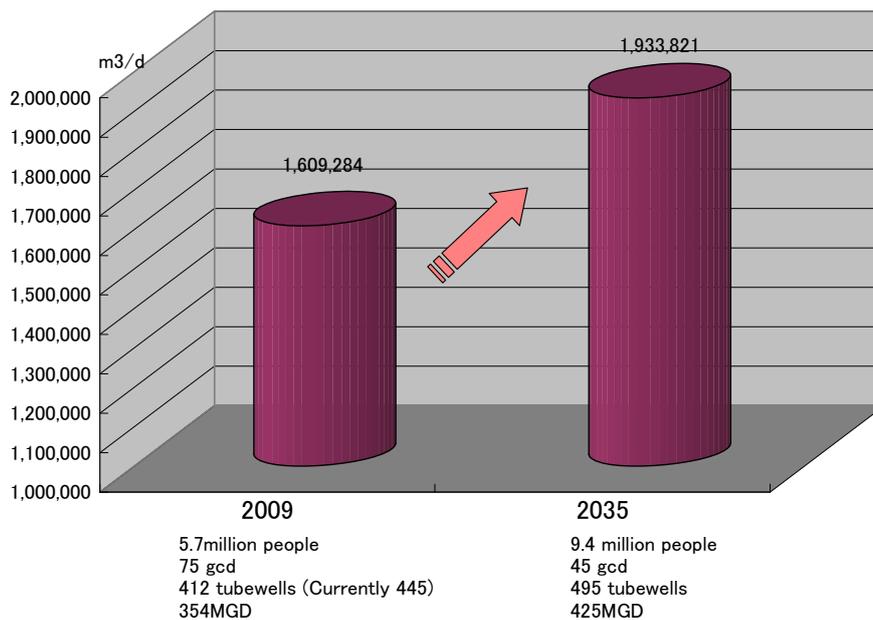


図 8.1 需要量の予測

(2) 地下水位の低下

水需要が増加する一方で、水源となる地下水の水位が近年急速に低下している。そのひとつの原因は、過剰揚水である。WASA が所有する深井戸は約 400 箇所だが、ラホールにはそれ以外に個人が有している深井戸が約 4,000 箇所、さらに灌漑用の深井戸が約 6,000 箇所あると言われ、それらが過剰な揚水を招いている。さらに、ラホール近辺で最も大きい河川である Ravi 川の上流にインドがダムを建設し、Ravi 川の流量のほとんどを取水してしまっている。そのため Ravi 川の流量が激減し、地下への浸透量が減少し、結果として地下水賦存量が減少しているものと考えられる。

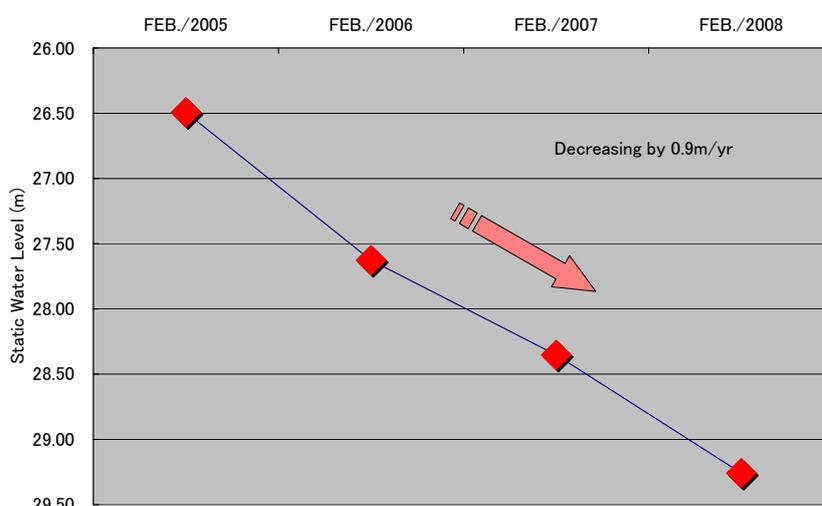


図 8.2 地下水位のモニタリング結果

(3) 高い無収水率

WASA の無収水率は 2009 年 1 月及び 2 月の段階で、32%となっている。無収水率が高い原因をまとめると、表 8.2 のようになる。

表 8.2 無収水の原因と対応

原因	対応
<ul style="list-style-type: none"> メータが設置されていないため、無収水対策に不可欠な配水量及び使用量が把握されていない。 	<ul style="list-style-type: none"> 深井戸に送水元メータを設置 各戸メータを設置 正確な水収支の把握
<ul style="list-style-type: none"> 安価で低品質な給水管材料を使用しているため、給水管及びその周辺からの漏水が多い。 	<ul style="list-style-type: none"> 給水装置の使用材料の規制 給水管の適切な接続
<ul style="list-style-type: none"> 管路の老朽化 	<ul style="list-style-type: none"> 老朽管の特定と布設替え
<ul style="list-style-type: none"> 対処療法的な漏水の補修のみであり、計画的な漏水対策がない 	<ul style="list-style-type: none"> 計画的な漏水対策の実施

現在 WASA は 400 箇所以上の深井戸を有しているが、その約 5%が正常な各戸メータを

有するのみである。また、各戸メータについても、正常に稼働しているのは総接続数約 557,000 戸のうち 13%に当たる約 73,000 戸のみである。正確な計量は、無収水対策を実施する上で不可欠であり、メータの設置を推進する必要がある。

また、既存の漏水チームの報告によれば、多くの漏水は給水管で起きていると言われている。需要者が安価で低品質な材料を給水管に用いていること、給水管と WASA の配水管の接続が適切に行われていない可能性があること、が給水管周辺での漏水を多発させているものと考えられる。したがって、無収水を削減するためには、給水管材質の規制と、給水接続工事の適正化が必要になる。

配水本管についても、1970 年代から石綿セメント管が布設され、多くは老朽化しているものと考えられる。よって、給水管だけでなく配水本管からの漏水も考えられ、適切な布設替えが必要となる。

これらハード面の整備に加えて、住民の苦情による漏水発生後の修理だけでなく、漏水を未然に防ぐ積極的な漏水対策が不可欠であろう。

(4) 増加するヒ素濃度

図 8.3 に示すように、2002 年から 2006 年の間に実施された調査によって、地下水のヒ素濃度が年々増加していることが分かった。2002 年に平均濃度が 10.3 $\mu\text{g/L}$ だったのに対し、2006 年には 36 $\mu\text{g/L}$ に上がっている。

また、2009 年に実施された調査でも、ヒ素濃度の高いことが裏付けられている。10 箇所採水ポイントのうちすべてが WHO のガイドライン値を超え、2 箇所でパキスタンの基準である 50 $\mu\text{g/L}$ を超え、平均濃度は 44.8 $\mu\text{g/L}$ となっている。

ヒ素の発生については、世界で様々な研究がなされてきたが、その発生メカニズムは完全に解明されるには至っていない。しかし、ラホールについては、おそらく過剰揚水による地下水位の低下が原因でヒ素濃度の上昇を招いているものと思われる。

ヒ素の毒性はよく知られるところであり、今後とも WASA はヒ素のモニタリングを継続し、あわせて対策を講じるべきである。

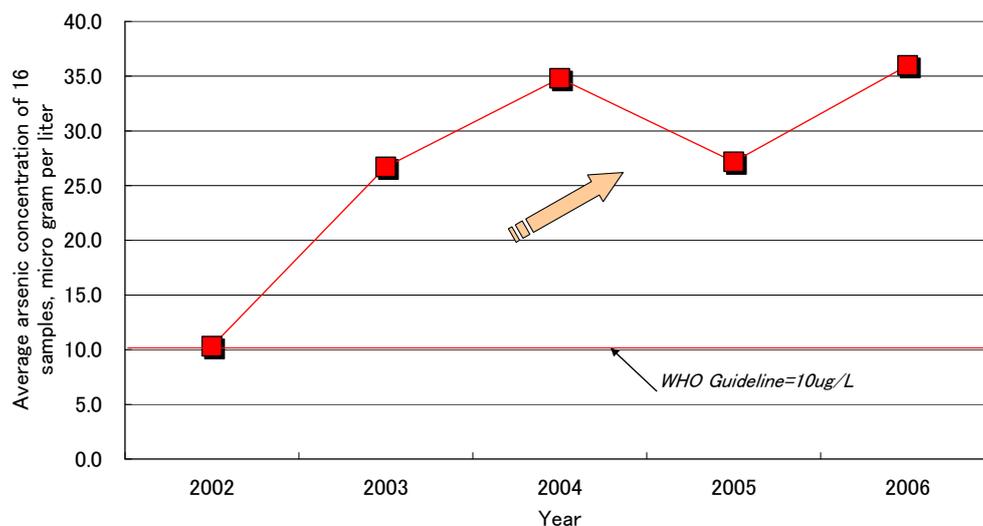


図 8.3 ヒ素の調査結果 (2002~2006)

Source: Fifth water quality monitoring report 2005-06 by Pakistan Council of Research in Water Resources

表 8.3 ヒ素の調査結果 (2009)

Sr. No.	Sampling Point	As µg/l
1	ALI PARK T/W-1 FORT ROAD (NEW BORE) TW NO.)	81.4
2	GOHARABAD T/W SHALIMAR TOWN (NEW BORE) TW NO.144)	23.4
3	T/W MOZANG ADDA MAIN BAZAR (TW NO.297)	48.2
4	T.W TUFAIL ROAD SADDAR BAZAR (TW NO..)	31.0
5	TW-12, RAVI BLOCK , ALLAMA IQBAL TOWN (TW NO.235)	44.4
6	T/W CANTONMENT BOAD ASGHARI FLATS TW NO.--)	37.0
7	T.W R-BLOCK, LIQATA-ABAD (TW NO.220)	38.7
8	PUNJAB GOVT. CO-OPERATITAVE HOUSING SOCIETY (TWNO.)	40.4
9	SHALLOW WELL IN LDA AVENUE AREA	58.3
10	SHALLOW WELL IN CHONGI AMAR SADHU AREA	44.8
	Max.	81.4
	Min.	23.4
	Ave.	44.8

Source: The water monitoring survey in Lahore under the JICA preparatory study on Lahore water supply, sewerage and drainage improvement project, 2009

(5) 管路内での水質汚染

表 8.4 に深井戸と給水栓における大腸菌の検査結果を示す。WASA 配水区域で採水された 6 箇所の深井戸では大腸菌は検出されていないが、その深井戸から配水されている給水栓 4 箇所で大腸菌が検出されている。これは、深井戸から給水栓に至る管路で汚染が発生したことを示している。

水質汚染は次に示すいくつかの原因が考えられる。

- 低品質な材質を使用した給水管の劣化
- 老朽化した配水管

- 深井戸の停止時に需要者が設置した個人ポンプによって無理に吸引し、配水管路内に負圧が発生
- 不十分な塩素消毒

表 8.4 深井戸と給水栓における大腸菌の検査結果

Sr. No.	Sampling Point		Tubewell	Tap Water
			MPN/100ml	MPN/100ml
1	ALI PARK T/W-1 FORT ROAD (NE BORE) TW NO.)	WASA	<2	<2
2	GOHARABAD T/W SHALIMAR TOWN (NEW BORE) TW NO.144)	WASA	<2	20
3	T/W MOZANG ADDA MAIN BAZAR (TW NO.297)	WASA	<2	15
4	T.W TUFAIL ROAD SADDAR BAZAR (TW NO..)	WASA	<2	2.2
5	TW-12, RAVI BLOCK , ALLAMA IQBAL TOWN (TW NO.235)	WASA	<2	5
6	T/W CANTONMENT BOAD ASGHARI FLATS TW NO.--)	Non WASA	38	96
7	T.W R-BLOCK, LIQATA-ABAD (TW NO.220)	WASA	<2	<2
8	PUNJAB GOVT. CO-OPERATIVE HOUSING SOCIETY (TWN0.)	Non WASA	15	38
9	SHALLOW WELL IN LDA AVENUE AREA	Non WASA	<2	<2
10	SHALLOW WELL IN CHONGI AMAR SADHU AREA	Non WASA	5	11
Maximum Concentration			38	96
Minimum Concentration			<2	<2
% Sample Exceeding Permissible Limits			3	7

Source: The water monitoring survey in Lahore under the JICA preparatory study on Lahore water supply, sewerage and drainage improvement project, 2009

給水管の材質や管路の老朽化については 8.1.1 3)のとおりであるが、それ以外の水質汚染の原因として、個人で設置している吸引ポンプがある。水圧不足と水量不足を補うために、使用者は個人のポンプを WASA の配水管に直接接続して吸引する例が多い。深井戸からの給水が停止したときに無理に個人ポンプで吸引すると、管路内が負圧になり、管路に劣化した部分があれば、そこから外部の汚水を引き込んでしまう。

また、全深井戸のうち、適切な塩素注入器があるのは 34%のみであり、塩素消毒の徹底が望まれる。

(6) 代替水源の最小必要水量

代替水源の必要水量は、基本的には 9.14 で述べた 2035 年で 1,934,000 m³/day と予測される需要水量と同量である。総需要水量が代替水源から得られなければ、WASA は代替水源から得られる水と合わせて需要水量を満たすように地下水を使い続けることになる。この場合、深井戸のヒ素濃度がパキスタンの水質基準に合うように 50 µg/L 以下に希釈しなければならない。言い換えると、WASA は地下水を希釈するために代替水源から少なくとも一定量の水を必要とする。地下水のヒ素濃度は図 8.4 及び表 8.5 に示す近似式より 2035 年で 188 µg/L と予測される。

地下水のヒ素濃度を 188 µg/L から 50 µg/L に希釈するには、以下に計算されるように WASA は代替水源から 1,420,000 m³/day の水を必要とする。

ここで、

2035 年の需要水量 $1,934,000 \text{ m}^3/\text{day}$
 地下水を希釈するのに必要な代替水源水量 $X \text{ m}^3/\text{day}$
 地下水量 $Y \text{ m}^3/\text{day}$
 $X + Y = 1,934,000 \text{ m}^3/\text{day}$

地下水のヒ素含有量 $A \mu\text{g}$
 代替水源のヒ素含有量 $0 \mu\text{g}$
 2035 年における地下水の予想ヒ素濃度 $188 \mu\text{g/L}$

したがって、2035 年の水道水ヒ素含有量

$$A \mu\text{g} = Y \text{ m}^3/\text{day} \times 188 \mu\text{g/L}$$

許容最大ヒ素濃度 $50 \mu\text{g/L}$

故に、

$$A \mu\text{g} / 1,934,000 \text{ m}^3/\text{day} = 50 \mu\text{g/L}$$

$$A \mu\text{g} = 50 \mu\text{g/L} \times 1,934,000 \text{ m}^3/\text{day}$$

$$A \mu\text{g} = 50 \mu\text{g/L} \times 1,934,000 \text{ m}^3/\text{day} = Y \text{ m}^3/\text{day} \times 188 \mu\text{g/L}$$

$$Y \text{ m}^3/\text{day} = 50/188 \times 1,934,000 \text{ m}^3/\text{day} = 514,000 \text{ m}^3/\text{day}$$

$$X = 1,934,000 \text{ m}^3/\text{day} - Y = 1,934,000 \text{ m}^3/\text{day} - 514,000 \text{ m}^3/\text{day} = 1,420,000 \text{ m}^3/\text{day}$$

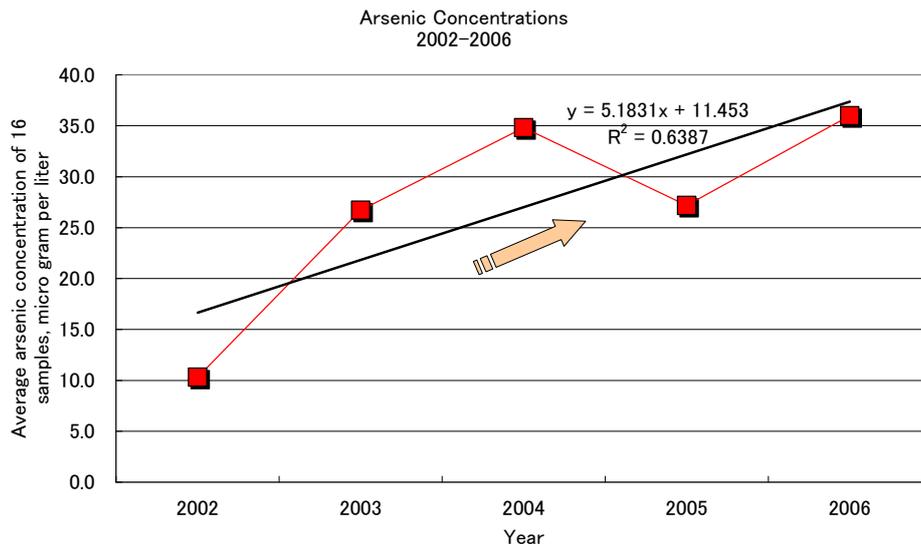


図 8.4 ヒ素濃度観測値と一次近似結果

Source of results of monitoring arsenic: Fifth water quality monitoring report 2005-06 by Pakistan Council of Research in Water Resources

	Results of monitoring arsenic ug/l	Projection of arsenic concentration ug/l
2002	10.3	-
2003	26.7	-
2004	34.8	-
2005	27.2	-
2006	36.0	-
2007	-	42.6
2008	-	47.7
2009	-	52.9
2010	-	58.1
2011	-	63.3
2012	-	68.5
2013	-	73.7
2014	-	78.8
2015	-	84.0
2016	-	89.2
2017	-	94.4
2018	-	99.6
2019	-	104.7
2020	-	109.9
2021	-	115.1
2022	-	120.3
2023	-	125.5
2024	-	130.7
2025	-	135.8
2026	-	141.0
2027	-	146.2
2028	-	151.4
2029	-	156.6
2030	-	161.8
2031	-	166.9
2032	-	172.1
2033	-	177.3
2034	-	182.5
2035	-	187.7

表 8.5 ヒ素濃度の予測

Source of results of monitoring arsenic: Fifth water quality monitoring report 2005-06 by Pakistan Council of Research in Water Resources

8.1.2 下水道施設

(1) WASA エリア

1) Shahdara エリア

a) 下水管網

主要幹線の状況は良好であるが、幹線、枝線は老朽化のため現況及び将来の流入汚水量に対応していない。また、既存下水管網は全てのエリアをカバーしてないため、幹線、枝線の新設を含む既設下水道システムの改修が必要である。

b) 下水ポンプ場

Farakhabad 下水ポンプ場には 10 台のポンプが設置されている。10 台中の 2 台は 1982 年に設置されたもので既に耐用年数を経過しており、排水機能の低下が著しい。さらに、将来の人口増加に伴う汚水量の増加にも対応していない。

2) Mehmood Booti エリア

a) 下水管網

主要幹線の状況は良好であるが、南部の数箇所の下水管は既にごみ、汚泥の堆積により閉塞している。よってこの周辺では下水管網が機能していないため、汚水が雨水排水路である **Shalimar Escape Channel** に排出されており、排水路周辺の環境が悪化している。また、既存下水管網は全てのエリアをカバーしてないため、幹線、枝線の新設を含む既設下水道システムの改修が必要である。

b) 下水ポンプ場

Mehmood Booti 下水ポンプ場に設置されている 4 台のポンプは全て順調に機能している。しかし、既存の発電機 (1,000 KVA) では 3 台のポンプしか稼動できないため、追加の発電機が必要である。さらに、将来の人口増加に伴う汚水量の増加にも対応していない。

3) **Khokhar Road** エリア

a) 下水管網

エリア内の下水道の状況は概ね良好であるが、既設下水道管の約 20%がレンガ式の卵形タイプとなっており、これは既に敷設後 30~40 年経過し老朽化している。そのためこれらの管渠の取替えが必要である。また、既存下水管網は全てのエリアをカバーしてないため、幹線、枝線の新設を含む既設下水道システムの改修が必要である。

b) 下水ポンプ場

Shad Bagh 下水ポンプ場に設置されている 6 台のポンプ中、1982 年に設置された 4 台は既に老朽化し排水機能が発揮できていないため、ポンプの交換が必要である。また既存の発電機 (1,000 KVA) では 4 台のポンプしか稼動できないため、発電機の追加が必要である。更に、将来の人口増加に伴う汚水量の増加にも対応していない。

Khokher Road 下水ポンプ場には 3 台のポンプが設置されているが、そのうちの 1 台が故障のため稼動していない。また既存の発電機 (1,000 KVA) も故障している。

4) **Central** エリア

a) 下水管網

本エリア内の既設下水管網は既に敷設後 20~70 年が経過しており老朽化が進んでいる。また流下能力も現在の発生汚水量に対応できていない。更に維持管理の不備から多くの箇所でごみ、汚泥の堆積により閉塞が見られる。このエリアの北部には工場の密集地区があり、工場からの未処理汚水が汚泥の堆積、管の閉塞の一つの原因になっている。このような状況下、下水道システムが機能しないため下水が雨水排水路へ排出され、排水路周辺の環境悪化問題を引き起こしている。

b) 下水ポンプ場

Multan Road 下水ポンプ場に設置されている 6 台のポンプ中、1982 年に設置された 4 台は既に老朽化し排水機能が発揮できていないため、ポンプの交換が必要である。

また、将来の人口増加に伴う汚水量の増加にも対応していない。

Gulshan-e-Ravi 下水ポンプ場も同様に設置されている 14 台のポンプ中、1982 年に設置された 8 台は既に老朽化し排水機能が発揮できていないため、ポンプの交換が必要である。また、このポンプ場も将来の人口増加に伴う汚水量の増加にも対応していない。

Main Outfall No.1 ポンプ場については、1983 年、1990 年に設置された 2 台のポンプ、Main Outfall No.2 ポンプ場については 1988 年設置の 2 台のポンプの交換が必要である。

5) South エリア

a) 下水管網

本エリアの北部域の既設下水管網は既に敷設後 20~40 年が経過しており老朽化が進んでいる。また流下能力も現在の発生汚水量に対応できていない。エリアの中部域は、幹線が整備されていないため、下水は近傍の雨水排水路あるいは空き地に排水されている。新興地域である南部域の既設下水管網は比較的新しく、敷設後 3~20 年程度である。大部分の幹線の状況は良好であるが、枝線にはごみ、汚泥の堆積による閉塞が見られる。

このエリアからの下水は一部を除き、Sattu Katla Drain あるいは Hudiara Drain を經由して未処理のままラビ川へ排出されており河川環境悪化の原因となっている。

b) 下水ポンプ場

LMP Block 下水ポンプ場に設置されている 6 台のポンプは全て順調に稼動しているが、将来の人口増加に伴う汚水量の増加にも対応していない。

6) South East エリア

a) 下水管網

本エリア内、大部分の既設幹線の状況は良好であるが、枝線にはごみ、汚泥の堆積による閉塞が見られる。本エリアは市街化、都市化の進行が著しく下水施設が未整備であるエリアも多く、それらのエリアでは下水の雨水排水路への流出などの環境悪化問題が発生している。

(2) Cantonment エリア

1) Lahore Cantonment エリア

このエリアからの下水は最終的に Cantonment Drain か Rohi Nullah に未処理のまま排出されており排水路周辺での悪臭、蚊やはえの発生等の悪影響を与えている。エリア内にある 11 箇所の中継ポンプ場は順調に稼動しているが、これらのポンプ場から下水が全て雨水排水路へ排出されているため、排水路は雨水専用であるにもかかわらず、乾季に既に満水状態となっている。これにより雨季の降雨時に雨水排水を効率的に流下することができず、浸水被害発生の一因となっている。

2) Walton Cantonment エリア

このエリアからの下水は最終的に Cantonment Drain か Rohi Nullah か ADA Nullah に未処理のまま排出されており、Lahore Cantonment エリアと同様に、排水路周辺での悪臭、蚊やはえの発生等の悪影響を与えている。また 14 箇所の中継ポンプ場についても、ポンプ場を経由して下水が全て雨水排水路へ排出されていることにより乾季に既に満水状態となっている。これにより雨季の降雨時に雨水排水を効率的に流下することができず、浸水被害発生の一因となっている。

(3) TMA エリア

5.3.3 で記述したように、PHED がこのエリアの下水道・排水施設の計画を策定している。しかしながら、下水道・排水施設改善事業のマスタープランが無いため、系統だった計画的な事業が実施できていない。そのため、早急なマスタープランの策定が望まれる。

8.1.3 排水施設

(1) WASA エリア

1) Shahdara エリア

本エリアは東部流域と西部流域に分かれている。西部流域幹線排水路は Shahdara Drain であるが、多くの地点で下水が流入しており、乾季の期間でも既に満水状態となっている。更にごみ、廃棄物の投棄により水路断面が縮小されている。また、既存の排水システムは西部流域の全てをカバーしていないため、新たな排水システムの構築が望まれる。東部流域に関しては、適正な排水システムが未だ整備されておらず、早急な対策案の検討が必要である。

2) Mehmood Booti エリア

このエリアのメインである Shalimar Escape Drain の維持管理状況は比較的良好であるが、一部で近隣の家畜が排水路内に入出入りすることによる排水路の破損が見られる。更に、この排水路には多くの下水が流入しているため、乾季でもほぼ満水状態になっている。また現在の排水システムは全てのエリアをカバーしていないため、新たな排水システムの構築が必要である。

3) Siddique Pura エリア

Siddique Pure Drain、Railway Drain、Upper Chotta Ravi Drain については、ほぼ全線において維持管理状況が非常に良好であるが Upper Chotta Ravi Drain の一部分、ポンプ場に近い箇所の家畜の出入りによる排水路の破損が確認されている。また現在の排水システムは全てのエリアをカバーしていない。特に南西部には幹線排水路、二次排水路が未整備のため、新たな排水システムの構築が必要である。Siddique Pure 排水ポンプ場には 3 台のポンプは設置されているが、うち 1 台が故障している。またフラップゲートに関しては設置されている 3 門全てが稼働できない状態になっているため、交換が

必要である。

4) Chotta Ravi エリア

Lower Chotta Ravi Drain 沿いには排水路に面して住居、商店等が立ち並んでいるため、清掃機材の搬入が難しく、維持管理作業に支障をきたしている。そのため多くのごみ、廃棄物が投棄・堆積しているため排水路断面が縮小されている。また、住居、商店から下水が排出されているため、乾季でも満水状態になっており雨季の雨水排水に支障をきたしている。

Chotta Ravi 排水ポンプ場には7台のポンプが設置されているが、1967年に設置された5台は既に老朽化が進み、排水機能が著しく低下しているためポンプの交換が必要である。また1990年に設置された1台も故障し、稼動してない状況である。

5) Central エリア

本エリアの排水システムのメインは、3つの幹線 Cantonment Drain、Central Drain、AIT Drain である。

Central Drain の中流部から上流部にかけては排水路に面して住居、商店等が立ち並んでいるため、清掃機材の搬入が難しく、維持管理作業に支障をきたしている。そのため多くのごみ、廃棄物が投棄・堆積しているため排水路断面が縮小されている。また全線を通じて多くの地点で汚水が流入しているため乾季でも満水状態になっており、雨季の浸水被害を増幅させる大きな原因となっている。

AIT Drain も Cantonment Drain に流入する主要幹線の一つである。この排水路は、上流部は比較的に維持管理状況が良好であるが、中下流部でのごみ、廃棄物、汚泥の堆積状況はひどく、また多くの地点で下水が流入していることから断面の縮小及び乾季の満水状態が雨季の浸水被害を引き起こしている。

Cantonment Drain は本エリア内最大の排水路である。全線を通じて維持管理状況は良好であるが、直接あるいは中継ポンプ場を経由しての下水の流入量が多く、また部分的にごみ、廃棄物、汚泥の体積がひどい箇所もあり、大きな環境問題となっている。

6) Sattu Katla エリア

本エリアは市街化、都市化の進行が著しく、そのため排水システムの未整備が深刻な環境問題を引き起こしている。特に Sattu Kalta Drain 沿いには多くの工場が立ち並んでいるため、それらの工場からの未処理下水が排水路に排出され排水路周辺の環境悪化を招いている。また未処理下水の排出の問題だけでなく、ごみ、廃棄物の投棄による排水路の断面縮小問題も大きな問題の一つとなっている。

7) Hudiana エリア

本エリアには排水ポンプ場はなく、また排水施設の未整備地区が多い。それらの地区では雨水排水は自然地に排水されている。Hudiana Drain の上流はインド国領域にあり、パキスタン国、インド国の両国からの未処理下水が流入している状況である。そのため廃棄物、汚泥等の堆積による水路断面の縮小及び環境の悪化が大きな問題とな

っている。

(2) Cantonment エリア

1) Lahore Cantonment エリア

本エリアの排水システムは主に 3 つのメインとなる幹線 Cantonment Drain、ADA Nullah、Rohi Nullah で構成されている。しかしながら現況ではこれらの幹線排水路は下水道システムの不備から多くの下水が流入している。本エリア内の Cantonment Drain へは、6 箇所の中継ポンプ場から下水が排出されている。また多くのごみ、廃棄物の投棄による断面の縮小が確認されている。

ADA Nullah は本エリアから Walton Cantonment エリアを通過し、最終的に Sattu Katla Drain に流入している。この水路もごみ、廃棄物の投棄による断面縮小が問題となっている。

Rohi Nullah は北から南へと流下し、最終的に Hudiarra Drain に流入する。この排水路はごみや廃棄物の投棄による断面縮小だけでなく、多くの区間で植物の繁殖が著しく流下阻害の問題も引き起こしている

2) Walton Cantonment エリア

本エリアの排水システムは、Lahore Cantonment エリアと同様の 3 つの幹線排水路 Cantonment Drain、ADA Nullah、Rohi Nullah に、Ferozpur Road Nullah を加えた 4 つの幹線排水路で構成されている。また Lahore Cantonment エリア同様に、幹線排水路に多くの地点で下水が流入しており雨水排水路としての機能が著しく低下している。Cantonment Drain、ADA Nullah、Rohi Nullah については前述したとおりで、ここでの記述は省略する。

Ferozpur Road Nullah は、4 箇所の中継ポンプ場から下水が流入している。現在の排水路の状況は区間によって大きく異なり、維持管理状況が非常に良好な区間もあるが、ごみ、廃棄物の投棄、汚泥の堆積による水路の閉塞が確認される区間も存在している

8.2 WASA の組織制度問題

(1) 十分な施策及び規制環境の整備

1-1 Punjab Urban Water Act 及び WASCO Act (または Lahore WASA Act) の作成と制定

「パ」国では、州を含めて水道事業法がなく、水道事業者の責務は明確でない。WASA は(1)水道規則、(2)下水道規則、及び(3)指定給排水工事店規則を定めているが、それらは接続申請、設置とサービス管の維持、サービス管・給水装置・汚水管敷設工事の仕様、材質の仕様、防護対策及び試験に関するものである。このため水道事業者の権限と責任は明確でない。サービス・プロバイダと顧客の間の権利と義務は曖昧であり、現在の EASA と顧客の間の契約書は顧客に片務的である。

1-2 (a)十分なレベルまで料金値上げをする具体的なロード・マップ、(b)十分な料金改定メカニズム、及び(c)州政府による財政援助方策、の確立

固定費は毎年増加し、結果的にマネジメントが都度に悪影響を与えている。一方、老朽化施設の更新は遅れており、年数を経て機械設備の効率は低下し、エネルギー費の増大をもたらしている。

しかし、水道料金の改定に関しては、料金値上げ申請はパンジャブ州政府の抵抗のために難しく、営業収入を増やせないでいる。十分なレベルへの料金値上げへの具体的なロード・マップの確立が求められている。

(2) 経営方針の明確化とそれに必要な経営指標の把握

2-1 中期及び年間ビジネス・プランの定期的作成

中期及び年間事業計画の策定は手つかずになっており、財務目標及び時的フレームが定まらないため、マネジメントの改善が遅れ、毎年効率悪化につながっている。

現在の財務処理は上下水道事業に要する費用を一括処理しており、マネジメントが直面する問題の原因は追及が難しくなっており、効果的な費用削減対策が実施できないでいる。

2-2 成果モニタリング指標と定期的なモニタリング・システムの確立

WASA は業績モニタリング指標を算出しているが、それらには目標が設定されていない。従業員のモチベーションを維持するために年間の活動を通じて改善目標として設定すべきである。

2-3 総合的な資産調査の実施及び資産台帳及び図面の作成

配水管網及び関連施設の修正及び追加作業が遅れており、基礎データとして有用な現状を示す技術図面もない。したがって更新努力するための効果的計画を策定することさえ難しい。

(3) 無効水量 (UFW) 及び無収水量 (NRW) の削減

3-1 顧客と WASA の権利義務の明確化

現在、接続サービスに係る権利と義務は WASA の顧客との申請・契約用紙に多くが記述されている。この契約書によれば、顧客はサービス管のすべてに対して支払い及び管理責任を有するが、全ての設備は WASA の資産と考えられており、顧客に負担が掛け過ぎているように見える。

3-2 40%の使用者に戸別メータの設置

配水管網の技術図面が利用できないこと、顧客の各戸メータ及び深井戸の送水元メータが設置されていないこと、及び調査員数及び計測機器の不足しているため、無効水量調査はこれまでやられたことがなく、無効水量損失削減のためのアクションは遅れている。

給水量に対する請求は水道メータが未設置の固定料金によっている。このため、

営業収入は増えず、給水量の計量も水の無駄使い防止もできないでいる。一方、深井戸の吐出管に設置される送水元メータは故障しているか付いておらず、送水量も計量できない。

3-3 無収水対策チームの設立

漏水削減活動は、配水管ルート・実施済みリハビリテーション工事・使用材料・形状寸法、流量に関する図面／情報が見あたらないことから十分でなく、漏水量及び漏水箇所を特定できないでいる。

3-4 資産調査結果に基づくセントラル・ラホールのパイロット区域における配水管網改善の実施及びその後の WASA 管轄区域全域における配水管網改善計画を策定する。

フランスが行った“Identification study of water supply and sewerage services in Lahore city”プロジェクトで、接続数 1,500 戸、管延長 30km の新しい住宅団地 Johar Town がパイロット区域に選定された。このプロジェクトでは UFW は 15%～10% へ削減できた。これはパイロット区域が UFW 削減に効果的なやり方であることを示している。そこで、このアプローチを引き続いて区域ベースで全域に展開することが助言される。

3-5 未払者及び不法接続者に対する厳格な処置及び料金を徴収していない公共栓の段階的廃止

上記プロジェクトで、接続数の 3%は不法であったと報告されている。この数字は WASA 関係者が不法接続数は全域で 5%強と予測しているものよりも小さい。

3-6 検針及び請求書発行業務の民間委託

検針・請求書作成・配布に係るペーパーワークの中で人為的エラーのため多くの誤りが発生している。さらに文書の確認作業が何度も行われており、多くの苦情受けと処理同様に、多くの職員に過度の負担が掛かっている。

(4) 人材育成及び組織のスリム化

4-1 組織再編

ビジネスが拡大し高齢化が次第に進んでいるにも関わらず、組織の適切な刷新または再編は行われてこなかった。結果として、組織の機能効率は低下し、運転管理は十分でない。これは同様に数多くの市民の苦情をもたらしている。

4-2 人事管理及び人材育成戦略の策定

低賃金で雇用される契約職員、不衛生な作業条件及び重労働を含めて、職員雇用とともに雇用条件を改善しなければならない。更に専門家の雇用が低賃金のオファーによって遅れている。このため、組織の活性化及び若返りに対するインセンティブが表に現れて来ない。

WASA は財務／マネジメント／デザインに専門知識を持った人材を公募しているが、そのような人材は低賃金のため確保できないでいる。同様に、現場の契約作業員については不健康な作業と低賃金のために頭数を揃えられないでいる。WASA 研修センターで用意する不十分な設備内容及び講師のために、作業員の（労働安全衛生）教育も現場作業員レベルでは残っている。

4-3 一定業務の民間会社への委託

マネジメント・コストの削減については、マネジメントの効率低下及び才能に恵まれない人々を雇用するのを防ぐために、WASA の作業（一部）が外注可能かどうか精査する必要があると考えられる。

4-4 マネジメント情報システム（Management Information System: MIS）の確立

業務内容の変化、財務状況、ビジネス・データ、維持管理の状況、職員数等 WASA の公式のマネジメント記録を見ることは難しい。

数値に関する利用可能な材料が不十分で、経営判断は全体的な経験に基づいているため、時の経過とともに有効性を失うことがある。

深井戸データの維持管理台帳はデータが多くの場合手書きのため有効でなく、維持管理を改善するための適正な統計的手法が使えない。

台帳の文書管理は、記載が普通の文字で書かれているため、作業が複雑で、在庫資料の情報を素早く得ることができない。

基本的データが欠けているため、浸水のリスクアセスメントとともに配水管網及び開水路網に関するマッピング・システムはまだ不完全で、市民の受けるサービスは劣っている。

4-5 維持管理（Operation and Maintenance: O&M）機器の購入

下水管及び開水路の清掃作業は不衛生で、毒ガス発生といった危険性が高い。機械類が不十分なため作業の多くは人力に頼っており、作業効率は低い。このため、清掃が遅れると下水の日常的な越流によって、生活環境は悪化する。

(5) 顧客サービスの改善

5-1 顧客と WASA との権利義務の明確化

上記 **3-1** 参照

5-2 顧客満足度調査の定期的実施

WASA と顧客の間の信頼性確立のため、顧客が WASA の提供する製品及びサービスにどの程度満足しているかチェックし、WASA の提供する製品及びサービスのどの点に顧客は不満を持っているかを把握する必要がある。

5-3 苦情処理システムの改善

苦情は受付デスクから無線で現場担当の職員を通じて伝えられるため、維持管理に関する苦情処理は不十分で、コミュニケーションに誤りが発生している。さらに、維持管理及び徴収に関する苦情の詳細及び結果報告の台帳記載が不十分なため、潜在的に貴重なデータが経営判断の材料としてほとんど用をなさない。

5-4 顧客に対する支払オプションの拡充

請求者に対する支払いは主にバンキング・ファシリティ、政府郵便局、NADRAを使った送金で行われている。バンキング・ファシリティを使った現金支払いに約1時間かかり顧客は不便に感じている。さらに、金融機関の委任先によるオフィス・ワークの誤りの可能性がある。

5-5 広報戦略の策定と実施

給水時間のスケジュール、水道料金情報、経営実態は公開されていないため、市民との相互信頼に欠ける。

各家庭における漏水対策及び民間の貯水タンク清掃は、管理が行き届かないため不十分である。加えて、節水対策及び水質汚濁防止対策のための教育キャンペーンも不十分である。

(6) 地下水モニタリングと規制

6-1 地下水の水質及び水量の追跡調査分析

6-2 地下水委員会の設立

6-3 地下水の管理及び規制計画の策定

6-4 地下水の定期的モニタリングの確立

地下水位は下がり続けており、地下水中のヒ素濃度はこの5年間上昇傾向にある。地下水はいまや生活、工業、農業目的に使用されており、適切な管理も規制も行われていない。地下水水質は継続して監視しなければならない。最新のデータと技術的知見を用いて地下水源を評価する時機に来ている。そのような情報を共有した上で、委員会を設立して地下水の管理と規制を考え、各セクターの役割と義務を分担すべきである。

第2部 ラホール上下水道整備事業の方向性

9 上下水道整備の基本方針

9.1 設計条件

9.1.1 計画目標及び目標年次

既存施設の現況調査及び問題分析に基づき、上下水道整備に係る計画目標を表 9.1 の通りとした。

表 9.1 計画目標及び目標年次

	水道	下水道	排水
目標年次	2035		
対象区域	(将来) WASA 管轄区域		
最終目標	水量及び水質両面での安定的かつ継続的な 上下水道 (衛生) サービスの提供		
長期的整備方針	▶代替水源の併用や UFW の削減 (20% まで低減) 等、効率的な水運用により、WASA 管轄区域における 24 時間給水での上水道普及率 100% を目指す	▶総合的下水道システム (管路施設及び下水処理場) の整備により、ラビ川、既存排水路等における水質汚濁及び生活環境の改善を目指す	▶排水施設整備により、概ね 2 年確率降雨に対する浸水被害の削減を目指す

9.1.2 計画区域

下記事項を勘案し、当面の計画対象区域として、人口集中地域である既存の WASA 管轄エリアを選定した。

- 裨益人口による事業効果
- 既存施設の有効利用による早期の事業効果発現
- 既存データを利用した効率的な計画策定

9.1.3 計画人口

計画人口は、既存資料等を整理し、上位計画である「Integrated Master Plan for Lahore-2021 (2005,LDA)」を基に、2035 年の人口を予測した。

9.1.4 計画給水量

水需要計画は、将来における1人1日給水量を3つのシナリオで検討し、ラホールにおける水源保全を最優先するシナリオを選定した。これは現状での地下水汲上げ量を将来においても維持するもので、無収水量の削減、既存水源の効率的な運用並びに節水意識の徹底等により実現を目指した。また、水道需要計画に基づき、計画下水量を算定した。表 9.2、表 9.3 に計画給水量及び計画下水量を示す。

表 9.2 計画給水量

項目	単位	2009	2012	2017	2022	2027	2032	2035
計画人口	百万人	5.671	6.041	6.815	7.592	8.282	9.014	9.453
水道普及率	%	87%	89%	91%	94%	96%	99%	100.0%
計画給水人口	百万人	4.934	5.347	6.202	7.099	7.950	8.879	9.453
1人1日給水量	gpcd	75	72	66	60	54	49	45
需要水量	10 ³ m ³ /d	1,682	1,739	1,855	1,938	1,963	1,960	1,934
無効水率	%	34%	33%	30%	28%	25%	23%	20%
計画給水量	10 ³ m ³ /d	1,110	1,174	1,299	1,405	1,472	1,519	1,547
1人1日使用水量	lpcd	225	220	209	198	185	171	164

表 9.3 計画下水量

項目	単位	2009	2012	2017	2022	2027	2032	2035
計画人口(Current WASA Area)	百万人	6.104	6.503	7.335	8.172	8.914	9.702	10.175
(Cantonment Area)	百万人	0.752	0.807	0.907	1.063	1.252	1.373	1.452
下水道普及率	%	84%	86%	89%	92%	95%	98%	100%
下水道接続人口	百万人	5.759	6.276	7.333	8.501	9.674	10.883	11.627
1人1日使用水量	lpcd	225	220	209	198	185	171	164
1人1日下水量	lpcd	225	220	209	198	185	171	164
工場排水量	10 ³ m ³ /d	450	450	450	450	450	450	450
総計画下水量	10 ³ m ³ /d	1,746	1,831	1,983	2,133	2,240	2,311	2,357

9.2 施設

9.2.1 水道

水道施設の課題とその改善方策を表 9.4 に示す。

表 9.4 主な課題と改善方策

課 題		改善方策
水量の不足	1) 増加する水需要	<ul style="list-style-type: none"> ● 代替水源の開発 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 表流水水利権の取得 ➢ 水道マスタープランの策定 ➢ 取水場および浄水場の建設 ➢ 送配水システムの構築 ➢ 表流水と地下水の総合管理 ● 無収水の削減 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 送水元メータと各戸メータの設置 ➢ 給水管材料の規制 ➢ 計画的な漏水管理 ➢ 老朽管路の更新
	2) 低下する地下水位	
	3) 高い無収水率	
水質の悪化	4) 上昇傾向にある地下水のヒ素濃度	<ul style="list-style-type: none"> ● 地下水取水の規制 ● ヒ素の継続的なモニタリング ● 代替水源の開発
	5) 管路中での水質汚染	<ul style="list-style-type: none"> ● 給水管材質と個人用ポンプの規制 ● 塩素注入器の設置 ● 老朽管路の布設替え

改善方策をまとめると次のようになる。

(1) 代替水源の開発

ラホールはこれまで、水道の水源として地下水を使い続けてきた。しかし、近年の地下水の減少と、地下水に含まれるヒ素濃度の上昇を考えれば、地下水に代わる代替水源の開発が早急に求められる。

一方でこのような水道水源の変更はラホールの歴史上初めてのことであり、水道整備の大々的な見直しを伴う。そのため、水利権の取得を基に、水道マスタープランを策定する必要がある。マスタープランは、代替水源の取水・浄水方法、送配水方法等、ラホールの水道整備の基本方針を定めるものである。特に、市中に点在する 400 箇所以上の深井戸からの既存の送配水方法と、代替水源からの集中的な送配水方法は、根本的に異なるため、表流水を取得した後の水道整備のフレームワークを、マスタープランで検討する必要がある。

代替水源を獲得するに当たっては、次のことに留意しなければならない。

1) 水利権の取得

水利権の承認プロセスを図 9.1 に示す。このプロセスの中で最も重要な鍵を握るのは、実質的に申請内容をチェックする灌漑電力局の主任技師 (Superintendent Engineer) である。よって WASA は特に主任技師と協議を重ね、水利権取得を目指すのが肝要である。

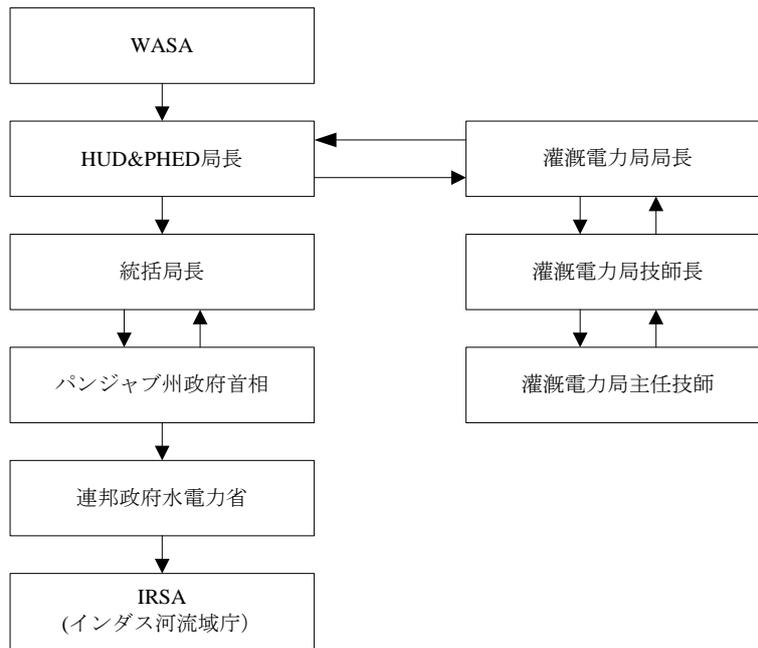


図 9.1 水利権承認ルート

2) 水源

代替水源として考えられるのは、BRB Canal、Malara Canal、Lahore Branch、Ravi River の4つである。

BRB Canal と Malara Canal は、「パ」国管理下の Chenab River に端を発している。Lahore Branch は BRB Canal の支流である。Ravi River はインドに源流があるため、インドに流量を管理されている。しかし Ravi River はインドから出てパキスタンに流れ込み、ラホールの上流近辺に至ると、Malara Canal が Ravi River に流れ込んでいるため、ラホール近辺における Ravi River の流量は、Malara Canal の流量に多くを依存しているものと考えられる。

位置的に見ると、BRB Canal、Lahore Branch、Ravi River はラホール周辺にあるが、Malara Canal はラホールから離れているため、そこから取水することは難しく、そのため BRB Canal、Lahore Branch、Ravi River が取水地点の候補となるだろう。

エラー! 参照元が見つかりません。に代替水源の比較を示す。Lahore Branch は水量が少ないため、BRB Canal と Ravi River の方が水源として適しているが、どちらも灌漑の重要な水源であり、Irrigation Department および水利権関係者と十分に検討を進める必要がある。

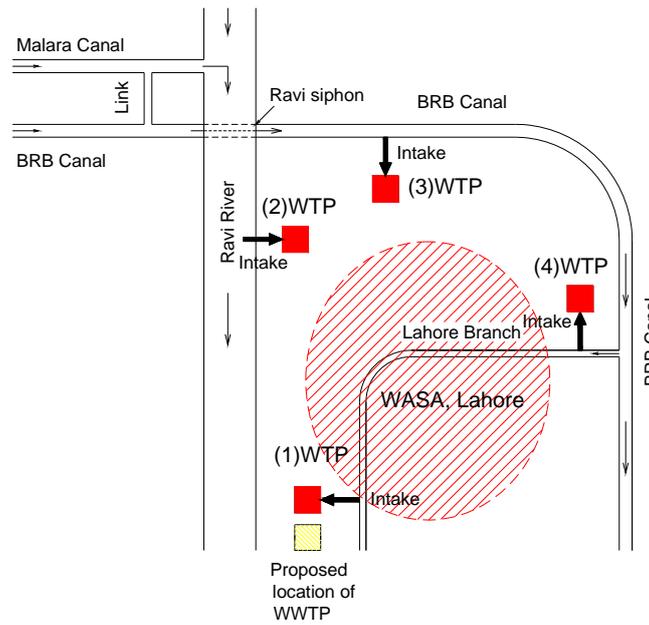


図 9.2 水源とラホールの位置関係

表 9.5 代替水源の比較

水源	メリット・デメリット	評価
1. Lahore Branch 下流	<ul style="list-style-type: none"> ■メリット ● 下水処理場から直近であり、処理水の返送が容易 ■デメリット ● ラホール市街から流入する排水による水質の汚濁 ● 流量が少ないため、取水量が制限される (0 - 318,000 m3/day) 	取水可能量が少ないため、不適
2. Ravi River	<ul style="list-style-type: none"> ■メリット ● 最も水量が多い (489,000 - 68,504,000 m3/day) ● 下水処理場から比較的近く、処理水の返送が比較的容易 ■デメリット ● 運河と異なり大きな自然河川なので、取水施設の規模が最も大きくなる 	水源として適している
3. BRB Canal	<ul style="list-style-type: none"> ■メリット ● 流量が豊富 (0 - 12,233,000 m3/day) ■デメリット ● 下水処理場から離れているため、処理水の返送が難しい 	水源として適している。ただし、トレードオフによる水利権の取得を条件とした場合、下水処理水の返送が遠く、検討が必要。
4. Lahore Branch 上流	<ul style="list-style-type: none"> ■メリット ● Canal 上流で取水し、下流で返すというトレードオフの考え方に 	取水可能量が少ないため、不適

	なじみやすい ■デメリット <ul style="list-style-type: none"> ● 流量が少ないため、取水量が制限される (0 - 318,000 m³/day) ● 取水によりラホール市中における Lahore Branch の水量がゼロになり、景観や親水機能が失われる 	
--	---	--

3) 水利権の条件

BRB Canal、Malara Canal、Lahore Branch、Ravi River のすべての水は灌漑に利用されている。つまり、すべての水利権は灌漑が有している。よって WASA が水利権を獲得するには、①本流の Chenab River から BRB Canal あるいは Malara Canal (経由 Ravi River) に水道の取り分相当量を増量してもらう、②水道の取水量と同量の処理水(下水)を水源に返す、という二つの方法がある。

どの方策を取るかは今後の検討材料だが、Irrigation Department は、②案目の可能性を示唆している。すなわち、WASA が表流水を取水するかわりに、同量の下水処理水を水源に返還するトレードオフの関係である。本プロジェクトで計画されている南西下水処理場の処理量は 790,000 m³/day であるから、トレードオフによる水利権が得られれば、すなわち 790,000 m³/day の表流水が得られることになる。

しかし、本プロジェクトで水利権が得られたとしても、790,000 m³/day ではまだ需要量に足りない。もしトレードオフによる水利権の取得が成功すれば、今後、他に計画されている下水処理場も同様に、水利権の取得に向けて動く必要があるだろう。

4) 取水可能量

2000 年以降の Ravi River、BRB Canal、Lahore Branch の流量を表 9.6 に示す。

2035 年の水需要量は 1,934,000 m³/day と予測されるため、Lahore Branch の流量 318,000 m³/day は水源として少ないことがわかる。また、表 9.6 では、各水源の流量に大きな幅があるのがわかる。5.1 で示されるように、流量は主に冬から春にかけて減少する。特に、BRB Canal と Lahore Branch は、用水路の清掃・補修のため毎年一月に空にされ、流量がゼロになる。また、Ravi River は冬期に 489,000 m³/d の流量があるが、河川流量の維持のため、その時期に取水することは困難だと思われる。つまり、どれを代替水源にするにしても、少なくとも一月は取水できないため、従来どおり深井戸によって市民に配水する必要がある。しかし、そのような条件を踏まえても、代替水源を確保し、一年の大半の時期、安全な水を給水できることは水道事業にとって大きな意義があり、さらに地下水の取水を控えることによって、ヒ素濃度の上昇を抑制させる効果が期待できる。

表 9.6 Ravi River、BRB Canal、Lahore Branch の流量

代替水源	流量	
	ft ³ /s	m ³ /day
Ravi River	200~28,000 ft ³ /s	489,000~68,504,000 m ³ /day
BRB Canal	0~5,000 ft ³ /s	0~12,233,000 m ³ /day
Lahore Branch	0~130 ft ³ /s	0~318,000 m ³ /day

5) 水源の構造的な問題

仮にトレードオフによる水利権の獲得ではなく、本流の Chenab River から BRB Canal もしくは Malara Canal へ水道取水量相当分を増加させることによって水道の取り分を確保する場合、設計水量以上の流量を流すことになるので、Canal の堤体等、構造をチェックする必要がある。堤体の破壊や洪水などの被害が発生する可能性がある。

代替水源が得られる場合、高架水槽や深井戸など既存施設は次のような改良が必要となる。

1) 高架水槽

現在 WASA 配水区域には 52 箇所の高架水槽があり、合計で 20,000 m³/day の容量がある。しかし WASA の日平均配水量 1,608,000 m³/day と比較すると高架水槽の容量はわずか 0.3 時間分 (18 分) しかなく、貯水能力が極端に不足している。そのため 1 箇所の配水池を除いてすべての高架水槽が現在使用されていない。本来、配水池は少なくとも数時間分以上の貯水能力を有し、水需要量と供給量の緩衝や、ポンプ運転の均等化、あるいはポンプ故障時の給水など、重要な役割を担うものだが、容量不足を考慮すると、今後とも配水池としての役割は期待できない。

しかしながらこれらの高架水槽は、表流水等の代替水源が得られた場合、浄水処理した表流水 (代替水源) と地下水の、混和池として機能を発揮できる可能性がある。というのも、2035 年の水需要量は 1,934,000 m³/day と予測されるが、WASA がこのすべての水利権を得られるとは限らないため、表流水と地下水を併用せざるをえないことが予想されるからである。併用する場合、地下水と表流水は混和しなければならない。地下水に含有されるヒ素濃度を希釈するためである。表流水と地下水を混合する場合、本来ならばひとつの大きな池を作り、そこに全量を集めて混合するのが望ましいが、ラホール全域に点在する深井戸から一箇所の配水池に水を集めるのは、現実的ではない。この点、各地にある高架水槽を混和池として利用すれば、地下水と浄水処理水を各地で混和できる。無論これはあくまでひとつの案であり、マスタープランで詳細に検討されるべき事項であるが、少なくとも現時点では高架水槽の用途は限定されているものと考えられる。

2) 深井戸

2009 年 1 月現在、WASA は 412 箇所の深井戸を有し、一日当たり 1,608,000 m³ の地

下水を取水しているが、2009 年中に約 50 箇所の深井戸を増設し、合計約 460 箇所にする予定である。

地下水に代わる代替水源を得られたとしても、前述のように河川や運河は渇水期があり、特に毎年一月は運河のメンテナンスと清掃のため完全に水が止められてしまうことから、全く取水できない。したがって、少なくともその時期は、水道水源として深井戸を利用せざるを得ない。また、表流水等について、需要量を満足させるだけの水利権が得られない場合も想定されることから、WASA は現在所有する深井戸を引き続き維持していく必要がある。

仮に WASA が現在所有する 460 箇所の深井戸を維持していく場合、2035 年においても、深井戸の現在の運転時間を延長することで、給水可能である。

2035 年の需要量：	1,934,000 m ³ /day
2009 年の深井戸配水量：	1,608,000 m ³ /day
2009 年の深井戸運転時間：	17 時間/day
$1,934,000/1,608,000=1.2$	
2035 年の深井戸の運転時間：	$17 \times 1.2=20$ 時間/day

(2) 無収水の削減

現在 WASA の無収水率は 32% (2009 年 1 月) であり、増加しつつある水需要と、減少傾向の地下水を保護するためには、無収水率の削減が必須である。

無収水を削減するためには、次の施策が必要となる。

- メータの設置
- 給水管材料の規制
- 老朽管路の布設替え
- 計画的な漏水対策

現在 WASA は 400 箇所以上の深井戸水源を有しているが、正常に稼働する送水元メータが設置されているのはそのうち 5% 程度であり、各戸メータについても、正常に稼働しているのは総接続数約 557,000 戸のうち 13% に当たる約 73,000 戸のみである。無収水対策を始めるに当たってまず必要となるのは、正確な水収支の把握である。そのためにはメータを設置し、深井戸の配水量と、需要者の使用水量を正確に計量しなければならない。

次に、給水管材質を規制する必要がある。現在、給水管は WASA ではなく需要者によって布設されており、そのため、安価な材質が選ばれ、それによって多くの漏水が引き起こされているとの報告がある。漏水を防ぐために、給水管材質の規制を始める必要がある。

また、給水管だけでなく、老朽化した配水管も漏水の原因になっている。ラホールでは 1970 年代以降、石綿セメント管が布設され、その多くは布設後 30 年を経ている。WASA は管の更新計画を策定し、順次老朽管を更新していく必要がある。

これらの施策と同時に、計画的な漏水対策を実施しなければならない。市民からの苦情によって漏水修理を始めるだけでなく、漏水を未然に防ぎ、あるいは漏水を積極的に探知して早急に修繕することが肝要である。

(3) 地下水取水の規制

かりに表流水等の水利権が得られたとしても、地下水が貴重な水源であることには変わりがない。地下水源を保護するためには、無用なくみ上げを制限する必要がある。少なくとも、WASA の給水区域内では、新たな深井戸の開発は規制されるべきである。詳細を **10.3** に示す。

(4) ヒ素濃度のモニタリング

地下水中のヒ素濃度を見ると、すべてのサンプルにおいて WHO のガイドライン値 10 $\mu\text{g/L}$ を超え、一部で「パ」国基準である 50 $\mu\text{g/L}$ を超えている。

ヒ素濃度の調査は最近始まったばかりであり、ヒ素濃度の動向と対応を検討するためにも、今後とも継続してモニタリングしていく必要がある。特に、ヒ素濃度の高い地域の特定や市民への広報は力を入れていく必要がある。

(5) 給水管材質と個人用ポンプの規制

給水管材質の規制や老朽管の布設替えは無収水対策の一環としてすでに挙げられているが、水道管路内で起こる水質汚染を防止するためにも、極めて有効な方策である。これらと併せて、個人で設置しているポンプの規制も始めなければならない。多くの需要者が水道の水圧不足や水量不足を補うために個人でポンプを用意し、WASA の管路に直接接続して吸引している。深井戸からの配水がストップし、なおかつ個人のポンプで吸引した場合、管路内が負圧になり、管路の弱い部分から汚水などが侵入し、結果として水道水の汚染を引き起こす。水道の水質汚濁を防止するためには、規制を始める必要がある。

(6) 塩素滅菌装置の設置

水道の水質汚染を防止するためには、消毒の徹底が不可欠である。400 箇所以上ある深井戸のうち、正常に動く塩素注入器があるのは 34%に過ぎない。すべての深井戸に塩素滅菌器を設置し、塩素消毒の徹底を図る必要がある。

9.2.2 下水道施設

現況の下水道システムに関する問題点は **8.1.2** に記述した。ここでは、各エリアにおける問題を解決するための下水道システム改善計画の概略について述べる。

(1) Shahdara エリア

既設下水管網は将来のみならず、現在の発生汚水量にも対応できていない。また、未だ下水道が未整備な地域もある。既存のポンプ場ではポンプの交換が必要であり、下水処理場の建設も必要である。このような現状、問題点を把握し、このエリアの既存下水道施設の改善を含めた最適な下水道システム構築のための調査の実施が早急に必要である。

(2) Mehmood Booti エリア

南部域の既設下水道ではごみ、汚泥の堆積による管の閉塞などが見られ、また、未だ下水道が未整備な地域もある。既存のポンプ場でもポンプや発電機の交換が必要であり、下水処理場の建設も必要である。このような現状、問題点を把握し、このエリアの既存下水道施設の改善を含めた最適な下水道システム構築のための調査の実施が早急に必要である。

(3) Khokhar Road エリア

既設下水道管網は将来のみならず、現在の発生汚水量にも対応できていない。また、未だ下水道が未整備な地域もある。Shad Bagh 下水ポンプ場では老朽したポンプ、発電機の交換が必要であり、また将来の人口増加を考慮したポンプ能力の増強も必要である。Khokher Road 下水ポンプ場でも故障しているポンプ、発電機の交換が必要である。本エリア内の下水は未処理のままラビ川へ放出されていることから下水処理場の建設も急務となっている。このような現状、問題点を把握し、このエリアの既存下水道施設の改善を含めた最適な下水道システム構築のための調査の実施が早急に必要である。

(4) Central エリア

既設下水道管網は敷設後 20～70 年が経過しており、既に老朽化し、ごみ、汚泥の堆積による閉塞が見られる。特に幹線の状況が悪く、そのため下水道システムが機能してないため下水が排水路へ排出されている。Multan Road、Gulshan-e-Ravi、Main Outfall の各下水ポンプ場では老朽したポンプ、発電機の交換が必要であり、また将来の人口増加を考慮したポンプ能力の増強も必要である。WASA は本エリアの下水道システム改善計画や下水処理場計画を策定しており、今後は事業実施に向けた更に詳細な検討を進める必要がある。

(5) South エリア

エリア内北部域の幹線の維持管理状況は良好でなく、また現況、将来の汚水量に対応できる流下能力を有していない。南部域では枝線の大部分が、ごみ、汚泥の堆積により閉塞している。エリア内、特に中部域では下水道システムそのものが整備されていない地域が多く、計画的な下水道施設の整備が望まれる。LMP Block 下水ポンプ場では将来の人口増加を考慮したポンプ能力の増強が必要である。WASA は既に本エリアの下水道システム改善計画を策定している。しかしながら将来必要となる下水処理場計画は未策定であり、今後、処理場計画を含めた下水道システム改善事業の実施に向けた更に詳細な検討を進める必要がある。

(6) South East エリア

このエリアは市街化、都市化が著しく進行している地域であり、現時点では大部分の地域において幹線、枝線による下水道システムが整備されていない。将来的には下水処理場も必要であり、処理場計画を含む適切な下水道システム構築のための調査の実施が

早急に必要である。

(7) Cantonment エリア

このエリア内の下水道管網は老朽化、ごみ、汚泥の堆積による閉塞等の問題により下水道システムが機能せず、下水が排水路へ排出されている。既設下水管網の改善および中継ポンプ場の統合案を含めた新しい下水道システムに関する調査は既に担当の部局 (Cantonment Board 内のエンジニア部門) により実施されている。今後は事業実施に向けて更に詳細な検討を進める必要がある。

以上を踏まえ、下水道システム改善のために必要となる改善策の概要を表 9.7 に示す。

表 9.7 各エリアの提案される下水道システム改善策の概要

エリア		下水管	ポンプ場	下水処理場 (新規建設)
WASA	Shahdara	新規建設 新下水幹線及び枝線 (要基本設計調査)	改修・改善 Farakhabad 下水ポンプ場 &Shahdara Town 中継ポンプ場 (総ポンプ容量 5.81 m ³ /s (2009) → 6.99 m ³ /s (2035))	Shahdara 下水処理場
	Mehmood Booti	新規建設 新下水幹線及び枝線 (要基本設計調査)	改修・改善 Mahmood Booti 下水ポンプ場 (6.36 m ³ /s (2009) → 12.40 m ³ /s (2035))	Mehmood Booti 下水処理場
	Khokhar Road	新規建設 新下水幹線及び枝線 (要基本設計調査)	改修・改善 Shad Bagh 下水ポンプ場 &Khokhar Road 下水ポンプ場 (11.55 m ³ /s (2009) → 17.58 m ³ /s (2035))	Khokhar Road 下水処理場
	Central Area	新規建設 (1) Larex Colony ~ Gulshan-e-Ravi 下水ポンプ場間の下水幹線 (2) Larex Colony ~ Gulshan-e-Ravi 下水ポンプ場間の枝線 (3) Cantonment Drain 沿い下水幹線	新規建設 New Gulshan-e-Ravi 下水ポンプ場 改修・改善 Gulshan-e-Ravi 下水ポンプ場 (15.86 m ³ /s (2009) → 19.34 m ³ /s (2035)) Multan Road 下水ポンプ場 (6.78 m ³ /s (2009) → 10.19 m ³ /s (2035))	South West 下水処理場 (下水遮集路と流入ポンプ場を含む)
	South	新規建設 (1) Gulberg 及びその周辺地区の下水管きよ (2) Peco Road~ Mohlanwa 間の下水管きよ (3) Canal 北部エリアの下水管きよ	新規建設 (1) Mohlanwal 下水ポンプ場 (2) Kattar Bund 下水ポンプ場 改修・改善 LMP Block 下水ポンプ場 (3.55 m ³ /s (2009) → 7.02 m ³ /s (2035))	South West 下水処理場

エリア	下水管	ポンプ場	下水処理場 (新規建設)
	South East	新規建設 新下水幹線及び枝線 (要基本設計調査)	South East 下水 処理場
Cantonment	Lahore Cantonment	新規建設 (1) Railway Line 沿い下水管 (2) Walton Road 沿い下水管 (3) Rohi Nullah 及び Khairy Distributory 沿い下水管	
	Walton Cantonment		

9.2.3 排水施設

現況の排水システムに関する問題点は **8.1.3** に記述した。ここでは、各エリアにおける問題を解決するための排水システム改善計画の概略について述べる。

(1) Shahdara エリア

本エリアは東部流域と西部流域に分かれている。西部流域幹線排水路は Shahdara Drain であるが、多くの地点で下水が流入しており、乾季の期間でも既に満水状態となっている。更にごみ、廃棄物の投棄により水路断面が縮小されている。また、既存の排水システムは西部流域の全てをカバーしていないため、新たな排水システムの構築が必要である。東部流域に関しては、排水システム自体が未整備である。よって、このような現状、問題点を把握し、既存排水施設の改善を含めた新たな排水システム構築のための調査の実施が早急に必要である。

(2) Mehmood Booti エリア

このエリア内の幹線排水路である Shalimar Escape Drain の維持管理状況は比較的良好であるが、一部で近隣の家畜が水路内に入出入りすることによる水路の破損が見られる。更に、この排水路には多くの下水が流入しているため、乾季でもほぼ満水状態になっている。また現在の排水システムは全てのエリアをカバーしていないため、新たな排水システムの構築が必要である。このような現状、問題点を把握し、既存排水施設の改善を含めた新たな排水システム構築のための調査の実施が早急に必要である。

(3) Siddique Pura エリア

Upper Chotta Ravi Drain の一部分、ポンプ場に近い箇所の家畜による排水路の破損が確認されている。また現在の排水システムは全ての地域をカバーしていない。特に南西部には幹線排水路、二次排水路が未整備のため、新たな排水システムの構築が必要である。Siddique Pure 排水ポンプ場には 3 台のポンプは設置されているが、うち 1 台が故障している。またフラップゲートに関しては設置されている 3 門全てが稼動しない状態になっているため、交換が必要である。このような現状、問題点を把握し、排水ポンプ場を含む既存排水施設の改善を含めた新たな排水システム構築のための調査の実施が早急に必要である。

(4) Chotta Ravi エリア

Lower Chotta Ravi Drain 沿いには排水路に面して住居、商店等が立ち並んでいるため、清掃機材の搬入が難しく、維持管理作業に支障をきたしている。そのため多くのごみ、廃棄物が投棄・堆積しているおり排水路断面が縮小されている。また、住居、商店からの下水が排出されているため、乾季でも満水状態になっており雨季の雨水排水に支障をきたしている。Chotta Ravi 排水ポンプ場には7台のポンプが設置されているが、1967年に設置された5台は既に老朽化が進み、排水機能が著しく低下しているためポンプの交換が必要である。また1990年に設置された1台も故障し稼動していない状況である。このような現状、問題点を把握し、排水ポンプ場を含む既存排水施設の改善を含めた新たな排水システム構築のための調査の実施が早急に必要である。

(5) Central エリア

本エリアの排水システムのメインは、3つの幹線 Cantonment Drain、Central Drain、AIT Drain である。Central Drain の中流部から上流部にかけては排水路に面して住居、商店等が立ち並んでいるため、清掃機材の搬入が難しく、維持管理作業に支障をきたしている。そのため多くのごみ、廃棄物が水路内に堆積しているため排水路断面が縮小されている。また全線を通じて多くの地点で汚水が流入しているため乾季でも満水状態になっており、このことが雨季の浸水被害を増幅させる大きな原因となっている。AIT Drain も Cantonment Drain に流入する主要幹線の一つである。この排水路は、上流部は比較的に維持管理状況が良好であるが、中下流部でのごみ、廃棄物、汚泥の堆積状況はひどく、また多くに地点で下水が流入していることから断面の縮小および乾季の満水状態が雨季の浸水被害を引き起こしている。Cantonment Drain は本エリア内最大の排水路である。全線を通じて維持管理状況は良好であるが、直接あるいは中継ポンプ場を経由しての下水の流入量が多く、また部分的にごみ、廃棄物、汚泥の堆積がひどい状況の箇所もあり、大きな環境問題となっている。WASA は既に本エリアの排水システム改善計画を策定している。今後、この計画案の実施に向け更に詳細な検討を進める必要がある。

(6) Sattu Katla エリア

本エリアは市街化、都市化の進行が著しく、そのため排水システムの未整備が深刻な環境問題を引き起こしている。特に Sattu Kalta Drain 沿いには多くの工場が立ち並んでいるため、それらの工場からの未処理水が排水路に排出され環境の悪化を招いている。また未処理水の排出の問題だけでなく、ごみ、廃棄物の投棄による排水路の断面縮小問題も大きな問題の一つとなっている。さらに、このエリア内には排水システム未整備地区が多い。WASA は既に本エリアの排水システム改善計画を策定している。今後、排水システム改善事業の実施に向けた詳細な検討を進める必要がある。

(7) Hudiana エリア

本エリアには排水ポンプ場はなく、また排水施設の未整備地区が多い。それらの地区では雨水排水は自然地に排水されている。また整備されている排水路でも、下水道シス

テムの不備から多くの下水が流入している状況である。そのため廃棄物、汚泥等の堆積による水路断面の縮小および環境の悪化が大きな問題となっている。このような現状、問題点を把握し、排水ポンプ場を含む既存排水施設の改善を含めた新たな排水システム構築のための調査の実施が早急に必要である。

(8) Cantonment エリア

現在、全ての下水が下水管あるいは中継ポンプ場を経由して排水路へ流入しており、排水路周辺の環境が悪化、そして雨季降雨時の雨水排水不良を引き起こしている。既存排水網の改善および中継ポンプ場の統合案を含めた新しい排水システムに関する調査は既に担当の部局（Cantonment Board 内のエンジニア部門）により実施されている。今後は事業実施に向けた更に詳細な検討を進める必要がある。

以上を踏まえ、排水システム改善のために必要となる改善策の概要を**表 9.8**に示す。

表 9.8 各エリアの提案される排水システム改善策の概要

エリア		新規建設	改修・改善
WASA	Shahdara	新しい主要及び二次排水路 (要基本設計調査)	
	Mehmood Booti	新しい主要及び二次排水路 (要基本設計調査)	
	Siddique Pura	新しい主要及び二次排水路 (要基本設計調査)	Siddique Pura 排水ポンプ場
	Chotta Ravi	新しい主要及び二次排水路 (要基本設計調査)	Chotta Ravi 排水ポンプ場
	Central Area	(1) Central Drain (2) Dil Muhammad Road Drain (3) Art Council Drain (4) Allama Iqbal Road Drain (5) WAPDA House Drain (6) Lawrence Road Drain (7) Nicholson Road Drain (8) Poonch Road Drain (9) Chauburji Drain (10) New Samanabad Drain (11) Morrhe Samanabad Drain (12) Multan Road Drain (13) Almutaz Road Drain (14) Old Bund Road Drain (15) Sodewal Drain (16) Gulgasht Drain (17) Nasir Bagh Drain (18) Mall Road Drain (19) Queens Road Drain (20) Shahra Awane Tijarat Road Drain (21) Golf Road Drain (22) Kinnaird Drain (23) Shah Jamal Drain (24) Gulshan-e-Ravi Drain (25) Sanda Road Drain (26) Krishan Nagar Drain (27) Rewaz Garden Drain (28) Tertiary Drain	<u>改修・改善</u> (1) Governor House Drain (2) Meclod Road / Lakshmi Drain
	Sattu Katla	(1) Gulberg Drainage System (2) Garden Town & Model Town Drainage System (3) Town Ship & Green Town Drainage System (4) Industrial Area Drainage System (5) Raiwind Road Drainage System (6) Jubilee Town Drainage System (7) Defense Road Drainage System (8) Hudiara Drainage System (9) Multan Road Drainage System (10) Drainage System North of Lahore Branch Canal (11) Secondary / Tertiary Drains	<u>改修・改善</u> (1) Garden Town Drain (2) College Road Drain (3) New Industrial Drain III (4) New Industrial Drain VI (5) Link Road Drain (6) Main Industrial Drain (7) Gulberg Drain
	Hudiara	New main and secondary drain (要基本設計調査)	
Cantonment	Lahore Cantonment	(1) SRD1 Drain (2) SRD2 Drain (3) BRD1 Drain (4) BRD2 Drain	<u>改修・改善</u> (1) Cantonment Drain (2) ADA Nullah (3) Nullah along Abdul Rehman Road (4) Drain along Ferozpur Road
	Walton Cantonment		

10 組織・制度改善に係わるアクションプラン

10.1 組織・制度改善

“Punjab Urban Water and Sanitation Policy” (2007)は以下のビジョン、目標及び目的を定めている。

1) ビジョン

全ての人に持続可能な水道と衛生施設を

2) 目標

持続可能ベースで適量かつ受入れ可能な質の水道と衛生施設サービスの提供

3) 目的

施策の目的は以下の通り。

- 持続可能な水道・衛生施設・下水処理サービスのために法的規制の枠組みと効率的な組織・制度の整備を図る。
- コミュニティ参加及び官民連携を含む持続可能な財政的整備を図る。

8章で述べたように、ラホールの水道・下水道・排水施設の施設及びサービスに関して多くの組織・制度上の問題がある。予定されているプロジェクトは、上述の“Punjab Urban Water and Sanitation Policy”を満たすべく構造上の問題の軽減のみならず非構造的、すなわち組織・制度上の問題を改善することにある。

8章で述べた組織・制度上の問題をスクリーニングにかけ図 10.1 に示すような目標と目的を設定した。図 10.2 はアクションプラン、責任者、担当者、費用、期限及び各アクションの達成状況を検証する指標をまとめたものである。

必要性及び目的、主たる内容、プロセス及びアクションプランの詳細を以下に示す。

制度改善は以下の6つのカテゴリに分類されている。

- 1) 十分な政策及び規制環境の整備
- 2) 経営方針の明確化とそれに必要な経営指標の把握
- 3) 無効水量 (UFW) 及び無収水量 (NRW) の削減
- 4) 人材育成及び組織の合理化
- 5) 顧客サービスの改善
- 6) 地下水のモニタリングと規制

図 10.1 Lahore WASA の組織・制度の改善

ビジョン: 持続可能なベースで適量かつ受入れ可能な質の上下水道サービスを提供する [Punjab Urban Water and Sanitation Policyに記述あり]		社会基盤施設の整備	
組織・制度上の問題		組織・制度改善のための戦略	
		目的	アクションプラン項目
数多くの関係機関との調整コストが大きい区意志決定が遅い。 最近の水道料金改訂は98年・2004年のみ。 WASAの権限・責任が明確でない。		1. 十分な施策及び規制環境の整備	1-1. Punjab Urban Water Act及びWASCO Act(またはLahore WASA Act)の作成と制定 [Punjab Urban Water and Sanitation Policyに記述あり] 1-2. (a)十分なレベルまで料金値上げをする具体的なロード・マップ、(b)十分な料金改定メカニズム、及び(c)州政府による財政援助方策、の補助金支給ガイドラインの確立及び補助金としての外部ドナーからの資金の移動を含むことがある。[財務的に持続可能な料金と監督官庁についてPunjab Urban Water and Sanitation Policyに記述あり]
経営・財政計画が存在しない。 意志決定に必要なデータが欠けている。		2. 経営方針の明確化とそれに必要な経営指標の把握	2-1. 中期及び年次ビジネス・プランの定期的作成 [Punjab Urban Water and Sanitation Policyに記述あり] 2-2. 成果モニタリング指標と定期的なモニタリング・システムの確立 [Punjab Urban Water and Sanitation Policyに記述あり] 2-3. 総合的な資産調査の実施及び資産台帳及び図面の作成
無収水率が40%と高い。 違法接続が5%と大きい。 メータ設置は接続のわずか13%(メータの74%が故障中)。 料金回収率は8割にすぎない。 未払債権は売上高の1年分相当。 定期的な検査・補修は行っていない。 収入(補助金を除く)は、費用(減価償却を除く)のわずか7割。		3. 無効水量(UFW)及び無収水量(NRW)の削減	3-1. 顧客との関連で権利と義務の明確化(サービス管とメータの十分な管理及び時機を得た支払いのための権利義務が、精査され法的文書(法律、綱領または契約書)で定まることが望ましい)。 3-2. 段階的にすべての顧客にメータの設置(問題は、1997年以前に建設された家屋の取り扱い、顧客との費用分担、顧客の意識向上、顧客間の資産、メータ補修能力の増強を含む) [Punjab Urban Water and Sanitation Policyに記述あり] 3-3. 漏水探知チームの創設 3-4. 資産調査結果に基づく合意された借款金額及び期間内でセントラル・ラホールのパイロット区域における配水管網改善の実施及び引き続きWASA管轄区域全域における配水管網改善計画の策定 3-5. 不履行者及び不法接続者に対する厳しい対策の実施及び料金を徴収していない公共控の段階的廃止 3-6. 検計及び請求業務の民間委託 [Punjab Urban Water and Sanitation Policyに記述あり]
人材の高齢化(平均年齢43歳)。 職員の給与水準が低い。 職員の専門知識が乏しい。 事務処理ミスが多い。 人員が過剰(干接続あたり14人)。		4. 人材育成及び組織合理化	4-1. 計画部門及びWASAのマネジメントを直接支援する部門の強化を含む組織再編 4-2. 人材育成戦略の策定 4-3. 総合人材育成の実施及び件乳に係るニーズ・アセスメント 4-4. WASA Academyの強化 4-5. 一定業務の民間委託 [Punjab Urban Water and Sanitation Policyに記述あり] 4-6. 人事管理システムの改善 (adequate posting, salary, evaluation, promotion, etc.) 4-7. 経営情報システム(Management Information System: MIS)の確立 4-8. 維持管理(Operation and Maintenance: O&M)機器の購入
維持管理・料金に関する苦情が非常に多い(年間2.8万件)。 WASAのサービスへの不満が大きい。 顧客との権利・義務関係が明確でない。		5. 顧客サービスの改善	5-1. 顧客との関連で権利と義務の明確化(上記3-1参照) 5-2. 顧客満足度調査の定期的実施 5-3. (迅速かつ透明な)苦情処理システムの改善 5-4. 顧客に対する支払いオプションの拡充 5-5. 広報戦略の策定と実施(メディア、公聴会、冊子、イベント、映画等)
地下水の水位低下とWHO基準を上回るヒ素問題。 水道・工業・農業セクターにおける地下水の過剰汲み上げ。 地下水の汲み上げはほとんど野放し状態。 モニタリング機関の不在。		6. 地下水のモニタリングと規制	6-1. 地下水水質・水量の追跡調査及び分析 6-2. 地下水委員会の設置 6-3. 地下水の管理と規制にかかる計画の策定 6-4. 地下水の定期的モニタリング・システムの確立

表 10.1 組織・制度改善のまとめ

カテゴリ	アクション	責任者	担当者	期限	費用 (Rs. million)	指標
1. 十分な施策及び規制環境の整備						
1-1	Punjab Urban Water Act 及び WASCO Act (または Lahore WASA Act) の作成と制定	P&D-HUD	Committee	Apr. 2010	-	法の制定
1-2	(a)十分なレベルまで料金値上げをする具体的なロード・マップ、(b)十分な料金改定メカニズム、及び(c)州政府による財政援助方策、の確立	CC	WASA IC	Dec. 2010	-	ルールの施行
2. 経営方針の明確化とそれに必要な経営指標の把握						
2-1	中期及び年次ビジネス・プランの定期的作成	DMD(FA&R)	Local consult.	Jul. 2010	-	第1 ビジネスプラン作成
2-2	成果モニタリング指標と定期的なモニタリング・システムの確立	DMD(FA&R)	WASA staff	Jun. 2010	-	第1回モニタリング報告書の作成
2-3	総合的な資産調査の実施及び資産台帳及び図面の作成	DIR, Const-1	Consultant under loan	Dec. 2015		全 WASA 区域に対する施設台帳完成
3. 無効水量 (UFW) 及び無収水量 (NIRW) の削減						
3-1	使用者の権利と義務の明確化	WASA IC		Apr. 2011	-	法の制定
3-2	40%の使用に係るメータの設置	DIR, PMU	Consultant under loan	Sep. 2017	Consultant under loan Rs.43M Works Rs.1.441M	工事完了
3-3	漏水探知チームの創設	DIR.(LC)	Consultant under loan	Dec. 2016	Consultant under loan Rs.17M Works Rs.37M	マニュアル提出
3-4	資産調査結果に基づくセントラル・ラホールのパイロット区域における配水管網改善の実施及び引き続き WASA 管轄区域全域における配水管網改善計画の策定	DIR.(LC)/DIR, Const-1	Consultant under loan	Dec. 2016	Consultant under loan Rs.114M Works Rs.37M	配水管網改善計画の策定
3-5	不履行者及び不法接続者に対する厳しい対策の実施及び料金を徴収していない公共栓の段階的廃止	DIR.(R)	Consultant under loan	Mar. 2013	Consultant under loan Rs.6M	対策の施行

表 10.1 組織・制度改善のまとめ(続き)

3-6	検針及び請求業務の民間会社への委託	DIR (R)	Consultant under loan	Dec. 2012	Consultant under loan Rs.6M	最初の委託
4. 人材開発及び組織の合理化						
4-1	組織再編	WASA IC	Consultant under loan	Jun. 2013	Consultant under loan Rs.13.7M	組織再編開始
4-2	人事管理及び人材開発の改善	WASA IC	Consultant under loan	Apr. 2013	Consultant under loan Rs.27.5M	戦略及びプログラム承認
4-3	一定業務の民間会社への委託	DMD(FA&D)	Consultant under loan	Jun. 2013	Consultant under loan Rs.13.8M	最初の委託
4-4	経営情報システム (Management Information System: MIS) の確立	DIR (P&E)	Consultant under loan	Jun. 2013	Local Consultant Rs.3.8M Consultant under loan Rs.27.5M Works Rs.693.5M	WASA に引き渡し
4-5	維持管理 (Operation and Maintenance: O&M) 機器の購入	DMD(O&M)	Local Consultant/ Contractor	Feb. 2013	Local Consultant Rs.11.4M Works Rs.562.5M	WASA に引き渡し
5. 使用者サービスの改善						

表 10.1 組織・制度改善のまとめ(続き)

5-1	使用者との関連で権利と義務の明確化(See 3-1 above)	DIR.(P&E)	Consultant under loan	Dec. 2012	-	WASA に引き渡し
5-2	使用者調査の定期的実施				Consultant under loan Rs.23.6M	
5-3	苦情処理システムの改善	DIR.(P&E)	Consultant under loan	Oct. 2013	Local Consultant Rs.3.8M Consultant under loan Rs.17.1M Works Rs.358.6M	WASA に引き渡し
5-4	使用者に対する支払オペレーションの拡充	DIR.(R)	Consultant under loan	Mar. 2016	Consultant under loan Rs.17.2M Works Rs.305.7M	WASA に引き渡し
5-5	広報戦略の策定と実施	DIR.(P&E)	Consultant under loan	Jun. 2013	Consultant under loan Rs.13.7M	広報改善案の最初の実践
6. 地下水のモニタリングと規制						
6-1	地下水の水質及び水量の追跡調査分析					
6-2	地下水委員会の設立					
6-3	地下水の管理及び規制計画の策定	Committee	Consultant under loan	Dec. 2015	Consultant under loan Rs.47.4M	報告書提出
6-4	地下水の定期的モニタリングの確立					

各アクションの進め方には以下の三つのタイプがある。

- 1) コンサルタント企業がラホールで実際の業務を開始する前にできるだけ進めておくことが望ましいアクション
- 2) L/A 締結後に個人コンサルタントの支援の下で作業を進めるアクション
- 3) コンサルタント企業の支援の下で作業を進めるアクション

州政府部局、WASA、個人コンサルタント、コンサルタント企業の関与は以下の考えの下に配置されている。

- 1) カテゴリ 1 と 6 及びカテゴリ 2 の一部は州政府部局の関与が必要である。
- 2) WASA は WASA 固有の問題に関与しなければならない。
- 3) 「2-3 アセット・マネジメント」及び「3 UFW 及び NRW の削減」については、コンサルタント企業は方法論及びシステム構築のためにそれぞれ主にモデル区域及びパイロット区域で作業する。そのような作業は今後 WASA 固有の作業となるので、その後 WASA がそれらを引き継いで、WASA 全域に拡大するものとする。

以下の意志決定機関を設置する。

(1) 調整委員会 (Coordination Committee: CC)

調整委員会は、各 3 カ月に開催され、改善計画の運営がスムーズに実施できるように会議を開催する。

1) 役割

- WASA 内部検討委員会の提案を承認する。
- 実施状況の見直しする。
- 事業の変更等の見直しする。
- 関連組織に必要な協力の要請を行う。

2) 構成メンバー

- 議長： 州政府 Chief Secretary
- 構成員： Secretary, Planning Dep.
Head, Urban Unit
Secretary, HUD&PHED
Director General, LDA
Managing Director, WASA
JICA Pakistan office (Observer)
Consultants (Observer)

(2) WASA 内部検討委員会 (WASA IC)

内部検討委員会は、各月に開催され、改善計画がスムーズに実施できるように会議を

開催する。

1) 役割

- 実施状況の見直しを行う。
- 3 カ月毎に、見直しに従い調整委員会の行動計画書を作成する。
- 事業の推移のモニタリングを実施する。
- 必要な対策を行う。
- 各改善計画の実施責任を負う。

2) 構成メンバー

- 議長： MD
- 構成員： DMD、DIR.(P&E)及びテーマに応じて MD より指名された DIR.

10.1.1 政策・規制環境の改善

(1) Punjab Urban Water Act 及び WASCO Act (または Lahore WASA Act) の作成と制定

1) 必要性及び目的

WASA は WASA と顧客の間の双務的権利と義務に基づいて、公正な価格で質の良いサービスを顧客に提供しなければならない。このためには Punjab Urban Water Act and/or WASCO Act の制定が求められる。

2) 主な検討項目

2009 年 9 月に連邦政府の閣議承認を受けた National Drinking Water Policy (NDWP) は、監督官庁について以下のように述べている。

州の監督官庁は、乏しい資源が有効に使われ、所有権及びスキームの持続可能性が長期にわたって確保されるように、NDWP の下で予想される移り変わりを監視する。水道衛生の監督官庁は先ずある州で設立され、その他の州及び領土はその経験から学ぶことになる。

“Punjab Urban Water And Sanitation Policy”は、「持続可能ベースで適量かつ受入れ可能な質の水道と衛生施設サービスの提供」という目標に向かって、「全ての人に持続可能な水道と衛生施設を」というビジョンを掲げて、以下のような目標を設定している。

- 持続可能な水道・衛生施設・下水処理サービスのために法的規制の枠組みと効率的な組織・制度の整備を図る。
- コミュニティ参加及び官民連携を含む持続可能な財政的整備を図る。

法的手段について以下のように述べている。

以下のものを含む都市水道及び衛生セクターに適切な法律を公布する。

- 都市における表流水及び地下水の法的権利の譲渡及び規制するための **Punjab Urban Water Act**
- 都市に独立した上下水道公共サービス公社を設立するための **WASCO Act**
- 財産権、サービスの質、顧客者満足度、環境的な持続可能性にしかるべく配慮し、公共サービス及び独立サービス提供者の上下水道サービスの整備を規制するための監督官庁を設立するための **Punjab Municipal Services Regulatory Authority Act**

2009年9月5日、パンジャブ州首相府長官は州内の上下水道サービス規制機関(Authority)設立委員会の設立を公示した。構成メンバーには Anjuaman Samagi Behood 氏を委員長にして、LG&CD 局長、 HUD&PHED 局長、 the Urban Unit, P&D の Project Director が指名されている。委員会の TOR は以下の通り。

- 規制機関設立の必要性
- 機関の名称の提案
- 機関設立に必要な資金
- 機関の TOR

LDA 法はいくつかの関連条項とともに WASA の設立について規定している。しかし、職務や成果の基準に関する記述はない。

WASA は以下の三つを bylaw として定めている。

- a) Sewerage and Drainage Regulations, 1978
- b) Water Supply Regulations, 1978
- c) Licensed Plumbers

Sewerage and Drainage Regulations, 1978 と Water Supply Regulations, 1978 は、接続時の条件、接続及び管理、給排水装置の設置のための仕様、材質の仕様、防護対策及び試験方法等の詳細を定めている。指定給排水工事店(Licensed Plumbers)は給排水施設の設置に携わる者の守るべき規則を定めている。

Water Supply Regulations, 1978 では「水道本管との接続に使用するすべてのサービス管の管種は亜鉛メッキ鋼管、鉄管、Agency が時折承認するまたはエンジニアが何らかの特別のケースで承認することがあるそのようなその他の材質であること(第 50 条)」、「何人もサービス管に機械的あるいは手動のポンプを直接取り付けることは許されず、使用者が通知を受けてから 24 時間以内に撤去できなければ、規則違反の罪となること(第 25 条)」が定められている。管種については規制の見直しが必要であるが、これらの規制は厳しく施行されなかったようである。

また、Sewerage and Drainage Regulations, 1978 には、「通常の下水に影響を、または下水管に悪影響を与えそうな工場排水を、Agency から書面に拠る許可も受けずに Agency

の下水管に排出してはならないこと（第 62 条）」を定めてある。規制の対象となる水質項目として pH、全溶解性物質、全浮遊性物質、BOD、色度、大腸菌群数及びその他の細菌、有毒物質が想定されている。しかし、下水処理場が建設されなかったため水質項目の規制値は定められることもなく結局、水質規制は実際にはうまく機能しなかった、というのが実情である。

これらとは別に、WASA は接続申請書を使用者との契約書として運用ルールを規定している。

現在、パンジャブ州では Punjab Water Act, 2009 の草案が出来上がり、意見聴取の段階にある。その概要は以下の通り。

“Part II Service Providers and Regulations”では、上下水道サービスの行政的枠組みを **図 10.3** のように定めている。これによれば、新たに Water Services Regulation and Standards Commission（以下 Commission という）が設立されて、飲料水水質、浄水方法、使用材料の材質・製造方法等の基準の制定と上下水道事業者に対するこれらのモニタリングにあたりとされている。一方、パンジャブ州の 27 の District それぞれに Water and Sanitation Authority（以下 Authority という）を、各 District の全ての Area に Water and Sanitation Undertakers（以下 Undertakers という）が置かれることになっている。本法に拠らずに Lahore のように別の法律で Water and Sanitation Agency が設立されているところでは、それらはその District の Water and Sanitation Authority の一部になるという特例が定められている。したがって、Lahore Water and Sanitation Authority の中に、従来の WASA を担当する部分と、District 内の上下水道事業者を管轄する部分が併存することになる。

「第 III 部 水道」及び「第 IV 部 下水道」では、事業者の権限と義務及びサービスの質について、「第 V 上下水道事業者の財務」では、事業者の料金徴収、改善費用の回収、資金の調達について、「第 VI 部 水域及び水源の保護と管理」では河川水域の水質保全及び水質規制について、「第 VII 部 雑則」は、本法の下で作成される命令の施行、瑕疵、図面管理、標識の設置、パイプ、瓶詰め水、法的な資格剥奪、規則の枠組み、土地取得、及び廃止と修正、について規定している。

この Punjab Urban Water Act, 2009（草案）へのコメントは以下の通り。

- a) 新しい上下水道サービスの行政的枠組みは結局、州、Commission、Authority、Undertakers の四層構造となって、現在よりも複雑になるのではないか。
- b) 州が Commission、Authority の主要ポストをすべて握ることにならないか。
- c) Authority と Commission は内部組織が似ているが、各 District における州の出先なのか、あるいは、Commission の出先なのかはつきりしない。
- d) Authority の機能が不明である。条文を読む限りでは Undertakers からの情報の収集と年報の受け取りという単に情報の中継者という位置づけのように見える。同様の機能は Commission も有していることから、その存在の必要性には疑問が

残る。

- e) Undertakers は州、Commission、Authority 及び Local Government の四つの機関から指導を受けることになり、混乱が予想される。
- f) Undertakers には Company も想定されているが、これは民間会社が将来上下水道サービスに関与できるということか。
- g) 第 32 条で Local Government に Water Inspector を置いて飲料水水質情報の収集、採水、州水質試験場への持ち込みと検査を義務づけているが、一定規模以上の水道事業者については、これらに関する苦情処理と EDP の水質試験機関としての認定に基づく水質の自主管理を Undertakers に委ねるべきではないか。
- h) 第 33 条の unfit、illness については Commission が別途基準を定めると言うことか。
- i) 第 34 条の Sub Sections 1) and 2) は、「第 III 部 水道」ではなく、「第 VI 部 水域及び水源の保護と管理」に移動すべきである。
- j) 第 86 条において WASA の設立根拠になっている LDA Act の第 10 条が廃止 (Repeal) されている。これは WASA の LDA からの独立を意味するか。そうだとすれば、LDA Act の以下の部分はどうなるか。
 - 第 27 条 3 項
 - 第 28 条 2 項
 - 第 29 条
 - 第 47 条
- k) 料金値上げのメカニズムについては本法で触れておらず、これは後述する PESC の機能に挙がっている。
- l) 以下についての記述がないが、これらは WASCO Act に含まれるということかも知れない。
 - 顧客と Undertaker の間の権利義務
 - 給水区域及び下水道整備区域内における水道、下水道への接続義務
 - 不法接続に対する罰則
 - LDA 法に規程する MD を除き WASA の人事に対する外部の不介入
- m) 罰金刑／懲役刑に関連して、行政上の責務に対する過失に係るそれらとは別に、水道事業者に対し以下のサービスの質を遵守することを要求している。
 - 安定給水及び圧力の維持
 - 水質の確保
 - 飲用に適した水の供給
- n) 第 57, 63, 67 条の規定は以下の観点より注目に値する。
 - 第 57 条: 月収が一定水準以下の者に対する支払免除と州の支払代行
 - 第 63 条: 下水道事業者に対する下水処理の義務づけと罰則
 - 第 67 条: 既存深井戸所有者を含む地下水の汲み上げ規制と他セクターとの連携

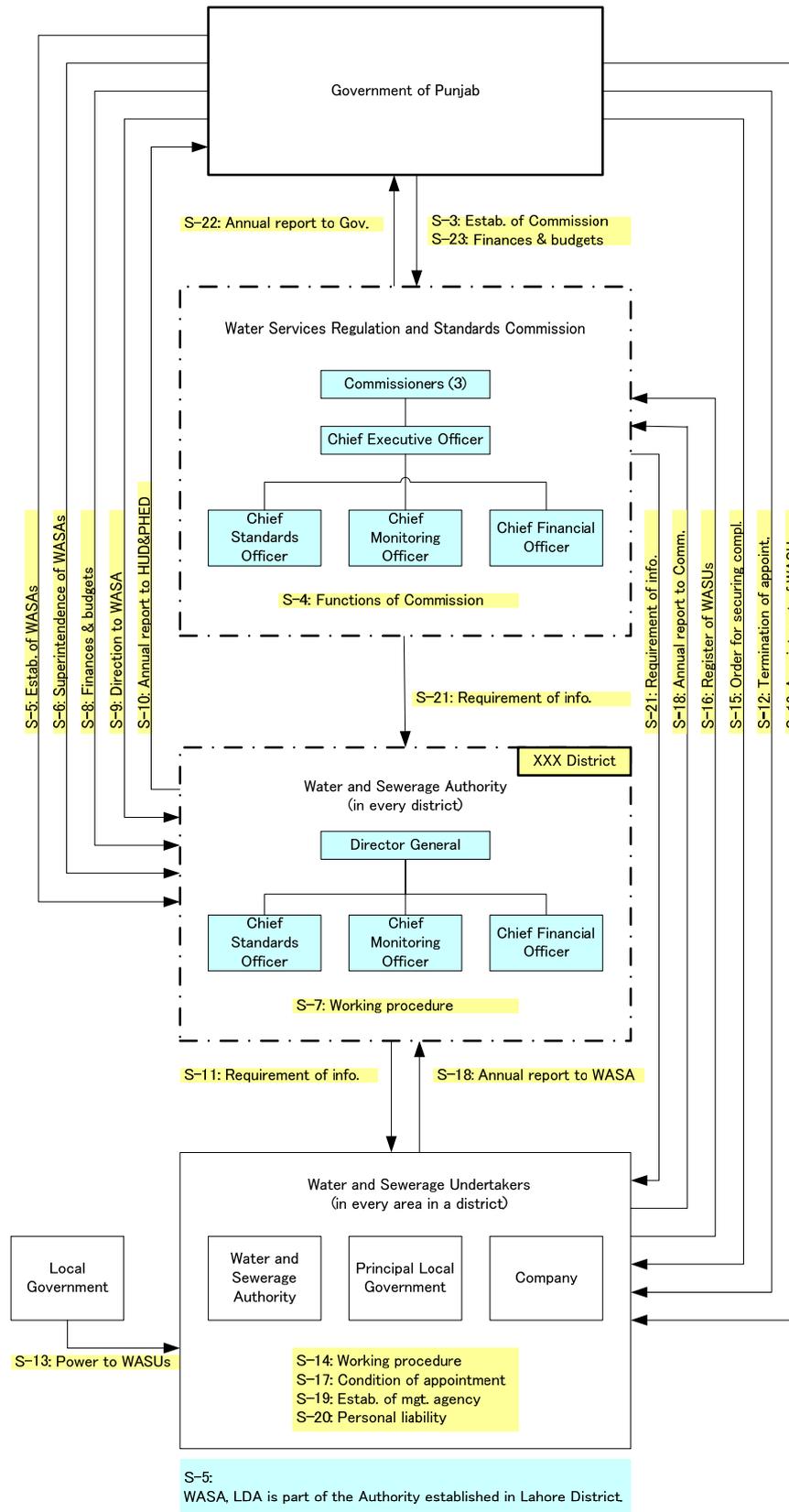


図 10.3 パンジャブ州都市上下水道サービス法の枠組み

第 57 条: 上下水道システムの建設及び改良に対する料金

第 3 項 整備区域内の敷地の所有者には料金が課されるものとするが、月収が一定以下の所有者には課されないことがある。

第 4 項 政府は第 3 項の下で免除されるものに対する料金を支払うものとする。

第 63 条: 河川及び水域の保全

第 1 項 Water and Sanitation Authority (Undertaker の間違いか?) を含む何人も、河川、灌漑水路、rajbah、khala、pond、jheel または小川にいかなる流出水、未処理下水、下水管の内容物を排出してはならない。

第 2 項 Water and Sanitation Authority (Undertaker の間違いか?) を含む何人も、地表に下水管の内容物、流出水、汚濁水または汚染水を流してはならない。

Section 67: 許可なく井戸を掘ること

第 1 項 何人も Authority の許可なく何らかの目的で水を汲み上げることができない水井戸、深井戸その他素堀りの井戸を掘ってはならない。

第 2 項 許可を与える際に Authority は Commission が刊行するガイドラインに従うものとする。このガイドラインは帯水層の水の必要性和利用可能性及びその持続可能な使用に基づいて、農業目的とその他の利用に必要な水に分けて刊行するものとする。農業目的に井戸を掘り水を引くことに関するガイドラインは Commission と農業局及び灌漑局が共同で作成するものとする。

The urban Unit は、本調査の Draft Final Report に対するコメントの中で、Punjab Water Act, 2009 とは別に、Punjab Drinking Water Management and Regulation Act の制定と、同法に基づく Punjab Essential Services Commission (PESC) の設立について言及している。これによれば利用者サービス規約 (code)、実績報告書、料金承認は PESC の機能に含まれているので、これが“Punjab Urban Water And Sanitation Policy”の中で謳っている Punjab Municipal Services Regulatory Authority Act なのかも知れない。WASCO 法も含めて法律整備の全体的枠組みがまだ見えてきていないので軽々にコメントすることはさし控えるべきであるが、これが事実だとすれば、さらに関連機関が増えることになり、上下水道サービス行政はますます複雑化するようになる。これについては、今後の動きを正確に把握する必要がある。

3) プロセス

- a) Punjab Urban Water Act 及び WASCO Act 委員会の設立
- b) 草案の作成
- c) 討議を通じて草案の修正
- d) 州議会における法案の審議と承認
- e) 法律の制定

4) アクションプラン

アクション	2010				2011				2012				2013			
Punjab Urban Water Act 及び WASCO Act 委員会の設立	▲															
草案の作成																
討議を通じて草案の修正																
州議会における法案の審議と承認																
法律の制定									▲							

アクション	責任者	担当者	費用	期限
Punjab Urban Water Act 及び WASCO Act 委員会の設立	P&D and HUD		None	Feb. 2010
草案の作成	P&D and HUD	Committee		May 2010
討議を通じて草案の修正	P&D and HUD	Committee		Oct. 2010
州議会における法案の審議と承認	P&D and HUD	Committee		Dec. 2010
法律の制定	P&D and HUD			Apr. 2011

Committee: To be established for enactment of the Punjab Urban Water Act and/or WASCO Act

図 10.4 アクションプラン

(2) (a)十分なレベルまで料金値上げをする具体的なロード・マップ、(b)十分な料金改定メカニズム、及び(c)州政府による財政援助方策、の確立

1) 必要性及び目的

WASA は収入が水道・下水道・排水施設に要する維持管理費用を賄いきれず、料金値上げの過去の試みも一部承認にとどまり、いつも不安定な財務的条件の下で運営されてきた。これがサービスの質の低下と施設の老朽化をもたらしている。料金を十分なレベルまで値上げする具体的なロード・マップの確立が、今後の WASA の健全なマネジメントに不可欠である。

2) 主な検討項目

料金値上げが法的に規定される、あるいは、一定の条件を満たしたとき、州政府からの補助金が法的に定められたルールに則って自動的に供与されることが望ましく、そうすれば、WASA はこれまでの不安定なマネジメントを避け、州の補助金に実質的に依存する体質から脱却できる。これに関連して、マネジメント改善努力が継続して WASA に求められることは言うまでもない。WASA が財務状況をオープンにしてその透明性を高めなければ、住民の支援も容易には得られない。

料金値上げのメカニズムとして、以下の形がある

- a) 市議会の承認を要する (日本)。
- b) 監督機関の承認を要する (英国、マレーシア、ジャマイカ等)。

英国では水会社は監督機関である Ofwat に、マレーシアではサービス・オペレータは SPAN に料金値上げを申請する。Ofwat/SPAN は申請書を査定して料金

改定を承認するが、あるときには一部を承認することもある。このために水会社／サービス・オペレータは定期的に財務諸表及び施設の維持管理状況報告書を提出することが求められる。何か問題があれば監督機関はその改善を要求する。

- c) 関連法のスライド条項にしたがって、主要な経済指標または物価の動きに基づいて料金改定が自動的に行われる（ブラジルの SABESP）。

料金が維持管理費を賄いきれなければ政府が、サービス・プロバイダに補助金を出している。例えば、マレーシア政府と下水道のコンセッション契約を結んだ IWK は当初料金の値下げを余儀なくされ、長期にわたってマレーシア政府からの補助金によってかろうじて会社の運営を維持していた。

a)の場合には政治的動きに影響されやすく、選挙前には料金値上げは難しくなる。したがって、b)または c)が政治的思惑を避けるという意味で a)よりも優れている。

補助金の場合、補助金の支給条件を明確にすべきである。

3) プロセス

- a) 料金値上げに係る WASA 作業チームの設立
- b) インフレーションに従って法に規定された自動的な料金改定、法的に規定された定期的な料金改定、作業チーム内の改定手続の合理化と説明責任を含む十分な料金改定のロード・マップ及びメカニズムの策定
- c) ロード・マップ及びメカニズムの承認
- d) 州政府による十分なルールの制定
- e) ルールの施行

4) アクションプラン

アクション	2010				2011				2012				2013			
料金値上げに係る WASA 作業チームの設立	▲															
料金改定のロード・マップ及びメカニズムの策定																
ロード・マップ及びメカニズムの承認																
州政府による十分なルールの制定																
ルールの施行																▲

アクション	責任者	担当者	費用	期限
料金値上げに係る WASA 作業チームの設立	MD		None	Feb 2010
料金改定のロード・マップ及びメカニズムの策定	MD	WASA WT		Jul. 2010
ロード・マップ及びメカニズムの承認	CC	CC		Sep. 2010
州政府による十分なルールの制定	CC	P&D and HUD		Nov. 2010
ルールの施行	P&D and HUD			Dec. 2010

図 10.5 アクションプラン

10.1.2 経営方針の明確化とそれに必要な経営指標の把握

(1) 中期及び年次ビジネス・プランの定期的作成

1) 必要性及び目的

中期及び年次ビジネス・プランは水道・下水道・排水サービスのマネジメント施策と年次計画を示すものである。マネジメントは目標値と各会計年度の達成状況で評価されるので、各会計年度に応じた値を設定する必要がある。

2) 主な検討項目

中期及び年次ビジネス・プランの作成に当たっては以下のことを考慮に入れる。

- a) マネジメント基本施策の策定
- b) マネジメント・リソースの分析
- c) 中期ビジネス・プラン（3年毎）の項目
- d) 年間ビジネス・プランの項目

3) プロセス

- a) ビジネス・プランの現状調査
- b) 問題分析
- c) JICA Expert による様式策定、WASA によるビジネス・プランの作成、JICA Expert による提言を含む報告書作成
- d) 2010/11～2012/13 の最初の中期ビジネス・プラン策定
- e) 2010/11 の最初の年次ビジネス・プラン策定
- f) 以降3年毎にビジネス・プラン策定
- g) 以降毎年ビジネス・プラン策定

4) アクションプラン

アクション	2010				2011				2012				2013			
ビジネス・プランの現状調査																
問題分析																
様式策定、提言を含む報告書作成																
2010/11～2012/13の最初の中期ビジネス・プラン策定																
2010/11の最初の年次ビジネス・プラン策定																
以降3年毎に中期ビジネス・プラン策定																
以降毎年年次ビジネス・プラン策定																

アクション	責任者	担当者	費用	期限
ビジネス・プランの現状調査		JICA Study	None	Completed
問題分析		JICA Study		Completed
個人コンサルタントによる精査	DMD(FA&R)	DMD(FA&R)		Feb. 2010
プラン様式及び提言を含む報告書作成	DMD(FA&R)	DMD(FA&R)		May 2010
2010/11 ~ 2012/13 の最初の中期ビジネス・プラン策定	DMD(FA&R)	DMD(FA&R)		Jul. 2010
2010/11 の最初の年次ビジネス・プラン策定	DMD(FA&R)	DMD(FA&R)		Jul. 2010
以降3年毎に中期ビジネス・プラン策定	DMD(FA&R)	DMD(FA&R)		
以降毎年年次ビジネス・プラン策定	DMD(FA&R)	DMD(FA&R)		

図 10.6 アクションプラン

(2) 成果モニタリング指標と定期的なモニタリング・システムの確立

1) 必要性及び目的

成果モニタリング指標が WASA で計算されているが、それらには目標が与えられていない。職員のモチベーションを維持するために年間の活動を通じての改善目標を設定すべきである。

2) 主な検討項目

表 10.2、表 10.3 に示す成果モニタリング指標は暫定的なもので、それらに限定されない。

3) プロセス

- a) 成果モニタリング指標の現状調査
- b) 指標の目標値設定
- c) 指標の目標値に対する検討と承認
- d) 目標値の施行

4) アクションプラン

アクション	2010				2011				2012				2013			
成果モニタリング指標の現状調査																
指標の目標値設定																
指標の目標値に対する検討と承認																
目標値の施行			▲				▲				▲				▲	⇒

アクション	責任者	担当者	費用	期限
成果モニタリング指標の現状調査		JICA Study	None	Completed
指標の目標値設定		JICA Study		Completed
指標の目標値に対する検討と承認	WASA IC	WASA IC		Jun. 2010
目標値の施行	DMD(FA&R)			

図 10.7 アクションプラン

表 10.2 マネジメント・モニタリング指標 (上下水道)

Sr. No.	指標	単位	現在	目標					実績					備考	
			2009	2017	2022	2027	2032	2035	2017	2022	2027	2032	2035		
1	水道														
1-1	給水人口普及率	%	87	91	94	96	99	100							
	WASA 管轄区域内人口	pers.	5,671	6,815	7,592	8,282	9,014	9,453							
	給水人口	pers.	4,934	6,202	7,099	7,950	8,879	9,453							
1-2	無効水率(UFW)	%	34	30	28	25	23	20							
	給水量	m/day	1,682	1,855	1,938	1,963	1,96	1,934							
	有効水量(AFW)	m/day	1,110	1,299	1,405	1,472	1,519	1,547							
1-3	無収水率(NRW)	%	40												
	有効水量(RW)	m/day													
1-4	1人一日使用水量	lpcd	225	209	198	185	171	164							
1-5	水道水適合率	%													
	分析サンプル数	nos.													
	水道水不適サンプル数	nos.													
2	下水道														
2-1	接続人口普及率	%	84	89	92	95	98	100							
	WASA 管轄区域内人口	pers.	6,104	7,335	8,172	8,914	9,702	10,175							
	Cantonment 区域内人口	pers.	0,752	0,907	1,063	1,252	1,373	1,452							
	下水道接続人口(全域)	pers.	5,759	7,333	8,501	9,674	10,833	11,627							
2-2	下水処理人口率	%	-	36	35.2	34.3	33.9	33.5							
	下水処理人口	pers.	-	2,643	2,992	3,316	3,675	3,894							
2-3	施設有効利用率	%	-	89.0	94.0	96.7	98.6	100							
	下水処理能力	m/day	-	0,789	0,789	0,789	0,789	0,789							
	下水処理量	m/day	-	0,702	0,742	0,763	0,778	0,789							
2-4	1人一日下水量	lpcd	-	209	198	185	171	164							

表 10.3 マネジメント・モニタリング指標 (財務)

Sr. No.	指標	単位	現在			目標			実績			備考
			2009	2017	2022	2017	2022	2027	2022	2027	2032	
3	財務											
3-1	給水栓1000個当り職員数	pers./1000conn										
	給水栓個数	conn.										
	水道職員数	pers.	2925									
3-2	下水道接続1000個当り職員数	pers./1000conn										
	下水道接続数	conn.										
	下水道職員数	pers.	2682									
3-3	水道費用回収率	%										
	水道営業収入	MRSs/yr										
	水道営業経費	MRSs/yr	2069									
3-4	給水単価	Rs/m3										
3-5	給水原価	Rs/m3										
3-6	下水道費用回収率	%										
	下水道営業収入	₹										
	下水道営業経費	₹										
3-7	下水道単価	Rs/m3										
3-8	下水道原価	Rs/m3										
3-9	顧客満足率*3	%										
3-10	給水栓1000個当り苦情数	nos./1000conn										
	水道関係苦情数	nos.										
	下水道接続1000個当り苦情数	nos./1000conn										
3-11	下水道関係苦情数	nos.										
	下水道関係苦情数	nos.										
3-12	給水栓1000個当り苦情数	nos./1000conn										
	料金請求徴収関係苦情数	nos.										
3-13	24時間以内苦情解決率	%										
*1 2008/09のデータ			*2 2008/09のデータ			*3 アンケート調査に基づく						

(3) 総合的な資産調査の実施及び資産台帳及び図面の作成

1) 必要性及び目的

総合資産調査の目的は投資的資産の取得、維持管理、交換、及び維持管理・施設効率・最小費用の拡張・財務的实施可能性・公共施設ガバナンス／マネジメント・顧客に対する配慮・支払い意欲が最も重要とされる新たな方法論を使って、顧客が欲するサービスレベルを達成するように行うことに係るライフサイクルでのトータルコストを最小化することにある。

2) 主な検討項目

総合資産管理に要求されるデータ／情報は図 10.8 に示すように非常に膨大であり、長期にわたって着実に収集と整理された利用可能な既存のデータ／情報の積み重ねによってのみ達成される。その第一歩は以下のような大まかな段階的スケジュールの下で、情報の基礎となる既存施設台帳の作成並びに設備登録と報告用紙の様式作成から始められる。

a) Phase 1 (2010-2017)

- WASA 管轄区域全域の配水管網台帳の作成
- WASA 管轄区域全域の配水管網リハビリテーション計画の策定
- 各種報告用紙の様式作成
- 機械電気設備登録の様式作成
- マネジメント管理システムの構築
- 苦情処理システムの構築

b) Phase 2 (2018-2022)

- データ収集及び既存施設・情報の整理
- 既存データ及び情報の電子デジタル化
- 各種分析の実施
- いくつかの改善計画の策定

c) 長期 (2023-2035)

- 総合資産管理システムの計画への最大利用

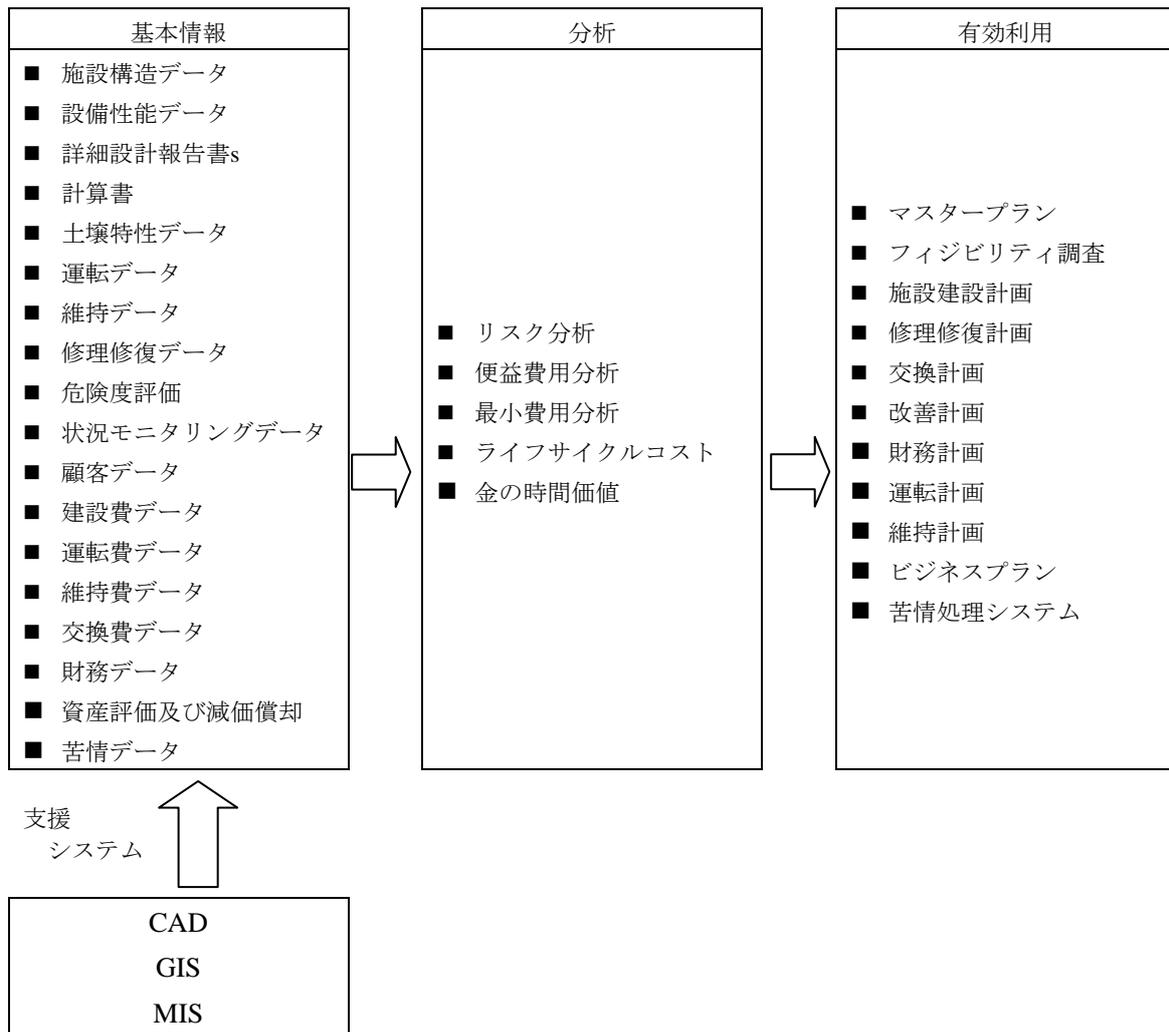


図 10.8 総合資産管理

3) プロセス

- a) アセット・マネジメントの現状調査
- b) 総合アセット・マネジメント・システムの策定
- c) GIS チームの設立
- d) GIS 機材のための入札書類及び事業費概算
- e) GIS 機材のための入札補助
- f) モデル区域の施設台帳作成
- g) GIS を用いたモデル区域の施設の位置特定
- h) GIS に使える WASA の既存の情報・記録の調査
- i) WASA 全域の既存データの GIS 入力
- j) 提言を含む報告書作成
- k) GIS を用いた WASA 全域の施設台帳作成

4) アクションプラン

アクション	2012				2013				2014				2015			
アセット・マネジメントの現状調査																
総合アセット・マネジメント・システムの策定																
GIS チームの設立																
GIS 機材のための入札書類及び事業費概算																
GIS 機材のための入札補助																
モデル区域の施設台帳作成																
GIS を用いたモデル区域の施設の位置特定																
GIS に使える WASA の既存の情報・記録の調査 available in WASA for GIS																
WASA 全域の既存データの GIS 入力																
提言を含む報告書作成																
GIS を用いた WASA 全域の施設台帳作成																

アクション	責任者	担当者	費用	期限
アセット・マネジメントの現状調査	DIR(A)	Consultants under loan		Jul. 2012
総合アセット・マネジメント・システムの策定	DIR(A)	Consultants under loan		Sep. 2012
GIS チームの設立	DIR(A)	Consultants under loan		May 2012
GIS 機材のための入札書類及び事業費概算	DIR(P&S)	Consultants under loan		Jul. 2012
GIS 機材のための入札補助	DIR(GIS)	Consultants under loan		Dec. 2012
モデル区域の施設台帳作成	DIR(A)	Consultants under loan		Dec. 2013
GIS を用いたモデル区域の施設の位置特定	DIR(A)	Consultants under loan		May 2014
GIS に使える WASA の既存の情報・記録の調査 available in WASA for GIS	DIR(GIS)	Consultants under loan		Apr. 2013
WASA 全域の既存データの GIS 入力	DIR. PMU	Consultants under loan		Apr. 2014
提言を含む報告書作成	DIR(A)	Consultants under loan		Jun. 2014
GIS を用いた WASA 全域の施設台帳作成	DIR(A)	Consultants under loan		Dec. 2015

DIR.(C-1) : Directorate for Construction 1

図 10.9 アクションプラン

10.1.3 無効水量 (UFW) 及び無収水量 (NRW) の削減

無収水を削減するための方策を以下に示す。

- 1) 顧客と WASA の権利義務の明確化
- 2) 40%の使用者に各戸メータの設置
- 3) 無収水対策チームの設立

- 4) パイロット区域の配水管網改善（継続して他の地域への展開）
- 5) 未払者と違法接続に対する厳格な処置と共同水栓の削減
- 6) 検針と請求書発行業務の民間委託

(1) 顧客と WASA の権利義務の明確化

1) 目的と必要性

現在のところ、給水接続に関する顧客及び WASA の権利義務は、給水申込書に概ね以下のとおり明記されている。

- 給水管や接続部品、各戸メータ等、すべての給水装置は WASA の財産とする。給水装置が盗難や破損にあった場合、顧客が負担するものとする。
- WASA は、WASA 所有の配水本管の接続口のみ提供するものとする。顧客はそこから宅地内外に要するすべての給水装置に責任を有するものとする。
- 給水装置等、給水接続に要する費用は、すべて顧客が負担するものとする。

給水申込書に書かれていること以外に、次の点に留意する必要がある。

- 給水装置の材質については、顧客が自由に選択できる。ただし、各戸メータは WASA の指定のものを使用する。

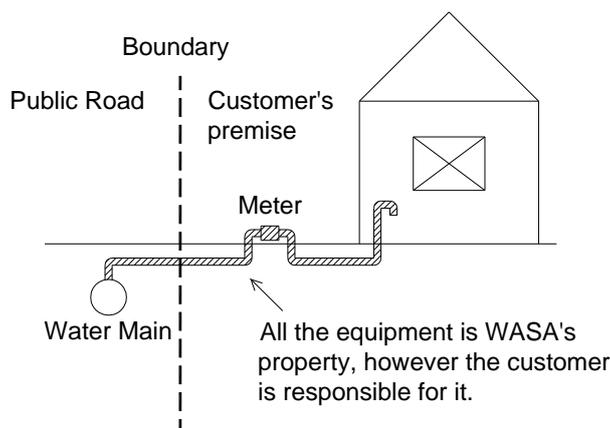


図 10.10 給水装置に関する権利義務（現況）

これらの条項を見ると、顧客にとって不利な契約であることがわかる。顧客が給水装置の費用を負担し、故障や修理など責任を持つにもかかわらず、給水装置はすべて WASA の財産となる。そもそも、一般市民である顧客が、公共道路の下に埋設してある管について責任を持つことはできないはずである。無収水を削減させるためには、少なくとも配水本管から各戸メータまでの間は、WASA が維持管理すべきである。なぜなら、顧客は、料金に含まれない各戸メータまでの漏水に対しては、関心が薄いからである。

2) 主な内容

給水装置に対する権利義務の改善案を以下に示す。

- すべての給水管や接続部品は顧客の財産とする。
- 給水管と接続部品の設置費用は顧客が負担する。
- 各戸メータは WASA の財産とする。
- WASA は給水装置の材質ついて基準を設ける。
- 顧客は WASA が認定した材料を給水装置に使用する。
- 給水管と接続部品はすべて顧客の財産ではあるものの、配水本管から各戸メータまでの間に発生する漏水は WASA が修理および費用を担当する。
- WASA は各戸メータを定期的に交換する。その費用は、水道料金収入の中から WASA が負担する。
- 顧客が期日までに水道料金を支払わない場合、WASA は給水停止措置をはかることができる。

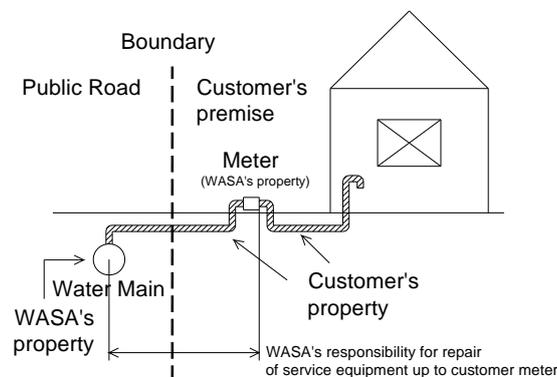


図 10.11 給水装置に関する権利義務（改善案）

WASA は、顧客との権利義務関係について、給水条例等に明記すべきである。また、給水装置の費用負担についても、あわせて明文化すべきであろう。

3) プロセス

- a) 現行の権利義務の明確化と評価
- b) 新しい権利義務案の策定
- c) JICA 調査団策定の権利義務案の見直し
- d) WASA IC との討議を通じての権利義務の改善
- e) CC との討議を通じての権利義務の最終案作成
- f) 顧客綱領の公示
- g) 法律の施行

4) アクションプラン

アクション	2010				2011				2012				2013			
現行の権利義務の明確化と評価																
新しい権利義務案の策定																
JICA 調査団策定の権利義務案の見直し																
WSSA IC との討議を通じての権利義務の改善																
CC との討議を通じての権利義務の最終案作成																
顧客綱領の公示				▲												
法律の施行								▲								

アクション	責任者	担当者	費用	期限
現行の権利義務の明確化と評価		JICA Study	None	Completed
新しい権利義務の策定と評価		JICA Study		Completed
JICA 調査団策定の権利義務案の見直し	WASA IC	WASA IC		Mar. 2010
WSSA IC との討議を通じての権利義務の改善	WASA IC	JICA Consul		Jun. 2010
CC との討議を通じての権利義務の最終案作成	Same as 1-1			Aug. 2010
顧客綱領の公示	WASA IC			Sep. 2010
法律の施行	Assembly			Apr. 2011

図 10.12 アクションプラン

(2) 40%の使用者に各戸メータの設置

1) 必要性と目的

各戸メータの設置は随分以前から始められていたが、すべての給水接続にメータが設置されるよう意図されたのは、1997 年以降である。ただし、WASA にメータの在庫がなくなったため、近年ではメータなしで給水接続している状況である。そのため、全給水接続 556,890 戸のうち 13%のみが正常な各戸メータを有している。

メータを設置するためには、a)メータ設置の基本方針、b)メータ設置の組織体制、c)メータの修理体制、を整える必要がある。

2) 主な内容

a) メータ設置の基本方針

原則的に WASA が各戸メータの更新と修繕を行うことになるが、その費用負担については、表 10.4 に示すように、メータの設置先ごとに分類して考えるとわかりやすい。設置先は、次の 4 つのグループに分けられる。

- 新規給水申込者
- すでに給水接続（メータ含む）を有する者
- すでに給水接続を有するが、WASA にストックがなかったためメータが設置されていない者
- すでに給水接続を有するが、1997 年以前の申し込みのため、メータ接続の義務がなかった者

第一のグループは、これが最初の給水接続であるため、給水申込者がメータの費

用を支払う。第二と第三のグループは、すでに顧客はメータの費用を WASA に支払っているため、その設置や更新にかかる費用は WASA が負担する。問題は第四のグループである。基本的には、顧客はこれが最初のメータ設置であるため、メータの費用を支払うべきであるが、彼らは 1997 年以前から給水を受け、そのときの給水契約で、メータなしで給水を受けるということで WASA と合意し、今日に至っている。今、急に契約内容を変更しても、メータの費用支払いに合意するとは思われない。したがって、このグループについては、WASA がメータ設置費用を支払うべきであろう。

表 10.4 メータの費用負担

カテゴリ	メータの設置あるいは更新先	メータ費用負担者
グループ 1	新規給水接続申込者	メータ新規購入のため顧客が支払う
グループ 2	1997 年以降に給水申し、メータがある者	顧客はすでにメータ代を支払っているため、更新は WASA の負担
グループ 3	1997 年以降に給水申ししたが、WASA にメータのストックがなかったためメータなしで給水を受けている者	顧客はすでにメータ代を支払っているため、新規設置は WASA の負担
グループ 4	1997 年以前に給水申し、当時の WASA との契約でメータなしで現在まで給水を受けている者	メータ新規購入であるが、WASA の負担

各戸メータの設置プログラムは、まず最初に無収水対策のパイロット区域で始められるべきである。無収水対策は、配水量と使用水量の正確な把握が不可欠であるため、深井戸とすべての各戸にメータが設置される必要がある。

次に、パイロット区域以外では、新規給水申込者にメータが設置されるべきである。さらに、メータがない顧客、とくに大口の需要者を優先してメータを設置する。大口需要者とは、ARV (Appendix 6.7.9 参照) の値で判断する。現在 WASA の顧客は ARV で区分されて定額水道料金を設定している。ARV が高いと高収入の需要者を意味し、通常彼らはより多くの水を使う。よって ARV の高い需要者からメータを設置するべきである。

また、各戸メータは定期的に更新されなければならない。日本では、おおむね 8 年ごとにメータを更新しており、古いメータは検査され、リサイクルされている。

b) メータ設置体制の整備

Phase 2 の終わりまでに給水人口は 6,900,000 人になるものと予測され、一家族当たり構成人員を 9 人とすると、給水件数は 770,000 件に達するものと考えられる。8 年ごとに各戸メータを更新する場合、一年当たり 96,000 件のメータを更新する必要がある。

$$770,000 \text{ meters} / 8 \text{ years} = 96,000 \text{ meters/year}$$

WASA は、それに見合う体制を整えなければならない。その場合、1)直営、2)外部委託、の 2 つの選択肢がある。

WASA が直営で行う場合、下記の試算より、現在の約 8 倍の人員体制が必要となる。

- 現在、6 つのタウンごとに 4 人のメータ設置職員がいる。したがって WASA 全体で 24 人いる。職員一人一日当たり 2 箇所のメータを設置可能。よって、一年当たり 12,000 個のメータを設置可能。

$$24 \text{ members} * 2 \text{ meters} = 48 \text{ meters/day}$$

$$= 1,000 \text{ meters/month approx.} = 12,000 \text{ meters/year.}$$

- 一年当たり 96,000 個のメータを設置する場合、WASA は現在の 8 倍、総計で約 200 人の職員が必要。

$$96,000 / 12,000 = 8$$

$$24 * 8 = 192$$

- さらに、作業補助として、職員一人当たり一名の補助員が必要。作業補助員 200 名。

メータ設置の職員として現在の 8 倍、約 400 人を確保しなければならないとすると、外部委託が現実的であるものと考えられる。

外部委託する場合、WASA の職員が現場で立ち会い、適切にメータが設置されたかどうか確認する必要がある。また、現場立ち会い時には、顧客に対しメータ設置・更新の必要性を説明し合意を受ける必要があろう。

c) メータ修理体制の整備

フランスが実施したプロジェクト「Identification study of water supply and sewerage services in Lahore city」によれば、調査対象の 1,500 箇所の各戸メータのうち、35%が故障していたという。なお各戸メータは平均して設置後 7 年が経過していた。年間約 5%故障し、今後 WASA がより故障の少ない機種を入れていくとして、年間の故障率を 2.5%とすると、Phase 2 終了時までには設置されるメータ 770,000 個のうち、19,000 個のメータが一年間に故障することになる。

現在 WASA は 5 人の職員で年間 1,300 個のメータの故障を修理している。

数少ない職員と、メータの進歩による修理の困難さを考えると、外部委託した方がよいものと考えられる。

3) プロセス

- 戸別メータ設置現況調査
- 費用負担及び戸別メータ設置優先順位の検討
- 入札書類の作成及び積算
- 入札の実施
- 給水装置設置業者に対する研修の実施
- 戸別メータの設置

4) アクションプラン

アクション	2012	2013	2014	2015	2016	2017
戸別メータ設置現況調査						
費用負担と戸別メータ設置優先順位の検討						
入札書類の作成及び積算						
入札の実施						
給水装置設置業者に対する研修の実施						
戸別メータの設置						

アクション	責任者	担当者	費用	期限
戸別メータ設置現況調査	DMD(O&M)	Consultant under loan	Consultant under loan	Apr. 2012
費用負担と戸別メータ設置優先順位の検討	DIR(R)	Consultant under loan		Jun. 2012
入札書類の作成及び積算	DIR(P&S)	Consultant under loan	Rs.43M	Sep. 2012
入札の実施	DIR(P&S)	DIR(P&S)	Works	Jun. 2014
給水装置設置業者に対する研修の実施	DIR(T)	Consultant under loan	Rs.1,441M	Dec. 2014
戸別メータの設置	DITR. PMU	Contractors		Sep. 2017

図 10.13 アクションプラン

(3) 無収水対策チームの設立

1) 目的と必要性

WASA には現在 4~5 名から成る漏水探査チームが一つと、漏水補修の職員が各 sub-division に 6~10 名、WASA 全体で 150~250 名存在する。彼らは住民から苦情があったり、目視で漏水を発見した場合に、漏水を修繕する。

無収水を削減するためには、現在行われているような対処療法的な漏水修繕だけでなく、計画的な漏水管理が必要になる。計画的な漏水管理では、地下の漏水を積極的に探査し、大きな漏水を未然に防ぐことが必要になる。そのためには、区域を定め、区域毎にひとつひとつ改善していく方法が堅実である。

その手始めとして、パイロット区域を選定し、そこで計画的な無収水対策の研修を実施して、次に広げていくことが望ましい。パイロット研修については後にふれる。

2) 主な内容

無収水対策チームを設立するには、WASA 内部の職員で構成する場合と、外部委託する方法があるが、無収水対策に係る業務は、顧客調査や配水ブロックの設定、流量・圧力調査、老朽管路の特定等、水道事業にとって根本的な業務を含んでいるので、できる限り WASA 内部の職員で構成する方がよいものと考えられる。

ひとつのチームは、チームリーダーと 5 人の技術者で構成するものとする。必要な

チーム数は、次のとおりである。

- WASA の配水管総延長： 5,000 km
- 対象区域一箇所当たり配水管延長： 30 km
- 区域数： 5,000 km / 30 km = 170 zones
- 実施期間： 20 年 (2035 年まで)
170 zones / 20 years = 9 zones / year
- 1 チーム当たり年間 2 区域を担当
9 zones / 2 = 5 teams

3) プロセス

- a) 既存の無収水対策チームの能力及び機材の調査
- b) 必要な無収水対策チーム組織の検討
- c) 無収水対策チームの設立
- d) 入札書類の作成及び積算
- e) 入札の実施
- f) 研修の実施及びマニュアルの作成

4) アクションプラン

アクション	2012	2013	2014	2015	2016	2017
既存の無収水対策チームの能力及び機材の調査	■					
必要な無収水対策チーム組織の検討		■				
無収水対策チームの設立		■				
入札書類の作成及び積算			■			
入札の実施			■	■	■	■
研修の実施及びマニュアルの作成				■	■	■

アクション	責任者	担当者	費用	期限
既存の無収水対策チームの能力及び機材の調査	DIR CONST-1	Consultant under loan	Consultant under loan Rs.17M Works Rs.37M	Apr. 2012
必要な無収水対策チーム組織の検討	DIR CONST-1	Consultant under loan		Jun. 2012
無収水対策チームの設立	DIR(A)	DIR(A)		Dec. 2012
入札書類の作成及び積算	DIR(P&S)	Consultant under loan		Apr. 2013
入札の実施	DIR(P&S)	Contractors		Dec. 2014
研修の実施及びマニュアルの作成	DIR. PMU	Consultant under loan		Dec. 2016

図 10.14 アクションプラン

(4) パイロット区域の配水管網改善 (継続して他の地域への展開)

1) 目的と必要性

前述したフランスのプロジェクトでは、パイロット区域を設定して無収水対策を実施し、その結果、15%あったパイロット区域の無収水率を、10%に削減することに成功している。この結果から、区域毎に無収水を集中的に改善するというアプローチが妥当であるものと考えられ、今後とも区域毎に無収水対策を推進していくことが望ましい。

2) 主な内容

a) パイロット区域における無収水対策研修と管路の改善

パイロット研修の目的は、1)職員の訓練、2)パイロット区域の無収水の削減、である。研修を受けた職員は、無収水削減プログラムを次のエリアに展開していくことになる。

パイロット研修の主な内容は次のとおりであるが、基本的には講習で理論等を把握し、現場での実践的な研修によって技術の定着を図るものである。

- 無収水削減の基本
- 水収支の算定
- 顧客調査（各戸メータの有無、違法接続、等）
- 違法接続対策
- 配水ブロックの設定
- 流量・圧力調査
- 漏水探査と補修
- 給水管の適切な接続
- 老朽管路の特定
- 老朽管の布設替え

パイロット研修と他の活動（GIS、メータの設置等）の関係を図 10.15 に示す。GIS を用いた管網調査で WASA 配水区域の概要を把握した後、パイロット区域を選定し、各戸メータや深井戸の送水元メータを設置する。一方で無収水対策チームを設立し、パイロット研修を行い、他の地域へ広げていく。

b) 管網調査と管路更新計画

無収水を削減するためには、管網の把握と老朽管の更新が不可欠である。現在のところ WASA には既設管路の位置や詳細を示す図面が残されていないため、管網の状況がほとんどわからない。今から管網の状況を把握するには、GIS などのツールが必要になる。

GIS を利用した管網調査は、次の手順で実施される。

- 実施体制の整備
- IT ネットワークの立ち上げ
- 既存図面や資料の確認
- WASA 配水区の正確な都市図の入手
- 管網の現場踏査

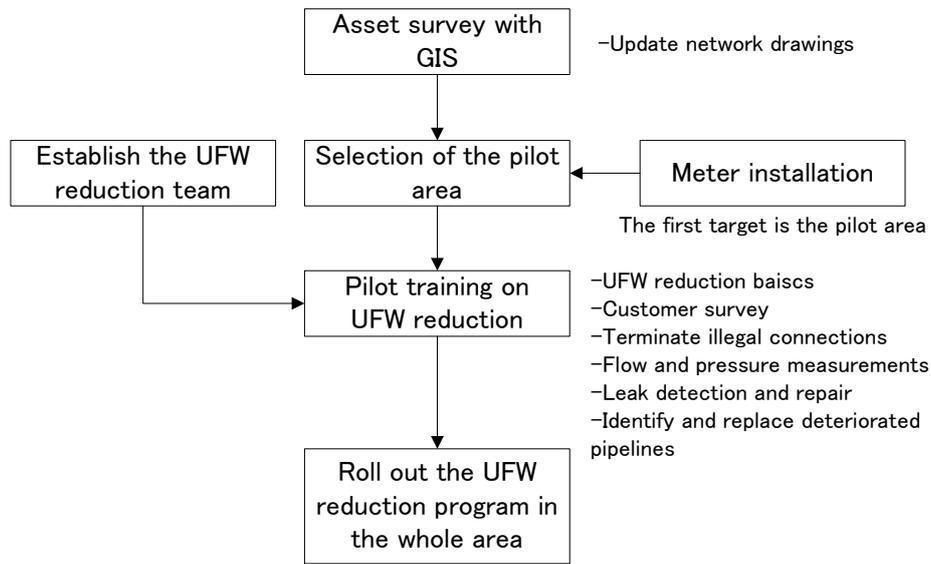


図 10.15 パイロット研修と他の無収水対策との関係

管網の状況を把握した後、WASA 全体の老朽管路の更新計画を立案する。管路の更新は、代替水源からの新たな送配水ネットワークを十分に考慮する必要がある。

3) プロセス

- a) パイロット区域の選定
- b) パイロット区域の施設台帳作成 (2-1 参照)
- c) パイロット区域の配水管網改善計画策定
- d) 入札書類作成及び入札の実施
- e) パイロット区域の配水管網改善
- f) WASA 配水区全体の施設台帳作成 (2-3 参照)
- g) WASA 配水区全体の配水管網改善計画策定

4) アクションプラン

アクション	2012	2013	2014	2015	2016	2017
パイロット区域の選定	■					
パイロット区域の施設台帳作成			■			
パイロット区域の配水管網改善計画策定			■	■		
入札書類の作成及び入札の実施				■		
パイロット区域の配水管網改善				■	■	
WASA 配水区全体の施設台帳作成					■	
WASA 配水区全体の配水管網改善計画策定					■	■

アクション	責任者	担当者	費用	期限
パイロット区域の選定	DIR(LC)	Consultant under loan	Consultant under loan Rs.114M Works Rs.37M	Jun. 2012
パイロット区域の施設台帳作成	DIR(A)	Consultant under loan		Apr.2014
パイロット区域の配水管網改善計画策定	DIR. CONST-1	Consultant under loan		Dec. 2014
入札書類の作成及び入札の実施	DIR(P&S)	Consultant under loan		Apr. 2015
パイロット区域の配水管網改善	DIR. PMU	Contractors		Dec. 2016
WASA 配水区全体の施設台帳作成	DIR(A)	Consultant under loan		Dec. 2015
WASA 配水区全体の配水管網改善計画策定	DIR. CONST-1	Consultant under loan		Dec. 2016

図 10.16 アクションプラン

(5) 未払者と違法接続に対する厳格な処置と共同水栓の削減

1) 目的と必要性

WASA の水道料金の回収率は 2009 年で 81% であり、2006 年の 78% と比較すると、徐々に改善している。

一方、水道料金回収と無収水対策に影響を与える違法接続の割合については、2007 年に実施されたフランスのプロジェクトによれば、パイロット区域内で 3% 程度であった。ただしこのパイロット区域は比較的家々が新しく、さらに中上流家庭が多いことから、WASA は他のエリアでは約 5% 程度の違法接続があるものと見ている。

違法接続に対する厳格な処置は、無収水を削減するだけにとどまらず、料金収入で運営する水道の公平性を保つためにも必要となる。

2) 主な内容

a) 未払者

未払者に対して最も有効な手段は、給水停止である。WASA は現在、未払者に対する給水停止措置を推し進めている。この施策は今後とも厳格に実施されるべきである。

問題となるのは、1)給水停止後の違法な再接続、2)政府官庁からの回収、である。

未払者の中には、WASA が給水停止措置をしても、業者を雇い、WASA が閉めた給水管を再度開栓し通水するものがある。

このような違法な再接続を根絶するには、手を貸した業者のライセンス剥奪と、未払者への罰金が適切である。罰則については給水条例等に明記されるべきであろう。

政府官庁からの料金回収については、現在 WASA は HUD&PHED の次官を通じて大臣に連絡し、WASA への支払いを督促するようにしている。これらの作業は継続して続けられるべきであろう。

b) 違法接続

違法接続については、本プロジェクトで計画されている無収水対策の顧客調査や各戸メータの設置によって、その発見と撤去を推進できるものと考えられる。

さらに、2009 年に WASA は業者と契約し、違法接続の発見を開始している。これは、業者が一軒一軒訪問して違法接続の有無をチェックし、もし発見すれば一軒当たり Rs.295 の報酬を得るものである。これは一年契約だが、もし良好な結果が得られれば、引き続き契約を続行するべきである。

c) 共同水栓の削減

現在 WASA には約 580 箇所の共同水栓があるが、水道メータは設置されていない。WASA の Revenue Directorate によれば、共同水栓 1 箇所当たりの使用水量は約 1.7 m³/day であり、共同水栓全体では 990 m³/day と試算される。WASA の無収水率は 32% であるから、共同水栓における無収水は 990×32%=320 m³/day となる。

WASA は以前、共同水栓を廃止しようとしたが、住民の強固な反発にあい、成功しなかった。ただし、新規に共同水栓を設置する予定はない。

3) プロセス

- a) 未払者及び違法接続遮対策の現状調査
- b) 現行の対策の有効性評価
- c) (もしあれば) 新たな対応策の検討
- d) 提言を含む報告書作成
- e) 対応策の実施

4) アクションプラン

アクション	2012				2013				2014				2015			
未払者及び不法接続者対策の現状調査	■	■														
現行の対策の有効性評価		■														
(もしあれば) 新たな名対応策の検討			■	■												
提言を含む報告書作成				■												
対応策の実施								▲								

アクション	責任者	担当者	費用	期限
未払者及び不法接続者対策の現状調査	DIR (R)	Consultant under loan	Consultant under loan Rs.6M	Apr. 2012
現行の対策の有効性評価	DIR (R)	Consultant under loan		June. 2012
(もしあれば) 新たな名対応策の検討	DIR (R)	Consultant under loan		Sep. 2012
提言を含む報告書作成	DIR (R)	Consultant under loan		Dec. 2012
対応策の実施	DMD(FA&R)	Consultant under loan		Mar. 2013

図 10.17 アクションプラン

(6) 検針と請求書発行業務の民間委託

1) 目的と必要性

現在、メータの検針と請求書発行、料金回収は、WASA の Revenue Department が担当している。約 100 名の検針員と 20~30 人の請求書発行係、150 人の配達員で構成されている。正常に稼働している 73,000 戸の各戸メータを見て回り、2 ヶ月毎に請求書を発行する。

Phase 2 の終了時には、給水戸数は 770,000 戸に達するものと見積もられ、もし WASA が直営で検針等を行おうとすると、現在の約 10 倍の人員、すなわち、1,000 名の検針員、200~300 名の請求書発行員、1,500 名の配達員が必要になる。その点を考えると、外部委託によって検針等を行うのが現実的であるものと考えられる。

2) 主な内容

WASA は現在、請求書発行業務について外部委託の可能性を試験している。請求書印刷および配達をある会社に委託し、一枚の請求書印刷と配達につき、Rs.3.77 の費用を払っている。WASA 内部で行った場合、印刷だけで Rs.4 かかっていることから、外部委託したほうが安価である。ちなみに請求書発行業務は、「パ」国の電気ガス事業ではすでに実施されているものである。もしこのテストが成功すれば、本契約し範囲を拡大していくべきであろう。

3) プロセス

- a) 検針および請求書発行業務の現状調査
- b) 民間委託の可能性の検討
- c) 民間委託計画の承認
- d) 民間委託の実施

4) アクションプラン

アクション	2012				2013				2014				2015			
検針及び請求書発行業務の現状調査	■	■														
民間委託の可能性の検討		■														
民間委託計画の承認			■													
民間委託の実施				▲												

アクション	責任者	担当者	費用	期限
検針及び請求書発行業務の現状調査	DIR (R)	Consultant under loan	Consultant under loan Rs.6M	Apr. 2012
民間委託の可能性の検討	DIR (R)	Consultant under loan		June. 2012
民間委託計画の承認	WASA IC			Sep. 2012
民間委託の実施	DIR (FA&R)			Dec. 2012

図 10.18 アクションプラン

10.1.4 人材育成と組織のスリム化

(1) 組織改革

1) 必要性と目的

経営の効率化は、人材を有効に活用することである。そのためには、職員の育成と組織の改善によって、組織の活性化とスリム化が実現できる。この結果、水道経営の効率化が進み、市民サービスの向上が可能となる。

2) 主な検討項目

現在の O&M の責任区割りは 6-Town 制で、各 Town が主体で事業が実施されている。しかし、近年、組織の活力の低下で、深井戸、下水ポンプ場、排水ポンプ場、下水管等の O&M 業務は、効率的に行われていない。

a) 組織の改善点

- 実施組織数と担当職員数は、Sub Division レベルの給水人口と関連施設から職員を配分する。
- 経営判断に必要な統計資料を作成する部署の充実
- 情報整理・管理の充実
- 苦情対策の迅速化と経緯の確認
- 顧客サービスの向上

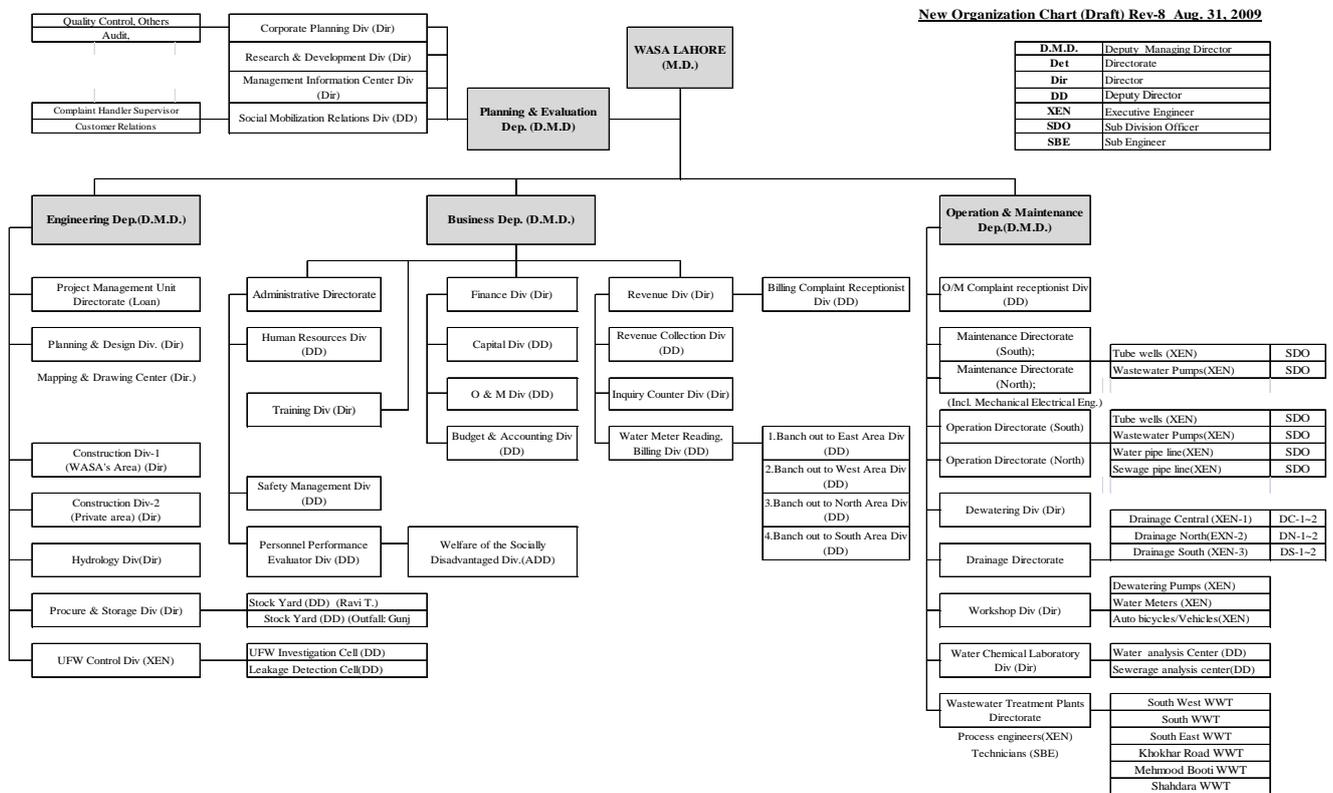
b) 期待される成果品

- データベース
- スリム化された組織の提案と構築スケジュール

- 職員の適正配置と人数
- 担当部署及び役職・担当者の役割分担と責任業務内容

3) プロセス

- WASA 作業チームの設立
- WASA 組織の現状調査と問題分析
- 組織再編案の策定
- WASA IC との討議を通じての組織再編案の改善
- 組織再編に係る提言を含む報告書の作成
- 粗組織改善案の承認
- 組織改善案の実施



4) アクションプラン

アクション	2012	2013	2014	2015
WASA 作業チームの設立	▲			
WASA組織の現状調査と問題分析	■			
組織再編案の策定		■		
WASA ICとの討議を通じての組織再編案の改善		■		
組織再編に係る提言を含む報告書の作成		■		
粗組織改善案の承認		▲		
組織改善案の実施		■		

アクション	責任者	担当者	費用	期限
WASA 作業チームの設立	MD		Consultant under loan Rs.13.7M	
WASA組織の現状調査と問題分析	WASA IC	Consultants under loan		Jun. 2012
組織再編案の策定	WASA IC	Consultants under loan		Aug. 2012
WASA ICとの討議を通じての組織再編案の改善	WASA IC	Consultants under loan		Oct. 2012
組織再編に係る提言を含む報告書の作成	WASA IC	Consultants under loan		Nov. 2012
粗組織改善案の承認	WASA IC	WASA IC		Dec. 2012
組織改善案の実施	MD			Jun. 2013

図 10.19 アクションプラン

(2) 人事管理及び人材育成の改善

1) 必要性と目的

WASA 運営効率は、1991 年以來パンジャブ州政府によって人材雇用が制限されているため、人材雇用が機能していない。その結果、技術レベルの低下が改善されていない。適正な人材確保は、WASA 経営改善対策の最優先課題である。

一方、WASA 事業を継続するためには、専門職の育成が不可欠である。「人材育成基本方針」で、次世代の人材に専門技術の伝承するために構築する必要がある。人材育成研修は、「投資」で重要課題として職員を継続して実施するべきである。

2) 主な検討項目

2a) 人材管理

- WASA 職員の能力向上
- 対策案（短期、長期）
- 現状の人事評価システムの見直し
- 昇級制度の見直し
- 契約職員の規約の整備
- 改善人事評価システムの構築

期待される成果品

- ACR 人事評価方式の評価
- 週間作業指示書の作成
- 年間自己評価システムの構築
- その他評価書式（人事評価方式の概要、評価方式、評価ガイドライン）

2b) 人材能力開発

a) 人材能力開発プログラムの構築

i) 人材能力改善の方法（自己啓発の育成）

- 体系的に実施される集合研修で能力開発を行う。

- WASA 職員（Grade10 以上）の継続的研修を義務付ける。
- 人事異動、昇任、評価などを通じて意欲と能力を引き出す人事管理を行う。
- 職員の個性に応じて意欲を高める職場研修を行う。
- 気楽な職場環境（風通しが良い）を構築する。
- 次世代を教育できる人材を育成する。

ii) 期待される職員像

- 市民感覚に立ちながら、サービスの向上に取り組む職員
- コスト意識を持ち、経営効率の向上に取り組む職員
- 事業目標達成のための目的意識と必要な技術能力を高め、効率的で的確な業務執行に取り組む職員
- 何事にも積極的に取り組む職員
- 市民から信頼される職員

b) 教育プログラムの作成

c) WASA の OJT プログラムの作成

d) 職員の人材育成計画の作成

e) 研修プログラム実施方法の構築

f) WASA アカデミーの活用

g) 職員に求められる能力、取組み姿勢の構築

期待される成果品（案）

人材育成計画書は、職員に仕事の達成目標に従い、実務効果の向上を実感させることが重要である。その結果、「自己啓発」が促進される。

とくに、管理職は人材育成の責任感を認識し、一方、計画書は常に評価と見直しを実践し、教育レベルの向上が望まれる。

a) 研修マニュアルの作成

上下水道技術、環境工学、施工管理、電気工学、財務管理、経営管理、上下水道事業、安全・危機管理、水道料金改訂手順、O&M（下水道施設）

b) 評価方式

教育評価基準書、評価書式

3) プロセス

a) WASA 作業チームの設立

b) 現状調査と問題分析

c) 戦略及びプログラムの策定

d) WASA IC との議論を通じての戦略及びプログラムの改善

e) 戦略及びプログラムと実施

4) アクションプラン

アクション	2012					2013					2014					2015				
WASA 作業チームの設立																				
現状調査と問題分析																				
戦略及びプログラムの策定																				
WASA IC との議論を通じての戦略及びプログラムの改善																				
戦略及びプログラムと実施																				

アクション	責任者	担当者	費用	期限
WASA 作業チームの設立			Consultants under loan Rs.27.5M	Dec. 2011
現状調査と問題分析	DIR(A)	Consultants under loan		Apr. 2012
戦略及びプログラムの策定	DIR(A)	Consultants under loan		Dec. 2012
WASA IC との議論を通じての戦略及びプログラムの改善	WASA IC	Consultants under loan		Feb. 2013
戦略及びプログラムと実施	WASA IC			Apr. 2013

図 10.20 アクションプラン

(3) 一定業務の民間委託

1) 必要性と目的

経営の効率化と人材不足の一環として、WASAが実施しているO&M及び水道料金関係部門の一部外注化（民間企業の活力利用）について検討する。具体的に民間企業の活力を利用する場合は、(a)市民感情、(b)経済効果、(c)WASA雇用対策政策、(d)性能確保、等を総合的に考慮する必要がある。

2) 主な検討項目

a) 長所

- 組織のスリム化で職員数が削減できる。
- 経費の合理化が図れる。
- 業務の改善/効率化が容易に実施できる。
- WASA の専門職員の不足がカバーできる。
- WASA 職員が技術を習得できる。

b) 短所

- 秘密情報の漏洩の心配がある。
- WASA 余剰人員の配置転換が必要となる。
- WASA 職員の削減方法、早期退職制度の促進が必要となる。

c) 外注化可能業務の検討 (Appendix 10.6)

期待される成果品

a) 外務委託方法の提案。

- 施設/グラント O&M 業務の一部民営化
- 施設/プラント O&M 全体の民営化

- 施設/プラントの事業経営全ての民営化
 - 上記の組み合わせ
 - b) 予想される課題の対策案の提案
 - 業務の外部委託は、事業の経営権が民間に移動するため、政府の指導権限が低下することで公共性の運営に支障をきたす。
 - 民間企業は利益主義となるため、公共性（料金値上げ、市民サービスの低下）の維持が困難になる。
 - とくに、事業の経営権が移動するため、政府の指導が難しい。とくに水道では料金値上げか、サービスの低下が問題になる。料金未納者に対する態度は厳しい。
 - c) 実施の事例研究
 - 経済効果、経営効果（実施するための費用、収益、職員削減数）
 - 年間予算における投資金額
- 3) プロセス
- a) WASA における民間委託の現状調査
 - b) 委託化の名作業の抽出と評価
 - c) 委託計画の承認
 - d) 委託のスタート
- 4) アクションプラン

アクション	2012			2013			2014			2015		
WASA における民間委託の現状調査	■	■	■									
委託化の名作業の抽出と評価		■	■									
委託計画の承認			■									
委託のスタート						▲						

アクション	責任者	担当者	費用	期限
WASA における民間委託の現状調査	DIR(R)	Consultant under loan	Consultant under loan Rs.13.8M	Apr. 2012
委託化の名作業の抽出と評価	DIR(R)	Consultant under loan		Aug. 2012
委託計画の承認	WASA IC			Dec. 2012
委託のスタート	DMD(FA&R)			Jul. 2013

図 10.21 アクションプラン

(4) 情報管理システムの構築

1) 必要性和目的

経営効率化の一環として、事務作業の効率化、水道料金の効率化、O&M情報の一元化、技術資料の効率を目指し、総合的な業務管理システムを検討する。準備された情報は、通信システムによりWASAの情報管理部に集められ、情報解析、統計処理し、経

営状況の把握、問題点の改善資料として有効活用される。

期待される効果を以下に示す。

- 適時に経営状況を把握できる。
- 経営指標に従い達成状況が確認できる。
- 課題の抽出ができる。
- 対策の検討ができる。
- 顧客サービスが向上する。

2) 主な検討項目

a) システムの概要

関連資料は、各部署でパソコンに入力され、適切な通信システムを利用し、WASA Head officeのManagement Information Center に電送される。データは、定期的に統計処理（DIR.(P&E)が担当）され関係管理職に配信され、最適経営判断資料として活用される。

上記の改善目標を達成するため、以下を整備する必要がある。

- 経営判断資料の整備
- 各種報告書に使用する資料の提供
- 公式データの統一化
- 関連資料の保管

図10.22にシステムの概要図を示す。

b) 主な個別システム

詳細はAppendix 10.7 に示す。

- 情報管理システムの検討
- 中央運転情報監視システム
- 水道メータ検針、請求書発行・配送システム
- 苦情対策システム
- マッピングシステム（水道管路情報）

3) プロセス

- a) MIS を要する分野の調査
- b) MIS の設計
- c) 入札書類の作成と積算
- d) 入札の実施
- e) MIS の構築
- f) 試運転調整
- g) 運転マニュアルの作成
- h) WASA 職員に対する分野別研修の実施
- i) MIS の WASA への引き渡し

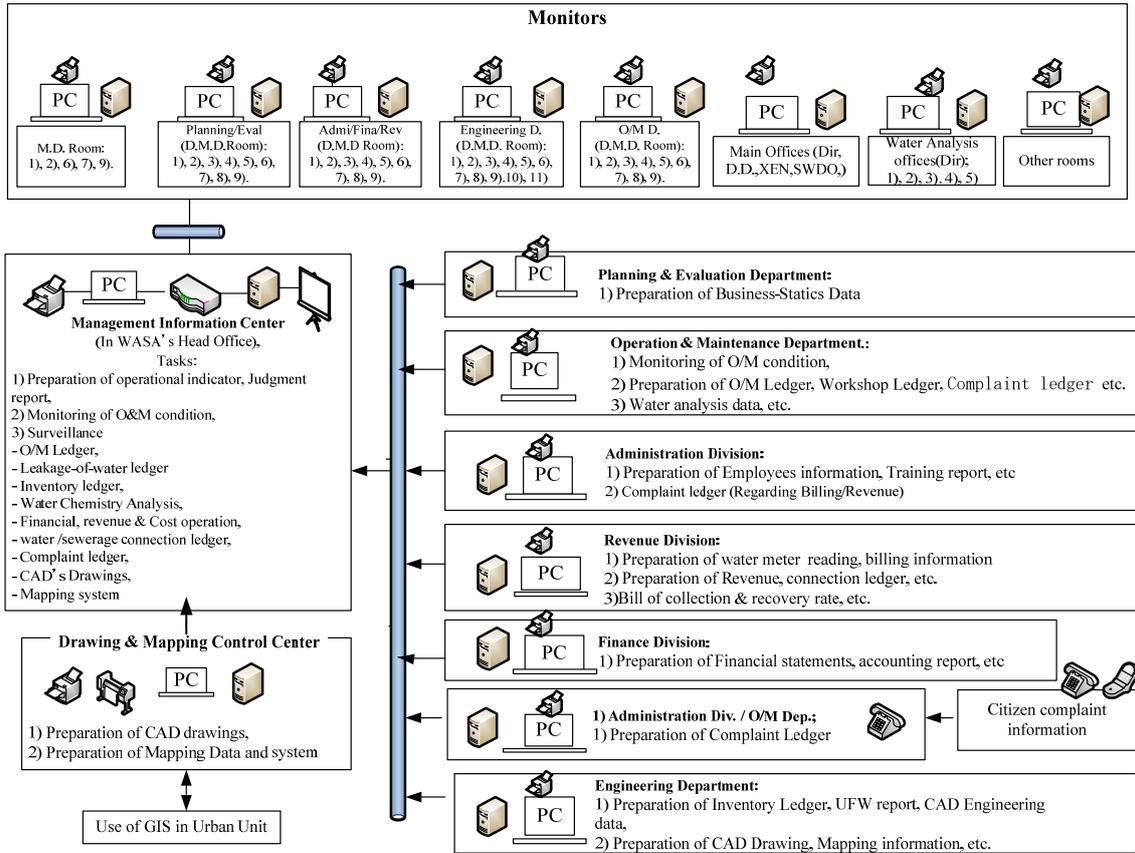


図 10.22 管理情報システムの概念図

4) アクションプラン

アクション	2011				2012				2013				2014			
MIS を要する分野の調査																
MIS の設計																
入札書類の作成と積算																
入札の実施																
MIS の構築																
試運転調整																
運転マニュアルの作成																
WASA 職員に対する分野別研修の実施																
MIS の WASA への引き渡し																

アクション	責任者	担当者	費用	期限
MIS を要する分野の調査	DIR(P&E)	Local Consul.	Local consultant Rs.7.3M Consultants under loan 27.5M Works Rs.693.5M	Apr. 2011
MIS の設計	DIR(P&E)	Local Consul.		Aug. 2011
入札書類の作成と積算	DIR(P&S)	Local Consul.		Oct. 2011
入札の実施	DIR(P&S)	Contractors		Jun. 2012
MIS の構築	DIR. PMU	Contractors		Oct. 2012
試運転調整	DIR(P&E)	Contractors		Dec. 2012
運転マニュアルの作成	DIR(P&E)	Contractors		Apr. 2013
WASA 職員に対する分野別研修の実施	DIR(T)	Contractors		Jun. 2013
MIS の WASA への引き渡し	DIR(P&E)	Contractors		Jun. 2013

図 10.23 アクションプラン

(5) 維持管理機材の調達

1) 必要性と目的

施設の効率化は、適切な更新と維持管理によって、所定の性能を長期間に渡り発揮させることである。その結果、経済的な施設運転は、安定した処理水質を確保及び苦情の減少、職員の労働条件が改善される。

現在の維持管理する機材は、老朽化が著しくかつ、必要な設備の台数が不足しているため経営効率が低下している。その対策の一環として、施設、機材の更新と機材不足を補充するための施設/機材調達計画を検討する。

2) 主な検討項目

a) 調達品リスト

以下に、更新及び台数の補充が必要とされる O&M 機材を示す。

- 雨水排水機材。
- 給水車輛と下水管清掃車輛
- 排水路浚渫作業機材 (Phase 1 での緊急性はない)。
- 浚渫作業車輛メンテナンスショップ (Phase 1 での緊急性はない)。
- 水道メータ修理工場機材。
- 水質分析機材 (中央分析室、下水処理場向け)。
- 職員輸送車両。
- 現場計測機材。

b) 優先順位

優先付けの詳細な検討は、Appendix 10.8 で説明されている。

苦情の解決、経営の効率化を図るため、暫定的に以下の優先順位を提案する。

優先順位、予算化は詳細設計で検討するが、優先順位は、緊急性とコストのバランスを考慮する必要がある。

i) 雨水対策

雨期に発生する浸水被害を最小限に抑える機材の整備は優先順位が高い。

ii) 下水管の詰まり対策

市民の生活習慣により下水管の閉塞苦情が多い。また、清掃作業は非衛生的で能率も悪い。高圧洗浄車の充実が急務である。

iii) 水質分析機材の整備

老朽設備の更新が遅れている。また、機材の質・量とも不足している。安全な水質の供給及び水質苦情に迅速に対応するため、施設の更新とサンプリング機材を整備する必要がある。

iv) 水道メータ修理工場機材。

営業収益を拡大するために、メータの普及が促進される。耐用年数が過ぎた機材、計測できないメータの修理が必要となる。また、料金負担を公平化するためにも、水道メータの性能を充実させる必要がある。

v) その他の設備

更に緊急性を協議し、必要に応じて優先順位を見直す必要がある。

3) プロセス

- a) 維持管理機材の現状調査
- b) 維持管理機材の必要性と優先度の評価
- c) 入札書類の作成積算
- d) 入札の実施と維持管理機材の調達
- e) 試運転調整及び WASA 職員に対する研修の実施
- f) 維持管理機材の WASA への引き渡し

4) アクションプラン

アクション	2010				2011				2012				2013			
維持管理機材の現状調査																
維持管理機材の必要性と優先度の評価																
入札書類の作成積算																
入札の実施と維持管理機材の調達																
試運転調整及び WASA 職員に対する研修の実施																
維持管理機材の WASA への引き渡し																

アクション	責任者	担当者	費用	期限
維持管理機材の現状調査		JICA Study	Local Consul.	Completed
維持管理機材の必要性と優先度の評価		JICA Study		Completed
入札書類の作成積算	DIR(P&S)	Local Consultant	Rs.11.4M	Apr. 2011
入札の実施と維持管理機材の調達	DIR(P&S)	Contractors	Works	Aug. 2012
試運転調整及び WASA 職員に対する研修の実施	DIR(T)	Contractors	Rs.562.5M	Feb. 2013
維持管理機材の WASA への引き渡し	DMD(O&M)	Contractors		Feb. 2013

図 10.24 アクションプラン

10.1.5 顧客サービスの改善

(1) 顧客に係る権利及び義務の明確化 (10.1.3(1)参照)

(2) 顧客満足度調査の定期的実施

1) 必要性と目的

以下の目的のために調査を実施する。

- WASA が提供する製品及びサービスに顧客がどの程度満足しているかを調べる。
- WASA が提供する製品及びサービスのどの点に顧客が不満を持っているかを把握する。
- 顧客は自分達の苦情・問い合わせに対する WASA 職員の対応にどの程度満足しているかを知る。

2) 主な検討項目

以下の点を勘案してアンケート用紙を作成するものとする。

- アンケート調査は現地の社会調査会社を使って3年毎に実施する。
- アンケートは前回調査と比べてどの程度改善されたかを数値的に表せるように配慮する。
- アンケートは将来の改善のための基礎データとして使うために苦情の対象になっている地域、施設及びまたは原因が特定できるように配慮する。
- アンケートは将来の職員研修の基礎データとして使うために顧客の苦情に対する WASA 職員の対応に関する評価項目も含める。

3) プロセス

- a) (もしあれば) 他の公共サービスにおける顧客満足度調査の調査。
- b) アンケート用紙の作成。
- c) 現地社会調査会社を使ってアンケート調査の実施。
- d) 調査結果の分析。
- e) アンケート用紙及び調査方法の改善。
- f) アンケート調査マニュアルの作成。
- g) WASA に引き渡し及びアンケート調査の実施。

4) アクションプラン

アクション	2010				2011				2012				2013			
他の公共サービスにおける顧客満足調査の調査																
アンケート用紙の作成																
現地の社会調査会社を使ってアンケート調査の実施																
調査結果を分析																
アンケート用紙及び調査方法の改善																
アンケート調査マニュアルの作成																
WASA へ引き渡し及びアンケート調査の実施																

アクション	責任者	担当者	費用	期限
他の公共サービスにおける顧客満足調査の調査	DIR. (P&E)	Consultant under loan	Consultant under loan Rs.23.6M	Feb. 2012
アンケート用紙の作成	DIR. (P&E)	Consultant under loan		Apr. 2012
現地の社会調査会社を使ってアンケート調査の実施	DIR. (P&E)	Consultant under loan		Aug. 2012
調査結果を分析	DIR. (P&E)	Consultant under loan		Oct. 2012
アンケート用紙及び調査方法の改善	DIR. (P&E)	Consultant under loan		Dec. 2012
アンケート調査マニュアルの作成	DIR. (P&E)	Consultant under loan		Dec. 2012
WASA へ引き渡し及びアンケート調査の実施	DIR. (P&E)			Dec. 2012

DIR.(P&E): Directorate for Planning & Evaluation

図 10.25 アクションプラン

(3) 苦情処理システムの改善

1) 必要性と目的

顧客からの苦情情報は WASA のマネジメントの方向性を示す市民の声である。苦情情報の解析と効果的な対策の実施が求められている。

- WASA に寄せられる O&M の苦情件数は、料金関係の約 40 倍である。
- 下水管の苦情は、約 80%以上が閉塞に起因する下水の溢れである。
- WASA 職員は苦情に対し懸命に 24 時間対応しているが、残念ながら状況の改善効果は上がっていない。市民は行政の対策の遅れに耐えている。
- WASA は効果的な対策の実施が求められている。

a) O&M に係わる苦情対策

- 手書き台帳のため、情報管理、統計処理化が遅れている。パソコンによる苦情情報の整備と共有化が不可欠である。
- 24 時間体制で補修工事を実施している。しかし、下水管の閉塞苦情件数は多い。
- 短期的な対応策は、老朽化施設の更新が効果的であるが、反面、コストがかかる。

- 長期的な対応策は、苦情情報を分析しながら、効果的な下水管、マンホールの更新が不可欠である。
- b) 水道料金に係わる対策
改善項目を以下に示す。
- 水道メータ検針による請求クレームが減少する。
 - 検針時の使用水量と請求書発行時パソコン入力、配達の手順の機械化が不可欠である。
 - 台帳のパソコン老朽化と台数不足の解消することで、台帳の更新が適時に実施できる。

以上の対策を実施することで、苦情件数は徐々に解消される。

2) 主な検討項目

a) 苦情対応策の改善

現況の苦情対策業務は、SDO 別で実施されているが、機材の整備が遅れているため対応が遅れている。対策として、維持管理体制を SDO 別体制から Town ベースに統合することで、機材の稼働効率の向上と対応時間の迅速化が図れる。

改善提案の特徴を以下に示す。

- 苦情台帳のパソコン化と統計処理
- 効果的改善策の構築
- 労働条件の改善
- 補修機材の有効活用

図10.26にTown ベースの苦情処理システム改善の概念図を示す。

b) 苦情台帳の電子化の促進

現状の専用回線電話による苦情受付は、その都度、手書きの台帳に記載している。この結果、貴重な顧客情報が経営判断資料として生かされていない。各苦情受付窓口の情報を電子化し、インターネットを整備し WASA 本部で情報を管理することが必要である。

以下に提案の検討項目を示す。

i) 改善項目

- WASA 本部に苦情対策委員会を設置し、改善目標、期間を掲げる。
- 苦情情報は Town ベースで管理する。
- 関連情報は WASA 本部 の MIS で一元管理する。
- 苦情情報台帳はパソコン管理にする。
- 苦情統計資料を整備する。
- 苦情情報は管理職が監視する。
- 苦情頻度の高い地区へ有効な対策（老朽管の更新、他）を実施する。

をパソコンデータとする必要がある。

- 台帳記載項目（解析・統計化のアウトプット）
- 新規/再度苦情（地区の傾向、他）
- 苦情件数の改善効果の確認（苦情件数の削減、苦情区分の傾向、コスト削減効果、市民のマナーの向上、市民の責任感向上、他）
- 改善対策/提案の立案（啓蒙、更新、補修、予算化、他）
- 経営判断（更新計画、予算化、機材の更新,他）

3) プロセス

- a) 苦情処理システムの現状調査
- b) MIS を使った新しい苦情処理システムの開発
- c) 入札書類の作成と積算
- d) 入札の実施
- e) 苦情処理システムの構築
- f) 試運転調整
- g) 苦情処理システムのマニュアルの作成
- h) WASA 職員に対する研修の実施
- i) 苦情処理システムの WASA への引き渡し

4) アクションプラン

アクション	2011				2012				2013				2014			
苦情処理システムの現状調査																
MIS を使った新しい苦情処理システムの開発																
入札書類の作成と積算																
入札の実施																
苦情処理システムの構築																
試運転調整																
苦情処理システムのマニュアルの作成																
WASA 職員に対する研修の実施																
苦情処理システムの WASA への引き渡し																

アクション	責任者	担当者	費用	期限
苦情処理システムの現状調査	DIR(P&E)	Local Consultant	Local Consultant Rs.3.8M	Apr. 2011
MIS を使った新しい苦情処理システムの開発	DIR(P&E)	Local Consultant		Oct. 2011
入札書類の作成と積算	DIR(P&S)	Local Consultant		Apr. 2012
入札の実施	DIR(P&S)	Consul. under loan	Consultant Under loan	Oct. 2012
苦情処理システムの構築	DIR. PMU	Consul. under loan		Feb. 2013
試運転調整	DIR(P&E)	Consul. under loan	Rs.17.1M	Apr. 2013
苦情処理システムのマニュアルの作成	DIR(P&E)	Consul. under loan	Works Rs.358.6M	Aug. 2013
WASA 職員に対する研修の実施	DIR(P&E)	Consul. under loan		Oct. 2013
苦情処理システムの WASA への引き渡し	DIR(P&E)	Consul. under loan		Oct. 2013

図 10.27 アクションプラン

(4) 料金支払いオプションの拡充

1) 必要性和目的

現状の水道料金の支払い方法は、主に銀行、中央郵便局、NADRA で現金を振り込んでいる。とくに銀行口座での振込には、約 1 時間かかり、顧客が不便を感じている。また、委託先指定金融機関での事務処理ミスがあり、WASA の料金徴収課での書類確認に時間がかかっている。この問題点を改善するため、水道料金の支払い方法について検討する。

2) 主な検討項目

WASA が用意した水道料金請求書の支払い方法を以下に示す。

a) 金融機関の窓口の支払い方式

金融機関の窓口で水道料金を現金で支払う方法が最も一般的である。

b) 現金自動振り込み機

主に NADRA の出先が採用している方式である。最寄りの支店で現金を支払う。

c) インターネット

インターネットを利用した水道料金の支払い方法(口座自動引落)である。NADAR は 2008 年頃から、この方式によるサービスを開始している。また、NADAR から暗証番号(パソコン番号も登録)を取得し、個人の PC からアクセスし、支払が可能である。

d) 現金自動預け払い機(ATM)

クレジットカードを利用し、ATM 経由で口座自動引落支払い方法である。

e) 小切手決済

小切手を発行し郵送で銀行に発送する方法である。

f) 携帯電話経由の支払い

携帯電話経由による口座自動引落方式である。カード会社、電話会社、金融機関と連携する必要がある。

期待される成果

携帯の普及効果による携帯支払い方式が最も経済的で便利のため携帯電話からの支払い普及が期待されるが、携帯方式及びその他の方式の見直し、詳細な予算及び効果の検討が必要である。

3) プロセス

以下に主な検討手順を示す

- a) 支払い方法の現状調査
- b) 利用可能な支払い方法の評価
- c) 支払いシステムの設計
- d) 入札書類の作成と積算
- e) 入札の実施
- f) 支払いシステムの構築

- g) 試運転調整及び WASA 職員に対する研修の実施
- h) マニュアルの作成
- i) WASA への引き渡し

4) アクションプラン

アクション	2013				2014				2015				2016			
支払い方法の現状調査	■	■														
利用可能な支払い方法の評価		■	■													
支払いシステムの設計			■													
入札書類の作成と積算				■												
入札の実施									■	■	■					
支払いシステムの構築											■					
試運転調整及び WASA 職員に対する研修の実施													■			
マニュアルの作成														■		
WASA への引き渡し															▲	

アクション	責任者	担当者	費用	期限
支払い方法の現状調査	DIR(R)	Consultant under loan	Consultants under loan	Apr. 2013
利用可能な支払い方法の評価	DIR(R)	Consultant under loan		Aug. 2013
支払いシステムの設計	DIR(R)	Consultant under loan		Oct. 2013
入札書類の作成と積算	DIR(P&S)	Consultant under loan	Rs. 17.2 M	Dec. 2013
入札の実施	DIR(P&S)	Consultant under loan	Works Rs.305.7M	Aug. 2015
支払いシステムの構築	DIR. PMU	Consultant under loan		Oct. 2015
試運転調整及び WASA 職員に対する研修の実施	DIR(R)	Consultant under loan		Dec. 2015
マニュアルの作成	DIR(R)	Consultant under loan		Feb. 2016
WASA への引き渡し	DIR(R)	Consultant under loan		Mar. 2016

図 10.28 アクションプラン

10.2 公共用水域の水質モニタリング

10.2.1 改善案

(1) EPD

EPD は水道の原水及び給水のモニタリングに加えて、公共用水域の水質汚濁状況及び全国排水基準 (NEQS) の遵守状況をチェックするために事業場・工場から業務排水・工場排水、すなわちポイント・ソースに対し水質モニタリングを行っている。

パンジャブ州 EPA による水質分析の実績は 2003 年 687 件、2004 年 784 件、2005

年 550 件で、このうち 2005 年の内訳は、飲料水の化学分析 400 件、飲料水のバクテリア分析 400 件、工場及び都市排水分析 150 件に過ぎない。パンジャブ州に多く存在する工場を監視するには極めて不十分である。

このような人的・資金的不足を補うためには、以下の方策をとることが提案される。

- 州政府などの公的機関が行う環境モニタリングの継続的な実施はその予算措置の法的根拠が明確である必要がある。公共用水域水質の環境基準は未設定であり、これらの整備が環境モニタリング体制確立のためには、必須の要件である。
- 現在、都市及び工場排水に対する全国排水基準 (National Environmental Quality Standard for Municipal and Liquid Industrial Effluent: NEQS) が「パ」国で施行されているが、これは環境水質基準ではなく排水基準で、以下の三つのカテゴリに分けている。
 - i) 内水域への排出
 - ii) 下水処理場を有する下水道への排出
 - iii) 海域への排出カテゴリの i) と iii) は公共用水域の水質汚濁状況をモニタリングするものであるが、カテゴリの ii) は下水処理場の処理機能に深く関わっている。したがって、そのようなモニタリング機能は、WASA のように試験室を有する公的機関に対しては自己監理に委ね、かつ、下水道施設に流入する工場排水については WASA の監視下に置くことによって、パンジャブ州 EPA の負担の軽減を図るべきである。ラホールには 2,000 以上の工場が立地しており、工場数も多いためその効果は大きいと予想される。これを実現するには EPD が認定する機関に機能、地域を限定して、監視権限を委譲するための法改正が必要となろう。そのような権限を与えられた組織は EPD に対しモニタリング結果の報告義務を負うものとする。
- パンジャブ州では 35 社しか参加していない自己管理報告制度 (SMART) のさらなる普及、推進を図る。このためには環境優良工場の名称をインセンティブとして使うことも考慮する。
- 現在、工場への立入とモニタリングは 3.2.4 で述べたように主に住民の苦情に基づいて実施されている。これは一種の事後処理対応である。このような状況は限られた予算の人材のためにやむを得ないところであるが、早期に計画対応に移行することが望ましい。このためには、一つの工場は少なくとも年 1 回はモニターするとして、前年度末までに年間モニタリング計画を策定して効率的に実施すべきである。業種の分類と環境に大きな影響を与える問題工場の特定を通じて、工場を絞り込む必要がある。工場への立入りとモニタリングの内容は、登録内容との照合、排水の排出状況、製造プロセス、使用している原材料、排水施設/下水道及び吐き口の状況を含む。工場が工業排水処理施設を有するときは、施設の運転状況、薬品使用量、維持管理設備の状態、処理水水質、維持管理記録がこれに加わる。明らかに法に違反しているときには、期限を区切

って改善命令を所有者に出して、一定期間後にファオローアップすべきである。モニタリング結果は ERD のウェブサイトを通じてできるだけ公開すべきである。

- 外部試験機関の利用を考慮する。しかし、この方策では人的資源は確保されるが、予算上の制約を受ける。

(2) WASA

WASA は現在飲料水としての適・不適を判定するために、深井戸で地下水、蛇口で水道水をモニタリングしている。しかし、下水道システムに排出される工場排水及び下水道システムから公共用水域に排出される下水については何もしていない。しかし、下水処理場が運転を開始すると処理場の流入水質が処理機能に深く影響するので、もしあれば、阻害要因は流入水から排除しなければならない。WASA 試験室が下水処理場の水質管理とともに NEQS に定める「下水処理場を有する下水道への排出」に分類される下水水質を分析できる体制を整えば、EPD からの権限移譲を受けて EPD とともにモニタリング業務を分担することが提言される。

WASA 試験室は以下のプロセスを踏むべきである。

- 1) 試験室設備の調達
- 2) WASA 職員に対する水質分析研修の実施
- 3) 工場データの整理と問題工場の特定
- 4) 年間モニタリング計画の策定
- 5) 工場モニタリングの実施
- 6) 結果分析及びモニタリング/プログラムの改善
- 7) WASA 試験室を EPD の SMART システムに登録
- 8) WASA システム接続工場の水質モニタリング権限の移譲受入

10.2.2 アクションプラン

アクション	2012	2013	2014	2015	2016	2017
試験室設備の調達	■					
WASA 職員に対する水質分析研修の実施	■	■	■			
工場データの整理と問題工場の特定	■	■	■			
年間モニタリング計画の策定		■	■	■		
工場モニタリングの実施			■	■	■	
結果分析及びモニタリング・プログラムの改善				■		
WASA 試験室を EPD の SMART システムに登録			▲			
WASA システム接続工場の水質モニタリング権限の移譲受入				▲		

アクション	責任者	担当者	費用	期限
試験室設備の調達	DIR(P&S)	DIR(P&S)	None (注参照)	Jun. 2012
WASA 職員に対する水質分析研修の実施	DIR (O&M-GBT)	Water Chemical Laboratory		Jun. 2013
工場データの整理と問題工場の特定	DIR (O&M-GBT)	Water Chemical Laboratory		Jun. 2013
年間モニタリング計画の策定	DIR (O&M-GBT)	Water Chemical Laboratory		Dec. 2013
工場モニタリングの実施	DIR (O&M-GBT)	Water Chemical Laboratory		Mar. 2015
結果分析及びモニタリング・プログラムの改善	DIR (O&M-GBT)	Water Chemical Laboratory		Jun. 2015
WASA 試験室を EPD の SMART システムに登録	DIR (O&M-GBT)	Water Chemical Laboratory		Dec. 2013
WASA システム接続工場の水質モニタリング権限の移譲受入	DIR (O&M-GBT)	Water Chemical Laboratory		Jun. 2015

注) 試験室設備費用は10.1.4の「(5) O&M機器の調達」に含まれる。

図 10.29 公共用水域の水質モニタリングのためのアクションプラン

10.3 地下水の管理と規制

10.3.1 改善案

5.1 の記述に基づく Bari Doab における地下水の汲み上げ状況を表 10.5 に示す。

表 10.5 Bari Doab における地下水汲み上げ状況

		深井戸/ポンプ場 (本/ヶ所)	地下水汲み上げ量 (10 ⁶ m ³ /day)
ラホール地区内			
ラホール都市部	WASA	417	1,610
	Canonment	173	0.774
	民間	4,003	0.450
ラホール農村部	PHED/TMA's	16	N/A
	農業セクター	5,829	0.987
ラホール地区外			
農地	深井戸	194,258	32.879
	揚水ポンプ場	669	N/A

多くの組織及び人々が地下水汲み上げに関わっている。このような状況から、地下水の管理と規制には以下のようなステップを踏んで共通の認識の醸成しながら、それぞれの利害関係者が実施可能な課題を定めて取り組んでいく必要がある。

(1) 地下水のヒ素濃度の追跡調査の実施

地下水のヒ素の濃度は PCRWR の調査では上昇傾向にあり、WHO の飲料水基準の

制限値（10ppb）を超えて「パ」国の飲料水暫定基準（50ppb）を超えるものも出始めており、「パ」国の飲料水暫定基準を下回っているから安全であるという論拠も薄れつつある。WASA は本年度に 69 本の新設深井戸を稼働させる体制にあり、地下水の汲み上げ量の増加は避けられない。したがって地下水のヒ素濃度の追跡調査を今後実施すべきである。WASA の試験室が試験機材の整備及び分析技術の研修を通じてヒ素の分析能力を早急に持つことが望ましいが、当面は過去に実績を有する既存の分析機関の利用を考慮し、WASA の準備が整った段階で追跡調査に参加して、しばらくはクロスチェックの形でモニタリングを進め、二、三年後に全面的に分析を担当することが提言される。

(2) 最新の知見に基づいた地下水の動的解析の実施

水道水源について WASA が実施した地下水の動的解析は 1991 年のものであり、このときにはラホールの帯水層モデルが開発され WASA に納品されているが、今日ではもはや使われていない。また、この間の状況の変化もある。最大のものにラビ川上流における灌漑発電用 Thein Dam の建設がある。それによって Ravi 川の流況は大きく変化した。1991 年レポートはこの Thein Dam の建設について言及しており、すでにその要素を織り込み済みであることをうかがわせるが、そのときの起こりうる変化の想定が妥当であったかどうかも含めて最新の知見を集めて、再構築することが望まれる。また 1991 年レポートではラホール地区における灌漑用深井戸を 700 本として解析しているが、同じ Bari Doab 地下水盆上に存在する他の灌漑用深井戸を考慮していない。

(3) 地下水問題協議会の設立

地下水利用には WASA、PHED、灌漑電力局等多くの関係機関が関わり、個人、商業、工業、農業と他分野の人々はその生活をかけて利用している。このため、地下水の状況について共通の認識を持ち、それぞれに何ができるかを議論し行動する必要がある。その叩き台となるのは地下水に含まれるヒ素濃度の動向であり、最新のデータと知見に基づく地下水の動的解析結果である。地下水問題協議会には深井戸設置の許可権を持つ WASA、PHED、灌漑電力局のほかに環境局、計画開発局（P&D）、利用者代表を含めることが提案される。

(4) 地下水の管理と規制の検討

地下水の規制において考えられる方策としては以下のものがある

- 新規開発の制限
- 不法開発の取り締まり
- WASA 料金政策を通じての既存民間深井戸の閉鎖
- 既存深井戸利用者に対する代替水源の提供

10.3.2 アクションプラン

アクション	2012	2013	2014	2015	2016	2017
地下水水質のモニタリング	▲	▲	▲	▲	▲	
地下水源の評価						
Bari Doab 地下水委員会の設立		▲				
地下水の管理と規制に係る検討						
地下水管理の施行					▲	

アクション	責任者	担当者	費用	期限
地下水水質のモニタリング	DIR(Hydrogy)	Consultant under loan	Consultant under loan Rs.49.4M	Every year
地下水源の評価	DIR(Hydrogy)	Consultant under loan		Jun. 2014
Bari Doab 地下水委員会の設立	HUD&PHED	Committee		Jun. 2013
地下水の管理と規制の検討	HUD&PHED	Committee		Jun. 2015
地下水管理の施行	Assembly			Dec. 2015

図 10.30 地下水の管理と規制のためのアクションプラン

10.4 工業用水リサイクル

現在、工場による地下水汲み上げ量は、WASA の全汲み上げ量の約 25%に相当する。今後の地下水源保全の観点からも、工業用水のリサイクルは有効な対策の一つである。将来的には、工業水道のような中央集中システムの検討も必要であるが、当面、各工場での対応可能な施策を推進していくことが求められる。このような背景から、工業用水リサイクルアクションプランを策定した。アクションプランを図 10.31 に示す。

アクション	2010	2011	2012	2013	2014	2015
法規制の整備						
工業用水使用の現状調査						
事業（工場）主への説明・指導						
リサイクル計画書の作成						
リサイクル計画書の承認						
リサイクル事業の実施						
モニタリング						
指導員の研修						
市民及び事業（工場）主への広報活動						

アクション	責任者	担当者	費用	期限
法規制の整備	HUD	HUD	None	Dec. 2015
工業用水使用の現状調査	DIR(P&E)	DIR(P&E)		Dec. 2011
事業（工場）主への説明・指導	DIR(P&E)	DIR(P&E)		June. 2011
リサイクル計画書の作成	DIR(P&E)	DIR(P&E)		Dec. 2012
リサイクル計画書の承認	WASA IC	WASA IC		Jun. 2013
リサイクル事業の実施	DIR(P&E)	DIR(P&E)		Dec. 2014
モニタリング	DIR(P&E)	DIR(P&E)		Every year
指導員の研修	DIR(T)	DIR(T)		Every year
市民及び事業（工場）主への広報活動	DIR(P&E)	DIR(P&E)		Every year

図 10.31 工業用水リサイクルのためのアクションプラン

11 Phase 1 プロジェクトの優先順位と段階的施工

11.1 概説

本プロジェクトは **Phase 1** と **Phase 2** より成り、**2022** 年までに実施され、目標年次は 2035 年に設定されている。目標年次は施設及びシステムの規模の決定に用いられ、**Phase 2** 以降の 2023～2035 年の期間は、現行のプロジェクト期間には含まれない。しかし、**Phase 2** 以降の期間はプロジェクトの長期的ビジョンを示す長期期間と呼ぶ。

Phase 1 は、次の Phase のための準備並びにシステム改善のために緊急かつ重要なアクションを含む。言い換えると、優先度が高い事項を含む。**Phase 2** は **Phase 1** から引き続いて第二優先順位にあるアクションを含み、長期期間は長期ベースでの WASA の更なる発展に充てられる。

表 11.1 プロジェクトの Phases 分け

		期間	年数
プロジェクト期間	Phase 1	2010 – 2017	8 years
	Phase 2	2018 – 2022	5 years
追加期間	Long-term	2023 – 2035	13 years

Phase 別の全体プロジェクトのまとめを表 11.2 に示す。

表 11.2 Phase 毎の実施プロジェクトのまとめ

	Phase 1 (2010-2017)	Phase 2 (2018-2022)	Long term (2023-2035) * ¹
水道	<p>1. 飲料水代替水源のためのマスタープランの策定 1-1: 既存の地下水供給システムと新規の表流水供給システムの統合を含む代替水源及び関連施設を整備するためのマスタープランの策定 1-2: 表流水水利権取得を含む準備活動の実施</p> <p>2. 無効水量 (UFW) 及び無収水量 (NRW) の削減 2-1: 全利用者の 40% に水道メータの設置 2-2: すべての深井戸に送水元メータの設置 2-3: アセット調査の実施と WASA 給水区域全域の配水管網改善計画の策定 2-4: センタルラホールの優先地区における配水管網改善の実施 (その他の組織制度対策については「組織制度の改善」を参照)</p> <p>3. 水質の改善 3-1: すべての深井戸に塩素注入装置の設置 (一定の UFW 削減対策はまた水質改善にも関わっている)</p> <p>4. 維持管理 (O&M) 機器の調達 4-1: 雨水排水機材 4-2: 給水車及び下水管清掃車輛 4-3: 水道メータ補修ワークショップ設備 4-4: 水質分析機器 4-5: 従業員輸送用車両 4-6: オンサイト計測機器</p> <p>5. コンサルティング・サービス 5-1: 提案されている Phase 1 プロジェクトに係る詳細設計・入札支援・施工監理、組織制度の改善支援、等 5-2: 現行の WASA 区域外における M/P の策定及び優先地区の F/S</p>	<p>1. 代替水源のための社会基盤施設整備 1-1: 取水場及び浄水場の建設 1-2: 表流水システムに関連する配水池を含む送配水管網システムの整備</p> <p>2. 無効水量 (UFW) 及び無収水量 (NRW) の削減 2-1: 全利用者の 40% に水道メータの設置 2-2: パイロット区域外のその他区域における配水管網改善 (Distribution Network Improvement: DNI) の改善 (その他の組織制度対策については「組織制度の改善」を参照)</p> <p>3. コンサルティング・サービス</p>	<p>1. 現行の WASA 区域外の配水管網の整備 2. 現行の WASA 区域外未整備地区の水道システムの整備 3. 劣化した深井戸の交換</p>
下水道	<p>1. センタル・エリアと South West 下水処理場を結ぶ下水道 1-1: Larex Colony ~ Gulshan-e-Ravi 下水ポンプ場間の下水幹線の敷設 1-2: Larex Colony ~ Gulshan-e-Ravi 下水ポンプ場間の枝線の敷設 1-3: Cantonment Drain 沿い下水幹線の敷設</p> <p>2. センタル・エリアと South West 下水処理場を結ぶ下水ポンプ場 2-1: New Gulshan-e-Ravi 下水ポンプ場の建設</p> <p>3. センタル・エリアを対象とする South West 下水処理場 3-1: South West 下水処理場 (下水遮集路と流入ポンプ場を含む) の建設</p> <p>4. コンサルティング・サービス 4-1: 提案されている Phase 1 プロジェクトに係る詳細設計・入札支援・施工監理、組織制度の改善支援、等 4-2: 下水処理場の位置及び規模、下水処理水の再利用を含むさまざまな技術的オプションの検討 4-3: 提案されている Phase 2 プロジェクトに係る詳細設計 4-4: 現行の WASA 区域外における M/P の策定及び優先地区の F/S</p>	<p>1. サウス・エリアの下水道 1-1: Gulberg 及びその周辺地区の下水管きよの敷設 1-2: Peco Road ~ Mohlanwal 下水ポンプ場間の下水管きよの敷設 1-3: Canal 北部エリアの下水管きよの敷設</p> <p>2. サウス・エリアの下水ポンプ場 2-1: Mohlanwal 下水ポンプ場の新設 2-2: Kattar Bund 下水ポンプ場の新設 2-3: 既存 LMP Block 下水ポンプ場の改善</p> <p>3. サウス・エリアの下水処理場 3-1: South 下水処理場の建設</p> <p>4. サウスイースト・エリアの下水道、下水ポンプ場、下水処理場 (パンジャブ州政府が Phase 1 期間中に自己資金を使って何も実施しなかったときには、このコンポーネントは Phase 2 の範囲として考慮する)</p> <p>5. コンサルティング・サービス (プロジェクト外の範囲の F/S 及び詳細設計を含む)</p>	<p>1. Shahdara, Mehmood Booti, Khokhar Road, TMA の各エリアを含むその他地域の下水道 1-1: 下水幹線及び枝管の敷設</p> <p>2. 上記地区の下水ポンプ場 2-1: 既存 Farakhabad, Shahdara Town, Mehmood Booti, and Khokhar Road の各下水ポンプ場の改善</p> <p>3. Shahdara, Mehmood Booti, Khokhar Road の各下水処理場</p> <p>4. Cantonment Area の下水道 4-1: 鉄道沿いの下水道敷設 4-2: Walton Road 沿いの下水道敷設 4-3: Rohi Nullah 及び Khairy Distributory 沿いの下水道敷設</p>
排水	<p>1. センタルラホールの排水路の新設 排水システムの Phase 1 プロジェクトは 2 つのパッケージ、すなわち、Package-A と Package-B から成り、優先度は Package-A が高い。 Package A 1-1: Central Drain 1-2: Dil Muhammad Road Drain 1-3: Art Council Drain 1-4: Allama Iqbal Road Drain 1-5: WAPDA House Drain 1-6: Lawrence Road Drain 1-7: Nicholson Road Drain</p>	<p>1. サウスラホールの排水路の新設 1-1: Gulberg Drainage System 1-2: Garden Town & Model Town Drainage System 1-3: Town Ship & Green Town Drainage System 1-4: Industrial Area Drainage System 1-5: Raiwind Road Drainage System 1-6: Jubilee Town Drainage System 1-7: Defense Road Drainage System 1-8: Hudiera Drainage System 1-9: Multan Road Drainage System 1-10: Drainage System North of Lahore Branch Canal</p>	<p>1. その他地域における主要及び二次排水路の新設 2. その他地域の排水ポンプ場の改善</p>

	<p>1-8: Poonch Road Drain 1-9: Chauburji Drain 1-10: New Samanabad Drain 1-11: Morrhe Samanabad Drain 1-12: Multan Road Drain 1-13: Almutaz Road Drain 1-14: Old Bund Road Drain 1-15: Sodewal Drain 1-16: Gulgasht Drain 1-17: Nasir Bagh Drain 1-18: Mall Road Drain</p> <p>Package B 1-19: Queens Road Drain 1-20: Shahra Awane Tijarat Road Drain 1-21: Golf Road Drain 1-22: Kinnaird Drain 1-23: Shah Jamal Drain 1-24: Gulshan-e-Ravi Drain 1-25: Sanda Road Drain 1-26: Krishan Nagar Drain 1-27: Rewaz Garden Drain 1-28: Tertiary Drain</p> <p>2. セントラルラホールの排水路の改善及びリハビリテーション</p> <p>Package A 2-1: Governor House Drain、Meclod Road Drain/Lakshmi Drain の改善及びリハビリテーション</p> <p>3. コンサルティング・サービス 3-1: 提案されている Phase 1 プロジェクトに係る詳細設計・入札支援・施工監理、組織制度の改善支援、等 3-2: 提案されている Phase 2 プロジェクトに係る詳細設計 3-3: 現行の WASA 区域外における M/P の策定及び優先地区の F/S</p>	<p>1-11: Secondary / Tertiary Drain</p> <p>2. サウスラホールの排水路の改善及びリハビリテーション 2-1: Garden Town Drain 2-2: College Road Drain 2-3: New Industrial Drain III 2-4: New Industrial Drain VI 2-5: Link Road Drain 2-6: Main Industrial Drain 2-7: Gulberg Drain</p> <p>3. コンサルティング・サービス (プロジェクト外の範囲の F/S 及び詳細設計を含む)</p>	
<p>Institutional Improvement</p>	<p>1. 十分な政策及び規制環境の整備 1-1 Punjab Urban Water Act 及び WASCO Act (または Lahore WASA Act) の作成と制定 1-2 (a)十分なレベルまで料金値上げをする具体的なロード・マップ、(b)十分な料金改定メカニズム、及び(c)州政府による財政援助方策、の確立</p> <p>2. 経営方針の明確化とそれに必要な経営指標の把握 2-1 中期及び年間ビジネス・プランの定期的作成 2-2 成果モニタリング指標と定期的なモニタリング・システムの確立 2-3 総合的な資産調査の実施及び資産台帳及び図面の作成</p> <p>3. 無効水量 (UFW) 及び無収水量 (NRW) の削減 3-1 顧客と WASA の権利義務の明確化 3-2 40%の使用者に各戸メータの設置 3-3 無収水対策チームの設立 3-4 資産調査結果に基づくセントラル・ラホールのパイロット区域における配水管網改善の実施及び引き続き WASA 管轄区域全域における配水管網改善計画の策定 3-5 不払者及び不法接続者に対する厳格な処置及び料金を徴収していない公共栓の段階的廃止 3-6 検針及び請求書発行業務の民間委託</p> <p>4. 人材育成及び組織のスリム化 4-1 組織再編 4-2 人事管理および人材育成の改善 4-3 一定業務の民間委託</p>	<p>1. 以下のものを含む Phase 1 フレームワークの下にある組織制度の改善の残りの項目の実施 1-1: 使用者メータ設置の完了 1-2: パイロット区域外のその他地域への DNI の拡張 1-3: 減価償却を除く運転経費を補助金を除く料金収入で賄う財務的持続可能性の確立</p> <p>2. コンサルティング・サービス</p>	<p>1. Phase-1、Phase-2 及びプロジェクト外に含まれない残りの事業</p>

	<p>4-4 マネジメント情報システム (Management Information System: MIS) の確立</p> <p>4-5 維持管理 (Operation and Maintenance: O&M) 機器の購入</p> <p>5. 顧客サービスの改善</p> <p>5-1 顧客と WASA の権利義務の明確化</p> <p>5-2 顧客調査の定期的実施</p> <p>5-3 苦情処理システムの改善</p> <p>5-4 顧客に対する支払オプションの拡充</p> <p>5-5 広報戦略の策定と実施</p> <p>6. 地下水モニタリングと規制</p> <p>6-1 地下水の水質及び水量の追跡調査分析</p> <p>6-2 地下水委員会の設立</p> <p>6-3 地下水の管理及び規制計画の策定</p> <p>6-4 地下水の定期的モニタリングの確立</p> <p>7. コンサルティング・サービス</p> <p>2-3 総合的な資産調査の実施及び資産台帳及び図面の作成</p> <p>3. 無効水量 (UFW) 及び無収水量 (NRW) の削減</p> <p>4. 人材育成及び組織のスリム化</p> <p>5. 顧客サービスの改善</p> <p>6. 地下水モニタリングと規制</p>		
<p>プロジェクト外</p>	<p>水道</p> <p>1. 現行の WASA 区域外の配水管網の整備</p> <p>2. 現行の WASA 区域内未整備地区の水道システムの整備</p> <p>3. 劣化した深井戸の交換</p> <p>下水道</p> <p>1. Shahdara, Mehmood Booti, Khokhar Road, TMA の各エリアを含むその他の区域の下水管</p> <p>1-1: 下水幹線及び枝線の敷設</p> <p>2. 上記区域の下水ポンプ場</p> <p>2-1: improvement of 既存の Farakhabad, Shahdara Town, Mehmood Booti, Khokhar Road の各下水ポンプ場の改善</p> <p>3. Shahdara, Mehmood Booti, Khokhar Road の各下水処理場</p> <p>4. Cantonment Area の下水管</p> <p>排水</p> <p>1. その他地域における主要及び二次排水路の新設</p> <p>2. その他地域における排水ポンプ場の改善</p>		

Note: *1 The Scope of the long-term project is basically composed of those that are not included in Phase 1, Phase 2 and Outside the Project in 表 11.2.

11.2 水道

(1) 代替水源の使用

水道における重要事項の一つは代替水源の有効利用である。WASA はこれまで表流水源の使用経験がないので、この業務の達成には時間がかかる。まず、表流水源の水利権を得ることが必須である。9.1.4 で述べた水需要予測から、水需要は 2035 年に 1,934,000 m³/day と見込まれている。灌漑用水路または河川は重要な代替水源であるが、全ての水は灌漑局の管理下にある。したがって、WASA はまず、できるだけ早く表流水の水利権を得るために灌漑局と協議すべきである。

次に、水道のマスタープランが新たに必要となる。代替水源を使うとき、既存水道の枠組みを変えなければならない。とくに、既存の深井戸システムと新たな表流水システムの間統合を考慮しなければならない。Phase 1 で代替水源への水利権を確保し、さらなる発展のための新しい水道マスタープランを策定し、浄水場といった表流水システムに必要な施設用地を取得し、Phase 2 では、新しい水道マスタープランにしたがって、水道の社会基盤施設を整備することになる。

(2) 無効水量 (UFW) の抑制

代替水源を使うと同時に UFW を削減して、既存地下水源の有効利用率を改善すべきである。送水元メータと各戸メータの設置は、給水管の規制及び劣化水道管の敷設替えと並んで、漏水の削減及び防止に有用である。Phase 1 では、送水元メータは全ての深井戸に設置され、各戸メータは Phase 1 で 40%の設置、維持管理、検針及びデータ収集を終えてから、Phase 2 で残りの 60%が設置される。

UFW を削減するには、UFW 削減を担当する WASA 既存組織を Phase 1 で強化しなければならない。これにはスタッフの増員及び漏水探知能力の強化を含む。Phase 2 では予防的漏水防止を開始する。

給水管の規制を Phase 1 で確立しなければならない。規制によって、適正な材質のパイプラインが新しい利用者によって選ばれ敷設される。WASA のパイプラインの多くは 1970 年代に敷設された石綿セメント管 (AC) であると言われている。それらは漏水及び汚染を受けやすいので、一部の老朽管は交換する時期に来ていることを意味している。Phase 1 では劣化したパイプラインを特定して、敷設替えプログラムを策定し、Phase 2 で策定されたプログラムに従って、劣化したパイプラインの敷設替えを行う。

(3) パイプラインの汚染防止

上述したように、品質の劣る管材と個別ポンプによる攻撃的吸い込みにより、水道水の汚染が発生するので、給水管及び個別ポンプに関して、Phase 1 で規制すべきである。Phase 1 におけるこれらの規制の確立を待って、不法な個別ポンプは規制される。

水道水の消毒を確実にするために、**Phase 1** で全ての深井戸に塩素注入装置を設置する。

表 11.3 水道システム改善のための Phase 別実施内容

実施期間	内容
<p style="text-align: center;">Phase 1</p>	<p>1) 代替水道水源使用のための準備</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ 代替水源と関連施設整備のためのマスタープランを策定する（既存地下水源と新しい表流水源の統合に関する調査を含む）。 ➤ 表流水の水利権確保を含む準備活動を開始する。 ➤ 表流水システムのために提案される取水場、浄水場、高架水槽の用地を取得する。 <p>2) 無効水量（UFW）及び無収水量（NRW）削減</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ 40%の利用者に各戸メータを設置する。 ➤ 全ての深井戸に送水元メータを設置する。 ➤ 資産調査を実施し、WASA 管轄区域全域を対象とした配水管網改善計画を策定する。 ➤ セントラル・ラホールのパイロット区域で配水管網を改善する。 <p>3) 水質の改善</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ 全ての深井戸に塩素注入装置を設置する。 <p>4) 維持管理機器の購入</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ どぶ浚い設備 ・ 給水車及び下水管きょ清掃車 ・ 水道メータ修理工場設備 ・ 水質分析機器 ・ 従業員輸送用車両 ・ 現場計測機器
<p style="text-align: center;">Phase 2</p>	<p>1) 代替水源のための社会基盤施設の整備</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ 取水場及び浄水場を建設する。 ➤ 表流水源の開発に関連して配水池を含む送配水管網を整備する。 <p>2) 無効水量（UFW）及び無収水量（NRW）削減</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ 100%の利用者に各戸メータを設置する。 ➤ パイロット区域外に配水管網改善を拡大する。
<p style="text-align: center;">長期</p>	<p>1) Phase 1 及び Phase 2 プロジェクト含まれずに残された工事。</p>

11.3 下水道

11.3.1 優先エリア

WASA管轄区域は、Shahdara、Mehmood Booti、Khokhar Road、Central、South、South East エリアの6つの下水処理区に分かれる。エリアの優先順位は以下の条件で評価・決定した。

(1) 計画人口

計画人口が最も多いエリアを5点とし、他のエリアは最多人口数と各エリア人口数の相対比に5点を乗じ、点数を算出する。

(2) 中継ポンプ場数

中継ポンプ場数が最も多いエリアを5点とし、他のエリアは最多中継ポンプ場数と各エリア中継ポンプ場数の相対比に5点を乗じ、点数を算出する。

(3) 既存調査の状況

- 基本設計/概略設計が完了している: 5点
- 基本設計/概略設計が進行中: 3点
- マスタープランのみ完了/基本・概略設計が未着手:1点

(4) 下水処理場用地

- 用地取得完了: 5点
- 用地取得のための手続きが進行中: 3点
- 用地未取得: 0点

条件(1)は事業の受益者数に関連することであり、優先順位の検討には欠かせない条件である。対象エリアに多くの受益者が含まれている場合、事業はより効果的であるといえる。

条件(2)は維持管理費の削減に関する条件である。現在、下水システムの問題により、一時的な対応策として下水を雨水排水路へ排出する施設として中継ポンプ場が設置されているが、適切な下水システムを構築することで、中継ポンプ場数を削減することができる。これにより、維持管理費の削減も可能となる。

条件(3)、(4)も事業を効率良く進めるためには必要不可欠な条件であり、これらの条件が満たされていない場合、事業の進捗に遅れをきたす。

以上の条件を考慮し、点数を算出した結果を**表11.4**に示す。これより、**Central**エリアが**Phase 1** プロジェクト対象エリア、次に**South**エリアが**Phase 2** プロジェクト対象エリアに選定された。

表 11.4 下水道システム改善事業のエリア優先順位

	Shahdara エリア	Khokhar Road エリア	Mehmood Bootiエリア	Centralエリア	South エリア	South East エリア	点数
人口 (2035年)*1	707,945	1,489,744	1,425,392	3,894,287	2,329,139	328,284	1
中継ポンプ場数	6	18	10	27	17	1	1
既存調査の状況	マスタープランのみ終了	マスタープランのみ終了	マスタープランのみ終了	Preliminary Design終了	Preliminary Design終了	マスタープランのみ終了	1
下水処理場用地	未取得	未取得	未取得	取得済み	未取得	取得済み	5
優先度*2	Long-term	Long-term	Long-term	Phase 1	Phase 2	Long-term	8

注 *1: 出典: 報告書“Integrated Master Plan for Lahore-2021”を踏まえた JICA 調査団による予測人口

*2: Phase 1 : 2010-2017年, Phase 2: 2018-2022年, Long-term: 2023-2035年

11.3.2 下水道施設の段階的整備

下水道システム改善のために必要となる段階的整備事業を表11.5に示す。

表 11.5 下水道システム改善事業

事業実施時期	下水道管網	下水ポンプ場	下水処理場
Phase 1 (2010年～2017年)	<p>Central エリア 新規建設</p> <p>(1) Larex Colony ~ Gulshan-e-Ravi 下水ポンプ場間の下水幹線</p> <p>(2) Larex Colony ~ Gulshan-e-Ravi 下水ポンプ場間の枝線</p> <p>(3) Cantonment Drain 沿い下水幹線</p>	<p>Central エリア 新規建設</p> <p>New Gulshan-e-Ravi ポンプ場 改善・改修</p> <p>Gulshan-e-Ravi ポンプ場</p> <p>Multan Road ポンプ場</p> <p>Shad Bagh ポンプ場</p>	<p>Central エリア 新規建設</p> <p>South West 下水処理場 以下を含む</p> <p>1) 下水遮集路</p> <p>2) 流入ポンプ場</p>
Phase 2 (2018年～2022年)	<p>South エリア 新規建設</p> <p>(1) Gulberg 及びその周辺地区の下水管きよ</p> <p>(2) Peco Road~ Mohlanwa 間の下水管きよ1</p> <p>(3) Canal 北部エリアの下水管きよ</p>	<p>South エリア 新規建設</p> <p>Mohlanwal ポンプ場</p> <p>Kattar Bund ポンプ場</p> <p>改善・改修</p> <p>LMP Block ポンプ場</p>	<p>South エリア 新規建設</p> <p>South 下水処理場</p>
Long-term (2023年～2035年)	<p>新規建設</p> <p>South East エリア 新下水幹線及び枝線</p> <p>Shahdara エリア 新下水幹線及び枝線</p> <p>Mehmood Booti エリア 新下水幹線及び枝線</p> <p>Khokhar Road エリア 新下水幹線及び枝線</p> <p>TMA エリア 新下水幹線及び枝線</p> <p>Cantonment エリア</p> <p>(1) Railway Line 沿い下水管</p> <p>(2) Walton Road 沿い下水管</p> <p>(3) Rohi Nullah 及び Khairy Distributory 沿い下水管</p>	<p>改善・改修</p> <p>Shahdara エリア Farakhabad ポンプ場 & Shahdara Town ポンプ場</p> <p>Mehmood Booti エリア Mehmood Booti ポンプ場</p> <p>Khokhar Road エリア Khokhar Road ポンプ場</p>	<p>新規建設</p> <p>South East エリア South East 下水処理場</p> <p>Shahdara エリア Shahdara 下水処理場</p> <p>Mehmood Booti エリア Mehmood Booti 下水処理場</p> <p>Khokhar Road エリア Khokhar Road 下水処理場</p>

Gulshan-e-Ravi、Multan Road、Shad Baghの各下水ポンプ場に関しては、2009年8月よりJICAにより「パキスタン国ラホール市下水・排水機材緊急復旧計画準備調査」が実施されており、その中でこれら3つのポンプ場の改善計画が検討されているため、本件での検討は行わない。

本件で提案されている New Gulshan-e-Ravi 下水ポンプ場は、既設 Gulshan-e-Ravi 下水ポンプ場と同じ敷地内に建設を計画している。しかし、両ポンプ場の下水流集流域、流集経路、流集下水管はまったく別であり、これらのポンプ場は施設目的が異なる。図 11.1 に New Gulshan-e-Ravi 下水ポンプ場、既設 Gulshan-e-Ravi 下水ポンプ場の下水流集流域を示す。New Gulshan-e-Ravi 下水ポンプ場の概略設計は本調査に含まれる（13.4、13.5 参照）。

Phase1、Phase2 で提案される新設下水道施設の位置を図 11.2 と図 11.3 にそれぞれ示す。

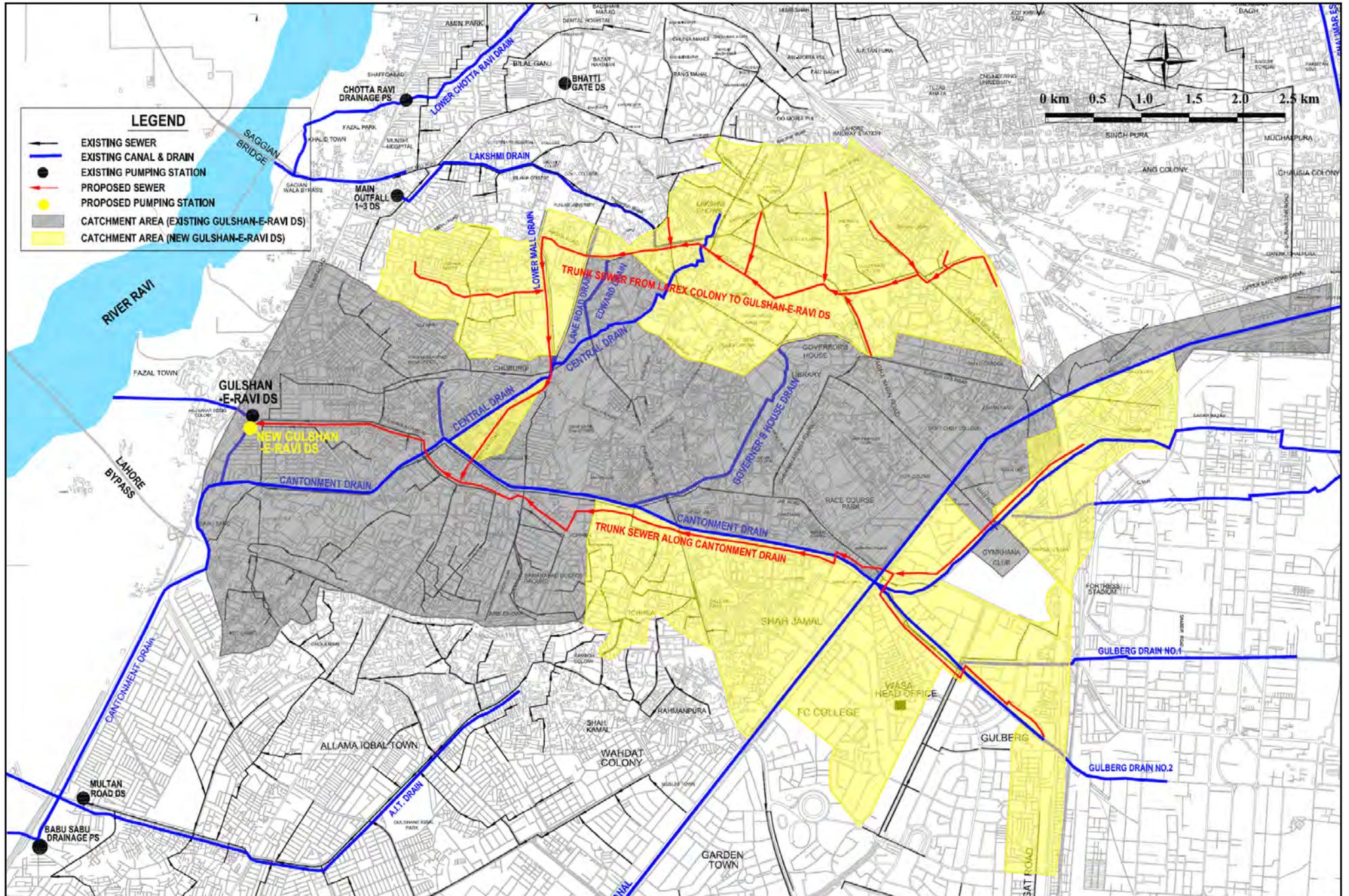


図 11.1 下水流集流域 (既設・New Gulshan-e-Ravi 下水ポンプ場)

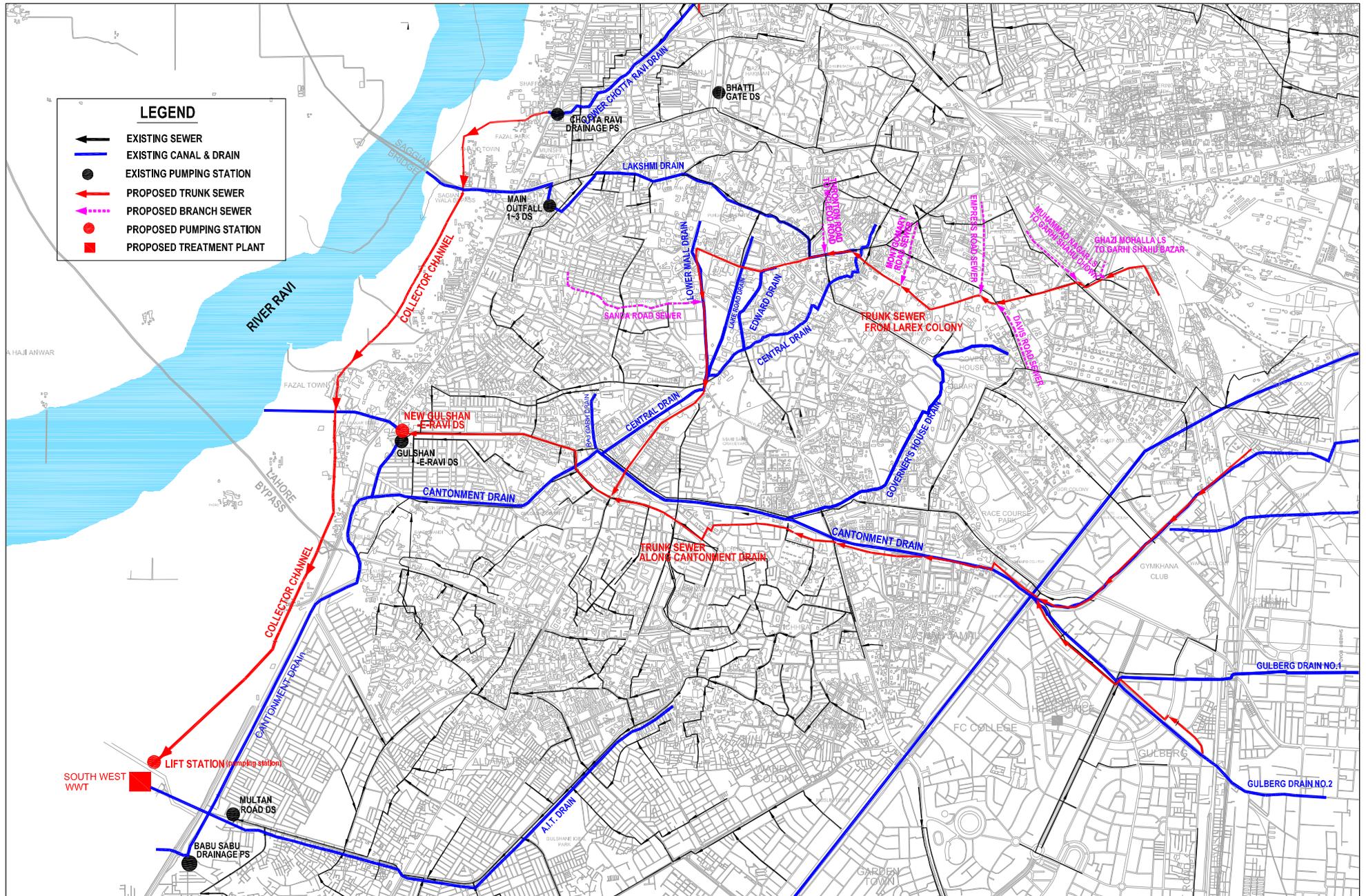


図 11.2 提案される下水道処理施設位置図(Phase 1)

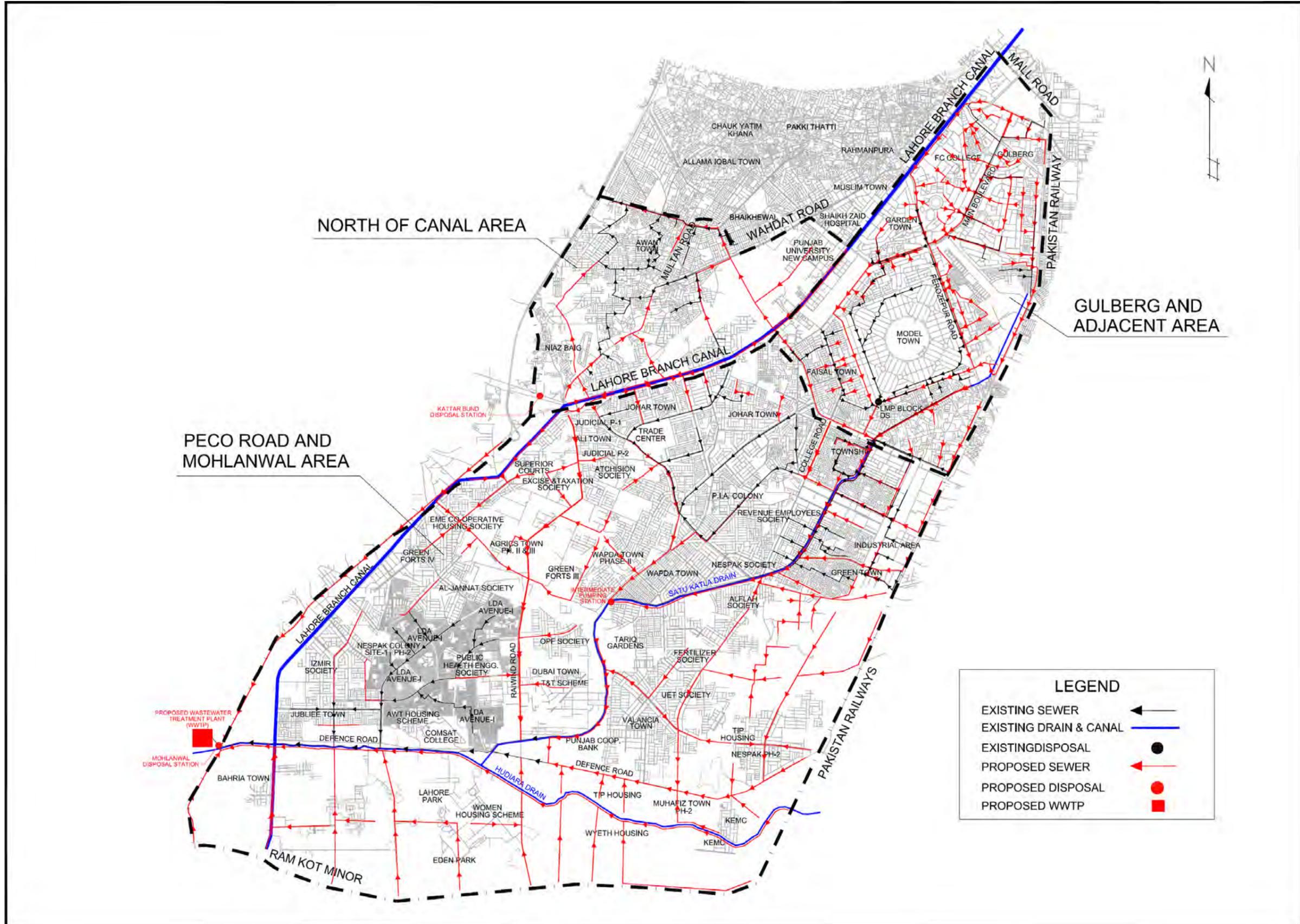


図 11.3 提案される下水道施設計画図 (Phase 2 プロジェクト)

11.4 排水

11.4.1 優先エリア

WASA管轄区域は、Shahdara、Mehmood Booti、Siddique Pura、Chotta Ravi、Central、Sattu Katla、Hudiarraエリアの7つの排水区分けに分かれる。エリアの優先順位は以下の条件で評価・決定した。

(1) 計画人口

計画人口数が最も多いエリアを5点とし、他のエリアは最多人口数と各エリア人口数の相対比に5点を乗じ、点数を算出する。

(2) 浸水被害面積

浸水被害面積の累計が最も多いエリアを5点とし、他のエリアは最多浸水被害面積累計と各エリア内の累計浸水被害面積の相対比に5点を乗じ、点数を算出する。

(3) 既存調査の状況

- 基本設計/概略設計が完了している: 5点
- 基本設計/概略設計が進行中: 3点
- マスタープランのみ完了/基本&概略設計が未着手: 1点

条件(1)は事業の受益者数に関連することであり、優先度の検討には欠かせない条件である。対象エリアに多くの受益者が含まれている場合、事業はより効果的であるといえる。

排水改善事業の最大の目的は浸水被害の軽減である。よって条件(2)は優先エリアの選定に最も重要な要素となる。

条件(3)も事業を効率良く進めるためには必要不可欠な条件であり、これらの条件が満たされていない場合、事業の進捗に遅れをきたす。

以上の条件を考慮し、点数を算出した結果を**表11.6**に示す。これより、Centralエリアが**Phase 1** プロジェクト対象エリアに、次にSattu Katlaエリアが**Phase 2** プロジェクト対象エリアに選定された。

表 11.6 排水システム改善事業のエリア優先順位

	Shahdara エリア	点数	Siddique Pura エリア	点数	Mehmood Bootiエリア	点数	Chotta Ravi エリア	点数	Centralエリ ア	点数	Sattu Katla エリア	点数	Hudiyara エリア	点数
人口(2035年)*1	707,945	1	1,489,744	2	1,425,392	2	185,664	1	3,708,623	5	2,329,139	3	328,284	1
浸水被害面積総 計(浸水被害地 区数)	9.90 ha (2 locations)	1	3.10 ha (11 locations)	1	1.40 ha (5 locations)	1	2.22 ha (1 location)	1	47.54 ha (49 locations)	5	21.18 ha (12 locations)	2	No Data	0
既存調査の状況	マスタープ ランのみ終 了	1	マスタープ ランのみ終 了	1	マスタープ ランのみ終 了	1	Preliminary Design	5	Preliminary Design	5	Preliminary Design	5	マスター プランの み終了	1
優先度*2	Long-term	3	Long-term	4	Long-term	4	Long-term	7	Phase 1	15	Phase 2	10	Long-term	2

注 *1: 出典: 報告書“Integrated Master Plan for Lahore-2021”を踏まえた JICA 調査団による予測人口

*2: Phase 1 : 2010-2017年, Phase 2: 2018-2022年, Long-term: 2023-2035年

11.4.2 排水施設の段階的整備

排水システム改善のために必要となる段階的整備事業を表11.7に示す。

表 11.7 排水システム改善事業

事業実施時期	新設	改善・改修	
Phase 1 (2010年～2017年)	<p>Central エリア</p> <p>Package-A (First priority)</p> <p>(1) Central Drain</p> <p>(2) Dil Muhammad Road Drain</p> <p>(3) Art Council Drain</p> <p>(4) Allama Iqbal Road Drain</p> <p>(5) WAPDA House Drain</p> <p>(6) Lawrence Road Drain</p> <p>(7) Nicholson Road Drain</p> <p>(8) Poonch Road Drain</p> <p>(9) Chauburji Drain</p> <p>(10) New Samanabad Drain</p> <p>(11) Morrhe Samanabad Drain</p> <p>(12) Multan Road Drain</p> <p>(13) Almutaz Road Drain</p> <p>(14) Old Bund Road Drain</p> <p>(15) Sodewal Drain</p> <p>(16) Gulgasht Drain</p> <p>(17) Nasir Bagh Drain</p> <p>(18) Mall Road Drain</p>	<p>Package-B</p> <p>(1) Queens Road Drain</p> <p>(2) Shahra Awane Tijarat Road Drain</p> <p>(3) Golf Road Drain</p> <p>(4) Kinnaird Drain</p> <p>(5) Shah Jamal Drain</p> <p>(6) Gulshan-e-Ravi Drain</p> <p>(7) Sanda Road Drain</p> <p>(8) Krishan Nagar Drain</p> <p>(9) Rewaz Garden Drain</p> <p>(10) Tertiary Drain</p>	<p>Package-A (First priority)</p> <p>(1) Governor House Drain</p> <p>(2) Meclod Road / Lakshmi Drain</p>
Phase 2 (2018年～2022年)	<p>Sattu Katla エリア</p> <p>(1) Gulberg Drainage System</p> <p>(2) Garden Town & Model Town Drainage System</p> <p>(3) Town Ship & Green Town Drainage System</p> <p>(4) Industrial Area Drainage System</p> <p>(5) Raiwind Road Drainage System</p> <p>(6) Jubilee Town Drainage System</p> <p>(7) Defense Road Drainage System</p> <p>(8) Hudiara Drainage System</p> <p>(9) Multan Road Drainage System</p> <p>(10) Drainage System North of Lahore Branch Canal</p> <p>(11) Secondary / Tertiary Drains</p>		<p>Sattu Katla エリア</p> <p>(1) Garden Town Drain</p> <p>(2) College Road Drain</p> <p>(3) New Industrial Drain III</p> <p>(4) New Industrial Drain VI</p> <p>(5) Link Road Drain</p> <p>(6) Main Industrial Drain</p> <p>(7) Gulberg Drain</p>
Long-term (2023年～2035年)	<p>Hudiara エリア、Shahdara エリア</p> <p>Mehmood Booti エリア、Siddique Pura エリア、Chotta Ravi エリア</p> <p>新しい主要及び二次排水路</p> <p>TMA エリア</p> <p>新しい主要及び二次排水路</p>	<p>Cantonment エリア</p> <p>(1) SRD1 Drain</p> <p>(2) SRD2 Drain</p> <p>(3) BRD1 Drain</p> <p>(4) BRD2 Drain</p>	<p>改善・改修</p> <p>Siddique Pura 排水ポンプ場</p> <p>Chotta Ravi 排水ポンプ場</p> <p>Cantonment エリア</p> <p>(1) Cantonment Drain</p> <p>(2) ADA Nullah</p> <p>(3) Nullah along Abdul Rehman Rd.</p> <p>(4) Drain along Ferozpur Rd.</p>

Phase 1プロジェクトは**表11.7**に示すとおり2つのパッケージに分かれており、パッケージAの優先度が高い。Phase1プロジェクトが完了すると、Centralエリア内の雨水排水は、効果的、効率的に排水され、最終的にBabu Sabu 排水ポンプ場を経由してラビ川へ排出される。Babu Sabu 排水ポンプ場は元々、このエリアの排水を全て流下できるよう設計されているため、本事業完了後にもポンプの増強、改修等は不要である。

Phase 1、Phase 2 で提案される新設排水施設の位置をそれぞれ、**図 11.4** と **図 11.5** に示す。

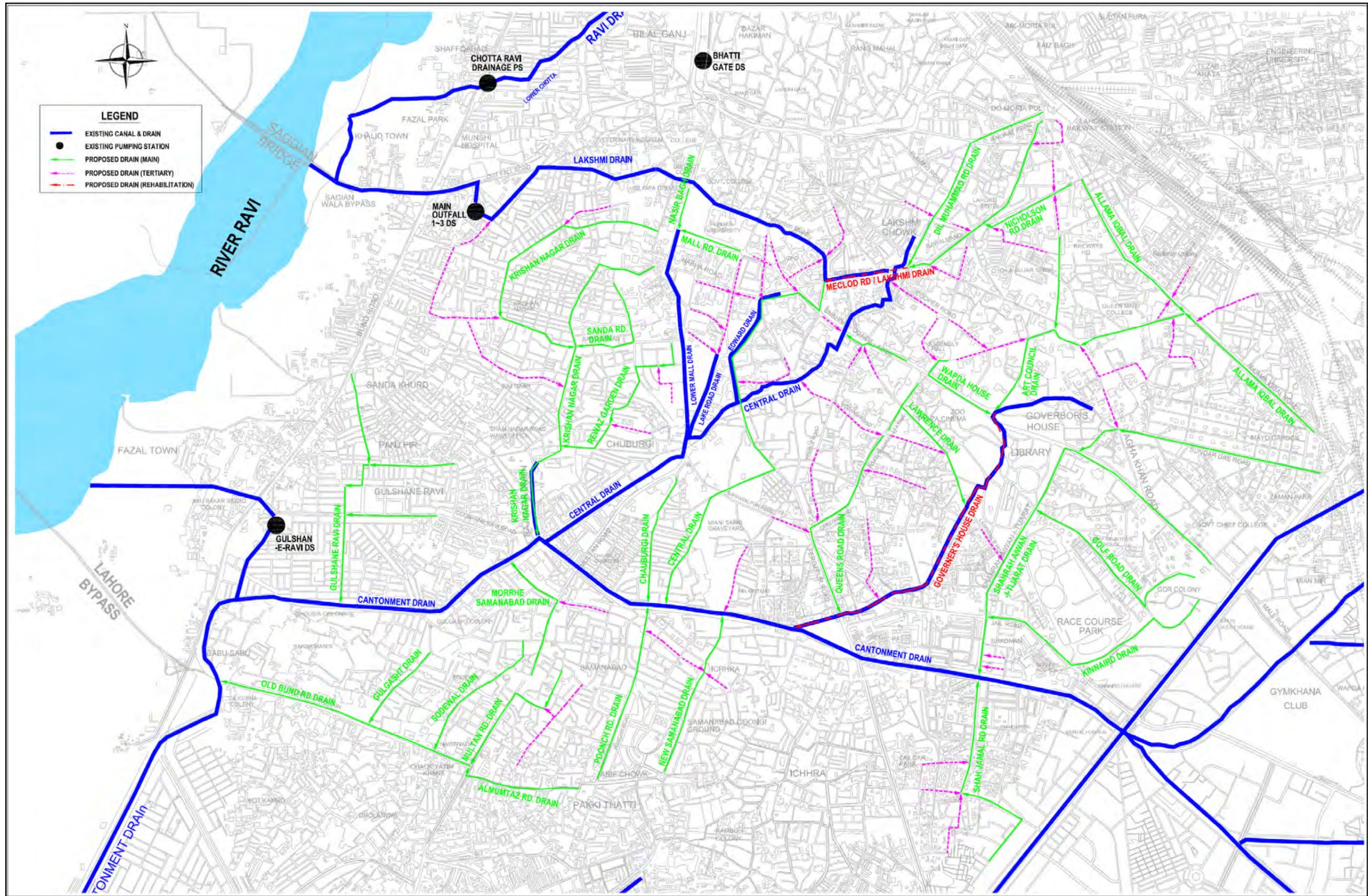


图 11.4 提案される排水施設位置図 (Phase 1)

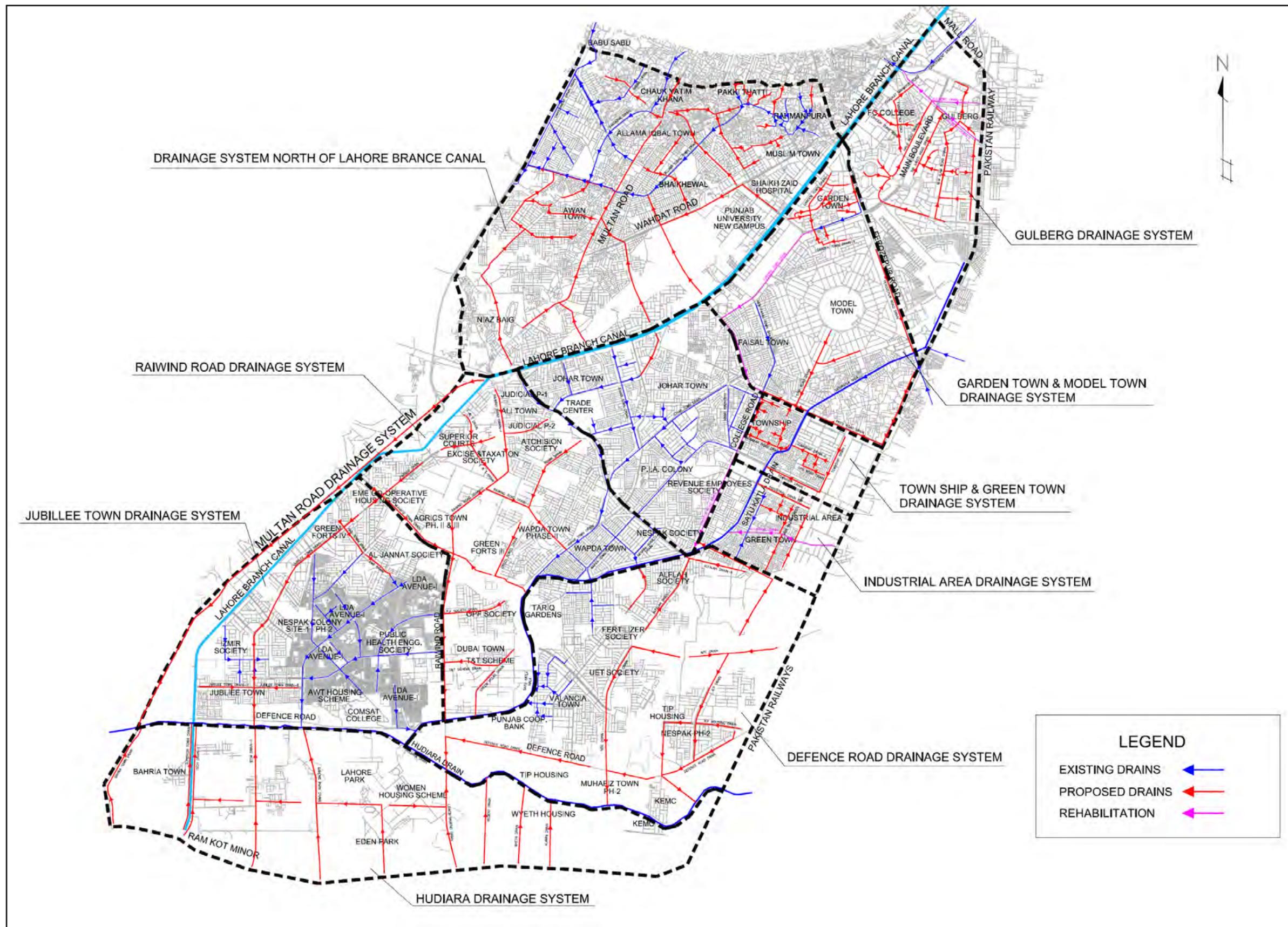


図 11.5 提案される排水施設計画図 (Phase 2 プロジェクト)

12 Phase 1 プロジェクトの範囲

本調査は、基礎調査、水道・下水道・排水施設の整備及び管理に係るビジョンと戦略のレビュー、事業計画の策定、事業実施及び維持管理体制に係る計画策定、環境社会配慮の確認を行って、「ラホール市水道・下水道・排水施設事業」を策定して、衛生環境及び公共用水域における水質改善、浸水の緩和、及び管理能力改善に資するものである。

12.1 水道

UFW は既存地下水源の有効利用率改善のために削減しなければならない。送水元メータ及び各戸メータの設置は、給水管規則の制定及び劣化パイプラインの敷設替えと並んで、漏水の削減及び防止に大いに資するものである。**Phase 1** では、送水元メータは全ての深井戸に設置する。各戸メータはそれぞれ **Phase 1** で 40%、**Phase 2** で 60% に設置する。UFW 削減はパイロット区域を選定して、漏水探知チームの実習を行い、劣化していると認定されたパイプラインは交換し、UFW 削減効果を検証する。このアプローチは **Phase 2** でその他の区域に拡大して、予防的漏水探知プログラムを展開する。**Phase 1** ではいくつかの区域が選ばれ、すべての使用者に各戸メータが設置される

- 1) 各戸メータを 40% に設置：
Ø 15mm (typical) × 308,000 units
- 2) 送水元メータを全ての深井戸に設置：
Ø 8" × 159 units for 1.0 to 2.5 cusec tube-wells
Ø 10" × 233 units for 3.0 to 4.0 cusec tube-wells
深井戸の運転改善のため各井戸に圧力計及び塩素滅菌器の設置を含む。
- 3) セントラル・ラホールのパイロット区域の配水管網改善の実施
詳細は詳細設計時におけるパイロット区域に係る調査に基づいて決まる。

12.2 下水道

12.2.1 事業の必要性

提案された下水道改善事業 (**Phase 1**) は以下のコンポーネントで構成されている。

(1) Central エリアにおける下水道システム改善事業

Central エリアの下水管網は 20 世紀初頭より整備が開始され、管渠敷設後 20~70 年が経過している。この間、管渠の老朽化は進み、また地域が発展し、人口が増加した結果、現在の下水管網では発生水量に対応できなくなっている。一時的な改善策として中継ポンプ場を建設し、下水を雨水排水路に排水している。しかしながら、この対策は、排水路周辺的环境悪化、中継ポンプ場の維持管理費の増加、更に雨水排水のための排水

路断面の縮小により浸水被害の増幅といった問題を引き起こしている。よってこれらの問題を改善するための適切な下水道システム改善事業が必要である。

提案される各事業コンポーネントの必要性を以下に詳述する。

1) 管網は、レンガ製卵形管（管径：24” x 36” (0.61 x 0.91 m) ～ 36” x 54” (0.91 x 1.37 m)）と鉄筋コンクリート管（管径：9” (0.23 m) ～ 60” (1.52 m)）で構成されている。既存管網は、管渠の老朽化、ごみ・汚泥の堆積による閉塞により十分に機能していない。またこのエリアでは、3 箇所の中継ポンプ場から下水が雨水排水路に排出され、周辺環境に悪影響を与えている。このような状況を改善するために、新規の下水幹線および枝線を整備し、中継ポンプ場を廃止することが必要である。

2) Cantonment Drain 沿い下水幹線

Cantonment Drain 沿いの既設幹線は、管渠の老朽化、ごみ・汚泥の堆積による閉塞により十分に機能していない。そのため、8 箇所の中継ポンプ場から未処理の下水が Cantonment Drain 排出され、Cantonment Drain およびその周辺の環境が悪化している。また、Cantonment Drain は大量に流入する下水により乾季でも満水状態の区間も多く、雨季の降雨時の雨水排水に悪影響を及ぼしている。このような状況を改善するために、新規の下水幹線を整備し、中継ポンプ場を廃止することが必要である。

3) New Gulshan-e-Ravi 下水ポンプ場

1)、2) の幹線、枝線で流集される下水を、別に提案されている South West 下水処理場へ排水するために、この新規ポンプ場が必要となる（本ポンプ場から提案されている下水遮集路を経由して South West 下水処理場に運搬される）。本ポンプ場建設予定地は、既存 Gulshan-e-Ravi 下水ポンプ場用地内である。既存 Gulshan-e-Ravi 下水ポンプ場には 1)、2) の幹線、枝線から流集される下水を受け入れるだけの余裕排水容量は無いため、新規ポンプ場の建設が必要である。

(2) South West 下水処理場

現在、Central エリアから発生する下水は、ポンプ場を経由して全て未処理のままラビ川へ排出されている。2009 年時点で約 640,000 m³ の下水が Central エリアからラビ川へ排出されており、ラビ川の環境面に深刻な影響を及ぼしている。この状況を改善するために、South West 下水処理場、ポンプ場からの下水を遮集し下水処理場に運搬するための下水遮集路、下水遮集路の流末で流集された下水を処理場に送るための流入ポンプ場の建設が必要である。

提案される各事業コンポーネントの必要性を以下に詳述する。

1) South West 下水処理場

ラビ川へ放流される下水は National Environmental Quality Standards (NEQS) の基準を

満たす必要がある。未処理下水は、地下水や灌漑用水に悪影響を及ぼす。また将来の水源の確保や下水処理水の再利用の観点からも下水処理場の建設が必要となる。

2) 下水遮集路

現在、Central エリアから発生する下水は、ポンプ場を経由して全て未処理のままラビ川へ排出されている。これらポンプ場からの下水を遮集し下水処理場に運搬するための排水路下水遮集路の建設が必要である。

3) 流入ポンプ場

各ポンプ場からの下水は下水遮集路により遮集され、下水処理場に運搬されるが、下水遮集路は自然流下で下水が流集されるため最下流部では排水路高が低くなる。このため下水遮集路の流末で下水を揚水し、処理場に送るための流入ポンプ場の建設が必要となる。

12.2.2 事業コンポーネント

提案された下水道改善事業のコンポーネントと施設諸元を表 12.1～12.6 に示す。

(1) Central エリアにおける下水道システムの改善事業

1) Larex Colony ～ New Gulshan-e-Ravi 下水ポンプ場管下水幹線及び枝線

表 12.1 Larex Colony～New Gulshan-e-Ravi 下水ポンプ場間下水幹線及び枝線諸元

項目	下水管敷設区間	諸元		建設方法
		寸法 φ(inch)	延長 (ft)	
幹線	Larex Colony to Garhi Shahu Bazar	24 (0.61m)	2,559 (780m) 150 (46m)	開削工法 推進工法
	Garhi Shahu Bazar to Allama Iqbal Road	30 (0.76m)	1,356 (413m)	開削工法
	Allam Iqbal Road to Shimla Hill	48 (1.22m)	2,721 (829m)	開削工法
	Shimla Hill to Montgomery Road Chowk	60 (1.52m)	3,775 (1,151m)	開削工法
	Montgomery Road Chowk to Imperial Cinema Chowk	72 (1.83m)	1,965 (599m)	開削工法
	Imperial Cinema Chowk to Sanda Road	84 (2.13m)	5,759 (1755m) 550 (168m)	開削工法 推進工法
	Sanda Road to the new Trunk Sewer along Cantonment Drain	90 (2.29m)	7,748 (2,362m) 200 (61m)	開削工法 推進工法
	合計		26,783 (8,163m)	
枝線	Ghazi Muhallah LS to Garhi Shahu Bazar	15 (0.38m)	480 (146m)	開削工法
	Muhammad Nagar LS to Garhi Shahu Chowk	30 (0.76m)	1,350 (411m)	開削工法
	Davis Road Sewer	36 (0.91m)	2,450 (747m)	開削工法
	Empress Road Sewer	24 (0.61m)	3,391 (1,034m)	開削工法
	Montgomery Road Sewer	42 (1.07m)	2,270 (692m)	開削工法
	Thronton Road to Mcleod Road	36 (0.91m)	899 (274m)	開削工法
	Sanda Road Sewer	54 (1.37m)	4,483 (1,366m) 300 (91m)	開削工法 推進工法
	合計		15,632 (4,765m)	

2) Cantonment Drain 沿い下水幹線

表 12.2 Cantonment Drain 沿い下水幹線諸元

区間	諸元			延長 (ft)	施工方法
	φ (inch)	幅 (ft)	高さ (ft)		
Sunny Flour Misll LS to New Gulshan-e-Ravi DS	48 (1.22m)			2,025 (617m)	開削工法
	54 (1.37m)			4,850 (1,478m)	
	66 (1.68m)			2,025 (617m)	
	78 (1.98m)			4,325 (1,318m)	
		6 (1.83m)	6 (1.83m)	3,000 (914m)	
		7 (2.13m)	6 (1.83m)	1,500 (457m)	
		8 (2.44m)	6 (1.83m)	7,000 (2,134m)	
		12 (3.66m)	8 (2.44m)	8,275 (2,522m)	
Mustafabad LS to Junction Point	42 (1.07m)			2,500 (762m)	
	48 (1.22m)			4,500 (1,372m)	
	54 (1.37m)			2,580 (786m)	
合計			42,580 (12,978m)		

3) New Gulshan-e-Ravi 下水ポンプ場

表 12.3 New Gulshan-e-Ravi 下水ポンプ場諸元

ポンプタイプ	総ポンプ排水容量	設置ポンプ数	スクリーン数	摘要
立軸渦巻ポンプ	520 Cfs (14.72 m ³ /s)	13 台 x 40 Cfs (1.13 m ³ /s) (13 台中 3 台は予備機)	4	建設用地は既設 Gulshan-e-Ravi ポンプ場用地内

(2) South West 下水処理場建設事業

1) South West 下水処理場

表 12.4 South West 下水処理場諸元

対象エリア	対象人口	設計流量	処理方法	摘要
South West 100.26 km ²	3,894,300	323 Cfs [790,000m ³ /d] (日平均)	Trickling Filter Process	

2) 下水遮集路

表 12.5 新設下水遮集路諸元

区間		寸法		延長 (m)	施工方法
From	To	幅 (m)	高さ (m)		
Chotta Ravi	Main Outfall	3.0	1.8	1,490	開削工法
Main Outfall	Gulshan-e-Ravi	5.5	1.8	2,750	
Gulshan-e-Ravi	流入ポンプ場	10.0	2.2	3,150	
合計				7,390	

3) 流入ポンプ場

表 12.6 新設流入ポンプ場諸元

ポンプ型式	総ポンプ排水容量	設置ポンプ台数	摘要
スクリーユ式	960 cfs (27.18 m ³ /s)	12 台 x 80 cfs (2.27 m ³ /s) (12 台中 2 台は予備機)	用地取得済み(面積 : 150 x 200 ft = 30,000 ft ² (45.72 x 60.96 m = 2,787 m ²))

12.3 排水

12.3.1 事業の必要性

Central エリアの排水システムは Cantonment Drain をメイン幹線として、その他の二次排水路で構成されている。元来、これらの排水路は雨水排水のための施設であるが、現況では多くの地点で下水管からの直接流入、あるいは中継ポンプ場を経由しての下水の流入が見られる。排水路の多くは住宅地、商業地内を通過しているため、排水路に大量の下水が流入していることにより排水路の周辺環境に悪影響を及ぼしている。更に常時、下水が排水路に流入していることで排水路の多くの区間で満水状態になっており、雨季の降雨時に雨水排水路としての機能が発揮できず、浸水被害を引き起こしている。また、既存の排水システムは計画降雨に対して適正な排水路サイズ、排水路網が構築されておらず、このことも浸水被害が頻発している理由となっている。

これらの問題を改善するために、新たな排水システムの構築が必要である。排水路の新設は市街地での建設工事となるため、新排水システム構築の検討に際しては既存排水路の有効利用、地下埋設物の位置等を十分に勘案し、計画案の策定を行った。図 12.1 に提案される新設排水路と各排水路流域を示す。この図より、本計画が Central エリアの排水流域を全て網羅していることがわかる。

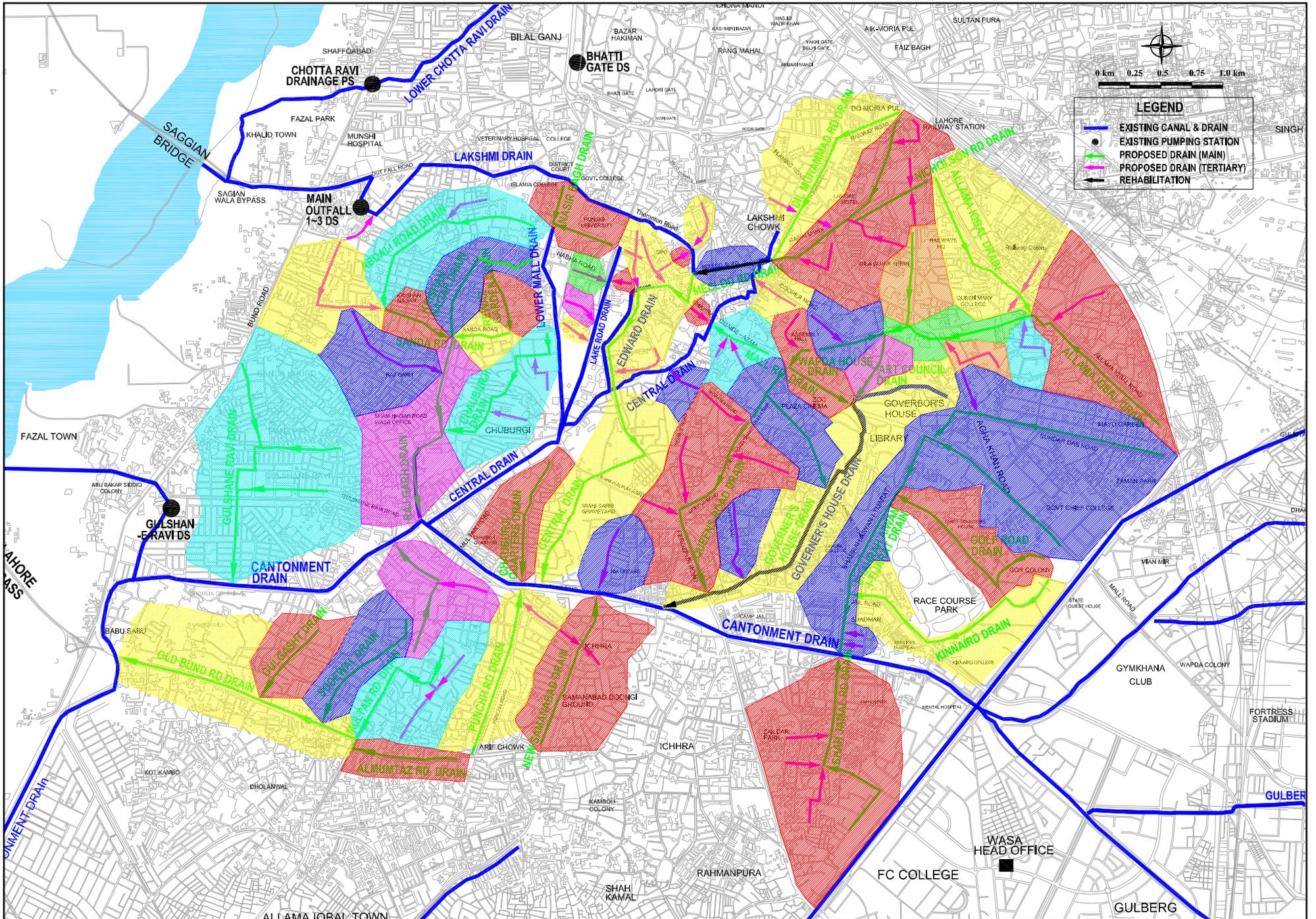


図 12.1 提案される新設排水路と各排水流域

12.3.2 事業コンポーネント

提案された排水改善事業のコンポーネントと施設諸元を以下に示す。

- (1) Central エリアにおける排水システムの改善事業（排水路の新設）

表 12.7 新設排水路諸元

No.	排水路名	諸元		延長 (ft)	
		幅 (ft)	高さ (ft)	各距離	合計
1	Central Drain	3.0 (0.91m)	4.0 (1.22m)	5,100 (1,554m)	17,600 (5,364m)
		6.0 (1.83m)	5.0 (1.52m)	500 (152m)	
		10.0 (3.05m)	6.0 (1.83m)	5,500 (1,676m)	
		12.0 (3.66m)	6.0 (1.83m)	6,500 (1,981m)	
2	Dil Muhammad Road Drain	3.5 (1.07m)	3.0 (0.91m)	3,500 (1,067m)	5,500 (1,676m)
		4.0 (1.22m)	4.0 (1.22m)	2,000 (610m)	
3	Art Councel Drain	7.5 (2.29m)	5.0 (1.52m)	2,900 (884m)	2,900 (884m)
4	Allama Iqbal Road Drain	4.0 (1.22m)	3.0 (0.91m)	2,300 (701m)	13,838 (4,218m)
		4.0 (1.22m)	4.0 (1.22m)	2,000 (610m)	
		3.5 (1.07m)	4.0 (1.22m)	3,500 (1,067m)	
		7.5 (2.29m)	6.0 (1.83m)	3,538 (1,078m)	
		3.0 (0.91m)	3.0 (0.91m)	2,500 (762m)	
5	WAPDA House Drain	3.0 (0.91m)	3.0 (0.91m)	3,110 (948m)	3,110 (948m)
6	Lawrence Road Drain	3.5 (1.07m)	3.0 (0.91m)	3,688 (1,124m)	3,688 (1,124m)
7	Nicholson Road Drain	3.0 (0.91m)	3.0 (0.91m)	2,463 (751m)	2,463 (751m)
8	Poonch Road Drain	5.0 (1.52m)	4.0 (1.22m)	4,838 (1,475m)	4,838 (1,475m)
9	Chauburji Drain	3.5 (1.07m)	4.0 (1.22m)	3,548 (1,081m)	3,548 (1,081m)
10	New Samanabad Drain	4.0 (1.22m)	4.0 (1.22m)	3,106 (947m)	4,540 (1,384m)
		4.5 (1.37m)	4.0 (1.22m)	1,434 (437m)	
11	Morrhe Samanabad Drain	3.5 (1.07m)	4.0 (1.22m)	3,548 (1,081m)	3,548 (1,081m)
12	Multan Road Drain	3.5 (1.07m)	3.0 (0.91m)	1,203 (367m)	4,242 (1,293m)
		4.0 (1.22m)	4.0 (1.22m)	3,039 (926m)	
13	Almumtaz Road Drain	3.5 (1.07m)	3.0 (0.91m)	3,188 (972m)	3,188 (972m)
14	Old Bund Road Drain	4.5 (1.37m)	4.0 (1.22m)	2,757 (840m)	6,715 (2,047m)
		5.0 (1.52m)	4.0 (1.22m)	3,958 (1,206m)	
15	Sodewal Drain	4.0 (1.22m)	3.0 (0.91m)	5,038 (1,536m)	5,038 (1,536m)
16	Gulgashat Drain	3.5 (1.07m)	3.0 (0.91m)	2,435 (742m)	2,435 (742m)
17	Nasir Bagh Drain	3.0 (0.91m)	3.0 (0.91m)	1,100 (335m)	1,100 (335m)
18	Mall Road Drain	3.0 (0.91m)	2.0 (0.61m)	1,725 (526m)	1,725 (526m)
19	Queens Road Drain	4.0 (1.22m)	5.0 (1.52m)	5,382 (1,640m)	5,382 (1,640m)
20	Shahra Awane Tijarat Road Drain	4.0 (1.22m)	3.0 (0.91m)	6,277 (1,913m)	17,490 (5,331m)
		8.0 (2.44m)	4.0 (1.22m)	6,538 (1,993m)	
		4.0 (1.22m)	4.0 (1.22m)	4,675 (1,425m)	
21	Golf Road Drain	3.0 (0.91m)	3.0 (0.91m)	2,148 (655m)	5,648 (1,722m)
		4.0 (1.22m)	4.0 (1.22m)	3,500 (1,067m)	
22	Kinnaird Drain	4.0 (1.22m)	5.0 (1.52m)	6,690 (2,039m)	6,690 (2,039m)
23	Shah Jamal Drain	3.0 (0.91m)	3.0 (0.91m)	1,794 (547m)	5,956 (1,815m)
		4.0 (1.22m)	3.0 (0.91m)	1,640 (500m)	
		6.0 (1.83m)	4.0 (1.22m)	2,522 (769m)	
24	Gulshan-e-Ravi Drain	3.5 (1.07m)	4.0 (1.22m)	2,384 (727m)	11,413 (3,479m)
		4.5 (1.37m)	4.0 (1.22m)	1,882 (574m)	
		10.0 (3.05m)	5.0 (1.52m)	2,354 (718m)	
		3.5 (1.07m)	3.0 (0.91m)	2,176 (663m)	
		8.0 (2.44m)	5.0 (1.52m)	2,617 (798m)	
25	Sanda Road Drain	3.5 (1.07m)	3.0 (0.91m)	3,579 (1,091m)	3,579 (1,091m)
26	Krishan Nagar Drain	4.0 (1.22m)	3.0 (0.91m)	3,842 (1,171m)	17,021 (5,188m)
		3.0 (0.91m)	3.0 (0.91m)	2,679 (817m)	
		4.0 (1.22m)	4.0 (1.22m)	3,000 (914m)	
		7.0 (2.13m)	5.0 (1.52m)	2,000 (610m)	
		10.0 (3.05m)	6.0 (1.83m)	3,000 (914m)	
		12.0 (3.66m)	6.0 (1.83m)	2,500 (762m)	
27	Rewaz Garden Drain	2.0 (0.61m)	3.0 (0.91m)	1,031 (314m)	5,031 (1,533m)
		3.5 (1.07m)	4.0 (1.22m)	4,000 (1,219m)	
28	Tertiary Drain	2.0 (0.61m)	2.0 (0.61m)		74,646 (22,753m)
		2.0 (0.61m)	3.0 (0.91m)		
		3.0 (0.91m)	3.0 (0.91m)		

(2) Central エリアにおける排水システムの改善事業（排水路の改善・改修）

表 12.8 改善・改修排水路諸元

No.	排水路名	排水路寸法		延長 (ft)	
		幅 (ft)	高さ (ft)	各距離	合計
1	Meclod Road / Lakshmi Drain	6.0 (1.83m)	5.0 (1.52m)	2,000 (610m)	2,000 (610m)
2	Governor House Drain	7.5 (2.29m)	7.0 (2.13m)	341 (104m)	
		8.0 (2.44m)	5.0 (1.52m)	2,594 (791m)	
		10.0 (3.05m)	6.0 (1.83m)	5,500 (1,676m)	

12.4 組織制度の改善

組織制度の改善は以下のものを含む。

1. 十分な政策及び規制環境の整備
 - 1-1 Punjab Urban Water Act 及び WASCO Act（または Lahore WASA Act）の作成と制定
 - 1-2 (a)十分なレベルまで料金値上げをする具体的なロード・マップ、(b)十分な料金改定メカニズム、及び(c)州政府による財政援助方策、の確立
2. 経営方針の明確化とそれに必要な経営指標の把握
 - 2-1 中期及び年間ビジネス・プランの定期的作成
 - 2-2 成果モニタリング指標と定期的なモニタリング・システムの確立
 - 2-3 総合的な資産調査の実施及び資産台帳及び図面の作成
3. 無効水量（UFW）及び無収水量（NRW）の削減
 - 3-1 顧客と WASA の権利義務の明確化
 - 3-2 40%の使用者に各戸メータの設置
 - 3-3 無収水対策チームの設立
 - 3-4 資産調査結果に基づくセントラル・ラホールのパイロット区域における配水管網改善の実施及び引き続き WASA 管轄区域全域における配水管網改善計画の策定
 - 3-5 不払者及び不法接続者に対する厳格な処置及び料金を徴収していない公共栓の段階的廃止
 - 3-6 検針及び請求書発行業務の民間委託
4. 人材育成及び組織のスリム化
 - 4-1 組織再編

- 4-2 人事管理および人材育成の改善
- 4-3 一定業務の民間委託
- 4-4 マネジメント情報システム (Management Information System: MIS) の確立
- 4-5 維持管理 (Operation and Maintenance: O&M) 機器の購入

- 5. 顧客サービスの改善
 - 5-1 顧客と WASA の権利義務の明確化
 - 5-2 顧客調査の定期的実施
 - 5-3 苦情処理システムの改善
 - 5-4 顧客に対する支払オプションの拡充
 - 5-5 広報戦略の策定と実施

- 6. 地下水モニタリングと規制
 - 6-1 地下水の水質及び水量の追跡調査分析
 - 6-2 地下水委員会の設立
 - 6-3 地下水の管理及び規制計画の策定
 - 6-4 地下水の定期的モニタリングの確立

Phase 1 プロジェクトの詳細設計、入札補助及び施工監理時に雇用されるコンサルタントがこれらの一部を補助する。組織制度の改善に係るコンサルティング・サービスに対する業務指示書 (TOR) を次節に示す。

12.5 コンサルティング・サービス

- (1) コンサルティング・サービス
コンサルティング・サービスは以下の作業よりなる。
 - 1) **Phase 1** プロジェクトの詳細設計
 - 2) **Phase 1** プロジェクトの入札補助
 - 3) **Phase 1** プロジェクトの施工監理
 - 4) **Phase 2** プロジェクトの下水道・排水施設の詳細設計
 - 5) ラホール水道システムのマスタープラン策定及びフィージビリティ調査
 - 6) ラホール水道システムの **Phase 2** プロジェクトの詳細設計
 - 7) 組織制度の改善に係る調査
 - 8) WASA 管轄区域外の水道・下水道・排水施設のマスタープラン策定及びフィージビリティ調査

**Phase 1 プロジェクトの詳細設計・入札補助・施工監理に係る
コンサルティング・サービス業務指示書 (TOR)**

(1) プロジェクトの背景

ラホールは、700 万人の人口を有する「パ」国第二の都市である。上水道については、上水道普及率は 87%に達しているが、人口増加が著しいために、適切な給水のために給水量の増加、節水や無収水削減等による効率化が望まれている。下水施設（汚水・雨水排水施設）については、市内の下水管の整備が遅れているために住民への衛生環境の悪化を招いていることに加えて、下水処理施設整備が大幅に遅れているために公共用水域の水質汚濁が進んでいる。また、排水施設の未整備及び既存の施設の容量不足と老朽化のために、市内の浸水被害が著しい。こうした状況をふまえ、ラホールにおいて上下水道を整備する事業の必要性は高く、円借款の要請及び円借款案件の形成のための調査の要請が「パ」国政府から提出された。

JICA は、その援助戦略で水道及び衛生施設整備を重視しており、「ラホール上下水道整備事業」を策定するための準備調査の必要性を認識して、調査団を派遣して準備調査を実施し、**Phase 1** プロジェクトの概要をまとめた。

(2) プロジェクトの概要

Phase 1 プロジェクトは以下の範囲よりなる。

表 12.9 Phase 1 プロジェクトで建設／設置される施設／機器

Phase 1 (2010-2017)	仕 様
水道	
1. 飲料水代替水源のためのマスタープランの策定 1-1: 既存の地下水供給システムと新規の表流水供給システムの統合を含む代替水源及び関連施設を整備するためのマスタープランの策定 1-2: 表流水水利権取得を含む準備活動の実施	(コンサルティング・サービスの 5)参照)
2. 無効水量 (UFW) 及び無収水量 (NRW) の削減 2-1: 全利用者の 40%に水道メータの設置 2-2: すべての深井戸に送水元メータの設置 2-3: アセット調査の実施と WASA 給水区域全域の配水管網改善計画の策定 2-4: センタラルラホールの優先地区における配水管網改善の実施 (その他の組織制度対策については「組織制	水道メータ Ø 15mm (typical) × 308,000 units 送水元メータ 1.0 to 2.5 cusec 用深井戸 Ø 8” × 159 units 3.0 to 4.0 cusec 用深井戸 Ø 10” × 233 units 各深井戸設備は圧力計を含む (組織制度の改善 3-4 参照) (未定) 詳細設計時のパイロット地区での調査結果に基づく

度の改善」を参照)	
3. 水質の改善 3-1: すべての深井戸に塩素注入装置の設置 (一定の UFW 削減対策はまた水質改善にも関わっている)	貯留タンク付き薬品注入ポンプ (10 liter/hr x 10 bar) x 342 セット
4. 維持管理 (O&M) 機器の調達 4-1: 雨水排水機材 4-2: 給水車及び下水管清掃車輛 4-3: 水道メータ補修ワークショップ設備 4-4: 水質分析機器 4-5: 従業員輸送用車両 4-6: オンサイト計測機器	(Appendix 10.8 参照)
下水道	
1. センタル・エリアと South West 下水処理場を結ぶ下水管 1-1: Larex Colony ~ Gulshan-e-Ravi 下水ポンプ場間の下水幹線の敷設 1-2: Larex Colony ~ Gulshan-e-Ravi 下水ポンプ場間の枝線の敷設 1-3: Cantonment Drain 沿い下水幹線の敷設	Ø 24" – 90" x 34,766 ft Ø 15" – 54" x 15,632 ft Ø 42" – 78" x 22,805 ft 6.0 ft W x 6.0 ft H x 3,000 ft 7.0 ft W x 6.0 ft H x 1,500 ft 8.0 ft W x 6.0 ft H x 7,000 ft 12.0 ft W x 8.0 ft H x 8,275ft
2. センタル・エリアと South West 下水処理場を結ぶ下水ポンプ場 2-1: New Gulshan-e-Ravi 下水ポンプ場の建設	Volute pumps : 13 units (including 3 units as standby) 40 cusecs
3. センタル・エリアを対象とする South West 下水処理場 3-1: 下水遮集路の建設 3-2: 流入ポンプ場の建設 3-3: South West 下水処理場の建設	3.0 m W x 1.8 m H x 1,490 m 5.5 m W x 1.8 m H x 2,750 m 10.0 m W x 2.2 m H x 3,150 m Screw Pumps : 12 units (including 2 units as standby) Q = 80 cusecs Q = 323 cusecs (790,000 m ³ /day) Anaerobic ponds + Trickling filters + Sedimentation ponds
排水	
1. センタルラホールの排水路の新設 Package A 1-1: Central Drain 1-2: Dil Muhammad Road Drain 1-3: Art Council Drain 1-4: Allama Iqbal Road Drain 1-5: WAPDA House Drain 1-6: Lawrence Road Drain 1-7: Nicholson Road Drain 1-8: Poonch Road Drain 1-9: Chauburji Drain 1-10: New Samanabad Drain	3.0 - 12.0 ft W x 4.0 - 6.0 ft H x 17,600 ft 3.5 - 4.0 ft W x 3.0 - 4.0 ft H x 5,500 ft 7.5 ft W x 5.0 ft H x 2,900 ft 3.0 – 7.5 ft W x 3.0 - 6.0 ft H x 13,838 ft 3.0 ft W x 3.0 ft H x 3,110 ft 3.5 ft W x 3.0 ft H x 3,688 ft 3.0 ft W x 3.0 ft H x 2,463 ft 5.0 ft W x 4.0 ft H x 4,838 ft 3.5 ft W x 4.0 ft H x 3,548 ft 4.0 – 4.5 ft W x 4.0 ft H x 4,540 ft

1-11: Morrhe Samanabad Drain 1-12: Multan Road Drain 1-13: Almutaz Road Drain 1-14: Old Bund Road Drain 1-15: Sodewal Drain 1-16: Gulgasht Drain 1-17: Nasir Bagh Drain 1-18: Mall Road Drain Package B 1-19: Queens Road Drain 1-20: Shahra Awane Tijarat Road Drain 1-21: Golf Road Drain 1-22: Kinnaird Drain 1-23: Shah Jamal Drain 1-24: Gulshan-e-Ravi Drain 1-25: Sanda Road Drain 1-26: Krishan Nagar Drain 1-27: Rewaz Garden Drain 1-28: Tertiary Drain	3.5 ft W x 4.0 ft H x 3,548 ft 3.5 – 4.0 ft W x 3.0 - 4.0 ft H x 4,242 ft 3.5 ft W x 3.0 ft H x 3,188 ft 4.5 – 5.0 ft W x 4.0 ft H x 6,715 ft 4.0 ft W x 3.0 ft H x 5,038 ft 3.5 ft W x 3.0 ft H x 2,435 ft 3.0 ft W x 3.0 ft H x 1,100 ft 3.0 ft W x 2.0 ft H x 1,725 ft 4.0 ft W x 5.0 ft H x 5,382 ft 4.0 – 8.0 ft W x 3.0 - 4.0 ft H x 17,490 ft 3.0 – 4.0 ft W x 3.0 - 4.0 ft H x 5,648 ft 4.0 ft W x 5.0 ft H x 6,690 ft 3.0 – 6.0 ft W x 3.0 - 4.0 ft H x 5,956 ft 3.0 – 10.0 ft W x 3.0 - 5.0 ft H x 11,413 ft 3.5 ft W x 3.0 ft H x 3,579 ft 3.0 – 12.0 ft W x 3.0 - 6.0 ft H x 17,021 ft 2.0 – 3.5 ft W x 3.0 - 4.0 ft H x 5,031 ft 2.0 – 3.0 ft W x 2.0 - 3.0 ft H x 74,646 ft
2. セントラルラホールの排水路の改善及びリハビリテーション Package A 2-1: Governor House Drain、Meclod Road Drain/Lakshmi Drain の改善及びリハビリテーション	6.0 ft W x 5.0 ft H x 2,000 ft 7.5 – 10.0 ft W x 5.0 - 7.0 ft H x 8,435 ft

(3) コンサルティング・サービスの範囲

コンサルティング・サービス（以下「サービス」という）の主たる範囲は以下の通り。

- 1) **Phase 1** プロジェクトの詳細設計
- 2) **Phase 1** プロジェクトの入札補助
- 3) **Phase 1** プロジェクトの施工監理
- 4) **Phase 2** プロジェクトの下水道・排水施設の詳細設計
- 5) ラホール水道システムのマスタープラン策定及びフィージビリティ調査
- 6) ラホール水道システムの **Phase 2** プロジェクトの詳細設計
- 7) 組織制度の改善に係る調査
- 8) **WASA** 管轄区域外の水道・下水道・排水施設のマスタープラン策定及びフィージビリティ調査

(4) 業務範囲

コンサルタントが **WASA**（以下「発注者」という）から一定の責任を引き継いで請け負う業務範囲は上記(3)に示す全ての活動を含むが、これらに限定されない。業務全般を通じてコンサルタントは職務を履行するに当たって、つねにあらゆる妥当な技術、注意及び不断の努力を駆使し、その業務の正確さ及び完璧さに責任を有する。全ての専門的事項に関して、コンサルタントは発注者のよきアドバイザーとして振る舞うものとする。プロジェクトに影響を及ぼすことのある何かについて発注者とコンサルタントの間

に意見の相違があるときは、コンサルタントは発注者に詳細な報告書を速やかに提出し、発注者はその後 JICA と協議の上、コンサルタントに決定事項を伝えるものとする。

1) Phase 1 プロジェクトの詳細設計

- 施設及び機器の予備設計案についてレビューし、コメントし、場合により変更を提案する。
- 予備設計の計画条件について、レビューし、コメントし、場合により変更を提案する。
- JICAの準備調査により行われた予備設計をレビューする。
- 補足的な地形測量及び土質調査を実施する。
- 詳細設計及び施工監理段階に品質確保に向けたプロジェクトマネジメント及び施工監理計画を作成する。
- 詳細設計に必要な全てのエンジニアリング業務を実施する。
- 各パッケージの事前資格審査書類を作成する。
- 評価基準書を含めて各パッケージの図面、仕様書、入札書類を作成する。
- 構造、水理、容量、その他のエンジニアリング計算及び分析を含む土木・建築、機械・電気の詳細設計を行う。
- プロジェクトの施工計画と実施計画を策定する。
- プロジェクトの実施に向けた、契約の特記条件、特記仕様書、スケジュール及び工事費算出根拠（BOQ）を作成する。
- プロジェクトに関連して、WASAが各地方自治体、公共施設機関及びその他の承認機関から承認を得る際にWASAを支援する。
- プロジェクト概要を含むエンジニアリング設計報告書を作成する。

2) Phase 1 プロジェクトの入札補助

- コントラクター招聘のための最終入札書類を含めて、必要に応じて、最終設計と入札書類をレビューする
- 入札手続き及び関連条件に関し、要求事項を遵守するためにJICAと連携する。
- 各パッケージについてショートリストされたコントラクターへの招聘状を作成し、入札期間中の追加質疑に対して回答する。
- コントラクターから提出された応札書類の評価し入札評価報告書を作成する。
- コントラクターとの契約交渉及び契約成立を支援する。
- 必要があれば、通行権や土地収用に係る支援を行う。
- プロジェクト概要を含む設計報告書の用意
- 以下の内容を含む月例プロジェクト報告書の用意
 - ✓ プロジェクト概要
 - ✓ プロジェクトの進捗状況
 - ✓ 懸案事項
 - ✓ 懸案事項に対する翌月の対応方針
 - ✓ 事業進捗予定の更新

- ✓コントラクターの出来高など、財務に関する事務
- ✓アクションログ

この他、月例報告書には、クライアントから指示された補足事項を含む。なお、月例報告書には重要事項については、簡潔かつ明瞭にその概要をまとめて記述する。

- アクションログ作成の支援

3) Phase 1 プロジェクトの施工監理

建設段階におけるコンサルタントサービスは通常サービスと追加サービスに分類される。

通常サービス

- a) 各パッケージのコントラクター契約が締結されたあと、コンサルタントは FIDIC で定義付けされた“エンジニア”の役割を担うとともに、以下の内容を含む業務管理に責任を持つ。
- 契約条項に準拠して、コントラクターの常駐エンジニアの指名に関して、発注者に助言する。
 - 特記された詳細及び要求基準に沿って、建設や設置が確実になされるようにする。
 - コントラクターが契約をもとに、用意した資機材の検査や試験の必要性について発注者に助言する。また、適用可能なところでは承認されたように発注者に替わってこれらの検査や試験の手配をする。
 - アクションログを作成する。
 - コントラクターの定例進捗会議を手配し指導する。
 - 工期と予算内で工事を終えるという観点より、進捗状況及び全体金額を定期的にモニターし、月例報告書を発注者に提出する。
 - 発注者、近隣の土地所有者、サービス機関、市民機関といった第三者への工事の影響を最少化するために、必要に応じて、計画、調整、連携を図る。
 - 適当な出来高計算シートとともに、コントラクターへの支払承諾書を発行する。
 - コントラクターが確実に工事を実施するように、コントラクターの情報に必要な強化工事スケジュール、さらなるデザイン、図面を作成する。
 - 技術品質保証をISO9001にしたがって用意する。この経費は一般管理費に含まれる。
 - 最適化するために現在の建設工事の改善、変更に関して助言する。
 - 工事の受入れに関連して、工事引き渡しに助言する。
 - 運転・管理要領を用意する（もし要求された場合）
 - 工事完了時に（補強詳細とともに）竣工図を含む維持管理に必要な記録書類を3セットを発注者に提出する。また、製造者マニュアル、推奨される維持管

理スケジュール、適正な維持管理に必要なスペア・リストといった関係書類提出のためにコントラクターを通じて手配させる。

- 訴訟及び仲裁を除いて、発注者とコントラクターの間で生じるかもしれない紛争及び不和の解決を助ける。
- 安全衛生をコントラクターに確実に実行させる。
- 業者から提出された施工図を評価し、コントラクターに適宜修正の指示を出す。
- 維持管理マニュアルを作成する。

b) レポート

- 月例業務報告書

各契約の状況、懸案となっている問題点、発注者の注意を喚起する発生事故を盛り込む。

- 四半期業務報告書

プロジェクトの詳細、直近四半期の進捗、現在のプロジェクト状況、懸案事項、来四半期改訂プログラムに処理すべき事項、財務状況、アクションログ、および発注者が指摘及びまたは財務機関から要望のあった事項を盛り込む。

- 特別業務報告書

コンサルタントは現場の難しさあるいは発生した技術的問題が契約変更によってのみ解決でき、それによって予想外の大きな支出を伴うとき、可及的速やかに特別業務報告書を発注者に提出する。この報告書には提案される問題解決の方法と詳細なコストを含む。

c) JICA と発注者との連携

コンサルタントはプロジェクトの技術的及び財務的事項に関して、手続き上の要求の簡素化のために、発注者と密に協調しつつ、融資機関である JICA との連携を図る。

コンサルタントは、発注者の PMU (Project Management Unit) あるいは発注者から指名された権限を持つ代理人とさらなる連携を図る。この代理人はすべての技術的及び財務的事項の承認に責任を有し、発注者の役割に代わって責任を保証する。

d) 技術移転

コンサルティング・サービス期間中に指名された発注者職員の OJT のために、コンサルタントは発注者の技術及び管理職員に対してポンプ場の維持管理を管理・指導するためのトレーニングプログラムを準備する。

追加サービス

この内容は以下のサービスからなる

a) 工事完了報告書と最終支出計算の作成

工事完了時にコンサルタントは以下の事項を盛り込んだ最終報告書を作成する。

- PMUから指示された内訳に沿った最終工事費の内訳。それには別途支出とその理由の評価を含む。
 - コントラクターから受けたクレームに対する評価
 - 工事内容と導入された技術の記述
 - 工事期間中に引き起こされた重大な技術問題の検討
 - 竣工図
 - 発注者及びJICAから要望されたその他の事項
- b) コンサルタントのエンジニアが工事期間中に契約の下で実施するように要求されることがある業務の成果
- 4) **Phase 2** プロジェクトの下水道・排水施設の詳細設計
- Phase 2** プロジェクトは以下の範囲よりなる。
- 上記「1) **Phase 1** プロジェクトの詳細設計」に記述された業務内容は本コンサルティング・サービスにも適用される。

表 12.10 Phase 2 プロジェクトで建設／設置される施設／機器

Phase 2 (2018-2022)
水道
1. 代替水源のための社会基盤施設整備 1-1: 取水場及び浄水場の建設 1-2: 表流水システムに関連する配水池を含む送配水管網システムの整備 2. 無効水量 (UFW) 及び無収水量 (NRW) の削減 2-1: 全利用者の 40% に水道メータの設置 2-2: パイロット区域外のその他区域における配水管網改善 (Distribution Network Improvement: DNI) の改善 (その他の組織制度対策については「組織制度の改善」を参照)
下水道
1. サウス・エリアの下水管 1-1: Gulberg 及びその周辺地区の下水管きょの敷設 1-2: Peco Road ~ Mohlanwal 下水ポンプ場間の下水管きょの敷設 1-3: Canal 北部エリアの下水管きょの敷設 2. サウス・エリアの下水ポンプ場 2-1: Mohlanwal 下水ポンプ場の新設 2-2: Kattar Bund 下水ポンプ場の新設 2-3: 既存 LMP Block 下水ポンプ場の改善 3. サウス・エリアの下水処理場 3-1: South 下水処理場の建設 4. サウスイースト・エリアの下水管、下水ポンプ場、下水処理場 (パンジャブ州政府が Phase 1 期間中に自己資金を使って何も実施しなかったときには、このコンポーネントは Phase 2 の範囲として考慮する)
Drainage
1. サウスラホールの排水路の新設 1-1: Gulberg Drainage System 1-2: Garden Town & Model Town Drainage System 1-3: Town Ship & Green Town Drainage System 1-4: Industrial Area Drainage System

- 1-5: Raiwind Road Drainage System
- 1-6: Jubillee Town Drainage System
- 1-7: Defense Road Drainage System
- 1-8: Hudiara Drainage System
- 1-9: Multan Road Drainage System
- 1-10: Drainage System North of Lahore Branch Canal
- 1-11: Secondary / Tertiary Drain

2. サウラホールの排水路の改善及びリハビリテーション

- 2-1: Garden Town Drain
- 2-2: College Road Drain
- 2-3: New Industrial Drain III
- 2-4: New Industrial Drain VI
- 2-5: Link Road Drain
- 2-6: Main Industrial Drain
- 2-7: Gulberg Drain

5) ラホール水道システムのマスタープラン策定及びフィージビリティ調査

a) プロジェクトの背景

現在、ラホール水道の水源はすべて地下水に依存している。しかし、過剰汲み上げによる地下水位の降下が続いており、地下水に含まれるヒ素濃度が上昇していることから、これ以上地下水にのみ依存することは難しく、表流水源の確保が安全な給水のために求められている。

本マスタープランは取水場、浄水場、原水・浄水送水管、配水管網、その他地下水と表流水の共同水管理システムに必要なその他の施設を含む表流水水道システムを開発することにある。

b) コンサルティング・サービス

- 地下水及び表流水の水質試験を実施する。
- Ravi川からの表流水取水に係る申請書作成に際して発注者を支援する。
- ラホール水道システムのマスタープランを策定する。
- 必要な土地取得のための用地測量、地形測量及び地質調査を実施する。
- 表流水と地下水の共同水管理システムを構築する。
- 取水場、浄水場、配水池の位置を特定する
- 原水・浄水送水管のルートを特定する。
- 取水場、原水送水管、浄水場、浄水送水管、配水管網、及び高架水槽等の予備設計を行う。
- 水理・容量計算・電力負荷等必要なエンジニアリング計算を行う。
- 配水管網解析を行う。
- Phase 2プロジェクトで実施すべき優先プロジェクトを選定する。
- 優先プロジェクトのフィージビリティ調査を実施する。

3) ラホール水道システムの Phase 2 プロジェクトの詳細設計

Phase 2 プロジェクトにおけるラホール水道システムの施設／機器は、上記「ラホー

ル水道システムのマスタープラン策定」で特定されるが、暫定的に取水場、原水送水管、浄水場、浄水送水管、配水管網、及び高架水槽等を含む。

上記「1) Phase 1 プロジェクトの詳細設計」に記述された業務内容は本コンサルティング・サービスにも適用される。

4) 組織制度の改善に係る調査

[2. 経営方針の明確化とそれに必要な経営指標の把握]

a) 総合的な資産調査の実施及び資産台帳及び図面の作成

- ① WASA の資産管理の現状調査
- ② WASA の総合的資産管理システムの開発
- ③ パイロット区域の選定
- ④ パイロット区域の資産調査の実施
- ⑤ 資産調査結果に基づく総合資産管理システム（案）の評価と改善
- ⑥ WASA スタッフに対する総合資産管理システム（案）及び資産調査に係る研修の実施
- ⑦ 総合資産管理システム（案）に係るマニュアル作成

[3. 無効水量（UFW）及び無収水量（NRW）の削減]

b) 使用者との関連で権利と義務の明確化

- ① 権利と義務に係る現状調査
- ② 権利と義務に係る現状の評価
- ③ 権利と義務に係る新たな提案
- ④ 議論を通して権利と義務に係る新たな提案の改善
- ⑤ Steering Committee における権利と義務に係る最終承認

c) 40%の使用者に各戸メータの設置

- ① 各戸メータ設置の現状調査
- ② 各戸メータ設置の標準図作成
- ③ 入札書類作成と事業費積算
- ④ 各戸メータ設置の調達及び設置工事に係る入札支援
- ⑤ 下請けとなる WASA 指定給水装置工事店に対する WASA の研修支援
- ⑥ 各戸メータ設置工事の施工監理

d) 無収水対策チームの設立

- ① 漏水探知に必要な工具・機器の調査
- ② 入札書類作成と事業費積算
- ③ 漏水探知機器の調達に係る入札支援
- ④ 漏水探知チーム創設の支援
- ⑤ WASA 漏水探知チームに対する研修の実施
- ⑥ 漏水探知マニュアルの作成

- e) 資産調査結果に基づくセントラル・ラホールのパイロット区域における配水管網改善の実施及びその後の WASA 管轄区域全域における配水管網改善計画の策定
- ① パイロット区域の選定
 - ② パイロット区域における全水道施設調査
 - ③ 関連深井戸における送水元メータ及び各戸メータの設置
 - ④ パイロット区域における漏水探知調査の実施
 - ⑤ 送水元メータ及び各戸メータにおける第 1 回計測の実施
 - ⑥ 送水元メータ及び各戸メータにおける第 1 回計測結果と漏水探知調査結果の照合
 - ⑦ 配水管改善計画の策定
 - ⑧ 入札書類作成と事業費積算
 - ⑨ 変更命令の発出勧告
(改善工事完了後)
 - ⑩ 送水元メータ及び各戸メータにおける第 2 回計測の実施
 - ⑪ 配水管改善計画の成果の評価
 - ⑫ 配水管改善計画策定マニュアルの作成
 - ⑬ WASA 職員に対する改善計画策定セミナーの実施
- f) 未払者及び不法接続者に対する厳格な処置及び料金を徴収していない公共栓の段階的廃止
- ① 不履行者及び不法接続者対策の現状調査
 - ② 現行の対策の効果に係る評価
 - ③ 必要があれば、代替案の検討
 - ④ 不履行者及び不法接続者対策に係る提言を含む報告書の作成
 - ⑤ 対策の施行
- g) 検針及び請求書発行業務の民間委託
- ① 一定作業の民間委託に係る現状調査
 - ② WASA の直接検針と検針業務民間委託の比較
 - ③ 検針及び請求業務の民間委託に係る提言を含む報告書の作成
 - ④ WASA 職員に対する検針及び請求業務の民間委託に係るセミナーの実施
 - ⑤ 施行

[4. 人材育成及び組織のスリム化]

- h) 組織再編
- ① WASA 組織の現状調査
 - ② WASA 組織の問題分析
 - ③ 組織再編計画の策定

- ④ WASA IC との議論を通じて組織再編計画の改善
 - ⑤ 組織再編計画の改善に係る提言を含む報告書の作成
 - ⑥ 施行
- i) 人事管理及び人材育成の改善
- ① 人材育成の現状調査
 - ② 人材育成の問題分析
 - ③ 人材育成戦略の策定
 - ④ 総合人材育成プログラムの策定
 - ⑤ WASA IC との議論を通じて戦略及びプログラムの改善
 - ⑥ SC との議論を通じて戦略及びプログラムの最終承認
 - ⑦ 人材育成に係る提言を含む報告書の作成
- j) 一定業務の民間委託
- ① 一定作業の民間委託に係る現状調査
 - ② 委託の可能な業務の抽出と評価
 - ③ WASA IC との議論を通じて委託計画の改善
 - ④ 業務の民間委託に係る提言を含む報告書の作成
 - ⑤ 施行
- k) マネジメント情報システム (Management Information System: MIS) の確立
- ① WASA における MIS を必要とする分野の調査
 - ② MIS で処理すべき分野の必要性和優先度に係る評価
 - ③ MIS システムの設計
 - ④ MIS システムの入札書類作成と事業費積算
 - ⑤ MIS システムの入札に係る支援
 - ⑥ MIS の構築
 - ⑦ 試運転調整
 - ⑧ MIS マニュアル作成
 - ⑨ WASA 職員に対する分野別研修の実施
 - ⑩ MIS の WASA への引き渡し
- l) 維持管理 (Operation and Maintenance: O&M) 機器の購入
- ① Phase 1 プロジェクトに提案されている O&M 機器の現状調査
 - ② Phase 1 プロジェクト O&M 機器の必要性和優先度に係る評価
 - ③ Phase 1 プロジェクト O&M 機器の入札書類作成と事業費積算
 - ④ Phase 1 プロジェクト O&M 機器に係る入札支援
 - ⑤ 試運転調整
 - ⑥ 必要があれば、WASA 職員 に対する研修の実施
 - ⑦ WASA に O&M 機器の引き渡し

[5. 顧客サービスの改善]

m) 顧客満足度調査の定期的実施

- ① もしあれば、他の公共サービスにおける利用者満足度調査の調査
- ② アンケート調査項目の検討
- ③ アンケート調査方法の検討
- ④ アンケート調査用紙の作成
- ⑤ 地元の社会調査会社を使ってのアンケート調査の実施
- ⑥ アンケート調査結果の分析
- ⑦ アンケート調査用紙及び方法の改善
- ⑧ 顧客満足度調査マニュアルの作成
- ⑨ WASA 職員に対するアンケート調査に係るセミナーの実施

n) 苦情処理システムの改善

- ① WASA の苦情システムの現状調査
- ② 苦情情報伝達システムの評価
- ③ MIS を使った新たな苦情処理システムの検討
- ④ 苦情処理システムの設計
- ⑤ MIS に必要なデバイス/機材に係る入札書類の作成及び事業費積算
- ⑥ デバイス/機材の調達に係る入札支援
- ⑦ MIS を使った苦情処理システムの構築
- ⑧ 試運転調整
- ⑨ MIS を使った苦情処理システムマニュアルの作成
- ⑩ WASA 職員に対する研修の実施
- ⑪ 苦情処理システムマニュアルの WASA への引き渡し

o) 顧客に対する支払オプションの拡充

- ① 顧客支払方法の現状調査
- ② 現在利用できる支払方法の検討
- ③ 支払方法の評価
- ④ 支払方法に係る提言を含む報告書の作成
- ⑤ 必要ならば、無人支払機に係る入札書類作成及び事業費積算
- ⑥ 無人支払機に係る入札支援
- ⑦ 無人支払機の設置

p) 広報戦略の策定と実施

- ① WASA における広報の現状調査
- ② その他の可能な広報手段の検討
- ③ 広報手段の評価

- ④ 広報手段に係る提言
- ⑤ 提案された広報手段の実践

[6. 地下水モニタリングと規制]

q) 地下水のモニタリングと規制

- ① 地下水水質のモニタリング
- ② 位置・揚水量・井戸の深さ等に関する地下水利用の現状調査
- ③ セクター別季節別地下水使用量の予測
- ④ 地下水源の評価
- ⑤ Bari Doab 地下水委員会の設立支援
- ⑥ Bari Doab 地下水委員会の運営支援
- ⑦ 地下水の管理及び規制計画案の策定
- ⑧ 地下水に係る定期的モニタリングプログラムの検討及び提案

8) WASA 管轄区域外の水道・下水道・排水施設のマスタープラン策定及びフィージビリティ調査

a) プロジェクトの背景

WASA の管轄区域外では水道・下水道・排水施設の計画・建設は PHED がコミュニティベースで行っており、そのような区域全体をカバーするマスタープランはまだ立てられていない。

現在、WASA がカバーしているラホールの中核区域の発展は、周辺区域の発展をうながし、WASA 管轄区域外においても水道・下水道・排水施設の青写真が求められている。

b) コンサルティング・サービス

- 既存水道・下水道・排水施設に係るデータを収集・整理する。
- 既存水道・下水道・排水施設の現状調査を行う。
- 将来人口及び水需要の予測を行う。
- 水道・下水道・排水システムに係るマスタープランを策定する。
- 必要な土地取得のための用地測量、地形測量及び地質調査を実施する。
- 表流水と地下水の共同水管理システムを構築する。
- 水道・下水道・排水主要施設の位置を特定する
- 配水管・下水管・排水路の主要ルートを特定する
- 水道・下水道・排水主要施設の予備設計を行う。
- 水理・容量計算・電力負荷等必要なエンジニアリング計算を行う。
- 配水管網解析を行う。
- 優先地区における水道・下水道・排水施設に係るフィージビリティ調査を実施する。
- 提案プロジェクトの工事費を積算する。
- WASAの管轄区域外における水道・下水道・排水施設のマスタープランの策定及

びフィージビリティ調査に係る報告書を作成する。

表 12.11 必要なコンサルタント・エンジニアの専門

カテゴリ	要求されるコンサルタント・エンジニア
	プロジェクトマネジャー
Phase 1 水道 詳細設計	水道計画エンジニア, UFW 専門家, 漏水探知専門家, 漏水補修専門家, 管路エンジニア, 建設計画エンジニア, 数量積算専門家, 入札書類専門家, 測量専門家, 水道エンジニア, 水道施工監理エンジニア
Phase 1&2 下水道 詳細設計	下水道計画エンジニア, 構造専門家 I&II, 地質/資材専門家, 機械エンジニア, 電気エンジニア, 建設計画エンジニア, 数量積算専門家, 建築エンジニア, 入札書類専門家, 経済専門家, 環境専門家, 測量専門家, 下水道エンジニア, 下水処理場施工監理エンジニア, 下水管きょ I&II 施工監理エンジニア
Phase 1&2 排水施設 詳細設計	排水計画エンジニア I&II, 構造専門家, 水理専門家, 地質/資材専門家, 建設計画エンジニア, 数量積算専門家, 入札書類専門家, 経済専門家, 環境専門家, 測量専門家, 排水施設施工監理エンジニア
水道マスター プラン策定	浄水エンジニア I&II, 取水場エンジニア, 管路エンジニア, 地質/資材専門家, 機械エンジニア, 電気エンジニア, 建設計画エンジニア, 数量積算専門家, 建築エンジニア, 経済専門家, 環境専門家, 測量専門家,
Phase 2 水道詳細設計	浄水エンジニア I&II, 取水場エンジニア, 管路エンジニア I&II, 構造専門家, 地質/資材専門家, 機械エンジニア, 電気エンジニア, 建設計画エンジニア, 数量積算専門家, 建築エンジニア, 入札書類専門家, 測量専門家
組織制度の改善	組織・制度改善専門家 I&II, 地下水専門家
WASA 管轄区域 外の水道・下水 道・排水施設の M/P 及び F/S	水道計画エンジニア, 下水道計画エンジニア, 排水計画エンジニア, 地質/資材専門家, 機械エンジニア, 電気エンジニア, 建設計画エンジニア, 数量積算専門家, 建築エンジニア, 経済専門家, 環境専門家, 測量専門家

総所要 man-month (M/M)

国際コンサルタント	788 M/M
地元コンサルタント	1,239 M/M
支援スタッフ (技術)	714 M/M
支援スタッフ (管理)	483 M/M

13 Phase 1 プロジェクト施設の概略設計

13.1 下水処理場

13.1.1 設計条件

計画フレーム及び現地実測調査等に基づき、South West WWTP の設計条件を表 13.1 のとおり設定した。

表 13.1 South West WWTP 設計条件

項目	設計条件	備考
(1) 目標年次	2035	
(2) 処理区	セントラルエリア (100.26 km ²)	
(3) 対象人口	3,894,300	
(4) 計画下水量	790,000 m ³ /d (日平均)	323 cfs (日平均)
(5) 設計水質 (BOD ₅)		
流入	250 mg/L	NEQS : 80 mg/L 以下
流出	50 mg/L (除去率 80%以上)	
(6) 用地		
面積	7,300 Kanal (304.4 ha)	取得済み
地盤高 (現状)	+199.0 m	
放流先河川	ラビ川 (既存水路を經由)	
周辺土地利用状況	北側・南側・西側 農地 東側 高速道路	
風向	北西 (夏期) 南東 (冬期)	
気温	平均 14.3 °C	
		最低四半期平均

13.1.2 処理方式

処理方式については、各種方式に対して、経済性の他、機能性、維持管理性、拡張用地の要否等を中心に検討した。経済比較を表 13.2 に示す。

表 13.2 処理方式別コスト比較

(単位: 百万 Rs)

項目	標準活性汚泥法	サージン・デイツ	エアレイット・ラガン	散水ろ床法	安定化池	UASB 法
建設費	16,998	12,239	8,499	11,389	14,397	15,128
用地費	-	-	-	-	1,139	-
維持管理費 (電力費) (30年間)	32,635	41,783	24,482	9,148	0	7,513
維持管理費 (汚泥処分費) (30年間)	2,487	1,872	3,010	2,654	2,180	1,351
コスト合計	52,120 (100%)	55,894 (107%)	35,991 (69%)	23,191 (44%)	17,716 (34%)	23,992 (46%)

数回の技術委員会において、特に維持管理における必要電力や電力費、また安定化池法における拡張用地等を議論した結果、必要な機能を有し、建設・維持管理も比較的容易で、かつ拡張用地も要しない、(高速)散水ろ床法の採用に至った。

また、維持管理の簡素化、維持管理費の低減、用地条件等を勘案し、処理プロセスは、「嫌気性池+散水ろ床+沈殿ラガン」の組合せとした。

13.1.3 施設計画

設計条件、採用処理方式及び用地形状を勘案し、施設計画を行った。処理場配置図を図 13.1 に示す。

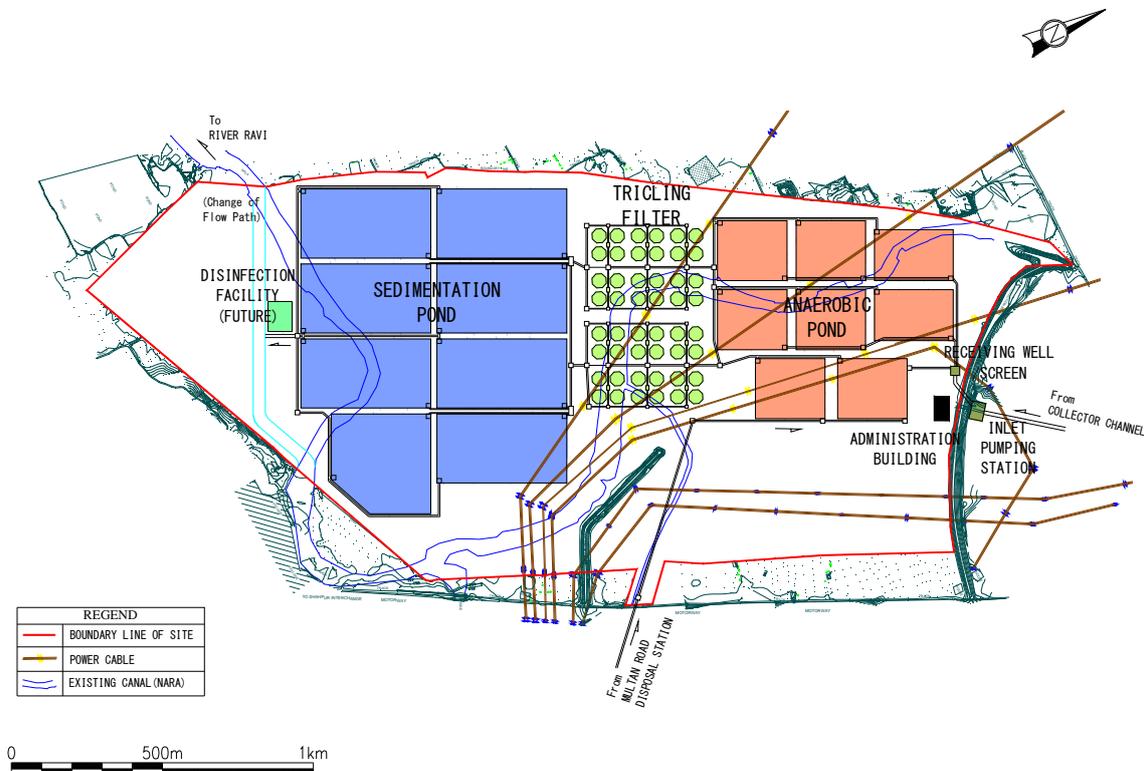


図 13.1 South West WWTP 配置図

13.2 下水幹線と下水遮集路

13.2.1 Larex Colony～New Gulshan-e-Ravi ポンプ場間の下水幹線・枝線

(1) 幹線及び枝線ルート

提案された幹線のルートは Durand Road～Cantonment Drain 沿いの新設下水幹線まで、幹線延長は 26,783 ft (8.16 km)である。また、この幹線に接続される新たな枝線は以下の 7 路線で、総延長は 15,632 ft (4.76 km)である。

- 1) Ghazi Mohalla LS ～ Garhi Shahu Bazar
- 2) Muhammad Nagar LS ～ Garhi Shahu Chowk
- 3) Davis Road
- 4) Empress Road
- 5) Montgomery Road
- 6) Thronton Road ～ Mcleod Road
- 7) Sanda Road

図 13.2 に幹線及び枝線の位置を示す。

(2) 計画流量

WASA の設計基準に則り計算された幹線及び枝線の計画流量を図 13.3 に示す。

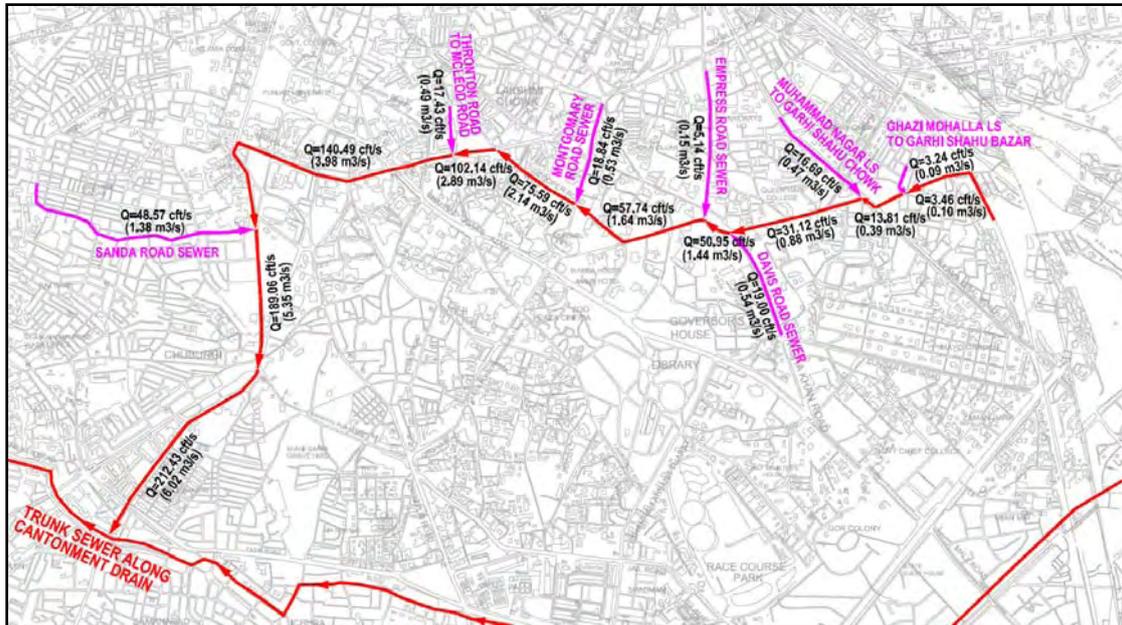


図 13.3 幹線及び枝線の計画流量

(3) 概略設計

WASA の設計基準に則り幹線及び枝線の概略設計を行った。以下に概要を示す。

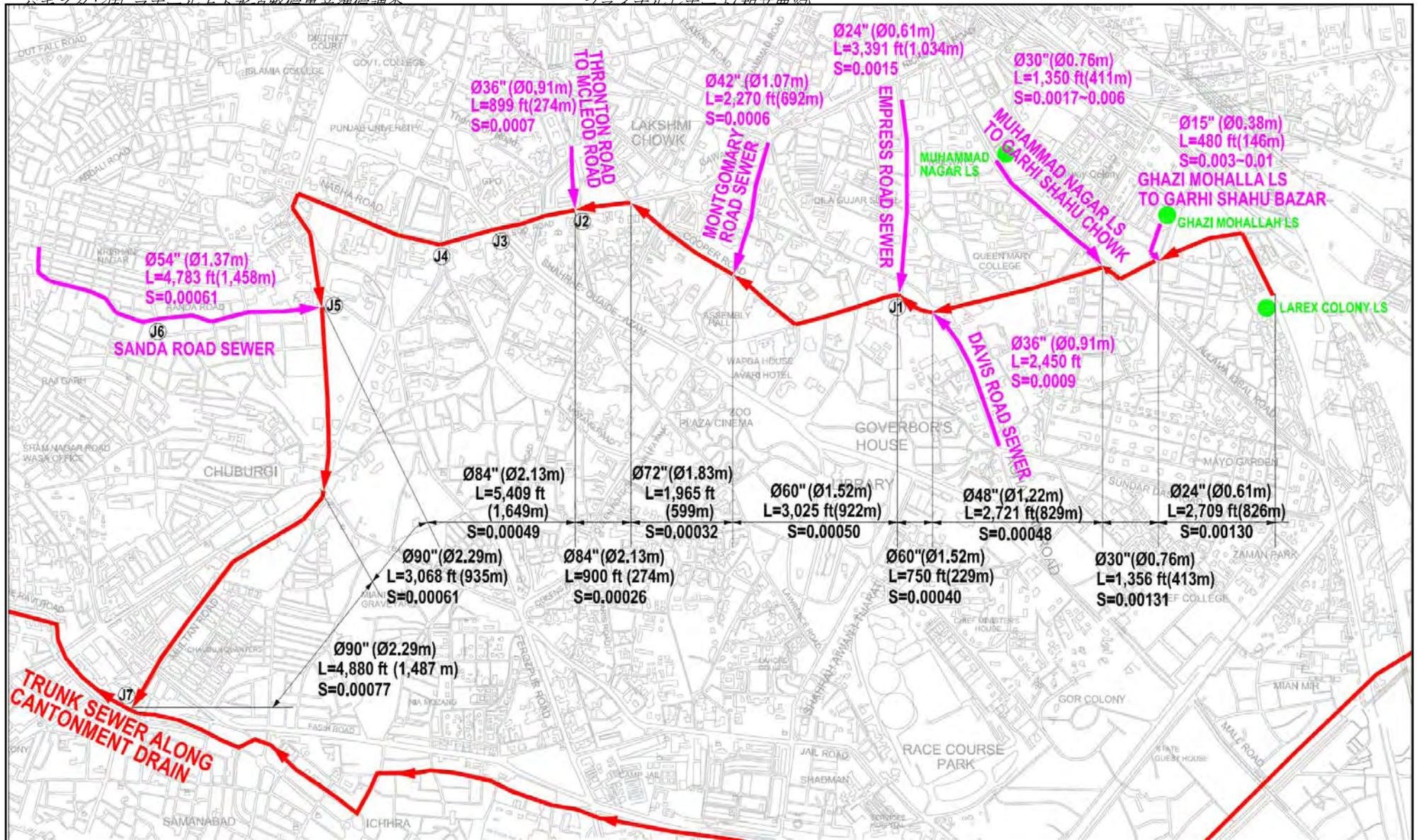
- 新設幹線及び枝線の整備基準（発生下水道量）となる対象年は 2035 年である。
- 幹線及び枝線の管渠材質は鉄筋コンクリート製であり、総延長は 42,415 ft (12.93 km) である。
- 流量計算には Manning 式を用い、粗度係数は WASA 設計基準に則り、鉄筋コンクリート管渠の場合の 0.013 を採用した。
- 幹線は計画流量により異なる断面を有する。幹線管渠の計画諸元を表 13.3 に示す。
- WASA 設計基準に則り、維持管理に必要な箇所、管渠径が変化箇所、管渠の会合する箇所等にマンホールが設置される。幹線及び枝線に設置されるマンホール数を下表に示す。

路線名	マンホール 個数	管径(inches)
下水幹線	139	24" ~ 90" (0.61~2.29m)
下水枝線		
Ghazi Mohalla LS ~ Garhi Shahu Bazar	6	15" (0.38m)
Muhammad Nagar LS ~ Garhi Shahu Chowk	10	30" (0.76m)
Davis Road	14	36" (0.91m)
Empress Road	24	24" (0.61m)
Montgomery Road	13	42" (1.07m)
Thronton Road ~ Mcleod Road	7	36" (0.91m)
Sanda Road	34	54" (1.37m)
計	247	

- Larex Colony、Ghazi Mohallah、Muhammad Nagar の 3 ヶ所の中継ポンプ場が廃止される。各中継ポンプ場の位置を **図 13.4** に示す。
- 本幹線及び枝線は基本的に開削工法で施工されるが、道路交通量の多い箇所、施工スペースの確保が困難な箇所等は推進工法により施工される。本エリアでは 7 ヶ所で推進工法を実施する予定となっており、その位置を **図 13.4** に、またそれぞれの地点での推進延長、推進管径及び適用理由を **表 13.3** に示す。

表 13.3 推進工法諸元

Sr.	推進区間	延長 (ft)	径 (inch)	適用理由
J1	Empress Rd. – Abbot Rd.	150 (46m)	24 (0.61m)	交通量が多い
J2	McLeod Rd. – Hall Rd.	200 (61m)	84 (2.13m)	交通量が多い
J3	McLeod Rd. – Mall Rd.	200 (61m)	84 (2.13m)	交通量が多い
J4	McLeod Rd. – Nabha Rd.	150 (46m)	84 (2.13m)	交通量が多い
J5	Sanda Rd. – Bank Rd.	200 (61m)	54 (1.37m)	交通量が多い
J6	Sanda Rd. – Main Bazar	100 (30m)	54 (1.37m)	交通量が多く、スペースも確保が困難
J7	Multan Rd. – Gulshan Ravi Rd.	200 (61m)	90 (2.29m)	交通量が多い



13-7

図 13.4 提案される幹線及び枝線の計画諸元

13.2.2 Cantonment Drain 沿い下水幹線

(1) 幹線及び枝線ルート

本幹線は Cantonment Drain に沿って敷設され、幹線延長は 42,580 ft (12.98 km)である。

図 13.2 に幹線の位置を示す

(2) 計画流量

WASA の設計基準に則り計算された幹線及び枝線の計画流量を図 13.5 に示す。

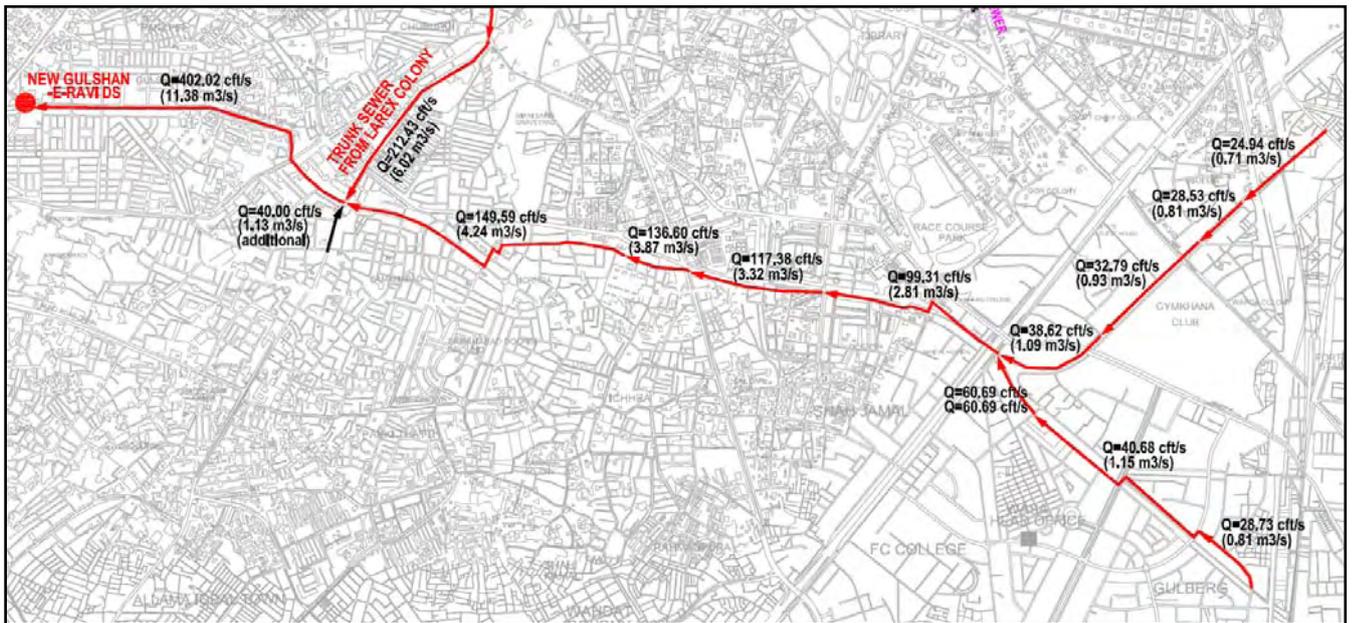


図 13.5 Cantonment Drain 沿い下水幹線の計画流量

(3) 概略設計

WASA の設計基準に則り幹線の概略設計を行った。以下に概要を示す。

- 新設幹線の整備基準となる対象年（発生下水量）は 2035 年である
- 幹線の管渠材質は鉄筋コンクリート製であり、総延長は 42,580 ft (12.98 km)である。
- 流量計算には Manning 式を用い、粗度係数は WASA 設計基準に則り、鉄筋コンクリート管渠の場合の 0.013 を採用した。
- 幹線は計画流量により異なる断面を有する。幹線管渠の計画諸元を図 13.6 に示す。
- WASA 設計基準に則り、維持管理に必要な箇所、管渠径が変化する箇所、管渠の会合する箇所等にマンホールが設置される。本幹線に設置されるマンホール数は 100 ヶ所である。
- 8 ヶ所の中継ポンプ場（A-I Block Gulberg、Gulberg G-Block、Shrif Colony、Infantry Road、Zafar Ali Road、Shadman Colony、Shama Chowk、Rasool Park の各中継ポンプ場）が廃止される。各中継ポンプ場の位置を図 13.6 に示す。
- 本幹線は全線、開削工法で施工される。

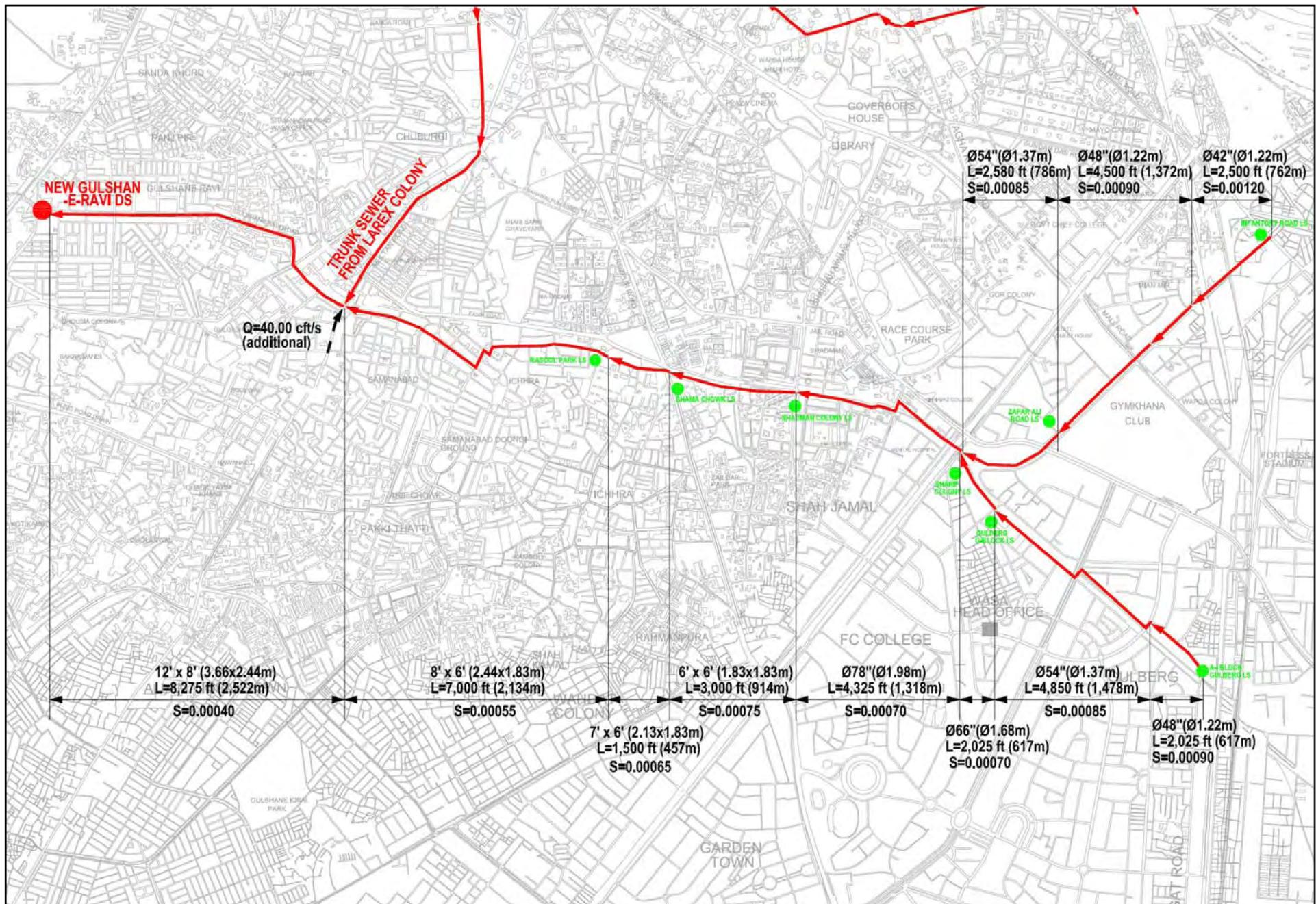


図 13.6 幹線 (Trunk Sewer along Cantonment Drain) の計画諸元

13.2.3 下水遮集路

(1) 下水遮集路のルート

下水遮集路は Chotta Ravi Drain を起点とし、South West 下水処理場までの下水路であり、延長は約 7.39 km である。図 13.7 に下水遮集路の平面図を示す

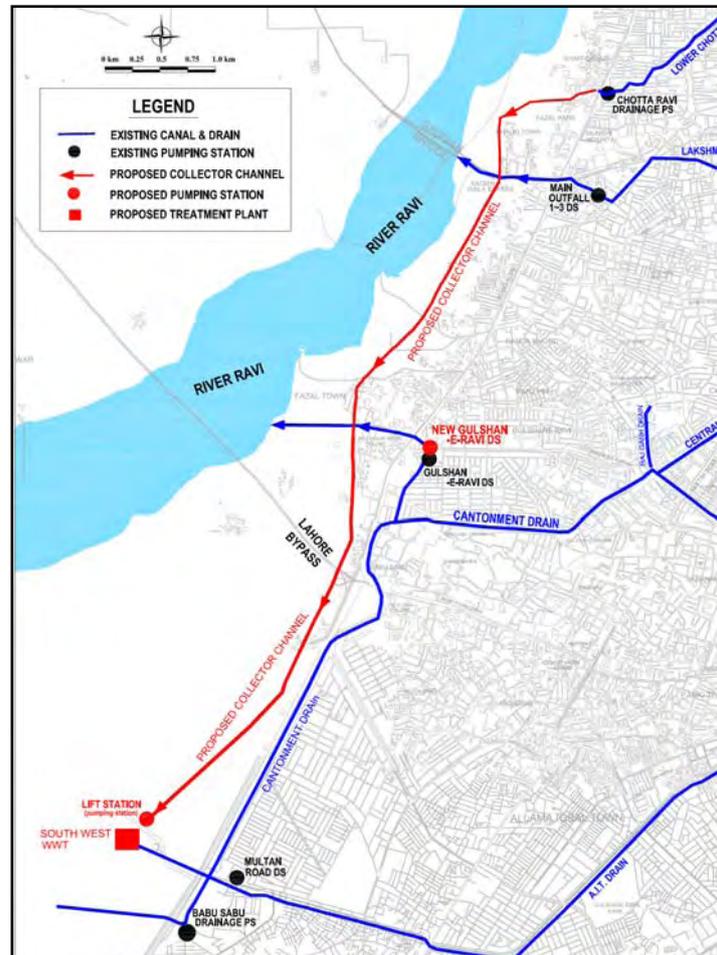


図 13.7 下水遮集路の位置図

(2) 計画流量

下水遮集路は Chotta Ravi 排水ポンプ場、Main Outfall 下水ポンプ場、Gulshan-e-Ravi 下水ポンプ場及び本プロジェクトで提案されている New Gulshan-e-Ravi 下水ポンプ場からの下水を遮集し、South West 下水処理場に下水を運搬する（既存 Gulshan-e-Ravi 下水ポンプ場と New Gulshan-e-Ravi 下水ポンプ場からの下水は同じ放流水路を經由して下水遮集路に流入する）。

Multan Road 下水ポンプ場からの下水は下水遮集路に流入せず、直接 South West 下水処理場に流出される。各ポンプ場からの計画下水排水量を表 13.4 に示す。

表 13.4 各ポンプ場からの計画下水量

ポンプ場	流域面積*1 (km ²)	人口*2 (人)	Average Flow (m ³ /day)	Design Flow (m ³ /s)
Chotta Ravi	5.00	250,000	51,000	1.95
Main Outfall	10.20	510,000	105,000	3.83
Gulshan-e-Ravi	23.00	1,150,000	235,000	15.38
New Gulshan-e-Ravi	20.40	1,020,000	208,000	
Multan Road	29.10	934,838	191,000	6.63
Total	87.70	3,864,838	790,000	27.79

注: *1: New Gulshan-e-Ravi 下水ポンプ場完成後の流域面積

*2: JICA 調査団算定(2035 年時点での人口)

(3) 概略設計

WASA の設計基準に則り概略設計を行った。以下に概要を示す。

- 下水遮集路の整備基準（発生下水量）となる対象年は 2035 年である
- 下水遮集路のための用地は WASA により既に取得済みである（下表参照）。

区間	取得済み用地範囲 (仮設定された中心線からの幅)
From Chotta Ravi to Main Outfall	15.0 ft (4.57m) (幅総計=30 ft (9.14m))
From Main Outfall to Gulshan-e-Ravi	37.5 ft (11.43m) (幅総計=75 ft (22.86m))
Gulshan-e-Ravi to Sta. 0+750	45.0 ft (13.72m) (幅総計=90 ft (27.44m))
Sta. 0+750 to Proposed 流入ポンプ場	50.0 ft (15.24m) (幅総計=100 ft (30.48m))

- 下水遮集路（延長 7.39km）は台形水路で、材質はレンガと鉄筋コンクリートとの複合構造物である。総延長は 42,580 ft (12.98 km) である。
- 流量計算にはマニング式を用い、粗度係数は WASA 設計基準に則り、0.015 を採用した。表 13.5 に下水遮集路にかかる水理計算を示す。

表 13.5 下水遮集路の水理計算

Node		Contributory Population		Design Flow (m ³ /s)	Size (m)		Length (m)	Gradient	Design Capacity	
From	To	Each	Cumulative		Width	Height			Velocity (m/s)	Discharge (m/s)
Chotta Ravi	Main Outfall	250,000	250,000	1.95	3.00	1.80	1,490	4000	0.79	3.80
	↓									
Main Outfall	Gulshan-e-Ravi	510,000	760,000	5.78	5.50	1.80	2,750	4000	0.94	8.40
	↓									
Gulshan-e-Ravi	Lift Station	2,170,000	2,930,000	21.16	10.00	2.20	3,150	3500	1.26	24.80
Multan Road	WWTP	934,838	934,838	6.63	5.00	1.80	300	4000	0.92	7.50
	Total		3,864,838							

- 下水遮集路は計画流量により異なる断面を有する。下水遮集路の計画断面を表 13.5 に示す。
- 下水遮集路の両側には 4m 幅の維持管理用道路を設置する。

13.3 下水ポンプ場

13.3.1 New Gulshan-e-Ravi ポンプ場

(1) ポンプ場建設予定地

既設 Gulshan-e-Ravi 下水ポンプ場用地内には広大な空地があるため、New Gulshan-e-Ravi 下水ポンプ場を同用地内に建設するものとする。ポンプ場の位置を図 13.8 に示す。

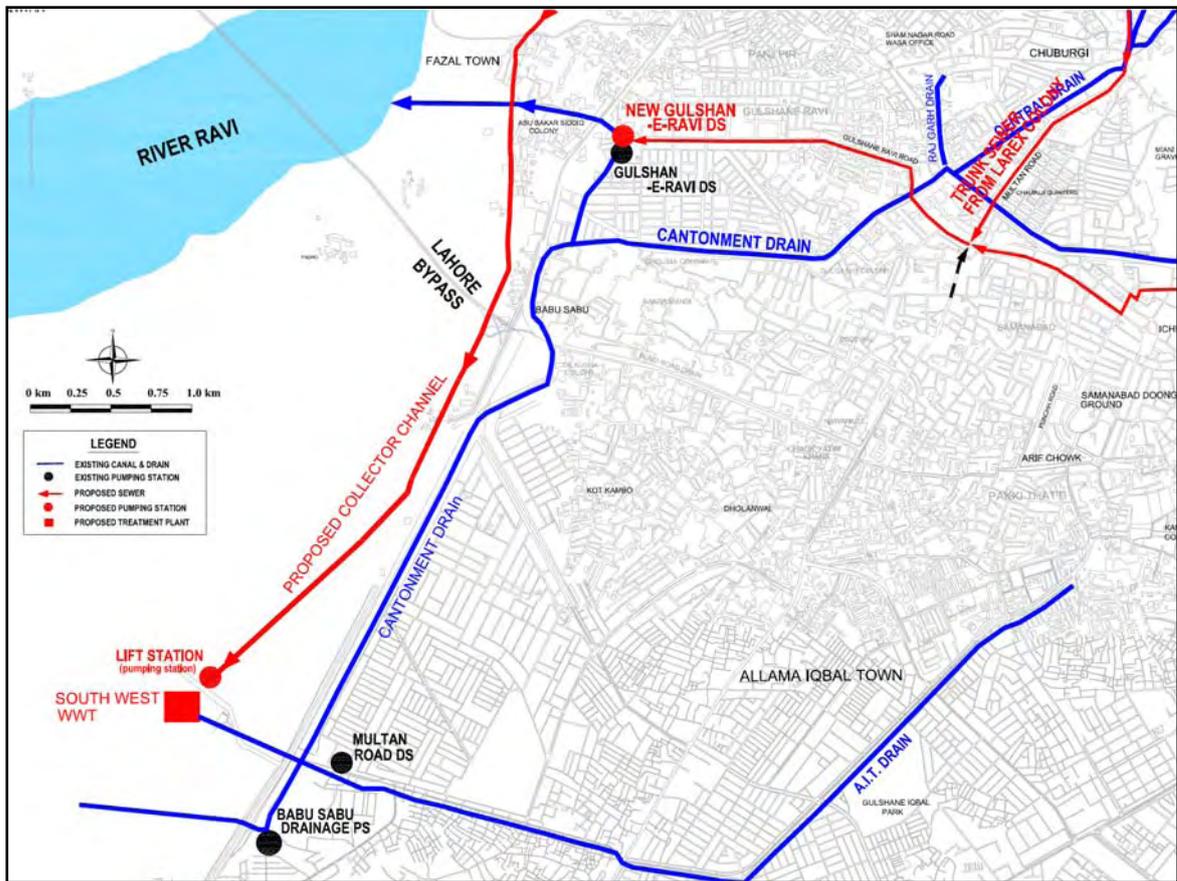


図 13.8 New Gulshan-e-Ravi 下水ポンプ場位置図

(2) 計画ポンプ排水量

新設下水幹線の計画排水量は 400 cfs (11.33 m³/s)である。WASA 設計基準には計画流量の約 30%分の予備ポンプを設置することが望ましいとされている。これに則り、New Gulshan-e-Ravi 下水ポンプ場の計画ポンプ排水量は 520 cfs (14.72 m³/s)と設定した。

(3) 概略設計

前述した通り New Gulshan-e-Ravi 下水ポンプ場は既存 Gulshan-e-Ravi 下水ポンプ場と同じ用地内での建設を予定している。従って、維持管理を考慮すると新設ポンプ場は既設と同形式のポンプ及び周辺装置を設置することが望ましい。新設下水ポンプ場は WASA 設計基準に則り設計された。以下に概要を示す。

- New Gulshan-e-Ravi 下水ポンプ場の平面配置図を **図 13.9** に示す。

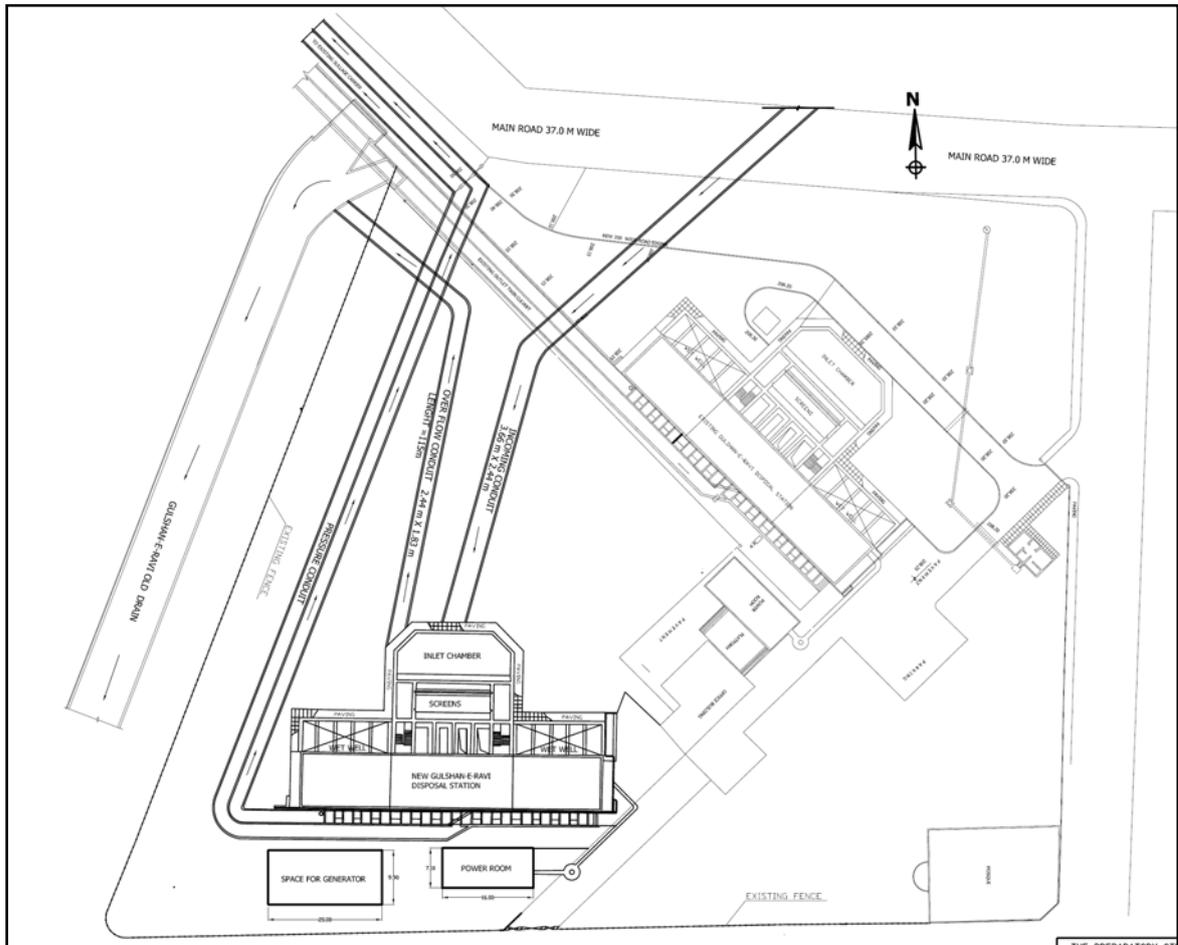


図 13.9 New Gulshan-e-Ravi 下水ポンプ場平面図

- New Gulshan-e-Ravi 下水ポンプ場の計画総排水量は 520 cfs (14.72 m³/s)で、排水能力 40 cfs (1.13 m³/s)のポンプを 13 台設置する。
- ポンプの形式は既設ポンプ場と同様の、立軸渦巻き式ポンプとする。
- 計画流量を超える下水が流入した場合や故障によりポンプが停止した場合の越量用の水路（サイズ 6' x 8'(1.83 x 2.44 m)）を、WASA 設計基準に則り設置する（**図 13.9** 参照）。
- 新ポンプ場からの放流渠は、現在の Gulshan-e-Ravi 下水ポンプ場の放流水路を使用する。但し、流量増加に対応するため、既存水路の高さを約 30cm 高くする必

要がある。

新ポンプ場の基本設計諸元を表 13.6 に示す。

表 13.6 New Gulshan-e-Ravi 下水ポンプ場の計画諸元

ポンプ型式	立軸渦巻き式ポンプ
総排水容量	520 cfs (14.72 m ³ /s)
設置ポンプ台数	13 台 x 40 cfs (1.13 m ³ /s) (13 台中 3 台が予備)
ポンプ径	600 mm
モーター	180 kw
材質	ステンレス鋼
発電機&変圧器	1,000 KVA: 3 基
スクリーン数	4
越流用水路	幅 6'(1.83m) x 高さ 8'(2.44m), 延長: 115 m

13.3.2 流入ポンプ場

(1) ポンプ場建設予定地

下水遮集路の最下流端に建設され、下水遮集路によって流集された下水を South West 下水処理場へ揚水する。ポンプ場用地は WASA により既に取得されている (約 30,000 ft² (2,787 m²))。ポンプ場の位置を図 13.8 に示す。

(2) 計画ポンプ排水容量

新設下水遮集路からの計画流量は 800 cfs (21.16 m³/s) である。WASA 設計基準には計画流量の約 30% 分の予備ポンプを設置することが望ましいとされている。しかしながらこのポンプ場の場合は用地に制限があるため、WASA と協議を行い、約 20% 分の予備ポンプを設置することとした。これより流入ポンプ場の計画ポンプ排水量は 960 cfs (27.18 m³/s) と設定した。

(3) 概略設計

- 流入ポンプ場の計画総排水量は 960 cfs (27.18 m³/s) で、排水能力 80 cfs (2.27 m³/s) のポンプを 12 台設置する。
- 用地に制限があり、また計画流量も多いことを考慮して、ポンプの形式はスクリーン式ポンプとした。
- ポンプ場の設計諸元を表 13.7 に示す。

表 13.7 流入ポンプ場の計画諸元

ポンプ型式	スクリー式ポンプ
総排水量	960 Cfs(27.18 m ³ /s)
設置ポンプ台数	12 台 x 80 cfs (2.27 m ³ /s) (12 台中 2 台が予備)
ポンプ径	2,600 mm
モーター	315 kw
材質	mild steel, epoxy coated
発電機&変圧器	2,000 KVA: 1 基 + 1,500 KVA: 2 基

13.4 排水施設

13.4.1 Central エリアにおける排水システム改善事業

(1) 新設及び改修排水路

現在の排水システムを改善するために、27 の新設排水路と新設二次排水路の建設及び 2 つの既存水路の改修が提案された（下表参照）。

No.	排水路名	No.	排水路名
新設			
1	Central Drain	15	Sodewal Drain
2	Dil Muhammad Road Drain	16	Gulgashat Drain
3	Art Council Drain	17	Nasir Bagh Drain
4	Allama Iqbal Road Drain	18	Mall Road Drain
5	WAPDA House Drain	19	Queens Road Drain
6	Lawrence Road Drain	20	Shahra Awane Tijarat Road Drain
7	Nicholson Road Drain	21	Golf Road Drain
8	Poonch Road Drain	22	Kinnaird Drain
9	Chauburji Drain	23	Shah Jamal Drain
10	New Samanabad Drain	24	Gulshan-e-Ravi Drain
11	Morrhe Samanabad Drain	25	Sanda Road Drain
12	Multan Road Drain	26	Krishan Nagar Drain
13	Almumtaz Road Drain	27	Rewaz Garden Drain
14	Old Bund Road Drain	28	Tertiary Drain
改修			
1	Meclod Road / Lakshmi Drain	2	Governor House Drain

上表、27 の新設排水路と新設二次排水路及び改修予定の 2 つの既存水路の位置を  13.10 に示す。

(2) 計画流量

WASA の設計基準に則り計算された各排水路の計画流量を  13.11 に示す。

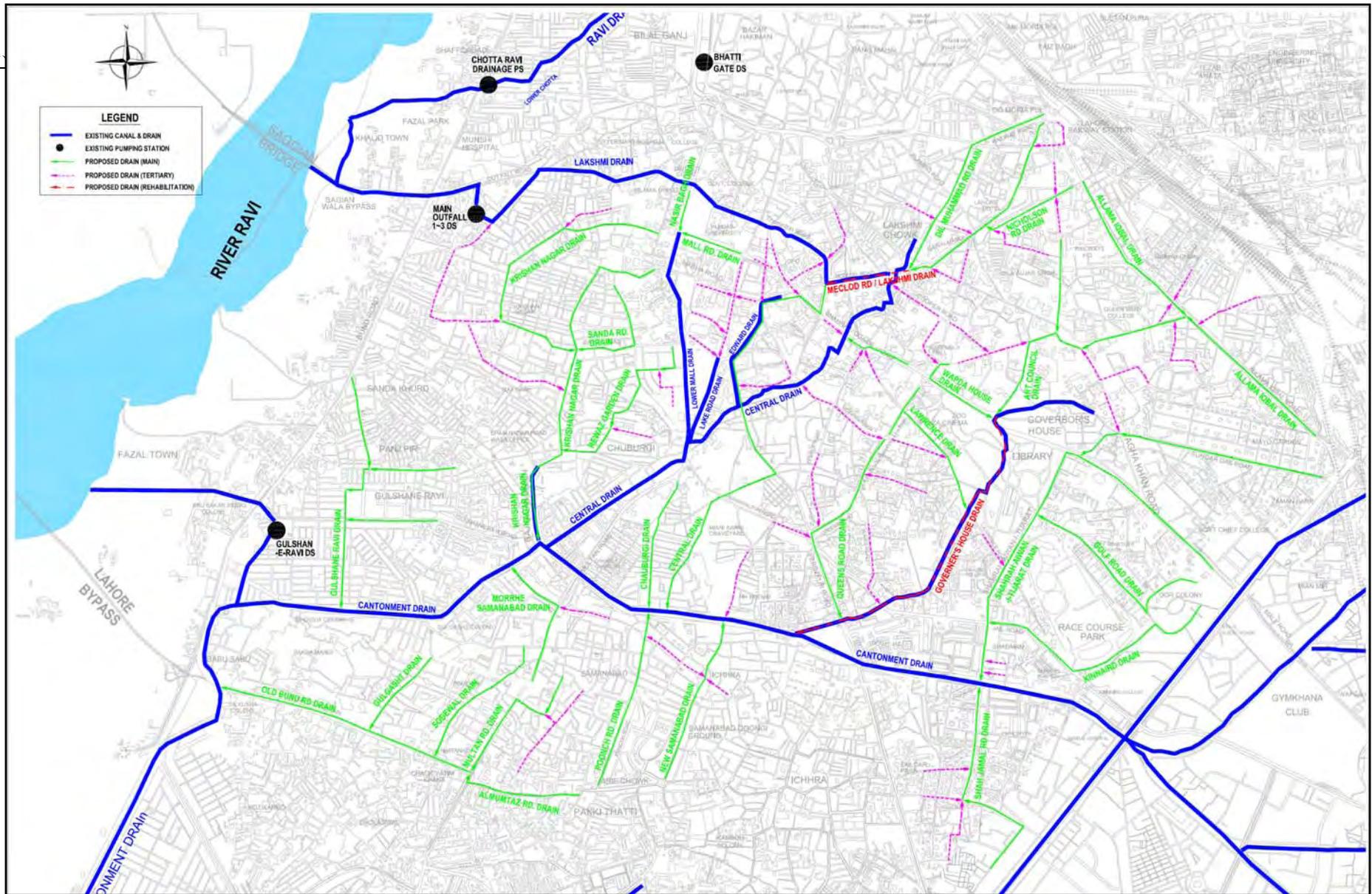


图 13.10 新設排水路及び改修予定排水路位置図

(3) 概略設計

WASA の設計基準に則り排水路の概略設計を行った。以下に概要を示す。

- 新排水路の整備基準（対象確率降雨）は 2 年確率降雨である
- 27 の新設排水路及び二次排水路の総延長はそれぞれ 168,226 ft (51.28 km)、74,646 ft (22.75 km)である。
- 新設排水路は全て矩形で、材質はコンクリート、レンガ積みと鉄筋コンクリートで構成されている。
- 流量計算には Manning 式を用い、粗度係数は WASA 設計基準に則り 0.015 を採用した。
- 幹線は計画流量により異なる断面を有する。幹線管渠の計画諸元を表 13.8 に示す。
- 新設排水路は全て開削工法で施工される。

表 13.8 提案される排水路の計画諸元

No.	排水路 (総延長)	サイズ (幅 x 高さ (ft))	延長 (ft)	勾配
新設排水路				
1	Central Drain (17,600 ft (5,364m))	3.0 x 4.0 (1.22 x 0.91m) 6.0 x 5.0 (1.83 x 1.52m) 10.0 x 6.0 (3.05 x 1.83m) 12.0 x 6.0 (3.66 x 1.83m)	5,100 (1,554m) 500 (152m) 5,500 (1,676m) 6,500 (1,981m)	0.00030 0.00070 0.00017 0.00011
2	Dil Muhammad Road Drain (5,500 ft (1,676m))	3.5 x 3.0 (1.07 x 0.91m) 4.0 x 4.0 (1.22 x 1.22m)	1,000 (305m) 2,500 (762m) 2,000 (610m)	0.0040 0.0036 0.0013
3	Art Councel Drain (2,900 ft (884m))	7.5 x 5.0 (2.29 x 1.52m)	3,500 (1,067m)	0.00065
4	Allama Iqbal Road Drain (13,838 ft (4,218m))	4.0 x 3.0 (1.22 x 0.91m) 4.0 x 4.0 (1.22 x 1.22m) 3.5 x 4.0 (1.07 x 1.22m) 7.5 x 6.0 (2.29 x 1.83m) 3.0 x 3.0 (0.91 x 0.91m)	800 (244m) 500 (152m) 1,000 (305m) 500 (152m) 1,500 (457m) 3,500 (1,067m) 3,538 (1,078m) 2,500 (762m)	0.0025 0.0020 0.0018 0.0009 0.0008 0.0022 0.0003 0.0007
5	WAPDA House Drain (3,110 ft (948m))	3.0 x 3.0 (0.91 x 0.91m)	3,110 (948m)	0.0015
6	Lawrence Road Drain (3,688 ft (1,124m))	3.5 x 3.0 (1.07 x 0.91m)	3,688 (1,124m)	0.0006
7	Nicholson Road Drain (2,463 ft (751m))	3.0 x 3.0 (0.91 x 0.91m)	2,463 (751m)	0.00041
8	Poonch Road Drain (4,838 ft (1,475m))	5.0 x 4.0 (1.52 x 1.22m)	4,838 (1,475m)	0.00028
9	Chauburji Drain (3,548 ft (1,081m))	3.5 x 4.0 (1.07 x 1.22m)	3,548 (1,081m)	0.00036
10	New Samanabad Drain (4,540 ft (1,384m))	4.0 x 4.0 (1.22 x 1.22m) 4.5 x 4.0 (1.37 x 1.22m)	3,106 (947m) 1,434 (437m)	0.00030 0.00032
11	Morrhe Samanabad Drain (3,548 ft (1,081m))	3.5 x 4.0 (1.07 x 1.22m)	3,548 (1,081m)	0.00036
12	Multan Road Drain (4,242 ft (1,293m))	3.5 x 3.0 (1.07 x 0.91m) 4.0 x 4.0 (1.22 x 1.22m)	1,203 (367m) 3,039 (926m)	0.00040 0.00039
13	Almumtaz Road Drain (3,188 ft (972m))	3.5 x 3.0 (1.07 x 0.91m)	3,188 (972m)	0.00040
14	Old Bund Road Drain (6,715 ft (2,047m))	4.5 x 4.0 (1.37 x 1.22m) 5.0 x 4.0 (1.52 x 1.22m)	983 (300m) 1,774 (541m) 3,958 (1,206m)	0.00037 0.00040 0.00045
15	Sodewal Drain (5,038 ft (1,536m))	4.0 x 3.0 (1.22 x 0.91m)	5,038 (1,536m)	0.00036
16	Gulgasht Drain (2,435 ft (742m))	3.5 x 3.0 (1.07 x 0.91m)	2,435 (742m)	0.00042
17	Nasir Bagh Drain (1,100 ft (335m))	3.0 x 3.0 (0.91 x 0.91m)	1,100 (335m)	0.00051
18	Mall Road Drain (1,725 ft (526m))	3.0 x 2.0 (0.91 x 0.61m)	1,725 (526m)	0.0008
19	Queens Road Drain (5,382 ft (1,640m))	4.0 x 5.0 (1.22 x 1.52m)	5,382 (1,640m)	0.00059
20	Shahra Awane Tijarat Road Drain (17,490 ft (5,331m))	4.0 x 3.0 (1.22 x 0.91m) 8.0 x 4.0 (2.44 x 1.22m) 4.0 x 4.0 (1.22 x 1.22m)	815 (248m) 5,462 (1,665m) 6,538 (1,993m) 4,675 (1,425m)	0.0015 0.0013 0.0012 0.0006
21	Golf Road Drain (5,648 ft (1,722m))	3.0 x 3.0 (0.91 x 0.91m) 4.0 x 4.0 (1.22 x 1.22m)	2,148 (655m) 3,500 (1,067m)	0.00045 0.00030
22	Kinnaird Drain (6,690 ft (2,039m))	4.0 x 5.0 (1.22 x 1.52m)	6,690 (2,039m)	0.00036
23	Shah Jamal Drain (5,956 ft (1,815m))	3.0 x 3.0 (0.91 x 0.91m) 4.0 x 3.0 (1.22 x 0.91m) 6.0 x 4.0 (1.83 x 1.22m)	1,794 (547m) 1,640 (500m) 2,522 (769m)	0.00045 0.00058 0.00030
24	Gulshan-e-Ravi Drain (11,413 ft (3,479m))	3.5 x 4.0 (1.07 x 1.22m) 4.5 x 4.0 (1.37 x 1.22m) 10.0 x 5.0 (3.05 x 1.52m) 3.5 x 3.0 (1.07 x 0.91m) 8.0 x 5.0 (2.44 x 1.52m)	2,384 (727m) 1,882 (574m) 2,354 (717m) 2,176 (663m) 2,617 (798m)	0.00035 0.00040 0.00036 0.00040 0.00034
25	Sanda Road Drain (3,579 ft (1,091m))	3.5 x 3.0 (1.07 x 0.91m)	3,579 (1,091m)	0.0004
26	Krishan Nagar Drain (17,021 ft (5,188m))	4.0 x 3.0 (1.22 x 0.91m) 3.0 x 3.0 (0.91 x 0.91m) 4.0 x 4.0 (1.22 x 1.22m) 7.0 x 5.0 (2.13 x 1.52m) 10.0 x 6.0 (3.05 x 1.83m) 12.0 x 6.0 (3.66 x 1.83m)	3,842 (1,171m) 2,679 (817m) 3,000 (914m) 2,000 (610m) 3,000 (914m) 2,500 (762m)	0.00035 0.00060 0.00040 0.00042 0.00030 0.000187
27	Rewaz Garden Drain (5,031 ft (1,533m))	2.0 x 3.0 (0.61 x 0.91m) 3.5 x 4.0 (1.07 x 1.22m)	1,031 (314m) 4,000 (1,219m)	0.00072 0.00035
28	Tertiary Drain (74,646 ft (22,752m))	2.0x2.0~3.0x3.0 (0.61 x 0.61 ~ 0.91 x 0.91m)	-	-
改修				
1	Meclod Road / Lakshmi Drain (2,000 ft (610m))	6.0 x 5.0 (1.83 x 1.52m)	2,000 (610m)	0.0007
2	Governor House Drain (8,435 ft (2,571m))	7.5 x 7.0 (2.29 x 2.13m) 8.0 x 5.0 (2.44 x 1.52m) 10.0 x 6.0 (3.05 x 1.83m)	341 (104m) 2,594 (791m) 5,500 (1,676m)	0.00075 0.00065 0.00036

14 プロジェクトの実施

14.1 Phase 1 プロジェクト・コンポーネントの概要

フェイズ1プロジェクト・コンポーネントの概要を表 14.1 に示す。

表 14.1 Phase 1 プロジェクト・コンポーネントの概要

Phase 1 (2010-2017)	Specifications
水道	
1. 飲料水代替水源のためのマスタープランの策定 1-1: 既存の地下水供給システムと新規の表流水供給システムの統合を含む代替水源及び関連施設を整備するためのマスタープランの策定 1-2: 表流水水利権取得を含む準備活動の実施	(コンサルティング・サービスの水道1参照) 慢性的な地下水位の低下と上昇傾向にある地下水中のヒ素濃度から、今後表流水が給水に不可欠のものとなる。このためには、表流水水利権の確保、マスタープランの策定及び表流水と地下水の共同管理に係る調査にコンサルティング・サービスが必要である。
2. 無効水量 (UFW) 及び無収水量 (NRW) の削減 2-1: 全利用者の40%に水道メータの設置 2-2: すべての深井戸に送水元メータの設置 2-3: アセット調査の実施と WASA 給水区域全域の配水管網改善計画の策定 2-4: センタルラホールの優先地区における配水管網改善の実施 (その他の組織制度対策については「組織制度の改善」を参照)	水道メータ Ø 15mm (typical) × 308,000 units 送水元メータ 1.0 to 2.5 cusec 用深井戸 Ø 8" × 159 units 3.0 to 4.0 cusec 用深井戸 Ø 10" × 233 units 各深井戸設備は圧力計を含む (組織制度の改善 3-4 参照) 詳細設計時に雇用されるコンサルタントは、アセット調査を行い、パイロット区域の調査結果に基づいて、配水管網改善計画を策定する。 (未定) 詳細設計時のパイロット地区での調査結果に基づく。 1) UFW の高い Town を優先する。 2) 漏水が見られる水道管は新しいものに取り替える。 3) 敷設年度が古いものほど漏水の多いことがはっきりすれば、古い水道管が優先的に取り替えられる。
3. 水質の改善 3-1: すべての深井戸に塩素注入装置の設置 (一定の UFW 削減対策はまた水質改善にも関わっている)	各深井戸について 貯留タンク付き薬品注入ポンプ (10 liter/hr x 10 bar) x 342 units
4. 維持管理 (O&M) 機器の調達 4-1: 浚渫設備 4-2: 水道設備及び下水管清掃設備 (車両) 4-3: 水道メータ補修ワークショップ設備 4-4: 水質分析機器 4-5: 従業員輸送用車両	(Appendix 10.8 参照)

4-6: オンサイト計量機器	
下水道	
1. センタル・エリアと South West 下水処理場を結ぶ下水管	
1-1: Larex Colony ~ Gulshan-e-Ravi 下水ポンプ場間の下水幹線の敷設	Ø 24" – 90" × 34,766 ft
1-2: Larex Colony ~ Gulshan-e-Ravi 下水ポンプ場間の枝線の敷設	Ø 15" – 54" × 15,632 ft
1-3: Cantonment Drain 沿い下水幹線の敷設	Ø 42" – 78" × 22,805 ft 6.0 ft W x 6.0 ft H x 3,000 ft 7.0 ft W x 6.0 ft H x 1,500 ft 8.0 ft W x 6.0 ft H x 7,000 ft 12.0 ft W x 8.0 ft H x 8,275ft
2. センタル・エリアと South West 下水処理場を結ぶ下水ポンプ場	
2-1: New Gulshan-e-Ravi 下水ポンプ場の建設	Volute pimps : 13 units (including 3 units as standby) 40 cusecs
3. センタル・エリアを対象とする South West 下水処理場	
3-1 : 下水遮集路の建設	3.0 m W x 1.8 m H x 1,490 m 5.5 m W x 1.8 m H x 2,750 m 10.0 m W x 2.2 m H x 3,150 m
3-2 : 流入ポンプ場の建設	Screw Punmps : 12 units (including 2 units as standby) Q = 80 cusecs
3-3: South West 下水処理場の建設	Q = 323 cusecs (790,000 m ³ /day) Anaerobic ponds + Trickling filters + Sedimentation ponds
排水	
1. センタルラホールの排水路の新設	
Package A	
1-1: Central Drain	3.0 - 12.0 ft W x 4.0 - 6.0 ft H x 17,600 ft
1-2: Dil Muhammad Road Drain	3.5 - 4.0 ft W x 3.0 - 4.0 ft H x 5,500 ft
1-3: Art Council Drain	7.5 ft W x 5.0 ft H x 2,900 ft
1-4: Allama Iqbal Road Drain	3.0 – 7.5 ft W x 3.0 - 6.0 ft H x 13,838 ft
1-5: WAPDA House Drain	3.0 ft W x 3.0 ft H x 3,110 ft
1-6: Lawrence Road Drain	3.5 ft W x 3.0 ft H x 3,688 ft
1-7: Nicholson Road Drain	3.0 ft W x 3.0 ft H x 2,463 ft
1-8: Poonch Road Drain	5.0 ft W x 4.0 ft H x 4,838 ft
1-9: Chauburji Drain	3.5 ft W x 4.0 ft H x 3,548 ft
1-10: New Samanabad Drain	4.0 – 4.5 ft W x 4.0 ft H x 4,540 ft
1-11: Morrhe Samanabad Drain	3.5 ft W x 4.0 ft H x 3,548 ft
1-12: Multan Road Drain	3.5 – 4.0 ft W x 3.0 - 4.0 ft H x 4,242 ft
1-13: Almumtaz Road Drain	3.5 ft W x 3.0 ft H x 3,188 ft
1-14: Old Bund Road Drain	4.5 – 5.0 ft W x 4.0 ft H x 6,715 ft
1-15: Sodewal Drain	4.0 ft W x 3.0 ft H x 5,038 ft
1-16: Gulgasht Drain	3.5 ft W x 3.0 ft H x 2,435 ft
1-17: Nasir Bagh Drain	3.0 ft W x 3.0 ft H x 1,100 ft
1-18: Mall Road Drain	3.0 ft W x 2.0 ft H x 1,725 ft
Package B	
1-19: Queens Road Drain	4.0 ft W x 5.0 ft H x 5,382 ft
1-20: Shahra Awane Tijarat Road Drain	4.0 – 8.0 ft W x 3.0 - 4.0 ft H x 17,490 ft
1-21: Golf Road Drain	3.0 – 4.0 ft W x 3.0 - 4.0 ft H x 5,648 ft
1-22: Kinnaird Drain	4.0 ft W x 5.0 ft H x 6,690 ft

1-23: Shah Jamal Drain 1-24: Gulshan-e-Ravi Drain 1-25: Sanda Road Drain 1-26: Krishan Nagar Drain 1-27: Rewaz Garden Drain 1-28: Tertiary Drain	3.0 – 6.0 ft W x 3.0 - 4.0 ft H x 5,956 ft 3.0 – 10.0 ft W x 3.0 - 5.0 ft H x 11,413 ft 3.5 ft W x 3.0 ft H x 3,579 ft 3.0 – 12.0 ft W x 3.0 - 6.0 ft H x 17,021 ft 2.0 – 3.5 ft W x 3.0 - 4.0 ft H x 5,031 ft 2.0 – 3.0 ft W x 2.0 - 3.0 ft H x 74,646 ft
2. セントラルラホールの排水路の改善及びリハビリテーション Package A 2-1: Governor House Drain、Meclod Road Drain/Lakshmi Drain の改善及びリハビリテーション	6.0 ft W x 5.0 ft H x 2,000 ft 7.5 – 10.0 ft W x 5.0 - 7.0 ft H x 8,435 ft
組織制度の改善	
2. 経営方針の明確化とそれに必要な経営指標の把握 2-3: 総合的な資産調査の実施及び資産台帳及び図面の作成	コンサルタント会社により支援
3. 無効水量 (UFW) 及び無収水量 (NRW) の削減 3-2 40%の使用者に各戸メータの設置 3-3 無収水対策チームの設立 3-4 資産調査結果に基づくセントラル・ラホールのパイロット区域における配水管網改善の実施及び引き続き WASA 管轄区域全域における配水管網改善計画の策定 3-5 不払者及び不法接続者に対する厳格な処置及び料金を徴収していない公共栓の段階的廃止 3-6 検針及び請求書発行業務の民間委託	水道 2-1 参照、コンサルタント会社により支援 コンサルタント会社により支援 水道 2-3 参照、コンサルタント会社により支援 コンサルタント会社により支援 コンサルタント会社により支援
4. 人材育成及び組織のスリム化 4-1 組織再編 4-2 人事管理および人材育成の改善 4-3 一定業務の民間委託 4-4 マネジメント情報システム (Management Information System: MIS) の確立 4-5 維持管理 (Operation and Maintenance: O&M) 機器の購入	コンサルタント会社により支援 コンサルタント会社により支援 コンサルタント会社により支援 個人コンサルタントにより支援 個人コンサルタントにより支援
5. 顧客サービスの改善 5-2 顧客調査の定期的実施 5-3 苦情処理システムの改善 5-4 顧客に対する支払オプションの拡充 5-5 広報戦略の策定と実施	コンサルタント会社により支援 個人コンサルタントにより支援 コンサルタント会社により支援 コンサルタント会社により支援
6. 地下水モニタリングと規制 6-1 地下水の水質及び水量の追跡調査分析 6-2 地下水委員会の設立 6-3 地下水の管理及び規制計画の策定 6-4 地下水の定期的モニタリングの確立	コンサルタント会社により支援
コンサルティング・サービス	
1) Phase 1 プロジェクトの詳細設計 2) Phase 1 プロジェクトの入札補助 3) Phase 1 プロジェクトの施工監理 4) Phase 2 プロジェクトの下水道・排水施設の	

<p>詳細設計</p> <p>5) ラホール水道システムのマスタープラン策定及びフィージビリティ調査</p> <p>6) ラホール水道システムの Phase 2 プロジェクトの詳細設計</p> <p>7) 組織制度の改善に係る調査</p> <p>8) WASA 管轄区域外の水道・下水道・排水施設のマスタープラン策定及びフィージビリティ調査</p>	
--	--

14.2 積算条件と仮定

以下の条件と仮定の下で積算を行った

14.2.1 建設費の積算

(1) 適格部分

1) 為替レート

- 基準年： 2009 年 9 月
- 為替レート： US\$ 1 = JY 92.53
Rs. 1 = JY1.26

(東京三菱 UFJ 銀行における平均 TTS)

2) 建設費

現地で利用可能な資機材、労務者、建設工事単価は Punjab 州作成の“Market Rate for the year 2009 Third Quarter (July-September), Lahore etc.”に拠る。

3) コンサルティング・サービス

コンサルティング・サービス費は人月表に基づいて積算

4) 予備費

予備費は直接工事費の 5%を計上

5) 価格予備費

- 外貨： 年率 2.6 %
- 内貨： 年率 3.6%

(2) 非適格部分

1) 関税

関税は “Custom Tariff [2009-2010]” available at the official website of FBR (Federal Board of Revenue, Government of Pakistan) に準拠

コンサルティング・サービスに係る関税は Chapter 98.15 of the “Pakistan Custom

Tariff”に基づいてコンサルタント費に 16%を適用

2) 消費税及び特別連邦間接税

- 消費税： 16%
- 特別連邦間接税： 1%

消費税及び特別連邦間接税は次式により計算

- 消費税= (Net value + 関税) x 0.16
- 特別連邦間接税= (Net value +関税) x 0.01

(3) コミットメント・チャージ

借款契約が発効して以降のコミットメント・チャージは使われていない借款残高に年率 0.1% を掛けて算出

(4) 建中金利

建中金利はカテゴリ別に次式により算出

- 下水道及び排水施設： 建中金利 = 直接工事費 × 0.65% × 10 年
- 水道及び組織改善： 建中金利 = 直接工事費 × 1.40% × 10 年
- コンサルティング・サービス： 建中金利 = 直接工事費 × 0.01% × 10 年

14.2.2 予想維持管理費

(1) 耐用年数

耐用年数は以下の通り。

- コンクリート構造物： 40 years
- ポンプ： 15 years
- 水道メータ： 8 years
- 機械設備： 15 years
- 電気設備： 20 years

(2) 電力費 (Rs./year)

$$\text{電力費} = \text{電力消費量 (kWh/day)} \times 8 \text{ (Rs./kWh)} \times 365 \text{ (day/year)}$$

(3) 人件費 (Rs./year)

$$\text{人件費} = \text{所要 M/M} \times \text{Monthly rate (Rs./month)} \times 12 \text{ (month/year)}$$

(4) 補修費 (Rs./year)

$$\text{補修費} = [(\text{電力費}) + (\text{人件費})] \times 0.01$$

14.3 建設費

14.3.1 Phase 1 プロジェクトの建設費

全てのコンポーネント対象時の Phase 1 プロジェクト建設費を表 14.2 に示す。

14.3.2 Phase 1 プロジェクトのオプション

提案プロジェクトの総額はコンサルティングサービスを含めて 371 億円である。コンポーネントの優先順位に係る考え方は以下の通りである。

- (1) 下水処理場は段階的施工が可能であり、実際の建設は、例えば最終処理能力の 1/4 規模からスタートして、流入下水量の増大に合わせて拡張が行われて最終処理能力に至るとというのが一般的である。この場合、スタッフが下水処理場の維持管理及び水質分析に習熟し、所要人員及び維持管理費データを得てから、次の拡張に向かうため、失敗の可能性は少なく、あつたとしても被害は最小限に食い止められるというメリットがある。

ラホールでは 1990 年代前半に下水処理場の建設が真剣に考えられ、用地取得まで行われたものの処理場建設の資金手当てがつかず、今日まで放置されてきた。一方で、ラホールの人口及び産業の発展に対処するため下水の排除にはそれなりの投資がなされ、それらは下水ポンプ場に導かれて公共用水域に排出されてきた。このために、建設される下水処理場はポンプ場から排出される下水を集めるだけで処理できるため、当初から大規模施設が要求される状況になっている。提案されている South West WWTP は 790,000 m³/day というラホールでも最大規模の処理能力が求められている。当初からこのような規模の処理場建設というのは諸外国でも例をみない。しかも、下水処理場建設は WASA にとっても初めての経験であり、O&M の知識も皆無に近い状況で、最初から総計画処理能力で建設を開始するのは極めてリスクが高いといえる。このため先ず総計画処理能力の 1/4 あるいは 1/2 規模からスタートして維持管理の経験を積み重ねてから、次の段階に進むという段階的施工のアプローチには十分な合理性がある。

- (2) プロジェクト・コンポーネントの優先順位を、関係機関で協議する必要がある。Chief Minister's Office 及び WASA は、①下水・排水管網整備、②South West WWTP + 下水遮集路、と考えており、HUD&PHED 及び P&DD は South West WWTP を第一優先順位に置いている。
- (3) South West WWTP が処理機能を発揮するためには、下水の流入を確保する必要がある。このためには、South West WWTP と下水遮集路の建設及び既存ポンプ場と下水遮集路の接続は同時に実施すべきである。

- (4) Central エリアの下水管・排水施設の建設は、Cantonment Drain に接続されていた下水管を切り離して、Cantonment Drain 沿いに新たに敷設される下水幹線に接続し直して新設の Gulshan-e-Ravi に導き、その代わりに新たに建設する排水施設を Cantonment Drain にはけるようにするという、汚水と雨水の分離に関して相互補完の関係にある。よって、下水及び排水施設の整備は、同時に実施すべきである。

South West WWTP を 2 系列で計画し、1 系列を Phase 1 でもう 1 系列を引き続き Phase 2 で建設すると仮定したときの建設費をオプション 1 として表 14.3 (WWTP は全体計画の 1/2 規模) に示す。表 14.4 はオプション 2 として WWTP を除く全てのコンポーネントを建設したときの建設費を示す。

14.4 維持管理費

維持管理費を表 14.5、表 14.6、表 14.7 に示す。

表 14.5 維持管理費 (フル・コンポーネント)

(Unit: Rs. Thousand)

年	水道施設	下水管 下水遮集路	下水 ポンプ場	下水処理場*	排水	O&M 機器	計
2016	10,288	9,932	103,902	449,784	56,036	22,571	652,514
2017	10,474	10,053	105,083	455,091	56,717	22,845	660,263
2018	10,660	10,175	106,382	460,397	57,406	23,122	668,142
2019	10,846	10,299	107,563	465,704	58,103	23,403	675,917
2020	11,031	10,424	108,743	471,011	58,809	23,687	683,706
2021	11,217	10,551	110,042	476,318	59,523	23,975	691,626
2022	11,330	10,679	110,751	479,424	60,246	24,266	696,696
2023	11,443	10,809	111,459	482,531	60,978	24,561	701,781
2024	11,556	10,940	112,167	485,637	61,719	24,859	706,879
2025	11,669	11,073	112,876	488,743	62,469	25,161	711,992
2026	11,782	11,207	113,584	491,850	63,228	25,467	717,119
2027	11,868	11,343	114,057	494,050	63,996	25,776	721,090
2028	11,954	11,481	114,647	496,251	64,773	26,089	725,194
2029	12,039	11,620	115,119	498,451	65,560	26,406	729,195
2030	12,125	11,761	115,592	500,651	66,356	26,727	733,212
2031	12,210	11,904	116,182	502,852	67,162	27,052	737,362
2032	12,267	12,049	116,536	504,534	67,978	27,381	740,745
2033	12,323	12,195	116,890	506,217	68,804	27,714	744,144
2034	12,380	12,343	117,245	507,900	69,640	28,051	747,558
2035	12,493	12,493	118,071	511,265	70,486	28,392	753,200

* 下水処理場流入ポンプ場を含む

表 14.6 維持管理費 (オプション1)

(Unit: Rs. Thousand)

年	水道施設	下水管 下水遮集路	下水 ポンプ場	下水処理場*	排水	O&M 機器	計
2016	10,288	9,932	103,902	230,133	36,237	22,571	413,064
2017	10,474	10,053	105,083	231,491	36,677	22,845	416,623
2018	10,660	10,175	106,382	232,848	37,122	23,122	420,309
2019	10,846	10,299	107,563	234,206	37,573	23,403	423,889
2020	11,031	10,424	108,743	235,563	38,029	23,687	427,478
2021	11,217	10,551	110,042	243,709	38,491	23,975	437,985
2022	11,330	10,679	110,751	244,504	38,959	24,266	440,489
2023	11,443	10,809	111,459	245,299	39,432	24,561	443,003
2024	11,556	10,940	112,167	246,093	39,911	24,859	445,527
2025	11,669	11,073	112,876	246,888	40,396	25,161	448,063
2026	11,782	11,207	113,584	251,656	40,887	25,467	454,584
2027	11,868	11,343	114,057	252,219	41,384	25,776	456,647
2028	11,954	11,481	114,647	252,782	41,887	26,089	458,840
2029	12,039	11,620	115,119	253,345	42,396	26,406	460,925
2030	12,125	11,761	115,592	253,908	42,911	26,727	463,023
2031	12,210	11,904	116,182	257,285	43,432	27,052	468,066
2032	12,267	12,049	116,536	257,716	43,960	27,381	469,909
2033	12,323	12,195	116,890	258,146	44,494	27,714	471,763
2034	12,380	12,343	117,245	258,577	45,034	28,051	473,629
2035	12,493	12,493	118,071	261,590	45,581	28,392	478,620

* 下水処理場流入ポンプ場を含む

表 14.7 維持管理費 (オプション2)

(Unit: Rs. Thousand)

年	水道施設	下水管 下水遮集路	下水 ポンプ場	下水処理場*	排水	O&M 機器	計
2016	10,288	9,932	103,902	0	40,437	22,571	187,131
2017	10,474	10,053	105,083	0	40,928	22,845	189,383
2018	10,660	10,175	106,382	0	41,425	23,122	191,764
2019	10,846	10,299	107,563	0	41,928	23,403	194,038
2020	11,031	10,424	108,743	0	42,437	23,687	196,323
2021	11,217	10,551	110,042	0	42,952	23,975	198,737
2022	11,330	10,679	110,751	0	43,474	24,266	200,500
2023	11,443	10,809	111,459	0	44,002	24,561	202,274
2024	11,556	10,940	112,167	0	44,536	24,859	204,059
2025	11,669	11,073	112,876	0	45,077	25,161	205,856
2026	11,782	11,207	113,584	0	45,624	25,467	207,665
2027	11,868	11,343	114,057	0	46,178	25,776	209,222
2028	11,954	11,481	114,647	0	46,739	26,089	210,909
2029	12,039	11,620	115,119	0	47,307	26,406	212,491
2030	12,125	11,761	115,592	0	47,882	26,727	214,086
2031	12,210	11,904	116,182	0	48,464	27,052	215,812
2032	12,267	12,049	116,536	0	49,053	27,381	217,286
2033	12,323	12,195	116,890	0	49,649	27,714	218,772
2034	12,380	12,343	117,245	0	50,252	28,051	220,270
2035	12,493	12,493	118,071	0	50,862	28,392	222,311

* 下水処理場流入ポンプ場を含む

14.5 コスト縮減

本調査において精査したコスト縮減項目を表 14.8 に示す。

表 14.8 コスト縮減

No.	コスト縮減項目	縮減コスト (Rs. Million)	
		直接費	事業費
(1)	下水処理方式によるコスト縮減	5,609	8,500
(2)	下水処理場流入ポンプ場ポンプ型式によるコスト縮減	948	1,444
(3)	深井戸送水元メータによるコスト縮減	916	1,403
(4)	コスト縮減後の総コスト		40,860
(5)	コスト縮減前の総コスト = (1)+(2)+(3)+(4)		52,207
縮減率 = [(5) - (4)] / (5)			22.5%

注) 事業費 = 直接費 + コンサルティング・サービス + 非適格部分 + 建中金利 + コミッション・チャージ

施設の目的、WASA 職員の維持管理能力、設備の調達の上易さ等を考えて、以下の項目についてコスト削減を精査した。

(1) 下水処理場処理方式の検討

下水処理場処理方式については活性汚泥法と散水ろ床法を検討した。検討の詳細は **13.3** に記述している。

活性汚泥法：	Rs.16,998 million
散水ろ床法：	Rs.11,389 million
コスト削減額：	16,998 - 11,389 = Rs.5,609 million

(2) Lift Station の検討

Lift Station については、立軸渦巻き式ポンプとスクリープ式ポンプを検討した。

立軸渦巻き式ポンプ：

単価 Rs.1.37 million / cusec

(New Gulshan-e-Ravi ポンプ場の積算参照)

Rs.1.37 million/cusec × 80 cusec × 13 基 = Rs.1,424.8 million

スクリープポンプ：

Rs.476.8 million

コスト削減額： 1,424.8 - 476.8 = Rs.948 million

(3) 深井戸送水元メータ

深井戸送水元メータについては、電磁式流量計と Waltman 流量計を検討した。

電磁式流量計： (159+233) 台 × Rs.3,000,000 = Rs.1,176 million

Waltman 流量計： Rs.260 million

コスト削減額： 1,176 - 260 = Rs.916 million

14.6 入札方式

14.6.1 WASA における通常の入札方式

WASA はパンジャブ州調達監督庁が 2009 年 10 月 2 日に定めた **図 14.1** に示す「パンジャブ州調達ルール」に乗っ取っている。この調達手続は契約金額による区分を除くと JICA のものと矛盾はない。

WASA では通常の建設工事は担当部署で設計と積算が行われて、調達在庫管理担当の DIR. (P&S) に回され、入札書類が作成されて入札が執行される。機材調達の場合は DIR. (P&S) で直接入札書類が作成される。

関係部局の職員数は以下の通り（その他の部局については **図 6.2** 参照）

DIR(P&S) : 40 名

DIR. CONST-1 : 29 名
 DIR. CONST-2 : 33 名

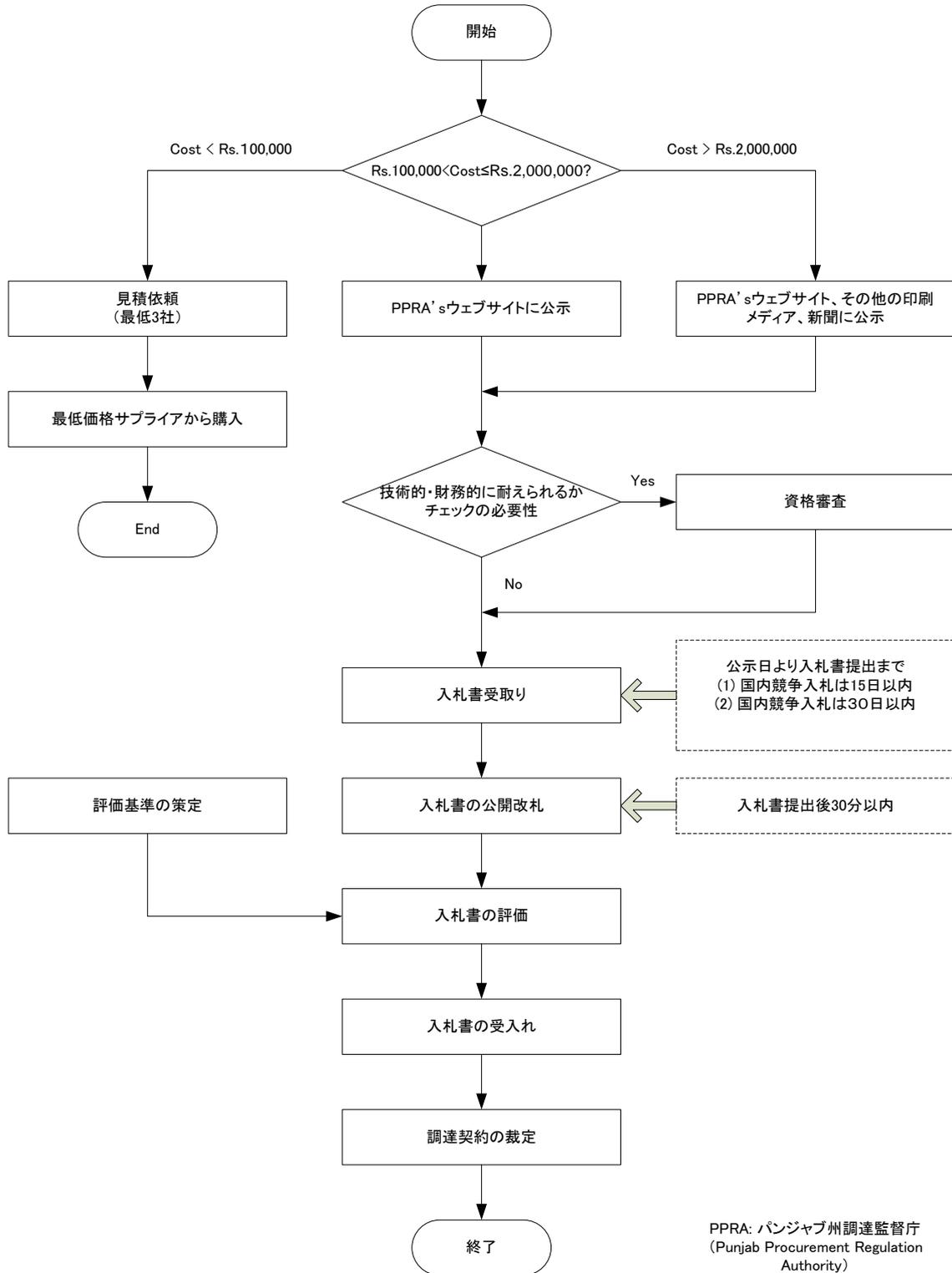


図 14.1 パンジャブ州入札手続き

WASA が使っている仕様書は BS 仕様書、AWWA 仕様書及び PHED が建設工事で採

用している仕様書をブレンドしたものである。

WASA の工事受託を希望するコントラクターは WASA に登録する必要があり、これらのコントラクターは予定工事金額に基づいて表 14.9 に示すように 5 段階に格付けが行われている。ただし、クラス A、B については WASA に登録していなくても、HUD&PHED に登録していれば参加資格が得られる。

表 14.9 コントラクターの入札資格

格付け	入札資格
クラスA	予定工事金額の制限なし
クラスB	予定工串金額がRs.20,000,000以下
クラスC	予定工事金額がRs.5,000,000以下
クラスD	予定工事金額がRs.1,000,000以下
クラスE	予定工事金堀がRs.500,000以下

入札は図 14.2 のステップを踏んで実施されるが、見積期間は通常 15 日間が与えられ、建設工事であれば入札書は入札者の出席の下で開封される。契約金額が Rs.2,500,000 以下であれば DIR.(P&S)の決済で決まり、これを超えるときには DMD(Engineering)の決済となるが、入札告示から決済までに要する期間は前者で約 1 ケ月、後者はこれよりも長くなる。入札は最低価格を提示したコントラクターに決まることが原則である。

機材調達の場合は DIR.(P&S)、DIR.(P&E)、DIR.(CONST)、DIR(Finance)、Auditor から成る評価委員会で、技術プロポーザル+入札書で評価される。技術プロポーザルが仕様を満たさない入札者の入札書は開封されない。

DIR.(P&S)によれば、入札に係る資格審査から契約者の裁定まですべて WASA 内部で行われ、州等の機関がこれに関与することはなく、これは借款に基づく国際人札の場合も同じである。

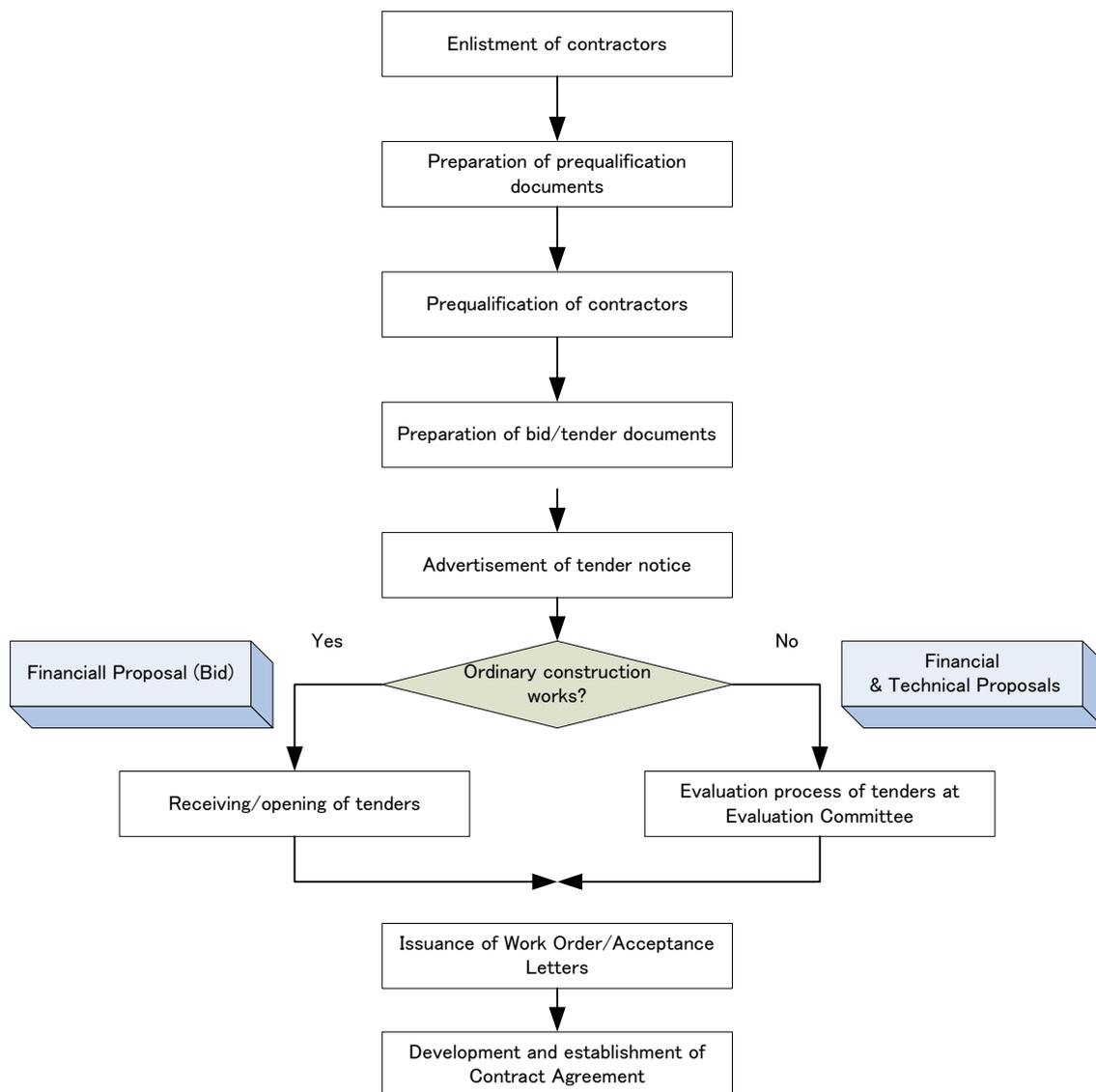


図 14.2 WASA における一般的な入札方式

パンジャブ州は 2008 年 9 月 15 日に No. 4 (24) RO (Cons) P&D/97-Vol-iii によって、コンサルティング業務に従事する整備工事の施工管理に関する指示書を改訂した。

上記の新しい指示書に拠れば、Rs.200,000,000 を超える上下水道工事の施工管理はコンサルタント会社を雇用して行うことを要求している。重点管理あるいは常駐管理を要求する工事の明確な区分はなく、当該工事の施工管理を TOR に含めるかは発注機関に任されている。

参考までに重点管理と常駐管理の違いは以下の通り。

(1) 重点管理

施工管理を請け負うコンサルタント会社の責任は以下のものを含むが、これに

限定されない。

- 工事が仕様書に従って行われている、工事の質が要求している基準を満たしていることを確保するために会社のシニア技術者が随時現地を訪れて工事をチェックする。会社は代表者に拠って行われるチェックにのみ責任を有する。
- コンサルタント会社は行われた工事に関する請求書のチェックには責任を有しない。

(2) 常駐管理

- コンサルタント会社は常駐管理者を代理人に任命して、常駐管理者を補助する技術者チーム+現地スタッフと協力して、工事の100%チェックを実施し、工事が行われているときは工事現場に常に現場代理人を立ち合わせるようにする。
- 実施される工事に伴って発生する費用の請求書をチェックする責任を100%負う。
- 実施される工事の質と量が仕様書及び契約条件に従って実施されることを担保する責任を100%負う。

14.6.2 プロジェクトの発注区分

プロジェクトの発注区分としては以下の形態が考えられる。

(1) 工種による区分

- 土木建築（各戸メータ設置、UFW 削減対策関連、面整備、Collector Channel、下水処理場、排水施設）
- 機械電気（深井戸設備設置、下水処理場）
- 情報システム（MIS の構築）

(2) 分野による区分

- 水道（各戸メータ設置、深井戸設備設置、UFW 削減対策関連）
- 下水道（面整備、Collector Channel、下水処理場）
- 排水施設（面整備）
- 情報システム（MIS の構築）

(3) 施工区域による区分

- 各戸メータ設置
- 深井戸設備設置（BFM、圧力計、逆止弁、消毒設備）
- UFW 削減対策関連
- 面整備（下水道・排水設備）
- Collector Channel
- 下水処理場（土木建築、機械電気）
- 情報システム（MIS）の構築

施工区域による区分で、水道分野で各戸メータ設置、深井戸設備設置、UFW 削減対策関連と細かく分けているのは、以下の理由による。

- それぞれの工事の間に関連性が薄い。
- 工事内容が異なる。
- UFW 削減関連対策工事は、工事範囲が漏水探知調査結果に基づいて決まるため、他の入札より遅れる。

各戸メータの設置は 2015 年度末までに約 3 年間で約 308,000 個のメータを各戸に設置するもので、その数が膨大なため、実際の設置工事は WASA 指定給水装置工事店 (約 140 社) を動員して設置することになる。発注にあたっては、元請けコントラクターを置いてその下に給水装置工事業者をサブコントラクターとして配置するか、WASA の直接発注とするかが問題となる。各戸メータの設置は使用者に必ずしも歓迎されないという状況下で face-to-face で仕事をするようになるため工事監理上最も気を遣わなければならない、場合によっては WASA 職員が直接出向いて利用者の理解を得ることも必要となろう。したがって、質の悪い業者、あるいは苦情の多い業者は直ちに契約を破棄して排除するという強い姿勢が必要である。このようなことから WASA が直接給水装置工事業者をコントロールできる後者が望ましい。しかし、数多くの契約を抱えることは物理的に不可能であり、WASA によるタウン別の現地競争入札が次善の策として推奨される。この場合でも、WASA はメータ設置を担当する職員を増員して対応する必要がある。給水区域全体に各戸給水メータリングシステムが確立するまではメータ設置に大きな需要があるが、その後も継続してメータの更新需要が見込まれる。WASA は、健全な指定給水装置工事店を育成するという基本方針の下で対処すべきである。

メータ設置の状況は各戸で異なるため、契約はメータ設置標準図に基づいて積算、契約をするものとするが、実際工事に当たっては工事前にコントラクターに各戸の現況図を作成させて WASA に提出させ、標準図と大きく異なるものについては WASA 立ち合いの下で確認作業を行って、増減ともに精算の対象とするものとする。各戸メータ設置工事の総計が総契約金額を上回ったときには予備費より支出するものとする。なお、メータの購入は国際入札として一括購入し、工事時にコントラクターに必要数量を支給するものとする。

加えて、各戸メータの設置にあたっては、利用者によっては歓迎しない人もいることが想定されるため、各戸メータ設置の主旨と実施方法に関する事前の十分な告知、キャンペーンとともに、工事を請け負う業者、及び WASA 担当職員に対し、利用者からの想定質問等に対する応答、あり得るかも知れない通常でない現場の状況に対する対応等に関する研修を十二分に行うことが助言される。

深井戸設備設置には BFM、圧力計、消毒設備が含まれるが、このうち BFM (Bulk Flow Meter) は各戸メータの設置と対をなすもので、前者が配水システムのインプットを、後者がアウトプットを計量することになる。深井戸設備派すべてを一括発注するのが工事の質

を確保する上で妥当と判断される。なお深井戸設備設置工事の際には当該深井戸は使用不可となるため、ひとつの深井戸設備設置工事は一日で終わるように工事の事前準備と給水のバックアップ体制（給水車の動員を含む）の確認を徹底して、利用者の不便を最小限にとどめることが重要である。したがって、事前に深井戸設備設置工事の月次予定表を提出させて、特定地域に工事が集中しないように配慮する必要がある。

UFW 削減対策関連工事は、パイロット区域を選んで、漏水探知調査を実施して漏水箇所を特定する一方、対象となる深井戸及び各戸にそれぞれ BFM と各戸メータを設置して計量を行って漏水量を把握する。その後で漏水の原因となっている配水管の補修若しくは敷設替えを行って、再度計量を行うことにより、漏水防止工事の効果を検証して、将来はその成果を給水区域全体に普及させようというものである。したがって、工事量は漏水探知調査の結果次第となるため、パイロット区域内の既存配水管延長の何%を敷設替えとすることを事前に想定して工事量を決めるよりは、調査結果に基づいて工事量を決めて予備費から支出するほうが工事発注方式としては適している。工事量はパイロット区域の広さにもよるが、他の工事に比べて小さいと想定されるため、現地入札とするかまたは後述する面整備のコントラクターに追加工事として既契約に含めるのが適当と判断される。なお、パイロット区域における各戸メータ設置及び深井戸設備設置工事は UFW 削減調査計画のために他の区域に先行して工事を実施することになる。

下水道と排水施設を面整備という同じカテゴリで扱っているのは、下水道と排水施設の対象区域が重なっているため、それぞれが勝手に工事をやっていたのではさまざまな、かつ多大な迷惑が工事区域に発生することは避けられない。関係者による工事期間・通行規制等の調整、工事に伴う交通渋滞及び住民の不便を最小化し、発生するであろう苦情を円滑に処理するためには、同一コントラクターの下で施行するのが、調整の手間が省けるために WASA、コントラクター及び住民の三方にメリットがある。Collector Channel の工事も本契約に含めるものとする。

工種による発注区分は各戸メータ設置のような必ずしも国際競争入札になじまないものも含む。一方、分野による発注区分は上述したように同じ工事現場で異なるコントラクターが異なる工事を行う可能性がある。したがって、どちらの発注区分も本プロジェクトには適さない。

下水処理場の工事は土木、建築、機械、電気と工種が分かれるが、同一敷地内で工事が行われるため、同一コントラクターによる一括請負が望ましい。しかし、これらの工種をすべてこなせるコントラクターは稀であるため、土木建築と機械電気それぞれの専門コントラクターによる JV が一般的である。

情報システムは Phase 1 では規模も小さく、また、完成後もシステムが安定し、利用する WASA 職員がシステムに習熟するまで、工事業者のメンテナンスとサポートが欠かせないため、現地入札とするのが妥当である。同様のことは O&M 機器についても言える。

発注工事のパッケージ分けは表 14.10 のようにまとめられる。

表 14.10 コントラクト・パッケージ

パッケージ 1: 水道メータの調達	
(1) 入札方式	国際競争入札
(2) 工事範囲	水道メータの調達 Ø 15mm (typical) × 308,000 units
(3) 見積価格	Rs.928,900,000.- (JY1,170,400,000.-)
パッケージ 2: 水道メータの設置	
(1) 入札方式	Town 毎の現地競争入札 (WASA の給排水指定工事店を下請けとして使用)
(2) 工事範囲	水道メータの設置 Ø 15mm (typical) × 308,000 units
(3) 見積価格	Rs.203,300,000.- (JY256,100,000.-)
パッケージ 3: 深井戸設備の設置 (パイロット地区の配水管網改善を含む)	
(1) 入札方式	国際競争入札
(2) 工事範囲	深井戸設備の設置 送水元メータ(BFM) Ø 8" × 159 units for 1.0 to 2.5 cusec tube-wells Ø 10" × 233 units for 3.0 to 4.0 cusec tube-wells 各深井戸設備は以下のものを含む 圧力計 塩素注入装置
(3) 見積価格	Rs.248,000,000.- (JY312,500,000.-)
パッケージ 4: UFW 削減機材の調達	
(1) 入札方式	現地競争入札
(2) 工事範囲	UFW 削減機材
(3) 見積価格	Rs.44,100,000.- (JY55,900,000.-)
パッケージ 5: 下水管・排水路網の整備 (下水遮集路の建設を含む)	
(1) 入札方式	国際競争入札
(2) 工事範囲	1. センタル・エリアと South West 下水処理場を結ぶ下水管 1-1: Larex Colony ~ Gulshan-e-Ravi 下水ポンプ場間の下水幹線の敷設 1-2: Larex Colony ~ Gulshan-e-Ravi 下水ポンプ場間の枝線の敷設 1-3: Cantonment Drain 沿い下水幹線の敷設 2. センタル・エリアと South West 下水処理場を結ぶ下水ポンプ場 2-1: New Gulshan-e-Ravi 下水ポンプ場の建設 3. 下水遮集路の建設 4. 排水路の建設
(3) 見積価格	Rs.6,367,300,000.- (JY8,022,800,000.-)
パッケージ 6: South 下水処理場の建設	
(1) 入札方式	国際競争入札

(2) 工事範囲	1. 流入ポンプ場の建設 2. South 下水処理場の建設
(3) 見積価格	Rs.10,729,300,000.- (JY13,519,000,000.-)
パッケージ 7: 経営情報システム (MIS)の構築	
(1) 入札方式	現地競争入札
(2) 工事範囲	経営情報システムの構築
(3) 見積価格	Rs.1,586,900,000.- (JY1,999,500,000.-)
パッケージ 8: 維持管理 (O&M) 機器の調達	
(1) 入札方式	国際競争入札
(2) 工事範囲	O&M 機器の調達
(3) 見積価格	Rs.562,500,000.- (JY708,800,000.-)

注) 見積価格は直接工事費を示し、プライス・エスカレーション及び 予備費は含まない。

14.7 WASA の支払い手続

図 14.3 に WASA の建設工事への現行の支払い手続を示す。コントラクターから請求書が提出されると、技術部門において工事の実績、量及び質がそれぞれ異なる技術者によってチェックされ、財務部門で支払い書類が準備される。州政府に属しながら WASA にオフィスを有する常駐監査役がそれらを監査した後に、最終的に財務部門の上席会計役が支払小切手を作成する。

(1) 建設第一部のオフィスにて

- 1) 建設第一部長がチェックと確認のために請求書を XEN に回す。
- 2) XEN は支払い金額のチェックと証明のために請求書を SDD に回す。
- 3) SDD は工事数量チェックのために請求書を補佐に回し、Measurement Book に登録 (Measurement Book はすべての建設工事を記録するためにパンジャブ州監査部が発行している) する。
- 4) 品質管理担当 XEN が全ての工事をチェックし、公認試験機関で試験された材料を入手し、行われた工事及び材質試験は仕様書を満たしているという結果に対し証明書を発行する。
- 5) 品質管理担当 XEN は発行した証明書とともに請求書を建設部長に回す。
- 6) 建設部長は証明書付き請求書を支払い担当財務部長に送付。

(2) 財務部のオフィスにて

- 7) 財務部長はチェックと以下の様式の支払い書類作成のために請求書を副部長 (DDF) と部長補 (ADF) に回す。
 - 現金支払い票
 - 所得税控除書類
 - 購入仕訳票
- 8) 確認済み請求書を承認のため、財務部長及び財務担当 DMD に戻す。

(3) 監査部長のオフィスにて

- 9) 監査部長は部下及び監査人に請求書をチェックさせてから、監査済み請求書を上席会計役に送り、小切手が用意される。

借款を使って建設工事を実施する場合にも、以下の場合を除いて同じ方法が適用される。

- 1) 世界銀行からの借款の場合、WB は当座資金として一括、例えば百万ドルを送金し、WASA はそこから実施された工事の支払いを行った。その後 WASA の申請に応じて要求より多めの金額が振り込まれた。
- 2) JICA は支払い手続が異なる。

14.8 下水道への接続の推進

WASA の Benchmark 指標によれば、2006/07 年の総人口 554.8 万人に対し、給水人口は 482.7 万人、下水道接続人口は 457.6 万人である。現在、下水道接続促進に関して何ら特別な対策が取られていないこと、接続義務は課されていないこと、及び接続費用は Rs.10,000~20,000 とされている割には、下水道普及率はかなり高く、周辺から下水を速やかに排除して、快適な生活環境を確保することに対する住民意識は高いと言える。未接続者は三つのタイプ、すなわち、(a) 接続に関心のない者、(b) 不法接続を行っている者、(c) 接続するだけの余裕のない者、に分類される。(a) タイプは接続しないと生活環境を悪化させ周辺住民から非難を浴びるので、(b) タイプよりも少ない、と考えられる。そこで、都市上下水道法をできるだけ早く制定して、下水道整備区域内における下水道への接続を義務付け、地下水汚染の観点から接続に関心を持たない者への罰金条項並びに不法接続者に対する懲罰条項を規定することが助言される。WASA は現在、NPOs に委託して不法接続調査を行っており、水道への不法接続者はまた下水道への不法接続者である可能性が高いので、注目に値する。

社会的弱者に対して下水道への接続を推進するためには、接続費及び料金の割引及び分割払いの受入れを考慮すべきである。

14.9 プロジェクトの実施スケジュール

プロジェクトの実施スケジュールを表 14.11 及び図 14.3 に示す。これらは 2010 年末と想定される借款契約に始まって、パキスタン側の及び日本側双方の手続が円滑に進行するという前提の下に作成されたものである。

本プロジェクト実施スケジュールは暫定であり、後日討議されるものとする。

表 14.11 プロジェクトの実施スケジュール

行動	期日／所要期間
交換公文の署名	2010年11月30日
借款契約の締結	2010年12月31日
コンサルティング・サービス	
コンサルタントの選定	12ヶ月
コンサルタント選定書類（RFP）及びショートリストの作成	2ヶ月
RFP及びショートリストに対する JICA の同意	1ヶ月
コンサルタントに対するプロポーザル要請書	2011年3月31日
コンサルタントによるプロポーザルの作成	2ヶ月
コンサルタント提出プロポーザルの評価	2ヶ月
プロポーザル評価書に対する JICA の同意	2ヶ月
契約交渉	2ヶ月
コンサルティング・サービスに係る契約締結	2011年11月30日
契約に対する JICA の同意	1ヶ月
詳細設計	12ヶ月
PQ 及び入札書類の作成	9ヶ月
PQ 書類に対する JICA の同意	1ヶ月
入札書類に対する JICA の同意	1ヶ月
施工監理	42ヶ月
組織改善に係る調査	69ヶ月
マスタープランの策定	24ヶ月
建設工事	
現地競争入札（LCB）のためのコントラクターの選定	3ヶ月
コントラクターによる PQ 書類の作成	1ヶ月
PQ 書類の評価と契約交渉	2ヶ月
国際競争入札（ICB）のためのコントラクターの選定	18ヶ月
JICA の同意を得るまでの PQ プロセス	4ヶ月
入札書類の作成	2ヶ月
入札書類の評価	3ヶ月
入札書類評価書に対する JICA の同意	1ヶ月
契約交渉	2ヶ月
建設工事に係る契約締結	2013年11月30日
契約に対する JICA の同意	1ヶ月
L/C の開設	3ヶ月

維持管理期間は WASA 職員への研修を伴う 3ヶ月間の試運転調整を含めた建設工事完了後 2年間とする。この期間中に施設／機器に何らかの瑕疵が見つかったときにはコントラクターは WASA にその費用を請求することなくそれらの補修及びまたは交換が要求される。加えて、コントラクターは借款で雇用されるコンサルタントと連携して、施設／機器の維持管理に関する研修を行わなければならない。

ショートリストの作成

- (1) JICA と WASA の間で要求されるコンサルティング・サービスに係る TOR が合意さ

れると、**12.5** で述べたように、**WASA** は以下の要件を勘案して、プロポーザルの提出に招聘するコンサルタントのショートリストを作成する。

- 1) 会社の経験
 - 同等の規模、複雑さ、技術的特殊性を有する国際プロジェクトでの経験
 - 同等の条件下にある開発途上国での経験
 - 日本のODAプロジェクトでの経験
 - 2) プロポーザル
 - アプローチ及び方法論
 - 作業計画書（人月表を含む）
 - 3) 要員
 - プロジェクト・マネジャー
 - エンジニア
- (2) そのようなショートリストは、数が多くても一部の会社はあまり関心を持ちそうもなかったり、プロポーザルの質が耐えられそうもなかったりするので、通常 3～5 社のコンサルタントにプロポーザル提出を招聘するのがよい。
- (3) **WASA** が、自身の過去の経験及びその他のソースに基づくそのために利用できる情報では、資格のあるコンサルタントのショートリスト作成がうまくいかないようであれば、**JICA** は **WASA** の要請に応じて、**WASA** がショートリストに載せるのに利用できるコンサルタントの情報を提供する。

14.10 資金繰りスケジュール

プロジェクトの実施に使える資金は、実施スケジュールに従って用意される。資金繰りスケジュール及び全体事業費に対する適格部分のシェアを表 14.12 に示す。

表 14.12 資金繰りスケジュール及び適格部分のシェア

(Unit: JY Million)

コンポーネント	ポジション	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Total	比率(%)
水	適格部分	0	0	129	225	1,209	625	595	467	0	0	3,251	70.6
	非適格部分	0	0	50	88	500	263	252	199	0	0	1,352	29.4
	小計	0	0	179	314	1,709	888	847	665	0	0	4,602	100.0
下水道	適格部分	0	0	402	89	10,619	4,895	5,033	3,870	22	22	24,952	75.5
	非適格部分	0	0	157	35	3,415	1,578	1,624	1,249	9	9	8,077	24.5
	小計	0	0	559	125	14,034	6,473	6,657	5,120	31	32	33,029	100.0
排水	適格部分	0	0	310	0	2,264	995	990	708	0	0	5,267	81.3
	非適格部分	0	0	115	0	521	221	213	142	0	0	1,211	18.7
	小計	0	0	425	0	2,784	1,215	1,203	850	0	0	6,477	100.0
組織制度の改善	適格部分	0	0	98	26	25	9	1,711	1,756	11	11	3,646	70.2
	非適格部分	0	0	38	10	10	3	731	753	5	5	1,555	30.0
	小計	0	0	136	37	35	12	2,442	2,509	5	16	5,191	100.0
合計	適格部分	0	0	939	340	14,117	6,524	8,329	6,801	33	33	37,116	75.3
	非適格部分	0	0	360	133	4,446	2,065	2,820	2,343	14	14	12,195	24.7
	小計	0	0	1,299	476	18,562	8,588	11,149	9,144	36	48	49,299	100.0

適格部分 85%ルールが適用される場合、適格部分のコンポーネントは全て JICA からの借款で賄われる。非適格部分に関しては、それらは「パ」国政府によって賄われるべきである。すなわち、15.3 で精査した現在の WASA の財務状況から、それらの借り入れは政府に拠って支援されるべきである。

14.11 プロジェクト実施体制

プロジェクトの実施に当たっては、全ての提案コンポーネントが Phase 1 プロジェクトに含まれると仮定して、建設工事を管理し、直面する様々な問題を解決するために以下の組織が提案される。

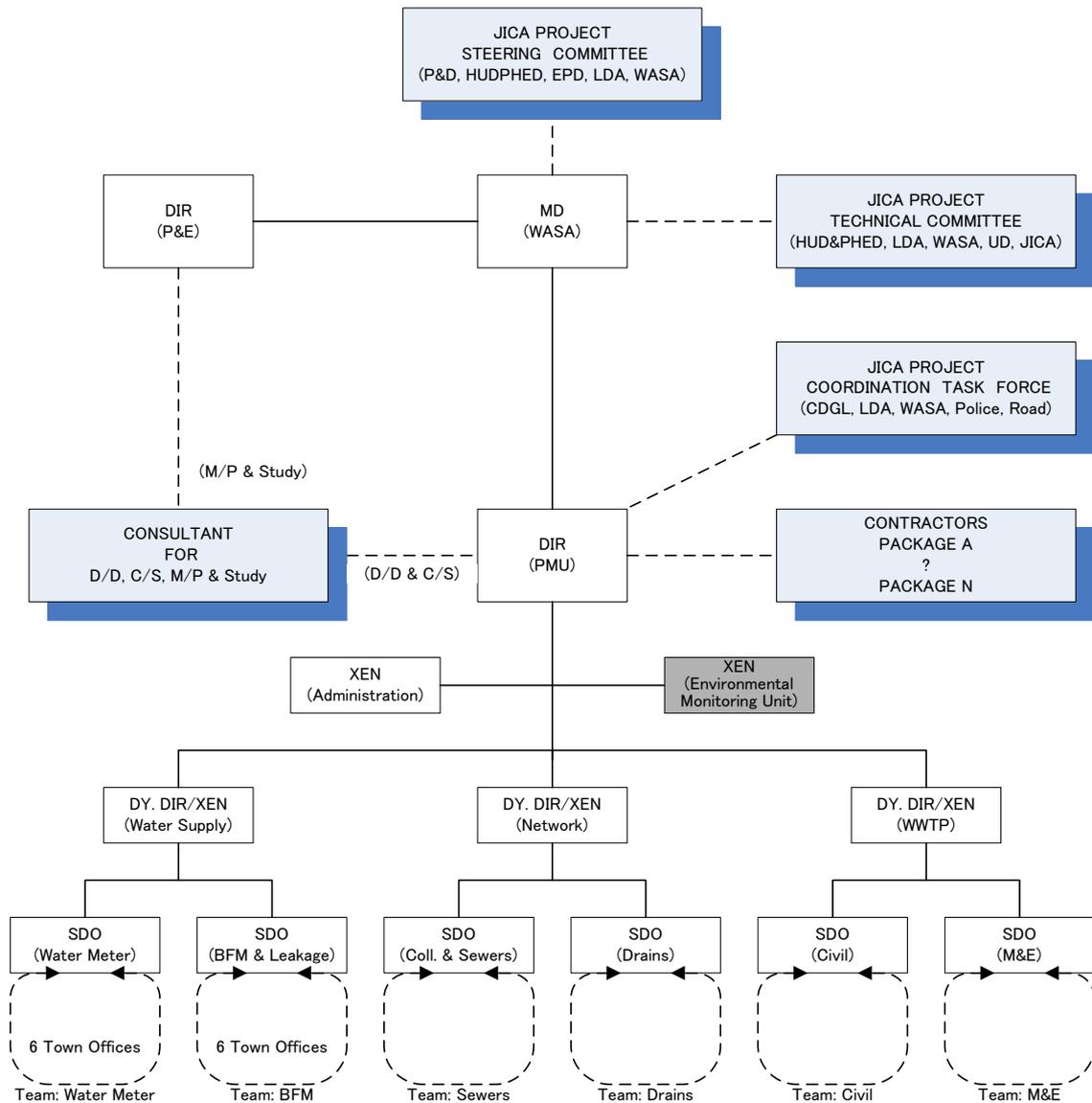


図 14.4 プロジェクト実施時の体制

各委員会及び作業部会の予想メンバーと業務内容（TOR）は以下の通り。

(1) JICA プロジェクト監理委員会

1) メンバー（8名）

- a) Secretary, P&D Department
- b) Secretary, HUD&PHED
- c) Secretary, EPD
- d) Joint Secretary EAD, Government of Pakistan
- e) District Coordination officer, Lahore
- f) Director General, LDA
- g) Managing Director, WASA
- h) Project Director, Urban Unit, P&DD

- 2) JICA プロジェクト監理委員会の TOR
 - a) 建設工事全体の進捗状況及び実施の管理
 - b) 州政府関係機関及び JICA との調整
 - c) 技術委員会の勧告の審議

- 3) 開催頻度： 半年毎

- (2) JICA プロジェクト技術委員会
 - 1) メンバー (6名)
 - a) Secretary, HUD&PHED
 - b) Director General, LDA
 - c) Managing Director, WASA (Lahore)
 - d) Project Director, Urban Unit, P&DD
 - e) Chief (UD), P&DD, Lahore
 - f) Representative of JICA

 - 2) JICA プロジェクト技術委員会の TOR
 - a) プロジェクトの技術的考え及び基本的フレームワークの調整及び助言
 - b) 監理委員会に対する提出物及び勧告される改善事項に関する審議
 - c) 工事の進捗に伴って発生することのある技術問題の解決

 - 3) 開催頻度： 四半期毎

- (3) JICA プロジェクト調整部会
 - 1) メンバー (8名)
 - a) Assigned by the Chief Minister's Office
 - b) Project Manager, DIR(PMU), WASA
 - c) Deputy Project Manager, Deputy DIR(PMU), WASA
 - d) Representative of CDGL
 - e) Representative of Police
 - f) Representative of Road
 - g) Project Manager, Consultants
 - h) Project Manager, Contractors

 - 2) JICA プロジェクト調整部会の TOR
 - a) 工事に伴う住民対策の審議と実施または指示
 - b) 工事に伴う安全対策の審議と実施または指示
 - c) 工事に伴う交通規制の審議と実施または指示
 - d) 工事に伴う各種苦情の審議と実施または指示

- e) 工事中に直面することがある行政上の手続の簡素化の審議
- 3) 開催頻度： 必要の都度
- (4) プロジェクト・マネジメント・ユニット
- 1) コンサルタントの指名メンバー審査と承認
 - 2) 事前資格審査 (PQ) 書類の審査と承認
 - 3) PQ 評価報告書の審査と承認
 - 4) 図面、仕様書、積算書等を含む Phase 1 プロジェクト入札書類の審査と承認
 - 5) 現地説明会の招集
 - 6) コントラクター提出の入札書類評価報告書の審査と承認
 - 7) 建設工事中に提出されることがある要望書の審査と承認
 - 8) 変更命令書の発出
 - 9) コンサルタント及びコントラクターからの請求書の審査と承認
 - 10) JICA 同意要請書の作成
 - 11) 支払命令書の作成
 - 12) 必要に応じて調整作業部会の招集
 - 13) 環境モニタリングの実施

所要人員は全コンポーネント対象時に DIR. 1 名、DY.DIR./XEN 5 名、SDD 6 名である。提案されている Phase 1 プロジェクトは土木・建築・機械・電気及び下水管・排水路・ポンプ場・下水処理場・各戸メータ・送水元メータといった様々な工事及び施設から構成され、工事規模は WASA がかつて経験したことの無いほど巨大であるため、水道・下水道・排水施設分野に精通した技術者をできるだけ多く建設工事に確保しなければならないことは言うまでもない。しかし、WASA は現在ポストに対し特に中間クラスに多くの空席を抱えている。例えば、表 6.21 に示されるように DIR. クラス (19 級) で 17 ポストに対し 3 つの空席、DY.DIR. クラス (18 級) で 53 ポストに対し 9 つの空席、ASS.DIR. クラス (17 級) で 133 ポストに対し 28 の空席、Senior staff/Sub engineer クラス (16 級) で 99 ポストに対し 17 の空席となっている。スタッフの半分以上は WASA の状況に精通している WASA 内部スタッフで占められることが望ましいので、DY.DIR./XEN 2 名、SDD 3 名を上限として、関連する州の部局及び民間から雇用することが助言される。加えて、WASA にはこの分野での経験がない環境モニタリングを担当する技術者を外部から雇用することが助言される。

詳細設計及び施工管理の技術者は公募を通じて雇用する。すべての応募者は WASA IC で面接を行う。技術者の雇用条件は暫定的に以下の通りとする。

DY.DIR./XEN クラス

経験年数	15 年以上
給与	月額 Rs.80,000 以上

雇用期間	5年
所要人員	2名+1名 (1名は環境モニタリング技術者)

SDD クラス

経験年数	7年以上
給与	月額 Rs.50,000 以上
雇用期間	5年
所要人員	3名

使用者宅における各戸メータ及び深井戸における送水元メータの設置は、WASA 管轄区域全域に広がるため、設置工事中における使用者への対応、深井戸の運転調整、検査等に WASA タウンオフィスの O&M 担当者の協力が不可欠である。

(5) 環境モニタリングユニット

- 1) 10.2 で述べた公共用水域における必要な水質モニタリングの実施
- 2) 環境モニタリング計画を含む環境管理計画 (EMP) に従ってモニタリングの実施
- 3) EPD 及び JICA に対する年間及び定期的環境モニタリング報告書の作成
- 4) WWTP 建設予定地不法農業従事者に対する立ち退き後の所得及び生活状態を含む就労状況に関する調査の実施
- 5) 建設時における下水遮集路建設予定地を部分的に占有する建物に関する状況調査の実施

(6) DIR.(P&E)

DIR(P&E)は図 10.2 に示す自身の業務に加えて、図 10.2 に示す組織改善に係る内部・外部組織の手配及び調整、及び水道 M/P の作成を担当する。

DIR(P&D)は WASA の関係部局と協力して水道 M/P の作成を管理する。

(7) 借款により雇用されるコンサルタント

コンサルタント業務の TOR は 12.5 に記載。

14.12 プロジェクト完成後の体制

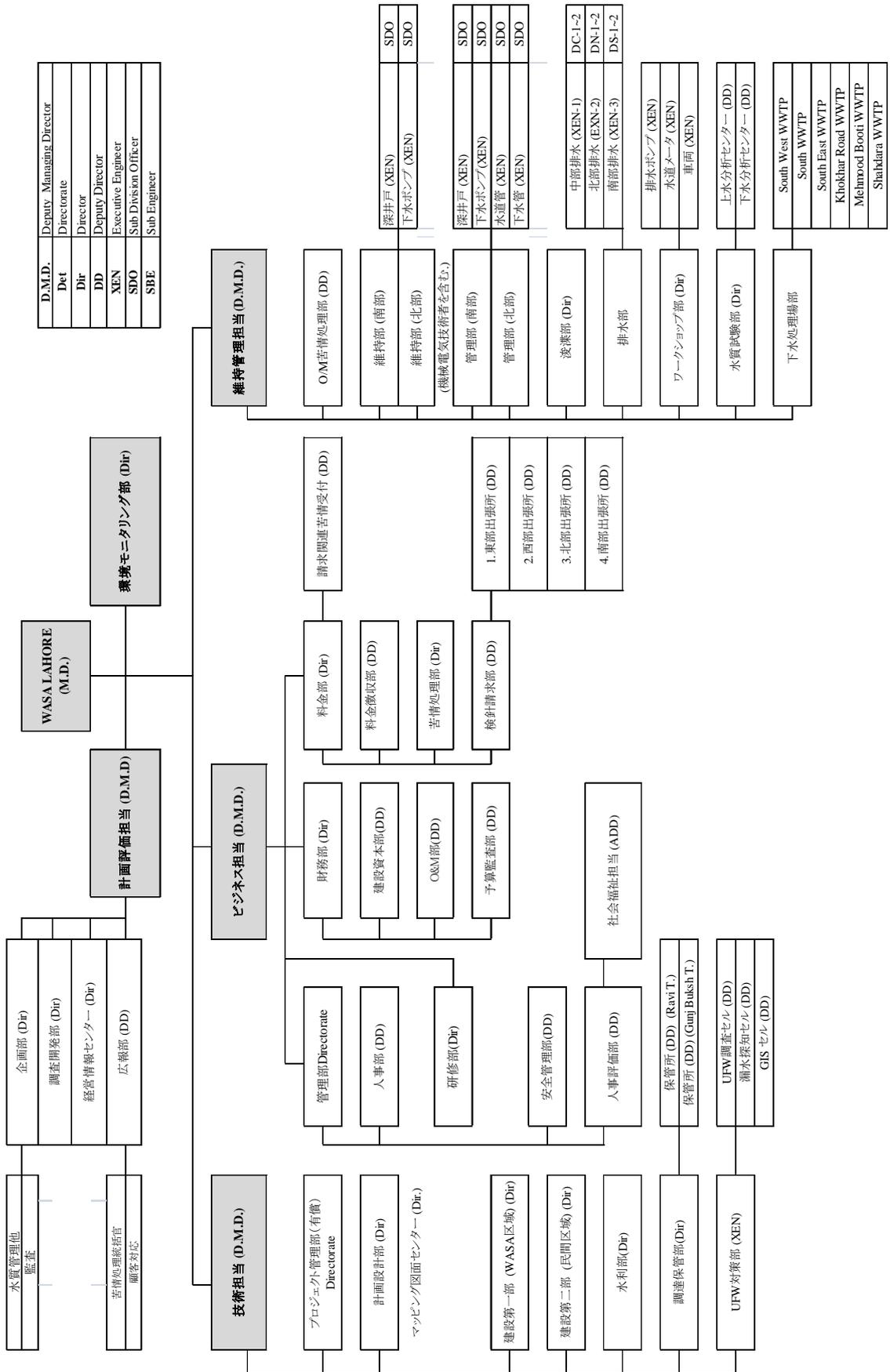
図 14.5 にプロジェクト完成後の体制を示す (詳細は 10.1.4 に記述)。

プロジェクトにおける施設建設に伴う主要な変更は以下の通り。

- 1) DIR. PMU は後に続く Phase 2 プロジェクトのために存続する。
- 2) 環境モニタリングを継続するために環境モニタリング部を設置する。
職務分掌は以下の通り。

- a) WASA Laboratory (図 14.5 参照) と協議及び協力して、10.2 で述べた水質モニタリングに係るEPDとの調整及びEPDへの報告書提出。
 - b) EIAの課程でEMPに述べられる以下の環境モニタリング項目 (16.9 参照)
 - WWTP 予定地からの 95 名の農夫立ち退きに関する社会影響
 - 下水遮集路予定地上の建物の撤去に関する社会影響
 - 機器及び車両による騒音・振動、交通安全とマネジメント、ほこり防止等といった建設時の生活及び生計への社会影響
 - プロジェクト実施時における大気汚染、騒音・振動に関する環境影響
 - プロジェクト運転時における汚泥処理に関する環境影響
 - c) L/Aの条件の一つになるであろうJBIC環境社会配慮ガイドラインに基づく定期的な環境報告書のJICAへの提出。
- 3) UFW Control はその重要性和作業量に鑑み部に昇格させる。
職務分掌は以下の通り
- a) UFW削減のためのデータ及び情報の分析
 - b) 給水管及び配水管網における漏水探知調査
 - c) 配水管網改善計画の立案
 - d) 漏水探知ツール及び機器の保管
 - e) GIS調査
- 4) Workshop はその重要性和作業量に鑑み、部に昇格させる。
職務分掌は以下の通り
- a) 補修
 - b) 水道メータの補修及び較正
 - c) O&M車両の維持及び補修
- 5) Laboratory はその重要性和作業量に鑑み、部に昇格させる。
職務分掌は以下の通り
- a) 飲料水水質のモニタリング
 - b) すべての深井戸における塩素滅菌のモニタリング
 - c) 必要に応じて下水水質のモニタリング
 - d) 特定工場からの排水水質の監視・指導・試験及び処理障害の防止
- 6) WWTP を維持管理する部を設立する。
職務分掌は以下の通り
- a) WWTPsの維持管理
 - b) WWTPsにおける汚泥処理処分
 - c) 下水処理場用地として確保された土地の保全

図 14.5 プロジェクト完成後の実施体制



14.13 運用・効果指標

運用・効果指標を設定する目的は、問題の所在と原因を特定するために WASA 全体のみならず個々のシステムの状態を把握することにある。WASA 全体は、水道・下水道・排水施設といった個々のシステムから構成されている。さらに、例えば、下水道サービス区域は将来建設されるそれぞれの WWTP によってカバーする区域に細分される。各システムは基本的に他のものとは独立して維持管理されるためデータは、各 WWTP がカバーするシステム単位でできるだけ分類・整理しなければならない。このためには、WWTP を新設する際に最小限の流量、重量、電力量等計測機器を設置しなければならない。WASA が抱えている管理及び財務データは、作業が繁雑で時間のかかるもので合ったとしても、そのような運転ユニットに合わせて分類しなければならない。

表 14.13 に示すマネジメント・モニタリング指標がそれぞれのコンポーネントに提案される。

表 14.13 水道・下水道・排水施設に対する運用・効果指標

	指標	単位	2009 (Base)	2019 (Target)	備考
1. 水道					
(1) 運用指標					
1-1	給水人口	mil. pers.	4.934	6.505	
1-2	給水量	MGD	244.2	296.1	
		Mm ³ /day	1.110	1.346	
1-3	正常メータ接続数	nos.	68,576	376,600	+308,000
1-4	無効水量 (UFW) 率	%	34	29	
1-5	無収水量 (NRW)率	%	40	36.4	
1-6	地下水汲上げ量	MGD	370.0	416.9	
		Mm ³ /day	1.682	1.895	
1-7	蛇口水道水飲用適合率	%			
(2) 効果指標 (WASA 全域対象)					
1-11	給水人口	%	87	92	
1-12	一人1日給水量	Lpcd	225	2055	
1-13	水道料金収入	Rs. mil.	1,819.3	5,260.0	
2. 下水道					
(1) 運用指標					
2-1	下水道接続人口	mil. pers.	5.759	7.799	Entire area
2-2	下水処理人口	mil. pers.	0.0	2.784	

2-3	施設利用率	%	-	35.7	Entire area
2-4	流入水 BOD ₅	mg/L	-	250	
	流出水 BOD ₅	mg/L	-	50	
	BOD ₅ 除去率	%	-	80	
2-5	流入水 SS	mg/L	-	350	
	流出水 SS	mg/L	-	70	
	SS 除去率	mg/L	-	80	
2-6	乾燥汚泥量	DS t/day	-	100	+85,251 m ³ /y (70%)
(2)-1 効果指標 (セントラル処理区対象)					
2-11	下水道接続人口	%	84	90	
2-12	放流先水域の水質改善率	%	-		
2-13	下水管総延長	Km	1,325	1,348	+34,766 ft +15,632 ft +7,390 m
(2)-2 効果指標 (ラホール全域対象)					
2-21	下水道接続人口普及率	%	84	90	
2-22	下水処理人口普及率	%	-		
2-23	下水管総延長	km	3,508	3,531	+34,766 ft +15,632 ft +7,390 m
3. 排水					
(1) 運用指標					
3-1	基準点における年間最高水位		-		
(2)-1 効果指標 (セントラル排水区対象)					
3-11	最大降雨量時浸水人口	areas	50		
3-12	最大降雨量時浸水面積	ha	49.75		
3-13	代表地点における浸水頻度	times			
3-14	排水路総延長	Km	79.94	122.52	+42,580 m
(2)-2 効果指標 (ラホール全域対象)					
3-21	最大降雨量時浸水人口	areas	80		
3-22	最大降雨量時浸水面積	ha	85.33		
3-23	代表地点における浸水頻度	times			
3-24	排水路総延長	Km	215.68	258.26	+42,580 m

Note:

1 MGD = 4545.96 m³/day

(1-7: Rate of fitness for drinking water at taps) = (No. of unfit samples) x (No. of total samples)

(1-12: Water supply per capita) = (1-2: Amount of water supply) / (1-1: Population served by water supply) x 1,000

(2-3: Rate of facility utilization) = (2-3: Amount of wastewater treated) / (2-1: Design capacity) x 100

(2-4: BOD₅ treatment efficiency) = [(2-4: Influent BOD₅) - (2-4: Effluent BOD₅)] / (2-4: Influent BOD₅) x 100

(2-5: SS treatment efficiency) = [(2-5: Influent SS) - (2-5: Effluent SS)] / (2-5: Influent SS) x 100

(2-13: Rate of cost recovery) = (Operating expenditure for sewerage) / (Operating Revenue for sewerage) x 100

15 経済・財務評価

本章で記載される経済・財務評価については、今後更なる分析を実施する予定である。

15.1 経済・財務評価手法

15.1.1 経済評価手法

(1) 目的

本章における経済評価の主な目的は、Phase 1における投資効率を費用便益分析によって国民経済の観点から検討することにある。

(2) 前提条件

経済評価においては、以下の前提条件を置いている。

評価期間	: 2011年から2047年まで（建設期間終了後30年間）
標準変換係数（SCF）	: 0.88
価格の基準年	: 2009年
通貨換算レート	: 1ドル=92.53円、1パキスタン・ルピー=1.26円
社会的割引率	: 12%

(3) 便益

各コンポーネントにおいて期待される便益は下表のように取りまとめられる。

表 15.1 プロジェクト・コンポーネント、期待される効果及び便益

プロジェクト・コンポーネント	期待される効果	便益
<水道> ●未収水量を削減するためのBulk Flow Meterの設置（目標：全ての井戸） ●未収水量を削減するための各戸メータの設置（目標：設置のための制度の確立と顧客の40%への設置） ●未収水量削減のためのシステムの確立（目標：職員の増員及び未収水量削減のための能力の強化） ●消毒を完全に実施するための塩素消毒機材の設置（目標：全ての井戸への設置）	未収水量の削減と WASA の収入増加に資する。 未収水量の削減と WASA の収入増加に資する。 既存の水道システムでの給水量の増加 水質を改善し、水因性疾患を削減する。	効果は所得の移転であるため、追加的な便益が期待できない。 効果は所得の移転であるため、追加的な便益が期待できない。 給水量の増加 医療負担額の削減 医療に使われている時間を他の生産活動に使うことができる。
<下水道> ●Central エリアにおける下水処理場の建設 ●下水遮集路を設置し、下水を処理場へ流す。	ラビ川の水質を改善する。 地域の衛生状態を改善する。	ラビ川の水を使っている農業生産が増加する。 地域住民の生活環境が改善される。

プロジェクト・コンポーネント	期待される効果	便益
<ul style="list-style-type: none"> 人口密集地域に下水幹線及び新規の下水ポンプ場を設置し、下水を処理場へ流す。 	地域の衛生状態を改善する。 下水を排水路に流していた中継ポンプ場を廃止する。	地域住民の生活環境が改善される。 中継ポンプ場の維持管理費が削減される。
<排水> <ul style="list-style-type: none"> Central エリアにおける1次及び2次排水路の建設 Central エリアにおける既存の排水路の補修と清掃 	浸水の軽減 浸水の軽減	浸水によって引き起こされる経済活動停滞の削減 浸水によって引き起こされる経済活動停滞の削減
<マネジメント>	WASA の経営管理能力の向上	本コンポーネントは他のコンポーネントの効果を高めるものであり、それ自身の便益は期待されない。

15.1.2 財務評価手法

(1) 目的

本章における財務評価の主な目的は、Phase 11における投資効率を費用便益分析によってプロジェクト実施主体である WASA の観点から検討することにある。

(2) 前提条件

財務評価においては、以下の前提条件を置いている。

評価期間	: 2011年から2047年まで（建設期間終了後30年間）
価格の基準年	: 2009年
通貨換算レート	: 1ドル=92.53円、1パキスタン・ルピー=1.26円
社会的割引率	: 12%

15.2 経済・財務評価

15.2.1 経済評価

<マネジメント>のコンポーネントは、他のコンポーネントの効果を高めるものであり、それ自身の便益は期待されないため、それ自身独立して経済評価は行われない。その費用については、他のコンポーネントの建設費用に比例して按分される。

(1) 水道

未収水量の削減の効果と WASA の収入増加の効果は国民経済の観点からは所得の移転であるため、便益ではない。その他に1)水使用節約意識の向上、2)施設拡大費用の繰り延べと行った効果が期待されるが、本コンポーネントの直接的な効果ではない。金銭的な評価が困難である。

また、パンジャブ州の公衆衛生行政の責任者によると、水因性疾患の削減には戦略的なアプローチが必要であり、塩素消毒に関して、住民の意識向上のキャンペーンや水道

管の良好な維持管理を伴わなければ、その効果は限られたものとなることである。具体的にとどのくらいの削減が期待されるかが明らかでないため、EIRR 計算から除外する。

従って、本コンポーネントでは、給水量増加の便益について検討する。

1) 便益

JICA の「パキスタン国カラチ市上下水道整備計画調査」(2008 年)では様々な水の経済価格を算出しているが、本章では 61,000 Rupee/10³m³を採用する。

2) 計算結果

EIRR は、25.3%と計算された。

(2) 下水道

下水処理場の建設は、他のサブ・コンポーネントとは分離して評価を行う。その理由は、ラビ川の流量に比べて、施設が処理する下水量が非常に小さいだけでなく、ラビ川の水質汚濁が極めて悪いことにある。その水質改善効果は微小なものであり、測定限界値以下と想定される。下水処理場建設のその他の効果として、技術の移転、近隣諸国間における地位の向上、住民の衛生意識の向上等があげられるが、経済分析のフレームワークによる評価は困難である。

1) 下水処理場の建設

ここでは、下水処理技術の代替案の選択についてその経済的適切性を評価するため、最小コスト法を適用する。

費用（建設費及び年々の維持管理費の総額）の現在価値は下表の通り計算された。

表 15.2 費用の現在価値

(Unit: Rs. Million)

処理方式	コストの現在価値
エアレーティッドラグーン	11,063
散水ろ床	10,665
USAB (+ 二次処理)	13,021
オキシデーションディッチ	16,670
活性汚泥法	18,862

Note: 1) 施設の耐用年数は各方式とも 30 年とする。
 2) 建設期間は各方式とも 3 年とする。
 3) 社会的割引率 (12%) を計算に適用。

Trickling Filter (散水ろ床) 方式が最も低コストであるという計算結果となった。

2) 下水遮集路、下水幹線及び下水ポンプ場の設置

a) 便益

支払意思額

これらのサブ・コンポーネントは、対象地域の住民の生活環境を改善する便益を有する。この便益は支払意思額によって計測される。対象地区住民の支払意思額は、一人当たり1年間でRs.328.32と計算されている。

既存の中継ポンプ場廃止による維持管理費の節約

既存の中継ポンプ場は11ヶ所あり、これらの維持管理費が節約される。節約額は年間Rs.3,330 Millionである。

b) 計算結果

EIRRは、12.7%と計算された。

(3) 排水

1) 便益

排水コンポーネントの便益は、浸水によって生じる経済活動停滞時間の削減である。この経済活動の停滞は、一人1時間あたりのGDPを用いて経済価値に変換される。また、浸水深0.05 m、0.1 m、0.15 m、0.2 mについてそれぞれ経済活動の程度を30%、20%、15%、0%と想定している。

乗数効果

マクロ経済理論では、GDPは消費と貯蓄で構成され、ひとたび消費が上昇すると最終的にGDP全体を1/(1-c)倍に上昇させるとされている(c:消費性向)。2007/08年度の「パ」国の消費性向は88.3%であるので、乗数は8.54となる。

2) 計算結果

EIRRは、0.8%と計算された。

15.2.2 統合した経済評価

コンポーネントを統合した場合のEIRRの計算結果は下表の通りである。

表 15.3 コンポーネントを統合した場合のEIRR

組み合わせ	EIRR
基本 ¹⁾	15.7%
オプション 1 ¹⁾	16.7%
オプション 2 ¹⁾	14.9% ²⁾

注) 1) 塩素滅菌機の設置と下水処理場の建設は計算より除外。

2) EIRRが減少する理由はマネジメント・コンポーネントの分担コストの増加にある。

15.2.3 財務評価

下水道及び排水のコンポーネントの目的は WASA の収入増加ではないため、WASA の立場から投資の効率を検討する FIRR の計算は両コンポーネントにとっては適切ではない。両コンポーネントの財務的な影響については、WASA 全体の財務的枠組みの中で検討されるべきである。同じ理由で塩素消毒を水道のコンポーネントの FIRR 計算から除いている。

また、<マネジメント>のコンポーネントは、他のコンポーネントの効果を高めるものであり、それ自身の便益は期待されないため、それ自身独立して経済評価は行われたい。その費用については、他のコンポーネントの建設費用に比例して按分される。

(1) 水道

1) 便益

未収水量の削減、すなわち実質的な給水量の増加が便益である。給水量の増加は全て世帯向けに供給されるものと想定されている。

2) 計算結果

FIRR は、-18.2%と計算された。

コンポーネントを統合した場合の水道コンポーネントの FIRR の計算結果は下表の通りである。

表 15.4 コンポーネントを統合した場合の水道コンポーネントの FIRR

組み合わせ	水道コンポーネントの EIRR ¹⁾
基本	-18.2%
オプション 1	-22.0% ²⁾
オプション 2	-18.6% ²⁾

注) 1) 塩素滅菌機の設置と下水処理場の建設は計算より除外。

2) EIRR が減少する理由はマネジメント・コンポーネントの分担コストの増加にある。

15.3 キャッシュフロー分析

WASA は損益計算書を毎会計年度作成している。その損益計算書に基づいて調査団がキャッシュフロー表を作成した。

15.3.1 キャッシュフローの過去の傾向

過去 10 年間にわたってキャッシュフローの傾向を検討した。過去のネットキャッシュフローはマイナスである。

キャッシュインフローの主な項目は、「水道による売上げ」及び「下水道による売上げ」である。両項目はこれまで一貫して直線的 ($y = ax + b$ の数式で近似可能) に増加している。

他方で、キャッシュアウトフローの主な項目は「人件費」、「補修と維持管理」及び「燃料と電力」である。最初の2項目はこれまで急激に上昇している ($y = ae^{bx}$ の数式で近似可能)。さらに、第3番目の項目(「燃料と電力」)はこれまで一貫して上昇し、特に2003/04年度と近年においては「パ」国経済のインフレーションの影響を受けて劇的に上昇している。

キャッシュフローの過去の傾向の検討から、キャッシュインフローとキャッシュアウトフローの上昇スピードの間に乖離があることが明らかであり、WASAのネットキャッシュフローのマイナスは構造的なものである。人事管理と補修・維持管理作業の効率化が必要であり、インフレーション傾向に対して柔軟な料金体系を設定すべきである。

15.3.2 キャッシュフローの予測

過去10年のキャッシュフローの傾向に基づいて今後5年間のキャッシュフローを予測した。予測の結果、ネットキャッシュフローのマイナスは一貫して拡大し、2.7倍になる。マイナスの額は2012/13年度にキャッシュインフローを超えることになる。新たな料金体系と効率的な経営管理システムの導入が望まれる。

15.3.3 世帯向け水道及び下水道の料金

世帯向けの水道及び下水道の料金を計算した。料金は既存の施設及び提案されたプロジェクトの費用をちょうど賄える額に設定している。結果は下記の通りである。

表 15.5 世帯向け水道及び下水道の料金 (基本)

	2011	2016	2021	2026	2031
5年間の平均水道単価 (Rs./10 ³ m ³)	10,052.0	12,550.4	11,700.5	12,106.0	11,146.1
5年間の平均下水道単価 (Rs./10 ³ m ³)	6,085.4	6,790.8	5,954.5	6,963.2	6,907.7

表 15.6 世帯向け水道及び下水道の料金 (オプション1)

	2011	2016	2021	2026	2031
5年間の平均水道単価 (Rs./10 ³ m ³)	10,052.9	12,613.5	11,703.8	12,119.0	11,159.0
5年間の平均下水道単価 (Rs./10 ³ m ³)	5,099.8	5,850.5	5,210.9	5,862.0	5,843.4

表 15.7 世帯向け水道及び下水道の料金 (オプション 2)

	2011	2016	2021	2026	2031
5年間の平均水道単価 (Rs./10 ³ m ³)	10,052.6	12,594.6	11,707.0	12,130.7	11,170.5
5年間の平均下水道単価 (Rs./10 ³ m ³)	4,062.7	4,811.7	4,441.4	4,696.3	4,711.5

各戸メータが設置された世帯向けの現行料金は、水道が 1,000 gallon 当たり Rs.12.88、すなわち 1,000 m³ 当たり Rs.2,833.0、また下水道が 1,000 m³ 当たり Rs.1,983.1 である。従って、新しい料金体系を導入するために最初の 5 年間は下表の通り徐々に上げていくべきである。

表 15.8 新たな上下水道料金の段階的導入 (基本)

	2011	2012	2013	2014	2015
水道単価 (Rs./10 ³ m ³)	4,452.6	6,072.1	7,691.7	9,311.3	10,930.8
下水道単価 (Rs./10 ³ m ³)	2,784.4	3,585.7	4,386.9	5,188.2	5,989.5

表 15.9 新たな上下水道料金の段階的導入 (オプション 1)

	2011	2012	2013	2014	2015
水道単価 (Rs./10 ³ m ³)	4,463.1	6,093.2	7,723.2	9,353.3	10,983.4
下水道単価 (Rs./10 ³ m ³)	2,627.7	3,272.2	3,916.8	4,561.4	5,206.0

表 15.10 新たな上下水道料金の段階的導入 (オプション 2)

	2011	2012	2013	2014	2015
水道単価 (Rs./10 ³ m ³)	4,459.9	6,086.9	7,713.8	9,340.7	10,967.7
下水道単価 (Rs./10 ³ m ³)	2,454.5	2,926.0	3,397.4	3,868.8	4,340.2

世帯向けの範囲でのキャッシュフローは下表の通りである。

表 15.11 世帯向けの範囲でのキャッシュフロー (基本)

	2011	2016	2021	2026	2031	2035
Cash Inflow	1,674	7,411	7,207	8,000	7,881	8,188
Cash Outflow	3,391.7	8,615.1	7,105.0	7,795.0	7,950.2	7,936.7
Net Cash Flow	-1,718.2	-1,204.3	101.7	205.2	-68.9	251.6

(Unit: Rs. Million)

表 15.12 世帯向けの範囲でのキャッシュフロー (オプション 1)

	2011	2016	2021	2026	2031	2035
Cash Inflow	1,674	7,075	6,905	7,544	7,422	7,711
Cash Outflow	3,391.7	8,070.8	6,848.1	7,357.8	7,481.7	7,469.9
Net Cash Flow	-1,718.2	-996.1	56.4	185.9	-59.4	241.6

(Unit: Rs. Million)

表 15.13 世帯向けの範囲でのキャッシュフロー（オプション 2）

(Unit: Rs. Million)

	2011	2016	2021	2026	2031	2035
Cash Inflow	1,674	6,669	6,592	7,060	6,933	7,203
Cash Outflow	3,391.7	7,343.7	6,580.7	6,894.3	6,981.5	6,971.2
Net Cash Flow	-1,718.2	-674.3	11.1	165.3	-48.3	232.1

15.4 料金改定

15.4.1 水道料金

(1) 料金改定の目標

料金改定によって以下の 5 つの目標を達成する：1) 良好なガバナンス、2) 財務的な持続可能性、3) 分配上の公正、4) 経済的効率性、5) 適正な価格設定。

(2) 価格設定の方式

下記の方式に基づいて世帯向け料金を改定することを推奨する。

世帯に対して支払可能額を考慮し、また貧困層に対しては「ライフライン料金」を考慮して、必要な運営コストを賄うことを可能とするプライスカップ制を導入する。

【注】「ライフライン料金」とは、分配上の公正を達成する観点から設定される極めて低額ないし無料の料金である。

現時点でプライスカップ制を実際に適用するには様々な仮定に基づかなければならず、信頼性に欠ける。数字が一人歩きするのを避けるため、プライスカップ制を実際に適用するための計算は今後予定されている技術援助の JICA 専門家に委ね、州政府及び CDGL の関係者との協議を通じて行う。

15.4.2 下水道料金

現行の料金体系では、下水道料金は基本的に水道料金の 70% に設定されている。WASA では過去 5 年間では下水道費用は水道費用の約 30% であった。さらに、世銀においては世帯向けの支払可能額のベンチマークとして、水道は可処分所得の 4%、下水道は 1% とされ、これにより下水道料金は水道料金の 25% に相当する。

引き続き下水道料金を水道料金の 70% に設定するためには、ユーザーを考慮することが重要である。収入不足によりこの比率を下げるのが困難である場合は、所得の最も低い世帯に適用されるとの想定から、最低料金の引き上げはできうる限り遅らせるべきである。いずれにせよ、下水道料金は料金体系全体の改定の中で検討されるべきである。

16 環境社会配慮

16.1 IEE 及び EIA が必要な個別事業

パキスタン EPA 規則 2000 (IEE 及び EIA 修正法) に基づき、JICA 調査団提案全コンポーネントの内、IEE (スケジュール I) あるいは EIA (スケジュール II) の実施が求められる事業を整理すると表 16.1 となる。

表 16.1 IEE あるいは EIA が求められる個別事業

分野	Phase 1 (2010-2017)
上水事業	1. 無収水率の低減 (水道メータの設置(全戸 40%)) 2. 水質改善(全管井戸への塩素注入機設置)
下水事業	1. 市中央地区—South West WWTP 間の下水管の埋設 2. 新 Gulshan-e-Ravi ポンプ施設の建設 3. South West WWTP、下水遮集路及び揚水ポンプ場の建設
排水事業	1. 親切排水路の建設 2. 既設排水路の修復

JICA 調査団

16.1.1 上水分野事業における IEE/EIA の必要性

上記 EPA 規則で規定されている環境評価の諸基準の総事業費に従うと、JICA 調査団提案の上水分野事業は、規定額以上の事業費となるため IEE あるいは EIA が必要となる。しかしながら、表 16.1 に整理したとおり、同分野の提案事業は水道メータ設置及び、既存の井戸への塩素 (次亜塩素酸 HClO₂; 液状) 注入機の設置と小規模な機材導入事業であり、個々の工事も小規模である。このことからパンジャブ EPD の EIA 局長、WASA 担当者及び JICA 調査団との協議を行い、JICA 調査団提案の上水事業については IEE 及び EIA を実施する必要が無いことを確認した。WASA はこの確認に基づき今後必要な手続きを取る。

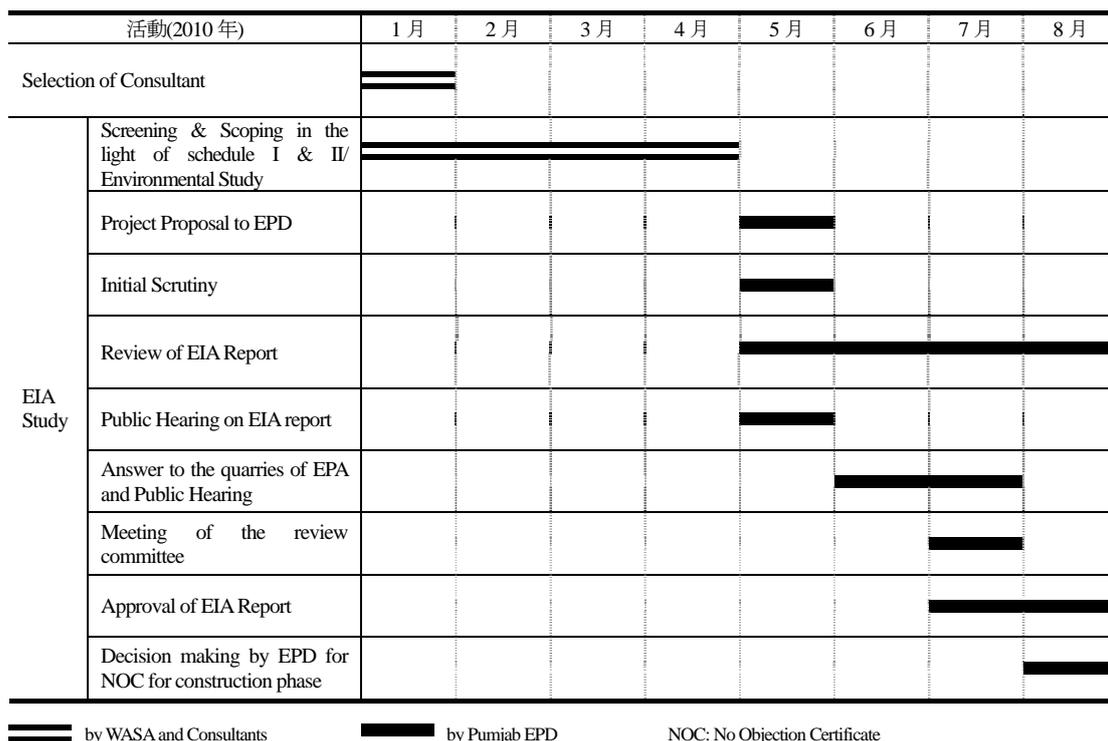
16.1.2 EIA 調査

(1) EIA 調査工程(案)

2009 年 8 月に JICA F/F ミッション団と WASA 側との間で取り交わされた M/D に、求められる EIA 調査は詳細設計(D/D)開始までに終了するという合意に達した。この合意と 16.1.1 の水道事業に関する議論を踏まえ、下水道事業 (WWTP、下水遮集路ル及び新規ポンプ場建設) と排水事業に対する EIA 工程 (案) を WASA 側は、パンジャブ州 EPD 及び JICA 調査団からのアドバイス等を受け図 16.5 のとおり作成した。

(2) WASA によるスクリーニング・スコーピング手続きの開始

WASA は、2009 年 10 月 20 日付け No. D(P&E)/4011-14 表題「ラホール市上下水道改善及び WWTP 事業に対する EIA/IEE のスクリーニング及びスコーピング」とした依頼状をパンジャブ EPD (EPA 局) 宛に送付し、EIA 調査に必要な手続きを開始した (Appendix 16.1 参照)。

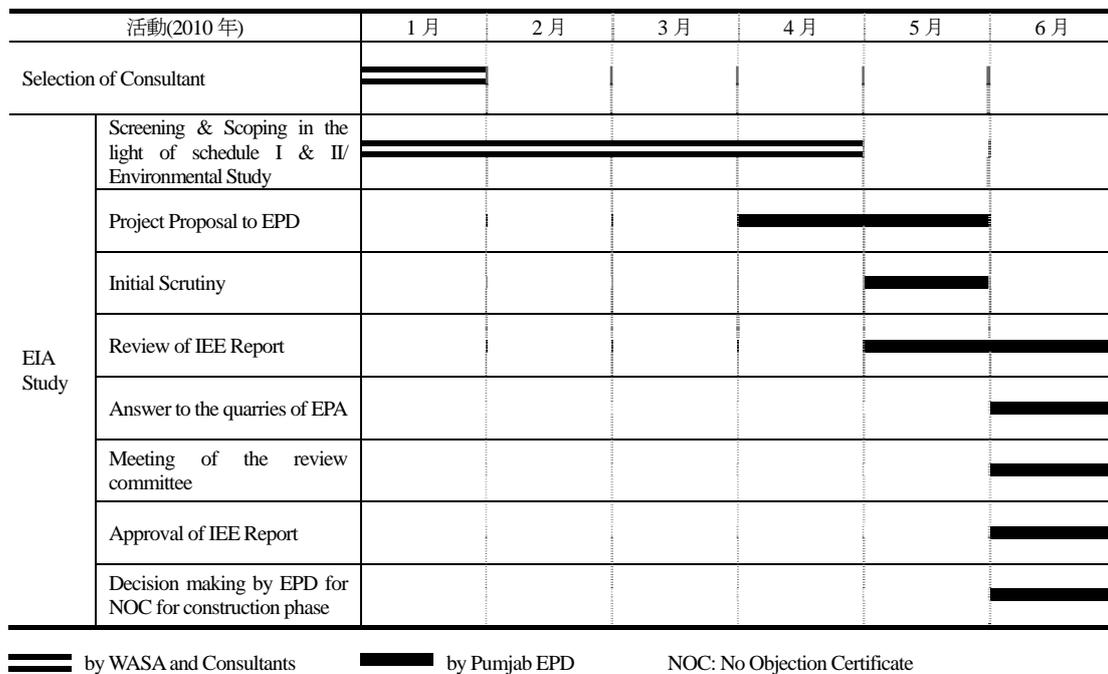


出典: WASA in association with Punjab EPD and JICA Study Team

図 16.1 下水道・排水施設事業 EIA 調査工程 (案)

(3) IEE 調査工程 (案)

今後、水道事業に対し IEE が求められるような場合に備え WASA はパンジャブ EPD と JICA 調査団のアドバイスを受け 図 16.2 に示すとおり IEE 工程 (案) を作成した。



Source: WASA in association with Punjab EPD and JICA Study Team

図 16.2 水道事業 IEE 工程 (案)

16.2 特記すべき環境・社会的様相

16.2.1 社会面

(1) 事業立地周辺の特記すべき居住地

1) Gulshan -e- Ravi ポンプ場に隣接する不法居住地

Gulshan-e-Ravi ポンプ場の東隣に不法居住地（約 50 世帯 人口約 500 名）が確認されている。

新ポンプ場建設事業による工事中及び供用後における当該不法居住地への影響は以下の理由により無いと予測される。

- 新ポンプ場は Gulshan -e- Ravi 下水ポンプ場の WASA の敷地内に建設される計画
- 新ポンプ場に必要パイプは当該不法居住地には埋設等はない

2) South West WWTP 建設用地に隣接する居住地

WWTP 予定地の南部に居住地（Shadewal acer 約 100 世帯、人口 1,000～1,200 人）がある。JICA 調査団による現地踏査及び、卓越風向等の既存関連データから、本事業（WWTP）による同居住地への影響は無いと予測される。

(2) 事業により影響を受ける居住民

1) WWTP 建設予定地の不法占拠者（元所有者）

WWTP はらび川の氾濫原に建設予定する計画で、この建設目的のため 1992 年、1996 年に WASA により買収済みである。このため当該予定地内・周辺にはスラム等の家屋等は存在しない。しかしながら、WASA によると計 95 名の農民が合計 711 エーカーを農地として使用している。これら 95 名は以下のとおりである

- 95 名全員は不法(一時的)に土地を耕作しているが、作物及び立木は既に WASA により買収済みである。
- 2009 年 12 月 2 日現在 WASA は不法耕作者 95 名(元所有者で買収済み)を確認し、その他の元所有者は買収以降耕作等を行っていない。
- 即ち、WASA は 2009 年 12 月 2 日に、2002 年に確認した 95 名の元所有者がそのまま耕作を不法に続けていることを確認した。

2) 下水遮集路用地への不法侵入者・建物

2009 年 9 月に実施した JICA 調査団の現地踏査及び現況地図作成から、WASA が 1992 年、1996 年に買収した下水遮集路用地の左岸・右岸に計 74 の建造物（建物の壁等）の一部や農地(74 名の所有者)が存在していることが判明した。しかしながら、これら建造物等の用地への浸食レベルは非常に僅かで、またアクセス道の建設が予定されている箇所となることから、下水遮集路そのもののへの影響は軽微であると予測される。

(3) 下水道・排水施設事業予定地における他の社会的様相

下水道・排水施設事業は既存の道路の下に建築される予定であり、その予定地周辺の踏査調査及び既存の土地利用図、文化的・社会的に重要なサイト等のレビューから、不

法居住地、社会的・文化的に重要なサイトは存在しないことを確認した。

また、ラホール近郊には2つの世界遺産が存在するが、WWTP建設予定地から8~10 km 離れているため影響は予測されない。

16.2.2 環境面

(1) 産業排水と重金属

ラホールでは、工場排水の環境モニタリングは十分に実施されていない。このため、幾つかの工場では NEQS の環境基準以上の濃度の重金属を含む排水を既存の下水路に排出している可能性がある。

一方、本調査の流域内で EPA が年に1度19地点で実施している汚水モニタリング調査及び、JICA 調査団が実施した24地点で実施した水質モニタリングの結果からラホールの汚水から幾つかの重金属が観測された。

しかしながら、これら重金属はすべて NEQS 基準以下である。また、重金属に関し、NEQS と日本の一般排出基準(環境省)を比較した結果、NEQS は日本の基準から見て同様のレベルであると評価された。

また、本事業で建設予定の WWTP の設計能力は BOD 負荷量 80%削減であり、WWTP に流入する重金属はそのまま(NEQS 以下)環境中に排出されることになり、WWTP 建設による悪影響は予測されない。

(2) スラッジ内の重金属

WASA は日本の無償資金協力事業である“Project for the Retrieval of Sewage and Drainage System in Lahore City”の IEE 調査(2004年)で、既存の下水汚泥の含有する重金属実測調査を実施した。一方、NEQS には汚泥に関する基準が存在しない。このため、同 IEE は米国環境局(US EPA)のバイオソイル(汚泥)の土壌利用(農地、森林、荒地、ごみ処分場)基準を用いて以下のとおり評価した。

下水等からの引抜き汚泥は US EPA の基準(ごみ処分場への投棄)以下

- 同基準にはクロム(Cr)が無いため表 16.9 に示した他の先進諸国の関連基準を用いている
- 汚泥に含まれるクロムは先進諸国(フランス、ドイツ等)の基準以下の濃度である

(3) 保護区及び生態系

パンジャブ州には64の保護区が存在するが、すべてラホール市外である。また、2007年4月にフランスの支援により WASA が実施した WWTP 予定地における EIA 調査“EIA study for the South west Sewage Treatment Plant, Lahore”でも WWTP ならびに下水遮集路用地において保護区ならびに保護すべき生態系の記述は無い。さらに、下水・配水管は既存の道路下に埋設、新規ポンプ場は既存の施設内に建設、下水遮集路は WASA 取得用地に掘削、及び WWTP はらび川の氾濫原に建設する。

以上から、保護区ならびに生態系への影響は予測されない。

(4) 動植物層

- 動物相:文献レビューからラホール市内には保護すべき動物相は現在ない。

- 植物相: IUCN レッドデータブックに含まれる危惧種等は確認されていない。

16.2.3 社会、文化及び環境的脆弱地域

16.2.1 及び 16.2.2 で記したとおり、社会、文化及び環境的脆弱地域はすべての事業対象地域で確認されていない。

16.3 事業による予測される環境社会影響

16.3.1 社会影響

表 16.2 に予測される社会影響を整理する。

表 16.2 事業による社会影響予測

提案事業	予測社会影響					
	住民移転		立退き/ 取り壊し		生活及び生計	
	工事中	供用中	工事中	供用中	工事中	供用中
Sewers ¹	No	No	No	No	In some degree	No
WWTP ²	No	No	In some degree	No	In some degree	No
Drains ³	No	No	No	No	In some degree	No
Water ⁴	No	No	No	No	No	No

Note

1. Construction of trunk sewers and branch sewers in Lahore central areas and construction of new Gulshan-e-ravi disposal station
2. Construction of South West wastewater treatment plant (WWTP) including the collector channel
3. Construction of new drains and improvement of existing drains in Lahore
4. Reduction of UFW in public water supply through metering system & Improvement of water quality through replacement of Chlorinators at tube wells.

JICA 調査団

16.3.2 環境影響

表 16.3 に予測される社会影響を整理する。

表 16.3 事業による環境影響予測

提案事業	予測環境影響					
	騒音振動		大気汚染 (排ガス)		処理汚泥	
	工事中	供用中	工事中	供用中	工事中	供用中
Sewers ¹	Yes	No	Yes	No	No	In some degree
WWTP ²	Yes	In some degree	Yes	In some degree	No	Yes
Drains ³	Yes	No	Yes	No	No	In some degree
Water ⁴	No	No	No	No	No	No

Note

1. Construction of trunk sewers and branch sewers in Lahore central areas and construction of new Gulshan-e-ravi disposal station
2. Construction of South West wastewater treatment plant (WWTP) including the collector channel
3. Construction of new drains and improvement of existing drains in Lahore
4. Reduction of UFW in public water supply through metering system & Improvement of water quality through replacement of Chlorinators at tube wells.

JICA 調査団

16.4 提案事業に対する環境社会配慮

16.4.1 WWTP 及び下水遮集路事業にかかる立退き及び取り壊し

(1) 2002 年立退き通達

WASA 局長名は 2002 年 8 月 27 日付け、WWTP 予定地に不法耕作している 95 名の元所有者に対し 15 日以内に退去する旨の通達を出した。

(2) 2007 年公聴会

過去フランスによる類似の協力事業に対する South West WWTP 建設事業計画に対し WASA が作成した EIA 調査(2007 年 4 月)において、同年 7 月 14 日に同 EIA 報告書に対する公聴会が開催された。なお、フランスの事業予定地は今回 JICA 提案の予定地と同じである。(Appendix 16.2 参照) フランス事業に対する EIA は公聴会等手続きを経て 2007 年 7 月 22 日に環境許可 (NOC) が発行された。

(3) 2009 年住民協議会

JICA 提案の WWTP 及び解す下水遮集路建設事業に対し WASA は、2009 年 10 月に住民協議会を実施し、不法耕作民の円滑な退去を含む多様な環境社会面についての議論が実施された。同協議会は WASA、EPD 及び元所有者等 25 名のステークホルダーが参加した(Appendix 16.3 参照)。協議により、表 16.3 に示す立退き/取り壊し工程が WASA により提案され本協議会の議事録に添付された。

Sr. No.	Actions	Oct. 2009	June 2010	Sep. 2010	July 2010	Nov. 2010	Dec. 2010	Jan. 2011
1	Copy of notice to stakeholders	—						
2	Consultation meeting	—						
3	Notice for evacuation				—			
4	Evacuation					—		
5	Notice for Demolition for collector channel		—					
6	Demolition			—				
7	Compensation						—	
8	Project Implementation (Proposed)							—

Source: WASA

図 16.3 WASA による立退き/取り壊し工提案

(4) JICA 提案事業に対する EIA 報告書の公聴会実施予定

図 16.1 に整理したとおり、JICA 提案事業に対する EIA 調査実施の公聴会開催を予定している。

(5) WWTP 及び下水遮集路事業に対する社会配慮

1) WWTP 予定地の不法耕作民に対する立退き

95 名の不法耕作民は既にも買収による補償済みの元所有者であるが、立退きによる社会配慮の観点から WASA は以下を実施することを検討している。

- 立退き前に耕作者・作物等の現状の精査を実施
- 精査結果に基づく立退き計画を作成
- 円滑な立退き実施のために、関連ステークホルダー協議等を適宜実施
- 建設工事は栽培中の農作物を収穫後に実施

- 立退き後の雇用、収入や生活状況についての定期的なモニタリングの実施
- 事業実施後に生活水準回復のための個別相談

2) 下水遮集路用地の不法侵入者・建物

買収済みの下水遮集路用地への不法侵入者や建物は、壁等の一部が予定地にはみ出している程度であり、一方、本事業計画は以下としている。

- 両脇にアクセス道路を整備し、適宜既存の建造物との調整する
- 下水遮集路の深さを調整し、建造物等への影響を回避するためアクセス道路の幅の調整を実施
- 技術的に避けられない箇所がある場合、WASA は追加的補償を検討

16.4.2 建設時の生活生計への配慮

(1) 交通管理

下水道・排水施設事業は既存道路に埋設するため、工事中は交通技術計画局（TEPA）及び市交通警察署との協力を得て円滑な交通管理のため、迂回路等の指示板を設置する。

(2) 掲示板・警告板

コントラクターは労働衛生安全局（OHS）による必要な掲示板・警告板を設置する。

(3) 廃棄物収集調整

下水道・排水施設事業は既存の道路を掘削するため、当該工事区間路上における廃棄物（ごみ）収集箇所に対し、WASA は CDGL の清掃局と調整を取り収集業務を実施する。

(4) 警備員の配置

歩行者や労働者の安全確保、侵入者や盗難防止のため必要な警備員を配置する。

(5) 労働安全

労働人材局が労働者の安全を確保する責任を負い、労使、賃金やサービス等主要な関連法を遵守させる。これらの法規により労働者は保護され、関連教育等が行われる

16.4.3 騒音振動

騒音振動に関する環境基準は「パ」国には無く、車両排出基準の 85dB(A)のみである。しかしながら関連するガイドラインや過去の WASA の経験から、労働者や運転者の教育、制限速度遵守や工事時間制限等により車両や重機等からの騒音振動の低減を実施する。使用ポンプは水中ポンプを使用するため、騒音振動の問題は無い

16.4.4 建設時・供用時の大気質

(1) 大気汚染

労働者や運転者の教育、制限速度遵守や工事時間制限等により車両や重機等からの騒

音振動の低減を実施する。また、粉塵等は定期的な散水を行う。

(2) 悪臭

WWTP 処理汚泥からの悪臭は、同施設境界から 200m 南部に位置する居住地を除きレセプターは無い。なお、同居住地は、既存の排水路に北部で接しており、この排水路の汚水の一部が WWTP で処理される。また年間を通し南向きの卓越風は無い。また、施設周辺に緑地帯を建設する計画である。これらから悪臭の影響は少ないと予測される。

16.4.5 供用中の処理汚泥

(1) 汚泥処理

WWTP からの発生汚泥は定期的に天日乾燥させるよう、嫌気性地を一定のセル状に区分けする設計となる。乾燥汚泥は引き抜き市内の既存のごみ処分場に投棄(現在は生汚泥を投棄している)する。また、WASA は汚泥乾燥床を WWTP 内に建設し土壌調整剤として農業利用する計画を検討している。

(2) 汚泥による汚染

16.2.2 の(2)で記したとおり、汚泥中に含まれる重金属は US EPA や他の先進諸国の基準以下であることが確認されており、重金属汚染は予測されない。

16.4.6 その他の影響

(1) WWTP からの処理水質

WWTP は散水ろ床方式と嫌気性地からなる生物処理方式を採用し、NEQS 基準に適合する処理水質を確保し排水する。また、同処理方式は多くの途上国等で実証されている技術であり、処理能力は BOD 負荷量の 80%を削減する。

(2) 残土

工事中に発生する残土は WWTP 周辺の築堤や緑地帯に利用する。

(3) 保護区及び遺跡

16.2.2 及び 16.2.3 に記したとおり保護区及び遺跡等は計画地には存在しない。

(4) 風景

下水・排水管路は道路に埋設、新規ポンプ場は施設内に設置、下水排水路は WASA 用地に掘削され、WWTP には緑地帯等を建設する等、風景への影響は無い。

16.5 環境モニタリング

16.5.1 EIA 制度による環境モニタリング

本事業に対し実施される EIA 報告書の中で予測される影響項目が環境管理計画(EMP)の

中で検討され、それら項目に対する環境モニタリングの実施が検討されることになる。

16.5.2 施設運転環境モニタリング

EIA 制度とは別に、パンジャブ州 EPD が求める施設運転環境モニタリングが行われる。これは NEQS 遵守のためであり、WASA は JICA 調査結果を受け、工事中の PMU に環境モニタリングユニット、また供用時には新しい WASA の中に環境モニタリング部が新設され NEQS や SMART システムに対応する施設運転環境モニタリングが実施される。

16.5.3 環境モニタリング体制の調整の必要性

EIA 環境モニタリングと施設運転環境モニタリング実施に際し、同じ環境項目や報告内容の重複を避けるためこれら二つの環境モニタリング体制や実施に対する調整をすることが必要となる。

16.6 JBIC 環境社会配慮ガイドライン

(1) スクリーニングフォーム及び環境チェックリスト

- WASA は(添付資料 16.4)のとおりスクリーニングフォームを 2009 年 9 月に作成した。
- 環境チェックリスト (No.19 下水・汚水処理、No.18 上水) を作成した。

(2) モニタリングフォーム

JBIC ガイドラインに添付されている環境モニタリングフォームに沿って、WASA 側に事業実施に際し、工事中及び供用中において JICA 側に半年に一回程度の提出を義務付けるものである。

16.7 EIA 調査 TOR 案

現時点で確認した EIA 工程、環境社会予測影響等に基づき、EIA 調査の TOR 案を作成した。

16.8 社会的弱者に対する上下水道サービスの配慮

社会的弱者には、女性、老人、子供、貧困層とその定義は幅広いが、ここでは貧しくて上下水道サービスを受けられない人に限定して検討するものとする。貧しくて上下水道サービスを受けられない人々には二つのタイプがある。一つは住む家を持っている人々と、今ひとつは家を持たない人々である。これらの人々は現在もらい水、公共栓、ペットボトル等によって水を確保していると考えられる。ペットボトルの場合は高くても最小限の水で生活していることになる。

住む家を持っている人々については不法接続の可能性もあり、これについて厳しく確認する必要があるが、その上で、接続のための助成措置、分割払いの受入、接続料金の低減、

減免措置といった対策が考えられる。助成措置、分割払いの受入は長期払いにすることによって一時的な資金負担を避けるものであって、トータルとしての負担を軽減するものではない。水道サービスにおけるタウン別の普及率を見ると、各タウンとも 85～90%に高い範囲にあり、特定の地区に限って接続率が悪いという問題ではないことを示している。したがって、接続料金の低減と、使用料金の割引の併用が助言される。

個人井戸による地下水利用が水道に接続しない理由となっている者に対しては、経済的には豊かであると考えられるため、地下水・排水路への排出料金を値上げして、水道への切り替えを促すべきである。

家を持たない人々に対しては、公共栓が考えられる。公共栓は水の無駄遣いの原因となっているとされ、廃止の方向にあるが、家を持たない人々に安全な水を供給するための有効な手段と考えられる。したがって、個々の公共栓の利用者について実態を調査し、その実態に基づいて廃止を検討し、必要なものは存続とすべきである。料金は割引料金を適用するものとするが、コミュニティの連帯で徴収するのも一案である。

なお現在作成中の Punjab Urban Water Act(Draft) によれば、収入が一定金額以下の敷地所有者に対しては上下水道料金の支払いを免除し、州政府が代わって支払うことが謳われている。