

パキスタン・イスラム共和国
ラホール市上下水道局

パキスタン・イスラム共和国 ラホール市下水・排水機材緊急復旧計画 準備調査報告書

平成 22 年 3 月
(2010 年)

独立行政法人 国際協力機構
(JICA)

株式会社 建設技研インターナショナル

環境
CR(1)
10-033

パキスタン・イスラム共和国
ラホール市上下水道局

パキスタン・イスラム共和国
ラホール市下水・排水機材緊急復旧計画
準備調査報告書

平成 22 年 3 月
(2010 年)

独立行政法人 国際協力機構
(JICA)

株式会社 建設技研インターナショナル

序 文

独立行政法人国際協力機構は、パキスタン・イスラム共和国のラホール市下水・排水機材緊急復旧計画にかかる協力準備調査を実施し、平成21年8月26日から9月18日まで調査団を現地に派遣しました。

調査団は、パキスタン政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施しました。帰国後の国内作業の後、平成22年1月20日から1月28日まで実施された概略設計概要書案の現地説明を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終りに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成22年3月

独立行政法人 国際協力機構
地球環境部長 中川 聞夫

伝 達 状

今般、パキスタン・イスラム共和国におけるラホール市下水・排水機材緊急復旧計画準備調査が終了いたしましたので、ここに最終報告書を提出いたします。

本調査は、貴機構との契約に基づき弊社が、平成 21 年 8 月より平成 22 年 3 月までの 7 ヶ月にわたり実施いたしてまいりました。今回の調査に際しましては、パキスタンの現状を十分に踏まえ、本計画の妥当性を検証するとともに、日本の無償資金協力の枠組みに最も適した計画の策定に努めてまいりました。

つきましては、本計画の推進に向けて、本報告書が活用されることを切望いたします。

平成 22 年 3 月

株式会社 建設技研インターナショナル

パキスタン・イスラム共和国
ラホール市下水・排水機材緊急復旧計画
準備調査団

業務主任 前田 剛和

1. 国の概要

パキスタン・イスラム共和国（以下、「パ」国とする）は、4つの州と連邦首都イスラマバードおよび連邦直轄地から成る連邦共和国家で、人口約1.69億人（2007/2008年暫定値）、国土面積79.6万km²（日本の約2.2倍）を有している。

伝統的に軍部の力が強く、独立以来クーデターが繰り返され、政局は常に不安定である。現政権は、パキスタン人民党（PPP）とパキスタン・ムスリム連盟シャリーフ派（PML-N）の連立政権で、最大与党は、パキスタン・ムスリム連盟（PML）である。大統領は、2008年9月に選出されたパキスタン人民党総裁のアースィフ・アリー・ザルダリーである。

「パ」国の主要産業は農業および繊維産業であり、実質GNPは1,701億ドル（2007/2008年度）、一人当たりGNPは1,057ドル（2007/2008年度パキスタン経済白書）、実質経済成長率（GDP）は5.8%（2007/2008年度）である。また、物価上昇率は、12.0%（2007/2008年度）、失業率は5.2%（2007/2008年度）である。経済不況や国際収支の悪化から、2008年11月に76億ドルのIMF融資が決定し、IMFプログラムの下、緊縮財政・経済改革を実施している。一方、高いインフレや株価の下落傾向、製造業の減速、貧困層の拡大が課題となっている。

2. 要請プロジェクトの背景、経緯および概要

パンジャブ州の州都ラホール市は、ラビ川流域に広がる沖積平野に発達した都市で、同州の政治、経済、文化の中心であり、面積1,772km²、推定人口は720万人、カラチに次ぐ「パ」国第2の人口規模を抱える都市である。ラホール市では市街地の発展拡大速度に対し、生活基礎インフラの整備が遅れ、都市環境の悪化が進行している。特に、下水・排水に関しては、モンスーン期の集中豪雨により市内各所で浸水被害が発生し、交通やビジネスに支障をきたすばかりでなく、衛生環境にも悪影響をおよぼしている。

ラホール市の上水および下水・排水システムの整備は1930年代に始まり、1969年に初の上水および下水・排水に係るマスタープランが策定され、ドナー支援も仰ぎつつポンプ設置などが段階的に進められてきた。ラホール市の下水・排水分野の担当局は、ラホール開発庁（Lahore Development Authority: LDA）傘下の上下水道局（Water and Sanitation Agency in Lahore: WASA）であるが、資金不足から十分な施設の整備・改善を行っていない。ラホール市の下水・排水は計画上分流式であるが、実質的には大量の下水を雨水排水路に吐出させており、浸水発生時の滞留水の水質は下水と大差無い状態である。ラホール市内の浸水被害の主要因は、末端のポンプ場が豪雨時に対応した排水能力を備えていないことと、雨水排水路や下水管の流下能力が大量の汚泥や廃棄物の堆積で低下していることである。

このような状況に対し、LDAは2002年11月にラホール市の総合開発計画である「Integrated Master Plan for Lahore-2021」を策定し、その中で緊急性の高い計画として、市内の下水・排水施設の改善を掲げた。このLDAの開発計画に沿い、「パ」国政府は日本国政府に対し、2004年にラホール市の行政と商業の中心地である旧市街を含む北部地域を管轄するラホール市上下水道局

(WASA) の管内中央・南西部の浸水多発・常襲地域を対象として、浸水被害の減少と衛生環境の改善を目的とした無償資金協力「ラホール市下水・排水施設改善計画」を要請した。日本政府は要請に基づき同計画を実施し、①下水管路と排水路の清掃機材の調達、②新規排水ポンプの増設および自動除塵機の新設等が実施され、雨季の浸水被害状況に一定の改善が見られた。ところが、2008年6月、7月とラホール市内において、死者を出す浸水被害が発生し、同市内における下水・排水施設の整備が未だ十分なものは無く、更なる下水・排水施設改善の必要性が明らかとなった。下水・排水施設の改善策としては、老朽化が進行している既存ポンプの更新等による排水能力の強化が最緊急課題であるとされた。

以上のような背景の下、「パ」国政府は日本政府に対し、排水能力が当初計画値の55%まで低下しているラホール市の下水・排水能力を改善するため、老朽化が進行している既存ポンプ16基の更新および自動除塵機2台の新設に対する無償資金協力の要請を行った。

3. 調査結果の概要とプロジェクトの内容

独立行政法人 国際協力機構は、「パ」国政府の要請に応え、2009年8月26日から9月18日まで基本設計調査団を現地に派遣し、要請案件の緊急性、必要性等を確認した。現地調査、帰国後の国内解析作業を通して無償資金協力の対象範囲、規模等を定め、その効果と妥当性を検討した。その結果を基本設計概要書に取りまとめ、2010年1月20日から1月28日まで現地説明を実施し、基本設計の内容について「パ」国側の合意を得た。

概略設計においては「パ」国側の要請内容に対して、以下の4項目に基づきポンプ更新および自動除塵機新設に関する緊急性、必要性を検討した。

- (1) ラホール市内の浸水範囲の記録
- (2) 各ポンプの老朽化・劣化の状況
- (3) 各ポンプ場におけるポンプ更新の効果
- (4) 各ポンプ場に流れ込むゴミの量

さらに、調査の結果新たに明らかとなった以下の事項を考慮し、協力対象事業内容を検討した。

- シャドバーポンプ場、ココロードポンプ場、シディキプラポンプ場は同一敷地内にあり、共通の集水域を有しているため、3ヶ所のポンプ場全体で排水能力向上を図る。
- シャドバーポンプ場敷地内のココロードポンプ場はポンプ3基分の空きスペースを有しており、コスト面および施工面で有利にポンプ増設が可能である。
- シャドバーポンプ場およびココロードポンプ場へのゴミの流入量は非常に多く深刻な影響があるが、ムルタンロードポンプ場へのゴミ流入量はそれに比較して少ない。
- グルシャンイーラビポンプ場では既存ポンプ14基中8基の更新が要請されているが、そのうち2基のポンプはその他のポンプに比較して状態がよく、更新の緊急性は高くない。

上記の内容に基づき、検討を行った結果、協力対象事業内容を次表の通り立案した。

表-1 概略設計の概要

ポンプ場	要請内容	協力対象事業内容
シャドバー (シャドバー)	ポンプ更新 4基 自動除塵機新設 1台	ポンプ更新 4基 自動除塵機新設 1台
シャドバー (ココロード)	要請無し	ポンプ新設 2基 自動除塵機新設 1台
グルシャンイーラビ	ポンプ更新 8基	ポンプ更新 6基
ムルタンロード	ポンプ更新 4基 自動除塵機新設 1台	ポンプ更新 4基
合計	ポンプ更新 16基 自動除塵機新設 2台	ポンプ更新・新設 16基 自動除塵機新設 2台

4. プロジェクトの工期および概算事業費

プロジェクトの工期は、契約および実施設計約 4.5 ヶ月、機材調達・据付工事約 21.5 ヶ月、全体で 26.0 ヶ月である。概算総事業費は、12.38 億円（無償資金協力 12.29 億円、「パ」国側負担 865 万円）である。

5. プロジェクトの妥当性の検証

本プロジェクトの裨益範囲は、約 105km²、裨益人口は約 300 万人である。プロジェクトの実施により発現が期待される効果をまとめ、次表に示す。

表-2 プロジェクト実施による効果と改善の程度

現状と問題点	協力対象事業での対策	直接効果・改善程度	間接効果・改善程度
<ul style="list-style-type: none"> - 下水・排水ポンプ場のポンプ老朽化のため排水能力が低下しており、モンスーン期の集中豪雨により市内各所で浸水被害が生じ、環境・衛生状態の悪化が進行している。ポンプが古すぎてスペアパーツも入手不可。 - 排水路に投棄された大量のゴミを効率よく除去できず、ポンプ劣化原因の一つになっている。 	<ul style="list-style-type: none"> - ポンプ関連機材（16基分）の調達・据付を行う。 - ポンプ場の自動除塵機（2台）の調達・据付けを行う - 上記機材据付けに伴う付帯工事を行う。 	<ul style="list-style-type: none"> - ポンプ場の排水能力が約 38%向上し、排水機能が改善する。 - 浸水被害が軽減される。 - ラホール市内の浸水常習地区における浸水時間が約 3 時間短縮（60%の短縮）され、浸水深が約 13cm 低下（90%の低下）する。 	<ul style="list-style-type: none"> - 自動除塵機の設置により、作業員の安全・衛生上の問題発生を防止する。

WASA の運営・維持管理体制のうち、組織・人員面は健全であると評価できるが、財政面は改善の余地がある。WASA が今後単独で健全な経営を行っていくためには、「メーター無し」契約数を減す等の収入増大に対する努力を今後も継続する必要がある。

以上の通り、本プロジェクトは、広く地域の浸水被害を軽減し衛生環境改善に寄与することから、協力対象事業の一部に対して我が国の無償資金協力を実施することの意義は大きいと判断される。また、プロジェクトの実施を阻害するような課題はなく、提言事項である運営・維持管理の廃棄物対策が適切に実施されることで、一層プロジェクトの実施効果が高いものとなる。さらに、我が国の無償資金協力の制度により、特段の困難なくプロジェクトが実施可能であることから、プロジェクトの妥当性も認められる。

したがって、本協力準備調査における結論として、本プロジェクトに対する我が国の無償資金協力制度を適用することは適切であると判断する。

目 次

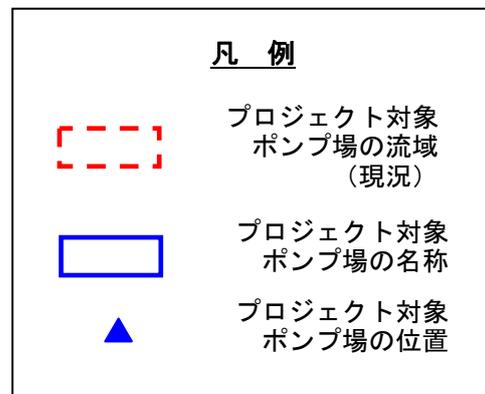
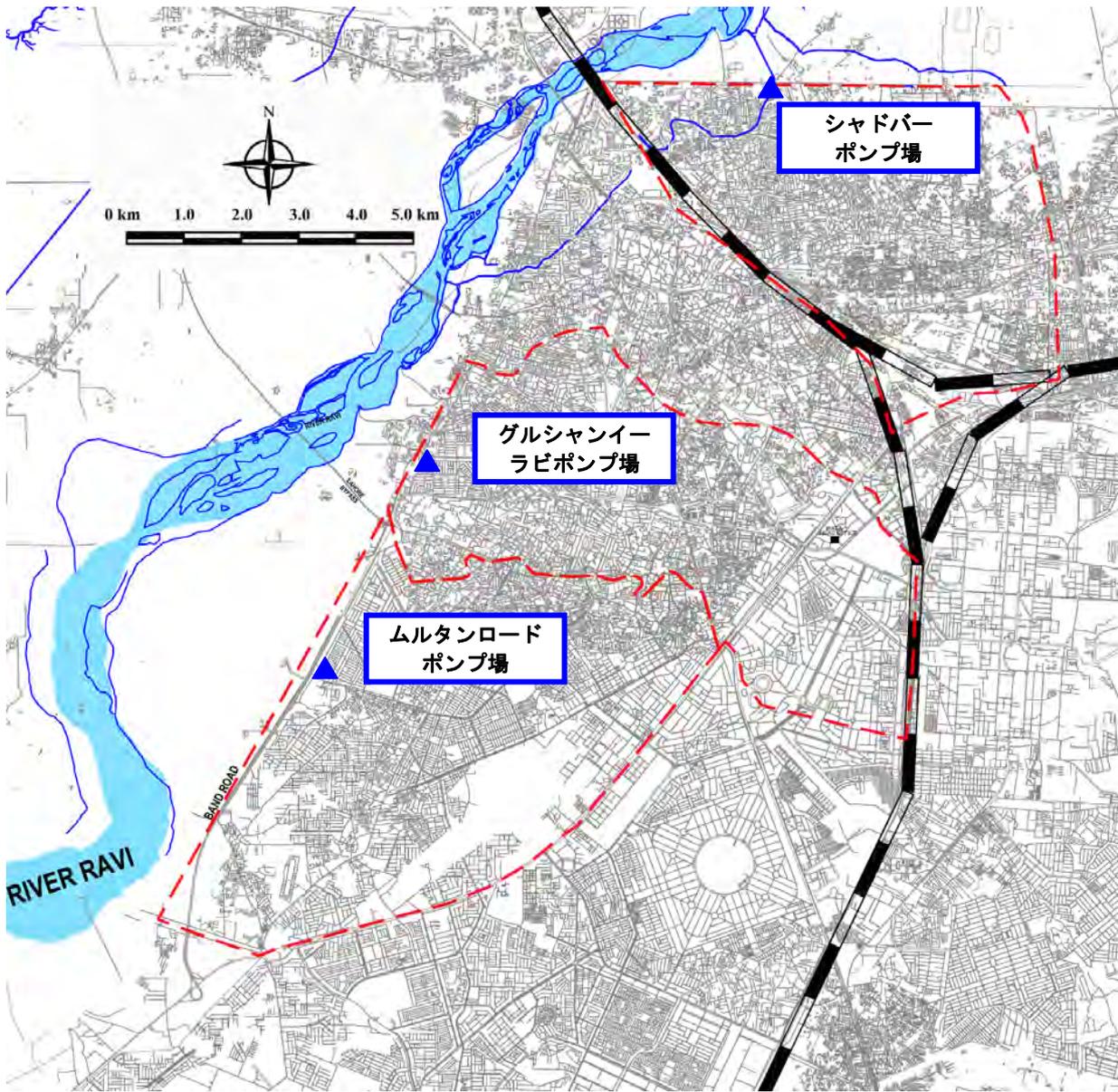
序文	
伝達状	
	頁
要約.....	i
目次.....	v
プロジェクト位置図	viii
写真集	ix
表リスト	xii
図リスト	xiii
写真リスト.....	xiii
略語集.....	xv
第 1 章 プロジェクトの背景・経緯	1-1
1-1 当該セクターの現状と課題.....	1-1
1-1-1 現状と課題.....	1-1
1-1-2 開発計画.....	1-7
1-1-3 社会経済状況.....	1-9
1-2 無償資金協力要請の背景・経緯および概要	1-9
1-3 我が国の援助動向	1-10
1-4 他ドナーの援助動向	1-11
第 2 章 プロジェクトを取り巻く状況.....	2-1
2-1 プロジェクトの実施体制	2-1
2-1-1 組織・人員.....	2-1
2-1-2 財政・予算.....	2-5
2-1-3 技術水準.....	2-6
2-1-4 プロジェクトサイトにおける既存施設・機材の現状	2-7

2-2	プロジェクトサイトおよび周辺の状況.....	2-25
2-2-1	関連インフラの整備状況.....	2-25
2-2-2	自然条件	2-25
2-2-3	環境社会配慮	2-29
第3章	プロジェクトの内容.....	3-1
3-1	プロジェクトの概要.....	3-1
3-1-1	上位目標とプロジェクト目標.....	3-1
3-1-2	プロジェクトの概要	3-1
3-2	協力対象事業の概略設計	3-2
3-2-1	設計方針	3-2
3-2-2	基本計画(機材計画)	3-6
3-2-3	概略設計図	3-16
3-2-4	調達計画/施工計画	3-17
3-3	相手国側負担事業の概要	3-27
3-4	プロジェクトの運営・維持管理計画.....	3-28
3-5	プロジェクトの概略事業費.....	3-29
3-5-1	協力対象事業の概略事業費.....	3-29
3-5-2	運営・維持管理費	3-30
3-6	協力対象事業実施に当たっての留意事項.....	3-32
第4章	プロジェクトの妥当性の検証.....	4-1
4-1	プロジェクトの効果.....	4-1
4-1-1	直接効果	4-1
4-1-2	間接効果	4-3
4-1-3	プロジェクト実施効果のまとめ.....	4-3
4-2	課題・提言.....	4-4
4-2-1	相手国側の取り組むべき課題・提言	4-4
4-2-2	技術協力・他ドナーとの連携	4-5

4-3	プロジェクトの妥当性	4-5
4-4	結論	4-6

[資料]

1.	調査団員・氏名	資料-1
2.	調査行程	資料-2
3.	関係者(面会者)リスト	資料-5
4.	討議議事録(M/D)	資料-6
5.	事業事前計画表(概略設計時)	資料-28
6.	参考資料／入手資料リスト	資料-31
7.	概略設計図	資料-38



プロジェクト位置図

写真集 (1/3)



写真-1：ラホール市内の浸水被害状況
(シャドバーポンプ場の集水域周辺)



写真-2：ラホール市内の浸水被害状況
(グルシャンイーラビポンプ場の集水域)



写真-3：ラホール市内の浸水被害状況
ムルタンロードポンプ場の集水域浸水被害後



写真-4：ラホール市内の対象地域の水路状況



写真-5：「ラホール市下水・排水施設改善計画」
において据付けたポンプの現状



写真-6：シャドバー（シャドバーおよびココロード）
ポンプ場前集水池の現状

写 真 集 (2/3)



写真-7：シャドバー（シャドバー）ポンプ場
ポンプ場全体の現状



写真-8：シャドバー（シャドバー）ポンプ場
流入スクリーン前面部のゴミ集積状況



写真-9：シャドバー（シャドバー）ポンプ場
老朽化し、劣化したポンプの現状



写真-10：シャドバー（シャドバー）ポンプ場
吐出部の現状



写真-11：シャドバー（ココロード）ポンプ場
ポンプ場全体の現状



写真-12：シャドバー（ココロード）ポンプ場
流入スクリーン前面部のゴミ集積状況

写真集 (3/3)



写真-13：シャドバー（ココロード）ポンプ場
ポンプを新設する部分の現状



写真-14：グルシャンイーラビポンプ場
ポンプ場全体の現状



写真-15：グルシャンイーラビポンプ場
老朽化し、劣化したポンプの現状



写真-16：ムルタンロードポンプ場
ポンプ場全体



写真-17：ムルタンロードポンプ場
老朽化し、劣化したポンプの現状



写真-18：ムルタンロードポンプ場
吐出部の現状

表 リ ス ト

		<u>頁</u>
表R 1-1.1	ラホール市における下水ポンプ場と下水道延長内訳	1-2
表R 1-1.2	本プロジェクトで要請されたポンプ場の概要	1-4
表R 1-1.3	マスタープランにおける下水・雨水排水施設整備費用	1-8
表R 1-2.1	無償資金協力の要請内容	1-10
表R 1-4.1	ラホール市における下水・排水関連プロジェクト	1-11
表R 2-1.1	協力対象施設の管理組織	2-2
表R 2-1.2	シャドバーポンプ場の運営・維持管理体制	2-3
表R 2-1.3	グルシャンイーラビポンプ場の運営・維持管理体制	2-4
表R 2-1.4	ムルタンロードポンプ場の運営・維持管理体制	2-4
表R 2-1.5	WASAの収入	2-5
表R 2-1.6	WASAの支出	2-5
表R 2-1.7	水道・下水道料金徴収率	2-6
表R 2-1.8	対象ポンプ場の流域面積と人口	2-8
表R 2-1.9	シャドバー(シャドバー)ポンプ場の排水能力(設計値と測定値)	2-12
表R 2-1.10	シャドバー(コカロード)ポンプ場の排水能力(設計値と測定値)	2-14
表R 2-1.11	シャドバー(シディキブラ)ポンプ場の排水能力(設計値と測定値)	2-15
表R 2-1.12	グルシャンイーラビポンプ場の排水能力(設計値と測定値)	2-16
表R 2-1.13	ムルタンロードポンプ場の排水能力(設計値と測定値)	2-18
表R 2-1.14	可能最大流入量から決まる各ポンプ場の必要排水量	2-20
表R 2-1.15	可能最大流出量から決まる各ポンプ場の必要排水量	2-20
表R 2-1.16	各ポンプ場の必要排水量	2-20
表R 2-1.17	協力対象ポンプ場の排水能力および効率(設計値と測定値)	2-21
表R 2-1.18	現況排水能力の必要排水量に対するカバー率	2-21
表R 2-1.19	各ポンプ場におけるゴミ流入量調査結果	2-22
表R 2-2.1	ラホール市内の浸水被害状況	2-28
表R 3-2.1	自動除塵機の型式比較表	3-8
表R 3-2.2	ポンプ場関連機材の仕様	3-10
表R 3-2.3	自動除塵機の仕様	3-10
表R 3-2.4	ポンプ場関連機材配置計画	3-11
表R 3-2.5	スペアパーツリスト	3-16
表R 3-2.6	図面目録	3-16
表R 3-2.7	ポンプ据付に係る本邦負担事項	3-20
表R 3-2.8	自動除塵機据付に係る本邦負担事項	3-21

表R 3-2.9	コンサルタントの調達監理体制／施工監理体制	3-22
表R 3-2.10	業者側の現地作業内容	3-22
表R 3-2.11	土木工事の品質管理計画	3-23
表R 3-2.12	機材調達国リスト	3-24
表R 3-2.13	実施工程表	3-26
表R 3-5.1	プロジェクト実施前後の消費電力量比較	3-31
表R 4-1.1	現況と本プロジェクト実施後の必要排水量に対するカバー率	4-2
表R 4-1.2	モニタリング地点(Chuburgi [18])における浸水時間と浸水深の変化	4-2
表R 4-1.3	モニタリング地点(Chuburgi [18])における浸水深と浸水時間の変化	4-3
表R 4-1.4	プロジェクト実施による効果と改善の程度	4-4

図 リ ス ト

	<u>頁</u>	
図R 1-1.1	ラホール市における下水道の区域割り	1-2
図R 1-1.2	ラホール市における下水ポンプ場位置図	1-3
図R 1-1.3	DFIDによる下水・排水路内堆積土砂量の推定	1-5
図R 2-1.1	WASA組織図	2-1
図R 2-1.2	対象ポンプ場の流域	2-7
図R 2-1.3	シャドバーポンプ場(ココロードポンプ場およびシディキプラポンプ場)流域図	2-9
図R 2-1.4	グルシャンイーラビポンプ場流域図	2-10
図R 2-1.5	ムルタンロードポンプ場流域図	2-11
図R 2-2.1	ラホールにおける降水量(1994-2008年)	2-26
図R 2-2.2	ラホールにおける日平均雨量(1994-2008年)	2-26
図R 2-2.3	ラホールにおける日最高雨量(1994-2008年)	2-26
図R 2-2.4	ラホール市における浸水時間、浸水深モニタリング地点	2-29
図R 3-2.1	要請内容と代替案	3-6
図R 3-2.2	吐出水槽の建設と吐出口の上方移動による水撃現象の緩和	3-12

写 真 リ ス ト

	<u>頁</u>	
写真R 1-1.1	市内排水路におけるゴミ集積状況	1-6
写真R 2-1.1	シャドバー(シャドバー)ポンプ場のポンプの現状(その1)	2-12
写真R 2-1.2	シャドバー(シャドバー)ポンプ場のポンプの現状(その2)	2-13
写真R 2-1.3	鋳鉄製インペラーの損傷状況(P-1ポンプ、約10年間使用后)	2-13

写真R 2-1.4	シャドバーポンプ場の強制換気設備の現状（給気ブロワーは破損して放置、排気ファンは破損して除去されている）.....	2-13
写真R 2-1.5	ステンレス製インペラーの損傷状況（ココロードポンプ場約4年間使用后）....	2-14
写真R 2-1.6	ココロードポンプ場のポンプベアリングの破損状況.....	2-14
写真R 2-1.7	グルシャンイーラビポンプ場のポンプ状況（その1）（P-4）.....	2-16
写真R 2-1.8	グルシャンイーラビポンプ場の状況（その2）（P-7）.....	2-17
写真R 2-1.9	グルシャンイーラビポンプ場の状況（その3）（左:P-11、右:P-12）.....	2-17
写真R 2-1.10	ムルタンロードポンプ場のポンプ状況（その1）（左:P-1、右:P-2）.....	2-18
写真R 2-1.11	ムルタンロードポンプ場のポンプ状況（その2）（左:P-3、右:P-4）.....	2-19
写真R 2-1.12	ムルタンロードポンプ場における水撃による損傷状況.....	2-19
写真R 2-1.13	シャドバーポンプ場における過去のゴミ収集の様子.....	2-23
写真R 2-1.14	ポンプ場のゴミ除去状況.....	2-23
写真R 2-1.15	既設除塵機（手動）の様子（その1）.....	2-23
写真R 2-1.16	既設除塵機（手動）の様子（その2）.....	2-24
写真R 2-1.17	ゴミ流入量調査のためのゴミ収集の様子（ムルタンロードポンプ場）.....	2-24
写真R 2-2.1	市内の浸水状況（2009年8月11日）.....	2-27

略 語 表

A/P	Authorization to Pay	支払授權書
AAGR	Annual Average Growth Rate, %	年平均成長率
B/A	Banking Arrangement	銀行取極
CIF	Cost, insurance and Freight	運賃・保険料込み条件
DFID	Department for International Development	海外開発庁(英国)
DMD of WASA	Deputy Managing Director of WASA	ラホール市上下水道局の副局長
E/N	Exchange of Notes	交換公文
EAD	Economic Affairs Division	経済協力局
EIA	Environmental Impact Assessment	環境影響評価
EOJ	Embassy of Japan in Pakistan	在パキスタン日本国大使館
FOB	Free on Board	輸出港本船渡し条件
GOP	Government of Pakistan	パキスタン国政府
HUD&PHED	Housing, Urban Development and Public Health Engineering Department	住宅開発・公衆衛生局
IBRD	International Bank for Reconstruction and Development	国際復興開発銀行
IEE	Initial Environmental Examination	初期環境調査
L/A	Loan Agreement	借款契約
LDA	Lahore Development Authority	ラホール開発庁
M/M	Man Months	人月
MD of WASA	Managing Director of WASA	ラホール市上下水道局の局長
N/V	Note Verbal	口上書
NGO	Non-Governmental Organization	非政府組織
O&M	Operation and Maintenance	維持管理
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
PDD	Planning and Development Department	計画開発局
PEPA	Pakistan Environmental Protection Agency	パキスタン環境保護庁
PEPD	Punjab Environmental Protection Division	パンジャブ州環境保護局
PMU	Project Management Unit	プロジェクト管理部
PQ	Pre-Qualification	事前資格審査
R/D	Record of Discussions	合意議事録、討議議事録
SDO	Sub-divisional Office, Sub-divisional Officer	地区管理事務所、地区管理者
SWMD	Solid Waste Management Department	廃棄物管理部
TOR	Terms of Reference	要請書
UNDP	United Nations Development Program	国連開発計画
WASA	Water and Sanitation Agency in Lahore	ラホール市上下水道局
XEN	Executive Engineer	管理技師

第1章 プロジェクトの背景・経緯

1-1 当該セクターの現状と課題

1-1-1 現状と課題

パキスタン・イスラム共和国（以下、「パ」国とする）は人口約 1.69 億人（2007/2008 年暫定値）、国土面積 79.6 万 km²（日本の約 2.2 倍）を有している。「パ」国の上下水道セクターは教育や保健と並び、貧困削減に資する重要な開発分野として位置づけられている。

本件の調査対象地域が位置するラホール市は、「パ」国において地理的・政治的に重要な位置にあるパンジャブ州の州都で、面積 1,772km²を有し、同州の政治、経済、文化の中心となっている。現在の推定人口は 720 万人であり、カラチに次ぐ「パ」国第 2 の人口規模を抱える都市である。同市の年間降水量は約 700mm であるが、その 60% が 7～8 月のモンスーン期に集中し、標高約 200m の平坦な地形であるため洪水が頻発し、市内の至る所で汚水あるいは雨水が滞留し、環境・衛生状態の悪化が進行している。

ラホール市内の下水・排水システムの整備、運営・維持管理に関する実施機関は、ラホール上下水道局（Water and Sanitation Agency in Lahore、以下「WASA」と略記する）である。ラホール市では、基本整備方針として、下水と雨水排水とを分割して管理する分流式を採用している。以下、ラホール市の下水・排水システムの現状と課題について述べる。

1) ラホール市の下水・排水システムの現状

ラホール市における下水・排水施設の整備水準は地域的に異なったレベルにあり、旧市街地を含む既開発地域である北ラホールにおいては、下水・排水システムが 19 世紀から整備されてきた。しかし、維持管理が不十分なため、ゴミや土砂が堆積し、本来の機能を十分に果たせていない。一方、中央部、南西部においては開発に伴い下水・排水システムがある程度整備されてきたが、未だ不十分な整備状況である。特に南部地域では、上水と同様、下水・排水システムが都市域の拡大に追いついておらず極めて不十分な状況にある。

以下に、下水道施設と雨水の排水施設に分けて既存施設の概況を述べる。

a) 既存下水道施設の概況

ラホールWASAの管轄する下水道サービスエリアは約 340km²で 6 つの処理区から構成されている（図R 1-1.1 参照）。全体の下水道総延長は 3,508kmで、幹線（trunk sewer）が 582km、支線（lateral sewer）が 2,926km、管径は 300～1,650mmである。WASAの基本整備方針は分流式であるが、下水道の整備不足、施設の老朽化による容量不足、雨樋や道路側溝が下水道管につながられていること、等により下水道に雨水が流入しており、また反対に雨水排水路に汚水下水が流入しているのが実情である。平坦な地形であるため、市内 79 ヶ所に中継ポンプ場が設置され、雨水と下水を分流して排出しているところ

ろもあるが、結局、下水は雨水とともに混合され 12 ヶ所の流末ポンプ場でラビ川へ無処理で排出されている。下表にラホール市内の下水ポンプ場と下水道延長の内訳を示す。

表 R 1-1.1 ラホール市における下水ポンプ場と下水道延長内訳

処理区	面積 (km ²)	下水ポンプ場箇所数		下水道延長 (km)
		流末ポンプ場	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
South West	100.26	6	27	1,325
South	138.95	1	17	1,107
South East	39.65	1	1	162
Total	340.28	12	79	3,508

出典: WASA 2009, Inventory Study by JICA Study Team for *The Preparatory Study on Lahore Water Supply, Sewerage and Drainage Improvement Project in the Islamic Republic of Pakistan*, 2009.

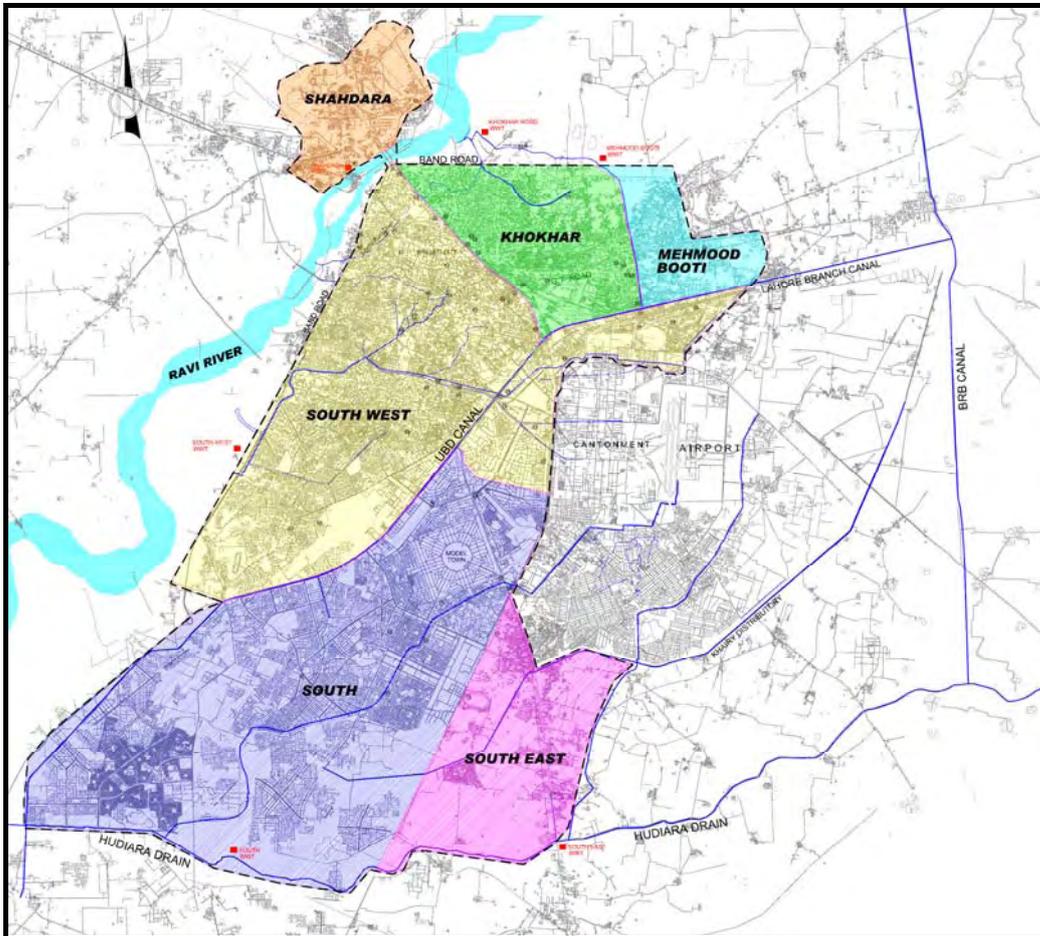


図 R 1-1.1 ラホール市における下水道の区域割り

出典: JICA, *The Preparatory Study on Lahore Water Supply, Sewerage and Drainage Improvement Project in the Islamic Republic of Pakistan*, 2009.

図R 1-1.2 にWASA管轄下にある下水ポンプ場の位置図を示す。本プロジェクトにおいて無償資金協力の対象としているポンプ場はこれらのうち、シャドバー、グルジャンイ

ーラビ、ムルタンロードの3ヶ所であり、各々のポンプ場の概要は、表R 1-1.2 にまとめたとおりである。

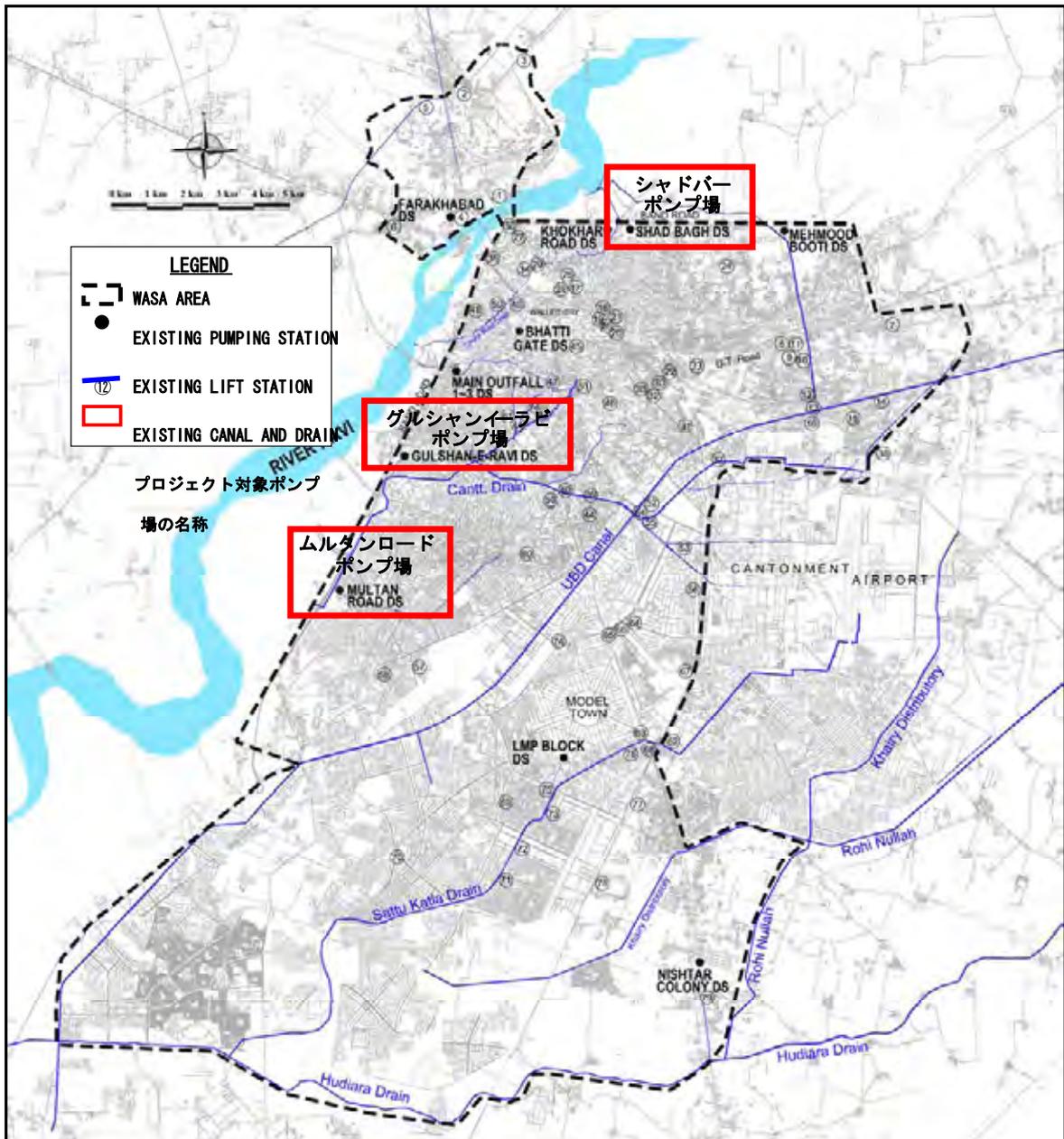


図 R 1-1.2 ラホール市における下水ポンプ場位置図

出典: WASA 2009, Inventory Study by JICA Study Team for *The Preparatory Study on Lahore Water Supply, Sewerage and Drainage Improvement Project in the Islamic Republic of Pakistan*, 2009.

表 R 1-1.2 本プロジェクトで要請されたポンプ場の概要

項目	シャドバー SHAD BAGH			グルシャン イーラビ GULSHAN-E-RAVI	ムルタンロード MULTAN ROAD
	シャドバー SHAD BAGH	ココロード KHOKHAR ROAD	シディキプラ SIDDIQUE PURA		
場所	Bund Road			G-Block, Gulshan-e-Ravi near Bund Road	Sabzazar Scheme, adjacent to Motorway Bypass.
建設年	1982	1982	1997	1982	1982
ドナー *1	WB/DFID	WB/DFID	WB	WB	WB
総排水量	240 cfs*3 (6.78 m ³ /s)	168 cfs (4.77 m ³ /s)	213 cfs (6.03 m ³ /s)	560 cfs (15.86 m ³ /s)	240 cfs (6.78 m ³ /s)
総ポンプ数	6	3	3	14	6
ポンプ内訳 [設置年, ポン プ形式*2]	<ul style="list-style-type: none"> 4 x 40 cfs (4 x 1.13 m³/s) [1982, VAF] 2 x 40 cfs (2 x 1.13 m³/s) [2006, VAF] 	<ul style="list-style-type: none"> 3 x 56 cfs (3 x 1.56 m³/s) [1997, VAF] 	<ul style="list-style-type: none"> 3 x 71 cfs (3 x 2.01 m³/s) [1997, VAF] 	<ul style="list-style-type: none"> 8 x 40 cfs (8 x 1.13 m³/s) [1982, VAF] 4 x 40 cfs (4 x 1.13 m³/s) [2000, VAF] 2 x 40 cfs (2 x 1.13 m³/s) [2006, VAF] 	<ul style="list-style-type: none"> 4 x 40 cfs (4 x 1.13 m³/s) [1982, VAF] 2 x 40 cfs (2 x 1.13 m³/s) [2006, VAF]
ゲート数 x 幅 (m) x 高さ(m)	2 Nos. x 1.83 m x 1.22 m	6 Nos. x 2.44 m x 2.44 m	Flap Gate (3 Nos. x φ30 inch) 全てのゲートが機 能していない。	4 Nos. x 1.52 m x 2.44 m	3 Nos. x 1.83 m x 3.35 m
流入水路の規模	* 1 No. x φ 66 in. (1.68 m) * 1 No. x φ54 in. (1.37 m) * 2 No. x φ60 in. (1.52 m) * 1 No. x 14 x 8 feet (4.27 x 2.44 m)			1 No. x 14 x 11 feet (4.27 x 3.35 m)	1 No. x 7 x 11 feet (2.13 x 3.35 m)
本プロジェクト での要請内容	1982年に設置され たポンプ 4 基およ びその付属機材一 式の更新と自動除 塵機の新設	要請されていない	同左	1982年に設置され たポンプ 8 基およ びその付属機材一 式の更新	1982年に設置され たポンプ 4 基およ びその付属機材一 式の更新と自動除 塵機の新設
備考	常時稼動	常時稼動	ディーゼルにより 降雨の激しい時の み稼動		
	シャドバー、ココロード、シディキプラは、上流側の吸込水 槽が連結しているため、同一の排水系統（ポンプ場）と考え られる。				
写真					

出典: WASA 2009, Inventory Study by JICA Study Team for *The Preparatory Study on Lahore Water Supply, Sewerage and Drainage Improvement Project in the Islamic Republic of Pakistan*, 2009.

注: *1 WB: World Bank, DFID: Department for International Development

*2 VAF: Vertical Axial Flow Pump (縦軸軸流ポンプ)、HAF: Horizontal Axial Flow Pump (横軸軸流ポンプ)

*3 cusec, cfs: cubic feet per second 1 cusec = 0.028316m³/s

b) 既存排水施設の概況

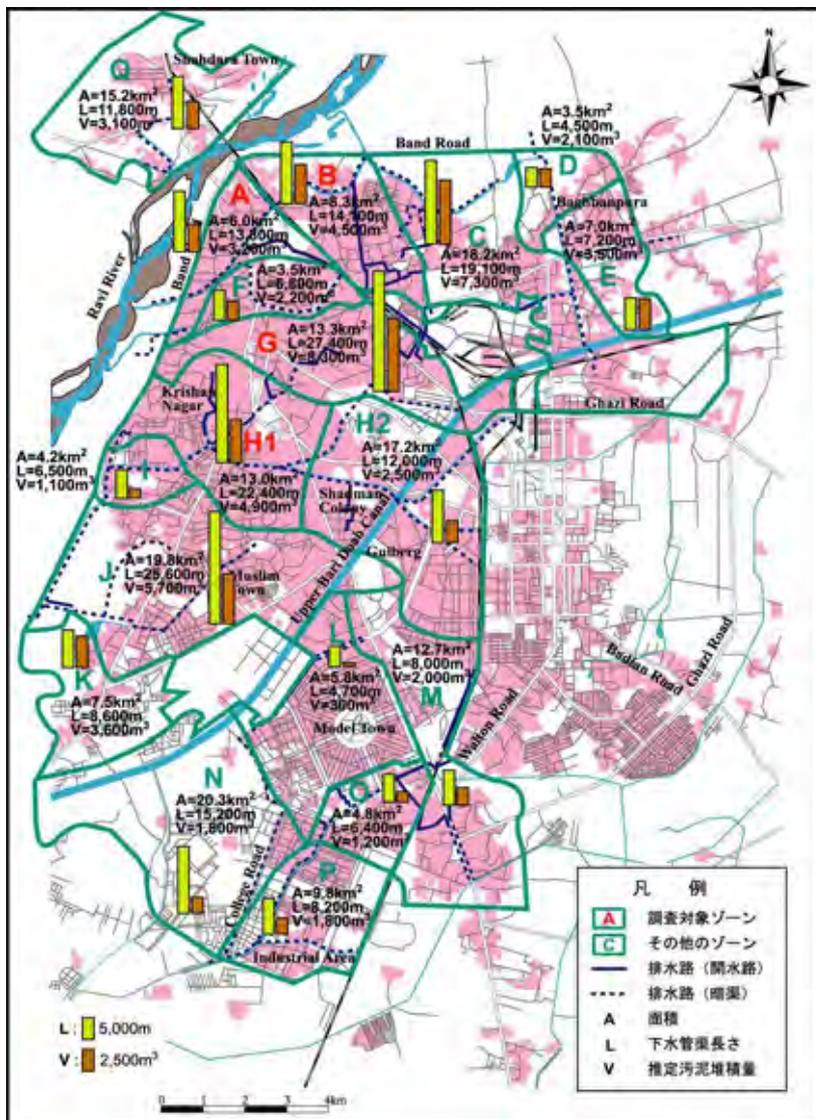
ラホールWASAの管轄する排水路の総延長は約 216kmで、82.15kmの幹線と 133.53kmの支線で構成されており、流末の 4 ヶ所の排水ポンプ場でラビ川に排水されている。こ

れら 4 ヶ所の排水ポンプ場の総排水容量は 663 cusec¹ (18.79 m³/s) である。

現在では、人口増および土地利用の高度化に伴って雨水の浸透面積が減少し、雨水の流出量が飛躍的に増大している。さらにゴミの不法投棄等による排水路の断面の減少・閉塞や、あるいは、下水管の不備により本来下水管に入るべき汚水が日常的に排水路に流入していることなどから、排水路の能力が恒常的に不足しており、降雨時における浸水被害が多発している。

c) 下水道・排水施設の改善の現状

市内の浸水被害軽減を目的として、下水・排水管網内の堆積物除去を行うため、英国 DFID (Department for International Development) による管路の清掃に係る技術指導および機材供与が 1996～1998 年にかけて実施された。このプロジェクトの内容は、Zone F



と呼ばれる地域を対象として Walled City をほぼ取り囲むように配置された排水路と、ラビ川沿いに設けられたメインアウトフォールポンプ場まで続く排水路の総延長約 6,800m についての実際の清掃作業をパイロット事業として行ったものである。

左図に同パイロット事業実施前に DFID が見積もった市内の下水排水路内の推定汚泥堆積量を示す。

このパイロット事業は高く評価されているが、その範囲と予算が限られていたため、浸水被害の軽減に対し抜本的な解決をもたらすものではなかった。

図 R 1-1.3 DFIDによる下水・排水路内堆積土砂量の推定

日本国政府 (JICA) は

¹ cusec : 毎秒立方フィート (cubic feet per second)。記号は、cuft/s、cfs、ft³/sec、cusec 等。

このプロジェクトに引き続き、無償資金協力による機材供与を目的として基本設計調査ならびに実施設計と調達監視、そして調達機材を用いたモデル施工を2004年から2006年にかけて実施した。これが、「ラホール市下水・排水施設改善計画」である。このプロジェクトの対象地域はラホール市全体のうち200万人分を集水する排水路・下水管路であり、同地域（上図のZone A, B, G, H1）を対象として汚泥除去・運搬に係わる機材を供与したものである。このプロジェクトの結果、排水路断面に堆積するゴミや砂や汚泥の除去が進み、ラホール中心部の浸水被害はかなり改善が見られるようになった。

2) ラホール市の下水・排水システムの課題

a) 下水・排水ポンプ場の老朽化による排水能力の低下が引き起こす浸水被害

ラホール市内の下水・排水ポンプ場に設置されているポンプは一番古いもので42年間使用されており、今回は27年間使用されたポンプの更新が要請されている。一般的にポンプの耐用年数は15～20年と言われており、耐用年数の過ぎたポンプは明らかにその能力が落ち、下水・排水能力の低下を生じていると考えられる。これに加え、排水路のゴミの不法投棄による流下能力の低下、幹線排水路に接続する排水路の未整備などによって、特に市の中心部、南西部では浸水が頻発して大きな被害をもたらしており、このような状況を改善することが課題となっている。

b) 下水・排水路へのゴミの不法投棄による流下能力の低下と衛生環境の悪化

市内の下水・排水路へのゴミの不法投棄は大きな問題で、下水・排水路の流下能力の低下を生じているとともに、周辺の衛生環境の悪化を引き起こしている。このような状況から、下水・排水路の清掃の継続的な実施に加え、下水・排水路へのゴミの不法投棄防止が課題である。



市内排水路 (Central Drain) の様子



市内排水路 (Rohi Nullah) の様子

写真 R 1-1.1 市内排水路におけるゴミ集積状況

出典: JICA, *The Preparatory Study on Lahore Water Supply, Sewerage and Drainage Improvement Project in the Islamic Republic of Pakistan*, 2009.

c) 無処理下水の排出による衛生環境および河川水質の悪化

現在、ラホールの全ての下水は無処理で排出され、工場からの廃水に関しても不十分な処理、あるいは無処理で排出されている。下水と工場廃水による市内の排水路の水質

は著しく悪化しており、周辺の衛生環境も劣悪な状況である。市街地北部のラビ道路がラビ川を横断する地域においては、染色業、鉄鋼業および靴加工業を始めとする各種の工場が数多く存在する。また南部の Krishan Nagar 地区では鋳物加工業が盛んである。これらのうち特に染色工場では化学物質を使用しており、廃水量も多いことから、有害物質の排出が懸念される。現状では、工場廃水の立ち入り調査は実施されておらず、廃水を受け入れる WASA 側にもこうした検査の権限は無い。したがって、未処理の生活排水や工場廃水が流入する地点では、ラビ川の水質が著しく悪化している。

このような状況から、下水・排水システムの整備・改善が急務の課題であり、今後は、下水処理施設の建設、工場廃水の処理施設や規制強化等による対策が課題となっていくと考えられる。

1-1-2 開発計画

1) 国の政策などにおける下水・排水分野の位置付け等

「パ」国政府の政策としては、持続可能な社会に対する将来像を示した「ビジョン 2030」において、統合水資源管理の必要性が示されている。さらに連邦環境省が 2005 年に策定した国家環境政策（2005-2015）においても 2015 年までに上水道普及率 90%、下水道普及率 70%とする目標が掲げられており、下水道整備事業の実施はこれら開発政策に沿うものである。

一方、日本政府が 2005 年 2 月に発表した「パ」国国別援助計画では、上位目標である「持続的社会的構築とその発展」の下、援助戦略における方向性のひとつに「人間の安全保障の確保と人間開発」を挙げ、そのための「基本的保健医療・水と衛生の確保と諸格差の縮小」を図るとして、上水道の整備改善、下水・廃棄物の改善を重点課題としている。また同時に「健全な市場経済の発達」を目的として「市場経済活性化と貧困削減を支援する経済インフラの拡充と整備」を進めるためのインフラ整備を挙げており、下水・排水施設の整備と浸水被害の軽減を目的とする当該事業の実施はこうした方針に合致するものである。

このような国家レベルのインフラ整備方針を踏まえ、ラホール市の下水・排水整備を行い、浸水被害を軽減することは、同市発展の下支えとなり、ひいては「パ」国経済に好影響を与えるものとして、極めて重要かつ緊急なものと認識される。

ラホール市は、パンジャブ州の州都で政治、経済、文化の中心であるだけでなく、「パ」国においても重要な位置を占めているのにも拘らず、市街地の発展拡大、経済活動の活発化に伴う道路、上下水道、排水等に係る生活基礎インフラの整備が遅れており、都市環境の悪化が進行している。特に市内では、少しの雨でも排水できずたちまち至るところで道路が冠水し、雨季に度々襲来する集中豪雨の際には家屋の浸水被害が市内各所で頻発している。これらは交通の渋滞を招き人々の日常生活に支障をきたすだけでなく、雨水が生活排水とともに低地部に滞留することによって衛生環境の悪化を招いている。この結果、市民の生活環境および経済活動に深刻な影響がでている。

2) ラホール市マスタープラン等上位計画および下水・排水計画

ラホール市の上水および下水・排水システムは 1930 年代には一部整備されていたが、人口の増加、都市の拡大に伴いこれらを増強する必要性が生じ、最初のマスタープラン「Master Plan for Water Supply, Sewerage and Drainage in Lahore」が 1969 年に策定された。その後、UNDP と IBRD の資金援助によりこのマスタープランの見直しが 1975 年に行われている。これらの調査結果に基づき、世銀の支援を仰ぎながら排水ポンプの据付等が段階的に行われてきたが、1996 年の洪水時には対応できず大きな水害に見舞われた。

上記背景の下、2002 年 11 月 LDA は 2021 年を目標年とするラホール市の総合開発マスタープラン「Integrated Master Plan for Lahore-2021」を策定し、ラホール市街地の発展拡大に伴う都市環境の整備・改善を図るため各種計画を提案している。同マスタープラン報告書では、浸水の原因は雨水処理能力の不足としており、現況施設は 2～5 年確率規模の降雨にも耐えられないと評価されている。したがって、将来的にこれら下水・雨水排水施設の新設・拡張が必須であり、マスタープランの目標年である 2021 年までに総額で 130 億 6800 万 Rs. (約 147 億円：2009 年現在での価格) が必要とされている。同マスタープランにおける下水・雨水排水施設の整備費用を次表に示す。

表 R 1-1.3 マスタープランにおける下水・雨水排水施設整備費用

(単位：百万ルピー)

施設	年	2006	2011	2016	2021	計
下水施設						
支線下水道		466	449	524	601	2,040
幹線下水道		582	561	655	751	2,549
ポンプ場		349	336	393	450	1,528
雑費		140	134	157	180	611
小計		1,537	1,480	1,729	1,982	6,728
雨水排水施設						
主排水路/管		1,000	700	700	600	3,000
2次排水路/管		1,000	700	700	600	3,000
雑費		100	90	80	70	340
小計		2,100	1,490	1,480	1,270	6,340
総計		3,637	2,970	3,209	3,252	13,068

出典：Lahore Development Authority, National Engineering Services Pakistan (Pvt.) Ltd., "Integrated Master Plan for Lahore-2021, Final Report Volume-II Analysis and Proposals," pp. 23-32.

上記マスタープランは以下の通り 3 つのフェーズで構成されている。

フェーズ 1： 短期計画 (5 年)

フェーズ 2： 中期計画 (5 年)

フェーズ 3： 長期計画 (10 年)

このうちフェーズ 1 の短期計画は下水・排水の他、運輸交通、教育、公園・レクリエーション等 11 分野に亘る計画が盛り込まれており、これらを実施するにあたり総額 546 億 9200 万 Rs. (約 617 億円：現在価格) が必要とされている。この中で、下水・排水分野は 67 億 8000 万 Rs. (約 76 億円：現在価格) が見込まれており、全体の 12.4% に相当する額

を占めている。

フェーズ 1 は緊急性の高い計画が掲げられており、下水・排水分野においては本計画地内の雨水排水路および下水施設の整備・改善、ポンプ場の整備、清掃機材の調達、下水処理場の建設等が含まれている。この計画に沿って、WASA はパンジャブ州政府の資金によりポンプを調達して既設ポンプ場の排水能力の向上に努めたり、開水路に堆積した汚泥やゴミの除去を行ったりするなど自助努力は行っているものの、資金不足により老朽化したポンプの更新が満足にできない状況となっている。

本プロジェクトはこのフェーズ 1 の短期計画に沿ったもので、モンスーン期における市内の浸水状況の早期改善に極めて重要な役割を果たすものと期待されている。

1-1-3 社会経済状況

「パ」国国の名目 GDP は 1,584 億ドル、一人当たりの名目 GDP は 1,022 ドル（いずれも 2008 年、JETRO ホームページより）であり、農業部門が GDP の約 1/4 を占めている。開発需要は多いが恒常的な財政赤字と貿易赤字を抱えており、外国援助に大きく依存した経済状況となっている。また、債務問題が深刻化し、開発支出を制限することにより財政赤字のコントロールが行われてきた。そのため、経済発展に必要なインフラ整備が十分でない状況にある。

「パ」国国の開発計画は第 1 次 5 ヶ年計画（1955 年-1960 年）に始まり、第 9 次開発計画（1998-2003 年）まで実施されている。1997 年には、良い統治（グッドガバナンス）、所得倍増等を掲げた「Pakistan 2010 Program」が発表され、第 9 次開発計画はこの計画に基づいている。しかし、第 9 次開発計画の期間中に政治体制が変化したため、同様の内容をそのまま引き継いだ 10 ヶ年開発計画「Ten Year Perspective Development Plan 2001-11」および「Three Year Development Program 2001-04」を作成し、継続的な政策を実施している。

10 ヶ年開発計画（2001-11）は、貧困率の削減、人間開発指数（HDI）の改善および経済成長に係る具体的数値を掲げ、製造業の拡大、輸出振興、科学技術振興、福祉の充実および良い統治を重点分野としている。具体的内容として人材開発、中小企業の育成、工業の発展に必要な裾野産業の強化、農業の活性化等が目標として掲げられている。これらの目標が達成されることで、GDP 成長率を年率 2.6% から 6.3% に上昇させること、失業率を 2000 年の 10.4% から 2003 年には 9.4%、2010 年には 6.1% へ削減すること、現在の貧困率 30% を 2010 年までに 15% まで削減すること、BHN（Basic Human Needs）では人間開発指数の順位を 135 位から 90 位に上昇させること等が計画されている。

1-2 無償資金協力要請の背景・経緯および概要

ラホール市では年間降水量の 60% が 7 月～8 月のモンスーン期に集中すること、および地形が平坦であることから洪水被害が発生しやすい。同市の上水および下水・排水システムの整備は 1930 年代に始まり、1969 年に初の上水および下水・排水に係るマスタープランが策定されて以降、ドナー支援も仰ぎつつポンプ設置などが段階的に進められてきた。最近では、ラホール開発庁（Lahore Development Authority: LDA）が 2002 年 11 月にラホール市の総合開発計画で

ある「Integrated Master Plan for Lahore-2021」を策定し、その中で緊急性の高い計画として、市内の下水・排水施設の改善を掲げた。しかしながら、上記のように下水・排水施設改善の緊急性が認識されてはいたものの、排水路の整備は遅れ、機材不足のため既存施設の十分な維持管理は為されず、雨季の集中豪雨等により市内で浸水被害が頻発しており、経済活動への負の影響が問題となっていた。

「パ」国政府は日本国政府に対し、2004年にラホール市の行政と商業の中心地である旧市街を含む北部地域を管轄するラホール市上下水道局（WASA）の管内中央・南西部の浸水多発・常襲地域を対象として、浸水被害の減少と衛生環境の改善を目的とした無償資金協力「ラホール市下水・排水施設改善計画」を要請した。日本政府は要請に基づき同計画を実施し、①下水管路と排水路の清掃機材の調達、②新規排水ポンプの増設（ポンプ6基=3排水機場×各2基）および自動除塵機（1台）の新設等が実施され、雨季の浸水被害状況に一定の改善が見られた。

ところが、2008年6月、7月とラホール市内において、死者を出す浸水被害が発生し、同市内における下水・排水施設の整備が未だ十分なものは無く、更なる下水・排水施設改善の必要性が明らかとなった。下水・排水施設の改善策としては、老朽化が進行している既存ポンプの更新等による排水能力の強化が最緊急課題であるとされた。

以上のような背景の下、「パ」国政府は日本政府に対し、排水能力が当初計画値の55%まで低下しているラホール市の下水・排水能力を改善するため、老朽化が進行している既存ポンプ16基の更新および自動除塵機2台の新設に対する無償資金協力の要請を行った。

表 R 1-2.1 無償資金協力の要請内容

ポンプ場名	要請内容	
	ポンプ更新	自動除塵機新設
シャドバー	4基	1台
グルシャンイーラビ	8基	-
ムルタンロード	4基	1台
合計	16基	2台

1-3 我が国の援助動向

ラホール市における我が国による当該セクターに対する援助実績としては、2004年～2006年にかけて本業務の前身である「ラホール市下水・排水施設改善計画」が無償資金協力として実施されている。現在は、中長期的な環境改善対策として、有償資金協力を活用した下水道整備事業（下水道処理場の新設等）に関する調査を実施中である。

また、関連するセクターに対する我が国の援助実績としては、円借款案件として「首都圏給水事業（カンプール1）」、「首都圏給水事業（シムリ）」、および「カラチ上下水道改善事業」を実施している。また、現在は「パ」国主要都市の課題分析を目的とした「都市上下水道セクター調査」を実施中である。

1-4 他ドナーの援助動向

本プロジェクトに関連して他ドナー・機関が実施した案件を次表に列挙する。2000年以前は世銀や英国からの援助が全てであったが、2002年以降は連邦政府やパンジャブ州政府からの援助が主となっている。最近では、2007年にフランスからの援助を受けている。

表 R 1-4.1 ラホール市における下水・排水関連プロジェクト

No.	年月	ドナー	プロジェクト名	プロジェクト概要
1	1969	WB ^{*1}	Master Plan for Water Supply, Sewerage and Drainage in Lahore	ラホール市における、下水・排水分野最初のマスタープランを策定した。
2	1975	UNDP ^{*2} & WB	Lahore Water Supply, Sewerage and Drainage Project	都市化に伴う人口増加のため、上記計画(No.1)の見直しを行った。下水管の二条化、ポンプ場の建設を提案した。
3	Sep. 1987	DFID ^{*3}	Lahore Wastewater Treatment Project	下水処理のサービス区域および処理方式を検討した。
4	Feb. 1992	WB	Lahore Urban Drainage - Design Report	異なる排水路断面の評価等を含めて排水施設的设计基準について検討を行った。
5	Jul. 1993	DFID ^{*3}	Punjab Urban Development Project Lahore Wastewater Treatment Plants and Sewage Pumping Stations	No.3の検討結果を受け、処理場の用地買収の手続きを終えた。また、ポンプ場、処理場、遮集管の設計図書を作成した。
6	1998	ditto	Lahore Water Supply and Sanitation Project	下水・排水管内の堆積物除去を行うため、管路の清掃に係る技術指導および機材供与を実施した。
7	Jun. 2002	Federal Gov't	Master Plan for Urban Wastewater (Municipal and Industrial) Treatment Facilities in Pakistan	パンジャブ、シンド、バロチスタン、北西辺境州の下水処理施設に係るマスタープランを策定した。パンジャブ州ではラホール、ファイザバード、ムルタン、グジュランワラ、ラウルピンディ他6都市が対象となった。ラホールでは、6ヶ所の処理場の建設を計画しており、これに必要な費用は総額7,932百万Rs.と見積もられている。
8	Nov. 2002	Gov't of the Punjab	Integrated Master Plan for Lahore - 2021	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下水処理場の早期建設が謳われている。また、排水路へのゴミ投棄の排除、不法占拠の排除、経済性、5年確率の雨水排除施設、維持しやすい排水路、自己資金による排水施設整備、自浄型排水路等の視点から排水計画を策定した。
9	Aug. 2005	ditto	Master Plan for Improvement of Sewerage and Drainage System of Central Zone, Lahore - Detailed Engineering Design Report	ラホール市の中央区域における下水道・排水施設の整備計画を立案した(下水道と排水施設の対象区域は異なる)。中央区域は南西下水処理施設のサービス区域で、事業費は下水道施設(下水処理場は含まない)に614百万Rs.、排水施設に合計1,638百万Rs.とされている。
10	Nov. 2005	ditto	Preparation of Comprehensive Sewerage & Drainage Scheme for South Lahore - Feasibility Report	WASA管轄区域内の南部区域における下水道・排水施設の整備計画が立てられている。Hudiarra Drainとラビ川の合流点近くの河川敷に下水処理場の建設が計画されている。
11	Nov. 2006	ditto	Preparation of Comprehensive Sewerage & Drainage Scheme for South Lahore - Preliminary Design Report	2006年のPreliminary Design Reportでは、事業費は、下水道施設(下水処理場は含まない)に12,570百万Rs.、排水施設に9,988百万Rs.とされている。
12	Aug. 2007	AFD ^{*4}	Identification Study for Provision of Water Supply and Sewerage Services in Lahore City	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、下水管に投入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。
13	Jun. 2008	Gov't of the Punjab	Laying of Trunk Sewer along Cantonment Drain Lahore	自然排水路のCantonment Drainに沿って下水管を新たに敷設し、18ヶ所の下水ポンプ場を通じてCantonment Drainに流入していた下水管を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、18ヶ所の下水ポンプ場を廃止する計画。事業費は1,377百万Rs.と見積もられた。

出典: JICA, *The Preparatory Study on Lahore Water Supply, Sewerage and Drainage Improvement Project in the Islamic Republic of Pakistan*, 2009.ほか

注: ^{*1} WB: World Bank

^{*3} DFID: Department for International Development

^{*5} AFD: Agence Française de Développement

^{*2} UNDP: United Nations Development Programme

^{*4} NESPAK: National Engineering Services Pakistan Limited

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

2-1 プロジェクトの実施体制

本プロジェクトの主管官庁および実施機関は、ラホール市上下水道局（Water and Sanitation Agency in Lahore、以下「WASA」と略記する。）である。

2-1-1 組織・人員

1) WASAの組織と連絡体制

WASA は、パンジャブ州ラホール市のラホール開発庁（Lahore Development Authority: LDA）の下部組織であり、ラホール市全域のうち、6行政地区（Town）の上水および下水・排水システムを運営・管理する機関である。WASA の組織図を次に示す。

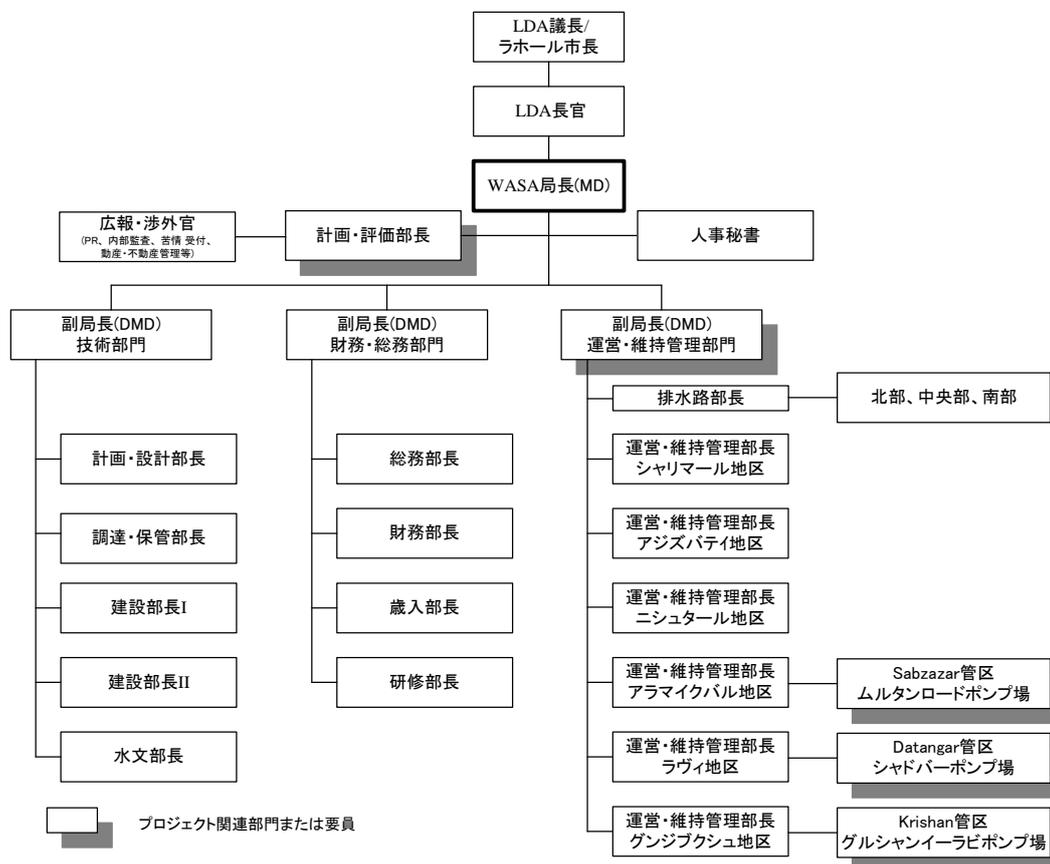


図 R 2-1.1 WASA 組織図

総括責任者のWASA局長（Managing Director: MD）の下、技術部門、総務・経理部門、運営・維持管理部門の3部門を置き、それぞれ副局長（Deputy Managing Director: DMD）を配している。現地調査実施時点におけるWASAの職員数は、約5,730²名である。この中

² WASA, *Budget 2008-09 & Revised Estimate 2007-08*, p. 48.では5,732名となっているが、資料によって若干異なっているという調査結果がある（JICA, *The Preparatory Study on Lahore Water Supply, Sewerage and Drainage Improvement Project in the Islamic Republic of Pakistan*, 2009.）。

で、市民サービスに最も直結している運営・維持管理部門に係る職員数は約 4,200 名で総人員の 73%を占めている。その他、管理部門の職員数は約 640 名、設計工事管理部門の職員が約 890 名の内訳となっている³。本プロジェクトで対象としている市内 3ヶ所のポンプ場、シャドバーポンプ場、グルシャンイーラビポンプ場、ムルタンロードポンプ場を管轄する部署は次表に示す各Sub-Divisionである。

表 R 2-1.1 協力対象施設の管理組織

ポンプ場	運営・維持管理担当地区	管理部署 (Sub-Division)
シャドバーポンプ場	ラビ タウン (Ravi Town)	Datanagar Sub-Division
グルシャンイーラビポンプ場	グンジブクシュ タウン (Gunj Buksh Town)	Krishan Sub-Division
ムルタンロード場	アラマイクバル タウン (Allama Iqbal Town)	Sabzazar Sub-Division

運営・維持管理部門は WASA 本部と 6 行政区の管理事務所より成り、本部に副局長と技師 (Executive Engineer: XEN) が留まり、各管理事務所と常時連絡をとりながら情報収集や緊急時の出動命令にあたっている。また、それぞれの管理事務所には事務所長 (Director: Dir.) を配し、現場作業の陣頭指揮にあたらせている。

本部と出先管理事務所間の連絡方法は、固定電話回線が主である。現在、各管理事務所と本部の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、まだ OA 設備が不足している。本部にはすでに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。その他、雨水時に各モニタリング地点における浸水時間、浸水深の測定を行うための指示・連絡、浸水対策の効率的な実施、および緊急時の連絡手段として、WASA では、警察の UHF 回線 (最大通信可能距離は約 10 km) を利用している。この回線による通信施設は、WASA の各管理事務所の主要場所 (11 か所) と責任者 (MD, DMD, Dir., XEN) の各車両に設置されている。

2) 対象ポンプ場における運営・維持管理体制

本プロジェクトで対象としている市内 3ヶ所のポンプ場、シャドバーポンプ場、グルシャンイーラビポンプ場、ムルタンロードポンプ場の各々における運営・維持管理体制については以下のとおりである。

a) シャドバーポンプ場

シャドバーポンプ場敷地内には、シャドバーポンプ場、ココロードポンプ場およびシディキプラポンプ場の 3ヶ所のポンプ場があり、流入量に応じて各々のポンプ場の稼働を調整していることから、これら 3ヶ所のポンプ場は一括の管理体制となっている。24 時間体制で 3 交代制となっており、基本的に第 1 シフトが朝 7 時から午後 3 時まで、第 2 シフトが午後 3 時から午後 10 時まで、そして最後の第 3 シフトが午後 10 時から翌朝の 7 時までである。それぞれのシフトでの人員数を下表に示す。総勢 37 名のうち、第

³ この項は、JICA, *The Preparatory Study on Lahore Water Supply, Sewerage and Drainage Improvement Project in the Islamic Republic of Pakistan*, 2009.を参照。

1 シフトに 21 名と多くの人員が配置されているのは、スクリーン清掃やゴミ除去を 2 度行うための清掃員数が多いためである。その他、ポンプ操作員、電気工、機械工、配管工などが配置されている。

表 R 2-1.2 シャドバーポンプ場の運営・維持管理体制

No.	職 名	人員数	
第 1 シフト (7:00~15:00)	1	Assistant Foreman	1
	2	Electrician	1
	3	Mechanical Helper	6
	4	Junior Pump Operator	4
	5	Sanitary Worker	9
	小計	(1)	21
第 2 シフト (15:00~22:00)	1	Senior Pump Operator	1
	2	Electrician	1
	3	Sanitary Worker	5
	小計	(2)	7
第 3 シフト (22:00~7:00)	1	Pipe Fitter	2
	2	Assistant Pipe Fitter	1
	3	Junior Pump Operator	3
	4	Sanitary Worker	3
	小計	(3)	9
総計	(1) + (2) + (3)	37	

出典：WASA 注：警備員数は含まない

b) グルシャンイーラビポンプ場

グルシャンイーラビポンプ場も 24 時間体制で 3 交代制となっているが、他のポンプ場と異なるのは、3 つのシフトのほかに一般シフトがあることである。一般シフトとは、通常のオフィスアワーである午前 8 時から午後 3 時まで勤務するシフトのことである。その理由は、このポンプ場は市内で最大のポンプ場であり、かつメインアウトフォールポンプ場とならんで市の中心部をカバーしていることから作業の確実性を高めるため、日中の時間を一般シフトと第 1 シフトの両方で管理しているとのことである。それぞれのシフトでの体制を下表に示す。ポンプ数も多い (14 基) ことから、3 ヶ所の中では最多の総勢 40 名が配置されている。

表 R 2-1.3 グルシャンイーラビポンプ場の運営・維持管理体制

No.	職 名	人員数	
一般シフト (8:00~15:00)	1	Assistant Foreman	1
	2	Electrician	2
	3	Mechanical Helper	1
	4	Senior Pump Fitter	1
	5	Sanitary Worker	3
	小計	(1)	8
第1シフト (7:00~15:00)	1	Junior Pump Operator	1
	2	Builder	1
	3	Assistant Mechanician	1
	4	Sanitary Worker	10
	小計	(2)	13
第2シフト (15:00~22:00)	1	Foreman	1
	2	Sanitary Worker	6
	小計	(3)	7
第3シフト (22:00~7:00)	1	Senior Pump Operator	1
	2	Pipe Fitter	1
	3	Junior Pump Operator	1
	4	Assistant Mechanician	1
	5	Sanitary Worker	8
	小計	(4)	12
総計	(1) + (2) + (3) + (4)	40	

出典：WASA 注：警備員数は含まない

c) ムルタンロードポンプ場

ムルタンロードポンプ場も他の2ヶ所のポンプ場と同様に24時間体制で3交代制となっている。それぞれのシフトでの体制を下表に示す。総勢13名で、他のポンプ場に比べるとポンプ数が少ない(6基)ため、人員数も少ない。電気工、機械工、配管工に関しては、近接の2ヶ所の上水施設と兼務としているため、このポンプ場には配置されていない。

表 R 2-1.4 ムルタンロードポンプ場の運営・維持管理体制

No.	職 名	人員数	
第1シフト (7:00~15:00)	1	Assistant Mechanician	1
	2	Junior Pump Operator	1
	3	Assistant Supervisor	1
	5	Sanitary Worker	3
	小計	(1)	6
第2シフト (15:00~22:00)	1	Junior Pump Operator	1
	2	Sanitary Worker	2
	小計	(2)	3
第3シフト (22:00~7:00)	1	Junior Pump Operator	1
	2	Sanitary Worker	3
	小計	(3)	4
総計	(1) + (2) + (3)	13	

出典：WASA 注：警備員数は含まない

2-1-2 財政・予算

WASAの2004-05年度から2008-09年度までの収入と支出は、表R 2-1.5 および表R 2-1.6 に示すとおりである。収入源は水道料金と下水料金が全体の72～77%を占めており、支出は光熱費が42～46%でそのうちの98%が電気代である。人件費が支出に占める割合は28～32%である。毎年支出が収入を上回り、赤字が続いている。

表 R 2-1.5 WASA の収入

(単位：百万ルピー)

No.	項目	年度				
		2004-05	2005-06	2006-07	2007-08	2008-09 ^{*1}
1	前期繰越金	107.730	2.360	19.325	0.830	-424.450
2	水道料金	871.700	876.780	904.500	956.500	1,013.000
3	下水料金	623.100	635.360	647.500	689.000	723.000
4	小計 (上記 2 + 3)	1,494.800	1,512.140	1,552.000	1,645.500	1,736.000
5	雑収入	25.500	50.600	121.165	173.750	174.300
6	小計 (上記 4 + 5)	1520.300	1,562.740	1,673.165	1,819.250	1,910.300
7	固定資産税配分	250.000	416.870	350.000	360.300	365.000
8	電気代払い戻し ^{*2}	72.600	166.950	275.510	102.270	-
9	小計 (上記 6 + 7 + 8)	1,842.900	2,146.560	2,298.675	2,281.820	2,275.300
10	総計 (上記 1 + 9)	1,944.630	2,148.920	2,318.000	2,282.650	1,850.850

出典: WASA, Budget 2008-09 & Revised Estimate 2007-08, Budget 2007-08 & Revised Estimate 2006-07, Budget 2006-07 & Revised Estimate 2005-06, Budget 2005-06 & Revised Estimate 2004-05.

注: ^{*1} 2008-2009年のみ予算を示し、あとの年度は全て実際の収入を表している。

^{*2} 払い過ぎた電気代の払い戻しを受けている。

表 R 2-1.6 WASA の支出

(単位：百万ルピー)

No.	項目	年度				
		2004-05	2005-06	2006-07	2007-08	2008-09 [*]
1	人件費	518.700	662.450	748.500	860.800	1,015.500
2	修繕維持費	266.150	330.100	424.100	577.000	663.500
3	光熱費	992.600	1,089.100	1,140.600	1,175.200	1,411.200
4	その他支出	63.450	65.850	85.800	94.100	106.000
5	総計 (上記 1+2+3+4)	1,840.900	2,147.500	2,399.000	2,707.100	3,196.200

出典: WASA, Budget 2008-09 & Revised Estimate 2007-08, Budget 2007-08 & Revised Estimate 2006-07, Budget 2006-07 & Revised Estimate 2005-06, Budget 2005-06 & Revised Estimate 2004-05.

注: ^{*} 2008-2009年のみ予算を示し、あとの年度は全て実際の支出を表している。

表R 2-1.5 より、大きな収入源である水道および下水道の料金は年々増加していることがわかる。徴収率の向上が主要因であると考えられる。下水道料金は上水道の使用量に従い料金が定まり、水道料金と一括で利用者に請求され、受益者負担の原則に従い料金が設定されている。水道料金は、定額料金（水道メーターの設置義務が無い古い地区に適用）と従量料金（水道メーターにより使用水量を決定）との組合せ方式である。料金徴収は2か月に1回、約286,000カ所のメーター利用者を含む約556,900世帯へ水道料金請求書（下水道料金込み）を発行して行われている。料金徴収率は2005年度の77.5%から徐々に改善されており、2008年度では80.7%に達している⁴。以下に料金徴収率の変化を示す。

⁴ この項は JICA, *The Preparatory Study on Lahore Water Supply, Sewerage and Drainage Improvement Project in the Islamic Republic of Pakistan*, 2009.による。

表 R 2-1.7 水道・下水道料金徴収率

(単位：百万ルピー)

No.	項目	2005-06	2006-07	2007-08	2008-09
1	必要水道料金	967.973	982.1	1,017.3	1,045.5
2	必要下水道料金	636.182	654.37	680.5	696.0
3	必要料金計 (1+2)	1,604.155	1,636.47	1,697.8	1,741.5
4	徴収額	1,243.655	1,287.878	1,343.0	1,405.5
5	徴収率 (3/4)	77.5%	78.7%	79.1%	80.7%

出典: JICA, *The Preparatory Study on Lahore Water Supply, Sewerage and Drainage Improvement Project in the Islamic Republic of Pakistan*, 2009.

WASA は、2004 年 5 月に水道・下水道料金を改定した (Registered No. L-7532, 1st May, 2004)。これは、前回 (Registered No. L-7532, 1st January, 1998) の 1998 年 1 月以来、6 年ぶりの料金値上げである。「パ」国政府は、基幹インフラである水道料金の値上げには慎重で、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、2004 年の料金改定では、WASA が要請した 100% 値上げに対し、承認された料金の増加率は、概ね 40% 程度であった。

WASA は赤字体質改善に向けた対応として、以下の方針を打ち出している。

- ① パンジャブ州政府への (a)支給される固定資産税の配分額の増額 (b)現在までに累積した負債の凍結 (c)補助金支給の要請
- ② 運営・維持管理費に見合った適正な水道・下水道料金を設定

上記④として、WASA は料金の改定を毎年 LDA に申請しているが、2004 年以来認められていない。現在も 2008 年 7 月に 70% 上昇案を LDA に申請中であるが、これもまだ認められていない状況である。

2-1-3 技術水準

ポンプのメンテナンスに関して、WASA 職員および現地業者は基本的な専門知識を有しており、分解、パッキンの交換、ゴミの除去、電気設備の部品交換など、簡易な維持管理を実施している。WASA はポンプに故障が発生した時点で調査、調達、交換を実施しており、予備の製品を用意する体制はとられていない。ボルト、ナット等の汎用性のある商品はローカルの店舗で入手でき、単純な構造物はローカルの工場にて製造することが出来る。ポンプ主要部分は、通常ポンプ製造業者のメーカー仕様品であり、ポンプが海外製品である場合はローカルの店舗、工場では入手できず、その交換部品の調達は、海外からの輸入に頼ることとなる。

これまで WASA は、イギリスおよび日本からポンプの交換部品を輸入しているものの、それらの調達は、高価であること、輸入手続きに時間を要するなどの理由から実施されることはまれである。輸入製品が必要となった場合、通常、現地工場にて輸入製品を真似て製造し、それを代用している。それらは材料・製品ともに品質・精度の面で輸入製品に劣り、2~3 ヶ月後には再度交換が必要となる場合もある。

自動除塵機に関しては、これまで行われてきた維持管理の経験から、WASA および地元業者の技術レベルは十分であるといつてよい。本プロジェクトで整備する除塵機も、構造的な特殊性は少ないと考えられ、極力メンテナンスの手間が少ない形式を選定することで、十分維持管理を行うことが可能であると考えられる。

上記の事実に加え、WASA がこれまでポンプの修理を繰り返しながら 30 年間同じポンプを使い続けてきたという実績より、本案件で調達を検討するポンプの維持管理に関する WASA の知識と技術水準はプロジェクト実施に対し支障の無いレベルにあると判断できる。

2-1-4 プロジェクトサイトにおける既存施設・機材の現状

本プロジェクトの協力対象となっている市内 3 ヶ所のポンプ場、シャドバーポンプ場、グルシャンイーラビポンプ場、ムルタンロードポンプ場のラホール市の下水・排水システムにおける位置付け、役割、および現状について以下に整理する。

1) 協力対象ポンプ場の流域

下図は、3 ヶ所の対象ポンプ場の位置および集水域を示している。シャドバーポンプ場の南西側とグルシャンイーラビポンプ場の北側に挟まれた地域（メインアウトフォールポンプ場の流域）を除き、これら 3 ヶ所のポンプ場の流域はラホール市中心部の人口密集地域をほぼすべてカバーしている。

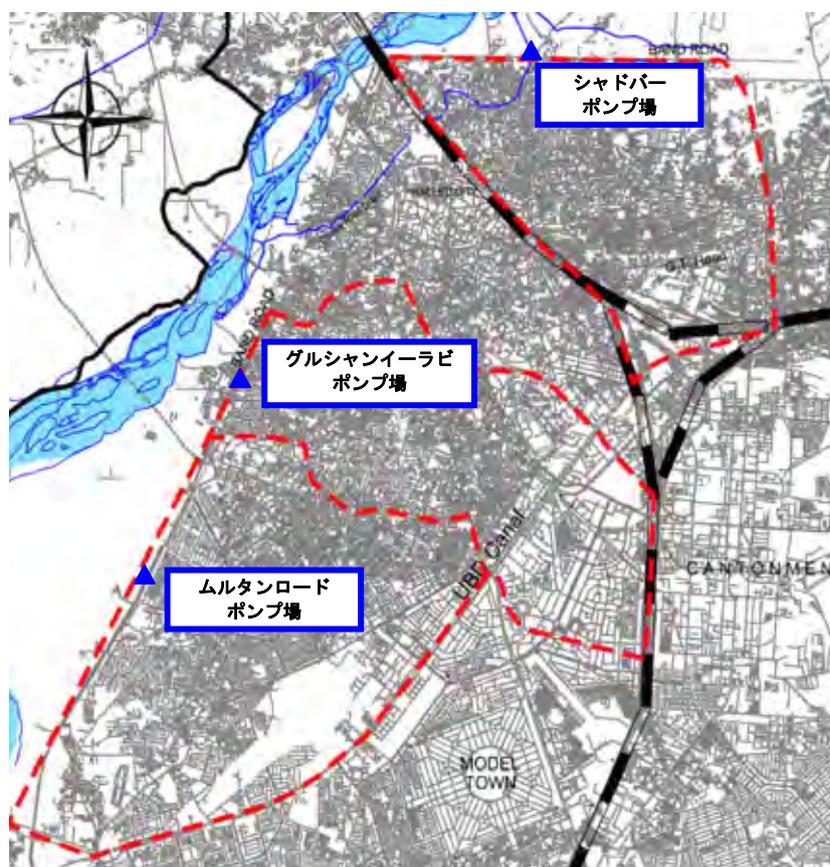


図 R 2-1.2 対象ポンプ場の流域

各ポンプ場の流域面積と人口を次表にまとめる。

表 R 2-1.8 対象ポンプ場の流域面積と人口

項目	ポンプ場			3 ポンプ場の合計	WASA 管轄の排水区
	シャドバー (Shad Bagh)	グルシャーンイーラビ (Gulshan-e-Ravi)	ムルタンロード (Multan Road)		
流域内人口 ^{*1}	984,932 人	873,120 人	1,047,230 人	2,905,282 人	6,103,852 人
排水区全体の人口に対する割合	16.1%	14.3%	17.2%	47.6%	100%
流域面積 ^{*2}	30.01 km ²	34.00 km ²	40.78 km ²	104.79 km ²	350.85 km ²
排水区全体の面積に対する割合	8.6%	9.7%	11.6%	29.9%	100%

注: ^{*1} JICA, *The Preparatory Study on Lahore Water Supply, Sewerage and Drainage Improvement Project in the Islamic Republic of Pakistan*, 2009.のデータに基づいた推定値。

^{*2} 図 R 2-1.3 に基づく地図からの実測値

上表より、本プロジェクトの対象 3 ヶ所のポンプ場は、WASA 管轄の排水区の約 3 割の面積、かつほぼ半分の人口を占める市中心部の下水・排水を受け持つ極めて重要なポンプ場であることがわかる。

本プロジェクトの対象 3 ヶ所のポンプ場に流入する主な下水・排水管、および流路は、図 R 2-1.3～図 R 2-1.5 に示すとおりである。

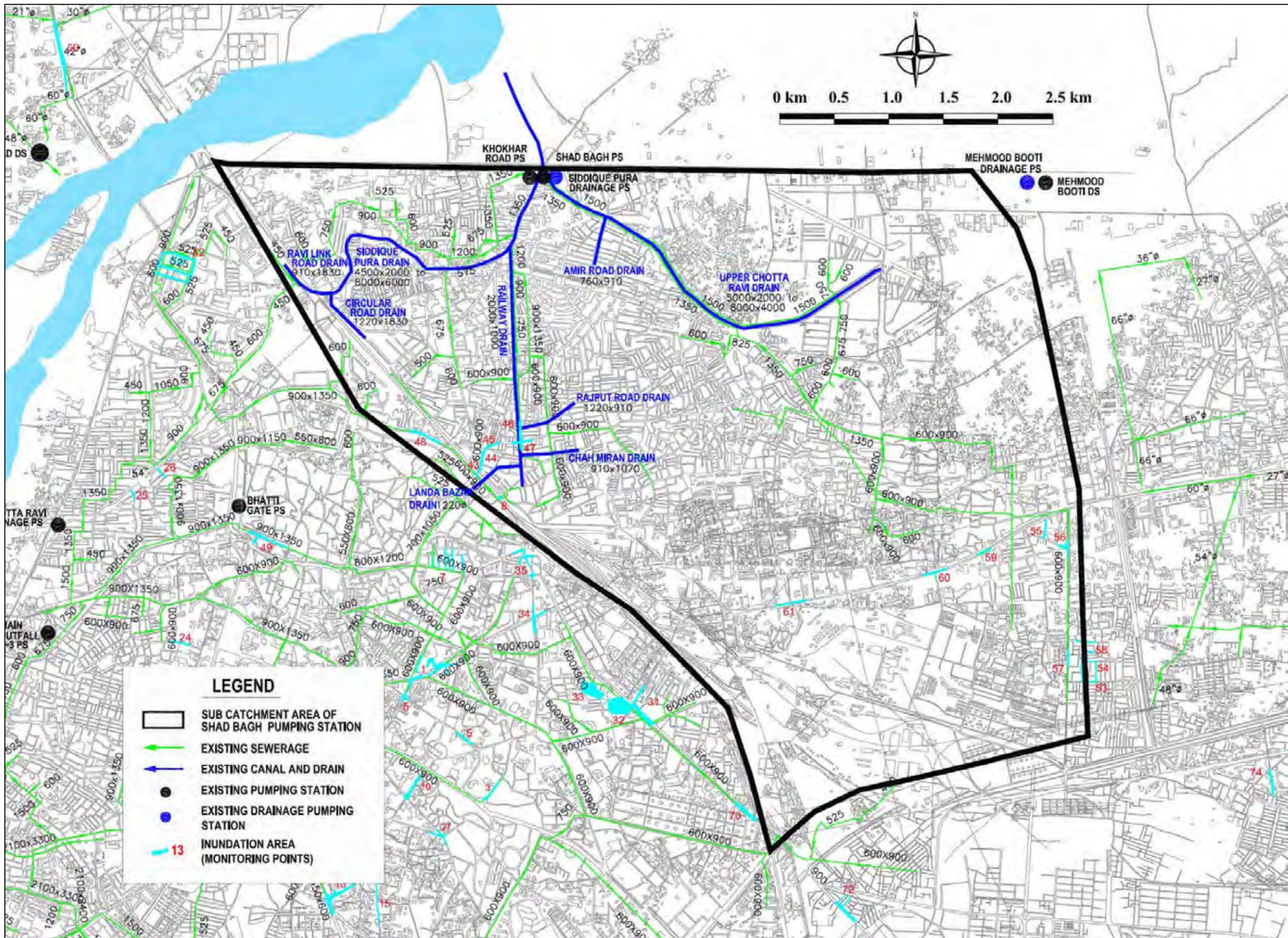


図 R 2-1.3 シャドバーポンプ場（ココロードポンプ場およびシディキプラポンプ場）流域図

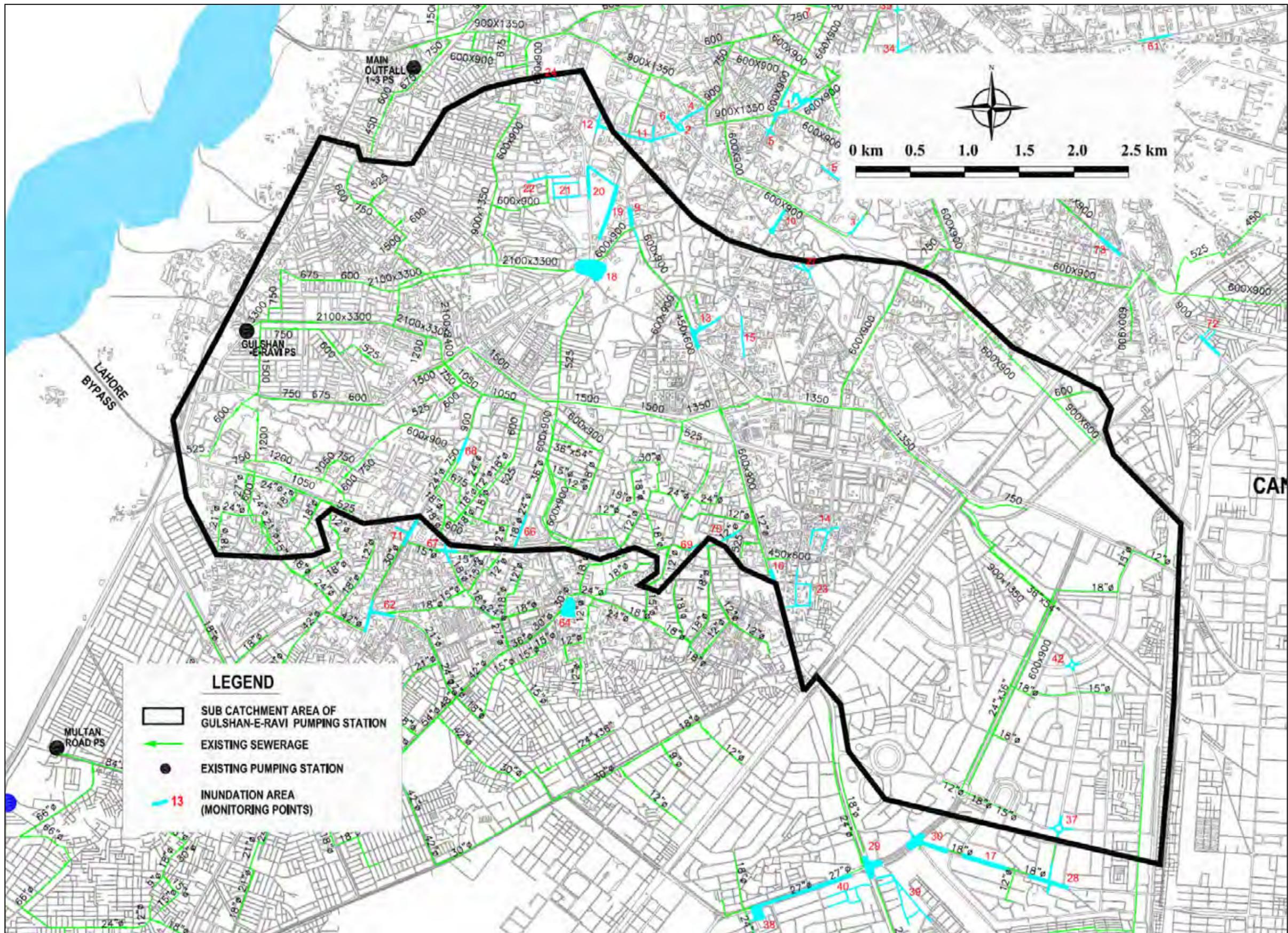


図 R 2-1.4 グルシャンイーラビポンプ場流域図

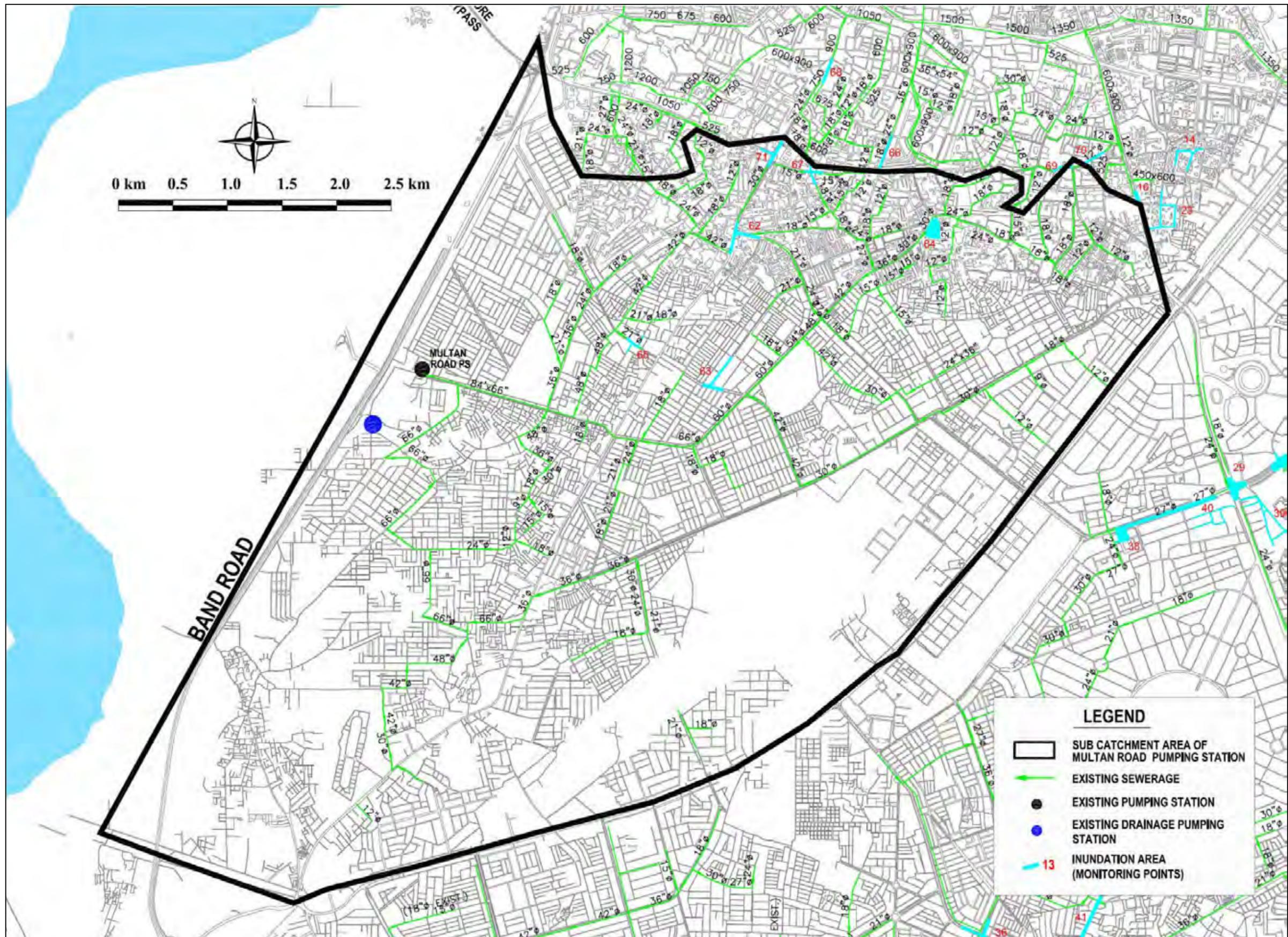


図 R 2-1.5 ムルタンロードポンプ場流域図

2) シャドバーポンプ場の現状

シャドバーポンプ場には、同じ敷地内に別棟のコカロードポンプ場およびシディキプラポンプ場があり、シャドバーポンプ場の流域内に降った雨は排水路および排水管あるいは下水管を通して、最終的に流末にあるこれら3つのポンプ場で合わせて排水されている。したがって、排水システムを共有するこれら3つのポンプ場を一つのポンプ場とみなして評価する。

以下に、シャドバーポンプ場内のシャドバー、コカロード、およびシディキプラの各ポンプ場のポンプの現況について記述する。

a) シャドバー（シャドバー）ポンプ場

シャドバー（シャドバー）ポンプ場には6基のポンプが据付けられている。このうち、本プロジェクトの協力対象として要請されたのは、4基（P-1, 2, 3, 4）である。シャドバー（シャドバー）ポンプ場における6基の既存ポンプの現況排水能力を以下にまとめる。

表 R 2-1.9 シャドバー（シャドバー）ポンプ場の排水能力（設計値と測定値）

No.	設置年	メーカー	排水能力 cfs (m ³ /s)*1		効率*3	備考
			設計値	測定値*2		
P-1	1982	Ape Allen (英)	40 (1.13)	22 (0.63)	56%	今回交換要請あり。
P-2	1982		40 (1.13)	17 (0.49)	43%	今回交換要請あり。
P-3	1982		40 (1.13)	24 (0.69)	61%	今回交換要請あり。
P-4	1982		40 (1.13)	*4 23 (0.67)	59%	今回交換要請あり。
P-5	2006	エバラ	40 (1.13)	25 (0.70)	62%	大量のゴミ流入によりケーシングが破損。修理済みだが、能力は低下。
P-6	2006		40 (1.13)	24 (0.65)	58%	
計	-	-	240 (6.8)	135 (3.83)	56%	

注： *1cfs: cubic feet per second, cusec, 1 cusec = 0.028316m³/s
*3 測定値/設計値の割合

*22009年9月10日測定
*42009年9月6日測定

要請対象の4基のポンプは、1982年から使用されており、いずれもポンプ設備の老朽化が激しく本体からの漏水も見られる。設計排水能力に対する実測排水能力も43%から61%でインペラーの損耗、損傷などが大きな原因と考えられる性能の落ち込み方が大きい。

ポンプ吐出配管は、1条の排水放流用圧力カルバートに直接接続され、排水放流系は密閉系配管システムとなっている。このため、ポンプ停止時の水撃現象による配管基礎、立ち上がり管壁貫通部の損傷が懸念される。



写真 R 2-1.1 シャドバー（シャドバー）ポンプ場のポンプの現状（その1）



写真 R 2-1.2 シャドバー（シャドバー）ポンプ場のポンプの現状（その2）



写真 R 2-1.3 鋳鉄製インペラーの損傷状況（P-1 ポンプ、約 10 年間使用後）

一次側電源設備では、メインケーブルが損傷しているが、既設変圧器は状態が比較的良
好である。

その他、強制換気装置は、給吸気側ダクトおよび給気ブローア、排気ファンがそれぞれ
破損、使用できない状態である。



写真 R 2-1.4 シャドバーポンプ場の強制換気設備の現状
（給気ブローアは破損して放置、排気ファンは破損して除去されている）

b) シャドバー（ココロード）ポンプ場

シャドバー（ココロード）ポンプ場は、排水能力 56cfs（1.59m³/s）のポンプ 6 基が設置できる構造になっているが、現在は 3 基のみ設置されている。WASA はポンプ 1 基の追加購入をパンジャブ政府の資金により進めており、1～2 年以内には購入し運転開始する予定としている。シャドバー（ココロード）ポンプ場における 3 基の既存ポンプの現況排水能力を以下にまとめる。

表 R 2-1.10 シャドバー（ココロード）ポンプ場の排水能力（設計値と測定値）

No.	設置年	メーカー	排水能力 cfs (m ³ /s) ^{*1}		効率 ^{*3}	備考
			設計値	測定値 ^{*2}		
P-1	1997	Weir (英)	56 (1.58)	36 (1.01)	63%	
P-2	1997		56 (1.58)	36 (1.03)	65%	
P-3	1997		56 (1.58)	31 (0.87)	55%	
計	-	-	168 (4.7)	103 (2.9)	61%	上記の他にポンプ 3 基分の空きスペースあり

注： ^{*1}cfs: cubic feet per second, cusec, 1 cusec = 0.028316m³/s ^{*2}2009 年 9 月 7 日測定 ^{*3}測定値/設計値の割合

シャドバー（ココロード）ポンプ場には流入してくる下水・排水中には都市ゴミ、産業廃棄物などゴミの量が極めて多く、これがインペラーの損傷、変形、ベアリングの破損などの原因となっている。また、インペラーに絡まるゴミをポンプから除去清掃するため頻繁にポンプの運転が止められ、稼働率が落ち排水能力の低下をきたしている。



写真 R 2-1.5 ステンレス製インペラーの損傷状況（ココロードポンプ場約 4 年間使用後）



写真 R 2-1.6 ココロードポンプ場のポンプベアリングの破損状況

現地調査結果に基づき WASA は、このポンプ場の能力低下を補い、かつシャドバーポンプ場全体の合計排水能力を増強するために、56cfs のポンプ 2 基のシャドバー(コカロード)ポンプ場への増設を要請内容に加えた。2 基のポンプを新規に追加すべき箇所は、吸込水槽とポンプ室の間の壁貫通部に短管が埋め込まれており管端閉止フランジ(メクラフランジ)で締め切られている。同様に吐出水槽への壁貫通部にも短管が埋め込まれ管端閉止フランジで締め切られている。

吐水部は、建設当初より開放型配管形態をとっており、吐出水槽も 6 基分建設されている。

電源は、既設のバスバー接続以降の配線となる。メインケーブル等一次側電源設備の更新はなく、強制換気装置は、使用できる状態にある。

c) シャドバー(シディキプラ)ポンプ場

シャドバー(シディキプラ)ポンプ場には 3 基のポンプが据付けられている。本プロジェクトの要請内容には含まれていない。シャドバー(シディキプラ)ポンプ場における現況排水能力を以下にまとめる。

表 R 2-1.11 シャドバー(シディキプラ)ポンプ場の排水能力(設計値と測定値)

No.	設置年	メーカー	排水能力 cfs(m ³ /s) ^{*1}		効率 ^{*3}	備考
			設計値	測定値 ^{*2}		
P-1	1997	KSB(独)	71(2.01)	54(1.53)	79%	
P-2	1997		71(2.01)	42(1.19)	59%	
P-3	1997		71(2.01)	30(0.85)	42%	
計	-	-	213(6.0)	126(3.6)	59%	

注: ^{*1}cfs: cubic feet per second, cusec, 1 cusec = 0.028316m³/s ^{*2}2009年9月14日測定 ^{*3}測定値/設計値の割合

3) グルシャンイーラビポンプ場の現状

グルシャンイーラビポンプ場には 14 基のポンプが据付けられている。このうち、本プロジェクトの協力対象として要請されたのは、8 基 (P-1, 2, 3, 4, 7, 8, 11, 12) である。グルシャンイーラビポンプ場における 14 基の既存ポンプの現況排水能力を以下にまとめる。

表 R 2-1.12 グルシャンイーラビポンプ場の排水能力 (設計値と測定値)

No.	設置年	メーカー	排水能力 cfs (m ³ /s) ^{*1}		効率 ^{*3}	備考
			設計値	測定値 ^{*2}		
P-1	1982	Ape Allen (英)	40 (1.13)	31 (0.88)	78%	要請有、腐食度小、故障少
P-2	1982		40 (1.13)	31 (0.88)	78%	要請有、腐食度大、故障多
P-3	1982		40 (1.13)	25 (0.71)	63%	要請有、腐食度大、効率低
P-4	1982		40 (1.13)	25 (0.71)	63%	要請有、腐食度大、効率低
P-5	2000	KSB (独)	40 (1.13)	24 (0.68)	60%	要請無
P-6	2000		40 (1.13)	26 (0.74)	65%	要請無
P-7	1982	Ape Allen (英)	40 (1.13)	9 (0.25)	23%	要請有、腐食度大、効率低
P-8	1982		40 (1.13)	40 (1.13)	100%	要請有、腐食度小、効率高
P-9	2000	KSB (独)	40 (1.13)	29 (0.82)	73%	要請無
P-10	2000		40 (1.13)	35 (0.99)	88%	要請無
P-11	1982	Ape Allen (英)	40 (1.13)	15 (0.42)	38%	要請有、腐食度大、効率低
P-12	1982		40 (1.13)	10 (0.28)	25%	要請有、腐食度大、効率低
P-13	2006	エバラ	40 (1.13)	35 (0.99)	88%	要請無
P-14	2006		40 (1.13)	34 (0.96)	85%	要請無
計	-	-	560 (15.8)	369 (10.4)	66%	

注： ^{*1}cfs: cubic feet per second, cusec, 1 cusec = 0.028316m³/s ^{*2}2009 年 9 月 1 日測定 ^{*3}測定値/設計値の割合

更新を要請されている 1982 年運転開始のポンプ 8 基のうち、P-4, 7, 11, 12 の 4 基については、ポンプ本体内部の浸食、および腐食がひどく、漏水が見られるため緊急の交換を必要とする。



写真 R 2-1.7 グルシャンイーラビポンプ場のポンプ状況 (その 1) (P-4)



写真 R 2-1.8 グルシャンイーラビポンプ場の状況（その 2）（P-7）



写真 R 2-1.9 グルシャンイーラビポンプ場の状況（その 3）（左：P-11、右：P-12）

吐出部の構造は、1999 年 12 月の改造で吐出管端から排水を吐出水槽に放流する開放型配管システムとなっている。このシステム変更により、ポンプ停止時の逆流に伴う水撃現象は軽度となっており、配管基礎、立ち上がり管貫通部における大きな損傷は見られない。吐出側の立ち上がり配管は、この改造時にかさ上げされたため比較的新しく良好な状態である。

一次側電源設備のメインケーブルおよび変圧器は老朽化し損傷しており、今後長期間の使用には危険な状態である。

ポンプの点検等でポンプ室内に流出する排水は、硫化水素ガスを発生し危険である。そのため強制換気が必要であるが、グルシャンイーラビポンプ場の強制換気装置は、給気ブロー一、排気ファンが破損、使用できない状態である。

4) ムルタンロードポンプ場の現状

ムルタンロードポンプ場には6基のポンプが据付けられている。このうち、本プロジェクトの協力対象として要請されたのは、4基（P-1, 2, 3, 4）である。ムルタンロードポンプ場における6基の既存ポンプの現況排水能力を以下にまとめる。

表 R 2-1.13 ムルタンロードポンプ場の排水能力（設計値と測定値）

No.	設置年	メーカー	排水能力 cfs (m ³ /s) *1		効率*3	備考
			設計値	測定値*2		
P-1	1982	Ape Allen (英)	40 (1.13)	22 (0.62)	55%	今回交換要請あり
P-2	1982		40 (1.13)	26 (0.74)	65%	今回交換要請あり
P-3	1982		40 (1.13)	25 (0.71)	63%	今回交換要請あり
P-4	1982		40 (1.13)	18 (0.51)	45%	今回交換要請あり
P-5	2006	エバラ	40 (1.13)	38 (1.08)	95%	
P-6	2006		40 (1.13)	38 (1.08)	95%	
計	-	-	240 (6.8)	167 (4.7)	70%	

注：*1 cfs: cubic feet per second, cusec, 1 cusec = 0.028316m³/s *2 2009年9月7日測定 *3 測定値/設計値の割合

要請対象の4基のポンプ（P-1, 2, 3, 4）は、1982年から使用されており、いずれもポンプ設備の老朽化が激しく本体からの漏水が見られ、使用に耐えない状況にある。設計排水能力に対する実測排水能力も45%から65%でインペラーの損耗、損傷などが大きな原因と考えられる性能の落ち込み方が大きい。

ポンプ吐出配管は、1条の排水放流用圧力カルバートに直接接続され、排水放流系は密閉系配管システムとなっている。このため、他のポンプを運転中にポンプを停止すると、圧力カルバートと運転中の吐出配管より流水が逆流し、停止したポンプの逆支弁が急激に閉鎖し水撃現象が発生する。ポンプの清掃、点検等、ポンプを停止するたびこの現象が発生するため、配管基礎、立ち上がり管壁貫通部が損傷しており、そこからの漏水がみられる。

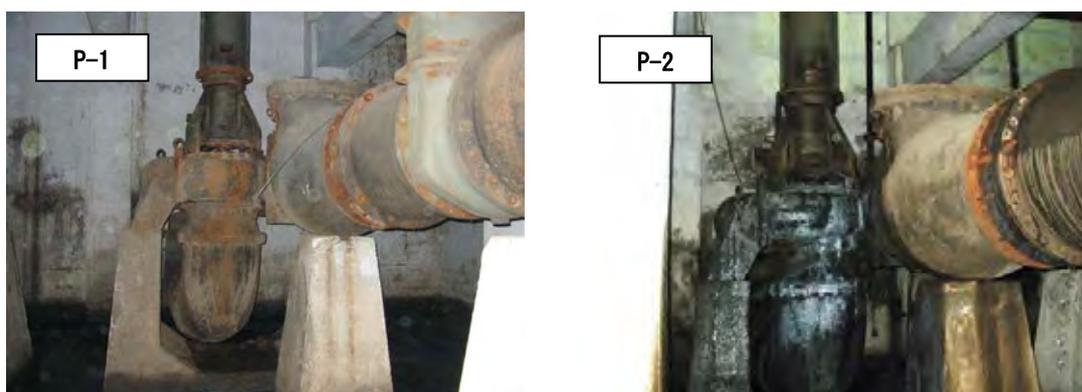


写真 R 2-1.10 ムルタンロードポンプ場のポンプ状況（その1）（左：P-1，右：P-2）



写真 R 2-1.11 ムルタンロードポンプ場のポンプ状況（その2）（左：P-3，右：P-4）



配管基礎の損傷状況



吐出管壁貫通部の損傷状況

写真 R 2-1.12 ムルタンロードポンプ場における水撃による損傷状況

その他、モーターおよび制御盤、およびメインケーブル、強制換気設備一式の老朽化、破損が見られる。

5) 協力対象ポンプ場の必要排水能力と現況排水能力

a) 必要排水量の算定

WASA は対象流域における計画降雨に基づいてポンプ場の必要排水量を決定していない。したがって、ポンプ場に流入する排水路や排水管または下水管の規模から決まる可能最大流入量、あるいは吐出し側の水路または管路の規模から決まる可能最大流出量のどちらか小さい値をポンプ場の必要排水量とした。

i) 可能最大流入量の算定

可能最大流入量は、「ラホール市下水・排水施設改善計画」と同様、流入管渠からの流入量“(管渠断面積) × (流速 1.2m/s)”に 25%の余裕を持たせた数値とした。

表 R 2-1. 14 可能最大流入量から決まる各ポンプ場の必要排水量

ポンプ場	流入管あるいは水路の規模	断面積 (m ²)	流速 (m/s)	余裕率	必要排水量*1 (m ³ /s)
シャドバー小計	-	-	-	-	27.8
シャドバー	Ø1.35m×3	4.29	1.2	25%	6.4
ココロード	Ø1.50m	1.77	1.2	25%	2.7
シディキプラ	B5.2m×H2.4m	12.50	1.2	25%	18.7
グルジャンイーラビ	B3.3m×H4.3m	14.19	1.2	25%	21.3
ムルタンロード	B3.3m×H4.3m	14.19	1.2	25%	21.3

注： *1 1 cusec (cusec: cubic feet per second, cfs) = 0.028316m³/s

ii) 可能最大流出量の算定

可能最大流出量は、各々ポンプ場における吐出し側の水路あるいは排水管の規模により、以下のとおり算出した。ただし、吐出し側の水路では満管流となってポンプによる水圧が加わるため、管路の平均流速を 2.0m/s とした。さらに、シディキプラポンプ場では直接排水ピットに放流しているため吐出側での制限は無いものと考えた。

表 R 2-1. 15 可能最大流出量から決まる各ポンプ場の必要排水量

ポンプ場	流出管あるいは吐出側水路の規模	断面積 (m ²)	流速 (m/s)	余裕率	必要排水量*1 (m ³ /s)
シャドバー小計	-	-	-	-	41.9
シャドバー	B1.5m×H1.2m×2	3.60	2.0	-	7.2
ココロード	B2.5m×H1.6m×2	8.00	2.0	-	16.0
シディキプラ	ポンプ吐出管から直接オープンピットへ放流				*2 18.7
グルジャンイーラビ	B2.1m×H2.2m×2	9.34	2.0	-	18.7
ムルタンロード	B1.5m×H1.2m×2	3.60	2.0	-	7.2

注： *1 1 cusec (cusec: cubic feet per second, cfs) = 0.028316m³/s

*2 可能最大流入量と同値とした。

iii) 必要排水量

以上から、各々のポンプ場における必要排水量は次表のとおりとした。

表 R 2-1. 16 各ポンプ場の必要排水量

ポンプ場	可能最大流入量 (m ³ /s)	可能最大流出量 (m ³ /s)	必要排水量 (m ³ /s)
シャドバー小計	<u>27.8</u>	41.9	27.8
シャドバー	6.4	7.2	6.4
ココロード	2.6	16.0	2.6
シディキプラ	18.7	18.7	18.7
グルジャンイーラビ	21.3	<u>18.7</u>	18.7
ムルタンロード	21.3	<u>7.2</u>	7.2
合計	-	-	53.7

b) 協力対象ポンプ場の現況排水能力

シャドバーポンプ場、グルシャンイーラビポンプ場、ムルタンロードポンプ場における既存のポンプの現況の排水能力について次表にまとめる。

表 R 2-1.17 協力対象ポンプ場の排水能力および効率（設計値と測定値）

ポンプ場	設計値		現況（2009年）	
	排水能力 cfs (m ³ /s)* ¹	効率* ²	排水能力 cfs (m ³ /s)* ¹	効率* ²
シャドバー（小計）	621 (17.6)	100%	364 (10.3)	59%
シャドバー	240 (6.8)	100%	135 (3.8)	56%
ココロード	168 (4.8)	100%	103 (2.9)	61%
シディキプラ	213 (6.0)	100%	126 (3.6)	59%
グルシャンイーラビ	560 (15.8)	100%	369 (10.4)	66%
ムルタンロード	240 (6.8)	100%	167 (4.7)	70%
合計	1,421 (40.2)	100%	900 (25.5)	63%

注： *¹cfs: cubic feet per second, cusec, 1 cusec = 0.028316m³/s *²測定値/設計値の割合

排水効率の観点から3ヶ所のポンプ場を評価した場合、シャドバーポンプ場（ココロードポンプ場およびシディキプラポンプ場を含む）の効率が最も低く、現況においては設計値の59%となった。これは、シャドバーポンプ場のカバーする流域の排水効率が劣っていることを示している。

c) 協力対象ポンプ場の必要排水能力と現況排水能力

各ポンプ場における必要排水量に着目し、各ポンプ場の現況排水能力によるカバー率を次表に示すとおり算出した。

表 R 2-1.18 現況排水能力の必要排水量に対するカバー率

ポンプ場	必要排水量 cfs (m ³ /s)* ¹	現況（2009年）	
		排水能力 cfs (m ³ /s)* ¹	カバー率
シャドバー （シャドバー、ココロード、シディキプラ）	982 (27.8)	364 (10.3)	37%
グルシャンイーラビ	660 (18.7)	369 (10.4)	56%
ムルタンロード	254 (7.2)	167 (4.7)	66%
合計	1,896 (53.7)	900 (25.5)	47%

注： *¹cfs: cubic feet per second, cusec, 1 cusec = 0.028316m³/s

これより、いずれのポンプ場においてもカバー率が低く、排水能力を増強する必要のあることがわかる。特にシャドバーポンプ場は、ココロードポンプ場およびシディキプラポンプ場を含めて評価しても必要排水量のわずか37%しかカバーされておらず、排水能力を増強する必要性が極めて高いことがわかる。

6) 協力対象ポンプ場における除塵機の現状とゴミ流入状況

「ラホール市下水・排水施設改善計画」ではメインアウトフォールポンプ場に自動除塵機

1 台が導入された。このメインアウトフォールポンプ場に設置された自動除塵機はその後特に故障無く順調に稼動しており、流入下水中のゴミ除去におおいに効果を発揮している。

本プロジェクトにおいては、シャドバーポンプ場およびムルタンロードポンプ場にそれぞれ1台、計2台の自動除塵機導入が要請されている。

a) 協力対象ポンプ場におけるゴミ流入状況

協力対象ポンプ場において実施した、ゴミ流入量調査結果を次表にまとめる。これより、ゴミ流入量が多くポンプの運転に支障をきたしている状況は、シャドバー、ココロード両ポンプ場がムルタンロードポンプ場より深刻であることが分かる。この傾向は、現地のポンプ場オペレーターに対する状況聴取の結果からも確認されている。

表 R 2-1.19 各ポンプ場におけるゴミ流入量調査結果

(単位：tf)

調査日	ポンプ場名	シャドバー&ココロード	グルシャンイーラビ	ムルタンロード
9/4		5.00	-	-
9/5		4.00	-	-
9/6		2.15	-	-
9/7		6.05	0.17	0.51
9/8		4.95	0.17	0.51
9/9		6.80	0.17	0.51
9/10		4.85	0.17	0.51
9/11		6.60	0.17	0.51
9/12		6.25	0.17	0.51
9/13		-	0.17	0.51
9/14		-	-	0.51
日平均		5.18	0.17	0.51

注: シャドバーポンプ場・ココロードポンプ場のデータ、およびムルタンロードポンプ場におけるゴミ収集状況の写真より、1 Trolley ≒ 1tf と仮定し重量を計算した。ムルタンロード、グルシャンイーラビのゴミ流入量に日変化が見られないが、これはゴミの体積を目分量で推測したためだと考えられる。

b) シャドバー (シャドバー) ポンプ場における除塵機の現状

シャドバー (シャドバー) ポンプ場とシャドバー (ココロード) ポンプ場では、同一の開水路から各々の吸込水槽に流入しており、ゴミ流入の状況も全く同様である。これらポンプ場に流入してくる下水・排水中には都市ゴミなどゴミの量が極めて多く、毎日大量のゴミが流入している。これがインペラーの損傷、変形などの原因となり、ポンプの排水効率を著しく悪化させる直接的な原因の一つとなっている。



写真 R 2-1.13 シャドバーポンプ場における過去のゴミ収集の様子

シャドバー（シャドバー）ポンプ場およびシャドバー（ココロード）ポンプ場における、ポンプインペラーに絡まるゴミの除去状況、既設除塵機の状況等を以下の写真に示す。



ポンプインペラーに絡まったゴミの排出状況

5基のポンプを掃除したゴミの吊り上げ状況

写真 R 2-1.14 ポンプ場のゴミ除去状況



シャドバーポンプ場

ココロードポンプ場（左側の建物）

写真 R 2-1.15 既設除塵機（手動）の様子（その1）



シャドバーポンプ場既設除塵機
写真 R 2-1. 16



ココロードポンプ場の除塵機からのゴミ搬出状況
既設除塵機（手動）の様子（その2）

現在シャドバーポンプ場およびココロードポンプ場には手動式除塵機が設置されているが、上下往復式のゴミ掻揚げ機であるため作業能率が低いことに加え、巻き上げ装置等の電気系統の不具合と損傷により運転されておらず、その機能を発揮できていない。

このような状況を改善するため、シャドバー、ココロード両ポンプ場に効率の良い自動除塵機を設置してゴミを除去し、ポンプの機能を確保する必要性は極めて高いと判断される。

ココロードポンプ場には3連、シャドバーポンプ場に2連の除塵機設置ピットが、各ポンプの吸込水槽の直上流に各々構築されており、自動除塵機設置のスペースは確保可能である。

c) ムルタンロードポンプ場における除塵機の現状

ムルタンロードポンプ場へのゴミの流入量はシャドバー（シャドバー）ポンプ場およびシャドバー（ココロード）ポンプ場に比べ少ない。



写真 R 2-1. 17 ゴミ流入量調査のためのゴミ収集の様子（ムルタンロードポンプ場）

ムルタンロードポンプ場にはゴミがポンプ機器に流入するのを防ぐための除塵施設（バースクリーン）は設置されているが、自動・手動に係らず、いまだ除塵機は設置されてい

ない。ただし、2 連の自動除塵機を設置できるピットが吸込みピットの直上流に設けられている。

ゴミの流入量から判断して、現状ではマルチロードポンプ場への自動除塵機設置の必要性・緊急性は、シャドバー（シャドバー）ポンプ場およびシャドバー（ココロード）ポンプ場に比較して低い。

7) 機材等の管理状況

WASA は市内に各行政区の管理事務所を始め 20 ヶ所以上の支局を有しているが、機械の整備工場を持たず、機械が故障した際は、軽微なケースを除き、入札で業者を選定しその責任下で修理するシステムをとっている。WASA 所有のポンプは今回要請のあった 1982 年のポンプ 16 基のほか 1967 年 5 基、1985 年 10 基など 20～30 年前に調達したのもも修理を繰り返しながら現場で活用されていることから、全般に整備状況は良好と言える。

スペアパーツはメインアウトファールポンプ場（Main Outfall Pumping Station）にある保管倉庫に一括収められる。なお、調達した部品は、倉庫管理者（Store Officer）が Bin Card と呼ばれるパーツの引き出し票（手書き）と調達・保管部が作成した台帳を用いて記録・管理されている。

2-2 プロジェクトサイトおよび周辺の状況

2-2-1 関連インフラの整備状況

プロジェクト対象地域の北端と西端はラビ川に面しており、河川氾濫の影響を受けないよう堤防を築くと共に、アスファルト舗装を施し市内の環状道路の一部としても利用されている。市街地の道路は比較的良好に整備されており、機材の搬入・搬出等に支障をきたすことは無いと思われる。また、電気は短時間ながら時々停電が発生するが、水道、通信と同様に一般的に整備状況は良好と云ってよい。プロジェクトサイトはこれらの公共サービス網でカバーされた地域であるため、本件実施に際し、特に影響を与えるものは無い。

2-2-2 自然条件

1) 気象・水文

ラホール市における過去 15 年（1994 年～2008 年）における降雨量を見ると、年間で 1200mm から 400mm 程度と、年によって大きく変化している（図 R 2-2.1 参照）。また、これらの降雨量のうち、60～80% が 6、7、8 月のモンスーン期に集中する。モンスーン期における月別の日平均降雨量（図 R 2-2.2 参照）は概ね 10mm/日以下であるが、月別の日最高雨量（図 R 2-2.3 参照）を見ると、80mm/日を越す雨が 2007 年以外は月に一度は発生している。

過去 15 年間で最高の雨量を記録した日は 1996 年 8 月 24 日の 189.7mm/日であり、この年は年間を通して過去 15 年間で 2 番目に多い雨量を記録している（1,188.5mm/年、最高は 1997 年の 1,232.5mm/年）。同市において観測された 1947 年～2008 年までの日最高降雨量の

うち、180mm/日を越す大雨が観測された年は、1996年以外に1954、1958、1964、1976、1980年と記録されているが、1996年以降は現在に至るまで観測されていない。

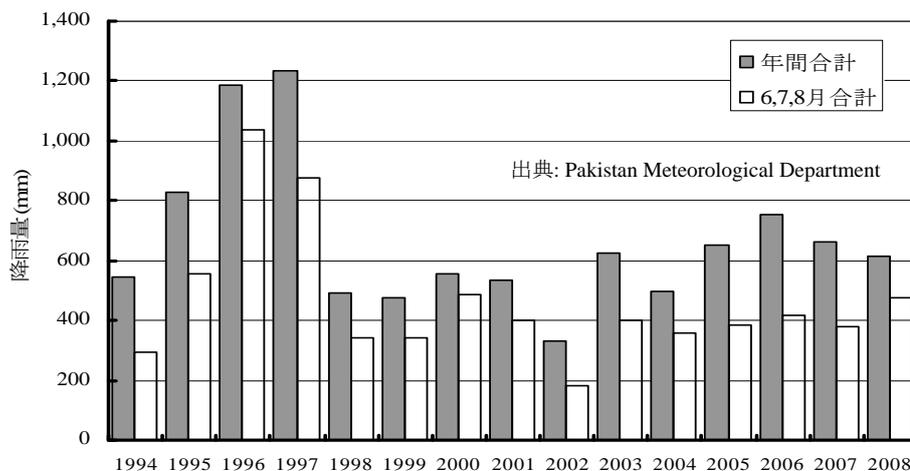


図 R 2-2.1 ラホールにおける降水量（1994-2008年）

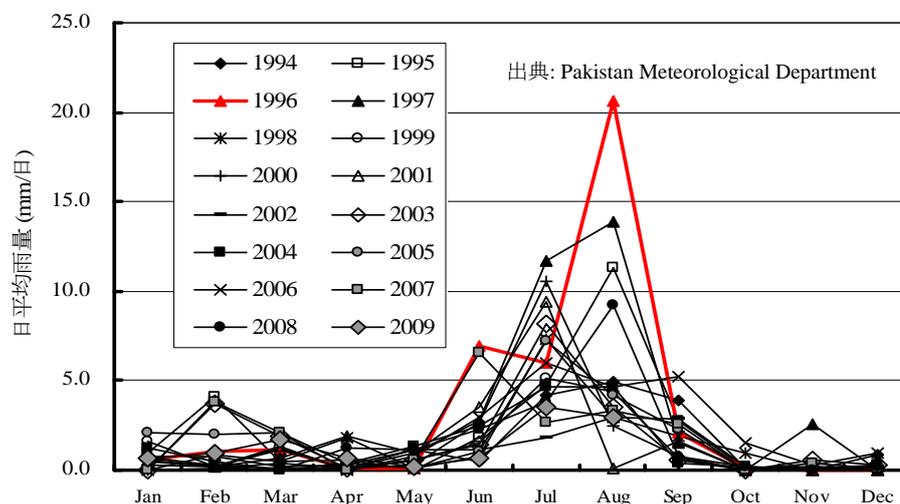


図 R 2-2.2 ラホールにおける日平均雨量（1994-2008年）

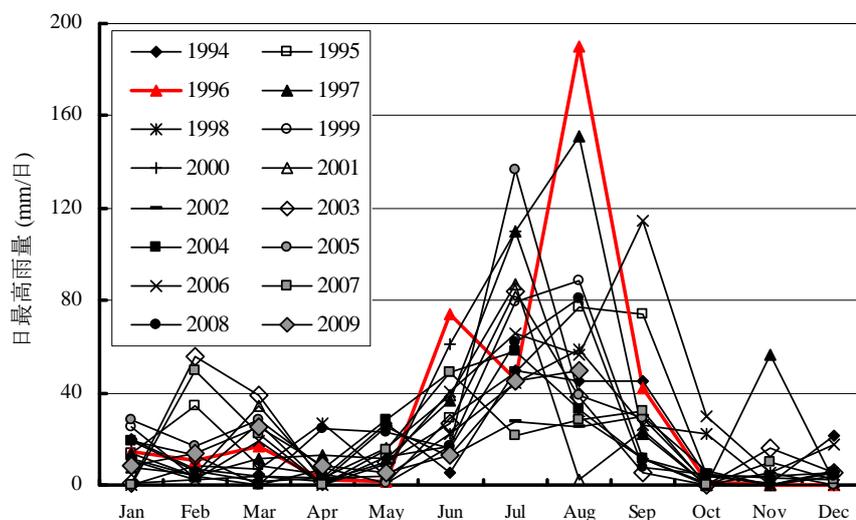


図 R 2-2.3 ラホールにおける日最高雨量（1994-2008年）

出典: Pakistan Meteorological Department

気温は、夏と冬の寒暖の差がはっきりしており、最も暑くなる時期は5月～7月で、最高気温は40℃に達する。一方、12月～1月には最低気温が氷点下となる日も見られる。年間の約6割が静穏な状況で、強風に襲われる日数は少ない。

2) 下水・雨水排水状況

a) 浸水状況

浸水被害はラホール市全域で観察されるが、市中心部 Walled City 周囲の低地部に多く分布している。浸水被害の多くは内水被害であり、ラホール市の西側を流れるラビ川が氾濫することはまれである。ここ15年で最大日雨量を記録した1996年の集中豪雨時にもラビ川は氾濫していない。

本調査期間に一番近い浸水では、2009年8月12日（水）にMET（気象庁）のJail Road 観測所で記録した49.4mmのものが最高である。それぞれの被害状況を以下に示す。写真のクイーンズロード、モザンチュンギ（Queens Road, Mozang Chungi）はグルジャンイーラビポンプ場の流域内に位置している。



[クイーンズロード]



[モザンチュンギ]

写真 R 2-2.1 市内の浸水状況（2009年8月11日）

ここ数年では、表R 2-2.1に示すように2007年6月と2008年7月および8月に豪雨があり、市内の各地で長時間に亘る浸水が記録された。

このように、市内では、少しの雨でも排水できずたちまち至るところで道路が冠水する。また、雨季に度々襲来する集中豪雨によって家屋の浸水被害が市内各所で頻発している。これらは交通の渋滞を招き人々の日常生活に支障をきたすだけでなく、雨水が生活排水とともに低地部に滞留することによる衛生環境の悪化を招いている。この結果、市民の生活環境および経済活動に深刻な影響がでており、こうした集中豪雨にも対応しうる排水施設の整備が緊急かつ必要不可欠となっている。

表 R 2-2.1 ラホール市内の浸水被害状況

モニタリング地点 (地点名・番号 ^{*1})	浸水状況										
	Jun. 17, 2007 (40.5mm/日)		Jun. 29, 2007 (49.2mm/日)		Jul. 12, 2008 (25.0mm/日)		Jul. 13, 2008 (61.8mm/日)		Aug. 13, 2008 (80.7mm/日)		
	浸水時間 (hrs)	浸水深 (m)	浸水時間 (hrs)	浸水深 (m)	浸水時間 (hrs)	浸水深 (m)	浸水時間 (hrs)	浸水深 (m)	浸水時間 (hrs)	浸水深 (m)	
Lakshmi Chowk	1	9.00	0.62	11.30	0.84	8.50	1.04	12.00	0.36	9.00	0.78
Thoronton Road	4	9.50	0.58	10.80	0.81	6.50	0.25	6.50	- ^{*2}	10.30	0.62
Empress Road	32	7.00	0.15	- ^{*2}	-	-	-	-	-	9.25	0.22
Cooper Road	5	8.00	0.21	11.50	0.30	8.50	0.30	8.50	0.08	10.00	0.35
GPO	2,6	4.50	0.34	8.00	0.30	6.00	0.23	8.80	0.13	9.00	0.25
Plaza Cinema	10	12.00	0.42	11.00	0.53	9.00	0.15	6.50	-	9.25	0.40
Nabha Road	11	8.50	0.54	9.50	0.53	4.30	-	6.50	0.30	9.25	0.31
Chuburgi	18	4.50	0.15	8.00	0.15	12.30	-	6.80	-	-	-
Lake Road	19	8.50	0.72	8.50	0.08	12.50	-	6.80	-	9.00	0.15
Aik-Moria Pul	43	6.00	0.45	8.00	0.23	5.50	0.25	5.30	0.61	-	-
Aziz Road	45	4.50	0.32	6.00	0.20	12.00	0.46	7.00	0.46	7.00	0.42
Chowk Na-Khuda	47	5.50	0.15	8.80	0.41	10.50	-	7.50	0.46	3.00	0.25
Sheranwala Gate Pully	48	6.75	0.15	7.00	0.15	5.50	0.15	3.50	0.15	2.50	0.10
Outside Bhatti Gate	49	6.75	0.32	8.50	0.91	7.50	0.30	6.00	0.76	-	-
Scheme More	62	3.00	-	8.30	0.13	-	-	5.00	-	-	-

出典: WASA, 2009. JICA Study Team for *The Preparatory Study on Lahore Water Supply, Sewerage and Drainage Improvement Project in the Islamic Republic of Pakistan*, 2009.

注: *1 モニタリング地点番号は図R 2-2.4を参照。 *2 は欠測。浸水の有無は不明。

b) 浸水状況のモニタリング

市内は内水氾濫による浸水常襲地区が数多くあるため、WASAは管轄内に図R 2-2.4に示す74ヶ所の浸水監視地点を設け、降雨時に本部の苦情センター(Complaint Monitoring Cell)が各排水区の担当者と無線交信を行いながら、浸水状況とその経過を記録している。このセンターに寄せられる苦情は上水、下水両方に関する様々なものであるが、月平均1,200件ほどで、雨季には下水関係だけで約1,600件にのぼるといふ⁵。

本調査ではこの既存監視体制を基に、計画対象地域の各流域に設定されているモニタリング地点において、WASAが浸水深および浸水時間等をモニタリングすることを提案する。これらの地点の浸水状況は、事業実施後も引き続き同地点で状況を監視し、事業実施前と比較してどの程度改善されたかを事業効果の判断基準とする。これに係る指標は降雨量ごとの浸水深および浸水時間とする。

⁵ JICA, *The Preparatory Study on Lahore Water Supply, Sewerage and Drainage Improvement Project in the Islamic Republic of Pakistan*, 2009.による。

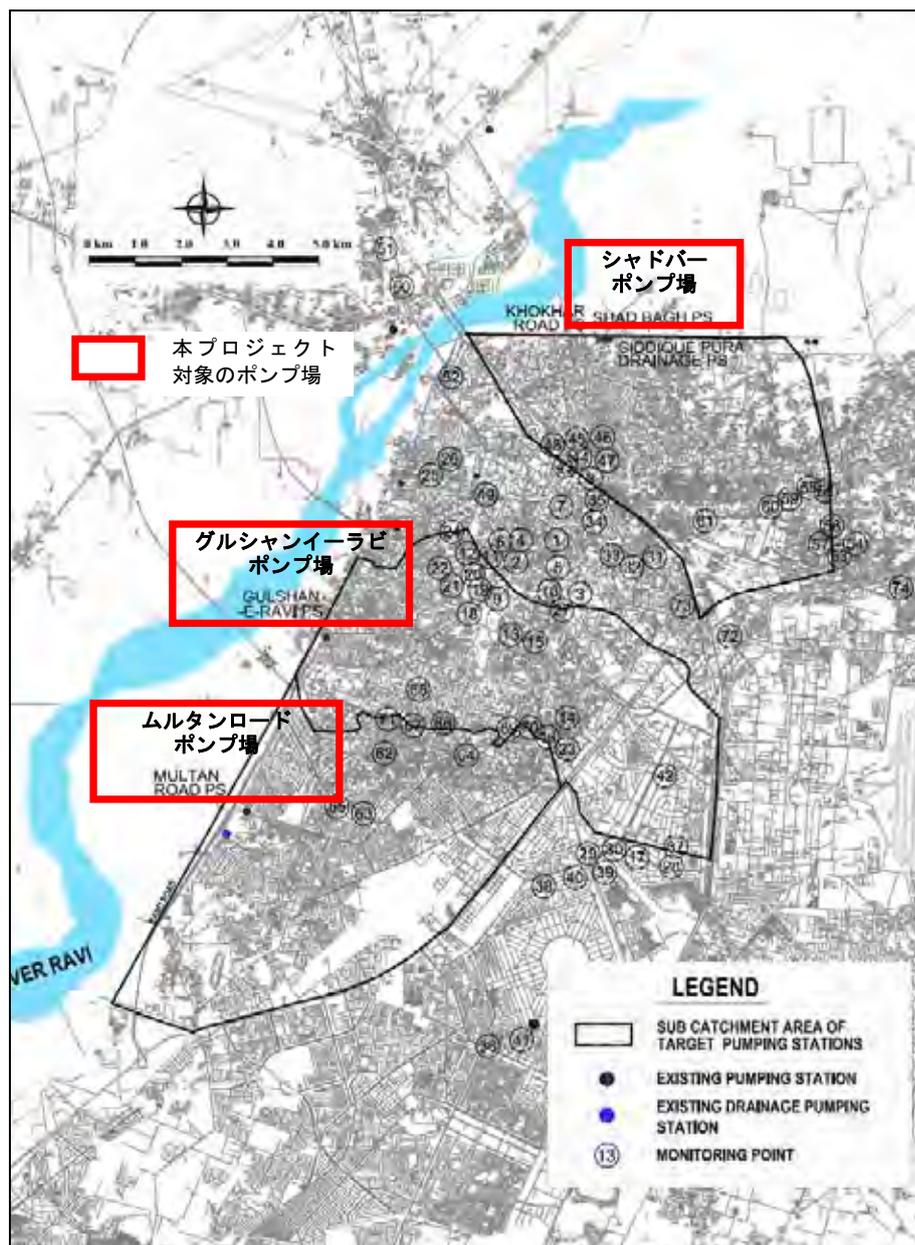


図 R 2-2.4 ラホール市における浸水時間、浸水深モニタリング地点

出典: JICA, *The Preparatory Study on Lahore Water Supply, Sewerage and Drainage Improvement Project in the Islamic Republic of Pakistan*, 2009.

2-2-3 環境社会配慮

1) 初期環境調査の実施および承認

「パ」国の環境審査制度は、“Pakistan Environmental Protection Act (1997)” および “Pakistan Environmental Agency (Review of IEE & EIA) Regulations (2000)” に規定されており、後者の法律で IEE もしくは EIA が必要なプロジェクトの種類とその手続きが述べられている。

本プロジェクトに先立ち 2004 年に日本政府による基本設計調査が実施された「ラホール市下水・排水施設改善計画」では、パンジャブ州環境保護局 (PEPD) と WASA との間で初

期環境調査（以下、IEE と記す）の必要性に関して協議が行われ、PEPD は、同計画について環境影響評価（以下、EIA と記す）は必要無いが IEE が必要であるとの見解を示した。その理由は、同計画が下水管路清掃機材の調達、使用および既存施設内でのポンプ設置が主な内容であり、管路・開水路の清掃により生じる汚泥・廃棄物を適正に処理しなかった場合、環境影響が生じる可能性があるものの、事業実施に伴う作業自体により大規模な環境影響が生じる可能性は小さいため、とのことであった。

WASA はこれを踏まえ、IEE の作業を民間業者の EPEC (Environmental Processes Engineering Company) に委託して実施した。IEE の作業は 2004 年 8 月 3 日に終了し、WASA より PEPD にその結果が提出され、PEPD で審査が行われ 2004 年 9 月 6 日に正式に承認が得られている。

この結果を踏まえ、WASA は、本プロジェクトは上記計画で対象としているポンプ場と同じポンプ場を対象としており、かつ既存ポンプの入れ替えを行うのみであることから、諸条件は上記計画と変わらず、添付のミニッツに示すとおり「前回の IEE でカバーされており、本プロジェクトに対して新規に IEE を実施する必要は無い」と判断している。

2) JICA環境社会配慮ガイドラインの観点からの検討

本プロジェクトは、2004 年 4 月より運用されている JICA 環境社会配慮ガイドラインの適用を受ける。本ガイドラインの趣旨により IEE の内容をレビューする。

現 IEE で指摘されている環境に及ぼす影響因子は下記のとおりである。

- 汚泥除去時に使用される機器のエンジンから発生する排気ガスによる大気汚染
- 騒音発生の問題
- 汚泥除去機器の運搬時による車輛走行の増加
- 不適切な汚泥除去機器と車輛の配置と駐車
- 廃油等車輛のメンテナンスから発生する廃油等の影響
- 未処理の工場・生活排水による環境への影響
- 車輛運行に伴う事故の発生あるいは公益サービスの阻害
- 汚泥除去に携わる作業員への健康や安全への懸念
- 汚染物質による影響
- 地下水汚染への懸念

上記は、「ラホール市下水・排水施設改善計画」で実施した既設排水管路・開水路に堆積した汚泥の除去作業による環境への影響に関するものであるが、これらのうち本プロジェクトに関連するものとしては、ポンプ排水による「未処理の工場・生活排水による環境への影響」が挙げられる。具体的な影響としては、河川での水生生物の減少、レクリエーション価値の減退、地下水汚染、水産業への悪影響、水資源価値の減退等が挙げられる。

こうした悪影響に対し、WASA では現在 6 ヶ所の下水処理場の建設を計画し、水質汚濁の

防止を検討しており、そのうちの1ヶ所については日本政府の有償資金協力による実施の可能性が検討されている。しかし、既存ポンプの更新である本プロジェクトの実施は更なる汚濁負荷を与えるものではなく、下水管路・排水路の水質そのものに与える影響は極めて小さいと考えられる。

したがって、本プロジェクトは「環境や社会への望ましくない影響が最小限かあるいはほとんど無いと考えられる協力事業」であるカテゴリCに分類されている。

第3章 プロジェクトの内容

3-1 プロジェクトの概要

3-1-1 上位目標とプロジェクト目標

「パ」国の連邦環境省は 2005 年に策定した国家環境政策（2005-2015）において 2015 年までに上水道普及率 90%、下水道普及率 70%という目標を掲げており、下水道整備事業の実施はこれら開発政策に沿うものである。

ラホール市では、市街地の発展拡大に伴う都市環境の整備・改善を図り、ラホール市の総合開発計画である「Integrated Master Plan for Lahore-2021」を策定し、この中で、市内の浸水被害を減少させ、良好な市民生活や社会経済活動を確保し、衛生環境を改善することを目標とし、下水・排水施設の整備・改善を緊急課題のひとつとしている。

このようなラホール市の施策の中において、本プロジェクトは、ラホール市の行政と商業の中心地である旧市街を含む北部地域を管轄するラホール市上下水道局（WASA）の管内中央・南西部の浸水多発・常襲地域を対象地域として、対象地域内の下水・排水施設の能力を向上させ、浸水被害を軽減するとともに衛生環境を改善することを目標としている。

これらより、本プロジェクトの上位目標およびプロジェクト目標は次のように設定される。

- 上位目標：ラホール市における冠水被害が減少し、市民生活や社会経済活動は確保され、衛生環境が改善される。
- プロジェクト目標：ラホール市の冠水多発・常襲地域（行政と商業の中心地である旧市街を含む WASA 管轄中央・南西部）の下水・排水能力が向上し、浸水被害が軽減されるとともに衛生環境が改善される。

3-1-2 プロジェクトの概要

本プロジェクトは、上記目標を達成するために、対象地域内からの排水を行っているシャドバー（シャドバーおよびココロード）ポンプ場、グルシャンイーラビポンプ場、ムルタンロードポンプ場の 3 ヶ所のポンプ場において、老朽化が進行し排水能力の低下したポンプの更新を中心としたポンプ場の排水能力改善を実施することとしている。

これにより、3 ヶ所のポンプ場の排水能力が改善され、ラホール市の浸水多発・常襲地域における浸水被害状況が軽減されるとともに、衛生環境が改善されることが期待されている。

協力対象事業は、①シャドバー（シャドバー）ポンプ場において 4 基のポンプの更新および 1 台の自動除塵機の新設、ならびに、シャドバー（ココロード）ポンプ場において 2 基のポンプの新設および 1 台の自動除塵機の新設、②グルシャンイーラビポンプ場において 6 基のポンプの更

新、③ムルタンロードポンプ場において4基のポンプの更新、(全体では、合計16基のポンプの更新/新設、合計2台の自動除塵機の新設)を実施するものである。

3-2 協力対象事業の概略設計

3-2-1 設計方針

1) 基本方針

協力対象事業の概略設計における基本方針として、「パ」国からの要請内容および現地調査結果に基づき設計対象の内容を検討する。

具体的には、要請に挙げられた①シャドバーポンプ場(シャドバーポンプ場、ココロードポンプ場)、②グルシャンイーラビポンプ場、③ムルタンロードポンプ場の3カ所のポンプ場における排水ポンプの更新および自動除塵機の新設に対して案件実施の優先順位付けを行い、必要に応じて協力対象・内容の見直しの提案を行う。

現地調査時における先方との協議において、以下の4項目に基づきポンプ更新および自動除塵機新設に関する優先順位付けをすることとした。

- ラホール市内の浸水範囲の記録
- 各ポンプの老朽化・劣化の状況
- 各ポンプ場におけるポンプ更新の効果
- 各ポンプ場に流れ込むゴミの量

また、現在ラホール市のWASAをカウンターパート機関として実施中の、日本の有償資金協力の協力準備調査である『Lahore Water Supply, Sewerage and Drainage Improvement Project』との情報共有により、調査や投入が重複しないよう配慮する。

2) 自然環境条件に対する方針

ラホール市の年間降雨量は平均700mm程度であり、その値は年により300~1,200mm程度とばらつきがある。本来、ポンプ規模の決定は、計画降雨量から目標値を設定するものである。しかしながら、ラホール市内の排水系統は下水管路、排水路(開水路と暗渠)および中継ポンプ場が複雑に入り組んだネットワークとなっており、各ポンプ場の流域を分割して計画降雨量から必要排水量を算定することは困難である。このため、WASAは計画降雨量からポンプ規模を決定しておらず、各ポンプ場の流入管渠・水路断面から求まる流入量とポンプ場の貯留池および流域の浸水状況からポンプの必要数を適宜決めている。

すなわち、WASAは、浸水被害の著しい地区があればその排水路・下水管路および中継ポンプ場を整備し、それにより流末ポンプ場への流入量がポンプ吐出量を上回るようであればさらにポンプを強化するというように、状況に応じ対策を講じてきている。

本協力対象事業におけるポンプ規模の決定に際しては、現況の設計思想を踏襲する方針とする。また、事業実施効果については、ポンプ場への流入量が排水路および排水管の規模に

より制限されていることから、現況の考え方を踏襲し、各ポンプ場への流入量と排水量から照査する方針とする。

3) 社会経済条件に対する方針

本協力対象事業の実施範囲は WASA の管轄下にある既存のポンプ場内に限られており、社会的摩擦要因をもたらすような新たな土地収用・家屋移転等は発生しない。

また、事業対象となるポンプ場は雨水排水のみならず、下水排水の役割を担っている。下水は降雨の有無に関係なく定常的に発生するため、各々のポンプ場を完全に停止することなくポンプの更新および自動除塵機の設置作業を行えるような設計および施工計画の立案を実施する方針とする。

4) 調達事情／建設事情に対する方針

a) 事業実施の許認可制度

事業実施に際しては、プロジェクト予算計画書（PC-I）の承認手続きを通して「パ」国側の開発プロジェクト事前審査を受ける必要がある。本協力対象事業に関する PC-I は、2007 年 9 月に承認済であるが、事業費に 15%を超える増減が生じた場合は、実施機関は PC-I を再提出し承認を受ける必要がある。なお、PC-I 内容変更の承認手続きには 2 ヶ月を要する。

PC-I の再提出は本協力対象事業の概略設計結果に基づいて行われるものであることから、2007 年に承認済みである PC-I の内容を変更することが、本概略設計内容に制限を加えるものではない。

b) 調達資機材の内陸輸送方法と通関・引渡し場所

本協力対象事業では、「パ」国外で調達され海上輸送で「パ」国に輸入される資機材は全てカラチ港で陸揚げされ、そこからラホールまで内陸輸送される。この時、想定される輸送方法としては、鉄道・道路を利用した 2 つのルートがある。通常、コスト面では鉄道輸送が若干有利であるが、定規格コンテナのみしか輸送できない。一方、規格外寸法の運搬等の汎用性に関しては道路輸送に優位性があり、WASA もトレーラーを使用した道路輸送を利用するケースが多い。いずれの内陸輸送方法においてもラホール市のドライポートでの通関が可能である。ラホール市のドライポートは、鉄道用と道路用の二ヶ所に分かれており、前者は市内東部の Mughalpura 駅敷地内、後者はラホール市南西部郊外 (Tokar Naiz Baig) に位置する。

カラチ港からラホールまでの輸送を請け負う業者は幾つか存在するが、政府機関が多く使用するのは NLC (National Logistics Cell) と呼ばれる政府管轄のエージェントである。NLC は、輸送時における事故や犯罪被害を防ぐ為に軍のサポートを受けており、GPS などを駆使した荷物管理・安全管理が徹底している。

WASA 側は、これまでの経験から内陸輸送方法として NLC の活用とラホールでの通関を強く推奨している。通関手続き上において WASA の協力が得られ、手続きに要する時間を短縮できるなど、利点が多いため、原則ラホールにて通関を行う方針とする。

c) 現地資材の調達事情

「パ」国では、土砂、セメント、鉄筋等の基本的な土木・建設資材および鋼管の調達が可能であるが、ポンプ、弁等のポンプ周辺設備、自動除塵機、ポンプ運転に係る電気設備等は入手困難である。設計に当たっては、現地調達が可能な資機材を極力利用し、建設コストの低減を図る。また、将来の再改修についても視野に入れ、二重投資とならないよう配慮した設計とする。

5) 現地業者の活用に係る方針

a) ポンプ機器据付け工事管理技術者

現地では、一般的な土木工事を実施できる建設会社や工事管理ができる技術者は存在するが、本協力対象事業で設置するようなポンプの据付けやそれに伴う機械・電気設備工事を実施できる技術者はいない。これらの特殊工事の施工管理技術者に関しては、別途日本から派遣する方針とする。

b) 現地建設業者

現地には大小の規模の建設業者が多数あるが、その技術能力、品質管理能力、受注能力を考慮した場合、単独で本協力対象事業実施を請負えるレベルを有する会社は無い。したがって、施工計画立案に際しては、日本の企業の下請けとして日本企業の品質管理・工程管理の下で土木作業を請負わせる方向で立案し、建設コストの低減を図る方針とする。

6) 運営・維持管理に対する対応方針

本プロジェクト実施の統括管理担当部署は、WASA の計画・評価部 (Planning & Evaluation Directorate) である。

一方、プロジェクト実施後のポンプ施設および機器の運営・維持管理は、WASA の運営・維持管理担当副局長を長とした運営・維持管理部 (Operation & Maintenance Wing) が統括する。同部は WASA の所有する全てのポンプ場施設および機器の運営・維持管理を統括している。本プロジェクトでポンプが配置される予定のポンプ場の日常の運営・維持管理は、各ポンプ場が位置する地域事務所に所属する小地区担当職員の指揮下で各ポンプ場が行う。WASA は現在、100 基以上のポンプを保有・運転しており、その維持管理能力は高いと言える。

ポンプ機器の機種、排水施設の構造等の選定に当たっては、WASA の現有施設の仕様および維持管理の容易性を重視する方針とし、初期操作・運用指導計画は WASA の運営・維持管理能力の現状を踏まえて立案する方針とする。

7) 機材のグレードの設定に係る方針

a) ポンプの仕様と規模

ポンプおよびその関連機材については、要請がすべて既存ポンプ場におけるポンプの更新であるため、既存機材の仕様を参考に選定する。

ポンプ規模の考え方については、「2) 自然環境条件に対する方針」に述べたとおり、本来、対象流域における計画降雨に基づき設定するものであるが、WASAでは対象流域における計画降雨に対して決める方法をとっていないため、既存機材の規模を参考に選定する。

ポンプの更新・新設による排水能力の改善度は、プロジェクト実施後のポンプの排水能力の必要排水量に対する割合（＝ポンプ排水能力／必要排水量）をカバー率と呼び、これを指標とする。

b) 自動除塵機の形式

除塵機については既存の老朽化・破損したものを撤去し同じ場所に自動除塵機を新設することになるため、既存の建屋内に納めることができ、かつWASAが他のポンプ場において有する既存の自動除塵機と類似システムとし、維持管理しやすい形式を選定する。

8) 調達方法に係る方針

本協力対象事業は機材調達案件であるため、調達方式は日本法人の商社あるいはメーカーを対象にした一般競争入札が採用される。入札に参加する企業は、アフターサービス体制が確保されていることが条件とされる。また、ポンプおよび自動除塵機の据付工事や試運転・初期操作指導が必要となるため、これらの作業に必要な技術者を派遣できることも条件とする。

調達する機材は、日本製その他、現地、第三国も含めて検討を行うが、その際、メーカーが現地でアフターサービスを展開できる態勢が整っていることを確認する。第三国製品は欧州各国・米国・アジアが対象となるが、価格や品質だけでなく使用者の立場にたって機材の適正を評価し総合的な判断を下す。すなわち、既存のWASA所有機材と操作方法・維持管理の上で大きな差がなく、現地関係者が受け入れ易いものであることを条件とする。

9) 工期に係る方針

本協力対象事業の工期は、入札による調達業者選定から、機器の調達・設計・製作、資機材の運搬・搬入、据付、引渡しまでが含まれる。

ポンプその他機器および自動除塵機の据付工事は、その作業期間中のポンプ場の排水能力低下による浸水被害への影響が最小限となるよう、原則として6月から8月までのモンスーン期を避け乾季に行う方針とする。

本協力対象事業の実施には、入札による調達業者の選定から引渡しまで約21.5ヶ月を必要とすると見込まれる。

3-2-2 基本計画（機材計画）

上記基本方針に基づき、協力対象事業の全体像について検討した結果、以下の内容のとおり
の基本計画を立案した。

1) 全体計画

a) 要請内容と代替案

現地調査時における先方政府との協議結果、現地調査結果、および国内解析結果から総合的に判断し、先方政府からの要請内容に対し、次図に示す代替案が技術的に最も優れ、かつ完成後の運営維持管理においても優位であることから、この代替案を基本計画案とした。

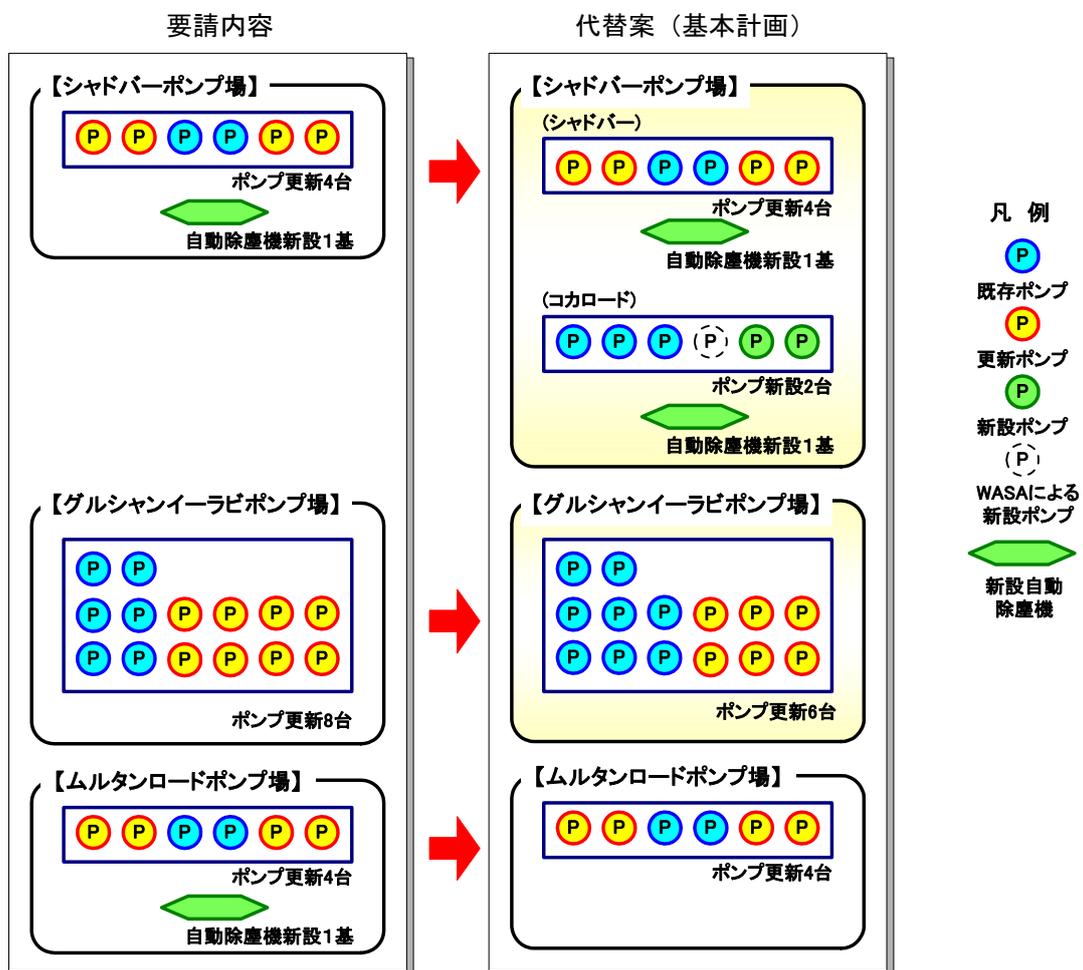


図 R 3-2.1 要請内容と代替案

b) シャドバーポンプ場（シャドバー、ココロード、シディキプラ）の改修計画

シャドバーポンプ場（シャドバーのみ）におけるポンプの更新のみでは、シャドバーポンプ場（シャドバー、ココロード、シディキプラを含む）全体の排水能力のカバー率（ポンプの排水能力／必要排水量）は44%に留まる。シャドバーポンプ場全体の排水能力を増

強するためには、シャドバー、ココロードあるいはシディキプラの各ポンプ場いずれかの増強、もしくは複数のポンプ場を組合せた増強が考えられる。

シャドバーあるいはシディキプラのポンプ場には空きスペースが無いため、ポンプを増設するにはポンプ場建屋の増築が必要で大規模な工事となってしまう。これに対し、シャドバーポンプ場敷地内のココロードポンプ場はポンプ3基分の空きスペースを有し、ポンプ増設にポンプ場建屋の増築を必要としない。したがって、コスト面および施工面で有利なココロードポンプ場のポンプ増設を最優先とし、ココロードポンプ場に確保されているスペースにポンプ2基を新設し、カバー率の向上（54%）を図る。

i) シャドバーポンプ場

シャドバーポンプ場における既存ポンプ6基のうち、1982年に設置された4基のポンプは、いずれも排水能力が6割程度以下に低下しており、スペアパーツも供給できず適切な修理が不可能な状態にある。これらの設置後30年近く経過し老朽化が進み、排水能力が低下している4基のポンプを更新する計画とする。2006年に日本の無償資金協力事業「ラホール市下水・排水施設改善計画」で供与されたポンプ2基は更新しない。

ii) コカロードポンプ場

前述の通り、カバー率の向上を目的として、本協力対象事業では2基のポンプを増設する計画とする。なお、ココロードポンプ場はポンプ3基増設可能であり、パンジャブ州政府からの援助で1基が導入されることがすでに決定している。

iii) シディキプラポンプ場

既存ポンプが比較的新しいため要請内容に含まれておらず、ポンプ増設のための空きスペースも無いため、本協力対象事業の対象外とする。

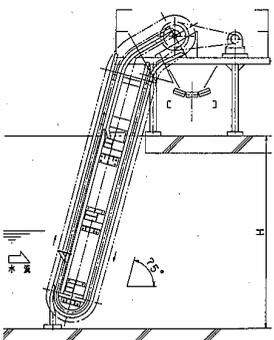
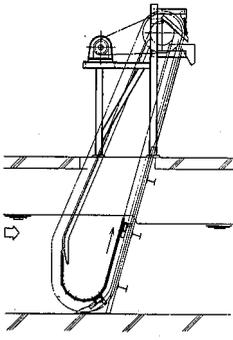
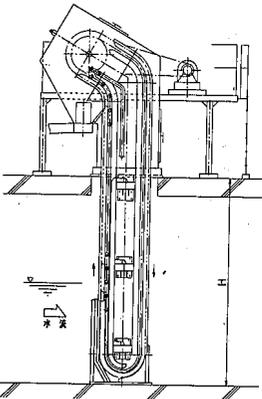
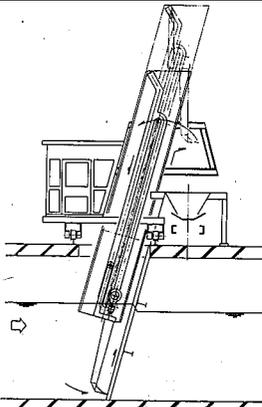
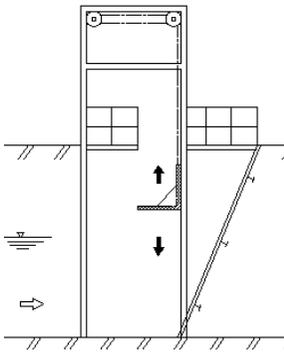
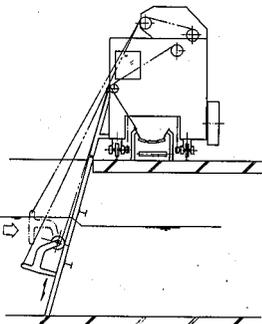
iv) 自動除塵機の改修計画

シャドバーおよびココロードポンプ場は、同一の開水路から各々の吸込水槽に流入しており、現地計測の結果では毎日5トンを超える大量のゴミが流入している。現在両ポンプ場に設置されている手動式除塵機は故障しているため、ポンプ内部へゴミが吸込まれ、閉塞、インペラーへのゴミの絡まり等が発生し、ポンプ排水機能低下の主たる原因となっている。このため、シャドバー（シャドバー）ポンプ場およびシャドバー（ココロード）ポンプ場に自動除塵機を設置する計画とする。

本協力対象事業で適用すべき型式としては、表R 3-2.1に示す比較よりバースクリーン型連続掻揚げ方式の自動除塵機が最適と判断される。

同型式の自動除塵機は、2006年次実施された日本の無償資金協力事業「ラホール市下水・排水施設改善計画」において、メインアウトフォールポンプ場に設置されており、その有効性がWASAに認められている。

表 R 3-2.1 自動除塵機の型式比較表

比較項目	定置方式					走行方式
	バースクリーン型	連続掻揚げ式		伸縮アーム型	間欠式	
		カテナリー型	ネット型		昇降型	トラッシュカー型
略図						
既存ポンプ場での適用	■ イン・アウトホールポンプ場	—	—	—	■ シャドバー ポンプ場 ■ コカ・ロード ポンプ場 ■ ゲルシャイ-ラビ ポンプ場	■ シディキブラ排水ポンプ場
構造	一定間隔でレーキを取付けスクリーン面のゴミを連続的に除去する。レーキが水路底部で主スクリーンを中にして反転し、底部の前衛スクリーンに引っかかったゴミを押上げ、かつ主スクリーン前で阻止されたゴミを掻上げながら上昇する。	エンドレスチェーンを各々懸垂させ、これに一定間隔でレーキを取付けスクリーン面のゴミを連続的に除去する。水中を下降したレーキは主スクリーン下部でチェーンの自重による懸垂線（カテナリ）にてゴミを押しつけながら掻上げる。	床上のハウジングに上部スプロケット、水路底部に下部スプロケットを垂直に配列し、エンドレスチェーンに網わくを取付け、床上の掻上げたゴミを網裏側の噴射水で逆洗して取除く。洗浄水、洗浄装置が必要。	レーキを水路両側のアームにより保持し、アームを上下させる駆動部を水面より上部のフレームに組込み反復して掻上げを行う。構造上水路高さの倍以上の高さが必要で床面上に高いスペースを必要とする。	スクリーン前面に設置された昇降式のトレイが、マニュアル操作により堆積したゴミを持ち上げる。地上まで持ち上げられた塵芥は、人力により除去される。既存ポンプ場でも使用されている。	レーキをワイヤーロープにより吊上げ、往復動形式でスクリーン面のゴミを掻上げる。レーキは電動式移動車に取付けられており、数面の水路スクリーン間のレールを移動して、運転台操作により遠隔除塵を行う。運転台を設けるスペースが必要。
塵芥処理能力	・連続掻上げなので処理能力は大きい。 ・粗大ゴミが掻取れる。	・細ゴミ処理に適している。 ・下部でレーキのくい込み力が弱く、異物をかみ込んだ時、レーキが逃げる。	・連続掻上げで処理能力が大きい。 ・細かいゴミ、粘着性のゴミの掻上げが容易。 ・小さなゴミしか掻上げられない。	・連続的に運転できず、処理能力は小さい。 ・粗大ゴミの掻上げが不可能。	・連続的に運転できないため、効率が低い。 ・人力作業の併用が必要であり、連続的な除塵ができない。	・時間当たりの処理能力は小さい。 ・レーキのかみ込み力が小さく、レーキの大きさ以上のゴミは掻上げ不能
維持管理	・水中部はメンテナンスフリー。 ・駆動部のメカニズムが単純。 ・チェーンの伸びによるストロークの調整が必要。	・底部における異物の有無の点検が必要。 ・かみ込んだ異物が徐々に堆積していくと運転不能になる。	・水中部にスプロケット軸受があるタイプでは維持管理に手を要する。 ・細目のゴミがつまり易い。	・維持管理が煩雑。 ・動力ケーブルがレーキの動きにつれて上下するため傷みが早い。 ・機械が水上部にあり点検が容易。	・昇降式トレイの下に異物が堆積し易く、定期的なメンテが必要。	・メカニズムが複雑なので保守点検に手間がかかる。 ・レーキの強制下降が出来ない。
プロジェクトへの適用	・深い水路にも設置でき、既存ポンプ場で効果を上げています。 最適→採用	・処理能力高く、維持管理容易だが、大きなゴミに対応できない。 適	・大きなゴミが流入する為、本プロジェクトには不適 不適	・当地に流入する大量のゴミを処理しきれず、ポンプ部品の破損やスクリーンの曲がり等が懸念される。 ・水路が深いので、規模が大きくなり、スペースが不足する。 不適	・昇降式設備が大きくなる。 不適	・処理能力が小さく降雨時の連続的なゴミ処理が困難。 不適
バースクリーン方とのコスト比較	1.0	1.0	1.5-2.0	—	—	—

c) グルシャンイーラビポンプ場の改修計画

グルシャンイーラビポンプ場の既存ポンプ 14 基の内訳は、1982 年にイギリスにより供与されたポンプが 8 基、2000 年に更新されたドイツ製ポンプが 4 基、2006 年に日本の無償資金協力事業「ラホール市下水・排水施設改善計画」により供与されたポンプが 2 基である。このうち 1982 年イギリスにより供与された 8 基のポンプは、現在製造中止であり、部品の交換、修復ができない状態であることから、ポンプの更新が要請された。(P-1、P-2、P-3、P-4、P-7、P-8、P-11、P-12 の 8 基)

現地調査の結果、これら 8 基中 P-3、P-4、P-7、P-11、P-12 の 5 基は排水能力が低く、交換の必要があることが判明した。また、P-2 ポンプは、排水能力が比較的高いものの頻繁に故障し、腐食が進んでいるため、いつ運転できなくなる状況に陥ってもおかしくない状態にあり、交換が必要な状態であることが判明した。

残りの P-1 と P-8 の 2 基は、設置後 30 年近く経過していることから交換することが望ましいが、両ポンプともに排水能力が比較的高く腐食が軽度であるため、交換の緊急性は低いと判断した。

以上より、グルシャンイーラビポンプ場においては P-2、P-3、P-4、P-7、P-11、P-12 の計 6 基のポンプを交換するものとする。

d) ムルタンロードポンプ場の改修計画

i) ポンプ機器の改修計画

ムルタンロードポンプ場の既存ポンプ 6 基のうち、4 基は 1982 年にイギリスにより供与されたもので、老朽化が進み排水能力が低下している。近い将来、運転ができなくなる状況に陥る可能性が高いと判断される。一方、残りの 2 基は、2006 年に日本の無償資金協力事業「ラホール市下水・排水施設改善計画」で供与されたポンプであり、健全な状態である。

以上より、ムルタンロードポンプ場においては 1982 年にイギリスにより供与された 4 基のポンプを交換するものとする。

ii) 自動除塵機の改修計画

ムルタンロードポンプ場へのゴミの流入量は、現地で計測した結果では 1 日当たり約 0.5 トンであり、シャドバーおよびココロードポンプ場に比べ少なく、人力で何とか排出可能な量であると判断される。したがって、要請内容に含まれていたムルタンロードポンプ場への自動除塵機設置は、緊急性が低いと判断し、協力対象施設から除外する。

2) 各ポンプ場共通の機材・施設計画

a) ポンプ場関連機材の仕様

本協力対象事業の整備対象機材のうち、ポンプ関連機材の主な仕様と付帯土木建築工事の概要を次表に示す。

表 R 3-2.2 ポンプ場関連機材の仕様

機材	仕様	付帯土木建築工事
(1) ポンプ	立軸渦巻斜流型 吐出量: SB/MR/GR: 68 m ³ /min、KR: 95 m ³ /min 揚程: 11m	ポンプ基礎工事
(2) モーター	SB: 立軸巻線形、180kW、415V KR: 立軸巻線形、245kW、415V GR/MR: 立軸かご形、180kW、3300V	モーター架台設置工事
(3) 吸込配管	SB/MR/GR: 鋼管、D700mm KR: 鋼管(吸水バルブスリングを含む)、D900mm	SB/MR: 1. 立上管底部の基礎工事 2. 配管支持工工事 3. 床および壁貫通工事 4. 吐出水槽工事 5. 弁操作架台 KR/GR: 1. 立上管底部の基礎工事 2. 配管支持工工事 3. 弁操作架台
(4) 吸込仕切弁	SB/MR/GR: 手動スルース式、D700mm KR: 手動スルース式、D900mm	
(5) 吐出配管	SB/MR/GR: 鋼管、D600mm KR: 鋼管、D800mm	
(6) 逆止弁	SB/MR/GR: スイング式、D600mm KR: スイング式、D800mm	
(8) 電気制御盤	SB: 屋内自立閉鎖式配電盤、分電盤 KR: 屋内自立閉鎖式配電盤 GR/MR: 屋内自立閉鎖式配電盤	基礎工事
(9) 場内配線 変圧器	SB: メインケーブル KR/MR: 既設利用、既設 Bus Bar より配線 GR: 変圧器(屋内型)(11kV/3.3kV, 1,500kVA)、メインケーブル	SB/GR: ケーブルトレンチ工事 GR: 変圧器基礎工事
(10) 換気装置	- 給気ブロー: 415V, 2.2kW - 排気ファン: 415V, 3.7kW SB: 1式(3組)、GR: 1式(4組)、MR: 1式(3組)	

SB:シャドバーポンプ場、KR:ココロードポンプ場、GR:グルシャンイーラビポンプ場、MR:ムルタンロードポンプ場

b) 自動除塵機の仕様

本協力対象事業の整備対象機材のうち、自動除塵機の主な仕様と付帯土木工事の概要を次表に示す。

表 R 3-2.3 自動除塵機の仕様

機材	仕様	寸法			付帯土木建築工事	電気設備
		ポンプ場	水路寸法	傾斜角度		
自動除塵機	前面揺揚げ背面降下式 スクリーン有効目幅 50mm	シャドバー	W2.9m×H7.5m×2連	75度	基礎工事	配電盤 配線
		ココロード	W2.9m×H7.7m×3連	75度		

c) ポンプ場関連機材配置計画

本協力対象事業におけるポンプ場関連機材のポンプ場毎の配置計画（調達数）の概要を次表にまとめて示す。

表 R 3-2.4 ポンプ場関連機材配置計画

(単位：式)

機 材	総数	シャドバー		グルシャン イーラビ	ムルタン ロード
		シャドバー	ココロード		
(1) ポンプ	16	4	2	6	4
(2) モーター	16	4	2	6	4
(3) 吸込配管	16	4	2	6	4
(4) 吸込側仕切弁	16	4	2	6	4
(5) 吐出配管	16	4	2	6	4
(6) 逆止弁	16	4	2	6	4
(7) 電気制御盤	16	4	2	6	4
(8) 変圧器	2	-	-	2	-
(9) メインケーブル	2	1	-	1	-
(10) 強制換気装置	3	1	-	1	1
(11) 自動除塵機	2	1	1	-	-

d) 吐出水槽の改造計画 <シャドバー（シャドバー）ポンプ場、ムルタンロードポンプ場>

シャドバー（シャドバー）ポンプ場およびムルタンロードポンプ場では、ポンプの吐出口が直接排水路（管）に接続されており被圧している。現地調査の結果、これらのポンプ場では既設ポンプにゴミが流入するなどの原因でポンプが頻繁に停止しており、そのたび吐出側から雨水・汚水が逆流し逆支弁が急速に閉止するため、水撃現象が繰り返され配管やポンプの据付部が損傷を受けていることが判明した。

この問題の対策として、ポンプや配管の水撃圧による劣化を軽減し、耐久性を高めるため、シャドバー（シャドバー）ポンプ場およびムルタンロードポンプ場において、ポンプの吐出口を上方に移設し、自由水面を有する排水ピット内に排出するよう吐出水槽を改造する計画とした。

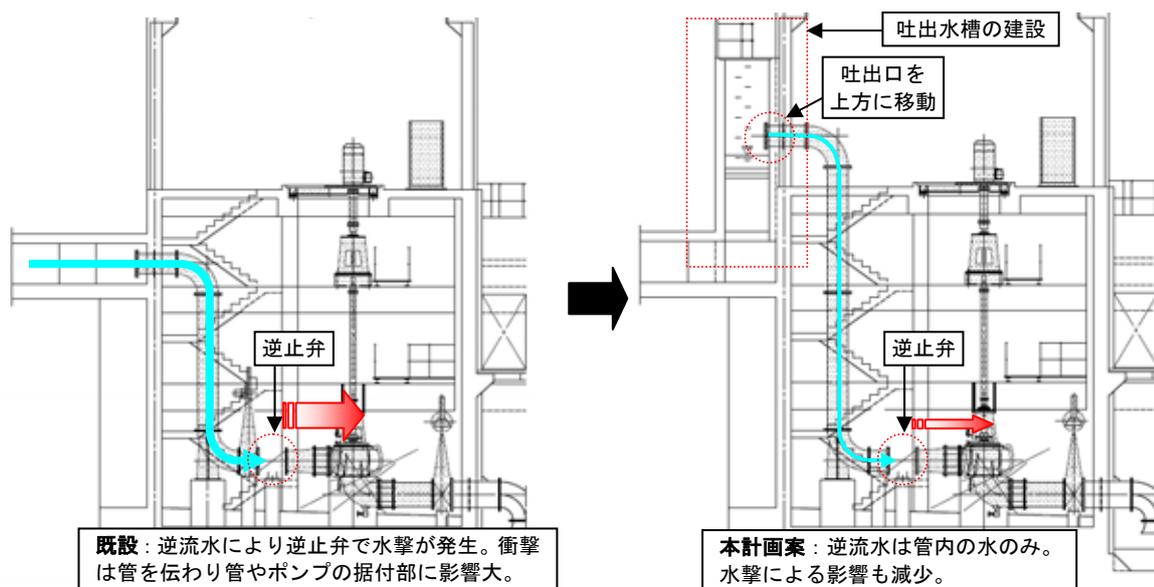


図 R 3-2.2 吐出水槽の建設と吐出口の上方移動による水撃現象の緩和

このように吐出水槽の構造を変更することにより、メンテナンス等のためのポンプ停止時に逆流する水は立ち上げ管内に残っている水だけとなる。これはポンプ付近に新たに提案する排水管で処理できるため、吐出仕切弁が不要となる。また、ポンプ寿命の延伸、補修費の低減となり、結果としてランニングコストの削減につながる。

3) シャドバーポンプ場の機材・施設計画

a) シャドバー（シャドバー）ポンプ場

シャドバーポンプ場内の3ポンプ場の合計排水能力を増強するために、既存のポンプの内、4基を同仕様の新しいポンプ（排水能力：40 cfs=1.13 m³/s=68 m³/min）に更新するとともに、自動除塵機を設置する計画とした。

i) ポンプ機器

- 4基のポンプ（P-1, 2, 3, 4）の本体（シャフト、継ぎ手、等含む）および配管機材（吸込配管、吸込仕切弁、管、継ぎ手類、吐出垂直部配管、吐出水平部配管等）を更新する。
- モーターおよび制御盤、メインケーブルを更新する。

ii) 自動除塵機

シャドバー（シャドバー）ポンプ場に導入する新しい自動除塵機は、土木工事をできる限り小規模に抑えるため、既設の手動式除塵機を撤去した後の除塵機用ピットに設置する計画とする。本ポンプ場には3連の除塵機設置ピットがポンプの吸込水槽直上流に構築されており、ここに自動除塵機を設置する。

更新される除塵機に合わせて据付金物（アンカーボルトなど）を施工する。必要に

応じアンカーボルトの引抜き試験などを行い、既設構造物（劣化した鉄筋コンクリートおよびレンガ）を補強する。

iii) 吐出水槽の構造変更

既設の圧力カルバートからポンプ配管系への逆流現象が発生しないように吐出配管端を嵩上げし、吐出水槽に水を落とし込む開放型吐出システムに変更し、それに応じて吐出水槽の構造を以下のとおり変更する。

シャドバー（シャドバー）ポンプ場の吐水部においては、ポンプ場建屋の吐出側外壁に沿って、鉄筋コンクリートによる吐出水槽を既設の圧力ボックスカルバート上に構築する。また、既設の圧力ボックスカルバートの上部スラブを一部取壊し、新設の吐出水槽と連結する。

このとき吐出水槽の大きさは、既設の吐出水槽を参考に幅 1.5m、奥行 2.0m とし、カルバート内壁面の摩擦による圧力損失分と既設排水路の逆勾配（カルバート吐水部が約 2m 高い）を考慮し嵩上げ高 4.84m とする。

iv) その他の機材・施設計画

- ポンプ機材の運営・維持管理作業に必要な強制換気装置一式を更新する。
- ポンプ更新のため不要となった既設ポンプの基礎コンクリートを取壊し撤去した後、更新されるポンプ機器の形状寸法に合わせて、基礎コンクリート（アンカーボルトで固定）を建設する。
- 運転操作室の床下に設けられた吐出パイプの吐出し口を、運転操作室の床面上に移動するため、床版・外壁の一部を取壊しその周辺を補強する。

b) シャドバー（ココロード）ポンプ場

シャドバーポンプ場内の 3 ポンプ場の合計排水能力を増強するために、排水能力 56 cfs（ $=1.58 \text{ m}^3/\text{s}=95 \text{ m}^3/\text{min}$ ）のポンプ 2 基をココロードポンプ場へ増設し、自動除塵機を設置する計画とした。

i) ポンプ機器

本協力対象事業の機材供給・施工範囲は、吸込水槽内の吸込管とベルマウス、吸込仕切弁、吸込配管、ポンプ、吐出配管（既設壁内側フランジまで）、フラップ弁となる。

- 2 基のポンプ（P-1, 2）の本体（シャフト、継ぎ手、等含む）および配管機材（ベルマウス、吸込配管、吸込仕切弁、管、継ぎ手類、吐出垂直部配管、吐出水平部配管等）を新設する。
- モーターおよび制御盤、メインケーブルを新設する。

ii) 自動除塵機

シャドバー（ココロード）ポンプ場に導入する新しい自動除塵機は、土木工事をできる限り小規模に抑えるため、既設の手動式除塵機を撤去した後の除塵機用ピットに設置する計画とする。シャドバー（ココロード）ポンプ場には2連の除塵機設置ピットがポンプの吸込水槽直上流に構築されており、ここに自動除塵機を設置する。

更新される除塵機に合わせて、据付金物（アンカーボルトなど）を施工する。必要に応じアンカーボルトの引抜き試験などを行い、既設構造物（劣化した鉄筋コンクリートおよびレンガ）を補強する。

iii) その他の機材・施設計画

- 新設されるポンプ機器の形状寸法に合わせて、基礎コンクリート（アンカーボルトで固定）を建設する。

4) グルシャンイーラビポンプ場の機材・施設計画

グルシャンイーラビポンプ場の排水能力を増強するために、既存のポンプの内、老朽化・能力低下・腐食が顕著な6基を同仕様の新しいポンプ（排水能力：40 cfs = 1.13 m³/s = 68 m³/min）に更新する計画とした。

i) ポンプ機器

- 6基のポンプ（P-2, 3, 4, 7, 11, 12）の本体（シャフト、継ぎ手、等含む）、配管機材（吸込配管、吸込仕切弁、管、継ぎ手類、吐出水平部配管、等）を更新する。
- エルボウより先の立ち上がり配管のみ交換する（比較的状态が良好であるため）。
- モーター、制御盤、全ポンプのメインケーブルおよび変圧器を更新する。

ii) その他の機材・施設計画

- ポンプ機材の運営・維持管理作業に必要な強制換気装置一式を更新する。
- ポンプ更新のため不要となった既設ポンプの基礎コンクリートを取壊し撤去した後、更新されるポンプ機器の形状寸法に合わせて、基礎コンクリート（アンカーボルトで固定）を建設する。

5) ムルタンロードポンプ場の機材・施設計画

ムルタンロードポンプ場の排水能力を増強するために、既存のポンプの内、老朽化・能力低下・腐食が顕著な4基を同仕様の新しいポンプ（排水能力：40 cfs = 1.13 m³/s = 68 m³/min）に更新する計画とした。

i) ポンプ機器

- 4基のポンプ (P-1, 2, 3, 4) の本体 (シャフト、継ぎ手、等含む) および配管機材 (吸込配管、吸込仕切弁、管、継ぎ手類、吐出垂直部配管、吐出水平部配管、等) を更新する。
- モーターおよび制御盤、メインケーブルを更新する。

ii) 吐出水槽の構造変更

既設の圧力カルバートからポンプ配管系への逆流現象が発生しないように吐出配管端を嵩上げし、吐出水槽に水を落とし込む開放型吐出システムに変更し、それに応じて吐出水槽の構造を変更する。

ムルタンロードポンプ場の吐水部においては、ポンプ場建屋の吐出側外壁に沿って、鉄筋コンクリートによる吐出水槽を既設の圧力ボックスカルバート上に構築する。また、既設の圧力ボックスカルバートの上部スラブを一部取壊し、新設の吐出水槽と連結する。

このとき吐出水槽の大きさは、既設の吐出水槽を参考に幅 1.5m、奥行 2.0m とし、カルバート内壁面の摩擦による圧力損失分を考慮し嵩上げ高 5.03m とする。

iii) その他の機材・施設計画

- ポンプ機材の運営・維持管理作業に必要な強制換気装置一式を更新する。
- ポンプ更新のため不要となった既設ポンプの基礎コンクリートを取壊し撤去した後、更新されるポンプ機器の形状寸法に合わせて、基礎コンクリート (アンカーボルトで固定) を建設する。
- 運転操作室の床下に設けられた吐出パイプの吐出し口を、運転操作室の床面上に移動するため、床版・外壁の一部を取壊しその周辺を補強する。

6) スペアパーツ整備計画

a) スペアパーツの選定規準

今回要請された機材は、従来 WASA が所有する機材とほぼ同種のものであり、先方にとっては扱い慣れた機材であると言える。現地の取扱い業者も海外製造業者とのエージェント契約には慣れており、メンテナンスの実施、スペアパーツの入手手続きに関わる問題は少ない。ただし、海外より輸入を必要とする部品については、高価であり入手までに時間がかかるケースが多く、最低限のスペアパーツのストックが必要である。

このため、本協力対象事業では、WASA の要請を基本とし、通常、ポンプの保証期間が 1 年間であることを踏まえ、機材運転開始後の 1 年間に必要なスペアパーツを整備するものとする。

b) 各機材のスペアパーツ

上記に基づき、各機材に必要なスペアパーツの種類を下表に示す。

表 R 3-2.5 スペアパーツリスト

番号	交換部品	ポンプ場	整備数
1	ポンプ用交換部品 インペラー、シャフト、ポンプス リーブ、上部ベアリングユニット、 ポンプ上軸受、ポンプ下軸受、グ ランドパッキング、O-リング、ガ スケット、電気用軸受	シャドバー (シャドバー)	4 組
		シャドバー (ココロード)	2 組
		グルシャンイーラビ	6 組
		ムルタンロード	4 組
			計 16 組
2	自動除塵機用交換部品 スペアモーター、リンク	シャドバー (シャドバー、ココロード)	2 組

3-2-3 概略設計図

概略設計図は、巻末に添付する。図面目録を以下に示す。

表 R 3-2.6 図面目録

図面番号	図面名
	シャドバー (シャドバー) ポンプ場
SB-01	平面図 (操作室)
SB-02	平面図 (ポンプ室)
SB-03	立面図
SB-04	自動除塵機正面図
	シャドバー (ココロード) ポンプ場
KR-01	平面図 (操作室)
KR-02	平面図 (ポンプ室)
KR-03	立面図
KR-04	自動除塵機正面図
	グルシャンイーラビポンプ場
GR-01	平面図 (操作室)
GR-02	平面図 (ポンプ室)
GR-03	立面図
	ムルタンロードポンプ場
MR-01	平面図 (操作室)
MR-02	平面図 (ポンプ室)
MR-03	立面図

3-2-4 調達計画／施工計画

本協力対象事業は機材調達案件であるが、機材を先方に受け渡して終了するものではなく、調達した機器の据付工事を伴う。具体的には、ポンプおよび周辺機器、ならびに、自動除塵機の据付工事を行い、動作確認および簡易な運転・維持管理指導を実施した上で相手国側に引き渡すものである。したがって、機材の設計から製造・据付までの一貫した品質・工程管理が要求され、据付後の動作確認までの品質を納入業者が保証する必要がある。このため、据付工事は本邦で負担し、限られた工期内で確実な引渡しを行うことができるよう計画することが重要である。

1) 調達方針／施工方針

a) 調達方針

本協力対象事業で調達する機材のうち、ポンプ機器、自動除塵機、および関連電気機器は、動作確保の観点から本邦調達を原則とする。ただし WASA との協議により、日本の会社が所有する第三国工場において生産された製品も調達可能との条件である。ポンプ場に据え付けられる配管材、強制換気装置、および、その他の一般土木資材（セメント、鉄筋、コンクリート骨材、土質材料、等）は現地で生産されているため現地調達とする。

調達される機材のうち、ポンプ、自動除塵機など、機材の据付工事・初期操作指導などが必要な機材は、メーカーから技術者を派遣し、OJT 方式による指導を行うものとして計画する。

b) 施工方針

本協力対象事業で実施する土木工事は、ポンプ機器および自動除塵機の据付、ならびに、排水槽および排水管路の新設から成る作業を主体としている。これらの作業のうちポンプ機器および自動除塵機の据付工事は電気設備工事を伴うものであり、据付後の調整作業も必要である。これらの作業は現地の技術者では実施できないことから、機器据付および電気設備工事の専門技術者を日本から派遣する計画とする。

一方、排水槽および排水管路の新設は一般的な土木工事である。現地建設業者の中には過去に実施された無償資金協力事業で日本の建設業者の下請けとして参入した経験を有するものがあり、本工事においても下請け業者として十分活用することが可能である。しかしながら、ポンプ機器に接続できる精度で、構造物の品質を確保し、工程計画どおりに土木構造物を施工するためには、現地建設業者単独では対処できない。したがって、品質確保・工程管理の観点から現地建設業者を管理するための土木施工管理技師を日本から派遣する計画とする。

2) 調達上／施工上の留意事項

a) 調達上の留意事項

本協力対象事業は機材調達案件であるが、機材を先方に受け渡して終了するものではなく、調達した機器の据付工事を行った上で相手国側に引き渡すものであり、機器の調達か

ら据付まで連続した管理が行われる必要がある。したがって、調達した資機材の引渡し時期はポンプおよび自動除塵機の試運転・初期操作指導が完結した後とし、引渡し場所は各サイト（各ポンプ場）とする。

一方、海上輸送により輸入した資機材の通関に関し、WASA は、これまでの経験からラホールでの通関を推奨している。通関手続き上の利便性、通関時間の短縮等、メリットが多いため、ラホールにて通関手続きを行う計画とする。カラチ港からラホールまでの運搬方法に関しても、WASA のこれまでの経験を考慮し、トレーラーを使ったトラック輸送とする。

以上のように、事業を円滑に遂行することに主眼を置き、通関、引渡し場所をいずれもラホール市とすることに加え、輸送中の事故などによるプロジェクト進捗の遅延を極力避けることを考慮し、本協力対象事業におけるカラチ港からラホール市までの内陸輸送は日本側負担とする。

b) 施工上の留意事項

i) ポンプの据付工事

本協力対象事業におけるポンプの更新・新設および除塵機の設置などの施工は、稼働中のポンプ場で行われるため、その作業期間中の排水能力低下による影響が最小限となるよう、モンスーン期を避け乾季に行う。更に、工事期間中、異常事態に備え、少なくとも当該ポンプ場の 1/2 のポンプが稼働・排水できるよう、ポンプ場を仮締切りにより 2 分割し、片側ずつ施工することを基本とする。

ポンプ機器および除塵機の施工順序（優先順位）を定め、10 月から翌年 5 月までの乾季の間に必要な据付工事、および土木工事を完了させる必要がある。施工期間が限られているため、複数のポンプ場における作業を同時に実施することとする。

(1) シャドバー（シャドバー、ココロード）ポンプ場

シャドバーポンプ場内には、シャドバー、ココロード、シディキプラの 3 ヶ所のポンプ場が隣接しており、そこへ流入する下水・排水はポンプ場に流入する直前で合流しているため、相互に補完し合える構造である。

シャドバーポンプ場の吐出水槽建設時には、吐出水槽が被圧していることから、全てのポンプを停止して水を抜き、ドライな状況にしてから施工する必要がある。

施工期間中に既存の排水能力の減少を極力抑えるためには、吐出水槽建設を伴わないココロードポンプ場にまずポンプを新設しポンプを稼働できる状態にし、その後シャドバーポンプ場のポンプ更新工事を行うことが重要と考えられる。さらに、ココロードポンプ場のみでは排水能力が不足すること、ポンプ更新・新設や除塵機の設置作業期間中には例え乾季であっても異常降雨による出水が発生する可能性があることを考慮し、シディキプラポンプ場のポンプを稼働させ、排水能力の低下を補う体制をとることとする。

(2) グルシャンイーラビポンプ場

グルシャンイーラビポンプ場では、既設ポンプ 14 基中 6 基のポンプを更新するが、3 基ずつ更新すれば、更新作業による排水機能低下の影響は軽微である。したがって、乾季に更新するのであれば特に排水機能の低下による問題は生じないと判断できる。

(3) ムルタンロードポンプ場

ムルタンロードポンプ場では、既設ポンプ 6 基中 4 基のポンプを更新する。更新作業による排水機能の低下を最小限とするため、乾季に、ポンプ場を 2 分割して片側ずつ更新する計画とする。

ii) 自動除塵機の据付工事

自動除塵機の据付工事には、既存機材の撤去・スクリーン設置部の補強工事・機材据付・動作確認等の作業が含まれる。同時に、自動除塵機の安定性を確保する為に、除塵機据付部前後の既設水路の補強工事が必要となる。

自動除塵機の据付工事は、その作業期間中の排水能力低下による影響が最小限となるように配慮し、ポンプ据付工事の仮締切り工程に合わせて、ポンプ据付工事と同時期に実施することとする。

iii) 既設ポンプ機器および除塵機の撤去

先方実施機関の要請に基づき、撤去すべき既設のポンプ機器および除塵機は移設・再使用できるように注意して撤去し、撤去した機器はその場で施主へ引渡す。

3) 調達・据付区分／施工区分

ポンプ関連機材および除塵機の据付工事は、全て既設の施設内で行われるものであり、事業用地、電気、水道、排水施設は既に確保されている。

a) ポンプ機材の据付工事

WASA および現地業者は機器の据付工事に関する基本的な知識は備わっていると思われるが、過去に同様の工事において事故を起したこともあり、据付作業の精度管理・品質管理・工程管理の面で問題がある。

本協力対象事業では、業者契約から引渡しまでを連続して実施する予定であり、据付後の動作確認までの品質を納入業者が保証する必要がある。このため、機器の調達および据付工事は本邦で負担し、限られた工期内で確実な引渡しを行うよう計画する。日本側が実施する据付工事の範囲は下表に示すとおりである。

表 R 3-2.7 ポンプ据付に係る本邦負担事項

対象施設	内容
各ポンプ場共通	- ポンプ本体、駆動モーターの調達・据付 - 吸込配管・吸込弁の調達・据付 - 制御盤の据付および配線 - 据付後の調整・総合試運転
シャドバー（シャドバー） ポンプ場	- 吐出配管（水平部／垂直部）の調達・据付 - 逆止弁の調達・据付 - ブレーカーの調達・据付 - ブレーカーから制御盤までの配線 - 強制換気装置の調達・据付
シャドバー（コカロード） ポンプ場	- 吸込水槽の吸込配管およびベルマウスの調達・据付 - 吐出配管（水平部／垂直部）の調達・据付 - 逆止弁の調達・据付 - ブレーカーから制御盤までの配線
グルシャンイーラビ ポンプ場	- 吐出配管（水平部）の調達・据付 - 逆止弁の調達・据付 - 変圧器（2台）の調達・据付 - 変圧器から制御盤までの配線 - 強制換気装置の調達・据付
ムルタンロード ポンプ場	- 吐出配管（水平部／垂直部）の調達・据付 - 逆止弁の調達・据付 - ブレーカーから制御盤までの配線 - 強制換気装置の調達・据付

b) 自動除塵機の据付工事

自動除塵機とスクリーンの固定には安全性を十分に考慮した計画と確実な施工が必要である。また、組立および据付に関しては製造業者による管理が必要不可欠であることから、ポンプ機材の据付工事同様に設計・製造から据付けまでの一貫した工程管理、品質保証を確実にするため、除塵機の据付は本邦負担として計画を行う方針とする。また、既存除塵設備の撤去については、以下の理由により本邦負担事項とする。なお、撤去した設備機材はその場で WASA に引き渡し、WASA の責任において処分を行う。

- 撤去の際、既存土木施設を傷める可能性があるため、調達業者が一貫した管理・責任体制のもとで作業を実施する必要がある。
- 施工範囲を分割し、既存除塵設備を稼働させながら撤去・据付を行うことが求められるため、除塵機の据付と撤去工が一連の作業工程のもとに実施される必要がある。
- 本協力対象事業では、除塵設備の据付作業を限られた期間で完了させる必要があるため、調達業者の一連した工程管理が重要である。

本協力対象事業における機材の具体的な据付には次表のような作業が必要となる。

表 R 3-2.8

自動除塵機据付に係る本邦負担事項

対象施設	内容
シャドバー（シャドバー） ポンプ場	- 既存機材の撤去 - 上屋の一部改修（床スラブ開口部・立壁開口）
シャドバー（ココロード） ポンプ場	- 自動除塵機一式の調達・据付 - 操作盤据付および室内配線 - 調整および試運転

4) 調達監理計画／施工監理計画

a) コンサルタントの調達監理計画／施工監理計画

i) 作業の内容

コンサルタントは業者が機材の調達／施工を実施するにあたり、品質や工程管理が適正に行われているかを監理するとともに、現地に納入された機材の据付と調整についても正しく行われていることを確認する。調達監理に係る主な業務内容は以下のとおりである。

- 調達業者との協議
- 工場・出荷前検査の立会と船積み前検査の管理
- WASA および関係諸機関との協議・打合わせ
- 機材調達状況の確認
- 機材の通関手続きに係る業務進捗の確認とフォローアップ
- 据付工事および付帯土木工事の工事監理（工程監理、品質監理、出来高管理）
- 機材検査および据付工事の検査立会い
- 証明書の発行
- 報告書等の提出

ii) 調達監理体制／施工監理体制

本協力対象事業は、機器の調達・据付工事のみならず、据付に伴う土木工事を含むため、現場の責任体制の強化が求められることから、日本人の常駐監理者を1名配し、監理業務に一貫性をもたらす必要がある。また、現地業務が3ヶ所で実施され、複数の箇所を同時に施工するため、2名の技術者を現地で雇い、常駐監理者の据付／施工監理補助要員とする。さらに工程に沿い、機電設備の専門技術者を短期的に現地に派遣し、円滑な業務の遂行に資するものとする。施工監理に携わる技術者の人数および期間は、工事内容および工期を考慮して下記の通り配置するものとする。

表 R 3-2.9 コンサルタントの調達監視体制／施工監視体制

コンサルタント要員		格付	業務内容
現地業務	常駐調達／施工監理者 (機械・基礎・土木工事)	3号	機材到着と同時に現地入りし、事業完了時まで現地に常駐し、現地の監理責任者として機材の調達監視、工程監視、品質監視を行うとともに、ポンプ・除塵機などの据付工事全般の監督指導、据付工事に伴う付帯土木工事の監理を行う。また、調達業者および WASA 他関係機関との協議・調整を行う。
	調達監視 (総括) (事前、着工・中間・竣工支援)	2号	事業全般における技術・運営両面での総括管理を行う。調達機材の輸出に先立ち現地入りして先方政府と事前打合せを行う。据付け作業着工時および中間時には、施主や施工業者との協議を重ね、問題点の確認や現場の立会いを行う。据付け作業実施中および終了後には検収・引渡しを立会う。
	据付／施工監理技術者 (電機)	3号	ポンプおよび自動除塵機の据付作業の進捗に応じて現地に派遣し、機械・電気設備に関する作業を専門的に監督・指導する。さらに、試運転の立会い検査を行い、機械電気設備が良好に作動することを確認する。
	据付／施工監理補助要員 (機械・基礎・土木工事) (2名)	現地雇用	ポンプ場機材の据付期間に、常駐調達/施工監理者の監理補助要員として、工事の工程管理・品質管理に関わる技術的な補助を担当する。
国内業務	検査技術者 (機器製作図確認)	4号	機器の製造前に、機器製作図および関連図書の検査・照合を行う。
	検査技術者 (工場検査立会)	4号	機器の工場検査・出荷前検査に立会う。

b) 調達業者の調達管理に係る日本人要員計画

調達業者の調達管理および据付工事管理に際しては、以下の日本人要員配置にて対応するものとする。なお、調達業者からは現地責任者以下、各種機材の据付を担当する計3名の日本人技術者を現地に派遣するものとする。

表 R 3-2.10 業者側の現地作業内容

担当		格付	作業内容
現地業務	現地調達管理要員／ 機材据付管理技術者 (機械)	3号	調達業者の現地責任者として現地に常駐し、機材調達および据付工事全般に係る作業管理、工程管理、安全管理を行う。相手国側諸機関との交渉および通関時の諸手続き等を行い、引渡し時の責任者となる。また、各ポンプ場におけるポンプおよび自動除塵機の機械部分の品質・工程管理担当を兼務する。機器据付後の調整・試運転、現地エンジニアに対する初期操作指導にも立会う。
	機材据付／施工管理技術者 (基礎・土木工事)	4号	据付工事に付帯する土木施工実施時に常駐し、土木工事の作業管理、品質管理、工程管理、安全管理を行う。
	機材据付管理技術者 (電機)	4号	各ポンプ場におけるポンプおよび除塵機の据付に伴う電気部分の作業管理、品質管理、工程管理、安全管理を行う。また、据付後の調整・試運転、現地エンジニアに対する初期操作指導にも立会う。
国内業務	検査要員 (機器製作図確認・照合)	4号	機器の製造前に、機器製作図および関連図書の確認・照合を行う。
	検査要員 (船積前検査立会)	4号	機器の工場検査・出荷前検査、および船積前検査に立会う。

5) 品質管理計画

a) 機材調達における品質管理計画

機材製作前に納入業者とメーカーを集め、各機材の仕様の詳細と品質管理方法について綿密に打合せる。機材は船済前の工場立会い検査において、アイテムや数量等の確認を行うと同時に品質・性能等の保証を得る。機材は輸送中に損傷を受けないよう梱包方法等にも注意を払う必要があり、特に現地到着後の内陸輸送については予め業者から輸送方法や日程を提出させる。

機材は高温の炎天下や埃っぽい場所に置かないよう保管場所に配慮し、調達業者の責任者が管理にあたる。また、機材は据付終了後、保守・点検作業と試運転が行われるため、不具合が発見された場合はその場で直ちに対応可能な態勢を整えておく必要がある。

b) 土木工事における品質管理計画

土木工事に伴う材料および施工の品質管理として、「国土交通省 土木工事必携」（土木工品質管理基準および規格値）に基づき、実施する主要な試験は下表の通りとした。

表 R 3-2.11 土木工事の品質管理計画

試験品目	試験項目	規格／試験方法	試験頻度
コンクリート	圧縮強度試験	JIS A 1108	1 施工箇所毎に 1 日 2 回
	スランプ試験	JIS A 1101	毎打設前
	塩化物含有量	JIS A 5308	週 1 回
	空気量測定	JIS A 1116 等	強度試験用供試体採取時
	セメントの品質	JIS R 5210 等	施工前と材料変更時
細骨材／粗骨材	ふるい分け試験	JIS A 1102	毎月 1 回
盛土、埋戻し	土の締固め試験	JIS A 1210 等	施工前および土質変化時
	粒度試験	JIS A 1204 等	施工前および土質変化時
	現場密度試験	JIS A 1214 等	1,000 m ³ 毎に 1 回×3 ヶ所

品質管理においては、以下の点に留意する。

i) コンクリート

コンクリートは所要の強度、耐久性、水密性等を持ち、品質のばらつきが少ないものでなければならない。コンクリート強度は圧縮強度試験 JIS A 1108、1132 による材令 28 日の圧縮強度を規準とする。生コンクリートのサンプルは 1 日につき午前・午後の 2 回採取することを基本とし、1 サンプルにつき 7 日、28 日強度を試験する。コンクリート打設時には現場でスランプテストを行い、所要の値以内に収まっていることを確認する。

ii) コンクリートの打設および養生

コンクリート打設時の温度管理を適切に行い、打設時のコンクリート温度が規定の値

(35°C) よりも低くなるよう管理する。コンクリートは材料が分離しない方法で打設し、打ち込み中および打設直後にバイブレーターにより充分締め固める。コンクリート打設後、コンクリートの表面は湿潤状態を少なくとも5日間保つ。

iii) セメント

普通ポルトランドセメントを使用し、その品質は JIS R 5210 に適合するものと同等であればならない。

iv) 骨材

清浄、強硬、耐久で適当な粒度を持ち、ゴミ、泥、有機物、塩分等の有害量を含んでいないことを確認する。粗骨材については薄い石片、細長い石片を含んではならない。また、骨材の絶乾密度は 2.5g/cm³ 以上とする。

v) 鉄筋

鉄筋は所要の強度を有した物を使用する。特に明示していない場合は異型鉄筋を使用する。鉄筋は使用前にミルシートを提出するか責任技術者の指示に従って試験を行う。

6) 資機材等調達計画

本協力対象事業における調達機材のうち、ポンプ場関連機材は原則本邦調達とする。その他、一般土木資材およびポンプ場用配管材、強制換気装置は現地で入手可能である為現地調達とする。以下に各機材の調達国リストを記す。

表 R 3-2.12 機材調達国リスト

分類	機材名	本邦 調達	第三国 調達	現地 調達
ポンプ場関連機材	ポンプ機材 ・ ポンプ・モーター	○	○*	
	・ 弁類	○		
	・ 配管材			○
	・ 配電盤	○		
	・ 電気設備	○		
	・ 強制換気装置			○
	自動除塵機	○		
一般土木資材	セメント、鉄筋、土質材料、他			○

*: WASA との協議により、日本の会社が所有する第三国工場において生産された製品は調達可能との条件である。

7) 初期操作指導・運用指導等計画

現地調査の結果、2006年に実施された日本の無償資金協力事業「ラホール市下水・排水施設改善計画」で調達されたポンプ場のポンプおよび自動除塵機は、適切に運営維持管理されていると判断された。本協力対象事業で調達が計画されている機器は「ラホール市下水・排水施設改善計画」で調達された機器と同様のポンプと自動除塵機であり、調達機器の運営維持管理にこれまで以上に高度な技術や特別な訓練は必要無い。ただし、日常のポンプ場内や機材の清掃等の管理業務が不十分なポンプ場も見られたことから、日常的な維持管理業務につ

いて若干の指導を行う必要がある。

したがって、ポンプならびに自動除塵機を含む付帯設備については、ソフトコンポーネントを投入して操作指導・運用指導を行う必要はなく、メーカーの専門技術者による実施機関の操作要員に対する初期操作指導・運用指導を実施することで、十分な技術移転を行うことが出来ると判断する。具体的には、ポンプおよび自動除塵機等の機材据付後の試運転時においてメーカーの専門技術者を現地に派遣し、On the Job Training (OJT) 方式による1ヶ月程度の操作指導・運用指導を行う。

8) 実施工程

本協力対象事業は日本政府と「パ」国政府の間で交換公文 (E/N) が締結された後、独立行政法人国際協力機構 (JICA) と「パ」国政府による贈与契約 (G/A : Grant Agreement) に基づき、日本の無償資金協力によって実施される。プロジェクトの実施には、E/N 締結からコンサルタント契約、入札業務までを含む実施設計に 4.5 ヶ月、その後、業者契約、機材調達、製作および据付に 21.5 ヶ月を見込んでいる。なお、詳細は次表の実施工程表に示すとおりである。

表 R 3-2.13 実施工程表

	10/06	10/07	10/08	10/09	10/10	10/11	10/12	11/01	11/02	11/03	11/04	11/05	11/06	11/07	11/08	11/09			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16			
実 施 設 計	▼	(交換公文(E/N)締結)																	
	▼	(無償資金拠出協定(G/A)締結)																	
	▼	(コンサルタント契約)																	
	■	(計画内容現地最終確認)																	
		□		(機材仕様等のレビュー、詳細設計、入札図書作成)															
			■		(入札図書承認)														
			▼		(公示、図渡し、内容説明)														
				▼		(入札)													
				■		(入札評価)													
											計4.5ヶ月								
					▼		(業者契約)												

	10/11	～	11/07	11/08	11/09	11/10	11/11	11/12	12/01	12/02	12/03	12/04	12/05	12/06	12/07	12/08	
	1	～	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
機 材 調 達 ・ 据 付					■		(機器製作)										
					■		(現地打合せ)										
			□	□	□	(工場検査、船積前検査、輸出通関、船積み)											
			■		■		■		(海上輸送)								
			■		■		■		(内陸輸送、輸入通関、機器搬入)								
			■														
			(据付工事、調整・試運転、初期操作指導)											(検収、引渡し)			
												計21.5ヶ月					

3-3 相手国側負担事業の概要

本プロジェクト実施に際して「パ」国側に求められる措置および作業は、基本設計時のミニッツで合意された内容を踏まえ以下のとおりとする。

- 本プロジェクトを日本の無償資金協力として実施するための条件として、「パ」国政府は事業実施中の事業に関係する日本人および「パ」国人関係者全ての安全を確保する。
- 本プロジェクト実施に従事する日本国民および日本企業が、承認された事業実施契約に基づき調達する資機材に対して、および業務遂行上において、「パ」国内で課せられる付加価値税（VAT：16%）、関税およびその他の税を含む各種税の免税を保証し、免税手続きに必要な手続きを行う。
- 本プロジェクト実施に関し、必要とされる情報およびデータを提供する。
- 本プロジェクト実施に必要な土地を確保し、整地する。
- 本プロジェクト実施場所までの配電、給水を行い、事業実施場所内外の下水・排水施設の整備を行う。
- 「パ」国政府は銀行取極め（B/A⁶）を行い、B/Aを締結した銀行に対し、支払い授權書（A/P⁷）の通知手数料および支払い手数料を負担する。
- ラホール市のドライポートにおける調達機材の陸揚げ、輸入通関に係る手続き、および関税の免税措置を速やかに実施する。
- 本プロジェクト実施に関し、承認された事業実施契約に基づく資機材調達および業務に従事する日本国民が、役務を円滑に遂行するため「パ」国への入国および滞在に必要な便宜を与える。
- 本プロジェクトで調達された機材を適性かつ効果的に維持管理し、使用する。また、運営・維持管理に必要な要員を確保し、無償資金協力でカバーできない全ての経費を負担する。
- 本プロジェクト実施における施設建設、資機材運搬、および資機材据付に必要な費用のうち、無償資金協力でカバーできない全ての経費を負担する。
- 本プロジェクトにおいて調達された資機材は「パ」国より輸出／再輸出されてはならない。

⁶ 銀行取極め（Banking Arrangement：B/A）

被援助国政府は、JICAからの援助資金の受入れ・支払いのため、日本の銀行に自国（中央銀行またはプロジェクト実施担当省庁）名義の口座を開設する。この日本の銀行は、被援助国政府／実施機関または指定当局から当該無償資金協力の援助資金の受払いに係る代理人（Agent Bank）指名を受け、被援助国政府／実施機関または指定当局と銀行取極めを締結する。

⁷ 支払授權書（Authorization to Pay：A/P）

コンサルタントおよび業者に対する支払いは、B/Aを締結した日本の銀行から行われる。この支払いの手続きの執行権を被援助国政府（指定当局）が日本の当該銀行に授与する旨通知する証書を支払授權書という。無償資金協力事業実施契約締結に伴い、被援助国政府側の契約当事者の依頼に応じて被援助国政府は本邦銀行に対してA/Pを発給する。本邦契約者（コンサルタントおよび業者）は、JICAによる認証済契約書と被援助国政府から発給されるA/P(写)を受け取り、支払い手続きを行う。

その他、「パ」国側分担事業の特記事項として、

- WASA の管理下にある施設内に、調達業者およびコンサルタントが現地事務所を開設するための場所を無償で提供する。
- ポンプ試運転時および試運転後のポンプ運転にかかる電気料金を負担する。
- 本プロジェクト実施中の現場周辺のアクセス道路の補修、および維持管理を行う。
- 撤去した機材（既設ポンプ、既設除塵機、および付属機器）の処分・移設・再使用に必要な全ての作業、および費用を負担する。

3-4 プロジェクトの運営・維持管理計画

本プロジェクトで調達・据付されたポンプおよび自動除塵機は据え付けられた各ポンプ場の管理下におかれ、これらのポンプ場が日常のポンプの運転や維持管理業務を行う。

各ポンプ場は、それぞれが位置する地域（Town）事務所に所属する小地区（Sub Division）担当職員の責任下に置かれる。地域事務所は、WASA の運営・維持管理担当副局長が指揮する運営・維持管理部（Operation & Maintenance Wing）が統括する。

WASA は、これまでの業務経験を活かした作業が可能であり、2006 年に実施された日本の無償資金協力事業「ラホール市下水・排水施設改善計画」を始めとして本プロジェクトで調達される予定の機材と同様の機材をこれまで多数適切に運営・維持管理を行ってきた実績を有しており、運営・維持管理能力の面の問題は無い。

したがって、WASA によるプロジェクト実施後の各ポンプ場の運営・維持管理は、現状の体制で十分対応でき、特に新たな組織改変や増員を行う必要は無いと判断する。

3-5 プロジェクトの概略事業費

3-5-1 協力対象事業の概略事業費

本プロジェクトを日本の無償資金協力により実施する場合に必要な事業費総額は **12.29 億円**となり、先に述べた日本と「パ」国との負担区分に基づく双方の経費内訳は、3) に示す積算条件によれば、次のとおりと見積もられる。ただし、この額は交換公文上の供与限度額を示すものではない。

1) 日本側負担経費

パキスタン国ラホール市下水・排水機材緊急復旧計画（ポンプ機材整備案件）

概略総事業費（日本側） 約 1,229 百万円

ポンプ場	項目	単価		数量	金額		
		(百万円)	(百万ルピー)		(百万円)	(百万ルピー)	
機 材 調 達 費 *	シャドバー (シャドバー)	排水ポンプ	63	47	4	252	187
		自動除塵機	104	77	1	104	77
	シャドバー (ココロード)	排水ポンプ	71	53	2	142	105
		自動除塵機	152	113	1	152	113
	グルシャンイーラビ	排水ポンプ	54	40	6	322	238
	ムルタンロード	排水ポンプ	50	37	4	200	148
設計監理費						57	42
合 計						1,229	910

注： 上記金額は 2009 年 12 月情報による *機材調達費は据付、付帯土木工事費を含む。
換算レート：1Rs.=1.35 円

2) パキスタン国側負担経費

パキスタン国側負担経費 6,410,000 ルピー. (約 8.65 百万円)

相手国側負担事項	相手国負担金額	円換算金額
銀行取極め(B/A)および支払授權書(A/P)発給時の 銀行支払い手数料など	6.41 百万ルピー	約 8.65 百万円
合 計	6.41 百万ルピー	約 8.65 百万円

注： 上記金額は 2009 年 12 月末情報による

3) 積算条件

- ① 積算時点 : 平成 21 年 9 月
- ② 為替交換レート : 1US\$ = 97.55 円
(平成 21 年 3 月 1 日 : 1Rs. = 1.35 円
~8 月 31 日の平均)
(注) US\$: アメリカドル (US Dollar)
Rs. : パキスタン・ルピー (Pakistani Rupee)
- ③ 施工・調達期間 : 入札業務等の実施設計、機材調達・据付に係る期間は、実
施工程に示したとおりである。
- ④ その他 : 積算は、日本国政府の無償資金協力の制度を踏まえて行う
こととする。

3-5-2 運営・維持管理費

本プロジェクト完了後の運営・維持管理費は、WASA が負担する。WASA はポンプを稼働するエネルギー源として電気を利用しており、このエネルギー消費に係る支出が財政赤字の要因とされているものの、本件に関しては以下に示すとおり、WASA のエネルギー代の負担が増えることはなく、WASA の財務状況に与える影響は無い。

1) プロジェクト実施後の消費電力量

本プロジェクトの実施により、更新または新設されたポンプの排水能力（効率）が向上することによって、消費電力量あたりの排水量は向上する。すなわち、従来と同量の排水量に対する排水時間が短縮され、各ポンプの排水量あたりの消費電力量は減少することになる。

ここで、本プロジェクト実施前と実施後の総消費電力量を比較し、本プロジェクト実施が運営・維持管理費に与える影響を把握する。

任意の降雨における排水量はプロジェクト実施前後で次式の通り表される。

$$\text{総排水量} = \text{実施前排水能力} \times \text{実施前排水時間} = \text{実施後排水能力} \times \text{実施後排水時間}$$

ここで、

$$\text{実施後排水時間(h)} = \text{実施前排水時間(h)} \times \text{実施前排水能力(m}^3\text{/s)} / \text{実施後排水能力(m}^3\text{/s)}$$

$$\text{消費電力量(kWh)} = \text{ポンプのモーター出力(kW)} \times \text{排水時間(h)}$$

であるから、プロジェクト実施前後における、任意の降雨の排水に必要な消費電力量を算出すると次表に示すとおりとなる。

表 R 3-5.1 プロジェクト実施前後の消費電力量比較

項目		プロジェクト実施前		プロジェクト実施後	
協力対象事業全体	ポンプの総排水能力	21.9 m ³ /s (SB+KR+GR+MR)		33.2 m ³ /s (SB+KR+GR+MR)	
	任意の降雨に対する排水時間	H hour		(21.9/33.2)×H hour	
	総モーター出力	5,442 kW	SB : 180kW×6 基 KR : 254kW×3 基 GR : 180kW×14 基 MR : 180kW×6 基	6,204 kW	SB : 180kW×6 基 KR : 254kW×6 基 GR : 180kW×14 基 MR : 180kW×6 基
	任意の降雨の排水に必要な消費電力量	5,442kW×H hour =5,442H kWh		6,204kW×(21.9/33.2)×H hour =4,092H kWh	
KRのみ	ココロードポンプ場の排水能力	2.92 m ³ /s (KR)		7.42 m ³ /s (KR)	
	モーター出力	KR : 254kW×3 基=762 kW		KR : 254kW×6 基=1,524 kW	
	消費電力量	762kW×H hour =762H kWh		1,524kW×(2.92/7.42)×H hour =599H kWh	

プロジェクト実施後の新設ポンプ排水能力は、規格値の95%として計算した。
 シャドバー（ココロード）ポンプ場のプロジェクト実施後のポンプ数には WASA 増設分を含む。
 SB : シャドバー（シャドバー）ポンプ場 KR : シャドバー（ココロード）ポンプ場
 GR : グルシャンイーラビポンプ場 MR : ムルタンロードポンプ場

プロジェクト実施前後における任意の降雨の排水に必要な消費電力量を比較すると、プロジェクト実施前が 5,442 H kWh であるのに対し、実施後は 4,092H kWh となるため、プロジェクト実施後の方が約 25%少なくなる。ポンプ数を追加するだけのココロードポンプ場のみを見ても、同様に消費電力量低減の傾向となる。

本プロジェクトでは、既存ポンプの更新およびポンプの新設以外に、シャドバーポンプ場およびココロードポンプ場に 2 基の除塵機を新設することになるが、除塵機新設に伴う消費電力量の増加分は、ポンプの更新・新設で減少した消費電力量で十分補える範囲である。したがって、プロジェクト実施後における消費電力量は、プロジェクト実施前に比較して減少する傾向にあるといえる。

一方、ココロードポンプ場にポンプを新設した分だけ、全体の運営維持管理対象ポンプ数が増加することになるが、プロジェクト実施後に大幅な維持管理体制の変更は必要無いと判断できる。

上記より、本プロジェクトの実施後において、WASA の運営・維持管理費が増加する要因は無いと考えられる。

2) ポンプの耐用年数

本プロジェクトで調達される機材の耐用年数に関し、ポンプの耐用年数は一般的に 15 年程度と言われている。但し、WASA が現在使用しているポンプ機材を見ると、20 年以上の長い期間使用されているものが多く、修理を繰り返しながら現場に持ち込まれている機材も見られる。機材は適正な操作と維持管理を行えば、耐用年数よりも長く機能の低下をきたさず使用が可能である。したがって、本件は十分な維持管理が行われることを条件とし、ポンプの耐用年数は 20 年とする。

3-6 協力対象事業実施に当たっての留意事項

協力対象事業の円滑な実施を進めるにあたり、直接的な影響を与えると思われる事項は相手国側負担分の事業で、特に下記事項は概要説明調査時にミニッツに合意事項として記載されているものの、期限が厳守されるよう、定期的に作業の進捗具合を注意深く見守っていく必要がある。

1) 安全確保

ラホール市周辺地域の治安状況は「パ」国内の他の地域に比較して良好ではあるものの、昨今の「パ」国内の治安情勢を鑑みると安全性が担保されているとは言え無い。事業実施期間全体を通じた事業関係者の安全性が「パ」国政府によって確保されるべきである。

2) 免税措置

現地調査時の「パ」国政府と JICA 調査団の討議議事録に示したとおり、「パ」国政府には本プロジェクト実施に従事する日本国民および日本企業が承認された事業実施契約に基づき調達する資機材に対して、および業務遂行上において「パ」国内で課せられる付加価値税（VAT）、関税、財務課徴金を含む各種税の免税を保証し、免税手続きに必要な手続きを行う義務がある。

「パ」国政府および WASA は、これらの免税処置に際してどのような手続きが日本側に必要なかを明示し、支援する必要がある。

3) ラホール市のドライポートにおける通関手続き

調達機材の陸揚げ、輸入通関に係る手続きはラホール市のドライポートで行う計画としている。ラホール市のドライポートの税関では、日本の無償金協力事業によって調達された地機材の通関を行った経験があるが、免税手続きでトラブルが発生し、通関にも遅れが生じる可能性が十分に考えられる。

工期に遅れを生じさせないよう、速やかに通関・免税措置が実施されるよう WASA による支援が必要である。

4) 撤去した機材の処分

撤去した機材（既設ポンプ、既設除塵機、および付属機器）は、各現場で施主（WASA）側に引き渡される。WASA は撤去された機材の処分・移設・再使用に必要な全ての作業、および費用を負担する必要がある。

第4章 プロジェクトの妥当性の検証

4-1 プロジェクトの効果

本プロジェクトにおける下水・排水施設の復旧による効果を以下に考察する。

4-1-1 直接効果

本プロジェクトの直接的な裨益範囲は、シャドバーポンプ場（シャドバーポンプ場およびココロードポンプ場）、グルシャンイーラビポンプ場、ムルタンロードポンプ場の集水域であり、その面積は合計で約 105km² である。同集水域内における裨益人口は約 300 万人である。本プロジェクトの実施により期待される直接的な効果は、次の通りである。

- 3ヶ所の下水ポンプ場の排水能力の合計が、25.5m³/s から 35.2m³/s へと向上し、38%程度増加する。（WASA がココロードポンプ場に独自に設置するポンプを加えると、プロジェクト実施後の合計排水能力は 36.7m³/s となり、実施前の排水能力に対し 44%の増加となる。）
- 上記の改善により、ラホール市内の浸水常襲地区における浸水状況（浸水時間、浸水深）は改善され、3時間程度の浸水時間の減少と、13cm 程度の浸水深の低下が期待される。

本プロジェクトの直接効果を確認する手段として、ポンプの新設および更新による排水能力の増加とそれによる浸水状況の改善の度合いにより評価することが考えられる。以下、両者の評価指標について、プロジェクト実施前と実施後と比較することによって、本プロジェクト実施によって期待される直接効果を数値的に示す。

1) 排水能力の増加

本プロジェクトの協力対象とした各ポンプ場について、現況と本プロジェクト実施後の排水能力の増加量を次表にまとめた。同時に、排水能力の増加度合い評価する指標として、カバー率（排水能力／必要排水量⁸）を算出し同表に整理した。

本プロジェクトの実施によって排水能力は、3ヶ所のポンプ場全体で 25.5m³/s から 35.2m³/s へ 9.7m³/s 増加（38%の能力向上）する。必要排水量に対するポンプの排水能力のカバー率は、現況の 47% から 66% まで増加する⁹。

⁸ 必要排水量：ポンプ場の機能として浸水被害の軽減を目的として定められる排水量。ここではポンプ場に接続する排水路や排水管または下水管の規模から決まる可能最大流入量、あるいは吐出側の水路または管路の規模から決まる可能最大流出量のどちらか小さい値で決定した。算定の詳細は、「2-1-45a) 必要排水量の算定」を参照。

⁹ これとは別に、WASA は独自でココロードポンプ場にポンプを 1 台設置する予定である。

表 R 4-1.1 現況と本プロジェクト実施後の必要排水量に対するカバー率

ポンプ場	必要排水量 (m ³ /s)	現況 (2009 年)			本プロジェクト実施後		
		ポンプ数	ポンプの排水能力 (m ³ /s)	カバー率	ポンプ数 (更新/新設数)	ポンプの排水能力 (m ³ /s)	カバー率
シャドバー(シャドバー+ココロード+ジェイブラ)	27.8	6+3+3 =12	10.3	37%	6+5 ^{*1} +3=14 (4+2+0)	15.1	54%
グルシャンイーラビ	18.7	14	10.4	56%	14 (6)	13.6	73%
ムルタンロード	7.2	6	4.7	66%	6 (4)	6.5	90%
計	53.7	32	25.5	47%	34 (16)	35.2	66%

注 *1) WASA が独自でココロードポンプ場に新設するポンプ (1 基) は含まない。

2) 浸水状況の改善

本プロジェクトでは、2 基のポンプの新設と 14 基のポンプの更新を実施し、これにより向上する排水能力の増加分は、表 R 4-1.1 に示したとおり 9.7m³/s である。これは本プロジェクトに先立ち 2004～2006 年に実施された「ラホール市下水・排水施設改善計画」における増加分 6.6 m³/s に比べ約 1.5 倍の排水能力増加である。

実際の浸水被害の軽減状況は、降雨形態 (雨の降り方) や降雨強度 (時間当りの雨量)、また地形や排水施設による排水状況によって異なり、これらを予測するにはより詳細で精度の高い分析を行う必要がある。ここでは高度な解析は行わず、前提条件として浸水面積が変わらないものと仮定した上で、本プロジェクト実施後の浸水被害 (浸水時間および浸水深) の改善状況を予測して下表にまとめた。

本プロジェクトの実施により、現状で浸水時間が 5～8 時間である地域における浸水時間が 2～5 時間程度に短縮 (約 60% の短縮) し、約 15cm の浸水深が約 2cm となり約 13cm 低下 (90% 低下) するという効果が期待できる。

表 R 4-1.2 モニタリング地点 (Chuburgi [18]¹⁰) における浸水時間と浸水深の変化

降雨量 (mm)	本プロジェクト前		本プロジェクト後		備考 (降雨観測日)
	浸水時間 (hr)	浸水深 (cm)	浸水時間 (hr)	浸水深 (cm)	
40.5	4.5	15	1.8	2	2007 年 6 月 17 日
49.2	8.0	15	5.3	2	2007 年 6 月 29 日
61.8	6.8	(欠測)	4.1	(予測不可)	2008 年 7 月 13 日

なお、プロジェクト実施後は、降雨毎に浸水深、浸水範囲、および浸水時間のモニタリングを行い、排水に要した時間とともに記録することにより得られたデータに基づき、浸水被害軽減に対するプロジェクトの効果の発現を確認することができる。

¹⁰ 本プロジェクトの対象流域内で、降雨量に対する浸水時間および浸水深が観測されているモニタリング地点のうち「ラホール市下水・排水施設改善計画」(2004 年) の前後で比較可能な地点は Chuburgi のみである。なお、[] 内は「図 R 2-2.4 ラホール市における浸水時間、浸水深モニタリング地点」に示したモニタリング地点番号を示している。

<参考：「ラホール市下水・排水施設改善計画」（2004~2006年）による浸水状況の改善効果>

2004~2006年に実施された「ラホール市下水・排水施設改善計画」では、本プロジェクトで対象としている集水区域内に合計6基のポンプを設置し、合計6.6m³/s（1.1m³/s×6基）の排水能力の向上を計った。その効果は、次表に示すように10cmから20cm程度の浸水深の低下と、3時間程度の浸水時間の短縮として確認できる。

表 R 4-1.3 モニタリング地点（Chuburgi [18]）における浸水深と浸水時間の変化

2004年プロジェクト前 ¹⁾			2004年プロジェクト後 ²⁾			備考 (降雨観測日)
降雨量 (mm)	浸水時間 (hr)	浸水深 (cm)	降雨量 (mm)	浸水時間 (hr)	浸水深 (cm)	
20~40	4~8	25~35	40.5	4.5	15	2007年6月17日
			49.2	8.0	15	2007年6月29日
			61.8	6.8	欠測	2008年7月13日

出典：1) ラホール市下水・排水施設改善計画、2004
 2) WASA 2009, Inventory Study by JICA Study Team for The Preparatory Study on Lahore Water Supply, Sewerage and Drainage Improvement Project in the Islamic Republic of Pakistan, 2009.

4-1-2 間接効果

本プロジェクトの実施により期待される間接的な効果としては、以下の点が挙げられる。

- 自動除塵機の設置による清掃作業時の安全性向上、作業の負担軽減、それに伴う衛生状況の改善により、作業員の安全・衛生上の問題発生を防止する。

4-1-3 プロジェクト実施効果のまとめ

事業効果の発現は、プロジェクト完成後1年後の2013年を目標年とし、その指標はモニタリングにより上記に示すポンプによる排水能力の向上等で表すものとする。また、浸水被害についても、現地調査で選定した地点において浸水時間、浸水深、浸水範囲等を降雨毎に記録し、事業の成果指標として用いる。

以上に基づき、プロジェクトの実施により発現が期待される効果をまとめ、次表に示す。

表 R 4-1.4 プロジェクト実施による効果と改善の程度

現状と問題点	協力対象事業での対策	直接効果・改善程度	間接効果・改善程度
<ul style="list-style-type: none"> - 下水・排水ポンプ場のポンプ老朽化のため排水能力が低下しており、モンスーン期の集中豪雨により市内各所で浸水被害が生じ、環境・衛生状態の悪化が進行している。ポンプが古すぎてスペアパーツも入手不可。 - 排水路に投棄された大量のゴミを効率よく除去できず、ポンプ劣化原因の一つになっている。 	<ul style="list-style-type: none"> - ポンプ関連機材（16基分）の調達・据付を行う。 - ポンプ場の自動除塵機（2台）の調達・据付けを行う - 上記機材据付けに伴う付帯工事を行う。 	<ul style="list-style-type: none"> - ポンプ場の排水能力が約38%向上し、排水機能が改善する。 - 浸水被害が軽減される。 - ラホール市内の浸水常習地区における浸水時間が約3時間短縮（60%の短縮）され、浸水深が約13cm低下（90%の低下）する。 	<ul style="list-style-type: none"> - 自動除塵機の設置により、作業員の安全・衛生上の問題発生を防止する。

4-2 課題・提言

4-2-1 相手国側の取り組むべき課題・提言

プロジェクトの効果を発現し持続させるため、「パ」国側が取り組むべき課題として、施設の運営管理に係る予算の確保と、ゴミ対策に係る住民への啓蒙普及活動があげられる。

2005年以降、WASAの大きな収入源である水道および下水道の料金収入額は、新規契約者の増加と徴収率の向上により年間4～5%ずつ増加している。これに対しWASAの支出額は年間12～18%ずつ増加しており、その結果、収支は赤字が続いている。支出額の増加の主たる要因として考えられるのは、上水道網拡大に伴う運営・維持管理要員数増による人件費の増加、ならびに下水・排水ポンプ場運転に伴う電力消費量増による電気代の増加である。このうち、電気代の増加は、降雨という自然現象の影響を受けるため、減少傾向に転じる可能性もある。人件費の増加については、上下水道の新規契約者数が増加の一途であることから、今後も増加傾向は変わらないと判断できる。

WASAは運営・維持管理費の予算確保を目的として、収入の増大を図るための施策を講じ実行に移している。具体的には、(1)給水システムの60%を占める「メーター無し」を「メーター付き」のシステムに段階的に転換する、(2)給水システム利用料金滞納者からの料金徴収を強化する、(3)不正な給水管の接続や盗水を防止する、等を掲げており、料金徴収率の向上には一定の成果を挙げている。しかしながら、(1)の「メーター無し」から「メーター付き」へのシステム転換作業は、メーター購入資金不足のため実質的に停止している状態である。さらに、2008年の上水道新規契約数によると、新規契約の約15,000カ所のうち、約3,000カ所が未だに「メーター無し」であり、収入増大策が徹底されていないという状況にある。

WASA が自らの財務状況を改善し、パンジャブ州の支援に頼らず単独で健全な経営を行っていくためには、WASA は上記で挙げた収入増大に対する努力を今後も継続するとともに、新規の「メーター無し」契約数を減らしていく等のさらなる努力が必要である。

一方、ラホール市における下水・排水施設の維持管理は、家庭から排出される固形廃棄物の影響を強く受けている。市民が排水路にゴミを投棄しないよう WASA は啓蒙キャンペーンを継続して行い、住民の環境への意識向上を図ると共に、無分別なゴミの投棄に対し地域監視の必要性を呼びかけることは極めて重要なことである。こうした活動における WASA の強いリーダーシップが今後も求められる。

4-2-2 技術協力・他ドナーとの連携

WASA は、「ラホール市下水・排水施設改善計画」において実施されたソフトコンポーネント等の機会を通して、下水・排水施設の維持管理やポンプ場の運営・維持管理に関する基本的技術に関する教育を受けている。本プロジェクトにおいて調達・据付をしたポンプ機器、および自動除塵機の運転方法、維持管理方法に関しては、On the Job Training (OJT) 方式による初期操作指導・運用指導による技術移転を行う。

したがって、本プロジェクトに関連して、特記すべき他のドナーとの連携または技術協力の必要性は無いと判断する。

4-3 プロジェクトの妥当性

本プロジェクトはラホール市北部地域の浸水多発・常襲地域を対象とした下水・排水施設の改善を目指すものであり、裨益対象となるのは、WASA が管轄するラホール市の北部地域の貧困層を含む一般住民で、その数はおよそ 300 万人である。本プロジェクトの実施により浸水被害を軽減することは、民生の安定や住民の生活環境改善のために緊急に求められている。

一方、下水・排水施設の改善は、2021 年を目標年とする同市の総合開発マスタープランの中において、緊急性の高い案件として掲げられており、本プロジェクトはその一環として位置付けされると共に、中・長期計画の実施に結びつく重要な役割を担っている。

本プロジェクトに必要な機器の選定にあたっては、WASA の維持管理能力および技術力を勘案した上で適正な規模と仕様を設定しており、特別な高度技術を必要とせず、WASA の職員に対し基本的な技術指導を行えば、WASA 独自による十分な運営・維持管理が可能である。運営・維持管理の予算面についても、州の援助のもと十分な額が確保されていると判断される。

また、環境面では貴機構の「環境社会配慮ガイドライン」に基づき、カテゴリ C に分類されており、環境や社会へ望ましくない影響は極めて小さいと考えられる。なお、IEE は 2004 年 9 月 6 日にパンジャブ州政府環境保護局 (PEPD) より承認されている。

以上の結果から、本プロジェクトはラホール市の浸水被害の軽減に効果的に資するものであり、ラホール市の衛生環境改善策として妥当なものである。さらに、その期待される効果および範囲から判断して、協力対象事業を我が国の無償資金協力により実施することが妥当と判断する。

4-4 結論

本プロジェクトは、4-1 から 4-3 に記述したとおり、多大な効果が期待されると同時に、広く地域の浸水被害の軽減に寄与することから、協力対象事業の一部に対して我が国の無償資金協力を実施することの意義は大きいと判断される。また、プロジェクトの実施を阻害するような課題はなく、提言事項である運営・維持管理の廃棄物対策が適切に実施されることで、一層プロジェクトの実施効果が高いものとなる。さらに、我が国の無償資金協力の制度により、特段の困難なくプロジェクトが実施可能であることから、プロジェクトの妥当性も認められる。

したがって、本協力準備調査における結論として、本プロジェクトに対する我が国の無償資金協力制度を適用することは適切であると判断する。

[資 料]

1. 調査団員・氏名

(1) 基本設計現地調査

氏名	担当	所属	現地調査期間
鈴木 和哉	団長	独立行政法人 国際協力機構 地球環境部 環境管理グループ 環境管理第一課 課長	Aug.31 2009～ Sep.8 2009
吉田 健太郎	計画管理	独立行政法人 国際協力機構 地球環境部 環境管理グループ 環境管理第一課 職員	Aug.31 2009～ Sep.8 2009
折居 良一郎	下水・雨水排水	独立行政法人 国際協力機構 地球環境部 環境管理グループ 環境管理第一課 嘱託	Aug.31 2009～ Sep.4 2009
前田 剛和	業務主任／下水・雨水排水計画	株式会社 建設技研インターナショナル	Aug.26 2009～ Sep.17 2009
北見 辰男	設備設計	株式会社 建設技研インターナショナル	Aug.26 2009～ Sep.18 2009
小野寺 昭夫	機材計画	株式会社 建設技研インターナショナル	Aug.26 2009～ Sep.18 2009
高田 諭	積算／施工・調達計画	株式会社 建設技研インターナショナル	Aug.26 2009～ Sep.18 2009

(2) 概略設計概要説明調査

氏名	担当	所属	現地調査期間
鈴木 和哉	団長	独立行政法人 国際協力機構 地球環境部 環境管理グループ 環境管理第一課 課長	Jan.18 2010～ Jan.26 2010
吉田 健太郎	計画管理／調査企画	独立行政法人 国際協力機構 地球環境部 環境管理グループ 環境管理第一課 職員	Jan.18 2010～ Jan.26 2010
前田 剛和	業務主任／下水・雨水排水計画	株式会社 建設技研インターナショナル	Jan.20 2010～ Jan.28 2010
小野寺 昭夫	機材計画	株式会社 建設技研インターナショナル	Jan.20 2010～ Jan.28 2010

2. 調查行程

(1) 基本設計現地調査

No.	Date	Day	Activity				
			Mr. Suzuki Mr. Yoshida	Mr. ORII	Mr. Maeda	Mr. Kitami Mr. Onodera Mr. Takata	
1	8/26	Wed		F/F Mission (Lahore Water Supply, Sewerage and Drainage Improvement Project)	Tokyo -> Bangkok -> Lahore		
2	8/27	Thu			Meeting at WASA, Site Survey		
3	8/28	Fri			Site Survey		
4	8/29	Sat			Site Survey		
5	8/30	Sun			Data Arrangement and Internal Meeting		
6	8/31	Mon			Tokyo -> Bangkok -> Islamabad		
7	9/1	Tue	Mr. Suzuki, Mr. Yoshida: Islamabad -> Lahore 10:00 Courtesy Call to Water & Sanitation Agency, Lahore (WASA) 11:00 Courtesy Call to Planning & Development Department (P&D), The Urban Unit, Housing, Urban Development and Public Health Engineering Department (HUD/PHED), 14:00 Internal Meeting			Site Survey	
8	9/2	Wed	08:30 Field visit Shad Bagh Pumping Station, Gulshan-e-Ravi Pumping Station, Multan Road Pumping Station, Main Outfall Pumping Station				
9	9/3	Thu	09:00 Discussion on M/D with WASA			Site Survey	
10	9/4	Fri	09:00 Discussion on M/D with HUD/PHED and WASA Mr. ORII: Lahore -> Islamabad -> Bangkok -> Tokyo			Site Survey	
11	9/5	Sat	11:00 Discussion on M/D with HUD/PHED and WASA Signing of the M/D Lahore -> Islamabad		Site Survey		
12	9/6	Sun	Report Preparation		Data Arrangement and Internal Meeting		
13	9/7	Mon	9:30 M/D with Economic Affairs Division (EAD) 14:00 Report to JICA 16:00 Report to EOJ		Site Survey		
14	9/8	Tue	Islamabad -> Bangkok -> Tokyo		Site Survey		
15	9/9	Wed			Site Survey		
16	9/10	Thu			Site Survey		
17	9/11	Fri			Site Survey		
18	9/12	Sat			Site Survey		
19	9/13	Sun			Data Arrangement and Internal Meeting		
20	9/14	Mon			Site Survey		
21	9/15	Tue			Site Survey		
22	9/16	Wed			Lahore -> Islamabad Report to EAD, EOJ and JICA Islamabad -> Lahore		Site Survey
23	9/17	Thu			Lahore -> Bangkok -> Tokyo		Data Arrangement and Internal Meeting
24	9/18	Fri					Lahore -> Bangkok -> Tokyo

(2) 概略設計概要説明調査

No	Date	Day	Activity			
			Mr. Suzuki	Mr. Yoshida	Mr. Maeda	Mr. Onodera
1	1/20	Wed	Other Project		Tokyo -> Bangkok	
2	1/21	Thu			Bangkok -> Lahore	
3	1/22	Fri	Discussion on DF/R, M/D with WASA	Other Project	Discussion on DF/R, M/D with WASA	
4	1/23	Sat	11:00 Discussion on Draft of M/D with Joint Secretary of HUD & PHED 14:00 Site Survey			
5	1/24	Sun	Data Arrangement and Internal Meeting			
6	1/25	Mon	Secondary Discussion with WASA			
7	1/26	Tue	11:00 Signing of the M/D Lahore -> Karachi -> Bangkok		Lahore -> Islamabad	
8	1/27	Wed	Other Project	Report to EAD, Embassy of Japan, JICA Pakistan Office Islamabad -> Bangkok		
9	1/28	Thu	Other Project	Bangkok -> Tokyo		

3. 関係者(面会者)リスト

氏名	役職	所属
<u>Water and Sanitation Agency in Lahore (WASA), Lahore Development Authority (ラホール市上下水道局)</u>		
Dr. Javed Iqbal	Managing Director	
Mr. Syed Iqtidar Ali Shah	Deputy Managing Director	Engineering
Mr. Asif Javed Qureshi	Deputy Managing Director	Finance Administration / Revenue Wing
Engr. Syed Zahid Aziz (Mr.)	Director	Planning and Evaluation (P&E)
Mr. Masaud Ahmad Ghazu	Director	Planning and Design (P&D)
Mr. Jamshed Butt	Director	Drainage
Mr. Muhammad Tanveer	Deputy Director	P&E
Mr. Aslam Niazi	Executive Engineer	Operation and Management – 1, Allama Iqbal Town
Mr. Sarfraz Hussain	Executive Engineer	Operation and Management – 2, Ravi Town
Mr. Tariq Mahmood	Executive Engineer	Operation and Management – 1, Gunj Buksh Town
Mr. Muhammad Saleem Ashraf	Sub Division Officer	Shad Bagh Pumping Station
Mr. Amjad Ali	Sub Division Officer	Multan Road Pumping Station
Mr. Mohammed Ashraf	Sub Engineer	Gulshan-e-Ravi Pumping Station

Lahore Development Authority (ラホール開発庁)

Mr. Omer Rasul Director General

Government of the Punjab (パンジャブ州政府)

Mr. Ubaid Rubbani	Member Social Infrastructure	Planning & Development Department (P&D)
Mr. Nasim Riaz	Chief of Section ECA	P&D
Mr. Amjad Duraiz	Assistant Chief ECA-II	P&D
Mr. Shaukat Ali	Additional Secretary (Tech)	Urban Development and Public Health Engineering Department (HUD/PHED)
Mr. Muazzam	Deputy Secretary	HUD/PHED

Ministry of Economic Affairs and Statistics

Mr. Zafar Hasan Reza Joint Secretary (ADB/Japan) Economic Affairs Division

在パキスタン日本国大使館

中西 滋樹 一等書記官
後藤 晃 二等書記官

JICA パキスタン事務所

大竹 智治 所長
清水 勉 次長 (基本設計現地調査時)
佐藤 俊也 次長 (概略設計概要説明調査時)
廣嶋 純哉 職員
Mr. Mahmood A. Jilani Deputy Resident Representative/
Chief Program Officer