

パキスタン・イスラム共和国  
ラホール市下水・排水施設改善計画

基本設計調査報告書

平成 16 年 12 月

独立行政法人国際協力機構  
株式会社 建設技研インターナショナル

無償

JR

04-239

## 序 文

日本国政府はパキスタン・イスラム共和国政府の要請に基づき、同国のラホール市下水・排水施設改善計画にかかる基本設計調査を行うことを決定し、国際協力機構がこの調査を実施しました。

当機構は平成 16 年 8 月 3 日から 9 月 11 日まで基本設計調査団を現地に派遣しました。

調査団はパキスタン国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 16 年 11 月 5 日から 11 月 14 日まで実施された基本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。

終わりに、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 16 年 12 月

独立行政法人 国際協力機構  
理 事 小島 誠二

## 伝 達 状

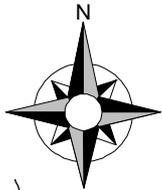
今般、パキスタン・イスラム共和国におけるラホール市下水・排水施設改善計画基本設計調査が終了しましたので、ここに最終報告書を提出いたします。

本調査は、貴機構との契約に基づき弊社が、平成 16 年 7 月より平成 16 年 12 月までの 5.5 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・イスラム共和国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。

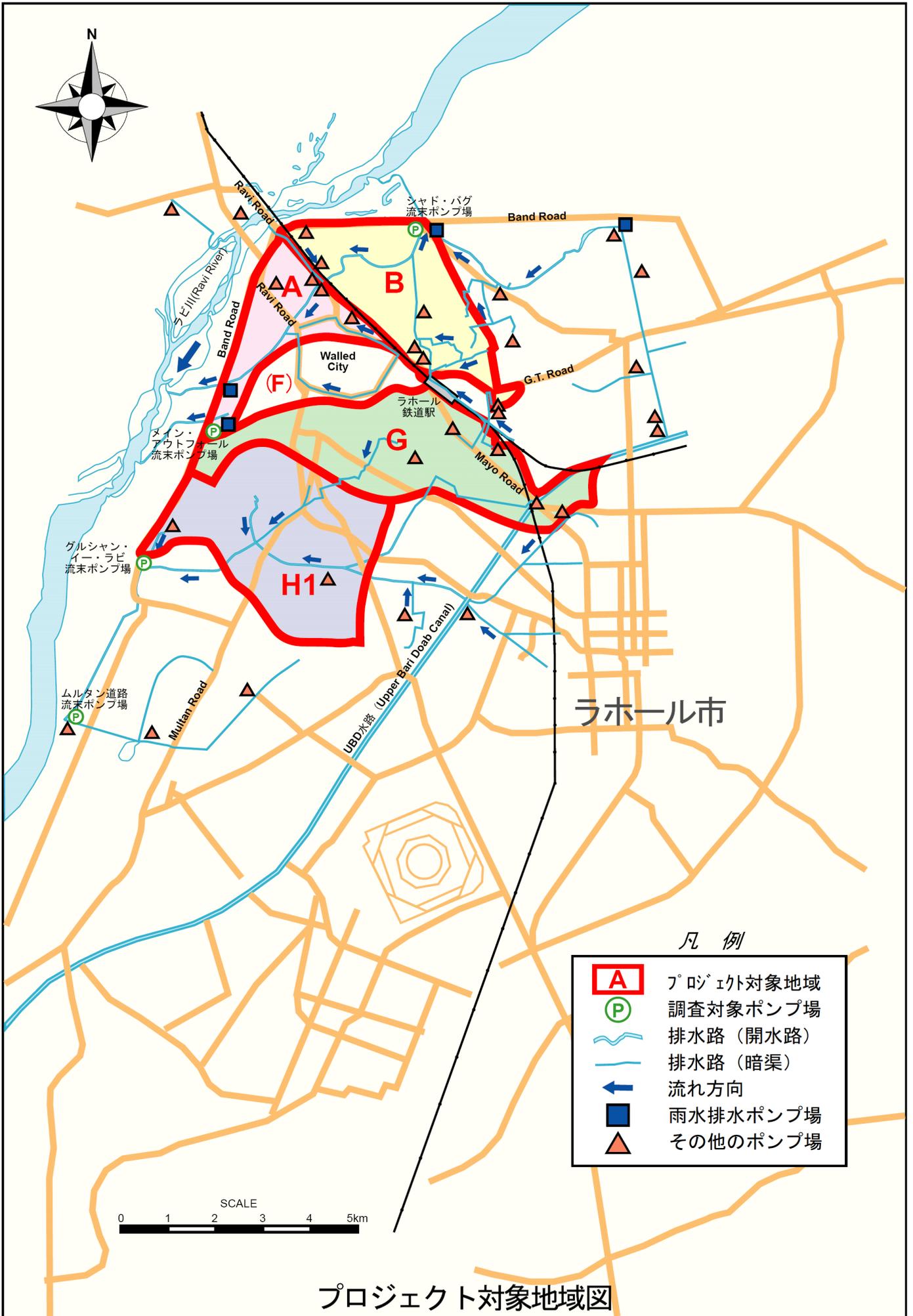
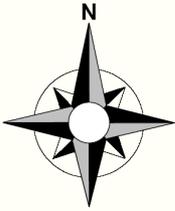
つきましては、本計画の推進に向けて、本報告書が活用されることを切望いたします。

平成 16 年 12 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・排水施設改善計画  
基本設計調査団  
業務主任 影山 和義



調査位置図



凡例

- A** プロジェクト対象地域
- P** 調査対象ポンプ場
- 排水路 (開水路)
- 排水路 (暗渠)
- 流れ方向
- 雨水排水ポンプ場
- その他のポンプ場

SCALE  
0 1 2 3 4 5km

プロジェクト対象地域図

# 写真集



ラホール市内  
2004年8月8日の冠水状況



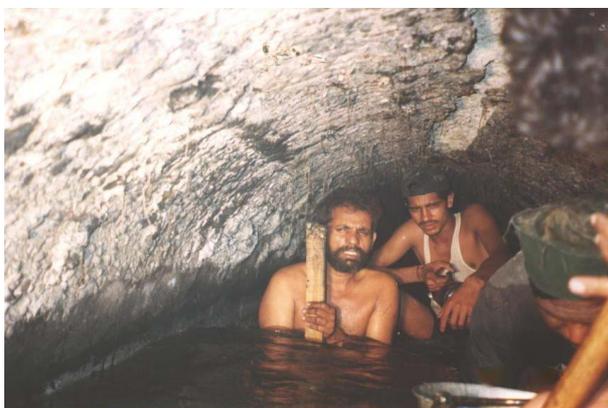
ラホール市内  
2004年8月18日の冠水状況



開水路の様子  
(チョタ・ラビ排水路)



ポンプ場まで流れ込んだゴミ  
(シャド・バグ ポンプ場)



人力による管渠内清掃作業の様子(1)



人力による管渠内清掃作業の様子(2)



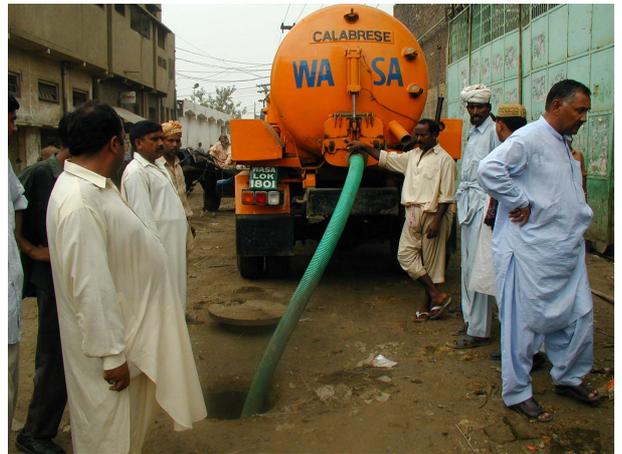
バックホーによる清掃作業



クラムシェルによる清掃作業



既存の高圧噴射機



既存の汚泥吸引車



ポンプ室内  
(グルシャン・イー・ラビ ポンプ場)



取替え予定の自動除塵機  
(メイン・アウトフォール ポンプ場)

## 略語集

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

## 要 約

パンジャブ州の州都であるラホール市は、ラビ川流域に広がる沖積平野に発達した都市で、人口 720 万人を擁し、カラチに次ぐパキスタン第二の都市として経済的にも重要な位置を占めている。ラホール市は市街地の発展拡大に伴い、道路、上下水、排水等に係る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のいたる所が冠水し、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。

下水・排水分野においては、ラホール開発庁（Lahore Development Authority: LDA）傘下の上下水道局（Water and Sanitation Agency: WASA）が施設の運営・管理に当たっているが、基本的に人力に頼った方法で緊急対応型の活動しか行われておらず、中・長期的な視野に立った施設の整備・改善が行われていない。ラホール市の下水管の総延長は 223km、排水路は 41km あり、計画上分流式となっている。しかしながら、下水処理場を有していないため、実際には下水管を排水路につなぎ常時大量の汚水を雨水排水路に吐出させ、末端に設けたポンプ場からラビ川に排出している。開水路は汚泥の堆積や固形廃棄物の浮遊が多く見られ、悪臭を放ち住民の不満の種となっている。ラホール市内の冠水被害の要因は、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、著しく低下していることがあげられる。また、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も理由の一つである。

こうした状況を踏まえ、LDA は 2021 年を目標年とするラホールの総合開発マスタープラン（Integrated Master Plan for Lahore-2021）を策定し、同市の都市環境の整備・改善を図るため各種計画の提案を行っている。このマスタープランは 3 つのフェーズで構成されており、フェーズ 1 は 5 年の短期計画、フェーズ 2 は 5 年の中期計画、フェーズ 3 は 10 年の長期計画となっている。フェーズ 1 で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既設ポンプ場におけるポンプの増設、清掃機材の調達、下水・排水路の改修等が含まれている。

WASA は上記マスタープランに基づき、市内の冠水常習地区の内、行政、商業の中心である北部地域を対象にした下水・排水施設改善計画のアクションプランを策定し、下水管（総延長 79km）と排水路（総延長 28km）の清掃を 3 年間で実施し、排水機能の改善を果たすと共にポンプ場の排水能力を高めることを急務として取り組む姿勢を示している。なお、WASA は本プロジェクトを運営・管理する組織として PMU-II (Project Management Unit-II) を設立し、WASA に籍を置く要員 220 名を配置する予定としている。

このような背景の下、下水・排水路の清掃機材とポンプの調達について、2002 年 6 月にパキス

タン政府から我が国政府に対して無償資金協力の要請が行われた。この要請に応え、JICA は 2004 年 2 月に予備調査団を派遣し、機材整備の必要性を確認すると共に、さらに詳細な調査の必要性を提言した。これを受け、日本国政府は本計画に係る基本設計調査の実施を決定し、JICA は 2004 年 8 月 3 日から 9 月 11 日まで基本設計調査団をパキスタンに派遣した。基本設計調査では要請案件の緊急性、必要性等を再確認し、現地調査および国内解析作業を経て協力対象事業の内容、規模等を定め、その効果と妥当性を検討した。さらに、基本設計概要書の説明のため、2004 年 11 月 5 日から 14 日までの 10 日間にわたり再度現地に調査団を派遣し、基本設計の内容についてパキスタン側の合意を得た。

本プロジェクトは、ラホール市の北部地域における下水・排水機能を改善し、冠水被害の軽減を目指すものである。この中において本協力対象事業は、下水・排水路の清掃機材の調達およびポンプ場関連機材の調達・整備を行うものである。

機材の選定にあたり考慮すべき点は、a) WASA/PMU-II の運営・維持管理能力および既存機材の使用実績、b) 作業効率の向上と労働環境の改善、c) 環境への配慮、d) 降雨時の状況や排水の水質等に係る現地条件、の 4 点である。選定された機材の概要は以下に示すとおりである。

機材の大分類	機材名	数量 (台)	用途
下水管清掃機材	高圧ポンプ車 (トラック搭載型)	4	固化した汚泥の切り崩し、管内閉塞物の除去。
	汚泥吸引車 (トラック搭載型)	4	下水管内の汚泥吸引、強制排水、ダンプトラックへの積込み。
	給水タンク車	2	高圧ポンプ車への噴射水補給。
	ダンプトラック 4t 級	4	下水管から除去された塵芥、汚泥の処分場への運搬、排出。
	下水用水中ポンプ	4	下水管清掃作業時の上流側仮排水。
	発電機	4	上記下水仮排水ポンプの運転用電源。
排水路清掃機材	クラムシェル掘削機	2	水路幅の広い排水路およびポンプ場流入路の汚泥と塵芥除去。
	油圧式掘削機 0.28m <sup>3</sup> 級	2	水路幅 4m 未満の排水路の汚泥掘削、塵芥除去、積込み。
	油圧式掘削機 0.8m <sup>3</sup> 級	1	水路幅 4 ~ 10m 程度の排水路の汚泥掘削、塵芥除去、積込み。
	ダンプトラック 8t 級	20	排水路から除去された塵芥、汚泥の処分場への運搬、排出。

モニタリング用機材	ピックアップトラック	4	冠水地区のパトロールと冠水状況(範囲、水深、時間)のモニタリング。
ポンプ場清掃機材	ホイールローダ	2	ポンプ場のスクリーンから掻き上げられたごみの積み込み。
ポンプ関連機材	シャド・バグ (Shad Bagh) ポンプ場		
	ポンプ	2	市内から集まった下水のラビ川への排水。
	電動機	2	
	吸込弁	2	
	逆止弁	2	
	吐出弁	2	
	配管材	2	
	低圧配電盤	2	
	ムルタン・ロード (Multan Road) ポンプ場		
	ポンプ	2	市内から集まった下水のラビ川への排水。
	電動機	2	
	吸込弁	2	
	逆止弁	2	
	吐出弁	2	
	配管材	2	
	高圧配電盤	2	
	グルシャン・イー・ラビ (Gulshan-e-Ravi) ポンプ場		
	ポンプ	2	市内から集まった下水のラビ川への排水。
	電動機	2	
	吸込弁	2	
	逆止弁	2	
	配管材	2	
	高圧配電盤	2	
メイン・アウトフォール (Main Outfall) ポンプ場 (自動除塵機)			
掻上機	1	流入下水に含まれる塵芥の除去。	
水平コンベヤ	1		

本プロジェクトは機材の調達だけでなく、先方実施機関である WASA の要望を踏まえ、ソフトコンポーネントを導入し、PMU-II の技術者に対し清掃作業の運営・管理計画策定に係る技術支援を行う。さらに、対象地域内でモデル施工を実施し、施工監理技術を確立させるための支援を行う。これにより、事業効果が持続的に発現するものと期待される。それぞれの活動内容と成果を次表にまとめる。

内 容	期 間	担当 技術者	活 動	成 果
作業計画 / 運営計画	2005 年 10 月 中旬 ~ (2 ヶ月間)	1 名	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ WASA が作成する既設下水 管・排水路図面のレビュー。</li> <li>▪ アクションプランのレビュー と 1 年目の清掃作業計画の策 定。</li> <li>▪ 協力効果のモニタリングの実 施およびその結果分析。</li> <li>▪ 機材の点検・整備マニュアルの 作成および監修。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 既設下水管・排水路網の最終図面が整 備される。</li> <li>▪ 清掃作業計画(作業工程、出来高計画、 機材配備計画等)を立案できるよう になる。</li> <li>▪ 降雨時のモニタリング結果(冠水状 況、住民の苦情件数等)が記録される。</li> <li>▪ 機材の点検・整備マニュアルが整備さ れる。</li> </ul>
モデル施工 監理	2005 年 12 月 中旬 ~ (3 ヶ月間)	1 名	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ モデル施工を通して清掃作業 の作業監理(工程・出来高管理、 安全管理、品質管理)を指導す る。</li> <li>▪ 下水管路(A 地区西側)7.1km、 小規模排水路 1.1km、大規模排 水路 1.9km、総汚泥量約 34,000m<sup>3</sup>の除去。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 実施工程表が作成される。</li> <li>▪ 出来高(汚泥除去量、清掃下水管路 長・排水路長)管理が可能になる。</li> <li>▪ 作業マニュアルが完成し、作業管理 が可能になる。</li> <li>▪ 安全マニュアルが完成し、安全管理 が可能になる。</li> </ul>

本プロジェクトの実施期間は、入札業務等の実施設計に 3.5 ヶ月、機材の調達および据付に 10 ヶ月、ソフトコンポーネントに 5 ヶ月を予定している。なお、本計画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は、総額 12.24 億円(日本側負担：約 12.22 億円、パキスタン側負担：約 207 万円)と見積もられる。

本プロジェクトの対象範囲はラホール市の A、B、G、H1 地区を含むおよそ 40km<sup>2</sup>であり、直接的な裨益人口は約 200 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効果は以下のとおりである。

- (a) 清掃対象の下水管(延長 79km)と排水路(延長 28km)の堆積汚泥約 430,000m<sup>3</sup>を除去することにより、それぞれの排水容量および雨水貯留容量が 50%程度向上する。
- (b) 下水ポンプ場の排水容量の合計が 36.8m<sup>3</sup>/s から 46.6m<sup>3</sup>/s へと 30%程度増加する。
- (c) 上記 2 点の相乗効果により、市内の冠水被害の程度(冠水時間、冠水深、冠水範囲)が現況の半分程度に減少する。

さらに、間接的効果として、清掃作業の機械化により作業員の安全確保が得られる他、冠水被害の軽減によりプロジェクト対象地区における衛生環境が改善され、水系伝染病等の患者数が減少することが期待できる。

事業効果の発現は、プロジェクトが運営開始されてから 3 年後の 2009 年とし、その指標はモニタリングにより上記に示す汚泥堆積量の除去、ポンプによる排水能力の向上等で表すものとする。また、冠水被害についても、現地調査で選定したプロジェクト対象地の 22 点について冠水深、冠

水範囲、排水に要した時間等を降雨毎に記録し、事業の成果指標として用いる。

ラホール市の下水・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材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、特別な技術を必要とせず一定期間の技術指導を行えば対応が可能なものとなっている。また、予算面についても、プロジェクト実施期間の3年間に係る経費として100百万ルピーが確保されており、運営・維持管理を行うにあたり十分な額と判断される。

以上から、本プロジェクトは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。但し、本プロジェクトの実施には以下の点が確実に遂行される必要がある。

- (a) 本プロジェクトを実施する組織としてPMU-IIが設立されるが、これに必要な要員が遅滞なく配属されること。特に、幹部候補者は運営・管理能力を備えた優秀な人材であること。
- (b) 相手国側がプロジェクト対象地の下水・排水マップの作成を、ソフトコンポーネント開始前の2005年9月までに確実に完成させること。
- (c) 機材据付けに係る相手国側の分担作業（変圧器の増設、電源のポンプ場建屋内への引き込み、変圧器から配電盤までの配線等）が、日本側の分担作業開始前の2005年11月までに完了すること。

## 目 次

序 文	
伝達状	
プロジェクト位置図	
写真集	
略語集	
要 約	
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 .....	1-2
1.1.3 社会経済状況.....	1-3
1.2 無償資金協力要請の背景・経緯及び概要 .....	1-3
1.3 我が国の援助動向 .....	1-4
1.4 他ドナーの援助動向 .....	1-5
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 .....	2-2
2.1.3 技術水準 .....	2-2
2.1.4 既存の施設・機材.....	2-3
2.2 プロジェクト・サイト及び周辺の状況 .....	2-4
2.2.1 関連インフラの整備状況.....	2-4
2.2.2 自然条件 .....	2-4
2.2.3 水質と衛生環境.....	2-5
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.....	3-2
3.2	協力対象事業の基本設計.....	3-3
3.2.1	設計方針.....	3-3
3.2.1.1	機材選定に係る判定基準.....	3-3
3.2.1.2	機材のグレード及び規模設定に係る方針.....	3-5
3.2.1.3	運営維持管理能力に係る考察.....	3-25
3.2.1.4	調達方法に係る方針.....	3-26
3.2.2	基本計画.....	3-26
3.2.2.1	全体計画.....	3-26
3.2.2.2	機材計画.....	3-27
3.2.3	機材配置計画.....	3-34
3.2.3.1	機材全体の配置計画.....	3-34
3.2.3.2	ポンプ場関連機材の据付予定地.....	3-35
3.2.3.3	除塵機の据付予定地.....	3-35
3.2.3.4	清掃機材のパーキング・エリア予定地.....	3-35
3.2.4	機材調達計画.....	3-36
3.2.4.1	調達方針.....	3-36
3.2.4.2	調達上の留意事項.....	3-36
3.2.4.3	調達・据付区分.....	3-37
3.2.4.4	調達監理計画.....	3-39
3.2.4.5	品質管理計画.....	3-41
3.2.4.6	資機材等調達計画.....	3-41
3.2.4.7	ソフトコンポーネント計画.....	3-42
3.2.4.8	実施工程.....	3-48
3.3	相手国側分担事業の概要.....	3-50
3.3.1	パキスタン国に求められる措置.....	3-50
3.3.2	パキスタン側分担事業.....	3-50
3.4	プロジェクトの運営・維持管理計画.....	3-52
3.5	プロジェクトの概算事業費.....	3-55

3.5.1	協力対象事業の概算事業費.....	3-55
3.5.2	運営・維持管理費.....	3-56
3.6	協力対象事業実施にあたっての留意事項.....	3-57
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
4.2	課題・提言.....	4-2
4.3	プロジェクトの妥当性.....	4-3
4.4	結論.....	4-4

## 資料

1.	調査団氏名、所属.....	資料-1
2.	調査日程.....	資料-2
3.	相手国関係者リスト.....	資料-4
4.	当該国の社会・経済事情.....	資料-5
5.	討議議事録（M / D）.....	資料-7
6.	事業事前計画表.....	資料 61
7.	参考資料 / 入手資料リスト.....	資料-64

## 図面リスト

図 2.1	WASA 組織図 .....	F-1
図 2.2	PMU 組織図 .....	F-2
図 3.1	機材配置計画図 .....	F-3
図 3.2	下水管路、排水路およびポンプ場位置図 .....	F-4
図 3.3	冠水常習地区とモニタリング地点 .....	F-5
図 3.4	シャド・バグ ポンプ場平面図(1/2) .....	F-6
図 3.5	シャド・バグ ポンプ場平面図(2/2) .....	F-7
図 3.6	シャド・バグ ポンプ場断面図 .....	F-8
図 3.7	グルシャン・イー・ラビ ポンプ場平面図(1/2) .....	F-9
図 3.8	グルシャン・イー・ラビ ポンプ場平面図(1/2) .....	F-10
図 3.9	グルシャン・イー・ラビ ポンプ場断面図 .....	F-11
図 3.10	ムルタン・ロード ポンプ場平面図(1/2) .....	F-12
図 3.11	ムルタン・ロード ポンプ場平面図(2/2) .....	F-13
図 3.12	ムルタン・ロード ポンプ場断面図 .....	F-14
図 3.13	自動除塵機平面図 (メイン・アウトフォール ポンプ場) .....	F-15
図 3.14	自動除塵機断面図 (メイン・アウトフォール ポンプ場) .....	F-16
図 3.15	自動除塵機正面図 (メイン・アウトフォール ポンプ場) .....	F-17
図 3.16	シャド・バグ ポンプ場見取図 .....	F-18
図 3.17	メイン・アウトフォール ポンプ場見取図 .....	F-19
図 3.18	カラック事務所見取図 .....	F-20
図 3.19	ポンプ据付区分図 .....	F-21
図 4.1	WASA の財務状況 .....	F-22

## 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

ラホール市はラビ川流域に広がる平坦な地形に発達した都市である。過去 10 年間の平均降水量は 688mm であるが、年別に見ると変化が大きく 1,000mm 以上の年（1995 年および 96 年）もあれば 500mm 以下の年（1997, 98 および 2001 年）もあり、7 月から 9 月のモンスーン時期の降雨量に大きく左右されると云ってよい。雨は短時間に集中的に降る傾向にあり、排水施設の未整備な市街地では、いたるところで道路が冠水し、交通の渋滞や衛生環境の悪化を招き人々の生活に支障をきたしている。こうした内水氾濫の要因として、既存の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著しく低下していることがあげられる。また、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も理由の一つである。

1996 年 8 月 22 日から翌日にかけてラホール市は 60 年ぶりの激しい豪雨に見舞われ、24 時間の降雨量は 437.4mm を記録している。当時の新聞や情報によると、市内は一面水没状態と化し、道路は 600～1,200mm の冠水に達し都市機能は一時完全に麻痺状態となった。しかし、24～48 時間以内に洪水は解消されたと報告されている。低地帯やスラム地区では被害状況がより厳しく、水深は 2m 以上にも達し冠水時間も長く続いたため、WASA は緊急に 135 台の排水ポンプを設置して対応している。この二日間の豪雨で 32 名の人命が失われた他、3,000 家屋が破壊され、数万人の住民が避難を余儀なくされている。ラホール市において、内水氾濫でこれだけ大規模な被害をもたらしたのは嘗てないことである。

上記 1996 年の水害を機に、行政側も住民も市内排水施設の整備の必要性を認識すると共に、WASA の役割の重要性に注目し始めた。下水や雨水排水路の整備計画の実施も、この年を境に本格的に始まった。

ラホール市の下水管の総延長は 223km、排水路は 41km であり計画上分流式となっている。しかしながら、下水処理場を有していないため、実際は下水管を排水路につなぎ常時大量の汚水を雨水排水路に吐出させ、末端に設けた 16 個所のポンプ場からラビ川に排出している。開水路は汚泥の堆積や固形廃棄物の浮遊が多く見られ、悪臭を放ち住民の不満の種となっている。

本計画対象地は同市の北部に位置する行政と商業の中心地で、面積約 40km<sup>2</sup>、人口 200 万人を擁する地域である。この地域には下水管が 79km、排水路が 28km 設置されているものの、堆積汚泥による流下能力の低下で排水不良地区が多く散見される。こうした地区は冠水常習地区として被害を受け易いため、集中豪雨に対応した排水施設の整備が急務とされている。

LDA 傘下の WASA は、州政府に資金面の支援を仰ぎながら下水排水分野の整備事業を行っているものの、効果的な成果は得られていない状況である。これらはポンプ場の排水能力に問題がある他、WASA が保有する清掃機材の絶対数が少ないため、作業効率の劣る人力清掃に頼らざるを得ないところに問題がある。WASA のまとめた本件対象地域の冠水状況（一部）を表 1.1 に示す。

表 1.1 計画対象地の過去の冠水状況

日付	降雨強度	冠水深 (mm)	排水時間 (時間)	地区名
2002 年 5 月 27 日	32mm (1 時間)	400	10.0	G 地区(Bhatti Chowk)
2001 年 7 月 24 日	90mm (6 時間)	600	10.0	H1 地区(Samanabad)
2001 年 6 月 17 日	39mm (2 時間)	600	12.0	G 地区(Lakshmi Chowk)

出典：WASA

### 1.1.2 開発計画

パキスタン国の環境・地方政府・農村開発省 (Ministry of Environment, Local Government and Rural Development) は、2023 年の人口予測を基に同国を構成する 4 州 (パンジャブ、シンディ、バロチスタン、北西辺境) の下水処理施設に係るマスタープラン「Master Plan for Urban Wastewater(Municipal and Industrial) Treatment Facilities in Pakistan」を 2002 年 6 月に策定している。これによると、パンジャブ州はラホールを始め、ファイサラバード、ムルタン、グジュランワラ、ラウルピンディ他 6 都市を対象にした処理施設が計画されている。ラホールに関しては、6ヶ所の処理場の建設を計画しており、これに必要な費用として総額 7,932 百万ルピー (約 156 億円) が見積もられている。

LDA は 2021 年を目標年としたラホールの総合開発マスタープラン「Integrated Master Plan for Lahore-2021」を策定し、同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。このマスタープランは 3つのフェーズで構成されており、フェーズ 1 は 5 年の短期計画、フェーズ 2 は 5 年の中期計画、フェー

ズ3は10年の長期計画となっている。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、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。

### 1.1.3 社会経済状況

パキスタン国のGDPは587億ドル(2001年)、一人当たりのGNIは420ドル(2001年)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。

パキスタン国の開発計画は第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」及び「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)の改善及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、福祉の充実及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・経緯及び概要

パンジャブ州の州都であるラホール市は人口約720万人を擁し、カラチに次ぐパキスタン第二の都市で経済的にも同国で重要な位置を占めている。ラホール市は市街地の

発展拡大に伴い、道路、上下水、排水等に係る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のいたる所で内水氾濫が発生し、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与える要因となっている。

下水・排水分野においては、WASA が施設の運営・管理に当たっているが、基本的に人力に頼った方法で緊急対応型の活動しか行われておらず、中・長期的な視野に立った施設の整備・改善が行われていない。ラホール市内の冠水被害の要因は、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、著しく低下していることがあげられる。また、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も理由の一つである。例えば、市の中心地の一部では、30～40mm/時間の降水により道路は40～60mm冠水し、回復するまで8～12時間を要している。

こうした状況の下、LDA はラホールの総合開発マスタープラン「Integrated Master Plan for Lahore-2021」を策定し、市内の下水・排水の改善を緊急性の高い案件の一つとして掲げた。WASA はこれに基づき、市内の冠水常習地区の内、行政、商業の中心である北部地域（A,B,G,H1 地区）を対象にした下水・排水施設改善計画の Action Plan を策定し、下水路と排水路の清掃を3年間で実施し、排水機能の改善を果たすと共にポンプ場の排水能力を高めることを急務として取り組む姿勢を示した。このような背景の下、2002年6月にパキスタン政府から我が国政府に対する下水管路清掃機材の整備に関する無償資金協力援助の要請が行われた。これを受け、JICA は2004年2月に予備調査団を派遣し、同年8月本基本設計調査の実施に至った。

### 1.3 我が国の援助動向

我が国は1990年以降2000年までの間、パキスタンにとって最大の二国間政府開発援助供与国となっている。また、我が国にとっても、パキスタンは上位10位に入るODA供与相手国である。分野別に見ると、廃棄物を対象にした都市衛生関連の事業が無償資金協力で実施されているが、下水・排水施設を対象にしたプロジェクトに関しては、これまで無償資金協力、有償資金協力ともに実績がない。一方、技術協力については環境分野の専門家を下表のとおり派遣している。

表 1.2 我が国の援助実績

	協力内容	実施期間	指導科目
技術協力	専門家派遣	2003.03～2005.03	環境政策
	専門家派遣	2003.10～2005.10	都市廃棄物対策

#### 1.4 他ドナーの援助動向

ラホール市の下水・排水システムに係るマスタープランは、「Master Plan for Water Supply, Sewerage and Drainage in Lahore」として 1969 年に策定された。その後、都市化に伴う人口増加のため見直しが必要とされ、1975 年に UNDP と IBRD の援助によりこのマスタープランの見直しが行われている。1996 年から 98 年にかけては英国の海外開発庁 (DFID) がラホール市の下水システム整備調査を行い、F 地区を対象にしたパイロット事業を実施すると共に、WASA に対し清掃機材の供与とこれに係る技術指導を行っている。DFID の協力以降、ラホール市の下水・排水案件は実施されていない。

## 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

#### 2.1.1 組織・人員

WASA は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、本基本設計調査時点で 4,666 名の人員を擁している。総括責任者の局長 (Managing Director:MD) の下、技術、総務・経理、運営・維持管理の 3 部門を置き、それぞれ副局長 (Deputy Managing Director:DMD) を配している。この中で、市民サービスに最も直結しているのは運営・維持管理部門で、総人員の 78% に相当する 3,661 人が在籍している。この部門は WASA 本部と上記 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) を配し現場作業の陣頭指揮にあたらせている。

WASA は本件実施にあたり、図 2.1 に示すとおり運営・維持管理部門の下に 2 つのプロジェクト管理部 (Project Management Unit:PMU) を設け、専任のスタッフを配して事業の推進と円滑な運営・管理体制を整える計画である。PMU-I は既に設置されており、本調査団のカウンターパートとして行動し、アクションプランを作成したり、機材の選定および優先順位の確定等に係る情報の提供や協議に深く関わっている。PMU-II は E/N 調印後に人員配置が行われる予定であり、事業実施段階において機材管理や清掃作業の監督管理にあたることになっている。

PMU はそれぞれプロジェクト管理者 (Project Director) の下に 2 名の技師 (XEN) と数名の地区管理者 (Sub-divisional Officer:SDO) を配置する計画となっている (図 2.2 参照)。PMU-I は 4 名の SDO (既にポンプ場の管理者として従事している) の他に、広報課も傘下に加え住民参加等のキャンペーン活動の指揮をとる計画である。一方、PMU-II は下水・排水の清掃作業を実施する部隊で、各技師の下 2 名ずつの SDO を配し、それぞれ下水排水地区もしくは雨水排水地区を担当する予定である。アクションプランによると、清掃に直接係る人員は約 220 名で WASA の運営・維持管理部門に在籍する人員でまかなうことを原則としており、新たに雇用することは考えていない。

### 2.1.2 財政・予算

表 2.1 に示すとおり 2001/02 年から 2004/05 年までの WASA の財務状況を見ると、赤字決算で毎年厳しい運営に迫られている状況が分かる。収入源は水道料金と下水料金で全体の 80%前後を占めており、支出はエネルギー代が 53~55%を占めている。水道料金は 2004 年 4 月から 40%値上げされ、これにより、赤字幅は 2003/04 年の 273 百万 Rs. から 2004/05 年の 191 百万 Rs. と約 30%縮小するものと思われる。

表 2.1 WASA の財務状況

	2001/02	2002/03	2003/04	2004/05
収入	1,398	1,506	1,640	2,003
支出	1,431	1,721	1,913	2,194
収支	-33	-215	-273	-191
貸付金	-445	-515	-540	-577
合計	-478	-730	-813	-768

予備調査において WASA は電気料金が 10~20%引き下げられる可能性を示唆していたが、工業部門のみが対象とされ、WASA には適用されないことが判明している。WASA の管轄区域内には約 550 万人が住んでおり、485,000 世帯が水道給水を受けていて、その 90%が下水道に接続されている。料金徴収率は 75%程度であるので、この割合を引き上げ財務状況を改善する努力が必要である。

上下水道は生活インフラの中でも最も重要な項目であるため、パンジャブ州政府は WASA に対し毎年赤字補填のための財政支援を行っている。この貸付に伴う利息は年によって異なるが 10-11%程度見込まれている。ちなみに 2003/04 年までの利息分は 540 百万 Rs. で、これに当年度の赤字額 273 百万 Rs. を加算すると 813 百万 Rs. の累積債務となるが、返済計画は示されていない。

こうした状況下、WASA は料金徴収率の向上やサービス料金の再値上げ等により、財務状況の改善に努めようとしている。一方、WASA は本プロジェクトを 3 年間で実施する計画としており、これに必要な予算として 100 百万 Rs. を見込んでいる。この予算は PC-1<sup>1)</sup> で承認されており、WASA の通常予算とは別に州政府の特別予算として確保されている。

### 2.1.3 技術水準

PMU は WASA の副局長が総括を担い、その下に約 220 人が配属される計画となってい

1) 調査以外のプロジェクト計画書。起案された案件が計画開発局で承認されるために必要な書類。

る。プロジェクト管理者、技師、地区管理者等幹部候補者の中にはオランダや英国で研修教育を受けた人材もあり、プロジェクト実施に際し、技術力に問題はないと考える。これは既存の機材の使用実績、維持管理状況を見ても判断できる。WASA は限られた数の清掃機材を補修を重ねながら十数年にわたり活用しており、ポンプ場についても 20～60 年の運転実績を有していることから、機械の整備・管理に係る技術は比較的高い水準にあると思われる。

一方、WASA は清掃事業に期限を設け、計画に沿って作業を運営・管理する経験に乏しい。しかし、WASA のスタッフは一様にこうした新しい事業に意欲的に取り組む姿勢を示しており、これに適應できる技術力と管理能力を備えているため、適正な技術指導があれば十分対応は可能と判断する。

#### 2.1.4 既存施設・機材

WASA の所有する清掃機材はパンジャブ州政府や世銀、DFID 等の援助により導入されたもので、十数年を経過しているものが多い。しかし、比較的良好に整備されているため、機材の多くは良好な状態に保たれており、下水管や排水路の清掃に利用されている。

本プロジェクトの対象となるポンプ場はシャド・バグ(Shad Bagh)、グルシャン・イー・ラビ(Gulshan-e-Ravi)、ムルタン・ロード(Multan Road)の 3 個所で、現在設置されているポンプ台数はそれぞれ 4 台、12 台、4 台である。各ポンプ場は流入量に応じて同一規模のポンプの運転台数を調整して排水量を制御する方式を採用している。ムルタン・ロード(Multan Road)は 1993 年、他の 2 個所は 1982 年に設立され、以来今日まで市内の排水において重要な役割を果たしている。下水に高濃度の産業排水が含まれているため、ポンプの羽根車(インペラー)はステンレス製が用いられている。但し、スクリーンを通過した挟雑物によりインペラーの一部が損傷をきたしているポンプも見られる。

メイン・アウトフォール(Main Outfall)の除塵機は 1945 年に据付けられたもので、老朽化が激しいものの現在もある程度の機能は果たしている。このシステムは掻上げ機、水平コンベヤ、傾斜コンベヤ、ホッパーで構成されているが、掻上げレーキ、チェーンに動力を伝達する歯車と歯車を固定するピン、滑車とフランジに故障が発生することが多く、その度に部品の交換を要している。水平コンベヤは幅が狭いため、ごみがベルトから零れ落ちることが多く効率が悪い。

## 2.2 プロジェクト・サイト及び周辺の状況

### 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よく整備されており、機材の移動や汚泥の搬出  
等に支障をきたすことはないと思われる。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ない。

### 2.2.2 自然条件

ラホールはラビ川の沖積平野に在り、全体に平坦な地形を呈している。表層から 200m  
以上にわたり砂質土層に覆われているが、水平方向、深さ方向に粘土層の介在が見ら  
れる。地下水は地表面から 10～30m の深さに存在するが、飲用水源として利用されて  
いるのは地下 120～200m から汲み上げられている。

ラホール市における過去 10 年( 1994 年～2003 年 )の降雨量を見ると、年間で 1200mm  
から 400mm 程度と、年によって大きく変化している。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( 図 2.3 )。モンスーン期における月別  
の日平均降雨量は概ね 10mm/日以下であるが、月別の日最高雨量を見ると、80mm を越  
す雨が月に一度は発生している( 図 2.4 )。過去 10 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 10 年間で最高の  
雨量を記録している( 図 2.4 )。同市において観測された 1947～2003 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 年となっており、ほぼ 10 年に 1 度の割合で 180mm/日を越す大雨が記録さ  
れている。

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 月の気温は最高でも 6～7 程度である。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。

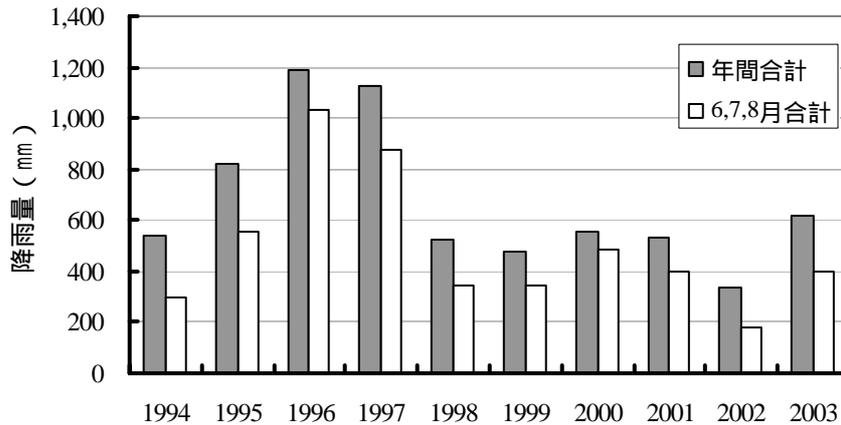


図 2.3 過去 10 年の年間降雨量

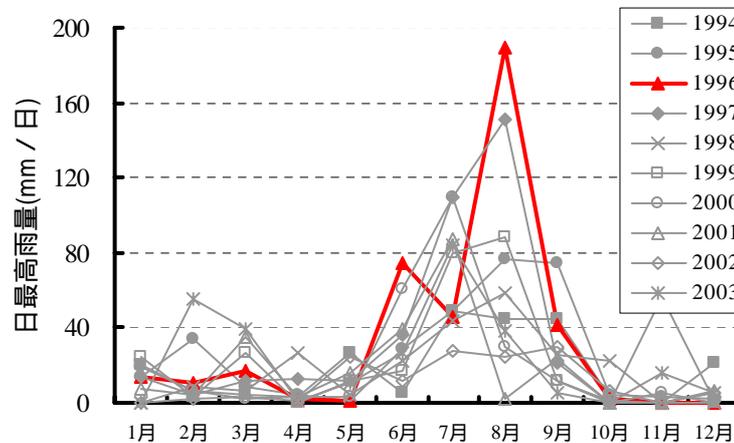


図 2.4 過去 10 年間の日最高雨量

### 2.2.3 水質と衛生環境

本プロジェクト地域においては、A と B 地区に染色業、鉄鋼および靴加工業を始めとする工場が多く存在する。南部の H1 地区では鋳物加工業が突出している。これらのうち排水量が多く化学物質を使用する染色業の工場からは有害物質の排出が懸念される。苛性ソーダ、酢酸および中国や欧米諸国から輸入された染料が使用されているが、詳細な組成は不明である。一方、クロムをはじめとした重金属やその他有害物質を排出する皮革工場やメッキ工場、肥料・化学工場等の立地はない。現状では、工場排水の立ち入り調査は実施されておらず、排水を受け入れる WASA 側にもこうした検査の権限はない。

ラホール市から発生する未処理の生活排水や工場排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。ラビ川の水質調査結果を見ると、有機汚濁指標である BOD および COD 濃度はラホール市北部の左岸側のシャドラ・トンガ(Shahdra Tonga) 橋で

23.9mg/l 及び 107mg/l と著しく高くなっている。こうしたラビ川の水質汚濁を改善するためには、現在未処理の工場廃水の処理施設ならびに生活排水を処理するための下水処理施設の建設が不可欠である。

ラホール市の保健部によると、モンスーン期は水系伝染病が多く発生する傾向にある。特に、市内が豪雨により冠水する頻度が高まるモンスーン期（7～8月）の下痢患者数を見ると、図 2.5 に示すとおり全体の約 20～30%がこの期間に集中している。これは、この時期食べ物が細菌に侵されやすいという理由の他に、冠水により市街地の衛生環境が悪化することが大きな要因として挙げられる。

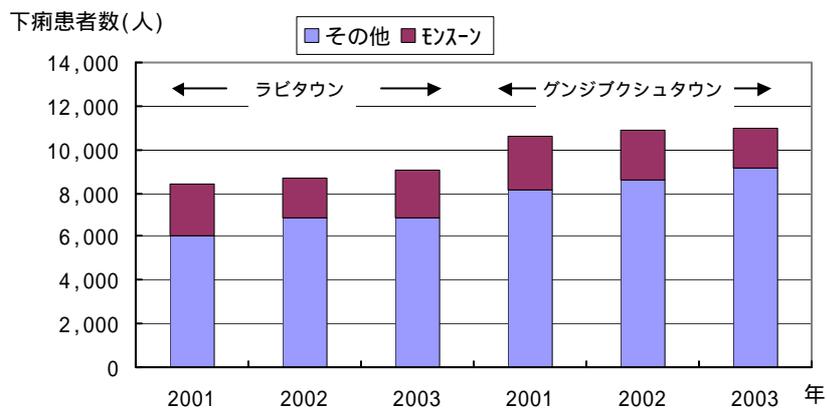


図 2.5 モンスーン期とその他の月の下痢患者数との比較

## 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

ラホール市の上水および下水・排水システムは1930年代に一部地区が整備されたが、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。こうした調査結果に基づき、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年に発生した60年ぶりの集中豪雨には対応できず大きな水害に見舞われている。こうした経緯を踏まえ、英国のDFIDはWASAに対し1996年から98年にかけて清掃機材の供与とこれに係る技術指導を行ったが、堆積汚泥量に対し機材の絶対数が不足しているため、問題の抜本的な解決に至っていない。

上記背景の下、LDAはラホール市の総合開発マスタープランを策定しており、各分野において将来を見据えた計画を提案し、2021年の目標年に向けてこれらの計画を3つのフェーズに分け段階的に実施する意向を示している。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分野にわた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54,692百万ルピー（約1,094億円）が必要とされている。この中で、下水・排水分野は6,780百万ルピー（約136億円）を見込んでおり、全体の12.4%に相当する額を占めている。

ラホール市内の雨水排水および下水施設の整備・改善は、LDA傘下のWASAにより実施されている。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ているが、ポンプの必要台数を整備できていない。また、開水路に堆積した汚泥やごみの除去を行っているものの、機材不足により効率的な清掃作業ができない状況となっている。さらに、下水管の清掃作業については人力に頼るところが多く、下水管内で働く作業員の健康と安全確保にも不安を抱えた状態が続いている。

こうした中で本プロジェクトは、LDA/WASAが策定したアクションプランに基づき、市内で最も緊急性の高い北部地域（A,B,G,H1地区）を対象にして、既設下水路と排水

路の清掃を 3 年間で実施し排水機能の改善を果たすと共に、ポンプ場の排水能力を高めることを目標とするものである。

### 3.1.2 プロジェクトの概要

本プロジェクトは3年の実施期間が見込まれており、上記目標を達成するために適正規模の機材の整備を行うと共に、ごみを水路に棄てない市民啓蒙運動を実施する計画となっている。これにより、人口 200 万人を擁するラホール市北部地域の下水排水路から汚泥やごみが除去され、排水機能の回復を図ると共にモンスーン期における冠水状況の早期改善が期待されている。

この中において、我が国の協力対象事業は WASA に対し下記清掃機材の調達とポンプ場関連機材の調達・据付である。さらに、ソフトコンポーネントにより本プロジェクトが持続的、かつ計画的に運営管理できるよう、技術支援活動を行う。なお、本プロジェクト完了後（2009 年以降）、調達された清掃機材は基本的に同地区における清掃作業に繰り返し利用されるが、同地区の汚泥堆積状況によっては、新たな清掃計画に基づき WASA が管轄する他の地区における清掃作業に使用される。

- 汚泥除去機材（高圧ポンプ車 4 台、汚泥吸引車 4 台、給水タンク車 2 台、クラムシェル掘削機 2 台、油圧式掘削機 3 台、下水用水中ポンプ 4 基及び付属発電機 4 基）
- 汚泥運搬用機材（8 トン級ダンプトラック 20 台、4 トン級ダンプトラック 4 台、ピックアップトラック 4 台、ホイールローダ 2 台）
- ポンプ場関連機材（ポンプ 6 基及び付属品、自動除塵機 1 式、配電盤 6 面）
- 技術支援（作業計画/運営計画：2 ヶ月、モデル施工監理：3 ヶ月）

## 3.2 協力対象事業の基本設計

### 3.2.1 設計方針

#### 3.2.1.1 機材選定に係る判断基準

##### (1) 機材の種類

本プロジェクトにおける調達機材は次の4種類に分類できる。これらの機材に対し、選定方針を以下に整理する。

- A. 清掃機材
  - A-1. 下水管路清掃機材
  - A-2. 排水路清掃機材
  - A-3. ポンプ場清掃機材
- B. モニタリング用機材
- C. ポンプおよび関連機材
- D. 除塵機

##### (2) 機材の選定方針

機材の選定にあたっては、下記方針について十分検討を加えるものとする。

###### (a) WASA の実績および技術水準

WASA はこれまで DFID や世銀から供与された清掃機材の使用実績があり、下水管路清掃のノウハウもある。維持管理面でもこれらの限られた機材を数十年にわたり使用してきており、技術的な維持管理能力はあるといえる。清掃機材の要請はこれらの経験をもとに必要な機材を吟味しており、機材の選定もこれらの実績を考慮し、既存機材と同レベルで、かつ現状の WASA の技術レベルで維持管理可能な機材とする。

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の建屋への追加であるため、既存機材の仕様を参考に選定する。WASA は現在、100台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いえる。

除塵機については既存の老朽化したものを撤去し同じ場所に新設することになるため、既存の建屋に納めることができ、かつ既存のものと類似の自動システムで、維持管理しやすい形式を選定する。

###### (b) 作業の効率化・省力化

清掃機材の機械化により、作業効率の向上、省力化および労働環境の改善

を目指す。下水管路の清掃については、作業の機械化により、人力による下水管路内の作業を省力化する。WASA は下水管路内の作業を請負う作業員が集まらないという問題に直面しており、清掃作業を機械化・省力化する必要性に迫られている。これは作業員が下水管路内の劣悪な労働環境を嫌っていることと、同程度の賃金を他の業種で得られるようになったという事情による。

個々の清掃機材について見ると、汚泥吸引車は現場にて直接ダンプトラックに汚泥を積み下ろしできるタイプを採用し、作業効率を向上させる。これは従来のタイプでは汚泥吸引車のタンクが満杯になるたびに現場を離れ、ごみ処分場または近くの水路まで自走・排泥しに行かなくてはならず、作業効率が悪いためである。

また、排水路の汚泥除去については、現況で不足しているダンプトラックを各掘削機材に必要な数供給することにより、掘削機材の待機時間を少なくし作業効率の改善を見込む。

#### (c) 環境面への配慮

清掃機材の導入にあたり、作業効率だけでなく環境面にも配慮する。汚泥吸引車については、現場で直接ダンプトラックに排泥できるタイプのものと汚泥運搬用のダンプトラックを組み合わせることにより、これまで除去した汚泥を近くの水路に排出していたのを、ごみ処分場まで運搬・埋立できるようにする。また汚泥運搬用のダンプトラックを必要数供給することにより、これまで下水管路や排水路から掘削し道路に野積みしていた汚泥を適宜ごみ処分場まで運搬できるようにし、清掃作業周辺の環境の改善につなげる。WASA は本計画に備え、IEE を実施しており 2004 年 8 月に終了している。その結果に関しては、同年 9 月 6 日にパンジャブ州環境保護局で審査され、正式に承認が得られている。

#### (d) 自然条件

選定した清掃機材による清掃計画を策定するにあたり、ラホール市の自然条件を考慮する。ラホール市の年間降雨量は平均 600mm 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。年間降雨日数は平均 40～50 日程度あるものの、10mm 以上の降雨となると年間 18 日程度となる。これより、年間稼働日数は休日・祝日および 10mm 以上の降雨日数を考慮し、290 日とする。

ポンプ規模の決定については、通常、計画降雨量から目標を設定するもの

であるが、WASA はこれを考慮しておらず、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冠水状況からポンプの必要台数を適宜決めている。すなわち、冠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増強するというように、状況に応じ対策を講じてきている。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でおり、各ポンプ場の流域を分割することは困難である。また、ポンプ場への流入量は流入管渠・水路断面から制限されていることから、ポンプ規模の決定は現況の考え方を踏襲し、各ポンプ場への流入管渠・水路断面から照査する。

なお、清掃計画策定のための堆積汚泥量については、1995年のDFIDの調査した値をベースに、今回現地再委託にて調査した値を加味し設定する。

### 3.2.1.2 機材のグレードおよび規模設定に係る方針

各機材のグレードおよび規模の設定方針は、それぞれの使用目的ごとに整理し、以下にまとめる。

#### (1) 下水管路清掃機材

下水管路清掃機材の選定は、まず設計対象範囲および下水管を決め、その堆積汚泥量を推定し、WASAのアクション・プランに定める3年程度の清掃計画を立て、それに必要な清掃機材数を決定する、という順で行う。

##### (a) 設計対象下水管の選定

設計対象範囲はWASAの要請にしたがい、A、B、G、H1地区の4地区とし、対象下水管も要請にしたがい、幹線下水管である内径500～1,500mmの範囲とする。小口径である500mm以下の2、3次管は本プロジェクトの対象には含めず、大口径の1,500mmを超える管渠についても、現地で確認したところ比較的新しい構造物で汚泥の堆積が進んでいないこと、また導入する清掃機材の規格を超えていることから対象外とする。

##### (b) 堆積汚泥量の推定

下水管の堆積汚泥量は1995年に実施されたDFIDの調査をもとに、今回実施した現地再委託の結果を加味し、推定する。表3.1にそれぞれの調査の比較を示す。

表 3.1 主要下水管路における推定汚泥量の比較

対象道路	DFID 調査(1995) <sup>1)</sup>		現地再委託調査(2004)		汚泥量の増減率 [%]
	延長 [m]	汚泥量 [m <sup>3</sup> ]	延長 [m]	汚泥量 [m <sup>3</sup> ]	
A 地区					
Ravi Rd.	1,900	454	1,930	614	135
Karim Park Rd.	4,800	1,852	3,560	3,143	170
B 地区					
Umer Din Rd.	2,500	786	2,760	547	70
G 地区					
Davies Rd.	2,900	871	3,070	570	65
Abbot Rd.	3,600	1,080	3,600	906	84
Mecleod Rd.	5,050	2,308	4,250	2,176	94
Railway Rd.	1,550	777	1,500	831	107
H1 地区					
Sham Nagar Rd.	3,700	2,441	3,300	2,400	98
Lytton Rd.	1,200	290	630	94	32

1) WASA には DFID の調査した汚泥量の管径ごとのデータはあるが、それがどこの路線かを示す内訳がない。すなわち、600 の管渠の総汚泥量はあるが、いくつかある 600 の路線の、それぞれの汚泥量はない。そのため、各路線の汚泥量は、まず各路線延長を全体図面からスケールアップして求め、それに管径ごとの汚泥堆積深度をかけて推定した。

上表から分かるように、2004 年の現地再委託の調査により、A 地区では推定汚泥量が 1995 年の DFID 調査時と比較して 35～70%程度増加しているが、その他の地区では概ね同じ程度かそれ以下という結果が得られた。これより、B、G、H1 地区では 1995 年調査時から汚泥量がそれほど変化していないこと、また A 地区ではそれが大きく増加していることが確認された。したがって、下水管路の推定汚泥量は、B、G、H1 地区については調査精度が高い DFID 調査結果を使用することとし、A 地区については同値の 1.6 倍程度を使用し、清掃計画を策定することとする。

これより、各地区における推定汚泥量は表 3.2 に示すように求まり、その総量は 26,000m<sup>3</sup>程度となる。

表 3.2 下水管路の推定汚泥量

地区	900 未満			900 以上			計		
	距離 [m]	DFID 調査時 [m <sup>3</sup> ]	推定量 [m <sup>3</sup> ]	距離 [m]	DFID 調査時 [m <sup>3</sup> ]	推定量 [m <sup>3</sup> ]	距離 [m]	DFID 調査時 [m <sup>3</sup> ]	推定量 [m <sup>3</sup> ]
A 地区 <sup>1)</sup>	8,100	1,060	1,700	7,200	2,560	4,100	15,300	3,620	5,800
B 地区	10,200	2,230	2,200	4,800	2,880	2,900	15,000	5,110	5,100
G 地区	22,100	6,470	6,500	5,400	2,770	2,800	27,500	9,240	9,300
H1 地区	14,650	2,700	2,700	6,350	2,860	2,900	21,000	5,560	5,600
Total	55,050	12,460	13,100	23,750	11,070	12,700	78,800	23,530	25,800

1) A 地区における汚泥量は、1995 年 DFID 調査時の値の 1.6 倍程度とする。その他の地区はそのまの値とする。

(c) 清掃計画

下水管路清掃作業 1 チームの主要機材の構成は、高圧ポンプ車、汚泥吸引車、給水タンク車、汚泥運搬用の 4t 級ダンプトラック、下水用水中ポンプおよび発電機、各 1 台とし、全部で 4 チームの編成とする。ここで、給水タンク車は 2 チームに 1 台とし、必要に応じ既存のものを補填する。

下水管路の清掃計画には、既存の高圧ポンプ車と汚泥吸引車は加えないものとする。これは既存の高圧ポンプ車と汚泥吸引車の数が SDO (Sub-Divisional Office) の数に足りておらず、これらが日々の苦情対応に追われ、定期的な清掃作業にまわる余裕がないためである。

作業区分は、同じラピタウンに属し対象面積が比較的小さい A と B 地区を統合し、それに G 地区と H1 地区を加えた 3 つの区分とし、それぞれを 3 人の SDO 担当者 (Sub-Divisional Officer) が管理する体制とする。このうち G 地区は最も堆積汚泥量が大きく、かつ同地区の下水管は 1930 ~ 40 年代に建設された卵形管が全体の 80% 以上を占めており、汚泥除去作業に困難を伴うと予想されるため、同地区には清掃機材を 2 チーム分割り振るものとする。

各地区、SDO 担当者およびそれぞれの機材配置計画を表 3.3 および図 3.1 に示す。

表 3.3 下水管路清掃機材の配置計画

機材名称	要請 台数	既存機 材から の補填	SDO (A&B 地区)	SDO (G 地区)	SDO (H1 地区)
			シャド・バグ ポンプ場	メインアウトフォール ポンプ場	トラック 事務所
高圧ポンプ車	4	0	1	2	1
汚泥吸引車	4	0	1	2	1
給水タンク車	2 <sup>1)</sup>	0	0	1	1
下水用水中ポンプ	4	0	1	2	1
発電機	4	0	1	2	1
ダンプトラック 4t 級	4	0	1	2	1

注)

- 1) 給水タンク車は高圧ポンプ車 2 台に対して 1 台割り振り、足りない場合には既存機材で補填する。

次に、上記清掃機材の組み合わせによる作業効率を以下に整理する。汚泥吸引車の 1 日当り作業量は、現地での聞き取り調査によると、下水管渠 900mm 未満の小径管では 20～30m 程度、900mm 以上の大径管では 12～15m 程度ということであったので、これを参考にそれぞれ 8m<sup>3</sup>/日および 10m<sup>3</sup>/日と仮定する(G 地区では卵形管が大半を占めるため、作業効率はそれぞれ 7m<sup>3</sup>/日および 9m<sup>3</sup>/日に低減する)。これは日本下水道協会の資料が示す参考値<sup>1</sup>とほぼ一致する。

これより、各地区の汚泥除去に必要な日数(年数)を計算すると、表 2.4 に示すように、A&B 地区で 4.1 年、G 地区で 2.1 年、H1 地区で 2.2 年、平均すると 2.8 年程度となる。これより、A&B 地区の一部を G 地区が補完するようなスケジュールを組めば、設計対象範囲全体の下水管の汚泥除去を 2.8 年程度で完了することができる。

<sup>1</sup>「建設省都市局下水道部監修 下水道施設維持管理積算要領 管路施設編 社団法人 日本下水道協会 1999」では、汚泥吸引車の作業効率を“ 800～1,500mm では 10m<sup>3</sup>/日 ”、“ 600mm 土砂深 40% で 7.9m<sup>3</sup>/日、土砂深 50% で 9.2m<sup>3</sup>/日 ”としている。

表 3.4 下水管路の清掃計画

地区	下水管区分	汚泥除去量[m <sup>3</sup> ]	作業グループ数	1日当り作業量[m <sup>3</sup> /日]	必要延べ日数	必要年数[年]
A&B地区	900未満	3,900	1	8	488	1.7
	900以上	7,000		10	700	2.4
G地区	900未満	6,500	2	14 <sup>1)</sup>	464	1.6
	900以上	2,800		18 <sup>1)</sup>	156	0.5
H1地区	900未満	2,700	1	8	338	1.2
	900以上	2,900		10	290	1.0
合計(平均*)		25,800	4		2,436	2.8*

注)

1) G地区における1日当り汚泥除去量は 900mm未満で7m<sup>3</sup>/日、 900mm以上で9m<sup>3</sup>/日とする。

(d) 下水管路清掃機材

以上の検討より、設計対象範囲(A、B、G、H1地区)の下水管をおよそ3年間で清掃するのに必要な下水管路清掃チーム数は4チームとなる。1チームの構成は、高圧ポンプ車、汚泥吸引車、給水タンク車、4t級ダンプトラック、下水用水中ポンプおよび発電機、各1台(ただし給水タンク車は2チームに1台)とする。それぞれの機材の仕様および必要性を表3.5に整理する。また、汚泥吸引車の既存タイプと現場にてダンプトラックに直接排泥できるタイプの比較を表3.6に示す。

表 3.5 各下水管路清掃機材の仕様と必要性(1/2)

機材名称 (要請台数)	仕様	必要性
<p>高圧ポンプ車 (4台)</p>	<p>積載重量 8t 級、 タンク容量 4,500L 以上、 吐出水量 200L/min 以上、 最高圧力 19.6MPa 以上 (200kgf/cm<sup>2</sup> 以上)</p>	<p>高圧ポンプ車は清掃チームが 4 チームなので、各チームに 1 台ずつ、計 4 台とする。 高圧ポンプ車は現在 WASA に 11 台あり、パンジャブ州の支援により 2004 年中にさらに 5 台取得し、計 16 台にする予定である。ただし、これでも WASA 管内にある 21 の SDQ (Sub-Divisional Office) の数以下であり、定期的な下水管清掃作業まで手が回らないというのが実状である。したがって、定期的な下水管清掃作業の実施には、それ専用の新規の高圧ポンプ車を導入する必要がある。 高圧ポンプ車の積載重量は、既存のものと同規模の 8t 級とする。タンク容量は 4,500L 以上、吐出水量は 200L/min 以上、最高圧力は 19.6MPa 以上と、いずれも既存のものと同様の仕様とする。</p>
<p>汚泥吸引車 (4台)</p>	<p>積載重量 8t 級、 油圧可動式タンク 4,000L 以上、 強制排水機能付</p>	<p>汚泥吸引車も高圧ポンプ車と同様、各清掃チームに 1 台ずつ、計 4 台とする。 汚泥吸引車は現在 WASA に 16 台あり、パンジャブ州の支援により 2004 年中にさらに 2 台取得し、計 18 台にする予定である。ただし、これも SDO の数に足りず、日々の苦情対応に追われているのが実状である。したがって、定期的な下水管清掃作業の実施には新規の汚泥吸引車が必要である。 汚泥吸引車は既存のタイプとは異なり、現場にて直接ダンプトラックに排泥できるタイプを採用する。これは、既存のタイプではタンクが満タンになるたびに自走/排水しにサイトを離れなくてはならず作業効率が落ちること、またタンク満載時の運搬による車両への負担が大きく故障の原因となっていること、下水管から除去した汚泥を排水路に排出し環境面での問題があることなどの理由による。表 3.6 に汚泥吸引車タイプの比較を示す。 高圧ポンプ車の積載重量は既存のものと同規模の 8t 級とし、タンク容量は油圧で可動な 4,000L 程度とする。</p>
<p>給水タンク車 (2台)</p>	<p>積載重量 8t 級、 タンク容量 8,000L 以上</p>	<p>給水タンク車は高圧ポンプ車に給水するために使用する。WASA には現在 4 台の給水タンク車があり、これまでの経験上、1 台の給水タンク車が複数の高圧ポンプ車に対応できているため、WASA の要請も 4 台の高圧ポンプ車に対し 2 台の給水タンク車としている。また、設計対象範囲には給水栓が 10 数ヵ所あり、高圧ポンプ車が直接給水に向かうこともできるため、これは適当な台数といえる。 給水タンク車の積載重量は既存のものと同規模の 8t 級とし、タンク容量は 8,000L 程度とする。</p>
<p>ダンプトラック 4t 級 (4台)</p>	<p>積載重量 4t 級</p>	<p>汚泥吸引車は現場にて排泥できるタイプを採用するため、汚泥運搬用のダンプトラックが必要となる。汚泥吸引車からの排泥量は 1 回 1~2m<sup>3</sup> 程度であるため、ダンプトラックは 4t 級で十分である。また汚泥吸引車と高圧ポンプ車を合わせた 1 作業サイクルは 60 分程度と想定されるため、ダンプトラックの運搬・排出時間 60 分程度と同じになり、汚泥吸引車 1 台当たり 4t 級ダンプトラック 1 台あれば十分といえる。4t 級ダンプトラックの要請数は 3 台であり、残り 1 台は WASA の既存 4t 級トラックを活用する計画であったが、B/D 調査の結果、既存 1 台については本プロジェクト対象地以外の清掃に使用されているため、4 台とも日本側の負担とする。</p>

表 3.5 各下水管路清掃機材の仕様と必要性(2/2)

機材名称 (要請台数)	仕様	必要性
下水用水中ポンプ (4台)	無閉塞型水中ポンプ、 吐出量 3.4m <sup>3</sup> /min、 全揚程 13.2m	<p>下水用水中ポンプは、高圧ポンプ車の作業前および作業中に清掃対象の下水管の排水に使用する。発電機はこの下水用水中ポンプの電源用である。下水用水中ポンプは各清掃チームに1台ずつで計4台とする。</p> <p>発電機は、WASA 所有の既存2台を援用し、残り必要な2台が要請されていたが、B/D 調査の結果、既存の2台については緊急対応に使用される頻度が高く、本プロジェクトに使用することが困難と判断されたため、4台を日本側の負担とする。</p>
発電機 (4台)	下水用水中ポンプ用	<p>WASA は DFID から供与された下水用水中ポンプを2台所有しているが、数が不足している。これ以外に冠水被害軽減のためのエンジンポンプを多数所有しているが、このエンジンポンプを下水管の排水用に使用すると吸込口の水位が下がったときにエンジンが焼きつく可能性があり、援用できない。したがって、低水位でも運転可能な下水用水中ポンプを要請している。</p> <p>下水用水中ポンプの仕様は既存の下水用水中ポンプと同程度の、吐出量 3.4m<sup>3</sup>/min、全揚程 13.2m の無閉塞型水中ポンプとする。また、発電機の仕様は、下水用水中ポンプの始動・運転に支障のない規模とする。</p>

表 3.6 汚泥吸引車タイプの比較

タイプ	既存タイプ (ポンプとタンクのみ)	油圧可動タンクおよび強制排水機能付き
仕組み	<p>汚水を真空ポンプでタンク内に吸引し、タンクが満杯になったら自走し、排水路に排水する。</p>	<p>汚水を真空ポンプでタンク内に吸引し、タンクが満杯になったらポンプを切り替え、フィルターを介し、タンク内の水分を排水する。これによりタンク内には全体積の10%程度の汚泥が残る。この作業を2-3回繰り返す、その後タンクを油圧機構で持ち上げ、汚泥をダンプトラックに排出する。</p>
作業効率 (1サイクル)	<p>汚水吸引 : 30-40 分 運搬・排水 : 60-70 分 計 : 90-110 分</p>	<p>汚水吸引 : 20-30 分 × 2-3 回 排水 : 0.5-1 分 × 2-3 回 排泥 : 10 分 計 : 30-40 分</p>
タンク容量	6000L	4000-4500L
特徴	<p>タンクが満杯になると現場を離れ近くの排水路まで排水しに行かなくてはならないため、作業効率が悪い。 除去した汚泥を排水路に投棄することになるため、環境面で問題あり。</p>	<p>タンクが満杯になるとその場で汚水だけ排水し、引き続き吸引作業できるため、作業効率が良い。 除去した汚泥はその場でダンプトラックに積み込み、ダンプトラックが処分場まで運搬・埋め立てするため、環境面の問題もない。</p>
維持管理	<p>作業終了後、タンク内の清掃が必要。 満載状態で運搬するため、車両への負担が大きく、タイヤやサスペンションの故障が多い。</p>	<p>作業終了後、タンク内の清掃が必要。 汚水と汚泥を分離するフィルターは 5mm 程度の穴が開いたステンレス製の鋼板であるため、通常のタンク内の洗浄で問題はない。定期的な交換を必要としない。 油圧式排泥機構は通常の油圧機構のため、通常の油圧機構のメンテナンスで済む。</p>
評価	<p>自走して排水しに行かなくてはならないため、作業効率が落ちる。 汚泥を投棄するため、環境面で問題あり。 車両の損傷が大きい。</p>	<p>現場で排水・排泥できるため、作業効率が良い。除去した汚泥はダンプトラックで処分場まで運搬するため、環境面でも問題がない。</p>

## (2) 排水路清掃機材

排水路清掃機材の選定は、まず設計対象排水路を決め、その堆積汚泥量を推定し、WASA のアクション・プランに定める 3 年程度の清掃計画を立て、それに必要な清掃機材数を決定する、という順で行う。

### (a) 設計対象排水路の選定

設計対象排水路は、WASA の要請にしたがい、表 3.7 および図 3.2 に示すように延長 28km 程度の区間とする。排水路の流域は、下水管の排水区とは異なり、各地区の区分とも無関係となっている。排水路はすべて開水路で、暗渠は対象外とする。これは下水管の暗渠と同様、排水路の暗渠も比較的新しい構造物で汚泥の堆積が進んでいないこと、また本設計で導入する清掃機材の規格を超えているためである。

### (b) 堆積汚泥量の推定

既存排水路の水路床はチョタ・ラビ排水路 (Chota Ravi Drain) を除きライニングしておらず、計画縦断図もないため、計画水路床高が不確定である。したがって、汚泥量の推定は横断図および縦断図を参考に、計画水路勾配および計画水路床高を推定して求める。これより、各排水路の推定汚泥量は表 3.7 に示すとおりであり、その総量はおよそ 400,000m<sup>3</sup> である。

表 3.7 設計対象排水路およびその推定汚泥量

名称	延長 [km]	水路幅 [m]	水路深度 [m]	平均汚泥 堆積深度 [m]	推定汚泥 量[m]	掘削・積込機械
チョタ・ラビ排水路 (Chota Ravi Drain)	3.3	2 - 5	1.5 - 2.5	1.0 - 2.0	13,300	油圧式掘削機 (0.28m <sup>3</sup> )
セントラル排水路 (Central Drain)	2.8	2 - 8	1.5 - 3.5	0.8 - 1.5	39,600	クラムシェルと 油圧式掘削機 (0.8m <sup>3</sup> )
ローワー・モール排水路 (Lower Mall Drain)	1.1	5 - 10	1.5 - 2.0	0.7 - 0.8	6,200	油圧式掘削機 (0.28m <sup>3</sup> )
Edward Road 排水路 Edward Road Drain	1.8	1 - 3	1.5 - 2.0	0.3 - 0.8	1,400	
アルファラ排水路 (Alfalalah Drain)	1.1	2 - 4	1.5 - 2.0	0.5 - 0.8	2,200	
グルバーク排水路-1 (Gulberg Drain-1)	2.2	5 - 14	2.5 - 3.5	1.0 - 1.5	25,000	クラムシェルと 油圧式掘削機 (0.8m <sup>3</sup> )
グルバーク排水路-2 (Gulberg Drain-2)	0.7	5 - 8	2.0 - 3.0	1.5 - 1.8	8,400	油圧式掘削機 (0.28m <sup>3</sup> )
グルシャン・イー・ラビ排水路 (Gulshan-e-Ravi Drain)	0.7	11 - 15	2.3 - 4.3	1.5 - 2.0	14,700	クラムシェルと 油圧式掘削機 (0.8m <sup>3</sup> )
ミアン・ミール排水路 (Mian Mir Drain)	14.0	10 - 20	2.4 - 4.4	1.0 - 2.0	283,900	
合計	27.7				394,700	

(c) 清掃計画

上記の推定汚泥量を、要請機材である掘削・積込機材(クラムシェル2台、油圧式掘削機0.8m<sup>3</sup>級1台、油圧式掘削機0.28m<sup>3</sup>級2台)および運搬機材(8t級ダンプトラック20台)で除去・運搬する計画とする。表3.7に示すように水路幅の狭い小規模な排水路の汚泥除去は0.28m<sup>3</sup>級油圧式掘削機を使用し、大規模な排水路については0.8m<sup>3</sup>級油圧式掘削機とクラムシェルを併用する。排水路の清掃計画を表3.8に示す。これより、小規模な排水路の汚泥除去に1.7年程度、大規模な排水路に3.4年程度必要となる。

表 3.8 排水路の清掃計画

排水路	推定汚泥量 [m <sup>3</sup> ]	掘削・積込機械、その作業能力	運搬機械	1台当り積込・運搬時間 (1サイクル) <sup>1)</sup>	1日当り運搬量	必要日数 <sup>2)</sup> (年数)
小規模排水路 チョタ・ラビ排水路 ローワー・モール排水路 イトワト・ロード排水路 アルファラ排水路 グルバーク排水路-2	31,500	油圧式掘削機 2台 (0.28m <sup>3</sup> 級) 3分/回 (20回/hr、 5.6m <sup>3</sup> /hr)	ダンプトラック 8t級 2台×2	積込： 5.3m <sup>3</sup> /0.28m <sup>3</sup> =19回 19回×3分/回=57分 運搬・積降：80分 計 137分/サイクル 1日3サイクル	5.3m <sup>3</sup> ×2台×2 ×3往復 = 63.6m <sup>3</sup> /日	495日 (1.7年)
大規模排水路 セントラル排水路 グルバーク排水路-1 グルシャン・イー・ラビ排水路 ミアンミール・バブ・サブ排水路	363,200	油圧式掘削機 1台 (0.8m <sup>3</sup> 級) 2分/回 (30回/hr、 24m <sup>3</sup> /hr)	ダンプトラック 8t級 6台	積込：5.3m <sup>3</sup> /0.28m <sup>3</sup> =7回 7回×2分/回=14分 運搬・積降：80分 計 94分/サイクル 1日5サイクル	5.3m <sup>3</sup> ×6台 ×5往復 = 159m <sup>3</sup> /日	979日 (3.4年)
		クラムシェル 2台 (0.7-0.8m <sup>3</sup> ) 3分/回 (20回/hr、 15m <sup>3</sup> /hr)	ダンプトラック 8t級 5台×2	積込：5.3m <sup>3</sup> /0.75m <sup>3</sup> =7回 7回×3分/回=21分 運搬・積降：80分 計 101分/サイクル 1日4サイクル	5.3m <sup>3</sup> ×5台×2 ×4往復 = 212m <sup>3</sup> /日	
合計	394,700	5台	20台		435m <sup>3</sup> /日	

注)

1) ダンプトラック1台の往復時間は80分(片道10km/時速20km×2=60分、積降10分)とする。

2) 年間稼働日数は290日とする。

(d) 排水路清掃機材

以上の検討より、排水路の清掃作業に必要な機材は掘削・積込機械5台と8t級ダンプトラック20台と求まる。各機材の仕様および必要性を表3.9に整理する。

表 3.9 各排水路清掃機材の仕様と必要性

機材名称 (要請台数)	仕様	必要性
クラムシェル (2台)	ホイールタイプ、 油圧式、 クラムシェル(アタッチメント)	<p>排水路は幅 10m 以上の区間が 10km 以上あり、汚泥堆積深度も 1~2m 程度と推定されるため、汚泥除去にはクラムシェルが必要である。必要台数は 3 年間の清掃計画から 2 台と算定される。</p> <p>現在、クラムシェルはクレーン式のものが WASA に 1 台 (1966 年製) しかなく、排水路の浮遊ごみの除去やポンプ場の流入ピットの汚泥除去などにフル稼働している。このため、既存の機材は清掃計画に加えない。</p> <p>なお、クレーン式のクラムシェルでホイールタイプのもものは、作業の安全性が確保できないという理由で、現在、日本および他の先進国では製造されていない。一方、クローラータイプは製造されているものの、機材本体が 30t 級と大きくなり移動にトレーラーを必要とするため、実状に見合った作業方法とは言い難い。以上のことから、ホイールタイプの油圧式掘削機にクラムシェルをアタッチメントしたものが先方のニーズを満足させるのに最も適正な方法と判断し、これを採用する。</p>
油圧式掘削機 (1) (2台)	バケット容量 0.28m <sup>3</sup> 、 ブーム長約 3,700mm	<p>3 年間の清掃計画から、必要な油圧式掘削機は大型のバケットサイズ 0.8m<sup>3</sup> が 1 台、小型の 0.28m<sup>3</sup> が 2 台である。</p> <p>現在 WASA には大型の油圧式掘削機が 4 台 (うち故障中 1 台) と小型のものが 1 台あるが、絶対数が少なく日々の苦情対応に追われている状況であるため、これらは清掃計画に加えない。要請 3 台の油圧式掘削機のうち、大型のものは大規模な排水路の汚泥除去をクラムシェルと協同で実施し、小型のものはその他の小規模な排水路を担当する計画とする。</p>
油圧式掘削機 (2) (1台)	バケット容量 0.8m <sup>3</sup> 、 ブーム長約 5,500mm	<p>大型の油圧式掘削機は既存のものと同規模のバケットサイズ 0.8m<sup>3</sup> とし、小型のものは一般的なバケットサイズ 0.28m<sup>3</sup> とする。</p>
ダンプトラック (20台)	積載重量 8t 級	<p>上記クラムシェルおよび油圧式掘削機で除去した汚泥をごみ処分場まで運搬するのに 8t 級ダンプトラックを使用する。8t 級ダンプトラックはクラムシェルに各 5 台 (計 10 台)、油圧式掘削機 0.8m<sup>3</sup> 級に 6 台、油圧式掘削機 0.28m<sup>3</sup> 級に各 2 台 (計 4 台)、合計 20 台とする。WASA はこのうちパンジャブ州への要請により 10 台を調達する計画であったが、本プロジェクト開始時までには間に合いそうもなく、これらがないと清掃作業の消化に問題があるため、20 台すべて日本側の負担とする。</p> <p>WASA は現在 19 台のダンプトラックを所有しているが、これらは常時の苦情対応でフル稼働状態なので、清掃計画には加えない。</p> <p>ダンプトラックの仕様は既存のものと同規模の積載重量 8t 級とする。</p>

### (3) ポンプ場清掃機材

WASA はポンプ場の清掃機材として、ホイール・ローダをシャドバグ (Shad Bagh) ポンプ場とグルシャン・イー・ラビ (Gulshan-e-Ravi) ポンプ場にそれぞれ 1 台ずつ要請している。これらはスクリーンから掻き上げたごみや貯水池に溜まったご

みをダンプトラックに積込むために使用される。上記 2 ヶ所のポンプ場には現在積込機材がなく、ごみ発生量も 1 日 7~10m<sup>3</sup> と他のポンプ場と比較しても多いため、現状の人力作業による除去では対応が困難となっている。人力作業に代わり本機材を整備することにより、不衛生な作業環境の改善を図ると共に、作業効率を高める必要がある。

ホイールローダの台数は上記のように 2 台とし、その仕様は次のように設定する。

ホイールローダの仕様

仕 様	設定根拠
バケット容量 1.2 m <sup>3</sup> 級	1 日 7~10m <sup>3</sup> 程度のごみをダンプトラックに直接積み込むことができるバケット容量 1.2m <sup>3</sup> を採用する。

#### (4) モニタリング用機材

WASA は集中豪雨が発生した際、冠水地区のパトロールに適した車両がないため、これまで市内の冠水状況（冠水範囲、冠水深、排水に要する時間等）のモニタリングは行ってこなかった。本事業では事業効果を定量的に監視する機材として、ピックアップトラックを要請している。ピックアップトラックは市内が集中豪雨に見舞われた際に冠水地区のパトロールを行うと同時に、本件調査において市内に 20 ヶ所設けたモニタリング地点（図 3.3 参照）を回り、冠水状況を監視するのに欠かせない機材である。WASA 本部と PMU 管轄下の機材保管地に各 1 台ずつ合計 4 台配備する内容となっている。

上記使用目的のため、車体が高く悪路にも対応できる 4 輪駆動が適正と判断する。また、モニタリングの活動は PMU の技師（Executive Engineer）と地区担当者の SDO（Sub-Divisional Officer）または副技師（Sub-Engineer）によって行われる予定で、運転手を除き少なくとも 2 名分の座席が確保できるダブルキャビン型が望まれる。ピックアップトラックの台数は上記のように 4 台とし、その仕様は次のように設定する。

ピックアップトラックの仕様

仕 様	設定根拠
ダブルキャビン	モニタリング時に運転手以外に 2 名以上の同乗者がいるため。
4 輪駆動	冠水時や悪路に対応できるため。
排気量 2800cc 以上（ディーゼル）	4 WD 仕様に必要な最低限の排気量。

## (5) ポンプ

本プロジェクトに関係するポンプ場で、直接ラビ川へ放流している下水ポンプ場は、北からシャド・バグ(Shad Bagh)ポンプ場、メイン・アウトフォール(Main Outfall)ポンプ場、グルシャン・イー・ラビ(Gulshan-e-Ravi)ポンプ場、ムルタン・ロード(Multan Road)ポンプ場の4カ所である。このうちポンプの要請のあったのがメイン・アウトフォールポンプ場を除く3カ所で、それぞれ $1.1\text{m}^3/\text{s}$ のポンプ2台、計 $2.2\text{m}^3/\text{s}$ ずつの補強という要請内容になっている。上記4カ所のポンプ場における流入管渠から求まる必要排水能力と現在の排水能力を比較すると、表3.10に示すように、メイン・アウトフォールポンプ場以外はいずれも現在の排水能力が必要な排水能力の30~60%程度しかなく、緊急な補強を必要としていることが分かる。また、これらのポンプ場には既存のポンプ場建屋内にそれぞれポンプ2台分のスペースが既に確保されており、新たな土木工事を必要としないため、工事のスムーズな進捗が期待できる。以上のことから、これらのポンプ場を緊急の補強対象として選択することは妥当な判断といえる。

同表において、上記4カ所のポンプ場における現在の排水能力は計 $36.8\text{m}^3/\text{s}$ で、これは必要排水能力 $68.9\text{m}^3/\text{s}$ の53%にあたる。すなわち、 $32.1\text{m}^3/\text{s}$ (47%)の不足である。これに対し、要請のあった3カ所のポンプ場と、WASAがパンジャブ州に要請している1カ所のポンプ場の排水能力を合計すると $9.8\text{m}^3/\text{s}$ ( $=2.2\text{m}^3/\text{s}\times 3 + 3.2\text{m}^3/\text{s}$ )ある。これらを加えることにより排水能力は $46.6\text{m}^3/\text{s}$ に増加し、28%の能力増強が見込まれている。これは必要排水能力の68%にあたり、これにより大幅な排水能力の向上が期待される。

これらのポンプの補強と下水管路および排水路の清掃により期待される直接的な効果は、ラホール市内における冠水被害の軽減である。ここでその直接的効果を推定してみると、以下ようになる。まず、ポンプの補強による排水能力が3割(28%)程度向上する。また下水管路の清掃により、現在、平均50%程度閉塞している汚泥が除去され、下水管の流下能力および貯留効果が50%程度向上することが期待される。同様に、排水路の堆積汚泥を除去することにより流下断面が増加し、流下能力および貯留効果が30~50%程度向上すると考えられる。これらが相乗的にはたらき、市内の排水能力が向上し、市内各所に発生する冠水被害が半分程度に減少することが期待される。すなわち、少量の降雨量ならば、下水管および排水路の容量が増加したことにより地表面に冠水しなくなり、冠水日数が半分程度に減少し、冠水時間も排水能力が総合的に向上することにより現在の

状態から半分程度に、またそれにより冠水範囲も半分程度に減少することが期待される。

具体的には、表 3.10 に示すように、冠水常習地区の 1 つであるラクシミ交差点付近（図 3.3 の No.1 地点）において、これまで 30～40mm 程度の降雨で排水に要する時間が 8～12 時間程度であったものが 4～6 時間に、また冠水深 40～60cm が 20～30cm 程度に減少すると予想される。同じく冠水常習地区の 1 つであるチョブルジ交差点付近（図 3.3 の No.8 地点）において、これまで 20～60mm 程度の降雨の排水時間が 4～8 時間かかっていたものが 2～3 時間に、冠水深 25～35cm 程度であったのが 10～20cm 程度に減少すると予想される。ただしこれはあくまで推定であり、プロジェクトの実施状況により変化する要素があるため、期待される効果を定量的に評価するためには定期的なモニタリングが欠かせない。

表 3.10 本プロジェクトの実施により期待される効果

冠水常習地区 (図 3.3 における参照番号)	降雨量 [mm]	プロジェクト前		プロジェクト後	
		排水時間 [hr]	冠水深 [cm]	排水時間 [hr]	冠水深 [cm]
Lakshimi 交差点付近 (No.1 地点)	30-40	8-12	40-60	4-6	20-30
Chuburgi 交差点付近 (No.8 地点)	20-60	4-8	25-35	2-4	10-20

これとは別に、表 3.11 に本プロジェクトに係るポンプ場（下水ポンプ場および排水ポンプ場）全体の一覧表を示す。このなかで、バブ・サブ、チョタ・ラビ、シャド・バグの各排水ポンプ場における必要排水能力の不足分も大きく見えるが、その補強の緊急性は低いと判断されるため、その説明を補足する。

まずバブ・サブ排水ポンプ場については、ここは自然流下が可能で、実質 1997 年以降ポンプを稼動していない（ポンプ排水を要する洪水がない）という事実から、その緊急性は高くないといえる。チョタ・ラビ排水ポンプ場においても同様に自然流下が可能なことと、1998 年以降ポンプを稼動していないという事実から、緊急の補強は必要ないといえる。シャド・バグ排水ポンプ場については、流入水路から求まる必要排水能力の不足分は非常に大きく将来的に排水能力の増強が必要であるが、当面は同敷地内の同じ貯留池のシャド・バグ下水ポンプ場とココロード(Khokar Road)下水ポンプ場を増強する計画としており、その後の様子を見て増強の必要性を検討するのが妥当である。

表 3.10 プロジェクトに関する下水ポンプ場一覧

No.	ポンプ場名	流入管渠から求まる必要排水能力 <sup>注1</sup>		現 在					計 画								備 考
				排水能力		ポンプ 台数	排水能力 の不足分		日本の無償 援助への 要請	ハ'ン'ジャ'ブ'州 への要請	小計	ポンプ 台数	無償援助後の 排水能力		無償援助後の 排水能力の不足分		
				[m <sup>3</sup> /s]	[%]		[m <sup>3</sup> /s]	[%]					[台]	[m <sup>3</sup> /s]	[%]	[m <sup>3</sup> /s]	
1	シャド・バグポンプ場 <sup>注2</sup>	26.8	100	9.2	34	7	17.6	66	2.2	3.2	5.4	4	14.6	54	12.2	46	
2	メイン・アウトフォールポンプ場 <sup>注2</sup>	9.7	100	9.7 <sup>注3</sup> (10.9)	100	20	0.0	0		2.2 <sup>注4</sup>	2.2 <sup>注4</sup>	2 <sup>注4</sup>	9.7 <sup>注4</sup>	100	0	0	
3	グルシャン・イー・ラビ下水ポンプ場	21.6	100	13.4	62	12	8.2	38	2.2		2.2	2	15.6	72	6.0	28	
4	ムルタン・ロード下水ポンプ場	10.8	100	4.5	42	4	6.3	58	2.2		2.2	2	6.7	62	4.1	38	
合計(平均)		68.9	100	36.8 <sup>注3</sup> (38.0)	53	42	32.1	47	6.6	3.2 <sup>注4</sup> (5.4)	9.8 <sup>注4</sup> (12.0)	8 <sup>注4</sup> (10)	46.6	68	22.3	32	

注 1) 必要排水能力は、(流入管渠・水路の断面積)×(流速 1.2m/s)×(予備 25%)とする。

注 2) シャド・バグポンプ場は、シャド・バグ下水ポンプ場とコカ・ロード下水ポンプ場を合せたものとする。また、メイン・アウトフォールポンプ場は、Main Ourfall No.1～3 の下水および排水ポンプ場を合せたものとする。

注 3) メイン・アウトフォールポンプ場は現在、流入管渠から求まる必要排水能力を満たしているため、計算上その排水能力は必要排水能力と同値とする。

注 4) メイン・アウトフォール No.1 下水ポンプ場では、2004 年中に老朽化した既存のポンプ 2 台を置換える予定である。ただし、これは置換えであるため、排水能力の純増はない。

ハッチ掛けの箇所がポンプの要請箇所。

表 3.11 本プロジェクトに係る下水 / 排水ポンプ場一覧

No.	名称	Zone	設立年	ゲート	ドナー	現在の排水能力 [m³/s]	ポンプごとの排水能力 [m³/s]	ポンプ台数	流入管渠 / 水路	流入管渠 / 水路から求まる必要排水能力 <sup>注1</sup> [m³/s]	現在の排水能力の不足分 [m³/s]	日本の無償援助への要請 [m³/s]	パَنْジヤブ州への要請 [m³/s]	無償援助後の排水能力の不足分 [m³/s]	除塵機のタイプ	備考
1	シャド・バグポンプ場 <sup>注2</sup>					15.1		10		98.7	83.5	2.2	3.2	78.1		
1-1	シャド・バグ	B	1982		世銀/DFID	4.5	1.1 x 4	4	1,370 x 3 + 1,680	26.8	17.6	1.1 x 2 水位計		12.2	昇降式	シャド・バグとココロード下水ポンプ場の流入管渠はポンプ場手前で合流し、協同して排水される。
1-2	ココロード	B	1997		世銀/DFID	4.7	1.6 x 3	3	-B 5.2mxH2.4m				1.6 x 2		昇降式	パَنْジヤブ州への要請中のポンプは2004年中に取付完了予定。
1-3	シャド・バグ排水ポンプ場	B	1997	あり	世銀	6.0	2.0 x 3	3	B(15.3m+9.2m) / 2 x H4.6m	71.8	65.9			65.9	トラッシュカ型	自然流下できない。常時排水が必要。ゲートはあるが機能しておらず閉じられたまま。
2	チョタラビ排水ポンプ場	A	1967	あり	世銀	2.8	0.3x5, 0.7x2	7	B3.0m x H0.8m	3.2	0.4			0.4	なし (人力清掃)	常時、自然流下可能。1988年以降、ポンプ排水を要する洪水がない。
3	メイン・アウトフォールポンプ場 <sup>注2</sup>					10.9		20		9.7	0.0		2.2	0.0		
3-1	メイン・アウトフォール No.1	A, F, G	1945		パキスタン国独立以前	5.6	1.1x1, 0.4x4, 0.3x1, 0.2x2, 0.7x3	11	1,370 + 1,450	4.7	0.0	自動除塵機	1.1 x 2	0.0	カテナリ型	パَنْジヤブ州へ要請中のポンプは2004年中に取付完了予定 <sup>注3</sup> 。老朽化した既存のポンプ2台を置換える。
3-2	メイン・アウトフォール No.2	A	1997		世銀	2.9	0.7x2, 0.73x2	4	1,520	2.7	0.0			0.0	なし (人力清掃)	
3-3	メイン・アウトフォール No.3排水ポンプ場	G	1985		パَنْジヤブ州	2.4	0.7x3, 0.2x2	5	1,370	2.2	0.0			0.0	なし (人力清掃)	自然流下できない。常時排水が必要。
4	グルシャン・イー・ラビ	H1, H2, M	1982		世銀	13.4	1.1 x 12	12	B3.3m x H4.3m	21.6	8.1	1.1 x 2		5.9	昇降式	
5	ムルタン・ロード	J, K	1993		世銀	4.5	1.1 x 4	4	B3.3m x H4.3m	10.8	6.3	1.1 x 2		4.1	なし (人力清掃)	
6	バブ・サブ排水ポンプ場	H1	1985	あり	世銀	5.6	0.7 x 8	8	B9.0m x H1.5m	18.2	12.6			12.6	なし (人力清掃)	常時、自然流下可能 <sup>注4</sup> 。1997年以降、ポンプ排水を要する洪水がない。
Total						52.4		61		162.2	111.0	6.7	5.4	101.1		

注 1) 必要排水能力は、(管渠断面積) x (流速 1.2m/s) x (予備 25%) とする。

注 2) シャド・バグポンプ場とメイン・アウトフォールポンプ場はそれぞれ 3 つのポンプ場の総称である。

注 3) もととの PC-1 ではメイン・アウトフォール No.1 ポンプ場の排水能力の増強が要請されていたが、2001 年に 1.1m³/s のポンプ 1 台が、2003 年には 0.4m³/s のポンプ 3 台が置換えられ、2004 年中に 0.3 と 0.4m³/s のポンプ 1 台ずつをそれぞれ 1.1m³/s に置換える予定のため、現在では無償援助による同ポンプ場の補強は必要ない。上記のポンプの置換えが完了した後、さらに老朽化した 0.2m³/s と 0.7m³/s のポンプ計 5 台を撤去する予定。

注 4) 2003 年に排水能力が 2.8m³/s から 5.6m³/s に増強され、またグルシャン・イー・ラビポンプ場とムルタン・ロードポンプ場から Ravi 川へ直接排水する排水路が建設されたため、それ以降バブ・サブ排水ポンプ場の負担が軽くなった。

ハッチ掛けの箇所がポンプの要請箇所。

## (6) ポンプ関連機材

各 3 箇所のポンプ場に対し要請のあった機材は、ポンプ本体・モーター・配電盤・弁類（吸込弁/逆止弁/吐出弁）・配管材である。また、Shad-Bagh ポンプ場にのみ「水位計」が要請されている。これらの各機材のうち、特記すべき機材について以下に示す。

### (a) グルシャン・イー・ラビポンプ場 - 吐出弁について

グルシャン・イー・ラビポンプ場では、吐出部が放流式となっており、吐出側からの水の浸入も無いため、要請のあった「吐出弁」は既存のポンプには敷設されていない。本計画においても、吐出弁の機能上の必要性は無いと判断し、整備の対象から除外する。

### (b) シャド・バグ ポンプ場 - 水位計について

シャド・バグ ポンプ場の水位計は、今回新しく整備される 2 基を含めた全ポンプ（合計 6 基）の自動制御を目的として要請された。水位の自動検知によるポンプ始動・停止の操作は、正確で効率のよいポンプの運転を行う上で重要である一方、多くの既存ポンプ場では、着水井に設置された水位ゲージの目視により手動制御が行われており、これまで目立った問題も無い。このため本計画では、水位計を整備する緊急性は低いと判断し、整備対象から除外する。

## (7) 除塵機

### (a) 整備の必要性

メイン・アウトフォール ポンプ場に要請のあった自動除塵設機は、合計 3 つあるポンプ設備のうち最も古いメイン・アウトフォール-No.1（1945 年）における既存設備の更新を目的としたものである。既存の除塵設備は、その老朽化に伴う除塵効率の低下により、除去できなかった塵芥がポンプまで流入し、排水能力の低下やポンプの故障の要因となっている。このため、雨量の多い日にはその都度ポンプを停止し、ゴミの除去などのメンテナンス作業を強いられている。当ポンプ場はゲンジ・ブクシュタウン（A,F,G 地区）を管轄する重要な排水機能を有する施設であり、機能の低下が直接プロジェクト効果に影響する。このため、除塵機の取換えの必要性は高いと判断される。

### (b) 積込み用ホッパーと傾斜コンベヤについて

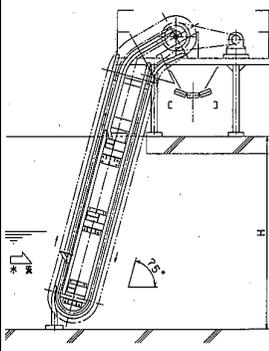
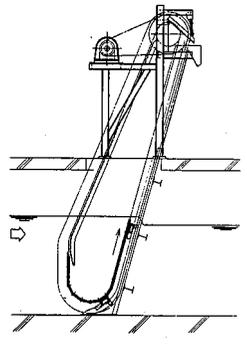
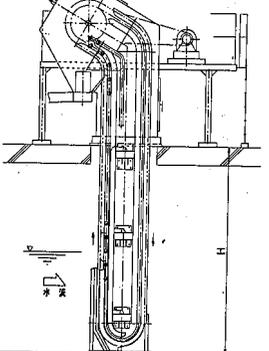
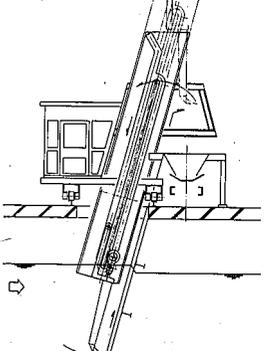
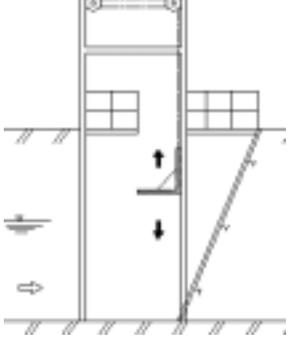
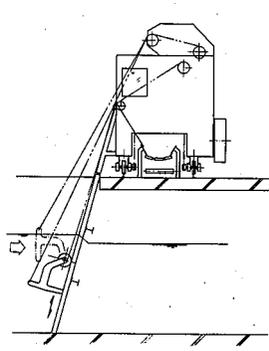
既存の除塵設備には、取り出された塵芥をダンプへ積込むためのホッパー及び傾斜コンベヤが付随しているが、現在は老朽化により機能していない。

流入するゴミの量は、1日あたり 3.6m<sup>3</sup> と比較的少ないこともあり、現在では屋外に運び出されたゴミは人力によりトラクタ・トレーに積み込まれている。本計画においては、既存ポンプの故障を防ぐ意味で除塵機の重要性は認められるものの、ダンプに積み込むための「ホッパー」、「傾斜コンベヤ」を整備する緊急性は低いと判断される。

(c) 除塵機の仕様について

メイン・アウトフォールに設置されている既存除塵機の形式は、丁部にスプロケットを有し、エンドレスチェーンに一定間隔に取り付けられたレーキが、スクリーン前面のゴミを押さえ付けながら連続的に掻揚げ、上昇する仕組みとなっている。構造的にはシンプルで、維持管理も比較的容易に実施できるが、構造上大きなレーキを取り付けることができない為、大きなゴミの採取には適していない。また、水路底部に異物がたまりやすく、定期的なメンテナンスが要求される。本プロジェクトでは、上記現況の問題点を考慮し、表 3.12 に示すように、構造がシンプルで維持管理がしやすく、また比較的大きな塵芥の掻取りが可能なタイプを検討する。

表 3.12 自動除塵機の形式比較表

	定置方式					走行方式
	連続揺揚げ式			間欠式		
	バースクリーン型	カテナリー型	ネット型	伸縮アーム型	昇降型	
略図						
既存ポンプ場での適用		メイン・アウトフォール ポンプ場			シャド・バグ ポンプ場 コカ・ロード ポンプ場 ケルヤン・イー・元 ポンプ場	シャド・バグ排水ポンプ場
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ひっかかったゴミを押し上げ、かつ主スクリーン前で阻止されたゴミを揺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揺上げる。	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、床上の揺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み込み反復して揺上げを行う。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揺上げる。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	・連続揺上げなので処理能力は大きい。 ・粗大ゴミが揺取れる。	・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。	・連続揺上げで処理能力が大きい。 ・細かいゴミ、粘着性のゴミの揺上げが容易。 ・小さなゴミしか揺上げられない。	・連続的に運転できず、処理能力は小さい。 ・粗大ゴミの揺上げが不可能。	・連続的に運転できないため、効率率が低い。 ・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揺上げ不能
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数を要する。 ・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。
プロジェクト外への適用	・本プロジェクトに採用することを検討する。	・既設の除塵機は、このタイプに近い形式であるが、大きなゴミに対応できないため不適。 ×	・大きなゴミが流入する為、本プロジェクトには不適 ×	・水路が深いので、規模が大きい。 ・室内に設置する場合、スペースが不足する。 ×	・昇降式設備が大きくなる為、室内設備には不適。	・処理能力が小さい為、降雨時に連続的に流入するゴミの量に対応するのが難しい。 ×

#### (8) 機材のスペアパーツについて

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が多く、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、パーツの入手に関わる問題は比較的少ない。ただし、海外より輸入を必要とする部品については、入手までに時間がかかるケースが多くみられるため、緊急時に対応できる部品として最低限のスペアパーツのストックが必要である。本計画では、プロジェクト実施期間中に交換が必要となる可能性が高いパーツを選定し、基本的に 1 回分の交換部品を整備するものとする。

表 3.13 機材スペアパーツ

機材の種類		スペアパーツ
1. 管路清掃機材		ホース類・バルブ類・ベルト類・フィルター類・パッキン類
2. 排水路清掃機材		—
3. モニタリング用機材		—
4. ポンプ場関連機材	a) ポンプ機材	スリーブ / ベアリング類
	b) 自動除塵機	フューズプラグ類 / レキングチェーン / コンベヤローラー類

#### 3.2.1.3 運営・維持管理能力に係る考察

WASA は本件実施に際し、プロジェクト管理部 (Project Management Unit: PMU) を設けここに約 220 名の専任スタッフを配置し、事業の運営・管理に当たらせる計画である。機材の保管については、既存の約 15 ヶ所から 3 ヶ所に絞り集中管理できる態勢を整える意向である。また、スタッフは WASA に在籍する人員でまかなうことを原則としている。WASA 本体は洪水の発生等緊急時には機敏に対応する能力は備えているものの、緊急事態を招かないための平常時の内水氾濫対策が不十分と思われる。すなわち、基本的に人力に頼った方法で緊急対応型の活動しか行われておらず、中・長期的な視野に立った施設の整備・改善が行われていない。

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 所有の機材は 6～15 年前に調達したものが多く見られ、なかには 1966 年に導入したクラムシェルも補修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いえる。

スペアパーツはメイン・アウトフォールポンプ場にある保管倉庫に一括して収められ、必要な際の手続きは SDO 技師 プロジェクト・ディレクター 調達・保管部長 (WASA 本

部)の順に承認されなければならない。現在は、倉庫管理者(Store Officer)がビン・カード(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スペアパーツの管理が行われている。コンピュータによる管理システムとなっていないが、現況下ではこの方法が最も堅実的と思われる。

本件で調達される機材のスペアパーツについても、既存の保管倉庫にはまだ十分スペースに余裕があるため、ここにストックされ、同じ手順を踏んで取り出すことになる。

#### 3.2.1.4 調達に係る方針

本件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、建設重機・車輛類など比較的簡易に引渡しが可能である機材と、ポンプ・除塵機・管路清掃車などメーカーの派遣技術者による据付工事や試運転・初期操作指導が必要となる機材については、調達のロット分けを検討し、合理的な実施計画を立案するものとする。

調達する機材は、日本製の他、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ユーザー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、現地関係者に受け入れられやすいものであることを条件とする。

#### 3.2.2 基本計画

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、以下の内容を基本計画とする。

##### 3.2.2.1 全体計画

###### (1) 機材の保管体制

WASAはPMUを設けるにあたり、機材の保管場所を当初予定していた10数ヶ所から3ヶ所に減らしPMUが管理し易い体制を図った。これらはシャド・バグポンプ場、メイン・アウトフォールポンプ場およびカラックの旧ポンプ場(現在は未利用地)で、いずれも広い敷地面積を有しており、幹線道路からのアクセスもよく立地条件に恵まれていると言える。WASAは単なるパーキングエリアとしては

なく、洗車、オイル交換、日常の点検等が行えるガレージとして利用する意向を示している。

シャド・バグポンプ場は市の北部に位置するラビ・タウンにあり、ここに配属される PMU-II 傘下の SDO は下水排水区の A と B を管轄するとともに、必要な下水清掃機材を保管整備する。メイン・アウトフォールポンプ場は行政地区ではゲンジ・ブクシュ・タウンに属し、下水排水区は G を受け持ちこれに係る清掃機材を SDO の責任下において保管する計画である。カラックはイクバルタウン (Iqbal Town) に位置し、下水排水区の H1 と雨水排水路 (開水路) の清掃を任務とし、2 名の SDO がこれに必要な機材の管理・保管を行う。但し、カラックの機材保管予定地は WASA が所有しているものの、周囲にフェンスもなく、野ざらしに近い状態となっている。WASA は 2005 年 3 月までに周囲に塀をめぐらし、事務所および必要な施設を建設する計画としている。

なお、各保管場所で管理される機材については、次項の機材配置計画で詳しく述べることとする。

## (2) 機材据付地の状況

ポンプは 3 ヶ所の既設のポンプ場 (シャド・バグ、グルシャン・イー・ラビ、ムルタン・ロード) へ各々 2 基ずつ据付けられる計画である。いずれのポンプ場も平坦地に在りアクセスは良好で電源確保に関する問題はない。ポンプ場建屋内にはクレーンが装備されており、既設ポンプに隣接して 2 基分のポンプのスペースも確保されているため、据付にあたってこれに付随する複雑な作業は必要ないと思われる。

自動除塵機はメイン・アウトフォールポンプ場の除塵機が老朽化して機能が著しく低下したため、これを取替える目的を有するものである。据付けにあたっては、極力既存施設を残したまま行うとするものの、既設除塵機の撤去および取付け部の補強等最低限必要な作業は本計画で見込んでおく必要がある。また、建屋は出入口の開口部が小さくクレーンの装備もないため、資材の搬入や機材の撤去、据付にはこれに対処した作業計画が求められる。

### 3.2.2.2 機材計画

WASA の現有機材は、常時 1 日に 20 ~ 40 件の苦情に対応するため市内各地に動員されており、本事業に利用する可能性は極めて少ない。従って、本事業は要請機材のみを

利用して完結する計画とする。機材規模と仕様は、できるだけ既存の機材と同程度のものを計画しており、必要数量は清掃計画より求められている。

PC-1 の機材要請リストの中で、先方政府は当初狭い路地での清掃用機材として 4 トン級のトラックを 6 台要請していたが、2004 年 3 月の予備調査時点においては、これに代わりピックアップトラック（ダブルキャビン型）12 台がリストアップされた。しかし、WASA の作成した本事業のアクションプランを見ると、同ピックアップトラックの要請台数を 12 台から 4 台に大幅に削減する一方、8 トン級ダンプカーを 8 台から 10 台に増やす計画となっている。

本基本設計調査では、上記タイプのピックアップトラックは荷台が小さく、軽微な作業機材や人の輸送には利用できるものの、本事業の掘削汚泥の搬出には効率が悪いいため清掃作業用の機材としては適正でないと判断された。しかし、市内が集中豪雨に見舞われた際に冠水地区をパトロールして、冠水深や冠水時間等をモニタリングするには欠くことのできない車両で、WASA 本部と PMU 管轄下の機材保管地に各 1 台ずつ合計 4 台配備する内容となっている。

アクションプランは本事業に 3 年の実施期間を見込み、これに必要な具体的な行動、作業内容等が記されており、計画の妥当性は認められる。但し、機材の内容を見ると、排水路の清掃で発生する汚泥やごみの搬出・運搬に必要なダンプトラックの数が 20 台不足していることが窺える。これに対して WASA は、当初、10 台分はパンジャブ州政府の予算で調達可能と判断し、残りの 10 台を日本の無償援助で調達する計画であった。しかし、先方の具体的な予算化の目処が立っておらず、調達時期が遅れた場合、清掃計画に深刻な影響をおよぼす可能性があるとして、先方との協議を踏まえ、20 台分を日本側で調達する計画とした。

下水管路の清掃作業は 4 チームの編成で行われることになっており、各チームは機動力を発揮するため、高圧ポンプ車、汚泥吸引車、給水タンク車および 4 トン級ダンプトラックを各 1 台ずつ配備する計画となっている。

以上の経過を踏まえ、機材計画の内容をまとめると次のようになる。

#### 【下水管路清掃機材】

##### (1) 高圧ポンプ車

WASA が現在所有する 8 トン級（積載荷重）のトラック搭載型の車両が最も使用頻度が高く、作業員も操作、維持管理に慣れているため、これと同程度の規模、

仕様の機材を採用する。清掃計画に基づき、1チームにつき1台配備すると合計4台が必要となる。

(2) 汚泥吸引車

高圧ポンプ車と同様、清掃計画に基づき、8トン級（積載荷重）のトラック搭載型で1チーム1台の割合で配備する。作業効率と環境面の有利さを考慮し、汚水を真空ポンプで吸引した後、タンクから水分を除去し、残った汚泥をダンプトラックに積み込む油圧排泥装置を備えた形式を採用する。

(3) 給水タンク車

高圧ポンプ車に給水するために使用される機材でタンク容量は8,000L以上とする。1台の給水タンク車が2台の高圧ポンプ車に共用される計画が妥当とされるため、合計2台が必要となる。

(4) 4トン級ダンプトラック

汚泥吸引車から1~2m<sup>3</sup>程度の汚泥が吐出されるため、これを最終処分場へ運搬するのに適正規模の車両といえる。高圧ポンプ車と汚泥吸引車を合わせた1作業サイクルは60分程度でダンプトラックの運搬・排出時間に相当するため、1チーム1台を必要とする。WASAは当初、4台のうち1台は既存の4トン級ダンプトラックを活用し、3台を日本の無償援助で調達する予定であったが、B/D調査の結果、既存1台については本計画対象地以外の清掃に必要であるとして、4台とも日本側の負担とする。

(5) 下水用水中ポンプおよび発電機

下水用水中ポンプは、高圧ポンプ車の作業前および作業中に下水管内の汚水の排水に用いられる。発電機はこの水中ポンプの電源用として使用される。下水用水中ポンプは、DFIDが供与した吐出量3.4m<sup>3</sup>/minのものがこれまで使用されており、作業に支障をきたさないことが証明されているため、これと同程度のポンプを各チームに1台配備する。発電機については、既存のものを2台使用することを検討したが、これらは緊急対応に使用される頻度が高く、本計画に使用することが困難と判断されたため、4台とも日本側の負担とする。

【排水路清掃機材】

(1) クラムシェル

クレーン式の掘削機でWASAは現在1台（1966年製）しか保有しておらず、排水路のごみの除去やポンプ場の汚泥除去等にフル稼働している。このため、排水

路の汚泥除去まで手が回らない状況である。排水路は幅 10m 以上の区間が 10 km 以上あり、汚泥の堆積深度も 1~2m と推測されるため、ここに浮遊するごみや汚泥除去に用いられる。清掃計画から既存のバケット容量と同等の 0.7~0.8 m<sup>3</sup> が必要となる。但し、ここでクレーン式の掘削機をホイールタイプにした場合、作業の安全性が確保できないという理由で、現在、日本および他の先進国では製造されていないことが判明している。一方、クローラータイプは製造されているものの、機材本体が 30 トン級と大きくなる他、移動にトレーラーを必要するため、実情に見合った作業方法とは言い難い。

上記の理由により、ホイールタイプの油圧式掘削機にクラムシェルをアタッチメントとすることが、先方のニーズを満足させるのに最も適正な方法と考える。

## (2) 油圧式掘削機

WASA は大型の掘削機が 4 台と小型のものを 1 台保有しているが、絶対数が少なく日々の苦情対応に追われている状況であるため、これらは本清掃計画に加えない。清掃計画に示すとおり、大型掘削機は大規模な排水路の汚泥除去を対象として、クラムシェルと共同で用いられる。バケット容量は既存タイプと同等の 0.8 m<sup>3</sup> とする。一方、小型掘削機はその他の小規模な排水路の清掃に用いるものとし、0.28 m<sup>3</sup> を採用する。

## (3) 8 トン級ダンプトラック

上記クラムシェルおよび油圧式掘削機で除去した汚泥を最終処分場まで運搬する目的で用いられ、既存のダンプトラックが全て 8 トン級であることから、これと同等タイプを採用する。清掃計画に示すとおり、クラムシェルに 10 台、大型掘削機に 6 台、小型掘削機に 4 台の合計 20 台が必要とされ、合計 20 台が要請の対象となっている。

## 【その他機材】

### (1) モニタリング用機材

モニタリング用機材としてピックアップトラックが必要とされている。ピックアップトラックは市内が集中豪雨に見舞われた際に冠水地区のパトロールを行うと同時に、本件調査において市内に 20 ヶ所設けたモニタリング地点を回り、冠水状況（冠水範囲、冠水深、排水に要する時間）を監視するのに欠かせない機材である。WASA 本部と PMU 管轄下の機材保管地に各 1 台ずつ合計 4 台配備する内容となっている。車体が高く冠水道路や悪路にも対応できる 4 輪駆動とする。また、

モニタリングは現場の測定に少なくとも2名が必要となるため、運転手を除き、2名分の座席が確保できるダブルキャビン型が望まれる。

## (2) ポンプ場清掃機材

ポンプ場の清掃機材としてホイールローダをシャド・バグポンプ場と グルシャン・イー・ラビポンプ場にそれぞれ1台ずつ配備する。用途はスクリーンから掻き上げられたごみをダンプトラックに積み込むために使用されるものである。これらのポンプ場においては、1日のごみの発生量が7~10m<sup>3</sup>と他のポンプ場と比較して多いため、現状の人力作業による除去では対応が困難となっている。人力作業に代わり、機械化を導入し不衛生な作業環境の改善を図ると共に、作業の効率を高める必要がある。

### 【ポンプと据付作業】

#### (1) 排水ポンプ

3個所のポンプ場(シャド・バグ、グルシャン・イー・ラビ、ムルタン・ロード)に排水容量1.1m<sup>3</sup>/sのポンプを各々2基設置し排水能力の強化に努める。ポンプは耐久性を高めるため、インペラーを腐食や磨耗等に強い二層ステンレス製とする。ポンプ本体に付随してモーター、配電盤、弁類(吸込弁、逆止弁、吐出弁)、配管材等の調達を含むものとする。水位計は必要性が低いため、協力対象としないこととする。

#### (2) 据付作業

据付けに係るポンプ建屋内の作業は原則として日本側の負担とし、建屋外の作業(電源の引き込みや変圧器の増設等)は相手国側の負担とする。日本側の負担事項は、ポンプ本体の据付、既設配管への接続、モーターおよび配電盤の据付と配線、据付け後の調整・試運転等が含まれるものとする。

### 【自動除塵機と撤去・据付作業】

#### (1) 自動除塵機

メイン・アウトフォールポンプ場に取り付けられている除塵施設が60年を経て老朽化しているため、これを更新して除塵効率を高め、ポンプ機能の回復を図ることを目的とする。掻き出された塵芥をダンプトラックに積み込むためのホッパーと傾斜コンベアは、必要性が低いため本計画の対象としない。

## (2) 除塵機の撤去および据付作業

ポンプの据付け工事と同様、建屋内の作業（撤去と据付）は原則として日本側が行うものとする。機材の据付けは既存施設を稼働させながら行われるため、撤去と据付作業は日本業者の一貫した責任管理体制の下で実施される必要がある。また、機材は分解して輸送されるため、組み立てと据付についても業者の一連した工程管理、品質管理が求められる。撤去した除塵機は WASA の責任で処分するものとする。

以上を踏まえ、本事業に必要な機材の数量、仕様等をまとめると表 3.14 に示すとおりとなる。

表 3.14 機材リスト(1/2)

機材名	数量	仕様	用途
<b>下水管清掃機材</b>			
高圧ポンプ車 (トラック搭載型)	4	積載重量 8 トン級 高圧ポンプ 200L/min 以上	固化した汚泥の切り崩し、管内閉塞物の除去
汚泥吸引車 (トラック搭載型)	4	積載重量 8 トン級 油圧可動タンク 4000L 以上 強制排水機能	下水管内の汚泥吸引、強制排水、ダンプトラックへの積み込み
給水タンク車	2	積載重量 8 トン級 タンク容量 8000L 以上	高圧ポンプ車への噴射水補給
ダンプトラック(2)	4	積載重量 4 トン級	下水管から除去された塵芥、汚泥の処分場への運搬、排出
下水用水中ポンプ	4	無閉塞型水中ポンプ 吐出量 3.4m <sup>3</sup> /min, 全揚程 13.2m	下水管清掃作業時の上流側仮排水
発電機	4	水中ポンプ用	上記下水仮排水ポンプの運転用電源
<b>排水路清掃機材</b>			
クラムシェル掘削機	2	ホイールタイプ油圧式掘削機 バケット容量 0.7~0.8m <sup>3</sup> 級	水路幅の広い排水路及びポンプ場流入路の汚泥と塵芥除去
油圧式掘削機(1)	2	ホイールタイプ バケット容量 0.28m <sup>3</sup> 級 ブーム長約 3700mm	水路幅 4m 未満の排水路の汚泥掘削、塵芥除去、積み込み
油圧式掘削機(2)	1	ホイールタイプ バケット容量 0.8m <sup>3</sup> 級 ブーム長約 5500mm	水路幅 4m~10m 程度の排水路の汚泥掘削、塵芥除去、積み込み
ダンプトラック(1)	20	積載重量 8 トン級	排水路から除去された塵芥、汚泥の処分場への運搬、排出
<b>モニタリング用機材</b>			
ピックアップトラック	4	4WV ダブルキャビン型 排気量 2800cc 以上 (ディーゼル)	冠水地区のパトロールと冠水状況(範囲、水深、時間)のモニタリング
<b>ポンプ場清掃機材</b>			
ホイールローダ	2	車両総重量 8 トン級 バケット容量 1.2m <sup>3</sup> 級	ポンプ場のスクリーンから掻き上げられたごみの積み込み
<b>ポンプ関連機材</b>			
シャド・バグ ポンプ場 ・ ポンプ ・ 電動機 ・ 吸込弁 ・ 逆止弁 ・ 吐出弁 ・ 配管材 ・ 低圧配電盤	2 2 2 2 2 2 2	68 m <sup>3</sup> /min 二相ステンレス製 180 KW, 415V 700mm 600mm 600mm 600mm	市内から集まった下水のラビ川への排水

表 3.14 機材リスト(2/2)

機材名	数量	仕様	用途
ムルタン・ロードポンプ場 ・ポンプ ・電動機 ・吸込弁 ・逆止弁 ・吐出弁 ・配管材 ・高圧配電盤	2 2 2 2 2 2 2	68 m <sup>3</sup> /min 二相ステンレス製 180 KW,3300V 700mm 600mm 600mm 600mm	市内から集まった下水のラビ川への排水
グルシャン・イー・ラビポンプ場 ・ポンプ ・電動機 ・吸込弁 ・逆止弁 ・配管材 ・高圧配電盤	2 2 2 2 2 2	68 m <sup>3</sup> /min 二相ステンレス製 180 KW,3300V 700mm 600mm 600mm	市内から集まった下水のラビ川への排水
自動除塵機（メイン・アウトフォールポンプ場） ・自動除塵システム	1	4 連続自動掻揚型	メイン・アウトフォールポンプ場において流入下水に含まれる塵芥の除去

### 3.2.3 機材配置計画

#### 3.2.3.1 機材全体の配置計画

下水管路および排水路の清掃機材は、シャド・バグポンプ場、メイン・アウトフォールポンプ場およびカラック事務所（2005年3月建設完了予定）の3カ所の管理事務所で集中管理する計画とする。これらの管理事務所3カ所とWASA本部事務所には、それぞれモニタリング用のピックアップトラック1台ずつを配備する。ポンプおよび関連機材の配置は、北からシャド・バグポンプ場、グルシャン・イー・ラビポンプ場およびムルタン・ロードポンプ場の3カ所であり、自動除塵機はメイン・アウトフォールポンプ場に配置する。そして、ポンプ場の清掃機材としてホイールローダをシャド・バグポンプ場およびグルシャン・イー・ラビポンプ場に1台ずつ配備する。

以上の機材配置計画を表3.15および図3.1に整理する。

表 3.15 機材配置計画

機材名	合計	シャド・バグ ポンプ場	メイン・アウトフォール 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	カック 事務所	WASA 本部
下水管路清掃機材							
高圧ポンプ車	4	1	2			1	
汚泥吸引車	4	1	2			1	
給水タンク車	2		1			1	
ダンプトラック(2)	4	1	2			1	
下水用水中ポンプ	4	1	2			1	
発電機	4	1	2			1	
排水路清掃機材							
クラムシェル	2					2	
油圧式掘削機(1)	2					2	
油圧式掘削機(2)	1					1	
ダンプトラック(1)	20					20	
ポンプ場清掃機材							
ホイールローダ	2	1		1			
モニタリング用機材							
ピックアップトラック	4	1	1			1	1
ポンプ場関連機材							
ポンプ	6	2		2	2		
電動機	6	2		2	2		
吸込弁	6	2		2	2		
逆止弁	6	2		2	2		
吐出弁	4	2			2		
配管材	6	2		2	2		
配電盤	6	2		2	2		
自動除塵機	1		1				

### 3.2.3.2 ポンプ場関連機材の据付予定地

ポンプ関連機材の据付予定地は、シャド・バグポンプ場、グルシャン・イー・ラビポンプ場およびムルタン・ロードポンプ場の3カ所である。図 3.4 から 3.12 まで、それぞれの平面図および側面図を示す。

### 3.2.3.3 除塵機の据付予定地

自動除塵機の据付予定地はメイン・アウトフォールポンプ場 No.1 である。同位置における既存の建屋の平面図、側面図および正面図を図 3.13 から 3.15 に示す。

### 3.2.3.4 清掃機材のパーキング・エリア予定地

下水管路および排水路の清掃機材のパーキング・エリアは、シャド・バグポンプ場、メイン・アウトフォールポンプ場およびカック事務所の3カ所に設ける。それぞれの敷地平面図およびパーキング・エリア予定地を図 3.16 から 3.18 に示す。

### 3.2.4 機材調達計画

#### 3.2.4.1 調達方針

本プロジェクトで調達する機材は、全て本邦調達が可能ではあるが、一部の機材は製造業者が3社に満たないものがある。このような機材については、日本・欧州・米国・アジアを調達対象国として計画を行う。ただし、ポンプ場に据え付けられる配管材は現地でも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・除塵機・管路清掃機材など、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するものとして計画する。その他、管路清掃機材については、機材を組み合わせた運用指導を実施し、メーカー技術者の指導のもとOJTを実施することにより、整備された機材が有効に活用されるよう計画を行う。

#### 3.2.4.2 調達上の留意事項

調達上の留意事項として特筆すべきは、調達機材の輸送計画および引渡し場所である。以下、それについて説明する。

本プロジェクトにおける調達機材の引渡し場所は各ポンプ場およびパーキング・エリアとし、そこまでの輸送費は本邦負担とする。これは次の理由による。

本事業では、カラチ港からラホールまでの内陸輸送費用は本邦負担となる。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。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。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という問題がある。一方、規格外寸法の運搬などの汎用性などは道路輸送に優位性があり、WASA モト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。どちらのルートでもドライポートでの通関が可能である。

カラチ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。当エージェントは、輸送時における事故を防ぐ為に軍のサポートを受けており、GPSなどを駆使した安全管理が徹底している。

車輛類を自走で輸送する場合カラチからラホールまでの約1200kmを走行しなければ

ならず、盗難・事故に巻き込まれるケースは少なくない。このため、政府関連の機材を輸送する場合、NLCを通じ、大型の車輛類もトレーラーに搭載して輸送されるケースが多い。

WASA 側は、これまでの経験から NLC の活用とラホールでの通関を希望しており、通関手続き上の利便性もよいなど、メリットも多いため、原則ラホールにて通関を行う計画とする。この場合、カラチからラホールまでの運搬はトレーラーを使ったトラック輸送となる。なお、機材の引渡し場所については、各サイト（駐車スペースおよび各ポンプ場）とし、試運転・初期操作指導が完結した後に引渡しが行われるよう計画する。

### 3.2.4.3 調達・据付区分

据付工事の必要となる「ポンプ関連機材」および「除塵機」に関しては、上屋内にその設置スペースが既に確保されている。原則として屋内の設置工事が本邦負担、屋外の電源の引込み、変圧器の増設等は相手国側の負担となる。各機材の作業の詳細は以下に記すとおりである。

#### (1) ポンプ機材の据付工事

既存ポンプ場において、近年増設された幾つかのポンプは、WASA および現地業者により据付工事が行われているため、現地側に基本的な知識は備わっていると思われる。一方、現地業者に委託して据付作業を行った場合、芯出し作業等据付の精度を要求される他、精度管理・品質管理・工程管理の面で対応できるか否か確認が得られないという課題が残る。聞き取りによれば、1997 年に実施された Khokhar Road ポンプ場の据付作業では、試運転の際に電動機がオーバーヒートし、動力部を全て交換するという事態も発生している。

本プロジェクトでは、業者契約から引渡しまでを単年度で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、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巻末の添付図に示すが、具体的には以下のような作業が必要となる。

ポンプ据付に係る作業区分

本邦負担事項	相手国側負担事項
ポンプ本体据付	新規に変圧器の調達・据付
流入管および吐出管の配管（既設配管への接続）	変圧器から配電盤までの配線
電動機および配電盤の据付および配線	（据付工事開始前；12月中旬までに作業終了が必要）
据付後の調整・総合試運転	

ここで、テクニカル・ノートで WASA と合意したポンプの据付区分を図で示したものを図 3.19 に示す。

(2) 自動除塵機の据付工事

除塵機が設置される水路は、60 年前に建設されたレンガ製の建造物であり、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。また本機材は各パーツが細かく分解されて輸送されるため、組み立て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。このような条件に加え、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、除塵機の据付も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。

- 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。
- 既存除塵設備は 4 基あり、2 基を稼働させながら他の 2 基の撤去・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。
- 本プロジェクトでは、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。

本機材の具体的な据付には以下のような作業が必要となる。

### 除塵機据付に係る作業区分

本邦負担事項	相手国側負担事項
既存機材の撤去 (屋内スプロケット・水平コンベヤ・水路内スクリーン) 上屋の一部改修(床スラブ開口部・立壁開口) スクリーン・ガイドレールの据付 室内スプロケット(動力部)の据付 操作盤据付および室内配線 調整および試運転	既存変圧器から室内配電盤までの配線(据付工事開始前;12月中旬までに作業終了が必要) 撤去した既存機材の処分(仮置き場から処分場まで含む)

#### 3.2.4.4 調達監理計画

##### (1) コンサルタントの調達監理計画

###### (a) 作業の内容

コンサルタントは業者が機材の調達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前検査の管理
- WASA および関係諸機関との協議・打合わせ
- 相手国負担事業の現場確認
- 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
- 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

###### (b) 調達監理体制

監理体制は、常駐調達監理技術者・調達監理技術者・検査技術者の3名で構成する。各技術者の業務内容は、以下のとおりとする。

監理技術者の調達業務内容

コンサルタント要員	格付	業務内容	国内	現地
常駐調達監理技術者	4号	機材到着と同時に現地入りし、機材の調達状況を監理する。また、ポンプ・除塵機など据付工事も監理し、調達業者およびWASAとの協議・調整を行う。	-	4.00M/M
調達監理技術者	2号	機材の製造期間に現地入りし、先方負担事項の進捗確認、WASAとの事前打合せなどを実施する。清掃機材引渡し時には、モデル施工の実施方針について、ソフトコンポーネントの結果をもとに確認を行う。また、据付け終了後には検収・引渡しに立会うものとする。	-	1.40M/M
検査技術者	3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。また工場検査・出荷前検査の立会、船積前検査の監理を担当する。	0.95M/M	-
据付監理補助要員	現地	ポンプ場機材の据付期間に、常駐調達監理技術者の監理補助要員として、工事の工程管理・品質管理関わる技術的な補助を担当する。	-	2.5 M/M

(2) 調達業者の調達管理計画

現地調達管理計画および据付工事に際しては、以下の人員配置にて対応するものとする。なお、調達業者からからは「調達管理/据付工事管理者」1名を派遣するものとし、その他各種機材の据付を担当する7名の技術者を派遣するものとする。

業者側の現地作業内容

	担当	各付	作業内容	M/M
	現地調達管理 / 据付工事管理者	3号	機材の調達管理、キックオフミーティング等相手国側との交渉および通関時の諸手続き等を行う。また、据付工事に係る作業管理、工程管理、安全管理を行うとともに、引渡し時の責任者となる。	4.0 M/M
	清掃機械技術者 A	3号	高圧ポンプ車・汚泥吸引車・給水タンク車の調整・試運転・初期操作指導を実施する。また、これらの機材を用いた「運用指導」において、現地エンジニアおよび作業員に対しOJTを実施する。	1.25M/M
	機械技術者 B (シャド・バグ)	3号	各ポンプ場におけるポンプの据付時に常駐し、機械部分の品質管理を行う。また、据付後の調整・試運転を行うと共に、現地エンジニアに対し、初期操作指導を実施する。	2.5 M/M
	機械技術者 C (グルジャン・イー・元)	4号		2.5 M/M
	機械技術者 D (ムルタン・ロード)	4号		2.5 M/M
	機械技術者 E	4号	メイン・アウトフォールポンプ場において自動除塵機の据付時に常駐し、機械部の品質管理を行う。据付後の調整・試運転・初期操作指導も担当する。	3.4M/M
	電気技術者 F	4号	各ポンプ場におけるポンプおよび除塵機の据付時に、電気部分の品質管理を行う。また、据付後の調整・試運転にも立会い、現地エンジニアに対し、初期操作指導を実施する。	1.0M/M
	掘削機技術者 G	3号	ホイール式掘削機などの現地試運転・初期操作指導を実施し、安全な運転および作業手順を指導する。	0.5M/M

### 3.2.4.5 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な打ち合わせを行う。機材は船積み前の工場立会い検査の下、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スケジュールを提出させる。

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、業者の責任者が常時同行して管理にあたるものとする。また、機材は据付終了後、保守・点検作業と試運転操作が行われるため、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。

### 3.2.4.6 資機材等調達計画

本プロジェクトにおける調達機材のうち、A. 下水管清掃機材・D. ポンプ場関連機材は原則本邦調達とする。B. 排水路清掃機材、C. モニタリング用機材、D. ポンプ場関連機材の電動機については、本邦調達のみ限定すると競争性にやや課題が残るため、欧州・アジア・米国など第三国調達の可能性も残すものとする。その他、ポンプ場用配管材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 3.16 機材調達国リスト

分類	番号	機材名	本邦調達	第三国 調達	現地調達
A. 下水管清掃機材	1	高圧ポンプ車			
	2	汚泥吸引車			
	3	給水タンク車			
	4	ダンプトラック (2)			
	5	下水用水中ポンプ			
	6	発電機			
B. 排水路清掃機材	7	クレーン式掘削機			
	8	油圧式掘削機 (1)			
	9	油圧式掘削機 (2)			
	10	ダンプトラック (1)			
C. モニタリング用機材	12	ピックアップトラック			
D. ポンプ場関連機材	13	ポンプ機材・ポンプ ・電動機 ・弁類 ・配管材 ・配電盤			
	14	自動除塵機			

### 3.2.4.7 ソフトコンポーネント計画

#### (1) ソフトコンポーネント計画の背景

本案件は先方実施機関である上下水道局（WASA）に対し下水排水路の清掃に必要な機材を調達し、清掃作業の効率化を図り排水機能を回復させると共に、集中豪雨による市内の冠水被害を最小限に抑えることを目的とするものである。

WASA は本件実施に際し、プロジェクト管理部（Project Management Unit: PMU）を設けここに約 220 名の専任スタッフを配置し、事業の運営・管理に当たらせる計画である。機材の保管については、既存の約 15 ヶ所から 3 ヶ所に絞り集中管理できる態勢を整える意向である。また、スタッフは WASA に在籍する人員でまかなうことを原則としているものの、新しい管理体制下において、事業の円滑な推進を図るために必要な、予防保全に関わる準備態勢が十分整っていない。

WASA は洪水の発生等緊急時には機敏に対応する能力は備えているものの、緊急事態を招かないための平常時の内水氾濫対策が不十分と思われる。すなわち、現実に応じた戦略や立案能力に欠けるため、下水排水システム全体で捉えるのではなく、場当たりの対応で進まざるを得ない状況を招いている。本案件は WASA の作成したアクションプランに沿い 3 ヶ年で既存の下水排水路網の清掃を完了する計画であるが、施設や機材の管理方法を始め、作業計画や運営計画等については PMU のスタッフが決まり次第、関係者の間でさらに詳細に内容を検討する必要がある。

また、本計画は市街地で多数の機材を同時並行して運用するため、比較的規模の大きな作業となり、これを管理する上において、調達機材による作業効率の向上だけでなく、作業の安全管理の面でも作業員には十分指導が行き届いた態勢で臨む必要がある。PMU のスタッフには計画段階での支援に続き、実施面における管理技術を習得するため、先に述べた作業計画および運営計画に基づき、実作業を通じて現場管理、工程管理、品質管理等に係る技術移転を行う。

以上に基づき、本件は先方機関の要望を踏まえ、ソフトコンポーネントを導入し、清掃作業の運営・管理計画の策定に係る技術支援を行う。さらに、対象地域内でモデル施工を実施し、作業管理技術を確立させるための支援を行う。これにより、プロジェクト立ち上げ時の課題を可能な限り克服し、事業効果が持続的に発現するものと期待される。

## (2) 目標

WASA/PMU の運営・管理の下、ソフトコンポーネントで達成されるべき状況は以下のとおりである。

- (a) PMU が清掃計画の実施に備え、現実的に無理がなく妥当な作業計画および運営計画を策定する。
- (b) モデル施工で適正な作業管理方法が確立され、今後も継続的に行われる。

## (3) 成果（直接的効果）

活動分野としては作業計画/運営計画に係る技術支援と、モデル施工の実施を通して作業監理技術の支援が必要と考えられる。各分野についてソフトコンポーネントの完了時に期待される成果は以下のとおりである。

作業計画/運営計画：PMU の技師（Executive Engineer）と排水地区管理責任者（Sub-divisional Officer: SDO）が清掃作業計画および運営計画の必要性を認識し、その策定に係る技術を習得する。

モデル施工監理：PMU の技師と SDO が作業管理方法を習得すると共に、規定期間内にモデル地区の下水・排水路の清掃が完了する。

## (4) 成果達成度の確認方法

ソフトコンポーネント終了時前に、上記成果の達成度を確認する方法として以下が挙げられる。

### 作業計画/運営計画

- 縮尺 1/2,400 図面に基づき作成される清掃作業計画の精度（計算書、機材配備計画のチェック）
- 機材の整備、点検に係るマニュアルの理解度（テストの実施）

### モデル施工監理

- 作業計画に基づく汚泥の除去量（最終処分場の計量記録から算定可能）
- 安全管理体制の下、事故の発生や既存施設の破損件数（ゼロが目標となる）

## (5) ソフトコンポーネントの活動（投入計画）

### 作業計画/運営計画

WASA が本件実施に向けて設立する PMU に日本の専門家を 1 名派遣し、本事業の計画・運營業務の側面支援に当たる。基本的には PMU の Project Director と全体事業計画の策定、見直しを行うと共に、実施については 2 名の Executive Engineer と各対象地区の現場責任者である 4 名の Sub-Divisional Officer(SDO)を加えて十分協議を重ねながら作業計画、運営方法を定める。特に、既設下水排水路網の図面の整備は清掃計画を策定する上で極めて重要であるため、WASA が 2005 年 9 月末までに作成する図面のレビューを本業務に含む必要がある。派遣される日本のコンサルタントの業務は下記内容を含むものとする。

- (a) WASA が作成する既設下水排水路網を示す図面（縮尺 1/2,400）のレビュー（Project Director および Executive Engineer との共同作業で精度のチェック及び必要個所の修正を行う）
- (b) アクションプラン をレビューし、1 年目と第一四半期の清掃作業計画（作業工程、機材配備計画、出来高計画）を策定する（Project Director および Executive Engineer との共同作業）。
- (c) 協力効果のモニタリング実施および結果の分析を行う（Executive Engineer および SDO との共同作業）。モニタリングは下記項目を対象とする。
  - 対象地域内に設けた 20 点の冠水常習地点のモニタリング体制を確立し、集中豪雨の発生する毎に各地点の冠水範囲、冠水深、排水に要する時間を記録して結果を分析する（Executive Engineer および SDO との共同作業）。
  - 住民の苦情は現在 WASA の苦情センターの他、市内に散在する事務所やスタッフ個人にも寄せられているため、苦情件数の集計方法をできるだけシステム化する（Executive Engineer および SDO との共同作業）。
  - 除去された汚泥は最終処分場に備えてあるトラックスケールで計量されるが、この記録を日報形式で集計するシステムを構築する（Executive Engineer および SDO との共同作業）。
- (d) 機材は毎日点検・整備する必要がある、この手順や方法を示したマニ

ユアルの作成を行う(Executive Engineer および SDO との共同作業)。

対象となるコンサルタント要員は下水、排水計画に豊富な経験を有する技術者とし、現地派遣期間は2ヶ月間とする。

### モデル施工監理

本格的清掃作業の一環としてモデル地区を選定し、PMU の Executive Engineer と SDO を対象に作業監理方法を指導する。とくに作業計画で定めた工程、出来高(汚泥除去量を基準とする)の管理を行うと共に、作業が市街地で行われることを考え、事故防止のための安全管理と環境に配慮した品質管理を行い、PMU がこれらの管理方法を継続的に実施できるようにする。モデル施工地区は(1)冠水常習地区であること、(2)施工期間が短くても効果が確認しやすいこと等を考慮して、対象地域内では最も小さい集水面積を持つ A 地区の西側を選定する。但し、開水路については、A 地区には水路幅の小さい排水路しか存在しないため、大規模な水路に関しては H1 地区の Central Drain の一部を対象とする。モデル施工は全体計画の約 10%程度の清掃作業が見込まれており、この期間に各作業チームの責任者クラスに対し施工監理に係る指導・訓練が可能と思われる。作業の詳細内容は下記のとおりである。なお、モデル施工に要する期間は3ヶ月を見込み、施工監理者として日本人1名を派遣する計画とする。

下水管路(対象 A 地区の西部)

チーム	管路長(m)	管径(mm)	推定汚泥量(m <sup>3</sup> )
1	1,300	1,350, 1,500	600
2	1,000	1,200	1,300
3	2,500	600, 900	570
4	2,300	600, 900	560
合計	7,100		3,030

排水路(開水路)

チーム	水路長(m)	推定汚泥量(m <sup>3</sup> )	備考
チョタ・ラビ排水路 (A 地区)	1,100	4,500	小規模(幅 4m 以下)
セントラル排水路 (H1 地区)	1,900	26,300	大規模(幅 4m 以上)
合計	3,000	30,800	

以上の活動内容より、作業計画/運営計画・モデル施工監理要員の作業期間（M/M）は以下ようになる。

### ソフトコンポーネントの実施工程

作業内容	月	1	2	3	必要人月
<b>（作業計画/運営計画）</b>					
移動					
JICA現地事務所にて打合せ・協議					
WASA/PMUにて協議（事業計画の策定・見直し）					
WASAの作成した既設下水排水路網図のレビュー					
清掃作業計画（出来高および機材配備計画を含む）					
降雨時のモニタリングの実施					
機材整備・点検マニュアルの作成					
報告書の作成					
JICA現地事務所報告					
移動					
					2.00
<b>（モデル施工監理）</b>					
移動					
JICA現地事務所にて打合せ・協議					
WASA/PMUにて協議（モデル地区踏査含む）					
モデル施工監理					
報告書の作成					
JICA現地事務所報告					
移動					
					3.00

#### (6) 実施リソースの調達方法

作業計画および施工監理に係る技術支援は、以下の理由により本邦コンサルタント直接支援型で行うものとし、下水・排水分野の計画と施工に経験の豊富な日本人技術者を派遣するものとする。

- パキスタンは都市の下水排水施設に立ち遅れが目立ち、長期的視野にたって計画立案や運営管理能力の強化策を講じる人材に欠ける。
- 上記と同様、計画に基づき作業の進捗を厳しく管理できる技術者が不足している。
- 下水排水分野において、現在、日本以外のドナーの動向が見られず、第三国から技術者を派遣することは考え難い。

#### (7) ソフトコンポーネントの実施工程

作業計画/運営計画支援の要員は 2005 年 10 月中旬に現地入りし、WASA 本部の

関係者と事業の全体計画について協議した後、PMU 事務所を本拠として作業を開始する。作業計画は下水排水路網の図面が整備されていることが前提条件となるため、この図面作成作業を WASA の責任において 2005 年 9 月末までに完了しておく必要がある。清掃作業計画は、調達機材を利用して清掃作業を開始する前に策定しておく必要があり、その策定の過程において、手順や方法を Executive Engineer および SDO に伝え、彼らが独自に継続して行えるようにする。日本出発から帰国までのスケジュールは 2 ヶ月とし、現地着任時と帰国前には JICA 現地事務所に報告に伺うものとする。

モデル施工監理技術者は清掃作業計画が策定された時点で現地に派遣されるものとする。その時期は、業者が調達した機材を使用して OJT を実施した後となるため、2005 年 12 月中旬の予定となる。開水路の清掃は日中行われるが、下水管路の清掃は夜間に実施されるため、現場管理は Executive Engineer および SDO とスケジュールの調整をとりながら行われる。現場の作業監理に要する期間に移動日数等を考慮すると、全体で 3 ヶ月の工程となる。現地着任時と帰国前には JICA 現地事務所に報告に伺うものとする。

#### (8) 成果品

ソフトコンポーネント業務の成果品は以下に示すとおりである。

##### 作業計画/運営計画

- 本事業対象地域をカバーする既設下水排水路網の最終図面
- 清掃作業計画（作業工程、出来高計画、機材配備計画等を含む）
- 降雨時のモニタリング結果（冠水状況、住民の苦情件数）
- 機材の整備・点検マニュアル

##### モデル施工監理

- 実施工程表および出来高（汚泥の除去量および清掃管路/排水路長）

#### (9) ソフトコンポーネントの概算事業費

ソフトコンポーネントに係る概算事業費は 1,180 万円と見積もられる。現地再委託の業務は特に必要としないため、この事業費は、日本人 2 人が現地で合計 5 人/月のサービスを提供するのに要する費用である。

#### (10) 相手国実施機関の責務

WASA はこれまで緊急対応に追われて行動をとって来たため、中長期計画を立てて作業を進める態勢の整備が行われてこなかった。今回 PMU が設立され、Project Director の下、2 名の Executive Engineer と 4 名の SDO で本事業の運営管理を担う体制であるが、ソフトコンポーネントを通じて、アクションプランで定めた 3 ヶ年の清掃計画を効率的に実施することが可能性となる。

WASA はソフトコンポーネントの開始前までに、既存の縮尺 1/2,400 の地図に既設下水・排水路を落とし、清掃計画が立てられるよう準備を整えておくことが要求される。この作業を怠ると、ソフトコンポーネントの活動に支障をきたすため、WASA に課せられた最低必要条件である。また、WASA は Project Director 以下 PMU のスタッフの人選は慎重に行い、日本の専門家から計画管理技術を習得する有能な人材を配置することが求められる。清掃作業の実施においても、施工監理技術を理解し、積極的に吸収しようとする技師や SDO の登用が望まれる。これにより、この技術が PMU に浸透し、継続的に活用されるものと思われる。

#### 3.2.4.8 実施工程

本プロジェクトは日本政府とパキスタン政府の間で交換公文(E/N)が締結された後、日本政府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、入札業務を含む実施設計に 3.5 ヶ月、機材調達及び据付に 10 ヶ月、さらにソフトコンポーネントに 5 ヶ月を見込んでいる。なお、詳細は表 3.17 の実施工程表に示すものとする。

表3.17 実施工程表

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
実 施 設 計	▽ (コンサルタント契約)																
	▬ (入札図書作成)																
	■ (入札図書承認)																
	□ (公示案作成・公示、図渡し・現説)																
	▽ (入札)																
	■ (入札評価)																
	▽ (業者契約)																
											計3.5ヶ月						
機 材 調 達 ・ 据 付	▬ (機器製作)																
	□ (船積前検査、輸出通関、船積み)																
	■ (海上輸送)																
	■ (輸入通関、内陸輸送)																
	▬ (据付工事、試運転、初期操作指導)																
												計10ヶ月					
	ソ フ ト コ ン ポ ー ネ ン ト	▬ (作業計画/運営計画)															
▬ (モデル施工監理)																	
											計5.0ヶ月						

### 3.3 相手国側分担事業の概要

#### 3.3.1 パキスタン国に求められる措置

本事業実施に際してパキスタン側に求められる措置は、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。

- (a) 本機材調達案件に関し、必要とされる情報およびデータを提供する。
- (b) 調達機材の港における陸揚げ、輸入通関に係る手続きを速やかに実施する。
- (c) 本機材調達案件に関し、パキスタン国にて日本国民に課せられる関税、内国税およびその他税金を免除する。
- (d) 本機材調達案件に関し、日本国民の役務の遂行を円滑にするためパキスタン国への入国および滞在に必要な便宜を与える。
- (e) 本件で調達される機材が適性かつ効果的に維持され、使用されるため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。
- (f) 維持管理に必要とされる機材のパーツは不足をきたさないよう適宜調達する。
- (g) 本件で調達される機材はパキスタン国より再輸出されてはならない。
- (h) パキスタン政府は銀行取極め (B/A) を行い、B/A を締結した銀行に対し、支払い授權書 (A/P) の通知手数料および支払い手数料を負担する。

#### 3.3.2 パキスタン側分担事業

パキスタン側分担事業として特筆すべきは、(1)ポンプや自動除塵機の据付に伴う電源や変圧器等の電気関係の整備、(2)カラックに建設する PMU 事務所およびパーキングスペースの整備、(3)縮尺 1/2,400 の下水/排水マップの作成、(4)撤去した除塵機の最終処分、の 4 点である。

##### (1) 機材の据付工事

ポンプおよび自動除塵機の据付に伴い、パキスタン側の分担事業として変圧器の増設、電源の屋内への引き込み、変圧器から配電盤までの配線等の準備工が生じる。ポンプおよび自動除塵機を据え付けるポンプ場は全部で 4 ヶ所あり、そのうち Shad Bagh ポンプ場、ムルタン・ロードポンプ場およびメイン・アウトフォールポンプ場では既存の変圧器をそのまま利用できるが、グルシャン・イー・ラビポンプ場では容量が足りないため、新規に変圧器 (630kVA) を購入する必要がある。その他諸々の工事費を含め、4 ヶ所のポンプ場におけるパキスタン側の必

要経費は、表 3.18 に示すように、Rs.1.0 million (200 万円) 程度である。WASA は年間予算にポンプ場の維持管理費を計上しており、変圧器の交換もこれに含まれる。2004 - 05 年度のポンプ場の維持管理費は Rs.7.5 million (1500 万円) あり、新設ポンプおよび自動除塵機の準備工費用もここから支払われるとのことである。したがって、準備工費用は本プロジェクトの PC-1 で承認した Rs.100 million (2 億円) に含まれない。なお、自動除塵機の撤去に伴い撤去した機材の処分が必要となるが、これもパキスタン側の分担事業とする。

表 3.18 先方負担事項とその必要経費

ポンプ場名	既存ポンプ台数	新設ポンプ台数	新設除塵機	変圧器およびその他の工事の必要性	必要経費 [Rs. million]	備考
シャド・バグ ポンプ場	4	2		既存の変圧器 (1500kVA) があり、新設分も含めたポンプ 6 台に対応可能。ケーブルの接続工事等が必要。	0.1	
グルジャン・イー・ラ ポンプ場	12	2		新規に変圧器 (630kVA) を購入する必要あり。	0.7	
ムルタン・ロード ポンプ場	4	2		既存の変圧器 (1500kVA) があり、新設分も含めたポンプ 6 台に対応可能。ケーブルの接続工事等が必要。	0.1	
メイン・アウトフォール ポンプ場			1	既存の変圧器で対応可能。ケーブルの接続工事等が必要。撤去した機材の処分が必要。	0.1	
合計	20	6	1		1.0	

1 Rs.=¥2.07 (H16 年 9 月現在)

### (2) カラックの PMU 事務所

WASA はカラック (Kharak) の旧ムルタン・ロードポンプ場跡地に本プロジェクト用の PMU 事務所と機材用のパーキング・スペースの建設を計画しており、2004 年 11 月から着工し 2005 年 3 月までに完成を予定している。パキスタン側の分担作業であるが、工事費は WASA の一般会計から支出されている。したがって、同工事費についても PC-1 で承認した予算とは別会計となっている。機材供与時にはこの PMU 事務所およびパーキング・スペースは完成している予定であるが、その進捗は随時確認しておく必要がある。

### (3) 下水・排水マップ

ソフトコンポーネントに係る負担業務として下水・排水マップの作成がある。これは DFID が作成した縮尺 1/2,400 の地図上に既設下水・排水路網をできるだけ

詳細に描く作業で、WASA の技術者によりソフトコンポーネントの開始前までに完成しておく必要がある。下水・排水マップは全体清掃計画や運営計画を立てるにあたり欠かせない情報の提供を行う。

(4) 除塵機の処分

メイン・アウトフォールの除塵機は撤去された後、スクラップとして処分場に投棄するのではなく、素材の金物の残存価値を評価し、WASA の規定に則り競売にかけて第三者に譲ることになる。

### 3.4 プロジェクトの運営・維持管理計画

表3.19に示すとおり、本プロジェクトで調達される機材はPMU-II の責任下に置かれ、シャド・バグポンプ場、メイン・アウトフォールポンプ場およびカラック事務所の 3 個所で集中管理される計画となっている。これらは単に駐車場として管理されるのではなく、SDO の責任下において機材の洗車、オイル交換、簡単な修理等が可能なガレージの機能を持つものとする。

表 3.19 機材の管理体制

PMU-II	担当地区	機材駐車場
技師 (XEN-I)	SDO(A & B 地区担当)	シャド・バグ ポンプ場
	SDO(G 地区担当)	メイン・アウトフォール ポンプ場
技師 (XEN-II)	SDO(H1 地区担当)	カラック事務所
	SDO(雨水排水担当)	

PMU-II は 220 人の WASA の現有スタッフと作業員で構成されるため、人員の数としては十分である。また、これまでの業務経験を活かした作業が可能のため、運営・維持管理能力の面においても不安材料は少ない。WASA は「3.2.1.3 運営・維持管理能力に係る考察」で述べたとおり、整備工場を保有せず、大掛かりな修理やオーバーホールは地元業者に委託するシステムをとっているため、本プロジェクトで調達される機材もこのシステムに準拠したものとなる。

下水管の清掃は 3 名の SDO がそれぞれの管轄区を担当しチームのリーダーの役割を果たすものの、G 地区は堆積汚泥が他地区と比べて多いため 1 名の SDO の下、2 チームの編成とする。A 地区と B 地区は対象面積が比較的小さく、同じ行政範囲 (Town) に含まれるため、管理上 1 名の SDO の下、1 チームでまかなうことが可能である。H1 地区についても、1 名の SDO の指揮で 1 チーム編成されれば機動力を発揮して作業に臨む

ことが可能である。

排水路の清掃作業は全長約 28km の開水路を対象とし、掘削機と複数のダンプトラックとの組み合わせで実施される。作業は 1 チームの編成で実施が可能である。清掃計画に基づき、技師と SDO が予め機材の配備スケジュールを定め、重機オペレーターと運転手に作業準備の指示をすることから始まる。排水路を担う SDO は全対象地域の現場管理を行うものとし、現場監督者 (Sub-engineer) に作業中の安全管理、作業後の現場整理等を指示すると共に、使用した機材の整備・点検等のチェックを行うものとする。

### 3.5 プロジェクトの概算事業費

#### 3.5.1 協力対象事業の概算事業費

本計画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、12.24億円となり、先に述べた日本とパキスタン国との負担区分に基づく双方の経費内容は、下記に示す積算条件によれば、次のとおりとなる。

##### (1) 日本側負担経費

概算事業費（日本側） 約 1,222 百万円

費 目			概算事業費	
機材費	(1) 管路清掃機材	293	1,179	
	(2) 開水路清掃機材	203		
	(3) ポンプ場清掃機材	18		
	(4) モニタリング用機材	13		
	(5) ポンプ場 関連機材	シャド・バグ ポンプ 場		173
		グルジャン・イー・元 ポンプ 場		145
		ムルタン・ロード ポンプ 場		159
		メイン・アウトフォール ポンプ 場		175
設計監理費・ソフトコンポーネント費			43	

注) 概算事業費は交換公文上の供与限度額を示すものではない。

##### (2) パキスタン側負担経費

概算事業費（パキスタン側） 約 100 万 Rp. (2 百万円)

費 目	概算事業費 万ルピー-(百万円)
電気引込費と変圧器購入費	
(1) シャド・バグ ポンプ 場	10 (0.21)
(2) グルジャン・イー・元 ポンプ 場	70 (1.45)
(3) ムルタン・ロード ポンプ 場	10 (0.21)
(4) メイン・アウトフォール ポンプ 場(除塵機)	10 (0.21)
合 計	100 (2.07)

##### (3) 積算条件

- 積算時点 : 平成 16 年 9 月
- 為替交換レート(TTS) : 1 Rs. = 2.07 円 / 1 US\$ = 110.08 円
- 施工期間 : 入札業務等の実施設計、機材調達・据付、ソフトコンポーネントに係る期間は、実施工程に示したとおりである。
- その他 : 本計画は、日本国政府の無償資金協力制度に従い、実施されるものとする。

### 3.5.2 運営・維持管理費

既述のとおり、WASA は本事業を 3 年間で実施する計画で、これに係る予算として 100 百万 Rs.(約 207 百万円)がパンジャブ州政府によって承認されている(表 3.19 参照)。但し、この中には B/A に係る銀行コミッションや住民への啓蒙普及活動費が含まれているため、事業の運営・維持管理費としては、約 81 百万 Rs.(168 百万円)相当の予算措置となる。なお、本プロジェクト完工後(2009 年以降)の維持管理費は、基本的には WASA が負担するが、必要に応じラホール市が財政支援することを確認している。

表 3.19 パキスタン側のプロジェクト実施経費

項目	予算(百万 Rs.)
燃料代	78.90
車両類維持管理費	2.00
安全器具購入費	1.00
住民意識キャンペーン	1.00
B/A 用銀行コミッション	17.10
合計	100.00

出典：WASA(アクションプラン)

(1 Rs.=¥2.07)

費目内容で特に注目すべき点は、重機と車両類に要する燃料代がほとんどを占め、修理や部品購入等に係る予算は 2 百万 Rs.程度と少ないことである。この理由として、(1)新規に調達される機材は 3 年間の使用では重大な故障が生じない、(2)必要最低限のスペアパーツは本件協力の対象として供与されるため、軽微な修理は WASA/PMU で行える、の 2 点が挙げられる。上記より維持管理に係る予算として年間 27 百万 Rs. が充てられ、額としては妥当な規模と思われる。

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ことは既述のとおりである。本件に関しては、電気料金は WASA の一般会計でまかなわれるため、上記予算には含まれないが、ポンプ台数が増えることにより、WASA のエネルギー代の負担も増すことになる。

本件で調達される機材の耐用年数は、車両類で 5~6 年、重機は 8~12 年、ポンプは 15~16 年と云われている。但し、WASA が現在使用している機材を見ると、10~20 年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つけられる。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。従って、本件は十分な維持管理が行われることを条件とし、車両類は約 10 年、重機で 15 年、ポンプは 20 年程度で更新する必要があると思われる。

### 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) ポンプ場の据付分担作業

ポンプ及び自動除塵機の据付に伴い、変圧器の増設、電源の建屋内への引き込み、変圧器から配電盤までの配線等は、日本側の据付分担作業開始前の 2005 年 11 月までに完了されなければならない。

#### (2) 機材駐車場及び PMU オフィスの建設

WASA が所有する Kharak の旧ポンプ場跡を機材の駐車・保管場所として利用できるよう土地を整備すると共に、敷地内に PMU オフィスを建設する。この作業は 2005 年 3 月に完成される予定となっている。

#### (3) 下水・排水マップの作成

下水・排水マップは既存の縮尺 1/2,400 地図を利用して作成される。ソフトコンポーネント実施前の 2005 年 9 月までに完成されなければならない。

## 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

#### (1) 直接効果

本プロジェクトの対象範囲は A、B、G、H1 地区を含むおよそ 40km<sup>2</sup>であり、直接的な裨益人口は約 200 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効果は、以下のとおりである。

- (a) 清掃計画の対象とする下水管（延長 79km）を閉塞している堆積汚泥およそ 26,000m<sup>3</sup>と排水路（延長 28km）の堆積汚泥 400,000m<sup>3</sup>を除去することにより、排水および雨水貯留能力が 50%程度向上する。
- (b) 下水ポンプ場の排水能力の合計が 36.8m<sup>3</sup>/s から 46.6m<sup>3</sup>/s へと 30%程度増加する。
- (c) 上記(a)および(b)の相乗効果により、市内の冠水常習地区における冠水被害（冠水時間、冠水深、冠水範囲）が現況の半分程度に減少する。

#### (2) 間接効果

プロジェクトの実施により期待される間接効果は、以下に示すとおり対象地域における衛生環境の改善と、清掃作業の機械化による作業員の安全確保があげられる。

- (a) 衛生環境の改善により、ラホール市の水系伝染病等の患者数（2002-2003 年の報告によると、アメーバ赤痢：13,000～15,000 人/年、バクテリア赤痢：9,000～10,000 人/年、チフス：1,300～1,400 人/年、A 型肝炎：700～900 人/年）が減少する。
- (b) 清掃作業の機械化と作業管理の訓練・指導により、数年前に発生した下水管渠内の死亡事故の再発を防止する。

事業効果の発現は、プロジェクトが運営開始されてから 3 年後の 2009 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汚泥堆積量の除去、ポンプによる排水能力の向上等で表すものとする。また、冠水被害についても、現地調査で選定した 22 点（図 4.1 参照）について冠水深、冠水範囲、排水に要した時間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現状がどのように改善されるかをまとめると表 4.1 に示す内容となる。

表 4.1 計画実施による効果と現状改善の程度

現状と問題点	本計画での対策(協力対象事業)	計画の効果・改善程度
<p>1. ラホール市はモンスーン期の集中豪雨により市内のいたる所で冠水被害が生じている。その要因は(1)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著しく低下していること、(2)ポンプ場が豪雨時に対応した排水能力を備えていない、ことによる。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 下水・排水路の清掃機材を調達する。</li> <li>・ ポンプ場関連機材の調達・整備を行う。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 下水管路および排水路の清掃が適切に行われる。</li> <li>・ ポンプ場の排水能力が高められ、排水機能が改善する。</li> <li>・ 冠水被害が軽減される。</li> </ul>
<p>2. WASA は本計画を実施するに当たり PMU-11 を設立し、3年で完了する予定としているが、要員は緊急対応型の活動経験しかなく、計画に基づく作業経験に乏しい。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ PMU-11 の技術者に作業計画/運営計画に係る技術指導を行う。</li> <li>・ モデル施工を通じて、PMU-11 の技術者に施工監理に係る技術訓練を行う。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ PMU-11 の技術者により清掃作業および運営計画が策定される。</li> <li>・ PMU-11 の技術者の指導により清掃作業が計画に沿って実施することが可能となる。</li> </ul>

## 4.2 課題・提言

プロジェクトの効果を発現し持続させるため、パキスタン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、ごみ対策に係る住民への啓蒙普及活動があげられる。

WASA は本案件を3年間で実施する計画で、これに係るプロジェクト経費として100百万ルピー(約2億円)を確保しているが、3年後の維持管理費については基本的にWASAの予算で負担する必要がある。WASAは現在厳しい財務状況にあるため、ラホール市が必要に応じ財政支援を行うというものの、各関係機関からは自助努力により健全な運営管理をするよう強く求められている。こうした状況を踏まえ、WASAは今年からサービスのより一層の向上に努めると共に、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)60%を占める「メーター無し」を「メーター付き」の給水システムに段階的に転換する、(2)料金滞納者からの徴収を強化する、(3)不正な給水管の接続や盗水を防止する等が掲げられている。こうした努力が今後も継続的に行われれば、WASAの財務状況は確実に改善すると思われるため、今後もその推移を慎重に見守っていく必要がある。

下水・排水施設の清掃と維持管理は、家庭から排出される固形廃棄物と深く関わりがあるため、市民が排水路にごみを投棄しないよう WASA は啓蒙キャンペーンを計画している。この目的ため、100 万ルピーの予算が確保されており、地元の NGO を活用して活動する計画が示されている。本プロジェクト実施期間中に住民との対話や Web サイトを通して、WASA の機能と役割を地元の関係者に周知させ、住民の環境への意識向上を図ると共に、無分別なごみ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。また、こうした活動が WASA だけでなく、ラホール市の廃棄物管理部（SWM）を始め、他の関係機関や団体の賛同を得ながら継続的に行われるよう WASA の強いリーダーシップが求められる。

なお、本プロジェクトは、技術面においては、ソフトコンポーネントの実施により効果発現の必須要件が満たされるため、他のドナーとの連携または技術協力は特に必要ないと判断する。

#### 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の北部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 200 万人である。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。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、カテゴリー C に分類されており、環境や社会へ望ましくない影響が最小限かほとんどないと考えられている。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。

本プロジェクトに必要な機材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が設定されており、特別な技術を必要とせず一定期間の技術指導を行えば対応が可能なものとなっている。また、予算面についても、プロジェクト実施期間の 3 年間に係る経費として 100 百万ルピーが確保されており、運営・維持管理を行うにあたり十分な額と判断される。

以上の結果から、本プロジェクトはラホール市の冠水被害の軽減に資するもので、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、前述のように多大な効果が期待されると同時に、広く地域の冠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。但し、本プロジェクトの実施には以下の点が確実に遂行される必要があり、これらが行われない場合は、本プロジェクトの円滑な運営が困難であると判断される。

- (a) 本プロジェクトを実施する組織として PMU-II が設立されるが、これに必要な要員が遅滞なく配属されること。特に、幹部候補者は運営・管理能力を備えた優秀な人材であること。
- (b) 相手国側がプロジェクト対象地の下水・排水マップの作成を、ソフトコンポーネント開始前の 2005 年 9 月までに確実に完成させること。
- (c) 機材据付けに係る相手国側の分担作業（変圧器の増設、電源のポンプ場建屋内への引き込み、変圧器から配電盤までの配線等）が、日本側の分担作業開始前の 2005 年 11 月までに完了すること。