

パキスタン国
ラホール市下水管路清掃機材整備計画
予備調査報告書

平成 16 年 3 月

独立行政法人国際協力機構

パキスタン国
ラホール市下水管路清掃機材整備計画
予備調査報告書

平成 16 年 3 月

独立行政法人国際協力機構

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管路清掃機材整備計画にかかる予備調査を行うことを決定し、独立行政法人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 2 月から平成 16 年 3 月まで予備調査団を現地に派遣しました。

調査団は、パキスタン・イスラム共和国政府関係者と協議を行うとともに、現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、今後予定される基本設計調査の実施、その他関係者の参考として活用されれば幸いです。

最後に、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 3 月

独立行政法人国際協力機構
理事 吉永 國光



ラホール市の町並み(ラホールフォート付近)



Lakshmi交差点付近の浸水状況 (2003年7月の新聞記事より)



ポンプによる下水の雨水排水路への排出(ゾーンA)



汚水は未処理のままラビ川へ放流される(ShadBaghポンプ場)



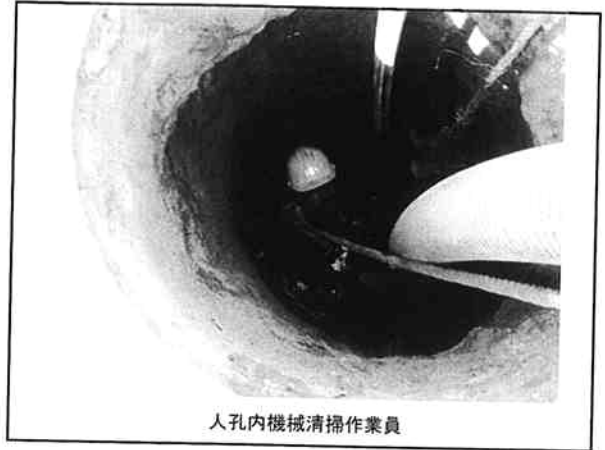
現地踏査状況 (ゾーンA)



住宅地(Katchi Abadis)から排水開渠へのゴミ投棄



下水溝上面まで滞留しているごみ(ゾーンA)



人孔内機械清掃作業員



清掃により下水管路から回収されたごみ



人力での下水管路清掃作業



市内の水路に投棄されたごみ



市内の水路沿いのごみ収集箇所



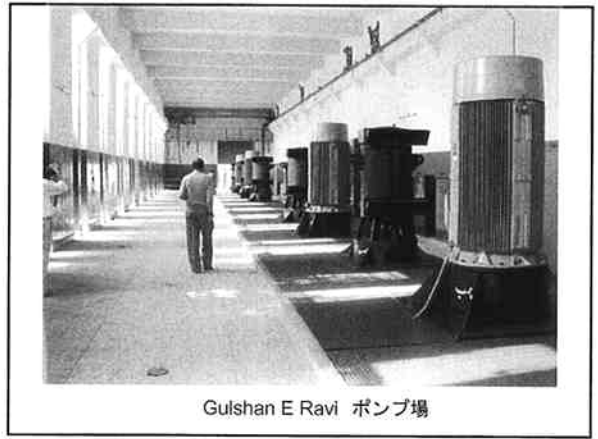
クラムシェル排水路浅溝状況



Shad Bagh ポンプ場



Shad Baghポンプ場 (ポンプインペラと電動機回転子)



Gulshan E Ravi ポンプ場



Mainoutfall ポンプ場除塵システム (傾斜コンベヤは撤去されている)



Mehamood Booti 最終処分場

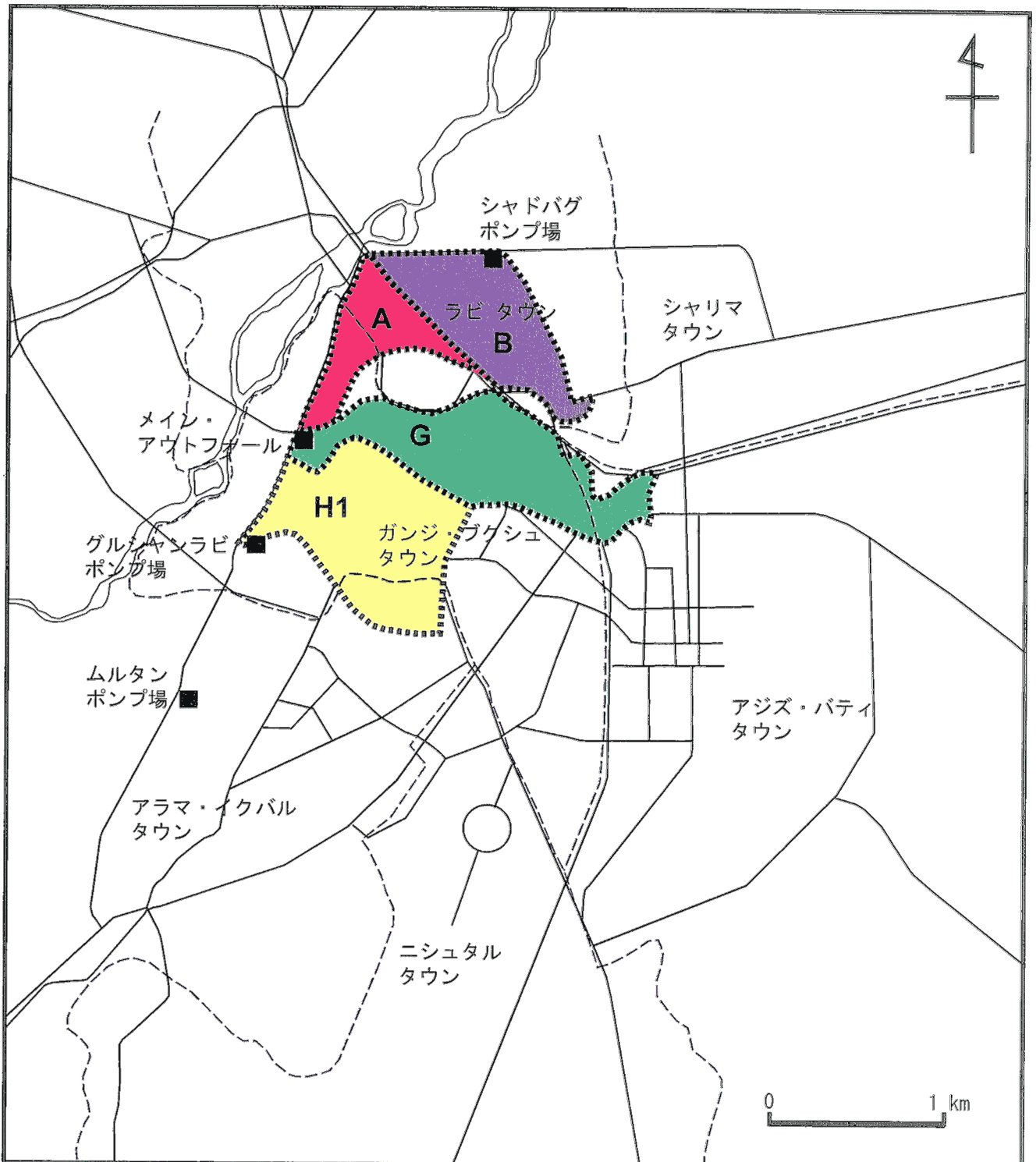


図 プロジェクト対象地域図

凡 例

- ゾーン
- ポンプ場
- タウン境界

目 次

序 文

写 真

地 図

1. 要請の背景	1
2. プロジェクトの背景・目的	2
2.1 プロジェクトの背景と位置付け	2
2.1.1 プロジェクトの背景	2
2.1.2 プロジェクトの位置付け	4
2.2 プロジェクトの目的	4
3. プロジェクト地域の状況	5
3.1 ラホール市の位置	5
3.2 自然状況	5
3.2.1 地形・地質	5
3.2.2 気象	5
3.2.3 土地利用	6
3.3 社会・経済状況	7
3.3.1 ラホール市の行政組織	7
3.3.2 ラホール市の面積、人口	8
3.3.3 経済状況（産業、所得）	8
3.3.4 貧困問題等	9
3.4 衛生環境	9
3.4.1 上下水道サービス	9
3.4.2 冠水状況	10
3.4.3 飲料水質の状況	15
3.4.4 水系伝染病等の状況	16
3.4.5 下水水質の状況	17
3.4.6 ラホール市の廃棄物処理の状況	18
3.5 下水排水施設と維持管理の現状	24
3.5.1 対象地域の状況	24
3.5.2 対象地域の下水道施設の現況	24
3.5.3 維持管理の現状	29

4.	要請機材と計画機材の内容、優先順位	45
4.1	要請機材の内容検討	45
4.1.1	プロジェクトの目的との整合性	45
4.1.2	WASA 所有の清掃機材の現況	45
4.1.3	DFID によるパイロットプロジェクトの実施状況と考慮すべき機材仕様	49
4.1.4	要請機材の内容と作業計画	51
4.2	当初要請からの変更点と検討	57
4.2.1	清掃機材	57
4.2.2	ポンプ場機材	59
4.3	適切な協力内容、範囲（優先順位、機材仕様、その他の検討）	61
4.3.1	要請機材の優先順位	61
4.3.2	計画機材の用途	62
4.1.3	計画機材による除去物の搬送計画	63
4.1.4	計画機材の管理体制	64
5.	環境予備調査	68
5.1	環境行政	68
5.2	パ国制度による環境審査の必要性	68
5.3	初期環境影響評価(IEE)	71
5.3.1	予備調査実施前段階でのカテゴリ分類	71
5.3.2	予備調査における環境影響の検討	72
5.4	その他留意事項	74
6.	プロジェクト実施に際しての留意点	77
6.1	基本設計調査の進め方	77
6.1.1	下水道及び雨水排水路清掃活動に関するアクションプランの確認	77
6.1.2	DFID 調査等既存資料に基づく現況調査	78
6.1.3	維持管理計画	79
6.1.4	要請機材の規格（スペック）・数量の妥当性	79
6.1.5	技術協力・技術支援の必要性	79
6.1.6	財政状況の確認	79
6.1.7	冠水被害と本案件の関連	80
6.1.8	除去した堆積汚泥の運搬・処分方法	80
6.1.9	プロジェクト効果モニタリング計画	80
6.1.10	IEE の確認	81
6.1.11	積算条件	81
6.2	基本設計調査団員の構成	83
6.3	その他留意事項	85

添付資料

- 1．協議議事録 (Minutes of Discussion)
- 2．調査団員リスト
- 3．調査日程
- 4．主要面談者リスト
- 5．個別協議議事録
- 6．質問表回答
- 7．収集資料リスト
- 8．要請機材による計画作業量と必要台数の検討

図表リスト

表 2.1.1	パ国の都市下水排水処理施設：国家投資プログラム	2
表 2.1.2	十ヵ年計画の総事業費（試算）(2004-14)	4
表 3.2.1	ラホール都市圏の土地利用現況（2002 年）	7
表 3.3.1	Lahore 市の推定人口（2004 年）	8
表 3.3.2	ラホール市の労働人口の構成比	8
表 3.4.1	2004 年の WASA の管轄区域内の人口	9
表 3.4.2	上下水道接続世帯数（2003 年時点）	10
表 3.4.3	水道給水の現況（2003 年時点）	10
表 3.4.4	主な冠水被害例 2003 年（2 月～3 月）	11
表 3.4.5	主な冠水被害例 2002 年（6 月～9 月）	12
表 3.4.6	主な冠水被害例 2001 年（5 月～7 月）	12
表 3.4.7	WASA サービスエリアの水源水質モニタリング結果の概要（1997 年）	15
表 3.4.8	WASA 実施の井戸水及び水道水モニタリング結果の概要	15
表 3.4.9	ラホール市保健部による蛇口水の菌類分析結果の概要	16
表 3.4.10	水系伝染病等の患者数	17
表 3.4.11	季節毎の下痢の症状を示す患者数	17
表 3.4.12	ラホール市内の開渠及びラビ川の水質分析結果	18
表 3.4.12	一人当たりの廃棄物発生量	19
表 3.4.13	廃棄物収集車両数（2003 年）	20
表 3.4.14	最終処分場の状況	21
表 3.5.1	対象 Zone の面積・2004 年人口密度	24
表 3.5.2	下水道システムの主要施設概要	25
表 3.5.3	対象地域の主要下水管渠・排水開渠数量	26
表 3.5.4	対象地域の主要流末排水管の寸法と負担人口	26
表 3.5.5	WASA の財務状況と見通し（2001 年～2009 年）	32
表 3.5.6	各 Town の WASA 維持管理部門職員人数	34
表 3.5.7	WASA の管理するポンプ施設の種別	36
表 3.5.8	Multan Road Pump Station の職員	37
表 3.5.9	下水管路・雨水排水路の維持管理作業	38
表 3.5.10	下水・雨水排水路内の堆積物除去作業例	41
表 3.5.11	日本国内の下水管渠内清掃標準作業量	41
表 3.5.12	機械を用いた下水管路清掃作業班の例	43
表 4.1.1	WASA が所有する現況機材（1/3）	46
表 4.1.1	WASA が所有する現況機材（2/3）	47

表 4.1.1	WASA が所有する現況機材 (3/3)	48
表 4.1.2	DFID によって供与された安全管理用機材 (1997 年導入)	49
表 4.1.3	計画対象地域 (Zone A、B、G、H1) における下水管渠・雨水排水暗渠の 除去対象汚泥量と作業計画	52
表 4.1.4	計画対象地域 (Zone A、B、G、H1) における雨水排水開渠の 除去対象汚泥量と作業計画	53
表 4.1.5	当初の要請機材と予備調査時の要請機材の比較 (1/2)	55
表 4.1.5	当初の要請機材と予備調査時の要請機材の比較 (2/2)	56
表 4.3.1	計画機材の用途	63
表 4.3.2	要請対象の清掃機材に対する作業対象と保管場所	66
表 4.3.3	要請対象のポンプ場を管理する事務所	67
表 5.2.1	環境影響評価及び初期環境調査の必要なプロジェクトの種類及び 環境審査の手続きの概要	69
表 5.3.1	「JICA 環境社会配慮ガイドライン(案)」に示される影響を及ぼしやすい 特性と影響を受けやすい地域	72
表 5.3.2	初期環境影響評価結果	76
表 6.2.1	現地調査日程	83
表 6.2.2	基本設計調査の要員構成及び M/M	83
図 3.2.1	月平均降水量 (1994 年～2003 年の平均値)	5
図 3.2.2	月別日最大降雨量 (1997 年～2001 年の最大値)	6
図 3.2.3	最高気温及び最低気温 (1961 年～1990 年の平均値)	6
図 3.4.1	冠水位置図	14
図 3.4.2	ラホール市廃棄物管理部 組織図	18
図 3.4.3	最終処分地等位置図	22
図 3.4.4	雨水・下水管路清掃により生じる汚泥・ごみの処分方法	23
図 3.5.1	WASA の組織	30
図 3.5.2	WASA 維持管理部門の組織	35
図 5.2.1	本プロジェクトに係る初期環境調査(IEE)の手順	70

略 語

BOT:	Build, Operate and Transfer
CDGI:	City District Government, Lahore
Cusec:	Cubic feet per second
DFID:	Department for International Development
DMD:	Deputy Managing Director
Dir:	Director
EAD:	Economic Affairs Division
EIA:	Environmental Impact Assessment
EPA:	Environmental Protection Agency
EPAP:	Environmental Protection Agency
EU:	European Union
PEPD:	Punjab Environmental Protection Department
GPO:	General Post Office
IEE:	Initial Environmental Examination
WASA HQ:	Water and Sanitation Agency Head Quarter
HUD & PHED:	Housing, Urban Development and Public Health Engineering Department
LDA:	Lahore Development Authority
NESPAK:	National Engineering Services Pakistan (Pvt.) Ltd
NGO:	Non-Governmental Organization
O & M:	Operation and Maintenance
PC-1:	Planning Commission-1
SDO:	Sub-Divisional Officer.
TEPA:	Traffic Engineering and Planning Agency
UC:	Union Council
UBD:	Upper Bari Doab
UFW:	Unaccounted for Water
WASA:	Water and Sanitation Agency
XEN:	Executive Engineer

1. 要請の背景

パキスタン・イスラム共和国（以下、パ国とする）は人口約 1.41 億人、一人当たり GDP 415 ドル（2001 年）、総面積 79.6 万平方キロメートル（日本の約 2.2 倍）を有し、中近東地域と南アジア地域を結ぶ重要な位置を占めている。平野部は全般的に亜熱帯気候に属し、年間降雨量 130mm 以下の乾燥地帯も広く分布する。一般的に 6 月から 7 月に猛烈な砂嵐が吹き、それと前後して雨季（モンスーン季）に入り、10 月から 11 月は清涼な季節となる。パンジャブ州では南西モンスーンの影響を受け、7 月～9 月中旬頃の雨季において平均で月 7 日程度の降雨がある。

パ国の GDP 産業別シェアは 2001 年度において、農林水産業 24.7%、製造業 17.4%、サービス業のうち最大の商業部門が 15.2%となっている。また、就業者構成比では、農林水産業 44%、商業 15%、製造業 11%であり GDP 産業別シェア、就業構造の両面から農林水産業が経済の基盤といえる。

現在、推定人口 720 万人を有するパ国第二の都市、パンジャブ州の州都ラホール市では、急激な都市化及び人口増加に伴い汚水、廃棄物の排出量が急増しており、廃棄物の一部は市内を流れるラビ川や中小の河川、開渠型の雨水排水管、下水管に流れ込んでいる。これらにより増加した汚泥等堆積物が河川、雨水排水管、下水管の流れを妨げており、モンスーン期には洪水が発生し、環境・衛生問題が深刻化している。

このような状況に対し、ラホール市では Water and Sanitation Agency（以下、WASA とする）が、人力に頼った堆積物除去作業を行っているが、作業機材が不足しているため効率的ではない。DFID（以下、Department for International Development）による管路の清掃に係る技術指導及び機材供与も行われたが、問題の抜本的な解決に至っていない。

上記の現状を背景に、パ国は下水管、雨水排水渠および河川の堆積物問題が特に深刻なラホール市の北部地域（A,B,G,H1 地区）に対する 3 年間の管路清掃計画を立案し、同計画における堆積物除去を目的とした機材について 3 ヶ月間の技術指導を含め日本政府に要請してきた。

今回の予備調査では、ラホール市における下水・雨水の排水対策に止まらず、廃棄物処理を含む総合的な都市環境衛生対策を確認し、その中での本計画の位置づけを明確にした上で、要請の妥当性及び適切な協力範囲の検討を行い、基本設計調査実施の可否判断に資する情報収集等を行った。

2. プロジェクトの背景・目的

2.1 プロジェクトの背景と位置付け

2.1.1 プロジェクトの背景

(1) 国家開発計画

パ国の環境・地方政府・農村開発省(Ministry of Environment, Local Government and Rural Development)は、同国の排水処理施設についてのマスタープラン、『Master Plan for Urban Wastewater (Municipal and Industrial) Treatment Facilities in Pakistan』を2002年6月に策定した。

2023年の処理人口を最終目標にしたマスタープランは、五つのフェーズからなる実施計画で構成されている。第一フェーズは、プロジェクトの認可手続き、建設資金の調達、処理施設への住民合意形成、実施機関の能力向上、詳細設計、用地取得等から成っている。第二フェーズは、処理施設の第一期建設・運転維持管理、第三、四、五フェーズは処理施設の拡張建設・運転維持管理から成っている。

このマスタープランの総投資額は、国全体で44,214百万ルピー（約870億円）と見積もられている。そのうち、パンジャブ州では、ラホール、ファイサラバード、ムルタン、グジュランワラ、ラワルピンディ他6都市の処理施設が計画されており、総投資額は21,793百万ルピー（約430億円）とされている。（表2.1.1参照）

ラホール市については、6ヶ所の処理場が計画されており、用地取得も含めて7,932百万ルピー（約156億円、含用地取得100億円）の投資額が計上されている。

表 2.1.1 パ国の都市下水排水処理施設：国家投資プログラム

（単位：百万ルピー）

Phase 州	Phase I	Phase II	Phase III	Phase IV	Phase V	Total
パンジャブ州	10,992	4,951	1,405	2,072	2,371	21,793
シンディ州	10,984	4,156	1,059	1,588	848	18,638
北西辺境州	760	334	152	217	293	1,756
パロチスタン州	13	1,311	140	222	339	2,027
合計	22,749	10,752	2,756	4,100	3,852	44,214

このマスタープラン策定のために設けられた運営委員会の構成員の中には、パンジャブ州政府の計画開発局(Planning and Development Department)の Chief Section、公共衛生局(Public Health Engineering Department)の北部地区担当 Chief Engineer が代

表として含まれており、給水・衛生に関するパンジャブ州の開発計画が反映されているものと思われる。

(2) ラホール市の開発計画の概要

ラホール市では、『Integrated Master Plan for Lahore-2021』と題したマスタープランを2002年11月に策定した。このマスタープランはVolume Ⅰ、Ⅱ、Ⅲから成っており、Volume Iはラホール市の現況把握、Volume IIは現況分析に基づき立案された上下水道、運輸交通を含む諸種のインフラストラクチャーの開発計画、土地利用・開発計画、住宅開発計画等の説明である。

このマスタープランにおいて、2021年を最終目標年次とした下水排水マスタープランが提案されている。その中では、都市部の拡大と人口増に対応して、北東部地区や東端部地区および南西端部地区への下水排水管網の新設計画と同時に、既存排水区域の下水幹線、支線についても現状の排水能力を踏まえて将来の必要排水量を試算している。また、市北部の低地部(Bゾーン)では、無秩序な都市開発が行われ、下水管の排水能力も不足しているため、冠水が発生していると指摘し、新たな下水幹線敷設を提案している。

各ポンプ場の排水についても現況能力と今後必要となる能力を推定しており、増設スペースを有する既存排水ポンプ場へのポンプの増設や排水ポンプ場の新設等を提案している。現況の下水排水幹線については、強雨時に雨水が流れ込み、過重負担となっていることを指摘している。雨水の下水管への流入を防ぐため、家屋の段階で雨水を排水渠に誘導するなどの提案を行っている。

今回の調査ではVolume IIを入手できなかったが、得られた目次から判断すれば、短期、中期、長期各5ヵ年計画のうち、短期5ヵ年計画における優先的なプロジェクトの概要を述べていると思われる。基本設計調査が実施される場合、内容を確認することが望まれる。

(3) WASAの十ヵ年開発計画

ラホール市の上下水道事業を実施するWASAは、2004年3月に『Development Plan for Water Supply, Sewerage and Drainage Services in Lahore including in the Big City Package』なる十ヵ年計画を策定した。同計画において、総事業費19,632百万ルピー(386億円)、そのうち、下水排水施設5,960百万ルピー(117億円)、雨水排水施設3,730百万ルピー(73億円)、下水処理施設6,882百万ルピー(135億円)が試算されている。(表2.1.2参照)

この計画は、国家開発計画やラホール市のマスタープランに沿ったものであり、能力不足となっている既設下水排水施設の増強、冠水被害の深刻な地域の下水排水計画、市北部の低地部(Bゾーン)の雨水排水計画、雨水排水施設の改善計画等が含まれている。

表 2.1.2 十カ年計画の総事業費（試算）(2004-14)

単位：百万ルピー

項目	総支出計画
上水	2,410
下水	5,960
雨水排水	3,730
機材	650
下水処理施設	6,882
計	19,632

(4) 他ドナーの関わり・動向

国家開発計画の中で述べた排水処理施設のマスタープランの作成については、EU (European Union) が協力している。しかしながら、パ国の経済協力局 (EAD: Economic Affair Division)、パンジャブ州計画開発局、WASA 等によれば、わが国以外のドナーは本プロジェクトに関わっていないということである。

2.1.2 プロジェクトの位置付け

前述した給水・衛生セクターに関わる上位計画と本プロジェクトの方向性は合致すると考えられる。また、上述開発計画は、いずれも、下水処理施設の必要性を述べているが、本プロジェクトは、下水処理施設設置以前の問題である下水・雨水の排水に関わるものであり、緊急性の観点から優先すべきプロジェクトである。

2.2 プロジェクトの目的

ラホール市の下水排水管渠や雨水排水開渠の流下能力は廃棄物や土砂が堆積しているため、低下している。その上、都市化に伴って人口が急増しており、排水能力不足に拍車をかけている。下水・雨水排水施設の流下能力低下によって、モンスーン季には、市内数十ヶ所にて冠水が起こり、人命や財産の被害が発生する場合もある。

本プロジェクトは、汚泥や廃棄物を除去するための清掃機材を整備し、WASA が効率的に清掃活動を行うことによって、既存下水・雨水排水施設の流下能力を復旧し、強雨時におけるラホール市の冠水を減少させるとともに環境衛生を改善することを目的としている。

3. プロジェクト地域の状況

3.1 ラホール市の位置

ラホール市はパ国の北東部に位置するパンジャブ州の州都であり、北緯 31° 33′、東経 74° 20′、標高 213m である。首都イスラマバードから東南方向に約 290 km に位置する。

3.2 自然状況

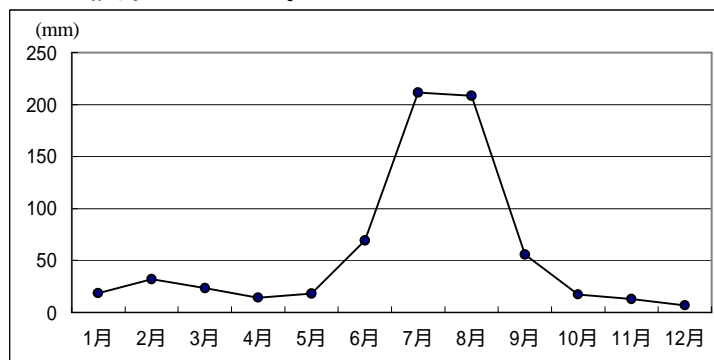
3.2.1 地形・地質

ラホール市はラビ川流域の沖積平野部に位置している。付近の地形は、南あるいは南西方向に、1:3000 程度の極めてゆるい傾斜をなしているが、全体としてラビ川流域の平坦な地形である。地質は中砂から粗砂で構成される砂質土層であり、表層から 200m 以上もの層厚となっている。この砂層には、水平方向にも、深さ方向にも、粘土層の介在が見られる。地下水面の位置は、地表面から 10m～30m の深さに存在している。飲用水源として利用されているのは深層地下水であり、地下 120m～200m 程度から汲み上げている。（水道水については、3.4.3 飲用水質の状況を参照。）

3.2.2 気象

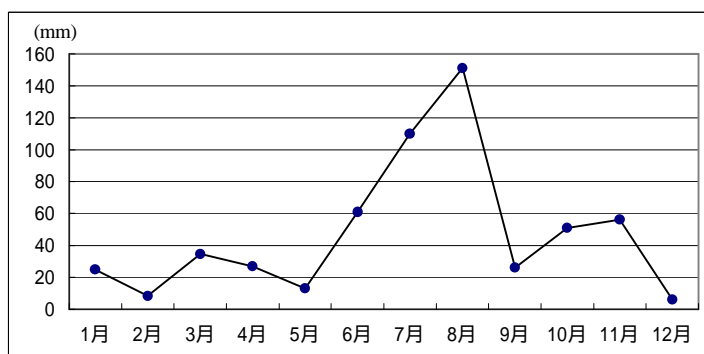
(1) 降水量

ラホール市の 1994 年から 2003 年にかけての月平均降水量は、図 3.2.1 に示すとおりである。年間の降水量は 688mm であるが、その約 61% にあたる 420mm が 7 月及び 8 月に降るモンスーン型気候を呈している。7 月～9 月頃の雨季においても降雨のある日は平均で月 7 日程度であり、雨は短時間に集中的に降る傾向がある。1997 年から 2001 年までの月別日最大降雨量は図 3.2.2 に示すとおりであり、1997 年 8 月に 151mm、2000 年 7 月に 110mm が記録されている。



出典：ラホール地域気象センター資料

図 3.2.1 月平均降水量（1994 年～2003 年の平均値）

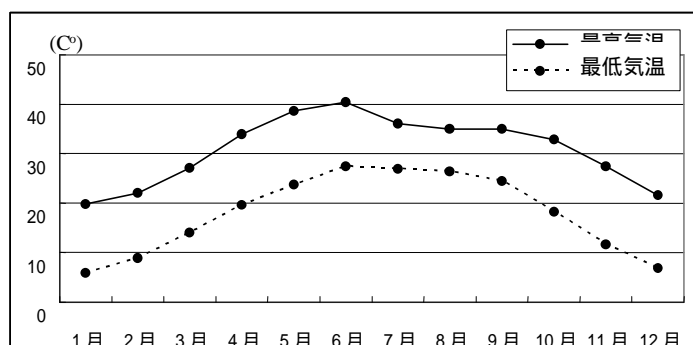


出典：ラホール地域気象センター資料

図 3.2.2 月別日最大降雨量 (1997年～2001年の最大値)

(2) 気温

ラホール市は夏と冬の寒暖の差がはっきりしている。最も暑くなる時期は5月～7月であり、7月の最高気温は40度に達する。一方で12月～1月の気温は最高でも6～7度程度となる。



出典：Integrated Master Plan for Lahore-2021 (NESPAK) 2002

図 3.2.3 最高気温及び最低気温 (1961年～1990年の平均値)

(3) 風向・風速

6月～9月は南東の風が、また10月～5月は北西の風が卓越する。年間の6割が静穏な状況であり、強風が吹く機会は少ない。

3.2.3 土地利用

ラホール都市圏 (Lahore Municipal Area) の土地利用現況は表 3.2.1 に示すとおりである。土地利用の大部分を占める農地は郊外に広がっている。市の中心部は主に住宅地及び商業地域で占められている。人口増に伴う新規の住宅地は主に南方へと拡大している。これは、

北側及び西側にラビ川が位置していること、また東側はインド国境に至る地域であることに起因していると考えられる。工業地域についてみると、小規模な工場は市内に広く分布しているが、重工業が営まれている地域はバダミ・バグ (Badami Bagh) 地域などに限られている。

表 3.2.1 ラホール都市圏の土地利用現況¹ (2002 年)

土地利用形態	面積 (ha)	割合 (%)
住宅地	22,175	9.6
商業地	1,737	0.8
教育施設	1,419	0.6
工業地域	2,455	1.1
公園/レクリエーション施設	1,608	0.7
農地	175,854	76.2
カトンメト地区	9,267	4.0
水域	5,711	2.5
その他	10,444	4.5
合計	230,670	100.0

資料：Integrated Master Plan for Lahore ? 2021 (NESPAK)

注：カトンメト地区は主として軍人が生活する居住区であり、インフラ設備についても軍が管理している。

3.3 社会・経済状況

3.3.1 ラホール市の行政組織

ラホール市は、市街地の大部分を構成するラビ (Ravi Town)、グン・ブクシ (Gunj Bukush Town) の他、シャリマール (Shalimar Town)、アジズ・バットィ (Aziz Bhatti Town)、ニシタール (Nishtar Town)、アラマ・イクバル (Allama Iqbal Town) の計 6 つの Town からなる。また、Town の中には行政の最小構成単位組織としての Union Council がある。1998 年時点での Union Council の数は市全体で 150 である。

ラホール市の公共事業及び公共サービスの提供は、市政府のほかに、ラホール市長が Chairman を務める LDA (Lahore Development Authority) や LDA 傘下にある WASA、および TEPA (Traffic Engineering & Planning Agency) 等の機関が管轄している。本プロジェクトのカウンターパート機関である WASA の上部機関である LDA はラホール市の包括的な開発計画の管理、建築規定や条例の計画管理、貧困地区の開発を担当しているほか、WASA を通じて上下水道施設の開発計画、運転維持管理を行っている。

¹ ラホール都市圏は 1975 年にパンジャブ州政府により指定された地域。ラホール地区の 88% を占める。

3.3.2 ラホール市の面積、人口

ラホール市の面積は約 800 k m² (W A S A のプレゼンテーション資料)、人口 717 万人である。人口については、1998 年以來国勢調査が行われていないので、1998 年のデータをベースに増加率を 2.82% として推定している。表 3.3.1 に、ラホール市の推定人口を示す。

表 3.3.1 Lahore 市の推定人口 (2004 年)

単位：千人

Administration	1 9 9 8			2 0 0 4		
	Total	Urban	Rural	Total	Urban	Rural
Lahore City (150)	6,067.6	4,896.4	1,171.2	7,169.3	5,785.4	1,383.9
1)Ravi Town (30)	1,484.3	1,484.3	0.0	1,753.8	1,753.8	0.0
2)Gunj Bukush Town (33)	1,258.9	1,258.9	0.0	1,487.5	1,487.5	0.0
3)Shalimar Town (23)	871.0	670.3	200.7	1,029.2	792.0	237.2
4)Aziz Bhatti Town (13)	490.3	264.6	225.7	579.3	312.6	266.7
5)Nishtar Town (25)	956.2	560.0	396.2	1,129.8	661.7	468.1
6)Allama Iqubal Town (26)	1,006.9	658.3	348.6	1,189.7	777.8	411.9

() 内の数値は Union Council の数である。

3.3.3 経済状況 (産業、所得)

『Integrated Master Plan for Lahore-2021』(NESPAK, 2002)によると、中所得者層の平均月収は約 14,000 ルピー (約 28,000 円)、低所得者層の平均収入は約 6,300 ルピー (約 12,600 円) である。ラホール市の労働人口の構成比は、表 3.3.2 に示すとおりである。

表 3.3.2 ラホール市の労働人口の構成比

単位：%

セクター	1981 年	1998 年
農林業、漁業	3.5	2.3
鉱業	0.1	0.0
製造業	17.6	10.1
建設業	6.3	27.8
電気・ガス・水道	2.2	0.5
輸送・通信	11.0	7.4
商業	22.9	17.0
公共サービス	30.4	18.6
その他	6.0	16.3
合計	100.0	100.0

資料：Integrated Master Plan for Lahore ? 2021 (NESPAK)

3.3.4 貧困問題等

パ国では低所得者層が土地を不法に利用し生活している区域を”カッチ・アバディス (Katchi Abadis)” と呼ばれる。州政府及びラホール市には同地区を管轄する部署があり、毎年、同地区の一部について特別な予算を確保しインフラ整備等の事業をすすめている。LDA が管轄する区域には 73 の カッチ・アバディスがある。総面積は 198 ヘクタールであり、約 16 万人が居住している。プロジェクト対象地域の一部であるゾーン B 地区の”カッチ・アバディス”を 2 箇所視察したが、同地域は標高の低い箇所に位置しており、1 箇所については、下水管路網が未整備であった。このような傾向は市内の”カッチ・アバディス”全般にみられるとのことであり、洪水による被害を受けやすい地域であるといえる。

3.4 衛生環境

3.4.1 上下水道サービス

表 3.4.1 は WASA 管轄区人口と全人口に対する比率を示したものである。 WASA の管轄区域は、本調査時点では、ラホール市街地約 350 k m² であるが、WASA によれば、数年後には軍の管轄する区域を除き、ラホール市全域を管轄することになるとのことである。本調査時点では、全体で約 550 万人、77%の人口が WASA の管轄区域内にある。

表 3.4.1 2004 年の WASA の管轄区域内の人口

Town	人口 (千人)	WASA 管轄区域	
		市全体	人口 %
Lahore City	7,169.3	5,553.7	76.9
1)Ravi Town	1,753.8	1,211.1	69.1
2)Gunj Bukush Town	1,487.5	1,349.3	90.7
3)Shalimar Town	1,029.2	910.2	88.4
4)Aziz Bhatti Town	579.3	319.0	55.1
5)Nishtar Town	1,129.8	815.3	72.2
6)Allama Iqubal Town	1,189.6	948.8	79.8

出典：WASA 情報を基に調査団作成

水道水源はすべて地下水であり、現在 313 本の井戸によって賄われている。120m ~ 200m 付近の地下水が飲料水として汲み上げられている。

WASA 管轄内の水道給水を受けている世帯数、下水道を接続している世帯数を表 3.4.2 に示す。水道給水を受けているのは 48 万 5 千世帯で、そのうちメーター付の世帯は 19 万世帯である。下水道接続世帯は 43 万 9 千世帯、そのうちメーター付の世帯は 16 万 7 千世帯である。給水世帯の 90%が下水道に接続している。

表 3.4.2 上下水道接続世帯数 (2003 年時点)

WASA 管轄区	上水道			下水道		
	メ-ター-付	メ-ター-無	合 計	メ-ター-付	メ-ター-無	合 計
合 計	189,532	295,157	484,689	167,018	272,040	439,058
1)Ravi Town	36,015	84,753	120,768	32,383	81,189	113,572
2)Gunj Bukush Town	53,224	79,373	132,597	44,442	66,351	110,793
3)Shalimar Town	17,042	45,635	62,677	13,125	41,966	55,091
4)Aziz Bhatti Town	6,326	17,672	23,998	5,515	17,289	22,804
5)Nishtar Town	28,152	36,051	64,203	23,994	33,857	57,851
6)Allama Iqbal Town	48,773	31,673	80,446	47,559	31,388	78,947

出典 : WASA 「No. of Consumers」

表 3.4.3 に水道給水の現況を示す。総給水量は 1,420 千 m³/日、メ-ター-付世帯の水使用量は 1.7m³/世帯/日となっている。有収水率は 60% であり、漏水他の無収水量は 40% である。

表 3.4.3 水道給水の現況 (2003 年時点)

2003年11月~12月 実績値	接続数			有収水量(水道使用量)					給水量 (m ³ /日)	有収率 %	無収水量 (m ³ /日)
	メ-ター-付	メ-ター-無	合計	メ-ター-付 (m ³ /日)	一世帯/日	メ-ター-無 (m ³ /日)	その他	合計			
WASA 地区全体	189,532	295,157	484,689	325,994	1.72	507,668	18,184	851,846	1,420,716	60	580,860
1)RaviTown	36,015	84,753	120,768	55,916	1.55	131,585	4,546	192,047	339,677	57	147,630
2)Gunj Bukush Town	53,224	79,373	132,597	94,557	1.78	141,013	4,546	240,115	486,422	49	246,307
3)Shalimar Town	17,042	45,635	62,677	26,367	1.55	70,605	0	96,972	140,017	69	43,045
4)Aziz Bhatti Town	6,326	17,672	23,998	10,001	1.58	27,939	0	37,940	45,460	83	7,520
5)Nishtar Town	28,152	36,051	64,203	53,188	1.89	68,112	4,546	125,846	190,932	66	65,086
6)Allama Iqbal	48,773	31,673	80,446	86,329	1.77	56,061	4,546	146,936	218,208	67	71,272

出典 : WASA 「UFW for the Month of November/December(2003)」

3.4.2 冠水状況

(1) 冠水の現況

プロジェクト対象地域には、降雨時に恒常的な道路冠水地域が数十箇所見られる。表 3.4.4 から 3.4.6 は過去 3 年間の主な冠水被害例を示したものである。

2003 年では、7 月 17 日の 4 時間半に及び 84mm の降雨により、B ゾーンに位置する Data Nagar 付近が最も大きな冠水被害を被っている。この時には、冠水位が 900mm 達し、雨水の排水に 12 時間を要している。また、2 月 18 日には降雨量 63mm で F、G ゾーンにまたがる Urdu Bazar 付近で冠水位 700mm を記録し、排水に 10 時間を要している。

2002 年では、同じく、Data Nagar と Urdu Bazar 付近の他 GPO The Mall 付近にも大きな冠水被害が見られる。Data Nagar 付近では、1200mm にも達する冠水位となっている。

2001年の冠水被害は、前2年に比べて小さい。それでも、Gゾーンに位置するLakshmi交差点付近では、600mmの冠水位を記録している。降雨量は約40mmであったが、冠水の排水に12時間を要している。

表 3.4.4 主な冠水被害例 2003年(2月~3月)

Case	Zone	Location	Inundation Area	Maximum depth (in mm)	Required Hours for Evacuation	Date	Rainfall Timings	Rainfall in (mm)
1	F,G	Bhatti Chowk Urdu Bazar	From Bhatti Chowk to Urdu Bazar	500 700	8 Hours 10 Hours	17-02-03 18-02-03	10.00 AM to 1.30PM 3.00 AM to 7.30PM	42.9 63.4
2	G	Ikmorla Pul Lakshmi Chowk	From Circular Road to Aziz Road	400	8 Hours	30-03-03	2.30 PM to 5.00PM	35
3	G	Lakshmi Chowk	From Nisbet Road to Lakshmi Chowk	400 400	8 Hours 8 Hours	17-06-03 28-6-03	11.15 AM to 1.30PM 9.00 AM to 1.40PM	28 27
4	B	Data Nagar	From Peco Culvert to Farooq Gunj	500 900	10 Hours 12 Hours	08-07-03 17-7-03	4.45 PM to 6.25AM 9.50 AM to 2.00PM	27 84.2
5	G	Empress Road to Majethia Hall	From Chowk Nicolson Road to Muslim Leage High School	400 450	8 Hours 8 Hours	21-7-03 24-7-03	2.40 PM to 4.45PM 12.00 PM to 2.00PM	50 60
6	G	Chouburgi	Chowk Chouburgi	350	7 Hours	24-7-03	12.00 PM to 2.00PM	60
7	G	Iqbal Road (Mayo Road)	Overhead Bridge to Mayo Garden	200 350	6 Hours 7 Hours	26-7-03 27-7-03	11.20 AM to 12.45PM 2.15 PM to 4.15PM	12 32
8	G	GPO The Mall	From GPO to Bashir Sons	350	5 Hours	27-7-03	2.15 PM to 4.15PM	32
9	J	Ichhra	From Overhead Reservoir Rehmanpur WASA to Karnalpura Area	400	5 Hours	01-08-03	11.45 AM to 2.35PM	90
10	J	Samanabad	From Samanabad Road to Roundabout N-Block S. Abad	300	6 Hours	03-08-03	8.30 AM to 9.45PM	33

出典：WASA 作成「Past Major Inundation」

表 3.4.5 主な冠水被害例 2002 年 (6 月 ~ 9 月)

Case	Zone	Location	Inundation Area	Maximum depth in (mm)	Required Hours for Evacuation	Date	Rainfall Timings	Rainfall in (mm)
1	F,G	Bhatti Chowk Urdu Bazar	From Bhatti Chowk to Urdu Bazar	400	10 Hours	27-05-02	9.40 PM to 10.30 PM	32
				500	12 Hours	28-05-02	12.00 PM to 2.00 PM	39
2	G	Ikmorla Pul Lakshmi Chowk	From Circular Road to Aziz Road	250	6 Hours	03-06-02	10.00 AM to 12.30 PM	12
3	G	Lakshmi Chowk	From Nisbet Road to Lakshmi Chowk	400	6 Hours	27-06-02	1.15 PM to 4.55 PM	32
4	B	Data Nagar	From Peco Culvert to Farooq Gunj	300	5 Hours	5-7-02	3.00 AM to 5.00 AM	22.2
				400	6 Hours	06-07-02	3.45 PM to 7.45 AM	27.4
				500	8 Hours	2-8-02	1.30 PM to 3.00 PM	32
				800	10 Hours	9-8-02	1.35 PM to 4.15 PM	67
1200	24 Hours	13-8-02	6.30 PM to 9.30 PM	228				
5	G	Empress Road to Majethia Hall	From Chowk Nicolson Road to Muslim Leage High School	400	8 Hours	14-8-02	12.30 PM to 3.30 AM	50
				300	6 Hours	21-8-02	3.30 PM to 5.30 PM	28
6	G	Chouburgi	Chowk Chouburgi	300	8 Hours	21-8-02	3.30 PM to 5.30 PM	28
7	G	Iqbal Road (Mayo Road)	Overhead Bridge to Mayo Garden	300	8 Hours	21-8-02	3.30 PM to 5.30 PM	28
8	G	GPO The Mall	From GPO to Bashir Sons	600	8 Hours	02-09-02	8.30 AM to 12.30 PM	56
9	J	Ichhra	From Overhead Reservoir Rehmanpur WASA to Karnalpura Area	600	8 Hours	02-09-02	8.30 AM to 12.30 PM	56
				300	5 Hours	19-09-02	9.00 PM to 12.00 PM	27.6
10	J	Samanabad	From Samanabad Road to Roundabout N-Block S. Abad	200	4 Hours	24-09-02	4.30 PM to 5.15 PM	21

出典 : WASA 作成「Past Major Inundation」

表 3.4.6 主な冠水被害例 2001 年 (5 月 ~ 7 月)

Case	Zone	Location	Inundation Area	Maximum depth in (mm)	Required Hours for Evacuation	Date	Rainfall Timings	Rainfall in (mm)
1	F,G	Bhatti Chowk Urdu Bazar	From Bhatti Chowk to Urdu Bazar	200	8 Hours	28-05-01	4.35 PM to 5.25 PM	15
				325	8 Hours	4-6-01	8.40 PM to 11.30 PM	18
2	G	Ikmorla Pul Lakshmi Chowk	From Circular Road to Aziz Road	200	8 Hours	14-6-01	10.50 AM to 12.40 PM	16
3	G	Lakshmi Chowk	From Nisbet Road to Lakshmi Chowk	350	8 Hours	15-6-01	11.50 AM to 2.50 PM	13
				600	12 Hours	17-6-01	2.20 AM to 4.30 AM	39.4
4	B	Data Nagar	From Peco Culvert to Farooq Gunj	300	8 Hours	23-6-01	7.50 AM to 9.35 AM	13
				300	8 Hours	2-7-01	6.00 PM to 7.05 PM	14
				400	10 Hours	3-7-01	8.35 AM to 10.00AM	32
5	G	Empress Road to Majethia Hall	From Chowk Nicolson Road to Muslim Leage High School	250	6 Hours	4-7-01	11.00 AM to 1.15 PM	29
				300	8 Hours	9-7-01	11.00 AM to 1.15 PM	34
6	G	Chouburgi	Chowk Chouburgi	250	4 Hours	12-7-01	3.55 AM to 4.30 AM	21.6
7	G	Iqbal Road (Mayo Road)	Overhead Bridge to Mayo Garden	300	8 Hours	13-7-01	3.30 PM to 5.45 PM	13
8	G	GPO The Mall	From GPO to Bashir Sons	250	8 Hours	14-7-01	1.10 PM to 2.20 PM	15
				400	10 Hours	29-7-01	10.00 PM to 2.25 PM	30
9	J	Ichhra	From Overhead Reservoir Rehmanpur WASA to Karnalpura Area	200	6 Hours	16-7-01	10.00 PM to 2.25 PM	13
				300	8 Hours	17-7-01	6.25 AM to 6.40 AM	33
10	J	Samanabad	From Samanabad Road to Roundabout N-Block S. Abad	600	10	24-7-01	0.30 PM to 6.00 PM	89.2

出典 : WASA 作成「Past Major Inundation」

(2) 冠水発生地区

図 3.4.1 は、WASA の情報をもとに、例年冠水被害が発生する地区を示したものである。今回のプロジェクト対象ゾーンである、A、B、G および H1 ゾーンに大きな冠水被害が見られる。特に A、B、G ゾーンに冠水被害地区が比較的多く見られる。



図 3.4.1 冠水位置図

凡 例

- 主な冠水位置 (WASAからの聞き取りによる)
- ゾーン

3.4.3 飲料水質の状況

WASA は管轄区域の飲料水源である井戸水及び供給した水道の蛇口の水質モニタリングを毎日 10～20 箇所実施している（サンプル数は年間 4,000 程度）。水源水質については化学分析及び大腸菌の分析を、水道水については大腸菌の分析のみを行っている。情報処理機材及びデータ整理要員が不足していることから、モニタリング結果はとりまとめられてはいない。

本調査で入手した水源水質のモニタリング結果は、表 3.4.7 に示すとおりである。分析結果及び WASA 職員の説明によると、WASA が供給する飲料水の水源は深層地下水なので著しい汚染はないと思われる。

表 3.4.7 WASA サービスエリアの水源水質モニタリング結果の概要（1997 年）

項目	分析結果 (ppm)
pH	7.3 - 8.2
濁度	n.d.
硬度	70 - 350
カルシウム	12 - 70
マグネシウム	5 - 36
塩素	10 - 100
アンモニア態窒素	n.d.
マンガン	0.1 - 0.8
鉄	0.1 - 0.5
鉛	n.d.
銅	n.d.
大腸菌	n.d.
糞便性大腸菌	n.d.

注：n.d. 確認されず

出典：WASA 水質分析ラボラトリー資料

一方で、蛇口水質については菌類による汚染が確認されている。表 3.4.8 は WASA 管轄区域における 2002 年及び 2003 年の水源水質及び蛇口水質のモニタリング結果概要である。蛇口水のサンプルから、基準を満たさない分析結果が確認されているが、主に大腸菌が原因とのことである。ラホール市の保健部局も市民の苦情に応じて蛇口水中の菌類の分析を行っている。調査結果の概要は表 3.4.9 に示すとおりであり、基準を満たさないサンプルが確認されている。

表 3.4.8 WASA 実施の井戸水及び水道水モニタリング結果の概要

年	総分析サンプル数	汚染が確認されたサンプル数
2002 年	4,324	532
2003 年	4,141	444

注：ラボ職員に対する聞き取りによると汚染が確認されたサンプルは井戸水サンプルではなく水道水サンプルであるとのこと。

出典：WASA 水質分析ラボラトリー資料

表 3.4.9 ラホール市保健部による蛇口水の菌類分析結果の概要

年	総分析サンプル数	汚染が確認されたサンプル数
2001年	31	13
2002年	69	20
2003年	136	52

出典：ラホール市保健部資料

これらの調査結果は、配水の過程で飲料水が菌類により汚染されている可能性を示している。現地踏査時には、各家庭への飲料水の配水管が雨水排水枘や排水路の近傍に敷設されている箇所がいくつかみられた。また、現地の JICA 専門家榎原氏及び WASA からの聞き取りによれば、給水のための地下水揚水ポンプは一日のうち数時間しか運転されず、終日を通じて十分な量の水が各家庭に行き渡らないことから、各家庭が独自にポンプを設置して強制的に水をとっているとのことである。このような状態では、配水管の中が負圧状態となっている可能性があり、管の亀裂や継ぎ目に隙間があった場合、外部から異物が混入しやすい状態となっていると考えられる。後述するように、プロジェクト対象地域の下水管路が汚泥等により閉塞していることから、現状では雨水排水路に下水をポンプアップして排出している状態であることを踏まえると、配水の過程で下水等の混入により、飲料水が菌類で汚染されている可能性がある。

水道水について汚染が確認された場合には、WASA の水質ラボから汚染が確認された地区の管理部門に連絡される。管理部門は導水量を増加しフラッシュ効果による菌類濃度の低下を促すとともに、塩素処理を行う（塩素処理については、雨季には定期的に行われていること）。

3.4.4 水系伝染病等の状況

ラホール市保健部によるとラホール市の水系伝染病等の患者数の統計は以下のとおりである。市の人口増加を勘案しても、この3年間で赤痢、A型肝炎の患者数が増加している。

表 3.4.10 水系伝染病等の患者数

単位：人（カッコ内の数字は前年比増加率（％））

病名	2001	2002	2003
アメーバ赤痢	11,618	12,930 (11)	14,563 (13)
バクテリア赤痢	8,765	9,347 (7)	10,147 (9)
下痢	50,344	52,010 (3)	54,391 (5)
腸熱	9,109	8,139 (-11)	9,264 (14)
チフス	1,321	1,442 (9)	1,275 (-12)
A型肝炎	207	687 (232)	948 (38)

出典：ラホール District の保健セクション統計資料

保健部によると、モンスーンの期間には、水系伝染病等の水に係る疾患が多くなるとのことである。一例として、プロジェクト対象地域において下痢の症状を示した患者数について、7～8月とその他の月に分けて示した結果を表 3.4.11 に示す。本統計によると、通年の下痢患者の 20～30% が 7～8月のモンスーン季に集中している。また、3.4.3 で述べたように、飲料水の配水管に異物が混入しやすい状態となっている可能性があること、各家庭付近では、飲料水の配水管が地上部に露出している場合があることを踏まえると、この時期の市内の冠水が下痢患者の増加に影響している可能性がある。

表 3.4.11 季節毎の下痢の症状を示す患者数

単位：人

地区	年	雨期 (7～8月)	雨期以外の時期 (1月～6月、9月～12月)
Ravi Town	2001年	2,383 (28%)	6,007
	2002年	1,844 (21%)	6,824
	2003年	2,191 (24%)	6,874
Gunj Bux Town	2001年	2,429 (23%)	8,143
	2002年	2,276 (21%)	8,578
	2003年	1,824 (17%)	9,119

注：カッコ内の数字は通年に対する 7～8月の患者数の割合

出典：ラホール District の保健セクション統計資料

3.4.5 下水水質の状況

現在、ラホール市に下水処理場は存在せず、下水は未処理のままラビ川へ排出されている。市内の排水路及びラビ川の水質については、WASA 及びパンジャブ州環境保護部ともに定期的なモニタリングを実施していないことから、現状の詳細は不明である。また、排水路中の汚泥の性状に係る分析も行われていない。なお、2000年4月に JICA 専門家重田氏の指導により、パ国環境保護局がラホール市内の開渠及びラビ川の水質分析を行っている。その

分析結果は表 3.4.12 に示すとおりであり、生物化学的酸素要求量（BOD）及び化学的酸素要求量（COD）の高い値から、有機汚濁が著しいことが分かる。

表 3.4.12 ラホール市内の開渠及びラビ川の水質分析結果

単位：mg/L

調査地点	採水日	BOD	COD	浮遊粒子状物質 (TSS)
シャドバグポンプ場付近の排水路	2000.4.7	110	162	855
メインアウトフォール付近の排水路	2000.4.7	109	214	342
ラビ川（ラホール市下流）	2000.4.5	7.1	36	134
【参考】注） パ国における都市排水及び工場排水の陸水への排出基準値	-	80	150	200

注）パ国には、河川、湖沼といった陸水に係る環境基準は定められていない。本水質分析結果はラホール市内の開渠のものであり、純粋な都市排水及び工場排水とはいえないが、参考値として排出基準値を示した。

出典：3 Cities Investigation of Air & Water Quality (2001) JICA and Pakistan Environmental Protection Agency

National Environmental Quality Standard for Municipal and Liquid Industrial Effluents (2000)

3.4.6 ラホール市の廃棄物処理の状況

(1) 廃棄物処理体制

パ国には現在、基本法及び国家レベルでの廃棄物処理に係る行動計画はない。² ラホール市の市内清掃、廃棄物収集、輸送、埋立は、District Council の廃棄物管理部(Solid Waste Management Department)が担当している。組織図は、図 3.4.2 に示すとおりである。

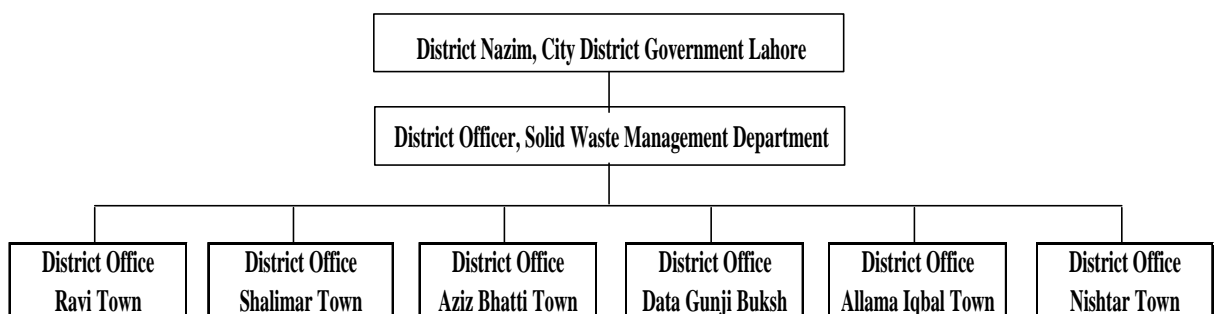


図 3.4.2 ラホール市廃棄物管理部 組織図

² JICA 専門家檜原氏及びラホール市廃棄物管理部への聞き取りによる。

(2) 一般廃棄物の発生状況

ラホール市廃棄物管理部は、ラホール市全域の一般廃棄物の発生量について実測による統計データを有しておらず、一人当たりの廃棄物発生量の値から推定値を算出している。一人当たりの廃棄物発生量の値は 0.55kg/日としている。JICA 専門家楢原氏によると、本数値はパ国で廃棄物発生量の推定の際に一般的に使用されている値とのことである。表 3.4.12 に本数値と周辺国の数値を示す。本数値と表 3.3.1 に示すラホール市の都市域の人口数（2004 年で約 720 万人）を用いて一般廃棄物の発生量を算出すると、廃棄物発生量は約 4,000 トン/日と推定される。

表 3.4.12 一人当たりの廃棄物発生量

単位：kg/人/日

病名	年
パキスタン国ラホール市	0.55
スリランカ国キャンディ	0.50
スリランカ国マータレ	0.42
インド国	0.41

資料：都市と廃棄物 vol. 25 No.3

スリランカ国地方都市衛生改善計画調査（JICA、2003）

ラホール市の廃棄物の構成については、1990 年にラホール工科大学が分析を行っており、その分析結果によると、排出される一般廃棄物の主な構成は、野菜や果物の残渣は約 31%、葉、草等の植物が約 20%、石、灰、煉瓦等が約 28%となっている。

(3) 一般廃棄物処理の状況

1) 収集システム

ラホール市廃棄物管理部は市内の 1,083 箇所にごみ収集コンテナを設置している（容量 10m³ のものを 383 箇所、容量 2.5 m³ のものを 700 箇所に設置）。現地調査では収集コンテナが、住居地域から交通量の多い道路をはさんだ箇所に設置されているケース等も見られ、必ずしも市民の利便性を考慮したものとは言えない。また、一次収集コンテナからごみがあふれている箇所が、本プロジェクト対象区域の各所で確認された。さらに、本プロジェクト対象区域の開渠の排水路にはごみの浮遊がいたるところで見られた。発生する一般廃棄物の嵩比重の測定結果はないが仮に嵩比重を 0.4 とすると、市内に設置された収集コンテナの容量は約 2,200 トン/日であり、先に推定した廃棄物発生量の約 5 割程度といった状況である。なお、現状で中継施設はないが将来的に市内 1ヶ所に中継施設を建設する構想があり、既に土地は取得済みとのことである。

市の所有する収集車両は表 3.4.12 に示すとおりである。ラホール市廃棄物管理部によると、収集車両は不足しており、一日 7~8 トリップを行う車両もあるとのことである。発生した一般廃棄物の回収率は 70~80%とのことであるが、後述するように運用

している全ての最終処分場で搬入量を計測していないことから、正確な値は不明である。

プロジェクト対象地域で確認したコンテナの状況及び推定される廃棄物発生量と収集コンテナ容量の比較、収集車両台数の状況をふまえると、現状において廃棄物管理部の廃棄物収集能力は十分ではないと考えられることから、本プロジェクト実施後、清掃により発生する汚泥の搬送を廃棄物管理部に新たに依頼する場合は、廃棄物管理部の収集能力を踏まえた検討が必要である。WASA は、廃棄物処理部との間で発生汚泥の運搬方法、責任分担を具体化する必要がある。

なお、ラホール市内には Waste Buster という民間団体が活動しており、各家庭からの個別収集システムにより有料でゴミを収集し、コンポスト（肥料）を製造している。Waste Buster の活動区域はモデルタウン、カントーンメントエリアといった市の南部である。

表 3.4.13 廃棄物収集車両数（2003 年）

地区	単位：台		
	トラック	コンパクト	アームロール
Ravi Town	22	3	10
Shalamar Town	15	1	4
Aziz Bhatti Town	7	1	2
Data Gunji Bux Town	26	7	19
Allma Iqubal Town	14	3	7
Nashtar Town	10	6	5
合計	94	21	47

資料：ラホール市廃棄物管理部資料

2) 最終処分場

ラホール市では現在、2 箇所の最終処分場が利用されている。うち 1 ヶ所は私有地を土地所有者の了解のもとに使用している。いずれもオープンダンプ処理である。現在、市の南部に新たに 2 ヶ所の新規最終処分地の設置を予定しており、両候補地とも土地取得手続きが行われている。

これら処分地の位置は、図 3.4.3 に示すとおりである。

表 3.4.14 最終処分場の状況

サイト名	状 況
Mehmood Booti	<p>市の北東部に位置する公式処分場。世銀の調査により、処分場適地とされた。周辺の土地利用は主に農地。</p> <p>廃棄物管理部職員からの聞き取りによると、面積約 0.28km²。今後、10 年程度使用する予定。本処分場の運用状況とそれに伴う環境影響についてとりまとめた、“Environmental Impact Assessment of Mahmood Booti Municipal Solid Waste Dumping Site, Lahore (2004.1)” (NESPAC)によると、既に埋立作業が終了している区画は全面積の 1/10 程度。職員約 30 名。毎日覆土処理を行っているとのこと。6 カ月前に計量ステーションを導入し、搬入廃棄物量の計測を開始している。計量結果によると、2004 年 1 月には約 1 万 9 千トン、2004 年 2 月には約 1 万 8 千トンの廃棄物を搬入している。</p> <p>2004 年 1 月、周辺の井戸水、処分場からの排水などの分析が実施されている。調査結果によると、周辺井戸水の汚染は確認されていない。周辺住民からハエの発生などに関する苦情はある。</p> <p>本処分場は本要請に係る清掃活動により発生する汚泥の処理地となり得る。</p>
Sugian	<p>ラビ川沿いの私有地を土地所有者の了解のもとに使用している既存最終処分地。土地所有者は当該地を農地として利用するため、土地造成を目的として廃棄物の埋立を認めている。計量ステーション等の施設はなし。職員 3 名。</p> <p>搬入された廃棄物はラビ川の一部を埋立てている状況。ガスの発生、発火もみられ、状況は良くない。</p>
Kana Kacha	<p>市の南東部に位置する将来の候補地。面積約 0.45km²（廃棄物管理部職員からの聞き取りによる）。候補地及び周辺は農地として使用されている。現在、土地取得手続き中。本年中に処分場として利用される際には、農民に対する金銭的補償を実施する予定。</p>
Sindan	<p>市の南西部に位置する将来の候補地。面積約 0.93km²（廃棄物管理部職員からの聞き取りによる）。候補地及び周辺は農地として使用されている。現在、土地取得手続き中。処分場として利用される際には、農民に対する金銭的補償を実施する予定。</p>

3) その他

廃棄物管理部は BOT 事業により市内にコンポストプラントを 3 箇所設置する予定である。既に土地は購入済みで事業者との契約交渉も始まっており、2004 年 3 月 12 日には、ベルギーの民間会社とラホール市の間でコンポストプラント建設に係る契約が成立したとの新聞報道（The Nation 紙）があった。

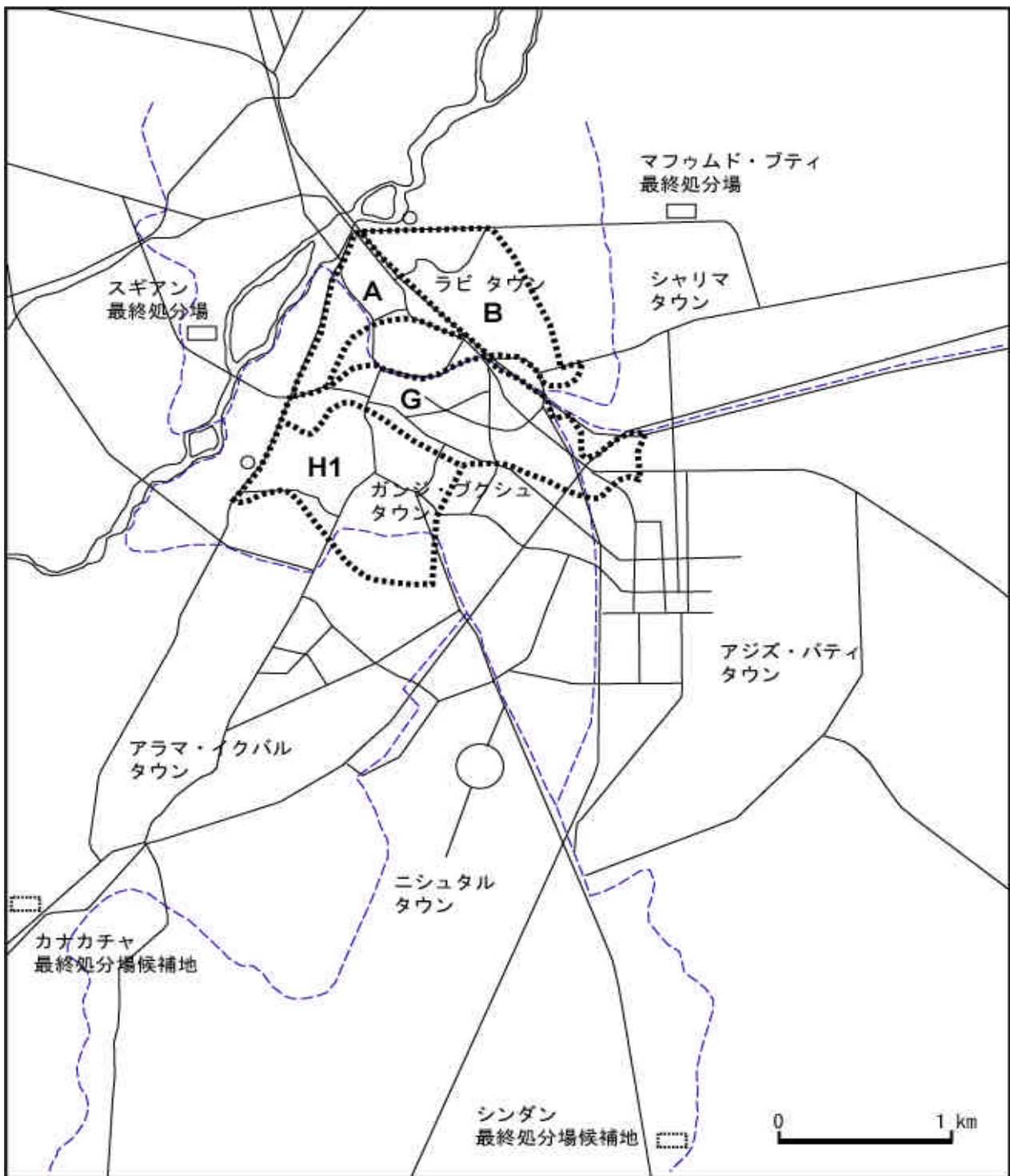


図3.4.3 廃棄物処分場位置図

凡例

- ゾーン
- 廃棄物最終処分場 (ラホール市運営)
- 廃棄物最終処分場候補地 (ラホール市運営)
- 今回調査で確認した汚泥処分地 (WASA運営)
- - - タウン境界

(4) 排水路清掃に伴い発生する汚泥・ごみの処理状況

雨水・下水排水路に投棄されたごみ・汚泥及びポンプ場のスクリーンで回収されたごみはWASAが回収を行っている。WASAへの聞き取りによると、最終処分までの過程については図3.4.4に示すような3つのパターンがあり、ラホール市廃棄物管理部と連携して作業を行っている。

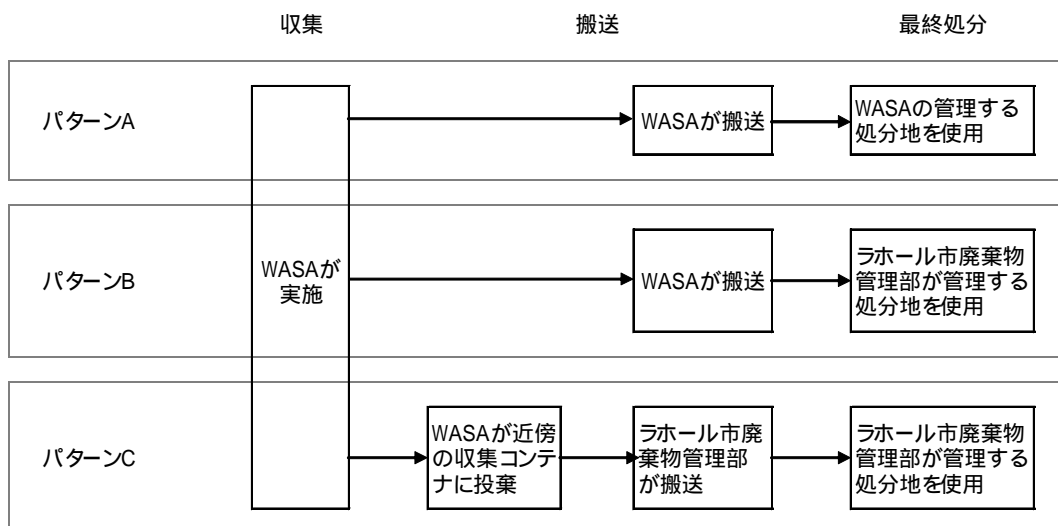


図3.4.4 雨水・下水管路清掃により生じる汚泥・ごみの処分方法

ラホール市廃棄物管理部の運営する最終処分場に加えて、WASAは独自に市内に数箇所、清掃で発生した汚泥の処分地を確保している。それらは私有地であり、土地所有者の了解を得て汚泥を処分している。土地所有者は、汚泥による土地造成効果を期待している。今回の調査では、2箇所の処分地を視察したが、いずれも住居地域から離れていた。また、悪臭の発生、汚泥から発生する汚濁水の周辺への流出といった影響は確認されなかった。

3.5 下水排水施設と維持管理の現状

3.5.1 対象地域の状況

(1) プロジェクト対象地域

本プロジェクトの対象地域は、DFID の協力のもとで 1996 年から 1998 年に実施された『Pilot Sewer Cleaning and Rehabilitation Scheme』において、従来の下水排水区域の区分とは別様に設定された 18 ゾーン (A、B、C、D、E、F、G、H1、H2、I、J、K、L、M、N、O、P、Q) のうち、人口が密集し、冠水被害の大きい市北部の 4 つのゾーン A、B、G、H1 (面積 39.93km²) が対象である。なお、プロジェクト対象地域に囲まれたゾーン F は、パイロット地域として DFID によって管路清掃が実施済である。(本プロジェクトの対象地域については口絵参照。)

(2) 面積・人口

対象ゾーンの面積、人口、人口密度を表 3.5.1 に示す。4 つのゾーンの中では、ゾーン B が人口、人口密度とももっとも大きい。

表 3.5.1 対象 Zone の面積・2004 年人口密度

Zone	面積 (km ²)	1998 年 時点	2004 年 時点	人口密度 (p/km ²)
Zone A	5.25	213,612	252,401	48,076
Zone B	8.36	621,432	734,275	87,832
Zone G	13.33	403,606	476,896	35,776
Zone H1	12.99	448,481	529,919	40,794
合計	39.93	1,687,131	1,993,491	49,925

出典：DFID、「Pilot Sewer Cleaning and Rehabilitation Scheme」を今回入手データに基づいて修正

3.5.2 対象地域の下水道施設の現況

(1) 下水道システムの現況

ラホール市は Ravi 川流域の平坦な沖積平野低地帯に位置しているため、晴天時でも下水のポンプ排水を必要とする、排水条件の悪い地域である。既存下水道施設は基本的に分流式で設計されていたが、雨水の下水管渠への流入、あるいは、下水管渠の閉塞のため、一部で汚水を雨水排水開渠に放流している等、実質的には合流式となっている。ラホール市の下水道施設は、1930 年代に卵形下水道暗渠網が市街地中心部に建設され、人口の急増に対応して逐次拡張を重ねてきた。この拡張は、1975 年に世銀の援助の下で、マスタープランが策定されるまで続いた。

WASA の説明や現地調査結果によれば、廃棄物処理や衛生環境に関する住民の意識が高いとは言い難く、排水施設への生活廃棄物投棄が諸所に見られる。そのため、廃棄物や土

砂の堆積により下水管渠の流下能力が低下しているという状況にある。また、『Integrated Master Plan for Lahore-2021』によれば、無秩序な都市の拡大と人口急増（ラホール市の都市部人口は、1972年に219万人であったのが、1998年には489万人に増加している。）によって、下水道システムに流入する汚水の量も急増し、流下能力に余裕がなくなっている。そのため、強雨時には流下容量を超える雨水が下水道に流入し、排水不可能となり冠水の原因となっている。

また、洪水対策としてラビ川沿いに建設された堤防、鉄道、市内を北東から南西に縦断する UBD (Upper Bari Doab) 水路が、雨水排水の自然流下を妨げており、低地部の自然排水を困難にしている。

下水管渠の敷設勾配が小さな上に、管内が堆積土砂によって閉塞しているところも多いので、中継ポンプ場（リフトアップステーション）を設置し、下水を近隣の雨水開渠へ排水している。このため、現在、61基の中継ポンプ場（リフトアップステーション）が設置されている。他方、雨水排水開渠は相当の排水能力を有しているが、土砂や廃棄物が堆積し、流下能力が損なわれているところも見られる。Ravi 川の水位が市内の水位より高くなる雨期の排水対策として、流末に排水ポンプ場を設置している。雨水排水ポンプの運転は、雨期を除き、通常あまり行われていない。

(2) 下水道システムの主要諸元

WASA 管轄区域の下水道システムの主要施設の概要は、表 3.5.2 に示す通りである。

表 3.5.2 下水道システムの主要施設概要

主要施設	諸元	能力、容量
流末下水排水ポンプ場	11箇所	45.9m ³ /sec
下水排水中継ポンプ場	61箇所	23.6m ³ /sec
下水管渠：幹線	407km	
同上：支線	3,200km	
雨水排水ポンプ場	4箇所	17.4m ³ /sec
雨水開渠：幹線	8線	合計延長 180m ³ /sec
同上：支線	76線	180km 同上

出典：WASA プレゼンテーション資料

(3) プロジェクト対象地域の下水・雨水渠数量

本プロジェクト対象地域 A, B, G, H1 ゾーンの主要下水管渠の延長および主要雨水排水開渠の数量を表 3.5.3 に示す。

表 3.5.3 対象地域の主要下水管渠・排水開渠数量

Zone	面積 (km ²)	2004年 人口	下水管渠		雨水排水開渠	
			管径 (mm)	延長(km)	主排水路 (km)	主支流排 水路(km)
Zone A	5.25	252,401	500 ~ 1500	13.8	3.1	3.0
Zone B	8.36	734,275	500 ~ 1500	14.1	4.6	
Zone G	13.33	476,896	600 ~ 1350 950 x 1425	27.4	2.4	3.7
Zone H1	12.99	529,919	500 ~ 1500、 2100 x 3300	22.5	2.1	1.7
合 計	39.93	1,993,491		77.8	12.2	8.4

注：主排水路（開渠）とは、幅 2 m 以上の排水路を示す。

出典：WASA 作成資料「Major Quantity of Sewerage & Drainage」

(4) 流末下水排水管の流下能力の検討

流末排水管の容量検討に当たっては、DFID の『Pilot Sewer Cleaning and Rehabilitation Scheme』に示してある分担排水区域人口を今回の調査結果によって修正した値に基づいて検討する。各ゾーンの主要流末排水管の寸法と負担人口は表 3.5.4 に示す通りである。

表 3.5.4 対象地域の主要流末排水管の寸法と負担人口

流末管	管径 (mm)	推定負担人口	
		DFID Study	JICA (2004 年)
Zone A	1500	278,654	260,501
Zone B	1500	1,367,611	1,278,518
Zone G	950 x 1425	472,889	442,082
Zone H1	2100 x 3300	969,128	905,995
合 計		3,088,282	2,887,096

注) DFID 調査の数字は 1981 年の国勢調査から推計したものである。2004 年の人口は、今回得られた人口増加率 2.82%を用いて、DFID の数字を修正した。

1) 一人当たりの下水量の推定

WASA の 2003 年の給水実績は、表 3.4.3 に示すように 1,420 千 m³/日 (313 Million Gallon per Day) となっている。WASA の給水人口は、2004 年では、約 550 万人 (表 3.4.1) と想定されている。したがって、一人当たりの水消費量は、次のように概算される。

$$1,420,000 \times 1,000 \div 5,500,000 = 258.2 \text{ (l/人/日)}$$

消費量の約 40%がロス量と見なすと、一人当たりの一日の消費量は、

$$258.2 \times 0.6 = 155 \text{ (l/人/日)}$$

また、一人当たり水消費量のうち、75%が下水となると考えると、一人一日あたりの下水量は、

$$155 \text{ (l/人/日)} \times 0.75 = 116 \text{ (l/人/日)} = 0.00134 \text{ (l/人/sec)}$$

さらに、地下水の浸透その他の水量を5%とみなすと、

$$116 \text{ (l/人/日)} \times 1.05 = 122 \text{ (l/人/日)} = 0.00141 \text{ (l/人/sec)}$$

2) 下水管流末断面の検討

i) ゾーン A の主要流末排水管路

処理対象人口：26 万人

総下水量（必要排水量）

ピークファクターを 2.0 とすれば、

$$\begin{aligned} \text{総下水量} &: 0.00141 \text{ (l/人/sec)} \times 260,000 \text{ (人)} \times 2.0 = 733.2 \text{ (l/sec)} \\ &0.73 \text{ (m}^3\text{/sec)} \end{aligned}$$

既設下水管排水能力

既設流末下水管は管径 150cm であり、据付勾配は 1/1000 ~ 1/1500 と想定される。排水可能容量は、以下のように試算できる。

$$\begin{aligned} V &= (1/n) \times R^{2/3} \times I^{1/2} = (1/0.013) \times (1.50/4)^{2/3} \times \{(1/1000)^{1/2} \sim (1/1500)^{1/2}\} \\ &= 1.26 \text{ m/sec} \sim 1.03 \text{ m/sec} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q &= A \times v = (\pi D^2/4) \times \{1.26 \text{ m/sec} \sim 1.03 \text{ m/sec}\} = (3.14 \times 1.5 \times 1.5)/4 \times \\ &\{1.26 \text{ m/sec} \sim 1.03 \text{ m/sec}\} = 1.766 \text{ m}^2 \times \{1.26 \text{ m/sec} \sim 1.03 \text{ m/sec}\} \\ &= 2.22 \sim 1.82 \text{ (m}^3\text{/sec)} > 0.73 \text{ (m}^3\text{/sec)} \end{aligned}$$

従って、A ゾーンでは、既設管によって十分排水可能である。

ii) ゾーン B の主要流末排水管路

処理対象人口：128 万人

総下水量（必要排水量）

$$\begin{aligned} \text{総下水量} &: 0.00141 \text{ (l/人/sec)} \times 1,280,000 \text{ (人)} \times 2.0 = 3,609 \text{ (l/sec)} \\ &3.61 \text{ (m}^3\text{/sec)} \end{aligned}$$

既設下水管排水能力

既設流末下水管は管径 150cm であり、据付勾配を同様に想定し、排水可能流量

を算定してみると、以下のように見積もられる。

$$V = (1/n) \times R^{2/3} \times I^{1/2} = (1/0.013) \times (1.50/4)^{2/3} \times \{(1/1000)^{1/2} \sim (1/1500)^{1/2}\} \\ = 1.26\text{m/sec} \sim 1.03\text{m/sec}$$

$$Q = A \times v = (D^2)/4 \times \{1.26\text{m/sec} \sim 1.03\text{m/sec}\} = (3.14 \times 1.50 \times 1.50)/4 \times \\ \{1.26\text{m/sec} \sim 1.03\text{m/sec}\} = 1.766\text{m}^2 \times \{1.26\text{m/sec} \sim 1.03\text{m/sec}\} \\ = 2.22 \sim 1.82\text{m}^3 < 3.61 (\text{m}^3/\text{sec})$$

従って、ゾーン B では、既設管は十分な流下能力を有していないと考えられる。

iii) ゾーン G の主要流末排水管路

処理対象人口：44 万人

総下水量（必要排水量）

$$\text{総下水量} : 0.00141 (\text{l/p/sec}) \times 440,000(\text{人}) \times 2.0 = 1,240 (\text{l/sec}) \\ 1.24 (\text{m}^3/\text{sec})$$

既設下水排水管路（矩形断面）排水能力

既設流末下水排水管路は 950 × 1425 の矩形断面であり、据付勾配を同様に想定し、排水容量を算定してみると、以下のように見積もられる。

$$V = (1/n) \times R^{2/3} \times I^{1/2} = (1/0.017) \times (0.95 \times D / (0.95 + 2D))^{2/3} \times \{(1/1000)^{1/2} \sim \\ (1/1500)^{1/2}\}$$

$$Q = A \times v = B \times D \times V$$

本排水管路の場合、勾配 1/1000 の時、水深が 1.4m で排水可能流量 Q は、

$$Q = 1.24(\text{m}^3/\text{sec}) \text{と算出される。}$$

従って、ゾーン G においては、既設管の排水能力は、ほとんどぎりぎりの状態である。

iv) ゾーン H1 の主要流末排水管路

処理対象人口：90 万人

総下水量（必要排水量）

$$\text{総下水量} : 0.00141 (\text{l/p/sec}) \times 900,000(\text{人}) \times 2.0 = 2,538 (\text{l/sec}) \\ 2.54 (\text{m}^3/\text{sec})$$

既設下水排水管路（矩形断面）排水能力

既設流末下水排水管路は 2100 × 3300 の矩形断面であり、据付勾配を同様に想定し、排水容量を算定してみると、以下のように見積もられる。

$$V = (1/n) \times R^{2/3} \times I^{1/2} = (1/0.017) \times (2.1 \times D / (2.1+2D))^{2/3} \times \{(1/1000)^{1/2} \sim (1/1500)^{1/2}\}$$

$$Q = A \times v = B \times D \times V$$

本排水管路の場合、勾配 1/1000 の時、水深が 1.0m で排水可能流量 Q は、

Q = 2.50(m³/sec)と算出される。

従って、ゾーン H1 においては、既設管は、十分な排水能力を有していると思われる。

3.5.3 維持管理の現状

(1) WASA の組織

WASA(Water and Sanitation Agency)は、ラホール市の市長が Chairman を兼ねる LDA(Lahore Development Authority)の傘下であり、2004 年 3 月の現地調査時点で、MD(Managing Director)を含め約 4,580 人で構成されている。WASA の組織を図 3.5.2 に示す。

WASA ORGANIZATION

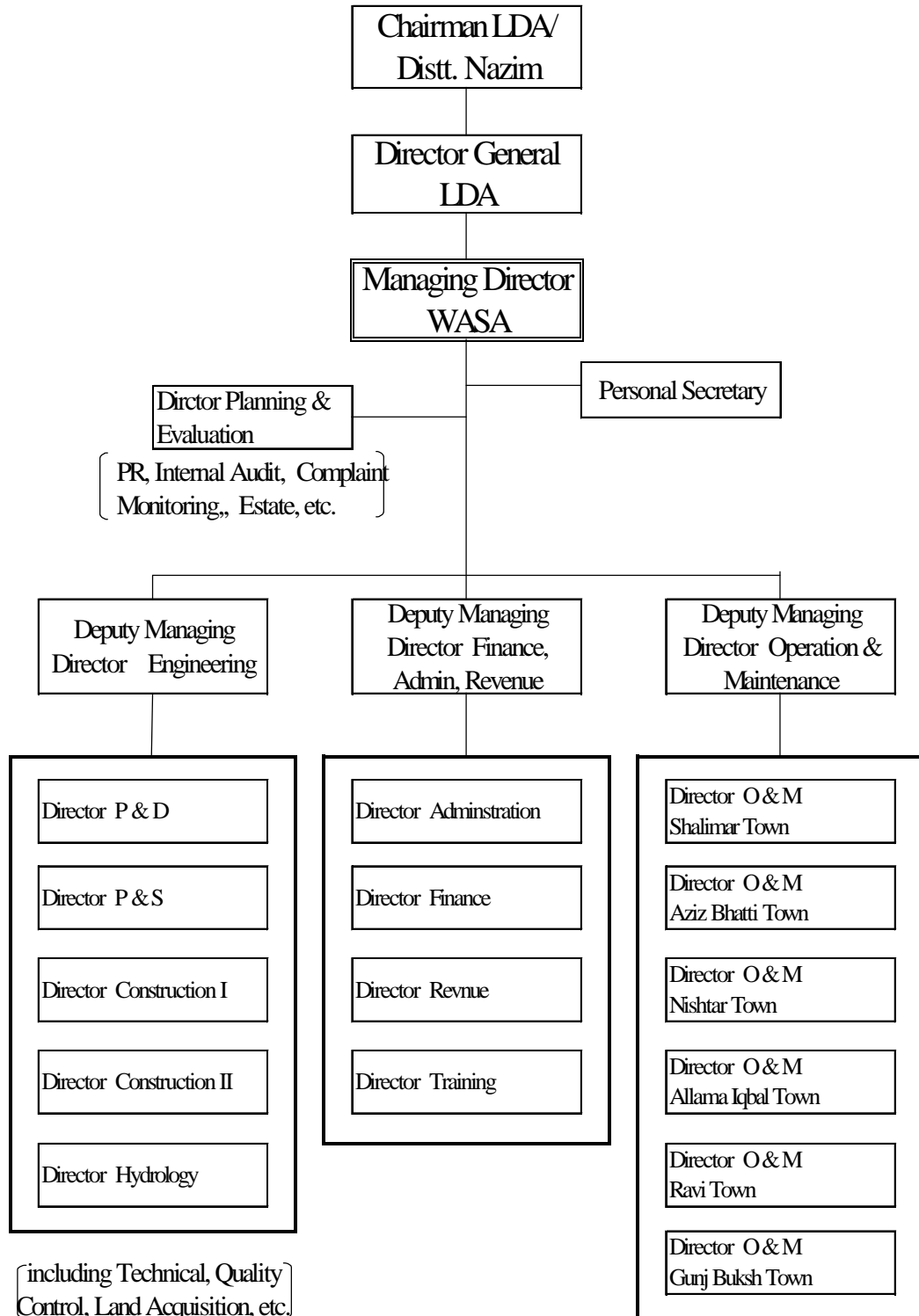


図 3.5.1 WASA の組織

(2) 財務状況

WASA の財務諸表の承認手続きについて述べる。WASA 内部の議論を経て承認された WASA の財務諸表は、LDA に送付され、LDA の Board Meeting で議論される。LDA の Board Meeting のメンバーにはパンジャブ州政府の財務部門、HUD & PHED (Housing Urban Development & Public Health Engineering Department) 部門の Secretary が入っており、LDA の Board Meeting で承認されれば、実質的にパンジャブ州政府の承認を得られたと言える。LDA の承認が得られた後、財務諸表はラホール市長を通してパンジャブ州政府の HUD & PHED に送付され、公式の承認を得るという手続きを踏んでいる。

表 3.5.5 に 2001 年から 10 年にわたる WASA の財務状況と見通しを示す。水道料金と下水道料金が WASA の収入の 75%~85%を占めている。収入は 2002/03 年で 1,317 百万 Rs.、2003/04 年で 1,508 百万 Rs. である。他方、運営に関わる支出はそれぞれ、1,772 百万 Rs.、1,942 百万 Rs. であり、2002/03 年で 455 百万 Rs.、2003/04 で 434 百万 Rs. の赤字運営となっている。支出のうち、電気料金が 50%程度を占めており、赤字運営の大きな原因となっている。

WASA 関係者によると 2004 年 2 月末に水道料金の 40%値上げ案が LDA の Board Meeting で議決され、3 月末にはラホール市議会で可決される予定とのことである。表 3.5.5 の財務見通しにおいては 2004 年度からの水道料金の値上げを組み込んでおり、2004/05 では、前年度比較して、200 百万 Rs. 程度の赤字縮小が見込まれる。

また、WASA は 10~20%程度の電気料金引き下げも予想している。引き下げが実現すれば、更に財務状況は改善されると思われる。電気料金が 20%程度値下げされること (The Nation 紙 2004 年 3 月 4 日付) は、本財務見通しには反映されていない。

このように WASA は毎年赤字を計上しているが、上下水道は基礎的な公共サービスであるため、パンジャブ州政府が、WASA に対して財政補填のための貸付を行っている。WASA 財務担当者の説明によると、昨年度の貸付は 190 百万 Rs とのことである。州政府からの貸付金は、財務表中、財政支出 (Financial Expenses) として計上されており、2003 年度までの累積債務は 598 百万 Rs である。当然のことながら、この債務は返済の義務があるが、州政府は繰り延べ返済を受け入れている。

表 3.5.5 WASA の財務状況と見通し (2001 年 ~ 2009 年)

REVENUE AND EXPENSE STATEMENT - (10 YEARS AT A GLANCE)										
(Rupees in million)										
REVENUE:	2000/01	2001/02	2002/03	2003/04	2004/05	2005/06	2006/07	2007/08	2008/09	2009/10
	(Audited)	(Actual)					(Projected)			
WATER										
- Sales	599	610	628	747	972	996	1,066	1,140	1,220	1,305
- Connection fee	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
SEWERAGE										
- Sales	381	402	414	493	642	657	703	753	805	862
- Connection fee	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5
- Property tax	235	236	237	240	250	258	271	284	299	314
AQUIFER FEE	28	12	8	-	-	-	-	-	-	-
OTHER	22	20	23	20	20	20	20	20	20	20
GROSS OPERATING REVENUE (1)	1,273	1,287	1,317	1,508	1,891	1,938	2,067	2,204	2,351	2,508
OPERATING EXPENSES:										
Salaries and wages	271	302	381	440	484	523	559	598	640	685
Repairs and Maintenance	121	140	199	210	231	254	280	307	338	372
Fuel and Power	695	673	871	952	1,047	1,099	1,154	1,212	1,273	1,336
Depreciation	177	185	194	204	214	225	236	248	260	273
Allowances for Uncollectibles	69	85	88	90	95	99	88	95	101	108
Other Expenses	61	36	39	46	51	56	59	62	65	68
TOTAL OPERATING EXPENSES (2)	1,394	1,421	1,772	1,942	2,122	2,256	2,376	2,522	2,678	2,843
INCOME/(LOSS) BEFORE INTEREST INCOME & EXP (3=1-2)	(121)	(134)	(455)	(434)	(231)	(318)	(310)	(318)	(327)	(336)
ADD: INTEREST INCOME (4)	12	10	12	10	10	9	8	9	8	9
OTHER INCOME (5)	5	5	6	3	2	3	4	5	6	5
INCOME / (LOSS) (6) = (3+4+5)	(104)	(119)	(437)	(421)	(219)	(306)	(298)	(304)	(313)	(322)
FINANCIAL EXPENSES (7)	392	498	555	598	628	659	692	727	763	802
INCOME / (LOSS) (8) = (6-7)	(496)	(617)	(992)	(1,019)	(847)	(965)	(990)	(1,031)	(1,076)	(1,123)

* Assumption: 40% Increase in Water & Sewerage Rates w.e.f. 01-03-2004.
 ** No allowance has been given for possible decrease of 20% in Electricity Tariff

出典 : WASA; Revenue and Expense Statement (Ten Years at a Glance)

(3) 維持管理体制

図 3.5.1 に示すように、WASA は管轄している 6 つの Town 毎に責任者を配置し、下水・雨水排水施設の運転維持管理を行っている。各 Town の規模に応じて人員配置は異なるが、下水排水、雨水排水担当の技術者を 2、3 名配置し、その下に地域割りの担当を配置している。運転維持管理に関わる人員は各 Town 担当責任者を含め、約 3,650 人である(表 3.5.4 を参照)。WASA は、給水施設改善や冠水対応のため、更に 750 名の増員を計画している。

本機材供与が実現し下水管路清掃が機械化されれば、増員数の削減も考えられる。WASA は、機械化によって Sewermen クラスの人員を 100 人程度削減可能であると想定している。

本計画の要請地域は、Zone A の西側、Zone G の大部分と Zone H1 の大部分が Gunj Bukhsh Town に、Zone A の東側、Zone B の大部分が Ravi Town に、Zone H1 の一部が Allama Iqbal Town にそれぞれ含まれている。

表 3.5.4 に示すように、各 Town の WASA 維持管理部門の職員数は、それぞれの Town の中の WASA 管轄区域の人口規模に応じて増減する。(表 3.4.1 を参照)。人口の密集した Ravi Town、Gunj Bukhsh Town、Allama Iqbal Town は、下水・雨水排水施設が多いため、WASA の維持管理部門の職員数もそれに合わせた構成となっている。そのほかの 3 Town は都市の外郭を形成しており、人口密度が都市部より低いことから、下水・排水施

設が少なく WASA 職員の数も相応の規模となっている。

同表中で、上下水道ポンプ操作員が合計 1000 人以上も在籍しているのは、上水道水源施設である深井戸 (Tube Well) に設置した水中ポンプが市内に 316 箇所あり (表 3.5.6 を参照) ポンプ操作が夜勤を含む交代勤務であるためである。また、下水管路の清掃作業については機材が不足しているため、人力作業の割合が高く、WASA の正規職員だけでも 1,500 人以上の下水清掃員を雇用している。6 月から 9 月にかけての雨期には市内の冠水被害が増えるため、WASA は臨時清掃員を雇って対応している。

清掃機材操作員の職員数は、各 Town に 配置される機材の数量によって決まっている。車両 1 台に対して運転手または、運転手兼車載機器操作員が 1 人から 3 名程度配属されており、担当人員が配置されていない車両はない。水質試験室は、Gunj Bukhsh Town のラビ川堤防道路 (Bund Road) 沿いに位置する Main Outfall Disposal Station の敷地内に設置されており、4 名の化学分析担当官と数名の補助員が在籍している。

図 3.5.1 に示す WASA の組織のうち、維持管理部門 (Operation & Maintenance) の組織構成を図 3.5.2 に示す。維持管理部門は、DMD : Deputy Managing Director のもと、本部 (Headquarters) と、各 Town に配置された事務所から構成されている。各 Town では、責任者である Director, O&M の下に、XEN: Executive Engineer (Deputy Director クラス) が 2~4 名配置されており、それぞれの事務所で担当地域を管理している。³

XEN の事務所には、O&M、Drainage、Transport & Equipment の種別がある。XEN, O&M では、上水道施設 (深井戸、配水池、配水管) 下水道施設 (下水管、ポンプ場) を管理している。XEN, O&M 事務所数は Town の規模により異なり、各 Town に 1~3 箇所である。XEN, Drainage では雨水排水路を管理している。XEN, Transport & Maintenance は清掃機材及び車両を管理している。XEN の下では、2~3 人の SDO : Sub-Divisional Officer (Assistant Director クラス) がそれぞれの地域を管理している。

³ Dir, XEN, SDO はそれぞれ Town に配置された地域管理事務所管理者の職位の名称であるとともに、各職が管理する管理事務所を指す場合もある。

Dir : Director または Director's office

XEN : Executive Engineer または Executive Engineer's office

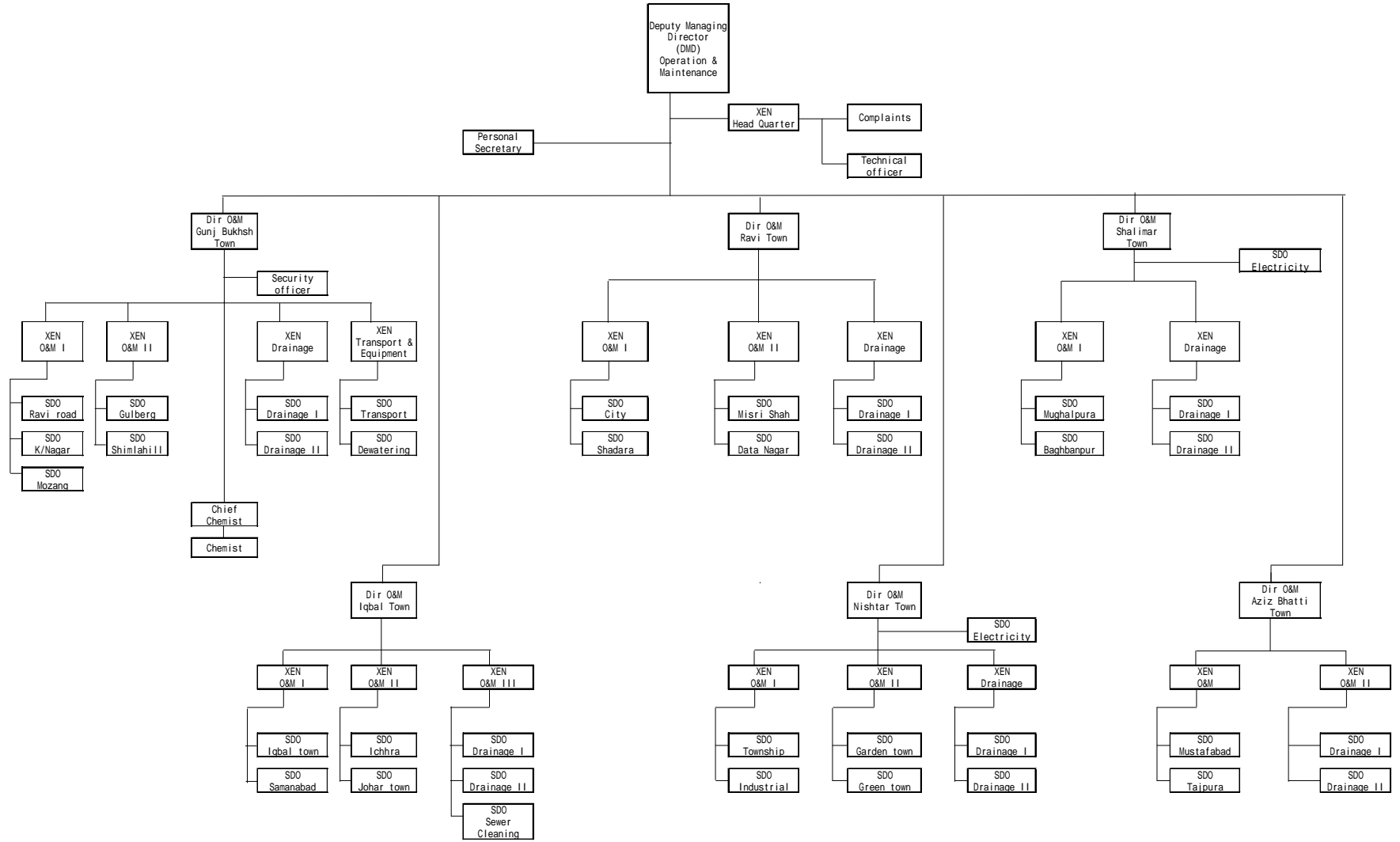
SDO : Sub-Divisional Officer または Sub-Divisional Office

表 3.5.6 各 Town の WASA 維持管理部門職員人数

名称	職種	Head-Quarters (HQ)	Gunj Buksh Town	Ravi Town	Allama Iqbal Town	Nishtar Town	Aziz Bhatti Town	Shalimar Town
Deputy Managing Director	維持管理部門の統括者	1	0	0	0	0	0	0
Director	各 Town 事務所の管理統括者	0	1	1	1	1	1	1
Executive Engineer	上下水または雨水排水部署の管理者	1	4	3	3	3	2	2
Sub-Divisional officer	担当地域の維持管理作業の責任者	2	9	6	7	7	4	5
Engineer	主にポンプ場の施設管理を行う技術者	3	34	18	22	19	10	10
Pump Operator	上下水道ポンプ操作員	2	304	305	157	84	44	107
Electrician	電気技術者	0	2	3	3	1	0	0
Water Leak Inspector / Pipe fitter	上下水道漏水管理者 / 配管工	0	99	107	60	19	20	36
Sewer Sucker Operator / Fitter	清掃機材操作員 / 補助員	2	25	17	12	3	3	5
Driver	一般車両運転手	0	3	2	3	4	1	1
Mechanic / Vehicle Cleaner	車両整備工 / 整備補助員	0	1	9	1	2	1	3
Welder	溶接工	0	2	0	0	0	0	0
Supervisor / Assistant Supervisor	清掃作業監督 / 監督補助員	0	17	11	8	7	3	1
Sewer man	下水清掃員	1	380	432	335	177	88	134
Laboratory staff	水質試験室職員	0	4	0	0	0	0	0
Others	作業補助員 / 事務員ほか	6	124	127	60	46	19	47
合計	3,661 人	18	1,009	1,041	672	373	196	352

出典： WASA financial section (2004年3月)

図 3.5.2 WASA 維持管理部門の組織



DMD: Deputy Managing Director
 DIR: Director
 XEN: Executive Engineer
 SDO: Sub-Divisional Officer

(4) ポンプ場維持管理の現状

WASA が管理するポンプ施設には、表 3.5.6 に示す種類がある。上下水道施設である深井戸、中継ポンプ場、流末ポンプ場は常時稼働している。一方、雨水排水のポンプ場は、降雨により内水位が上昇した時に稼働する。また、出水期(6月から9月にかけての雨期)の前には30分から1時間程度の管理運転を行ってポンプ、ゲートの操作を確認する。ラホールでは雨期(6月から9月)と乾期(10月から翌年5月)が比較的是っきり分かれており、雨水排水ポンプ場は主に雨期の集中豪雨時に運転されるが、2003年にはラホール市内において2月及び3月に冠水被害が記録されており、非出水期(乾期)に稼働する場合もある。上水道施設である深井戸施設は、定期的に運転されており必要とする操作員の数が多い(「3.5.3(3)維持管理体制」にあるポンプ操作員の職員数を参照)。下水道施設である中継ポンプ場、流末ポンプ場は、市内の管路が合流式となっている箇所があるため、雨期には排水量が増え、これに伴って運転時間・運転台数も増加する(特に7、8月に排水量が増加する。「図3.2.1月平均降水量」を参照)。

表 3.5.7 WASA の管理するポンプ施設の種別

種別	呼称	用途	配置	管理事務所
深井戸施設 (水中ポンプ)	Tube-Well	上水道	市街に 316 箇所	XEN, O&M
中継ポンプ場	Lift-up Station 一部 Disposal Station	下水道	市街に 61 箇所	XEN, O&M
流末ポンプ場	Disposal Station または Pumping Station	下水道	ラビ川沿い Bund Road、及びモデル town の大規模排水路沿いに 11 箇所	XEN, O&M
排水ポンプ場	Drainage Station	雨水排水	ラビ川沿いに 4 箇所	XEN, Drainage または XEN, O&M

出典：Integrated Master Plan for Lahore 2021 (LDA, NESPAK)

本プロジェクトが対象とする各ポンプ場の管理は、各 Town にある WASA の Director Office の管轄下にある XEN (XEN: Executive Engineer), O&M の事務所職員によって行われている(管理事務所については、図 3.5.2 を参照)。

今回の調査で確認された本プロジェクトの対象ポンプ場の一つである Multan Road Pump Station においてポンプ設備を運転・管理している職員の構成を表 3.5.7 に示す。その他ポンプ場では、施設の規模に応じて Pump Operator と Sewer man の数に差異があるが、職員の階層としては同様の構成となっている。

表 3.5.8 Multan Road Pump Station の職員

所属事務所	SDO (Sub-Divisional Officer) Office, Iqbal Town		
職種名	人員	業務内容	勤務場所
Sub-Engineer	1 人	ポンプ場の総合管理、運転計画作成	SDO 事務所またはポンプ場
Mechanical Superintendent	1 人	ポンプ設備の運転管理、点検・修理	ポンプ場
Electrician	1 人	受変電設備、操作盤、照明設備の保守・点検	ポンプ場
Pump Operator	4 人	ポンプの運転、日常点検、運転状況記録	ポンプ場
Pipe Fitter	1 人	配管工事、漏水補修	ポンプ場
Assistant	2 人	ポンプ・配管の点検・修理作業補助	ポンプ場
Sewer man	4 人	手掻きスクリーンの除塵、閉塞物の除去	ポンプ場
Generator Operator	1 人	自家発電機の保守・操作	ポンプ場

出典： WASA SDO office, Iqbal Town 作成資料

流末ポンプ場では、ポンプ操作員及び清掃員（Sewer man）が、8 時間ずつ 3 交代で通常 24 時間運転を行っている。清掃員は、ポンプの運転に伴いスクリーンの塵芥除去を行っている。乾期に流入水槽の貯留量に余裕のある箇所では、排水量が減る夜間にポンプの運転を停止するポンプ場もある。ポンプ場の運転時間は、各ポンプ場の管理室内にある日報に記録されており、監督者（Superintendent）が管理している。XEN, HQ によれば、過去にラビ川の水位が上昇し、ポンプ場の設計吐出水位を超え、排水不能になった記録はない。

ポンプ場に流入する塵芥は、主に草木、生活ゴミ一般、果皮などの有機物、服、靴、縄、ゴミ袋などである。これらは自動除塵機（除塵システムはポンプ場によって異なる）、または熊手や竹竿を用いた人力による除去作業によって地表に掻き上げられ、ポンプ場内で待機しているダンプトラックまたはトラクター牽引式のトロリーに積み込んで処分場へ搬送される。ポンプ場での塵芥の平均量は、2～4m³/日であり雨期には量が増える。スクリーンに掛かる最大のごみは幅 2m 程度の棒などである。また、塵芥のうち、服や縄は、スクリーンを通過してポンプ内へ入り、運転の障害となることがある。

ポンプ場の機器・設備の維持管理作業のうち、ポンプの年次点検やポンプ内の閉塞物除去、配電盤内のランプ・ヒューズの交換等の軽微な修理は、ポンプ場の保守・操作担当職員が行うが、ポンプのオーバーホールや、電動機焼損時のコイル巻き替え修理は、WASA が民間業者に委託している。過去の点検整備ではポンプの軸スリーブや軸受の交換が記録されている。また、今回要請に挙げられたポンプ場では、配電盤内の接触器や電動機コイルの焼損が報告されており、突発的な運転停止に備えて予備の電動機が場内に保管されている。ポンプ場の構成機器の中では、高圧系統（3,300V）の配電盤機器のスペアパーツを手しにくく、また高価であることが WASA, O&M の担当者により指摘されている。

ポンプ設備の販売と修理を扱うディーラーとしては、ラホール市内にドイツのポンプ製造業者である KSB 社の支所があり、Main Outfall Disposal Station をはじめ、同社の製品が納入されている既設のポンプ場もある。同社のラホール支所では電気技術者を含めて 6 人程度のサービスエンジニアによるサポート体制を敷いている。パキスタンの首都であるイスラマバード近郊には同社の小型汎用ポンプ製造工場があり、15cf/sec(25.5m³/min)以下のパキスタン製ポンプが入手可能である。本計画に使用する程度の大型ポンプは、注文に応じてドイツで設計・生産を行うのが通常である。同社ラホール支所の Managing Director によれば、パキスタン国内ではポンプ設備の定期点検を官公庁から請け負っている例は少なく、定期点検を実施し、民間のポンプ製造企業に委託しているのは製油工場、化学工場など民間企業のポンプ設備に限られているとのことである。

(5) 下水管路・雨水排水路の維持管理の現状

1) 下水管路・雨水排水路の維持管理作業の内容

各 Town にある WASA の維持管理担当事務所の責任の下で、表 3.5.8 に示すような下水管路・雨水排水路の維持管理作業が行われている。

表 3.5.9 下水管路・雨水排水路の維持管理作業

番号	作業内容	作業区分	除去物の処理	作業実施者	
				清掃員	清掃機材
	下水管路の漏水や雨水排水路の損壊箇所の発見と補修	昼間	-	XEN, O&M の管轄下 にある SDO	XEN, Transport & Equipment または、 XEN, O&M の清掃機材 と運転手兼 操作員
	下水管路内の閉塞物除去 (苦情に対する緊急対応)	昼間	少量の閉塞物は、CDGL のコンテナへ 投棄、堆積物など多量であれば、		
	下水管路及び雨水排水暗渠内の 堆積物除去(計画的な作業)	夜間	WASA の汚泥吸引車またはダンプトラ ックにより埋立地や処分場へ搬送	XEN, Drainage の管轄下 にある SDO	
	雨水排水開渠の浮遊物除去	昼間	仮置き後、WASA ダンプトラックまた は CDGL の車両により処分場へ搬送		
	雨水排水開渠の水路底汚泥の 浚渫	昼間	WASA のダンプトラックにより埋立地 や処分場へ搬送		

出典：WASA XEN, O&M

下水管路の清掃作業は、閉塞物の除去と、管路内堆積物の除去の 2 種類に分けられる。閉塞物の除去は主に昼間に実施され、堆積物の除去は生活排水の量が減る夜間作業が主体である。どちらの作業に関しても、人孔内の水位が高い場合は、上流側で可搬式のエンジンポンプ、または、発電機とポンプの組み合わせを用いて水位を下げながら行っている。

の下水管路内の閉塞物除去作業は、維持管理部門の本部（HQ）にある苦情受付係（Complaint Monitoring Center）が、下水道の閉塞による冠水被害に関する市民からの情報を受け、被害地点を管轄する地域事務所（XEN や SDO）に連絡し、清掃チームを出動させるものである。苦情受付係は、3 交代 24 時間体制を敷いており、同係への聞き取りによる苦情の電話本数は平均で、乾期には 25 件 / 日、8 月 9 月及びその前後の雨期には 150 件 / 日とのことである。WASA 本部の事務所敷地内には緊急対応のための高圧ポンプ車と汚泥吸引車が 1 台ずつ配置されているが、出動できる件数には限りがあるため、地域事務所を通じた人力作業で対応している。雨期にはこうした作業員が不足し、臨時に契約して人員を補充することにより人件費を要している。

閉塞物除去の対象は小口径管が多い。機械を用いる場合は、高圧ポンプ車のノズルを管渠内に挿入して高圧水で洗い流す。高圧ポンプ車は幅員 4m 程度の道路に進入可能であるが、Zone A,B などの建物が密集した地区では、道路に張り出した看板や電線が障害となり進入できない場合もある。既存の高圧ポンプ車のノズルに繋ぐホースは 200feet (66m) ある。管渠閉塞の現場にできるだけ近づいた高圧ポンプ車から車両の進入が不可能な狭い路地にホースを伸ばして作業を行っている。

人力作業の場合は、縦に割った長尺の竹を地表から人孔を通じて管渠内に挿入して押し出すが、人孔間距離が 40m 程度であるため困難な作業である。人孔からバケツなどで除去した閉塞物は比較的少量であるため、CDGL の廃棄物収集コンテナへ投棄することが多い。

の下水管、及び雨水排水暗渠内の堆積物除去は、各事務所において毎日計画的に行われている（作業量については、表 3.5.9 を参照）。人力による堆積物の除去は、清掃員が作業可能な大口径管に限られる。おおむね 900mm (36inch) が管渠内作業可能な目安である。大口径管であっても堆積物の量が多く、閉塞断面が管内の 50%を超える箇所や管全体が閉塞している箇所も報告されている。こうした場合は、管内に作業スペースがないために機械に頼らざるを得ない。

機械を使用した堆積物の除去では、高圧ポンプ車、汚泥吸引車及び給水タンク車を組み合わせた清掃作業が行われている。高圧ポンプ車から高圧ホースを人孔を通して管渠へ挿入し、その先端のノズルから高圧水を噴射して、下水管内に堆積した汚泥を切り崩す。汚泥吸引車は人孔に流れてくる汚水を吸い取る。これら 2 台の車両のポンプ機器は運転手兼機器操作員によって操作される。また、2 台の車両に繋がるホースは、清掃員が人孔内で操作する。

汚泥吸引車は、吸引した汚泥の量が増えると、貯留物のうち汚水のみを現場近くの排水路に排出し、さらに吸引作業を続ける。この汚泥吸引・排水・濃縮を繰り返した後、タンク容量（既存車両は 7 キロリットル）一杯になると排泥地へ移動する。除去した汚泥の排出先は、Gunj Bukhsh Town などの市街地では、XEN,O&M や SDO 事務所が指定した

仮置き場である。この場合は事務所の積込機械が仮置きされた汚泥をダンプトラックに積み込んで埋立地や汚泥処分場へ搬送する。また、堆積物除去の現場がラビ川の近くであれば、汚泥吸引車が自走して堤防（Bund Road）沿いの河川敷に搬送して排出する。

既存の高圧ポンプ車のタンク容量は、7000 リットルのものと 8000 リットルのものがあり、断続的に毎分 210 リットルの流量を噴射し続けた場合、1 時間から 2 時間でタンクの水を使い切る。高圧タンク車への給水補給は作業現場において給水タンク車によって行われる。また、この給水タンク車（既存車両のタンク容量は 7000 リットル）は WASA が管理するタンク車用給水栓まで自走して給水補給を行うため、作業現場とタンク車用給水栓を往復する。

各 Town にある XEN、O&M などの地域管理事務所では、毎日の作業量を計画し、作業実績を記録管理している。作業量は、管渠内の汚泥堆積状況及び給水箇所・排水箇所・排泥箇所までの距離・交通量ほか、現場の作業条件によって異なる。1 日の作業量の例を表 3.5.9 に、日本国内の標準作業量を表 3.5.10 に示す。標準作業量は、管渠内の堆積物の土砂深によって異なる。また、清掃作業時に高圧ポンプ車からの噴射水によって切り崩した土砂を全て吸い取ることは不可能であり、一部は下流側に流出する。このため、噴射水と混合した土砂のうち、どの程度を汚泥吸引車で吸い取るかによっても作業量は異なる。

表 3.5.9 に示した作業例では土砂深が不明であるが WASA、Dir の職員からの聞き取りによれば下水管渠の半分程度が堆積物で詰まっているとのことである。また、当初要請（PC-I）書類には DFID の調査による計画対象地域の下水管渠内の状況が表にまとめられており、各管渠の通水断面のうち堆積物が占める割合は 40～60%程度と推測される。

従って、表 3.5.9 に示した口径 300mm の下水管渠の作業距離 440m/日を、表 3.5.10 に示した、口径 300mm の下水管渠に対する標準作業量のうち、土砂深が 25%のときの標準作業量 330m/日を比較すると、WASA による作業例が標準作業量を上回っている。これにより既存機材が妥当に使用されている状況が伺われる。

そのほかに、下水管渠口径 900mm と排水暗渠の作業例を表 3.5.9 に示す。土砂深、及び排水暗渠の寸法は不明であるが、土砂深を 40～60%程度と推定するとこれらの作業量は表 3.5.10 に示す標準作業量に比べて著しく低いわけではなく、既存機材の作業状況は概ね妥当であると考えられる。

表 3.5.10 下水・雨水排水路内の堆積物除去作業例

場所	作業対象	作業距離	作業区分
Allama Iqbal Town	下水管 300mm(12inch)	440m/日	汚泥吸引車作業
Shalamar Town	下水管 900mm(36inch)	8.3m/日	汚泥吸引車作業
Shalamar Town	排水暗渠(G.T Road drain)	26m/日	暗渠内人力作業

出典 WASA XEN, O&M

表 3.5.11 日本国内の下水管渠内清掃標準作業量

管径(mm)	土砂深(%)*	標準作業量	作業区分
300	5	985m/日	機械作業 作業区分：高圧洗浄車清掃工のうち、一般管渠内清掃工 人孔深 6m 以下では、高圧洗浄車(4t,195PS), 揚泥車(4t,195PS), 給水車(4t, 165PS) を適用
300	15	475m/日	
300	25	330m/日	
900	30	62m/日	管渠内に清掃員が入り機械を用いた清掃作業を実施 作業区分：吸引車清掃工のうち、一般管渠内清掃工 例として、人孔深 6m・人孔間距離 100m に対して、 高圧洗浄車(4t,195PS), 強力吸引車(8t,275PS,プロア風量約 20m ³ /分), を適用
2,000	10	73m/日	
2,000	20	27m/日	
2,000	30	15m/日	
800-1,500	-	10m ³ /日	
1,500-2,000	-	12m ³ /日	

出典： 建設省都市局下水道部監修 下水道施設維持管理積算容量 管路施設編
社団法人 日本下水道協会 1999

*： 土砂深は、円形管の断面に対する割合。

の雨水排水路の清掃作業としては、熊手や竹竿を用いた人力による浮遊物の除去が主である。浮遊物は排水により徐々に流され、雨期には多くが流出するため市街では放置されている場合が多い。水路が橋梁と交差する箇所では、水道管やガス管が橋梁下部に取り付けられており、橋梁側部に添架されていない配管が多く見られる。こうした箇所では、橋梁や配管によって流下を妨げられた浮遊物の堆積が見られる。WASA はラビ川沿いのポンプ場付近など比較的水路の流末に近い箇所では浮遊物の除去を行っている。

これは、各支線水路からの浮遊物が集まってくることで、上流側である市街地に比べて除去した浮遊物を仮置きする空き地が得られやすいことが関係している。水路から除去した浮遊物は仮置きして乾燥後、WASA あるいはラホール市清掃局 (CDGL) のトラックにより処分場へ搬送されるか、そのまま仮置き場周辺で埋め立てに利用される。

は、機械を用いた雨水排水路の汚泥浚渫作業であり、バックホウやクラムシェルなどの掘削機材とダンプトラックの組み合わせによって行われている。除去した汚泥は、ダンプトラックで埋立地または汚泥処分場に搬送される。ダンプトラックが進入できない箇所では、掘削機で除去した汚泥を水路脇に仮置きした後、ホイールローダなどの積込機械によって、大通りで待機しているダンプトラックに積み込み搬送する。

2) 下水管路・雨水排水路の維持管理作業を実施する地域事務所と職員の状況

上記維持管理作業は、次のような管理区分によって行われている。

(a) 下水管路の保守・清掃

下水管路の保守・清掃は、前項に挙げた XEN、O&M 事務所が管理する Sub Division Office (SDO)において、Sub-Engineer のもとで行われている。各 SDO は担当地域の規模に応じて3名程度のSub-Engineer を配置しており、それぞれのSub Engineer が、清掃作業監督者 (Supervisor) 1名、清掃員 (sewer man) 配管工 (Pipe fitter) 清掃補助員 (assistant) 各数名から成る清掃員チームを指揮している (各 Town の職員数については、表 3.5.4 を参照)。下水管の堆積物除去を実施する事務所では、毎日の計画除去量と実績を記録している。下水管路の閉塞によって発生する冠水被害に対する作業員の出勤件数と作業量は 6 月から 9 月の雨期に増加する。他方、定期的な堆積物の除去作業は、排水量が少なく、作業条件が雨期に比べてよいこと、流入する浮遊物の量が少ないことから乾期に実績が高い。

下水清掃職員の勤務は日曜・祝日を除いた週 6 日のシフトを組んでおり、職員は昼間の管路内閉塞物除去及び夜間の堆積物除去作業に従事している。上水道施設の配管工を含む技術系の職員は、WASA のトレーニングセンターで研修を受けることになっている。このトレーニングセンターでは、上下水道の管工事や漏水補修、下水道の人孔築造・補修に必要な技術訓練を実施している。

(b) 雨水排水路の保守・清掃

雨水排水路の保守・清掃は、市内の 6Town の Director Office の管轄下にある排水路担当の維持管理事務所である XEN、Drainage の下で、SDO ごとに、Sub-Engineer 及びその配下の担当職員が行っている。清掃チームの構成は、下水管路の場合と同様である。

(c) 清掃機材・車両の維持管理

SDO が清掃作業員を配置しているのとは別に、清掃機材の管理は、XEN、Transport & Equipment または、XEN、O&M の中の Transport セクションが担当している。これらの管理事務所には清掃機材の運転手兼操作員が所属している。機械を用いた作業の班構成の例を表 3.5.11 に示す。

表 3.5.12 機械を用いた下水管路清掃作業班の例

職種名	人員	作業内容
Supervisor	1 人	清掃作業の監督
Jetting machine Driver & Operator	1 人	高圧ポンプ車の運転とジェットポンプ操作
Jetting machine Helper	1 人	高圧ポンプ車による作業の補助
Sewer Sucker Driver & Operator	1 人	汚泥吸引車の運転と吸引ポンプ操作
Sewer Sucker Helper	1 人	汚泥吸引車による作業の補助
Sewer man	4 人	人孔内作業、除去した塵芥の処理 交通整理ほか
Rescuer	1 人	事故発生時の作業員救出

出典： WASA SDO office, Iqbal Town 作成資料

3) 清掃機材の維持管理状況

清掃機材の管理事務所では、車両が出動するのに伴い、毎日の運行距離と燃料補給の状況を記録して管理を行っている。清掃機材の点検修理のうち、運行前点検等の簡易な作業は事務所内の運転手が行うが、定期点検、及び故障時の修理対応は主に民間の WASA 指定業者（ガレージ）に委託して行っている。定期的に交換を要するものは、一般車両と同様に、エンジンオイル、エアークリーナー（フィルター）、オイルフィルター、バッテリー、タイヤなどである。

このほかに高圧ポンプ車と汚泥吸引車では、ホースを人孔内へ挿入して引き回すためにホースの劣化が激しく、定期的な点検と劣化状況に応じた交換が必要となっている。高圧ポンプ車のホースは、人孔の中で直角に曲げて下水管渠に挿入され、数 10m の往復を繰り返す。ホースの往復が円滑となるよう、人孔内地下の「管渠と人孔の接合部分」に滑車をあてがって作業することが望ましいが、WASA ではこうした滑車装置は使われていない。

既存の機材の交換部品や補修部品を管理する倉庫は Main Outfall Disposal Station の敷地内に設置されている。既存の清掃車両の中には、使用開始後 20 年以上を経過するものもあるが、車両に搭載された老朽エンジンや、腐食したタンクを載せ換えて利用を継続している例もあり、民間のガレージの活用を含めると、機材の活用に関する WASA の維持管理能力は高いと考えられる。清掃機材のスペアパーツに関しては、掘削機の油圧部品が入手しにくいことが WASA の O&M の担当者によって報告されている。

既存の機材操作員は、ラホール市（CDGL）が認定する運転免許取得後 3 年以上の経験を有することが必要とされる。また、機材の運転と搭載機器（高圧ポンプ車では、ジェットポンプ、汚泥吸引車では真空ポンプ）の操作に際しては、機材製造業者の指導員が

WASA 操作員に訓練を行っている。

4) 下水管路・雨水排水路の維持管理作業における安全管理の状況

人力による下水管渠内の堆積物除去は、以下の点できわめて劣悪な労働条件下での作業である。

- ・ 夜間・地下・水中の悪条件下の作業である。
- ・ 酸素欠乏や有毒ガスによる中毒の恐れがある閉塞空間での作業である。
- ・ 不衛生な汚水や汚物を扱うことから感染症に罹患する可能性が高い。

今回の予備調査では、Allama Iqbal Town の作業現場において次のような安全管理の状況が見られた。

- ・ 人孔内で作業を行う清掃員は 45 分おきに別の人員と交代する。
- ・ 人孔内の作業員は胸までの防水服（胴長）と安全帯、さらに地表からの落下物による危険防止のための保護帽を装着する。
- ・ 事故時の作業員救出のために、酸素呼吸器を用意した人員を地表に配置する。

このうち防水服については、人孔内の水位が高く、胸までのものでは不十分なようであった。また、別地点では防水服を着用していない作業員も見られ、安全機材の数量、及び装着の徹底、可搬式ポンプの利用による水位低下作業について、さらに改善する余地があると思われる。

酸素呼吸器については、人孔内では用いられていない。人孔内から下水管渠を水平に掘り進む作業に際しては酸素呼吸器の使用が有効であるが、狭い管渠の中で酸素タンクを背負うと作業が困難となるため、現在のところあまり利用されていない。こうした状況に対して、自給式のタンクを必要としない送気式のホースマスクを利用するなど、代替器具の導入を検討して作業の安全性を高めることが望まれる。

4. 要請機材と計画機材の内容、優先順位

4.1 要請機材の内容検討

4.1.1 プロジェクトの目的との整合性

本プロジェクトでは以下を目的としている。

「下水排水管路や雨水排水開渠に堆積している汚泥や廃棄物を除去するための清掃機材を供与することにより、下水・雨水排水施設の流下能力復旧を図り、強雨時におけるラホール市の冠水を減少させるとともに環境衛生を改善すること」

下水管、及び雨水排水路の清掃機材と下水ポンプ場の機器類の要請は、上記の目標を達成するための投入として整合性があると思われる。

4.1.2 WASA 所有の清掃機材の現況

表 4.1.1 に、WASA が保有している機材を示す。これらは、パンジャブ州政府の資金によるもの、あるいは過去に世界銀行や英国 DFID の援助により導入されたものである。

表 4.1.1 WASA が所有する現況機材 (1/3)

機材名	ドナー	導入年	主な仕様	No.	現況	管轄
高圧ポンプ車 (トラック搭載型)	パンジャブ 州政府	1992	吐出水量 210 L/min タンク容量 7000 L	1		WASA Head Office
				2		Aziz Bhatti Town
				3		Gunj Bukhsh Town
				4		Allama Iqbal Town
				5		Nishtar Town
				6		Shalimar Town
	DFID	1998	吐出水量 210 L/min タンク容量 7000 L	1		Nishtar Town, SC *1
	世界銀行	1982	吐出圧力 1500 PSI (105kgf/cm ²) タンク容量 8000 L	1		Ravi Town
				1		Allama Iqbal Town
2					Gunj Bukhsh Town	
			3		Nishtar Town, SC *1	
トレー牽引式ジェットポンプ	DFID	1998	吐出圧力 4000 PSI (280kgf/cm ²) 吐出圧力 2000PSI (140kgf/cm ²) タンク容量 8000 L	1		Gunj Bukhsh Town
				2		Allama Iqbal Town
				1		Ravi Town
汚泥吸引車 (トラック搭載型)	パンジャブ 州政府	1992	風量 10000 L/min タンク容量 7000 L	1		WASA Head Office
				2		Gunj Bukhsh Town
				3		Gunj Bukhsh Town
				4		Gunj Bukhsh Town
				5		Allama Iqbal Town
				6		Allama Iqbal Town
				7		Nishtar Town
				8		Ravi Town
				9		Ravi Town
				10		Ravi Town
				11		Ravi Town
				12		Shalimar Town
	DFID	1998	風量 10000 L/min タンク容量 7000 L	1		Nishtar Town
汚泥吸引機 (トラクター牽引)	パンジャブ 州政府	1986	タンク容量 4000 L	1		Shalimar Town
				2		Ravi Town
自吸式排泥 ユニット *2	DFID	1998		1		Nishtar Town, SC *1
給水タンク車	パンジャブ 州政府	1996	車両総重量 8 トン級 タンク容量 7000 L	1		Gunj Bukhsh Town
				2		Allama Iqbal Town
				3		Nishtar Town
				4		Ravi Town
水中ポンプ (汚泥ポンプ)	DFID	1997	吐出量 1cf/sec (1.7 m ³ /min)	1		Nishtar Town, SC *1
				2		Nishtar Town, SC *1
エンジン ポンプ (自吸式)	DFID	1998	吐出量 3cf/sec (5.1 m ³ /min) 水冷式	1		Nishtar Town, SC *1
				2		Nishtar Town, SC *1
				3		Dewatering Shop *3
				4		Dewatering Shop *3
				5		Dewatering Shop *3
				6		Dewatering Shop *3
				7		Dewatering Shop *3
				8		Dewatering Shop *3
				9		Dewatering Shop *3

表 4.1.1 WASA が所有する現況機材 (2/3)

機材名	ドナー	導入年	主な仕様	No.	現況	管轄
発電機	DFID	1997	出力 40 kVA 415V	1		Nishtar Town, SC *1
				2		Nishtar Town, SC *1
				3		Nishtar Town, SC *1
				4		Nishtar Town, SC *1
パワーバック	DFID	1997	水タンク付属	1		Nishtar Town, SC *1
				2		Nishtar Town, SC *1
コンプレッサー	DFID	1998	風量 250 cf/m (7.1m ³ /min)	1		Nishtar Town
				2		Ravi Town
ダンプ トラック	パンジャブ 州政府	1997	車両総重量 8 トン級	1		Aziz Bhatti Town
				2		Aziz Bhatti Town
				3		Gunj Bukhsh Town
				4		Gunj Bukhsh Town
		1987	車両総重量 8 トン級	1		Gunj Bukhsh Town
				2		Gunj Bukhsh Town
				3		Gunj Bukhsh Town
				4		Shalimar Town
		1997	車両総重量 8 トン級	1		Gunj Bukhsh Town
				2		Allama Iqbal Town
				3		Nishtar Town
				4		Nishtar Town
		1988	車両総重量 8 トン級	1		Ravi Town
				2		Ravi Town
1987	車両総重量 8 トン級	1		Ravi Town		
		2		Nishtar Town		
			車両総重量 8 トン級	3		Nishtar Town
クレーン式 掘削機	カナダ 政府 *4	1966	クラムシェル	1		Nishtar Town, Drainage
油圧掘削機	世界銀行	1997	ロングブーム	1		Allama Iqbal Town
	パンジャブ 州政府	1985	ロングブーム	1		Nishtar Town
				2		Shalimar Town
	世界銀行	1996	ミディアムブーム	1		Aziz Bhatti Town
				2		Gunj Bukhsh Town
	パンジャブ 州政府	1985	小型機	1		Ravi Town
2					Gunj Bukhsh Town	

表 4.1.1 WASA が所有する現況機材 (3/3)

機材名	ドナー	導入年	主な仕様	No.	現況	管轄
トラクター トロリー	パンジャブ 州政府	1996	エンジン出力 85 HP	1		Ravi Town
		1985	エンジン出力 65 HP	1		Shalimar Town
				2		Nishtar Town
				3		Gunj Bukhsh Town
				4		Gunj Bukhsh Town
				5		Nishtar Town
				6		Nishtar Town
				7		Nishtar Town
				8		Ravi Town
9		Shalimar Town				
トラクター	パンジャブ 州政府	1985	エンジン出力 65 HP	1		Allama Iqbal Town
倉庫	パンジャブ 州政府	1980	WASA 全域分の小型機材 ・予備品を保管	1	保管状 態良好	Main Outfall Disposal Station

出典： WASA 作成資料 (2004 年 3 月)

現況欄凡例 : 機材の程度が良好な状態 : 修理を重ねているが使用可能な状態

- *1: Sub Division for Sewer Cleaning, Nishtar Town
英国 DFID の供与機材を活用するために、Zone F でのパイロットプロジェクト終了後 Nishar Town に設けられた、下水清掃作業を実施する地域管理事務所
- *2: Trailer Mounted Self-Filling Tipping Skip
- *3: Dewatering Shop は排水ポンプユニットの格納庫であり、Main Outfall Disposal Station の構内において、SDO が管理している。冠水被害の発生時に緊急排水作業チームがこの排水ポンプユニットとともに現場に出動する。ラホール市全域を出動の対象としている。
- *4: カナダ政府からパンジャブ州政府の HUD&PHED へ供与された後、同局から WASA へ委譲された。

また、表 4.1.2 に DFID によって導入された安全管理用機材の一覧を示す。これらの安全管理用機材は表 4.1.1 に挙げた清掃機材のうち DFID が供与したものと同時に導入された。このパイロットプロジェクトの清掃作業対象地区は市内の Zone F であり、今回の要請地区 (Zone A、B、G、H1) と重複していない。

表 4.1.2 DFID によって供与された安全管理用機材（1997 年導入）

機材名	用途	No.	現況	現在の管理事務所
テレビカメラ	暗渠内調査用	1		Sub Division for Sewer Cleaning, Nishtar Town
換気装置	暗渠内作業用	1		
		2		
		3		
		4		
		5		
		6		
作業員用酸素呼吸器	作業員用（10分間用）	1	・ガス充填要	
	作業員用（15分間用）	1	・ガス充填要	
		2	・ガス充填要	
		3	・ガス充填要	
		4	・ガス充填要	
		5	・ガス充填要	
		6	・ガス充填要	
		7	・ガス充填要	
		8	・ガス充填要	
9	・ガス充填要			
救助員酸素呼吸器	救助員用	1	・ガス充填要	
		2	・ガス充填要	
作業員吊上機 （三又+巻揚機）	作業員の人孔内降下・引上	1		
ガス検知機	暗渠内作業用	1	期限切・廃棄	
		2	期限切・廃棄	
		3	期限切・廃棄	

出典：WASA 作成資料

現況欄凡例 : 機材の程度が良好な状態 : 調子が良くないが使用可能な状態

4.1.3 DFID によるパイロットプロジェクトの実施状況と考慮すべき機材仕様

(1) パイロットプロジェクト実施状況

前項に挙げた、DFID によるパイロットプロジェクトは、同機関と WASA がラホール市内の下水・排水システムの清掃計画に関して作成したマスタープラン、『Pilot Sewer Cleaning and Rehabilitation Scheme』の中の実施計画として行われたものである。1996 年から 1998 年にかけて、ラホール市内の排水区域 Zone F を対象として、清掃機材供与及び技術訓練と清掃活動の実施が行われた。

供与された機材は、表 4.1.1 の中で“ドナー”の項に“DFID”と記載して挙げた清掃車両・ポンプ機器及び表 4.1.2 に示す安全管理器具である。パイロットプロジェクトは計画された 3 年間に実施されて完了した。除去堆積物の量は、計画 2,520m³ に対して、実績 3,531m³ であった。このパイロットプロジェクトで発生した除去汚泥は、WASA によって搬出された。

(2) パイロットプロジェクトによる効果

このパイロットプロジェクト実施の結果として、Main Outfall Disposal Stationの稼働量がプロジェクト実施前と比較して約20%増えた。リフトアップステーションの設置数は対象地域であるZone Fでは少ないものの、プロジェクト実施後に稼働量（ポンプ運転時間）が若干増えたことが報告されている（パイロットプロジェクトの実績に関する情報はWASA XEN、HQからのヒアリングによる）。これらのポンプ施設への排水流入量が増加した状況には、下水管路に堆積した汚泥を除去した結果、通水断面が回復して当初設計に近い流下能力が得られるようになったことが関連していると推定される。

そのほかの改善状況として、パイロットプロジェクト後にZone Fの住民からの苦情が減ったことが、WASA本部の苦情受付係により報告されている。また、予備調査の質問表回答によれば、清掃作業中の事故は過去に見られたものの、パイロットプロジェクトが終了した後、最近3年間では重大な事故は発生していない。これはパイロットプロジェクトにおける安全管理技術の訓練効果がWASA内に波及したものと考えられる。

(3) パイロットプロジェクトで供与した機材仕様と現在の状況

供与した清掃機材、及び安全管理器具に関しては、運用及びスペアパーツの入手に大きな問題はなく、現在も大半が良好な状態で利用されている。これら、DFIDのパイロットプロジェクトを通じて供与された清掃機材、安全管理器具及び技術訓練を受けた職員は、Zone Fから管轄を移されて、現在はラホール市南部のModel Town地域を含むNishtar Townの地域管理事務所（SDO）の管理下に置かれている。

安全管理器具のうち、作業員用の酸素呼吸器は現在も使用可能であるが、人孔及び管渠内が狭いために酸素タンクを背負って作業することは好まれず、パイロットプロジェクト以降、利用が進んでいない。ガス検知器は、DFIDが供与したものは既に期限が切れたため、その後WASAの予算で調達し利用している。

DFIDのパイロットプロジェクトで堆積物の除去が計画通り実施され、供与された機材に問題が少なかったことは本計画の機材仕様を検討する上で参考となる。すなわち、幹線下水路の清掃作業に利用される高圧ポンプ車のタンク容量（7,000リットル）、ポンプ能力（210リットル/分）及び汚泥吸引車のタンク容量（7,000リットル）、真空ポンプ風量（10m³/分）はおおむね十分であると考えられる。これは、予備調査の質問表に対する次のような回答からも裏付けられる。

- ・ 既存の高圧ポンプ車の噴射圧力によって管渠内に堆積した汚泥の切り崩しは十分可能である。
- ・ WASAの管轄区域の中で最も深い清掃対象排水路は、地下20feet（6.6m）であり、既存の汚泥吸引車によって揚泥可能である。

4.1.4 要請機材の内容と作業計画

(1) WASA による要請と清掃活動の計画

WASA は表 4.1.1、表 4.1.2 に示したような機材を保有し、活用しているものの、必要な作業量に対して依然として機材が不足しており、暗渠の清掃は人力作業に頼るところが大きい。WASA はこの状況を改善するために、汚泥等の堆積が著しい A、B、G、H1 地区に対して 3 年間の清掃活動を計画し、これに必要な機材を日本政府に要請した。また、下水管路・雨水排水路の堆積物除去による通水断面の復旧に伴って、流入量が増加することが予想される、流末のポンプ場施設の容量を増強するためのポンプ機器類もこの要請に含まれている。

(2) 下水管路・雨水排水暗渠の堆積物除去作業

A、B、G、H1 地区の下水管路、雨水排水暗渠の堆積物の量は、高圧ポンプ車による噴射水を含めておよそ 8 万 5 千 m³ である。これを既存の汚泥吸引車と同規模の機材で除去すると、汚泥吸引車 1 台あたりの 1 日の平均作業量を 11m³⁴、年間作業日数を 290 日⁵として、

$$85,000 \text{ m}^3 \div (11\text{m}^3/\text{日}\cdot\text{台} \times 290 \text{ 日}/\text{年}) = 27 \text{ 台}\cdot\text{年}$$

として 1 年でのべ 27 台分の作業量となる。WASA は現在 13 台の汚泥吸引車を保有している。このうち A、B、G、H1 地区を主な作業対象地域とする、Gunj Bukhsh Town の 3 台と Ravi Town の 2 台の計 5 台を用いて、8 万 5 千 m³ の堆積物を除去する場合、

$$27 \text{ 台}\cdot\text{年} \div 5 \text{ 台} = 5.4 \text{ 年}$$

と、5 年以上を要すると考えられるが、要請機材を供与して 9 台で作業した場合、

$$27 \text{ 台}\cdot\text{年} \div 9 \text{ 台} = 3 \text{ 年}$$

と、3 年間の作業計画で完了すると試算できる。作業区別の汚泥量と汚泥吸引車の作業計画を表 4.1.3 に示す（そのほかの機材に関する試算の詳細は添付資料に示す）。

⁴ 「建設省都市局下水道部監修 下水道施設維持管理積算容量 管路施設編 社団法人 日本下水道協会 1999」による以下の標準作業量を考慮した値。
800mm~1500mm 未満では、10m³/日， 1500mm~2000mm 以下では 12m³/日

⁵ WASA 維持管理部局の計算値

表 4.1.3 計画対象地域 (Zone A、B、G、H1) における下水管渠・雨水排水暗渠の除去対象汚泥量と作業計画

作業区分	汚泥量 *1 (m ³)	噴射水 *2 (m ³)	吸引量 (m ³)	汚泥吸引車 1台あたりの 1日の除去量 *3 (m ³ /日)	汚泥吸引車 1台あたりの 3年間の除去量 *4 (m ³ /3年)	汚泥吸引車の配置 (既存機材5台+ 要請機材4台による 3年間の除去作業の場合)
算式	A	B=A×50%	C=A+B	D	E=D×870	F C÷E
下水管渠 口径 900mm 未満	11,861	5,931	17,792	8	6,960	2.5 台
下水管渠 口径 900mm 以上	9,215	4,608	13,823	10	8,700	1.5 台
下水管渠小計	21,076	10,539	31,615	-	-	4 台
雨水排水暗渠	52,947	-	52,947	12	10,440	5 台
合計	74,023	-	84,562	-	-	9 台

出典： 予備調査団作成資料 (試算値)

- * 1： 下水管渠の汚泥量は当初要請 (PC-I) による。雨水排水暗渠の汚泥量は予備調査時に WASA が提示した値。
- * 2： 汚泥吸引車による吸引量のうち、高圧ポンプ車による噴射水の量を汚泥量の 50% とする。雨水排水暗渠の汚泥は、高圧ポンプ車を用いずに人力で切り崩す計画とする。
- * 3： 「建設省都市局下水道部監修 下水道施設維持管理積算容量 管路施設編 社団法人 日本下水道協会 1999」 による次の標準作業量を準用。
 「800mm~1500mm 未満では 10m³/日、1500mm~2000mm 以下では 12m³/日」下水管渠口径 900mm 未満 については同資料により、
 「600mm 土砂深 40% では 7.9m³/日、600mm 土砂深 50% では 9.2m³/日」を参考として、8m³/日とする。
- * 4： 予備調査時に WASA 維持管理部局が示した年間作業日数 290 日 / 年 × 3 年 = 870 日により算出。

(3) 雨水排水開渠の堆積物除去作業

A、B、G、H1 地区の雨水排水開渠の堆積物は、予備調査時に WASA から提示された資料によれば 47 万 2 千 m³ である。堆積物の量と適用する掘削機材について、表 4.1.4 に示す。このうち、Zone H1 にある Mian Mir Drain は、他の排水路に比べて断面・延長の規模が大きく、堆積物の量も比較的多いと考えられ、この排水路を作業の対象にするかどうかによって、計画機材の量は大きく異なる。従って、さらなる調査に基づいて Mian Mir Drain の堆積物の量と、除去の必要性について検討を行うことが望ましい。

また、表 4.1.4 には作業に必要となる掘削機の台数を示している。各掘削機材の施工量は、現場の作業条件に影響を受ける。計画対象地域の排水路には進入道路が狭い箇所があるほか、交通が激しく、作業現場の周囲に建物や電線が込み入っているなど、作業条件が悪いことから、実際の施工量は、表中の数値より低くなることが想定される。掘削機材の作業条件と必要台数については、さらに詳しく調査を行ったうえで検討することが望ましい。

表 4.1.4 計画対象地域 (Zone A、B、G、H1) における雨水排水開渠の除去対象汚泥量と作業計画

作業区分 *1	Zone	排水路の名称	水路幅 × 土砂深 × 延長 *2 (m)	汚泥量*2 (m ³)	日当り 施工量 *3 (m ³ /日)	必要となる 掘削機材の 台数 *4
算式	-	-	-	A	B	C= A ÷ 870 ÷ B
油圧式掘削機 バケット容量 0.28m ³ 級 水路幅 4.0m 未満 の水路を主に対象とする。	G	Central Drain	2.74 × 0.75 × 1,311	2,694	-	-
		Lower Mall	0.91 × 0.50 × 1,219	555	-	-
		Lake Road	0.91 × 0.50 × 701	319	-	-
		Edward Road	1.52 × 0.50 × 1,829	1,390	-	-
		Alfalah Drain	2.74 × 0.75 × 1,067	2,193	-	-
	H1	Governor House	2.13 × 0.75 × 3,353	5,356	-	-
		Garhi Shahu	0.91 × 0.50 × 1,311	597	-	-
		Main Out Fall	4.88 × 1.00 × 1,524	7,437	-	-
		Central Drain	4.57 × 1.00 × 1,981	9,053	-	-
小計	-	-	29,594	44	0.8 台	
油圧式掘削機 バケット容量 0.8m ³ 級 水路幅 4～10m 未満 の水路を主に対象とする。	A	Chotta Ravi Drain	6.10 × 1.50 × 914	8,363	-	-
	H1	Central Drain	4.88 × 1.00 × 2,202	10,746	-	-
			6.71 × 1.50 × 1,219	12,269	-	-
	小計	-	-	31,378	310	0.1 台
クラムシェル バケット容量 0.7-0.8m ³ 級 水路幅 10m 以上 の水路を主に対象とする。	H1	Mian Mir Drain	12.19 × 2.00 × 6,553	159,762	-	-
			18.29 × 2.50 × 5,486	250,847	-	-
	小計	-	-	410,609	260	1.8 台
合計	-	-	-	471,581	-	-

出典： 予備調査団作成資料（試算値）

- * 1： 作業区分に示した適用水路幅は参考値。
- * 2： 雨水排水開渠の寸法・土砂深・汚泥量は予備調査時に WASA が提示した値。
- * 3： 掘削機材の日当り施工量は、「国土交通省大臣官房技術調査課 監修 国土交通省土木工事積算基準 平成 15 年度版 財団法人建設物価調査会 発行」による。
- * 4： 予備調査時に WASA 維持管理部局が示した年間作業日数 290 日 / 年 × 3 年 = 870 日により算出。

(4) 堆積物除去の優先順位

表 4.1.3、表 4.1.4 に示した除去対象の堆積物に対して、4.3.1 に後述する要請機材の優先順位を合わせて考慮し、次のような除去の優先順位を提案する。これについては、さらなる調査に基づいて除去を必要とする汚泥の量と、作業に必要な機材の仕様・数量を検討するとともに、堆積物除去作業の優先順位を決めることが望ましい。

堆積物処理の優先順位

優先順位 1 .	下水管渠の堆積物	31,615m ³	(噴射水 50%を含む。)
優先順位 2 .	雨水排水暗渠の堆積物	52,947m ³	
優先順位 3 .	雨水排水開渠の堆積物	471,581m ³	
合計		556,143m ³	

(5) 要請機材の内容

当初の要請書(PC-I)にて要請された機材と、今回調査団が確認した先方の要請機材の比較を表4.1.5に示す。また、今回の調査においてWASAは要請の優先順位をI、II、IIIの順に示している。なお、詳細な機材計画については、プロジェクトサイトの既存下水道施設のインベントリー調査、管渠内堆積物、雨水排水開渠内堆積物の堆積状況調査を行い、基本諸数量を明らかにした上で検討する必要がある。

表 4.1.5 当初の要請機材と予備調査時の要請機材の比較 (1/2)

機材名	PC-I	予備調査	優先 順位
高圧ポンプ車 (トラック搭載型)	車両総重量 8 トン級 高圧ポンプ 300 L/min 4 台	車両総重量 8-8.5 トン級 高圧ポンプ 300 L/min 4 台	I
汚泥吸引車 (トラック搭載型)	車両総重量 8 トン級 タンク容量 6000 L 4 台	車両総重量 8-8.5 トン級 タンク容量 6000 L 4 台	I
給水タンク車	車両総重量 8 トン級 タンク容量 7000 L 2 台	車両総重量 8-8.5 トン級 タンク容量 7000 L 2 台	II
トラック	車両総重量 4 トン級 6 台	ピックアップトラック 排気量 2400-2800cc ダブルキャビン 12 台	I
ダンプトラック	車両総重量 8 トン級 8 台	車両総重量 8-8.5 トン級 8 台	I
クレーン式掘削機	ドラグライン バケット容量 0.7-0.8 m ³ 2 台	クラムシェル (ホイールタイプ) バケット容量 0.7-0.8 m ³ 2 台	II
排泥用水中ポンプ	無閉塞型水中ポンプ 4 基	無閉塞型水中ポンプ (吐出力:3.4m ³ /min (2cf/sec) 全揚程:13.2m (40feet)) 4 基	I
発電機 (水中ポンプ用)	2 基	2 基	I
油圧式掘削機	クローラタイプ エンジン出力 54 HP バケットサイズ 0.28 m ³ 級 ブーム長さ 3710 mm アーム長さ 1650 mm 2 台	ホイールタイプ エンジン出力 54 HP バケットサイズ 0.28 m ³ 級 ブーム長さ 3710 mm アーム長さ 1650 mm Engine 2 台	II
油圧式掘削機	ホイールタイプ エンジン出力 153 HP バケットサイズ 0.8 m ³ 級 ブーム長さ 5700 mm アーム長さ 2410 mm 1 台	ホイールタイプ エンジン出力 153 HP バケットサイズ 0.8 m ³ 級 ブーム長さ 5700 mm アーム長さ 2410 mm 1 台	III
ホイールローダ	エンジン出力 85 HP バケットサイズ 1.2 m ³ 級 ボルト装着式カッティングエッジ 転倒時保護構造 (ROPS) 車両総重量 8 トン級 2 台	エンジン出力 85 HP バケットサイズ 1.2 m ³ 級 ボルト装着式カッティングエッジ 転倒時保護構造 (ROPS) 車両総重量 8 トン級 2 台	III

表 4.1.5 当初の要請機材と予備調査時の要請機材の比較 (2/2)

機材名	PC-I	予備調査	優先順位
ポンプ、及び付属機器 ・ 下水用立軸渦巻ポンプ、及び中間軸 ・ 立軸かご型誘導電動機 ・ 吸込側手動仕切弁、及びハンドル ・ スイング式逆止弁 ・ 吐出側電動仕切弁、及びハンドル ・ 配管材	Main Outfall Disposal Station ポンプ (吐出量:34m ³ /min (20cf/sec) 全揚程:12m (36feet)) 電動機 (115kW 400V 50Hz) 吸込弁 (500mm (20 inch)) 逆止弁 (500mm (20inch)) 吐出弁 (500mm (20 inch)) 配管材 (350-500mm (14-20 inch)) 各 6 基	Shad Bagh Disposal Station ポンプ (吐出量:68m ³ /min (40cf/sec) 全揚程:12m (36feet)) 電動機 (180kW 415V 50Hz) 吸込弁 (700mm (28 inch)) 逆止弁 (600mm (24 inch)) 吐出弁 (600mm (24 inch)) 配管材 (600mm (24 inch)) 各 2 基	I
		Multan Road Disposal Station ポンプ (吐出量:68m ³ /min (40cf/sec) 全揚程:12m (36feet)) 電動機 (180kW 3300V 50Hz) 吸込弁 (700mm (28 inch)) 逆止弁 (600mm (24 inch)) 吐出弁 (600mm (24 inch)) 配管材 (600mm (24 inch)) 各 2 基	II
		Gulshan-E-Ravi Disposal Station ポンプ (吐出量:68m ³ /min (40cf/sec) 全揚程:12m (36feet)) 電動機 (180kW 3300V 50Hz) 吸込弁 (700mm (28 inch)) 逆止弁 (600mm (24 inch)) 吐出弁 (600mm (24 inch)) 配管材 (600mm (24 inch)) 各 2 基	III
自動除塵システム	Main Outfall Disposal Station 自動除塵システム 1 式	Main Outfall Disposal Station 自動除塵システム 1 式	I
配電盤	Main Outfall Disposal Station 低圧配電盤 8 面 現場操作盤 8 面	Shad Bagh Disposal Station 低圧配電盤 2 面	I
		Multan Road Disposal Station 高圧配電盤 2 面	II
		Gulshan-E-Ravi Disposal Station 高圧配電盤 2 面	III
計器類	Main Outfall Disposal Station 水位計 1 基	Shad Bagh Disposal Station 水位計 1 基	I
技術訓練	技術訓練 3 ヶ月間	技術訓練 1 ヶ月間 清掃機材・ポンプ場機器の操作・ 保守及び安全管理に係る技術訓練	I

4.2 当初要請からの変更点と検討

今回の調査で確認した、先方政府の当初の要請書（PC-I）からの変更点は以下のとおりである。

4.2.1 清掃機材

(1) 機材の種類、及び数量に関する要請の変更

i) 4トントラックが、ピックアップトラックに変更された。

これは、密集した街中において下水管及び排水渠から除去した塵芥や汚泥の搬出を行う際に、小型車両の方が機動力を発揮できるためである。作業現場への清掃員の輸送にも用いるため、ダブルキャビン（4人乗り仕様）が要請されている。

ii) クローラタイプの油圧式掘削機がホイールタイプに変更された。

これは、トラックによる搬送を必要とするクローラタイプ（キャタピラ式）に比べて、公道を自走可能なホイールタイプ（タイヤ式）の方が、機動性が高く有利なためである。油圧掘削機の作業対象として、排水路内への進入や、河川敷での作業を想定していないので、接地圧の低いクローラタイプは必要でない。

バケット容量 0.28m³ 級の機種は幅 4m 未満の排水路に、バケット容量 0.8m³ 級の機種は幅 4m～10m 程度の排水路に、それぞれ適用が計画されている。

iii) クレーン式掘削機として、ドラグラインの代わりにクラムシェルが要請された。

WASA は、クラムシェル（くす玉型のグラブ式バケット 容量 0.8m³ 級）を 1960 年代から所有しており、ドラグラインと呼んでいる。現在もこの機材を修理しながら使用しており状態は良い。この機材は、市内の開渠（雨水排水路であり、下水ポンプ場の放流先にもなっている）及びポンプ場流入路のスクリーン手前に大量に堆積する浮遊物の除去や、素掘りの排水路底に堆積する汚泥の浚渫に用いられている。クレーン式のために、間口が狭く、深い位置にあるポンプ場流入路への適用や、油圧式掘削機のアームが届かない広い水路に対しても、並行する道路や交差する橋の上から作業できるといった利点がある。WASA はこの機材の有用性を認めており、同型の機材（クラムシェル）を日本に要請した。既設機材がトレーラーによる搬送を必要とせずに、公道を移動可能なホイールタイプであることから、同様にホイールタイプを要請している。油圧掘削機と同様に、水路内への進入や河川敷での作業を想定していないので、接地圧の低いクローラタイプは必要でない。

(2) 予備調査で明らかになった清掃機材の仕様と検討

i) 高压タンク車

噴射水タンク： タンク容量 7,000 リットル、4.5mm 厚炭素鋼製 防食仕様、
円筒形、タンク内部に整流板、
手動吐出弁 口径 3inch 1 基、

高圧ポンプ	: タンク上部にロック蓋付き人孔 口径 20inch 1 基、 プランジャーポンプ、最大吐出量 300 リットル/分、 最大圧力 190bar、実用圧力 138bar、PTO 駆動方式 *
車台	: 車両総重量 (GVW) 8-8.5 トン級シャーシ、 上記ポンプユニットを架装可能であること
付属品	: フレキシブルホースリール 口径 1inch 延長 80m 自在継手付き フレキシブルホースリール 口径 1/2inch 延長 20m
予備品	: 5 年分

ii) 汚泥吸引車

汚泥貯留タンク	: タンク容量 6,000 リットル、5mm 厚炭素鋼製 防食仕様、 円筒形、後部一面型扉、扉上部に蝶番、 開閉面に漏水防止ゴムパッキン (油圧 開 - 手動 閉 開位置・閉位置で油圧機構により固定可) タンクダンプ角 35° / 45°、 ニューマチック弁 口径 14inch 1 基、 水位計、過度の吸引による溢水防止機構
真空ポンプ	: ロータリーベーン式真空ポンプ (空冷) 最大到達真空度 90%、最大風量 600m ³ /h、PTO 駆動方式 *
車台	: 車両総重量 (GVW) 8-8.5 トン級シャーシ 上記ポンプユニットを架装可能であること
付属品	: フレキシブルホースリール 口径 4inch、標準付属品
予備品	: 5 年分

* PTO 駆動方式: 車両に搭載したポンプを駆動するのに、発電機によらず、
運行用の車両エンジン動力を、動力取出装置 (Power Take
Off) によってポンプに伝達して駆動する方式

iii) 清掃機材の仕様検討

要請された高圧ポンプ車及び汚泥吸引車の仕様は、WASA が所有している既存機材の仕様とほぼ同様のものである。

ただし、住居密集地域の汚泥収集作業のための小型清掃車両については、以下にあげる理由から、さらなる調査が必要であると考えられる。

DFID のプロジェクトでは、上述の幹線下水路用の大型清掃車両に加えて、トラクター牽引式の小型汚泥吸引装置が導入された。WASA はこの機材について、タンク容量が少ない点で不利であるものの、小口径管が配置されている住宅密集地域の狭い路地にも進入可能であることから、有用性を認めている。一方、変更要請では、

幹線下水路には、車両総重量（GVW）8 トン級の高圧ポンプ車と汚泥吸引車を配置し、狭い路地の小口径下水管の清掃には、主に人力作業とピックアップトラックによる塵芥、汚泥の搬出を実施する計画としているので、小型汚泥吸引装置は今回の要請には含まれていない。

本計画の当初要請（PC-I）によれば、口径 900mm 以上の管渠または函渠中の除去すべき堆積物の量が4つのZone（A,B,G,H1）をあわせて9,215m³であるのに対して、口径 900mm 以下では 11,861m³と大口径管より多いことから、本計画では住居密集地での作業の割合が高いことが想定される。従って小型清掃機材の活用は検討すべき事項である。

一般に、清掃員が下水管路で作業可能な大口径管に比べて、清掃員の入れない小口径管では、高圧ポンプ車を用いた管内のジェット噴射による清掃作業が有効である。この作業では、高圧ポンプ車はできるだけ路地の奥まで進入し、ノズルが清掃対象箇所まで届くことが重要である。高圧ポンプ車と編成を組む汚泥吸引車は、下流側の人孔に排出されてくる汚泥や汚水を吸引するため、清掃対象箇所まで進入する必要はないが対象箇所に最も近い下流側の人孔まで進入できることが望ましい。

従って、小型の高圧ポンプ車と小型の汚泥吸引車の組み合わせは住居密集地において有効である。一方、小型車ではタンク容量が小さいため、高圧ポンプ車の噴射水補給及び汚泥吸引車による汚泥搬出の回数が増え、清掃作業の効率が大型車に比べて低くなる点で不利である。DFID のパイロットプロジェクトにおいても人口密集地では、悪臭、害虫発生防止の観点から、汚泥を仮置きする場所が限られることが指摘されている。

4.2.2 ポンプ場機材

- i) PC-I では、Main Outfall No.1 Disposal Station に設置するポンプ及びこれに付属する電動機・弁・配管 6 台分と配電盤類及び自動除塵システム（掻き上げ機、水平コンベヤ、傾斜コンベヤ、ホッパー）の要請があった。

しかし、Main Outfall No.1 Disposal Station には 2003 年に設置された 3 台を含めて、既に新規のポンプが設置されていることから、他の 3 機場にポンプ及び付属機器を 2 台分ずつ設置する要請に変更された。各ポンプの規格は変更前と比べて 2 倍程度となっている。

ポンプ場の整備について、WASA は次のような優先順位を示している。

優先度 I	Shad Bagh Disposal Station	ポンプ 2 台
優先度 II	Multan Road Disposal Station	ポンプ 2 台
優先度 III	Gulshan E Ravi Disposal Station	ポンプ 2 台

これは、建物の密集した商業地域である Zone B を排水区域に含む Shad Bagh Disposal Station の整備を優先するという考えに基づく。Multan Road Disposal Station は Allama Iqbal Town を、Gulshan E Ravi Disposal Station は Gunj Bukhsh Town をそれぞれ排水区域としており、どちらも人口の集中した市街地から多量の排水が流入するが、Multan Road Disposal Station では、現況の 4 台に加えて 2 台の追加を計画しているのに対して、Gulshan E Ravi Disposal Station は、現況のポンプ 12 台に加えて追加が 2 台であり排水量の変動に対して余裕があるため、Multan Road Disposal Station を優先する計画としている。

要請対象の 3 箇所のポンプ場の拡張計画を表 4.2.1 に示す。

表 4.2.1 要請対象のポンプ場拡張計画 (2004 年 3 月)

要請対象のポンプ場	優先順位	現在のポンプ台数	追加するポンプ台数	現在の排水量 (m ³ /min)	拡張する排水量 (m ³ /min)	他のドナーによる同ポンプ場拡張計画、または他のポンプ場整備による補完計画
Shad Bagh Disposal Station	I	4	2	272	136	なし
Multan Road Disposal Station	II	4	2	272	136	なし
Gulshan-E-Ravi Disposal Station	III	12	2	816	136	なし

出典：WASA 作成資料

また、変更要請の各ポンプの規格は変更前と比べて 2 倍程度となっている。これは、既設のポンプと仕様を統一するためである。PC-1 で要請された Main Outfall Disposal Station では、既設ポンプの吐出量が、26 ~ 43m³/min (15 ~ 25cf/sec) であったのに対して、変更要請の 3 ポンプ場では、吐出量が 68m³/min (40cf/sec) とほぼ倍の規模である。各ポンプ場では、排水流入量に応じて同一規模のポンプの運転台数を増減して排水量を制御する (並列台数制御) 計画が採用されている。

そのほか、ポンプの羽根車 (インペラ) の材料は、当初要請では言及されていなかったが、変更要請では、二相ステンレスが挙げられた。これは対象となるポンプ場が水質の悪い下水を対象としているためである。また、排水路に流れ込む下水には、繊維や食品などの工場からの高濃度の産業排水が含まれていることとも関係する。変更要請の対象ポンプ場で、実際に分解した既存のポンプの羽根車を観察した結果、スクリーンを通過した挟雑物によると考えられる欠損が見られた。

羽根車の材質の選定 (鋳鋼 (SCS) あるいはステンレス等) や、インペラ・スリーブ・軸受ほかのスペアパーツ数量については、現況機器の劣化状況及び過去の更新履歴や交換頻度を考慮したうえで、ポンプ機器の計画耐用年数を検討して決定する必要がある。

ii) 自動除塵システムの調達は当初要請のまま、Main Outfall No.1 Disposal Station を対象としている。この機器はパキスタン独立以前の 1944 年に導入されたもので、現在では老朽化に加え、ポンプ場への流入浮遊物が増加していることから更新する必要がある。このシステムは、掻上げ機、水平コンベヤ、傾斜コンベヤ、ホッパーにより構成されている。1 日に流入するごみの量は 4m³ 程度であるが、雨期の強雨時には、乾期の間市内に堆積していた浮遊ごみがポンプ場へ流下してくるため、スクリーンから掻上げるごみの量が増える。

現在、掻上げ機は機能しているものの、掻上げレーキ、チェーンに動力を伝達する歯車(スプロケット)と歯車を固定するためのピン、滑車とつばの部分(フランジ)に故障が生じることが多く、そのたびに交換を要している。水平コンベヤは処理容量が十分でなく、ごみがベルトから溢れる状況が報告されている。屋外には当初、水平コンベヤとホッパーを繋ぐ、傾斜コンベヤが設置されていたが現在は老朽化により撤去されている。従ってホッパーは現在使用されておらず、水平コンベヤにより屋外に搬出されたごみは仮置きされた後、ダンプトラックに積み上げる手間を要している。

4.3 適切な協力内容、範囲(優先順位、機材仕様、その他の検討)

4.3.1 要請機材の優先順位

表 4.1.5 に示すように、要請機材には優先順位が示されており、その内容は以下のように区分される。

- 優先度 I
 - ・ 下水管の清掃に要する機材
(高圧ポンプ車、汚泥吸引車、仮排水用汚泥ポンプ、発電機)
 - ・ 排水路の清掃に要する機材
(ピックアップトラック、ダンプトラック)
 - ・ Shad Bagh Disposal Station ポンプ及び付属機器
 - ・ Main Outfall Disposal Station の自動除塵機
- 優先度 II
 - ・ 給水タンク車
 - ・ クラムシェル
 - ・ 油圧式掘削機(0.28m³級)
 - ・ Multan Road Disposal Station のポンプ及び付属機器
- 優先度 III
 - ・ 油圧式掘削機(0.8m³級)
 - ・ ホイールローダ
 - ・ Gulshan E Ravi Disposal Station のポンプ及び付属機器

この区分は、下水管及び排水路の清掃を主目的とする本計画の方向性と合致している。また、優先度ⅡとⅢについても優先度Ⅰと同様に必要性は高いものの、緊急性の高い搬送車両（ピックアップトラック・ダンプトラック）に比べて、掘削機や積込機械は既存機材の活用を検討できるため、優先度が下がっている。

4.3.2 計画機材の用途

調査により確認された機材の用途を表 4.3.1 に示す。

表 4.3.1 計画機材の用途

機材名	用途
高圧ポンプ車 (トラック搭載型)	<ul style="list-style-type: none"> 下水管内で固化した汚泥の切り崩し 清掃作業員の作業が困難な小口径下水管内 (内径 900mm (36inch) 未満) の閉塞物除去
汚泥吸引車 (トラック搭載型)	<ul style="list-style-type: none"> 下水管内の汚泥吸引、搬送、排泥
給水タンク車	<ul style="list-style-type: none"> 高圧ポンプ車への噴射水補給
ピックアップトラック	<ul style="list-style-type: none"> 可搬ポンプ・発電機他、清掃機材の搬送 下水管から人力作業で除去した塵芥・汚泥の運搬
ダンプトラック	<ul style="list-style-type: none"> 排水路の塵芥・汚泥の運搬
クレーン式掘削機 (クラムシエル型)	<ul style="list-style-type: none"> 水路幅の広い排水路、及びポンプ場流入路の汚泥掘削・塵芥除去・積み込み
排泥用水中ポンプ	<ul style="list-style-type: none"> 下水管清掃作業時の上流側仮排水作業
発電機 (水中ポンプ用)	<ul style="list-style-type: none"> 上記の仮設排水ポンプの運転用電源
油圧式掘削機 (0.28m ³ 級)	<ul style="list-style-type: none"> 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 (0.8m ³ 級)	<ul style="list-style-type: none"> 水路幅 4m ~ 10m 程度の排水路の汚泥掘削・塵芥除去・積み込み
ホイールローダ	<ul style="list-style-type: none"> ポンプ場の流入スクリーンから掻上げたごみの積み込み、排水路から掘削し、仮置きした汚泥の積み込み
ポンプ、及び付属機器	<ul style="list-style-type: none"> 3 箇所のポンプ場における、市内から集まる下水のラビ川への排水
自動除塵システム	<ul style="list-style-type: none"> Main Outfall Disposal Station における、流入下水に含まれる塵芥の除去
配電盤	<ul style="list-style-type: none"> 3 箇所のポンプ場における、ポンプを駆動する電動機の始動・停止操作
計器類	<ul style="list-style-type: none"> Shad Bagh Disposal Station における、吸込槽の水位検知によるポンプ保護

出典： WASA XEN, O&M

4.1.3 計画機材による除去物の搬送計画

上表に示すように、要請には下水管及び排水路から除去した汚泥・塵芥の運搬を行うための機材が含まれている。現況では、「市内での清掃作業」と「除去物の処分場までの運搬作業」はそれぞれ別の機材・人員によって実施されることが多く、それぞれの作業を担当する管区や実施機関が異なる場合もある。(図 3.4.4 を参照)

そのため連携が確実でない場合には、除去した塵芥や汚泥を清掃現場に仮置き後、運搬がなされず、悪臭や害虫の発生などの環境悪化が生じたり、放置が長引けば住民または不特定の機関によって除去物が水路に戻されてしまう可能性もある。

清掃と運搬を行う WASA 管区が異なる例を以下に示す (WASA、HQ 内の苦情受付係に所属する汚泥吸引車運転手及び Dir、O&M (Shalimar Town)での聞き取りによる)。

- 汚泥収集 : WASA, HQ 内の苦情受付係の指示により、同部局（管区その1）の汚泥吸引車が出動。Gunj Bukhsh Town の WASA, HQ 周辺で汚泥除去作業を行う。
- 汚泥除去作業終了後、指定された箇所に汚泥を仮置き。例えば、Dir, O&M (Shalimar Town) 事務所の正門前の排水路（Drain⁶）沿いの空き地が指定仮置き場になっている。
- 汚泥吸引車運転手は除去した汚泥を仮置きした事実を Dir に伝えた後、HQ の駐車場へ帰還。
- 汚泥搬送 : Dir, O&M (Shalimar Town)（管区その2）は汚泥吸引車運転手からの連絡を受けて、事務所に駐機する積込機械と運搬車両を出動させ、排水路脇に仮置きされた汚泥を積み込んだ後、運搬車両にて処分場へ搬送。
- 最終処分地 : ラピ川と堤防道路（Bund Road）の間にある汚泥処分地（埋立地）まで約 8km 搬送して排泥。運搬車両は、Dir へ帰還。
- WASA によれば、河川敷の埋立地への汚泥投棄はラホール市により認められている。

清掃作業により生じる除去物のうち、重金属等の有害物質を含まない汚泥については、WASA が現在行っているように、市または私有地の所有者の了解を得たうえで、河川敷等に最終処分を行う事が可能と考えられる。この場合、処分場所が比較的確保しやすい。一方、下水管路内の閉塞物や水路の浮遊物は市の清掃局が管轄するごみ処分場へ搬送する必要があるため、運搬作業を市側（CDGL）と WASA のどちらが執り行うのか、分担を細かく検討する必要がある。

また、汚泥の処分計画、塵芥の処分計画とも、現況では不明瞭な点があり、基本設計調査でのさらなる確認を要する。特に、要請機材を導入するに当たっては、清掃作業により生じる除去物を処分場へ搬送する体制の確立が必須である。

4.1.4 計画機材の管理体制

変更要請の対象となる清掃機材に対して WASA が計画している作業対象と保管場所を表 4.3.2 に、また、変更要請のあったポンプ場を管理する事務所を表 4.3.3 に示す。

WASA は要請機材を、4 つの Zone (Zone A、B、G、H1) に均等に配置する計画である。

⁶ ラホール市内の排水路は“Drain”と呼ばれる、雨水汚水兼用排水路である。乾期には主として生活排水が流れている。“Canal”という場合は通常、市内中心を南北に横断する Upper Bari Doab Canal (U.B.D. Canal) のみを指す。この水路には泥水が流れているが、汚水の流入はほとんどない独立した水路である。

機材の数量が2台のものについては、過去のWASA維持管理部門の組織区分に従い、北側と南側に分けて使用する計画である。車両機材の駐機予定先は、ポンプ場構内、上水道配水池施設の構内、WASAトレーニングセンター構内、Dir、XEN、SDOなどの地域管理事務所敷地である。

ダンプトラックは、掘削した堆積物を処分場へ搬送するため、計画対象地域の中心であるGunj Bukhsh TownのXEN、O&M事務所で管理するほか、ポンプ場の除塵機から出てくる挟雑物を処分場へ搬送するためにポンプ場の構内に常駐させる計画である。

要請機材のうち、車両を管理するポンプ場や地域管理事務所の敷地には、屋根のついた車庫はないものの周囲が塀で仕切られており、盗難に対して問題ないと考えられる。また、可搬式の水中ポンプ、発電機、機材予備品はMain Outofall Disposal Stationの敷地内にある倉庫で保管する計画である。

表 4.3.2 要請対象の清掃機材に対する作業対象と保管場所

機材	優先順位	作業対象と計画台数	保管場所
高圧ポンプ車	I	Zone A : 1台 Zone B : 1台 Zone G : 1台 Zone H1 : 1台	Main Outfall Disposal Station XEN, O&M II (Ravi Town) XEN, O&M I (Gunj Bukhsh Town) Rehmanpura Reservoir
汚泥吸引車	I	Zone A : 1台 Zone B : 1台 Zone G : 1台 Zone H1 : 1台	Main Outfall Disposal Station XEN, O&M II (Ravi Town) XEN, O&M I (Gunj Bukhsh Town) Rehmanpura Reservoir
給水タンク車	II	Zone A/G/H1 : 1台 Zone B : 1台	XEN, O&M I (Gunj Bukhsh Town) Director office (Rabi Town)
ピックアップトラック	I	Zone A : 1台 Zone B : 2台 Zone G : 6台 Zone H1 : 3台	Main Outfall Disposal Station XEN, O&M II (Ravi Town) / SDO, Data Nagar SDO, Islampura / Shimlahill / Mustafabad SDO, Mozang / Ichhra
ダンプトラック	I	Zone A : 1台 Zone B : 2台 Zone G : 3台 Zone H1 : 2台	Main Outfall Disposal Station Shad Bagh Disposal Station Main Outfall Disposal Station / Upper Mall XEN, O&M II (Gunj Bukhsh Town) Gulshan-E-Ravi Disposal Station
クラムシェル	II	Zone A/B : 1台 Zone G/H1 : 1台	Shad Bagh Disposal Station / Bagh Munshi Ladha, Revenue Office WASA Training Center
排泥用 水中ポンプ	I	Zone A : 1台 Zone B : 1台 Zone G : 1台 Zone H1 : 1台	SDO, Ravi Road SDO, Data Nagar SDO, Islampura / Shimlahill / Mustafabad SDO, Mozang / Ichhra
発電機	I	Zone A/B : 1台 Zone G/H1 : 1台	SDO, Ravi Road / Data Nagar SDO, Islampura / Shimlahill / Ichhra
油圧式掘削機 (0.28m ³ 級)	II	Zone A/B : 1台 Zone G/H1 : 1台	Shad Bagh Disposal Station / Main Outfall Disposal Station WASA Training Center / Gulshan-E-Ravi Disposal Station
油圧式掘削機 (0.8m ³ 級)	III	Zone A/B/G/H1 : 1台	Shad Bagh Disposal Station / Main Outfall Disposal Station
ホイールローダ	III	Zone A/B : 1台 Zone G/H1 : 1台	Shad Bagh Disposal Station WASA Training Center / Gulshan-E-Ravi Disposal Station
機材倉庫	-	全要請機材	Main Outfall Disposal Station

出典: WASA XEN, HQ

表 4.3.3 要請対象のポンプ場を管理する事務所

要請対象のポンプ場	優先順位	変更要請の内容	管理事務所
Shad Bagh Disposal Station	I	ポンプ 2 台及び付属機器 配電盤、計器類	SD0, Misri Shah (Ravi Town)
Multan Road Disposal Station	II	ポンプ 2 台及び付属機器 配電盤	SD0, Iqbal Town (Allama Iqbal Town)
Gulshan-E-Ravi Disposal Station	III	ポンプ 2 台及び付属機器 配電盤	SD0, Krishan Nagar (Gunj Buksh Town)
Main Outfall No.1 Disposal Station	I	自動除塵システム更新	SD0, Ravi Road (Gunj Bukhsh Town)

5. 環境予備調査

5.1 環境行政

パ国において、国レベルの環境分野所轄機関は、環境省（Ministry of Environment）である。省内には、パ国の環境基本法（Pakistan Environmental Protection Act, 1997）に基づく環境関連施策の実施機関として、環境保護庁（Pakistan Environmental Protection Agency）が設けられている。環境保護庁は各州に支部を持つ。パンジャブ州環境保護部（Punjab Environmental Protection Department）は以下の権限を有する。

州内における環境関連法規・制度の執行

新規プロジェクト実施に伴う初期環境調査(IEE)及び環境影響評価(EIA)審査の実施
事業実施に係る証明書(No Objection Certification (NOC))の発行

環境問題に対する住民啓蒙のための情報提供

国家環境基準による汚染管理

パ国政府及び他州との環境政策及びプログラムの調整

汚染モニタリングシステムの構築及び分析ラボの維持

持続的開発及び環境調和型技術の普及促進に係る施策の実施

大気質モニタリング機器の設置

5.2 パ国制度による環境審査の必要性

パ国の環境審査に係る制度は、“Pakistan Environmental Protection Act (1997)” 及び “Pakistan Environmental Protection Agency (Review of IEE and EIA) Regulations (2000)” である。後者には初期環境調査(IEE)もしくは環境影響評価(EIA)が必要なプロジェクトの種類及び手続きの概要が示されており、その内容は、表 5.2.1 に示すとおりである。

表 5.2.1 環境影響評価及び初期環境調査の必要なプロジェクトの種類及び環境審査
の手続きの概要

セクター	環境影響評価 (EIA)	初期環境調査 (IEE)
農業	なし	- 畜産、養殖業（1千万ルピー以上） - 農産物貯蔵及び梱包施設
エネルギー	- 水力発電所（50MW 以上） - 火力発電所（200MW 以上） - 送電線（11KV 以上） - 原子力発電所 - 製油所	- 水力発電所（50MW 未満） - 火力発電所（200MW 未満） - 送電線（11KV 未満） - 石油・ガス集積・輸送・貯蔵施設 - 廃棄物発電施設
製造業	- 食品加工業（1億ルピー以上） - 繊維及び樹脂加工業（1億ルピー以上） - 合成繊維、合成樹脂、プラスチック、紙パルプ 製造業、染色、印刷業、油脂加工業（1億ルピ ー以上） - 化学工業、石油化学工業、皮なめし業、セメン ト製造業、農薬製造業、肥料製造業 - 工業団地	- 食品加工業（1億ルピー未満） - 繊維及び樹脂加工業（1億ルピー未満） - 染色、印刷業及び木製品加工業（2千5百万ル ピー以上） - セラミック・ガラス製造業（5千万ルピー以上）
鉱業	- 金、銅、石炭、硫黄、その他貴金属の採掘及び 加工 - 主な鉄及び非鉄金属の採掘及び加工 - 金属精錬業（5千万ルピー以上）	- 砂利、砂、粘土採取業（1億ルピー以上） - 砕石業 - 金属精錬業（5千万ルピー未満）
輸送	- 高速道路の新設（5千万ルピー以上） - 港湾施設（能力500トン以上） - 空港 - 鉄道	- 高速道路の新設（5千万ルピー未満） - 港湾施設（能力500トン未満）
水資源	- ダム及び貯水池（5千万 m ³ 以上もしくは 8km ² 以上） - 灌漑水路（サービス地域 1万5千 ha 以上） - 小規模灌漑施設（5千万ルピー以上）	- ダム及び貯水池（5千万 m ³ 未満もしくは 8km ² 未満） - 灌漑水路（サービス地域 1万5千 ha 未満） - 小規模灌漑施設（5千万ルピー未満）
上水・水処理	- 水処理施設及び上水供給施設（2千5百万ルピ ー以上）	- 水処理施設及び上水供給施設（2千5百万ルピ ー未満）
廃棄物	- 一般及び産業廃棄物施設（処理能力 10,000m ³ 以上）	- 一般及び産業廃棄物施設（処理能力 10,000m ³ 未満）
都市開発・観光	- 大都市の都市計画 - 大規模観光開発（5千万ルピー以上）	- 地方自治体による住宅建設計画医療ごみの排 出等、周辺に影響を及ぼす公共施設、都市開発
その他	- 環境面で配慮すべき地域で実施される全ての プロジェクト - その他、環境審査部局が EIA が必要と認めた 事業	- その他、環境審査部局が IEE が必要と認めた 事業
手続きの概要	- 審査期間：最大3ヶ月 - 関連機関への EIA 報告書縦覧及び住民説明会 を開催。説明会の日時、場所についてはマスメ ディアを通じて30日以上前に広報。	- 審査期間：最大45日 - 住民説明会は実施されない。

本調査期間中、パンジャブ州環境保護局(PEPD)と WASA の間で、2004 年 2 月 27 日、及び 3 月 5 日に本プロジェクトの実施に際して環境審査が必要か協議された。その結果は以下のとおりである。

本プロジェクトは下水管路清掃機材の調達、使用及び既存施設内でのポンプ設置が主な内容であり、それらの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。

一方で、管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。

これを踏まえて、PEPD は本プロジェクトについて EIA は必要ないが IEE が必要であるとの見解を示した。

パ国制度によると IEE は本プロジェクトに係る清掃活動及びポンプ設置開始以前に終了している必要がある。IEE のフローは図 5.2.1 に示すとおりであり、手続きには PEPD による内容承認作業も含めて 2 ヶ月程度の期間がかかる。

WASA はすみやかに IEE 手続きを開始し、完成したレポートを JICA へ送付する旨ミニッツにて、同意している。

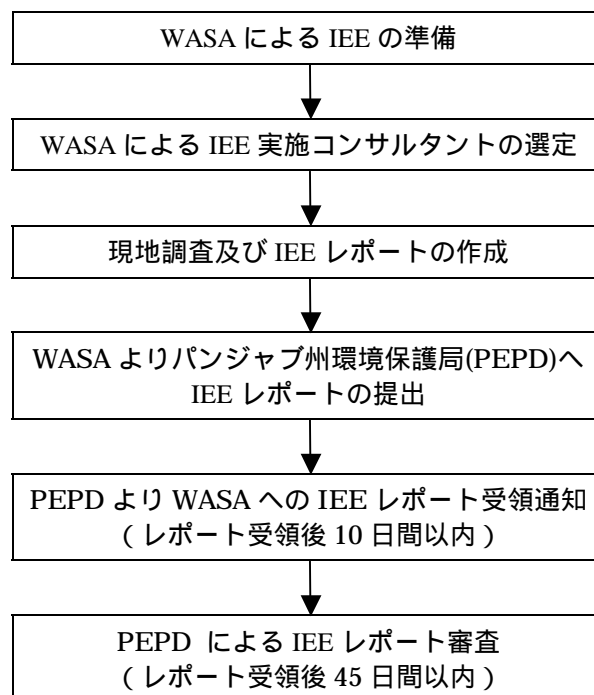


図 5.2.1 本プロジェクトに係る初期環境調査(IEE)の手順

5.3 初期環境影響評価(IEE)

平成 16 年度より「JICA 環境社会配慮ガイドライン」の運用が開始となる。本プロジェクトについては同ガイドライン運用前に案件採択の検討が開始された。今後は同ガイドラインの主旨に準じて環境社会配慮に係る検討を行っていくことが望まれることから、本調査内で同ガイドラインに準じる形で環境影響の検討を行った。

5.3.1 予備調査実施前段階でのカテゴリ分類

平成 15 年 12 月に公開された「JICA 環境社会配慮ガイドライン(案)」によれば、無償資金協力案件については、案件採択時に対象プロジェクトにより予想される環境影響の度合いによってプロジェクトのカテゴリ分類を行うこととなっている。本案件は、既に案件が採択されていることから、予備調査実施前に先方提出の PC-1 に記載されている情報をもとにカテゴリ分類を行った。

カテゴリ分類に係る本プロジェクトの基本的内容は以下のとおりである。

- (1) 要請の内容は、「JICA 環境社会配慮ガイドライン(案)」に記載されている影響を及ぼしやすいセクター(下水処理)に属するが、本プロジェクトには、新規の大規模な施設建設、新規の下水処理施設の運用といった環境面、社会面に大きな影響を及ぼす内容は含まれていない。
- (2) 本プロジェクトに係る活動には、「JICA 環境社会配慮ガイドライン(案)」に示される「影響を及ぼしやすい特性」(表 5.3.1 参照)は含まれていない。
- (3) 本プロジェクト対象地域は「JICA 環境社会配慮ガイドライン(案)」に示される「影響を受けやすい地域」(表 5.3.1 参照)に該当しない。
- (4) 一方で、管路清掃により生じる汚泥が適切に処理されない場合、環境や地域社会への影響が懸念される。

以上の内容を踏まえた結果、本プロジェクトは環境や社会に対して、重大な負の影響を与える可能性はないものの、何からの影響が生じる可能性が考えられたことから、本プロジェクトはカテゴリ-B 案件に該当すると判断した。

表 5.3.1 「JICA 環境社会配慮ガイドライン(案)」に示される影響を及ぼしやすい特性
と影響を受けやすい地域

影響を及ぼしやすい特性	大規模非自発的住民移転、大規模地下水揚水、大規模な埋め立て、土地造成、開墾、大規模な森林伐採
影響を受けやすい地域	(1) 国立公園、国指定の保護対象地域（国指定の海岸地域、湿地、少数民族・先住民族のための地域、文化遺産等） (2) 国または地域にとって慎重な配慮が必要と思われる地域 < 自然環境 > ・ 原生林、熱帯の自然林 ・ 生態学的に重要な生息地（珊瑚礁、マングローブ湿地、干潟等） ・ 国内法、国際条約等において保護が必要とされる貴重種の生息地 ・ 大規模な塩類集積あるいは土壌浸食の発生する恐れのある地域 ・ 砂漠化傾向の著しい地域 < 社会環境 > ・ 考古学的、歴史的、文化的に固有の価値を有する地域 ・ 少数民族あるいは先住民族、伝統的な生活様式を持つ遊牧民の人々の生活区域、もしくは特別な社会的価値のある地域

出典：「JICA 環境社会配慮ガイドライン(案)」(平成 15 年 12 月) JICA

5.3.2 予備調査における環境影響の検討

(1) プロジェクト内容の確認

本予備調査において、PC-1 で記載されている内容と現時点での WASA の要請内容の比較検討を行った。その結果、環境及び社会への影響を検討する上で、要請内容に大きな変更はないことを確認した。すなわち、

- 1) 本プロジェクトに係る要請は、下水・雨水排水管路清掃用機材、ポンプ及びポンプ場の付属施設の調達に係る内容のみである。
- 2) 要請に係る下水・雨水排水管路清掃用機材の調達に伴い新規の駐車場・倉庫等を新設する計画はない。
- 3) ポンプ及びポンプ場の付属施設の要請内容については数量等の変更があるものの、これらの全ては既存のポンプ場に設置される。

また、5.2 で述べたとおり、パ国の環境審査制度では、本プロジェクトの実施に関しては初期環境調査（IEE）のみが必要であることが確認された。

以上と「JICA 環境社会配慮ガイドライン(案)」を踏まえ、本プロジェクトについては、予備調査実施前に設定した区分であるカテゴリ B が妥当であり、環境及び社会への影響の観点から中止の必要がある案件（カテゴリ A 案件）には該当しないと思われる。

(2) 環境影響の検討

本予備調査では、「JICA 開発調査環境配慮ガイドライン(VII 下水道)」(1994年1月)に示されている23項目について影響の可能性のある項目を検討した。その結果は表5.3.2に示すとおりである。

本プロジェクトの実施によって、雨季の市内の洪水による冠水の影響を軽減することが期待できる。これにより、地域経済・交通への影響の低減、保健衛生状況の改善、災害の軽減、といった正の効果が期待できる。

一方で、清掃により回収される汚泥・廃棄物が適正に処理されなかった場合、不適切に処理される廃棄物の増加、汚泥・廃棄物に含まれる有害物質による地下水・土壌の汚染の可能性、回収された汚泥・廃棄物が市内に長時間放置された場合の悪臭の発生、といった負の影響が生じる可能性がある。

上記の懸念される負の影響については、いずれも汚泥・廃棄物を適正に処理することにより影響の回避が可能である。適正な処理を行うためには汚泥処理計画が必要であるが、その基本方針として考慮すべき事項は以下のとおりと考えられる。

- (1) 回収される汚泥・廃棄物がすみやかに最終処分地へ輸送されること。
- (2) 回収される汚泥・廃棄物の最終処分地・処分量が明確であること。
- (3) 回収される汚泥・廃棄物の性状(有害物質の有無)が把握され、有害な汚泥については、必要な配慮が検討されること。

上記内容については、WASA に対し、ミニッツ及び付属の提出資料中で指摘している。必要な施策については、WASA が今後策定するアクションプラン、パ国の制度に則った初期環境調査(IEE)により検討されることとなっている。

本プロジェクト対象地域内の下水管渠及び雨水暗渠からの発生活泥量の試算値は表4.1.3に示されており、その値は約85,000m³である。仮に汚泥の乾燥による処理量の減少を考慮せず、1mの高さで最終処分を行うと仮定すると、汚泥の最終処分に必要な面積は0.085km²である。これは、現状で比較的管理された状態で運営されている Mehamood Booti 最終処分場(今後、利用可能な面積約0.26 km²)、現在土地取得手続きを行っている処分場のうち2004年中に土地取得手続きが終了する見込みである Kana Kacha 処分場(面積約0.45km²)及びWASA が専用で運用している処分場があることを踏まえると、適切な処理を行うことは十分可能であると考えられる。

一方、本プロジェクト対象地域の雨水排水開渠からの発生活泥を全て処理する場合(添付資料参照)処理汚泥量の総量は約50万m³(WASA 試算値)となる。本値は、一部の開渠で堆積した汚泥の厚さを2.5mとして試算しており、基本設計調査時に精査する必要

があるが、仮に本値の汚泥を処理すると考えた場合、上記の条件（乾燥による処理量の減少を考慮せず 1mの高さで処理すると仮定する）で考えると、最終処分に必要な面積は約 0.5km²となる。

これらを踏まえると、汚泥の最終処分計画策定にあたり基本設計調査時に留意すべき事項は以下のとおりと考えられる。

（１）優先的に処理すべき汚泥の明確化

下水排水管路、雨水排水暗渠及び雨水排水開渠中の汚泥のうち、本プロジェクトの効果をj得るために優先的に処理すべき汚泥を明確にする。特に、全ての雨水排水開渠の汚泥について、処理を行わなければ本プロジェクトの効果が発現しないのか、検討を行う。

（２）処理すべき汚泥量の把握

上記の優先度も考慮し、現地調査にて本プロジェクト対象地域の処理汚泥量の把握を行う。特に、雨水排水開渠の汚泥に関しては、WASA 試算量をレビューする。

（３）処理される汚泥の性状の把握

優先的に処理すべき汚泥のうち、重金属など有害な性状を有する汚泥の有無について把握する。

（４）適切な処理地の選定

上記(1)～(3)を考慮し、市の運用する最終処分場及び既存の WASA 運用処分場の効果的な運用方法を検討する。清掃により生じた汚泥が市中に長期間放置されないよう、収集の効率性を勘案するとともに、最終的に所有者の許可を得ていない土地で汚泥が処理されることのないよう、汚泥処理計画を策定する必要がある。

5.4 その他留意事項

本プロジェクトは、下水管路・開渠の堆積物清掃のための緊急対策的なプロジェクトであるが、一部の廃棄物が下水管路、排水開渠へ堆積することにより、下水管渠、排水開渠の通水能力を妨げているため、長期的には、廃棄物処理の問題を解決することが重要である。

従って、ラホール市は、市内の雨水・下水管路の適切な運用のためにも廃棄物処理施策を改善していくことが求められる。さらに、WASA とラホール市の廃棄物管理部との連携強化、WASA と NGO や廃棄物処理に携わる民間団体との情報交換の強化といった活動が行われることが望ましい。

上記に係る活動として、今回の調査では、WWF がラホール市等と協力してごみの減量化

に係るキャンペーンを実施していること、また、BUNYAD Literacy Community Council といった生活環境美化に係る活動を実施しているパ国 NGO の存在が確認された。また、3.4.6 で述べたとおり、waste baster という民間団体がコンポスティング活動を実施しているが、将来的に本プロジェクトにより発生する汚泥のコンポスティング活動への利用に興味を示していた。これら関連機関と連携した活動を行うことによって、本プロジェクトの効果をより高めることが可能になると考えられる。

3.3.4 で述べたとおり、ラホール市には低所得者層が土地を不法に利用し生活している区域である“Katchi Abadis”が分布しており、本プロジェクトの対象地域にも同区域が存在する。これらの区域は WASA のサービスエリアではあるものの、下水管路網が未整備であり、洪水による被害を受けやすい地域である。管路清掃計画を立案する際には、これらの地域への影響軽減を考慮することが望ましい。

表 5.3.2 初期環境影響評価結果

No.	環境項目	評価	内 容
社会環境	1	N	ポンプ、スクリーンは既存のポンプ場に設置される。 新規導入清掃機材に係る駐車場、倉庫の新設の予定はない。
	2	+	雨季の洪水被害が減少することによる正の効果が期待できる。
	3	+	雨季の洪水被害が減少することによる正の効果が期待できる。
	4	N	地域分断を生じるような施設は建設されない。
	5	N	遺跡・文化財を改変するような工事は予定されていない。
	6	N	水利権・入会権に影響を及ぼすような工事は予定されてない。
	7	+	洪水の影響の減少が雨季の衛生環境の改善に寄与することによる正の効果が期待できる。
	8	-	清掃により回収される汚泥・廃棄物が適正に処理されなかった場合、負の影響が生じる可能性がある。
	9	+	雨季の洪水被害が減少することによる正の効果が期待できる。
自然環境	10	N	地形・地質を改変するような工事は予定されていない。
	11	N	土壌浸食を生じるような工事は予定されていない。
	12	-	清掃により回収される汚泥・廃棄物に有害物質を多量に含むものがあり、それらが適正に処理されなかった場合、負の影響が生じる可能性がある。
	13	N	湖沼・河川環境に影響を及ぼすような工事は予定されてない。
	14	N	本プロジェクト予定地に海岸・海域はない。
	15	N	本プロジェクト予定地は都市域であり、貴重な動植物の生育・生息地は含まれない。
	16	N	気象に影響を与えるような大規模な環境の改変は行われぬ。
	17	N	新規施設の建設は既存ポンプ場に限られる。
公害	18	N	新規ポンプ、清掃車両が稼働するが、ラホール市全体の都市活動による大気汚染の状況を勘案すると影響は無視できる。
	19	?	本プロジェクトには下水処理のコンポーネントは含まれないため、根本的に下水水質を改善することはできない。
	20	-	清掃により回収される汚泥・廃棄物に有害物質を多量に含むものがあり、それらが適正に処理されなかった場合、負の影響が生じる可能性がある。
	21	N	新規ポンプは既存ポンプ場に新設され、新たに大規模な騒音・振動の影響が発生することはない。
	22	N	本プロジェクトに係り大規模な地下水の揚水はない。
	23	-	清掃により回収される汚泥・廃棄物の輸送体制が不十分で市内に長時間、放置された場合、負の影響が生じる可能性がある。

注：環境項目は現行の環境社会配慮ガイドラインによる。

評価の記号は以下の内容を示す。

- + : 本プロジェクトにより環境便益が期待できる。
- N : 本プロジェクトによる影響はない、もしくは殆ど無視できる。
- : 本プロジェクトによる負により負の影響が生じる可能性がある。
- ? : 現時点で影響の有無が不明。

6. プロジェクト実施に際しての留意点

6.1 基本設計調査の進め方

本予備調査の検討結果は、WASA の全面的な協力のもとで実施した現地調査の内容を、国内で解析し、妥当性、必要性、緊急性の観点からとりまとめたものであるが、WASA やパキスタン政府と合意した内容ではない。

基本設計調査を実施する場合、本予備調査の検討結果をもとに WASA と共に下水管路及び排水路清掃機材と排水ポンプ整備の内容をさらに検討し、無償資金協力事業として最適な計画案を策定する必要がある。

本プロジェクト対象地域である A、B、G、H 1ゾーンは、1998年の DFID による調査時に下水管内の土砂堆積状況、汚泥の流下状況等を考慮して、従来の下水、雨水の排水区域を再分割したものである。今回、A、B、G、H 1ゾーンの平面図を数十枚入手したが、断面図、設計計算書等は WASA にも残っていない。

基本設計調査においては、本プロジェクトの対象となる A、B、G、H 1ゾーンにおいて堆積物に関する現況調査を行い、管路清掃機材と排水ポンプ整備の仕様・詳細等を決定していく必要がある。

本プロジェクトに必要な環境配慮事項として、除去汚泥の適正処理が挙げられる。基本設計調査では、WASA が作成する清掃活動に関するアクションプラン及びパ国制度に基づいた初期環境調査 (IEE) の内容を確認し、汚泥処理計画について、必要に応じて提言を行うことが望ましい。

なお、予備調査では、DFID が実施したパイロットプロジェクトによる冠水被害の軽減等効果を判断する客観的な資料を入手することができなかった。これは、WASA のモニタリング体制が十分でないことに起因する。したがって、基本設計調査においては本プロジェクトの効果を判断するためにもモニタリング体制整備に係る提言を行うことが望ましい。

以上を踏まえ、基本設計調査においては、主として以下の調査を行う。

6.1.1 下水道及び雨水排水路清掃活動に関するアクションプランの確認

予備調査団は、ミニッツにおいて、2004年5月末までに WASA が清掃活動に係るアクションプランを策定し、日本側に提出する旨確認している。同アクションプランには、プロジェクト運営部局の設置、供与機材の地域配分、具体的な清掃活動、汚泥・廃棄物処理、住民参加等についての実施計画が記載される予定である。基本設計調査において、その内容の確認および補足すべき事項を検討する必要がある。

6.1.2 DFID 調査等既存資料に基づく現況調査

WASA 所有の下水・雨水排水関係図面、DFID の調査結果及び『Integrated Master Plan for Lahore 2021』に記載されている下水・雨水排水施設に関する内容のレビューと現状確認を目的として、主に以下の項目について調査を行う。(~ については、現地再委託により実施する。)

プロジェクト対象地区の面積と上水道・下水道接続世帯数の確認

概略人口の把握 (対象地区内の Union Council へのヒアリング等)

WASA の所有する下水道平面図および DFID レポートその他関係資料を利用して、DFID レポート中のゾーン区分図に記載されている管渠の寸法、延長の確認およびマンホール位置・寸法の確認

同上資料を利用して、中継ポンプ場の位置、排水開渠の位置・寸法の確認、流末排水ポンプ場、下水排水の流路・流向の確認 (特に、現況の排水システムでは、下水管から雨水排水路への放流や、雨水排水路から下水ポンプ場への流入が含まれており、下水及び雨水排水の 2 つの系統が一部で合流した状態である。この 2 系統の合流の状況を確認し、下水・雨水排水路の清掃により各排水区域に生じる排水量の変化とポンプ場の運転への影響について検討することが望ましい。すなわち、排水量の増加が予想される清掃作業箇所下流側の下水管渠、雨水排水路及びポンプ場について、容量が十分であるかどうか確認することが重要である。)

DFID レポートに記載されている汚泥量の現況確認: マンホールより堆積汚泥の現況深さ (堆積汚泥上面の位置 / 堆積土砂深率) 及び排水開渠の堆積物量の確認

主要冠水場所のうち、WASA が優先的な対策を欲している 20 ヲ所 (収集資料リスト ; Hourly Situation Report of Critical Ponding Areas during Railfall and till Clearance Priority I 参照) について、冠水位とおおよその冠水範囲をヒアリング調査する。また、周辺の雨水排水柵、下水マンホールの位置を把握する。

また、染色工場といった化学薬品を使用する工場等からの排水排出地点付近の汚泥について特に注意して、清掃活動の対象となる汚泥の性状を把握するための化学分析を実施する。

6.1.3 維持管理計画

パ国の負担事項となる維持管理体制・整備の内容を明確にするとともに、必要に応じて改善案を提言する。特に、各タウンの WASA、O&M 事務所の調査に重点を置き、現有機材を管理している事務所及び要請機材の配置が予定されている事務所を対象とし、現在までの稼働実績と機材の状況、修理履歴や技術者の配置について調査する。また、修理業者やスペアパーツ流通網について確認する。

6.1.4 要請機材の規格（スペック）・数量の妥当性

（１）下水管・排水路清掃機材

6.1.1 から 6.1.3 の調査結果を踏まえ、除去の対象となる汚泥の量・質等から選定基準を明らかにした上で、機材の仕様・数量を決定する。

（２）ポンプ場機材

予備調査において確認された対象ポンプ場及び仕様の変更を踏まえ、先方のポンプ場拡張計画の妥当性を検討した上で、適切な仕様・数量を決定する。

6.1.5 技術協力・技術支援の必要性

予備調査では、1 ヶ月間の技術訓練が要請されている。訓練の対象は、ポンプ場管理部門と清掃機材管理部門の Senior Staff (XEN, O&M や SDO といった WASA 維持管理部門の事務所において地域を統括する技術系管理職)及び清掃機材部門の Technician (同上の事務所内で、機材の維持管理を専門に行っている技術者)であり、その必要性について基本設計調査時に確認する必要がある。

なお、WASA の既存の清掃機材に関しては、1998 年に DFID が、機材を供与した際に Zone F でモデルプロジェクトを行いながら清掃機材運転操作員の技術訓練を行った実績がある。訓練を受けた職員は現在も実務に従事しており、後進の指導にあたっている。

6.1.6 財政状況の確認

WASA の主な財源である上下水道料金の値上げが 2004 年 4 月から開始されることになっているが、基本設計調査では本プロジェクトの実施により必要となる経費を明確にするとともに、必要に応じて、州政府の WASA に対する財政支援方針を確認する。

6.1.7 冠水被害と本案件の関連

本プロジェクトにより期待される主な効果として、下水・雨水管路内の通水状況の改善による冠水被害の軽減が挙げられる。しかしながら、本プロジェクトによる管路清掃作業のみで、ラホール市の冠水被害を根本的に解決することは困難であり、路地や低地から下水・排水路への排水施設の整備（道路側溝の整備・改修）など、長期的、包括的な対策に関するラホール市の計画・方針を確認する。

6.1.8 除去した堆積汚泥の運搬・処分方法

プロジェクトの効果発現のため、次のような観点から、各担当部局の方針と活動体制を調査することが望ましい。

除去した堆積物の搬送： 除去地点に仮置きされた堆積物の放置を防ぐため、除去した堆積物の搬送を担当する機関（WASA あるいは CDGL）の責任範囲の明確化と、搬送の遂行を管理する体制の確立が求められる。

搬送した堆積物の適切な処分： 要請機材を用いた清掃作業により除去される堆積物の量に対して、各処分場の受け入れ量や処分方法など、CDGL が行う処分計画の詳細を再確認する。

6.1.9 プロジェクト効果モニタリング計画

冠水被害の状況把握に係る WASA の現状モニタリング体制を確認した上で、適切な体制整備について提言し、モニタリング計画を確認する。モニタリング体制・項目としては、以下のものがあげられる。

運転維持管理を担当する DMD（Deputy Managing Director, O&M）を長とし、6 つの Town の維持管理責任者（Director, O&M）で構成するモニタリング実施組織を設立し、清掃作業日報や作業月報をもとに、プロジェクト実施効果・判定のモニタリングを行う。

作業日報、月報には、プロジェクトの効果確認、判定のための指標として、以下のような項目織り込む。

- i) 清掃対象地区の管内推定堆積土砂量と計画除去土砂量、除去堆積土砂量の比較
- ii) 清掃期間中の降雨日時と降雨量及び冠水被害（冠水位・箇所）の把握
- iii) 清掃地点に直接関係する中継ポンプ場の稼働時間の把握
- iv) 清掃対象地区の流末ポンプ場での排水ポンプ運転時間からポンプ場への流入量変化の把握

6.1.10 IEE の確認

(1) 廃棄物処理/環境社会配慮

本プロジェクトに関わる環境審査はパンジャブ州環境保護局(PEPD)が行うことから、PEPD と WASA、JICA 予備調査団により、パ国の制度に則った環境審査の必要性について協議したところ、EIA(環境影響評価)ではなく、IEE(初期環境調査)が必要なプロジェクトに該当すると判断された。IEE は申請者である WASA によって本年 6 月には実施される予定である。基本設計調査において得られた詳細情報に基づいて IEE の内容をレビューし、パ国側の検討した環境社会配慮の内容を確認する。

特に、WASA 作成予定のアクションプラン、パ国制度に基づいた初期環境調査(IEE)及び堆積汚泥調査で実施した化学分析の結果を踏まえ、発生活泥処理計画について、環境保全の観点から必要に応じて提言を行う。

(2) JICA 環境社会配慮ガイドラインに係る配慮事項

基本設計調査においては、WASA の作成したアクションプランをレビューして、発生活泥の適正な処理計画を確認する必要がある。また、予備調査の環境社会配慮調査結果を踏まえ、先方が実施する IEE についても、2004 年 4 月から適用される「JICA 環境社会配慮ガイドライン」の観点から確認が必要である。

6.1.11 積算条件

(1) 機材引渡しサイトの確認

先方が、本案件をつうじて調達される機材の輸送に関し、ラホールドライポートまでの費用負担を日本側に求めていることが予備調査において確認された。基本設計調査においては、無償資金協力の制度を踏まえつつ、機材の引渡し場所について、先方と協議を行う。

(2) ポンプ場機材据付費用分担

本計画の要請機材の中で、ポンプ場への導入が計画される以下の機器類については、据付工事を行う必要がある。据付工事を先方負担事項に含めることが適切か技術的な観点から分析を行った上で、基本設計調査ではその費用負担区分について決定しなければならない。

据付工事の対象となる機器

機械設備 : ポンプ・電動機・弁・配管・自動除塵システム

電気・計装設備 : 配電盤・計器類

このうち、ポンプには基礎コンクリートの調整と電動機との回転軸心出し、電動機には

架台の調整と配線工事が必要になる。これらの作業は、現地のポンプ設備施工業者が経験を持っており、WASA が業者に委託しても作業可能と考えられる。ただし、対象となるポンプは汎用品と異なり、口径が 700mm - 600mm（吸込-吐出）の大型ポンプであるため据付工事の難度は高い。また、納入業者と据付業者が異なる場合はポンプ性能を保証する責任区分を明らかにしておく必要があるが、大型ポンプの場合は納入業者が据付までを行い性能を保証する例が多い。

一方、自動除塵システム（搔上機・水平コンベヤ・傾斜コンベヤ・ホッパー）及び配電盤・計器類は、対象となる下水ポンプ場が毎日稼働しており、据付工事中もポンプを全台停止することができないことから、通水・通電状態で既設配電盤との境界を確認して接続工事を行わなければならない。自動除塵システムの据付工事は、既設機器を運転しながら段階的に既設機器の撤去と新規機器の設置を行う作業であり、これに伴い土嚢などを用いた現況水路の仮締切と仮設排水設備の設置及び撤去を必要とするため複雑な工程となる。このような作業は、現地の施工業者に経験が少ないことから日本の機材製造業者が実施することが望ましいと考えられる。

6.2 基本設計調査団員の構成

基本設計調査における現地調査は、下水排水管及び排水路における堆積汚泥調査の実施が必要のため、1.5 ヶ月の現地調査期間（表 6.2.1）が必要である。また、雨期における既存市街地の冠水状況を確認するためには、雨期となる7月から9月に現地調査を実施することが望ましい。基本設計調査に必要なコンサルタント団員の M/M 及び主たる担当事項は、表 6.2.2 のように考えられる。

表 6.2.1 現地調査日程

調査項目		7月	8月
	調査・計画・設計	—————	
			(45日間)
現地再委託調査	再委託契約書類作成・契約	—	
		(7日間)	
	下水管路及び排水路における堆積物調査	—————	
			(20日間)

注) 堆積物調査には、簡易なインベントリー調査、汚泥の化学分析を含む。

表 6.2.2 基本設計調査の要員構成及び M/M

担当分野	計画 (M/M)			備考
	現地調査	国内作業	計	
1) 業務主任 / 下水・雨水排水計画 / 維持管理計画	1.5	1.0	2.5	下水・雨水排水計画 / 維持管理計画 / 下水管路及び排水路における堆積土砂調査 /
2) 下水道・雨水排水路清掃機材 / ポンプ場機材計画	1.5	1.0	2.5	管路清掃機材計画 / ポンプ場機材計画
3) 廃棄物処理 / 環境社会配慮	1.0	0.5	1.5	I E E レビュー / 汚泥及び廃棄物処理計画
4) 積算 / 調達計画	1.0	1.0	2.0	事業費積算 / 調達計画 / 工程計画
合計	5.0	3.5	8.5	

基本設計調査における各団員の担当する分野の主な内容を以下に示す。

- 1) 業務主任 / 下水・雨水排水計画 / 維持管理計画： 予備調査時に入手できなかったラホール市の『Integrated Master Plan for Lahore-2021』、Volume (短期5カ年計画)の内容をはじめ上位計画をレビューする。対象地域の冠水状況を把握するとともに、DFID 調査データを基にして既存下水管、排水路、中継・流末ポンプ場施設の調査を行い、既存下水排水施設の抱えている問題点を抽出・整理し、機材整備計画の基礎資料とする。下水管及び排水路における土砂堆積調査、簡易インベントリー調査、

汚泥の化学分析に関する現地再委託業務を担当し、結果を取り纏める。また、カウンターパート機関のプロジェクト実施体制や実施能力等を確認するとともに、プロジェクト効果判定のためのモニタリング体制及びモニタリング計画、下水排水施設の維持管理計画の改善に係る提言を行う。業務主任として基本設計調査全体を総括する。

- 2) 下水道・雨水排水路清掃機材 / ポンプ場機材計画： 既存下水排水施設の堆積土砂数量（大量の堆積物が予測される Zone H1 の Mian Mir Drain を本計画の対象とするのか等）や現況資機材の抱えている問題点、また、社会状況、衛生環境状況、廃棄物処理状況等の情報を基にして、下水管内堆積土砂清掃機材、ポンプ場整備機材を計画立案する。 調査の対象は WASA（HQ）、機材を管理している各タウンの WASA（O&M）事務所、要請対象のポンプ場及び機材を運用する市街の現場、除去した汚泥の搬送先である処分場、そのほか必要な箇所とし、現有機材の運用状況及び稼働実績と機材の現況、点検・修理の体制、過去の修理履歴等を確認する。また、管理事務所が修理を委託する修理業者（指定ガレージ及びポンプメーカー代理店）の修理可能範囲やスペアパーツの入手状況を確認する。これらの調査結果から機材仕様を検討するとともに、機材運用・維持管理計画を立案する。さらに、予備調査時に要請のあった技術指導について必要性を検討し、必要と認められた場合、ソフトコンポーネント等を含む研修計画を立案する。
- 3) 廃棄物管理/環境社会配慮： プロジェクトサイトの環境衛生及び廃棄物処理の現状を把握する。WASA による初期環境影響評価調査（IEE）をレビューし本プロジェクトに必要な環境配慮項目について整理する。また、WASA の作成したアクションプラン中の汚泥処理計画を照査し、環境保全の観点から必要に応じて提言を行う。加えて、WASA アクションプランで優先度の高い地区等をターゲットとした住民意識調査（インタビュー形式：特殊傭人費によるインタビュー要員の雇用が望ましい）によって、把握した雨水・下水排水路中への生活ごみの投棄の実情を踏まえ、下水道・雨水排水路清掃機材 / ポンプ場機材計画計画立案を支援する。
- 4) 事業費積算 / 調達計画： 清掃機材及びポンプ場整備機材に係る資機材調達、資機材費用等の調査、計画を行うとともに、本計画に関する総事業費の積算および実施工程計画を立案する。

6.3 その他留意事項

本予備調査で、先方政府機関や基本設計調査について判明した留意すべき点を以下に列挙する。

- (1) ラホール市のホテルは、外国人の宿泊、食事等の日常生活にとって、特段支障なく、現地調査期間中の宿泊施設として十分適していると思われる。
- (2) カウンターパート機関である WASA の事務所には、調査団全員が一同に作業するスペースもあるが、一ヶ月を超える利用にあたっては、調整が必要であると思われる。カウンターパート機関の事務所では複写機の利用も可能であるが、調査団として独自に複写機することにより、作業効率が向上すると思われる。
- (3) そのほか、次のような器具が調査実施上有効と考えられる。
 - ・ 堆積物の状況調査： 巻尺またはコンベックス、検尺用スタッフ、採水容器、反射鏡（人孔内検視用に棒付きのもの）、携帯用 GPS
 - ・ ポンプ場の調査： 照明、振動計、隙間ゲージ、電圧・電流計、絶縁抵抗計、絶縁手袋、検電棒（低圧用・高圧用）