

パキスタン

ラホール市下水・排水施設改善計画

外部評価者： Value Frontier (株) 石森 康一郎

1. 案件の概要



案件位置図



排水路の清掃風景

1.1 事業の背景

パキスタン第二の都市ラホール市では、大量の汚泥や廃棄物の堆積により下水管及び排水路の流化能力が著しく低下しており、また末端のポンプ場の排水能力も低かったことから、集中豪雨の頻発するモンスーン期になると市内の至る所で冠水が発生し、経済社会活動に支障をきたしていただけでなく、衛生環境にも悪影響を及ぼしていた。

1.2 案件の概要

本事業は、「ラホール市北部において、汚泥除去活動機材を整備することにより、下水管・排水路の流化能力向上を図る」ことを目的としていた。

E/N 限度額/贈与額		1,222 百万円/1,030 百万円
交換公文締結		2005 年 2 月
実施機関		ラホール市上下水道局 (WASA)
事業完了		2006 年 2 月
案件従事者	本体	ロット(1)(3) 株式会社荏原製作所(日本)、 (2) 株式会社トーメン(日本)
	コンサルタント	株式会社建設技研インターナショナル
基本設計調査		2004 年 7 月～2004 年 12 月
関連事業		技術協力(パンジャブ州上下水道管理能力強化プロジェクト)

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

石森 康一郎（Value Frontier 株式会社）

2.2 調査期間

今回の事後評価に当たっては、以下のとおり調査を実施した。

調査期間： 2009 年 11 月～2010 年 9 月

現地調査： 2010 年 2 月 26 日～3 月 16 日、2010 年 5 月 17 日～5 月 25 日

2.3 評価の制約

本事業によって調達された汚泥除去活動機材はラホール市の北部 4 地区¹（約 50 km²）において運用されており、その運用状況はラホール市上下水道局（WASA）が整備するデータ・ベースにより確認することができた。しかしながら、予算及び時間の制約から、全地区を見て回ることはできなかった。

3. 評価結果（レーティング：A）

3.1 妥当性（レーティング：a）

3.1.1 開発政策との整合性

事前評価時における 10 カ年開発計画（2001-2010）は、重点分野の一つである水資源開発の中で、2010 年までに流化能力が低いため甚大な人的・経済的被害を及ぼしていた下水管及び排水路の流化能力を 4,088 km 分回復させることを目標に掲げていた。またラホール統合マスタープラン 2021（2002）は、ラホール市街地の発展拡大に伴う都市環境の整備・改善を掲げ、ポンプ場の整備、汚泥除去活動機材の調達等を重要課題としていた。

事後評価時においても 10 カ年開発計画（2001-2010）及びラホール統合マスタープラン 2021（2002）は、依然として継続している。

3.1.2 開発ニーズとの整合性

本事業が実施される前の 1996 年 8 月、モンスーン期の集中豪雨に見舞われたラホール市では市内一帯で冠水が発生し、商業・交通機能が麻痺しただけでなく、3,000 家屋が破壊されたほか、32 名もの人命の損失や数万人もの非難を余儀なくされた。したがって、下水管・排水路の流化能力向上を目的に汚泥除去活動機材の調達及び関連した技術支援を行う本事業は当時の開発ニーズに合致しており、必要性は高かったと判断される。

本事業実施後の現在、ラホール市の冠水被害は緩和されつつあるものの、想定を上回る雨量をもたらす近年の集中豪雨は新たな脅威となってきた。したが

¹ A 地区、B 地区、G 地区、H1 地区。

って、下水管・排水路の流化能力向上を目的に汚泥除去活動機材の調達及び関連した技術支援を行う本事業は依然として開発ニーズに合致しており、必要性は高いと判断される。

3.1.3 日本の援助政策との整合性

事前評価時における ODA 大綱（2003）は、人間の安全保障の視点に立った「水と衛生」への支援を重視しており、旧 ODA 中期政策（1999）は、重点課題の一つである経済・社会インフラへの支援の中で、経済成長の下支えとなる「経済・社会インフラの整備」を重視していた。

加えて、本事業は人間の安全保障の確保を目的とした事業であることから、無償資金協力は援助形態として妥当であったと判断される。

以上より、本事業の実施はパキスタンの開発政策、開発ニーズ、日本の援助政策と十分に合致しており、妥当性は高い。

3.2 効率性（レーティング：b）

3.2.1 アウトプット

以下の表 1 に、本事業アウトプットの計画と実績及び計画と実績に差異がある場合は、その理由または関連するメモを記す。

表 1：アウトプット詳細

計画（事前評価時）	実績（事後評価時）	計画と実績の差異/メモ
(1) 下水管清掃機材の調達： ・ 高圧ポンプ車（4 台） ・ 汚泥吸引車（4 台） ・ 給水タンク車（2 台） ・ ダンプトラック 4t 級（4 台） ・ 下水用水中ポンプ（4 台） ・ 発電機（4 台）	計画通り	下水用水中ポンプ（4 台）は、下水管内の汚水の排水を行うために調達されたものだが、使わなくても排水できるため、別の用途 ² で使われている。したがって同ポンプは当初目的を果たしておらず適切・効率的な選択・投入であったかは疑問。
(2) 排水路清掃機材の調達： ・ クラムシェル掘削機（2 台） ・ 油圧式掘削機 0.28 m ³ 級（2 台） ・ 油圧式掘削機 0.8 m ³ 級（1 台） ・ ダンプトラック 8t 級（20 台）	計画通り	—
(3) モニタリング用機材・ポンプ場清掃機材の調達： ・ ピックアップトラック（4 台） ・ ホイールローダー（2 台）	計画通り	—
(4) ポンプ・集塵機の調達： ・ ポンプ 2.2 m ³ /秒（6 台） ・ その他ポンプ関連機材（一式） ・ 自動集塵機（1 台）	計画通り	—

² 2 台は汚水貯留設備（Nawaz Sharif Colony Lift Station）の汚水を排水路へ排水するため、もう 2 台はポンプ場（Shad Bagh Pumping Station）内の汚水を排水路へ排水するために使われている。

(5) 技師・清掃管理責任者の研修： ・5ヶ月間	計画通り	技師・清掃管理責任者の研修は 本事業の有効性及び持続性を 高めるための適切な選択・投入 であったと思われる。
-----------------------------	------	---

出所：ラホール市上下水道局（WASA）

3.2.2 インプット

3.2.2.1 事業期間

事前評価時に計画された本事業の期間は、入札期間を含め約9カ月であったが、実際の期間は2005年3月（公示日）～2006年3月の13ヶ月（計画の144%）であった。しかしながら、上記4ヶ月の遅延はメーカーによるポンプ製作の遅れであり、国際協力機構（JICA）の影響の及ぶところではなかった。

3.2.2.2 事業費

事前評価時に計画された本事業の費用は、12億2,200万円であったが、実際は10億3,000万円で、計画内に収まった。

以上より、本事業の事業期間は計画を若干上回っているものの、事業費は計画内に収まっていることから、効率性は中程度と言える。

3.3 有効性（レーティング：a）

3.3.1 定量的効果

表2：各種運用指標

指標名(単位)	2004 実績値	2009 目標値	2006	2007	2008	2009
下水管路の汚泥除去量(m ³) (上段：累積、下段：単年実績)	—	26,000 —	11,300 11,300	34,585 23,285	64,910 30,325	108,335 43,425
排水路の汚泥除去量(m ³) (上段：累積、下段：単年実績)	—	40,000 —	172,985 172,985	402,885 229,900	614,739 211,854	963,995 349,256
ポンプ場排水能力(m ³ /秒)	22.4	29.0	29.0	29.0	29.0	29.0

出所：ラホール市上下水道局（WASA）

下水管路の汚泥除去量³は、本事業によって汚泥吸引車が導入されたことなどにより本事業完了年（2006年）の翌年（2007年）には累積で34,585 m³に達し、目標値（2009年）であった26,000 m³を早くも達成している。

排水路の汚泥除去量⁴については、本事業によってクラムシェル掘削機が導入されたことなどにより2007年には累積で402,885 m³に達し、目標値（2009年）であった400,000 m³を早くも達成している。

ポンプ場排水能力⁵については、2006年以降目標値（2009年）であった29.0 m³/秒の100%を達成している。

³ 汚泥除去量＝（汚泥を積載したダンプトラックの総重量－ダンプトラックの重量）×使用台数。

⁴ 脚注3と同様に算出。

⁵ 本事業対象ポンプ場にて稼働可能となっている既存のポンプ（20台）と、本事業にて新たに設置されたポンプ（6台）の設計排水能力を合算して算出。

汚泥吸引車



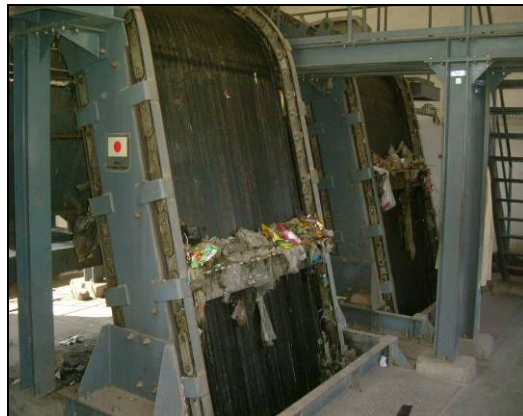
クラムシェル掘削機とダンプトラック 8t 級



ポンプ



集塵機



3.3.2 定性的効果

表 3：下水・排水関連クレーム

指標名(単位)	2004	2006	2007	2008	2009
対象地域受益住民からのクレーム数(件)	32,540	27,014	25,115	22,917	19,980

出所：ラホール市上下水道局（WASA）

対象地域の裨益人口は 140 万人（2004 年）から 152 万人（2009 年）に増加しているにもかかわらず、クレーム数は減少傾向（裨益人口に占めるクレーム数の割合は 2.3%から 1.3%に減少）にあり、下水・排水状況において改善が認められる。

また本事後評価調査時に本事業裨益対象地域に住む住民 100 世帯を対象に実施した受益者調査⁶によると、100 世帯中 66 世帯（66%）が、本事業が日本政府により実施されたことを認知しており、そのうちの 53 世帯（80%）が本事業による結果に満足していると回答している。

⁶ 本受益者調査は対象地域の 4 地区で実施した。世帯は各地区から 25 世帯ずつ、合計 100 世帯を無作為に抽出した。

以上より、本事業の実施により概ね計画通りの効果発現が見られ、有効性は高い。

3.4 インパクト（間接的効果）

3.4.1 間接的効果の発現状況

表 4：生活・衛生環境に係る指標

指標名(単位)	2002	2006	2007	2008	2009
対象地域の冠水時間(時間)	10	8	3	4	1
対象地域の冠水深(cm)	40	42	15	45	15
ラホール市のチフス患者数(1万人当たりの件数)	2.2	1.9	1.4	1.5	1.6
管路内死亡事故発生件数(件)	—	0	0	0	0

出所：ラホール市上下水道局（WASA）、保健局（HD）

対象地域の冠水時間は、2009年には本事業実施前（2002年）の半分になることが期待されており、32mmの雨量の場合、10時間（2002年）から5時間（2009年）になることが計画されていた。2006年～2009年の実績値は、その年で32mmに最も近い雨量（2006年：56mm、2007年：32mm、2008年：62mm、2009年：49mm）の際に、2002年と同じ地点⁷でとられたデータであるが、全ての年で雨量は2002年と同等ないしそれ以上であるにもかかわらず10時間を下回っており、2007年以降においては目標値（2009年）である5時間を下回っている。

対象地域の冠水深は、上記と同様に2009年には本事業実施前（2002年）の半分になることが期待されており、32mmの雨量の場合、40cm（2002年）から20cm（2009年）になることが計画されていた。2002年と同じ地点における2006年、2008年の実績値はそれぞれ56mm、62mmの雨量後にとられたデータのため、42cm、45cmとなっているが、2007年は2002年と同じ32mmの雨量で15cm、2009年は49mmの雨量にもかかわらず15cmと目標値（2009年）である20cmを下回っている。

ラホール市のチフス患者数については、本事業完了年（2006年）には本事業実施前（2002年）よりも減少し、翌年（2007年）には大幅な減少を達成したが、以降は若干の増加傾向になっている。

管路内死亡事故発生件数については、本事業完了年（2006年）以降目標値（2009年）である0件を維持している。

また上述の受益者調査によると、100世帯中47世帯（47%）が本事業実施前は集中豪雨の際には2日間ないしそれ以上冠水していたと回答したが、実施後の今も2日間ないしそれ以上冠水していると回答した世帯数は0世帯（0%）であった。加えて100世帯中56世帯（56%）が本事業実施前は年に1回以上家族の誰かが水系感染症に感染していたと回答したが、実施後の今も年に1回以上家族の誰かが

⁷ G地区のBhatti Chowk。

水系感染症に感染していると回答した世帯数は 35 世帯（35%）にまで減少した。

上述の様に、ラホール市上下水道局（WASA）及び保健局（HD）からの統計データ並びに受益者調査ともに、本事業が本事業裨益対象地域における生活・衛生環境の改善に貢献していることを示している。

3.4.2 その他正負の間接的効果

3.4.2.1 自然環境への間接的効果

下水・排水の流化能力向上を目的に本事業にて調達された末端ポンプ場のポンプは、下水管・排水路からの汚水を未処理のままラビ川に放流しており、ラビ川の水質問題の一因となっている。本事業対象地域からの下水・排水が集まる地点⁸におけるラビ川の水質（2009 年 5 月 22 日計測）は、pH が 7.57、BOD が 51mg/ℓでありパキスタンの基準（pH が 6～10、BOD が 80 mg/ℓ以下）を満たしているものの、日本の基準で「国民の日常生活において不快感を生じない限度」とされる BOD 値（10mg/ℓ以下）には程遠い。なお pH については日本の基準値（pH が 6～8.5）も満たしている。

3.4.2.2 住民移転・用地取得への間接的効果

特に該当なし。

3.4.2.3 その他の間接的効果

上述の受益者調査によると、100 世帯中 95 世帯（95%）が本事業実施前は冠水により職場や学校等への移動が困難であったと回答したが、実施後の今も職場や学校等への移動が困難であると回答した世帯数は 21 世帯（21%）にまで減少した。

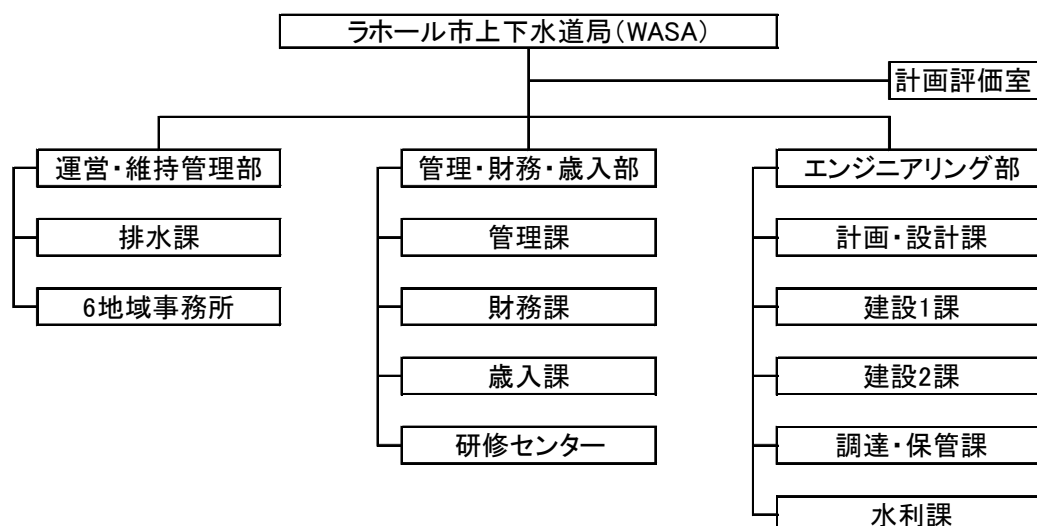
以上より、本事業は若干ではあるが自然環境に対し負の間接的効果をもたらしているものの、本事業裨益対象地域における生活・衛生環境の改善にインパクトをもたらしていることが認められる。

3.5 持続性（レーティング：a）

3.5.1 運営・維持管理の体制

運営維持管理の体制は、事前評価時に計画された通りである。調達された汚泥除去活動機材の運営は、ラホール市上下水道局（WASA）運営・維持管理部の排水課に属する 221 人の職員がフルタイムで行っている。なお、通常は 2 つの勤務シフト（8AM～4PM、10PM～4AM）で汚泥除去を行っているが、モンスーン期や集中豪雨の際には 3 つのシフト（6AM～2PM、2PM～10PM、10PM～6AM）を敷くなど柔軟な体制をとっている。

⁸ R4 地点。



出所：ラホール市上下水道局（WASA）

図 1：ラホール市上下水道局（WASA）の組織図

3.5.2 運営・維持管理の技術

運営・維持管理部排水課職員の教育レベルは中卒から院卒まで幅広いが、職員は調達された汚泥除去活動機材を問題なく運営維持管理している。本事業による研修を受けた 2 名の技師及び 4 名の清掃管理責任者のうち、現在も残っているのは 2 名の清掃管理責任者のみであるが、研修の内容であった下水管・排水路清掃計画の立案及び清掃作業の施工管理方法については現任訓練（OJT）を通じて技術の移転が図られている。また国際協力機構（JICA）は本事業とは別に、研修センターの技術力向上を目的とした技術協力⁹を実施する予定であり、排水課職員も同研修所にて様々な研修¹⁰を受けることで適宜技術力の向上に努めていることから、排水課職員の技術力に問題はない。

3.5.3 運営・維持管理の財務

事後評価時において財務状況が明らかになっていた直近 3 カ年（2006 年～2008 年）はいずれも赤字であった。しかしながら、パンジャブ州政府は法令¹¹に基づき毎年 WASA の赤字の全額を肩代わりしている。また同州政府はラホールマスタープラン 2021（2002 年）を重視しており、今後とも WASA を支援し続ける方針である。よって、WASA の財務に大きな問題はない。

⁹ JICA は 2010 年 1 月より約 3 年の計画で「パンジャブ州上下水道管理能力強化プロジェクト」を実施する予定であり、本事業の更なる持続性向上が図られる予定。

¹⁰ 研修は下水管・排水路の汚泥除去、ポンプの維持管理等多岐に亘る。

¹¹ Lahore Development Authority Act 1975（第 27 条第 4 項）。

3.5.4 運営・維持管理の状況

調達された汚泥除去活動機材は概ね全て適切に運営維持管理されている。但し、4 台の下水用水中ポンプについては既述の様に用途を変えて使われている。また、1 台のクラムシェル掘削機のクレーンが故障し使われていないものの、修理予算は付いており、近々修理される予定となっている。

以上より、本事業の運営維持管理は体制、技術、財務状況ともに問題なく、本事業によって発現した効果の持続性は高い。

4. 結論及び教訓・提言

4.1 結論

本事業の妥当性、効率性、有効性、インパクト及び持続性は高い。

以上より、本事業の評価は(A)非常に高いといえる。

4.2 提言

4.2.1 実施機関への提言

ラホール市上下水道局（WASA）は法令により債務の保証がされているものの、財務状況の改善を図ることが望まれる。WASA は 2004 年以来毎年パンジャブ州政府に対して水道料金の値上げを申請しているが今日まで許可されておらず、今後いつ許可されるかも不透明なままであるため、料金値上げによる財務状況の改善は期待できない。むしろ、WASA はこれまで以上に盗水の摘発、メーター設置・料金徴収の徹底、漏水管の補修等に取り組むことにより、依然として約 40%にもなる無収率低下させることに専心し、財務状況の改善を図ることが望まれる¹²。

4.2.2 JICA への提言

現在ラホール市ではラビ川の水質が問題となってきたことから、下水管・排水路からの汚水をラビ川に放流する前に適切に処理することが重要である。今後 JICA としても、下水処理場の建設等、ラビ川の水質問題に対して何らかの支援をすることが望まれる。

4.3 教訓

将来 JICA が他国にて同様の汚泥除去活動を支援する際は、汚水の放流が放流先に与える自然環境への負の間接的効果についても配慮を行い、場合によっては汚水の処理も併せて支援することが肝要。

以上

¹² JICA は WASA の財務状況改善のため、経営モニタリング指標の設定/実施等を行う専門家を派遣中である。

Comments from the Third Party Evaluator

1. Comments on the project

As one of the most populous countries of the world, Pakistan is still struggling with water and sanitation issues. Most of the population in urban centres as well as rural settings still does not have adequate safe water and sanitation facilities. The project provided an important initiative to pilot various components in one of the most important and the second largest cities of Pakistan – Lahore. The project was significant in terms of not only delivering its specific targets as specified in the project document, but also mainstreaming the issue for its replication. The project was also significant as it reached out to various stakeholders and targeted beneficiaries. And this was indeed very well appreciated by the counterparts in Government as well as the beneficiaries and stakeholders. The successful delivery of the project has generated sufficient interest in the government and in interested stakeholders to build upon this project and replicate its learning elsewhere and to systematically strengthen WASA and other affiliated institutions.

2. Comments on the way the evaluation is done

The work undertaken is of high quality, reflecting due diligence and a very professional eye for detail. The findings are based on review of documents, interviews with key decision makers, as well as survey of a selected sample of intended beneficiaries. The report reflects fairness and accuracy. The research findings succinctly capture the state of affairs in areas of i) relevance, ii) efficiency, iii) effectiveness, iv) impact, and v) sustainability. I have no hesitation in endorsing the overall rating and specific rating in the above-mentioned areas as well as the overall and broader recommendations.

Mr. Ali Sheikh, Chief Executive Officer,
LEAD Pakistan, Pakistan