

パキスタン・イスラム共和国  
水資源省  
連邦洪水委員会

パキスタン国  
インダス川流域における  
洪水管理強化計画

準備調査報告書  
(先行公開版)

2024年8月

独立行政法人 国際協力機構 (JICA)

株式会社 建設技研インターナショナル  
株式会社 国際気象コンサルタント

環境
JR(P)
25-061







パキスタン・イスラム共和国  
水資源省  
連邦洪水委員会

パキスタン国  
インダス川流域における  
洪水管理強化計画

準備調査報告書  
(先行公開版)

2024年8月

独立行政法人 国際協力機構 (JICA)

株式会社 建設技研インターナショナル  
株式会社 国際気象コンサルタント



## 序 文

独立行政法人国際機構は、パキスタン・イスラム共和国のインダス川流域における洪水管理強化計画に係る協力準備調査を実施することを決定し、同調査を株式会社 建設技研インターナショナル・国際気象コンサルタント 共同企業体に委託しました。

調査団は、2023年5月から2024年8月までパキスタンの政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施し、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、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終わりに、調査にご協力とご支援を頂いた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

2024年8月

独立行政法人国際協力機構  
地 球 環 境 部  
部 長 森 田 隆 博



## 要 約

### 1. 国の概要

パキスタンは世界第 5 位の人口 241 百万人（2023 年、国勢調査）を抱え、インドに次ぐ南アジアの人口大国である。国土面積は 79.6 万 km<sup>2</sup> であり、国土は北部山岳地帯、バロチスタン高地、インダス川平原の 3 地域で構成され、砂漠を除くインダス川平原は人の住める国土の主要な部分を占め、産業の集中する地域でもある。

気候条件は亜熱帯気候に属し、夏季に気温 50℃以上、年間降水量 100mm 以下となるような地域から、年間降水量 1,000mm 以上の氷河地帯まで極めて多様な気候を有するが、高温乾燥地域が多くを占める。国全体として年間降水量 500mm 以下の地域が国土の 9 割近くを占め、年間降水量が 500mm を超える地域は北部山岳地帯に限定される。

パキスタンはインド、中国、アフガニスタン、イランに囲まれ、世界第 2 位のイスラム教徒（スンニ派が多数を占める）数を抱える国でもあり、自由で開かれたインド太平洋の実現のためにも、パキスタンの安定は地政学的に極めて重要である。

パキスタンの 2022 年における GDP は約 3,765 億米ドル、一人当たりの GDP は約 1,597 米ドルである（世界銀行）。2021 年度の産業別 GDP 構成比率は、第 1 次産業（農林水産業）が 19%、第 2 次産業（鉱工業）が 23%、第 3 次産業（サービス業）が 58%である（JICA 国別分析ペーパー 2022 年）。

パキスタン経済は、2022 年以降外貨準備のひっ迫により、低成長と高インフレとなっている。2021/2022 年度は新型コロナウイルス禍からの経済回復により、実質 GDP 成長率が 6.1%と高い成長を記録したが、その後の貿易赤字の影響で、パキスタン政府及び中央銀行は輸入規制を導入し、エネルギーや食料など必需品以外の輸入を大幅に制限した結果、景気が急速に悪化した。2022/2023 年度の実質 GDP 成長率は 0.3%に下落し、同時にインフレが高進するスタグフレーションが続いている。経済活動は引き続き低迷すると予想され、2024 年度の実質 GDP 成長率は 1.8%と見積もられる。

パキスタンは 2022 年にモンスーン期の豪雨に起因する洪水により、甚大な人的・経済的影響を受けた。約 3,300 万人が洪水被害の影響を受け、13,000km 以上の道路が破壊され、220 万戸の家屋が被害を受けた。さらにサプライ・チェーンが一時的に寸断されたことと、農産物の収量減と世界的な食料価格高騰もあり、国内の食料価格が上昇した。パキスタン政府の災害後ニーズ評価では、復旧・復興に必要な資金は 163 億米ドルと見積もられた。

### 2. プロジェクトの背景・経緯及び概要

パキスタンでは 2022 年のモンスーン期に大規模な洪水が発生した。インダス川上流部の山岳地帯に位置するハイバル・パフトゥンハー州（以下「KP 州」）においても、2022 年 8 月 25 日及び 26 日に発生したフラッシュフラッドによって河岸崩壊・堤防損壊などが広域で多数発生し、300 名を超える死者が出た。現在、KP 州の灌漑局（Provincial Irrigation Department、以下「PID」）により復旧の予算申請手続き（PC-1）が進められているが、被災地点の復旧作業が開始され完了するには、かなりの時間を要するものと推測される。被災箇所が復旧前にフラッシュフラッドが再発した場合、堤内地への更なる被害拡大が予想されるため、早急な河川構造物の復旧が求められている。

一方、山地が広く分布し、フラッシュフラッドによる被害が多いパキスタンでは、水文・水理観測機器及びデータモニタリングシステムの不足は、以前より課題として認識され、WAPDA は水文・水理観測網の構築に係る計画である「国家洪水対策・遠隔計測ネットワークマスタープラン (Pakistan National Master Plan for Flood Telemetry Network) 2022 年 3 月 (以下、「洪水遠隔計測 M/P」)」を策定した。パキスタン国連邦洪水委員会 (Federal Flood Commission、以下「FFC」) が策定した第 4 次国家洪水防御計画 (National Flood Protection Plan-IV、以下「NFPP-IV」) においても、河川管理の基礎となる河川水位及び河川流量の観測網の機能向上及び拡張が優先事業とされている。このことを踏まえ、2019 年に我が国政府とパキスタン政府の間で、KP 州及びパンジャブ州内に 45 ヶ所の観測機器及びデータモニタリングシステムを設置する支援を行うことが合意された。本事業に含まれる 2 ヶ所の中央データ管理センターと 45 ヶ所の水文・水理観測所の整備は、上記「洪水遠隔計測 M/P」で提案された観測網構築の一環として重要な位置にある。45 ヶ所の観測所位置は、河川の橋梁など観測機器設置に適し、2022 年時の外務省危険レベルが低いエリアから選定されている。しかしながら、その後の情勢の変化により、危険レベルが高い区域の分布も変わり、洪水被害により設置が難しくなった箇所があるため、調査を通して 45 地点を再確認・設定する必要があった。

2022 年の洪水発生を踏まえ、独立行政法人国際協力機構 (Japan International Cooperation Agency、以下「JICA」) では、仙台防災枠組を通じて災害リスク削減を開発イシューとしてとらえ、経済被害に着目した支援を展開すべく、2022 年洪水と 2010 年洪水の被害実態を踏まえ、資産集積が多く、被災時の災害リスクが大きいインダス川に着目した支援を実施することとした。その中でも、フラッシュフラッドの頻発する上流において水文・水理観測機器の設置による河川管理体制の強化と洪水リスク削減に向けた基礎データの蓄積及び治水事業 (特に構造物対策) の推進を図り、被災箇所の河川改修を実施する展開する方針をパキスタン側に提示した。

以上のような背景からパキスタン政府は、より効果的な河川整備に向けて、2022 年洪水によって被災した河川構造物の改修並びに水文・水理観測網及び中央データ管理センターの整備を行う「河川管理強化計画」(以下「本事業」という。) の実施を我が国に対し要望した。

本調査は、本事業が協力対象とするインダス川及び支川流域等において、事業の背景、目的、内容を理解した上で、無償資金協力の活用を前提として、2022 年洪水により被害を受けた河川構造物の改修及び水文・水理観測機器・データモニタリングシステムの整備の効果及び人的・技術的・経済的妥当性を検討し、協力の成果を得るために必要かつ最適な事業内容及び規模で、概略設計を行い、概略事業費を積算した。我が国への要請内容と本事業の対象コンポーネントの内容を以下に示す。

**表-要 1 本事業の内容**

機材	水文・水理観測機器	<ul style="list-style-type: none"> <li>・水文・水理観測システム (水位計、流量計、雨量計等)</li> <li>・超音波ドップラー流速計</li> <li>・自動気象観測システム</li> </ul>
	データモニタリングシステム	<ul style="list-style-type: none"> <li>・中央データ管理センター 機材</li> <li>・データ表示システム</li> </ul>
土木	河川構造物	2022 年洪水を踏まえた河川構造物の改修 <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mohra Ghazan 地区 (高水護岸)</li> <li>2. Ali Khan 地区 (高水護岸)</li> <li>3. Sikandarpur 地区 (低水護岸及び高水護岸)</li> </ol>

### 3. 調査結果の概要とプロジェクトの内容（機材）

2022年、パキスタン政府は「インダス川流域における洪水管理強化計画」実施のための無償資金協力を我が国政府に要請した。日本国政府は準備調査の実施を決定し、JICAは、2023年6月7日から7月27日及び9月18日から11月9日にかけて、「インダス川流域における洪水管理強化計画準備調査」を現地で実施し、相手国政府関係者との協議及びサイト調査を通じて、協力事業の内容や規模・数量を計画し、その効果と妥当性を検証した。更に、将来的な水文・水理観測網及び気象観測網拡張を可能とするため、技術的にも予算的にも容易に観測網に観測機材を追加できるように観測データの受信方法は、最も接続が容易で且つ安価である携帯電話網を活用する計画としたほか、中央データ管理センターの機材計画では、拡張された観測機材からの観測データを取り込めるように、オープンで標準的な通信プロトコル及びデータフォーマットを使用することとした。

これを基にJICAは、2024年3月4日から3月14日及び6月26日から7月4日に準備調査報告書（案）説明調査団をパキスタンに派遣し、準備調査報告書（案）の説明及び協議を重ねた。その結果、本プロジェクトの目的や効果に鑑み、最終的に下表に示すものが概略設計の対象項目となった。

表-要2 概略設計の対象項目となった機材

主要機材	パキスタン連邦洪水委員会 (FFC)	水利電力開発公社ラホール分所 (H&R WAPDA Office)	国家防災管理庁 (NDMA)	パキスタン気象局 (PMD) 洪水予報部 (FFD)	パキスタンインダス水利委員会 (PCIW)	州灌漑局 (PID: 4 か所)	インダス川流域庁 (IRSA)	水利電力開発公社本社 (WAPDA House)	水文・水理観測サイト (45 か所) HHOS
中央データ管理センター 機材									
データ収集システム	1	1							
データ処理システム	1	1							
データベースシステム	1	1							
情報提供システム	1	1							
データ管理システム		1							
アラートシステム								1	
データ表示システム	3		1	1	1	4	1	1	
水文・水理観測システム									46
超音波ドップラー流速計	1	5							
自動気象観測システム				5					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• FFC: Federal Flood Commission</li> <li>• WAPDA: Water &amp; Power Development Authority</li> <li>• NDMA: National Disaster Management Authority</li> <li>• IRSA: Indus River System Authority</li> <li>• PMD: Pakistan Meteorological Department, FFD: Flood Forecasting Division</li> <li>• PCIW: Pakistan Commissioner for Indus Waters</li> <li>• PID: Provincial Irrigation Department</li> <li>• HHOS: Hydrological &amp; Hydraulic Observation System</li> </ul>									

### 4. プロジェクトの工期及び概算事業費（機材）

施工・調達業者契約認証まで非公表。

## 5. プロジェクトの評価（機材）

### 5.1 妥当性（機材）

#### (1) パキスタンの開発計画

パキスタンではモンスーン期に大雨をもたらす雨雲のほとんどがインドからパキスタンに進入し、それらの約 8 割が北上して大規模な洪水を引き起こし、人命や財産を多数奪い、国家経済に甚大な負の影響を及ぼしている。パキスタン国政府が 2014 年 8 月に発表した国家開発方針「Vision 2025」では、地球温暖化と気候変動が自然災害の頻度と深刻さを増加させ、パキスタンに深刻な影響を及ぼす可能性を明記している。「Vision 2025」では、気候変動に対応するための目標として、「関連するリスクを明確に認識し、明確な緩和策と適応策を実施すること」としている。

本プロジェクトによるパキスタンの河川監視能力の強化と機材の近代化は、洪水による負の影響を緩和し、人々の安全な営みを確保するための適応策でもある。「Vision 2025」の気候変動に対する目標に沿っており、パキスタンの持続可能な開発に大きく貢献することからも、本プロジェクトの実施の妥当性は確保されているものと示唆される。

#### (2) 我が国の援助政策・方針

我が国とパキスタンは、長期にわたり良好な二国間関係を築いており、2012 年には、国交樹立 60 周年を迎えた。我が国の 2018 年 2 月のパキスタンに対する開発協力方針では、我が国の ODA の基本方針（大目標）として、「中間層の拡大を通じた安定的かつ持続的な社会の構築」を掲げている。ついては、開発協力を通じてパキスタンの自立的な成長を支援するとともに、高い技術力をはじめとする我が国の強みを活かした協力を行い、良好な二国間関係を更に発展させ、パキスタン国内の平和と安定の促進及び経済発展を促すことを開発協力のねらいとしている。上述の大目標の達成に向けて、我が国は下記の 3 つを重点分野（中目標）としている。

1. 経済基盤の改善
2. 人間の安全保障の確保と社会基盤の改善
3. 平和と安定の確立

このうち、「2. 人間の安全保障の確保と社会基盤の改善」の中で、「パキスタンと我が国は、しばしば自然災害に見舞われる点で共通していることから、気候変動リスクにも鑑み、第三回国連防災世界会議において採択された『仙台防災枠組み 2015-2030』に基づき、我が国の知見と技術を活用した災害予防、減災を中心とした防災体制の強化を支援し、災害に負けない強靱な社会の構築を図る」旨が目標とされている。

よって、本プロジェクトによりパキスタンの水文・水理監視体制が強化され、自然災害に対するパキスタン全体の防災能力が向上することは、我が国の援助方針に合致する。更に特筆すべきことは、本プロジェクトは、パキスタン・イスラム共和国 JICA 国別分析ペーパーで示された、JICA が取り組む主要協力セクターの「自然災害等への強靱性確保」の一翼を直接的に担うものである。加えて、本プロジェクトで導入が計画されている機材は、以下に列記した 4 つの JICA グローバル・アジェンダ開発途上国の課題に取り組む 20 の事業構想を計画の枠組みとして取り入れている。

表-要 3 本プロジェクトに取り入れた JICA グローバル・アジェンダ

グローバル・アジェンダ		本プロジェクトで取り入れた内容
14	ジェンダー平等と女性のエンパワメント	導入が計画されている機材が、性差なく容易に運用維持管理ができるように計画されていること
15	デジタル化の促進	導入が計画されている機材による全ての観測データがデジタルデータであり、データ受信・処理・長期保存における劣化が無く、様々な防災関連機関への配信が可能であり、河川監視業務のデジタル化に寄与するように計画されていること
16	気候変動	気候変動に対する脆弱性の軽減、負の影響の回避と緩和をするための対策であること
20	防災・復興を通じた災害リスク削減	クラスター「事前防災投資」、「災害リスクの理解及びリスク管理のための防災推進体の体制確立」及び「Build Back Better 推進」の方針、分析に合致しており、水文・水理監視体制の強化及び基礎データの蓄積を通じて、治水事業（特に構造物対策）の推進等の将来的な事前防災投資予算の増加に寄与することに加えて、投入機材に関する技術支援を実施することにより関係機関の行政官の育成に直結すること

## 5.2 有効性（機材）

### (1) 定量的効果（機材）

表-要 4 成果指標案

指標名	基準値（2023年）	目標値（2030年）【事業完成3年後】
防災関連機関などへ提供される水文・水理観測密度の向上	KP州及びパンジャブ州の主要河川の水位及び流速：観測間隔約160km/観測点	KP州及びパンジャブ州の主要河川の水位及び流速：観測間隔約80km/観測点
	KP州における支川の発達した流域の雨量観測面積：約4,800km <sup>2</sup> /観測点	KP州における支川の発達した流域の雨量観測面積：約2,400km <sup>2</sup> /観測点
防災関連機関へ提供されるKP州の気象観測データ（雨量、風向風速、気圧など）の時間的観測能力の向上	PMD観測員による3時間間隔（マニュアル観測）	自動気象観測システムによる10分間隔
KP州及びパンジャブ州の主要河川（Indus, Sutlej, Ravi, Chenab, Jhelum, Kunhar, Kabul and Others）の総延長：約6,300km KP州の面積：約100,900km <sup>2</sup>		

### (2) 定性的効果（機材）

- 1) 河川監視能力の強化を通じて、水文気象観測と洪水予測の精度を向上させ、洪水・水管理（FWM）に関連する早期警報を強化することで、関連機関による災害へのタイムリーな対応・対策と、潜在的な災害犠牲者の数の減少。
- 2) 洪水リスク削減に向けた基礎データの蓄積及び交通、観光、農業などの産業に従事する利用者に正確な水文気象情報を提供することによる、経済的損失を削減するためのFWM対策実施の促進。

### (3) 水文・水理観測ネットワーク構築によるパキスタン国の開発に向けたプロジェクト効果

パキスタン国の開発のための防災関係機関の相互協力及び連携を目指した、水文・水理観測ネットワークの構築による日本の無償資金協力の事業効果を図-要 1 に示す。

以上より、パキスタンの防災関係機関のすべてのセクターによる河川データの共有、監視能力向上及び基礎データの蓄積は、自然災害による人的及び経済的損失の削減に将来にわたって寄与することができるものと考えられる。よって本プロジェクトは、自然災害による負の影響の軽減に大きく貢

献し、パキスタン国の社会を効果的に保護し、開発を促進するものといえる。以上の内容により、本プロジェクトの効果や先方の組織能力などを総合的に検討した結果、本プロジェクトの妥当性は高く有効性も見込まれるため、実施する意義は極めて高いものと考えられる。

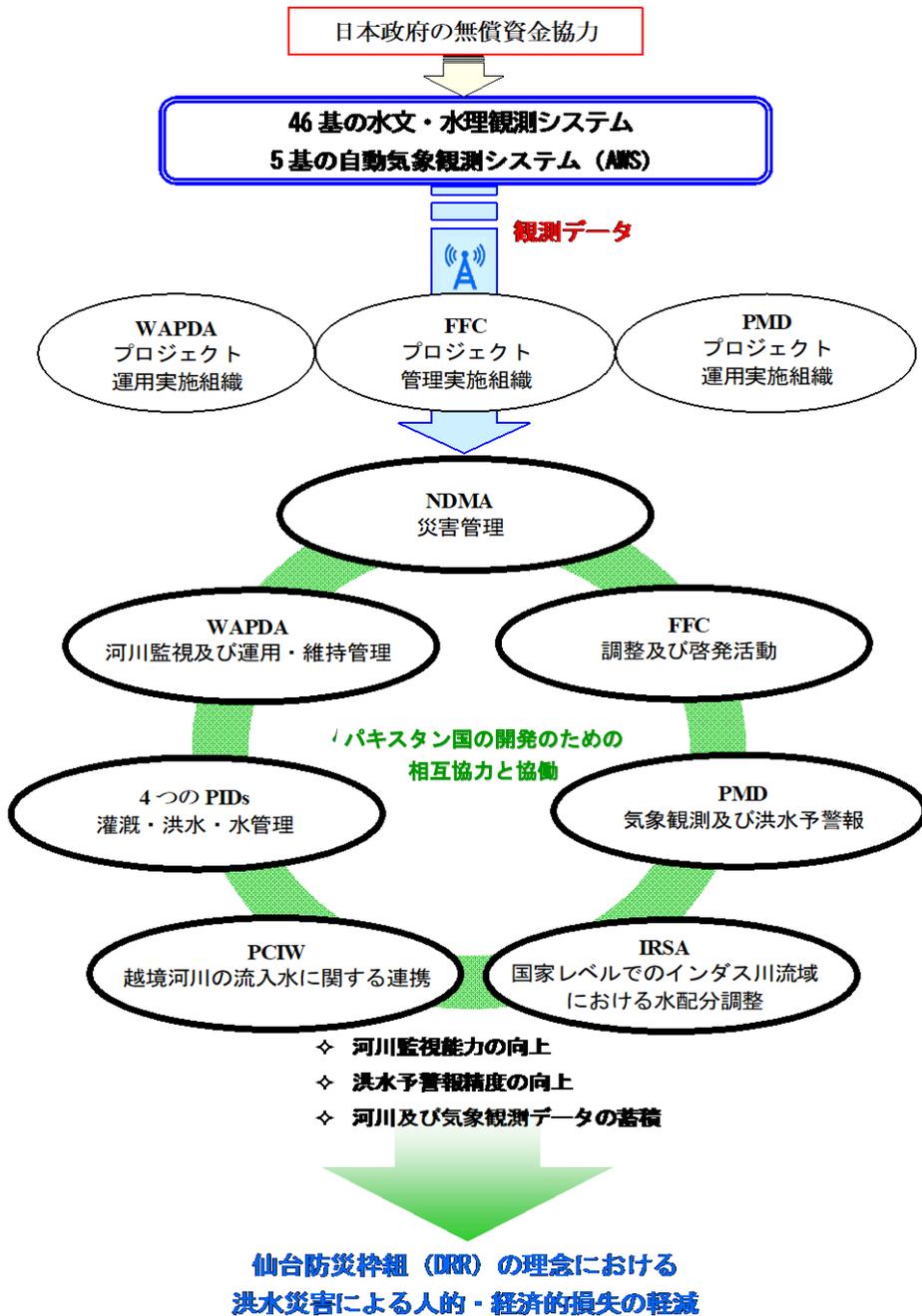


図-要 1 水文・水理観測ネットワーク構築によるパキスタン国の開発に向けたプロジェクト効果

## 6. 調査結果の概要とプロジェクトの内容（土木）

### 6.1 調査結果概要及び設計方針（土木）

#### (1) サイト絞り込み方針

前提条件として、河川構造物の復旧・改修の対象範囲は、無償資金協力の調査から施工までの全ての段階において、日本人関係者が立ち入ることのできる KP 州ハザラ地区を対象とした。

一次選定作業として第 1 次現地調査において KP-PID の Abbottabad 及び Mansehra の Executive Engineer と協議し、候補地点の検討を行った。検討においては、背後地の重要度、被災状況、テロ等に対する安全性を考慮した。候補地点は、2022 年洪水によって被害が発生したハザラ地区の主要 3 河川（Haro 川、Dor 川、Kunhar 川）及び Mansehra 市内を流れる小河川（Bhoot Katha）を対象とし、計 19 地点となった。

二次選定作業として第 2 次現地調査において一次選定の結果改修候補となった 19 地点に対する現地調査を行った。現地結果調査に基づき、KP-PID の Abbottabad 及び Mansehra の Executive Engineer との協議を行った。その結果、整備候補地を Haro River の Mohra Ghazan、Dor River の Ali Khan と Sikandarpur、Kunhar River の Garhi Habibullah の 4 箇所まで絞り込んだ。その後、Garhi Habibullah については、NGO の資金による護岸工事が確認されたため、カウンターパートとの協議により本事業の対象から除外し、他の 3 地点において事業を行うこととなった。

#### (2) Mohra Ghazan 地区における設計方針

2022 年洪水において被災した Mohra Ghazan 地区の護岸の整備を行う。

Mohra Ghazan 地区は Khanpur ダムの直下であり、ダムの堤体漏水が灌漑用水に使用されており、当該箇所の左岸側をパイプライン及び U 型水路として流れている。2022 年洪水及び近年の洪水によって護岸が崩壊・河岸侵食が起きており、左岸側の護岸天端を流れていた用水路も被災・漏水している。対象箇所を放置した場合、灌漑水路や背後の住宅地に被害が拡大する恐れがあることから、侵食対策として護岸を設置する緊急性は高いと考えられる。

設計方針として、河川構造物の設計流量は、現地で承認されている河川計画（PC-1）に記載されている 100 年確率規模の洪水（ $Q = 1,815 \text{ m}^3/\text{s}$ ）とし、この規模の洪水が発生した際における河川の水位上昇及び河床洗堀に対して耐えられる河川護岸を設計する。これによって河岸侵食が発生している Haro 川の左岸を防護する。

本事業では、急流河川で大きな流速が発生することから、現場打ちコンクリート擁壁護岸とし、河床洗堀も激しいことから、流速減少と洗堀防止を目的として、護岸前面に根固め工（六脚ブロック）を設置することとした。

#### (3) Ali Khan 地区における設計方針

2022 年洪水において被災した Ali Khan 地区の河岸における、護岸の整備を行う。

Ali Khan 地区では、2022 年洪水及び近年の洪水によって河岸侵食が起きており、左岸側の侵食が

顕著である。河岸侵食が、地元住民に飲み水を提供するポンプ小屋や Dor River の左岸に沿って流れている灌漑用水路まで迫っている。対象箇所を放置した場合、ポンプ小屋や灌漑用水が被災する恐れが高いことから、侵食対策として護岸を設置する。

設計方針として、河川構造物の設計流量は、現地で承認されている河川計画（PC-1）に記載されている 100 年確率規模の洪水（ $Q = 1,700 \text{ m}^3/\text{s}$ ）とし、この規模の洪水が発生した際における河川の水位上昇及び河床洗堀に対して耐えられる河川護岸を設計する。これによって河岸侵食が発生している Dor 川の左岸を防護する。

本事業では、急流河川で大きな流速が発生することから、現場打ちコンクリート擁壁護岸とし、河床洗堀も激しいことから、流速減少と洗堀防止を目的として、護岸前面に根固め工（六脚ブロック）を設置することとした。

#### **(4) Sikandarpur 地区における設計方針**

2022 年洪水において被災した Sikandarpur 地区の河岸において、低水路の整備（瀬替え）及び高水護岸の整備を行う。

Sikandarpur については、みお筋が左岸側に寄り、左岸の河岸が崖状になっており、河岸侵食（側方侵食）が問題となっていた。河岸上の地表面から河床までの比高差が約 20 m と非常に大きく、設計水位まで護岸を整備することが現実的でない。したがって、設計方針として、低水路を河道中央に整備し、みお筋の線形を河道中央に修正（瀬替え）することで、左岸側の側方侵食を抑制することとした。Ali Khan 及び Mohra Ghazan 同様、対象サイトが位置する箇所は急流河川であり流速が大きいため、練石張護岸を採用することとした。低水護岸であるため、護岸天端に流水が作用しても破壊されないように巻き止め工、天端保護工を設置した。

低水護岸の設計流量は、年平均最大流量程度（ $500 \text{ m}^3/\text{s}$ ）を対象に設計を行った。高水護岸の設計流量としては、現地で承認されている河川計画（PC-1）に記載されている 100 年確率規模の洪水（ $Q = 1,700 \text{ m}^3/\text{s}$ ）とし、この規模の洪水が発生した際における河川の水位上昇及び河床洗堀に対して耐えられる河川護岸を設計する。

瀬替えによって現況のみお筋は埋め戻され、河岸の崖の高低差は小さくなるが、依然として崖地形は残ることとなる。侵食箇所の前面には高水護岸を整備し、仮に高水敷まで冠水するような大きな洪水が発生しても、崖の侵食がこれ以上悪化しないようにする。ただし、崖の法面全体に法面保護工を設置するわけではないため、風化作用などによって崖が崩れてしまう可能性があることには留意が必要である。

## **6.2 プロジェクトの内容（土木）**

前述の方針に基づいて国内解析を実施し、表-要 5 に示す施設を本事業の最適な内容として計画した。

表-要 5 概略設計の対象項目となった河川構造物

No.	地区	施設内容	
1	Mohra Ghazan	高水護岸	設計流量：Q = 1,815 m <sup>3</sup> /s (100 年確率洪水流量) 護岸構造：もたれ式擁壁 法面の高さ：H = 8.0 m 擁壁全高：H = 9.3 m 根固め工：六脚ブロック 1 ton 級 (連結) 5 列 延長：L = 191 m
2	Ali Khan	高水護岸	設計流量：Q = 1,700 m <sup>3</sup> /s (100 年確率洪水流量) 護岸構造：もたれ式擁壁 法面の高さ：H = 6.4 m 擁壁全高：H = 7.45 m 根固め工：六脚ブロック 3 ton 級 (連結) 4 列 延長：L = 287 m
3	Sikandarpur	低水護岸	水路幅：60 m、水路高：H = 3.1 m、法面勾配：1:2.0 設計流量：Q = 500 m <sup>3</sup> /s (年平均最大流量) 護岸構造：練石張り 根固め工：かごマット 5 列 延長：L = 1,065 m (右岸：541 m、左岸：524 m)
		高水護岸	設計流量：Q = 1,700 m <sup>3</sup> /s (100 年確率洪水流量) 護岸構造：かごマット積み 護岸の全高：H = 2.5 m 延長：L = 112 m

## 7. プロジェクトの工期及び概算事業費 (土木)

施工・調達業者契約認証まで非公表。

## 8. プロジェクトの評価 (土木)

### 8.1 妥当性 (土木)

#### (1) プロジェクトの裨益対象

本プロジェクトの裨益対象は、KP 州ハザラ地区の 3 つの護岸整備箇所の近隣及びその河川沿いに居住する住民である。対象箇所の選定については、ハザラ地区の主要河川のうち、河川の背後地に守るべき資産 (住宅・重要な灌漑水路) があり、かつ 2022 年洪水等による護岸・堤防の破損度合いが大きい箇所を選定した。なお、他プロジェクトでの改修が確認された箇所 (Garhi Habibullah) については、この選定から除外した。

#### (2) 上位計画との整合性

本事業は、国家的・長期的な治水計画である National Flood Protection Plan IV (NFPP-IV) の構造物対策の推進と合致する。

### (3) 我が国の援助政策との整合性

「対パキスタン・イスラム共和国 国別開発協力方針」(2023年9月、JICA)によると、「防災については、第3回国連防災世界会議において採択された『仙台防災枠組2015-2030』に基づき、我が国の知見と技術を活用した災害予防、減災のための投資及び防災ガバナンスの強化を中心に協力し、災害に負けない強靱な社会の構築を図る」とある。

本事業による護岸の整備は「我が国の知見と技術を活用した災害予防、減災のための投資」に該当するため、我が国の援助政策と整合する。

## 8.2 有効性 (土木)

プロジェクトの有効性を評価するため、本事業の実施によって期待されるアウトプットを評価する指標を定量的効果と定性的効果に分けて以下に記載する。

### (1) 定量的効果 (土木)

本事業の実施により、Mohra Ghazan 地域では、100年確率以下の規模の降雨発生時における洪水に対して、河岸が侵食に対して防護され、居住地の侵食が防止される。Ali Khan 地域では、100年確率以下の規模の降雨発生時における洪水に対して、河岸が侵食に対して防護され、河岸の侵食が防止される。これによって現地住民の取水施設(ポンプ小屋)、灌漑水路、居住地が保護される。Sikandarpur 地域では、平均年最大流量時程度の洪水に対して、低水護岸が侵食に対して防護され、100年確率以下の規模の降雨発生時における洪水に対して、左岸の損傷箇所が、侵食に対して防護される。

表-要 6 河川構造物の整備による定量的効果

指標	基準値 【2022年実績値】	目標値(2028年) 【事業完成2年後】
復旧/改修される護岸	被災	延長 L = 1,543 m
護岸の整備により、河岸侵食の影響を受け難くなる家屋数(100年確率)	0 戸	80 戸
護岸の整備により、河岸侵食の影響を受け難くなる灌漑施設(100年確率)	0 箇所	Mohra Ghazan, Sikandarpur : 灌漑水路が守られる Ali Khan : 取水ポンプ小屋(井戸)及び灌漑水路が守られる
護岸の整備により、河岸侵食の影響を受け難くなる水路により灌漑される農地(100年確率)	0 エーカー	3,000 エーカー(約 12.1 km <sup>2</sup> ) のライチ農地

### (2) 定性的効果 (土木)

本事業の実施により、以下の定性的効果が期待される。

- 2022年の洪水で被災した箇所が復旧され、洪水に対する安全度が向上する。
- 護岸の天端に管理用通路が整備され、河川の巡視が容易になる。
- パキスタンでは事例の少ないコンクリート製の護岸を設置することで、今後の河川管理における日本の技術の導入や啓発に繋がる。

## 9. 今後の実施が想定されるプロジェクト（案）

### 9.1 機材（水文観測機器）

パキスタンの国土面積は 79.6 万 km<sup>2</sup>（日本の約 2 倍）と広大であるため、本プロジェクトによるパキスタンの河川監視能力の強化と機材の近代化は、地域的に鑑みると限定的であると言わざるを得ないことから、本プロジェクトをパイロットプロジェクトとして、洪水災害の軽減と水資源の活用のため、更なる河川観測網の拡充が強く望まれる。

また中央データ管理センターの機材には、オープンで標準的な通信プロトコル及びデータフォーマットを使用する計画としていることから、将来的に、他のプロジェクトにより観測システムを本プロジェクトで構築される水文・水理観測網に加えることが可能であり、観測データ受信・保存・処理・配信の一元化が実現して、WAPDA 及び FFC による運用管理業務の負担の軽減、延いては観測データ利用者の利便性向上にも貢献するものと考えられる。更に、本プロジェクトとは異なる通信方式が採用された場合においても、仕様がオープンで標準化されている通信方式を採用することで、比較的容易に中央データ管理センターにおいて受信機能の拡張や追加のデータ受信サーバの接続が可能である。

### 9.2 土木

#### (1) KP 州ハザラ地区

主要河川については、本件が対象とする箇所以外には、大きな損傷がある護岸等は少なく、プロジェクトの優先度は高くない。

一方で、Mansehra（マンセラ）市、Abbottabad（アボッタバード）市内の都市河川や都市排水路については、整備が十分に行われておらず、毎年氾濫していることを現地調査で確認した。今回調査の中で、先方政府から河川改修の要望はあったが、都市内であり河川をとりまく環境が複雑であり、単発的な河川改修は上下流へ大きな影響が懸念されることから、本件ではプロジェクトの対象としなかった。このような都市河川ではマスタープラン調査を行い、河川改修の優先順位を確定したうえで、事業を行っていくことが望ましい。

#### (2) KP 州のそれ以外の地域

今回の調査で、KP 州北部にある Swat（スワット）地区では、例年大きな洪水被害が発生していることが確認された。現在は安全管理上の問題があるため、渡航不可のエリアであり、事業実施は難しい。治安の安定が確認された場合には、事業の候補エリアとして詳しい調査を行うことが望まれる。

#### (3) それ以外の地域

インダス本川及び支川の平野部（中下流部）については、堤防整備が十分でないエリアが多数存在している。すでにこのエリアではいくつかの技術協力プロジェクトや準備調査が実施中であるが、広大なインダス川流域に対して、カバーできているのはわずかな部分である。さらなるプロジェクトの候補地点は多数存在していると考えられ、今後も援助の必要性は高い。

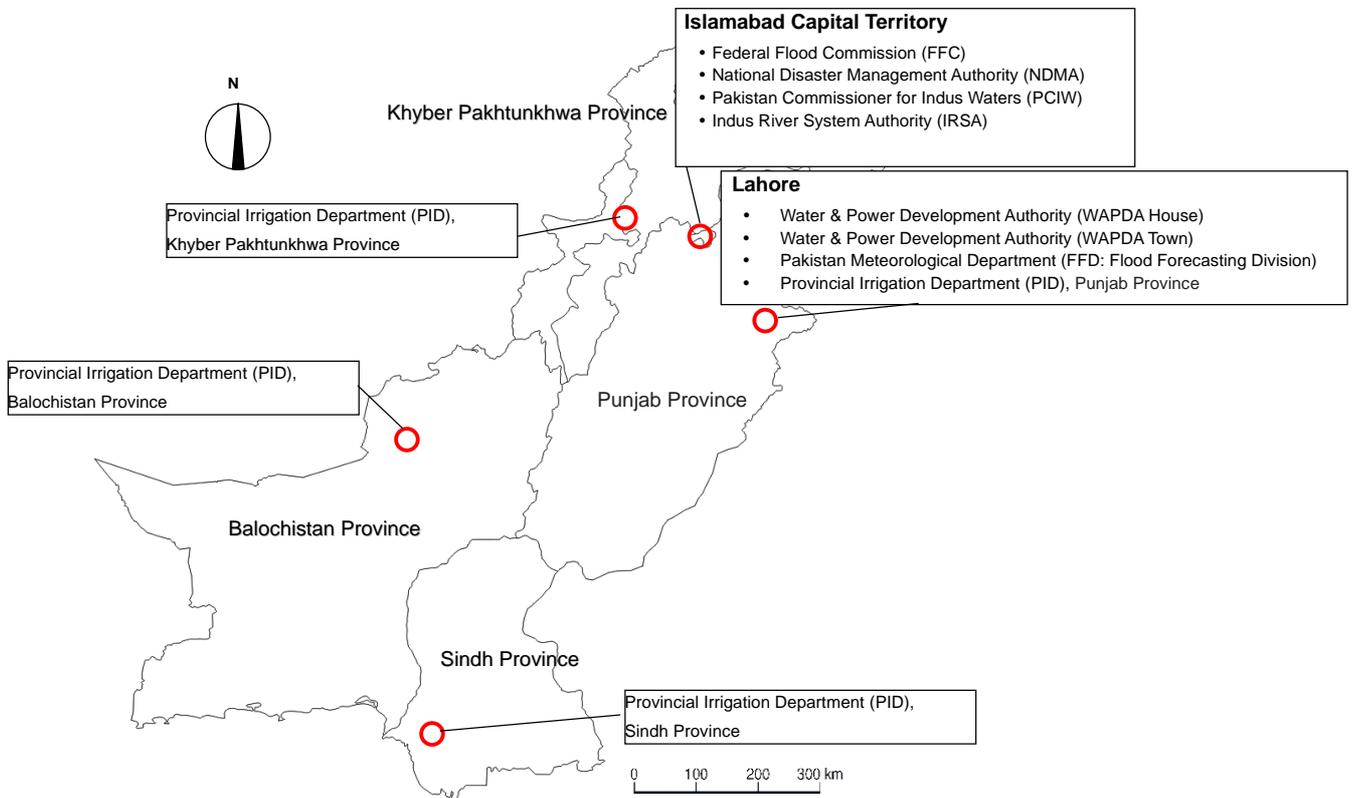
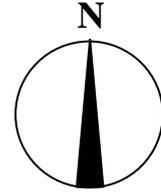
#### (4) 本プロジェクト近隣での工事時の留意事項

今後、本プロジェクト対象個所の近隣において、先方政府もしくは他ドナーによる新たな護岸工事・橋梁工事等のプロジェクトが行われる可能性がある。本プロジェクトで整備した護岸の上下流で新しく護岸等の工事を行うことは、基本的には問題がない。しかしながら、近接して工事を行う際には、本プロジェクトで整備した護岸が影響を受ける可能性があるため以下の留意事項を精査することが必要と考える。

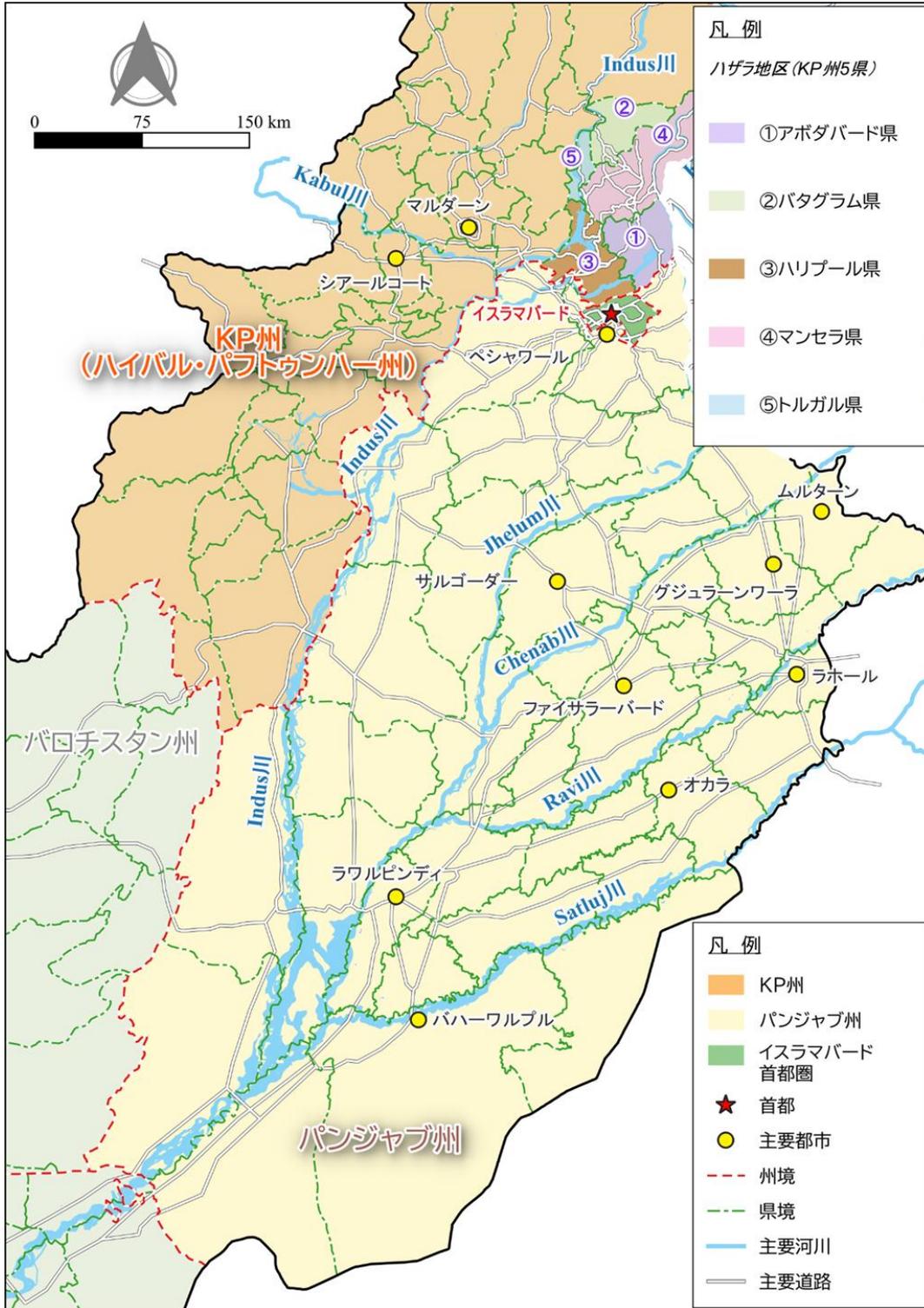
- 新規の構造物による河川内の流況の変化の有無に留意する。新規構造物の配置計画・設計の検討を行う際には、新規構造物の設置の影響により本プロジェクトで整備した護岸が水衝箇所にならないように留意する必要がある。
- 新規構造物の安定計算及び構造計算における設計条件（特に外力）は、本プロジェクトの構造物設計における設計条件と同等の設計条件を採用することを強く推奨する。
- 本プロジェクト対象個所及びその近隣で河床掘削・浚渫を行う際は、本プロジェクトで整備した護岸基礎を掘り返さないように注意する必要がある。
- 本プロジェクトで設置した構造物に別の構造物を付加すること（護岸の嵩上げ、護岸背面の盛土、等）は基本的には避けること。やむを得ず付加する際は、本構造物への外力が増える可能性があるため、安定計算及び構造計算を行い、安全性を確保した上で施工する必要がある。
- 新規工事や出水の影響により護岸の一部が損壊した場合、次の非出水期に速やかに修復するなど、円滑で適切な維持管理を行うこと。一部であっても損壊を放置した場合、その個所から損壊がさらに広がる恐れがあることに留意する必要がある。

## プロジェクト位置図（1／3）

### ■ パキスタン・イスラム共和国



### プロジェクト位置図（2／3）



### 調査対象地域位置図（KP州及びパンジャブ州）

免責）国境線及び地理上の名称は、JICAの公式の立場を表明したものではありません。また、この地図は図解のみを目的としたものであり、いずれの国もしくは地域の法的地位、国境線の画定または地理上の名称に関し、JICAの見解を示すものではありません。

プロジェクト位置図 (3 / 3)



調査対象地域位置図 (ハザラ地区抜粋)

免責) 国境線及び地理上の名称は、JICAの公式の立場を表明したものではありません。また、この地図は図解のみを目的としたものであり、いずれの国もしくは地域の法的地位、国境線の画定または地理上の名称に関し、JICAの見解を示すものではありません。

完 成 予 想 図 ( 1 / 3 )



本協力対象事業実施後の平常時の状況 (Mohra Ghazan 地区)



本協力対象事業実施後の降雨発生時の状況 (Mohra Ghazan 地区)

完成予想図 (2/3)



本協力対象事業実施後の平常時の状況 (Ali Khan 地区)



本協力対象事業実施後の降雨発生時の状況 (Ali Khan 地区)

完 成 予 想 図 ( 3 / 3 )



本協力対象事業実施後の平常時の状況 (Sikandarpur 地区)



本協力対象事業実施後の降雨発生時の状況 (Sikandarpur 地区)

現地写真集 (1/2)



パキスタン連邦洪水委員会 (FFC)  
における技術打合せ (イスラマバード)



水利電力開発公社本社 (WAPDA House)  
における技術打合せ (ラホール)



WAPDA 既設河川テレメトリー観測所  
(Alexandra) を視察



サイト調査



サイト調査



サイト調査

各サイトの写真は文中に全て添付済み。

現 地 写 真 集 ( 2 / 2 )



KP 州灌漑局アボッターバード事務所  
(KP-PID Abbottabad Irrigation Office)  
における技術打合せ (アボッターバード)



ADB との改修箇所選定に関する協議  
(イスラマバード)



破損して水漏れしている灌漑用水路  
(Mohra Ghazan 地区)



破損した護岸 (Mohra Ghazan 地区)



侵食箇所直上に位置するポンプ小屋 (Ali  
Khan 地区)



側方侵食箇所と集落 (Sikandarpur 地区)

パキスタン国  
インダス川流域における洪水管理強化計画  
準備調査報告書  
(先行公開版)

目次

序文

要約

位置図／完成予想図／写真

目次

図表リスト／略語集

<b>第1章 プロジェクトの背景・経緯</b> .....	<b>1-1</b>
1.1 当該セクターの現状と課題 .....	1-1
1.1.1 現状と課題.....	1-1
1.1.2 開発計画.....	1-1
1.1.3 社会経済状況.....	1-2
1.2 無償資金協力の背景・経緯及び概要 .....	1-2
1.3 我が国の援助動向 .....	1-3
1.4 他ドナーの援助動向 .....	1-5
1.4.1 アジア開発銀行（ADB） .....	1-5
1.4.2 世界銀行（WB） .....	1-5
1.4.3 国連開発計画（UNDP） .....	1-6
1.4.4 国連教育科学文化機関（UNESCO） .....	1-6
1.4.5 その他各国ドナー.....	1-6
<b>第2章 プロジェクトを取り巻く状況（機材）</b> .....	<b>2-1</b>
2.1 プロジェクトの実施体制 .....	2-1
2.1.1 組織・人員.....	2-1
2.1.2 財政・予算.....	2-4
2.1.3 技術水準.....	2-5
2.1.4 既存施設・機材.....	2-6
2.2 プロジェクトサイト及び周辺の状況 .....	2-7
2.2.1 関連インフラの整備状況.....	2-7
2.2.2 自然条件.....	2-9
2.2.3 環境社会配慮.....	2-9

2.3	当該国における無償資金協力事業実施上の留意	2-9
2.4	その他	2-10
<b>第3章</b>	<b>プロジェクトの内容（機材）</b>	<b>3-1</b>
3.1	プロジェクトの概要	3-1
3.2	協力対象事業の概略設計	3-1
3.2.1	設計方針	3-1
3.2.2	基本計画	3-4
3.2.3	概略設計図	3-34
3.2.4	施工計画／調達計画	3-36
3.2.5	安全対策計画	3-51
3.3	相手国側負担事業の概要	3-52
3.4	プロジェクトの運営・維持管理計画	3-53
3.5	プロジェクトの概略事業費	3-54
3.5.1	協力対象事業の概略事業費	3-54
3.5.2	運営・維持管理費	3-55
<b>第4章</b>	<b>プロジェクトの評価（機材）</b>	<b>4-1</b>
4.1	事業実施のための前提条件	4-1
4.2	プロジェクト全体計画達成のために必要なパキスタン側による投入（負担）事項	4-1
4.3	外部条件	4-2
4.4	プロジェクトの評価	4-2
4.4.1	妥当性	4-2
4.4.2	有効性	4-3
<b>第5章</b>	<b>プロジェクトを取り巻く状況（土木）</b>	<b>5-1</b>
5.1	プロジェクトの実施体制	5-1
5.1.1	組織・人員・財政・予算	5-1
5.1.2	技術水準	5-6
5.1.3	既存施設・機材	5-7
5.2	プロジェクトサイト及び周辺の状況	5-7
5.2.1	関連インフラの整備状況	5-7
5.2.2	自然条件	5-7
5.2.3	環境社会配慮	5-21
5.3	当該国における無償資金協力事業実施上の留意点	5-98
5.3.1	詳細設計実施に向けた留意事項の整理	5-98
5.3.2	想定される事業リスクの検討	5-98
5.4	その他	5-98
5.4.1	マンセラとアボッタバード市内の河川調査	5-98
5.4.2	ジェンダーの視点の確認	5-109

<b>第6章 プロジェクトの内容（土木）</b> .....	<b>6-1</b>
6.1 プロジェクトの概要 .....	6-1
6.2 協力対象事業の概略設計 .....	6-1
6.2.1 設計方針 .....	6-1
6.2.2 基本計画（施設計画／機材計画） .....	6-5
6.2.3 概略設計図 .....	6-75
6.2.4 施工計画 .....	6-76
6.2.5 安全対策計画 .....	6-84
6.3 相手国側分担事業の概要 .....	6-86
6.4 プロジェクトの運営・維持管理計画 .....	6-87
6.5 プロジェクトの概略事業費 .....	6-88
6.5.1 協力対象事業の概略事業費 .....	6-88
6.5.2 運営・維持管理費 .....	6-89
<b>第7章 プロジェクトの評価（土木）</b> .....	<b>7-1</b>
7.1 事業実施のための前提条件 .....	7-1
7.1.1 用地取得 .....	7-1
7.1.2 PC-1 の認可 .....	7-1
7.1.3 環境認可 .....	7-1
7.2 プロジェクト全体計画達成のために必要な相手方投入（負担）事項 .....	7-1
7.3 外部条件 .....	7-2
7.4 プロジェクトの評価 .....	7-2
7.4.1 妥当性 .....	7-2
7.4.2 有効性 .....	7-3

[資料]

1. 調査団員・氏名
2. 調査行程
3. 関係者（面会者）リスト
4. 協議議事録（M/D）
5. ソフトコンポーネント計画書
6. 概略設計図

## 図一覧

図 2.1.1	プロジェクトの実施体制 .....	2-1
図 2.1.2	FFC（パキスタン連邦洪水委員会）組織図 .....	2-2
図 2.1.3	WAPDA（水利電力開発公社）組織図 .....	2-3
図 2.1.4	PMD（パキスタン気象局）組織図 .....	2-4
図 2.3.1	PC-I フォームの承認 .....	2-9
図 3.2.1	パキスタンの年間降水量分布 .....	3-5
図 3.2.2	モンスーン期の雨雲の移動方向 .....	3-5
図 3.2.3	水文・水理観測システム整備対象の橋（プロジェクトサイト） .....	3-7
図 3.2.4	データフロー図 .....	3-23
図 3.2.5	自動気象観測システム整備対象の KP 州 PMD 観測所位置図 .....	3-26
図 3.2.6	水文・水理観測網概要図 .....	3-28
図 3.2.7	パキスタン国内輸送ルート .....	3-41
図 3.2.8	機材据付に沿った輸送計画 .....	3-42
図 4.4.1	水文・水理観測ネットワーク構築によるパキスタン国の開発に向けたプロジェクト 効果 .....	4-5
図 5.1.1	本プロジェクトの C/P 機関 .....	5-1
図 5.1.2	FFC の組織図 .....	5-2
図 5.1.3	KP 州 PID の組織図 .....	5-4
図 5.2.1	左：地形測量の実施状況、右：Ali Khan 地区に設置したコントロールポイント .....	5-8
図 5.2.2	測量調査実施位置図（Mohra Ghazan 地区） .....	5-9
図 5.2.3	測量調査実施位置図（Ali Khan 地区） .....	5-9
図 5.2.4	測量調査実施位置図（Sikandarpur 地区） .....	5-10
図 5.2.5	測量調査実施位置図（Garhi Habibullah 地区） .....	5-10
図 5.2.6	ボーリング調査実施状況 .....	5-11
図 5.2.7	ボーリング調査位置図（Mohra Ghazan 地区, BH-01） .....	5-12
図 5.2.8	ボーリング調査位置図（Ali Khan 地区, BH-02） .....	5-12
図 5.2.9	ボーリング調査位置図（Sikandarpur 地区, BH-03, 04） .....	5-13
図 5.2.10	ボーリング調査位置図（Garhi Habibullah 地区, BH-05, 06） .....	5-13
図 5.2.11	ボーリング柱状図（Mohra Ghazan 地区, BH-01） .....	5-14
図 5.2.12	ボーリング柱状図（Ali Khan 地区, BH-02） .....	5-15
図 5.2.13	ボーリング柱状図（Sikandarpur 地区, BH-03） .....	5-16
図 5.2.14	ボーリング柱状図（Sikandarpur 地区, BH-04） .....	5-17
図 5.2.15	ボーリング柱状図（Garhi Habibullah 地区, BH-05） .....	5-18
図 5.2.16	ボーリング柱状図（Garhi Habibullah 地区, BH-06） .....	5-19
図 5.2.17	月雨量の平均（1992 年～2023 年） .....	5-20
図 5.2.18	Haro River の月ごとの流量（2000 年～2023 年） .....	5-20
図 5.2.19	Dor River の月ごとの流量（1992 年～2023 年） .....	5-21
図 5.2.20	大気質調査地点（Sikandarpur） .....	5-23
図 5.2.21	大気質調査地点（Mohra Ghazan） .....	5-23

図 5.2.22	水質調査地点 (Sikandarpur)	5-25
図 5.2.23	水質調査地点 (Ali Khan)	5-25
図 5.2.24	水質調査地点 (Mohra Ghazan)	5-26
図 5.2.25	騒音調査地点 (Sikandarpur)	5-27
図 5.2.26	騒音調査地点 (Ali Khan)	5-27
図 5.2.27	騒音調査地点 (Mohra Ghazan)	5-28
図 5.2.28	騒音の目安 (地方都市・山村部用)	5-28
図 5.2.29	事業対象地域周辺の KBA、IBA 及び保護区域	5-29
図 5.2.30	土地利用状況 (Sikandarpur)	5-32
図 5.2.31	土地利用状況 (Ali Khan)	5-32
図 5.2.32	土地利用状況 (Mohra Ghazan)	5-33
図 5.2.33	対象地周辺の文化遺産	5-34
図 5.2.34	EIA/IEE/GEA 承認フロー	5-43
図 5.2.35	実施体制 (案) (工事前/工事中)	5-60
図 5.2.36	用地取得の概要 (Sikandarpur)	5-68
図 5.2.37	用地取得の概要 (Ali Khan)	5-69
図 5.2.38	用地取得の概要 (Mohra Ghazan)	5-70
図 5.2.39	実施体制	5-89
図 5.2.40	ARAP 実施スケジュール	5-89
図 5.4.1	Mansehra 市内 Bhoot Khata の調査位置図	5-99
図 6.2.1	ハザラ地区の河川護岸の復旧候補地点	6-7
図 6.2.2	選定された護岸復旧地点	6-12
図 6.2.3	対象地点の平面図 (Mohra Ghazan)	6-13
図 6.2.4	対象地点の平面図 (Ali Khan)	6-16
図 6.2.5	対象地点の平面図 (Sikandarpur)	6-18
図 6.2.6	対象地点の平面図 (Garhi Habibullah)	6-20
図 6.2.7	護岸の改修例	6-22
図 6.2.8	流出解析モデル (Haro River)	6-24
図 6.2.9	流量計算結果 (Mohra Ghazan 地点)	6-24
図 6.2.10	流出解析モデル (Dor River)	6-25
図 6.2.11	流量計算結果 (Ali Khan 地点)	6-26
図 6.2.12	流量計算結果 (Sikandarpur 地点)	6-26
図 6.2.13	流出解析モデル (Kunhar River)	6-27
図 6.2.14	流量計算結果 (Garhi Habibullah 地点)	6-28
図 6.2.15	Mohra Ghazan 地点の航空写真 (2011 年 5 月)	6-30
図 6.2.16	Mohra Ghazan 地点の航空写真 (2015 年 9 月)	6-31
図 6.2.17	Mohra Ghazan 地点の航空写真 (2023 年 10 月)	6-31
図 6.2.18	Mohra Ghazan 地点の被災した護岸 (2023 年 10 月撮影)	6-32
図 6.2.19	設定した護岸法線 (Mohra Ghazan)	6-32
図 6.2.20	最深河床高と洪水時の水位縦断図 (Mohra Ghazan)	6-34

図 6.2.21	基礎工の根入れ（現況最深河床－1.3m）と護岸天端高 .....	6-34
図 6.2.22	もたれ式擁壁護岸 .....	6-37
図 6.2.23	ボーリング柱状図と基礎工法の検討 (Mohra Ghazan).....	6-38
図 6.2.24	根固めブロックの敷設幅の考え方 .....	6-40
図 6.2.25	もたれ式擁壁の横断図 (Mohra Ghazan).....	6-41
図 6.2.26	すりつけ護岸工の横断図 (Mohra Ghazan).....	6-42
図 6.2.27	コンクリート柵の詳細図 .....	6-43
図 6.2.28	Ali Khan 地点の航空写真 (2010 年 2 月) .....	6-44
図 6.2.29	Ali Khan 地点の航空写真 (2012 年 9 月) .....	6-45
図 6.2.30	Ali Khan 地点の航空写真 (2016 年 2 月) .....	6-45
図 6.2.31	Ali Khan 地点の航空写真 (2017 年 9 月) .....	6-46
図 6.2.32	Ali Khan 地点の航空写真 (2017 年 12 月) .....	6-46
図 6.2.33	Ali Khan 地点の航空写真 (2021 年 7 月) .....	6-47
図 6.2.34	Ali Khan 地点の航空写真 (2023 年 6 月) .....	6-47
図 6.2.35	最深河床高と洪水時の水位縦断図 (Ali Khan).....	6-50
図 6.2.36	基礎工の根入れ（最深河床－1.5m）と護岸天端高 .....	6-51
図 6.2.37	もたれ岸擁壁護岸 .....	6-53
図 6.2.38	Ali Khan 地点における河岸侵食箇所の写真.....	6-53
図 6.2.39	ボーリング柱状図と基礎工法の検討 (Ali Khan).....	6-54
図 6.2.40	根固めブロックの敷設幅の考え方 .....	6-55
図 6.2.41	もたれ式擁壁の横断図 (Ali Khan).....	6-56
図 6.2.42	かごマット積護岸の計算モデル図（2 列積み） .....	6-57
図 6.2.43	すりつけ護岸工の横断図 (Ali Khan).....	6-57
図 6.2.44	コンクリート柵の詳細図 .....	6-58
図 6.2.45	Sikandarpur 地点の航空写真 (2008 年 5 月).....	6-60
図 6.2.46	Sikandarpur 地点の航空写真 (2009 年 10 月).....	6-61
図 6.2.47	Sikandarpur 地点の航空写真 (2010 年 2 月).....	6-62
図 6.2.48	Sikandarpur 地点の航空写真 (2013 年 12 月).....	6-63
図 6.2.49	Sikandarpur 地点の航空写真 (2016 年 2 月).....	6-64
図 6.2.50	Sikandarpur 地点の航空写真 (2021 年 7 月).....	6-65
図 6.2.51	Sikandarpur 地点の航空写真 (2023 年 6 月).....	6-66
図 6.2.52	平均水深 $H_s$ と砂州波高 $H_m$ の比、 $H_s/H_m$ の推定 .....	6-68
図 6.2.53	低水路の計画河床勾配の設定 .....	6-69
図 6.2.54	最深河床高の評価 .....	6-69
図 6.2.55	高水敷埋戻高の設定 .....	6-70
図 6.2.56	根固め工の位置・寸法の考え方 .....	6-70
図 6.2.57	高水護岸の平面配置図 (Sikandarpur) .....	6-73
図 6.2.58	高水護岸の標準横断図 (Sikandarpur) .....	6-74
図 6.2.59	Sikandarpur における土捨て場の平面図 .....	6-77
図 6.2.60	現場事務所及び仮置きヤードの配置図 (Mohra Ghazan).....	6-78

---

図 6.2.61	仮置きヤードの配置図 (Ali Khan).....	6-78
図 6.2.62	現場事務所及び仮置きヤードの配置図 (Mohra Ghazan).....	6-79
図 6.2.63	施工区分の概念 (Sikandarpur 地点の例) .....	6-80
図 6.2.64	事業実施工程案 .....	6-84

## 表一覧

表 1.3.1	援助実績（無償資金協力・円借款）	1-3
表 1.3.2	援助実績（技術協力等）	1-4
表 1.4.1	他ドナーの援助動向	1-5
表 1.4.2	AFD の援助動向	1-6
表 2.1.1	FFC の年間予算内訳	2-4
表 2.1.2	WAPDA の H&R の年間予算内訳	2-5
表 2.1.3	PMD の年間予算内訳	2-5
表 2.2.1	パキスタンの携帯電話会社のサービス提供範囲	2-8
表 2.3.1	PC フォームの種類と目的	2-10
表 3.2.1	水文・水理観測網機材の設計検討項目	3-3
表 3.2.2	計画された機材及び施設の概要	3-5
表 3.2.3	水文・水理観測システムの観測項目及び観測内容	3-6
表 3.2.4	現地調査済みプロジェクト候補地の情報（パンジャブ州：24 サイト、KP 州：21 サイト）	3-8
表 3.2.5	水文・水理観測システムの候補地における携帯電話通信速度試験結果	3-20
表 3.2.6	中央データ管理センター整備候補場所の情報	3-21
表 3.2.7	水文・水理観測システム及び中央データ管理センターにおける通信速度要件	3-24
表 3.2.8	自動気象観測項目及び観測内容	3-25
表 3.2.9	自動気象観測システム整備対象の KP 州の PMD 観測所	3-27
表 3.2.10	主要機材リスト	3-29
表 3.2.11	プロジェクト関係組織の責任範囲	3-36
表 3.2.12	プロジェクトの実施期間中及び完了後の日本国無償資金協力とパキスタン側の施工区分	3-37
表 3.2.13	日本からカラチ港への配船予定	3-40
表 3.2.14	初期操作指導・運用指導など実施対象組織と実施場所	3-43
表 3.2.15	ソフトコンポーネントの成果及び達成度の確認方法	3-44
表 3.2.16	ソフトコンポーネントにおいて実施することによる効果	3-46
表 3.2.17	ソフトコンポーネントの活動内容	3-47
表 3.2.18	ソフトコンポーネントの実施内容	3-47
表 3.2.19	ターゲットグループ	3-49
表 3.2.20	ソフトコンポーネントの成果品（アウトプット）	3-49
表 3.2.21	実施工程表	3-51
表 3.3.1	プロジェクトの実施前、期間中及び完了後の本プロジェクト実施に必要な負担業務	3-52
表 3.5.1	FFC、WAPDA 及び PMD が負担する初度経費の概算	3-54
表 3.5.2	FFC、WAPDA 及び PMD が負担するプロジェクト全体の年間経常費用	3-55
表 3.5.3	FFC、WAPDA（H&M）及び PMD の年間予算推移	3-56
表 4.1.1	免税及び通関必要手続き	4-1

表 4.1.2	機材据え付け実施のための各種必要手続き	4-1
表 4.4.1	成果指標案	4-3
表 5.1.1	FFC の人員表	5-3
表 5.1.2	KP 州 PID の人員表	5-5
表 5.1.3	KP 州 PID の人員表	5-5
表 5.1.4	KP 州 PID の建設・維持管理の予算	5-6
表 5.1.5	パキスタンの治水に関する技術基準	5-6
表 5.1.6	KP-PID で管理している既存施設	5-7
表 5.2.1	地形測量の概要	5-8
表 5.2.2	地質調査の概要	5-11
表 5.2.3	河川構造物の改修地点	5-22
表 5.2.4	水文・水理観測機材の調達一覧	5-22
表 5.2.5	大気質の環境基準及び調査結果	5-22
表 5.2.6	水質の環境基準及び調査結果	5-24
表 5.2.7	騒音の環境基準及び調査結果	5-26
表 5.2.8	事業対象地域周辺で生育する植物種	5-29
表 5.2.9	事業対象地域周辺で生育する動物種	5-30
表 5.2.10	パキスタンの人口構成	5-34
表 5.2.11	NGPF におけるビジョン、ミッション及び目標	5-35
表 5.2.12	パキスタンにおける HIV/AIDS に関する統計	5-36
表 5.2.13	その他の環境社会配慮に係る法規制等	5-39
表 5.2.14	KP 州における環境関連法規制	5-40
表 5.2.15	GEA/IEE/EIA が必要なプロジェクトのリスト	5-40
表 5.2.16	EIA/IEE/GEA の審査料	5-43
表 5.2.17	JICA ガイドラインとパキスタンの環境関連法規との比較	5-43
表 5.2.18	スコーピング結果（河川構造物の改修）	5-48
表 5.2.19	環境社会配慮調査の TOR	5-51
表 5.2.20	影響評価の結果	5-55
表 5.2.21	影響項目と緩和策	5-58
表 5.2.22	モニタリング計画案	5-59
表 5.2.23	周辺地域の住民との協議の開催日時及び参加者数	5-62
表 5.2.24	地域住民からの得られたコメント及びコメントに対する回答（男性）	5-62
表 5.2.25	地域住民からの得られたコメント及びコメントに対する回答（女性）	5-63
表 5.2.26	協議を実施した関連組織の情報	5-64
表 5.2.27	関連組織からの得られたコメント	5-64
表 5.2.28	用地取得の概要（Sikandarpur）	5-67
表 5.2.29	用地取得の概要（Ali Khan）	5-68
表 5.2.30	用地取得の概要（Mohra Ghazan）	5-69
表 5.2.31	JICA ガイドラインと相手国法制度との比較表	5-71
表 5.2.32	用地取得・住民移転の被影響世帯・影響者数	5-74

表 5.2.33	恒久的な用地取得 .....	5-74
表 5.2.34	一時的な土地の借用 .....	5-75
表 5.2.35	作物への影響 .....	5-75
表 5.2.36	樹木への影響 .....	5-76
表 5.2.37	果樹への影響 .....	5-76
表 5.2.38	影響を受ける住宅構造物 .....	5-77
表 5.2.39	プロジェクトの影響の大きい世帯 .....	5-77
表 5.2.40	Tehsil ごとのサンプル調査世帯数 .....	5-78
表 5.2.41	平均家族数及び男女構成 (サンプル調査) .....	5-78
表 5.2.42	男女別年齢区分 (サンプル調査) .....	5-78
表 5.2.43	教育レベル (サンプル調査) .....	5-79
表 5.2.44	住宅事情 (サンプル調査) .....	5-79
表 5.2.45	社会インフラの有無 (サンプル調査) .....	5-79
表 5.2.46	主な職業 (サンプル調査) .....	5-80
表 5.2.47	平均世帯年収及び1人当たりの年間平均所得 .....	5-80
表 5.2.48	年間平均支出 (サンプル調査) .....	5-80
表 5.2.49	エンタイトルメント・マトリックス .....	5-84
表 5.2.50	住民移転補償の見積額 .....	5-90
表 5.2.51	住民協議会の概要 .....	5-92
表 5.2.52	地域住民の懸念事項とフィードバック .....	5-93
表 5.2.53	環境チェックリスト .....	5-96
表 5.3.1	事業実施中、事業実施後に想定される事業リスクの検討 .....	5-98
表 6.2.1	PC-1 に記載の 1/100 年確率流量 .....	6-2
表 6.2.2	現地の労働条件 .....	6-3
表 6.2.3	KP-PID との協議を行い、絞り込まれた候補地点のリスト .....	6-6
表 6.2.4	二次選定により絞り込んだ河川構造物の整備候補地 .....	6-8
表 6.2.5	Dor River における対象地点の選定 .....	6-9
表 6.2.6	Haro River における対象地点の選定 .....	6-10
表 6.2.7	Kunhar River における対象地点の選定 .....	6-11
表 6.2.8	対象地点の概要 (Mohra Ghazan) .....	6-13
表 6.2.9	現場写真-1 (Mohra Ghazan) .....	6-14
表 6.2.10	現場写真-2 (Mohra Ghazan) .....	6-15
表 6.2.11	対象地点の概要 (Ali Khan) .....	6-16
表 6.2.12	現場写真-1 (Ali Khan) .....	6-17
表 6.2.13	対象地点の概要 (Sikandarpur) .....	6-18
表 6.2.14	現場写真-1 (Sikandarpur) .....	6-19
表 6.2.15	対象地点の概要 (Garhi Habibullah) .....	6-20
表 6.2.16	現場写真-1 (Garhi Habibullah) .....	6-21
表 6.2.17	本設計に適用する主な基準 .....	6-22
表 6.2.18	流出解析モデルのインプットデータ .....	6-23

表 6.2.19	パキスタンのコンクリートの規格 .....	6-29
表 6.2.20	建設予定の河川構造物の概要 .....	6-29
表 6.2.21	最大洗堀深の評価手法 (Mohra Ghazan).....	6-36
表 6.2.22	すりつけ護岸の安定計算結果 (Mohra Ghazan).....	6-42
表 6.2.23	護岸法線の比較検討 .....	6-48
表 6.2.24	最大洗堀深の評価手法 (Ali Khan).....	6-52
表 6.2.25	根固めブロックの重量検討結果 .....	6-55
表 6.2.26	すりつけ護岸の安定計算結果 (Ali Khan).....	6-56
表 6.2.27	護岸法線の比較検討 .....	6-67
表 6.2.28	最深河床高の評価と高水敷埋戻高の算定 .....	6-71
表 6.2.29	材料及び施工の品質管理として実施される主要な試験 .....	6-82
表 6.2.30	工事用材料の調達区分整理表 .....	6-83
表 6.3.1	プロジェクトの実施前、期間中及び完了後の本プロジェクト実施に必要な負担 業務 .....	6-86
表 6.4.1	施設定期点検の概要 .....	6-87
表 6.5.2	無償資金協力事業実施に必要なパキスタン国側負担経費 .....	6-88
表 6.5.3	パキスタン側が負担するプロジェクト全体の年間の運営・維持管理費の概算 .....	6-89
表 7.4.1	定量的評価 .....	7-3

## 略語集

## 1. 組織

Abbreviations	Official Name	日本語
ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
EAD	Economic Affairs Division	パキスタン経済省経済課
EPA	Environmental Protection Agency	環境保護庁
FBR	Federal Board of Revenue	連邦歳入庁
FFC	Federal Flood Commission	連邦洪水委員会
FFD	Flood Forecasting Division	パキスタン気象局洪水予報部
H&R	Hydro Resources Management	水資源管理部
ICAO	International Civil Aviation Organization	国際民間航空機関
IRSA	Indus River System Authority	インダス川流域庁
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
NDMA	National Disaster Management Authority	国家防災庁
NUST	National University of Science & Technology	国立科学技術大学
ODRR	Organizations Related to Disaster Risk Reduction	災害管理関係機関
OECD	Organization for Economic Co-operation and Development	経済協力開発機構
PCIW	Pakistan Commissioner for Indus Waters	パキスタンインダス水利委員会
PID	Provincial Irrigation Department	州政府灌漑局
PMD	Pakistan Meteorological Department	パキスタン気象局
UNDP	United Nations Development Programme	国連開発計画
WAPDA	Water and Power Development Authority	水利電力開発公社
WB	World Bank	世界銀行
WMO	World Meteorological Organization	世界気象機関

## 2. 用語

Abbreviations	Official Name	日本語
ADCP	Acoustic Doppler Current Profiler	超音波ドップラー流速計
A/P	Authorization to Pay	支払授權書
API	Application Programming Interface	アプリケーション・プログラミング・インターフェース
ARAP	Abbreviated Resettlement Action Plan	簡易住民移転行動計画
AVR	Automatic Voltage Regulator	自動電圧調整装置
AWS	Automatic Weather Observation Systems	自動気象観測システム
B/A	Banking Arrangement	銀行取極め
CDMA	Code Division Multiple Access	符号分割多重接続
CDN	Contents Delivery Network	コンテンツ・デリバリー・ネットワーク
CPU	Central Processing Unit	中央演算処理装置
EIA	Environmental Impact Assessment	環境影響評価
E/N	Exchange of Notes	交換公文
G/A	Grant Agreement	贈与契約
GEA	General Environmental Approval	一般環境承認
GPRS	General Packet Radio Service	汎用パケット無線サービス
GSM	Global System for Mobile Communications	第2世代移動通信システム規格
HHOS	Hydrological & Hydraulic Observation System	水文・水理観測システム

Abbreviations	Official Name	日本語
IEE	Initial Environmental Examination	初回環境評価書
KP	Khyber Pakhtunkhwa	カイバル・パクトゥンクワ州
NFPP-IV	National Flood Protection Plan-IV	国家洪水防御計画-IV
NOC	No Objection Certificate	異議なし証明書
PC-1	Planning Commission Form-1	計画委員会様式 1 (パキスタンにおけるプロジェクト予算承認申請書類)
PKR	Pakistani Rupee	パキスタン・ルピー(通貨)
PTCL	Pakistan Telecommunication Company Limited	パキスタンの通信事業者の名称
RAID	Redundant Arrays of Inexpensive Disks	冗長化されたハードディスク
SMS	Short Message Service	ショートメッセージサービス
UPS	Uninterruptible Power Supply	無停電電源装置
UTM	Unified Threat Management	統合脅威管理
VPN	Virtual Private Network	仮想プライベートネットワーク

### 3. 単位

【長さ／距離】		【重量】	
mm	millimeter (s)	mg	milligram (s)
cm	centimeter (s)	g, gr	gram (s)
m	meter (s)	kg	kilogram (s)
km	kilometer (s)	ton	tonne (s)
in	inch (es)		
ft	foot, feet		
【面積】		【時間】	
mm <sup>2</sup>	square millimeter (s)	s, sec	second (s)
cm <sup>2</sup>	square centimeter (s)	min	minute (s)
m <sup>2</sup>	square meter (s)	h, hrs	hour (s)
km <sup>2</sup>	square kilometer (s)	d, dys	day (s)
ha	hectare (s)	y, yr, yrs	year (s)
ac	acre (s)		
【体積】		【速度】	
cm <sup>3</sup>	cubic centimeter (s)	cm/sec, cm/s	centimeter per second
m <sup>3</sup>	cubic meter (s)	m/sec, m/s	meter per second
ℓ	liter (s)	km/hr, km/h	kilometer per second
cu ft, ft <sup>3</sup>	cubic feet		
【流量】		【濃度】	
ℓ/sec, ℓ/s	liter per second	mg/ℓ	milligram per liter
m <sup>3</sup> /sec, m <sup>3</sup> /s	cubic meter per second		
m <sup>3</sup> /yr, m <sup>3</sup> /y	cubic meter per year		
cfs	cubic feet per second		
【電気】		【圧力】	
W	watt (s)	kg/cm <sup>2</sup>	kilogram per square centimeter
kW	kilowatt (s)	ton/m <sup>2</sup>	ton per square meter
MW	megawatt (s)		
kWh	kilowatt-hour		
MWh	megawatt-hour		
GWh	gigawatt-hour		
V	volt (s)		
kV	kilovolt (s)		



## 第1章 プロジェクトの背景・経緯

### 1.1 当該セクターの現状と課題

#### 1.1.1 現状と課題

パキスタン・イスラム共和国（以下、「パキスタン」という。）では、2022年に大規模な洪水が発生し、1,700人以上が亡くなり、被害額は初期段階で約300億ドル超と見積もられた（国家防災管理局、2022年10月現在）。2010年の大規模洪水発生時にも、国土の約20%が冠水し、被災者2,000万人以上、倒壊家屋約160万棟、道路・灌漑施設等のインフラ損壊等、約100億ドルに及ぶ大規模な被害が発生した（Federal Flood Commission、2010年）。2022年の洪水では、インダス川上流とその支川において多数のフラッシュフラッドが発生し、河岸に大きな被害が発生した。2023年1月には、パキスタン政府及び国連の共催で、パキスタン洪水被害に関する支援国会合がジュネーブで開催され、我が国もパキスタンへの支援を表明した。

パキスタンは洪水と降雨に起因した土砂災害が多発する国である。パキスタン中央部を流れるインダス川及びその支川においてはモンスーン期の豪雨により毎年のように洪水が発生している。それにより多大な経済損失が生じており、1950年から2015年までの洪水被害総額は約380億ドルに達している。また、近年の気候変動の影響により洪水規模は激甚化し、頻度も増加している。加えて、急峻な地形を持つハイバル・パフトゥンハー州（以下「KP州」という。）では、フラッシュフラッドによる河岸崩壊や堤防損壊等が発生し、300人を超える死者が出ている（JICA調査団）。

連邦洪水委員会（Federal Flood Commission、以下「FFC」という。）は2015/16年度から2024/25年度を計画期間とする国家洪水防御計画（National Flood Protection Plan-IV、以下「NFPP-IV」という。）を策定している。NFPP-IVにおいては、河川構造物の改修・補強に加えて、河川管理上の基礎となる水位データや流量データを取得できる観測所の拡充、及びその観測網の機能向上及び拡張等を優先事業としている。今後の洪水に備え、より良い復興を進めることが重要であり、パキスタン政府は2022年洪水のポスト災害ニーズ調査（Post-Disaster Needs Assessment、PDNA）においても、これら地域の河川構造物の改修は緊急性が高い事業として位置付けている。また、自動観測所設置や観測データの受信・分析・発信を行うデータモニタリングセンターについては、水利電力開発公社（Water and Power Development Authority、以下「WAPDA」という。）が全国約40か所に観測機器を整備しているが、パキスタン北部のパンジャブ州及びKP州を流れるインダス川上流とその支川において、水文・水理観測網の整備状況が特に乏しい。WAPDAは水文・水理観測網整備マスタープランを策定しており、水文・水理観測網及び中央データ管理センターの整備は喫緊の課題となっている。

#### 1.1.2 開発計画

パキスタンの長期国家開発方針である「ビジョン2025」及び「国家防災計画(National Disaster Management Plan: NDMP)」で言及されている政府目標の達成に貢献するために、PMDは2016年に10年開発計画を策定した。10年開発計画の第1章において、最優先実施項目の1つとして気象レーダーによる観測網整備の実施を挙げており、PMDが、現在、独自に計画している気象レーダー観測網の近代化に関する詳細を次ページの図に示した。

### 1.1.3 社会経済状況

パキスタンの GDP は 3765.3 億米ドル（2022 年、世界銀行）、一人当たり GDP は 1,596.7 米ドル（2022 年、世界銀行）となっている。

パキスタン経済は、2022 年から始まった外貨準備のひっ迫により、低成長と高インフレとなっている。新型コロナウイルス禍からの経済回復は速く、2021/2022 年度は実質 GDP 成長率が 6.1%と高い成長を記録したが、その後の貿易赤字を受け、政府とパキスタン中央銀行は輸入規制を導入し、エネルギーや食料等の必需品以外の輸入を大幅に制限した結果、景気は急速に悪化した。2022/2023 年度の実質 GDP 成長率は 0.3%に落ち込み、同時にインフレが高進するスタグフレーションが続いている。経済活動は引き続き低迷すると予想され、24 年度の実質 GDP 成長率は 1.8%と見積もられる。

また、パキスタンは 2022 年にモンスーンによる豪雨に見舞われ、その洪水により甚大な人的・経済的影響を受けた。この洪水により、およそ 3,300 万人が洪水被害の影響を受け、13,000km 以上の道路が破壊され、220 万戸の家屋が被害を受けた。さらにサプライ・チェーンが一時的に寸断されたことと、農産物の収量減と世界的な食料価格高騰もあり、食料価格が上昇した。パキスタン政府の災害後ニーズ評価では、復旧・復興に必要な資金は 163 億米ドルと見積もられている。<sup>1</sup>

## 1.2 無償資金協力の背景・経緯及び概要

パキスタンでは 2022 年のモンスーン期に大規模な洪水が発生した。インダス川上流部の山岳地帯に位置する KP 州においても、2022 年 8 月 25 日及び 26 日に発生したフラッシュフラッドによって河岸崩壊・堤防損壊等が広域で多数発生し、300 名を超える死者が出ている。現在、KP 州の PID により復旧の予算申請手続き(PC-1)が進められているが、PC-1 の承認後多くの被災地点の復旧作業が開始され完了するには、かなりの時間を要するものと推測される。被災箇所が復旧されないまま再度フラッシュフラッドが発生した場合、堤内地への更なる被害拡大が予想されるため、早急な河川構造物の復旧が求められている。

一方、山地が広く分布し、フラッシュフラッドによる被害が多いパキスタンでは、水文・水理観測機器及びデータモニタリングシステムの不足は、以前より課題として認識され、WAPDA は水文・水理観測網の構築に係る計画である「国家洪水対策・遠隔計測ネットワークマスタープラン（Pakistan National Master Plan for Flood Telemetry Network）2022 年 3 月（以下、「洪水遠隔計測 M/P）」を策定している。パキスタン国連邦洪水委員会（Federal Flood Commission、以下「FFC」）が策定した第 4 次国家洪水防御計画（National Flood Protection Plan-IV、以下「NFPP-IV」）においても、河川管理の基礎となる河川水位及び河川流量の観測網の機能向上及び拡張が優先事業とされている。このことを踏まえ、2019 年に我が国政府とパキスタン政府の間で M/M が交わされ、KP 州及びパンジャブ州内に 45 ヶ所の観測機器及びデータモニタリングシステムの支援が決定した。本事業において整備予定である 2 ヶ所の中央データ管理センターと 45 ヶ所の水文・水理観測所の整備は、上記「洪水遠隔計測 M/P」で提案された観測網構築の一環として重要な位置付けがなされている。この 45 ヶ所の位置は、2022 年に、河川の橋梁地点等観測機器設置に適し、かつ当時の外務省危険レベルが低いエリアから

<sup>1</sup> 出典：外務省：パキスタンの基礎データ <https://www.mofa.go.jp/mofaj/area/pakistan/data.html>  
JETRO：パキスタンの貿易と投資 <https://www.jetro.go.jp/world/asia/pk/gtir.html>  
World Bank：Pakistan Overview <https://www.worldbank.org/en/country/pakistan/overview>

選定されている。しかしながら、その後の情勢の変化により、危険レベルが高い区域の分布も変わり、洪水被害により設置が難しくなった箇所がある可能性があるため、調査を通して 45 地点を再確認・設定する必要があった。

以上を踏まえ、より効果的な河川整備に向けて、2022 年洪水によって被災した河川構造物の改修並びに水文・水理観測網及び中央データ管理センターの整備を行う「河川管理強化計画」（以下「本事業」という。）の実施を我が国に対し要望している。

本調査は、本事業が協力対象とするインダス川及び支川流域等において、事業の背景、目的、内容を理解した上で、無償資金協力の活用を前提として、2022 年洪水により被害を受けた河川構造物の改修及び水文・水理観測機器・データモニタリングシステムの整備の効果及び人的・技術的・経済的妥当性を検討し、協力の成果を得るために必要かつ最適な事業内容及び規模で、概略設計を行い、概略事業費を積算するものである。

### 1.3 我が国の援助動向

パキスタンにおける水文気象観測及び河川整備に係る我が国の援助実績は以下のとおりである。

表 1.3.1 援助実績（無償資金協力・円借款）

単位：億円

実施年度	案件名	供与限度額	概要
1990～1991	気象レーダー網整備計画	8.05	気象観測能力を向上させ、気象災害の軽減や航空交通の安全確保のために、イスラマバード及びカラチに気象レーダー塔施設の建設及び気象レーダーの機材を調達した。
1998～1999	第 2 次気象観測網整備計画	13.67	デラ・イスマイル・カーン及びラヒムヤル・カーンに気象レーダー塔施設の建設及び気象レーダー、また他地域に気象関連の機材を調達した。
2005～2006	ライヌラー河洪水予警報システム整備計画	6.61	ライヌラー川流域において、雨量観測局・水位観測局・洪水警報局の整備に必要な施設建設及び関連機材を調達した。
2011～2014	洪水警報管理能力強化プロジェクト(ユネスコ(国際連合教育科学文化機関)連携無償)	2.84	インダス川及びカプール川等の支川（東側支川を除く）において、気象衛星による降雨情報を活用した統合洪水予測システムを導入し、洪水予報の試験運用を実施した。
2011～2016	ハイバル・パフトゥンハー州緊急農村道路復興事業（洪水災害対策）	147 (円借款)	KP 州の農村部において、洪水被害を受けた道路・橋梁の修復を実施することにより、同州の洪水被害地域における交通の復旧・復興を図り、もって経済社会活動の早期回復並びに農村部の貧困緩和及び地域格差是正に寄与する。
2016～2019	中期気象予報センター設立及び気象予報システム強化計画	26.15	24 時間以内の短期予報精度の強化、48 時間を超える中期予報能力向上を目的として、PMD イスラマバード本局に中期気象予報センター（Specialized Medium Range Forecasting Center : SMRFC）を設立するために必要な機材を調達するとともに、既設イスラマバード気象レーダーシステムを固体化電力増幅式 S バンド気象ドップラーレーダーシステムに更新する計画。
2017～2020	カラチ気象観測用レーダー設置計画	19.49	既設カラチ C バンド気象レーダーシステムを、気象の急激な変化を把握できる固体化電力増幅式 S

実施年度	案件名	供与限度額	概要
			バンド気象ドップラーレーダーシステムに更新する計画。
2018～2023	ムルタン市気象レーダー整備計画	20.42	パンジャブ州ムルタンに S バンド固体化電力増幅式 2 重偏波気象ドップラーレーダーシステムを整備し、加えて気象レーダー中央処理システム、気象レーダーデータ表示システム及び気象データ通信システム機材を整備する計画。
2021～2027 (実施中)	サッカル市における気象レーダー設置計画	19.86	中部・南部地域のレーダーの観測範囲外の地域をターゲットに、シンド州サッカル市において、新規気象レーダーシステムを設置。
2024～ (実施中)	シンド州洪水被災地域における教育施設改修計画	7.94	シンド州にある女子小学校 9 校に対し、洪水で被害を受けた教室の改修や資機材の供与を実施する。

表 1.3.2 援助実績（技術協力等）

協力内容	実施年度	案件名	概要
技術協力プロジェクト	2007～2009	ライヌラー川洪水危機管理強化プロジェクト	ライヌラー川流域において、洪水時に住民が適切に避難できる体制を構築することを目的とし、気象局及びレスキューの洪水警報発出にかかる能力強化、地方防災関係機関の啓発能力強化、防災関連機関の応急対応能力の強化を図るもの。
開発計画調査型技術協力プロジェクト	2002～2003	ライヌラー川流域総合治水計画調査	イスラマバード及びラワル・ピンディー市街地及びその周辺地域における治水安全度の向上と、沿川地域の生活環境改善を図るためのライヌラー川流域総合治水計画マスタープランを策定し、最も経済的かつ効果的な手法により、同河川及び流域管理のための具体的方策を提案することによって、地域住民の福祉の向上に寄与するもの。
開発計画調査型技術協力プロジェクト	2010～2013	国家防災管理計画策定プロジェクト	国家レベルの防災対策の基本となる計画の策定を行うとともに、実行支援のプロセスを通じてパキスタン国内の防災行政機関の能力強化を図り、自然災害による住民被害の軽減に資するもの。
役務	2021～2023	パキスタン国洪水管理アドバイザー業務	FFC の治水事業に係る実施上の課題分析及び今後の治水事業計の実施に向けた助言を通じて治水事業を促進する。
技術協力プロジェクト	2022～2025 (実施中)	パキスタン国国家防災計画更新に向けた技術支援プロジェクト	「仙台防災枠組 2015-2030」で提唱された「防災の事前投資の推進」、「効果的な応急対応に向けた準備の強化」、「より良い復興」等を現在の計画に反映させる等、国家防災計画を更新する。
技術協力プロジェクト	2023～2025 (実施中)	パキスタン国 2022 年洪水を踏まえた効果的な堤防管理のための能力向上プロジェクト	パキスタンにおける気候変動の影響について分析をはじめ、インダス川流域において、堤防の現況を診断するための機材供与、堤防管理のためのアクションプランや優先事業のプレ・フィージビリティスタディを行うことにより、連邦洪水委員会の能力の強化を図り、もってインダス川流域における将来の災害リスクを考慮した地域開発に向けた防災事前投資の促進に寄与するもの。

## 1.4 他ドナーの援助動向

水文・水理観測及び河川改修に関するプロジェクトは以下の通りである。本プロジェクトと重複した援助活動はない。

### 1.4.1 アジア開発銀行（ADB）

ADB では、2022 年の洪水被害を受け、KP 州、シンド州及びバロチスタン州を対象に、河川改修事業を含む「Emergency Flood Assistance Project」を実施中である。予算は約 531 million USD、プロジェクト期間は 2025 年までである。現在は、プロジェクト候補箇所のロングリストを作成し、復旧方針を検討中で、2023 年までに位置を決定し、2024 年には工事を開始したいとのことである。

このプロジェクトのロングリストには、KP 州ハザラ地区の河川護岸の復旧が含まれており、本業務で選定していたプロジェクト候補地と重複があった。これは、ADB が KP 州から洪水被害について、本業務と同様の情報提供を受けていたためである。

ADB プロジェクトの候補地点は、現地調査結果から、優先地点とその他の地点に分かれている。本業務でも同様の候補地点を考えていることを ADB に伝えたところ、以下の回答であった。

- どちらの資金を使って復旧するか、最終的な決定権は KP 州にある。
- JICA の無償資金協力で復旧を行う箇所については、ADB の方は Loan Project であるため、KP 州としては、JICA の選択を優先する可能性が高い。ADB の方としても、数か所が優先実施箇所から抜けても基本的には問題ない。
- KP 州の全体で見ると、ADB の中でハザラ地区の優先順位は高くない。しかし、ADB 側で詳細設計が実施中であるため、なるべく早く、こちらのプロジェクトで実施する箇所を PID-KP、ADB に連絡する必要がある。また、ADB の優先実施箇所を JICA で行うかは、(ADB プロジェクトの方が早い) 復旧箇所の緊急性等も考慮に入れて、KP 州に判断してもらう必要がある。

ADB との協議の結果、最終的に JICA 側の選定結果が優先されることとなった。ADB に対しては JICA の選定箇所を伝えており、KP PID の担当者もこれに合意している。

### 1.4.2 世界銀行（WB）

WB は、水理水文観測に関連し、2019 年に下表に示すプロジェクトを実施しているが、本プロジェクトにおける水文・水理観測網の整備と重複する援助計画はない。また、PMD と洪水予警報システム（Early warning system）構築プロジェクトを実施しており、気象レーダーを設置予定である。さらに、Automatic Weather Station（AWS）をパキスタン全土で 300 か所設置する計画を有している。

表 1.4.1 他ドナーの援助動向

援助機関	年	プロジェクト	プロジェクト費用	援助内容
世界銀行	2019	世界銀行の資金提供による、自動気象観測所 12 か所の必要機材の調達、設置、試運転、及び洪水観測所 34 か所の改修	外国からの設備投資額：USD 1,194,386.77 国内の設備投資額：PKR 4,650,000	4 か所の洪水予報観測所の改修 12 か所の新たな自動気象観測所の設置

WB は、KP 州ハザラ地区では治水プロジェクト等は実施していない。ただし、パキスタン南部のシンドやバロチスタンで大規模な治水関連プロジェクト（約 700 億円規模）を実施している。これには、シンド州のマンチャール湖の洪水吐ゲートも含まれている。

#### 1.4.3 国連開発計画（UNDP）

UNDP は、KP 州ハザラ地区では治水プロジェクト等は実施していない。水理水文観測についても同様に、実施中の案件はない。現在は、シンド州及びバロチスタン州で洪水対策のプロジェクトを検討中とのことである。また、UNDP の援助は借款ではなく無償資金援助が中心で、規模は大きくないとのことである。

#### 1.4.4 国連教育科学文化機関（UNESCO）

UNESCO は土木系のプロジェクトを行っていない。一方、水理水文観測については、「洪水警報及び管理能力強化計画（UNESCO 連携）」を 2010 年～2019 年に JICA と協働で実施し、PMD への機材供与・技プロをおこなっている。この際は、ICHARM、JAXA とも協働しており、PMD は IFAS/RRI モデル、衛星写真の使い方等を学んだ。機材は 35 の AWS (Automatic Weather Station) を供与し、4~5 か所が故障しているが、残りは現在も稼働中である。携帯電話の電波を利用しており、通信能力は高い。現在は、上記のプロジェクトに続く PMD との新規プロジェクトを検討中であるが、まだ具体的な案はできていない。

#### 1.4.5 その他各国ドナー

フランス開発庁(AFD)が、WAPDA を対象に以下のプロジェクトを実施しているが、本プロジェクトとの重複はない。その他の各国ドナー（USAID、KOICA、GIZ 等）の援助について、C/P 機関にヒアリングしたところ、現在実施中のプロジェクトは確認できなかった。

表 1.4.2 AFD の援助動向

援助機関	年	プロジェクト	プロジェクト費用	援助内容
フランス開発庁(AFD)	2019	フランス開発庁の資金提供によるワルシヤク水力発電第 2 次改修事業のもと、WAPDA の水文研究部の洪水遠隔予報観測所 8 か所と気象遠隔予報観測所 1 か所の必要機材の調達、接地、試運転	外国からの設備投資額：USD 606,025.48 国内の設備投資額：PKR 54,814,000	8 か所の洪水予報観測所の設置 1 か所の自動気象観測所の設置

## 第2章 プロジェクトを取り巻く状況（機材）

### 2.1 プロジェクトの実施体制

図 2.1.1 に示したように FFC をプロジェクト全体の管理執行機関とした実施体制で本プロジェクトが実施されることで、パキスタン側関係機関と合意がされている。

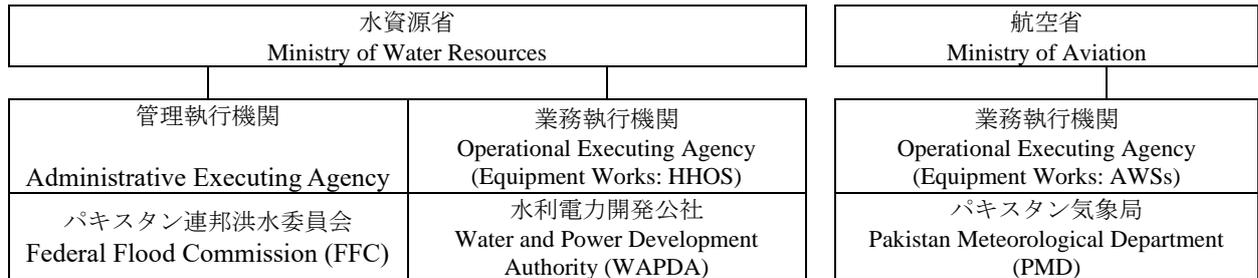


図 2.1.1 プロジェクトの実施体制

#### 2.1.1 組織・人員

<FFC>

本プロジェクト全体の管理執行機関である水資源省傘下の FFC は、1977 年 1 月に国家レベルでの統合的な洪水管理を目的として設立された組織である。Chief Engineering Advisor/Chairman Federal Flood Commission をパキスタン連邦洪水委員会の議長として、幹部職員約 20 名、一般職員約 130 名（現地調査時点）の小規模な組織であるが、主に国家洪水防御計画の作成と、州及び連邦の各関係機関の調整等を担当している。

FFC の組織図を次ページに添付した。

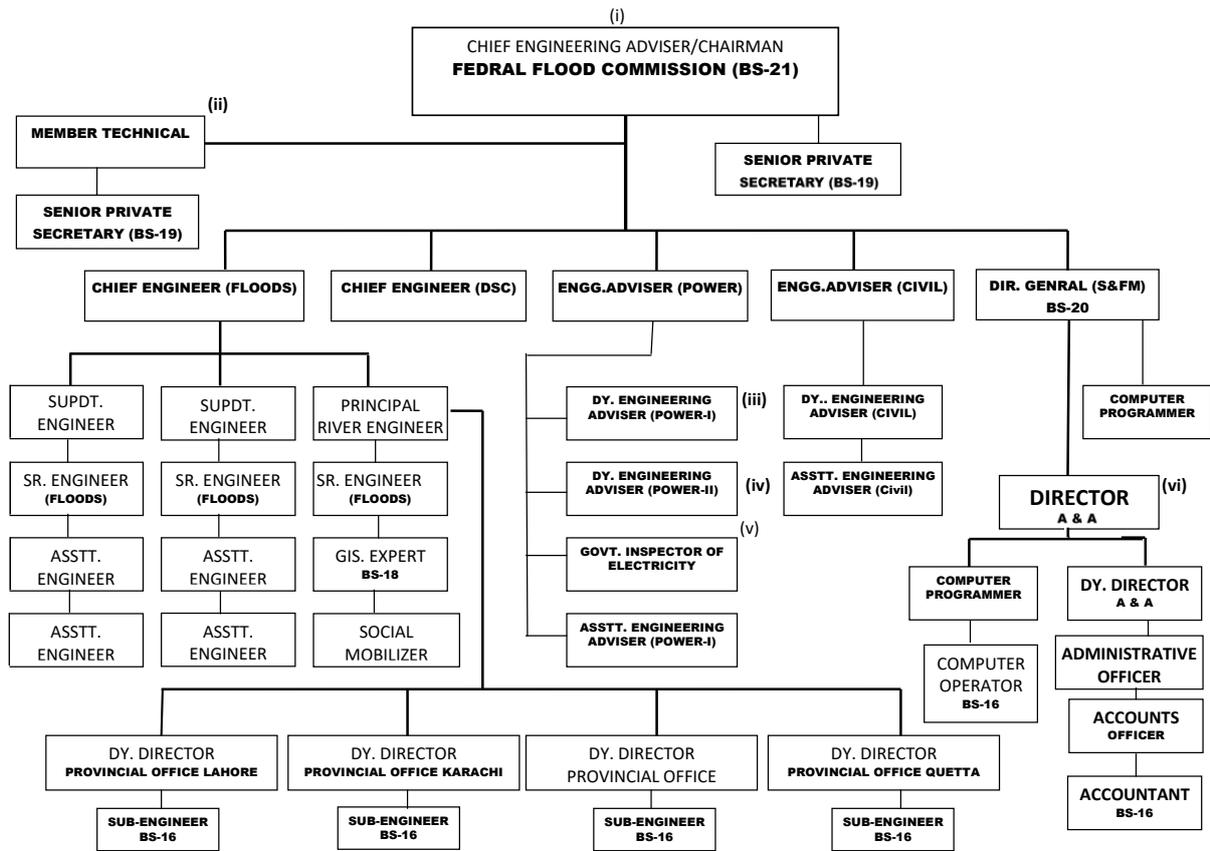


図 2.1.2 FFC (パキスタン連邦洪水委員会) 組織図

< WAPDA >

本プロジェクト全体の業務執行機関である水利電力開発公社 (Water and Power Development Authority: WAPDA) は、パキスタンの水力及び電力資源の総合的且つ迅速な開発と維持を目的として、1958年に設立された組織である。また WAPDA には、農業を中心とするパキスタン経済の強化を目的として、土壌の塩分濃度と浸水を制御する役務も付帯されている。そのため WAPDA は、水資源省の傘下、主に以下に列記したプロジェクトの調査、計画、実行の任務が与えられている。

発電、送電、配電

灌漑、給水、排水

浸水防止と塩分を含む土地の再生

また WAPDA は約 24,000 名の職員を要する大組織であり、その経営陣は、代表理事 (Chairman) と、水・電力・財務局をそれぞれに統括する 3 名の理事 (Member) で構成されており、理事は各局の運営のため、各局を構成する複数の部に配置した部長 (General Manager) を通して各部門の業務を統括している。

本プロジェクトの WAPDA 側の実施機関は、図 2.1.3 の太線で示した水資源管理部 (Hydro Resources Management: H&R) であり、職員数は約 750 名 (現地調査時点) である。

WAPDA の組織図を以下に添付した。

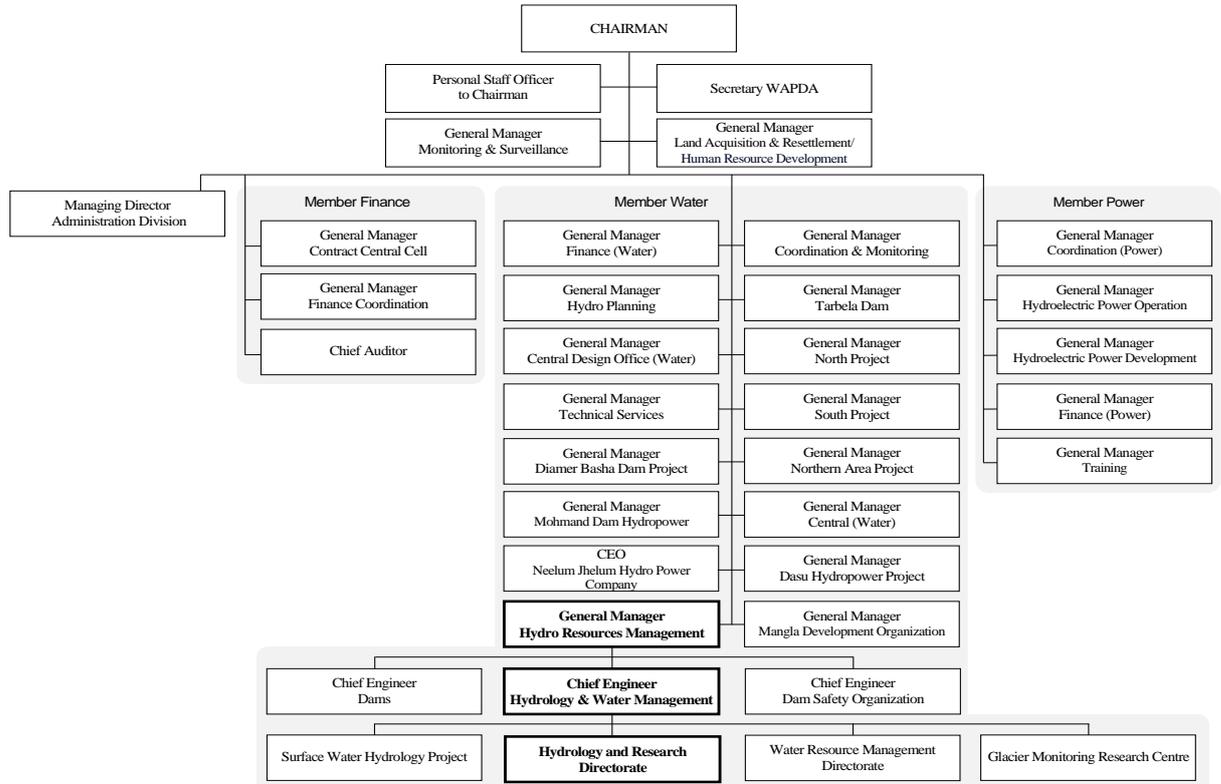


図 2.1.3 WAPDA (水利電力開発公社) 組織図

<PMD>

パキスタンの気象業務を行う唯一の政府機関である PMD は、イギリス植民地からの独立を契機に 1947 年に設立され、現在は航空省を上部官庁として、全職員数は約 2,200 名（現地調査時点）である。イスラマバードにある PMD 本局を中枢として、全国をカラチ、ラホール、クエッタ、ペシャワール及びギルギッド-バルチスタンの 5 つの気象管区に分けて、地方気象センターを配置して気象業務を行っている。世界気象機関（World Meteorological Organization: WMO）及び国際民間航空機関（International Civil Aviation Organization: ICAO）が定める国際規則に従って、気象・気候に関する情報、悪天候時（サイクロン、大雨、強風、雷災）の注意報や警報等を一般国民、農業、エネルギー、漁業、船舶等の分野に提供しているほか、気象に関する教育・研修活動も行っている。

PMD の組織図を次ページに添付した。

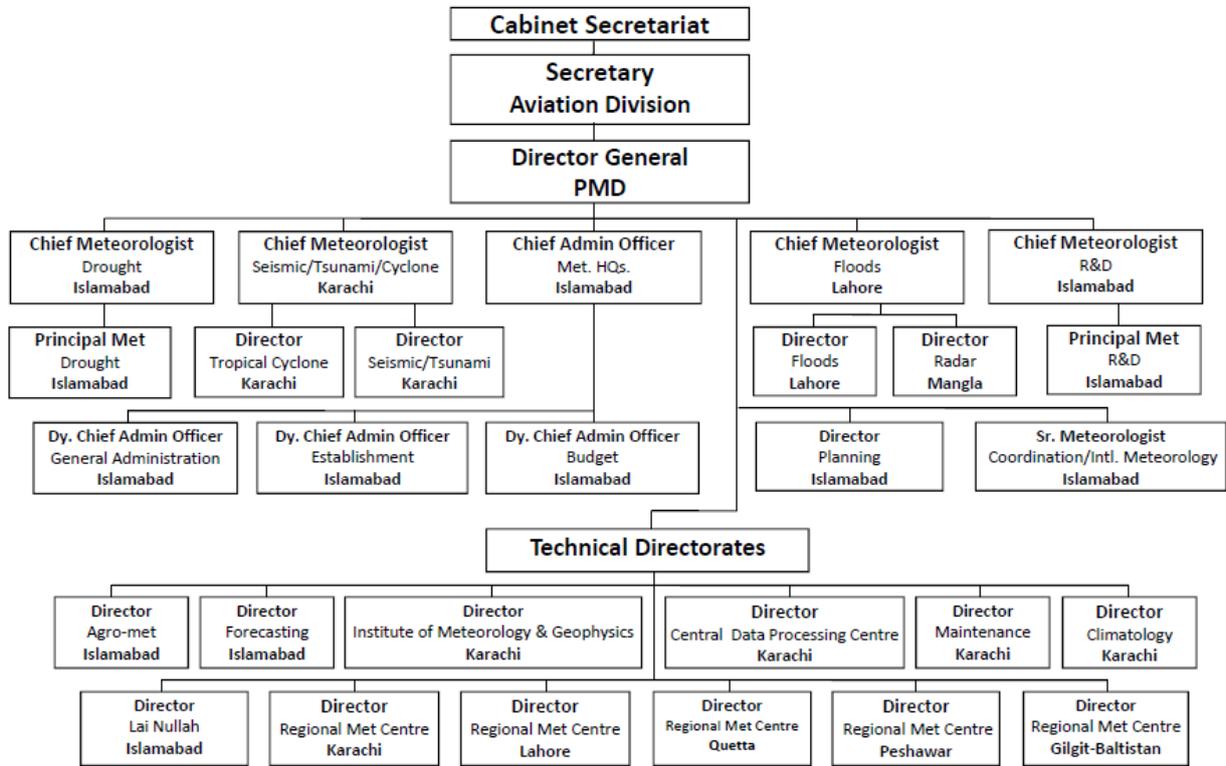


図 2.1.4 PMD（パキスタン気象局）組織図

2.1.2 財政・予算

パキスタンの会計年度は、7月1日から翌年6月30日までである。表 2.1.1 は、パキスタンの会計年度 2013-14 年度から 2023-24 年度までの 10 年間の FFC、WAPDA（H&R）及び PMD の年間予算及びその内訳を示している。年間予算は 10 年前と比較すると 2 倍強に増加している。プロジェクトが実施される場合には、プロジェクト実施・開発費として PC-I の承認により、特別予算が割り当てられる仕組みになっている。

表 2.1.1 FFC の年間予算内訳

(1,000 ルピー)

予算項目	2013-14	2014-15	2015-16	2016-17	2017-18	2018-19	2019-20	2020-21	2021-22	2022-23
人件費 (職員給与)	59,728	60,811	48,110	62,796	26,674	81,099	58,000	101,208	117,625	126,775
公共料金	2,034	2,870	2,790	3,122	3,364	5,476	5,057	7,553	10,285	10,130
事務所維持管理費	268	441	501	691	572	602	747	841	1,123	2,024
機材維持管理費	8,451	10,532	14,194	15,307	13,442	18,199	20,196	34,165	40,717	38,749
計	70,480	74,654	65,595	81,915	44,052	105,376	84,000	143,766	169,750	177,678

表 2.1.2 WAPDA の H&R の年間予算内訳

(1,000 ルピー)

予算項目	2013-14	2014-15	2015-16	2016-17	2017-18	2018-19	2019-20	2020-21	2021-22	2022-23
人件費 (職員給与)	36,150	37,330	39,429	45,591	54,868	71,154	93,273	66,971	70,775	67,258
職員退職手当	5,094	5,353	41,998	57,580	62,262	32,854	25,899	29,232	36,541	79,061
公共料金	4,269	4,825	5,811	5,015	5,405	8,659	7,963	7,377	9,024	0,393
事務所維持管理費	0,26	0,233	0,356	0,435	0,550	0,819	0,457	0,452	0,3268	0,181
機材維持管理費	4,345	3,727	4,032	22,492	21,297	20,626	8,420	6,210	7,410	2,601
計	50,118	51,468	91,626	131,113	144,382	134,112	136,012	110,242	124,076	149,494

表 2.1.3 PMD の年間予算内訳

(1,000 ルピー)

予算項目	2013-14	2014-15	2015-16	2016-17	2017-18	2018-19	2019-20	2020-21	2021-22	2022-23
人件費 (職員給与)	676,298	732,854	819,000	870,000	908,741	1,035,000	1,074,000	1,133,780	1,145,169	1,503,184
交通費、研修費、 公共料金、通信費等	95,279	107,849	110,822	114,018	122,433	129,887	125,517	161,482	163,697	414,160
職員退職手当	7,470	11,160	12,926	16,677	16,260	21,219	27,445	24,692	26,058	34,187
政府補助金、助成 金、貸付金	4,000	4,445	4,450	2,034	2,242	15,858	222	290	460	18,521
転勤費用	80	87	101	101	121	131	0	0	0	0
機材購入費等	10,508	13,722	15,551	17,314	17,995	20,881	57,100	16,328	15,799	37,422
工事関連費	250	278	1,400	1,872	2,825	3,246	1,648	2,156	0	0
機材・施設修理 及び維持管理費	3,335	3,974	4,750	5,921	8,670	8,778	7,068	8,883	7,817	29,519
計	797,220	874,369	969,000	1,027,937	1,079,287	1,235,000	1,293,000	1,347,611	1,359,000	2,036,993

### 2.1.3 技術水準

世界銀行を含め複数の援助機関により整備された 39 か所の WAPDA 既設河川観測点に対しては、WAPDA の人員と予算が適切に配置されていることから、WAPDA の管理体制が整っていることが確認できている。そのため、既設河川観測点の半数以上は世界銀行の WCAP プロジェクトにて整備されたが、1992 年から 2021 年の更新を経て 30 年以上の長期にわたり適切に運用維持管理されており、現在も良好に稼働している。WAPDA は本プロジェクトにて導入される機器の維持管理のために、前述の既設河川観測点の運用維持管理経験を有する職員を中枢として運用維持管理のため 4 チームを組織することを確約しており、これにより各チームが十数か所を担当することで効率的且つ重点的に担当機材の維持管理を行うことが可能となる。更に、本プロジェクトで導入予定の機材は、既設の観測機材と比較して新型の機材となるが、機材のデジタル化に伴うユーザの利便性向上は日進月歩であり、新型の観測機材は旧式のものより扱いやすく改善されていることから、本プロジェクトで導入予定の機材にかかる研修を実施することにより、本プロジェクトにおいて 45 か所を増やしても

技術的且つ人的に問題なく、円滑な運用維持管理ができるものと示唆される。

ラホール中央データ管理センターを整備予定の H&R WAPDA Office には、世界銀行により整備された電波式水位計の観測データを集約するサーバが稼働中であり、WAPDA 技術職員により維持管理が行われており、現地調査時には清掃も含め良好に維持されていた。当該サーバは Windows サーバであり、聞き取りによると Linux サーバの経験が豊富であるとは言えないものの、ソフトコンポーネントによる技術指導により、十分対応可能である。また、機材供与後の維持管理を主導する WAPDA 及び FFC の技術職員は、大学で電気工学や電子工学を専攻していることから、水文・水理観測システム及び中央データ管理センターにおける故障探求、原因特定、部品の交換及び動作確認を系統的に実施可能であると考えられる。以上のことから、本案件にて整備予定の水文・水理観測システム及び中央データ管理センターの維持管理における技術的な問題はないと考えられる。

PMD 本局及び地方気象センターに配置されている技術職員は、専門学校・大学卒業後または修士課程修了後数年～十数年程度の気象レーダーを主軸とした気象観測機器に関する故障探求やその後の不良部品の抽出、交換及び調整等、幅広い技能と作業経験を豊富に有している。加えて、日本政府の無償資金協力でパンジャブ及びシンド州の PMD 既設気象観測所に整備された 45 式の自動気象観測システム（2021 年完成）の運用維持管理経験を有しており、2024 年 7 月時点で 9 割以上のシステム稼働率を維持している。更に、PMD 本局に設置されている自動気象観測システム受信装置のハードウェア及びソフトウェアについての知識も豊富に持ち、取扱いについても熟知していることから、PMD 本局及び地方気象センターに配置されている技術職員の自動気象観測システムに関する運用維持管理の技術面及び各 PMD 既設気象観測所への技術支援に関する懸念はないものと捉えられる。その一方で、KP 州の PMD 既設気象観測所に対する自動気象観測システムの整備は途上である。本プロジェクトで整備予定の 5 式の自動気象観測システムは、監視対象河川の上流の大雨やその他の気象現象を把握する重要な役割が期待されている。しかし現状では、KP 州の州都ペシャワールの地方気象センター技術職員のうち、自動気象観測システムの運用維持管理経験を有する職員は限られた状態であり、加えて、導入予定の機材は新型の自動気象観測システム機材となる。よって、本プロジェクトで運用維持管理にかかる研修を実施することにより、KP 州の PMD 技術職員の技術・技能の向上と円滑な運用維持管理の実施が可能となるものと判断できる。

#### 2.1.4 既存施設・機材

##### <既存の水位計・雨量計の調査>

サイト 7 番（Motorway Bridge Talab Wala）付近にある、WAPDA 所有の既設洪水予報テレメトリー観測所 Alaxendra を調査した。当観測所では気温や日射量等の気象要素に加えて、バブル式の水位計を用いて Chenab 川の水位を観測しているが、接触型であるバブル式水位計の保守管理が困難であることに加え、水位のみの観測では、流速及び流量の把握が困難であることから、パキスタン国家洪水対策・遠隔計測ネットワークマスタープランにおける目的である早期洪水予警報の実施に資するため、WAPDA からは非接触型である水文・水理観測システムの設置が要望された。

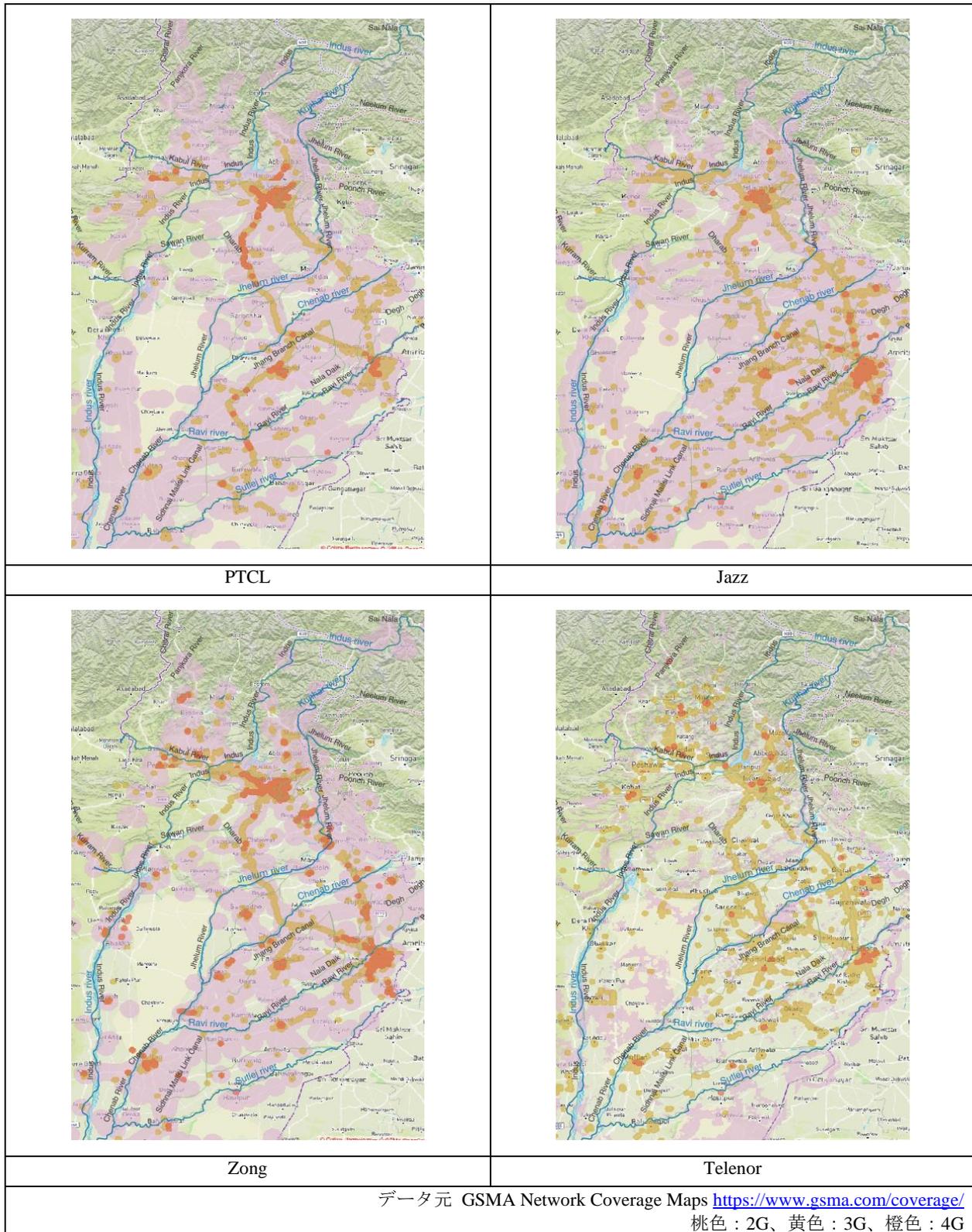


## 2.2 プロジェクトサイト及び周辺の状況

### 2.2.1 関連インフラの整備状況

パキスタンの主要携帯電話会社は PTCL、Jazz、Zong、Telenor の 4 社であり、表 2.2.1 に示した世界的な携帯通信網の業界団体である GSM Association (GSMA) が公開している、パキスタンにおける携帯通信網のカバレッジマップによると、水文・水理観測システムの設置対象となる主要河川流域では、4 社のうち少なくとも 1 社、多くの場所で 2 社以上がサービスを提供していることが把握できることに加え、現地調査においても確認ができています。更に、GSMA 発行の 2020 年国別レポート (Pakistan: progressing towards a fully fledged digital economy) によると、パキスタンにおける 3G/4G 携帯電話サービスの人口に対するカバー率は 80%に達している一方で、その内、54%が携帯電話サービスに加入していない状況であるため、通信インフラの整備が先行しており、今後ユーザ数の伸びが期待される。また「物のインターネット」(Internet of Things: IoT) 目的での利用も急速に伸びており、2025 年には 380 万回線の IoT 接続が見込まれている。通常ユーザが利用するウェブサイト閲覧や動画視聴等と異なり、IoT 向けには低遅延、低容量、安価なサービス等が提供され、本プロジェクトにて整備される計画の水文・水理観測システムの通信にも適している。

表 2.2.1 パキスタンの携帯電話会社のサービス提供範囲



## 2.2.2 自然条件

本プロジェクト機材側の主要コンポーネントである、全ての水文・水理観測システムは、橋上欄干上部に据付を行い、河川の増水時においても被害が最小限となるように計画されている。また中央データ管理センターを構成する機材は、FFC 本局内及び水利電力開発公社ラホール分所 (H&R WAPDA Office) の施設内に整備される計画である。更に、自動気象観測システムについても、KP 州の PMD 既設観測所の露場内に整備される計画であることから、地質調査等の自然条件調査の実施は必要とされていない。

## 2.2.3 環境社会配慮

上述のように、水文・水理観測システムは、全て橋上欄干上部への設置であり、自動気象観測システムに関しては、KP 州の PMD 既設観測所の露場内に整備される計画であることから、各州 (KP 州、Punjab 州) の環境保護庁 (Environmental Protection Agency: EPA) より環境関連の手続きは不要であることが確認できている。

## 2.3 当該国における無償資金協力事業実施上の留意

<PC-I フォーム>

PC-I フォームは計画の根源であり、また要請の全てが集約されることから、PC-I の承認は、プロジェクトの実施に不可欠なものである。本プロジェクトの場合、承認された PC-I フォーム内に記載されている予算額と本プロジェクトの援助額、計画機材項目と本プロジェクトの対象となった機材項目が異なることから、PC-I フォームの再承認が必要となる。また本プロジェクトの全体コストは、75 億パキスタンルピー未満であることから中央開発部会 (CDWP) の承認が必要となる。

PC フォームには、表 2.3.1 に示す 5 つのフォームがあり、FFC は、PC-II を除く全てのフォームを作成して、計画委員会 (Planning Committee) へ提出する必要がある。本プロジェクトの持続性を確保するため、プロジェクト完了後に必要となる運用維持管理費、人員の雇用・配置等がパキスタン政府により担保されるには、PC-IV フォームの承認が不可欠となる。そのため、プロジェクト完了直前に FFC、WAPDA、

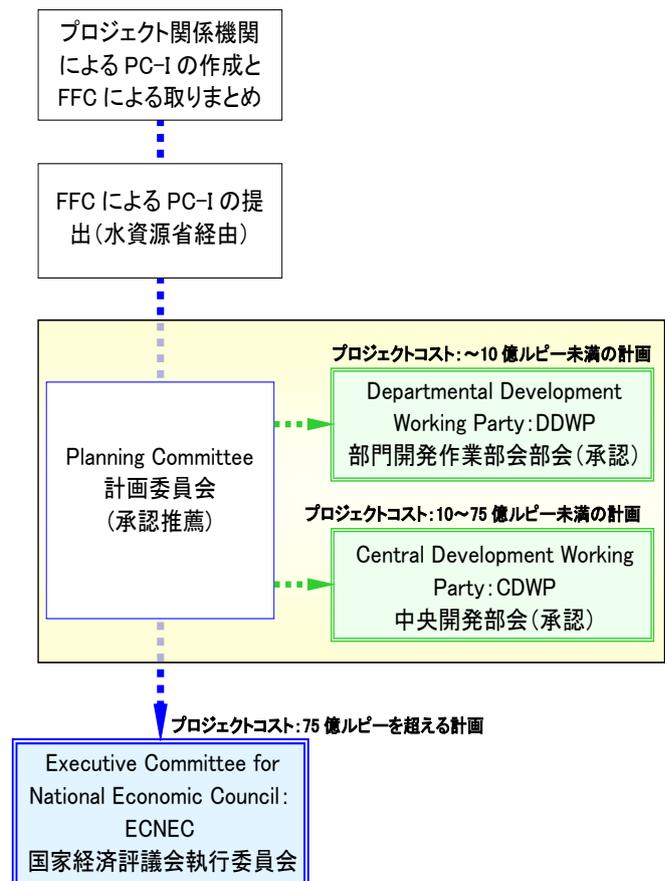


図 2.3.1 PC-I フォームの承認

PMD に対して PC-IV フォーム作成支援を実施する必要がある。

表 2.3.1 PC フォームの種類と目的

PC フォームの種類		PC フォームの目的
PC-I	プロジェクト詳細の承認	プロジェクト実施のための各詳細内容（プロジェクトコンポーネント、初度経費、運用維持管理費、人員確保、プロジェクトコスト、プロジェクト実施体制等）の承認を得るためのフォーム
PC-II	プロジェクトの実施可能性調査の承認	プロジェクトの実施可能性調査内容の承認を得るためのフォーム
PC-III	プロジェクトの実施月毎進捗報告書	プロジェクト実施の月毎の進捗報告を行うためのフォーム
PC-IV	プロジェクト完了後に関する承認	プロジェクトの完了後に必要となる運用維持管理費、人員の雇用・配置等に関する承認を得るためのフォーム
PC-V	プロジェクト完了後 5 年目の報告書	プロジェクト完了後 5 年目の状況報告を行うためのフォーム

## 2.4 その他

<プロジェクトの実施とグローバルイシュー（ジェンダー）>

社会における固定的な男性と女性の役割及び責任は、その地域の人々の価値観、宗教、文化、伝統、慣習等によって無意識のうちに規定されていることが多く、政府政策や制度、組織等もその影響を受けていることが多い。パキスタンでは、労働市場に参加している女性の割合は、現在も低い水準に留まっている。そのため、本プロジェクトで整備が計画されている水文・水理観測システム及び中央データ管理センターの運用維持管理においても、女性技術職員の配置が想定されることから、誰でも性差なく容易に運用維持管理ができるように機材計画を実施する。

## 第3章 プロジェクトの内容（機材）

### 3.1 プロジェクトの概要

河川監視能力強化のための KP 州及びパンジャブ州に位置する 45 か所の観測サイトへの水文・水理観測システムの設置に加え、災害管理関係機関との河川観測データ共有のためのパキスタン連邦洪水委員会（FFC）及び水利電力開発公社ラホール分所（H&R WAPDA Office）における中央データ管理センターの構築を通して整備される本プロジェクトの水文・水理観測網は、災害管理関係機関による河川情報、洪水予警報、避難命令などの国民への迅速且つ適時な提供（アウトカム）を可能として、もってパキスタンの洪水災害による被害の軽減（インパクト）に寄与するものである。

### 3.2 協力対象事業の概略設計

#### 3.2.1 設計方針

##### (1) 基本方針

- 河川情報を正確且つ迅速に伝達することで、パキスタン国民の生命と財産を洪水災害から保護することに寄与し、社会基盤の改善に貢献できるよう設計する。
- 河川を 24 時間体制でリアルタイムに監視することができるよう設計する。
- 迅速且つ適時の河川情報、洪水予警報、避難命令の提供が可能となるよう設計する。
- 河川の監視能力を向上させることで、洪水による人的・経済的損失の軽減を図ることが可能となるよう設計する。
- パキスタンの河川監視網の重要な役割を担うことが可能となるように計画する。

##### <機材の設計方針>

- 洪水災害軽減に寄与することが可能となるシステム設計を行う。
- 水文・水理情報を正確且つ迅速に伝達することでパキスタン国民の生命と財産を災害から保護することに寄与し、社会経済活動の安定に貢献できるよう設計する。
- 河川を 24 時間体制でリアルタイムに監視することができるよう設計する。
- 各災害管理関係機関に対する迅速な水文・水理情報の提供が可能となるよう設計する。
- 河川の監視能力を向上させることで、洪水災害による人的・経済的損失の軽減を図ることが可能となるよう設計する。
- プロジェクト実施機関（FFC 及び WAPDA）の技術レベル、運用維持管理能力に適した事業内容、規模となるように設計する。
- 停電及び落雷による影響が最小限となるようシステム計画を行う。

- 水文・水理観測システムに供給される電力に自然太陽光発電を利用して、CO<sub>2</sub>排出量がゼロとなるように設計する。

## (2) 自然環境条件に対する方針

### a. 気温・湿度

高温（外気温が 50℃）多湿な環境下においても良好に水文・水理観測システムが稼働する仕様とする。また中央データ管理センター整備のために調達される機材は、室温及び湿度を一定に保ち、適切な環境下にて良好に稼働させるため、冷房設備の設置を計画する。

### b. 降雨

大雨時においても、水文・水理観測システムが問題なく稼働して、中央データ管理センターに対して定時の観測データの送信が可能となる計画とする。

### c. 洪水

水文・水理観測システムは、橋上欄干上部に据付を行い、河川の増水時においても被害が最小限となるように計画する。

### d. 雷

水文・水理観測システムには、雷サージの侵入を防止するため、外部からの電源及び信号ケーブルの接続を行わない設計とする。また雷が中央データ管理センター機材に甚大な被害をもたらすことも予想されることから、被害を最小限に食い止めるために、ラホールの水利電力開発公社ラホール分所（H&R WAPDA Office）及びイスラマバードのパキスタン連邦洪水委員会（FFC）の中央データ管理センターの構築場所である既施設内には以下の避雷・接地設備を計画する。

- 屋上に避雷針の設置
- 最上階パラペット上に棟上避雷導体の設置
- 引下げ避雷導体の設置
- 環状接地極方式の採用

### e. 風速

河川の流速が遅く（1m/s 以下）、風が強い場合においては観測に対する影響が出るのが考えられるが、流速の上昇に伴い、風の影響が相対的に小さくなるように機材計画を行う。

### f. 地震

ラホールの水利電力開発公社ラホール分所（H&R WAPDA Office）及びイスラマバードのパキスタン連邦洪水委員会（FFC）に整備予定の中央データ管理センターの構築場所は、一定程度の耐震性を有している既施設内を候補場所として計画する。

(3) 社会経済条件に対する方針

パキスタンにおける洪水は、人命や財産の損失及び社会経済活動の停滞をもたらすだけでなく、貧困層に対して大きな打撃を与えることから、パキスタン政府の各防災関連機関がプロジェクトにおいて調達される機材を活用して、KP 州及びパンジャブ州の広域に渡る精度の高い河川観測の実施と、河川情報及び洪水予警報などを国民への安定的且つ持続的に提供できるように計画を行う。

(4) 現地業者の活用に係る方針

機材据付工事は、日本人機材据付技術者の監督の下、現地電設工事業者などをサブコントラクターとして有効に活用する。

(5) 日本企業活用に係る方針

パキスタンからの要望を満足しつつ、日本の機材メーカーが参入可能な計画とする。

(6) 運営・維持管理に対する対応方針

1) 操作が容易なシステム

各システムは、洪水災害軽減のための河川監視能力の強化をサポートするものであることから、システムの複雑な操作が少なく、迅速に各種データの処理、解析、表示、送受信などを行うことが可能となるよう計画する。

2) 点検修理などが容易なシステム

機材の交換部品や消耗品が最小限となるよう計画し、定期点検が容易で且つ部品交換が短時間でできるよう機材計画を行う。

3) 運営維持管理費の低減

運営維持管理費の長期にわたる確保を容易とするため、以下の対策を機材計画に盛り込む。

表 3.2.1 水文・水理観測網機材の設計検討項目

対応すべき問題点	キーポイント	対応策案
雷サージの侵入	直流電源 (DC) による駆動	商用電源を必要としないシステムとして、システム全体が直流電源 (DC) による駆動となるように設計する。これにより、商用電源経由で雷サージがシステム内へ侵入することを阻止することが可能となる (雷直撃の場合は、防御手段はない)。
	避雷	機材用アレスタを採用し、避雷性能を向上させる。
停電によるシステム停止	ソーラーパネル発電システム及びバッテリー (蓄電池)	発電効率の高いソーラーパネルによる自家発電システムを構築して導入される観測機材が消費する電力を賄う。
バッテリーの劣化促進		メーカー長寿命保証の付いたバッテリーを採用する。バッテリーは温度が 25°C を超えると劣化スピードが極端に加速することから、バッテリー収納ケースは、断熱効果の高いものを選定し、据付け場所も自然放熱効果が高まるように設計する。
過充電	充電装置	自動充電、充電完了後はトリクル充電又は浮遊充電に自動切り替えするように設計する。充電装置入力側に過電流遮断器、配線用遮断機を設ける。
高額な通信費用	データ送受信方式	GSM/CDMA (携帯電話) を利用した観測データの送受信が可能となるよう設計する。これにより、通信費用を低く抑えることが可能となる。
故障時の復旧遅延		故障時は GSM/CDMA モデムの交換により、比較的容易に復旧が可能となる。

対応すべき問題点	キーポイント	対応策案
稼動状況の不定期確認	診断・校正手法	デジタルシステムとして、ネットワーク経由で遠隔での校正、診断が可能となるよう設計する。
	稼動状況確認	自己診断機能とソフトウェアによりシステム運用が可能となる。
機材適時更新	データ通信及び中央観測データ管理センター機材	汎用 PC を採用し、現地での修理、拡張、更新が容易となるよう設計する。
		TFT 液晶モニタ（寿命約 30,000 時間）を採用し、長寿命、省電力及び容易な交換を実現する。
複雑な運用・維持管理	ソフトウェア／伝送方式	データ送信間隔を遠隔設定できるようにする。
収納ケース内部の温度上昇によるシステムトラブル及び雷サージの侵入	観測用データロガー及びデータ送信装置 収納ケース	断熱効果の高いもの（ケース内部にインスレーション材が充填してあるもの）を選定する。ケース上部約 10cm の高さに幅広・出長の底を設ける。これによりケース上部に空隙ができ、放熱効果が高まるほか、直接、日差しを受けないようにする。 ゴムパッキンにより収納ケースを絶縁して、雷サージがシステム内へ侵入する可能性を低減する（雷直撃の場合には、防御手段はない）。
駆動部故障の高発生率	観測用データロガー	ハードディスクは、駆動部分があることから故障し易いため、メモリ式記録装置のものを採用する。

### (7) 施設及び機材などのグレードの設定に係る方針

水文・水理観測網の整備に必要な機材は、大雨、暴風雨及び落雷などに対して強靱で、且つ 1 年を通して 24 時間体制で稼動することが可能な機材グレードを目指すことを方針とする。

### (8) 工法／調達方法、工期に係る方針

水文・水理観測関連機材に関しては、現地での調達が難しいことから、観測精度、信頼性、耐久性が防災管理業務に耐えうるものとして確認されている日本製又は経済協力開発機構（Organisation for Economic Co-operation and Development : OECD）加盟国製とする。またパキスタンでは、6 月～9 月は雨期（モンスーン期）であることから、工事工程に対する配慮が必要である。

### (9) 施工監理に係る方針

本プロジェクトは、水文・水理観測関連機材、通信機材の調達・据付工事から構成されていることから、施工監理において、各工事の整合性を確保して効率的なプロジェクトの実施を図ることを方針とする。

### (10) 安全対策に係る方針

プロジェクト実施期間中の安全を確保するため、FFC 及び WAPDA を含め、JICA パキスタン事務所と準備調査団で協議を行った結果や、JICA 安全対策ガイダンスの内容を的確に計画に反映する。

## 3.2.2 基本計画

### 3.2.2.1 現地調査結果概要

本プロジェクトで導入予定の機材は、以下のとおりである。

表 3.2.2 計画された機材及び施設の概要

主要機材	パキスタン連邦洪水委員会 (FFC)	水利電力開発公社ラホール分所 (H&R WAPDA Office)	国家防災管理庁 (NDMA)	パキスタン気象局 (PMD) 洪水予報部 (FFD)	パキスタンインダス水利委員会 (PCIW)	州灌漑局 (PID: 4 か所)	インダス川流域庁 (IRSA)	水利電力開発公社本社 (WAPDA House)	水文・水理観測サイト (45 か所) HHOS
中央データ管理センター 機材									
データ収集システム	1	1							
データ処理システム	1	1							
データベースシステム	1	1							
情報提供システム	1	1							
データ管理システム		1							
アラートシステム								1	
データ表示システム	3		1	1	1	4	1	1	
水文・水理観測システム									46
超音波ドップラー流速計	1	5							
自動気象観測システム				5					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• FFC: Federal Flood Commission</li> <li>• WAPDA: Water &amp; Power Development Authority</li> <li>• NDMA: National Disaster Management Authority</li> <li>• IRSA: Indus River System Authority</li> <li>• PMD: Pakistan Meteorological Department, FFD: Flood Forecasting Division</li> <li>• PCIW: Pakistan Commissioner for Indus Waters</li> <li>• PID: Provincial Irrigation Department</li> <li>• HHOS: Hydrological &amp; Hydraulic Observation System</li> </ul>									

プロジェクトに自動気象観測システムを含めた経緯

図 3.2.1 はパキスタンの年間降水量を表しており、北部において圧倒的に降水量が多いことが把握できる。パキスタンにおける災害を引き起こす気象現象の監視を担う PMD の経験知によると、これはモンスーン期に集中豪雨をもたらす雨雲のほとんどが、インドからパキスタンに進入し、それらの約 8 割が北上して、北部に洪水を引き起こす大雨をもたらすことに起因している。

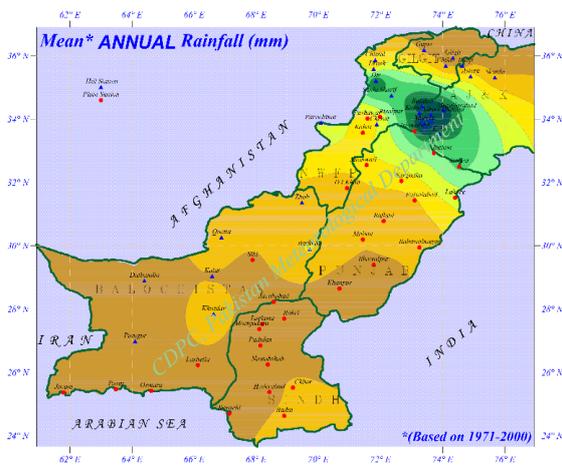


図 3.2.1 パキスタンの年間降水量分布

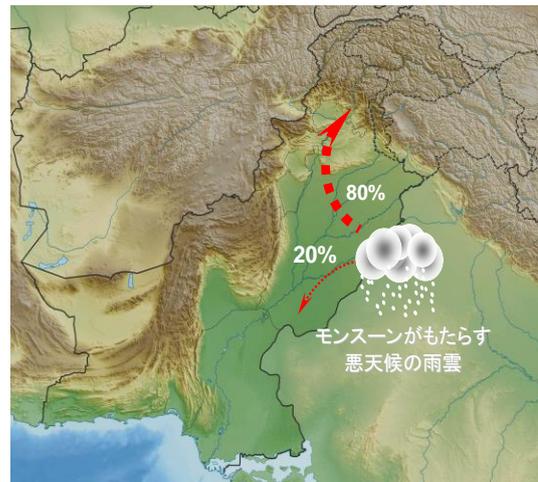


図 3.2.2 モンスーン期の雨雲の移動方向

つまり北部で降った大雨が、河川の上流域で鉄砲水や土砂崩れを発生させ、その雨水が中・下流域に流れ込んで、大規模な洪水を発生させている。そのため、洪水の早期予警報を行うには、河川監視に加え、まず洪水を引き起こす気象現象の把握が優先課題であることから、地上気象観測を実施することが求められる。

WAPDA 及び FFC からは、水文・水理観測システムに気象観測を付加するように要請を受けたが、水文・水理観測システムの設置場所である河川の橋上における気象観測は、世界気象機関の基準を満たさず、観測データの精度及び有効性に懸念があることから、パキスタンで唯一の気象組織であり、世界気象機関の基準に沿った気象観測を実施している PMD の既設観測所に自動気象観測システムを整備して、PMD 経由で FFC と WAPDA に整備予定の中央データ管理センターにおいて気象観測データを入手する計画として合意を得た。

パンジャブ州とシンド州には、日本政府の援助を得て PMD が合計で 45 か所の自動気象観測システムを整備済みであるが、パンジャブ州の北部に位置する KP 州では整備が途上である。よって、本プロジェクトでは、河川の上流域にあたる KP 州での気象観測を強化し、中・下流における大規模な洪水の早期警戒に役立てるために 5 か所の自動気象観測システムを PMD の既設観測所に整備する計画とした。PMD は自動気象観測システム運用維持管理の経験が豊富であり、観測センサー校正用の機材も日本政府の援助により整備済みであることから、気象観測データの高い精度の確保が可能であり、プロジェクト効果の向上への裨益及びパキスタンの将来的な治水対策に必要な基礎データの蓄積への寄与が期待される。

### (1) 水文・水理観測システム

水文・水理観測システムの観測項目及び観測内容は、表 3.2.3 のとおりである。水文・水理観測システムを構成する全ての機材は、雷サージの侵入の防止及び運用維持管理費の低減を主な目的として、商用電源は使用せず、全てソーラーパネル及びバッテリー（蓄電池）から構成されるソーラーパワーシステムにより稼働させる。ソーラーパワーシステムは、イスラマバードでの日照時間をベースに発電量を算出し、無日照が 7 日間続いた場合でも、電力を供給し続けることが可能となる容量とする。また水文・水理観測システムは盗難防止の観点から、橋の欄干より約 2m 外側に伸ばして設置し、安全に保守・点検作業を実施するため、水文・水理観測システムを手元に引き寄せられる設計とする。

表 3.2.3 水文・水理観測システムの観測項目及び観測内容

観測項目	観測内容	
河川水位	電波式センサー	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 使用周波数：26GHz 帯又は 80GHz 帯</li> <li>▶ 観測限界高さ：約 30m</li> <li>▶ 測定分解能：約 2mm</li> </ul>
河川流速	電波式センサー	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 使用周波数：24GHz 帯</li> <li>▶ 観測限界流速：約 15m/秒</li> <li>▶ 測定分解能：約 1mm/秒</li> <li>▶ 観測限界高さ：約 30m</li> </ul>
河川実況	河川監視カメラ	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 5 分又は 10 分毎の頻度で静止画像を撮影し、数値データと共に中央データ管理センターに送信する</li> <li>▶ 解像度：フルハイビジョン（1,920×1,080）</li> </ul>
降水	雨量計（0.5mm 単位）	▶ 最新計測値
河川流量	超音波ドップラー流速計（ADCP）にて計測する河川断面プロファイルに基づき河川流速値から水文・水理観測システムのデータロガー又は中央データ管理センターにて算出を行う	

現地調査により収集した水文・水理観測システムの各プロジェクト候補地の情報や調査の結果概

要を次ページ以降に示した。

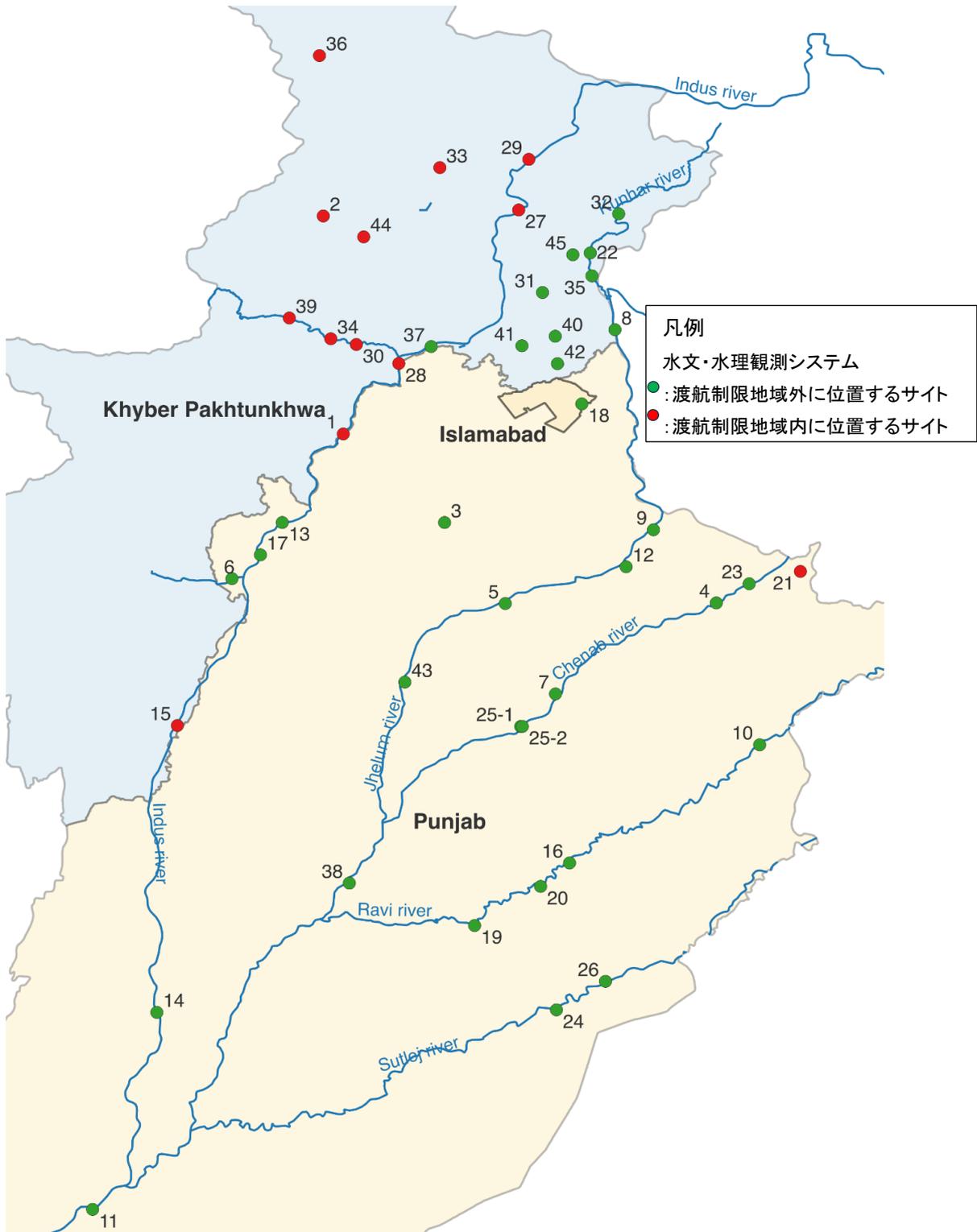
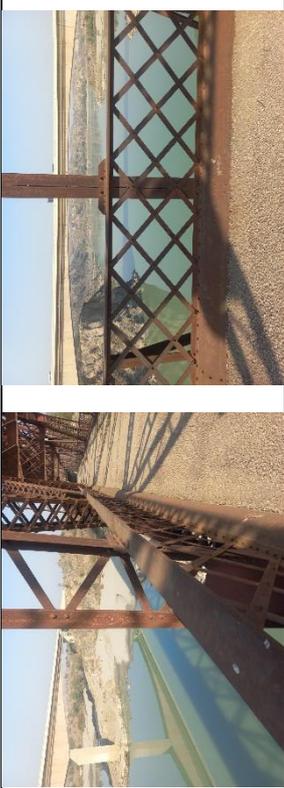


図 3.2.3 水文・水理観測システム整備対象の橋（プロジェクトサイト）

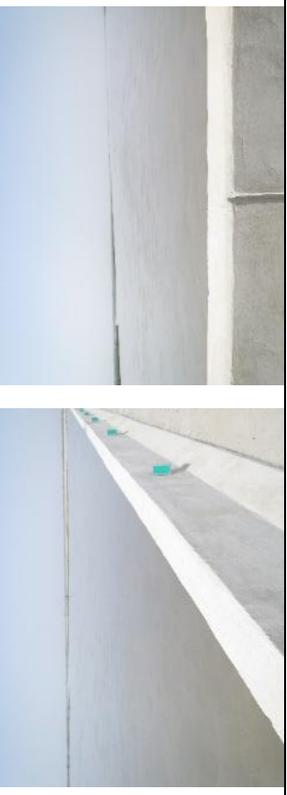
表 3.2.4 現地調査済みプロジェクト候補地の情報（パンジャブ州：24 サイト、KP 州：21 サイト）

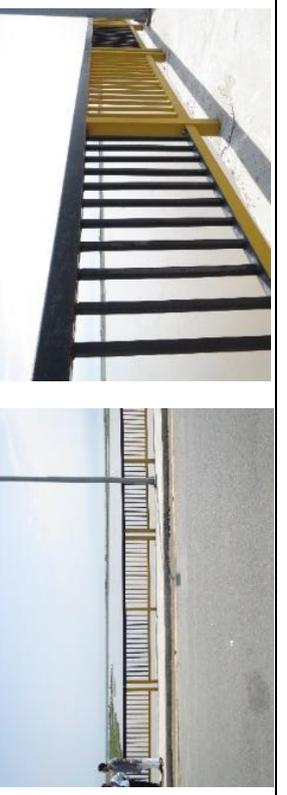
番号	サイト・河川・橋名	位置及び橋上道路面から 河水面までの距離	携帯電話 サービス有無	サイト 写真
1	<p>サイト名：Khushal Garh Steel Bridge 河川：Indus 川 橋： Khushal Garh Railway Bridge (KP 州)</p>	<p>緯度：33.480555 経度：71.909153 河水面までの距離：約 25.5m</p>	<p>Telenor: 4G Zong: 4G PTCL: 4G Jazz: 4G</p>	
2	<p>サイト名：Zulam Bridge 河川：Panjkora 川 橋：Zulam Bridge (KP 州)</p>	<p>緯度：34.768037 経度：71.792188 河水面までの距離：約 10.8m</p>	<p>Telenor: 4G Zong: - PTCL: - Jazz: 4G</p>	
3	<p>サイト名：Dharab Bridge 河川：Dharab 川 橋：Talagang Highway Bridge (パンジャブ州)</p>	<p>緯度：32.957167 経度：72.501889 河水面までの距離：約 11.0m</p>	<p>Telenor: - Zong: 4G PTCL: 4G Jazz: 4G</p>	

番号	サイト・河川・橋名	位置及び橋上道路路面から河水面までの距離	携帯電話サービス有無	サイト写真
4	<p>サイト名：Chenab Bridge GT Road                      河川：Chenab 川                      橋：GT Road Bridge Chenab River (パンジヤブ州)</p>	<p>緯度：32.482528                      経度：74.091944                      河水面までの距離：約 8.0m</p>	<p>Telenor: 4G                      Zong: 3G                      PTCL: 4G                      Jazz: 4G</p>	
5	<p>サイト名：Bhera M-2                      河川：Jhelum 川                      橋：Jhelum River Bridge M2 (パンジヤブ州)</p>	<p>緯度：32.478882                      経度：72.857103                      河水面までの距離：約 9.5m</p>	<p>Telenor: 4G                      Zong: 4G                      PTCL: 4G                      Jazz: 4G</p>	
6	<p>サイト名：Kurram at CPEC Bridge M-14                      河川：Kurram 川                      橋：Kurram River Bridge M14 (パンジヤブ州)</p>	<p>緯度：32.625778                      経度：71.257806                      河水面までの距離：約 7.0m</p>	<p>Telenor: 4G                      Zong: -                      PTCL: 3G                      Jazz: 4G</p>	
7	<p>サイト名：Motor way Bridge Talab Wala                      河川：Chenab 川                      橋：Talibwala Bridge M2 (パンジヤブ州)</p>	<p>緯度：31.945056                      経度：73.150917                      河水面までの距離：約 8.5m</p>	<p>Telenor: 4G                      Zong: 4G                      PTCL: 4G                      Jazz: 4G</p>	

番号	サイト・河川・橋名	位置及び橋上道路路面から河水面までの距離	携帯電話サービス有無	サイト写真
8	サイト名：Kohala Bridge 河川：Jhelum 川 橋：Kohala Bridge (KP 州)	緯度：34.096333 経度：73.499000 河水面までの距離：約 28.0m	Telenor: 3G Zong: 4G PTCL: 2G Jazz: 4G	
9	サイト名：Jhelum Bridge 河川：Jhelum 川 橋：Jhelum River Bridge GT Road (パンジャブ州)	緯度：32.914528 経度：73.724250 河水面までの距離：約 11.5m	Telenor: 4G Zong: 4G PTCL: 4G Jazz: 4G	
10	サイト名：Lahore Sialkot Motorway Bridge 河川：Ravi 川 橋：Ravi Bridge (パンジャブ州)	緯度：31.644250 経度：74.345472 河水面までの距離：約 15.0m	Telenor: 3G Zong: 4G PTCL: 4G Jazz: -	
11	サイト名：Nishtar Ghat Bridge 河川：Indus 川 橋：Nishtar Ghat Bridge (パンジャブ州)	緯度：28.900000 経度：70.442528 河水面までの距離：約 9.0m	Telenor: 4G Zong: 3G PTCL: 3G Jazz: 4G	

番号	サイト・河川・橋名	位置及び橋上道路路面から河水面までの距離	携帯電話サービス有無	サイト写真
12	<p>サイト名： Rasul Barrage 河川： Jhelum 川 橋： Rasul Barrage Bridge (パンジャブ州)</p>	<p>緯度： 32.695778 経度： 73.564083 河水面までの距離： 約 2.5m</p>	<p>Telenor: 4G Zong: 4G PTCL: 4G Jazz: 4G</p>	
13	<p>サイト名： Kalabagh Mari Indus Railway Bridge 河川： Indus 川 橋： Kalabagh Bridge (パンジャブ州)</p>	<p>緯度： 32.957139 経度： 71.552083 河水面までの距離： 約 8.0m</p>	<p>Telenor: 4G Zong: 4G PTCL: 4G Jazz: 4G</p>	
14	<p>サイト名： Indus at Ghazi Ghat Bridge Muzafargarah 河川： Indus 川 橋： Ghazi Ghat Bridge (パンジャブ州)</p>	<p>緯度： 30.063722 経度： 70.818361 河水面までの距離： 約 10.0m</p>	<p>Telenor: 4G Zong: - PTCL: 4G Jazz: 4G</p>	
15	<p>サイト名： Indus at Bhakkar 河川： Indus 川 橋： Daajal Bridge (パンジャブ州)</p>	<p>緯度： 31.758306 経度： 70.938556 河水面までの距離： 9.0m</p>	<p>Telenor: - Zong: 4G PTCL: - Jazz: 4G</p>	

番号	サイト・河川・橋名	位置及び橋上道路路面から河水面までの距離	携帯電話サービス有無	サイト写真
16	<p>サイト名：Mari Pattan Bridge 河川：Ravi 川 橋：Maripattan Bridge (パンジヤブ州)</p>	<p>緯度：30.946389 経度：73.233139 河水面までの距離：約 10.0m</p>	<p>Telenor: - Zong: - PTCL: 4G Jazz: 4G</p>	
17	<p>サイト名：Indus at CPEC Bridge M-14 河川：Indus 川 橋：Indus River Bridge M14 (パンジヤブ州)</p>	<p>緯度：32.766306 経度：71.424528 河水面までの距離：約 7.0m</p>	<p>Telenor: - Zong: 4G PTCL: 4G Jazz: 4G</p>	
18	<p>サイト名：Pull Sawan 河川：Soan 川 橋：Soan River Bridge (パンジヤブ州)</p>	<p>緯度：33.657889 経度：73.304778 河水面までの距離：約 11.5m</p>	<p>Telenor: 3G Zong: 4G PTCL: 4G Jazz: 4G</p>	
19	<p>サイト名：Chichawatni Road Bridge 河川：Ravi 川 橋：Chichawatni Bridge (パンジヤブ州)</p>	<p>緯度：30.576639 経度：72.677528 河水面までの距離：約 7.0m</p>	<p>Telenor: 4G Zong: - PTCL: 4G Jazz: 4G</p>	

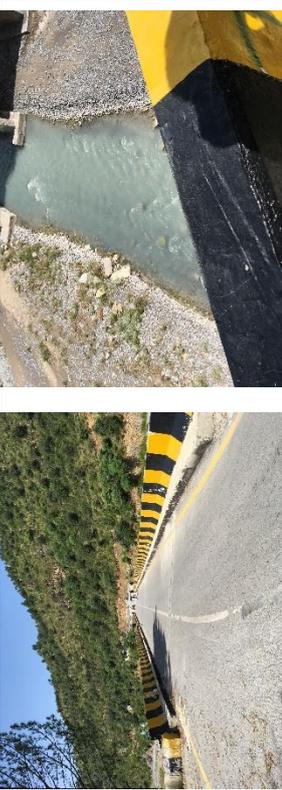
番号	サイト・河川・橋名	位置及び橋上道路路面から河水面までの距離	携帯電話サービス有無	サイト写真
20	サイト名： Qutab Shahana Bridge 河川： Ravi 川 橋： Qatabshana Bridge (パンジャブ州)	緯度： 30.807806 経度： 73.063750 河水面までの距離： 約 8.5m	Telenor: 4G Zong: - PTCL: 4G Jazz: 4G	
21	サイト名： Bajwat road Bridge Jammu tavi 河川： Chenab 川 橋： Bajwat Road Bridge (パンジャブ州)	緯度： 32.668472 経度： 74.584000 河水面までの距離： 約 7.6m	Telenor: 4G Zong: 2G PTCL: 4G Jazz: 4G	
22	サイト名： Balakot 河川： Kunhar 川 橋： Ayub Bridge (KP 州)	緯度： 34.549693 経度： 73.354286 河水面までの距離： 約 10.2m	Telenor: 4G Zong: 4G PTCL: 4G Jazz: -	
23	サイト名： Sialkot AirPort Road Bridge (Shahbazzpur) 河川： Chenab 川 橋： Shahbazzpur Bridge (パンジャブ州)	緯度： 32.595444 経度： 74.284444 河水面までの距離： 約 10.0m	Telenor: - Zong: 4G PTCL: 4G Jazz: -	

番号	サイト・河川・橋名	位置及び橋上道路路面から河水面までの距離	携帯電話サービス有無	サイト写真
24	サイト名：Arifwala to Shawal Road Bridge 河川：Satluj 川 橋：Arifwala Bahawalnagar Bridge (パンジヤブ州)	緯度：30.078694 経度：73.156500 河水面までの距離：約 7.5m	Telenor: 4G Zong: - PTCL: - Jazz: 4G	 
25 (1)	サイト名：Chinot Dam (1) 河川：Chenab 川 橋：Chinot Dam Bridge 1, GT Road (パンジヤブ州)	緯度：31.752694 経度：72.947472 河水面までの距離：約 8.0m	Telenor: 4G Zong: 4G PTCL: 4G Jazz: 4G	 
25 (2)	サイト名：Chinot Dam (2) 河川：Chenab 川 橋：Chinot Dam Bridge 2, GT Road (パンジヤブ州)	緯度：31.752889 経度：72.956861 河水面までの距離：約 8.5m	Telenor: 4G Zong: 4G PTCL: 4G Jazz: 4G	 
26	サイト名：Baba Farid Headworks 河川：Sutlej 川 橋：Sutlej River Bridge (パンジヤブ州)	緯度：30.247167 経度：73.443472 河水面までの距離：約 8.0m	Telenor: 3G Zong: - PTCL: - Jazz: 3G	 

番号	サイト・河川・橋名	位置及び橋上道路路面から河水面までの距離	携帯電話サービス有無	サイト写真
27	<p>サイト名：Thakot 河川：Indus川 橋：Thakot New Bridge (KP州)</p>	<p>緯度：34.803528 経度：72.935556 河水面までの距離：約 21.2m</p>	<p>Telenor: 4G Zong: 4G PTCL: - Jazz: 4G</p>	
28	<p>サイト名：Khairabad Bridge, N-5 河川：Indus川 橋：Khairabad Bridge (KP州)</p>	<p>緯度：33.896861 経度：72.233917 河水面までの距離：約 28.8m</p>	<p>Telenor: 4G Zong: 4G PTCL: 4G Jazz: 4G</p>	
29	<p>サイト名：Pattan 河川：Indus川 橋：Pattan-Palas Bridge (KP州)</p>	<p>緯度：35.102611 経度：72.994861 河水面までの距離：約 19.5m</p>	<p>Telenor: 4G Zong: - PTCL: 2G Jazz: -</p>	
30	<p>サイト名：Kabul River Bridge, Nowshera 河川：Kabul川 橋：New Kashti Bridge (KP州)</p>	<p>緯度：34.008972 経度：71.985611 河水面までの距離：約 10.9m</p>	<p>Telenor: 4G Zong: - PTCL: 4G Jazz: 4G</p>	

番号	サイト・河川・橋名	位置及び橋上道路路面から河水面までの距離	携帯電話サービス有無	サイト写真
31	<p>サイト名：Phulra 河川：Siran 川 橋：Phulra Bridge (KP 州)</p>	<p>緯度：34.316167 経度：73.074972 河水面までの距離：約 16.4m</p>	<p>Telenor: 4G Zong: - PTCL: - Jazz: - 約100m離れた通信可能な WAPDA 既設観測所までブルートウースで観測データを送信</p>	 
32	<p>サイト名：Kaghan 河川：Kunhar 川 橋：Kaghan Bridge (KP 州)</p>	<p>緯度：34.780833 経度：73.520583 河水面までの距離：約 7.3m</p>	<p>Telenor: 4G Zong: - PTCL: 4G Jazz: -</p>	 
33	<p>サイト名：Bagh Deri Bridge 河川：Swat 川 橋：Bagh Deri Bridge (KP 州)</p>	<p>緯度：35.053722 経度：72.474250 河水面までの距離：約 19.0m</p>	<p>Telenor: 4G Zong: 4G PTCL: - Jazz: 4G</p>	 
34	<p>サイト名：Mohib Banda, Pashtun Garhi 河川：Kabul 川 橋：Mohib Banda Bridge (KP 州)</p>	<p>緯度：34.042722 経度：71.836278 河水面までの距離：約 11.8m</p>	<p>Telenor: 4G Zong: 4G PTCL: 3G Jazz: 4G</p>	 

番号	サイト・河川・橋名	位置及び橋上道路路面から河水面までの距離	携帯電話サービス有無	サイト写真
35	<p>サイト名：Balakot 河川：Kunhar 川 橋：Garhi Habibullah Bridge (KP 州)</p>	<p>緯度：34.414361 経度：73.364194 河水面までの距離：約 11.8m</p>	<p>Telenor: 4G Zong: 4G PTCL: 4G Jazz: 4G</p>	
36	<p>サイト名：Ayun 河川：Kalash 川 橋：Darkhanan Deh Bridge (KP 州)</p>	<p>緯度：35.715417 経度：71.769972 河水面までの距離：約 10.0m</p>	<p>Telenor: 4G Zong: - PTCL: - Jazz: 4G</p>	
37	<p>サイト名：Indus Tarbela Outflow 河川：Indus 川 橋：Indus River Bridge, M-1 (KP 州)</p>	<p>緯度：33.996778 経度：72.423556 河水面までの距離：約 19.0m</p>	<p>Telenor: 4G Zong: - PTCL: 4G Jazz: 4G</p>	
38	<p>サイト名：Sultan Bahoo Bridge 河川：Chenab 川 橋：Sultan Bahoo Bridge (パンジャブ州)</p>	<p>緯度：30.827528 経度：71.944639 河水面までの距離：約 13.5m</p>	<p>Telenor: 4G Zong: 4G PTCL: 4G Jazz: 4G</p>	

番号	サイト・河川・橋名	位置及び橋上道路路面から河水面までの距離	携帯電話サービス有無	サイト写真
39	<p>サイト名 : Haji Zai Bridge, Shabqadar Road 河川 : Kabul 川 橋 : Haji Zai Bridge (KP 州)</p>	<p>緯度 : 34.165444 経度 : 71.593417 河水面までの距離 : 約 7.5m</p>	<p>Telenor: 4G Zong: 4G PTCL: 4G Jazz: 4G</p>	
40	<p>サイト名 : Abbottabad 河川 : Dor 川 橋 : Ayub Bridge, Havellian Area (KP 州)</p>	<p>緯度 : 34.057500 経度 : 73.149472 河水面までの距離 : 約 15.0m</p>	<p>Telenor: 4G Zong: 4G PTCL: 4G Jazz: 4G</p>	
41	<p>サイト名 : Haripur 河川 : Dor 川 橋 : Haripur Bypass Bridge (KP 州)</p>	<p>緯度 : 34.001361 経度 : 72.954583 河水面までの距離 : 約 11.0m</p>	<p>Telenor: 4G Zong: 4G PTCL: 4G Jazz: 4G</p>	
42	<p>サイト名 : Haripur/Jabri Bridge 河川 : Haro 川 橋 : Jabri Bridge (KP 州)</p>	<p>緯度 : 33.895694 経度 : 73.162389 河水面までの距離 : 約 13.8m</p>	<p>Telenor: 4G Zong: - PTCL: 4G Jazz: -</p>	

番号	サイト・河川・橋名	位置及び橋上道路路面から河水面までの距離	携帯電話サービス有無	サイト写真
43	サイト名：Ghauspur Bridge 河川：Jhelum 川 橋：Ghauspur Bridge / Langarwala Bridge (パンジヤブ州)	緯度：32.014611 経度：72.269528 河水面までの距離：約 8.8m	Telenor: 4G Zong: 4G PTCL: 4G Jazz: 4G	
44	サイト名：Chakdara Bridge 河川：Swat 川 橋：Chakdara Bridge (KP 州)	緯度：34.644639 経度：72.028694 河水面までの距離：約 10.0m	Telenor: 4G Zong: 4G PTCL: 4G Jazz: 4G	
45	サイト名：Pine Valley Jabori 河川：Siran 川 橋：Sum Bridge (KP 州)	緯度：34.538944 経度：73.252500 河水面までの距離：7.2m	Telenor: 3G Zong: 4G PTCL: - Jazz: -	

## &lt;携帯電話通信速度試験結果&gt;

水文・水理観測システムの候補地における携帯電話通信速度試験結果を表 3.2.5 に示した。

表 3.2.5 水文・水理観測システムの候補地における携帯電話通信速度試験結果

サイト番号	下り通信速度 (Mbps)				上り通信速度 (Mbps)			
	Telenor	Zong	PTCL	Jazz	Telenor	Zong	PTCL	Jazz
1	24.7	59.7	41.1	1.86	17.6	22	20.4	0.17
2	7.08			11.2	10.1			36.1
3		2.65	2.94	5.44		0.91	3.57	9.74
4	1.11	0.97	20.9	10.5	8.23	0.83	12.6	7.35
5	0.15	49.2	19.8	1.71	0.62	10.7	17.3	4.38
6	1.47		1.72	8.45	0.66		0.58	18.6
7	0.22	11.4	11.4	48.3	1.14	9.94	15.8	31
8	0.08	12.8		5.79	0.14	12.3		2.71
9	0.08	1.25	6.73	5.21	4.66	4.74	16.6	4.89
10	0.06	2.71	5.05		5.27	4.64	6.8	
11	14.2	2.78	0.16	1.3	8.78	0.33		5.77
12	1.14	18.9	20.3	3.24	0.52	16.3	21.9	4.3
13	2.46	15.1	2.82	27.1	4.27	25.5	17.7	34.6
14	5.39		0.16	5.75	0.47		0.99	0.05
15		9.82		39.1		3.31		9.4
16			6.35	6.45			5.67	4.34
17		19.2	4.09	17.3		27.6	0.87	35.9
18	0.05	34.7	18	2.33	1.27	0.86	20.5	0.22
19	0.59		9.77	7.04	5.86		20.5	15.3
20	0.65		6.19	6.14	3.33		3.67	7.84
21	0.23		0.78	39.1	3.33		1.37	6.58
22	0.52	40.2	3.67		2.02	19.8	16.9	
23		0.64	4.96			0.61	22.6	
24	0.22			21	0.1			0.98
25-1	0.61	15.5	39.9	22.2	1.99	20.6	25.3	22
25-2	0.61	17.2	11.5	7.29	1.99	20.8	8.67	13.1
26	0.78			0.86	3.43			0.74
27	4.5	20.7		6.43	5.93	21.4		26.7
28	1.89		12	3.26	11.8		32.3	8.68
29	0.2				1.91			
30	1.31		5.98	11.2	9.66		14.2	35.6
31	7.36				3.8			
32	1.73		8.82		2.62		7.82	
33	3.81	7.8		23.2	7.42	4.67		9.87
34	0.14	3.25		1.51	3.72	2.11		1.33
35	0.91	2.64	24.2	52.1	2.32	13.3	21.8	20.5
36	0.79			4.04	1.28			7.08
37	2.78		8.52	6.32	6.41		6.41	19.8
38	0.65	5.78	1.62	18.2	7.72	3.79	5.96	24.3
39	1.28	31.6	11.1	52	0.18	15.1	14.4	42.1
40	0.84	17.6	8.52	9.8	4.04	22	10.04	9.78
41	1.4	42.8	14.5	14.6	4.69	41.5	35.6	34.6
42	4.35				12.8			
43	14.8	3.58	8.3	23.9	10.7	4.8	11	24.5
44	0.01	17.4	1.14	2.13	0.16	11.9	21.6	14.9
45	0.26	55.7			0.4	28.6		

## (2) 中央データ管理センター

イスラマバードのパキスタン連邦洪水委員会 (FFC) 及びラホール水利電力開発公社ラホール分所 (H&R WAPDA Office) における中央データ管理センター整備のためのプロジェクト候補地の

現地調査から収集された情報と調査結果の概要を以下の表 3.2.6 に示した。

表 3.2.6 中央データ管理センター整備候補場所の情報

	連邦洪水委員会 (Federal Flood Commission: FFC)	水利電力開発公社 (Water and Power Development Authority: WAPDA)
組織本局所在地	イスラマバード (Islamabad)	ラホール (Lahore)
中央データ管理センター 整備候補施設の住所	Chief Engineering Adviser/Chairman Federal Flood Commission, Building No. 6, Ataturk Avenue, Sector G- 5/1, Islamabad, Pakistan	WAPDA Office of the Project Director Hydrology & Research (H&R WAPDA Office), Block N3, WAPDA Town, Phase II Lahore
中央データ管理センター 整備候補場所	今後、FFC により中央データ管理センタ ーとして FFC 施設 1 階の既設 4 室を 1 室として改修させる予定	既設のデータサーバ室を拡張する予定
既設施設の主要構造	鉄筋コンクリートラーメン構造	鉄筋コンクリートラーメン及び壁構造
既設施設の耐震性判断	約 15 年前に建設された施設であり、コ ンクリート材齢が比較的新しい。更 に、柱中心間のスパンが 5m 以下であ ることに加え、主要構造躯体が以下のサイ ズとなっており、一定程度の耐震性を有 しているものと示唆される。 • 柱：350mm×750mm • 大梁：750mm×350mm • 小梁：350mm×600mm • スラブ：120mm • 内外壁厚：260mm 更に、FFC 技術者に対する聞き取り調査 では、既設施設は耐震性を有しているこ とが確認できている。	約 30 数年前に建設された施設であるが 一昨年に改修工事が実施されている。施 設は、鉄筋コンクリートラーメン構造に 壁構造を付加した構造形態となっており、 中央データ管理センター整備候補場 所は、壁厚 260mm の鉄筋コンクリート とブリックの複合壁構造部分の施設端 部である。また中央データ管理センター 整備候補場所は、壁芯スパンが約 2,600mm×4,900mm で経済的スパンとな っていることに加え、4 周が壁であるこ とから、地震に対しては有利な場所に位 置している。
既設エンジン発電機	出力：100kVA	出力：210kVA
燃料タンクサイズ	100 リットル (地下埋設型)	500 リットル
使用可能時間帯	政府事務所業務時間内	政府事務所業務時間内
商用電源の安定性	不安定 (電圧変動約 4%)	不安定 (電圧変動約 8%)
商用電源の停電頻度	3 回 (計 3 時間程度) /日 (モンスーン期：短時間 3 回/時)	2 回 (計 3 時間程度) /日
携帯電話のサービス	サービスエリア内	サービスエリア内
高速インターネット整備状況	既設のネットワーク環境は NTC (National Telecommunication Corporation) により整備されており、イ ンターネット接続は 8Mbps の共有回線 である。中央データ管理センター向けに 別回線を契約予定であることを確認で きている。ISP (Internet Service Provider) は COMSATS を利用している。	既設のインターネット接続は光ファイ バー接続で、Transworld の 2 回線と PTCL の 1 回線が敷設されており、回線速度は それぞれ 20Mbps、30Mbps、16Mbps と なっている。中央データ管理センター向け には別回線の契約を検討中である。
接地抵抗値	7.5Ω	12Ω
既設避雷針	無し	無し

### 1) 中央データ管理センターの高可用性

中央データ管理センターに整備されるサーバには、水文・水理観測システムから送信されてくる観測データを漏れなく受信し、防災関連機関に遅滞なく配信するための高可用性が求められる。そのため、サーバ単体の電源ユニット、冷却ファン、通信インタフェース、ハードディスク (HDD) 及びソリッドステートドライブ (SSD) の冗長化に加え、データベースシステム及びデータ処理シ

システムをそれぞれ二重化し、情報提供システムとデータ受信装置を一組として冗長化する計画とした。中央データ管理センターにおける通信回線の二重化は WAPDA 及び FFC の責任範囲となるが、整備するネットワーク機器は通信回線の二重化に対応可能なことを要件とした。中央データ管理センターの電源は商用電源及び既設のバックアップ用発電機を使用する。イスラマバード及びラホール両都市において、1 日あたり 3 時間程度の商用電源の停電が見込まれることから、蓄電池の長寿命を考慮して放電量を 6~7 割程度として連続停電に耐えられる二重化の無停電電源装置 (UPS) を導入する計画とした。必要な UPS の能力及びバッテリー容量は、サーバの CPU 使用率を約 50%と想定して算出した消費電力に基づき計画した。各サーバは両方の UPS に常時接続され、一方の UPS が故障した場合でも、人が介入することなく処理を継続できる。

## 2) 中央データ管理センターの地理的冗長化

機器の重大な障害、災害などに起因する広域の通信規制、通信障害や停電などにより、中央データ管理センターが長期間に渡り使用不能となる事態を想定し、中央データ管理センターはラホールとイスラマバードの 2 都市に整備される。水文・水理観測システムは両方の中央データ管理センターに観測データを送信することで、片方の中央データ管理センターがデータ受信不能な場合でも、もう一方の中央データ管理センターにて観測データの収集が継続される。中央データ管理センター間は仮想プライベートネットワーク (VPN) により接続され、定期的に観測データの同期を行う。データ表示システムはラホールまたはイスラマバードのいずれかの中央データ管理センターの情報提供システムに接続し、観測データ及び各種プロダクトの表示を行う。情報提供システムによる観測データ及びプロダクトの提供先が約 10 か所の画像表示システムに限られていることから、2 拠点の情報提供システム間の負荷分散機能は整備計画に含めないこととしたが、WAPDA 及び FFC は CDN やロードバランサなどのクラウドサービスを別途契約することで、同機能を提供することは可能である。

## 3) 中央データ管理センターの拡張性

中央データ管理センターの機能構成はウェブアプリケーションの実装にて定評のある 3 層アーキテクチャに基づいており、データベースシステム、データ処理システム、情報提供システムとデータ収集システムがそれぞれ、データベース層、アプリケーション層、プレゼンテーション層に対応する。各層を個別に増強可能であることから、将来の水文・水理観測サイトの大幅な追加や、観測データの一般市民向けの配信などの際に、中央データ管理センターを柔軟に拡張可能な構成となっている。また、水位、流速、流量、雨量以外の要素も観測する機材を将来取り込めるように、観測要素の追加機能を要件に含めることとした。

### (3) 水文・水理観測網におけるデータフロー

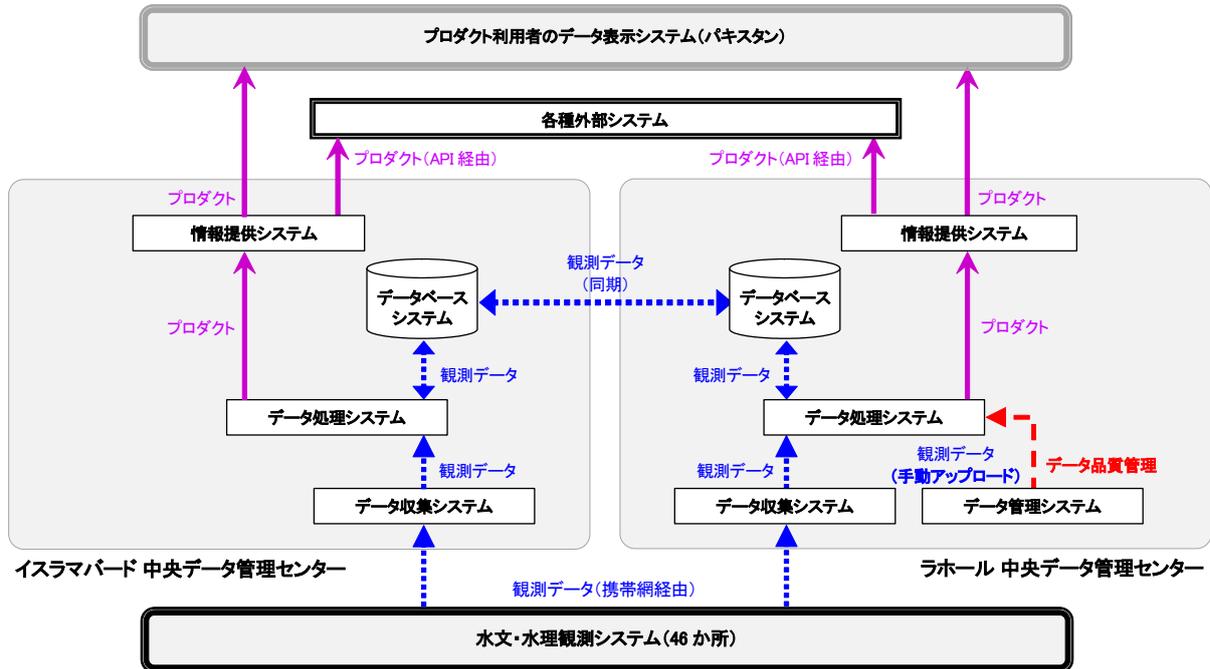


図 3.2.4 データフロー図

構築されるシステム全体のデータの流れを上図に示す。46基の水文・水理観測システムで観測された水位、流速、流量、降水量などの観測データと、河川監視カメラで撮影された静止画像は、イスラマバードとラホールにある中央データ管理センターのデータ収集システムに送信される。データ収集システムは観測データをデータ処理システムに送り、データ処理システムはデータの整合性をチェックし、データベース・サーバに保存する。観測データは2つの中央データ管理センター間で定期的に同期される。データ表示システムや各種外部システムの利用者は、情報提供システムが提供する Web ユーザーインターフェースや API (Application Programming Interface) を介して、観測データやプロダクトを要求する。データ処理システムは、この要求に基づき、データベース・サーバに蓄積された観測データを読み出し、各種プロダクトを生成し、情報提供システムを介して利用者に提供する。データ提供の際には、情報提供システムとデータ処理システムが連携して、利用者の認証とデータ提供の認可を行うことで、各利用者に対して事前に許可されていないデータ提供を制限する。

WAPDA はデータ管理者として、ラホールの中央データ管理センターに設置されるデータ管理システムを使用して、水文・水理観測システムのデータロガーから直接取り出した観測データのアップロードと観測データの修正などの品質管理を実施できる。

### (4) 通信速度要件

水文・水理観測システム及び中央データ管理センターにて必要な通信速度を表 3.2.7 にまとめた。

表 3.2.7 水文・水理観測システム及び中央データ管理センターにおける通信速度要件

	水文・水理観測システム		中央データ管理センター	
	上り方向	下り方向	上り方向	下り方向
通信方向				
実効速度	0.3Mbps	0.1Mbps	11Mbps	14Mbps
通信量内訳	<ul style="list-style-type: none"> <li>水位・流速・流量・雨量の観測データ：合計 1KB/5分</li> <li>河川監視カメラデータ：1MB/5分</li> </ul>	遠隔アクセスやソフトウェアダウンロード：0.1Mbps	情報提供サーバ：4Mbps	46 式の水文・水理観測システムからの観測データ受信：7Mbps 中央データ管理センター間のデータ同期：7Mbps

水文・水理観測システムは水位、流速、流量、雨量の観測値と河川監視カメラからの Full-HD 解像度の静止画像を 5 分に一度、中央データ管理センターに送信するが、観測データ量は合計 1KB 未満、静止画像のデータ量は 1MB 程度となる。冗長化のため、観測データはイスラマバードとラホール の 2 か所の中央データ管理センターにデータを送信されることから、上り方向の送信データ量は、約 20%の通信オーバーヘッドを加味すると 2.4MB となり、送信完了まで許容時間を 1 分間とすると、約 320Kbps (0.3Mbps) の実効通信速度が必要となる。水文・水理観測機器への下り方向の通信は主に、データロガーへの遠隔アクセスやソフトウェアダウンロードなどが想定されるが、最低限 0.1Mbps 程度の通信が要求される。

中央データ管理センターでは、46 式の水文・水理観測システムから送信された観測データ及び河川監視カメラからの静止画像の受信に約 7Mbps (0.15Mbps x 46) の下り通信速度が必要となる。中央データ管理センターからの上り方向の通信は、主に情報提供システムから約 10 か所の画像表示システムに観測データ及びプロダクトデータを配信するために使用され、画像表示システム 1 台に対して毎秒 50KB のデータを送信すると仮定した場合、4Mbps の通信速度が要求される。加えて、上り・下りの両方向に対して、中央データ管理センター間でのデータ同期を行うために必要な通信 (約 7Mbps) を考慮すると、上り方向で 11Mbps、下り方向で 14Mbps の実効通信速度が必要になると見積られる。

現地調査では 31 番を除く全ての水文・水理観測水文・水理観測システムの候補地において携帯通信の速度試験の結果が上記通信速度要件を満足している。31 番の候補地に関しては、必要となる携帯通信速度が得られる地点まで約 100m を接続する無線通信手段 (Bluetooth) により、観測データを伝送する計画である。そのため、全ての水文・水理観測システムからの観測データを携帯電話網経由で中央データ管理センターに収集する計画とした。

#### (5) 自動気象観測システム (Automatic Weather Observation System: AWS)

自動気象観測システムの観測項目及び観測内容は、表 3.2.8 のとおりである。自動気象観測システムを構成する全ての機材は、雷サージの侵入の防止及び運用維持管理費の低減を主な目的として、商用電源は使用せず、全てソーラーパネル及びバッテリー (蓄電池) から構成されるソーラーパワーシステムにより稼働させる。ソーラーパワーシステムは、イスラマバードでの日照時間をベースに発電量を算出し、無日照が 7 日間続いた場合でも、電力を供給し続けることが可能となる容量とする。

表 3.2.8 自動気象観測項目及び観測内容

観測項目	観測内容	
風向・風速	風向・風速センサー (地上から 10m の高さ)	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 瞬時値 (WMO 基準に従い 1 分間平均)</li> <li>◆ 風向・風速の 2 分間平均値</li> <li>◆ 風向・風速の 10 分間平均値</li> <li>◆ 日毎最少・最大風速</li> </ul>
気温	気温センサー	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 瞬時値 (WMO 基準に従い 1 分間平均)</li> <li>◆ 露点温度 (直近の気温及び湿度による計算値)</li> <li>◆ 日毎最低・最高気温</li> </ul>
湿度	湿度センサー	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 瞬時値 (WMO 基準に従い 1 分間平均)</li> <li>◆ 日毎最低・最高湿度</li> </ul>
気圧	気圧センサー	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 瞬時値 (WMO 基準に従い 1 分間平均)</li> <li>◆ 平均海面気圧</li> <li>◆ 日毎最低・最高気圧</li> </ul>
降水	雨量計 (0.5mm 単位)	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 最新計測値 (特に直近の 1 時間積算雨量)</li> <li>◆ 24 時間積算雨量</li> </ul>
日照	日照センサー	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 最新計測値 (直近の観測からの日照時間 (分))</li> <li>◆ 1 日日照時間</li> </ul>
日射	日射センサー	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 最新計測値</li> <li>◆ 1 日日射量</li> </ul>
積雪	積雪計	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 最新計測値</li> </ul>
地中湿度 (5cm、10cm、20cm、 30cm、50cm、100cm)	地中湿度センサー	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 最新計測値</li> <li>◆ 日毎最低・最高湿度</li> </ul>
特記事項： ■ WMO 基準 (Manual 8: Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation) に従い、瞬時値は短時間平均 ■ 極めて小さな変動やノイズを取り除くため、1 分間平均値を使用する		

KP 州の既存の PMD 気象観測所のうち、水文・水理観測システムの監視対象河川の上流にあたる河川に近い観測所を中心に PMD と協議の上、5 カ所を自動気象観測システムのサイト候補地として選定した。PMD の協力を介して現地調査により収集した自動気象観測システムの各プロジェクト候補地の情報や調査の結果概要を次ページ以降に示した。



図 3.2.5 自動気象観測システム整備対象の KP 州 PMD 観測所位置図

表 3.2.9 自動気象観測システム整備対象の KP 州の PMD 観測所

番号	観測所名	観測所コード	所在地	GSM 信号強度	観測所写真	
1	Balakot (Mansehra)	41536	緯度: 34.548333 経度: 73.349722 標高: 10,13m	 SMS Text: OK		
2	Kakul (Abbottabad)	41535	緯度: 34.192222 経度: 73.266389 標高: 1,355m	 SMS Text: OK		
3	Naran (Mansehra)		緯度: 34.898778 経度: 73.647204 標高: 2,450m	 SMS Text: OK		
4	Saidu Sharif (Swat)	41523	緯度: 34.755000 経度: 72.352778 標高: 935m	 SMS Text: OK		
5	Pattan (Kohistan)	41524	緯度: 35.109167 経度: 73.005556 標高: 752m	 SMS Text: OK		

(6) 水文・水理観測網の整備概要

本プロジェクトの全体システム及びネットワークの構成は、次ページに添付する「水文・水理観測網概要図」のとおりである。

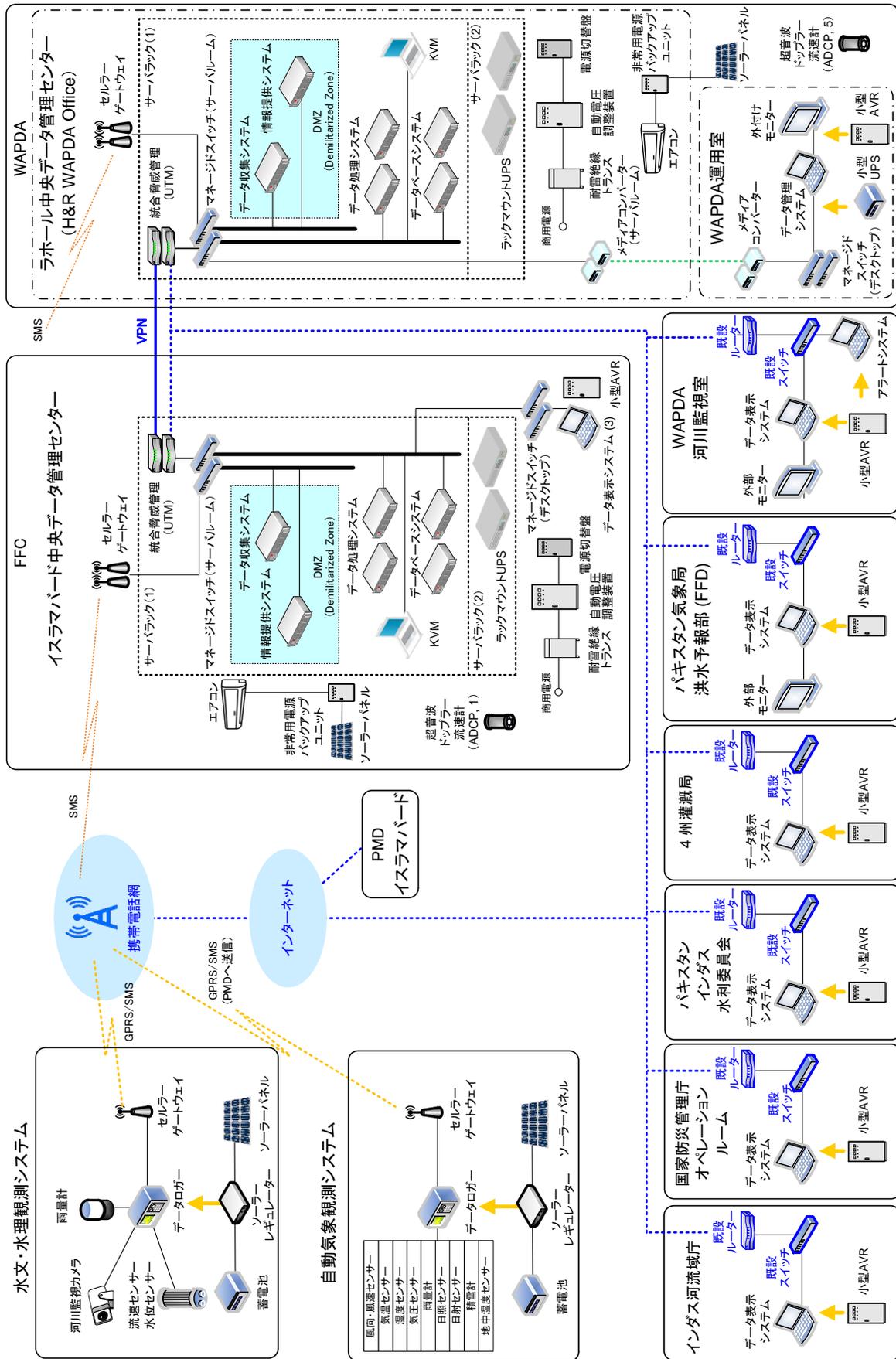


図 3.2.6 水文・水理観測網概要図

(7) 主要機材リスト

主要機材は以下のとおりである。

表 3.2.10 主要機材リスト

主要機材	パキスタン連邦洪水委員会 (FFC)	水利電力開発公社ラホール分所 (H&R WAPDA Office)	国家防災管理庁 (NDMA)	パキスタン気象局 (PMD) 洪水予報部 (FFD)	パキスタンインダス水利委員会 (PCIW)	州灌漑局 (PID: 4か所)	インダス川流域庁 (IRSA)	水利電力開発公社本社 (WAPDA House)	水文・水理観測サイト (45か所)
中央データ管理センター機材									
データ収集システム	1	1							
データ処理システム	1	1							
データベースシステム	1	1							
情報提供システム	1	1							
データ管理システム		1							
アラートシステム								1	
データ表示システム	3		1	1	1	4	1	1	
水文・水理観測システム									46
超音波ドップラー流速計	1	5							
自動気象観測システム				5					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• FFC: Federal Flood Commission</li> <li>• WAPDA: Water &amp; Power Development Authority</li> <li>• NDMA: National Disaster Management Authority</li> <li>• PMD: Pakistan Meteorological Department, FFD: Flood Forecasting Division</li> <li>• PCIW: Pakistan Commissioner for Indus Waters</li> <li>• PID: Provincial Irrigation Department</li> <li>• HHOS: Hydrological &amp; Hydraulic Observation System</li> </ul>									

主要機材の概要

中央データ管理センター機材

サイト名：パキスタン連邦洪水委員会 (FFC) (1式)		
名称	数量	目的
データ収集システム	1式	水文・水理観測システムからの観測データをインターネット及びSMS経由で収集する。
データ処理システム	1式	収集された観測データからプロダクトを生成する。
データベースシステム	1式	観測データを保存して、データ処理システムからの要求に応じて提供する。
情報提供システム	1式	ウェブサイト及びAPIを通じて情報を提供する。
中央データ管理センター付帯機材		
統合脅威管理 (UTM)	2式	システムのセキュリティ対策を一元的に管理する。
マネージドスイッチ (サーバールーム)	2式	受信したデータをそのデータの宛先の機器へ転送する。
マネージドスイッチ (デスクトップ)	2式	受信したデータをそのデータの宛先の機器へ転送する。
セルラーゲートウェイ	2式	観測データを携帯電話回線経由で受信する。
サーバラック (1)	1式	データ収集システム、データ処理システム、データベースシステム、情報提供システムなどを収納する。
サーバラック (2)	1式	ラックマウントUPSを収納する。
KVM (キーボード・ビデオ・マウス)	1式	データ収集システム、データ処理システム、データベースシステム、情報提供システムなどを操作する。
ラックマウントUPS	2式	電源異常発生の場合にも安定した電源を供給し続け、シャットダウン信号をコンピュータに送出する。

電源切替盤	1 式	電源装置から供給される電力を各システムに分配、供給する。
自動電圧調整装置	1 式	電圧調整された電力をシステムに供給する。
耐雷絶縁トランス	1 式	電源から進入するサージ電圧からシステムを保護する。
避雷システム	1 式	落雷による雷サージ電圧からシステムを保護する。
非常用エアコン設備	1 式	停電時にコンピュータの温度上昇を防ぐ。
サービスマニュアル-取扱説明書	2 式	維持管理に使用する。

### 中央データ管理センター機材

サイト名：水利電力開発公社 ラホール分所 (H&R WAPDA Office) (1 式)		
名称	数量	目的
データ収集システム	1 式	水文・水理観測システムからの観測データをインターネット及び SMS 経由で収集する。
データ処理システム	1 式	収集された観測データからプロダクトを生成する。
データベースシステム	1 式	データ処理システムから要求されたデータを永続化する。
情報提供システム	1 式	ウェブサイト及び API を通じて情報を提供する。
データ管理システム	1 式	データロガーから直接収集した観測データをデータ処理システムに取り込む。
中央データ管理センター付帯機材		
統合脅威管理 (UTM)	2 式	システムのセキュリティ対策を一元的に管理する。
マネージドスイッチ (サーバールーム)	2 式	受信したデータをそのデータの宛先の機器へ転送する。
セルラゲートウェイ	2 式	観測データを携帯電話回線経由で受信する。
メディアコンバーター (サーバールーム)	2 式	サージ保護のため、ネットワーク上の電気信号を光信号に変換し伝送する。
サーバラック (1)	1 式	データ収集システム、データ処理システム、データベースシステム、情報提供システムなどを収納する。
サーバラック (2)	1 式	ラックマウント UPS を収納する。
KVM (キーボード・ビデオ・マウス)	1 式	データ収集システム、データ処理システム、データベースシステム、情報提供システムなどを操作する。
ラックマウント UPS	2 式	電源異常発生の場合にも安定した電源を供給し続け、シャットダウン信号をコンピュータに送出する。
電源切替盤	1 式	電源装置から供給される電力を各システムに分配、供給する。
自動電圧調整装置	1 式	電圧調整された電力をシステムに供給する。
耐雷絶縁トランス	1 式	電源から進入するサージ電圧からシステムを保護する。
避雷システム	1 式	落雷による雷サージ電圧からシステムを保護する。
非常用エアコン設備	1 式	停電時にコンピュータの温度上昇を防ぐ。
マネージドスイッチ (デスクトップ)	2 式	受信したデータをそのデータの宛先の機器へ転送する。
メディアコンバーター	2 式	サージ保護のため、ネットワーク上の電気信号を光信号に変換し伝送する。
小型 UPS	1 式	電源異常発生の場合にも安定した電源を供給し続ける。
小型 AVR	1 式	電圧調整された電力をシステムに供給する。
外付けモニター	1 式	データ処理システムにより生成されたプロダクトを大画面に表示する。
サービスマニュアル-取扱説明書	2 式	維持管理に使用する。

### 中央データ管理センター機材

サイト名：水利電力開発公社 本社 (WAPDA House) (1 式)		
名称	数量	目的
アラートシステム	1 式	観測値がしきい値を超えた場合に警告を表示する。
サービスマニュアル-取扱説明書	2 式	維持管理に使用する。

### データ表示システム

サイト名：パキスタン連邦洪水委員会（FFC）（3 式）		
名称	数量	目的
データ表示システム	3 式	データ処理システムにより生成されたプロダクトを表示する。
データ表示システム付帯機材		
小型 AVR	3 式	電圧調整された電力をシステムに供給する。
サービスマニュアル-取扱説明書	6 式	維持管理に使用する。

### データ表示システム

サイト名：国家防災管理庁（NDMA）（1 式）		
名称	数量	目的
データ表示システム	1 式	データ処理システムにより生成されたプロダクトを表示する。
データ表示システム付帯機材		
小型 AVR	1 式	電圧調整された電力をシステムに供給する。
サービスマニュアル-取扱説明書	2 式	維持管理に使用する。

### データ表示システム

サイト名：パキスタン気象局（PMD）洪水予報部（FFD）（1 式）		
名称	数量	目的
データ表示システム	1 式	データ処理システムにより生成されたプロダクトを表示する。
データ表示システム付帯機材		
外付けモニター	1 式	プロダクトを大画面に表示する。
小型 AVR	1 式	電圧調整された電力をシステムに供給する。
サービスマニュアル-取扱説明書	2 式	維持管理に使用する。

### データ表示システム

サイト名：パキスタンインダス水利委員会（PCIW）（1 式）		
名称	数量	目的
データ表示システム	1 式	データ処理システムにより生成されたプロダクトを表示する。
データ表示システム付帯機材		
小型 AVR	1 式	電圧調整された電力をシステムに供給する。
サービスマニュアル-取扱説明書	2 式	維持管理に使用する。

### データ表示システム

サイト名：州灌漑局（PID：4 か所）（4 式）		
名称	数量	目的
データ表示システム	4 式	データ処理システムにより生成されたプロダクトを表示する。
データ表示システム付帯機材		
小型 AVR	4 式	電圧調整された電力をシステムに供給する。
サービスマニュアル-取扱説明書	8 式	維持管理に使用する。

### データ表示システム

サイト名：インダス川流域庁（IRSA）（1 式）		
名称	数量	目的
データ表示システム	1 式	データ処理システムにより生成されたプロダクトを表示する。
データ表示システム付帯機材		
小型 AVR	1 式	電圧調整された電力をシステムに供給する。
サービスマニュアル-取扱説明書	2 式	維持管理に使用する。

## データ表示システム

サイト名：水利電力開発公社 本社 (WAPDA House) (1式)		
名称	数量	目的
データ表示システム	1式	データ処理システムにより生成されたプロダクトを表示する。
データ表示システム付帯機材		
外付けモニター	1式	プロダクトを大画面に表示する。
小型 AVR	1式	電圧調整された電力をシステムに供給する。
サービスマニュアル-取扱説明書	2式	維持管理に使用する。

## 水文・水理観測システム

サイト名：水文・水理観測サイト (45か所) (46式)		
名称	数量	目的
流速センサー	46式	流速を観測する。
水位センサー	46式	水位を観測する。
雨量計	46式	雨量を観測する。
河川監視カメラ	46式	河川の状態を監視する。
水文・水理観測データロガー	46式	各センサーからの観測データを収集してセルラーゲートウェイへ送出する。
セルラーゲートウェイ	46式	データロガーからの観測データを携帯電話回線を使用して中央データ管理センターへ伝送する。
システム筐体	46式	データロガー、セルラーゲートウェイ、ソーラーレギュレーター、バッテリーを収納する。
ソーラーパワーシステム	46式	システムを稼働させるために必要な電源を発電・供給する。
水位・流速センサー取付フレーム	46式	水位センサー・流速センサーを設置するためのフレーム
据付及びメンテナンス用工具		
保守用端末	4式	据付及び維持管理に使用する。
振動ドリル	4式	
ディスクグラインダ	4式	
デジタルマルチメーター	4式	
手工具セット	4式	
メンテナンス用流速センサー	4式	
メンテナンス用水位センサー	4式	
メンテナンス用雨量計	4式	
メンテナンス用河川監視カメラ	4式	
メンテナンス用水文・水理観測データロガー	4式	
メンテナンス用セルラーゲートウェイ	4式	
メンテナンス用ソーラーパワーシステム	4式	
交換部品		
流速センサー	7式	維持管理に使用する。
水位センサー	7式	
雨量計	7式	
河川監視カメラ	7式	
水文・水理観測データロガー	7式	
セルラーゲートウェイ	7式	
ソーラーパワーシステム	7式	
サービスマニュアル-取扱説明書	6式	維持管理に使用する。

### 超音波ドップラー流速計

サイト名：パキスタン連邦洪水委員会（FFC）（1 式）		
名称	数量	目的
超音波ドップラーセンサー	1 式	河川断面プロファイルを作成して、河川流量を算出するための測定をする。
データ収集・分析ユニット	1 式	
ブルトウスモジュール	1 式	
曳航ボート	1 式	
ADCP 揚重クレーン	1 式	
サービスマニュアル-取扱説明書	2 式	維持管理に使用する。

### 超音波ドップラー流速計

サイト名：水利電力開発公社 ラホール分所（H&R WAPDA Office）（5 式）		
名称	数量	目的
超音波ドップラーセンサー	5 式	河川断面プロファイルを作成して、河川流量を算出するための測定をする。
データ収集・分析ユニット	5 式	
ブルトウスモジュール	5 式	
曳航ボート	5 式	
ADCP 揚重クレーン	5 式	
サービスマニュアル-取扱説明書	6 式	維持管理に使用する。

### 自動気象観測システム

サイト名：パキスタン気象局（PMD）洪水予報部（FFD）（5 式）		
名称	数量	目的
風向・風速センサー	5 式	風向・風速を観測する。
気温センサー	5 式	気温を観測する。
湿度センサー	5 式	湿度を観測する。
気圧センサー	5 式	気圧を観測する。
雨量計	5 式	雨量を観測する。
日照センサー	5 式	日照を観測する。
日射センサー	5 式	日射を観測する。
積雪計	5 式	積雪を観測する。
地中湿度センサー	5 式	地中湿度を観測する。
AWS データロガー	5 式	各センサーからの観測データを収集してセルラーゲートウェイへ送出する。
セルラーゲートウェイ	5 式	データロガーからの観測データを携帯電話回線を使用して PMD イスラマバード本局の既設気象観測データ取得装置へ伝送する。
AWS 筐体	5 式	データロガー、セルラーゲートウェイ、気圧センサーを収納する。
ソーラーパワーシステム筐体	5 式	ソーラー発電システムを収納する。
AWS ソーラーパワーシステム	5 式	システムを稼働させるために必要な電源を供給する。
可倒式ポール	5 式	観測用センサーを設置する。
据付及びメンテナンス用工具		
保守用端末	2 式	据付及び維持管理に使用する。
接地抵抗計	2 式	
デジタルマルチメーター	2 式	
AWS 用手工具セット	2 式	
メンテナンス用風向・風速センサー	2 式	維持管理に使用する。
メンテナンス用気温センサー	2 式	
メンテナンス用湿度センサー	2 式	
メンテナンス用気圧センサー	2 式	
メンテナンス用雨量計	2 式	

メンテナンス用日照センサー	2 式		
メンテナンス用日射センサー	2 式		
メンテナンス用積雪計	2 式		
メンテナンス用地中湿度センサー	2 式		
メンテナンス用 AWS データロガー	2 式		
メンテナンス用セルラーゲートウェイ	2 式		
メンテナンス用 AWS ソーラーパワーシステム	2 式		
交換部品			
風向・風速センサー	2 式		維持管理に使用する。
気温センサー	2 式		
湿度センサー	2 式		
気圧センサー	2 式		
雨量計	2 式		
日照センサー	2 式		
日射センサー	2 式		
積雪計	2 式		
地中湿度センサー	2 式		
AWS データロガー	2 式		
セルラーゲートウェイ	2 式		
AWS ソーラーパワーシステム	2 式		
サービスマニュアル-取扱説明書	3 式	維持管理に使用する。	

### 3.2.3 概略設計図

概略設計図は巻末資料に示す。図面目録を以下に示す。

#### (1) 中央データ管理センター機材

- イスラマバード中央データ管理センター（FFC）機材レイアウト図 : FFC-PL-001
- イスラマバード中央データ管理センター（FFC）避雷システム : FFC-PL-002
- ラホール中央データ管理センター（H&R WAPDA Office）  
機材レイアウト図 : WAP-PL-001
- ラホール中央データ管理センター（H&R WAPDA Office）避雷システム : WAP-PL-002
- 河川監視室（WAPDA House Room 238）機材レイアウト図 : WAP-PL-003

#### (2) 水文・水理観測システム

- 水位・流速センサー取付フレーム 1 : WLV-MF-001
- 水位・流速センサー取付フレーム 2 : WLV-MF-002
- 水位・流速センサー取付フレーム 3 : WLV-MF-003
- 水位・流速センサー取付フレーム 4 : WLV-MF-004
- 水位・流速センサー取付フレーム 5 : WLV-MF-005
- 水位・流速センサー取付フレーム 6 : WLV-MF-006
- 水位・流速センサー取付フレーム 7 : WLV-MF-007

- 水位・流速センサー取付フレームリスト : WLV-MF-T00
  - 水位・流速センサー取付フレーム (タイプ A) : WLV-MF-T01
  - 水位・流速センサー取付フレーム (タイプ B) : WLV-MF-T02
  - 水位・流速センサー取付フレーム (タイプ C) : WLV-MF-T03
  - 水位・流速センサー取付フレーム (タイプ D) : WLV-MF-T04
  - 水位・流速センサー取付フレーム (タイプ E) : WLV-MF-T05
  - 水位・流速センサー取付フレーム (タイプ F) : WLV-MF-T06
  - 水位・流速センサー取付フレーム (タイプ G) : WLV-MF-T07
  - 水位・流速センサー取付フレーム (タイプ H) : WLV-MF-T08
  - 水位・流速センサー取付フレーム (タイプ I) : WLV-MF-T09
  - 水位・流速センサー取付フレーム (タイプ J) : WLV-MF-T10
  - 水位・流速センサー取付フレーム (タイプ K) : WLV-MF-T11
  - 水位・流速センサー取付フレーム (タイプ L) : WLV-MF-T12
  - 水位・流速センサー取付フレーム (タイプ M) : WLV-MF-T13
  - 水位・流速センサー取付フレーム (タイプ N) : WLV-MF-T14
  - 水位・流速センサー取付フレーム (タイプ O) : WLV-MF-T15
  - 水位・流速センサー取付フレーム (タイプ P) : WLV-MF-T16
  - 水位・流速センサー取付フレーム (タイプ Q) : WLV-MF-T17
- (3) 超音波ドップラー流速計
- ADCP 揚重クレーン : ADCP-001
- (4) 自動気象観測システム (AWS)
- 可倒式ポール 1 : AWS-TP-01
  - 可倒式ポール 2 : AWS-TP-02
  - AWS 及びソーラーパワーシステム取付フレーム : AWS-ASP-01
  - 雨量計及び防風シールド : AWS-RG-01
  - 積雪センサー取付ポール : AWS-SEP-01

### 3.2.4 施工計画／調達計画

#### 3.2.4.1 施工方針／調達方針

本プロジェクトにおける水文・水理観測網の整備に係る業務内容は、水文・水理観測機材、通信機材、中央データ管理センター整備機材の調達・据付工事からなり、それらの整合性を図ることが重要である。

##### (1) 事業実施主体

本プロジェクトの事業実施主体は、プロジェクト管理機関である水資源省傘下の FFC であり、コンサルタント契約及びコントラクター契約の契約当事者である。一方で、水文・水理観測システムの据付工事やプロジェクト完了後の運用維持管理を実施するのは WAPDA であり、河川監視や水資源開発に係わる全ての業務を行っている。表 3.2.11 に本プロジェクトに係るパキスタン側の各組織の責任範囲を整理した。

表 3.2.11 プロジェクト関係組織の責任範囲

責任範囲	パキスタン連邦洪水委員会 (FFC)	水利電力開発公社ラホール分所 (WAPDA)	国家防災管理庁 (NDMA)	パキスタン気象局 (PMD)	パキスタンインダス水利委員会 (PCIW)	4州灌漑局 (PID)	インダス川流域庁 (IRSA)
・プロジェクト実施管理責任	★						
・水文・水理観測システム据付工事責任		★					
・データ表示システム据付工事責任		★					
・機材運用維持管理責任							
中央データ管理センター機材	★	★					
データ表示システム	★	★	★	★	★	★	★
水文・水理観測システム		★					
超音波ドップラー流速計		★					
・観測データ品質管理責任		★					
<ul style="list-style-type: none"> <li>・ FFC: Federal Flood Commission</li> <li>・ WAPDA: Water &amp; Power Development Authority</li> <li>・ NDMA: National Disaster Management Authority</li> <li>・ PMD: Pakistan Meteorological Department, FFD: Flood Forecasting Division</li> <li>・ PCIW: Pakistan Commissioner for Indus Waters</li> <li>・ PID: Provincial Irrigation Department</li> <li>・ IRSA: Indus River System Authority</li> </ul>							

##### (2) コンサルタント

パキスタン政府及び日本国政府間での交換公文 (E/N) 及びパキスタン側と JICA の間での贈与契約 (G/A) 署名後、本プロジェクトのコンサルティング・サービス契約が早急に締結されることが肝要である。コンサルティング・サービス契約は、FFC と、日本国の法律に従って設立され、日本国内に主たる事務所を有し、且つ JICA の推薦を受けたコンサルタントの間で締結される。

コンサルティング・サービスの契約締結後、コンサルタントは本プロジェクトのコンサルタントとなる。コンサルタントはパキスタン及び日本国内で詳細設計を行い、技術的仕様書、図面、図表などを含む入札書類を作成する。これに加え、コンサルタントは FFC が主催する入札会の補助を行い、本プロジェクトを成功裏に完了するために機材調達・据付監理を引き続き行う。

### (3) 請負者（コントラクター）

本プロジェクトの請負者（機材調達業者）は、一定の資格を有する日本国法人を対象とした一般競争入札により選定される。選定された請負者は、FFC と結ばれる契約に基づき、機材製作・調達・据付などを行う。

#### 3.2.4.2 施工上／調達上の留意事項

コンピュータをはじめ、複雑な電子回路を有する多くの機材が本プロジェクトで調達される。コンピュータ機器、複雑な水文・水理観測機材の設置、調整、試験稼動時には、全システムに高い精度と機能を発揮させるため、データ伝送、コンピュータネットワーク、ソフトウェアなどの技術者の派遣が必要となる。高い精度と機能は、正確な水文・水理観測に欠かすことができないものである。

更に、プロジェクト関係組織による機材の適切で効果的な運用保守をはかるため、据付け工事期間中及び据付け完了後に、派遣された技術者よりプロジェクト関係組織の技術者への技術移転として、現地研修（OJT）を実施する。

#### 3.2.4.3 施工区分／調達・据付区分

本案件の実施にあたり、日本国無償資金協力とパキスタン側の施工区分を次に示す。

表 3.2.12 プロジェクトの実施期間中及び完了後の日本国無償資金協力とパキスタン側の施工区分

No	項目	日本政府無償資金による負担範囲	パキスタン側による負担範囲
<b>一般項目</b>			
1	パキスタンで必要な制度上、法律上の手続き全般の実施		●
2	銀行口座の開設（銀行取極め）		●
3	コンサルタント及び請負業者の支払授權書発行及び支払授權書修正のための銀行手数料の支払い		●
4	本プロジェクトにおいて輸入される資機材に対する免税手続き及び陸揚げ港での通関手続きに必要な書類の通関業者/輸送業者（請負業者により雇用された）に対する提供及びプロジェクト実施期間中及び瑕疵期間中に不具合が発生した機材及び/又は予備品をメーカーの工場にて修理/交換/再輸入するための手続き		●
5	本プロジェクト実施に従事する日本及び外国籍を有する要員のビザ発給の保証（期間延長を含む）及び必要な手続きなど、パキスタン入国及び滞在に必要な事項		●
6	契約に基づいた製品やサービスの供給に関連した、本プロジェクト実施に従事する日本及び外国籍を有する要員に対して、被援助国で課される関税、内国税、その他の課税の免除		●
7	水文・水理観測システムの設置場所として選ばれた橋の所有者（国道局、パンジャブ州高速道路局など）から NOC/許可/同意/承諾の取得		●
8	パキスタンで必要な環境影響評価手続き（必要であれば）		●
9	海外から輸入される資機材の海上（または航空）及び陸上輸送の実施と促進	●	
10	荷揚げ港における荷降ろしや通関の迅速な実施と国内輸送に対する支援		●
<b>安全対策項目</b>			
11	安全に係る最大限の対応と、本プロジェクトの実施前及び実施期間中の各サイトにおける日本及び諸外国国籍を有する、本プロジェクト実施に関与する人員の安全確保		●

No	項目	日本政府無償資金 による負担範囲	パキスタン側 による負担範囲
12	46 式の水文・水理観測システム及び 5 式の自動気象観測システムの設置・調整のための移動時にコンサルタント及び請負業者要員に対する現地警察によるエスコート警備が必要な場合の手配		●
<b>機材の設置と研修</b>			
13	FFC イスラマバードと WAPDA ラホール (WAPDA 分所) に中央データ管理センター機材を設置するための既存設備の撤去と移設 (必要であれば)		●
14	PMD 観測所に自動気象観測システムを設置するための既存設備の撤去と移設 (必要であれば)		●
15	FFC (イスラマバード)、WAPDA (ラホール) 及び PMD (イスラマバード、ラホール、観測所) において、機材設置工事及び研修実施期間におけるコンサルタントと請負業者に対するインターネット接続が可能な作業スペースの提供		●
16	研修を含むプロジェクト実施に必要な資材、ツール、設備を保管するための安全な一時保管場所/部屋/倉庫の FFC (イスラマバード)、WAPDA (ラホール) 及び PMD (イスラマバード、ラホール、観測所) における無償提供		●
17	水文・水理観測システムのセンサーに必要な無線周波数の取得 (必要であれば)		●
18	水文・水理観測システム及び自動気象観測システムによる観測データ送受信の出力 2mW を超える無線トランシーバーの端末機器の型式承認の取得		●
19	水文・水理観測システム、中央データ管理システム及び自動気象観測システムによる観測データの送受信のための携帯電話 SIM カード (GSM/GPRS) の調達と経常費用の負担		●
20	イスラマバードとラホールの中央データ管理センター間に VPN (Virtual Private Network) 構築のため、イスラマバード及びラホールの中央データ管理センター (それぞれ対応するグローバル/固定 IP) への信頼性が高く且つ高速なインターネット環境の迅速な提供		●
21	プロジェクトにおいて調達された機材 (PC 端末及び周辺機器) への新たな IP アドレスとドメイン名の提供及びプロジェクトのネットワーク通信システムの一部となる可能性がある既設機材のファイアウォールの設定など (ルーターの設定など)		●
22	WAPDA 分所 (ラホール) 及び FFC (イスラマバード) の既設施設における中央データ管理センター整備に必要なスペースの確保		●
23	WAPDA イスラマバード及びラホールに設置予定の中央データ管理センターに必要な機材 (雷保護システムを含む) の調達	●	
24	河川、湖沼、ダム、行政区域 (地域、州、市、区など) を含むパキスタンの地図のシェープファイルなど、データ/プロダクトの表示ソフトウェアに組み込むための重要な地図情報・データの提供		●
25	46 式の水文・水理観測システムを調達、設置・調整	●	
26	5 式の自動気象観測システムを調達、設置・調整	●	
27	中央データ管理システムのための家具の調達・設置	●	
28	FFC が新たに整備する中央データ管理センターにおいて、本プロジェクト及び今後 FFC が調達する全ての機材を効果的に冷却するために必要な能力を備えた空調機の調達と設置		●
29	リライアビリティテスト、最終テスト、全システムの稼働開始	●	
30	調達機材の運用維持管理及び水文・水理観測データ/プロダクト表示ソフトウェアに関する請負業者による FFC、WAPDA、PMD、NDMA、PCIW、PID、IRSA に対する初期操作運用指導	●	
31	WAPDA 機材設置チームの要員となる適切な数の研修受講職員の割り当て及び ADCP を含む水文・水理観測システムの研修のためのサイトへの派遣費用 (日当、交通費、宿泊費) の負担		●

No	項目	日本政府無償資金 による負担範囲	パキスタン側 による負担範囲
32	PMD 機材設置チームの要員となる適切な数の研修受講職員の割り当て及び自動気象観測システムの研修のためのサイトへの派遣費用（日当、交通費、宿泊費）の負担		●
33	適切な数の研修受講職員の配置及びイスラマバード（FFC）とラホール（WAPDA 分所）の中央データ管理センターに加え、水文・水理観測システム及びデータ表示システムのサイトへ研修受講職員を派遣するための日当、交通費、宿泊費などの費用負担		●
34	適切な数の研修受講職員の配置及び自動気象観測システムのサイトへ研修受講職員を派遣するための日当、交通費、宿泊費などの費用負担		●
35	プロジェクト完了日から 12 か月間の請負業者による本プロジェクトにおいて調達された機材に対する保証の提供	●	
<b>プロジェクトの完了後</b>			
36	本プロジェクトで調達された機材の適切な運用と保守、効果的利活用		●
37	本プロジェクトで調達される全ての機材の円滑な運用維持管理のため、責任者を含む確固たる技術力と豊富な経験を有する FFC、WAPDA 及び PMD の職員の配置		●
38	円滑な水文・水理観測及び気象観測の実施と、観測データの防災関係機関への提供のために必要となる予算と人員の確保		●
39	本プロジェクトで調達される全てのオペレーティングシステム/アンチウイルス/アプリケーションソフトウェアの定期的なアップデート		●
40	機材の円滑な運用維持管理に必要な予備部品や消耗品の調達及び必要に応じて機材メーカーとの維持管理契約の締結		●
41	観測データやプロダクトの定期的なアーカイブの実施と、保管に必要な適切な数と容量を有するディスクメディア、ハードディスク、ソリッドステートディスクなどの調達		●
42	中央データ管理センター内の全ての機材の効率的かつ効果的な冷却を維持するため、エアフィルターの清掃を含む全冷房設備の月 1 回の保守		●
43	中央データ管理センターにおいて、本プロジェクトで調達した全ての機材の冷却ファンの出入り口への十分なスペースの確保と円滑な空気の流れの維持		●
44	水文・水理観測システム及び自動気象観測システムを盗難や破壊から守るための最大限の対策の実施		●

### 3.2.4.4 施工監理計画／調達監理計画

#### (1) 施工監理主要方針

1. 日本を含む諸外国国籍を有する、本プロジェクトに任命された人員の安全確保を第一優先とする。
2. 我が国の無償資金協力方針及び準備調査設計内容に従い、機材調達監理業務を実施する。
3. 関係機関や担当者と密接に連絡をとる。
4. 公正な立場で、施工関係者に対して迅速かつ適切な指導と助言を行う。
5. 災害を引き起こす可能性がある気象・水文現象の発生を的確に把握し、安全を最優先に工事を進める。

#### (2) 機材調達監理体制

1. 機材据付期間中は現地常駐監理者最低 1 名をパキスタンに派遣する。常駐監理者は FFC 及び WAPDA の担当者と共に、施工指導、監理などを行う。

2. 機材の設置・調整及びソフトウェアインストール時には、適宜コンサルタント監理者（各システム・装置に関する技術者）を現地に派遣し、指導・検査などを行う。
3. 国内に支援要員を配置し、機材の性能検査、調整、検査などに立ち会う。
4. サイトでのデータ伝送テスト時には、適宜関連技術者を現地に派遣する。

### (3) 機材調達監理業務内容

1. 監理業務：コンサルタントは実施機関の代理として入札関連・調達監理業務を実施する。
2. 施工図、資機材などの検査・確認：コンサルタントは、コントラクターから提出される施工図、製作図などの検査・確認を行う。
3. 進捗監理：コンサルタントは、必要に応じて実施機関や在パキスタン日本国大使館、JICA パキスタン事務所を含む関係機関へ進捗状況を報告する。
4. 支払い承認手続き：コンサルタントは、支払い手続きに関する協力を行う。

#### 3.2.4.5 品質管理計画

WAPDA 及びコントラクター機材据付チームによる水文・水理観測システムの機材据付工事（コンクリート打設、取付フレーム、配管、回線、機材設置、機材調整など）の品質を確保するため、機材据付工事前に水文・水理観測システムのプロジェクト候補地において、水文・水理観測システムの機材据付工事の実演研修をソフトコンポーネントの一部として実施する計画としている。

#### 3.2.4.6 資機材等調達計画

国際的な主要地から資機材を輸送する場合、パキスタン国の主要港であるカラチ港まで海上輸送し、カラチ港にて陸揚げした後、各サイトまで陸路にて輸送する事となる。日本の主要港からカラチ港までの、定期船の配船予定及び所要日数を表 3.2.13 に示した。

表 3.2.13 日本からカラチ港への配船予定

出荷地	配船予定数	所要日数
日本（横浜、東京、名古屋、神戸）	約 6 船/週	約 30～40 日間

＜イスラマバード及びラホールへの国内輸送＞

カラチ港で陸揚げされた機材は、まずイスラマバード及びラホールの倉庫まで内陸輸送する。最長でカラチ及びイスラマバード間、約1,800km（4～5日間）をコンテナトレーラーにて輸送する。道路の状態は悪くないものの、輸送途中の盗難などの危険性があることから、区間によっては、夜間走行を避けるなどの対処が必要である。

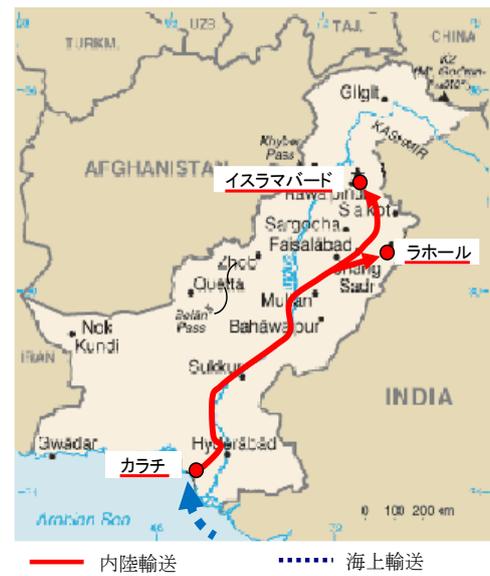


図 3.2.7 パキスタン国内輸送ルート

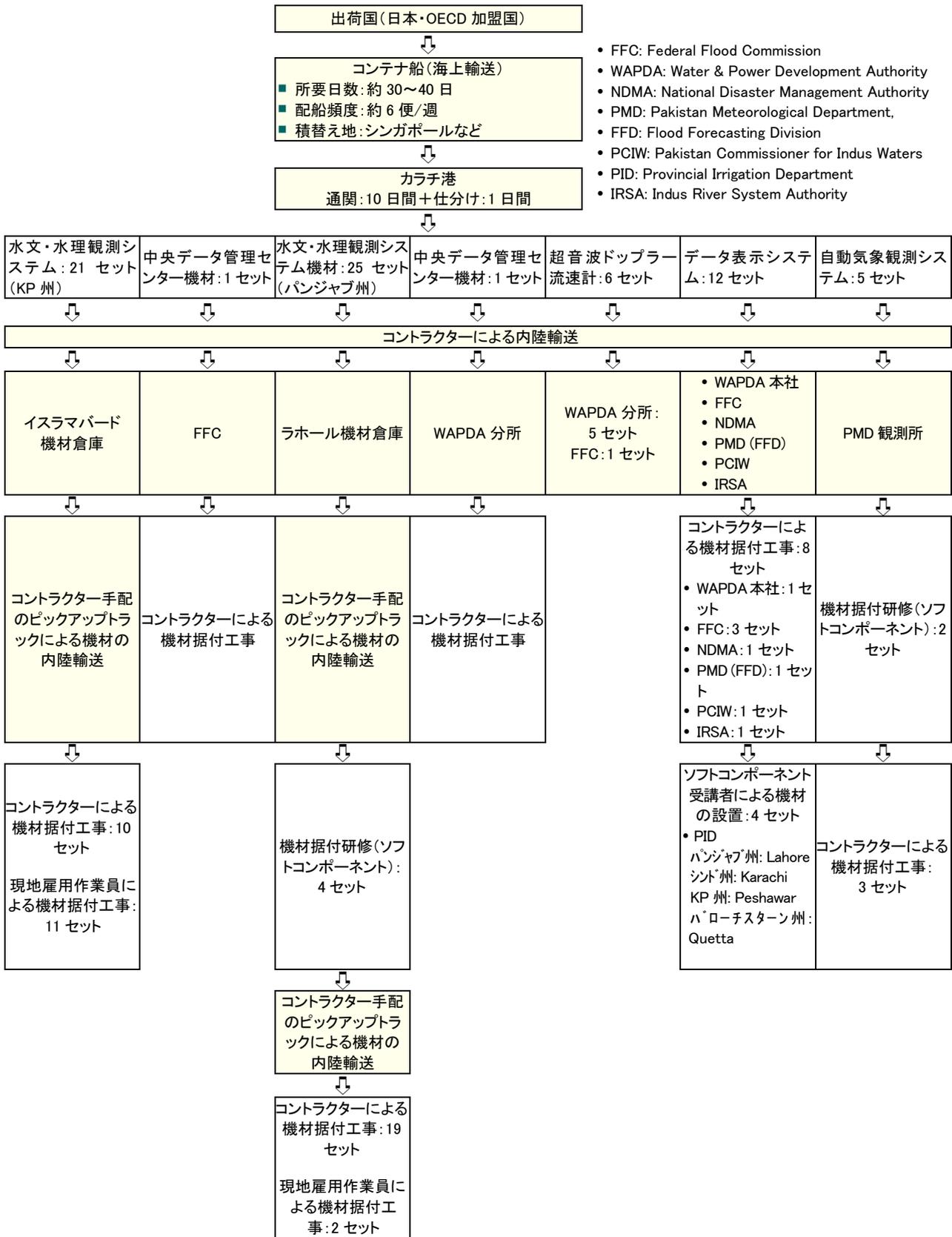


図 3.2.8 機材据付に沿った輸送計画

### 3.2.4.7 初期操作指導・運用指導等計画

初期操作指導及び運用指導は、基本的に機材据付工事完了後に実施する。初期操作指導に関しては、実際の各システム運用シミュレーションを兼ねて実施する。初期操作指導及び運用指導を行うシステムと実施場所は次のとおりである。

表 3.2.14 初期操作指導・運用指導など実施対象組織と実施場所

内容	パキスタン連邦洪水委員会 (FFC)	水利電力開発公社ラホール分所 (H&R WAPDA Office)	水利電力開発公社本社 (WAPDA House)	国家防災管理庁 (NDMA)	パキスタン気象局 (PMD) 洪水予報部 (FFD)	パキスタンインダス水利委員会 (PCIW)	州灌漑局 (PID)	インダス川流域庁 (IRSA)	水文・水理観測サイト
中央データ管理センター機材									
データ収集システム	★	★							
データ処理システム	★	★							
データベースシステム	★	★							
情報提供システム	★	★							
データ管理システム		★							
データ表示システム	★		★	★	★	★	★	★	
水文・水理観測システム									★
超音波ドップラー流速計		★							
自動気象観測システム					★				
実施場所 ISB : イスラマバード LAH : ラホール	ISB	LAH	LAH	ISB	LAH	ISB	ISB LAH	ISB	サイト 4か所
<ul style="list-style-type: none"> <li>• FFC: Federal Flood Commission</li> <li>• WAPDA: Water &amp; Power Development Authority</li> <li>• NDMA: National Disaster Management Authority</li> <li>• PMD: Pakistan Meteorological Department, FFD: Flood Forecasting Division</li> <li>• PCIW: Pakistan Commissioner for Indus Waters</li> <li>• PID: Provincial Irrigation Department</li> <li>• IRSA: Indus River System Authority</li> </ul>									

### 3.2.4.8 ソフトコンポーネント計画

水文・水理観測網、中央データ管理センター及び自動気象観測システムの整備を通じて、本プロジェクトの目的の一つである将来の洪水リスク削減に寄与するため、以下の人材を本ソフトコンポーネントにより育成する必要がある。

- 1) 安全管理上、日本人技術者が立ち入ることができないサイトに水文・水理観測システムを設置して、将来の河川の形状変化などに合わせて移設することができる WAPDA 職員
- 2) 水文・水理観測システムを長期間にわたり良好に稼働させ、精度の高い観測を継続するために、適切に機材の運用維持管理を実施できる WAPDA 職員
- 3) ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler) を操作し、河川流量の算出に必要な河川断面プロファイルを計測し、水文・水理観測データの品質管理を実施できる WAPDA 及び FFC 職員
- 4) ラホールとイスラマバードの 2 か所に整備される中央データ管理センターの障害対応を適切な手順で実施し、長期にわたり高い可用性を維持できる WAPDA 及び FFC 職員

- 5) 水文・水理観測データ及びそこから作成される各種水文・水理観測プロダクトを、提供相手や公開内容を適切に制御した上で、提供・公開できる WAPDA 及び FFC 職員
- 6) 水文・水理観測システムの観測データ及びそこから作成される各種水文・水理観測プロダクトを、洪水モデルなどのシステムに取り込んで利用するために最低限必要な、中央データ管理センターからのデータの自動取得とデータ変換が行える防災関連機関（WAPDA、FFC、PMD、NDMA、PID、IRSA、PCIW）の職員
- 7) 安全管理上、日本人技術者が立ち入ることができないサイトにおける自動気象観測システムの設置・移設作業実施監理をすることができる PMD 職員
- 8) 自動気象観測システムを長期間にわたり良好に稼働させ、精度の高い観測を継続するために、適切に機材の運用維持管理を実施できる PMD 職員

(1) ソフトコンポーネントの目標

無償資金協力にて整備される水文・水理観測システム、中央データ管理センター、自動気象観測システムを実施機関が自ら確実に運用・保守できるようになることをソフトコンポーネントの目標とする。

(2) ソフトコンポーネントの成果と成果達成度の確認方法

ソフトコンポーネントにて期待される成果、成果指標、成果達成度の確認方法は表 3.2.15 のとおりである。

表 3.2.15 ソフトコンポーネントの成果及び達成度の確認方法

No.	成果	成果指標	成果達成度の確認方法
1	WAPDA 職員が水文・水理観測システムを設置・移設できる。	WAPDA 機材設置チームによる設置や移設などに対応するため、水文・水理観測システムを設置・移設する技術を習得する。	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 日本人技術者が立ち入ることが可能なサイト4か所における設置指導を通じた手順の理解度、習熟度及び安全性の確認</li> <li>2) WAPDA 職員による設置工程の映像や設置後の写真による確認</li> </ol>
2	WAPDA 職員が水文・水理観測システムを円滑に運用・維持管理できる。	運用・維持管理マニュアルと運用管理台帳に基づき、水文・水理観測システムの運用を実施するための実践的な技術を習得する。	<p>観察及び聞き取りによる、以下の5項目の習熟度の確認</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 定期保守点検</li> <li>2) 予備品の実機への組入れ、組入れ後の動作及び観測状況確認</li> <li>3) 軽微な故障の探求・処置・復旧・動作確認作業</li> <li>4) 重大な故障発生時の対応</li> <li>5) 保守管理台帳の記載内容</li> </ol>
3	WAPDA 職員及び FFC 職員が水文・水理観測システムの観測データの観測精度を維持できる。	河川の変化状況を河川流量の計算に反映させるため、水文・水理観測サイトにて ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler) を用いて河川断面プロファイルを定期的に計測し、水文・水理観測システム若しくは中央データ管理セン	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) ADCP を用いた河川断面プロファイルの計測・設定作業の観察及び WAPDA 職員への聞き取りによる作業手順の理解度確認</li> <li>2) 異常値を含むダミーの観測データを用いた小テスト</li> </ol>

No.	成果	成果指標	成果達成度の確認方法
		ターのサーバに設定する技術を習得する。 加えて、中央データ管理センターにおける水文・水理観測システムの観測データの異常値の発見方法を習得する。	
4	WAPDA 職員及び FFC 職員が中央データ管理センターを円滑に運用・維持・管理できる。	システムの早期復旧と障害箇所の特定を系統的に実施する手順を確立し、障害対応に必要な技術を習得する。	観察及び聞き取りによる、以下の7項目の習熟度の確認 1) データの定期的なバックアップ 2) 継続的な監視と障害の早期発見 3) 系統的な障害箇所の特定と復旧 4) 予備品の実機への組入れ、組入れ後の動作及び観測状況確認 5) 冗長化されたサーバの切替手順 6) 重大な故障発生時の対応 7) 保守管理台帳の記載内容
5	WAPDA 職員及び FFC 職員が水文・水理観測システムの観測データを配信できる。	水文・水理観測システムの観測データ・プロダクトを適切な情報セキュリティ対策を講じて関係機関に提供する技術を習得する。	1) 情報提供システムの運用状況の確認 2) WAPDA 及び FFC の Web サイトなどで観測データ・プロダクトの配信状況を確認 3) 中央データ管理センターで必要な情報セキュリティ対策の理解度の確認 4) 情報提供範囲の設定確認
6	防災関連組織職員が水文・水理観測システムの観測データの自動取得と観測データのフォーマット変換ができる。	情報提供システムにソフトウェアにてアクセスし、水文・水理観測システムの観測データを取得した後、各防災関連組織の主業務に使用するための観測データのフォーマット変換を行う技術を習得する。	データ取得を実装する場を設け、理解度を確認する。
7	PMD 職員が自動気象観測システムを設置・移設及び円滑に運用・維持管理できる。	日本人技術者が安全上の理由から立ち入ることができないサイトへの設置のため、自動気象観測システムを設置・移設作業実施の監理方法を習得する。また運用・維持管理マニュアルと運用管理台帳に基づき、自動気象観測システムの運用を実施するための実践的な技術を習得する。	1) 日本人技術者が立ち入ることが可能なサイトにおける設置指導を通じた手順の理解度、習熟度及び安全性の確認 2) PMD 職員による設置工程の映像や設置後の写真による確認 観察及び聞き取りによる、以下の5項目の習熟度の確認 1) 定期保守点検 2) 予備品の実機への組入れ、組入れ後の動作及び観測状況確認 3) 軽微な故障の探求・処置・復旧・動作確認作業 4) 重大な故障発生時の対応 5) 保守管理台帳の記載内容

上述のソフトコンポーネントの7つの成果を達成することにより、表 3.2.16 に示す各効果が見込まれ、本プロジェクトの目標達成にも貢献するものと考えている。

表 3.2.16 ソフトコンポーネントにおいて実施することによる効果

No.	成果	ソフトコンポーネントにおいて実施することによる効果
1	WAPDA 職員が水文・水理観測システムを設置・移設できる。	WAPDA 職員が水文・水理観測システムの設置・移設方法を習得することで、安全管理上の理由から日本人技術者が立ち入ることができないサイトにおける、WAPDA 職員による安全で確実な水文・水理観測システムの設置作業を支援し、プロジェクトの円滑な立ち上がりを促進する。加えて、将来河川の形状の変化により観測場所の有効性が低下した場合に、より有効性の高い観測場所に WAPDA 自身で移設することで、我が国の無償資金協力により整備される水文・水理観測システムが長期に渡り効果的に利用される。
2	WAPDA 職員が水文・水理観測システムを円滑に運用・維持管理できる。	WAPDA 職員が水文・水理観測システムのメンテナンス方法を習得し、定められた手順での定期点検の実施・記録を含めた適切な維持管理を実施することにより、我が国の無償資金協力により整備される水文・水理観測システムが長期にわたり良好に稼働する。
3	WAPDA 職員及び FFC 職員が水文・水理観測システムの観測データの観測精度を維持できる。	WAPDA 職員及び FFC 職員が ADCP を用いた河川断面プロファイルの計測に習熟し、定期的な計測を継続した上で、機材引き渡しの段階から、水文・水理観測システムの観測データの精度確認を継続的に実施するよう習慣付けることで、水文・水理観測システムの観測データの有効性が向上することに加えて、水文・水理観測システムの不具合の早期発見と対応が可能となり、我が国の無償資金協力により整備される水文・水理観測システムが長期に渡り有効利用される。
4	WAPDA 職員及び FFC 職員が中央データ管理センターを円滑に運用・維持・管理できる。	WAPDA 職員及び FFC 職員が中央データ管理センターのメンテナンス方法を習得し、定められた手順での定期点検の実施・記録を含めた適切な維持管理を実施した上で、機器の故障や通信障害発生時に系統的に対応する技術を身につけることで、我が国の無償資金協力により整備される中央データ管理センターが長期にわたり良好に稼働し、水文・水理観測システムによる観測データが長期に渡り有効利用される。
5	WAPDA 職員及び FFC 職員が水文・水理観測システムの観測データ及びそれに基づくアラートを配信できる。	WAPDA 職員及び FFC 職員が水文・水理観測システムの観測データに基づき河川の流量変化に係るアラートを発出できる環境を整備することで、本プロジェクトの目的の一つである洪水リスク削減に向けて、我が国の無償資金協力により整備される水文・水理観測システムが長期に渡り効果的に利用される。
6	防災関連機関職員が水文・水理観測システムの観測データの自動取得とデータのフォーマット変換ができる。	ユーザが将来自助努力にて水文・水理観測システムの観測データを防災業務で活用するために（既設データベースやモデルなどへの取り込み）最低限必要となる、観測データの自動取得及びデータのフォーマット変換方法を習得することで、我が国の無償資金協力により整備される水文・水理観測システムによる観測データが長期に渡り有効利用される。
7	PMD 職員が自動気象観測システムを設置し円滑に運用・維持管理できる。	PMD 職員が自動気象観測システムの設置方法を習得することで、安全管理上の理由から本邦技術者が作業できないサイトにおける、PMD 職員による安全で確実な自動気象観測システムの設置作業を支援し、プロジェクトの円滑な立ち上がりを促進する。加えて、PMD 職員が自動気象観測システムのメンテナンス方法を習得し、定められた手順での定期点検の実施・記録を含めた適切な維持管理を実施することにより、我が国の無償資金協力により整備される自動気象観測システムの長期に渡る良好な稼働と効果的な利用につながる。

### (3) ソフトコンポーネントの活動（投入計画）

ソフトコンポーネントの活動（投入計画）は以下のとおりである。表 3.2.17 に各活動の内容、必要とされる技術・業種、技術レベルを、表 3.2.18 に各活動の実施方法、成果品及び実施リソースを、表 3.2.19 に各活動のターゲットグループを記載した。水文・水理観測システムの設置方式は、橋の形状に応じてサイト毎に異なり 17 タイプに分類している。そのため、特に、WAPDA 機材設置チーム（4 チーム）が設置監理を行う計画である渡航制限地域に位置する 13 のサイトにおいて代表的な 4 タイプを抽出して、渡航制限地域外に位置する 4 サイトにおいて、実践的な設置及び移設の実施が可能となるための研修を活動 1 で実施する計画とした。

表 3.2.17 ソフトコンポーネントの活動内容

成果 No.	活動	活動内容	必要とされる技術・業種	現状の技術水準	達成すべき技術水準
1	活動 1	水文・水理観測システムの設置と移設研修	電気・電子技術者	既設水位計の運用経験を有するが、設置経験に乏しい。	水文・水理観測システムの設置と移設の技術を有する。
2	活動 2	水文・水理観測システム運用・保守研修	電気・電子技術者	既設水位計の運用経験を有する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>水文・水理観測システムの点検・調整・故障探求・処置・復旧ができる技術を有する。</li> <li>水文・水理観測システム運用マニュアル要約及び運用管理台帳に沿った運用・管理技術を有する。</li> </ul>
3	活動 3	水文・水理観測システムの観測データ品質管理研修	電気・電子技術者	既存の ADCP の運用経験を有する。日毎の観測データにおける異常値の確認に留まる。	<ul style="list-style-type: none"> <li>ADCP を用いた河川断面プロファイルの観測と取り込みの技術を有する。</li> <li>水文・水理観測システムの観測データの異常値の発見と原因調査の技術を有する。</li> </ul>
4	活動 4	中央データ管理センターの運用・保守研修	IT 技術者	WAPDA 職員及び FFC 職員ともに Linux ベースのサーバの運用経験・技術に精通していない。	イスラマバードとラホール 2 拠点の中央データ管理センターの運用保守技術を有する。
5	活動 5	水文・水理観測システムの観測データ及びアラートを含むプロダクトの公開技術研修	IT 技術者	既存水位計の観測データ公開用ウェブサイトの運用に留まる。	WAPDA の Web サイトでの水文・水理観測システムの観測データ及びプロダクトの公開と継続的な運用ができる技術を有する。
6	活動 6	水文・水理観測システムの観測データ及びプロダクトの利用研修	IT の基礎的な知識を有する防災関連機関職員	フォーマット変換などデータ処理の経験及び技術に精通していない。	<ul style="list-style-type: none"> <li>中央データ管理センターから水文・水理観測システムの観測データの自動取得ができる。</li> <li>水文・水理観測システムの観測データのフォーマットを理解し、変換技術を有する。</li> </ul>
7	活動 7	自動気象観測システムの設置・運用・保守研修	電気・電子技術者	KP 州には自動気象観測システムの熟練した設置・運用・保守経験者が存在しない。	<ul style="list-style-type: none"> <li>自動気象観測システムの設置技術を有する。</li> <li>自動気象観測システムの点検・調整・故障探求・処置・復旧ができる技術を有する。</li> <li>自動気象観測システム運用マニュアル要約及び運用管理台帳に沿った運用・管理技術を有する。</li> </ul>

表 3.2.18 ソフトコンポーネントの実施内容

活動	実施方法	成果品	実施リソース
活動 1	水文・水理観測システムの設置サイトの選定基準の研修	水文・水理観測システム設置・移設マニュアル	水文・水理観測システム設置技術担当コンサルタント：1.63 人月 (現地技術移転期間：49 日間) 直接支援型
	水文・水理観測システム設置手順の研修		
	日本側設置サイト 4 か所にて、水文・水理観測システムの設置研修		
	WAPDA による水文・水理観測システム設置・移設マニュアルの作成		

活動	実施方法	成果品	実施リソース
	作成したマニュアルに従い、日本人渡航制限地域の据付サイトにて設置を実施し、日本側が遠隔で確認（中央データ管理センターにおける観測データの受信確認を含む）		
活動2	水文・水理観測システム概説	水文・水理観測システム保守マニュアル要約	水文・水理観測システム運用・保守技術担当コンサルタント：1.53人月（現地技術移転期間：46日間） 直接支援型
	水文・水理観測システム保守マニュアル要約の作成		
	水文・水理観測システム運用管理台帳の作成	水文・水理観測システム運用管理台帳	
	水文・水理観測システム運用マニュアル要約に則った、WAPDA 職員による運用業務の実施及び運用管理台帳への記録		
	予備品の実機への組入れ研修	水文・水理観測システム保守管理台帳	
	故障探求・処置・復旧確認研修 重大な故障発生時の対応研修	水文・水理観測システム故障探求フローチャート	
活動3	ADCP の組立、分解と保管方法の研修 ADCP を用いた河川断面プロファイルデータの計測の実地研修	ADCP 運用・保守・計測マニュアル	
	水文・水理観測システムの観測データの統計的検証	水文・水理観測システムの観測データ検証マニュアル	
活動4	中央データ管理センターのサーバの Linux OS の基本操作	Linux OS 基本操作マニュアル	中央データ管理センター運用・保守技術担当コンサルタント：1.30人月（現地技術移転期間：39日） 直接支援型
	中央データ管理センターのサーバの運用・保守技術の研修	中央データ管理センター運用・保守マニュアル	
	中央データ管理センターのサーバのデータバックアップ技術の研修		
	中央データ管理センターのサーバの障害対応技術の研修	中央データ管理センター障害対応手順書	
	中央データ管理センターの情報セキュリティ監視技術の研修	中央データ管理センター情報セキュリティ監視マニュアル	
活動5	情報提供システムを通じた水文・水理観測システムの観測データ提供技術	水文・水理観測システムの観測データ提供マニュアル	
	アラートシステム用ソフトウェアの導入及び初期設定の技術研修	アラートシステム初期導入マニュアル	
	観測データ及びアラート配信のためのモバイルアプリの開発技術研修	観測データ・アラート配信デモアプリ及び解説書	
活動6	データ表示システムの設置と利用研修	水文・水理観測システムの観測データ利用マニュアル	水文・水理観測システムの観測データ活用技術担当コンサルタント：0.60人月（現地技術移転期間：18日） 直接支援型
	中央データ管理センターからの観測データの自動取得技術		
	水文・水理観測システムの観測データの統計処理及びフォーマット変換技術		
活動7	自動気象観測システム設置サイトの選定基準の研修	自動気象観測システム設置マニュアル	自動気象観測システム担当コンサルタント：1.33人月（現地技術移転期間：40日間） 直接支援型
	自動気象観測システム設置手順の研修		
	日本側設置サイトにて、自動気象観測システムの設置研修		
	PMD による自動気象観測システム設置マニュアルの作成		
	作成したマニュアルに従い、日本人渡航制限地域の据付サイトにて設置を実施し、日本側		

活動	実施方法	成果品	実施リソース
	が遠隔で確認 (PMD イスラマバードにおける観測データの受信確認を含む)		
	自動気象観測システム保守マニュアル要約の作成	自動気象観測システム保守マニュアル要約	
	自動気象観測システム運用管理台帳の作成		
	自動気象観測システム運用マニュアル要約に則った、PMD 職員による運用業務の実施及び運用管理台帳への記録	自動気象観測システム運用管理台帳	
	納入された予備品の実機への組入れ研修	自動気象観測システム保守管理台帳	
	故障状態を想定した故障探求・処置・復旧確認研修	自動気象観測システム故障探求フローチャート	
	重大な故障発生時の対応研修		

表 3.2.19 ターゲットグループ

活動	WAPDA 職員	FFC 職員	PMD 職員	NDMA 職員	PID 職員	IRSA 職員	PCIW 職員
活動 1	30	5			5		
活動 2	30	5	5	5	5	5	5
活動 3	30	5					
活動 4	5	5					
活動 5	5	5					
活動 6	5	5	5	5	10	5	5
活動 7			10				

(4) ソフトコンポーネントの成果品

表 3.2.20 ソフトコンポーネントの成果品 (アウトプット)

資料名	内容	提出時期	ページ数
水文・水理観測システム設置・移設マニュアル	- 設置場所の選択基準及び必要な測量 - 水文・水理観測システム設置手順 - 水文・水理観測システム移設手順	技術移転 実施後	20
水文・水理観測システム保守マニュアル要約	- 水文・水理観測システム概要 - 定期保守点検手順 - 予備品の実機への組入れ手順と組入れ後の動作確認手順 - 故障の探求・処置・復旧確認作業実施手順 - 重大な故障発生時の対応手順		15
水文・水理観測システム運用管理台帳	- 運用・定期点検・清掃の実施日時 - 点検項目ごとの結果記録 - 運用・定期点検・清掃を行った職員氏名		2
水文・水理観測システム保守管理台帳	- 障害の発生日時 - 障害の原因 (異音、部分的な劣化、その他) - 実施した復旧手順 - 交換した部品の名称及び数量 - 復旧/障害対応を行った職員氏名		2
水文・水理観測システム故障探求フローチャート	- 故障の探求手順 (フローチャート)		1
ADCP 運用・保守・計測マニュアル	- ADCP 観測概要 (計測原理、手順、計測可能条件など) - ADCP 運用・保守手順 - ADCP 障害対応手順 - ADCP 組立て・分解及び計測手順		10
Linux OS 基本操作マニュアル	- Linux OS の概要 - 重要なコマンドの解説 - ファイルシステムの解説		20

資料名	内容	提出時期	ページ数
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 重要なシステムプロセスの解説</li> <li>- シェルスクリプト（簡易プログラム）作成の基礎</li> </ul>		
中央データ管理センター運用・保守マニュアル	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 中央データ管理センターシステム構成、データフロー概要</li> <li>- 中央データ管理センターネットワーク構成概要</li> <li>- 中央データ管理センター電源構成及び停電対応概要</li> <li>- サーバ・ネットワーク機器のハードウェア構成概要</li> <li>- サーバ・ネットワーク機器の起動、停止、再起動手順</li> <li>- サーバ・ネットワーク機器の定期保守点検手順（CPU、メモリ、ストレージ、ネットワーク使用率などの確認）</li> <li>- サーバ・ネットワーク機器の定期清掃手順</li> <li>- サーバのバックアップ取得及び復旧手順</li> </ul>		20
中央データ管理センター障害対応手順書	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 故障の探求手順（フローチャート）</li> <li>- 故障の探求・処置・復旧確認作業実施手順</li> <li>- 冗長構成のサーバの切替手順</li> <li>- サーバの冗長電源の交換手順</li> <li>- サーバのストレージ障害時の予備品への交換と RAID 再構築手順</li> </ul>		20
中央データ管理センター情報セキュリティ監視マニュアル	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 中央データ管理センター情報セキュリティ概要</li> <li>- 中央データ管理センターにて想定される主要な脅威の解説</li> <li>- 統合脅威管理（UTM）の情報セキュリティ機能及び設定</li> <li>- サーバ・ネットワーク機器における情報セキュリティ設定</li> <li>- 情報セキュリティ監視項目と確認手順</li> </ul>		10
水文・水理観測システムの観測データ検証マニュアル	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 標準器などを使用した、水位計、流速計、雨量計の観測データの精度の検証方法</li> <li>- 観測データの統計処理及び外れ値の特定方法</li> </ul>		10
水文・水理観測システムの観測データ提供マニュアル	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 情報提供システム概要</li> <li>- 水文・水理観測システムの観測データの提供</li> <li>- ユーザ・グループ単位での提供内容の制限方法を含むユーザ管理</li> </ul>		10
アラートシステム初期導入マニュアル	<ul style="list-style-type: none"> <li>- アラートシステムソフトウェア概要</li> <li>- アラートシステムソフトウェア導入・初期設定手順</li> <li>- アラートシステムソフトウェア実行手順</li> </ul>		10
観測データ・アラート配信デモアプリ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 観測データ及びアラートの受信・表示機能</li> </ul>		※
観測データ・アラート配信デモアプリ解説書	<ul style="list-style-type: none"> <li>- スマートフォンアプリ開発概要</li> <li>- デモアプリの開発環境整備</li> <li>- 観測データ・アラート配信デモアプリのソースコード解説</li> <li>- デモアプリの公開手順</li> </ul>		20
水文・水理観測システムの観測データ利用マニュアル	<ul style="list-style-type: none"> <li>- データ表示システムの操作方法</li> <li>- 情報提供システムからの観測データ自動取得手順</li> <li>- プログラミング言語を用いた、観測データの統計処理及びフォーマット変換手法</li> </ul>		20
自動気象観測システム設置マニュアル	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 設置場所の選択基準及び必要な測量</li> <li>- 自動気象観測システム設置手順</li> </ul>		15
自動気象観測システム保守マニュアル要約	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 自動気象観測システム概要</li> <li>- 定期保守点検手順</li> <li>- 予備品の実機への組入れ手順と組入れ後の動作確認手順</li> <li>- 故障の探求・処置・復旧確認作業実施手順</li> <li>- 重大な故障発生時の対応手順</li> </ul>		10

資料名	内容	提出時期	ページ数
自動気象観測システム運用管理台帳	- 運用・定期点検・清掃の実施日時 - 点検項目ごとの結果記録 - 運用・定期点検・清掃を行った職員氏名		2
自動気象観測システム保守管理台帳	- 障害の発生日時 - 障害の原因（異音、部分的な劣化、その他） - 実施した復旧手順 - 交換した部品の名称及び数量 - 復旧/障害対応を行った職員氏名		2
自動気象観測システム故障探求フローチャート	- 故障の探求手順（フローチャート）		1
ソフトコンポーネント完了報告書	- 活動計画と実績 - 計画した成果と成果の達成度 - 成果の達成度に影響を与えた要因 - 効果の持続・発展のための今後の課題・提言など - 成果品一式	ソフトコンポーネント実施完了時	50

※成果物がソフトウェアのソースコードであることから、ページ数は指定しない。  
開発に 0.5 人月の国内作業を想定。

### 3.2.4.9 実施工程

表 3.2.21 実施工程表

	月	1	2	3	4	5	6	7
<b>実施設計</b>	計：7.0ヶ月							
現地調査（価格調査）	■							
国内解析・積算資料作成		■	■					
入札図書作成・入札図書説明及び承認				■	■			
入札業務						■	■	

	月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	32	
<b>機材調達・据付工事</b>	計：19.3ヶ月																								
機材製作	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
海上輸送／免税手続・通関／内陸輸送													■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
機材据付／調整																									■
初期操作・維持管理研修																									■
機材各種テスト・検査																									■
最終検査・引渡																									■
瑕疵検査																									■
<b>ソフトコンポーネント</b>																									
活動1																									
活動2・活動3																									
活動4・活動5																									
活動6																									
活動7																									

### 3.2.5 安全対策計画

本プロジェクトの対象地域である KP 州とパンジャブ州には、日本国外務省の「渡航安全情報」で、渡航者に対して避難勧告及び渡航中止勧告が出されている地域があることから、これらの地域に位置するプロジェクト候補地の機材据付工事は、必要経費はプロジェクト経費に含むものの、その実施に関しては WAPDA の責任範囲として、本プロジェクトは計画されている。

### 3.3 相手国側負担事業の概要

日本国の無償資金援助による本プロジェクトにおける実施にあたり、パキスタン政府に要求される負担範囲は次のとおりである。

表 3.3.1 プロジェクトの実施前、期間中及び完了後の本プロジェクト実施に必要な負担業務

No	項目
<b>一般項目</b>	
1	パキスタンに必要な制度上、法律上の手続き全般の実施
2	銀行口座の開設（銀行取極め）
3	コンサルタント及び請負業者の支払授權書発行及び支払授權書修正のための銀行手数料の支払い
4	本プロジェクトにおいて輸入される資機材に対する免税手続き及び陸揚げ港での通関手続きに必要な書類の通関業者/輸送業者（請負業者により雇用された）に対する提供及びプロジェクト実施期間中及び瑕疵期間中に不具合が発生した機材及び/又は予備品をメーカーの工場にて修理/交換/再輸入するための手続き
5	本プロジェクト実施に従事する日本及び外国籍を有する要員のビザ発給の保証（期間延長を含む）及び必要な手続きなど、パキスタン入国及び滞在に必要な事項
6	契約に基づいた製品やサービスの供給に関連した、本プロジェクト実施に従事する日本及び外国籍を有する要員に対して、被援助国で課される関税、内国税、その他の課税の免除
7	水文・水理観測システムの設置場所として選ばれた橋の所有者（国道局、パンジャブ州高速道路局など）から NOC/許可/同意/承諾の取得
8	パキスタンに必要な環境影響評価手続き（必要であれば）
9	荷揚げ港における荷降ろしや通関の迅速な実施と国内輸送に対する支援
<b>安全対策項目</b>	
10	安全に係る最大限の対応と、本プロジェクトの実施前及び実施期間中の各サイトにおける日本及び諸外国国籍を有する、本プロジェクト実施に関与する人員の安全確保
11	46 式の水文・水理観測システム及び 5 式の自動気象観測システムの設置・調整のための移動時にコンサルタント及び請負業者要員に対する現地警察によるエスコート警備が必要な場合の手配
<b>機材の設置と研修</b>	
12	FFC イスラマバードと WAPDA ラホール（WAPDA 分所）に中央データ管理センター機材を設置するための既存設備の撤去と移設（必要であれば）
13	PMD 観測所に自動気象観測システムを設置するための既存設備の撤去と移設（必要であれば）
14	FFC（イスラマバード）、WAPDA（ラホール）及び PMD（イスラマバード、ラホール、観測所）において、機材設置工事及び研修実施期間におけるコンサルタントと請負業者に対するインターネット接続が可能な作業スペースの提供
15	研修を含むプロジェクト実施に必要な資材、ツール、設備を保管するための安全な一時保管場所/部屋/倉庫の FFC（イスラマバード）、WAPDA（ラホール）及び PMD（イスラマバード、ラホール、観測所）における無償提供
16	水文・水理観測システムのセンサーに必要な無線周波数の取得（必要であれば）
17	水文・水理観測システム及び自動気象観測システムによる観測データ送受信用の出力 2mW を超える無線トランシーバーの端末機器の型式承認の取得
18	水文・水理観測システム、中央データ管理システム及び自動気象観測システムによる観測データの送受信のための携帯電話 SIM カード（GSM/GPRS）の調達と経常費用の負担
19	イスラマバードとラホールの中央データ管理センター間に VPN（Virtual Private Network）構築のため、イスラマバード及びラホールの中央データ管理センター（それぞれ対応するグローバル/固定 IP）への信頼性が高く且つ高速なインターネット環境の迅速な提供
20	プロジェクトにおいて調達された機材（PC 端末及び周辺機器）への新たな IP アドレスとドメイン名の提供及びプロジェクトのネットワーク通信システムの一部となる可能性がある既設機材のファイアウォールの設定など（ルーターの設定など）
21	WAPDA 分所（ラホール）及び FFC（イスラマバード）の既設施設における中央データ管理センター整備に必要なスペースの確保
22	河川、湖沼、ダム、行政区域（地域、州、市、区など）を含むパキスタンの地図のシェープファイルなど、データ/プロダクトの表示ソフトウェアに組み込むための重要な地図情報・データの提供
23	FFC が新たに整備する中央データ管理センターにおいて、本プロジェクト及び今後 FFC が調達する全ての機材を効果的に冷却するために必要な能力を備えた空調機の調達と設置

No	項目
24	WAPDA 機材設置チームの要員となる適切な数の研修受講職員の割り当て及び ADCP を含む水文・水理観測システムの研修のためのサイトへの派遣費用（日当、交通費、宿泊費）の負担
25	PMD 機材設置チームの要員となる適切な数の研修受講職員の割り当て及び自動気象観測システムの研修のためのサイトへの派遣費用（日当、交通費、宿泊費）の負担
26	適切な数の研修受講職員の配置及びイスラマバード（FFC）とラホール（WAPDA 分所）の中央データ管理センターに加え、水文・水理観測システム及びデータ表示システムのサイトへ研修受講職員を派遣するための日当、交通費、宿泊費などの費用負担
27	適切な数の研修受講職員の配置及び自動気象観測システムのサイトへ研修受講職員を派遣するための日当、交通費、宿泊費などの費用負担
<b>プロジェクトの完了後</b>	
28	本プロジェクトで調達された機材の適切な運用と保守、効果的利活用
29	本プロジェクトで調達される全ての機材の円滑な運用維持管理のため、責任者を含む確固たる技術力と豊富な経験を有する FFC、WAPDA 及び PMD の職員の配置
30	円滑な水文・水理観測及び気象観測の実施と、観測データの防災関係機関への提供のために必要となる予算と人員の確保
31	本プロジェクトで調達される全てのオペレーティングシステム/アンチウイルス/アプリケーションソフトウェアの定期的なアップデート
32	機材の円滑な運用維持管理に必要な予備部品や消耗品の調達及び必要に応じて機材メーカーとの維持管理契約の締結
33	観測データやプロダクトの定期的なアーカイブの実施と、保管に必要となる適切な数と容量を有するディスクメディア、ハードディスク、ソリッドステートディスクなどの調達
34	中央データ管理センター内の全ての機材の効率的かつ効果的な冷却を維持するため、エアフィルターの清掃を含む全冷房設備の月 1 回の保守
35	中央データ管理センターにおいて、本プロジェクトで調達した全ての機材の冷却ファンの出入り口への十分なスペースの確保と円滑な空気の流れの維持
36	水文・水理観測システム及び自動気象観測システムを盗難や破壊から守るための最大限の対策の実施

### 3.4 プロジェクトの運営・維持管理計画

本プロジェクトで調達予定の機材の据付及び運営・維持管理の中核を担う WAPDA では、Assistant Executive Engineer をチームリーダーとして 6 名で構成される 4 つの機材設置チームを組織する計画であり、プロジェクト完了後は、これら 4 つのチームが全ての水文・水理観測システムの維持管理を実施する計画である。

また FFC、WAPDA 及び PMD は、本プロジェクト完了後の全てのシステムの運用を 24 時間無停止で行う計画である。機材運用維持管理を適切に実施するため、以下の項目を行うことが重要である。

- スタッフへの技術訓練
- 問題・故障への対応方法の確立
- 部品及び消耗品の交換修理記録の徹底
- 定期的な部品交換、オーバーホール及び較正の実施
- 運用・管理体制の整備
- 技術的・財政的自立発展性の確保

また将来的には、FFC 及び WAPDA が機材メーカーと維持管理契約を結ぶことも 1 つのオプションである。

更に、本プロジェクトの持続性を確保するためには、プロジェクト完了後に必要となる運用維持管理予算や人員の雇用・配置などが担保される必要があることから、パキスタン政府内の重要な手続き

の1つである PC-IV フォームに対するパキスタン政府の承認が不可欠となる。そのため、プロジェクト完了直前に FFC、WAPDA 及び PMD に対して PC-IV フォーム作成支援をコンサルタントが実施する必要がある。

### 3.5 プロジェクトの概略事業費

#### 3.5.1 協力対象事業の概略事業費

##### (1) 日本国側負担経費

施工・調達業者契約認証まで非公表

※本報告書は先行公開版であり、概略事業費を記載しない。施工・調達業者契約認証完了後に、概略事業費が記載された和文報告書が公開される。

##### (2) FFC、WAPDA 及び PMD の負担経費

FFC、WAPDA 及び PMD 側負担初度経費概算総額：879.67 百万パキスタンルピー（約 449 百万円）

FFC、WAPDA 及び PMD による経費負担の実績と合意に従い、本プロジェクト実施に必要な初度経費を次のように算出した。

表 3.5.1 FFC、WAPDA 及び PMD が負担する初度経費の概算

番号	費目	初度経費 (ルピー) FFC	初度経費 (ルピー) WAPDA	初度経費 (ルピー) PMD
1	コンサルタント及び請負業者の支払授權書発行及び支払授權書修正のための銀行手数料の支払い	10,000,000	-	-
2	水文・水理観測システムによる観測データ送受信の出力 2mW を超える無線トランシーバーの端末機器の型式承認の取得	-	294,000	-
3	自動気象観測システムによる観測データ送受信の出力 2mW を超える無線トランシーバーの端末機器の型式承認の取得	-	-	300,000
4	水文・水理観測システムで観測されたデータを中央データ管理センターへ送信するための GSM/GPRS (パケット通信) の SIM カードの購入	6,000	2,300,000	50,000
5	中央データ管理センター設立のための既設執務室の改修	18,000,000 (Including air-conditioners, etc.)	1,000,000	-
6	水文・水理観測システム及びデータ表示システムの WAPDA 機材据付チーム 4 つを編成するための適切な技術者配置及び派遣費用負担 (日当、交通費、宿泊費など) 必要なメンテナンスを含む車輛の燃料調達費	-	8,000,000	-
7	自動気象観測システムの PMD 機材据付チームを編成するための適切な技術者配置及び派遣費用負担 (日当、交通費、宿泊費など) 必要なメンテナンスを含む車輛の燃料調達費	-	-	500,000
8	プロジェクト実施のための IT 技術者と技術補佐の配置及び幹部職員の管理費	-	80,150,492	-
9	輸入された機器の関税と税金の支払い (機器価格の 40%)	88,800,000	503,558,105	56,000,000
10	45 か所の水文・水理観測サイトへのセキュリティーガードの配置	-	44,000,280	-
11	適切な研修受講職員配置及び派遣費用負担 (日当、	1,800,000	5,000,000	500,000

番号	費目	初度経費 (ルピー) FFC	初度経費 (ルピー) WAPDA	初度経費 (ルピー) PMD
	交通費、宿泊費など			
12	予備費 (1%) と組織管理費 (2.25%)	-	39,414,889	-
13	プロジェクト管理、プロジェクトモニタリングレポート (PMR) の作成及び JICA への報告	20,000,000	-	-
	合計	138,606,000	683,717,766	57,350,000

### (3) 積算条件

- ① 積算時点 : 2023 年 (令和 5 年) 11 月
- ② 為替交換レート : 1US ドル=148.34 円  
1PKR = 0.51075 円
- ③ 詳細設計及び工事の期間 : 業務実施工程表に示したとおりである。
- ④ その他 : 本プロジェクトは、日本国政府の無償資金協力の制度に従い、実施されるものとする。

### 3.5.2 運営・維持管理費

#### (1) 本プロジェクトの実施により発生するパキスタン側の運用維持管理費

本プロジェクトが無償資金協力によって実施される場合のプロジェクト完了後に発生する運用維持管理コストを算出した。

運用・維持管理コストは、以下の状況下での概算である。

- FFC、WAPDA 及び PMD 独自による運用・維持管理の実施
- 運用マニュアルに従い適切な運用の実施
- マニュアルに従い定期的且つ適切な維持管理の実施

プロジェクト全体の年間運用維持管理コスト概算 : 59.62 百万パキスタンルピー (約 30 百万円)

表 3.5.2 FFC、WAPDA 及び PMD が負担するプロジェクト全体の年間経常費用

番号	費目	運用維持管理費 (ルピー) FFC	運用維持管理費 (ルピー) WAPDA・H&M	運用維持管理費 (ルピー) PMD
1	中央データ管理センターのインターネット電気料金	1,200,000	2,400,000	-
2	中央データ管理センターのインターネット使用料金	250,000	250,000	-
3	水文・水理観測システム及び中央データ管理システムによる観測データの送受信のための通信費 (GSM/GPRS : パケット通信)	40,000	1,080,000	300,000
4	中央データ管理センター及び水文・水理観測網維持管理のための IT 技術者と技術補佐の配置	-	3,600,000	-
5	45 か所の水文・水理観測サイトへのセキュリティーガードの配置	-	22,000,000	-
6	水文・水理観測システムの電子機器及び設置構造物の維持管理費	-	2,700,000	-

番号	費目	運用維持管理費 (ルピー) FFC	運用維持管理費 (ルピー) WAPDA・H&M	運用維持管理費 (ルピー) PMD
7	自動気象観測システムの電子機器及び設置構造物の維持管理費	-	-	500,000
8	ADCP 機材の維持管理と河川プロファイリング職員派遣費（日当、交通費、宿泊費など）	-	14,000,000	-
9	スペアパーツと機材消耗品購入費、特別メンテナンス費など	500,000	3,000,000	900,000
10	消耗品及び事務用品購入費など	300,000	300,000	300,000
11	予備費	500,000	1,000,000	500,000
12	ディーゼル発電機及び車輛などの燃料費	800,000	3,200,000	-
	合計	3,590,000	53,530,000	2,500,000

## (2) 予算の推移の傾向と本プロジェクトの運用維持管理費

プロジェクトの運用維持管理に対する試算された FFC の負担額は 3,590,000 ルピー/年、PMD の負担額は 2,500,000 ルピー/年であり、FFC 及び PMD の 2022-23 会計年度予算と比較しても、FFC は約 2%、PMD は約 0.1%であることから、両組織にとって大きな負担額とはならないものと判断される。またプロジェクトの運用維持管理費が一番大きな WAPDA・H&M の負担額は、53,530,000 ルピー/年であり、2022-23 会計年度予算と比較すると約 35%ではある。しかしながら、WAPDA・H&M の予算は、巨大組織である WAPDA の一部の予算であることに加え、WAPDA 水文セクターに対するパキスタン連邦政府からの 2022-23 年公共部門開発プログラム（Public Sector Development Program: PSDC）予算は 74,066 百万ルピーと大きく、これと比較すれば 0.1 未満であることから、運用維持管理費は問題なく確保されるものと捉えられる。

更に、試算されたプロジェクトの運用維持管理費の確保には、国家経済評議会執行委員会 (ECNEC) による PC-I フォームの承認が不可欠であるとともに、その後、プロジェクト完了直後に PC-IV フォームが承認されれば、運用維持管理に必要となる予算は、問題なく確保できることから、パキスタン側は、交換公文締結前に承認を得ることを計画している。以下に FFC、WAPDA (H&M) 及び PMD の予算推移を示す。WAPDA の H&R に関しては、水文気象データ取得のため、パキスタン国内の洪水テレメトリー観測網の開発・運営維持管理を担当しているほか、本プロジェクトで調達されたすべての水文・水理観測システムの運営維持管理も担当する。

表 3.5.3 FFC、WAPDA (H&M) 及び PMD の年間予算推移

会計年度 (7月～6月)	FFC 予算 (1,000 ルピー)	前年度比 (%)	WAPDA (H&M) 予算 (1,000 ルピー)	前年度比 (%)	PMD 予算 (1,000 ルピー)	前年度比 (%)
2013-14	70,480	-	50,118	-	797,220	-
2014-15	74,654	105.9	51,468	102.7	874,369	109.7
2015-16	65,595	87.9	91,626	178.0	969,000	110.8
2016-17	81,915	124.9	131,113	143.1	1,027,937	106.1
2017-18	44,052	53.8	144,382	110.1	1,079,287	105.0
2018-19	105,376	239.2	134,112	92.9	1,235,000	114.4
2019-20	84,000	79.7	136,012	101.4	1,293,000	104.7
2020-21	143,766	171.2	110,242	81.1	1,347,611	104.2
2021-22	169,750	118.1	124,078	112.6	1,359,000	100.8
2022-23	177,678	104.7	149,494	120.5	2,036,993	149.9

プロジェクト実施・開発費は、PC-I の承認により配分されるプロジェクト実施及び開発に必要な特別予算であるため含んでいない

## 第4章 プロジェクトの評価（機材）

### 4.1 事業実施のための前提条件

プロジェクトにおいて水文・水理観測網及び中央データ管理センターの整備を実施する上で概算事業費の積算上想定したパキスタン側が免税すべき項目を以下に列記した。

全ての機材は、日本を含む OECD 加盟国からの調達を計画しているため、輸入品免税の手続きが必要となることから、手続きに関する情報を以下に記載する。

#### (1) 輸入免税手続き

パキスタンで輸入免税手続きを行う場合には、下表に示す2段階の手続きを行う必要がある。必要書類を連邦歳入庁（Federal Board of Revenue：FBR）へ提出後、輸入品免税証明書の取得には最短で約1か月を要することから、可能な限り早い段階で手続きを開始することが重要である。

表 4.1.1 免税及び通関必要手続き

必要手続き	申請先	書類提出時期	必要期間	FFC と WAPDA の必要提出書類	申請者
輸入品免税	連邦歳入庁 (FBR)	交換公文署名後すぐ	1 か月	交換公文：コピー1部	FFC WAPDA
通関	税関	入港後すぐ	10 日間	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 船積み書類</li> <li>• 船積み送り状：オリジナル1部</li> <li>• 船荷証券：オリジナル1部</li> <li>• パッキングリスト：オリジナル1部</li> <li>• 連邦歳入庁（FBR）発行の免税証明書：コピー1部</li> </ul>	

#### (2) プロジェクト実施のための必要な各種手続き

プロジェクト実施のために、パキスタンで必要な各種手続きは以下のとおりである。

表 4.1.2 機材据え付け実施のための各種必要手続き

必要手続き	申請先	必要期間	FFCとWAPDAから水資源省への提出書類	申請者
周波数使用許可	周波数割当委員会 (FAB)	6か月	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 申請書：14セット</li> <li>• 同意書：14セット</li> <li>• 機材の詳細技術文書：14セット</li> <li>• アンテナパターン：14セット</li> <li>• 送信機用スペクトル表：14セット</li> <li>• ネットワーク図/配置図：14セット</li> </ul>	FFC WAPDA
機材型式認証 (セルラーゲートウェイ)	パキスタン通信公団 (PTA)	6か月	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 申請書：1セット</li> <li>• 機材カタログ（機材仕様を含む）：1セット</li> <li>• 機材ユーザーガイド：1セット</li> <li>• 他国で所得済みの型式認証コピー：1セット</li> <li>• 型式認証所得詳細レポート：1セット</li> </ul>	
橋に機材設置するための許可	国道公団 (NHA)	6か月	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 申請書：1セット</li> <li>• 図面：1セット</li> </ul>	

### 4.2 プロジェクト全体計画達成のために必要なパキスタン側による投入（負担）事項

#### (1) 人的資源開発

- a) 継続的に次世代を担う人材を雇用する。

b) 研修と人的資源開発計画を通じて、より優れた人材の育成を行う。

## (2) 自然災害の予防と管理

- a) 国民への警報やその他の情報の普及を確実にを行うため、発表は複数のルートより、重複して行う。
- b) 効果的な自然災害防止及び管理のため、防災管理機関及びマスメディアと連携を取り、国民に継続的な防災啓発活動を行う。

## (3) プロジェクトにおいて調達された機材の長期運用

- a) システム運用維持管理に必要な予算を定期的に確保し、プロジェクトで供給された全ての機材の交換部品、消耗品の調達を行う。
- b) 盗難や破損から機材を保護する。

### 4.3 外部条件

- 1) パキスタン政府の温暖化対策、自然災害対策及び河川監視業務に対する政策の変更がない。
- 2) マスメディア (TV、ラジオ、新聞)、首相府、国家・州・県防災管理庁、連邦洪水委員会、水利電力省、県情報・公共事業部、その他政府関連機関、赤新月社等の協力体制が維持される。
- 3) 本案件におけるソフトコンポーネントや現地研修を受けた政府機関職員が勤務を継続する。

### 4.4 プロジェクトの評価

#### 4.4.1 妥当性

##### (1) パキスタンの開発計画

近年の人為活動に起因する地球温暖化やオゾン層の破壊といった地球規模の環境破壊や、気候変動によるとされる記録的な豪雨等、災害を牽引する気象現象の激甚化や頻発化等が取り沙汰されている。パキスタンではモンスーン期に大雨をもたらす雨雲のほとんどが、インドからパキスタンに進入し、それらの約 8 割が北上して大規模な洪水を引き起こし、尊い人命や財産を多数奪い、国家経済に甚大な負の影響を及ぼしている。そのため、このような状況を鑑み、国が一丸となって取り組むべく国家開発方針として 2014 年 8 月に発表された「Vision 2025」では、地球温暖化とそれに伴う気候変動は、気象パターンに重大かつ永続的な変化をもたらし、自然災害の頻度と深刻さを増加させ、パキスタンに深刻な影響を及ぼしている旨を明記している。更に、「Vision 2025」における気候変動に対応するための目標として、「関連するリスクを明確に認識し、明確な緩和策と適応策を実施すること」としている。

パキスタンは、気候変動の影響を最も受ける世界の上位 10 か国にランクインしていることに加え、2022 年 6 月から 8 月にかけて大雨や河川氾濫、都市洪水、鉄砲水等が重なり、未曾有の大災害となった。2010 年の洪水はパキスタンの歴史上最悪の洪水と言われてきたが、2022 年の洪水はそれを遥かに凌ぐものとなり、被害総額は 3.2 兆 PKR (149 億米ドル)、損失総額は 3.3 兆 PKR (152 億米ドル) と見積もられている(Pakistan Floods 2022, Post-Disaster Needs Assessment, Main Report, Ministry of Planning Development & Special Initiatives, Government of Pakistan)。

そのため、本プロジェクトによるパキスタンの河川監視能力の強化と機材の近代化は、洪水による負の影響を緩和し、人々の安全な営みを確保するための適応策でもある。また、「Vision 2025」の気候変動に対する目標にも沿っており、パキスタンの持続可能な開発に大きく貢献することからも、本プロジェクトの実施の妥当性は確保されているものと示唆される。

## (2) 我が国の援助政策・方針

我が国とパキスタンは、長期にわたり良好な二国間関係を築いており、2012年には、国交樹立60周年を迎えた。我が国の2018年2月のパキスタンに対する開発協力方針では、我が国のODAの基本方針（大目標）として、「中間層の拡大を通じた安定的かつ持続的な社会の構築」を掲げている。ついては、開発協力を通じてパキスタンの自立的な成長を支援するとともに、高い技術力をはじめとする我が国の強みを活かした協力を行い、良好な二国間関係を更に発展させ、パキスタン国内や域内の平和と安定の促進及び経済発展を促すことを開発協力のねらいとしている。上述の大目標の達成に向けて、我が国は下記の3つを重点分野（中目標）としている。

1. 経済基盤の改善
2. 人間の安全保障の確保と社会基盤の改善
3. 平和と安定の確立

このうち、「2. 人間の安全保障の確保と社会基盤の改善」の中で、「パキスタンと我が国は、しばしば自然災害に見舞われる点で共通していることから、気候変動リスクにも鑑み、第三回国連防災世界会議において採択された『仙台防災枠組み2015-2030』に基づき、我が国の知見と技術を活用した災害予防、減災を中心とした防災体制の強化を支援し、災害に負けない強靱な社会の構築を図る」旨が目標とされている。よって、本プロジェクトによりパキスタンの水文・水理監視体制が強化され、自然災害に対するパキスタン全体の防災能力が向上することは、我が国の援助方針に合致する。

### 4.4.2 有効性

#### (1) 定量的効果

表 4.4.1 成果指標案

指標名	基準値 (2023年)	目標値(2030年) 【事業完成3年後】
防災関連機関等へ提供される水文・水理観測密度の向上	KP州及びパンジャブ州の主要河川の水位及び流速：観測間隔約160km/観測点	KP州及びパンジャブ州の主要河川の水位及び流速：観測間隔約80km/観測点
	KP州における支川の発達した流域の雨量観測面積：約4,800km <sup>2</sup> /観測点	KP州における支川の発達した流域の雨量観測面積：約2,400km <sup>2</sup> /観測点
防災関連機関へ提供されるKP州の気象観測データ（雨量、風向風速、気圧等）の時間的観測能力の向上	PMD観測員による3時間間隔（マニュアル観測）	自動気象観測システムによる10分間隔
KP州及びパンジャブ州の主要河川（Indus, Sutlej, Ravi, Chenab, Jhelum, Kunhar, Kabul and Others）の総延長：約6,300km KP州の面積：約100,900km <sup>2</sup>		

#### (2) 定性的効果

- 1) 河川監視能力の強化を通じて、水文気象観測と洪水予測の精度を向上させ、洪水・水管理（FWM）に関連する早期警報を強化することで、関連機関による災害へのタイムリーな対

応・対策と、潜在的な災害犠牲者の数の減少。

- 2) 洪水リスク削減に向けた基礎データの蓄積及び交通、観光、農業等の産業に従事する利用者に正確な水文気象情報を提供することによる、経済的損失を削減するための FWM 対策実施の促進。

**(3) 水文・水理観測ネットワーク構築によるパキスタン国の開発に向けたプロジェクト効果**

パキスタン国の開発のための防災関係機関の相互協力及び連携を目指した、水文・水理観測ネットワークの構築による日本の無償資金協力の事業効果を添付図に示す。

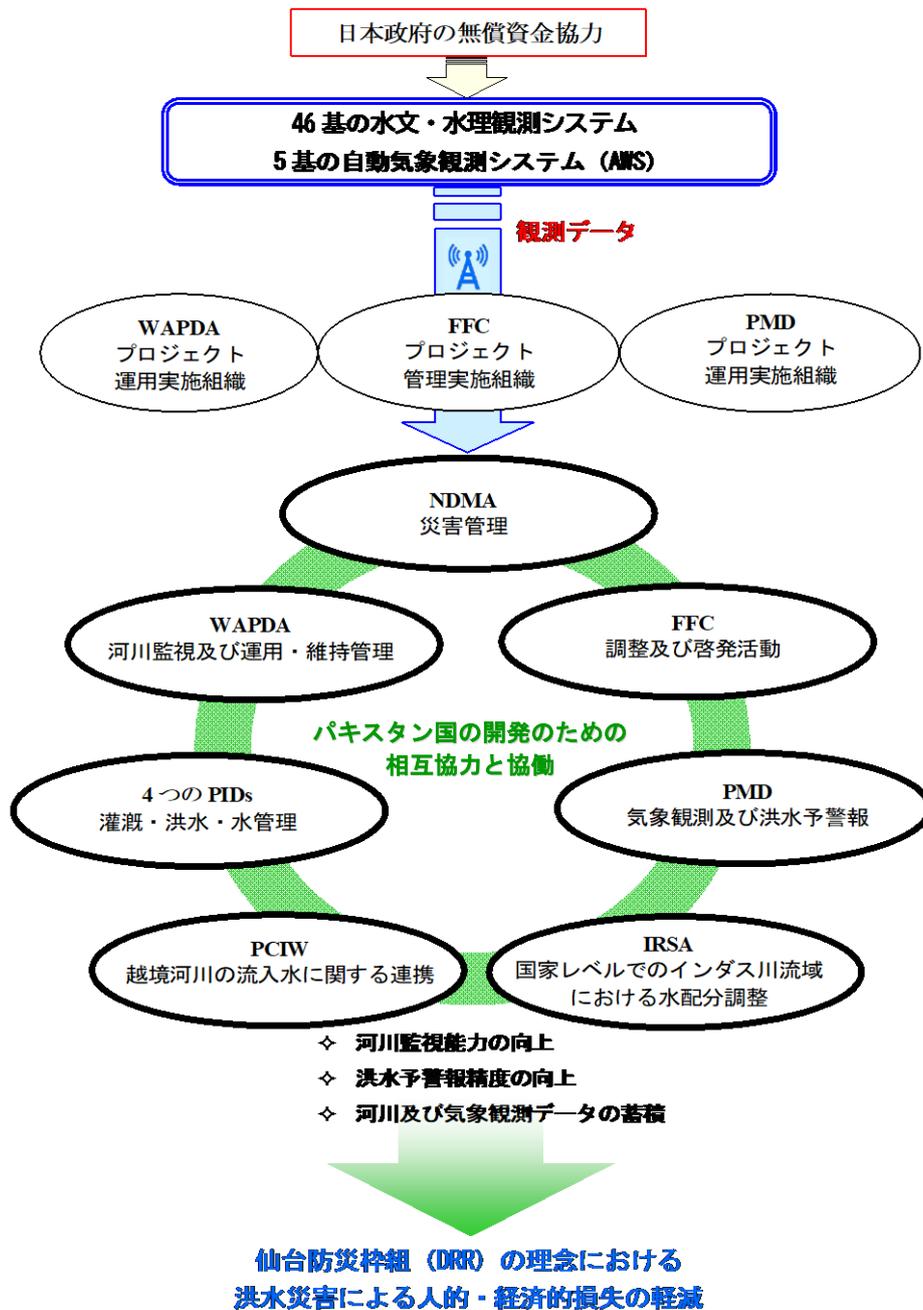


図 4.4.1 水文・水理観測ネットワーク構築によるパキスタン国の開発に向けたプロジェクト効果

以上より、パキスタンの防災関係機関のすべてのセクターによる河川データの共有、監視能力向上及び基礎データの蓄積は、洪水災害による人的及び経済的損失の削減に将来にわたって寄与することができるものと考えられる。よって本プロジェクトは、自然災害による負の影響の軽減に大きく貢献し、パキスタン国の社会を効果的に保護し、開発を促進するものといえる。以上の内容により、本プロジェクトの効果や先方の組織能力等を総合的に検討した結果、本プロジェクトの妥当性は高く有効性も見込まれるため、実施する意義は極めて高いものと考えられる。



## 第5章 プロジェクトを取り巻く状況（土木）

### 5.1 プロジェクトの実施体制

#### 5.1.1 組織・人員・財政・予算

本事業の河川構造物のパートでは、国レベルで洪水対策計画を取りまとめる連邦洪水委員会 (FFC: Federal Flood Commission)がプロジェクトの管理機関、具体的な治水対策事業を行っている KP 州灌漑局 (PID: Provincial Irrigation Department) が業務執行のための C/P 機関となる。

Ministry of Water Resources			Ministry of Aviation	
Administrative Executing Agency	Operational Executing Agency (Equipment Works: HHOS)	Operational Executing Agency (Civil Works)	Operational Executing Agency (Equipment Works: AWSs)	
Federal Flood Commission (FFC)	Water and Power Development Authority (WAPDA)	Irrigation Department, Khyber Pakhtunkhwa	Pakistan Meteorological Department (PMD)	

図 5.1.1 本プロジェクトの C/P 機関

#### 5.1.1.1 FFC

連邦洪水委員会 (FFC) は、パキスタン政府の水資源省の傘下の機関であり、パキスタンの洪水対策計画の取りまとめを担当している。

一般に個々の治水対策事業計画は州灌漑局及び関係省庁によって作成される。FFC はそれら事業計画の審査・承認を行い、さらに国家洪水防御計画 (NFPP) として纏める役割を有している。FFC によって承認された個々の事業は、FFC の財務・技術支援の下で、計画を作成した機関によって実施される。また、FFC は事業の質の向上のために治水対策施設の設計と仕様の標準化という役割も担っている。

FFC の人数構成は計 153 人のポストがあり、2023 年 6 月 23 日時点で、126 人が在籍している。FFC では実際の工事は行わず、承認・審査等の業務が多いため、予算は主に人件費に当てられ、2022 年－2023 年の予算で 170 million PKR となっている。

**ORGANIZATION CHART OF OFFICE OF THE CHIEF ENGINEERING ADVISER/CHAIRMAN  
FEDERAL FLOOD COMMISSION**

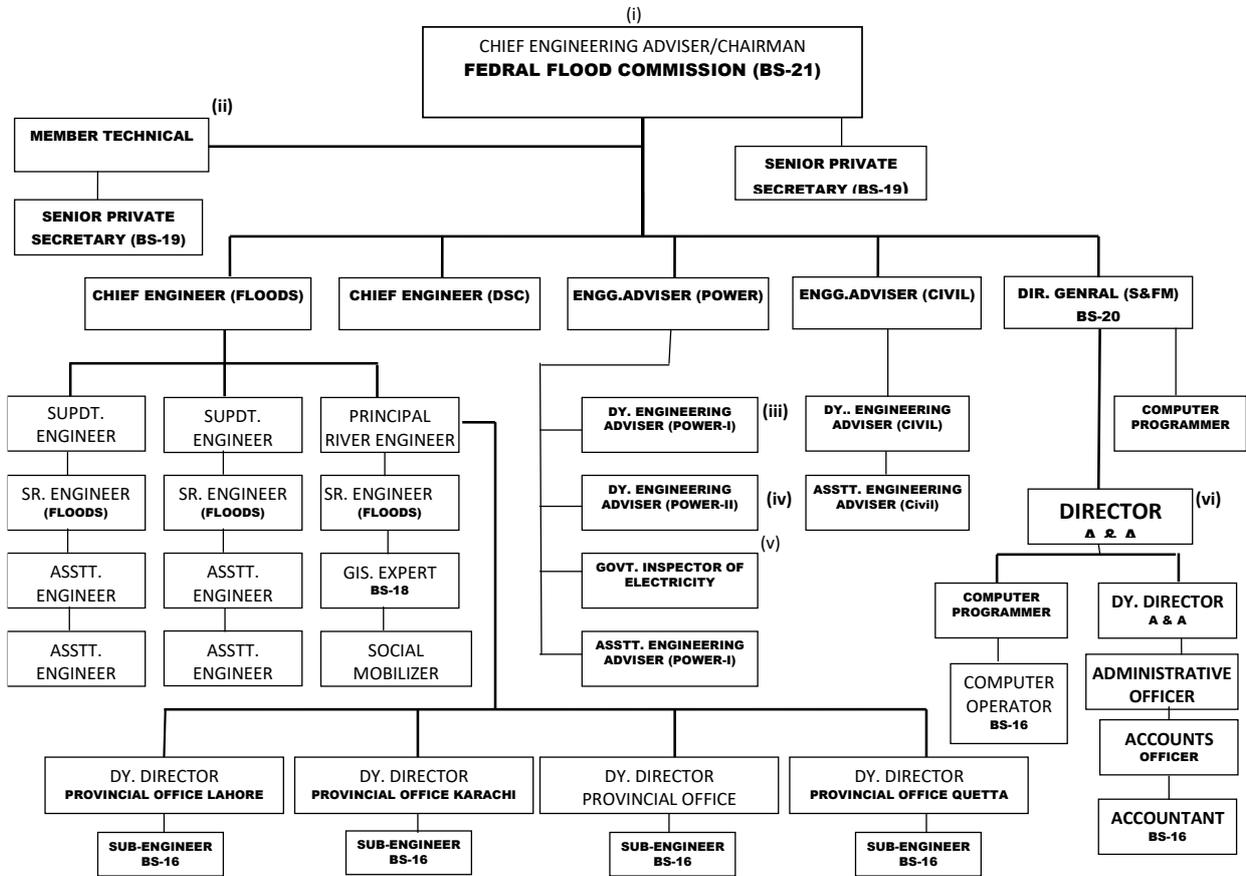


図 5.1.2 FFC の組織図

表 5.1.1 FFC の人員表

**SANCTIONED STRENGTH AS ON 23-06-2023**

S.N	Designation with BPS	Sanction Strength	Filled	Vacant
		01	01	-
1.	CEA/CFEC (BS-21)	01	-	01
2.	Member (Tech) (BS-21)	01	01	-
3.	Chief Engineer (Floods) (BS-20)	01	01	-
4.	Chief Engineer (DSC) (BS-20)	01	-	01
5.	Engineering Adviser (Power) (BS-20)	01	01	-
6.	Engineering Adviser (Civil) (BS-20)	01	-	01
7.	Director General (BS-20)	01	01	-
8.	Director (A&A) (BS-19)	02	-	02 (Filled one post through Deputation)
9.	Deputy Engg. Adviser (Power) (BS-19)	01	01	-
10.	Deputy Engg. Adviser (Civil) (BS-19)	01	-	01
11.	Government Inspector of Electricity BS-19	01	01	-
12.	Principal River Engineer (BS-19)	02	01	01
13.	Superintending Engr (F) (BS-19)	03	01	02
14.	Senior Engineer (Floods) (BS-18)	04	-	04
15.	Deputy Director (S&M) (BS-18)	01	01	-
16.	Asstt Engg. Adviser (Civil) (BS-18)	01	01	-
17.	Asstt Engg. Adviser (Power) (BS-18)	01	-	01
18.	GIS Expert (BS-18)	01	-	01
19.	Social Mobilizer (BS-18)	01	01	-
20.	Deputy Director (A&A) (BS-18)	02	02	-
21.	Private Secretary (BS-17)	01	01	-
22.	Accounts Officer (BS-17)	01	01	-
23.	Admin Officer (BS-17)	02	-	02
24.	Programmer (BS-17)	04	04	-
25.	Assistant Engineer (F) (BS-17)	01	01	-
26.	Asstt Accounts Officer (BS-16)	04	02	02 (Filled through Deputation)
27.	Sub-Engineer (BS-16)	01	-	01 (Filled through Deputation)
28.	Asstt. Librarian (BS-16)	07	04	03
29.	Computer Operator (BS-16)	04	04	-
30.	Superintendent (BS-16)	15	12	03 (Filled one post through Deputation)
31.	APS (B-16)	09	09	-
32.	Assistant (BS-15)	05	05	(Filled one post through Deputation)
33.	Stenotypist (B-14)	01	01	-
34.	Head Draughtsman (BS-13)	03	03	-
35.	Draughtsman (BS-11)	01	01	-
36.	Sub-Engineer (BS-11)	05	05	-
37.	UDC (BS-11)	05	05	-
38.	LDC (BS-9)	01	01	-
39.	Tracer (BS-5)	10	10	-
40.	Driver (BS-4)	01	01	-
41.	Feroprinter (BS-4)	01	01	-
42.	Dispatch Rider (BS-4)	01	01	-
43.	Qasid (BS-2)	01	-	01
44.	Daftri (BS-2)	26	26	-
45.	Naib Qasid (BS-1)	04	04	-
46.	Farash (BS-1)	08	08	-
47.	Chowkidar (BS-1)	02	02	-
48.	Sanitary Worker (BS-1)			
	Total	153	126	27
	<b>G. Total</b>	<b>153</b>	<b>126</b>	<b>27</b>

5.1.1.2 KP 州 PID

(1) 本部

パキスタンでは、河川の計画・管理や治水事業を各州の灌漑局 (PID: Provincial Irrigation Department) が行っている。本事業の対象となる KP 州ハザラ地区の河川は、KP 州 PID の管轄下となる。

具体的な管理対象は、河川の洪水防御施設 (護岸・水制工等) のみならず、灌漑用水路・排水路・堰・ダム・ため池・井戸等、水に関する多岐にわたる施設である。各施設は基本的に、出先事務所で維持管理されている。

KP 州 PID の職員数は 7735 人である。ただ、その大部分の 7553 人がサポーターングスタッフという位置づけである。また、KP 州 PID の年間予算は 4,600 million PKR、そのうち河川・灌漑施設等の維持管理費用は 746million PKR となっている。

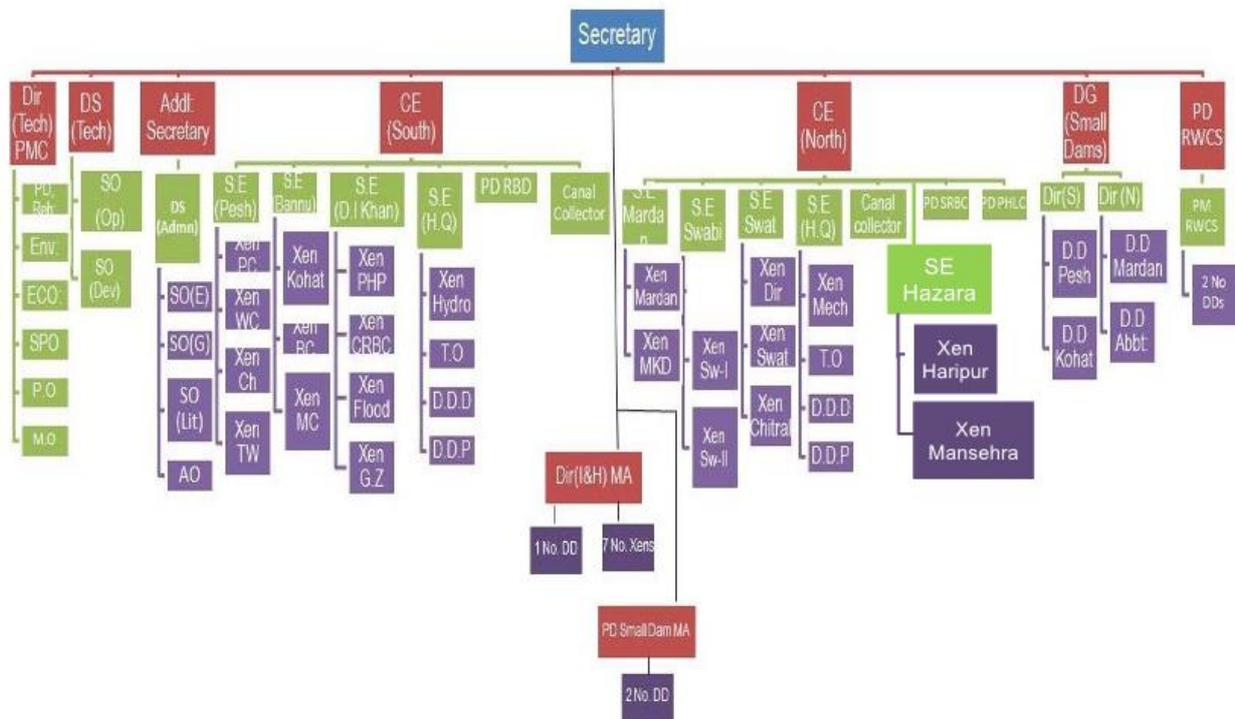


図 5.1.3 KP 州 PID の組織図

表 5.1.2 KP 州 PID の人員表

**DETAIL OF STAFF/HUMAN RESOURCES**

**I. Secretariat**

S.No	Designation	BPS	No.
1	Secretary	20	01
2	Additional Secretary / Director PMC	19	02
3	DS (Admn)/DS(T)/Env/ Eco/ SPO /Audit Officer	18	06
4	SO/ MO/ PO/ AO/ CD/ Supdt	17	11
5	Ministerial Staff	16 & below	76
Total:-			<b>96</b>

**II. Attached Department**

S.No	Designation	BPS	No.
1	Chief Engineer/Director General	20	03
2	Superintending Engineer	19	11
3	Executive Engineer/Collector	18	41
4	Asstt Engr/AO/Dy. Collector /Supdt:	17	126
5	Supporting / Ministerial Staff	16 & below	7553
Total			<b>7735</b>

※BPS は職員の等級

本事業で行う予定の 3 地点の護岸工事の監理や維持管理を直接担当する、KP-PID の Haripur 事務所の人員は以下のとおりである。Engineer クラスが 5 名おり、巡視等の対応は十分に可能と考えられる。

表 5.1.3 KP 州 PID の人員表

IRRIGATION SUB DIVISION HARIPUR  
ALI KHAN & SIKANDAR PUR

土木技術者に相当する人員

S: No.	Nomenclature of post	BPS	Sanctioned strength
1	EXECUTIVE ENGINEER	18	1
2	ASSISTANT ENGINEER	17	1
9	SUPERINTENDENT E&M	12	1
10	SUB ENGINEER	16/12	2
11	JUNIOR CLERK	11	1
15	GUAGE READER	7	4
17	DRIVER	6	1
18	SURVEYOR	6	1
19	TUBE WELL OPERATOR	6	51
21	ELECTRICIAN	7	1
27	BELDAR	3	39
28	CHOWKIDAR	3	25
30	COOLI	3	9
31	CHOWKIDAR CUM COOK	3	2
36	NAIB QASID	3	2
37	OPERATOR CUM CHOWKIDAR	3	5
			<b>146</b>

また、近年の KP-PID の Haripur の予算は以下のとおりである。ADP は主に建設予算、AM&R は維

持管理・補修の予算である。職員によると、維持管理・補修の予算は十分ではないとのことだが、一定の予算は確保されている。

表 5.1.4 KP 州 PID の建設・維持管理の予算

<b>OFFICE OF THE SUPERINTENDING ENGINEER HAZARA IRRIGATION CIRCLE ABBOTTABAD</b>		
<b>STATEMENT SHOWING DETAIL OF FUNDS ALLOCATION FOR LAST THREE YEARS UNDER ADP &amp; AM&amp;R.</b>		
S#	Year	Allocation Rs. In Million.
<b>A) HARIPUR IRRIGATION DIVISION</b>		
<b>ADP</b>		
	1 Financial Year 2021-22	573.831
	2 Financial Year 2022-23	386.467
	3 Financial Year 2023-24	123.213
<b>Total ADP.....</b>		<b>1083.511</b>
<b>AM&amp;R</b>		
	1 Financial Year 2021-22	12.797
	2 Financial Year 2022-23	21.420
	3 Financial Year 2023-24	13.740
<b>Total AM&amp;R.</b>		<b>47.957</b>
<p>※ADP is stands for Annual Development Program for construction.                      ※AM&amp; R is stands for Annual Maintenance and Repair of development works.</p>		
DATED 05/7/2024.		SD/- SUPERINTENDING ENGINEER HAZARA IRRIGATION CIRCLE ABBOTTABAD.

5.1.2 技術水準

パキスタンではいくつかの技術基準書が整理されており、一定の技術力があると考えられる。以下に関連する基準を示す。

表 5.1.5 パキスタンの治水に関する技術基準

No.	基準名	発行機関、発行年
1	Design Criteria and Methodology	FFC、2001 年 10 月
2	Design Criteria and Methodology (改訂版)	FFC、2023 年中を想定
3	Manual of Irrigation Practice	Punjab-PID、2017 年改訂
4	Bund Manual	Sindh-PID、2008 年

また、現地の KP-PID の技術者は現場の状況をよく把握している。さらに、本事業で供与される河川構造物（コンクリート護岸）については、構造は単純で操作の必要もない。現地の技術者は、維持管理できる技術水準があるものと考えられる。

### 5.1.3 既存施設・機材

KP-PID が管理する既存の土木施設は以下のとおりである。洪水対策施設は計 360 km と、灌漑水路の 1/10 程度の延長となっており、割合は少ない。また護岸はプラムコンクリート・かごマットで建設されているものが多い。

表 5.1.6 KP-PID で管理している既存施設

No	Particulars	Data
1	Flow Irrigation Schemes	84 No
2	Lift Irrigation Schemes	45 No
3	Total Length of Govt. Canals	3,700 Km
4	Storage Dams	19 No
5	Tube Wells	962 No
6	Surface Drains	2,818 Km
7	Sub Surface Drains	2,045 Km
8	Canal Patrol Road	3,414 Km
9	Flood Protection embankment & Spurs	360 Km

## 5.2 プロジェクトサイト及び周辺の状況

### 5.2.1 関連インフラの整備状況

本事業の対象 3 地点は、集落に近く、道路、電気、水道ともインフラは整備されている。また、施工ヤード等に使える空き地も存在している。施工計画に関する詳細は 6 章に示す。

### 5.2.2 自然条件

#### 5.2.2.1 地形

##### (1) 概要

イラン、アフガニスタン、中国、インドと接し、アラビア海から中央アジアの山岳地帯まで広がるパキスタンの地形は、北部山岳地帯、バロチスタン高地、インダス川平原の 3 地域に分けられる。

北部山岳地帯では、カシミール中北部にインドから延びるヒマラヤ山脈、カシミール北縁で中国との国境をなすカラコルム山脈、北端でアフガニスタンとの国境地帯に延びるのヒンドークシュ山脈の 3 大山脈が重なり合い、世界第 2 位の K2 峰 (8,611m) はじめ 7,000m を越える頂が連なる「世界の屋根」を形成している。山地は南に向かって標高を下げて丘陵地帯となり、ヒンドークシュ山脈の南側から KP 州、バロチスタン州のアフガニスタン国境にかけてはバロチスタン高地と呼ばれる山地や台地、平地等、変化に富んだ地形 (標高 1,000~3,000m) が広がっている。

インダス川平原は、インダス川の中、下流部において形成され、各々の州の境界でパンジャブ平野とシンド平野に分けられている。平野部のうちパンジャブ州南部からシンド州東部にかけては、インドに跨る大インド砂漠が広がり、無人地帯となっている。砂漠を除くインダス川平原は、人の住める国土の主要な部分を占め、産業の集中する地域でもある。

インダス川は、源流をチベットに発し、山岳地帯を深く刻んで流下した後、インダス平原の西より流れ、30km にも及ぶ河川敷内で中州を形成しながら蛇行する。主たる流入河川には国際河川が多く、アフガニスタンから Kabul 川、Gumal Zam 川、カシミール地方から Chenab 川、Jhelum 川、

インド領から Ravi 川、Sutlej 川等が合流し、流末はアラビア海に注いでいる。

このようにインダス川流域には、北部及び西部山岳地帯、ポトワール台地、ペシャワール谷（盆地）、インダス平原等が含まれ、パキスタン全土の約 7 割を占めている。インダス川以外の流域としては、バロチスタン州を主流域とするカラシ砂漠閉鎖性流域、メクラン海岸流域があり、Mashkel 等海に流れ出ない川、ワジ及び塩分濃度の高い鹹湖も多く認められる。<sup>1</sup>

(2) 地形測量

河川構造物の改修箇所について、現地の地形・地物を把握し、概略設計の基礎図とするために、地形測量を現地再委託で実施した。地形測量により現況地形、既存施設の位置・標高を明らかにし、地形測量の結果は、構造物の設計に反映される。表 5.2.1 に地形測量の概要を、図 5.2.1～図 5.2.5 に測量実施状況及び測量範囲を示す。

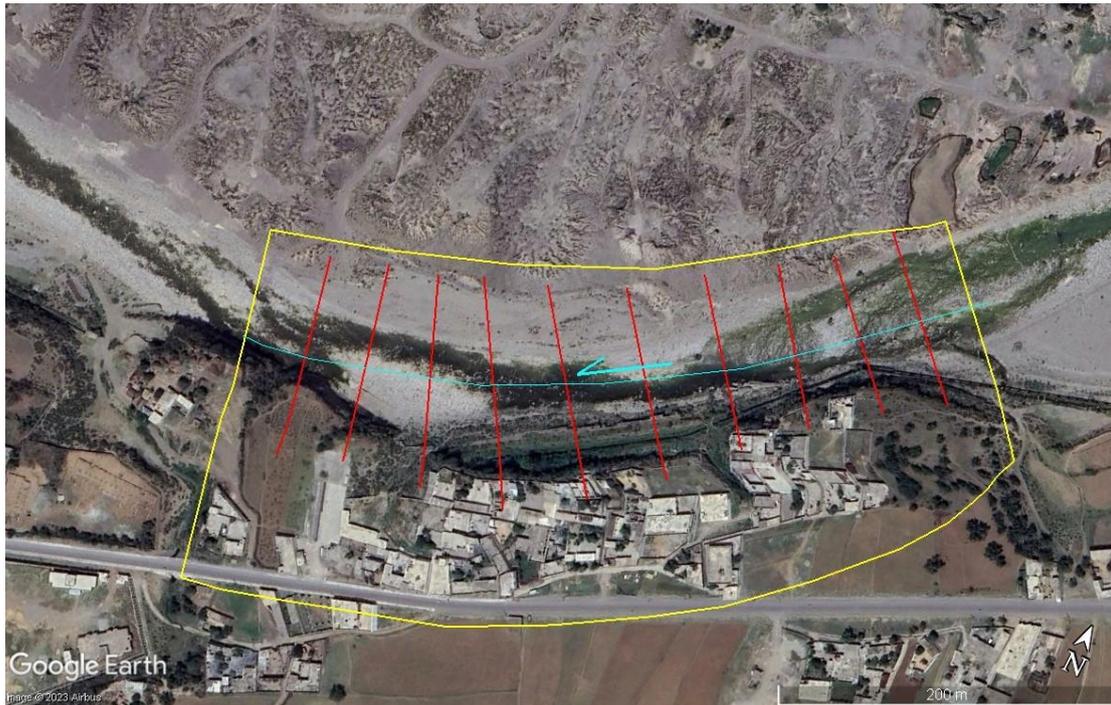
表 5.2.1 地形測量の概要

項目	概要
地形測量	Mohra Ghazan: 9.7 ha Ali Khan: 31.0 ha Sikandarpur: 37.5 ha Garhi Habibullah: 23.4 ha 合計: 101.6 ha (縮尺: 全て 1:500)
横断測量	Mohra Ghazan: 10 断面 Ali Khan: 14 断面 Sikandarpur: 21 断面 Garhi Habibullah: 20 断面 合計: 65 断面 (全て 50 m ピッチ)
縦断測量	Mohra Ghazan: 1 本 (L = 550 m) Ali Khan: 1 本 (L = 750 m) Sikandarpur: 1 本 (L = 1,100 m) Garhi Habibullah: 2 本 (L = 850m, 330 m) 合計: 5 本 (L = 3,580 m)



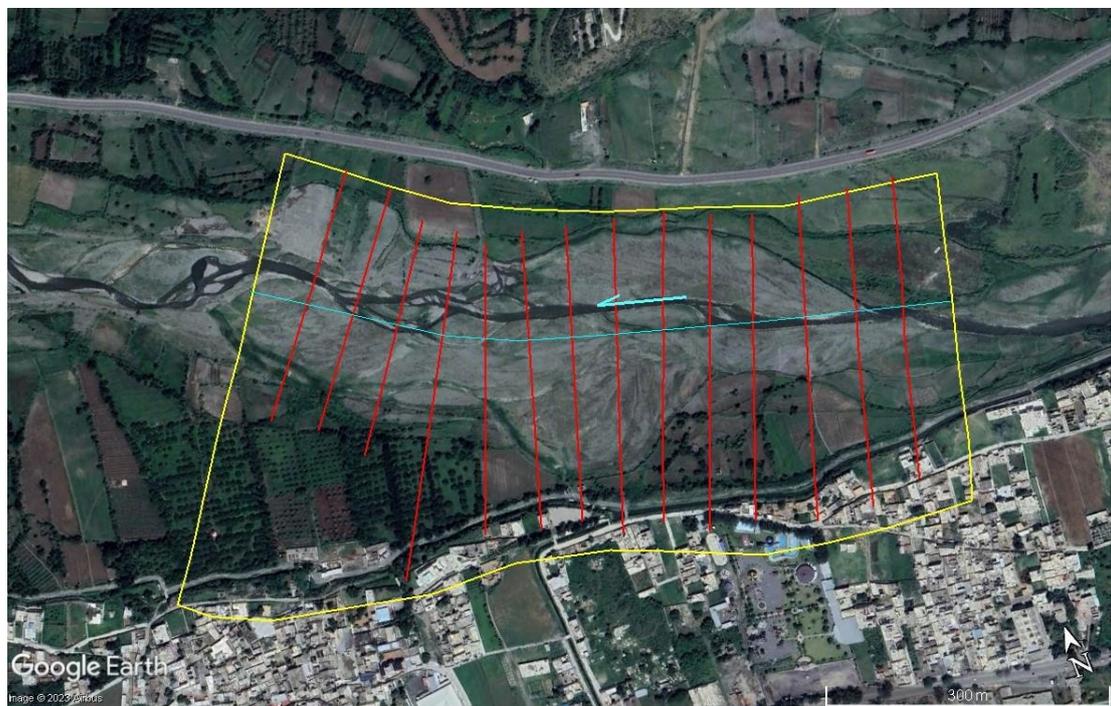
図 5.2.1 左：地形測量の実施状況、右：Ali Khan 地区に設置したコントロールポイント

<sup>1</sup> 出典：21 世紀初頭における環境・開発統合支援戦略策定（国別調査）パキスタン・イスラム共和国 平成 16 年 3 月 社団法人海外環境協力センター



■ : 地形測量の範囲    — : 縦断測量位置    — : 横断測量位置

図 5.2.2 測量調査実施位置図 (Mohra Ghazan 地区)



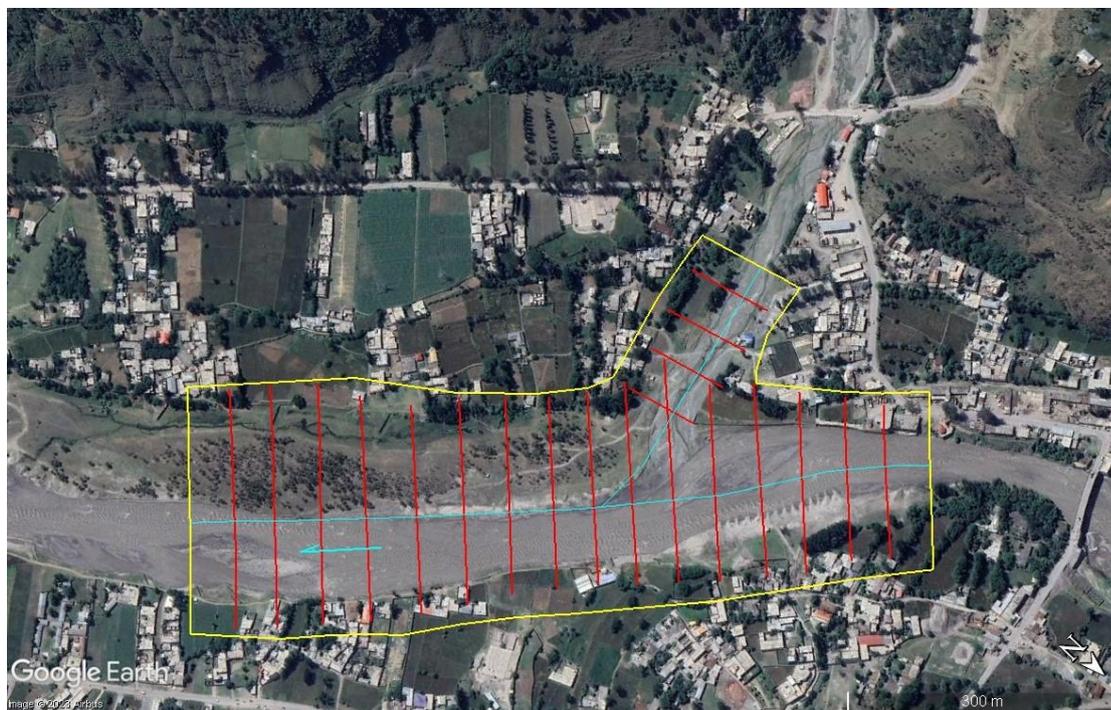
■ : 地形測量の範囲    — : 縦断測量位置    — : 横断測量位置

図 5.2.3 測量調査実施位置図 (Ali Khan 地区)



■ : 地形測量の範囲    — : 縦断測量位置    — : 横断測量位置

図 5.2.4 測量調査実施位置図 (Sikandarpur 地区)



■ : 地形測量の範囲    — : 縦断測量位置    — : 横断測量位置

図 5.2.5 測量調査実施位置図 (Garhi Habibullah 地区)

### 5.2.2.2 地質調査（ボーリング調査）

#### (1) 目的と概要

以下の項目を目的として、河川構造物改修の対象箇所でボーリングを実施した。ボーリング調査の概要を表 5.2.2 に示し、ボーリング孔の位置図を図 5.2.7～図 5.2.10 に、柱状図を図 5.2.11～図 5.2.16 に示す。

- ・ 河川構造物の設置が計画される位置での基礎地盤の深度を把握し、基礎形式を検討する
- ・ 地下水位を観測し、降雨出水時の護岸の背面水位を設定する
- ・ 土の性状（粘性土・礫質土）を把握し、構造物の設計に反映する
- ・ 河床の代表粒径を把握することで、砂州の規模推定に利用し、河床洗堀深を推定する
- ・ 河床付近の土質を把握することで、透水性を大まかに把握し、仮締切の検討に利用する

表 5.2.2 地質調査の概要

項目	概要
ボーリング 実施位置	Mohra Ghazan 地区：1 箇所 Ali Khan 地区：1 箇所 Sikandarpur 地区：2 箇所 Garhi Habibullah 地区：2 箇所 合計 6 箇所
ボーリング 施工内容	掘削深度：30m（N 値 50 以上を 3 回連続で確認した位置で掘止め）
原位置試験 ・調査	標準貫入試験（SPT） 地下水位計測 室内試験用試料採取 土質柱状図作成用試料採取
室内土質試験	・ 物理試験（攪乱試料） 単位体積重量試験、密度試験、粒度試験、液性限界・塑性限界試験 ・ 力学試験（不攪乱試料） 圧密試験、一軸圧縮試験

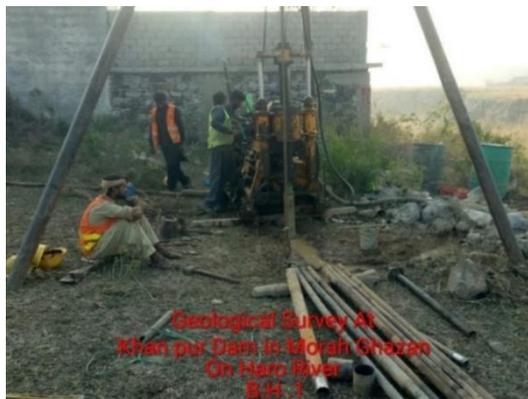


図 5.2.6 ボーリング調査実施状況

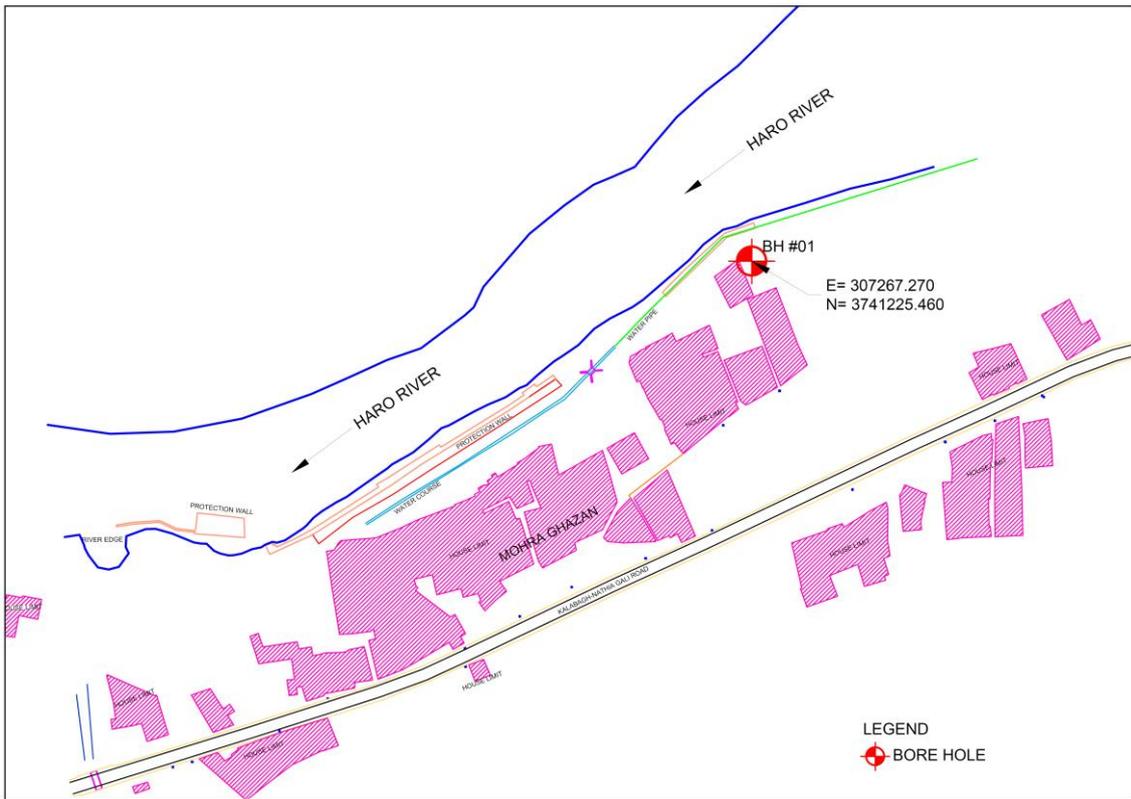


図 5.2.7 ボーリング調査位置図 (Mohra Ghazan 地区, BH-01)

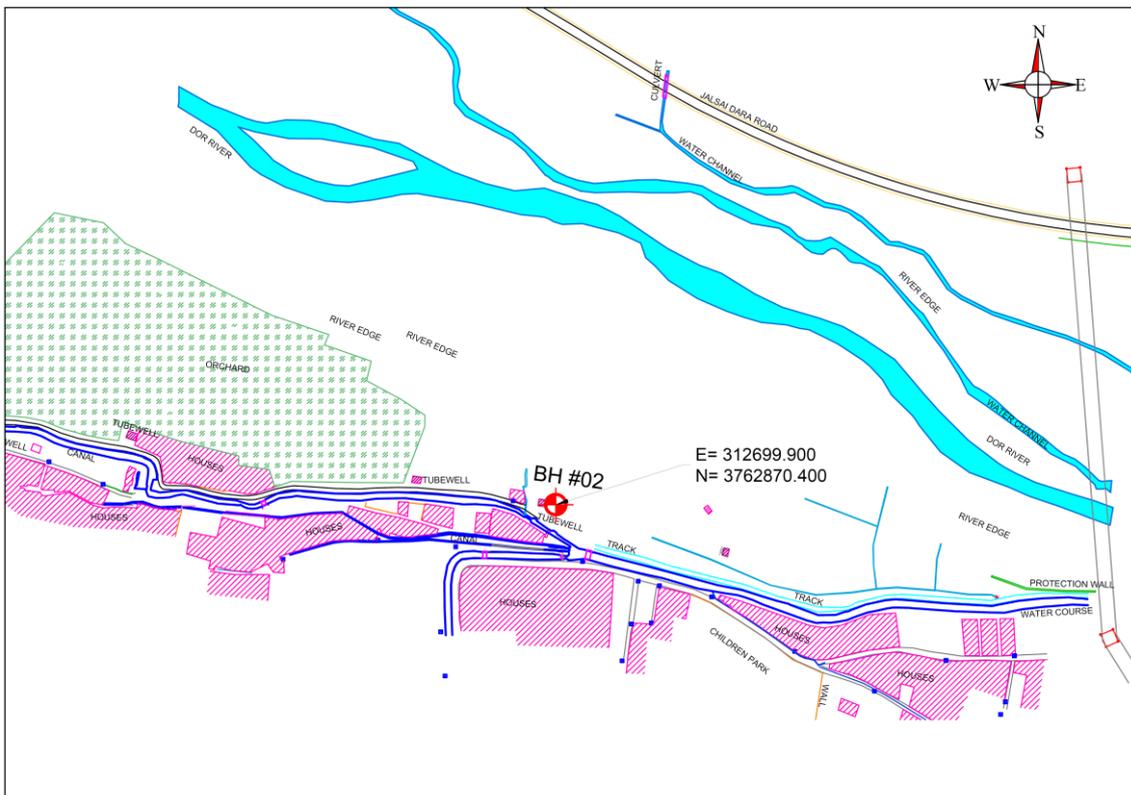


図 5.2.8 ボーリング調査位置図 (Ali Khan 地区, BH-02)

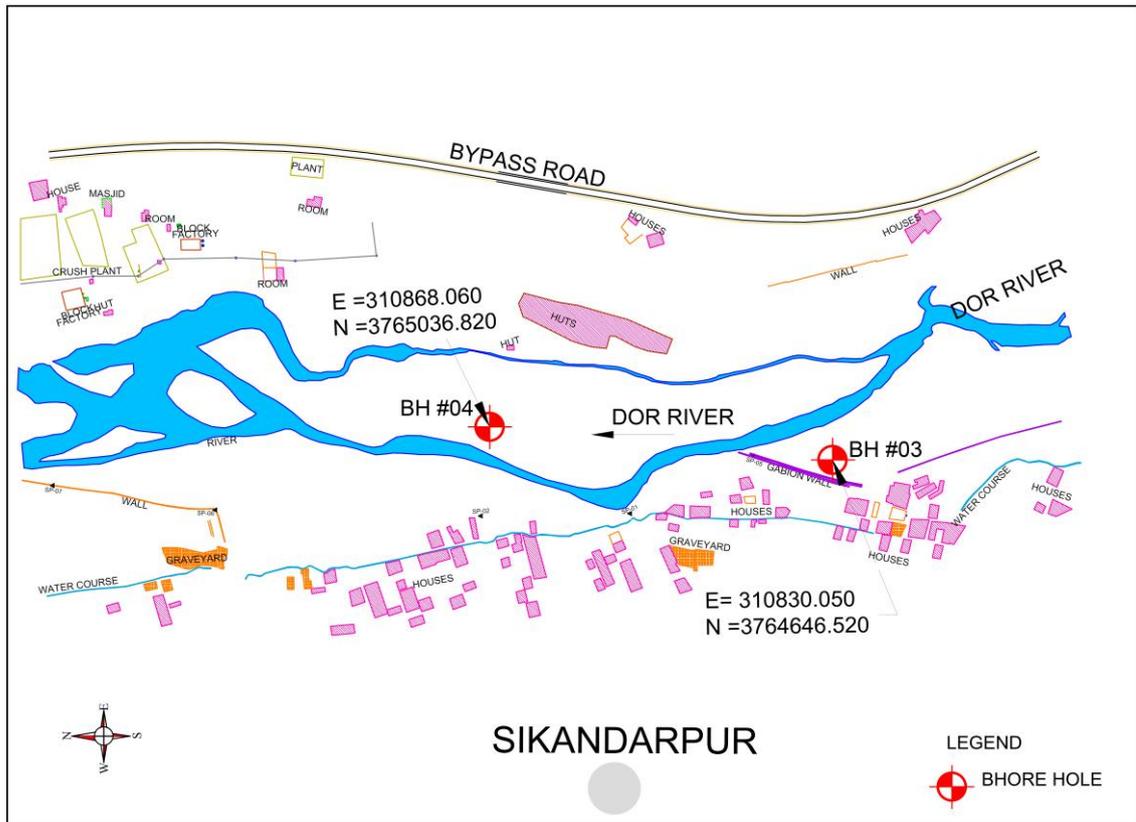


図 5.2.9 ボーリング調査位置図 (Sikandarpur 地区, BH-03, 04)

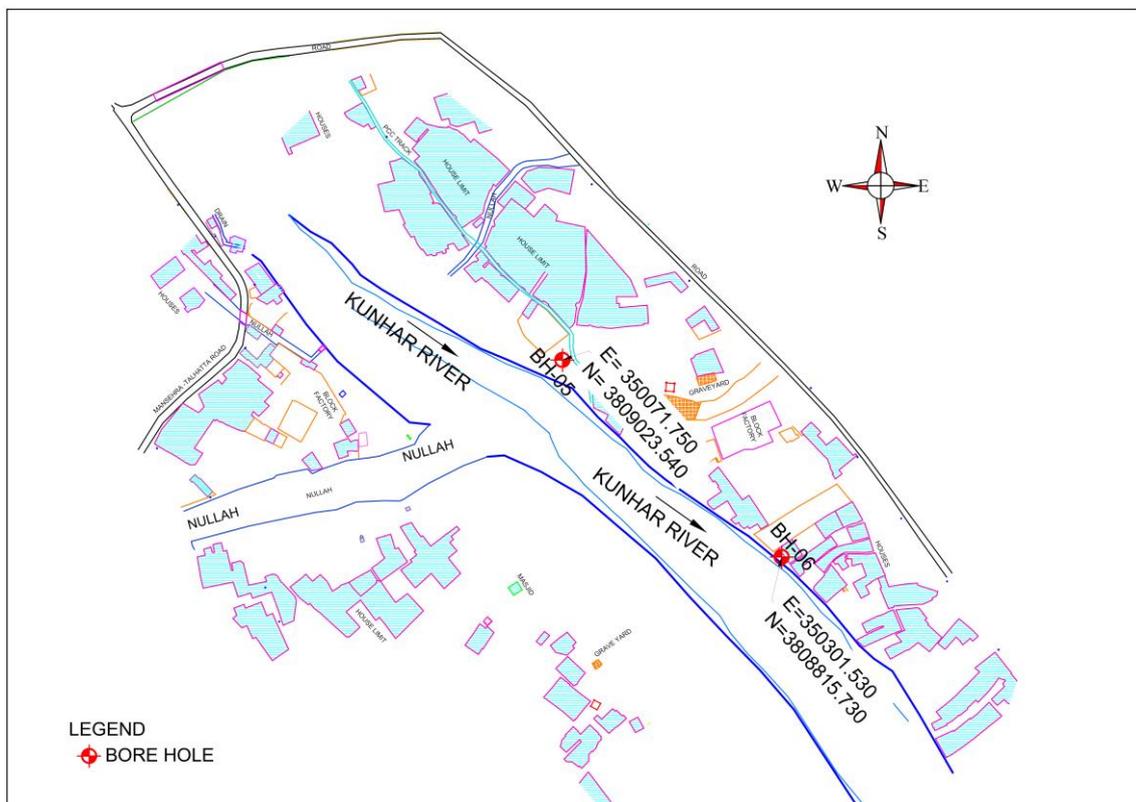


図 5.2.10 ボーリング調査位置図 (Garhi Habibullah 地区, BH-05, 06)

(2) ボーリング柱状図

以下に、ボーリング調査の結果確認された柱状図を示す。

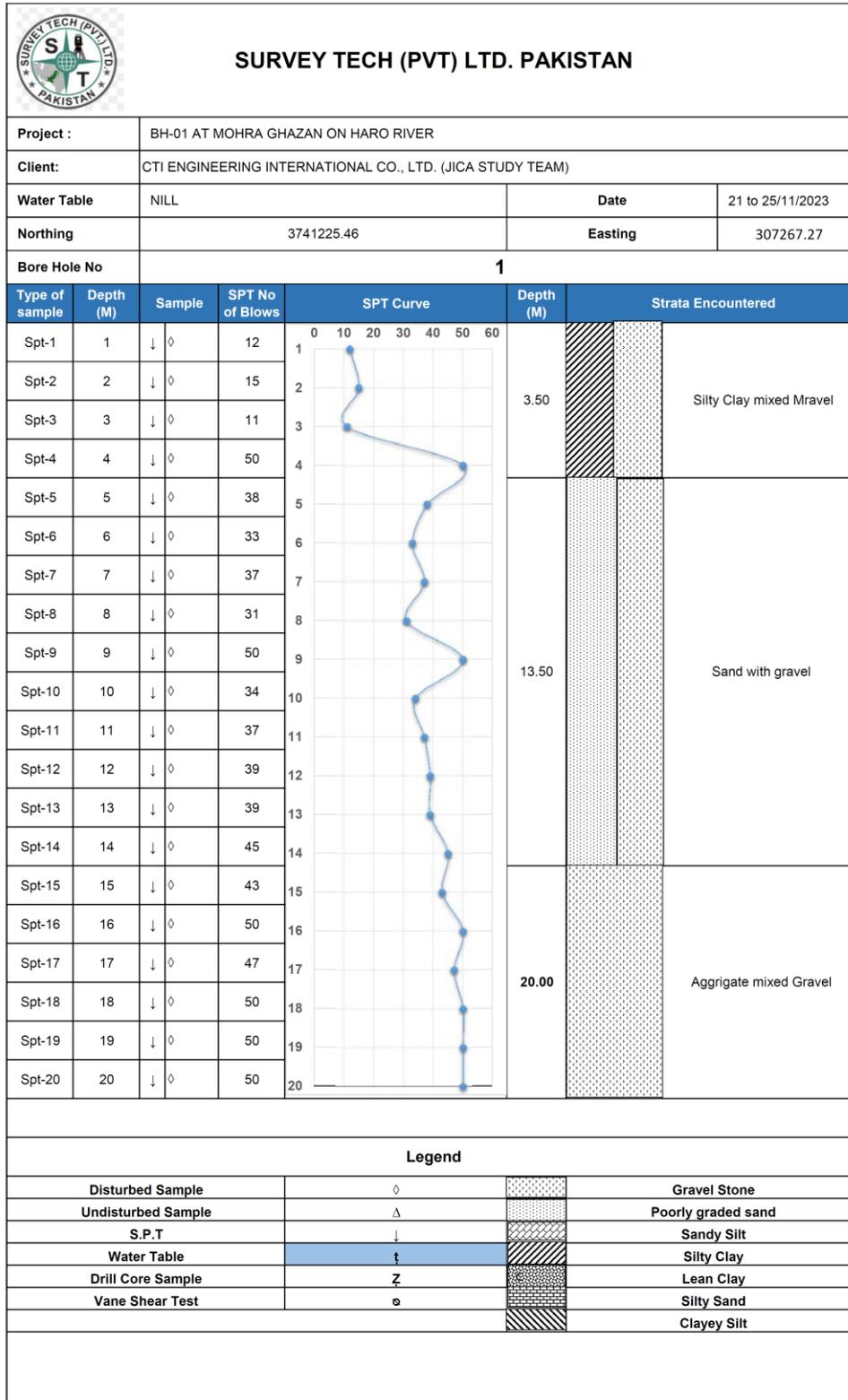


図 5.2.11 ボーリング柱状図 (Mohra Ghazan 地区, BH-01)

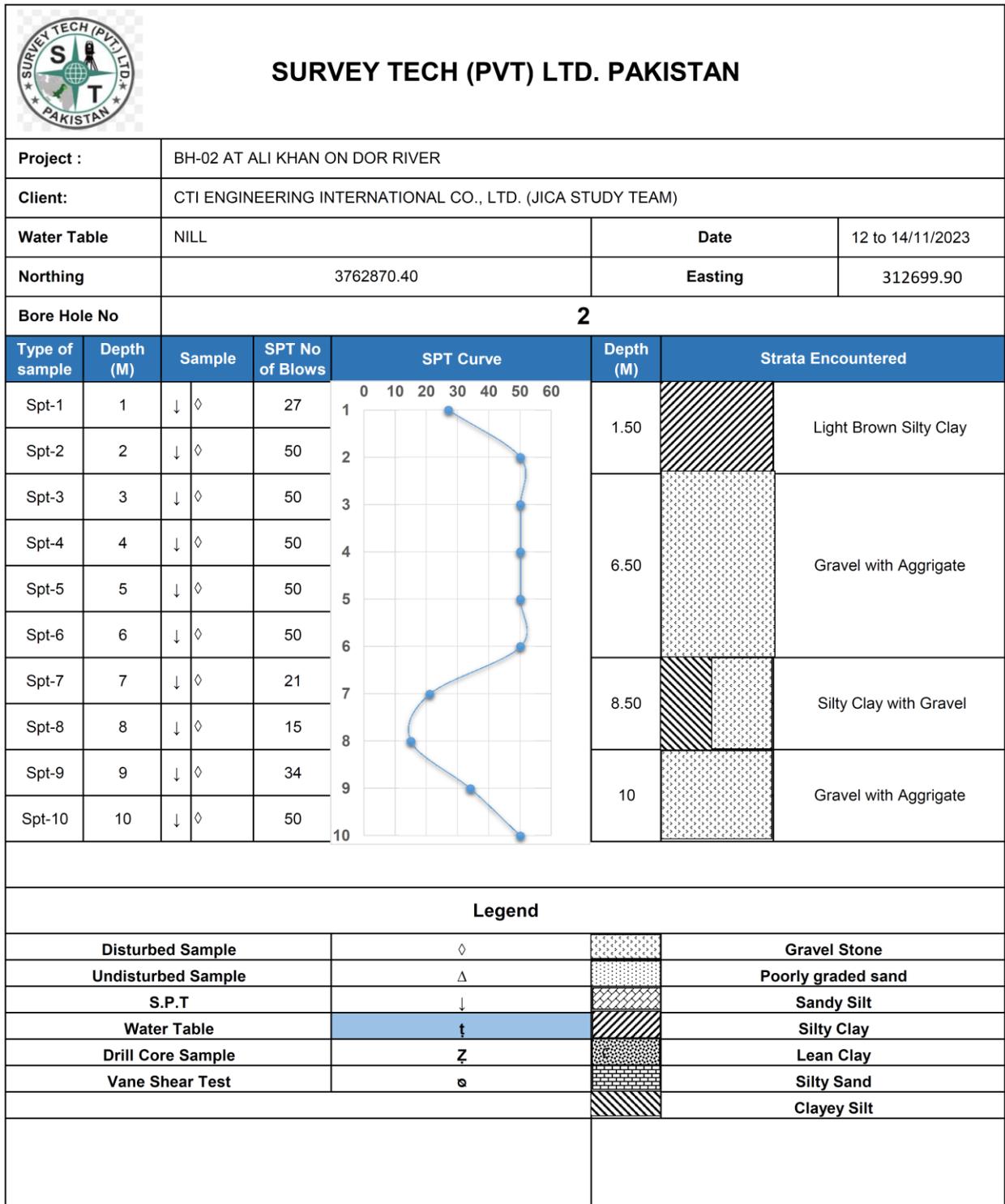


図 5.2.12 ボーリング柱状図 (Ali Khan 地区, BH-02)

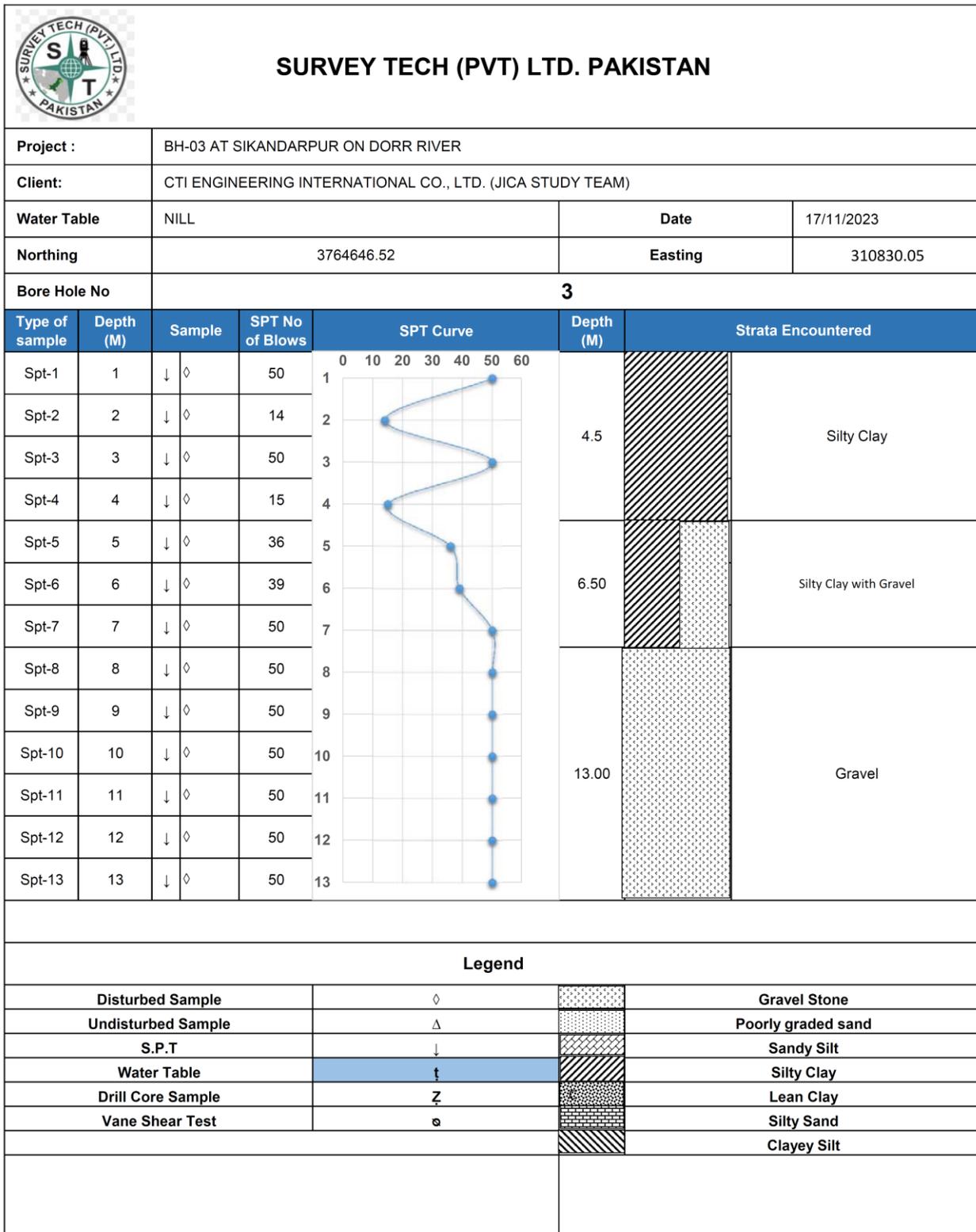


図 5.2.13 ボーリング柱状図 (Sikandarpur 地区, BH-03)

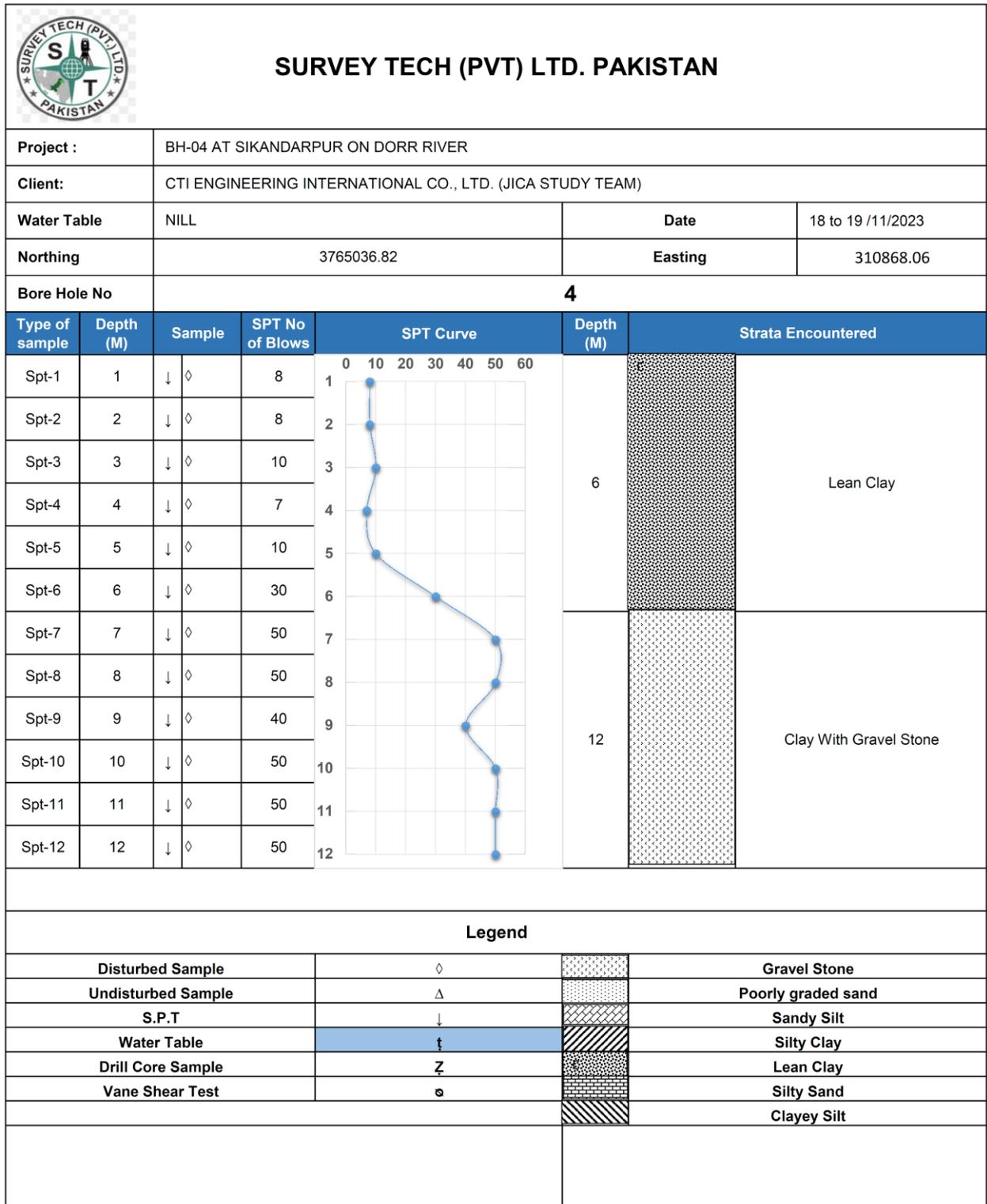


図 5.2.14 ボーリング柱状図 (Sikandarpur 地区, BH-04)

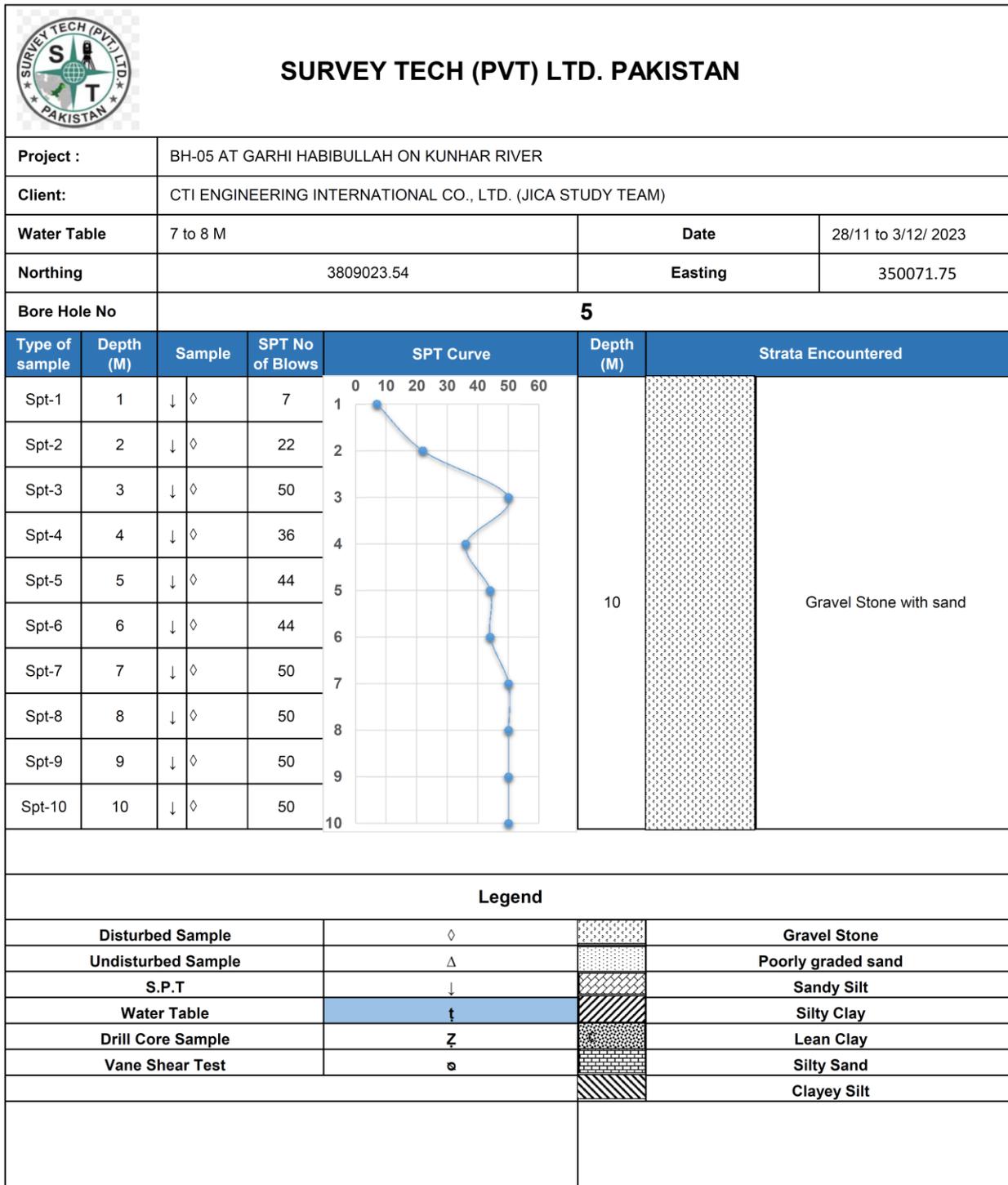


図 5.2.15 ボーリング柱状図 (Garhi Habibullah 地区, BH-05)

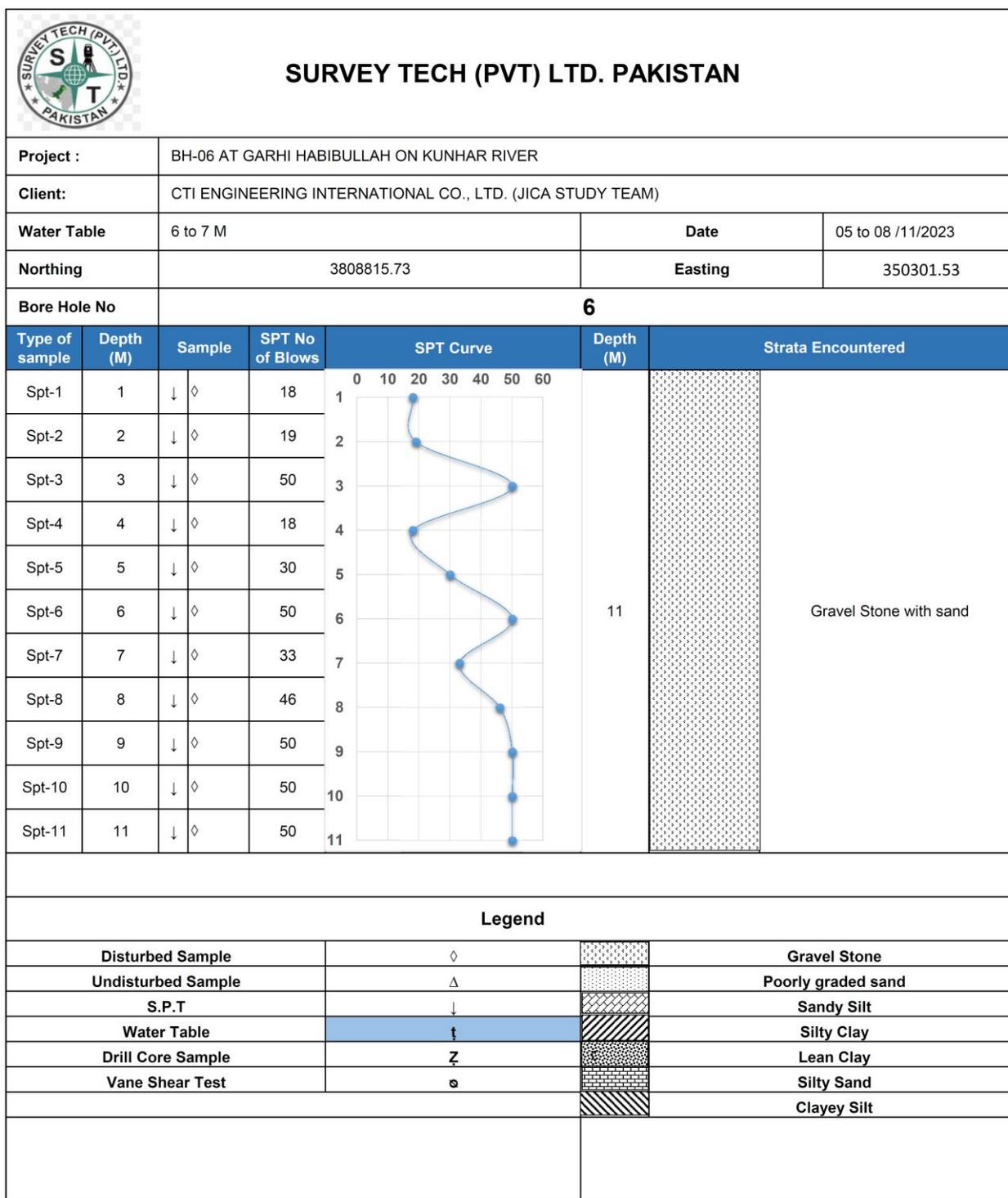


図 5.2.16 ボーリング柱状図 (Garhi Habibullah 地区, BH-06)

### 5.2.2.3 雨量

ハザラ地区内の本事業の対象3地点にもっとも近く、かつ十分なデータを蓄積しているPMDの雨量観測所は、Abbottabad市内にあるKakul観測所である。1992年～2023年までの平均月間雨量は以下のとおりである。6月～9月のモンスーンシーズンに雨量が多い。また、1～4月頃も多くはないが一定量の降雨がある。

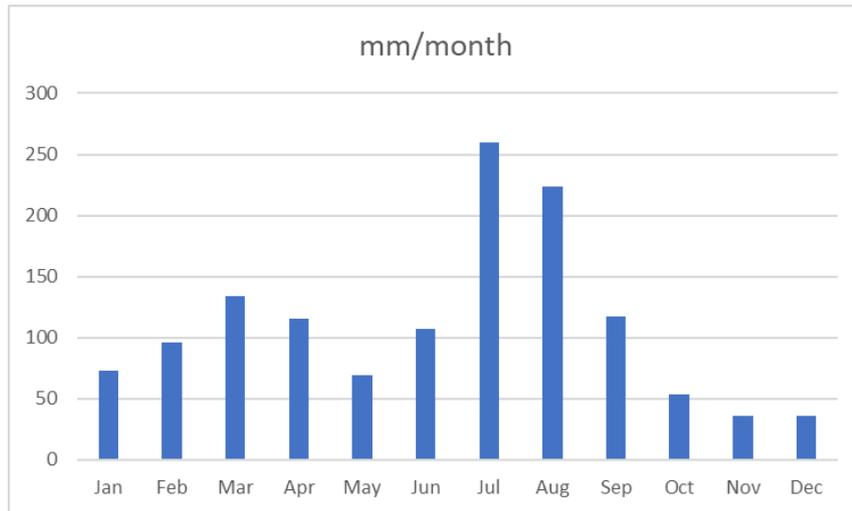


図 5.2.17 月雨量の平均 (1992年～2023年)

### 5.2.2.4 河川流量

KP-PIDでは水位観測データからH-Qによって日最大流量を算出している。対象2河川の流量は以下の通りである。

#### (1) Haro River

Haro Riverでは、Kanpur地点(対象地点の直上流)で観測を行っている。入手できた2000年～2023年データから作成した流量グラフを以下に示す。

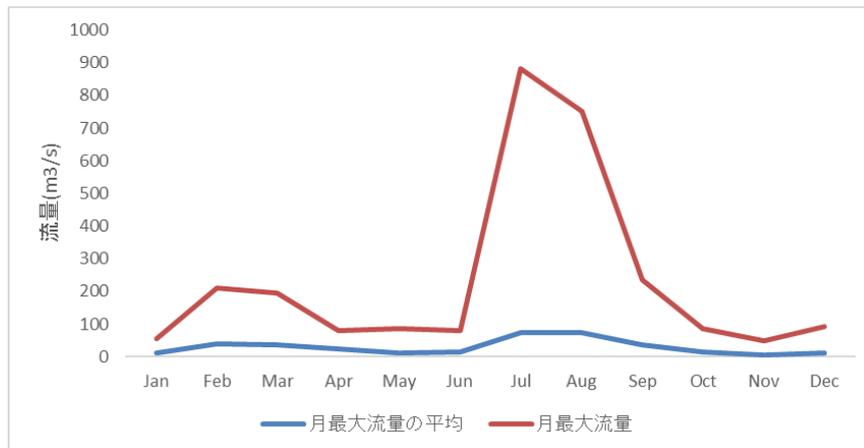


図 5.2.18 Haro Riverの月ごとの流量 (2000年～2023年)

月最大流量の平均は、モンスーンの時期でも100m³/s以下であり、常時の流量は少ない。既往最大流量は2010年7月の882m³/sである。また、2022年8月に750m³/sを記録している。

## (2) Dor River

Dor River では、Sari Salah Bridge 地点（対象 2 地点の中間）で観測を行っている。入手できた 1992 年～2023 年データから作成した流量グラフを以下に示す。

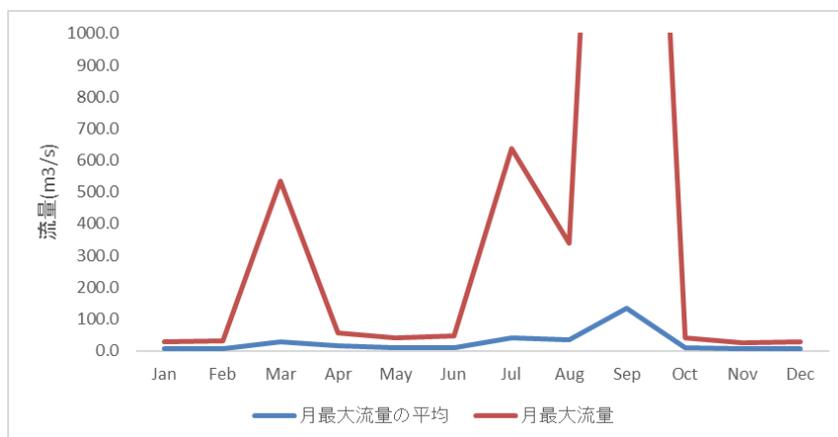


図 5.2.19 Dor River の月ごとの流量（1992 年～2023 年）

月最大流量の平均は、モンスーンの時期でも最大 100m³/s 以下であり、常時の流量は少ない。既往最大流量は 1992 年 9 月の 3776m³/s である。（この流量は他の観測データと比較して異常に大きいため、異常値として既往 PC-1 の計画流量として採用されていない。）また、2015 年 3 月に乾季にもかかわらず 535m³/s の出水の記録がある。

### 5.2.3 環境社会配慮

#### 5.2.3.1 環境影響評価

##### (1) 環境社会影響を与える事業コンポーネントの概要

本事業のコンポーネントは、河川構造物の改修（表 5.2.3）及び水文・水理観測機材の調達（表 5.2.4）であり、環境への影響はサイトそのものへの影響に留まり、不可逆的な影響が少ないこと、また一般的な緩和措置で対応できると考えられる。したがって、「国際協力機構環境社会配慮ガイドライン（2022 年 1 月公布）」上、セクター特性、事業特性及び地域特性に鑑みて、環境への望ましくない影響が重大でないと判断され、カテゴリ B に分類される。一方、パキスタンのカイバル・パクトゥンクワ州（Khyber Pakhtunkhwa 州、以下「KP 州」という）の環境影響評価規則（The Khyber Pakhtunkhwa Environmental Assessment Rules, 2021）では、プロジェクトの規模や環境への影響度に応じて、環境影響評価（以下、「EIA」という）/初期環境調査（以下、「IEE」という）/一般環境承認（以下、「GEA」）に該当するプロジェクトを分類しているが、河川構造物の改修は、EIA/IEE/GEA のいずれにも該当していない。また、KP 州の環境保護庁（Environmental Protection Agency、以下「EPA」という）より、EIA は不要であるとの回答を得ている。ただし、IEE または GEA は必要となる可能性は指摘されており、必要な場合は、詳細設計調査終了時までには KP-EPA の承認を得る必要がある。

なお、水文・水理観測機材については、各州（KP 州、Punjab 州）の EPA より環境関連の手続きは不要であることを確認している。

以上より、本事業では「河川構造物の改修」を対象に環境社会への影響を検討した。

表 5.2.3 河川構造物の改修地点

No.	River	Location	Latitude	Longitude
1	Dor River	Sikandarpur	34.007165°	72.951500°
2	Dor River	Ali Khan	33.990142°	72.973722°
3	Haro River	Mohra Ghazan	33.792709°	72.916774°

表 5.2.4 水文・水理観測機材の調達一覧

No.	機材名	数量 (か所)
1	データ収集システム	2
2	データ処理システム	2
3	データベースシステム	2
4	情報提供システム	2
5	データ管理システム	1
6	警報システム	1
7	データ表示システム	12
8	水文・水理観測システム	46
9	超音波ドップラー流速計	5
10	自動気象観測装置	5

## (2) ベースとなる環境社会の状況

## 1) 大気汚染

本調査で実施した大気質の測定結果及びパキスタン国の環境基準を表 5.2.5 に、調査地点を図 5.2.20、図 5.2.21 に示す。Ali Khan 及び Sikandarpur は同じ Dor River 沿いに位置し、距離も近いことから、地域を代表する大気質として Sikandarpur における測定結果を採用した。Sikandarpur では粒子状物質(PM<sub>2.5</sub>)において基準を上回っていたが、その他の項目は基準値以下であった。Sikandarpur では粒子状物質の濃度が全体的に高いが、周辺で行われていた建設工事により濃度が上昇した可能性がある。一方、Mohra Ghazan では、すべての項目で基準を下回っていた。

表 5.2.5 大気質の環境基準及び調査結果

No.	項目	基準値		測定結果	
		パキスタン <sup>1)</sup>	(参考) 日本 <sup>5)</sup>	Sikandarpur	Mohra Ghazan
1	一酸化炭素 (CO)	<5 mg/m <sup>2</sup>	1 時間値の 1 日平均値が 10ppm 以下、かつ、1 時間値の 8 時間平均値が 20ppm 以下	3	3
2	一酸化窒素 (NO)	<40µg/m <sup>3</sup>	-	26	19
3	二酸化窒素 (NO <sub>2</sub> )	<80µg/m <sup>3</sup>	1 時間値の 1 日平均値が 0.04ppm から 0.06ppm までのゾーン内、またはそれ以下	55	36
4	二酸化硫黄 (SO <sub>2</sub> )	<120µg/m <sup>3</sup>	1 時間値の 1 日平均値が 0.04ppm 以下、かつ、1 時間値が 0.1ppm 以下	14	8
5	オゾン (O <sub>3</sub> )	<120µg/m <sup>4</sup>	-	33	39
6	粒子状物質 (PM <sub>10</sub> )	<150µg/m <sup>3</sup>	-	140	94
7	粒子状物質 (PM <sub>2.5</sub> )	<35µg/m <sup>3</sup>	1 年平均値が 15µg/m <sup>3</sup> 以下、かつ、1 日平均値が 35µg/m <sup>3</sup> 以下	57	33
8	浮遊粒子状物質 (SPM)	<500µg/m <sup>3</sup>	1 時間値の 1 日平均値が 0.10mg/m <sup>3</sup> 以下、かつ、1 時間値が 0.20mg/m <sup>3</sup> 以下	419	281
9	鉛 (Pb)	<1.5µg/m <sup>3</sup>	-	0.1	0.0

出典：JICA 調査団 (2023 年 11 月 21-23 日測定)

- 1) National Environmental Quality Standards (NEQS) for Ambient Air    2) 8 時間平均値  
 3) 24 時間平均値    4) 1 時間値    5) 大気汚染に係る環境基準 (<https://www.env.go.jp/kijun/taiki.html>)

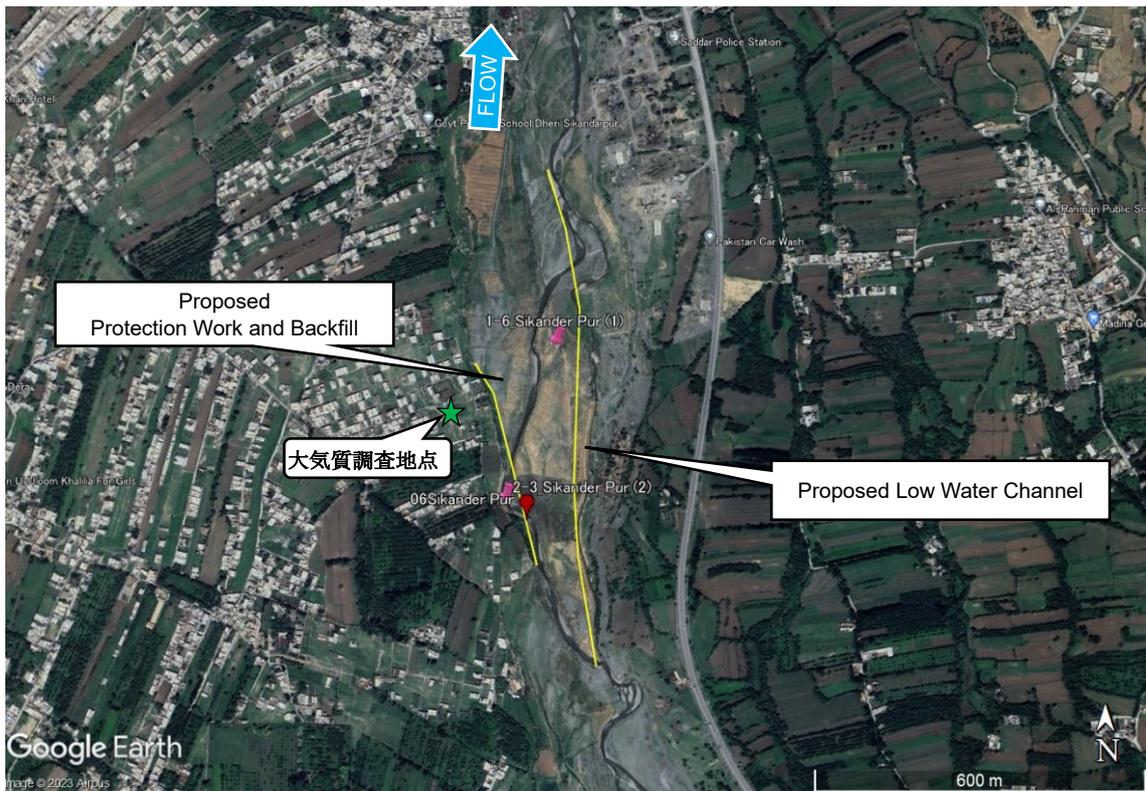


図 5.2.20 大気質調査地点 (Sikandarpur)



図 5.2.21 大気質調査地点 (Mohra Ghazan)

## 2) 水質汚濁

本調査で実施した水質の測定結果及びパキスタン国の環境基準を表 5.2.6 に、調査地点を図 5.2.22～図 5.2.24 に示す。Sikandarpur、Ali Khan、Mohra Ghazan のいずれの地点も、すべての項目で基準を下回っていた。

表 5.2.6 水質の環境基準及び調査結果

No.	項目	単位	基準値		調査結果		
			パキスタン <sup>1)</sup>	(参考) 日本	Sikandarpur	Ali Khan	Mohra Ghazan
1	pH	-	6-9	6.0-8.5 <sup>2)</sup>	8.562 at 23.6°C	8.339 at 23.1°C	8.775 at 22.7°C
2	Temperature	°C	-	-	23.6	23.1	22.7
3	Biochemical Oxygen Demand (BOD)	mg/l	80	5 <sup>2)</sup>	6	8	18
4	Chemical Oxygen Demand (COD)	mg/l	150	-	18	16	28
5	Total Suspended Solids (TSS)	mg/l	200	50 <sup>2)</sup>	155	10	16
6	Total Dissolved Solids (TDS)	mg/l	3500	-	2653	430	340
7	Oil and Grease	mg/l	10	-	不検出	不検出	不検出
8	Phenolic compounds (as phenol)	mg/l	0.1	-	不検出	不検出	不検出
9	Chloride	mg/l	1000	-	560	19	44
10	Fluoride	mg/l	10	0.8 <sup>3)</sup>	0.3	0.3	0.8
11	Cyanide	mg/l	1.0	検出されないこと <sup>3)</sup>	不検出	不検出	不検出
12	An-ionic detergents (as MBAS)	mg/l	20	-	0.026	0.024	0.020
13	Sulphate	mg/l	600	-	76	48	32
14	Sulphide	mg/l	1.0	-	不検出	不検出	不検出
15	Ammonia (NH <sub>3</sub> )	mg/l	40	-	不検出	0.9	3.8
16	Pesticides	mg/l	0.15	-	不検出	不検出	不検出
17	Cadmium (Cd)	mg/l	0.1	0.00 <sup>3)</sup>	不検出	不検出	不検出
18	Chromium (Cr)	mg/l	1.0	0.02 <sup>3)</sup>	0.025	不検出	不検出
19	Copper (Cu)	mg/l	1.0	-	不検出	0.031	0.026
20	Lead (Pb)	mg/l	0.5	0.01 <sup>3)</sup>	不検出	不検出	不検出
21	Mercury (Hg)	mg/l	0.01	0.0005 <sup>3)</sup>	不検出	不検出	不検出
22	Selenium (Se)	mg/l	0.5	0.01 <sup>3)</sup>	不検出	不検出	不検出
23	Nickel (Ni)	mg/l	1.0	-	不検出	0.059	不検出
24	Silver (Ag)	mg/l	1.0	0.0005	不検出	0.034	不検出
25	Total toxic metal	mg/l	2.0	-	0.025	0.124	0.026
26	Zinc (Zn)	mg/l	5.0	-	0.016	0.924	0.078
27	Arsenic (As)	mg/l	1.0	0.01 <sup>3)</sup>	不検出	不検出	不検出
28	Barium (Ba)	mg/l	1.5	-	不検出	不検出	不検出
29	Iron (Fe)	mg/l	8.0	-	0.002	0.008	不検出
30	Manganese (Mn)	mg/l	1.5	-	0.031	0.206	0.015
31	Boron (B)	mg/l	6.0	1 <sup>3)</sup>	不検出	不検出	不検出
32	Chlorine (Cl)	mg/l	1.0	-	不検出	不検出	不検出

出典：JICA 調査団（2023年11月22-24日測定）

1) National Environmental Quality Standards for Municipal and Liquid Industrial Effluents

2) 水産3級、工業用水1級、農業用水及び環境保全に適応する生活環境の保全に関する環境基準

(<https://www.env.go.jp/kijun/mizu.html>)

3) 人の健康の保護に関する環境基準 (<https://www.env.go.jp/kijun/mizu.html>)

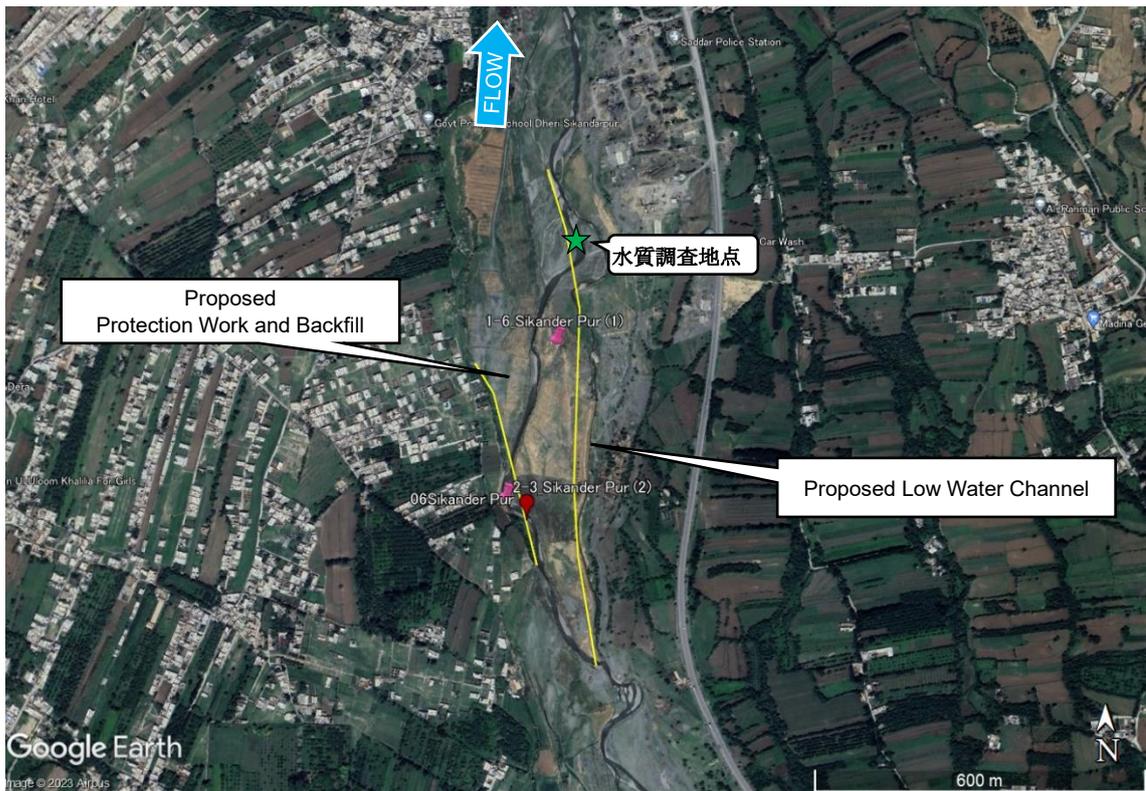


図 5.2.22 水質調査地点 (Sikandarpur)



図 5.2.23 水質調査地点 (Ali Khan)



図 5.2.24 水質調査地点 (Mohra Ghazan)

3) 騒音・振動

本調査で実施した騒音の測定結果及びパキスタン国の環境基準を表 5.2.7 に、調査地点を図 5.2.25～図 5.2.27 に示す。Sikandarpur、Ali Khan、Mohra Ghazan のいずれの地点も、昼間の測定結果は基準を下回っていた。一方、夜間については、Sikandarpur と Ali Khan では測定結果が基準値を超過していた。ただし、46~48dB の騒音は、一般的に書店の店内よりも静かな環境であり、河川の流れる音等の環境騒音によるものと考えられる。参考として騒音の目安を図 5.2.28 に示す。

表 5.2.7 騒音の環境基準及び調査結果

時間区分	調査結果[dB(A)]			基準値	
	Sikandarpur	Ali Khan	Mohra Ghazan	パキスタン <sup>1)</sup>	(参考) 日本 <sup>2)</sup>
昼間	53	51	52	55	55
夜間	48	46	44	45	45

出典：JICA 調査団（2023 年 11 月 22-25 日測定）

1) National Environmental Quality Standards for Noise, Residential area

2) 騒音に係る環境基準 (<https://www.env.go.jp/kijun/oto1-1.html>) の A 及び B 地域基準：A:専ら住居の用に供される地域、B:主として住居の用に供される地域

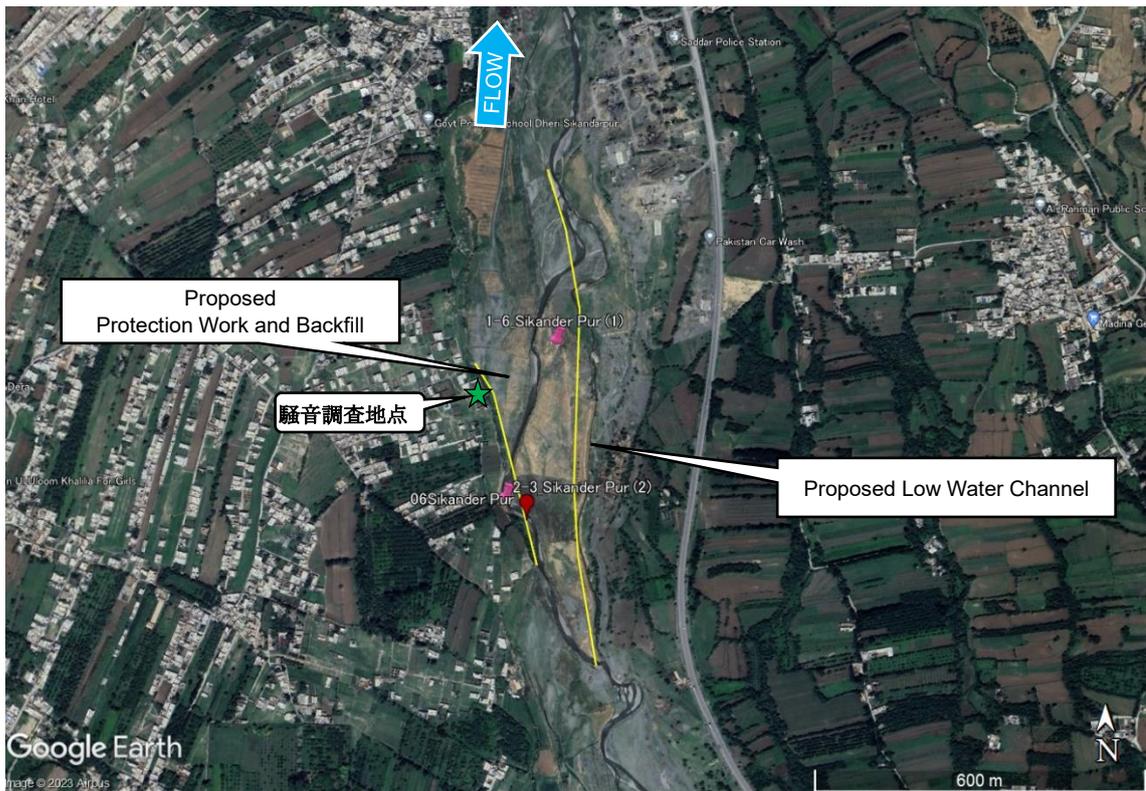


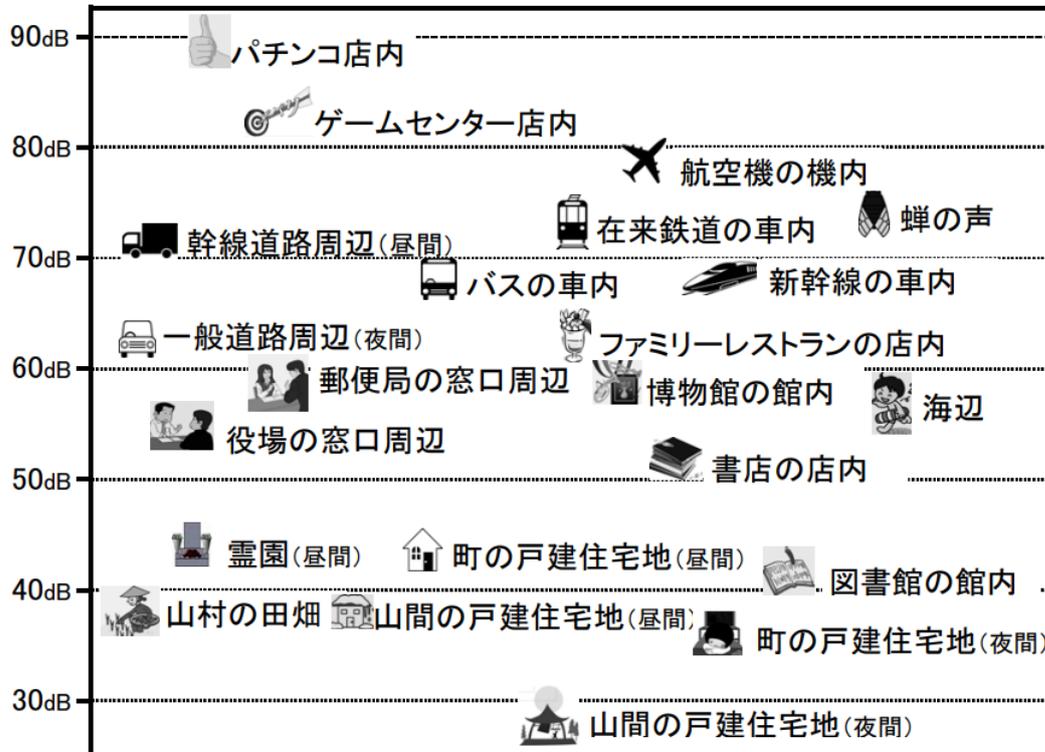
図 5.2.25 騒音調査地点 (Sikandarpur)



図 5.2.26 騒音調査地点 (Ali Khan)



図 5.2.27 騒音調査地点 (Mohra Ghazan)

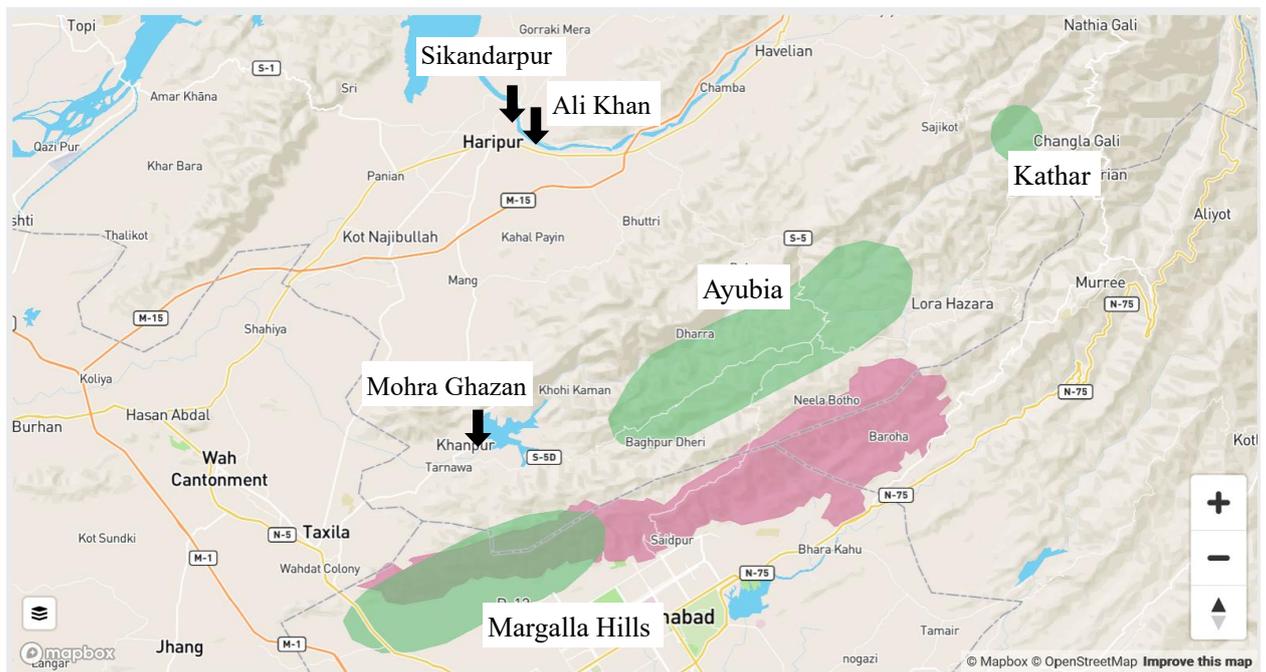


出典：全国環境研協議会 騒音小委員会

図 5.2.28 騒音の目安 (地方都市・山村部用)

#### 4) 保護区

事業対象地域において、法的に指定された保護区域は存在しない。ただし、Mohra Ghazan から南に約 8km 離れた地域が、生物多様性の保全の鍵になる重要な地域 (Key Biodiversity Area (KBA)) 及び重要野鳥生息地 (Important Bird and Biodiversity Area (IBA)) に指定されている。また、その他の保護区として、Mohra Ghazan から 8km~13km ほど離れた 2 箇所 (Margalla Hills 及び Ayubia) が国立公園に指定されており、Ali Khan から東に 43km ほど離れた地点に Kathar という禁猟区 (Game Reserve) がある。なお、世界遺産として登録された自然・複合遺産については、調査地域及びその付近には存在しない。また、ラムサール条約登録地についても調査地域には存在しない。事業対象地周辺の KBA、IBA 及び保護区域を図 5.2.29 に示す。



● : Protected Area    ● : KBA & IBA

出典 : Integrated Biodiversity Assessment Tool (IBAT) : [https://ibat-alliance.org/country\\_profiles/PAK](https://ibat-alliance.org/country_profiles/PAK)

図 5.2.29 事業対象地域周辺の KBA、IBA 及び保護区域

#### 5) 生態系

Sikandarpur、Ali Khan、Mohra Ghazan において、それぞれ 2023 年 12 月 28~29 日、2024 年 1 月 7~8 日、2023 年 12 月 8~9 日の期間で現地調査を実施した。

##### (a) 植生

植生についての現地調査の結果を表 5.2.8 に示す。確認された種は、IUCN レッドリストにおいて LC (Least Concern) または情報がない種であり、現地で一般的に確認される種である。

表 5.2.8 事業対象地域周辺で生育する植物種

No.	種名	確認エリア	IUCN Red List
1	Justicia adhatoda	Mohra Ghazan	LC
2	Agave sp.	Mohra Ghazan	LC

No.	種名	確認エリア	IUCN Red List
3	<i>Tegeties minuta</i>	Mohra Ghazan	-
4	<i>Erigeron bonariensis</i>	Mohra Ghazan	-
5	Cactus	Mohra Ghazan	-
6	<i>Salvia elegans</i>	Mohra Ghazan	-
7	<i>Justicia adhatoda</i>	Mohra Ghazan	LC
8	<i>Mentha spicata</i>	Mohra Ghazan	LC
9	<i>Atriplex</i> sp.	Mohra Ghazan	-
10	<i>Astragalus</i> sp.	Mohra Ghazan	-
11	<i>Justicia procumbens</i>	Mohra Ghazan	-
12	<i>Ficus carica</i>	Ali Khan Sikandarpur	LC
13	<i>Eronotyris japonica</i>	Ali Khan	-
14	<i>Lantana camara</i>	Ali Khan	-
15	<i>Psidium guajava</i>	Ali Khan	LC
16	<i>Morus nigra</i>	Ali Khan	-
17	<i>Dicanthium annulatum</i>	Ali Khan	-
18	<i>Cynodon dactylon</i>	Ali Khan	-
19	<i>Sanchrus</i> sp.	Ali Khan Mohra Ghazan	-
20	<i>Solanum surattense</i>	Sikandarpur	-
21	<i>Calotropis procera</i>	Sikandarpur	LC
22	<i>Erysimum virgatum</i>	Sikandarpur	-
23	<i>Euphorbia helioscopia</i>	Sikandarpur	-
24	<i>Rumex acetosella</i>	Sikandarpur	-
25	<i>Eucalyptus trees</i>	Sikandarpur	-
26	<i>Dalbergia sissu</i>	Sikandarpur	-

出典：JICA 調査団（2023年12月8-9、28-29、2024年1月7-8日調査）

## (b) 動物

動物種についての現地調査の結果を表 5.2.9 に示す。確認された哺乳類及び鳥類は、IUCN レッドリストにおいていずれも LC である。水生生物のカニについては、IUCN レッドリストに情報はないものの、現地で一般的に確認される種である。なお、現地調査の結果、両生類及び爬虫類は確認されなかった。

表 5.2.9 事業対象地域周辺で生育する動物種

No.	種名	学術名	確認エリア	IUCN Red List
<b>哺乳類</b>				
1	porcupine	<i>Hystrix indica</i>	Sikandarpur	LC
2	Jackal	<i>Canis aureus</i>	Ali Khan	LC
3	Wild boar	<i>Sus scrofa</i>	Ali Khan	LC
<b>鳥類</b>				
1	Grey wagtail	<i>Motacilla cinerea</i>	Mohra Ghazan	LC
2	Plumbeous water redstart	<i>Phoenicurus fuliginosus</i>	Mohra Ghazan	LC
3	Egret	<i>Egretta garzetta</i>	Mohra Ghazan Ali Khan Sikandarpur	LC
4	Black-backed wagtail	<i>Motacilla alba lugens</i>	Mohra Ghazan Ali Khan Sikandarpur	LC
5	White-capped redstart	<i>Chaimarrornis leucocephalus</i>	Mohra Ghazan	LC
6	White throated Kingfisher	<i>Halcyon smyrnensis</i>	Mohra Ghazan	LC
7	Common myna	<i>Acridotheres tristis</i>	Mohra Ghazan	LC

No.	種名	学術名	確認エリア	IUCN Red List
8	House crow	Corvus splendens	Ali Khan Sikandarpur	LC
水生生物				
1	Crab	Allacanthos yawi	Mohra Ghazan	-

出典：JICA 調査団（2023 年 12 月 8-9, 28-29, 2024 年 1 月 7-8 日調査）

## 6) 用地取得/住民移転

KP 州における用地取得及び住民移転に関する法律や規則には以下がある。

- The Land Acquisition Act, 1894 (Amendment 1969)
- The Khyber Pakhtunkhwa Land Acquisition Rules, 2020

The Land Acquisition Act (LAA) は 1894 年に公布され、その後 1969 年の改正を経て、パキスタンの用地取得の主要な法律として現在まで受け継がれている。本法では、土地を取得する際の補償額は、土地の取得に関する通達が発布された日における市場価格を考慮しなければならないこと、取得が公共目的のために行われる場合には、取得の強制性を考慮して、時価に 15% を加算した金額を裁定すること等が規定されている。また、市場価格を決定するにあたっては、周辺の類似の用途に供されている土地の譲渡を検討することにも言及している。

本事業は河川構造物の改修事業のため、河川区域（公有地）内での工事を想定しており、当初用地取得や住民移転は発生しない想定であったが、環境社会配慮調査の中で地権者の有無を調べたところ、対象地域はすべて地権者が存在することが判明した。用地取得/住民移転の影響については、別途実施した住民移転計画（要約版）調査の中で確認した。

## 7) 土地利用

事業対象地及びその周辺の土地利用状況を、それぞれ図 5.2.30～図 5.2.32 に示す。

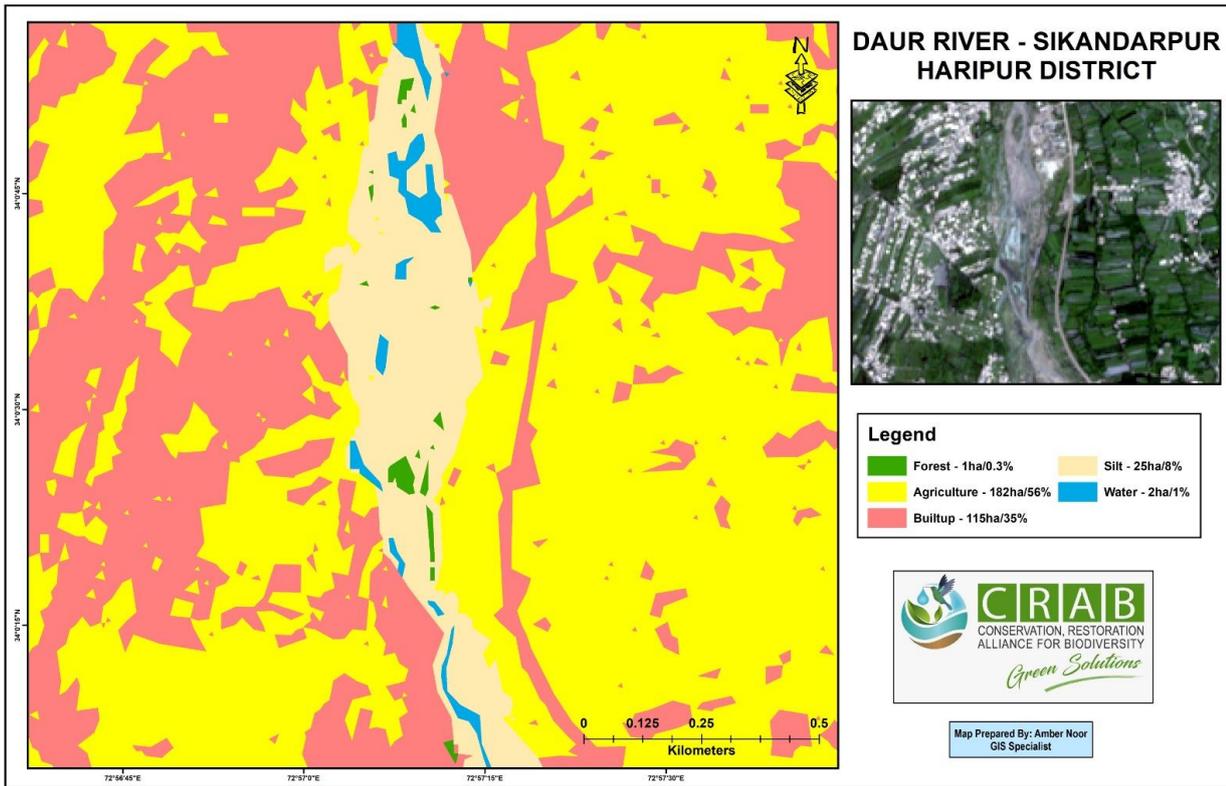


図 5.2.30 土地利用状況 (Sikandarpur)

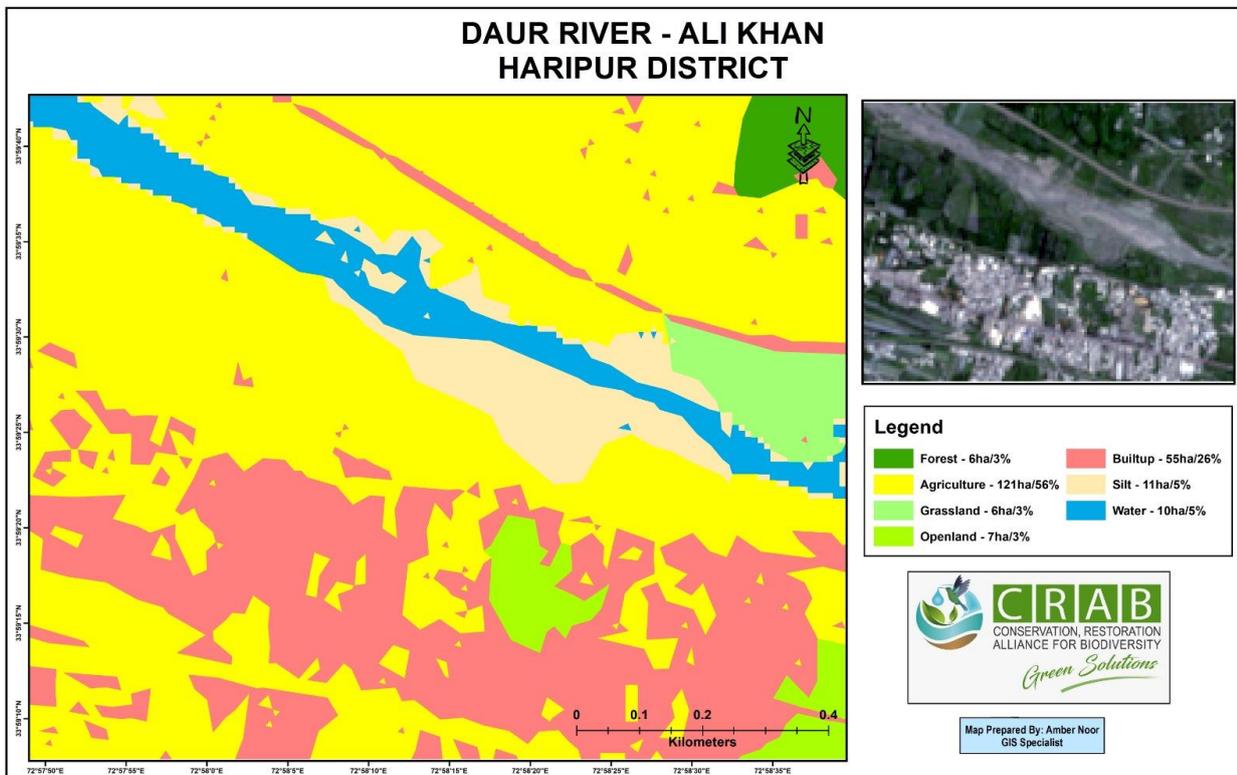


図 5.2.31 土地利用状況 (Ali Khan)

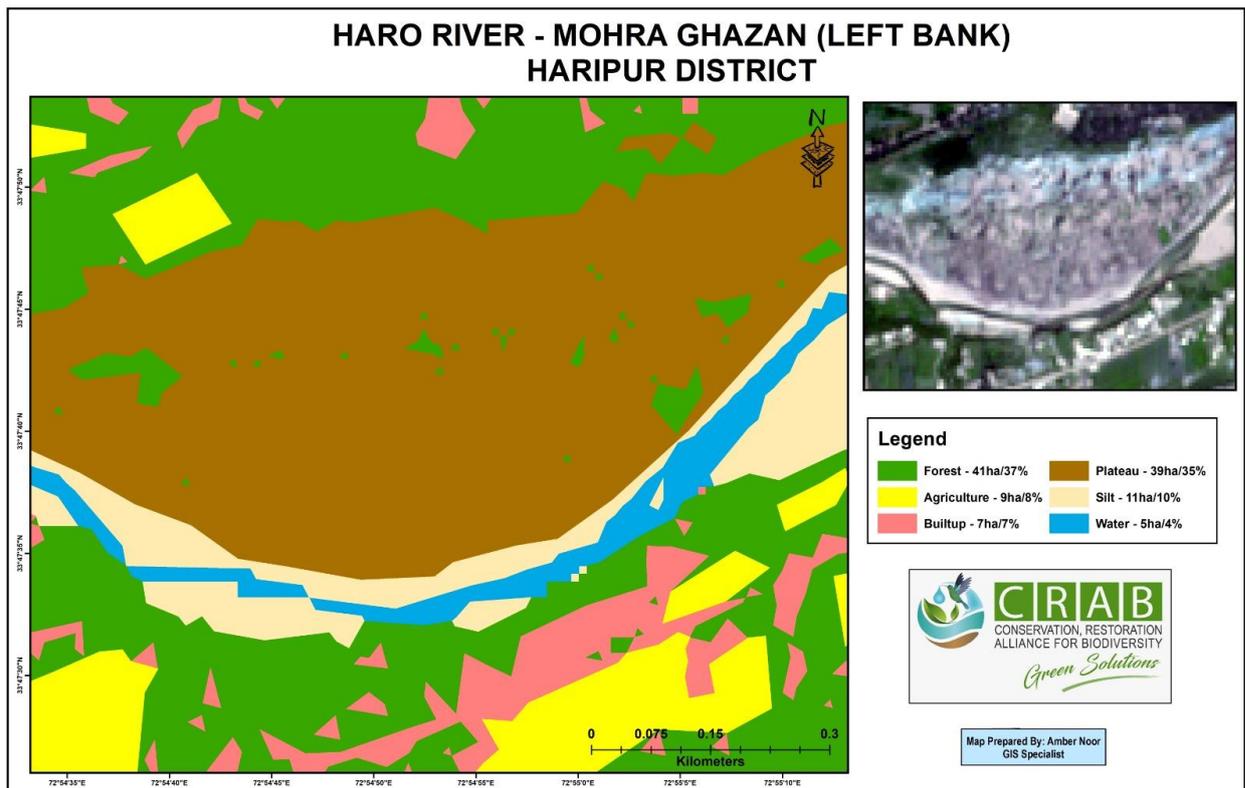


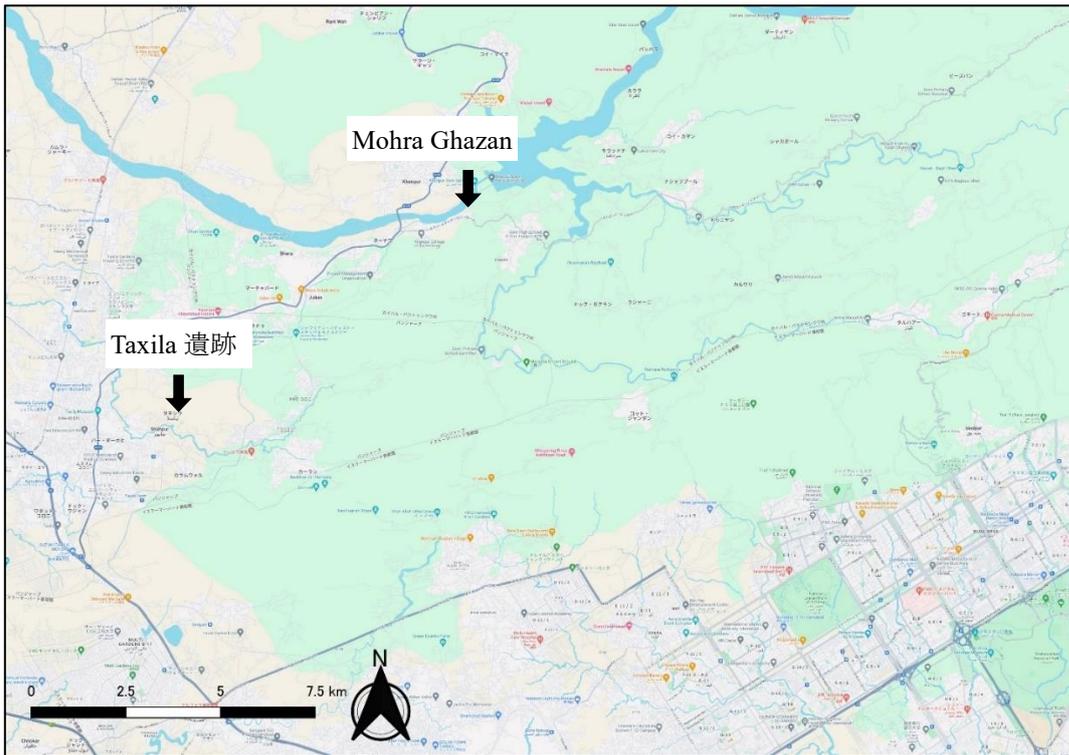
図 5.2.32 土地利用状況 (Mohra Ghazan)

#### 8) 少数民族・先住民族

国連難民機関である国連難民高等弁務官事務所 (United Nations High Commissioner for Refugees: UNHCR) は、1950年に設立された国連機関である。紛争や迫害により故郷を追われた難民・避難民を国際的に保護・支援し、難民問題の解決へ向けた活動を行っている。UNHCRのHPによると、KP州にはカラシュ族と呼ばれる先住民族がいるが、現在はChitralにある3つの小さな溪谷に限られている。事業対象地周辺には少数民族・先住民族は存在しない。

#### 9) 文化遺産

事業対象地域において、法的に指定された文化遺産保護の地域は存在しない。ただし、Mohra Ghazanから約10km離れた場所に、Taxila遺跡 (世界遺産として登録された文化遺産) がある。対象地周辺の文化遺産の位置図を図5.2.33に示す。



出典：UNESCO World Heritage Convention を基に調査団作成

図 5.2.33 対象地周辺の文化遺産

10) 人口

パキスタンにおける国勢調査は、1947年のパキスタン独立以降で7回（1951年、1961年、1972年、1981年、1998年、2017年、2023年）実施している。憲法により10年毎に実施することが義務付けられているが、政治的な理由により1990年代～2010年代は不規則に実施されている。直近の2023年の国勢調査の結果では、パキスタンの総人口は241,499千人であり、2017年の国勢調査からの成長率は2.55%であった。都市部と村落部別にみると、都市部の人口増加率は3.65%なのに対して、村落部は1.90%であることから、村落部から都市部へ移動していることが示唆される。

今回対象となるHaripur地区では、2023国勢調査の結果は1,175千人で人口増加率は2.70%となっている。また、1世帯当たりの人数は平均6.10人となっている。パキスタン、KP州及びKP州内の今回対象となる管区・地区（Division・District）の人口構成を表5.2.10に示す。

表 5.2.10 パキスタンの人口構成

地域		人口 2023 (人)	人口 2017 (人)	人口増加率 (%)	世帯数 (世帯)	1世帯当たりの人数(人)
全国	都市部	93,750,724	75,670,837	3.65	15,017,015	6.24
	村落部	147,748,707	132,013,789	1.90	23,323,551	6.33
	合計	241,499,431	207,684,626	2.55	38,340,566	6.30
KP 州	都市部	6,131,296	5,875,294	0.72	913,824	6.71
	村落部	34,724,801	29,626,670	2.69	4,969,183	6.99
	合計	40,856,097	35,501,964	2.38	5,883,007	6.94
内、対象の管区・地区	Hazara	6,188,736	5,323,155	2.55	1,003,686	6.17
	Haripur	1,174,783	1,001,515	2.70	192,658	6.10

出典：Pakistan Population Census 2023 (<https://cran.r-project.org/web/packages/PakPC2023/vignettes/PakPC2023Intro.html>)

## 11) 経済

パキスタンでは、毎年の経済の概況についてまとめたパキスタン経済調査（Pakistan Economic Survey）を、年次刊行物として財務省が公表している。パキスタン経済調査（2023-24）によると、実質 GDP は 2024 年度に 2.38% の成長を記録し、2023 年度のマイナス成長（0.29%）からプラス成長に転じた。農業部門の成長率が 6.25% と推定され、2024 年度の経済成長の主要な原動力となっている。農業部門の成長の主な要因は、2022 年に発生した大規模洪水により落ち込んでいた小麦、米、コットン等の重要作物の生産量の増加（16.82%）である。

一人当たりの所得は、2023 年度には通貨安、GDP 成長率の低下、人口増加により、前年度の 1766 米ドルから 1551 米ドルへ減少したが、2024 年度は、経済活動の活発化と為替レートの上昇により、2023 年度から 129 米ドル増の 1680 米ドルとなっている。

## 12) ジェンダー

World Economic Forum 2023 によると、パキスタンのジェンダー格差指数 0.575 であり、参加 146 カ国中 142 位となっている。昨年よりも 3 ランクアップしているものの非常に低い状況である。ジェンダー格差を示す具体的な指標は以下のとおりである。

- ・ 労働参加率（女性 24.53%、男性 80.67%）
- ・ 推定所得（女性 \$2,090、男性 \$8,320）
- ・ 国会議員、高級官僚、経営者の男女比（女性 5.71%、男性 94.29%）

2022 年 3 月 8 日の国際女性デーに、パキスタンは新たな国家ジェンダー政策枠組み（National Gender Policy Framework:NGPF）の立ち上げを発表した。NGPF は、パキスタンの女性の社会的・経済的領域への有意義な参加を妨げている構造的障壁に取り組むことで、女性のエンパワーメントに向けた協調的な取り組みを促進する試みである。この中で、表 5.2.11 に示すビジョン、ミッションと 6 つの目標を設定し女性の社会進出を推進している。

表 5.2.11 NGPF におけるビジョン、ミッション及び目標

ビジョン	すべての人に男女平等、尊厳、尊敬、公平を堅持しながら、質の高い教育、有益な雇用、意義ある関与を国民に提供する平和で豊かなパキスタン。	
ミッション	男女平等のエコシステムを構築し、交差性に対処し、女性の権利を保護し、資源と機会への平等なアクセスを提供する。	
目標 1	ガバナンス	ジェンダー変革的な統治機構を確立し、ジェンダー平等な制度改革を主導し、政策やプログラムにジェンダーを主流化する政府の能力を強化し、政府の優先事項や行動計画におけるジェンダー平等原則の制度化を確保する。
目標 2	教育の平等と質	女性と女兒が学習し、雇用可能で高収入を生み出すスキルを身につけることができる環境を整える。
目標 3	雇用と経済的エンパワーメント	働きやすい職場、起業しやすい環境、必要なビジネス・スキルにより、労働機会への公平なアクセスを促進する。
目標 4	主体性、政治参加、意義ある参画	女性のリーダーシップ、指導者としての役割、そしてそのための手段を創出し、前進させる。
目標 5	保健と福祉	保健を含む横断的サービスにジェンダーに配慮した保健の要素を組み込む。
目標 6	安全と安心	ジェンダーに基づく暴力をなくし、制度、政策、プロセス、プログラム全体でジェンダー保護を主流化する。

## 13) HIV/AIDS の感染症

国連合同エイズ計画（Joint United Nations Programme on HIV/AIDS:UNAIDS）は、HIV/AIDS 感

染に対して包括的かつ調整の取れたグローバルな行動を進める国連機関である。UNAIDS は、HIV の新たな感染ゼロ、差別ゼロ、エイズ関連死者ゼロの共通のビジョンを達成できるように世界を導き、かつそのように仕向ける。UNAIDS DATA 2023 によると、パキスタンにおける HIV 感染者数は年々増加しており、2022 年は 270 千人の感染者が確認されている。15 歳以上の男女比でみると、男性が約 78%となっている。また、AIDS に関連した死者も年々増加しており、2022 年は 12 千人である。

パキスタンにおける HIV/AIDS に関する統計を表 5.2.12 に示す。

表 5.2.12 パキスタンにおける HIV/AIDS に関する統計

	2010	2015	2022
AIDS に関連した死亡者（全世代）	2,000	5,900	12,000
AIDS に関連した死亡者（0-14 歳）	<200	<500	740
AIDS に関連した死亡者（15 歳以上の女性）	<200	700	1,700
AIDS に関連した死亡者（15 歳以上の男性）	1,700	4,800	9,500
HIV 感染者（全世代）	75,000	140,000	270,000
HIV 感染者（0-14 歳）	830	2,400	6,700
HIV 感染者（15 歳以上の女性）	9,000	24,000	49,000
HIV 感染者（15 歳以上の男性）	65,000	110,000	210,000

出典：UNAIDS DATA 2023

### (3) 相手国の環境社会配慮制度・組織

#### 1) 環境社会配慮に係る法規制

##### (a) 環境保護法 (Pakistan Environmental Protection Act 1997: PEPA)

パキスタン環境保護法（以下、「PEPA」という）は、環境の保護、保全、修復、改善、汚染の防止と管理及び持続可能な開発の促進のために 1997 年に制定された。PEPA は、国家保全戦略の実施、州の持続可能な開発基金の設立、種の保護・保全、再生可能資源の保全、環境法廷の設立と環境行政官の任命、IEE 及び EIA のための枠組みを規定している。

##### (b) 環境影響評価法

2000 年に制定された環境影響評価法は、EIA を必要とする事業や手続きを規定している。環境影響評価法は、プロジェクトの計画段階で環境・社会緩和策を組み込んだ環境影響評価の実施を義務づけている。

##### (c) 国家環境政策 (National Environmental Policy 2005)

国家環境政策は、環境問題、特に淡水域と沿岸水域の汚染、大気汚染、適切な廃棄物管理の欠如、森林伐採、生物多様性の喪失、砂漠化、自然災害、気候変動に対応するための包括的な枠組みとして 2005 年に策定された。

本方針は、以下の 5 つの目的及び給水とその管理、大気質と騒音、廃棄物管理と自然災害管理等の専門分野及び横断的分野のガイドラインを示している。

- ・ 環境資源の保全、回復、効率化
- ・ 政策立案及び計画プロセスにおける環境配慮の統合

- ・ あらゆるレベルの政府機関及びその他ステークホルダーの環境管理のための能力開発
- ・ 国の方針に沿った効果的に国際的な義務の履行
- ・ 大衆意識とコミュニティ動員による環境への需要の創出

**(d) 国家環境基準**

パキスタン政府は、環境汚染を管理するために、都市排水及び産業排水、産業排ガス、自動車排ガス及び騒音に関する国家環境品質基準 (National Environmental Quality Standards、以下「NEQS」という) を 2000 年に制定した。

**(e) パキスタン気候変動法**

本法は、気候変動に関連する国際条約の下でのパキスタンの義務を果たし、気候変動の影響に対処するための要件を掲げている。本法は 1 章：序文、2 章：パキスタン気候変動評議会、3 章：パキスタン気候変動局、4 章：パキスタン気候変動基金及び 5 章：その他から成る。

**(f) 国家気候変動政策 (2021 年版)**

国家気候変動政策 (National Climate Change Policy (Updated in 2021)、以下「NCCP」という) は、2012 年に承認されたパキスタンの気候変動に対応する画期的な方針である。NCCP は、気候変動の適応及び緩和の包括的な課題への取組み、気候変動行動計画、プログラム、プロジェクトを遂行するための基礎的な枠組みについて言及している。

本政策は 5 年ごとに更新され、NCCP 2021 は、「気候変動が経済の経済的・社会的に脆弱部門を主流化させ、気候に適合した開発へ導く」ことを目標としている。NCCP では、気候変動省及び州の農業、運輸、エネルギー、産業、林業、生物多様性等の様々な開発セクターが、適応と緩和策を通じて得た成果が示され評価された。

NCCP 2021 では以下の政策により、気候変動がらみの災害管理に取り組むことを示している。

- ・ NDMA が策定した「国家災害リスク管理フレームワーク」を実施するための十分な財源を確保する
- ・ 仙台防災枠組の優先行動を確実に実施し、新たな災害リスクを防止し、既存の災害リスクを軽減する
- ・ 複数の危険に対処可能で、国家防災政策で示される全体システムの回復力、効率及び有効性を高めることができる災害管理の組織、メカニズム及び能力を開発する
- ・ 自然災害時の各関係部門の役割と責任を示す調整メカニズムを明確に定義する
- ・ 将来イベントに対する脆弱性を最小限に抑えるために、費用効果が高い「ナチュラールベースソリューション」(NBS) を防災に対して優先して投資する
- ・ 主要都市 (特にカラチとラホール) の雨水排水能力を再設計及び更新し、短時間豪雨増加の可能性を考慮する
- ・ 早期警報システムを強化し、サイクロンや暴風雨に対する脆弱な沿岸及びその他地域に

に対するコミュニティの避難計画を策定する

- ・ 脆弱な沿岸地域にサイクロンシェルターを建設する
- ・ 自然災害時の安全な避難所として使用できるように、災害に強い病院、診療所、多目的学校の建物を再設計・建設する
- ・ 特に避難計画の策定において、早期警戒の普及及び防災活動へのコミュニティの参加を確保する
- ・ 避難戦略において、高齢者、子供、障害者、女性が特に優先されるようにする
- ・ 氷河湖の開発を監視し、氷河湖決壊洪水（GLOF）の場合の脆弱な地域の避難戦略策定のための適切なメカニズムを設定する
- ・ 脆弱な山岳地帯で発生する雪崩や地滑りのリスクマッピングを実施し、それに対応した予防措置を講じる
- ・ 効率的な監視及び洪水管理のため、既存の灌漑インフラ（特に洪水堤防）の GIS マッピングを実施する
- ・ 脆弱な山岳地帯での局所的なフラッシュ洪水の予測及び警報システムを確立する
- ・ 国内の洪水予測、干ばつ監視、早期警報システムを強化する
- ・ 関係機関を強化することにより、洪水、鉄砲水、干ばつ等に対処する能力を強化する
- ・ 災害後の損失・損害に対する保険及びインフラや土壌回復への対策を含む「評価と補償メカニズム」を開発する
- ・ 洪水のピークを管理し、洪水を遅らせ、避難経路を確保するためのダムの利活用を含む洪水管理のための戦略の組み合わせを発展する
- ・ 「河川氾濫原」の規制及び法律の制定・施行を実施する
- ・ 洪水経路等の問題を分析するためにダム決壊調査を実施する
- ・ 必要な堰き止め能力の強化を確実にする
- ・ 気候変動シナリオに対するインダス川システムの水文モデリング及び氾濫原マッピング/ゾーニングを実施し、様々な予測洪水レベルを推定する
- ・ 適切な洪水堤防、堤防砂保護堤防を計画、設計、建設、強化し、洪水の可能性のあるレベルに照らして洪水緩衝地を保護する
- ・ 電気通信、電力、ユーティリティ、輸送等のインフラが、気候変動の影響（特に異常気象）に対して回復力があることを確認する

(g) その他環境社会配慮に係る法規制等

その他の環境社会配慮に係る法規制等を表 5.2.13 に示す。

表 5.2.13 その他の環境社会配慮に係る法規制等

Legislation / Policy	Contents
国家保全戦略 (National Conservation Strategy, 1992)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1992年にパキスタン政府によって作成及び承認されたパキスタン国家保全戦略は、国の環境問題に関する主要な政策文書である</li> <li>- 本戦略は、10年間の計画と実施のサイクルで機能する</li> <li>- 本戦略では、農地の土壌保全、流域保護、生物多様性の保全、都市廃棄物の管理、文化遺産の保全等、14のコア分野を扱っている</li> <li>- 戦略で示される環境保護・保全及び管理の原則は、プロジェクトの計画及び実行の際にガイドラインとして参照する必要がある</li> </ul>
国家飲料水政策 (National Drinking Water Policy, 2009)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- パキスタンの安全な飲料水に関する国家レベルの政策として、国家飲料水政策は2009年9月に内閣によって承認された</li> <li>- この政策は、水系感染症による死亡や病気の発生率を減らすことにより、パキスタンの人々の生活の質を向上させることを目的としている</li> <li>- 本政策は、安全な飲料水へのアクセスの増加、地表水及び地下水資源の保護と保全、水処理と安全性、適切な技術と標準化、コミュニティへの参加、一般認識等に関する具体的なガイドラインを示している</li> <li>- 本政策では、国家飲料水品質基準の施行を含む、政策の効果的な実施のための様々な立法措置を提案している</li> <li>- 本政策では-政府の各層が政策を遂行するための戦略及び行動計画を考案することを規定している</li> </ul>
Drinking Water Quality Standards	<ul style="list-style-type: none"> <li>- In pursuance of the statutory requirement under clause (c) of sub section (1) of section (6) of the Pakistan Environmental Protection Act, 1997 (XXXIV of 1997), the Pakistan Environmental Protection Agency with prior approval of the Pakistan Environmental Protection Council, has published the National Standards for Drinking Water Quality (2010).</li> <li>- WHO Drinking water quality guidelines and USEPA standards will be used for bench marking purpose along with the National Standards for Drinking water quality effective from January, 2013.</li> </ul>
Air Quality Standards	<ul style="list-style-type: none"> <li>- In pursuance of the statutory requirement under clause (e) of sub section (1) of section (6) of the Pakistan Environmental Protection Act, 1997(XXXIV of 1997), the Pakistan Environmental Protection Agency with prior approval of the Pakistan Environmental Protection Council, has revised the NEQS for Ambient Air in 2010.</li> <li>- USEPA standards along with NEQS effective from January, 2013.</li> </ul>
Noise Quality Standards	<ul style="list-style-type: none"> <li>- In pursuance of the statutory requirement under clause (c) of sub section (1) of section (6) of the Pakistan Environmental Protection Act, 1997 (XXXIV of 1997), the Pakistan Environmental Protection Agency with prior approval of the Pakistan Environmental Protection Council, has revised the NEQS for Noise (2010).</li> <li>- These standards are established for four different categories which include residential area, commercial area, industrial area and silent zone. These standards vary according to the day and night timing, day time hours are 6:00 am to 10:00 pm and night time hours are 10:00 pm to 6:00 am.</li> <li>- USEPA standards and World Bank guidelines along with National Environmental Quality Standards for Noise effective from January, 2012 are used as bench mark purpose.</li> </ul>

(h) 各州が独自に制定する環境関連法規制

各州政府は、汚染防止を担当する独自の環境保護機関を持つ。各州 EPA/環境保護局 (Environmental Protection Department、以下「EPD」という) は、EPA を代表する機能を持ち、

EIA/IEE/(GEA)を対象とするレポートは、承認のために関係する州のEPA/EPDに提出される。

河川構造物の改修地点があるKP州が独自に制定する環境関連法規制は以下の通りである。

表 5.2.14 KP州における環境関連法規制

関連組織	- Khyber Pakhtunkhwa EPA
関連法規制	- Khyber Pakhtunkhwa Environmental Protection Act, 2014 - The Khyber Pakhtunkhwa Environmental Assessment Rules, 2021 - Khyber Pakhtunkhwa Forest Ordinance, 2002 - The Khyber Pakhtunkhwa River Protection Ordinance, 2002 - The Khyber Pakhtunkhwa Wildlife and Biodiversity (Protection, Preservation, Conservation and Management) Act, 2015 - The Khyber Pakhtunkhwa Antiquities Act, 2016 - The Khyber Pakhtunkhwa Water Act, 2020 - The Khyber Pakhtunkhwa Land Use and Building Control Act, 2021 - The Khyber Pakhtunkhwa Climate Change Policy, 2022 - The Khyber Pakhtunkhwa Integrated Water Resource Management Strategy - The Khyber Pakhtunkhwa Occupational Safety and Health Act, 2022 - The Khyber Pakhtunkhwa Fisheries and Aquaculture Act, 2022

## 2) 環境影響評価制度

現在、EIA/IEE/(GEA)の承認プロセスは、各州の関連法規制に基づいて、各州のEPA/EPDに承認権限が委譲されている。河川構造物の改修地点のあるKP州では、KP-EPAがEIA/IEE/GEAの承認権限を有しており、KP州環境影響評価規則において、EIA/IEE/GEAに分類されるプロジェクトや手続きの手順を示している。

### (a) 環境影響評価が必要なプロジェクト

KP州環境影響評価規則に示されるEIA、IEE及びGEAを必要とするプロジェクトを表2.2.4に示す。表2.2.4に分類されていないプロジェクトについては、基本的に環境許可を必要としないが、プロジェクトのスクリーニング及びスコーピングの申請を行い、審査の結果、環境に悪影響を及ぼす可能性がある場合とKP-EPAが判断した場合は必要となる。

なお、河川構造物の改修については、表5.2.15に該当するものはない。

表 5.2.15 GEA/IEE/EIAが必要なプロジェクトのリスト

GEA	IEE	EIA
農業、畜産、水産業		
1) 農産物の再梱包、混合、製剤化を含む農業プロジェクト 2) 肥料粉碎ユニット、リン酸岩または岩石材料の他の粉碎 3) 1500～15,000平方フィートの被覆面積を有する養鶏場/管理小屋。 4) 40頭以上の水牛を飼養する酪農場 5) 100頭以上のヤギ/ヒツジを飼養する牧場	1) 15,000平方フィート以上の屋根面積を有する養鶏場/管理小屋 2) 1エーカー以上の養魚場	
エネルギー		
1) 1MW未満（水力と石炭火力発電） 2) 1MW未満の火力発電（石炭以外） 3) 500KW～1MWの太陽光発電所 4) CNG、LPG、LNG（充填・再充填）	1) 1-50MW（水力と石炭火力発電） 2) 火力発電1～200MW（石炭以外）。 3) 1MW以上の容量を持つソーラー事業 4) 11KV未満の送電線	1) 50MW以上（水力と石炭火力発電） 2) 200MW以上の火力発電プロジェクト（石炭以外） 3) 11KV以上の送電線

GEA	IEE	EIA
ステーション)、ガソリンポンプ 5) 10km以下の石油・ガスパイプライン (直径6インチ以上)	5) 長さ10~50kmの石油・ガスパイプライン (直径6インチ以上)。 6) 石油とガスのための地震2D/3D調査 7) LPGとLNGの貯蔵 8) バルクオイルとガスの貯蔵庫 9) 商業・工業用廃棄物エネルギー化プロジェクト 10) グリッドステーション	4) 原子力発電所 5) 石油精製所 6) 長さ50km以上の石油・ガスパイプライン (直径06インチ以上)。 7) 石油・ガスの生産、掘削活動、採取、分離プロジェクト 8) バイオ浄化プラント
製造及び加工		
1) 脂肪燃焼ユニット 2) 化粧品産業 3) 動物の皮膚の保存と保管 4) 接着剤製造 5) 年間10,000ガロン以下のシンナー 6) 年間1000トン未満のフェノール樹脂 7) ポリプロピレンメイト/バッグ 8) 石鹼・洗剤ユニット 9) ビスケット工場 10) 製氷工場 11) ミネラルウォーター工場 12) 綿/ウール加工/綿くず加工 13) 板紙 14) タバコ窯 15) ブロック工場 16) リサイクル施設 (紙、プラスチック、ガラス、スクラップ等) 17) 小麦粉/豆類/精米所/グアーガム加工工場	1) 化学プロジェクト (a) 年産5000トン以下の炭酸カルシウム (b) 年産2000トン未満の珪酸ナトリウム (c) 年間10,000ガロン以上のシンナー (d) 年間1000トン未満のカラーコーティングフィルム (e) 年産1000トン未満のポリ酢酸ビニル (f) フェノール樹脂 年産1000~2000トン (g) 硫酸クロム 年産10,000トン以上 (h) 染料製造・加工 (i) イオウブラックの製造・加工 2) セラミックス製造ユニット 3) ポリエステル/ビスコース/ポリフィラメント糸 4) 年間生産量1~5,000万リットルのソフトドリンク/飲料 5) 牛乳及び牛乳をベースとする製品で、生産能力が1日10,000リットル以上のもの 6) 医薬品 7) 織物工場/力織機/織物/アパレル/アクリル/糸/繊維織物 (a) 力織機50台以上; (b) 15000台以上の紡績機 (c) アクリル年間1500トン 8) ゴム・プラスチック製品の製造 9) 塗料・ワニス工場 石油、潤滑油、再生油、グリース、関連製品 10) 果物・野菜加工工場 11) 紅茶のパッキング/ブレンドユニット 12) 鉄鋼再圧延工場 13) 殺虫剤製造及び製剤 14) 肥料ユニット	1) セメントプラント 2) 化学プロジェクト; (a) 年産5000トン以上の炭酸カルシウム (b) ケイ酸ナトリウム年産2000トン以上 (c) カラーコーティングフィルム 年産1000トン以上 (d) ポリ酢酸ビニル 年産1000トン以上 (e) 年産2000トン以上のフェノール樹脂 (f) 硫酸及びその他の酸 3) 年産3万トンの肥料工場 4) 製糖工場及び蒸留所 5) 植物性ギー及びオイル工場 6) 年間生産量が5,000万リットルを超えるソフトドリンク/飲料 7) 工業団地 (輸出加工区を含む) 8) 総生産量が年間500トン以上の農薬製造・製剤 9) 石油化学コンプレックス 10) 熱分解ユニット 11) 製紙工場 12) ガラス製造設備 13) チップボードユニット/中密度繊維ユニット 14) 皮なめし及び皮革仕上げプロジェクト 15) 製鉄所及び製鉄炉 16) マッチ工場 17) タバコ製造工場 18) 家禽タンパク質生産工場 19) ビニール袋製造工場 (二次キャリアバッグを除く) 20) バッテリー製造工場
鉱業及び鉱物処理		
1) 石材の破砕、粉碎及び分離プロセス/石鹼石/大理石/チップ/石膏 ユニット/石灰窯/レンガ窯/石炭粉砕	1) 粘土、砂利、砂、石灰岩、その他の鉱物の商業的採掘/河床採掘及びその他の鉱物の採掘 2) パワークラッシャー/ストーンクラッシャー/クラッシュプラント/クラッシュマシン 3) アスファルトプラント (仮設ベース)	1) 石炭、金、銅、硫黄、宝石の採掘と加工 2) 主要な非鉄金属、鉄鋼圧延の採掘と加工 3) 商業的な石灰石の採取/採掘、及び発破を伴うその他の鉱物の採掘 4) 製錬工場。 5) アスファルトプラント (常設)
交通		
	1) 道路/鉄道トンネル。 2) ドライポート	1) 空港 2) 連邦高速道路または州高速道路 (既存の舗装道路の維持管理、改築または)

GEA	IEE	EIA
		再建設を除く) 3) 鉄道線路
水管理、ダム及び灌漑		
1) 長さ 10km 以上の新しい灌漑用水路 ／水路（または）15,000ha 以上 2) 貯水量 1,000～2,000 万 m <sup>3</sup> のダム ／貯水池	1) 貯水量が 2,100 万～5,000 万 m <sup>3</sup> 、または は表面積が 8km <sup>2</sup> 未満のダムと貯水池	1) 貯水量 5000 万 m <sup>3</sup> 以上、または表面 積 8km <sup>2</sup> 以上のダムと貯水池
水の供給		
	1) 水供給計画（河川水から地域社会の消 費水まで）	
廃棄物処分		
1) 病院の焼却炉	1) 生活廃棄物または産業廃棄物の処理施 設で、年間処理能力が 10,000 トン未満 のもの 2) 年間処理能力が 10,000m <sup>3</sup> 未満の生活排 水または産業排水の処理施設	1) 有害廃棄物、有毒廃棄物、放射性廃 棄物の保管または処分（埋立地、コン バイン焼却場を含む） 2) 家庭廃棄物または産業廃棄物の処 理施設で、年間処理能力が 10,000 ト ン以上のもの 3) 3. 年間処理能力 1 万 m <sup>3</sup> 以上の生活 排水または工業排水の処理施設
都市開発及び観光業		
	1) 平野部では 50～500 カナール、丘陵部 では 50～200 カナールの住宅計画 2) 100 床以上の新しい病院 3) 総敷地面積が 2000 平方ヤードを超え る、住宅及び商業施設を有する 7～14 階建ての建物	6) 土地利用調査と都市計画（大都市） 7) 総額 3 億ルピー以上の大規模観光開 発プロジェクト 8) 平野部では 500 カナール以上、丘陵 部では 200 カナール以上の住宅計画。 9) 15 階建て以上の住宅／商業用高層ビ ル／アパート。
通信		
1) BTS タワー		
その他		
1) 屠殺場 2) 2. 車両サービスステーション		
環境影響を受けやすい地域		
		1) 環境影響を受けやすい地域で行われ る全てのプロジェクト
その他事業		
1) 本規則の第 5 規則に基づき、GEA の提出が義務付けられているその他 のプロジェクト	1) 本規則の第 5 規則に基づき、IEE の提 出が義務付けられているその他のプロジ ェクト	2) 本規則第 5 条に基づき、EIA の提出 が義務付けられているその他のプロジ ェクト。 3) 環境に悪影響を及ぼす可能性のある その他のプロジェクト

## (b) 環境影響評価の手順

EIA、IEE 及び GEA の流れを図 5.2.34 に示す。

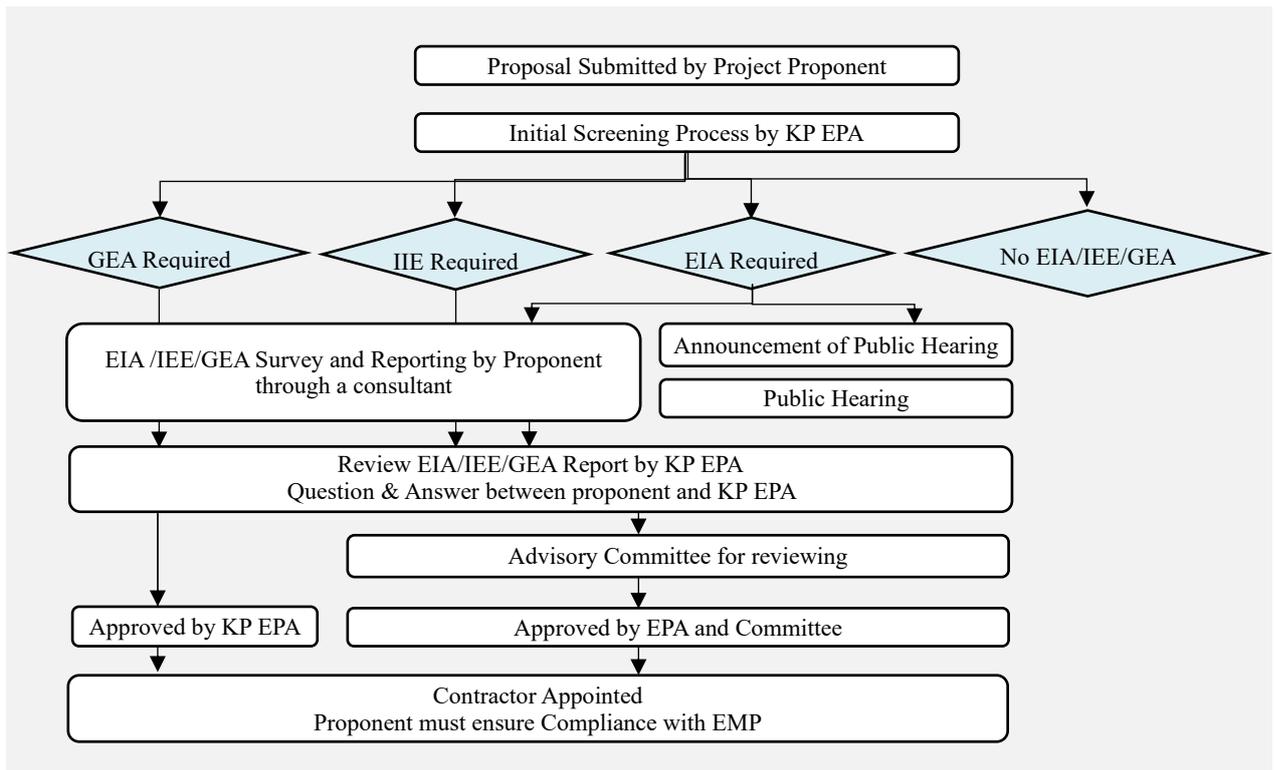


図 5.2.34 EIA/IEE/GEA 承認フロー

(c) 審査料

EIA、IEE、GEA の提出時に、表 5.2.16 に記載された審査料が必要となる。

表 5.2.16 EIA/IEE/GEA の審査料

プロジェクトの種類	審査料
EIA が必要なプロジェクト	Rs. 500,000/-
IEE が必要なプロジェクト	Rs. 250,000/-
GEA が必要なプロジェクト	Rs. 50,000/-

3) JICA ガイドライン等とのギャップ

JICA の環境社会配慮ガイドライン（2022 年 1 月）とパキスタンの環境関連法規（KP 州環境保護法（Khyber Pakhtunkhwa Environmental Protection Act, 2014）及び KP 州環境影響評価規則）とのギャップの有無を確認し、表 5.2.17 に取りまとめた。

表 5.2.17 JICA ガイドラインとパキスタンの環境関連法規との比較

項目	JICA 環境社会配慮ガイドライン	パキスタン関連法規	本プロジェクトでの方針
基本的事項	プロジェクトを実施するに当たっては、その計画段階で、プロジェクトがもたらす環境や社会への影響について、できる限り早期から、調査・検討を行い、これを回避・最小化するような代替案や緩和策を検討し、その結果をプロジェクト計画に反映しなければならない。	プロジェクトの提案者は、IEE または EIA を提出し、環境承認を得なければ建設及び操作を開始してはならない。	大きな相違はない。JICA ガイドラインに従う

項目	JICA 環境社会配慮ガイドライン	パキスタン関連法規	本プロジェクトでの方針
影響評価対象項目	<p>環境社会配慮に関して調査・検討すべき影響の範囲には、大気、水、土壌、廃棄物、事故、水利用、気候変動、生態系及び生物相等を通じた、人間の健康と安全及び自然環境への影響（越境の又は地球規模の環境影響を含む）並びに以下に列挙する様な事項への社会配慮を含む。非自発的住民移転等人口移動、雇用や生計手段等の地域経済、土地利用や地域資源利用、社会関係資本や地域の意思決定機関等社会組織、既存の社会インフラや社会サービス、貧困層や先住民族等社会的に脆弱なグループ、被害と便益の分配や開発プロセスにおける公平性、ジェンダー、子どもの権利、文化遺産、地域における利害の対立、HIV/AIDS 等の感染症、労働環境(労働安全を含む)。</p> <p>調査・検討すべき影響は、プロジェクトの直接的、即時的な影響のみならず、合理的と考えられる範囲内で、派生的・二次的な影響、累積的影響、不可分一体の事業の影響も含む。また、プロジェクトのライフサイクルにわたる影響を考慮することが望ましい。</p>	<p>環境配慮の項目は具体的には定められていない。</p> <p>調査・検討すべき影響については言及されていない。</p>	<p>JICA ガイドラインに従う。</p>
情報公開	<p>EIA 報告書は、地域住民等も含め、プロジェクトが実施される国において公開されており、地域住民等のステークホルダーがいつでも閲覧可能であり、また、コピーの取得が認められていることが要求される。</p> <p>環境アセスメント報告書(制度によっては異なる名称の場合もある)は、プロジェクトが実施される国で公用語または広く使用されている言語で書かれていなければならない。また、説明に際しては、地域の人々が理解できる言語と様式による書面が作成されねばならない。</p>	<p>EIA のレビューは全て市民参加によって実施され、EIA の場合、プロジェクトの種類、正確な位置、提案者の名前と住所等を記載した公告を、全国紙（英語またはウルドゥー語）及びプロジェクトの影響を受ける地域で一般に発行されている地方紙に掲載させなければならない。関係政府機関またはステークホルダーにウルドゥー語による要約を 150 部配布し、意見を求める。</p>	<p>大きな相違はない。</p>

項目	JICA 環境社会配慮ガイドライン	パキスタン関連法規	本プロジェクトでの方針
法令等との整合	<p>相手国及び当該地方の政府等が定めた環境や地域社会に関する法令や基準等を遵守しているか、また環境や地域社会に関する政策や計画に沿ったものであるか確認する。</p> <p>プロジェクトは、相手国政府が法令等により自然保護や文化遺産保護のために特に指定した地域の保護の増進や回復を主たる目的とする場合を除き、原則として、当該指定地域の外で実施されねばならない。また、このような指定地域に重大な影響を及ぼすものではない。</p>	<p>KP 州環境保護法や環境影響評価規則に従う。</p> <p>EPA は、法第 7 条第(xii)項に基づく政府の承認後、環境影響を受けやすい地域を指定することができる。</p> <p>規則 4 に含まれるいかなる規定にもかかわらず、プロジェクトが規則 (1)に基づき通知された影響を受けやすい地域にある場合、事業者は、環境影響評価 (EIA) を EPA に提出することが義務付けられる。</p> <p>当局は、環境影響を受けやすい地域に立地するプロジェクトを計画・準備するために、プロポーネント及び環境アセスメントプロセスに関与するその他の者を支援するためのガイドラインを随時発行することができる。</p>	<p>パキスタでは保護地域が事業を実施することを義務付けられてはいない。本事業では保護地域は原則さける方針とする。</p>
社会的合意	<p>プロジェクトはそれが計画されている国、地域において社会的に適切な方法で合意が得られるような十分な調整が図られていなければならない。特に環境に与える影響が大きいと考えられるプロジェクトについては、代替案を検討するような早期の段階から、情報が公開された上で、地域住民等のステークホルダーとの十分な協議を経て、その結果がプロジェクト内容に反映されていることが必要。</p>	<p>EIA の決定前に、一般市民、政府機関、ステークホルダーから受領したコメントはすべて、照合、集計され、正式に検討されるものとする。</p>	<p>相違はない。早期の段階から協議を進める。</p>
モニタリング	<p>モニタリング結果を、当該プロジェクトに関わる現地ステークホルダーに公表するよう努めなければならない。</p>	<p>事業者は、事業の運営実績をまとめた 6 ヶ月の報告書を提出し、KP-EPA による検証を受ける。</p>	<p>JICA ガイドラインではモニタリング結果を公開することが義務付けられているが、パキスタンの法規には明確な記載がない。本項目では、JICA ガイドラインを適用する。</p>

項目	JICA 環境社会配慮ガイドライン	パキスタン関連法規	本プロジェクトでの方針
対策の検討	プロジェクトによる望ましくない影響を回避し、最小限に抑え、環境社会配慮上よりよい案を選択するため、複数の代替案が検討されていなければならない。対策の検討にあたっては、まず、ミティゲーション・ヒエラルキーに沿って影響の回避を優先的に検討し、これが可能でない場合には影響の最小化、軽減、次に緩和措置を検討することとする。代償措置は、回避措置や最小化、軽減、緩和措置をとってもなお重大な影響が残る場合に限り検討が行われるものとする。 環境管理計画、モニタリング計画等適切な対策の計画や体制、そのための費用及びその調達方法が計画されていなければならない。特に影響が大きいと考えられるプロジェクトについては、詳細な環境管理のための計画が作成されていなければならない。	「環境影響評価」とは、データの収集、提案された開発活動の質的・量的影響の予測、代替案の比較、予防的・緩和的影響及び環境影響評価の評価からなる環境調査をいう。 EIA、IEE、または GEA の承認はすべて、本庁が課す条件に加えて、本庁が承認においてその変更を指定した場合を除き、プロジェクトが EIA、IEE、または GEA に厳密に従って設計、建設され、緩和及びその他の措置が採用されることを条件とする。 適合確認書の発行後、事業者は、承認条件、維持管理、及び事業で採用された緩和策を参照しながら、6 か月分の事業の運営実績をまとめた報告書を提出し、当機関による検証を受ける。	大きな違いはない。
気候変動	一定量を超える温室効果ガスの発生が見込まれる事業では、事業実施前に温室効果ガス総排出量を推計し公表する。	KP-EPA は KP 州の政府省庁、組織、機関を調整し、気候変動の影響への適応を促進する。	気候変動の影響への適応を促進するとあるが、具体的な方法には言及していない。JICA ガイドラインに従う。
生物多様性	プロジェクトは、重要な生息地または重要な森林の著しい転換または著しい劣化を伴うものであってはならない。森林の違法伐採は回避しなければならない。違法伐採回避を確実にするために、プロジェクト実施主体者による、規制当局からの伐採許可の取得とともに、林業関連プロジェクトにおいては森林認証の取得が奨励される。	森林の違法伐採の回避等については特に言及されていない。	JICA ガイドラインに従う。
非自発的住民移転及び生計手段の喪失	大規模非自発的住民移転が発生するプロジェクトの場合には、住民移転計画が移転及び補償や支援の提供前に、作成、公開されていなければならない。200 人未満の住民移転または用地取得を伴う案件については、住民移転計画（要約版）を作成する。	住民移転計画の作成については言及されていない。	4 世帯の非自発的住民移転及び用地取得が想定されるので、JICA ガイドラインに従い、住民移転計画（要約版）を作成する。

項目	JICA 環境社会配慮ガイドライン	パキスタン関連法規	本プロジェクトでの方針
先住民族	<p>プロジェクトが先住民族に及ぼす影響は、あらゆる方法を検討して回避に努めねばならない。このような検討を経ても回避が可能でない場合には、影響を最小化し、損失を補填するために、実効性ある先住民族のための対策が講じられなければならない。</p> <p>プロジェクトが先住民族に影響を及ぼす場合、先住民族に関する国際的な宣言や条約(先住民族の権利に関する国際連合宣言を含む)の考え方に沿って、土地及び資源に関する先住民族の諸権利が尊重されるとともに、当該先住民族に対し十分な情報が提供された上で、自由な事前の合意が得られるよう努めなければならない。</p> <p>先住民族のための対策は、プロジェクトが実施される国の関連法令等を踏まえつつ、先住民族計画(他の環境社会配慮に関する文書の一部の場合もある)として、作成、公開されていなければならない。先住民族計画の作成にあたり、事前に十分な情報が提供された上で、自由な事前の合意が得られるよう努めなければならない。協議に際しては、当該先住民族が理解できる言語と様式による説明が行われるものとする。先住民族計画には、世界銀行の環境社会ポリシーの ESS7 に規定される内容が含まれることが望ましい。</p>	先住民族については特に言及されていない。	JICA ガイドラインに従う。
苦情処理	<p>環境社会影響を受ける人々やコミュニティからの苦情に対する処理メカニズムが整備されていなければならない。苦情処理メカニズムは、影響を受ける人々やコミュニティが容易にアクセス可能である必要がある。相手国等は現地ステークホルダーとの協議等を通じて、苦情処理メカニズムを周知する。苦情を申し立てることで、影響を受ける人々やコミュニティが不利益を被ることがあってはならない。</p> <p>受け付けた苦情は迅速に、影響を受ける人々やコミュニティの懸念や要望に配慮して対応されるよう努めなければならない。</p>	<p>「公的苦情」とは、公害を発生させ、環境に悪影響を及ぼすことに関して、個人に対して申し立てられた申し立てを意味する。</p> <p>EPA は自らの意思で、または個人もしくは団体からの苦情に基づき、環境問題に関する調査・検討を行う。</p>	苦情処理メカニズムの整備については言及されていない。JICA ガイドラインに従う。

#### (4) 代替案（事業を実施しない案を含む）の比較検討

##### 1) 事業を実施しない案

パキスタンは、洪水と降雨に起因した土砂災害が多発する国であり、パキスタン中央部を流れるインダス川及びその支川において、毎年のモンスーン期の豪雨により洪水が発生している。特

に、2022年洪水において、インダス川上流とその支川において、フラッシュフラッドが多数発生し、河岸が大きな被害を受けている。近年、気候変動の影響により、洪水規模は激甚化し、頻度も増加しており、急峻な地形を持つKP州では、フラッシュフラッド等による河岸崩壊、堤防損壊等が発生し300名を超える死者が出ている

このような状況を踏まえ、FFCは、2015/16年度から2024/25年度を計画期間とする国家洪水防御計画（National Flood Protection Plan- IV。以下「NFPP-IV」という。）を策定しており、河川構造物の改修・補強等を優先事業としている。今後の洪水期に備え、より良い復興を進めることが重要であり、パキスタン政府はポスト災害ニーズ調査（PDNA）においてもこれら地域の河川構造物の改修は緊急性が高い事業として位置付けていることから、事業を実施しない案は採用しない。

## 2) 代替案の検討

法線形の代替案の比較検討を行った。その結果は、それぞれ「6.2.2.2 施設計画」の「(2) Mohra Ghazan (Haro River)地点の施設計画 2) 法線形の検討」、「(3) Ali Khan (Dor River)地点の施設計画 2) 法線形の検討」、「(4) Sikandarpur (Dor River)地点の施設計画 2) 法線形の検討」に示すとおりである。

## (5) スコーピング

河川構造物の改修に伴う環境影響項目について評価を行った。その結果をスコーピング案として表 5.2.18 に整理した。

表 5.2.18 スコーピング結果（河川構造物の改修）

No.	評価項目	評価		評価理由
		工事前 工事中	供用時	
汚染対策				
1.	大気汚染	✓		【工事中】 ・ 建設機械の稼働等に伴い、一時的ではあるが、排気ガスや粉じんの発生が想定される。 【供用時】 ・ 本事業による粉塵及び大気汚染物質の発生は想定されない。
2.	水質汚濁	✓		【工事中】 ・ 建設工事に伴い発生する濁水により、河川水質への影響が想定される。 【供用時】 ・ 本事業における水質汚濁への影響は想定されない。
3.	廃棄物	✓		【工事中】 ・ 建設残土や廃材の発生が想定される。 【供用時】 ・ 本事業により周辺環境に影響を及ぼすような廃棄物の発生は想定されない。
4.	土壌汚染	✓		【工事中】 ・ 建設用オイルの流出等による土壌汚染の可能性が考えられる。 【供用時】 ・ 本事業による有害物質の発生は生じないことから、土壌汚染は想定されない。
5.	騒音・振動	✓		【工事中】 ・ 建設機械の稼働等に伴う騒音・振動の発生が想定される。 【供用時】 ・ 本事業による騒音・振動の発生は想定されない。

No.	評価項目	評価		評価理由
		工事前 工事中	供用時	
6.	地盤沈下	✓		【工事中】 ・ 地盤が軟弱の場合、盛土や掘削により地盤沈下が起こる可能性がある。 【供用時】 ・ 本事業による地盤沈下の発生は想定されない。
7.	悪臭			【工事中】 ・ 本事業の工事内容から、悪臭を引き起こすような作業等は想定されない。 【供用時】 ・ 本事業による悪臭の発生は想定されない。
8.	底質	✓		【工事中】 ・ 既存河川の改修工事に伴う底質への影響が想定される。 【供用時】 ・ 本事業による底質への影響は想定されない。
自然環境				
9.	保護区			【工事中/供用時】 ・ 事業対象地及びその周辺に、国立公園や保護区等は存在しない。
10.	生態系	✓		【工事中】 ・ 本事業は既存河川の改修であり生態系への影響は低いと考えられるが、生態系調査を行い、希少種の有無等を確認する。 【供用時】 ・ 本事業による生態系への影響は想定されない。
11.	水象	✓		【工事中】 ・ 既存河川構造物の改修に伴う水象への影響が想定される。 【供用時】 ・ 本事業により河川護岸の浸食が防止される。
12.	地形、地質			【工事中/供用時】 ・ 本事業では、地形、地質へ影響を与えるような大規模な河川改修は想定されない。
社会環境				
13.	用地取得/住民移転	✓		【工事前/工事中】 ・ 本事業により用地取得/住民移転が発生するため、パキスタンの法規則に則った適切な手続きが必要になる。 【供用時】 ・ 供用開始後の追加的な用地取得・住民移転の発生は想定されない。
14.	貧困層	✓		【工事前/工事中】 ・ 適正な補償が行われない場合、貧困層の生活再建が困難になる可能性が考えられる。 【供用時】 ・ 本事業による貧困層への影響は想定されない。
15.	少数民族・先住民族			【工事中/供用時】 ・ 対象事業地及びその周辺に、少数民族・先住民族は存在しない。
16.	雇用や生計手段等の地域経済	✓		【工事前/工事中】 ・ 住民移転及び土地取得に伴う生計手段の喪失あるいは収入レベルの低下、生計回復が困難となる可能性がある。 ・ 建設工事では、一時的に地元雇用の促進が期待できる。 【供用時】 ・ 本事業による雇用や生計手段等の地域経済への影響は想定されない。
17.	土地利用や地域資源利用			【工事中/供用時】 ・ 本事業は、既存河川構造物の改修であり、土地利用や地域資源利用への影響は想定されない。

No.	評価項目	評価		評価理由
		工事前 工事中	供用時	
18.	水利用	✓		【工事中】 ・対象河川で水利用がある場合には、工事中の濁水による影響が考えられる。 【供用時】 ・本事業は、既存河川構造物の改修であり、水利用への影響は想定されない。
19.	既存の社会インフラや社会サービス	✓		【工事中】 ・対象河川で水利用がある場合、工事に伴う一時的な河川利用の停止、切り回しが想定される。 【供用時】 ・本事業により河川護岸の浸食が防止される。
20.	社会機関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織			【工事中/供用時】 ・本事業は、既存河川構造物の改修であり、社会関係資本や地域の意思決定機関等への影響は想定されない。
21.	被害と便益の偏在			【工事中/供用時】 ・本事業は、既存河川構造物の改修であり、周辺地域に不公平な被害と便益をもたらすことは想定されない。
22.	地域内の利害対立			【工事中/供用時】 ・本事業は、既存河川構造物の改修であり、地域内の利害対立を引き起こすことは想定されない。
23.	文化遺産			【工事中/供用時】 ・事業対象地及びその周辺に文化遺産は存在しない。
24.	景観			【工事中/供用時】 ・本事業は、既存河川構造物の改修であり、景観への影響は想定されない。
25.	ジェンダー	✓		【工事前/工事中】 ・本事業は、既存河川構造物の改修であり、ジェンダーへの特段の負の影響は想定されないが、現地調査時に現地の状況を確認した上で、影響の有無を評価する。 【供用時】 ・本事業によるジェンダーへの影響は想定されない。
26.	子どもの権利			【工事中/供用時】 本事業は、既存河川構造物の改修であり、子どもの権利への影響は想定されない。
27.	HIV/AIDS等の感染症	✓		【工事中】 ・建設労働者の流入により、HIV/AIDS等の感染症が広がる可能性が考えられる。 【供用時】 ・本事業によるHIV/AIDS等の感染症に対して配慮すべき影響は想定されない。
28.	労働環境（労働安全を含む）	✓		【工事中】 ・建設労働者の労働環境に配慮する必要がある。 【供用時】 ・本事業による労働環境（労働安全を含む）のリスクは想定されない。
その他				
29.	事故	✓		【工事中】 ・建設工事に伴う事故の発生の可能性が考えられる。 【供用時】 ・本事業による事故のリスクは想定されない。
30.	越境の影響及び気候変動			【工事中/供用時】 ・本事業は、既存河川構造物の改修であり、規模も大きくないことから、越境の影響や気候変動にかかる影響等は想定されない。

## (6) 環境社会配慮調査のTOR

本事業の河川構造物の改修に係るスコーピング案の結果、影響が想定される項目に関して調査及び評価を行う。各項目の調査項目及び調査手法を表 5.2.19 に示す。

表 5.2.19 環境社会配慮調査の TOR

評価項目	調査項目	調査手法
汚染対策		
大気汚染	<ul style="list-style-type: none"> <li>現状の大気質</li> <li>大気質基準</li> <li>本事業実施に伴う排出ガス等の影響の程度</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>現地調査（大気質）</li> <li>既存資料調査</li> <li>関係者へのヒアリング</li> <li>工事の内容や工法の確認</li> </ul>
水質汚濁	<ul style="list-style-type: none"> <li>現状の水質</li> <li>水質基準</li> <li>本事業実施に伴う濁水の発生</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>現地調査（水質）</li> <li>既存資料調査</li> <li>関係者へのヒアリング</li> <li>工事の内容や工法の確認</li> </ul>
廃棄物	<ul style="list-style-type: none"> <li>本事業の実施に伴う廃棄物の発生</li> <li>廃棄物の処理、掘削残土の処分方法</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>既存資料調査</li> <li>関係者へのヒアリング</li> <li>工事の内容や工法の確認</li> </ul>
土壌汚染	<ul style="list-style-type: none"> <li>本事業の実施に伴う土壌汚染の影響の程度</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>関係者へのヒアリング</li> <li>工事内容や工法の確認</li> </ul>
騒音・振動	<ul style="list-style-type: none"> <li>現状の騒音・振動</li> <li>騒音・振動基準</li> <li>本事業実施に伴う騒音・振動の影響の程度</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>現地調査（騒音・振動）</li> <li>既存資料調査</li> <li>関係者へのヒアリング</li> <li>工事の内容や工法の確認</li> </ul>
地盤沈下	<ul style="list-style-type: none"> <li>地質、土質、地盤の状況</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>地質調査等による地盤状況の確認</li> <li>関係者へのヒアリング</li> <li>工事の内容や工法の確認</li> </ul>
底質	<ul style="list-style-type: none"> <li>本事業実施に伴う底質への影響の程度</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>関係者へのヒアリング</li> <li>工事の内容や工法の確認</li> </ul>
自然環境		
生態系	<ul style="list-style-type: none"> <li>現状の陸域、水域動植物</li> <li>希少種の有無</li> <li>本事業の実施による動植物への影響</li> <li>伐採樹木の規模</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>現地調査（動植物調査）</li> <li>既存資料調査</li> <li>関係者へのヒアリング</li> </ul>
水象	<ul style="list-style-type: none"> <li>本事業実施に伴う水象変化の程度</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>関係者へのヒアリング</li> </ul>
社会環境		
非自発的住民 移転／用地取得	<ul style="list-style-type: none"> <li>地権者情報</li> <li>住民移転計画（要約版）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>現地調査</li> <li>既存資料調査</li> <li>関係者へのヒアリング</li> </ul>
貧困層	<ul style="list-style-type: none"> <li>被影響住民の生活状況（社会経済、家計調査）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>現地調査</li> <li>既存資料調査</li> <li>関係者へのヒアリング</li> </ul>
雇用や生計手段等の地 域経済	<ul style="list-style-type: none"> <li>被影響住民の生活状況</li> <li>地域の経済活動状況（農業等）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>現地調査</li> <li>既存資料調査</li> <li>関係者へのヒアリング</li> </ul>
水利用	<ul style="list-style-type: none"> <li>河川水の利用状況</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>現地調査</li> <li>関係者へのヒアリング</li> </ul>
既存の社会インフラや 社会サービス	<ul style="list-style-type: none"> <li>河川水の利用状況</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>現地調査</li> <li>関係者へのヒアリング</li> </ul>
ジェンダー	<ul style="list-style-type: none"> <li>本事業による影響</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>現地調査</li> <li>関係者へのヒアリング</li> </ul>
HIV/AIDS 等の感染症	<ul style="list-style-type: none"> <li>HIV/AIDS のリスク</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>関係者へのヒアリング</li> <li>類似事例の調査</li> </ul>

評価項目	調査項目	調査手法
労働環境（労働安全含む）	・労働環境	・関係者へのヒアリング ・類似事例の調査
その他		
事故	・労働災害	・関係者へのヒアリング ・類似事例の調査

## (7) 環境社会配慮調査結果（予測結果を含む）

前項で作成した TOR 案に従い実施した調査結果を以下に示す。

### 1) 大気汚染

本調査で実施した現地調査結果から、Sikandarpur では粒子状物質(PM2.5)において基準を上回っていたが、その他の項目は基準値以下であった。Sikandarpur では粒子状物質の濃度が全体的に高くなっているが、周辺で行われていた建設工事により濃度が上昇した可能性がある。一方、Mohra Ghazan では、すべての項目で基準を下回っていた。

対象地域は工業化しておらず、主な大気汚染源は車両によるものと考えられるが、小地方都市であり、車両の交通量は少ないため、工事中の排出ガスの影響は受容範囲に入ることが予想される。

工事中の粉じんについては、建設士の運搬時等に影響が出る可能性がある。

### 2) 水質汚濁

本調査で実施した水質の測定結果より、Sikandarpur、Ali Khan、Mohra Ghazan のいずれの地点も、すべての項目で基準を下回っていた。

護岸工事における掘削時に土砂が河川に流出し、濁水が発生する可能性がある。工事中は、仮締切堤とポンプ排水によるドライ施工を行うことで、掘削箇所から土砂が河川に流出しないような施工を行う。

### 3) 廃棄物

工事中に発生が想定される廃棄物は、護岸の本体工事による掘削残土とコンクリガラである。掘削残土については、Sikandarpur の低水護岸工事では 20 万 m<sup>3</sup> 以上もの河道内における掘削工が発生し、多量の掘削残土が生じる。これらの掘削残土のうち埋め戻し材として再利用が可能な良質な土砂は、低水護岸左岸側の現況のみお筋の埋戻し土として一部を利用する。また、Dor River の河川敷右岸側には広大な敷地が存在するため、工事箇所の付近に造成盛土を行うことで、土砂の処理を行うとともに、他の用途に使用が可能な、敷地の造成を行う。なお、Ali Khan、Mohra Ghazan では大規模な掘削工は行わない。

コンクリートガラについては、Mohra Ghazan で発生が見込まれているが、KP-PID 指定の処分場に運搬し、適切に処理する予定である。なお、Sikandarpur 及び Ali Khan ではコンクリートガラは発生しない。

#### 4) 土壌汚染

本事業の工事計画から、地盤改良等の土壌汚染を引き起こす工事は含まれない。また、工事中には、建設機械や工事用車両の燃料やオイルの流出等による土壌汚染の影響が想定されるが、施業者による適切な保管、建機等の定期的な点検とメンテナンスを行うことで防止する。

#### 5) 騒音・振動

本調査で実施した騒音結果より、Sikandarpur、Ali Khan、Mohra Ghazan のいずれの地点も、昼間の測定結果は基準を下回っていた。一方、夜間については、Sikandarpur と Ali Khan では測定結果が基準値を超過していた。

工事中の騒音・振動の影響を最も大きく受けるのは、近隣の家屋である。工事箇所周辺には住居は多くないものの、最も近接する家屋は 30m 程度の距離であるため、工事中的影響が想定される。建設機械や工事用車両は適切な整備を行い、夜間工事を避ける等配慮する必要がある。

#### 6) 地盤沈下

本事業では、掘削や盛土を行うが、Ali Khan 及び Mohra Ghazan では、地盤沈下を引き起こすような大規模な盛土や掘削は実施しない。Sikandarpur では 20 万 m<sup>3</sup>以上の掘削工が発生するが、地層が砂礫地盤で圧密層がないため地盤沈下は想定されない。

#### 7) 底質

本事業では、掘削工事の際に、仮締切堤とポンプ排水によるドライ施工を行うことで、掘削箇所から土砂が河川に流出しないような施工を行う。

#### 8) 生態系

##### (a) 植生

住民移転計画（要約版）を作成するために実施した調査において、果樹 35 本を含む 694 本の樹木が伐採対象となった。これらは、住民移転計画（要約版）に基づいて補償される。

##### (b) 動物

本調査で確認された種は、IUCN レッドリストにおいていずれも LC (Least Concern) であり、現地で一般的に確認される種である。したがって本事業による特段の影響は想定されない。

#### 9) 水象

Ali Khan、Mohra Ghazan については、既存の河川護岸の改修であり、水流や河床の変化を引き起こすような作業は想定されない。一方、Sikandarpur については低水路を河道中央に整備し、左岸側に寄っているみお筋を河道中央に線形を修正（瀬替え）する。そのため、短期的には低水路幅は広がるが、その中で蛇行する（みお筋が形成される）ため、長期的には流況は大きく変化しない。

いずれも河岸の侵食が問題となっている箇所であるが、事業により河岸の侵食が防止される。

#### 10) 用地取得/住民移転

土地歳入局から入手したデータを元に、地権者情報について現地調査を行ったところ、Sikandarpur、Ali Khan、Mohra Ghazan のいずれの地点においても私有地があることが判明した。

パキスタンでは土地の取得と移転について、以下の法律や規則で定められているが、住民移転計画の可否について言及していない。

- The Land Acquisition Act, 1894
- The Khyber Pakhtunkhwa Land Acquisition Rules, 2020

一方、「環境社会配慮カテゴリー B 報告書執筆要領(2019年11月)」の「住民移転にかかる JICA の方針」には、「200人未満の住民移転または用地取得を伴う案件については、住民移転計画（要約版）を作成する。」と記載されている。本事業では、4世帯分の住民移転と用地取得が発生することから、住民移転計画（要約版）を作成した。

#### 11) 貧困層

住民移転計画（要約版）を作成するために実施したセンサス調査において、国の貧困ライン（32,000 PKR/月）を下回っている世帯が 18 世帯あることがわかった。これらの貧困層には、生活水準が悪化しないように、特別支援（脆弱性手当）を受ける権利があり、住民移転計画（要約版）に基づき、適正な補償、支援を行う。

#### 12) 雇用や生計手段等の地域経済

住民移転計画（要約版）を作成するために実施した損失インベントリ調査において、用地取得により生産可能な農地を失う世帯が存在することがわかった。これらの世帯に対しては、住民移転計画（要約版）に基づき、適正な補償、支援を行う。

#### 13) 水利用

現地では灌漑水路が整備されており、生活用水や農業用水は灌漑水路や地下水を利用している。また、現地調査では、本事業エリアでの漁業等の河川利用は確認されなかった。

#### 14) 既存の社会インフラや社会サービス

現地では灌漑水路が整備されており、生活用水や農業用水は灌漑水路や地下水を利用している。また、現地調査では、本事業エリアでの漁業等の河川利用は確認されなかった。

#### 15) ジェンダー

World Economic Forum 2023 によると、パキスタンのジェンダー格差指数は 0.575 であり、参加 146 カ国中 142 位である。2022 年よりも 3 ランクアップしたが、非常に低い状況である。本事業で実施した住民説明会では、女性が男性と一緒に会合に参加することは社会的・文化的に障壁が大きいとの話があり、各地域で男女別に開催し、女性の意見もとりいれるように配慮した。

#### 16) HIV/AIDS 棟の感染症

外部からの労働者の流入により、感染症拡大のリスクが想定される。これに対しては、作業員に対する適切な健康指導により、リスクを低減することができる。

#### 17) 労働環境（労働安全を含む）

建設作業員の労働環境は、KP 州労働局が管理しており、健康と安全、最低賃金、報酬等の権利を労働法の施行を通じて保証している。労働者の安全確保は法令で義務付けられており、本プロジェクトにおいても国内法を遵守して労働環境に配慮する。

18) 事故

本工事は河川内の工事であり、安全のためモンスーン季を避けた季節（11月～4月）での工事を計画している。また、安全確保のため、FFC及びKP-PIDを含め、JICAパキスタン事務所と準備調査団で協議を行った結果や、JICA安全対策ガイダンスの内容を的確に計画に反映するとともに、建設作業員や運転手に対する適切な安全教育を実施することで事故のリスクを低減させる。

(8) 影響評価

環境社会配慮調査結果を踏まえ、スコーピングにおいて実施した影響の考察結果について再評価を行った。その結果を表 5.2.20 に示す。

表 5.2.20 影響評価の結果

No.	評価項目	スコーピング時の影響評価		調査結果に基づく影響評価		評価理由
		工事前 工事中	供用時	工事前 工事中	供用時	
汚染対策						
1	大気汚染	✓		B-	N/A	【工事中】 ・ 建設機械の稼働等に伴い、一時的ではあるが、排気ガスや粉じんの発生が想定される。 【供用時】 ・ 本事業による粉塵及び大気汚染物質の発生は想定されない。
2	水質汚濁	✓		B-	N/A	【工事中】 ・ 建設工事に伴い発生する濁水により、河川水質への影響が想定される。仮締切堤とポンプ排水によるドライ施工を行うことで、掘削箇所から土砂が河川に流出しないような施工を行う。 【供用時】 ・ 本事業における水質汚濁への影響は想定されない。
3	廃棄物	✓		B-	N/A	【工事中】 ・ 建設残土や廃材の発生が想定される。 【供用時】 ・ 本事業により周辺環境に影響を及ぼすような廃棄物の発生は想定されない。
4	土壌汚染	✓		B-	N/A	【工事中】 ・ 建設用オイルの流出等による土壌汚染の可能性が考えられる。 【供用時】 ・ 本事業による有害物質の発生は生じないことから、土壌汚染は想定されない。
5	騒音・振動	✓		B-	N/A	【工事中】 ・ 建設機械の稼働等に伴う騒音・振動の発生が想定される。 【供用時】 ・ 本事業による騒音・振動の発生は想定されない。
6	地盤沈下	✓		D	N/A	【工事中】 ・ Ali Khan 及び Mohra Ghazan では、地盤沈下を引き起こすような大規模な盛土や掘削は実施しない。Sikandarpur では 20 万 m <sup>3</sup> 以上の掘削工が発生するが、地層が砂礫地盤で圧密層がないため地盤沈下は想定されない。以上から、D 評価とした。 【供用時】 ・ 本事業による地盤沈下の発生は想定されない。

No.	評価項目	スコーピング時の影響評価		調査結果に基づく影響評価		評価理由
		工事前 工事中	供用時	工事前 工事中	供用時	
7	悪臭			N/A	N/A	<p>【工事中】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 本事業の工事内容から、悪臭を引き起こすような作業等は想定されない。</li> </ul> <p>【供用時】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 本事業による悪臭の発生は想定されない。</li> </ul>
8	底質	✓		B-	N/A	<p>【工事中】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 既存河川の改修工事に伴う底質への影響が想定される。</li> </ul> <p>【供用時】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 本事業による底質への影響は想定されない。</li> </ul>
自然環境						
9	保護区			N/A	N/A	<p>【工事中/供用時】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 事業対象地及びその周辺に、国立公園や保護区等は存在しない。</li> </ul>
10	生態系	✓		B-	N/A	<p>【工事中】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 本事業は既存河川の改修であり生態系への影響は低いと考えられ、現地調査の結果も IUCN レッドリストで絶滅危惧種に指定されるような希少種は確認されなかった。</li> <li>・ 本事業により樹木伐採が発生する。これらは、住民移転計画（要約版）に基づいて補償される。</li> </ul> <p>【供用時】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 本事業による生態系への影響は想定されない。</li> </ul>
11	水象	✓		D	N/A	<p>【工事中】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ Sikandarpur については低水路を河道中央に整備し、左岸側に寄っているみお筋を河道中央に線形を修正（瀬替え）する。そのため、短期的には低水路幅は広がるが、その中で蛇行する（みお筋が形成される）ため、長期的には流況は大きく変化しない。したがって D 評価とした。</li> </ul> <p>【供用時】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 本事業により河川護岸の浸食が防止される。</li> </ul>
12	地形、地質			N/A	N/A	<p>【工事中/供用時】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 本事業では、地形、地質へ影響を与えるような大規模な河川改修は想定されない。</li> </ul>
社会環境						
13	非自発的住 移転／用地 取得	✓		B-	N/A	<p>【工事前/工事中】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 事業対象地には私有地があるため、用地取得が必要である。また、Sikandarpur において 4 世帯分の住民移転が必要である。</li> </ul> <p>【供用時】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 工事中や供用時に追加の用地取得や住民移転は発生しない。</li> </ul>
14	貧困層	✓		B-	N/A	<p>【工事中/供用時】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 用地取得/住民移転の被影響世帯に貧困層も含まれるため、住民移転計画（要約版）に基づき、適正な補償・支援を行う。</li> </ul> <p>【供用時】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 本事業による貧困層への影響は想定されない。</li> </ul>
15	少数民族・ 先住民族			N/A	N/A	<p>【工事中/供用時】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 対象事業地及びその周辺に、少数民族・先住民族は存在しない。</li> </ul>
16	雇用や生計 手段等の地 域経済	✓		B-	N/A	<p>【工事前/工事中】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 住民移転及び土地取得に伴う生計手段の喪失あるいは収入レベルの低下、生計回復が困難となる可能性がある。</li> <li>・ 建設工事では、一時的に地元雇用の促進が期待できる。</li> </ul> <p>【供用時】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 本事業による雇用や生計手段等の地域経済への影響は想定されない。</li> </ul>

No.	評価項目	スコーピング時の影響評価		調査結果に基づく影響評価		評価理由
		工事前 工事中	供用時	工事前 工事中	供用時	
17	土地利用や地域資源利用			N/A	N/A	【工事中/供用時】 ・ 本事業は、既存河川構造物の改修であり、土地利用や地域資源利用への影響は想定されない。
18	水利用	✓		D	N/A	【工事中】 ・ 現地調査の結果、本事業エリアでの河川利用は確認されなかったため、D評価とした。 【供用時】 ・ 本事業は、既存河川構造物の改修であり、水利用への影響は想定されない。
19	既存の社会インフラや社会サービス	✓		D	N/A	【工事中】 ・ 現地調査の結果、本事業エリアでの河川利用は確認されなかったため、D評価とした。 【供用時】 ・ 本事業により河川護岸の浸食が防止される。
20	社会機関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織			N/A	N/A	【工事中/供用時】 ・ 本事業は、既存河川構造物の改修であり、社会関係資本や地域の意思決定機関等への影響は想定されない。
21	被害と便益の偏在			N/A	N/A	【工事中/供用時】 ・ 本事業は、既存河川構造物の改修であり、周辺地域に不公平な被害と便益をもたらすことは想定されない。
22	地域内の利害対立			N/A	N/A	【工事中/供用時】 ・ 本事業は、既存河川構造物の改修であり、地域内の利害対立を引き起こすことは想定されない。
23	文化遺産、宗教施設			N/A	N/A	【工事中/供用時】 ・ 事業対象地及びその周辺に文化遺産は存在しない。
24	景観			N/A	N/A	【工事中/供用時】 ・ 本事業は、既存河川構造物の改修であり、景観への影響は想定されない。
25	ジェンダー	✓		D	N/A	【工事前】 ・ 本事業で実施した住民説明会では、女性が男性と一緒に会合に参加することは社会的・文化的に障壁が大きいとの話があり、各地域で男女を分けて開催し、女性の意見もとりにいれるように配慮した。対応済みのためD評価とした。
26	子どもの権利			N/A	N/A	【工事中/供用時】 ・ 本事業は、既存河川構造物の改修であり、子どもの権利への影響は想定されない。
27	HIV/AIDS等の感染症	✓		B-	N/A	【工事中】 ・ 建設労働者の流入により、HIV/AIDS等の感染症が広がる可能性が考えられる。 【供用時】 ・ 本事業によるHIV/AIDS等の感染症に対して配慮すべき影響は想定されない。
28	労働環境（労働安全を含む）	✓		B-	N/A	【工事中】 ・ 建設労働者の労働環境に配慮する必要がある。 【供用時】 ・ 本事業による労働環境（労働安全を含む）のリスクは想定されない。
その他						

No.	評価項目	スコーピング時の影響評価		調査結果に基づく影響評価		評価理由
		工事前 工事中	供用時	工事前 工事中	供用時	
29	事故	✓		B-	N/A	<b>【工事中】</b> ・ 建設工事に伴う事故の発生の可能性が考えられる。 <b>【供用時】</b> ・ 本事業による事故のリスクは想定されない。
30	越境の影響及び気候変動			N/A	N/A	<b>【工事中/供用時】</b> ・ 本事業は、既存河川構造物の改修であり、規模も大きくないことから、越境の影響や気候変動にかかる影響等は想定されない。

B+/-: Positive/negative impact is expected to some extent.

D: No impact is expected.

N/A: Impact assessment isn't conducted because the item was categorized into D in scoping phase.

(9) 緩和策及び緩和策実施のための費用

本事業における緩和策及び緩和策実施のための費用を表 5.2.21 に示す。

表 5.2.21 影響項目と緩和策

No.	影響項目	緩和策	実施機関	責任機関	費用
工事前/工事中					
1.	大気汚染	<ul style="list-style-type: none"> <li>現場で使用する建設機械や工事用車両の維持管理を適切に行い、良好な状態を保持する。</li> <li>工事の平準化を図り、輸送の過密化や交通渋滞を回避する。</li> <li>粉じん飛散防止のため、工事用車両の荷台は防塵シートで覆い、車体やタイヤについての土砂は洗浄する。</li> </ul>	コントラクター	KP PID	施工計画及び施工上の工夫による対応のため、費用不要
2.	水質汚濁	<ul style="list-style-type: none"> <li>建設機材の維持管理を適切に実施し、現場において良好な状態を保持する。</li> <li>工事宿舎に仮設トイレを設置する等排水を管理する。</li> <li>仮締切堤とポンプ排水によるドライ施工を行う。</li> <li>異常が確認された場合は速やかに作業を停止し、水質検査を実施し KP-EPA に報告する。</li> </ul>	コントラクター	KP PID	建設費に含む
3.	廃棄物	<ul style="list-style-type: none"> <li>発生する建設廃棄物の主なものは建設残土である。これらの掘削残土のうち埋め戻し材として再利用が可能な良質な土砂は、埋戻しとして一部を利用する。その他、工事箇所付近に造成盛土を行い土砂の処理を行うとともに、他の用途に使用が可能な敷地の造成を行う。</li> </ul>	コントラクター	KP PID	建設費に含む
4.	土壌汚染	<ul style="list-style-type: none"> <li>燃料・オイルの貯留や廃棄の安全性を確保する。</li> <li>建機の適切な点検・メンテナンスによるオイル漏れ等を防止する。</li> </ul>	コントラクター	KP PID	施工計画及び施工上の工夫による対応のため、費用不要
5.	騒音・振動	<ul style="list-style-type: none"> <li>夜間工事は極力避ける施工計画とする。</li> <li>異常な騒音・振動が発生しないようにオペレーターに適切な操作方法の指導を行う。</li> <li>周辺住民から苦情があった場合には、工事を中断し、事業者とコントラクターが対応策を協議する。</li> </ul>	コントラクター	KP PID	建設費に含む
8.	底質	<ul style="list-style-type: none"> <li>水質汚濁対策に含む。</li> </ul>	コントラクター	KP PID	建設費に含む

No.	影響項目	緩和策	実施機関	責任機関	費用
10	生態系	・住民移転計画（要約版）に基づき、伐採対象となる樹木を保有している被影響世帯に対して適正な補償・支援を行う。	コンサルタント KP PID	KP PID	パキスタン側負担
13	用地取得/ 住民移転	・住民移転計画（要約版）に基づき、被影響世帯に対して適正な補償・支援を行う。	コンサルタント KP PID	KP PID	パキスタン側負担
14	貧困層	・住民移転計画（要約版）に基づき、貧困層に対して適正な補償・支援を行う。	コンサルタント KP PID	KP PID	パキスタン側負担
16	雇用や生計手段等の地域経済	・用地取得や住民移転により、雇用や生計手段を失う者に対しては、住民移転計画（要約版）に基づき、適正な補償・支援を行う。	コンサルタント KP PID	KP PID	パキスタン側負担
27	HIV/AIDS等の感染症	・作業員に対して適切な予防策を指導する。	コントラクター	KP PID	施工計画及び施工上の工夫による対応のため、費用不要
28	労働環境（労働安全を含む）	・作業員に対しての啓発を定期的実施し、事故の発生を抑制する。	コントラクター	KP PID	施工計画及び施工上の工夫による対応のため、費用不要
29	事故	・建設作業員やドライバーに対する安全教育を行う。	コントラクター	KP PID	建設費に含む

### (10) モニタリング計画

モニタリング計画案を表 5.2.22 に示す。日々の苦情はプロジェクトレベルでの解決が求められており、事業地において苦情申立人、責任機関間で交渉が行われる。苦情については記録を残し、定期的な分析を行い、必要に応じてモニタリング頻度及び項目を見直す。

表 5.2.22 モニタリング計画案

環境項目	項目	地点	頻度	責任（実施）機関	監督機関
工事前/工事中					
大気汚染	粉じん（目視）	工事現場	工事期間中毎日	・ KP-PID ・ コントラクター	KP-PID
	粉じん飛散防止対策	工事現場	土砂運搬車両の運行時	・ KP-PID ・ コントラクター	KP-PID
水質汚濁・底質	濁度・油分（目視）	工事現場	掘削工事中は毎日 それ以外は週1回	・ KP-PID ・ コントラクター	KP-PID
	本調査と同じ32項目	工事現場	異常発生時	・ KP-PID ・ コントラクター	KP-PID
廃棄物	廃棄物の適正処理	工事現場	残土の埋戻しや敷均し時	・ KP-PID ・ コントラクター	KP-PID
土壌汚染	燃料、オイル等の土壌への流出の有無	工事現場	毎週	・ KP-PID ・ コントラクター	KP-PID
騒音・振動	稼働時間（9-17時）の遵守	工事現場	半年に1回	・ KP-PID ・ コントラクター	KP-PID
	オペレーターへの操作指導	工事現場	工事期間中1回	・ KP-PID ・ コントラクター	KP-PID
生態系	伐採対象となる樹木を保	被影響住民	工事前	・ KP-PID	KP-PID

環境項目	項目	地点	頻度	責任（実施） 機関	監督機関
	有している被影響世帯に対する適正な補償		工事中半年に1回	・コンサルタント	
用地取得/住民移転	住民移転計画（要約版）に基づく適正な住民移転の実施及び用地の取得	被影響住民	工事前 工事中半年に1回	・KP-PID ・コンサルタント	KP-PID
貧困層	被影響世帯の貧困層の収入の変化の確認	被影響住民	工事前 工事中半年に1回	・KP-PID ・コンサルタント	KP-PID
雇用や生計手段等の地域経済	被影響世帯の雇用及び収入の状況	被影響住民	工事前 工事中半年に1回	・KP-PID ・コンサルタント	KP-PID
HIV/AIDS 等の感染症	感染症発症者の有無 感染症予防策の指導	工事事務所	月1回	・KP-PID ・コントラクター	KP-PID
労働環境 （労働安全を含む）	安全啓発	工事事務所	月1回	・KP-PID ・コントラクター	KP-PID
事故	安全教育	工事事務所	月1回	・KP-PID ・コントラクター	KP-PID
全体	苦情処理	工事事務所	月1回	・KP-PID ・コントラクター	KP-PID

### (11) 実施体制

環境管理計画及びモニタリング計画の実施体制（案）を図 5.2.35 に示す。

工事前/工事中は、コントラクターが環境管理計画に沿って緩和策を講じ建設を行う。コンサルタントは作業の管理を行い、コントラクターから提出されるモニタリング結果をKP-PIDへ報告する。その後、モニタリング結果はJICA や FFC、KP-EPA とも共有される。

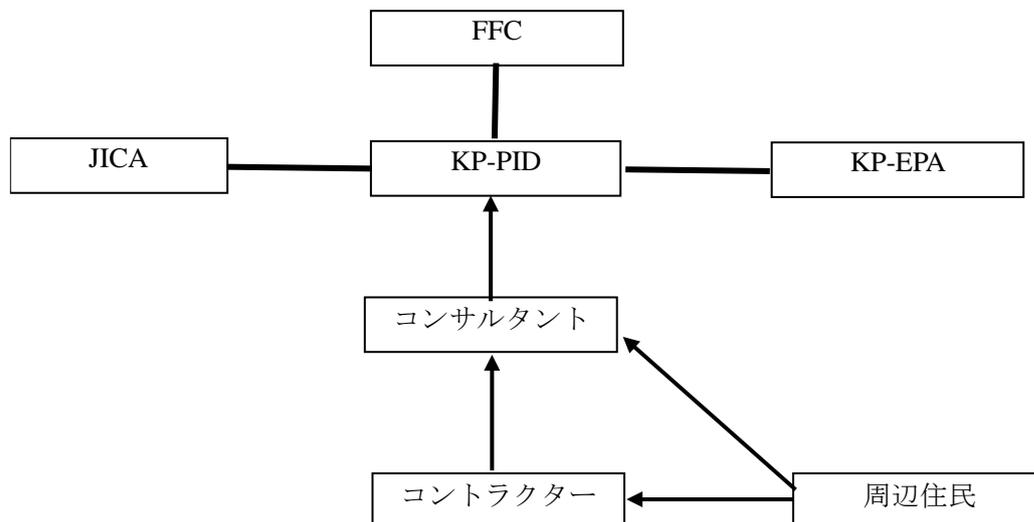


図 5.2.35 実施体制（案）（工事前/工事中）

### (12) ステークホルダー協議

KP 州環境保護法の Section 13 (3)では、「環境影響評価の全ての検討は住民の参加により実施しなければならない」と強調している。

ステークホルダー協議は、透明性を確保し、特にプロジェクトのネガティブな影響に関する意見を共有する機会をステークホルダーに平等に与えるものであり、主な目的は以下の通りである。

- ・ プロジェクト活動に関連する情報を参加者に提供する。
- ・ 対話を促進・維持しながら、その地域でのプロジェクト活動の実施に関して、ステークホルダーの同意を得る。
- ・ 利害関係者の参加を求め、ステークホルダーの関心・課題を特定する。
- ・ 個人、専門家、コミュニティ及び組織団体の専門知識を取り入れることにより、プロジェクトの公共性と持続性を向上させる。
- ・ 透明性を促進し、ステークホルダーの信頼を育て、コミュニティ、地域指導者及び NGO との協力と共同を促進する。

プロジェクトへの参加に関心があるステークホルダーには、以下が含まれる。

- ・ 周辺地域の住民
- ・ 地域で活動している非政府組織（NGO）及び地域組織
- ・ 政府組織

協議の結果を以下に示す。

#### 1) 周辺地域の住民との協議

周辺地域の住民との協議は地域ごとに開催し、開催日時及び参加者数は表 5.2.23 に示すとおりである。当該地域では、女性が男性と同じ会合に参加することは社会的・文化的に障壁があったため、男女別に開催し、女性の意見も広く収集した。開催場所は各地域の代表者（村議会の現議長や元議長等の地域で影響力を持つ人物）と協議の上、Dera（地域の集会やミーティング等に使われる）と呼ばれる家屋やプロジェクト地域周辺のオープンスペースとした。

周辺地域の住民への開催場所や日時の通知は、KP-PID から各地域の代表者（村議会の現議長や元議長等の地域で影響力を持つ人物）を通じて、電話や個別訪問により行われた。

各地域での協議の冒頭では、KP-PID とコンサルタントチームよりプロジェクトの概要、意義、資金源、期待される利益等を説明した。概要は以下の通りである：

- ・ 本プロジェクトは、侵食された河川護岸を改修し、洪水に脆弱な地域を保護することを目的としている。地域住民の家屋や農地をさらなる浸食から守るものであり、住民の安全と幸福を確保する上で極めて重要である。
- ・ 本プロジェクトは、JICA による無償資金協力プロジェクトである。
- ・ 本プロジェクトによる利点は以下のとおり。①危険度の高い地域の洪水のリスクを低減し、人命を守り、洪水被害による経済的損失を軽減する。②洪水防御の改善により、農作物の破壊や土壌浸食を防ぎ、農業生産性が向上され、食糧安全保障と経済の安定に貢献する。③工

事期間中に雇用機会を創出し、地域経済を活性化する可能性がある。

- 本プロジェクトの実施にあたっては、環境社会配慮調査を行い、建設活動が地元の生態系や地域社会に及ぼす潜在的な影響を評価する。この調査により、プロジェクトがパキスタンの環境規則を遵守し、持続可能な開発を促進し、影響を受ける住民の懸念に対処することが保証される。

住民協議の開催日時及び参加者数を表 5.2.23 に示す。また、地域住民からの得られたコメントやコメントに対する回答は表 5.2.24 及び表 5.2.25 に示す。

表 5.2.23 周辺地域の住民との協議の開催日時及び参加者数

日時	場所	参加者		
		男性	女性	合計
2023年11月24日	Mohra Ghazan (Haro River)	42	26	68
2023年12月1日	Ali Khan (Daur River)	26	15	41
	Sikandarpur (Daur River)	29	10	39

表 5.2.24 地域住民からの得られたコメント及びコメントに対する回答（男性）

項目	地域住民からのコメント	場所	コメントへの回答
1. プロジェクト全体	They welcomed the project because it would save their lands and houses from further erosion.	3 地域	--
2. 地権者	The community informed that the land is owned by residents. They assured that there would be no objection during the construction activity as it is for their betterment. They will provide no objection in written form if required.	3 地域	The irrigation department will obtain no objection from landowners.
3. 河川構造物の線形	Residents have no objection regarding the alignment of the proposed protection wall.	Mohra Ghazan	--
	In general, the community has no objection regarding the alignment of the proposed wall however, landowners suggested that it is better if the alignment of the flood protection wall is realigned (Figure 1) so that their eroded land can be reclaimed. The landowners assured that they will backfill their land on their own for reclamation purposes if the suggested realignment is considered. Backfilling will be done as suggested by the execution/funding agency either before or after the start of the proposed project.	Ali Khan Sikandarpur	Concern has been noted and will be communicated to the project. However, we are not committing any changes to the proposed design. The design team is working to finalize the design of the proposed protection wall. The design will be finalized considering the geotechnical study, baseline data, previous floods, site conditions and best engineering practices.
4. 河川構造物の長さ	The community is of the view that the proposed protection wall does not cover the whole vulnerable area up to the required length. They suggested that the length of the proposed protection wall should be increased either in this project or through any other future project.	3 地域	Concern has been noted and will be made part of the report. The locations and length of the walls have been selected considering the most critical points that need rehabilitation on priority and economic feasibility.
5. 河川構造物のタイプ/デザイン	The community has no reservations about the type of flood protection wall (either gabion wall or concrete wall), their concern is that the wall should be durable and protect their land and	Mohra Ghazan Ali Khan Sikandarpur	Concern has been noted. The design will be finalized considering the geotechnical study, baseline data, previous

	項目	地域住民からのコメント	場所	コメントへの回答
		houses from the extreme flood scenarios they have previously experienced.		floods, site conditions and best engineering practices.
6.	労働力の流入	As for the labor camps are away from the community and do not violate the privacy of the community, especially the female members, we have no issues with labor rather we will facilitate them and give place for camps.	3 地域	Concern has been noted and will be considered during the execution of the project.
7.	労働力の確保	Labor for the construction work and vehicles for material transportation are available in communities hence local labor should be preferred. This will also minimize the social issues due to external labor influx.	3 地域	Concern has been noted and will be considered during the execution of the project.
8.	アクセス道路	The access road should not affect the privacy of the community.	3 地域	Concern has been noted and will be considered during the execution of the project.
		The access route should not pass through the community, we suggest the access from the right bank for transportation of construction materials and vehicles.	3 地域	
9.	工事ヤード	If required, we can provide suitable land for the construction camp.	3 地域	Noted.

表 5.2.25 地域住民からの得られたコメント及びコメントに対する回答（女性）

	項目	地域住民からのコメント	場所	コメントへの回答
1.	プロジェクト全体	They welcomed the project because it would save their lands and houses from further erosion. The community along the project site showed great concern about the proposed rehabilitation work (Flood Protection Wall). They claimed that due to frequent floods in the area, their land along the riverside got eroded.	3 地域	The consultant informed them that the project is to facilitate the local communities of the area and to protect their land.
2.	地権者	Due to the male-dominant social setup, the land ownership-related info was very limited to the females.	3 地域	--
3.	河川構造物のタイプ/デザイン	The female community has no reservations about the type of the proposed flood protection wall (either gabion wall or concrete wall), their concern is that the wall should be durable and protect their land and houses from the extreme flood scenarios they have previously experienced.	3 地域	--
4.	労働力の流入	In response to the labor influx during the construction work, the female community said that due to cultural constraints, female mobility is already restricted and they have no such issues regarding the outside labor camps if the labor force is restricted to their work area or camps.	3 地域	The project will ensure the safety of the females in the area as a priority.
5.	基本的な施設	Residents also raised issues regarding the local area that is facing a lack of basic facilities including health, education (middle and high school for both boys and girls), vocational institute for young girls, paved streets and household fuel (Natural gas only available in Ali Khan) should be provided.	3 地域	The consultant informed them that the provision of basic facilities is beyond the scope of the project.

## 2) 関連組織との協議

関連組織との協議は、関連地区の関係部署や NGO の代表者を訪問し行った。訪問先情報を表 5.2.26 に示す。

表 5.2.26 協議を実施した関連組織の情報

	関連組織	場所	名前	役職	日時
Haripur 地区					
1.	Irrigation Department	Khanpur	Mr. Naveed Khan	Sub-Engineer	23-11-2023
2.	Irrigation Department	Haripur	Mr. Shoaib Shah	Executive Engineer	28-11-2023
3.	Forest Office	Khanpur	Mr. Waqas Waheed	Forest Guard	23-11-2023
4.	Water and Power Development Authority (WAPDA)	Khanpur	Mr. Sohaib Abbasi	Executive Engineer	23-11-2023
5.	Revenue Department	Khanpur	Mr. Naqash Khan	Tehsildar	23-11-2023
6.	Local Administration	Khanpur	Ms. Zara Noor	Assistant Commissioner	28-11-2023
7.	Local Administration	Haripur	Mr Ayyaz	Additional Assistant Commissioner	28-11-2023
8.	District Disaster Management Authority (DDMA)	Haripur	Mr. Muhammad Abid	Additional Deputy Commissioner (Relief & HR)	29-11-2023
Mansehra 地区					
9.	Irrigation Department	Mansehra	Mr. Danish Shah	SDO	05-12-2023
10.	Local Administration	Balakot	Ms. Basharat Shah	Assistant Commissioner	05-12-2023
11.	District Disaster Management Authority (DDMA)	Mansehra	Ms. Hajra Sami	Additional Deputy Commissioner (Relief & HR)	05-12-2023
12.	World Wide Fund for nature (WWF)	Abbottabad	Mr. Anas Rehman	Conservation and Adaptation Officer	06-12-2023
			Mr. Mansoor Ullah	Social Mobilizer (Siran Valley Mansehra)	
			Mr. Ishtiaq Hussain	Social Mobilizer (Haripur)	
13.	Environmental Protection Agency (KPK North Division)	Abbottabad	Mr. Wajid Khan	Director North	06-12-2023
Peshawar 地区					
14.	Environmental Protection Agency (KPK Head Office)	Peshawar	Dr. Habib Jan	DD (RD&C)	22-11-2023
			Engineer Intikhab Alam	AD (EIA)	

表 5.2.27 関連組織からの得られたコメント

	関連組織	場所	関連組織からのコメント
District Haripur			
1.	Irrigation Department	Khanpur	We thank JICA for the proposed project. The project will be beneficial for the community and help reduce the impact of floods in the proposed areas.
2.	Irrigation Department	Haripur	We will facilitate the project team, consultants and contractors in every possible way. We have good relations with community elders, they welcome and will facilitate the project team. Landowners will provide No objection to the construction of the proposed protection wall. As per assessment of irrigation department, the vulnerable area that needs to be protected at Mohra Ghazan and Sikandarpur is more than the proposed length of the wall. The required length for protection at these sites is; <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mohra Ghazan: 5,000 ft</li> <li>• Sikandarpur: 6,400 ft</li> <li>• Ali Khan: the proposed length is ok</li> </ul> At Ali Khan, it is better if the proposed protection wall is constructed in a straight line instead of a cup shape. This will benefit the landowners in reclaiming their land. They will backfill their land by themselves. Furthermore, it will also reduce the cost.
3.	Forest Office	Khanpur	No reserved forest is present near the project sites. Further details can be sought from the district forest office.
4.	WAPDA	Khanpur Dam	He welcomed the project and said that WAPDA doesn't have any land at the project site. He ensured that they would provide needful support and relevant information if required. The official advised to check the land ownership details before commencement of any physical work to avoid any conflicts in the future.
5.	Revenue Department	Khanpur	Mr. Naqash Khan advised the survey team to meet with the Assistant Commissioner (AC) Khanpur, as the AC is looking after the local administration.

	関連組織	場所	関連組織からのコメント
District Haripur			
	Khanpur		
6.	Local Administration	Khanpur	Ms. Zara Noor (AC) appreciated the project as it is the rehabilitation work that will benefit the local community and will save the loss of water from damaged civil channel. She informed the team that the assessment of local administration also highlights the need for rehabilitation work at the proposed site. Upon asking for land ownership details of the project site she suggested that the irrigation department should write a formal letter to the local administration asking for the required information. We will send our revenue staff with the representative of the irrigation department for a site visit to check the land ownership. After that, revenue department will provide the required information to the irrigation department.
7.	Local Administration	Haripur	We welcome the project and will facilitate the activity. He asked the Irrigation department to write a formal letter explaining the project and mention the required information. We will send the revenue staff to visit the site to check the land status and then provide the required information regarding land ownership to the irrigation department.
8.	District Administration (Relief & HR)	Haripur	He appreciated the project and informed that contingency plans for the monsoon and winter seasons are available at the provincial level and are being updated with inputs from districts. The metrological department and PDMA update the district departments regularly regarding the floods and rains in the district. The district administration communicates the warnings and advisory through the line department and local government representatives. Floods in the area are mainly flash floods. we communicate to the line departments and communities when there is a chance of a flash flood.
District Manshira			
9.	Irrigation Department	Manshira	The type of floods in Kunhar river is mostly flash flood, Cloudburst also causing flash flooding in the area. Flood water passes the project site and surrounding area in very short time due to high velocity of water during floods. This cause erosion of river banks, a major issue in the area resulting in loss of residential and agricultural land and making the community more vulnerable. The proposed project of protection wall is highly appreciated. The area needs more such projects on priority. The vulnerable area at proposed site of Kunhar river is very large however minimum 2-km require protection on priority basis. Normally the water flow in summer is around 22,000 cusecs while during floods the flow is more than 50,000 cusecs. 92,000 cusecs water passes from the Kunhar river during 1992 flood. We suggest that concrete wall is better at proposed site due to high velocity of water.
10.	Local Administration	Balakot	Ms. Basharat Shah warmly welcomed the survey team and appreciated the efforts. She also assured the survey team of any support required during the execution of the project. Recently and early warning system has been installed near project site which helped us to response timely. The proposed project will reduce the risks and will be beneficial for the community. We appreciate the project and emphasize that more such projects area required to reduce the impact of floods in the area. She said a large area at the site is vulnerable specifically the area between two bridges (the bridge near the start point of proposed wall eastern side and the iron bridge near Garhi Habibullah bazar) require such flood protection walls. Regarding land ownership details, the irrigation department should write a formal letter to the local administration. We will provide that data after visiting the site.
11.	District Disaster Management Authority (DDMA)	Manshira	Ms. Hajra Sami ADC (Relief & HR) appreciated the project. She said that projects come under the “Reduce” concept of the <i>Triple R</i> strategy (reduce, response, rescue) for disaster management. If we invest more at “reduce” loss will be low during emergencies and less effort is required during response and rescue. She advised that the proposed structure should be climate resilient. The structure must be designed considering the local conditions and floods in the area. She also informed that the district contingency plans for monsoon and winter are available and are being executed on the requirement.
12.	World Wide Fund (WWF)		WWF Abbottabad office is coordination office for Hazara Division while we have project teams at working districts. Mr. Anas Rehman appreciated the project. He said such type of projects are much needed in the proposed areas. WWF is also working in these districts but at different locations. He told that only district level vulnerability assessment was done for few districts of KP but currently there is no climate change adaptation plan for KP province which need to be

	関連組織	場所	関連組織からのコメント
			<p style="text-align: center;">District Haripur</p> <p>developed and adopted on priority. He shared their work experience in the project districts. WWF is working in areas of environment, disaster, rain water harvesting, ground water recharge, small check dams and community development. WWF team also provided useful information regarding the different cultural norms and customs of the area. Most important points he highlighted are;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Land ownership and no objection from local community and land owners must be taken before starting any work.</li> <li>• Community mobilization through Political representatives mostly make the project a political project. Politicians use it for their own benefits. Community mobilization should be done at root level in community. However, in this case if irrigation department, being a government department, is executing agency the chances factors is low. But the factor should be considered.</li> <li>• One of the most important points is sustainability of the project after the project is completed (relevant, if gabion wall is considered in this project). As WWF is working on mid-term to long-term projects, we establish village organizations (VOs) and community based organization (CBOs), provide different trainings to the community including project sustainability. The proposed project should also consider the sustainability factor during the design and execution of the project.</li> <li>• Nature based solutions (NBS) and local resources (material and labour) should be preferred as much as possible.</li> <li>• In Haripur district, gender issues or minimum and WWF didn't face any issues regarding gender inclusion. However, Mansehra district is sensitive regarding gender issues. Project must take measures to avoid any gender issues and community must be consulted.</li> <li>• District Hazara and district Mansehra are flood prone while district Haripur is facing water scarcity.</li> </ul>
13.	Environmental Protection Agency (EPA) KPK Head Office	Peshawar	<p>Rehabilitation projects are not categorized in any schedule (schedule II, III and IV) of Khyber Pakhtunkhwa Environmental Assessment Rules, 2021. All four sites of the Proposed project fall in jurisdiction of EPA north division located in Abbottabad. Project should coordinate with divisional office. EPA does not have any concern on proposed study methodology at this stage. Pakistan EPA guidelines for "Preparation and Review of Environmental Reports" are available. These guidelines should be followed during report preparation.</p>
14.	Environmental Protection Agency (KPK North Division)	Abbottabad	<p>After the project introduction, Mr. Wajid Khan appreciated the project. He said that rehabilitation and flood management projects are priority projects we normally don not have any environmental assessment requirements for such projects. The applicable environmental assessment rules in province are Khyber Pakhtunkhwa Environmental Assessment Rules, 2021 which categorised the projects in terms of environmental assessment requirements into three schedules i.e., schedule II projects requiring Environmental Impact Assessment (EIA), schedule III projects requiring Initial Environmental Examination (IEE) and schedule IV projects requiring General Environmental Approval (GEA). The proposed project does not categorize in any schedule. The same has been communicated to Japanese team earlier. As per above rules, for the projects that are not categorized in any schedule, proponent shall file an application to EPA (north division in this case) in form of "schedule I" of said rules having specified details. As the project will be implemented in two districts two separate schedules shall be submitted. The case will be presented to EIA review committee which will decide whether the project requires any assessment or not. The decision will be shared with the proponent.</p>

### 5.2.3.2 用地取得・住民移転

#### (1) 用地取得・住民移転の必要性

本事業では、表 5.2.3 に示す Sikandarpur、Ali Khan、Mohra Ghazan の 3 地点において河川構造物の改修が計画されている。環境社会配慮調査の中で地権者の有無を確認したところ、対象範囲内にはいずれも地権者が存在することが判明した。河川構造物の改修規模は、Sikandarpur で 20,130m<sup>2</sup>、Ali Khan で 3,700m<sup>2</sup>、Mohra Ghazan で 3,600m<sup>2</sup> であるが、民有地を含むため、用地取得が必要となる。また、Sikandarpur の右岸側の河川構造物改修地点に 4 世帯分の住居用構造物があり、住民移転が必要である。

さらに、工事期間中は、工事用道路、資材ヤード、現場事務所の設置を行うための用地が必要となる。工事期間中に土地の借用が必要となる用地規模は、Sikandarpur で 109,000m<sup>2</sup>、Ali Khan で 17,100m<sup>2</sup>、Mohra Ghazan で 10,300m<sup>2</sup> である。ただし、Sikandarpur において、6 世帯の遊牧民の住居用建造物や 1 つのお祈り用建物が土捨て場や工事用道路にかかることが想定され、Ali Khan において、1 世帯の住居用構造物と 1 つの水路、2 つの井戸が工事用道路や資材ヤードにかかる可能性がある。そのため、詳細設計段階においてこれらの構造物は回避する設計とする。

本事業における河川構造物の改修は、2022 年洪水によって被害を受けた構造物の復旧・改修である。地点の選定にあたっては、まず、カウンターパートの意向や背後地の重要度・被害状況・テロ等に対する安全性を勘案して候補地を絞り込み、実際に現地を確認した上で対策の必要性が高い地点を選定している。対象エリアは河川区域内を含めて地権者が存在しており、用地取得及び住民移転を避けることは難しく、これらの必要性は高いと言える。

#### 1) Sikandarpur の用地取得の概要

Sikandarpur における用地取得の概要を表 5.2.28、図 5.2.36 に示す。

表 5.2.28 用地取得の概要 (Sikandarpur)

項目	必要面積	場所	条件	備考
現場事務所 /作業場/資 材ヤード	Dimension: 60m x 50m Area: 3,000m <sup>2</sup>	34°00'24.00" N 72°57'13.69" E Right bank of the river	日本側は安全対策として 周囲にフェンスを設置す る。 完成後、日本側は整地し て返還する。	パキスタン側は、現地へ の配電・給水設備を提供 する。これらの費用はパ キスタン側が負担する。
工事用道路	Length: 1,600m Width: 10m Area: 16,000m <sup>2</sup>	Both banks of the river	日本側はアクセス道路を 建設する。 完成後、日本側が整地し て返還する。	パキスタン側はプロジェ クトのための土地を確保 する。
施設	[Low Water Revetment] Length: 1065m Area: 19,900m <sup>2</sup> [High Water Revetment] Length: 112m Area: 230m <sup>2</sup> [Backfill] Area: 30,000m <sup>2</sup>	Both banks of the river	日本側は護岸工事を 行う。	パキスタン側はプロジェ クトのための土地を確保 する。
土捨て場	Total required area is 60,000m <sup>2</sup> .	Right bank of the river	掘削した土を盛り土し、 整地する。	掘削土の盛土の推定高さ は最も高い部分で約 3m。

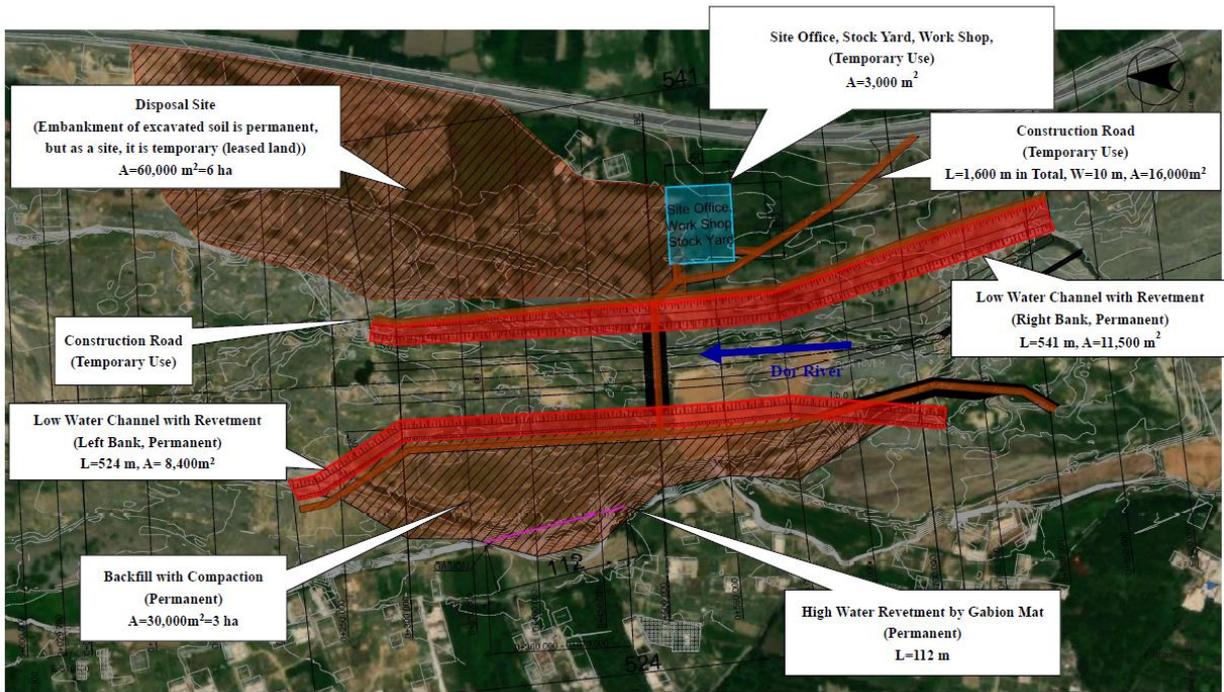


図 5.2.36 用地取得の概要 (Sikandarpur)

2) Ali Khan の用地取得の概要

Ali Khan における用地取得の概要を表 5.2.29、図 5.2.37 に示す。

表 5.2.29 用地取得の概要 (Ali Khan)

項目	必要面積	場所	条件	備考
作業場/資材ヤード	Dimension: 60m x 80m Area: 4,800m <sup>2</sup>	33°59'22.79" N 72°58'26.40" E Left bank of the river	日本側は安全対策として周囲にフェンスを設置する。 完成後、日本側は整地して返還する。	パキスタン側は、現地への配電・給水設備を提供する。これらの費用はパキスタン側が負担する。
ブロック製造・保管ヤード	Dimension: 30m x 25m & 45m x 55m Area: 3,300m <sup>2</sup>	33°59'22.83" N 72°58'28.45" E Left bank of the river	コンクリートブロックを製作し、ここに保管する。	パキスタン側はプロジェクトのための土地を確保する。 .
工事用道路	Length: 500m Width: 10m Area: 5,000m <sup>2</sup>	Left bank of the river	日本側はアクセス道路を建設する。 完成後、日本側が整地して返還する。	パキスタン側はプロジェクトのための土地を確保する。 .
施設	[Revetment] Length: 287m Area: 3,700m <sup>2</sup> [Cofferdam] Length: 400m Width: 10m Area: 4,000m <sup>2</sup>	Left bank of the river	日本側は護岸とコファダムを建設する。コファダムは仮設構造物であるため、護岸工事終了後に撤去する。	パキスタン側はプロジェクトのための土地を確保する。 .

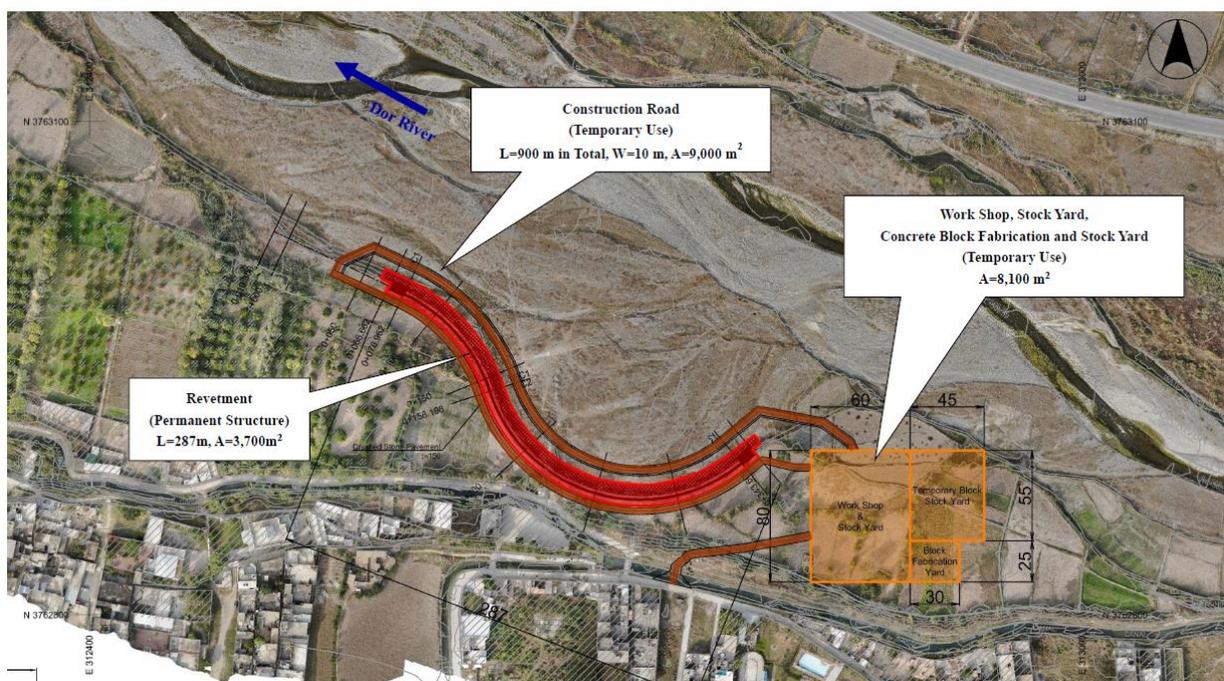


図 5.2.37 用地取得の概要 (Ali Khan)

3) Mohra Ghazan の用地取得の概要

Mohra Ghazan における用地取得の概要を表 5.2.30、図 5.2.38 に示す。

表 5.2.30 用地取得の概要 (Mohra Ghazan)

項目	必要面積	場所	条件	備考
現場事務所/作業場/資材ヤード	Dimension: 60m x 50m Area: 3,000m <sup>2</sup>	33°47'37.89" N 72°55'10.62" E Left bank of the river	日本側は安全対策として周囲にフェンスを設置する。完成後、日本側は整地して返還する。	パキスタン側は、現地への配電・給水設備を提供する。これらの費用はパキスタン側が負担する。
ブロック製造・保管ヤード	Dimension: 75m x 30m Area: 2,300m <sup>2</sup>	33°47'36.65" N 72°55'08.97" E Left bank of the river	コンクリートブロックを製作し、ここに保管する。	パキスタン側はプロジェクト用地を確保する。
工所用道路	Length: 200m Width: 10m Area: 2,000m <sup>2</sup>	Left bank of the river	日本側はアクセス道路を建設する。完成後、日本側が整地して返還する。	パキスタン側はプロジェクトのための土地を確保する。
施設	[Revetment] Length: 170m Area: 3,600m <sup>2</sup> [Cofferdam] Length: 300m Width: 10m Area: 3,000m <sup>2</sup>	Left bank of the river	日本側は護岸とコファダムを建設する。コファダムは仮設構造物であるため、護岸工事終了後に撤去する。	パキスタン側はプロジェクトのための土地を確保する。

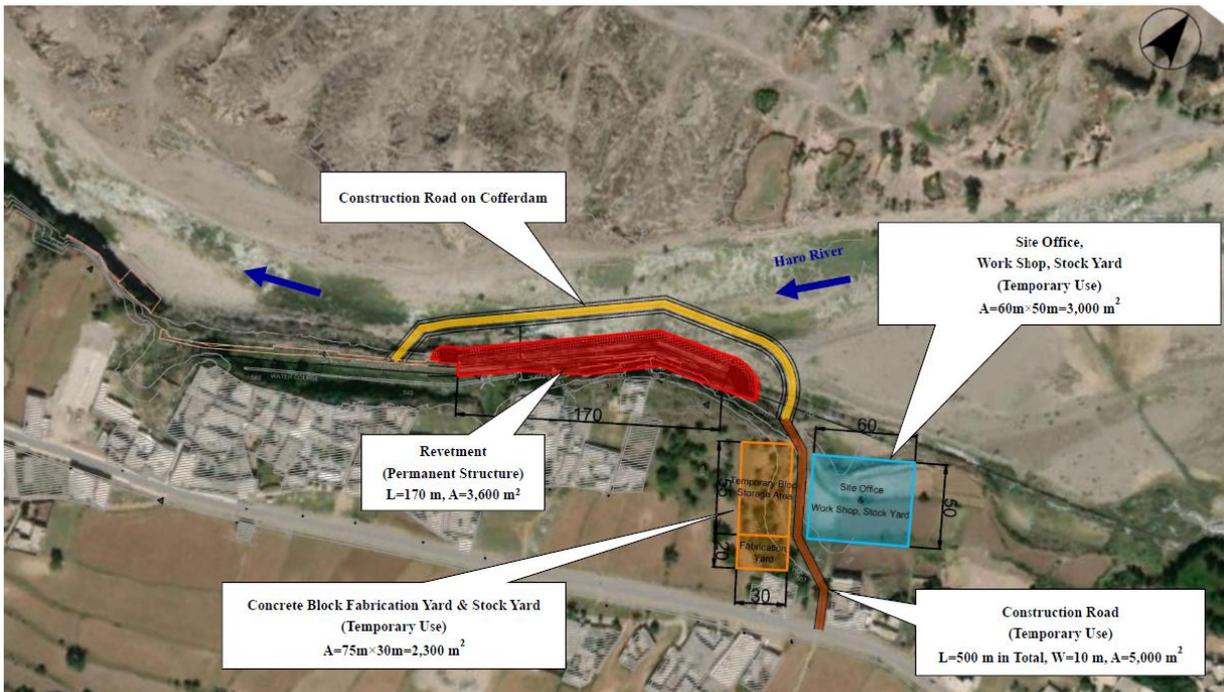


図 5.2.38 用地取得の概要 (Mohra Ghazan)

## (2) 用地取得・住民移転に係る法的枠組み

### 1) 用地取得・住民移転にかかる相手国法制度の概要

用地取得及び住民移転については、以下の法律や規則で定められている。

- ✓ The Land Acquisition Act, 1894 (Amendment 1969)
- ✓ The Khyber Pakhtunkhwa Land Acquisition Rules, 2020

#### (a) The Land Acquisition Act, 1894 (Amendment 1969)

The Land Acquisition Act (LAA) は 1894 年に公布され、その後 1969 年の改正を経て、パキスタンの用地取得の主要な法律として現在まで受け継がれている。本法では土地の取得について以下のように述べている。

- ・ 公共目的のために土地を取得する場合、州政府はその旨の通達を官報に公告し、当該土地の所在する地区、当該土地の必要な理由、おおよその面積及び状況、図面が作成されている場合にはそれを閲覧することができる場所を記載し、かつ、Collector は、取得する土地周辺の便利な場所で、通達の内容を公告させなければならない。
- ・ 公共目的のために必要であるとして通知された土地に利害関係を有する者は、通知発行後 30 日以内に、当該土地の取得に反対することができる。
- ・ Collector は、政府がその土地を占有する意向であること、及び当該土地のすべての利益に対する補償請求は Collector に対して行うことができることを記載した公告を、占有される土地周辺の便利な場所で行わせなければならない。
- ・ 補償額を決定するにあたっては、土地の取得に関する通達が官報に公告された日における

市場価格を考慮しなければならない。なお、市場価格を決定するにあたり、周辺に位置し類似の用途に供されている土地の譲渡を検討しなければならない。

- ・ 土地の市場価格に加えて、取得が公共目的のために行われた場合には、取得の強制性を考慮して、時価に 15 パーセントを加算した金額を裁定する。
- ・ 荒地または耕地の一時的な占有及び使用が公共目的のために必要であると認められた場合、歳入局の Executive District Officer は Collector に対し占有開始から 3 年を超えない範囲で適切と考える期間、その土地の占有及び使用を確保するよう指示することができる。

(b) The Khyber Pakhtunkhwa Land Acquisition Rules, 2020

LAA の第 55 条において、「州政府はこの法律の施行に関連するすべての事項について、職員の指導のために法律に合致した規則を制定する権限を有し、また、制定した規則を随時変更し、追加することができる。」と定めている。本規則は、LAA 第 55 条に基づいて、KP 州の土地取得に関して定めた規則である。ここでは、強制的な土地収容に関する手続きや、合併地域での土地取得の手続き等を規定している。

2) JICA ガイドラインと相手国法制度との比較

JICA ガイドラインとパキスタンの法制度との比較結果を表 5.2.31 に示す。

表 5.2.31 JICA ガイドラインと相手国法制度との比較表

No	JICA ガイドライン	パキスタンの法制度	比較	本事業における方針
1	非自発的住民移転及び生計手段の喪失は、あらゆる方法を検討して回避に努めねばならない。	特段の記載なし。	パキスタンの法規制では、非自発的住民移転及び生計手段の喪失の回避に関する規定はない。	JICA ガイドラインに従う。
2	回避が不可な場合、影響を最小化し、損失を補償するための対策が講じられなければならない。	上記同様。	上記同様。	上記同様。
3	移転住民には、移転前の生活水準や収入機会、生産水準において改善又は少なくとも回復できるような補償・支援を提供する。	特段の記載なし。	パキスタンの法規制では、生計回復支援に関する規定はない。	JICA ガイドラインに従う。
4	補償は可能な限り再取得価格に基づかなければならない。	補償額は市場価格を考慮しなければならない。	大きな違いはない。	補償は、可能な限り再取得価格に基づき実施する。
5	補償やその他の支援は、物理的移転の前に提供されなければならない。	土地の所有権を取得する前に、補償金を裁定に基づき権利を有する者に支払わなければならない。	大きな違いはない。	事前にパキスタン側による補償及び支援の計画、実施を促す。
6	大規模非自発的住民移転が発生するプロジェクトの場合には、住民移転計画が作成、公開されていなければならない。	特段の記載なし。	パキスタンの法規制では、大規模住民移転計画に関する規定はない。	本事業では、大規模住民移転は発生しない。万が一発生する場合は、JICA ガイドラインに従って住民移転計画を作成し、実施を促す。

No	JICA ガイドライン	パキスタンの法制度	比較	本事業における方針
7	住民移転計画の作成に当たり、事前に十分な情報が公開された上で、これに基づく影響を受ける人々やコミュニティとの協議が行われていなければならない。	特段の記載なし。	パキスタンの法規制では、住民移転計画に関する規定はない。	住民移転計画（要約版）の各段階における情報開示及び説明会を実施する。
8	協議に際しては、影響を受ける人々が理解できる言語と様式による説明が行われていなければならない。	特段の記載なし。	パキスタンの法規制では、協議時の言語等に関する規定はない。	情報開示、説明会では、住民が十分理解できる言語や手法を取る。
9	住民移転計画の立案、実施、モニタリングには、影響を受ける人々やコミュニティの適切な参加が促進されていなければならない。	特段の記載なし。	パキスタンの法規制では、影響を受ける人々やコミュニティの参加促進に関する規定はない。	事業の各段階における被影響者の参加を促す。
10	影響を受ける人々やコミュニティからの苦情に対する処理メカニズムが整備されていなければならない。	特段の記載なし。	パキスタンの法規制では、苦情処置メカニズムに関する規定はない。	パキスタン側に苦情処理の仕組みの計画、実施を促す。
11	被影響住民は、補償や支援の受給権を確立するため、初期ベースライン調査(人口センサス、資産・財産調査、社会経済調査を含む)を通じて特定・記録される。これは、補償や支援等の利益を求めて不当に人々が流入することを防ぐため、可能な限り事業の初期段階で行われることが望ましい。	特段の記載なし。	パキスタンの法規制では、被影響住民のベースライン調査に関する規定はない。	受給権を確定するために、本調査においてセンサス調査を実施する。
12	補償や支援の受給権者は、土地に対する法的権利を有するもの、土地に対する法的権利を有していないが、権利を請求すれば、当該国の法制度に基づき権利が認められるもの、占有している土地の法的権利及び請求権を確認できないものとする。	利害関係者には、LAAに基づく土地の取得を理由として行われる補償について利害を主張するすべての者が含まれ、また、土地に影響を及ぼす地役権について利害を有する者とみなされる。	パキスタンの法制度は土地に対する法的権利を有さないものに関する規定はない。	地権者を対象とする。一方で、法的権利を有していないものの、利害関係者が確認された場合、JICAGLに基づいて必要な補償を実施する。
13	移転住民の生計が土地に根差している場合は、土地に基づく移転戦略を優先させる。	特段の記載なし。	パキスタンの法規制では、移転戦略の優先の規定はない。	本事業では、4世帯の住民移転が発生するため、JICA ガイドラインに従って住民移転計画（要約版）を作成し、実施を促す。
14	移行期間の支援を提供する。	特段の記載なし。	パキスタンの法規制では、移転期間における支援の規定はない。	本事業では、4世帯の住民移転が発生するため、JICA ガイドラインに従って住民移転計画（要約版）を作成し、実施を促す。

No	JICA ガイドライン	パキスタンの法制度	比較	本事業における方針
15	移転住民のうち社会的な弱者、得に貧困層や土地なし住民、老人、女性、子ども、先住民族、少数民族については、特段の配慮を行う。	特段の記載なし。	パキスタンの法規制では、会的な弱者に対する配慮の規定はない。	被影響住民における社会的弱者の特定及び配慮を行う。
16	200人未満の住民移転または用地取得を伴う案件については、住民移転計画(要約版)を作成する。	特段の記載なし。	パキスタンの法規制では、住民移転計画の規定はない。	4世帯の住民移転及び用地取得が発生するため、住民移転計画(要約版)を作成する。
17	非自発的住民移転及び生計手段の喪失の影響を受ける者に対しては、相手国等により、十分な補償及び支援が適切な時期に与えられなければならない。	特段の記載なし。	パキスタンの法規制では、非自発的住民移転及び生計手段の喪失の影響を受ける者に対する補償内容や支援時期に関する規定はない。	本事業では、4世帯の住民移転が発生するため、JICA ガイドラインに従って被影響者に対する十分な補償及び適切な時期の支援の実施を検討する。
18	補償基準は公開され、一貫して適用される。影響を受ける者がその内容を認識している必要がある。	Collector の事務所に提出された裁定(土地の真の面積、補償金、補償金の配分)は、利害関係者が Collector の前に出頭したか否かを問わず、最終的かつ決定的な証拠となる。	パキスタンの法規制では、利害関係者が Collector の前に出頭したか否かを問わず、補償金の内容が最終的かつ決定的な証拠となる。	被影響者が補償内容を認識するように補償基準は公開する。
19	原則として、合意される補償内容は、文書で対象者に説明され、いつでも本人がその内容を確認できるものとする。	Collector は、当該土地のすべての利益に対する補償請求を Collector に対して行うことができることを記載した公告を、収容される土地周辺の便利な場所で行わせなければならない。 公告では、利害関係者に対する補償請求の金額を陳述するよう求めるものとする。Collector はいかなる場合においても、陳述書を書面で作成し、当事者またはその代理人が署名することを要求することができる。	大きな違いはない。	対象者への補償内容は文書で説明し、いつでも本人がその内容を確認できるようにする。

### 3) 本事業における用地取得・住民移転方針

本事業では、4世帯の住民移転と用地取得が必要となる。パキスタンの法制度において、住民移転計画の作成については規定がないものの、「環境社会配慮カテゴリ B 報告書執筆要領(2019年11月)」の「住民移転にかかる JICA の方針」には以下の記載がある。

- ・ 200人未満の住民移転または用地取得を伴う案件については、住民移転計画(要約版)を作成する。

したがって、JICA ガイドライン及び世界銀行のセーフガードポリシー OP4.12 Annex A に基づき、住民移転計画(要約版)を作成し、それに沿った用地取得を促す。

## (3) 用地取得・住民移転の規模・範囲

用地取得・住民移転の被影響世帯・影響者数を表 5.2.32 に示す。河川構造物の改修を行うために恒久的に土地を取得するエリアでは、20 世帯（157 名）が影響を受け、そのうち 4 世帯（32 名）の住民移転が発生する。資材ヤードや工事用道路のために一時的に土地を借用するエリアでは、37 世帯（288 名）が影響を受ける。なお、非正規の被影響世帯は存在しない。

表 5.2.32 用地取得・住民移転の被影響世帯・影響者数

影響資産	総計		深刻な影響を受ける世帯/人数		所有状況	
	被影響世帯	被影響者	被影響世帯	被影響者	所有権保有の被影響世帯	所有権未保有の被影響世帯
I. 恒久的用地取得エリアの影響						
土地	16	125	9	71	16	-
作物	9	71	-	-	9	-
構造物	4	32	4	32	4	-
樹木	4*	32*	-	-	4*	-
Sub-total	20	157	13	103	20	-
II. 一時的土地の借用地の影響						
土地	28	218	-	-	28	-
リースの土地	9	70	-	-	-	9
作物	20	155	-	-	11	9
樹木	13*	101*	-	-	13*	-
Sub-total	37	288	-	-	28	9
Grand Total	57	445	13	103	48	9

\*重複を避けるため、複数の影響を持つ被影響世帯/被影響者は合計で 1 回カウントしている。

## 1) 恒久的な用地取得

本事業による恒久的な用地取得により、16 世帯が影響を受け、取得面積は 3.420ha である。恒久的な用地取得の概要を表 5.2.33 に示す。

表 5.2.33 恒久的な用地取得

土地利用の種類	土地面積	Project Affected Households	
	(ha)	被影響世帯 (世帯)	被影響者 (人)
私有地			
I. Ali Khan			
農業 (耕作地)	0.358	5	39
不毛地帯/丘陵地帯 (未耕作地)	0.412	3	24
Sub-total	0.770	8	63
II. Sikandarpur			
農業 (耕作地)	0.840	6	48
不毛地帯/丘陵地帯 (未耕作地)	1.150	6*	48*
Sub-total	1.990	6	48
III. Mohra Ghazan			
河川敷	0.660	2	14
Sub-total	0.660	2	14
Total	3.420	16	125

\*土地所有者の重複あり

## 2) 一時的な土地の借用

本事業による現場事務所や資材ヤード、工事用道路等の設置により、28 世帯で約 13.524ha の土地が一時的に影響を受ける可能性があるかと推定される。一時的な土地の借用の概要を表 5.2.34 に示す。

表 5.2.34 一時的な土地の借用

土地利用の種類	土地面積	Project Affected Households	
	(ha)	被影響世帯 (世帯)	被影響者 (人)
私有地			
I. Ali Khan			
農業 (耕作地)	1.024	9	71
不毛地帯/丘陵地帯 (未耕作地)	0.686	1	8
Sub-total	1.710	10	79
II. Sikandarpur			
農業 (耕作地)	10.784	9	77
不毛地帯/丘陵地帯 (未耕作地)	-	-	-
商業地/住宅地	0.116	2	18
Sub-total	10.784	9	77
III. Mohra Ghazan			
農業 (耕作地)	0.418	3	21
不毛地帯/丘陵地帯 (未耕作地)	0.327	4	26
河川敷	0.286	2	15
Sub-total	1.030	9	62
Total	13.524	28	218

### 3) 作物への影響

影響を受ける作付面積は、影響を受ける作物栽培者が所有する耕地区画のうち、恒久的用地取得の作付面積は 1.198ha、一時的土地の借用地の作付面積は 12.226ha である。作物への影響を受ける世帯及び土地面積は表 5.2.35 に示すとおりである。

従来、プロジェクト地域では、ラビ期 (冬期) の小麦とカリフ期 (夏期) のトウモロコシという 2 つの季節作物が栽培されている。影響評価の時点 (2024 年 7 月) では、小麦、トウモロコシ、野菜が栽培されている。その後、トウモロコシとキビの栽培が行われる予定である。特定された影響地域と従来の作付パターンに基づき、栽培作物 (アセスメント時) と次の季節作物に基づく年間作物損失が決定され、恒久的取得用地と一時的土地の借用地の 13.424ha で栽培された作物は ARAP の規定に基づき補償される。

表 5.2.35 作物への影響

土地利用の種類	土地面積	Project Affected Households	
	(ha)	被影響世帯 (世帯)	被影響者 (人)
恒久的用地取得の作付面積			
I. Ali Khan	0.358	3	23
II. Sikandarpur	0.840	6	48
III. Mohra Ghazan	-	-	-
Sub-total	1.198	9	71
一時的土地の借用地の作付面積			
I. Ali Khan	1.024	9	71
II. Sikandarpur	10.784	8	63
III. Mohra Ghazan	0.418	3	21
Sub-total	12.226	20	155
Total	13.424	29	226

### 4) 樹木への影響

プロジェクト用地内に生育している樹木で、伐採の対象となるものは、35 本の果樹を含む 694

本である。これらの樹木に対しては、本 ARAP の下で補償される。補償金は、木材／日陰樹の場合は森林局が、果樹の場合は農務局（園芸局）が提供する料金に基づき、資格のある樹木所有者に支払われる。樹木への影響を表 5.2.36 に示す。

表 5.2.36 樹木への影響

木の種類	胴回りの範囲（フィート）				合計 (本)	被影響世帯 (世帯)
	Up to 2	2~4	4~6	Above6		
恒久的取得用地の影響樹木						
I. Ali Khan						
Shesham ( <i>Dalbergia sissoo</i> )	-	-	-	-	-	-
II. Sikandarpur						
Shesham ( <i>Dalbergia sissoo</i> )	111	94	-	-	205	4
III. Mohra Ghazan						
Shesham ( <i>Dalbergia sissoo</i> )	-	-	-	-	-	-
Sub-total	111	94	-	-	205	4
一時的土地の借用地の影響樹木						
I. Ali Khan						
Shesham ( <i>Dalbergia sissoo</i> )	4	38	-	-	42	7
Jangli Daraigh ( <i>Ziziphus jujuba</i> )	-	1	-	-	1	1*
Saru ( <i>Cypress</i> )	-	1	-	-	1	1*
Popalar ( <i>Populus euroamericana</i> )	-	9	-	-	9	1*
Sub-total	4	49	-	-	53	7
II. Sikandarpur						
Shesham ( <i>Dalbergia sissoo</i> )	-	325	-	-	325	2
III. Mohra Ghazan						
Olive ( <i>Kayoo</i> ) ( <i>Olea europaea</i> )	-	76	-	-	76	3
Sub-total	4	450	-	-	454	12
Total	115	544	0	0	659	16

\*重複を避けるため、複数の影響を持つ被影響世帯は合計で1回カウントしている。

プロジェクト地域には合計 35 本の果樹が栽培されている。これらの果樹の詳細は表 5.2.37 に示す。

表 5.2.37 果樹への影響

樹木の種類	樹齢（年）			合計 (本)	被影響世帯 (世帯)
	Up to 5	5 to 10	Above10		
恒久的取得用地の影響果樹					
I. Ali Khan					
Jangli Jaman ( <i>Syzygium cumini</i> )	-	1	-	1	1
II. Sikandarpur					
III. Mohra Ghazan					
Sub-total	-	1	-	1	1
一時的土地の借用地の影響樹木					
I. Ali Khan					
Anjeer ( <i>Ficus carica</i> )	2	1	2	5	4
Guava ( <i>Psidium guajava</i> )	1	19	-	20	3*
Mulberry ( <i>Morus</i> )	-	5	4	9	3*
Jangli Jaman ( <i>Syzygium cumini</i> )	-	-	-	-	-
Sub-total	3	25	6	34	4
II. Sikandarpur					
III. Mohra Ghazan					
Sub-total	3	25	6	34	7
Total	3	26	6	35	8

\*果樹所有者の重複あり

### 5) 構造物

プロジェクト地域内には、4世帯、9つの住居用建造物（小屋）が存在し影響を受ける。これらは、Sikandarpurの右岸側に位置する遊牧民である。特定された構造物は被災面積を測定し、それぞれ平方フィート（Sq.ft.）で評価した。影響を受ける9棟の小屋の総面積は3,149 Sq ftである。影響を受ける住宅構造物の概要は表 5.2.38 に示す。

表 5.2.38 影響を受ける住宅構造物

構造物の種類	建設種類	被影響構造物	被影響構造物面積	被影響世帯数
恒久的取得用地の影響構造物				
I. Ali Khan	-	-	-	-
II. Sikandarpur				
住居用構造物	泥	9棟	3,149 Sq ft	4世帯
III. Mohra Ghazan	-	-	-	-
一時的土地の借用地の影響構造物				
I. Ali Khan	-	-	-	-
II. Sikandarpur	-	-	-	-
III. Mohra Ghazan	-	-	-	-
Total	-	9棟	3,149 Sq ft	4世帯

### 6) 深刻な影響を受ける世帯への影響

本事業により、4世帯が住宅構造物の移転が必要であり、9世帯が生産可能な土地の10%以上を永久に失う見込みである。生活への影響を緩和するため、これらの被影響世帯は追加支援を受ける権利を有する。プロジェクトの影響の大きい世帯を表 5.2.39 に示す。

表 5.2.39 プロジェクトの影響の大きい世帯

	Severely affected AHs and (APs) (Nos.)				備考
	Ali Khan	Sikandarpur	Mohra Ghazan	合計	
I. 恒久的土地取得による影響					
住宅用構造物を失う被影響世帯	-	4 (32)	-	4 (32)	住宅構造物を失い、近隣の利用可能なスペースに移転する必要がある。
生産可能な土地に影響を受ける世帯	3 (23)	6 (48)	-	9 (71)	生産可能な土地の10%以上を永久に失う。
Sub-total	3 (23)	10 (80)	-	13 (103)	-
II. 一時的な土地占有によるプロジェクトへの影響					
住宅用構造物を失う被影響世帯	-	-	-	-	-
生産可能な土地に影響を受ける世帯	-	-	-	-	-
Sub-total	-	-	-	-	-
Total	3 (23)	6 (48)	-	9 (71)	-

\*AHs : 影響世帯数、APs : 影響者数

### 7) 社会的弱者への影響

センサス調査では、18世帯の被影響世帯の収入が、公式に指定された貧困ライン（月収 PKR 32,000）を下回っていることが確認された。これらの脆弱な世帯は、生活水準が悪化しないよう、特別支援（脆弱性手当）を受ける権利がある。女性世帯主や障害者世帯は確認されていない。

### 8) 社会経済調査

社会経済のベースラインデータは、KP州 Haripur 地区のプロジェクト地域が位置する2つの郡

(Tehsil) で実施したサンプル調査によって収集した。サンプル調査の対象世帯の内訳を、表 5.2.40 に示した。

表 5.2.40 Tehsil ごとのサンプル調査世帯数

District	Tehsil	Village の数	サンプル調査世帯数
Haripur	Haripur	4	36
	Khanpur	1	12
Total		5	48

(a) 人口統計

2023年KP州センサス調査によると、Haripur地区の総人口は1,174,783人で、そのうち1,018,981人(86.7%)が農村部に住み、残りの155,802人(13.3%)が都市部に住んでいる。表 5.2.41 に示すように、プロジェクト地域の世帯の平均家族構成は7.8人で、そのうち男性が54.5%、女性が45.5%である。

表 5.2.41 平均家族数及び男女構成 (サンプル調査)

District	Tehsil	平均家族数	男女比 (%)	
			男性	女性
Haripur	Haripur	8.1	54.5	45.5
	Khanpur	7.2	54.7	45.3
Overall		7.8	54.5	45.5

次に、男女別の年齢区分を表 5.2.42 に示す。全体の34.9%が15歳から40歳までの最も経済的に生産性の高い年齢層である。一方、60歳以上の高齢者は4.3%であり、15歳以下の子供は41.7%である。男女比は年齢区分によらず、全体的に男性の方が多い。

表 5.2.42 男女別年齢区分 (サンプル調査)

年齢区分	男女比 (%)		
	男性	女性	合計
<b>Haripur</b>			
<10 Years	18.3	15.9	34.2
10-15 Years	5.5	2.4	7.9
>15 - 30 Years	13.4	11.4	24.8
>30 - 40 Years	5.5	4.1	9.7
>40 - 60 Years	9.0	9.7	18.6
Above 60 Years	3.1	1.7	4.8
<b>Khanpur</b>			
<10 Years	20.9	16.3	37.2
10-15 Years	2.3	1.2	3.5
>15 - 30 Years	11.6	11.6	23.3
>30 - 40 Years	9.3	3.5	12.8
>40 - 60 Years	10.5	10.5	20.9
Above 60 Years	1.2	1.2	2.3
<b>全体</b>			
<10 Years	18.9	16.0	34.8
10-15 Years	4.8	2.1	6.9
>15 - 30 Years	13	11	24.5
>30 - 40 Years	6	4	10.4
>40 - 60 Years	9	10	19.1
Above 60 Years	2.7	1.6	4.3

(b) 教育

識字率は、Haripur と Khanpur でそれぞれ 45.5%、45.3%であり、プロジェクト地域全体の識字率は 45.5%である。男女別教育の詳細は表 5.2.43 に示すとおりである。

表 5.2.43 教育レベル (サンプル調査)

Tehsil	教育達成度/識字率	調査結果 (%)		
		男性 (n=207)	女性 (n=169)	合計 (n=376)
Haripur	高等教育	15.2	7.9	23.1
	中等教育	9.3	10.3	19.7
	初等教育	2.4	0.3	2.8
	全体			45.5%
Khanpur	高等教育	25.6	7.0	32.6
	中等教育	7.0	5.8	12.8
	初等教育	-	-	-
	全体			45.3%
全体	高等教育	17.6	7.7	25.3
	中等教育	8.8	9.3	18.1
	初等教育	1.9	0.3	2.1
	全体			45.5%

(c) 住宅事情

裕福な世帯はコンクリート住宅の Pacca、中所得世帯はセメント、泥、石でできた Semi Pacca、低所得世帯の家族は石と泥でできた Katcha に住んでいる。調査結果によると、サンプリングされた世帯の 100%が自己所有の家に住んでいる。これらの家屋の 83%が Pacca (レンガとモルタル製)、7%が Semi Pacca、約 10%が Katcha (泥、石、木、茅葺き製) である。住宅事情の調査結果を表 5.2.44 に示す。

表 5.2.44 住宅事情 (サンプル調査)

Tehsil	調査結果 (%)		
	Pacca	Semi Pacca	Katcha
Haripur	80.1	8.2	11.7
Khanpur	91.5	3.4	5.1
全体	83.0	7.0	10.0

(d) 社会インフラの有無

プロジェクト対象地域の社会インフラの有無を表 5.2.45 に示す。道路や電気、医療施設といったコミュニティ設備は、調査対象の 9 割以上の世帯から 1 キロ圏内で利用できる。

表 5.2.45 社会インフラの有無 (サンプル調査)

Tehsil	社会インフラの有無 (世帯の割合)								
	道路	電気	医療施設	天然ガス	飲料水	電話	携帯	インターネット	燃料
Haripur	91.7	88.9	97.2	86.1	83.3	0.56	94.4	0.9	91.7
Khanpur	100.0	100.0	100.0	50.0	100.0	0.3	91.7	0.8	66.7
Overall	93.8	91.7	97.9	77.1	87.5	0.5	93.8	0.9	85.4

## (e) 生計と世帯収入

プロジェクト対象地域に住む世帯の主な職業を表 5.2.46 に示す。

その他（無職・高齢者・退職者）が 36%と最も多く、次いで労働者が 25.3%となっている。

表 5.2.46 主な職業（サンプル調査）

Tehsil	サンプル世帯の職業 (%)							
	農業	公務員	民間サービス業	ビジネス・商店	家畜	海外勤務	労働	その他（無職・高齢者・退職者）
Haripur	7.8	6.0	9.5	4.3	1.7	3.4	28.4	38.8
Khanpur	8.8	23.5	5.9	5.9	8.8	5.9	14.7	26.5
全体	8.0	10.0	8.7	4.7	3.3	4.0	25.3	36.0

プロジェクト対象地域の平均世帯年収及び1人当たりの年間平均所得を表 5.2.47 に示す。世帯の一人当たり年間平均所得は PKR 125,184 であり、世帯の年間平均所得は PKR 980,604 である。

表 5.2.47 平均世帯年収及び1人当たりの年間平均所得

Tehsil	平均世帯年収	1人当たり平均年間所得
	(PKR)	(PKR)
Haripur	973,444	120,841
Khanpur	1,002,083	139,826
全体	980,604	125,184

プロジェクト対象地域の年間平均支出を表 5.2.48 に示す。食料品と非食料品の両方に対する家計の年間平均支出は PKR 936,584 と推定される。総支出のうち、食料品が 49.8%、非食品が 50.2%であった。

表 5.2.48 年間平均支出（サンプル調査）

Tehsil	総支出 (Rs./年)	食費		非食品		非食品の内訳			
						衣類、靴、化粧品	水道光熱費	医療費	臨時費用（社交行事、教育費）
		(PKR)	(%)	(PKR)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
Haripur	924,772	463,311	50.1	461,461	49.9	9.1	28.3	47.8	14.7
Khanpur	972,021	476,290	49.0	495,731	51.0	20.0	26.6	36.6	16.9
全体	936,584	466,556	49.8	470,029	50.2	12.0	27.9	44.8	15.3

## (4) 補償・支援の具体策

## 1) 損失補償

## (a) カットオフデート

本 ARAP 調査では、損失インベントリ調査やセンサス調査を、2024 年 7 月 10 日から 2024 年 7 月 31 日まで実施しており、カットオフデートを調査が完了した 2024 年 7 月 31 日に設定した。カットオフデートは住民協議会を通じて地元コミュニティに共有した。

## (b) 参加資格

適用される国内法の枠組み、JICA ガイドラインに従い、以下の原則が補償、住民移転、生計回復／コミュニティ開発プログラムの指針となる。

- ・ 一時的、恒久的取得を問わず、法的所有権、慣習上の土地権利の有無にかかわらず、土地または土地以外の資産を失うすべての土地所有の被災者
- ・ 土地以外の資産すべてについて、登録の有無にかかわらず、現行の借地権取り決めに基づく借地人及び小作人
- ・ 所有権、非所有権、登録、未登録、借地人、賃貸人、侵入者、不法占拠者を含む、建造物及び公共施設の使用を失う者
- ・ 事業、収入、労働者の給与を失う者、または土地、農作物、事業運営への妨害等、恒久的及び建設中の一時的な影響を受ける個人または事業者
- ・ 共同財産、土地、公共インフラを失う者
- ・ 国勢調査／影響評価調査／分析を通じて特定された弱者
- ・ 移転の場合、すべての影響を受ける者は、生計を再確立するための暫定的及びその他の支援を受ける

## (c) 補償の権利

### (i) 住民移転の原則

住民移転の影響に対処するため、本 ARAP は JICA ガイドラインと世銀（OP 4.12）で定義された資格と権利に従って作成され、以下の対策が含まれている。

- ・ 再定住と生活への影響に関する選択肢と権利についての情報を提供
- ・ 技術的・経済的に実行可能な再定住の代替案について協議し、選択肢を提供
- ・ プロジェクトに直接起因する損失資産目録に対して、再取得価格で迅速かつ効果的な補償を提供
- ・ 移転中の支援（引越し手当等）を提供
- ・ 居住用住宅、または住宅用地、あるいは必要に応じて、生産性、立地上の優位性、その他の要素の組み合わせが、少なくともプロジェクト前の状況に相当する優位性と同等である農業用地を提供
- ・ 生活と生活水準の回復に必要と思われる時間の合理的な見積もりに基づき、移転後の移行期間の支援を提供
- ・ 補償に加え、土地整備、信用供与、訓練、就業機会等の開発援助を提供

以下に説明する資格は、土地、建造物、その他の資産を失い、所得損失を被った被影響住民

に適用される。これらの被影響住民は復興補助金や損失補償を受ける資格がある。また、脆弱な被影響住民に対する特別規定も設けられる。

## (ii) 農地の権利

恒久的な土地の損失に対しては、以下の権利を有する。

- 合法的／適法な土地所有者（慣習上の権利を持つ場合も含む）には、再取得価格に15%の強制土地収用割増金を加算した現金が補償され、税金と譲渡費用は免除される。
- 公有地の借地権者は、失われた土地の残りの借地年数分（最大3年）の総収益の市場価値に相当する現金による回復を受ける。
- 侵害者は代わりに、農業所得の1年分に相当する特別な自己移転手当、または無償またはリースによる代替物の提供を通じて、土地利用の損失を回復する。

一時的な土地の損失に対しては、以下の権利を有する。

- 合法的／適法な土地所有者、借地人、侵入者は、失われた収穫物の平均市場価格と同額の現金補償を、失われた期間中、及び耕作可能な土地と耕作不可能な土地の両方を建設前の状態に戻すために受け取る。契約書に明記されることにより、請負業者は土地を元の居住者に戻す前に修復作業を実施することが求められる。
- 土地を失った深刻な影響を受けた人々には、標準的な農作物補償に加え、失われた土地の1年間（夏と冬）の収穫物の市場価値と同等の脆弱影響手当を1回支給する権利が与えられる。
- この手当の目的は、深刻な影響を受けた人が、土地や資産の喪失による短期的な悪影響を克服し、代替収入を得るための準備を進めている間に、変化した状況に再適応できるよう支援することである。このような深刻な避難民を注意深く監視する必要がある。一時的な支払い、最低限、以前と同等の生計レベルを提供するのに十分なものでなければならない。
- 現金以外の生活支援や、一時的・恒久的な雇用等、他の選択肢も検討される。所得回復のための追加措置は、プロジェクト実施中に検討される。

## (iii) 住宅用地の権利

住宅用地及び商業用地は、再取得価格で補償される。住宅地及び商業用地の所有者は以下の権利を有する。

- 合法的／適法な所有者は、失われた土地の市場価値に15%の強制土地収用割増金を加算した再取得価格による現金補償、または、失われた資産と同等の価値と立地の代替土地の形で補償される。
- 賃借人は、賃料の3カ月分、または、失われる可能性のある保証金を含む残存賃借期間に比例した額の現金補償によって補償される。

- ・ 侵入者／不法占拠者は、6 カ月分の収入をカバーする自己移転手当か、公有地内の代替区画の提供によって補償される。不動産の損失については補償されるが、占拠している土地については補償されない。

#### (iv) その他の資産及び収入

その他の資産及び収入について、所有者は以下の権利を有する。

- ・ 構造物は、再取得価格に 15%の強制土地収用割増金を加えた金額で現金補償される。救済可能な資材は、補償金が支払われていても所有者が持ち帰ることができる。
- ・ 家屋や建造物の賃貸人または賃借人は、賃料の 3 カ月分または残りの賃貸期間に比例した現金補償を受ける権利がある。
- ・ 農作物については、所有者、借地人、小作人は、合意された取り分に基づいて補償される。補償は、ラビ期（冬期）とカリフ期（夏期）の両方を含む 1 年間の収穫に対する市場価格の全額となる。
- ・ 果樹やその他の生産性の高い樹木は、失われた樹木の生産性まで再成長させるのに必要な期間、収入を補填するのに十分なレートに基づいて補償される。木材の供給源として使用される樹木は、将来の潜在的価値を十分に考慮した上で、木材生産量の市場価値に基づいて補償される。
- ・ 事業については、恒久的な事業損失については、1 年分の収入に相当する現金補償が行われる。一時的な損失に対しては、事業の中断期間に相当する現金補償が、最大 6 カ月、または建設活動に基づく収入損失期間をカバーする範囲で支払われる。
- ・ 労働者や従業員には、事業中断期間中の賃金損失に対し、最大 3 カ月または中断期間分を現金で補償する。
- ・ 移転を余儀なくされた被影響住民に対しては、移転支援金が支払われる。支援のレベルは、少なくとも 1 カ月間、または影響の深刻さに応じて、交通費と特別な生活費を賄うのに十分なものとする。
- ・ モスクやその他の宗教施設、墓地、学校、保健センター、病院、道路、上下水道管路を含むコミュニティ構造物や公共施設は、その提供レベルが最低でもプロジェクト前の状況になるよう、全面的に交換または修復される。
- ・ 脆弱な人々とは、月収が PKR 32,000 未満の世帯と定義される。この数字は、2023-24 年臨時政府官報によって定められた最低賃金を用いた貧困ライン以下に基づいている。

## 2) エンタイトルメント・マトリックス

本事業におけるエンタイトルメント・マトリックスを表 5.2.49 に示す。

表 5.2.49 エンタイトルメント・マトリックス

損失の種類	仕様	参加資格	エンタイトルメント
<b>1.土地</b>			
土地への恒久的な影響	土地の損失と影響の大きさは無関係	土地所有者	再取得価格により補償する。補償額は、KP-PID と土地所有者の交渉による和解、または LAA 第 23 条の規定に基づく評価(市場価格に、税金や課徴金が課されない損害賠償金を加算し、さらに 15%の強制土地収用割増金(CLAS)を加算した額。)による。
		土地の所有権を持たず不法に利用している人	土地の損失補償なし 小作地の年間生産高相当額の現金による収入再建手当、及び小作地特定の状況と避難民との協議に基づくその他の適切な再建手当。
住宅用地	土地の損失と影響の大きさは無関係	土地所有者	再取得価格に 15%の強制土地収用割増金を加算した金額を現金で支払う。
		土地の所有権を持たない人（不法占拠者）	土地の損失補償なし 最低賃金率または所得分析に基づいて査定された、3～6 カ月分の生活費に相当する現金による転居手当。 必要な場合は、社会的影響アセスメントを通じて決定される生活水準の向上を確保するために必要な追加的支援を行う。
<b>2.構造</b>			
住宅、農業、商業、公共、コミュニティ	構造の一部喪失	オーナー (リースでの土地利用者使用者を含む)	被害を受けた構造物（部分的に被害を受けた構造物の残存部分の機能可能性を考慮し、元の用途に復旧させるためのもの）に対し、減価償却費を加味せず、材料費、労務費、輸送費、その他の付随費用を市場価格で計算した再取得価格による現金補償。 失われた構造物から資材を引き揚げる権利
		賃借人、借主	構造物の損失部分の規模とすでに支払われたレンタル料（月額賃料）を残りのリース期間に比例した金額で返金テナントによる損失構造物への改善はすべて考慮され、協議会を通じて合意された再取得価格で補償。
	構造体の全損と移転	オーナー (リースでの土地利用者使用者を含む)	自己移転の場合、経年劣化による減価償却を加味せず、適用される手数料や税金等すべての取引費用を含む、再取得価格で補償。 影響を受けた建造物を復旧する権利。
		賃借人、借主	残存賃貸期間に応じた賃貸料（月額賃料）の現金返還 テナントによる損失構造物への改善はすべて考慮され、協議会を通じて合意された再取得価格で補償。
小構造物の移動 (フェンス、小屋、便所等)	所有者、賃借人、テナント	構造物の自己移転に対する市場価格での現金補償（労務費、資材費、輸送費、その他付随費用、必要に応じて、経年劣化による減価償却費は加味しない）。 または構造物の移転。	
3.農作物	影響を受けた作物	耕作者	作物の種類と総生産コストに基づき、失われた区画の大きさに比例した現在の市場レートによる現金補償（1年作物）。
4.樹木		耕作者	作物の種類と平均収量に応じた現在の市場価格で、果樹を同じ生産性レベルまで成長させるのに必要な期間、果樹を現金で補償する。 樹木の現金補償は、その樹種の現在の数量における木材価値の現在の市場レートと、苗木の購入費用及び樹木の交換に必要な投入資材の費用を加えたものである。

損失の種類	仕様	参加資格	エンタイトルメント
<b>5.再定住と移転</b>			
移転支援	あらゆる種類の構造物が影響を受ける	失われた土地や建造物のために移転が必要な被影響住民	このプロジェクトでは、対象となるすべての被影響住民が、プロジェクトのコリドー沿いの希望する場所に被災した建築物を移転できるようにし、プロジェクトに基づく支援として、1回につき 25,000 ルピー相当の自己移転手当が支払われる。
交通費支給	移転が必要なあらゆる種類の構造物	土地や建造物の喪失により移転が必要な被影響住民	住宅・商業用構造物または農業用構造物については、被影響住民の移転先での荷物の輸送と移動のために、現地の状況に応じて 10,000 ルピーまたはそれ以上の一時金が支払われる。
移転手当	移転が必要なすべての住宅構造物	建築物の移転を必要とするすべての被影響住民	ケース・バイ・ケースで、居住用建造物の喪失に直面した被影響住民は、最長 3 ヶ月の移転支援を受ける権利を有する。移転支援手当は、2023-24 年度の公式指定最低賃金率（すなわち 32,000 ルピー）に基づいて支給される。
深刻な影響	生産性の高い耕作地の 10%以上が失われる。	土地所有者／土地利用者で、土地ベースで生計を立てている被影響住民	権利付き補償及びその他の所得回復措置に加え、失われた土地の年間総収量の時価に相当するシビア・インパクト手当を 1 年間支給する。
<b>6.所得回復</b>			
事業損失	プロジェクトによる用地取得/住民移転または建設活動による一時的な事業損失	事業主	納税記録に基づく 6 カ月間の逸失利益相当額の現金補償、または納税記録がない場合は、納税記録がある同種の登録事業からの同等料金、または公的に指定された最低賃金率に基づいて計算された現金補償。
	用地取得/住民移転による恒久的な事業損失（代替事業の可能性なし）	事業主	納税記録に基づく 6 カ月間の逸失利益相当額の現金補償、または納税記録がない場合は、納税記録がある同種の登録事業からの同等料金、または公的に指定された最低賃金率に基づいて計算された現金補償。 そして 成人世帯員へのプロジェクトに基づく雇用の提供、または再研修を行い、追加助成金やマイクロクレジット、被影響者が代替収入創出活動を確立するための組織的／後方支援を受ける機会を提供する。
採用情報	用地取得/住民移転による雇用喪失（一時的または永続的）	影響を受ける事業により賃金に影響を受ける全従業員	プロジェクト実施地域の実勢賃金率に基づき、最長 3 カ月間、雇用記録と同等の賃金率で失われた賃金に相当する現金補償。 プロジェクトに基づく雇用や再訓練を提供し、被影響者が代替収入源となる活動を確立できるよう、追加的な財政的・組織的・後方支援を行う。
<b>7.特別規定</b>			
脆弱な被影響住民	生活改善	貧困線以下の人々、土地のない人々、法的権利のない人々、高齢者、女性、子ども、先住民等、すべての弱い立場にある被影響住民	第 1 項から第 7 項に基づき、失われた資産、移転、生計の回復に適用される補償金に加えて、弱者である被影響住民には以下が提供される： 被影響住民の生活水準が維持されるよう、収入分析及び被影響住民との協議に基づき、ARAP に定義されたとおり、公式に指定された最低賃金率に基づいて計算された 3 ヶ月間の生活費及びその他の適切な復旧措置。 プロジェクトベースの雇用の提供を優先する。
8.予期せぬ影響	随時	影響に直面しているすべての被影響住民	実施中に判明した予期せぬ影響は、直ちに報告され、是正措置が求められる。

## (5) 苦情処理メカニズム

### 1) 苦情処理の実施者

プロジェクト管理ユニット（PMU）はプロジェクトレベルで責任を負い、プロジェクト実施ユニット（PIU）は現場レベルのプロジェクト実施で責任を負う。

同様に、苦情処理委員会（GRC）はプロジェクトレベルと現場レベルで設置される。一般に、現場レベルの苦情やクレームは、PIU が現場レベルの GRC と連携して解決する。GRC は、プロジェクトの影響を受ける人、地元コミュニティ、地元の代表者と定期的に交流／連絡する。もし、PIU レベルで苦情が解決・救済されない場合、苦情は PMU レベルに回される。その後、PMU はプロジェクトレベルの GRC と連携して、苦情・クレームの解決・是正を行う。

プロジェクトレベルの GRC には、プロジェクトディレクター（PMU/KPID）、PMU の社会的セーフガードスタッフ（住民移転と社会動員）、歳入局の地区担当官／土地取得コレクターが含まれる。

プロジェクトレベルの GRC には、以下のメンバーが含まれる。

- i) PMU ディレクター
- ii) 歳入局の地方担当官/用地取得コレクター
- iii) 社会セーフガードスタッフ
- iv) 地元コミュニティの代表者

現場レベルの GRC には、以下のメンバーが含まれる。

- i) PMU ディレクター
- ii) 歳入局の地方担当官/用地取得コレクター
- iii) 社会セーフガードコンサルタントのスタッフ
- iv) 地元コミュニティの代表者
- v) 影響を受ける人々の代表者

### 2) 苦情処理の手順

苦情が申し立てられた際の苦情処理のプロセスは以下のとおりである。

- ① まず、PIU/非公式委員会/関係する地域コミュニティの代表者の関与を通じて、現場（フィールドレベル）で苦情解決が試みられる。
- ② 解決に至らない場合、14 日以内に歳入局の地区担当官／土地取得コレクター（LAC）に苦情を申し立てることができる。
- ③ 解決に至らない場合、苦情は GRC に申し立てることができる。GRC は苦情の登録から 3 週間以内に決定を下す。
- ④ 苦情処理の内容が申立人を満足させるものでなかった場合、LAA に規定されている手続きに従って、適切な裁判所に提訴することで、さらに追求することができる。

## (6) 実施体制

### 1) KP-PID 及びプロジェクト管理ユニット (PMU)

本事業は、KP-PID を実施機関として、プロジェクト全体の管理と実施に責任を負う。KP-PID はプロジェクト単位でプロジェクト管理ユニット (PMU) を設置し、PMU は ARAP に関連するすべての活動に対応する。PMU は Chief Engineer/Project Director が統括し、独自の技術スタッフ、契約スペシャリスト、調達スペシャリスト、及びその他の必要な職員が配置される。PMU の役割は、ARAP が効果的に実施され、プロジェクトが国内の法規制及び JICA ガイドラインの要件を遵守していることを監督、支援、確保することである。

### 2) プロジェクト実施コンサルタント (PIC)

PMU は、詳細設計に基づく最終的な ARAP の更新、実施、モニターを支援するために、必要な社会セーフガードチームを擁するプロジェクト実施コンサルタント (PIC) によって支援される。

社会セーフガードチームは、専任の住民移転専門家、女性を含む社会動員担当者 2 名で構成され、以下を担当する。

- ・ 歳入局 (BOR) による詳細測定調査 (DMS) の実施を支援し、全被影響住民の国勢調査と社会経済調査を実施する。
- ・ 対象者及び支援額の算定が ARAP 草案の資格・権利マトリックスの規定に従っていることを確認するため、BOR 及び関連部署に指示を出し、密接に調整する。
- ・ ARAP 実施のため、現場レベルの PIU を支援し、ARAP 実施における被影響住民との定期協議を実施する。
- ・ JICA の審査のため、ARAP 草案を更新すること。これには、その後の設計の更新・変更や、新たな影響や予期せぬ影響が生じた場合は是正措置を含む。
- ・ 最終 ARAP の概要を現地語または理解可能な言語で翻訳した後、最終 ARAP を被影響住民に開示する。
- ・ ARAP 活動の効果的な実施とモニタリングのため、被影響住民とその資産に関するデータベースを更新・維持すること。
- ・ ARAP を実施するための行動計画を作成する。
- ・ コミュニティの苦情解決のための苦情処理委員会 (GRC) の結成とオリエンテーションを促進する。
- ・ 被影響住民の苦情解決を支援し、苦情処理メカニズムの実施状況を監視し、定期的に報告し、苦情ログを管理する。
- ・ 生活再建活動を含む ARAP の効果的な実施において、PMU を支援する。
- ・ 補償金支払いに関する通知を権利のある被影響住民に配布する。

- ・ 権利のある被影響住民に補償金の支払いに関する通知を配布する。
- ・ 被影響住民／コミュニティと緊密な交流を図り、彼らの潜在的な懸念に対処する。
- ・ 被影響住民の補償請求の提出について適切な指導を行う。
- ・ 被影響住民が（もしあれば）不満を GRC の前に提出するのを支援し、それでも解決しない場合は裁判所に相談する。被影響住民は、希望するときに自由に裁判所に行くことができる。
- ・ BOR と協議し、正式な所有権移転とともに、自主的な土地寄付の可能性を探る。
- ・ PMU に提出するための ARAP 実施に関する月次進捗報告書、及び PMU と JICA に提出するための半年ごとの内部モニタリング報告書を作成する。
- ・ ARAP 実施の検証のための半年ごとの外部モニタリング報告書を作成し、PMU と JICA に提出する。
- ・ その他の関連活動において被影響住民を支援する。

### 3) 州政府

州レベルでは、土地収用に関する懸念事項は歳入委員会が対応し、懸念事項は地区担当官(歳入)が対応する。その他の支援スタッフ、特にパトワリ（土地台帳の管理担当者）は、土地の権利証の確認や検証等、特定の機能を果たす。土地以外の資産、例えば建造物や建物、樹木や農作物の補償、及び収入の回復や生活支援に関する機能、評価や査定は、関係部門の地区担当官が対応する。

### 4) 用地取得/住民移転委員会

上記各部門・機関の効率的な連携により、対象となる権利保有者には補償の査定と支払いが実施される。対象となる権利保有者への適時な支払いを確保することで、プロジェクトの円滑かつ適時の実施が確保される。この目的のため、土地収用及び再定住委員会を設置する必要がある。

### 5) 独立モニタリングコンサルタント(IMC)

独立モニタリングコンサルタント(IMC)が PMU によって採用され、開始期間には四半期ごとに、その後は ARAP の実施に関する年 2 回の外部モニタリング報告書を作成する。作成された外部モニタリング報告書は、プロジェクトの影響を受ける人々に開示されるとともに、EA のウェブサイトにもアップロードされる。

### 6) 実施体制図

プロジェクトの実施体制図を図 5.2.39 に示す。苦情は苦情処理委員会から KP-PID へ報告され、JICA にも共有される。

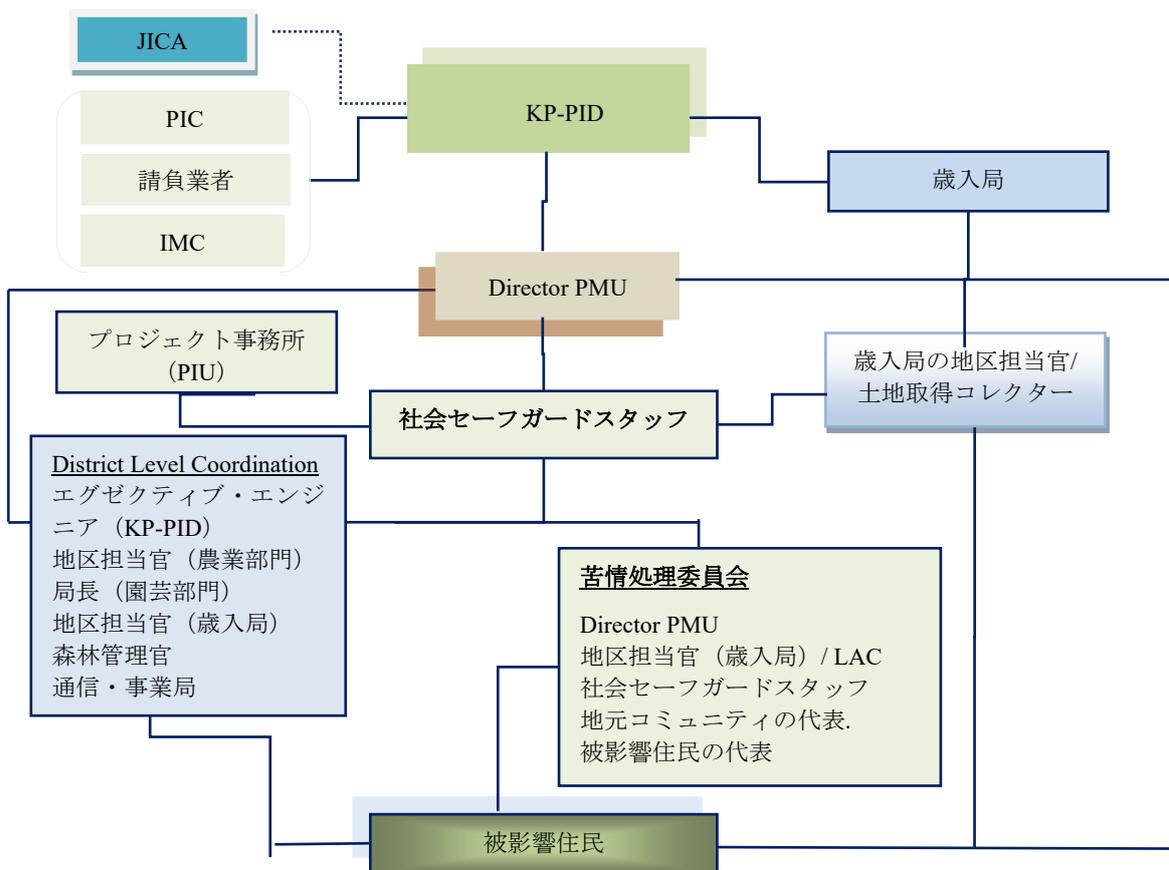


図 5.2.39 実施体制

(7) 実施スケジュール

ARAP 実施スケジュールを図 5.2.40 に示す。住民移転活動は、本事業の施工スケジュールと調整される。すべての損失に対する補償が全額支払われてから施工工事が開始される。

Work Item		1	2	~	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	本ARAPの作成	■	■										
2	詳細設計 (D/D) の準備及び実施			D/D準備	D/D実施	■	■	■	■				
3	PMU、PIU設立							■					
4	社会セーフガードスタッフ配置							■					
5	プロジェクト実施事務所 (PIO) 設置							■					
6	苦情処理委員会 (GRC) の設置							■					
7	再取得価格調査							■					
8	被影響世帯とのコンサルテーション								■	■	■		
9	被影響世帯への補償支払い								■	■	■	■	
10	土地の引き渡し									■	■	■	■

図 5.2.40 ARAP 実施スケジュール

## (8) 費用と財源

住民移転に関わる費用は政府資金によって賄われる。住民移転に関わる補償の見積額を表 5.2.50 に示す。総額は7,001万9,000PKRとなっている。補償額については、ARAP開始時に、KP-EPAの収入担当スタッフにより、詳細設計と建設活動に基づく影響の再評価が行われ、それに基づいて、補償の支払いが被影響世帯に行われる。

表 5.2.50 住民移転補償の見積額

	項目	被影響世帯	単位	数量	単価 (PKR)	金額 (M.PKR)
<b>A</b>	<b>恒久的土地取得による影響</b>	<b>合計 A (1~7)</b>				<b>29.765</b>
A-1	土地取得代	小計 (A-1)				27.389
i)	土地の占有に対する支払い (年間地代)	16	ha	3.420	Various	27.389
A-2	農作物補償	小計 (A-2)				0.246
i)	農作物への影響	9	ha	1.198	205,542	0.246
A-3	樹木の補償	小計 (A-3)				0.474
i)	木材/燃料用樹木	4	数	205	2,250	0.461
ii)	果樹	1	数	1	12,899	0.013
A-4	住宅用建造物の損失	小計 (A-4)				0.572
ii)	泥構造 (9小屋)	4	Sq.ft	3146.08	182	0.572
A-5	支給可能な手当/生計回復 (推定)	小計 (A-5)				0.412
i)	移転支援	4	数	4	25,000	0.100
ii)	交通費/交替手当	4	数	4	15,000	0.060
iii)	移行支援手当	4	数	4	63,000	0.252
A-6	土地取得のための所得回復補償金	小計 (A-6)				0.288
i)	生産性向上支援 (PAH/32,000 ルピー)	9	数	9	32,000	0.288
A-7	脆弱性手当	小計 (A-7)				0.384
i)	収入が貧困ラインを下回る PAHs	4	数	4	96,000	0.384
<b>B</b>	<b>一時的な土地占有による影響</b>	<b>合計 B (1~5)</b>				<b>9.656</b>
B-1	土地借用代	小計 (B-1)				3.835
i)	土地の占有に対する支払い (年間地代)	28	ha	13.524	Various	3.835
B-2	農作物補償	小計 (B-2)				2.513
i)	一時的土地の借用地の作物影響	20	ha	12.226	205,542	2.513
B-3	樹木の補償	小計 (B-3)				1.324
i)	木材/燃料用樹木	13	数	454	Various	1.112
ii)	果樹	7	数	34	Various	0.212
B-4	土地占拠に対する所得回復補償金	小計 (B-4)				0.640
i)	生産性向上支援 (PAH/32,000 ルピー)	20	数	20	32,000	0.640
B-5	脆弱性手当	小計 (B-5)				1.344
i)	収入が貧困ラインを下回る PAHs	14	数	14	96,000	1.344
<b>C</b>	<b>ARAP の実施</b>	<b>小計 (C)</b>				<b>11.940</b>
i)	ARAP の実施及び運営支援 (ARAP 実施チーム)		一式			5.400
ii)	社会的動員		月	6	90,000	0.540
iii)	訓練と能力開発 (熟練/未熟練、CBDRM、ERT、EWS 等)		一式			2.500
iv)	独立監視機関		一式			3.500
<b>D</b>	<b>利益分配と地域支援プログラム</b>	<b>小計 (D)</b>				<b>2.500</b>
i)	利益配分と社会開発計画のコスト	プロジェクト AOI	一式		N.A.	2.500
<b>E</b>	<b>合計 (A~D) :</b>					<b>53.861</b>
<b>F</b>	<b>不測の事態 30%</b>					<b>16.158</b>
	<b>合計 (E+F) (単位: 百万 PKR)</b>					<b>70.019</b>

## (9) 実施機関によるモニタリング体制

本事業における住民移転計画(要約版)では、内部モニタリング及び外部のモニタリングを行う。

内部モニタリングは KP-PID の PMU が実施し、外部モニタリングは KP-PID が承認した IMC を雇用することによって実施される。IMC は国内コンサルタントの中から選定される。

### 1) 内部モニタリング

内部モニタリングは PMU によって定期的に行われ、その結果は四半期ごとのプロジェクト実施報告書を通じて関係する被影響住民に通知される。具体的なモニタリング指標は以下のとおりである。

- ・ 被影響住民との協議
- ・ 土地取得の状況と土地補償の支払い状況
- ・ 影響を受けた建造物やその他の資産に対する補償
- ・ 被影響住民の移転
- ・ 収入損失に対する支払い状況
- ・ 代替地の選定と配分
- ・ 所得回復活動
- ・ コミュニティ支援計画の実施状況
- ・ 法的措置を含む苦情処理

### 2) 外部モニタリング

外部モニタリングは年に 2 回 IMC によって実施され、その結果は半期ごとの外部モニタリング報告書として、関係するすべての被影響住民、PMU に通知される。実施期間が 6 ヶ月未満のプロジェクトについては、ARAP の実施状況を確認・検証するため、外部モニタリングを 1 回実施する。外部モニタリングの指標は以下の通りである。

- ・ PMU と現地事務所 (PIU) が作成した内部モニタリング報告書のレビューと検証
- ・ 社会経済ベースライン、移転前の人々の国勢調査情報のレビュー
- ・ 影響指標の特定と選定
- ・ 影響を受ける人々との公式・非公式な調査による影響評価
- ・ 被影響住民、関係者、コミュニティリーダー／長老との協議
- ・ 再定住の効率性、効果、影響、持続可能性を評価し、将来の再定住政策の策定と計画のための教訓を引き出す。

IMC はまた、女性世帯主、障害者・高齢者、貧困層の世帯等、プロジェクトの影響を受ける社会的弱者の状況も評価する。モニタリングと評価の指標の基礎として、以下を考慮する。

- ・ 再定住後の被影響住民の社会経済状況
- ・ 権利、補償、選択肢、代替地開発、移転計画等に関する被影響住民の反応
- ・ 住宅と所得水準の変化
- ・ 不法占拠者の更生
- ・ 財産の評価
- ・ 苦情処理手続き
- ・ 補償金の支払い
- ・ 再定住後の被影響住民の満足度

### 3) IMC によるプロジェクト終了後の評価

IMC は、プロジェクト実施完了の約 1 年後に、ARAP の目的が達成されたかどうかを確認するために事後評価を行う。調査の結果、ARAP の目標が達成されていないと判断された場合は、被影響住民に対して適切な補足支援／行動計画を行うよう勧告する。

### 4) IMC レポートの開示

半期ごとの外部モニタリングの結果は、被影響住民、PMU に通知される。報告書は KP-PID の HP にアップロードされ、電子版はプロジェクトの影響を受けるコミュニティに提供される。事後評価の結果も、同様にすべての関係者に通知される。

## (10) 住民協議

### 1) 目的

RAP 調査の一環として、本事業の利害関係者及び地域住民を対象に、主に以下を目的として住民協議会（パブリックコンサルテーション）を実施した。

- ・ 利害関係者にプロジェクト情報を共有し、プロジェクトに対する認識と潜在的な影響に関する意見を求めること
- ・ 起こりうる住民移転の影響の特定
- ・ KP-PID と利害関係者間の協議窓口の構築と維持
- ・ ARAP の実施中に起こりうる問題や懸念事項に対する最も受け入れ可能な解決策と緩和策の特定
- ・ 社会的影響／リスクに関するフィードバックを受け、その重要性を検証すること
- ・ 影響／社会的リスクを回避・低減し、プロジェクトの便益を向上させるため、利害関係者の意見や懸念を可能な限り反映すること
- ・ 社会経済ベースラインデータを収集すること

### 2) 住民協議会の概要

住民協議会は、2024 年 7 月に合計 21 回実施し、プロジェクト地域の住民 98 人（男性 67 人、女性 31 人）と協議した。住民協議会の概要を表 5.2.51 に示す。

表 5.2.51 住民協議会の概要

No.	開催日	場所	参加者のカテゴリ	参加者数
1.	2024 年 7 月 10 日	Ali Khan, Sarai Saleh, Tehsil & District Haripur	地元コミュニティ/ 受益者/被影響住民	4
2.	2024 年 7 月 11 日	Ali khan, Sarai Saleh, Tehsil & District Haripur	地元コミュニティ/ 受益者/被影響住民	7
3.	2024 年 7 月 11 日	Sikandarpur, Tehsil & District Haripur	地元コミュニティ/ 受益者/被影響住民	4
4.	2024 年 7 月 12 日	Sikandarpur, Tehsil & District Haripur	地元コミュニティ/ 受益者/被影響住民	5
5.	2024 年 7 月 12 日	Sikandarpur, Tehsil & District Haripur	地元コミュニティ/ 受益者/被影響住民	5
6.	2024 年 7 月 12 日	Ali khan, Sarai Saleh, Tehsil & District Haripur	地元コミュニティ/ 受益者/被影響住民	3
7.	2024 年 7 月 12 日	Deri Sikandarpur, Tehsil & District Haripur	地元コミュニティ/ 受益者/被影響住民	6
8.	2024 年 7 月 13 日	Mohalla Rasheedabad, Sikandarpur,	地元コミュニティ/ 受益者/被影響住民	3

No.	開催日	場所	参加者のカテゴリ	参加者数
		Tehsil & District Haripur		
9.	2024年7月13日	Mora Ghazan, Tarnana, Tehsil & District Haripur	地元コミュニティ/ 受益者/被影響住民	3
10.	2024年7月13日	Gakar, Najabpur, Tehsil & District Haripur	地元コミュニティ/ 受益者/被影響住民	3
11.	2024年7月13日	Gakar, Najabpur, Tehsil Khanpur, District Haripur	地元コミュニティ/ 受益者/被影響住民	8
12.	2024年7月13日	Mora Ghazan, Najabpur, Tehsil Khanpur, District Haripur	地元コミュニティ/ 受益者/被影響住民	5
13.	2024年7月14日	Mora Ghazan, Najabpur, Tehsil Khanpur, District Haripur	地元コミュニティ/ 受益者/被影響住民	4
14.	2024年7月26日	Manakrai, Manakrai, Tehsil & District Haripur	地元コミュニティ/ 受益者/被影響住民	1
15.	2024年7月26日	Manakrai, Manakrai, Tehsil & District Haripur	地元コミュニティ/ 受益者/被影響住民	6
地元女性との協議				
16.	2024年7月11日	Ali khan, Haripur, Tehsil & District Haripur	地元コミュニティ/ 受益者/被影響住民	4
17.	2024年7月11日	Sikandarpur, Haripur, Tehsil & District Haripur	地元コミュニティ/ 受益者/被影響住民	4
18.	2024年7月12日	Sarai Saleh, Haripur, Tehsil and District Haripur	地元コミュニティ/ 受益者/被影響住民	4
19.	2024年7月12日	Ali Khan, Haripur, Tehsil & District Haripur	地元コミュニティ/ 受益者/被影響住民	8
20.	2024年7月14日	Khanpur, Khanpur, Tehsil Khanpur, District Haripur	地元コミュニティ/ 受益者/被影響住民	5
21.	2024年7月14日	Dhari, Haripur, Tehsil & District Haripur	地元コミュニティ/ 受益者/被影響住民	6

### 3) 協議内容

住民協議会で出された主な懸念事項とそれに対するフィードバックの内容を表 5.2.52 に示す。

表 5.2.52 地域住民の懸念事項とフィードバック

懸念事項	フィードバック	備考
被災した住宅施設やその他の民間/地域資産に対する補償は、現在の市場価格/再取得価格に従って設定されるべきである。	補償率は再取得価格に基づいて評価される。	JICAガイドラインに従い、建造物の評価は、現在の市場価格及び類似の建造物/資産の新築価格に基づいている。
非熟練労働者/半熟練労働者は、地元住民から雇用されるべきである。この機会には、プロジェクト地域の被影響住民/地域住民の家計収入を増やすのに役立つ。	必要な非熟練労働力は、地元住民、できれば被影響住民から調達する。	この問題を解決するために、請負契約条項が設けられるかもしれない。
モスクのような宗教的・教育的建造物（常設・仮設を問わず）は保存・回避すべきである。	一般的に、宗教施設や住居の移転は、やむを得ず移転しなければならないものを除き回避する。	回避できない場合は、移転や移設が必要となる。
建設工事中、水路の特定の場所での女性や地元の人々の移動・通行を妨げてはならない。	作業のタイミングは、女性の日常生活や移動の妨げにならないように調整される。	請負業者は、適切な場合には地元の労働力を雇用し、健康、衛生、交通安全に対する意識を促進する。閑散時間帯に機材運搬等を予定する。
集落の移転は、可能であれば設計を変更することで最小限に抑えるべきである。	詳細設計は、社会的影響/リスクを回避/最小化することを考慮して最終決定される。	設計コンサルタントはこの点に注意する必要がある。
脆弱な被影響住民に対する補償金の支払いは確実に行われるべきである。	補償金だけでなく、リハビリ支援や脆弱性手当も支払われる。	社会的弱者への支払いと手当は、本 ARAP に示された受給資格マトリックスに従って支払われる。

懸念事項	フィードバック	備考
資産の移転のための輸送と、プロジェクトの影響を受けるすべての人々への適時の補償が必要である。	移転と補償の問題に対処するため、本 ARAP に示されるように、被影響住民との協議の中で権利マトリックスが作成された。	参加資格と受給資格のマトリックスはARAPに示されている。
補償に加えて、被影響住民への生活支援も提供されるべきである。	移転とリハビリテーションの支援と手当は、受給資格マトリックスに従った受給資格のある被影響住民が対象となる。	補償は資格マトリックスに従って行われる。
被影響住民の生活への影響を最小化するため、土木工事の開始前にすべての損失に対する補償を行うべきである。	土木工事の開始前に、資格と権利のある被影響住民にすべての支払いが行われることが保証される。	補償は資格マトリックスに従って行われる。

### 5.2.3.3 その他

#### (1) モニタリングフォーム案

モニタリング計画に対するモニタリングフォーム案を以下に示す。

##### 1) 大気質

基本情報 Basic Information	モニタリング項目 Monitoring Item	結果 Result	備考 Remarks
日時 Date/Time: 調査員 Surveyor's Name: 場所 Location:	工事中の粉じん Checking the dust level during construction 粉じん飛散防止対策 Implementation of dust dispersion prevention measures		目視 Visual examination

##### 2) 水質汚濁・底質

基本情報 Basic Information	モニタリング項目 Monitoring Item	結果 Result	備考 Remarks
日時 Date/Time: 調査員 Surveyor's Name: 場所 Location:	工事中の濁度・油分 Checking the turbidity and oil during construction 水質調査 Water quality testing		目視 Visual examination 異常発生時 When an abnormality occurs

##### 3) 廃棄物

基本情報 Basic Information	モニタリング項目 Monitoring Item	結果 Result	備考 Remarks
日時 Date/Time: 調査員 Surveyor's Name: 場所 Location:	廃棄物の処理状況 Checking waste disposal		作業員への聞き取り Interviews with workers 目視 Visual examination

##### 4) 土壌汚染

基本情報 Basic Information	モニタリング項目 Monitoring Item	結果 Result	備考 Remarks
日時 Date/Time: 調査員 Surveyor's Name: 場所 Location:	燃料、オイル等の土壌への流出の有無 Checking the fuel, oil, etc. leakage		作業員への聞き取り Interviews with workers 目視 Visual examination

5) 騒音・振動

基本情報 Basic Information	モニタリング項目 Monitoring Item	結果 Result	備考 Remarks
日時 Date/Time:	稼働時間		作業員への聞き取り Interviews with workers
調査員 Surveyor's Name:	Checking the working hour		
場所 Location:	オペレーターへの操作指導 Operational instruction to operators		

6) 生態系

基本情報 Basic Information	モニタリング項目 Monitoring Item	結果 Result	備考 Remarks
日時 Date/Time:	住民移転計画(要約版)に基づく補償 Checking the compensation based on ARAP		被影響世帯への聞き取り Interviews with Project Affected Households (PAHs)
調査員 Surveyor's Name:			
場所 Location:			

7) 用地取得/住民移転

基本情報 Basic Information	モニタリング項目 Monitoring Item	結果 Result	備考 Remarks
日時 Date/Time:	住民移転計画(要約版)に基づく補償 Checking the compensation based on ARAP		被影響世帯への聞き取り Interviews with PAHs
調査員 Surveyor's Name:			
場所 Location:			

8) 貧困層

基本情報 Basic Information	モニタリング項目 Monitoring Item	結果 Result	備考 Remarks
日時 Date/Time:	住民移転計画(要約版)に基づく補償 Checking the compensation based on ARAP		被影響世帯への聞き取り Interviews with PAHs
調査員 Surveyor's Name:			
場所 Location:			

9) 雇用や生計手段等の地域経済

基本情報 Basic Information	モニタリング項目 Monitoring Item	結果 Result	備考 Remarks
日時 Date/Time:	住民移転計画(要約版)に基づく補償 Checking the compensation based on ARAP		被影響世帯への聞き取り Interviews with PAHs
調査員 Surveyor's Name:			
場所 Location:			

10) HIV/AIDS等の感染症

基本情報 Basic Information	モニタリング項目 Monitoring Item	結果 Result	備考 Remarks
日時 Date/Time:	感染症発症者の有無 Presence or absence of infectious disease cases 感染症予防策の指導 Guidance on infectious disease prevention measures		作業員への聞き取り Interviews with workers
調査員 Surveyor's Name:			
場所 Location:			

11) 労働環境

基本情報 Basic Information	モニタリング項目 Monitoring Item	結果 Result	備考 Remarks
日時 Date/Time:	安全啓発 Safety awareness		作業員への聞き取り Interviews with workers
調査員 Surveyor's Name:			
場所 Location:			

12) 事故

基本情報 Basic Information	モニタリング項目 Monitoring Item	結果 Result	備考 Remarks
日時 Date/Time:	安全教育 Safety Training		作業員への聞き取り Interviews with workers
調査員 Surveyor's Name:			
場所 Location:			

13) 苦情処理

基本情報 Basic Information	モニタリング項目 Monitoring Item	結果 Result	備考 Remarks
日時 Date/Time:	苦情処理 Handling complaints		作業員への聞き取り Interviews with workers
調査員 Surveyor's Name:			
場所 Location:			

(2) 環境チェックリスト

環境チェックリストを以下に示す。

表 5.2.53 環境チェックリスト

分類	環境項目	主なチェック事項	Yes: Y No: N	具体的な環境社会配慮 (Yes/Noの理由、根拠、緩和策等)
1 許認可・ 説明	(1)EIAおよび環境許認可	(a) 環境アセスメント報告書 (EIAレポート)等は作成済みか。 (b) EIAレポート等は当該国政府により承認されているか。 (c) EIAレポート等の承認は付帯条件を伴うか。付帯条件がある場合は、その条件は満たされるか。 (d) 上記以外に、必要な場合には現地の所管官庁からの環境に関する許認可は取得済みか。	(a)N (b)- (c)- (d)-	(a)本業務においてEIAは不要であるが、IEEまたはGEAは必要となる可能性は指摘されており、必要な場合は、詳細設計調査終了時までにはKP-EPAの承認を得る必要がある。 (b)- (c)- (d)-
	(2)現地ステークホルダーへの説明	(a) プロジェクトの内容および影響について、情報公開を含めて現地ステークホルダーに適切な説明を行い、理解を得ているか。 (b) 住民等からのコメントを、プロジェクト内容に反映させたか。	(a)Y (b)Y	(a)2023年11/22-12/8にかけてステークホルダー協議を開催し、概ね理解を得ている。 (b)住民等からのコメントは、可能な限りプロジェクトに反映される。
	(3)代替案の検討	(a) プロジェクト計画の複数の代替案は (検討の際、環境・社会に係る項目も含めて) 検討されているか。	(a)Y	(a)法線形の代替案等で比較検討する。
2 汚染対策	(1)水質	(a) プロジェクトの実施によって下流の河川流量が変化 (主に水位低下) すること等により環境基準等と整合しない区間が生じるか。	(a)-	(a)本事業により河川流量の変化は生じないが、護岸工事に伴い、土砂が河川に流出し濁水が発生する可能性がある。工事中は、仮締切埋とポンプ排水によるドライ施工を行うことで、掘削箇所から土砂が河川に流出しないような施工を行う。
	(2)廃棄物	(a) 大量の掘削土・浚渫土砂が発生する場合、当該国の規定に従って適切に処理・処分されるか。	(a)Y	(a)本事業ではおもに掘削残土が発生する。発生した残土は埋め戻しや敷地造成に利用する。
	(3)地盤沈下	(a) 掘削による地下水位の低下、地盤沈下が生じる恐れがあるか。必要に応じ対策はとられるか。	(a)N	(a)本事業では、Sikandaer Purにおいて20万㎡以上の掘削工が発生するが、地層が砂礫地盤で圧密層がないため地盤沈下は想定されない。Ali Khan及びMohra Ghazanでは地盤沈下を引き起こすような大規模な掘削等は行わない。

分類	環境項目	主なチェック事項	Yes: Y No: N	具体的な環境社会配慮 (Yes/Noの理由、根拠、緩和策等)
3 自然 環境	(1)保護区	(a) サイトは当該国の法律・国際条約等に定められた保護区内に立地するか。プロジェクトが保護区に影響を与えるか。	(a)N	(a)本事業の対象地域は保護区外である。
	(2)生態系	(a) サイトは原生林、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）を含むか。 (b) サイトは当該国の法律・国際条約等で保護が必要とされる貴重種の生息地を含むか。 (c) 生態系への重大な影響が懸念される場合、生態系への影響を減らす対策はなされるか。 (d) 流量減少、海水の遡上等による下流域の水生生物、動植物及び生態系に悪影響を及ぼすか。 (e) プロジェクトによる流況変化が河川の水域環境に悪影響を及ぼすか。水生生物等への影響を減らす対策はなされるか。	(a)N (b)N (c)N (d)N (e)N	(a)事業サイトは原生林、熱帯の自然林、生態学的に重要な生息地を含まない。 (b)事業サイトはパキスタン国の法律・国際条約等で保護が必要とされる貴重種の生息地を含まない。 (c)生態系への重大な影響は想定されない。 (d)本事業により流量減少や海水遡上等は発生しない。 (e)工事中は、仮締切埋とポンプ排水によるドライ施工を行うことで、掘削箇所から土砂が河川に流出しないような施工を行い、濁水の発生を防止する。
	(3)水象	(a) プロジェクトによる水系の変化に伴い、地表水・地下水の流れに悪影響を及ぼすか。	(a)N	(a)Sikandarpurでは低水路を河道中央に整備し、左岸側に寄っているみお筋を河道中央に線形を修正（瀬替え）する。そのため、短期的には低水路幅は広がるが、その中で蛇行する（みお筋が形成される）ため、長期的には流況は大きく変化しない。 なお、いずれも河岸の侵食が問題となっている箇所であるが、事業により河岸の侵食が防止される。
	(4)地形・地質	(a) 河川、水路掘削に伴い、計画地周辺の地形・地質構造の大規模な変化が生じるか。	(a)N	(a)地形・地質構造の大規模な変化が生じる工事は実施しない。
4 社 会 環 境	(1)住民移転	(a) プロジェクトの実施に伴い非自発的住民移転は生じるか。生じる場合は、移転による影響を最小限とする努力がなされるか。 (b) 移転する住民に対し、移転前に補償・生活再建対策に関する適切な説明が行われるか。 (c) 住民移転のための調査がなされ、再取得価格による補償、移転後の生活基盤の回復を含む移転計画が立てられるか。 (d) 補償金の支払いは移転前に行われるか。 (e) 補償方針は文書で策定されているか。 (f) 移転住民のうち特に女性、子供、老人、貧困層、少数民族・先住民等の社会的弱者に適切な配慮がなされた計画か。 (g) 移転住民について移転前の合意は得られるか。 (h) 住民移転を適切に実施するための体制は整えられるか。十分な実施能力と予算措置が講じられるか。 (i) 移転による影響のモニタリングが計画されるか。 (j) 苦情処理の仕組みが構築されているか。	(a)N (b)- (c)- (d)- (e)- (f)- (g)- (h)- (i)- (j)-	(a)本事業による住民移転は発生しない。 (b)- (c)- (d)- (e)- (f)- (g)- (h)- (i)- (j)-
	(2)生活・生計	(a) プロジェクトによる住民の生活への悪影響が生じるか。必要な場合は影響を緩和する配慮が行われるか。 (b) プロジェクトによる取水等の水利用（地表水、地下水）によって周辺及び下流域の漁業及び水利用に悪影響を及ぼすか。 (c) 水を原因とする、もしくは水に関連する疾病（住血虫症、マラリア、糸状虫症等）は発生するか。	(a)N (b)N (c)N	(a)本事業により、地域住民の家屋等は河川浸食から保護される。 (b)本事業による水利用はない。 (c)本事業により、水を原因とする疾病は想定されない。
	(3)文化遺産	(a) プロジェクトにより、考古学的、歴史的、文化的、宗教的に貴重な遺産、史跡等を損なう恐れはあるか。また、当該国の国内法上定められた措置が考慮されるか。	(a)N	(a)本事業により、考古学的、歴史的、文化的、宗教的に貴重な遺産、史跡等を損なうことはない。
	(4)景観	(a) 特に配慮すべき景観が存在する場合、それに対し悪影響を及ぼすか。影響がある場合には必要な対策は取られるか。	(a)N	(a)特に配慮すべき景観への悪影響はない。
	(5)少数民族、先住民	(a) 少数民族、先住民の文化、生活様式への影響を軽減する配慮がなされているか。 (b) 少数民族、先住民の土地及び資源に関する諸権利は尊重されるか。	(a)- (b)-	(a)本事業対象地域に少数民族、先住民は住んでいない。 (b)-
	(6)労働環境	(a) プロジェクトにおいて遵守すべき当該国の労働環境に関する法律が守られるか。 (b) 労働災害防止に係る安全設備の設置、有害物質の管理等、プロジェクト関係者へのハード面での安全配慮が措置されるか。 (c) 安全衛生計画の策定や作業員等に対する安全教育（交通安全や公衆衛生を含む）の実施等、プロジェクト関係者へのソフト面での対応が計画・実施されるか。 (d) プロジェクトに関する警備要員が、プロジェクト関係者・地域住民の安全を侵害することのないよう、適切な措置が講じられるか。	(a)Y (b)Y (c)Y (d)Y	(a)プロジェクトにおいて遵守すべき当該国の労働環境に関する法律を遵守する。 (b)プロジェクト関係者へのハード面での安全配慮が措置される。 (c)プロジェクト関係者へのソフト面での対応が計画・実施される。 (d)プロジェクトに関する警備要員が、プロジェクト関係者・地域住民の安全を侵害することのないよう、適切な措置を講じる。
5 そ の 他	(1)工事中の影響	(a) 工事中の汚染（騒音、振動、濁水、粉じん、排ガス、廃棄物等）に対して緩和策が用意されるか。 (b) 工事により自然環境（生態系）に悪影響を及ぼさないか。また、影響に対する緩和策が用意されるか。 (c) 工事により社会環境に悪影響を及ぼすか。また、影響に対する緩和策が用意されるか。	(a)Y (b)Y (c)Y	(a)工事中の汚染に対して緩和策が用意される。 (b)工事により自然環境（生態系）に悪影響を及ぼさない。 (c)考えられる悪影響について緩和策が用意される。
	(2)モニタリング	(a) 上記の環境項目のうち、影響が考えられる項目に対して、事業者のモニタリングが計画・実施されるか。 (b) 当該計画の項目、方法、頻度等はどのように定められているか。 (c) 事業者のモニタリング体制（組織、人員、機材、予算等とそれらの継続性）は確立されるか。 (d) 事業者から所管官庁等への報告の方法、頻度等は規定されているか。	(a)Y (b)- (c)Y (d)Y	(a)影響が考えられる項目に対して、モニタリングを計画している。 (b)当該計画の項目、方法、頻度等は適切なものと判断される。 (c)事業者は十分なモニタリング体制を確立する。 (d)事業者から所管官庁等への報告の方法、頻度等は規定されている。
6 留 意 点	他の環境チェックリストの参照	(a) 必要な場合は、森林に係るチェックリストの該当チェック事項も追加して評価すること。	(a)-	(a)-
	環境チェックリスト使用上の注意	(a) 必要な場合には、越境または地球規模の環境問題への影響も確認する（廃棄物の越境処理、酸性雨、オゾン層破壊、地球温暖化の問題に係る要素が考えられる場合等）。	(a)-	(a)-

### 5.3 当該国における無償資金協力事業実施上の留意点

#### 5.3.1 詳細設計実施に向けた留意事項の整理

本業務では、概略設計において基本的な検討はすべてなされている。ただし、以下のような懸念点があるため、詳細設計時に注意する必要がある。

- ・物価上昇、為替レートが想定以上となる可能性がある。大幅な変化があった場合、スコープカット等を視野に入れた検討が必要になる恐れがある。
- ・2024年の洪水シーズン中に、大規模出水があった場合、対象地点の地形が変わる可能性がある。洪水に関するニュースや、ローカルスタッフからの情報等を適宜確認する必要がある。大きく地形が変わった場合、測量を広範囲にやり直し・設計の見直しが必要となる場合がある。
- ・本事業の閣議決定前までに、パキスタン側での必要手続きである PC-1 の承認を終わらせる必要がある。(PC-1 の概要については 2.3 を参照) PC-1 の承認時期によっては、閣議決定及びその後の詳細設計、事業実施工程影響を及ぼす可能性がある。

#### 5.3.2 想定される事業リスクの検討

事業実施中、事業実施後に想定される各種リスクとその対応策は以下のとおりである。

表 5.3.1 事業実施中、事業実施後に想定される事業リスクの検討

時期	事業リスク	対応策
事業実施前・中	土地収用の遅れ	・先方政府 (KP-PID) への催促、働きかけ ・土地収用が進んだ箇所からの施工
事業実施中	治安の悪化による渡航制限	・ローカルスタッフによる施工管理対応 ・状況が極めて悪い場合は、工事中断を含めた検討と対応
実施後	十分な維持管理がされない	・DD 時の先方政府 (KP-PID) へ周知、働きかけ

### 5.4 その他

#### 5.4.1 マンセラとアボッタバード市内の河川調査

本業務の現地調査の中で、マンセラとアボッタバード市内の河川についても調査を行った。両市とも都市河川からの洪水被害に毎年悩まされており、特にマンセラ市内に関しては、大きな被害が発生している。ただし、調査の結果、河道とその周辺状況が複雑であり、ある地点での河川改修が他地点での被害拡大につながる恐れがあったため、今回の業務では援助対象としての選定を見送った。

これら洪水被害を軽減するには、まずはマスタープラン調査を行い、河川計画を立案したうえで、計画的な河川改修が必要である。参考として、次ページ以降に、マンセラの Bhoot Khata の調査結果を示す。(Khata は小川の意味)

**No.19 Bhoot Khata (Mansehra)**

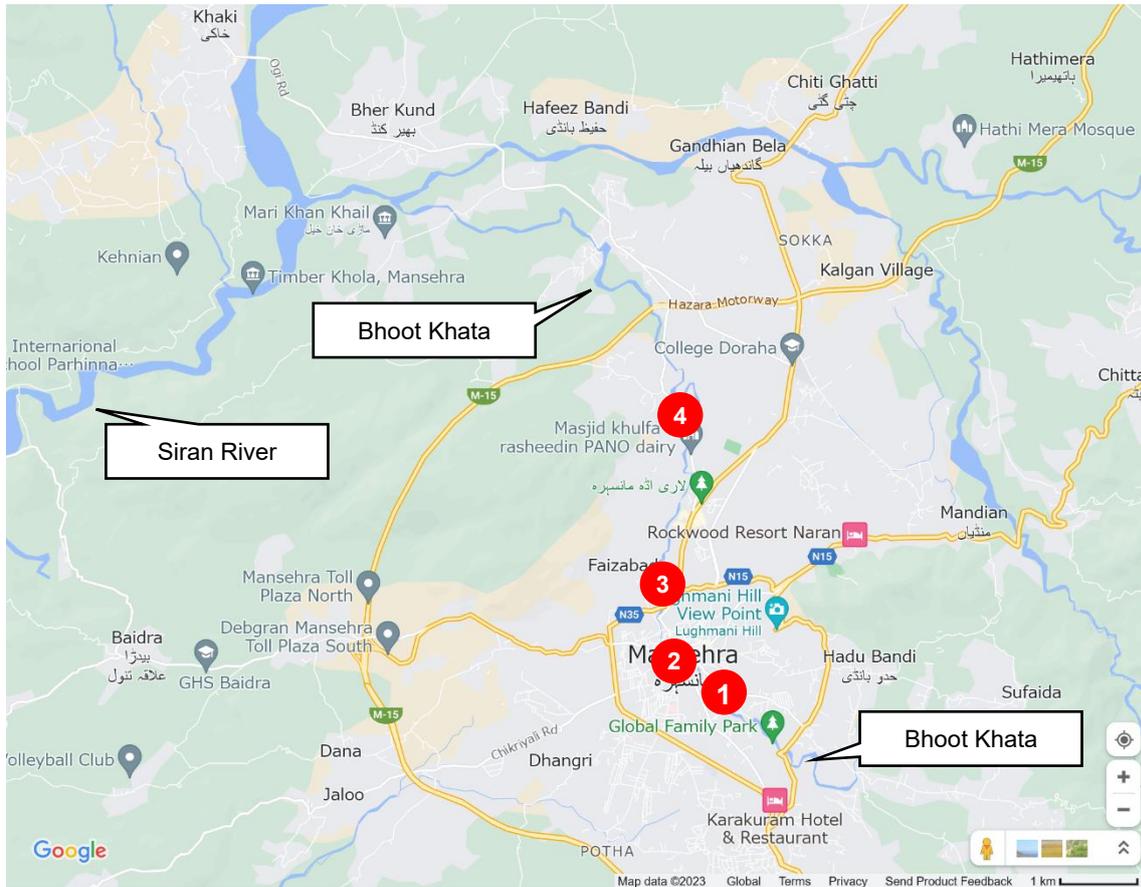
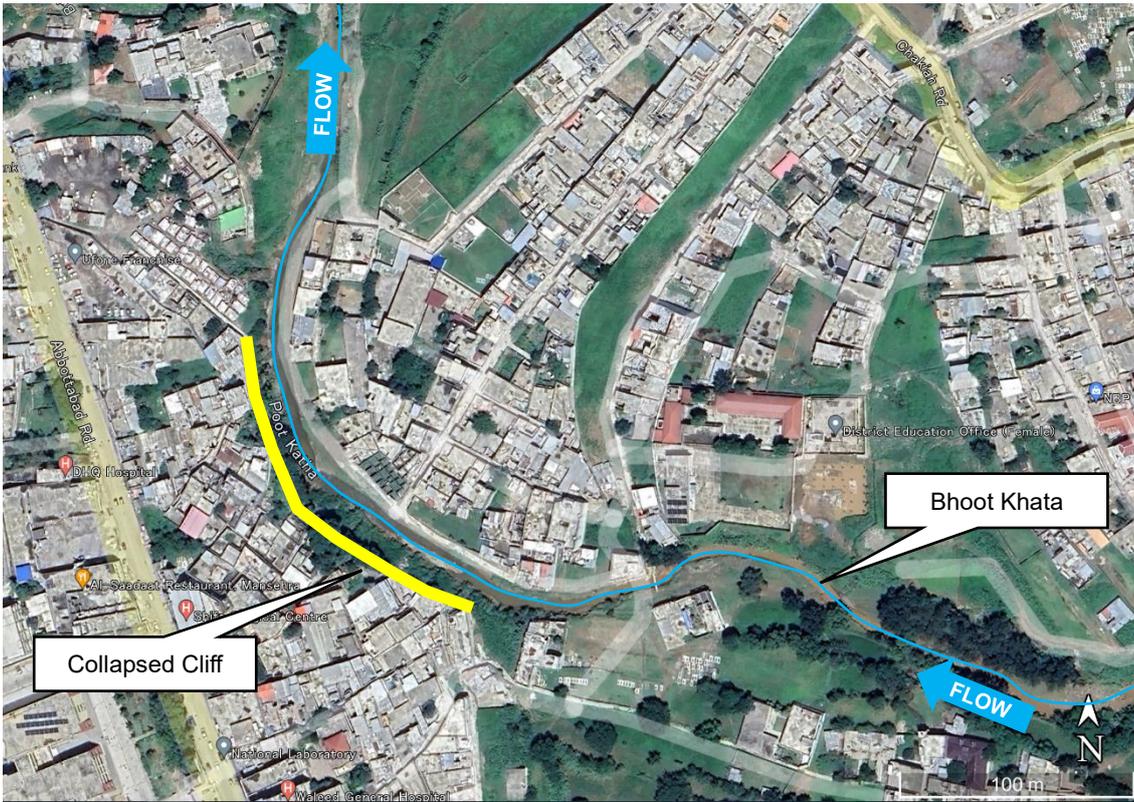


図 5.4.1 Mansehra 市内 Bhoot Khata の調査位置図

No.19 Bhoot Khata: Location 1



地方名	Mansehra District
河川名	Bhoot Khata
地先名	Mansehra
緯度・経度	N 34.326470°, E 73.202337°
必要とする構造物とその延長	河川改修 (拡幅)、斜面保護 (L=200m)、護岸、堤防、人道橋の改修
堤内地の土地利用	居住地
重要構造物	ビル、家屋
備考	<ul style="list-style-type: none"> <li>- この川には多くのボトルネックがある。現在の洪水状況を改善するためには、流出調査、水理解析、構造物対策等を含むマスタープランの検討が必要である。</li> <li>- 川の左岸が浸食され、地滑りが発生した形跡がある。</li> <li>- PID の関係者によると、2023 年の洪水流量は 425m<sup>3</sup>/s (15,000cf/s)、流速は 7ft/s と見積もられている。</li> <li>- 河川の拡幅や堤防のかさ上げが必要。</li> </ul>
ADB の復旧リストにおけるランク付け	Supplementary List

Photo

Cliffs are collapsing due to soil erosion caused by flood. (Downstream)



Cliffs are collapsing due to soil erosion caused by flood. (Upstream)



Flood Water Mark (H=1.0m)

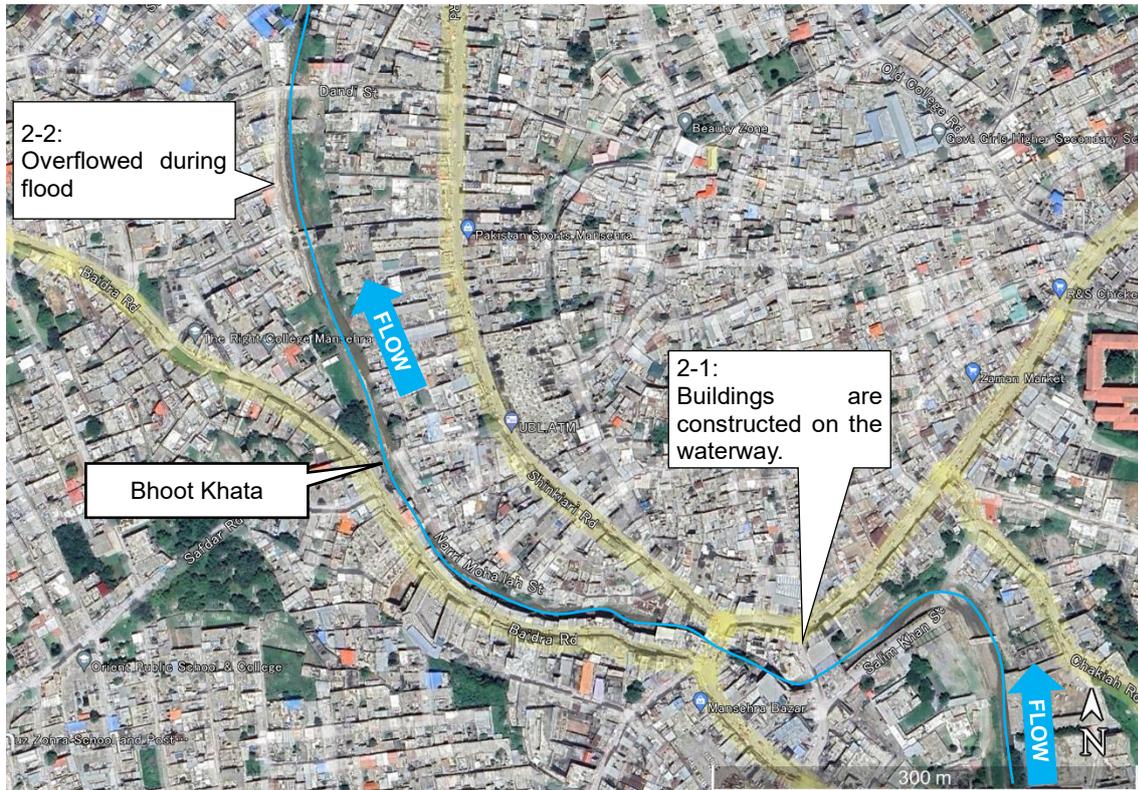


Houses stand on edge of a cliff.





No.19 Bhoot Khata: Location 2

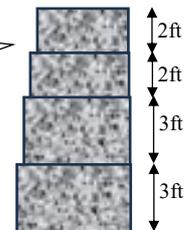


地方名	Mansehra District
河川名	Bhoot Khata
地先名	Mohalla Dub I, Lohar Banda
緯度・経度	[2-1]: N 34.331036°, E 73.198811° [2-2]: N 34.334366°, E 73.194638°
必要とする構造物とその延長	河川改修 (拡幅)、法面保護、護岸、堤防、橋梁の改修
堤内地の土地利用	居住地、商業地
重要構造物	ビル、店舗、家屋
備考	<p>- 上流同様に、マスタープランの検討が必要である。</p> <p><b>Location 2-1</b></p> <p>-水路の寸法は W18m×H5m で、流速が 4m/s の場合、流量は 360m<sup>3</sup>/s となる。PID の職員によると、上流における 2023 年の洪水流量は 425m<sup>3</sup>/s と見積もられている。したがって、河道幅は洪水を安全に流下させるには不十分である。</p> <p>- 河川上には違法建築とみられる建物が建設されている。河川整備には違法建築の移転が必須である。</p> <p><b>Location 2-2</b></p> <p>- 河川の拡幅や堤防のかさ上げが必要。</p>
ADB の復旧リストにおけるランク付け	Supplementary List

Photo



Plum Concrete (PCC)  
60% Wet Concrete + 40% Plum (Boulder)  
Cement : Sand : Aggregate = 1:3:6 (Volume)  
Plum (Boulder) = Dia.6 inch (153mm)~



Height of Revetment H=1.8m



Jamia Masjid Kubra is beside the river



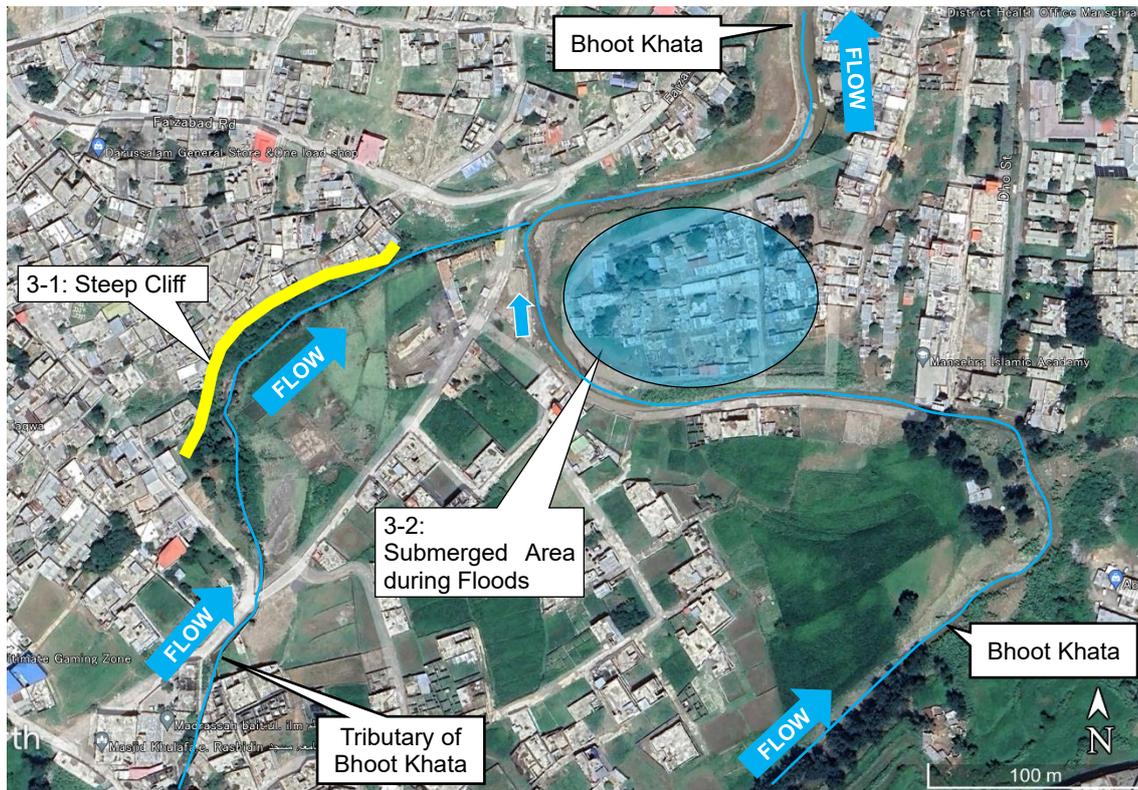
Flood Water Mark (H=2.0m)



Flood Water Mark (H=2.0m)

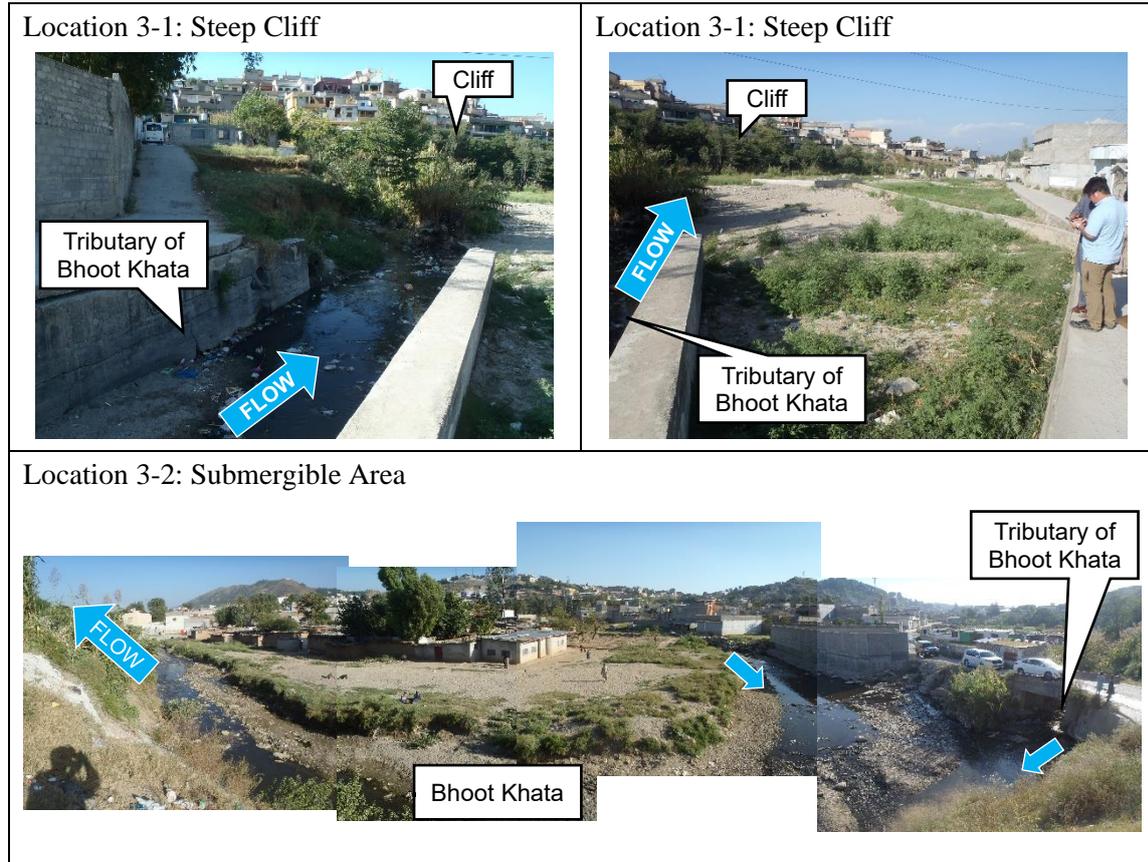


No.19 Bhoot Khata: Location 3

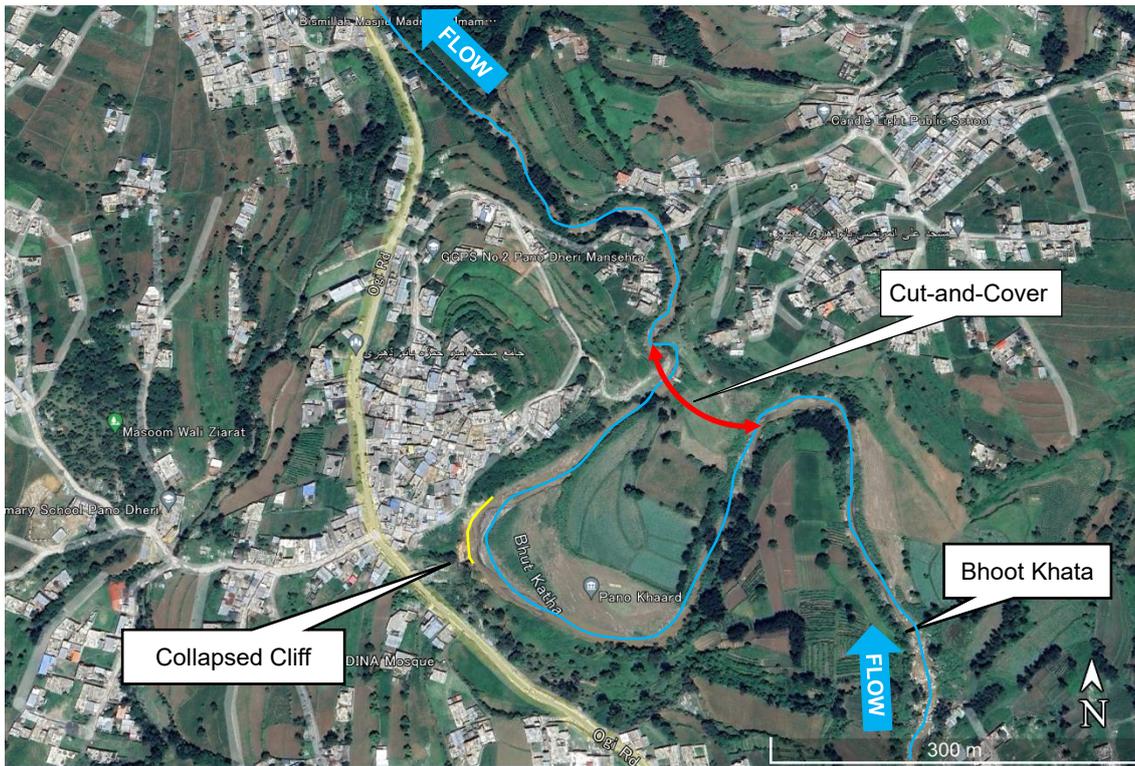


地方名	Mansehra District
河川名	Bhoot Khata
地先名	Jander Banda
緯度・経度	[3-1]: N 34.343106°, E 73.192323° [3-2]: N 34.343474°, E 73.194015°
必要とする構造物とその延長	河川改修（拡幅）、法面保護（L=200m）、護岸、堤防
堤内地の土地利用	居住地
重要構造物	家屋
備考	<p>- 現在の洪水状況を改善するためには、流出調査、水理解析、構造物対策等を含むマスタープランの検討が必要である。 <u>Location 3-1</u></p> <p>- Bhoot Khata 川の左岸は崩壊しており、将来さらなる地滑りを引き起こす可能性がある。</p> <p>- 崖の上に立っている家がある。</p> <p><u>Location 3-2</u></p> <p>- 出水のたびに、上の図の着色部が浸水する。</p> <p>- 河川の拡幅や堤防のかさ上げが必要。</p>
ADB の復旧リストにおけるランク付け	Supplementary List

Photo

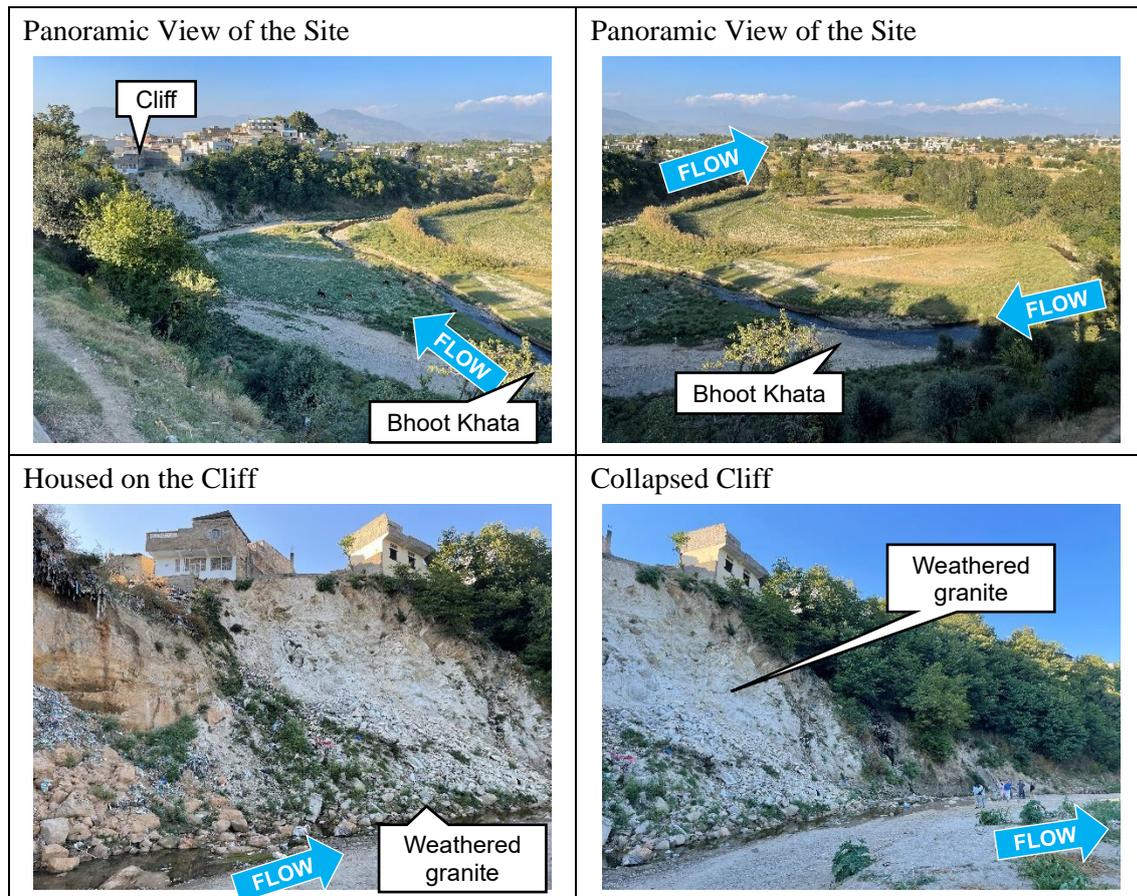


No.19 Bhoot Khata: Location 4



地方名	Mansehra District
河川名	Bhoot Khata
地先名	Pano Khaard
緯度・経度	N 34.363632°, E 73.197136°
必要とする構造物とその延長	河川改修 (ショートカット)、 法面保護 (L=100m)、 護岸
堤内地の土地利用	居住地、農地
重要構造物	家屋
備考	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bhoot Khata 川の左岸は崩壊しており、将来さらなる地滑りを引き起こす可能性がある。</li> <li>- 崖の上に立っている家がある。</li> <li>- 現在の洪水状況を改善するためには、現存する河川のショートカットが適している。</li> </ul>
ADB の復旧リストにおけるランク付け	N.A.

Photo



5.4.2 ジェンダーの視点の確認

「5.2.3.1 環境影響評価 (2) ベースとなる環境社会の状況 12) ジェンダー」に記載のとおり、World Economic Forum 2023 によると、パキスタンのジェンダー格差指数は 0.575 であり、参加 146 カ国中 142 位と非常に低い状況である。

本事業は河川護岸の改修事業であり、構造物の供用後、女性に特に配慮すべき事項は想定されない。設計段階においては、環境社会配慮調査の中で住民説明会を開催する際に、女性が男性と一緒に会合に参加することは社会的・文化的に障壁が大きいとの話があり、各地域で男女を分けて開催した。

労働力調査 (Labor Force Survey) 2017-2018 によると、パキスタンの建設部門で働く女性は 0.2% と非常に少ない。パキスタン政府は、投資家への税制優遇措置や、公共部門開発計画 (Public Sector Development Program : PSDP) 2020-2021 の下で数百件の建設プロジェクトを立ち上げる等、建設部門の発展を後押ししており、建設部門には多くの雇用機会がある。KP 州においては、職場での女性のハラスメントに関する法律『Protection Against Harassment of Women at the Workplace Act 2010』が施行されており、以前よりも女性が建設部門へ進出しやすい状況にあると考えられる。

工事中には、女性が現場作業員として雇用された場合、「同一労働同一賃金の確保」、「女性用更衣室の設置」、「女性用トイレの設置」といった女性が働きやすい環境整備を検討する。



## 第6章 プロジェクトの内容（土木）

### 6.1 プロジェクトの概要

本事業の目的は、インダス川及び支川流域等において、2022年洪水によって被災した河川構造物の改修、並びに水文・水理観測網及び中央データ管理センターの整備を行い、効果的な河川整備に向けた体制構築を図り、将来的な洪水リスク削減に寄与するものである。

### 6.2 協力対象事業の概略設計

#### 6.2.1 設計方針

##### 6.2.1.1 基本方針

###### (1) 復旧・改修するサイトの絞り込みの方針

以下の条件を考慮し、協力事業の対象サイトを絞り込む。

2022年洪水で損傷を受けた被害箇所について、「Build Back Better」の観点から、日本の豊富な災害復旧の経験を活かして、被害箇所を復旧・改修し、防災・減災を図る。

復旧・改修の対象範囲は、無償資金協力の調査から施工までの全ての段階において、日本人関係者が立ち入ることのできる KP 州ハザラ地区を対象とする。

復旧・改修する箇所は、河川構造物の整備の主体である KP 州灌漑局（Provincial Irrigation Department: PID）（以下、KP-PID）より、2022年洪水で損傷した河川構造物のリストを受領し、そこから絞り込むこととする。

絞り込みのステップとして、まず机上検討により保護すべき資産（町や村）があるかどうかを考慮して選定を行う。その後、現地調査を行い、被害状況を確認して優先順位付けを行う。最優先で復旧・改修が実施されるべき箇所について、復旧・改修の概略設計を行う。

###### (2) 河川構造物の設計方針

事業の対象とする河川構造物の設計方針を以下に列挙する。

河川構造物の設計外力として用いる流量は、現地で承認されている河川計画（PC-1）に記載されている 100 年確率規模洪水における計画流量とする。

日本国内における設計指針に基づき、Mohra Ghazan 地区及び Ali Khan 地区は現況流下能力を変更せず、100 年確率規模の洪水が発生した際における河川の水位上昇及び河床洗堀に対して耐える構造とする。Sikandarpur 地区は、現行の低水路の流下能力を向上させ、100 年確率規模の洪水が発生した際の河川の水位を低下させ、左右岸における河岸侵食を抑制する構造とする。また、河床洗堀に対しても耐える構造としている。ただし、本事業以外の整備により、上下流での流量や水位の変化等、当該区間の正常な流下に影響を与えないことを前提とする。

PC-1 で採用されている計画流量の妥当性の検証については、簡易的な流出解析を通じて、i) 計画

流量が 2022 年の洪水流量より大きいこと、ii) 計画流量と 2022 年の洪水流量が大きく乖離していないことを確認する。

計画流量を用いて等流計算を実施し、洪水時の水位・流量を算出し、構造物の安定計算・構造計算の与条件とする。流体力や基礎の洗堀等、想定される外力に対して、十分な安全性を確保できる構造物を設計する。

Ali Khan と Mohra Ghazan については、護岸構造物の流出と河岸の侵食が問題となっていたことから、対策工として河川護岸の整備を採用した。対象サイトが位置する箇所は急流河川であり流速が大きいことから、現場打ちコンクリートによる擁壁護岸を採用した。コンクリートボリュームを少なくし、コスト削減するために、重力式擁壁でなく、もたれ式擁壁を適用した。河川流路の洗堀作用が顕著であるため、洗堀防止として根固めブロックを擁壁前面に配置した。

Sikandarpur については、みお筋が左岸側に寄り、左岸の河岸が崖状になっており、河岸の侵食が問題となっていた。河岸上の地表面から河床までの比高差が約 20m と非常に大きく、設計水位まで護岸を整備することが現実的でないことから、低水路を河道中央に整備し、みお筋の線形を河道中央に修正(瀬替え)することで、左岸側の側方侵食を抑制することとした。Ali Khan 及び Mohra Ghazan 同様、対象サイトが位置する箇所は急流河川であり流速が大きいため、練石張護岸を採用することとした。低水護岸であるため、護岸天端に流水が作用しても破壊されないように巻き止め工、天端保護工を設置した。

### 6.2.1.2 自然環境条件に対する方針

#### (1) 気温・湿度

コンクリートは、外気温が 5～25℃の範囲であれば、通常の条件で養生することができる。このプロジェクトでは、河川内の工事が行われるため、安全のためにモンスーン季を避けて実施される予定である。したがって、日平均気温が 25℃を超える暑い中でコンクリートを打設する可能性は低い。冬季に外気温が 5℃を下回る可能性はある。その際は、打設箇所をブルーシート等で囲い、暖房設備を使って養生する必要がある。

#### (2) 降雨・流量

河川構造物の設計のための流量については、パキスタン国内で承認された河川計画(PC-1)に記載されている 100 年確率流量を採用する。Sikandarpur 地点での低水路の設計にあたっては、平均年最大流量として  $Q = 500\text{m}^3/\text{s}$  を設計流量としている。

表 6.2.1 PC-1 に記載の 1/100 年確率流量

河川名	地点名	1/100 年確率流量
Haro River	Mohra Ghazan	1,815 $\text{m}^3/\text{s}$
Dor River	Ali Khan	1,700 $\text{m}^3/\text{s}$
Dor River	Sikandarpur	1,700 $\text{m}^3/\text{s}$

### 6.2.1.3 社会経済条件に対する方針

プロジェクト対象地域は、それほど人口は集中しているエリアではないものの、近くに集落があるため、工事中の騒音・振動、完成後の景観等に留意し、住民への影響を最小限に抑えるような設計及

び施工計画を立案する。

#### 6.2.1.4 建設事情／調達事情若しくは業界の特殊事情／商習慣に対する方針

##### (1) 労務

技能工を含む作業員は、現地雇用が可能であり、日本人技能工の派遣は想定していない。労働基準法に明記されている労働条件等は以下の通り。

表 6.2.2 現地の労働条件

項目	内容
労働基準時間	通常で8時間/日、48時間/週
休日	週1回で、月曜日～土曜日が稼働日
祈りの時間等の扱い	労働者は昼食や祈りの時間は支払われない。ラマダン中は作業時間帯を変え通常の勤務時間で労働する。
時間外労働の割増率	平日・休日・深夜は50%増し（1.5倍）である。ただし、祝祭日やイード休暇の時間外労働の割増率は100%増し（2.0倍）である。
退職金	勤務年数1年につき、給与（基本給）の1ヶ月分を毎年1回、支払うようになっている。

##### (2) 資材

パキスタン国における、河川工事に関する建設用資機材の調達事情は以下の通りであり、基本的にパキスタン国内調達可能である。

- |                |   |       |
|----------------|---|-------|
| ① 燃料（ガソリン、軽油等） | : | 国内調達可 |
| ② 骨材・セメント・鉄筋   | : | 国内調達可 |
| ③ 仮設材（足場/支保工）  | : | 国内調達可 |
| ④ 建設用機材        | : | 国内調達可 |

##### (3) 機械

杭打機、バックホウ、ダンプトラック等の一般建設機械は建設会社が保有しており、第三国から調達する必要はない。

#### 6.2.1.5 現地業者（建設会社、コンサルタント）の活用に係る方針

現地には比較的規模が大きく日本の無償資金協力事業に関わる下請け工事を受注した経験のある建設会社が数社あり、道路や水路の建設、簡易なコンクリート構造物や建物の施工等、基本的な土木・建築技術は有している・したがって、施工計画立案に際し、現地業者を活用できる部分については、可能な限り活用する方向で立案し、現地雇用の創出を図る。

#### 6.2.1.6 運営・維持管理に対する対応方針

本プロジェクトで整備される構造物は河川護岸である。運営・維持管理はそれほど頻繁に必要ではないものの、年に数回の定期点検が必要となる。また、維持管理・巡視を適切に行うことで構造物が長期間にわたって健全に運営・維持管理することができるようになる。したがって、各護岸には維持管理できるスペースを護岸の天端に設けることとする。

Sikandarpur は設計対象が低水護岸であり、高水敷にアスファルト舗装の維持管理用通路を設置し

でも、洪水で破損する可能性が高いこと、護岸の延長が3サイトの中で最も長く、工事費が膨大になることから、アスファルト舗装は行わず、維持管理ができる平場を確保することとする。

Mohra Ghazan と Ali Khan については、高水護岸であり、基本的には大きな出水が生じても天端まで水位が到達しないこと、護岸延長が比較的短くアスファルト舗装の費用もそれほど大きくないことから、維持管理が容易となるように、アスファルト舗装の維持管理用通路を設置することとする。

定期的な点検等、維持管理にかかる費用、及び破損した箇所の補修費用は、相手国負担で実施することとし、十分な予算と人員を確保するよう、相手国に要請する。

#### 6.2.1.7 施設、機材等のグレードの設定に係る方針

施設のグレードの設定に際しては、緊急に現在必要とされるものを対象とするという、本無償資金協力の性質を踏まえ、改修の規模と内容を決定する。

上記の方針を踏まえ、本プロジェクトの目標を達成するために、気候変動により、今後激甚化する土砂・洪水災害に対しても損傷・越水を生じず十分安全となるような護岸復旧・改修を行うとともに、パキスタンにおける河川計画(PC-1)で設定されている100年確率降雨に対し、河岸の侵食を軽減できるような護岸を整備する方針とする。

Sikandarpur サイトで計画されている低水護岸は延長・規模が大きく、景観に与える影響が大きいいため、コンクリート張りではなく、玉石等の自然石を利用した護岸形式として、周辺の景観と調和した構造物とする。また、コンクリートの価格が非常に高いため、コンクリートの強度を必要最低限の規格を採用することで、工事費が膨大になることを防ぐ。

#### 6.2.1.8 工法／調達方法、工期に係る方針

護岸の工法については、パキスタンには積み護岸用のコンクリートブロックが流通していないため、現場打ちコンクリートを基本として設計を行う。

仮設工事についても、鋼矢板打設工法が一般に行われていないかつ現場は礫地盤であり打設が困難であるため、大型土のうや、かごマットを併用した土堤による仮締切工を原則とする。パキスタン国内で調達可能な材料・工法を採用することを基本とする。

工期設定については、河川内工事となるため、モンスーン期を避けた工程とする。3ヶ所を2カ年で施工する必要があるため、基本的には1工事箇所を1非出水期で完了させる工程とする。工程を満足できるような施工パーティー数を投入するものとする。

#### 6.2.1.9 施工監理に係る方針

以下の業務を遂行するために、コンサルタント側から1名の常駐監理技術者が全工期を通してパキスタンに派遣される。また、工事の進捗に応じて、検査、確認、及び調整のために必要となる技術者が適時現場に派遣される。

下記の業務に加え、コンサルタントは工事の進捗状況、支払い手続き、及び竣工・引き渡し等に関する諸事項について、日本国政府の関係者に報告を行う。

**(1) 発注者に対する報告・助言・調整**

工事中に予想される問題や発生した問題に対して、発注者への報告・助言・調整を行う。施工工程、施工計画、土木資機材調達計画等の確認を行い、工事全般を通して、工事中に生じた問題に対する施工業者への助言・調整を行う。

**(2) 施工図・製作図等の検査及び確認**

施工業者から提出される施工図・製作図・書類等の検査を行い、発注者の代理人としてこれらの承認を行う。

**(3) 土木資機材の確認**

施工業者が調達しようとする土木資機材と契約図書との整合性を確認し、発注者の代理人としてその採用に対する承認を行う。

**(4) 工事検査**

必要に応じ、土木用部品、機材の製造工程における検査に立会い、品質及び性能の確保にあたる。

**(5) 工事進捗状況の報告**

施工工程と施工現場の現況を把握し、工事の進捗状況を両国側に報告する。

**(6) 品質管理会議の開催**

施工の品質、施工管理の品質管理のための会議を主催し、事業の品質向上に努める。

**6.2.1.10 安全対策に係る方針**

プロジェクト実施期間中の全ての関係者の安全を確保するため、FFC 及び KP-PID を含め、JICA パキスタン事務所と準備調査団で協議を行った結果や、JICA 及びパキスタン当局が発行したマニュアルやガイドラインに記載されている安全対策の内容を的確に計画に反映する。

**6.2.2 基本計画（施設計画／機材計画）**

**6.2.2.1 全体計画**

**(1) 河川構造物の整備候補地の選定**

本無償資金協力の協力対象事業として要請された事業は、2022 年洪水によって被害を受けた構造物の復旧・改修である。ここでは、河川構造物の改修を行う地点の選定にあたっての考え方及び手順を示す。

**1) 一次選定**

河川構造物の整備候補地の一次選定作業として、第 1 次現地調査（2023 年 6 月～7 月）において、KP-PID の Abbottabad 及び Mansehra の Executive Engineer と協議し、候補地点の検討を行った。候補地点については、カウンターパートの意向を汲み、背後地の重要度・被害状況・テロ等に対する安全性を勘案して絞り込んだ。候補地点は、被害があったハザラ地区の主要 3 河川（Haro 川、Dor 川、Kunhar 川）及び Mansehra 市内を流下する小河川（Bhoot Katha）を対象とし、計 19 地点であった。

表 6.2.3 KP-PID との協議を行い、絞り込まれた候補地点のリスト

No.	River	Location	Latitude	Longitude
KP PID Abbottabad Division				
1	Dor River	Kholian	34.024424°	73.095456°
2	Dor River	Balder	34.006153°	73.075104°
3	Dor River	Akhoon Bandi	34.002049°	73.060459°
4	Dor River	Sarai Saleh	33.990080°	72.990171°
5	Dor River	Ali Khan	33.990142°	72.973722°
6	Dor River	Sikandarpur	34.007165°	72.951500°
7	Dor River	Qazian	34.025915°	72.933102°
8	Haro River	Mohra Ghazan	33.792709°	72.916774°
9	Haro River	Mumral	33.794095°	72.864645°
10	Haro River	Sultanpur	33.794030°	72.852203°
11	Haro River	Chitti	33.796164°	72.848826°
12	Haro River	Dobandi	33.799285°	72.843988°
13	Haro River	Jabbri	33.897004°	73.171155°
KP PID Mansehra Division				
14	Kunhar River	Bissian	34.466966°	73.346947°
15	Kunhar River	Jageer	34.501524°	73.353046°
16	Kunhar River	Balakot	34.546219°	73.351872°
17	Kunhar River	Mahadri	34.689258°	73.573674°
18	Kunhar River	Garhi Habibullah	34.410436°	73.370359°
19	Bhoot Katha	Mansehra City	34.331951°	73.195877°

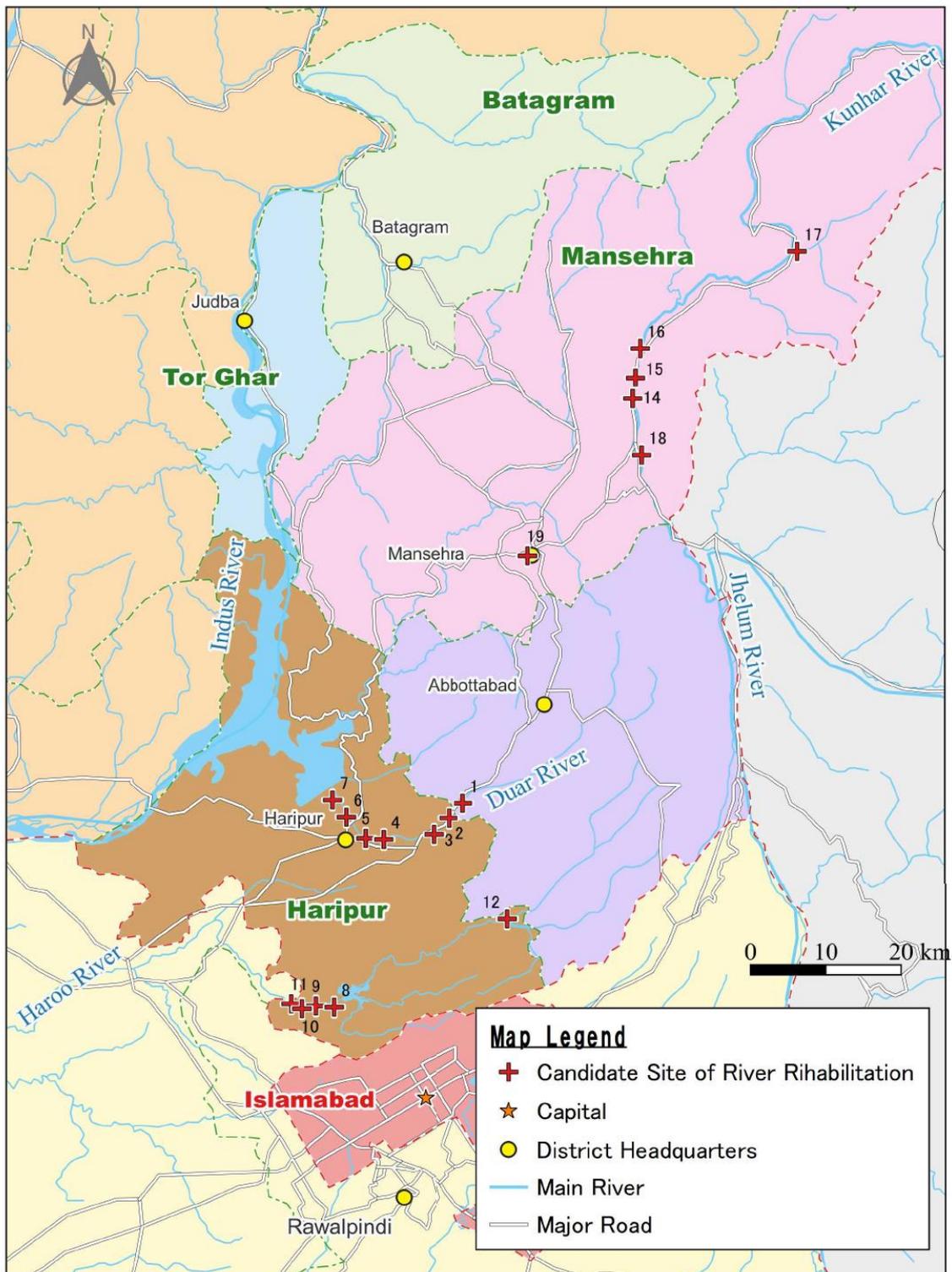


図 6.2.1 ハザラ地区の河川護岸の復旧候補地点

2) 二次選定

河川構造物の整備候補地の二次選定作業として、第2次現地調査（2023年9月～11月）において、一次選定において候補となった19地点に対する現地調査を行った。

現地調査の結果を表 6.2.5～表 6.2.7 に示す。

現地調査結果に基づき、KP-PID の Abbottabad 及び Mansehra の Executive Engineer と協議し、二次選定を行った結果、整備候補地を次表に示す 4 箇所に絞り込んだ。

しかしながら、後述 (6.2.2.2(5) Garhi Habibullah (Kunhar River) 地点の施設計画) の通り、Garhi Habibullah 地点は本事業の対象から除外することとなり、他の 3 地点において事業を行うこととなった。

表 6.2.4 二次選定により絞り込んだ河川構造物の整備候補地

河川	地点名	想定される構造物	最終的な事業対象地点
Haro 川	Mohra Ghazan	護岸	無償資金協力の事業対象
Dor 川	Ali Khan	護岸	無償資金協力の事業対象
Dor 川	Sikandarpur	護岸または水路掘削	無償資金協力の事業対象
Kunhar 川	Garhi Habibullah	護岸	事業対象から除外

表 6.2.5 Dor River における対象地点の選定

河川名 No.	Dor River						
	1	2	3	4	5	6	7
地点名	Kholian	Balder	Akhoon Bandi	Sarai Saleh	Ali Khan	Sikander Pur	Gazian
PC-1計画流量	1,540 m <sup>3</sup> /s (1/100年確率)						
既往最大流量	1,400 m <sup>3</sup> /s (2010年) ※700 m <sup>3</sup> /s (2022年)						
2022年の被害 必要とされる構造物等 守るべき資産	河岸侵食 護岸 農地	河岸侵食 護岸 農地+住宅地	河岸侵食 橋台保護 導流堤 農地	河岸侵食 導流堤 農地(高水敷内)	河岸侵食 護岸 灌漑施設+住宅地	河岸侵食 瀬替え 護岸 住宅地	河岸侵食 N/A 農地
上下流バランス	影響なし						
過去の被災情報 再現性	今後も侵食が進む恐れあり	河岸に植生が繁茂しており、河岸侵食の進行は遅い。	橋脚が被災	今後も侵食が進む恐れあり	今後も侵食が進む恐れあり	今後も侵食が進む恐れあり	N/A
既存の改修計画の有無 ADB計画	N/A	PC-1(全川にGabionを設置)	補足サイト	PC-1、堰の計画あり	N/A	PC-1(全川にGabionを設置)	N/A
施工性・道路アクセス	幹線道路からアクセス可能						
対策の必要性	低	低	低	低	中	高	N/A
備考	ゴミの不法投棄が行われており、治安は良くない。		既に対策が一部行われている。	防御対象は堤外地の農地のため、優先度は低い。	河岸侵食は徐々に進んでいる。ただし、2022年洪水では影響がなかった。	上流側のGabion建設以降、侵食が進んでいる。Ali Khanなどは灌漑施設がまず被災するのに対して、Sikandarpurは人家が迫っており、人命を守るべき資産となるため、他の箇所に比して優先順位が高い。	PIDから、重要度が低いため棄却したいと申し出あり。

表 6.2.6 Haro River における対象地点の選定

河川名		Haro River				
No.	8	9	10	11	12	13
地点名	Mohra Ghazan	Mumral	Sultanpur	Chitti	Dobandi	Jabbri
PC-1計画流量	1,815 m <sup>3</sup> /s (1/100年確率, Khanpur Dam site)					
既往最大流量	1,200 m <sup>3</sup> /s (2002年, 1992年) ※750 m <sup>3</sup> /s (2022年, ダム放流)					
2022年の被害 必要とされる構造物等 守るべき資産	河岸侵食 護岸 灌漑水路+ 農地+住宅地	河岸侵食 河床低下 護岸 農地	河岸侵食 河床低下 護岸 農地	河岸侵食 河床低下 護岸 農地	河岸侵食 河床低下 護岸 農地	土砂流出 複数の砂防堰堤 (ダム堆砂対策)
上下流バランス 過去の被災情報 再現性	影響なし					
既存の改修計画の有無 ADB計画	今後も侵食が進む恐れあり PC-1(全川にGabionを設置)					今後も堆砂が進む N/A N/A
施工性・道路アクセス	優先サイト 幹線道路から、工事 用の坂路 (100~200m)が必要。 瀬替えが必要。	N/A	N/A	N/A	N/A	工事用の坂路が必要。
対策の必要性	中	低	低	低	低	低
備考	・破損した既設護岸 あり。 ・灌漑水路あり。	防御対象は堤外地の農地のため、優先度は低い。				2022年の被災とは関係ない。

表 6.2.7 Kunhar River における対象地点の選定

河川名 No.	Kunhar River					Bahoot Katha
	14	15	16	17	18	19
	Bissian	Jageer	Balakot	Mahandri	Garhi Habibullah	Mansehra City
PC-1 計画流量	2,127 m <sup>3</sup> /s (1/100年確率, Garhi Habibullah)					350 m <sup>3</sup> /s (1/25年確率, 計算中)
既往最大流量	3,100 m <sup>3</sup> /s (1992年) ※720 m <sup>3</sup> /s (2022年)					425 m <sup>3</sup> /s (2023年)
2022年の被害 必要とされる構造物等 守るべき資産	河岸侵食 護岸 農地	河岸侵食 護岸 農地+住宅地	河岸侵食 護岸 公園	河岸侵食 土石流 護岸 学校	河岸侵食 護岸 農地+住宅地	浸水被害 河道拡幅+護岸 市街地
上下流バランス	影響なし	影響なし		護岸を建設すると狭窄部となり、上下流に影響の可能性がある。	影響なし	周辺の開発が進んでおり、区間により河川状況が異なるため、大きな影響あり。計画的に整備を進める必要あり。
過去の被災情報 再現性	今後とも侵食が進む恐れあり。	今後とも侵食が進む恐れあり。	今後とも侵食が進む恐れあり。	河岸浸食と土石流の懸念あり。	今後とも侵食が進む恐れあり。	毎年出水あり
既存の改修計画の有無 ADB計画	N/A	PC-1 (Gabionを設置)	優先サイト	N/A	PC-1 (Gabionを設置)	検討中
施工性・道路アクセス	幹線道路から直接アクセス可能。	幹線道路から100m程度の工事用道路が必要。	市街地のため、道路が狭い。急流のため、仮締切に難あり。	幹線道路から直接アクセス可能。アボタバードから3時間程度かかる。	幹線道路から100m程度の工事用道路が必要。	市街地のためアクセスは良い。 近接施工となる。
対策の必要性	低	低	低	中	高	高
備考	防御対象が堤外地の農地であるため、事業の優先度は低い。	防御対象:公園	防御対象:学校 土石流の懸念あり	防御対象:学校 土石流の懸念あり	Kunhar Riverとその支川の合流点に位置する。第二回現地調査後、NGOによる護岸の施工が確認された。	マンセハラ市街地を流れる小川であり、河川敷地内まで建物が建っているため、大規模な土地収用が必要となるため、無償資金協力のスケジューリングでの実施が困難である。 部分的な護岸整備はかえってその上下流への被害を拡大することになる。他の被害箇所と異なり、用地の制約や河積の不足などの問題があるため、対象洪水の規模の設定など、詳細な河川計画の立案が必要となる。

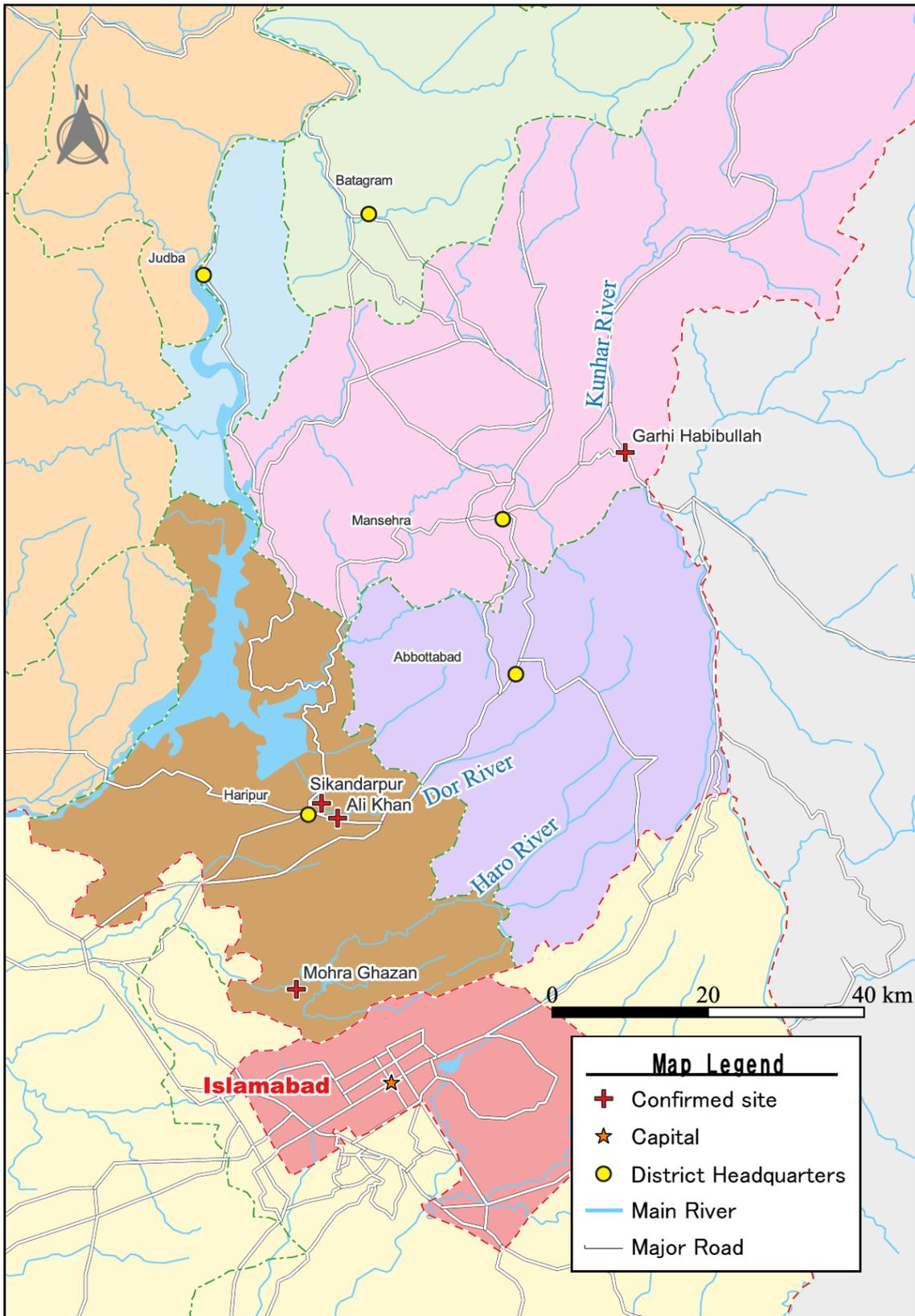


図 6.2.2 選定された護岸復旧地点

(2) 対象地点の概要

1) Mohra Ghazan

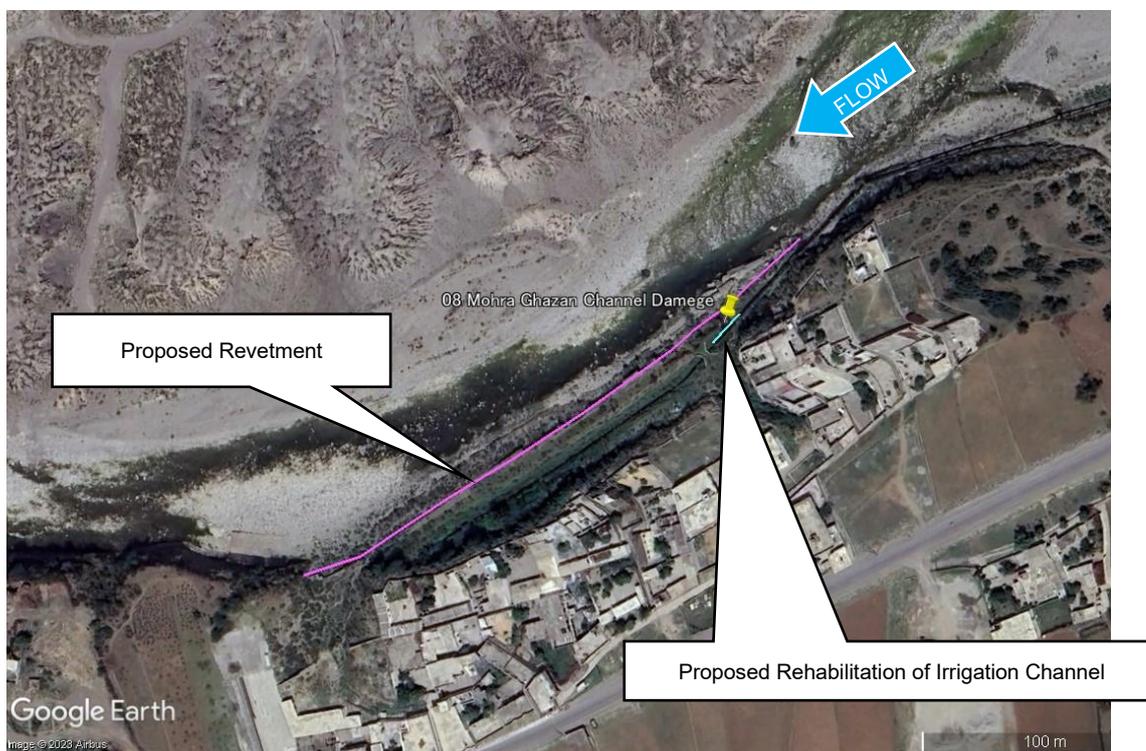


図 6.2.3 対象地点の平面図 (Mohra Ghazan)

表 6.2.8 対象地点の概要 (Mohra Ghazan)

地方名	Haripur
河川名	Haro River
地先名	Mohra Ghazan (左岸)
緯度・経度	N33.792709° E72.916774°
必要とする構造物とその延長	護岸：260m、灌漑用水路：20m
堤内地の土地利用	居住地
重要構造物	灌漑用水路
備考	<ul style="list-style-type: none"> <li>・護岸が灌漑水路からの漏水と洪水による浸食によって損傷した。</li> <li>・ダム の 堤 体 漏 水 は 灌 漑 に 使 用 さ れ て い る 。</li> <li>・2022 年洪水では、Khanpur ダムの緊急放流により 750m<sup>3</sup>/s (25,000cf/s) の流量が発生し、洪水時の水位は5 フィート (1.7m) であった。</li> <li>・最大の洪水は2002年の洪水で、流量は1,200m<sup>3</sup>/s (40,000cf/s) である。</li> <li>・河床の浸食 (河床低下) がこの30年で発生している。</li> <li>・既存の護岸のコンクリートブロックのサイズは1.5m×1.5m×0.4 または0.6m である。</li> <li>・灌漑用水による灌漑面積は3,000 エーカー以上である。</li> <li>・サイトは、Khanpur ダムから下流2km に位置する。</li> </ul>
ADB の復旧リストにおけるランク付け	Priority Site

表 6.2.9 現場写真-1 (Mohra Ghazan)

<p style="text-align: center;">損傷した護岸</p> 	<p style="text-align: center;">損傷した護岸</p> 
<p style="text-align: center;">損傷した護岸</p> 	<p style="text-align: center;">損傷した護岸</p> 
<p style="text-align: center;">損傷した灌漑用水路</p> 	<p style="text-align: center;">損傷した灌漑用水路</p> 

表 6.2.10 現場写真-2 (Mohra Ghazan)

<p>重要構造物である灌漑用水路</p> 	<p>下流から見た遠景</p> 
<p>一部の柱はふとんかごで保護されていない</p> 	<p>水管橋の柱はふとんかごで保護されている</p> 
<p>ふとんかごの様子</p> 	<p>水管橋</p> 

2) Ali Khan



図 6.2.4 対象地点の平面図 (Ali Khan)

表 6.2.11 対象地点の概要 (Ali Khan)

地方名	Haripur
河川名	Dor River
地先名	Ali Khan (左岸)
緯度・経度	N33.990142° E72.973722°
必要とする構造物とその延長	護岸 : 450m
堤内地の土地利用	居住地
重要構造物	灌漑用水路、ポンプ小屋 (飲み水)
備考	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 河岸侵食が顕著になる前は、この土地は果樹園として使用されていた。</li> <li>・ 河岸侵食はほぼ毎年発生している。2015 年の洪水では広い範囲の果樹園が流され、2020 年の洪水では深刻な河岸侵食が発生した。</li> <li>・ 浸食された河岸の高さは約 4 メートルである。</li> </ul>
ADB の復旧リストにおけるランク付け	N/A

表 6.2.12 現場写真-1 (Ali Khan)

川沿いの灌漑用水路（上流方向）	川沿いの灌漑用水路（下流方向）
	
被災箇所	被災箇所
	
被災箇所（上流方向）	被災箇所（下流方向）
	

3) Sikandarpur

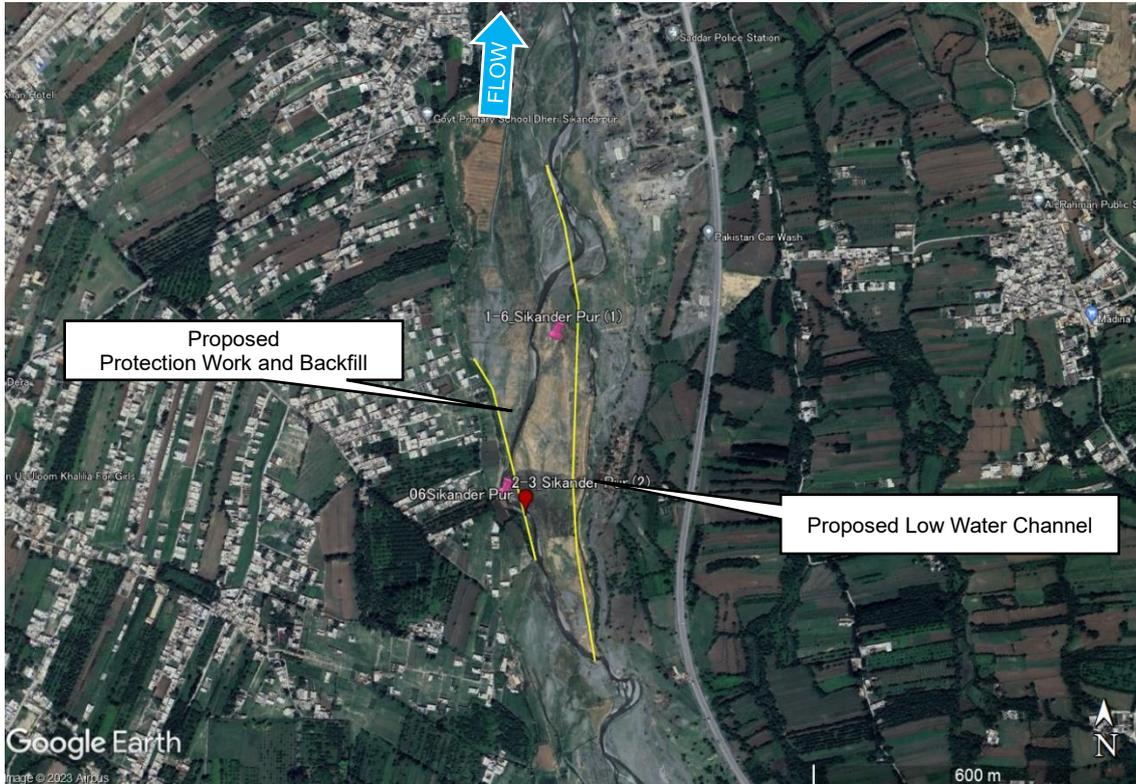


図 6.2.5 対象地点の平面図 (Sikandarpur)

表 6.2.13 対象地点の概要 (Sikandarpur)

地方名	Haripur
河川名	Dor River
地先名	Sikandarpur
緯度・経度	N34.007165° E72.951500°
必要とする構造物とその延長	みお筋の線形修正 (瀬替え) : 930メートル かごマットによる法面保護及び既存のみお筋の埋め戻し
堤内地の土地利用	居住地
重要構造物	灌漑用水路、住居
備考	<ul style="list-style-type: none"> <li>・2022年の洪水により河岸浸食が発生した。</li> <li>・ふとんかごによる護岸が2013年に被災地域の上流に建設された。これによって河岸侵食箇所が下流の当該箇所に移った可能性がある。</li> <li>・河川の湾曲部の終わりに位置しており、洪水時は湾曲の外側である左岸側が侵食されると考えられる。</li> </ul>
ADBの復旧リストにおけるランク付け	N/A

表 6.2.14 現場写真-1 (Sikandarpur)

<p>被災箇所</p> 	<p>被災箇所</p> 
<p>被災箇所の上流</p> 	<p>被災箇所の上流</p> 
<p>被災箇所（下流より）</p> 	<p>川沿いの灌漑水路</p> 
<p>崖の上の川沿いの集落</p> 	<p>河道の内側</p> 

4) Garhi Habibullah



図 6.2.6 対象地点の平面図 (Garhi Habibullah)

表 6.2.15 対象地点の概要 (Garhi Habibullah)

地方名	Mansehra
河川名	Kunhar River
地先名	Balakot
緯度・経度	N34.41036° E73.370359°
必要とする構造物とその延長	護岸:500m
堤内地の土地利用	居住地
重要構造物	家屋
備考	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 2022 年の洪水では 720m<sup>3</sup>/s(24,000cf/s)の流量であった。</li> <li>・ 既往最大洪水は 1992 年の洪水で、3,100m<sup>3</sup>/s(93,000cf/s)であり、陸側まで氾濫した。</li> <li>・ ふとんかご工は 2011 年と 2023 年に設置された。</li> <li>・ 2023 年の洪水でふとんかごが流失した。</li> <li>・ Kunhar River と支川の合流地点である。</li> </ul>
ADB の復旧リストにおけるランク付け	Supplementary Site

表 6.2.16 現場写真-1 (Garhi Habibullah)

川側	上流の堤内側を望む
	
<p>侵食された河岸</p>	<p>既設のふとんかご</p>
	
<p>下流側</p>	<p>下流側</p>
	

### 6.2.2.2 施設計画

ここでは、選定された復旧・改修箇所における河川構造物の設計検討内容とその結果を示す。まず、全ての箇所に共通する設計の考え方を述べ、その後、各サイトの詳細な施設計画を記述する。

#### (1) 共通する考え方

##### 1) 設計方針

河川構造物の設計においては、既往の水位、右岸と左岸あるいは上流と下流のバランス、過去の洪水記録、既存の河川開発計画等の重要な点を考慮して、総合的に設計パラメータを設定する。設計にあたっては、日本及びパキスタンの河川構造物に関連する基準を用いることを基本とする。

KP州等の山間部では護岸工にふとんかごを用いることが通例となっており、流速の大きな区間でふとんかご構造を採用すると再度の洪水により護岸が破壊される恐れがあることから、「護岸の力学設計法 令和5年改定版」(国土技術研究センター)や、「美しい山河を守る災害復旧基本方針平成30年6月」(国土交通省)等を参考に、洪水の流水に耐えうる構造とすることを想定する。



図 6.2.7 護岸の改修例

##### 2) 準拠基準

このプロジェクトでは、日本の優れた土木インフラの技術を対象国に導入するという観点から、基本的には日本の河川構造物の設計基準を適用して設計を行う。適宜、パキスタンの基準を確認し、パキスタンの基準を満たすように設計する。

表 6.2.17 本設計に適用する主な基準

国	基準名	発行
日本	護岸の力学設計法 令和5年改定版	国土技術研究センター
日本	美しい山河を守る災害復旧基本方針 30年6月	国土交通省
日本	改定 解説・河川管理施設等構造令	日本河川協会
パキスタン	FPSP-II (Second Flood Protection Sector Project), DESIGN CRITERIA AND METHODOLOGY October, 2001	FFC
パキスタン	MANUAL OF IRRIGATION PRACTICE VOL.1	FFC

### 3) 河川計画

復旧候補の4箇所が位置する3河川には河川計画が存在する。これらは、2022年洪水以前に、KP-PIDから中央政府 Planning Commission に提出された PC-1 (Planning Commission Document -1) と呼ばれる事業計画であり、すでに承認されている。この PC-1 では、観測雨量データから 1/100 年確率流量を概算し、HEC-RAS による水理解析により、計画水位縦断図を設定している。本業務の設計にあたっては、基本的にこの PC-1 に記載された計画流量を対象として設計する。また、現地調査でヒアリングした水位・調査団による水理解析結果・現地形等も設計の参考とし、構造物が過大なものにならないように留意する。

#### (a) 流出計算による PC-1 流量の検証

流出モデルを用いた計算結果と比較することで、PC-1 で採用されている流量が妥当であるかを簡易的に判断する。PC-1 の計画流量を本設計で採用するにあたり、2022年洪水の規模が再び発生しても構造物が健全性を維持できるよう、2022年に発生した洪水におけるピーク流量と比較を行い、PC-1 で採用されている 1/100 年確率規模の洪水の方が流量が大きいことを確認する。

流出モデルには、降雨流出氾濫モデル (Rainfall-Runoff-Inundation Model、ICHARM 開発) を使用した。なお、簡易的なチェックを目的としているため、観測流量を基にしたキャリブレーションは行われていない。

表 6.2.18 流出解析モデルのインプットデータ

インプットデータ	データ名	提供
地形	HydroSHEDS Asia30	USGS (United States Geological Survey)
時間雨量	GSMaP MVK v8	JAXA
土地利用	GLOBAL LAND COVER CHARACTERIZATION (GLCC-V2)	USGS
土の分類	Harmonized World Soil Database v2.0	FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations)

(i) Mohra Ghazan 地点 (Haro River)

Mohra Ghazan 地点における 2022 年洪水のピークは、2022 年 7 月 29 日から 30 日にかけて観測された流量がピークであり、流出計算の結果、Mohra Ghazan 地点で約 750 m<sup>3</sup>/s となった。これに対して、PC-1 における Haro River の Mohra Ghazan 地点における 100 年確率流量は 1,815 m<sup>3</sup>/s であり、2022 年洪水の 2.4 倍程度である。したがって、PC-1 記載の 100 年確率流量を対象として河川構造物を整備すれば、2022 年洪水相当の規模の洪水が再度発生しても、安全に洪水を流下させることができる。

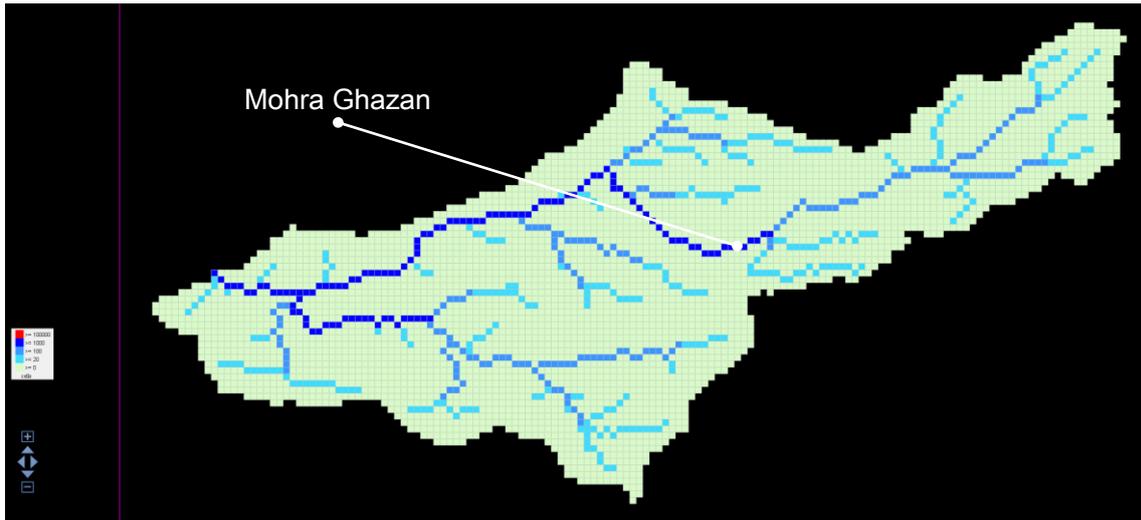


図 6.2.8 流出解析モデル (Haro River)

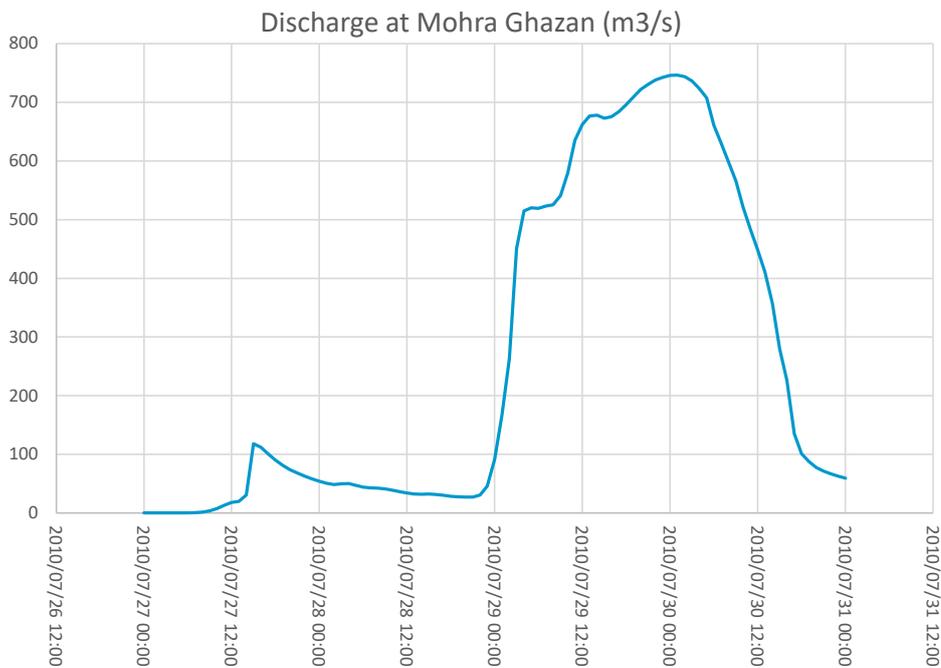


図 6.2.9 流量計算結果 (Mohra Ghazan 地点)

(ii) Ali Khan 地点、Sikandarpur 地点 (Dor River)

Ali Khan 地点、Sikandarpur 地点における 2022 年洪水のピークは、2022 年 7 月 9 日から 10 日にかけて観測された流量がピークであり、流出計算の結果、Ali Khan 地点で  $1,015 \text{ m}^3/\text{s}$ 、Sikandarpur 地点で  $1,020 \text{ m}^3/\text{s}$  となった。これに対して PC-1 における Dor River の Ali Khan、Sikandarpur 地点における 100 年確率流量は  $1,698 \approx 1,700 \text{ m}^3/\text{s}$  であり、2022 年洪水の 1.6-1.7 倍程度である。したがって、PC-1 記載の 100 年確率流量を対象として河川構造物を整備すれば、2022 年洪水相当の規模の洪水が再度発生しても、安全に洪水を流下させることができる。

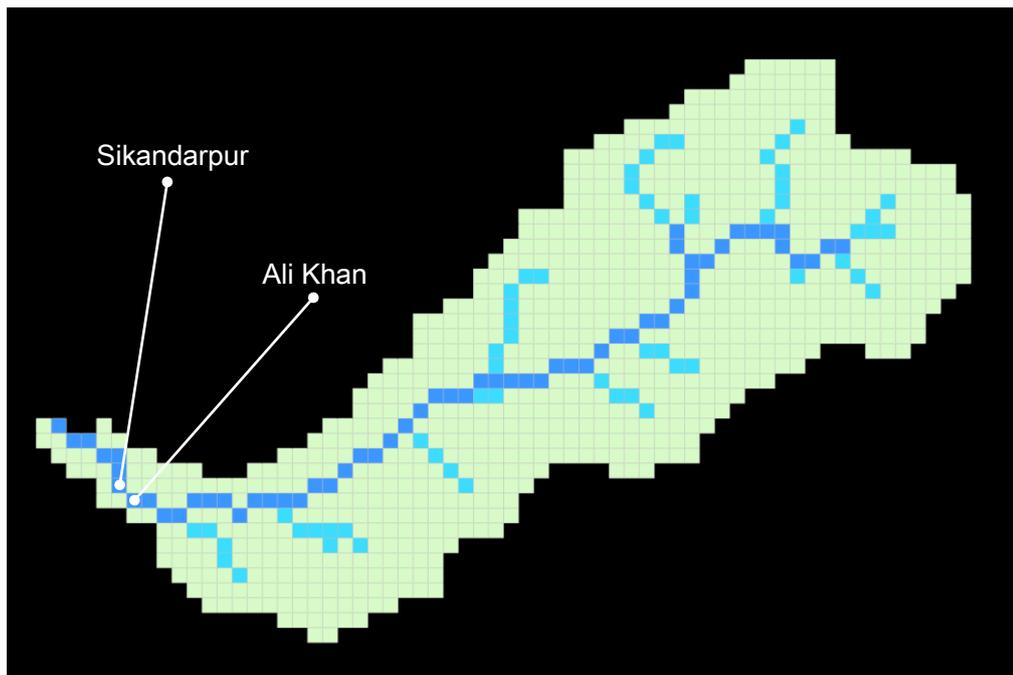


図 6.2.10 流出解析モデル (Dor River)

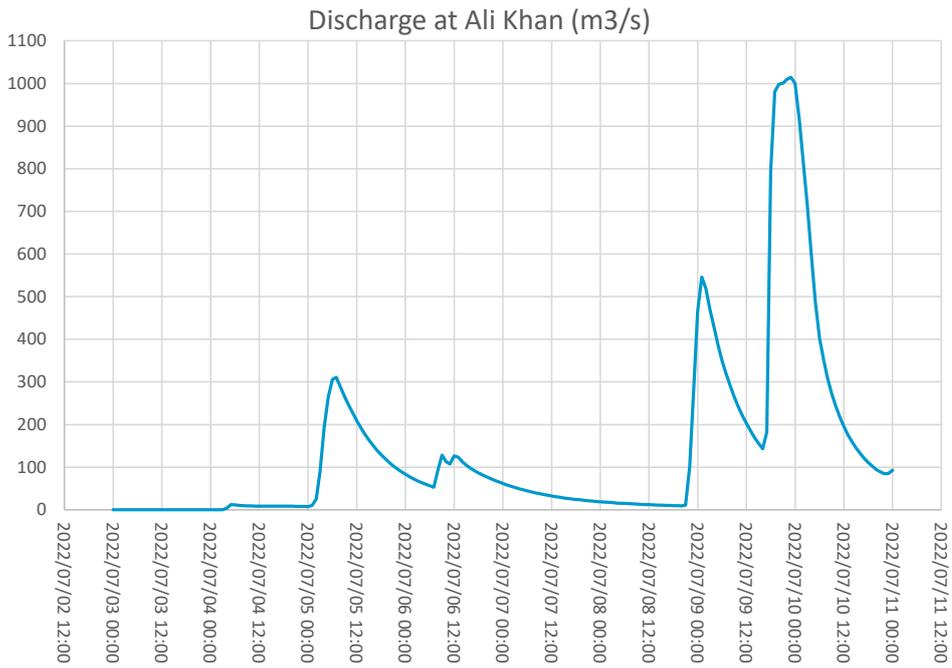


図 6.2.11 流量計算結果 (Ali Khan 地点)

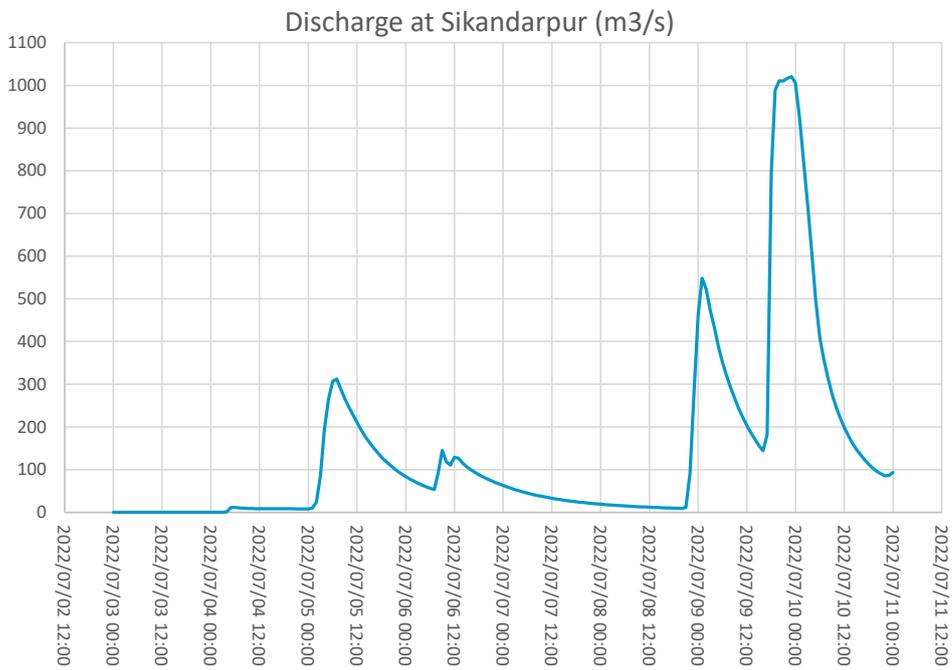


図 6.2.12 流量計算結果 (Sikandarpur 地点)

(iii) Garhi Habibullah 地点 (Kunhar River)

Garhi Habibullah 地点における 2022 年洪水のピークは、2022 年 6 月 21 日から 22 日にかけて観測された流量がピークであり、流出計算の結果、Garhi Habibullah 地点で約  $980 \text{ m}^3/\text{s}$  となった。これに対して PC-1 における Kunhar River の Garhi Habibullah 地点における 100 年確率流量は  $2,127 \text{ m}^3/\text{s}$  であり、2022 年洪水の 2.1~2.2 倍程度である。したがって、PC-1 記載の 100 年確率流量を対象として河川構造物を整備すれば、2022 年洪水相当の規模の洪水が再度発生しても、安全に洪水を流下させることができる。

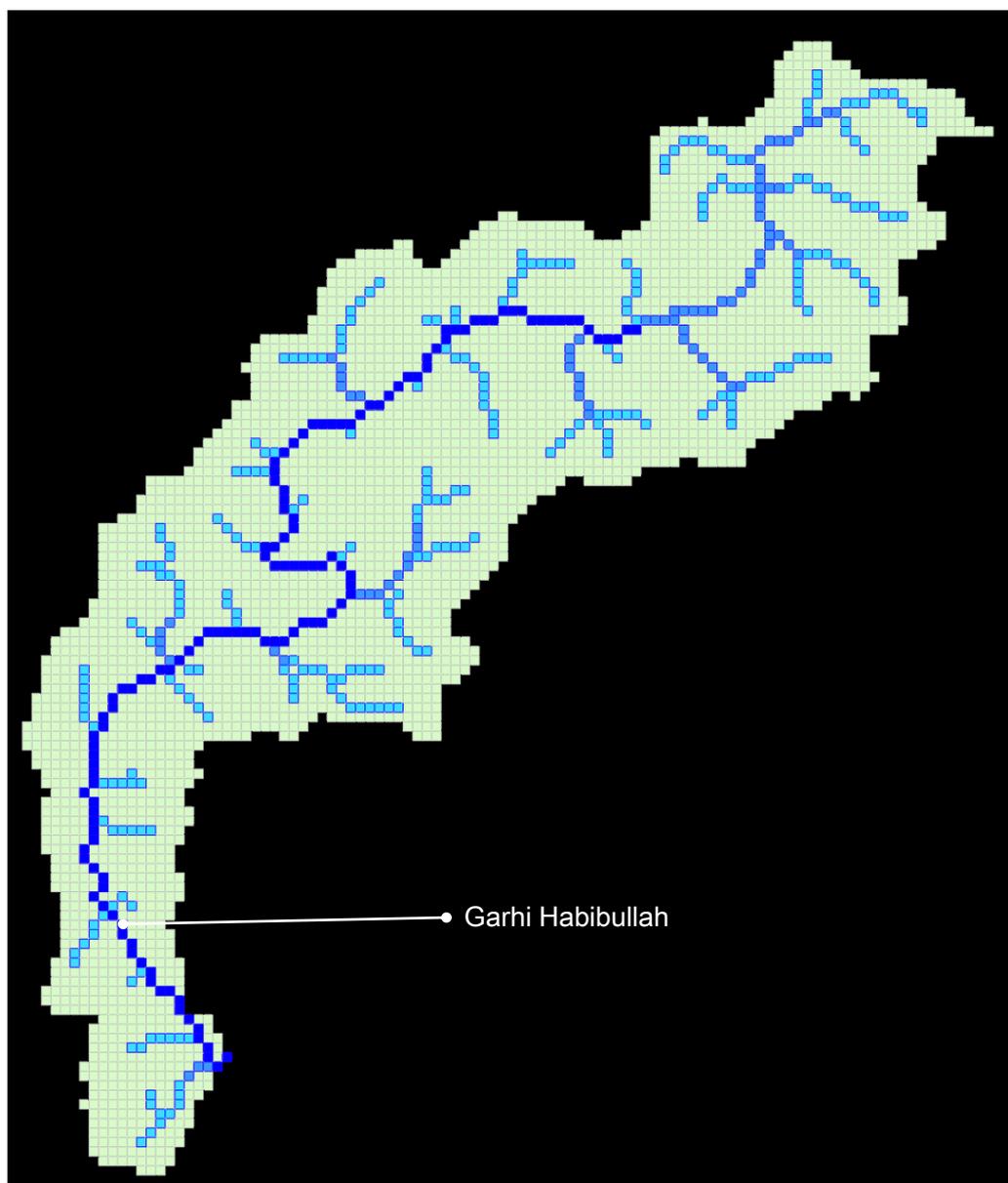


図 6.2.13 流出解析モデル (Kunhar River)

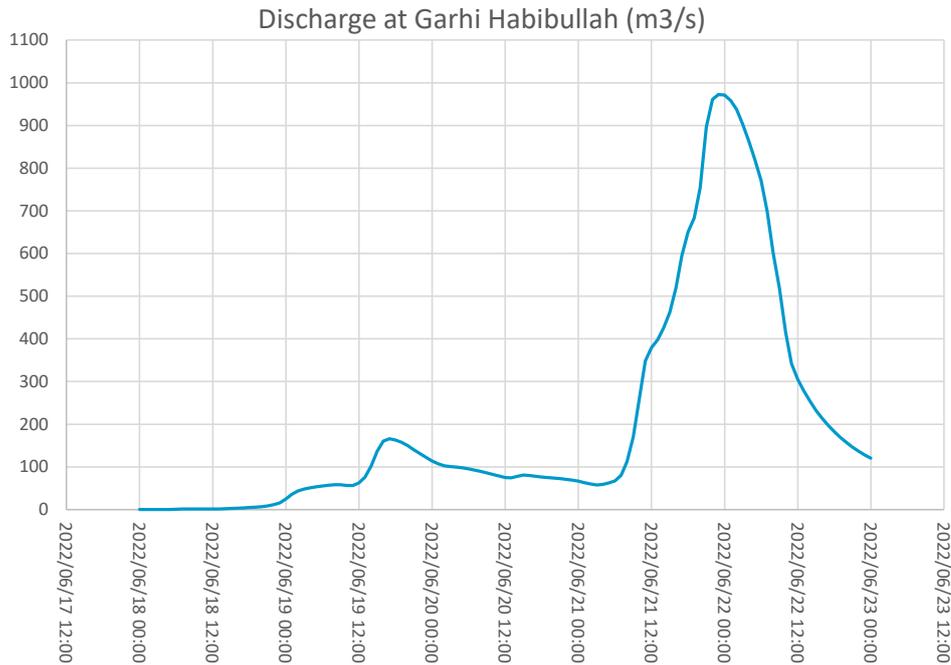


図 6.2.14 流量計算結果 (Garhi Habibullah 地点)

#### (iv) 検証結果

流出解析モデルによる PC-1 流量の簡易的な検証の結果、全ての地点で、PC-1 で採用している 1/100 年確率規模の洪水のほうが 2022 年洪水よりも流量が大きいことを確認した。したがって、パキスタンにおける河川計画に相当する、PC-1 での採用値を、本復旧設計における設計流量とする。これによって、2022 年洪水が再度発生しても問題がないような構造物を設計する。

#### 4) 使用材料

##### (a) コンクリートの規格・仕様

パキスタン国内で使用されているコンクリートの規格を下表に示す。パキスタン国内で最も広く使用されていると推察される A1 規格は、設計基準強度が  $21\text{N/mm}^2$  であり、日本の河川構造物設計における鉄筋コンクリートの最低設計基準強度となっている。また、無筋コンクリートについては、日本では  $18\text{N/mm}^2$  が標準となっているが、パキスタンの規格では、特段の記載がない場合でも  $21\text{N/mm}^2$  が標準となっている。本設計で使用するコンクリートは、もたれ式擁壁であり、無筋構造物である。したがって、擁壁護岸の本体工については、CLASS-B の強度でも十分であると考ええる。

その他のコンクリートの使用箇所も、基本的には無筋構造物であるか、用心鉄筋を配置する程度である。パキスタンのコンクリートの材料費は、CLASS-A1 で  $32,000$  円/ $\text{m}^3$ 、CLASS-B で  $22,000$  円/ $\text{m}^3$  と日本で調達するよりも高価であり、かつ本工事の主な工種となるため、工事費に与える影響が非常に大きい。

上記を踏まえ、材料費・工事費を抑える方針とし、無筋構造物として適切な強度である CLASS-B を採用する。

表 6.2.19 パキスタンのコンクリートの規格

パキスタン規格	設計基準強度 (kgf/cm <sup>2</sup> )	設計基準強度 (N/mm <sup>2</sup> )	スランブ (cm)	最大粒径 (mm)	パキスタン基準での記載
CLASS-A1	210	20.6	2.5-7.5	20	すべての無筋・鉄筋コンクリート (以下の記載に当てはまる場合やエンジニアが指定する場合を除く)
CLASS-A2	245	24.0	10-15	25	水中で施工するコンクリート セメント含有量 350kg/m <sup>3</sup> 以上 スランブ 10~15cm
CLASS-A3	280	27.5	10-15	38	場所打ち杭用、 セメント含有量 400kg/m <sup>3</sup> 以上
CLASS-B	170	16.7	2.5-7.5	51	指定された場合のみで使用
CLASS-C	210	20.6	2.5-7.5	38	土留め板もしくはエンジニアの指示、図面に別段の表示がない
CLASS-D1	350	34.3	5-10	25	プレストレストまたはポストテンションング部材
CLASS-D2	425	41.7	5-10	25	
CLASS-D3	500	49.0	5-10	25	
CLASS-Y	210	20.6	2.5-7.5	13	鋼格子橋の床の充填剤、薄い鉄筋の断面、または特別な規定で指定された場合
Lean Concrete	100	9.8	-	51	捨てコンクリート、均しコンクリート

(b) 鉄筋の規格・仕様

鉄筋については、パキスタンでは、ASTM-A615 の Grade40 と 60 が使用されているが、許容応力度が 1.5 倍になる一方で値段に大きな差がないことから、主に Grade60 が流通している状況である。したがって、本設計では鉄筋は Grade60 を使用することとする。

5) 建設予定の河川構造物の概要

以降に示す検討結果に基づき、下表に示す施設建設を行う。余裕高は、日本の「河川管理施設等構造令」に準拠して設定した。また、設計流量は 100 年確率流量であり、これ以上の流量・流速の洪水発生時には、護岸が被災する可能性がある。

表 6.2.20 建設予定の河川構造物の概要

河川名	地点	設計流量	護岸構造	高さ (基礎～天端)	河床洗堀防止	余裕高
Haro River	Mohra Ghazan	1,815m <sup>3</sup> /s (100 年確率)	もたれ式擁壁	8.0m	1t タイプ六脚ブロック (連結)	1m
Dor River	Ali Khan	1,700m <sup>3</sup> /s (100 年確率)	もたれ式擁壁	6.4m	3t タイプ六脚ブロック (連結)	1m
Dor River	Sikandarpur 高水護岸	1,700m <sup>3</sup> /s (100 年確率)	かごマット積み	2.5m	N/A	1m
Dor River	Sikandarpur 低水護岸	500m <sup>3</sup> /s (年平均最大流量)	練石張り	4.6m	かごマット	1m

## (2) Mohra Ghazan (Haro River)地点の施設計画

### 1) 河道の安定性の確認

Google Earth を用いて、Haro River の河道の中長期的な変遷を確認した。本対策箇所は、2011 年時点で灌漑水路が完成している。滞筋は灌漑水路がある左岸側に寄っており、河道は当時から現在まで大きな変化はない。

2020 年 5 月の画像を確認すると、護岸が崩落しているように見える。さらに、2023 年の洪水で護岸の破壊が進行している。対象箇所をそのまま放置すると、灌漑水路や背後にある住宅地に被害が拡大する恐れがあることから、侵食対策工を実施する緊急性は高いと考えられる。

以下に対象箇所の変遷を示す。



図 6.2.15 Mohra Ghazan 地点の航空写真 (2011 年 5 月)



図 6.2.16 Mohra Ghazan 地点の航空写真 (2015 年 9 月)



図 6.2.17 Mohra Ghazan 地点の航空写真 (2023 年 10 月)



図 6.2.18 Mohra Ghazan 地点の被災した護岸 (2023 年 10 月撮影)



図 6.2.19 設定した護岸法線 (Mohra Ghazan)

## 2) 法線形の検討

護岸の平面線形については、できるだけ河積の障害を防ぐ観点から、現況地形に合わせた法線とした。

## 3) 護岸の根入れ深さの検討

護岸の根入れ深さは、流水による河床洗堀に対して護岸の安定性が担保されるように設定する。ここでは、計算して求めた最大洗堀深と現況の最深河床高を考慮し、結論としては、最大洗堀深に相当する標高を護岸基礎とすると根入れ深さが大きくなり、壁高が高くなり工事費が増大してしまうことから、護岸基礎面は現況における河川の最深河床高を条件として設定し、それよりも深く生じる河床洗堀に対しては、護岸前面の根固めブロックが追従することで護岸を洗堀から保護する設計とした。

以下に護岸の最深河床高と最大洗堀深の計算結果を示す。

護岸の最下流端である SECTION3(Sta.0+100.0)における、「護岸の力学設計法」に準拠した最大洗堀深の計算結果では、EL.530.340m まで洗堀が生じると評価されている。これに対して護岸基礎の根入れを設定すると掘削高及び護岸高が非常に高くなり、根入れが過剰になると判断した。結果として、現況の最深河床高 (EL.531.800m) に対して護岸の安定性が担保されるよう、EL.530.380m を護岸基礎の設置面とした。最深河床高と最大洗堀深の評価標高までの約 1.5m 分の差については、護岸前面に設置する根固めブロックで河床変動に追従させ、洗堀に対する安全性を確保する。根固め工の敷設幅は最低でも 2.0m とし、それに加えて洗堀への追従分を確保する。

護岸の縦断勾配は、現況河川の縦断勾配 1/164 に対して、法線の方向の差を考慮して 1/200 とした。護岸の天端高についても同様に縦断勾配を 1/200 とした。



GENERAL LAYOUT PLAN OF THE RIVER STRUCTURE (MOHRA GAZHAN)

SCALE A 0 20.0 40.0 60.0 80.0m

SECTION	単距離 m	追加 距離 m	最深河床高 EL+ m	河床 勾配 -	平均年最大流量 (Q=455m <sup>3</sup> /s)							計画高水流量 (Q=1815m <sup>3</sup> /s)
					水位 EL+ m	水面幅B m	通水断面積 A m <sup>2</sup>	平均水深Hm m	Hs/Hm (図より)	洗堀深 ΔZ m	最深河床高の評価値 EL+ m	水位 EL+ m
1	0	0	532.183	1/164	535.770	81	147	3.587	3	2.908	531.045	538.041
2	50	50	531.551	1/164	535.733	66	135	4.182	3	3.289	530.389	538.285
3	50	100	531.800	1/164	535.865	62	133	4.065	3	3.400	530.340	538.460
4	50	150	533.470	1/164	536.362	68	136	2.892	3	3.202	531.158	538.794
5	50	200	534.192	1/164	536.550	84	148	2.358	3	2.822	531.964	538.658

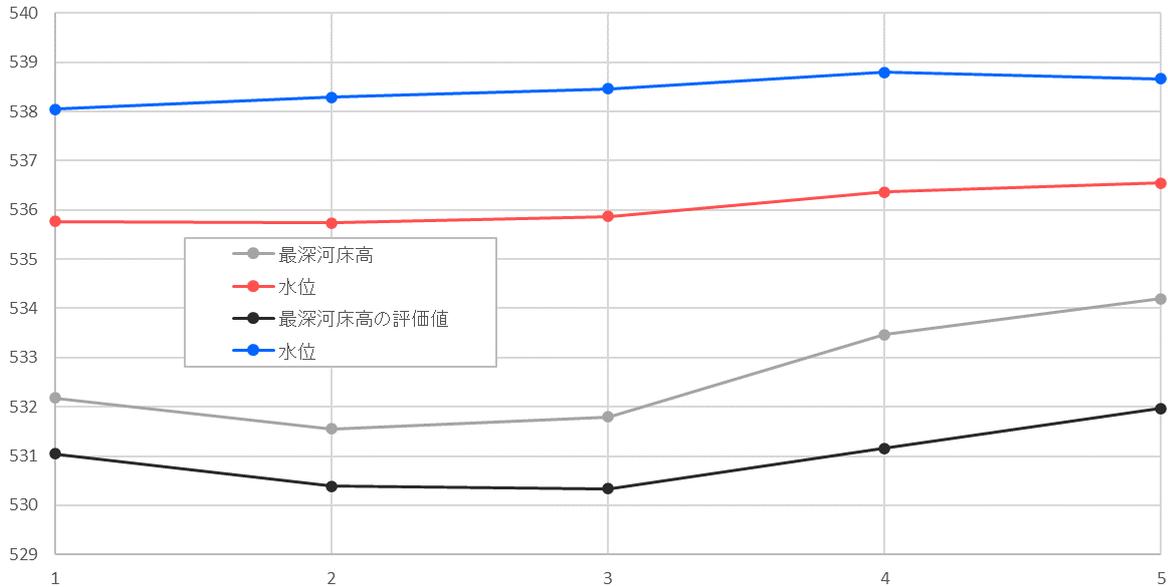


図 6.2.20 最深河床高と洪水時の水位縦断面図 (Mohra Ghazan)

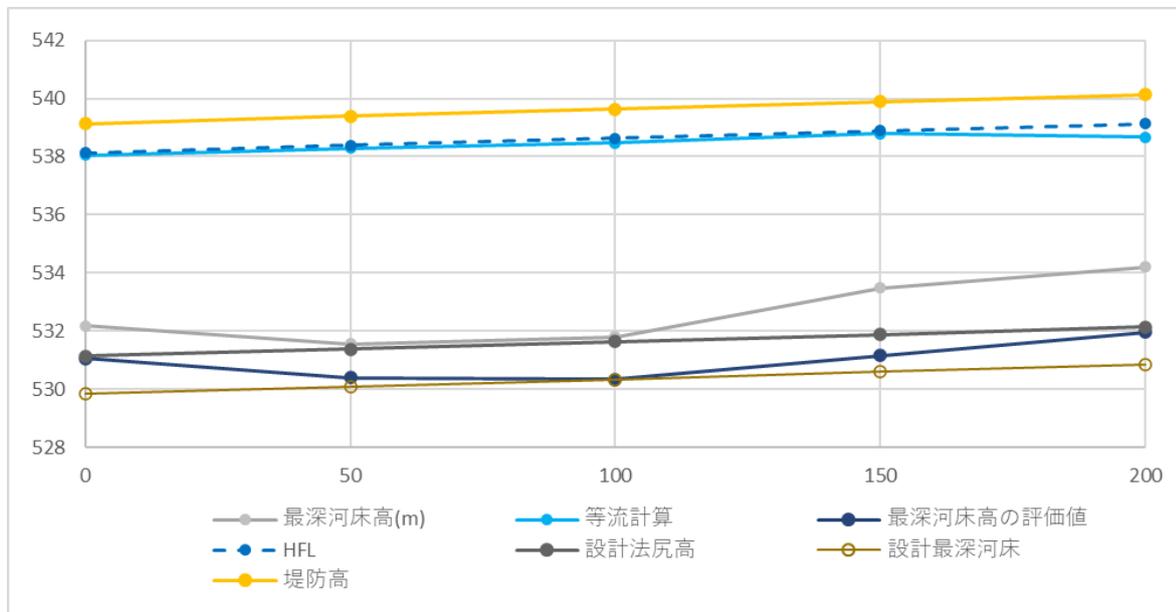


図 6.2.21 基礎工の根入れ (現況最深河床-1.3m) と護岸天端高

② 直線河道の場合

河道幅がほぼ一定の直線河道における最深河床高は、主に砂州の規模を表す砂州波高、波長で決まる。また、砂州波高は、砂州の列数による影響を受ける。以下にセグメントごとに砂州形態を踏まえた評価方法を示す。

(a) セグメント 1, 2-1 の河道

最深河床高は、砂州波高に支配される。また、砂州波高は、低水路幅  $B$  と水路の水深  $H_n$ 、河床材料粒径  $d$  に支配される。砂州波高は、図 4-15 によって評価する。図 4-15 は、水理模型実験によって得られた砂州波高・水深比 ( $H_s/H_n$ ) と低水路幅・水深比 ( $B/H_n$ ) との関係を表すものである<sup>1)</sup>。実験は、流量一定の定常状態で行われた。ここで  $H_n$  は、実験時の水路の平均水深を表す。

最大洗掘部の水深 ( $H_{\max.s}$  : 図 4-16 参照) はこれまでの実験データ等から、

$$H_{\max.s}/H_n = 1 + 0.8 H_s/H_n \quad \dots\dots\dots (4.16)$$

と評価される<sup>1)</sup>。以上より、直線河道部の最大洗掘深は、 $B$  と  $H_n$  により評価することが可能である。

実河川の、砂州波高の最大値は、概略平均年最大流量時の平均水深  $H_m$  に対応するものとなっているため、計画高水流量時の砂州波高は、式(4.16)および図 4-15 の  $H_n$  を  $H_m$  とみなして評価してよい。

出典：改訂 護岸の力学設計法 平成 19 年 p.54

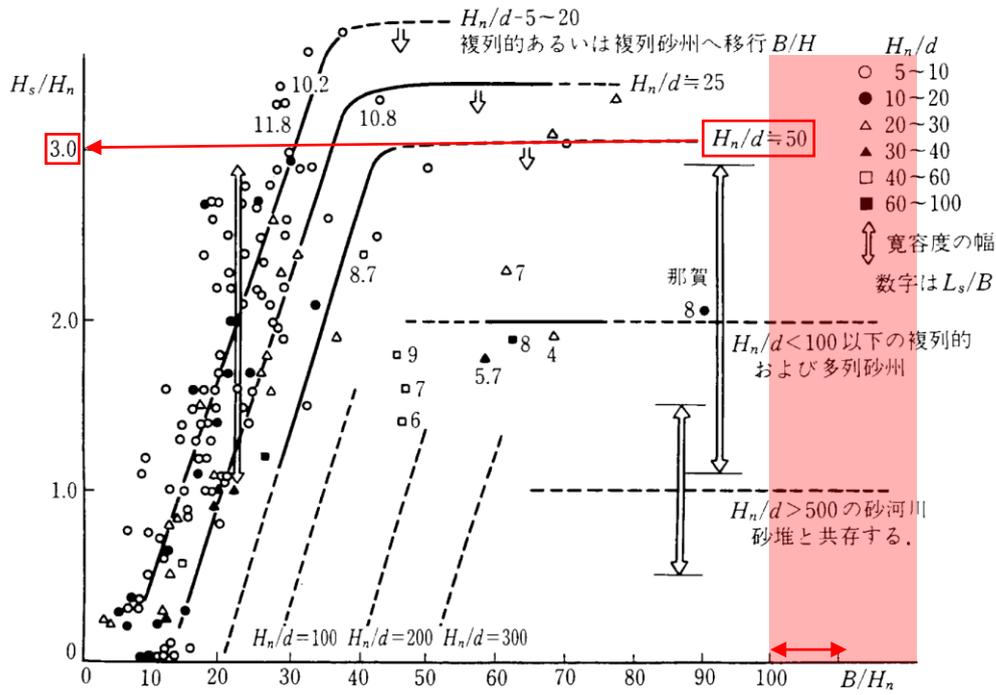


図 4-15  $H_s/H_n$  と  $B/H_n$  の関係 (ただし  $\tau_*$  は 0.03~0.4 の範囲)<sup>1)</sup>

したがって、最大洗掘部の洗掘深  $\Delta Z$  (平均河床高と最深河床高の差) は、

$$\Delta Z/H_m = 0.8 H_s/H_m \quad \dots \dots \dots (4.17)$$

で評価し得る。

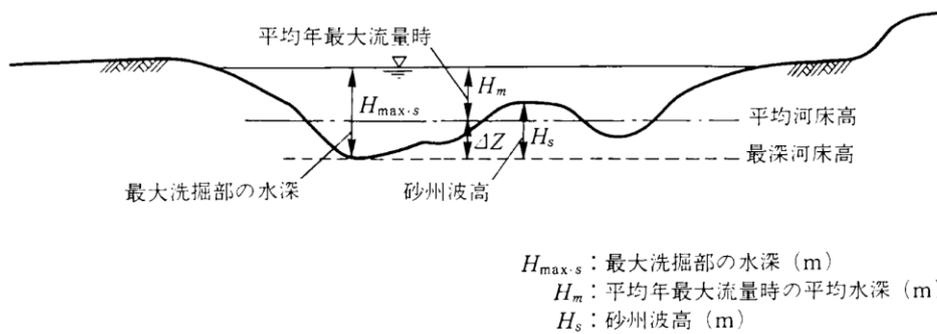


図 4-16 実河川の最大洗掘部の水深 ( $H_{max.s}$ ) の説明図

出典：改訂 護岸の力学設計法 平成 19 年 p. 55

表 6. 2. 21 最大洗掘深の評価手法 (Mohra Ghazan)

#### 4) 法覆工の検討

Mohra Ghazan における Haro River の河床勾配は 1/150 程度と急流河川であり、洪水時には 5 m/s を超える大きな流速が発生する。このような流速が発生しても護岸が流失・破損することのないようにコンクリート系の護岸を採用する。図 6.2.38 に示されているように、現状の河岸侵食箇所では崖が切り立っている。護岸の法面勾配を 1:2.0 の緩勾配とした場合、護岸整備部分のみが前出しとなり、河積を阻害してしまうことから、法面勾配は 1:0.5 とした。

法面勾配が 1:0.5 の法覆工としては、コンクリートブロック練積護岸が考えられるが、パキスタンでは河川護岸用のコンクリートブロックが流通していないため、現場打ちコンクリートによる擁壁護岸を採用する。

擁壁護岸としては、重力式擁壁ともたれ式擁壁が考えられるが、必要なコンクリート量が比較的少なく、経済性に優れるもたれ式擁壁を採用する。護岸の横断面図を図 6.2.37 に示す。

なお、滑動の防止のため、底版に突起を設けている。

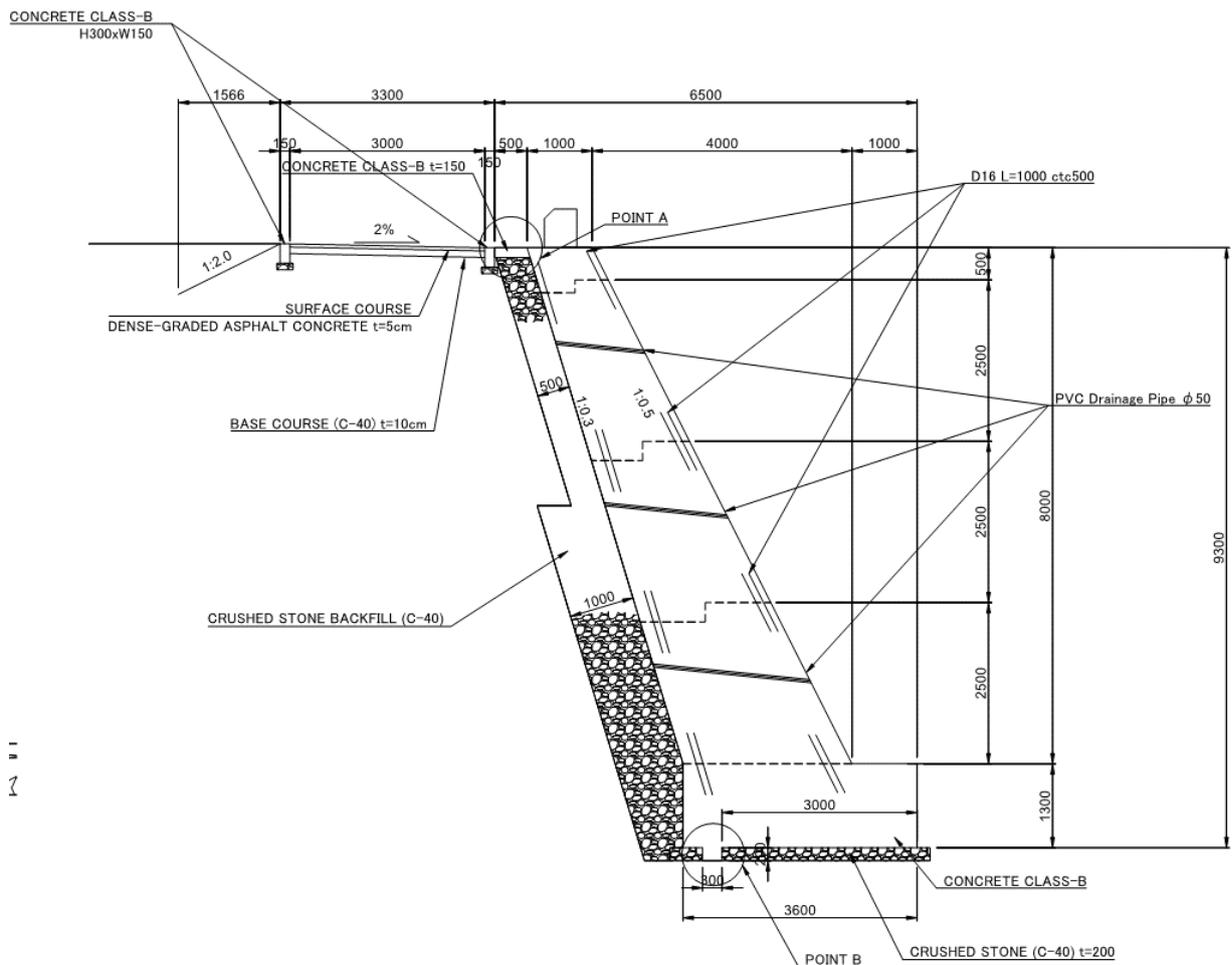


図 6.2.22 もたれ式擁壁護岸

## 5) 基礎工法の検討

護岸計画地点の基礎地盤の状況を確認するために、ボーリング調査を実施した。調査結果によると、擁壁底版の付近は N50 以上の砂礫地盤が分布することが確認された。この地盤は良好な支持層と考えられ、直接基礎が採用可能であると判断される。

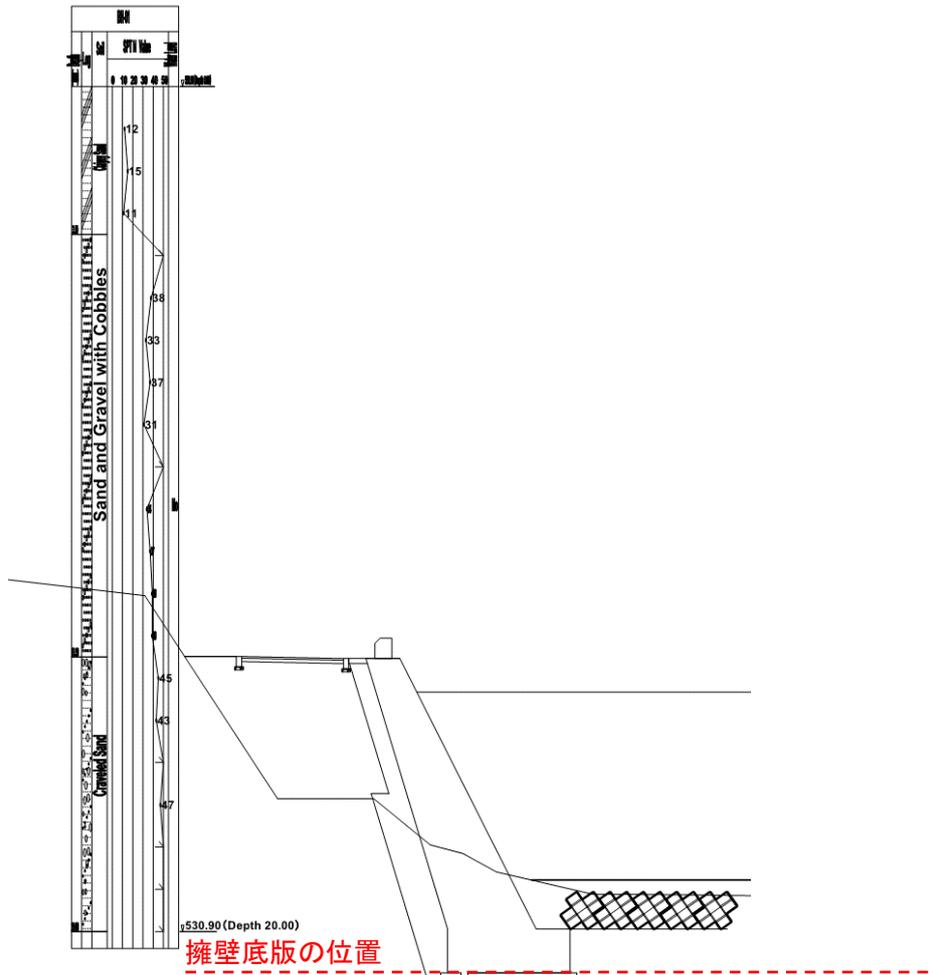


図 6.2.23 ボーリング柱状図と基礎工法の検討 (Mohra Ghazan)

## 6) 根固め工の検討

Haro River の Mohra Ghazan 地点では、河床洗堀・河床低下が激しいことが現地カウンターパートから指摘されている。護岸の根入れについて検討した結果、想定される最大の洗堀深まで根入れを行うと、基礎工事の掘削深度及び掘削規模が大きくなり、工事費が大きく膨らむ恐れがある。したがって、現況の最深河床高に対して安全となる深さに護岸根入れを設定したが、それ以上の河床洗堀・河床低下に対しては、擁壁護岸の前面に設置する根固めブロックが追随することで対応するという設計思想とする。根固めブロックの種類としては、平張りブロックでは大きな流速が擁壁前面に作用してしまうため、流速低減の効果も見込める六脚ブロックを採用する。六脚ブロックは日本で最初期に開発され、河川護岸だけでなく、海岸港湾における消波ブロック等、多岐にわかって使用されていることから、今後のパキスタンの防災工事にも流用・使用することが

可能になる。

根固めブロックの重量については、作用する流速に対して流失しないよう設定する。下記の検討の結果、Mohra Ghazan 地点においては、1 トン級の六脚ブロックが必要という結果となった。

1、設計条件

ブロック種別	:	D : 三点支持型
ブロックの配置形式	:	層積
水の密度	$\rho_w$ :	102.000 kgf・s <sup>2</sup> /m <sup>4</sup>
模型ブロックの比重	$\rho_b / \rho_w$ :	2.25
根固め工の密度	$\rho_b$ :	229.500 kgf・s <sup>2</sup> /m <sup>4</sup>
ブロック係数	$\alpha$ :	0.00045
	$\beta$ :	2.30
代表流速	Vd (Vo) :	7.800 m/s
重力加速度	g :	9.80 m/s <sup>2</sup>

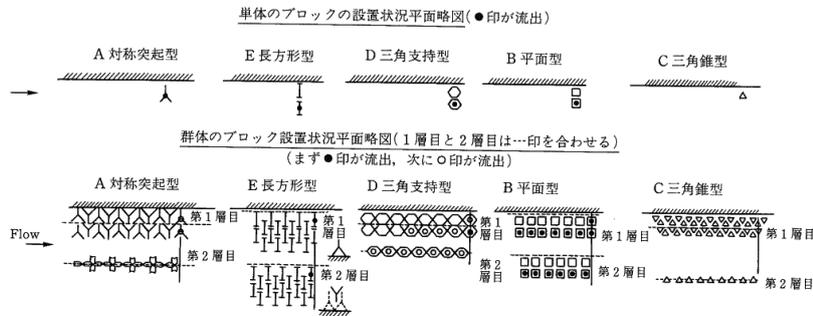


図5-42 ブロック群の遮へい、かみあわせ効果実験模式図

(護岸の力学設計法 P. 109)

異型コンクリートのブロック係数  $\alpha$  および  $\beta$  の値

ブロック種別	模型ブロックの比重 $\rho_b / \rho_w$	$\alpha$	$\beta$			
			単体	乱積		層積
適用範囲	設計値					
A : 対称突起型	2.22	0.00120	1.0	1.2~2.0	2.0	1.5
B : 平面型	2.03	0.00054	1.0	1.2~2.0	2.0	2.0
C : 三角錐型	2.35	0.00083	1.0	1.2~2.0	2.0	1.4
D : 三点支持型	2.25	0.00045	1.0	1.2~2.0	2.0	2.3
E : 長方形	2.09	0.00079	1.0	1.2~2.0	2.0	2.8

2、ブロック必要重量の計算

$$\begin{aligned}
 W &> \alpha \left( \frac{\rho_w}{\rho_b - \rho_w} \right)^3 \cdot \frac{\rho_b}{g^2} \cdot \left( \frac{Vd}{\beta} \right)^6 \\
 &= 0.00045 \cdot \left( \frac{102.000}{229.500 - 102.000} \right)^3 \cdot \frac{229.500}{9.80^2} \cdot \left( \frac{7.800}{2.30} \right)^6 \\
 &= 0.838 \text{ tf}
 \end{aligned}$$

※ 0.838 tf より大きい重量の根固ブロックが必要になる。

根固めブロックの敷設高さは現況最深河床高程度とし、敷設幅については、想定最大の河床低下が生じても根固めブロックが追随することのできる幅を検討した結果、5列となった。また、護岸が群衆として河床低下に追随できるように、ブロック同士は金具で連結することとする。なおブロックの重量検討では層積みの場合で検討を行った重量を連結させることとした。

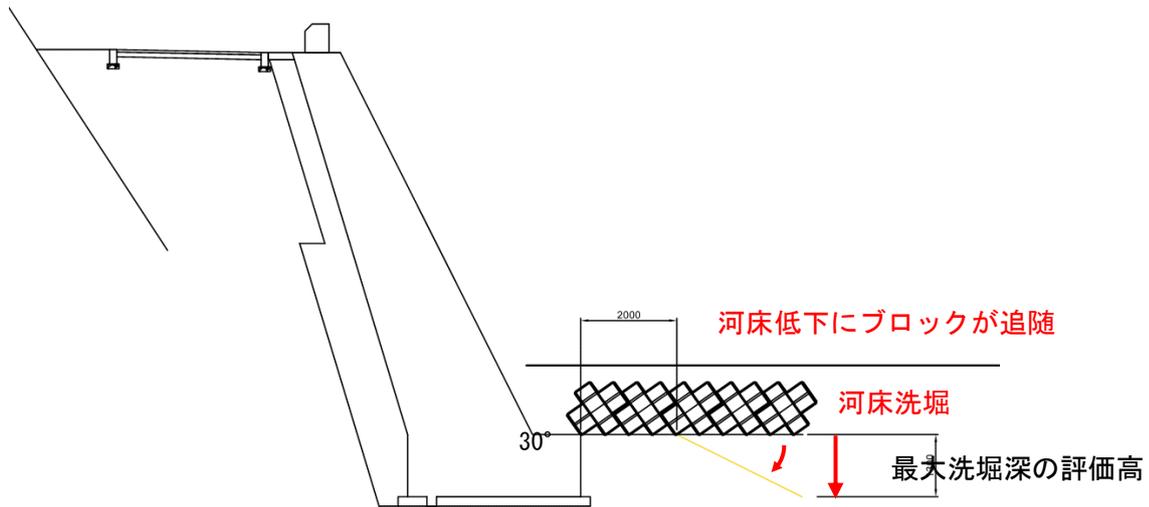


図 6.2.24 根固めブロックの敷設幅の考え方

7) 本体設計

もたれ式擁壁の本体の寸法は、高さが 8m 以上と高いため、「建設省制定 土木構造物標準設計 2 擁壁類」を参考に構造計算を行い、寸法を設定した。

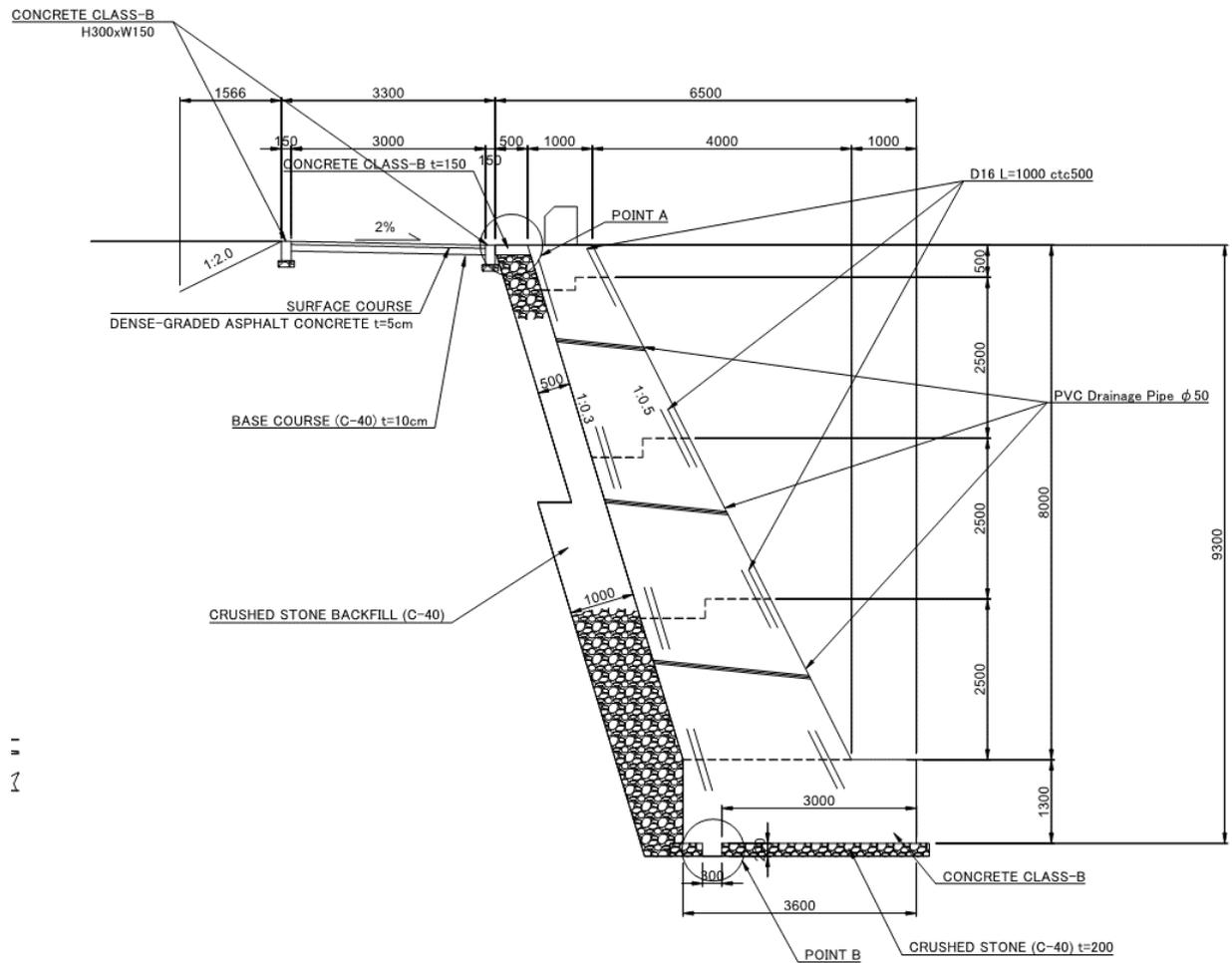


図 6.2.25 もたれ式擁壁の横断図 (Mohra Ghazan)

8) 付帯施設

(a) すりつけ護岸工

擁壁護岸の上下流端部には、護岸が現況地形に滑らかにすりつくよう、すりつけ護岸工を設置する。在来の河岸との馴染みを良くする事で、侵食の影響を吸収して、護岸が上下流から侵食されるのを防止するものである。すりつけ工の粗度により流速緩和、下流河岸の侵食防止が見込めるため、屈とう性があり、大きい粗度を保有する構造が求められる。これを満足する構造として、かごマット工を採用する。護岸の高さが大きいため、安定計算を行い、安全性を確保した上で、適用する。安定計算は「道路土工-擁壁工指針 平成 24 年度版」に準じ計算を行った。安定計算の結果、1 列積みでは安全性を確保できないことから、2 列積みにて使用する。

表 6.2.22 すりつけ護岸の安定計算結果 (Mohra Ghazan)

列数	転倒			滑動			支持		
	安全率	許容値	評価	安全率	許容値	評価	最大地盤反力度 qmax	許容支持力度 qa	評価
1 列	Fs=1.40	Fs>1.50	Not Acceptable	Fs=1.01	Fs>1.50	Not Acceptable	159kN/m <sup>2</sup>	600kN/m <sup>2</sup>	Acceptable
2 列	Fs=2.27	Fs>1.50	Acceptable	Fs=2.05	Fs>1.50	Acceptable	156kN/m <sup>2</sup>	600kN/m <sup>2</sup>	Acceptable

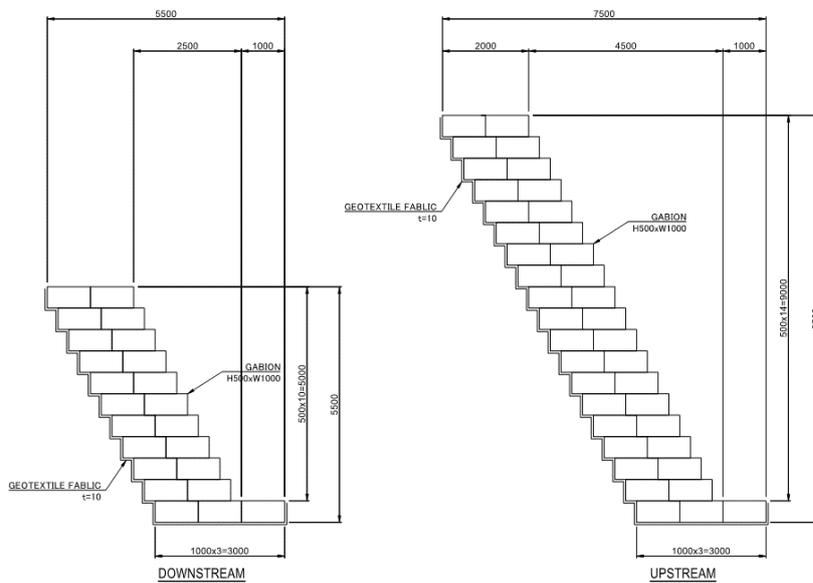


図 6.2.26 すりつけ護岸工の横断図 (Mohra Ghazan)

(b) 維持管理用道路

護岸を適切に維持管理するためには、定期的な点検が必要である。維持管理を容易にするために、擁壁の背後に維持管理用道路を設置する。道路幅は維持管理車両の通行を考慮して最低限の 3.0m とする。舗装は標準的なアスファルト舗装とし、片勾配 2% とすることで、維持管理用道路上に降った雨水が河川へ排水されるようにする。

(c) 転落防止柵

擁壁の天端と前面の埋戻高の高低差が 3.0~3.5m 程度あるため、転落防止柵としてコンクリート柵を擁壁天端に設置する。柵の寸法は、現地踏査において現地で確認されたものを設置する。柵の詳細図を以下に示す。

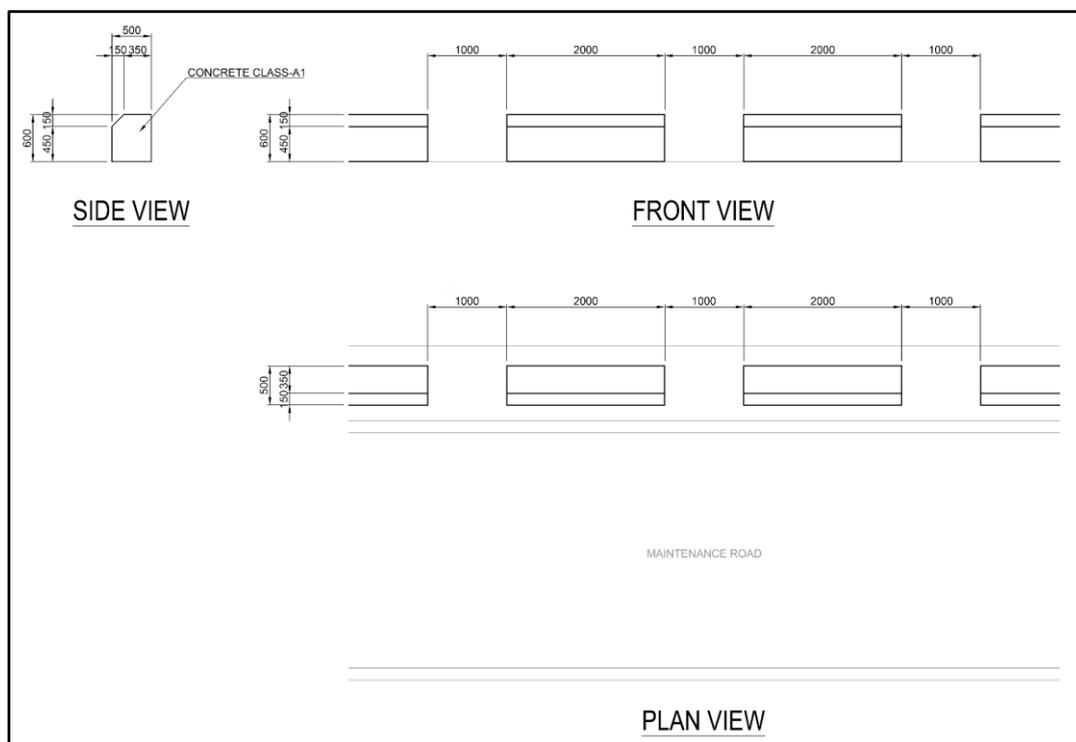


図 6.2.27 コンクリート柵の詳細図

(d) 水抜き孔

Mohra Ghazan 地点は地下水位が非常に低く、調査ボーリング (L=10.0m) において孔内水位は確認されなかった。したがって、平常時は背面からの水圧は作用しないものと思われるが、降雨の際に生じる可能性のある背面水を速やかに排水するために、壁面に水抜き孔を設ける。水抜き孔は 2.50 m<sup>2</sup> に一か所とし、硬質ポリ塩化ビニル管 φ 50 mm を設置する。

### (3) Ali Khan (Dor River) 地点の施設計画

#### 1) 河道の安定性の確認

Google Earth を用いて、Dor River の河道の中長期的な変遷を確認した。本対策箇所は、2010 年には樹木・果樹園・畑等の土地利用となっているが、2012 年頃からみお筋が左岸側に寄り、河岸侵食が顕著となっている。2016 年では河岸侵食が進行し、2022 年の洪水後 2023 年現在の地形が概ね形成されている。浸食された河岸から約 30m の距離に上水及び灌漑用のポンプ小屋がある。2017 年 9 月の出水時の写真によると、洪水流の流れが左岸に寄っていることが確認されるが、ポンプ小屋まで洪水流は上がっていないことが確認できる。その後現在の位置まで侵食が進行していることが確認される。今後、大規模な洪水が生じた場合、ポンプ小屋にまで河岸侵食が到達し被災する可能性が高いこと、さらに侵食が進んだ場合は背後に控える大規模な灌漑用水路も被災する可能性があることから、侵食対策工を実施する緊急性は高いと考えられる。なお、対策箇所の下流側は 2016 年以降顕著な変化は見られないことから強固な地盤である可能性がある。

Ali Khan 地点の河床勾配は 1/100 よりも急であり、河床材料の代表粒径も 2cm 程度である。セグメント区分ではセグメント 1 に分類されると考えられる。河岸侵食の程度は激しい。

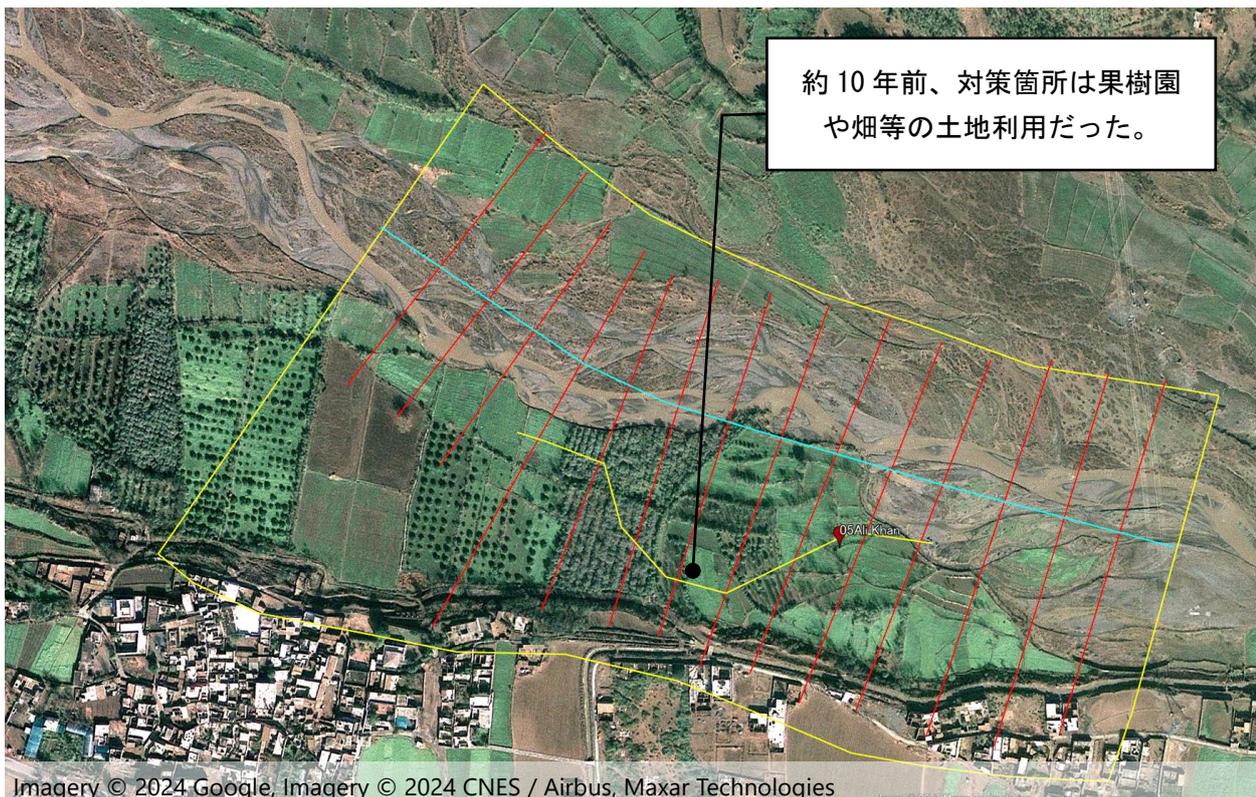


図 6.2.28 Ali Khan 地点の航空写真 (2010 年 2 月)

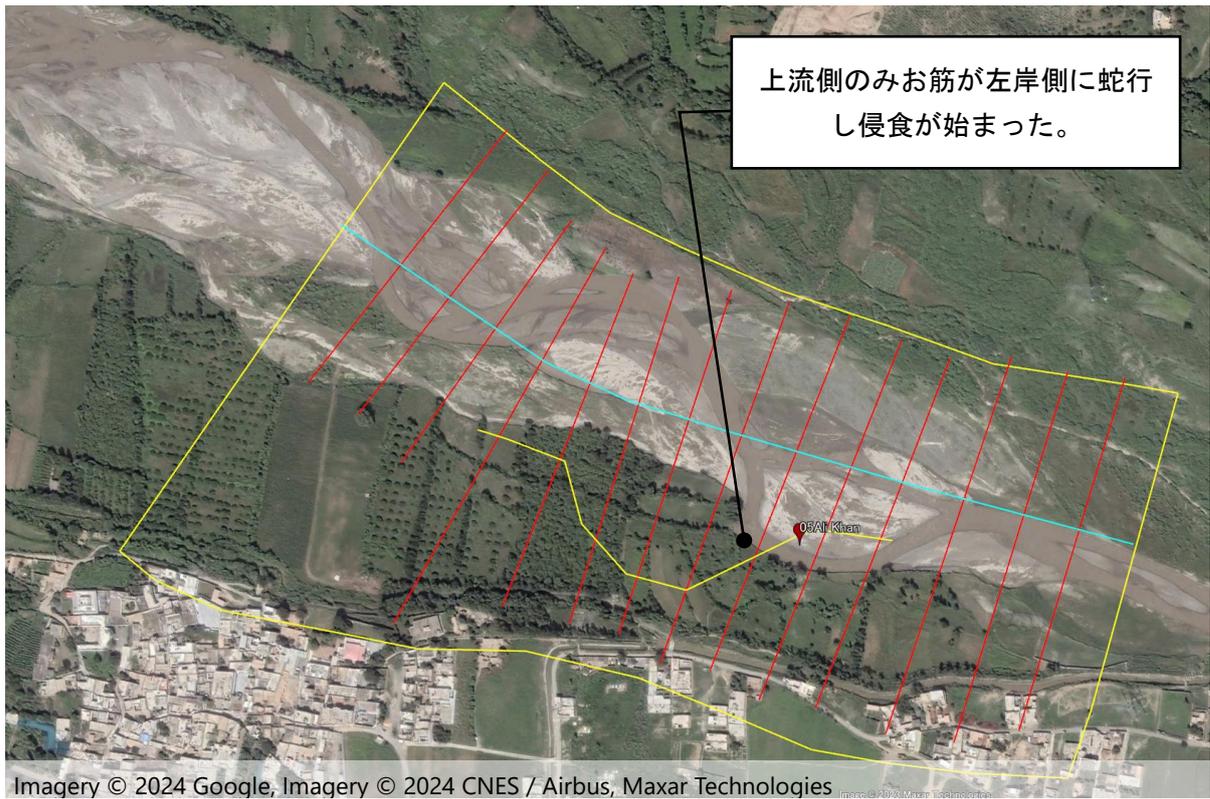


図 6.2.29 Ali Khan 地点の航空写真 (2012 年 9 月)



図 6.2.30 Ali Khan 地点の航空写真 (2016 年 2 月)

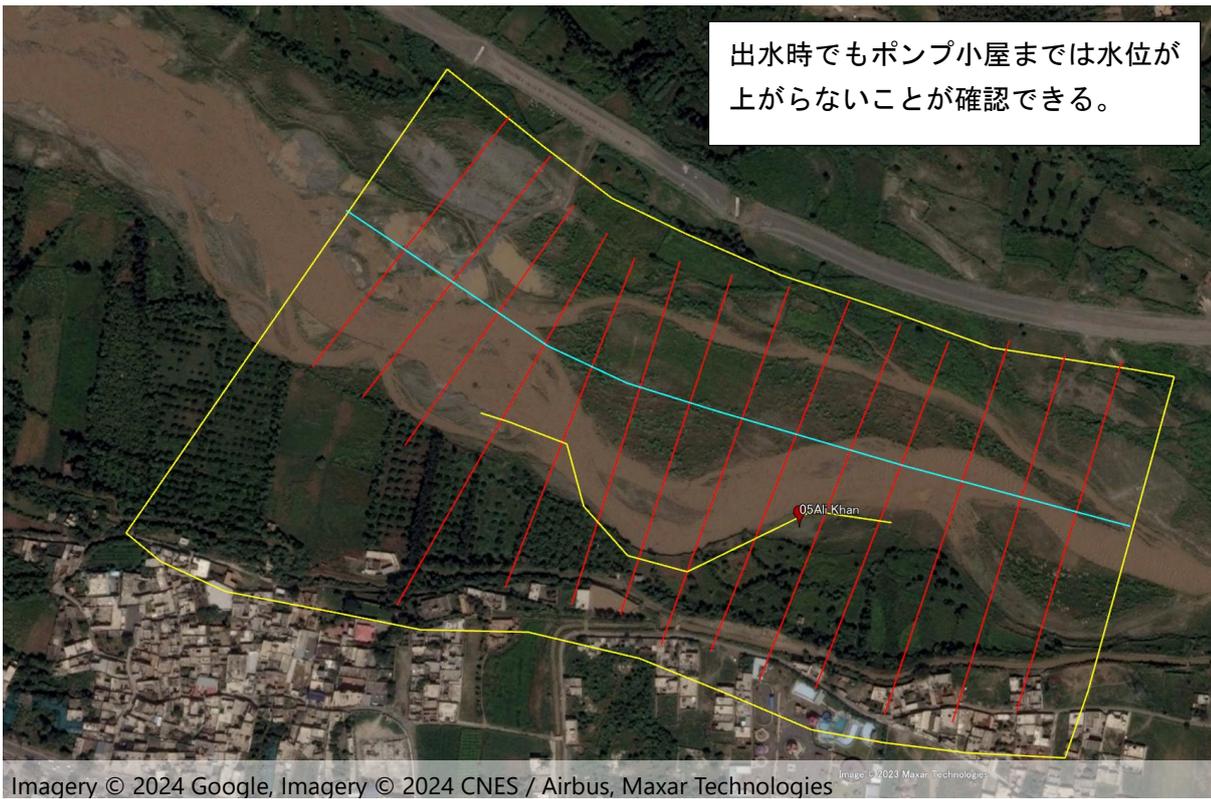


図 6.2.31 Ali Khan 地点の航空写真 (2017 年 9 月)

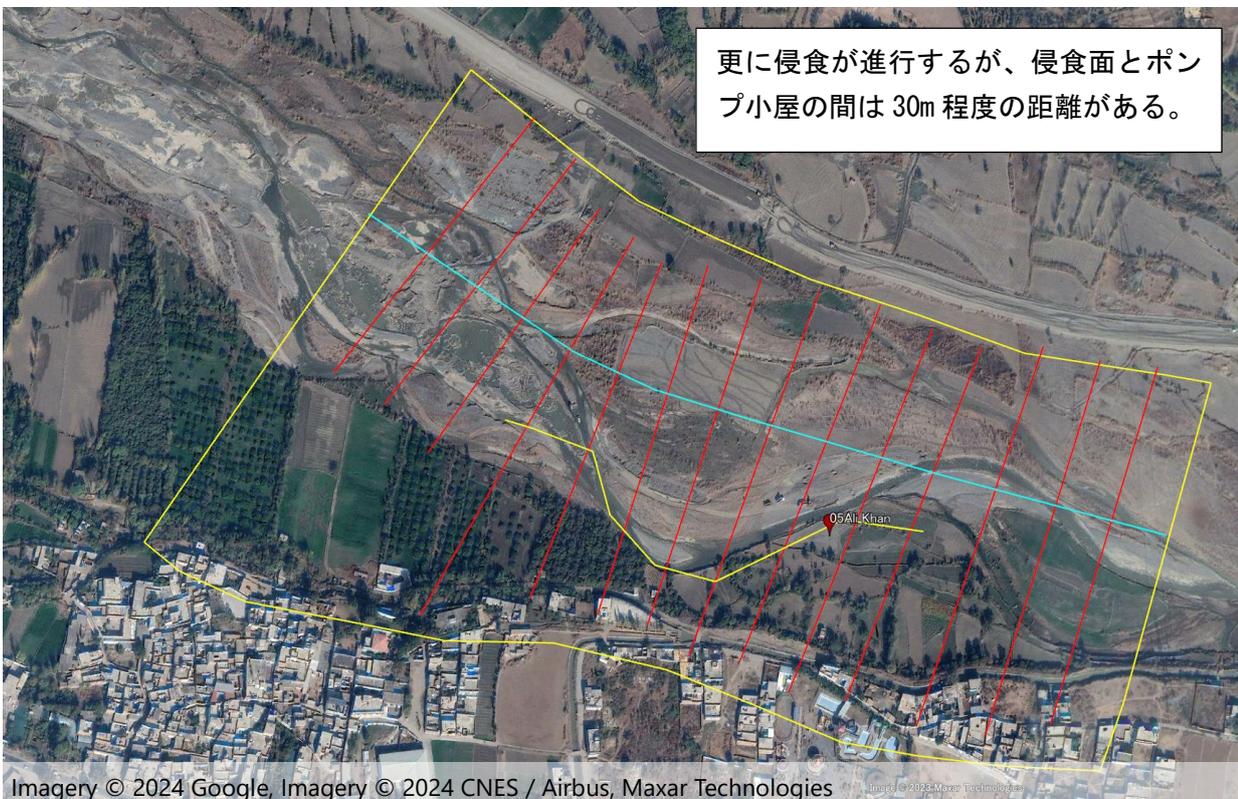


図 6.2.32 Ali Khan 地点の航空写真 (2017 年 12 月)

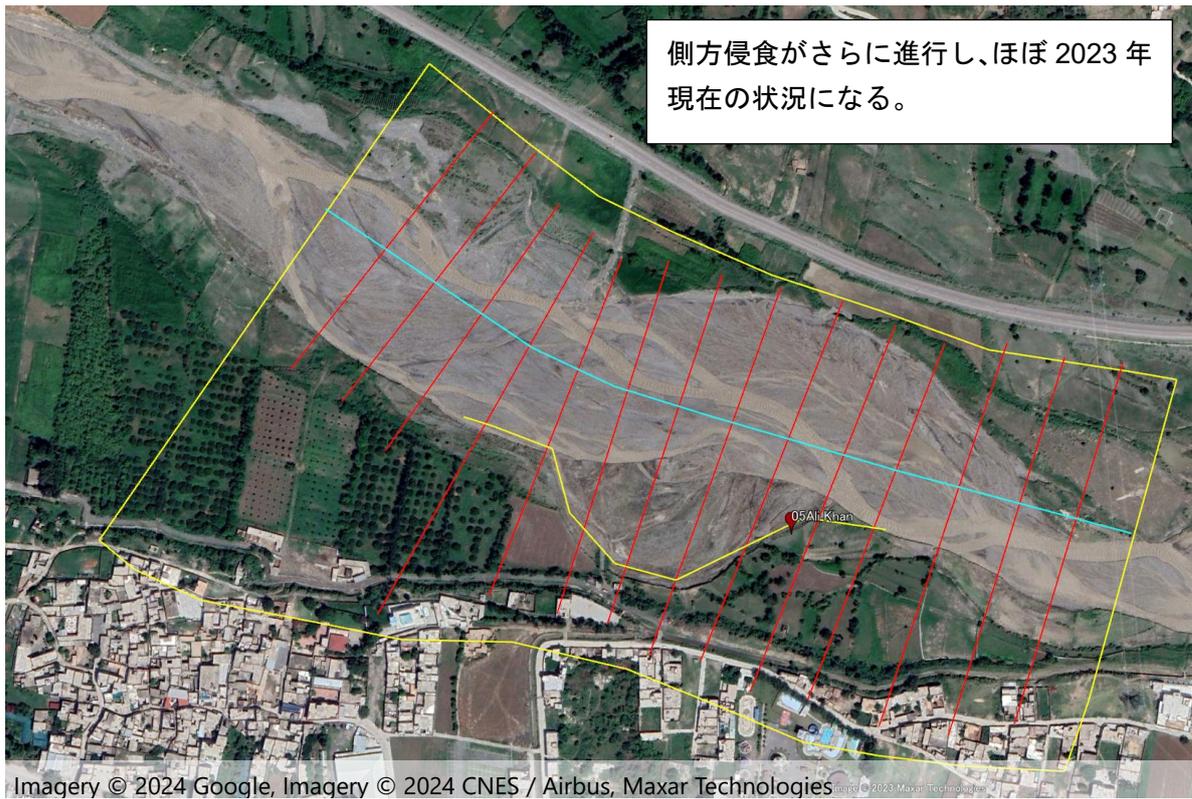


図 6.2.33 Ali Khan 地点の航空写真 (2021 年 7 月)



図 6.2.34 Ali Khan 地点の航空写真 (2023 年 6 月)

2) 法線形の検討

護岸の平面線形については、以下に示す案を比較検討した結果、現況地形に合わせた法線とした。

表 6.2.23 護岸法線の比較検討

	案①：曲線半径 2000m 案	案②：曲線半径 1500m 案
線形図		
概要	川幅の 10 倍程度の曲線半径で設定 局部的に河岸侵食が生じた箇所をカバーする範囲を復旧・改修する。	同左
湾曲の流況と護岸位置	湾曲は最も緩く、流況は最も安定すると考えられるが、護岸が最も前出しになるため、護岸上流部の地形が掘削された場合は、護岸が上流部から破壊される可能性がある。現況河道に対して河積を阻害することになる。護岸裏に大規模な埋戻し土工が必要になり経済的には優れない。	湾曲は案①に次いで十分に緩く、流況は安定すると考えられる。護岸位置は案①よりも若干外側となるため、護岸上流部の地形が多少側方侵食を受けても直ちに本護岸の安定性には影響しない。その他の点に関しては案①と同様。
	案③：曲線半径 600m 案	案④：現況地形に沿った整備案
線形図		
概要	川幅の 3 倍程度の曲線半径で設定 局部的に河岸侵食が生じた箇所をカバーする範囲を復旧・改修する。	現況の地形に合わせて設定
湾曲の流況と護岸位置	湾曲は最もきついものの、川幅の 3 倍の曲率を確保しているため、流況は安定すると考えられる。 護岸位置は最も手前側となり、護岸上流部の地形が側方侵食を受けても本護岸の安定性には影響しない。 その他の点に関しては案①と同様。	現況地形に合わせて整備することで河積の阻害が生じない。また大規模な埋戻し土工が不要となり、他の案と比較し、経済性に優れる。 現況地形に法線を合わせることで護岸の直上下流の未整備箇所へ侵食が移行する可能性が最も少ない。

### 3) 護岸の根入れの検討

護岸の根入れ深さは、流水による河床洗堀に対して護岸の安定性が担保されるように設定する。Ali Khan 地点の護岸における根入れは、Mohra Ghazan 地点の護岸における根入れの検討内容と同様に、護岸基礎面を現況における河川の最深河床高を条件として設定し、それよりも深く生じる河床洗堀に対しては、護岸前面の根固めブロックが追従することで護岸を洗堀から保護する設計とした。

以下に護岸の最深河床高と最大洗堀深の計算結果を示す。

護岸の最下流端である SECTION3 における最大洗堀深の計算結果では、EL.559.022m まで洗堀が生じると評価されているこれに対して護岸基礎の根入れを設定すると掘削高及び護岸高が非常に高くなり、根入れが過剰になると判断した。結果として、現況の最深河床高 (EL.561.178m) に対して護岸の安定性が担保されるよう、EL.559.300m を護岸基礎の設置面とした。最深河床高と最大洗堀深の評価標高までの差については、護岸前面に設置する根固めブロックで河床変動に追従させ、洗堀に対する安全性を確保する。根固め工の敷設幅は最低でも 2.0m とし、それに加えて洗堀への追従分を確保する。

護岸の縦断勾配は、現況河川の縦断勾配 1/75 に対して、法線の湾曲分を考慮して 1/100 とした。護岸の天端高の縦断勾配についても同様に 1/100 とした。



SECTION	単距離 m	追加距離 m	最深河床高 EL+ m	河床勾配 -	平均年最大流量(Q=500m <sup>3</sup> /s)							計画高水流量(Q=1700m <sup>3</sup> /s)	
					水位(Q=500m <sup>3</sup> /s) EL+ m	水面幅B m	通水断面積 A m <sup>2</sup>	平均水深Hm m	Hs/Hm (図より)	洗堀深 ΔZ m	最深河床高の評価値 EL+ m	水位(Q=1700m <sup>3</sup> /s) EL+ m	
					1	0	0	559.124	1/75	561.573	138	159	1.149
2	50	50	559.851	1/75	562.279	125	152	1.223	3	2.936	558.120	563.647	
3	50	100	561.178	1/75	563.015	133	156	1.174	3	2.818	559.022	564.445	
4	50	150	562.014	1/75	563.793	135	157	1.168	3	2.804	559.821	565.160	
5	50	200	562.014	1/75	564.321	151	164	1.087	3	2.609	560.624	565.554	
6	50	250	562.926	1/75	565.144	217	190	0.875	3	2.099	562.171	566.094	
7	50	300	563.356	1/75	565.800	259	204	0.787	3	1.889	563.123	566.656	
8	50	350	564.012	1/75	566.523	260	204	0.787	3	1.888	563.848	567.380	
9	50	400	565.014	1/75	567.188	222	192	0.864	3	2.073	564.251	568.123	
10	50	450	565.501	1/75	567.959	151	164	1.091	3	2.617	564.251	569.168	
11	50	500	566.280	1/75	568.519	145	162	1.114	3	2.674	564.731	569.741	
12	50	550	567.001	1/75	569.264	126	153	1.215	3	2.917	565.132	570.608	
13	50	600	568.078	1/75	570.246	112	146	1.302	3	3.125	565.819	571.949	
14	50	650	568.755	1/75	571.161	122	151	1.245	3	2.987	566.929	572.649	

: 当初の護岸の設計範囲
  : 延長を短縮した最終的な設計範囲

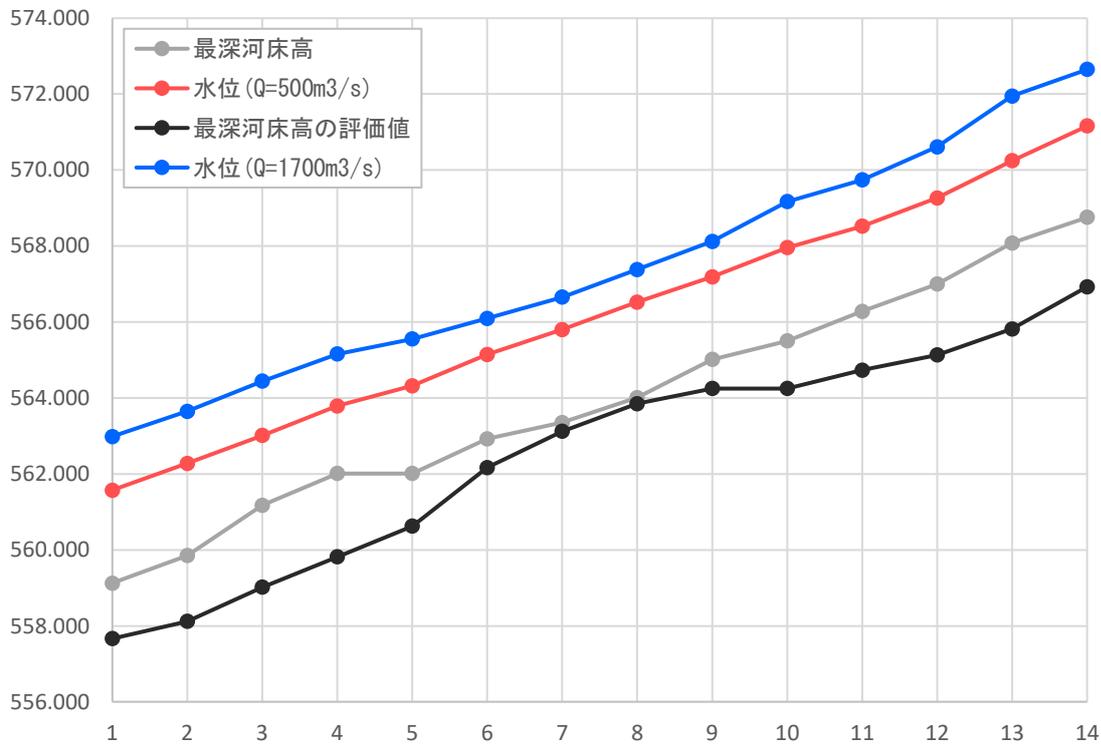


図 6.2.35 最深河床高と洪水時の水位縦断面図 (Ali Khan)

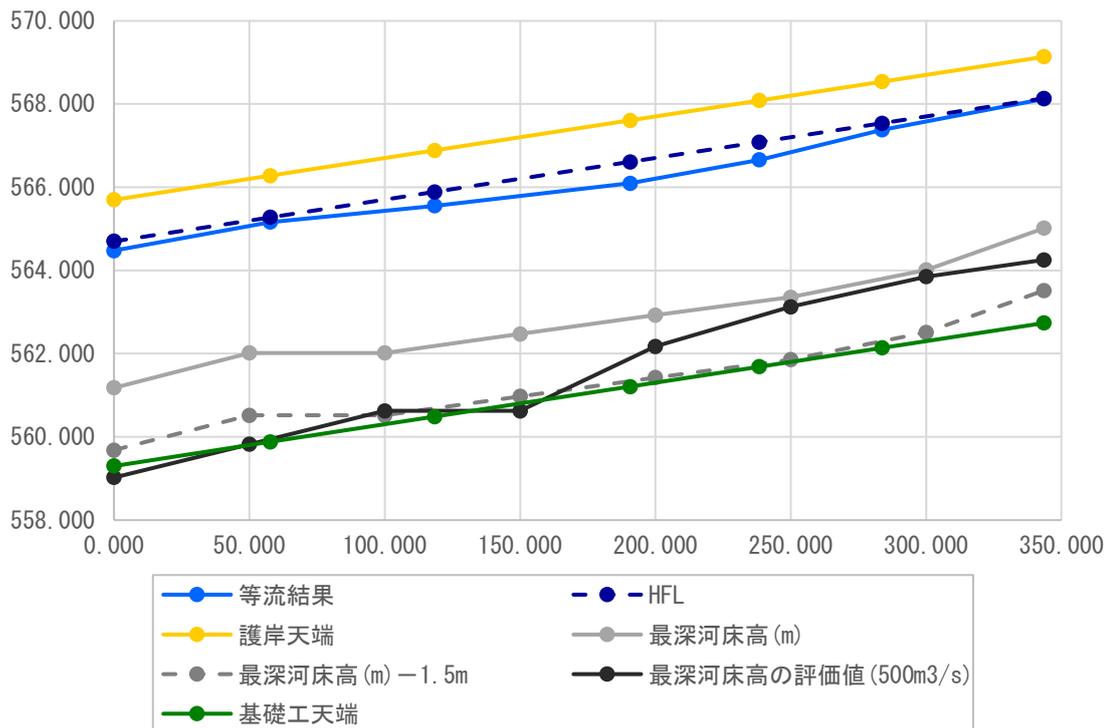


図 6.2.36 基礎工の根入れ（最深河床-1.5m）と護岸天端高

② 直線河道の場合

河道幅がほぼ一定の直線河道における最深河床高は、主に砂州の規模を表す砂州波高、波長で決まる。また、砂州波高は、砂州の列数による影響を受ける。以下にセグメントごとに砂州形態を踏まえた評価方法を示す。

(a) セグメント 1, 2-1 の河道

最深河床高は、砂州波高に支配される。また、砂州波高は、低水路幅  $B$  と水路の水深  $H_n$ 、河床材料粒径  $d$  に支配される。砂州波高は、図 4-15 によって評価する。図 4-15 は、水理模型実験によって得られた砂州波高・水深比 ( $H_s/H_n$ ) と低水路幅・水深比 ( $B/H_n$ ) との関係を表すものである<sup>1)</sup>。実験は、流量一定の定常状態で行われた。ここで  $H_n$  は、実験時の水路の平均水深を表す。

最大洗掘部の水深 ( $H_{max\cdot s}$ ：図 4-16 参照) はこれまでの実験データ等から、

$$H_{max\cdot s}/H_n = 1 + 0.8 H_s/H_n \quad \dots\dots\dots (4.16)$$

と評価される<sup>1)</sup>。以上より、直線河道部の最大洗掘深は、 $B$  と  $H_n$  により評価することが可能である。

実河川の、砂州波高の最大値は、概略平均年最大流量時の平均水深  $H_m$  に対応するものとなっているため、計画高水流量時の砂州波高は、式(4.16)および図 4-15 の  $H_n$  を  $H_m$  とみなして評価してよい。

出典：改訂 護岸の力学設計法 平成 19 年 p.54

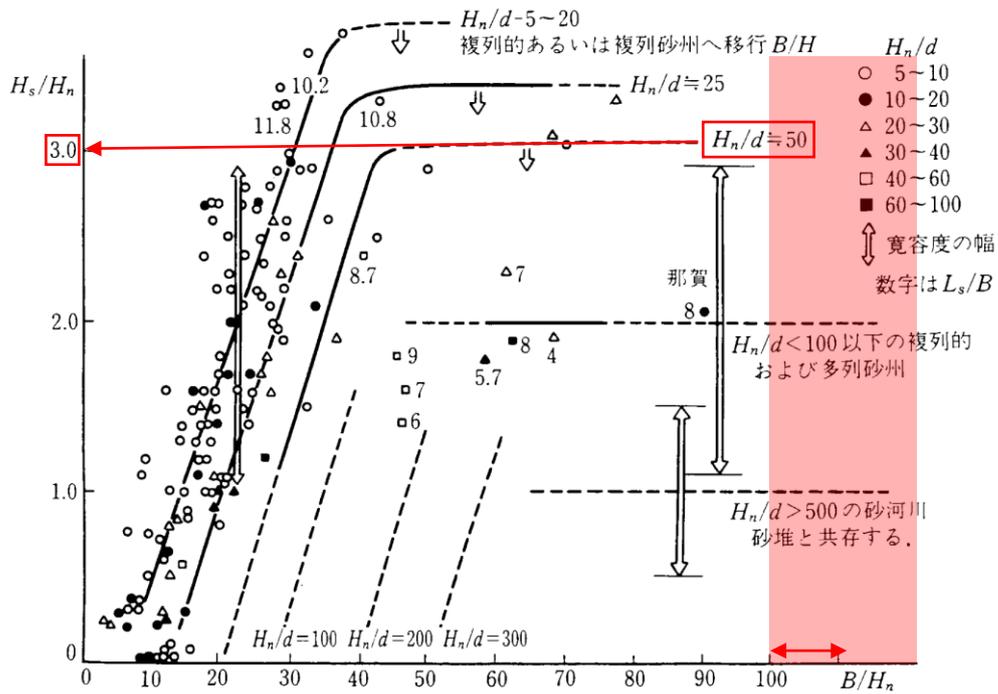


図 4-15  $H_s/H_n$  と  $B/H_n$  の関係 (ただし  $\tau_*$  は 0.03~0.4 の範囲)<sup>1)</sup>

したがって、最大洗掘部の洗掘深  $\Delta Z$  (平均河床高と最深河床高の差) は、

$$\Delta Z/H_m = 0.8 H_s/H_m \quad \dots\dots\dots (4.17)$$

で評価し得る。

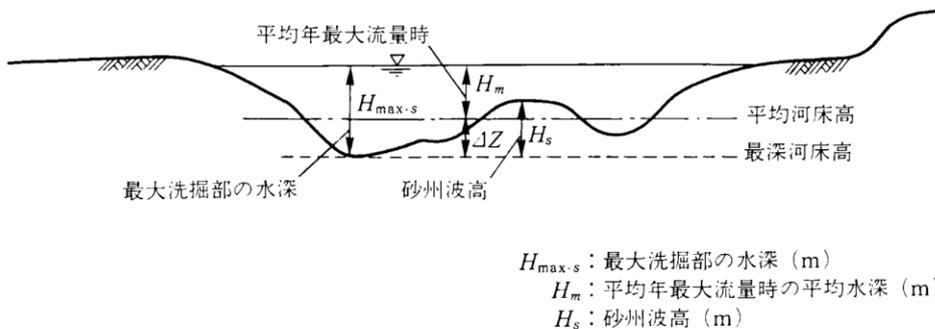


図 4-16 実河川の最大洗掘部の水深 ( $H_{\max.s}$ ) の説明図

出典：改訂 護岸の力学設計法 平成 19 年 p. 55

表 6.2.24 最大洗掘深の評価手法 (Ali Khan)

#### 4) 法覆工の検討

Dor River は Ali Khan 地点では河床勾配が 1/70~1/80 程度と急流河川であり、洪水時には 5 m/s を超える大きな流速が発生する。このような流速が発生しても護岸が流失・破損することのないようにコンクリート系の護岸を採用する。図 6.2.38 に示されているように、現状の河岸侵食箇所では崖が切り立っている。護岸の法面勾配を 1:2.0 の緩勾配とした場合、護岸整備部分のみが前出しとなり、河積を阻害してしまうことから、法面勾配は 1:0.5 とした。

法面勾配が 1:0.5 の法覆工としては、コンクリートブロック練積護岸が考えられるが、パキスタンでは河川護岸用のコンクリートブロックが流通していないため、現場打ちコンクリートによる擁壁護岸を採用する。

擁壁護岸としては、重力式擁壁ともたれ式擁壁が考えられるが、必要なコンクリート量が比較的少なく、経済性に優れるもたれ式擁壁を採用する。護岸の横断面図を図 6.2.37 に示す。

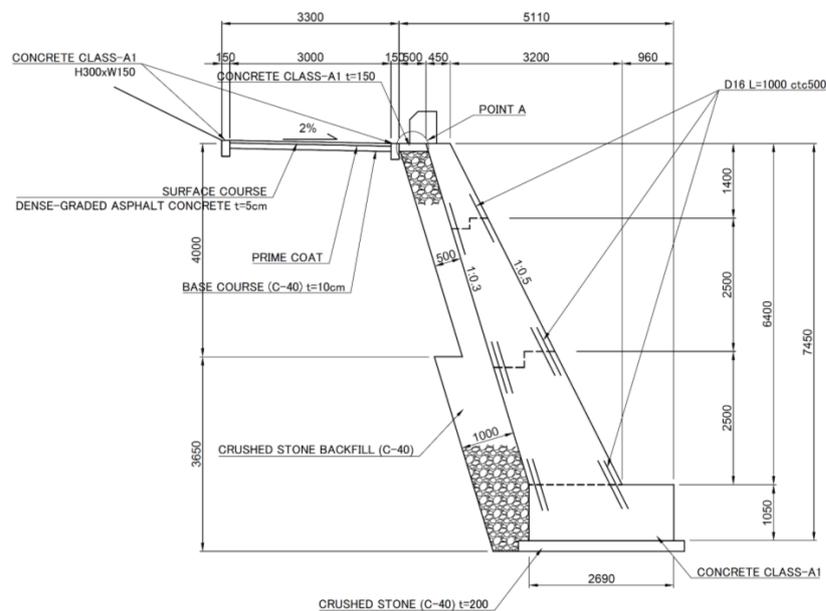


図 6.2.37 もたれ岸擁壁護岸



図 6.2.38 Ali Khan 地点における河岸侵食箇所の写真

### 5) 基礎工法の検討

護岸計画地点の基礎地盤の状況を確認するために、ボーリング調査を実施した。調査結果によると、擁壁底版の直下に N 値 40～50 以上の地盤が分布することが確認された。この地盤は良好な支持層と考えられ、直接基礎が採用可能であると判断される。

また、擁壁底版より 1～2m 上方に厚さ 2m ほどの粘性土層が分布していることが確認された。一般的に粘性土では N 値 20 以上あれば良質な支持層と考えられるが、この粘性土層については、25～28 の N 値が観測されたため、この層についても、良質な支持層と見なすことができる。したがって、この粘性土層が河川縦断方向に多少上下して分布したとしても、支持地盤としては問題がないと考えられる。

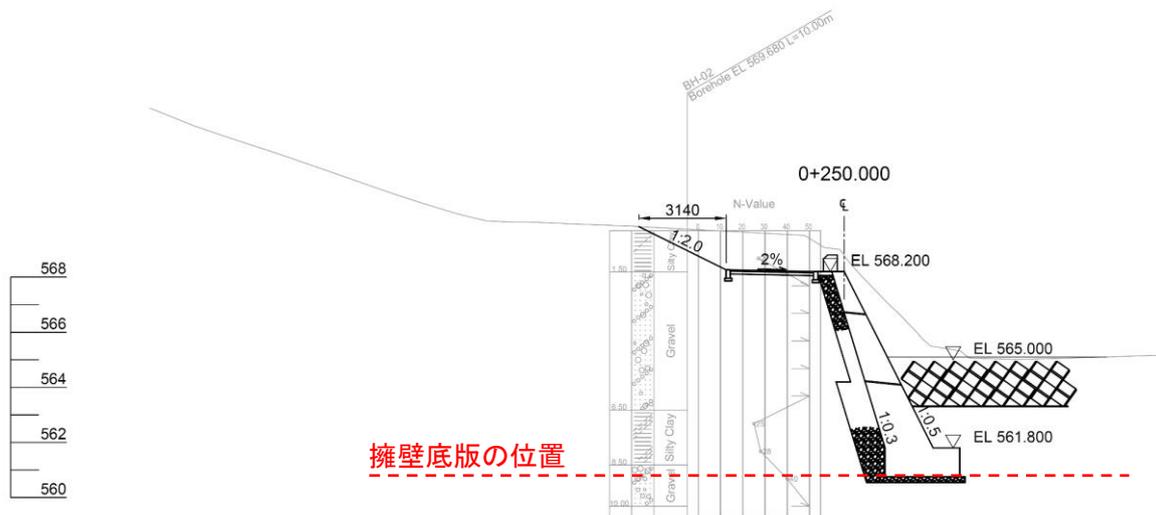


図 6.2.39 ボーリング柱状図と基礎工法の検討 (Ali Khan)

### 6) 根固め工の検討

Dor River の Ali Khan 地点では、河床洗堀・河床低下が激しいことが現地カウンターパートから指摘されている。護岸の根入れについて検討した結果、想定される最大の洗堀深まで根入れを行うと、基礎工事の掘削深度及び掘削規模が大きくなり、工事費が大きく膨らむ恐れがある。したがって、現況の最深河に対して安全となる深さに護岸根入れを設定したが、それ以上の河床洗堀・河床低下に対しては、擁壁護岸の前面に設置する根固めブロックが追随することで対応するという設計思想とする。根固めブロックの種類としては、平張りブロックでは大きな流速が擁壁前面に作用してしまうため、流速低減の効果も見込める六脚ブロックを採用する。六脚ブロックは日本で最初期に開発され、河川護岸だけでなく、海岸港湾における消波ブロック等、多岐にわたって使用されていることから、今後のパキスタンの防災工事にも流用・使用することが可能になる。

根固めブロックの重量については、作用する流速に対して流失しないよう設定する。下記の検討の結果、Ali Khan 地点においては、3 トン級の六脚ブロックが必要という結果となった。

表 6.2.25 根固めブロックの重量検討結果

設置 状態	部材の形状等に係 る無次元定数	群配置による割 引係数	水の密度	ブロックの比重	ブロックの密度	重力加速度	設計流速	必要ブロック 重量	
								kg	ton
								W	
層積み	0.45	2.3	102.00	2.25	229.50	9.81	5.12	67	0.1
乱積み	0.45	1.2	102.00	2.25	229.50	9.81	5.12	3,315	3.3
単体	0.45	1.0	102.00	2.25	229.50	9.81	5.12	9,898	9.9

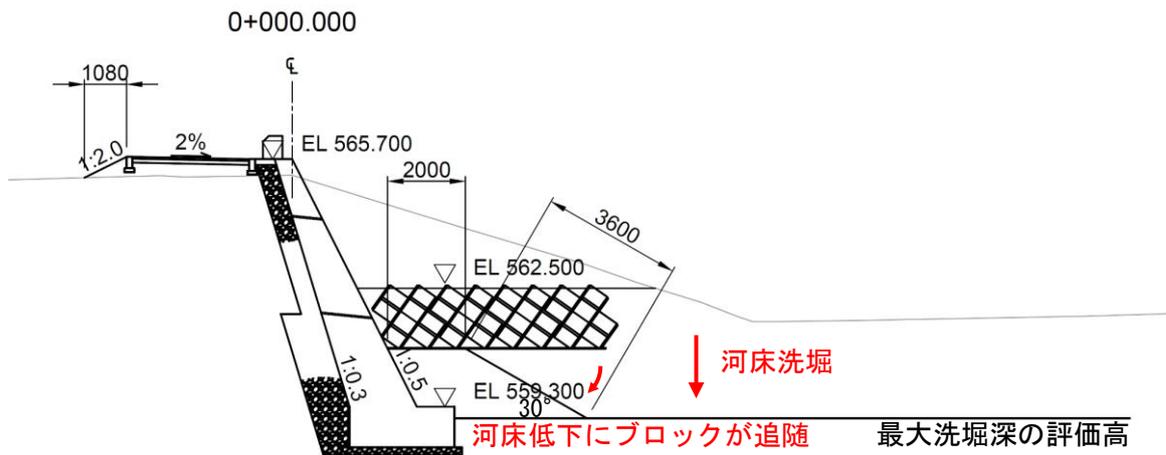


図 6.2.40 根固めブロックの敷設幅の考え方

根固めブロックの敷設高さは現況最深河床高程度とし、敷設幅については、想定最大の河床低下が生じても根固めブロックが追随することのできる幅を検討した結果、4列となった。また、護岸が群体として河床低下に追随できるように、ブロック同士は金具で連結することとする。なお、安全側を考慮し、ブロックの重量検討では乱積みの場合で検討を行った重量を連結させることとした。

7) 本体設計

もたれ式擁壁の本体の寸法は、「建設省制定 土木構造物標準設計 2 擁壁類」を参考に、標準的な寸法を設定した。

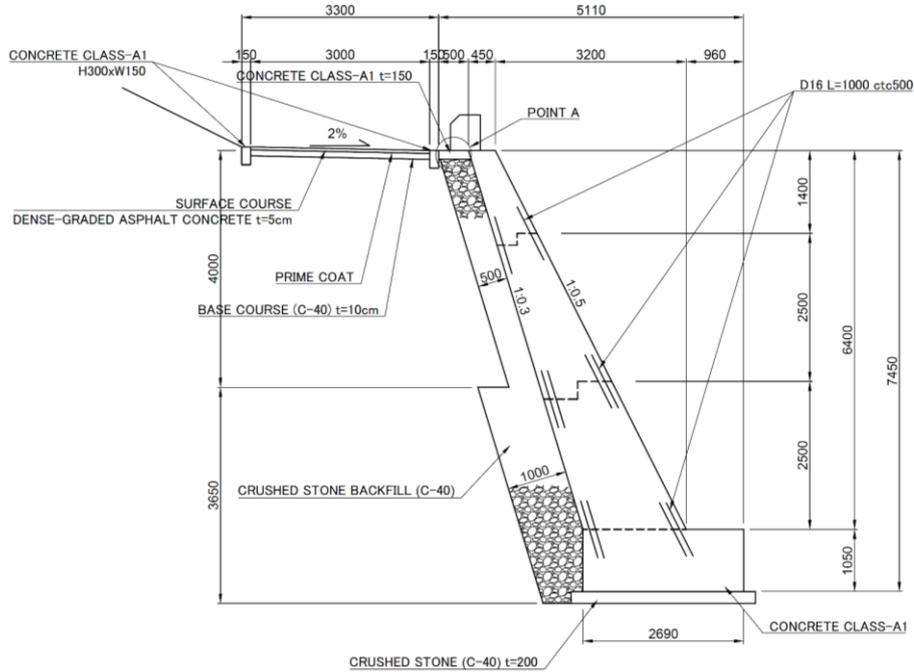


図 6.2.41 もたれ式擁壁の横断図 (Ali Khan)

8) 付帯施設

(a) すりつけ護岸工

擁壁護岸の上下流端部には、護岸が現況地形に滑らかにすりつくよう、すりつけ護岸工を設置する。在来の河岸との馴染みを良くする事で、侵食の影響を吸収して、護岸が上下流から侵食されるのを防止するものである。すりつけ工の粗度により流速緩和、下流河岸の侵食防止が見込めるため、屈とう性があり、大きい粗度を保有する構造が求められる。これを満足する構造として、かごマット工を採用する。護岸の高さが大きいため、安定計算を行い、安全性を確保した上で、適用する。安定計算は「道路土工-擁壁工指針 平成 24 年度版」に準じ計算を行った。安定計算の結果、1 列積みでは安全性を確保できないことから、2 列積みにて使用する。

表 6.2.26 すりつけ護岸の安定計算結果 (Ali Khan)

列数	転倒			滑動			支持		
	安全率	許容値	評価	安全率	許容値	評価	最大地盤反力度 qmax	許容支持力度 qa	評価
1 列	$F_s=2.20$	$F_s>1.50$	Acceptable	$F_s=1.41$	$F_s>1.50$	Not Acceptable	159kN/m <sup>2</sup>	600kN/m <sup>2</sup>	Acceptable
2 列	$F_s=5.26$	$F_s>1.50$	Acceptable	$F_s=2.85$	$F_s>1.50$	Acceptable	156kN/m <sup>2</sup>	600kN/m <sup>2</sup>	Acceptable

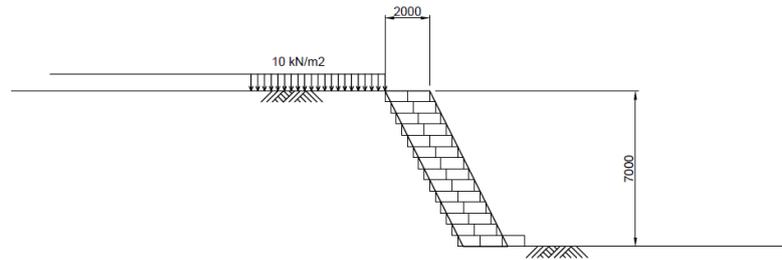


図 6.2.42 かごマット積護岸の計算モデル図 (2列積み)

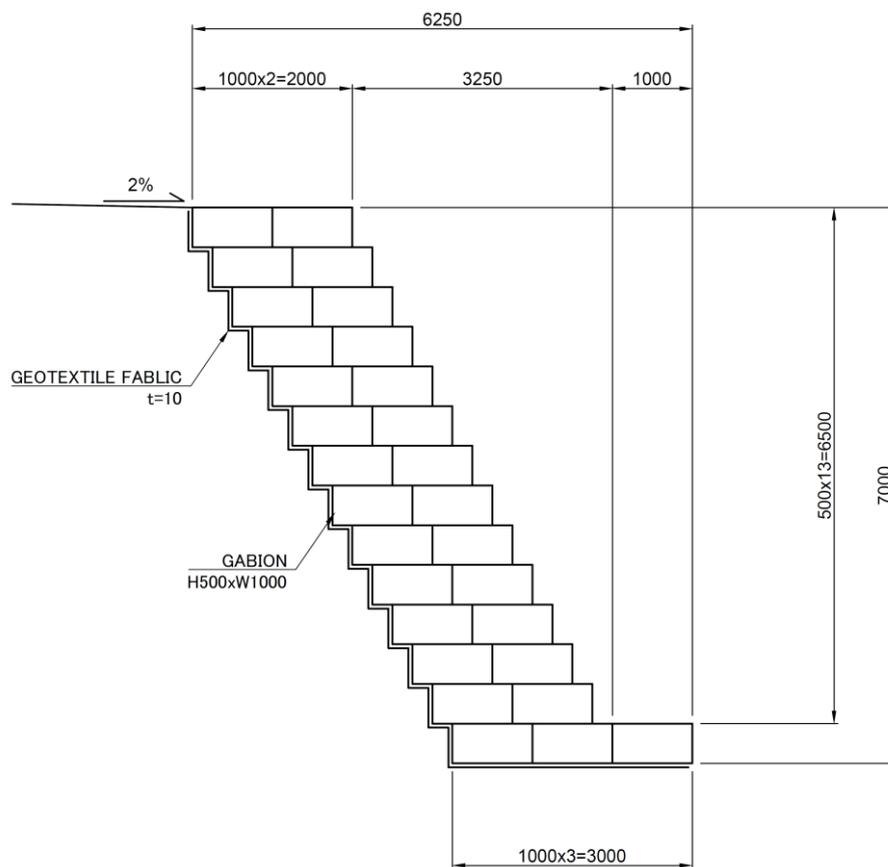


図 6.2.43 すりつけ護岸工の横断図 (Ali Khan)

(b) 維持管理用道路

護岸を適切に維持管理するためには、定期的な点検が必要である。維持管理を容易にするために、擁壁の背後に維持管理用道路を設置する。道路幅は維持管理車両の通行を考慮して最低限の 3.0m とする。舗装は標準的なアスファルト舗装とし、片勾配 2% とすることで、維持管理用道路上に降った雨水が河川へ排水されるようにする。

(c) 転落防止柵

擁壁の天端と前面の埋戻高の高低差が 3.0~3.5m 程度あるため、転落防止柵としてコンクリート柵を擁壁天端に設置する。柵の寸法は、現地踏査において現地で確認されたものを設置する。柵の詳細図を以下に示す。

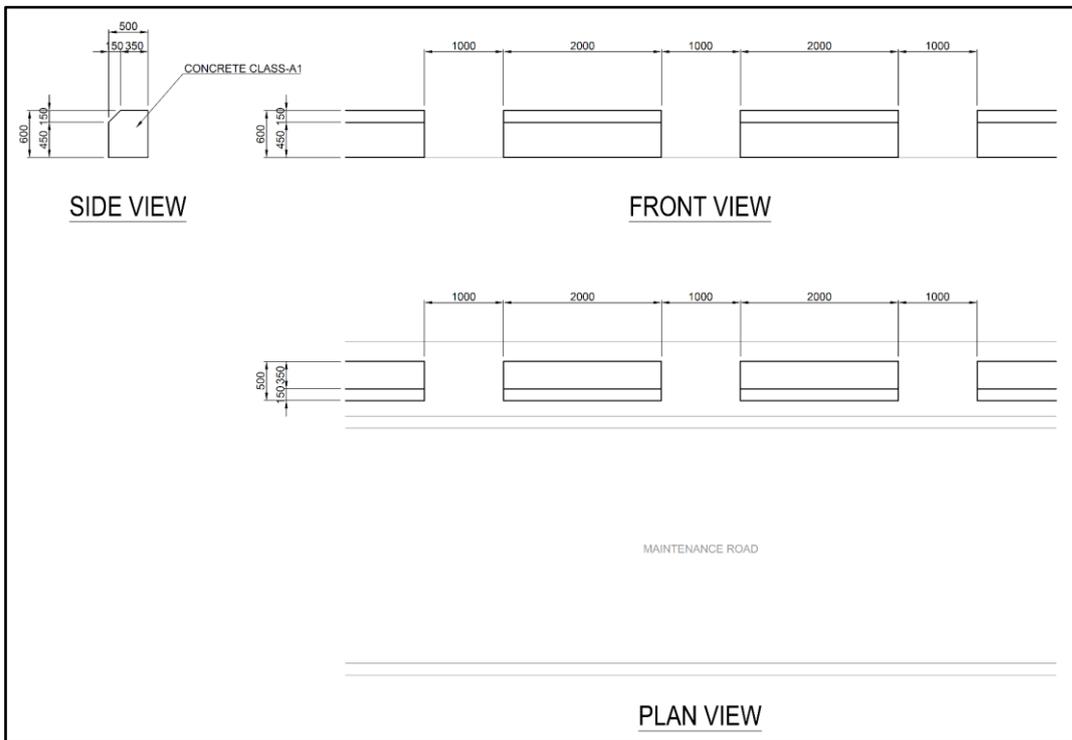


図 6.2.44 コンクリート柵の詳細図

(d) 水抜き孔

Ali Khan 地点は地下水位が非常に低く、調査ボーリング (L=10.0m) において孔内水位は確認されなかった。地元住民への聞き込みによると、この地点での地下水位は深度にして 60~65m 程度とのことであった。したがって、平常時は背面からの水圧は作用しないものと思われるが、降雨の際に生じる可能性のある背面水を速やかに排水するために、壁面に水抜き孔を設ける。水抜き孔は 2.50 m<sup>2</sup> に一か所とし、硬質ポリ塩化ビニル管 φ 50 mm を設置する。

#### (4) Sikandarpur (Dor River) 地点の施設計画

##### 1) 対策工の考え方

###### (a) 低水護岸

Sikandarpur 地点における問題は、河岸侵食（側方侵食）である。この地点では、Dor River のみお筋が左岸側に寄っており、みお筋が固定化されてしまっている。この状態が 2013 年頃から始まり、濡筋ばかりが局所洗堀され、結果として左岸側の崖が崩壊していると考えられる。これによって、左岸側の堤内地と、河床の高低差が 20m 程度となり、大きな崖地形が形成されている。河岸侵食の問題解決のために、左岸側の崖の法面に護岸を張った場合、左岸側に寄った流れ自体は解消されず、結局護岸の前面河床が深堀れされてしまい、破壊に至る可能性が高く、応急処置的な対応となってしまふ。したがって、当該地点での河岸侵食を防止するために求められることは、左岸に寄ってしまったみお筋を河道の中央に戻すこと（瀬替え）によって、河岸侵食の原因そのものを解消するという対策である。ただし、あくまでみお筋を河川の中央に戻すだけであって、本来の河川が有する広い高水敷は保全し、流況に大きな改変を与えないようにすることが望ましい。したがって、瀬替えで整備する護岸は低水護岸とし、高水護岸と兼用しないようにする。低水護岸の設計流量は、平均年最大流量（≒2～3 年に 1 度の確率規模の洪水）とし、Dor River の河川計画（PC-1）の記載（2.33 年確率洪水流量が 420 m<sup>3</sup>/s）を参考に 500 m<sup>3</sup>/s と設定した。

###### (b) 高水護岸

瀬替えによって現況のみお筋は埋め戻されることになる。これにより河岸の崖の高低差は小さくなるが、依然として崖地形は残ることとなる。大規模な出水の場合は、高水敷に流水が乗ることになるため、崖の侵食をこれ以上悪化させないことを目的として、侵食箇所の前面には高水護岸を整備する。仮に高水敷まで冠水するような大きな洪水が発生しても、崖崩れがこれ以上悪化しないようにする。ただし、崖の法面全体に法面保護工を設置するわけではないため、風化作用等によって崖が崩れてしまう可能性があることには留意が必要である。高水護岸の設計流量は、Dor River の河川計画（PC-1）に記載の 100 年確率洪水流量 1,700m<sup>3</sup>/s とする。

##### 2) 河道の安定性の確認

Google Earth を用いて、Dor River の河道の中長期的な変遷を確認した。本対策箇所は、2008 年時点では樹木・果樹園・畑等の土地利用となっており、みお筋は右岸に寄っていた。しかし、2012 年頃からみお筋が左岸側に移動し、みお筋の固定化、河床の低下、河岸侵食が顕著になった。2013 年には現在の地形が概ね形成されているものの、大規模な河岸侵食が見られないことから、長年の河床低下によって、現在の河岸侵食・崖地形が形成されたものと考えられる。

また、2021 年以前の航空写真には、中州への植生は見られず、複列砂州が広がっているが、2021 年以降には当該箇所の河川の中央に位置する中州に植生が見られるようになっている。これにより、みお筋の固定化により、河床低下が発生しているものと判断できる

当該箇所は左岸側の堤外地に住宅が開発されている。川の湾曲部の外側にあたることから、対策なしでは側方侵食は進行する一方であるため、侵食対策として、瀬替えを実施する緊急性は高いと考えられる。

当該箇所は河床と河岸段丘の天端の高低差が 20m 程度あるため、一般的な護岸で対策を行うことは、現実的でないため、瀬替えによってみお筋を右岸側に切り替えることで、左岸側の側方侵食を防止する。

Sikandarpur 地点の河床勾配は 1/100 よりも急であり、河床材料の代表粒径も 2cm 程度である。河岸侵食の程度は激しい。



図 6.2.45 Sikandarpur 地点の航空写真 (2008 年 5 月)

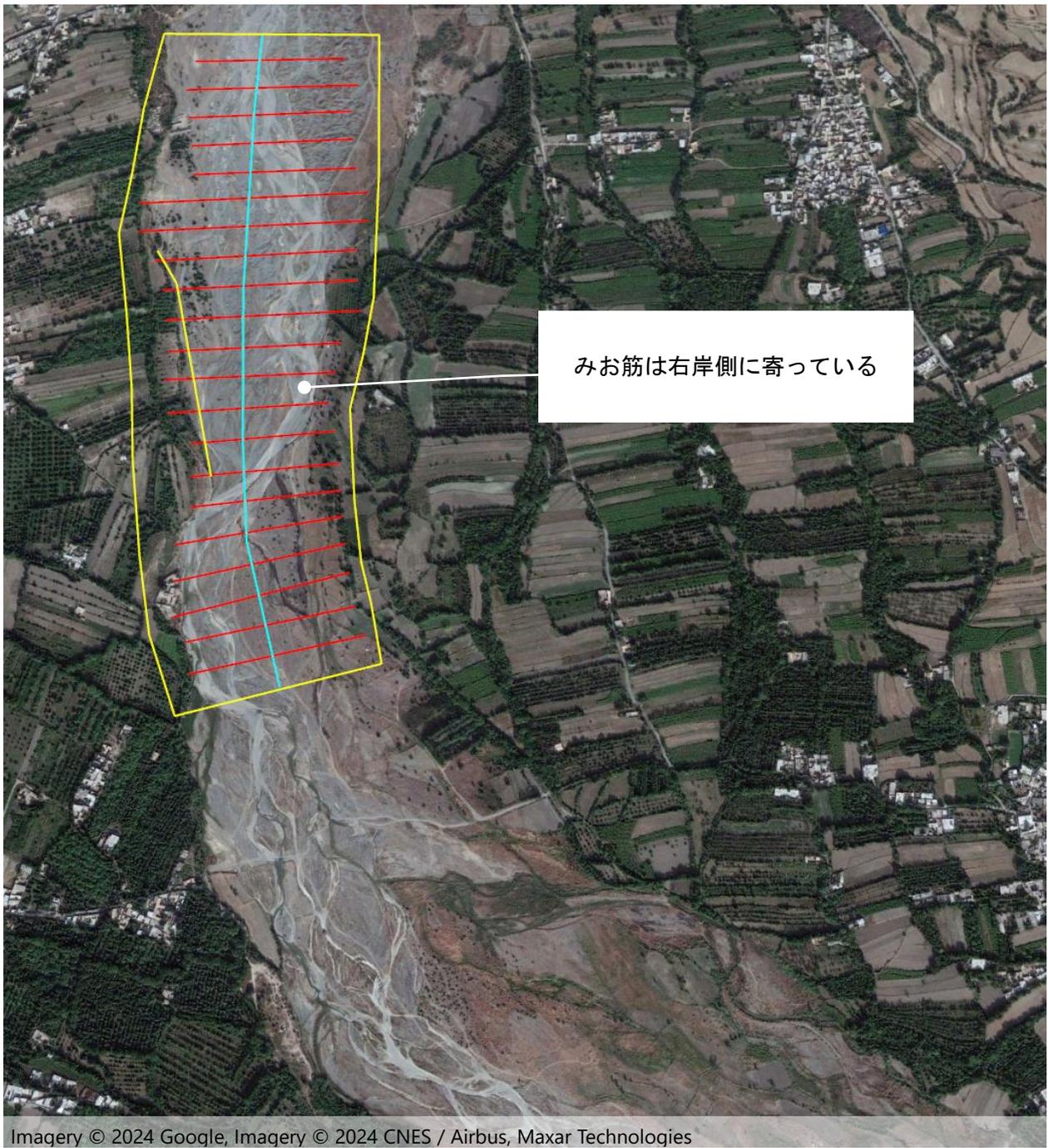


図 6.2.46 Sikandarpur 地点の航空写真 (2009 年 10 月)

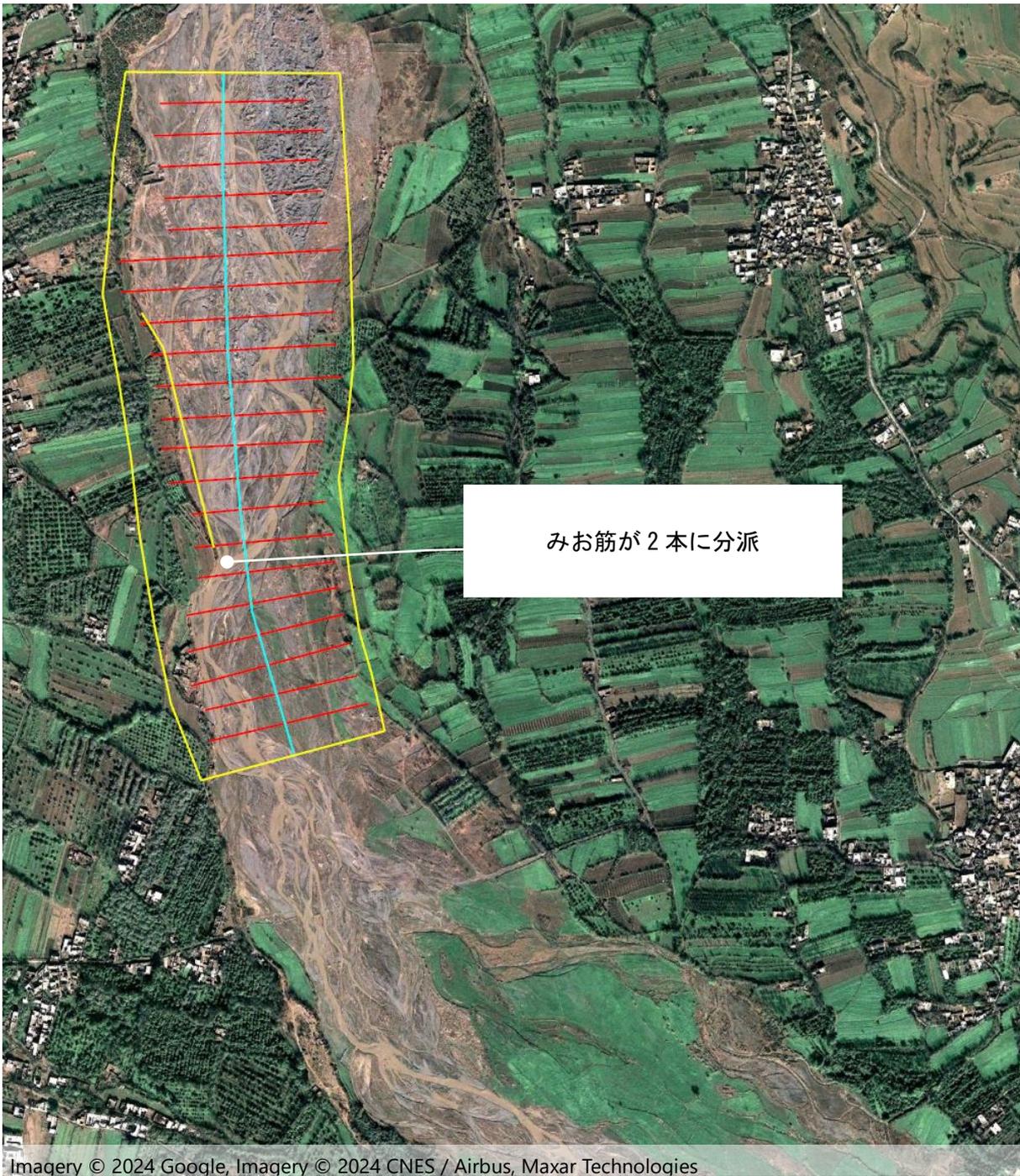


図 6.2.47 Sikandarpur 地点の航空写真 (2010年2月)

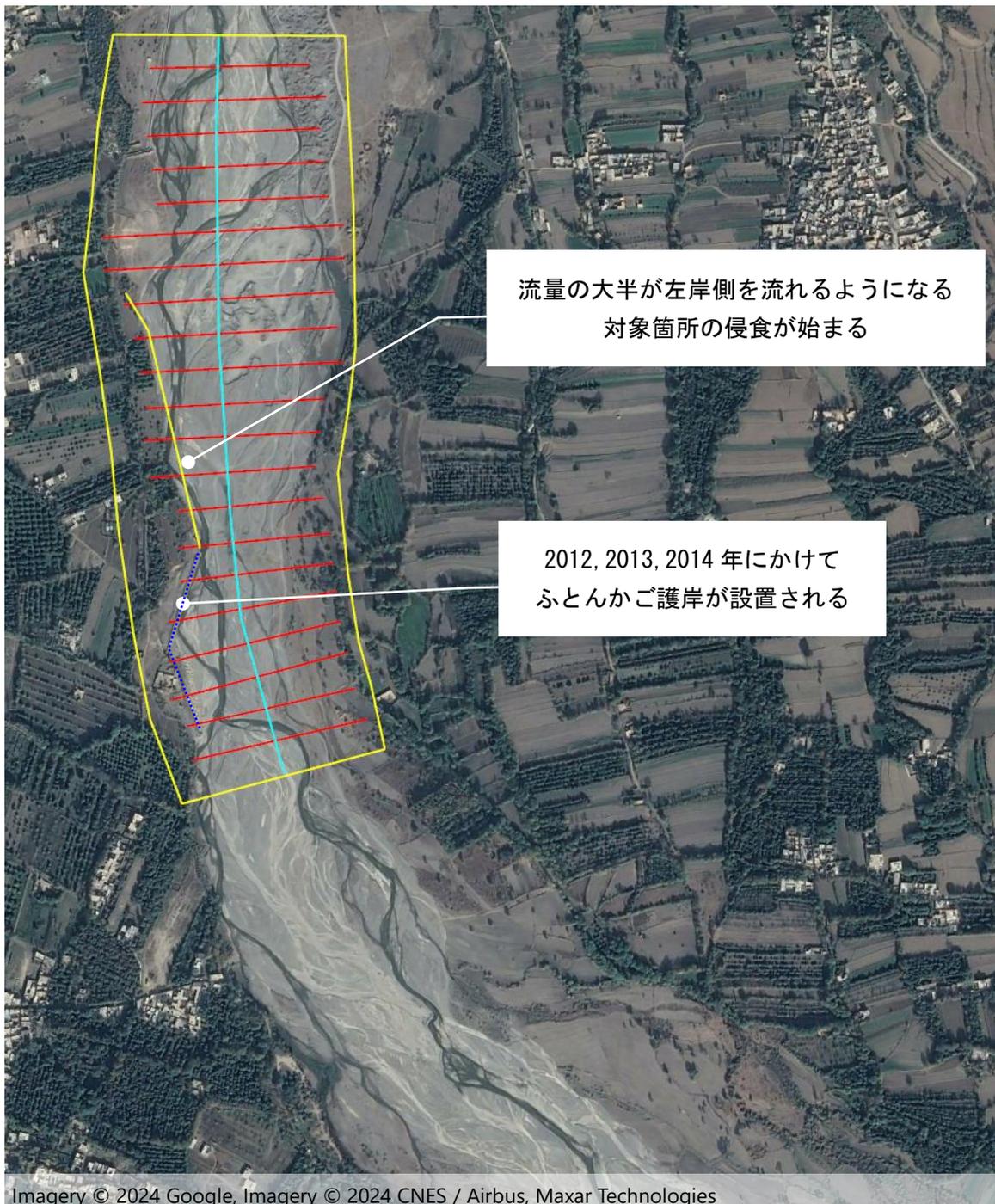


図 6.2.48 Sikandarpur 地点の航空写真 (2013 年 12 月)

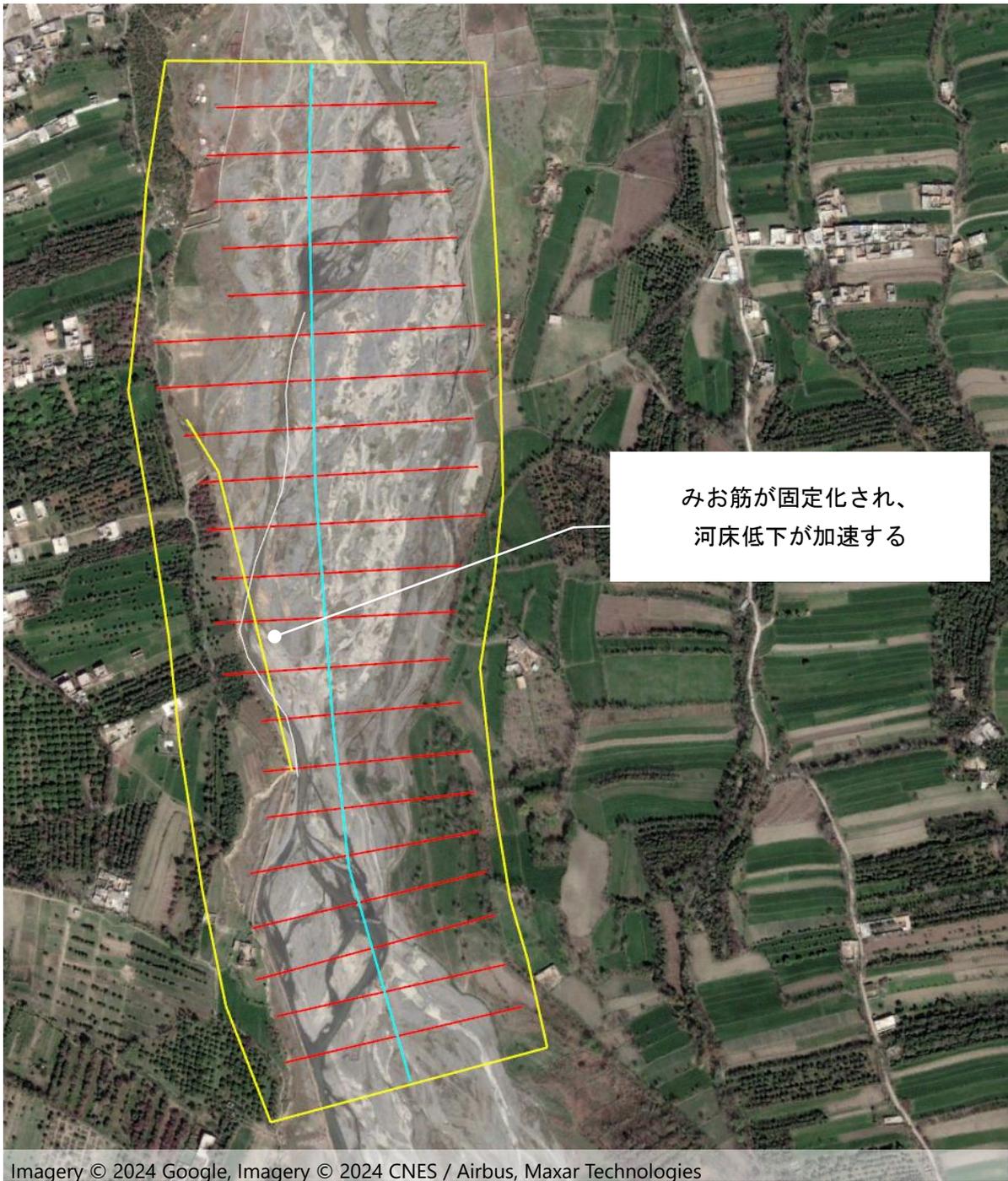


図 6.2.49 Sikandarpur 地点の航空写真 (2016年2月)

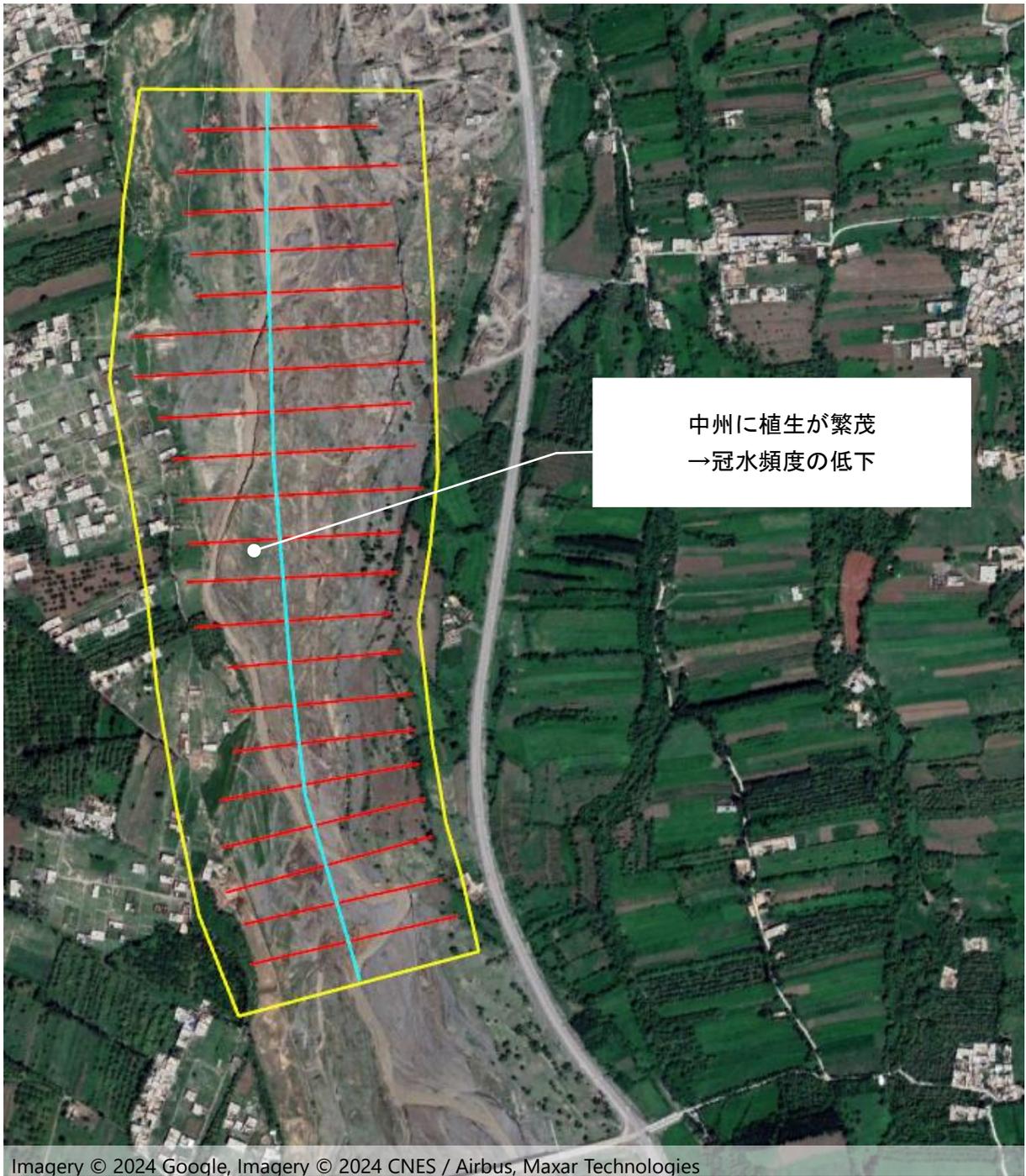


図 6.2.50 Sikandarpur 地点の航空写真 (2021 年 7 月)

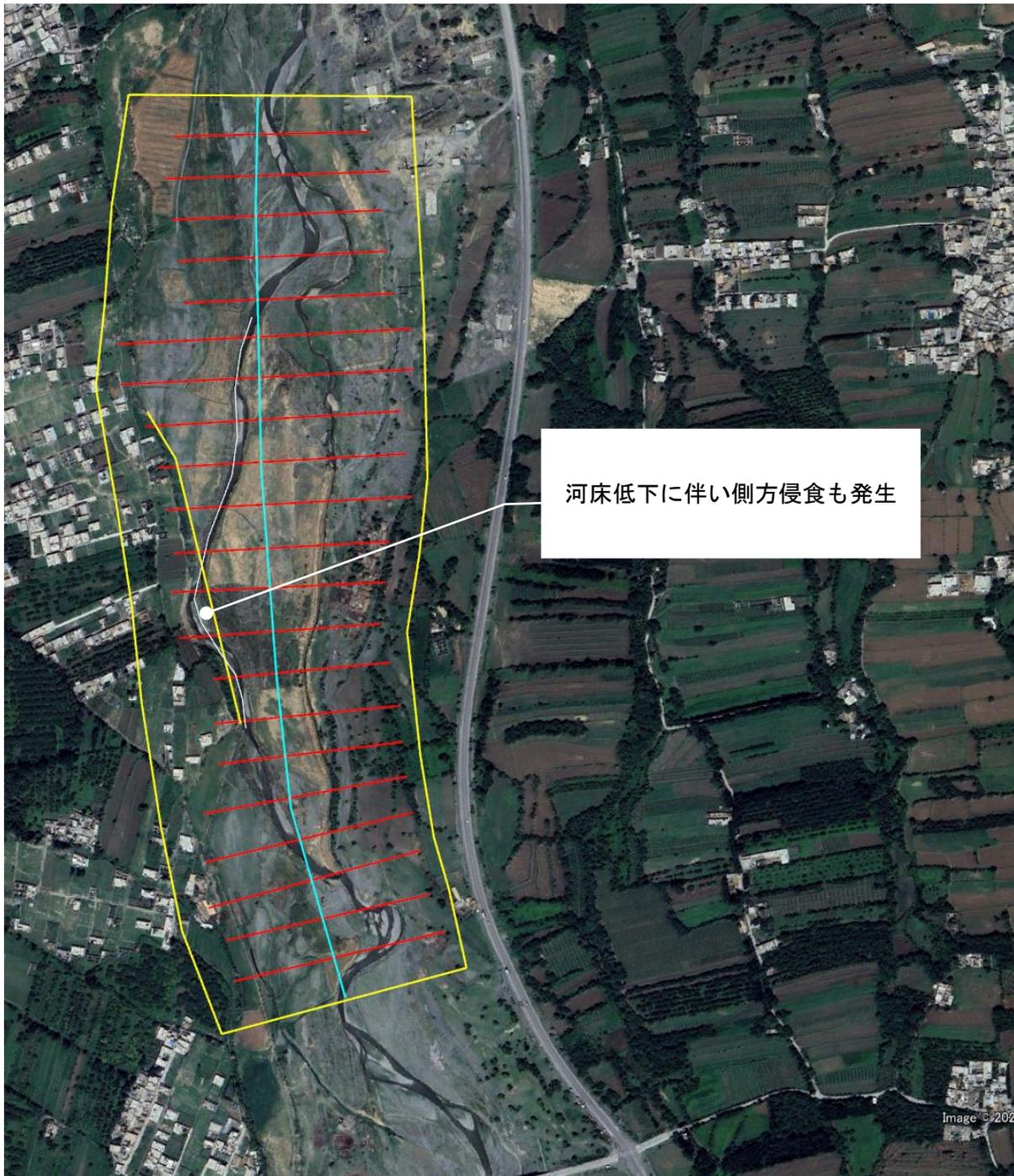


図 6.2.51 Sikandarpur 地点の航空写真 (2023 年 6 月)

### 3) 法線形の検討

護岸の平面線形については、以下に示す案を比較検討した結果、現況地形に合わせた法線とした。

表 6.2.27 護岸法線の比較検討

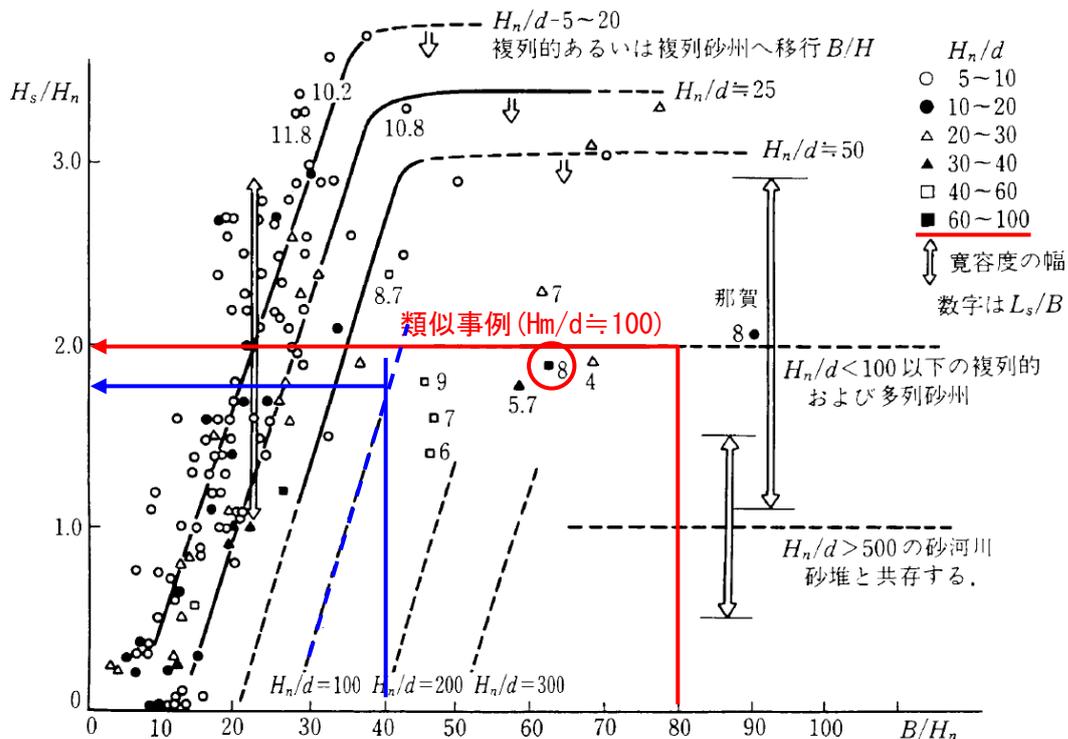
	案①：現況のみお筋を修正する案	案②：瀬替え案
線形図		
概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>・現況のみお筋を利用し、上下流を接続し直すルートで局所的に低水護岸を整備する案</li> <li>・現況のみお筋と同等の幅で整備</li> <li>・局所的に河岸侵食が生じた箇所をカバーする最低限の範囲のみお筋を改修する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・河道の中央に低水路を整備し、瀬替えを行う案</li> <li>・平均年最大流量相当水位で、<math>B/H_L \geq 30</math> を満たせるような低水路幅を確保する。これによって低水路内に砂州（瀬・淵形成、多様な水際）が形成されるようにする。</li> </ul>
湾曲の流況と護岸位置	<p>【メリット】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・延長が最小限で済む</li> </ul> <p>【デメリット】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・平常時の川の流れが左岸側に寄ってしまう</li> <li>・護岸を整備する下流側の左岸側が侵食されることが予想される。</li> <li>・高水敷まで流水が生じる大きな出水が起こった際に、みお筋が右岸側に移ってしまう可能性がある。整備の効果がなくなることに加えて、護岸が裏側から破壊される恐れがある。</li> <li>・左岸側の耕作地に近い場所での施工となるため、用地買収等が必要になる可能性がある。</li> <li>・河道幅が狭いため、みお筋の固定及び河床低下に寄与出来ない。</li> </ul>	<p>【メリット】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・川の流れを中央に誘導することができ、放流位置も河道の中央になるため、上下流への悪影響が生じにくい。</li> <li>・低水路幅を広く設定することで、流路を無理矢理に誘導するのではなく、低水路内で蛇行・砂州を形成することができる。これによって局所的な河床低下・みお筋の固定化を解消することができる。</li> <li>・河道の中央での工事となるため、用地の問題が発生しにくい。</li> </ul> <p>【デメリット】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・河道内の掘削量が大きくなるため、費用が大きくなる。かつ工事規模が大きくなる。</li> </ul>
総合評価	不採用	採用

4) 護岸の根入れの検討

護岸の根入れ（基礎工天端高）は、以下のフローによって検討を行う。

- ① 経年的な河床変動データが存在しないため、最大洗堀深を砂州の規模を用いて評価する。
- ② 砂州波高は平均年最大流量時の低水路幅（B）、平均水深（H）、河床材料粒径（d）より以下の図表を用いて、評価・推定される。下表によって平均水深（Hs）と砂州波高（Hm）の比、Hs/Hm が推定される。
- ③  $\Delta Z/Hm = 0.8 Hs/Hm$  より、最大洗堀部の洗堀深  $\Delta Z$  が算出される。

ここで、河床材料粒径  $d=15\text{mm}=0.015\text{m}$ 、低水路幅  $B=110\text{m}$ 、平均水深  $Hm=1.4\text{m}$  より  $B/Hm \doteq 80$ 、 $Hm/d \doteq 100$  となり、下図より、 $Hs/Hm=2.0$  となる。したがって、 $\Delta Z/Hm=0.8 Hs/Hm=0.8 \times 2.0=1.6$  より、 $\Delta Z=1.6 \times Hm$  となる。平均河床高  $-\Delta Z$  より、最深洗堀部の標高を評価する。算出過程の表を表 6.2.28 に、グラフ化したものを図 6.2.54 に示す。同様に、計画断面における洗堀深も評価する。河床材料粒径  $d=15\text{mm}=0.015\text{m}$ 、低水路幅  $B=68\text{m}$ 、平均水深  $Hm=1.92\text{m}$  より、 $B/Hm = 36 \doteq 40$ 、 $Hm/d \doteq 130$  となり、下図より、若干安全側を見込んで、 $Hs/Hm=2.0$  となる。したがって、 $\Delta Z/Hm=0.8 Hs/Hm=0.8 \times 2.0=1.6$  より、 $\Delta Z=1.6 \times Hm$  となる。検討の結果、計画河床高  $-3.0\text{m}$  までの洗堀が生じうる結果となった。この洗堀に対応するために基礎工を計画河床高  $-3.0\text{m}$  の位置に設置するのは、掘削深さが非常に大きくなるため、根入れ高は計画河床高から  $1.5\text{m}$  程度とし、不足する  $1.5\text{m}$  については、かごマットによる根固め工によって河床低下に追従することとする。



出典：改訂 護岸の力学設計法 平成 19 年 p. 55

図 6.2.52 平均水深 Hs と砂州波高 Hm の比、Hs/Hm の推定

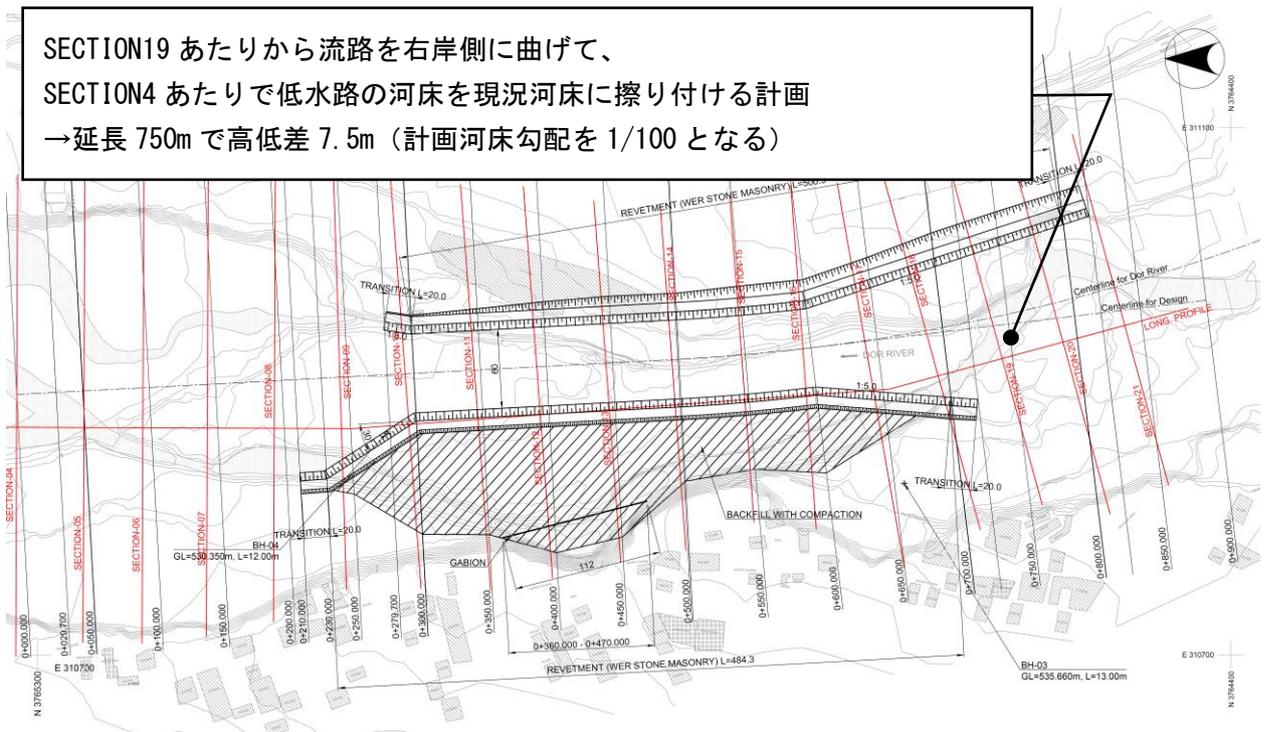


図 6.2.53 低水路の計画河床勾配の設定

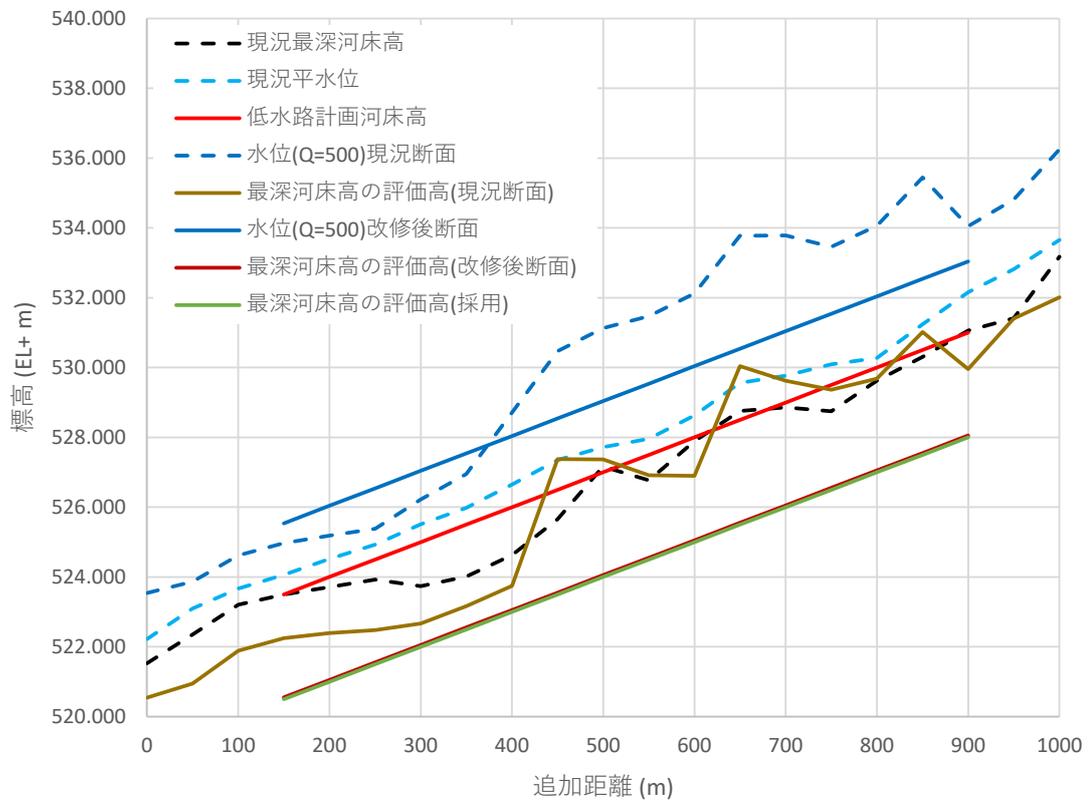


図 6.2.54 最深河床高の評価

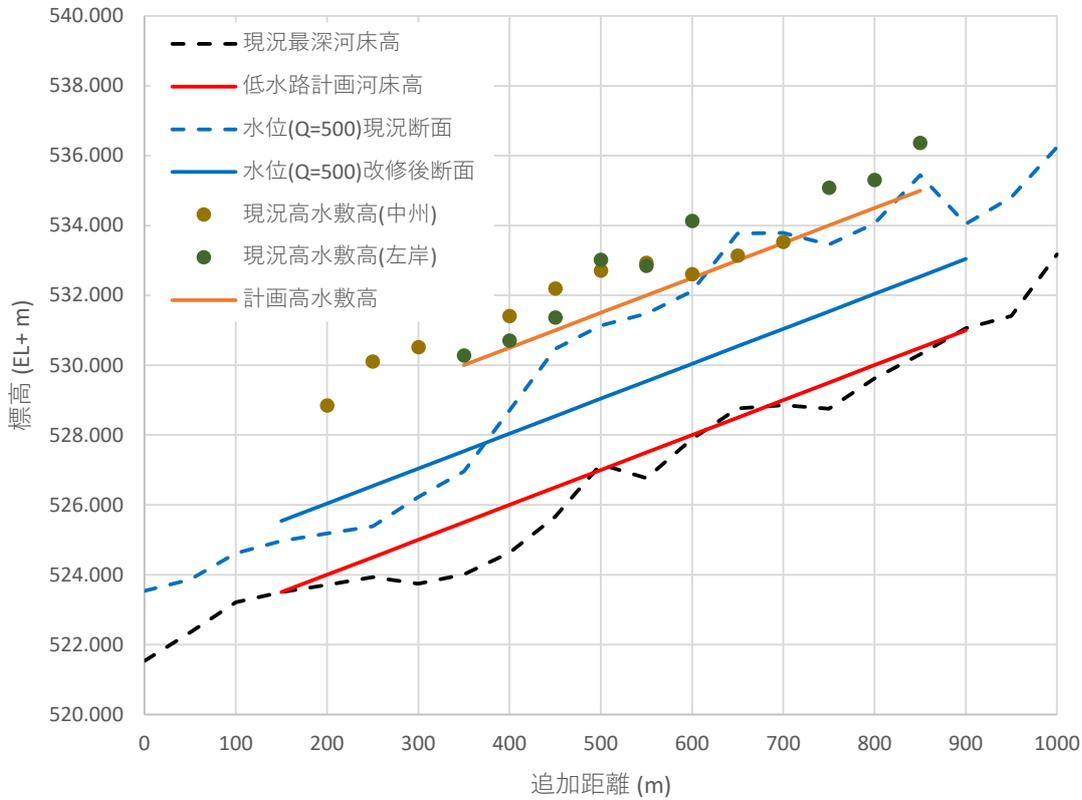


図 6.2.55 高水敷埋戻高の設定

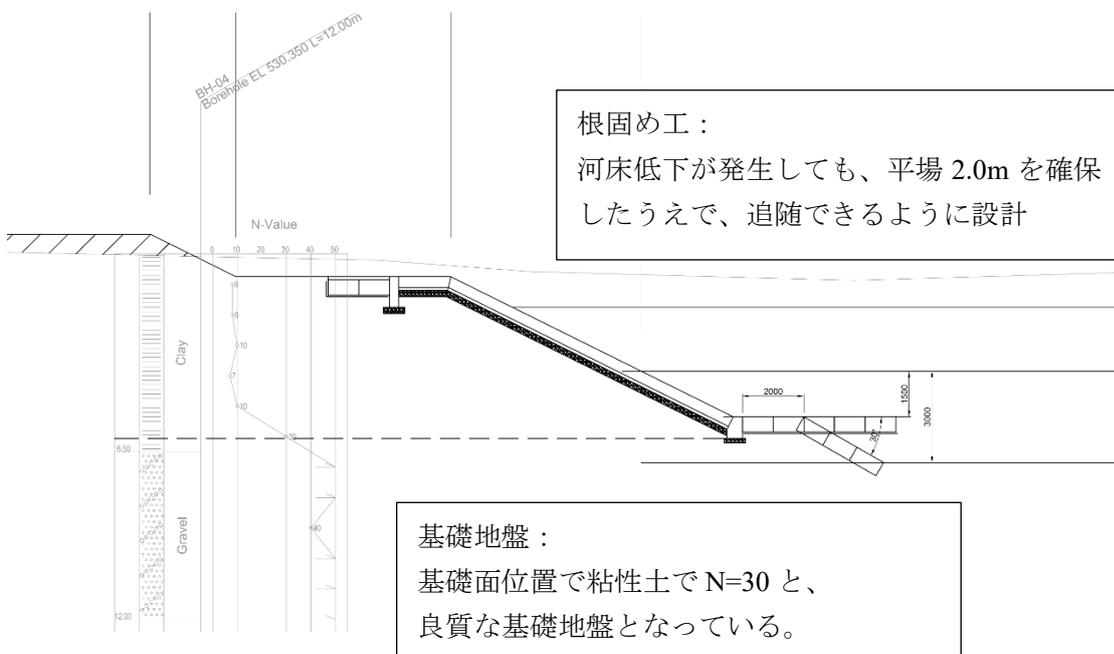


図 6.2.56 根固め工の位置・寸法の考え方

表 6.2.28 最深河床高の評価と高水敷埋戻しの算定

STA. (設計断面No.)	SECTION (測量断面No.)	単距離 m	追加距離 m	最深河床高 m	平水位 m	低水路 計測河床高 m	現況断面				平均毎最大流量 (Q=500m <sup>3</sup> /s)				改修後断面				修正断面を踏まえた 最深河床高の評価値(採用) (計測河床高-3.0m)		
							水位 EL+m	水面積 m <sup>2</sup>	通水断面積 A m <sup>2</sup>	平均水深 Hm	平均河床高 EL+m	ΔZ m	最深河床高 評価値 EL+m	水位 EL+m	水面積 m <sup>2</sup>	通水断面積 m <sup>2</sup>	平均水深 Hm	平均河床高 EL+m	ΔZ m	最深河床高 評価値 EL+m	水位 EL+m
	1	50	0	521.530	522.220		523.542	146	168.5	1.152	522.390	1.843	520.547								
	2	50	50	522.350	523.100		523.867	152	170.9	1.124	522.743	1.798	520.945								
	3	50	100	523.210	523.670		524.620	171	179.4	1.050	523.570	1.680	521.890								
0-000	4	50	150	523.500	524.060		524.969	172	180.1	1.046	523.923	1.674	522.249	68	130.8	1.918	524.622	3.069	520.953		520.500
0-050	5	50	200	523.710	524.520		525.182	165	176.9	1.072	524.110	1.715	522.395	68	130.8	1.918	524.122	3.069	521.053		521.000
0-100	6	50	250	523.930	524.930		525.386	154	172.2	1.119	524.266	1.791	522.541	68	130.8	1.918	524.622	3.069	521.953		521.500
0-150	7	50	300	523.740	525.510		526.225	111	152.0	1.369	524.856	2.190	522.656	68	130.8	1.918	524.122	3.069	522.053		522.000
0-200	8	50	350	524.010	525.980		526.951	100	145.4	1.457	525.494	2.331	523.163	68	130.8	1.918	524.622	3.069	522.953		522.500
0-250	9	50	400	524.630	526.650		528.714	67	127.8	1.910	526.804	3.056	523.748	68	130.8	1.918	524.122	3.069	523.053		523.000
0-300	10	50	450	525.660	527.350		530.469	144	171.4	1.189	529.280	1.902	527.378	68	130.8	1.918	524.622	3.069	523.953		523.500
0-350	11	50	500	527.160	527.720		531.133	104	150.6	1.448	529.687	2.313	527.374	68	130.8	1.918	527.122	3.069	524.053		524.000
0-400	12	50	550	526.760	527.960		531.473	78	137.2	1.759	529.721	2.803	526.917	68	130.8	1.918	527.622	3.069	524.953		524.500
0-450	13	50	600	527.890	528.630		532.122	63	125.6	2.008	530.114	3.212	526.902	68	130.8	1.918	528.122	3.069	525.053		525.000
0-500	14	50	650	528.760	529.560		533.774	108	155.2	1.439	532.339	2.296	530.043	68	130.8	1.918	528.622	3.069	525.953		525.500
0-550	15	50	700	528.860	529.770		535.786	91	145.5	1.601	532.185	2.562	529.632	68	130.8	1.918	529.122	3.069	526.853		526.000
0-600	16	50	750	528.750	530.090		534.457	93	147.2	1.579	531.882	2.520	529.361	68	130.8	1.918	529.622	3.069	527.953		526.500
0-650	17	50	800	529.620	530.270		534.058	84	140.8	1.683	532.375	2.693	529.682	68	130.8	1.918	530.122	3.069	527.053		527.000
0-700	18	50	850	530.310	531.240		535.442	83	141.6	1.702	533.739	2.724	531.016	68	130.8	1.918	530.622	3.069	527.953		527.500
0-750	19	50	900	531.050	532.160		534.048	88	136.5	1.573	532.475	2.516	529.959	68	130.8	1.918	531.122	3.069	528.053		528.000
	20	50	950	531.410	532.870		534.811	119	156.2	1.311	533.500	2.098	531.402	68	130.8	1.918					
	21	50	1000	533.170	533.660		536.249	83	138.5	1.631	534.619	2.609	532.010	68	130.8	1.918					

## 5) 法覆工の検討

Sikandarpur 地点は、河床勾配が 1/80 程度と急流河川であり、洪水時には 5 m/s 程度の流速が発生する。このような流速が発生しても護岸が流失・破損することのないようにコンクリート系の護岸を採用する。

河道の中央に設置される低水護岸であり、大きな用地の制約もないことから、法勾配は 1:2.0 の緩勾配の法面とする。1:2.0 勾配の法覆工としては、練石張り、練ブロック張り、平張りコンクリート、法枠コンクリート張りが考えられる。当該箇所は礫が主な河道となっていることから、コンクリートブロック主体の護岸とすると周囲の景観と調和しないと考えられる。また、現場打ちコンクリートや、コンクリートブロックのようなコンクリート主体の護岸とすると、使用するコンクリートの量が多くなり、工事費が膨大になる。練石張りとし、胴込と裏込をコンクリートとし、玉石を導入することで、使用するコンクリートの量を削減し、工事費を低減させることができる。したがって、景観上及び経済上の理由から、練石張り護岸を採用する。練石張り護岸を採用する他の理由としては、パキスタンには張り護岸用のコンクリートブロックが流通しておらず、現地製作するより、現地で入手が可能な玉石を利用したほうが調達面でもスムーズに調達できること。コンクリートブロックを現地で製作した場合、価格が高価になることから、自然石を利用した護岸を採用する。

## 6) 基礎工法の検討

護岸計画地点の基礎地盤の状況を確認するために実施したボーリング調査結果を参考にすると、N 値 40~50 以上の地盤が擁壁底版の直下に位置するため、良好な支持層と考えられ、直接基礎が採用可能であると考えられる。(図 6.2.56 を参照)

なお、擁壁底版位置に厚さ 1m ほどの粘性土層が残ることになる。一般的に粘性土では N 値 20 以上あれば良質な支持層と考えられるが、この粘性土層については、N 値 30 以上が観測されたため、この層についても、良質な支持層と見なすことができる。

したがって、この粘性土層が河川縦断方向に多少上下して分布したとしても、支持地盤としてはそれほど問題がないと考えられる。

## 7) 根固め工の検討

「4) 護岸の根入れの検討」にて示したように、計画河床高-3.0m までの洗堀が生じうる結果となった。この洗堀に対応するために基礎工を計画河床高-3.0m の位置に設置するのは、掘削深さが非常に大きくなるため、根入れ高は計画河床高から 1.5m 程度とし、不足する 1.5m については、かごマットによる根固め工によって河床低下に追随することとする。Mohra Ghazan や Ali Khan における高水護岸はコンクリート擁壁式護岸であり、一度壊れると復旧が困難であることや、壊れた際に堤内地に大きな被害が出るのに対して、Sikandarpur は低水護岸であるため、壊れても即時に堤内地に被害が出るわけではないこと、復旧が比較的容易にできることから、経済性及び河床低下への追随性に優れ、近傍で中詰め材の調達が容易、かつ景観に馴染むかごマット工を採用する。

根固め工の配置の考え方として、想定される最大の河床低下が発生した場合でも、根固め工の

前面に平場を 2.0m 確保したうえで、前面の河床低下に追従できるように配置する。検討の結果、かごマット 5 列を配置することとする。(図 6.2.56 を参照)

## 8) 付帯施設

### (a) 高水護岸

河岸侵食が生じている法面に流水が直接作用しないようにするため、法面保護として高水護岸を法面の前に設置する。①低水護岸の余裕高を考慮すると、高水敷まで冠水する頻度は 10～100 年に 1 度の洪水となり、冠水頻度が低いこと、また損壊した場合でも修復が容易であること、②広い高水敷の端に設置するため、前面流速が大きくなると考えられること、以上の理由から、護岸形式はかごマット積み護岸とした。高水護岸の高さは、大きな出水により高水護岸に流水が作用した場合においても、余裕高 1.0m が確保できるように、HWL 以上の部分が 1.0m より大きくなるようにかごマットの配置を設定した。



図 6.2.57 高水護岸の平面配置図 (Sikandarpur)

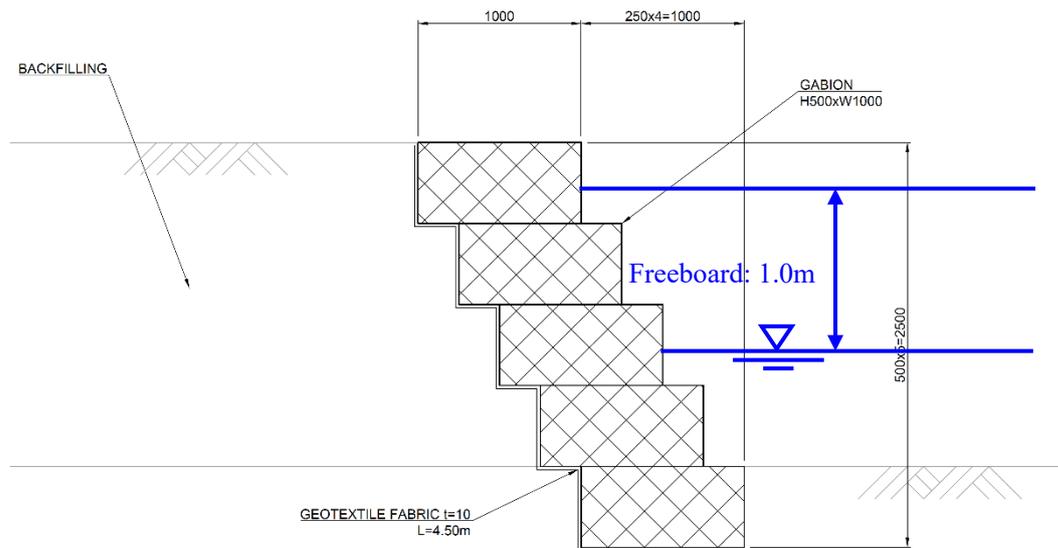


図 6.2.58 高水護岸の標準横断面図 (Sikandarpur)

**(b) すりつけ護岸工**

護岸の上下流端部に設置し、現況施設との馴染みを良くすることで、護岸が上下流から侵食されるのを防止するために、すりつけ護岸工を設置する。

すりつけ工の粗度により流速緩和、下流河岸の侵食防止が見込めるため、屈とう性があり、大きい粗度を保有する構造が求められる。これを満足する構造として、かごマット工を採用する。法面に沿って設置する工法がパキスタンでは一般的ではないため、1:2.0の法勾配に合うように積み重ねて配置することとする。

**(c) 横帯工・小口止め工**

のり覆工の上下流端部を保護するために設置する。護岸上下流で河岸侵食が発生しても、流れが護岸背後に回り込むことによる洗掘を防止する構造とする。

また、護岸施工区間の中間部には 50m 程度の間隔で横帯工を設け、護岸の変位・破損が他に波及しないように絶縁する。

**(d) 天端保護工**

低水護岸であるため、大きな洪水では、護岸天端まで水位があがり、天端に流水が作用することがある。護岸天端からの洗掘を防止するために、天端保護工・巻き止め工を設置する。

#### (5) Garhi Habibullah (Kunhar River) 地点の施設計画

Garhi Habibullah 地点については、第二回現地調査完了時点では改修候補とされていたものの、第二回現地調査完了後、本プロジェクトで計画した場所と全く同じ位置に NGO (Aga Khan Foundation) が護岸の建設を開始したことが判明した。経緯は以下の通り。

- ① 約 2 年前、NGO と KP-PID は、NGO の資金で Garhi Habibullah 地点に護岸を建設することに合意したが、NGO 側の予算の制約によりプロジェクトが延期された。
- ② 最近になり、NGO が護岸建設のための資金を確保できたため、建設工事が開始された。計画された約 500m の護岸のうち、150m が建設される予定である。なお、PC-1 は存在しない。

したがって、本プロジェクトでは以下の理由から Garhi Habibullah 地点を対象範囲外とし、協議を通じて相手国のカウンターパート (KP-PID 及び FFC) の了承を得た。

- ① NGO による護岸の施工箇所は Kunhar River とその支川が合流する水衝部であり、この地域においては、治水上最も重要な箇所である。したがって、2022 年の洪水による被害の復旧・改修として、最低限必要な側方浸食の防止がこの護岸建設により実施されたと考えられる。建設される護岸の上流及び下流の接続部分は、水衝部と比べ重要性は低い。
- ② NGO の護岸設計においては、HFL (Highest Flood Level, 最高水位線) の記載が確認できず、護岸の高さの設定根拠が不明であることから、本プロジェクトにおける設計思想とのすり合わせが困難である。

#### 6.2.3 概略設計図

作成した概略設計図は巻末資料に示す。

## 6.2.4 施工計画

### 6.2.4.1 施工方針

本案件において、FFC は管理執行機関（Administrative Executing Agency）として、河川管理強化計画プロジェクト全体の管理・統括や、文書の締結等、パキスタン側の窓口としての役割を担当する。一方で、事業の実施機関（Operational Executing Agency）として、WAPDA は水文・水理観測機器の整備事業の実施及び実施後の運営・維持管理を担当、KP-PID は KP 州内における河川構造物の改修事業の実施及び実施後の運営・維持管理を担当する。

本事業は、約 21 ヶ月の施工期間を要し、2024 年度（令和 6 年度）の無償資金協力事業として実施する場合は、2028 年 3 月（令和 9 年度）までに完了しなければならない。この工程に基づくと、詳細設計は 2025 年 4 月までに終了し、同年 9 月までに入札により建設業者を選定・契約する必要がある。また、建設用地の使用許可等の手続きは、相手国の負担事項として施工開始前に完了していることが事業実施の前提条件となる。

本計画で実施する土木工事は、3 つの現場の護岸工事である。工事現場の安全確保のため、モンスーン期を避けた施工とする。工事の内容は、根固めブロックの製作やもたれ式擁壁を含む、護岸の改修工事であり、特に高度な技術を要するものではない。したがって、世話役、機械オペレーター、コンクリート工に係る作業員等は、原則として現地人を雇用することで対応でき、近隣諸国から技術者を派遣する必要性はない。KP 州やイスラマバード、ラホール近辺には、これまでにパキスタン国で実施された無償資金協力プロジェクトで日本のゼネコンの下請け業者として参入していることから、本工事でも十分活用することが可能である。

施工は、2 か年にわたって計画されており、1 年目に比較的工事規模の小さい Mohra Ghazan 及び Ali Khan の 2 ヶ所の工事を行い、2 年目に工事規模の大きな Sikandarpur の工事を行う計画である。

### 6.2.4.2 施工上の留意事項

#### (1) 施工時における環境配慮

工事において、特に環境への配慮を必要とするものは、Sikandarpur 地点での低水護岸工事における大規模な掘削と発生土の処分である。

##### 1) Sikandarpur における掘削工事

Sikandarpur の低水護岸工事では 20 万  $m^3$  以上もの河道内における掘削工が発生する。仮締切を行わず、掘削を実施すると、出水時の安全管理上問題がある他、土砂が河川に流出し水質汚濁に繋がるため、仮締切堤とポンプ排水によるドライ施工を行うことで、掘削した箇所から土砂が河川に流出しないような施工を行う。また、Sikandarpur における掘削と比して工事規模は小さいものの、上記の考え方は Mohra Ghazan、Ali Khan においても同様である。

##### 2) Sikandarpur の土捨て場

Sikandarpur における護岸整備に伴い、多量の掘削残土が生じる。大量の残土を遠方まで土砂運搬とした場合、運搬費用が非常に高額となる。掘削土のうち、埋め戻し材として再利用が可能な良質土者は、低水護岸左岸側の現況のみお筋の埋戻し土として一部を利用する。また、Dor River の

河川敷右岸側には広大な敷地が存在するため、工事箇所の付近に造成盛土を行うことで、土砂の処理を行うとともに、畑等に使用が可能な、敷地の造成を行うこととする。以下に Sikandarpur における土捨て場(盛土造成)の平面図を示す。造成範囲は洪水によって土砂が流されないよう HWL 以上の土地を利用する。

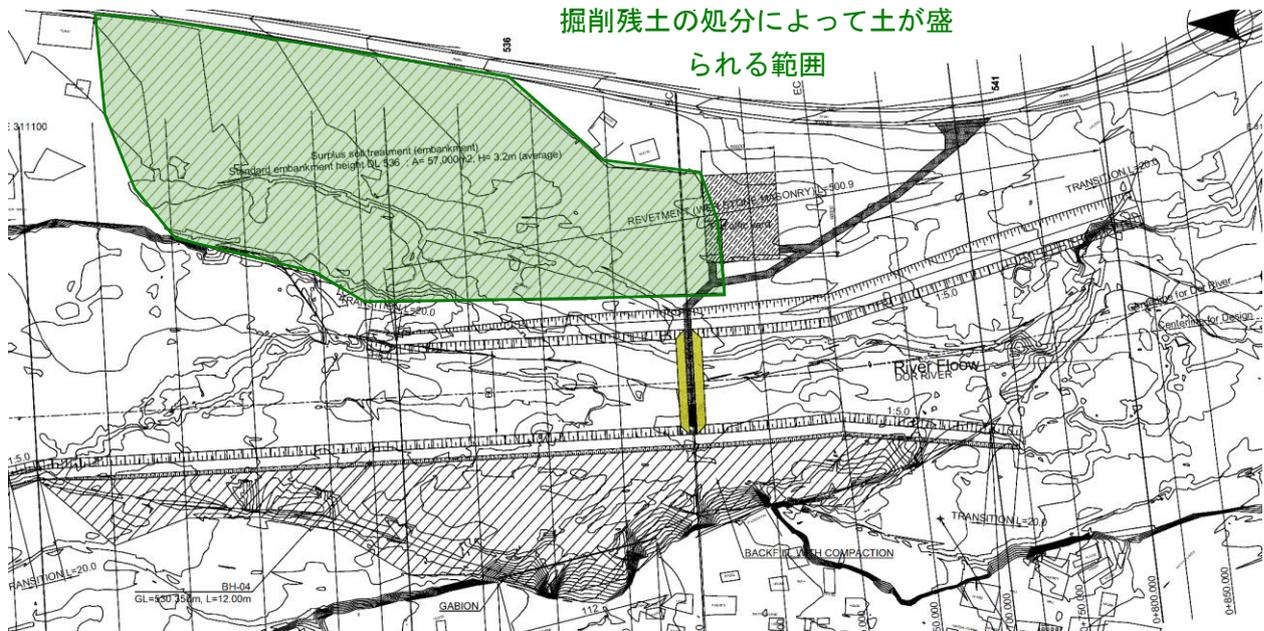


図 6.2.59 Sikandarpur における土捨て場の平面図

## (2) 仮設工事

仮設工事は、施工計画を策定する上で、重要な要素を含んでいるため、現場の交通状況、自然・社会条件、環境等に配慮しながら本体工事が効果的に実施できるように計画する必要がある。本計画の内容に鑑み、仮設工事について検討した結果、以下のように対処する。

### 1) 護岸工事

・護岸床掘箇所の前面に大型土のう等を使用した仮締切堤を設置し、ポンプ排水によって、ドライ施工することで、掘削した土砂の流出を防止し、水質汚濁を抑制する。

### 2) 現場事務所及びコンクリートブロック製作・仮置きヤード

現場事務所は Sikandarpur、Mohra Ghazan に設置する。Ali Khan については、資材仮置きヤードやブロック製作・仮置きヤードは設置するものの、現場事務所は近接する現場事務所を兼用できるとして、設置しない。また、Mohra Ghazan と Ali Khan においては、コンクリートブロックを設置するため、コンクリートブロック製作・仮置きヤードを確保する必要がある。以下に、それぞれの工事箇所における現場事務所及びヤードの敷地を表した平面図を示す。



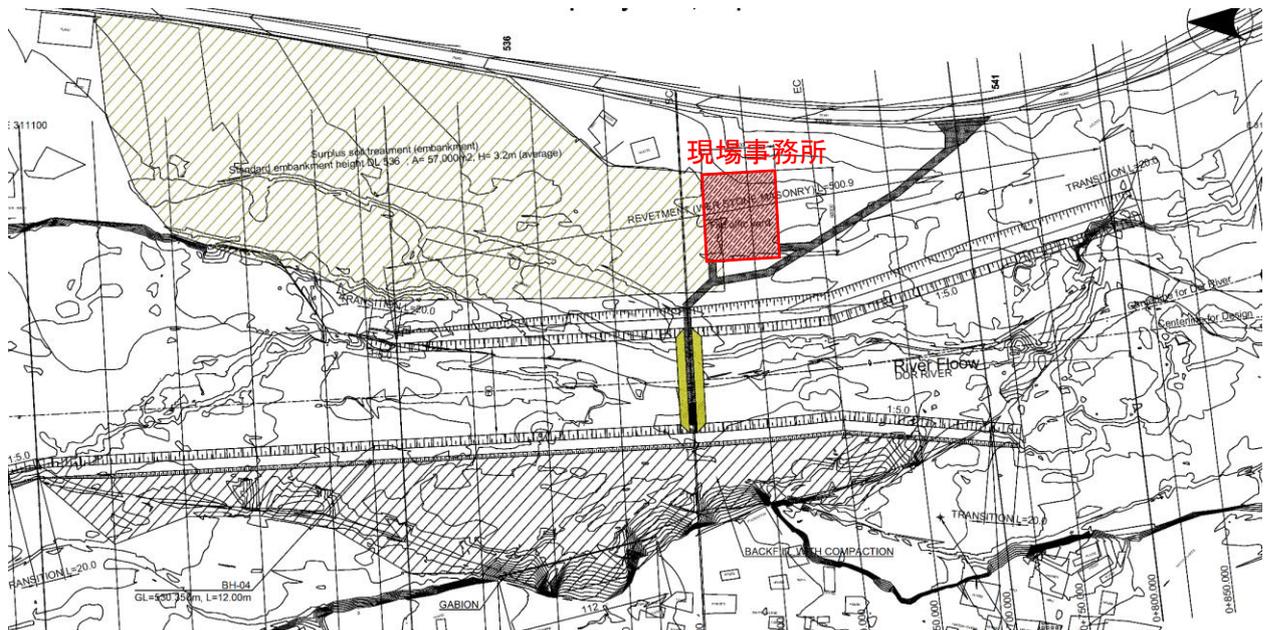


図 6.2.62 現場事務所及び仮置きヤードの配置図 (Mohra Ghazan)

### 6.2.4.3 施工区分

事業の実施を円滑に進めるため、事前に日本とパキスタン国側の作業分担内容について明確にしておく必要がある。施工に係る両当事者間の負担区分は、基本的に日本の無償資金協力の原則に則り設定されるもので、概ね以下の通りである。

#### (1) 日本側負担作業

- ① 入札図書作成、入札業務及び施工管理にかかる技術サービス
- ② 施設建設（護岸の改修）
- ③ 本事業に係る資材・機材の調達（海上輸送及び陸上輸送を含む）

#### (2) パキスタン国側負担作業

- ① 施設建設工事に係る土地収用（使用に関する許認可、手続きを含む）
- ② 輸入資機材に対する免税措置と速やかな通関手続きの実施
- ③ 本事業に携わる日本人技術者に対する円滑な入国手続き、免税措置及び滞在中の安全の確保

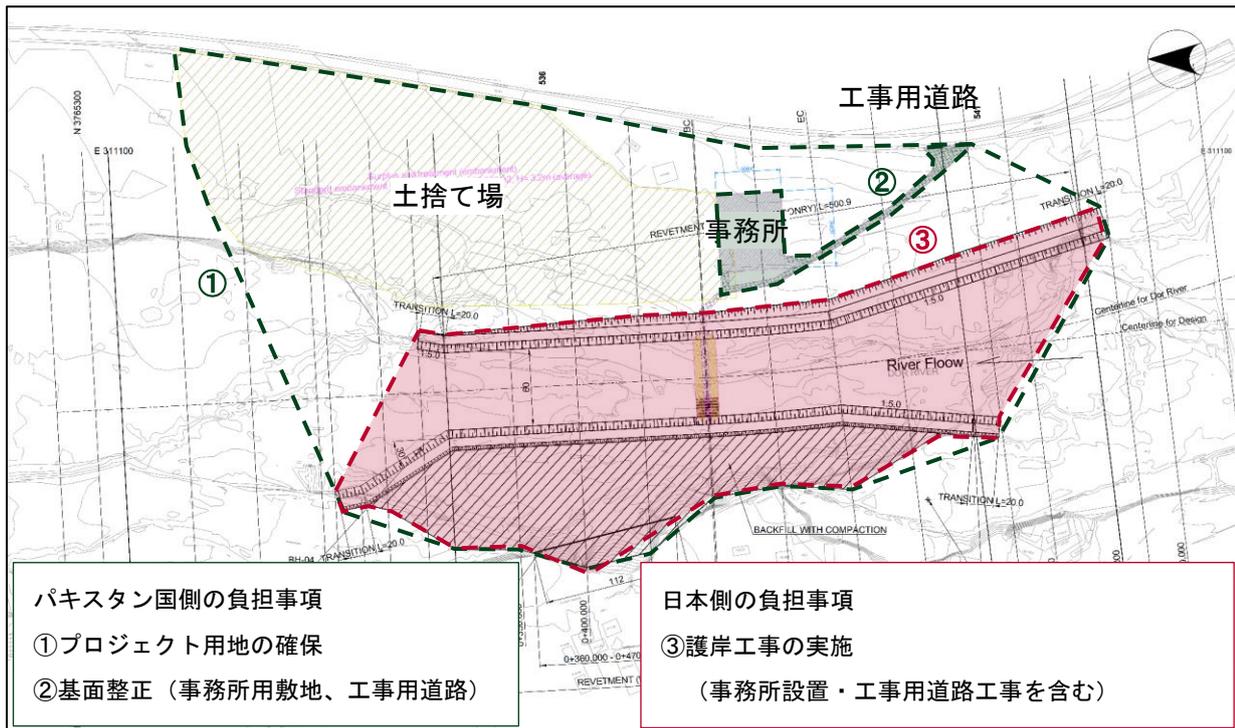


図 6.2.63 施工区分の概念 (Sikandarpur 地点の例)

#### 6.2.4.4 施工監理計画

##### (1) 施工管理の留意点

施工監理者は事業を円滑に推進する上で重要な役割を負っており、専門の技術力と判断力を備えた要員が求められる。また、業務は多岐にわたるため、実施機関とは常に連絡・調整を保ちつつ作業の進捗を図る必要がある。さらに安全管理には十分配慮し、緊急時における在パキスタン日本国大使館及び JICA (本部、パキスタン事務所) への遅滞ない情報伝達に留意する。特に留意すべき事項とその内容は以下の通りである。

##### 1) KP-PID 及び FFC との協議・打合せ

パキスタン側負担作業の進捗状況等について工事着手前の確認を行う。

##### 2) 施設建設に係る検査・確認

各工事の施工段階において工程管理、品質管理、出来高管理及び安全管理を行い、これらに係る検査と確認を行う。

##### 3) 機材の検査、品質管理試験

製造者の品質保証データ、またはマニュアルに基づき実施する。

##### 4) 検査の立会い

中間時支払い検査の実施と承認手続き、竣工前検査の実施と手直し事項の指示、さらに竣工検査終了時には工事完了手続きを行う。

5) 証明書の発行

施工業者への支払いに係る工事の部分完了証明書を発行する。

6) 報告書等の作成・提出

工事月報、完成図書を作成し、適時、提供する。

(2) 施工管理の体制

本事業の工期は21ヶ月であり、現場の責任体制を強化する必要がある。したがって、日本人の常駐監理者を1名配置し、管理業務に一貫性をもたらす。また、現地業務が多岐にわたるため、2名の土木技術者を現地で雇用し、常駐監理者の支援スタッフとする。

1) 施工管理技術者（総括）

工事着工時には、施主や施工業者との協議を重ね、問題点の確認や現場の立会を行う。また、主要工事の着工または完了時と竣工時に現地に派遣され、工事全般における技術面及び運営面での総括管理を行う。

2) 常駐監理者

工事着工から完了時まで現地に常駐し、現地の管理責任者として工程管理、品質管理を行うとともに、工事全般の監督指導を行う。また、パキスタン側担当機関及び関係機関との折衝を行い、工事期間を通じて現地に常駐する。初年度及び2年度の工事箇所の土木工事全般を監理する。

3) 土木技師(1)

初年度の Mohra Ghazan 地点及び Ali Khan 地点の施工開始時に合わせて渡航し、安全管理、品質管理、出来形管理について施工業者への指導を行う。特に、仮設工事（仮締切堤）に関して、施工業者及び常駐監理者へ助言する。また、品質・安全・出来形管理方法等について施工業者に対する初期指導・助言を行う。特に、降雨時の施工対策、安全・品質管理に関して施工業者及び常駐監理者へ助言を行う。

4) 工事安全管理指導者

初年度の Mohra Ghazan 地点及び Ali Khan 地点、2年度の Sikandarpur 地点の施工開始時に合わせて渡航し、安全管理について施工業者への指導を行う。

5) 検査技師（瑕疵検査）

工事完了の1年後に瑕疵検査を実施し、施設の状況を調査する。

6.2.4.5 品質管理計画

材料及び施工の品質管理として、実施する主要な試験を下表に列挙する。試験回数は「土木工事施工管理基準及び規格値」に基づき定めた。

表 6.2.29 材料及び施工の品質管理として実施される主要な試験

試験品目	試験項目	規格/試験方法	試験頻度
コンクリート	圧縮強度試験	JIS A 1108	1日2回
	スランブ試験	JIS A 1101	原則として全車
	塩化物含有量	JIS A 5308	週1回
	空気量測定	JIS A 1116 等	強度試験用供試体採取時
	セメントの材質	JIS R 5210 等	施工前と材料変更時
細骨材/粗骨材	ふるい分け試験	JIS A 1102	1日1回
盛土・埋戻土 ・堤体盛土	土の締固め試験	JIS A 1210 等	施工前及び土質変化時
	粒度試験	JIS A 1204 等	施工前及び土質変化時
	現場密度試験	JIS A 1214 等	3,000m <sup>3</sup> 毎に1回
路盤工 (下層・上層)	修正 CBR 試験	AASHTO T193 等	施工前と材料変更時
	骨材のふるい分け試験	JIS A 1102 等	施工前と材料変更時
	現場密度試験	AASHTO T99 等	1,000m <sup>2</sup> につき1回
アスファルト 表層	骨材のふるい分け試験	JIS A 1102 等	施工前と材料変更時
	骨材の密度・吸水率	JIS A 1109, 1110 等	施工前と材料変更時
	フィラーの試験	JIS A 5008 等	施工前と材料変更時
	マーシャルテスト	ASTM D1559 等	施工前と材料変更時
	アスファルト量 抽出粒度分析試験	AASHTO T194 等	1回/日または随時
	現場密度試験	JIS K 2207 等	1,000m <sup>2</sup> につき1回

品質管理においては、以下に記述する点に留意する。

#### (1) 材料及び施工の品質管理計画

##### 1) コンクリート

コンクリートは、所要の強度、耐久性、水密性等を持ち、品質のばらつきが少ないものでなければならない。コンクリートの強度は材令 28 日における圧縮強度を基準とする。コンクリートの圧縮強度試験は JIS-1108 及び 1132 に基づいて実施する。基本的に、生コンクリートのサンプルは、1 日につき午前と午後の 2 回採取し、1 サンプルごとに 7 日及び 28 日強度を試験する。コンクリート打設時には現場でスランブテストを行い、所要のスランブ以内に収まっていることを確認する。

##### 2) コンクリートの打設及び養生

コンクリートは材料が分離しない方法で打設し、打ち込み中及び打設直後にバイブレーターによって十分に締め固める。コンクリート打設後、コンクリートの表面は少なくとも 5 日間、湿潤状態を保つ。

##### 3) セメント

普通ポルトランドセメントを使用し、その品質は JIS-R-5210 に適合するものでなければならない。

##### 4) 骨材

清浄で強硬かつ耐久性のある、適切な粒度を持った骨材を使用すること。コンクリートの品質、耐久性、安全性に悪影響を及ぼさないよう、ごみ、泥、有機物、塩分等が有害となる量を含んでいないことを確認すること。粗骨材は薄い石片や細長い石片を含んではならない。骨材の絶乾密度は 2.5g/cm<sup>3</sup> 以上とする。

5) 鉄筋

鉄筋は所要の強度を有するものを使用する。特に明示がない場合は異形鉄筋を使用する。鉄筋は使用前に責任技術者の指示に従って試験を行うこと。

6) 鉄筋コンクリート用材料の貯蔵

材料は、「コンクリート標準示方書」に従って貯蔵すること。

7) 埋土工

Sikandarpur サイトにおいて、大規模な既存のみお筋の埋戻しが発生する。みお筋の埋戻しの際に締固めが不十分な場合、工事後に大きな出水が発生し、流水が埋戻土に作用すると、埋戻し部が洗掘されて、埋め戻した土砂が流出する恐れがある。この洗掘が大規模なものとなった場合、本工事で整備される低水護岸が裏側から破壊されることに繋がりがねない。

したがって、本設計では、堤防盛土と同じ程度の締固め管理を行い、埋戻しを行うこととしている。したがって、施工の際には土の締固め特性を把握し、締固めの施工現場における管理基準値（目標とする締固め度や含水比）を決定するために、突き固めによる土の締固め試験（JIS A 1210 またはこれに準ずるもの）を行った上で基準値を設定し、施工を実施すること。

6.2.4.6 資機材等調達計画

本工事使用する資材・機材は、パキスタンで一般的に流通しているものを使用する。

表 6.2.30 工事中用材料の調達区分整理表

資材名	現地調達	日本調達	第三国調達	調達理由	輸送ルート
鉄筋（異形棒鋼）	○				
形鋼	○				
根固めブロック型枠	○				
連結金具	○				
かごマット	○				
割栗石（中詰め材）	○				
セメント	○				
生コンクリート	○				
骨材	○				
砕石	○				
玉石	○				
合板（型枠用）	○				
アスファルト混合物	○				
油脂類	○				
吸出し防止材	○				
大型土のう	○				
止水板	○				
目地板	○				
遮水シート	○				
塩化ビニル管	○				

6.2.4.7 初期操作指導・運用指導等計画

本コンポーネントの内容は、2022 年洪水で損傷した構造物の復旧であり、工事内容は、護岸工事

となる。操作運用を行うものではないため、初期操作指導・運用指導は行わない。

### 6.2.4.8 ソフトコンポーネント計画

河川構造物の整備においては、ソフトコンポーネント（技術支援）の計画はない。

### 6.2.4.9 実施工程

実施工程表を以下に示す。河川内の工事であり、安全を考慮して、モンスーン期を避けた工事工程としている。シンド州の堤防マニュアルである「BUND MANUAL FOURTH EDITION 2008」の Chapter 1 においては、洪水期は5月1日～10月15日と定義され、これを避けた11月～4月に施工することとしており、工事工程はこれを参考とした。

パキスタンでは、工事工程が遅れると、次の非出水期まで延期する可能性が生じ、工期の大幅な遅れに繋がりがねないという特徴がある。このような特徴を十分に理解した上で施工を行う必要がある。

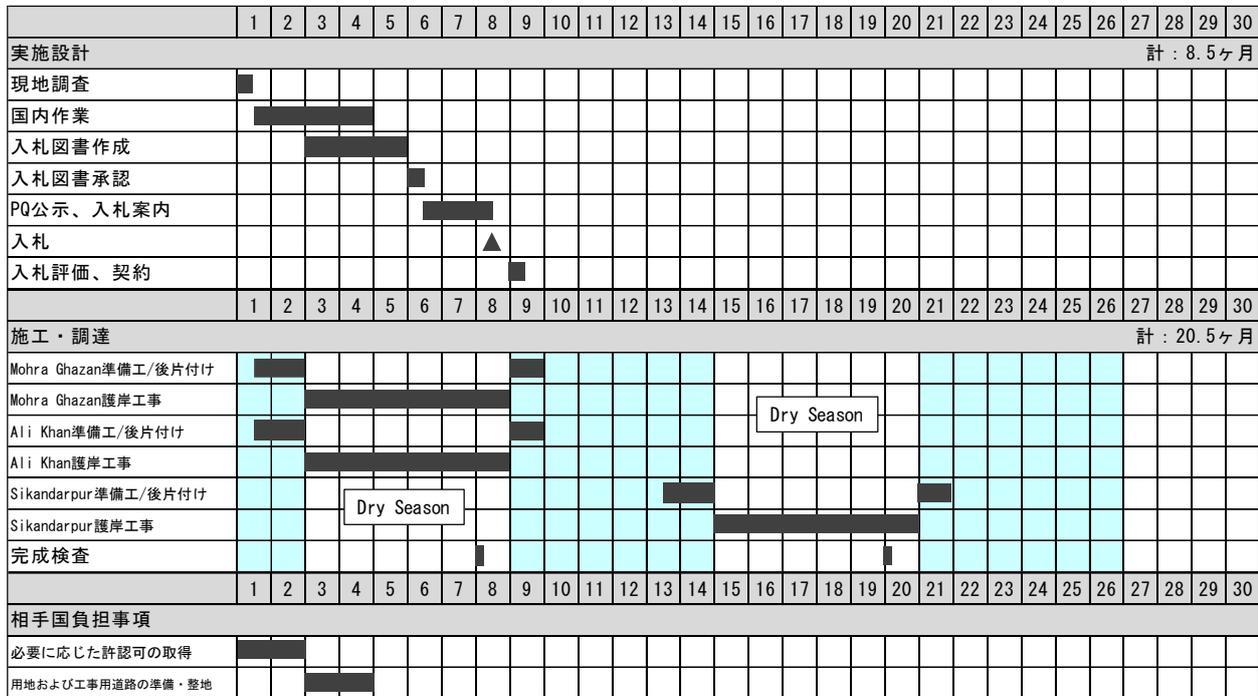


図 6.2.64 事業実施工程案

### 6.2.5 安全対策計画

河川構造物の整備の対象地域である KP 州は、日本国外務省の「渡航安全情報」で、渡航者に対して退避勧告及び渡航中止勧告が出されている地域がある。工事箇所自体は、不要不急の渡航を中止するように要請が出ている。ODA に関わる外国人を狙ったテロが時折発生していることから、以下に示す対策を実施したうえで、工事を実施する。これらの安全対策の実施に必要な経費は、プロジェクト経費に含まれている。

【事業実施予定地における治安脅威リスクの概要】

- 日本人を狙ったテロ
- 金物等の資機材の窃盗

【想定される対応策】

- 施工管（監）理を行う日本人の滞在地を治安の安定しているイスラマバードに限定
- 上記の脅威へ備え、現場事務所の敷地に武装警備員や監視カメラを 24 時間体制で配備
- 事務所の周囲は防護柵で囲み、関係者以外が敷地内への立ち入りを制限
- 危険物を所持した人の進入を阻むため、ボディチェック・所持品チェックを徹底実施

緊急時の連絡手段・連絡体制の整備

### 6.3 相手国側分担事業の概要

日本国の無償資金協力による本プロジェクトの実施にあたって、パキスタン政府に要求される負担範囲は次の通りである。

表 6.3.1 プロジェクトの実施前、期間中及び完了後の本プロジェクト実施に必要な負担業務

No	項目
<b>1. 一般項目</b>	
1-1	パキスタンで必要な制度上、法律上の手続き全般の実施
1-2	日本にある銀行との銀行取極め (B/A) の締結と政府名義の口座の開設
1-3	コンサルタント及び請負業者の支払い授權書(Authorization to Pay)発行及び支払い授權書修正のための銀行手数料の支払い
1-4	本プロジェクトにおいて輸入される資機材に対する免税手続き及び陸揚げ港での通関手続きに必要な書類の通関業者/輸送業者 (請負業者により雇用された) に対する提供及びプロジェクト実施期間中及び瑕疵期間中に不具合が発生した機材及び/又は予備品をメーカーの工場にて修理/交換/再輸入するための手続き
1-5	パキスタン以外の日本及び諸外国 (従属国を含む) 国籍を有する、本プロジェクト実施に関与する人員のビザ発給の保証 (期間延長を含む) 及び必要な手続き等、パキスタン入国及び滞在に必要な事項
1-6	契約に基づいた製品やサービスの供給に関連した、日本及び諸外国 (従属国を含む) 国籍を有する、本プロジェクト実施に関与する人員に対して、被援助国で課される関税、内国税、その他の課税の免除
1-7	荷揚げ港における荷降ろしや通関の迅速な実施と、国内輸送に対する支援
1-8	NOC 及び河川構造物の設置場所として選ばれた土地の所有者から許可/同意/承諾を得ること
1-9	プロジェクトをモニタリングし、プロジェクトモニタリングレポート (PMR) を用いて JICA に報告すること。報告書は毎月提出すること
1-10	パキスタンで必要とされる環境影響評価手続きの実施 (必要な場合)
1-11	環境管理計画 (EMP) 及び環境モニタリング計画 (EMoP) の実施
1-12	四半期ごと、環境モニタリングの結果をモニタリングフォームを用いて、プロジェクトモニタリングレポート (PMR) の一部として JICA に提出すること
1-13	ARAP (必要に応じて生計回復プログラム) を実施すること
1-14	四半期ごとに社会モニタリングを実施し、モニタリング結果をプロジェクトモニタリング報告書 (PMR) の一部として、JICA に提出すること
1-15	プロジェクトの実施に必要な配電設備、給排水設備、その他付帯設備を敷地外まで提供すること
<b>2. 安全対策項目</b>	
2-1	安全に係る最大限の対応と、本プロジェクトの実施前及び実施期間中の各サイトにおける日本及び諸外国国籍を有する、本プロジェクト実施に関与する人員の安全確保
2-2	コンサルタント及びコントラクター要員の宿舎と河川構造物の設置のための移動時の現地警察によるエスコート警備の手配
2-3	被援助国においてプロジェクトの実施に従事する者の安全を確保すること
<b>3. 構造物の設置</b>	
3-1	河川構造物設置個所に構造物を設置するための、必要に応じた既存構造物の撤去と移設
3-2	FFC イスラマバードにおいて、プロジェクトの工事期間中、コンサルタントと請負業者に、インターネット接続が可能な作業スペースの提供
3-3	プロジェクト実施中に必要な、請負業者及びコンサルタントの事務所、作業場、資材・工具・機材を保管する倉庫、等の仮設施設のための十分な広さの土地、並びに土捨て場を、それぞれのプロジェクトサイト/場所に確保すること。
3-4	本事業の実施前に、事業実施に必要な土地・用地の確保と整地 (工事用道路・資材仮置ヤード等)
3-5	ARAP に従い、必要な予算の確保、用地取得と住民移転 (移転地の用意を含む) の実施、及び移転補償を実施すること
<b>4. プロジェクトの完了後</b>	
4-1	EMP 及び EMoP を実施し、環境モニタリング結果を半年毎に JICA に提出すること
4-2	本プロジェクトで整備される構造物の適切な運用と維持管理を行うこと
4-3	適切な運用・維持管理のために、KP-PID の責任者を含む技術力と豊富な経験を有する人員を配置すること
4-4	本事業により建設される河川構造物の適切かつ有効な維持管理を行うための予算割当てを行うこと
4-5	構造物の維持管理のための、定期点検を実施すること
4-6	出水による破損箇所や、維持管理用道路の舗装等、構造物の適切な補修を実施すること

## 6.4 プロジェクトの運営・維持管理計画

事業実施後の対象施設の運営・維持管理は、KP-PID が担当する。通常、護岸は頻繁な点検、補修工事を必要とはしないため、維持管理における人員配置は現状通りで問題ない。しかしながら、護岸の維持管理規則を策定し、規則に基づいた定期点検及び大規模出水後の臨時点検を実施することが重要である。以下に想定される運営・維持管理活動の内容を示す。

### 【運営・維持管理の内容】

- 定期点検の実施
- 大規模出水後の臨時点検の実施
- 発生した損傷への適切な補修の実施
- 構造物の変状及び補修の記録の徹底

### 【運営・維持管理の実施体制】

- 二人一組で年二回（モンスーン期前・後）の護岸の定期点検及び大規模出水後の臨時点検を行う。

表 6.4.1 施設定期点検の概要

点検箇所	各部の点検内容	点検回数
コンクリート擁壁護岸	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 大きなひび割れの有無</li> <li>• 目地の破損の有無、土砂の吸出しの有無</li> </ul>	1 回/年の定期点検に加え、大規模出水後は臨時点検を実施
かごマット	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 金網の破損の有無</li> </ul>	
維持管理用道路	<ul style="list-style-type: none"> <li>• アスファルト舗装の変形、変状</li> </ul>	
根固めブロック	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 破損・流失の有無</li> </ul>	
埋戻土	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 土砂の吸出し等が疑われるような不陸の有無</li> </ul>	

## 6.5 プロジェクトの概略事業費

### 6.5.1 協力対象事業の概略事業費

先に述べた日本国とパキスタンとの負担区分に基づく双方の経費内訳は、下記に示す積算条件によれば、以下のように見積もられる。

#### 6.5.1.1 日本側負担経費

概略事業費：施工・調達業者契約認証まで非公表

※本報告書は先行公開版であり、概略事業費を記載しない。施工・調達業者契約認証完了後に、概略事業費が記載された和文報告書が公開される。

#### 6.5.1.2 パキスタン側負担経費

FFC 及び KP-PID 側負担初年度経費概算総額： 115 百万 PKR (約 58.9 百万円)

FFC と KP-PID による経費負担の実績と合意に従い、本プログラム実施に必要な初年度経費を次のように算出した。③に関しては、機材部分も含んだ額となっている。

表 6.5.1 無償資金協力事業実施に必要なパキスタン国側負担経費

相手国側負担事項	相手国負担金額	円換算金額	負担する組織
① 支払授權書時の銀行支払手数料（日本側負担経費総額の 0.3%と仮定）	8 million PKR	約 4.1 百万円	FFC
② 仮設ヤードの整地・敷均し （工事用道路、現場事務所、資材加工・備蓄ヤード、ブロック製作ヤードの用地、計およそ 60,000m <sup>2</sup> の整地）	17 million PKR	約 8.8 百万円	KP-PID
③ 工事時のプロジェクトモニタリングレポート作成・提出	20 million PKR	約 10.2 百万円	FFC WAPDA PIDs PMD
④ 用地取得・住民移転	70 million PKR	約 35.8 百万円	FFC
合計	115 million PKR	約 58.9 百万円	

#### 6.5.1.3 積算条件

- ① 積算時点 : 2023 年 11 月
- ② 為替交換レート : 1USD=148.34 円  
: 1PKR=0.51075 円
- ③ 詳細設計及び工事の期間 : 業務実施工程表に示した通り
- ④ その他 : 本プロジェクトは、日本国政府の無償資金協力の制度に従い、実施されるものとする。

## 6.5.2 運営・維持管理費

### 6.5.2.1 本プロジェクトの実施により発生するパキスタン側の運営・維持管理費

本プロジェクトが無償資金協力によって実施される場合のプロジェクト完了後に発生する運営・維持管理費を算出した。運営・維持管理費は、KP-PID 独自による運営・維持管理の実施の状況下での概算である。

護岸の維持管理費としては、外水により護岸が部分的に破損を受ける可能性があるため、その補修費を計上する必要がある。護岸に係る年間の維持管理費は、作業単価を護岸延長 1m あたり 1,000,000 PKR とし、護岸の総延長 1,543m のうち、0.5%程度の補修費を年間で見込み、約 7,700,000 PKR ( $1,543\text{m} \times 0.5\% \times 1,000,000\text{PKR/m}$ ) と見積もられる。また、点検者 2 人が年に 3 回 (年 2 回の定期点検と 1 回の出水時の臨時点検を想定)、護岸の点検を実施するとして、以下の点検費用を見込む。合計で約 120,000 PKR/年となる。

- ・ 人件費：土木技術者 (経験 5 年)  $13,753 \text{ PKR/日} \times 2 \text{ 人} \times 3 \text{ 日/年} = 82,518 \text{ PKR/年}$
- ・ 車両費： $7,000 \text{ PKR/日} \times 3 \text{ 日/年} = 21,000 \text{ PKR/年}$
- ・ 燃料費： $345\text{PKR/L} \times 0.047\text{L/kW} \cdot \text{hr} \times 78\text{kW} \times 3\text{hr/日} \times 3 \text{ 日/年} = 11,383 \text{ PKR/年}$

表 6.5.2 パキスタン側が負担するプロジェクト全体の年間の運営・維持管理費の概算

費目	金額
護岸の補修費用	7,700,000 PKR/年
定期点検に係る費用	120,000 PKR/年
合計	7,820,000 PKR/年

以上により、日本側で想定する、パキスタン側が負担する年間の運営・維持管理費の合計は約 7,820,000 PKR となる。



## 第7章 プロジェクトの評価（土木）

### 7.1 事業実施のための前提条件

事業実施のための前提条件を以下に示す。

#### 7.1.1 用地取得

本事業においては、護岸工事範囲内に民地が存在し、パキスタン側により4世帯の住民移転及び用地取得が行われる必要がある。工事用道路、資材ヤード、現場事務所の設置に伴う土地収用（借地）についても同様である。

パキスタン国の法制度及び住民移転に係る JICA ポリシーに沿って、建設工事業者入札公示前までに補償が行われ、工事開始前までに住民移転及び用地取得が完了していることが必須である。

#### 7.1.2 PC-1 の認可

パキスタン国政府内における予算確保のための決裁書類である PC-1 (Planning Commission Form-1) を作成し、Planning Commission から認可を受ける必要がある。水文気象観測機器の設置については WAPDA が、護岸の整備については KP-PID が、それぞれの PC-1 の作成を担当する組織となる。この書類には、図面及び事業全体の予算等の情報の記載が必要となるため、適宜、日本側から情報提供及び資料作成補助を行う必要がある。

#### 7.1.3 環境認可

本事業のコンポーネントは、河川構造物の改修及び水文・水理観測機材の調達である。KP 州環境影響評価規則 (The Khyber Pakhtunkhwa Environmental Assessment Rules, 2021) では、プロジェクトの規模や環境への影響の度合いに応じて、プロジェクトが EIA (Environmental Impact Assessment)、IEE (Initial Environmental Examination)、GEA (General Environmental Approval) のどれに該当するかを分類している。

河川構造物の改修については、EIA、IEE、GEA のいずれにも該当せず、KP-EPA より EIA は不要であることを確認した。ただし、IEE または GEA が必要となる可能性は KP-EPA より指摘されており、必要な場合は詳細設計調査終了時までに KP-EPA の承認を得る必要がある。IEE または GEA の要否が判明するのは、スクリーニングとスコーピングの申請から10日～2週間程度とされている。なお、IEE 及び GEA の審査料はそれぞれ 250,000 PKR 及び 50,000 PKR である。

水文・水理観測機材の調達については、各州 (KP 州、Punjab 州、Azad Jammu and Kashmir 州) の EPA より環境関連の手続きは不要であることを確認した。

### 7.2 プロジェクト全体計画達成のために必要な相手方投入（負担）事項

プロジェクトの効果を発現・持続するために必要な相手国側が取り組むべき事項を以下に挙げる。

### (1) 定期点検要員の配置

KP-PID は、本プロジェクトで整備される構造物の定期点検を行うための技術者を配置する。

### (2) 点検・維持管理活動の実施

KP-PID は、本プロジェクトで整備される構造物の点検・維持管理規則を策定し、規則に基づいた定期点検を行う。また、大規模な出水が発生した際には、出水後に臨時点検を実施する。

### (3) 構造物等の補修

点検作業により構造物や維持管理用道路の舗装等に損傷が確認された場合には、KP-PID は状況に応じて適切な補修を実施する。

### (4) 点検・維持管理活動の記録

KP-PID は、点検作業及び補修作業の記録を作成し、保管する。

## 7.3 外部条件

プロジェクトの効果を発現・持続するための外部条件を以下に挙げる。

- ・ 防災セクター（特に治水対策）に係るパキスタン政府の方針が変更されない。
- ・ パキスタン国内の治安状況が著しく悪化しない。
- ・ 今後の急激な物価上昇や為替変動により、協力対象事業の範囲の縮小等の計画変更が生じない。

## 7.4 プロジェクトの評価

### 7.4.1 妥当性

#### 7.4.1.1 プロジェクトの裨益対象

本プロジェクトの裨益対象は、KP 州ハザラ地区の 3 つの護岸整備箇所の近隣及びその河川沿いに居住する住民である。

#### 7.4.1.2 上位計画との整合性

本事業は、国家的・長期的な治水計画である National Flood Protection Plan IV（NFPP-IV）の構造物対策の推進と合致する。

#### 7.4.1.3 我が国の援助政策との整合性

「対パキスタン・イスラム共和国 国別開発協力方針」（2023 年 9 月、JICA）によると、「防災については、第 3 回国連防災世界会議において採択された『仙台防災枠組 2015-2030』に基づき、我が国の知見と技術を活用した災害予防、減災のための投資及び防災ガバナンスの強化を中心に協力し、災害に負けない強靱な社会の構築を図る」とある。

本事業による護岸の整備は「我が国の知見と技術を活用した災害予防、減災のための投資」に該当するため、我が国の援助政策と整合する。

## 7.4.2 有効性

### 7.4.2.1 定量的評価

表 7.4.1 定量的評価

指標	基準値 【2022年実績値】	目標値（2028年） 【事業完成2年後】
復旧／改修される護岸	被災	延長 L = 1,543 m
護岸の整備により、河岸侵食の影響を受け難くなる家屋数（100年確率）	0 戸	80 戸（約 500 人）
護岸の整備により、河岸侵食の影響を受け難くなる灌漑施設（100年確率）	0 箇所	Mohra Ghazan, Sikandarpur : 灌漑水路が守られる Ali Khan : 取水ポンプ小屋（井戸）及 び灌漑水路が守られる
護岸の整備により、河岸侵食の影響を受け難くなる水路により灌漑される農地（100年確率）	0 エーカー	3,000 エーカー（約 12.1km <sup>2</sup> ） のライチ農地（約 1000 農家）

### 7.4.2.2 定性的評価

本事業の実施により、期待される定性的な効果は以下のとおりである。

- ・ 2022年の洪水で被災した箇所が復旧され、洪水に対する安全度が向上する。
- ・ 護岸の天端に管理用通路が整備され、河川の巡視が容易になる。
- ・ パキスタンでは事例の少ないコンクリート製の護岸を設置することで、今後の河川管理における日本の技術の導入や啓発に繋がる。

