

パキスタン・イスラム共和国  
連邦洪水委員会（FFC）  
パンジャブ州およびシンド州灌漑局

# 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

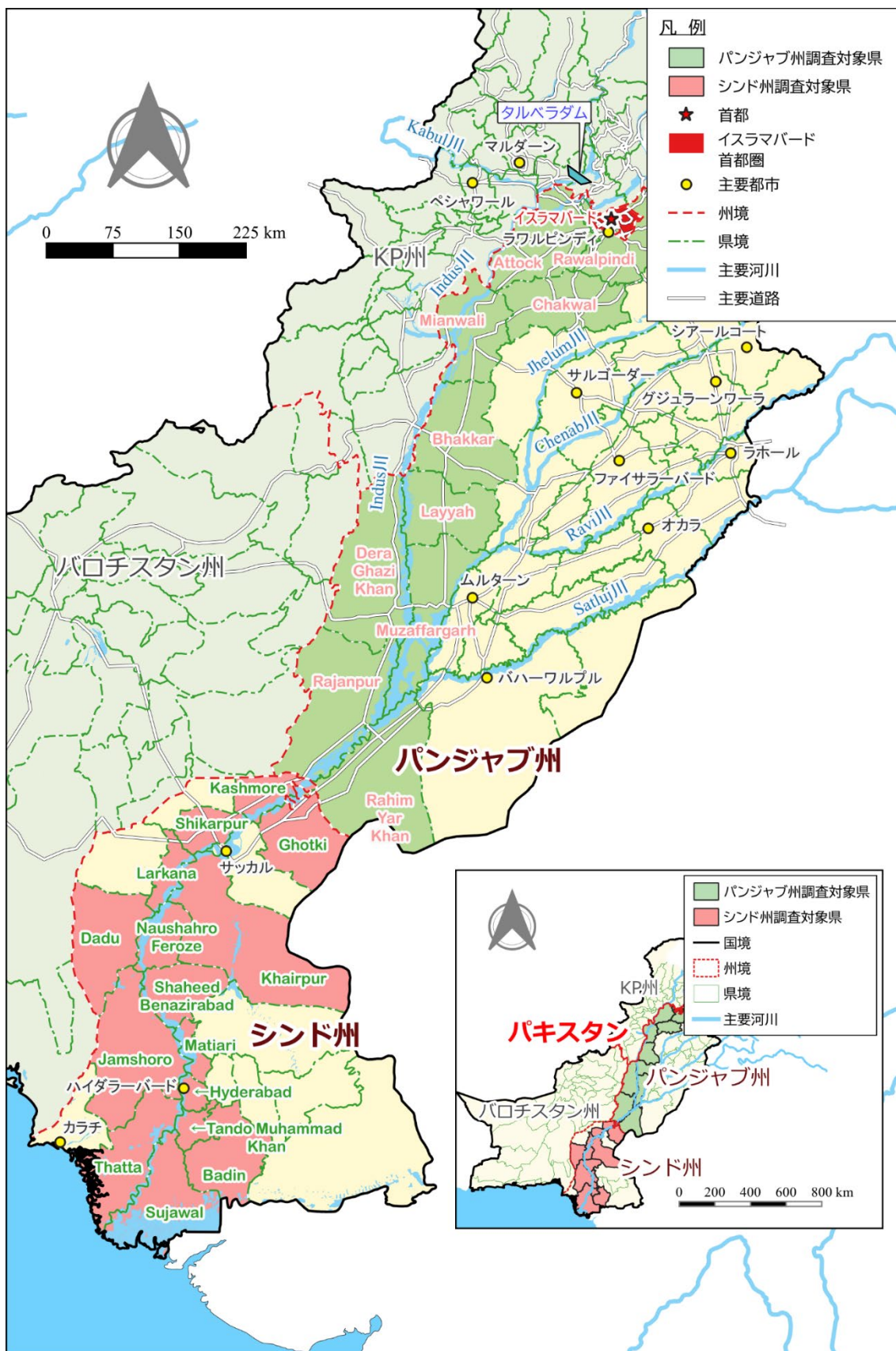
## 業務完了報告書

2025 年 4 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





業務対象地域位置図



## 目次

### 調査対象地域位置図

	ページ
目次.....	i
図一覧.....	iii
表一覧.....	iv
略語集.....	vii
<b>第1章 業務の概要</b> .....	<b>1-1</b>
1.1 事業の背景 .....	1-1
1.2 事業及び業務の概要 .....	1-2
<b>第2章 成果2に係る活動</b> .....	<b>2-1</b>
2.1 堤防マニュアルの比較分析（活動 2-1） .....	2-1
2.1.1 活動 2-1 の要約.....	2-1
2.1.2 比較分析の目的と方法.....	2-1
2.1.3 現行堤防マニュアルの概要と改善点.....	2-4
2.1.4 分析結果（本業務での堤防マニュアルの改善方法） .....	2-12
2.1.5 堤防マニュアル補足資料の作成基本方針.....	2-18
2.1.6 堤防マニュアル補足資料の概要（活動 3-2 の要約） .....	2-19
2.1.7 将来的な各州堤防マニュアル改善のための推奨検討事項.....	2-21
2.2 インベントリー調査(活動 2-2).....	2-22
2.2.1 活動 2-2 の要約.....	2-22
2.2.2 調査の目的と方法.....	2-23
2.2.3 堤防管理用の基礎資料作成.....	2-25
2.2.4 既存堤防の状況.....	2-28
2.2.5 VP 箇所の分類.....	2-30
2.2.6 脆弱箇所の健全性の定量的破堤し易さの評価.....	2-37
2.2.7 上記成果についてのパキスタン側への提言 .....	2-39
2.3 Indus 川本川堤防の維持管理手法(活動 2-3) .....	2-41
2.3.1 活動 2-3 の要約.....	2-41
2.3.2 維持管理組織の概要（FFC 及び PID）及び課題.....	2-41
2.3.3 堤防維持管理の現状と課題.....	2-45
2.3.4 パキスタンに適した維持管理の方法の提案及び展望 .....	2-47
2.3.5 提案維持管理プロセスの導入.....	2-56
2.4 維持管理のデモ活動の実施(活動 2-4).....	2-57
2.4.1 活動 2-4 の要約.....	2-57
2.4.2 資機材の購入及び供与.....	2-58
2.4.3 デモ活動の目的.....	2-65

2.4.4	デモ活動の内容.....	2-65
2.4.5	堤防維持管理活動へのフィードバック .....	2-73
<b>第3章</b>	<b>成果3に係る活動.....</b>	<b>3-1</b>
3.1	Indus川本川堤防に関する既存計画・事業の現状分析（活動3-1） .....	3-1
3.1.1	関連計画と実施状況.....	3-1
3.1.2	河川堤防整備に対する認識.....	3-5
3.1.3	堤防建設関連組織の役割と概要.....	3-5
3.1.4	堤防による防御の重要性に関する認識.....	3-8
3.2	既存のパキスタン国内の堤防に関する技術マニュアルに対する補足資料の作成（活動3-2） .....	3-8
3.3	堤防管理の短中期計画の位置づけの整理及び策定（活動3-3） .....	3-8
3.3.1	活動3-3の要約.....	3-8
3.3.2	短中期行動計画の策定方針.....	3-9
3.3.3	関係組織への説明の方法案.....	3-11
<b>第4章</b>	<b>成果4に係る活動.....</b>	<b>4-1</b>
4.1	活動4の要約.....	4-1
4.2	成果3で策定した短中期の行動計画の優先行動の抽出及び整理.....	4-1
4.2.1	早急に対策を実施すべき優先グループ.....	4-1
4.2.2	優先して実施すべきプロジェクトの特定.....	4-3
<b>第5章</b>	<b>成果5に係る活動.....</b>	<b>5-1</b>
5.1	活動5の要約.....	5-1
5.2	成果4で特定した優先プロジェクトのプレF/Sの実施.....	5-2
5.2.1	関係情報の収集整理.....	5-2
5.2.2	検討対象となる堤防（Moria Loop Bund）の状況.....	5-3
5.2.3	再委託調査の内容と結果.....	5-8
5.2.4	堤防設計に掛かる留意事項.....	5-9
5.2.5	関連する河川改修業務.....	5-10
5.2.6	堤防設計条件.....	5-14
5.2.7	プレF/Sの結果.....	5-18
5.3	堤防の整備及び管理に関する能力強化セミナーの実施.....	5-31
5.3.1	堤防の整備及び管理に関する能力強化セミナー（1）.....	5-31
5.3.2	堤防の整備及び管理に関する能力強化セミナー（2）.....	5-34
<b>第6章</b>	<b>プロジェクト目標の達成度.....</b>	<b>6-1</b>
6.1	プロジェクト目標達成度の評価.....	6-1
6.2	活動実績とその結果から見た達成度.....	6-2
6.2.2	事前事後のキャパシティ・アセスメント（C/A）から見た達成度(エンドライン調査).....	6-6

第7章	上位目標の達成に向けての提言	7-1
7.1	上位目標	7-1
7.2	達成度確認の見通し	7-1
7.2.1	情報の入手方法	7-1
7.2.2	評価指標の材料	7-1
7.3	上位目標達成に向けての分析	7-2
7.3.1	達成に必要な基本要件（本業務の成果の継続的活用）	7-2
7.3.2	達成のために必要と考えられる要件及び提言	7-2

### 図一覧

図 2.2.1	VP 箇所の評価フロー	2-31
図 2.3.1	Sindh PID の組織図	2-42
図 2.3.2	Punjab-PID の組織図	2-43
図 2.3.3	PDCA サイクル型維持管理体系のイメージ	2-48
図 2.3.4	理想的な PDCA サイクル型維持管理フローとの差異	2-49
図 2.3.5	詳細版 PDCA サイクル型維持管理フロー図（案）	2-52
図 2.3.6	単純化した PDCA サイクル型維持管理フロー図（案）	2-53
図 2.3.7	提案する維持管理プロセスと各種 JICA 事業による支援との関係	2-57
図 2.4.1	供与機材の実習場所（Punjab 州）	2-67
図 2.4.2	表面波探査機材の計測結果（Punjab 州）	2-68
図 2.4.3	簡易貫入試験の計測結果（Punjab 州）	2-68
図 2.4.4	供与機材の実習場所（Sindh 州）	2-70
図 2.4.5	表面波探査機材の計測結果（Sindh 州）	2-71
図 2.4.6	簡易貫入試験の計測結果（Sindh 州）	2-71
図 2.4.7	堤防高の評価に用いた縦断図	2-72
図 2.4.8	堤防規格の評価に用いた横断図	2-72
図 3.1.1	各計画の計画事業数と総コスト	3-3
図 3.1.2	FERP 事務所の組織図	3-6
図 3.3.1	インダス川堤防整備スケジュール	3-11
図 3.3.2	破堤時の氾濫特性	3-12
図 3.3.3	破堤時の被害額スケール	3-13
図 3.3.4	堤防健全性のラインマップ（左：Sindh, 右：Punjab）	3-14
図 4.2.1	VP 箇所の評価フローによる結果	4-3
図 4.2.2	州別堤防の特性	4-4
図 5.2.1	Moria Loop Bund	5-3
図 5.2.2	検討対象箇所周辺の河岸位置の変遷	5-4
図 5.2.3	検討対象箇所の深掘り区間	5-4
図 5.2.4	深掘り箇所の横断図	5-5

図 5.2.5	Moria Loop Bund の標準断面図	5-6
図 5.2.6	測量範囲	5-8
図 5.2.7	ボーリング調査位置図	5-9
図 5.2.8	SFERP の位置図	5-11
図 5.2.9	提案された SFERP Phase-II の位置図	5-12
図 5.2.10	対策工範囲	5-15
図 5.2.11	対策工位置図	5-18
図 5.2.12	I.堤防強化標準断面図	5-19
図 5.2.13	II.低水護岸工標準断面図	5-19
図 5.2.14	III.T型水制工一般図	5-20
図 5.2.15	IV.屈曲水制工一般図	5-21
図 5.2.16	水制工断面図	5-22
図 5.2.17	EC/IEE/EIA の承認フロー	5-25
図 5.2.18	ジェンダーギャップ指数（2024年）	5-27

## 表一覽

表 1.2.1	事業概要、枠組み及び実施方針	1-2
表 1.2.2	プロジェクトデザインマトリックス（PDM）	1-3
表 2.1.1	Indus 川沿いの堤防 VP 箇所数と抽出理由	2-3
表 2.1.2	河川施設維持管理のための予算	2-3
表 2.1.3	主な課題と分析対象事項	2-4
表 2.1.4	パキスタンにおける堤防関連基準類	2-5
表 2.1.5	日本における主要な堤防関連基準類	2-5
表 2.1.6	Sindh 州 Bund Manual の目次	2-6
表 2.1.7	Punjab 州 Manual of Irrigation Practice の目次	2-8
表 2.1.8	FFC 発行の Design Criteria for Flood Protection Bunds, Spurs, Studs and Flood Retaining Walls (NFPP-IV) の目次	2-10
表 2.1.9	Sindh 州の堤防マニュアル（Bund Manual の改良に係る推奨事項	2-14
表 2.1.10	Punjab 州の堤防マニュアル（Manual for Irrigation Practice）の改良に係る推奨	2-16
表 2.1.11	Sindh 州の堤防マニュアルの補足事項概要	2-19
表 2.1.12	Punjab 州の堤防マニュアルの補足事項概要	2-20
表 2.1.13	文書構成と記載内容	2-21
表 2.1.14	「河川構造物の耐震性能照査指針（案）指針・解説II.堤防編」の目次構成	2-22
表 2.2.1	収集した情報と方法	2-24
表 2.2.2	堤防一覧表（抜粋）	2-25
表 2.2.3	VP 箇所一覧表（抜粋）	2-26
表 2.2.4	帳票のサンプル 1/2	2-27
表 2.2.5	帳票のサンプル 2/2	2-28

表 2.2.6	工種別の VP 箇所数.....	2-28
表 2.2.7	VP 箇所の特定期理由.....	2-29
表 2.2.8	VP 箇所ごとの評価区分.....	2-30
表 2.2.9	分類結果別の VP 箇所数.....	2-32
表 2.2.10	VP 箇所一覧 (Sindh 州).....	2-32
表 2.2.11	VP 箇所一覧 (Punjab 州).....	2-34
表 2.2.12	VP の分類結果一覧表の例 1/2 (Sindh 州の措置段階 (強固な対策) の抜粋).....	2-36
表 2.2.13	VP の分類結果一覧表の例 2/2 (Punjab 州の措置段階 (通常対策) の抜粋).....	2-36
表 2.2.14	健全度スコア算出の指標とその点数.....	2-37
表 2.2.15	健全度スコア一覧表の例 1/2 (Sindh 州の措置段階 (強固な対策) の抜粋).....	2-38
表 2.2.16	健全度スコア一覧表の例 2/2 (Punjab 州の措置段階 (通常対策) の抜粋).....	2-38
表 2.3.1	河川施設維持管理のための予算.....	2-46
表 2.3.2	堤防管理に関する日本とパキスタンの主な違い.....	2-50
表 2.3.3	PDCA サイクル型維持管理の適用により期待できる効果.....	2-56
表 2.4.1	HSSEU 保有の主要な調査機材.....	2-58
表 2.4.2	供与機材の一次選定.....	2-61
表 2.4.3	Sindh 州への供与機材一覧.....	2-64
表 2.4.4	Punjab 州への供与機材一覧.....	2-64
表 2.4.5	Punjab 州におけるデモ活のスケジュール.....	2-65
表 2.4.6	Sindh 州におけるデモ活のスケジュール.....	2-68
表 3.1.1	NFPP-IV 及び FPSP-III 掲載事業の内、実施された事業.....	3-2
表 3.1.2	NFPP-IV から FPSP-III に移された事業.....	3-4
表 3.1.3	NFPP-IV の更新目的.....	3-5
表 3.1.4	各種計画における洪水対策事業の割合.....	3-5
表 3.1.5	各種計画における洪水対策事業の割合.....	3-7
表 3.3.1	VP 箇所での堤防整備コスト.....	3-10
表 4.2.1	分類結果別の VP 箇所数.....	4-1
表 4.2.2	優先グループの堤防の VP 箇所一覧.....	4-1
表 4.2.3	4 サイトの状況.....	4-9
表 5.1.1	堤防整備及び堤防管理に関する能力強化セミナー.....	5-1
表 5.2.1	プレ FS の設計に使用した基準書.....	5-2
表 5.2.2	パキスタン国 Indus 川下流域における洪水防御堤防強化計画の積算に使用した基準書.....	5-2
表 5.2.3	近年の被災・補修/補強履歴.....	5-5
表 5.2.4	Moria Loop Bund の基本諸元.....	5-6
表 5.2.5	計画断面の考え方.....	5-6
表 5.2.6	測定の数量.....	5-8
表 5.2.7	地質調査の試験内容と数量.....	5-9
表 5.2.8	SFERP の概要表.....	5-10
表 5.2.9	FERP の概要表.....	5-13
表 5.2.10	本検討エリア付近で実施済みの FERP の灌漑施設復旧・復興事業.....	5-13

表 5.2.11	対策工の範囲 .....	5-15
表 5.2.12	侵食に対する堤防強化工法の例.....	5-16
表 5.2.13	基本諸元 .....	5-17
表 5.2.14	堤防本体の対策工 .....	5-17
表 5.2.15	低水護岸の対策工 .....	5-17
表 5.2.16	水制工の基本諸元 .....	5-18
表 5.2.17	堤防強化施工工事費表 .....	5-23
表 5.2.18	侵食対策堤防強化施工費 .....	5-23
表 5.2.19	河川堤防の改修・強化地点.....	5-23
表 5.2.20	Sindh 州における環境関連法規制 .....	5-24
表 5.2.21	EC/IEE/EIA が必要なプロジェクトのリスト（一部抜粋） .....	5-24
表 5.2.22	環境影響評価の審査料 .....	5-25
表 5.2.23	JICA GL とパキスタンの環境関連法規の比較項目 .....	5-26
表 5.2.24	ジェンダーギャップ指数の項目別の内訳（2024年） .....	5-27
表 5.2.25	Sindh 州のジェンダーに関する法律のリスト.....	5-28
表 5.2.26	Sindh 州ジェンダー平等及び女性の地位向上政策のビジョン、ミッション及び政策目標 .....	5-28
表 5.2.27	堤防強化プロジェクトの評価.....	5-30
表 5.3.1	第1回セミナープログラム.....	5-31
表 5.3.2	第2回セミナープログラム.....	5-34
表 5.3.3	第2回セミナーでの主な質疑応答内容の整理.....	5-36
表 6.2.1	作業フロー計画と実績 .....	6-2
表 6.2.2	成果指標に基づく業務の達成度.....	6-3
表 6.2.3	供与資機材等一覧 .....	6-6
表 7.1.1	本業務の上位目標及び .....	7-1

### 略語集

略語 (英語)	英語名	日本語名 (仮称)
ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
ADP	Annual Development Programme	年間開発計画
AJ & K	Azad Jammu and Kashmir	アザド・ジャンムー・カシミール
D.G. Khan	Dera Ghazi Khan	デーラ・ガーズィー・ハーン
D.I. Khan	Dera Ismail Khan	デーラ・イスマイル・ハーン
DRR	Disaster Risk Reduction	防災・減災
EC	Environmental Checklist	環境チェックリスト
EIA	Environmental Impact Assessment	環境影響評価
EPA	Environmental Protection Agency	環境保護庁
FATA	Federally Administrated Tribal Areas	連邦直轄部族地域
FFC	Federal Flood Commission	連邦洪水委員会
FRAU	Flood Risk Assessment Unit	洪水リスク評価ユニット
FP	Flood Protection	洪水防御
FPSP	Flood Protection Sector Project	洪水防御セクタープロジェクト
FPW	Flood Protection Works	洪水防御工事
FRAU	Flood Risk Assessment Unit	洪水リスク評価ユニット
GB	Gilgit-Baltistan	ギルギット・バルティスタン
GGI	Gender Gap Index	男女格差指数
GIS	Geographical Information System	地理情報システム
HFL	High Flood Level	最大洪水水位
HSSEU	Hydraulic Structures Safety Evaluation Unit	水理構造物安全評価ユニット
HWL	High Water Level	高水水位
IEE	Initial Environmental Examination	初期環境調査
ILO	International Labour Organization	国際労働機関
IRB	Indus River Basin	インダス川流域
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
KPK	Khyber Pakhtunkhwa	カイバル・パクトゥンクワ州
MCB	Manchar Containing Bund	マンチャー貯留堤防
MNVD	Main Nara Valley Drain	メイン・ナラ・バレー排水路
MoPS	Ministry of Planning, Development and Spatial Initiative	計画・開発・空間省
NDMP	National Disaster Management Plan	国家防災管理計画
NFPP	National Flood Protection Plan	国家洪水防御計画
NGO	Non-Governmental Organization	非政府組織
NHA	National Highway Authority	国家幹線道路庁
NSL	Normal Surface Level	通常水位
O&M	Operation and Maintenance	運用・維持管理
PC	Planning Commission	計画委員会
PDNA	Post Disaster Needs Assessment	災害後ニーズ評価
PID	Provincial Irrigation Department	州灌漑局
PIMU	Project Information Management Unit	プロジェクト管理ユニット
PMD	Pakistan Meteorological Department	パキスタン気象庁
PRF	Project Readiness Financing	プロジェクト準備資金
PSDP	Public Sector Development Program	公共部門開発計画
RBOD	Right Bank Outfall Drain	右岸排水路
SOP	Standard Operating Procedure	標準作業手順
SFERP	Sindh Flood Emergency Rehabilitation Project	シンド洪水緊急復旧プロジェクト
SLSC	Standard Least Squares Criterion	標準最小二乗法基準
TOR	Terms of Reference	仕様書
WAPDA	Water and Power Development Authority	水資源・電力開発庁
WB	World Bank	世界銀行
WDD	Women's Development Department	女性開発局
WEF	World Economic Forum	世界経済フォーラム



## 第1章 業務の概要

### 1.1 事業の背景

#### (1) 当該国における当該セクターの開発の現状・課題及び本プロジェクトの位置付け

パキスタン・イスラム共和国（以下「パキスタン」という。）は洪水、土砂災害、地震等の自然災害多発国であり、この中でもパキスタン中央部を流れる Indus 川及びその支川では毎年モンスーン期の豪雨による洪水発生の頻度は高く、多大な経済損失を通じてパキスタン社会に負の影響を与えている。

特に、2022 年にパキスタンにおいて大規模な洪水が発生し、1,700 人を超える死者に加えて、試算された復旧・復興のニーズ金額は 163 億円に及んでいる（災害後ニーズ確認調査、2022 年 10 月時点）。また、直前の大規模洪水は 2010 年に発生し、パキスタン国土の約 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）。その際には、Indus 川本川堤防の破堤が発生したことにより大規模な被害が発生したとパキスタン政府は分析している。なお、この破堤には堰などの農業インフラ保護を目的とした意図的破堤も含む。

パキスタンは英国統治時代からインダス本川の堤防整備がなされており、今後も堤防機能を適切に維持することが洪水リスクを増大させないための一つの方法である。パキスタン政府は、これら洪水の激甚化・頻発化の現状を踏まえ、連邦洪水委員会（Federal Flood Commission、以下「FFC」という。）が中心となり 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。）において、優先的な対応として河川構造物の改修・補強を行うとしている。また、2022 年の洪水後にパキスタン政府が実施した災害後ニーズ確認調査（Post Disaster Need Assessment、以下、「PDNA」という。）及び 2023 年 1 月に発表された復興支援計画（Pakistan Floods 2022: Resilient Recovery, Rehabilitation, and Reconstruction Framework (4RF)）でも、これら堤防安全性確保についても必要性が高い事業として位置付けている。

このような状況下、技術協力「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」（以下「本事業」という。）は、気候変動の影響を考慮しつつ、Indus 川流域における堤防の現況把握及びその管理のためのアクションプラン策定や優先事業のプレ F/S を実施するものである。

#### (2) 当該セクターに対する我が国及び JICA の協力方針等と本プロジェクトの位置付け

パキスタン・イスラム共和国 JICA 国別分析ペーパー（2022 年 10 月）において「防災対策支援」が重点分野であると分析している。また、対パキスタン・イスラム共和国国別開発協力方針（2018 年 2 月）における重点分野としても開発課題に「人間の安全保障の確保と社会基盤の改善」を掲げ、「『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。」と定めている。このように本事業はこれら分析・方針に合致している。また、グローバル・アジェンダ「防災・復興を通じた災害リスク削減」の中で掲げるクラスター事業戦略「事前防災投資実現」に基づいている。

加えて、本事業は、Indus 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

投資の促進への寄与を目指すものであり、SDGs のゴール 1、ゴール 11、及びゴール 13 の達成に資するものである。

## 1.2 事業及び業務の概要

本事業及び本業務の概要、目的及び範囲を表 1.2.1 に示す。また、プロジェクトデザインマトリックスを表 1.2.2 に示す。

表 1.2.1 事業概要、枠組み及び実施方針

概要	(1)業務の目的: 本業務は、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、Indus 川流域において、堤防の現況の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(以下、「プレ F/S」という。)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 Indus 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である。
	(2)対象地域: Indus 川流域内 Punjab 州 10 県及び Sindh 州 16 県(対象地域位置図参照)
	(3)直接受益者: 連邦洪水委員会(FFC)、水資源省州灌漑局(以下、PID)
	(4)連携及び役割分担: 日本側:調査団派遣(気候変動、堤防管理:済)、専門家派遣(本業務)、機材供与 パキスタン側:C/P の配置、関連データ及び情報、執務スペース
	(5)持続・横断性: 1)環境社会配慮(カテゴリ C)、2)気候変動適応への貢献、3)ジェンダー主流化
	(6) Global Agenda: 「防災・復興を通じた災害リスク削減」のクラスター「事前防災投資実現」の推進に貢献
枠組	表 1.2.2 の PDM 参照
実施方針	<p><b>基本認識</b></p> <p>【基本認識①】Indus 川の破堤による洪水は、周辺の人口・資産集積地に多大な被害を発生</p> <p>【基本認識②】構造物対策の不十分な整備のため、未だ洪水被害が経済成長を阻害</p> <p>【基本認識③】対症療法的な Indus 川の堤防整備及び不十分な堤防点検システム</p> <p>【基本認識④】地方分権化の推進により、FFC による Indus 川流域の治水整備の状況把握が困難</p> <p><b>技術的基本方針</b></p> <p>【技術方針①】成果 1:2022 年洪水の治水計画(プレ F/S 含む)への反映について、FFC と共通認識を醸成</p> <p>【技術方針②】成果 2:堤防管理に実務的に有効活用可能な基礎調査及びデモ活動結果の整理・協議・提出</p> <p>【技術方針③】成果 3:国家治水整備における堤防管理の重要性の共通認識を醸成の上、行動計画を作成</p> <p>【技術方針④】成果 4:優先すべき事業は科学的根拠のみならず治水整備の状況も考慮して設定</p> <p>【技術方針⑤】成果 5:大規模洪水にも耐え得る Indus 川堤防の漏水及び洗掘対策の普及</p> <p><b>運営の基本方針</b></p> <p>【運営方針①】再委託及び傭人を用いた業務の継続性及び効率化の強化</p> <p>【運営方針②】供与資機材を活用したデータ利便性及び維持管理システムの強化</p> <p>【運営方針③】JICA パキスタン事務所の安全管理マニュアルに遵守した業務の実施</p> <p>【運営方針④】ジェンダー平等の推進を考慮した活動の実施</p>

表 1.2.2 プロジェクトデザインマトリックス (PDM)

プロジェクトの要約	評価指標	評価に資する情報の入手手段	外部条件
<b>[上位目標]</b> パキスタンにおける将来的な洪水の災害リスクのための堤防管理が連邦洪水委員会により強化される。	本事業を通じ技術移転された知見及び計画をもとに、Indus 川流域で新たな堤防強化に向けた準備調査が実施される。	第 5 次国家防災計画 (NFPP-V) 或いは第 4 次洪水防衛分野プログラム ((FPSP-IV)ドラフト等を含む)	
<b>[プロジェクト目標]</b> Indus 川本川のタルベラダム下流における堤防管理のための連邦洪水委員会の能力が強化される。	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 本事業を通じて、Indus 川における今後の堤防管理の技術的基準及び点検手法に対して連邦洪水委員会 (FFC) 内で認識される。</li> <li>- Indus 川の堤防の整備に関する行動計画及び優先プロジェクトが FFC により承認される。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 改定版堤防管理マニュアル(案)</li> <li>- FFC が承認した行動計画及び優先プロジェクトリスト</li> </ul>	例年のモンスーン期における大規模洪水の発生により政策・方針に大きな変化が出ない。 治安が悪化しない。
<b>[成果]</b> 成果1 気候変動を考慮した 2022 年洪水の再現性について分析される。(JICA により達成済み) 成果2 既存堤防に対する点検及び品質管理に関するメカニズムが構築される。 成果3 タルベラダム下流における Indus 川の堤防管理に関する短中期の行動計画が策定される。 成果4 堤防管理に関する行動計画に基づき優先プロジェクトが特定される。 成果5 優先プロジェクトの実施に必要なブレ F/S が実施される。	<ul style="list-style-type: none"> <li>成果 1 パキスタンで発生した 2022 年洪水の再現性について整理、とりまとめられる。(貴機構により実施済み)</li> <li>成果 2 既存堤防に対する点検及び品質管理に関する資機材が提供され、関連するマニュアルが整備される。</li> <li>成果 3 Indus 川の堤防管理に関する短中期の行動計画が策定される。</li> <li>成果 4 堤防管理に関する行動計画に基づき優先プロジェクトの実施箇所及び概略的な整備の方向性について選定される。</li> <li>成果 5 優先プロジェクトの実施に必要なブレ F/S として、概略的な規模、形式、金額がとりまとめられる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>成果 1 JICA により達成済み</li> <li>成果 2 資機材譲与記録及び運用・管理記録、改定堤防マニュアル、技術協力作成資料</li> <li>成果 3 報告書(短中期行動計画及び FFC による承認を含む)</li> <li>成果 4 報告書(優先プロジェクト及びプロジェクト実施に関する FFC による承認を含む)</li> <li>成果 5 ブレ F/S 調査報告書</li> </ul>	

プロジェクトの要約	評価指標	評価に資する情報の 入手手段	外部条件
<p><b>[それぞれの成果に係る活動]</b>  <b>1 成果 1 に関わる業務</b>                      1-1: 気候変動を考慮した 2022 年洪水の再現性について分析 (JICA 直営で実施済み)</p> <p><b>2. 成果 2 に関わる業務</b>                      2-1: パキスタンの州ごとの堤防に関する技術マニュアルの比較分析の実施                      2-2: Indus 川本川堤防の現況のインベントリー調査の実施                      2-3: パキスタン政府の体制に適した Indus 川本川堤防の維持管理手法の検討                      2-4: Indus 川本川堤防の脆弱部における維持管理のデモ活動の実施</p> <p><b>3. 成果 3 に関わる業務</b>                      3-1: Indus 川本川堤防に関する既存計画・事業の現状分析                      3-2: 既存のパキスタン国内における堤防に関する技術マニュアルに対する補足資料の作成                      3-3: 堤防管理に向けた短中期の行動計画の位置付けの整理及び策定</p> <p><b>4. 成果 4 に関わる業務</b>                      4-1: 成果 3 で策定した短中期の行動計画の優先活動の抽出及び整理                      4-2: 優先して実施すべきプロジェクトの特定</p> <p><b>5. 成果 5 に関わる業務</b>                      5-1: 成果 4 で特定した優先プロジェクトのブレ F/S の実施                      5-2: 堤防整備及び管理に関する能力強化セミナーの実施</p>	<p><b>[投入]</b>  <b>パキスタン側</b>                      1) カウンターパート要員の配置                      2) プロジェクト専門家及びスタッフのためのオフィス等の設備                      3) JCC 及び研修実施のための会議室または講義室                      4) 相互の合意に基づく必要に応じたその他設備                      5) 堤防を含む治水施設に関する情報                      6) 堤防整備に係るマニュアル及びガイドライン等技術指針                      7) インフラ施設及び河川網等の GIS データ                      8) 治水経済評価に関連する情報 (DEM、土地利用、センサスデータ等)                      9) 本業務実施に掛かる予算配分                      - カウンターパートの給与及びその他手当                      - 電力、水道、ガス燃料等の光熱費                      - プロジェクトにより提供された機材の通関手続き、保管及び国内輸送等の運営費                      - プロジェクトに関係するその他の予備費</p>	<p><b>日本側 専門家</b>                      1) 総括/治水計画                      2) 副総括/堤防整備                      3) 堤防管理                      4) 気候変動/氾濫解析/リスク評価                      5) 環境社会配慮                      6) 堤防管理 II/施工計画/積算</p> <p><b>供与機材</b>                      - 表面波探査機材                      - 簡易貫入試験機                      - 測量用ドローン                      - 測量機材 (LiDAR センサー)                      - 測量機材 (エコサウンダー)                      - ワークステーション                      - ラップトップ                      - 複合機</p> <p><b>研修</b>                      - 本邦研修                      - 堤防管理デモ活動                      - 堤防管理セミナー                      - コンサルテーションミーティング</p>	<p><b>[前提条件]</b>                      特になし</p>

## 第2章 成果 2 に係る活動

### 2.1 堤防マニュアルの比較分析（活動 2-1）

#### 2.1.1 活動 2-1 の要約

##### (1) 目的

活動 2-1 の目的は、Sindh 州及び Punjab 州の堤防マニュアルを比較し、“技術的記載の不足及び記載内容・項目の整合性”及び“堤防マニュアルの規定と実際の運用の差異から考えられる課題”等を検出し、各州の堤防管理能力向上に資する追加すべき項目或いは内容を分析することである。更に、日本の技術基準を参考にして、各州堤防マニュアルの改善に必要な内容を分析する。パキスタン側の堤防マニュアルには記載がなく、日本の技術基準には記載がある項目に関しては、堤防マニュアルへの当該項目の追加を推奨している。推奨する事項は優先度別に整理している。

##### (2) 活動成果

主な活動成果は次のとおり。

1. Sindh 州と Punjab 州の堤防マニュアルのうち堤防に関する記述を堤防建設及び維持管理に係る 14 項目の観点から整理し、州間の違いの分析とそれに基づく推奨事項を整理した。
2. 日本の技術基準類における堤防に関する記述と、各州の堤防マニュアルの内容を比較分析し、それに基づく推奨事項を整理した。
3. 上記分析結果に基づいて、各州の堤防マニュアルの改善に資する対応策を推奨した。

上記の分析結果及び推奨する対応策は、技術協力資料「REPORT ON COMPARATIVE ANALYSIS OF DESIGN MANUALS OF BUNDS IN PUNJAB & SINDH PROVINCES」に整理し、堤防維持管理セミナーで説明・協議した上で、FFC 及び PID へ配布した。

##### (3) 他活動との関連や活用等

活動 2-1 における結果は、「活動 3-2：既存のパキスタン国内の堤防に関する堤防マニュアルに対する補足資料の作成」において、補足資料作成の際の基本方針及び堤防マニュアルの規定・条文の改訂に活用する。

#### 2.1.2 比較分析の目的と方法

##### (1) 比較分析の目的

パキスタン関係機関の堤防管理に係る能力強化には、堤防マニュアルの改良が一つのアプローチ方法となる。ここでは既存堤防マニュアル改良のために推奨される事項を示す。それらの推奨事項は活動 3-2 における堤防マニュアル補足資料作成において考慮するものとなる。

##### (2) 比較分析の方法

###### 1) 概要

堤防マニュアル比較分析の方法は下記に示すとおりである。

- ✓ 各州の堤防マニュアルを比較し、いずれか一方の州の堤防マニュアルだけに記載されている項目や記載内容が不足しているものを抽出し、双方の堤防管理に係る能力強化を目的として、抽出した項目について堤防マニュアルへ追加する必要性を分析する
- ✓ 堤防マニュアルの規定と実務との差異を考慮して、既存の堤防マニュアルの課題を抽出する
- ✓ 各州の堤防マニュアル間の比較に加え、日本や必要に応じて第三国の技術基準を参照し、各州の堤防マニュアルの改善に資する記載の分析を行う
- ✓ 各州の堤防マニュアル両方に記載されていない項目を優先度別にピックアップし、記載が不足している堤防マニュアルへの記載内容追加が推奨される事項を整理する

## 2) 比較対象項目の抽出

### (a) パキスタンにおける堤防管理上の主要な課題

各堤防マニュアルにおいて、記載項目のまとめ方や目次はさまざまであるため、比較対象項目を抽出し、対象項目別に各州の堤防マニュアルにおける記載事項を確認及び対比する。比較対象とする項目の抽出は、パキスタンにおける現状の堤防管理において既に顕在化またはパキスタン側でも認識済みとなっている主要な課題に着目して行う。

現状で既に広く認識されている、堤防管理上の主な課題として以下が挙げられる。

#### (i) 浸透や侵食が被害の主要因

Sindh 州、Punjab 州両州の堤防マニュアルにおいて、破堤の主要因について下記のように記載されている。

✓ *The most frequent cause of a breach is the development of a leak.*

出典：Manual of Irrigation Practice よりプロジェクトチーム抜粋

上記より、越水による破堤よりも、侵食や浸透に起因する漏水が破堤の主要因と認識されている。

また、Sindh 州及び Punjab 州では、堤防上の VP 箇所（Vulnerable Point、以下 VP 箇所と表現する）を抽出し、洪水期前後に目視調査や状態監視を実施している。また、洪水による被害が発生した場合等、必要な場合には補修工事を行っている。表 2.1.1 に、州灌漑局の抽出による Indus 川沿いの VP 箇所数と抽出理由を整理する。表 2.1.1 から、Sindh 州では 8 割以上、Punjab 州では 7 割以上の VP 箇所が侵食の可能性の観点から抽出されている。一方、浸透の懸念のある箇所は表 2.1.1 では件数が少ない。しかし、浸透被害の有無は州灌漑局のローカル技術者から、洪水後の報告による情報がほとんどであり、洪水後の痕跡の確認も難しい状況から、浸透の懸念がある箇所を十分に把握できていない可能性がある。

表 2.1.1 Indus 川沿いの堤防 VP 箇所数と抽出理由

抽出理由	Sindh 州	Punjab 州
侵食	86	29
浸透	1	2
侵食と浸透	4	1
過去の破堤箇所	2	6
高さ不足	2	2
不明	3	0
計	98	40

出典：各州灌漑局による抽出に基づきプロジェクトチーム整理

(ii) 長大な堤防延長及び人員・予算不足を踏まえた堤防管理の効率化

Sindh 州及び Punjab 州それぞれに位置する堤防（支川を含む）は約 2,000km 以上と延長が長大であるのみならず、州灌漑局職員は堤防等の河川施設以外に堤内地の灌漑施設の管理も担当しており、堤防維持管理のための人員及び予算（表 2.1.2 参照）の面でも制約が大きい状況にある。

表 2.1.2 河川施設維持管理のための予算

州	堤防延長 (km)	年間維持管理予算 (Million PKR )		
		2021-22	2022-23	2023-24
Punjab	2,966.0	2,200	2,700	3,000
Sindh	2,187.3	1,500	1,700	2,000

出典：各州灌漑局による抽出に基づきプロジェクトチーム整理

以上のような状況から、効果的な予算投下や、堤防管理業務の機械化・デジタル化を進め、業務効率化を行っていく必要がある。

(iii) 侵食対策の計画・設計のための河道等条件の適切な考慮

現状で行われている堤防の維持管理は、発生した損傷を目視で点検して応急的な対策を行うというものがほとんどであり、測量、地質調査等に基づく定量的な評価を行った対策工は実施されていない。また、洪水時の流向や流速、水深を考慮した条件設定を行い、適用可能な護岸工法や必要となる石材の重量を決定することが必要である。

(iv) 品質管理の改善(品質不足、施工不良の改善)

工事の仕様書や堤防マニュアルでは、盛土材の条件や投入する捨石の規格（石材のサイズ）が規定されているものの、適切な材料が入手困難であることが多いことや、施工業者の能力に課題があることのような現状がある。このように、施工時に十分な品質が確保されていない場合も多く、改善が必要である。

(v) 堤防点検に係る報告書・記録の情報共有強化

前述のとおり、各州では堤防上の VP 箇所を抽出しており、毎年、調査や状態監視を行っている。調査の際には報告書が作成されているものの、作成済みの報告書や調査帳票が決まった場所に保管され、当該資料を参照したい者が容易にアクセスできるような管理はなされていない。そのため、過去の調査結果との対比や、他の類似箇所との対比を行うことも容易ではない。

調査結果や実施した対策工、被災履歴等の情報は、堤防管理を効果的・効率的に進めていくために重要であり、維持管理計画の策定や対策工の効果確認に使用される。そのため、情報の蓄積と共有を含めた情報管理を強化していく必要がある。

## (b) 比較対象項目の抽出

前述の主な各課題に対し、堤防マニュアルにおける分析対象事項を表 2.1.3 に整理する。

表 2.1.3 主な課題と分析対象事項

主な課題	分析対象事項
✓ 浸透や侵食が被害の主要因	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 巡視・点検の方法</li> <li>・ 安全性評価分析の方法</li> <li>・ 対策とその設計手法</li> </ul>
✓ 長大な堤防延長及び人員・予算不足を踏まえた堤防管理の効率化	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 維持管理計画とその考え方</li> <li>・ 河川・堤防に関するデータの整理</li> <li>・ 現場へのアクセス</li> </ul>
✓ 侵食対策の計画・設計のための河道等条件の適切な考慮	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 護岸と水制の設計方法</li> <li>・ 設計条件設定のための調査・検査</li> </ul>
✓ 品質管理の改善(品質不足、施工不良の改善)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 施工管理に係る規程</li> </ul>
✓ 堤防点検に係る報告書・記録の情報共有強化	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 報告書及び記録の共有と保存の方法</li> </ul>

出典：プロジェクトチーム

表 2.1.3 に示す分析対象事項に基づき、具体的な比較対象項目を下記のとおり設定する。

1. Definition of a Bund (堤防の定義)
2. Standard Shape of a Bund (堤防の標準断面形)
3. Quality Control (品質管理)
4. Service Road/ Maintenance Road (維持管理道路)
5. Safety Evaluation (安定照査)
6. Improvement of a Bund (堤防強化法)
7. Revetment (護岸)
8. Spur (Stone Groyne) (水制)
9. Construction Works (施工)
10. Management Plan (維持管理計画)
11. Monitoring of River Conditions (河川のモニタリング)
12. Inspection and Ledger (点検帳票)
13. River Ledger (河川カルテ)
14. Bund Breach (破堤)

上記の各項目について、Sindh 州、Punjab 州、日本の各基準における記載事項を整理するとともに、記載内容の過不足等について比較分析を行う。

## 2.1.3 現行堤防マニュアルの概要と改善点

### (1) 比較分析のため収集した技術基準

#### (a) パキスタンにおける基準類

表 2.1.4 に本活動において参照するパキスタンの堤防関連基準類を示す。Sindh 州では Bund Manual、Punjab 州では Manual of Irrigation Practice が使用されている。また、2018 年に National Flood Protection Plan (NFPP)-IV 策定の際に、Design Criteria for Flood Protection Bunds, Spurs, Studs and Flood Retaining Walls が FFC より発行されている。

FFC 発行の堤防マニュアルが基本的には上位基準という扱いではあるが、現状、2018 年発行の FFC の Design

Criteria の内容に関する各州での認知度がそれほど高くなく、Sindh 州、Punjab 州ともに各州の堤防マニュアルが主に使用されている。このような状況である一因として、FFC の Design Criteria に準拠しようとする、これまでと比較して設計や施工に必要な費用が大きくなる一方で、それに対する予算の確保は事業実施機関である各州の担当となっている点が挙げられる。

表 2.1.4 パキスタンにおける堤防関連基準類

基準名	発行者	発行年	備考
Manual of Irrigation Practice	Punjab Provincial Irrigation Department	2017	灌漑施設を含む、堤防以外の河川構造物も含む
Bund Manual (4 <sup>th</sup> edition)	Sindh Provincial Irrigation Department	2008	主に堤防についてのみ
Design Criteria for Flood Protection Bunds, Spurs, Studs and Flood Retaining Walls (National Flood Protection Plan (NFPP)-IV)	Federal Flood Commission (FFC)	2018	堤防以外の河川構造物も含む NFPP-IV は予算未承認

出典：プロジェクトチーム整理

(b) 日本における基準類

表 2.1.5 に、本活動において参照する日本の堤防関連基準類を示す。

日本の場合、基準類は大きく法令、技術基準、ガイドラインや手引きに分類され、法令→技術基準→ガイドラインや手引きの順に上位基準→下位基準となっており、下位基準における規定は上位基準に従っていることが基本である。

また、日本の基準類の場合、細目別に詳細かつ具体的な規定を含むガイドラインや手引きが用意されており、実務レベルの技術者が調査や設計を行う際にも基準類は頻繁に利用されている。

表 2.1.5 日本における主要な堤防関連基準類

基準名	発行者	発行年	概要
河川法	日本国政府	2022 改定	河川管理、洪水対策、河川環境保全、水利権管理、河川利用規制、監督と罰則について記載されている。
河川法施行令	日本国政府	2022 改定	河川法の施行に関わる詳細な運用等が規定されている。必要な手続き、基準、実施のための規定等。
河川管理施設等構造令	日本国政府	2013 改定	基本的な設計基準、維持管理の規定、河川構造物の設置に関する規制、耐震性の要件、及び管理者の責任について規定されている。河川構造物には、ダム、堤防、水門・水門、堰、橋、ポンプ場、逆サイフォン等が含まれる。
河川砂防技術基準 設計編 [I]	国土交通省	2019 改定	河川構造物の計画、調査・調査、設計、運用・保守の基準が示されている。設計編 I では、堤防、護岸、堰、堰、水門、水門、トンネル川、ポンプ場等、河川構造物の設計に関わる詳細を規定している。
河川砂防技術基準 維持管理編 (河川編)	国土交通省	2011 改定	上記と同じ基準の維持管理編。維持管理編 (河川編) では、河川維持管理の基本方針、河川維持管理に関する計画、河川維持管理目標、河川の状態把握、河道流下断面の維持管理のための対策、施設の維持及び修繕・対策、河川区域等の維持管理対策、河川環境の維持管理対策、水防等のための対策について記載されている。
堤防余盛基準	国土交通省 (旧建設省)	1969	基礎地盤及び堤体土の土質別に沈下や圧縮を考慮して標準的な余盛量を規定している。

基準名	発行者	発行年	概要
河川構造物の耐震性能照査指針	国土交通省	2001	外力や照査項目、地震後に保持すべき機能を含めた耐震性能照査方法について規定されている。またレベル1及びレベル2地震動の概念を考慮している。
堤防等河川管理施設及び河道の点検・評価要領	国土交通省	2023 改定	堤防等の河川管理施設や河道の点検評価の内容や項目等について規定されている。点検目的、手順、頻度、方法や技術、点検結果の報告や評価について記載されている。
河川堤防の構造検討の手引き	国土技術研究センター	2012 改定	特に浸透・侵食・地震に対する安全性照査、強化方法についての指針。構造物に隣接する堤防の強化方法についても記載されている。
河川土工マニュアル	国土技術研究センター	2009 改定	「建設省河川砂防技術基準（案）」の内、堤防を主体とした設計論及び河川土工の部分の補完することを目的とした指針。河川土工にかかわる調査、設計、施工及び工事の管理と工事の計画から完了まで記述されている

出典：プロジェクトチーム整理

## (2) Bund Manual (4<sup>th</sup> edition) (Sindh 州における堤防に関する技術基準) の概要

### 1) 沿革と目次

Bund Manual の初版は、技術者の能力を向上させ、彼らを指導するために 1936 年に発行された。その後、改訂版が 1954 年と 1978 年に出版された。1978 年版では、高水位に対応するために堤防の設計基準と仕様に変更が加えられている。現在、2008 年版が最新版であり、米国及びその他の国における科学的で効率のかつ近代化された洪水管理計画を参照している。2008 年版は、Indus 川委員会の会議で承認されたものである。

ここで、目次を表 2.1.6 に示す。Bund Manual は基本的に堤防に特化した内容の堤防マニュアルである。堤防の構造は主に Chapter 5 に記載され、維持管理は主に Chapter 9 と Chapter 10 に記載されている。

表 2.1.6 Sindh 州 Bund Manual の目次

Chapter	Title	タイトル (仮訳)
Chapter 1	Glossary of Terms Used in Connection with River Bunds in Sindh.	Sindh 州の堤防に関連する用語集
Chapter 2	Constitution and Functions of the Indus River Commission.	Indus 川委員会の構成と機能
Chapter 3	Classification of Expenditure on Bund Works and Powers of Officers Subordinate to Government to Accord Administrative.	堤防工事の支出の分類と、管理を担当する政府に従属する職員の権限
Chapter 4	Proposal for New Bunds, Loops and Bund Sluices.	新しい堤防、ループ、樋門・水門の提案
Chapter 5	Design of New Bunds and Loop Bunds.	新しい堤防、ループ堤防の設計
Chapter 6	Construction of New Bunds or Loops.	新しい堤防、ループの施工
Chapter 7	Design and Construction of Sand Cores and Diaphragm Walls.	サンドコアとダイヤフラム壁の設計と施工
Chapter 8	Design and Construction of Bund Sluices.	樋門・水門の設計と施工
Chapter 9	Article Pre-Abkalani Maintenance.	洪水前期の維持管理に関する記事
Chapter 10	Ordinary Maintenance during Abkalani.	洪水期中の通常の維持管理
Chapter 11	Emergent Measures or Causes of Failures of Bunds and Methods Used to Combat Them.	堤防の破壊要因または緊急対策及びそれらに対抗するために使用される方法。
Chapter 12	Breaches in River Bunds and How to Close them.	堤防の決壊とその補修方法
Chapter 13	Periodical Reports and Returns.	定期的な報告書と提出
Chapter 14	Flood Management Practices on Mississippi River USA.	米国 Mississippi 川の洪水管理実務
Chapter 15	Design of Stone Spurs or Stone Apron and Stone Pitching on Front Bunds as Protection against erosion.	前面堤防の侵食保護としての、石の水制、根固め、空石張りの設計

出典：The Bund Manual in Sindh Province よりプロジェクトチーム仮訳

## 2) 記載内容のまとめ

Bund Manual (4th edition)における堤防に関する記載内容を以下に整理する。

- ・ 堤防の基本形状や、設計、施工、単年の間における調査と補修、破堤時の対応について記載されている。全体的に、基本的な考え方や対応すべき事項の概要に終始しており、具体的な設計基準値や設計方法、施工時の管理基準に関する記載はほとんどされていない
- ・ 堤防の基本形状に関して、余裕高、天端幅、法面勾配等について具体的に規定されている
- ・ 一方で、円弧すべりや浸透流解析等数値解析による安定性照査を踏まえて堤防形状を決定することは記載されておらず、浸透等による影響を踏まえて経験に基づき形状決定をしているとの記載にとどまっている
- ・ 堤防強化の方法に関して、浸透に対しては断面拡大、ドレーン工の設置が紹介されているが、具体の設計方法等に関する記述はない。侵食対策として水制工、根固め工 (Apron)、護岸が紹介されている。これらのうち水制工に関しては水制工の位置や長さ、石の必要重量等の設計方法を含め比較的詳細に記載がされているものの、他の工法に関しては実務者が設計を実施できるほどの具体的な記述はない
- ・ 盛土に関して、理想的な材料として「Sand mixed with a fair proportion (30 to 40%) of clay」と記載があるが、Sindh 州ではそのような材料を得ることが事実上は難しい場合が多いとして、過去事例に基づき複数例の対応方法が示されている
- ・ 盛土の施工に関して、締め固めに関する具体的な記述はされていない一方で、有機物の除去や盛土 1 層当たりの厚さ (6 インチ) は規定されている。また、次の層の盛土へ移行するにあたり Executive Engineer の承認が必要と規定されている。ただし、出来形検査等、施工中の品質試験・検査については記載されていない。
- ・ 堤防の点検や補修について、単年の間における検査、洪水期の巡視、補修について記載がされている。一方で、複数年にわたるような中長期的な補修及び強化・改修については触れられていない。
- ・ 堤防や河川の点検に関して以下のような帳票が用意されている。
  - ✓ Erosion Statement
  - ✓ ABKALANI REPORT(BUND)
  - ✓ Reports on the State of Bund Sluices and Regulators.
  - ✓ Statement of High Flood Levels on Bund Mile Gauges and Free Board Available During the Abkalani (Flood)
  - ✓ Position in Line of Defense
  - ✓ Register Showing Incidence of Leaks
  - ✓ Report of Leveling on Bunds

## (3) Manual of Irrigation Practice (Punjab 州における堤防に関する技術基準) の概要

## 1) 沿革と目次

Punjab 州の堤防に関する堤防マニュアルは、「Manual of Irrigation Practice Volume 1」と「Manual of Irrigation Practice Volume 2」の2つに分かれている。初版は、Punjab 州公共事業局の灌漑技術者への指導のために 1943 年に出版された。初版は 1963 年に再版されたが、改訂はされなかった。Punjab-PID は 2015 年に世界銀行と協議し、その後、Punjab-PID は 2015 年に世界銀行の支援を受けて、改訂版（2017 年版）が出版された。2017 年版は、Indus 川委員会の会議で承認されている。

ここで、Manual of Irrigation Practice の目次を表 2.1.7 に示す。Manual of Irrigation Practice は、堤防以外の灌漑施設全般を対象とした堤防マニュアルとなっており、堤防に関する記述が複数の章に跨って記載されている。堤防の構造は、主に Volume 1 の 5.16 節と 5.20 節、Volume 2 の Chapter 2 に、維持管理は主に Volume 2 の Chapter 9 と Chapter 10 に記述されている。

表 2.1.7 Punjab 州 Manual of Irrigation Practice の目次

Chapter	Title	タイトル (仮訳)
<b>Volume 1</b>		
Chapter 1	Definitions	定義
Chapter 2	History of Irrigation Development in Punjab	Punjab 州灌漑局の歴史
Chapter 3	Punjab's Irrigation Infrastructure	Punjab 州灌漑施設
Chapter 4	Administrative Setup of Punjab Irrigation Department	Punjab 州灌漑局の管理体制
Chapter 5	Barrages	堰 (バラージ)
Chapter 6	Design of Unlined Canals	被覆されていない水路の設計
Chapter 7	Design of Lined Canals	被覆された水路の設計
Chapter 8	Maintenance of Canals	水路の維持管理
Chapter 9	Outlets	排水口
Chapter 10	Computerized Monitoring System for Canal Operation	水路運用に関するコンピュータ化された監視体制
<b>Volume 2</b>		
Chapter 1	Small Dams	小規模ダム
Chapter 2	River Training & Flood Management	河道整正及び洪水管理
Chapter 3	Hill Torrents Management	ヒルトレント管理
Chapter 4	Groundwater – Optimal Use & Management	地下水 – 最適な使用と管理
Chapter 5	Drainage & Salinity Control	排水及び塩分の管理
Chapter 6	Mechanical, Electrical Works & SCADA	機械、電気工事及び監視制御とデータ収集システム
Chapter 7	Hydraulic Modelling	水理モデル作成
Chapter 8	Asset Management Plan	資産管理計画
Chapter 9	Preparation of Annual O&M Budget	年間維持管理予算の準備
Chapter 10	Preparing Annual M&R Work Plans and their Implementation	年間維持管理及び補修計画の策定と実施
Chapter 11	Project Management	プロジェクト管理

出典：The Manual of Irrigation Practice in Punjab Province よりプロジェクトチーム仮訳

## 2) 記載内容のまとめ

Manual of Irrigation Practice における堤防に関する記載内容を以下に整理する。

- ・ 堤防の基本形状や、設計、単年の間における調査と補修、破堤時の対応について記載されている。基本形

状や円弧すべり、浸透の安全性照査方法、洗堀深の推定方法、石張の護岸工、根固め工の設計方法は詳細に記載されているが、他の項目については基本的な考え方や対応すべき事項の概要に終始しており、具体性に欠ける。

- ・ 堤防の基本形状に関して、余裕高、天端幅、法面勾配等について具体的に規定されている。
- ・ 円弧すべりに関しては、数値解析による安定性照査方法や条件が詳細に記載されている。浸透については、日本国内のような浸透流解析の記述はなく、湿潤線が堤体内に収まるかで安全性を評価している。侵食に関しては、安全性照査方法は示されていないが、河川特性に応じた洗堀深の推定式が示されている。
- ・ 堤防強化の方法に関して、堤体への浸透に対してはドレーン工や犬走 (berm) の配置等が、基礎への浸透に対しては遮水工やブランケット工法等が紹介されている。侵食に対しては、さまざまな材料の護岸工や水制工、根固め工が紹介されている。これらの強化工法のうち、犬走 (berm) の形状、石張の護岸工と根固め工の石の必要重量や厚さ、水制工の基本断面や間隔等は詳細に記載されているが、他の工法に関しては実務者が設計を実施できるほどの具体的な記述はない。
- ・ 構造物の維持管理として、アセットマネジメントの考え方による中長期的な補修及び強化・改修についての紹介はあるものの、補修及び強化・改修の実施時期の決め方は示されておらず、実務者が計画策定を行うことは難しい。
- ・ 堤防の点検や補修について、単年の間における検査、洪水期の巡視、補修について記載がされている。また、堤防管理の PID の方針として、毎年洪水期までに補修する旨が記載されていることから、アセットマネジメントの考え方を紹介しているものの、単年で維持管理を想定していると考えられる。
- ・ 堤防や河川の点検に関しては、帳票としてチェックリストが用意されている。しかしながら、このリストのチェック項目の中には、具体性が乏しく何を点検すべきか不明確な項目がある。

#### (4) Design Criteria for Flood Protection Bunds, Spurs, Studs and Flood Retaining Walls (NFPP-IV) (FFC 発行の堤防に関する技術基準) の概要

##### 1) 沿革と目次

FFC は、洪水に対処するために、1978 年、1988 年、1998 年に国家洪水防御計画(NFPP)I、II、III.を策定した。その後、2010 年の洪水による大規模な洪水被害を考慮し、2013 年 6 月から NFPP の見直しを開始された。タスク A、B、C の報告書 (案) は 2015 年 1 月に提出され、タスク D の報告書 (案) は 2015 年 2 月に提出された。WCAP、FFC、PID、PMD、WAPDA、NDMA、及びその他の関係者との議論を踏まえ、以下の一連の報告書が作成されている。

- ・ タスク A : 国家洪水防止計画-IV(NFPP-IV)と PC-1 の策定
- ・ タスク B : 洪水対策工事の目録作成、便益モニタリング、洪水対策工事の評価
- ・ タスク C : 氾濫原のマッピングとゾーニング
- ・ タスク D : 洪水状況の監視と報告の自動化

このタスク A に含まれる一連の報告書のうち、設計基準は「Annex 3 : Design Criteria」に含まれている。表 2.1.8

に、この Design Criteria の目次を示す。

表 2.1.8 FFC 発行の Design Criteria for Flood Protection Bunds, Spurs, Studs and Flood Retaining Walls (NFPP-IV) の目次

Section/ Sub-Section	Title	タイトル (仮訳)
1.	General	概要
2.	Scope	対象範囲
3.	Review of Existing Design Criteria and Reports	既存の設計基準とレポートのレビュー
3.1	National Flood Protection Plan 1978 (NFPP-I)	国家洪水防御計画 1978 (NFPP-I)
3.2	National Flood Protection Plan 1988 (NFPP-II)	国家洪水防御計画 1988 (NFPP-II)
3.3	Bund Manual, Sindh (2008)	Bund Manual, Sindh (2008)
3.4	Manual of Irrigation Practice, Punjab	Manual of Irrigation Practice, Punjab
3.5	Flood Protection Sector Project - I (1989)	洪水防御セクタープロジェクト - I (1989)
3.6	Flood Protection Sector Project - II (2001)	洪水防御セクタープロジェクト - II (2001)
4.	Need for New Design Criteria	新しい設計基準の必要性
5.	Design Criteria for Flood Bunds/Embankments and River Training Works	堤防・河道整生工事の設計基準
5.1	Hydrological Design Criteria	水文設計基準
5.2	Flood Bunds and Embankments	堤防及び盛土
5.3	Spurs/Groynes	水制
5.4	Scour Protection	洗堀防御
5.5	Stone Pitching	石張
5.6	Geotechnical Explorations and Design	地盤探査と設計
5.7	Model Studies	モデル検討
5.8	Construction Material	建設材料
5.9	Construction Practices and Procedures	施工における実施と手順
6.	Flood Retaining Walls	洪水防御壁
6.1	General	概要
6.2	Factors for Selecting Flood Retaining Wall or Embankment	洪水防御壁もしくは堤防を選定する要素
6.3	General Failure Modes of Flood Retaining Walls	洪水防御壁の一般的な破壊モード
6.4	Freeboard Estimation and Wall Top Level	余裕高の算定と壁天端高
6.5	Geotechnical Design Criteria	地盤工学面の設計基準
6.6	Structural Design Criteria	構造面の設計基準
6.7	Construction Methodology	施工方法
6.8	Evaluation of Existing Flood Retaining Structures	既存洪水防御壁の評価
7.	Evaluation of Existing Flood Protection and River Training Structures	既存の洪水防御構造物、河道整生構造物の評価
7.1	Hydraulic Evaluation Criteria	水理面での評価基準
7.2	Geotechnical Evaluation	地盤工学面での評価
7.3	Field Inspections	現場調査
7.4	Field Observation and Monitoring	現場での観測とモニタリング

出典：Design Criteria for Flood Protection Bunds, Spurs, Studs and Flood Retaining Walls (NFPP-IV) よりプロジェクトチーム仮訳

## 2) 記載内容のまとめ

Design Criteria for Flood Protection Bunds, Spurs, Studs and Flood Retaining Walls (NFPP-IV) における堤防に関する記載内容を以下に整理する。

- ・ パキスタンの洪水防御施設の構造に関する既存の設計基準と報告書のレビューが行われ、新しい構造と既存の構造の両方を設計及び評価するための新しい基準と推奨事項が記載されている
- ・ 設計基準には、堤防、水制、スタッド（短い水制）、洪水防御壁の設計と施工についての記載があり、主要

な川やヒルトレントに沿った洪水被害と人的被害を軽減するために使用されるという説明がある

- ・ 特に 2010 年と 2014 年の極端な洪水イベントの後、洪水防御工事の効果を向上させるために、既存の基準と手順を改善する必要性について言及している
- ・ 勾配、安定性、洗掘解析のためのコンピュータを使用した数値解析ソフトウェアと物理モデル研究の使用が強調されている
- ・ 堤防について、水文学的、地盤工学的、及び構造的な検討事項に基づいて設計を行い、余裕高、天端幅、法勾配、堤防敷幅、水理勾配、補助堤防、砂コア、粘土被覆、及び法面保護を設定するための方法とパラメータを指定している

水制の設計に関する規定や、浸透に対する照査基準や数値解析方法に関する記述、地震時の安定照査方法に関する記述も含まれており、Sindh 州及び Punjab 州の現行の堤防マニュアルと比較してより実務的な内容が充実している。そのため、Sindh 州及び Punjab 州では現行の堤防マニュアルに加え、Design Criteria for Flood Protection Bunds, Spurs, Studs and Flood Retaining Walls (NFPP-IV) を参照することで、設計検討に関わる実務者の技術の底上げが期待可能と考える。

よって、Design Criteria for Flood Protection Bunds, Spurs, Studs and Flood Retaining Walls (NFPP-IV) のさらなる周知と利活用についても取り組むことを推奨する。

#### (5) 改善を推奨する事項

Sindh 州の Bund Manual 及び Punjab 州の Manual for Irrigation Practice それぞれにおける記載内容を分析し、今後改善していくことを推奨する事項（課題）を以下のとおり抽出した。

- ✓ 河川の流れの状態や乱流の発生等の悪影響を最小限に抑えるための堤防法線の決定方法についての記述を追記する必要がある
- ✓ 安全性評価の説明に改善の余地がある
- ✓ 堤防の強化方法は具体的に述べられておらず、実務レベルの技術者が計画・設計を行うことが困難
- ✓ 各タイプの護岸設計方法について説明が必要
- ✓ 施工中の品質管理と検査の説明が不十分または記載されていない
- ✓ 点検帳票と報告書の保管についての言及がないため、文書が散在して保管されており、集約して蓄積されていない
- ✓ 工事の記録についても上記と同様
- ✓ 堤防マニュアルに記載されている既存の堤防と川の検査は、主に目視調査のみによるものとなっている

## 2.1.4 分析結果（本業務での堤防マニュアルの改善方法）

### (1) Sindh 州と Punjab 州の堤防マニュアル比較分析

「2.1.2 比較分析の目的と方法」において示した 14 の項目に関して、Sindh 州及び Punjab 州の堤防マニュアルにおける記載を比較分析した。また、比較分析結果を表 2.1.9 に整理する。なお、各項目における比較分析の詳細については、別添の技術協力資料「Report on: Comparative Analysis of Design Manuals of Bunds in Punjab & Sindh Provinces of Pakistan and Japan」に示す。

比較分析の結果より、2 つの堤防マニュアルには、下記に示すとおり互いに不足している項目と記載がある。そのため、これらの項目については他方の州の堤防マニュアルを参照して、該当する記載内容を補強する必要がある。

#### <Sindh 州 Bund Manual>

- ✓ 安全性評価についての記載に改善の余地がある
- ✓ 水制の設計についての記載が具体的ではない
- ✓ アセットマネジメントプランの考え方の導入が必要

#### <Punjab 州 Manual for Irrigation Practice>

- ✓ 建設工事中の品質管理や盛土材料の要件に関する記述がない
- ✓ 堤防以外の検査台帳が例示されていない

表 2.1.9 Sindh 州と Punjab 州の堤防マニュアル記載内容の比較

大項目	中項目	小項目	No.	Sindh		Punjab		コメント
				章・項	値/記載内容	章・項	値/記載内容	
Definition of a Bund	Definition		1	Chapter I, Glossary of terms used in connection with River Bunds in Sindh, Page 3 of 15	<ul style="list-style-type: none"> <li>An earthen embankment parallel to the river banks</li> <li>To protect the country from inundation by the river spill, during floods</li> </ul>	VOL.2 : Chapter 2 3, p185	<ul style="list-style-type: none"> <li>An earthen man-made embankment</li> <li>To protect from inundation and act as a barrier between flood water and protected area.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>どちらのマニュアルでも、堤防は洪水時の浸水から土地を保護するための土の堤防と定義されている。</li> </ul>
Standard Shape of a Bund	Crest Width		2	Chapter V, Page 13 of 18 41. Standard sections or type designs of bund	<ul style="list-style-type: none"> <li>Main Bund: 20 ft(=6.1m)</li> <li>Trendh Bund: 10 ft (=3.05m)</li> </ul>	VOL.2 Chapter 2 4.3.1.3, p187 to 189	<ul style="list-style-type: none"> <li>Marginal Bunds: 25 ft(=7.6m) (Minimum)/30 ft(=9.1m) (Desirable)</li> <li>Bunds Protecting Strategic locations: 25 ft(=7.6m) (Minimum)/30 ft(=9.1m) (Desirable)</li> <li>Bunds along open reaches of the rivers: 20 ft(=6.1m) (Minimum)/25 ft(=7.6m) (Desirable)</li> </ul> <p>*The minimum value is the parameter currently prescribed by FFC and don't have been changed for 40 years. The desirable value is the recommended parameters based on empirical thoughts by the province of Punjab.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Punjab 州はより広い幅を指定している</li> </ul>
	Side Slope	Riverside	3	Chapter V, Page 13 of 18 41. Standard sections or type designs of bund	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bund: 3:1</li> <li>Medium Bund: 3:1(8ft to 12ft in Height) to 4:1(12ft to 13ft in Height)</li> <li>High Bund: 3:1(12ft to 13ft in Height) to 4:1(Over 13ft in Height)</li> </ul>	VOL.2 Chapter 2 4.3.1.3, p187 to 189	Earthen <ul style="list-style-type: none"> <li>Marginal Bunds: 3:1(Minimum)/4:1(Desirable)</li> <li>Bunds Protecting Strategic locations: 3:1(Minimum)/4:1(Desirable)</li> <li>Bunds along open reaches of the rivers: 3:1(Minimum)/3:1(Desirable)</li> </ul> Protected <ul style="list-style-type: none"> <li>Marginal Bunds: 2:1(Minimum)/3:1(Desirable)</li> <li>Bunds Protecting Strategic locations: 2:1(Minimum)/3:1(Desirable)</li> <li>Bunds along open reaches of the rivers: 2:1(Minimum)/2:1(Desirable)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sindh 州では、タイプごとに堤防の高さに応じて異なる勾配が指定されている。</li> <li>保護工なしタイプの法勾配圏は、どちらも 3:1 から 4:1</li> </ul>
		Landside	4	Chapter V, Page 13 of 18 41. Standard sections or type designs of bund	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bund: 3:1 without Berm</li> <li>Medium Bund: 3:1 without Berm</li> <li>High Bund: 2:1(Top to Back Berm), 6:1(Berm to Ground)</li> </ul>	VOL.2 Chapter 2 4.3.1.3, p187 to 189 VOL.2 Chapter 2 6.2.4, p205 to 20	<ul style="list-style-type: none"> <li>Marginal Bunds: 2:1(Minimum)/3:1(Desirable)</li> <li>Bunds Protecting Strategic locations: 2:1(Minimum)/3:1(Desirable)</li> <li>Bunds along open reaches of the rivers: -2:1(Desirable)</li> <li>Berm: 6:1</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>小段の勾配はどちらも同じ</li> <li>小段のない法勾配は、Sindh 州では 3:1、Punjab 州では 2:1 から 3:1.</li> </ul>
	Berm		5	Chapter V, Page 13 of 18 41. Standard sections or type designs of bund	High Bund <ul style="list-style-type: none"> <li>River Side: Not Specified</li> <li>Landside: 5 ft(=1.53m)</li> </ul> <p>*8 to 9 ft below the top depending on the front slope</p>	VOL.1 Chapter 5, 5.4.9.8, p5-69, VOL.2 Chapter 2 6.2.4, p205 to 206	<ul style="list-style-type: none"> <li>Back berm (Pushta) (on landslide) is provided to keep the hydraulic gradient within the cross-section.</li> <li>The hydraulic gradient line should lie at least 2ft below the natural surface level at the toe of the bound and covered with soil at least 4 ft thick.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>幅は Sindh 州で 5ft、Punjab 州では水理勾配線をカバーするように設定されている</li> </ul>
	Freeboard		6	Chapter V, Page 5 of 18 33. Freeboard Chapter V, Page 13 of 18 41. Standard sections or type designs of bund	<ul style="list-style-type: none"> <li>Main Bund: 4 ft(=1.22m)</li> <li>Trendh Bund: 2 ft(=0.61m)</li> </ul> <p>*To allowing for a fair factor of safety for the sudden unforeseen rise of water level such as waves, and shortening of rive course.</p>	VOL.2 Chapter 2 4.3.1.3, p187 to 189 and Chapter 2, 6.2.1, p198 to 200 VOL.1 Chapter 5, 5.4.9.2, p5-60,	<ul style="list-style-type: none"> <li>Marginal Bunds: 6 ft(=1.8m) (Minimum)/ 7.0 ft (=2.1m)or as determined by analytical analysis whichever is greater (Desirable)</li> <li>Bunds Protecting Strategic locations: 6 ft (=1.8m) (Minimum)/ 7.0 ft (=2.1m) or as determined by analytical analysis whichever is greater (Desirable)</li> <li>Bunds along open reaches of the rivers: 6 ft (=1.8m) (Minimum)/ 6.0 ft (=2.1m)or as determined by analysis (Desirable)</li> <li>In the case of analysis, Free board = Wave Run-up + Wind Set + River Set + 1.0 ft</li> </ul> <p>*The concrete calculation method of Wave Run-Up, Wind Set-up, and River Set is mentioned.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Punjab 州の値の方が大きい。</li> <li>その理由は、Sindh 州の「Bund Manual」が 2008 年に発行され、Punjab 州の「Manual for Irrigation Practice」が 2010 年の洪水後の 2017 年に更新されたためと思われる</li> </ul>
	Extra Embankment		7	Chapter VI, Page 3 of 14 53. Method of good construction	<ul style="list-style-type: none"> <li>Normal: 12 1/2 % of Design Height</li> <li>With Scrapers/Foot Roller: 6 1/4 % of Design Height</li> </ul> <p>* In order to allow settlement and compaction</p>	-	No description	<ul style="list-style-type: none"> <li>Punjab 州の Manual for Irrigation Practice では、Sindh 州のマニュアルの説明に基づいてこの項目を説明することを推奨する</li> </ul>
	Alignment			25. Considerations Governing Alignment and Spacing of Bund	<ul style="list-style-type: none"> <li>The loop should be far enough from the existing bund to ensure safety from erosion for several years.</li> <li>The loop should not exclude more valuable land than necessary to minimize costs and maximize protection.</li> <li>The cost of protection should be justified by the benefits derived, similar to practices in the USA.</li> <li>The bund should not be close to a river bend to avoid undermining and erosion from high-velocity currents.</li> </ul>	VOL.2 Chapter 15.5.2, p259	<ul style="list-style-type: none"> <li>Flood retaining embankments should be placed parallel to the meandering axis of the river, at a fair distance from the meandering belt.</li> <li>Alignment depends on topography, infrastructure, and geo-technical parameters of the foundation soil.</li> <li>In special cases, embankments may require protection with revetments, aprons, and armored spurs.</li> <li>The goal is to minimize active parallel flow along the embankment to avoid erosion and scour.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>内容は、堤防の侵食とコスト効率化に焦点を当てている</li> <li>不適切なアライメントによる河川の流れの状態や乱流への影響についての考慮を記述する必要がある。</li> </ul>



大項目	中項目	小項目	No.	Sindh		Punjab		コメント
				章・項	値/記載内容	章・項	値/記載内容	
Quality Control	Material	Desirable Material	8	Chapter VI, Page 1 of 14 51. Requisites of suitable soils for bund building	<ul style="list-style-type: none"> <li>The bund is built, as a rule-, of earth obtainable along the line of the bund or from the borrowpits on the river side immediately in front of the bund.</li> <li>Sand mixed with a fair proportion (30 to 40%) of clay is desirable.</li> <li>* The sand in the clay will prevent shrinkage and cracks without destroying the watertightness and toughness of the clay.</li> </ul>	-	No description	<ul style="list-style-type: none"> <li>Punjab 州の Manual of Irrigation Practice には、Sindh 州のマニュアルの説明に基づいてこの項目を含めることを推奨する。</li> </ul>
		Available Material	9	Chapter VI, Page 1 of 14 52. Relative Merits of different soils for Bund Building.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sand(With 6 inches thickness clay cover): 85% of sand, 10% of silt, and 5% of clay.</li> <li>* Without clay cover, due to the flat saturation, large section is required.</li> <li>Sand Mixed with Clay: 50-70% of sand, 30-50 of clay* Optimum admixture</li> <li>Loam(With 6 inches thickness clay cover): 30-50% of sand, 30-50% of silt, and Less than 20% of clay.</li> <li>* Little stability when saturated.</li> <li>Clay(With Sand Core): 5% of sand, 40% of silt, and 55% of clay.* Bunds, should not be constructed of such soils unless absolutely unavoidable,</li> </ul>	-	No description	同上
	Construct-ion Method		10	Chapter VI, Page 10 of 14 60. Specifications for Earth work for River Embankment.	<ul style="list-style-type: none"> <li>All earth laid in the embankment shall be free from all roots, grass, sticks or other foreign matter.</li> <li>The earth shall be deposited and spread in horizontal layers, 6 inches thick, for the full width of the bank.</li> <li>All clods, and lumps of earth shall be broken up in the borrow pits to a diameter of not more than 2 inches.</li> <li>To facilitate rolling, the bank shall be carried up in uniform layers of not more than 6 inches in thickness</li> <li>No fresh layer shall be put on until the previous one has been thoroughly consolidated to the satisfaction of the Executive Engineer or subordinate.</li> </ul>	-	No description	同上
	Degree of Compaction		11	-	No description	-	No description	<ul style="list-style-type: none"> <li>どちらのマニュアルも、他の国のマニュアルに基づいてこのアイテムを説明することを推奨する</li> </ul>
Service Road/ Maintenance Road			12	Chapter V, Page 18 of 18 50. Fencing.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Not clearly mentioned.</li> <li>However, public traffic is not permissible on bunds and fencing is needed.</li> </ul>	-	No description	<ul style="list-style-type: none"> <li>どちらのマニュアルも、他の国のマニュアルに基づいてこのアイテムを説明することを推奨する</li> </ul>
Safety Evaluation	General		13	-	No description	-	No description	-



大項目	中項目	小項目	No.	Sindh		Punjab		コメント																																	
				章・項	値/記載内容	章・項	値/記載内容																																		
	Slope Stability/ Slip Circle		14	Chapter V, Page 8 of 18 37. Stability of Section.	The cross-section is fixed from experience, on consideration of stability under all conditions.	VOL.1 Chapter 5, 5.4.9.6, p5-62	<ul style="list-style-type: none"> <li>Slope stability analysis is carried out according to Method of Slices, using the Simplified Bishop Method with relevant computer software.</li> <li>The needed information is as follows.                             <ol style="list-style-type: none"> <li>Geometry of embankment:</li> <li>Soil properties: Bulk density, Saturated density. Cohesion “c”, Angle of internal friction, Unconfined shear strength, Permeability “k”</li> <li>Design flood level and low water level of the river</li> <li>Phreatic line and pore water pressure</li> <li>Surcharge on the embankment</li> <li>Earthquake loads</li> </ol> </li> <li>The calculations are carried out according to the typical cross-section of the embankment for two different geometrical parameters:                             <ol style="list-style-type: none"> <li>The river-bed stone apron is intact.</li> <li>The scour of the riverbed is modelled with an assumed fully launched stone apron.</li> </ol> </li> <li>Loading conditions are “Gravity”, “Seepage (or Pore water pressure), and “Earthquake”.</li> <li>The location of the phreatic line (or hydraulic gradient) in the embankment is determined for the relevant seepage condition at the design flood level, by using Casagrande's solution.</li> <li>Pore water pressure is determined from the “pore pressure ratio” and “depth of soil from the top surface”.</li> <li>The potential failure surfaces are analyzed for the following four critical conditions; i) End of construction, ii) Design flood level with steady seepage, iii) Flood draw-down, and iv) Assuming a fully launched stone apron.</li> <li>The minimum safety factor is shown in the following table.                             <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Condition</th> <th colspan="2">Minimum safety factor</th> </tr> <tr> <th>Without earthquake</th> <th>With earthquake</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>During and end of construction</td> <td>1.4</td> <td>1.2</td> </tr> <tr> <td>Rapid river draw-down</td> <td>1.3</td> <td>1.1</td> </tr> <tr> <td>River low flow level</td> <td>1.2</td> <td>1.0</td> </tr> <tr> <td>Design flood</td> <td>1.5</td> <td>1.2</td> </tr> </tbody> </table> </li> </ul>	Condition	Minimum safety factor		Without earthquake	With earthquake	During and end of construction	1.4	1.2	Rapid river draw-down	1.3	1.1	River low flow level	1.2	1.0	Design flood	1.5	1.2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sindh 州のマニュアルには、Punjab 州のマニュアルの説明に基づいてこのアイテムを含めることを推奨する</li> </ul>																
Condition	Minimum safety factor																																								
	Without earthquake	With earthquake																																							
During and end of construction	1.4	1.2																																							
Rapid river draw-down	1.3	1.1																																							
River low flow level	1.2	1.0																																							
Design flood	1.5	1.2																																							
	Erosion		15	Chapter IV, Page 3 of 15 20. Cutting of Erosion Lines and Spacing of Erosion Ordinates.	<ul style="list-style-type: none"> <li>The following table gives the distance where the erosion ordinates are deemed essential and the distance apart that should be kept between the two consecutive ordinates</li> </ul> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Where distance between Bund and pucca edge is</th> <th>Distance between two consecutive ordinates</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Above Sukkur</td> <td>2 to 3 miles 1 to 2 miles Less than a mile</td> <td>1 mile apart Half a mile part One furlong apart</td> </tr> <tr> <td>Below Sukkur</td> <td>2 to 3 miles 1 to 2 miles Less than a mile</td> <td>No ordinates Half a mile apart One furlong apart</td> </tr> </tbody> </table> <p>Where the edge of the pucca bank is less than 3,000 ft. proposals for loop bund should be sent in at once.</p>		Where distance between Bund and pucca edge is	Distance between two consecutive ordinates	Above Sukkur	2 to 3 miles 1 to 2 miles Less than a mile	1 mile apart Half a mile part One furlong apart	Below Sukkur	2 to 3 miles 1 to 2 miles Less than a mile	No ordinates Half a mile apart One furlong apart	VOL.2 Chapter 2, 5.3, p190	<ul style="list-style-type: none"> <li>The methods to evaluate the safety is not described. However, the estimated methods for scour depth are mentioned.</li> <li>It is recommended to calculate the depth of local scour, constriction scour, bend scour, and confluence scour by several available methods and then use engineering judgment to select the preferred results.</li> <li>The recommended local scour depth methods for various river gradients are listed in the following table.</li> </ul> <table border="1"> <thead> <tr> <th>River gradient</th> <th>Material</th> <th>Recommended method</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">Very mild</td> <td rowspan="2">Sand and silt</td> <td>-Lacey method (1930)</td> </tr> <tr> <td>-Ingils method (1940)</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">Mild (incised)</td> <td rowspan="4">Gravel, sand and silt</td> <td>- Lacey's equation (Expanded by USBR, 1984)</td> </tr> <tr> <td>-Blench equation (USBR, 1969)</td> </tr> <tr> <td>-Molesworth and Yenidunia equation</td> </tr> <tr> <td>-Lacey method (1930)</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">Steep</td> <td rowspan="4">Gravel and coarse sand</td> <td>-Ingils method (1940)</td> </tr> <tr> <td>- Lacey's equation (Expanded by USBR, 1984)</td> </tr> <tr> <td>- Blench equation (USBR, 1969)</td> </tr> <tr> <td>- Neill equation (USBR, 1973)</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">Very steep</td> <td rowspan="3">Gravel and boulders</td> <td>-Molesworth and Yenidunia equation</td> </tr> <tr> <td>- Farraday and Chariton equation</td> </tr> <tr> <td>- Brown formula</td> </tr> </tbody> </table>	River gradient	Material	Recommended method	Very mild	Sand and silt	-Lacey method (1930)	-Ingils method (1940)	Mild (incised)	Gravel, sand and silt	- Lacey's equation (Expanded by USBR, 1984)	-Blench equation (USBR, 1969)	-Molesworth and Yenidunia equation	-Lacey method (1930)	Steep	Gravel and coarse sand	-Ingils method (1940)	- Lacey's equation (Expanded by USBR, 1984)	- Blench equation (USBR, 1969)	- Neill equation (USBR, 1973)	Very steep	Gravel and boulders	-Molesworth and Yenidunia equation	- Farraday and Chariton equation	- Brown formula	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sindh 州の Bund Manual では、Punjab 州の灌漑実践マニュアルに基づいて洗掘深度計算の具体的な方法を説明することを推奨する</li> <li>Punjab 州のマニュアルには、Sindh 州のマニュアルのような安全性評価の方法を含めることを推奨する</li> </ul>
	Where distance between Bund and pucca edge is	Distance between two consecutive ordinates																																							
Above Sukkur	2 to 3 miles 1 to 2 miles Less than a mile	1 mile apart Half a mile part One furlong apart																																							
Below Sukkur	2 to 3 miles 1 to 2 miles Less than a mile	No ordinates Half a mile apart One furlong apart																																							
River gradient	Material	Recommended method																																							
Very mild	Sand and silt	-Lacey method (1930)																																							
		-Ingils method (1940)																																							
Mild (incised)	Gravel, sand and silt	- Lacey's equation (Expanded by USBR, 1984)																																							
		-Blench equation (USBR, 1969)																																							
		-Molesworth and Yenidunia equation																																							
		-Lacey method (1930)																																							
Steep	Gravel and coarse sand	-Ingils method (1940)																																							
		- Lacey's equation (Expanded by USBR, 1984)																																							
		- Blench equation (USBR, 1969)																																							
		- Neill equation (USBR, 1973)																																							
Very steep	Gravel and boulders	-Molesworth and Yenidunia equation																																							
		- Farraday and Chariton equation																																							
		- Brown formula																																							
Seepage Control	Permeability Inspection	16	-	No description	VOL.2 Chapter 2, 6.2.3, p204	<ul style="list-style-type: none"> <li>For foundation stability, the following information should be investigated through test pits and boreholes; Permeability of riverbed material/ In-situ density/ Hardness of cobbles and boulders/ Bearing pressure capacity.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sindh 州の Bund Manual には、Punjab 州の灌漑実践マニュアルに基づいてこの項目を説明することを推奨する</li> </ul>																																		



大項目	中項目	小項目	No.	Sindh		Punjab		コメント
				章・項	値/記載内容	章・項	値/記載内容	
		Seepage Analysis	17	-	No description	VOL.2 Chapter 2, 6.2.4, p205 to 208	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hydraulic Gradient is assumed straight line for practical purposes. Typical values of hydraulic gradients vary for each soil type. But normally it is assumed as 6:1.</li> <li>Hydraulic Gradient should lie at least 2ft below at the toe of the bund.</li> <li>A minimum cover of 4 ft is provided above hydraulic grade line if it exits on the landside in made-up of soils.</li> <li>* Hydraulic Grade Line (HGL) = Phreatic Line</li> <li>** Hydraulic Grade Line (HGL) = Phreatic Line</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sindh 州の Bund Manual は、Punjab 州の灌漑実践マニュアルのように、バンド本体からの浸透を追加することを推奨する</li> </ul>
			18	-	No description	VOL.1 Chapter 5, 5.4.9.6(f), p5-66	<ul style="list-style-type: none"> <li>Acceleration due to earthquake is selected on the basis of 50% reduction for horizontal and vertical component. For example, after reduction and using Punjab OBE, horz = 0.08g and vertical = 0.04g.</li> <li>These earthquake forces act at the center of gravity of the slice.</li> <li>The acceleration due to Open Basis Earthquake values is adopted based on specific related earthquake zone criterion.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sindh 州の Bund Manual は、Punjab 州のマニュアルの説明に基づいてこの項目を説明することを推奨する</li> </ul>
Improvement of a Bund	Slope Stability/slip Circle		19	Chapter XI, Page 6 of 17 125. Slips and their treatment	<ul style="list-style-type: none"> <li>Expansion of the Rear Section to cover the saturation line</li> <li>Mangli or ring bund around the slip</li> <li>Installation of drainage material at the land side toe</li> </ul>	-	No description	<ul style="list-style-type: none"> <li>Punjab 州の Manual of Irrigation Practice は、Sindh 州の Bund Manual だけでなく、改善方法も追加で紹介することを強く推奨する。</li> </ul>
	Erosion		20	Chapter XV, Page 1 of 4 156. Necessity of stone spurs and stone apron	Stone Spurs and Stone Aprons *Calculation of expected deepest scouring based on the historical highest discharge. Calculation of length and thickness of stone apron by it.	VOL.2 Chapter 2, 5.3, p190	<ul style="list-style-type: none"> <li>Robust design and construction</li> <li>Strengthening the weak / inadequately strong reaches</li> <li>Providing erosion protection interventions like stone pitching, mattresses, studs, spurs</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>幅広い対策をカバーするために、一方の側の実に記載の対策を互いに追加する必要がある</li> <li>両マニュアルとも、他国のマニュアルを参考に具体的な設計手法を追加し、すべての対策について設計手法を記述することを推奨する</li> </ul>
		Appendix V Miscellaneous River Works., Page 2 of 12 2. Revetment		<ul style="list-style-type: none"> <li>Revetment</li> <li>Cemented Stabilized Soil Revetment</li> <li>Tree Groynes</li> <li>Bandelling, etc...</li> </ul> *As feasible options in Sindh, they are introduced without a design method.	VOL.1 Chapter 5,4.5, p5-41 Chapter 5,4.8, p5-57 Chapter 5,5.6, p5-86 Chapter 5, 5.7 p5-93 Chapter 5.5.8, p5-86	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gabion: Basic shape is introduced.</li> <li>Studs: Basic shape is mentioned but the design of length is not described.</li> <li>Stone Apron: Concrete design methods for determining the shape and material based on scour depth, flow velocity, and so on are mentioned.</li> <li>Stone Pitching: Concrete design methods for determining the thickness and material based on flow velocity and wave-height are mentioned.</li> <li>Geotextile Filter: When it is difficult to get stones, a Geotextile filter can be used instead of it. The requirement conditions about materials are mentioned.</li> </ul>		
				VOL.2 Chapter 2, 6.2.6 ,p208	Slope Protection (Temporary measures) <ul style="list-style-type: none"> <li>Khaji Mats,</li> <li>Fascine Covering,</li> <li>Pilchi Rolls,</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>Longitudinal Stakes and Bushing Protection (termed as MUHARI in Sind Province),</li> <li>Pilchi Pitching (Revetment)</li> </ul> *What the measures are for is not mentioned. **The concrete design method is not described			
		VOL.2 Chapter 2, 6.2.7 ,p212	Slope Protection (Permanent measures) <ul style="list-style-type: none"> <li>Brick Pitching</li> <li>Dumped Stone Rip-Rap</li> <li>Hand placed Rip-Rap (Stone Pitching)</li> <li>Soil Cement Cover</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>Cement Concrete Paving</li> <li>Asphaltic Concrete</li> <li>Porous Concrete Slab</li> <li>Protection Digest.</li> </ul> *What the measures are for is not mentioned. **The concrete design method is not described					



大項目	中項目	小項目	No.	Sindh		Punjab		コメント	
				章・項	値/記載内容	章・項	値/記載内容		
	Seepage Control (Newly Constructed)	Types of Improvement Methods	21	Chapter V, Page 7 of 18 35. Piping	<ul style="list-style-type: none"> <li>Proper choice of Earth Fill</li> <li>Apply the Standard section in Sindh</li> </ul>	VOL.2 Chapter 2, 5.5, p204	Foundation Stability <ul style="list-style-type: none"> <li>Reworking of the foundation soil</li> <li>Grouting of the armoured river bed to the required extent</li> <li>Inverted filter or geo-textile layer at the foundation of revetment / gabion hydraulic structure</li> <li>Where required, provision of a suitable cut-off</li> </ul> *The concrete design method is not described	<ul style="list-style-type: none"> <li>堤防本体の対策は、両方のマニュアルで同様</li> <li>Sindh 州の Bund Manual には、Punjab 州の Manual of Irrigation Practice に基づく基礎に関する対策を追加で含めることを推奨する</li> <li>どちらの州のマニュアルも、他の国のガイドラインを参照して設計方法を追加で記載する必要がある</li> </ul>	
						VOL.2 Chapter 2, 6.1.1, p191	Foundation Stability <ul style="list-style-type: none"> <li>Cut off trench</li> <li>Riverside impervious blankets</li> <li>Pervious toe trenches</li> </ul> *The concrete design method is not described		<ul style="list-style-type: none"> <li>Pressure relief wells</li> <li>Landside seepage berms</li> </ul>
						VOL.2 Chapter 2, 6.1.8 to 6.1.13, p195	Seepage through Body <ul style="list-style-type: none"> <li>Pervious Toe Drain</li> <li>Horizontal Drainage Layers</li> </ul> *The difference among these 3 countermeasures is where the drainage material is located.		<ul style="list-style-type: none"> <li>Inclined Drainage Layers</li> </ul>
	Existing Bund	22	Chapter XI, Page 6 of 17 125. Slips and their treatment	Expansion of the Rear Section to cover the saturation line *Not clearly mentioned on seepage control for the existing bund.	VOL.2 Chapter 2 6.2.4, p205 to 206	Seepage through Body Landside Seepage Berm	同上		
	Earthquake	23	-	No description	-	No description	-		
Revetment	General		24	Chapter I, Glossary of terms used in connection with River Bunds in Sindh Page 11 of 14	A pitching protection of stone, or brick, or sandbags containing a certain proportion of cement or similar materials.	-	No description	-	
	Material and Structure		25	Appendix V, Page 2 of 12 2. Revetment	<ul style="list-style-type: none"> <li>Stone masonry pitching</li> <li>Burnt Brick masonry pitching</li> <li>Brushwood pitching including alternate layers of earth</li> <li>Muharis, single or double</li> <li>Lai groynes (single)</li> <li>Lai mats including fixing</li> <li>Date mats including fixing</li> <li>Cemented Stabilized Soil Revetment</li> </ul> *Not mentioned on the specification and design methods for each type	VOL.2 Chapter 2, 6.2.6, p208	About Slope Protection (Temporary measures) <ul style="list-style-type: none"> <li>Khaji Mats,</li> <li>Fascine Covering,</li> <li>Pilchi Rolls,</li> <li>Longitudinal Stakes and Bushing Protection (termed as MUHARI in Sindh Province),</li> <li>Pilchi Pitching (Revetment)</li> </ul> *Same as those described in the improvement for erosion. **Specification and design methods for each type are not mentioned.	<ul style="list-style-type: none"> <li>主な違いは、唯一の Punjab 州のマニュアルに蛇籠の紹介と標準的な断面、およびストーンピッチングの具体的な設計方法が記載されていること</li> <li>Sindh 州の Bund Manual には、上記の項目を追加で記載することが望ましい</li> </ul>	
						VOL.2 Chapter 2, 6.2.7, p212	Slope Protection (Permanent measures) <ul style="list-style-type: none"> <li>Brick Pitching</li> <li>Dumped Stone Rip-Rap</li> <li>Hand placed Rip-Rap (Stone Pitching)</li> <li>Soil Cement Cover</li> </ul> *Same as those described in the improvement for erosion. **The specification and design methods for all types except for stone pitching are not mentioned.		<ul style="list-style-type: none"> <li>Cement Concrete Paving</li> <li>Asphaltic Concrete</li> <li>Porous Concrete Slab</li> <li>Protection Digest.</li> </ul>
						VOL.2 Chapter 2, 6.2.7, p212	Vegetation *This assumes trees in front of the bound at a distance of 10 ft from the toe.		同上
					VOL.1 Chapter 5, 4.5, p5-41	Gabion *Basic shape is introduced.	同上		
Safety Verification		26	-	No description	-	No description	<ul style="list-style-type: none"> <li>どちらも他国のマニュアルを参照に追記することを推奨する</li> </ul>		



大項目	中項目	小項目	No.	Sindh		Punjab		コメント
				章・項	値/記載内容	章・項	値/記載内容	
Structural Design	Slope	Slope	27	Chapter V, Page 9 of 18 37. Stability of Section	3:1 to 2:1 *Where stone or brick pitching is resorted to, the slope may be steepened from 3: 1 to 2: 1	VOL .2 Chapter 2 4.3.1.3, p187 to 189	Marginal Bunds (protected): 2:1 (Minimum)/3:1 (Desirable) Bunds Protecting Strategic locations (protected): 2:1(Minimum)/3:1 (Desirable) Bunds along open reaches of the rivers (protected): 2:1 (Minimum)/2:1 (Desirable) *Same as those described in the bund shape.	・ どちらも内容はほぼ
			28	-	No description	-	No description	・ どちらも他国のマニュアルを参照に追記することを推奨する
			29	Chapter XV, Page 1 of 4 156. Necessity of stone spurs and stone apron	Stone Aprons on Front Bund *Calculation of expected deepest scouring based on the historical highest discharge. Calculation of length and thickness of stone apron by it.	VOL.1 Chapter 5, 5.6, p5-86	Stone Apron *Concrete design methods for determining the shape and material based on scour depth, flow velocity, and so on are mentioned. **Same as those described in the improvement for erosion.	・ Sindh 州の Bund Manual は、同じ洗掘深さに対してより大きな設計値を示している。洗掘深さの計算方法は異なる。 ・ Sindh 州の Bund Manual は理解しやすいため、Punjab 州の Manual of Irrigation Practice は、Sindh 州を参照して表現を修正する必要がある
Spur (Stone Groyne)	Site Condition		30	Chapter XV, Page 1 of 4 156. Necessity of stone spurs and stone apron  Chapter IV, Page 3 of 15 21. Instructions regarding pegging and measurements of erosion ordinates	The location where a loop bund is needed, but no available land. *Where the edge of the pucca bank is less than 3,000 ft. proposals for loop bund should be sent in at once.	VOL.1 Chapter 5, 5.4.7, p5-46, 5.4.7.5, p5-57	The location where the following are required. ・ Creating slack flow to silt up the area in the vicinity. ・ Protecting the riverbank by keeping the flow away from it.	・ Sindh 州の Bund Manual には、利用可能な土地が限られている場合水制が設置されると記載されている
			31	-	No description	VOL.1 Chapter 5, 5.4.7.4, p5-49	・ The typical cross-section is the following. ➢ Crest width = 30 ft ➢ Side slopes - Shank = 3H:1 V ➢ Side slopes - Head = 2H:1V ・ There are 10 types of spurs; 1. Bar spur 2. Mole-head spur 3. Hockey spur 4. Inverted hockey spurs 5. T-head spur 6. Sloping spur 7. T cum hockey spur 8. T cum hockey-sloping spur 9. J-head Spur 10. Guide-head spur	・ Sindh 州の Bund Manual には、Punjab 州の Manual of Irrigation Practice に基づいてこの項目を記載することを推奨する
			32	Chapter I, Glossary of terms used in connection with River Bunds in Sindh Page 6 of 14	Stone A stone groyne is called a spur	VOL.1 Chapter 5, 5.4.7.4, p5-49	Compacted gravel and sand with 6 inch thick for crest protection *The necessity of stone protection for other parts is mentioned but the requirements for those is not mentioned.	・ どちらも内容はほぼ同様



大項目	中項目	小項目	No.	Sindh		Punjab		コメント
				章・項	値/記載内容	章・項	値/記載内容	
	Design Method		33	-	No description	VOL.1 Chapter 5, 5.4.7.2 p5-48	<ul style="list-style-type: none"> <li>The general recommendations for spacing are introduced as follows.                             <ul style="list-style-type: none"> <li>The minimum spacing in a straight reach should thus be five (5) to six (6) times the length of the spur.</li> <li>Convex bends; 2.5 to 3.0 times the length of the spur</li> <li>Concave bends; equal to the length of the spur</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sindh 州の Bund Manual には、Punjab 州の Manual of Irrigation Practice に基づいてこの項目を記載することを推奨する</li> </ul>
					VOL.1 Chapter 5, 5.4.7 p5-46	The position, length, and shape of spurs at any site should be determined by physical model studies.		
					VOL.1 Chapter 5, 5.4.7.5, p5-57	The determination of the angle of the spur with respect to the current axis requires a physical model study		
Construction Works	Permission		34	Chapter VI, Page 14 of 14 60. The contractor shall not enter upon or commence any portion of the work  Chapter II, Page 4 of 8 4. Execution of Works	<ul style="list-style-type: none"> <li>The contractor shall not enter upon or commence any portion of the work, except with the written authority and instruction of the Executive Engineer or his subordinate in charge of the work.</li> <li>Executive Engineers will submit the proposal to the Divisions concerned to the Secretary, Indus River Commission, through the Superintending Engineer of the Circle, for the administrative approval of the Indus River Commission</li> </ul>	-	No description	<ul style="list-style-type: none"> <li>Punjab 州の Manual of Irrigation Practice には、Sindh 州の Bund Manual に基づいてこの項目を追加することを推奨する</li> </ul>
	Construction	Procedure	35	Chapter VI, Page 7-8 of 14 60. The contractor shall not enter upon or commence any portion of the work	<ul style="list-style-type: none"> <li>Removal of all trees, shrubs, grass, or other growths on the site of the embankment</li> <li>Mark the base of the embankment and the limits of the borrow pits, and construct the side slopes.</li> <li>All earth for the embankment shall be obtained only from the borrow pits set out by the Executive Engineer.</li> <li>If a key trench is provided under the embankment, the excavated trench must be measured, removed, and backfilled.</li> <li>The earth shall be deposited and spread in horizontal layers, 6 inches thick, for the full width of the bank</li> <li>each layer shall be thoroughly consolidated either by ramming, rolling, or by weighted bullock carts as directed by the Executive Engineer.</li> <li>Measurements of earthwork will be taken as far as possible in the borrow pits.</li> </ul>	-	No description	同上
		Site Inspection for Work Accomplishment (Shape inspection)	36	Chapter VI, Page 7-8 of 14 60. The contractor shall not enter upon or commence any portion of the work	Not clearly mentioned. *However, permission from the Executive Engineer is needed to proceed to the next layer of embankment	-	No description	<ul style="list-style-type: none"> <li>どちらも他国のマニュアルを参考に説明を追記することを推奨する</li> </ul>
		Quality Inspection	37	-	No description	-	No description	同上
		Acceptability Criteria	38	-	No description	-	No description	同上



大項目	中項目	小項目	No.	Sindh		Punjab		コメント																
				章・項	値/記載内容	章・項	値/記載内容																	
Management Plan	Management Plan		39	Chapter IX, Page 1-5 of 5, Pre-Abkalani Maintenance  Chapter X, Page 1-13 of 13 Ordinary Maintenance during Abkalani	Pre-abrakani maintenance and ordinary maintenance is stated. *There is no statement on middle and long-term management plan. The maintenance within a single year is focused on.	VOL.2 Chapter 8, 1.1 p591	<ul style="list-style-type: none"> <li>Asset management plan (AMP) is introduced.</li> <li>Six stages for preparing an AMP framework are the following.                             <ol style="list-style-type: none"> <li>Devise procedures for preparing the AMP and keeping it up to date.</li> <li>Prepare a statement of the Utility's relevant standards and policies.</li> <li>Identify various functions of the Utility and prepare a list of systems under each heading. Each system will comprise several assets.</li> <li>Collect information on performance and condition of the principal components of each system. (Note that performance information relates to a system whereas condition information relates to individual assets).</li> <li>Estimate long term investment covering a 20-year planning period to meet shortfalls of performance and condition and to provide for expansion and improvement.</li> <li>Prepare short term program of expenditure for 5-10 years.</li> </ol> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>長期保守計画が Punjab 州のマニュアルで紹介されてるが、マニュアルに基づいて計画を立てることは困難</li> <li>両方のマニュアルで、他の国のガイドラインを参照して管理計画の具体的な方法を追加で説明することを推奨する</li> </ul>																
	Management Cycle		40	-	No description	-	No description	<ul style="list-style-type: none"> <li>どちらも他国のマニュアルを参考に説明を追記することを推奨する</li> </ul>																
Monitoring of River Conditions	General		41	-	No description	-	No description	-																
	Patrol/ Physical Inspection		42	Chapter X, Page 3 of 13 107. Organization for patrolling and duties of members of staff	(Patrol During high flood) <ul style="list-style-type: none"> <li>As soon as water comes against a bund, patrolling by beldars should commence. Beldars works in pairs with six hours shift</li> <li>The temporary headquarters of the Overseer, Sub-Divisional Officer and Executive Engineer should be in the centre of the active bund line in their charge.</li> <li>One daroga for 8-20 miles of active bund line, depending on local conditions, is generally to be provided on the annual establishment.</li> </ul>	VOL.2 Chapter 2, 17 p266 to 267	The following activities are listed as part of flood preparedness. <ul style="list-style-type: none"> <li>Routine Inspections</li> <li>Flood Preparedness Inspection Report Before Flood</li> <li>Flood inspections during the flood</li> <li>Flood Damage Report after the Floods</li> <li>Identification and Prioritization of critical damages</li> </ul> *Inspection before and after flood are described in detail in other chapter, but there is no description of the concrete method for routine inspection and inspection during flood.	巡視について <ul style="list-style-type: none"> <li>Punjab 州のマニュアルは、Sindh 州の Bund Manual を参照してパトロール態勢について記載することを推奨する</li> <li>どちらのマニュアルも、他国のガイドラインを参考に巡回項目を記載する必要がある。</li> </ul>																
				SAFETY EVALUATION OF FLOOD BUND 11. SAFETY INSPECTION AND EVALUATION, p11	(Physical inspection of the bund after a flood) <ul style="list-style-type: none"> <li>Top Levels</li> <li>Unwanted Vegetation and Debris</li> <li>Encroachments</li> <li>Slope/Section Stability</li> <li>Settlement</li> <li>Land Subsidence</li> <li>Damaged Armour</li> <li>Flood Wall Damage</li> <li>Runnel</li> </ul> *Situation and solution are described.	VOL.1 Chapter 8, 8.2, p8-1 And Chapter 5, 5.16.4, p5-198 And Chapter 5.5.16.8, p5-199	For inspection before and after flood, <ul style="list-style-type: none"> <li>Person in charge: It is the duty of Sub-engineers and sub-divisional officers to see that the actual section is not very much below the standard laid down in the type of cross section.</li> <li>Survey team member: A three-person inspection team should be comprised, a leader, hydraulic engineer, Geotech engineer.</li> <li>Inspection Item are the followings.                             <table border="0"> <tr> <td>i. Top Levels,</td> <td>ii. Unwanted Vegetation and Debris</td> </tr> <tr> <td>iii. Encroachments</td> <td>iv. Slope/Section Stability</td> </tr> <tr> <td>v. Settlement</td> <td>vi. Land Subsidence</td> </tr> <tr> <td>vii. Damaged Armour</td> <td>viii. Flood Wall Damage</td> </tr> </table> </li> <li>ix. Runnels Caused by:                             <table border="0"> <tr> <td>a. Old tree roots</td> <td>b. Solutioning of Soluble Materials</td> </tr> <tr> <td>c. Rodent burrows, holes and dens</td> <td></td> </tr> <tr> <td>d. Piping action through foundation alluvial materials.</td> <td></td> </tr> <tr> <td>e. Damage by river flow.</td> <td>f. Erosion by wave action.</td> </tr> <tr> <td>g. Ravines caused by heavy rains</td> <td>h. Accidents</td> </tr> <tr> <td>i. Vandalism</td> <td>j. Sabotage</td> </tr> </table> </li> </ul> *Inspection before and after flood is called "Safety Inspection" in Chapter 5.	i. Top Levels,	ii. Unwanted Vegetation and Debris	iii. Encroachments	iv. Slope/Section Stability	v. Settlement	vi. Land Subsidence	vii. Damaged Armour	viii. Flood Wall Damage	a. Old tree roots	b. Solutioning of Soluble Materials	c. Rodent burrows, holes and dens		d. Piping action through foundation alluvial materials.		e. Damage by river flow.	f. Erosion by wave action.	g. Ravines caused by heavy rains
i. Top Levels,	ii. Unwanted Vegetation and Debris																							
iii. Encroachments	iv. Slope/Section Stability																							
v. Settlement	vi. Land Subsidence																							
vii. Damaged Armour	viii. Flood Wall Damage																							
a. Old tree roots	b. Solutioning of Soluble Materials																							
c. Rodent burrows, holes and dens																								
d. Piping action through foundation alluvial materials.																								
e. Damage by river flow.	f. Erosion by wave action.																							
g. Ravines caused by heavy rains	h. Accidents																							
i. Vandalism	j. Sabotage																							



大項目	中項目	小項目	No.	Sindh		Punjab		コメント
				章・項	値/記載内容	章・項	値/記載内容	
	Inspection with Equipment / Investigation / Exploration		43	-	No description	VOL.2 Chapter 2, 4.3.1.2, p87	Not mentioned *Although it is not intended for monitoring, the following sentence is introduced as investigation items. "Geophysical investigations: Electrical resistivity/ Cavities, weak soil strata and buried objects through Ground penetrating radar."	<ul style="list-style-type: none"> <li>どちらのマニュアルでも、他の国のガイドラインを参照してこの項目を追加で記載することが望ましい</li> </ul>
	River Profile / Inspection Report / Damage Record		44	APPENDIX I. River Conditions and Flood Control Measures in Sindh	No description *There are contents on the Indus River and vulnerable sites along it. However, not organised as a river profile.	VOL.1 Chapter 5, 5.16.6, p5-198	<ul style="list-style-type: none"> <li>About safety inspection, the committee will formulate its inspection/evaluation report and submit it to the owner/requesting authority within 15 days of the inspection.</li> <li>This report will normally comprise an introduction, the location of the training works, analysis of design parameters, physical inspection results i.e. observation and findings, conclusions, and recommendations.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sindh 州の Bund Manual には、Punjab 州の Manual of Irrigation Practice に基づく検査報告書/損傷記録の説明を組み込むことを推奨する</li> </ul>
	Analysis and Evaluation		45	-	No description	VOL.1 Chapter 5, 5.16.6, p5-198	Review the design according to the state-of-the-art design methods/procedures, point out any deficiencies to be corrected and suggest suitable action to withstand the accepted PMF (Probable Maximum Flood).	同上
Inspection and Ledger	General		46	-	No description	-	No description	-
	Bund		47	CHAPTER XIII Periodical Reports and Returns. APPENDIX VIII 2. I.R.C. Forms	<ul style="list-style-type: none"> <li>Erosion Statement</li> <li>ABKALANI REPORT(BUND)</li> <li>Reports on the State of Bund Sluices and Regulators.</li> <li>Statement of High Flood Levels on Bund Mile Gauges and Free Board Available During the Abkalani</li> <li>Position in Line of Defence</li> <li>Register Showing Incidence of Leaks</li> <li>Report of Leveling on Bunds</li> </ul>	VOL.1 Chapter 5, 5.16.4, p5-198, and Annex-H,	<ul style="list-style-type: none"> <li>The checklist is instructed.</li> <li>The items of the Checklist listed in Annex-H are Top Width, Top RL., Side slope, HFL, Free board, review on design parameters, phreatic line development, physical condition, patrol road and section maintenance, unauthorized traffic, slumping or settlement, body materials suitability, heavy seepage, rain cuts, general land subsidence, damages to stone or other protections, evidence of compressible or expansile soils in foundation, evidence of misuse, flood watching and fighting arrangements, gauges observation system, flood warning and information system, analysis of observations.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Punjab 州のマニュアルでは、Sindh 州の Bund Manual に記載されているような台帳を追加して、何をチェックする必要があるかを明確にすることを推奨する</li> </ul>
	River Channel		48	Chapter IX, Page 4 of 5 98. Inspection of river course and proposals for measures	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ledger or form is not described.</li> <li>A full report, together with any proposals considered necessary, should be forwarded to the Superintending Engineer, *if an unfavorable river course or river set is indicated.</li> </ul>	VOL.1 Chapter 5, 5.16.9, p5-200	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ledger or form is not described.</li> <li>Periodical topo and bathymetric surveys of river channels and khadir (active flood plain) are carried out every year after flood season.</li> <li>Topo survey: extends to about 15000 x afflux feet at upstream and 25000 ft on the downstream of barrage. This survey shows the areal placement of river channels, their variations, erosions and shoals and changes in the meanders of the river channel.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sindh 州の Bund Manual では、侵食と水深測量の検査および調査項目を追加することを推奨する</li> <li>どちらのマニュアルも、他国のガイドラインを参考にした具体的な検査方法を説明する必要がある</li> <li>Punjab 州のマニュアルは、堰の周りの領域に制限せず、川のコースの検査と侵食の領域を拡大することを推奨する</li> </ul>
	Storage		49	-	No description	VOL.1 Chapter 5, 5.21, p5-241	The sub-divisional officer in charge of the barrage has the responsibility of checking and initiating all the data records regularly at prescribed intervals. *The target record of the above sentence is unclear because it is not mentioned. It seems to be that the target records are those related to the barrage because the responsibility person is the officer in the barrage.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sindh 州の Bund Manual には、保管の方法論を記載する必要がある</li> <li>どちらのマニュアルも、保存するレポートの種類を明確に説明する必要がある</li> </ul>



大項目	中項目	小項目	No.	Sindh		Punjab		コメント
				章・項	値/記載内容	章・項	値/記載内容	
River Ledger	General		50		River Ledger or form is not described		No description	-
	Contents		51	APPENDIX VIII 2. I.R.C. Forms	Erosion Statement <ul style="list-style-type: none"> <li>Date of first measurement.</li> <li>AmoWIt of Erosion</li> </ul>	-	No description	<ul style="list-style-type: none"> <li>Punjab 州の Manual of Irrigation Practice には、Sindh 州の Bund Manual を参照してバンドの特性を示す台帳を含めることを推奨する</li> </ul>
					ABKALANI REPORT(BUND) <ul style="list-style-type: none"> <li>Breach</li> <li>Leak</li> <li>Erosion</li> </ul>			
Statement of High Flood Levels on Bund Mile Gauges and Free Board Available During the Abkalani <ul style="list-style-type: none"> <li>Ground Level</li> <li>High Flood Level</li> <li>Corresponding Discharge at Sukkur.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>RL of Top of Bund</li> <li>Freeboard on actually recorded level and extra polated level</li> </ul>							
				Position in Line of Defence <ul style="list-style-type: none"> <li>Water Level</li> <li>H.F.L</li> <li>Max. Depth</li> <li>Min. Freeboard</li> <li>Date on which water touch the Bund</li> <li>Corresponding Gauge Reading at the barrage</li> <li>RL, and width of the Top of Bund and Slope</li> <li>Ground Level</li> <li>General Condition of Bund</li> <li>Nature of Soil</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Diaphragm of sand Trench in the Bund</li> <li>Leak</li> <li>Breach</li> <li>Extent of Erosion</li> <li>Trace of Seepage</li> <li>Trace of Wave Wash</li> <li>Issue in Sluice</li> <li>Expenditure on repair last season</li> <li>Special patrol is required during the next season.</li> </ul>			
	Storage		52	-	No description	-	No description	<ul style="list-style-type: none"> <li>どちらのマニュアルも、他の国のマニュアルを参照して説明することを推奨する。</li> </ul>
Bund Breach	Cause of Breach		53	Chapter IIX, Page 1 of 15 131. Causes of breaches	<ul style="list-style-type: none"> <li>( a ) Erosion of the bund by the river itself;</li> <li>( b ) Failure of masonry works, such as sluices and regulators;</li> <li>( c ) An uncontrolled leak developing into a breach</li> <li>( d ) overtopping or severe scour of the bund</li> </ul>	Chapter 2 8.1.1, p219	<ul style="list-style-type: none"> <li>Erosion of the bund by the river itself;</li> <li>Failure of masonry works, such as sluices and regulators;</li> <li>An uncontrolled leak developing into a breach</li> <li>Overtopping or severe scour of the bund</li> </ul> <p>* The most frequent cause of a breach is the development of a leak.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>同じ破堤の原因が、Punjab 州の Sindh 州とマニュアルの両方にリストされている</li> </ul>
	Artificial Breach		54	-	No description	VOL.2 Chapter 2 7.1, p217(242/754)	<p>About conditions for activation of bleaching section</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>The location is approved by a committee.</li> <li>The pre-requisite site conditions are followings. <ul style="list-style-type: none"> <li>The rate of inflow to the structure is most likely to be more than the discharging capacity of the structures.</li> <li>The critical / emergency gauge at a fixed location on left marginal bund or elsewhere has exceeded the limiting value and the river discharge still rising.</li> </ul> </li> <li>The critical gauge level was already set, but it is desirable to change this value because it was set more than 40 years ago.</li> </ul> <p>About how to make a breach</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>There are two ways; Mechanical means and Blowing up the body of the bund through use of explosives.</li> <li>Mechanical means is desirable because it is more reliable. The success rate of explosives is less than 50%.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>この項目は、Punjab 州の Manual of Irrigation Practice にのみ記載されている。その理由は、Sindh 州には指定された破堤ポイントや公式な破堤ポイントがないようためだと考えられる。</li> </ul>



大項目	中項目	小項目	No.	Sindh		Punjab		コメント
				章・項	値/記載内容	章・項	値/記載内容	
	Immediate Action		55	Chapter IIX, Page 1 of 15 132. Immediate action in the event of a breach	<ul style="list-style-type: none"> <li>The sectional overseer should immediately communicate to the Sub-Divisional Officer and Executive Engineer, and the items reported to them is clearly listed in the manual.</li> <li>The probable route will be estimated. And in the case that important infrastructure such as Railway and Gas likely be affected, they will be informed.</li> <li>The Executive Engineer should also immediately inform the higher staff and then should make a report.</li> <li>To prevent the breach from widening, a groin should be constructed.</li> </ul>	VOL.2 Chapter 2 7.1, p217(242/754)	<ul style="list-style-type: none"> <li>The sectional overseer should immediately communicate to Sub-Divisional Officer and Executive Engineer, and the items reported to them is clearly listed on the manual.</li> <li>The probable route will be estimated. And in the case that important infrastructure such as Railway and Gas likely be affected, they will be informed.</li> <li>The Executive Engineer should also immediately inform the higher staff and then should make a report.</li> <li>To prevent the breach from widening, a groin should be constructed.</li> </ul>	内容は両マニュアルともほぼ同じ
	Closure of Breach		56	Chapter XII, Page 4 of 15 137. One method of closing a large river breach	One method of closing with a ring bund is explained in detail.	VOL.2 Chapter 2 8.1.3, p220(245/754) Chapter 2 8.1.7, p222 to 229(247 to 253/754)	One method of closing with a ring bund is explained in detail.	内容は両方のマニュアルで同じ
大項目	中項目	小項目	No.	Sindh		Punjab		コメント
	Definition of a Bund		1	Chapter I, Glossary of terms used in connection with River Bunds in Sindh, Page 3 of 15	<ul style="list-style-type: none"> <li>川岸に平行な土堤</li> <li>洪水時の河川流出による浸水から陸側を守るため</li> </ul>	VOL.2 : Chapter 2 3, p185	<ul style="list-style-type: none"> <li>土製の人工堤防</li> <li>浸水から保護し、洪水の保護地域との間の障壁として機能するため。</li> </ul>	どちらのマニュアルでも、堤防は洪水時の浸水から土地を保護するための土の堤防と定義されている。
Standard Shape of a Bund	Crest Width		2	Chapter V, Page 13 of 18 41. Standard sections or type designs of bund	<ul style="list-style-type: none"> <li>Main Bund: 20 ft(=6.1m)</li> <li>Trench Bund: 10 ft(=3.05m)</li> </ul>	VOL.2 Chapter 2 4.3.1.3, p187 to 189	<ul style="list-style-type: none"> <li>Marginal Bunds: 25 ft(=7.6m) (最小)/30 ft(=9.1m) (望ましい)</li> <li>Bunds Protecting Strategic locations: 25 ft(=7.6m) (最小)/30 ft(=9.1m) (望ましい)</li> <li>Bunds along open reaches of the rivers:: 20 ft(=6.1m) (最小)/25 ft(=7.6m) (望ましい)</li> </ul> *最小値は、現在 FFC によって規定されているパラメータであり、40 年間変更されていない。望ましい値は、Punjab 州による経験的思考に基づく推奨パラメータ。	パンジャブ州はより広い幅を指定している
	Side Slope	Riverside	3	Chapter V, Page 13 of 18 41. Standard sections or type designs of bund	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bund: 3:1</li> <li>Medium Bund: 3:1(高さ 8 ft から 12 ft)から 4:1(高さ 12 ft から 13 ft)</li> <li>High Bund: 3:1(高さ 12 ft から 13 ft)から 4:1(高さ 13 ft 以上)</li> </ul>	VOL.2 Chapter 2 4.3.1.3, p187 to 189	土堤のみ <ul style="list-style-type: none"> <li>Marginal Bunds: 3:1(最小)/4:1(Desirable)</li> <li>Bunds Protecting Strategic locations: 3:1(最小)/4:1(望ましい)</li> <li>Bunds along open reaches of the rivers: 3:1(最小)/3:1(望ましい)</li> </ul> 保護工あり <ul style="list-style-type: none"> <li>Marginal Bunds: 2:1(最小)/3:1(Desirable)</li> <li>Bunds Protecting Strategic locations: 2:1(最小)/3:1(望ましい)</li> <li>Bunds along open reaches of the rivers: 2:1(最小)/2:1(望ましい)</li> </ul>	Sindh 州では、タイプごとに堤防の高さに応じて異なる勾配が指定されている。 保護工なしタイプの法勾配は、どちらも 3:1 から 4:1
		Landside	4	Chapter V, Page 13 of 18 41. Standard sections or type designs of bund	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bund: 3:1 小段なし</li> <li>Medium Bund: 3:1 小段なし</li> <li>High Bund: 2:1(天端~小段), 6:1(小段~現況地盤)</li> </ul>	VOL.2 Chapter 2 4.3.1.3, p187 to 189  VOL.2 Chapter 2 6.2.4, p205 to 20	<ul style="list-style-type: none"> <li>Marginal Bunds: 2:1(最小)/3:1(望ましい)</li> <li>Bunds Protecting Strategic locations: 2:1(最小)/3:1(望ましい)</li> <li>Bunds along open reaches of the rivers: -/2:1(望ましい)</li> <li>小段: 6:1</li> </ul>	小段の勾配はどちらも同じ 小段のない法勾配は、Sindh 州では 3:1、Punjab 州では 2:1 から 3:1。
	Berm		5	Chapter V, Page 13 of 18 41. Standard sections or type designs of bund	High Bund <ul style="list-style-type: none"> <li>川側: 指定なし</li> <li>陸側: 5ft(= 1.53m)</li> </ul> *8 to 9 ft below the top depending on the front slope	VOL.1 Chapter 5, 5.4.9.8, p5-69, VOL.2 Chapter 2 6.2.4, p205 to 206	<ul style="list-style-type: none"> <li>裏小段(Pushta) (陸側)は、水理勾配を断面積内に保つために設けらる。</li> <li>水理勾配線は、堤防のつま先で自然の表面レベルから少なくとも 2 フィート下にあり、少なくとも 4 フィートの厚さの土で覆われている必要がある</li> </ul>	幅は Sindh 州で 5ft、Punjab 州では水理勾配線をカバーするように設定されている



大項目	中項目	小項目	No.	Sindh		Punjab		コメント
				章・項	値/記載内容	章・項	値/記載内容	
	Freeboard		6	Chapter V, Page 5 of 18 33. Freeboard Chapter V, Page 13 of 18 41. Standard sections or type designs of bund	<ul style="list-style-type: none"> <li>Main Bund: 4 ft(=1.22m)</li> <li>Trench Bund: 2 ft(=0.61m)</li> </ul> * 波浪などの予期せぬ突然の水位上昇や川の流れの短絡に対する適切な安全係数を考慮に入れること。	VOL.2 Chapter 2 4.3.1.3, p187 to 189 and Chapter 2, 6.2.1, p198 to 200 VOL.1 Chapter 5, 5.4.9.2, p5-60,	<ul style="list-style-type: none"> <li>Marginal Bunds: 6 ft(=1.8m) (最小)/ 7.0 ft(=2.1m)または分析によって決定された方のいずれか大きい方 (望ましい)</li> <li>Bunds Protecting Strategic locations: 6 ft(=1.8m) (最小)/ 7.0 ft(=2.1m) または分析によって決定された方のいずれか大きい方 (望ましい)</li> <li>Bunds along open reaches of the rivers: 6 ft(=1.8m) (最小)/ 6.0 ft(=2.1m) または分析によって決定された方のいずれか大きい方(望ましい)</li> <li>分析する場合、 余裕高= 波の打ち上げ高 + 風の影響 + 川の影響 + 1.0 ft</li> </ul> *波の打ち上げ高、風の影響、川の影響の具体的な計算方法が挙げられている。	<ul style="list-style-type: none"> <li>Punjab 州の値の方が大きい。</li> <li>その理由は、Sindh 州の「Bund Manual」が 2008 年に発行され、Punjab 州の「Manual for Irrigation Practice」が 2010 年の洪水後の 2017 年に更新されたためと思われる</li> </ul>
	Extra Embankment		7	Chapter VI, Page 3 of 14 53. Method of good construction	<ul style="list-style-type: none"> <li>Normal: 設計高さの 12 1/2 %</li> <li>スクレーパー/フットローラー: 設計高さの 6 1/4 %</li> </ul> * 沈下と圧縮を許容するため	-	記載なし	<ul style="list-style-type: none"> <li>Punjab 州の Manual for Irrigation Practice では、Sindh 州のマニュアルの説明に基づいてこの項目を説明することを推奨する</li> </ul>
	Alignment		25.	Consideration s Governing Alignment and Spacing of Bund	<ul style="list-style-type: none"> <li>ループは、数年間の侵食からの安全性を確保するために、既存堤防から十分に離れている必要がある</li> <li>ループは、コストを最小限に抑え、保護を最大化するために、必要以上に貴重な土地を除外すべきではない</li> <li>保護のコストは、米国の慣行と同様に、得られる利益によって妥当性を示す</li> <li>堤防は、高速の流れによる弱体化や侵食を避けるために、川の曲がり角の近くに設置しない</li> </ul>	VOL.2 Chapter 15.5.2, p259	<ul style="list-style-type: none"> <li>洪水保護堤防は、蛇行するベルトから適切な距離で、川の蛇行軸と平行に配置する必要があります。</li> <li>法線は、基礎土壌の地形、インフラストラクチャ、および地盤工学的パラメータによる</li> <li>特別な場合には、堤防は護岸、エプロン、保護工付水制による保護が必要になる場合がある</li> <li>目標は、浸食や洗掘を避けるために、堤防に沿った活発な平行流を最小限に抑えること</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>内容は、堤防の侵食とコスト効率化に焦点を当てている</li> <li>不適切なアライメントによる河川の流れの状態や乱流への影響についての考慮を記述する必要がある。</li> </ul>
Quality Control	Material	Desirable Material	8	Chapter VI, Page 1 of 14 51. Requisites of suitable soils for bund building	<ul style="list-style-type: none"> <li>堤防は、原則として、堤防に沿って、または堤防のすぐ川表のピットから得られる土で建設される</li> <li>砂と粘土の公正な割合(30~40%)を混合することが望ましい</li> </ul> *粘土の中の砂は、粘土の水密性と靱性を損なうことなく、収縮や亀裂を防ぐ。	-	記載なし	<ul style="list-style-type: none"> <li>Punjab 州の Manual of Irrigation Practice には、Sindh 州のマニュアルの説明に基づいてこの項目を含めることを推奨する。</li> </ul>
		Available Material	9	Chapter VI, Page 1 of 14 52. Relative Merits of different soils for Bund Building.	<ul style="list-style-type: none"> <li>砂(厚さ 6 インチの厚さの粘土被覆): 砂 85%、シルト 10%、粘土 5%</li> <li>*粘土被覆がない場合、飽和がフラットであるため、大きな断面が必要</li> <li>粘土と混合された砂: 砂 50-70%、粘土 30-50</li> <li>*最適な混和</li> <li>ローム(厚さ 6 インチの厚さの粘土被覆): 砂 30~50%、シルト 30~50%、粘土 20%未満。</li> <li>*飽和されると安定性がほとんどない</li> <li>粘土(砂コア有): 砂 5%、シルト 40%、粘土 55%</li> <li>*絶対に避けられない場合を除き、そのような土で築堤すべきではない</li> </ul>	-	記載なし	同上
	Construct-ion Method		10	Chapter VI, Page 10 of 14 60. Specifications for Earth work for River Embankment.	<ul style="list-style-type: none"> <li>堤防に使用されるすべての土には、すべての根、草、棒、その他の異物があってはならない</li> <li>土は、堤防全幅に対して、厚さ 6 インチの水平層に広げられる</li> <li>すべての土塊は、土取場で直径 2 インチ以下に砕かなければならない</li> <li>ローリングを容易にするために、盛土厚さが 6 インチ以下の均一な層である必要がある</li> <li>前の層がエグゼクティブエンジニアまたはその部下が満足するように完全に圧密されるまで、新しい層を配置してはならない</li> </ul>	-	記載なし	同上
	Degree of Compaction		11	-	記載なし	-	記載なし	<ul style="list-style-type: none"> <li>どちらのマニュアルも、他の国のマニュアルに基づいてこのアイテムを説明することを推奨する</li> </ul>



大項目	中項目	小項目	No.	Sindh		Punjab		コメント																														
				章・項	値/記載内容	章・項	値/記載内容																															
Service Road/Maintenance Road			12	Chapter V, Page 18 of 18 50. Fencing.	<ul style="list-style-type: none"> <li>明記されていない</li> <li>堤防では公共の交通は許可されておらず、フェンスが必要です。</li> </ul>	-	記載なし	<ul style="list-style-type: none"> <li>どちらのマニュアルも、他の国のマニュアルに基づいてこのアイテムを説明することを推奨する</li> </ul>																														
Safety Evaluation	General		13	-	記載なし	-	記載なし	-																														
	Slope Stability/Slip Circle		14	Chapter V, Page 8 of 18 37. Stability of Section.	断面は経験から設定されており、あらゆる条件下での安定性を考慮している。	VOL.1 Chapter 5, 5.4.9.6, p5-62	<ul style="list-style-type: none"> <li>斜面安定性解析は、スライス法に従って、簡易ビショップ法と関連するコンピュータソフトウェアを使用して実行される</li> <li>必要な情報は下記の通り                             <ol style="list-style-type: none"> <li>堤防の形状</li> <li>土質定数：密度、飽和密度。粘着力 c、内部摩擦角、一軸圧縮強度、透水係数 k</li> <li>設計水位と低水位</li> <li>浸潤線と間隙水圧</li> <li>盛土の上載荷重</li> <li>地震荷重</li> </ol> </li> <li>計算は、2つの異なる幾何学的パラメータの堤防の典型的な断面で実行される                             <ol style="list-style-type: none"> <li>川床の石エプロンは損傷なし。</li> <li>川底の洗掘は、完全に動き出した石のエプロンとともにモデル化される</li> </ol> </li> <li>荷重条件は「重力」、「浸透(または間隙水圧)」、「地震」</li> <li>堤防内の浸潤線(または水理勾配)の位置は、Casagrandeの方法を使用して、設計洪水レベルでの関連する浸透条件に対して決定される</li> <li>間隙水圧は、「間隙圧力比」と「上面からの土の深さ」から求められる</li> <li>潜在的な破壊面は、次の4つの重要な条件について分析される。i)建設後、ii)設計水位での定常状態、iii)水位低下時、iv)完全に石エプロンが動く際を想定しています。</li> <li>最小安全率を下表に示します。</li> </ul> <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Condition</th> <th colspan="2">Minimum safety factor</th> </tr> <tr> <th>Without earthquake</th> <th>With earthquake</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>During and end of construction</td> <td>1.4</td> <td>1.2</td> </tr> <tr> <td>Rapid river draw-down</td> <td>1.3</td> <td>1.1</td> </tr> <tr> <td>River low flow level</td> <td>1.2</td> <td>1.0</td> </tr> <tr> <td>Design flood</td> <td>1.5</td> <td>1.2</td> </tr> </tbody> </table>	Condition	Minimum safety factor		Without earthquake	With earthquake	During and end of construction	1.4	1.2	Rapid river draw-down	1.3	1.1	River low flow level	1.2	1.0	Design flood	1.5	1.2	<ul style="list-style-type: none"> <li>シンド州のマニュアルには、パンジャブ州のマニュアルの説明に基づいてこのアイテムを含めることを推奨する</li> </ul>													
Condition	Minimum safety factor																																					
	Without earthquake	With earthquake																																				
During and end of construction	1.4	1.2																																				
Rapid river draw-down	1.3	1.1																																				
River low flow level	1.2	1.0																																				
Design flood	1.5	1.2																																				
	Erosion		15	Chapter IV, Page 3 of 15 20. Cutting of Erosion Lines and Spacing of Erosion Ordinates.	<ul style="list-style-type: none"> <li>下表は、erosion ordinates が不可欠と見なされる距離と、2つの連続する erosion ordinates 間で保持する必要がある距離を示す</li> </ul> <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <thead> <tr> <th></th> <th>Where distance between Bund and pucca edge is</th> <th>Distance between two consecutive ordinates</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Above Sukkur</td> <td>2 to 3 miles 1 to 2 miles Less than a mile</td> <td>1 mile apart Half a mile part One furlong apart</td> </tr> <tr> <td>Below Sukkur</td> <td>2 to 3 miles 1 to 2 miles Less than a mile</td> <td>No ordinates Half a mile apart One furlong apart</td> </tr> </tbody> </table> <ul style="list-style-type: none"> <li>pucca bank の端が 3,000 フィート未満の場合は、loop bund を提案する必要がある</li> </ul>		Where distance between Bund and pucca edge is	Distance between two consecutive ordinates	Above Sukkur	2 to 3 miles 1 to 2 miles Less than a mile	1 mile apart Half a mile part One furlong apart	Below Sukkur	2 to 3 miles 1 to 2 miles Less than a mile	No ordinates Half a mile apart One furlong apart	VOL.2 Chapter 2, 5.3, p190	<ul style="list-style-type: none"> <li>安全性を評価する方法については記載がなし。ただし、洗掘深さの推定方法が記載されている。</li> <li>局所洗掘、狭窄洗洗、曲げ洗掘、および合流点での洗堀の深さをいくつかの利用可能な方法で計算し、工学的判断を使用して望ましい結果を選択することが推奨されている。</li> <li>さまざまな河川勾配で推奨される局所洗掘深度方法を下表に示す</li> </ul> <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <thead> <tr> <th>River gradient</th> <th>Material</th> <th>Recommended method</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">Very mild</td> <td rowspan="2">Sand and silt</td> <td>-Lacey method (1930)</td> </tr> <tr> <td>-Inglis method (1940)</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">Mild (incised)</td> <td rowspan="4">Gravel, sand and silt</td> <td>- Lacey's equation (Expanded by USBR, 1984)</td> </tr> <tr> <td>- Blench equation (USBR, 1969)</td> </tr> <tr> <td>- Molesworth and Yenidunia equation</td> </tr> <tr> <td>- Neill equation (USBR, 1973)</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Steep</td> <td rowspan="2">Gravel and coarse sand</td> <td>- Blench equation (USBR 1969)</td> </tr> <tr> <td>- Molesworth and Yenidunia equation</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Very steep</td> <td rowspan="2">Gravel and boulders</td> <td>- Farraday and Charlton equation</td> </tr> <tr> <td>- Brown formula</td> </tr> </tbody> </table>	River gradient	Material	Recommended method	Very mild	Sand and silt	-Lacey method (1930)	-Inglis method (1940)	Mild (incised)	Gravel, sand and silt	- Lacey's equation (Expanded by USBR, 1984)	- Blench equation (USBR, 1969)	- Molesworth and Yenidunia equation	- Neill equation (USBR, 1973)	Steep	Gravel and coarse sand	- Blench equation (USBR 1969)	- Molesworth and Yenidunia equation	Very steep	Gravel and boulders	- Farraday and Charlton equation	- Brown formula	<ul style="list-style-type: none"> <li>シンド州のバンドマニュアルでは、パンジャブ州の灌漑実践マニュアルに基づいて洗掘深度計算の具体的な方法を説明することを推奨する</li> <li>パンジャブ州のマニュアルには、シンド州のマニュアルのような安全性評価の方法を含めることを推奨する</li> </ul>
	Where distance between Bund and pucca edge is	Distance between two consecutive ordinates																																				
Above Sukkur	2 to 3 miles 1 to 2 miles Less than a mile	1 mile apart Half a mile part One furlong apart																																				
Below Sukkur	2 to 3 miles 1 to 2 miles Less than a mile	No ordinates Half a mile apart One furlong apart																																				
River gradient	Material	Recommended method																																				
Very mild	Sand and silt	-Lacey method (1930)																																				
		-Inglis method (1940)																																				
Mild (incised)	Gravel, sand and silt	- Lacey's equation (Expanded by USBR, 1984)																																				
		- Blench equation (USBR, 1969)																																				
		- Molesworth and Yenidunia equation																																				
		- Neill equation (USBR, 1973)																																				
Steep	Gravel and coarse sand	- Blench equation (USBR 1969)																																				
		- Molesworth and Yenidunia equation																																				
Very steep	Gravel and boulders	- Farraday and Charlton equation																																				
		- Brown formula																																				



大項目	中項目	小項目	No.	Sindh		Punjab		コメント
				章・項	値/記載内容	章・項	値/記載内容	
	Seepage Control	Permeability Inspection	16	-	記載なし	VOL.2 Chapter 2, 6.2.3, p204	<ul style="list-style-type: none"> <li>基礎の安定性を確保するために、次の情報をテストピットとボーリング調査を通じて調査する必要がある。河床材料の透水性/現場密度/玉石や岩の硬度/許容支持力。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>シンド州のバンドマニュアルには、パンジャブ州の灌漑実践マニュアルに基づいてこの項目を説明することを推奨する</li> </ul>
		Seepage Analysis	17	-	記載なし	VOL.2 Chapter 2, 6.2.4, p205 to 208	<ul style="list-style-type: none"> <li>水理勾配は、実用的な目的のために直線を想定している。水理勾配の一般的な値は、土壌の種類によって異なるが、通常は 6:1 と想定する</li> <li>水理勾配は、堤防のつま先で少なくとも 2ft 下にある必要がある</li> <li>水理勾配線が土でできた陸側に出る場合は、水圧勾配線より上に 4 フィートの最小被覆が必要</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>シンド州のバンドマニュアルは、パンジャブ州の灌漑実践マニュアルのように、バンド本体からの浸透を追加することを推奨する</li> </ul>
			18	-	記載なし	VOL.1 Chapter 5, 5.4.9.6(f), p5-66	<ul style="list-style-type: none"> <li>地震による加速度は、水平成分と垂直成分の 50%低減を基準に選択される。たとえば、低減後のパンジャブの値は、OBE, 水平 = 0.08g、鉛直 = 0.04g。</li> <li>これらの地震力は、スライスの重心に作用する</li> <li>Open Basis Earthquake 値による加速度は、特定の関連する地震ゾーン基準に基づいて採用される</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>シンド州のバンドマニュアルは、パンジャブ州のマニュアルの説明に基づいてこの項目を説明することをお勧めします</li> </ul>
Improvement of a Bund	Slope Stability/Slip Circle		19	Chapter XI, Page 6 of 17 125. Slips and their treatment	<ul style="list-style-type: none"> <li>飽和線をカバーするための裏法の拡張</li> <li>すべり面付近の Mangli or ring</li> <li>裏法尻へのドレーン材の設置</li> </ul>	-	記載なし	<ul style="list-style-type: none"> <li>パンジャブ州の Manual of Irrigation Practice は、シンド州のバンドマニュアルだけでなく、改善方法も追加で紹介することを強くお勧めします。</li> </ul>
	Erosion		20	Chapter XV, Page 1 of 4 156. Necessity of stone spurs and stone apron	石の水制と石のエプロン *過去の最高流量に基づき予想される最深河床の計算。それによる石のエプロンの長さの計算	VOL.2 Chapter 2, 5.3, p190	<ul style="list-style-type: none"> <li>強固な設計と構造</li> <li>弱い/不十分に強いリーチを強化する</li> <li>ストーンピッチング、マットレス、スタッド、水制のような侵食対策</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>幅広い対策をカバーするために、一方の側の実に記載の対策を互いに追加する必要がある</li> <li>両マニュアルとも、他国のマニュアルを参考に具体的な設計手法を追加し、すべての対策について設計手法を記述することを推奨する</li> </ul>
		Appendix V Miscellaneous River Works., Page 2 of 12 2. Revetment		<ul style="list-style-type: none"> <li>護岸</li> <li>セメント安定化土護岸</li> <li>木製水制</li> <li>Bandelling 等</li> </ul> *シンド州で実現可能なオプションとして上記は設計方法の記載なしで示されている	VOL.1 Chapter 5.4.5, p5-41 Chapter 5.4.8, p5-57 Chapter 5.5.6, p5-86 Chapter 5, 5.7 p5-93 Chapter 5.5.8, p5-86	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gabion: 基本形状が示されている</li> <li>Studs: 基本的な形状は記載されているが、長さの設計は記載されていない</li> <li>Stone Apron: 洗掘深さや流速などから形状や材料を決定するための具体的な設計手法が示されている</li> <li>Stone Pitching: 流速と波高に基づいて厚さと材料を決定するための具体的な設計方法が示されている</li> <li>Geotextile Filter: 石が手に入りにくい場合は、代わりにジオテキスタイルフィルターを使用できる。材料に関する要件条件が記載されている。</li> </ul>		
					VOL.2 Chapter 2, 6.2.6 ,p208	法面保護 (応急対策) <ul style="list-style-type: none"> <li>Khaji Mats,</li> <li>Fascine Covering,</li> <li>Pilchi Rolls,</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>Longitudinal Stakes and Bushing Protection (MUHARI と Sind 州で呼ばれている),</li> <li>Pilchi Pitching (護岸)</li> </ul> *対策の目的については言及されていない。 **具体的な設計方法は示されていない		
		VOL.2 Chapter 2, 6.2.7 ,p212	法面保護 (恒久対策) <ul style="list-style-type: none"> <li>Brick Pitching</li> <li>Dumped Stone Rip-Rap</li> <li>Hand placed Rip-Rap (Stone Pitching)</li> <li>Soil Cement Cover</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>Cement Concrete Paving</li> <li>Asphaltic Concrete</li> <li>Porous Concrete Slab</li> <li>Protection Digest.</li> </ul> *対策の目的については言及されていない。 **具体的な設計方法は示されていない					



大項目	中項目	小項目	No.	Sindh		Punjab		コメント								
				章・項	値/記載内容	章・項	値/記載内容									
	Seepage Control (Newly Constructed)	Types of Improvement Methods	21	Chapter V, Page 7 of 18 35. Piping	<ul style="list-style-type: none"> <li>適切な盛土材料の選定</li> <li>シンド州の標準断面の適用</li> </ul>	VOL.2 Chapter 2, 5.5, p204	基礎の安定 <ul style="list-style-type: none"> <li>基礎地盤の手直し</li> <li>必要な範囲の川床にグラウトを詰める</li> <li>蛇籠水理構造物/護岸基礎にある反転フィルターまたはジオテキスタイル層</li> <li>必要に応じた遮水</li> </ul> *具体的な設計方法は示されていない	<ul style="list-style-type: none"> <li>堤防本体の対策は、両方のマニュアルで同様</li> <li>シンド州のバンドマニュアルには、パンジャブ州の Manual of Irrigation Practice に基づく基礎に関する対策を追加で含めることを推奨する</li> <li>どちらの州のマニュアルも、他の国のガイドラインを参照して設計方法を追加で記載する必要がある</li> </ul>								
						VOL.2 Chapter 2, 6.1.1, p191	基礎の安定 <ul style="list-style-type: none"> <li>Cut off trench</li> <li>Riverside impervious blankets</li> <li>Pervious toe trenches</li> </ul> *The concrete design method is not described		<ul style="list-style-type: none"> <li>Pressure relief wells</li> <li>Landside seepage berms</li> </ul>							
						VOL.2 Chapter 2, 6.1.8 to 6.1.13, p195	堤体の浸透 <ul style="list-style-type: none"> <li>Pervious Toe Drain</li> <li>Horizontal Drainage Layers</li> </ul> *この3つの対策の違いは排水材の位置		<ul style="list-style-type: none"> <li>Inclined Drainage Layers</li> </ul>							
		Existing Bund	22	Chapter XI, Page 6 of 17 125. Slips and their treatment	飽和線をカバーする裏法の拡幅 *既存の堤防の浸透対策については明確に言及されていない	VOL.2 Chapter 2 6.2.4, p205 to 206	<ul style="list-style-type: none"> <li>堤体を通る浸透</li> <li>陸側浸透小段</li> </ul>	Same as above								
		Earthquake	23	-	記載なし	-	記載なし	-								
Revetment	General		24	Chapter I, Glossary of terms used in connection with River Bunds in Sindh Page 11 of 14	石、レンガ、またはセメントまたは同様の材料を一定の割合で含む土嚢のピッチング保護	-	記載なし	-								
									Material and Structure	25	Appendix V, Page 2 of 12 2. Revetment	<ul style="list-style-type: none"> <li>練石張り</li> <li>Burnt Brick masonry pitching</li> <li>Brushwood pitching including alternate layers of earth</li> <li>Muharis, single or double</li> <li>Lai groyne (single)</li> <li>Lai mats including fixing</li> <li>Date mats including fixing</li> <li>セメント安定化土護岸</li> </ul> *各タイプの仕様や設計方法については記載されていない	VOL.2 Chapter 2, 6.2.6, p208	法面保護 (応急対策) <ul style="list-style-type: none"> <li>Khaji Mats,</li> <li>Fascine Covering,</li> <li>Pilchi Rolls,</li> <li>Longitudinal Stakes and Bushing Protection (termed as MUHARI in Sindh Province),</li> <li>Pilchi Pitching (Revetment)</li> </ul> *侵食対策として記載されているものと同様 **Specification and design methods for each type are not mentioned.	<ul style="list-style-type: none"> <li>The main difference between them is that the only Panjab manual states the introduction and the standard cross section of gabions and the concrete design method for stone pitching.</li> <li>It is desirable for the Bund Manual in Sindh to additionally describe the above items.</li> </ul>	
													VOL.2 Chapter 2, 6.2.7, p212	法面保護 (恒久対策) <ul style="list-style-type: none"> <li>Brick Pitching</li> <li>Dumped Stone Rip-Rap</li> <li>Hand placed Rip-Rap (Stone Pitching)</li> <li>Soil Cement Cover</li> </ul> *Same as those described in the improvement for erosion. **The specification and design methods for all types except for stone pitching are not mentioned.		<ul style="list-style-type: none"> <li>Cement Concrete Paving</li> <li>Asphaltic Concrete</li> <li>Porous Concrete Slab</li> <li>Protection Digest.</li> </ul>
													VOL.2 Chapter 2, 6.2.7, p212	Vegetation *This assumes trees in front of the bound at a distance of 10 ft from the toe.		Same as above
													VOL.1 28Chapter 5, 4.5, p5-41	Gabion *Basic shape is introduced.		Same as above
Safety Verification		26	-	記載なし	-	No description	<ul style="list-style-type: none"> <li>Both are recommended to describe about manuals in other countries.</li> </ul>									



大項目	中項目	小項目	No.	Sindh		Punjab		コメント
				章・項	値/記載内容	章・項	値/記載内容	
	Structural Design	Slope	27	Chapter V, Page 9 of 18 37. Stability of Section	3:1 から 2:1 *石やレンガのピッチングを敷設する場合、法勾配は 3:1 から 2:1 に急勾配になる場合がある	VOL .2 Chapter 2 4.3.1.3, p187 to 189	Marginal Bunds (protected): 2:1 (Minimum)/3:1 (Desirable) Bunds Protecting Strategic locations (protected): 2:1(Minimum)/3:1 (Desirable) Bunds along open reaches of the rivers (protected): 2:1 (Minimum)/2:1 (Desirable) *Same as those described in the bund shape.	• The contents in both are almost the same.
		Founda-tion	28	-	記載なし	-	No description	• Both are recommended to describe about manuals in other countries.
		Foot Protection	29	Chapter XV, Page 1 of 4 156. Necessity of stone spurs and stone apron	堤防前面の石エプロン *過去の最高流量に基づき予想される最深河床の計算。それによる石のエプロンの長さの計算。	VOL.1 Chapter 5, 5.6, p5-86	Stone Apron *Concrete design methods for determining the shape and material based on scour depth, flow velocity, and so on are mentioned. **Same as those described in the improvement for erosion.	• The Bund Manual in Sindh has larger design value for the same scour depth, although the calculation methodology for the scour depth differs. • Since the Bund Manual in Sindh is easy to understand, the Manual of Irrigation Practice in Punjab should modify the writing style with reference to the Sindh.
Spur (Stone Groyne)	Site Condition		30	Chapter XV, Page 1 of 4 156. Necessity of stone spurs and stone apron  Chapter IV, Page 3 of 15 21. Instructions regarding pegging and measurements of erosion ordinates	The location where a loop bund is needed, but no available land. *Where the edge of the pucca bank is less than 3,000 ft. proposals for loop bund should be sent in at once.	VOL.1 Chapter 5, 5.4.7, p5-46, 5.4.7.5, p5-57	The location where the following are required. • Creating slack flow to silt up the area in the vicinity. • Protecting the riverbank by keeping the flow away from it.	• The Bund Manual of Sindh mentions that a spur is installed when the available land is limited.
	Basic Shape		31	-	No description	VOL.1 Chapter 5, 5.4.7.4, p5-49	• The typical cross-section is the following. ➢ Crest width = 30 ft ➢ Side slopes - Shank = 3H:1 V ➢ Side slopes - Head = 2H:1 V • There are 10 types of spurs; 1. Bar spur 2. Mole-head spur 3. Hockey spur 4. Inverted hockey spurs 5. T-head spur 6. Sloping spur 7. T cum hockey spur 8. T cum hockey-sloping spur 9. J-head Spur 10. Guide-head spur	• It is recommended for the Bund Manual in Sindh to state this item based on the Manual of Irrigation Practice in Punjab.
	Material		32	Chapter I, Glossary of terms used in connection with River Bunds in Sindh Page 6 of 14	Stone A stone groyne is called a spur	VOL.1 Chapter 5, 5.4.7.4, p5-49	Compacted gravel and sand with 6 inch thick for crest protection *The necessity of stone protection for other parts is mentioned but the requirements for those is not mentioned.	• The contents in both are almost the same.
	Design Method		33	-	No description	VOL.1 Chapter 5, 5.4.7.2 p5-48  VOL.1 Chapter 5, 5.4.7 p5-46  VOL.1 Chapter 5, 5.4.7.5, p5-57	The general recommendations for spacing are introduced as follows. • The minimum spacing in a straight reach should thus be five (5) to six (6) times the length of the spur. • Convex bends; 2.5 to 3.0 times the length of the spur • Concave bends; equal to the length of the spur  The position, length, and shape of spurs at any site should be determined by physical model studies.  The determination of the angle of the spur with respect to the current axis requires a physical model study	• It is recommended for the Bund Manual in Sindh to state this item based on the Manual of Irrigation Practice in Punjab.



大項目	中項目	小項目	No.	Sindh		Punjab		コメント
				章・項	値/記載内容	章・項	値/記載内容	
Construct- ion Works	Permission		34	Chapter VI, Page 14 of 14 60. The contractor shall not enter upon or commence any portion of the work  Chapter II, Page 4 of 8 4. Execution of Works	<ul style="list-style-type: none"> <li>The contractor shall not enter upon or commence any portion of the work, except with the written authority and instruction of the Executive Engineer or his subordinate in charge of the work.</li> <li>Executive Engineers will submit the proposal to the Divisions concerned to the Secretary, Indus River Commission, through the Superintending Engineer of the Circle, for the administrative approval of the Indus River Commission</li> </ul>	-	No description	<ul style="list-style-type: none"> <li>It is recommended for the Manual of Irrigation Practice in Punjab to add this item based on the Bund Manual in Sindh.</li> </ul>
	Construct- ion	Procedur e	35	Chapter VI, Page 7-8 of 14 60. The contractor shall not enter upon or commence any portion of the work	<ul style="list-style-type: none"> <li>Removal of all trees, shrubs, grass, or other growths on the site of the embankment</li> <li>Mark the base of the embankment and the limits of the borrow pits, and construct the side slopes.</li> <li>All earth for the embankment shall be obtained only from the borrow pits set out by the Executive Engineer.</li> <li>If a key trench is provided under the embankment, the excavated trench must be measured, removed, and backfilled.</li> <li>The earth shall be deposited and spread in horizontal layers, 6 inches thick, for the full width of the bank</li> <li>each layer shall be thoroughly consolidated either by ramming, rolling, or by weighted bullock carts as directed by the Executive Engineer.</li> <li>Measurements of earthwork will be taken as far as possible in the borrow pits.</li> </ul>	-	No description	Same as the above
		Site Inspectio n for Work Accomp- lishment (Shape inspectio n)	36	Chapter VI, Page 7-8 of 14 60. The contractor shall not enter upon or commence any portion of the work	Not clearly mentioned. *However, permission from the Executive Engineer is needed to proceed to the next layer of embankment	-	No description	<ul style="list-style-type: none"> <li>Both are recommended to describe in reference to manuals in other countries.</li> </ul>
		Quality Inspectio n	37	-	No description	-	No description	Same as the above
		Acceptab ility Criteria	38	-	No description	-	No description	Same as the above



大項目	中項目	小項目	No.	Sindh		Punjab		コメント																				
				章・項	値/記載内容	章・項	値/記載内容																					
Management Plan	Management Plan		39	Chapter IX, Page 1-5 of 5, Pre-Abkalani Maintenance  Chapter X, Page 1-13 of 13 Ordinary Maintenance during Abkalani	Pre-abrakani maintenance and ordinary maintenance is stated. *There is no statement on middle and long-term management plan. The maintenance within a single year is focused on.	VOL.2 Chapter 8, 1.1 p591	<ul style="list-style-type: none"> <li>Asset management plan (AMP) is introduced.</li> <li>Six stages for preparing an AMP framework are the following.</li> <li>VII. Devise procedures for preparing the AMP and keeping it up to date.</li> <li>VIII. Prepare a statement of the Utility's relevant standards and policies.</li> <li>IX. Identify various functions of the Utility and prepare a list of systems under each heading. Each system will comprise several assets.</li> <li>X. Collect information on performance and condition of the principal components of each system. (Note that performance information relates to a system whereas condition information relates to individual assets).</li> <li>XI. Estimate long term investment covering a 20-year planning period to meet shortfalls of performance and condition and to provide for expansion and improvement.</li> <li>XII. Prepare short term program of expenditure for 5-10 years.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Long-term maintenance plan is introduced only in the Manual in Punjab, but it is difficult to develop the plan based on it.</li> <li>it is recommended for the both manuals to additionally describe the concrete methods for management plan with reference to other countries guidelines.</li> </ul>																				
	Management Cycle		40	-	No description	-	No description	<ul style="list-style-type: none"> <li>Both manuals are recommended to describe with reference to manuals in other countries.</li> </ul>																				
Monitoring of River Conditions	General		41	-	No description	-	No description	-																				
	Patrol/ Physical Inspection		42	Chapter X, Page 3 of 13 107. Organization for patrolling and duties of members of staff	(Patrol During high flood) <ul style="list-style-type: none"> <li>As soon as water comes against a bund, patrolling by beldars should commence. Beldars works in pairs with six hours shift</li> <li>The temporary headquarters of the Overseer, Sub-Divisional Officer and Executive Engineer should be in the centre of the active bund line in their charge.</li> <li>One daroga for 8-20 miles of active bund line, depending on local conditions, is generally to be provided on the annual establishment.</li> </ul>	VOL.2 Chapter 2, 17 p266 to 267	The following activities are listed as part of flood preparedness. <ul style="list-style-type: none"> <li>Routine Inspections</li> <li>Flood Preparedness Inspection Report Before Flood</li> <li>Flood inspections during the flood</li> <li>Flood Damage Report after the Floods</li> <li>Identification and Prioritization of critical damages</li> </ul> *Inspection before and after flood are described in detail in other chapter, but there is no description of the concrete method for routine inspection and inspection during flood.	About Patrol <ul style="list-style-type: none"> <li>The Manual in Punjab is recommended to describe the patrol structure with reference to the Bund Manual in Sindh</li> <li>Both manuals need to introduce the patrol items with reference to guidelines in other countries.</li> </ul> About physical inspection <ul style="list-style-type: none"> <li>The Bund Manual in Sindh is recommended to add the missing items such as responsible person and survey team composition with reference to the Manual in Punjab.</li> </ul>																				
				SAFETY EVALUATION OF FLOOD BUND 11. SAFETY INSPECTION AND EVALUATION, p11	(Physical inspection of the bund after a flood) <ul style="list-style-type: none"> <li>Top Levels</li> <li>Unwanted Vegetation and Debris</li> <li>Encroachments</li> <li>Slope/Section Stability</li> <li>Settlement</li> <li>Land Subsidence</li> <li>Damaged Armour</li> <li>Flood Wall Damage</li> <li>Runnel</li> </ul> *Situation and solution are described.	VOL.1 Chapter 8, 8.2, p8-1 And Chapter 5, 5.16.4, p5-198 And Chapter 5,5.16.8, p5-199	For inspection before and after flood, <ul style="list-style-type: none"> <li>Person in charge: It is the duty of Sub-engineers and sub-divisional officers to see that the actual section is not very much below the standard laid down in the type of cross section.</li> <li>Survey team member: A three-person inspection team should be comprised, a leader, hydraulic engineer, Geotech engineer.</li> <li>Inspection Item are the followings.                             <table border="0"> <tr> <td>i. Top Levels,</td> <td>ii. Unwanted Vegetation and Debris</td> </tr> <tr> <td>iii. Encroachments</td> <td>iv. Slope/Section Stability</td> </tr> <tr> <td>v. Settlement</td> <td>vi. Land Subsidence</td> </tr> <tr> <td>vii. Damaged Armour</td> <td>viii. Flood Wall Damage</td> </tr> </table> </li> <li>Runnels Caused by:                             <table border="0"> <tr> <td>a. Old tree roots</td> <td>b. Solutioning of Soluble Materials</td> </tr> <tr> <td>c. Rodent burrows, holes and dens</td> <td></td> </tr> <tr> <td>d. Piping action through foundation alluvial materials.</td> <td></td> </tr> <tr> <td>e. Damage by river flow.</td> <td>f. Erosion by wave action.</td> </tr> <tr> <td>g. Ravines caused by heavy rains</td> <td>h. Accidents</td> </tr> <tr> <td>i. Vandalism</td> <td>j. Sabotage</td> </tr> </table> </li> </ul> *Inspection before and after flood is called "Safety Inspection" in Chapter 5.	i. Top Levels,	ii. Unwanted Vegetation and Debris	iii. Encroachments	iv. Slope/Section Stability	v. Settlement	vi. Land Subsidence	vii. Damaged Armour	viii. Flood Wall Damage	a. Old tree roots	b. Solutioning of Soluble Materials	c. Rodent burrows, holes and dens		d. Piping action through foundation alluvial materials.		e. Damage by river flow.	f. Erosion by wave action.	g. Ravines caused by heavy rains	h. Accidents	i. Vandalism	j. Sabotage	
i. Top Levels,	ii. Unwanted Vegetation and Debris																											
iii. Encroachments	iv. Slope/Section Stability																											
v. Settlement	vi. Land Subsidence																											
vii. Damaged Armour	viii. Flood Wall Damage																											
a. Old tree roots	b. Solutioning of Soluble Materials																											
c. Rodent burrows, holes and dens																												
d. Piping action through foundation alluvial materials.																												
e. Damage by river flow.	f. Erosion by wave action.																											
g. Ravines caused by heavy rains	h. Accidents																											
i. Vandalism	j. Sabotage																											



大項目	中項目	小項目	No.	Sindh		Punjab		コメント
				章・項	値/記載内容	章・項	値/記載内容	
	Inspection with Equipment / Investigation / Exploration		43	-	No description	VOL.2 Chapter 2, 4.3.1.2, p87	Not mentioned *Although it is not intended for monitoring, the following sentence is introduced as investigation items. "Geophysical investigations: Electrical resistivity/ Cavities, weak soil strata and buried objects through Ground penetrating radar."	It is desirable for both manuals to additionally introduce this item with reference to guidelines in other countries.
	River Profile / Inspection Report / Damage Record		44	APPENDIX I. River Conditions and Flood Control Measures in Sindh	No description *There are contents on the Indus River and vulnerable sites along it. However, not organised as a river profile.	VOL.1 Chapter 5, 5.16.6, p5-198	<ul style="list-style-type: none"> <li>About safety inspection, the committee will formulate its inspection/evaluation report and submit it to the owner/requesting authority within 15 days of the inspection.</li> <li>This report will normally comprise an introduction, the location of the training works, analysis of design parameters, physical inspection results i.e. observation and findings, conclusions, and recommendations.</li> </ul>	It is recommended for the Bund Manual in Sindh to incorporate the description of Inspection Report / Damage Record based on the Manual of Irrigation Practice in Punjab.
	Analysis and Evaluation		45	-	No description	VOL.1 Chapter 5, 5.16.6, p5-198	Review the design according to the state-of-the-art design methods/procedures, point out any deficiencies to be corrected and suggest suitable action to withstand the accepted PMF (Probable Maximum Flood).	Same as the above
Inspection and Ledger	General		46	-	No description	-	No description	-
	Bund		47	CHAPTER XIII Periodical Reports and Returns.  APPENDIX VIII 2. I.R.C. Forms	<ul style="list-style-type: none"> <li>Erosion Statement</li> <li>ABKALANI REPORT(BUND)</li> <li>Reports on the State of Bund Sluices and Regulators.</li> <li>Statement of High Flood Levels on Bund Mile Gauges and Free Board Available During the Abkalani</li> <li>Position in Line of Defence</li> <li>Register Showing Incidence of Leaks</li> <li>Report of Leveling on Bunds</li> </ul>	VOL.1 Chapter 5, 5.16.4, p5-198, and Annex-H,	<ul style="list-style-type: none"> <li>The checklist is instructed.</li> <li>The items of the Checklist listed in Annex-H are Top Width, Top RL., Side slope, HFL, Free board, review on design parameters, phreatic line development, physical condition, patrol road and section maintenance, unauthorized traffic, slumping or settlement, body materials suitability, heavy seepage, rain cuts, general land subsidence, damages to stone or other protections, evidence of compressible or expansive soils in foundation, evidence of misuse, flood watching and fighting arrangements, gauges observation system, flood warning and information system, analysis of observations.</li> </ul>	The Manual in Punjab is recommended to add ledgers such as those listed in the Bund Manual in Sindh in order to clarify what needs to be checked.
	River Channel		48	Chapter IX, Page 4 of 5 98. Inspection of river course and proposals for measures	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ledger or form is not described.</li> <li>A full report, together with any proposals considered necessary, should be forwarded to the Superintending Engineer, *if an unfavorable river course or river set is indicated.</li> </ul>	VOL.1 Chapter 5, 5.16.9, p5-200	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ledger or form is not described.</li> <li>Periodical topo and bathymetric surveys of river channels and khadir (active flood plain) are carried out every year after flood season.</li> <li>Topo survey: extends to about 15000 x afflux feet at upstream and 25000 ft on the downstream of barrage. This survey shows the areal placement of river channels, their variations, erosions and shoals and changes in the meanders of the river channel.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>it is recommended for the Bund Manual in Sindh to add the inspection and survey items of erosion and bathymetry.</li> <li>Both manuals need to describe concrete methodology for inspecting with reference to other countries guideline.</li> <li>The manual in Punjab is recommended to expand the area of river course inspection and erosion not to limit the area around the barrages as they are basic information for maintaining the bund.</li> </ul>
	Storage		49	-	No description	VOL.1 Chapter 5, 5.21, p5-241	<p>The sub-divisional officer in charge of the barrage has the responsibility of checking and initiating all the data records regularly at prescribed intervals.</p> <p>*The target record of the above sentence is unclear because it is not mentioned. It seems to be that the target records are those related to the barrage because the responsibility person is the officer in the barrage.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>The Bund Manual in Sindh needs to state the methodology for storage.</li> <li>Both manuals have to clearly describe the type of reports to be stored.</li> </ul>



大項目	中項目	小項目	No.	Sindh		Punjab		コメント	
				章・項	値/記載内容	章・項	値/記載内容		
River Ledger	General		50		River Ledger or form is not described		No description	-	
	Contents		51	APPENDIX VIII 2. I.R.C. Forms	Erosion Statement <ul style="list-style-type: none"> <li>• Date of first measurement.</li> <li>• AmoWlt of Erosion</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Distance Remining Uncroded</li> <li>• Minimum Beight of free board during the week</li> </ul>	-	No description	<ul style="list-style-type: none"> <li>• The Manual of Irrigation Practice in Punjab is recommended to include the ledger which shows the characteristics of the bund with reference to the Bund Manual in Sindh.</li> </ul>
					ABKALANI REPORT(BUND) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Breach</li> <li>• Leak</li> <li>• Erosion</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Works in Progress</li> <li>• Health of Establishment</li> </ul>			
Statement of High Flood Levels on Bund Mile Gauges and Free Board Available During the Abkalani <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ground Level</li> <li>• High Flood Level</li> <li>• Corresponding Discharge at Sukkur.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• RL of Top of Bund</li> <li>• Freeboard on actually recorded level and extra polated level</li> </ul>								
				Position in Line of Defence <ul style="list-style-type: none"> <li>• Water Level</li> <li>• H.F.L</li> <li>• Max. Depth</li> <li>• Min. Freeboard</li> <li>• Date on which water touch the Bund</li> <li>• Corresponding Gauge Reading at the barrage</li> <li>• RL, and width of the Top of Bund and Slope</li> <li>• Ground Level</li> <li>• General Condition of Bund</li> <li>• Nature of Soil</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diaphragm of sand Trench in the Bund</li> <li>• Leak</li> <li>• Breach</li> <li>• Extent of Erosion</li> <li>• Trace of Seepage</li> <li>• Trace of Wave Wash</li> <li>• Issue in Sluice</li> <li>• Expenditure on repair last season</li> <li>• Special patrol is required during the next season.</li> </ul>				
	Storage		52	-	No description	-	No description	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Both manuals are recommended to describe with reference to manuals in other countries.</li> </ul>	



大項目	中項目	小項目	No.	Sindh		Punjab		コメント
				章・項	値/記載内容	章・項	値/記載内容	
Bund Breach	Cause of Breach		53	Chapter IIX, Page 1 of 15 131. Causes of breaches	( a ) Erosion of the bund by the river itself; ( b ) Failure of masonry works, such as sluices and regulators; ( c ) An uncontrolled leak developing into a breach ( d ) overtopping or severe scour of the bund	Chapter 2 8.1.1, p219	<ul style="list-style-type: none"> <li>Erosion of the bund by the river itself;</li> <li>Failure of masonry works, such as sluices and regulators;</li> <li>An uncontrolled leak developing into a breach</li> <li>Overtopping or severe scour of the bund</li> </ul> * The most frequent cause of a breach is the development of a leak.	<ul style="list-style-type: none"> <li>The same cause of breach is listed in both Sindh and Manual in Punjab.</li> </ul>
	Artificial Breach		54	-	No description	VOL.2 Chapter 2 7.1, p217(242/754)	About conditions for activation of bleaching section <ul style="list-style-type: none"> <li>The location is approved by a committee.</li> <li>The pre-requisite site conditions are followings.                             <ul style="list-style-type: none"> <li>The rate of inflow to the structure is most likely to be more than the discharging capacity of the structures.</li> <li>The critical / emergency gauge at a fixed location on left marginal bund or elsewhere has exceeded the limiting value and the river discharge still rising.</li> </ul> </li> <li>The critical gauge level was already set, but it is desirable to change this value because it was set more than 40 years ago.</li> </ul> About how to make a breach <ul style="list-style-type: none"> <li>There are two ways; Mechanical means and Blowing up the body of the bund through use of explosives.</li> <li>Mechanical means is desirable because it is more reliable. The success rate of explosives is less than 50%.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>This item is only listed in the Manual of Irrigation Practice in Punjab. The reason for that seems that there is no designated breach point or officially announced breach point in the province of Sindh.</li> </ul>
	Immediate Action		55	Chapter IIX, Page 1 of 15 132. Immediate action in the event of a breach	<ul style="list-style-type: none"> <li>The sectional overseer should immediately communicate to the Sub-Divisional Officer and Executive Engineer, and the items reported to them is clearly listed in the manual.</li> <li>The probable route will be estimated. And in the case that important infrastructure such as Railway and Gas likely be affected, they will be informed.</li> <li>The Executive Engineer should also immediately inform the higher staff and then should make a report.</li> <li>To prevent the breach from widening, a groin should be constructed.</li> </ul>	VOL.2 Chapter 2 7.1, p217(242/754)	<ul style="list-style-type: none"> <li>The sectional overseer should immediately communicate to Sub-Divisional Officer and Executive Engineer, and the items reported to them is clearly listed on the manual.</li> <li>The probable route will be estimated. And in the case that important infrastructure such as Railway and Gas likely be affected, they will be informed.</li> <li>The Executive Engineer should also immediately inform the higher staff and then should make a report.</li> <li>To prevent the breach from widening, a groin should be constructed.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>The contents are almost the same in both manuals</li> </ul>
	Closure of Breach		56	Chapter XII, Page 4 of 15 137. One method of closing a large river breach	One method of closing with a ring bund is explained in detail.	VOL.2 Chapter 2 8.1.3, p220(245/754) Chapter 2 8.1.7, p222 to 229(247 to 253/754)	<ul style="list-style-type: none"> <li>One method of closing with a ring bund is explained in detail.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>The contents are completely the same in both manuals</li> </ul>



## (2) Sindh 州、Punjab 州の堤防マニュアルと日本の技術基準との比較分析

「2.1.2 比較分析の目的と方法」において示した 14 の項目に関して、Sindh 州及び Punjab 州の堤防マニュアルと日本の技術基準における記載を比較分析した。各項目における比較分析の詳細は、別添の技術協力資料「Report on: Comparative Analysis of Design Manuals of Bunds in Punjab & Sindh Provinces of Pakistan and Japan」に示す。

比較分析の結果より、Sindh 州及び Punjab 州の堤防マニュアルには、日本の技術基準類と比較して主に下記に示す課題がある。

- ✓ 盛土材料について、必要な材料の条件を満足できない場合等の対応についての説明に完全の余地がある
- ✓ 維持管理道路についての記述がない
- ✓ 河川の状況や地盤条件を考慮し、数値解析や科学的な手法に基づいた調査・評価を行う必要がある
- ✓ 地震への影響については、今後の都市部の拡大や資産の集積を考慮して、組み入れることを推奨する
- ✓ 浸透対策工法や護岸には、日本で採用されているものの中に、パキスタンでも適用できるものがある
- ✓ 浸透対策工事や護岸工事の具体的な計画・設計方法についての記載が十分ではない
- ✓ 1年で点検・修理を行うのではなく、複数年にわたる PDCA サイクル型維持管理を導入する必要がある
- ✓ 堤防強化の優先順位を評価するための方法または指標が必要
- ✓ データの保存と共有を強化する必要がある

## (3) 堤防マニュアルの改善方法

### 1) 比較分析結果に基づく推奨事項

上述の課題を踏まえ、それぞれの堤防マニュアルの改善に関してプロジェクトチームが推奨する事項を次ページ以降の表 2.1.10 及び表 2.1.11 に整理する。なお、それぞれの推奨事項に関して、A～C で対応の優先度を設定している。それぞれの優先度は以下のような考えに基づき設定している。

- A : 優先度 1 位, 対応が必要.  
現状で早期に対応が必要な問題と関連しており、対応による改善効果も大きいもの
- B : 優先度 2 位, 対応を推奨.  
現状で深刻と認識されていないまたは部分的にしか認識されていない問題に関連しており、対応による改善効果が大きいもの
- C : 優先度 3 位, 対応が望ましい.  
現状で致命的な問題とは認識されていないが、将来を考えると対応することが望ましいもの



表 2.1.10 Sindh 州の堤防マニュアル (Bund Manual の改良に係る推奨事項

項目	プロジェクトチームによる推奨事項					
	堤防マニュアル自体の分析に基づく事項	優先度	Punjab 州のマニュアルとの比較に基づく事項	優先度	日本の基準類との比較に基づく事項	優先度
Standard Shape of a Bund	堤防の形状に加えて、乱流と河川の流れへの悪影響を最小限に抑えるために、堤防線形に関する記述が必要。	A	2008 年発行であるため、Punjab 州と比較して基本寸法の値が小さい。2010 年洪水を踏まえた更新が必要。	B		
Quality Control	盛土の施工機械に関する記述が不足しているため追記が必要。	A			盛土材料の規定について最大粒径と粒度分布の範囲について記載することが望ましい。	B
	締固め度に関する記述不足 (数字、満たせない場合の対処法等) しているため追記が必要。	A			現実的に、近傍に適合する築堤材料がない場合の対処法の記載が必要。	A
	河道沿いの土砂は堤防盛土への適用性が低い場合が多いため、材料の取得先については河道沿いに限定せず、条件を満足できる材料が利用できるように修正するべきである。	A			必要な締固め度を満たせない場合の説明を追加することを推奨する。試験盛土による締固め基準の設定に関する説明を追加することを推奨する。	B
					堤体材料調査、QC の方法についての追記が必要。 軟弱地盤対策工についての追記を推奨。	A B
Service Road/ Maintenance Road	アクセス改善のための天端舗装に関する追記を推奨する。標準的な舗装構成の追記(維持管理車両通行を想定した最低限の例示)が必要。	B			維持管理車両の円滑な通行のため、天端舗装に関する追記を推奨する。	B
Safety Evaluation	堤防横断形状が浸潤線を考慮した過去の経験のみから決定されているため、検討条件設定を含め数値解析による評価の追記が必要。堤体材料にバラツキが想定されるため浸透流解析は、脆弱性検討には有効と言える。	A	円弧すべりによる斜面安定解析について追記が必要。浸透流解析と共に、堤体材料の構造安定性の検証が必要である。	A	河川条件や地質条件等を考慮した検討や数値解析による評価を行うことが必要。	A
	浸透流解析についての具体的な記述がない (数値解析、透水試験) ため追記を推奨。	A	最大洗堀深さの計算方法について追記が必要。	A	地震への影響に関して、将来的の都市部の拡大や資産の集積を予想し、地震に対する安定性の検討を追記することが望ましい。	C
	地震については記載されていないが、今後のニーズから含めることが望ましい。	B	浸透流解析の具体的手法についての追記が必要。	A		
			地震時を考慮した斜面安定について追記が必要。	A		
Improvement of a Bund	円弧すべりに対する対策工 (鋼矢板等) の記載を充実させることを推奨する。	B	浸食対策として Geotextile Filter、Gabion、Studs の追記が必要	A	根固め工として、コンクリートブロックや袋詰め根固め工導入を推奨する。	B
	遮水シート等 Sindh 州でも適用可能な浸透対策工の記載を充実させることが必要。予算との関係もあるが、施工仕様によって耐久性が上がれば補修回数が減り、被害規模も減少する。	A	浸透対策について、基礎地盤への対策工の追記が必要。	A	浸透対策工として遮水壁や遮水シート等 Sindh 州でも適用可能な工法を含めることを推奨する。	B
	Stone Apron 以外の護岸工の設計方法及び設計条件設定について具体的記載がないため、記載することを推奨する	B			地震に対する対策工を追記することが望ましい。	B
Revetment	護岸タイプの紹介はあるが、具体的設計方法の記載はない。実務者が設計できるように追記を推奨する。	B	Gabion について追記が必要。	A	Gabion、Concrete Block (連結、連節)、袋詰め根固め工や吸出し防止材を含めることを推奨する。	B
	遮水及び洗堀を考慮した護岸基礎の設計に関する記述がないため追記を推奨する。	B			張芝に代わる安価なり面被覆材の開発を推奨するとともに、当面の対応として Stone Pitching 等によるり面被覆についての追記を推奨する。	B
	根固めに関する記述が Stone Apron のみと少ないため追記を推奨する。	B			各型式について、実務者が設計を行えるような設計方法の追記を推奨する。	B
Spur(Stone Groyne)	水制に関して断面形状、平面形状を含めた設計法に関する記述が不足している。実務者が設計できるように追記が必要。	A	基本形状や諸元の決定方法について追記が必要。	A		
Construction Works	品質管理に関して記述が少ない (検査項目・手法、検査タイミング、品質管理基準について言及すべき) ため内容を追記することを推奨する。 堤防の耐久性は、構造、材料、施工精度で大きく変化する。一定の強度を持つ堤防の施工のための基準が必要。	B				
Management Plan			Asset Management Plan のコンセプトと、定期的に堤防強化が必要という記述から、複数年を見通した堤防管理の考えを導入する必要がある。	A	単年の点検補修ではなく、複数年を見越した PDCA サイクル型維持管理の導入が必要。応急処理的な年間計画となっている。補修、補強によって、堤防の耐久性能の向上が図れる計画とする必要がある。	A



項目	プロジェクトチームによる推奨事項					
	堤防マニュアル自体の分析に基づく事項	優先度	Punjab 州のマニュアルとの比較に基づく事項	優先度	日本の基準類との比較に基づく事項	優先度
Monitoring of River Conditions	SAFTY EVALUATION OF FLOOD BUND において、堤防変状に関して、目視検査項目と対処法についての記載があるが、考え方にとどまっている。実務者が対策工の設計を行えるように、具体的な計画や設計法についての記述を追記することを推奨する。	B	Physical Inspection に関して Survey Team Member、Responsibility Person について追記が必要。	A	目視点検のみではなく、必要箇所での機材を用いた点検の実施や、水文水理データ、地形測量等の基礎データ収集の必要性について追記すべきである。	A
	点検が基本的に目視によるもののみ記載されているため、機材を用いた測量や地中探査についても記載することを推奨。	A	Inspection Report / Damage Record and Analysis / Evaluation について追記が必要。	A	点検シート書式、保存、閲覧システムが機能しているかの検証が必要。うまく機能していない場合等は、日本のシステムをベースに一旦構築してみることも必要と思われる。	B
	帳票や報告書の保管が確実には行えていないため、堤防マニュアルに規定する必要がある。具体的な帳票例、報告書の作成、保管の流れ、管理部署の事例が必要と考える。	A				
Inspection Ledger	堤防に関する検査帳票は用意されているものの、帳票の保管についての規定がなく、資料が各方面に散らばっているため、堤防マニュアルでの規定が必要。誰が何時、どの様に等が決まっていな様である。速やかな記録作成と検索容易な整理、保管が必要と思われる。	A	"地上及び深淺測量による河道のモニタリングに追記が必要。	A	"堤防の部位別の変状についても点検を行い記録に残すことを推奨する。	B
	河道の点検について具体の検査項目や方法に関する記述がないため、衛星写真比較、地形測量の活用について追記が必要。	A	帳票の保管に関する記述の追記が必要。	A	点検帳票を調査地点別に作成するだけでなく、観測した変状から、段階評価を行って健全度をスコア化した上で、堤防補修や強化のための指標とすることを推奨する。	B
					浸食に対する Vulnerable Point では河道の変遷について測量や衛星画像を利用して分析評価を行う必要がある。経年変化は、脆弱性予測に重要である。	A
River Ledger					堤防管理の効率化を目指したデータ蓄積を目的として、作成することを推奨する。	B
Bund Breach	最新技術を踏まえたコミュニケーション方法に情報を更新すべきである。	A				
	レポートについて、情報のばらつき防止と、経年的なモニタリング目的のため、統一フォームを用意して情報を蓄積することを推奨する。	B				
	Breach について誰がいつ Flood Route の分析をするのか、と洪水流を分派するのかについての記述が不明確なため、明確に記載することを推奨する。	B				
	Closure Method について、複数例の紹介を含めることが望ましい。	C				
Gap between the Manual and the Actual Practice	どの部局が河川工事の情報を統括しているのか明らかではないため、詳細をつかむのに時間を要する状況であり、かつ責任体制が明確でないため情報の共有化されていないため、改善が必要。	A				
	項目によっては、スペックだけでなく堤防マニュアルにも記載をした方がよいものがある。	B				
	施工管理にかかわる検査書類等が保管されていない、もしくはされているがどこにあるのか把握されていない状況であり、改善が必要。河川の管理部署が明確になっていない様である。	A				
	新規堤防と比較して、既設堤防の補修や強化における工事管理が簡略化される傾向がある。既設の補強や補修に特化した項目を設けることが望ましい。	C				
	工事履歴として集約して残されていないため、改善がすることを推奨する。収集整理における参考事例の作成が必要と考える。	A				

- 凡例： A : 優先度 1 位、対応が必要。  
現状で早期に対応が必要な問題と関連しており、対応による改善効果も大きいもの
- B : 優先度 2 位、対応を推奨。  
現状で深刻と認識されていないまたは部分的にしか認識されていない問題に関連しており、対応による改善効果が大きいもの
- C : 優先度 3 位、対応が望ましい。  
現状で致命的な問題とは認識されていないが、将来を考えると対応することが望ましいもの



表 2.1.11 Punjab 州の堤防マニュアル (Manual for Irrigation Practice) の改良に係る推奨

項目	プロジェクトチームによる推奨事項					
	堤防マニュアル自体の分析に基づく事項	優先度	Sindh 州の堤防マニュアルとの比較に基づく事項	優先度	日本の基準類との比較に基づく事項	優先度
Standard Shape of a Bund	Vol.1 と 2 の堤防のタイプを統一、或いは、各タイプの説明の追記が必要。	A	余盛の記述を追記する必要がある。	A	余盛の記述を追記する必要がある。	A
	堤防の形状に加えて、乱流と河川の流れへの悪影響を最小限に抑えるために、堤防線形に関する記述が必要。	A				
Quality Control			QC に対する記述を追記する必要がある。	A	QC に対する記述を追記する必要がある。	A
			堤防材料の仕様について追記する必要がある。	A	堤防材料の仕様について日本の基準と同様に詳細を記載することを推奨する。	B
					必要な締固め度を満たせない場合の説明を追加することを推奨する。試験盛土による締固め基準の設定に関する説明を追加することを推奨する。	B
					盛土材料調査に関する説明を含める必要がある。	A
				軟弱地盤対策工についての追記を推奨する。	B	
Service Road/ Maintenance Road	アクセス改善のための天端舗装に関する追記を推奨する。標準的な舗装構成の追記(維持管理車両通行を想定した最低限の例示)は必要と思われる。	B			維持管理車両の円滑な通行のため、天端舗装に関する追記を推奨する。	B
Safety Evaluation	浸透の影響についてパイピングに対する検討が記載されていないため追記が必要。	A	浸食に対する安全性評価指標を追記する必要がある。	A	浸透に対する安定性照査において、河川条件や地質条件等を考慮した検討や数値解析による評価を行うことを推奨する。堤体材料にバラツキが想定されるため浸透流解析は、脆弱性検討には有効と思われる。	A
					地震時の沈下に対する安全性評価の追加を推奨する。	B
Improvement of a Bund	円弧すべりによるのり面の安定性照査について具体的な記述があるが、対策工についての記述が乏しいため、追記が必要。	A	円弧すべり対策工についての追記が必要。	A	円弧すべり対策工についての追記が必要。	A
	浸透対策工についてアメリカの堤防マニュアルを引用しているものの、具体の設計方法についての記載はないため、追記が必要。	A			浸透対策工として断面拡大、遮水壁や遮水シート等 Punjab 州でも適用可能な工法を含めることを推奨する。予算との関係もあるが、施工仕様によって耐久性が上がれば補修回数が減り、被害規模も減少すると思われる。	B
	各対策工に関する記述が堤防マニュアル内のさまざまな箇所に散らばっていることや、Chapter のタイトルとの不整合があり、必要な内容が参照しづらいため、改善を推奨する。	B			地震に対する対策工を追記することが望ましい。	B
Revetment	護岸タイプの紹介はあるが、具体の設計方法の記載はない。実務者が設計できるように追記を推奨する。	B			"Concrete Block (連結、連節)、袋詰め根固め工や吸出し防止材を含めることを推奨する。	B
	遮水及び洗堀を考慮した護岸基礎の設計に関する記述がないため追記を推奨する。	B			張芝に代わる安価なり面被覆材の開発を推奨するとともに、当面の対応として Stone Pitching 等によるり面被覆についての追記を推奨する。	B
					各型式について、実務者が設計を行えるような設計方法の追記を推奨する。	B



項目	プロジェクトチームによる推奨事項					
	堤防マニュアル自体の分析に基づく事項	優先度	Sindh 州の堤防マニュアルとの比較に基づく事項	優先度	日本の基準類との比較に基づく事項	優先度
Spur (Stone Groyne)					設置間隔以外の具体的な設計項目について追記を推奨する。	<b>B</b>
Construction Works	Construction Works (Permission, QC,書類等) に関する記述はないため、追記を推奨する。 堤防の耐久性は、構造、材料、施工精度で大きく変化する。一定の強度を持つ堤防の施工のための基準が必要と考える。	<b>A</b>	施工 (許可、品質管理、書類等) 全般について追加する必要がある。	<b>A</b>		
Management Plan	Asset Management Plan のコンセプトと、定期的に堤防強化が必要という記述から、複数年を見通した堤防管理の考えを導入する必要がある	<b>A</b>			単年の点検補修ではなく、複数年を見越した PDCA サイクル型維持管理の導入が必要。応急処的な年間計画となっている。補修、補強によって、堤防の耐久性能の向上が図れる計画とする必要がある。	<b>A</b>
Monitoring of River Conditions					目視点検のみではなく、必要箇所での機材を用いた点検の実施や、水文水理データ、地形測量等の基礎データ収集の必要性について追記すべきである。	<b>A</b>
					点検シート書式、保存、閲覧システムが機能しているかの検証が必要。うまく機能していない場合等は、日本のシステムをベースに一旦構築してみることも必要と思われる。	<b>B</b>
Inspection Ledger	sub-divisional officer in charge of the barrage がすべての資料を保管するように規定があるが、堤防との関連性が薄いため、改善する方が望ましい。	<b>A</b>	堤防の概要以外の帳票を追加する必要がある。	<b>B</b>	帳票を改良し、堤防の部位別の変状についても点検を行い記録に残すことを推奨する。	<b>B</b>
	River Channel のモニタリングについて記載があるものの堰の上下流のみを対象としているため、Vulnerable Point 周辺を対象を拡大することを推奨する。	<b>A</b>	堤防の帳票についても各項目に対して記載すべき内容が不明瞭なので改良することを推奨する。	<b>B</b>	点検帳票を調査地点別に作成するだけでなく、観測した変状から、段階評価を行って健全度をスコア化した上で、堤防補修や強化のための指標とすることを推奨する。	<b>B</b>
	点検帳票があり項目も多く用意されているが、各項目に関して必要な情報の説明が少ないため、何に関する記述を記載すべきかが、記載者の判断に依存しやすく、帳票の改良を推奨する。	<b>B</b>			浸食に対する Vulnerable Point では河道の変遷について測量や衛星画像を利用して分析評価を行う必要がある。経年変化は、脆弱性予測に重要である。	<b>A</b>
	点検帳票の保管についての明確な規定がない、概略的にはすべての書類を sub-divisional officer in charge of the barrage が保管する責任がある、と記載があるが、堤防との関連性が薄いため、改善する方が望ましい。	<b>A</b>				
River Ledger					堤防管理の効率化を目指したデータ蓄積を目的として、作成することを推奨する。	<b>B</b>



項目	プロジェクトチームによる推奨事項					
	堤防マニュアル自体の分析に基づく事項	優先度	Sindh 州の堤防マニュアルとの比較に基づく事項	優先度	日本の基準類との比較に基づく事項	優先度
Bund Breach	最新技術を踏まえたコミュニケーション方法に情報を更新するべきである。	A				
	レポートについて、情報のばらつき防止と、経年的なモニタリング目的のため、統一フォームを用意して情報を蓄積することを推奨する。	B				
	Breach について誰がいつ Flood Route の分析をするのか、と洪水流を分派するののかについての記述が不明確なため、明確に記載する必要がある。	B				
	Closure Method について、複数例の紹介を含めることが望ましい。	C				
Gap between the Manual and the Actual Practice	どの部局が河川工事の情報を統括しているのか明らかではないため、詳細をつかむのに時間を要する状況であり、かつ責任体制が明確でないため情報の共有化されていないため、改善が必要。	A				
	新規堤防と比較して、既設堤防の補修や強化における工事管理が簡略化されている。	C				
	工事履歴として集約して残されていないため、改善がすることを推奨する。収集整理における参考事例の作成が必要と考える。	B				
	工事監理を委託している NESPAK と PID との情報共有、PID 内部の工事内容、リスト等の把握について記述がないため、改善を推奨する。	B				

- 凡例：
- A : **優先度 1 位, 対応が必要.**  
現状で早期に対応が必要な問題と関連しており、対応による改善効果も大きいもの
  - B : **優先度 2 位, 対応を推奨.**  
現状で深刻と認識されていないまたは部分的にしか認識されていない問題に関連しており、対応による改善効果が大きいもの
  - C : **優先度 3 位, 対応が望ましい.**  
現状で致命的な問題とは認識されていないが、将来を考えると対応することが望ましいもの



表 2.1.10 及び表 2.1.11 において、主に以下の事項を優先度 A としており、品質管理、安全性評価、堤防管理計画、モニタリング・検査に関するものを選定している。

- ✓ 堤防盛土工事について、使用機械、締固め基準、盛土資材の要件等に関する記述の改良する
- ✓ 特に浸透や浸食(洗掘)に対する安全性評価の記述を充実させ、数値解析等の具体的手法や解析条件の設定についての記述を追記する
- ✓ 浸透と侵食(及び洗掘)に対する堤防強化方法について、パキスタンで導入可能な他工種を考慮して、記述内容を改善する
- ✓ 単年度だけでなく複数年も考慮した維持管理計画や PDCA サイクル型マネジメントに関する内容を新たに追加する
- ✓ 必要な書類の整理と検索機能を強化するために、堤防調査に関する報告書と帳票の保管方法について、誰が、どのように、どこに記録し、保管するか等、より詳細に指定する。これにより、PDCA サイクル型堤防管理を実効性のあるものにつなげる。

## 2) 堤防マニュアルの改善方法

優先度 A と設定した項目については、「活動 3-2：既存のパキスタン国内における堤防に関する堤防マニュアルに対する補足資料の作成」における検討の対象とする。一方、優先度 B や C に設定した項目に関しては、次回以降の改訂の際に、具体的な内容を検討した上で、堤防マニュアルに盛り込むことを推奨する。

## 2.1.5 堤防マニュアル補足資料の作成基本方針

### (1) 基本方針作成の背景

堤防マニュアルの補足資料集は、パキスタンの 2 州 (Sindh 州及び Punjab 州) の堤防マニュアル及び日本の基準類との比較結果を踏まえ作成する。基本的に、前項 2.1.4 にある 2 州の堤防マニュアルの比較分析結果では、互いの堤防マニュアルの記載不足について相互補完を行うことを推奨している。

両州の堤防マニュアルは、それぞれ詳細に記載されている項目もあるが、全体的な目次構成が異なっている。また、ゴールとなる成果を達成するために必要な活動の項目が、個別要素的な分類整理によって分散しているため、全体的なワークフローを把握し難くなっている場合もある。一例として、Punjab 州の情報管理において、Vol.1 の”Chapter 5 Barrages, 5.21 Records to be Maintained”、Vol.2 の”Chapter 2 River Training & Flood Management, 16. Outline of flood fighting plans”、”17. Timeline for flood preparedness”、同じく”Chapter 8 Asset Management Plan, 1.3. Asset Management Plan”、”1.9. Preparation of a Revised/Updated or Fresh AMP”などに必要な情報は記載されているが管理所管や保管場所等の記載がない。

そのため、堤防マニュアル本文の各項に直接的に追記せず、ある条項に対しては、それに関連する条項を含めてワークフローとして集約した上で、補足資料として取りまとめた。現況体制で実施可能な技術項目を基本に期待するレベルアップを含めて検討して作成する。また、三善の策として、両州の互いのマニュアルを参照して用いられるように、参照すべき現行堤防マニュアルの条項を補足集に示す。

**(2) 作成上の基本方針**

以上を念頭に、補足資料集作成における基本的な考え方を以下に整理する。

- 堤防マニュアル比較分析結果において、堤防管理の改善に非常に効果的（優先度 A）と判断された項目について補足資料を作成する。
- Sindh 州と Punjab 州の堤防マニュアルの不足事項を三善の策として相互補完する。
- 両州の堤防マニュアルで、未記載、内容不足、不明確な事項については、日本の基準から補足する。その際、可能な限り両州堤防マニュアルとの整合を図り、両州で適用可能な資料とする。
- 検査結果等の報告書、記録等の保管の担当組織が明確でない場合が多いため担当部署の必要性と保有すべき機能を明記する。
- 堤防マニュアルの事項で、現実的でない項目は削除或いは変更案を提案する。
- 今後の更新または改訂時に際しては、堤防維持管理の PDCA サイクル型マネジメントが適切に実施できるように条文構成を含めて見直しを行う。

**2.1.6 堤防マニュアル補足資料の概要（活動 3-2 の要約）**

Sindh 州、Punjab 州の堤防マニュアル補足資料は、具体的な比較対象項目に基づき作成する。補足資料集の内容の概要を表 2.1.12、表 2.1.13 に示す。

表 2.1.12 Sindh 州の堤防マニュアルの補足事項概要

項目	Sindh 州補足対象事項	補足事由及び概要
2.1 堤防形状	Ch 5-41 標準的な堤防形状	Indus 川統一の基本堤防形状を提案
2.2 品質管理	Ch 6-51 堤防建設の土壌の試験方法、基準値 Ch 6-52 堤防材料の土質 Ch 6-55 盛土建設のための使用機械設備	施工時の使用機器の記載、締め度・空気間隙率等の基準値明記、基準値不足の場合の対策
2.3 安全性評価	Ch 5-31 堤防の災害形態と安全性評価の照査事項	円弧滑り、浸透解析、侵食検討方法
2.4 堤防改良	Ch 5-34 浸透対策工法 Ch 11-119 侵食対策工法	浸透、侵食対策工法の説明
2.5 水制検討	Ch 5-43 ループバンドの設計(追記)	具体的検討法を記載
2.6 堤防管理計画	Ch 16-159(新規) 堤防管理計画に向けたデータ整理	堤防の耐久性や強度向上の方向性を記載(単年度の緊急対策的な補修のみでなく、補修履歴蓄積による対策)
2.7 維持点検(河川状況のモニタリング)	Ch 9, Ch 10 巡視、点検の時期、概要 Ch 9, Ch 10 巡視、点検の項目、様式例	目視、機器探査等での堤防点検記載、記録・報告書の作成から保管まで流れ明記
2.8 情報管理	Ch 13 情報管理	保管に関する規定を明記(地形、機器探査、衛星画像データ整理を含め簡単に検索できるように)
2.9 堤防の人為破堤	Ch 10-113 破堤の場合の即時措置	スムーズな通信システムの記載

項目	Sindh 州補足対象事項	補足事由及び概要
2.10 堤防マニュアルと実践との間のギャップ	Ch 13 工事管理(監理)の報告書の作成、保管、閲覧	入札から施工時の試験、検査結果、工事完了までの書類整理、保管について明記(河川建設に関する情報提供部署の明瞭化)

注意：補足事項とならない堤防マニュアルの比較対象項目は除く

出典：プロジェクトチーム

表 2.1.13 Punjab 州の堤防マニュアルの補足事項概要

項目	Punjab 州補足対象事項	補足事由及び概要
3.1 堤防形状	Vol 2: Ch2-4.3.1.3 洪水堤防の設計・施工	Indus 川統一の許容堤防形状を提案
3.2 品質管理	Vol 2: Ch2-4.4(項目追加) 堤体材料 Ch2-4.5(項目追加) 品質管理 Ch2-4.6(項目追加) 使用機械	堤防材料基準の記載、締固め度・空気間隙率等の基準値明記、基準値不足の場合の対策
3.3 安全性評価	Vol 2: Ch2-5.3 侵食 Ch2-5.4 堤体浸透 Ch2-6 浸透制御	浸透の数値解析に基づく調査・評価記載
3.4 堤防改良	Vol 2: Ch2-6.2.7.10(項目追加) 堤防強化浸透対策, Ch2-6.2.7.11(項目追加) 堤防強化侵食対策,	円弧滑り対策工法の説明、浸透流対策及び侵食対策具体的な設計方法の記載
3.5 水制検討	Vol 1: Ch5-5.4.7 水制-	水制の基本的考え方等追記
堤防工事(情報管理に含む)	Vol 2: Ch11-1.9.工事関連書類,	工事関連書類(許可、品質管理、試験・検査書類等)について記載
3.6 堤防管理計画	Vol 2: Ch2-16 洪水対策作計画	堤防の耐久性や強度向上の方向性を記載(単年度の緊急対策的な補修のみでなく、補修履歴蓄積による対策)
3.7 維持点検(河川状況のモニタリング)	Vol 1: Ch5-5.16.4 点検チーム Ch5-5.16.6 安全点検と評価 CH5-16.8 評価レポート	目視、機器探査等での堤防点検記載、記録・報告書の作成から保管まで流れ明記
3.8 情報管理	Vol 1: Ch5-5.21 維持管理記録	堤防に関するデータの整理・保管に関する規定を明記(地形、機器探査、衛星画像データ整理を含め簡単に検索)
3.9 堤防の人為破堤	Vol 2: Ch2-16.11 破堤場所の運用	スムーズな通信システムの記載
3.10 堤防マニュアルと実践との間のギャップ	Vol 2: Ch10-1.3 M&R の年間計画の実施	入札、施工時試験、検査結果、工事完了の河川建設に関する NESPAK の情報提供・保管部署の明瞭化について明記

注意：補足事項とならない堤防マニュアルの比較対象項目は除く

出典：プロジェクトチーム

補足事項集の文書構成と記載内容を表 2.1.14 に示す。

表 2.1.14 文書構成と記載内容

階層	見出し等	見出し或いは見出し以下の記載内容
1	X.X	補足事項の主要タイトル
2	X.X.X	補足事項のサブタイトル
3	(1)	補足事項を追記する現行堤防マニュアル内の項番号
4	<補足事由及び概要>	補足理由及び要約
5	<堤防マニュアルに追記すべき内容>	追記内容についてテキストボックスに具体的記載
6	<参考事項>	将来のための参考情報

出典：プロジェクトチーム

### 2.1.7 将来的な各州堤防マニュアル改善のための推奨検討事項

Sindh 州、Punjab 州の堤防マニュアルの比較検討を行い補足事項追記した資料集を作成した。ただし、将来的な改善については、補足事項として記載していない。今後の堤防マニュアル改善のための推奨検討事項を以下に挙げる。

#### (1) 法面の植生による被覆についての提言

堤防法面保護工として、比較的流速が遅い(2m/s~3m/s)ことや堤内側では裸地であるために雨水による法面の侵食が問題となっていることから、Riprap や Stone Pitching 等だけでなく、安価で広範囲の対策が可能となる草等の植物による法面保護工の検討が望まれる。乾燥に強く生育力のある堤防に適した植生について、パイロット事業を実施して適用性確認及び問題点抽出を実施することを推奨する。なお、植生による法面保護は、その定着まで一定期間と散水等の世話が必要であることに留意する必要がある。

#### (2) 人工破堤(Brech)の代替えとしての越流堤構造の検討

洪水対策の一環として、現在、破堤の危険性が高まる場合に市街地の浸水防御のため氾濫被害の比較的軽微なエリアの堤防を人工的に破壊して河川水位を低下させている。破壊後は速やかに堤防を復旧している。しかし、堤防破壊時には、破堤時期の決定、破堤作業の危険性、氾濫範囲の不確定要素など安全性に不安がある。また、洪水後に速やかな堤防復旧が必要であることなど課題もある。

人工破堤を行わず河川水位低下を図る方法として、あらかじめ堤防天端低く抑えた箇所を設けておく越流堤方式がある。河川水位が上昇して、周辺堤防の破堤の危険性が増す時期に周辺より低い越流を許容する強固な堤防（コンクリート、アスファルトの表面保護が多い。）を設置することで堤内地に河川水を流入させ河川水位低下を図る。ただし、越流堤方式は、以下の留意事項がある。

- ・越流水深が人工破堤より浅く流速も遅いため必要流入量確保のため、人工破堤の場合と比較して延長の長い越流堤が必要となる。
- ・越流高、越流水深、越流幅の水理解析による検討が必要となる。
- ・模型実験等の実証実験の実施が好ましい。
- ・越流堤の機能保全のため定期的な構造点検、円滑な流入確保の確認（堤内地の障害物等）など日常点検が重要である。

### (3) 地震時の堤防の安全性検討

堤防マニュアルは、基本洪水に対して記載されている。地震時については、液状化の対する解説は有るが具体的記載はされていない。パキスタン国内における人口増加とそれに伴う都市域の拡大を想定すると、今後地震時の堤防の安全性について堤防マニュアルへの記載が必要となると考える。

日本では、2011 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震を契機に「河川構造物の耐震性能照査指針（案）」が見直された。特に、堤防編は、2016 年 3 月に改訂されている。改訂版の目次構成と概要を表 2.1.15 に示す。

表 2.1.15 「河川構造物の耐震性能照査指針（案）指針・解説Ⅱ.堤防編」の目次構成

章番号	章タイトル	概要
1	総則	適用範囲や用語の定義について説明。
2	基本方針	耐震性能の照査の基本方針や外水位、地震動の考慮について説明。
3	地震の影響	地震が堤防に与える影響について説明。
4	耐震性能の照査に用いる地震動	地震動の種類や地域別補正係数について説明。
5	耐震性能の照査	耐震性能の照査方法や堤防の限界状態について説明。
6	静的照査法による耐震性能の照査方法	液状化の影響や判定方法について説明。

出典：河川構造物の耐震性能照査指針（案）指針・解説Ⅱ.堤防編

地震時の安全性評価や対策工について堤防マニュアルに記載するにあたり、以下に示す点の検討を行う必要がある。

- ✓ 対象とする設計水平震度などの外力設定
- ✓ 対象とする外力に対応して必要となる堤防の耐震性能
- ✓ 地震に対する安全性の照査方法

## 2.2 インベントリ調査(活動 2-2)

### 2.2.1 活動 2-2 の要約

#### 2.2.1.1 目的

堤防管理の効果的な実施には、河川管理者が、堤防の破堤し易さ、破堤時の後背地の被害、上下流や左右岸のバランスを総合的に評価し、対策の必要な箇所を把握することが重要である。Punjab 州、Sindh 州では堤防の VP 箇所のリストが作成されているが、具体的な状況を示す情報がリストと紐づいて整理されておらず、その脆弱度も評価されていない。このため、本業務では必要な情報を収集、整理及び分析し、堤防の破堤し易さの評価方法を提案する。更に、その評価方法を用いて、VP 箇所の評価を行う。

#### 2.2.1.2 活動成果

下記の項目 1 から 5 に示す活動を実施した上で、技術協力資料「INVENTORY SURVEY OF BUNDS」に取りまとめ、堤防管理セミナー及び JCC 会議で説明協議を行った上で、FFC 及び PID へ配布した。

1. 基礎資料として、VP 箇所の有無を示す堤防の一覧表、VP 箇所の一覧表、各 VP 箇所の評価・分析に必要な情報をまとめたインベントリ帳票及び VP 箇所の GIS データを作成した。

2. インベントリー帳票を基に、VP 箇所の概況を整理した。
3. VP 箇所数は多く、堤防の状態は VP 箇所ごとに異なるため、効率的な維持管理を実施していくには、VP の状態を評価し、緊急性の高い箇所から適切な工法で補修・補強することが重要である。そのため、対策の緊急性と対策工法の観点から VP 箇所をグループ分けした。
4. 上記 3 の各グループに含まれる VP 箇所数は多いため、パキスタン側が今後各グループの VP 箇所から事業箇所選定する際の判断基準の一つとして、堤防の破堤し易さを示すスコアを算出した。なお、本業務では、このスコアを健全度スコアと呼ぶ。
5. 上記 1～4 の活動を今後継続的に実施するためにパキスタン国側で取り組むべき事項及び上記 1～4 の活動成果の活用方法を提言した。

### 2.2.1.3 他活動との関連や活用等

活動 2-2 の調査・分析結果は、「活動 2-3：Indus 川本川堤防の維持管理手法」において堤防維持管理 PDCA サイクルに組み込まれるとともに、「活動 3-3：堤防管理の短中期計画の位置づけの整理及び策定」、「活動 4-1：成果 3 で策定した短中期行動計画の優先行動の抽出及び整理」、及び「活動 4.3.1：優先プロジェクトの特定」において短中期計画の策定や優先プロジェクトの特定に活用される。

## 2.2.2 調査の目的と方法

### 2.2.2.1 目的

堤防管理を効果的に実施するためには、堤防の脆弱性、破堤時の被害、上下流や左右岸のバランスを総合的に評価し、対策が必要となる箇所を適切に把握することが重要である。

現在、Punjab 州及び Sindh 州においては、損壊可能性の高い堤防箇所（PID では Vulnerability Point：VP と表現されている）のリストが策定されている。しかし、このリストには VP 箇所名とその地域名のみが記載されており、損壊可能性の具体的な状況を示す情報やその評価は行われていない。

そこで本業務では、まずインベントリー調査を実施し、VP 箇所の分析・評価に必要な情報を一覧表及び帳票形式で整理する。これに基づき、堤防管理に活用可能な VP 箇所の評価方法を提案する。

### 2.2.2.2 調査方法

#### (1) VP 箇所の特定と調査地点

本業務で対象とする VP は、Sindh 州と Punjab 州が保有する VP リストに掲載されている VP 箇所に、プロジェクトチームによる現地調査・踏査及び Local-PID（地方レベル）へのヒアリングにより新たに確認された VP 箇所を追加した計 145 箇所（Sindh 州 103 箇所、Punjab 州 42 箇所）である。この全 145 箇所を対象に、現地備人エンジニアを通じて現地調査・踏査を実施した<sup>1</sup>。

#### (2) VP 箇所の情報収集

VP 箇所の情報は、目視点検、ヒアリング及び衛星画像により収集した。収集整理した項目と収集方法は表 2.2.1

<sup>1</sup> 両州が保有するリストに掲載されている VP 箇所は、地点としてではなく、区間である。このため、区間距離が長い場合は、1 つの VP 箇所に対して複数地点で調査した。

のとおりである。

表 2.2.1 収集した情報と方法

項目	収集方法	
VP 箇所の選定理由	Local-PID 職員へのヒアリング、現地調査（目視踏査）	
堤外地の状況	現地調査（目視踏査）、衛星画像（Google Earth）	
堤内地の状況	同上	
堤防の 基本情報	天端高	Local-PID 職員へのヒアリング、標準断面図
	H.F.L	同上
	余裕高	同上
	天端幅	同上
	川表法勾配	同上
	川裏法勾配	同上
	法面保護工	同上
	土質	Local-PID 職員へのヒアリング、標準断面図、調査（目視踏査）
付帯施設	現地調査・踏査（目視）	
被災履歴	Local-PID 職員へのヒアリング、現地調査（目視踏査）	
補修／補強履歴	同上	
補修／補強計画	同上	
堤防の状況	現地調査（目視踏査）	

出典：プロジェクトチーム



出典：プロジェクトチーム

写真 2.2.1 現地調査状況（左：Punjab 州、右：Sindh 州）

## 2.2.3 堤防管理用の基礎資料作成

## 2.2.3.1 堤防一覧表及び VP 箇所一覧表

Indus 川沿いの堤防一覧表（パキスタンでは所定の区間毎に堤防が命名されている）と VP 箇所一覧表を作成し、堤防技術協力資料「INVENTORY SURVEY OF BUNDS」に記載した。また、堤防位置及び VP の調査位置を GIS データに整理した。

堤防一覧表では、特定した VP 箇所の有無、堤防延長、堤防天端高、天端幅、川表法勾配、川裏法勾配について、堤防毎に整理した。VP 箇所一覧表では、損壊可能性の高い箇所が属する堤防名及び座標、並びに特定理由等を整理した。堤防一覧表及び VP 箇所一覧表は共に長いリストになるため、ここでは参考までに抜粋した一覧表の一部をそれぞれ表 2.2.2、表 2.2.3 に示す。

表 2.2.2 堤防一覧表（抜粋）

Division	堤防名	左右岸	VP 箇所の有無	堤防延長 (Miles)	天端高 (Ft)	天端幅 (Ft)	川表法勾配	川裏法勾配
Begari Sindh Feeder Circle	K.K. Bund Mile 0/0 to 14/3 First Defense Line.	右岸	有	14.37	258.50	20	1:1.5	1:3
	K.K. link Bund Mile 0/0 to 2/6 First Defense Line.	右岸	有	2.75	258.10	20	1:1.5	1:3
	K.K. Feeder Bund RD-79 to RD-84.5 First Defense Line.	右岸	有	1.00	254.20	18	1:2	1:2
	K.K. Bund Mile 18/0 to 25/6 First Defense Line.	右岸	無	7.75	254.03	不明	不明	不明
	Kashmore Bund Mile 21/6 to 19/2 First Defense Line.	右岸	無	2.50	247.00	不明	不明	不明
	Haibat Bund Mile 19/2 to 17/3 First Defense Line.	右岸	無	1.87	247.00	不明	不明	不明
.	.	.	.	.	.	.	.	.

出典：プロジェクトチーム整理

表 2.2.3 VP 箇所一覧表（抜粋）

ID※1	Division	Circle	堤防名	左右岸	VP 名	位置座標	選定理由	抽出元※2
S-001	Guddu Barrage Region Sukkur	Desert Pat Feeder Circle	Left Marginal Bund	左岸	U/S LEFT MARGINAL BUND 7/2 TO 15/7. (V.P)	-	2010 年洪水時、浸食により堤防が損傷。	(1)
S-001a					U/S LEFT MARGINAL BUND 7/2 TO 15/7. (V.P) 1	28°39'95.56"N, 69°81'10.69"E		
S-001b					U/S LEFT MARGINAL BUND 7/2 TO 15/7. (V.P) 2	28°42'90.97"N, 69°93'15.58"E		
S-002	Guddu Barrage Region Sukkur	Desert Pat Feeder Circle	Left Guide Bank	左岸	Left Guide Bank 3000' to 5600' (M.V.P)	28°42'16.67"N, 69°73'08.33"E	-	(1)
S-003	Begari Sindh Feeder Division Kashmore	B.S Feeder Circle Sukkur	K.K Bund	右岸	K.K. BUND 11/0. (V.P)	28°28'47.06"N, 69°50'02.31"E	2022 年洪水時、Stone Pitching が損傷。	(1)
.	.	.	.	.	.	.	.	.

ID※1	Division	Circle	堤防名	左右岸	VP 名	位置座標	選定理由	抽出元※2
.	.	.	.	.	.	.	.	.

※1 一つの VP 箇所において複数地点で現地調査した場合は、各調査地点に枝番としてアルファベットを付けた。


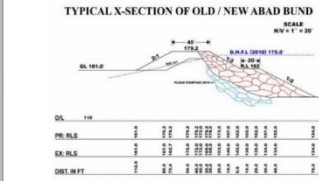






※2 (1) : Sindh 州保有リスト

出典：プロジェクトチーム整理

### 2.2.3.2 VP 箇所のインベントリー帳票

調査で収集した情報（表 2.2.1 に示す項目）を統一したフォーマットで整理した。この統一フォーマットでの整理結果をインベントリー帳票と呼ぶ。インベントリー帳票は VP 箇所ごとに作成し、堤防技術協力資料「INVENTORY SURVEY OF BUNDS」の Appendix として紙媒体とワードファイルで整理した。全 VP 箇所のインベントリー帳票を示すと膨大な量になるため、ここではサンプルとして 1 地点のインベントリーを表 2.2.4、表 2.2.5 に示す。

表 2.2.4 帳票のサンプル 1/2

Page 1: 基本情報	Page 2: 堤防規格、被災履歴、補修／補強履歴・計画																																																																																																																										
<p style="text-align: center;">Ledger Sheet of Vulnerable Point</p> <p style="text-align: right;">Creation Date: 17/3/2024 Last Updated Date: 1/11/2024</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>Province</th> <th>Zone</th> <th>Division</th> <th>Circle</th> </tr> <tr> <td>Sindh</td> <td>Sukkur Barrage Right Bank Region, Larkana</td> <td>Northern Dadu Division at Larkana</td> <td>Western Sindh Circle Larkana</td> </tr> <tr> <th>Sr. No.</th> <th>River Name</th> <th>River System</th> <th>Bank</th> </tr> <tr> <td>S-060</td> <td>Indus River</td> <td>Indus River</td> <td>Left / Right</td> </tr> <tr> <th>Bund Name</th> <th>R.D.</th> <th colspan="2">GPS Coordinates</th> </tr> <tr> <td>Old Abad Bund</td> <td>-</td> <td colspan="2">27°46'44.14"N, 68°26'10.28"E</td> </tr> <tr> <th>Name of Vulnerable Point</th> <td colspan="3">Old Abad Bund (V.P)</td> </tr> <tr> <th>Reason for the Vulnerability</th> <td colspan="3">The site is deemed vulnerable as a result of a breach in 2010 and over topping in 2022.</td> </tr> <tr> <th>Flow Condition<sup>1</sup></th> <td colspan="3">The water channel was located at toe of the bund. Water remains at toe of bund year-round.</td> </tr> <tr> <th>Site Condition in the Country Side<sup>2</sup></th> <td colspan="3">Agricultural activities and residential areas are present on landward side of the bund. Nearest population is situated nearby one kilometer away from the bund.</td> </tr> </table> <p style="text-align: center;">Layout Plan (Source of Satellite Image: Google Earth)</p>  <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>Category</th> <th>Evaluation</th> <th>Bund Score</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><b>Emergent Type R</b></td> <td></td> <td style="text-align: center;"><b>7</b></td> </tr> </table> <p><small><sup>1</sup> Water Flow Direction (rough Distance Between Main Water Channel and the Bund) and Conditions During Floods Around the Listed Vulnerable Points <sup>2</sup> Site Condition Around the Vulnerable Points (Land Use Behind the Point, Important Facility Adjacent to the Point) <sup>3</sup> Emergent Type R: Emergent Phase Requiring Robust Countermeasures. Emergent Type C: Emergent Phase Requiring Common Countermeasures. Proactive Type R: Proactive Phase Requiring Robust Countermeasures. Proactive Type C: Proactive Phase Requiring Common Countermeasures. Monitoring: Monitoring Phase</small></p>	Province	Zone	Division	Circle	Sindh	Sukkur Barrage Right Bank Region, Larkana	Northern Dadu Division at Larkana	Western Sindh Circle Larkana	Sr. No.	River Name	River System	Bank	S-060	Indus River	Indus River	Left / Right	Bund Name	R.D.	GPS Coordinates		Old Abad Bund	-	27°46'44.14"N, 68°26'10.28"E		Name of Vulnerable Point	Old Abad Bund (V.P)			Reason for the Vulnerability	The site is deemed vulnerable as a result of a breach in 2010 and over topping in 2022.			Flow Condition <sup>1</sup>	The water channel was located at toe of the bund. Water remains at toe of bund year-round.			Site Condition in the Country Side <sup>2</sup>	Agricultural activities and residential areas are present on landward side of the bund. Nearest population is situated nearby one kilometer away from the bund.			Category	Evaluation	Bund Score	<b>Emergent Type R</b>		<b>7</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="3">Basic Information of the Bund</th> </tr> <tr> <th>Item</th> <th>Existing</th> <th>Proposed</th> </tr> <tr> <td>Top Elevation</td> <td>179.20 ft.</td> <td>179.2 ft.</td> </tr> <tr> <td>H.F. L</td> <td>175.00 ft.</td> <td>175.00 ft.</td> </tr> <tr> <td>Free Board Height</td> <td>4.20 Ft.</td> <td>4.20 Ft.</td> </tr> <tr> <td>Top Width</td> <td>40.0 ft.</td> <td>40.0 ft.</td> </tr> <tr> <td>River Side Slope</td> <td>Varies (due to damage)</td> <td>1:2</td> </tr> <tr> <td>Country Side Slope</td> <td>2:1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Longitudinal Length</td> <td>(1 Mile 3 furlongs &amp; 410 feet) (7670 feet)</td> <td>7670 ft</td> </tr> <tr> <td>Slope Protection Material</td> <td>None</td> <td>Stone Pitching &amp; Stone Apron</td> </tr> <tr> <td>Covering Material/ Pavement on the Top</td> <td>Earthen top</td> <td>Gravel</td> </tr> <tr> <td>Embankment Material</td> <td>Un-compacted earth</td> <td>Compacted earth</td> </tr> <tr> <td>Ancillary Structure (Drainage Ditch, and Spurs)</td> <td>None</td> <td>No Plan</td> </tr> </table> <p style="text-align: center;"><b>TYPICAL X-SECTION OF OLD / NEW ABAD BUND</b> SCALE: 1" = 20'</p>  <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="3">History of Damages</th> </tr> <tr> <th>MM/YYYY</th> <th>Type of Damage</th> <th>Description</th> </tr> <tr> <td>2010</td> <td>Breached</td> <td rowspan="4">The site has undergone significant degradation in recent years, primarily due to the constant year-round river flow adjacent to the area.</td> </tr> <tr> <td>2019</td> <td>Heavy erosion</td> </tr> <tr> <td>2022</td> <td>Over topped</td> </tr> <tr> <td>2024</td> <td>Slope Failure</td> </tr> <tr> <th colspan="3">Record of Rehabilitation/ Improvement</th> </tr> <tr> <th>MM/YYYY</th> <th>Project Name with its Description</th> <th>Cost</th> <th>Source of Funding</th> </tr> <tr> <td>2011</td> <td>Raising &amp; strengthening of Paljia Loop Bund Mile 0.0 To 3.3, Abad Ring Bund Mile 0.6 To 2.6, LS Bund Mile 9.4 To 17.2, 20.0 To 23.2, 26.1 To 27.4, 28.0 To 32.3 and Providing Stone Pitching along LS Bund Mile 10.0 To 11.1.</td> <td>275.0 Million</td> <td>Federal Flood Commission</td> </tr> <tr> <th colspan="3">Plan for Rehabilitation/ Improvement</th> </tr> <tr> <th>MM/YYYY</th> <th>Project Name with its Description</th> <th>Cost</th> <th>Source of Funding</th> </tr> <tr> <td>N.A</td> <td></td> <td>N.A</td> <td>N.A</td> </tr> </table> <p style="text-align: center;"><small>N.A = Data not provided by Irrigation Department</small></p>	Basic Information of the Bund			Item	Existing	Proposed	Top Elevation	179.20 ft.	179.2 ft.	H.F. L	175.00 ft.	175.00 ft.	Free Board Height	4.20 Ft.	4.20 Ft.	Top Width	40.0 ft.	40.0 ft.	River Side Slope	Varies (due to damage)	1:2	Country Side Slope	2:1		Longitudinal Length	(1 Mile 3 furlongs & 410 feet) (7670 feet)	7670 ft	Slope Protection Material	None	Stone Pitching & Stone Apron	Covering Material/ Pavement on the Top	Earthen top	Gravel	Embankment Material	Un-compacted earth	Compacted earth	Ancillary Structure (Drainage Ditch, and Spurs)	None	No Plan	History of Damages			MM/YYYY	Type of Damage	Description	2010	Breached	The site has undergone significant degradation in recent years, primarily due to the constant year-round river flow adjacent to the area.	2019	Heavy erosion	2022	Over topped	2024	Slope Failure	Record of Rehabilitation/ Improvement			MM/YYYY	Project Name with its Description	Cost	Source of Funding	2011	Raising & strengthening of Paljia Loop Bund Mile 0.0 To 3.3, Abad Ring Bund Mile 0.6 To 2.6, LS Bund Mile 9.4 To 17.2, 20.0 To 23.2, 26.1 To 27.4, 28.0 To 32.3 and Providing Stone Pitching along LS Bund Mile 10.0 To 11.1.	275.0 Million	Federal Flood Commission	Plan for Rehabilitation/ Improvement			MM/YYYY	Project Name with its Description	Cost	Source of Funding	N.A		N.A	N.A
Province	Zone	Division	Circle																																																																																																																								
Sindh	Sukkur Barrage Right Bank Region, Larkana	Northern Dadu Division at Larkana	Western Sindh Circle Larkana																																																																																																																								
Sr. No.	River Name	River System	Bank																																																																																																																								
S-060	Indus River	Indus River	Left / Right																																																																																																																								
Bund Name	R.D.	GPS Coordinates																																																																																																																									
Old Abad Bund	-	27°46'44.14"N, 68°26'10.28"E																																																																																																																									
Name of Vulnerable Point	Old Abad Bund (V.P)																																																																																																																										
Reason for the Vulnerability	The site is deemed vulnerable as a result of a breach in 2010 and over topping in 2022.																																																																																																																										
Flow Condition <sup>1</sup>	The water channel was located at toe of the bund. Water remains at toe of bund year-round.																																																																																																																										
Site Condition in the Country Side <sup>2</sup>	Agricultural activities and residential areas are present on landward side of the bund. Nearest population is situated nearby one kilometer away from the bund.																																																																																																																										
Category	Evaluation	Bund Score																																																																																																																									
<b>Emergent Type R</b>		<b>7</b>																																																																																																																									
Basic Information of the Bund																																																																																																																											
Item	Existing	Proposed																																																																																																																									
Top Elevation	179.20 ft.	179.2 ft.																																																																																																																									
H.F. L	175.00 ft.	175.00 ft.																																																																																																																									
Free Board Height	4.20 Ft.	4.20 Ft.																																																																																																																									
Top Width	40.0 ft.	40.0 ft.																																																																																																																									
River Side Slope	Varies (due to damage)	1:2																																																																																																																									
Country Side Slope	2:1																																																																																																																										
Longitudinal Length	(1 Mile 3 furlongs & 410 feet) (7670 feet)	7670 ft																																																																																																																									
Slope Protection Material	None	Stone Pitching & Stone Apron																																																																																																																									
Covering Material/ Pavement on the Top	Earthen top	Gravel																																																																																																																									
Embankment Material	Un-compacted earth	Compacted earth																																																																																																																									
Ancillary Structure (Drainage Ditch, and Spurs)	None	No Plan																																																																																																																									
History of Damages																																																																																																																											
MM/YYYY	Type of Damage	Description																																																																																																																									
2010	Breached	The site has undergone significant degradation in recent years, primarily due to the constant year-round river flow adjacent to the area.																																																																																																																									
2019	Heavy erosion																																																																																																																										
2022	Over topped																																																																																																																										
2024	Slope Failure																																																																																																																										
Record of Rehabilitation/ Improvement																																																																																																																											
MM/YYYY	Project Name with its Description	Cost	Source of Funding																																																																																																																								
2011	Raising & strengthening of Paljia Loop Bund Mile 0.0 To 3.3, Abad Ring Bund Mile 0.6 To 2.6, LS Bund Mile 9.4 To 17.2, 20.0 To 23.2, 26.1 To 27.4, 28.0 To 32.3 and Providing Stone Pitching along LS Bund Mile 10.0 To 11.1.	275.0 Million	Federal Flood Commission																																																																																																																								
Plan for Rehabilitation/ Improvement																																																																																																																											
MM/YYYY	Project Name with its Description	Cost	Source of Funding																																																																																																																								
N.A		N.A	N.A																																																																																																																								
<p style="text-align: center;">Page 3: 写真</p>	<p style="text-align: center;">Page 4: 目視点検記録</p>																																																																																																																										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2">Site Photo</th> </tr> <tr> <th>Vulnerable Section</th> <th>General View of River Side</th> </tr> <tr> <td></td> <td> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <th>Facing Downstream Side</th> <th>Facing Upstream Side</th> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> </table> </td> </tr> <tr> <td></td> <td> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <th>Facing Downstream Side</th> <th>Facing Upstream Side</th> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> </table> </td> </tr> <tr> <td></td> <td> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <th>Facing Downstream Side</th> <th>Facing Upstream Side</th> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> </table> </td> </tr> <tr> <td></td> <td> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <th>Close View of Deformation</th> <th>Close View of Damages</th> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> </table> </td> </tr> </table>	Site Photo		Vulnerable Section	General View of River Side		<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <th>Facing Downstream Side</th> <th>Facing Upstream Side</th> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Facing Downstream Side	Facing Upstream Side				<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <th>Facing Downstream Side</th> <th>Facing Upstream Side</th> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Facing Downstream Side	Facing Upstream Side				<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <th>Facing Downstream Side</th> <th>Facing Upstream Side</th> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Facing Downstream Side	Facing Upstream Side				<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <th>Close View of Deformation</th> <th>Close View of Damages</th> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Close View of Deformation	Close View of Damages			<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="4">Observation Record<sup>4</sup></th> </tr> <tr> <th colspan="4">(Current status, effect of countermeasure, development of erosion, deformation, and deterioration)</th> </tr> <tr> <th>DD/MM/YYYY</th> <th>Inspection Type</th> <th>Description and Photo</th> <th>Damage<sup>5</sup></th> </tr> <tr> <td>6/11/2023</td> <td>Visual Inspection</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>A trace of erosion on the river side slope was observed.</li> <li>Water channel is located immediate in front of the bund and no margin between the bund and the river channel. The river channel seems to have flow only during the flooding condition.</li> <li>The top elevation is relatively low considering the height of adjacent bunds.</li> <li>No particular countermeasures in place.</li> </ul>  <p style="text-align: center;">Picture 1: Trace of the erosion</p> </td> <td style="text-align: center;">c</td> </tr> <tr> <td>17/03/2024</td> <td>Visual Inspection</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>Stone pitching and stone apron laid across riverside slope of the bund.</li> <li>Further stone stock dumped over riverside slope, to strengthen the bund.</li> <li>No particular countermeasures in place.</li> <li>However, the assessment of the situation is hindered by the minimal water flow, as the over-topping of the bund was reported in 2022.</li> <li>No further deformation of slopes or deterioration of bund could be visibly observed from the last inspection.</li> <li>Raising of Bund is essential to prevent the reported overtopping on bund.</li> </ul>  <p style="text-align: center;">Picture 1 Strengthening of Pitching through Dumping</p> </td> <td style="text-align: center;">c (No change from the above)</td> </tr> </table> <p><small><sup>4</sup> Current Status, Effect of the Existing Structural Countermeasures Such As Spurs/Inlets, Sheet Piles for Seepage Control etc and Development of Erosion, Deformation, Deterioration of the Existing Bund <sup>5</sup> a: No Deformation, b: No deformations are observed on the bund body, except for gully erosion caused by raindrops or the detachment of the bund's stone pitching, c: The bund or the apron has been damaged, and L: Leakage from the bund has been identified</small></p>	Observation Record <sup>4</sup>				(Current status, effect of countermeasure, development of erosion, deformation, and deterioration)				DD/MM/YYYY	Inspection Type	Description and Photo	Damage <sup>5</sup>	6/11/2023	Visual Inspection	<ul style="list-style-type: none"> <li>A trace of erosion on the river side slope was observed.</li> <li>Water channel is located immediate in front of the bund and no margin between the bund and the river channel. The river channel seems to have flow only during the flooding condition.</li> <li>The top elevation is relatively low considering the height of adjacent bunds.</li> <li>No particular countermeasures in place.</li> </ul>  <p style="text-align: center;">Picture 1: Trace of the erosion</p>	c	17/03/2024	Visual Inspection	<ul style="list-style-type: none"> <li>Stone pitching and stone apron laid across riverside slope of the bund.</li> <li>Further stone stock dumped over riverside slope, to strengthen the bund.</li> <li>No particular countermeasures in place.</li> <li>However, the assessment of the situation is hindered by the minimal water flow, as the over-topping of the bund was reported in 2022.</li> <li>No further deformation of slopes or deterioration of bund could be visibly observed from the last inspection.</li> <li>Raising of Bund is essential to prevent the reported overtopping on bund.</li> </ul>  <p style="text-align: center;">Picture 1 Strengthening of Pitching through Dumping</p>	c (No change from the above)																																																																										
Site Photo																																																																																																																											
Vulnerable Section	General View of River Side																																																																																																																										
	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <th>Facing Downstream Side</th> <th>Facing Upstream Side</th> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Facing Downstream Side	Facing Upstream Side																																																																																																																								
Facing Downstream Side	Facing Upstream Side																																																																																																																										
	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <th>Facing Downstream Side</th> <th>Facing Upstream Side</th> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Facing Downstream Side	Facing Upstream Side																																																																																																																								
Facing Downstream Side	Facing Upstream Side																																																																																																																										
	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <th>Facing Downstream Side</th> <th>Facing Upstream Side</th> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Facing Downstream Side	Facing Upstream Side																																																																																																																								
Facing Downstream Side	Facing Upstream Side																																																																																																																										
	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <th>Close View of Deformation</th> <th>Close View of Damages</th> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Close View of Deformation	Close View of Damages																																																																																																																								
Close View of Deformation	Close View of Damages																																																																																																																										
Observation Record <sup>4</sup>																																																																																																																											
(Current status, effect of countermeasure, development of erosion, deformation, and deterioration)																																																																																																																											
DD/MM/YYYY	Inspection Type	Description and Photo	Damage <sup>5</sup>																																																																																																																								
6/11/2023	Visual Inspection	<ul style="list-style-type: none"> <li>A trace of erosion on the river side slope was observed.</li> <li>Water channel is located immediate in front of the bund and no margin between the bund and the river channel. The river channel seems to have flow only during the flooding condition.</li> <li>The top elevation is relatively low considering the height of adjacent bunds.</li> <li>No particular countermeasures in place.</li> </ul>  <p style="text-align: center;">Picture 1: Trace of the erosion</p>	c																																																																																																																								
17/03/2024	Visual Inspection	<ul style="list-style-type: none"> <li>Stone pitching and stone apron laid across riverside slope of the bund.</li> <li>Further stone stock dumped over riverside slope, to strengthen the bund.</li> <li>No particular countermeasures in place.</li> <li>However, the assessment of the situation is hindered by the minimal water flow, as the over-topping of the bund was reported in 2022.</li> <li>No further deformation of slopes or deterioration of bund could be visibly observed from the last inspection.</li> <li>Raising of Bund is essential to prevent the reported overtopping on bund.</li> </ul>  <p style="text-align: center;">Picture 1 Strengthening of Pitching through Dumping</p>	c (No change from the above)																																																																																																																								

出典：プロジェクトチーム

表 2.2.5 帳票のサンプル 2/2

Page5: 評価					
Evaluation Process					
DD/MM/YYYY	Item		Result	Reason	
	Criteria For Evaluation Flow	Flood Damage		Yes	According to Inundation Analysis, flood damage cost is severe.
		Bund Damage		Yes	The bund or the apron has been damaged
		Bund Dimension	Bund Height	Fail	Bund height is higher than the H.F.L., but free board height is 4.2 feet.
			Bund Width	Fail	HGL doesn't emerge at the ground surface, but the thickness of soil covering HGL is less than 4 feet.
			Tact Width	Fail	The channel is in contact with the bund (Tact Width = 0)
		Topographic Feature	Breach Record	Yes	It was previously damaged by a natural breach.
			Flow Impact	Yes	It's been affected by strong water flow since before 2010 flood, and has breach record
		<b>Category</b>		<b>Emergent Type R</b>	
For Evaluation Score	Bund Damage		3	The bund or the apron has been damaged	
	Bund Dimension	Bund Height	1	Bund height is higher than the H.F.L., but free board height is 4.2 feet.	
		Bund Width	1	HGL doesn't emerge at the ground surface, but the thickness of soil covering HGL is less than 4 feet.	
	Tact Width	2	The channel is in contact with the bund (Tact Width = 0)		
<b>Bund Score</b>			<b>7</b>		

Note) HGL: hydraulic gradient line

出典：プロジェクトチーム

## 2.2.4 既存堤防の状況

### 2.2.4.1 VP 箇所数と構造物の種類

VP 箇所の調査対象構造物は、堤防と水制である。構造種類別の VP 箇所数を表 2.2.6 に示す。Sindh 州における Indus 川沿いの VP 箇所数は 103 箇所であり、これらのほとんど（97%）が堤防である。一方、Punjab 州における Indus 川沿いの VP 箇所数は 42 箇所であり、これらのうち堤防は 25 箇所（60%）である。

表 2.2.6 工種別の VP 箇所数

	Sindh	Punjab
堤防	100 (97%)	25 (60%)
水制工	3 (3%)	17 (40%)
合計	103 (100%)	42 (100%)

出典：プロジェクトチーム

また所定の区間毎に命名されている堤防をそれぞれ 1 基と数えると、Indus 川沿いの堤防は Sindh 州に 256 基、Punjab 州に 94 基存在する。複数の VP を有する堤防があるため、VP を有する堤防の基数は Sindh 州で 64 (64/254)、Punjab 州で 21 (21/94) である。

### 2.2.4.2 VP 箇所の特定理由

VP 箇所の理由を整理すると、表 2.2.7 に示す 11 項目に分類でき、特定理由別の VP 箇所数は表 2.2.7 に示すとおり

である。VP の特定理由は多岐にわたるが、侵食による変状が理由になっている VP 箇所（表 2.2.7 の No.1, 4, 5 の合計）は Sindh 州では計 85 箇所（全体の 83%）、Punjab 州では計 26 箇所（全体の 61%）ある。これは、Indus 川堤防において侵食による変状が多く、多くの地点で生じていることを意味し、Indus 川堤防の維持管理において侵食対策が重要であることを示唆している。

一方、プロジェクトチームは、堤防及び基礎地盤の土質状態を基に多くの地点で浸透が問題になっていると当初推察していたが、浸透による漏水を理由に VP となっている箇所（表 2.2.7 の No2 と 4）は、Sindh 州では計 12 箇所（全体の 12%）、Punjab 州では計 3 箇所（全体の 7%）と少ない。このことは以下に起因すると考える。

#### VP の特定理由に漏水が少ないことの原因

浸透は出水時に一時的に発生する現象であるため、侵食による変状に比べ目視点検は見つけにくい。このため、目視点検結果を基に作成されている VP リストには、漏水現象が生じている地点が見落とされている。

表 2.2.7 VP 箇所の特定理由

理由		Sindh	Punjab
1	侵食による変状	74 (72%)	24 (57%)
2	漏水	2 (2%)	2 (5%)
3	越流による変状	1 (1%)	0 (0%)
4	侵食による変状&漏水	10 (10%)	1 (2%)
5	侵食による変状&越流による変状	1 (1%)	1 (2%)
6	決壊	3 (3%)	9 (21%)
7	計画的決壊	1 (1%)	1 (2%)
8	沈下	1 (1%)	0 (0%)
9	雨滴侵食	2 (2%)	0 (0%)
10	流況の変化	5 (5%)	3 (7%)
11	不明	3 (3%)	1 (2%)
合計		103 (100%)	42 (100%)

出典：プロジェクトチーム

#### 2.2.4.3 VP 箇所の補修状況

VP 箇所は、基本的に 2010 年洪水、2015 年洪水、2022 年洪水等の出水後点検にて異常が確認された地点であり、VP の特定理由はその際の堤防の状態である。つまり、前項に示した VP の特定理由は VP と認識された際の堤防状態であり、現在の状態を示していない。そこで、2.2.3.2 章で紹介したインベントリー帳票に記載した“被災履歴”、“補修履歴”及び“堤防の状況（変状）”より、VP 特定後の経年変化を確認したところ、以下のことが確認された。

- Sindh 州では、侵食による変状を理由に VP に挙げられた 85 箇所のうち 53 箇所が VP 特定後に補修／補強され健全な状態となり、現在も侵食により変状している箇所は 32 箇所である。
- Punjab 州では、侵食による変状を理由に VP に挙げられた 26 箇所のうち 11 箇所が VP 特定後に補修／補強され健全な状態となり、現在も侵食により変状している箇所は 15 箇所である。
- 前項（2.2.3.2 章）で紹介した帳票の被災履歴及び補修履歴より、Sindh 州では 3 カ所の VP、Punjab 州では 1 カ所の VP にて、補修／補強後に再度と侵食による変状が生じていたことが確認された。

## 2.2.5 VP 箇所分類

### 2.2.5.1 分類の目的

前項に示したとおり、Sindh 州で 103 箇所、Punjab 州で 45 箇所という数多くの VP が存在し、堤防の状態は VP 箇所ごとに大きく異なる。このため、今後パキスタン側が効率的かつ効果的に堤防の維持管理を行うためには、VP の状態を基に対策の緊急性が高い箇所から順に最適な工法により補修／補強していくことが重要である。これを実現するため、対策の緊急性及び対策工法の観点から VP を分類した。

### 2.2.5.2 分類方法

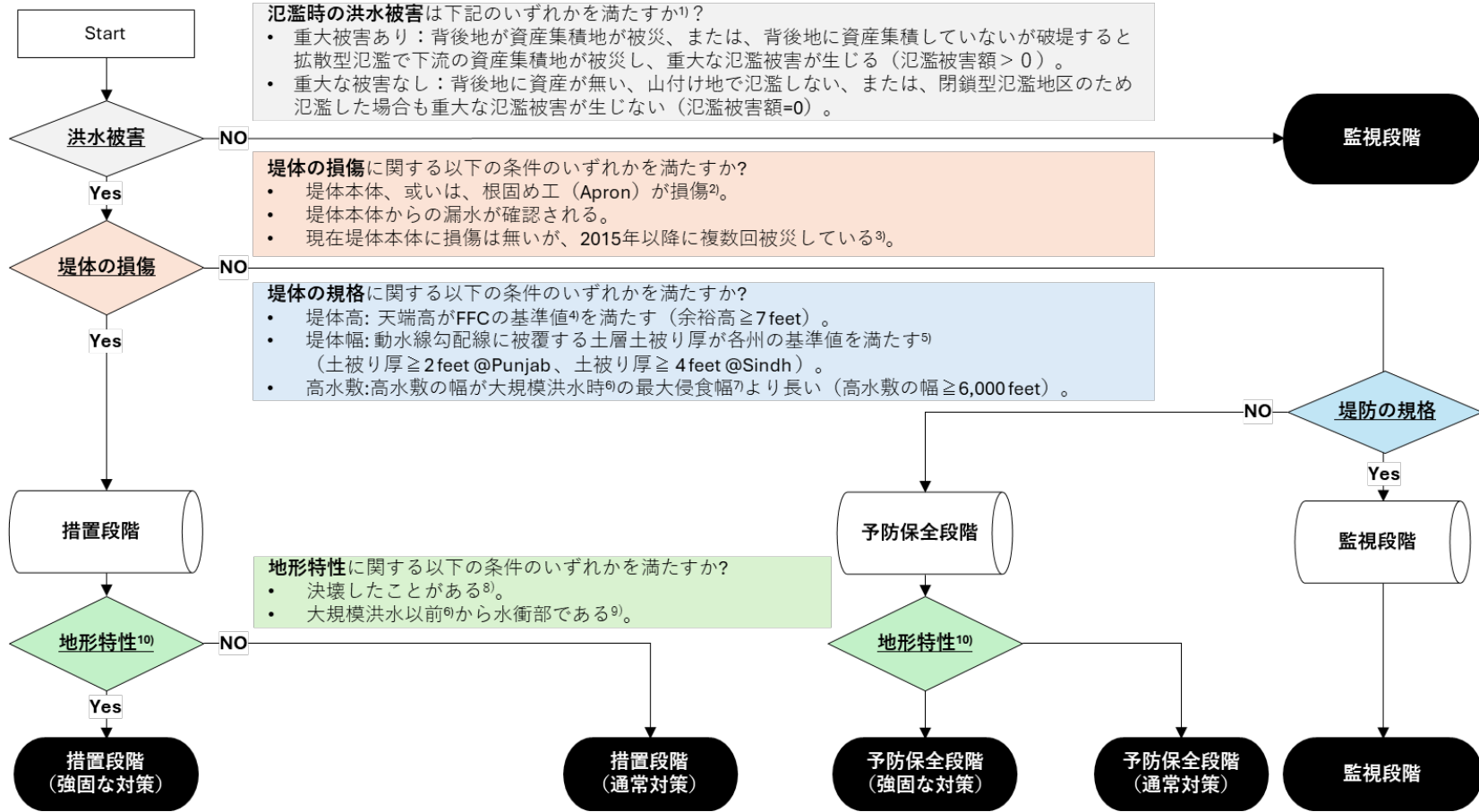
VP 箇所の分類は、表 2.2.8 に示す 5 区分した。対策の緊急性は措置段階、予防保全段階及び監視段階の 3 段階とした。また 2.2.4.3 章に示すとおり、補修／補強工事直後に再度被災する箇所も確認されたため、通常<sup>2</sup>よりも強固な対策が必要な地点もあると考え、対策工法は“強固な対策”と“通常対策”の 2 段階とした。分類は、図 2.2.1 示すフローを用いて、実施した。

表 2.2.8 VP 箇所ごとの評価区分

No.	分類	定義
1	措置段階（強固な対策）	以下のいずれかの条件を満たし、早期にパキスタン国内の通常対策よりも強固な補強が必要な状態。 堤体本体或いは根固工に変状、或いは、漏水が確認されている。 現在変状、或いは、漏水が確認されていないが、近年に複数回被災している。
2	措置段階（通常対策）	変状及び漏水について“措置段階（強固な対策）”と同じ状況であり、早期にパキスタン国内で実施されている通常の補修／補強が必要な状態。
3	予防保全段階（強固な対策）	現在は変状及び漏水が確認されず、近年に複数の被災経験も無いが、堤防の規格がガイドラインの基準値を満たしていないため、予防保全的にパキスタン国内の通常対策よりも強固な補強が必要な状態。
4	予防保全段階（通常対策）	変状、漏水及び堤防の規格について“予防保全段階（強固な対策）”と同じ状況であり、予防保全的にパキスタン国内で実施されている通常の補修／補強が必要な状態。
5	監視段階	現在は変状及び漏水が確認されず、近年に複数回の被災経験も無く、堤防の規格がガイドラインの基準値を満たしているため、補修／補強は不要で監視のみ必要な状態。 若しくは、氾濫時に重大な被害が発生しないため、VP 箇所の状態に関わらず、補修／補強は不要で監視のみ必要な状態。

出典：プロジェクトチーム

<sup>2</sup> 一般的にパキスタン国では、空石張り（Stone Pitching）または根固め工（apron）、水制工（Spur）が侵食対策として実施されているので、本業務ではこれらの対策を通常対策とした。



1) 記載内容をも基に重大な被害の有無を定性的に判断する方法もあるが、判定者による判断の揺らぎを防ぐため、本業務では氾濫被害額で評価する方法を提案する。  
 2) 軽微な損傷である雨滴によるガリー浸食、及び、堤体への張り石（Stone Pitching）の剥離は除く。  
 3) 世界銀行による2010年洪水の復旧復興プロジェクトが2015年に完了しているため、2015年を基準年とした。  
 4) MoM to “Review Design Criteria of Flood Works and SOPs of Barrages Held on March 07, 2011”において、余裕高は7feetが要求されている  
 5) 動水勾配線の傾き、及び、土被り厚について、Punjab州はManual of Irrigation Practice、Sindh州はBund Manual (4th edition)に規定されている。動水勾配線の傾きは両州とも6:1であり、土被り厚はPunjab州が2 feet、Sindh州が4 feetである。  
 6) 2010年洪水を大規模洪水とした。  
 7) 出水前後のIndus川の主流路の最大移動幅を最大侵食幅とした。プロジェクトチームが、2009年と2010年のGoogle Earth衛星画像比較より整理した最大移動幅が6,000 feetである。  
 8) 人為的に破堤させた地点は除く。  
 9) 堤外地側に建設された堤防等の人工物によって形成された河道湾曲等も含む。  
 10) 強固な対策/通常対策は設計時の設計思想であり、設計段階において現地の土質や水文条件を基に対策工法の妥当性確認が必要である。

出典：プロジェクトチーム

図 2.2.1 VP 箇所の評価フロー

### 2.2.5.3 分類結果

分類結果ごとの VP 個所数を表 2.2.9、Sindh 州の一覧表を表 2.2.10、Punjab 州の一覧表を表 2.2.11 に示す。Sindh 州では、早期に対策が必要な措置段階にある VP が 46 箇所、予防保全的に対策が必要な予防保全段階にある VP が 49 箇所、対策は不要な要監視段階にある VP が 5 箇所、本業務では安全上の理由により調査できなかった VP が 3 箇所ある。一方、Punjab 州では、措置段階にある VP が 13 箇所、予防保全段階にある VP が 16 箇所、対策は不要な要監視段階にある VP が 13 箇所ある。Sindh 州と Punjab 州を比較すると、対策が必要な措置段階及び予防保全段階にある VP が Sindh 州に集中していることが確認された。

また、FFC 及び PID が本検討結果を活用できるように、各 VP の項目ごとの評価結果及び分類結果を明示した一覧表と各 VP の位置及び分類結果が確認可能な位置図を作成し、堤防技術協力資料「INVENTORY SURVEY OF BUNDS」に記載した。VP 箇所一覧表は活用のし易さを考慮し、分類結果ごとに異なる表に整理した。VP 箇所一覧表のリストは長くなるため、ここでは参考までに一覧表の抜粋を表 2.2.12、表 2.2.13 に示す。

表 2.2.9 分類結果別の VP 個所数

分類		Sindh	Punjab
措置段階	強固な対策	28 (27%)	2 (5%)
	通常対策	18 (17%)	11 (26%)
	小計	46 (45%)	13 (13%)
予防保全段階	強固な対策	16 (16%)	10 (24%)
	通常対策	33 (32%)	6 (14%)
	小計	49 (48%)	16 (16%)
要監視段階		5 (5%)	13 (31%)
未調査地点*		3 (3%)	0 (0%)
総計		103 (100%)	42 (100%)

注記) \*未調査地点は、安全管理上の懸念からプロジェクトチームが現地調査を実施できなかった箇所。  
出典：プロジェクトチーム

表 2.2.10 VP 箇所一覧 (Sindh 州)

No.	VP 名	対策の緊急性	対策工
1	Jamshoro Frond Bund, mile 1/0 to 2/3 (PUO)	措置段階	強固な対策
2	Qadirpur Shank Bund Mile 0/5 to 2/6. (V.P)	措置段階	強固な対策
3	S.M Bund Mile 12/4 to 12/7 Bakhri Point	措置段階	強固な対策
4	S.M Bund Mile 107/6	措置段階	強固な対策
5	Ghumra Loop Bund Mile 4/6 (V.P)	措置段階	強固な対策
6	Ruk Spur, mile 0/5, 1/1, 1/6 & 2/3 (V.P)	措置段階	強固な対策
7	Moria Loop Bund Mile 0/0 to 1/0 (M.V.P)	措置段階	強固な対策
8	Old Abad Bund (V.P)	措置段階	強固な対策
9	L.S Bund 16/0 to 17/0 (Hakra Point) (M.V.P)	措置段階	強固な対策
10	Link Canal Bund RD.65 to 90	措置段階	強固な対策
11	Sonda Hillaya Bund Mile 1/3 - 1/7	措置段階	強固な対策
12	Sonda Hillaya Bund Mile 2/1 to 3/2	措置段階	強固な対策
13	Ali Bahar Bund Mile 0/0 to 0/5	措置段階	強固な対策
14	P.B Bund Mile 0/3	措置段階	強固な対策
15	Hajipur (M.V.P) 3/7	措置段階	強固な対策
16	Hajipur 6/0	措置段階	強固な対策
17	Hajipur 6/6	措置段階	強固な対策

No.	VP 名	対策の緊急性	対策工
18	Hajipur 6/2	措置段階	強固な対策
19	Hajipur 8/4	措置段階	強固な対策
20	Hajipur 12/4 to 13/5	措置段階	強固な対策
21	M.S Bund (M.V.P)18/3	措置段階	強固な対策
22	2nd Surjani Bund 0/0 to 1/5	措置段階	強固な対策
23	M.S Bund 42/5	措置段階	強固な対策
24	M.S Bund (M.V.P) 43/5	措置段階	強固な対策
25	M.S Bund 44/3	措置段階	強固な対策
26	M.S Bund (M.V.P) 44/0+200	措置段階	強固な対策
27	KUka Link Bund 9/4 to 20/6	措置段階	強固な対策
28	Akil Link Bund	措置段階	強固な対策
29	Qadirpur Loop Bund Mile 7/0 to 8/4. (V.P)	措置段階	通常対策
30	L M Bund mile 1/4 to 1/6 (V.P)	措置段階	通常対策
31	S. M Bund 4/0 -4/2 (Sagyoon) (PUO)	措置段階	通常対策
32	S.M Bund 37/0 to 37/4 (Bhorti) (M.V.P)	措置段階	通常対策
33	S.M. Bund (Sagyoon) Mile 3/2.	措置段階	通常対策
34	S.M. Bund Mile 6/0	措置段階	通常対策
35	S.M. Bund Mile 7/4 to 8/4	措置段階	通常対策
36	Manjuth Loop Bund (0/0 to 1/5) (S.M Bund 33/0)	措置段階	通常対策
37	S.M. Bund 42/1 to 42/4	措置段階	通常対策
38	S.M. Bund Mile 7/0	措置段階	通常対策
39	S.M. Bund Mile 30/0 to 59/0	措置段階	通常対策
40	S.L Bund Mile 5/6 Near Bachal Shah Miani (V.P)	措置段階	通常対策
41	Left Bank KBF Upper Nai Baran Super passage RD.90 of KBF. Upper	措置段階	通常対策
42	Left Bank of KBF Upper RD.107 to 118	措置段階	通常対策
43	B.U Bund Mile 14/7 to 16/2	措置段階	通常対策
44	B.U Bund & Indo Bund Mile 34/2 to 35/3 & Mile 0/0 to 1/6	措置段階	通常対策
45	Hajipur 0/0 to 0/5	措置段階	通常対策
46	Kuka Link Bund 6/0 to 7/0	措置段階	通常対策
47	K.K.BUND 11/0. (V.P)	予防保全段階	強固な対策
48	K.K LINK BUND 12/0 to 13/0. (V.P)	予防保全段階	強固な対策
49	K.K FEEDER BUND R.D-80 TO R.D-82. (V.P)	予防保全段階	強固な対策
50	Ghalian Front Bund, mile 3/0 to 5/0, 7/0 to 9/0, 10/5 (PUO)	予防保全段階	強固な対策
51	Gidumal Front Bund mile 1/5 to 2/5 (PUO)	予防保全段階	強固な対策
52	S. M Bund (Mud sit) 106/01 S.Benazirabad (M.V.P)	予防保全段階	強固な対策
53	S.M Bund (Bhanot) Mile 135/0, 137/0 Maiari (M.V.P)	予防保全段階	強固な対策
54	S.M. Bund Hala Spur 3 Nos Mile 142/5	予防保全段階	強固な対策
55	S.M. Bund Kalyan Dhoro Mile 157/3 to 158/0	予防保全段階	強固な対策
56	Abad Mangli Extension Mile 0/0 to 1/5 (V.P)	予防保全段階	強固な対策
57	L.S Bund Mile 22/0 to 22/4 Oppsite Moen Jo Daro (V.P)	予防保全段階	強固な対策
58	LS Bund, mile 95/2 (V.P)	予防保全段階	強固な対策
59	M.S Bund 5/7	予防保全段階	強固な対策
60	1st Surjani Bund (M.V.P) 0/0 to 1/5	予防保全段階	強固な対策
61	S.M Bund Mile 104/6	予防保全段階	強固な対策
62	Akil Loop Bund Mile 0/0 to 0/7 (V.P)	予防保全段階	強固な対策
63	U/S LEFT MARGINAL BUND 7/2 TO 15/7. (V.P)	予防保全段階	通常対策
64	S.B Bund Mile 11/2 to 15/0 (V.P)	予防保全段階	通常対策
65	Sukkur Begari Bund 0/0 to 4/0 (V.P)	予防保全段階	通常対策
66	Qadirpur Bund Mile 10/4 to 11/4. (M.V.P)	予防保全段階	通常対策
67	Baiji Bund Mile 7/5 to 7/6. (V.P)	予防保全段階	通常対策
68	Ulra Jagir 2/6-5/2 (M.V.P)	予防保全段階	通常対策
69	Ulra Jagir Bund. Mile13/4 to 14/0.	予防保全段階	通常対策
70	Jamsher Loop Bund Mile 1/1 to 4/4.	予防保全段階	通常対策

No.	VP 名	対策の緊急性	対策工
71	Faridabad Bund Mile 1/0 to 3/6.	予防保全段階	通常対策
72	S.M. Bund Mile 1/0	予防保全段階	通常対策
73	Kandiaro Escape RD-28+700 to RD-29+0 Left Side & RD-30 to 30+325 L.S	予防保全段階	通常対策
74	Kandiaro Escape RD-23 Left Side, RD-25 Left Side, RD-31 Left Side, RD-23 Right Side RD-25 Right Side.	予防保全段階	通常対策
75	S.M Bund Mile 92/0 to 93/0	予防保全段階	通常対策
76	S.M Bund Mile 98/0 to 99/0	予防保全段階	通常対策
77	S.M Bund Mile 103/0.	予防保全段階	通常対策
78	S.M. Bund (Sacedabad Dhor)Mile 129/0	予防保全段階	通常対策
79	S.M. Bund (Bhanoth village.)Mile 135/0	予防保全段階	通常対策
80	S.M. Bund Khanot Dhor Mile 152/0	予防保全段階	通常対策
81	S.M. Bund Kalyan Dhor Mile 155/5	予防保全段階	通常対策
82	S.M. Bund Sekhat Mile 161/0	予防保全段階	通常対策
83	S.M. Bund Baudero Dhor Mile 162/2	予防保全段階	通常対策
84	S.M. Bund Jakhri Dhor Mile 166/4	予防保全段階	通常対策
85	S.L Bund Mile 0/2 To L.S Bund Mile 36/5	予防保全段階	通常対策
86	L.S Bund mile 38/6 to 58/0 & 62/0 (V.P)	予防保全段階	通常対策
87	LS Bund, mile 74/0 to 77/2 (V.P)	予防保全段階	通常対策
88	LS Bund, mile 100/0 (V.P)	予防保全段階	通常対策
89	Shwan Protective Bund mile 0/0 (V.P)	予防保全段階	通常対策
90	P.B Bund Mile 13/4	予防保全段階	通常対策
91	P.B Bund (M.V.P) Mile 4/6	予防保全段階	通常対策
92	M.S Bund 3/2	予防保全段階	通常対策
93	Gungri chord Bund 0/0 to 0/7	予防保全段階	通常対策
94	Kuka Link Retarded Bund (M.V.P) 0/0 to 3/0	予防保全段階	通常対策
95	Sann Veehdari Bund mile 11/6 (V.P)	予防保全段階	通常対策
96	LS Bund, mile 99/7(V.P)	監視段階	-
97	Dadu Moro Bridge 2nd Arm J-Spur Dadu (M.V.P)	監視段階	-
98	Dadu Moro Bridge Right Guide Bank Dadu (M.V.P)	監視段階	-
99	Dadu Moro Bridge Left guide Bank Dadu (M.V.P)	監視段階	-
100	Doolah Bridge (Thatta Sujawal Road Bridge).Left Guide Bund	監視段階	-
101	Left Guid Bank 3000' to 5600' (M.V.P)	未調査*	
102	OLD TORI BUND MILE 0/0 TO 3/4 (M.V.P)	未調査*	
103	S.B.BUND MILE 30/0 TO 33/0. (V.P)	未調査*	

注記) \*未調査地点は、安全管理上の懸念からプロジェクトチームが現地調査を実施できなかった箇所  
出典：プロジェクトチーム

表 2.2.11 VP 箇所一覧 (Punjab 州)

No.	VP 名	対策の緊急性	対策工
1	RD: 458+000-465+000 & RD: 450-453 of Extension Minchin Flood Bund.	措置段階	強固な対策
2	J Head Sour No.6 at RD 9+000 of Khanwah Flood Bund	措置段階	強固な対策
3	Minch in Flood Bund RD 90+000 to 100+000	措置段階	通常対策
4	Reach RD 206+000-224+000 (Reach Ahmad Kundan)	措置段階	通常対策
5	J Head Spur No. 1 at RD 230+000	措置段階	通常対策
6	T-head Spur T-3 upstream left RD 19+200 of LMB	措置段階	通常対策
7	Bhakkar Flood Bund RD 60+000 – 70+000: 5 structures in between these RDs	措置段階	通常対策
8	Shahwala Groyne RD:35+000 to 42+000	措置段階	通常対策
9	J-Head Spur 1-B at RD 29 + 000 Shah Wala Groyne	措置段階	通常対策
10	X Spur at RD 58 + 000 to 62 +000 Shah Wala Groyne	措置段階	通常対策
11	Inverted Hockey Spur at RD 66+000 OF Shah Wala Groyne	措置段階	通常対策

No.	VP 名	対策の緊急性	対策工
12	Bhakri Ahmad Khan Protection Bund at RD 9+500 to 10+200	措置段階	通常対策
13	Bakhri Ahmad Khan Protection bund at RD 3 +700 to 5 + 700	措置段階	通常対策
14	Fakhar Flood bund at RD 10+000-24+500	予防保全段階	強固な対策
15	Jampur Flood Bund RD 21+000 to RD 22+000	予防保全段階	強固な対策
16	Khanwah Flood Bund at RD 73+000 to 77+000	予防保全段階	強固な対策
17	Inverted hockey spur at RD 15+650 of Khanwah Flood Bund	予防保全段階	強固な対策
18	Left Marginal Bund 0+000-50+000	予防保全段階	強固な対策
19	Left Bank of T.P. Link Canal 9+000-19+000	予防保全段階	強固な対策
20	Bhakkar Flood Protection Bund at RD 56+000 to 57+000 & 72+000 to 73+000 & 80+000 to 92+000	予防保全段階	強固な対策
21	Breach to left guide bund upstream RD O+000 -4+099	予防保全段階	強固な対策
22	Breach to left marginal Bund RD 0+000-7+410	予防保全段階	強固な対策
23	Breach to canal colony protection bund RD 0+000-11 + 730.	予防保全段階	強固な対策
24	REACH RD: 105+000 - 122 +000	予防保全段階	通常対策
25	Rojhan Flood Bund at RD 10+000-25+000	予防保全段階	通常対策
26	Link Bund U/S right side with allied spur 2-A Spur No1 RD 0+000-9+000	予防保全段階	通常対策
27	J-Head Spur at RD 58-800 of Bhakkar Flood Protection Bund	予防保全段階	通常対策
28	Breach to right marginal Bund RD 0+000-9+084	予防保全段階	通常対策
29	Left bank of Link No. I RD 138+000-165+000 & 165+000-194+000	予防保全段階	通常対策
30	Jampur Flood Bund at RD 7+500-18+000	監視段階	-
31	Jampur Flood Bund at RD 107+000 to 113+000	監視段階	-
32	Jampur Flood Bund at RD 139+000 to 171+000	監視段階	-
33	Inverted hockev spur at RD 61 +500	監視段階	-
34	Mole head prong of J-Head Spur R-3 (Right Side) 700 ft	監視段階	-
35	J Head Spur Village Ravi at Kallurkot (Correct Name: Inverted Hockey Stud near Daggar Noon Village)	監視段階	-
36	J Head Spur Village Ravi at Kallurkot	監視段階	-
37	Alluwali Guide Spur (site No. 1)	監視段階	-
38	Reach between Alluwali Guide Spur and J-Head Spur No. 3 in between Dhingana-Doaba Villages. (Site No. 2)	監視段階	-
39	J-Head Spur No. 3 in between Dhingana-Doaba Villages. (Site No. 3)	監視段階	-
40	J-Head Spur at Piplan (Site No. 4)	監視段階	-
41	D/S flood bund (Left Side) at RD 57+000 to 62+000 & 4+000 to 7+000 (D/SGhazi Ghat Bridge)	監視段階	-
42	Sanawan Bund 0+000-40+000	監視段階	-

出典：プロジェクトチーム

表 2.2.12 VP の分類結果一覧表の例 1/2 (Sindh 州の措置段階 (強固な対策) の抜粋)

ID	地域名	VP 名	位置座標	洪水被害	堤体の 損傷	堤体の 高さ	堤体の 幅	高水敷 の幅	決壊履歴	水衝部か 否か	対策の 緊急性	対策工の タイプ
S-021	Sukkur Barrage Left Bank Region	S.M Bund Mile 12/4 to 12/7 Bakhri Point	27°10'28.78"N 68°11'51.99"E	重大	有	不適	適合	不適	無	水衝部	措置段階	強固な対策
S-043	Dad Division Shaheed Benazirabad	S.M Bund Mile 104/6	26° 9'13.35"N 68° 7'11.32"E	重大	有	不適	不適	不適	無	水衝部	措置段階	強固な対策
S-044	Dad Division Shaheed Benazirabad	S.M Bund Mile 107/6	26° 7'59.69"N 68° 8'13.87"E	重大	有	不適	不適	不適	無	水衝部	措置段階	強固な対策
S-055	Northern Dadu Division Larkana	Ghumra Loop Bund Mile 4/6 (V.P)	27°47'39.50"N 68°40'43.08"E	重大	有	不適	適合	不適	無	水衝部	措置段階	強固な対策
S-056	Northern Dadu Division Larkana	Ruk Spur, mile 0/5, 1/1, 1/6 & 2/3 (V.P)	27°47'33.16"N 68°40'8.29"E	重大	有	不適	適合	不適	無	水衝部	措置段階	強固な対策
S-057	Northern Dadu Division Larkana	Moria Loop Bund Mile 0/0 to 1/0 (M.V.P)	27°37'7.53"N 68°20'55.71"E	重大	有	不適	不適	不適	無	水衝部	措置段階	強固な対策
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

出典：プロジェクトチーム

表 2.2.13 VP の分類結果一覧表の例 2/2 (Punjab 州の措置段階 (通常対策) の抜粋)

ID	地域名	VP 名	位置座標	洪水被害	堤体の 損傷	堤体の 高さ	堤体の 幅	高水敷 の幅	決壊履歴	水衝部か 否か	対策の 緊急性	対策工の タイプ
P-030	Layyah Division	J-Head Spur 1-B at RD 29 + 000 Shah Wala Groyne	30° 48.667 N , 70° 50.725 E	重大	有	不適	評価 不可	不適	無	非水衝部	措置段階	通常対策
P-031	Layyah Division	X Spur at RD 58 + 000 to 62 +000 Shah Wala Groyne	30° 43.519 N , 70° 51.211 E	重大	有	適合	評価 不可	不適	無	非水衝部	措置段階	通常対策
P-032	Layyah Division	Inverted Hockey Spur at RD 66+000 OF Shah Wala Groyne	30° 42.206 N , 70° 51.481 E	重大	有	不適	評価 不可	不適	無	非水衝部	措置段階	通常対策
P-033	Layyah Division	Bhakri Ahmad Khan Protection Bund at RD 9+500 to 10+200	30° 43.848 N , 70° 50.952 E	重大	有	不適	評価 不可	不適	無	非水衝部	措置段階	通常対策
P-034	Layyah Division	Bakhri Ahmad Khan Protection bund at RD 3 +700 to 5 + 700	30° 44.557 N , 70° 50.314 E	重大	有	不適	評価 不可	不適	無	非水衝部	措置段階	通常対策
P-030	Layyah Division	J-Head Spur 1-B at RD 29 + 000 Shah Wala Groyne	30° 48.667 N , 70° 50.725 E	重大	有	不適	評価 不可	不適	無	非水衝部	措置段階	通常対策
P-031	Layyah Division	X Spur at RD 58 + 000 to 62 +000 Shah Wala Groyne	30° 43.519 N , 70° 51.211 E	重大	有	適合	評価 不可	不適	無	非水衝部	措置段階	通常対策
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

出典：プロジェクトチーム



## 2.2.6 上記成果についてのパキスタン側への提言

インベントリー帳票、堤防及び VP の一覧表は本プロジェクト終了後、パキスタン側が適切に管理・更新し、活用していくことが求められる。これを確実に実施するため、各関係機関の役割と責任について、プロジェクトチームの提言を以下に示す。

以下の提言については、FFC に対しては少人数での打合せ及び第 2 回堤防維持管理セミナーにおいて説明を行った。州政府の中央機関に対しては、2.4 章に記載のデモンストレーション活動を通じ、具体的な手法と併せて提言内容を伝達した。地方事務所に対しては直接的な伝達は行っていないが、同デモンストレーション活動において、州政府の中央機関に対し、地方事務所が実施すべき内容と、それを中央機関から地方事務所へ伝達すべきことを説明した。

### 2.2.6.1 州政府の地方事務所の役割と責任

#### 【更新】

- ・ 2024 年時点で定期的な堤防点検が実施されているため、今後も継続し、新たな VP 箇所が確認された際にはその箇所を VP 一覧表に追加する。また、補修・補強が完了した際にはその旨情報を更新する。
- ・ VP 箇所を定期的に点検し、点検結果を基にインベントリー帳票を更新する。更新したインベントリー帳票に基づき、2.2.5 章に示す分類と 2.2.6 章に示すスコアを再算出する。VP 箇所の分類、健全度スコア算出を正確に行うため、これらの活動は同一人物による実施が望ましい。

#### 【活用】

- ・ 帳票を基に、中央機関（州政府）及び FFC と堤防の維持管理について意見交換することが望ましい。

### 2.2.6.2 州政府の中央機関

#### 【更新】

- ・ 地方事務所が更新したインベントリー帳票や新たに特定した VP 箇所の情報を基に、GIS データ、堤防・VP の一覧表を更新する。

#### 【保管】

- ・ 管理責任者を任命し、その者が全 VP 箇所のインベントリー帳票、堤防・VP の一覧表及び GIS データを保管する。

#### 【活用】

- ・ インベントリー帳票に記載された堤防の経年変化を分析し、過去の対策の効果を検証して今後の計画に反映する。
- ・ 本業務での分類結果及び健全度スコアを基に、事業箇所を選定する。選定方法としては以下を推奨する。
  - 措置段階に含まれる箇所を優先的に対策する。
  - 措置段階に含まれる VP 箇所については、破堤し易さを示す健全度スコア、破堤時の氾濫被害、上下流

のバランスなどを総合的に評価して選定する。

### 2.2.6.3 FFC

#### 【保管】

- ・ 中央機関（州政府）と同様に、管理責任者を任命し、その者が全 VP 箇所インベントリー帳票、堤防及び VP の一覧表、GIS データを保管する。
- ・ 堤防管理関係者がどこからでも迅速にインベントリー帳票及び一覧表を確認できるよう、オンラインデータベースを構築する。

#### 【活用】

- ・ 更新されたインベントリー帳票、一覧表を基に、パキスタン国全土の事業進捗状況及び残余リスクを把握する。その上、パキスタン国全土の上下流バランス等を考慮し、各州に事業箇所の助言を行う。

## 2.3 Indus 川本川堤防の維持管理手法(活動 2-3)

### 2.3.1 活動 2-3 の要約

#### (1) 目的

活動 2-3 の目的は、一連の堤防管理における課題を整理して、解決するための方策案を提示するとともに、本業務終了後に、CP 機関を含む関係機関による堤防の維持管理活動の適切な実施を目指すことである。そのための方策の一つとして PDCA サイクル型維持管理の導入を提案する。

Indus 川の堤防は、被災と補修を繰り返している箇所が多い。ライフサイクルコストの観点から、このような状況から脱却し、堤防管理の高度化及び効率化を図ることが重要である。そのために PDCA サイクルの各フェーズにおいて推奨される取り組みを検討し、関係機関別に提案する。

#### (2) 活動結果

主な活動成果は次のとおり。

1. パキスタンの堤防管理における現状及び活動フローにおける課題を整理した。
2. 日本における PDCA サイクル型維持管理フローを参考に、PDCA サイクル上のパキスタン国各関係機関の役割や分担事項の設定と、PDCA サイクルを加速させるために必要な行動について整理・提案した。

#### (3) 他活動との関連や活用等

活動 2-2 で作成した堤防インベントリー帳票は、活動 2-3 で提案する PDCA サイクル型維持管理の基礎資料として活用される。帳票の継続運用を通じて情報を蓄積していくことにより、効果的に PDCA サイクル型維持管理を助成することが可能となる。

また、活動 2-4 で実施する維持管理のデモ活動では、比較的簡易な機材を用いた点検とその結果に基づく帳票の情報更新や追記を OJT 形式により行われる。これは PDCA サイクル型維持管理上における“点検及び結果分析・評価”の強化につながる。担当職員の能力強化やより定量的な手法の導入による分析・評価の精度向上が期待できる。

本業務完了後において、パキスタン側で PDCA サイクル型維持管理を実践していくことで、中長期対応も考慮した予防保全的な堤防強化や補修が増え、効率的かつ効果的な堤防管理への誘導が期待できる。このような堤防管理は、破堤による後背地の大規模な洪水被害の発生を抑制し、パキスタンの経済発展に貢献すると考える。

### 2.3.2 維持管理組織の概要 (FFC 及び PID) 及び課題

#### (1) 堤防の維持管理に関わる組織の概要

##### 1) 堤防管理に関する組織体制

パキスタンにおいて、堤防の整備や維持管理、補修は基本的に<sup>3</sup>PID の分掌となっている。

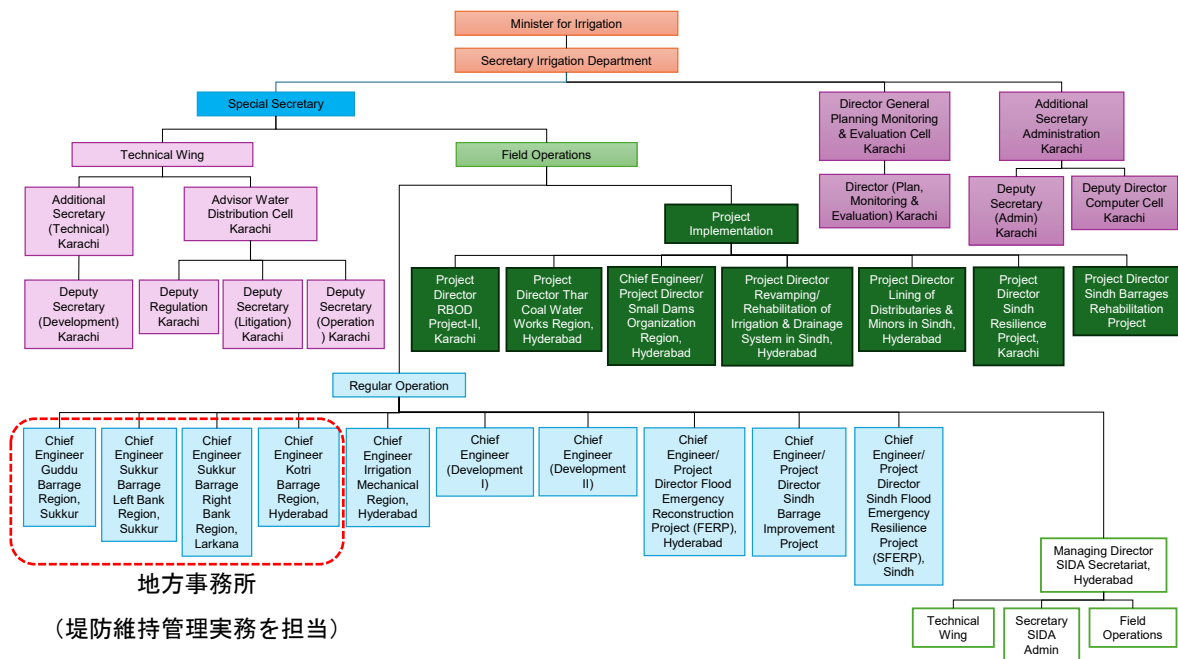
補修を含む堤防整備事業実施に関して、FFC は連邦予算による事業の場合、事業に対する技術的な助言を行う。また、他国や MDB 等のドナーによる支援事業で窓口が連邦政府となる場合、FFC は管理実施機関 (Administrative Executing Agency)、PID は運営実施機関 (Operating Executing Agency) となり、連邦予算による事業と同様に FFC

<sup>3</sup> パキスタン全土における Indus 川沿いの堤防全延長のうち、300km 程度は NGO や Pakistan Railway の管轄となっている。

は PID に対し技術的な助言を行う。PID 単独で事業を行う場合や、PID 単独で他国や MDB 等のドナー支援を得る場合、FFC による当該事業への介入はなく、事業に関連する情報も共有されていない。

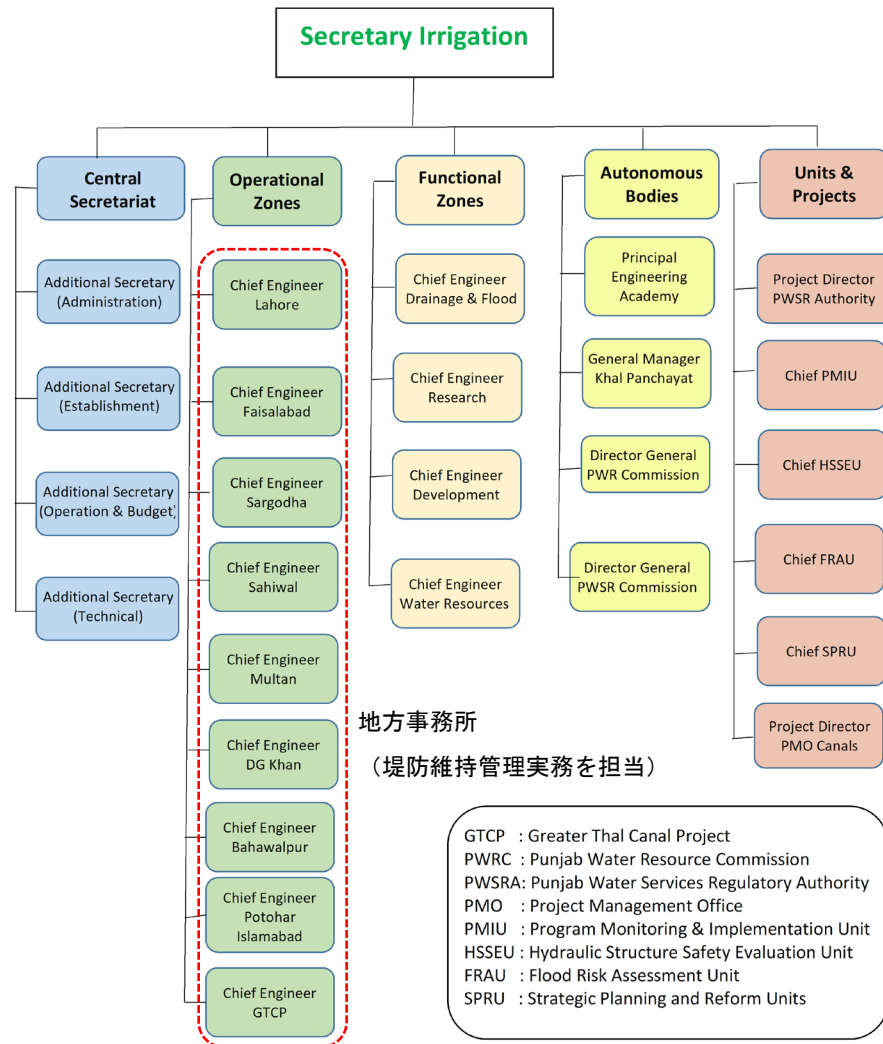
一方、堤防完成後の維持管理・運用は PID の分掌である。図 2.3.1 及び図 2.3.2 に各 PID の組織図を示す。PID では灌漑エリアごとに管理区域を設定しており、それぞれの管理区域を担当する地方事務所（各地域を統括する Chief Engineer の事務所）がある。地方事務所では管理区域内に位置する堤防の維持管理と補修を担当している。

Sindh-PID では地方事務所が既設堤防の調査を行っているが、Punjab-PID では地方事務所とともに、Hydraulic Structures Safety Evaluation Unit (HSSEU)というプロジェクトマネジメントユニットの技術者が毎年調査を実施し、調査報告書を作成している。



出典：Sindh PID からの情報を基にプロジェクトチーム作成

図 2.3.1 Sindh PID の組織図



出典 : Punjab PID からの情報を基にプロジェクトチーム作成

図 2.3.2 Punjab-PID の組織図

2) 堤防管理における FFC の役割

洪水管理における FFC の役割は、現状において下記のとおりである。

- i. Preparation of Flood protection Plan for the country including management of plan.
  - ii. Scrutiny of flood control / protection schemes funded by the federal Government and prepared by Provincial Governments and Federal line agencies.
  - iii. Review of Damages of Flood protection works and review of Plans for restoration and reconstruction works.
  - iv. Measures for improvement of Flood Forecasting & Warning System;
  - v. Preparation of a Research Programme for flood control and protection;
  - vi. Standardization of designs and specifications for flood protection works;
  - vii. Recommendations regarding principles of regulation of reservoirs for flood control;
  - viii. Evaluation and monitoring of progress of implementation of the National Flood Protection Plan
- <以下、仮訳>

- |       |  |
|-------|--|
| i.    | 計画の管理を含む、国の洪水防御計画の作成                                 |
| ii.   | 連邦政府が資金を提供し、州政府と連邦のライン機関が作成した洪水制御/防御計画の精査（技術面でのチェック） |
| iii.  | 洪水対策施設の被害状況の確認と復旧・復興計画の確認                            |
| iv.   | 洪水予報・警報システムの改善のための措置                                 |
| v.    | 洪水制御と防御のための研究プログラムの用意                                |
| vi.   | 洪水防御施設の設計と仕様の標準化                                     |
| vii.  | 洪水防御のための貯水池の規制原則に関する推奨                               |
| viii. | 国家洪水防御計画の実施状況の評価とモニタリング                              |

出典：FFC Annual Report 2020

上記より、堤防管理において、FFC は上位計画の作成、連邦政府が資金提供を行う事業や計画の技術面でのチェック、被害状況と復旧計画の確認を行う役割を担っていると理解できる。一方で、既設堤防の維持管理・補修における実務に関連する事項は担当していない。また、国家洪水防御計画（NFPP）の実施状況の評価とモニタリングが役割として設定されているものの、連邦予算により実施されない州単独の事業についての実施状況の把握等は、FFC の役割として設定されていない。

### 3) 堤防管理における PID の役割

洪水管理における PID の役割は、現状において下記のとおりである。

- |      |   |
|------|---|
| i.   | Operation and maintenance of Barrages, Irrigation & Drainage Networks, including flood protection structures, besides, measurement of discharges at control points (Barrages/Headworks) across main rivers                    |
| ii.  | Planning, design, construction of new Irrigation, Drainage & Flood Protection/ River Training projects  |
| iii. | Collection and transmission of Rivers flows data to FFD, Lahore, FFC and other concerned organizations for taking further action at their end   |
| iv.  | Establishment & Operation of Flood Warning Centre during the monsoon season each year for sharing flood flows data and other information, besides, timely dissemination of the flood forecasts/warnings to concerned quarters |
| v.   | Preparation & implementation of the Flood Fighting Plans during monsoon season every year.  |

<以下、仮訳>

- |      |  |
|------|--|
| i.   | 洪水対策施設を含む堰、灌漑・排水ネットワークの運用と保守、さらに、主要河川の制御ポイント(堰/頭首工)での流量の観測                 |
| ii.  | 新しい灌漑、排水、洪水防御/河道整流プロジェクトの計画、設計、建設  |
| iii. | 河川流量データの収集と送信は、ラホールの FFD、FFC、及びその他の関係組織にさらなる措置を講じるために提供される                 |
| iv.  | 毎年モンスーンシーズンに洪水警報センターを設立・運営し、洪水流量データやその他の情報を共有するとともに、洪水予報・警報を関係者にタイムリーに配布する |
| v.   | 毎年モンスーンシーズン中の洪水対策計画の準備と実施  |

出典：FFC Annual Report 2020

上記より、堤防管理において、PID は施設の維持管理運用、新設堤防の計画・設計、設置、モンスーンシーズン期間中の現場での洪水対策を担っていると理解できる。河川流量データの収集と送信について担当する役割に記載があるものの、新規事業や既存施設の補修や強化に関する情報を FFC へ共有することは、担当する役割の中に記載がない。

### 2.3.3 堤防維持管理の現状と課題

#### (1) 現状の堤防維持管理

##### 1) PID による維持管理

###### (a) 維持管理の流れ

PID の情報によると、PID による堤防の点検は少なくとも年 3 回行われており、それぞれ洪水期前の 3 月、洪水期中の 7 月、洪水期後の 10 月に実施されている。これらの点検は、PID のシニアレベル職員と加えて、陸軍のエンジニアリング部門の専門家等の第 3 者とともに行われる。加えて、地方事務所の担当職員レベルによる巡視が毎月実施されている。

点検の結果、補修が必要な場合には、PID の地方事務所から州政府へ Annual Development Program による補修の予算要求が行われる。また、年度毎に Yard Stick と呼ばれる単位延長当たりの維持管理予算が、各地方事務所の管轄する水路や堤防、水制別に設定され、施設の延長に応じて配分されている。

基本的に、堤防点検で確認された損傷等は次の洪水期までに補修を完了させるという考えに基づき対応が執られている。そのような考えに加えて、適切な盛土材料や法面保護用の石材の入手が容易ではない（良質の材料は遠隔地からの調達となり高コスト）という現場の条件もあり、応急復旧的な補修や対策工が設置され、再び被災するというサイクルを短期間で繰り返している堤防 VP 箇所が少なくない。

###### (b) 点検手法

堤防の点検手法は目視調査が主体であり、河床及び河岸の測量調査や堤防及びその周辺の地質調査はほとんど実施されておらず、それらの結果を用いた数値解析等による定量的な状態評価は行われていない。また、LiDAR センサー付ドローンや地中探査等比較的簡易な機材を用いた点検については、Punjab PID の HSSUE 等の一部で導入が始まっているものの、普及にはまだ時間が必要な状況である。

###### (c) 堤防マニュアル

各州の堤防マニュアルの内容について「2.1 堤防マニュアルの比較分析（活動 2-1）」の中で整理したとおり、マニュアルの中に点検に使用するチェックリストや帳票の様式が示されている。堤防の点検はこれらの様式を使用しながら行われている場合もあれば、報告書形式の調査レポートを作成されている場合もある。現状の課題として、点検結果の評価に関して定量的なクライテリアが用意されておらず、現場で点検を行う担当者の技術レベルや経験に依存して、点検において具体的にチェックする内容や評価結果が変わってしまうことがある。構造物の点検評価に携わっている PID 職員からも、この点について課題に感じているとの発言があった。

また、同様に 2.1 項での整理から、各州の堤防マニュアルには、一部の調査や対策工に関してのみ具体的な手法が記載されているため、実務レベルの技術者にとって、マニュアルを参照しながら点検・調査や対策工の計画・設計を実施することが難しい現状がある。

**(d) 情報管理**

堤防の点検結果や補修や強化のための工事に関する報告書、点検帳票、各種文書に関して、作成はされているものの、保管方法についての明確な規定がない。PID の地方事務所の担当職員が保管していることが基本となっているようであるが、参照したい情報がある際に必要な資料にたどり着くまでに時間を要する場合や、どこに保管されているのかがわからず必要な情報にたどり着けないといった事象が少なからず発生している。

**(e) 人員や予算**

点検の結果、補修が必要な場合には、PID の地方事務所から州政府へ Annual Development Program による補修の予算要求が行われ、年度毎に Yard Stick と呼ばれる単位延長当たりの維持管理予算が、各地方事務所に管轄する施設延長に応じて配分されており、比較的小規模な維持補修工事のために使用されている。

一方で、表 2.3.1 に示すように各州で管理する堤防延長は非常に長大であるのに対し、各州の河川維持管理予算は限られている現状があり、PID 独自で大規模な堤防補修や強化のための事業を実施することが難しい(そのような場合は、後述するようなドナー資金が活用される)。

表 2.3.1 河川施設維持管理のための予算

州	堤防延長 <sup>1)</sup> (km)	年間維持管理予算 (Million PKR)		
		2021-22	2022-23	2023-24
Punjab	2,966.0	2,200	2,700	3,000
Sindh	2,187.3	1,500	1,700	2,000

1) Indus 川以外の堤防延長を含む

出典：州灌漑局からの聞き取りに基づき CTII 整理

加えて、PID の職員の業務分掌は治水と灌漑で分担が分かれているわけではなく(治水専門の担当職員は配置されていない)、各職員が所属する地方事務所が管轄する治水施設・灌漑施設両方の運用及び管理を担当している。そのため、PID 職員が 1 年のうちで治水に対して注力できる期間が、どうしてもモンスーン期のみに限られてしまうという実情がある。

河川維持管理予算や PID 職員数の増強は必要ではあるが、一朝一夕で実施できるようなことではないため、そのような増強の取り組みを行いつつも、限られた予算と人員の効率的な投入を行い、効果的な堤防管理を実現していくことが課題の一つである。

**2) ドナーによる堤防補修や強化事業**

新設堤防や大規模な補修または堤防強化工事の場合、ドナーの資金が活用されることがあり、その際には事業実施を担当するプロジェクトマネジメントユニットが設置される。このようなプロジェクトマネジメントユニットは事業の実施(設計及び施工)のみを統括し、構造物完成後の維持管運用には関与しない。

Sindh-PID の場合、2022 年洪水の後に Sindh Flood Emergency Rehabilitation Project(SFERP)、2010 年洪水の後に Flood Emergency Rehabilitation Project(FERP)というプロジェクトマネジメントユニットが設置された。これらは、それぞれ世界銀行、アジア開発銀行の資金により支援されたプロジェクトである。2024 年現在、SFERP による堤防補修及び強化事業は一部を残し完了しているが、フェーズ 2 としてさらなる堤防補修及び強化事業を進めようとしている。一方、FERP による事業は完了しているが、ユニットは解体されておらず、新規事業及びドナーの模索を継続している。Punjab 州における類似のプロジェクトとしては、2014 年 9 月の洪水を受け ADB の支援により、Flood Emergency Reconstruction and Resilience Project (FERRP) が実施され、2019 年に完了している。

**(2) 現状の課題**

上述の整理に基づき、現状における維持管理の体制や流れに関して、課題を以下のように整理する。

1) マネジメントサイクル

- ✓ 堤防の点検は実施されているものの、分析と評価に関して改善の余地がある ( )
- ✓ 対症療法的な補修が主であり、補修と損傷を短期間で繰り返している箇所が少なくない

2) 堤防の点検・評価

- ✓ 点検や調査結果の定量的評価が必要

3) 堤防マニュアル

- ✓ 具体的な調査方法や設計手法に関する記述がほとんどない

4) 情報管理

- ✓ 情報管理の強化が必要

5) 経営資源

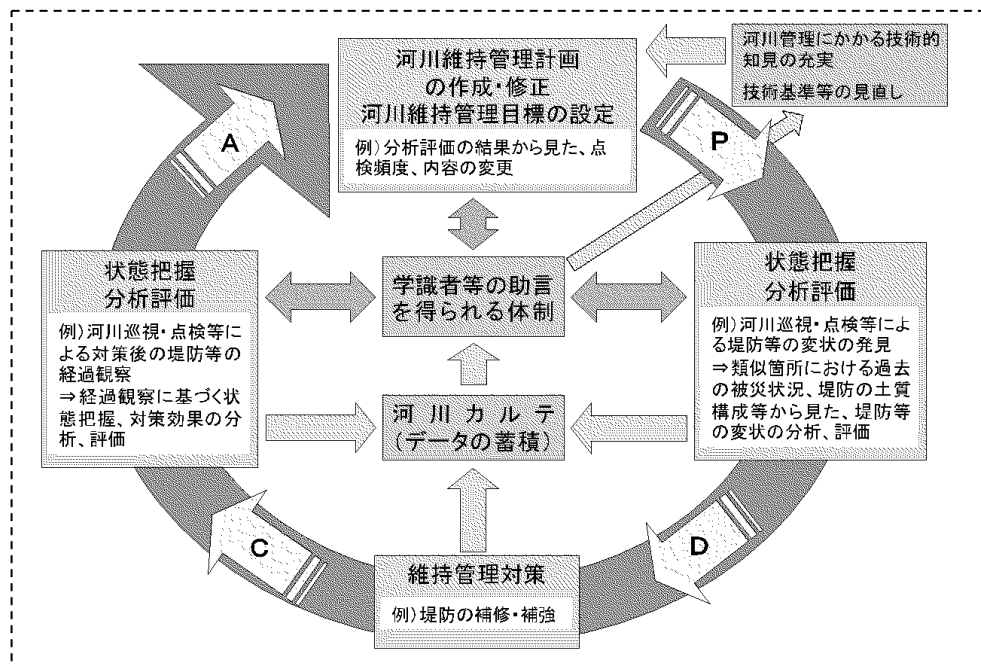
- ✓ 長大延長と比較して予算と人員が限られているため、堤防管理の効率化が必要

2.3.4 パキスタンに適した維持管理の方法の提案及び展望

(1) PDCA サイクル型維持管理の概要

1) 日本における PDCA サイクル型維持管理

日本における河道や河川管理施設の維持管理では、河川巡視、点検による状態把握、維持管理対策を長期間にわたり繰り返し、それら一連の作業の中で得られた知見を分析・評価して、河川維持管理計画あるいは実施内容に反映していくという PDCA サイクル (図 2.3.3 参照) を構築していくことを基本としている。



出典：国土交通省 河川砂防技術基準 維持管理編 (河川編)

図 2.3.3 PDCA サイクル型維持管理体系のイメージ

このような維持管理フローを適用する背景は次のとおりである。

- ✓ 河道や河川管理施設の被災箇所とその程度はあらかじめ特定することが困難
- ✓ 河川維持管理はそのような制約のもとで、河道や河川管理施設において把握された変状を分析・評価し、対策等を実施せざるを得ない
- ✓ 河川管理では、河川の変状の発生とそれへの対応、出水等による災害の発生と対策や新たな整備等の繰り返しの中で順応的に安全性を確保してきている

出典：国土交通省 河川砂防技術基準 維持管理編（河川編）

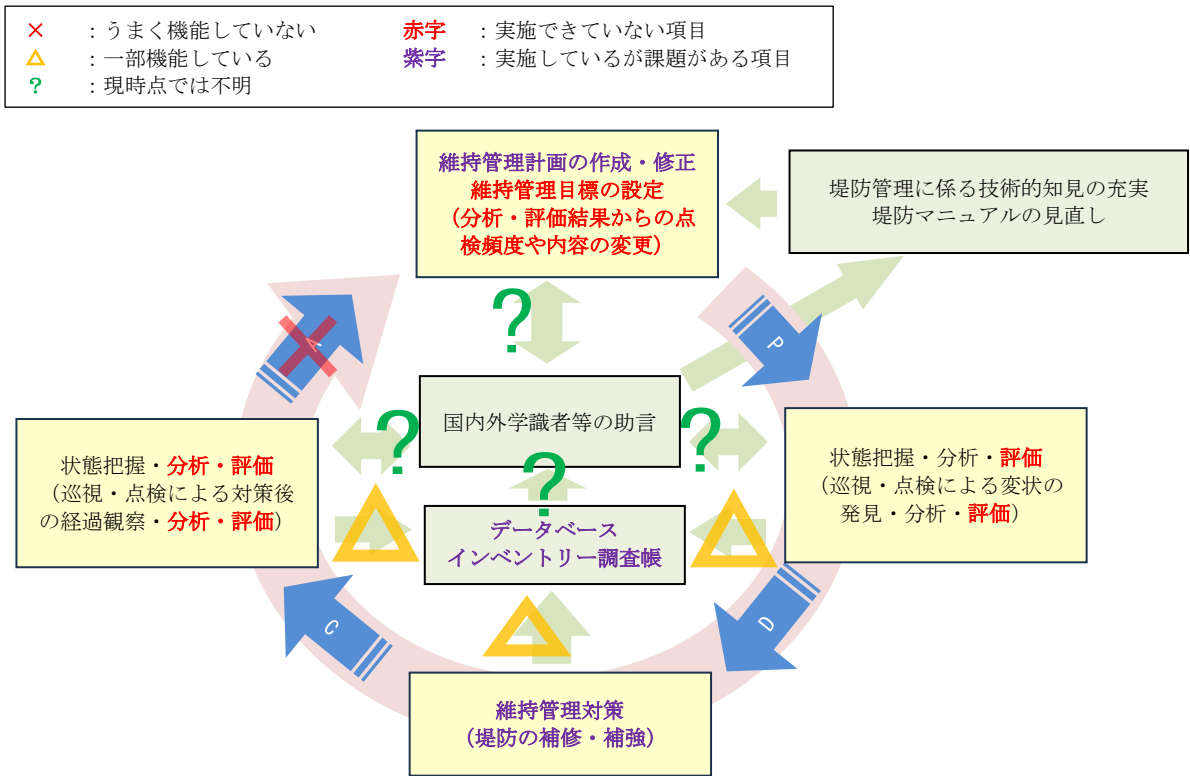
河道や河川管理施設において把握できた変状を分析・評価し、それに基づく対策を実施することを繰り返して、施設の安全性を順応的に向上させていくという手法は、日本のみならずパキスタンを含む諸外国でも必要なアプローチである。パキスタンの場合、堤防の点検とそれに基づく対策を実施してきているものの、被災前と同じ仕様での対策工を対症的に実施しているケースが多く発生している。そのような状況から脱却し、限られた資源を効果的に投入して堤防管理を効率的に行っていくためにも、PDCA サイクル型維持管理の導入は有効であると考える。

## 2) 理想的な PDCA サイクルと現状との差異

パキスタンの堤防管理に PDCA 型維持管理フローを導入するにあたり、現状の維持管理には理想的なフローからの差異がある。そのため、これらの差異を解消または改善するための対応策を併せて実施することが、提案する PDCA サイクルをうまく機能させるために必要となる。

ここで、日本で使用されている PDCA サイクル型維持管理フローを理想的なものとした場合において、パキスタンの堤防管理の現状を踏まえての、理想的な PDCA サイクルからの主な差異として以下のような事項を挙げる。また、これを図 2.3.4 に図示する。

- ✓ 維持管理対策実施後の分析・評価結果が、次の維持管理計画へうまく反映されていない。
- ✓ 現在の維持管理サイクルは、多くの場合 1 年以内に点検と修理を繰り返す形となっている
- ✓ 堤防の分析・評価は、多くの箇所での定量的な分析に基づいていない
- ✓ データベースやインベントリーフォームの利用等の情報管理がうまく機能していない



出典：国土交通省 河川砂防技術基準 維持管理編（河川編）を基にプロジェクトチーム加筆

図 2.3.4 理想的な PDCA サイクル型維持管理フローとの差異

後述のパキスタンに適した PDCA サイクルを提案では、このような理想的な維持管理フローからの差異に留意する。

### 3) 堤防管理における日本とパキスタンとの違い

パキスタンに適した PDCA サイクルを提案するにあたり、前述の理想的な維持管理フローからの差異に加えて、日本とパキスタンの間における堤防管理に関わる体制、制度等についての違いも踏まえる必要がある。

ここで、表 2.3.2 に堤防管理に関して日本とパキスタンの間での主な違いを整理する。

表 2.3.2 堤防管理に関する日本とパキスタンの主な違い

項目	パキスタン	日本
堤防管理主体	行政執行機関* : FFC 実施運用機関* : PIDs	国土交通省または都道府県 (管理区間で分けられている)
河道の計画流量、河道計画	河道の計画流量や河道計画はなし (堰の計画流量はあり)	計画流量が水系及び区間ごとに設定されている 計画流量に応じた河道計画が決定される
事前防災投資	GDP の 0.0002% <sup>4</sup>	GDP の 0.39% <sup>4</sup>

<sup>4</sup> 2015 年時点、

出典：Investing in Disaster Risk Reduction: Scale and Effect of Investment in Flood Protection in Asia, M Ishiwatari

水文情報	記録されているが、適切に整理されていない	記録、整理ともにされており、過去のものを含め観測値が公開されている
技術基準・堤防マニュアル (点検、設計、施工)	実務レベルの技術者のための具体的な方法の追記が推奨される	具体的な方法が堤防マニュアルにて説明されている
点検調査方法	ほとんどの場合、目視検査のみ	目視検査を行い、その後地形測量と地質調査等を実施する

注記：行政執行機関となる FFC は、パキスタン全国の水セクタープロジェクト全体の管理者として PID が実施する事業の把握や技術的な指導や助言を行う役割を持つことを目指している。実施運用機関である PID は堤防をはじめとする治水施設の整備、運用、維持管理を行う。

出典：プロジェクトチーム整理

後述のパキスタンに適した PDCA サイクルを提案では、表 2.3.2 に示す両国間の違いにも留意する。

## (2) パキスタンに適した PDCA サイクル型維持管理の提案

### 1) 検討上の留意事項




パキスタンに適した PDCA サイクルを提案するにあたり、前述した理想的な PDCA サイクル維持管理フローからの差異及び日本とパキスタンの間の堤防管理に関する体制や制度等についての違いを考慮する。提案する PDCA サイクルは、以下の点に留意して検討する。

- 理想的な PDCA サイクル維持管理フローからの差異からの留意事項
- ✓ 複数年を見据えた計画の検討を推奨する
  - ✓ 情報管理の強化が必要
  - ✓ 堤防の解析・評価手法の改良が必要
- 日本とパキスタンの間の堤防管理に関する体制や制度等についての違いからの留意事項
- ✓ パキスタンの組織体制に則した各関係機関の役割と責任を提案する
  - ✓ 限られた予算の効果的かつ効率的な投資を行うことが必要
  - ✓ 堤防管理を強化するための堤防マニュアルの改善が必要

### 2) PDCA サイクルの全体像

ここまでの検討内容及び前述の留意事項を踏まえ、パキスタンに適した PDCA サイクル型維持管理フローを作成する。作成した PDCA サイクル型維持管理フローの全体像をに示す。は各フェーズにおける FFC、PID それぞれのタスクと、各フェーズにおけるタスクを高度化・効率化し PDCA サイクルフロー全体の円滑な実施を促進するための取組事項を併せて示しており、詳細版の PDCA サイクル型フロー図となっている。

において、図中の色分けは下記を示している。

-  : 各フェーズにおける主要タスク
-  : 参考となる資料に関するタスク（インベントリー帳票、堤防マニュアル等）
-  : PDCA サイクルを加速させるためタスク

分析・評価及び維持管理対策フェーズのタスクにおける FFC と PID の役割は、現行の維持管理と大きく変わらない。維持管理計画・目標策定フェーズにおけるタスクは、現行の維持管理ではあまり詳細には検討及び策定されてはいないものであり、分析・評価及び維持管理対策フェーズで得られた情報や評価結果を反映した維持管理計画・目標の策定及び更新を行うことが今後の重要なポイントの一つとなる。

また、前述のとおり現状の維持管理では情報管理について改善が必要な状況であり、PDCA サイクル型維持管理フローでは、情報の収集と共有が非常に重要である。

さらに PDCA サイクル型維持管理フローの円滑な実施には、各フェーズのタスクにおける高度化や効率化が必要である。そのため、PDCA サイクルを加速させるためタスクとして職員のトレーニングや先進技術の積極的試行の奨励のような事項を記載している。

次節において、PDCA サイクルの各フェーズにおけるタスクと関係機関の役割について詳述を加える。



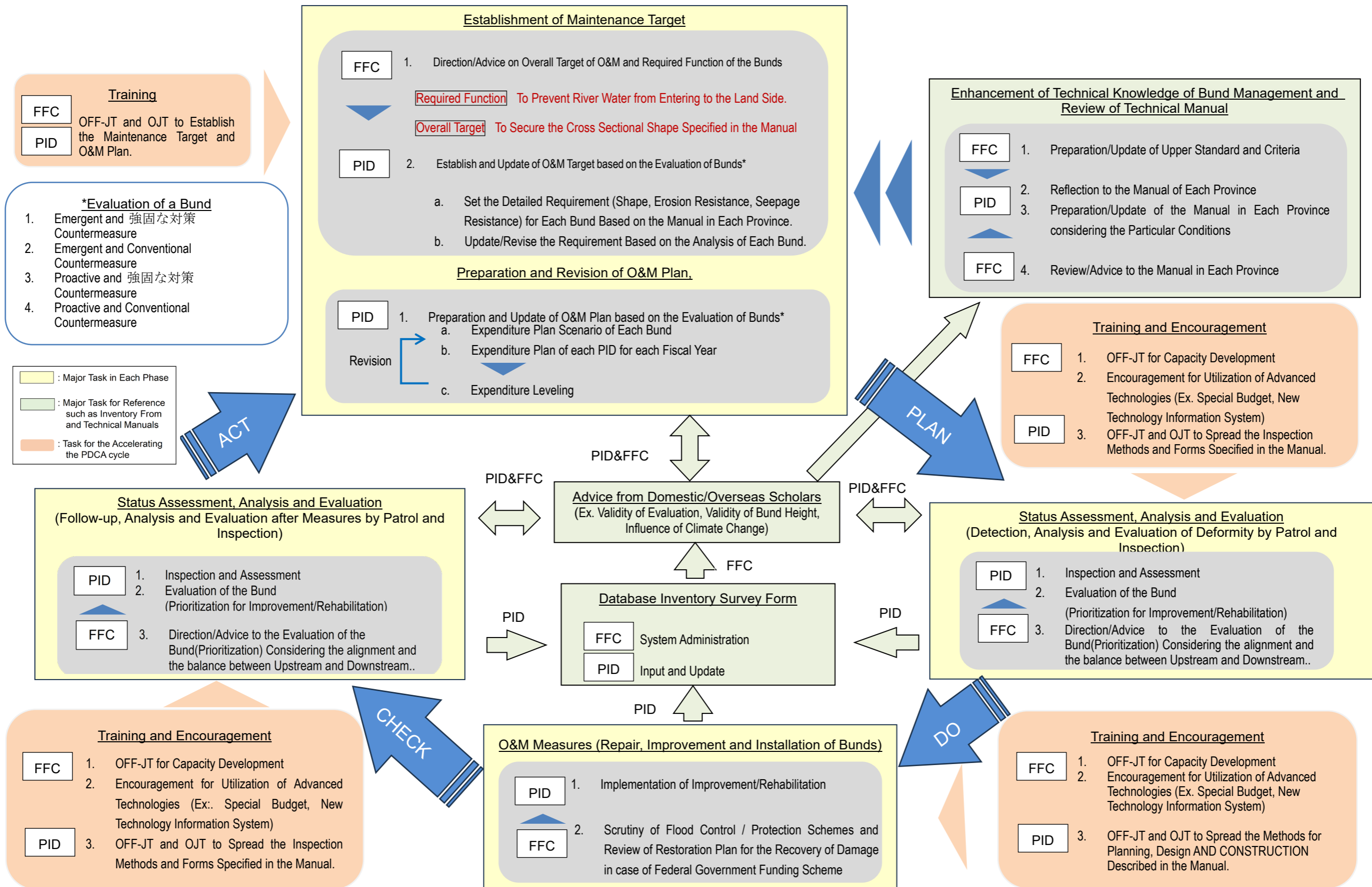


図 2.3.5 詳細版 PDCA サイクル型維持管理フロー図 (案)



なお、パキスタンでは PDCA サイクルの考え自体があまり普及していない状況であることも踏まえ、を単純化したフロー図として図 2.3.6 を用意した。図 2.3.6 においても、各フェーズのタスクはインベントリー帳票やデータベースを通じて密接に関連しており、PDCA サイクル型維持管理の基礎となるのは情報管理であることをパキスタン側に強調しておく必要がある。

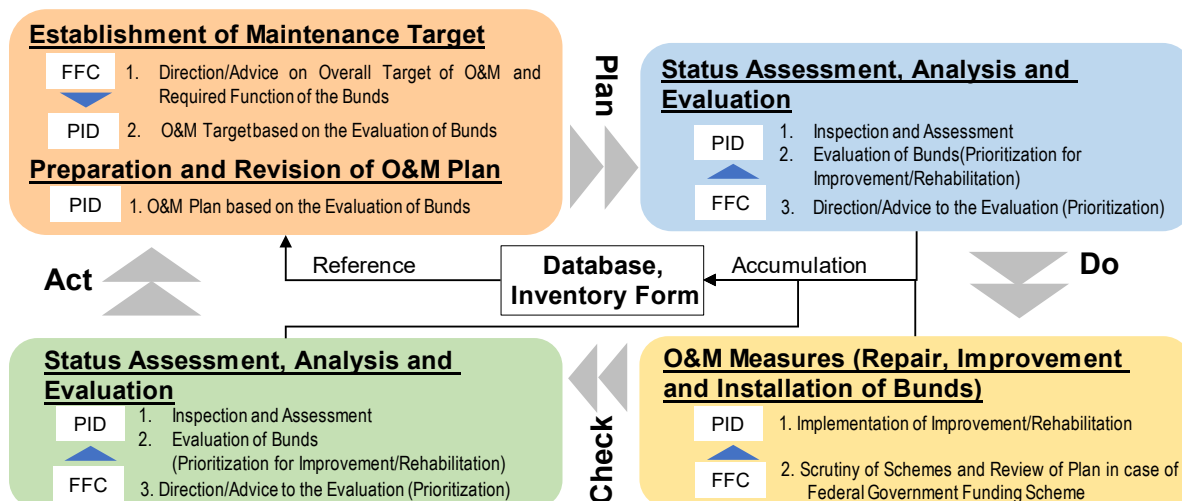


図 2.3.6 単純化した PDCA サイクル型維持管理フロー図 (案)

### 3) PDCA サイクルの各フェーズにおけるタスクと各関係機関の取り組み事項の提案

#### (a) Plan to Do フェーズ (状態分析・評価フェーズ)

本フェーズにおけるタスクは、当初計画に基づき、現況堤防の状態分析と評価を行うことである。点検から堤防評価までの実務は PID の担当となる。FFC は、特に Indus 川のような州を跨ぐ河川の場合に、上下流及び左右岸の堤防高のバランスや、本来の河道の流路を阻害し悪影響を与えるような堤防線形になっていないかという観点から、PID の作成した堤防評価やそれに基づく堤防整備・強化事業の優先順位に関して、監修や助言を行う。

現場調査結果や堤防の評価、整備優先度等の情報は、PID によって堤防 VP 箇所毎のインベントリー帳票（または将来的にはデータベース）に入力される。インベントリー帳票は、本業務の活動 2-2 で用意するものをプロトタイプとして活用することができる。インベントリー帳票（または将来的にはデータベース）の情報は FFC にも共有されることから、将来的にデータベースが設立された際には FFC が、システムの運用管理を担当することが望ましい。

また、点検・調査・分析に関して、機材や数値解析の活用による高度化や定型フォーム活用や先進技術の導入による効率化を進めていく必要があるため、FFC 及び PID 両方の職員に対するトレーニングを継続的に実施していく必要がある。先進技術導入の奨励に関しては、試行結果を他州にも展開可能である点から、連邦政府である FFC から先進技術試行のためのインセンティブ（例えば、予算補助等）を与えるような取り組みがあると望ましい。

#### (b) Do to Check フェーズ (維持管理対策実施フェーズ)

本フェーズにおけるタスクは、前フェーズにおける堤防の状態分析・評価や、整備優先度等の情報に基づき、

必要な対策事業の計画・設計・実施を行うことである。事業の実施は PID で担当し、当該事業が連邦政府予算により実施される場合には FFC が技術面でのチェックを行う。

事業実施に関わる、完成図や設計報告書等の資料は、前フェーズにおける現場調査結果や堤防の評価、整備優先度等の情報と同様に、インベントリー帳票（または将来的にはデータベース）等に記録される。

また、設計及び施工に関して、機材や数値解析の活用による高度化や先進技術の導入による効率化を進めていく必要があるため、FFC 及び PID 両方の職員に対するトレーニングを継続的に実施していく必要がある。先進技術導入の奨励に関しては、試行結果を他州にも展開可能である点から、連邦政府である FFC から先進技術試行のためのインセンティブ（例えば、予算補助等）を与えるような取り組みがあると望ましい。

#### (c) Check to Act フェーズ（対策実施後の状態分析・評価フェーズ）

本フェーズにおけるタスクは、維持管理対策実施後の、堤防の状態分析と評価を行うこととなる。FFC 及び PID の担当する項目は Plan to Do フェーズ（状態分析・評価フェーズ）と同じとなる。

また、ここでも現場調査結果や堤防の評価、整備優先度等の情報は、PID によって堤防 VP 箇所毎のインベントリー帳票（または将来的にはデータベース）に入力される必要があり、Plan to Do フェーズ（状態分析・評価フェーズ）と同様である。

その他、点検・調査・分析の高度化・効率化のためのトレーニングや先進技術の積極的試行が必要点も Plan to Do フェーズ（状態分析・評価フェーズ）と同様である。

#### (d) Act to Plan フェーズ（維持管理計画・目標策定及び更新フェーズ）

本フェーズにおけるタスクは、維持管理計画及び目標の策定または更新を行うことである。

維持管理目標の策定に関しては、FFC は上位目標や堤防が有すべき機能といった基本的な方針設定について監修または助言を行い、PID は上位目標や基本方針を踏まえて具体的な堤防の必要断面や必要となる安定性等の仕様を決定し、各州の堤防マニュアルにこれらを規定する。現状の業務所掌の下では、FFC は監修または助言を行うこととなってしまうが、洪水対策は州を跨ぐ問題である点から、将来的には FFC が上位目標や堤防が有すべき機能といった基本的な方針設定を行うことが望ましい。

維持管理計画の策定及び更新においては、PID は整備優先度、対応、予算配分を含む計画を策定する。また、予算配分に関しては、各 VP 箇所別の維持管理計画を踏まえて、地方事務所レベルもしくは州灌漑局全体レベルでの毎年の予算平準化を検討し、支出計画を策定することを推奨する。

なお、上述の維持管理計画・目標の更新には、前フェーズにおける、維持管理対策実施後の堤防の評価や整備優先度が反映されることが必要であるとともに、インベントリー帳票（または将来的にはデータベース）に蓄積された、被災履歴、工事履歴をはじめとする資料も十分に参考にする必要はある。

維持管理計画・目標の策定や更新は、パキスタン側にこれまでにあまり経験のないタスクとなることから、FFC 及び PID 職員へのトレーニングが必要となる。

#### 4) PDCA サイクル型維持管理における各関係機関の役割案

前述のとおり提案している PDCA サイクルの各フェーズにおける FFC と PID の担当事項の案に基づき、本業務で提案する堤防の PDCA サイクル型維持管理における FFC と PID 双方の役割に関して、下記のとおり案を作成し

た。

(a) FFC

<DRAFT>

FFC has the following roles and responsibilities on the bund maintenance and management.

1. Direction and Advice on the basic policies regarding the implementation of bunds, such as raising & expansion of the bund bodies and consideration of the alignment, the balance between upstream & downstream or left & right bank, and monitoring of the Implementation
2. Lead the sophistication of the bund maintenance management such as improvement on the efficiency of the activities and on the validity from the engineering aspect
3. Comprehensive administration of the bund inventory database
4. Assistance to the PIDS for the project implementation such as the approval process on the necessary documents and budget(in case of federal funding scheme)

----- (和訳) -----

<案>

FFC は堤防管理に関して以下の役割と責任を担う。

1. 堤防本体の嵩上げと拡幅、上流と下流、左岸と右岸のバランス、線形の考慮等、堤防の整備に関する方針の助言及び監督
2. 取り組みの効率性の向上、技術面からの妥当性の向上等、堤防維持管理の高度化に関する主導的役割
3. 堤防インベントリーデータベースの全体統括・管理
4. 必要な文書や予算の承認プロセス等、プロジェクト実施のための PID への支援（連邦政府による予算スキーム場合）

(b) PID

<DRAFT>

PIDs has the following roles and responsibilities on the bund maintenance and management.

1. Practical implementation of the bund maintenance and management such as inspection, prioritization and construction for improvement/rehabilitation
2. Practice of the trial activities for the purpose of the sophistication of the bund maintenance and management
3. Input and update of the Bund Inventory Data Base
4. Capacity development of the practical level engineers who are in charge of the maintenance activities in the sites.

----- (和訳) -----

<案>

PID は堤防管理に関して以下の役割と責任を担う。

1. 検査、優先順位付け、改修/強化工事等、堤防の維持管理の（現場での）実施
2. 堤防維持管理の高度化を目的とした試行的取組の実践

3. 堤防インベントリーデータベースの入力と更新
4. 現場での維持管理活動を担当する実務レベル技術者の能力開発。

### (3) PDCA サイクル型維持管理の適用により期待できる効果

本業務で提案する PDCA サイクル型維持管理を適用し、実施していくことで今後期待できる効果を表 2.3.3 に整理する。

効果的・効率的な予算投下を予防保全的な堤防強化に対して行うことが主流化できれば、洪水による甚大な被害や経済損失を抑えることに寄与することができる。

表 2.3.3 PDCA サイクル型維持管理の適用により期待できる効果

項目	内容
マネジメントサイクル	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 根本的な対策を含む予防保全的な堤防強化が実施され、主流化される</li> <li>・ 維持管理目標と計画が、現場の状況の変化を考慮して、パキスタン側によって更新されていく</li> </ul>
堤防の点検・評価	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 予防保全的な堤防強化を検討・実施するために、点検・調査が強化される</li> <li>・ 適切な評価のために、技術者の能力が向上される</li> </ul>
経営資源	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 選択と集中に加え、整備優先度の考慮により、予算と人的資源の効果的かつ効率的な配分が検討、実施される</li> <li>・ 洪水による甚大な被害や経済的損失が減少し、補修のための費用も削減される</li> </ul>
堤防マニュアル	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ PDCA サイクル型維持管理と併せて、現行マニュアルの課題が分析され、技術の進歩や有識者からのアドバイスを考慮しながら定期的に堤防マニュアルが更新される</li> </ul>
情報管理	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ PDCA サイクルの基盤となるため、情報共有の方法が更新されていく</li> </ul>

出典：プロジェクトチーム

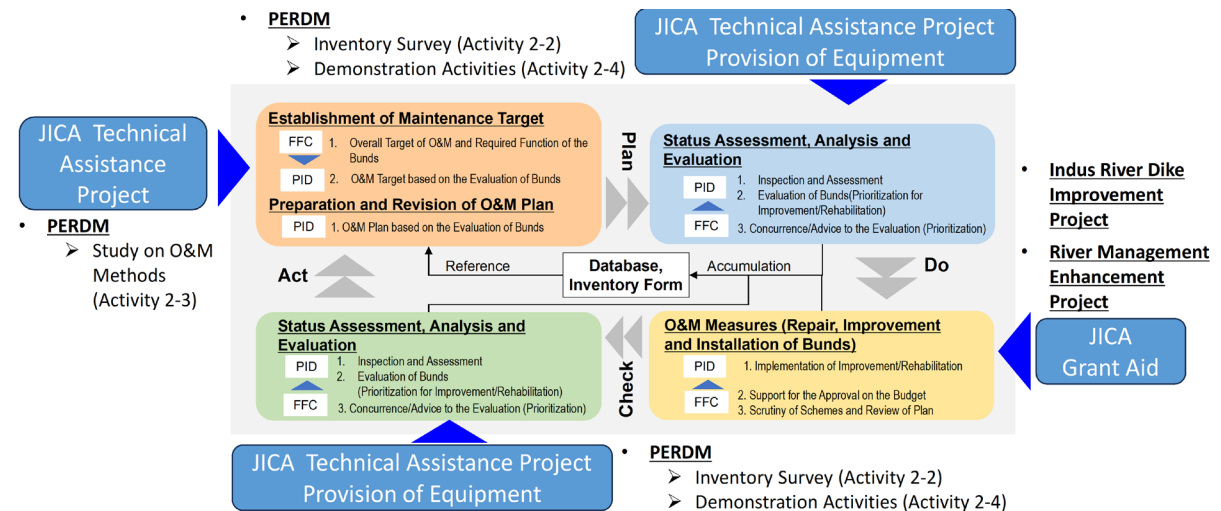
## 2.3.5 提案維持管理プロセスの導入

### (1) Indus 川提案する維持管理プロセスと各種 JICA 事業による支援との関係

図 2.3.7 に提案する PDCA サイクル型維持管理の各フェーズにおける各種 JICA 事業による支援の関係を図示する。

状態分析・評価フェーズでは技術協力プロジェクトや機材供与による支援が可能であり、維持管理計画・目標策定及び更新フェーズでは技術協力プロジェクトによる能力強化支援が可能である。また、維持管理対策実施フェーズでは無償資金協力事業の実施による既設堤防の強化による支援を行うことが可能である。

本業務においても、活動 2-2：堤防インベントリー調査や活動 2-4：維持管理デモ活動は状態分析・評価フェーズに係る能力強化を支援し、活動 2-3：維持管理手法検討（本活動）は維持管理計画・目標策定フェーズを支援している。また、活動 3-2：堤防マニュアル補足資料の作成は、参考となる資料に関するタスクを支援するものとともに、活動 5-1：優先プロジェクトのプレ F/S では維持管理対策実施フェーズの一部を実施している。



注記) PERDM : 本業務の略称  
出典 : プロジェクトチーム作成

図 2.3.7 提案する維持管理プロセスと各種 JICA 事業による支援との関係

## 2.4 維持管理のデモ活動の実施 (活動 2-4)

### 2.4.1 活動 2-4 の要約

#### (1) 目的

機材供与により前述の PDCA サイクル維持管理の中の、主に「状態分析・評価フェーズ」のタスクの高度化や効率化に直接的に寄与することを目的とする。PDCA サイクル型維持管理に関する知見を各州の PID 職員に広げることを目的とする。

#### (2) 活動成果

主な活動成果は以下のとおり。

- Punjab 州に、次の機材を供与した。
  - 浸透調査に資する表面波探査機材
  - ワークステーション及びラップトップ
- Sindh 州に、次の機材を供与した。
  - 浸透調査に資する表面探査機材
  - 侵食及び堤防形状調査に資する測量機材 (ドローン、LiDAR センサー、音響測深機)
  - ワークステーション及びラップトップ
- デモ活動として、Sindh 州の担当職員、Punjab 州の担当職員を対象に、供与機材の使用方法及び VP 箇所の点検/評価方法についての講習及び OJT 活動を実施した。

#### (3) 他活動との関連や活用等

本活動内のデモ活動において、活動 2-2 で提案した VP 箇所の点検・評価方法及び活動 2-3 で提案した維持管理サ

イクルに従った手法の OJT 活動を行い、担当職員的能力強化を図る。

## 2.4.2 資機材の購入及び供与

### 2.4.2.1 機材供与の目的

活動 2-3 において、堤防点検、VP 個所の評価、対策工の実施、対策後の評価、維持管理計画や目標の更新という PDCA サイクルの導入による、維持管理活動の継続的な改善を提案している。この改善には、破堤危険個所の抽出、抽出箇所の危険性の評価及び対策工法選定の高度化が不可欠である。堤防の決壊原因は主に越水、侵食、浸透の 3 つに分類されることから、堤防の形状把握、浸透調査及び侵食調査に資する機材を供与することで、これらの調査・分析の高度化を図る。

### 2.4.2.2 各州の保有機材

Sindh 州の保有機材一覧表は入手出来なかったが、2024 年 3 月の Sindh-PID へのヒアリングによると、保有機材はトータルステーションやレベル等の従来型の測量機器のみである。また、新たな機材の調達・導入予定はない。

Punjab 州の Hydraulic Structures Safety Evaluation Unit (以下、HSSEU) では、ドローン、LiDAR センサー、音響測深機材 (シングルビーム) 及び地中レーダー探査機材等を保有しており、これらの機材を用いて実際の堤防調査を行っている箇所もある。表 2.4.1 に HSSEU が保有する主要調査機材一覧を示す。また、HSSEU 技術者へのヒアリングによると、LiDAR センサー及び音響測深機材 (シングルビーム) による測量結果から 3 次元モデルを生成可能とのことであった。一方、使用している PC の性能が不十分であり、処理の高速化及びより高度な点群処理やモデル作成には、高性能ワークステーションやラップトップが必要との意見もあった。

表 2.4.1 HSSEU 保有の主要な調査機材

No	機材名	数量	概要
1	GPR (NOGGIN 500)	4	ポータブル地中レーダー探査機材 (写真 2.4.1)
2	DJI Mavic Pro 2	2	写真/動画撮影用ドローン (写真 2.4.2)
3	DJI M300 Drones for Survey & Mapping with LiDAR's and Eco Sounders	3	ドローンと Lidar センサー及び音響測深機材 (シングルビーム) のセット (写真 2.4.3)
4	Hydrographic Survey Boat	1	水底の測量が可能なラジコンボート (写真 2.4.4)
5	Total Station	2	地上測量用トータルステーション
6	Auto Level	4	地上測量用レベル
7	Hand Held GPS	3	ハンディ GPS
8	Laser Distance Measurement Equipment	1	レーザー距離計
9	Sieve Analysis Equipment	1	ふるい分析機材 (土質試験)
10	Soil Consistency Equipment	1	液性限界・塑性限界試験機材 (土質試験)
11	Standard & Modified Proctor Test Equipment	1	締固め試験機材 (土質試験)
12	Sand Replacement Method Equipment	2	砂置換による現場密度試験機材 (土質試験)

出典：プロジェクトチーム



写真 2.4.1 ポータブル地中レーダー探査機材



写真 2.4.2 写真/動画撮影用ドローン



写真 2.4.3 ドローンと地上 Lidar 測量及びシングルビーム測深機材のセット



写真 2.4.4 水底の測量が可能なラジコンボート

### 2.4.2.3 供与機材の選定

に示すとおり、浸透調査、侵食調査及び堤防の形状把握に資する機材を以下の 2 段階評価で選定した。

- ・ 一次選定：関連機材を網羅的に抽出し、Indus 川へ適用可能な機材を選定
- ・ 二次選定：Sindh 州、Punjab 州及び JICA と議論の上、機材保有状況及び性能より各州への供与機材を選定

#### 1) 一次選定

堤防等河川管理施設及び河道の点検・評価要領（令和 5 年 3 月）、河川技術カタログ（令和 5 年 3 月）、Sindh 州及び Punjab 州へのヒアリング結果を基に、点検に係る機材（技術）を網羅的に抽出した。その上、対象地域の特性より、適用可能な機材を選定した（）。適用可能な機材は、表面波探査機材、電気探査機材、電磁探査機材、地中レーダー、LiDAR センサー、音響測深機（シングルビーム、マルチビーム、3D マルチビームソナー）、ドローンである。

## 2) 二次選定

### (a) Punjab 州

Punjab 州はドローン、LiDAR センサー及び音響測深機を既に有しているため、効率的な侵食調査や堤防形状の測定が可能である。一方、浸透調査に有用な機材は未保有のため、堤防の強度分布（締め具合）の測定が可能な表面波探査機材を供与機材として選定した。

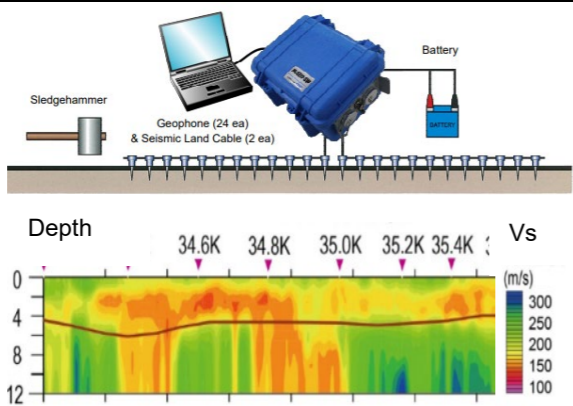
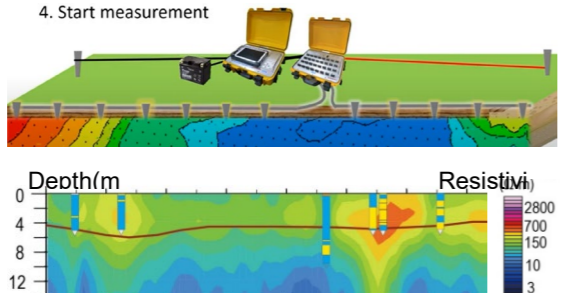
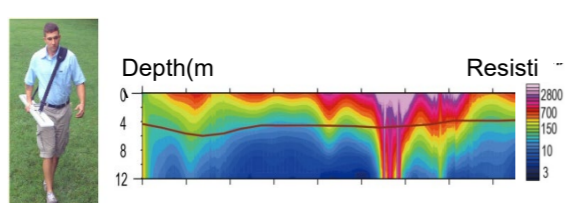
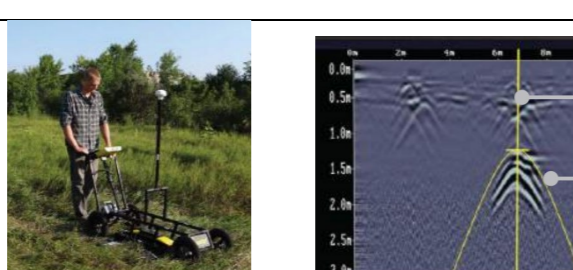
電気探査機材及び電磁探査機材は透水性の高い砂層や礫層の検出に有用であり、機材も浸透調査に有効である。しかしながら、Indus 川堤防は概ね細砂で構成されており、土質の違いは小さいと想定されるため、これらの機材は供与機材に含めなかった。

### (b) Sindh 州

Sindh 州は効率的な侵食調査や堤防形状の測定に資する機材を有していないので、Punjab 州に供与する表面波探査機材に加え、LiDAR センサー、音響測深機及びドローンを供与機材として選定した。両州の保有する機材は同じレベルになり、Sindh 州の調査、分析、評価に係る能力を Punjab 州と同等程度に引き上げることが可能となる。

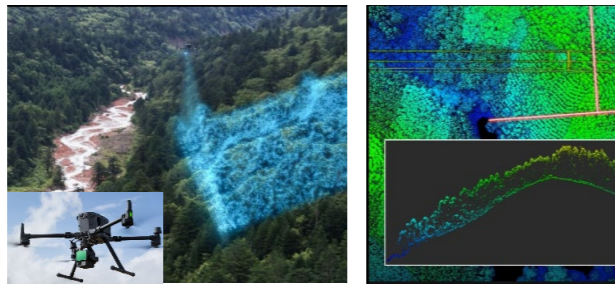
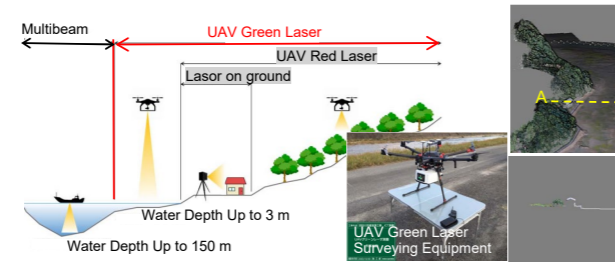

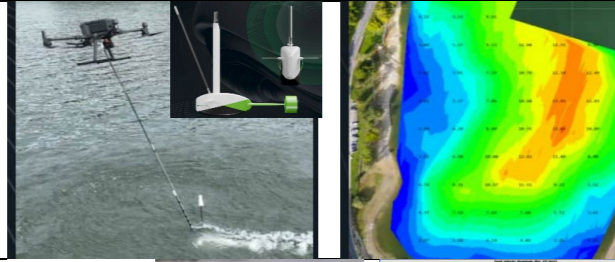

なお複数種ある音響測深機機材の中からシングルビームを採用したのは、堤防前面の河床侵食／洗堀調査にはシングルビームで十分な精度を確保可能と判断したためである。

表 2.4.2 供与機材の一次選定

機材/技術	概念図	概要	適用上の留意点	一次選定 (適用可否)	二次選定				
					Sindh	Punjab			
物理 探査機材	<p>1. 表面波探査機材</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>カケヤや重錘を用いて地面を強打することで、表面波を発生させ、堤防天端に一定間隔で並べた受振子で表面波(レイリー波)を測定する。測定した表面波の波形を解析することで<b>地盤のS波速度が求められる</b>。</li> <li>S波速度は標準貫入試験結果(N値)と高い相関を示すため、<b>堤体の強度分布(締め具合)の評価に有用</b>である。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>調査結果は推定になるので、検証用にボーリングが必要。</li> <li>調査結果の判断に技術的知見が必要である。</li> <li>調査可能範囲は、4-5人の1チームで2 km/day<sup>5</sup>程度。</li> </ul>	可能	—	採用	<ul style="list-style-type: none"> <li>Indus川において、浸透は主要な決壊要因の一つであるので、締め具合の調査の必要性は高い。</li> <li>1日当たりの計測可能範囲が他の地質調査の候補機材に比べ、相対的に広い。</li> </ul>	採用	<ul style="list-style-type: none"> <li>同左。</li> </ul>
	<p>2.1 電気探査機材</p> <p>4. Start measurement</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>送電機から地中に電流を流し、受信機で電位を測定することで、堤防の方向に沿って地中の<b>電気抵抗率分布を求められる</b>。</li> <li>電気抵抗率は、透水性に影響を与える結合材(粒径等の土壌特性)に関連しているため、<b>透水性の高い土質やパイピング検出に有用</b>である。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>調査結果は推定になるので、検証用にボーリングが必要。</li> <li>調査結果の判断に技術的知見が必要である。</li> <li>調査可能範囲は、3人1チームで数百 m/day<sup>1</sup>程度。</li> </ul>	可能	—	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>パイピングは検出可能だが、Indus川沿い堤防及び基礎地盤は細砂であり、土質の違いはあまりないと想定されるため、本機材により<b>透水性の高い土層の抽出は困難</b>と想定される。</li> <li>1日当たりの計測可能範囲が他の候補機材に比べ、相対的に狭い。</li> </ul>	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>同左。</li> </ul>
	<p>2.2 電磁探査機材</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>機材の送信コイルに電流を流すことで1次磁場を発生させ、1次磁場により地盤内で発生した2次磁場強度を受信する。1次磁場強度と2次磁場強度の比率より見掛け抵抗が求められ、見掛け抵抗の逆数を取ること<b>で電気抵抗率分布を求められる</b>。</li> <li>電気抵抗率は透水性に影響を与える結合材(粒径等の土壌特性)に関連しているため、<b>透水性の高い土質やパイピング検出に有用</b>である。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>調査結果は推定になるので、検証用にボーリングが必要。</li> <li>調査結果の判断に技術的知見が必要である。</li> <li>調査可能範囲は、2人1チームで数 km/day<sup>1</sup>程度。</li> <li>電気探査機材より精度が低い。</li> </ul>	可能	—	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>パイピングは検出可能だが、Indus川沿い堤防及び基礎地盤は細砂であり、土質の違いはあまりないと想定されるため、本機材により<b>透水性の高い土層の抽出は困難</b>と想定される。</li> </ul>	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>同左。</li> </ul>
	<p>3. 地中レーダー</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>高周波電磁波を地面に照射し、反射を測定する。</li> <li>反射は物理的特性が異なる場所が発生するため、<b>盛土内の空洞、物体、土層の境界等を検出に有用</b>である。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>土質の状態は評価できない。</li> <li>調査可能な深さは、調査先の状況次第では2~3m程度になることもある。</li> </ul>	可能	—	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>パイピングは検出可能だが、調査可能な深さは限られている。</li> <li>土質評価不可のため、<b>透水性の高い土層の検出が難しい</b>。</li> </ul>	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>保有している。</li> </ul>

<sup>5</sup> メーカーへのヒアリング結果より。



機材/技術	概念図	概要	適用上の留意点	一次選定 (適用可否)	二次選定				
					Sindh		Punjab		
測量	4. LiDAR センサー 	<ul style="list-style-type: none"> <li>レーザー光を放射し、センサーで反射光を受信することで、対象物までの距離を測定する。</li> <li><u>ヘリコプターやドローンに搭載可能</u>である。</li> <li>堤防の形状測定や変形の検出に有用である。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>レーザー光は<b>水面で反射されるため、水面下の計測不可</b>。</li> </ul>	可能	—	採用	<ul style="list-style-type: none"> <li>堤防点検の定量化に向けて、本機材の必要性は高い。</li> </ul>	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>保有している。</li> </ul>
	4. グリーンレーザーセンサー 	<ul style="list-style-type: none"> <li>レーザー光を放射し、センサーで反射光を受信することで、対象物までの距離を測定する。</li> <li>水中を透過するレーザーのため、<u>水中の地形計測も可能</u>である。</li> <li>ヘリコプターやドローンに搭載可能である。</li> <li>堤防の形状測定や変形の検出に加え、堤防周辺の洗堀箇所の検出に有用である。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>水中の計測可能な水深は透明度の <b>1.5 倍程度のため、濁水では河床の地形取得不可</b>。</li> </ul>	不可	<ul style="list-style-type: none"> <li>Indus 川は濁っているため河床地形計測は困難。</li> </ul>	—	—	—	—
	5. Mobile Mapping System (MMS) 	<ul style="list-style-type: none"> <li>GNSS アンテナ、レーザーセンサー、カメラ等の機器を車両に搭載し、<u>走行しながら河川堤防周辺の地形及び画像データを測定</u>する。</li> <li>目視点検では判別が難しい局所的な堤防高の低下や変形の検出に有用である。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>平坦で舗装された道路での使用想定のため、<u>凸凹の多い道路では正確な測定が困難</u>と考えられる。</li> </ul>	不可	<ul style="list-style-type: none"> <li>Indus 川堤防の未舗装区間が多いため、適用困難。</li> </ul>	—	—	—	—
深浅測量	6. 音響測深機 (シングルビーム) 	<ul style="list-style-type: none"> <li>水中へ材料間の界面で反射する超音波を照射することで、<u>水中の地形計測可能</u>である。</li> <li>1 回の照射で 1 地点測定する。</li> <li>通常は船舶に搭載されるが、軽量であるためドローンに搭載可能な機器もある。</li> <li>堤防周辺の洗堀箇所の検出に有用である。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>一点の音波照査のため、<u>計測データは疎な地形データとなり、構造部周りの詳細な形状把握は困難</u>。</li> </ul>	可能	—	採用	<ul style="list-style-type: none"> <li>堤防周辺の洗堀把握には十分な計測密度であり、洗堀の検出や定量的評価に向けて、本機材の必要性は高い。</li> <li>ドローンに搭載可能なため、利便性が高い。</li> </ul>	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>保有している。</li> </ul>
	7. ADCP 	<ul style="list-style-type: none"> <li><u>測定原理は音響測深機 (シングルビーム) と同じ</u>であり、堤防周辺の洗堀箇所の検出に有用である。</li> <li>船に搭載可能な機器は確認できたが、ドローンに搭載可能な機器は確認出来なかった。</li> <li>また、水中の浮遊物からの反射波のドップラー効果を利用して <u>流速測定も可能</u>である。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>地形計測については、音響測深機 (シングルビーム) と同じ。</li> <li><u>洪水時の流速は橋付近でのみ計測可能</u>である。<sup>6</sup></li> </ul>	可能	—	—	<ul style="list-style-type: none"> <li><u>Indus 川に架かる橋は少なく、洪水時の流速計測可能な場所は極めて限定的</u>である。</li> <li>地形計測はドローンに搭載可能な音響測深機 (シングルビーム) の方が利便性が高い。</li> </ul>	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>同左</li> </ul>

<sup>6</sup> ADCP は、有人船への搭載、R/C 船への搭載、或いは、橋から紐で引くという 3 つの方法のいずれかで利用可能ある。洪水時の有人船使用は危険である。R/C 船の使用可能範囲は視認可能な半径 200m 以内程度に限定される。



機材/技術	概念図	概要	適用上の留意点	一次選定 (適用可否)	二次選定					
					Sindh		Punjab			
8. 音響測深機 (マルチビーム)		<ul style="list-style-type: none"> <li>測定原理は音響測深機 (シングルビーム) と同じであるが、一度の照射で複数地点の計測が可能である。</li> <li>船に搭載可能な機器は確認できたが、ドローンに搭載可能な機器は確認出来なかった。</li> <li>堤防周辺の洗堀箇所の検出に有用である。</li> </ul>	特になし。	可能	—	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>堤防周辺の洗堀把握にはオーバースペックである。</li> <li>音響測深機 (シングルビーム) に比べ、価格が高い。</li> </ul>	—	同左	
9. 音響測深機 (3D マルチビームソナー)		<ul style="list-style-type: none"> <li>音響測深機 (マルチビーム) と類似している。</li> <li>音響測深機 (マルチビーム) との違いは、1) 超音波の送受信機が回転可能なため構造物周辺の地形をより詳細に取得できること、2) 超音波の周波数が高周波なため浅瀬の地形取得に適していることの2点である。</li> <li>船に搭載可能な機器は確認できたが、ドローンに搭載可能な機器は確認出来なかった。</li> </ul>	特になし。	可能	—	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>堤防周辺の洗堀把握にはオーバースペックである。</li> <li>音響測深機 (マルチビーム) よりも高価である。</li> </ul>	—	同左	
ドローン	10. 水中ドローン		<ul style="list-style-type: none"> <li>ドローンに搭載されたカメラで画像を撮影する。</li> <li>スケールを併せて投影することで、堤防の異常箇所や侵食深度等を大まかに測定可能である。</li> </ul>	光学カメラのため、濁水の場合には使用不可である。	不可	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>Indus 川は濁っているため、画像撮影は困難。</li> </ul>	—	—	
	11. 空中ドローン		<ul style="list-style-type: none"> <li>ドローン自体は測定を行えないが、大型ペイロード対応のドローンは測定機器を吊り下げることが可能であり、これにより各種調査の効率化に寄与する。</li> </ul>	特になし。	可能	—	採用	<ul style="list-style-type: none"> <li>各種調査の効率化に寄与する。</li> <li>供与する測量機材 (LiDAR センサー、音響測深機) に必要である。</li> </ul>	—	保有している。
調査補助システム	13. 現場情報共有システム 「All-sighte」		<ul style="list-style-type: none"> <li>スマートフォンで撮影した写真に位置情報、撮影日時、コメント等のさまざまな情報を簡単に追加可能なアプリケーションである。</li> <li>また本部で撮影した写真を一元管理することが可能である。</li> </ul>	インターネット環境下でのみアプリケーションは利用可能である。	不可	—	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>Indus 川沿いの堤防は、多くの場所でインターネット使用不可である。</li> </ul>	—	—

出典：プロジェクトチーム。ただし、概念図は販売店の HP 或いは論文の抜粋。



#### 2.4.2.4 供与機材

Sindh 州、Punjab 州への供与機材一覧をそれぞれ表 2.4.3、表 2.4.4 に示す。前節で選定した機材を効果的に運用するため、以下を供与機材に追加した。

- ・ 表面波探査機材の測定値の妥当性を現場にて簡易的に確認するための簡易貫入試験機 1 台
- ・ 表面波探査機材に接続して使用する現場用 Laptop 1 台
- ・ 現場計測結果を解析する Workstation 2 台

また Punjab 州には、FRAU（FRAU：Flood Risk Assessment Unit）が堤防 VP 箇所 GIS データベース作成及び構造物への影響分析・予測を目的とした水理解析に取り組んでいるため、これらの活動の支援目的に Workstation 1 台及び Laptop 1 台を追加した。

表 2.4.3 Sindh 州への供与機材一覧

分類	製品名	数量	購入場所	備考
表面波探査機材	McSEIS-SW 24 ch 一式	1	日本	受信機、受信機牽引ツール、かけや等の関連機器及び解析ソフトを含む。
簡易貫入試験機	製品名なし*	1	パキスタン	—
ドローン	DJI Matrice 350	1	パキスタン	バッテリーや充電器、GNSS 受信機等の関連機器を含む。
LiDAR センサー	DJI Zenmuse L2	1	パキスタン	解析ソフトを含む。
エコーサウンダー	Topo Drone Aquamapper NextGen	1	スペイン	解析ソフトを含む。
Workstation	HP Z4 G5	2	パキスタン	現場計測結果を解析処理用。
Laptop	LENOVO IDEAPAD-1	1	パキスタン	表面波探査機材に接続して使用する現場用。

\*：パキスタン国の販売店が国際規格（ASTM D6951）を満たす仕様で作成した機材を購入。

出典：プロジェクトチーム

表 2.4.4 Punjab 州への供与機材一覧

分類	製品名	数量	購入場所	備考
表面波探査機材	McSEIS-SW 24 ch 一式	1	日本	受信機、受信機牽引ツール、かけや等の関連機器及び解析ソフトを含む。
簡易貫入試験機	製品名なし*	1	パキスタン	—
Workstation	HP Z4 G5	3	パキスタン	現場計測結果を解析処理及び FRAU が実施中である堤防 VP 箇所 GIS データベース作成用。
Laptop	LENOVO LEGION	1	パキスタン	FRAU が実施中の構造物への影響分析・予測を目的とした水理解析用。
Laptop	LENOVO IDEAPAD-1	1	パキスタン	表面波探査機材に接続して使用する現場用。

\*：パキスタン国の販売店が国際規格（ASTM D6951）を満たす仕様で作成した機材を購入。

出典：プロジェクトチーム

### 2.4.3 デモ活動の目的

本プロジェクトで提案する堤防点検・評価方法は、Sindh 州及び Punjab 州にとって新しい手法である。従来、両州では目視点検を主とした方で点検が行われており、今回供与される機材についても両州が保有していないものである。そこで、機材を用いた堤防点検の進め方や堤防評価方法を両州の職員へ技術移転するため、デモンストレーションを実施する<sup>7</sup>。

### 2.4.4 デモ活動の内容

#### 2.4.4.1 Punjab 州

##### (1) スケジュールと参加者

Punjab 州で実施したデモ活動のスケジュール及び参加者は下表のとおりである。内容は次節以降に記す。

表 2.4.5 Punjab 州におけるデモ活のスケジュール

日時		内容	参加者
2月 11日	午前	室内にて、堤防評価に関する講義・実習	16名 (HSSEU*、 FRAU**)
	午後		
2月 12日	午前	室内にて、表面波探査機材を用いた堤防の物理探査及び機材の使用方法に関する講義	
	午後		
2月 13日	午前	VPにて、表面波探査機材を用いた計測	13名 (HSSEU)
	午後	室内にて、表面波探査機材の計測データの解析	

\*: Hydraulic Structure Safety Evaluation Unit

\*\*： Flood Risk Assessment Unit

出典：プロジェクトチーム

##### (2) 堤防の評価方法

2.3 章に示した維持管理手法についての講義を行い、その上、維持管理の基盤となる 2.2 章で紹介した帳票の更新方法及び VP の評価方法について実習を行った。実習の内容は以下のとおりである。

##### 帳票の更新

点検時の写真と更新部分を空白にした帳票を Punjab 職員に配布し、Punjab 職員が帳票を更新し、その後プロジェクトチームより更新例を紹介した。

<sup>7</sup> 輸出入トラブルにより、エコーサウンダーの機材はデモ活動に現地に届かなかったため、後日パ国の測量会社が無償で Sindh PID 職員へエコーサウンダーの使用法の研修を実施するように調整した。



出典：プロジェクトチーム

写真 2.4.5 帳票更新方法についての講義風景  
(Punjab 州)



出典：プロジェクトチーム

写真 2.4.6 帳票更新の実習風景  
(Punjab 州)

#### VP の評価

評価部分を空白にした帳票を Punjab 職員に配布し、Punjab 職員が評価を実施し、その後プロジェクトチームより評価結果を紹介した。



出典：プロジェクトチーム

写真 2.4.7 VP 評価方法についての講義風景  
(Punjab 州)



出典：プロジェクトチーム

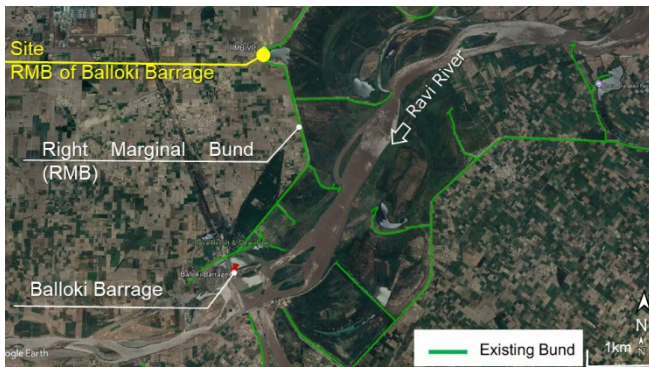
写真 2.4.8 VP 評価の実習風景  
(Punjab 州)

### (3) 表面波探査機材を用いた点検

1 日目に表面波探査機材を活用した点検の概要及び使用方法の講義を行い、2 日目に VP にて機材を用いて計測し、その後取得したデータを解析した。2 日目の VP での計測及び解析の詳細を以下に示す。

#### 現地調査場所

Balloki Bragge の Right Marginal Bund 上の 2010 年洪水時に計画破堤させた地点とする。この場所は、Main Bund と呼ばれる主堤防に加え、川側に Channel Bund という堤防が併設されている。2010 年洪水後にこの地点は補修されており、現在は雨滴浸食されているものの、堤防本体に深刻な損傷は無く安全であると Punjab PID に評価されている。



出典：プロジェクトチーム

図 2.4.1 供与機材の実習場所 (Punjab 州)



出典：プロジェクトチーム

写真 2.4.9 実習場所の風景

### 現地調査方法

Punjab PID 職員自ら表面波機材と簡易貫入試験機で計測を行った。計測方法が異なる際や PID 職員に疑問がある際にプロジェクトチームよりコメントした。



出典：プロジェクトチーム

写真 2.4.10 表面波探査機材の計測風景  
(Punjab 州)



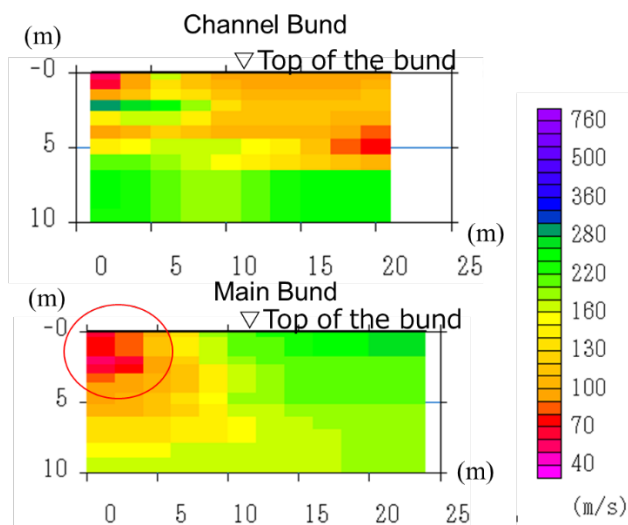
出典：プロジェクトチーム

写真 2.4.11 簡易貫入試験機の計測風景  
(Punjab 州)

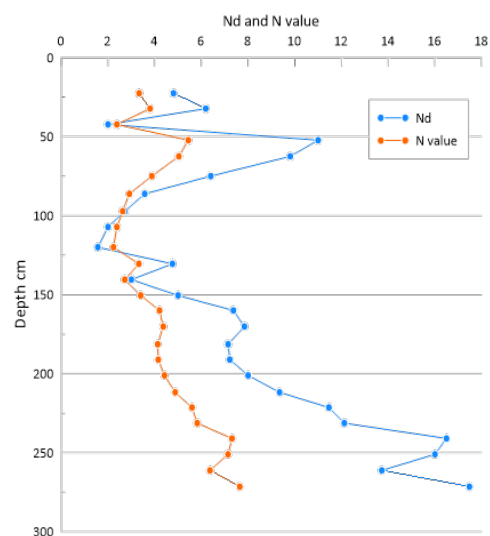
### 計測データの分析

プロジェクトチーム指導の下、Punjab PID 職員自ら計測データを分析した。

表面波探査機材の測定結果は図 2.4.2 に示す。測定結果は S 波速度 (S-wave Velocity) を示し、色が赤に近づくほど、S 波速度が遅いことを示している。簡易貫入試験は表面探査機材の計測結果の S 波速度が相対的に遅い地点 (図 2.4.2 の下図の赤丸地点) で実施した。簡易貫入試験の結果を図 2.4.3 に示す。簡易貫入試験結果の N 値は 4 程度を示し、表面波探査機材により堤体の緩んでいる地点を抽出できることが確認された。



出典：プロジェクトチーム



出典：プロジェクトチーム

図 2.4.2 表面波探査機材の計測結果  
(Punjab 州)

図 2.4.3 簡易貫入試験の計測結果  
(Punjab 州)

### 2.4.4.2 Sindh 州

#### (1) スケジュールと参加者

Sindh 州で実施したデモ活動のスケジュール及び参加者は下表のとおりである。各講義・実習内容は次節以降に記す。

表 2.4.6 Sindh 州におけるデモ活のスケジュール

日時		内容	参加者
2月 17日	午前	室内にて、表面波探査機材を用いた堤防の物理探査及び機材の使用方法の講義	約 30 名 (Hydro Informatics Center, Sindh Irrigation, Drainage Authority, Gudu Barrage, Kottori Brarrage, etc.)
	午後		
2月 18日	午前	室内にて、堤防評価に関する講義・実習	
	午後		
2月 19日	午前	室内にて、ドローンに搭載した LiDAR センサー・エコーサウンダーを用いた測量に関する講義	
	午後	室内にて、ドローン、LiDAR センサーの組み立て及び飛行計画の策定の実習	
2月 20日	午前	堤防にて、表面波探査機材を用いた計測	
	午後	室内にて、表面波探査機材の計測データ解析	
2月 21日	午前	堤防にて、LiDAR センサーを搭載したドローン飛行	
	午後	室内にて、取得した測量データの解析	

出典：プロジェクトチーム

**(2) 堤防の評価方法**

Punjab 州と同じ内容の講義及び実習を実施した。講義及び実習の風景は以下に示す。



出典：プロジェクトチーム

写真 2.4.12 帳票更新方法についての講義風景  
(Sindh 州)



出典：プロジェクトチーム

写真 2.4.13 帳票更新の実習風景  
(Sindh 州)



出典：プロジェクトチーム

写真 2.4.14 VP 評価方法についての講義風景  
(Sindh 州)



出典：プロジェクトチーム

写真 2.4.15 VP 評価方法の実習風景  
(Sindh 州)

**(3) 表面波探査機材を用いた点検**

Punjab 州と同様に、2月17日に表面波探査機材を活用した点検の概要及び機材使用方法の講義を行い、2月20日に機材を用いて計測し、その後取得したデータを解析した。

現地調査場所

Kottori Barrage 周辺には VP が存在するものの、安全上の理由により VP での実習は実施できなかった。そこで代替として、Kottori Barrage の Left Guide Bund 上において、過去の洪水（時期不明）によりクラックが発生した地点<sup>8</sup>を調査対象とした。当該クラックは既に修復されており、目視の範囲では現在、堤防は健全な状態にあると確認され

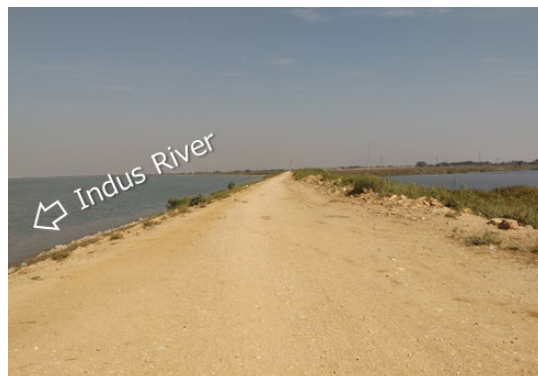
<sup>8</sup> Sindh PID へのヒアリングより。

た。



出典：プロジェクトチーム

図 2.4.4 供与機材の実習場所 (Sindh 州)



出典：プロジェクトチーム

写真 2.4.16 実習場所の風景 (Sindh 州)

#### 現地調査方法

Punjab 州と同様に、Sindh PID 職員自ら表面波機材と簡易貫入試験機で計測を行った。設置方法が違う際や PID 職員に疑問がある際にプロジェクトチームよりコメントした。



出典：プロジェクトチーム

写真 2.4.17 表面波探査機材の計測風景 (Sindh 州)



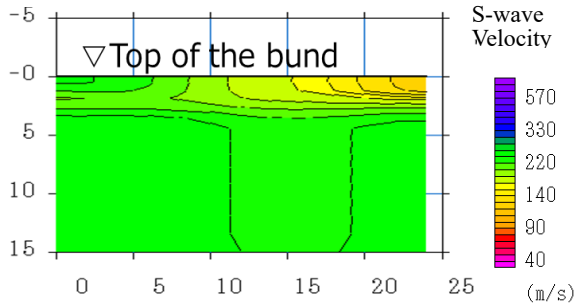
出典：プロジェクトチーム

写真 2.4.18 簡易貫入試験機の計測風景 (Punjab 州)

#### 計測データの分析

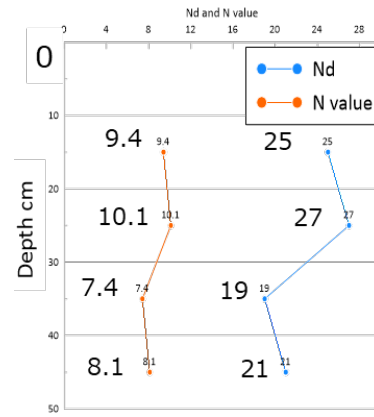
プロジェクトチーム指導の下、Sindh PID 職員自ら計測データを分析した。

現地調査で測定した表面波探査機材の測定結果は図 2.4.5、表面波探査の調査側線上で実施した簡易貫入試験の結果を図 2.4.6 に示す。表面波探査機材が示す平均的な堤体部の S 波速度は 200km/s であり、この速度は締め固められた砂質土の堤体相当であることを意味する。簡易貫入試験結果の N 値は 7.4-10 であり、ある程度の強度があることを示す。表面波探査機材により、堤体内部の健全性を評価できることが確認された。



出典：プロジェクトチーム

図 2.4.5 表面波探査機材の計測結果  
(Sindh 州)



出典：プロジェクトチーム

図 2.4.6 簡易貫入試験の計測結果  
(Sindh 州)

(4) ドローン測量を用いた点検

2月19日は、午前中にドローンに搭載した LiDAR センサーとエコーサウンダーによる測量に関する講義を行い、午後に室内にて機材組み立て及び飛行計画の策定の実習を行った。2月21日は、午前中に堤防にてドローン飛行を行い、午後にデータ解析を行った。なお、本講義及び実習は、パキスタンでのドローン測量に精通しているパキスタンの測量会社職員も講師として参加した。実習の詳細を以下に示す。

室内での機材組立・飛行計画の策定

ドローンの組立方法及び LiDAR センサーの搭載方法、飛行計画の策定方法について説明し、その後 Sindh PID 職員が実施した。

飛行場所

表面波探査機材と同じ場所で実施した。

堤防でのドローン飛行

Sindh PID 職員が機材を組み立て、飛行計画を策定し、テスト飛行を実施した。実習日は上空の風速が強かったため、測量は実施せずに、低高度でのテスト飛行のみ実施した



出典：プロジェクトチーム

写真 2.4.19 室内での機材組立の実習風景



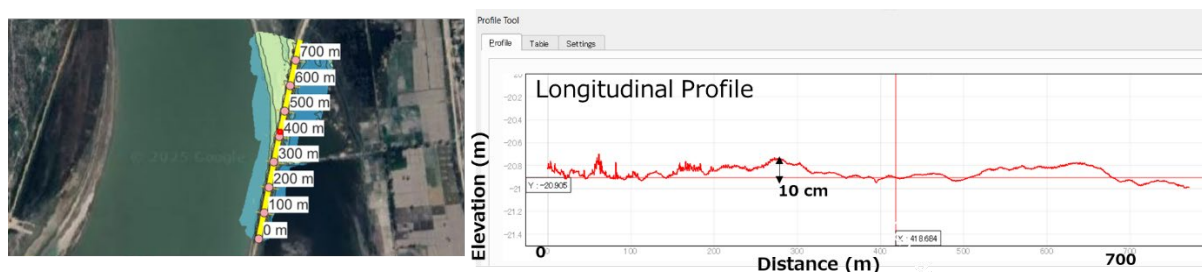
出典：プロジェクトチーム

測量データの解析

写真 2.4.20 テスト飛行の風景

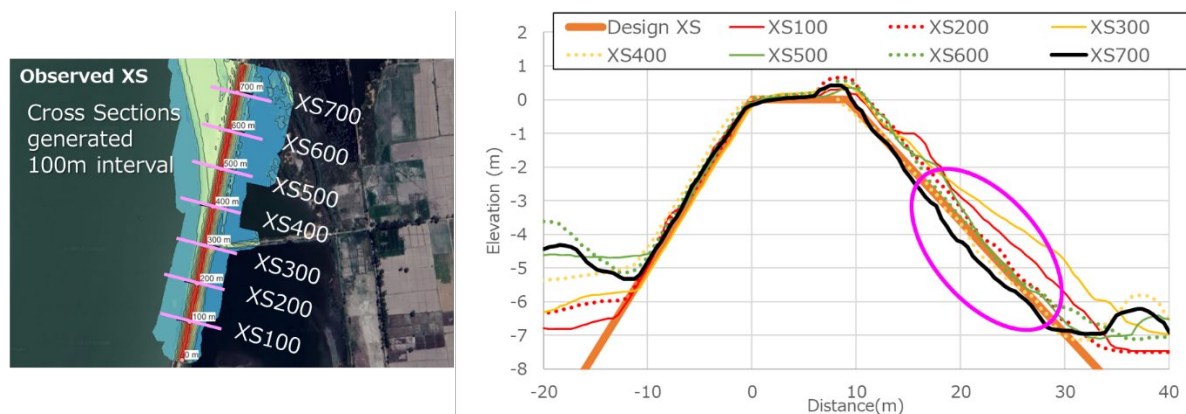
上述のとおりデモ活動での飛行時に測量は実施できなかったため、プロジェクトチームが事前に同じ場所で測量したデータを用いて行った。解析方法は測量結果から地形データを作成する方法を伝え、その後、作成した地形データを用いて、堤防高と堤防形状の評価方法について伝えた。

堤防高の評価に使用した図が図 2.4.7 であり、堤防天端の縦断面図を作成することで、相対的に堤防高が低い箇所が抽出できることを説明した。測量範囲内において、堤防高が低い箇所が存在するものの、その差は 10 cm 程度のため問題ないことが確認された。堤防形状の評価に使用した図が図 2.4.8 であり、標準断面と測量結果の横断面図を比較することで、断面形状に問題がある箇所（天端幅が不足する箇所や法勾配が急な箇所）を抽出できることを伝えた。一部の区間（図 2.4.8 の XS700）において、川裏法勾配が堤防断面よりも急になっており、標準断面を満たしていないことが確認された。また、堤防高は H.F.L. との比較が重要であり、そのためには、H.F.L. の設定に使用した基準点と同じものを用いて測量することが重要であることを伝えた。



出典：プロジェクトチーム

図 2.4.7 堤防高の評価に用いた縦断面図



出典：プロジェクトチーム

図 2.4.8 堤防規格の評価に用いた横断面図

2.4.5 堤防維持管理活動へのフィードバック

デモ活参加者からの主要コメントを以下に記す。

- ・ これまでも帳票を作成し、堤防の評価を実施していた。しかし、帳票の記載内容は作成者によりばらつきがあり、評価は評価基準が定性的なため評価者によるばらつきが生じていた。プロジェクトチームが提案

する帳票及び評価方法を用いることにより、必要な情報を統一的な形式で収集することが可能となり、評価者によるばらつきの少ない評価が可能になるため、非常に有用であると感じた。今年の調査から利用したい。(Punjab 州)。

- 堤防評価方法の考え方や方法は理解できるが、“Tact”という用語は一般的に使用せず、“Floodplain”を一般的に用いる (Sindh 州)。
- 堤防評価方法の考え方や方法は理解できるが、Flow Impact の説明が分かりにくい (Punjab 州)。
- 表面波探査機材の有用性について理解できた。今後、VP 箇所での調査を実施したい (Punjab 州、Sindh 州)。
- ドローン測定の有用性について理解できたので、堰を管轄する各事務所へのドローン測量機材導入を検討する (Punjab 州)。

上記より、堤防評価方法の説明については若干の修正が必要であるものの、両州においてプロジェクトチームが提案した維持管理手法及び供与機材の理解を得られた。堤防評価方法の説明は以下のとおり修正した。

#### VP 評価方法の説明の修正

- ① Sindh 州にマニュアルに基づき高水敷を“Tact”と表現していたが、“Floodplain”に変更し、“Floodplain”の場所を示す概念図を技術協力資料「INVENTORY SURVEY OF BUNDS」に追記した。
- ② Flow Impact の説明は「2010 年洪水以前から水衝部である」としており、“2010 年洪水以前”からとすることの理解が得られにくかった。このため、Flow Impact の説明を「長期間水衝部である」に変更し、以下の点を技術協力資料「INVENTORY SURVEY OF BUNDS」に追記した。
  - ✓ 流路は大規模洪水の時に変化しやすい。
  - ✓ プロジェクトチームは、2010 年洪水以前から流路が変化していない地点は今後も変化する可能性が低いと考えた。

## 第3章 成果 3 に係る活動

### 3.1 Indus 川本川堤防に関する既存計画・事業の現状分析（活動 3-1）

現在、国家の治水を推進するに当たり、主として2つの国家計画あるいはそれに準ずる計画、つまり National Flood Protection Plan (NFPP-IV) 及び Third Flood Protection Sector Program (FPSP-III) が活用されている。しかしながら、NFPP-IV (2015-2025) については、その初版の“内容”が 2017 年 5 月に Ministry of Inter Provincial Coordination (MoIPC) 下の Council of Common Interest (CCI) によって承認されたが、“予算”については、Ministry of Planning Development & Special Initiatives (MoPS) 下の Planning Commission (MoPS-PC) による承認が得られていない。2022 年洪水後に、FPSP-III が、国家の洪水対策事業のアンブレラ計画（様々な治水の事業計画が含まれる）として、MoPS-PC に 2023 年 6 月に承認されたが、2025 年 4 月時点では、個別の事業に対する予算確保は為されていない。なお、NFPP-IV の一部の事業は、更新された上で、FPSP-III に含まれている。さらに、FFC は、“Integrated Flood Risk Management”を主眼として、NFPP-IV の更新版 (NFPP-IV Updated) を 2023 年前期に作成した (ADB 支援)。この更新版は 2025 年 4 月時点において CCI によって承認審議中である。

#### 3.1.1 関連計画と実施状況

##### 3.1.1.1 国家計画に応じた Indus 川の治水対策施設の建設状況

2010 年洪水後、Indus 川の本川堤防は、ADB 及び WB の資金で緊急的に 2010 年洪水規模相当の高さ（余裕高を含む）までの嵩上げ及び補強が Flood Emergency Rehabilitation Project (FERP) 等を通じて実施され、2014 年ごろに完了した。その後、NFPP-IV (2015) が、パキスタン国の国家治水計画（10 年計画）として策定された。しかしながら、2024 年 12 月時点において、NFPP-IV で提案された洪水対策（堤防を含む治水対策施設のリハビリ、補強等に対する）に対する連邦政府からの投資は為されていない状況である。

国家計画の促進を目的として、治水計画を実施に移すためのプログラムが FPSP である。NFPP-IV の治水対策実施のために、2023 年 6 月に FPSP-III が FFC により最終化され、同年、必要事業群を一元管理するアンブレラプログラムとして MoPS-PC に承認された。しかしながら、2024 年 6 月時点で、7 件の事業が FFC による技術審査会議 (Flood Management Committee [FMC] 開催の Scrutinizing 会議) で確認されたもののプロジェクトは個別の事業実施を実施するための資金難により実施ステージに移行していない。各種ドナーは FPSP-III 策定時に、それぞれの可能投資額を示したが、具体的な投資に移行していない現状である。

上記状況を PID に確認したところ、NFPP-IV 及び FPSP-III に掲載されている表 3.1.1 に示す 25 件の事業は実施済みであった。本来、国家事業については、州政府が着手しない (FFC の審査を経なければ着手できない) ことが通例であったが、2014 年以降の洪水による堤防や河道の変状等を踏まえて、新事業として州の予算を充当して実施したものと考えられる。しかしながら、FFC と PID は、このような事業の情報を共有してこなかったため、FFC にとっては、NFPP-IV で提案されている国家事業群の運営管理は非常に困難であったことを想定できる。

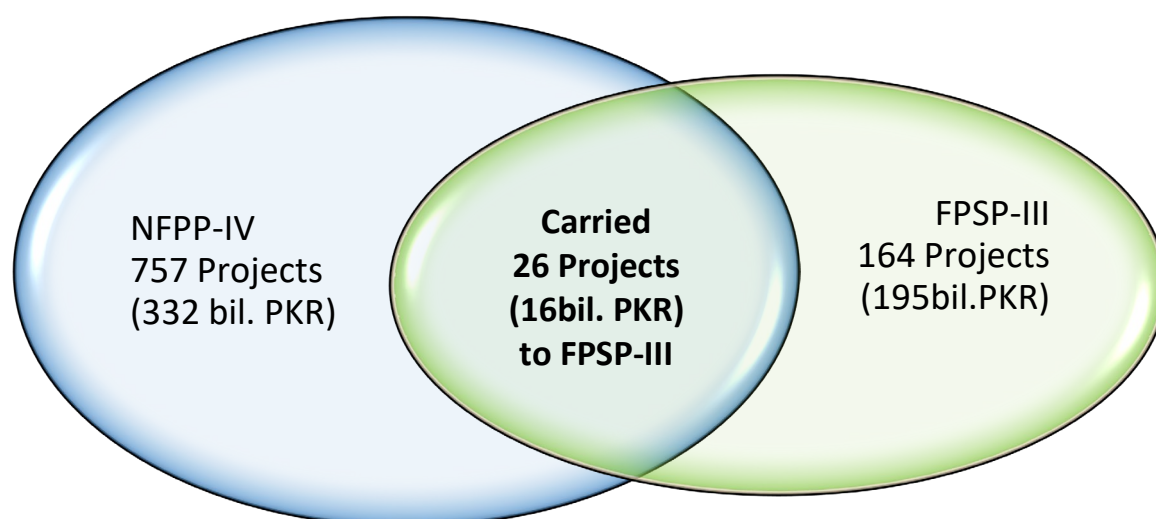
表 3.1.1 NFPP-IV 及び FPSP-III 掲載事業の内、実施された事業

No.	Protection Work Name	Protection Work Type	River	River Reach	River Bank	Province	Length of Bund (km)	Top level of Embankment (m)	Completion Year	Completion Cost (Mil. PKR)	Original Plan
1	Sagyoon Loop Bund Mile 0/0 to 1/2 Second Defence Line.	Embankment / Bund	Indus	Sukkur-Kotri	Left	Sindh	2.01	52.40	N.A.	6.7	FPSP-III
2	Kharal Loop Bund Mile 0/0 to 2/3 Second Defence Line.	Embankment / Bund	Indus	Sukkur-Kotri	Left	Sindh	3.82	N.A.	N.A.	10.7	FPSP-III
3	S.M. Bund Mile 3/2 to 7/4 Second Defence Line.	Embankment / Bund	Indus	Sukkur-Kotri	Left	Sindh	6.84	51.37	2013	23.3	FPSP-III
4	New Morio Loop Bund Mile 0/0 to 4/1 Second Defence Line.	Embankment / Bund	Indus	Sukkur-Kotri	Left	Sindh	6.64	N.A.	2013	27.8	FPSP-III
5	Haji Shah Loop Bund Mile 0/0 to 2/3 Second Defence Line.	Embankment / Bund	Indus	Sukkur-Kotri	Left	Sindh	3.82	N.A.	1983	5.0	FPSP-III
6	Darbelo Loop Bund Mile 0/0 to 2/4 Second Defence Line.	Embankment / Bund	Indus	Sukkur-Kotri	Left	Sindh	4.02	N.A.	N.A.	N.A.	FPSP-III
7	Abji Loop Bund Mile 0/0 to 7/4 Second Defence Line.	Embankment / Bund	Indus	Sukkur-Kotri	Left	Sindh	12.07	N.A.	N.A.	N.A.	FPSP-III
8	Jatoi Loop Bund Mile 0/0 to 7/4 Second Defence Line.	Embankment / Bund	Indus	Sukkur-Kotri	Left	Sindh	12.07	N.A.	N.A.	N.A.	FPSP-III
9	Jatoi Cross Loop Bund Mile 0/0 to 0/4 Second Defence Line.	Embankment / Bund	Indus	Sukkur-Kotri	Left	Sindh	0.80	N.A.	N.A.	N.A.	FPSP-III
10	Matiari Loop Bund Mile 0/0 to 2/6 Second Defence Line.	Embankment / Bund	Indus	Sukkur-Kotri	Left	Sindh	4.43	N.A.	N.A.	N.A.	FPSP-III
11	S.M. Bund Mile 60/0 to 68/0 First Defence Line.	Embankment / Bund	Indus	Sukkur-Kotri	Left	Sindh	12.87	40.87	2013	78.0	FPSP-III
12	S.M Bund Mile 68/0 to 75/1 First Defence Line.	Embankment / Bund	Indus	Sukkur-Kotri	Left	Sindh	11.47	39.96	2013	69.2	FPSP-III
13	Daulatpur Loop Bund Mile 0/0 to 1/5 First Defence Line.	Embankment / Bund	Indus	Sukkur-Kotri	Left	Sindh	2.62	39.10	2013	14.6	FPSP-III
14	S.M Bund Mile 76/2 to 80/0 First Defence Line.	Embankment / Bund	Indus	Sukkur-Kotri	Left	Sindh	6.04	38.69	2013	37.1	FPSP-III
15	K.K.Feeder Bund RD-73 to RD-79 Second Defence Line.	Embankment / Bund	Indus	Guddu-Sukkur	Right	Sindh	1.81	N.A.	N.A.	N.A.	FPSP-III
16	Construction and Rehabilitation of flood Mitigation structures along Dargai Khwar	Spur / Stud	Kalpani Nullah	N.A.	Right	Khyber Pakhtunkhwa	0.05	302.666	2011	1.3	FPSP-III
17	Construction Of Flood Protection Gabion Wall For Orchard/Houses At D/S Of Killi Sheshan Khan And Kut Manda Barshore District Pishin	Flood Protection Wall	Kuth	N.A.	N.A.	Balochistan	Not Provided	N.A.	1998	5.0	FPSP-III
18	Protection of Kalabagh Town from Erosive Action of River Indus Tehsil District Mianwali	Embankment / Bund	Indus	Kalabagh to Chashma	Right	Punjab	0.34	215.04	1965	N.A.	NFPP-IV
19	Providing Flood Protection Structures along Kalpani Nullah, Swat River and local Nullahs in Malakand.	Embankment / Bund	N.A.	N.A.	N.A.	Khyber Pakhtunkhwa	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	NFPP-IV
20	Flood Protection Bund at Dagi Village / Minor	Embankment / Bund	N.A.	N.A.	N.A.	Khyber Pakhtunkhwa	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	NFPP-IV
21	Flood Protection Bund at Ambar branch	Embankment / Bund	N.A.	N.A.	N.A.	Khyber Pakhtunkhwa	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	NFPP-IV
22	Flood Protection Bund at Kandari Village	Embankment / Bund	N.A.	N.A.	N.A.	Khyber Pakhtunkhwa	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	NFPP-IV
23	Flood Protection Bund for Orchards/Lands in Killi Kamalzai and Malikyar District Pishin	Embankment / Bund	Lamarak	N.A.	N.A.	Balochistan	N.A.	N.A.	1998	2.0	NFPP-IV
24	Construction of Flood protection works at Sundus/Katpana Skardu along the Indus River.	Embankment / Bund	Shayoke River	N.A.	N.A.	Gilgit Baltistan	N.A.	N.A.	2005	5.3	NFPP-IV
25	Flood Protection Scheme for Tochi River for Protection of Village Abadies and Culturable Land of Ziraki Area in Miali Tehsil.	Flood Protection Wall	Tochi	N.A.	N.A.	FATA	N.A.	N.A.	2009	4.0	NFPP-IV

出展：NFPP-IV 及び FPSP-III 報告書に基づき作成

### 3.1.1.2 国家治水対策事業の実施促進に向けた推移

FFC 及び ADB によると、2022 年洪水後の河川及び河川施設の状況は、NFPP-IV 策定当時と比較して変化しているため、FPSP-III 策定時には、そのような状況を反映させた上で事業が選定されている。そのため、NFPP-IV から FPSP-III へ直接（原形をとどめて）移行した事業は、図 3.1.1 に示すように、僅か 26 事業である。なお、FPSP-III の総事業コストは 2017 年から 2022 年のインフレーションによる原価上昇を見込んでいるため、NFPP-IV 当時より 65%程度割高になったと FPSP-III 報告書に述べられていた。



出展：プロジェクトチーム（NFPP-IV 及び FPSP-III 報告書に基づき作成）

図 3.1.1 各計画の計画事業数と総コスト

表 3.1.2 に示す通り、上記 26 事業は全て、堤防建設・補強事業（Loop Bund、Spur、根固め、護岸等）である。これらの事業についてはインフレーション以上のコスト増となっているが、FFC によると堤防の状態の変化や補修が必要な延長の増加が原因である。

しかしながら、これら事業の中には、延長に変化が無くても、コストが先に述べたインフレーション率を大幅に超過するものがある。事業の種類によって事業費増加率が異なる可能性は理解できるが、上記の FFC の解釈では、成立しない事業費の設定となっている。例えば、同表の 1 番から 10 番までの事業費の総計は、従来型の工法の使用が前提であるにもかかわらず、10 倍以上の増加率となっている。

個々の事業費の増減率を確認及び評価することは現保有情報からは困難であるが、アンブレラ計画 FPSP-III として、全体総額の精度は、比較的が高くない可能性がある。そのため、今後は、個々の事業費の充当については、FFC 及び PID が精査した上で PC と協議する必要がある。

また、FPSP-III 策定の人的資源を投入した ADB 及び FFC には、今後の国家事業の促進にあたっては、その調査及び作業精度を高めることを、伝達する必要がある。

表 3.1.2 NFPP-IV から FPSP-III に移された事業

番号	NFPP-IVでの事業名	事業費 (mil. PKR)	FPSP-IIIでの事業名	事業費 (mil. PKR)
1	Sagyoon Loop Bund mile 0/0 to 1/1.	200	Sagyoon Loop Bund mile 0/0 to 1/1.	2,538
2	Kharal Loop Bund mile 0/0 to 2/3		Kharal Loop Bund mile 0/0 to 2/3	
3	New Moria Loop Bund mile 0/0 to 4/1		New Moria Loop Bund mile 0/0 to 4/1	
4	Haji Shah Loop Bund mile 0/0 to 2/3		Haji Shah Loop Bund mile 0/0 to 2/3	
5	Darbello Loop Bund mile 0/0 to 2/4		Darbello Loop Bund mile 0/0 to 2/4	
6	Abdji Loop Bund mile 0/0 to 7/4		Abdji Loop Bund mile 0/0 to 7/4	
7	Jatoi Loop Bund mile 0/0 to 7/4		Jatoi Loop Bund mile 0/0 to 7/4	
8	Jatoi Cross Loop Bund mile 0/0 to 0/4		Jatoi Cross Loop Bund mile 0/0 to 0/4	
9	S.M Bund mile 3/2 to 7/4		S.M Bund mile 3/2 to 7/4	
10	Bakhri Trench Loop Bund mile 0/0 to 3/7		Bakhri Trench Loop Bund mile 0/0 to 3/7	
11	Construction of T-Spur at U/S Dadu – Moro Bridge	783	Construction of T-Spur at U/S Dadu – Moro Bridge	3,197
12	Construction of (05 Nos) Stone studs at mile 106/0, 106/1, 106/3, 106/4 and 106/5 along S.M bund Dad Division Shaheed Benazirabad	200	Construction of (05 Nos) Stone studs at mile 106/0, 106/1, 106/3, 106/4 and 106/5 along S.M bund Dad Division Shaheed Benazirabad	547
13	Constructing Stone Apron along Faridabad Bunds mile 1/0 to 3/6 & Baharo Bund mile 33/0 to 36.	491	Constructing Stone Apron along Faridabad Bunds mile 1/0 to 3/6 & Baharo Bund mile 33/0 to 36.	742
14	Remodeling of Old Fatehpur Loop Bund mile 2/0 to 4/2 (Hala)	125	Remodeling of Old Fatehpur Loop Bund mile 2/0 to 4/2 (Hala)	361
15	Remodeling of Matiari Loop Bund Mile 0/0 to 2/6 (Hala).	170	Remodeling of Matiari Loop Bund Mile 0/0 to 2/6 (Hala).	487
16	Earth Work along R.N Bund Mile 12/4 to 22/4	435	Earth Work along R.N Bund Mile 12/4 to 22/4	380
17	Extension of Indo Bund from Mile 15/6 to Mile 23/6 (Sakro Division, Mirpur Sakro)	420	Extension of Indo Bund from Mile 15/6 to Mile 23/6 (Sakro Division, Mirpur Sakro)	647
18	Construction Stone Stud at S.M.Bund mile 136/0 +50.	225	Construction Stone Stud at S.M.Bund mile 136/0 +50.	303
19	Constructing stone Apron and damaged stone Pitching along H.P various in Upper Pinyari Division Hyderabad.	250	Rehabilitation of H.P Bund from Mile 0/0 to 20/2, Stone Pitching 14/7 to 20/2 and Recouping of Stone Apron at various locations (Upper Pinyari Division)	1,335
20	Construction, Improvement and Extension of Flood Protection Works for Village Gulshan Abad on the Left Bank of Kabul River District Charsadda.	30	Construction of flood protection works/ embankment from Kheskhi village to Motorway bridge at Kabul River (Reach-II), District Charsadd	2,090
21	Construction of Flood Protection Works along Swat River from Kalam to Chakdara and its tributaries from Matta & Kabal Khwar in District Swat.	950	Construction of Flood Mitigation/ Protection Structures along Swat River and its Tributaries, Jaban, Dargai & Wartair Nullahs/ Khawars and flood affected area in tehsil Dargai, District Malakand	973
22	Construction, Improvement and Extension of Flood Protection Works along tributaries of Siran River in reaches	100	Construction/Rehabilitation of flood/erosion Mitigation structures along Siran River	136
23	Construction, Improvement and Extension of Flood Protection Works along Right Badri Nullah District Swabi	45	Construction and Rehabilitation of flood Mitigation structures on Badri River in Swabi District	747
24	Flood Protection Scheme on B/S of Jana Kore, Asho Khel, Hassan Khel, Mandi & Bora Algads in FR Peshawar	47	Flood protection walls on both side of Jana Kora, Ashokhel, Hassan khel, Mandin and bora algads in sub division Peshawar	50
25	Flood Protection Scheme on both side of Mastura River from Kalaya to Feroz Khel and from Utman Khel to Bezoit in Lower Orakzai	50	Construction of flood Protection Bund at Bezote left side of Mastura river in lower Orakzai	27
26	Construction of Flood protection works at River view Road Gilgit	70	Construction of Flood Protection Structures in District Gilgit	1,858
<b>合計事業費</b>		<b>4,591</b>	<b>合計事業費</b>	<b>16,419</b>

出展：NFPP-IV 及び FPSP-III 報告書に基づき作成

### 3.1.1.3 更新国家治水計画 (NFPP-IV 2024 年更新版)

繰り返し発生する洪水及び 2022 年の大規模洪水被害を踏まえて、水資源省 (MoWR) の FFC が、州政府および各ライン機関と協力及び調整して、NFPP-IV の更新版を策定した (ADB 支援)。更新の目的は次の通りである。なお、この更新版は 2025 年 4 月時点においても CCI によって承認のための審議中であり FFC は審議内容及び承認の予定を把握していない。

表 3.1.3 NFPP-IV の更新目的

No.	更新目的	調査団による要約
1	投資を示す洪水防御計画から統合型の洪水リスク管理 (IFRM) 計画への方向転	投資計画から IFRM 計画への転換
2	自然ベースの対策を組み込んだ非構造的解決策を検討し、丘陵地帯の急流や多雨による洪水に対処 (沿岸洪水も考慮)	ヒルトレント洪水への対応
3	より国際開発ドナーによる投資の対象となるような計画策定	融資可能な計画
4	一定の基準に基づいて、サブプロジェクトの優先順位付け	事業の優先度設定
5	生態系適応と景観復元を通じて、ジェンダーを考慮した地域社会主導の構造及び非構造的リスク軽減策を通じた社会的包摂の確保	地域主導型社会的包摂の確保

出展：更新 NFPP-IV (2024) に基づき作成

### 3.1.2 河川堤防整備に対する認識

河川堤防への事前投資は国家計画において非常に注視されており、NFPP-IV の全予算の約 86%が洪水対策 (Flood Protection Works: FPW) の工事に振り分けられている。

表 3.1.4 各種計画における洪水対策事業の割合

National Plan/Program	Number of Project		Projects' Cost (mil. PKR)		% of FPW	
	FPW*	Total	FPW*	Total	by No	by Cost
NFPP-IV	730	757	285,099	332,246	96.43	85.81
FPSP-III	151	164	158,374	194,635	92.07	81.37
NFPP-IV2024						

\*Including Hill torrent Project

### 3.1.3 堤防建設関連組織の役割と概要

#### 3.1.3.1 Flood Emergency Reconstruction Project (FERP)

FERP 管理事務所に 2024 年 7 月 24 日にヒアリングを行った。当該事務所は 2010 年洪水以降、Indus 川本川堤防の補強事業を管理している (2014 年頃完了)。現在も堤防管理に関係する事業の実施に非常に関心があり、ドナー等に対して資金の支援を申し出ている。このような背景から、FERP 事務所は、本事業との協調を希望している。

#### (1) 事業の背景及び概要

Flood Emergency Reconstruction Project (FERP) は、FERP は、2010 年の大洪水を受けて、Sindh-PID がアジア開発銀行 (ADB) からの資金提供を経て、翌年 2011 年から開始した事業である。本件事業は、総事業費約 269 億 PKR で、Indus 川本川堤防における 52 件の河川堤防工事 (対象延長 675km) で構成されている。

FERP は、資金提供機関である ADB と、堤防維持管理を担当する灌漑部門との間で、ワンウィンドウ方式の運営を提供し、18 の地元コンサルタントと請負業者に業務を発注した上で、52 事業全てを 2014 年までに完了している。Sindh-PID の FERP 管理事務所 (このような組織はプロジェクトマネージメントユニット (PMU) として認識される場合がある) が本件事業の事業管理を担い、コンサルティング会社に第 3 者として事業管理に関する活動を外部支援させている。

なお、本事業のような河川堤防工事に関連する技術プロジェクトの確認及び承認においては、Indus 川委員会 (IRC) が重要な役割を果たす。Sindh-PID は、プロジェクトの提案と実施を担当し、

FERP 管理事務所は資金支援機関と関連部門の調整を行う。

## (2) FERP(事務所)の現状

通常事業が完了すると PMU も閉鎖されるが、FERP 完了後、FERP 事業管理事務所は、ADB が NDRMF を通じて提供された追加資金により、約 4 億 PKR の 6 つの追加事業に従事してきた。この NDRMF 資金支援事業は 2024 年 6 月 30 日に完了した。現在新事業の立案及び資金ソースの検討を行っている。

## (3) FERP 事務所組織図

FERP 事務所は、Sindh-PID のプロジェクトマネジメントユニット (PMU) として活動している。通常は、大事業を管理する場合このような PMU が構築され、事業が完遂すると廃されることとなるが、本 PMU は現在洪水防御事業の資金をドナーに要請している状況にある。

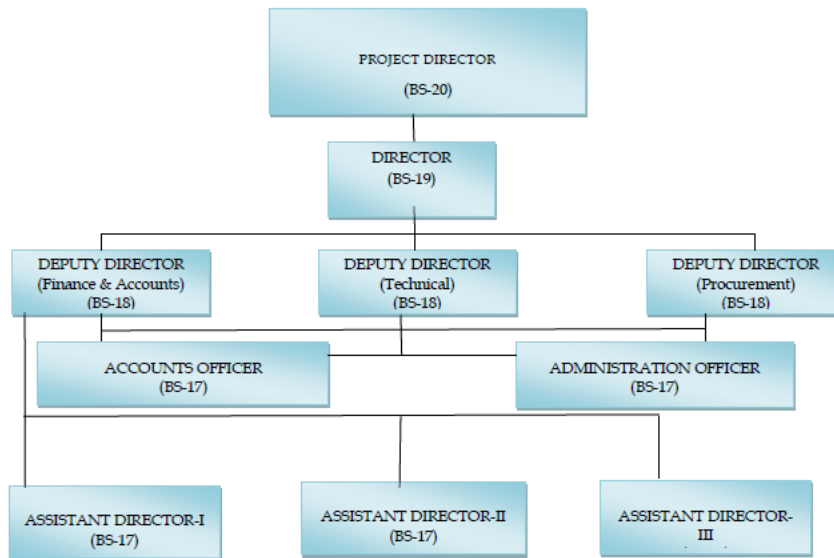


図 3.1.2 FERP 事務所の組織図

## (4) 資金支援システム概要

FERP の代表者によると、Sindh-PID の全ての技術者と管理職が IRC と、洪水防止対策 (Flood Protection Works: FPW) について議論し、その上で事業の優先順位付ける。その後、関連する現地職員が詳細な技術提案を IRC に提出した上で承認を求め、IRC は資金調達のために資金支援組織と支援可能性についての交渉を行う。優先順位付けの具体的な手順についての説明は無かった。

### 3.1.3.2 Sindh Flood Emergency Resilience Project (SFERP)

SFERP 管理事務所に対して 2024 年 7 月 24 日にヒアリングを行った。SFERP は、Sindh-PID の PMU にて管理されている事業である。現時点では、主に 2022 年に大規模な湛水被害のあった RBOD 地域を対象として、洪水被害を受けた灌漑施設等の復旧及び改修工事を実施している。Indus 川本川堤防の改修も SFERP に含めてもよいようであり、当初は堤内地の氾濫水の排水のために人為的に破堤させた堤防の補修のみが対象であったが、後に本川堤防の Vulnerable Point の一部の補修も対象となった。この PMU の代表者によると、今後の Indus 川本川堤防の改修にも興味があり、SFERP を通じて、

世銀との交渉を続けるとのことである。

### (1) 事業の背景及び概要

SFERP は、主に干ばつと洪水に対処することを目的として、2015 年から開始された事業である。これまで、この事業を通じて、小規模ダムの建設、堤防の修復、洪水防止堤、防水路の整備等、様々な対策が行われてきた。過去には、例えば、ドナーからの約 80 mil USD の支援及び州予算 20 mil USD により、SFERP は、2010 年の洪水で被害を受けた 30 の小規模ダムと 15 箇所の堤防を復旧している。

近年、SFERP は、2022 年の洪水による影響に対応するために、世界銀行から約 212 mil. USD の融資を受け、2023 年から Sindh 州を対象に洪水復旧及び対応工事が実施されている。このうち 12mil. USD は組織強化及び事業管理費である。2022 年当時の事業の TOR によると、事業は、表に示す 3 つのコンポーネントから成る。

表 3.1.5 各種計画における洪水対策事業の割合

(サブ-)コンポーネント番号	コンポーネント名	P-PEP 予算 (Mil. USD)	最終的な予算 (Mil. USD)
<u>1</u>	<u>Infrastructure Rehabilitation</u>	<u>350</u>	<u>200</u>
1.1	Flood Control and Rehabilitation of Irrigation Infrastructure	200	-
1.2	Restoration of Roads and Allied Infrastructure	100	-
1.3	Restoration of Water Supply Schemes	50	-
<u>2</u>	<u>Livelihoods Restoration</u>	<u>75</u>	<u>7</u>
<u>3</u>	<u>Institutional Strengthening for Resilience and Technical Assistance</u>	<u>65</u>	<u>5</u>
3.1	Expansion of Sindh Emergency Rescue Service	45	-
3.2	Enhancing Preparedness for Floods	20	-
総事業費		<u>490</u>	<u>212</u>

出典：コンポーネント細分及び当初予算は Preliminary Stakeholder Engagement Plan (P-SEP) on Sindh Flood Emergency Rehabilitation Project、最終予算は 2023 年 6 月の SFERP プレゼンテーション及びヒアリング結果

### (2) SFERP(事務所)の現状

現在 2022 年洪水対応に係る活動かほぼ完了しているようである。現在、新事業の立案及び資金調達を検討している。なお、2023 年 11 月の情報では、SFERP は、水利施設の復旧（ポンプ場、灌漑・排水路、頭首工、水門の拡張）、治水施設の復旧（RBOD 山麓側の Flood Protection 堤防、Manchar Lake の堤防、小規模貯留ダム、Indus 本川堤防等）等を実施していた。

Indus 川本川堤防は、Ruk Loop 堤防が事業途中で追加され 2024 年 10 月に完工したと世界銀行のホームページで発表されていた。その他にも Larkana-Sehan(LS)堤防の人為的破堤地点の復旧やストーンピッチングが実施されているようである。Sindh 州が挙げている全ての Vulnerable Point が SFERP で実施されるわけではないようであるが、堤内地氾濫被害発生リスクに応じて、世銀と交渉しながら、Indus 堤防の復旧・補強工事を実施しているようである。

なお、SFERP は事業の実施を担当し、事業完了後には、完工した施設等を PID の現場管理者に引き渡し、その後の運用と維持管理を任せる。

### (3) 資金支援システム概要

SFERP は、特定の洪水対策事業の資金を州灌漑局（PID）から要請ベースで受け取る。これらの事業は、最初に PID の現場管理者によって策定され、州及び連邦政府によって PC-1 プロセスを通じて

予算の確保に係る活動が承認される。承認後、SFERP は Sindh-PID を代表し、州やドナーの諮問を受けて、事業資金を確保する。

### 3.1.4 堤防による防御の重要性に関する認識

NFPP-IV 及び FPSP-III に含まれる事業については、FFC は PC-1 プロセスを進めているものの、連邦政府資金による実施のケースは非常に少ない。一方で各州は、特に緊急対応が必要な箇所を補修を州政府資金により実施する場合もあるが、その資金は、国家対策事業へ継続的に対応するには十分ではなかった。

このような中、各州は特に堤防の健全性が失われている Vulnerable Points (VPs) を割り出し、州の整備計画を策定し、効率的に整備を進める準備を行っている。これらの VPs の中で特にクリティカルな堤防を補修すべく、Sindh-PID の SFERP を通じて数か所補修している。2022 年洪水後、SFERP 事務所は、新たにドナーからの直接の資金提供 (212 mil. USD) を得て、2022 年洪水で被災した洪水・利水施設を対象として復旧・改善工事を進めていたが、事業実施期間中にクリティカルな被害を負った堤防に対しても予算を再編成して補修していた。Punjab 州では、2022 年の復旧事業に関する事業が完了したため、PMU は閉鎖となった。

このように、FFC の技術審査を経た後 (必要な場合)、MoPS-PC や EAD と協議して、国内外の資金ソースの可能性を検討する。しかしながら、これまで FPSP-I 及び-II では資金提供が確認されているが、FPSP-III では 2022 年 6 月以降未だ資金提供が進んでいない。そのため、PID はドナーと積極的に連携して堤防整備事業を推進している。上述した様に、SFERP 事業の追加事業として堤防整備を実施することもあった。

## 3.2 既存のパキスタン国内の堤防に関する技術マニュアルに対する補足資料の作成 (活動 3-2)

本節の内容については、本報告書の可読性を考慮し、第 2 章に集約して記載する。また、補足資料 (Addendum to Existing Bund Manual:100 頁程度) については別冊に取り纏める。

## 3.3 堤防管理の短中期計画の位置づけの整理及び策定 (活動 3-3)

### 3.3.1 活動 3-3 の要約

#### (1) 目的

活動 3-3 の目的は、Indus 川で実施可能な短中期的河川堤防整備の方針及び骨子を提示することである。活動 3-3 での検討は、これまでの活動の成果や、本節で行う氾濫解析結果に基づいて実施される。

#### (2) 活動成果

主な活動成果は次の通り。

1. Indus 川の氾濫原 (後背地) の地形特性及び氾濫特性を把握 (氾濫被害額を算定した)
2. 工学的及び社会インパクトの観点から、堤防の整備優先度に応じたグルーピングを実施 (活動 2 に記載)

3. 上記グループから優先的に対策を実施する堤防群を実現可能な範囲で設定した上で、短中期堤防整備方針を策定

### (3) 他活動との関連や活用等

活動 3-3 における結果は、「活動 4-1：成果 3 で策定した短中期の行動計画の優先活動の抽出及び整理」、「活動 4-2：優先して実行すべきプロジェクトの特定」において、堤防整備における優先活動の抽出及び整理やプロジェクトの特定における根拠として活用する

## 3.3.2 短中期行動計画の策定方針

### 3.3.2.1 行動計画策定の目的

プロジェクトチームは、本業務を通じて、合計 145 箇所 の VP 箇所の位置や状況を把握した。VP 箇所の比較的多い Sindh-PID は、その殆どを Contingency Plan (Sindh-PID が 2023 年に発行した) 等に列挙した上で、予算の確保を試みていた。しかしながら、前節までに述べたように、破堤により背後地の被害額は非常に莫大であるにも拘わらず、Indus 川の堤防整備のための予算確保は非常に難航している。このような状況であるため、FFC や PID は、破堤を予防するために Indus 川の堤防整備の重要性及び方針を明瞭に表す計画或いは骨子を策定し、中央及び地方政府が、共通の認識の下で連携し、Indus 川の堤防整備及び維持管理を着実に推進していくことが必要な段階となっている。

### 3.3.2.2 策定方針

第 2 回 JCC 会議で、短中期行動計画の策定方針の案について協議し、以下の様に設定された。

#### (1) 原則

River Plain Act (日本の河川法に準ずるもので、River Plain はパキスタンでは河道内を意味する) に基づき、堤防内の正規の河川施設を保護し、水利用及び後背地の洪水防御を助成する Indus 本川堤防の整備を進める。

#### (2) 整備アプローチの明確化 (優先度の選別)

堤防整備の優先度の選別については、活動 2 で示した、優先度把握フローに基づいて実施する。このフローは、堤防及び高水敷の状況を科学的に分析し、且つ破堤後の社会へのインパクトを評価指標として取り入れたものである。

#### (3) 短中期計画のスパン

短中期計画のスパンを 10 年前後として設定する。NFPP-IV と同様に 10 年以内でできると想定される活動量が好ましい。現時点で PIDs が把握している VP 箇所のうち 59 箇所は、10 年でその対応措置を行う事と設定する。その理由は下記の通りである。

- 2010 年の洪水後、PIDs は、ドナーからの支援資金を得て、両岸合わせて約 3,000km の Indus 川堤防の補修を約 5 年で完了している。十分な予算があれば、PIDs は問題のある全堤防を 10 年以内に強化及び修復できる能力を有する。
- NFPP-IV の堤防修復プロジェクトのうち、州予算で完了したのは約 5 年で約 30 件となっている。この件数を従来型の手法で補修・強化の堤防数の最低目標ラインとして考える。よって、

通常（従来型）対策で行う両州合計 30VP 箇所は、約 5 年の短期間で実施可能と考える。

- 強固な対策が必要な両州合計 29VP 箇所は、世銀、ADB、JICA 等、複数のドナーからの資金調達が不可能ではない状況である。

#### (4) 堤防整備資金の目安

##### 1) 堤防整備費用の試算

個々の堤防の平均延長を 1.5km とした場合、強固な対策で対応する 29 箇所（43.5km 相当）及び通常の対策で対応する 30 箇所（45km 相当）の堤防建設に係る費用は、それぞれ約 250～510 億円、45～52 億円となる（表 3.1.1 参照）。強固な対策については、通常対策の約 10 倍の予算が必要であるため、これまでの予算配分状況を考えて、開発ドナーに資金支援を要請することを視野に入れる必要がある。

表 3.3.1 VP 箇所での堤防整備コスト

建設タイプ	工事の内容	単価 (mil. PKR/km)	堤防延長 (km)	建設コスト(mil.)		対象堤防数	全堤防の建設コスト (mil.)	
				PKR	JPY		PKR	JPY
強固な工法	堤防本体建設 + 護岸強化	2,214	1.5	3,321	1,777	29	96,309	51,533
	既存堤防を Pre-F/S レベルに強化	1,091	1.5	1,637	876	29	47,459	25,404
従来型の工法	堤防本体建設 + 護岸強化	215	1.5	323	173	30	9,675	5,190
	既存堤防を Pre-F/S レベルに強化	188	1.5	282	151	30	8,460	4,530

※レート 2025.4

1PKR =

0.53497 JPY

##### 2) 維持管理予算との関係

表 3.3.2 に各州の年間の河川施設維持管理のための予算を示す。PID からの聞き取りによると、表 3.3.2 より近年では Punjab 州で年間 3,000 百万 PKR、Sindh 州で年間 2,000 百万 PKR の予算が河川施設維持管理に充てられている。ここで、表 3.1.1 に示した堤防整備費用と比較すると、Sindh

州が強固な対策を行う場合 1~2km 程度、Punjab 州の場合 1.5km~3km 程度の整備が可能な程度の年間予算である。なお、従来型の対策を行う場合、Sindh 州では 10km 程度、Punjab 州では 15km 程度の整備が可能な予算額である。表 3.3.2 に示す予算額は、堤防及びそれ以外の施設の補修に係る予算も含んだものであることから、堤防強化事業を進めていく場合、PID が事業実施に使える予算（州予算または連邦政府予算）の増強または開発ドナーからの資金支援を受けて事業を実施していくことが必要となる。

表 3.3.2 河川施設維持管理のための予算

州	堤防延長 <sup>1)</sup> (km)	年間維持管理予算 (Million PKR)		
		2021-22	2022-23	2023-24
Punjab	2,966.0	2,200	2,700	3,000
Sindh	2,187.3	1,500	1,700	2,000

1) Indus 川以外の堤防延長を含む

出典：PID からの聞き取りに基づき CTII 整理

#### (5) 堤防整備行動スケジュールの設定

堤防整備行動スケジュールについては、第（1）項で述べたように、活動 2 において VP 箇所として特定された措置段階にある堤防を対象とし、対策強度に応じた堤防グループ毎に凡そのスケジュールを設定する。

### (6) PDCA サイクルによる堤防維持管理活動の必要性を明示

活動 2 において設定された堤防の維持管理に関する PDCA サイクルの諸活動の必要性を明示する。

### (7) 堤防整備に関する関係機関の情報共有システムの構築を明示

Indus 川本堤への投資を促進するため、プロジェクトチームは、FFC と PIDs の間で堤防の整備状況に関する情報共有・コミュニケーションシステムを確立すること記載する。

## 3.3.2.3 堤防整備行動計画の骨子

### (1) 堤防整備スケジュール

堤防整備スパンを 10 年相当とすると、措置段階で強固な対策が必要である VP 箇所については、年間 3 箇所程度の進行基準の順守が必要となってくる。これについては、本業務の Pre-F/S で算出したレベルの建設費が必要となることから、PID は連邦政府或いは開発ドナーからの支援を得ながら実施する必要があると想定する。従来 of 伝統的な工法で対応する VP 箇所の場合、年間平均約 7VP 箇所の整備を実施していく必要が有る。これについては、州予算にて実施できる可能性がある。

ただし、10 年間の間に状況が変化することは十分に有りうるので、PDCA サイクルによる堤防管理を行い、VP 箇所の情報を毎年対更新し、各対策における進行基準は最低ラインとして堅守する必要が有る。以下に上記内容の概要スケジュールを図示する。

対応段階	対策の種類	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	VP箇所数
措置段階	強固な対策	年間平均約3VP箇所の整備										29
	通常対策	年間平均約7VP箇所の整備					引き続きVP箇所の整備					30
維持管理活動		PDCAサイクルによる堤防管理活動を全堤防を対象に実施 (堤防評価フローを活用したVP情報の更新及び情報共有)										全堤防

図 3.3.1 インダス川堤防整備スケジュール

### (2) PDCA サイクルによる堤防管理活動の実施

Indus 川の主流線（低水路）は幅約 10km の堤防間を蛇行しながら流下している。河道の勾配は非常に緩やかであるため、一般的に、地質、植生、構造物による抑制が無い場合には、その主流線は堤外地で蛇行し易い状況になる。主流線が堤防方向に向かったり、堤防近傍を流れたりする場合には、堤防付近が水衝部となり堤防損壊の可能性を高める。

加えて Indus 川河道内では、このような水衝部を発生させるような主流線の流れが、自然現象だけではなく、人工構造物による流行の強制的な偏向によっても生じる場合がある。また、1 洪水で、約 10km の距離で主流線の位置が変化するため、特に洪水後は現場視察のみならず衛星画像を用いた俯瞰的なモニタリングも必要である。

このような状況の中、より堅実且つシステムティックに堤防整備を進めるには、本業務で提案した PDCA サイクルによる堤防管理を稼働させることが非常に重要である。特に①堤防評価フローを

用いた情報の更新、②関係機関との情報最新報共有（デジタル化した VP 箇所及び整備進捗に関する情報を用いる）、③整備スケジュールの改定は、毎年実施すべきである。

### 3.3.3 関係組織への説明の方法案

破堤時の被害スケール及び評価フローに基づく堤防健全性のラインマップを示すことにより、関係者への堤防整備の重要性についての説明を容易にする。

#### 3.3.3.1 Indus 川背後地の氾濫特性及び破堤時の被害スケール

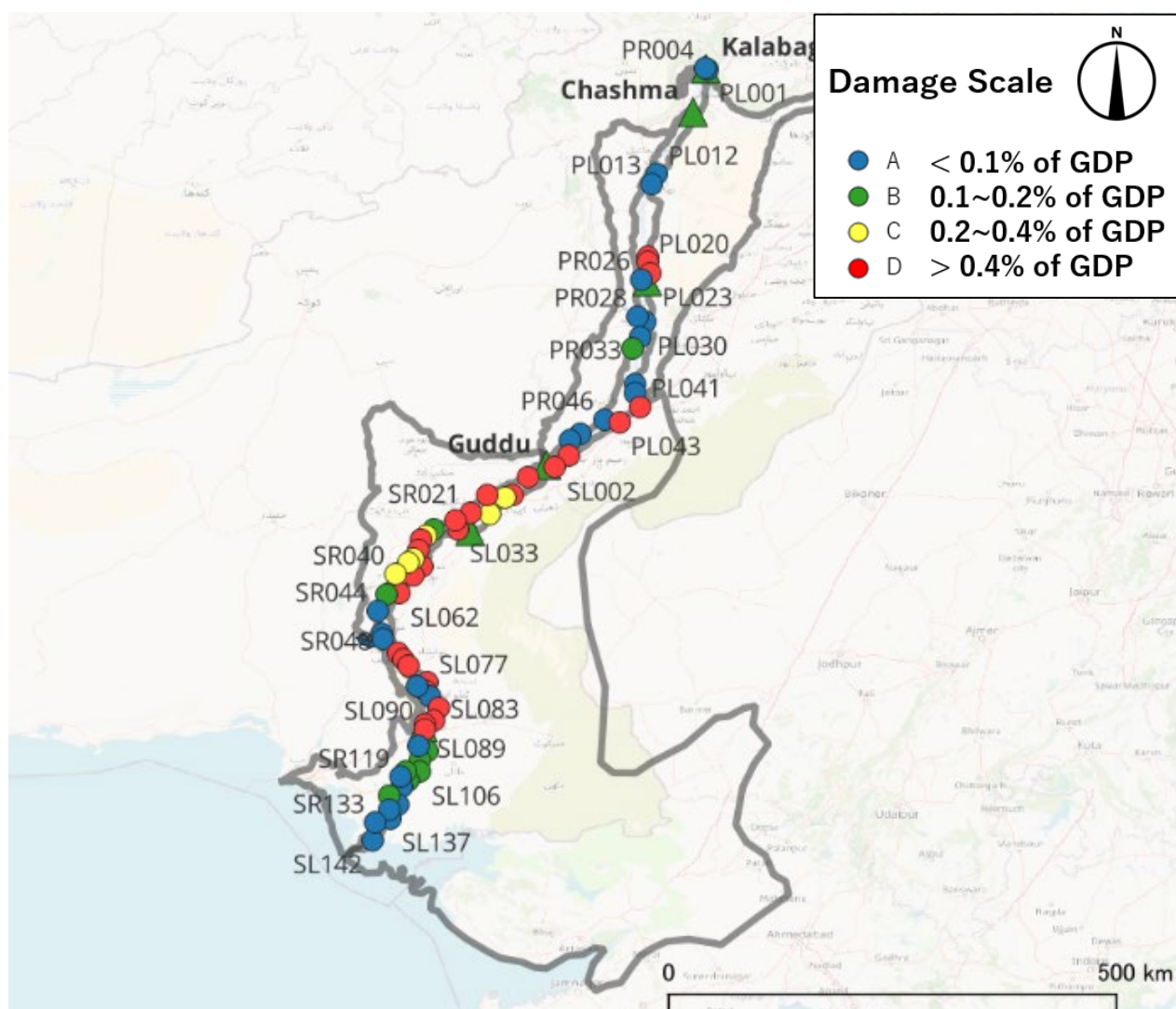
氾濫解析を行い、Indus 川本川の背後地の氾濫特性について把握した（図 3.3.2 参照）。全体的な傾向としては、破堤地点の下流側に低平地が広がっている場合、氾濫流も広範囲に広がることになり、氾濫による被害も大きくなる（Diffusive 型）。一方で、破堤地点付近の氾濫原が高地に阻まれた比較的狭隘な地域である場合、氾濫流の広がり方は限定的になり、氾濫による被害も大きくならない傾向がある（Confined 型）。また、右岸側では Manchar Lake より下流、左岸側では Kotri Barrage より下流では、大きな都市がないため、氾濫流が広がっても、氾濫による被害は大きくならない傾向がある。



出典：プロジェクトチーム

図 3.3.2 破堤時の氾濫特性

次いで、破堤時の背後地の被害ポテンシャルを算定し、堤防の属性データとして下図に整理した。凡例 A から B については、A:GDP の 0.1%以下、B:GDP の 0.1~0.2%相当、C : GDP の 0.2~0.4%相当、D : GDP の 0.4%以上を示す。被害スケールが後背地の地形特性（Punjab: Confined 型、Sindh: 拡散型）に応じていることが伺える。

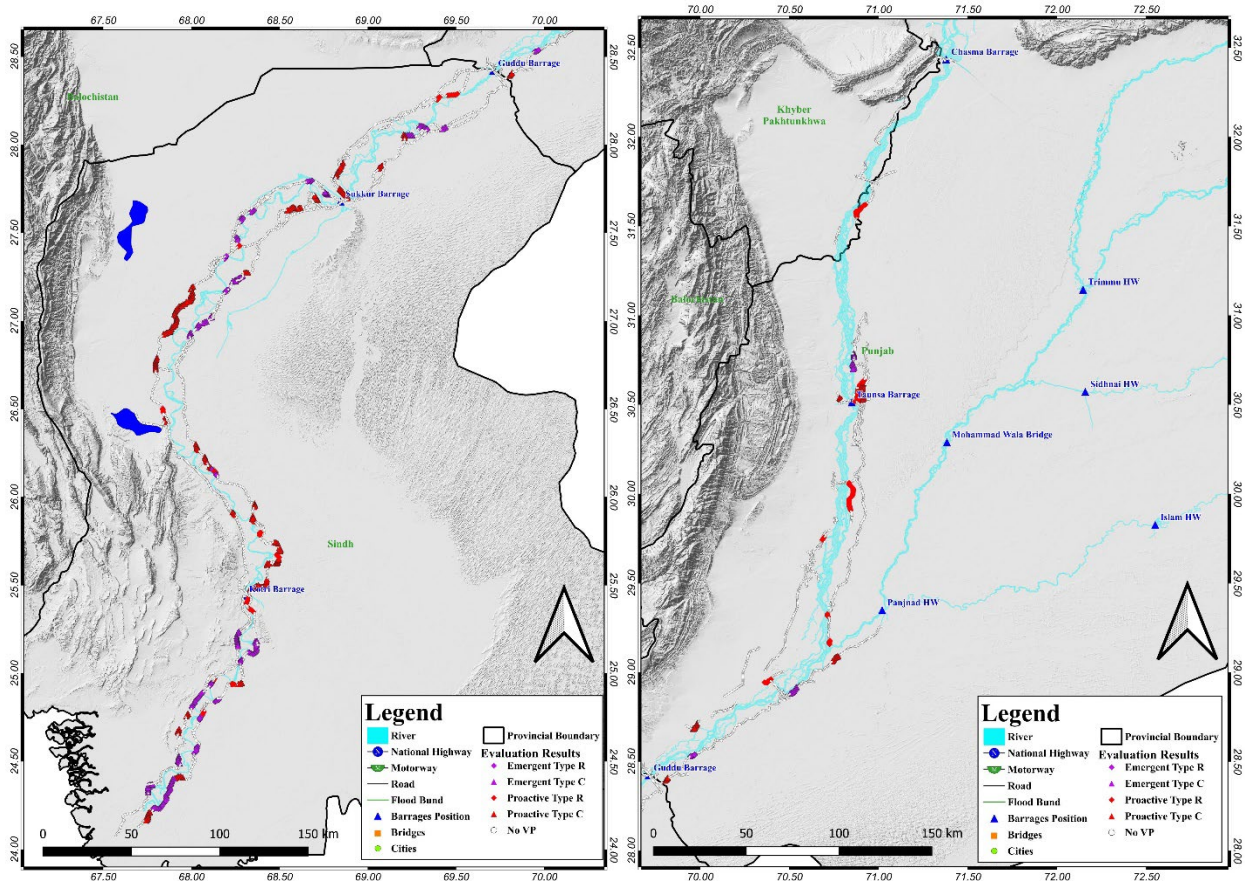


出典：プロジェクトチーム

図 3.3.3 破堤時の被害額スケール

### 3.3.3.2 評価フローに基づく VP ラインマップ

本業務においては、堤防の健全性は、工学的要素（堤防の工学的な質）と社会インパクト（破堤時の背後地の被害スケール）を評価フローに組み込んだ上で評価されている。ここでいう社会インパクトとは 3.3.3.1 で算定した“破堤時の被害スケール”のことである。評価フローによる健全性の評価結果を次図に明示する。このようなスタイルで治水対策に関する関係機関間で情報共有を行う事を提言する。



出典：プロジェクトチーム

図 3.3.4 堤防健全性のラインマップ (左：Sindh, 右：Punjab)

## 第4章 成果 4 に係る活動

### 4.1 活動 4 の要約

本活動では、3 章（成果 3 の活動）で作成した堤防の短中期整備計画に組み込まれている脆弱箇所の中から、より優先して対応すべき脆弱箇所を 4 地点抽出した。その上で、成果 5 の Pre-F/S の対象となる堤防・水制を、所定の指標（侵食・漏水状況、水衝部の存在、堤防高不足、等破堤・損壊リスクの存否及び他事業の動向）を用いて決定した。

### 4.2 成果 3 で策定した短中期の行動計画の優先行動の抽出及び整理

#### 4.2.1 早急に対策を実施すべき優先グループ

活動 2 において、堤防の対策実施の緊急度を、措置段階、予防保全段階、要監視段階として選り分けた。このうち、措置段階と判断された堤防を最優先グループとして定義する。つまり、最優先グループは、堤防損壊状況が進み、且つ Indus 川主流によって水衝部となっている堤防群である。

最優先グループの堤防数は下表の通りとなる。最優先グループには Sindh 州で 47 箇所、Punjab 州で 12 箇所の VP 箇所が含まれる。Sindh 州の方が、最優先グループに属する VP の割合が多い。評価フローに基づくと、考えられる要因としては、Sindh 州の方が、①勾配が比較的緩やかで主流路が蛇行し易い、②水衝部発生を助長する人工構造物の存在、等が挙げられる。

対策別にみると、Sindh 州では強固な対策が必要な VP が 28 箇所、通常対策が必要な VP が 18 箇所となる。Punjab 州では強固な対策が必要な場所が 2 箇所、通常対策が必要な場所が 11 箇所となる。

表 4.2.1 分類結果別の VP 個所数

分類		Sindh	Punjab	合計
優先グループ (堤防評価フローにより措置段階として判断)	強固な対策	28	2	30
	通常対策	18	11	29
	小計	46	13	59
全 VP 箇所数		103	42	145

出典：プロジェクトチーム

最優先グループとして定義された全 VP 箇所について、州別且つ対策別に表 4.2.2 に整理する。

表 4.2.2 優先グループの堤防の VP 箇所一覧

No.	州	VP 名	対策の緊急性	対策工
1	Sindh	Jamshoro Frond Bund, mile 1/0 to 2/3 (PUO)	措置段階	強固な対策
2	Sindh	Qadirpur Shank Bund Mile 0/5 to 2/6. (V.P)	措置段階	強固な対策
3	Sindh	S.M Bund Mile 12/4 to 12/7 Bakhri Point	措置段階	強固な対策
4	Sindh	S.M Bund Mile 107/6	措置段階	強固な対策
5	Sindh	Ghumra Loop Bund Mile 4/6 (V.P)	措置段階	強固な対策
6	Sindh	Ruk Spur, mile 0/5, 1/1, 1/6 & 2/3 (V.P)	措置段階	強固な対策
7	Sindh	Moria Loop Bund Mile 0/0 to 1/0 (M.V.P)	措置段階	強固な対策
8	Sindh	Old Abad Bund (V.P)	措置段階	強固な対策
9	Sindh	L.S Bund 16/0 to 17/0 (Hakra Point) (M.V.P)	措置段階	強固な対策
10	Sindh	Link Canal Bund RD.65 to 90	措置段階	強固な対策

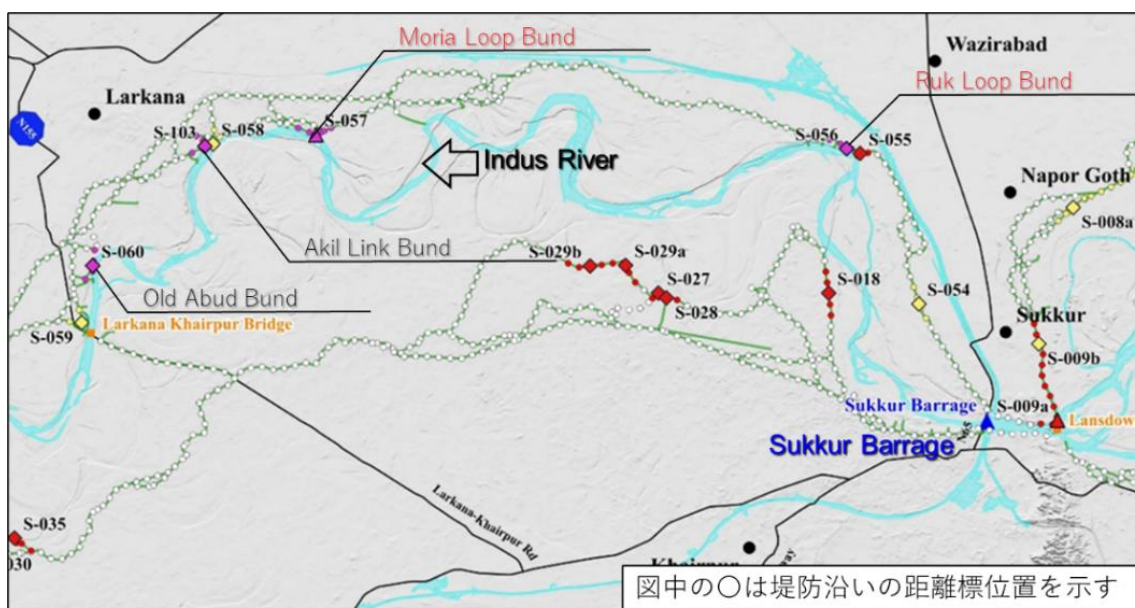
No.	州	VP 名	対策の緊急性	対策工
11	Sindh	Sonda Hillaya Bund Mile 1/3 - 1/7	措置段階	強固な対策
12	Sindh	Sonda Hillaya Bund Mile 2/1 to 3/2	措置段階	強固な対策
13	Sindh	Ali Bahar Bund Mile 0/0 to 0/5	措置段階	強固な対策
14	Sindh	P.B Bund Mile 0/3	措置段階	強固な対策
15	Sindh	Hajipur (M.V.P) 3/7	措置段階	強固な対策
16	Sindh	Hajipur 6/0	措置段階	強固な対策
17	Sindh	Hajipur 6/6	措置段階	強固な対策
18	Sindh	Hajipur 6/2	措置段階	強固な対策
19	Sindh	Hajipur 8/4	措置段階	強固な対策
20	Sindh	Hajipur 12/4 to 13/5	措置段階	強固な対策
21	Sindh	M.S Bund (M.V.P)18/3	措置段階	強固な対策
22	Sindh	2nd Surjani Bund 0/0 to 1/5	措置段階	強固な対策
23	Sindh	M.S Bund 42/5	措置段階	強固な対策
24	Sindh	M.S Bund (M.V.P) 43/5	措置段階	強固な対策
25	Sindh	M.S Bund 44/3	措置段階	強固な対策
26	Sindh	M.S Bund (M.V.P) 44/0+200	措置段階	強固な対策
27	Sindh	KUKa Link Bund 9/4 to 20/6	措置段階	強固な対策
28	Sindh	Akil Link Bund	措置段階	強固な対策
29	Sindh	Qadirpur Loop Bund Mile 7/0 to 8/4. (V.P)	措置段階	通常対策
30	Sindh	L M Bund mile 1/4 to 1/6 (V.P)	措置段階	通常対策
31	Sindh	S. M Bund 4/0 -4/2 (Sagyoon) (PUO)	措置段階	通常対策
32	Sindh	S.M Bund 37/0 to 37/4 (Bhorti) (M.V.P)	措置段階	通常対策
33	Sindh	S.M. Bund (Sagyoon) Mile 3/2.	措置段階	通常対策
34	Sindh	S.M. Bund Mile 6/0	措置段階	通常対策
35	Sindh	S.M. Bund Mile 7/4 to 8/4	措置段階	通常対策
36	Sindh	Manjuth Loop Bund (0/0 to 1/5) (S.M Bund 33/0)	措置段階	通常対策
37	Sindh	S.M. Bund 42/1 to 42/4	措置段階	通常対策
38	Sindh	S.M. Bund Mile 7/0	措置段階	通常対策
39	Sindh	S.M. Bund Mile 30/0 to 59/0	措置段階	通常対策
40	Sindh	S.L Bund Mile 5/6 Near Bachal Shah Miani (V.P)	措置段階	通常対策
41	Sindh	Left Bank KBF Upper Nai Baran Super passage RD.90 of KBF. Upper	措置段階	通常対策
42	Sindh	Left Bank of KBF Upper RD.107 to 118	措置段階	通常対策
43	Sindh	B.U Bund Mile 14/7 to 16/2	措置段階	通常対策
44	Sindh	B.U Bund & Indo Bund Mile 34/2 to 35/3 & Mile 0/0 to 1/6	措置段階	通常対策
45	Sindh	Hajipur 0/0 to 0/5	措置段階	通常対策
46	Sindh	Kuka Link Bund 6/0 to 7/0	措置段階	通常対策
47	Punjab	RD: 458+000-465+000 & RD: 450-453 of Extension Minchin Flood Bund.	措置段階	強固な対策
48	Punjab	J Head Sour No.6 at RD 9+000 of Khanwah Flood Bund	措置段階	強固な対策
49	Punjab	Minch in Flood Bund RD 90+000 to 100+000	措置段階	通常対策
50	Punjab	Reach RD 206+000-224+000 (Reach Ahmad Kundan)	措置段階	通常対策
51	Punjab	J Head Spur No. 1 at RD 230+000	措置段階	通常対策
52	Punjab	T-head Spur T-3 upstream left RD 19+200 of LMB	措置段階	通常対策
53	Punjab	Bhakkar Flood Bund RD 60+000 - 70+000: 5 structures in between these RDs	措置段階	通常対策
54	Punjab	Shahwala Groyne RD:35+000 to 42+000	措置段階	通常対策
55	Punjab	J-Head Spur 1-B at RD 29 + 000 Shah Wala Groyne	措置段階	通常対策
56	Punjab	X Spur at RD 58 + 000 to 62 +000 Shah Wala Groyne	措置段階	通常対策
57	Punjab	Inverted Hockey Spur at RD 66+000 OF Shah Wala Groyne	措置段階	通常対策
58	Punjab	Bhakri Ahmad Khan Protection Bund at RD 9+500 to 10+200	措置段階	通常対策
59	Punjab	Bakhri Ahmad Khan Protection bund at RD 3 +700 to 5 + 700	措置段階	通常対策

出典：プロジェクトチーム

## 4.2.2 優先して実施すべきプロジェクトの特定

### 4.2.2.1 優先プロジェクトの絞り込み

最優先グループのうち、優先して対策措置を執るべき堤防（正確には堤防の VP 箇所：以降最優先堤防と呼ぶ）について検討する。①団員直接及び現地傭人による現地踏査の結果、②PID へのヒアリング（ドナーの動向等）、③堤防評価フローによる破堤の危険度を総合的に勘案し、最優先の候補として、以下の4つの堤防が挙げられる。これら4つの堤防の VP 箇所は、Sindh 州の Sukkur Barrage から主要都市 Larkana 間の Indus 川右岸堤防に位置する。



出展：プロジェクトチーム

図 4.2.1 VP 箇所の評価フローによる結果

また、参考検討として堤防の健全性<sup>1</sup>及び被害スケールの二つの指標で、図 4.2.2 の散布図にプロットした。選択した Sindh 州の4堤防の VP 箇所のプロット位置は、この特性図の最上最右のマスのに位置するため、破堤可能性及び破堤後の氾濫リスクが非常に高い堤防であると言える。なお、Punjab 及び Sindh 州の氾濫特性は、本業務で実施した氾濫解析から、前者は Confined 型、後者が Diffusive 型と言える。従って一旦破堤すると、相対的に Sindh 州の氾濫被害が大きなスケールとなる場合が多い。

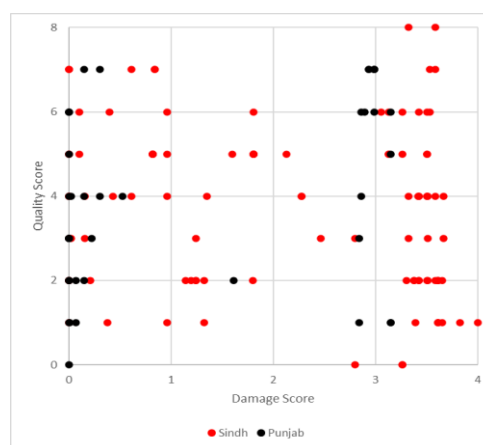


図 4.2.2 州別堤防の特性

<sup>1</sup> 堤体損傷の有無、堤防断面形状、高水敷幅等の情報に基づき、本プロジェクト独自の方法により堤防の状態を定量評価したもので、VP 箇所の分布を確認するための参考資料として作成した。

#### 4.2.2.2 4 堤防サイトの状況

##### (1) Old Abad Bund (Bund: 堤防)

調査・分析の結果、Old Abad Bund を取り巻く状況は下記の通りである。

- 過去の越流による損傷を受け、まだ完全には復旧していない
- 2023 年 8 月および 11 月の現地調査で深刻な侵食が確認された
- 堤防の高さが不十分
- 侵食が上流側に拡大している
- 隣接する地域に人口密集地区（Larkana）が位置する
- 主流による水当りが強い



出展：プロジェクトチーム

写真 4.2.1 現地調査状況 (Old Abad Bund)

## (2) Akil Link Bund

調査・分析の結果この Akil Link Bund を取り巻く状況は下記の通りである。

- 2023 年の低水位洪水時に河川側から後背地への漏水が確認された
- 上流側 (Akil Loop Bund) からの侵食拡大を防ぐ必要がある
- 隣接する地域に人口密集地区 (Larkana) がある



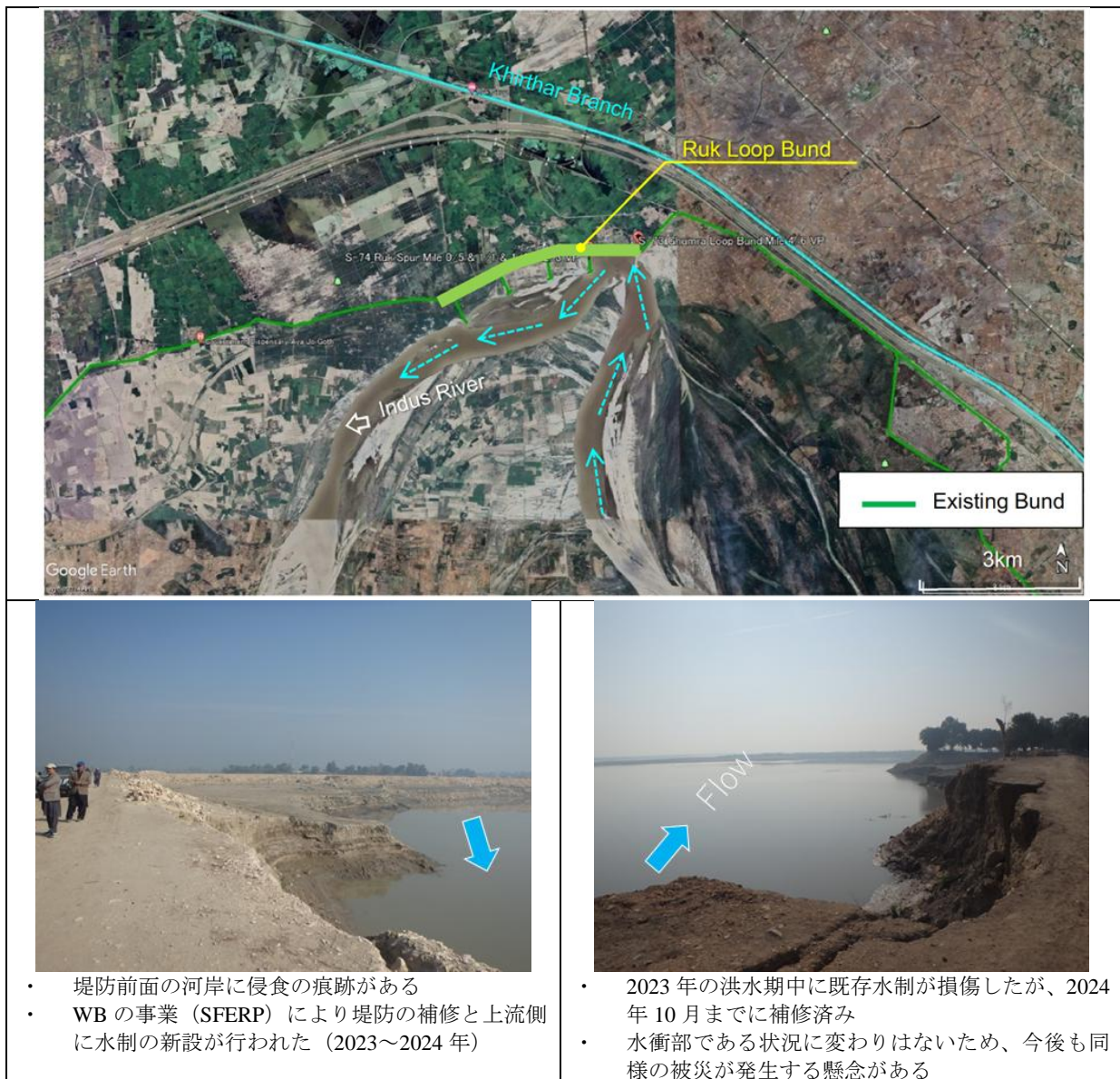
出展：プロジェクトチーム

写真 4.2.2 現地調査状況 (Akil Link Bund)

### (3) Ruk Loop Bund

調査・分析の結果この Akil Link Bund の特筆すべき状況は下記の通りである。

- 水流が強く当たり、いくつかの対策が実施されている。
- 2023 年 3 月の現地調査で、堤体の深刻な侵食が依然として確認された。
- 堤防のすぐ背後に村がある。
- 堤防の復旧・改良と併せて、河道改修（ショートカット水路の整備）が必要である。
- 主流による水当たりが非常に強く、この状況が人口構造物により継続する可能性が高い



出展：プロジェクトチーム

写真 4.2.3 現地調査状況（Ruk Loop Bund）

#### (4) Moria Loop Bund

調査・分析の結果この Moria Loop Bund の特筆すべき状況は下記の通りである。

- 堤体に水流が当たり、水制工の設置、低水河岸の保護、堤防法面の保護といった対策が実施されている。
- 侵食が上流側へ拡大していることが確認された。
- 堤防のすぐ背後に村がある。
- 旧水路の跡があるため、浸透流の発生を防ぐ必要がある。
- 水当たりが非常に強く、この状況が砂堆の固定化により継続する可能性が高い。



- ・ 堤防前面の河岸侵食 (2024 年補修済み)
- ・ 侵食対策の水制工が 2 基設置されている



- ・ 堤防法面には石張工が設置されているが、剥がれ落ちている箇所も多い

出展：プロジェクトチーム

写真 4.2.4 現地調査状況 (Moria Roop Bund)

## (5) 本事業で Pre-F/S を実施すべき対象堤防

下表に、4 堤防の侵食・漏水状況、水衝部の存在、堤防高不足、等破堤・損壊リスクの存否及び他事業の動向について整理した。何れの堤防も、それぞれ破堤・損壊リスクを有することが確認されたが、このうち他業務による Pre-F/S 或いは F/S 等の調査予定の無い Moria Roop Bund が、本業務の Pre-F/S の対象となった。この Pre-F/S サイトの選定については、FFC 及び PID 並びに SFERP に出資している WB に説明している。

表 4.2.3 4 サイトの状況

	堤防名	侵食の 確認	漏水の 確認	水衝部 の確認	堤防高 不足	他の事業での Pre-F/S の実施
1	Old Abad bund	◎	-	◎	◎	別途 F/S・D/D が実施される可能性あり
2	Akil Link Bund	-	◎	○	○	別途 F/S・D/D が実施される可能性あり
3	Ruk Loop Bund	◎	-	◎	○	世銀 SFERP 事業にて対策が実施された次フェーズの実施も検討されている
4	Moria Loop Bund	◎	-	◎	○	本業務で Pre-F/S を実施

凡例：◎ 該当する状態が顕著である、○ 該当する状態を確認した、- 該当する状態は確認されなかった  
出展：プロジェクトチーム

## 第5章 成果 5 に係る活動

### 5.1 活動 5 の要約

#### (1) 目的

プレ F/S 検討は、成果 2～成果 4 までの検討結果に基づき特定された箇所における、既設堤防の補修や強化のための構造物対策の検討を行うことを目的としている。

堤防の整備及び管理に関する能力強化セミナーでは、成果 2～成果 4 の検討結果に基づく課題と推奨される対応策案について、プロジェクトチームからパキスタン側へ話題提供を行うとともに、参加者間の議論を行うことで、堤防整備や管理に関わる技術者の能力強化を行うことを目的としている。

#### (2) 活動結果

##### 1) 優先プロジェクトのプレ F/S

Sindh 州 Larkana 県の Indus 川右岸に位置する、Moria Loop Bund を対象に構造物対策の検討を実施した。当該箇所では河道と堤防との離隔が年々減少傾向であるとともに、Moria Loop Bund 上流端付近の低水路河岸の侵食が進行しており、2024 年にも PID による捨石の投入が実施されている。主な対策は侵食対策のための、護岸や根固め工の設置と堤防や河岸前面の流速低減を目的とした水制工の設置である。

検討の成果として、検討報告書（別冊）、概略設計図面（平面図、標準断面図、横断面図）、概算数量、概算工事費を用意した。また、地形測量と地質調査を現地再委託により実施した。

##### 2) 堤防の整備及び管理に関する能力強化セミナー

堤防の整備及び管理に関する能力強化セミナーを下表に示す通り実施した。

表 5.1.1 堤防整備及び堤防管理に関する能力強化セミナー

回	実施日	課題	参加者	内容
1	2024 年 6 月 3 日	技術マニ ュアル比 較分析	30 名 FFC, Sindh- PID, Punjab-PID	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ Sindh 州、Punjab 州における既存の堤防技術マニュアルと、日本における堤防に係る技術基準やガイドラインとの比較（活動 2-1）に基づく、課題分析や結果に基づく改善提案についてプロジェクトチームより話題提供</li> <li>・ Sindh 州、Punjab 州それぞれから、堤防の維持管理における課題について話題提供</li> <li>・ 上記に関する質疑応答及び議論</li> </ul>
2	2024 年 12 月 19 日	堤防管理	30 名 FFC, Sindh- PID, Punjab-PID, KP-PID, Balochistan- PID	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 下記項目についてプロジェクトチームより話題提供 <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ Indus 川堤防脆弱地点インベントリー調査結果と推奨事項（活動 2-2 関連）</li> <li>➢ Sindh 州の Bund Manual および Punjab 州の Manual for Irrigation Practice への補足資料案（活動 3-2 関連）</li> <li>➢ Indus 川の堤防管理に関する短中期行動計画案の検討経過報告（活動 3-3 関連）</li> <li>➢ PDCA 型維持管理のパキスタンへの導入（活動 2-3 関連）</li> </ul> </li> <li>・ 下記項目について Sindh 州、Punjab 州の灌漑局より話題提供 <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 2024 年に実施した洪水対策と洪水被害</li> </ul> </li> <li>・ 上記に関する質疑応答及び議論</li> </ul>

出典：プロジェクトチーム

### (3) 他活動との関連や活用等

活動 5-1 のプレ F/S 検討について、検討対象箇所が活動 3 および活動 4 での検討結果に基づき抽出されていることに加え、活動 3-2 で作成した技術マニュアル補足資料に基づき、断面諸元の検討を実施している。プレ F/S で提案するプロジェクトを今後 F/S および D/D と進めていくにあたって、より詳細な構造や仕様の検討が行われることになる。その際にも、活動 3-2 で作成した技術マニュアル補足資料を活用することを推奨する。

活動 5-2 の堤防の整備及び管理に関する能力強化セミナーにおいて、主にプロジェクトチームの活動 2-1、活動 2-2、活動 2-3、活動 3-2 及び活動 3-3 における検討内容をプレゼンテーション形式で説明し、議論のための話題提供と質疑応答を通じた意見交換を行った。

## 5.2 成果 4 で特定した優先プロジェクトのプレ F/S の実施

### 5.2.1 関係情報の収集整理

設計に使用した基準書を表 5.2.1 に示す。積算に関しては、並行して実施中の事業「パキスタン国 Indus 川下流域における洪水防御堤防強化計画」の協力準備調査業務において作成している単価や代価を参照する。当該事業の対象地は本検討での対象地と隣接する Sukkur-Larkana 地域の Indus 川右岸堤防である。当該業務で準拠している積算基準は表 5.2.2 の通りで、材料単価に関しては、現地工事業者などから収集した見積もりを用いている。

表 5.2.1 プレ FS の設計に使用した基準書

国名	基準名	発行機関、発行年
パキスタン	Bund Manual (4 <sup>th</sup> edition)	Sindh PID、2008
パキスタン	Design Criteria and Methodology	FFC、2001
パキスタン	Design Criteria for Flood Protection Bunds, Spurs, Studs and Flood Retaining Walls	FFC、2017
日本	美しい山河を守る災害復旧基本方針	国土交通省、2018 年 6 月
日本	河川砂防技術基準	国土交通省、2021 年 4 月
日本	改定 解説・河川管理施設等構造令	国土技術研究センター、2000 年 01 月
日本	護岸の力学設計法	国土技術研究センター、1999 年 2 月

出典：プロジェクトチーム

表 5.2.2 パキスタン国 Indus 川下流域における洪水防御堤防強化計画の積算に使用した基準書

基準名	発行元
「協力準備調査設計・積算マニュアル（試行版）」(2009 年 3 月)	国際協力機構
「協力準備調査設計・積算マニュアル補完編（土木分野）」(2023 年 3 月)	国際協力機構
国土交通省 土木工事積算基準 令和 6 年度版	建設物価調査会
国土交通省 土木工事標準積算基準書<共通編> 令和 6 年度版	建設物価調査会
国土交通省 土木工事標準積算基準書<道路・河川編> 令和 6 年度版	建設物価調査会
建設機械等損料表（令和 6 年度版）	日本建設機械施工会

出典：パキスタン国 Indus 川下流域における洪水防御堤防強化計画協力準備調査業務

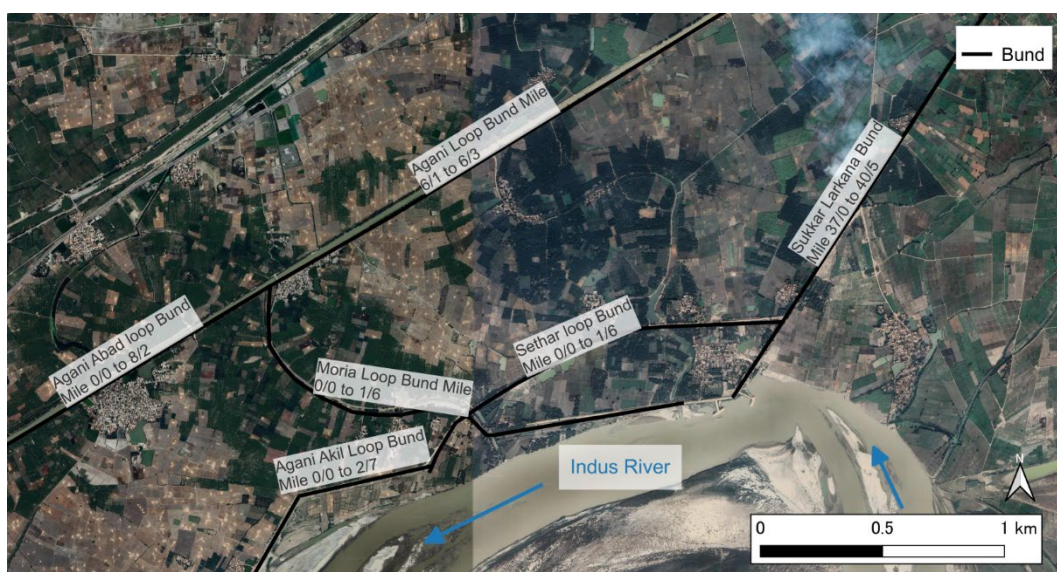
## 5.2.2 検討対象となる堤防（Moria Loop Bund）の状況

Sindh 州 Larkana 県の Indus 川右岸に位置する、Moria Loop Bund を対象とした。

### 5.2.2.1 既存堤防の概況

#### (1) 施設整備状況

Sindh 州提供の堤防 SHP データを表示した平面図を図 5.2.1 に示す。対象の Moria Loop Bund の上流側には Sukkar Larkana Bund、下流側には Agani Akil Loop Bund、堤内地側には Sethar Loop Bund 及び Agani Loop Bund が存在する。また、侵食対策として、堤防前面に配置された 2 基の水制工が設置されている。

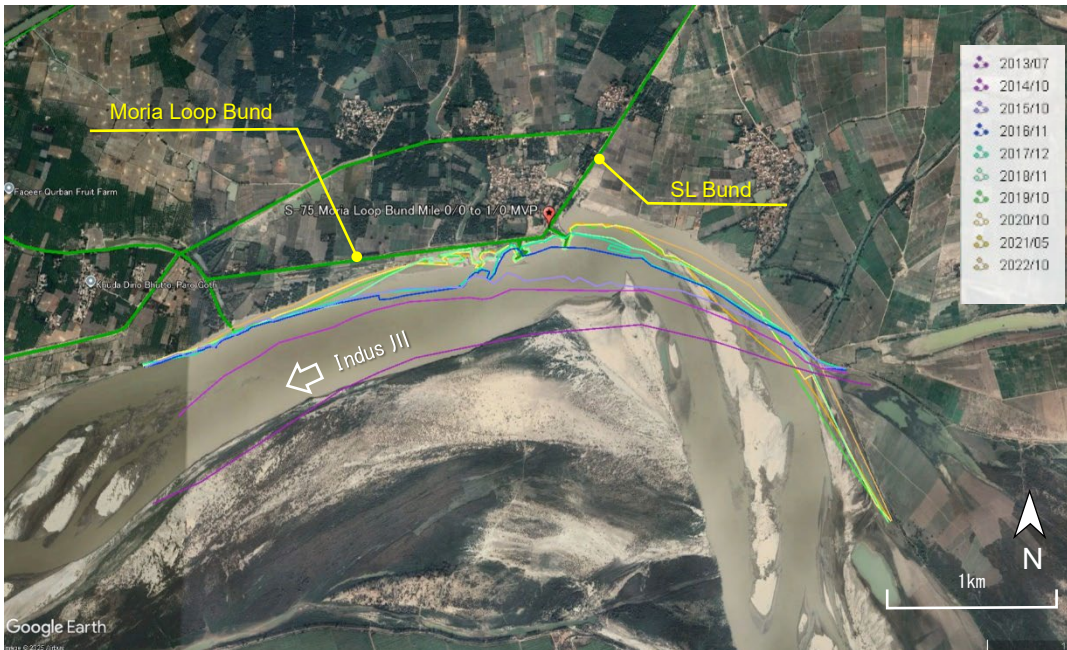


出典：QGIS 衛星画像及び Sindh 州提供の堤防 SHP よりプロジェクトチーム作成

図 5.2.1 Moria Loop Bund

#### (2) 河岸位置の経年変化

Moria Loop Bund の前面には 2010 年以前から低水路が位置しているが、2010 年時点で堤防本体と河岸との離隔はおよそ 300m であった。ここで、図 5.2.2 に 2013 年以降の河岸の変遷を図示する。過去の衛星画像（Google Earth）によると、2010 年以前の河岸位置は上記の位置で概ね安定している。2012 年から 2013 年にかけて、主流路が河道中央による形となり、一旦低水路河岸と堤防本体との離隔は広がったものの、その後、主流路が右岸側に湾曲して膨らむ傾向が強くなりはじめ、2015 年に Sindh-PID により深刻な侵食が発生した箇所として認識された。2013 年以降、2024 年現在に至るまで、低水路河岸の侵食が継続しており、特に堤防上流側の低水河岸の侵食の進行が顕著である。



出典：Google Earth にプロジェクトチーム追記

図 5.2.2 検討対象箇所周辺の河岸位置の変遷

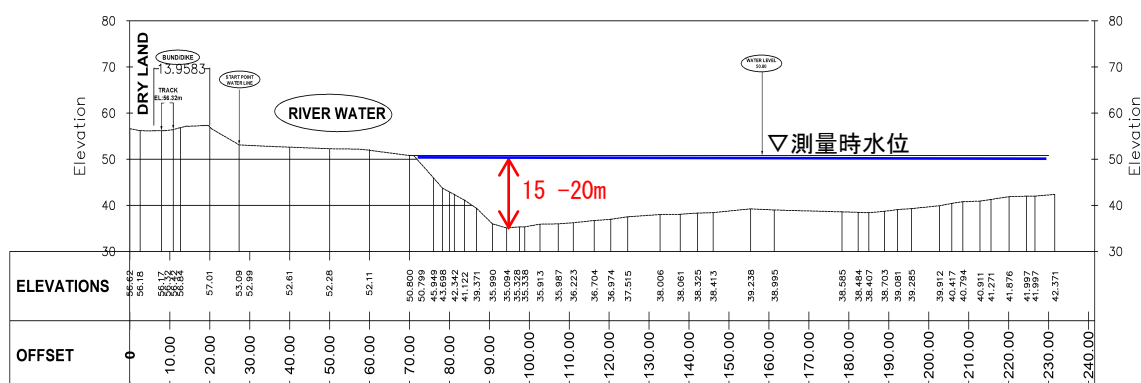
### (3) 河床侵食の状況

本検討において地形測量を実施したところ、堤体本体付近の河岸前面（図 5.2.3 の赤丸）で河床が深掘れしていることが確認された。横断面のとおり（図 5.2.4）、水面から河床までの深さが 15 m ～20m 程度ある。



出典：Google Earth にプロジェクトチーム追記

図 5.2.3 検討対象箇所の深掘り区間



出典：プロジェクトチーム

図 5.2.4 深掘れ箇所の横断面図

#### (4) 被災及び補修／補強履歴

インベントリー調査時の Sindh-PID へのヒアリングにより整理した被災及び補修／補強履歴を表 5.2.3 に示す。破堤等堤防本体の深刻な損傷には至っていないが、FFC が実施した補修／補強工が翌年に浸食していることから、侵食被害が生じやすい場所であることが推察される。

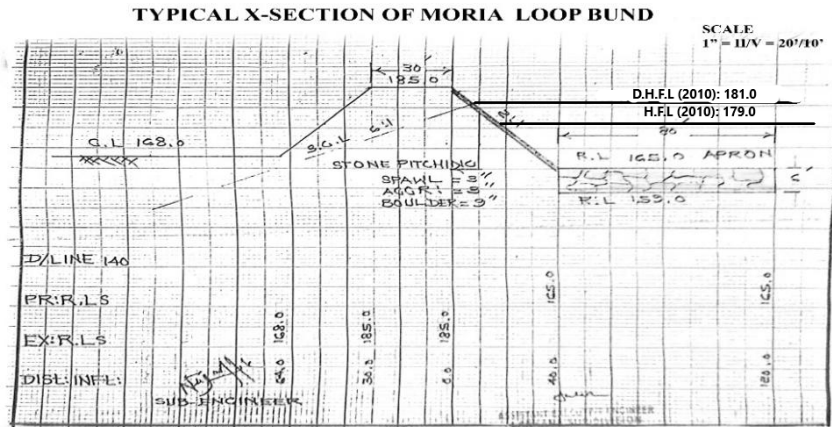
表 5.2.3 近年の被災・補修／補強履歴

時期	被災、或いは、補修／補強	内容
2015	被災	出水時に堤体本体が浸食
2016	補修／補強	FFC の資金により、侵食箇所を補修／補強するために、堤体への空石張りの護岸工及び石積みの根固め工を実施
2017	被災	出水時に、2016 年に実施した石張りの護岸工及び石積みの根固め工が被災

出典：Sindh-PID へのヒアリングよりプロジェクトチームが作成

#### (5) 基本諸元

インベントリー調査で PID より入手した標準断面図を図 5.2.5 に示す。標準断面図及びインベントリー調査のヒアリング結果より整理した Moria Loop Bund の基本諸元を表 5.2.4 に示す。侵食対策として、堤防面上の空石張り (Stone Pitching) 及び捨石 (Stone Damping)、堤防法尻に配置された根固工 (Stone Apron) が設置されている。



出典：Sindh-PID 提供資料

図 5.2.5 Moria Loop Bund の標準断面図

表 5.2.4 Moria Loop Bund の基本諸元

項目	諸元
H.F.L	179.00 Ft.
天端高	185.00 Ft.
余裕高	6.00 Ft.
天端幅	30.0 Ft.
川表法勾配	1:2
川裏法勾配	1:2
天端被覆	天端被覆なし
法面被覆	空石張り

出典：Sindh-PID へのヒアリング及び標準断面図よりプロジェクトチームが作成

(6) 計画断面の規格

既存の Moria Loop Bund の基本諸元、Sindh 州の Bund Manual、NFPP-IV、MoM<sup>1</sup>を基に、計画断面の規格を設定した（表 5.2.5 参照）。

表 5.2.5 計画断面の考え方

項目	Moria Loop Bund の現況	Sindh 州 Bund Manual	NFPP-IV	MoM	本検討での採用値
余裕高	6 ft	4 ft	6 ft	7 ft	7 ft
天端幅	30 ft	20 ft	25 ft	-	30 ft
川表法勾配	2.0:1	High Bund : 3.0:1 ~ 4.0:1	3.0:1	-	3.0:1
川裏法勾配	2.0:1	High Bund : 2.0:1 (天端から小段) +6.0:1 (小段から地表)	2.0:1	-	3.0:1

出典：プロジェクトチームが作成

<sup>1</sup> MoM to “Review Design Criteria of Flood Works and SOPs of Barrages Held on March 07, 2011.”

### 【余裕高】

余裕高は Sindh 州の Bund Manual では 4 ft、NFPP-IV では 6 ft と規定されているが、余裕高は 7 ft が望ましいとする MoM が 2010 年の洪水後に FFC より発出されている。このため、本プロジェクトでは安全側となるように、計画断面の余裕高は 7 ft とする。

### 【堤防幅】

堤防幅は Sindh 州の Bund Manual では 20 feet、(NFPP)-IV では 25 feet と規定されているが、Moria Loop Bund の堤防幅は既に 30 ft あるため、堤防幅は 30 ft とする。

### 【川表法勾配】

Sindh Sindh 州では堤防の高さに応じて異なる斜面が指定されている。本検討における堤防高は概ね 12ft (3.6m) 以上であり、Bund Manual の「High Bund」に分類される。High Bund における必要なのり面勾配は、3:1 から 4:1 である。洗掘されやすい砂質土や波浪の影響を受ける箇所については、4:1 が推奨されている。一方、その他の箇所は 3:1 を基本とし、石張り等で保護された箇所は、2:1 まで急勾配にできるとされる。

本検討における堤防は、表面保護工を想定しており Sindh 州の規定に照らすと 3:1~2:1 となる。FFC の規定値 (NFPP-IV の Design Criteria) が 3:1 であることから、これに従い、法面勾配 (川側) は 3:1 とする。

### 【川裏法勾配】

Sindh 州の Bund Manual の川裏法勾配に関する記述として下記 2 点が挙げられる。

- ・ 小段を設け、小段上部は 2 割勾配、小段下部は 6 割勾配とする。
- ・ 想定浸潤線 (6 : 1) を被覆する土層土被り厚は 4 ft 以上とする。

小段を設けると、川裏法尻の位置が堤内地側に大きく伸び、堤内地側への影響が大きくなる。また、Moria Loop Bund の堤体幅は各種ガイドラインの規定値よりも広いため、小段無の 3 割勾配にした場合でも想定浸潤線を被覆する土層土被り厚は 4 ft が確保できる。このため、計画断面の川裏法勾配を 3 割勾配とする。

## 5.2.2.2 対象箇所における現状の課題

5.2.2.1 章より、現状の課題として以下が挙げられる。

- ・ 堤防上流側の低水河岸の侵食が進行している。
- ・ 堤防及び低水河岸前面の河床が深掘れしている。
- ・ 空石張り (Stone Pitching) や根固工 (Stone Apron) が設置された翌年に被災している。
- ・ 堤防高が所要の余裕高を満たしていない。
- ・ 堤防天端幅は所要の幅を満たしているものの、法勾配が所要の値よりも急である。

### 5.2.3 再委託調査の内容と結果

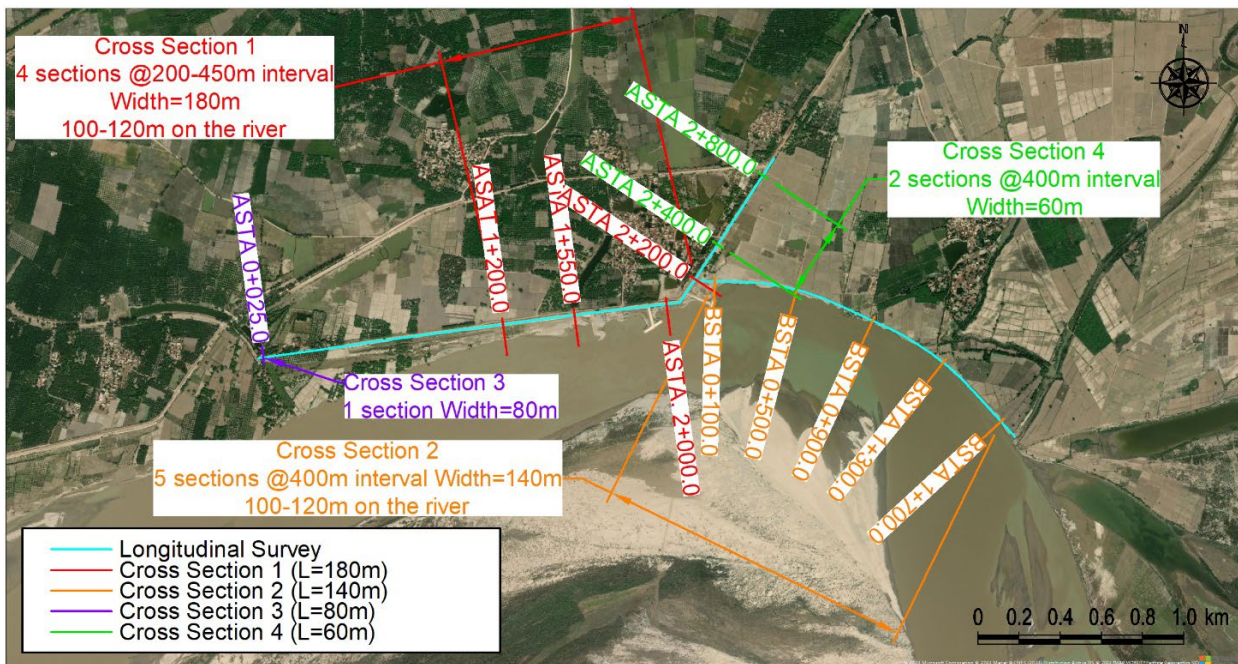
#### 5.2.3.1 地形測量

測量の数量を表 5.2.6、測量範囲を図 5.2.6 に示す。Moria Loop Bund 及び Moria Loop Bund 上流端付近の低水路河岸の測量を実施した。調査結果は別添プレ FS 報告書の添付資料に記す。

表 5.2.6 測量の数量

項目	単位	数量	備考
<b>横断測量</b>			
断面 1 (Cross Section 1)	本	4	幅 180 m、川の中が 100-120 m
断面 2 (Cross Section 2)	本	5	幅 140 m、川の中が 100-120 m
断面 3 (Cross Section 3)	本	1	幅 80 m
断面 4 (Cross Section 4)	本	2	幅 60 m
<b>縦断測量</b>			
縦断側線 (Longitudinal Survey)	km	4.6	既存の堤防沿いが 2.8 km、河岸沿いが 1.8 km

出典：プロジェクトチーム



出典：AutoCAD で表示される衛星画像にプロジェクトチーム追記

図 5.2.6 測量範囲

#### 5.2.3.2 地質調査

地質調査の試験内容と数量を表 5.2.7、ボーリング調査の位置図を図 5.2.7 に示す。Moria Loop Bund 及び Moria Loop Bund 上流端付近の低水路河岸においてボーリング調査を行った。BH-1 は堤防天端、BH-2 は堤防川裏法尻付近で実施した。調査結果は別添プレ FS 報告書の添付資料に記す。

表 5.2.7 地質調査の試験内容と数量

項目	単位	数量
<b>ボーリング (SPT を含む) および原位置試験とサンプリング</b>		
ボーリング(L=20m×3 箇所)	m	60
地下水位調査	セット	3
不攪乱試料採取 (粘性土: SPT N < 8)	セット	3
地質柱状図	セット	3
<b>ボーリング (SPT を含む) および現地試験とサンプリング</b>		
粒度分布	サンプル	15
塑性限界	サンプル	15
乾燥密度	サンプル	15
含水比	サンプル	15
比重	サンプル	15
一軸圧縮試験	サンプル	3
圧密試験	サンプル	3
透水係数	サンプル	3
土砂の SO <sub>2</sub> 、Cl 及び OMC の含有量	サンプル	3
地下水の SO <sub>2</sub> 、Cl 及び OMC の含有量	サンプル	3

出典：プロジェクトチーム



出典：AutoCAD で表示される衛星画像にプロジェクトチーム追記

図 5.2.7 ボーリング調査位置図

### 5.2.4 堤防設計に掛かる留意事項

- ・ 洗堀された現況堤防前面に応急対策として捨石工 (Stone Damping) が不均一に投入されているが、護岸工を改築する場合、堤体への河川からの浸透を抑制するため既存の捨石工を撤去する必要がある。
- ・ 特に堤防上流側の低水路河岸の洗堀傾向が顕著であり、低水路河岸の侵食の進行により堤防

本体が被災する可能性がある。また、事業実施までの期間にも侵食が進行し、施工範囲や延長が変化する可能性がある。

- ・ 既設堤防の直背後に集落が存在し、官地内ではあるものの複数の住民移転等が発生する。対策として、堤防線形を川表側にシフトし集落を避けることも可能であるが、影響家屋の数は数軒程度であるため、本検討では滑らかな堤防線形となることを優先し、既存家屋を避けるような線形は設定しない。

## 5.2.5 関連する河川改修業務

### (1) 概説

Sindh 州では、JICA 以外にも、主に国際機関がドナーとなり河川改修事業が実施されてきた。以下に、本検討と関連の深い他ドナーの事業について記載する。

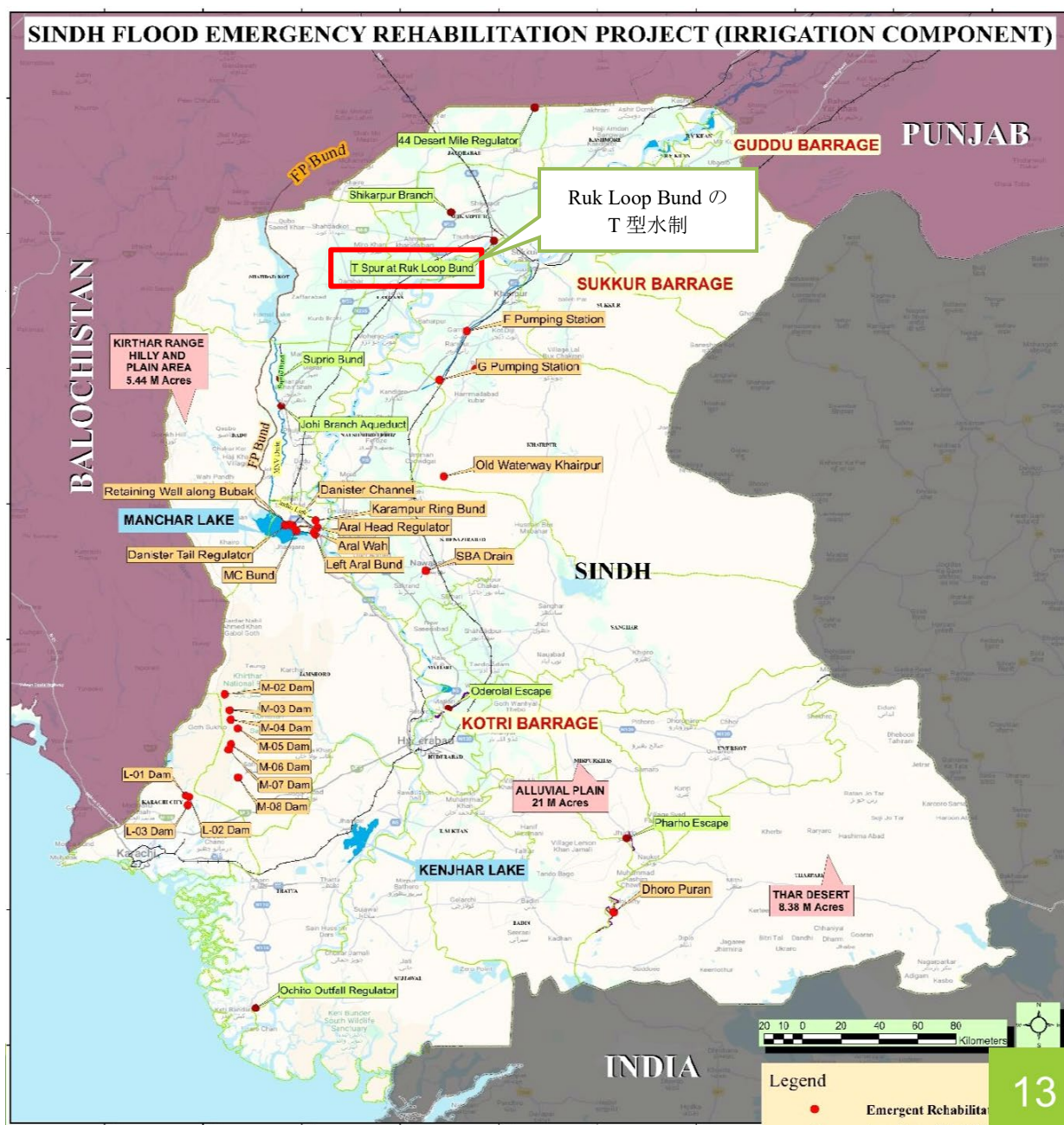
### (2) 世界銀行 (WB)

Sindh 州を含むパキスタン全土に甚大な被害をもたらした 2022 年洪水を受けて、WB は Sindh 州において「Sindh Flood Emergency Rehabilitation Project (SFERP)」を 2023 年から実施している。SFERP の位置図、概要表及び組織図を以下に示す。

表 5.2.8 SFERP の概要表

項目	内容	
事業期間	2023 年 1 月 10～2027 年 12 月 31 日	
事業目的	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 2022 年の洪水で被害を受けた Sindh 州の特定地域のインフラ復旧</li> <li>● 気候変動や自然災害の影響に対応するため Sindh 州政府の能力強化</li> </ul>	
建設事業費	212 百万 USD (コンポーネント 1 Infrastructure Rehabilitation のみ)	
コンポーネント	1. Infrastructure Rehabilitation	1.1 Emergent Works (33 事業：2022 年洪水で破堤した 208 箇所 (人工破堤を含む) の補修、12 カ所のポンプ場の補修等が含まれ、全事業が完了済み)
		1.2 Emergent Rehabilitation Works (32 事業：堤防及び灌漑施設の補修が含まれ、ほとんどの事業が完了済み)
		1.3 Long Term Rehabilitation Works (19 事業：治水ダム、灌漑用水、排水路網等の整備や補修を含む、ほとんどの事業が完了済み)
	2. Livelihood Support	
	3. Institutional Strengthening for Resilience & Technical Assistant	
	4. Project Management and Operational Costs	
	5. Contingent Emergency Response	

出典：SFERP 提供資料と HP (<https://sferp.gos.pk/>) を基に調査チームが作成

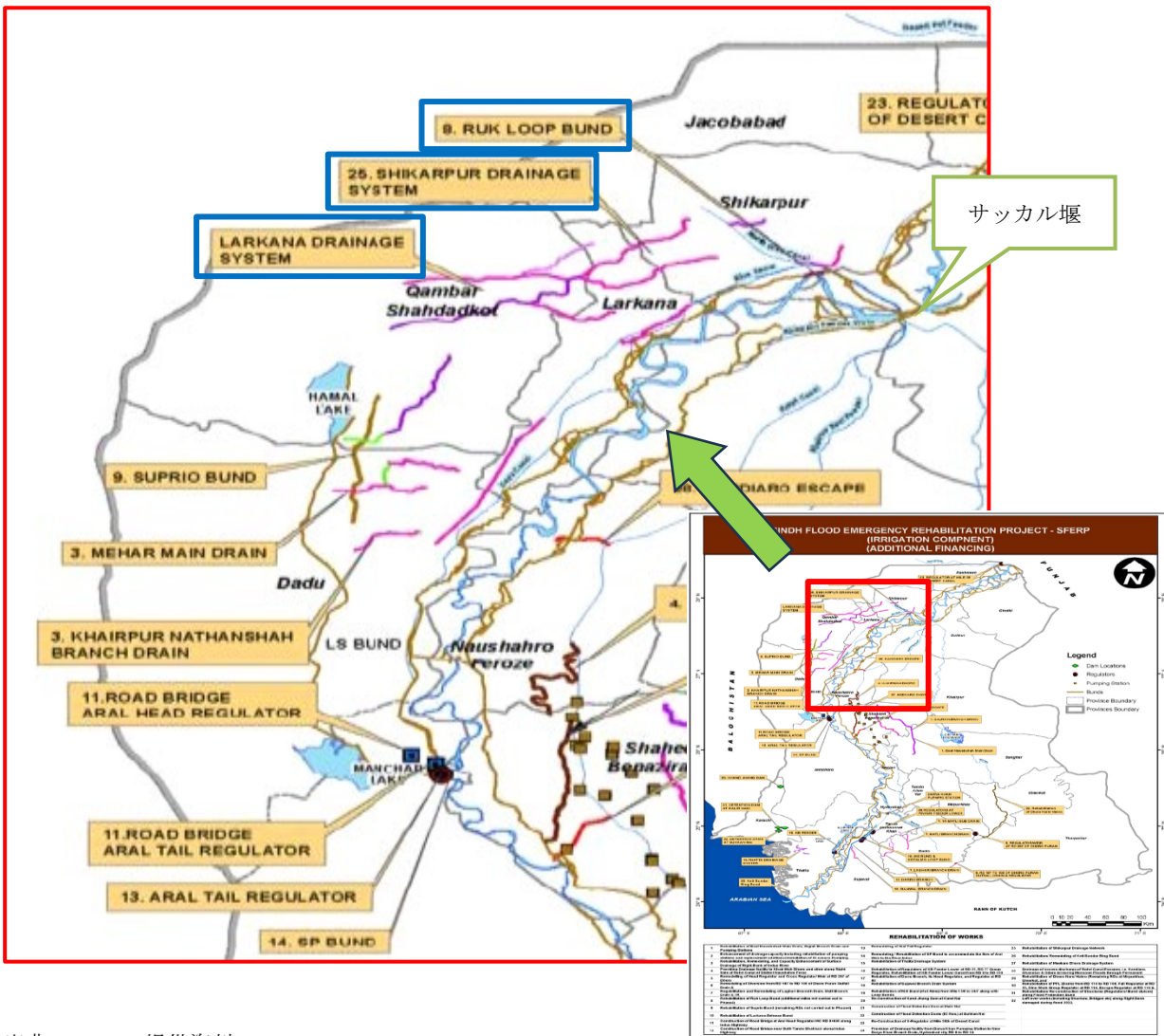


出典：SFERP 提供資料

図 5.2.8 SFERP の位置図

本検討と近接する Sukkur 堰下流右岸の事業としては、Ruk Loop Bund の T 型水制の建設がある。この T 型水制の建設は表 5.2.8 の「1.3 Long Term Rehabilitation Works」のコンポーネントに含まれており、2024 年 10 月に現地を訪れた際には、工事は完成していなかった。

また SFERP はフェーズ II として追加融資を WB に提案中であり、本検討と近接する Sukkur 堰下流右岸の事業としては、Ruk Loop Bund、Shikarpur と Larkana の排水システム改善等が提案されている。提案された SFERP Phase-II の位置図を以下に示す。本検討との事業の重複はない。



出典：SFERP 提供資料

図 5.2.9 提案された SFERP Phase-II の位置図

### (3) アジア開発銀行 (ADB)

ADB は FFC が策定した国家洪水防御計画 (NFPP : National Flood Protection Plan) の事業実施に対する借款 (FPSP : Flood Protection Sector Project) を支援する等、パキスタンの治水事業、特に構造物対策に支援を行ってきた。

Sindh 州を含むパキスタン全土に甚大な被害をもたらした 2010 年洪水時において、ADB と WB で DNA (Damage and Needs Assessment) を作成し、その中の優先事業に対して、ADB は Sindh 州において「Flood Emergency Rehabilitation Project (FERP)」を実施した。FERP の概要表及び組織図を以下に示す。

表 5.2.9 FERP の概要表

項目	内容
事業期間	2742-PAK—Loan：2011 年 5 月 26 日～現在継続中 2743-PAK—Loan：2011 年 5 月 26 日～2015 年 4 月 15 日
事業目的	重要インフラの復旧および再建を通じて、経済的および社会的回復を洪水前のレベルに戻し、将来の洪水に対するレジリエンスを高める
借款額	2742-PAK—Loan：660 百万 USD（通常資本財源：Ordinary Capital Resources） 2743-PAK—Loan：31 百万パキスタンルピー（特別資本財源 Special Funds Resources）
プロジェクトの成果	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ Road network system, including bridges, repaired and rehabilitated</li> <li>● 国道の補修、復旧、再建：344km</li> <li>● 州道の補修、復旧、再建：920km</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ Provincial irrigation facilities rehabilitated and reconstructed</li> <li>● 洪水被害にあった農地のうち、2.2 百万 ha を改修、再建</li> <li>● DNA で選定された堤防、用排水路を 100%補修、復旧、再建</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ Support services</li> <li>● ADB Safeguard に基づいた環境保護の順守と調達支援</li> <li>● 用排水路の 20%の施設においてジェンダー配慮</li> <li>● Shikarpur 地方の 4 つの村において女性の生計支援パイロットプロジェクト実施</li> </ul>
経済評価	EIRR：23.57%

出典：FERP 提供資料と事業完了報告書（<https://www.adb.org/sites/default/files/project-documents//44372-013-pcr.pdf>）を  
基に調査チームが作成

FERP の灌漑施設復旧・復興事業については 52 事業あり、その多くが堤防の嵩上げや Stone Pitching/Apron と呼ばれる護岸工・根固め工の建設工事である。このうち、本検討エリア付近で実施済みの FERP の灌漑施設復旧・復興事業の一覧表を以下に示す。

表 5.2.10 本検討エリア付近で実施済みの FERP の灌漑施設復旧・復興事業

No.	ローン 番号	内容	工事金額 (Rs)
1	2742	Package no 19: Earthwork strengthening of S.M Bund from mile 0/0 to 0/5, 2/4 to 3/2, 8/0 to 12/0, Bakhri Loop Bund from mile 1/0 to 2/0, S.M Bund from mile 16/0 to 19/1, <u>Moria Loop Bund from mile 0/0 to 1/0</u> , Pipri Loop Bund from mile 1/0 to 3/5, Bugho Dero Loop Bund from mile 0/0 to 1/0 and S.M Bund from mile 29/0 to 54/6 & 57/1 to 60/0 and providing stone pitching along S.M Bund from mile 0/5 to 2/4, 40/0 to 41/0, 54/0 to 54/6.	237,580,363
2	2742	Package no 20: Raising & strengthening of S.L Bund from mile 5/2 to 9/0, 14/6 to 30/3, 37/0 to 40/5, <u>Moria Loop Bund from mile 0/0 to 1/2</u> and providing stone pitching along s.l bund from mile 5/2 to 5/6, nasrat loop bund mile 4/0 to 4/6 & s.l bund from mile 37/0 to 40/5	340,770,603
3	2742	Package no. 21: Raising and strengthening of Palija Loop Bund from mile 0/0 to 3/3, Abad Ring Bund from mile 0/6 to 2/6, L.S Bund from mile 9/4 to 17/2, mile 20/0 to 23/2, mile 26/2 to 27/4, mile 28/0 to 32/3 and providing stone pitching along l.s bund from mile 10/0 to 11/1.	291,473,776
4	2742	Package no 22: Raising and strengthening of R.N Mangli Bund from mile from 0/0 to 1/3, front bund from mile 0/0 to 0/7 & R.N Bund from mile 0/2 to 1/1 (ali wahan complex), providing stone pitching along R.N Bund from mile 22/4 to 26/4 and Gemro Bund from mile from 11/4 to 13/4, construction bund landhi along R.N Mangli Bund at mile 0/2 and gauge pillars, mile /furlong stones.	210,104,626

出典：FERP 提供資料と事業完了報告書（<https://www.adb.org/sites/default/files/project-documents//44372-013-pcr.pdf>）を  
基に調査チームが作成

FERP のローン番号 2742 については、当初の建設工事は終了しており、本検討との事業の重複はない。その後 Moria Loop Bund では、Sindh PID による補修や強化を実施してきている。

## 5.2.6 堤防設計条件

### 5.2.6.1 設計外力

設計において考慮する外力は、現地における現行の計画に基づき 2010 年洪水を対象とする。検討対象箇所の HFL は 2010 年洪水時の観測水位である。

### 5.2.6.2 対策要因の推察と必要な対処

#### (1) 対象箇所の現状

Moria Loop Bund で課題となっているのは侵食対策である。

5.2.2.1(2)において整理したとおり、Moria Loop Bund の前面では河岸侵食が進行しており、近年では特に堤防上流側の低水河岸の侵食の進行が顕著である。

上記のような状況から、Sindh PID では侵食に対するモニタリングと継続的な復旧工事や対策工事を実施してきている (5.2.2.1(3)参照)。2015 年以降、堤防前面の護岸工や低水路河岸の侵食が発生したが、破堤等堤防本体の深刻な損傷には至らなかった。

現状の侵食対策としては、堤防法面上の捨石 (Stone Damping)、堤防法尻に配置された根固工 (Stone Apron) と堤防前面に配置された 2 基の水制工が設置されている。

#### (2) 必要となる対処

##### 1) 堤防本体

当該箇所が主流路湾曲部の外岸側であり、今後も引き続き侵食に対して厳しい状況が継続することを踏まえると、法面上の捨石 (Stone Damping) は、石材の重量のばらつきやかみ合わせの弱さから、改良が必要である。

併せて、堤防の断面幅に関して、天端幅は現況で 9.15m (30ft) と所要の基準値を満足しているものの、川表川裏法面ともに法勾配が 2 割と急になっているため、緩勾配化が必要である。

堤防天端高に関して、現行の基準値である 2.13m(7ft)を満足できるようにする。

##### 2) 低水路河岸

低水路の湾曲により外岸側の低水河岸の侵食が継続している。堤防上流側の低水路河岸の侵食が顕著であり、侵食が進むことで堤防本体へ悪影響を与える懸念が強いことから、低水路河岸に護岸工を設置する。併せて、護岸前面に水制工群を配置し、主流路の流れの外岸側から低水路中心方向への誘導を図る。なお、水制の天端高は低水河岸以下に抑えたものとし、水制工と低水護岸の間への土砂堆積を期待しつつ、中～大規模の洪水時には水制工群が洪水流を妨げるような悪影響を小さくする。設置後のイメージは、日本において明治から昭和初期にかけて主に航路確保を目的として設置されたケレップ水制工に近い。



出典：オランダの国土整備技術を活かした 旭川のケレップ水制群 一般社団法人 中国建設弘済会

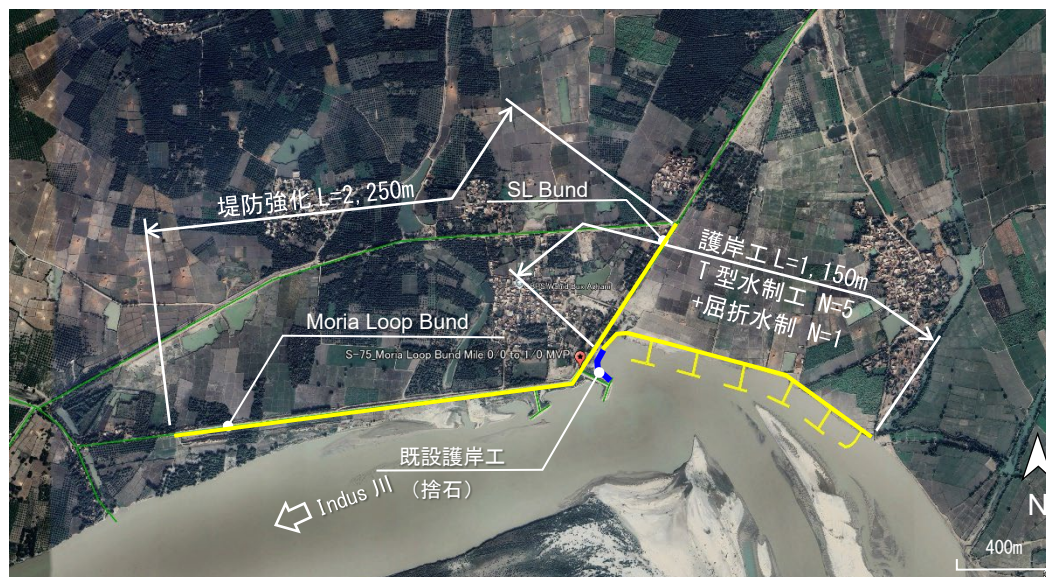
### 5.2.6.3 対策工の範囲

図 5.2.10 及び表 5.2.11 に対策工の範囲を示す。

表 5.2.11 対策工の範囲

対策工	延長/数量	対策範囲	対策内容
堤防強化工	L=2,250m	(上流端) 既設護岸端部、既存の植生範囲、構造の変化点を踏まえ設定 (下流端) 前面の高水敷幅 150m 程度を目安に設定	堤防嵩上げ：30cm 程度 断面拡幅：3 割法面へ緩勾配化 護岸工改良：コンクリート張
低水護岸工	L=1,150m	(上流端) 既設低水護岸端部に接続 (下流端) 既存の水路合流点より設定	護岸工：カゴ工 根固工：捨石工
水制工	N=6 基	低水護岸工沿いに 200m 間隔で設置	水制工：T 型水制 5 基+屈折水制 1 基 河道横断方向長さ：100m

出典：プロジェクトチーム



出典：Google Earth にプロジェクトチーム追記

図 5.2.10 対策工範囲

### 5.2.6.4 対策工の抽出・決定

#### (1) 対策工の抽出

侵食に対する堤防の安全性は、河道の形状（平面及び縦横断面）、堤防前面の河岸の状況、堤防近傍の洪水時における流況、堤体の土質条件、堤防及び河岸を保護する構造物の状況に関係する。本検討では、侵食の影響を受ける既存堤防の補強に主眼に置いているが、本来であれば、検討対象箇所において上述したような現地条件を勘案の上、河道掘削や水制工の設置による対応を含め、幅広い方策を検討する必要がある。

表 5.2.12 に侵食に対する堤防強化工法の例を示す。本検討対象箇所では、堤防本体には捨石 (Stone Damping) または空石張 (Stone Pitching) による保護工が設置されていることから耐力の強化として護岸工の改築を提案する。護岸の設置されていない低水路河岸には、耐力の強化として低水護岸を設置することに加え、侵食外力の軽減として水はね効果を期待する水制工の設置を提案する。なお、護岸前面には捨石による根固工を併用する。

表 5.2.12 侵食に対する堤防強化工法の例

表 5.4.1 安全性の照査結果と堤防強化工法の関係の例

安全性の照査結果		堤防強化の方法	
		①耐力の強化	②侵食外力の軽減
護岸工がない	堤防表のり面、のり戻しの直接侵食	<ul style="list-style-type: none"> <li>高水護岸の新設</li> <li>侵食防止シートの敷設</li> <li>堤防植生管理の徹底</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>流速減少効果を期待する水制工設置</li> <li>置換工法による埋め戻し</li> <li>法線形の修正</li> <li>水はね効果を期待する水制工の設置</li> <li>ベーン工法</li> </ul>
	主流路（低水路等）からの側方侵食、洗掘	<ul style="list-style-type: none"> <li>低水護岸、堤防護岸の新設</li> <li>（埋め込み）水制工設置</li> <li>上下流に影響を及ぼさない高水敷の新設、腹付け</li> <li>擬水制工の設置</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>置換工法による埋め戻し</li> <li>法線形の修正</li> <li>水はね効果を期待する水制工の設置</li> <li>ベーン工法</li> </ul>
堤防	のり覆工の厚さ不足	<ul style="list-style-type: none"> <li>護岸工の改築</li> <li>のり覆工の腹付け</li> <li>空石張り工の練石張り工化</li> <li>空ブロック張り工の練ブロック張り工化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>流速減少効果を期待する水制工設置</li> <li>置換工法による埋め戻し</li> <li>法線形の修正</li> <li>水はね効果を期待する水制工の設置</li> <li>ベーン工法</li> </ul>
	基礎工の根入れ不足	<ul style="list-style-type: none"> <li>護岸工の改築</li> <li>基礎の根継ぎ</li> <li>根固工の設置</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>根固工の設置</li> <li>置換工法による埋め戻し</li> <li>法線形の修正</li> <li>水はね効果を期待する水制工の設置</li> <li>ベーン工法</li> </ul>
護岸工がある	重量不足	<ul style="list-style-type: none"> <li>根固工の改築</li> <li>根固めブロックの一体化（連結や確実な層積み）</li> <li>根固めブロックの追加投入</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>流速減少効果を期待する水制工設置</li> <li>置換工法による埋め戻し</li> <li>法線形の修正</li> <li>水はね効果を期待する水制工の設置</li> <li>ベーン工法</li> </ul>
	根固工	<ul style="list-style-type: none"> <li>根固工の改築</li> <li>根固めブロックの追加投入</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>流速減少効果を期待する水制工設置</li> <li>置換工法による埋め戻し</li> <li>法線形の修正</li> <li>水はね効果を期待する水制工の設置</li> <li>ベーン工法</li> </ul>

注)  は河道計画に併せて検討すべき方策

出典：河川堤防構造検討の手引き、2012.2 に追記

## (2) 対策工の決定

### 1) 堤防本体

提案する堤防本体の基本諸元を表 5.2.13 に、対策工を表 5.2.14 に整理する。

表 5.2.13 基本諸元

項目	諸元	設定根拠
堤防天端高	RL. 56.70m(186.0ft)	PID 提供の Moria Loop Bund の HFL+余裕高 7ft
天端幅	30 ft (9.15m)	現況の堤防天端幅(30ft)より
法面勾配	川表 : 3.0:1 川裏 : 3.0:1	(川表) 法面被覆を行うため 3 割を採用 (川裏) 想定浸潤線 (6:1) からの離隔を確保しつつ用地への影響を考慮して 3 割を採用

出典：プロジェクトチーム

表 5.2.14 堤防本体の対策工

項目	内容	設定根拠
護岸工 (川表)	コンクリート張 +吸出防止材	低水路外岸側に位置していること、Stone Pitching による川表側法面の保護には課題があることから、より強固な形式を選定 目地やひび割れからの吸出しを防止するため吸出防止材を敷設
法面保護工 (川裏)	空石張	既設堤防の川裏側法面は被覆されておらず、雨水による侵食を受けており、堤防の必要断面の確保及び維持管理の面で課題がある
天端保護工	碎石舗装	管理用通路としての利用のため 雨水による法肩の侵食を抑えるため

出典：プロジェクトチーム

### 2) 低水河岸

提案する低水河岸の対策工を表 5.2.14 に整理する。

表 5.2.15 低水護岸の対策工

項目	内容	設定根拠
護岸工	カゴ工	<ul style="list-style-type: none"> <li>Stone Pitching による川表側法面の保護には課題があるが、コンクリート系の被覆工ほど強固な護岸とはしないことを考慮して選定</li> <li>カゴ工とすることで必要な石材の粒径を抑える</li> <li>ある程度地盤の変化に追従する（屈とう性のある）形式とする</li> </ul>
根固工	捨石工	<ul style="list-style-type: none"> <li>平水位以下での施工となるため、締切工不要な捨石工とする</li> <li>設置幅は前面の現況河床（法面）から最低 2m の敷設厚さを確保できるように設定</li> </ul>
天端保護工	カゴ工	<ul style="list-style-type: none"> <li>中～大洪水時に高水敷から低水路方向への流れも発生するため、護岸工のカゴ工の天端を陸側に延長する</li> </ul>

出典：プロジェクトチーム

### 3) 水制工

提案する水制工の基本諸元を表 5.2.16 に整理する。

表 5.2.16 水制工の基本諸元

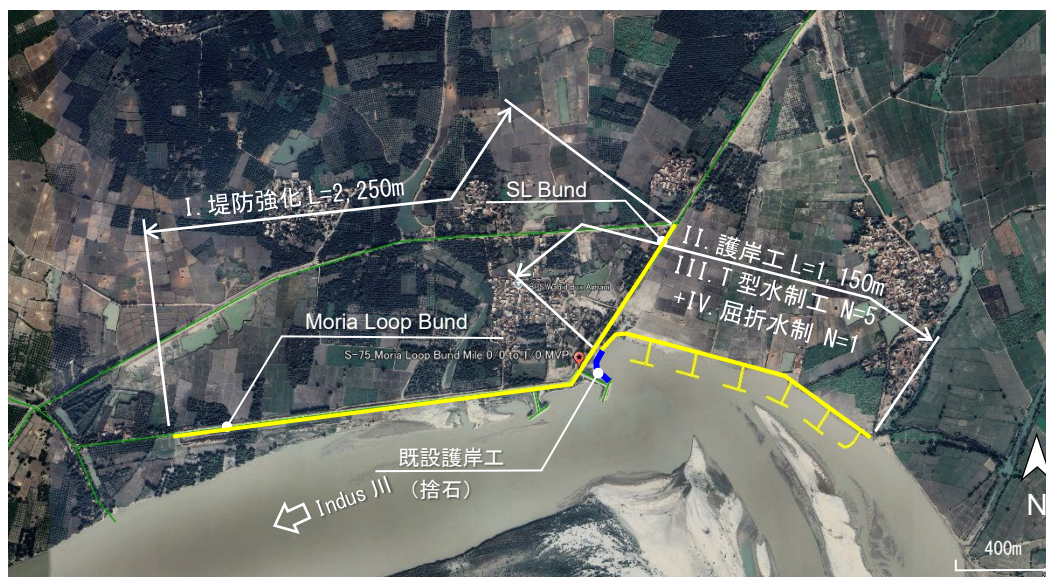
項目	諸元	設定根拠
形式	T型水制 5 基 屈折水制 1 基	水制工と低水護岸の間への土砂堆積を促すため。 上流側の 1 基のみ、河川の流れを河道中心側へ誘導するため屈折水制とする。
天端高	RL. 49.35m(161.9ft)	捨石を被覆するコンクリートブロック (2 層) の厚さを考慮して設定する。 捨石工の天端高は、平水位より 1m 程度上となる RL.47.50m(155.8ft)に設定する。
天端幅	9.15m (30ft)	FFC の Design Criteria 及び Punjab 州の技術マニュアルより 30ft と設定。
法面勾配	川表 : 2.0:1 川裏 : 2.0:1	FFC の Design Criteria 及び Punjab 州の技術マニュアルより、法面保護を行うため 2 割勾配に設定 <sup>2</sup> 。
使用材料	捨石+コンクリートブロック 1t	捨石に使用される石材の品質に課題がある (大きさにばらつきがある) ため、表面は確実に重量の確保が可能なコンクリートブロックで被覆
長さ	100 m	隣接する既設水制工と同等程度 河川砂防技術基準 (案) 設計編 I より流路幅の 10%程度
設置間隔	200 m	河川砂防技術基準 (案) 設計編 I 長さの 2 倍 (FFC の Design Criteria より長さの 2-2.5 倍)

出典 : プロジェクトチーム

## 5.2.7 プレ F/S の結果

### 5.2.7.1 標準断面図

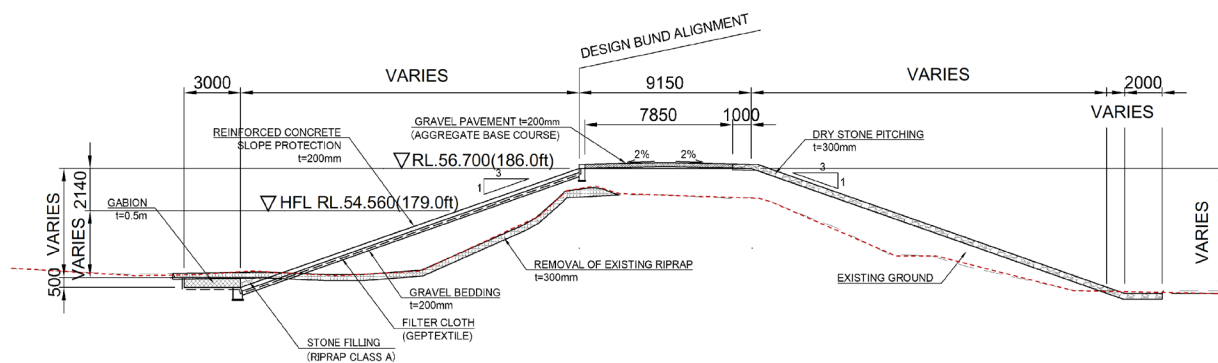
以下に堤防本体、低水護岸、水制工の標準断面図等を示す。



出典 : Google Earth にプロジェクトチーム追記

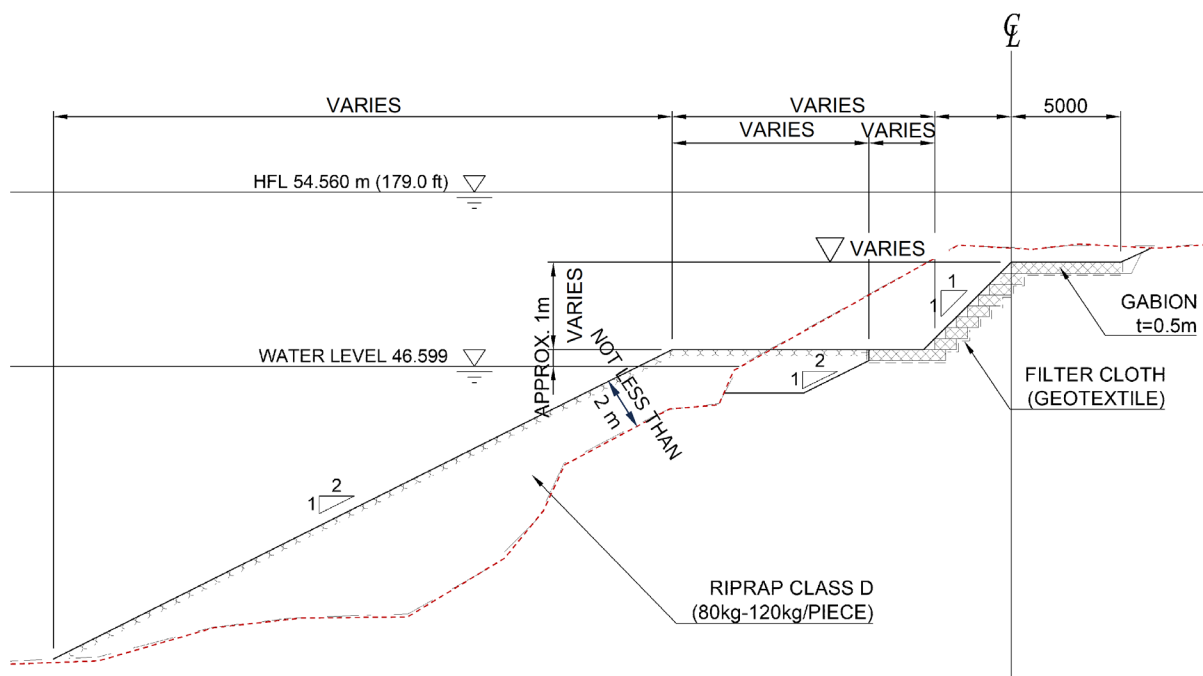
図 5.2.11 対策工位置図

<sup>2</sup> FFC の Design Criteria および Punjab 州の技術マニュアルには、保護されていない Shank 部分 (水制の脚にあたる河岸に設置している部分) が 3 割、保護されている Head 部分 (水制の頭部にあたる Shank とついている部分) が 2 割と記載されている。本設計では、Shank 部分もコンクリートブロックで被覆するため、全区間 2 割とした。



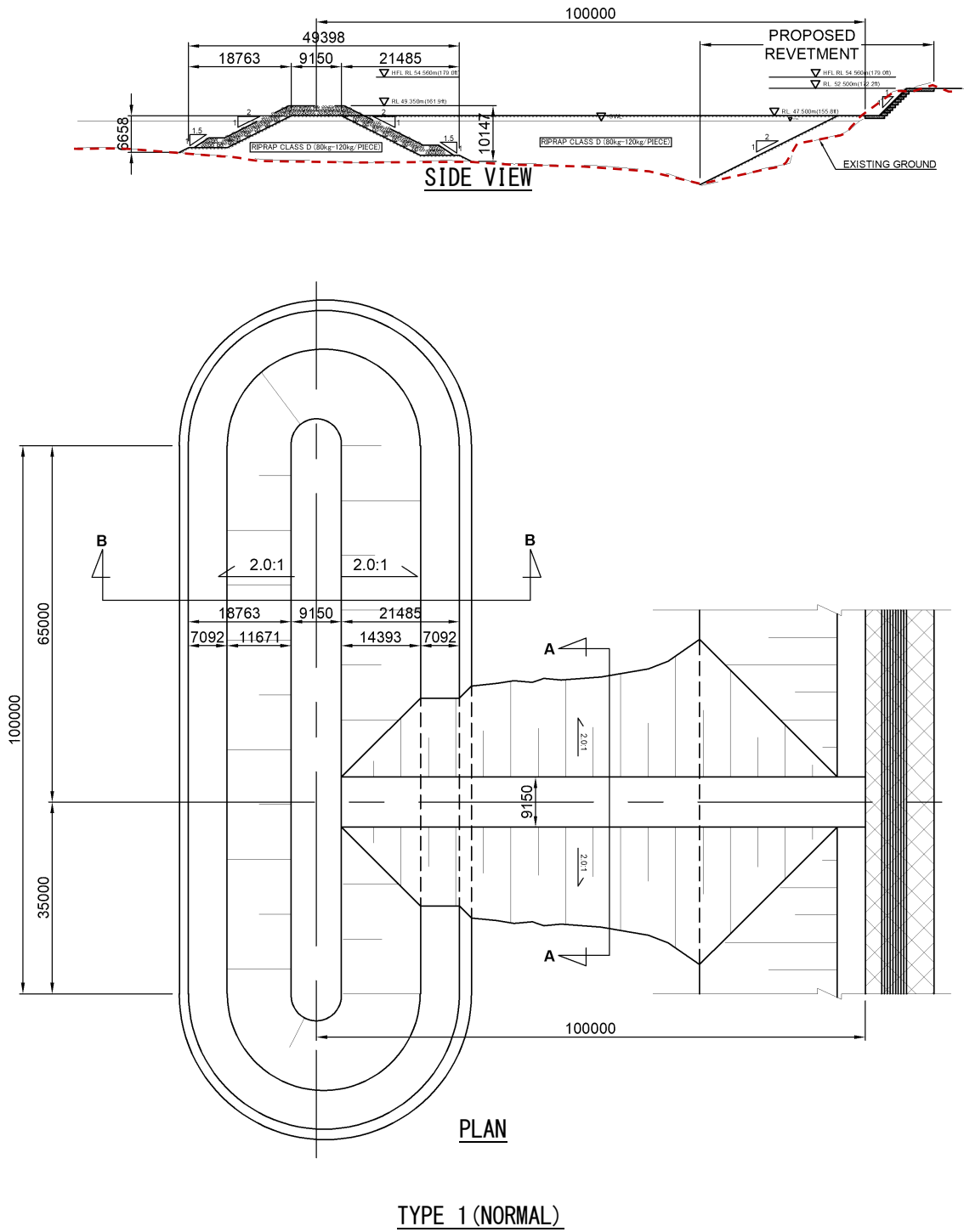
出典：プロジェクトチーム

図 5.2.12 I. 堤防強化標準断面図



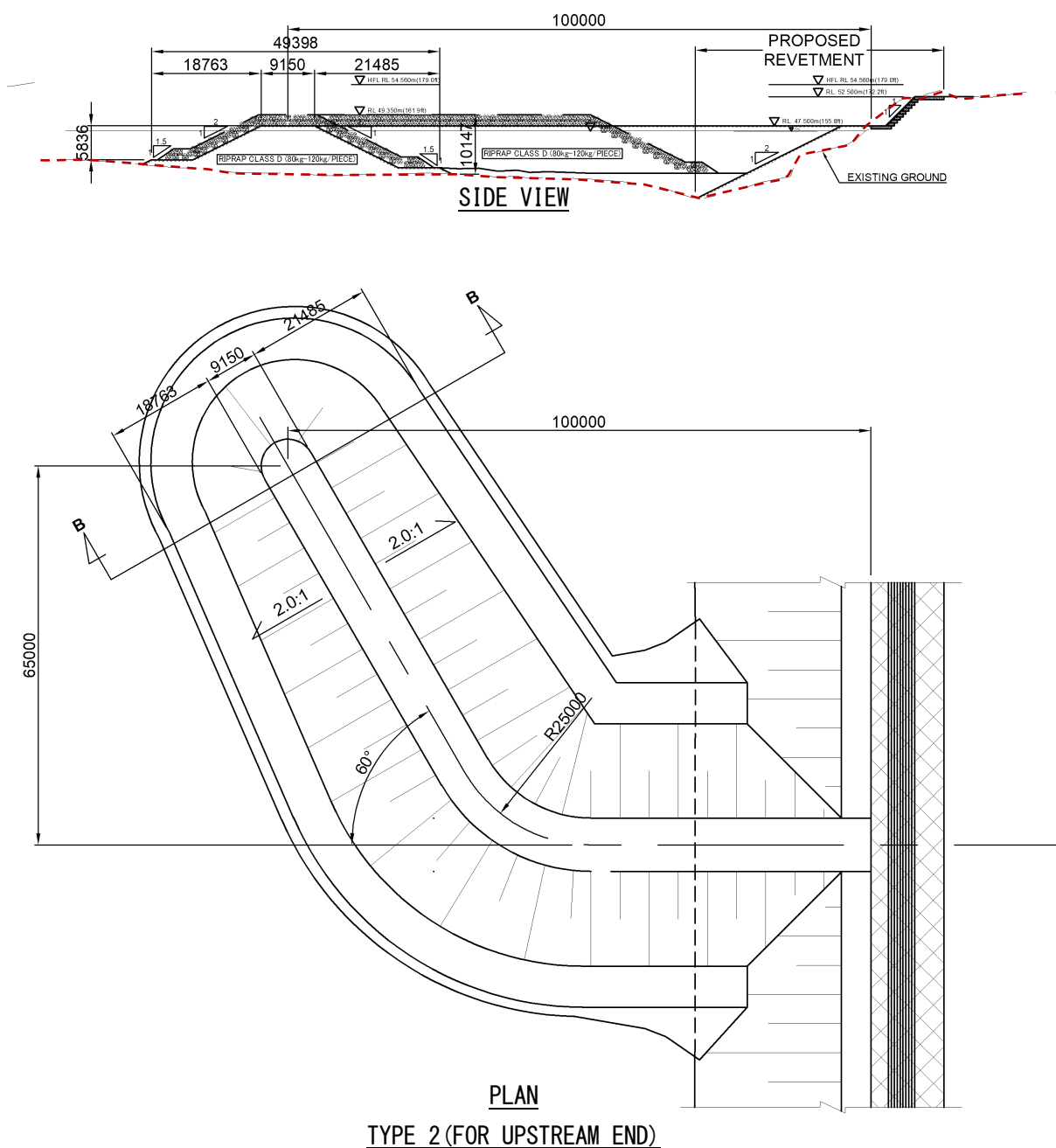
出典：プロジェクトチーム

図 5.2.13 II. 低水護岸工標準断面図



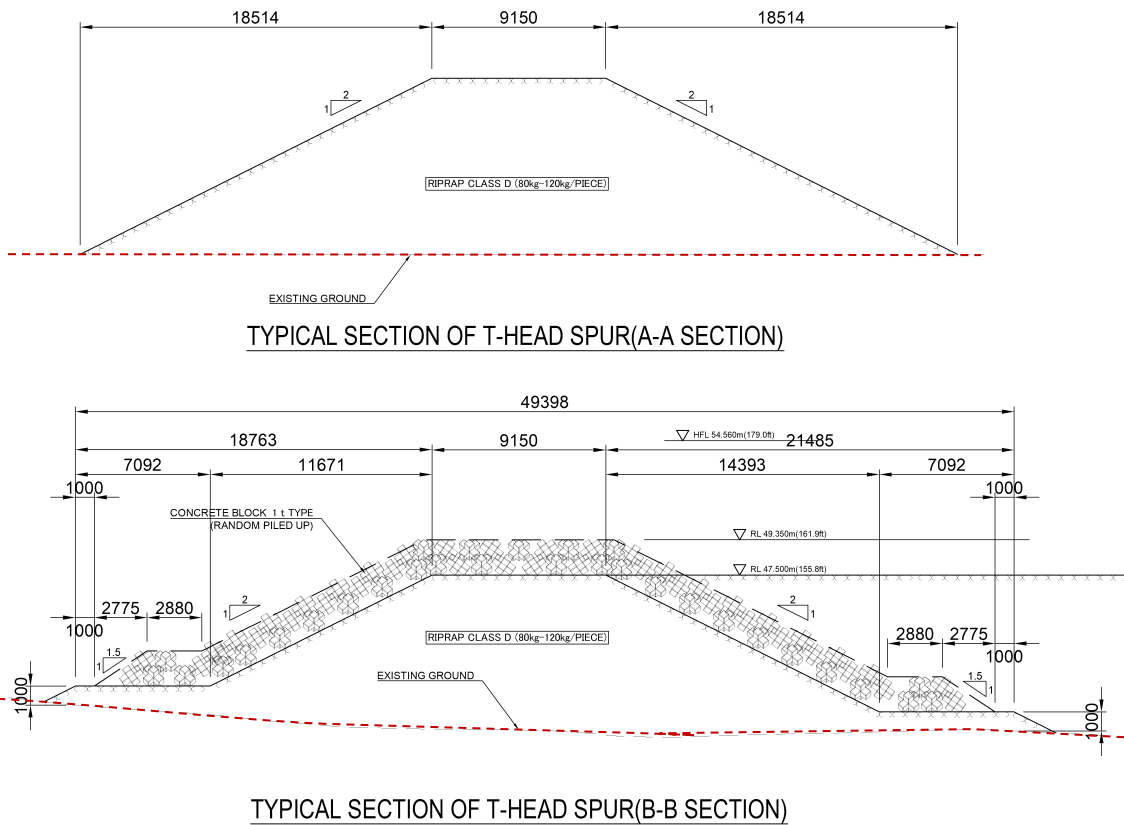
出典：プロジェクトチーム

図 5.2.14 III.T 型水制工一般図



出典：プロジェクトチーム

図 5.2.15 IV. 屈曲水制工一般図



注記：A-A 断面及び B-B 断面の位置は図 5.2.11 参照

出典：プロジェクトチーム

図 5.2.16 水制工断面図

### 5.2.7.2 施工計画

本検討で対象とする土木工事は、侵食対策の堤防強化工事および低水護岸工事である。工事期間は、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。堤防本体及び既存の低水河岸の侵食・洗掘対策工事を行う改修工事は、特殊な又は高度な技術を要するものではないため、工事作業自体は現地作業員で対応可能である。

堤防工事に関しては、基本的にモンスーン期を避けた施工となるため仮締切を設置しない方向で検討する。低水護岸工事に関して、現況河床を及び河岸への捨石工の設置を計画している。低水河岸前面の河床が大きく深掘れしているため、捨石工の敷設範囲が主に水中部となり河岸から大きく離れた範囲とならざるを得ない状況から、台船による施工を想定する。水制工について、施工は水深の深い箇所での施工となるが、河岸より捨石を撒き出して足場としながら、捨石とコンクリートブロックを投入することにより、締切工は使用しない方向で検討する。

### 5.2.7.3 提案する堤防強化スキームの概算事業費

提案する堤防強化スキームの工事費は、12,215 百万 Rs.となり日本で 60 億円程度となる。全体結果を表 5.2.17 に示す。工種別の施工工事費を表 5.2.18 に示す。なお、用地買収、家屋移転等の補償

費は含まない。

表 5.2.17 堤防強化施工工事費表

区間名	工事延長(m)	施工工事費(百万 PKR)	備考
Moria Loop Bund	2,250 (堤体本体) 1,150 (低水河岸)	12,215.0	

出典：プロジェクトチーム

表 5.2.18 侵食対策堤防強化施工費

項目	建設費 (百万 Rs.)
Clearing and Grubbing	10.1
Earth Work	494.8
Slope Protection; Concrete	1,301.9
Protection Work; Riprap, Dry Stone Pitching	1,206.0
Pavement Work	9.0
Revetment Work	1,644.3
Spur Length: 100m, about 200 m interval, N=6	7,548.9
<b>Total</b>	<b>12,215.0</b>

出典：プロジェクトチーム

#### 5.2.7.4 環境社会配慮

##### (1) 環境社会影響を与える事業コンポーネントの概要

本業務における環境社会影響を与える事業コンポーネントは、河川堤防の改修・強化（侵食対策）である。本業務による環境への影響は、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。また、「国際協力機構環境社会配慮ガイドライン（2022年1月公布）」（以下、「JICA GL」）に掲げる影響を及ぼしやすいセクター・特性及び影響を受けやすい地域に該当せず、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。したがって、JICA GL に基づき、初期環境調査 (Initial Environmental Examination、以下「IEE」) レベルの環境社会配慮調査が必要となる。一方、パキスタンにおいても、Sindh 州の環境保護庁規則 (Sindh Environmental Protection Agency (Environmental Assessment) Regulations, 2021) に基づき、IEE が必要である。

河川堤防の改修・強化地点である Moria Loop Bund の位置情報を表 5.2.19 に示す。

表 5.2.19 河川堤防の改修・強化地点

No.	River	Location	Latitude	Longitude
1	Indus River	Moria Loop Bund	27°37'6.38"	68°20'54.28"

出典：プロジェクトチーム

##### (2) 環境影響評価に関する関連法令・条例・法規

###### 1) 環境社会配慮に係る法規制

パキスタンの各州政府は、汚染防止を担当する独自の環境保護機関を持つ。環境影響評価の承認プロセスは、各州の関連法規制に基づき、各州の環境保護機関に承認権限が移譲されている。Moria Loop Bund のある Sindh 州では、Sindh 州環境保護庁 (Sindh Environmental Protection Agency、

以下「Sindh EPA」) が承認権限を有している。

Sindh 州における環境社会配慮に係る関連法規制は表 5.2.20 に示す通りである。

表 5.2.20 Sindh 州における環境関連法規制

関連組織	- Sindh EPA
関連法規制	- Sindh Environmental Protection Act, 2014 - Sindh Environmental Protection Agency (Environmental Assessment) Regulations, 2021 - Sindh Resettlement & Rehabilitation Policy, 2022 - Sindh Climate Change Policy, 2022 - Sindh Wildlife Protection, Preservation, Conservation and Management Act, 2020 - Sindh Water Management (Amendment) Act, 2018 - Sindh Solid Waste Management Board Act, 2014 - Sindh Fisheries (Amendment) Act, 2011 - Sindh Cultural Heritage (Preservation) Act, 1994

出典：プロジェクトチーム

## 2) 環境影響評価制度

### (a) 環境影響評価が必要なプロジェクト

Sindh 州の環境影響評価規則では、環境チェックリスト (Environmental Checklist、以下「EC」) /IEE/環境影響評価 (Environmental Impact Assessment、以下「EIA」) の要件を示しており、本業務は、IEE の「水管理、ダム、灌漑及び洪水防止、洪水防止堤防」に該当する。

EC、IEE 及び EIA を必要とするプロジェクトのうち、「水管理、ダム、灌漑及び洪水防止、洪水防止堤防」の対象事業を表 5.2.21 に示す。

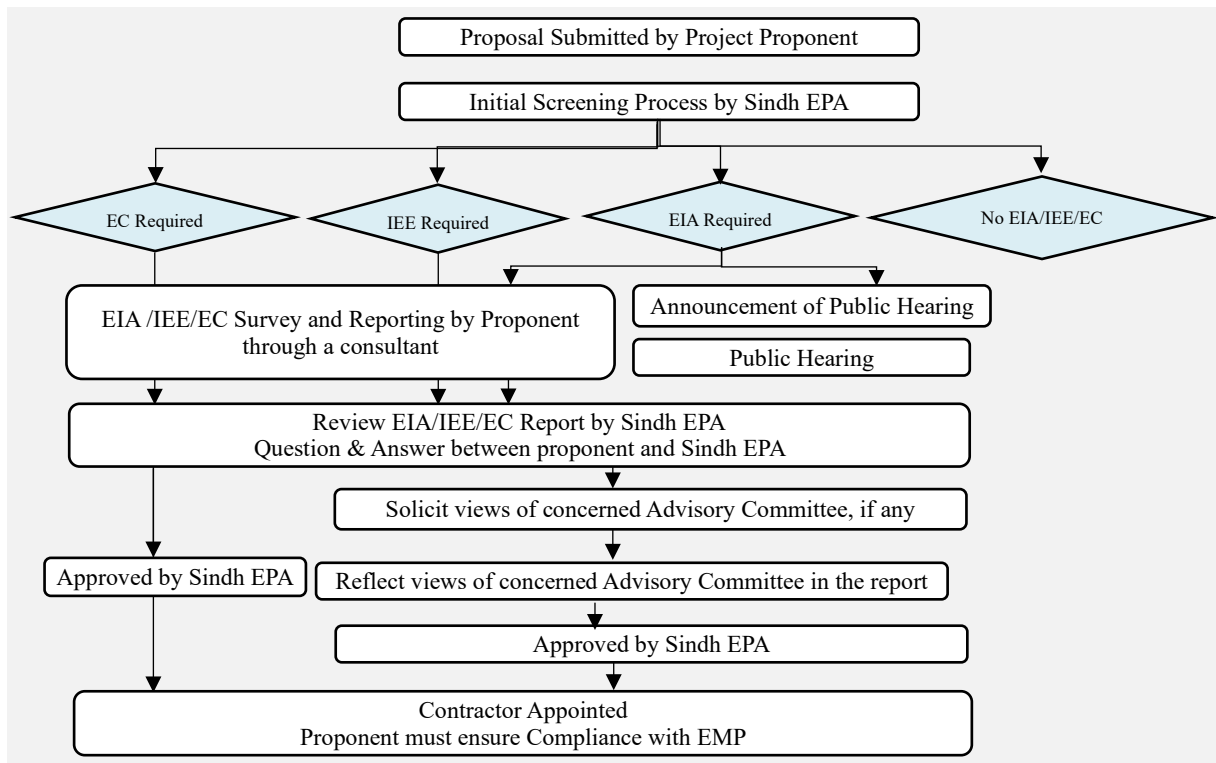
表 5.2.21 EC/IEE/EIA が必要なプロジェクトのリスト (一部抜粋)

EC	IEE	EIA
水管理、ダム、灌漑及び洪水防止		
1) 既存の小運河及び／または水路の敷設 2) 運河の清掃	1) 貯水量 2500 万 m <sup>3</sup> 未満、表面積 4km <sup>2</sup> 未満のダム及び貯水池 2) 面積 15,000ha 未満の灌漑システム及び排水システム 3) 洪水防止堤防	1) 貯水量 2,500 万 m <sup>3</sup> 以上、水面積 4km <sup>2</sup> 以上のダム及び貯水池 2) 15,000ha 以上の灌漑及び排水プロジェクト

出典：Sindh 州環境保護庁規則を基にプロジェクトチーム作成

### (b) 環境影響評価の手順

EC、IEE 及び EIA の手続きの流れを図 5.2.17 に示す。



出典：プロジェクトチーム

図 5.2.17 EC/IEE/EIA の承認フロー

(c) 審査料

環境影響評価の審査料は表 5.2.22 に示すとおりである。EC については、一律で PKR 40,000/- であるが、IEE や IEA はプロジェクト費用に応じて審査料が設定されている。

表 5.2.22 環境影響評価の審査料

プロジェクト費用 (百万 PKR)	審査料
20 まで	PKR 50,000/-
20 以上 100 まで	PKR 100,000/-
100 以上 200 まで	PKR 200,000/-
200 以上 500 まで	PKR 400,000/-
500 以上	PKR 600,000/-
EC または環境管理計画 (EMP) の審査料は、PKR 40,000/-	

出典：Sindh 州環境保護庁規則を基にプロジェクトチーム作成

(d) JICA ガイドラインとのギャップ

JICA GL とパキスタンの環境関連法規 (Sindh 州環境保護法 (Sindh Environmental Protection Act, 2014) 及び Sindh 州環境保護庁規則) とのギャップの有無を確認し、本事業での対処方針を検討した。大きな相違がない項目はパキスタンの制度に従い、パキスタンの関連法規で言及されていない項目は JICA GL に従う方針とした。

JICA GL とパキスタンの環境関連法規の比較項目を表 5.2.23 に示す。

表 5.2.23 JICA GL とパキスタンの環境関連法規の比較項目

主な事項
基本的事項
対策の検討
検討する影響スコープ
法令・基準・計画等との整合性
社会的合意
気候変動
生物多様性
非自発的住民移転及び生計手段の喪失
先住民族
モニタリング
苦情処理
情報公開

出典：プロジェクトチーム

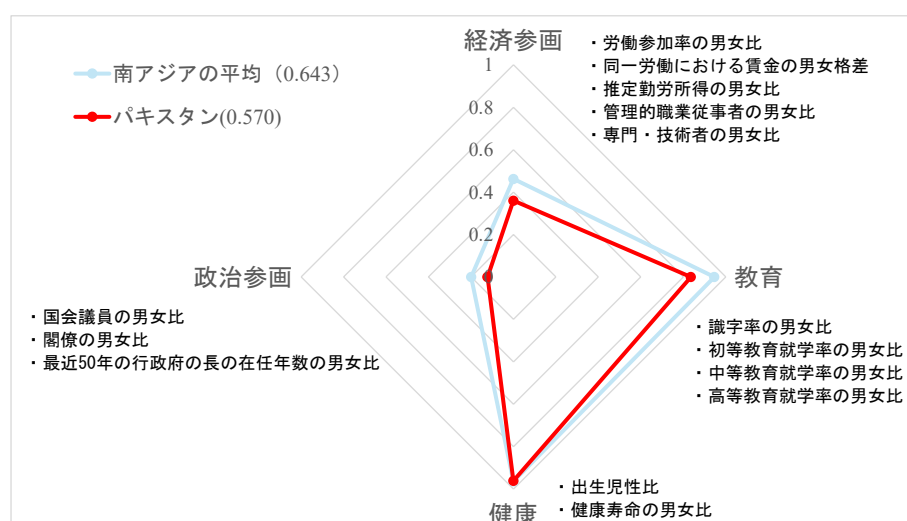
### (3) パキスタンのジェンダー主流化への取り組み

#### 1) ジェンダー事情の概要

パキスタンでは、憲法の下で男女平等が保障され、女性に対するあらゆる差別が禁止されている。一方で、伝統的な家父長制に基づく社会通念や規範により、女性の移動の自由や教育・保健医療へのアクセス、経済活動への参加や雇用、土地の所有や相続権などが制限されており、女性の権利が十分に保障されていない。結果として、女性の社会進出が大きく遅れ、開発への役割を十分に果たせていない。

ジェンダーに関する国際的な指数として、世界経済フォーラム（World Economic Forum: WEF）が発表しているジェンダーギャップ指数（Gender Gap Index: GGI）がある。GGI は、4 つの分野（経済参画、教育、健康、政治参画）14 項目におけるジェンダー平等の現状（男性に対する女性の割合）を示している。Global Gender Gap Report 2024 によると、パキスタンの 2024 年の GGI は 0.570（0 が完全不平等、1 が完全平等）で 146 カ国中 145 位にランクされている。分野別にみると、経済参画 143 位、教育 139 位、健康 132 位、政治参画 112 位となっており、いずれも 3 桁順位であった。

ジェンダーギャップ指数（2024 年）を図 5.2.18 に、ジェンダーギャップ指数の項目別の内訳（2024 年）を表 5.2.24 に示す。



出典：世界経済フォーラム「Global Gender Gap Report 2024」を基にプロジェクトチーム作成

図 5.2.18 ジェンダーギャップ指数 (2024 年)

表 5.2.24 ジェンダーギャップ指数の項目別の内訳 (2024 年)

	順位	値	男女差	女性	男性
経済参画	143	0.360	-	-	-
労働参加率の男女比	140	0.304	-56.14	24.53	80.67
同一労働における賃金の男女格差	81	0.620	-	-	-
推定勤労所得の男女比	136	0.249	-6.43	2.13	8.57
管理的職業従事者の男女比	140	0.061	-88.59	5.71	94.29
専門・技術者の男女比	134	0.358	-47.23	26.39	73.61
教育	139	0.836	-	-	-
識字率の男女比	137	0.671	-	-	-
初等教育就学率の男女比	125	0.876	-9.68	68.34	78.02
中等教育就学率の男女比	135	0.843	-7.11	38.20	45.32
高等教育就学率の男女比	111	0.926	-1.03	12.90	13.93
健康	132	0.961	-	-	-
出生児性比	1	0.944	-	-	-
健康寿命の男女比	141	0.999	-	-	-
政治参画	112	0.122	-	-	-
国会議員の男女比	113	0.193	-67.60	16.20	83.80
閣僚の男女比	134	0.063	-88.24	5.88	94.12
過去 50 年の行政府の長の在任年数の男女比	37	0.104	-40.55	4.73	45.27

出典：世界経済フォーラム「Global Gender Gap Report 2024」を基にプロジェクトチーム作成

## 2) 関連法令・政策

2010 年代以降、パキスタンのジェンダーに関する取り組みとして、女性や少女、ジェンダーマイノリティーの地位を改善するための法律や政策の整備が進められてきた。Sindh 州に適用されるジェンダーに関する法律は表 5.2.25 に示すとおりであり、主に女性に対する暴力を防止し、女性の権利を保護することを目的としたものとなっている。

表 5.2.25 Sindh 州のジェンダーに関する法律のリスト

和名	英名	年度
Sindh 州ヒन्दゥー教徒婚姻 (改正) 法	Sindh Hindus Marriage (amendment) Act	2018
トランスジェンダー法	Transgender Persons (Protection of Rights) Act	2017
酸規制及び酸犯罪防止法	Acid Control and Acid Crime Prevention Act	2016
反名誉殺人法	Anti-Honor killing Act	2016
反レイプ法 (刑法改正)	Anti-Rape Act (Criminal Laws Amendment)	2016
マイノリティ保護法	Criminal Law (Protection of Minorities)	2016
児童婚禁止法	Child Marriage Restraint Act	2014
家庭内暴力防止及び保護法	Domestic Violence (Prevention and Protection) Act	2013
女性的慣習防止法 (刑法改正)	Anti- Women Practices Act (Criminal Laws Second Amendment),	2011
職場における女性に対するハ ラスメント防止法	The Protection Against Harassment of Women at the Workplace Act	2010

出典：Women Development Department Government of Sindh 「Gender Equality & Women's Empowerment Policy」を基に  
プロジェクトチーム作成

ジェンダーに関する政策として、Sindh 州では、女性開発局 (Women's Development Department: WDD) が主導し、2013 年に女性の地位向上及び開発政策 (Sindh Women's Empowerment and Development Policy 2013) を策定・成立させ、ジェンダー主流化を進めてきた。その後、2019 年に同政策の改正を行い、ジェンダー平等及び女性の地位向上政策 (Sindh Gender Equality and Women's Empowerment Policy) を策定した。本政策は 2020 年～2030 年までの 10 年間にわたり適用され、3 年ごとの見直しが可能となっている。

本政策のビジョン、ミッション及び政策目標は表 5.2.26 に示すとおりである。

表 5.2.26 Sindh 州ジェンダー平等及び女性の地位向上政策のビジョン、ミッション及び政策目標

ビジョン	平和で民主的、公正で豊かな Sindh 州では、女性と少女は平等な市民であり、家庭から国内および国際レベルに至るまで意思決定に参加し、暴力、差別、搾取、放置、虐待のない生活を送ることができ、社会的、政治的、経済的権利を完全に享受できる。
ミッション	Sindh 州全域において、女性と少女を平等な市民として強化するセクター全体及びセクター別の改革を実施し、必要な法的、行政的、財政的、制度的な措置を講じることで、ジェンダー平等と女性の地位向上を推進・前進させる。
政策目標 1	健全な政策、慣行、強制力のある法律を採択し、あらゆる形態の性別に基づく差別、暴力、搾取、虐待、放置をなくすことにより、ジェンダー平等と女性及び少女の権利を保護する。特に、農村女性、都市の貧困女性、少数民族女性、障害を持つ女性、高齢女性、災害や紛争の多い地域、国内避難民の女性、不利な立場にある女性、少女の権利に焦点を当てる。
政策目標 2	Sindh 州全域の州、地区、郡レベルにおいて、ジェンダーに配慮した計画、予算編成、報告、戦略開発、実施、評価を促進・実施することで、ジェンダー主流化を図る。
政策目標 3	女性及び少女への投資を保護・拡大し、開発への権利を含む市民的、文化的、経済的、政治的、社会的権利におけるジェンダー格差を解消するために、女性の地位向上に直接的に貢献し、またはジェンダー平等と女性の地位向上への障壁を取り除く (複数) 部門別プログラム、計画、プロジェクトを調和させ、適切に資金提供する。

政策目標 4	ジェンダー平等及び女性の地位向上に関する憲法、国家・地方の公約及び国際的義務を完全に効果的に実施し、保護するための、強固かつ公正で、参加型で、透明性が高く、効果的な説明責任を果たす制度及びメカニズムを構築する。
政策目標 5	ジェンダー平等と女性の地位向上のためのパートナーシップ、同盟、調整、協力メカニズムを強化し、戦略への支援を動員し、専門知識を共有し、知識を生み出し、能力を構築し、州政府と連邦政府、法制度、支援構造の内部及び間でジェンダー平等と女性及び少女の地位向上を促進するために必要な技術及び財源の移転を確保する。
政策目標 6	女性に対するあらゆる形態の差別の撤廃に関する条約（Convention on the Elimination of All Forms of Discrimination against Women: CEDAW）、北京行動綱領（Beijing Platform for Action: BPfA）、国際人口開発会議（International Conference on Population and Development: ICPD）とその行動計画（Plan of Action: PoA）、持続可能な開発目標（Sustainable Development Goals: SDGs）、及びジェンダー平等を推進するその他の国際人権規約、条約、協定の効果的な実施と報告を確保する。
政策目標 7	ジェンダー平等と女性の地位向上に影響を与える具体的な重複する公共政策に情報を提供することを目的とした、データ収集、整理、分析の改善により、ジェンダーデータの格差を解消すること。また、ジェンダー平等と女性及び少女の地位向上の成果を投入と資源と比較して測定するために、地方の各部署及び調査手段全体にわたって性別データ収集、モニタリング、報告を制度化すること。
政策目標 8	女性や少女の権利を損なう、または差別を助長する家父長的な考え方、性別による固定観念、特定の行動、態度、慣習をターゲットとした積極的措置を講じ、地域の予防、教育、救済、支援のシステムやメカニズムを合理化する。
政策目標 9	州のジェンダー平等及び女性の地位向上政策の目標を達成するために、国内及び国際的な資金源を含む国内資源を動員する。

出典：Women Development Department Government of Sindh 「Gender Equality & Women's Empowerment Policy」を基にプロジェクトチーム作成

#### (4) 治水分野のジェンダー対策案

河川堤防の改修・強化といった治水事業におけるジェンダー問題としては、主に建設工事における労働環境や労働条件が挙げられる。ここでは、建設部門におけるジェンダー問題を整理し、対策案を検討した。

##### 1) 建設部門におけるジェンダーの課題

GIZ が出版している「How to overcome gender bias in the Pakistani construction sector」によると、女性の募集、採用や労働条件に関して、以下のような課題が挙げられている。

- ・ 標準化されていない採用手続き：標準化した仕組みがないことで、採用、選考、業績評価、昇進などの人事に関する事項が、主に男性の意思決定権者によって処理される。
- ・ 女性は仕事ができないという一般的な思い込み：国際労働機関（ILO）によると、女性は熟練した建設作業をこなせないと思われる傾向にある。そのため、多くの女性は男性の部下として働くことになり、主に事務職に就いている。
- ・ 貧弱なインフラの影響：女性は安全でない職場や遠隔地の職場、貧弱なインフラや交通機関によって直接的または間接的に影響を受ける。
- ・ 職場の不十分な設備：女性労働者のための独立したトイレやシャワー、更衣室が用意されていないことが多い。
- ・ 建設現場でのステレオタイプやセクハラ：男女間の不平等の障壁や原因に対する認識が大きく異なり、宗教的・文化的背景の影響を受けるケースがある。

- ・ 同一労働に対する同一賃金：女性の賃金は男性と同じでないことが多い。

## 2) ジェンダー対策案

上記で挙げられた課題に対し、女性が働きやすい環境とするために以下のような対策案が考えられる。

- ・ 建設現場や事務所への交通手段の提供
- ・ 女性用トイレや休憩スペース（更衣室）、夜間照明等の設置によるプライバシーや安全性の確保
- ・ 建設工事従事者向けのジェンダーに基づく暴力、性的搾取・虐待及びセクハラに関する研修の実施
- ・ 同一労働同一賃金の原則で、性別による賃金差をつけない

また、事業の計画段階では、ステークホルダー協議の中で、地域住民等へ事業概要を説明した上で意見を収集し、可能な限り得られた意見を事業に反映させるプロセスがある。一方パキスタンでは、社会的・文化的に女性が男性と一緒にそういった協議に参加することが難しい場合がある。その場合、女性の意見が事業に反映されないリスクがあるため、必要に応じて男女を分けてステークホルダー協議を実施することも有効である。

### 5.2.7.5 堤防強化プロジェクトの評価

本検討において提案するスキームの各種特徴に関する評価及び妥当性を表 5.2.27 に整理する。表 5.2.27 の整理から、本検討で提案するプロジェクトの実施は妥当であるといえる。

表 5.2.27 堤防強化プロジェクトの評価

項目	侵食対策 Moria Loop Bund	備考
施工延長	堤防強化工：L=2.25 km 低水護岸工：L=1.15 km	堤防本体の強化と併せて、堤防本体を保護するための現況河岸への対策工を実施
被害軽減効果	既設堤防強化及び保護の緊急性が高く、かつ背後に人口集中地（Larkana）が近接していることから、実施による被害軽減効果は十分。 ＜破堤した場合の想定被害＞ ・ 想定被害額：323,802 mil. PKR ・ 近隣都市への洪水到達時間：14 時間 ○	後背地特性をみると、上流が氾濫したほうが被害範囲や額は大きいですが、都市部などの資産集積地への被害リスクを考える。
環境社会影響	プロジェクト影響範囲に家屋密集地域、農地や自然保護対象となる区域はなく、影響はほとんどない。 ○	
施工性・難易度	現地で調達可能な材料や一般的な工法で施工可能。 ○	
コスト	12,215 mil. PKR	
妥当性	妥当	

凡例:◎. より優れる; ○. 十分である／問題はない; △.課題がある

出典：プロジェクトチーム

### 5.2.7.6 今後必要となる検討

#### (1) 追加地形測量及び土質調査

本検討では堤防及び河岸の横断測量と地質調査を実施したが、今後より詳細な検討を行い堤防線形や低水護岸線形を決定していく中で、追加の地形測量や地質調査を行う必要がある。それらの結果を踏まえ、対策工範囲や工種の最終化を行うこととなる。

#### (2) 設計流速の算出

前述の低水路を含む横断測量結果より設計水深を設定し、マンニングの公式より平均流速を算定し、湾曲補正等を考慮して設計流速を算出する。

#### (3) 堤防の護岸工種の検討

堤防に設置する護岸に関して、コンクリートフェーシング以外の護岸工種で適用可能なものを比較検討の上で最適な護岸工種を決定する必要がある。

#### (4) 川裏側法面保護の検討

川裏側法面の被覆工に関しては、本検討で提案している Stone Pitching の使用以外に、下記のような材料について調査や適用性の検討が必要である。

- ・ 張芝に代わる乾燥に強い植物を使用した種子吹付工
- ・ 侵食防止シート
- ・ ジオテキスタイルを用いた被覆材

#### (5) 水理検討による水制工諸元の検討

本検討では現在右岸側に寄っている低水路の流れへの水はね効果を目的として、低水護岸沿いに水制群を提案している。これらの水制による河道の流れへの影響について、水理模型実験や平面二次元水理解析によりその効果を検証するとともに、配置や長さの最適化を検討する必要がある。

## 5.3 堤防の整備及び管理に関する能力強化セミナーの実施

### 5.3.1 堤防の整備及び管理に関する能力強化セミナー（1）

2024 年 6 月 3 日に堤防の整備及び管理に関する能力強化セミナーの第 1 回を実施した。第 1 回の主たる議題は、プロジェクトチームが活動 2-1 で実施した各州の堤防技術マニュアルの比較分析結果であった。セミナープログラムは表 5.3.1 のとおりである。

表 5.3.1 第 1 回セミナープログラム

Time (Hours)		Description of the Agenda Item	Speaker/Presenter/Facilitator
No.	Time (PST)		
	10:00 - 10:10	Opening Remarks	Mr. Ahmed Kamal, Chairman FFC
	10:10 - 10:20	Introduction	All Participants
	10:20 - 10:30	Brief Project Introduction	Mr. GOTO, Team Leader, JICA Project Team.
	10:30 - 11:30	Presentation on Comparative Analysis of Design Manuals of Flood Bunds in Sindh, Punjab Provinces in Pakistan and Japan.	Mr. TAKAYAMA, Deputy Team Leader.
	11:30 - 12:20	Q & A session and discussion	All Participants
	12:20 - 13:30	Lunch & Prayer Break	

Time (Hours)		Description of the Agenda Item	Speaker/Presenter/Facilitator
No.	Time (PST)		
	13:30 -14:15 14:15 -15:00	Presentation on Issues and challenges on Design, Construction and O&M of flood bunds (Focusing on the current Technical Manuals and Specifications).	Representative PID Punjab Representative PID Sindh
	15:00 – 15:50	Discussion Session Issues and Challenges on Bund Design General Discussion	All Participants  (TEA will be served during Discussion)
	15:50 -16:10	Certificate Distribution	Mr. Ahmed Kamal & Mr. GOTO
	16:10 -16:15	Closing Remarks	Mr. Ahmed Kamal CEA / CFFC
	16:15 -16:20	Vote of Thanks	Mr. GOTO, JICA Team Leader

出典：プロジェクトチーム

プロジェクトチームから説明した主要な事項は以下の通り。

- ✓ Sindh 州と Punjab 州の技術マニュアルの比較、記載不足箇所の洗い出し、追記の必要性、パキスタンと日本の堤防技術マニュアルの比較分析、パキスタンのマニュアルに対する改善提案
- ✓ 堤防の施工・維持管理、品質管理、安全評価、管理計画、河川状況のモニタリング、管理計画の PDCA サイクルの導入を含む日本のガイドライン・基準の分析に基づく点検手順
- ✓ 基礎データ収集と機材を用いた検査探査の重要性
- ✓ 堤体材料の材料に関する規定に関する提案
- ✓ 斜面の安定性解析と浸透制御解析
- ✓ 複数年を見据えたアセットマネジメント計画の考え方を導入した、PDCA サイクル型の堤防管理について提案

次に、Sindh-PID より下記内容についてプレゼンテーションとともに説明があった。

- ✓ 3 つの主要な堰(Guddu、Sukkur、Kotri)とそれに関連する堤防(バンド)と水制の詳細を含む、Sindh 州の洪水防止インフラの概要
- ✓ Indus 川は乾燥した低地を流れているため、洪水がピークに達した後も、川沿いの水が周辺地域に長く残る。この状況に対応するために、二線堤は Guddu から河口付近の Indus 川の両岸に沿って建設されている。
- ✓ 堤体内の水面の傾斜である動水勾配は、浸透に対する安定性を評価するために重要である。急すぎる動水勾配は、堤防の内部侵食やパイピング破壊につながる可能性がある。設計洪水位と堤防天端の間の垂直高さである余裕高は、越水に対する安定性を高めるために不可欠。余裕高は、2010 年のパキスタンの洪水後に再設定された仕様または流れ条件に基づいて設計する必要がある。
- ✓ Sindh 州の Bund Manual は技術の進歩や革新を考慮して改訂する必要がある。

次に、Punjab-PID より下記内容についてプレゼンテーションとともに説明があった。

- ✓ 堤防の建設は、主に（事前投資的な）積極的なアプローチではなく、（対症的な）反動的なアプローチに基づいている。洪水時に河川の蛇行挙動によって深刻な被害が発生した場合、

影響を受ける範囲は、水理模型実験や必要な構造物設計のために抽出される。しかし、河川調査のための近代的な設備が不足しているため、このようなモデル検討は適切に実施されていない。

- ✓ そのため、PID-Punjab には、設計部門 Director の監督下で設計部門が設置されたが、当該部門は、設計、数値モデリングの専門家を抱えておらず、Lahore の Nandipur にある灌漑研究所(IRI)の水理模型のみに頼っている状況である。
- ✓ 洪水により被害が発生し、復旧作業が元の設計パラメータに基づいて、または現場での経験に頼って行われる場合、一般的な設計プロセスで採用されている数値モデリングや最新技術による検証が不足している。
- ✓ また、堤防の建設は能力の低い施工業者によって行われることが多く、財政的制約もありプロジェクトが遅れることがある。そのような実態を考慮せずに、水理模型実験による推奨事項を部分的に反映すると、設計が不完全または不正確になる可能性がある。さらに、現地材料の混合と締固めは、予算が限られているため、必ずしも国際基準に準拠しているとは限らない。
- ✓ Indus 川について、堤防の建設に使用される石は、通常、Sakhi Sarwar (D.G.Khan)と Sikhanwali (Sargodha)の採石場から得られている。ただし、この材料の品質と適合性は、必要な基準を常に満たしているとは限らない。

また FFC より、プロジェクトチームからの提言を PID と共有してレビューを行う旨が示された。加えて、今後のセミナーでは、Ministry of Planning, Development & Special Initiatives の水資源課など、他の利害関係者も招待したい旨の発言があった。

なお、本セミナー後、Sindh-PID からの要請に基づき、7月23日に Sindh-PID の技術者へ、7月26日に Sindh-PID の長官へ、同様の内容についてのプレゼンテーションを行った。



出典：プロジェクトチーム

写真 5.3.1 FFC での第1回セミナーの様子  
(イスラマバード)



出典：プロジェクトチーム

写真 5.3.2 Sindh-PID でのセミナーおよび長官への説明の様子  
(Sindh 州カラチ)

### 5.3.2 堤防の整備及び管理に関する能力強化セミナー（2）

2024 年 12 月 19 日に堤防の整備及び管理に関する能力強化セミナーの第 2 回を実施した。第 2 回の主たる議題は、下記の通りである。また、セミナープログラムは表 5.3.1 のとおりである。

- ・ Indus 川堤防脆弱地点インベントリー調査結果と推奨事項（活動 2-2 関連）
- ・ Sindh 州の Bund Manual および Punjab 州の Manual for Irrigation Practice への補足資料案（活動 3-2 関連）
- ・ Indus 川の堤防管理に関する短中期行動計画案の検討経過報告（活動 3-3 関連）
- ・ PDCA 型維持管理のパキスタンへの導入（活動 2-3 関連）

表 5.3.2 第 2 回セミナープログラム

Time (Hours)		Description of the Agenda Item	Speaker/Presenter/Facilitator
No.	Time (PST)		
	10:00 - 10:10	Opening Remarks	Mr. Athar Hameed, CEA/CFFC
	10:10 - 10:20	Introduction	All Participants
	10:20 - 10:30	Brief Project Introduction	Mr. GOTO, Team Leader, JICA Project Team.
	10:30 - 10:55	Presentation on Inventory survey, its outcome and recommendations.	Mr. NAKAMURA, Dike Maintenance Specialist (2)
	10:55 - 11:15	Presentation on draft addendum to the Pakistani Technical Bund manuals, i.e.MIP and Sindh bund manual.	Mr. GOTO, Team Leader, JICA Project Team.
	11:15 - 11:45	Presentation on Adopting the Plan-Do-Check-Act (PDCA) Cycle O&M for the Bunds in Pakistan.	Mr. TAKAYAMA, Deputy Team Leader.
	11:45 - 12:00	Presentation by PID Sindh on flood fighting and damages experiences during 2024.	Representative from PID Sindh
	12:00 - 12:15	Presentation by PID Punjab on flood fighting and damages experiences during 2024.	Representative from PID Punjab
	12:15 - 12:45	Q & A Session	All Participants
	12:45 - 13:45	Lunch & Prayer Break	(Lunch Box will be served)
	13:45 - 14:30	Progress on short and mid-term plans for the bund maintenance and management.	Mr. GOTO, Team Leader, JICA Project Team.
	14:30 - 15:00	Q & A and Discussion Session	All Participants

Time (Hours)		Description of the Agenda Item	Speaker/Presenter/Facilitator
No.	Time (PST)		
	15:00 -15:15	Certificate Distribution	Mr. Athar Hameed & Mr. GOTO
	15:15 -15:20	Closing Remarks	Mr. Athar Hameed CEA / CFFC
	15:20 -15:25	Vote of Thanks	Mr. GOTO, JICA Team Leader

出典：プロジェクトチーム

プロジェクトチームから説明した主要な事項は以下の通り。

- ✓ 堤防インベントリー調査の結果と結果の活用や作成したインベントリー帳票の今後の運用に関する推奨事項
- ✓ 堤防インベントリー調査結果に基づく、各堤防脆弱地点のグループ分けによる堤防評価手法についての提案
- ✓ 堤防技術マニュアル補足資料に関して、作成の基本的な考え方について説明するとともに、能力強化のためのセミナー、ワークショップ、トレーニングプログラムの継続的实施を強調
- ✓ パキスタンの実情に即した堤防維持管理に関して、日本の河川砂防技術基準で紹介されている PDCA 型維持管理フローをベースに、PDCA サイクル型マネジメントの導入を提案
- ✓ 上記の PDCA サイクル型マネジメントをパキスタンで実施するために、PDCA の各フェーズや、各関係機関で必要となる対応や行動を提案
- ✓ 限られた予算や人員と比較して、長大な堤防である点を踏まえ、効率的・効果的な堤防維持管理のためには、まずは情報管理の強化と促進の重要性を強調
- ✓ Indus 川の堤防管理に関する短中期行動計画案に関して、上述の堤防評価結果に加えて、背後地の想定氾濫被害を考慮しての分類を検討中である点を報告
- ✓ 上記に関連して、本来有すべき滑らかな堤防線形が人為的な要因により維持されていない箇所がある点を指摘し、そのような要因を作り出している堤防への防災投資は好ましくないことを説明

次に、Sindh-PID より下記内容についてプレゼンテーションとともに説明があった。

- ✓ Sindh PID の堤防管理の概要を紹介し、洪水防御施設の詳細を説明
- ✓ 対策すべき堤防箇所の優先順位の選定に関しての主な要因、データ収集技術、脆弱性評価、洪水分析、老朽化評価、及び推奨事項について説明
- ✓ 本邦研修中に、老朽化による影響について学んだことを説明
- ✓ Sindh 州の堤防管理の主な目的は、河川沿いの地域を洪水から防護し、河川の流れを維持して河川の蛇行を防ぎ、農業および都市地域を水浸しや浸食から守ること
- ✓ 対策すべき堤防箇所の優先順位の選定に関して、主要な情報として、河川形態、河川流量パターン、河川の蛇行、堆積物の堆積、水文学的データ、流量、水位、破壊の歴史、浸食の危険地域、地質データ、土壌の安定性、及び洪水時の堤防性能の監視の重要性について説明

次に、Punjab-PID より下記内容についてプレゼンテーションとともに説明があった。

- ✓ 2022 年の洪水被害は主に、658 年に一度の大洪水と河川の洪水が組み合わさったことによるものだと説明
- ✓ 堤防は河川の洪水データと流送土砂から設計されているが、大洪水の流入で河川の流送土砂が 200%増加したため、今後は大洪水データの追加も考慮して河川の堤防を設計することの重要性を強調

また、表 5.3.3 にセミナー中の主な質疑応答の内容について整理する。

表 5.3.3 第 2 回セミナーでの主な質疑応答内容の整理

質疑内容	応答内容
(PID Punjab) 2022 年の洪水で D.G.Khan (Punjab) からの Hill Torrent からの洪水が大きな被害をもたらしたが、なぜ現在の JICA プロジェクトに Hill Torrent からの洪水が含まれていないのか。	(JICA プロジェクトチーム) 現在のプロジェクトは Indus 川沿いの脆弱な地点での堤防管理を強化することを目的としている。今後のプロジェクトでは、Hill Torrent からの洪水被害への対応も考慮する可能性がある
(PID Punjab) 堤防は通常、地元で入手可能な材料を使用して建設されるが、これは大洪水時に堤防が破堤する主な理由である。	(JICA プロジェクトチーム) 適切な材料を使用し、適切な締固めを行うことが堤防の強度、耐久性、及び将来の洪水被害からの保護を向上させることが重要である。
(PID KP) D.I.Khan 地区の洪水防御堤防が毎回の中～高洪水時に損傷している。これらの堤防も現在の JICA プロジェクトに含めるべきではないか。	(JICA プロジェクトチーム) 現在のプロジェクトは Punjab と Sindh の PID に限定されているが、Haripur Hazara での洪水防御プロジェクトや 45 の洪水テレメトリーステーションの設置など、KP 州では別のスキームの下で事業が実施されている。
(PID Sindh) JICA チームが 164 以上の脆弱なポイント (VPs) のインベントリー調査を行ったことについて、どのようにしてそのリストを作成したのか。	(JICA プロジェクトチーム) これらのポイントは 2023 年の洪水後に PID が作成したリストに掲載されたものであり、すでに PID により認知されている。
(PID Sindh) なぜ Indus 川の右岸だけが JICA プロジェクトの対象となっており、左岸が無視されているのか。	(JICA プロジェクトチーム) 右岸の方が地形的に川の流れが集中しやすいことに加え、破堤による浸水と被害が大きいため、右岸が優先されている。将来のプロジェクトでは、左岸も考慮される可能性がある。
(PID Sindh) 現場に多くの石があるが、JICA プロジェクト (無償事業および本業務のプレ F/S) はそれをどのように扱うのか。	(JICA プロジェクトチーム) 現場に多くの石があることを認識しており、PID Sindh からの数量等に関する情報が提供されれば、検討上考慮することが可能である。
(PID Sindh) 堤防のループ内にいくつかの都市や町が含まれているのか。	(JICA プロジェクトチーム) 主に農地がループ内にあり、小規模な集落がある程度。
(JICA プロジェクトチーム) FFC は今後の堤防管理プロジェクトを扱う意思があるか。	(FFC) ツール、設備、施設、人員、財政の深刻な不足のために成功していないが、確かにその意思がある。また、憲法改正により水セクターが州の管轄となり、連邦政府が予算を州に直接配分しているため、FFC の役割が小さくなっている。

出典：プロジェクトチーム



出典：プロジェクトチーム

写真 5.3.3 FFC での第 2 回セミナーの様子  
(イスラマバード)



## 第6章 プロジェクト目標の達成度

### 6.1 プロジェクト目標達成度の評価

本業務のプロジェクト目標は、「Indus 川本川のタルベラダム下流における堤防管理のための連邦洪水委員会の能力が強化される」である。目標の達成度の評価に資する情報の入手手段は、下記2点である。

- ① 改定版堤防管理マニュアル（案）
- ② FFC が承認した行動計画及び優先プロジェクトリスト

#### 評価指標に資する情報の状況

評価指標に資する情報となっている、①改定版堤防管理マニュアル（堤防管理マニュアル補足事項集）については、第2、3回 JCC 及び第1、2回堤防管理セミナーにおいて、その目的・内容を紹介・説明した上で、コメントを受けて提出している。また、②FFC が承認した行動計画及び優先プロジェクトリストについても、第3回 JCC にて、FFC 議長により承認して得ており、ミニッツにその旨記載されている。

#### 評価指標から見た達成度

この目標の評価指標は、下記の2点である。

評価指標①：本事業を通じて、Indus 川における今後の堤防管理の技術的基準及び点検手法が連邦洪水委員会（FFC）内で認識される。

評価指標②：Indus 川の堤防の整備に関する行動計画及び優先プロジェクトが FFC により承認される

評価指標①については、FFC に対して、堤防管理マニュアル補足事項集並びにその作成に必要であった調査分析（堤防管理マニュアル比較分析及び堤防インベントリー調査）の結果等の説明・協議を行い、最終的には堤防セミナー及び JCC 会議等にて、以下の認識を得られている。

#### (1) 各州マニュアルの補完の必要性

各州で運用されているマニュアルには、実務上（特に建設工事等）において情報が不足している部分が散見される。これを補うために、本業務において作成した補足資料集の活用が必要である。また、この補足資料集は特定の州に限らず、他州での適用も可能であることから、広域的な活用が期待される。

#### (2) 堤防インベントリー台帳の整備と活用

これまで各種資料や情報が散逸的に保管されていた堤防に関するデータを、本業務を通じて「堤防インベントリー台帳」として一元的に集約した。今後はこの台帳を活用することで、堤防管理の効率化が可能となる。また、堤防の状態変化や工事履歴などの反映のために、少なくとも年に一度の定期的な更新が必要である。

### (3) 効率的な点検手法と管理体制の構築

堤防の健全性を点検する際、現地での点検において適切な機材を使用することで、作業の効率化と点検精度の向上が図られる。さらに、FFC および PID を連携させて PDCA サイクルを適用することにより、両者それぞれの役割を活かしながら、計画的かつ継続的な堤防管理の推進が求められる。

評価指標②については、堤防健全度及び破堤による被害レベルの分析結果に基づき、堤防整備に係る短中期レベルの行動計画が策定され、その中から優先プロジェクトが選定されている。さらに、優先プロジェクトについては、実施に向けた Pre-F/S が行われた。以上の内容については、第 3 回 JCC 会議において協議を行い、合意を得た。FFC は、今回の Pre-F/S の対応箇所に対して強固な対策が必要であることを把握した上で、本業務で選定された緊急対策箇所については、同様の対応が必要であることについて確認した。なお、これらの結果に至る活動過程においても、適宜コンサルテーション会議を開き、FFC と説明・協議を行っている。

上記 2 点の評価指標を十分に満たしていると考えられ、プロジェクト目標は達成できたと考えられる。

## 6.2 活動実績とその結果から見た達成度

下記(1)～(6)項の指標により達成度は 100%と言える。

### (1) 活動別評価

本業務における成果 1～5 を達成するための活動は全て実施・完了している。下記は各活動の作業フローである。各活動の計画と実績は、大統領選挙期間、ラマダン周辺の渡航禁止等に影響を受けたが、FFC と調整して全ての活動を完遂した。

表 6.2.1 作業フロー計画と実績

期間		作業項目		2023年		2024年												2025年				
				11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	
				雨季期間												ラマダン						
成果 1	0-1	気候変動を考慮した2022年洪水の再現性について分析(JICA直営で実施済み)	計画																			
			実績																			
成果 2	2-1	パキスタンの州ごとの堤防に関する技術マニュアルの比較分析の実施	計画																			
			実績																			
	2-2	インダス川本川堤防の現況に関するインベントリー調査の実施	計画																			
			実績																			
	2-3	パキスタン政府の体制に適したインダス川本川堤防の維持管理手法の検討	計画																			
			実績																			
	2-4	インダス川本川堤防の脆弱部における維持管理のデモ活動の実施	計画																			
			実績																			
成果 3	3-1	インダス川本川堤防に関する既存計画・事業の現状分析	計画																			
			実績																			
	3-2	既存のパキスタン国内における堤防に関する技術マニュアルに対する補足資料の作成	計画																			
			実績																			
	3-3	堤防管理に向けた短中期の行動計画の位置付けの整理及び策定	計画																			
			実績																			
成果 4	4-1	成果3で策定した短中期の行動計画の優先活動の抽出及び整理	計画																			
			実績																			
	4-2	優先して実施すべきプロジェクトの特定	計画																			
			実績																			
成果 5	5-1	成果4で特定した優先プロジェクトのプレF/Sの実施	計画																			
			実績																			
	5-2	堤防の整備及び管理に関する能力強化セミナーの実施	計画																			
			実績																			

【凡例】 現地業務期間: ■■■■■ 国内作業期間: ■■■■■

出典: プロジェクトチーム

(2) 成果 1-5 の達成度

成果 1~5 の成果の達成度を量るため、成果指標に基づく評価等を、表 6.2.2 に整理した。本業務では成果目標の全ての要求を満たし、達成を助成する活動も行っている。

表 6.2.2 成果指標に基づく業務の達成度

成果	目標	内容
成果 1	成果	気候変動を考慮した 2022 年洪水の再現性について分析される。(JICA により達成済み)
	指標	パキスタンで発生した 2022 年洪水の再現性について整理、とりまとめられる。
	実績	貴機構により本業務開始前に達成済み。本業務においても、C/P の今後の対応を助成するために、①各国の気候変動に対する治水対応、②治水分野での適応技術指針が不足、等の事項を JCC や定期的に行っていたコンサルテーション会議にて説明・協議を行った。
成果 2	成果	既存堤防に対する点検及び品質管理に関するメカニズムが構築される。
	指標	既存堤防に対する点検及び品質管理に関する資機材が提供され、関連するマニュアルが整備される。
	実績	① 指標に基づく達成度

		<p>既存堤防の点検及び品質管理に資する資機材については、FFC 及び PID と協議の上選定され、これを購入し、提供した。堤防管理マニュアル補足事項集を現行マニュアルのアタッチメントとして作成・配布した。</p> <p>② 達成に資する関連活動</p> <p>既存堤防に関する現場・文献調査を行った上で、PID の今後の堤防管理に資する堤防インベントリー帳票を作成し、その情報を用いて堤防の評価を実施した。堤防マニュアルに関する比較検討を行い、両州及び日本の技術指針を踏まえて、相互補完並び補足・追記を行い、現行マニュアルのアタッチメントとなるマニュアル補足資料集を作成した。</p> <p>また、パキスタンの堤防管理の実情に則した維持管理手法の検討に関して、日本の河川における維持管理を参考に、PDCA サイクル型堤防維持管理フローを提案した。PDCA サイクル自体の考え方がパキスタンには浸透していないため、詳細版と簡易版のフロー図を作成した。PDCA サイクル型堤防維持管理フローは後述のデモ活動の中でも各 PID の職員へその必要性と重要性を説明した。</p> <p>さらに、2025 年 2 月に Punjab-PID、Sindh-PID それぞれの職員を対象として、堤防維持管理に係るデモ活動を実施した。デモ活動では成果 2 のための活動で作成した堤防インベントリー帳票、堤防評価フローの活用方法を説明し、各 PID の職員に実践してもらった。また、堤防の調査のための機材として供与した表面波探査機材とドローン測量機材を用いて、現場での調査及び室内結果での結果分析を、各 PID の職員とともに実施した。参加した職員からは機材及び堤防帳票等に対する強い興味や今後の取り組みへの意欲が示され、活動の中で活発な議論や質疑がなされたことから、能力強化の面からも大きな効果があったといえる。</p>
成果 3	成果	Indus 川の堤防管理に関する短中期の行動計画が策定される。
	指標	タルベラダム下流における Indus 川の堤防管理に関する短中期の行動計画が策定される。
	実績	<p>① 指標に基づく達成度</p> <p>FFC、PID 及び JICA と協議し、優先度カテゴリーで括られた、堤防群の整備計画を策定した。</p> <p>② 達成に資する関連活動</p> <p>行動計画について FFC 及び PID のステークホルダーへの合理的な説明責任を考慮し、破堤後の後背地への影響を確認するために、代表 VP 箇所からの氾濫シミュレーションを実施し、FFC 及び PID に説明した。このような全体的な Indus River 氾濫原での氾濫シミュレーション実施は、パキスタンでは初めての活動である。</p>
成果 4	成果	堤防管理に関する行動計画に基づき優先プロジェクトが特定される。
	指標	堤防管理に関する行動計画に基づき優先プロジェクトの実施箇所及び概略的な整備の方向性について選定される。
	実績	<p>① 指標に基づく達成度</p> <p>優先プロジェクトの候補箇所を堤防健全性（工学的）と破堤被害のスケール（社会インパクト）の観点から把握し、それら堤防の現状（復旧対応状況等）を確認した上で最優先プロジェクトを選定した。概略的な整備の方向性については、堤防の損壊状況・可能性及びその原因（浸透・洗堀等）に応じて設定した。</p> <p>② 達成に資する関連活動</p> <p>優先プロジェクトを設定する際に、堤防の健全性を評価し、状況に適した工法を選択するフローチャートを作成した。業務完了後もその評価フローを PID が活用できるように、既存のマニュアルや FFC 及び PID へのヒアリング結果に基づいている。整備の方向性については、パキスタン国内での従来型の工法とより強固な工法を、その堤防の状況に応じて選択することを提示した。</p>
成果 5	成果	優先プロジェクトの実施に必要なプレ F/S が実施される。
	指標	優先プロジェクトの実施に必要なプレ F/S として、概略的な規模、形式、金額がとりまとめられる。
	実績	<p>① 指標に基づく達成度</p> <p>既存データ、現場踏査結果、再委託調査の結果に基づき、プレ F/S を実施し、被災状況に応じた概略規模、形式、金額をとりまとめた。</p> <p>② 達成に資する関連活動</p> <p>今後の実施に向けて、ADB や世界銀行の同分野における動向を調査した上で、当該地域で治水・利水事業に支援している世界銀行に、本業務のプレ F/S の実施及び当該地域並びに他の地域の堤防の脆弱性について説明し、堤防整備への支援を申し出た。一方で、Sindh-PID の SFERP に対しても本内容について説明し、世界銀行と継続的な堤防整備を進めるよう提言した。</p>

出典：プロジェクトチーム

### (3) 成果品（技術検討資料類を含む）

本事業の主要な成果品は次の通りである。これらについては、第 2 回～第 3 回 JCC 及び堤防維持管理セミナー、中央・地方事務所訪問等の際に、事業の進捗に伴って適宜説明・協議している。

- 業務完了報告書（本報告書及び別冊）
- 本業務完了報告書
- 技術検討資料（堤防管理マニュアル比較報告書及びインベントリー調査結果報告書）
- 堤防管理マニュアル補足集

### (4) 投入実績

下記に説明する用に、プロジェクトチームメンバー、現地備人、資機材の投入は想定通りに実施された。

#### (a) 人員の投入

プロジェクトチームの人員は、ほぼ所定通りの海外及び国内MMのバランスでの業務を遂行している。

調達管理番号: 様式1-3  
23a00568

## 業務従事者の従事計画／実績表（実費精算契約）

契約件名：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

監督職員 南谷 太一 確認印： 印

※精算時のみ押印。月報添付段階では押印不要

担当業務	格付	計画/実績	人月合計		渡航回数実績（注2～注4）		
			全期間	当該月	全期間	2023年度	2024年度
後藤 俊宏 （業務主任者/治水計画）	2	当初計画	8.25		5	2	3
		最新計画（注1）	8.25		6	2	4
		実績	8.25	0.00	6	2	4
高山 晃平 （副業務主任者/堤防整備 I）	3	当初計画	10.75		6	2	4
		最新計画（注1）	10.25		7	3	4
		実績	10.25	0.00	7	3	4
小野 隆 （堤防管理）	4	当初計画	5.00		2	1	1
		最新計画（注1）	4.67		4	2	2
		実績	4.67	0.00	4	2	2
居石 貴史 （気候変動/氾濫解析/リ スク評価）	4	当初計画	6.00		2	1	1
		最新計画（注1）	6.00		4	2	2
		実績	6.00	0.00	4	2	2
山内 悠太 （環境社会配慮）	4	当初計画	2.50		1	0	1
		最新計画（注1）	2.50		1	0	1
		実績	2.50	0.00	1	0	1
中村 直登 （堤防管理II/施工計画/積 算）	4	当初計画	6.00		3	0	3
		最新計画（注1）	6.30		4	1	3
		実績	6.30	0.00	4	1	3
佐々木 孝雄 （技術指導）	4	当初計画	0.00		0	0	0
		最新計画（注1）	0.53		1	0	1
		実績	0.53	0.00	1	0	1
当初計画（合計）			38.50				
最新計画（合計）（注1）			38.50				
実績（合計）			38.50	0.00			

(注1) 最新計画は作成時点までの実績を含みます。

(注2) JICA事業全体での集計に要するため渡航回数を記載してください。

(注3) 通訳についても記載してください。

(注4) 渡航回数のカウントの仕方は、年度をまたぐ案件の場合は、渡航開始時の年度にカウントしてください。（以下、ご参考）

①A案件の渡航中に、別の国で実施中のB案件の現地業務従事者で、第三国に中抜けする場合は、A案件1、B案件1とカウントする。

②A案件の渡航中に、同じ国で実施中のB案件の現地業務従事者する場合は、A案件1、B案件1とカウントする。

③自社負担による渡航は除外する。

## (b) 傭人の投入

傭人については、元PIDのシニアチーフエンジニア（長期雇用）、GISエンジニア（適宜雇用）、輸出入サポート職員（短期雇用）等を現地雇用し、状況が変化した際に柔軟な対応を図ることができた。

## (c) 資機材の投入

特殊な機材の輸入であることと、免税処置に対するC/P機関の対応が遅れたため、想定していたスケジュールより2～3カ月後ろ倒しになってしまったが、上記現地傭人及びJICAからの支援に依り、デモンストレーション実施のためのデッドラインまでに調達することができた。

調達の免税措置に関する調整については、第 1 回本邦研修に参加した MoWR のセクレタリーによる協力も大きかった。

表 6.2.3 供与資機材等一覧

物品名称	規格・品番	個数	事業終了後の取扱い
複合機	C7112 Xerox Versalink C7125 MFP	1	FFCに譲与
ラップトップPC	DELL INSPIRON 3530	1	同上
表面波探査機材	McSEIS-SW 24 ch	1	Sindh-PIDIに譲与
簡易貫入試験機	製品名なし	1	同上
ドローン	DJI Matrice 350	1	同上
LiDARセンサー	DJI Zenmuse L2	1	同上
音波測深機材	Topo Drone Aquamapper NextGen	1	同上
ラップトップPC	LENOVO IDEAPAD-1	1	同上
ワークステーション (デスクトップ)	HP Z4 G5	2	同上
表面波探査機材	McSEIS-SW 24 ch	1	Punjab-PIDIに譲与
簡易貫入試験機	製品名なし	1	同上
ラップトップPC	LENOVO IDEAPAD-1	1	同上
ワークステーション (デスクトップ)	HP Z4 G5	3	同上
ワークステーション (ラップトップ)	LENOVO LEGION	1	同上

出典: プロジェクトチーム

## 6.2.2 事前事後のキャパシティ・アセスメント (C/A) から見た達成度(エンドライン調査)

本業務開始前の C/P のキャパシティの把握のために、本業務に関連する事項の理解度に関するアンケート用紙を、20 名の CP (FFC 及び PID 職員) に対して事業開始時及び終了時に配布している。アンケート用紙は、5 段階で表示されているが、本業務実施後には殆どの関係者のスコアが向上している。

## 6.3 本業務で得た課題及び教訓

### 6.3.1 堤防整備の重要性と推進について

本業務の CP 機関である FFC は、NFPP-IV および FPSP-III を策定しており、これにより堤防整備事業の重要性を十分に認識している。これらの事業を実施するにあたっては、連邦予算を親組織である MoWR を通じて確保する必要がある。しかしながら、近年の MoWR への予算配分記録を確認したところ、利水施設に対する予算は毎年確保されている一方で、治水対策に対する予算の確保は確認されていない。

本業務では、こうした治水対策予算の未確保の原因を明確に分析することを主目的としていない

が、今後パキスタンでの堤防整備事業の実施を促進していくにあたっては、MoWR の予算確保に関する姿勢や方針について、十分な分析及び協議を行う必要があると考える。

### 6.3.2 本邦研修の効果について

本邦研修の実施においては、基本的には FFC 及び PID 職員の参加を募っていたが、MoWR が FFC の親機関として参画の必要性を訴えてきたため、MoWR の参加枠も設けた。この結果、研修後には MoWR が本事業のロジ関連作業・手続きに積極的に協力するようになった。例えば、資機材の輸入・搬入に係る手続きや、文書準備の迅速化において、FFC だけでなく、本邦研修の研修生（MoPS 大臣の秘書官）を通じて MoPS に直接訴えることにより、迅速に対応することが可能となった。MoPS と FFC は組織上明確に上下関係を有し、これまでは本業務についての両組織の明確な連携が確認できなかったが、本邦研修はこのギャップを埋めることにも役立ったと考える。

### 6.3.3 現地の元政府職員（エンジニア）の長期雇用について

本業務では、元 Punjab-PID のシニアチーフエンジニア（エンジニアの最高職位）かつ日本企業にも所属していた現地人の長期雇用を行った。これは本業務に以下の様な活動に効果をもたらした。

- パキスタン人と日本人の両方の慣習・立場を考慮した、関係機関とプロジェクトチーム間の様々なイベントにおけるスムーズな調整・調和
- 日本人の渡航が困難な箇所でも、①現場調査・視察の実施、②他の現地傭人が行う現場調査の管理、③安全リスクの回避
- プロジェクトチーム団員が不在の間の関係機関へのヒアリングやリモート会議の設定、資料の収集整理等、様々なコーディネーションの実施
- 現地堤防整理に係る伝統的手法についての団内理解の促進
- 国家計画及び関係プログラムの実施進捗の確認のための調査・分析における協業

本業務のように短時間で複数のイベントを、中央と地方の政府機関と連携して実施する場合、活動を問題なく執り行うにあたって、上記のような職歴とそれに付随する知見・経験を有する人物の雇用は、本業務の様々な予定調和において非常に有効であった。

### 6.3.4 デモンストレーションの実施と効果について

堤防点検に関する資機材を用いたデモンストレーションについては、関係機関からの期待も大きく、引渡しイベント（イナギュレーション）が開催される規模となった。全般的に本イベントは好評のうちに終了したが、成功裏に終結させ、実質的な技能を確実に浸透させるため、参加対象者を限定して実施した。つまり、本業務で伝播した技術をカウンターパート（C/P）に確実に定着させ、今後の水平展開を図るため、イベント参加者の適切な選定を行った。しかしながら、以下のような課題が認められた。

例えば、パンジャブ州においては、堤防に係る調査や評価を担う HSSEU を対象としてデモ活動を実施した。その結果、講義や OJT の内容がどのように現場で活用されるかについて参加者の理解が進み、提供された資料や資機材の有用性についても高い評価を得るに至った。一方、シンド州においては、事前に参加対象者の希望を伝えていたにもかかわらず、実務者の参加が得られず、堤防に係る調査や評価を行う担当者の不在のまま実施されることとなった。そのため、デモ活動で提供した資料や

資機材の有用性に対する反応は、パンジャブ州に比して十分なものとは言えなかった。

しかしながら、シンド州においても 2025 年 12 月に HIC という新たな部局が設立される予定であり、同部局が将来的に HSSEU と類似した業務を担う可能性が高いことから、本イベントで提供した資機材・情報・技術は当該部局へ引き継がれることとなっている。堤防管理マニュアルの両州での積極的活用のように、両州の堤防整備が同じ高い水準で行われるよう、PID は、HSSEU と HIC の間で堤防点検に関する情報共有を FFC を通じて或いは直接的に緊密に行うことが望ましい。

### 6.3.5 堤防整備推進のための予算配分についての FFC と PID の認識について

予算不足により堤防整備事業の進捗が遅れていることは PID も FFC も判っているが、PID の一部は、FFC が予算を用意できないので、情報共有も必要最小限で良いとの意見を有していた。このような話題は、本邦研修や JCC でも見受けられた。むしろこのような状況であるため、FFC と PID が連携して連邦予算を引き出すために、関係政府に対して説明責任を果たす必要がある。そのためにも、両組織の密で速やかな情報共有が必要な段階になってきていることをより深く認識させるような試みが必要であると考えらる。



## 第7章 上位目標の達成に向けての提言

### 7.1 上位目標

本業務の上位目標、評価指標、情報の入手手段は、表 7.1.1 の通りである。

表 7.1.1 本業務の上位目標及び

項目	内容
上位目標	パキスタンにおける将来的な洪水の災害リスクのための堤防管理が連邦洪水委員会により強化される。
評価指標	本事業を通じ技術移転された知見及び計画をもとに、Indus 川流域で新たな堤防強化に向けた準備調査が実施される。
情報の入手手段	第 5 次国家防災計画 (NFPP-V) 或いは第 4 次洪水防御分野プログラム (FPSP-IV) ドラフト等を含む)

### 7.2 達成度確認の見通し

上位目標「パキスタンにおける将来的な洪水の災害リスクのための堤防管理が連邦洪水委員会により強化される。」の達成状況は一般的に事業終了後のおおよそ 5 年後 (2025 年 6 月から 5 年後) に確認される。

上位目標の評価指標「本事業を通じ技術移転された知見及び計画をもとに、Indus 川流域で新たな堤防強化に向けた準備調査が実施される。」を確認するために情報入手手段は「第 5 次国家防災計画 (NFPP-V) 或いは第 4 次洪水防御分野プログラム (FPSP-IV) ドラフト等を含む)」である。

本節では、情報の入手方法の妥当性及び評価指標の材料の確保可能性について以下に整理した。

#### 7.2.1 情報の入手方法

評価指標の情報の入手手段である国家洪水防御計画 (NFPP) は、近年 40 年の間で、第 1 次～第 4 次計画まで、ほぼ間断なく継続策定されている。現在は、更新 NFPP-IV (2030 年目標) がパキスタンの CCI にて審査中となっている。よって 2030 年以降には、第 5 次 NFPP (新規である場合は第 5 次となる) あるいはそれに相当する国家計画が策定される可能性が非常に高い。

#### 7.2.2 評価指標の材料

これまで、パキスタンの国家洪水防災計画は、PID の提案を吟味・整理して FFC が策定を試みている。PID は現時点でも Indus 川の堤防整備を重要事業の柱として対応中である。近年は Vulnerable Points (VPs) と呼ばれる健全性の低い、或いは破堤の危険性のある堤防を列挙し、それらの強化或いは復旧を試みている。これらの堤防の質は高いとは言えず、一旦破堤すると、後背地に GDP 数%の膨大な洪水被害が発生する可能性があるため、FFC 及び PID は、第 3 回 JCC 会議にて、堤防の整備事業が次の国家洪水防御計画においても提案される旨述べている。その提案の具体的な構想としては次の通りである。

- VP 箇所と破堤に因る被害規模を洪水被害リスクとして明示した上で、堤防の健全性により

堤防のグルーピングを行い、最優先グループの堤防整備を 10 カ年で進める実施スケジュールを構築する。

- 堤防整備の実施を促進する事業或いは活動を国家洪水防衛計画に含める（例えば予算確保に資する説明責任能力の向上等、関係役職員及び組織の能力強化）

### 7.3 上位目標達成に向けての分析

本節では、本業務の上位目標「パキスタンにおける将来的な洪水の災害リスクのための堤防管理が連邦洪水委員会により強化される。」が達成されるために必要な要件及び提言を以下に整理する。

#### 7.3.1 達成に必要な基本要件（本業務の成果の継続的活用）

今後の堤防維持管理に資する本業務の活動 1 から 5 までの具体的なアウトプットとしては、以下が挙げられる。本業務の上位目標「パキスタンにおける将来的な洪水の災害リスクのための堤防管理が連邦洪水委員会により強化される。」にむけた活動を FFC 及び PID が適切に実施し、最終的に達成するためには、FFC 及び PID が、特に以下の本業務の成果や経験を本業務完了後も継続して活用及び参照して堤防整備を進めることが、基本要件の一つである。

- 成果 2：堤防インベントリ調査結果（堤防の健全性評価結果含む）、PDCA 維持管理サイクル、資機材を用いた堤防管理デモンストレーション、堤防管理マニュアルの補足資料、
- 成果 3：堤防整備の優先度設定フロー及び評価手法、短中期の堤防管理行動計画
- 成果 4：優先堤防整備プロジェクトの実施箇所の選定及び整備の方向性に関する調査結果
- 成果 5：優先堤防の設計に係るプレ F/S の結果

#### 7.3.2 達成のために必要と考えられる要件及び提言

本事業終了後に、上位目標を適切に達成するためには、FFC 及び PID が以下の活動を行う必要がある。これらの活動の必要性及び意義を各(1)～(4)の項目に詳述する。

- FFC による堤防の健全性状況の適切かつタイムリーな把握及び説明責任の遂行
- 堤防管理の重要性を踏まえた関係機関との効果的な協議及び連携
- FFC への継続的な能力強化支援
- 堤防維持管理の効率化に資する資機材のさらなる導入

##### (1) FFC による堤防の健全性状況の適切かつタイムリーな把握及び説明責任の遂行

本業務では、堤防及び堤防周辺の物理的状況を堤防帳票（約 1000 頁）に明確に表し、CP と協働で作成した健全性の評価フローに基づいて、堤防の評価も実施した。これらの成果の継続的な活用・更新は、PID にとって、今後の VP 箇所の抽出及び施工の優先順位の設定及び関係機関への説明に非常に役立つと考えられる。一方で、FFC はその組織的な役割構成上、その健全性の状況を帳票レベルで詳細に認識することは困難であるため、本業務では、一時的に平面図及び GIS で堤防の評価結果を可視化した。この情報は、PID の堤防の維持管理のサイクル稼働に伴い、逐次変化する可能

性の高い情報であるため、FFC と PID 間で更新された情報のスムーズな共有が必要となってくる。

従い、PID が更新した堤防の情報を FFC 並びに関係組織と容易に共有するには、本業務で可視化した堤防健全性状況図の Q-GIS 等を通じて常時デジタル化及びプラットフォーム（例えば両組織の WEB サイト上等）を通じた情報交換を実施することが好ましい。さらに、関係者の堤防維持管理の重要性及び破堤時の被害リスクの甚大性への認識の醸成をステークホルダーに促すためにも、堤防の健全性だけでなく、本業務で計算した破堤時の被害スケールに関する情報を追加することが望ましい。

## (2) 資金調達のための関係機関との効果的な協議及び連携

本質的な Indus 川堤防維持管理活動は、州の単年度予算ではカバーできない状況にあることが判明している。そのため、FFC が担う“資金調達を通じた連邦政府或いは開発ドナーへの説明及び協議”は非常に重要な役割である。しかしながら、堤防維持管理に資する資金調達については FPSP-III（2023 年 6 月策定）を以てしても進捗が遅い。各種ドナーにも政策転換等の事情があるため、適切な堤防整備に追従できるドナーを見出し或いは理解を得ることが必要となってくる。

よって、FFC は、Indus 川堤防の状況及び破堤による氾濫被害の程度を認識した上で、連邦政府及び関係ドナーに対して堤防整備の重要性及び資金調達の必要性を説明する必要がある。同時に PID は、関係ドナーからほぼ直接的に事業資金を調達することができるが、交渉においては、FFC もインダス川堤防全体の統括管理者として参加し、Indus 川堤防全線の状況を俯瞰して、堤防整備事業の重要性について、PID と同じベクトルを以て支援機関に説く必要が有る。そのためには、第(1)項で述べた交渉に至るまでの FFC と PID の情報交換・共通認識が、支援者に対して効果的な説得材料・情報となる。

## (3) FFC への継続的な能力強化支援

FFC は、上位目標を達成するために、洪水災害リスクを分析及び把握した上で、治水に関する政策及び戦略を策定する能力を向上させる必要があると考えている。具体的には、FFC は、技術的な審査を行う FFC 職員は“資金支出元のドナー或いはコンサルタントの技術的アウトプットを理解した上で、それらへの照査及び対応する”ということが重要だと考えており、この点における能力強化を望んでいる（例えば、氾濫シミュレーションの手法や結果の妥当性確認へのアプローチ等）。

治水政策・戦略・計画立案において、堤防整備が適切に組み込まれるためにも、要素技術（水文水理計算、計画策定、設計等に必要な基礎技術）にかかる知見・技術は一定レベルで必要であるが、本来 FFC は、パキスタン全体の治水整備を俯瞰的に監理することが重要な役割であるため、開発ドナーによる要素技術に係る技術支援については、慎重に計画・実施される必要が有る。

## (4) 堤防維持管理の促進に資するシステム・資機材の導入

タルベラダムから河口までの、Indus 川堤防の左右岸の合計総延長は 1,400km 以上と非常に長い。この堤防の現場での維持管理活動は、PID ローカル事務所が実施しているが、PID ローカルが保有する管理情報は PC に複数ファイルとして散逸しており、データベース等に保管されていない（その情報を収集するために数週間かかるほどである）。上述した様に、堤防の状況の把握は、FFC 及び PID にとって、堤防維持管理活動を継続的かつ効率的に実施するために必要な情報であるため、デジタル情報のタイムリーな精査・更新・共有が必要となってくる。

実際に、FFC は PID が実施している堤防管理事業及び堤防の現状に関する情報を全体的に理解することが困難な状況であったため、このような情報・データを他組織から要求された場合、プロジェクトチームが本業務で作成した情報・データを提供することで関係機関（例えば大学及び NDMA）への情報提供が可能となった経緯がある。

しかしながら、情報のデジタル化及び情報共有システムの構築が、堤防整備事業の促進に直結するわけではなく、基礎的な情報を保有した上で、どのような手法で事業を促進する必要があるかというところが今後の焦点となる。これについては、今後の調査・分析が必要であるが、現時点では、次のような活動に類する支援の方向性が考えられる。

- 情報共有システム・データを有効活用する前段となる「FFC 及び PID の組織連携の重要性」に関する認識の醸成
- 予算確保に関する根幹的課題の分析（予算確保システムの現状と課題、資金提供組織の治水整備への理解度、開発ドナーや基金との連携方法における課題等）
- 上記分析結果を踏まえた共有情報を予算確保に結び付ける活動及び能力の開発支援。

添付資料

## 添付資料 1

PDM（最新版、変遷経緯）

添付資料 1 として、「Project Design Matrix (PDM)」を掲載する。

**Project Monitoring Sheet I**

**Project Title:** THE PROJECT FOR CAPACITY DEVELOPMENT OF EFFECTIVE RIVER DIKES MANAGEMENT RESPONSE TO 2022 FLOOD (PERDM)

**Version 1.0**

**Implementing Agency:** FFC

**Dated June 14th, 2024**

**Target Group:** Officers of FFC, PID-Panjab, PID-Sindh

**Period of Project:** From November 2024 to April 2025

**Project Site:** Islamabad

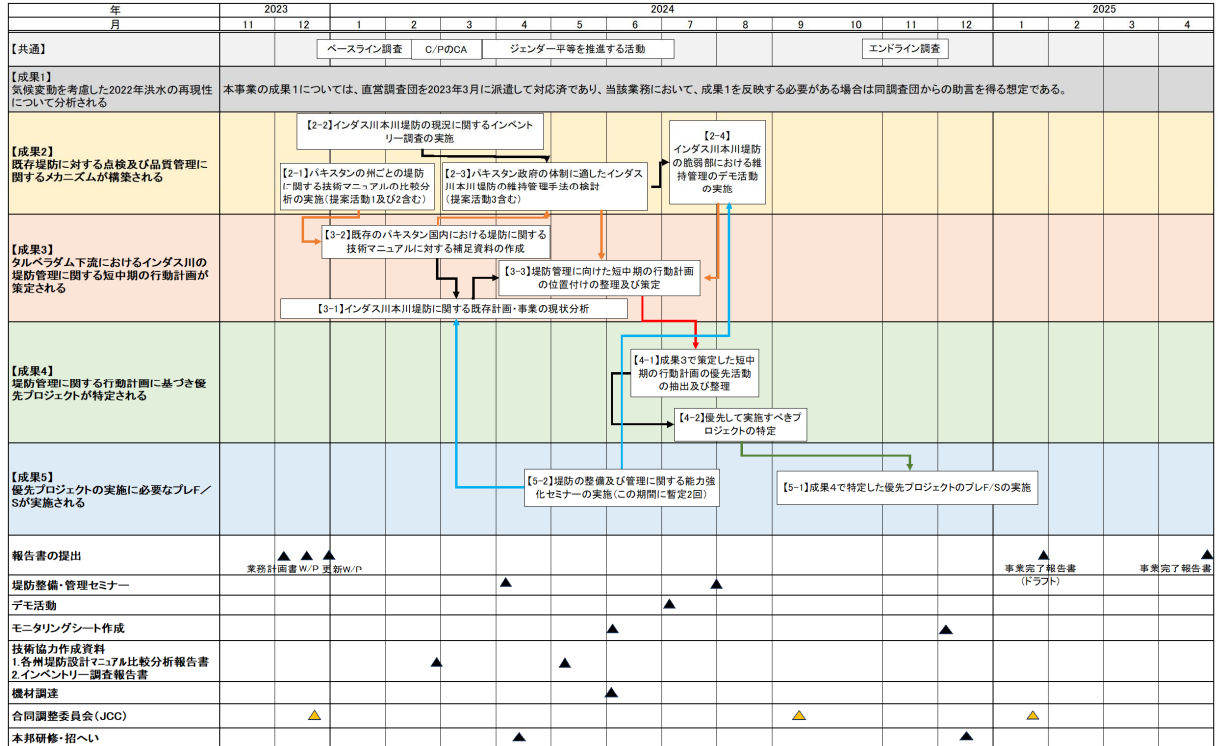
**Model Site:** Panjab and Sindh

Narrative Summary	Objectively Verifiable Indicators	Means of Verification	Important Assumption	Achievement	Remarks
<p><b>Overall Goal</b> River dikes (bunds) management is improved by Federal Flood Commission (FFC) in line with its notified functions to contribute to future flood risk reduction.</p>	<p>Based on the knowledge and plans transferred through this project, a preparatory study for strengthening the new bund will be conducted in the Indus River basin.</p>	<p>The Fifth National Disaster Management Plan (NFPP-V) or the Fourth Flood Protection Program (FPSP-IV) including draft version of national flood protection plans)</p>			
<p><b>Project Purpose</b> To enhance the capacity of FFC and PIDs (Punjab and Sindh) to better management of dikes along the Indus River downstream of Tarbela dam in their respective areas.</p>	<p>●Through the Project, the technical standards and inspection methods for future bund management in the Indus River will be recognized within FFC. ●An action plan and priority projects for maintenance of bunds on the Indus River will be approved by the FFC.</p>	<p>●Supplemental document to identify areas for revision and present proposed changes on Pakistan's bund management manual ●An action plan and priority project list approved by the FFC</p>			
<p><b>Outputs</b> 1. The reproducibility of the 2022 flood considering climate change impact is assessed. 2. A mechanism to perform inspection and diagnosis of existing river dikes is established. 3. The dike management plan including short and midterm action plan for the Indus River downstream of Tarbela dam is formulated. 4. The prioritized projects based on the dike management plan are identified. 5. The necessary pre-feasibility studies (Pre-F/S) among the prioritized projects are performed.</p>	<p>1. Analysis paper on the reproducibility of the 2022 flood, which already achieved by JICA. 2. Materials and equipment for inspection and quality control of existing bund will be provided, and relevant manuals will be developed. 3. A short- and mid-term action plan for bund management of the Indus River will be developed. 4. Based on the bund management action plan, priority projects are selected for implementation and a general maintenance direction is decided. 5. The Pre-F/S results for the implementation of priority projects will include a scale, type and cost.</p>	<p>1. Summarization paper by JICA expert team. 2. Record of transfer of materials and equipment, supplemental document for revision of bund manual, technical cooperation materials 3. Report by JICA expert team (including short- and mid-term action plan) 4. Report by JICA expert team (including priority projects) 5. The Pre-F/S Report by JICA expert team</p>	<p>●The occurrence of major floods during The annual monsoon season has not resulted in any major changes in policies and policies. ●Public safety has not deteriorated</p>		

Activities	Inputs		Important Assumption
	The Japanese Side	The Pakistani Side	
<p>[Activities for Each Output] 1 Activities for Output 1. 1-1: Analysis of the Recurrence of the 2022 Flood in Consideration of Climate Change (already implemented by JICA) 2. Activities for Output 2. 2-1: Implementation of a comparative analysis of technical manuals on bund by Pakistani provinces 2-2: Implementation of an inventory survey of the present status of the main Indus River bund 2-3: Study on the maintenance and management method of the Indus River main bund suitable for Government of Pakistan system 2-4: Implementation of maintenance demonstrations in vulnerable areas of the Indus River main bund 3. Activities for Output 3. 3-1: Analysis of existing plans and projects related to the Indus River main bund 3-2: Preparation of supplementary materials for existing Pakistani technical manuals on bund management 3-3: Arrangement and formulation of short- and mid-term action plans for the bund management 4. Activities for Output 4. 4-1: Extraction and arrangement of priority activities in the short- and mid-term action plan formulated in Output 3. 4-2: Identification of priority projects to be implemented as soon as possible. 5. Activities for Output 5 5-1: Implementation of pre-F/S of priority projects identified in Output 4. 5-2: Implementation of capacity-building seminars on bund development and management</p>	<p>Japanese side Expert 1) Team Leader/Flood Control Planning 2) Deputy Team Leader/Dike Construction 3) Dike Maintenance I 4) Climate Change/Inundation Analysis/Risk Analysis 5) Environmental-Social Assessment 6) Dike Maintenance II/Construction Planning/Cost Estimate  Materials and Equipment - Computers, Multifunctional copy machines  Supplied Equipment (Provisional) - Bund physical exploration equipment - Survey equipment  Training - Training in Japan - Bund management demonstration activities - Bund Management seminars</p>	<p>Pakistani side 1) Deployment of counterpart personnel 2) Facilities such as offices for project specialists and staff 3) Conference rooms or lecture rooms for JCC and training 4) Other facilities as required by mutual agreement. 5) Information on flood control facilities including bunds. 6) Technical guidelines such as manuals and guidelines for bund maintenance 7) GIS data for infrastructure facilities and river networks 8) Information related to flood control economic evaluation (DEM, land use, census data, etc.) 9) Budget allocation for the implementation of this project - Salaries and other allowances of counterparts - Utilities, such as electricity, water and gas fuel - Operating expenses such as customs clearance, storage and domestic transportation of the equipment provided by the Project. - Other contingency expenses related to the Project.</p>	<p>Pre-Conditions  &lt;Issues and countermeasures&gt;</p>

添付資料 2  
業務フローチャート

添付資料 2 として、「業務フローチャート」を掲載する。



## 添付資料 3

WBS 等業務の進捗が確認できる資料  
(PO、モニタリングシート本編)



**TO CR of JICA PAKISTAN OFFICE**

## **Project Monitoring Sheet**

**Project Title : THE PROJECT FOR CAPACITY DEVELOPMENT OF EFFECTIVE  
RIVER DIKES MANAGEMENT RESPONSE TO 2022 FLOOD (PERDM)**

**Version of the Sheet: Ver.1.0 (Term: Dec, 2023 - April, 2025)**

**Name: Ahmed Kamal**

**Title: Project Director (Chairman of FFC)**

**Name: Toshihiro GOTO**

**Title: Chief Advisor**

**Submission Date: June, 2024**

### **I. Summary**

#### **1 Progress**

##### **1-1 Progress of Inputs**

##### **(1) Japanese Side**

- All Japanese experts of PERDM conducted the first field survey and are currently conducting the second field survey as scheduled in the Project Design Matrix (PDM) and the Plan of Operation (PO) version 1.0.
- One (1) multifunctional copy machine and one (1) computer will be purchased to facilitate the PERDM activities and documentation works.
- PERDM experts will have a mutual discussion with Panjab and Sindh-PIDs to supply proper equipment for bund inspection and management.

##### **(2) Pakistani Side**

- Federal Flood Commission (FFC) has officially deployed counterpart personnels to facilitate the project activities and organized a collaborative system with Provincial Irrigation Departments (PIDs) in the Sindh and Panjab Province (Sindh-PID and Panjab-PID) as described in the framework of PERDM in the Work Plan (W/P).
- FFC furnished facilities such as offices, air conditioner, office furniture, meeting room etc. for PERDM experts and staff
- FFC and PIDs are ready for providing the necessary information and data for PERDM
- In accordance with FFC, FFC and PIDs have been allocated enough budget to implement and participant in PERDM activities

## **1-2 Progress of Activities**

### **1-2-1 Activities for “Output 1: The reproducibility of the 2022 flood considering climate change impact is assessed.”**

#### **(1) Activity 1-1 “Analysis of the Reproducibility of the 2022 Flood in Consideration of Climate Change”**

- The activity was already conducted by JICA before dispatching the PERDM experts.

### **1-2-2 Activities for “Output 2: A mechanism to perform inspection and diagnosis of existing river dikes is established.”**

#### **(1) Activity 2-1 “Implementation of a comparative analysis of technical manuals on bund by Pakistani provinces”**

- The comparative analysis was conducted, and the results are tentatively compiled in the “Report on Comparative Analysis of Design Manuals of Bunds in Each Province.” The PERDM experts held the seminar to discuss the bund management through the draft report.

#### **(2) Activity 2-2 “Implementation of an inventory survey of the present status of the main Indus River bund”**

- The field investigation was completed in collaboration with PIDs’ and Project local staff. The results will be compiled into a report and will be shared with FFC and PIDs around August 2024.

#### **(3) Activity 2-3 “Study on the maintenance and management method of the main Indus River bund suitable for Government of Pakistan system”**

- The activity will start after the conclusion of Activities 2-1 and 2-2.

#### **(4) Activity 2-4 “Implementation of maintenance demonstrations in vulnerable areas of the Indus River Main River bund”**

- The demonstration in Sindh and Punjab will be rescheduled to set it after this monsoon season (after 15 Oct) to promote the efficiency of bund inspection works.

### **1-2-3 Activities for “Output 3: The prioritized projects based on the dike operation management plan are identified.”**

#### **(1) Activity 3-1 “Analysis of existing plans and projects related to the Indus River**

**Main River bund.”**

- Currently, the PERDM experts are conducting a comparative analysis of NFPP-IV, FPSP-III, and the updated NFPP-IV to understand the planning history/procedure and confirm the continuing importance of bund management in Pakistan.

**(2) Activity 3-2 “Preparation of supplementary materials to existing Pakistani technical manuals on bund management.”**

- The PERDM experts will have mutual discussions to supply proper equipment for bund inspection and management. A current idea formulated by the experts is indicated in the table below.

Proposed Equipment to be Provided	QTY		Purpose
	Sindh	Punjab	
✓ Single Beam Echosounder with a drone & LiDAR	1	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>Monitoring &amp; evaluation of <b>scouring and erosion</b> in front of bunds.</li> <li>To raise the capacity at the same level as Punjab-PID</li> </ul>
✓ Equipment for Elastic Wave Exploration	1	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analyzing the hardness of the bund body and the foundation ground to evaluate <b>the vulnerability for seepage</b></li> </ul>
✓ Workstation(Laptop PC)	1	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Data logging and processing for the abovementioned equipment</li> </ul>

**(3) Activity 3-2 “Arrangement and formulation of short- and medium-term action plans for the bund management”**

- Based on the analysis results, the action plan will be tentatively formulated and introduce to FFC and PIDs around August 2024

**1-2-4 Activities for “Output 4 : The prioritized projects based on the dike operation management plan are identified.”**

- The activity will be conducted around September 2024.

**1-2-5 Activities for “Output 5 : The necessary pre-feasibility studies among the prioritized projects are performed.”**

- The activity will be conducted after September 2024.

**1-2 Achievement of Output****1-2-1 Output 1**

- Completed before PERDM experts dispatched.

**1-2-2 Output 2 to 5**

- All activities are ongoing to achieve the Outputs.

**1-3 Achievement of the Project Purpose : “To enhance the capacity of Federal Flood Commission to manage river dikes along the Indus River downstream of Tarbela dam.”**

- Ongoing

**1-4 Changes of Risks and Actions for Mitigation**

- The presidential election impacted the PERDM implementation schedule. The PERDM Team and FFC have agreed on a revised schedule, taking the election period into account.
- The Pakistan Meteorological Department (PMD) has predicted a significant flood this year. Therefore, this impact should be reflected in the PERDM schedule, especially concerning the training in Japan.

**1-5 Progress of Actions undertaken by JICA**

- JICA monitors the progress and quality of PERDM through debriefing sessions and monthly reports.

**1-6 Progress of Actions undertaken by FFC (Pakistan Gov.)**

- FFC manages and supports PERDM activities well with PIDs and the PERDEM experts without significant deviation from Plan of Operation (PO).

**1-7 Progress of Environmental and Social Considerations (if applicable)**

- The environmental and social consideration will be conducted in the Activity for Output 5 (Pre-Feasibility Study) from September to December 2024.

**1-8 Progress of Considerations on Gender/Peace Building/Poverty Reduction, disability, disease infection, social system, human wellbeing, human right, and gender equality (if applicable)**

- Not applicable

**1-9 Other remarkable/considerable issues related/affect to the project (such as other JICA's projects, activities of counterparts, other donors, private sectors, NGOs etc.)**

- Currently not applicable

**2 Delay of Work Schedule and/or Problems (if any)**

- Currently not applicable

### **3 Modification of the Project Implementation Plan**

- JICA and FFC reviewed the project period according to the current situation and reflected it in the R/D through the minutes so that PERDM activities in Pakistan will continue until April 2025.

### **4 Current Activities of Gov. of Pakistan to Secure Project Sustainability after its Completion**

- Currently Not applicable

**II. Project Monitoring Sheet I & II**     *as Attached*

**TO CR of JICA PAKISTAN OFFICE**

## **Project Monitoring Sheet**

**Project Title : THE PROJECT FOR CAPACITY DEVELOPMENT OF EFFECTIVE  
RIVER DIKES MANAGEMENT RESPONSE TO 2022 FLOOD (PERDM)**

**Version of the Sheet: Ver.2.0 (Term: Dec, 2023 - April, 2025)**

**Name: Ather Hameed**

**Title: Project Director (Chairman of FFC)**

**Name: Toshihiro GOTO**

**Title: Chief Advisor**

**Submission Date: February 2025**

### **I. Summary**

#### **1 Progress**

##### **1-1 Progress of Inputs**

##### **(1) Japanese Side**

- All Japanese experts of PERDM (JEP) conducted the field surveys and are currently conducting the fifth field survey as scheduled in the Project Design Matrix (PDM) and the Plan of Operation (PO) version 1.0.
- One (1) multifunctional copy machine and one (1) computer will be purchased to facilitate the PERDM activities and documentation works. This will be donated to the FFC as per JICA.
- PERDM experts had a mutual discussion with Panjab and Sindh-PIDs to supply proper equipment for bund inspection and management. The equipment already has been transferred to the PID offices and utilized to conduct the demonstration on bund inspection.

##### **(2) Pakistani Side**

- Federal Flood Commission (FFC) has officially deployed counterpart personnels to facilitate the project activities and organized a collaborative system with Provincial Irrigation Departments (PIDs) in the Sindh and Panjab Province (Sindh-PID and Panjab-PID) as described in the framework of PERDM in the Work Plan (W/P).
- FFC furnished facilities such as offices, air conditioner, office furniture, meeting room etc. for PERDM experts/staff and other two JICA projects
- FFC and PIDs provided the necessary information and C/P personnels for PERDM

## **1-2 Progress of Activities**

### **1-2-1 Activities for “Output 1: The reproducibility of the 2022 flood considering climate change impact is assessed.”**

#### **(1) Activity 1-1 “Analysis of the Reproducibility of the 2022 Flood in Consideration of Climate Change”**

- The activity was already conducted by JICA before dispatching the PERDM experts.

### **1-2-2 Activities for “Output 2: A mechanism to perform inspection and diagnosis of existing river dikes is established.”**

#### **(1) Activity 2-1 “Implementation of a comparative analysis of technical manuals on bund by Pakistani provinces”**

- The equipment and materials contributing to the inspection and quality control of existing bunds were selected in consultation with FFC and PIDs, then purchased and provided to them. A supplementary manual for bund management was created and distributed as an addendum to the current manuals.
- The JEP conducted a comparative study on the bund manual and based on the technical guidelines of both provinces and Japan, complemented each other and added supplements and additions to create a supplementary material that serves as an addendum to the existing bund manuals.

#### **(2) Activity 2-2 “Implementation of an inventory survey of the present status of the main Indus River bund”**

- The filed investigation was completed in collaboration with the PED and PIDs’ and Project local staff.
- After conducting the on/off-site survey/research on existing bunds, the JEP created an bund inventory ledger that will contribute to PID’s future bund management, and used the information of ledger to evaluate the breach risk of bunds.

#### **(3) Activity 2-3 “Study on the maintenance and management method of the main Indus River bund suitable for Government of Pakistan system”**

- Based on the results of Activity 2-1 and 2-2, the maintenance/management method was proposed to prevent further breach of bunds in consideration of their life cycle cost. The method was flameworked by PDCA (Plan, Do, Check and Act), which are used in the Ministries of Japan and introducing other ASEAN developing countries.

**(4) Activity 2-4 “Implementation of maintenance demonstrations in vulnerable areas of the Indus River Main River bund”**

- The demonstration in Sindh and Punjab will be completed during February 2025 and the results will present in the 3<sup>rd</sup> JCC meeting held on the end of February 2025.

**1-2-3 Activities for “Output 3: The prioritized projects based on the dike operation management plan are identified.”**

**(1) Activity 3-1 “Analysis of existing plans and projects related to the Indus River Main River bund.”**

- The PERDM experts conducted a comparative analysis of NFPP-IV, FPSP-III, the updated NFPP-IV and PID’s plans to understand the history/procedure/status of bund management/maintenance.
- Concludingly, the proper bund management is essential to prevent future huge damage in the hinterlands of Indus River due to a lot of vulnerable points (VPs), unproper treatment of bunds and illegal structures in the flood plain of Indus River. The PIDs and FFC should cooperate to promote the management with the better procedure of bund management.

**(2) Activity 3-2 “Preparation of supplementary materials to existing Pakistani technical manuals on bund management.”**

- The JEP conducted a comparative study on the bund manual and based on the technical guidelines of both provinces and Japan, complemented each other and added supplements and additions to create a supplementary material that serves as an addendum to the existing bund manuals.
- The draft version of addendum was already submitted to PIDs and FFC. With the comments from PIDs and FFC, the JEP will finalize it.

**(3) Activity 3-3 “Arrangement and formulation of short- and medium-term action plans for the bund management”**

- The action plan will be introduced to FFC and PIDs in the 3<sup>rd</sup> JCC meeting based on the discussions of past JCC meetings.
- In consultation with FFC, PID, and JICA, each bund priority was classified and grouped by the level of severity.
- Considering reasonable accountability to stakeholders regarding the action plan, the JEP conducted flood simulations from representative VP locations in additions to the evaluation of bund in Activity 2, and will explain the

comprehensive results to FFC and PID in the 3<sup>rd</sup> JCC meeting in order to confirm the impact on the hinterland after the bund breach with importance of bund.

**1-2-4 Activities for “Output 4 : The prioritized projects based on the dike operation management plan are identified.”**

- The JEP identified candidate locations for priority projects from the perspectives of bund quality (engineering aspect) and the scale of damage caused by bund breaches (social impact) along the proposed flowchart for selection.
- After confirming the current status of bunds, the JEP selected the highest priority projects.

**1-2-5 Activities for “Output 5 : The necessary pre-feasibility studies among the prioritized projects are performed.”**

- The feasibility study was conducted for XXX bunds and summarized in the draft final report, which is currently being reviewed by JICA.

**1-3 Achievement of Output**

**1-3-1 Output 1 “The reproducibility of the 2022 flood considering climate change impact is assessed.”**

- Analysis paper on the reproducibility of the 2022 flood, which already achieved and explained by JICA to FFC.

**1-3-2 Output 2 “A mechanism to perform inspection and diagnosis of existing river dikes is established.”**

- Equipment for inspection and quality control of existing bund were provided, and existing bund manuals were supplemented by the produced addendum of bund manual in the PERDM.

**1-3-3 Output 3 “The dike management plan including short and midterm action plan for the Indus River downstream of Tarbela dam is formulated.”**

- The first prioritized group of vulnerable bunds was identified and scheduled to implement of reinforcement and/or rehabilitation with the better construction method in consideration of the river conditions.

**1-3-4 Output 4 “The prioritized projects based on the dike management plan are identified.”**

- Based on the bund management action plan (1.3.3 Output 3), four (4) prioritized

project sites are selected for implementation and a general maintenance/rehabilitation direction is indicated for each site. These four sites carry extremely high risks in terms of breach risk of bunds and damage risk in their hinterland.

**1-3-5 Output 5 “The necessary pre-feasibility studies (Pre-F/S) among the prioritized projects are performed.”**

- The Pre-F/S was implemented for one(1) site from the prioritized projects selected in Output 4. The results is described including the scale, construction type and cost in the draft final report which are being checked by JICA. The results will be explained in the 3<sup>rd</sup> JCC meeting.

**1-4 Achievement of the Project Purpose: “To enhance the capacity of Federal Flood Commission to manage river dikes along the Indus River downstream of Tarbela dam.”**

**1-4-1 Indicators and Degree of Achievement**

**(1) Through the Project, the technical standards and inspection methods for future bund management in the Indus River will be recognized within FFC.**

The JEP explained and discussed with the FFC/PIDs the supplementary matters for the addendum of manual and the results of the research and analysis by JEP and FFC/PIDs (especially, comparative analysis of the bund manual and bund inventory survey). In particular, the Addendum of bund manual presents technical standards with specific physical indicators and compiles easy-to-understand workflows for various activities so that the activities necessary for bund maintenance can be carried out, and will be indispensable for future bund construction/management in Pakistan and the implementation of a sustainable bund maintenance cycle. In addition to, the bund management method was modified using PDCA (Plan, Do, Act and Check) cycle to sustain the management in terms of the effect/efficiency and life cycle cost of bund facility.

**(2) An action plan and priority projects for maintenance of bunds on the Indus River will be approved by the FFC.**

In the 3<sup>rd</sup> JCC meeting, the plan will be explained and make a modification referring to comments from FFC and PIDs

### **1-5 Changes of Risks and Actions for Mitigation**

- The Japanese Embassy in Pakistan sometimes suggests that visiting government offices is dangerous. In such cases, the JEP conducts its work at the accommodation.

### **1-6 Progress of Actions undertaken by JICA**

- JICA monitors the progress and quality of PERDM through debriefing sessions and monthly reports. Now JICA is checking the draft final report (in Japanese) and will send their comments,

### **1-7 Progress of Actions undertaken by FFC (Pakistan Gov.)**

- FFC manages and supports PERDM activities well with PIDs and the PERDEM experts without significant deviation from Plan of Operation (PO).

### **1-8 Progress of Environmental and Social Considerations (if applicable)**

- The environmental and social consideration was conducted in the Activity for Output 5 (Pre-Feasibility Study).

### **1-9 Progress of Considerations on Gender/Peace Building/Poverty Reduction, disability, disease infection, social system, human wellbeing, human right, and gender equality (if applicable)**

- In the Pre-Feasibility Study, gender equality was addressed especially during the construction stages.

### **1-10 Other remarkable/considerable issues related/affect to the project (such as other JICA's projects, activities of counterparts, other donors, private sectors, NGOs etc.)**

- Currently not applicable

## **2 Delay of Work Schedule and/or Problems (if any)**

- Currently not applicable

## **3 Modification of the Project Implementation Plan**

- JICA and FFC reviewed the project period according to the current situation and reflected it in the R/D through the minutes so that PERDM activities in Pakistan will continue until April 2025.

**4 Current Activities of Gov. of Pakistan to Secure Project Sustainability after its Completion**

- Currently Not applicable

**II. Project Monitoring Sheet I & II**     *as Attached*

添付資料 4  
人員計画（最終版）

添付資料4（人員計画）として、「業務従事者の従事計画／実績表」を掲載する。

ただし、本邦研修に関する作業はここには含まない。

調達管理番号:

様式1-3  
23a00568

## 業務従事者の従事計画／実績表（実費精算契約）

契約件名：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

監督職員 南谷 太一 確認印： \_\_\_\_\_ 印

※精算時のみ押印。月報添付段階では押印不要

担当業務	格付	計画/実績	人月合計		渡航回数実績（注2～注4）		
			全期間	当該月	全期間	2023年度	2024年度
後藤 俊宏 （業務主任者/治水計画）	2	当初計画	8.25		5	2	3
		最新計画（注1）	8.25		6	2	4
		実績	8.25	0.00	6	2	4
高山 晃平 （副業務主任者/堤防整備 I）	3	当初計画	10.75		6	2	4
		最新計画（注1）	10.25		7	3	4
		実績	10.25	0.00	7	3	4
小野 隆 （堤防管理）	4	当初計画	5.00		2	1	1
		最新計画（注1）	4.67		4	2	2
		実績	4.67	0.00	4	2	2
居石 貴史 （気候変動/氾濫解析/リ スク評価）	4	当初計画	6.00		2	1	1
		最新計画（注1）	6.00		4	2	2
		実績	6.00	0.00	4	2	2
山内 悠太 （環境社会配慮）	4	当初計画	2.50		1	0	1
		最新計画（注1）	2.50		1	0	1
		実績	2.50	0.00	1	0	1
中村 直登 （堤防管理II/施工計画/積 算）	4	当初計画	6.00		3	0	3
		最新計画（注1）	6.30		4	1	3
		実績	6.30	0.00	4	1	3
佐々木 孝雄 （技術指導）	4	当初計画	0.00		0	0	0
		最新計画（注1）	0.53		1	0	1
		実績	0.53	0.00	1	0	1
当初計画（合計）			38.50				
最新計画（合計）（注1）			38.50				
実績（合計）			38.50	0.00			

（注1）最新計画は作成時点までの実績を含みます。

（注2）JICA事業全体での集計に要するため渡航回数を記載してください。

（注3）通訳についても記載してください。

（注4）渡航回数のカウントの仕方は、年度をまたぐ案件の場合は、渡航開始時の年度にカウントしてください。（以下、ご参考）

①A案件の渡航中に、別の国で実施中のB案件の現地業務従事者で、第三国に中抜けする場合は、A案件1、B案件1とカウントする。

②A案件の渡航中に、同じ国で実施中のB案件の現地業務従事者する場合は、A案件1、B案件1とカウントする。

③自社負担による渡航は除外する。



添付資料 5  
研修員受入実績

本業務では下記の表の通り、2 回の本邦研修を実施した。

添付資料 5（研修員受入実績）として、各本邦研修の研修員リスト及び研修詳細計画書（実績）を掲載する。

研修	研修期間	研修員人数	研修機関
第 1 回本邦研修	2024 年 11 月 19 日～28 日	9 名	<ul style="list-style-type: none"><li>● 株式会社パスコ</li><li>● 国土交通省河川環境課</li><li>● 北海道開発局札幌開発建設部</li><li>● 寒地土木研究所</li><li>● 北海道開発局札幌河川事務所</li><li>● 淀川河川事務所</li><li>● 近畿技術事務所</li><li>● 応用地質株式会社</li></ul>
第 2 回本邦研修	2025 年 4 月 17 日～24 日	8 名	<ul style="list-style-type: none"><li>● 応用地質株式会社</li><li>● 国土交通省河川環境課</li><li>● 荒川上流河川事務所</li><li>● 荒川調節地工事事務所</li><li>● 淀川河川事務所</li><li>● 近畿技術事務所</li></ul>


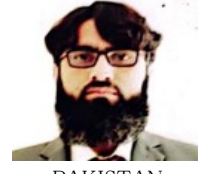
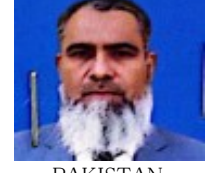


第1回本邦研修  
2024年11月19日～28日

LIST OF PARTICIPANTS  
River dike disaster risk reduction

堤防防災

202209685J003

2024/11/18 ~ 2024/11/29

1	 <p>PAKISTAN パキスタン</p>	Mr. SHAH Syed Muhammad Mehar Ali E-mail: TEL: D2408973 Additional Secretary, Water Resources Division, Ministry of Water Resources
2	 <p>PAKISTAN パキスタン</p>	Mr. SAJID Muhammad Saleem E-mail: TEL: D2408975 Director General, Water Resources Division, Ministry of Water Resources
3	 <p>PAKISTAN パキスタン</p>	Mr. IQBAL Zafar E-mail: TEL: D2408976 Superintending Engineers (Floods), Federal Flood Commission, Chairman Federal Flood Commission
4	 <p>PAKISTAN パキスタン</p>	Mr. HUSSAIN E-mail: TEL: D2408978 Senior Engineer (Floods), FFC, Ministry of Water Resources, Federal Flood Commission
5	 <p>PAKISTAN パキスタン</p>	Mr. KHAN Rashid E-mail: TEL: D2408979 Chief Engineer, Irrigation Zone Faisalabad, Punjab Irrigation Department
6	 <p>PAKISTAN パキスタン</p>	Mr. AMIN Khurram E-mail: TEL: D2408981 Additional Secretary Technical, Irrigation Department, Punjab Irrigation Department


LIST OF PARTICIPANTS  
River dike disaster risk reduction

堤防防災

202209685J003

2024/11/18 ~ 2024/11/29

7	 PAKISTAN パキスタン	Mr. BHUTTO Sajid Ali	E-mail:
			TEL
		D2408982	Chief Engineer,Barrage Management Unit,Irrigation Department Government of Sindh

8	 PAKISTAN パキスタン	Mr. KHERO Talha Khan	E-mail:
			TEL
		D2408983	Assistant Executive Engineer,Drainage Division Sindh,Irrigation Department Government of Sindh

9	 PAKISTAN パキスタン	Mr. NIZAMANI Huzair	E-mail:
			TEL
		D2408984	Assistant Executive Engineer,Drainage Division Mirpurkhas,Irrigation Department Government of Sindh

Date	Time	Program	Venue	Facilitator	
Nov-18, Mon		Arrival			
Nov-18, Mon	10:00 - 11:30	JICA Briefing		TIC person in charge	
	11:30 - 13:00	Lunch (TIC)			
	13:00 - 13:50	Orientation of Overseas Training	JICA Tokyo SR301	Mr. Goto & Mr. Sueishi, JICA Tokyo Briefing Team CTHI	
13:50 - 14:45	Discussions and presentations among trainees on the objectives of the training program				
14:50 - 15:00	Information on Portable Wifi				
Nov-20, Wed	8:20 - 9:15	Gather in the lobby and move to PASCO Corporation by bus			
	9:30 - 11:45	Training 1: 【Lecture and Demonstration】 Instruction of Dikes Inspection Equipment for Acquisition of Dikes Shapes.	PASCO Corporation	Mr. Ozawa	
	12:00 - 12:40	Move back to TIC by bus			
	13:00 - 14:30	Lunch (TIC)			
	14:45 ~ 15:45	Bank visit (walking distance from TIC)	SMBC Hatagaya		
Nov-21, Thu	16:00 - 17:00	Training 2: 【Lecture】 Maintenance and Management of Rivers in Japan.	JICA Tokyo SR410	Mr. Uchida, Ministry of Land, Infrastructure and Transport (MLIT)	
	6:50 - 7:45	Gather in the lobby with all your luggage and move to Haneda Airport by bus			
	9:00 - 10:35	JAL507 to New Chitose Airport (Hokkaido)			
	11:05 - 12:20	Move from New Chitose Airport to the Sapporo Development and Construction Department by bus			
	12:20 - 13:50	Lunch (same location)	Sapporo Development and Construction Department	Mr. Miyashita, Mr. Masuda	
	14:00 - 15:00	Training 3: 【Lecture】 History of Flood Control Works on the Ishikarigawa River, and Dikes within the Ishikarigawa River Basin.			
Nov-22, Fri	15:15 - 15:25	Move to the hotel (HOTEL MYSTAYS Sapporo Station) by bus			
	8:10 - 8:45	Gather in the hotel lobby and move to the Civil Engineering Research Institute for Cold Region (CERD) by bus			
	9:00 - 12:00	Training 4: 【Lecture】 Reducing Damage Caused by Overtopping and Breaching of Dikes. ~Experiments Using the World's Largest Tokachi River Chiyoda Experimental Channel~	Civil Engineering Research Institute for Cold Region (CERD)	Mr. Shimada	
	12:00 - 13:00	Lunch (same location)			
	13:20 - 13:30	Overview of the site visit schedule			
Nov-22, Fri	13:30 - 16:00	Training 5: 【Site Visit】 Ishikarigawa River Different locations moving by bus -13:30 Start from CERI and run along the top of dikes (Toyohiragawa River and Ishikarigawa River) -14:30 Left bank of Sapporo Ohashi Bridge (Hillside Dikes, Tobetsu Cutoff Waterway, Oyafuru Cutoff Waterway) -15:10 Barato River Sluice Gate (Merge Point of Ishikarigawa River) -15:40 Ishikarigawa River Spillway (Sluice Gate) -16:00 End of Site Visit	Toyohiragawa River Ishikarigawa River	Mr. Otani, Mr. Murakami	
	16:00 - 17:00	Return to hotel from the last location by bus			
	Nov-23, Sat Off				
	Nov-24, Sun	8:25 - 9:50	Check out and gather in the lobby before moving to New Chitose Airport by bus		
		11:05 - 13:00	ANA774 to ITAMI Osaka International Airport (Osaka)		
13:30 - 14:50		Move from the airport to the hotel (Hirakata Sun Plaza Hotel) by bus			
Nov-25, Mon	8:20 - 8:45	Gather in the lobby and move to Yodogawa River Office by bus			
	9:00 - 11:50	Training 6: 【Lecture】 Dikes Maintenance and Management in the Yodogawa River	Yodogawa River Office		
	11:50 - 13:30	Lunch (Move to Restaurant by bus, DIP RASNA)			
	13:30 - 13:50	View of Yodogawa River from the roof of Yodogawa River Office			
	13:50 - 17:00	Training 7: 【Site Visit】 Yodogawa River Different locations moving by bus -14:10 Ikaga Flood Affected Area (1885) (Urbanization inside the Dikes and Gentle Slope Dikes) -15:00 Super Dikes in the East District of Omiya -15:30 Shirokita "Wando" -16:00 Kema Branch Office (Yodogawa River Big Weir, Lock Gate, Pump Station) -17:00 End of Site Visit	Yodogawa River	Mr. Ito, Mr. Nishi	
	17:00 - 18:05	Return to hotel from the last location by bus			
Nov-26, Tue	8:10 - 8:45	Check out and gather in the lobby before moving to the Kinki Regional Development Bureau			
	9:00 - 12:00	Training 8: 【Lecture and Site Visit】 Defective Dikes for Training.	Kinki Regional Development Bureau	Mr. Watanabe, Mr. Koga (Yachiyo Engineering Co., Ltd.)	
	12:15 - 13:30	Move from the Kinki Regional Development Bureau to Shin-Osaka Station by bus			
	13:30 - 14:00	Time to purchase lunch in the station (to eat in the bullet train)			
	14:06 - 16:33	Nozomi 26 (bullet train) to Tokyo Station *lunch on the bullet train			
	16:50 - 18:30	Move from Tokyo Station to JICA Tsukuba Center (not TIC) by bus *dinner at JICA Tsukuba Center			
Nov-27, Wed	7:50 - 8:45	Gather in the lobby with all your luggage and move to OYO Corporation by bus			
	9:00 - 12:00	Training 9: 【Lecture and Demonstration】 Instruction of Dikes Inspection Equipment ~Surface Wave Exploration Device McSEIS-SW~	OYO Corporation	Mr. Kobayashi	
	12:00 - 13:30	Lunch (same location)			
	13:45 - 15:55	Move from OYO Corporation to TIC by bus			
	16:00 - 17:00	Check in, sort through documents, etc.	TIC		
Nov-28, Thu	9:00 - 10:00	【Discussion】 Group Discussions ~Technologies to be introduced and utilized for dike maintenance in Pakistan~			
	10:00 - 12:00	Action Plan making by each group			
	12:00 - 13:30	Lunch (TIC)	JICA Tokyo SR301	Mr. Goto, Mr. Sueishi	
	13:30 - 15:30	Action Plan presentations			
	15:30 - 15:40	Explanation of terms and conditions of use of materials			
	16:00 - 16:30	Evaluation Meeting			
	16:30 - 17:10	Closing Ceremony		Mr. Sakaida	
Nov-29, Fri		Departure			

第2回本邦研修  
2025年4月17日～24日






## LIST OF PARTICIPANTS

River Dike Management2

## 堤防管理Ⅱ

202209685J004

2025/4/15 ~ 2025/4/25

1	 PAKISTAN パキスタン	Mr. HAMEED Ather D2500221 Engineering Advisor (Civil) Ministry of Water Resources Federal Flood Commission
2	 PAKISTAN パキスタン	Mr. HASSAN Sibite D2500222 Assistant Engineer Federal Flood Commission
3	 PAKISTAN パキスタン	Mr. HAIDER Syed Ayaz Muhammad D2500223 Director (Monitoring) Ministry of Water Resources
4	 PAKISTAN パキスタン	Mr. AHMED Shakeel D2500224 Deputy Director Ministry of Water Resources
5	 PAKISTAN パキスタン	Mr. MINHAS Rashid D2500225 Chief Engineer Irrigation Department Punjab Irrigation Department




LIST OF PARTICIPANTS

River Dike Management2

堤防管理Ⅱ

202209685J004

2025/4/15 ~ 2025/4/25

6	 PAKISTAN パキスタン	<p>Mr. SHAMIM Kashif</p> <p>D2500226</p> <p>Additional Secretary Operation &amp; Budget            Irrigation Dept.            Punjab Irrigation Dept.</p>
7	 PAKISTAN パキスタン	<p>Mr. MUBIN Muhammad Ghazanfar</p> <p>D2500227</p> <p>Assistant Executive Engineer            Barrage Management Unit            Irrigation Department</p>
8	 PAKISTAN パキスタン	<p>Mr. KHAN Taimoor</p> <p>D2500228</p> <p>Executive Engineer            Dad Division, Sindh Irrigation Dept.            Irrigation Dept.</p>

Date	Time	Program	Venue	Facilitator
Apr-15, Tue		Arrival		
Apr-16, Wed	11:30 - 12:00	JICA Briefing	JICA Tokyo SR404	TIC person in charge
	12:00 - 13:30	Lunch (TIC)		
	13:30 - 14:30	Orientation of Overseas Training		
	14:50 - 15:50	Discussions and Presentations among Trainees on the Objectives of the Training Program		
	15:50 - 16:00	Information on Portable Wifi		
	16:15 - 18:35	Move from TIC to JICA Tsukuba by Bus		
Apr-17, Thu	8:30 - 9:15	Gather in the Lobby and Move from JICA Tsukuba to OYO Corporation by Bus	OYO Corporation	Mr. Kobayashi (OYO Corporation)
	9:30 - 11:30	Training 1: 【Lecture and Demonstration】 Instruction of Dikes Inspection Equipment ~Surface Wave Exploration Device McSEIS-SW~		
	11:30 - 12:50	Lunch (OYO Corporation)		
	13:05 - 15:15	Move from OYO Corporation to MILT by Bus	Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism (MILT)	Mr. Uchida (MILT)
	15:30 - 17:00	Training 2: 【Lecture】 Maintenance and Management of Rivers in Japan		
	17:10 - 17:50	Bank Visit (Walking Distance from MILT)		
18:00 - 18:20	Move from MILT to Restaurant by Bus			
Apr-18, Fri	9:25 - 10:45	Gather in the Lobby and Move from TIC to Saiko Nature Study Center by Bus	Saiko Nature Study Center	Mr. Yanagawa, Mr. Morohashi, Mr. Takahashi & Mr. Ochi (Arakawa Upstream River Office)
	11:00 - 12:00	Training 3: 【Lecture】 History of Flood Control, River Improvement Projects and Bund Management of Arakawa River		
	12:30 - 13:30	Move from Saiko Nature Study Center to Arakawa Second Flood Control Pond by Bus (lunch on the bus)	Arakawa Second Flood Control Pond	Mr. Matsumoto (Arakawa Flood Control Pond Office)
	14:00 - 15:00	Training 4: 【Site Visit】 Arakawa Second Flood Control Pond		
	15:15 - 16:55	Move from Arakawa Second Flood Control Pond to TIC by Bus		
Apr-19, Sat		Off		
Apr-20, Sun	12:45 - 13:30	Gather in the Lobby with All Your Luggage and Move to Shinagawa Station by Bus		
	14:07 - 16:30	Nozomi 165 (Bullet Train) from Tokyo Station to Shin-Osaka Station		
	17:00 - 18:05	Move from Shin-Osaka Station to Candeo Hotels Osaka Hirakata		
Apr-21, Mon	9:20 - 9:45	Gather in the Lobby and Move from Candeo Hotels Osaka Hirakata to Yodogawa River Office on Foot	Yodogawa River Office	Mr. Nishi & Mr. Nakayama (Yodogawa River Office)
	10:00 - 12:00	Training 5-1: 【Lecture】 Dikes Maintenance and Management in the Yodogawa River		
	12:00 - 14:00	Lunch (Move to Restaurant on Foot, DIP RASNA)	Yodogawa River	Mr. Nishi & Mr. Nakayama (Yodogawa River Office)
	14:00 - 16:50	Training 5-2: 【Site Visit】 Yodogawa River Different Locations Moving by Bus ・ 14:00-14:30 View of Yodogawa River from the Roof of Yodogawa River Office ・ 14:50-15:20 Ikaga Flood Affected Area ・ 16:20-16:50 Shirokita "Wando"		
	16:55 - 17:45	Move from Shirokita "Wando" to Candeo Hotels Osaka Hirakata by Bus		
Apr-22, Tue	8:05 - 8:45	Gather in the Lobby and Move from Candeo Hotels Osaka Hirakata to Kinki Regional Development Bureau by Bus	Kinki Regional Development Bureau	Mr. Watanabe, Mr. Koga (Yachiyo Engineering Co., Ltd.)
	9:00 - 12:00	Training 6: 【Lecture and Site Visit】 Defective Dikes for Training.		
	12:00 - 13:00	Lunch (Kinki Regional Development Bureau)		
	13:00 - 14:10	Move from Kinki Regional Development Bureau to Yodogawa River Big Weir by Bus	Yodogawa River Big Weir	Mr. Takayama & Mr. Nakamura (CTII)
	14:15 - 15:15	【Site Visit】 Yodogawa River Big Weir and Nearby Bunds and River		
	15:20 - 16:15	Move from Yodogawa River Big Weir to a Rental Mtg. Room by Bus	Rental Mtg. Room	Mr. Takayama & Mr. Nakamura (CTII)
	16:30 - 17:30	Reflection and Preparation for Discussion		
17:45 - 17:55	Move from the Rental Mtg. Room to Candeo Hotels Osaka Hirakata by Bus			
Apr-23, Wed	8:15 - 9:40	Check Out and Gather in the Lobby and Move from Candeo Hotels Osaka Hirakata to Shin-Osaka Station by Bus		
	9:50 - 10:20	Time to Purchase Lunch in the Station (To Eat on the Bullet Train)		
	10:30 - 12:49	Nozomi 10 (Bullet Train) from Shin-Osaka Station to Shinagawa Station		
	13:15 - 13:45	Move from Shinagawa Station to TIC	JICA Tokyo SR404	Mr. Takayama & Mr. Nakamura (CTII)
14:15 - 17:00	Reflection and Preparation for Discussion			
Apr-24, Thu	9:00 - 12:00	Discussion (Future Direction of River Improvement and Bunds Management)	JICA Tokyo SR404	Mr. Takayama & Mr. Nakamura (CTII)
	12:00 - 13:30	Lunch (TIC)		
	13:30 - 17:00	Evaluation Meeting & Closing Ceremony		Mr. Nakanishi (JICA)
Apr-25, Fri		Departure		

添付資料 6  
遠隔研修・セミナー実施実績  
(実施した場合)

## 1. 堤防の整備及び管理に関する能力強化セミナー（1）

### 1.1 実施概要

2024 年 6 月 3 日に堤防の整備及び管理に関する能力強化セミナーの第 1 回を実施した。第 1 回の主たる議題は、プロジェクトチームが活動 2-1 で実施した各州の堤防技術マニュアルの比較分析結果であった。セミナープログラムは表 1.1.1 のとおりである。

表 1.1.1 第 1 回セミナープログラム

Time (Hours)		Description of the Agenda Item	Speaker/Presenter/Facilitator
No.	Time (PST)		
	10:00 - 10:10	Opening Remarks	Mr. Ahmed Kamal, Chairman FFC
	10:10 - 10:20	Introduction	All Participants
	10:20 - 10:30	Brief Project Introduction	Mr. GOTO, Team Leader, JICA Project Team.
	10:30 - 11:30	Presentation on Comparative Analysis of Design Manuals of Flood Bunds in Sindh, Punjab Provinces in Pakistan and Japan.	Mr. TAKAYAMA, Deputy Team Leader.
	11:30 - 12:20	Q & A session and discussion	All Participants
	12:20 -13:30	Lunch & Prayer Break	
	13:30 -14:15 14:15 -15:00	Presentation on Issues and challenges on Design, Construction and O&M of flood bunds (Focusing on the current Technical Manuals and Specifications).	Representative PID Punjab Representative PID Sindh
	15:00 - 15:50	Discussion Session Issues and Challenges on Bund Design General Discussion	All Participants  (TEA will be served during Discussion)
	15:50 -16:10	Certificate Distribution	Mr. Ahmed Kamal & Mr. GOTO
	16:10 -16:15	Closing Remarks	Mr. Ahmed Kamal CEA / CFFC
	16:15 -16:20	Vote of Thanks	Mr. GOTO, JICA Team Leader

出典：プロジェクトチーム

### 1.2 参加者リスト

表 1.2.1 に当該セミナーの参加者一覧を示す。なお、プロジェクトチームからの出席者は表から除いている。C/P である FFC、PID Sindh、PID Punjab をはじめとして、PID AJK や Global Climate-Change Impact Studies Centre (GCISC)、Pakistan Council of Research in Water Resources (PCRWR)、Pakistan Meteorological Department(PMD)から総数 22 名の参加があった。

表 1.2.1 第 1 回セミナー参加者リスト

Sr.	Name	Organization	Designation
1	Mr. Ahmed Kamal	FFC	Chairman
2	Mr. Ather Hameed	FFC	EACC
3	Mr. Sajid Ali Bhutto	PID Sindh	Chief Engineer
4	Muhammad Nasir Mahmood	PID AJK	Deputy Director
5	Mr. Amjad Masood	GCISC	Scientific Officer
6	Muhammad Kashif Manzoor	PCRWR	Deputy Director
7	Mr. Hussain Shingri	FFC	Senior Engineer
8	Mr. Zafar Iqbal	FFC	Senior Engineer (Flood)
9	Mr. Burhan Ahmed	PMD	Deputy Director
10	Mr. Sultan Mahmood	PID Punjab	CE DVF
11	Mr. Kashif Rehan	PID Punjab	Deputy Director
12	Muhammad Kamran	PID Punjab	Civil Engineer
13	Muhammad Amir Akram Rao	FFC	Deputy Engineer Advisor
14	Muhammad Amin	FFC	Assistant Engineer
15	Mr. Yawar Rasheed	FFC	Assistant Engineer

Sr.	Name	Organization	Designation
16	Mr. Sibite Hassan	FFC	Assistant Engineer (Flood)
17	Mr. Basit Hussain	FFC	Sub Engineer
18	Mr. Fawad Abdullah	PID Punjab	AD Civil
19	Mr. Zarif Khan	FFC	Supt (F)
20	Abdul Hafeez	FFC	Supt (F)
21	Mr. Osama Nawab	ASSHIF, FFC	-
22	Mr. Manzoor Ahmed	FFC	Computer Operator

出典：プロジェクトチーム

### 1.3 セミナー写真



出典：プロジェクトチーム

写真 1.3.1 FFC での第 1 回セミナーの様子

## 2. 堤防の整備及び管理に関する能力強化セミナー（2）

### 2.1 実施概要

2024 年 12 月 19 日に堤防の整備及び管理に関する能力強化セミナーの第 2 回を実施した。第 2 回の主たる議題は、下記の通りである。また、セミナープログラムは表 1.1.1 のとおりである。

- ・ Indus 川堤防脆弱地点インベントリ調査結果と推奨事項（活動 2-2 関連）
- ・ Sindh 州の Bund Manual および Punjab 州の Manual for Irrigation Practice への補足資料案（活動 3-2 関連）
- ・ Indus 川の堤防管理に関する短中期行動計画案の検討経過報告（活動 3-3 関連）
- ・ PDCA 型維持管理のパキスタンへの導入（活動 2-3 関連）

表 2.1.1 第 2 回セミナープログラム

Time (Hours)		Description of the Agenda Item	Speaker/Presenter/Facilitator
No.	Time (PST)		
	10:00 - 10:10	Opening Remarks	Mr. Athar Hameed, CEA/CFFC
	10:10 - 10:20	Introduction	All Participants
	10:20 - 10:30	Brief Project Introduction	Mr. GOTO, Team Leader, JICA Project Team.
	10:30 - 10:55	Presentation on Inventory survey, its outcome and recommendations.	Mr. NAKAMURA, Dike Maintenance Specialist (2)
	10:55 - 11:15	Presentation on draft addendum to the Pakistani Technical Bund manuals, i.e.MIP and Sindh bund manual.	Mr. GOTO, Team Leader, JICA Project Team.
	11:15 - 11:45	Presentation on Adopting the Plan-Do-Check-Act (PDCA) Cycle O&M for the Bunds in Pakistan.	Mr. TAKAYAMA, Deputy Team Leader.
	11:45 - 12:00	Presentation by PID Sindh on flood fighting and damages experiences during 2024.	Representative from PID Sindh
	12:00 -12:15	Presentation by PID Punjab on flood fighting and damages experiences during 2024.	Representative from PID Punjab
	12:15 - 12:45	Q & A Session	All Participants
	12:45 - 13:45	Lunch & Prayer Break	(Lunch Box will be served)
	13:45 -14:30	Progress on short and mid-term plans for the bund maintenance and management.	Mr. GOTO, Team Leader, JICA Project Team.
	14:30 - 15:00	Q & A and Discussion Session	All Participants
	15:00 -15:15	Certificate Distribution	Mr. Athar Hameed & Mr. GOTO
	15:15 -15:20	Closing Remarks	Mr. Athar Hameed CEA / CFFC
	15:20 -15:25	Vote of Thanks	Mr. GOTO, JICA Team Leader

出典：プロジェクトチーム

## 2.2 参加者リスト

表 2.2.1 に当該セミナーの参加者一覧を示す。なお、JICA 在外事務所及び及びプロジェクトチームからの出席者は表から除いている。C/P である FFC、PID Sindh、PID Punjab をはじめとして、PID Balochistan や PID KP から総数 19 名の参加があった。

表 2.2.1 第 2 回セミナー参加者リスト

Sr.	Name	Organization	Designation
1	Ahter Hameed	FFC	Chairman
2	Mr. Sajjid Ali Bhutto	PID Sindh	Chief Engineer Irrigation
3	Mr. Ghullam Rasul	PID Punjab	PD Small Dams Islamabad
4	Mr. Waqas Javed	PID Punjab	Superintendent Engineer
5	Mr. Mohib Ullah Ali	PID Punjab	Superintendent Engineer
6	Mr. Amir Mumtaz Wattoo	PID Punjab	Superintendent Engineer
7	Mr. Munawar Iqbal	PID Punjab	Xen PID, D.G. Khan
8	Mr. Faisal Jamal	PID Balochistan	Assistant Engineer
9	Mr. Abdul Jabbar	PID Balochistan	Assistant Project Engineer
10	Mr. Ghullam Muhammad Memon	PID Sindh	Executive Engineer
11	Mr. Imran Khan	PID Sindh	AXN
12	Dr. Azhar Ullah	FFC	D.E.A (P)
13	Mr. Hussain Shingri	FFC	Sr. Engineer Flood
14	Dr. Qazi Tallat	FFC	Chief Engineer Dam Safety
15	Mr. Sibti Hassain	FFC	Assistant Engineer
16	Mr. Yawar Hussain	FFC	Assistant Engineer
17	Mr. Basit Ali	FFC	Sub Engineer
18	Muhammad Amin	FFC	Assistant Engineer
19	Mr. Baatur Zaman	PID KPK	Superintendent Engineer

出典：プロジェクトチーム

## 2.3 セミナー写真



出典：プロジェクトチーム

写真 2.3.1 FFC での第 2 回セミナーの様子（イスラマバード）

添付資料 7  
供与機材・携行機材実績  
(引渡リストを含む)

## 貸与物品リスト List of Property Lending

業務名称 (Name of Project) : 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

対象国 (Country) : パキスタン

事業担当部課 (Division in Charge) : 地球環境部

物品名称 (Name of Property)	規格・品番 (Standard, Part Number)	個数 (Quantity)	現況 (Current State)	事業終了後の 取扱い (After Completion of Project: Handover/Return)
複合機	C7112 Xerox Versalink C7125 MFP	1	FFCに譲与済み	実施機関に譲与
ラップトップPC	DELL INSPIRON 3530	1	FFCに譲与済み	実施機関に譲与
弾性派探査機材	McSEIS-SW 24 ch	2	Punjab-PIDと Sindh-PIDに譲 与済み	実施機関に譲与
簡易貫入試験機	製品名なし	2	Punjab-PIDと Sindh-PIDに譲 与済み	実施機関に譲与
ラップトップPC	LENOVO IDEAPAD-1	2	Punjab-PIDと Sindh-PIDに譲 与済み	実施機関に譲与
ワークステーション (デスク トップ)	HP Z4 G5	5	Punjab-PIDと Sindh-PIDに譲 与済み	実施機関に譲与
ワークステーション (ラップ トップ)	LENOVO LEGION	1	Punjab-PIDに譲 与済み	実施機関に譲与
ドローン	DJI Matrice 350	1	Sindh-PIDに譲 与済み	実施機関に譲与
ドローン用電池	DJI TB65	6		実施機関に譲与
ドローン用バッテリース テーション	DJI BS65	1		実施機関に譲与
LiDARセンサー	DJI Zenmuse L2	1		実施機関に譲与
GNSS受信機	D-RTK2	1		実施機関に譲与
地形解析ソフト	DJI-Terra Pro	1		実施機関に譲与
音響測深機材	Topo Drone Aquamapper NextGen	1		Sindh-PIDに譲 与済み

# CERTIFICATE OF HANDOVER

To: JICA Pakistan Office

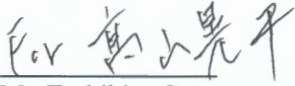
Re: The Technical Cooperation Project for Capacity Development of Effective River Dikes Management Response to 2022 Flood

This certificate of handover is prepared to certify that the equipment in the attached list, which had been utilized for the “The Technical Cooperation Project for Capacity Development of Effective River Dikes Management Response to 2022 Flood” (hereinafter referred to as “Project”), have been handed over properly to Federal Flood Commission.

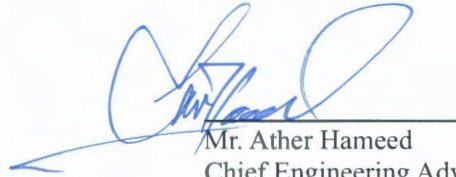
## Attached: List of Equipment

No	Name of Item		Qty	Place of installation	Date of handover
1	Multifunction machine for printing	C7112 Xerox Versalink C7125 MFP	1	The Chairman FFC Office, Ministry of Water Resources Islamabad	25th February, 2025
2	PC (Laptop)	DELL INSPIRON 3530	1	Same as the above	25th February, 2025

25<sup>th</sup> February, 2025



Mr. Toshihiro Goto  
Project Manager  
CTI Engineering International Co., Ltd. Japan



Mr. Ather Hameed  
Chief Engineering Advisor  
Chairman Federal Flood Commission  
Ministry of Water Resources,  
Government of Pakistan.

## CERTIFICATE OF HANDOVER

To: JICA Pakistan Office

Re: The Technical Cooperation Project for Capacity Development of Effective River Dikes Management Response to 2022 Flood

This certificate of handover is prepared to certify that the equipment in the attached list, which shall be utilized for the “The Technical Cooperation Project for Capacity Development of Effective River Dikes Management Response to 2022 Flood” (hereinafter referred to as “Project”), have been handed over properly to Sindh-PID, as of 19<sup>th</sup> February, 2025.

### Attached: List of Equipment

No.	Name of Item	Qty	Place of Installation	Date of handover	
1	Surface Wave Exploration	McSEIS-SW 24 ch Set	1	Chief Engineer Sindh Barrage Management Unit's Hydro-Informatic Centre, 28-Civil Lines Hyderabad	19th February, 2025
2	Dynamic Corn Penetrator	No Product Name	1	Same as the above	19th February, 2025
3	PC (Laptop)	LENOVO IDEAPAD-1	1	Same as the above	19th February, 2025
4	Drone	DJI Matrice 350	1	Same as the above	19th February, 2025
5	Flight Battery	TB65	6	Same as the above	19th February, 2025
6	Battery Station	BS65	1	Same as the above	19th February, 2025
7	Lidar Sensor	DJI Zenmuse L2	1	Same as the above	19th February, 2025
8	GESS-Reciever	D-RTK2	1	Same as the above	19th February, 2025
9	Analysis software	DJI-Terra Pro	1	Same as the above	19th February, 2025

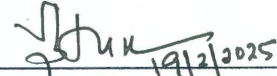
19<sup>th</sup> February, 2025



Mr. Toshihiro Goto

Project Manager

CTI Engineering International Co., Ltd. Japan



Mr. Zarif Iqbal Khero

Secretary Irrigation

Government of Sindh, Karachi

for witness



Mr. Ather Hameed

Chief Engineering Advisor /  
Chairman Federal Flood Commission

Ministry of Water Resources,  
Government of Pakistan.

## CERTIFICATE OF HANDOVER

To: JICA Pakistan Office

Re: The Technical Cooperation Project for Capacity Development of Effective River Dikes Management Response to 2022 Flood

This certificate of handover is to certify that the equipment in the attached list, which shall be utilized for the "The Technical Cooperation Project for Capacity Development of Effective River Dikes Management Response to 2022 Flood" (hereinafter referred to as "Project"), have been handed over properly to Punjab-PID, as of 13<sup>th</sup> February, 2025.

Attached: List of Equipment

No.	Name of Item	Qty	Place of installment	Date of handover	Note
1	Surface Wave Exploration McSEIS-SW 24 ch Set	1	Engineering Academy building, Tokar Niaz Baig Lahore.	13th February, 2025	For HSSEU
2	Dynamic Penetrator No Product Name	1	Engineering Academy building, Tokar Niaz Baig Lahore.	13th February, 2025	For HSSEU
3	PC (Laptop) LENOVO IDEAPAD-1	1	Engineering Academy building, Tokar Niaz Baig Lahore.	13th February, 2025	For HSSEU
4	Workstaion (Desktop) HP Z4 G5	3	Engineering Academy building, Tokar Niaz Baig Lahore.	13th February, 2025	2 For HSSEU 1 For FRAU
5	Workstaion (Laptop) LENOVO LEGION	1	Engineering Academy building, Tokar Niaz Baig Lahore.	13th February, 2025	For FRAU

後藤 俊彦

Mr. Toshihiro Goto

Project Manager

CTI Engineering International Co., Ltd. Japan

13<sup>th</sup> February, 2025

Rashid Ali Chief Engineer

Mr. Wasif Khurshid,

Secretary Irrigation,

PID Punjab, Lahore.

for witness

for

Mr. Ather Hameed

Chief Engineering Advisor /  
Chairman Federal Flood Commission

Ministry of Water Resources,  
Government of Pakistan.

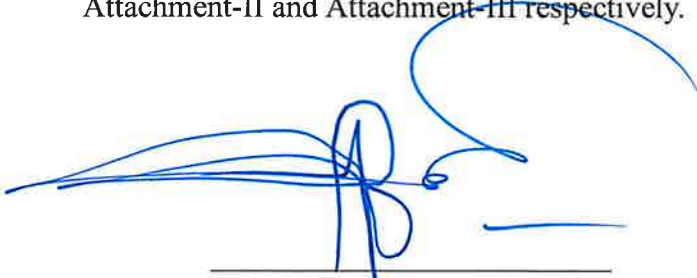
添付資料 8  
合同調整委員会議事録等

MINUTES OF THE 1<sup>st</sup> MEETING OF JOINT  
COORDINATION COMMITTEE (JCC)  
ON WORK PLAN  
FOR  
THE PROJECT FOR CAPACITY DEVELOPMENT OF  
EFFECTIVE DIKE MANAGEMENT RESPONSE TO 2022 FLOOD  
IN THE  
OFFICE OF THE CHIEF ENGINEERING ADVISOR /  
CHAIRMAN FEDERAL FLOOD COMMISSION (CEA/CFFC)  
MINISTRY OF WATER RESOURCES  
IN THE  
ISLAMIC REPUBLIC OF PAKISTAN

The Government of Japan, in response to the official request of the Government of the Islamic Republic of Pakistan (hereinafter referred to as “the GOP”) decided to conduct the project for “Capacity Development of Effective Dike Management Response to 2022 Flood (herein after referred to as “the Project”) and the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as “JICA”) deployed the Project Team (herein after referred to as “The Team”) headed by Mr. Toshihiro GOTO of CTI Engineering International Co., Ltd. to the Islamic Republic of Pakistan, based on the Record of Discussion (hereinafter referred to as “R/D”) signed on February 2023.

The 1<sup>st</sup> Joint Coordination Committee (herein after referred to as “JCC”) meeting on the Draft Work Plan Report (herein after referred to as “The Draft W/P”) was held at Islamabad between the office of the Chief Engineering Advisor/Chairman Federal Flood Commission (hereinafter referred to as “O/o CEA/ CFFC”) MoWR, JICA Representative Islamabad and the Team on 14<sup>th</sup> of December 2023. At the meeting, the outline of the Project was explained by the Team and mutual discussions were held among them. After the discussion, FFC and PIDs (Punjab and Sindh) totally agreed on the draft Work Plan and received the copy of draft W/P. The results of discussions have been described in the Attachment-I.

The list of participants of 1<sup>st</sup> JCC meeting and copy of the draft W/P is also attached as Attachment-II and Attachment-III respectively.



Engr. Mr. Ahmed Kamal  
Chief Engineering Advisor/ Chairman  
Federal Flood Commission,  
Ministry of Water Resources,  
Government of The Islamic Republic of  
Pakistan.



Mr. Toshihiro GOTO  
Leader of the JICA Study Team,  
Japan International Cooperation Agency,  
Tokyo, Japan.

## **1. Schedule**

The schedule for all activities was described in the Draft W/P and can be adjusted in the JCC meetings through the discussion between JICA, the Team and office of the CEA/CFFC, MoWR whenever deemed necessary.

## **2. Contents of W/P**

The contents of the Draft W/P were presented to the participants of 1<sup>st</sup> JCC meeting and confirmed through the JCC as follows:

- i. The Team presented the framework of Project including its goals, outcomes, activities etc. and explained about major activities such as site inspections, inventory surveys along Indus dikes, the formulation of action plan and prioritization, pre-F/S and two trainings in Japan under the Project. Similarly, the Team will also hold several meetings with the JCC members in future time to time which ultimately enhance the capacity of office of CEA/CFFC, MoWR and PIDs (Punjab & Sidh) for proper management of Indus dikes in their respective areas of jurisdiction.
- ii. The Team further stated that in addition to the capacity building in flood dike management through workshops, site demonstration with new equipment being used in the maintenance of dike would also be carried out during the Project, as the equipment would be more beneficial for PIDs to inspect dike behavior and conditions at site before, during and after every flood event, in addition to the physical-manual inspections.
- iii. Similarly, after the discussions on the draft Work Plan with the Counterpart Organizations, the Team submitted the three hard copies of draft W/P to the office of the CEA/CFFC, MoWR for further necessary action and submission of comments, if any.
- iv. The Team explained that a Midterm-level Action Plan with the prioritization of composing programs would be formulated to realize the major outcomes in the initial stage with office of the CEA/CFFC, MoWR and PIDs (Punjab and Sindh), based on the results of bibliographic surveys on existing flood protection plans, site inspection, inventory field surveys on existing bunds, demonstration activities for better inspection/exploration on the Indus River bunds.
- v. Based on the result of inventory survey and site inspections, candidate sites for the demonstration of inspections will be selected as on-the-job/on-site training for the technical staff of PIDs and FFC.

## **3. Date of the Commencement of the Project**

The Project has already been started from 11<sup>th</sup> December 2023 when the Team arrived in Islamabad, Pakistan as already agreed in signed R/D meeting during February 2023.

## **4. Communication System**

Both sides will communicate through a number of meetings to be conducted from time to time in Islamabad, Lahore and Karachi respectively. If deemed necessary, remote systems such as, Zoom and WhatsApp will also be utilized to progress the activities of the Project. Opportunities to attend



seminars, workshops and trainings to be organized under the Project will also be provided to the professionals of FFC, PIDs and other related organizations in charge of pre-investment for the flood disaster risk reduction.

## **5. Inputs by Office of the CEA/CFFC**

### **5.1 Office Space and Facilities**

Office of the CEA/CFFC has already been provided one big room in its office building to the Team along with some necessary furniture and fixtures for smooth operation of the Project in accordance with the signed R/D. This is despite the fact that the space of the O/o CEA/CFFC has been squeezed due to MoWR placement in its building. The internet system provided by FFC updated by the Team with its own expenses in consideration of the capacity limitation of FFC system.

### **5.2 Counterparts**

Office of the CEA/CFFC is requested to assign the necessary number of capable counterpart personnel from relevant PIDs (Punjab and Sindh). Then each counterpart, according to his/her specialty, will be assigned to the Japanese experts and the activities of the Project. Office of the CEA/CFFC provided function, roles and duties of concerned PIDs immediately after the 1<sup>st</sup> JCC meeting.

After the presentation, the Team and CFFC with FFC senior officers engaged in open and collaborative discussions as follows:

- The PIDs will coordinate and facilitate the Team during field visits and surveys in Punjab and Sindh province;
- The PIDs shall depute focal persons for the Project for effective coordination during the Project;
- The Team will convey to JICA Headquarter at Tokyo, Japan the request of FFC for the followings:
  - (1) Formulation of Drainage Master Plan based on the experience of 2022 floods.
  - (2) Supporting FFC in the establishment of Project Coordination and Management Unit (PCMU) in FFC under Japanese Grant Aid Program, for effective implementation of National Flood Protection Plan IV (NFPP-IV) including its Phase-I, i.e. Flood Protection Sector Project-III (FPSP-III).
  - (3) Implementation of Irrigation Research Institute (IRI) Punjab (upgradation PC-1/Proposal) under Japanese Grant-in-Aid program.

## **6. Formulation of Field Survey Teams for Inventory Survey and Inspection of Bunds**

Two survey teams in Punjab PID and one survey team in Sindh PID will be deputed for at least one month to inspect and collect the basic hydraulic data of the vulnerable points of existing bunds along the Indus River in Punjab and Sindh respectively. The number of survey team will be set depending on the number of vulnerability points.



## **7. Setting of Indicators of Project Design Matrix (PDM) and Formulation of Plan of Operation (PO)**

Both sides agreed that the indicators of the Project Design Matrix (PDM) shall be examined through discussions and fixed in the middle of Project after the results of field survey. Plan of Operation (PO) will be established on the basis of PDM and the W/P.

## **8. Cooperation and Coordination with Related Organizations and Projects**

The Project has to coordinate the activities to be recognized by other development partners such as WB and ADB under the on-going Project “Sindh Flood Emergency & Resilience Project”, under “Annual Development Program” and “Flood Protection Sector Program-III” to achieve the project goals.

## **9. Promotion of Importance of Information Sharing among Related Agencies**

Office of the CEA/CFFC agreed to taking the initiative for the establishment of data/information sharing system especially for the management of flood protection projects with consistent and timely information between FFC and PIDs. The Team will assist to promote the implementation of such policy/system during the Project.

## **10. Data Disclosure to the Team**

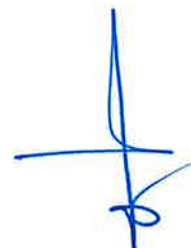
Office of the CEA/CFFC emphasized that all basic hydraulic data around the Indus River bunds will be opened to the Team, but it is prohibited to disclose to other organizations without prior permission of office of the CEA/CFFC in consideration of existing water data related issues between Punjab and Sindh province.

## **11. Draft W/P Reports and JCC Meetings**

The JCC members will submit comments on the Draft W/P, if any, to the Team by the middle of January 2024. Based on the comments, the Team will amend the Draft W/P and submit (03) copies of the final W/P to the office of the CEA/CFFC immediately after the revision based on comments. Next JCC meeting will be held around middle of 2024 (June/July)

## **12. Trainings in Japan**

Two number of trainings will be conducted through the Project in Japan. Each training program shall consist of eight (08) participants and the trainings are scheduled during the month of April and December 2024.



**LIST OF ATTENDANTS****Pakistan side:**

<b>No.</b>	<b>Names</b>	<b>Designation</b>	<b>Organization</b>
1.	Engr. Ahmed Kamal	Chairman	O/O CEA/CFFC
2.	Engr. Ather. Hameed	Engineering Advisor (Civil)	-do-
3.	Engr. Dr. Ejaz Tanveer	Deputy Engineering Advisor (Civil)	-do-
4.	Engr. Zafar Iqbal	Superintending Engineer Floods -II	-do-
5.	Engr. Hussain Shingri	Senior Engineer (Floods)	-do-
6.	Mr. Sibite Hassan	Assistant Engineer (Floods)	-do-
7.	Mr. Yawar Rasheed	Assistant Engineer (Civil)	-do-
8.	Mr. Sultan Mahmood	Chief Engineer D & F	Punjab Irrigation
9.	Mr. Sajid Ali Bhuttu	Chief Engineer Barrage Management Unit	Sindh Irrigation

**Japan side:**

<b>No.</b>	<b>Names</b>	<b>Designation</b>	<b>Organization</b>
1.	Mr. Koki SAWA	Representative	JICA Pakistan Office
2.	Mr. Toshihiro GOTO	Team Leader	JICA Study Team
3.	Mr. Takayama Kohei	Deputy Team Leader	JICA Study Team
4.	Mr. M. QASIM Saeed	Dike Management Specialist	JICA Study Team

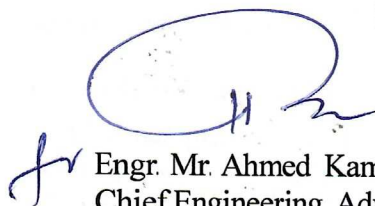
MINUTES OF THE 2<sup>nd</sup> JOINT COORDINATION  
COMMITTEE (JCC) MEETING ON PROJECT PROGRESS  
AND UPDATED OUTCOMES OF THE PROJECT  
FOR  
CAPACITY DEVELOPMENT OF EFFECTIVE DIKE MANAGEMENT  
(PERDM) RESPONSE TO 2022 FLOOD (PERDM)  
IN THE OFFICE OF THE CHIEF ENGINEERING ADVISOR/CHAIRMAN  
FEDERAL FLOOD COMMISSION (CEA/CFFC)  
MINISTRY OF WATER RESOURCES (MoWR)  
IN THE  
ISLAMIC REPUBLIC OF PAKISTAN

In response to an official request from the Government of the Islamic Republic of Pakistan (hereinafter referred to as "the GOP"), the Government of Japan initiated the project titled "Capacity Development of Effective Dike Management Response to 2022 Flood" (herein after referred to as "the Project"). The Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA") deployed the Project Team (herein after referred to as "The Team") led by Mr. Toshihiro GOTO of CTI Engineering International Co., Ltd. to Pakistan. This initiative is based on the Record of Discussion (hereinafter referred to as "R/D") signed on February 2023, with the project scheduled for completion by May 2005. To start the Project, the 1<sup>st</sup> Joint Coordination Committee meeting was held at Islamabad between the office of the Chief Engineering Advisor/Chairman, Federal Flood Commission (CEA/CFFC), Ministry of Water Resources (MoWR), the JICA Islamabad office and the Project Team on 14<sup>th</sup> December 2023.

The 2<sup>nd</sup> JCC meeting was held in the conference room of MoWR building on 7<sup>th</sup> October 2024 as per scheduled meeting among the JICA, Project team, office of the CEA/CFFC, PIDs and other flood stakeholders. Detailed discussion was carried out to discuss the following matters:

- i. Outline and updated progress of the project.
- ii. Results of bunds inventory survey and evaluation of bunds quality /durability.
- iii. Procurement of equipment for Punjab and Sindh PIDs,
- iv. Addendum to the existing bund manuals of Punjab and Sindh
- v. Evaluation of the impacts of unexpected bund breaches
- vi. Achieving effective future outcomes through PERDM

The outcomes of the periodic mutual discussions are described in the Attachment-I, while the list of participants of 2<sup>nd</sup> JCC meeting is attached as Attachment-II.

  
Engr. Mr. Ahmed Kamal  
Chief Engineering Advisor/ Chairman  
Federal Flood Commission, Ministry of  
Water Resources, Government of The Islamic  
Republic of Pakistan.

  
Mr. Toshihiro GOTO  
Project Team Leader,  
JICA Project (PERDM),

### 1. Outline and Progress of the Project

The Team Leader of the Project reviewed the Project outline and salient features with stakeholders using presentation materials.

### 2. Results of Bunds Inventory Survey and Evaluation of Bunds Quality /durability

The Project Team presented that the results of site survey on vulnerable bunds, sharing the evaluation criteria and the assessment of bund soundness with stakeholders. During the second Bund Seminar, the Team will show the revised results and methodology of bund evaluation based on the comment from participants. Additionally, a comprehensive list of dikes will be developed to assess the potential for dike breaches and the flood damage caused by such breaches at each vulnerable point.

### 3. Equipment to be procured to Punjab and Sindh PIDs

FFC and PIDs agreed to introduce the equipment highlighted in the presentation (e.g. Echo Sounder with Drone and LiDAR to PID Sindh and Elastic Wave Exploration and Portable Core Penetrometer equipment to both Punjab and Sindh, etc.). In addition, the following points were confirmed with stakeholders to assess the current capacity and potential of PIDs for operating and utilizing the equipment, as well as the necessity of such equipment:

- Identification of current operation and maintenance level of bunds and available equipment for inspection and investigation purposes used in Punjab and Sindh PIDs.
- Other activities relating to bund management (GIS tools): In case of Sindh PID, the GIS database is managed and developed by Sindh Irrigation and Drainage Authority (SIDA), which conduct analysis such as flood inundation probability mapping and Indus Morphology. In addition, Sindh-PID is also utilizing Decision Support System (DSS), developed by experts from the Asian Institute of Technology (AIT), Thailand during August 2021 with the financial assistance of WB.
- Similarly, PID Punjab also maintains a GIS database of all rivers, river dikes, and river training works by Flood Risk Assessment Unit (FRAU). This unit analyzes flood inundation areas using numerical analysis results and satellite images.

### 4. Addendum to the existing bund manuals of Punjab and Sindh

Based on the "Report on Comparative Analysis of Design Manual of Bunds", the Project Team prepared and presented the principles, methodology and framework for formulating the addendum to cover existing bund manuals in terms of the bund enhancement and management. The draft addendum will be shared with FFC and PIDs during the 2<sup>nd</sup> bund seminar, scheduled for December 2024.

### 5. Evaluation of unexpected bunds breach effects

The Project Team estimated the flood damage for each vulnerable bund point using the HEC-RAS simulation model. FFC and PIDs acknowledged that most of breaches would result in significant damage to agricultural and residential areas in the hinterland.

### 6. Office Space and Facilities

FFC has provided a spacious room within its office building complex to the Project Team, equipped with necessary furniture and fixtures to support the smooth operation of the Project, as outlined in the signed R/D. The Chairman of FFC has assured that all JICA Project Teams will continue to utilize this room until the conclusion of JICA's assistance activities for the FFC.

### 7. 2<sup>nd</sup> Project Monitoring Sheets with Project Design matrix (PDM) and Plan of Operation (PO)

The Project Team Leader and FFC Chairman will prepare the second monitoring sheet during December, 2024, and FFC will submit it to the JICA Pakistan Office.

## **8. Cooperation and Coordination with Related Organizations and Projects**

To support the strengthening and maintenance of bunds, the Project Team will collaborate with other development partners, such as the World Bank (WB), and the Asian Development Bank (ADB), through ongoing projects, including the Sindh Flood Emergency & Resilience Project (SFERP), the Flood Emergency Rehabilitation Project (FERP), the Annual Development Program implemented by Provincial Governments using their own resources, and the Flood Protection Sector Program-III (FPSP-III).

## **9. Promotion of importance and information sharing among related organizations**

Office of the CEA/CFFC has initiated the establishment of data/information sharing mechanism especially for the management of flood protection projects with consistent and timely information between FFC and PIDs. The project team will assist in promoting the implementation of this policy/system throughout the duration of the project.

## **10. Reports and 2<sup>nd</sup> JCC Meeting**

The JCC participants are encouraged to submit a comments on the outcome of the project activities if any to the Team by the mid-November 2024. Based on the comments, the Team will review these comments and, if necessary, adjust the recommendations. The next JCC meeting is scheduled for the end of February 2025.

## **11. Training in Japan**

Two training in Japan are planned under the project, each training consisting of eight (08) participants. The first training is scheduled from 17<sup>th</sup> November 2024 to 29<sup>th</sup> November 2024, while the second training is planned to be conducted during April, 2025.



## LIST OF ATTENDANTS

## ATTACHMENT-II

## Pakistan side:

Sr.	Name	Designation	Organization
1	Mr. Ahmed Kamal	Chairman	CEA/CFFC
2	Mr. Hussain Shigri	Senior Engineer	FFC
3	Mr. Shehroz Khan	GIE Power Wing	FFC
4	Mr. Sultan Mahmood	Chief Engineer D&F	PID Punjab
5	Muhammad Zahid Abbas	Meteorologist	PMD
6	Dr. Agha Babar Ali Khan	Deputy Director	PMD
7	Mr. Yawar Rasheed	Assistant Engineer (Floods)	FFC
8	Mr. Sibite Hassan	Assistant Engineer (F)	FFC
9	Mr. Osama Wahab	Assistant Engineer (F)	FFC
10	Mr. Basit Hussain	Sub Engineer	FFC
11	Mr. Abdul Hafeez	Sub Engineer	FFC
12	Mr. Zarif Khan	Sub Engineer	FFC
13	Muhammad Iqbal	Computer Operator	FFC
		<b>On line Participants</b>	
14	Mr. Sajid Hussain Bhuttu	Chief Engineer	PID Sindh
15	Mr. Anwar Kamal	Superintending Engineer	PID KPK

## Japan side:

Sr.	Name	Organization	Designation
1	Mr. Toshihiro Goto	Team Leader of the Project	JICA Project Team
2	Mr. Abrar Khan	Program officer	JICA Pakistan Office
3	Mr. Takafumi Sueishi	Team Member	JICA Project Team
4	Mr. Yuta Yamauchi	Team Member	JICA Project Team
5	Mr. Qasim Saeed	Local Staff (Dike Management Specialist)	JICA Project Team
6	Mr. Asad Zahoor	Local Staff (Administrative Officer)	JICA Project Team
		<b>On line Participants</b>	
7	Mr. Hikaru Sakaida	Representative of JICA	JICA Headquarters
8	Mr. Kohei Takayama	Deputy Team Leader	JICA Project team


MINUTES OF THE 3<sup>rd</sup> JOINT COORDINATION  
COMMITTEE (JCC) MEETING ON PROJECT PROGRESS  
AND UPDATED OUTCOMES OF THE PROJECT  
FOR  
CAPACITY DEVELOPMENT OF EFFECTIVE DIKE MANAGEMENT  
(PERDM) RESPONSE TO 2022 FLOOD  
IN THE OFFICE OF THE CHIEF ENGINEERING ADVISOR /  
CHAIRMAN FEDERAL FLOOD COMMISSION (CEA/CFFC)  
MINISTRY OF WATER RESOURCES (MoWR)  
IN THE  
ISLAMIC REPUBLIC OF PAKISTAN


In response to an official request from the Government of the Islamic Republic of Pakistan (hereinafter referred to as "the GOP") the Government of Japan initiated the project titled "Capacity Development of Effective Dike Management Response to 2022 Flood (herein after referred to as "the Project"). The Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA") deployed the Project Team (herein after referred to as "The Team") led by Mr Toshihiro GOTO of CTI Engineering International Co., Ltd to Pakistan. This initiative is based on the Record of Discussion (hereinafter referred to as "R/D") signed on February 2023, with the project scheduled for completion by May, 2025. To start the project 1<sup>st</sup> Joint Coordination Committee meeting was held at Islamabad between the office of the Chief Engineering Advisor / Chairman, Federal Flood Commission (CEA/CFFC), Ministry of Water Resources (MoWR), JICA Islamabad office and the Project Team on 14<sup>th</sup> of December, 2023. The 2<sup>nd</sup> JCC meeting was held in the conference room of MoWR building at Islamabad on 7<sup>th</sup> of October, 2024 as per scheduled meeting among the JICA, Project team, office of the CEA/CFFC, PIDs and other flood stakeholders.

The 3<sup>rd</sup> JCC meeting was held in the conference room of MoWR building at Islamabad on 24<sup>th</sup> of February 2025 as per scheduled meeting among the JICA, Project team, office of the CEA/CFFC, PIDs and other flood stakeholders. In the meeting detailed discussion was carried to discuss the followings matters:

- i. Achievement of PERDM: Completed contents and deliverables for the future activities on FFC and PIDs.
- ii. Report on Demonstration of Bund Inspection with Donated Equipment.
- iii. Detailed discussion on the Achievement of PERDM

The outcome of the periodic mutual discussions carried out time to time by the flood stake holders is described in the Attachment-I, while the list of participants of 3<sup>rd</sup> JCC meeting is attached as Attachment-II.

  
Engr. Ather Hameed  
Chief Engineering Advisor/Chairman  
Federal Flood Commission,  
Ministry of Water Resources,  
Government of The Islamic Republic of  
Pakistan.

  
Mr. Toshihiro GOTO  
Project Team Leader,  
JICA Project (PERDM).

## ATTACHMENT-1

### 1. Achievement of PERDM: Completed contents and deliverables for the future activities on FFC and PIDs.

- Introduction of key component of dike management, Plan, Do, Check, Act (PDCA) cycle for effective dike operation, maintenance and rehabilitation.
- Enhancement of the technical skills and coordination among FFC, PIDs, and Federal line agencies.
- The project also improved the information sharing through a centralized GIS-based data system for dike inventories between flood stake holders.
- Introduction of comprehensive approach not only to address existing maintenance challenges but also to improve the way of coordination, which helps to implement the donor-supported investment plans under Sendai Framework for Disaster Risk Reduction.
- Adaptation of proper evaluation methods after inventory survey, site inspections, identifications of evaluation criteria by collected information and prioritization for the improvement of vulnerable sites.
- Evaluation of the risk of breach reduction at each vulnerable point and to create its list.

### 2. Report on Demonstration on Bund Inspection with Procured/Donated Equipment

- After the identification of available equipment for the purpose of bund inspection used in Punjab and Sindh PIDs, JICA project team finalized the list of necessary equipment to be procured for proper upkeeping of flood bunds.
- JICA project team procured some of the necessary equipment very successfully during January 2025, under the project to Chief Engineer Drainage and Flood Zone, in PID Punjab and Hydro Informatics Center newly established organization (HIC) in PID Sindh, through Administrative Provincial Secretaries of PIDs.
- Necessary trainings for the operation of procured equipment and site demonstration sessions were also conducted by JICA project team at Lahore (Balloki Headworks) and at Hyderabad (Kotri Barrage). All of the training and site demonstration sessions were actively participated by more than 20 senior and junior engineers from each PIDs, Punjab and Sindh.
- In case of Sindh PID, GIS data base activities are being centralized and organized recently by newly established, HIC located at Hyderabad to maintain and update the official PID website. Establishment of HIC is the upgradation of GIS Cell which played a crucial role during the 2022 flood. The HIC will provide reliable and timely data to policymakers, managers and farmers to make informed and timely decisions.
- PID Punjab also maintaining the GIS data base of all rivers, river dikes and other river training works, by Flood Risk Assessment Unit (FRAU). Which is analyzing flood inundation areas using numerical analysis results and satellite imageries. FRAU unit is also attached recently with Chief Engineer Drainage and Flood (D&F) in addition to Hydraulic Structure Safety Evaluation Unit (HSSEU). All equipment operational trainings and site demonstration sessions with newly procured equipment were also actively participated by the participants from FRAU and HSSEU.

### 3. Detailed discussion on the Achievement of PERDM

- Detailed discussions were also made time to time between JICA Project Team and the other flood related organizations regarding the achievement of overall Goals of the project, purpose of the project, improvement strategies of river dikes management by Federal Flood Commission (FFC), improvement of the future flood risk management along Indus River and enhancement of the capacity of FFC / PIDs personal and finalized the following items:
- Adaptation to future climate change impacts and development of mechanism to implement better dike inspections and management methods.



- Adaptation of proper evaluation methods in the light of inventory survey results, site inspections, identification of evaluation criteria by collected information and prioritization for the improvement of vulnerable sites
- Evaluation of the risk of breach reduction at each vulnerable point and to create its list and effective reduction of flood damages caused by bund breaches along River Indus
- Identification of the available equipment for bund inspection and investigation purposes used in Punjab and Sindh PIDs
- Finalization and procurement of the required equipment and other activities relating with bunds management and GIS Tools
- Upgradation of PID Punjab capabilities, to maintain the GIS data base of all rivers, river dikes and river training works by Flood Risk Assessment Unit (FRAU) Which is analyzing flood inundation areas using numerical analysis results and satellite Images
- Formulation and recommendations to implement the addendum to the existing bund manuals of Punjab and Sindh PIDs in the light of Japanese bund manual
- Policy formulation and identification of targeted items to be improved under evaluation of comparative studies of the existing bund manuals of Punjab and Sindh PIDs

#### 4. Inputs by Office of the CEA/CFFC

FFC has provided a spacious room within its office building complex to the Project Team, equipped with necessary furniture and fixtures for smooth operation of the Project in accordance with the signed record of discussion (R/D). Chairman FFC has also assured that all JICA Project Teams coming to Pakistan will continue to utilize this room until the conclusion of JICA's assistance activities to FFC.

#### 5. Setting of Indicators of Project Design matrix (PDM) and Formulation of Plan of Operation.

Both sides pointed out the possible indicators of the Project Design Matrix (PDM) and examined those through a chain of discussions after the results of field survey. Similarly, Plan of operation (PO) is also finalized on the basis of PDM by the both parties accordingly.

#### 6. Cooperation and Coordination with Related Organizations and Projects

To support the CEA/CFFC and PIDs for strengthening and upkeeping proper maintenance of bunds project team collaborated with other development partners such as, World Bank (WB) and Asian development Bank (ADB) through on-going flood projects executed by project management units working under Punjab and Sindh PIDs, under annual development programs (ADP) implemented by Provincial Governments by their own financial resources and Flood Protection Sector Program (FPSP III)

#### 7. Reports and 3rd JCC Meeting

The JCC participants are encouraged to submit their comments on the outcome of the project activities if any, to the Project Team by the end of March 2025, so that the team may incorporate such comments in its final recommendations accordingly.

#### 8. Promotion of Importance and information sharing among flood related organizations

Office of the CEA/CFFC has already established data / information sharing mechanism especially for flood protection projects for consistent and timely sharing between FFC and PIDs. The project team also assisted FFC to promote such implementation of new policy/system, throughout the duration of the project.

#### 9. Training in Japan

Two number of trainings were planned to be conducted through the Project in Japan for capacity enhancement of the flood protection organization participants. Each training program consists of eight (08) participants from FFC and PIDs. The first training program was conducted successfully at Japan from 17<sup>th</sup> November 2024 to 29<sup>th</sup> November 2024 with nine (09) number of participants. While the second program is planned to be conducted during April, 2025 with eight (08) number of participants.



## LIST OF ATTENDANTS

Sr.	Name	Designation	Organization
1	Mr. Ather Hameed	Chairman	CEA/CFFU
2	Mr. Zafar Iqbal	Superintending Engineer Floods - II	do
3	Mr. Hussain Shigri	Senior Engineer Floods	do
4	Mr. Sibte Hassan	Assistant Engineer Floods	do
5	Mr. Sajid Hussain Bhuttu	Chief Engineer	PID Sindh, ONLINE Participation
6	Mr. Abdul Haseeb	Assistant Director	GB Water Management Irrigation, ONLINE Participation
7	Mr. Kashif Rehan Ahmad	Deputy Director	PID Punjab
8	Mr. Batur Zaman	Superintending Engineer Peshawar	PID Khabar Pakhtun Kha
9	Mr. Basheer Tareen	Chief Engineer	PID Balochistan
10	Mr. Samiullah	Provincial Coordinator	do
11	Dr. Nasir Mahmood	Deputy Director	PID AJ & K
12	Mr. Naoaki Miyata	Chief Representative	JICA Pakistan Office
13	Mr. Naohiro Ojima	Representative	do
14	Mr. Toshihiro Goto	Team Leader PERDM	JICA Project Team
15	Mr. Kohei Takayama	Deputy Team Leader PERDM	do
16	Mr. Tahashi ONO	River Management	do
17	Mr. Takafumi Sueishi	Hydrologist	do
18	Mr. Qasim Saeed	Dike Management Specialist	do
19	Mr. Naucio Nakamura	Dike Management	do
20	Asad Zahoor	Administrative Officer	do

添付資料 9  
その他活動実績  
(再委託調査、エンドライン調査)

添付資料 9（その他活動実績）として、以下の資料を掲載する。

No	項目	中項目	掲載資料
1	再委託調査	測量調査	再委託の選定経緯報告書 変更契約書
2		地質調査	再委託の選定経緯報告書 変更契約書
3	エンドライン調査	キャパシティアセスメント調査	アンケート内容 アンケート結果

再委託調査  
測量調査

**現地再委託の調達経緯説明書(測量調査)**

標題の再委託業者選定経緯について、下記のとおり報告致します。

1. 案件名：	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																								
2. 再委託契約名：	The Topographic Survey in the Right Bank Along Lower Indus River under the Project for Capacity Development for Effective River Dike Management Response to the 2022 Flood in the Islamic Republic of Pakistan																								
3. 再委託業者名：	再委託業者名 : DesignIt 担当者名 : Awais Jalali 住所 : 103 Al Ahmed Heights, Downtown Road, opp Lignum Tower, Al-Ghurair Giga, DHA Phase II, Islamabad, Pakistan 電話番号 : +92-331-505-6064 / +92-309-703-7878																								
4. 再委託履行期間：	2024 年 11 月 20 日～2024 年 12 月 30 日																								
5. 再委託契約金額：	840,335 円 (USD 5,484) ※契約時(2024 年 11 月)の JICA 精算レート 153.234 円/USD で換算																								
6. 再委託業務の概要：	測量調査及び測量調査報告書の作成																								
7. 選定方法：	<p>【方法】 質およびコストに基づく選定／見積競争による方法 調査期間が限られているため、投入する機材や人員より妥当と判断されるスケジュール提出した会社のうち最低価格を提示した会社を選定した。 パキスタン国の測量調査が実施可能な以下の 5 社に質およびコストに基づく選定であること、および、質として機材／人員／スケジュールを評価することを明示した上で、見積書の提出を求めた。</p> <p>具体的なスケジュール及び入札の内訳は以下のとおりである。 見積公示 2024 年 10 月 30 日 応札締切 2024 年 11 月 12 日 最低価格者の通知 2024 年 11 月 15 日</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>業者</th> <th colspan="2">質の評価</th> <th>見積価格 (USD)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Eguild</td> <td>投入する人員／機材が不明。調査終了日がコンサルタント想定を大きく超過 (20 日超過)。</td> <td>評価不可</td> <td>4,552.98</td> </tr> <tr> <td>Birudo Engineers</td> <td colspan="3">辞退</td> </tr> <tr> <td>Design It</td> <td>必要事項が記載。</td> <td>現地作業がタイトである。</td> <td>5,770.93</td> </tr> <tr> <td>Victor</td> <td>投入する人員／機材が不明。</td> <td>評価不可</td> <td>12,870.00</td> </tr> <tr> <td>Finite Engineering</td> <td>同上</td> <td>評価不可</td> <td>8,998.00</td> </tr> </tbody> </table> <p>上記結果より、質に関して評価可能な会社は Design It のみであり、見積価格も他社と比べ高くないことから、Design It と契約交渉先とした。契約交渉において、現場での調査方法について確認および協議を行い、当初見積金額から減額した USD 5,484 で契約した。</p>	業者	質の評価		見積価格 (USD)	Eguild	投入する人員／機材が不明。調査終了日がコンサルタント想定を大きく超過 (20 日超過)。	評価不可	4,552.98	Birudo Engineers	辞退			Design It	必要事項が記載。	現地作業がタイトである。	5,770.93	Victor	投入する人員／機材が不明。	評価不可	12,870.00	Finite Engineering	同上	評価不可	8,998.00
業者	質の評価		見積価格 (USD)																						
Eguild	投入する人員／機材が不明。調査終了日がコンサルタント想定を大きく超過 (20 日超過)。	評価不可	4,552.98																						
Birudo Engineers	辞退																								
Design It	必要事項が記載。	現地作業がタイトである。	5,770.93																						
Victor	投入する人員／機材が不明。	評価不可	12,870.00																						
Finite Engineering	同上	評価不可	8,998.00																						

8. 特定契約と随意契約を行なった場合、そ	なし
9. JICA 在外事務所担当者及び事実確認日	在外事務所担当者名：JICA パキスタン事務所 澤 光来、 Abrar Hayat Khan 事実確認日：2024 年 11 月 27 日

以上

**CONTRACT DOCUMENTS  
FOR  
THE TOPOGRAPHIC SURVEY  
IN THE RIGHT BANK ALONG LOWER INDUS RIVER**

**UNDER**

**THE PROJECT FOR CAPACITY DEVELOPMENT FOR EFFECTIVE  
RIVER DIKE MANAGEMENT RESPONSE TO THE 2022 FLOOD  
IN THE ISLAMIC REPUBLIC OF PAKISTAN**

**BETWEEN**

**CTI ENGINEERING INTERNATIONAL CO., LTD.  
(JICA SURVEY TEAM)**

**AND**

**DesignIt**

**AGREED UPON**

**November 2024**

**TABLE OF CONTENTS**

<b>SECTION I</b>	<b>AGREEMENT</b> .....	<b>I-1</b>
<b>SECTION II</b>	<b>CONDITIONS OF ENGAGEMENT</b> .....	<b>II-1</b>
Article 1	DEFINITIONS .....	II-1
Article 2	THE STUDY .....	II-1
Article 3	THE SERVICES .....	II-1
Article 4	ASSIGNMENT AND SUBCONTRACTS .....	II-2
Article 5	OBLIGATIONS OF THE CONTRACTOR .....	II-2
Article 6	COST OF THE SERVICES .....	II-2
Article 7	METHOD OF PAYMENT .....	II-2
Article 8	EFFECTIVE DATE OF THE AGREEMENT AND COMMENCEMENT OF THE SERVICES .....	II-3
Article 9	REPRESENTATION AND WARRANTIES .....	II-3
Article 10	REPRESENTATIVES AND MANNER OF EXECUTION .....	II-3
Article 11	FORCE MAJEURE .....	II-4
Article 12	INDEMNITIES .....	II-4
Article 13	PERFORMANCE STANDARDS .....	II-5
Article 14	CONFIDENTIALITY .....	II-5
Article 15	CONSULTANT'S USE OF CONTRACTOR'S DOCUMENTS .....	II-5
Article 16	OWNERSHIP OF MATERIAL AND COPYRIGHT .....	II-5
Article 17	INSURANCE .....	II-5
Article 18	TERMINATION OF THE SERVICES .....	II-6
Article 19	TIME SCHEDULE .....	II-6
Article 20	LANGUAGE AND MEASUREMENT SYSTEM .....	II-7
Article 21	PERMISSIONS AND APPROVALS .....	II-7
Article 22	APPLICABLE LAW .....	II-7
Article 23	PRESERVATION OF PEACE .....	II-7
Article 24	INCOME TAX AND OTHER TAXES AND DUTIES .....	II-7
Article 25	ALTERATION OF THE SERVICES .....	II-7
Article 26	NOTICES AND CORRESPONDENCE .....	II-8
Article 27	INSPECTION OF THE SERVICES .....	II-8
Article 28	DISPUTES .....	II-9

**APPENDICES:**

**APPENDIX A: TECHNICAL SPECIFICATIONS**

**APPENDIX B: BILL OF QUANTITIES**

**APPENDIX C: IMPLEMENTATION SCHEDULE**

## SECTION I CONTRACT AGREEMENT

THIS AGREEMENT together with the Conditions of Engagement and all the Appendices which form an integral part hereof (hereinafter called "the Agreement") is executed in duplicate at the JICA Project Team Office, c/o Federal Flood Commission building Attaturk Avenue, G5/1, Islamabad, on this 20th day of November 2024, by and between CTI Engineering International Co., Ltd. (hereinafter called "the Consultant") on the one part, and DesignIt. (hereinafter called "the Contractor") on the other part.

The Consultant is desirous that the Services be provided, and the Contractor agrees to provide the Services for the Consultant.

It is, therefore, hereby agreed and declared by both parties as follows:

The Consultant hereby appoints the Contractor to carry out the Services and the Contractor accepts the appointment in accordance with the conditions laid down in the Conditions of Engagement in Section II and the Appendices, which are made as integral parts hereof, namely:

Appendix A: Technical Specifications

Appendix B: Approved Bill of Quantities

Appendix C: Implementation Schedule

IN WITNESS WHEREOF, the parties have signed this Agreement at the place and on the date first above written.

FOR THE CONSULTANT:

FOR THE CONTRACTOR:

for 桐道登

  
20/11/24

TOSHIHIRO GOTO  
Team Leader, JICA Project Team  
Authorized Representative  
CTI Engineering International Co., Ltd

Awais Jalali  
CEO  
Authorized Representative  
DesignIt

## SECTION II CONDITIONS OF ENGAGEMENT

### Article 1 DEFINITIONS

Unless the context otherwise requires, the following terms have the following meaning in this Agreement.

- (1) "JICA" means the Japan International Cooperation Agency, the official agency responsible for the implementation of technical cooperation of the Government of Japan, having its head office at Nibancho Center Building, Chiyoda-ku, Tokyo, Japan.
- (2) "The Study" means the Study stipulated in Article 2 herein. The "Project Team" or "JICA Survey Team" means the person or persons appointed by the firm to conduct the Study.
- (3) "The Engineer" means the person or persons appointed by the Consultant to comprehensively manage the Services and make decisions about the execution of the Services.
- (4) "The Supervisor" means the person or persons appointed by the Consultant or the Engineer to supervise the Services on the Site and/or in other places where the Contract must be carried out or is in process of being carried out.
- (5) "The Contract" means the written agreement between the Consultant and the Contractor, and includes the Contract Agreement, Conditions of Engagement, Technical Specifications, Bill of Quantities and the other documents annexed hereto or to be provided or approved by the Consultant, and any other agreements between the Consultant and the Contractor with respect to the Contract.
- (6) "The Services" means the Services and services performed or which shall be performed by the Contractor as set forth in Article 3 herein, or any part of each Services and service item as the context requires.
- (7) "The Service Schedule" and "the Implementation Schedule" shall mean the Service Schedule appended to or issued under the Contract.
- (8) "The Site" means the Service area/s along the Moria Loop Bund at Right Bank of Indus River in Larkana, as stipulated in the Technical Specifications and where the Services are to be executed.

### Article 2 THE STUDY

The Study is "THE PROJECT FOR CAPACITY DEVELOPMENT FOR EFFECTIVE RIVER DIKE MANAGEMENT RESPONSE TO THE 2022 FLOOD IN THE ISLAMIC REPUBLIC OF PAKISTAN".

### Article 3 THE SERVICES

The Services which shall be performed by the Contractor is the "TOPOGRAPHIC SURVEY" using his own staff and facilities, as well as the preparation, compilation, and submission of the final results

of the Services as stipulated herein in accordance with the instructions of the engineer(s) of the Consultant.

The detailed specifications of the Services are provided in "APPENDIX A: TECHNICAL SPECIFICATIONS" for topographic survey.

#### **Article 4 ASSIGNMENT AND SUBCONTRACTS**

The Contractor shall not assign this Agreement nor sublet any portion of the Services without prior written consent of the Consultant. Should the Contractor sublet any portion of the Services to any third party after obtaining the consent of the Consultant, the Contractor will still be responsible for the acts and omissions of his subcontractor(s) and his (their) personnel. The Contractor shall neither be relieved nor released from any of his obligations and responsibilities under the Agreement by virtue alone of the authorized subcontract of the Services herein stipulated.

#### **Article 5 OBLIGATIONS OF THE CONTRACTOR**

The Contractor shall cooperate fully with the Consultant and shall always serve in the best interest of the Consultant. Furthermore, the Contractor shall be responsible for all properties damaged during the services at site. To implement the Services, the Contractor shall also be responsible for making all necessary arrangements including negotiation with the agencies concerned at his own expense. All income and other taxes, levies, impositions, deductions, charges, fees, and similar assessments whatsoever imposed, assessed, levied or collected by the Government of Pakistan, or any subdivisions thereof or any taxation authority therein, upon the Contractor and his staff shall be paid and/or borne by the Contractor.

#### **Article 6 COST OF THE SERVICES**

The Consultant and the Contractor agree that the Total Cost or Contract Price of the Services is 5,484 US DOLLARS ONLY (GST INCLUDED), which shall be paid in accordance with the terms and conditions specified in Article 7 herein.

#### **Article 7 METHOD OF PAYMENT**

All payments shall be in US Dollars (USD) and basically on the Lump Sum basis. The Consultant shall pay the Contractor in the following manner:

##### **(1) Submission of Invoice**

To claim for each payment, the Contractor shall submit an invoice that shall be ascertained against the unit prices specified in the Bill of Quantities and approved by the Consultant.

##### **(2) First Payment**

As the first payment, forty percent (40%) of the Contract Price shall be paid to the Contractor within fifteen (15) working days after the confirmation of mobilization of the Contractor by the Consultant.

##### **(3) Final Payment**

As the final payment, sixty percent (60%) of the Contract Price or remaining revised Contract Price in accordance with Article 25 in this Contract shall be paid to the Contractor within fifteen (15) working days after the completion of the Services and acceptance by the Consultant.

#### **Article 8 EFFECTIVE DATE OF THE AGREEMENT AND COMMENCEMENT OF THE SERVICES**

This Agreement shall be effective on the date it is signed by both parties.

The Contractor shall commence the Services on the date this Agreement is signed by both parties.

#### **Article 9 REPRESENTATION AND WARRANTIES**

- (1) The Contractor is a corporation duly organized, validly existing and in good standing under the laws of the Islamic Republic of Pakistan, and full corporate power to conduct the business presently being conducted by it and is duly qualified to transact business with the Consultant.
- (2) The execution, delivery and performance of this Agreement by the Contractor have been duly authorized and approved by requisite corporate action of the Contractor.
- (3) The person signing this Agreement is fully authorized to represent the Contractor. This Agreement when signed, shall be binding on the Contractor.
- (4) The Contractor warrants that he will perform and complete the Services in accordance with the Required Standard of Performance.
- (5) The warranty period covers six (6) months after the complete submission of all required outputs or the issuance of the completion certificate by the company attesting to the completion of all survey/investigation works, whichever comes later. During the warranty period, if it is determined that the deliverables do not meet the Required Standard of Performance or contain any errors, the Contractor shall promptly take corrective action.
- (6) In the event that the Contractor fails to perform or complete all or any portion of the Services as warranted under Clauses (4) and (5) in this Article, the Consultant shall provide notice to the Contractor of this failure. This notice must be given to the Contractor not later than thirty (30) days after expiration of the Warranty Period for the Services. At Company's option, the Contractor shall re-perform the non-conforming Service or refund that portion of the compensation that is attributable to the non-conforming Service.
- (7) The warranties set out in this Article are in addition to any and all other warranties, whether express, implied or statutory, that may otherwise be applicable, including any implied warranty of merchantability, fitness for purpose or satisfactory quality.

#### **Article 10 REPRESENTATIVES AND MANNER OF EXECUTION**

- (1) Upon signing this Agreement, the Contractor shall assign a representative satisfactory to the Consultant. The Contractor's representative shall be responsible for handling all important matters on behalf of the Contractor.

- (2) The representative and engineers of the Consultant assigned to the Services, whose names will be given in advance to the Contractor, shall have power to control and supervise the Services.
- (3) All the services conducted under this Agreement shall be executed in accordance with the Agreement, the Scope of Services, or where not specified therein, in accordance with the instructions and orders the Consultant's representative and/or engineer(s).
- (4) In the course of the Services, when the Consultant calls the Contractor for a meeting, the Contractor's representative shall at all times and at the Contractor's own expense attend the meeting and shall report all the actual status of the Services.
- (5) The Contractor shall appoint one or more competent *site representatives* among the Contractor's experts assigned to the Work, to superintend the carrying out of the Work on the Site. The name, training and experience of the Contractor's site representative shall be submitted to the Consultant for approval before they are appointed. The said site representative, or if more than one shall be appointed, then one such site representative shall be present on the Site during working hours, and any order or instruction which the Consultant may give to the said representative of the Contractor shall be deemed to have been given to the Contractor by the Consultant.

#### **Article 11 FORCE MAJEURE**

- (1) The term "force majeure" as employed herein shall mean natural calamities or Acts of God or the Almighty; strikes, lockouts or industrial disturbances; acts of the public enemy; wars and blockades; earthquakes, storms, lightning, floods and washouts; and civil disturbances, explosions and other similar events, which are beyond the control of either party and which by the exercise of due diligence neither party is able to overcome.
- (2) If either party is temporarily unable to meet any of its obligations under the Agreement by reason of force majeure or the law or regulation of the Islamic Republic of Pakistan, and if either party gives to the other party a written notice of the event within fourteen (14) days after its occurrence, such obligation(s) of the party as it is unable to perform by reason of the event shall be suspended for as long as the inability continues.
- (3) Neither party shall be liable to the other party for loss or damage sustained by such other party arising from any event referred to in the above Clause (1) or delays arising from such events.

#### **Article 12 INDEMNITIES**

Unless otherwise specified in this Agreement, the Contractor shall indemnify and hold the Consultant and his engineers, supervisors, officers and employees free and harmless from any and all liabilities for compensation, claims, suits, costs, or charges related to any loss as well as any personal, property injury or damage that may arise out of the performance of the Services or in connection therewith. However, in case the loss or damage is attributed to the Consultant, his engineers, supervisors, officers or employees, the scope of responsibility of the Consultant shall be decided through consultation between the Contractor and the Consultant.

#### **Article 13 PERFORMANCE STANDARDS**

The Contractor undertakes to perform the Services with the highest standards of professional and ethical competence and integrity. The Contractor shall promptly replace any employee assigned under this Agreement that the Consultant considers unsatisfactory. The Consultant shall be at liberty by notice in writing to the Contractor to object to any representative or other persons employed by the Contractor in the execution of the Services who shall, in the opinion of the Consultant, misconduct himself or herself of being incompetent or negligent or being sick and the Contractor shall remove such person from the Services and provide an acceptable replacement for such person at the Contractor's expense.

#### **Article 14 CONFIDENTIALITY**

The Contractor shall not, during the term of this Agreement and within the specified maintenance period after the Agreement's expiration, disclose any proprietary or confidential information relating to the Services, this Agreement or the Consultant's business or operations without the prior written consent of the Consultant.

#### **Article 15 CONSULTANT'S USE OF CONTRACTOR'S DOCUMENTS**

The Contractor shall be deemed (by signing the Contract) to give to the Consultant a non-terminable transferable loyalty-free license to copy, use and communicate the Contractor's Documents, including making and using modifications of them after the completion of the Services after the completion of the Services..

#### **Article 16 OWNERSHIP OF MATERIAL AND COPYRIGHT**

Any report or other materials, graphics, software or otherwise, prepared by the Contractor for the Consultant or the Consultant's engineer(s) under this Agreement shall belong to and remain the property of JICA. The Consultant and the Contractor may retain a copy each of such materials and software; however, the copyright of software developed by the Contractor including copyright of reports and other materials shall be transferred to and retained by the Consultant after the completion of the Services.

#### **Article 17 INSURANCE**

The Contractor shall, at his own expense, carry and maintain the necessary insurance coverage, in accordance with the terms and conditions necessary for the performance of the Services, and in accordance with the provisions of government laws and/or regulations of the Islamic Republic of Pakistan and the prevailing practice in the Islamic Republic of Pakistan for the whole period of the work or services, including but not limited to the following:

- (1) Workmen's Compensation Insurance for the Contractor's employees engaged in the services; and
- (2) Comprehensive Automobile Liability Insurance covering owned, non-owned and hired automotive equipment used by the Contractor for damages against itself, injury, death or property damage caused against any third party concerned with or not concerned with the services.

In spite of the aforesaid insurances the Contractor will still be fully responsible for the performance of all his obligations as specified herein and shall assume all risks associated with the Services.

#### **Article 18 TERMINATION OF THE SERVICES**

The Consultant may terminate the Services of the Contractor under this Agreement for good and sufficient causes by giving fourteen (14) days written notice to the Contractor. Upon termination of this Agreement, the Contractor shall be entitled to receive remuneration and any reasonable and justifiable installation and termination costs not otherwise recovered.

Should the Contractor's failure to comply with his obligation stipulated under Article 5 herein or with any other requirement under this Agreement result in suspension, this Agreement shall be terminated.

Should the work be stopped under an order of any court or other public authority through no fault and act of the Contractor, or if the Consultant shall fail to comply with the provisions of Article 7 herein, then the Contractor may, by giving notice of such occurrence and unless further agreement is reached, stop work, terminate the services, and recover payment from the Consultant for all fees earned up to the date of termination, all costs incurred by the Contractor for services performed, all items procured for the Services, and for all losses sustained by reason of work stoppage and termination.

#### **Article 19 TIME SCHEDULE**

The results of the topographic surveys (Cross-section drawings, and Longitudinal Profile drawings) must be submitted to the Consultant in AutoCAD file format (.dwg or .dxf) by 21 December, 2024. Additionally, all the Services, including report preparation, must be completed by 30 December, 2024.

Notwithstanding this date, the Agreement shall remain in full force until the Consultant issues a written notice to the Contractor confirming the satisfactory completion of the Services.

In case the Contractor fails to complete the contracted Services within the specified contract time, deduction of a certain amount from the Contract Price shall be made as liquidated and ascertained damages, as follows:

A sum of money equal to zero point one percent (0.1%) of the Contract Price for each day between the Guaranteed Time for Completion of the Services and the actual date of completion shall be deducted from the remaining Contract Price. Such deduction shall be in full satisfaction of the Contractor's liability for the said failure. The Consultant may request the Contractor to employ

additional labour or use additional equipment and materials, and the Contractor shall do so at his expense in case a delay in the completion of the Services is expected.

#### **Article 20 LANGUAGE AND MEASUREMENT SYSTEM**

English shall be used in all written communication between the Consultant and the Contractor with respect to this Agreement. The **METRIC SYSTEM** of measurement shall be used as much as practicable.

#### **Article 21 PERMISSIONS AND APPROVALS**

The Consultant shall obtain, for the Contractor, all necessary permissions and approvals of the Government of the Islamic Republic of Pakistan represented by the Ministry of Water Resources (MoWR) and the Federal Flood Commission (FFC), and the Government of Sindh represented by the Provincial Irrigation Department of Sindh.

The Contractor shall obtain, for the Consultant, all necessary permissions and approvals from other competent authorities that are required for the works, if necessary, and shall acquire all rights and privileges for access to and use of the work site necessary for the purpose of executing the services.

#### **Article 22 APPLICABLE LAW**

This Agreement shall be deemed as a contract made under and shall be governed solely by and construed in accordance with the laws of the Islamic Republic of Pakistan.

#### **Article 23 PRESERVATION OF PEACE**

The Contractor shall take all reasonable precautions for preventing any unlawful, riotous or disorderly conduct, which may be caused by the Contractor's employees or may occur among them and for the preservation of peace and protection of persons and properties in the work site and the area adjacent thereto.

#### **Article 24 INCOME TAX AND OTHER TAXES AND DUTIES**

Under this Agreement, the Contractor shall be liable to pay its corporation tax, income tax, duties, contributions and other taxes or charges which may be levied both on the Contractor and his staff and labourers according to the laws and regulations of the Islamic Republic of Pakistan.

#### **Article 25 ALTERATION OF THE SERVICES**

At any time during execution of the Services, the Consultant shall have the right to make any change in the work by giving a written order to the Contractor. The Contractor shall not alter any of the Services, except if ordered in writing by the Consultant. The Consultant shall have full power, during the execution of the Contract, to order the Contractor to alter, amend, omit, and/or otherwise change any of the Services, by notice in writing, and the Contractor shall carry out such variations. If Services

ordered by the Consultant are decreased, this shall not constitute any ground for claim for damage or loss of anticipated profits of the Services. All extra and additional services shall be performed in accordance with the terms of the Contract and with the same materials and workmanship as employed for the Services of similar character in the Contract, as far as they are applicable thereto. In case such directions involve any increase or decrease in the Contract Price, the difference in cost to the Contract, if occurred by such variation, shall be adjusted to the Contract Price as the case may require, unless otherwise specified. The amount of such difference shall be ascertained and determined in accordance with the unit prices and rates specified in the Bill of Quantities, if the same may be applicable. If the Bill of Quantities does not contain any rate or price applicable to the extra or additional service, suitable rates or prices shall be reasonably agreed upon between the Consultant and the Contractor in writing. In the event of substantial change, the date of completion of the work may be adjusted by prior agreement between both parties.

#### **Article 26 NOTICES AND CORRESPONDENCE**

Any notice given to the Contractor shall be served by e-mail to or leaving the same at the Contractor's principal place of business with address stated herein. On the other hand, any notice given to the Consultant shall be served by e-mail to or leaving the same at the Consultant's address stated herein.

**(1) The Consultant**

CTI Engineering International Co., Ltd.

Attn.: Mr. TOSHIHIRO GOTO

Authorized Representative / Team Leader, JICA Project Team

Tachibana Annex Building, 2-25-14 Kameido, Koto-ku, Tokyo 136-0071, JAPAN (main office);

Tel. No. +81-3-3638-2585; Fax No. +81-3-3638-2560; E-mail: goto@ctii.co.jp

**(2) The Contractor**

DesignIt

Attn.: Awais Jalali

Authorized Representative/ CEO

103 Al Ahmed Heights, Downtown Road, opp Lignum Tower, Al-Ghurair Giga, DHA Phase II, Islamabad, Pakistan

Tel. No. +92 331 505 6064 / +92 309 703 7878

E-mail: ceo@designit.com.pk/ [info@designit.com.pk](mailto:info@designit.com.pk)

#### **Article 27 INSPECTION OF THE SERVICES**

The Consultant shall at all the times have access to the Services wherever it is in preparation or progress and the Contractor shall provide necessary transportation, equipment and facilities for such access and inspection.

Where the specifications require any services to be specially tested or approved, the Contractor shall give the Consultant timely notice of his readiness for inspection and, if the inspection is by an authority other than the Consultant, the date shall fixed for such inspection.

#### **Article 28 DISPUTES**

In the event of any dispute arising between the parties hereto with respect to this Agreement and/or performance of the Services, the parties hereto shall endeavour to take prompt steps to amicably settle such disputes in 15 days. In case such arrangement cannot be realized, the dispute or difference shall be settled by arbitration as provided herein. All questions, disputes or differences arising out of or in relation to the interpretation of the Contract which cannot be settled by mutual accord shall be submitted to a committee for arbitration consisting of three arbitrators, one to be nominated by the Consultant, another by the Contractor and the third as chairman shall be named by the two mentioned arbitrators above, and shall be finally settled in conformity to the rules and procedures or Conciliation and Arbitration of the International Chamber of Commerce. Such arbitration shall be held at such place and time in the Pakistan as the arbitrators may decide. Any decision, opinion, direction, certificate, or valuation given by the arbitrators shall be obeyed by both parties and be final.

**TERMS OF REFERENCE**

**FOR**

**THE TOPOGRAPHIC SURVEY  
IN THE RIGHT BANK ALONG LOWER INDUS RIVER**

**FOR**

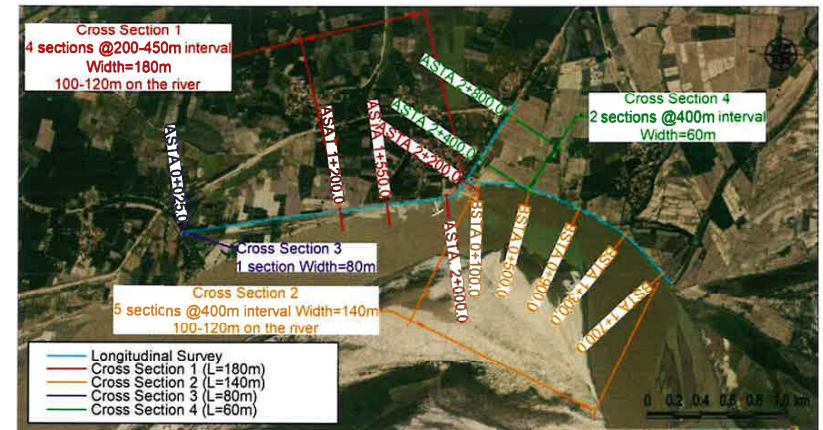
**THE PROJECT FOR  
CAPACITY DEVELOPMENT OF EFFECTIVE RIVER DIKES  
MANAGEMENT  
IN RESPONSE TO 2022 FLOOD**

**TECHNICAL SPECIFICATIONS**

**1. DESCRIPTION OF THE SERVICES**

These technical specifications shall apply to the topographic survey (including longitudinal profiles and cross sections of river) (hereinafter referred to as “the Services”), conducted within the scope of for the Project for Capacity Development of Effective River Dikes Management in Response to 2022 Flood (hereinafter referred to as “the Project”).

The technical specifications mentioned hereunder are designed for the Contractor to carry out topographic survey in the right bank along Lower Indus River as shown in the Figure 1. The length of the target river channel and the number of river cross sections for the survey are as listed in Table 1.



**Figure 1 Area for the Topographic Survey at Moria Loop Bund**

**Table 1 Areas and Lengths of Target River and Number of Cross Sections for the Survey**

No	Item	Unit	Quantity	Remarks
1	<b>Mobilization/Demobilization</b>	LS	1	
2	<b>Cross Section Survey</b>			ca. 200 to 450 m interval
	<b>Cross Section 1</b>	Nos.	4	Width 180 m, dry season, 100-120 m on the river
	<b>Cross Section 2</b>	Nos.	5	Width 140 m, dry season, 100-120 m on the river As erosion is ongoing, detailed locations should be determined at the time of site investigation.
	<b>Cross Section 3</b>	Nos.	1	Width 80 m, dry season
	<b>Cross Section 4</b>	Nos.	2	Width 60 m, dry season
3	<b>Longitudinal Survey</b>			
	Along the Existing Bund	km	2.8	
	Along the Riverbank	km	1.8	As erosion is ongoing, detailed locations should be determined at the time of site investigation.
4	<b>Control Point Survey</b>			
	Construction of TBM	Nos.	4	
	TBM installation and GNSS survey	Nos.	4	
5	<b>Map Drawing and Report Preparation</b>	LS	1	

## 2. PURPOSE OF THE SURVEY

The topographic survey aims to provide the topographic conditions of project sites for the design of the structures that were proposed in the Survey.

## 3. LOCATION OF THE SERVICES

The locations of the Services are as shown in Figure 1. The Consultant shall designate detailed survey location.

In this survey, the geodetic coordinate system used is WGS84, and the geodetic projection method applied is UTM.

## 4. SCOPE OF THE SERVICES

The Contractor shall carry out the following services and/or works under the supervision of the Consultant's Engineer(s):

### 4.1 Mobilization & Demobilization

#### 4.1.1 Site Investigation

The Contractor shall carry out ocular site investigations over all the sites before commencement of the Services to confirm the site locations and site conditions.

#### 4.1.2 Transportation / Mobilization

The Contractor shall submit to the Consultant, for approval, a comprehensive transportation plan for materials, equipment, and personnel. This plan should provide a detailed sequence for mobilization.

### 4.1.3 Site Cleaning / Demobilization

The Contractor is responsible for maintaining cleanliness at the work site(s) both throughout the field activities and following the completion of the survey. All materials and equipment necessary for the survey should be safely and neatly demobilized.

## 4.2 Field Surveys

### 4.2.1 Installation of Control Points

Control points shall be initially installed. The criteria for control point locations should include visibility to both adjacent existing and newly established control points, suitability for control surveys, topographic surveys, and river survey work, and they should also be placed in locations where they will not be broken by construction activities and will remain in place until the end of construction.

At approximately every 1 km and at both the beginning and end of the survey area, one concrete control point shall be installed on the ground. In case where the surface is covered with asphalt or concrete, the covering shall be removed, and reinforcing bars shall be driven into the base. A pillar top shall then be constructed on it.

For other control points, nails with caps shall be driven into the asphalt pavement or the concrete surface, and numbers shall be painted on the caps and surfaces.

Detailed information (control point description, such as coordinates, elevations and so on) and photos of installed Control Points shall be included in the report.

### 4.2.2 Control Points Survey

Control Points Survey shall be carried out by GNSS static survey or traverse method by total stations.

- GNSS Static Survey

Control points are surveyed by GNSS static survey, with a minimum of 5 tracking satellites per site. The GNSS data shall be assessed by the ambiguity (must be fixed) and Geometric Dilution of Precision (GDOP  $\leq 2$ ). Also, in order to verify accuracy, the contractor shall compute misclosure of base line vectors or difference of duplicate baseline vectors using National Benchmark as known points, and the maximum allowable difference are as follows.

- Horizontal direction:  $20 \text{ mm} * \sqrt{n}$
  - Vertical direction:  $30 \text{ mm} * \sqrt{n}$
- where 'n' represents the number of lines

## Appendix A

The raw field data sheets or downloaded raw data must be submitted within one day after the observation. All equipment should undergo initial inspection, and only accurate and functional equipment shall be used.

- Traverse method by total stations

Traversing for the control points shall be carried out by the closed or closed-loop traverse method to verify accuracy. At each traverse station, horizontal angles will be measured with both face-left and face-right readings. The maximum allowable difference between face-left and face-right readings is ten (10) seconds, and the mean horizontal angle will be considered as the observed angle. The closure error for traverse angles should be less than  $10 \text{ mm} * \sqrt{n}$ , where 'n' represents the number of observation points. The accuracy for linear closure should be within 1/10,000.

The leveling will be conducted using the forward and backward round method, commencing from a known control point and linking to another known point. Observation error between forward and backward measurements and the closure error when connecting to a known point should not exceed  $10 \text{ mm} * \sqrt{s}$ , where 's' represents the observation distance in kilometers.

The raw field data sheets or downloaded raw data must be submitted within one day after the observation. All equipment should undergo initial inspection, and only accurate and functional equipment shall be used.

### 4.2.5 Longitudinal Profile Survey and Cross-Sectional Survey

Cross section points and alignment of longitudinal profile to be surveyed shall be indicated in Figure 1 and Table 1 in this specification

Precise positions and alignment of cross-sectional survey line and longitudinal profile shall be determined upon approval of the Consultant on the Contractor's proposal. The Contractor shall propose the detailed locations of the cross sections and alignment of the longitudinal profile with the coordinates based on the results of field survey conducted by the Consultant and the Contractor.

In the cross-sections of deep rivers, ultrasonic surveys (echo sounder) shall be performed to measure the river bottom. Calibration for the supersonic speed in the water shall be carried out at the beginning and end of each day at the deepest location and in the deferent nature water, and the results shall be recorded with sounding data. Water levels shall be recorded at appropriate intervals and used to correct depth readings. Sounding data shall be recorded not only digital but also on the recording paper.

## Appendix A

Cross-sectional survey of the river at shallow area, where the sounding is not possible to be carried out, will be surveyed by the total station or GNSS with a minimum of 6 tracking satellites at intervals of at least 10m and at the points of terrain changing along each cross-section line.

Back target checks for total station surveys and datum point checks for GNSS surveys shall be carried out at appropriate intervals to confirm the stability of the total station and adjustment of spheroid and geoid differences. GNSS data shall be assessed for ambiguity (it must be FIX) and Geometric Dilution of Precision ( $GDOP \leq 2$ ).

Furthermore, the Consultant may instruct the Contractor to perform additional point surveys for improving the topographic map developed by the Contractor, aiming to obtain detailed topographic data from the end of the cross-section survey position up to the first building wall(if there is any) or one point behind the first fence(if there is any) from the river.

The raw field data shall be submitted as electronic data within one day after the observation. The dimensions shall also be input into an electronic file along with the respective numbers and submitted with the total station data.

### 4.3 Reporting/Drawing/Digital Data/Field Verification

#### (1) Reporting

All survey results shall be reported to the Consultant in both document and digital formats. The survey report should include the following contents:

- Introduction (background and objective of the survey, etc.)
- Survey Methodology
- Traverse and Control Point Survey Data
- Survey Line Coordinates
- Cross-Sectional Data Sheets
- Elevation Data Sheets

#### (2) Drawing

The fair drawings shall be created by inking on polyester films (if required by the Consultant) and in electronic format. The sheet size for the drawings to be submitted should conform to the international standard "A3" size. The sheet index and layout should be proposed by the Contractor and approved by the Consultant.

All drawings should use the metric system and meet engineering practice standards. The Topographic map shall include all control points, their names, natural and artificial features, and machine boring points with their respective ground elevations on the map and contour lines should be displayed at one-meter intervals. Cross sections shall include the ground line, riverbed

line, structure on the section such as stones placed on the ground, pavement, walls and ditches, water level of the river and canal with the observed date and time and the position of the survey alignment.

(3) Digital Data

Digital data shall be compiled and prepared by the AutoCAD or AutoCAD readable format (e.g., DWG and DXF format).

**5. MATERIALS TO BE SUBMITTED**

The Contractor shall submit the results of the topographic survey (longitudinal profile and cross sections of the river, and the plan survey) to the Consultant via a transmittal letter, which should provide a detailed description of the contents and the quality of the deliverables. The submission should include the following:

- Two (2) sets of the original report and drawings.
- Two (2) sets of CD-Rs containing digital files of the drawings and all the reports.

**6. TIME SCHEDULE OF THE SERVICES**

The Services shall commence promptly upon the signing of the Agreement between the Consultant and Contractor. The completion date will be communicated by the Consultant (It is expected by the middle of December 2024). Prior to commencing the Services, the Contractor is required to submit a detailed plan and schedule in Gantt chart to the Consultant for approval. The contractor should maintain close coordination with the Consultant by providing weekly work schedules.

**7. SUPERVISION OF THE SERVICES**

The Consultant reserves the right to supervise all aspects of the Services and their related operations, including the approval of operational plans, work methods, and the monitoring of progress throughout the execution of the Services. The Consultant also retains the authority to accept or reject the outcomes and results of the Services.

**8. SAFETY CONTROL OF THE SERVICES**

The Contractor shall implement all necessary safety measures to prevent accidents, hazards, and risks that may compromise the safety of the public, including residents, visitors, and laborers, throughout the execution of the Services. The Contractor shall be responsible for all expenses related to safety control. In the event that the Consultant deems the safety control measures to be ineffective or inadequate, the Contractor shall be open to and accept the Consultant's suggestions for improvement.

**9. COMMUNICATION NETWORK**

The Contractor shall establish a communication network with the Consultant for both emergency and regular cases. The Contractor shall submit the flow chart of the network to the Consultant for approval before commencing the Services. This network shall include the names of contact persons and their telephone numbers in order of priority. In the event of any safety-related incidents or other critical matters, the Contractor shall promptly report to the Consultant.

Before the mobilization to the site, the consultant and the contractor shall set up a chat group with a SNS service, the daily communication shall be conducted on the group. On this chat group, both parties must not upload any confidential information.

Appendix B

BILL OF QUANTITIES

No.	Work Item	Unit	Quantity	Unit Price (US\$)	Amount (US\$)
A	Mobilization & Demobilization	LS	1	535	535
B	Installation Control Point	Point	4	90	360
C	Control Point Survey	Point	4	90	360
D	Longitudinal Profile Survey and Cross-Sectional Survey				
1	Longitudinal Profile	km	4.6	232	1,067
2	Cross Section Survey 1 (L=180m)	section	4	125	500
3	Cross Section Survey 2 (L=140m)	section	5	125	625
4	Cross Section Survey 3 (L=80m)	section	1	107	107
5	Cross Section Survey 4 (L=60m)	section	2	107	214
E	Reporting/Drawing/Digital Data/Field Verification	LS	1	1,000	1,000
	SUBTOTAL AMOUNT				4,768
	TAXES				715.20
	TOTAL AMOUNT				5,484

Appendix C

SCHEDULE PROPOSED BY CONTRACTOR

Items	The maximum number of days required from the conclusion of the contract	Number of teams working on site
Completion of Cross-Sectional Survey and Longitudinal Profile Survey	10 days	1 Team 1 Supervisor/ 2 Topographic Survey Engineer/ 2 Control Point Technician/ 2 Field Assistant
	31 days	—
	40 days	—

**AMENDMENT NO. 2 OF CONTRACT  
FOR  
THE TOPOGRAPHIC SURVEY  
IN THE RIGHT BANK ALONG LOWER INDUS RIVER**

**UNDER**

**THE PROJECT FOR CAPACITY DEVELOPMENT FOR EFFECTIVE  
RIVER DIKE MANAGEMENT RESPONSE TO THE 2022 FLOOD  
IN THE ISLAMIC REPUBLIC OF PAKISTAN**

**February 2025**

**AGREED BETWEEN  
JICA SURVEY TEAM /  
CTI ENGINEERING INTERNATIONAL CO., LTD.**

**AND  
DesignIt**

**AMENDMENT NO. 2 OF CONTRACT**

This Amendment No. 2 of Contract ("Amendment-2") is made and entered into as of 17th February 2025, by and between:

1. CTI Engineering International Co., Ltd. with its principal place of business located at Nihombashi Hamacho F Tower 11fl. 3-21-1, Nihombashi Hamacho, Chuo-ku, Tokyo 103-0007, JAPAN ("Client"); and
2. DesignIt with its principal place of business located at 103 Al Ahmed Heights, Downtown Road, opp Lignum Tower, Al-Ghurair Giga, DHA Phase II, Islamabad, Pakistan ("Contractor").

**AMENDMENT NO.2**

**WHEREAS**, the Client and the Contractor entered into a contract dated 20th November 2024 ("Original Contract") and Amendment No. 1 of Contract ("Amendment-1") dated 20th December 2024 for the provision of topographic survey services ("Services");

**WHEREAS**, the Client and the Contractor now desire to amend the Original Contract.

**NOW THEREFORE**, the parties hereto hereby agree as follows:

1. "Article 3 THE SERVICES", "APPENDIX A: TECHNICAL SPECIFICATIONS for topographic survey" of the Original Contract shall be amended as follows;

**<Before>**

**Appendix A: Technical Specifications for topographic survey**

**4.2.2 Control Points Survey**

Control Points Survey shall be carried out by GNSS static survey or traverse method by total stations.

● **GNSS Static Survey**

Control points are surveyed by GNSS static survey, with a minimum of 5 tracking satellites per site. The GNSS data shall be assessed by the ambiguity (must be fixed) and Geometric Dilution of Precision (GDOP  $\leq 2$ ). Also, in order to verify accuracy, the contractor shall compute mis-closure of base line vectors or difference of duplicate baseline vectors using National Benchmark as known points, and the maximum allowable difference are as follows.

- Horizontal direction:  $20 \text{ mm} * \sqrt{n}$
- Vertical direction:  $30 \text{ mm} * \sqrt{n}$

where 'n' represents the number of lines.

The raw field data sheets or downloaded raw data must be submitted within one day after the observation. All equipment should undergo initial inspection, and only accurate and functional equipment shall be used.-9

<After>

**Appendix A: Technical Specifications for topographic survey.**

**4.2.2 Control Points Survey**

Control Points Survey shall be carried out by GNSS static survey or traverse method by total stations.

● GNSS Static Survey

Control points are surveyed by GNSS static survey, with a minimum of 5 tracking satellites per site. The GNSS data shall be assessed by the ambiguity (must be fixed) and Geometric Dilution of Precision ( $GDOP \leq 2$ ). Also, in order to verify accuracy, the contractor shall compute mis-closure of base line vectors or difference of duplicate baseline vectors using National Benchmark as known points, and the maximum allowable difference are as follows.

- Horizontal direction:  $20 \text{ mm} * \sqrt{n}$
  - Vertical direction:  $30 \text{ mm} * \sqrt{n}$
- where 'n' represents the number of lines.

Additionally, the Contractor shall transfer the coordinates from the known point/Benchmark of Sindh Irrigation Department Flood Guage near Old Abad Bund (27.426219°N, 68.274052°E), or other nearby Sindh Irrigation Flood Guage as advised by the Consultant. The Contractor will start shifting of readings from Flood Guage Benchmark and finish at all the five Control Points established at the site and shall also include any further Control Points required for the riverbed survey using the echo sounder. The accuracy of the closure shall remain the same as stated above.

The Contractor shall prepare all the drawings using the previously established Survey of Pakistan (SoP) Benchmark. Additionally, the Contractor shall provide the elevation difference (in softcopy and report) from the SoP Benchmark and Flood Guage Benchmark to all the Control Points established at site for topographic survey.

The raw field data sheets or downloaded raw data must be submitted within one day after the observation. All equipment should undergo initial inspection, and only accurate and functional equipment shall be used.

2. "Article 3 THE SERVICES", "APPENDIX A: TECHNICAL SPECIFICATIONS for topographic survey" of the Original Contract shall be amended as follows:

<Before>

**Appendix A: Technical Specifications for topographic survey.**

**4.2.5 Longitudinal Profile Survey and Cross-Sectional Survey**

Cross section points and alignment of longitudinal profile to be surveyed shall be indicated in **Error! Reference source not found.** and **Error! Reference source not found.** in this specification.

Precise positions and alignment of cross-sectional survey line and longitudinal profile shall be determined upon approval of the Consultant on the Contractor's proposal. The Contractor shall propose the detailed locations of the cross sections and alignment of the longitudinal profile with the coordinates based on the results of field survey conducted by the Consultant and the Contractor.

In the cross-sections of deep rivers, ultrasonic surveys (echo sounder) shall be performed to measure the river bottom. Calibration for the supersonic speed in the water shall be carried out at the beginning and end of each day at the deepest location and in the deferent nature water, and the results shall be recorded with sounding data. Water levels shall be recorded at appropriate intervals and used to correct depth readings. Sounding data shall be recorded not only digital but also on the recording paper.

Cross-sectional survey of the river at shallow area, where the sounding is not possible to be carried out, will be surveyed by the total station or GNSS with a minimum of 6 tracking satellites at intervals of at least 10m and at the points of terrain changing along each cross-section line.

Back target checks for total station surveys and datum point checks for GNSS surveys shall be carried out at appropriate intervals to confirm the stability of the total station and adjustment of spheroid and geoid differences. GNSS data shall be assessed for ambiguity (it must be FIX) and Geometric Dilution of Precision ( $GDOP \leq 2$ ).

Furthermore, the Consultant may instruct the Contractor to perform additional point surveys for improving the topographic map developed by the Contractor, aiming to obtain detailed topographic data from the end of the cross-section survey position up to the first building wall(if there is any) or one point behind the first fence(if there is any) from the river.

The raw field data shall be submitted as electronic data within one day after the observation. The dimensions shall also be input into an electronic file along with the respective numbers and submitted with the total station data.

<After>

**Appendix A: Technical Specifications for topographic survey.**

**4.2.5 Longitudinal Profile Survey and Cross-Sectional Survey**

Cross section points and alignment of longitudinal profile to be surveyed shall be indicated in **Error! Reference source not found.** and **Error! Reference source not found.** in this specification. In addition to Table 1, the water level and riverbed survey, on the river side, shall be carried out using echo sounder as described in Table 2. The

Consultant requires all the cross-sections and profile survey of land and river survey merged in one file and using same Benchmark (SoP).

Table 2 Areas and Length for Water Level and Riverbed Survey Using Echo Sounder

Sr. No.	Work Item	Unit	Quantity
A	Water Level and Riverbed Survey using echo sounder		
1	Cross Section 1 (1+200.04)	m	30
2	Cross Section 1 (1+549.88)	m	50
3	Cross Section 1 (1+999.66)	m	100
4	Cross Section 1 (2+196.26)	m	100
5	Cross Section 2 (0+100.00)	m	100
6	Cross Section 2 (0+484.02)	m	100
7	Cross Section 2 (0+903.69)	m	100
8	Cross Section 2 (1+313.71)	m	100
9	Cross Section 2 (1+725.60)	m	100

Precise positions and alignment of cross-sectional survey line and longitudinal profile shall be determined upon approval of the Consultant on the Contractor's proposal. The Contractor shall propose the detailed locations of the cross sections and alignment of the longitudinal profile with the coordinates based on the results of field survey conducted by the Consultant and the Contractor.

In the cross-sections of deep rivers, ultrasonic surveys (echo sounder) shall be performed to measure the river bottom. Calibration for the supersonic speed in the water shall be carried out at the beginning and end of each day at the deepest location and in the deferent nature water, and the results shall be recorded with sounding data. Water levels shall be recorded at appropriate intervals and used to correct depth readings. Sounding data shall be recorded not only digital but also on the recording paper.

Cross-sectional survey of the river at shallow area, where the sounding is not possible to be carried out, will be surveyed by the total station or GNSS with a minimum of 6

tracking satellites at intervals of at least 10m and at the points of terrain changing along each cross-section line.

Back target checks for total station surveys and datum point checks for GNSS surveys shall be carried out at appropriate intervals to confirm the stability of the total station and adjustment of spheroid and geoid differences. GNSS data shall be assessed for ambiguity (it must be FIX) and Geometric Dilution of Precision ( $GDOP \leq 2$ ).

Furthermore, the Consultant may instruct the Contractor to perform additional point surveys for improving the topographic map developed by the Contractor, aiming to obtain detailed topographic data from the end of the cross-section survey position up to the first building wall(if there is any) or one point behind the first fence(if there is any) from the river.

The raw field data shall be submitted as electronic data within one day after the observation. The dimensions shall also be input into an electronic file along with the respective numbers and submitted with the total station data.

3. "Article 3 THE SERVICES"; "APPENDIX A: TECHNICAL SPECIFICATIONS for topographic survey" of the Original Contract shall be amended as follows;

<Before>

**Appendix A: Technical Specifications for topographic survey.**

**4.3 Reporting/Drawing/Digital Data/Field Verification**

- (1) Reporting

All survey results shall be reported to the Consultant in both document and digital formats. The survey report should include the following contents:

- Introduction (background and objective of the survey, etc.)
- Survey Methodology
- Traverse and Control Point Survey Data
- Survey Line Coordinates
- Cross-Sectional Data Sheets
- Elevation Data Sheets

<After>

**Appendix A: Technical Specifications for topographic survey.**

**4.3 Reporting/Drawing/Digital Data/Field Verification**

- (1) Reporting

All survey results shall be reported to the Consultant in both document and digital formats. The survey report should include the following contents:

- Introduction (background and objective of the survey, etc.) including Additional Work
- Survey Methodology including Additional Work
- Traverse from Survey of Pakistan Benchmark and Control Point Survey Data
- Traverse from Sindh Irrigation Flood Guage Benchmark and Control Point Survey Data
- Survey Line Coordinates including Additional Work
- Profile and Cross-sectional Survey CAD and PDF Drawings for Land and Riverside area in single file
- Profile and Cross-Sectional Survey Data Sheets of Land and Riverside in one single file/section
- Elevation Data Sheets including Additional Work

4. "Article 7 METHOD OF PAYMENT" of the Original Contract shall be amended as follows;  
<Before>

**Article 7 METHOD OF PAYMENT**

All payments shall be in US Dollars (USD) and basically on the Lump Sum basis. The Consultant shall pay the Contractor in the following manner:

**Submission of Invoice**

To claim for each payment, the Contractor shall submit an invoice that shall be ascertained against the unit prices specified in the Bill of Quantities and approved by the Consultant.

**First Payment**

As the first payment, forty percent (40%) of the Contract Price shall be paid to the Contractor within fifteen (15) working days after the confirmation of mobilization of the Contractor by the Consultant.

**Final Payment**

As the final payment, sixty percent (60%) of the Contract Price or remaining revised Contract Price in accordance with Article 25 in this Contract shall be paid to the Contractor within fifteen (15) working days after the completion of the Services and acceptance by the Consultant.

<After>

**Article 7 METHOD OF PAYMENT**

All payments shall be in US Dollars (USD) and basically on the Lump Sum basis. The Consultant shall pay the Contractor in the following manner:

**Submission of Invoice**

To claim for each payment, the Contractor shall submit an invoice that shall be ascertained against

the unit prices specified in the Bill of Quantities and approved by the Consultant.

**First Payment**

As the first payment, twenty-five percent (25%) of the Total Contract Price (8,527.25/- USD) shall be paid to the Contractor within fifteen (15) working days after the confirmation of mobilization of the Contractor by the Consultant.

**Second Payment**

As the second payment, forty-four percent (44%) of the Total Contract Price (8,527.25/- USD) after completion and submission of landside survey cross-sectional drawings and shall be paid to the Contractor within fifteen (15) working days after the acceptance by the Consultant.

**Final Payment**

As the final payment, thirty-one percent (31%) of the Total Contract Price (8,527.25/- USD) or remaining revised Contract Price in accordance with Article 25 in this Contract shall be paid to the Contractor within fifteen (15) working days after the completion of the Services and acceptance by the Consultant.

5. "Article 7 TIME SCHEDULE", "Amendment No. 1 of Contract" of the Original Contract shall be amended as follows;

<Before>

**TIME SCHEDULE**

The results of the topographic surveys (Cross-section drawings, and Longitudinal Profile drawings) must be submitted to the Consultant in AutoCAD file format (.dwg or .dxf) by 31st January, 2025. Additionally, all the Services, including report preparation, must be completed by 20th February, 2025.

<After>

**TIME SCHEDULE**

- The results of the topographic surveys (Cross-section drawings of landside and riverside, and Longitudinal Profile drawings) must be submitted to the Consultant in AutoCAD file format (.dwg or .dxf) by 14th March, 2025. All the report must be submitted by 20th March, 2025. The Consultant will review the report and may request some changes or approve within 2 weeks after the report submission, all the Services must be completed by not later than 4th April, 2025.

6. "APPENDIX B: Bill of Quantities" of the Original Contract shall be amended as follows;

<Before>

**BILL OF QUANTITIES**

No.	Work Item	Unit	Quantity	Unit Price (US\$)	Amount (US\$)
A	Mobilization & Demobilization	LS	1	535	535
B	Installation Control Point	Point	4	90	360
C	Control Point Survey	Point	4	90	360
D	Longitudinal Profile Survey and Cross-Sectional Survey				
1	Longitudinal Profile	km	4.6	232	1,067
2	Cross Section Survey 1 (L=180m)	section	4	125	500
3	Cross Section Survey 2 (L=140m)	section	5	125	625
4	Cross Section Survey 3 (L=80m)	section	1	107	107
5	Cross Section Survey 4 (L=60m)	section	2	107	214
E	Reporting/Drawing/Digital Data/Field Verification	LS	1	1,000	1,000
	<b>SUBTOTAL AMOUNT</b>				<b>4,768</b>
	TAXES (15% GST)				715.20
	<b>TOTAL AMOUNT</b>				<b>5,484</b>

\*The number of traverse points for the traverse survey is an estimate. Payment will not be adjusted based on the actual quantity of traverse points installed.

<After>

**BILL OF QUANTITIES**

No.	Work Item	Unit	Quantity	Unit Price (US\$)	Amount (US\$)
A	Mobilization & Demobilization	LS	1	535	535
B	Installation Control Point	Point	4	90	360
C	Control Point Survey	Point	4	90	360
D	Longitudinal Profile Survey and Cross-Sectional Survey				
1	Longitudinal Profile	km	4.6	232	1067
2	Cross Section Survey 1 (L=180m)	section	4	125	500
2.1	Cancellation of Cross Section Survey 1 (L=total 130m, Ave. 65 m/section)	section	2	-45	-90
3	Cross Section Survey 2 (L=140 m)	section	5	125	625
3.1	Cancellation of Cross Section Survey 2 (L= total 365 m, Ave. 73 m/section)	section	5	-65.2	-326
4	Cross Section Survey 3 (L=80m)	section	1	107	107
5	Cross Section Survey 4 (L=60m)	section	2	107	214
E	Reporting/Drawing/Digital Data/Field Verification	LS	1	1,000	1,000
F	Mobilization and Demobilization of the Survey Team along with echo sounder, DGPS and essential water survey equipment	LS	1	-	300