

バングラデシュ人民共和国
バングラデシュ国鉄

バングラデシュ国
ジョイデプールーイシュルディ間
鉄道複線化事業準備調査
ファイナル・レポート
(要約)
(先行公開版)

2024年11月

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

株式会社 オリエンタルコンサルタンツグローバル
株式会社 長 大
日本コンサルタンツ株式会社

南ア
JR(P)
24-034

バングラデシュ人民共和国
バングラデシュ国鉄

バングラデシュ国
ジョイデプールーイシュルディ間
鉄道複線化事業準備調査
ファイナル・レポート
(要約)
(先行公開版)

2024年11月

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

株式会社 オリエンタルコンサルタンツグローバル
株式会社 長 大
日本コンサルタンツ株式会社

ジョイデプルーイシュルディ間鉄道複線化事業準備調査
【有償勘定技術支援】

目 次

図目次
表目次
駅リスト
略語表
調査結果の概要

ページ

第 1 章 業務の概要	1-1
1.1 本調査の背景.....	1-1
1.2 本調査の概要.....	1-2
1.3 バングラデシュ国鉄（BR）の基本情報.....	1-2
第 2 章 先行 F/S のレビュー	2-1
2.1 概況.....	2-1
2.2 先行 F/S のレビュー結果	2-2
2.2.1 需要予測.....	2-2
2.2.2 経済財務分析.....	2-3
2.2.3 運営・維持管理体制.....	2-4
第 3 章 代替案の検討	3-1
3.1 はじめに.....	3-1
3.2 新設線路位置の検討（2020 年の EIA 報告書）	3-1
3.3 代替案の検討.....	3-1
3.3.1 ジョイデプルーイシュルディ間鉄道複線化事業に関連する事業.....	3-1
3.3.2 代替案の設定.....	3-2
3.3.3 代替案の概要.....	3-3
3.3.4 代替案の比較および最適案の選定.....	3-4
第 4 章 交通需要予測	4-1
4.1 背景.....	4-1
4.2 参照した文献.....	4-1
4.3 先行 F/S の結果のレビュー	4-2
4.4 本需要予測用のシナリオ.....	4-7
4.5 本調査における需要予測.....	4-8
4.5.1 先行 F/S の更新方法	4-8
4.5.2 本調査における需要予測の結果.....	4-12

4.5.3	先行 F/S の結果との比較	4-13
第 5 章	自然条件	5-1
5.1	気候	5-1
5.2	自然災害	5-1
5.2.1	サイクロン	5-1
5.2.2	地震	5-1
5.3	水文	5-2
5.4	地形	5-2
5.5	地質条件	5-2
5.6	圧密沈下の検討	5-4
第 6 章	概略設計	6-1
6.1	はじめに	6-1
6.2	設計諸元	6-1
6.2.1	主な設計諸元	6-1
6.2.2	車両限界・建築限界	6-2
6.3	路線と線形	6-3
6.3.1	路線	6-3
6.3.2	線形	6-3
6.4	軌道	6-4
6.4.1	軌道の設計諸元	6-4
6.4.2	施工基面	6-5
6.5	橋梁工	6-5
6.5.1	既存橋梁	6-5
6.5.2	複線化に伴う新設橋梁	6-15
6.6	土構造物	6-23
6.6.1	圧密沈下の検討	6-23
6.6.2	盛土拡幅	6-24
6.6.3	法面防護工	6-25
6.6.4	線路中心間隔短縮による土工量の削減	6-25
6.7	駅施設	6-25
6.7.1	計画（新駅、改修、改築）	6-25
6.7.2	完成予想図	6-26
6.7.3	貨物駅計画	6-27
6.8	信号と通信	6-28
6.8.1	全体概要	6-28
6.8.2	駅構内	6-31
6.8.3	踏切	6-34
6.8.4	CTC（列車集中制御装置）	6-39
6.8.5	その他	6-40

6.9	電力.....	6-41
6.9.1	概要.....	6-41
6.9.2	電源設備の現状.....	6-41
6.9.3	電源設備の新設計画.....	6-44
6.9.4	その他.....	6-47
6.10	運転計画.....	6-48
6.10.1	線路容量の算定と現状の事業実施区間の運行状況.....	6-48
6.10.2	輸送計画策定に関連する諸条件.....	6-50
6.10.3	ジョイデプルーイシュルディ駅間における運行本数および運行系統.....	6-51
6.10.4	ジョイデプルーイシュルディ間における使用車両数.....	6-53
6.11	メンテナンス計画.....	6-55
第 7 章	先進技術等の活用可能性の検討.....	7-1
7.1	候補技術の選定.....	7-1
7.2	候補技術に対する反応.....	7-2
7.3	候補技術の絞り込み.....	7-2
7.4	採用技術の選定.....	7-3
7.5	本邦技術採用についての BR 回答.....	7-6
第 8 章	事業費積算.....	8-1
第 9 章	事業実施計画の策定.....	9-1
第 10 章	事業効果の検討.....	10-1
10.1	財務分析.....	10-1
10.1.1	既存の調査のレビュー.....	10-1
10.1.2	本調査における財務分析.....	10-3
10.2	経済分析.....	10-7
10.2.1	既存の調査のレビュー.....	10-7
10.3	JICA Climate FIT を用いた GHG 排出削減量の計算.....	10-13
10.4	事業実施の効果指標.....	10-14
10.4.1	定量的効果指標.....	10-14
10.4.2	定性的効果指標.....	10-15
第 11 章	運営・維持管理計画.....	11-1
第 12 章	環境社会配慮.....	12-1
12.1	自然環境及び社会環境の状況.....	12-2
12.2	EIA 手続き.....	12-2
12.2.1	環境承認.....	12-2
12.2.2	スクリーニング.....	12-4
12.2.3	その他の環境関連の許認可.....	12-4
12.3	スコーピング.....	12-4
12.4	環境社会配慮調査結果及び影響評価.....	12-6

12.5	影響評価.....	12-8
12.6	環境管理計画及びモニタリング計画.....	12-10
12.7	実施体制.....	12-15
第 13 章	住民移転計画.....	13-1
13.1	関連法.....	13-1
13.1.1	用地取得・住民移転に係る制度.....	13-1
13.1.2	用地取得・住民移転の手続き.....	13-2
13.2	本事業の影響規模.....	13-2
13.3	補償・支援方針.....	13-4
13.4	苦情処理メカニズム.....	13-6
13.5	用地取得・住民移転費用概算.....	13-7
13.6	実施スケジュール.....	13-7
13.7	ステークホルダー会議.....	13-8
13.8	用地取得の最新状況.....	13-9

図目次

ページ

図 1.1	本調査対象路線図	1-3
図 3.1	ジョイデプルーイシュルディ間および関連事業の概略位置図	3-3
図 4.1	ジャムナ橋の料金所における道路交通量の推移	4-8
図 4.2	ジョイデプルーイシュルディ間の 2020 年時の列車運転系統と将来の需要発生 地域.....	4-11
図 4.3	ジョイデプルーイシュルディ間を含む西側区間の旅客者数の予測.....	4-12
図 4.4	ジョイデプルーイシュルディ区間の年間貨物輸送量	4-13
図 4.5	1 日あたりの列車数の比較（本調査及び先行 F/S）	4-14
図 5.1	ボーリング調査実施箇所（西側）	5-3
図 5.2	ボーリング調査実施箇所（東側）	5-4
図 6.1	車両限界・建築限界図	6-2
図 6.2	本事業区間および周辺の鉄道ネットワーク	6-3
図 6.3	施工基面標準図	6-5
図 6.4	鋼製下路式プレートガーダーおよび RC 橋台（Bridge No.35）	6-7
図 6.5	鋼製下路式プレートガーダーおよび RC 橋脚・橋台（Bridge No.98）	6-7
図 6.6	RC ボックスカルバート（左から順に、Bridge No.119/2、48、114）	6-8
図 6.7	鋼製上路式プレートガーダーおよびレンガ式橋台（Bridge No.34）	6-8
図 6.8	鋼製上路式プレートガーダーおよびレンガ式橋脚・橋台（Bridge No.26）	6-9
図 6.9	鋼製上・下路式プレートガーダーおよびレンガ式橋脚・橋台（Bridge No.33）	6-9
図 6.10	鋼製上・下路式トラス桁およびレンガ式橋脚（Bridge No.35）	6-9
図 6.11	鋼製上路式プレートガーダー / 鋼製下路式トラス桁およびレンガ式橋脚・橋台 （Bridge No.24）	6-10
図 6.12	鋼製上路式プレートガーダー / 鋼製下路式トラス桁およびレンガ式橋脚・橋台 （Bridge No.23）	6-10
図 6.13	RC ボックスカルバート（左から順に、Bridge No.119/20、41A、120）	6-10
図 6.14	局部腐食による上フランジの部分減肉および支承部の欠陥（Bridge No.35）	6-11
図 6.15	通過列車からの有機排泄物落下による横桁の局部腐食（Bridge No.116）	6-12
図 6.16	乾湿繰り返し作用および有機排泄物落下による局部腐食（Bridge No.98）	6-12
図 6.17	定期モニタリングの必要箇所および支承部の欠陥（Bridge No.34, 1914 年建造）	6-13
図 6.18	定期モニタリングの必要箇所および乾湿繰り返し作用による局部腐食（Bridge No.35, 1914 年建造）	6-13
図 6.19	新設ボックスカルバートの施工例	6-18
図 6.20	軌道構造の異なる鋼製下路式プレートガーダーの径間長と想定鋼材重量の関係.....	6-20
図 6.21	概略断面図（橋脚位置）	6-21
図 6.22	概略断面図（橋台位置）	6-21
図 6.23	概略断面図（ボックスカルバート位置）	6-22
図 6.24	橋梁位置における軌道中心間隔の計画	6-22

図 6.25	BH 11E の柱状図	6-23
図 6.26	盛土標準図	6-24
図 6.27	No.98 橋梁付近の法面防護工および護岸工	6-25
図 6.28	標準的な駅の完成予想図	6-27
図 6.29	貨物列車 (Ullapara 駅)	6-28
図 6.30	信号通信の全体概要	6-30
図 6.31	B クラス駅の配線略図例	6-31
図 6.32	B クラス駅の機器構成例	6-32
図 6.33	CBI の画面表示例	6-34
図 6.34	既存の踏切設備	6-36
図 6.35	ゲートシグナルとアクセルカウンタの設置例	6-36
図 6.36	CTC システム構成案	6-39
図 6.37	既設信号機器室内の状況 (Hi Tech City 駅)	6-40
図 6.38	電源設備の現状	6-43
図 6.39	駅及び Paksey BR オフィスの電源構成	6-45
図 6.40	重要踏切の電源構成	6-45
図 6.41	2019 年 12 月における本区間での定時性	6-49
図 6.42	ジョイデプルーイシュルディ間における運行本数	6-52
図 6.43	ジョイデプルーイシュルディ間における運行系統概念図	6-53
図 12.1	本事業沿線の行政境界	12-1
図 12.2	バングラデシュにおけるレッドカテゴリ事業の EIA の承認手続きフロー	12-3
図 13.1	バングラデシュにおける用地取得および補償支払いフロー	13-2
図 13.2	苦情処理のフロー図	13-6

表目次

	ページ
表 1.1	本調査の概要 1-2
表 1.2	バングラデシュ国鉄（BR）の基本情報（2019–2020） 1-2
表 2.1	ジョイデプルーイシュルディ区間についての関連する計画 2-1
表 2.2	本事業の経緯 2-2
表 2.3	先行 F/S における経済便益 2-3
表 2.4	先行 F/S における経済財務分析 2-4
表 3.1	代替案の比較表 3-6
表 4.1	貨物の需要予測における仮定 4-2
表 4.2	旅客の需要予測における仮定 4-4
表 4.3	先行 F/S の需要予測（貨物）の結果の再計算 4-5
表 4.4	先行 F/S の需要予測（旅客）の結果の再計算 4-6
表 4.5	道路交通量の需要予測の結果 4-8
表 4.6	道路交通車両の PCU への変換 4-9
表 4.7	先行 F/S における PCU 値を参照したジョイデプルーイシュルディ間の道路 PCU 値 4-9
表 4.8	ジョイデプルーイシュルディ間の鉄道と道路での旅行と運賃時間の比較 4-10
表 4.9	貨物輸送の現況に関する基礎データ 4-10
表 4.10	先行 F/S と本調査の需要予測結果の比較 4-13
表 6.1	主な設計諸元 6-1
表 6.2	軌道（曲線）に関する諸元 6-2
表 6.3	平面線形の構成（新設上り線） 6-4
表 6.4	軌道の主な設計諸元 6-4
表 6.5	既存橋梁の構造形式および橋梁数 6-6
表 6.6	支承の点検項目と対策 6-14
表 6.7	鋼製桁の点検項目と対策 6-15
表 6.8	設計標準（その 1） 6-15
表 6.9	設計標準（その 2） 6-16
表 6.10	設計基準（その 1） 6-16
表 6.11	設計基準（その 2） 6-17
表 6.12	先行 F/S における新設橋梁（マイナー橋梁）の構造形式および橋梁数 6-17
表 6.13	本調査における新設橋梁（マイナー橋梁）の構造形式および橋梁数 6-18
表 6.14	先行 F/S における新設橋梁（メジャー橋梁）の構造形式および橋梁数 6-18
表 6.15	鋼製下路式プレートガーダーの軌道構造の相違による比較 6-19
表 6.16	本調査における新設橋梁（メジャー橋梁）の構造形式および橋梁数 6-20
表 6.17	圧密試験結果の一覧 6-24
表 6.18	駅の計画 6-26
表 6.19	踏切への信号通信設備設置 6-38

表 6.20	各駅の受電設備	6-42
表 6.21	UIC406 によって定められた線路使用率	6-48
表 6.22	閉そく区間ごとの線路容量 (2023 年現在)	6-50
表 6.23	閉そく区間ごとの線路容量 (本事業完成後)	6-51
表 6.24	旅客サービスに必要となる車両数	6-54
表 6.25	貨物輸送に必要となる車両数	6-54
表 6.26	O&M 部門において本事業完了後に必要となる増員数	6-55
表 10.1	Economic and Financial Analysis Results in DPP	10-1
表 10.2	前調査における財務分析の前提条件	10-2
表 10.3	先行 F/S における財務分析の結果	10-2
表 10.4	橋梁調査における財務分析の前提条件	10-2
表 10.5	先行 F/S における経済分析の前提条件	10-7
表 10.6	先行 F/S における算入された経済便益	10-7
表 10.7	先行 F/S における経済分析の結果	10-8
表 10.8	橋梁調査における経済分析の前提条件	10-8
表 10.9	GHG 排出削減量の算出に用いる前提条件	10-12
表 10.10	本事業実施による GHG 排出量削減量	10-12
表 10.11	本事業の運用指標	10-13
表 10.12	本事業の効果指標	10-13
表 10.13	本事業実施による定性的効果	10-14
表 12.1	既存調査結果概要	12-2
表 12.2	その他の環境関連許認可	12-4
表 12.3	鉄道に対するスコーピング案	12-4
表 12.4	鉄道橋に対するスコーピング案	12-5
表 12.5	環境社会配慮調査結果	12-6
表 12.6	鉄道に対する環境社会配慮調査結果	12-8
表 12.7	鉄道橋に対する環境社会配慮調査結果	12-9
表 12.8	鉄道に対する主な環境管理計画及びモニタリング計画 (施工中)	12-10
表 12.9	鉄道に対する主な環境管理計画及びモニタリング計画 (供用時)	12-12
表 12.10	鉄道橋に対する主な環境管理計画及びモニタリング計画 (施工中)	12-13
表 12.11	鉄道橋に対する主な環境管理計画及びモニタリング計画 (供用時)	12-14
表 13.1	主なバングラデシュ法と JICA ガイドラインのギャップを埋める方針	13-1
表 13.2	影響面積および被影響者の概要	13-3
表 13.3	影響を受ける CPR の概要	13-3
表 13.4	脆弱世帯の概要	13-3
表 13.5	本事業のカットオフデート	13-4
表 13.6	エンタイトルメントマトリックス	13-5
表 13.7	ステークホルダー会議の概要	13-8
表 13.8	用地取得の進捗 (2024 年 6 月現在)	13-9

駅リスト

Sl. No.	Station Name	Code	Existing Km	Design Km	Class of Station*	Note
1	Ishurdi Jn.	ISD	204.80	204.800	B	-
2	Ishurdi Bypass	ISDB	208.58	-	B	-
3	Majhgram	MZRA	211.00	210.983	B	-
4	Mooladuli	MODI	216.70	216.629	B	-
5	Gafurabad	GFB	224.11	224.273	D	-
6	Chatmohar	CMO	229.77	229.977	B	-
7	Guakhara	GAK	235.00	235.121	D	-
8	Bhangura	BOO	239.26	239.424	B	-
9	Baral Bridge	BRBE	241.00	241.132	D	-
10	Saratnagar	SNG	243.50	243.640	B	Improved to B class
11	Dilpashar	DIS	248.37	248.413	D	-
12	Lahirimohanpur	LMR	254.00	254.139	B	-
13	Ullapara	ULP	262.08	262.145	B	-
14	Salop	SOV	267.34	267.446	D	-
15	Jamtoil	JOI	274.50	274.457	B	-
16	Shahid M. Mansur Ali	SMA	281.00	280.759	B	Improved to B class in another project
17	Bangabandhu Setu West	BBW	285.41	285.283	B	-
18	Bangabandhu Setu East	BBE	294.60	294.560	B	-
19	Elenga	-	-	306.015	B	New crossing station
20	Tangail	TAGL	315.50	315.460	B	-
21	Karotia	-	-	323.100	B	New crossing station
22	Mohera	MHRA	331.24	331.194	B	-
23	Mirzapur	MZRP	341.40	341.334	B	-
24	Hi Tech City	-	-	350.800	B	Opened in 2018 instead of Kaliakoir station
25	Mouchak	MOCK	362.20	362.111	B	-
26	Mirer Bazar	-	-	370.073	B	New crossing station
27	Joydebpur	JYR	378.20	378.123	B	-

* : 'B' Class は待避線・側線を持つ駅、'D' Class は待避線・側線がない駅

略語表

略語	英語表記もしくは略語説明	日本語表記もしくは略語説明
ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
ATACS	Advanced Train Administration and Communications System	(日本の可動閉塞方式列車保安装置の一つ)
ATC	Automatic Train Control	自動列車制御装置
ATP	Automatic Train Protection	列車保安装置
ATS-P	Automatic Train Stop P-Type	自動列車停止装置 P形
ATS-S	Automatic Train Stop S-Type	自動列車停止装置 S形
AVR	Automatic Voltage Regulator	自動電圧調整装置
B/C	Benefit over Cost	費用便益比率
BG	Broad Gauge (1,676 m gauge)	広軌 (1,676 m 軌)
BOQ	Bill of Quantities	数量明細書
BR	Bangladesh Railway	バングラデシュ国鉄
BRWWM	Bangladesh Railway Way and Works Manual	バングラデシュ国鉄保線マニュアル
CAPEX	Capital Expenditure	資本費用
CBI	Computer Based Interlocking Devices	コンピューターベース連動装置
CCL	Cash Compensation under Law	法律に基づく補償
COD	Cut-off Date	カットオフデート
CP	Counterpart	カウンターパート
CPR	Common Property Resource	共有施設
CR	Critically Endangered	近絶滅種
CSC	Construction Supervision Consultant	施工監理コンサルタント
CTC	Centralized Traffic Control (system)	列車集中制御装置
D/D	Detailed Design	詳細設計
DB	Design Build	設計・施工一括発注方式
dB	Decibel	デシベル
DC	Deputy Commissioner	県知事
DF/R	Draft Final Report	ドラフト・ファイナル・レポート
DG	Dual Gauge	(広軌とメータ軌の) 三線軌
DNP	Defect Notification Period	瑕疵担保期間
DoE	Department of Environment	環境局
DPP	Development Project Proforma/Proposalgram	事業開発計画
DRF	Direct Rail Fastener	鋼直結レール締結装置
DRGA	Debt Relief Grant Aid	債務免除無償援助
E/S	Engineering Services	エンジニアリング・サービス
EG	Emergency Generator	非常用発電機
EIA	Environmental Impact Assessment	環境影響評価
EIRR	Economic Internal Rate of Return	経済的内部収益率
EN	Endangered	絶越危惧種

略語	英語表記もしくは略語説明	日本語表記もしくは略語説明
F/F	Fact Finding mission	ファクトファインディングミッション
F/R	Final Report	ファイナル・レポート
F/S	Feasibility Study	実現可能性調査
FFU	Fiber-reinforced Foamed Urethane	日本型合成まくらぎ
FGD	Focus Group Discussion	フォーカスグループディスカッション
FIRR	Financial Internal Rate of Return	財務的内部収益率
GHG	Green House Gas	温室効果ガス
GHPW	On-site Gas Heat Pressure Welding Machine	現場自動ガス圧接器
GOB	Government of Bangladesh	バングラデシュ政府
GRM	Grievance Redress Mechanism	苦情処理メカニズム
HHR	Head Hardened Rail	硬頭レール
HSR	High Speed Railway	高速鉄道
ICB	International Competitive Bidding	国際競争入札
ICD	Inland Container Depot	内陸コンテナ基地
IEC	International Electrotechnical Commission	国際電気標準会議
ISO	International Organization for Standardization	国際標準化機構
IT/R	Interim Report	インテリム・レポート
JICA	Japan International Cooperation Agency	(独立行政法人) 国際協力機構
JIS	Japan Industrial Standard	日本産業規格
JNR	Japanese National Railways	日本国有鉄道
JST	JICA Survey Team	JICA 調査団
LARAP	Land Acquisition and Resettlement Action Plan	用地取得・住民移転計画
LCC	Life Cycle Cost	ライフサイクルコスト
LTC	Load Tap Changer	自動電圧タップ切替器
LoC	Line of Credit	信用供与
LC	Level Crossing	踏切
MDB	Multilateral Development Bank	国際開発金融機関
MDI	Diphenyl Methane Diisocyanate	ジフェニールメタンシイソシアネート (日本の合成まくらぎ用材料)
MG	Meter Gauge (1,000mm gauge)	メータ軌 (1,000 mm 軌)
MLIT	Ministry of Land Infrastructure and Transportation	国土交通省 (日本)
MOF	Ministry of Finance	財務省
MOPA	Ministry of Public Administration	人事省
MOR	Ministry of Railways	鉄道省
N&V	Noise & Vibration	騒音振動
O&M	Operation and Maintenance	運営と保守
OD	Origin and Destination	出発地・目的地
OFC	Optical Fiber Cable	光ファイバーケーブル
OPEX	Operational Expenditures	運営費用
PAH	Project Affected Household	被影響世帯
PAP	Project Affected People	被影響者

略語	英語表記もしくは略語説明	日本語表記もしくは略語説明
PBS	Polli Biddut Samaity	農村電化組合
PC	Public Consultation	パブリックコンサルテーション
PIU	Project Implementation Unit	プロジェクト実施部門
PM	Particle Matter	粒子状物質
PR/R	Progress Report	プロGRESS・レポート
PC	Pre-stressed Concrete	プレストレスト鉄筋コンクリート
PSC	Pre-Stressed Concrete	プレストレスト鉄筋コンクリート
RAP	Resettlement Action Plan	移転行動計画
RC	Reinforced Concrete	鉄筋コンクリート
RCIP	Regional Cooperation and Integration Project	地域連携・統合プロジェクト
RHD	Roads and Highways Department	道路・高速道路局
ROW	Right of Way	(鉄道) 用地
RRR	Reinforced Railroad with Rigid Facing Method Embankment	RRR 強化盛土
RS-ATC	Radio Communication & Control System for Shinkansen-ATC	(新幹線の可動閉塞方式列車保安装置の一つ)
RTA	Railway Training Academy	鉄道学校
RTRI	Railway Technical Research Institute	公益法人鉄道総合技術研究所
SBD	Standard Bidding Documents	標準入札書類
SEJ	Switch Expansion Joints	伸縮継目
SER	Signalling Equipment Room	信号機器室
SHM	Stakeholders Meeting	ステークホルダー会議
SIL	Safety Integrity Level	安全度水準 (国際規格 IEC で定められたシステムの安全性を示す尺度)
SoR	Schedule of Rate	標準単価表
SPT	Standard Penetration Test	標準貫入試験
T/A	Technical Assistance	入札支援
TAPP	Technical Assistance Project Proposal	技術協力事業提案
TC	Track Circuit	軌道回路
TOR	Terms of Reference	委託事項
TTC	Travel Time Cost	移動時間経費
UC	Union Council	組合議会
UIC	International Union of Railways (仏語 : Union Internationale des Chemins de Fer)	国際鉄道連合
UPS	Uninterruptible Power System	無停電電源装置
USP	Under-leeper Pad	まくらぎ下パッド
VOC	Vehicle Operation Cost	車両走行費用
VU	Vulnerable	危急種
WS	Wayside Signal	地上信号機

調査結果の概要

1 業務の概要

1.1 本調査の背景と目的

「ジョイデプルーイシュルディ間鉄道複線化事業」（以下、本事業）は、同国の東西を結ぶ幹線ジョイデプルーイシュルディ間を複線化し、鉄道輸送力を増強することを目的としている。

実施機関であるバングラデシュ鉄道（以下「BR」）は、2019年に本事業のフィージビリティスタディ（以下「先行 F/S」）を実施済みである。しかし、先行 F/S から数年が経過していることから、準備調査において事業費、利用可能な技術、工法、資機材等を見直す必要がある。また、JICA 調査団は、環境社会影響の回避・最小化・緩和・補償を検討するため、追加情報を収集する。

1.2 本調査の概要

本調査の概要を表 1 に示す。

表 1 本調査の概要

項目	内容
事業名	ジョイデプルーイシュルディ間鉄道複線化事業
事業目的	ダッカ近郊のジョイデプルーイシュルディ駅から当国西部のイシュルディ駅間の複線化を実施することにより、鉄道輸送能力を強化し、国内及び周辺国との連結性向上を通じた経済発展を目指す。
事業概要	ジョイデプルーイシュルディ駅からイシュルディ駅の鉄道複線化 1) 複線化工事約 170 km：土木工事（橋梁約 200 橋の建設、既存 24 駅中 20 駅の更新等を含む）、軌道工事、信号通信設備（国際競争入札） 2) コンサルティング・サービス：詳細設計、入札補助、施工監理、環境社会配慮手続き及びモニタリング補助等（ショートリスト方式）
調査対象地域	ダッカ管区ガジプール県、タンガイル県、ラジシャヒ管区シラジガンジ県、パプナ県、ナトレ県
事業実施機関	バングラデシュ国鉄（Bangladesh Railway（BR））
その他関係官庁・機関	バングラデシュ鉄道省
調査実施期間	2022 年 6 月 - 2024 年 11 月
貴機構による本事業に関連する過去の援助活動	有償資金協力「ジャムナ鉄道専用橋建設事業」（第一期 2016 年度承諾（借款額 372 億円）、第二期 2020 年度承諾（借款額 890 億円）） 有償資金協力「ダッカーチッタゴン鉄道網整備事業」（2007 年度承諾（借款額 129 億円））

出典：JICA 調査団

2 代替案の検討

2.1 代替案の概要

線区全体の線路容量を改善するために検討された4つの代替案と「プロジェクトなし」を以下に示す：

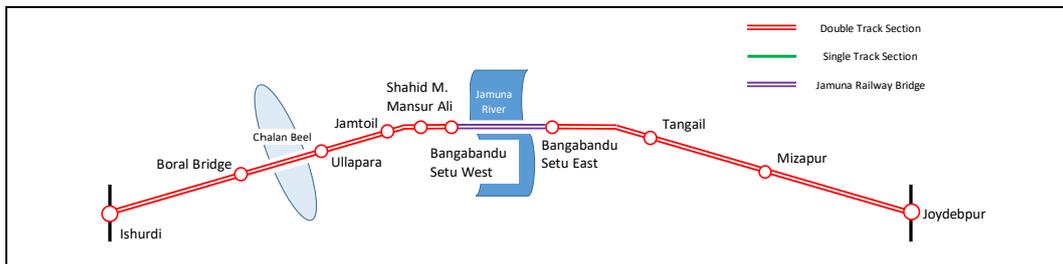
事業を実施しない：複線化を実施しない

代替案1：全線複線化（先行 F/S のオリジナルプラン）

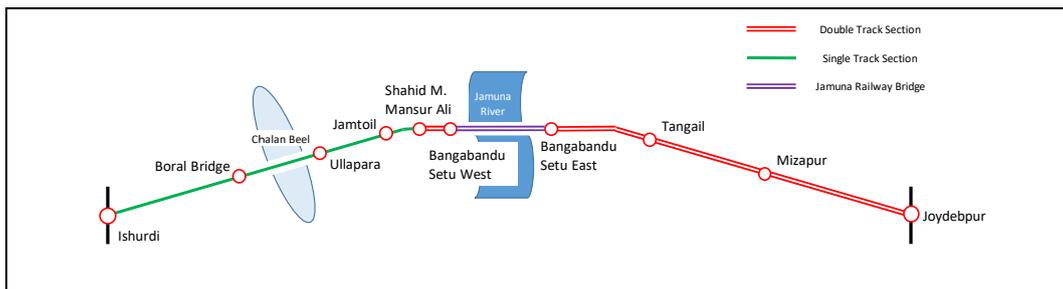
代替案2：Shahid M. Mansur Ali 駅ージョイデプール駅間を複線化

代替案3：部分複線化

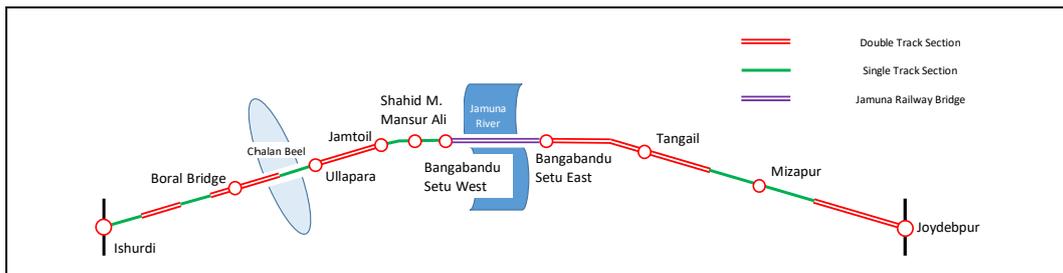
代替案4：単線のまま列車交換駅を追加する



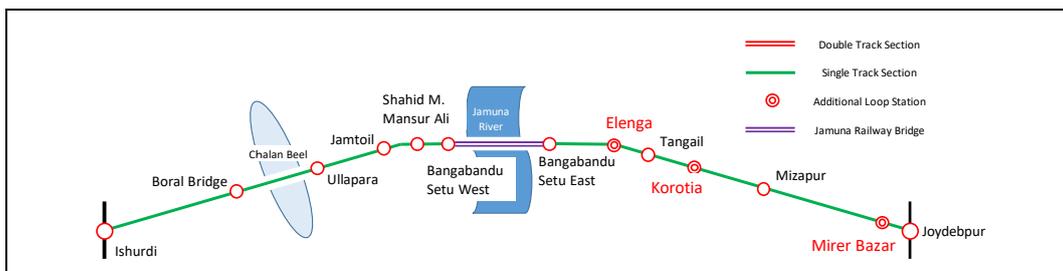
(a) 代替案 1



(b) 代替案 2



(c) 代替案 3



(d) 代替案 4

出典：JICA 調査団

図 1 代替案

2.2 代替案の比較および最適案の選定

(1) 第一次代替分析

Without Project を含む 5 つの代替案のうち、主要な条件を満たすかどうかを確認するための予備的な代替案分析を行った。

[条件]

- (a) ジャムナ鉄道専用橋完成時の需要を満たす
- (b) ジョイデプルーイシュルディ間の所要時間が現行より遅くならない
- (c) 本事業が国立公園や自然保護区内で実施されない

第一次代替分析の結果より、「事業を実施しない」「代替案 4」について、主要な条件のいずれかに合致しないことから、第二次分析の対象外とする。

(2) 第二次代替分析

第一次代替案分析の結果より、「プロジェクトなし」と「代替案 4」を除いた代替案について、第二次代替分析の結果を以下に示す。各項目は 4 段階評価（A～D）で採点されている。

表 2 代替案の比較表

項目	代替案 1	代替案 2	代替案 3	記事
複線化距離 ¹⁾	164.1 km	東側：83.6 km	計 106.5 km	
線路容量 ²⁾	68 本/日 (A)	33 本/日 (C)	41 本/日 (C)	25 本/日 (2022 年時点)
旅客サービス (JYP-ISD の所要時間)	4.0-4.5 時間 (A)	4.8-5.3 時間 (C)	4.6-5.1 時間 (B)	バス：4.6 時間
建設コスト ³⁾	非公開			
FIRR				
EIRR				
用地取得 ⁴⁾	約 60 acres (B)	約 50 acres (B)	約 40 acres (B)	
住民移転 ⁴⁾ (影響家屋数)	約 1,600 軒 (C)	約 580 軒 (A)	約 1,040 軒 (B)	
自然環境 (Chalan Beel 区間での工事)	発生する (C)	なし (A)	部分的に発生する (B)	

注 1： 下段は、各項目の評価を示す。

- A：優（低コスト、低影響、高便益他）
- B：良
- C：可（高コスト、高影響、低便益他）
- D：実現不可

注 2： 1) 駅中心間距離による延長

2) 線路容量；ジョイデプルーイシュルディ間を 1 日間に走らすことができる最大列車本数

3) 非公開

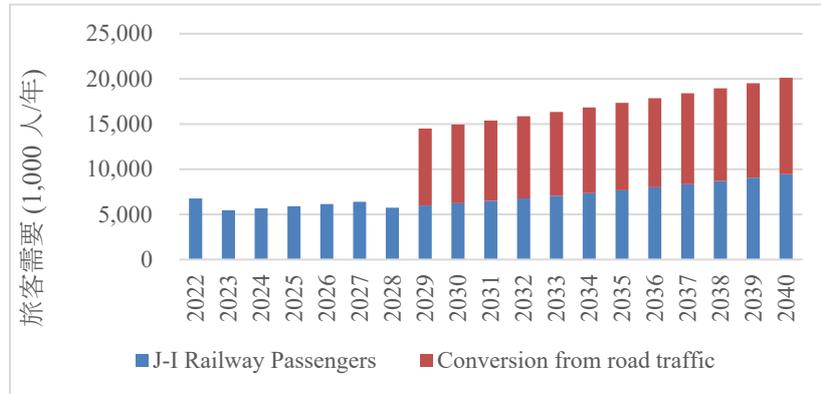
4) RAP Report (2022-2023) より

出典：JICA 調査団

3 交通需要予測

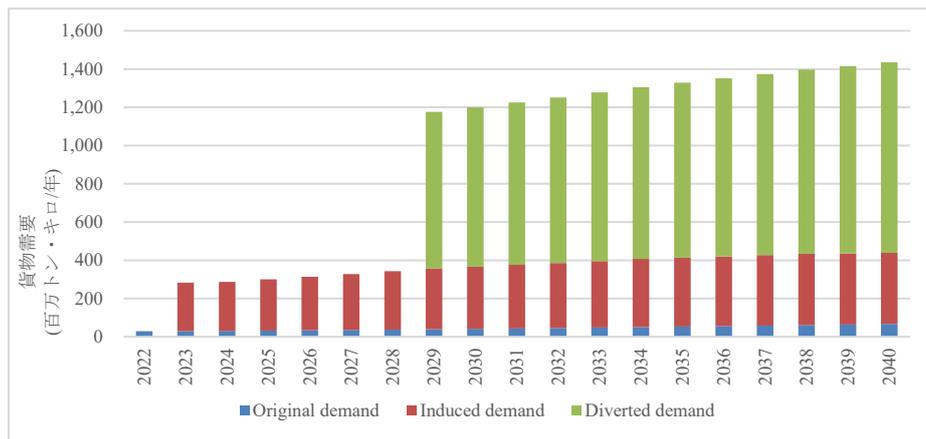
ジョイデプルーイシュルディ間の旅客需要と貨物需要は、以下のように予測されている。

また、それに応じた列車本数についても以下のように算出している。



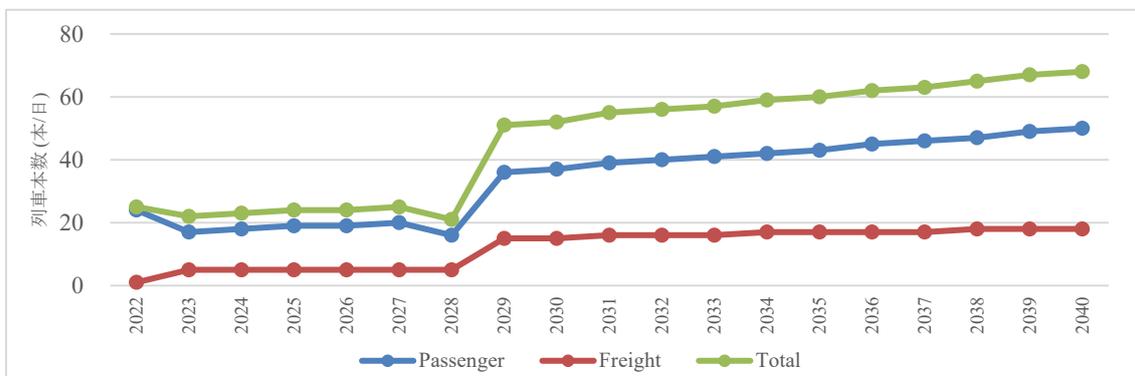
出典：JICA 調査団

図2 ジョイデプルーイシュルディ間を含む西側区間の旅客者数の予測



出典：JICA 調査団

図3 ジョイデプルーイシュルディ区間の年間貨物輸送量



出典：JICA 調査団

図4 ジョイデプルーイシュルディ間の一日当たり列車本数

4 概略設計

4.1 設計諸元

表 3 主な設計諸元

項目	仕様
複線/単線	全線複線
軌間	広軌（1,676 mm）およびメータ軌（1,000 mm）の三線軌
設計最高速度	旅客列車：120 km/h（広軌）、100 km/h（メータ軌） 貨物列車：80 km/h（広軌およびメータ軌）
線路中心間隔	本線：6 m、駅部：5.3 m、Major bridges：12 m
最小曲線半径	500 m
最大勾配	本線：0.5%（1 in 200）、駅部：0.25%（1 in 400） 曲線抵抗：0.04% per degree of curvature
電化/非電化	全線非電化
まくらぎ間隔	本線：600 mm（1,667 本/km） 本線以外：658 mm（1,520 本/km）
バラスト厚さ	本線：300 mm 以上 駅部・側線：250 mm 以上 有道床橋梁：300 mm 以上
有効長	750 m
閉塞方式	電子連動装置による ABS（Absolute Block System）方式
軸重	広軌：25 t、メータ軌：15 t

出典：先行 F/S

4.2 路線と線形

新しい複線の線路は北側、つまりイシュルディからジョイデプルーへ向かう既存の線路の左側に位置する。既存の線路と新しい線路の間の距離は 6 m であり、橋梁部やボックスカルバートでは、この距離を 6～12 m とすることが提案されている。

4.3 橋梁工

新橋梁の構造形式と数は、以下の表に示すように計画する。

表 4 本調査における新設橋梁（マイナー橋梁）の構造形式および橋梁数

分類	構造形式	橋梁数	摘要
マイナー橋梁	鋼製下路式プレートガーダー	2	径間長 15 m の 1 径間タイプのみ
	RC ボックスカルバート	135	径間長 1、3、4、4.5、5、6 m の 1、2、3 径間タイプ
合計		137	Bridge No.34 は既に閉鎖橋梁のため除外

出典：JICA 調査団

表 5 本調査における新設橋梁（メジャー橋梁）の構造形式および橋梁数

分類	構造形式	橋梁数	摘要
メジャー橋梁	鋼製下路式プレートガーダー	66	径間長 15、20、25、30、35 m の 1 - 8 径間タイプ
	RC ボックスカルバート	0	----
合計		66	

出典：JICA 調査団

4.4 土構造物

円形地すべりについては、既存の盛土が問題なく安定していることを考慮すると、堤防を拡幅しても問題はなさそうである。ただし、新設盛土直下の圧密沈下には注意が必要である。

4.5 駅計画

駅計画は、下図に示すとおりである。

表 6 駅の計画

	西側 (ISD-BBW)	東側 (BBE-JYD)	合計
新駅	-	Elenga, Karotia, Mirer Bazar	3 駅
改修	Shahid M. Mansur Ali, Jamtoil, Ullapara, Lahirimohanpur, Chatmohar, Mooladuli, Majhgram, Ishurdi Bypass, Ishurdi	Mouchak, Mirzapur, Mohera, Tangail	13 駅
改築	Salop, Dilpashar, Saratnagar, Baral Bridge, Bhangura, , Guakhara, Gafurabad		7 駅
対象外	Bangabandhu Setu West、	Joydebpur, Hi Tech City, Bangabandhu Setu East	4 駅

出典：JICA 調査団

4.6 信号と通信

ジョイデプルーイシュルディ間の複線化に対応した信号システムおよび踏切設備の改良工事と、同区間の CTC 化工事が計画されている。

踏切は、道路交通量、列車速度、勾配などの地理的条件により、重要度の高いものから順に Special、A、B、C、D に分類され、これらの分類に応じた踏切保安装置が設置されている。

4.7 電源供給

高圧受配電設備と非常用発電機で構成され、駅構内の信号・通信設備と駅・駅舎の一般電気・機械設備に使用される。

4.8 列車運行計画

ジョイデプルーイシュルディ間における列車の推定運行本数は図 4 に示したとおりである。

4.9 保守計画

保守・運転部門に 888 人のスタッフを追加する必要があると推定される。また、人件費の増加は 382,475.81 千 BDT である。

5 先進技術等の活用可能性の検討

調査団は、3 回のセミナーを通じて、BR に 8 つの革新的技術を紹介した。その中から、BR は以下の革新的技術を選定し、本事業への採用を検討した。

- RRR 強化盛土：都市部にて採用する。

- 鋼直結軌道：採用する。
- 橋上や分岐器箇所における合成まくらぎ（FFU）：分岐器、クロッシング、橋梁の各区間にて採用する。
- 耐候性鋼板：鋼橋にて採用する。
- 硬頭レール（HHR）：半径 600 m 以下の曲線、分岐器の各区間にて採用する。

6 事業費積算

非公開

非公開

非公開

7 事業実施スケジュール案

非公開

非公開

8 事業効果の検討

非公開

9 運営・維持管理計画

非公開

10 環境社会配慮

環境社会配慮に関する主な論点は以下の通りである。

10.1 走行列車数の増加による沿線の騒音影響

列車の走行本数が、現在の平均 1.08 本/時から 2.83 本/時に増加することにより、騒音レベルが約 4dB 増加する。そのため詳細設計段階で詳細な騒音予測を実施し、騒音レベルが基準を超過する場合は、更なる緩和策を検討する必要がある。

10.2 Chalan Beel における生態系調査

生態系調査において哺乳類と魚類で絶滅危惧種が同定された。特に魚類の絶滅危惧種は、2種の絶滅危惧 IA 類 (CR) を含む 21 種が特定された。そのため、施工前および施工中に予備調査を実施し、当該危惧種の生息地や営巣地が確認された場合は、施工の中断または禁止、環境局 (DoE) の指示を仰ぐ等、更なる緩和策を実施する必要がある。

10.3 影響を受ける樹木

絶滅危惧種に指定される 1 種 12 本を含む、約 80,000 本の樹木がプロジェクトの影響を受ける。緩和策として 12 本の樹木は保全のため移植され、さらに伐採樹木数の 3 倍の樹木 (約 240,000 本) が沿線や駅構内などに植樹される。BR の責任において、植樹後 2 年間のモニタリングを実施し、自生を促す。

10.4 温室効果ガスの削減

鉄道の複線化により、旅客輸送と貨物輸送のモーダルシフトが促進され、2040 年には 276,000 t-CO₂ を削減し、気候変動の緩和に貢献する。

11 プロジェクトの影響

本プロジェクトは 72.12 acre の私有地を取得する必要がある。プロジェクトの被影響世帯 (PAH) と被影響者 (PAP) の総数は、それぞれ 2,991 世帯、12,150 人である。PAH の 32.9% は非正規住民であり、住民移転が必要になるのは、1,601 世帯、6,753 人となる。PAP に少数民族は含まれていない。

11.1 補償と支援方針

PAP は、プロジェクトの影響に基づき、補償と支援を受ける権利を有する。土地の補償は土地所有者のみであるが、非正規住民は所有する建造物、作物、樹木などの補償を受けることが出来る。補償と支援の項目は以下の通りである。

- 土地、作物、樹木の損失に対する再調達価格での補償
- 建造物およびその他の不動産の再調達価格による補償
- 事業収入／賃金収入の損失に対する支援
- 建造物および共有施設 (CPRs) の移転に対する支援
- 収入および生計回復のための支援
- 脆弱層に対する追加支援

11.2 ステークホルダー・ミーティング

ステークホルダー・ミーティング (SHM) は、スコーピング段階と DFR 段階で、EIA と RAP 合同で開催された。各段階において、5 地区 11 カ所で開催され、参加者からの異論はなかった。これとは別にフォーカル・グループ・ディスカッション (FGD) が合計 30 回開催され、FGD で出されたコメントは、環境管理計画 (EMP) 及びエンタイトルメントマトリックスに反映された。

第1章 業務の概要

1.1 本調査の背景

バングラデシュ人民共和国（以下、「バングラデシュ」）の BR Railway Master Plan（July 2016－June 2045）によると、当国の鉄道は輸送能力の低さがボトルネックとなり、輸送需要の増加に対応できていないと指摘されている。また、第8次5か年計画（2020/21－2024/25年度）では、当国及び近隣諸国の堅調な経済成長等に伴い、当国の輸送需要は年間約8%の伸びを示しており、当国政府は鉄道の複線化等により輸送能力を強化する方針を掲げている。

「ジョイデプルーイシュルディ間鉄道複線化事業」（以下、「本事業」）は、当国内の東西を繋ぐ主要路線であるジョイデプルーイシュルディ間の鉄道を複線化することにより鉄道輸送能力の強化を図るものである。

現在、本事業の対象区間は全て単線であり、そのほぼ中間にジャムナ橋が位置する。同橋は1998年に竣工したが、単線かつ列車荷重制限及び速度制限が設定されており、増加する鉄道輸送需要への対応においてボトルネックとなっている。そのため2016年の鉄道マスタープランにおいて、本事業の対象区間の複線化と共に、既存線の架け替えとして鉄道専用橋の建設が最優先事業として位置付けられた。その後、円借款事業「ジャムナ鉄道専用橋建設事業」が2020年に起工され、2024年予定の竣工時には鉄道輸送のボトルネックの解消が見込まれている。同事業による開発効果と併せて、本事業で同橋の東西に接続する既存区間を複線化することにより、本事業の対象区間の輸送能力強化を図るものである。

本事業を実施した場合、インド国境にあるダルシヤナ駅から当国の首都ダッカまでの全区間の複線化が達成される。当国西部と首都間の物流が活発化することにより、国内及び周辺国との連結性が向上し、地方経済を含め当国全体の経済発展が見込まれる。

本事業のフィージビリティスタディー（以下、「先行 F/S」）は、2015年に実施機関であるバングラデシュ国鉄（Bangladesh Railway（BR））により実施され、2019年にその見直しが行われている。先行 F/S の実施から数年が経過しており事業費や活用可能な技術・工法・資機材等を見直す必要があるほか、環境社会面に対する影響の回避、最小化、軽減、緩和、代償を検討する必要があることなどから、追加的な情報収集を行う。

1.2 本調査の概要

本調査の概要を表 1.1 に示す。

表 1.1 本調査の概要

項目	内容
事業名	ジョイデプールーイシュルディ間鉄道複線化事業
事業目的	ダッカ近郊のジョイデプール駅から当国西部のイシュルディ駅間の複線化を実施することにより、鉄道輸送能力を強化し、国内及び周辺国との連結性向上を通じた経済発展を目指す。
事業概要	ジョイデプール駅からイシュルディ駅の鉄道複線化 1) 複線化工事約 170 km：土木工事（橋梁約 200 橋の建設、既存 24 駅中 20 駅の更新等を含む）、軌道工事、信号通信設備（国際競争入札） 2) コンサルティング・サービス：詳細設計、入札補助、施工監理、環境社会配慮手続き及びモニタリング補助等（ショートリスト方式）
調査対象地域	ダッカ管区ガジプール県、タンガイル県、ラジシャヒ管区シラジガンジ県、バブナ県、ナトレ県
事業実施機関	バングラデシュ国鉄（Bangladesh Railway（BR））
その他関係官庁・機関	バングラデシュ鉄道省
調査実施期間	2022 年 6 月－2024 年 11 月
貴機構による本事業に関連する過去の援助活動	有償資金協力「ジャムナ鉄道専用橋建設事業」（第一期 2016 年度承諾（借款額 372 億円）、第二期 2020 年度承諾（借款額 890 億円）） 有償資金協力「ダッカーチッタゴン鉄道網整備事業」（2007 年度承諾（借款額 129 億円））

出典：JICA 調査団

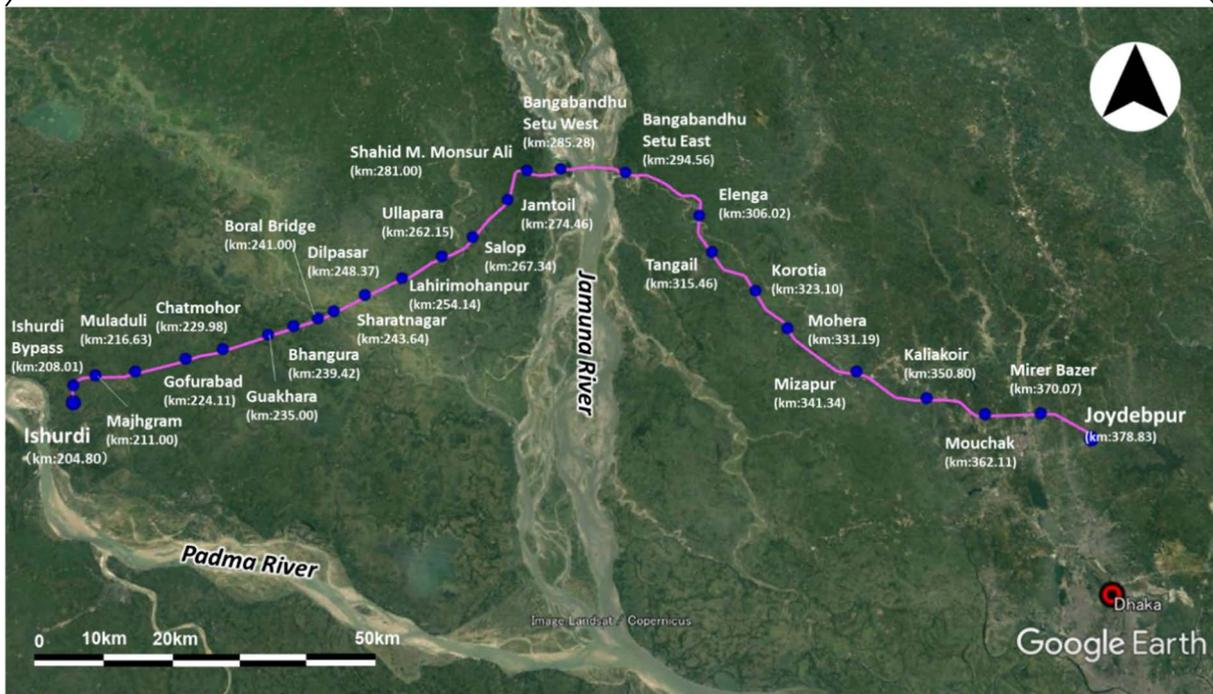
1.3 バングラデシュ国鉄（BR）の基本情報

バングラデシュ国鉄（BR）の基本情報は下記の通りである。

表 1.2 バングラデシュ国鉄（BR）の基本情報（2019－2020）

項目	数値
駅数	489
一日の旅客列車本数（本）	328
年間旅客輸送（百万人）	63.99
平均旅客輸送距離（km）	155.62
一日の貨物列車本数（本）	26
年間貨物輸送量（百万トン）	3.18
平均貨物輸送距離（km）	230.74
営業収入（百万 BDT）	14,065.79
営業支出（百万 BDT）	30,506.52
営業利益（百万 BDT）	(-)16,440.73
営業係数（%）	216.88
職員数（人）	24,459

出典：BR Information Book 2020



出典①：一般社団法人 海外鉄道技術協力協会『世界の鉄道』、ダイヤモンド・ビックス社、2015年10月、p79 (上)
 出典②：Google Maps より調査団作成 (下)

図 1.1 本調査対象路線図

第2章 先行 F/S のレビュー

2.1 概況

(1) 導入

ジョイデプルーイシュルディ区間は、インドとの国境輸送および Chattogram (Chittagong) や Cox's Bazar といった主要港との間をつなぐ重要区間である。この区間は、アジア横断鉄道ネットワーク、「The Bay of Bengal Initiative for Multi-Sectoral Technical and Economic Cooperation (BIMSTEC)」、「South Asia Subregional Economic Cooperation (SASEC)」、「South Asian Association for Regional Cooperation (SAARC)」や「The Bangladesh, China, India and Myanmar Economic Corridor (BCIM)」にも該当区間が存在する。表 2.1 にそれぞれの関連する回廊と本調査の該当区間を明記する。

表 2.1 ジョイデプルーイシュルディ区間についての関連する計画

計画	各回廊における本調査区間
BIMSTEC	Kolkata Port – Banapole – Jessore – Dhaka – Agartala
SASEC (Corridor 2)	Kolkata- Ranaghat – Gede (Darshana) – Tangail – Dhaka – Cumilla – Chattogram (Chittagong) – Cox's Bazar
SAARC (Corridor 4)	Kathmandu – Kakarhitta – Panitanki – Phulbari – Banlabandha – Dhaka – Chittagong – Cox's Bazar
BCIM	Kunming – Dali – Baoshan – Mandalay – Imphal – Silchar – Sylhet – Dhaka – Jessore – Kolkata

注釈：ジョイデプルーイシュルディ間が含まれる区間を太字で示す。

出典：ADB、INSIGHTSIAS (<https://www.insightsonindia.com/2019/04/29/bangladesh-china-india-myanmar-bcim-economic-corridor/>)

(2) 事業の経緯

先行 F/S により、本事業にかかる経緯を以下のとおりまとめる。本事業に係る先行 F/S は 2 度実施されており、2019 年度に実施された F/S (先行 F/S) は、2015 年度に実施された F/S 及びその際に作成された DPP の承認過程において変更が発生し、その変更を反映するために実施された補足調査である (以降、本調査における「先行 F/S」は特記がある場合を除き 2019 年度に実施された調査のことを示す)。本調査では、この 2019 年度に実施された F/S (先行 F/S) および DPP の見直しを行っている。

表 2.2 本事業の経緯

年月	協議内容
2014年12月	• The first project DPP was prepared and approved by Planning Committee
2015年3月	• The Feasibility Study was completed for construction of double line between Joydebpur and Ishurdi Section of Bangladesh Railway by the Consulting Firm.
2016年10月	• Cabinet Committee of Economic Affairs (CCEA) had approved in principle for implementation of the project under China G to G funding through Direct Procurement Method (DPM).
2018年11月	• Based on negotiated contract price and updated cost of other items, DPP was approved by 'Executive Committee of the National Economic Council (ECNEC)' .
2019年1月	• As the scope of work and construction cost of DPP deviates from the original Feasibility Study Report, BR has formed the following 5-member committee.

出典：先行 F/S

2.2 先行 F/S のレビュー結果

需要予測、経済財務分析および運営維持管理に関する先行 F/S のレビュー結果を以下に示す。

2.2.1 需要予測

先行 F/S における需要予測における前提条件は以下のとおりである。

(1) 全体

- 当該区間の複線化路線の開業年次は 2025 年
- 成長率（増加率）は年 5%とし、22 車両分の需要が出た段階で新規車両を購入する。
- 単線の場合の旅行速度は時速 50 キロ、複線の場合は時速 75 キロと仮定する（ただし、郵便や各駅列車の速度は 25%低減させて考える）。
- 需要が供給を上回っていると仮定する（ただし、GDP には弾力性を持たせている）。
- 複線化により、線路容量が現在の 28 本から 74 本まで増強を想定。

(2) 貨物

- 貨物輸送量の傾向としては、2004-5 年に年間 3.5 百万トンから 2012-13 年に 2 百万トンまで減少し、貨物輸送による収益も 12.6 億 BDT から 96 百万 BDT まで減少した¹。その後、2012 年 10 月に輸送料金の改定を行い、2013-14 年には輸送量は 2.5 百万トン、収益も 14.2 億 BDT まで回復した。
- 先行 F/S では、2013-14 年の結果を貨物の需要予測におけるベンチマークとし、今後もメンテナンス等により容量を増やしていくことで、貨物輸送は成長していくと想定している。

(3) 旅客

- 旅客鉄道の運賃設定は 0.8 BDT/passenger-km である一方、バスの運賃は MOC により 1.45 BDT/passenger-km と設定されている。

¹ 2012 年に実施したインタビュー調査によれば、BR の貨物輸送が限定的な理由としては、BR の機関車や人員の不足、貨物輸送サービスが不定期であること及び冷凍輸送がないことなどが挙げられている

- 運賃改定は 2012 年に約 20 年ぶりに行われ、Lower class で全体として 30%程度上昇、Upper class で 50%程度上昇した。
- 列車は常に乗車率 80%の設定である。

2.2.2 経済財務分析

(1) 前提条件

1) シナリオ

- 本事業「なし」
 - ジャムナ鉄道専用橋事業の完了は同時期の 2024 年を想定。
- 本事業「あり」
 - ジャムナ鉄道専用橋事業は 2024 年時に開業。
 - ジョイデプールーイシュルディ間は三線軌・複線で 2023 年開業。

2) 基本条件

- 成長率（増加率）：年 5%
- 変換係数（財務費用→経済費用）：0.8
- 社会的割引率：12%
- 建設期間：5 年（2018－2022 年）
- CAPEX：施設改良及び車両購入費
 - 財務費用：BDT 141,267 million
- OPEX：鉄道施設の O&M 費用

(2) 経済便益

先行 F/S では、経済便益を旅客と貨物ごとに分けて算出しており、その項目は表 2.3 に示すとおりである。これらの便益は JICA の IRR 算出マニュアルとも一致しており、本調査では数値を更新する予定である。

表 2.3 先行 F/S における経済便益

旅客輸送	貨物輸送
バスの車両走行費用（VOC）の削減	トラックの車両運行費用（VOC）の削減
道路交通事故の削減効果	トラックの台数減少による既存道路の維持管理費の節約効果
乗客の移動時間節約効果（TTC削減）	道路交通事故の削減効果
モーダルシフトによる節約	温室効果ガス（GHG）の削減

出典：先行 F/S

(3) 先行 F/S の結果

先行 F/S で算出されている経済財務分析の結果は以下のとおりである。

表 2.4 先行 F/S における経済財務分析

経済分析	財務分析
NPV at 15% = BDT 497,414.69 Lakh BDT	NPV at 15% = BDT 47,230.21 Lakh BDT
NPV at 20% = BDT -19,636.57 Lakh BDT	NPV at 18% = BDT -152,494.91 Lakh BDT
B/C at 15% = 1.55	B/C at 15% = 1.06
B/C at 20% = 0.97	B/C at 18% = 0.79
EIRR = 19.8%	FIRR = 15.7%

出典：先行 F/S

先行 F/S で算出されている EIRR と FIRR はそれぞれ割引率の 15% を上回っており、費用便益比も経済・財務ともに 1 を上回っているため、事業は実施可能との判断を下している。

2.2.3 運営・維持管理体制

(1) 当該区間における使用車両数の実態

本区間における車両の実績使用数の確認を試みた。現地調査において、旅客列車は 10 から 17 両程度の編成であることを確認したが、貨物列車は運行が極めて限定的であることから編成両数は確認できず、実績値としての車両使用数を確認することはできなかった。このため、今後の Engineering Service (E/S) 借款において詳細な調査が必要となる。

第3章 代替案の検討

3.1 はじめに

ジョイデプルーイシュルディ間はバングラデシュの経済成長に伴い交通量が増加しており、この区間の線路容量を超える列車が運行されている。また、この区間のほぼ中間に位置する複線のジャムナ鉄道専用橋が2024年に開通する予定であるが、残りの区間の多くが単線であり、線路容量の拡大は限定的である。橋梁をより効果的に機能させるためには、残りの単線区間の線路容量を改善（複線化など）する必要がある。先行F/S等のレビューやBRとの協議、現地調査などから得られた情報に基づき、経済性、施工性、維持管理、環境社会面の影響の回避・最小化等の観点から、「事業を実施しない」案も含め、必要な代替案の検討を行うものである。

3.2 新設線路位置の検討（2020年のEIA報告書）

2020年にBRが作成したEIA報告書では、以下に示すように、全線複線化の原則に基づいて、北側に複線化する案と南側に複線化する案の2つの案を分析している。

- ▶ オプション1：既存線路の北側に新設軌道を設置
- ▶ オプション2：既存線路の南側に新設軌道を設置

EIA報告書では、優先される鉄道の配置を決定する際に、経済、技術、安全性、環境の悪化、社会的影響、コミュニティに関連するさまざまな問題を考慮した結果、『オプション1：既存線路の北側に新設軌道を設置』を最適案としている。

3.3 代替案の検討

前項の検討は、JICAガイドラインに照らしあわせると、ゼロオプション（事業を実施しない）が含まれておらず、また他の路線との接続を含む地域条件に対するプロジェクトの適合性が考慮されていないため、不十分なものである。

したがって、ゼロオプション（プロジェクトなし）も含んだ代替案の検討を改めて行う必要がある。以下に、本調査における代替案の検討について述べる。

3.3.1 ジョイデプルーイシュルディ間鉄道複線化事業に関連する事業

本事業の代替案を検討する上で、需要や列車運転計画に影響を与えると思われる関連プロジェクトを以下に示す。

(1) ジャムナ鉄道専用橋建設事業

ジョイデプール駅ーイシュルディ駅のほぼ中間に位置するジャムナ鉄道専用橋は、2024 年頃に完成予定であり、本橋梁区間の線路容量が改善され、ジョイデプール駅ーイシュルディ駅間全体のより安定した運行が可能となる。

(2) Padma Bridge Rail Link プロジェクト

パドマ橋（橋長 6.1 km の鉄道・道路併用橋）を含む全長 169 km の新線建設プロジェクトで、中国の財政支援を受け 2023 年に開業した。この路線は、バングラデシュ南西部やインドのコルカタ方面の短絡ルートとなるため、ジョイデプールのーイシュルディの一部の列車がこの路線を経由することが想定される。

(3) DhakaーTongiージョイデプールの間の複々線化・複線化プロジェクト

BR は Dhaka 駅ーTongi 駅間 25 km の複々線化、Tongi 駅ージョイデプールの駅間 10 km の複線化をインド資金により実施中である。2012 年に着工し 2023 年を目標に工事が進められているが、完成は遅れている。

(4) BoguraーShahid M. Mansur Ali 間新線建設プロジェクト

ジャムナ橋西側の Shahid M. Mansur Ali 駅から分岐する新線がインド資金により計画されている。この新線が完成すると、Bogura や Lalmonirhat、Rangpur 方面へ向かう一部の列車が同ルートを経由し、西側区間の需要が分散することも考えられる。本事業は、2024 年に着工し、2026 年末から 2027 年前半にかけて完成する予定である。

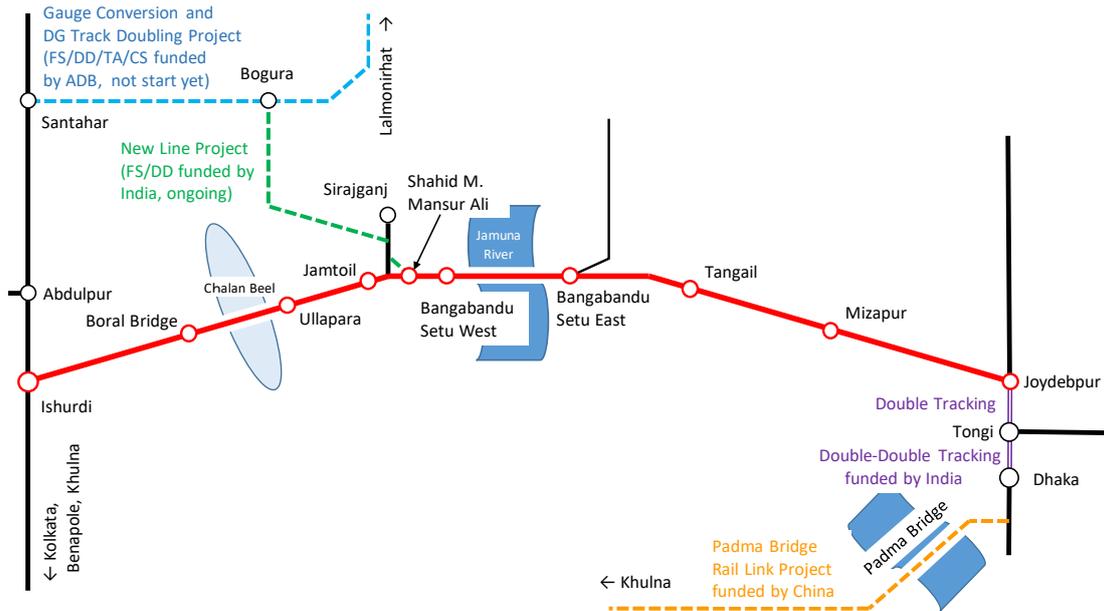
(5) 既存線（SantaharーBoguraーLalmonirhat）の複線化・三線軌化プロジェクト

上記の新線の終点である Bogura で接続する SantaharーLalmonirhat 間の既存線（現行は単線・メータ軌）について、ADB 資金による複線化・三線軌化の F/S が実施されている。このプロジェクトが実現すると、ダッカから広軌の列車の直通運転も可能となる。

ジョイデプールのーイシュルディ間および関連プロジェクトの概略位置を図 3.1 に示す。

3.3.2 代替案の設定

2019 年のジョイデプールのーイシュルディ間の列車定時率は 20ー65%であり、これはバングラデシュ西部の平均である 75%を大きく下回っている。これは、この区間の線路容量が 1 日 25 本程度であるのに対し、実際には 1 日 37 本の列車が運行され、線路容量大きく超えているためである。現在、線路容量の最大のボトルネックはジャムナ橋区間であるが、鉄道専用橋の開通（2024 年予定）により解消される見込みである。しかし、ジャムナ橋以外の区間は単線のままであるため、路線全体の線路容量は増加しない。このため、定時運行率や列車本数の増加は期待できない。このような状況や前述の関連事業を踏まえ、全区間の線路容量を改善するための代替案を検討するものである。



出典：JICA 調査団

図 3.1 ジョイデプールーイシュルディ間および関連事業の概略位置図

3.3.3 代替案の概要

上記のような現状を踏まえ、以下の代替案を想定する。

- 事業を実施しない : 複線化を実施しない
- 代替案 1 : 全線複線化（先行 F/S のオリジナルプラン）
- 代替案 2 : Shahid M. Mansur Ali 駅ージョイデプール駅間を複線化
- 代替案 3 : 部分複線化
- 代替案 4 : 単線のまま列車交換駅を追加する

各案の概要は以下のとおりである。

- 事業を実施しない（Without Project）

複線化を実施せず、また列車交換駅を追加するなど、線路容量の増加に関する工事は行わない。
- 代替案 1：全線複線化

先行 F/S のオリジナルプランである全線を複線化する。本案の線路容量は 68 本/日である。
- 代替案 2：Shahid M. Mansur Ali 駅ージョイデプール駅間を複線化

Shahid M. Mansur Ali 駅ージョイデプール駅（Bangabandhu Setu West 駅ーBangabandhu Setu East 駅間を除く）を複線化する。

前述のインドファンドによる新線および ADB による既存線の改修が実施されることによりバングラデシュ北西部方面（Bogura 経由）と南西部（イシュルディ経由）の需要が分散

することが考えられるため、Shahid M. Mansur Ali 駅以西を単線のままとする。本案の線路容量は 33 本/日である。

➤ 代替案 3：部分複線化

駅間距離が長く、線路容量上のボトルネックとなっている区間を中心に、部分的な複線化を行う。長大橋梁や市街地などでの工事を避け、建設費用削減や工期短縮を図ることも可能であるが、現在の信号システム（駅間 1 閉塞）を採用し続ける限り、対向列車との待ち合わせ時間がある程度削減される程度で、大幅な線路容量の増加にはつながらない。線路容量は複線化区間の距離によるが、線路容量を 41 本/日とした場合、計 106.5 km の複線化が必要となる。

➤ 代替案 4：単線のまま列車交換駅を追加する

駅間距離が長い区間、特に東側区間で、列車がすれ違う箇所（駅や信号場）を増やし、線路容量の増加を図る。BR の規定では、旅客や貨物を扱う/扱わないに関わらず、分岐器がある箇所は、それを操作する駅職員を配置する必要がある、駅の増加は要員の増加につながる。また、列車本数の増加に伴い、対向列車との待ち合わせ回数・時間が増え、列車の表定速度の低下にもつながる。東側に 3 駅の追加を想定する場合、線路容量は 33 本/日である。

なお、既存線路の改修（軸重 25 ton 対応の軌道強化や橋梁架け替えなど）について、BR は本事業には含まず、将来、必要に応じて（ダブルスタックコンテナ列車の運行が開始される時など）、改修を実施していることを考えている。

3.3.4 代替案の比較および最適案の選定

(1) 第一次代替分析

Without Project を含む 5 つの代替案のうち、主要な条件を通過するかどうかを確認するための予備的な代替案分析が行う。主要な条件のいずれかを満たさない代替案は第二次分析の対象外とする。

[条件]

- (a) ジャムナ鉄道専用橋完成時の需要を満たす
- (b) ジョイデプルーイシュルディ間の所要時間が現行より遅くならない
- (c) 本事業が国立公園や自然保護区内で実施されない

条件(a)について、現在、1 日 37 本の列車が運行されているが、ジャムナ鉄道専用橋の完成および、もう 1 つの重要な開発プロジェクトである Padma Bridge Rail Link の開通により、輸送需要は 1 日 29 本に減少する。5 つの選択肢のうち、Without Project は 1 日 25 本の線路容量であり、条件(a)を満たさない。

また、条件(b)について、現在、ジョイデプルーイシュルディ間は、線路容量を大きく超える列車が運転され列車は定時運行を確保できず、所要時間が約 6 時間かかっている。代替案 1 から 3 は現行より所要時間の短縮が可能であるが、代替案 4 では対向列車や追い越し列車の待ち時間の増加などにより現行より遅くなる。したがって、代替案 4 は条件(b)を満たさない。

なお、すべての代替案は条件(c)を満たす。

以上より、「事業を実施しない」「代替案 4」について、主要な条件のいずれかに合致しないことから、第二次分析の対象外とする。

(2) 第二次代替案分析

第二次代替案分析として、主に以下の項目について評価する。

➤ 所要時間、列車運転本数

代替案 2 と 3 は単線区間を残置するため、現在と同程度 (37 本/日) の列車本数しか運転できず、また、ジョイデプール駅ーイシュルディ駅間の所要時間は現在のバスの所要時間 (約 4.6 時間) と同程度か遅いため、バスから鉄道への転換が大きく見込めない。

➤ 経済財務分析

非公開

➤ 用地取得・住民移転

ジャムナ橋の西側区間は英国植民地時代の 1915 年に開通し、用地 (Right of Way ; ROW) が広く確保されている。一方、2000 年代に建設された東側区間は必要最小限の ROW しか確保されていない。したがって、東側区間の複線化は、西側区間の複線化に比べてより多くの用地取得が必要となる。一方、影響を受ける世帯の数は、大半が非公式の居住地である西側地区でより多くなっている。

➤ 環境への影響 (生態系)

代替案 1 では、Chalan Beel のほぼ全区間で複線化が行われるが、代替案 3 では、一部の区間のみが複線化される。しかしながら、線路に近い場所のほとんどは、乾期には水が退いて耕作地となる。土木構造物、特に盛土や橋の下部構造は乾季に建設され、また、新線側の橋梁は既設橋梁と同じ位置、径間で設置されるため、雨季の流水に大きな影響は生じない計画となっている。

また、代替案 2 はこの区間では複線化は実施されないため、環境への影響はほとんどない。

(3) 最適案の選定

以下に、各代替案の比較を示す。

表 3.1 代替案の比較表

項目	代替案 1	代替案 2	代替案 3	記事
複線化距離 ¹⁾	164.1 km	東側：83.6 km	計106.5 km	
線路容量 ²⁾	68本/日 (A)	33本/日 (C)	41本/日 (C)	25本/日 (2022年時点)
旅客サービス (JYP-ISDの所要時間)	4.0-4.5時間 (A)	4.8-5.3時間 (C)	4.6-5.1時間 (B)	バス：4.6時間
建設コスト ³⁾	非公開			
FIRR				
EIRR				
用地取得 ⁴⁾	約60 acres (B)	約50 acres (B)	約40 acres (B)	
住民移転 ⁴⁾ (影響家屋数)	約1,600軒 (C)	約580軒 (A)	約1,040軒 (B)	
自然環境 (Chalan Beel区間での工事)	発生する (C)	なし (A)	部分的に発生する (B)	

記事 1： 下段は、各項目の評価を示す。

- A：優（低コスト、低影響、高便益他）
- B：良
- C：可（高コスト、高影響、低便益他）
- D：実現不可

記事 2： 1) 駅中心間距離による延長

2) 線路容量；ジョイデプルーイシュルディ間を1日間に走らすことができる最大列車本数

3)

非公開

4) RAP Report (2022-2023) より

出典：JICA 調査団

需要予測の結果によると、代替案 2 と代替案 3 では、プロジェクト完了後の 2028 年の需要を満たせないことが予想される。したがって、直ちに完全複線化に向けて再投資する必要がある。

さらに、代替案 2 は、便益が極めて低いため、プロジェクトとしては経済的、財政的に実行不可能であると思われる。

また、複線化する長さに比例して、住民移転、用地買収の規模、生態系への影響も増大するところから、これらの指標では、代替案の優劣を判断することは困難である。

以上より、比較分析の結果を総合的に考慮して、代替案 1 を適切な代替案として選定する。

第4章 交通需要予測

4.1 背景

BR は、バングラデシュ政府の都市間鉄道の建設・管理機関である。BR の鉄道路線のネットワークは国土の中央を南北に流れるジャムナーパドマーメグナ川という物理的自然障壁によって分断されており、東側は狭軌（MG）の鉄道網、西側は広軌（BG）が中心である。ちなみに、ジョイデプルーイシュルディ区間は三線軌条である。また、現在バングラデシュの首都ダッカから西側方向への鉄道網は、既存のジョイデプルーイシュルディ鉄道と建設中のダッカージョソール（Mawa、Kashiani 経由）鉄道（以下、「Padma Bridge Rail Link」と記載。2023 年完成）が東西を結ぶ 2 路線である。

SASEC の一環である Regional Cooperation and Integration Project（RCIP）の下、バングラデシュ国内の鉄道の輸送力増強事業が実施されており、いくつかの主要鉄道接続について、輸送需要による経済成長に対応するための改善が検討されている。

BR によれば、ジョイデプルーイシュルディ間の鉄道需要は、2016 年時点で列車の運行本数、旅客需要の観点から飽和状態（同区間の線路容量 25 本に対して）であった。

上述の背景より、既存のジョイデプルーイシュルディ鉄道（単線）を複線に改善する案が検討され、最初の F/S は 2014 年に実施された。その後 2019 年に F/S は改定されており、改訂版に記載された輸送需要について以下のセクションで見直し、更新を行った。

4.2 参照した文献

本事業に関する先行 F/S や関連調査は以下の通りである。

1. Feasibility Study for Construction of Double Line between Joydebpur and Ishurdi Section of Bangladesh Railway（先行 F/S）
2. Consulting Services for Detailed Design, Bid Assistance, and Construction Supervision of the Bangabandhu Sheikh Mujib Railway Bridge Construction Project（以下、「ジャムナ橋梁 F/S」と記載）
3. BR Railway Master Plan (July 2016 – June 2045)
4. Time Table Book 2021
5. BR Information Book 2020

6. Investigation of Traffic Flow Characteristics Parameters in Major National Highway of Bangladesh, Ph.D. Dissertation by Mohammad Ahad Ullah, Urtin University, Australia

7. Project TOR of “Transport Connectivity Improvement Preparatory facility”

1の先行F/Sでは、需要予測で上限が設定されておらず、旅客需要の成長率は5%、鉄道車両輸送供給の成長率3%で増加し、開業2年後には今回設定するに実現可能な路線容量（68本/日）を上回っていた（図4.5を参照）。

加えて、BR Information Book 2020には、路線ごと、ゾーンごと、BRの管区ごとの需要が記載されており、ジョイデプルーイシュルディ区間単体のデータは得られたが、先行F/Sに記載されているものと乖離があるため、内容の確認が必要であった。

そこで、2のジャムナ橋梁F/Sのアプローチを参照し、すべての交通システムにおける回廊旅客需要および貨物需要を収集し、ジョイデプルーイシュルディ間の鉄道路線へのモダルシフトを決定する、という先行F/Sとは異なるアプローチを採用した。

4.3 先行F/Sの結果のレビュー

本需要予測の改定にあたり、まず先行F/Sのレビューを行い、仮定や前提条件を整理した。

(1) 貨物

1) 仮定

貨物の需要予測における仮定およびその確認方法、情報源は以下の通りである。

表 4.1 貨物の需要予測における仮定

No.	仮定	確認方法／情報源
1	主要なコンテナ輸送業者および物流会社、BRによれば、現在は機関車および職員数が不足しており、BRの施設と貨物輸送の流れが制限されている。	先行F/Sの前提条件、他機関へ確認
2	SASEC回廊2と同様のルートを想定（西ベンガルーダルシャナ-BR東ゾーンジョイデプルーイシュルディから北側貨物輸送用の計画中のDhirasram ICD）	-
3	2025年のベンチマークとなる貨物列車数は、10本/日（両方向）	BRへ確認
4	貨物輸送の1編成当たりの上限は45両/編成	BRへ確認
5	貨物輸送列車の車両数の増加率は5%/年	先行F/Sにおける前提条件
6	7000時間/年、複線化した列車の平均速度は60 km/hr	BRへ確認
7	貨物列車の平均旅行距離は450 km/日	BRへ確認
8	「本事業あり」の場合の年間平均貨物列車移動時間は7,100時間/年	先行F/Sにおける前提条件
9	「本事業なし」の場合の年間平均貨物列車移動時間は9,900時間/年	BRへ確認
10	貨物輸送の平均輸送量重量は、0.44百万トン/列車/日	BRへ確認
11	貨物列車の平均移動距離は、451.81 km/年	BRへ確認

出典：先行F/Sを基にJICA調査団にて作成

2) 前提条件

貨物輸送の需要予測における先行 F/S の前提条件は、以下の通りである。

1. 2013-2014 : ジョイデプールーイシュルディ間のコンテナ輸送量は、22%増加し、56.8 万トンであり、貨物輸送による収益は 42%増加。
2. BR の主要な貨物として、コンテナ、石油製品、食料穀物（北ベンガル米穀物）。
3. 肥料のほとんどは水路により輸送されており、10-15%ほどが鉄道もしくは道路による輸送。
4. 西ベンガルからバングラデシュへ、Darshana 鉄道陸上港を経由して、西側ゾーンの貨物を Nawapara、Jessore、Khulna、イシュルディ、Ullapara、Serajgong Bazar へ輸送し、水路もしくは陸路の輸送へ転換。
5. ダッカ南側はパドマの鉄道結節点から ICD への貨物輸送を検討。
6. 運行が不定期な貨物列車の想定は可能（例えば、1 日おきの列車や車両数が半数の列車等）。
7. 旅客列車の優先度が貨物列車より高い。
8. 平均旅行距離は 450 km。
9. 単線の平均速度は 30 km/hr、複線は 60 km/hr。
10. 折り返し列車は荷物の積み下ろしがあるため時間がかかる想定。
11. 年間貨物列車移動時間は 7,000 時間を想定しており、20%の遊休時間を含む。
12. 想定される NTK（ネットトンキロ）と GTK（総トンキロ）は回送時の空輸送を含む。最も一般的に移動するものは、燃料、コンテナ、ドライバルク（食料、穀物等）。

(2) 旅客

1) 仮定

旅客の需要予測における仮定およびその確認方法、情報源を以下の通りである。

表 4.2 旅客の需要予測における仮定

No.	仮定	確認方法／情報源
1	旅客列車は常に80%埋まっている想定である。	BRへ確認
2	BRの鉄道システムにおける鉄道車両の増加率は年5%と想定され、2020年までに線路容量は飽和する想定である。	先行F/Sにおける前提条件
3	22両編成の列車が定員を超えると新型の列車を導入する。つまり、1両の機関車で22両の旅客車両をけん引することができ、容量が飽和すると22両の列車が追加される。	BRへ確認
4	想定される平均旅客列車速度は、単線区間で50 km/hr、複線区間で70 km/hrである。	先行F/Sにおける前提条件
5	想定される平均の郵便列車の速度は、単線区間で37.5 km/hr、複線区間で52.5 km/hr（旅客列車の速度の25%減）。	先行F/Sにおける前提条件
6	都市間鉄道の休日は週1日、郵便列車の運行は週2本である。	先行F/Sにおける前提条件
7	需要予測における列車数は年間5%ずつの車両数の増加率に応じて、上限なく増加する想定である。	先行F/Sにおける前提条件
8	食堂車両、電力車両、荷物車両を考慮した都市間鉄道の平均旅客数は1,120人（容量の80%）である。	BRへ確認
9	平均区間長は375 kmであり、平均速度は44 km/hrである。	BRへ確認
10	2025年までに平均速度は50 km/hrまで改善する想定である。	先行F/Sにおける前提条件
11	平均速達郵便及び各駅停車の輸送人員は864人/1編成で、平均区間長は200 km、平均速度は27 km/hrである。	BRへ確認
12	平均旅客列車移動距離は285.09 km/日である。	BRへ確認
13	平均年間列車移動時間は「本事業あり」で1,436時/年である。	先行F/Sにおける前提条件
14	平均年間列車移動時間は「本事業なし」で2,156.25時/年である。	BRへ確認
15	平均旅客輸送量は、967/列車/日である。	BRへ確認
16	平均列車旅客移動距離は、336.337 km/旅客である。	BRへ確認
17	年間平均旅客移動時間は、「本事業あり」で4,604時間/旅客である。	先行F/Sにおける前提条件
18	年間平均旅客移動時間は、「本事業なし」で6,906時間/旅客である。	BRへ確認

出典：先行 F/S を基に JICA 調査団にて作成

2) 前提条件

旅客輸送の需要予測における先行 F/S の前提条件は、以下の通りである。

1. Shovan Class の乗車率は西ゾーン（BG）で 82%、東ゾーン（MG）で 185%。
2. BG 車両の座席数は 75 席、MG 車両の座席数は 60 席。
3. 1992 年から 2012 年まで：運賃は 0.40 BDT/passenger-km で据え置き。
4. 2012 年 10 月より値上げ 0.53 BDT/passenger-km（Low Class で 30%、Upper Class で 50% の賃上げ）。
5. BR 鉄道の運賃収入による損益分岐点は、平均 0.80 BDT/passenger-km の運賃設定が必要である（現在のバス運賃 1.45 BDT/passenger-km）。

(3) 先行 F/S の結果の見直し

上記の条件を基に再現を行った先行 F/S の結果は以下の通りである。

表 4.3 先行 F/S の需要予測 (貨物) の結果の再計算

	With-Project						Without-Project						Increase Due to Project					
	Trains per day (Slots) [1]	Annual Train-km, k [2] 365 / 1,000	Annual Train-Hour, k [3] x7100/1000	Annual net tonne, M [4] [1]x0.44	Annual net tonne km, M [5] [4]x451.81	Annual Gross km, M [6] [5]x1.2952	Trains per day (Slots) [7]	Annual Train-km, k [8] [7]x450x365 / 1000	Annual Train-Hour, k [9] [8]x9900/1000	Annual net tonne km, M [10] [9]x451.81	Annual net tonne km, M [11] [10]x451.81	Annual Gross tonne km, M [12] [11]x1.2952	Trains per day (Slots) [13]	Annual Train-km, k [14]	Annual Train-Hour, k [15]	Annual net tonne, M [16]	Annual net tonne km, M [17]	Annual Gross tonne km, M [18]
2025	10.0	1643	71	4.4	1988	2575	10.0	1643	99	4.4	1988	2575	0.0	0.0	-28.0	0.00	0	0
2026	10.5	1725	75	4.6	2087	2704	10.0	1643	99	4.4	1988	2575	0.5	82.1	-24.5	0.22	99	129
2027	11.0	1807	78	4.8	2187	2832	10.0	1643	99	4.4	1988	2575	1.0	164.3	-20.9	0.44	199	257
2028	11.6	1905	82	5.1	2306	2987	10.0	1643	99	4.4	1988	2575	1.6	262.8	-16.6	0.70	318	412
2029	12.2	2004	87	5.4	2425	3141	10.0	1643	99	4.4	1988	2575	2.2	361.4	-12.4	0.97	437	566
2030	12.8	2102	91	5.6	2545	3296	10.0	1643	99	4.4	1988	2575	2.8	459.9	-8.1	1.23	557	721
2031	13.4	2201	95	5.9	2664	3450	10.0	1643	99	4.4	1988	2575	3.4	558.5	-3.9	1.50	676	875
2032	14.1	2316	100	6.2	2803	3630	10.0	1643	99	4.4	1988	2575	4.1	673.4	1.1	1.80	815	1,056
2033	14.8	2431	105	6.5	2942	3811	10.0	1643	99	4.4	1988	2575	4.8	788.4	6.1	2.11	954	1,236
2034	15.5	2546	110	6.8	3081	3991	10.0	1643	99	4.4	1988	2575	5.5	903.4	11.1	2.42	1,093	1,416
2035	16.3	2677	116	7.2	3240	4197	10.0	1643	99	4.4	1988	2575	6.3	1,034.8	16.7	2.77	1,252	1,622
2036	17.1	2809	121	7.5	3399	4403	10.0	1643	99	4.4	1988	2575	7.1	1,166.2	22.4	3.12	1,411	1,828
2037	18.0	2957	128	7.9	3578	4635	10.0	1643	99	4.4	1988	2575	8.0	1,314.0	28.8	3.52	1,590	2,060
2038	18.9	3104	134	8.3	3757	4866	10.0	1643	99	4.4	1988	2575	8.9	1,461.8	35.2	3.92	1,769	2,292
2039	19.8	3252	141	8.7	3936	5098	10.0	1643	99	4.4	1988	2575	9.8	1,609.7	41.6	4.31	1,948	2,523
2040	20.8	3416	148	9.2	4135	5356	10.0	1643	99	4.4	1988	2575	10.8	1,773.9	48.7	4.75	2,147	2,781
2041	21.8	3581	155	9.6	4334	5613	10.0	1643	99	4.4	1988	2575	11.8	1,938.2	55.8	5.19	2,346	3,038
2042	22.9	3761	163	10.1	4552	5896	10.0	1643	99	4.4	1988	2575	12.9	2,118.8	63.6	5.68	2,564	3,322
2043	24.1	3958	171	10.6	4791	6205	10.0	1643	99	4.4	1988	2575	14.1	2,315.9	72.1	6.20	2,803	3,630
2044	25.3	4156	180	11.1	5030	6514	10.0	1643	99	4.4	1988	2575	15.3	2,513.0	80.6	6.73	3,042	3,939
2045	26.5	4353	188	11.7	5268	6823	10.0	1643	99	4.4	1988	2575	16.5	2,710.1	89.2	7.26	3,280	4,248
2046	27.9	4583	198	12.3	5546	7184	10.0	1643	99	4.4	1988	2575	17.9	2,940.1	99.1	7.88	3,558	4,609
2047	29.3	4813	208	12.9	5825	7544	10.0	1643	99	4.4	1988	2575	19.3	3,170.0	109.0	8.49	3,837	4,969

出典：先行 F/S を基に JICA 調査団にて再計算

表 4.4 先行 F/S の需要予測 (旅客) の結果の再計算

	With-Project						Without-Project						Increase Due to Project					
	Train per day (Slots) [1]	Annual Train-km, k [2]	Annual Train-Hour, k [3]	Annual Pax, M [4]	Annual Pax-km, M [5]	Annual Pax-Hour, M [6]	Train per day (Slots) [7]	Annual Train-km, k [8]	Annual Train-Hour, k [9]	Annual Pax, M [10]	Annual Pax-km, M [11]	Annual Pax-km, km, M [12]	Train per day (Slots) [13]	Annual Train-km, k [14]	Annual Train-Hour, k [15]	Annual Pax, M [16]	Annual Pax-km, M [17]	Annual Pax-km, M [18]
2025	52	5411	74.7	18.4	6171	84.5	48	4995	103.5	16.9	5696	117	4	416	-28.8	1.4	475	-32.5
2026	62	6452	89.1	21.9	7358	100.8	48	4995	103.5	16.9	5696	117	14	1457	-14.4	4.9	1661	-16.3
2027	62	6452	89.1	21.9	7358	100.8	48	4995	103.5	16.9	5696	117	14	1457	-14.4	4.9	1661	-16.3
2028	66	6868	94.8	23.3	7832	107.3	48	4995	103.5	16.9	5696	117	18	1873	-8.7	6.4	2136	-9.8
2029	66	6868	94.8	23.3	7832	107.3	48	4995	103.5	16.9	5696	117	18	1873	-8.7	6.4	2136	-9.8
2030	70	7284	100.6	24.7	8307	113.8	48	4995	103.5	16.9	5696	117	22	2289	-2.9	7.8	2611	-3.3
2031	72	7492	103.4	25.4	8544	117.0	48	4995	103.5	16.9	5696	117	24	2497	-0.1	8.5	2848	0.0
2032	76	7908	109.2	26.8	9019	123.5	48	4995	103.5	16.9	5696	117	28	2914	5.7	9.9	3223	6.5
2033	82	8533	117.8	28.9	9731	133.3	48	4995	103.5	16.9	5696	117	34	3538	14.3	12.0	4035	16.3
2034	94	9781	135.0	33.2	11155	152.8	48	4995	103.5	16.9	5696	117	46	4787	31.5	16.2	5459	35.8
2035	94	9781	135.0	33.2	11155	152.8	48	4995	103.5	16.9	5696	117	46	4787	31.5	16.2	5459	35.8
2036	102	10614	146.5	36.0	12105	165.8	48	4995	103.5	16.9	5696	117	54	5619	43.0	19.1	6408	48.8
2037	102	10614	146.5	36.0	12105	165.8	48	4995	103.5	16.9	5696	117	54	5619	43.0	19.1	6408	48.8
2038	108	11238	155.1	38.1	12817	175.5	48	4995	103.5	16.9	5696	117	60	6243	51.6	21.2	7120	58.5
2039	112	11654	160.9	39.5	13291	182.0	48	4995	103.5	16.9	5696	117	64	6660	57.4	22.6	7595	65.0
2040	126	13111	181.0	44.5	14953	204.8	48	4995	103.5	16.9	5696	117	78	8117	77.5	27.5	9256	87.8
2041	130	13528	186.8	45.9	15427	211.3	48	4995	103.5	16.9	5696	117	82	8533	83.3	28.9	9731	94.3
2042	136	14152	195.4	48.0	16140	221.0	48	4995	103.5	16.9	5696	117	88	9157	91.9	31.1	10443	104.0
2043	142	14776	204.0	50.1	16852	230.8	48	4995	103.5	16.9	5696	117	94	9781	100.5	33.2	11155	113.8
2044	148	15401	212.6	52.2	17564	240.5	48	4995	103.5	16.9	5696	117	100	10406	109.1	35.3	11867	123.5
2045	160	16649	229.8	56.5	18988	260.0	48	4995	103.5	16.9	5696	117	112	11654	126.3	39.5	13291	143.0
2046	170	17690	244.2	60.0	20174	276.3	48	4995	103.5	16.9	5696	117	122	12695	140.7	43.1	14478	159.3
2047	172	17898	247.1	60.7	20412	279.5	48	4995	103.5	16.9	5696	117	124	12903	143.6	43.8	14715	162.5

出典：先行 F/S の結果を基に JICA 調査団にて再計算

4.4 本需要予測用のシナリオ

4.2 に記載した参考文献や関連する交通省庁機関へのヒアリングの結果を基に、本需要予測における各交通分野のシナリオを以下の通り設定した。

(1) 道路

現在、道路網はジョイデプルーからイシュルディまで連結している。ダッカから Elenga までは 4 車線化されているが、Elanga 以降は橋においては 4 車線であるものの、それ以外は 2 車線のみである。現在、Elenga から Hatikamrul 経由で Rangpur までの区間は、SASEC 構想の下、実施機関の Roads and Highway Department (RHD) が 2 車線から 4 車線への改良事業を実施中である。Elenga から Hatikamrul までの 41 km の区間は、ジョイデプルーイシュルディ鉄道と並行している。Elenga から Hatikamrul までの区間は 4 車線化され、車での移動時間が短縮されるが、長距離輸送には影響がないため、ジョイデプルーイシュルディ鉄道への接続需要への影響は最小限にとどまると想定した。

(2) 水上（海港、河川港）

国境付近や海港付近の陸上コンテナターミナルの整備計画についても確認したが、本路線から距離の離れている、あるいは建設完了時期が未定であったため、本路線の需要予測の検討対象から外した。

(3) 陸上港（ICD）

バングラデシュ陸上港局（BSBK）から入手した輸送のデータには、OD（Origin-Destination）や生産、消費に関する位置情報が含まれていなかった。加えて、陸上港の使用状況や外交や政策の決定に大きく依存しているため、需要の予測が立てづらいため、本調査の需要予測における検討対象からは外した。

(4) 空路

バングラデシュの国内空港 Saidpur 空港、ラジシャヒ空港、およびダッカの国際空港 Hazrat Shahjalal 空港は、旅客と貨物を運搬しているため情報収集をしたが、利用可能なデータが得られないかつ空路の利用者の所得水準や空港の位置等を考慮したうえで、空路からの転換はほぼないとみなし、本路線の需要予測の検討対象からは外した。

(5) BR により実施中／予定の事業

BR Railway Master Plan に 230 の事業が提案されており、このマスタープランに基づき、BR の継続的な投資プロジェクトがあり、本事業と直接関連のある Padma Bridge Rail Link Project や Bogura-Shahid M. Mansur Ali 間の鉄道新線建設事業を需要予測の前提条件として反映させた。

4.5 本調査における需要予測

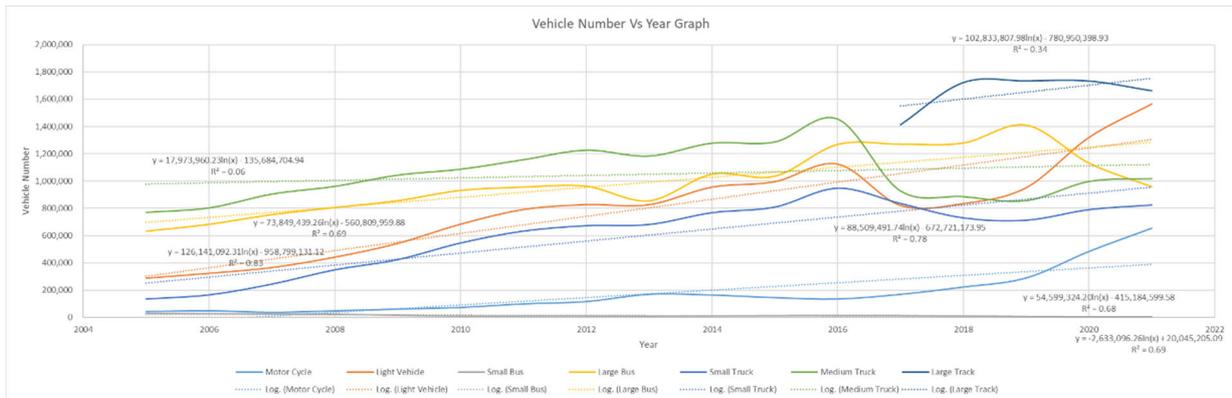
本調査では、先行 F/S の仮定や前提条件を可能な限り用いつつ、ジャムナ橋梁 F/S のアプローチを用いて需要予測の改定を行った。

4.5.1 先行 F/S の更新方法

(1) 道路輸送

1) 道路輸送量の想定

ジャムナ橋は、ジョイデプルーイシュルディ回廊の旅客と貨物輸送の大部分を担っており、ジャムナ橋の通行料はジャムナ川の一方の側から他方の側へ渡るすべての交通に対して課されている。下表はジャムナ橋の料金所より得た通行料のデータ及びそれを基に想定した道路交通の将来需要について示している。



出典：Traffic Data: Toll Plaza Office of Bangladesh Bridge, Bangabandhu Bridge Authority, July 2022

図 4.1 ジャムナ橋の料金所における道路交通量の推移

表 4.5 道路交通量の需要予測の結果

	a	b	2016	2017	2020	2025	2030	2035	2040	2045
Motor Cycle	54599324	-415184600	254,595	281,671	362,819	497,799	632,446	766,762	900,748	1,034,406
Light Vehicle	126141092	-958799131	992,121	1,054,676	1,242,163	1,553,998	1,865,074	2,175,384	2,484,933	2,793,724
Small Bus	-2633096	20045205	10,316	9,011	5,097	0	0	0	0	0
Large Bus	73849439	-560809960	1,100,869	1,137,492	1,247,251	1,429,821	1,611,940	1,793,612	1,974,838	2,155,620
Small Truck	88509492	-672721174	736,098	779,991	911,538	1,130,350	1,348,623	1,566,359	1,783,560	2,000,230
Medium Truck	17973960	-135684705	1,076,833	1,085,747	1,112,460	1,166,895	1,201,221	1,245,437	1,289,545	1,333,545
Large Truck	10283808	-780950399	1,498,742	1,549,738	1,702,575	1,956,800	2,210,398	2,463,372	2,715,725	2,967,460
Total (vehicles/year)	-	-	5,669,575	5,898,325	6,583,895	7,725,664	8,869,702	10,010,925	11,149,348	12,284,984
Total (vehicle/day)	-	-	15,533	16,160	18,038	21,166	24,301	27,427	30,546	33,657

出典：JICA 調査団

次に、道路交通量を PCU (Passenger Car Units) に変換し、ジョイデプルーイシュルディ間における将来的に予測される車両数と将来実施予定の道路改修事業によりもたらされる将来容量を踏まえて、道路の飽和状態を確認した。本調査ではより安全側のオプションである先行 F/S の数値を採用した。

表 4.6 道路交通車両の PCU への変換

1. PCU in FS Study (ADB)												
PCU	2016	2017	2020	2025	2028	2030	2035	2040	2045	2050	2052	
Motor Cycle	0.5	127,297	140,835	181,410	248,900	289,314	316,223	383,381	450,374	517,203	583,869	610,490
Light Vehicle	1.0	992,121	1,054,676	1,242,153	1,553,998	1,740,735	1,865,074	2,175,384	2,484,933	2,793,724	3,101,761	3,224,765
Small Bus	1.4	14,443	12,615	7,136	0	0	0	0	0	0	0	0
Large Bus	2.2	2,421,913	2,502,483	2,743,952	3,145,606	3,386,122	3,546,269	3,945,946	4,344,643	4,742,363	5,139,112	5,297,541
Small Truck	1.4	1,030,537	1,091,987	1,276,154	1,582,491	1,765,930	1,888,072	2,192,902	2,496,984	2,800,321	3,102,918	3,223,750
Medium Truck	2.2	2,369,033	2,388,642	2,447,413	2,545,170	2,603,708	2,642,686	2,735,962	2,836,999	2,933,799	3,030,363	3,068,922
Large Truck	2.2	3,297,233	3,409,425	3,745,686	4,304,960	4,639,874	4,862,875	5,419,418	5,974,594	6,528,412	7,080,877	7,301,486
PCU/year	-	10,232,578	10,600,663	11,643,884	13,361,124	14,425,684	15,121,199	16,856,993	18,588,527	20,315,823	22,036,900	22,726,955
PCU/day	-	28,089	29,043	31,901	36,661	39,522	41,428	46,184	50,927	55,660	60,381	62,266
Average Annual Growth Rate (%)	-		3.4%	3.2%	3.0%	2.7%	2.5%	2.2%	2.0%	1.8%	1.6%	1.5%
PCU in Geometric Design of RHD Roads Ver. 4												
PCU	2016	2017	2020	2025	2028	2030	2035	2040	2045	2050	2052	
Motor Cycle	0.8	190,946	211,253	272,115	373,349	433,970	474,335	575,071	675,561	775,805	875,803	915,735
Light Vehicle	1.0	992,121	1,054,676	1,242,153	1,553,998	1,740,735	1,865,074	2,175,384	2,484,933	2,793,724	3,101,761	3,224,765
Small Bus	3.0	30,949	27,032	15,291	0	0	0	0	0	0	0	0
Large Bus	3.0	3,302,608	3,412,476	3,741,753	4,289,462	4,617,439	4,835,821	5,380,836	5,924,513	6,466,859	7,007,881	7,223,920
Small Truck	3.0	2,208,294	2,339,972	2,734,615	3,391,051	3,784,136	4,045,869	4,699,076	5,350,680	6,000,689	6,649,110	6,908,036
Medium Truck	3.0	3,230,499	3,257,240	3,337,381	3,470,686	3,550,512	3,603,663	3,736,312	3,868,636	4,000,635	4,132,313	4,184,894
Large Truck	3.0	4,496,227	4,649,215	5,107,726	5,870,400	6,327,101	6,631,193	7,390,115	8,147,174	8,902,380	9,655,741	9,956,572
PCU/year	-	14,451,645	14,951,864	16,451,034	18,948,948	20,453,893	21,455,964	23,956,794	26,451,496	28,940,091	31,422,609	32,413,922
PCU/day	-	39,594	40,964	45,071	51,915	56,038	58,783	65,635	72,470	79,288	86,089	88,805
Average Annual Growth Rate (%)	-		3.5%	3.2%	3.0%	2.8%	2.5%	2.2%	2.0%	1.8%	1.7%	1.6%

出典：JICA 調査団

2) 道路の需要と容量の関係

先行 F/S の PCU 合計は RHD より入手した数値より低いため、PCU は将来年の道路回廊の交通量の保守的な想定としている。追加事業の紹介を含む PCU の想定は下表の通りである。

表 4.7 先行 F/S における PCU 値を参照したジョイデプルーイシュルディ間の道路 PCU 値

年	PCU/日	概況	注釈
2022	33,726	Over 30000 PCU/Day, Saturated condition	
2023	34,677		
2024	35,655	2 direction 2 lanes; Open of SASEC 2 Project, 4 lane on both sides of BB, Roadway saturated capacity 60000 PCU/day	
2028	39,451		本事業完成
2030	41,428		
2035	46,184		
2040	50,927		
2045	55,660		
2050	60,381	Over 60,000 PCU/day, Over saturation condition	
2052	62,226		

注釈：本需要予測においては、道路需要の成長は 2052 年までとし、その後の需要を 2052 年のものと等しいものと仮定した。

出典：BBA and ADB SASEC II Project Updates, Link: <https://www.adb.org/projects/40540-018/main>.

3) 道路交通（バス）から鉄道への旅客の乗り換えの想定

事前調査やインターネットの情報によれば、バスと鉄道の所要時間は次表の通り同程度と想定されている一方で、現時点での乗客数はバスのほうが圧倒的に多い。

次に、道路交通と鉄道交通のコストを比較すると、次表のように鉄道運賃はバス運賃の半分程度（それぞれ、0.80 BDT/km、1.45 BDT/km）である。本来、乗り換えの程度を予測する上で、Stated Preference (SP) 調査等の乗客の意向を調査する必要があるが、本調査では時間・費用的制約から実施できていない。そこで、過去のバングラデシュにおける JICA 調査²の最終報告書にて、小型バスから大型バスへの転換に対する価格弾力性が 0.36 と設定されていたことを参考

² The Kanchpur, Meghna, and Gumti 2nd Bridges Construction and Existing Bridges Rehabilitation Project (2010)

にし、需要の増加率を想定した。その結果を用いて、旅客に関する道路交通からの鉄道への転換率を 15%と算出した（ジャムナ橋梁 F/S では、転換率を 50%と設定）。

表 4.8 ジョイデプルーイシュルディ間の鉄道と道路での旅行と運賃時間の比較

旅行モード	移動時間	運賃	出典
Bus Travel Time	4.6 hr	1.45 BDT/km	Google Map Historical Average Travel Time Data
BR Travel Time (With Project)	4.0 hr	0.80 BDT/km	The Prior Study

* Because of Cost and Safety Factors Passenger and Freight will Transfer to Railway, as Travel time with the J-I project will be the same as Roadway

出典：JICA 調査団

4) 貨物における道路輸送から鉄道輸送への転換の想定

先行 F/S では、具体的な情報がないまま道路交通から鉄道交通への貨物輸送の転換率を想定していたため、調査団はサンプルデータを収集し、道路と鉄道の貨物輸送コストを比較した結果を下表に示す。

表 4.9 貨物輸送の現況に関する基礎データ

Origin-Destination (OD)			Sample Data Collected
Dhaka—Dinajpur			
Distance	331	km	
Cost	24,000	BDT	Considering 1.5 times high fuel cost from 89 BDT/L to 130 BDT/L
Load	4.5	tonne	Assume the capacity limit is 5 ton per truck
Cost	16.0	BDT/tonne/km	Cost per ton-km

出典：ジャムナ橋梁 F/S を基に JICA 調査団

本調査では、BR Information Book の情報をもとに、過去 5 年間（2015–2019 年）の平均から貨物収入単価を 2.59 BDT/tonne-km と設定した。また、バングラデシュ国内の道路輸送から鉄道輸送への転換率の情報は見つからなかったため、アメリカの貨物輸送会社が賃上げをした際の事例より価格弾力性を 3 と設定し、需要の変換率を算出した。算出した需要の変化率に見合う貨物輸送に関する道路交通から鉄道への転換率は 4.5%程度であったため、本調査の貨物輸送の転換率と設定した（ジャムナ橋梁 F/S では、転換率を 15%と設定）。

(2) 鉄道輸送システム

2020 年時点、BR の時刻表上で、ジョイデプルーイシュルディ間には、1 日あたり 44 本の列車が運行されている。44 本のうち、10 本はダッカとバングラデシュ南西部を結ぶ列車で、2023 年に Padma Bridge Rail Link の開通により、このルートへ転換されることが想定される。残りの 34 本は、ダッカとバングラデシュ北西部を結ぶ列車であり、さらにそのうち 2 本は石油製品を積んだ貨物列車である。

1) 旅客輸送

図 4.2 の情報から、南西方面の列車はパドマ側の鉄道に迂回することになる。ジャムナ橋調査によれば、「Dhaka—Khulna」「Dhaka Cantonment—Kolkata」の列車が南へ迂回することが想定される。

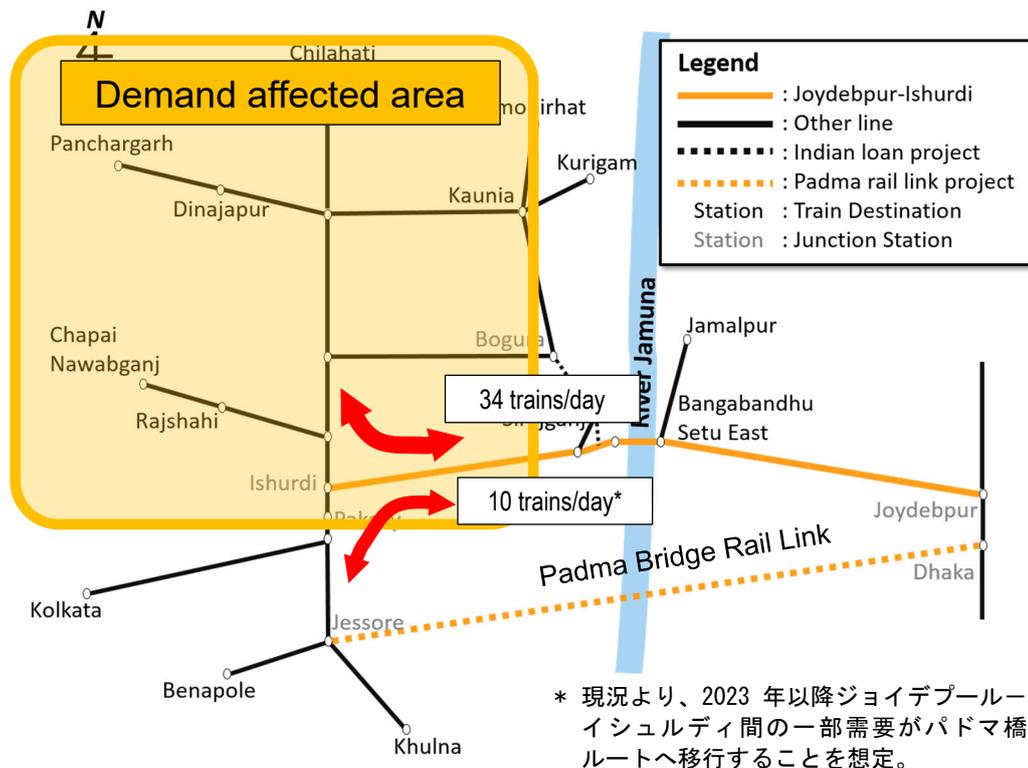
Shahid M. Mansur Ali から Bogura への迂回については、地理的状況から「Dhaka-Lalmonirhat」
 「Dhaka-Rangpur」の列車を北側へ迂回させることを想定している。

2) 貨物輸送

図 4.2 に記載される通り、約 4 本に 1 本の列車が Padma Bridge Rail Link に迂回するため、ジョイデプールーイシュルディ間を走る列車の 4 分の 1 が南西に迂回するものと仮定した。

Bogura 側への迂回については、Shahid M. Mansur Ali-Bogura は DG であるものの、Bogura 以西、以北の路線は現時点では MG であるため、BG、DG 区間と比較して単位車両当たり運搬可能な積載量が小さくなる、かつ将来の運転計画の目途が現時点では立っていないため、時間短縮が見込まれる北及び北西方向の旅客車両を優先した転換を想定した。

ジョイデプールーイシュルディ間の 2020 年時点の列車運転系統と将来の需要取り込み対象地域を下図に示す。



出典：JICA 調査団

図 4.2 ジョイデプールーイシュルディ間の 2020 年時の列車運転系統と将来の需要発生地域

(3) 水上輸送

BR の年間総貨物量の内 2.5% は肥料であるが、ジョイデプールーイシュルディ間における肥料の輸送は水上交通が担っていることから、全体の貨物量に占める割合は小さく、鉄道改良後の輸送においても大きな影響は出ないと判断し、本需要予測には反映させていない。

(4) 空港輸送

航空輸送は、ダッカからラジシャヒへの便数が限られており、高所得者層のみの利用に限られるため、鉄道システムへ移行する可能性は低いと判断した。したがって、航空輸送からジョイデプルーイシュルディ鉄道回廊への影響は特段ないと見なし、本需要予測には反映させていない。

(5) 越境輸送

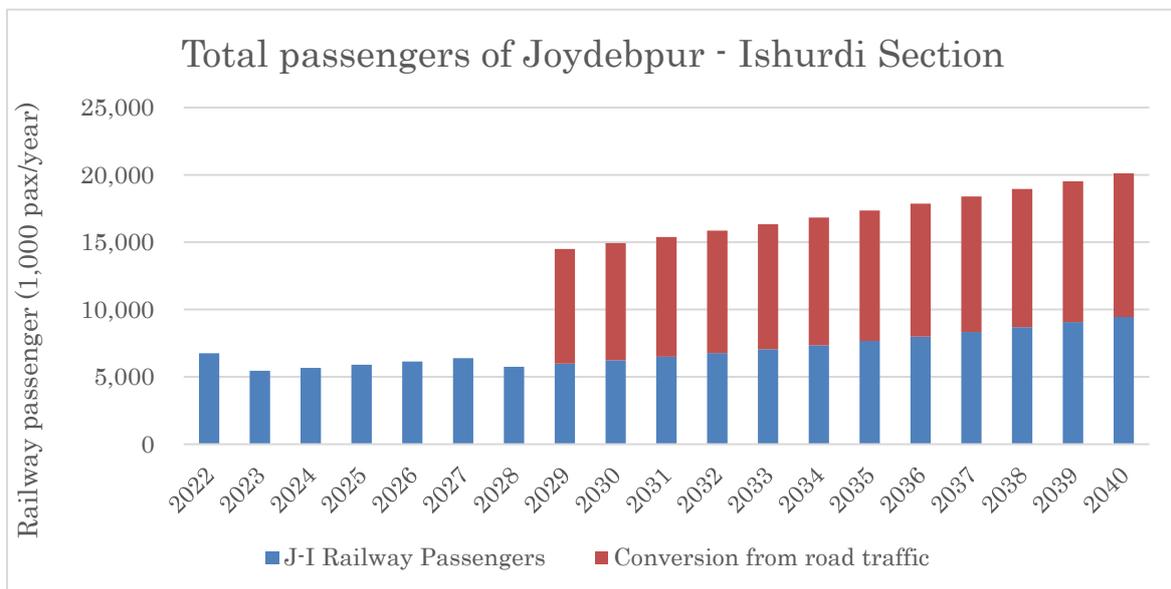
越境交通は、Bangladesh Land Port Authority (BSBK) からデータは入手できたが、OD のデータは得られなかった。そのため、ジョイデプルーイシュルディ間の鉄道における越境輸送データを作成できなかった。加えて、国境を越えたデータは、国家レベルの政策や外交関係、意思決定に大きく依存するため、将来年の需要を推定する際に急激な変動を捉えることができないため、本需要予測では越境交通のデータには対応していない（ただし、1 便/日の国際旅客路線「Dhaka Cantonment - Kolkata」は旅客の需要予測に反映されている）。

4.5.2 本調査における需要予測の結果

(1) 旅客輸送

旅客列車は、前節にて考慮したとおり、1 両あたり 62 人定員、11-19 両/編成で 682-1,178 人/編成とし、下図のように予測した。

2023 年に Padma Bridge Rail Link が開通すると、ダッカから南西に向かう輸送量が増え、2028 年にはインド資金により建設中の Bogura - Shahid M. Mansur Ali 路線が完成すると、Shahid M. Mansur Ali から北側へ向かう輸送量も増える予定である。



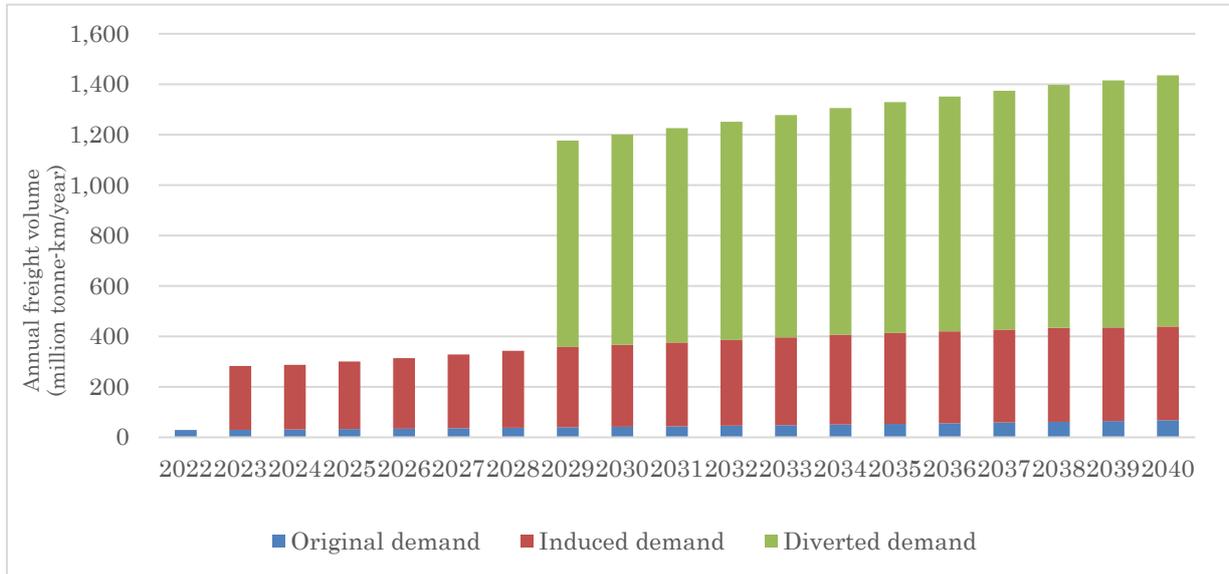
出典：JICA 調査団

図 4.3 ジョイデプルーイシュルディ間を含む西側区間の旅客者数の予測

(2) 貨物輸送

貨物列車については、34 tonne/tank wagon、33 tonne/BC wagon、コンテナ (TEU) が含まれ、25-32 ワゴン/列車を変化させて、次図のように貨物輸送量を予測している。2023 年以降 Padma Bridge

Rail Link の開通により、ダッカ西側の線路容量が増えるため追加的な貨物輸送の発生が見込まれる。さらに、ジョイデプルーイシュルディ区間の改良路線開通により、同区間の線路容量の増加により、2029 年以降の道路交通からの転換による貨物輸送量の増加を想定した。



出典：JICA 調査団

図 4.4 ジョイデプルーイシュルディ区間の年間貨物輸送量

4.5.3 先行 F/S の結果との比較

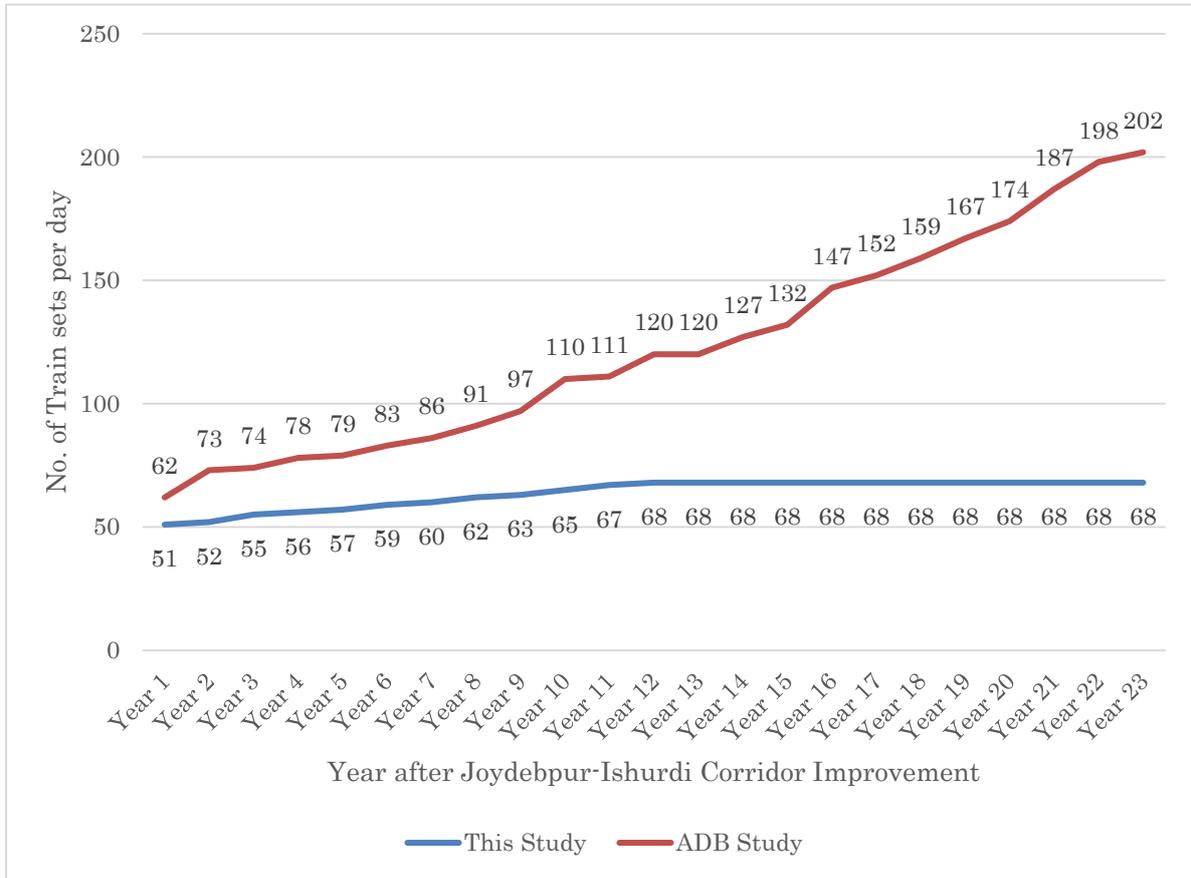
先行 F/S と本調査との比較は以下の通りである。先行 F/S と比較し、本調査の需要予測は多面的及びより詳細な情報を基に需要予測の見直したことが判る。

表 4.10 先行 F/S と本調査の需要予測結果の比較

#	項目	先行F/S	本調査	注釈
1	計算方針	<ul style="list-style-type: none"> 先行F/Sにおける根拠となるデータはなし (年率5%の成長率) 	<ul style="list-style-type: none"> 鉄道輸送システムへのモーダルシフトだけでなく、あらゆる輸送システムでの旅客および貨物の需要を考慮。 	
2	供給	<ul style="list-style-type: none"> 列車の増加率は、車両の増加率 (年率3%) と一致して増加。 	<ul style="list-style-type: none"> 運転容量からの制約を設定 (68本/日を上限)。 	<ul style="list-style-type: none"> 図4.5より判るように、先行F/Sでは線路容量側からの上限を設けていないため、需要は増加し続ける設定。
3	需要	<ul style="list-style-type: none"> 列車需要は上限なく増加し、供給からの制約もなし。 	<ul style="list-style-type: none"> 現況の成長率を踏まえた、現実的な伸び率を想定。 	<ul style="list-style-type: none"> 同上
4	交通システムの検討	<ul style="list-style-type: none"> 鉄道のみ検討。 	<ul style="list-style-type: none"> 道路、鉄道について検討。 	
5	鉄道ネットワークの検討	<ul style="list-style-type: none"> Padma Bridge Rail Link の考慮なし。 Shahid M. Mansur Ali – Bogura 間の分岐路線も考慮なし。 	<ul style="list-style-type: none"> Padma Bridge Rail Link を線路容量検討に考慮。 Shahid M. Mansur Ali – Bogura 間の分岐路線も線路容量検討に考慮。 	

出典：JICA 調査団

下図は、本調査と先行 F/S における列車数の比較である。本調査では開通から 13 年後（2042 年）に線路容量の上限に達するのに対し、先行 F/S では需要の増加に上限がなく、開通から 23 年後（2052 年）に最終的に 202 編成/日となっていることがわかる。



出典：JICA 調査団及び先行 F/S

図 4.5 1 日あたりの列車数の比較（本調査及び先行 F/S）

第5章 自然条件

5.1 気候

バングラデシュの大部分は、熱帯モンスーン気候帯に属している。1年は6つの季節の区分ができ、雨季と乾季、そしてその間の移行期がある。4月から5月が暑季、6月から10月が雨季、11月から3月が乾季に分かれる。同国の地形は概ね平坦で、巨大なガンジス・デルタに占められているため、4月から5月と10月から11月の移行期にはサイクロンがベンガル湾を襲い、しばしば洪水や高潮の被害を受ける。

首都ダッカとプロジェクトの対象地域を含む中心部では、1月の最低気温は約15°C (59°F)、最高気温は約26°C (78.8°F) となり、約10°C (50°F) になることもある。乾季から雨期への移行期である4月の平均最高気温は、35°C (95°F) で、約40°C (104°F) になることもある。

また、5月には250 mm以上の降水があり、年間降水量は1,500–2,000 mmである。

5.2 自然災害

5.2.1 サイクロン

バングラデシュは、その独特の地理的位置のために、しばしば壊滅的なサイクロンに被害に悩まされており、ベンガル湾北部の漏斗状の海岸線が高潮を増幅し、何千人もの人々に影響を与えている。特に1970年のポーラサイクロンは、約30万人から50万人の命を奪い、史上最悪の自然災害となっている。

5.2.2 地震

バングラデシュは日本と同じ地震大国である。インドプレート、ユーラシアプレート、ミャンマーマイクロプレートの3つのプレートが衝突し、それぞれのプレート境界に沿って長くて大きな断層帯を形成し、過去に大きな地震を引き起こしている。地震記録によると、1900年以降、バングラデシュでは100回以上の中規模から大規模な地震が発生しており、そのうち65回以上が1960年以降に発生しており、過去30年で地震の頻度が高くなっている。

5.3 水文

Bangladeshには、支流を含めて約 700 の河川があり、これらの総延長は約 24,140 km である。基本的に、河川は来たからベンガル湾に向けて南に流れ、灌漑用の主要な水源だけでなく、交通の主要な幹線として機能している。一方、広範囲にわたる河岸侵食と主要河川の定期的な洪水は、多大な困難と資源の破壊を引き起こし、開発を妨げている。

また、これらの河川は、(1) ブラマプトラ川とジャムナ川の水系、(2) ガンジス川とパドマ川の水系、(3) スルマ川とメグナ川の水系、(4) チッタゴン地域の水系の 4 つの主要な水系に分けることができ、プロジェクトの対象地域は、(1) ブラマプトラ川とジャムナ川の水系、および (2) ガンジス川とパドマ川の水系にある。

5.4 地形

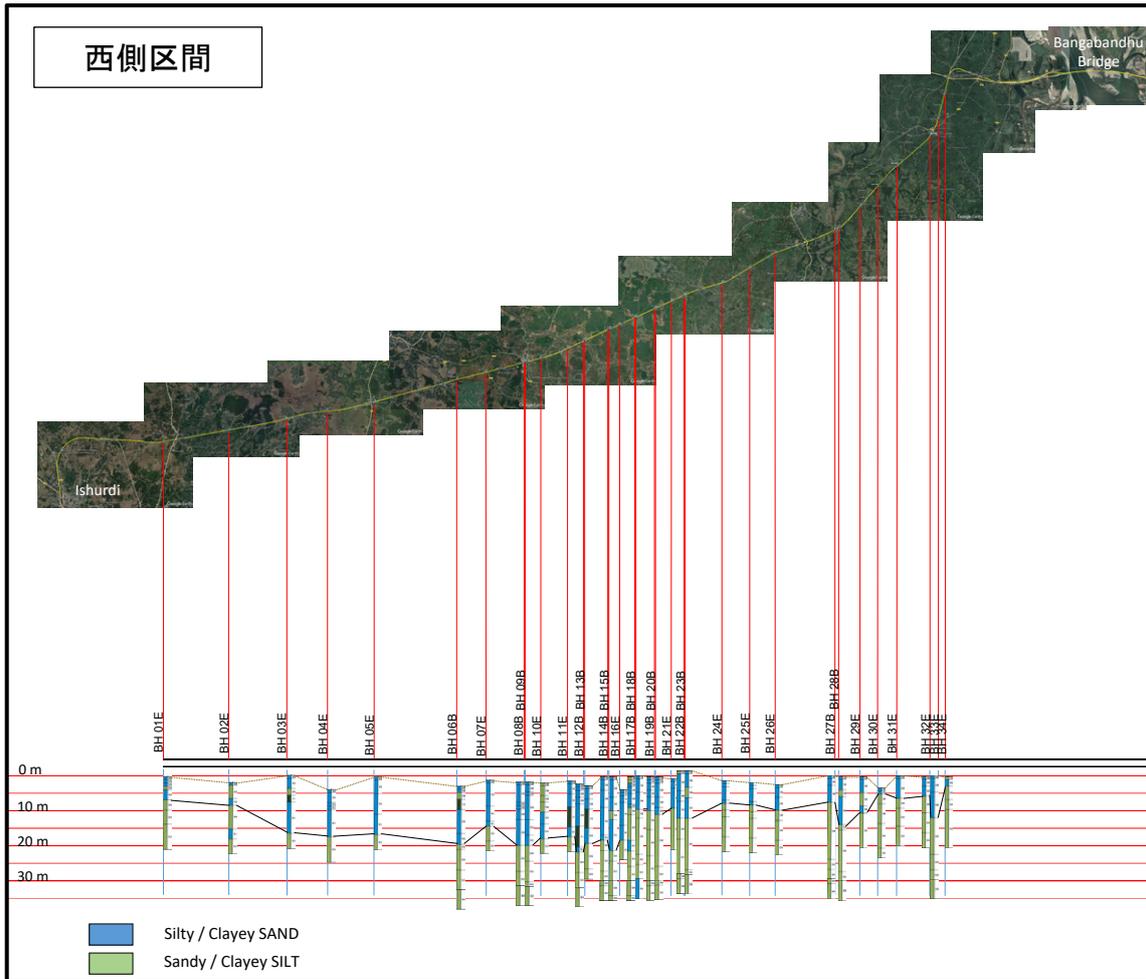
Bangladeshは、西から流れるガンジス川と北東から流れるブラマプトラ川によって形成される、世界最大のガンジス・デルタの上にある国である。土地は、北西部のロングプール管区の一部と南東部のチッタゴン管区の一部を除いてほぼ平坦であり、大部分が海拔 10m 以下の低地である。プロジェクト対象地域の現況地盤面は、ジャムナ橋両側のアプローチで海拔 15m を超えるが、その他の区間では海拔 8-15m である。したがって、プロジェクト区間の軌道の縦断勾配は急ではない。

5.5 地質条件

Bangladeshの国土のおよそ 80%は、 Bangladesh平野と呼ばれる肥沃な沖積低地が占めている。本事業区間は、その沖積低地のほぼ中央に位置し、主な地質は、沖積氾濫原堆積物、窪地堆積物からなっている。一部の区間では、Chalan Beel と呼ばれる低地帯を通過し、ここでは、有機土層が見受けられる。

先行 F/S では、40 箇所のボーリング調査が実施されている（ジャムナ橋西側 34 本箇所、東側 6 本箇所）。ボーリング番号の末尾に「E」が付いているものは盛土設計用、「B」が付いているものは橋梁設計用として調査されたものである。単線盛土の深さ方向の圧力の影響は 20m 程度に限られると考えられることから、盛土設計用のボーリングの深さは 20m まで、一方、橋梁設計用のボーリングは支持層を確認するために 35m の深さまで実施されているが、一部のボーリング（No.38B および 40B）では 35m の深さで支持層が確認されていないので、詳細設計時に再確認が必要である。

ボーリング調査実施箇所と地質縦断図を次ページ以降に示す。



出典：先行 F/S の結果を調査団が整理

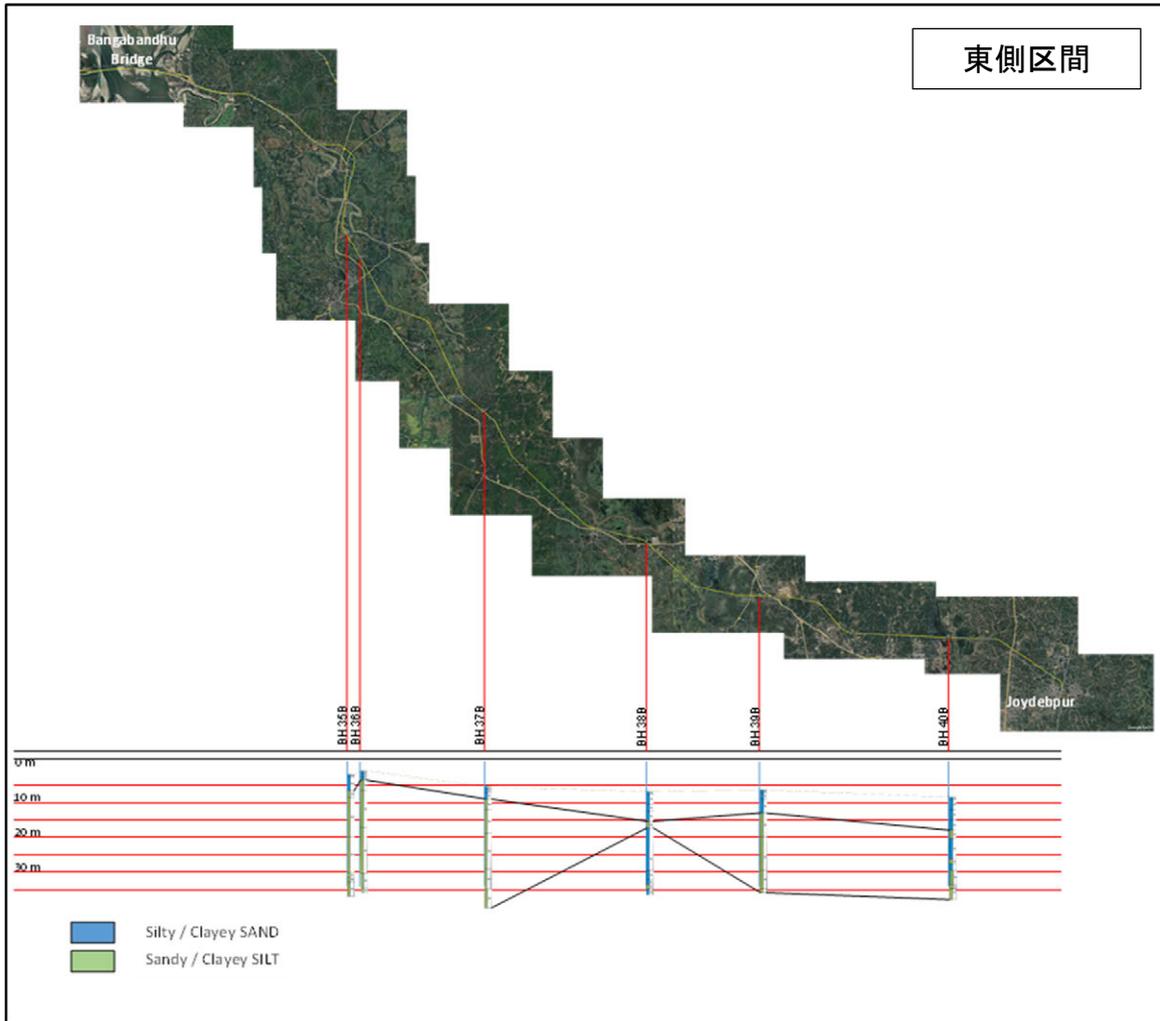
図 5.1 ボーリング調査実施箇所（西側）

先行 F/S でのボーリング調査箇所から、路線全体の地質の傾向（地盤の種類（砂質土、粘性土）、N 値、圧密係数など）の把握ができるため、今回の調査のような F/S レベルにおいては十分なレベルであると言える。

調査結果から分かる全体の傾向として、表層から 10m 程度の深さまで N 値が 10 以下のやや締まったシルト質土、その下は N 値が 15-30 の砂質土であり、圧密沈下や液状化が発生する恐れが少ない地盤である。支持層の深さも概ね 30-35m 程度である。

詳細設計段階では、さらに詳細な地質調査が必要であるが、それを詳細設計に対し有効なものとするため、調査各分野（橋梁、土構造物、駅設備、跨線橋など）の設計担当者と綿密な協議を行い、調査地点や調査内容を決定する必要がある。

次の詳細設計段階では、この調査地点や調査内容の決定を設計の初期段階でなるべく速やかに行うことが、詳細設計全体の品質や工程にかかるクリティカルパスのひとつになる。



出典：先行 F/S の結果を調査団が整理

図 5.2 ボーリング調査実施箇所（東側）

5.6 圧密沈下の検討

調査対象地域の粘土・シルト層は硬質粘土に分類され、層厚が厚くても深刻な圧密沈下は起こらないと考えられる。

圧密沈下の検討結果については、6.6.1 に示す。

第6章 概略設計

6.1 はじめに

本章では、現地調査、データ収集、BRとの協議等に基づき、本調査対象区間（ジョイデプール駅ーイシュルディ駅間）の概略設計の結果を示す。

6.2 設計諸元

6.2.1 主な設計諸元

下記に主要な設計諸元を示す。

表 6.1 主な設計諸元

項目	仕様
複線/単線	全線複線
軌間	広軌（1,676 mm）およびメータ軌（1,000 mm）の三線軌
設計最高速度	旅客列車：120 km/h（広軌）、100 km/h（メータ軌） 貨物列車：80 km/h（広軌およびメータ軌）
線路中心間隔	本線：6 m、駅部：5.3 m、Major bridges：12 m
最小曲線半径	500 m
最大勾配	本線：0.5%（1 in 200）、駅部：0.25%（1 in 400） 曲線抵抗：0.04% per degree of curvature
電化/非電化	全線非電化
まくらぎ間隔	本線：600 mm（1,667本/km） 本線以外：658 mm（1,520本/km）
バラスト厚さ	本線：300mm以上 駅部・側線：250mm以上 有道床橋梁：300mm以上
有効長	750m
閉塞方式	電子連動装置によるABS（Absolute Block System）方式
軸重	広軌：25t、メータ軌：15t

出典：先行 F/S

表 6.2 軌道（曲線）に関する諸元

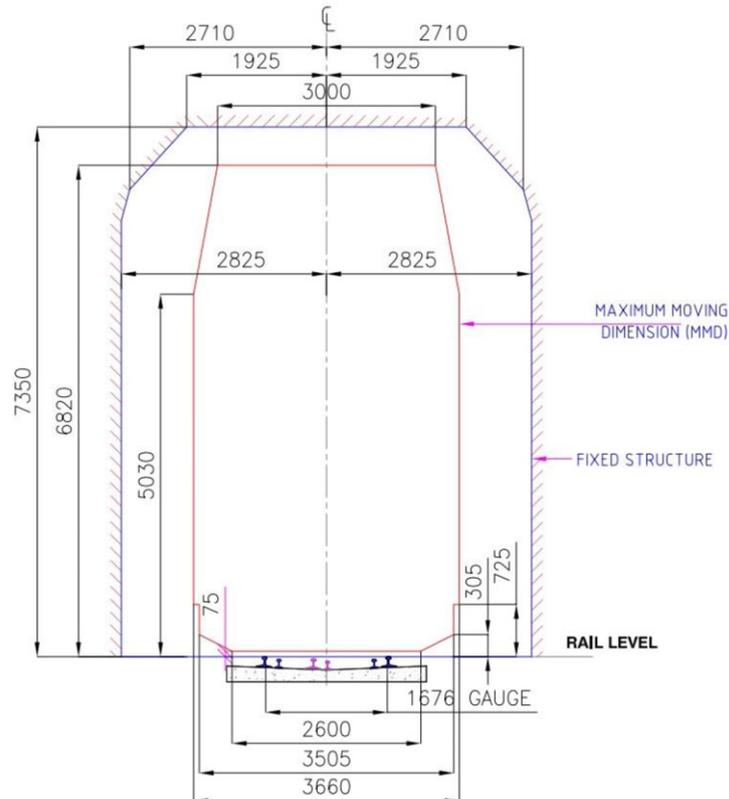
項目	パラメータ
最大カント	広軌：145 mm*、メータ軌：90 mm (*三線軌間区間ではメータ軌の90 mmを最大とする) 緩和曲線区間では、必要に応じて最大165 mmを許容
許容カント不足量	広軌：75 mm、メータ軌：50 mm
最大カント超過量	広軌：75 mm、メータ軌：65 mm
カント勾配	1/720 (広軌でやむを得ない場合は1/360)
カントの時間変化率 (最大)	広軌：55 mm/sec、メータ軌：35 mm/sec
カント不足量の時間変化率 (最大)	広軌：55 mm/sec、メータ軌：35 mm/sec
安全曲線通過速度 (V safe) (km/h)	広軌 : $V_{safe} = 0.27\sqrt{R(Ca + Cd)}$ メータ軌 : $V_{safe} = 0.344\sqrt{R(Ca + Cd)}$ (レール頭頂部の間隔：1,750 mm (広軌)、1,072 mm (メータ軌)) ここに、Ca = 実カント Cd = カント不足量 (mm)

記事：副本線、側線にはカントを設置しない

出典：先行 F/S

6.2.2 車両限界・建築限界

下記に先行 F/S で示されている車両限界・建築限界図を示す。



出典：先行 F/S

図 6.1 車両限界・建築限界図

先行 F/S で示されている車両限界・建築限界図は、将来の電化を考慮した高さとなっていないことから、今後、跨線橋など線路を跨ぐ構造物の設計に際しては、BR と十分な協議を行い、本プロジェクトに適切な車両限界・建築限界図を設定する必要がある。

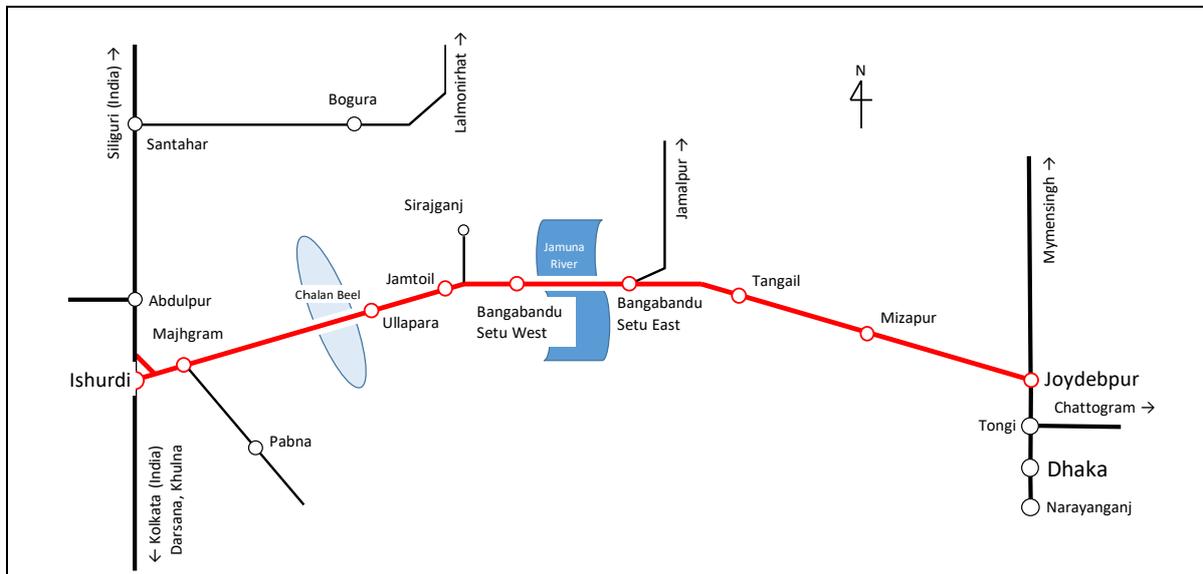
6.3 路線と線形

6.3.1 路線

ジョイデプール駅－イシュルディ駅間の鉄道は、ダッカとバングラデシュ西部の各都市を結ぶ幹線の一部であり、ジョイデプール駅を起点とし、ジャムナ橋でジャムナ川を渡り、イシュルディ駅へ至る、全区間単線・非電化の延長 173.4 km の路線である。

本路線の西側、イシュルディ駅－Jamtoil 駅（Sirajganj 駅方面）は 1915 年から 1916 年にかけて開業した。その後、ジャムナ橋を含む区間が 1988 年に開業し、2003 年にダッカまで開通した。

下記に本事業区間およびその周辺の鉄道ネットワークを示す。



出典：JICA 調査団

図 6.2 本事業区間および周辺の鉄道ネットワーク

6.3.2 線形

新設される線路は、既存線路の北側、つまりイシュルディ駅からジョイデプール駅へ向かって既存線路の左側に設置され、新設線路はジョイデプール駅方面、既存線路はイシュルディ駅方面の列車が使用する。新設線路と既存線路との線路中心間隔は、標準部で 6 m、橋梁部で 6－12 m（橋梁の上部工・下部工の構造形式などによる）に計画する。先行 F/S では、既存線路と新設の線路の距離を取ることは、新しい線路、特に橋梁部において、既存線への影響を少なくして建設することが可能であるが、建設コストを削減するために、これらの距離を短くすることは、詳細設計段階で考慮する必要がある。

路線全体の地形がほぼ平坦であることから、連続する急勾配区間は存在せず、すべての勾配は 0.5%以内である。

また、平面線形は、比較的、直線的であり、曲線は半径 1000m 以上の区間が大半を示す。同区間の最小曲線半径は、582m（Jamtoil 駅－Shahid M. Mansur Ali 駅および Mouchak 駅－ジョイデプルー駅）である。新設上り線の平面線形の構成を下表に示す。

表 6.3 平面線形の構成（新設上り線）

平面曲線半径	曲線/直線の延長		総延長
	ISD－BBW	BBE－JYR	
R < 600m	1,109 m (1.4%)	2,347 m (2.8%)	3,455 m (2.1%)
600m = < R	17,071 m (21.7%)	20,223 m (24.3%)	37,295 m (23.1%)
直線	60,337 m (76.8%)	60,605 m (72.9%)	120,942 m (74.8%)
合計	78,516 m (100%)	83,175 m (100%)	161,692 m (100%)

注：() は総延長における割合
出典：先行 F/S より調査団作成

現行と計画の配線略図を Appendix 6-1 に示す。

6.4 軌道

6.4.1 軌道の設計諸元

以下に軌道の主な設計諸元を示す。

表 6.4 軌道の主な設計諸元

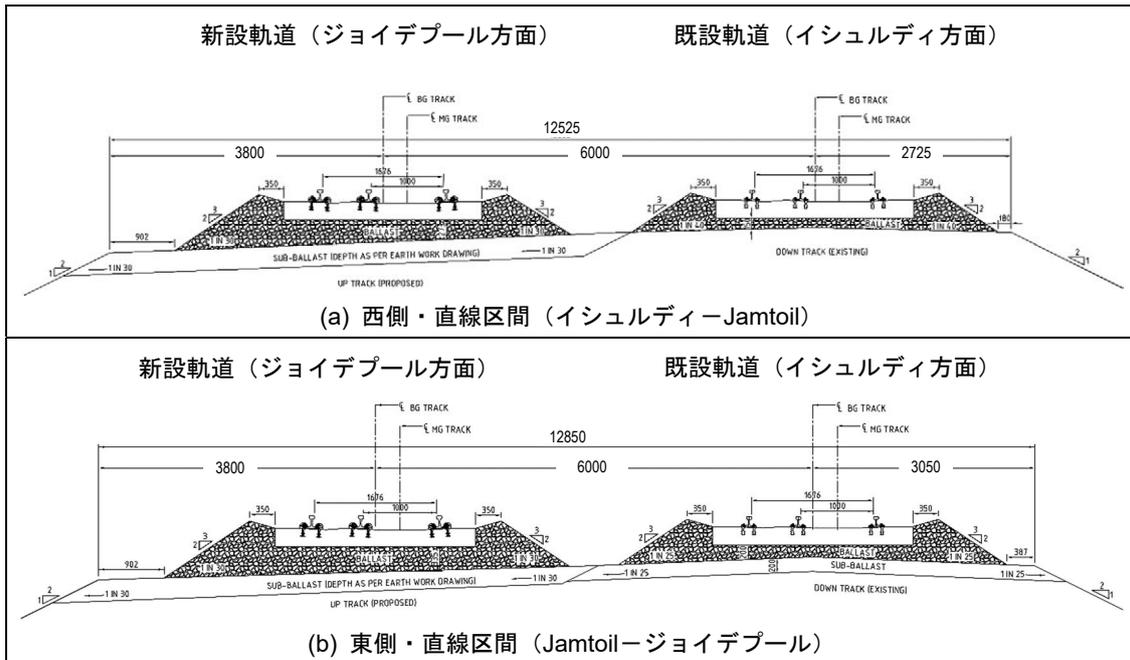
項目	仕様
レール	新設線路：UIC90 レール 既存線路の改修：BS 90A レール *R < 600m および分岐器では硬頭レールの仕様を推奨
締結装置	弾性締結装置（盗難防止仕様）
まくらぎ	PC コンクリートまくらぎ *分岐器、開床式橋梁では、合成まくらぎの使用を推奨
まくらぎ間隔	本線：600 mm（1,667 本/km） 本線以外：658 mm（1,520 本/km）
バラスト厚さ	本線：300 mm 以上 駅部・側線：250 mm 以上 有道床橋梁：300 mm 以上* *合成まくらぎを使用した開床式橋梁とすることを推奨
分岐器	新設線路：1:12（UIC90 レール） 既存線路の改修：1:12（BS 90A レール）

出典：先行 F/S を参考に JICA 調査団作成

6.4.2 施工基面

施工基面標準図を図 6.3 示す。

先行 F/S では、新設線路と既存線路の間隔は 7.0 m であるが、BR との協議により建設コストを抑えるために、6.0 m とすることとした。新設線路が既存線路に近づくため、施工中は既存線を走行する列車に対する安全性に一層配慮する必要がある。また、新設線路の列車荷重や盛土荷重により、既存盛土や線路へ変状も検討する必要がある。



出典：先行 F/S を参考に JICA 調査団作成

図 6.3 施工基面標準図

6.5 橋梁工

本事業で対象とする橋梁群は、ジョイデプール駅から Bangabandhu Setu East 駅までの「東側」と Bangabandhu Setu West 駅からイシュルディ駅までの「西側」の 2 つの地域に大きく分けることができる。

ここで、Bangabandhu Setu East 駅と West 駅の間に位置する橋梁群は別のプロジェクトに属する。

6.5.1 既存橋梁

本事業区間には、全橋長が約 1 m から 224 m まで変化する合計 204 の橋梁が存在しており、橋梁の径間数としては 1 径間から 15 径間まで、様々に異なる橋梁タイプが存在している。BR へのヒアリングによれば、これらの既存橋梁は、以下の 2 つのカテゴリに分類されている。

[マイナー橋梁]

- 河川・水路幅が 60 ft (18.3 m) 未満の多径間を有する橋梁、もしくは、
- 河川・水路幅が 40 ft (12.2 m) 未満の単径間を有する橋梁

[メジャー橋梁]

- 河川・水路幅が 60 ft (18.3 m) 以上の多径間を有する橋梁、もしくは、
- 河川・水路幅が 40 ft (12.2 m) 以上の単径間を有する橋梁

下表に、既存橋梁の大分類による構造形式と各地域における橋梁数の関係を示す。

表 6.5 既存橋梁の構造形式および橋梁数

分類	構造形式	橋梁数		小計	合計
		西側	東側		
マイナー橋梁	鋼製桁	29	10	39	138
	ボックスカルバート	11	70	81	
	パイプ	2	16	18	
メジャー橋梁	鋼製桁	16	50	66	66
合計		58	146	204	204

出典：JICA 調査団

ここで、ジョイデプール駅からイシュルディ駅までの本事業区間に位置する全ての既存橋梁一覧を Appendix 6-2-1 に示す。

また、現地調査を通じて、既に閉鎖された橋梁（Bridge No.34）や構造形式が鋼製桁からボックスカルバートへ近年改修された橋梁（Bridge No.41A）などの存在、ならびに先行 F/S に記載されている橋梁リストの構造寸法値と本調査団による簡易測定値の間に幾つかの相違があることなどを確認することができた。したがって、詳細設計段階においては、全ての既存橋梁に対して、既に閉鎖された橋梁の有無や構造形式の再確認、詳細な寸法計測などが必須となる。

(1) 構造形式

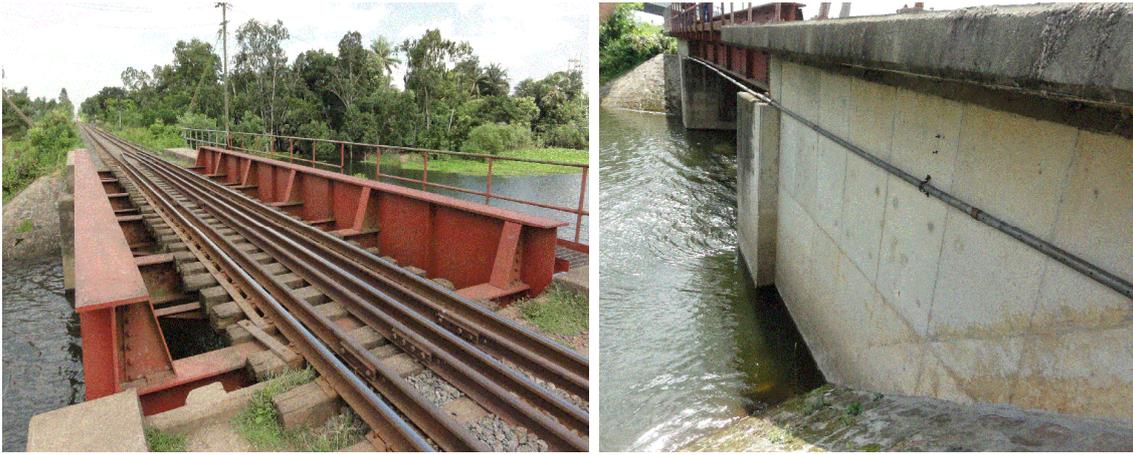
ジョイデプール駅ーBangabandhu Setu East 駅間（東側区間）において存在する主な既存の橋梁構造物として、以下の構造形式が挙げられる。

[上部構造]

- 鋼製下路式プレートガーダー
- RC ボックスカルバート（上部構造とみなす）
- 管路（上部構造とみなす）

[下部構造]

- RC 橋脚
- RC 橋台（翼壁および擁壁を含む）



出典：JICA 調査団

図 6.4 鋼製下路式プレートガーダーおよび RC 橋台 (Bridge No.35)



出典：JICA 調査団

図 6.5 鋼製下路式プレートガーダーおよび RC 橋脚・橋台 (Bridge No.98)



出典：JICA 調査団

図 6.6 RC ボックスカルバート (左から順に、Bridge No.119/2、48、114)

次に、Bangabandhu Setu East 駅ーイシュルディ 駅間 (西側区間) において存在する主な既存の橋梁構造物として、以下の構造形式が挙げられる。

[上部構造]

- 鋼製上路式プレートガーダー
- 鋼製下路式プレートガーダー
- 鋼製上路式トラス桁
- 鋼製下路式トラス桁
- RC ボックスカルバート (上部構造とみなす)
- レンガ式アーチ管路 (上部構造とみなす)

[下部構造]

- レンガ式橋脚
- レンガ式橋台 (翼壁および擁壁を含む)



出典：JICA 調査団

図 6.7 鋼製上路式プレートガーダーおよびレンガ式橋台 (Bridge No.34)



出典：JICA 調査団

図 6.8 鋼製上路式プレートガーダーおよびレンガ式橋脚・橋台 (Bridge No.26)



出典：JICA 調査団

図 6.9 鋼製上・下路式プレートガーダーおよびレンガ式橋脚・橋台 (Bridge No.33)



出典：JICA 調査団

図 6.10 鋼製上・下路式トラス桁およびレンガ式橋脚 (Bridge No.35)



出典：JICA 調査団

図 6.11 鋼製上路式プレートガーダー / 鋼製下路式トラス桁およびレンガ式橋脚・橋台
(Bridge No.24)



出典：JICA 調査団

図 6.12 鋼製上路式プレートガーダー / 鋼製下路式トラス桁およびレンガ式橋脚・橋台
(Bridge No.23)



出典：JICA 調査団

図 6.13 RC ボックスカルバート (左から順に、Bridge No.119/20、41A、120)

(2) 目視検査による定性的評価

初めに、ジョイデプール駅からイシュルディ駅までの全線の現地調査（下記日程）をバングラデシュ国鉄（BR）が手配したインスペクションカーにより軌道上から簡易的に実施した。

- 東側：2022年7月26日（火）：ジョイデプール駅－Bangabandhu Setu East 駅
- 西側：2022年7月27日（水）：Bangabandhu Setu West 駅－イシュルディ駅

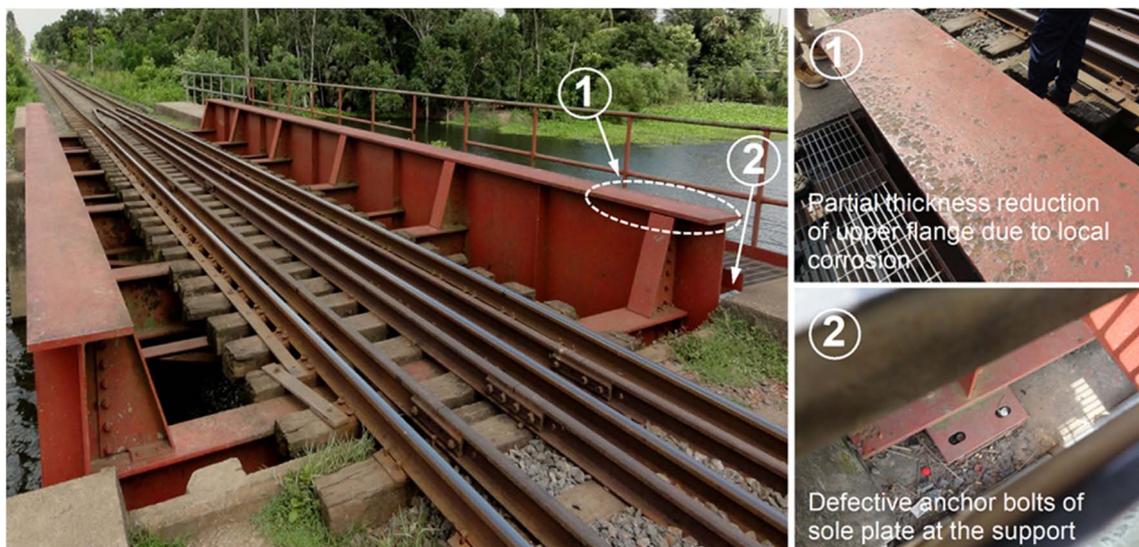
続いて、既存橋梁に対するさらに踏み込んだ定性的評価を実施することを目的として、自動車アクセスが可能な幾つかの選定橋梁に対する現地調査（下記日程）を実施した。

- 東側：2022年8月11日（木）：ジョイデプール駅－Bangabandhu Setu East 駅（計10橋梁）
（Bridge No. 35, 48, 98, 106, 110, 114, 116, 119, 119/2, 119/4）
- 西側：2022年8月16日（火）：Bangabandhu Setu West 駅－イシュルディ駅（計7橋梁）
（Bridge No. 119-20, 119-24, 120, 41A, 35, 34, 23）

【東側区間に対する評価】

ジョイデプール駅－Bangabandhu 駅間（東側区間）は、2003年に開業した比較的新しい路線である。鉄製桁を構成する部材間の継手部にはボルト継手が用いられており、走行する軌道上のインスペクションカーから見る限りにおいては、比較的新しい構造形式であり、概ね健全な状態にあるものと定性的に評価できる。また、下部工についても目視する限りにおいては、比較的新しいRC構造であり、概ね健全な状況と判断できる。

ただし、選定橋梁に対する目視調査を通じて、下図に示す幾らかの経年劣化や損傷が見られることから、BRに対して、これまでの事後保全のみならず、予防保全の観点にも基づいた一定期間ごとの維持・管理や補修・補強の作業を継続的に実施していくことを強く推奨する。ここで、主要な現象の具体については、図中に各々のコメントを記入している。



出典：JICA 調査団

図 6.14 局部腐食による上フランジの部分減肉および支承部の欠陥（Bridge No.35）



出典：JICA 調査団

図 6.15 通過列車からの有機排泄物落下による横桁の局部腐食 (Bridge No.116)



出典：JICA 調査団

図 6.16 乾湿繰り返し作用および有機排泄物落下による局部腐食 (Bridge No.98)

加えて、今後の複線化に伴う新設構造物の設計軸重を 25 t とする計画に対して、既存路線は 25 t 未満で設計されていることから、将来的な運行車両の計画を含めて十分留意していく必要がある。

【西側区間に対する評価】

Bangabandhu Setu West 駅-イシュルディ駅間 (西側区間) のうち、Jamtoil 駅-Bangabandhu Setu East 駅 (ジャムナ橋を含む) は 1998 年に開業した比較的新しい路線であるものの、イシュル

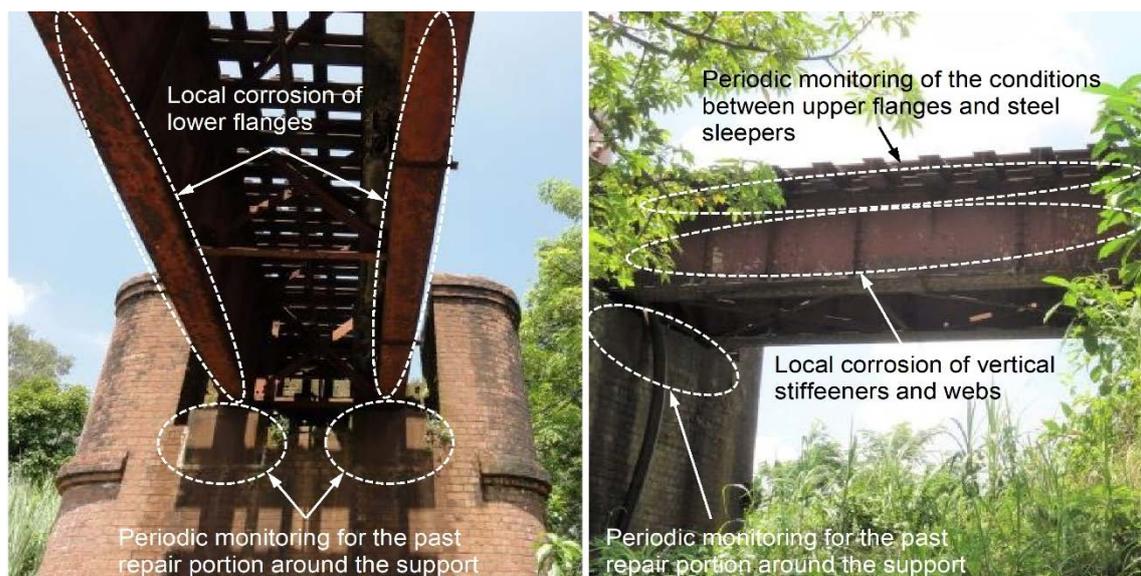
ディ駅-Jamtoil 駅については、100 年以上前に建設された極めて古い路線である。鉄製桁を構成する部材間の継手部にはリベット継手が用いられているものの、走行する軌道上のインスペクションカーから見る限りにおいては、当面の継続的な供用に対して、大きな問題はないものと定性的に評価できる。また、下部工についても目視する限りにおいては、かなり古い時代に建造されたレンガ積み構造ではあるものの、当面の継続利用を目的とした所要の残存耐荷力(耐震性能を除く)の観点からは、概ね健全な状況と判断できる。

ただし、選定橋梁に対する目視調査を通じて、下図に示す経年劣化や損傷が見られたことから、延命的な耐久性に着目した BR による比較的短い周期での上・下部工に対する定期的モニタリングや詳細調査、ならびにその結果に基づく維持・管理や補修・補強などの適宜対応を強く推奨する。ここで、主要な現象の具体については、図中に各々のコメントを記入している。



出典：JICA 調査団

図 6.17 定期モニタリングの必要箇所および支承部の欠陥 (Bridge No.34, 1914 年建造)



出典：JICA 調査団

図 6.18 定期モニタリングの必要箇所および乾湿繰り返し作用による局部腐食 (Bridge No.35, 1914 年建造)

また、レンガ積み下部工については、現有する耐震性能や今後の耐久性の問題には十分留意しておく必要がある。さらには、前述と同様に、既存路線が 25 t よりもずっと小さい軸重で設計されていることから、将来的な運行車両の計画を含めて十分留意していく必要がある。

以上の東側と西側の既存橋梁に対する定性的および総合的な評価に基づき、当面は BR による既存橋梁に対する管理・運営にて十分対処可能と判断できることから、本事業における建設工事の対象構造物から除外することとする。

【維持管理上の方針と対策の提言】

既存橋梁に対する定期的な点検は、構造物の異変や異常を発見する上で重要な作業である。例えば、部材のひび割れ、コンクリート剥離による鉄筋露出、構造物の移動や変形、部分的な腐食または異常音等は、重大な損傷や事故へ繋がる前兆として捉えることができる。したがって、定期的な点検を実施することによって、このような損傷を早期に発見することは極めて重要である。つまり、あらゆる不具合の早期発見は、利用者のリスクを低減するのみならず、将来的な補修・補強などの維持管理コストの低減にも寄与する。

各種の橋梁構造物を構成する部材に対する定期的な点検や対策として、2 年ごとに最低 1 回程度は実施し、その他の橋梁構造物や部材への損傷が懸念される突発的な地震、洪水などが発生した直後などにも臨時点検を実施するのが望ましい。その際、BR として、各既存橋梁に対する記録台帳を作成し、過去および現在の構造的状況やメンテナンス履歴などの記録を基に、継続的に管理していくことが不可欠である。

ここで、本調査において目視確認した橋梁記録シートの一例を Appendix 6-2-2 に示す。

また、参考例として、比較的問題が顕在化しやすい鋼製桁に対する点検項目と想定される対策を下表に示しておく。

表 6.6 支承の点検項目と対策

損傷の種類	点検項目	主な対策
土砂の詰まりや可動支承の不良	目視による確認	土砂を除去し、必要に応じてグリース等を塗布する
ゴムの変形	許容変形量を超えていないかの目視確認	ジャッキアップ、継続モニタリングする
ひび割れ、亀裂	支承本体（ゴムや鋼製部分）やソールプレート取付け溶接および取付けボルトにおけるひび割れや亀裂などの目視確認	支承本体、ソールプレートや取付けボルトを交換する
支承の移動や傾斜	支承本体に滑りや傾きが生じているかの目視確認	所定の位置に戻し、必要に応じて、沓座の打替えや高さ調整を行う
沓座前面のコンクリートの剥離	目視による確認	沓座前面を補修する
アンカーボルトの抜け、破損	目視による確認	アンカーボルトを交換、もしくは別位置に新設する
その他	BRが必要とする点検項目	BRの同意の上で対策を実施する

出典：JICA 調査団

表 6.7 鋼製桁の点検項目と対策

損傷の種類	点検項目	主な対策
塗膜の劣化および腐食	目視による確認(局所的な枕木下や桁端部等の変状も確認)	塗装の塗り替え、腐食部材の補強および部分的な部材交換を行う
ボルト・リベットの変状	腐食、欠食、緩み、脱落等の目視確認	塗装等による防食、新規ボルトへの交換を行う
溶接部および母材の変状	き裂等が生じているかの目視確認	浅い亀裂はグラインダー仕上げで除去し、深いき裂はガウジングによる除去および当て板等により補強する(ストップホールによる応急処理を含む)
橋側歩道等、付属物の変状	鋼材の腐食、金具の脱落、部材の破損などの目視確認	変状の補修、脱落・破損部材の交換を行う
その他	BRが必要とする点検項目	BRの同意の上で対策を実施する

出典：JICA 調査団

6.5.2 複線化に伴う新設橋梁

(1) 設計標準および基準

鉄道橋梁を実施設計する場合には、当該国独自の設計標準や基準類のみならず、過去や現在進行中の当該国プロジェクトにおける適用実績や状況を勘案する必要がある。さらには、鉄道橋梁における各種構造物の構造形式やその構成部材の視点から、各々の材料特性や構造特性などに対する設計上の長所や短所を加味して、より最適な鉄道構造物となり得る設計標準や基準類を選定して適用することが求められる。

一般的に、以下に示す設計標準が数多くの国々やプロジェクトで用いられている。

表 6.8 設計標準 (その1)

項目	設計コード
橋梁	<p>For design :</p> <ul style="list-style-type: none"> • IRS (Indian Railway Standard) Rules Specifying the Loads for Design of Superstructures and Substructures of Bridges (Bridge Rules) • IRS (Indian Railway Standard) Code for Earthquake Resistant Design of Railway Bridges • IRS (Indian Railway Standard) Code of Practice for the Design of Steel or Wrought Iron Bridges Carrying Rail, Road or Pedestrian Traffic (Steel Bridge Code) • IRS (Indian Railway Standard) Code of Practice for Plain, Reinforced and Prestressed Concrete for General Bridge Construction (Concrete Bridge Code) • IRS (Indian Railway Standard) Code of Practice for the Design of Substructures and Foundations of Bridges (Bridge Substructures and Foundation Code) • BNBC (Bangladesh National Building Code) - 2020 • AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) LRFD Bridge Design Specifications • AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) Guide Specification for LRFD Seismic Bridge Design • AREMA (American Railway Engineering and Maintenance-of-Way Association) Manual for Railway Engineering • JRS (Japanese Railway Standards) Design Standard for Railway Structures • BS (British Standard) Steel, Concrete and Composite Bridges) Published by the British Standards Institution

出典：JICA 調査団

表 6.9 設計標準 (その 2)

項目	設計コード
材料	<p>In general :</p> <ul style="list-style-type: none"> Bureau of Indian Standard Codes ASTM (American Society for Testing and Materials) JIS (Japanese Industrial Standards) Other Appropriate Material Standards and Guidelines on Concrete, Aggregates and Steel

出典：JICA 調査団

本事業においては、バングラデシュ国内で使用実績多数のインド鉄道標準 (IRS) を適用することを基本方針とする。ただし、耐震設計に関しては、上表中の BNBC における地震の再現期間が 2500 年 (極めて稀にしか発生しない確率) を想定しているのに対して、AASHTO の場合は 1000 年 (稀であるがそれなりに発生する確率) を想定しており、想定外の短周期の大地震発生後にもバングラデシュ国内の鉄道インフラ輸送を継続的に最大限機能させる観点に基づき、後者の適用を推奨する。さらに、鋼製桁の疲労設計に関しては、これまでの数多くの研究成果や過去の経験・知見に基づく繰返し疲労現象を性能設計理論として組み込んだ日本の鉄道標準の適用を推奨する。

なお、設計基準の各項目については、先行 F/S の内容を参照して設定することとする。ここで、本事業で想定する設計基準における幾つかの項目例を下表に示す。ただし、詳細設計段階においては、必要に応じて適宜見直し、追加を行うものとする。

表 6.10 設計基準 (その 1)

項目	説明
設計コード	----
列車荷重	<p>IRS, BNBC, AASHTO, AREMA, JRS, ASTM, etc.</p> <p>25 tons Double Headed Diesel Loco (IRS Bridge Rules)</p> <p>“25t LOADING - 2008”</p>
地震荷重	<p>PGA: Zone II = 0.28g, 1:2500 years (BNBC). For seismic design, AASHTO is recommended as it considers earthquakes with a return period of 1:1000 years (rare occurrence) as compared to 1:2500 years (extremely rare occurrence) in BNBC.</p>
風荷重	<ul style="list-style-type: none"> Base Design V = 1.47 kN/m² (BNBC) Exposure Category = C (flat, unobstructed area)
疲労	<p>For fatigue design of steel girders, the Japanese Railway Standards is recommended as it incorporates cyclic fatigue phenomena as performance design theory based on many research results, past experiences, and knowledge.</p>
荷重の組合せ	SLS, ULS
	IRS (AREMA SLS and ULS used for checking)

出典：JICA 調査団

表 6.11 設計基準 (その 2)

項目		説明
上部工 (主要部材)	構造形式	<ul style="list-style-type: none"> Steel Semi-Through Plate Girder RC Box Culvert
	コンクリート	<ul style="list-style-type: none"> Cube Compressive Strength: 40 N/mm² (28 days)
	鉄筋	<ul style="list-style-type: none"> Design Yield Strength: 500 N/mm²
	鋼材	<ul style="list-style-type: none"> Tensile Strength: 490 N/mm² Yield Strength: 350 N/mm² (t ≤ 20 mm) 330 N/mm² (20 < t ≤ 40 mm) 320 N/mm² (t > 40 mm)
下部工 (主要部材)	構造形式	<ul style="list-style-type: none"> RC Pier RC Abutment (including Wing Walls and Retaining Walls)
	コンクリート	<ul style="list-style-type: none"> Cube Compressive Strength: 35 N/mm² (28 days), for Columns 40 N/mm² (28 days), for Pedestals 15 N/mm² (28 days), for Blinding Concrete
	鉄筋	<ul style="list-style-type: none"> Yield Strength: 500 N/mm² (For pier's columns, high-strength reinforcing bars shall not be used to allow the formation of hinges at the base of columns during seismic events)
杭体工	杭形式	<ul style="list-style-type: none"> Cast-in-situ
	コンクリート	<ul style="list-style-type: none"> Cube Compressive Strength: 35 N/mm² (28 days)
	鉄筋	<ul style="list-style-type: none"> Yield Strength: 500 N/mm²

出典：JICA 調査団

(2) 構造形式およびスパン割

基本的には、先行 F/S の内容を参照および取り込みながらも、必要に応じて技術的視点からの部分的な見直しを適宜行う。

まず、新設橋梁建設に伴う河川断面としての開口部のサイズは、現況の大きさを最低限確保するものとし、詳細設計段階時に仮に小さくせざるを得ない事象が生じた場合には、一次元不等流解析などを実施して、河川最高水位 (H.W.L) 時の水路流下能力が満足することを確認するものとする。

さらに、新設橋梁に対する河積阻害率の考え方に関しても、明確な規定が存在していないことから、河川幅に対する既存橋脚の現況阻害率を基準に計画する。また、新設するボックスカルバートの上床版下面レベルや上部工桁の下面レベルに関しても、現況レベルと同等もしくはそれ以上にセットすることを基本とする。

【マイナー橋梁】

参考までに、先行 F/S では、下表に示す構造形式および橋梁数が新設橋梁として計画されている。

表 6.12 先行 F/S における新設橋梁 (マイナー橋梁) の構造形式および橋梁数

分類	構造形式	橋梁数	摘要
マイナー橋梁	鋼製下路式プレートガーダー	6	径間長 15 m の 1 径間タイプのみ
	RC ボックスカルバート	132	径間長 1、3、4、4.5、5、6 m の 1、2、3 径間タイプ
合計		138	

出典：JICA 調査団

したがって、先行 F/S 調査の内容を参考にしながら、経済性や耐久性、メンテナンス性などの観点から、既存橋梁がボックスカルバートのみならず、鋼製桁の場合にも、複線化時に新設のボックスカルバートを最大限、採用する計画とする。ただし、既存の鋼製桁が、駅構内や踏切などに近接している場合には、複線化時の新線レールレベル (R.L) を既存線 R.L から大きく嵩上げしないことを主眼に、新設の鋼製桁 (無道床の開床式) を適用する計画とする。以上の観点から、下表に示す構造形式および橋梁数を新設橋梁として計画する。

表 6.13 本調査における新設橋梁 (マイナー橋梁) の構造形式および橋梁数

分類	構造形式	橋梁数	摘要
マイナー橋梁	鋼製下路式プレートガーダー	2	径間長15 mの1径間タイプのみ
	RCボックスカルバート	135	径間長1、3、4、4.5、5、6mの1、2、3径間タイプ
合計		137	Bridge No.34は既に閉鎖橋梁のため除外

出典：JICA 調査団

下図に、単径間および多径間の新設ボックスカルバート施工例を示す。



出典：JICA 調査団

図 6.19 新設ボックスカルバートの施工例

【メジャー橋梁】

参考までに、先行 F/S では、下表に示す構造形式および橋梁数が新設橋梁として計画されている。

表 6.14 先行 F/S における新設橋梁 (メジャー橋梁) の構造形式および橋梁数

分類	構造形式	橋梁数	摘要
メジャー橋梁	鋼製下路式プレートガーダー	62	径間長 15、20、25、30、35 m の 1-9 径間タイプ
	RC ボックスカルバート	4	径間長 6m の 3-4 径間タイプ
合計		66	

出典：JICA 調査団

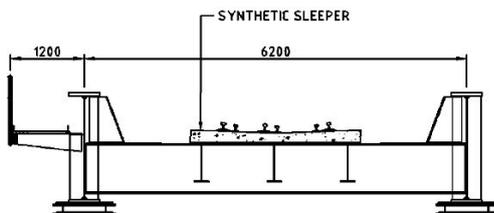
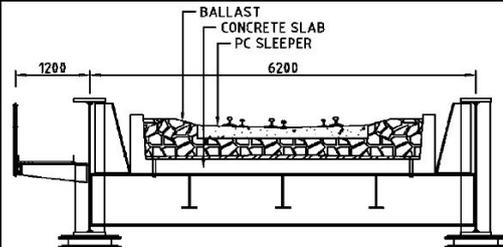
一般的に、橋長や径間数の規模が比較的大きいメジャー橋梁に対する上部工の構造形式として、以下が考えられる。

- 1) 鋼製上路式プレートガーダー
- 2) 鋼製下路式プレートガーダー
- 3) 鋼製上路式トラス桁
- 4) 鋼製下路式トラス桁
- 5) 鋼合成桁 (I 形桁 or 箱形桁)
- 6) PC 桁 (I 形桁 or 箱形桁)

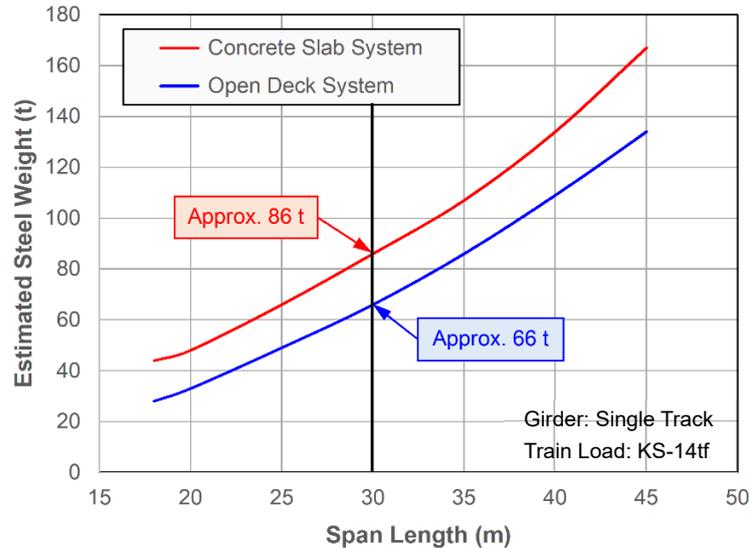
本調査対象区間における大部分の既存鋼製桁が、上記 2)の鋼製下路式プレートガーダーとして架設されていることから、既存の桁下面と新設の桁下面の高さレベルを合わせる条件上、上路式構造の上記 1)、3)、5)、6)を新設適用した場合には、既存線 R.L に対する新線 R.L の嵩上げ量がかかなり大きくなる。それと同時に、橋梁前後の盛土のアプローチ区間の嵩上げ量も大きくなり、コスト面や上・下線間に生じる軌道高さの相違による線間拡幅や保守・管理などの面で不利となる。したがって、下路式構造の上記 2)と 4)の適用が複線化時の新設桁形式として最も有利となる。ここで、上記 4)は径間長が 40 m 以上となる場合に比較的有効になる構造形式であり、下部工の数を減らすことができ、景観性にも優れる。その一方で、大幅な鋼材重量の増加や架設工法・工期などの施工上の不経済な面もあり、同プロジェクト内で同規模トラス桁の架設箇所数が少なくなる場合には、より一層不経済な構造形式となる。よって、本事業においては、上記 2)の鋼製下路式プレートガーダーを統一的に適用して、建設コストを最大限、低減可能な計画とする。

さらに、先行 F/S においては、以下の比較表内の右側に示す通り、鋼製下路式プレートガーダー上にコンクリートスラブを打設して、その上にバラストを敷設する有道床構造が計画されていたが、本事業においては、新線 R.L を極力低く抑えること、および以下のグラフに示すコスト低減（径間長 30m の桁の場合、約 30%の鋼材重量を低減することが可能）の観点から、以下の比較表内の左側に示す鋼製下路式プレートガーダー（無道床の開床式）を採用する計画とする。また、スパン割については、基本的には、現状の河積阻害率の確保上、既存橋梁に極力合わせる計画とする。

表 6.15 鋼製下路式プレートガーダーの軌道構造の相違による比較

	Open Deck System with Synthetic Sleeper (Steel Semi-Through Plate Girder)	Concrete Slab System with PC Sleeper and Ballast (Steel Semi-Through Plate Girder)
General Description		
	<ul style="list-style-type: none"> ➢ Sleepers are directly fixed on girders ➢ Vertical alignment can be kept lower ➢ Dead load is smaller ➢ Noise level is relatively high <p style="text-align: center;">Excellent</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➢ Sleepers are supported by ballast and concrete slab fixed by stud bolts on girders ➢ Vertical alignment goes up (40-50cm higher than the Open Deck System) ➢ Dead load is bigger (with increasing its bridge lengths) ➢ Noise level is relatively low <p style="text-align: center;">Fair</p>
Construction Cost	<ul style="list-style-type: none"> ➢ Superstructure would be approximately 25 % cheaper than the Concrete Slab System ➢ Substructure would be approximately 10% cheaper than the Concrete Slab System <p style="text-align: center;">Excellent</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➢ Total structure would be approximately 30% higher than the Open Deck System <p style="text-align: center;">Fair</p>
Construction Period	<ul style="list-style-type: none"> ➢ Construction period on site is shorter <p style="text-align: center;">Excellent</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➢ Construction period on site is longer <p style="text-align: center;">Fair</p>
Comprehensive Evaluation	Excellent	Fair

出典：JICA 調査団



出典：鋼橋設計資料（第五版）

図 6.20 軌道構造の異なる鋼製下路式プレートガーダーの径間長と想定鋼材重量の関係

以下に、鋼製下路式プレートガーダー（無道床の開床式）を採用する場合の主なメリットを列挙する。

- バングラデシュ国内の鉄道橋のみならず、多くの国々において数多くの実績を有する構造形式である。
- 弾性まくらぎ直結軌道を適用することで、新設桁の下面レベルを既存桁の下面レベルに合わせ、既存線 R.L と新線 R.L の差を最大限小さくできる。
- 橋梁前後の盛土高さを低く抑えることで、盛土本体や用地取得に係るコストを削減できる。
- 杭体・基礎工やく土工などの完了を待たずに、上部工を大量に工場製作することができる。
- 鋼材料につき、建設現場での加工や組立てが比較的容易で、施工性に優れる。
- 桁の構造形式や径間長を標準タイプ化することで、設計や建設の期間やコストを大幅に低減できる。
- 軽量で且つ、耐久性やライフサイクルコストに優れる合成まくらぎを適用できる。
- PC 構造やバラスト軌道と比較して軽く、桁本体ならびに上載荷重が低減できると同時に、下部工の杭体（杭本数、杭長、杭径など）や基礎、く体のサイズを縮小することができる。

以上の観点から、下表に示す構造形式および橋梁数を新設橋梁として計画する。

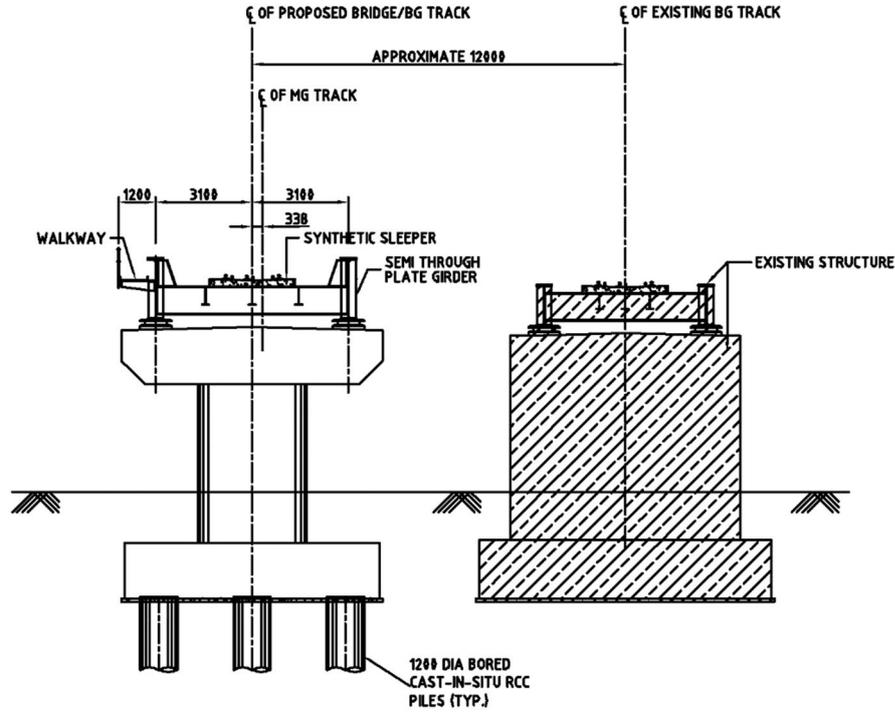
表 6.16 本調査における新設橋梁（メジャー橋梁）の構造形式および橋梁数

分類	構造形式	橋梁数	摘要
メジャー橋梁	鋼製下路式プレートガーダー	66	径間長15、20、25、30、35 mの1-8径間タイプ
	RCボックスカルバート	0	-----
合計		66	

出典：JICA 調査団

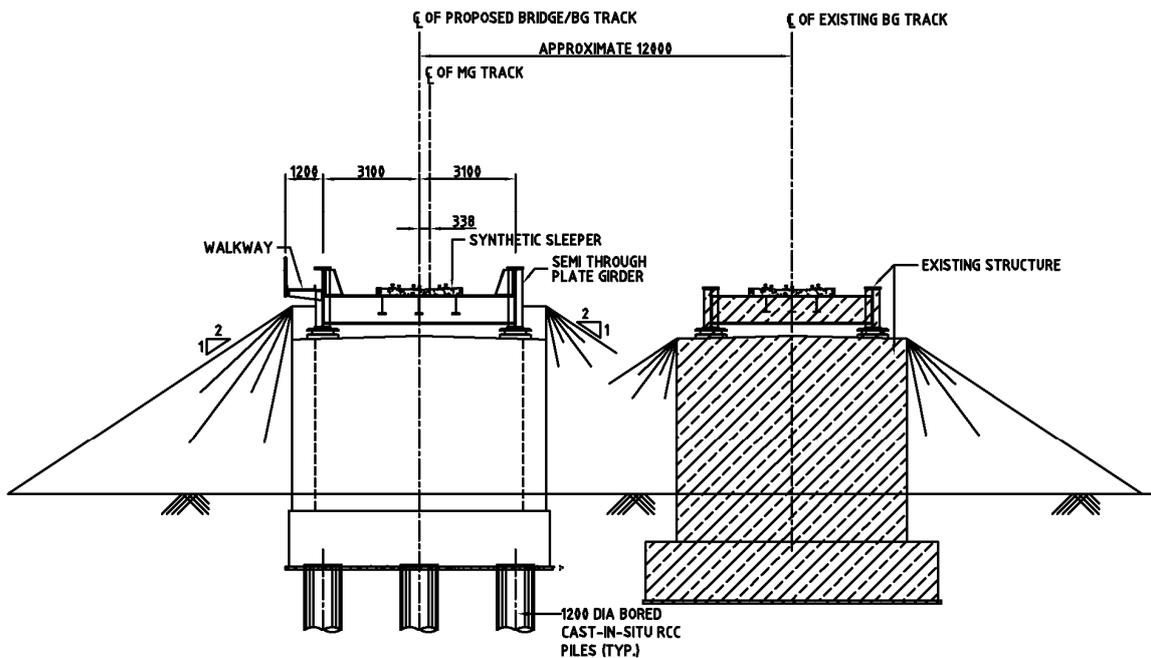
ここで、複線化の際の新線側の橋梁計画（鋼製下路式プレートガーダーと RC ボックスカルバートの適用やスパン割の詳細などの計画）については、Appendix 6-2-1 に示す。

また、上部工および下部工の概略断面図を以下に示す。



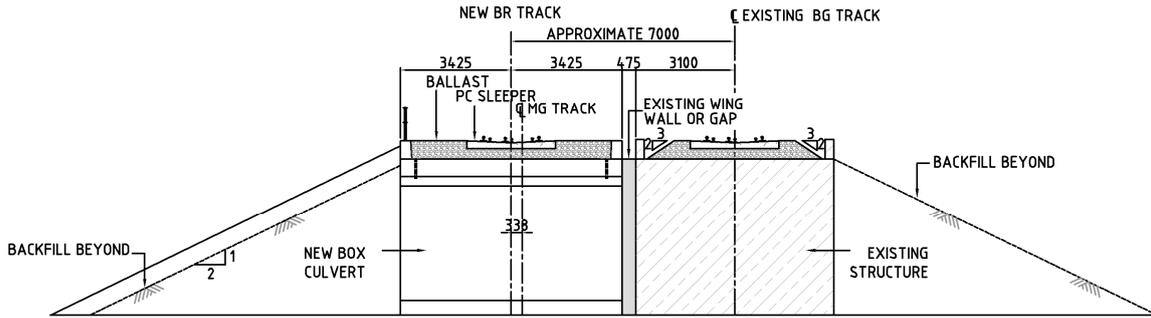
出典：JICA 調査団

図 6.21 概略断面図（橋脚位置）



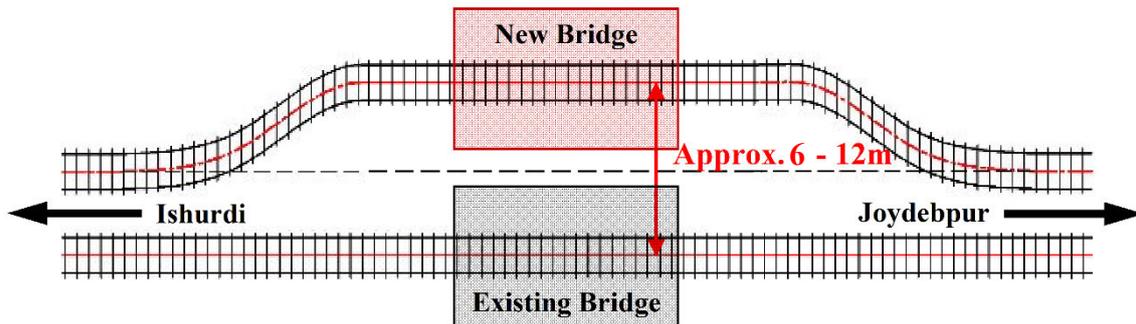
出典：JICA 調査団

図 6.22 概略断面図（橋台位置）



出典：JICA 調査団

図 6.23 概略断面図（ボックスカルバート位置）



出典：JICA 調査団

図 6.24 橋梁位置における軌道中心間隔の計画

新設橋梁の施工法については、先行 F/S の内容を参照し、既存の桁式橋梁に隣接して新設の桁式橋梁を建設する場合には、既存線と新線の軌道中心間隔を約 12 m 確保する計画とする。また、既存のボックスカルバートに隣接して新設のボックスカルバートを建設する場合には、既存線と新線の軌道中心間隔を約 6 m 確保する計画としている。

ここで、マイナー橋梁には、既存の桁式橋梁に隣接して新設のボックスカルバートを建設する計画も存在していることから、それらの場合には各橋梁位置の実状や今後の詳細な測量成果等に基づき、約 6-12 m の間にて適宜設定していくこととする。

これらの新設橋梁建設に伴う既設橋梁からの必要離隔については、日本において多用されてきている近接施工対策マニュアル等の規程を参考に、施工計画や検討ならびに工事することができれば、さらなる縮小化も考えられる。これらの必要離隔の妥当性については、詳細設計段階時に得られる各々の橋梁箇所における詳細条件を基に、個々に検討および判断できるものと考えている。

さらに、今後の詳細設計時に不足する設計条件を明確に規定して、迅速な設計作業を確実に進めていくためには、詳細設計開始後の初期段階において、下記の測量や調査の実施および条件整理が不可欠となる。

- 各既存橋梁および周辺に対する地形および線形測量
- 各既存橋梁に対する形状寸法測量
- 各橋梁位置における地質ボーリング調査および室内土質試験
- 各橋梁位置における最高水位記録のデータ収集もしくは流下能力検討のための基礎調査

6.6 土構造物

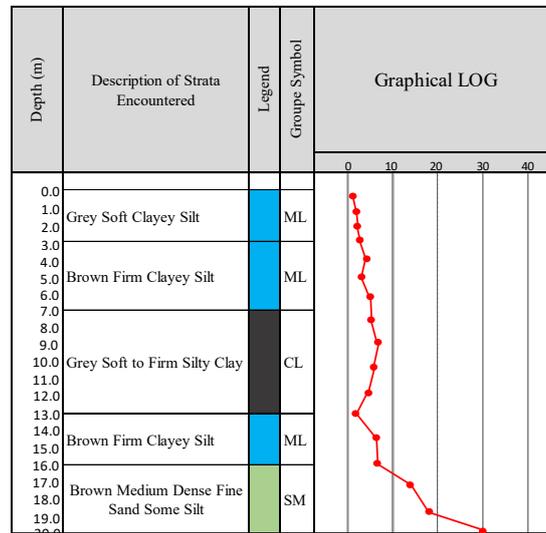
6.6.1 圧密沈下の検討

盛土を検討する際には、一般に地盤沈下量と円弧すべりの可能性を考慮する必要がある。円弧すべりについては、既存の盛土が問題なく安定していることを考えると、盛土を拡幅しても問題ないと思われる。しかしながら、新設盛土直下の圧密沈下には注意が必要である。

先行 F/S で実施した地質調査の圧密試験結果を表 6.17 に示す。間隙比が 0.90–1.10、圧縮指数が 0.17–0.23 であることから、調査地域のほとんどの粘土層とシルト質層は硬質粘土に分類されます。したがって、追加盛土による地盤沈下はそれほど大きくないと想定される。BH 11E の厚さ 6 m の粘土層 (図 6.25 に示す CL 層) の上に高さ 3 m の盛土を盛土した場合の沈下量を計算すると、以下の値が得られる。

$$\begin{aligned} \text{沈下量} &= \text{層厚} \times (\text{圧縮指数} / (1 + \text{間隙比})) \times \log \{ (\text{土被り圧} + \text{盛土自重}) / (\text{土被り圧}) \} \\ &= 6.0 \times 0.20 / (1 + 0.92) \times \log \{ (1.81 \times 2.4 + 9.07 \times (10.0 - 2.4) + 1.8 \times 3.0) / (1.81 \times 2.4 + 9.07 \times (10.0 - 2.4)) \} \\ &= 0.0193 \text{ m (1.93 cm)} \end{aligned}$$

上記の計算は、厚さ 6 m の粘土層のみに基づいているため、他のシルト層を含めると沈下量はわずかに増加する。しかしながら、前述のように、調査対象地域の粘土層とシルト層は硬質粘土に分類され、上記の計算からわかるように、このような層の厚さが大きくても、深刻な圧密沈下は発生しないと言える。一方、いくつかのボーリングデータでは、表層から 3 m 以内に N 値 2 以下のシルト層が確認されており、次の詳細設計段階では、この層に注意する必要がある。上記はジャムナ橋の西側だけでなく、東側も同様である。



出典：先行 F/S

図 6.25 BH 11E の柱状図

表 6.17 圧密試験結果の一覧

Boring No.	間隙比	圧縮指数	土質分類
BH 03E	0.90	0.17	シルト質/砂混じり粘土
BH 06B	0.95	0.23	砂混じり/粘土質シルト
BH 11E	0.92	0.20	シルト質/砂混じり粘土
BH 16E	0.99	0.20	砂混じり/粘土質シルト
BH 20B	0.96	0.20	砂混じり/粘土質シルト
BH 24E	0.94	0.19	砂混じり/粘土質シルト
BH 31E	1.10	0.21	砂混じり/粘土質シルト
BH 40B	0.97	0.20	砂混じり/粘土質シルト

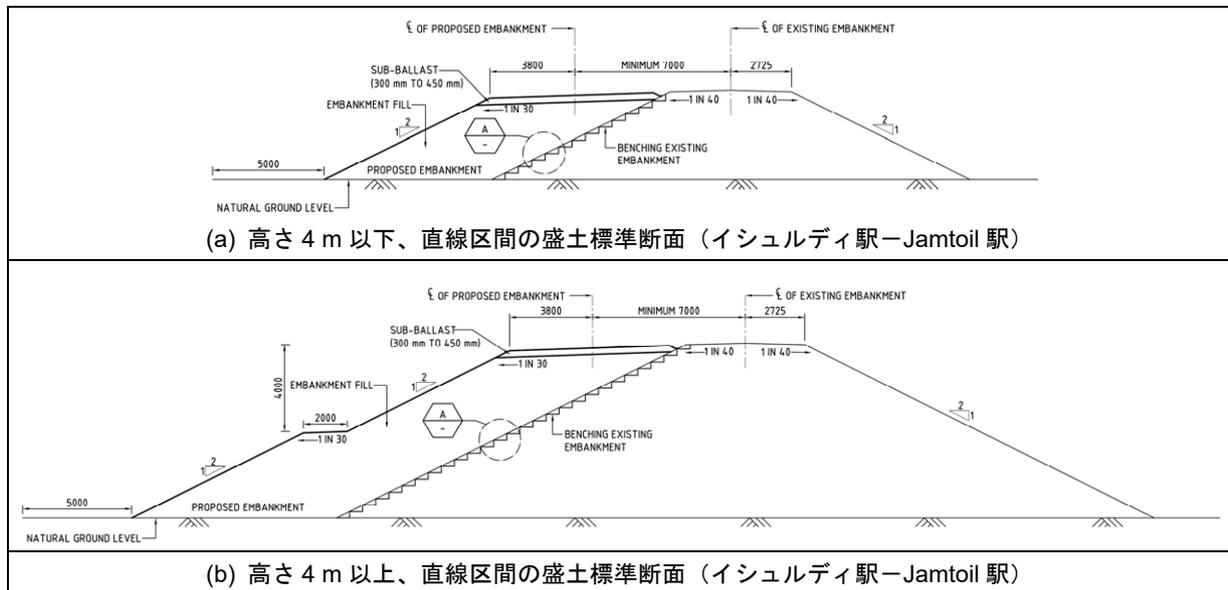
出典：先行 F/S

6.6.2 盛土拡幅

既存の盛土に腹付け盛土を実施する場合、既存の盛土と軌道の有害な沈下を防止するように注意する必要があります。上記の圧密沈下の検討結果によると、盛土を新設しても原地盤の沈下はほとんどなく、また軌道の有害な変位もほとんど生じないものと想定されるが、盛土の詳細設計段階で再検討が必要である。また、新設盛土についても、適切な盛土材の選定と締固め管理を行い、有害な沈下が発生しないようにする。

また、既設盛土と新設盛土の間に雨水が貯まらないよう、必要に応じて側溝を設けるとともに新設盛土側の路盤にも適切な排水勾配を設定する。

盛土の標準断面を以下に示す。



出典：先行 F/S

図 6.26 盛土標準図

6.6.3 法面防護工

先行 F/S において、橋台周辺の護岸工事が計画されており、また Chalan Beel を通過する区間（Saratnagar 駅－Lahirimohanpur 駅－Ullapara 駅間、約 13 km）には、強風時に発生する波浪による浸食を防ぐための、腹付け盛土側に法面保護工事が計画されている。

現地調査では、盛土の浸食が激しい箇所は見当たらなかったが、河川や周辺地域の氾濫により盛土が浸食を受けやすい箇所については、現場の状況を確認の上、法面保護工の設置を適宜、計画する。また、河川部においては護岸工や水制などを適宜、計画する。

No.98 橋梁付近の法面保護工の様子を以下に示す。バングラデシュではコンクリートのブロックを並べて、法面保護工や護岸工を設置することが多い。



法面防護工



護岸工（工事中）

出典：JICA 調査団

図 6.27 No.98 橋梁付近の法面防護工および護岸工

6.6.4 線路中心間隔短縮による土工量の削減

6.3.2 や 6.4.2 で述べたとおり、線路中心間隔を 6.0m に短縮することにより、土工量の削減が可能である。削減量は、盛土高さなどの条件によるが、2－8%程度である。全体の工事費に比べて土工量の削減による工事費の削減量は、さらに小さな数値となるが、盛土材料の入手が容易ではないバングラデシュにおいては、大きな効果があるものと思われる。

6.7 駅施設

6.7.1 計画（新駅、改修、改築）

現在、ジョイデプールーイシュルディ間には 24 の駅があり、本事業では、タンガイル駅－Bangabandhu Setu East 駅、タンガイル駅－Mohera 駅、ジョイデプール駅－Mouchak 駅の間にそれぞれ新駅を建設し、合計 27 駅になる計画である。

また、既存の 24 駅のうち、ジョイデプール駅、Hi Tech City 駅（2018 年に開業）、Bangabandhu Setu West 駅・Bangabandhu Setu East 駅（ジャムナ鉄道専用橋建設事業で改修中）を除く 20 駅で、改修または改築を行う計画である。

内訳は表 6.18 の通りである。

表 6.18 駅の計画

	西側 (ISD-BBW)	東側 (BBE-JYD)	合計
新駅	-	Elenga, Karotia, Mirer Bazar	3駅
改修	Shahid M. Mansur Ali, Jamtoil, Ullapara, Lahirimohanpur, Chatmohar, Mooladuli, Majhgram, Ishurdi Bypass, Ishurdi	Mouchak, Mirzapur, Mohera, Tangail	13駅
改築	Salop, Dilpashar, Saratnagar, Baral Bridge, Bhangura, Guakhara, Gafurabad		7駅
対象外	Bangabandhu Setu West	Joydebpur, Hi Tech City, Bangabandhu Setu East	4駅

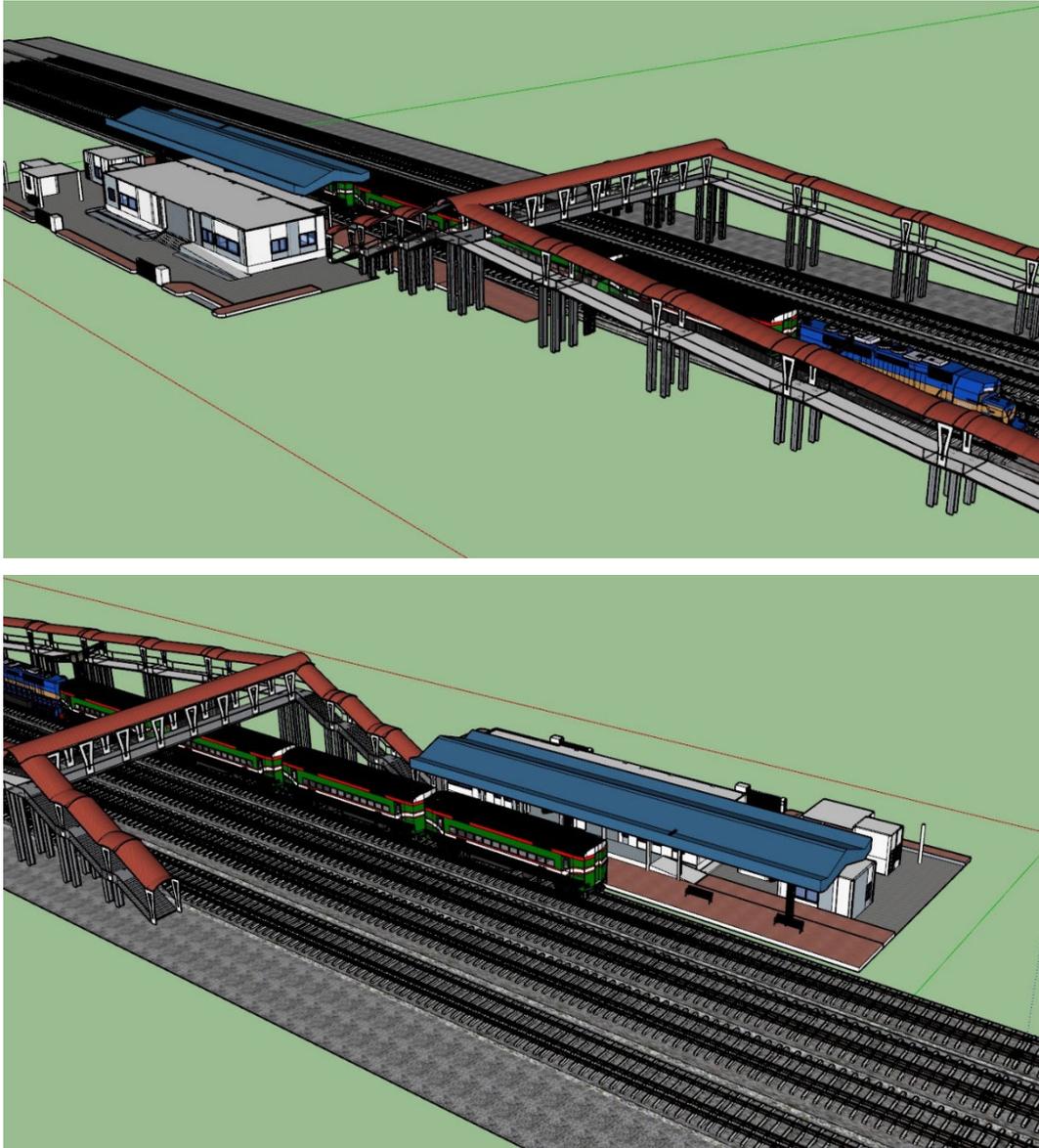
出典：JICA 調査団

6.7.2 完成予想図

既存の図面を基に作成した完成予想図を次ページ図 6.28 に示す。

線路を挟んだプラットフォームを結ぶ跨線橋には、バリアフリーの観点から、車椅子利用者や足腰の弱い高齢者が歩きやすいように、階段の横にスロープも設置されている。なお、エレベータやエスカレータの設置については、本事業の完成後に、追加工事として実施するものとする。

また、各駅に駅前広場および駅前広場への道路も必要である。



出典：JICA 調査団

図 6.28 標準的な駅の完成予想図

6.7.3 貨物駅計画

現在（2023年時点）、ジョイデプルーイシュルディ間では、線路容量に余裕がないことやジャムナ橋区間の重量制限などから、貨物列車の運行は1日平均2本程度（MGの列車）である。貨物の取り扱いはUllapara駅とBangabandhu Setu West駅などで行われている程度である。主な貨物の種類は、穀物などの軽量貨物、石油類ならびに建設資材である。

下記にジョイデプルーイシュルディ間を走る貨物列車の写真を示す。



出典：JICA 調査団

図 6.29 貨物列車（Ullapara 駅）

今後、ジャムナ鉄道専用橋や本事業の完成により、より多くの貨物列車の運行が可能となるが、その一方、ダッカ側の貨物取り扱い設備が不十分である。

このことから、BR は、Mouchak 駅または Mirzapur 駅に、10 線（うち 2 本の積み卸し線）を有する貨物取り扱い設備の整備計画を検討している。

本事業では、この貨物取り扱い設備の整備を含まないこととするが、貨物取り扱い設備の整備はインド方面からの貨物輸送の効率化が図られるとともに、BR の増収にも寄与することから、詳細設計段階において BR とその必要性について協議し、用地の取得ならびに貨物取り扱い設備の計画を行うものとする。

また、ジョイデプルーイシュルディ駅の 1 つダッカ側の Dhirasram 駅近くに内陸コンテナ基地（Inland Container Depot ; ICD）の計画が進められている³。この ICD は、ダッカ市内にある既存の ICD を移転し、ダッカの北部地域にある工業地帯（主にアパレル産業）の利便性を向上することを目的としている。この ICD が完成（時期は未定）すると、ジョイデプルーイシュルディ間でもコンテナ輸送が開始されると思われる。

6.8 信号と通信

6.8.1 全体概要

ジョイデプルーイシュルディ区間の複線化に対応した信号装置と踏切設備の改良工事、及び同区間の CTC 化工事について計画する。

³ Feasibility Study Report of “Construction of a new ICD including ancillary works and new rail link with the ICD from Pubail and Dhirasram railway stations including access for private sector investments”, ADB, 2019

(1) 駅のクラス

BR では、駅の設備に応じてクラスが設定されており、ジョイデプール駅ーイシュルディ駅には、以下に示す駅のクラスがある。

- ▶ B クラス駅：転てつ機や信号機と閉そくを制御する駅で、連動装置が設置される駅
- ▶ D クラス駅：連動装置が設置されない停留所

(2) ABS 閉そく方式の採用

ジョイデプール駅ーイシュルディ駅の区間は、General and Subsidiary Rules (Bangladesh Railway, 1981) にて定める ABS (Absolute Block System) 閉そく方式で統一する。同区間における ABS 条件の送受信は、光ケーブル (Optical Fiber Cable ; OFC) を介して行う。

(3) B クラス駅の新設

同区間における輸送力(線路容量)増強のため、B クラス駅として 3 駅を新設する (Elenga、Karotia、Mirer Bazar)。

(4) CBI の導入

BR の方針に沿って、B クラス駅には ABS 機能を統合した電子連動装置 CBI (Computer Based Interlocking) を導入する。

(5) 既設連動装置の更新

既設継電連動装置 RI (Relay Interlocking、イシュルディ駅のみ) と既設 CBI は、老朽化が進み複線化・CTC 化へ対応する改修が困難であるため、CBI の新設により連動装置を更新する。

(6) 別プロジェクトとの関連

将来の複線化・CTC 化を前提にして別プロジェクトにおいて新設される CBI については、その使用開始後に本事業において改修を実施する (Shahid M. Mansur Ali 駅、Bangabandhu Setu West 駅、Bangabandhu Setu East 駅)。

(7) 信号機器室の新設

既設連動装置が設置されている信号機器室 SER (Signaling Equipment Room) には室内スペースの余裕がない前提で、CBI を新設するための新たな SER を設ける。

(8) CTC の使用開始

ジョイデプール駅ーイシュルディ駅間での複線化に対応した信号装置と踏切設備の改良が全て完了した後に、Paksey OCC (Operations Control Center) において CTC (Centralized Traffic Control) を使用開始する。

信号通信の全体概要について、次ページの図に示す。



ABS: Absolute Block System, CBI: Computer Based Interlocking, CTC: Centralized Traffic Control, OCC: Operations Control Center, OFC: Optical Fiber Cable, SER: Signalling Equipment Room

出典：JICA 調査団

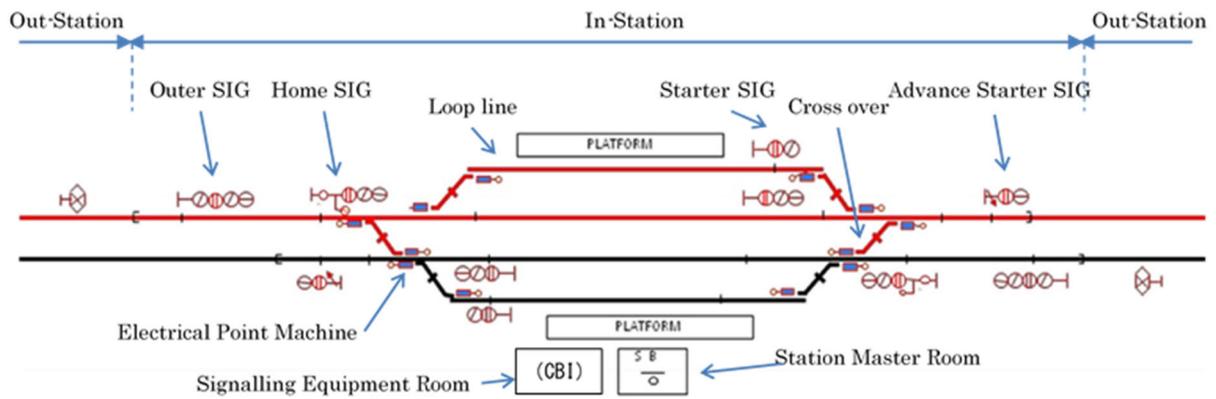
図 6.30 信号通信の全体概要

6.8.2 駅構内

(1) 配線略図と信号機配置

各 B クラス駅の配線略図と信号機配置の案は、先行 F/S の添付図面（GENERAL DRAWINGS（5060089-5.1-ST-1101～1123））による。これらの案は、今後の列車運用計画等に基づき最終的に BR により承認・決定されることになるが、工事費と工期の観点において設備数（待避線と渡り線）は少ない方が望ましい。

B クラス駅の典型的な配線略図例を下図に示す。



出典：JICA 調査団

図 6.31 B クラス駅の配線略図例

(2) 信号通信機器構成

B クラス駅の基本的な機器構成例について、図 6.32 に示す。

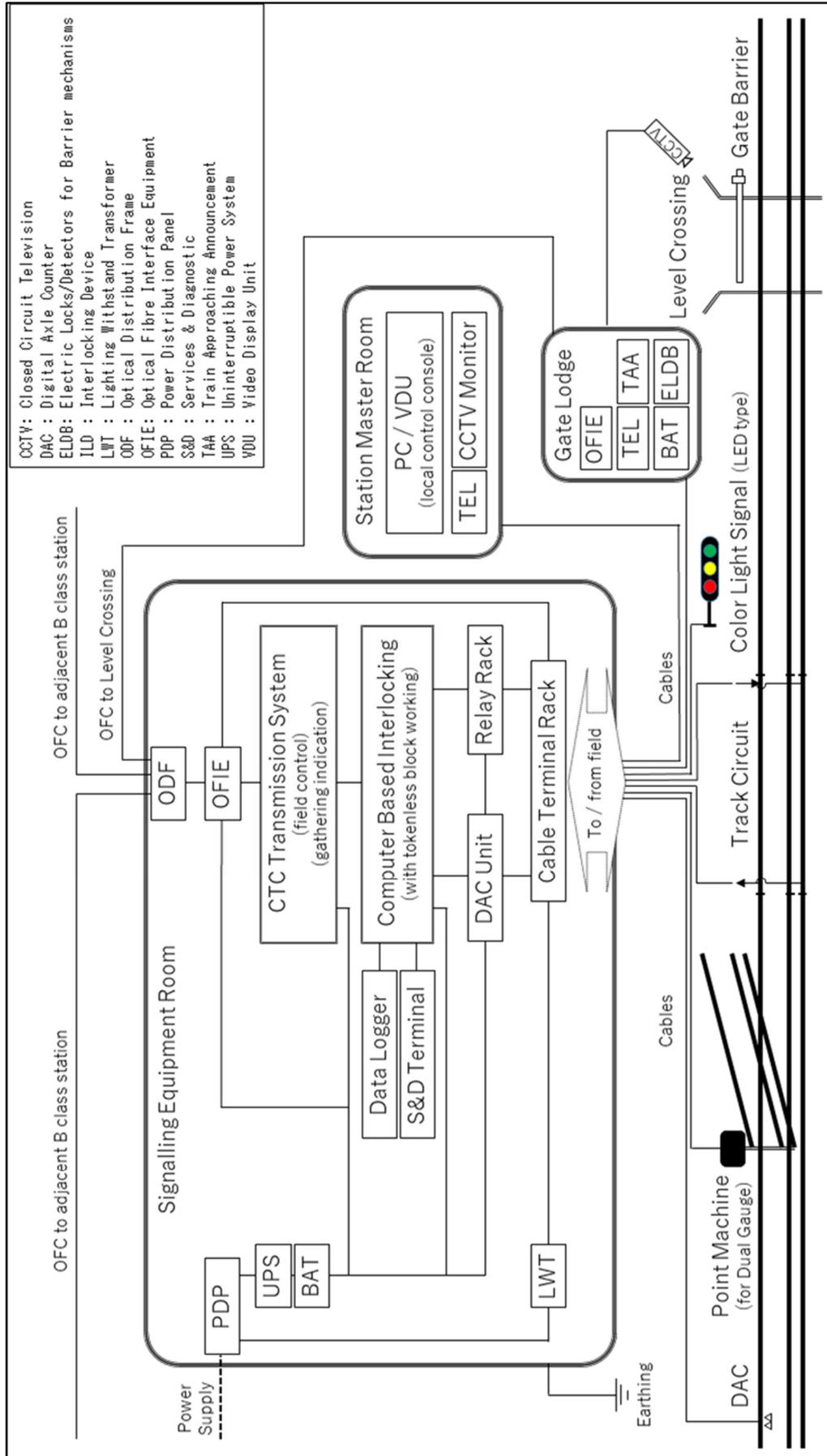


図6.32 Bクラス駅の機器構成例

出典：JICA調査団

(3) 計画・設計における留意点

本事業の計画・設計を進めるにあたり、留意すべき主な内容を機器・設備等毎に列記する。

a. 軌道回路

- 現地電源事情が不安定である実態を考慮し、蓄電池による無停電化が容易な直流軌道回路の導入を前提とする。
- 詳細設計においては、冠水被害の可能性や鉄枕木区間の有無と BR の意向を再確認し、必要により車軸検知方式への変更について検討する。

b. アクセルカウンタ

- Block working のために各駅の Advance Starter 信号機と Home 信号機付近には、安全度水準 SIL4 (Safety Integrity Level 4) 適合の Digital Axle Counter を設置する。

c. 電気転てつ機

- BR では直流 110V タイプが一般的であるが、以下の主な要求条件を満たすのであれば交流 110V タイプも設置することができる。
 - ① 60K レール 3 線軌条分岐器の転換に対応。
 - ② 3 本のトングレール先端について個別に検知可能。
 - ③ 転換開始から 7 秒後に完了とならない場合は、自動的に動力電源断とする機能構成。
 - ④ その他。
- 複線化により、同タイミングで転換される可能性のある転てつ機の最多数は、倍増となる見込みである。詳細設計では最大電源容量について再確認し、必要により電力との調整を行う。

d. 色灯信号機

- BR が定めている信号機見通しに必要な距離は、100 km/h 以上の区間で 800 m、100 km/h 未満の区間で 600 m である。

e. 蓄電池

- 充電完了後、システム (信号・通信・CTC) の正常動作を 12 時間以上補償する容量が必要である。

f. 無停電電源装置 (UPS : Uninterruptible Power System)

- インバータが故障した場合には、瞬時停電を発生させず商用電源へ切替えを行う。
- メンテナンス時に商用電源を負荷に直接供給するための、バイパス回路を備える。

g. 非常用発電機

- 本事業では、AC400V3 相の発電機設置を電力にて計画する。

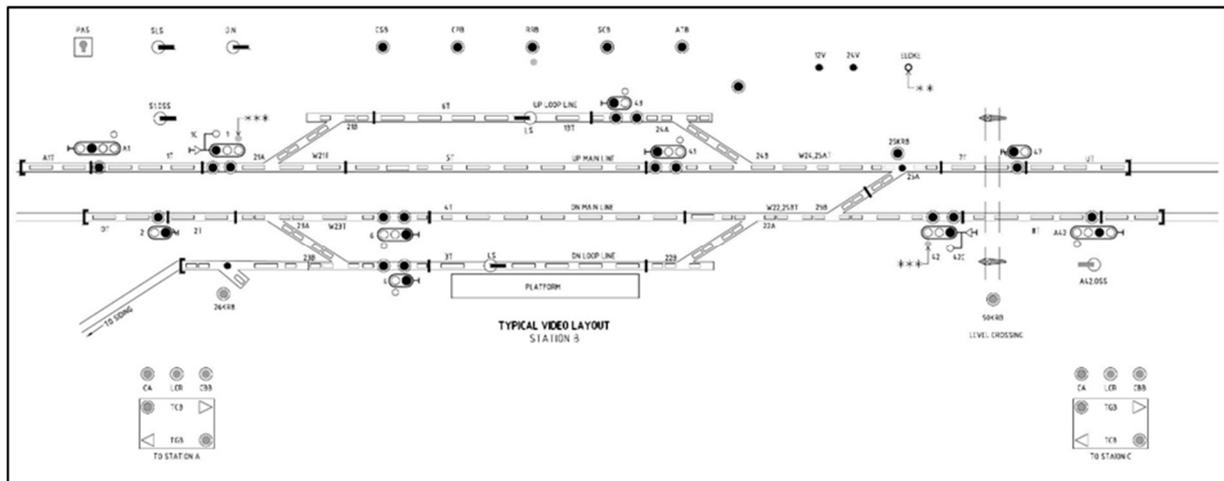
h. ケーブル

- 屋外でのケーブル布設は、BANGLADESH RAILWAYS SIGNAL ENGINEERING MANYUAL (07 Sep. 2009), 939.Cable Type and Requirements に則り、深さ 1m での地下埋設を基本とする。ただし、ケーブル接続箇所は地下埋設せずに、ハンドホールや接続箱を設置して施工する。現地の状況によってこの施工に依れない場合等は、ケーブルトラフ収容による施工も検討する。
- 線路横断、橋梁上、踏切道横断の箇所では、パイプまたはダクトにより防護する。
- 詳細設計では、予備 10% を目安として各ケーブルの芯線数を算定する。
- 各駅間に布設する 2 本の光ケーブルについて、そのメインルートは新設線路の北側と既設線路の南側に分離することを基本とする。なお、既設線路の南側のルートについてはケーブルトラフ収容による施工を検討し、工事工程の短縮を図る。

i. 電子連動装置

- 安全度水準 SIL4 (Safety Integrity Level 4) に適合しており、入出力部を含めてホットスタンバイ方式の CBI を導入する。
- CBI には ABS 機能が統合されており、そのほか関連する踏切遮断状況やクランクハンドル使用状況等について画面表示する。

CBI の典型的な画面表示例について、図 6.33 に示す。



出典：先行 F/S

図 6.33 CBI の画面表示例

6.8.3 踏切

(1) 踏切の種類

踏切は、道路の交通量、列車の速度、勾配等の地理的条件に応じて、重要度（規模）が大きい順に Special、A、B、C、D にクラス分けされている。

(2) 踏切の設備

本事業の計画・設計を進めるにあたり、留意すべき主な内容を機器・設備等毎に列記する。

a. ゲートバリア

- Special、A、Bクラスの踏切には、Manual Gate Barrier を新設する。複線化に支障しない既設線側についても、老朽化している前提で交換する。
- 信号条件と連動させる踏切においては、Boom locking 機能付とする。

b. キートランスミッタ

- 信号条件と連動させる踏切には、Gate Lodge 内にキートランスミッタ ELDB (Electric Locks/Detectors for Barrier mechanisms) を設置する。

c. 電話機

- Cクラスを除く全ての踏切には、Gate Lodge 内に IP Phone を設置する。
- IP Phone の回線は、最寄りの駅信号機器室 (SER) と接続する。

d. 接近警報機

- Special および Aクラスの踏切には、踏切に列車が接近している事を車・人に対して警告する接近警報機 (Approach Warning System) を設置する。
- 駅構内の Bクラス踏切における接近警報機の設置可否について、詳細設計で箇所個別に検討する。
- 接近警報機は、ベル・ブザー音を発する機器と、点滅する2個の赤色灯により構成される。
- 接近警報機の鳴動開始と鳴動停止の条件には、基本的にアクセルカウンタを使用するが、駅構内の踏切では軌道回路の条件を使用することで信頼性を高める。

e. 接近案内装置

- 接近警報機を設置する踏切では、列車が進来する方向を表示する接近案内装置 (Train Approaching Announcement ; TAA) を Gate Lodge に設置する。

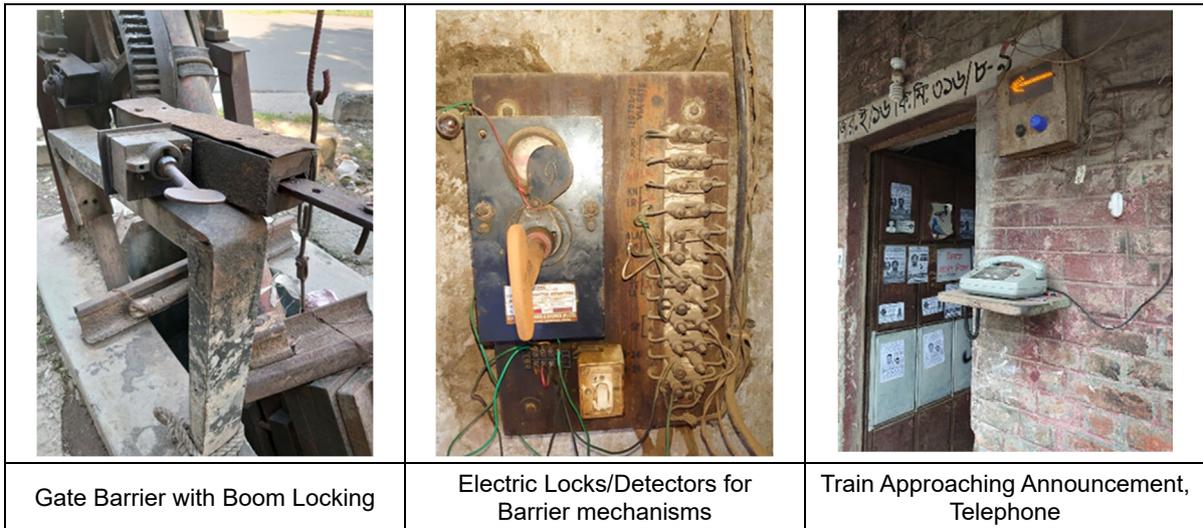
f. CCTV カメラ

- Special および Aクラスの踏切には、踏切の状況を確認することができる CCTV カメラを2台ずつ新設する。
- CCTV の映像は、最寄り駅の駅長室と CTC に新設するモニタで確認する。

g. 電源

- 信号通信設備用の電源は、最寄りの駅信号機器室(SER)から供給することを基本とするが、距離が長い駅間の一部踏切では電力公社 (Polli Biddut Samaity ; PBS) より個別受電する方針で電力と調整している。
- 蓄電池については駅構内と同様に、システム (信号・通信) の正常動作を12時間以上補償する容量とする。

既存の踏切設備の写真を下記に示す。



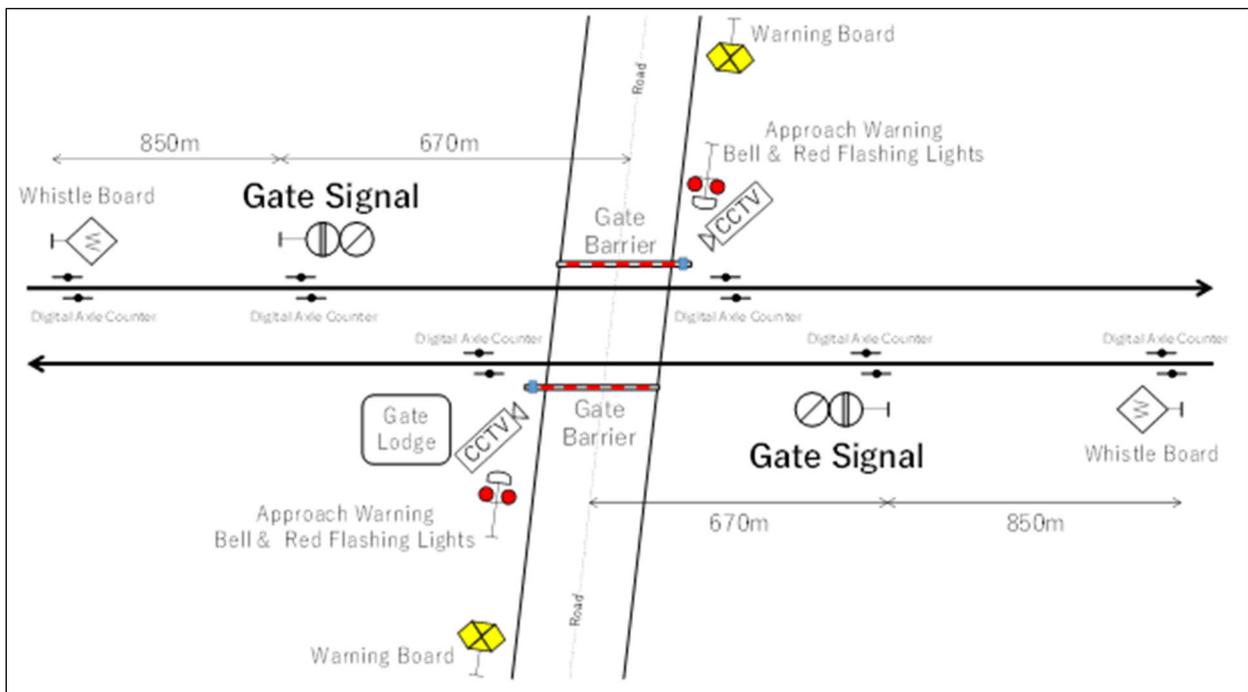
出典：JICA 調査団

図 6.34 既存の踏切設備

(3) ゲートシグナル

駅間の Special および A クラス踏切にはゲートシグナルを設置し、その信号条件と連動させる。接近警報機の鳴動開始と鳴動停止の条件には、アクセルカウンタを使用する。

ゲートシグナルとアクセルカウンタの基本的な設置例について、以下に示す。



出典：JICA 調査団

図 6.35 ゲートシグナルとアクセルカウンタの設置例

(4) 踏切への遮断指示

現在、各踏切では列車の進来方向に関わらず、ゲートマンは最寄りの駅長から直通電話で口頭指示を受けてゲートバリアを降下させている。

CTC 化後、通常運用（中央集中制御）でゲートマンは CTC からの直通電話で口頭指示を受けることになるが、解放時（当該駅は非集中制御）には、従前と同様に最寄りの駅長から直通電話で口頭指示を受ける。

(5) Special、A および B クラス踏切の設備

本事業において改良予定である Special、A および B クラス踏切箇所と、その新設する信号通信設備を表 6.19 に示す。

(6) C クラス踏切の設備

ゲートマンが配置されていない C クラス踏切において列車接近ベルの設置を検討するように BR よりコメントを受け、以下の前提条件に基づき設置する提案箇所を Appendix 6-3 に示す。

- 列車接近ベルは、列車が踏切の約 500 m 手前相当に接近した時点から動作開始する。
- 工事工程と工事費の増加を避けるため、列車接近ベルの動作開始と動作終了の条件は各駅の CBI から出力される軌道回路等のリレー条件を利用する。
- 設置対象箇所は、駅構内にある C クラス踏切とする。
- その他、詳細設計において箇所個別に検討する。

(7) GPS 機能活用の検討

C クラス踏切については GPS（Global Positioning System）機能を活用した設備とするように、BR より追加のコメントを受けた。

- 詳細設計において、GPS 機能を活用した列車接近検知の手法を検討し、その導入に向けた追加コスト、工事工程や課題について確認する。

表6.19 踏切への信号通信設備設置

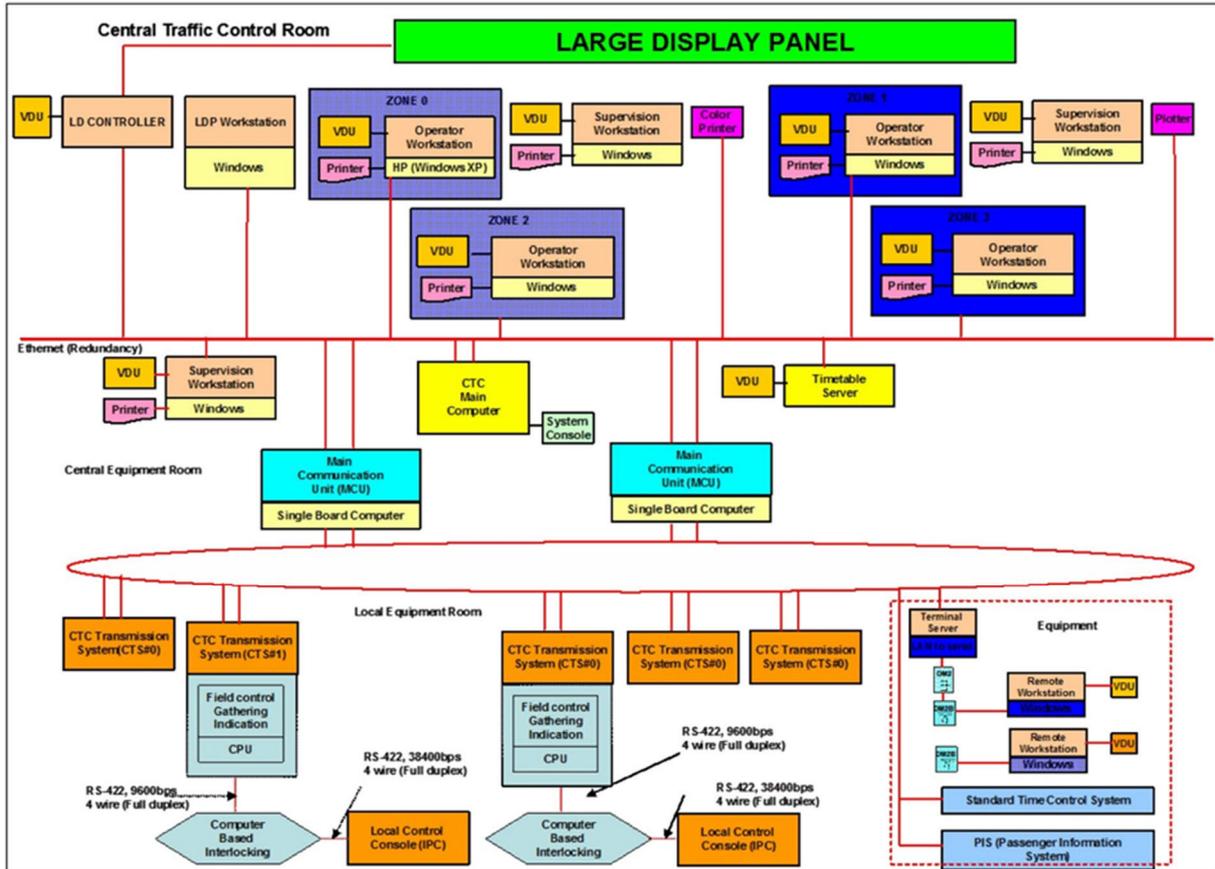
No.	Level Crossing	Design Kilometre	Class	Categori	Protection Arrangement	IP TEL	Approach Warning to Road	CCTV Monitoring	Gate Signal	Power Supply	Remark
1	T/7	216k046m	Special	In-station	interlocked with Mooladuli CBI	○	○	○		Mooladuli SER	Proposed RoB
2	E/24	238k175m	Special	Out-station	interlocked with Bhangura CBI	○	○	○		Bhangura SER	Change to In-station
3	T/38	262k602m	Special	In-station	interlocked with Ullapara CBI	○	○	○		Ullapara SER	Proposed RoB
4	E/78	281k006m	A	Out-station	localized signaling & interlocking	○	○	○	○	PBS	Will be implemented in another project
5	E/76	282k494m	A	Out-station	localized signaling & interlocking	○	○	○	○	PBS	Will be implemented in another project
6	E/62	306k367m	B	Out-station		○					TEL connect to Elenga, Replace gate barrier
7	E/61	306k939m	Special	Out-station	localized signaling & interlocking	○	○	○	○	PBS	TEL connect to Elenga
8	E/59	308k299m	B	Out-station	interlocked with Elenga CBI	○	△			Elenga SER	Change to In-station
9	T/53	316k016m	A	In-station	interlocked with Tangail CBI	○	○	○		Tangail SER	
10	E/45	322k613m	A	Out-station	interlocked with Karotia CBI	○	○	○		Karotia SER	Change to In-station
11	E/44	322k751m	B	Out-station	interlocked with Karotia CBI	○	△			Karotia SER	Change to In-station
12	T/36	331k757m	B	In-station	interlocked with Mohera CBI	○	△			Mohera SER	
13	T/29	340k799m	B	In-station	interlocked with Mirzapur CBI	○	△			Mirzapur SER	
14	T/28	341k854m	B	In-station	interlocked with Mirzapur CBI	○	△			Mirzapur SER	
15	E/19	352k752m	B	Out-station		○					TEL connect to Hi Tech City, Replace gate barrier
16	E/18	353k363m	A	Out-station	localized signaling & interlocking	○	○	○	○	PBS	TEL connect to Hi Tech City
17	E/16-2	355k272m	A	In-station	interlocked with Hi Tech City CBI	○	○	○		Hi Tech City SER	
18	E/15	360k211m	B	Out-station		○					TEL connect to Mouchak, Replace gate barrier
19	T/14	361k610m	B	In-station	interlocked with Mouchak CBI	○	△			Mouchak SER	
20	E/12	363k929m	B	Out-station		○					TEL connect to Mouchak, Replace gate barrier
21	E/2	376k498m	Special	Out-station	localized signaling & interlocking	○	○	○	○	PBS	TEL connect to Joydebpur
22	T/1	377k914m	Special	In-station	interlocked with Joydebpur CBI	○	○	○		Joydebpur SER	

出典：JICA調査団

6.8.4 CTC (列車集中制御装置)

(1) システム構成

Paksey OCC を拠点とした CTC システム構成案は、以下に示すとおりである。



出典：先行 F/S

図 6.36 CTC システム構成案

(2) 計画・設計における主な留意点

a. ネットワークの安全性

- IEC62280 (EN50159-2):Railway applications - Communication, signaling and processing systems - Safety related communication in transmission systems による。

b. 中央で表示・リモート制御する内容の早期整理

- 仮に、途中でユーザー要望等を受けて変更が生じると、中央装置だけではなく現場機器も含めたシステム全体の設計・制作への影響が大きいため、具体的な仕様について詳細設計で速やかに BR と整理していく必要がある。

例として、

- ① 駅間における Special および A クラス踏切とゲートシグナルとの連動状況を、中央で表示させるか？
- ② イシュルディ駅やジョイデプール駅における入換信号機 (Shunting Signal) による車両入換作業等も、中央から制御するか？

6.8.5 その他

(1) 信号機器室

- 詳細設計において機器配置レイアウト案を作成するにあたり、将来に亘り継続して同機器室が利用できるよう、機器更新用スペース (約 30%) やケーブル出入口のサイズ・配置を考慮する必要がある。建物地表階のケーブル引込み箇所にはハンドホールを設置し、防犯・小動物侵入防止処置を施工する。
- 床は、フリーアクセス式を導入することを推奨する。(施工性、雷害対策、保守の観点で優位)

既設信号機器室内の状況を下記に示す。



出典：JICA 調査団

図 6.37 既設信号機器室内の状況 (Hi Tech City 駅)

6.9 電力

6.9.1 概要

ジョイデプール駅ーイシュルディ駅間の複線化工事に必要な電力供給をするための電源設備新設を行う。具体的には、複線化に伴い新設される連動駅などの信号通信設備及び駅舎などの建築設備への電源供給を計画する。

6.9.2 電源設備の現状

(1) 既設電源システム調査

ジョイデプール駅ーイシュルディ駅間の 27 駅と Paksey BR オフィスについて、現在の受電設備の状況調査を行った。この区間の電源は農村電化組合 (Polli Biddut Samaity ; PBS) という電力公社の管轄範囲となる。

既設各駅の受電設備を表 6.20 に示す。三相受電の駅 (Paksey BR オフィス配電所を除く) は 20 駅、単相受電の駅は 4 駅であることが分かった。典型的な既設電源設備の状態を図 6.38 に示す。

既設電源システムの現況を Appendix 6-4-1 に示す。

(2) 既設電源システムの特徴

調査により確認された既設電源設備の特徴を以下に記す。

- ① 駅近傍の電柱上に 11 kV / 220V 特別高圧変圧器が敷設されており、単相変圧器 3 台で構成される
- ② PBS との保守 / 建設責任分界点は電力量計となる
- ③ 電力量計は高圧変圧器二次側に設備されている
- ④ 連動駅は全て非常用発電機を持ち、給電時間は少なくとも 7 時間以上であった
- ⑤ 連動駅は全て常用非常切替盤を持ち、自動切替よりも手動切替の方が主流である
- ⑥ 連動駅は蓄電池設備を持つ
- ⑦ タンガイル駅にのみ自動電圧調整装置 (Automatic Voltage Regulator ; AVR) が設備
- ⑧ B クラス踏切と C クラス踏切には電源供給はなし
- ⑨ 線路上空に電力公社財産である架空横断電力線路が延線されていることが確認された

表 6.20 各駅を受電設備

No.	駅名等	受電方式		信号負荷	発電機	太陽光 発電設備	現状の 負荷容量 (調査による) kW	現状の 発電機容量 (信号負荷専用) kVA
		単相	三相					
1	Paksey Sub-Station for CTC Center		○	○	○	×	240	30
2	Ishurdi Jn.		○	○	○	×	240	30
3	Ishurdi Bypass		○	○	○	×	30	11.5
4	Majhgram		○	○	○	×	30	11.5
5	Mooladuli		○	○	○	×	2	11.5
6	Gafurabad	○				×	0.5	0
7	Chatmohar		○	○	○	×	15	11.5
8	Guakhara					×	0.5	0
9	Bhangura		○	○	○	×	15	11.5
10	Baral Bridge	○				×	1	0
11	Saratnagar		○			×	2	0
12	Dilpashar		○	○	○	×	14.9	11.5
13	Lahirimohanpur		○	○	○	×	14.9	11.5
14	Ullapara		○	○	○	×	14.9	11.5
15	Salop	○				×	0.5	0
16	Jamtoil		○	○	○	×	15	11.5
17	Shahid M. Mansur Ali		○			×	9	0
18	Bangabandhu Setu West		○	○	○	×	X	40
19	Bangabandhu Setu East		○	○	○	×	X	40
20	Elenga					×	0	0
21	Tangail		○	○	○	×	25	40
22	Karotia	○				×	1	0
23	Mohera		○	○	○	×	30	40
24	Mirzapur		○	○	○	×	30	40
25	Kaliakoir		○	○	○	×	60	40
26	Mouchak		○	○	○	×	60	40
27	Mirer Bazar					×	0	0
28	Joydebpur		○	○	○	×	200	40
29	Important LC (Special + A) × 8 locations							

出典：JICA 調査団



出典：JICA 調査団

図 6.38 電源設備の現状

6.9.3 電源設備の新設計画

(1) 基本設計思想

バングラデシュ国内では日常的に停電が発生しており、長時間電源が復帰しないことも頻繁にある。特に都市圏よりも地方での停電の頻度が多いことが通例である。また、電圧は不安定で、重負荷の時間帯には標準電圧から相応に落ち込んでいることが予測される。一方で、信号電源に許容される電圧変動率は、±10%である。

このような電源事情に対して、以下のような設計思想とする。

- ① 比較的電圧が安定している高压受電とする
- ② 基本的な電圧変動を抑えるために、自動電圧タップ切替器 (Load Tap Changer ; LTC) 付三相4線変圧器を使用する
- ③ 細かな電圧変動に対しても修正できる自動電圧調整器 (AVR) を使用する
- ④ 商用系停電時の予備系として非常用発電機 (Emergency Generator ; EG) を設置する

LTC 付変圧器は巻線比を自動的に変更することにより、電圧を調整する。エネルギーロスを減らすことができる一方で、価格が比較的高く定期的なメンテナンスを必要とする性質を持つ。

AVR は LTC 付変圧器よりも価格が比較的安くメンテナンス面での負担も少ない。また、バングラデシュでは電圧変動に対して一般的に AVR を使用していることから受け入れやすい設備である。

信号設備の電源が喪失すると、安全安定輸送に大きな影響を及ぼす。そのため、商用電源停電時に電源供給を行う EG の役割は極めて重要である。よって、安価で故障し易い製品ではなく、高品質で信頼性の高い製品を選ぶことが重要である。

次に、PBS 高压系統への接続については、以下の接続方針とする。

- ① 基本的に、11 kV で受電する
- ② 変圧器容量が 500 kVA 以上の場合、保護機能を持つ遮断器を設置する
- ③ 変圧器の設置方法について、112 kVA 未満は柱上変圧器、112 kVA 以上は地上変圧器とする

(2) 新設電源システム計画対象箇所

本事業において設置する新設電源装置は以下の箇所とする。

- ① Bangabandhu Setu West 駅、Bangabandhu Setu East 駅を除く 25 駅
- ② Paksey BR オフィス (CTC センターを含む)
- ③ 信号通信電源が必要となる駅中間の重要踏切 5 箇所

Bangabandhu Setu West 駅と Bangabandhu Setu East 駅はジャムナ橋梁新設プロジェクトにより整備されるため今回の電源計画では不要となる。

本準備調査の信号通信専門家に確認した結果、本事業で電源が必要である踏切は以下の 5 箇所であることが分かった。

- ① E/78、281k006m (A クラス)
- ② E/76、282k494m (A クラス)
- ③ E/61、306k939m (Special クラス)
- ④ E/18、353k363m (A クラス)
- ⑤ E/2、376k498m (Special クラス)

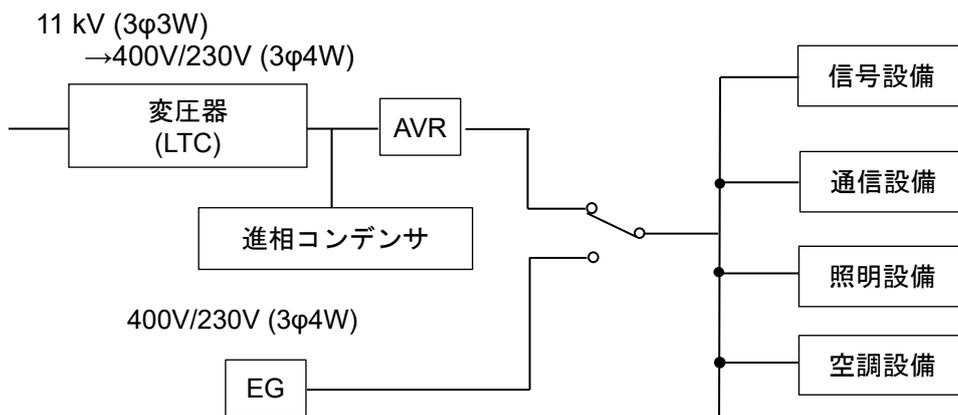
なお、Paksey BR オフィスにある配電所、イシュルディ駅にある配電所、ジョイデプール駅にある配電所は老朽化しているため、新設電源を含めて配電所更新することとする。

(3) 新設電源システム概要

今回新設する電源システムは、主として高圧受配電設備と非常用発電機にて構成される。電源については、各駅並びに踏切等に合った設備を検討する。

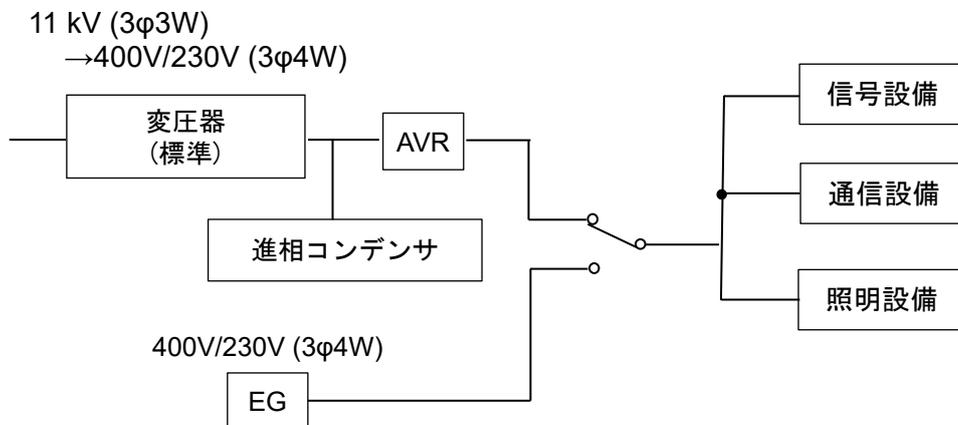
駅及び Paksey BR オフィスの電源設備の構成案を図 6.39 に示す。

また、踏切用の電源設備の構成案を図 6.40 に示す。



出典：JICA 調査団

図 6.39 駅及び Paksey BR オフィスの電源構成



出典：JICA 調査団

図 6.40 重要踏切の電源構成

非公開

非公開

6.9.4 その他

(1) 電力公社関係

電力計より上位側の詳細設計はプロジェクトのコントラクターにて行い、BR 経由で PBS に設計図書の提出を行う。PBS がその詳細設計を承認すれば施工可能となる。

電力計よりも上位側の施工は PBS によって行われ、その費用についてはプロジェクト側で準備を行う。なお、実際の施工においては PBS が発注者となり電力公社系の施工会社が受注者となる。また、PBS に関する全てのやり取りは BR 経由によって実行される。

なお、上記の確認結果はバングラデシュにおいての一般的な手法であるため、具体的な設計施工分担や費用負担については今後の ES 段階で詳細な協議を PBS と行う必要がある。

(2) 電力公社の架空送電線移転

バングラデシュの基準により、レールレベルに対する架空送電線の高さは最低 25ft (7,620 mm) 保たれる必要がある。ジョイデプールーイシュルディ間の本線では 25 ft を下回る架空送電線が存

在するため、基本設計及び詳細設計の際に PBS と調整を行う必要がある。25 ft を下回る架空送電線の位置は先行 F/S を参照。

(3) バングラデシュの電力設備基準

バングラデシュには鉄道に特化した電力関係の基準は存在しない。バングラデシュ国内の一般の電力基準 (Red Schedule) を鉄道の電気設備にも適用している。

(4) 太陽光発電設備

周囲の照射条件に左右される太陽光発電設備は信号設備に対する電源としては適さないが、駅舎などの建築設備に対して太陽光発電設備を適用することは問題ない。また、バングラデシュの電力国内基準 (Red Schedule) で、建築設備電源の一定量 (2-3%) は太陽光発電設備を使用することが規定されている。それゆえ、駅舎及び Paksey BR オフィスには太陽光発電設備を設置することを基本設計及び詳細設計段階で検討する必要がある。

6.10 運転計画

6.10.1 線路容量の算定と現状の事業実施区間の運行状況

(1) 線路容量の算定

線路容量は全体区間の内、もっとも容量少ない閉そく区間の容量によって決定される。このため現状の閉そく区間毎の線路容量を確認することとした。以下の単純化された線路容量の計算式を用い、各閉そく区間における線路容量を算定した。

なお走行時分には様々な要素が含まれるが BR の CBI においては、走行時間以外の信号、転てつ操作等の時間を、閉そく扱い時間に含めて算定することとした。

$$N = \frac{1440 \times f}{t + c}$$

- N : ある閉そく区間における線路容量
- f : 線路使用率
- t : 運転時分
- c : 閉そく扱い時間

線路使用率は路線特性によって変化するが、UIC リーフレット 406 において 70-60% の使用率が設定されている。本区間においては踏切が存在し、速度の異なる列車が走行することから mixed-traffic が適切であると考えられる。このため、線路使用率を 60% として設定した。

表 6.21 UIC406 によって定められた線路使用率

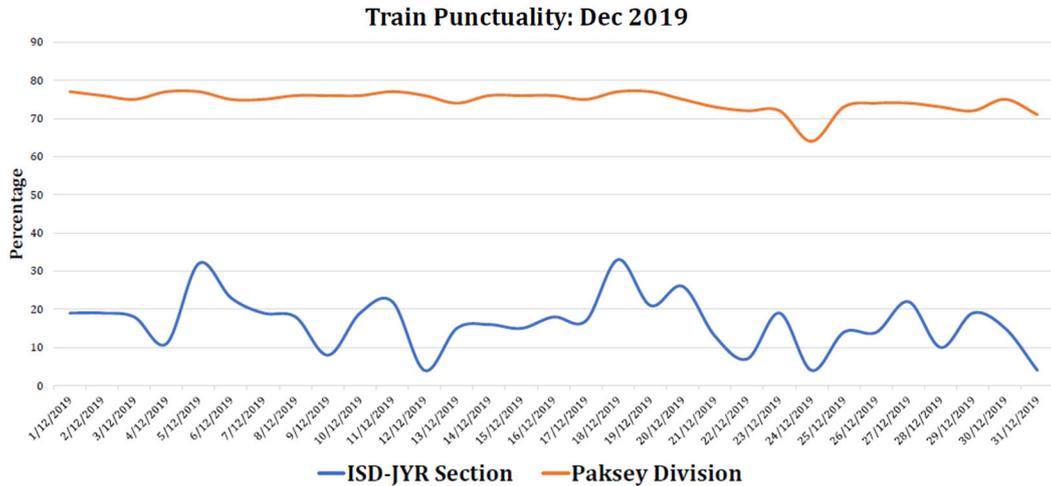
Type of line	Peak hour	Daily period
Dedicated suburban passenger traffic	85%	70%
Dedicated high-speed line	75%	60%
Mixed-traffic lines	75%	60%

出典 : UIC leaflet 406

(2) 本事業実施区間の運行状況

本事業区間では、一日最大 37 本の旅客列車と 2 本の貨物列車が走行しており、慢性的な遅延が問題になっている。

本区間の定時性は 2019 年においては 20–65% 程度であり、最も低い時期には地域平均から 75% 程度も低い値となっている。以下に 2019 年 12 月の定時率を示す。



出典：BR internal report

図 6.41 2019 年 12 月における本区間での定時性

BR はジャムナ橋区間がこの遅延の原因であると考えている。ジャムナ橋区間は最大で一日 31 本の旅客列車を通過させることとなるが、(1) で示した計算式を用いて算定を行うと 24–25 本程度が容量上の限界値であることがわかった。

$$24.69 = \frac{1440 \times 60\%}{30 + 5}$$

また同様の算定をおこなうと、タンガイル駅–Bangabandhu Setu East (BBE) 駅間は 37 本を通過させる必要があるのに対して、25–26 本程度が容量上の限界である。

以下に現状の閉そく区間ごとの線路容量を示した。なお算定に当たっては、現状の表定速度である 44 km/h を用いている。

表 6.22 閉そく区間ごとの線路容量 (2023 年現在)

Section	Distance (km)	Capacity (Trains/day)
Ishurdi – Majhgram	6.18	61.71
Majhgram – Mooladuli	5.65	66.46
Mooladuli – Chatmohar	13.35	36.00
Chatmohar – Bhangura	9.45	48.00
Bhangura – Lahirimohanpur	14.72	33.23
Lahirimohanpur – Ullapara	8.00	54.00
Ullapara – Jamtoil	12.31	39.27
Jamtoil – BBW	10.83	43.20
BBW – BBE	9.23	24.69
BBE – Tangail	20.90	25.41
Tangail – Mohera	15.73	32.00
Mohera – Mirzapur	10.14	45.47
Mirzapur – High-Tech City	13.60	36.00
High-Tech City – Mouchak	7.17	57.60
Mouchak – Joydebpur	16.01	32.00

出典：JICA 調査団

なお、定時性の高い運行計画の策定には正確な列車毎の運転曲線が必要となる。本調査において運転曲線を確認することができなかつたため、E/S 段階での運行計画策定時に運転曲線を始め、その他の算定に必要な要素の妥当性を検証する必要がある。

6.10.2 輸送計画策定に関連する諸条件

本事業において現状の運転条件に対して、新たな運転計画上の制約となる急曲線、急こう配は発生しない。構内配線に関しては各連動駅に最低でも一か所、750 m の有効長を設けることとし、列車の運行計画上の制約は無いこととして検討した。ただし、ジョイデプール駅、Chatmohar 駅、Saratnagar 駅、および Jamtoil 駅では有効長確保のため、踏切の移設が必要になる可能性がある。この点は E/S 段階において、詳細な配置検討が必要である。

運転速度については、既存区間は改修等を実施しないため現状の運転速度である 90 km/h (旅客)、60 km/h (貨物) が運行計画上の速度となる。信号方式については、現状の CBI を CTC 化するが、閉そく扱いは自動ではなく指令員によるため、閉そく扱い時間は CTC 化後にも必要となる。

これらを踏まえると、複線化完了後の運行計画は既存線区の運転条件とほぼ同等となると考えられ、このため線路容量の算出には、表定速度である 44 km/h を用いて算出を実施する。6.2 章において示された各種諸元や、6.3 章にて提案された配線によって容量を検討する。すなわちジョイデプール駅-イシュルディ駅間は、全区間を複線化、休止中の Sarat Nagar 駅を再開し、Elenga 駅、Karotia 駅、Mirer Bazar 駅の 3 駅を加えた 20 の連動駅、19 の閉そく区間で構成される。

本区間における容量は複線化完了後には現状の 25 本/日から 68 本/日となり、最も容量が少ない区間は BBE 駅-Elenga 駅間となる。

表 6.23 閉そく区間ごとの線路容量（本事業完成後）

Section	Distance (km)	Capacity (Trains/day)
Ishurdi – Majhgram	6.18	122
Majhgram – Mooladuli	5.65	132
Mooladuli – Chatmohar	13.35	72
Chatmohar – Bhangura	9.45	96
Bhangura – Saratnagar	4.22	156
Saratnagar – Lahirimohanpur	10.50	86
Lahirimohanpur – Ullapara	8.01	108
Ullapara – Jamtoil	12.31	78
Jamtoil – BBW	10.83	86
BBW – BBE	9.28	96
BBE – Elenga	14.14	68
Elenga – Tangail	6.76	114
Tangail – Karotia	7.64	108
Karotia – Mohera	8.09	100
Mohera – Mirzapur	10.14	90
Mirzapur – High-Tech City	13.61	72
High-Tech City – Mouchak	7.17	114
Mouchak – Mirer Bazar	7.96	108
Mirer Bazar – Joydebpur	8.05	108

出典：JICA 調査団

6.8.1 において述べたとおり、本調査においては現状の ABS を採用することとして算定を行った。この場合、各駅間に進入できるのは 1 列車のみである。駅間に閉そくを設ける（自動閉そく等）をすれば線路容量がさらに増大する可能性がある。

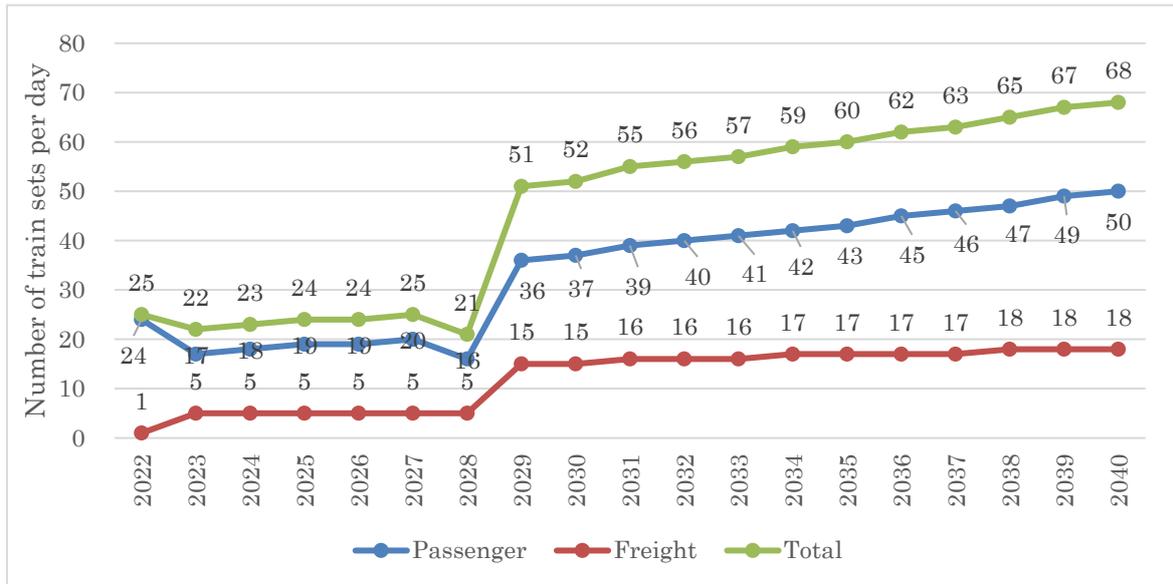
6.10.3 ジョイデプール駅ーイシュルディ駅間における運行本数および運行系統

需要予測に基づき本区間における運行本数を算出した。2023 年に Padma Bridge Rail Link（以下、パドマ橋ルート）が開通することで、本区間における Khulna 方面への輸送需要、インド方面への旅客輸送需要は代替可能であると考えられるため、イシュルディから北方面の国際列車が走行するものとして算出した。また、2028 年以降は Shahid M. Mansur Ali – Bogura ルートによって Kaunia、Lalmonirhat 方面の旅客需要に対応できるものと想定して、算定を行った。

本区間は 2040 年に貨物を含む最大容量の 68 本/日に到達することとなる。一部の列車は新設されるパドマ橋ルートへ振り分けることとなる。

インドの支援による Shahid M. Mansur Ali – Bogura 間のバイパス線が開通すると、一部の列車が Shahid M. Mansur Ali – Bogura ルートを走行でき、Shahid M. Mansur Ali – イシュルディ間の本数は減ると考えられる。ただし、同区間へと振り分けることができる本数は一定程度までにとどまることになると考えられる。

これは整備される区間が DG の単線であること、Bogura から先の区間が MG であることの二点から、同区間を運転する列車は MG 区間へ向かう列車に限定されるためである。2022 年現在、図 6.43 に示されている北西部地域の内、MG 区間へ向かう列車は 6 本程度あるため、Shahid M. Mansur Ali - Bogura 間開通後も大幅に本調査区間を走行する列車が振り分けられることができないとは考えにくい。なお、インド支援による Shahid M. Mansur Ali - Bogura 間のプロジェクトは、現時点（2022 年 4 月）において線路容量など輸送計画算定に必要な主要諸元が不明である。



出典：JICA 調査団

図 6.42 ジョイデプルーイシュルディ間における運行本数

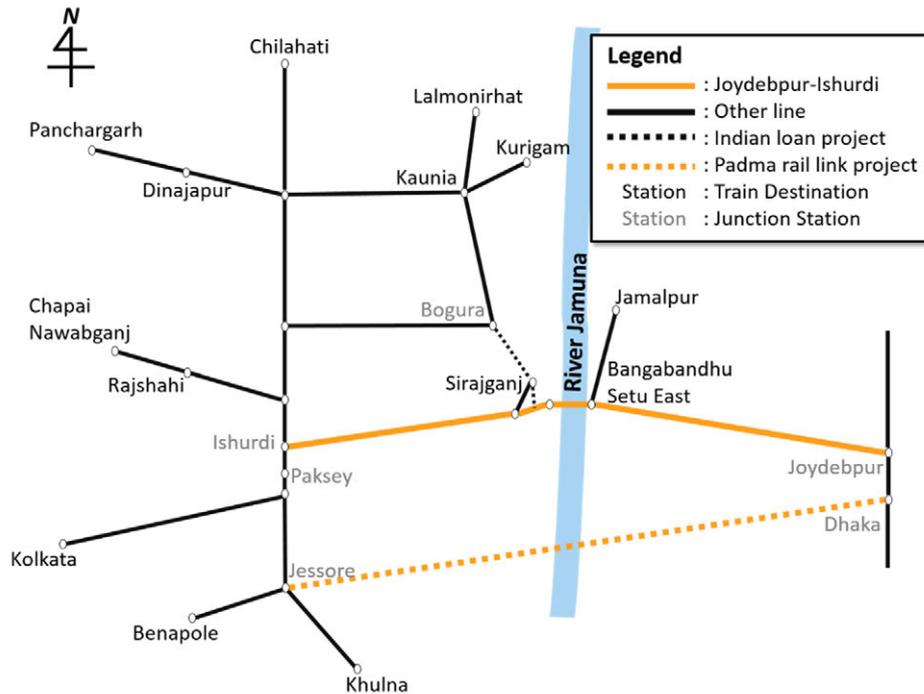
運行系統図を以下に示す。

パドマ橋が開通することにより、18 本の旅客列車と 23 本の貨物列車をパドマ橋ルートへ振り分けることが可能となる。現在のところ、本区間を走行する運行系統のうち、25%が南方面の系統である。この南方面の列車をパドマ橋ルートへ振り分けることとなる。

パドマ橋ルートが最大の容量に達するまでの間、北方面の列車の内比較的短い運行系統である、ラジシャヒおよび Chapai Nawabganj 行の列車をパドマ橋ルートに振り分けることが想定される。一部の下り列車をパドマ橋ルートへ振り分けることで、列車の運行枠を確保する方策が適用可能である。これにより、ダッカへの到達時分を低減せず、パドマ橋ルートへ迂回させることが可能になる。

また、国際列車をパドマ橋ルートへ迂回させる場合、混雑している Dhaka Kamalapur 駅付近を通過させることが必要となり、定時性に影響が出る可能性がある。このような場合、一部の下り列車をパドマ橋ルートに迂回させ、本調査区間における国際列車用の列車枠を創出することが可能であると考えられる。

なお、パドマ橋ルートへの転換を含めた所要時間と運行計画は E/S 借款時の調査において検討が必要である。



出典：JICA 調査団

図 6.43 ジョイデプルーイシュルディ間における運行系統概念図

6.10.4 ジョイデプルーイシュルディ間における使用車両数

需要予測と既存調査の結果に基づいて、旅客サービスに使用される車両数を算定した。

また、ジャムナ橋の貨物走行データに基づき、貨物サービスに使用される車両数を算定した。

車両の編成両数は旅客 19 両、貨物 32 両を最大（発電機搭載車両、車掌車を除く）とし、軌間を分けず、本区間を走行する全列車の平均両数として算定した。さらに、軌間別の比率を用いて MG および BG の車両数を算定した。

BR の統計データを用いて同区間の旅客サービスにおける必要車両数の算定を行った。BR の BG 列車の平均両数が 13.6 両であるため、2022 年時点では 14 両/列車、その後輸送力増強のため 2027 年までは 16 両/列車として算定した。2028 年以降、複線化後は輸送力の最大化が求められると考えられるため、最大である 19 両/列車として算定した。

本区間における旅客サービス向けの車両調達の検討には、BR 全体の車両調達計画、運行計画及びメンテナンス能力を踏まえる必要がある。また、貨物サービス向け車両調達の検討には、BR 全体の貨物列車運行計画、車両運用等を調査が必要となる。また、本区間における使用車両数の実態が把握できなかったため、次段階の調査で詳細な確認が必要となる。

環境社会配慮の観点から、低騒音・低振動の車両の導入等を求められる可能性がある。車両の騒音対策においては、車両側の騒音発生源を特定して個別の対策が必要となる。BR は近年電気式ディーゼル機関車を調達しており、現在も調達が進行中である。今後、低騒音のハイブリッド機関車の導入等も考えられる。

これらの事項は、次の詳細設計において、詳細な検討が必要となる。

表 6.24 旅客サービスに必要となる車両数

Type of rolling stock	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045
Numbers of Passenger Coaches (cars)	16	16	16	16	16	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
Passenger Train (trains)	17	18	18	19	20	35	36	37	38	39	41	42	43	44	46	47	49	50	50	50	50	50	50
Passenger Coaching vehicle total (cars)	389	315	334	334	352	371	770	792	814	836	858	902	924	946	968	1012	1034	1078	1100	1100	1100	1100	1100
Passenger Coaching vehicle BG (cars)	328	266	282	282	297	313	649	667	686	704	723	760	779	797	816	853	871	908	927	927	927	927	927
Passenger Coaching vehicle MG (cars)	61	49	52	52	55	58	121	125	128	132	135	142	145	149	152	159	163	170	173	173	173	173	173
Locomotive including freight trains (cars)	31	28	29	29	30	31	62	63	64	67	68	70	73	74	75	78	80	83	84	84	84	84	84
Locomotive BG (cars)	27	24	25	25	26	27	53	54	54	57	58	59	62	63	64	66	68	70	71	71	71	71	71
Locomotive MG (cars)	4	4	4	4	4	4	9	9	10	10	10	11	11	11	11	12	12	13	13	13	13	13	13

注：Availability of coaching vehicles：86.43%、Availability of locomotives：81.47%

出典：JICA 調査団

表 6.25 貨物輸送に必要となる車両数

Type of rolling stock	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045
Tank Wagon (34tonnes)	19	20	20	21	22	22	23	24	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	33	33	33	33	33
Bc Wagon (33tonnes)	6	6	6	6	7	411	420	429	437	445	454	463	472	480	489	497	506	515	515	515	515	515	515
Container (TEU)	343	345	348	352	356	361	365	369	374	379	385	390	395	399	402	406	410	414	414	414	414	414	414

注：BR の統計上、TEU の値を車両数統計として整理していることから、本報告書においても同様の記載とした。

出典：JICA 調査団

6.11 メンテナンス計画

(1) O&M における要員計画

O&Mに必要なスタッフのうち、本事業によって増大する人員を算出した結果、888人の要員が必要となることがわかった。これらは、部門ごとの要員を2020年時点のkm当たりの人員で算出し、本事業によって延伸される軌道kmに基づき算定した。

表 6.26 O&M 部門において本事業完了後に必要となる増員数

Department	Current No. of Staff	No. of Staff Per Km	Staff increased by the project
Engineering	6,165	1.39	240.75
Signal & tele communication	1,192	0.27	46.55
Mechanical	7,006	1.58	273.59
Electrical	1,342	0.30	52.41
Railway Police	2,397	0.54	93.60
Traffic	4,648	1.05	181.51
Total	22,750	5.13	888.41

注：* Track km operated 4438.4 km (2020)、** 173.32 km will be added by the project
出典：JICA 調査団

(2) メンテナンス費および人件費の増大分

メンテナンスおよび人件費のうち、本事業によって増大する費用を算定した。

412,958.3 千 BDT のメンテナンス費と、382,475.8 千 BDT の人件費が増大することとなる。(2019-2020 年度実績値に基づき算出)

メンテナンス費の増大分の計算式と計算結果を以下に示す。

- 総メンテナンス費 ÷ 軌道 km = 軌道 1 km 当たりのメンテナンス費
10,575,087 千 BDT ÷ 4438.4 km = 2,382.63 千 BDT
- 軌道 1 km 当たりのメンテナンス費 × 本事業対象路線の全長 km = 本事業により増大するメンテナンス費
2,382.63 千 BDT × 173.32 km = 412,958.3 千 BDT

人件費の増大分の計算式と計算結果を以下に示す。

- 従業員一人当たりの年間人件費 × 増員数 = 本事業により増大する人件費
430,716 BDT × 888 名 = 382,475.81 千 BDT

第7章 先進技術等の活用可能性の検討

本事業で活用する本邦技術の選定は以下3回のセミナーを経て行なわれた。

- (1) 第1回セミナー：候補技術紹介のためのセミナー（2022年8月1日開催）
- (2) 第2回セミナー：候補技術絞り込みのためのセミナー（2022年9月24日開催）
- (3) 第3回セミナー：最終選定のためのセミナー（2022年12月11日開催）

7.1 候補技術の選定

2022年8月1日BRにて、BRの関連分野の代表者13名を招き第1回セミナー（候補技術紹介）を開催した。目的は本調査が候補として選定した本邦技術の紹介のためだが、前段として円借款における本邦技術活用の意義を説明した上で、本事業では活用を義務づけるものではない点と、数多くの本邦先進技術のうちで本事業に適用可能性がある技術を選定した点について指摘した。

具体的に提案した本邦技術は以下の8件である。

- (1) RRR⁴強化盛土
- (2) 鋼直結レール締結装置
- (3) 橋上や分岐器箇所における合成まくらぎ(Fiber-reinforced Foamed Urethane (FFU)まくらぎ)
- (4) 自動列車保安設備 (Automatic Train Protection ; ATP) のうち安価なATS-DX
- (5) 営業線近接工事示方書
- (6) 耐候性鋼板を用いた鋼橋
- (7) 硬頭レール (Head Hardened Rail ; HHR)
- (8) 現場レール圧接機 (On-site Gas Heat Pressure Welding Machine ; GHPW)

準備したプレゼン資料プレゼンテーション資料 (Appendix 7-1) ならびに事前配布した質問状 (Appendix 7-2) には、各技術を適用するための条件を記載したが、時間の都合上、第1回セミナーでは各技術の得失のみを紹介し、適用するための条件を含めて詳細な議論は第2回セミナーで行うこととした。

⁴ RRR: Reinforced Railroad with Rigid Facing Method Embankment

7.2 候補技術に対する反応

非公開

7.3 候補技術の絞り込み

非公開

非公開

7.4 採用技術の選定

非公開

非公開

非公開

非公開

7.5 本邦技術採用についての BR 回答

採否検討対象は当初の上記(1)、(2)、(3)に(5)が追加されたが、それもあつてか結局、第 3 回セミナーの場で即答は得られず、2022 年 12 月 15 日までに予定される BR と JICA 調査団との協議の場で回答するとのことであった。しかし、それも実現せず、2022 年 12 月 15 日付の JICA 調査団レター (Ref. No. JIDLPS-014) にて BR に早期回答を促した。

その結果、BR は、本事業に適用する先進技術として、以下に示すものを選定した。

- RRR 強化盛土：都市部にて採用する。
- 鋼直結軌道：採用する。
- 橋上や分岐器箇所における合成まくらぎ (FFU)：分岐器、クロッシング、橋梁の各区分にて採用する。
- 耐候性鋼板：鋼橋にて採用する。
- 硬頭レール (HHR)：半径 600 m 以下の曲線、分岐器の各区分にて採用する。

以上の本邦技術採用に伴う事業費増の影響は極めて小さいが、事業費積算に反映済である。逆に本邦技術採用に伴いライフサイクルコストは削減できるが、本調査では考慮していない。

第8章 事業費積算

非公開

非公開

非公開

非公開

第9章 事業実施計画の策定

非公開

非公開

第10章 事業効果の検討

前提として、本調査における経済・財務分析は、JICA「IRR（内部収益率）算出マニュアル（2017年9月）」を基に計算を行っている。

その後、2018年10月に Development Project Proforma/Proposal（DPP）を作成した際の計算結果は以下の通りである。なお、以下の計算は、割引率を15%として実施した。

表 10.1 Economic and Financial Analysis Results in DPP

Net Present Value (NPV)	Financial	4,723 million BDT
	Economic	49,741 million BDT
Benefit-Cost Ratio (BCR)	Financial	1.06: 1
	Economic	1.55: 1
Internal Rate of Return (IRR)	Financial	15.7%
	Economic	19.8%

出典：DPP

本調査の結果は、修正された需要予測、列車運行計画、コスト試算に基づき更新される予定である。

10.1 財務分析

10.1.1 既存の調査のレビュー

以下の2つの調査を参照しながら本調査の分析を行う。

1. ADBによる準備調査（2019年2月、以下「先行F/S」とする）
2. JICAによるジャムナ鉄道専用橋建設準備調査（2017年10月、以下「ジャムナ橋梁F/S」とする）

2つの調査の扱いとしては、1は本調査の既存調査として、2は貴機構がバングラデシュにて同分野を対象に融資した類似調査として参照した。

(1) ADBによる準備調査（先行F/S）

1) 前提条件

先行F/Sの前提条件は以下の通りである。

表 10.2 前調査における財務分析の前提条件

項目	条件
基準年	2018年
建設期間（詳細設計期間を含む）	5年間
開業年	2023年
プライスエスカレーション	5%/年
評価期間	30年間

出典：先行 F/S

同事業の資本コスト（財務費用）は 141,267 百万 BDT であり、そのうちの 75%は完成後 30 年後のキャッシュフローの資本コストに残存価値として含まれている。

2) 計算結果

先行 F/S における財務分析の結果は以下の通りである。

表 10.3 先行 F/S における財務分析の結果

項目	結果
割引率15%における現在価値	47,230.21 Lakh BDT
割引率18%における現在価値	-152,494.91 Lakh BDT
割引率15%におけるB/C	1.06
割引率18%におけるB/C	0.79
財務的内部収益率（FIRR）	15.7%

出典：先行 F/S

(2) ジャムナ鉄道専用橋建設事業準備調査（ジャムナ橋梁 F/S）

1) 前提条件

本事業は、既存のジャムナ橋と並行しての三線軌・複線の鉄道橋を新設するものであり、その際に発生する鉄道車両の新規調達には本調査では考慮していない。

本調査では、キャッシュフロー分析においてインフラの残存価値を考慮した（インフラの耐用年数は先行 F/S と同様に 80 年、残存価値の評価方法は定額減価償却である）。

表 10.4 橋梁調査における財務分析の前提条件

項目	条件
基準年	2017年
評価期間（詳細設計期間を含む）	32年間（設計期間の3年間及び建設開始後の30年間）
開業年	2023年
プライスエスカレーション	外貨：1.70%、内貨：4.65%
予備費	建設費：0.10%、コンサルタント：0.05%
建中金利（IDC）	0.2%
フロントエンドフィー	2017年

出典：橋梁調査

財務費用は 147,121 百万円と算出された。

鉄道インフラの維持管理費については、橋梁完成後 5 年目以降の年間維持管理費として 32 百万円 (22.9 百万 BDT) が計上された。

2) 計算結果

本事業の費用は日本政府の融資を受けており、その融資金利が 1.0% であることから、目標収益率は 1.0% と設定していた。

財務的内部収益率 (FIRR) は 2.5% であった。資本の機会費用 (1.0%) を達成するために、補助金は不要であった。純現在価値 (NPV) は、年率 12% の割引率で、2017 年価格でマイナス 669 億円であった。

10.1.2 本調査における財務分析

非公開

非公開

非公開

非公開

非公開

10.2 経済分析

10.2.1 既存の調査のレビュー

(1) ADBによる準備調査（先行 F/S）

1) 前提条件

先行 F/S における経済分析の前提条件は以下の通りである。財務費用から経済費用への変換係数は調査全体で統一して 0.8 であった。

表 10.5 先行 F/S における経済分析の前提条件

項目	条件
基準年次	2018年
建設期間（詳細設計期間を含む）	5年間
開業年	2023年
評価期間	30年間
変換係数（財務費用から経済費用）	0.8

出典：先行 F/S

先行 F/S において、経済便益は以下のように旅客輸送と貨物輸送に分類した。算出された経済効果は JICA IRR 算出マニュアルに記載されている経済便益と対応しているため、本調査では同様の経済効果を採用、更新している。

表 10.6 先行 F/S における算入された経済便益

旅客輸送	貨物輸送
バスの走行費用（VOC）の節約効果	トラックの走行費用（VOC）の節約効果
交通事故の削減の効果	道路交通の維持管理費等の節約効果
時間費用（TTC）の節約効果	交通事故の削減の効果
環境汚染物質、温室効果ガス（GHG）等の削減効果	環境汚染物質、温室効果ガス（GHG）等の削減効果

出典：先行 F/S

2) 計算結果

経済分析の計算結果は以下の通りである。ADB のガイドラインを参考に割引率 12%を閾値として設定し、本事業は経済的実現可能であると結論付けられていた。

表 10.7 先行 F/S における経済分析の結果

項目	結果
割引率15%における現在価値	497,414.69 Lakh BDT
割引率18%における現在価値	-19,636.57 Lakh BDT
割引率15%におけるB/C	1.55
割引率18%におけるB/C	0.97
経済的内部収益率（EIRR）	19.69%

出典：先行 F/S

(2) ジャムナ鉄道専用橋建設事業準備調査（ジャムナ橋梁 F/S）

1) 前提条件

1. 前提条件

ジャムナ橋梁 F/S の前提条件は以下の通りである。財務費用から経済費用への変換係数は、均一で 0.8 を採用していた。

表 10.8 橋梁調査における経済分析の前提条件

項目	条件
基準年	2017年
評価期間（詳細設計期間を含む）	32年間（3年間の詳細設計（D/D）及びその後建設を含め30年間）
開業年月	2023年11月
変換係数	0.8

出典：橋梁調査

2. 経済便益

ジャムナ橋梁 F/S で適用された経済効果は以下の通りである。

- 時間費用（TTC）の節約効果（旅客・貨物）
- 車両の走行費用（VOC）の節約効果（旅客・貨物）
- 道路交通の維持管理費等の節約効果（旅客・貨物）
- 環境汚染物質、温室効果ガス（GHG）等の削減効果

3. 経済費用

経済費用には新橋梁の費用が含まれており、これは財務費用から換算係数 0.8 で換算されたものである。経済的コストは 107,335 百万円であった。

2) 計算結果

割引率は ADB の経済分析ガイドラインに従い 12%を用いており、EIRR は 13.3%、ENPV（Economic Net Present Value）は割引率 12%の下で 10.9 百万円であった。

非公開

非公開

非公開

10.3 JICA Climate FIT を用いた GHG 排出削減量の計算

GHG 排出削減量は、旅客・貨物ともに自動車から鉄道へのモーダルシフトにより実現される。排出量は、「ベースライン排出量」－「プロジェクト排出量」で算出され、算出の前提条件は以下の通りである。

表 10.9 GHG 排出削減量の算出に用いる前提条件

データ	ジャムナ橋梁 F/S	本調査	注釈
プロジェクト排出量（旅客交通）			
旅客列車の燃料消費量（ディーゼル燃料）	11,809 t/year	33,325 t/year	Passenger-km/yearの比より概算
燃料のCO ₂ 排出係数	74.1 tCO ₂ /TJ	74.1 tCO ₂ /TJ	同じ値を採用
燃料の正味発熱量	43.0 TJ/Gg	43.0 TJ/Gg	同上
プロジェクト排出量（貨物交通）			
貨物列車の燃料消費量（ディーゼル燃料）	5,061 t/year	23,163 t/year	ton-km/yearの比より概算
燃料のCO ₂ 排出係数	74.1 tCO ₂ /TJ	74.1 tCO ₂ /TJ	同じ値を採用
燃料の正味発熱量	43.0 TJ/Gg	43.0 TJ/Gg	同上

出典：JICA 調査団及び JICA Climate-FIT（緩和版）適用事例集

上記に基づき算出された GHG 排出削減量は以下の通りである。

表 10.10 本事業実施による GHG 排出量削減量

（単位：tCO₂/year）

	2030	2035	2040
1. 旅客			
排出削減量	130,062	152,960	179,159
ベースライン排出量	221,174	259,035	302,507
プロジェクト排出量	91,112	106,075	123,348
2. 貨物			
排出削減量	76,067	83,573	98,132
ベースライン排出量	158,543	174,851	196,728
プロジェクト排出量	82,467	91,278	98,596
3. 合計			
排出削減量	206,129	236,533	277,291

出典：JICA 調査団

10.4 事業実施の効果指標

10.4.1 定量的効果指標

(1) 運用指標

JICA のガイドラインに基づき、想定される運用指標を下表に示す。

表 10.11 本事業の運用指標

#	Operation Indicators	2020	2024	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2040
1	運行数 (列車本数/日)	25	23	52	55	56	57	59	60	68
2	編成当たりの車両数	13	16	19	19	19	19	19	19	19
3	列車キロ (キロ/年)	20.6	23.3	62.5	66.1	67.3	68.5	70.9	72.2	81.8

出典：JICA 調査団

(2) 効果指標

JICA のガイドラインに基づき、想定される効果指標を下表に示す。

表 10.12 本事業の効果指標

#	Evaluation Indicators	2020	2024	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2040
1	特定区間の所要時間 (時間)	6.0		4.0 to 4.5						
2	旅客収入 (million BDT/year)	817	744	2,089	2,153	2,220	2,288	2,359	2,432	2,828
3	貨物収入 (million BDT/year)	654	768	3,117	3,182	3,249	3,317	3,376	3,436	3,716
4	最高速度 (km/h)	East Side: 75 km/h West Side: 95 km/h		Passenger: 120 km/h (Broad Gauge), 100 km/h (Meter Gauge) Freight: 80 km/h (Broad & Meter Gauge)						
5	表定速度 (km/h)	27.4 (for both passenger and freight)		44 (for both passenger and freight)						
6	乗客輸送量 (million pax-kilometer/year)	967	882	2,476	2,552	2,630	2,711	2,795	2,883	3,352
7	貨物輸送量 (million ton-kilometer/year)	30.2	327	1,327	1,354	1,383	1,412	1,463	1,463	1,582

出典：JICA 調査団

10.4.2 定性的効果指標

本事業によって期待される定性的効果について、環境社会配慮の調査の中で実施した Focal Group Discussion（FGD）で得られた言説や BR の職員へのインタビュー結果に基づいて記載する

表 10.13 本事業実施による定性的効果

指標	詳細
交通状況の改善	<ul style="list-style-type: none"> • 道路交通から鉄道交通への転換が進めば、交通渋滞が期待できる。
サービスの向上	<ul style="list-style-type: none"> • これまでは前もって予約しないとチケットを購入することが困難であったが、運転本数が増えることで、鉄道が利用しやすくなる。 • 現在のジョイデプルーイシュルディ間の路線の容量は、実際の需要よりも少ないため、本事業が完成すれば、より多くの人々が鉄道を利用する。
安全問題の改善	<ul style="list-style-type: none"> • 道路交通から鉄道交通への転換が生じることにより、道路交通事故数の削減が見込まれる（一部の踏切では、現状にはない警報設備（灯・音）を新設することで、通行車・者への注意喚起を強化し、踏切事故の減少を図る）。 • 一方で、複線化により運行本数が増加し、運行速度も向上することで、鉄道による事故が増えることを懸念する。
地域経済の活性化	<ul style="list-style-type: none"> • 乗客が増えれば人流が増え、ビジネス機会の増加を期待する。 • 農産物等の生活物資の輸送の便が良くなることに期待する。
建設・運営時の直接的および間接的な雇用創出	<ul style="list-style-type: none"> • 本事業実施により発生する建設業に興味を示しているとの声は多数あり。一方で、女性の大半は建設活動に従事することに興味を示していない。 • 鉄道利用者が増加することで、駅周辺のタクシーやリキシャーのドライバーからは、顧客が増加することを歓迎する。
男女平等や貧困削減など社会・経済への影響	<ul style="list-style-type: none"> • 女性専用のチケット売り場、授乳スペース、礼拝スペースなどが設けられたり、高齢者や障がい者を配慮してホームと列車の乗り場の高さを一致させたりなどの施策を講じており、今後新設される駅にも導入される予定である。 • 列車 1 編成につき 1 車両の女性専用車両が設ける試みも進められていることから、列車運行本数が増えれば、より女性にとっても使いやすいサービスとなる。

出典：JICA 調査団

第11章 運営・維持管理計画

非公開

非公開

非公開

非公開

非公開

非公開

非公開

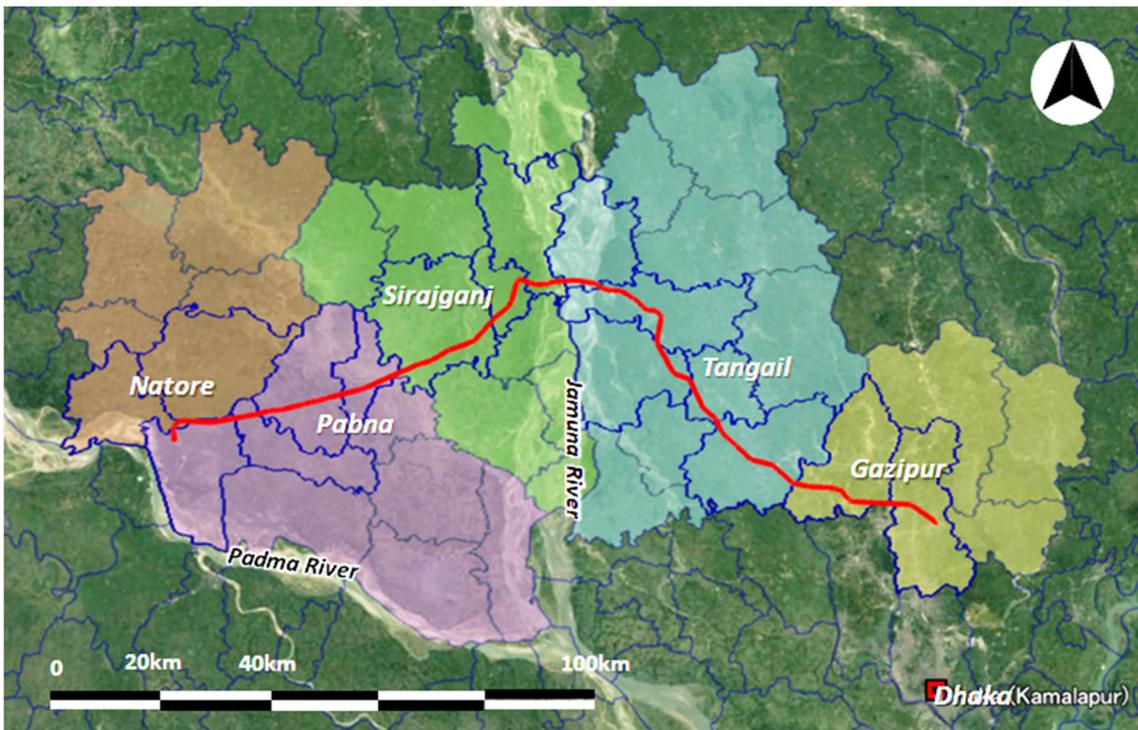
非公開

非公開

第12章 環境社会配慮

対象地域本事業は、ジャムナ川東側のダッカ管区と西側のラジシャヒ管区を通過する。沿線に接する県は、ダッカ管区のカジプール県とタンガイル県、ラジシャヒ管区のシラジガンジ県、パブナ県とナトール県の合計5県となる。本事業沿線の行政境界を下図に示す。

- ダッカ管区：カジプール県、タンガイル県
- ラジシャヒ管区：シラジガンジ県、パブナ県、ナトール県



出典：JICA 調査団

図 12.1 本事業沿線の行政境界

12.1 自然環境及び社会環境の状況

BR は各種環境社会配慮影響項目について調査を実施し、調査結果を 2020 年 3 月に EIA Report としてまとめている。そのため既存の調査結果として、主にそれらの報告書より抜粋して記載を行う。主な影響評価項目の結果概要は以下の通り。

表 12.1 既存調査結果概要

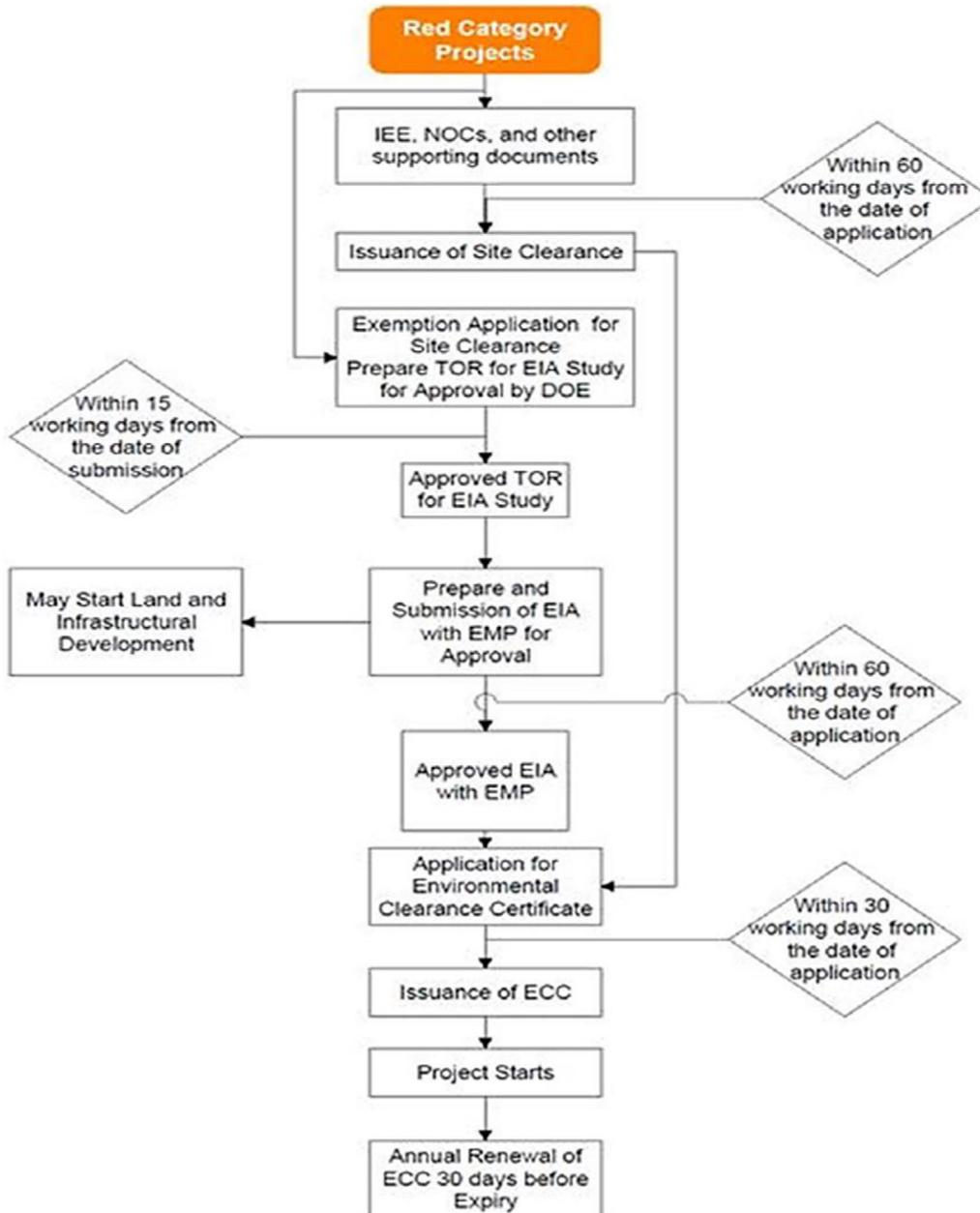
調査項目	要旨
自然環境	
土地利用	農地 (2,600 ha)、森林 (30 ha)、駅 (17 ha)、住居 (653 ha)、その他
気候	温帯夏雨気候、熱帯サバンナ気候に該当、年平均気温 26.1℃、年間降水量 2,148 mm
地震・洪水	沿線では被害なし。
保護区	保護区である Bhawal National Park のバッファゾーン境界の南 0.5 km を通過する。
社会環境	
貧困層	ジャムナ川西側（シラジガンジ、パプナ）は、全国平均よりも貧困ライン以下の人口割合が高い。
少数民族	対象地域の民族は主にベンガル人で、9 割以上がムスリムである。
ジェンダー	縫製工場が集中しているガジプールの女性雇用率は 25%、それ以外の地域は 5%以下。
文化歴史遺産	沿線上における文化・歴史的遺産建造物は存在しないが、病院、学校、モスク等の宗教施設が立地している。

出典：JICA 調査団

12.2 EIA 手続き

12.2.1 環境承認

バングラデシュの EIA 手続きは Environment Conservation Rules, 1997 amended in 2023 で規定されている。同規則において全ての事業活動が 186 に分類されており、事業種、事業場所、規模、環境負荷の程度によってカテゴリをグリーン、イエロー、オレンジ、レッドに分類している。本事業はレッドに分類されるため、下記の通り EIA の手続きに従って環境承認が行われる。



出典：Environment Conservation Rules, 1997 (amended 2023)

図 12.2 バングラデシュにおけるレッドカテゴリ事業のEIAの承認手続きフロー

12.2.2 スクリーニング

(1) バングラデシュ

上述の通り、本事業についてバングラデシュ環境局は、2013年10月にレッドカテゴリ事業（EIA事業）と認定した。そのためBRは事前にEIA調査報告書をまとめ、2020年6月に環境局より環境許認可を取得し、その後1年毎に更新を行っている。2024年6月現在、環境許認可は有効であり、BRは2024年6月に更新申請を行い、2024年10月に再承認の予定である。

(2) JICA

本事業は、「国際協力機構環境社会配慮ガイドライン（以下、JICAガイドライン）」（2010年4月公布）に掲げる鉄道セクターに該当するため、カテゴリAに分類される。

12.2.3 その他の環境関連の許認可

その他の環境関連の許認可は以下の通りである。許認可の申請時期は主に施工前とする。

表 12.2 その他の環境関連許認可

項目	法/規則	関連省庁	申請段階
樹木の伐採	Forest Act 1927 amended in 2000	Forest Department	施工前
河川浚渫	—	Bangladesh Inland Water Transport Authority (BIWTA), and Deputy Commissioner (DC)	施工前

出典：JICA 調査団

12.3 スコーピング

負の影響の可能性のある評価項目及び評価理由を以下に示す。

表 12.3 鉄道に対するスコーピング案

影響評価項目	評価理由
公害項目	
大気汚染	施工中は重機やダンプトラック、供用時は増便するディーゼル車より粉塵、排ガス発生の可能性がある。
水質汚濁	施工中は土木工事により濁水が発生し、供用時はトイレ等から有機排水が発生する可能性がある。
廃棄物	施工中は建設廃棄物、供用時は一般廃棄物や有機廃棄物が発生する可能性がある。
土壌汚染	施工中は重機やダンプトラック、供用時は走行中のディーゼルのオイル漏れの可能性がある。
騒音・振動	施工中は重機やダンプトラック、供用時は増便するディーゼル車より騒音・振動発生の可能性がある。
地盤沈下	軟弱地盤の場合、地盤沈下の可能性がある。
悪臭	施工中はベースキャンプ、供用時は各駅の一般廃棄物より悪臭が発生する可能性がある。
底質	施工中は土木工事により発生する濁水や、重機やダンプトラックからのオイル漏れによる影響、供用時は走行中のディーゼルのオイル漏れの可能性がある。
自然環境	
生態系	施工時は複線化による樹木伐採、供用時は Chalan Beel エリアを通過するため、生態系に影響を与える可能性がある。
地形・地質	土壌侵食、斜面崩壊の可能性がある。

影響評価項目	評価理由
社会環境	
用地取得・住民移転	沿線で用地取得/住民移転が発生する。
貧困層	沿線の社会経済的特徴に基づいて評価を行う。
少数民族・先住民	本準備調査で少数民族及び先住民が特定された場合、計画作成を行う。
雇用や生計手段等の地域経済	用地取得・住民移転の状況により、被影響者の生計に影響を与える可能性がある。
土地利用や地域資源利用	沿線の農地の取得により負の影響が発生する可能性がある。
水利用	用地取得や施工により、井戸水等の飲料水に影響を与える可能性がある。
既存の社会インフラや社会サービス	<ul style="list-style-type: none"> 学校・病院・コミュニティセンター等、特に配慮が必要となる施設に対して、交通渋滞や事故リスク増加等の負の影響を与える可能性がある。 施工時に埋設部の移設等により負の影響を与える可能性がある。
社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織	
被害と便益の偏在	施工時の横断制限、迂回路の設定により場所によっては被害と便益の偏在が発生する可能性がある。
地域内の利害対立	コミュニティに偏った労働者雇用が発生した場合地域内の利害対立が発生する可能性がある。
文化遺産	線形が最終確定した後に、該当建物が存在しないか確認を行う。
ジェンダー	建設工事従事者として、女性が根拠なく採用や賃金で差別される場合がある。
子どもの権利	現地調査で収集した情報を基に評価を行う。
HIV/AIDS等の感染症	施工中は労働者により、供用時は新規居住者や旅行者により感染拡大の可能性がある。
労働環境 (労働安全を含む)	関連法令に従い、労働環境を確保する必要がある。
その他	
事故	施工中は工事関係車両による事故の可能性がある。供用時は増便する列車との衝突事故によるリスク増の可能性がある。
越境の影響、及び気候変動	施工時は樹木伐採による貯蔵炭素の放出、供用時は増便するディーゼル車より温室効果ガスが増加する可能性がある。

出典：JICA 調査団

表 12.4 鉄道橋に対するスコーピング案

影響評価項目	評価理由
公害項目	
大気汚染	施工中は重機やダンプトラックより粉塵、排ガスが発生する可能性がある。
水質汚濁	施工中は土木工事により濁水が発生する可能性がある。
廃棄物	施工中は建設廃棄物が発生する可能性がある。
土壌汚染	施工中は重機やダンプトラックのオイル漏れの可能性がある。
騒音・振動	施工中は重機やダンプトラック、供用時は鉄道橋自体から騒音・振動が発生する可能性がある。
地盤沈下	軟弱地盤の場合、地盤沈下の可能性がある。
底質	施工現場の掘削土が汚染されている可能性がある。
自然環境	
生態系	掘削工や排水により水域生態系に影響を与える可能性がある。
水象	施工により水流が変化する可能性がある。

影響評価項目	評価理由
社会環境	
雇用や生計手段等の地域経済	橋梁の建設により、漁業関係者の生計に影響を与える可能性がある。
水利用	<ul style="list-style-type: none"> • 施工により、井戸水等の飲料水質に影響を与える可能性がある。 • 施工によりボート等の走行ルートに変更を強いる可能性がある。
既存の社会インフラや社会サービス	漁船が運行の場合、施工による影響が発生する可能性がある。
被害と便益の偏在	施工による漁業エリアの制限や変更により、場所によっては被害と便益の偏在が発生する可能性がある。
地域内の利害対立	近隣の安全や労働者として参画する際に不満が生じる可能性がある。
ジェンダー	建設工事従事者として、女性が根拠なく採用や賃金で差別される場合がある。
子どもの権利	施工現場近くで児童労働が行われ、子どもの教育の機会が損なわれる可能性がある。
HIV/AIDS 等の感染症	施工中において、労働者による感染拡大の可能性がある。
労働環境 (労働安全を含む)	関連法令に従い、労働環境を確保する必要がある。
その他	
事故	施工中は工事関係車両による事故の可能性がある。供用時は増便する列車との衝突事故によるリスク増の可能性がある。

出典：JICA 調査団

12.4 環境社会配慮調査結果及び影響評価

2022 年 8 月から 2023 年 3 月において、環境社会配慮調査を実施した。各項目の予測を含む調査結果は下表の通り。

表 12.5 環境社会配慮調査結果

影響評価項目	結果
公害項目	
大気汚染	多くの地点で PM _{2.5} の値が基準値を超過しているため、大気環境は良好とは言えないが、工事中は盛土工に限定され稼働重機が少ないこと、供用時の列車本数は現況の 1.04 本/時から 2.83 本/時と微増のため、大気環境の大きな悪化には繋がらない。
水質汚濁	多くの地点で鉄、マンガン、大腸菌群の値が基準値を超過していた。ただし工事中は橋梁建設のための掘削工に限定されること、またその際矢板を用いた仮締切工法を用いて水質汚濁を防ぐことから、水質の大きな悪化は想定されない。
廃棄物	建設発生土はその殆どが工事又は周辺地域で再利用される予定であり、伐採樹木も森林局と協力してオークションにかけて売却されるため、建設廃棄物はほとんど発生しない。ただし一般廃棄物がベースキャンプより発生する。
土壌汚染	汚染源となる工場や施設は確認されなかった。ただし、施工中は重機やダンプトラック、供用時は走行中のディーゼルのオイル漏れの可能性がある。
騒音・振動	騒音・振動共に 1 地点で基準値を超過したが、これは道路交通騒音・振動の影響が大きい。また工事による騒音の寄与は大きい基準値を下回り、工事振動も現況振動に大きな寄与を与えない。供用時は騒音が数 dB 増加、振動はほとんど寄与しないため、全体として騒音・振動の著しい悪化は認められない。
地盤沈下	自然条件調査によると、硬質の粘土として粘土と沈泥が広がっており、これらの層は厚いことから深刻な圧密沈下は発生しない。
悪臭	施工中はベースキャンプ、供用時は各駅の一般廃棄物より悪臭が発生する可能性がある。
底質	全地点で基準値を下回っており、橋梁工事で発生する掘削土による影響は想定されない。

影響評価項目	結果
自然環境	
生態系	調査の結果、伐採対象樹木では VU 種が 1 種 12 本、鳥類及び哺乳類で VU 種が 1 種ずつ、魚類では 2 種の CR 種、10 種の EN 種、9 種の VU 種が同定された。
地形・地質	自然条件調査の結果、沿線で特異な地形・地質は確認されなかった。また硬質の粘土として粘土と沈泥が広がっており、これらの層は厚いことから深刻な圧密沈下は発生しない。
社会環境	
用地取得・住民移転	詳細は第 13 章に記載。
貧困層	詳細は第 13 章に記載。
少数民族・先住民族	少数民族・先住民族は確認されなかった。
雇用や生計手段等の地域経済	詳細は第 13 章に記載。
土地利用や地域資源利用	沿線では農地が 6 割以上を占めており、15 ha が影響を受ける。しかし全ての土地所有者及び農業従事者に対して補償及び生計回復支援策が施されるため、影響は小さいと考えられる。詳細は第 13 章に記載。
水利用	インタビュー調査の結果、35%の回答者は漁業、釣り、洗濯等で周辺河川・湖沼の水利用を行っている。ただし、養魚場以外は、特に水利用に影響がないことを確認した。そのため、養魚場が影響を受ける対象者には生計回復支援策を実施する予定。詳細は第 13 章に記載。
既存の社会インフラや社会サービス	
社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織	沿線に 36 の教育・宗教、文化的施設等を確認しており、事業による影響を受ける。
被害と便益の偏在	都市部における踏切改良工事時に一時的な渋滞が発生する可能性がある。そのため比較的交通量の少ない夜間に工事を行うことも想定している。
地域内の利害対立	用地取得と住民移転によって被影響者間で利害対立が発生する可能性があるが、情報公開を積極的に行うことで、その対立を最小化し、理解を得るよう努める。また施工業者は労働希望者に対して平等な雇用形態となるよう努める。
文化遺産	沿線に重要文化財や世界遺産等の構造物は確認されなかったが、インタビュー調査の結果、12 の寺院やシンボリック構造物が挙げられた。その内 1 つは沿線から 30m しか離れていないため、施工前に管理者もしくは所有者との協議を行い、適切な工法を検討して理解を求める。
ジェンダー	詳細は第 13 章に記載
子どもの権利	インタビュー調査では、商店、工場、建設現場、茶店、レストラン、運送会社、個人宅で働く 10～17 歳の児童労働があると回答があった。また Children's Act, 2013 では 18 歳以下の労働を認めていないため、施工業者に対して契約条項に含めるよう指導する。
HIV/AIDS 等の感染症	インタビュー調査では、COVID-19 以外の主だった感染症の過去の流行は確認されなかった。ただし施工中において、流入する労働者による感染拡大の可能性はある。
労働環境 (労働安全を含む)	バングラデシュでは、既に Labour Act in 2006、Labour Rules in 2015、Labour Policy in 2012、National Child Labour Elimination Policy in 2010 が制定されており、施工業者はこれらを踏襲するよう指導する。
その他	
事故	調査の結果、2018 年に BR が踏切の警手を配置してから列車との衝突事故は劇的に減少した。ただしその他の踏切や混雑する駅によっては未だ毎月から数か月ごとに事故が発生しており、更なる対策が必要となっている。
越境の影響 気候変動	JICA Climate-FIT より、事業を実施しない状況と比較して、竣工年の 2028 年には 17.7 万 t-CO ₂ 、2040 年には 26.6 万 t-CO ₂ の削減が見込まれており、気候変動の緩和に寄与していると言える。

出典：JICA 調査団

12.5 影響評価

スコーピング案で負の影響または不明と判断された項目について、下表の通り影響評価実施した。

表 12.6 鉄道に対する環境社会配慮調査結果

影響評価項目	評価		評価理由
	施工前 施工中	供用時	
公害項目			
大気汚染	B-	B-	施工中は重機やダンプトラックにより粉塵、排ガスが発生する可能性がある。供用時は列車本数が現況の 1.04 本/時から 2.83 本/時と微増するが、モーダルシフトが進むため正の影響が予想される。
水質汚濁	B-	B-	施工中は土木工事により濁水が発生し、供用時はトイレ等から有機排水が発生する可能性がある。
廃棄物	B-	B-	施工中及び供用時に一般廃棄物が発生する可能性がある。また供用時はトイレ等から有機排水が発生する可能性がある。
土壌汚染	B-	B-	施工中は重機やダンプトラック、供用時は走行中のディーゼルのオイル漏れの可能性がある。
騒音・振動	B-	B±	施工中は重機やダンプトラック、供用時はモーダルシフトにより道路交通騒音・振動の減少が期待されるが、増便するディーゼル車より騒音・振動が発生する。
地盤沈下	B-	B-	硬質粘土として粘土と沈泥が層厚く広がっており、深刻な圧密沈下は発生しない。しかし盛土検討の際には、地盤沈下量と円弧滑りの可能性を一般的に考慮するため、新たな盛土の圧密沈下にも注意を払う。
悪臭	B-	B-	施工中及び供用時に発生する一般廃棄物の量やその管理次第で悪臭が発生する可能性がある。
底質	B-	B-	施工中は土木工事により発生する濁水や、重機やダンプトラックからのオイル漏れによる影響、供用時は走行中のディーゼルのオイル漏れの可能性がある。
自然環境			
生態系	B-	B-	伐採対象樹木では VU 種が 1 種、鳥類及び哺乳類で VU 種が 1 種ずつ、魚類では 2 種の CR 種、10 種の EN 種、9 種の VU 種が同定されたため、それぞれ緩和策を講じる必要がある。また供用時も、雨季の Chalan Beel 横断区間において、水流の変化により水域生態系への影響が想定される。また植栽及び植替計画 (TPRP) の想定通り樹木が成長しない可能性がある。
地形・地質	D		沿線で特異な地形・地質は確認されなかった。
社会環境			
用地取得・住民移転	A-		約 60 acre の私有地と 1,663 人の被影響者が確認され、その内 1,629 人の移転が必要となる。移転者は法的地位に関係なく、補償と移転のための支援を受ける権利を有する。
貧困層	A-		貧困ライン以下の 304 の被影響世帯が確認された。
少数民族・先住民	D		少数民族・先住民は確認されなかった。
雇用や生計手段等の地域経済	B±		用地取得と住民移転による収入源の喪失は、被影響生態の生計に影響を及ぼすと予想される。一方、事業による雇用やビジネスチャンスが創出され、地域経済に正の影響を与える。
土地利用や地域資源利用	B-		沿線では農地が 6 割以上を占めており、15 ha が影響を受ける。しかし全ての土地所有者及び農業従事者に対して補償及び生計回復支援策が施されるため、影響は小さいと考えられる。
水利用	B-		漁業、釣り、洗濯、移動のため水資源を利用する地域住民が確認された。ARIPA2017 および JICA ガイドラインに従い補償を行う。

影響評価項目	評価		評価理由
	施工前 施工中	供用時	
既存の社会インフラや社会サービス	B-		学校、宗教施設など特に配慮が必要となる施設は、用地取得や渋滞・事故などの交通問題により、負の影響を受ける可能性がある。
社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織	B-		
被害と便益の偏在	B-		都市部における踏切改良工事時に一時的な渋滞が発生する可能性がある。そのため比較的交通量の少ない夜間に工事を行うことも想定している。
地域内の利害対立	B-		地元住民や組合議会は、施工業者に対し建設労働者として地域平等に雇用機会を設けるよう求める可能性がある。
文化遺産	B-	D	地域のランドマークである「Bhangura Central Shaheed Minar」について、線路までの離隔が約 30m のため、工事の影響を受ける可能性がある。供用時は新たな影響は確認されなかった。
ジェンダー	B-	B-	女性世帯主の場合、情報へのアクセスが制限される可能性があり、協議の過程で考慮される必要がある。また建設労働者として賃金や待遇に男女差がある可能性がある。また供用時は、女性の雇用機会が制限される可能性がある。
子どもの権利	B-		インタビュー調査では、商店、工場、建設現場、茶店、レストラン、運送会社、個人宅で働く 10～17 歳の児童労働があると回答があった。また Children's Act, 2013 では 18 歳以下の労働を認めていないため、施工業者に対して契約条項に含めるよう指導する。
HIV/AIDS 等の感染症	B-	B-	施工中では流入する労働者より、供用時では流入する居住者や観光客による感染拡大の可能性はある。
労働環境 (労働安全を含む)	B-	B-	施工業者や BR による安全管理などの労働環境が不適切な場合、労働災害や疾病が発生する可能性がある。
その他			
事故	B-	B-	施工中は工事関係車両による事故の可能性はある。供用時は増便する列車との衝突事故によるリスク増の可能性はある。
越境の影響 気候変動	B-	B+	施工中は樹木伐採による貯蔵炭素の放出が懸念される。供用時は 2028 年には 17.7 万 t-CO ₂ 、2040 年には 26.6 万 t-CO ₂ の削減が見込まれており、気候変動の緩和に寄与していると言える。

出典：JICA 調査団

表 12.7 鉄道橋に対する環境社会配慮調査結果

影響評価項目	評価		評価理由
	施工前 施工中	供用時	
公害項目			
大気汚染	B-		施工中は重機やダンプトラックより粉塵、排ガスが発生する可能性がある。
水質汚濁	B-		施工中は土木工事により濁水が発生する可能性がある。
廃棄物	B-		施工中は掘削土等の建設廃棄物が発生する可能性がある。
土壌汚染	B-		施工中は重機やダンプトラックのオイル漏れの可能性がある。
騒音・振動	B-		施工中は重機やダンプトラック、供用時は鉄道橋自体から騒音・振動が発生する可能性がある。
地盤沈下	D	D	線路沿いの粘土やシルト層は硬質粘土に分類され、その厚みが大きいため深刻な地盤沈下は起こらない。
底質	D		調査の結果基準値を満足しており、掘削土の周辺盛土部への再利用の可能性を検討する。以上より底質掘削の影響は軽微である。

影響評価項目	評価		評価理由
	施工前 施工中	供用時	
自然環境			
生態系	A-		河川横断区間では、鉄道橋建設による濁水の発生や水流の変化により、水生生態系、特に特定絶滅危惧種への影響が予想される。
水象	B-		工事により河川の流況が乱れる可能性がある。
社会環境			
雇用や生計手段等の地域経済	B±		橋梁の建設により、漁業関係者の生計に影響を与える可能性がある一方で、施工により労働者としての雇用機会が生じ、地元住民に正の影響がある。
水利用	B-		<ul style="list-style-type: none"> 井戸水等の飲料水質に影響を与える可能性がある。 施工により養魚地の損失が生じる。 施工時に渡し舟等の船着き場の移動、漁場の移動等が生じるが、継続して活動が可能である。
既存の社会インフラや社会サービス	B-		漁船が運行の場合、施工による影響が発生する。
被害と便益の偏在	B-		施工による漁業エリアの制限や変更により、場所によっては被害と便益の偏在が発生する可能性がある。
地域内の利害対立	B-		近隣の安全や労働者として参画する際に不満が生じる可能性がある。
ジェンダー	B-		建設工事従事者として、女性が根拠なく採用や賃金で差別される場合がある。
子どもの権利	B-		施工現場近くで児童労働が行われ、子どもの教育の機会が損なわれる可能性がある。
HIV/AIDS等の感染症	B-		施工中において、労働者による感染拡大の可能性はある。
労働環境 (労働安全を含む)	B-		関連法令に従い、労働環境を確保する必要がある。
その他			
事故	B-	B-	施工中は工事関係車両による事故の可能性はある。供用時は列車が増えることにより、地域住民や家畜による橋梁上での列車事故のリスクが高まる。

出典：JICA 調査団

12.6 環境管理計画及びモニタリング計画

影響評価で負の影響と判断された項目について、下表の通り環境管理計画を作成した。

表 12.8 鉄道に対する主な環境管理計画及びモニタリング計画（施工中）

影響評価項目	緩和策	モニタリング計画※
公害項目		
大気汚染	<ul style="list-style-type: none"> 重機や設備の定期メンテナンス 適切な施工日程 場内の散水等 	<ul style="list-style-type: none"> 定期的な大気質調査 調査はベースライン調査地点で実施 施工計画、記録用紙の確認、現場確認
水質汚濁	<ul style="list-style-type: none"> 重機や設備の定期的な洗浄 管理当局の指示、規則に従った一般廃棄物の指定場所での処理 現場保管の際は、防水シートで覆う 水辺の工事では、濁水を指定場所で処理し、再度放流 携帯用トイレやゴミ箱などの浄化槽を備えた仮設衛生設備の提供 	<ul style="list-style-type: none"> 目視による確認 廃棄記録の確認 濁水の正常放流の確認

影響評価項目	緩和策	モニタリング計画※
廃棄物	<ul style="list-style-type: none"> 管理当局の指示、規則に従った一般廃棄物の指定場所での処理 	<ul style="list-style-type: none"> 廃棄物発生量 廃棄物保管状況 住民の意見・苦情 再利用計画・廃棄記録
土壌汚染	<ul style="list-style-type: none"> 重機や設備の定期メンテナンス 	<ul style="list-style-type: none"> 重機・設備の配置確認 重機の使用記録
騒音・振動	<ul style="list-style-type: none"> 低騒音・低振動型機械の導入 大きい騒音を伴う施工は、地域への騒音障害を避けるため、日中のみとする。 	<ul style="list-style-type: none"> 定期的な騒音・振動調査 重機・設備の配置確認 重機の使用記録 調査はベースライン調査地点で実施
地盤沈下	<ul style="list-style-type: none"> 盛土を支える補強土壁など、適切な施工を行う 	<ul style="list-style-type: none"> 地盤沈下レベルの測定
悪臭	キャンプサイトにおける廃棄物の定期的な清掃と回収	<ul style="list-style-type: none"> 記録と現場観察 臭気に関する苦情の確認（受理時）
底質	<ul style="list-style-type: none"> 重機や設備の定期メンテナンス 水辺の工事では、濁水を指定場所で処理し、再度放流 	<ul style="list-style-type: none"> 濁水の正常放流の確認 重機・設備の配置確認 重機の使用記録
自然環境		
生態系	<ul style="list-style-type: none"> 代替地への補償植林。VU種については森林局の指示のもと移植を実施 工事開始前及び期間中に事前調査を実施 繁殖期に工事を禁止し繁殖地を囲う 	<ul style="list-style-type: none"> 植林の実施状況の確認 提案緩和策の実施状況に焦点を当てた現地調査（工事実施前及び産卵期も含む）
社会環境		
用地取得・住民移転	用地取得・住民移転計画、生計回復支援策に基づく。詳細は第13章に記載。	
貧困層	用地取得・住民移転計画、生計回復支援策に基づく。詳細は第13章に記載。	
雇用や生計手段等の地域経済	用地取得・住民移転計画、生計回復支援策に基づく。詳細は第13章に記載。	
土地利用や地域資源利用	生計回復支援策に基づく。詳細は第13章に記載。	
水利用	生計回復支援策に基づく。詳細は第13章に記載。	
既存の社会インフラや社会サービス	用地取得・住民移転計画、生計回復支援策に基づく。詳細は第13章に記載。	
社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織	用地取得・住民移転計画、生計回復支援策に基づく。詳細は第13章に記載。	
被害と便益の偏在	工事は交通量が少ない夜間に実施し、道路渋滞の影響を緩和する。	<ul style="list-style-type: none"> 記録と現場観察 地域社会からの声・苦情の確認（受理時）
地域内の利害対立	<ul style="list-style-type: none"> 地元住民や組合議会に平等に雇用機会を与える。 住民から苦情の場合、事業実施者は苦情処理メカニズムに従って誠実に対応する。 	<ul style="list-style-type: none"> 雇用形態の確認 地域社会からの声・苦情（受理時）
文化遺産	Bhangura Central Shaheed Minarの管理者と協議し、作業の説明により理解を得る。	管理者との協議議事録・無異議証明書（お施工前及び苦情受理時）
ジェンダー	用地取得・住民移転計画、生計回復支援策に基づく。詳細は第13章に記載。 雇用や賃金・給与の支払いにおいて、男女差別がないよう配慮する。	雇用契約書に基づき、同一労働同一賃金を確認する。（施工前または雇用時）
子どもの権利	児童労働を防止するため、労働者リスト及び現場の状況を確認・監視する。	<ul style="list-style-type: none"> 地域住民や労働者の声・苦情（受理時） 児童労働の存在 工事請負契約の確認（施工前） 現場観察

影響評価項目	緩和策	モニタリング計画※
HIV/AIDS 等の感染症	<ul style="list-style-type: none"> 感染症蔓延防止のため労働者への啓発教育の実施 定期的な健康診断の実施 	<ul style="list-style-type: none"> 労働者の健康チェックリスト 目視による観察 苦情や意見の確認 (受理時)
労働環境 (労働安全を含む)	<ul style="list-style-type: none"> 工事関係者には、ヘルメット等の安全具を提供 救急ステーションの設置 作業員に対する安全教育の実施 関係法令の遵守 	<ul style="list-style-type: none"> 事故記録の確認 労働者の健康チェックリスト 労働衛生上の問題発生件数 労働者の意見・苦情 (受理時) 労働契約書の確認
その他		
事故	<ul style="list-style-type: none"> 許認可を受けた交通管理計画の順守及び交通整理員の配置。 	<ul style="list-style-type: none"> 交通事故記録の確認 目視による観察や苦情の確認
越境の影響 気候変動	代替地への補償植林	植林の実施状況の確認

※無記載の場合、モニタリングの実施頻度は毎月とする。

出典：JICA 調査団

表 12.9 鉄道に対する主な環境管理計画及びモニタリング計画 (供用時)

影響評価項目	緩和策	モニタリング計画*
公害項目		
水質汚濁	関連施設の定期的なメンテナンスと下水の汲み取り頻度の増加	適切な運用の目視確認
廃棄物	<ul style="list-style-type: none"> 各駅に十分な数のごみ箱を設置し、地域の収集方法に従う 関連施設の定期的なメンテナンスと下水の汲み取り頻度の増加 	<ul style="list-style-type: none"> 廃棄物・排水処理方法の確認 適切な運用の目視確認 地域社会や乗客からの声や苦情
土壌汚染	車両基地における漏油防止に必要な設備機器の設置	施設・設備の適正運用の目視確認
騒音・振動	<ul style="list-style-type: none"> 必要に応じて詳細設計時に予測を行い、仮に予測値が基準値を超過する場合には、列車減速等の緩和策を検討する。 住民からの騒音・振動の苦情受理時において、苦情処理メカニズムに従った誠実な対応を行う 	<ul style="list-style-type: none"> 緩和策を講じた場合には、その実施確認 地域社会からの声や苦情 (受理時)
地盤沈下	緊急時に備えて必要な監視を行う。必要に応じて条件に適した解決策を決定する議論を設ける	地盤沈下レベルの測定
悪臭	<ul style="list-style-type: none"> 各駅からの一般廃棄物の定期的な清掃と収集 蓋付きゴミ箱の設置 	<ul style="list-style-type: none"> 記録と現場観察 悪臭に関する声や苦情の確認
底質	車両基地における漏油防止に必要な設備機器の設置	施設・設備の適正運用の目視確認
自然環境		
生態系	<ul style="list-style-type: none"> 住民からの苦情受理時において、苦情処理メカニズムに従った誠実な対応を行う BR と森林局に対し、植栽及び植替計画 (TPRP) を随時更新し、実施前に植林の予算が確保されるよう要請する。 	<ul style="list-style-type: none"> 地域住民や漁師からの声や苦情 植栽及び植替計画 (TPRP) を基にした生育状況の確認

影響評価項目	緩和策	モニタリング計画*
社会環境		
ジェンダー	公正な条件下での BR の女性スタッフの積極採用	<ul style="list-style-type: none"> 採用歴の確認 BR の女性職員の声・苦情の確認
HIV/AIDS 等の感染症	BR 職員に対する定期的な意識向上プログラムと健康診断の実施	<ul style="list-style-type: none"> 職員の健康チェックリストの確認 関係機関へのインタビュー
労働環境 (労働安全を含む)	<ul style="list-style-type: none"> BR 職員に対する安全教育の実施 関係法令の遵守 	<ul style="list-style-type: none"> 職員の健康チェックリスト 職員の意見・苦情
その他		
事故	交通量の多い無人踏切で警手の雇用及び混雑駅における駅員の配置強化	<ul style="list-style-type: none"> 警手の雇用実績の確認 警手の声や苦情の確認 混雑駅における駅員の配置状況

注：無記載の場合、モニタリングの実施頻度は年 2 回で期間は竣工後 3 年間とする。

出典：JICA 調査団

表 12.10 鉄道橋に対する主な環境管理計画及びモニタリング計画（施工中）

影響評価項目	緩和策	モニタリング計画*
公害項目		
大気汚染	<ul style="list-style-type: none"> 重機や設備の定期メンテナンス 適切な施工日程 	<ul style="list-style-type: none"> 定期的な大気質調査 調査はベースライン調査地点で実施 施工計画、記録用紙の確認、現場確認
水質汚濁	<ul style="list-style-type: none"> 矢板を用いた仮締切工法を用いて水質汚濁を防ぐ。 	<ul style="list-style-type: none"> 定期的な水質調査 調査はベースライン調査地点で実施
廃棄物	建設廃棄物は、指定場所で処理され、適性に応じて埋め立てなどに再利用する。	<ul style="list-style-type: none"> 廃棄物発生量 廃棄物の保管及び運搬状況 地域の意見・苦情（受理時）
土壌汚染	重機や設備の定期メンテナンス	<ul style="list-style-type: none"> 重機・設備の配置確認 重機の使用記録
騒音・振動	<ul style="list-style-type: none"> 低騒音・低振動型機械の導入 大きい騒音を伴う施工は、地域への騒音障害を避けるため、日中のみとする。 	<ul style="list-style-type: none"> 重機・設備の配置確認 重機の使用記録 調査はベースライン調査地点で実施
自然環境		
生態系	<ul style="list-style-type: none"> 工事開始前及び期間中に事前調査を実施 竹製のシュルターを曲部や深い河床に設置 繁殖期に工事を禁止し繁殖地を囲う 	提案緩和策の実施状況に焦点を当てた現地調査（工事実施前及び産卵期も含む）
水象	橋梁の新設に伴う各河川の断面としての開口部の大きさは、河川流量確保のため、現在のものを維持する。	<ul style="list-style-type: none"> 橋梁設計図面の確認 現地視察による河川流量の確認
社会環境		
雇用や生計手段等の地域経済	用地取得・住民移転計画、生計回復支援策に基づく。詳細は第 13 章に記載。	
水利用	矢板を用いた仮締切工法を用いて水質汚濁を防ぐ。	<ul style="list-style-type: none"> 定期的な水質調査 調査はベースライン調査地点で実施
	生計回復支援策に基づく。詳細は第 13 章に記載。	
既存の社会インフラや社会サービス	用地取得・住民移転計画、生計回復支援策に基づく。詳細は第 13 章に記載。	
被害と便益の偏在	生計回復支援策に基づく。詳細は第 13 章に記載。	

影響評価項目	緩和策	モニタリング計画*
地域内の利害対立	住民から苦情の場合、事業実施者は苦情処理メカニズムに従って誠実に対応する。	地域社会からの声・苦情（受理時）
ジェンダー	雇用や賃金・給与の支払いにおいて、男女差別がないよう配慮する。	雇用契約書に基づき、同一労働同一賃金を確認する。（施工前または雇用時）
子どもの権利	児童労働を防止するため、労働者リスト及び現場の状況を確認・監視する。	<ul style="list-style-type: none"> 地域住民や労働者の声・苦情（受理時） 児童労働の存在 工事請負契約の確認（施工前） 現場観察
HIV/AIDS 等の感染症	<ul style="list-style-type: none"> 感染症蔓延防止のため労働者への啓発教育の実施 定期的な健康診断の実施 	<ul style="list-style-type: none"> 労働者の健康チェックリスト 目視による観察 苦情や意見の確認（受理時）
労働環境 （労働安全を含む）	<ul style="list-style-type: none"> 工事関係者には、ヘルメットや安全ベルト等の安全具を提供 救急ステーションの設置 作業員に対する安全教育の実施 関係法令の遵守 	<ul style="list-style-type: none"> 事故記録の確認 労働者の健康チェックリスト 労働衛生上の問題発生件数 労働者の意見・苦情（受理時） 労働契約書の確認
その他		
事故	<ul style="list-style-type: none"> 交通渋滞や事故抑制のため承認された交通管理計画を厳格に実施。 交通整理員の配置 	<ul style="list-style-type: none"> 事故記録の確認 現場観察 苦情や意見の確認（受理時）

注：無記載の場合、モニタリングの実施頻度は毎月とする。

出典：JICA 調査団

表 12.11 鉄道橋に対する主な環境管理計画及びモニタリング計画（供用時）

影響評価項目	緩和策	モニタリング計画*
その他		
事故	橋梁補修点検のための通路を兼ねた緊急避難用のスペースを確保する。	緊急避難用のスペースの確認（竣工時）

注：無記載の場合、モニタリングの実施頻度は年2回で期間は竣工後3年間とする。

出典：JICA 調査団

12.7 実施体制

非公開

第13章 住民移転計画

13.1 関連法

13.1.1 用地取得・住民移転に係る制度

Bangladeshにおける土地取得を規定する法律は、「Acquisition and Requisition of Immovable Property Act, 2017 (ARIPA 2017)」である。これにより、(i) 恒久的に取得された土地および資産（立木、作物、家屋を含む）、(ii) 当該取得によって生じたその他の損失について、補償が行われることが定められている。ただし、対象者は権利保有者に限定されており、それ以外の補償は規定されていない。主な Bangladesh の法律と JICA ガイドラインと、そのギャップを埋める方針を下表に整理する。

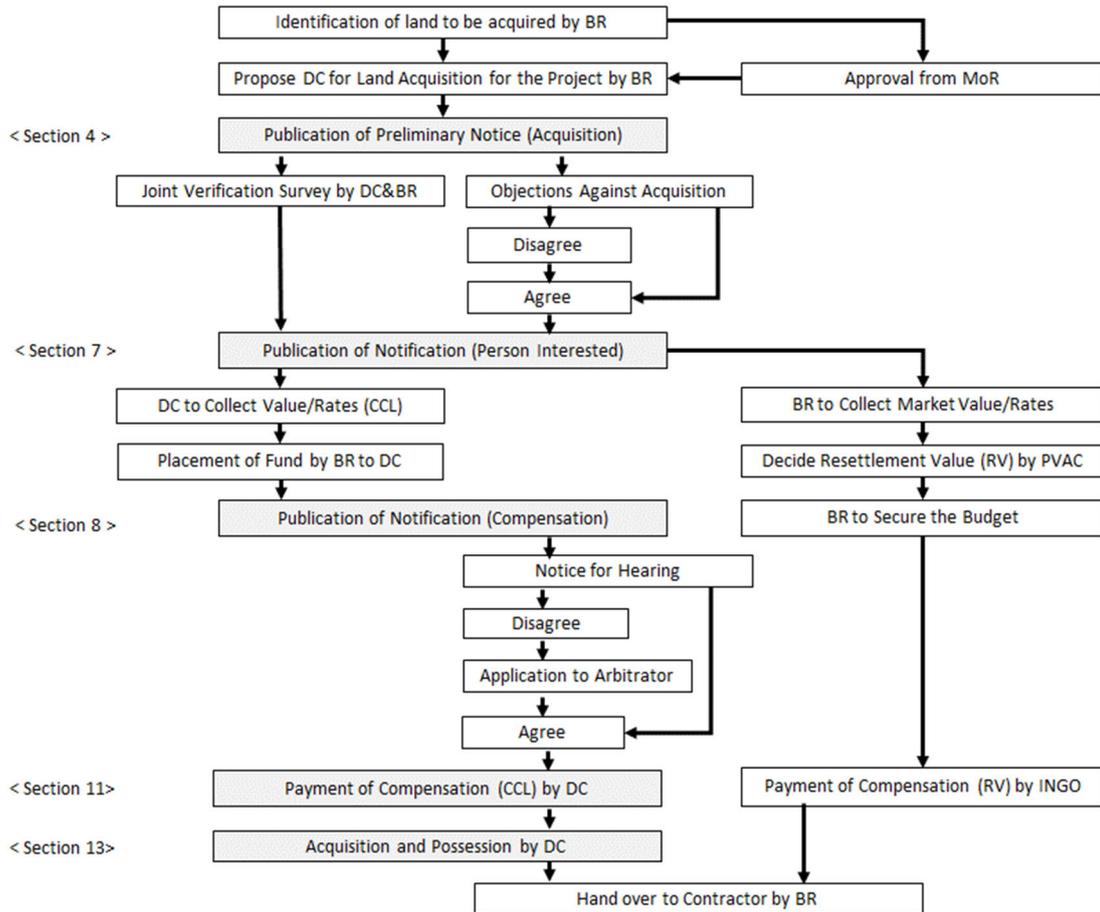
表 13.1 主な Bangladesh 法と JICA ガイドラインのギャップを埋める方針

項目	ギャップを埋める方針
補償対象	非権利保有者への補償を担保する。 非権利保有者のカットオフデットを設定する。
情報共有	事前の住民説明会を行い、十分な情報共有を行う。
生計回復支援	収入・生計回復支援を補償内容に含める。 移行期間の支援を補償内容に含める。
再取得価格	補償金額が再取得価格となるように設定する。
苦情処理	機能的な苦情処理メカニズムを構築する。

出典：JICA 調査団

13.1.2 用地取得・住民移転の手続き

本事業に適用される用地取得および補償の支払いのフローを下図に示す。再取得価格での補償とするため、1) DC を通じて法律に基づく補償 (CCL) が支払われるとともに、市場価格を下回る場合は、JICA ガイドラインを満たすために 2) 追加的な補償・支援が BR から支払われる 2 段階で支払いが行われる。



出典：ARIPA 2017 を基に JICA 調査団作成

図 13.1 バングラデシュにおける用地取得および補償支払いフロー

13.2 本事業の影響規模

本事業により影響を受ける私有地の面積は、72.12 acre である。また、被影響世帯数 (PAH) は 2,991 世帯、被影響者数 (PAP) は、12,150 人。被影響世帯のうち、非正規世帯の割合は 37.5% である。特にパプナとシラジガンジで割合が高い。移転を伴う世帯数は、1,601 世帯 (6,753 名) という結果となった。なお、被影響者の中に少数民族等は存在しないことが確認された。詳細は次表の通りである。

表 13.2 影響面積および被影響者の概要

ディストリクト	面積 (acre)	合計		非正規		移転が伴う	
		PAH	PAP	PAH	PAP	PAH	PAP
ガジプール	21.97	471	2,186	127	602	382	1,877
タンガイル	41.18	1,281	5,246	86	406	195	964
シラジガンジ	3.02	573	2,285	330	1,315	484	1,907
パプナ	3.19	589	2,171	433	1,535	516	1,917
ナトール	2.76	77	262	7	25	24	88
合計	72.12	2,991	12,150	983	3,883	1,601	6,753

出典：JICA 調査団

本事業により影響を受ける共有施設（CPR）は、教育施設、宗教施設、文化的なスペースを含む 36 建物となる。これらの施設の移転に当たっては、対象施設および対象地域の代表者との事前協議を行い、移転費用の補償および移転に必要な支援を提供する。

表 13.3 影響を受ける CPR の概要

ディストリクト	教育施設	宗教施設 (モスク/マドラサ)	文化的 スペース	その他	合計
ガジプール	0	2	0	0	2
タンガイル	0	2	0	1	3
シラジガンジ	2	8	0	7	17
パプナ	0	4	2	8	14
ナトール	0	0	0	0	0
合計	2	16	2	16	36

出典：JICA 調査団

本事業における脆弱層を、1) 女性世帯主、2) 高齢者を有する世帯、3) 障害者を有する世帯、4) 貧困線以下の世帯と定義する。調査結果によると、全 PAH の 20.0% に相当する 599 世帯が、これらのカテゴリに該当する。これらの世帯は、事業による負の影響への対処能力が低い可能性があるため、用地取得および住民移転を行うにあたり追加的な支援が必要となる。

表 13.4 脆弱世帯の概要

ディストリクト	女性世帯主	高齢者を有する世帯	障害者を有する世帯	貧困線以下の世帯
ガジプール	64	12	15	93
タンガイル	85	35	23	131
シラジガンジ	56	27	31	197
パプナ	74	34	29	210
ナトール	17	5	3	20

注：複数回答により重複あり

出典：JICA 調査団

13.3 補償・支援方針

(1) 補償対象

補償対象となる被影響者の特定は「カットオフデート (COD)」が基準日となる。 Bangladesh の国内法では非正規居住者を補償対象としないため、BR との協議を踏まえ、本事業では JICA ガイドラインを満たすため、以下のとおり正規居住者と非正規居住者用に 2 つのカットオフデートを設定する。事業の COD は、以下の表のとおり。

- 正規住民の場合は、DC により Section 4 に基づき用地取得通知が発行された日
- 非地権者の場合は、本調査による影響を受ける構造物をマーキングした日

表 13.5 本事業のカットオフデート

ディストリクト	サブディストリクト	正規住民の COD	非正規住民の COD
ガジプール	Sadar	26.10.2023	10.10.2022
	Kaliakolior	25.02.2021	08.10.2022
タンガイル	-	今後、法手続きに基づいて正式に設定予定	08.10.2022
シラジガンジ	-	今後、法手続きに基づいて正式に設定予定	17.10.2022
パプナ	-	28.02.2023	15.10.2022
ナトール	-	21.01.2021	16.10.2022

出典：JICA 調査団

(2) 補償方針・内容

各カテゴリの補償と援助の基本項目は以下のとおりである。各カテゴリに対する補償内容を示すエンタイトルメントマトリックスは、下表に整理している。

- 土地、作物／樹木の損失に対する再取得価格で補償を行う
- 構造物およびその他の不動産に対する再取得価格で補償を行う
- 事業収入/賃金収入の損失に対する支援
- 構造物、CPR の移動と再建のための支援
- 収入・生計回復のための支援
- 脆弱層に対する追加的な支援

表 13.6 エンタイトルメントマトリックス

No.	損失のカテゴリ	補償対象者	補償内容
1	農地の損失	土地所有者	<ul style="list-style-type: none"> 影響を受ける用地の政府レートの3倍(市場価格の方が高ければ追加的に支払われる) 印紙税・登録費用
2	住宅・商業用地の損失	土地所有者	同上
3	作物、養魚池の損失 (a) 正規 (b) 非正規	(a) 土地所有者、耕作人、小作人 (b) 土地の利用者	<ul style="list-style-type: none"> 影響を受ける農地の作物、養魚池の魚の政府レートの2倍(市場価格の方が高ければ追加的に支払われる) 影響を受ける農地の作物、養魚池の魚の回収(所有者との契約/合意内容による)
4	樹木、果樹の損失 (a) 正規 (b) 非正規	(a) 土地所有者 (b) ROW内の樹木、果樹の所有者	<ul style="list-style-type: none"> 影響を受ける樹木、果樹の政府レートの2倍(市場価格の方が高ければ追加的に支払われる)
5	住宅・商業建物の損失 (a) 正規 (b) 非正規	(a) 土地所有者かつ建物所有者 (b) 土地の利用者かつ建物所有者	<ul style="list-style-type: none"> 影響を受ける建物の政府レートの2倍(市場価格の方が高ければ追加的に支払われる) 印紙税・登録費用 移動・再建費用の支援 建物の材料の回収
6	住宅・商業建物へのアクセスの損失	賃貸・リース物件のテナント	<ul style="list-style-type: none"> 家財等の移動費用の支援
7	CPR建物の損失 (a) 正規 (b) 非正規	(a) 土地所有者 (b) ROW内の建物の所有者	<ul style="list-style-type: none"> 影響を受ける建物の政府レートの2倍(市場価格の方が高ければ追加的に支払われる) 印紙税・登録費用 移動・再建費用の支援
8	商業建物の損失によるビジネスの損失	ビジネスの所有者・運営者	<ul style="list-style-type: none"> 移行期間の支援として3か月分の収入の支援
9	賃貸建物の損失によるビジネスの損失	賃貸の所有者	<ul style="list-style-type: none"> 移行期間の支援として3か月分の賃料の支援
10	移転により収入・労働日数の損失	従業員・賃金労働者	<ul style="list-style-type: none"> 移行期間の支援として45日分の賃金の支援 建設工事への優先雇用支援
11	ユティリティ(電力)へのアクセスの損失	アクセスの損失者	<ul style="list-style-type: none"> 電線の再接続費用の支援
12	脆弱層への特別支援	女性世帯主、障害者を持つ世帯、高齢者を持つ世帯、貧困世帯	追加的な資金支援 生活回復プログラムへの参加支援
13	生活回復プログラム(LRP)	収入源を失う世帯、移転が必要な世帯で生計手段に変化がある世帯などの被影響世帯のうちLRPを希望する者	技術・能力研修等への参加 初期のビジネス投資費用の支援
14	移転先の土地・住宅・商業スペースの賃貸・売買の支援	居住・商業施設・賃貸建物・CPRの損失世帯	<ul style="list-style-type: none"> 移転先候補となる土地・住宅の賃貸・売買を探す支援 BRの駅周辺の土地がリース出来る場合は、影響を受けたビジネスの所有者に対して優先的にリースする CPRの移転先候補を探す支援
15	工事中の一時的な損失	コミュニティ、個人	<ul style="list-style-type: none"> 工事中の建物や土地への影響は、コントラクターが負担する 影響を受ける土地の所有者には、一時的な使用後に元の状態で返却

出典：JICA 調査団

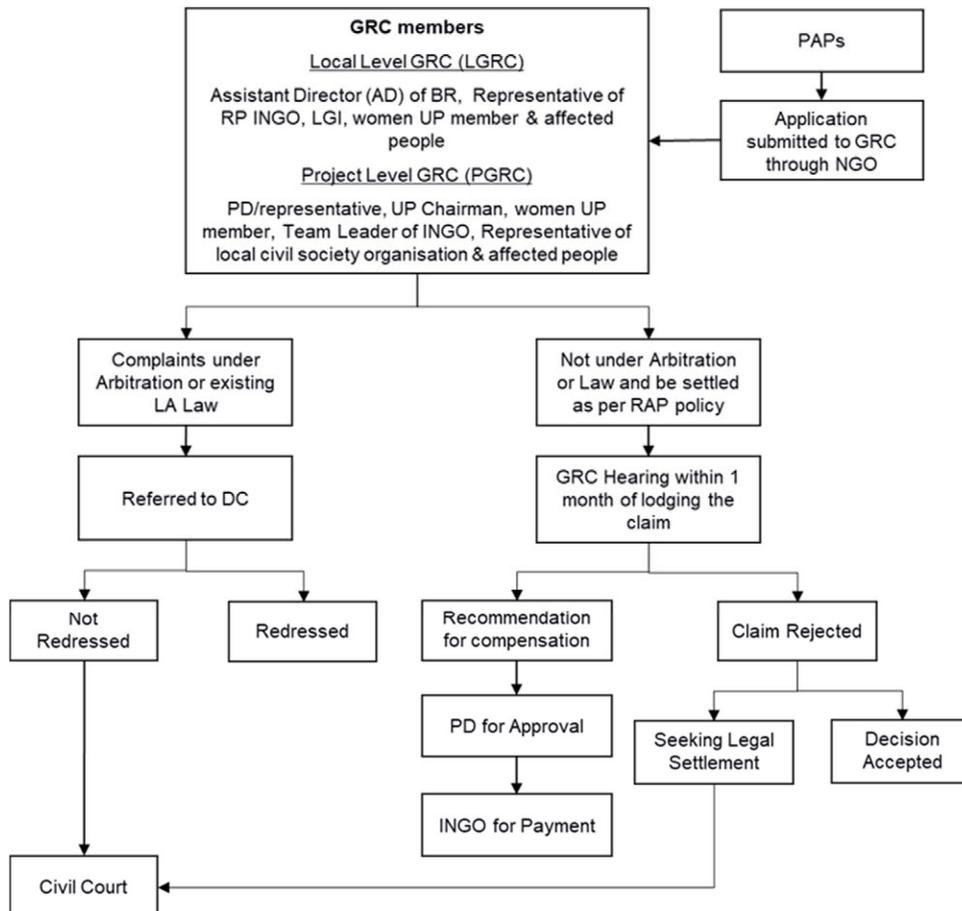
(3) 生計回復支援

生計回復支援は、移転中および移転後の収入と生計の改善、あるいは少なくとも回復に焦点を当てる。本事業では、主に商業施設や賃貸施設、これらの施設での労働者、農地の損失等により、収入源を失う者、また移転が必要な世帯等の一時的に収入に影響を受ける者が対象となる。現時点での所得生計回復プログラムは以下の内容を検討しており、詳細は RAP 実施 NGO によって策定される。

- 建設工事での優先雇用
- スキル向上研修（工芸品、縫製、農業・家畜、機械加工、ビジネス、ドライバー等）
- 初期のビジネス投資費用の支援
- 移行期間の収入支援

13.4 苦情処理メカニズム

本事業では、2段階のボトムアップ苦情処理メカニズム（GRM）を構築する。第1段階はコミュニティ・レベル、第2段階はプロジェクト・レベルとする。PAPの苦情は、RAP実施NGOを通じて第1段階での解決が図られ、未解決の場合には第2段階で再度検討が行われる。なお、第1段階では15日以内、第2段階では30日以内の解決を基本とする。第2段階で解決しない場合は、PAPは裁判所に提訴することができる。苦情処理のフローを下図に示す。



出典：JICA 調査団

図 13.2 苦情処理のフロー図

13.5 用地取得・住民移転費用概算

非公開

13.6 実施スケジュール

非公開

13.7 ステークホルダー会議

(1) ステークホルダー会議

ステークホルダー会議（SHM）は、EIA と RAP 合同で開催し、第 1 回目はスコーピング時、第 2 回目は DFR の段階で、それぞれ 5 ディストリクト合計 11 箇所で実施した。EIA 関連では、主に工事中の煤塵、騒音、廃棄物、事故や交通渋滞に対する懸念が示され、RAP 関連では、補償対象、補償内容、補償金額に関する質問が出された。第 2 回目の開催時には、調査結果に基づく影響の緩和策や補償内容の説明を行った結果、住民から反対意見等は示されなかった。

表 13.7 ステークホルダー会議の概要

No.	第 1 回					第 2 回			
	場所	日付	参加者			日付	参加者		
			男性	女性	合計		男性	女性	合計
1	ガジプール	05.10.2022	67	16	83	02.04.2023	71	14	85
2	ガジプール	06.10.2022	94	16	110	03.04.2023	69	24	93
3	タンガイル	10.10.2022	77	17	94	04.04.2023	54	12	66
4	タンガイル	11.10.2022	87	21	108	05.04.2023	48	20	68
5	タンガイル	12.10.2022	84	23	107	06.04.2023	38	13	51
6	シラジガンジ	13.10.2022	80	15	95	07.04.2023	92	9	101
7	シラジガンジ	14.10.2022	86	25	111	08.04.2023	60	35	95
8	シラジガンジ	15.10.2022	53	10	63	09.04.2023	42	13	55
9	バブナ	16.10.2022	81	90	171	10.04.2023	54	64	118
10	バブナ	17.10.2022	52	16	68	11.04.2023	43	10	53
11	バブナ	18.10.2022	120	26	146	12.04.2023	64	16	80

出典：JICA 調査団

(2) フォーカスグループディスカッション

SHM の後に、2 段階に分けて合計 30 のフォーカスグループディスカッション（FGDs）を実施した。第 1 回目の SHM 後には、現況の把握と想定されるプロジェクトの影響、生計回復支援への期待等についてヒアリングを行った。広く意見徴収を行うため、女性グループ、ドライバー、農業・漁業従事者、ビジネスオーナー、正規・非正規住民などの複数グループを対象とし、合計 20 回実施した。ヒアリングの結果を踏まえて、補償対象者の特定と、生計回復トレーニングの内容、商業スペースの提供などを含む補償内容の検討を行った。

また、第 2 回目の SHM 後には、補完的に補償内容と生計回復支援案の説明と意見徴収を目的とし、非正規住民及び脆弱層に対して、合計 10 回実施した。特に非正規住民からは移転先に対する懸念が示されたため、移転先候補を探す支援も補償内容に含めるなどの反映を行った。

13.8 用地取得の最新状況

2024年6月現在の用地取得の状況を下表に示す。ガジプールでは、Section 7の発行手続きが進められており、発行まで30～40日かかると想定されている。タンガイルとシラジガンジでは、Section 4のための現場検証がまだ行われておらず、用地取得面積が最大であるタンガイルでは、Section 7の通知まであと6ヶ月、シラジガンジでは2.5ヶ月かかると推定されている。

表 13.8 用地取得の進捗 (2024年6月現在)

用地取得の主なプロセス	ガジプール	タンガイル	シラジガンジ	パプナ	ナトール
用地取得計画の書類提出	完了	完了	完了	完了	完了
現地確認	完了	完了	完了	完了	完了
ディストリクト用地取得委員会ミーティング	完了	完了	完了	完了	完了
Section 4のための現場検証	完了	未完了	未完了	完了	完了
Section 4の通知発行	完了	未完了	未完了	完了	完了
Section 7のための現場検証	完了	未完了	未完了	完了	完了
Section 7の通知発行	未完了	未完了	未完了	完了	完了
Section-7までにかかる想定期間	30-40日	6ヶ月	2.5ヶ月	-	-

出典：ENRAC (用地取得支援の再委託)

用地取得の遅れの主な要因は、DC職員の多忙なスケジュールと、BR職員も人材不足が挙げられる。そのため、BRは現地コンサルタントの雇用により、書類作成や現地検証の同行、諸機関との連絡・フォローアップを含むプロセスの迅速化に努める必要がある。また、現地で境界確認が必要な場合は、BRの上級職員が現地で問題解決にあたることも求められる。作業が長期間滞るとプロセスをやり直す必要も生じるため、DC職員等と常にコミュニケーションを取りながら、用地取得面積と補償額が確定されるSection 7までの作業を速やかに完了させることが重要である。