

インド国  
道路交通省  
国道インフラ開発公社

インド国  
北東州道路網連結性改善事業  
(その2) 準備調査

準備調査報告書  
—ドゥブリ橋—

平成30年7月  
(2018年)

独立行政法人  
国際協力機構 (JICA)

株式会社パデコ  
大日本コンサルタント株式会社

南ア
CR(5)
18-043

## 目 次

要約 .....	要約-1
<b>第1章 業務の概要 .....</b>	<b>1</b>
1.1 プロジェクトの背景.....	1
1.2 プロジェクトの選定経緯.....	2
1.2.1 プロジェクトの対象道路.....	2
1.2.2 優先順位評価基準.....	4
1.2.3 優先順位検討結果.....	4
1.2.4 円借款対象事業の選定.....	7
1.3 プロジェクトの概要.....	7
1.4 本調査の目的.....	8
<b>第2章 調査道路の現状 .....</b>	<b>9</b>
2.1 道路の現状と調査地域の交通状況.....	9
2.1.1 北東州の国道網.....	9
2.1.2 北東地域の交通基盤整備プロジェクト.....	10
2.1.3 道路網連結性.....	11
2.1.4 船着き場の施設.....	13
2.1.5 ブラマプトラ川の現状.....	16
2.2 国道整備の現状.....	19
2.2.1 国道整備関係機関.....	19
2.2.2 国道の整備計画.....	21
2.2.3 北東地域クロスボーダー接続プロジェクト.....	27
2.2.4 北東地域における進行中の国際協力道路プロジェクト.....	31
2.3 調査地域の社会経済状況.....	38
2.3.1 ドゥブリ県（アッサム州）.....	38
2.3.2 南サルマラ・マンカチャル県（アッサム州）.....	40
2.3.3 西ガロ・ヒルズ県（メガラヤ州）.....	41
<b>第3章 DPR の課題と提案 .....</b>	<b>44</b>
3.1 道路区間の課題.....	44
3.1.1 接続道路.....	44
3.1.2 道路線形の選択.....	53

3.1.3	浸食対策.....	56
3.1.4	交差点設計.....	59
3.2	橋梁区間の課題.....	61
<b>第4章</b>	<b>交通調査・分析および将来交通予測 .....</b>	<b>76</b>
4.1	概要 .....	76
4.2	調査対象道路のネットワーク .....	76
4.3	DPR における交通量データおよび分析結果 .....	77
4.3.1	交通量調査.....	77
4.3.2	OD 調査.....	78
4.3.3	日平均交通量.....	80
4.3.4	DPR における転換交通量の分析 .....	81
4.3.5	DPR における交通需要予測結果.....	84
4.4	交通需要推計.....	84
4.4.1	概要 .....	84
4.4.2	交通量の種類.....	85
4.4.3	交通需要推計.....	85
4.4.4	交通需要推計結果.....	88
<b>第5章</b>	<b>ドゥブリ橋の概略設計 .....</b>	<b>92</b>
5.1	自然条件調査.....	92
5.1.1	地形 .....	92
5.1.2	地質 .....	94
5.1.3	降雨量 .....	101
5.1.4	地形測量.....	102
5.1.5	土取場調査.....	110
5.1.6	ボーリング調査.....	115
5.2	地盤の問題と対策.....	117
5.2.1	ドゥブリ橋の基礎地盤.....	117
5.2.2	ブラマプトラ川右岸側（北側）アクセス道路 （ドゥブリ～スリランプール） .....	119
5.2.3	ブラマプトラ川左岸側（南側）アクセス道路 （プルバリ～ツラ） .....	120
5.3	道路設計 .....	124
5.3.1	設計基準.....	124
5.3.2	道路設計.....	134

5.3.3	舗装設計.....	137
5.4	橋梁設計.....	138
5.4.1	設計基準.....	138
5.4.2	基礎工形式.....	140
5.4.3	上部工形式.....	141
<b>第6章</b>	<b>プロジェクトの概算事業費.....</b>	<b>156</b>
6.1	はじめに.....	156
6.1.1	前提条件.....	156
6.2	建設費.....	157
6.2.1	主要工種の単価設定.....	157
6.2.2	ドゥブリ橋の事業建設費.....	157
<b>第7章</b>	<b>環境社会配慮.....</b>	<b>158</b>
7.1	序文.....	158
7.1.1	プロジェクトの背景.....	158
7.1.2	事業の概要.....	159
7.1.3	本件環境調査の背景と目的.....	161
7.2	調査地域および影響範囲.....	162
7.2.1	地理的影響範囲.....	162
7.2.2	調査内容.....	162
7.2.3	調査の方針.....	163
7.3	ベースとなる環境および社会の状況.....	164
7.3.1	自然環境.....	164
7.3.2	生活環境.....	173
7.3.3	社会環境.....	177
7.4	インド政府の法的な枠組み.....	184
7.4.1	本プロジェクトにおける主要な法令.....	184
7.4.2	JICA/WB/ADB ガイドラインとインドのEIA 法制の比較検討.....	188
7.4.3	中央レベルのプロジェクト関連組織.....	191
7.4.4	州レベルのプロジェクト関連組織.....	192
7.4.5	その他の環境クリアランス.....	193
7.5	インドにおける環境基準、排出基準および各種基準.....	194
7.6	代替案の検討.....	201
7.6.1	代替案の分析.....	201
7.7	スコーピング.....	210

7.7.1	基本的な影響の検討.....	210
7.7.2	スコーピング・マトリクス.....	210
7.7.3	環境社会配慮調査の TOR.....	213
7.8	環境社会配慮調査結果.....	216
7.8.1	生活環境に対する主な影響.....	216
7.8.2	自然環境に対する主な影響.....	229
7.8.3	社会環境に対する主な影響.....	244
7.8.4	その他 .....	250
7.9	影響評価 .....	251
7.10	環境管理およびモニタリング計画.....	254
7.10.1	環境管理計画.....	254
7.10.2	環境モニタリング計画.....	267
7.10.3	組織体制.....	271
7.10.4	モニタリングフォーム.....	271
7.10.5	モニタリング予算.....	276
7.11	ステークホルダー協議.....	277
7.12	用地取得および住民移転.....	278
7.12.1	用地取得・住民移転の必要性.....	278
7.12.2	用地取得および住民移転のための法的枠組み.....	280
7.12.3	用地取得・住民移転の規模・範囲.....	291
7.12.4	補償・支援の具体策.....	302
7.12.5	苦情処理メカニズム.....	308
7.12.6	実施体制.....	309
7.12.7	実施スケジュール.....	312
7.12.8	費用と財源.....	314
7.12.9	モニタリング体制.....	315
7.13	ステークホルダー協議の詳細.....	318
7.13.1	第1回協議.....	318
7.13.2	第2回協議.....	324
<b>第8章</b>	<b>事業実施計画 .....</b>	<b>328</b>
8.1	事業実施スケジュール.....	328
8.1.1	事業実施スケジュールの提案.....	328
8.1.2	建設計画.....	329
8.1.3	建設期間.....	330
8.2	事業実施体制.....	331

8.2.1	NHIDCL の組織 .....	331
8.2.2	契約スキームの検討.....	335
8.2.3	施工監理業務.....	336
8.3	維持管理計画.....	337
<b>第9章</b>	<b>経済分析 .....</b>	<b>339</b>
9.1	概要 .....	339
9.2	費用 .....	339
9.3	便益 .....	341
9.3.1	旅行時間の短縮.....	341
9.3.2	車両走行経費の節約.....	342
9.4	経済的内部収益率 (EIRR) の推計.....	343
<b>第10章</b>	<b>プロジェクトの評価 .....</b>	<b>344</b>
10.1	プロジェクトの概要.....	344
10.2	プロジェクトの評価.....	344
10.2.1	設計内容の妥当性の確認.....	344
10.2.2	プロジェクトの妥当性の確認.....	348
10.2.3	有効性の確認.....	348
<b>第11章</b>	<b>結論と提言 .....</b>	<b>350</b>

## 添付資料一覧

添付資料-1 調査団員・氏名

添付資料-2 主要協議資料

添付資料-3 生態系モニタリング TOR

添付資料-4 RAP 支援 NGO 再委託 TOR

添付資料-5 外部モニタリング機関 TOR

添付資料-6 EIA (Environmental Impact Assessment, 環境影響評価)

添付資料-7 RAP (Resettlement Action Plan, 住民移転実施計画)

添付資料-8 入札図書案のレビュー結果

図

図 1-1 : 7州の位置と年間降雨量分布 .....	1
図 1-2 : 調査対象区間位置図 .....	3
図 1-3 : プロジェクト位置図 .....	7
図 2-1 : 北東地域の国道網 .....	9
図 2-2 : 北東地域の道路網連結性 .....	11
図 2-3 : 国道 127B 号のルート .....	12
図 2-4 : ドゥブリ橋位置図 .....	13
図 2-5 : ドゥブリの船着き場位置図 .....	14
図 2-6 : 船着き場の様子 .....	15
図 2-7 : 国有水路 2 号ブラマプトラ・プロジェクト .....	16
図 2-8 : 現在ドゥブリに建設中の埠頭 .....	16
図 2-9 : ブラマプトラ川の流域 .....	17
図 2-10 : ブラマプトラ川を横断している橋梁 .....	19
図 2-11 : NHAI ロゴ .....	19
図 2-12 : IAHE ロゴ .....	20
図 2-13 : NHIDCL ロゴ .....	20
図 2-14 : IRC ロゴ .....	20
図 2-15 : 国道整備計画 (2016 年 5 月 31 日現在) .....	23
図 2-16 : 北東地域の主要道路整備計画 .....	24
図 2-17 : 高速国道網計画 .....	27
図 2-18 : 三か国道路プロジェクト .....	28
図 2-19 : カラダン・マルチモーダル通過運輸プロジェクト .....	29
図 2-20 : 国水路 2 号線ブラマプトラ・プロジェクト .....	30
図 2-21 : ミゾラム州道路プロジェクト I (WB) 位置図 .....	32
図 2-22 : ミゾラム州道路プロジェクト II (WB) .....	33
図 2-23 : 北東州道路投資計画 (アッサム州) .....	35
図 2-24 : 北東州道路投資計画 (メガラヤ州) .....	35
図 2-25 : 北東州道路投資計画 (マニプール州) .....	36
図 2-26 : 北東州道路投資計画 (トリプラ州) .....	37
図 2-27 : 北東州道路投資計画 (ミゾラム州) .....	37
図 2-28 : ドゥブリ県と南サルマラ・マンカチャル県位置図 .....	40
図 2-29 : 西ガロ・ヒルズ県位置図 .....	43
図 3-1 : ドゥブリ橋と接続道路 .....	44
図 3-2 : 国道 127B 号と鉄道との交差箇所 .....	46
図 3-3 : ドゥブリ橋の北部および南部の接続道路 .....	47
図 3-4 : 区間 1 (スリランプール～バラジャン) の道路現況 .....	48
図 3-5 : 舗装区間および未舗装区間の道路状況 .....	48

図 3-6 : 区間 2 (バラジャン～アダバリ) の道路現況 .....	49
図 3-7 : バラジャン交差点およびアダバリ農道の道路状況.....	50
図 3-8 : 区間 3 (プルバリ～ツラ) の道路現況 .....	50
図 3-9 : プルバリ橋梁取り付け部の道路状況 .....	51
図 3-10 : 中州の形状変化 (1986 年 12 月-2016 年 12 月) .....	51
図 3-11 : 雨季と乾季の中州の状態の比較 .....	52
図 3-12 : ドゥブリとプルバリの船着き場の様子 .....	52
図 3-13 : 乾季のプルバリ船着き場の様子 .....	53
図 3-14 : 橋梁を含めた道路線形のオプション .....	54
図 3-15 : ドゥブリ橋横断個所の河床地形図 .....	56
図 3-16 : 橋台 A1 および A2 の設置位置の現状.....	58
図 3-17 : P6 橋脚付近の状況 .....	58
図 3-18 : A2 の盛土のり面防護工 .....	59
図 3-19 : ドゥブリ側交差点計画 .....	60
図 3-20 : プルバリ側交差点計画 .....	60
図 3-21 : ドゥブリ側国道 127B 号との接続交差点計画.....	61
図 3-22 : 雨季と乾季の変化 .....	62
図 3-23 : ブラマプトラ川 (2016 年 9 月撮影) .....	63
図 3-24 : 地形断面と水位変化 (橋梁位置) .....	63
図 3-25 : ドゥブリ付近ブラマプトラ川 (2016 年 9 月撮影) .....	64
図 3-26 : 日本で一般的に経済的となる橋梁形式 (概念図) .....	66
図 3-27 : 橋梁計画位置 (ドゥブリ～プルバリ) .....	66
図 3-28 : P17 橋脚位置の N 値.....	67
図 3-29 : 桁内部のブレイシング .....	68
図 3-30 : 伸縮装置の位置 .....	68
図 3-31 : 幹線道路網 .....	69
図 3-32 : コルカタからの輸送経路 .....	71
図 3-33 : コルカタ～ドゥブリ間の道路状況 (2017 年 2 月撮影) .....	72
図 3-34 : エクストラドーズド橋の桁架設の手順 .....	73
図 3-35 : エクストラドーズド橋の工事期間 .....	74
図 4-1 : 新橋とその周辺の道路網の位置関係 .....	76
図 4-2 : DPR における各種交通調査の対象地.....	78
図 4-3 : OD ゾーンマップ .....	79
図 4-4 : 商用車の OD ダイアグラム.....	79
図 4-5 : 乗用車の OD ダイアグラム.....	80
図 4-6 : 各対象地点における ADT 構成 .....	81
図 4-7 : 登録車両数の推移 .....	89
図 5-1 : インド北東州周辺の地形 .....	92
図 5-2 : 計画路線付近の地形 .....	93
図 5-3 : スリランプールからツラ間の地形断面図 .....	93



図 5-4 : ドゥブリ橋計画地点付近のブラマプトラ川 .....	94
図 5-5 : 計画路線付近の地質図 .....	95
図 5-6 : スリランプール〜ツラ間の地質断面模式図 .....	95
図 5-7 : ブラマプトラ川に見られる沖積層 .....	96
図 5-8 : ブラマプトラ川右岸の河道跡と三日月湖 .....	97
図 5-9 : 氾濫原の微地形—自然堤防、後背低地 .....	97
図 5-10 : ブラマプトラ川右岸の氾濫原 (ガウリプール付近) .....	98
図 5-11 : プルバリ〜ツラ間の路線沿いの地形区分 .....	98
図 5-12 : ブラマプトラ川左岸の氾濫原 (ラジャバラ付近) .....	99
図 5-13 : 路線沿いの片麻岩を採取していると思われる採石場.....	100
図 5-14 : 丘陵と氾濫原の境界部分 .....	100
図 5-15 : 丘陵周縁に堆積する崩積土 .....	101
図 5-16 : ドゥブリの降雨量と気温 .....	101
図 5-17 : 固定座標点 .....	103
図 5-18 : 仮ベンチマーク .....	105
図 5-19 : CWC ベンチマーク .....	105
図 5-20 : 既設道路横断地点の測量範囲 .....	106
図 5-21 : 横断面データ記録ポイント .....	107
図 5-22 : 河川横断部での河川縦横断測量 .....	107
図 5-23 : ブラマプトラ川地形図 .....	109
図 5-24 : サンプル採取状況 .....	113
図 5-25 : 土取場位置図 .....	114
図 5-26 : 粗骨材採取場所・位置図 .....	114
図 5-27 : 細骨材採取場所・位置図 .....	115
図 5-28 : Stratum I – VI の分布 .....	117
図 5-29 : N 値の深度分布 .....	118
図 5-30 : 軟弱地盤上の盛土に発生する問題 .....	120
図 5-31 : 切土ののり面安定勾配 .....	121
図 5-32 : 切盛部における盛土の安定化工 .....	122
図 5-33 : 山岳部盛土の水対策 .....	122
図 5-34 : 切盛箇所での雨水、地下水対策工 .....	123
図 5-35 : プルバリ〜ツラ間の地形分類 .....	123
図 5-36 : 縁石と高盛土の排水断面 .....	131
図 5-37 : 高盛土ののり面保護、排水施設の概念図 .....	131
図 5-38 : 取り付け部標準横断 .....	134
図 5-39 : 橋梁部標準横断 .....	134
図 5-40 : 幅員構成 .....	140
図 5-41 : 一般的条件で選定される橋梁上部工の形式 .....	141
図 5-42 : 製作ヤード及びコンクリートプラントの計画図 .....	148
図 5-43 : 大型トレーラーとトロリーの計画図 .....	148

図 5-44 : 下部工を活用した栈橋及び輸送用道路計画 .....	149
図 5-45 : 単純トラス橋と連続トラス橋の鋼重比較 .....	151
図 5-46 : 試算した連続トラス橋 .....	152
図 5-47 : 連続トラス橋の送り出し架設 .....	153
図 5-48 : 送り出し架設の事例 .....	154
図 5-49 : 連続トラス橋の工事期間 .....	154
図 7-1 : プロジェクト位置図 .....	160
図 7-2 : プロジェクト対象地周辺図 .....	161
図 7-3 : 調査対象範囲 .....	162
図 7-4 : 風向図 .....	165
図 7-5 : 事業対象地域周辺の土地利用 .....	166
図 7-6 : 事業対象地 10 km 圏内の土地利用 .....	167
図 7-7 : メガラヤ州の地層分布 .....	168
図 7-8 : アッサム州の地層分布 .....	169
図 7-9 : ブラマプトラ川及びアッサム州ドゥブリ県の水文図 .....	171
図 7-10 : メガラヤ州西ガロ・ヒルズの水文図 .....	172
図 7-11 : アッサム州地図 .....	178
図 7-12 : 西ガロ・ヒルズ県の地図 .....	182
図 7-13 : EIA に係る環境認可手続き .....	186
図 7-14 : 橋梁建設案 (オプション 1~3) .....	207
図 7-15 : 大気質サンプル採取地点及び騒音測定地点 .....	217
図 7-16 : 測定地点 4 か所における大気中の PM2.5 濃度 .....	218
図 7-17 : 測定地点 4 か所における大気中の PM10 濃度 .....	218
図 7-18 : 測定地点 4 か所における大気中の SO <sub>2</sub> 濃度 .....	218
図 7-19 : 測定地点 4 か所における大気中の NO <sub>x</sub> 濃度 .....	219
図 7-20 : 測定地点 4 か所における大気中の CO 濃度 .....	219
図 7-21 : 水質・土壌調査サンプリング地点 .....	220
図 7-22 : 調査対象地周辺における騒音レベル .....	225
図 7-23 : ドゥブリ橋横断個所の河床地形図 .....	239
図 7-24 : 環境管理計画及びモニタリング計画に関連する組織体制 .....	271
図 7-25 : アッサム州ドゥブリ県の橋梁始点の変更 .....	279
図 7-26 : 国道法の用地取得手続き .....	282
図 7-27 : 苦情処理メカニズム .....	309
図 7-28 : RAP の実施体制 .....	311
図 7-29 : RAP 実施の支援体制 .....	311
図 7-30 : 会議で言及された始点の場所 .....	322
図 7-31 : 会議で言及された終点の場所 .....	322
図 7-32 : ステークホルダー会議およびコミュニティ会議 .....	327
図 8-1 : 事業実施スケジュール .....	328
図 8-2 : 建設期間中の仮設計画 .....	330

図 8-3 : 橋梁部の建設工程 .....	330
図 8-4 : NHIDCL 組織図 .....	332
図 8-5 : NHIDCL 地方事務所体制図 .....	333
図 8-6 : 事業実施体制図 .....	334
図 8-7 : 施工監理業務のコンサルタントの体制 .....	337

表

表 1-1 : プロジェクト候補道路一覧 .....	3
表 1-2 : 優先順位評価基準 .....	4
表 1-3 : 優先順位検討結果 .....	5
表 1-4 : 円借款事業対象区間の優先順位 .....	7
表 1-5 : 提案プロジェクトの概要 .....	8
表 2-1 : 北東州の国道番号と延長 .....	10
表 2-2 : 国道 127B 号の各区間の諸元.....	12
表 2-3 : インド道路網の道路種別延長 .....	21
表 2-4 : 各国道整備計画の整備現状 (2015 年 12 月 31 日現在 : km) .....	21
表 2-5 : 北東地域における進行中国際協力道路プロジェクト.....	31
表 2-6 : 北東州道路投資計画 (ADB) .....	34
表 2-7 : ドゥブリ県の人間開発指数 (HDI) .....	38
表 3-1 : インド内陸水運局のドゥブリ橋設計条件 .....	53
表 3-2 : 橋梁を含めた道路線形のオプション .....	53
表 3-3 : 比較検討の指標 .....	54
表 3-4 : アプローチ道路及び橋梁の延長 .....	56
表 3-5 : 水理パラメーター .....	57
表 3-6 : DPR による橋梁形式 .....	65
表 3-7 : ドゥブリ側橋梁位置から最寄り鉄道駅までの距離 (既存道路) .....	69
表 3-8 : 輸送モードの比較 .....	70
表 3-9 : コルカタからの輸送距離 .....	70
表 3-10 : DPR に対する意見 .....	75
表 4-1 : DPR における交通調査詳細.....	77
表 4-2 : 車種および PCU 換算係数.....	80
表 4-3 : 日平均交通量 (ADT) .....	80
表 4-4 : 転換交通量推計のための OD 組み合わせ.....	82
表 4-5 : 転換率計算区分 .....	82
表 4-6 : 転換率 .....	83
表 4-7 : 転換しうる交通量の合計値 .....	83
表 4-8 : 転換交通量計算値 .....	84
表 4-9 : 交通需要予測結果 .....	84
表 4-10 : ピーク時間係数 .....	85
表 4-11 : 平均季節変動係数及びピーク季節変動係数 .....	86
表 4-12 : 年間平均日交通量 (AADT) .....	86
表 4-13 : 転換率 .....	87
表 4-14 : 基準年交通量 .....	87
表 4-15 : アッサム州における経済指標 .....	88

表 4-16 : アッサム州における登録車両数 .....	88
表 4-17 : 車種別弾性値 .....	89
表 4-18 : 社会経済指標の成長率 .....	90
表 4-19 : 将来車種・年度別弾性値 .....	90
表 4-20 : DPR における交通量増加率 (ベースケース) .....	90
表 4-21 : 交通需要推計の結果 .....	91
表 4-22 : 設計サービス容量 (PCU/日) .....	91
表 5-1 : 固定座標点 (PGM) .....	102
表 5-2 : 仮ベンチマーク .....	103
表 5-3 : ブラマプトラ川横断面位置座標 .....	108
表 5-4 : 土取場一覧 .....	110
表 5-5 : 粗粒骨材採石場一覧 .....	111
表 5-6 : 砂採取場一覧 .....	112
表 5-7 : 原位置試験 .....	115
表 5-8 : 室内試験 .....	116
表 5-9 : 地形分類 .....	125
表 5-10 : 設計速度 .....	125
表 5-11 : 平坦地および丘陵地における路肩幅員 .....	126
表 5-12 : それぞれの車道又は車線の拡幅量 .....	126
表 5-13 : 平面曲線半径 .....	127
表 5-14 : 安全視距 .....	127
表 5-15 : 縦断勾配 .....	128
表 5-16 : 高さ方向の空間 .....	129
表 5-17 : 適用する IRC 標準一覧 .....	133
表 5-18 : ドゥブリ橋建設プロジェクトの延長 .....	135
表 5-19 : 平面線形の基本条件 .....	135
表 5-20 : 平面幾何構造の詳細報告 .....	136
表 5-21 : 縦断幾何構造の詳細報告 .....	136
表 5-22 : 舗装構成の比較 .....	138
表 5-23 : 主な設計基準 .....	138
表 5-24 : 水理パラメーター .....	139
表 5-25 : 航路条件 .....	140
表 5-26 : DPR による支間割 .....	142
表 5-27 : 高架橋形式比較 .....	142
表 5-28 : 航路区間形式比較(1) .....	143
表 5-29 : 航路区間形式比較(2) .....	143
表 5-30 : PC 箱桁エクストラドーズド橋の施工上の課題 .....	145
表 5-31 : プルバリ側への材料運搬費 .....	146
表 5-32 : 工期 6 年 11 か月の施工スケジュール .....	146
表 5-33 : 追加工事期間の計算 .....	147

表 5-34 : 仮設備の追加費用 .....	147
表 5-35 : 現場監理のための橋梁技術者の追加費用 .....	149
表 5-36 : 単純トラス橋と連続トラス橋の比較 .....	151
表 5-37 : 鋼トラス橋の概要 (125 m 当り) .....	152
表 5-38 : 上部工形式のまとめ .....	154
表 5-39 : 橋梁計画案の比較 .....	155
表 6-1 : ドゥブリ橋の概算建設費 .....	157
表 7-1 : ドゥブリ県の年間降雨量と気温 (2016 年 1 月~12 月) .....	164
表 7-2 : 西ガロ・ヒルズ県の月別降水量 .....	165
表 7-3 : 事業対象地 10 km 圏内の土地利用の内訳 .....	167
表 7-4 : 水質調査結果 .....	174
表 7-5 : 大気質調査結果 .....	174
表 7-6 : 騒音調査結果 .....	176
表 7-7 : 土壌調査結果 .....	177
表 7-8 : アッサム州の人口動態 .....	179
表 7-9 : 指定カーストと指定部族の割合 .....	179
表 7-10 : アッサム州における経済動向 .....	180
表 7-11 : アッサム州における労働従事者の割合 .....	180
表 7-12 : ドゥブリ県・南サルマラ・マンカチャル県の中州地域の人口 .....	181
表 7-13 : メガラヤ州の人口動態 .....	183
表 7-14 : 指定カーストと指定部族の人口割合 .....	183
表 7-15 : メガラヤ州における経済動向 .....	184
表 7-16 : メガラヤ州における労働従事者の割合 .....	184
表 7-17 : EIA 手続きにおける JICA ガイドラインとインド国法制度の比較 .....	190
表 7-18 : 適用される環境クリアランス .....	194
表 7-19 : 大気質環境基準 .....	196
表 7-20 : WHO による大気質環境基準 (参考) .....	197
表 7-21 : 1991 年以降の車両排気ガス排出基準 .....	197
表 7-22 : 水質基準 .....	198
表 7-23 : EHS ガイドラインによる水質基準 (参考) .....	199
表 7-24 : 燃料の品質基準 .....	199
表 7-25 : ディーゼル発電機の騒音排出基準 .....	200
表 7-26 : 騒音排出基準 .....	200
表 7-27 : 騒音基準 .....	201
表 7-28 : 基本的な代替案分析の考え方 .....	201
表 7-29 : 代替案の評価 .....	205
表 7-30 : 橋梁の線形による代替案の始点・通過点・終点の位置 .....	206
表 7-31 : 比較の指標、評価方法及び調査方法 .....	207
表 7-32 : 代替案の比較と評価 .....	209
表 7-33 : スコーピング案 .....	211

表 7-34 : 環境社会配慮調査の TOR .....	214
表 7-35 : 建設予定地周辺における大気質測定結果 .....	216
表 7-36 : 水質サンプル分析結果 .....	221
表 7-37 : 土壌サンプル分析結果 .....	223
表 7-38 : 調査対象地における騒音レベル .....	225
表 7-39 : 重機等により発生する騒音レベル .....	228
表 7-40 : 調査対象地内で見られる栽培植物種リスト .....	230
表 7-41 : 調査対象地内で見られる野生植物種リスト .....	231
表 7-42 : 調査対象地内で見られる外来植物種リスト .....	233
表 7-43 : 調査対象地周辺における動物種リスト .....	234
表 7-44 : 水理パラメーター .....	240
表 7-45 : 事業対象地周辺の希少種及び重要な生物の分布状況.....	243
表 7-46 : 被影響世帯概要 .....	245
表 7-47 : 労働安全対策 .....	249
表 7-48 : スコーピング案および調査結果 .....	251
表 7-49 : 計画段階における環境管理計画 .....	255
表 7-50 : 建設段階における環境管理計画 .....	256
表 7-51 : 供用後における環境管理計画 .....	265
表 7-52 : 環境モニタリング計画 .....	268
表 7-53 : 許認可 (モニタリングフォーム) .....	271
表 7-54 : 汚染対策—大気質 (排出ガス測定値および周辺大気環境測定値) (モニタリングフォーム) .....	272
表 7-55 : 水質 (モニタリングフォーム) .....	272
表 7-56 : 廃棄物 (モニタリングフォーム) .....	273
表 7-57 : 騒音・振動 (モニタリングフォーム) .....	273
表 7-58 : 地形・地質 (モニタリングフォーム) .....	274
表 7-59 : 土壌汚染 (モニタリングフォーム) .....	274
表 7-60 : 自然環境—生態系 (モニタリングフォーム) .....	274
表 7-61 : 土地利用 .....	275
表 7-62 : 地域資源利用 .....	275
表 7-63 : 被害と便益の偏在 .....	276
表 7-64 : ジェンダー .....	276
表 7-65 : 公衆衛生 .....	276
表 7-66 : 労働安全衛生 .....	276
表 7-67 : 事故 .....	276
表 7-68 : 環境管理及びモニタリング予算 (案) .....	277
表 7-69 : 事業コンポーネント・影響エリア .....	278
表 7-70 : 代替案 .....	279
表 7-71 : プロジェクトに係る法律/政策/通達 .....	280
表 7-72 : アッサム州とメガラヤ州における本事業の適用法.....	284

表 7-73 : アッサム州の土地収用プロセス .....	285
表 7-74 : メガラヤ州の土地収用プロセス .....	286
表 7-75 : インド国内法規と JICA 環境社会配慮ガイドラインの主な相違点 .....	287
表 7-76 : 調査対象の村落と土地区画数 .....	291
表 7-77 : 調査結果概要 .....	292
表 7-78 : 被影響世帯および被影響者数 .....	293
表 7-79 : 村落別の被影響世帯および被影響数 .....	293
表 7-80 : 雨季の移動状況 .....	294
表 7-81 : 被影響世帯および被影響者の男女比 .....	294
表 7-82 : 被影響世帯の家族人数 .....	294
表 7-83 : 被影響世帯の宗教構成 .....	295
表 7-84 : 所有権の有無に関する分類 .....	296
表 7-85 : 被影響世帯の土地所有の状況 .....	296
表 7-86 : 建設区画毎の合法・非合法別の PAHs 数 .....	296
表 7-87 : 影響を受ける土地の種類 .....	297
表 7-88 : 県毎の土地利用 .....	297
表 7-89 : 土地への影響度合い .....	297
表 7-90 : 民間所有の建物への影響 .....	298
表 7-91 : 影響を受ける建物のタイプ .....	298
表 7-92 : 樹木への影響 .....	298
表 7-93 : 作物への影響 .....	299
表 7-94 : 被影響世帯の教育レベル .....	300
表 7-95 : 被影響世帯の識字率 .....	300
表 7-96 : 被影響世帯の生計手段 .....	301
表 7-97 : 被影響世帯の月額所得 (ルピー/月) .....	301
表 7-98 : 被影響世帯の脆弱性 .....	302
表 7-99 : 支援策の対象者と内容のまとめ .....	303
表 7-100 : エンタイトルメント・マトリックス .....	306
表 7-101 : 事業実施機関と役割 .....	310
表 7-102 : 実施スケジュール .....	313
表 7-103 : 予算概算 .....	314
表 7-104 : 内部モニタリングフォーム .....	315
表 7-105 : 外部モニタリングフォーム .....	317
表 7-106 : ステークホルダー協議の実施場所等 .....	319
表 7-107 : ステークホルダー協議の概要 .....	319
表 7-108 : コミュニティ協議の実施場所等 .....	320
表 7-109 : コミュニティ協議の概要 .....	320
表 7-110 : フォーカスグループ協議の日時・場所 .....	323
表 7-111 : フォーカスグループ協議の概要 .....	323
表 7-112 : 第 2 回ステークホルダー協議の実施場所等 .....	324



表 7-113：第2回ステークホルダー協議の概要 .....	325
表 8-1：NHIDCL の財務状況 .....	334
表 9-1：総事業費とその内訳 .....	340
表 9-2：年度別必要資金 .....	340
表 9-3：道路延長、走行速度、及び旅行時間 .....	341
表 9-4：主種別の TTC 単価、2017 年価格 .....	342
表 9-5：車種別の VOC 単価、2017 年価格 .....	342
表 9-6：費用便益フロー及び EIRR .....	343
表 9-7：EIRR の感度 .....	343
表 10-1：ドゥブリ橋検討の目標結果 .....	348

## 略 語

AADT	年平均日交通量
AC	アスファルト・コンクリート
ADB	アジア開発銀行
AH	アジアハイウェイ
ASCF	平均季節変動係数
BOT	建設・運営・移管
BRDB	国境道路開発委員会
BRO	国境道路庁
CAGR	年平均成長率
CBR	CBR 試験 (地盤試験の種類)
CC	セメント・コンクリート
CPCB	中央汚染管理委員会
CPI	消費者物価指数
CCEA	経済問題内閣委員会
CRF	中央道路基金
CTCS	車種別交通量調査
CWC	中央水委員会
DBFO	設計・建設・資金・運営
DBST	二層瀝青表面処理
DPR	詳細プロジェクト報告書
ESC	環境社会配慮
EIA	環境影響評価
EIRR	経済的内部収益率
EMMP	環境監視と緩和計画
EMP	環境管理計画
EPC	技術・調達・建設
F/S	実行可能性調査
GDP	国内総生産
GHG	温室効果ガス
GOI	インド政府
GOJ	日本政府
GQ	黄金四辺形
GSDP	総州内生産
GS Road	国防輸送道路
HDI	人間開発指数
HFL	高洪水レベル

IEE	初期環境評価
IAHE	インド道路技術者アカデミー
INR	インドルピー
IRC	インド道路協会
IRI	国際ラフネス指数
IS	インド国標準
ISC&EI	州際連結および経済重要性
IUCN	国際自然保護連合
IWAI	インド内陸水運局
IWT	内陸水運交通
JICA	国際協力機構
KP	キロポスト
LCV	小型商業車
MDONER	北東地域開発省
MDR	主要地方道
MDB	国際開発銀行
MEA	外務省
MOEF	環境森林省
MOEFCC	環境森林気候変動省
MORTH	道路交通省
NE	北東
NEC	北東委員会
NER	北東地域
NH	国道
NHAI	インド国道庁
NHDP	国道開発計画
NHIDCL	国道インフラ開発公社
NITHE	国立道路技術者研修所
NSDP	州内純生産
OD	起点・終点
PAP	プロジェクト被影響者
PCI	一人当たり国民所得
PCU	乗用車換算
PHF	ピーク時間係数
PM	砕石路面
PPP	官民協働
PSCF	季節補正係数
PWD	公共事業局

RAP	再定住行動計画
R&IPDP	再定住と先住民開発計画
RO	地域事務所
ROW	道路用地
RSI	路側 O-D 調査
RSMP	道路セクター近代化計画
SARDP-NE	北東地域特別道路整備促進計画
SBST	一層瀝青表面処理
SDP	州内生産
SEIA	環境影響評価概要書
SEZ	経済特別区
SH	州道
SIA	社会影響評価
SPCB	州汚染管理委員会
STR	戦略道路
SVF	季節変動要素
TA	技術支援
TOR	特記仕様書
TTC	旅行時間コスト
UN ESCAP	国連アジア太平洋経済社会委員会
V/C	交通量容量比
VGf	採算補填費
VOC	車両走行経費
WB	世界銀行



## 要 約

### 1. プロジェクトの背景、経緯及び概要

#### (1) 背景

インド北東州は、近年目覚ましい経済成長を遂げているインドの中で取り残された地域であり、道路網の整備が喫緊の課題となっている。インド政府は第12次5ヵ年計画（2012年4月～2017年3月）において、北東地域特別道路整備促進計画（Special Accelerated Road Development Programme for the North East : SARDP-NE）による地域内主要都市間の国道整備を掲げた。また、2014年5月に発足したモディ新政権も、北東州の開発、特に道路網の整備は重点政策の1つと捉えている。

#### (2) 経緯

かかる状況の下、インド政府は北東州における既存道路8区間（総延長1,242 km）の改良、既存橋梁2ヶ所の補修および橋梁1ヶ所の新規建設に関して、日本政府に対する有償資金協力を要請した。その後、JICAは北東州道路網連結性改善事業フェーズ1（2015年12月事前通報）（以下、フェーズ1調査）を実施し、①要請があった区間を対象とした、現状分析による円借款対象事業としての優先順位付け、②先行2区間についてのデータ収集・分析およびインド国実施のF/Sのレビュー、③先行2区間について、我が国の有償資金協力事業として実施するための審査に必要な調査を行った。

優先順位づけの評価基準として、上位計画との整合性、プロジェクトの熟度、交通量容量比（V/C）、および経済評価（EIRR）に基づいて優先順位を定めた。その結果、最も優先度が高い区間が国道54号および51号、それに続く区間として国道40号およびドゥブリ橋が選定された。

本調査は、フェーズ1調査およびフェーズ2調査に続くフェーズ3調査としてドゥブリ橋の整備を事業対象とし、データ収集・分析、インド国実施のDPRのレビューを行うと共に環境および社会面の配慮等、我が国の有償資金協力事業として実施するための審査に必要な調査を行った。

表 S-1：円借款事業対象区間の優先順位（本編 表 1-4 に対応）

グループ	対象区間	順位	備考
フェーズ1	国道51号（Tura-Dalu）メガラヤ州	1	国道54号調査においてバイパスを追加
	国道54号（Aizawl-Tuipang）ミゾラム州	2	
フェーズ2	国道54号（バイパス4か所）ミゾラム州	(2)	
	国道40号（Shillong-Dawki）メガラヤ州	4	
フェーズ3	国道127B号（Dhubri-Phulbari）アッサム州	6	
その他	国道53号（Imphal-Jiribam）マニプール州	3	マニプール州のプロジェクトは治安回復まで留保
	国道39号（Imphal-Kohima）マニプール州	4	
	国道102A号（Ukhrul-Tadubi）マニプール州	7	
	国道44A号（Manu-Simlung）トリプラ州	7	

グループ	対象区間	順位	備考
	国道 44 号 (Badarpurghat 橋) アッサム州	10	
	国道 62 号 (Dudhanal-Dalu) メガラヤ州	9	

出典：JICA 調査団

### (3) 概要

表 S-2：プロジェクトの概要（本編 表 1-5 に対応）

1) 事業名	北東州道路網連結性改善事業（フェーズ 2）
2) 事業目的	インド北東部において国道（橋梁含む）の改良および建設を行うことにより、同地域内および他地域との連結性向上を図り、同地域の経済開発に資すること
3) 要請概要 (対象区間)	アッサム州ドゥブリ～メガラヤ州プルバリ間の新橋建設 (航路部橋梁 12.65 km、高架部橋梁 5.73 km、アプローチ道路 0.92 km、全長 19.28 km)
4) 対象地域	インド北東州一帯
5) 関係官庁・機関	道路交通省（Ministry of Road Transport and Highways：MORTH） 国道インフラ開発公社（National Highway and Infrastructure Development Corporation Limited：NHIDCL）

出典：JICA 調査団



出典：JICA 調査団

図 S-1：プロジェクト位置図（本編 図 1-3 に対応）

## 2. 調査結果の概要

### (1) ドゥブリ橋の接続道路

ドゥブリ橋建設プロジェクトは、橋梁へ接続する短いアプローチ道路を含んでいる。しかし、ドゥブリ橋の建設効果は、橋梁を利用する交通需要の主たる地点への接続道路が整備されて初めて十分に発揮される。従って、ドゥブリ橋の建設と共に接続道の整備を行うことは非常に重要である。

ドゥブリ橋は、国道 127B 号がブラマプトラ川を横断する区間の約 20 km である。現在この区間は、小型船を使って人々と軽量貨物の輸送が行われている。国道 127B 号は、アッサム州スリランプールを始点とし、メガラヤ州ノングストインを終点とする総延長約 371 km であるが、ブラマプトラ川を横断するこの区間が国道 127B 号の道路欠如部分である。現在、ドゥブリからツラへ車両の移動や大型貨物を輸送する場合には、ブラマプトラ川に沿って約 60 km 上流のゴールパラ (Goalpara) にあるナラナラヤン橋を横断する必要があるために、約 150 km の余分な延長の迂回を余儀なくされている。



出典：JICA 調査団

図 S-2：ドゥブリ橋と接続道路（本編 図 3-1 に対応）



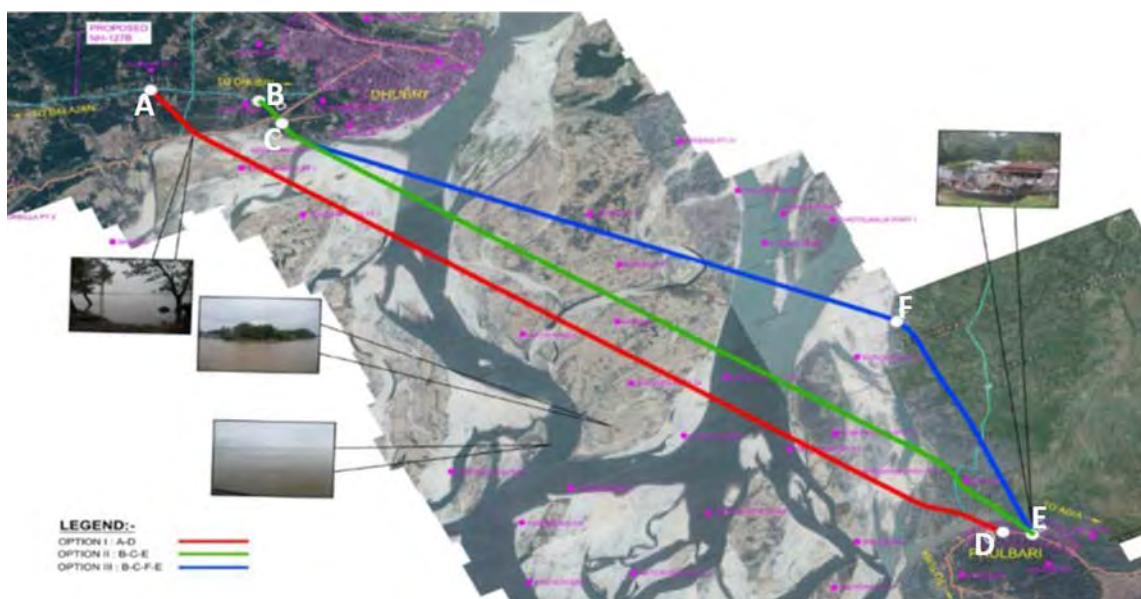
## (2) 道路線形の選択

ドゥブリ橋を含めた道路線形の選択を検討するには、道路建設が及ぼす可能性のある様々な負の影響を考慮する必要がある。検討に必要な評価項目は、①橋梁計画に対する河川管理者の設計条件、②橋梁を含めた道路建設の社会的影響、③橋梁を含めた道路建設の環境的影響、そして④橋梁を含めた道路の経済性と走行安全性についての技術的検討が主要な項目として挙げられる。

表 S-3 : 橋梁を含めた道路線形のオプション (本編 表 3-2 に対応)

オプション	オプションの内容
オプション 1	河川を斜めに横断してドゥブリとプルバリとを直線で結びドゥブリの住宅密集地と中州の居住地を最大限避ける案 (A-D)
オプション 2	河川を斜めに横断してドゥブリとプルバリとを直線で結ぶことで橋梁を含めた道路延長を最短にする案 (B-C-E)
オプション 3	河川を直角に横断することで橋梁延長を最短距離にしてドゥブリとプルバリとを結ぶ案 (B-C-F-E)

出典 : JICA 調査団



出典 : DPR に基づいて JICA 調査団作成

図 S-3 : 橋梁を含めた道路線形のオプション (本編 図 3-14 に対応)

検討の結果、河川を斜めに横断してドゥブリとプルバリとを直線で結びドゥブリの住宅密集地と中州の居住地を最大限避ける案であるオプション 1 が「社会的影響」「環境的影響」「技術的検討」の全てで最も優れていることが示された。また、アプローチ道路と橋梁の延長は下表の通りとなった。

表 S-4 : アプローチ道路及び橋梁の延長 (本編 表 3-4 に対応)

区間		延長 (m)	
北側アプローチ道路		810	
橋梁	北側高架橋	18,360	3,540
	航路部橋梁		12,625
	南側高架橋		2,195
南側アプローチ道路		112	
合計		19,282	

出典：JICA 調査団

### (3) 浸食対策

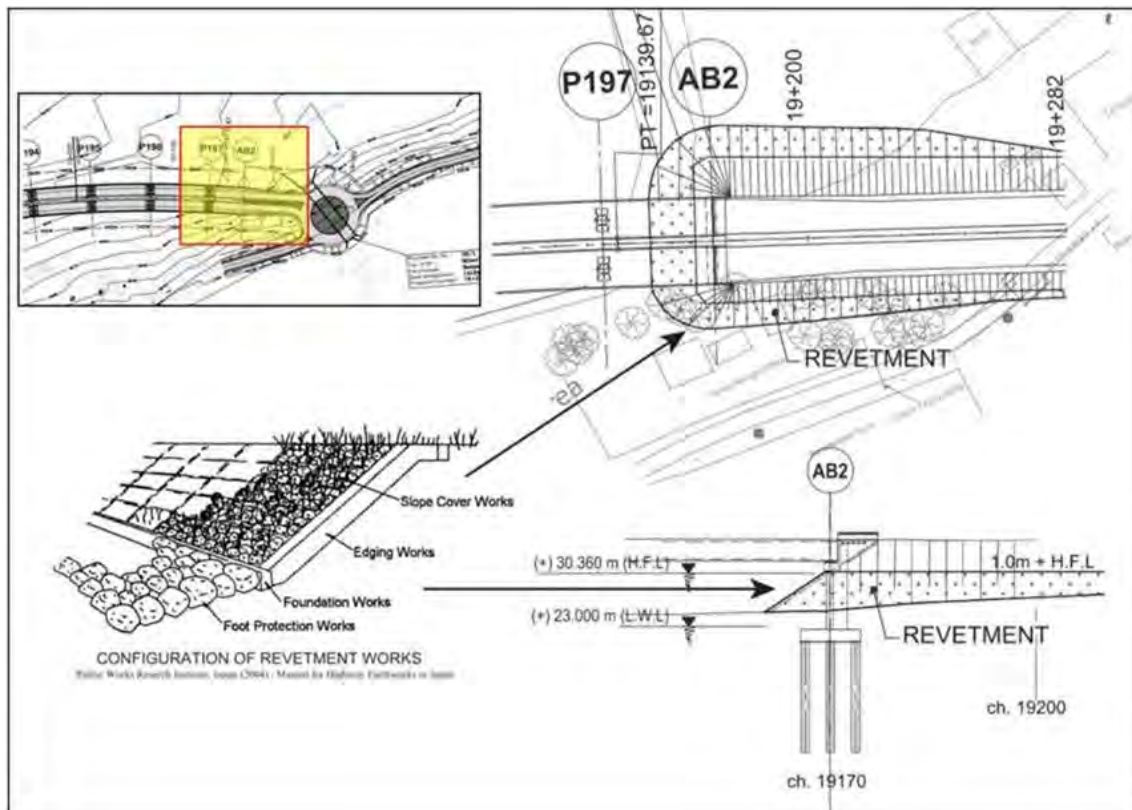
河床地形測量により、橋梁横断箇所を含めた前後 20 km の範囲について、ブラマプトラ川の全幅の河床地形図を作成した。ブラマプトラ川の支流である北岸のガダダール川 (Gadadhar River) および南岸のジンジラム川 (Jinjiram River) についても、その影響を考慮する為に河床地形測量を実施した。

既存水理データは、ブラマプトラ川とバラック流域 (Barak Basin) を管理している中央河川委員会 (CWC) のシロン局の観察データ、流域や水理データの既存資料、地域住民へのヒアリング、上流に位置するナラナラヤン橋 DPR、北東州合同水理研究所 (NEHARI) の水理モデル等を入手した。これらのデータに基づいて、計画高洪水位 (HFL) や計画低水位 (LWL) 等、水理分析に必要なパラメーター設定に関する情報・データを収集し、水理分析ソフト HEC-RAS を使用して、河川の浸食および流路パターンの分析を行った。

浸食分析の結果、次の結論を得た。

- 河川断面縮小浸食はほとんど発生しない。
- 局部浸食は、100 年確率の洪水時に最大で 11.08 m が橋脚基礎工に発生する。

局部浸食は、基本的に基礎工の根入れを十分にとることで対応可能である。しかし、A2 橋台は、ブラマプトラ川の支流のひとつであるジンジラム川に面しており、この川の流れによる洗掘が発生する可能性がある。従って、下図に示すような盛土のり面の防護工が必要である。



出典：JICA 調査団

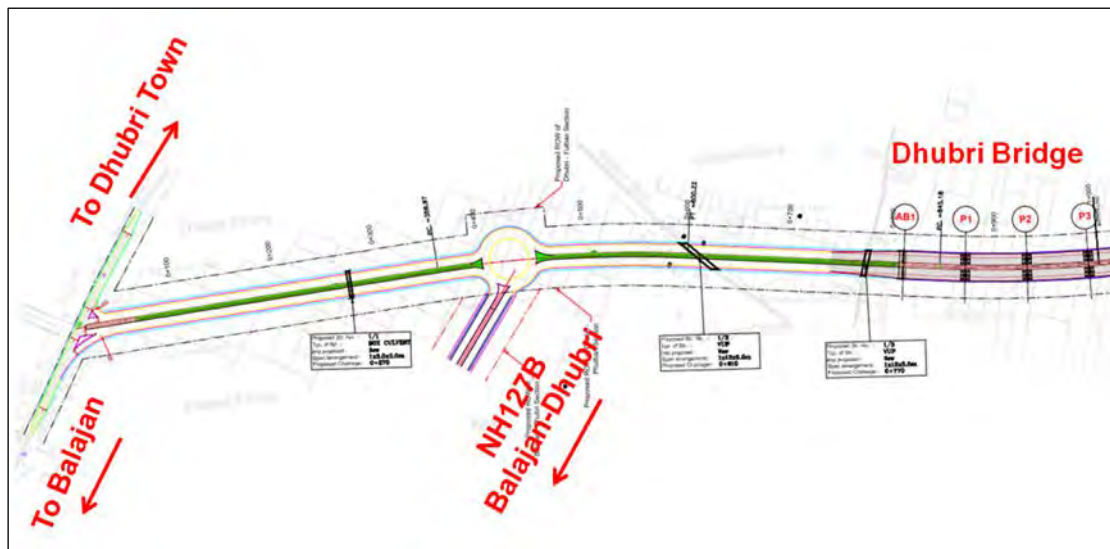
図 S-4 : A2 の盛土のり面防護工 (本編 図 3-18 に対応)

#### (4) 交差点設計

ドゥブリ橋は、アッサム州ドゥブリとメガラヤ州プルバリとを、ブラマプトラ川を横断して州境を超えて結ぶという特殊性がある。通常、州境においては、州税の徴収や過積載違反やその他車両検問等の交通取締が必要である。IRC : SP : 84-2014 は、「ロータリー型は国道プロジェクトに適用してはならない。」と定めているが、本プロジェクトにおいて平面交差/ラウンドアバウトを採用する特殊な条件は、次に示すものである。

- 交差点は、“交通抑制施設”として適用する。ラウンドアバウトは、走行速度を抑制して交通を循環させるために、譲るという習慣のないインドの道路交通の安全対策に効果的である。走行速度を抑制するには信号機を設置する方法があるが、インドは停電が頻繁に起きるために設置が制限される。ラウンドアバウトは交差点の中央にアイランドを設置するために、物理的に直進車両は減速を余儀なくされ、走行速度の抑制に結びつく。
- ドゥブリ橋は二つの州を跨るために、道路交通警察チェックポイントや州境治安部隊チェックポイント（現在はドゥブリとプルバリ間の全てのボート交通を取り締まるチェックポイントがある）を橋梁の起終点に設置する必要がある。従って、“交通抑制”は交通安全を適切に確保するために非常に重要である。

- ラウンドアバウトの交通容量については、一般的に 15,000-20,000 台/日が適用性の判断とされているが、ドゥブリ橋の交通量は開通 20 年後においても約 13,000 台/日程度であり、適用上の問題はないと判断される。

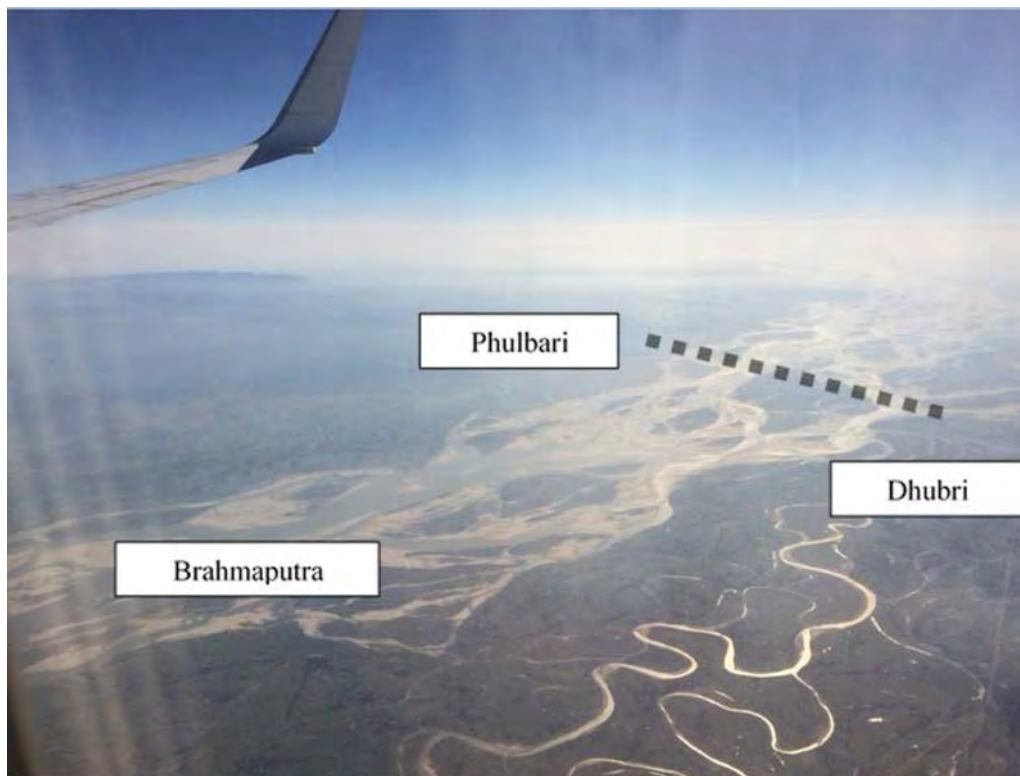


出典：JICA 調査団

図 S-5：ドゥブリ側国道 127B 号との接続交差点計画（本編 図 3-21 に対応）

#### (5) 橋梁区間長

橋梁計画位置でブラマプトラ川の川幅が 15 km を超えること、水路と中洲の位置と規模が変化しやすい特徴があることを考慮して、橋梁区間を約 18.4 km としている。河道の不安定さを考慮して、支間長の大きな橋梁を必要とする航路区間を約 12.6 km とし、航路区間に接続する高架橋区間に短い支間長の橋梁を配置する計画は妥当である。ブラマプトラ川の左岸および右岸に明確な自然堤防（natural levee）が形成されていないため、まれに発生する将来の洪水の影響を考慮して、現在の川幅よりも内陸の後背湿地（backswamps）まで橋梁区間を延長していることは妥当な判断である。



出典：JICA 調査団

図 S-6：ブラマプトラ川（2016年9月撮影）（本編 図 3-23 に対応）

## (6) 橋梁計画

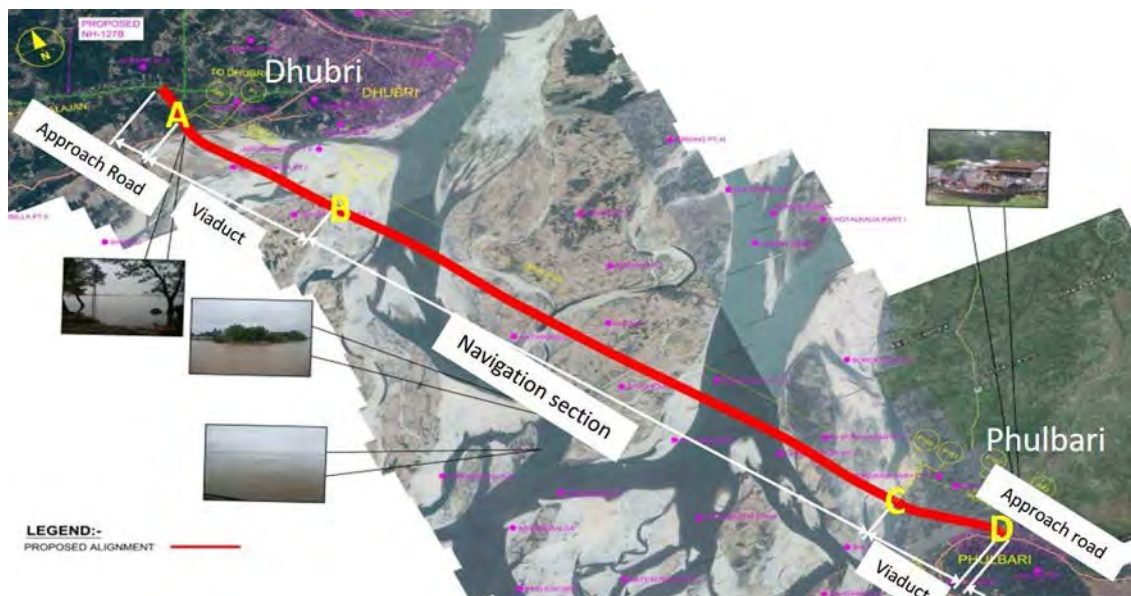
ブラマプトラ川は水運に利用されており、インド内陸水運局（IWAI）は航行水路として水平方向に幅 100 m、鉛直方向に高さ 10 m のクリアランスを要求している。この要求に基づき、航路区間の橋脚間隔を 125 m に、航路区間につながる両側の高架橋区間の橋脚間隔は 60 m に設定している。IWAI との協議により、航路区間の長さは 12,625 m としている。上部工形式は、支間長に対して一般に経済的となる形式を選定しており、航路区間にエクストラロード橋、それ以外の高架橋区間に PC 箱桁橋を選定している。

橋梁計画を表 S-5 に示す。図 S-7 はドゥブリ（左側）からプルバリ（右側）までの橋梁位置を示しており、A～B 間が高架橋区間（北側）、B～C 間が航路区間、C～D 間が高架橋区間（南側）である。

表 S-5：DPR による橋梁形式（本編 表 3-6 に対応）

区間	上部工	支間割
高架橋区間（ドゥブリ側）	PC 箱桁橋	59@60 m=3,540 m
航路区間	エクストラロード橋	62.5+100@125+62.5 m=12,625 m
高架橋区間（プルバリ側）	PC 箱桁橋	36@60=2,195 m
合計		18,360 m

出典：JICA 調査団



出典： JICA 調査団

図 S-7：橋梁計画位置（ドゥブリ～プルバリ）（本編 図 3-27 に対応）

## (7) 基礎工

浸食されやすい土が厚く堆積している地質条件に対応できること、特殊な建設機械を必要としないこと、支持地盤の確認が容易であること、ブラマプトラ川で施工した実績がありインドで成熟している技術であること、洗掘に対する安全性が高いことなどからオープンウェル基礎<sup>1</sup>を採用していることは妥当である。上部工からの作用力が小さくなれば、ウェルの断面寸法を小さく設計できるが、ウェル内部の排土に使用するバケットの寸法から最小寸法に制限がある。

高架橋区間は航路区間の前後に位置しており、水深が浅い区間または乾季に陸地になる区間である。航路区間よりも支間長が短い上部工からの荷重が小さいことから、オープンウェルよりも経済性に優れた杭基礎を使用していることは妥当である。ただし、将来に想定を超える洗掘を受ける可能性を完全に否定できないことを考慮して、突出杭としての安全性を確認しておくことが望ましい。

## (8) エクストラロード橋

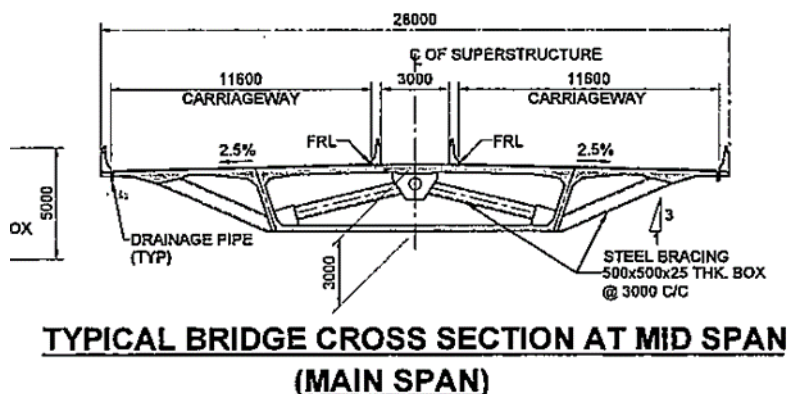
ケーブルが桁の中央に配置されている構造であり、ケーブル軸力を桁断面に分布させるための鋼フレームが桁の内部に配置されている。このフレームによって桁の内部空間の大部分が満たされてしまえば、将来の維持管理活動が制約される可能性がある。維持管理を想定した桁の断面を設計することが重要である。完成後に点検と補修のための機材を桁内部に持ち込めるようにしておく必要がある。また、桁に配置されているケーブルが 1 面で

<sup>1</sup> オープンケーソン工法は、井筒工法またはウェル工法とも呼ばれ、大気圧中や水中において円形、矩形および小判型の筒状の構造物の開放された内空底部を掘削し、要すれば追加の荷重を載荷しながら地中にケーソンを沈下させ、所定の深さに到達した後、中詰めコンクリートを打設するものである。

(引用文献：白石俊多、土木工事施工法、山海堂、230 pp. 1974.)

あるため、橋軸直角方向に過大な変形が生じないように、桁の水平方向の剛性を十分に確保するように設計または補強する必要がある。

橋梁の伸縮装置は橋梁の中で最も損傷しやすい要素であり、十分に耐久的な構造と材質を選定するとともに、維持管理が容易な形式が望ましい。最も起点側と終点側の伸縮装置だけは橋脚の上に位置しているが、残り全ての伸縮装置は支間中央にある。コンクリートのクリープ現象により、支間中央にある伸縮装置を共有する前後 2 つの桁が長期的に下方方向に変形して伸縮装置で段差が生じる可能性がある。



出典：DPR

図 S-8：桁内部のブレーシング（本編 図 3-29 に対応）

## (9) 橋梁施工計画

ドゥブリ橋建設に使用するセメント、鉄筋、ケーブルを含む多種多様な材料と機材は、北東州の外から架設現場に持ち込む必要がある。西ベンガル州のコルカタを輸送起点として想定すると、コルカタからドゥブリまでの輸送方法はトラックまたはトレーラー、台船、および鉄道による方法が可能である。輸送する材料の寸法、使用量、現地での保管可能量、季節的制約、輸送能力、コストを総合的に考慮して適切な輸送方法を決定することが重要である。経済的で季節的な制限がなく、大量輸送に適する鉄道が最も有効な輸送手段であると考えられる。最寄りの駅から現場までは、トレーラーまたはトラックによる輸送が必要である。

施工計画における最大の課題は、ブラマプトラ川で 100 スパンにわたり連続するエクストラロード橋を建設する工法であり、現地の条件に基づいて経済性、技術的确实性に加えて工事期間を満足することが重要である。エクストラロード橋は、橋脚上のピロンから両側に桁を張り出しながら建設するもので、プレキャストセグメントあるいは現場でコンクリート打ち込みをして桁を延長する。ドゥブリ側に比較してプルバリ側へ資材を輸送することが困難であることを考えれば、プルバリ側を期待しないでドゥブリ側に主要な作業ヤードを設置することを前提にしなければならない。ドゥブリ橋の桁幅は 28 m あり、重いプレキャストセグメントを製造場所から河川中の架設場所に輸送することになれば、台船への積み込み積み下ろしを行うための栈橋および輸送用通路など大掛かりな仮設備が必要になる。一方、プレキャストセグメントでなく、現場でコンクリートを打ち込む方法が

現実的であると考えられるが、この場合は大量のフレッシュコンクリートを計画的に架設場所へ輸送するためには同様に大がかりな仮設備が必要であると考えられる。

日本の建設事例によれば、プレキャストセグメント工法で1セグメントを建設するのに7日、現場打ち込み工法の場合は10～15日を必要としている。仮にドゥブリ橋の工事期間を6年とする場合、日本の建設事例を参考に現場打ち込み工法による工事期間を推定すると、航路区間で1度に30か所程度の同時並行作業を行う必要がある。練り混ぜから打ち込みまでの時間に制限があるフレッシュコンクリートをプラントから水路中または中州にある現場に計画的に供給するためには、15か所程度の同時並行作業が限界であると考えられる。この場合は、工事期間が9年を超える可能性がある。

### (10) DPR の橋梁計画に対する意見

ドゥブリ橋は北東州の発展にとって重要な橋梁であるため、工期の遅延を防止して予定通りの工事期間で完成することが重要である。本プロジェクトは季節的に変化が大きいブラムプトラ川で100か所を超える工事サイトを運営するものであり、構造物の設計よりも施工方法において大きな困難が想定される。施工はコントラクターの責任であるが、本プロジェクトは既往の橋梁建設を超える規模であるため、設計において期待する品質を実現するための施工方法を事前に十分に検討すべきである。DPRに対する意見を次に整理する。

これらの意見は、ドゥブリ橋がDPRの計画通りに建設可能かどうかを判断するうえで極めて重要な指摘であるため、JICA調査団はNHIDCL及びDPRコンサルタントに対して意見書を提出した。NHIDCL及びDPRコンサルタントは、JICA調査団の意見に対して対応策を検討し、その結果を提示した。その対応策に対して、細部の詰めがさらに必要であると判断されたために、JICA調査団は、NHIDCL及びDPRコンサルタントと、現地で意見交換、メールによる対策に関する記述内容の確認、そしてTV会議による細部の検証を行った。最終的に、NHIDCL、DPRコンサルタント、JICAおよびJICA調査団の四者会議を開催し、エクストラドーズド橋で計画通りの工事は可能であるとの結論を出した。

これらの対応策に対する詳細検討の内容については、4. 概略設計にて述べる。

表 S-6 : DPR に対する意見 (本編 表 3-10 に対応)

課題	意見
材料手配	大量の工事用材料が必要であるため、要求する品質の材料を安定的に製造、輸送、保管できることを確認すべきである。製造企業の能力と製造に要する期間を確認すべきである。
工事工程	詳細設計および材料調達に要する期間を工事工程に加えるべきである。季節的に変化が著しいブラムプトラ川で多数のサイトを同時に運営する必要があり、従来橋梁よりも施工計画に十分な検討を行うべきである。
仮設備	栈橋、工事用道路、コンクリートプラントなどの規模が大きいことが想定されるため、適切に準備し維持しなければならない。通常規模の橋梁工事に比べて仮設備の規模が大きいため、必要な費用を適切に積算すべきである。



課題	意見
作業員、検査員	工事工程に応じて大量の作業員、検査員が必要となる。経験を有する作業員および検査員の人数の確保とコントロールに十分に考慮すべきである。
洪水対策	長い工事期間中に10年確率の洪水が発生する可能性があるため、洪水への対策を考慮すべきである。
鋼材の腐食対策	塗装の塗替えが難しいと考えられるため、鋼材の腐食対策は耐久性が高い方法を採用すべきである。
鉄道駅	工事材料を鉄道で輸送する場合、使用する駅までのアクセスと積み降ろし設備を調査すべきである。

出典：JICA 調査団

### 3. 交通需要予測

本調査に先立つ本フェーズ1調査では、アプローチ道路とドゥブリープルバリ間の新規橋梁区間を対象に、概略的な交通量分析が実施された。DPR コンサルタントは、同対象区間に対してより詳細な、交通量調査及び交通需要予測を実施した。本調査においては、これら既存の分析結果をレビューし、妥当性について確認した。

DPR コンサルタントが実施した交通調査と分析の手法は、IRC の要件に準拠したものである。本調査では、DPR における交通分析結果をレビューし、その結果を基に交通需要推計を更新した。需要推計の目標年は、DPR と同じく2046年と設定する。

ベースケース（尤もらしいケース）における交通需要推計の結果を以下に示す。開橋初年は2027年に設定した。結果として DPR における交通需要よりもわずかに小さいものとなったが、新橋は4車線とすることが推奨される。

表 S-7：交通需要推計の結果（本編 表 4-21 に対応）

in Numbers	2016	2020	2027	2030	2035	2040	2046
2 Wheeler	218	303	479	565	714	902	1,196
Auto Rickshaw	108	123	148	162	177	192	213
Car	254	369	612	732	961	1,262	1,750
Mini-Bus	12	15	20	23	27	31	37
Bus	93	116	158	180	207	239	284
LCV	327	432	634	735	898	1,098	1,397
2-Axle Truck	343	431	590	670	789	928	1,127
3-Axle Truck	591	743	1,016	1,155	1,359	1,598	1,942
MAV	553	670	871	979	1,123	1,290	1,522
<i>Total</i>	2,499	3,203	4,529	5,201	6,255	7,541	9,468
in PCU	2016	2020	2027	2030	2035	2040	2046
2 Wheeler	109	152	240	282	357	451	598
Auto Rickshaw	108	123	148	162	177	192	213
Car	254	369	612	732	961	1,262	1,750
Mini-Bus	36	45	61	70	80	93	110
Bus	279	348	475	539	622	718	852
LCV	491	648	951	1,102	1,347	1,647	2,096
2-Axle Truck	1,029	1,294	1,770	2,011	2,366	2,783	3,381
3-Axle Truck	2,660	3,345	4,574	5,198	6,114	7,192	8,739
MAV	2,489	3,013	3,920	4,404	5,056	5,804	6,850
<i>Total</i>	7,454	9,337	12,750	14,500	17,080	20,142	24,589

出典：JICA 調査団

## 4. 概略設計

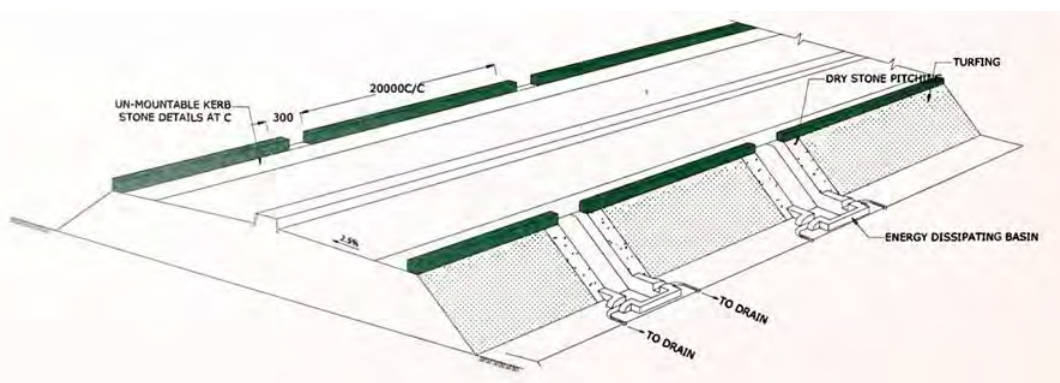
DPR をレビューした結果、以下の項目について追加の概略設計を実施した。

### (1) 道路排水設計

適切な道路排水は、道路構造物の健全性や道路機能を維持するために最も重要なものである。路床を含む舗装は水の侵入を防止する必要がある、これを怠ると長時間にわたり水に浸かることで路床を弱め、舗装を痛める可能性がある。このことにより、舗装や路床から水を速やかに排水させることが、道路設計では基本的な検討事項である。

高さ 6 m 以上の高盛土や橋梁アプローチ道路では、のり面保護として特に留意すべきことに、モンスーン期間にのり面を浸食から保護するために特別な設計が必要である。この点に関して IRC:SP:42-2014 の 7 項はプロジェクト道路地域の気候状況を適切に把握することを指摘している。

排水施設は水路断面として道路端部に排水断面を持たせた縁石による対策を求めており、流量の分散を設計した間隔で斜面に沿ったセメント・コンクリート (CC) の縦溝で流下し、芝や植生またはその他の品種で保護された法尻で受ける形式を示している。排水施設やのり面保護は常に維持管理に優れた状態を保つべきである。



出典：IRC: SP: 42-2014

図 S-9：高盛土ののり面保護、排水施設の概念図（本編 図 5-37 に対応）

### (2) 舗装設計

既往成果は取り付け道路について舗装設計が検討されている。この検討は、将来推計交通量を使い、アスファルト舗装、コンクリート舗装ともそれぞれの設計基準 IRC:37-2012<sup>2</sup>、IRC:58-2015<sup>3</sup>に基づいて計画されている。

今後、舗装形式の採用に当たっては中央政府の国道に対する維持管理の方針を踏まえる必要がある。本路線ではアプローチ区間は短く、これに対して橋梁区間が非常に長い、橋梁舗装についての計画がなされていないため、ここでは橋梁上の舗装計画について示す。

<sup>2</sup> IRC37-2012 Tentative Guidelines for the Design of Flexible Pavements

<sup>3</sup> IRC58-2015 Guidelines for the Design of Plain Jointed Rigid Pavements for Highways

表 S-8 : 舗装構成の比較 (本編 表 5-22 に対応)



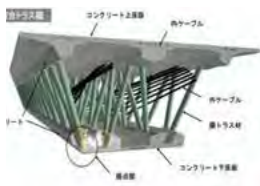
	第1案	第2案	第3案
表層	密粒(13) ポリマー改質Ⅲ型-W	密粒(13) ポリマー改質	密粒(13) ポリマー改質
タックコート	0.4l/m <sup>2</sup>	0.4l/m <sup>2</sup>	0.4/m <sup>2</sup>
基層	密粒(13) ポリマー改質Ⅲ型-W	密粒(13) ポリマー改質	密粒(13) ポリマー改質
防水層	塗膜系	シート系	塗膜系
接着層	ゴムアスファルト 溶剤系	ゴムアスファルト 溶剤系	ゴムアスファルト 溶剤系
舗装厚	80 mm	80 mm	80 mm
防水性	基層に密粒を採用 しており防水性が 高い ○	基層に密粒を採用 しており防水性が 高い ○	基層に密粒を採用 しており防水性が 高い ○
耐久性	Ⅲ型は特に耐久性 に優れるがアジア では需要が少ない △	改質は耐久性に 優れる ○	改質は耐久性に 優れる ○
施工性	防水層は塗膜系の ため施工性は良い ○	防水施工には熟練 を要する △	防水層は塗膜系の ため施工性は良い ○
採否			推奨案

出典：JICA 調査団

### (3) 高架橋設計

支間長 60 m に対して一般的に経済性が確保できる橋梁形式を表 S-9 に比較する。PC 箱桁橋に比較して、鋼細幅箱桁橋は工期短縮できる利点があると考えられる。ただし、ドゥブリ橋の工期は高架橋でなく航路区間の工期に支配されているため、航路区間にエクストラード橋を採用する条件では高架橋の工期短縮はドゥブリ橋の工期短縮に結びつかない。さらに、インドでは鋼橋の建設費が PC 箱桁橋に比較して高額であるため、鋼細幅箱桁を採用する理由は見出せない。インドの建設会社は支間長 60 m の PC 箱桁橋を建設する技術力を有しており、技術的経済的に PC 箱桁橋が最も適当である。なお、いずれの形式であってもアプローチ道路の長さは同じである。

表 S-9 : 高架橋形式比較 (本編 表 5-27 に対応)

形式	PC 箱桁橋	鋼細幅箱桁橋	PC 複合トラス橋
イメージ図			
実績 (日本/インド)	多い/多い	少ない/無い	少ない/無い

形式	PC 箱桁橋	鋼細幅箱桁橋	PC 複合トラス橋
適用支間長	30～60 m	60～90 m	50～110 m
提案支間長	60 m	60 または 90 m	90 m
施工方法	スパン・バイ・スパン	送り出し	張り出し
橋脚数	97	97 または 65	65
デザイン印象	単調	単調	印象的
工費	最も経済的	PC 箱桁橋より高い	PC 箱桁橋より高い
利点	インドの建設会社が施工できる	工期短縮できる	軽量化できる
欠点	死荷重が重い	ドゥブリ橋建設においては、工期短縮の効果が見えない	高い技術力が必要で、インドに実績がない
評価	最も有利	採用する理由が薄い	採用する理由が薄い

出典：JICA 調査団

#### (4) 航路区間橋梁設計

支間長 125 m に対して、DPR の PC 箱桁エクストラロード橋、桁高を一定にできる鋼細幅箱桁橋、PC 複合トラス桁エクストラロード橋、鋼トラス橋の 4 形式を比較する。

表 S-10：航路区間形式比較(1) (本編 表 5-28 に対応)

形式	PC 箱桁エクストラロード橋	鋼細幅箱桁
イメージ図		
実績 (日本/インド)	多い/多い	少ない/無い
適用支間長	100～200 m	60～90 m
提案支間長	125 m	125 m
施工方法	張り出し	送り出し
橋脚数	100	100
デザイン印象	印象的	単調
工費	最も経済的	PC 箱桁エクストラロード橋より高い
利点	インドの建設会社が施工できる	工期短縮できる
欠点	隣接州に先事例がある	特殊な鋼材と技術が必要である
評価	経済的だが工期が長い	採用する理由が薄い

出典：JICA 調査団

表 S-11 : 航路区間形式比較(2) (本編 表 5-29 に対応)

形式	PC 複合トラス桁 エクストラドーゾド橋	鋼トラス橋
イメージ図		
実績 (日本/インド)	少ない/無い	多い/多い
適用支間長	150~200 m	60~150 m
提案支間長	180 m	125 m
施工方法	張り出し	送り出し
橋脚数	83	100
デザイン印象	印象的	重厚
工費	PC 箱桁エクストラドーゾド橋より高い	PC 箱桁エクストラドーゾド橋より高い
利点	工期短縮できる	インドの建設会社が施工できる。 工期短縮できる
欠点	特殊な技術力がある	上流に同形式がある
評価	採用する理由がない	工期短縮できる

出典：JICA 調査団

上記比較検討の結果、DPR の PC 箱桁エクストラドーゾド橋が最も経済的であるが、現地の施工条件を勘案すると表 S-6 に述べるような課題の解決が必要であることが分かった。これらの課題は、施工上の問題であり、その処理判断を誤ると工事遅延の原因ともなる。PC 箱桁エクストラドーゾド橋形式を用いて、ドゥブリ橋を計画通りに建設するためにはその対策を明確にしておく必要がある。

JICA 調査団は、これらの課題の対策の重要性を考慮して、NHIDCL 及び DPR コンサルタントに対して意見書を提出した。NHIDCL 及び DPR コンサルタントは、意見書に対して対応策を検討し、その結果を提示したが、細部の詰めがさらに必要であると判断された。JICA 調査団は、NHIDCL 及び DPR コンサルタントと、現地での意見交換、メールによる記述内容の確認に加えて、東京とデリー間の TV 会議も開いて細部の検証を行い、課題に対する対策を明確なものにした。

一方、鋼トラス橋については、工費は割高になるものの、上部工に押し出し架設を採用することで河川上の材料運搬を軽減できるため、施工性に優れている。そこでエクストラドーゾド橋とのより詳細な比較検討を行った。

## (5) PC 箱桁エクストラードロード橋の施工上の課題と対策

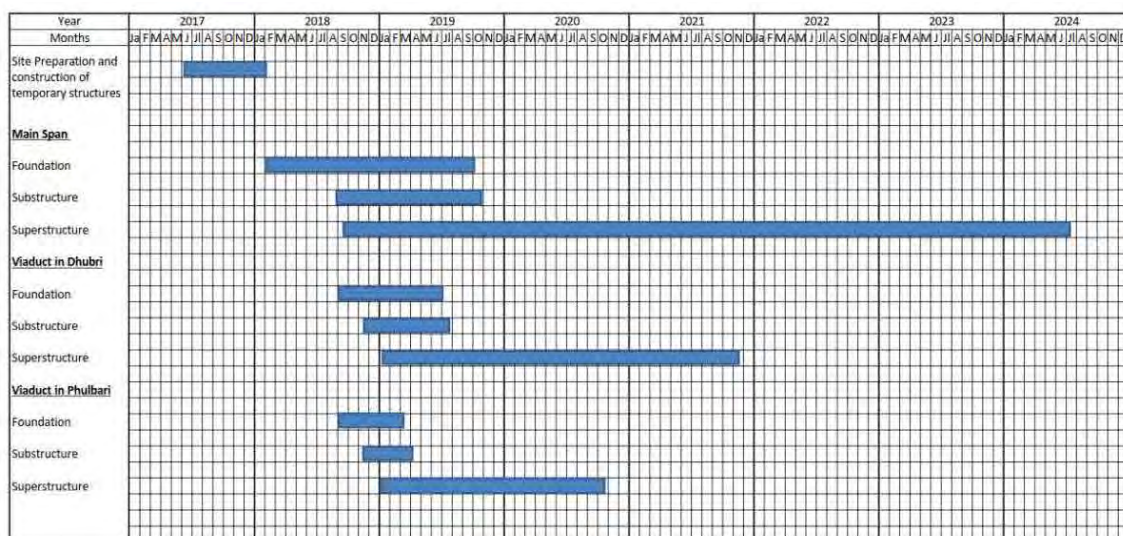
### ア) 材料手配の問題

セメントと骨材については、北東州を中心とする地域がインド有数の産地でもあり、製造可能で供給能力に問題はない。鉄筋、PC ケーブルについては、インド国内で十分な製造能力と供給能力がある。また、現地までの輸送は、道路、鉄道、河川のいずれにおいても可能で、現地には保管施設とコンクリート製造プラントの用地が確保できる。しかしながら、プルバリに到達するのに鉄道は無く道路の状態も悪いため、材料等をプルバリ側へ運搬することに困難を伴う。従って、JICA 調査団はプルバリ側への材料運搬費を計上することを推奨する。この材料運搬費についての JICA 調査団の見積もりは 8,900 万ルピーである。

### イ) 工事工程の再検討

当初、工期を 6 年としていたが、施工内容を再度見直し、橋梁区間を 4 工区に分割して同時施工を行うことにより、コンクリート製造プラントとプレキャストブロック打ち込みヤードを各工区に配置できる。バージを使用したプレキャストブロックの輸送、輸送用の栈橋の使用により、全体工期を 6 年 11 ヶ月間で完成することができるとしている（表 S-12）。

表 S-12 : 工期 6 年 11 か月の施工スケジュール（本編 表 5-32 に対応）

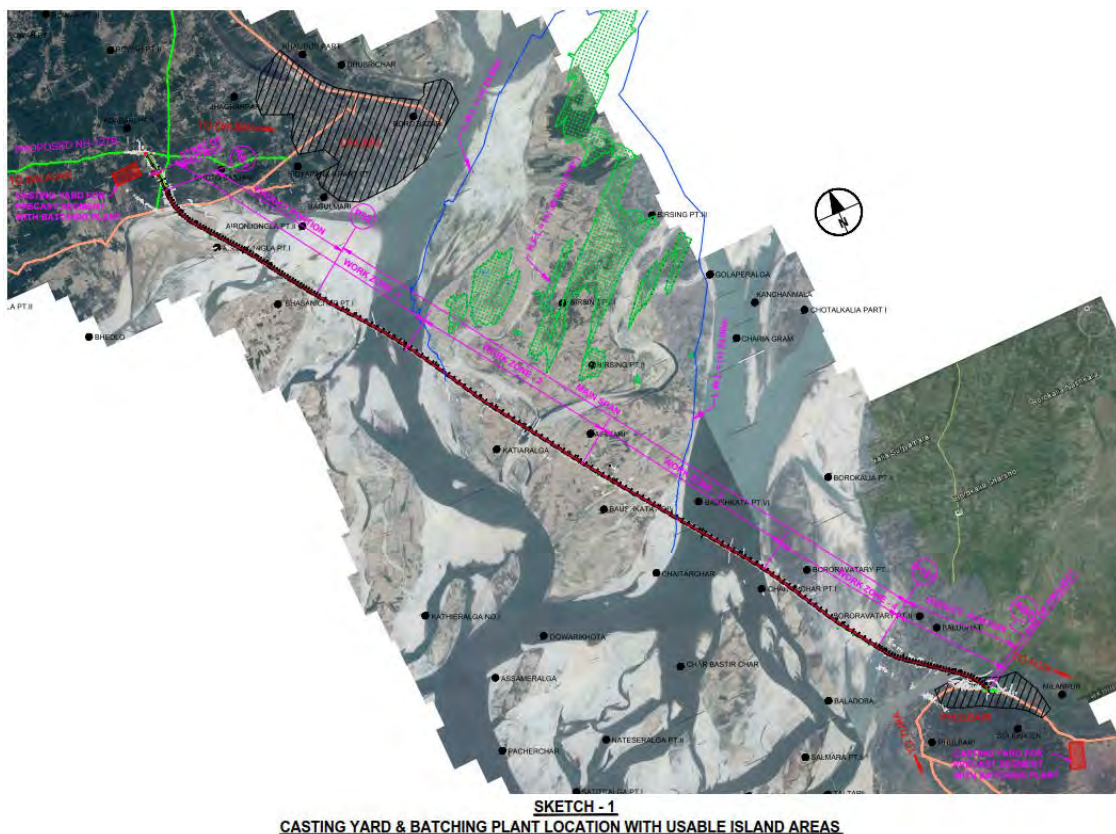


出典：DPR

しかしながら、特に基礎工及び下部工の工事に必要な期間について、雨季期間の稼働率を慎重に再検討すべきである。JICA 調査団は、雨季期間の内 3 か月は施工不能と見積もることを推奨する。また、工事初期の現場準備工（60 日）も工事期間に含めるべきである。JICA 調査団の見積もりによる必要な追加工事期間は 10 か月であり、全体の工事期間は 7 年 9 か月となる。

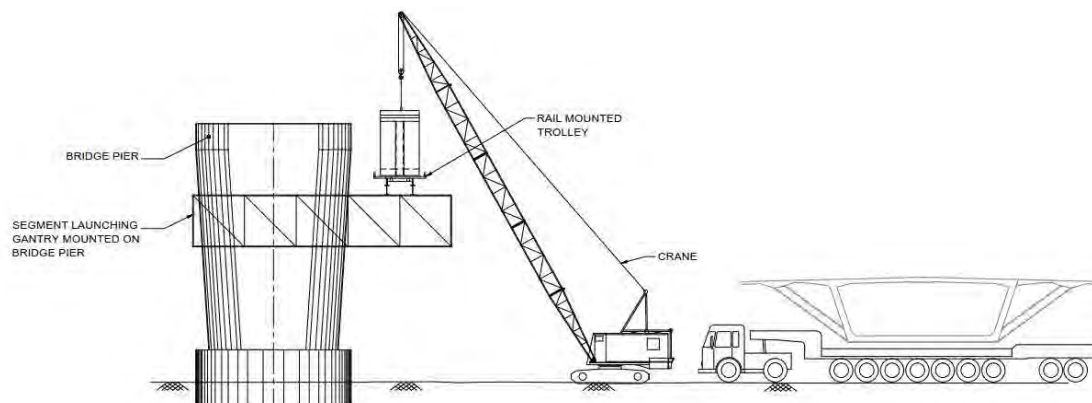
ウ) 仮設備の再検討

栈橋、工事用道路、コンクリートプラントなどの設置ができる用地が現地で利用できる(図 S-10)。クレーン、プレキャストブロック輸送用の大型トレーラーとトローリー等はインドの既存の機材で対応可能である(図 S-11)。仮設備の費用についても、インドで標準的な積算方法を使っており、適切な費用の見積もりが行われている。しかしながら、このような大規模な仮設備の費用は、通常の工事のものより大きくなる。プレキャストブロックや他の材料の運搬は、標準よりはるかに大規模になるために、JICA 調査団は仮設備の追加費用を計上することを推奨する。JICA 調査団が見積もった追加費用は、約 6.426 億ルピーである。



出典：DPR

図 S-10：製作ヤード及びコンクリートプラントの計画図（本編 図 5-42 に対応）



**SCHEME FOR LIFTING OF SEGMENTS FROM TRAILOR TO TROLLEY  
 LAND AREA STAGE 3**

出典：DPR

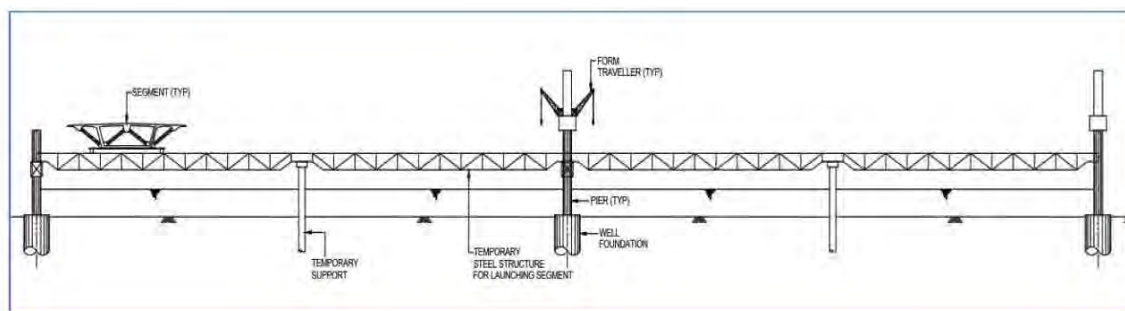
**図 S-11：大型トレーラーとトロリーの計画図（本編 図 5-43 に対応）**

### エ) 作業員及び検査員の動員

インドで同形式の橋梁を建設した実績があり、検査員の品質に問題はない。また、作業員の人数の確保とコントロールは施工業者の責任であるが、従来から実績があり十分に対応できる。しかしながら、同時に並行作業を行うパーティの数が極めて大きいため（9 か所の工事個所にそれぞれ 4 パーティ）、工事現場監理の機能を適切に補強すべきである。JICA 調査団は、工事現場監理のための追加費用を計上することを推奨する。この追加費用についての JICA 調査団の見積もりは、約 8.956 億ルピーである。

### オ) 洪水対策

工事については 10 年確率の洪水を想定した上で、完成した下部工を活用して、栈橋及び輸送用道路を設置することで対応可能である（図 S-12）。橋梁構造本体の設計は、100 年確率の洪水に対応している。しかしながら、工事期間中に工事従事者の安全を確保するために、洪水警報モニタリング・システムを備えることは重要である。JICA 調査団はその様な洪水警報モニタリング・システムを取り入れることを推奨する。そのシステムが持つべき機能は、気象情報収集、情報解析、警報と連絡体制、避難マニュアル、避難訓練等である。



出典：DPR

**図 S-12：下部工を活用した栈橋及び輸送用道路計画（本編 図 5-44 に対応）**



### カ) 鋼材の腐食対策

ドゥブリ橋の架橋位置は内陸であり塩分の影響は少ないと考えられ、価格の高い耐候性鋼材の使用は想定していない。また、外気に曝される鋼材は限られており、塗装による腐食対策が可能である。

### キ) 鉄道駅

鉄道の利用はインドで一般的な輸送方法である。また、駅からの搬送で既存の道路の使用が難しい場合、鉄道駅までの工事用アクセス道路を建設する。現地の状況からアクセス道路の整備に特別な問題はない。

### ク) 結論

上述の通り、PC 箱桁エクストラードズド橋の施工上の課題に対する対策は明確にされた。しかし一方、鋼トラス橋は、エクストラードズド橋に比べて経済性では劣るものの、施工上に有利さがあるために、2017年6月8日に、NHIDCLにおいてNHIDCL、DPR コンサルタント、JICA 及び JICA 調査団の四者会議を実施した結果、NHIDCL のトップである Managing Director アナンド・クマール氏が務める議長の下で比較検討を行った。

JICA 調査団が、エクストラードズド橋と鋼トラス橋との比較検討についてのプレゼンテーションを行い、引き続いて両橋梁形式の優劣について議論が行われた。アナンド・クマール議長は、①JICA 調査団が指摘するエクストラードズド橋の施工上の課題は対策が可能である、②エクストラードズド橋のコストが安い、③仮に設計変更をすれば数か月の時間が無駄になる、④施工上の課題は基本的に入札したコントラクターが負うべき責任である、との理由から DPR 原案である PC 箱桁エクストラードズド橋の橋梁形式を採用することを決定した。併せて、ドゥブリ橋の建設においては、効率的な施工監理が工事を工期限内に、そして計画通りに終わるために重要であるという認識から、JICA に対して効率的な施工監理について技術支援を要請した。

## 5. プロジェクト概略事業費

### (1) 主要工種の単価設定

主要工種の単価は、アッサム公共事業局から提供された単価表 (Schedule of Rates : SOR) を適用している。SOR は 2013-2014 年時点のものであるため、インドの標準レートおよびインド建設産業開発協議会の建設コスト指数に基づき、物価上昇<sup>4</sup>を考慮して 2018 年の建設費に修正した。

### (2) ドゥブリ橋の建設費

DPR に記載された概略設計から算出した工事数量および上記で設定した単価、物価上昇率に基づき、ドゥブリ橋の事業建設費を概略積算した。建設費を表 S-13 に示す。

<sup>4</sup> 実施機関との協議に基づき、2013-14 年の SOR に対して 2015-16 年までは年率 5%、2016-17 年は 0.98%、2017-18 年は 0.13%、2018-19 年は 0.13% の物価上昇を考慮した。

表 S-13 : ドゥブリ橋の概算建設費 (本編 表 6-1 に対応)

S. NO.	DESCRIPTION	AMOUNT (Rs)				TOTAL	SHARE
		EXTRADOSED BRIDGE	VIADUCT	VUP	ROAD		
<b>(A) CONSTRUCTION COST</b>							
A1	SITE CLEARANCE				2,634,080	2,634,080	0.01%
A2	EARTHWORK, EROSION CONTROL AND DRAINAGE				79,362,231	79,362,231	0.23%
A3	SUB-BASES, BASES (NON-BITUMINOUS) AND SHOULDERS				24,777,984	24,777,984	0.07%
A4	BASES AND SURFACE COURSES (BITUMINOUS)				116,498,678	116,498,678	0.33%
A5	BRIDGES AND VUP WORKS	23,829,415,815	9,084,052,598	79,426,864	0	32,992,895,277	93.57%
A6	PROTECTION WORKS				25,501,084	25,501,084	0.07%
A7	TRAFFIC SIGNS, MARKINGS & OTHER ROAD APPURTENANCES				381,058,467	381,058,467	1.08%
A8	PROJECT FACILITIES	0	0	0	190,758,676	190,758,676	0.54%
<b>I</b>	<b>Total Cost @ All Bills (1-8)</b>	<b>23,829,415,815</b>	<b>9,084,052,598</b>	<b>79,426,864</b>	<b>820,591,200</b>	<b>33,813,486,478</b>	
<b>II</b>	<b>Construction Facilities (Material, segment, barge, equipments inside the river)</b>					<b>1,446,512,449</b>	
	<b>TOTAL CIVIL COST (I+II)</b>					<b>35,259,998,926</b>	
	<b>CONSTRUCTION COST PER KM</b>					<b>1,828,648,425</b>	
A9	CONTINGENCY (5%)					1,762,999,946	
A10	DISPUTE BOARD					85,612,800	
	<b>TOTAL (A9-10)</b>					<b>1,848,612,746</b>	
	<b>TOTAL OF (A) - CIVIL WORK COST</b>					<b>37,108,611,673</b>	

出典 : JICA 調査団

## 6. 環境社会配慮

本件調査業務に係るインド側のコンサルタントは実施設計 (DPR) を担当しており、DPR 作成完了に伴って IEE レベルの環境調査を実施している。また、本事業は、JICA 環境社会配慮ガイドライン上、重大な影響を及ぼす道路・橋梁セクターに該当することからカテゴリーA に分類されており、EIA 報告書に基づく環境社会配慮確認が必要とされる。よって、本調査においては、JICA 環境社会配慮ガイドラインに沿って NHIDCL が EIA 報告書案を作成する支援を行う。また、本事業は大規模非自発的住民移転を伴うことから、2013 年の新用地取得法 (Right to Fair Compensation and Transparency for Land Acquisition Rehabilitation and Resettlement Act : 以下、LARR2013)、国道法及び 2015 年のアッサム州用地取得・生活再建移転権利法 (以下、アッサム州 LARR2015) を参照しつつ JICA 環境社会配慮ガイドラインに沿って住民移転計画 (Resettlement Action Plan : RAP) が作成されるよう、NHIDCL を支援する。

### (1) 生活環境に対する主な影響

大気質に対する悪影響は想定されなかった。水質や土壌については一時的な水質への影響が想定されるため、オйлトラップや浄化槽の設置が必要である。廃棄物については、工事計画の段階で環境管理計画に反映させる必要がある。騒音・振動については、工事中に一時的に発生するために基準上限値を超えないように対策を講じる必要がある。底質についてはボーリング調査により軽微な影響が想定されるが一時的なものである。

### (2) 自然環境に対する主な影響

工事中に野生生物に害を与えないように注意し、希少種が目撃された場合には直ちに州森林局に報告し、対応を協議する。ガンジスカワイルカの生態に詳しい専門家の監督下で工事を行い、その指示に従う。水理解析の結果によっても水文に対する影響は軽微である。建設工事中は、現場周辺の植生などを維持し、土壌侵食等が発生しないように留意する。

### (3) 社会環境に対する主な影響

本事業の用地取得による影響の規模は、下表に示す通りである。

表 S-14：被影響世帯概要（本編 表 7-46 に対応）

項目	被影響世帯	被影響者
全被影響世帯数	761	3,043
建物が影響を受ける（移転が必要）世帯の数	127	500
土地のみが影響を受ける世帯の数	633	2,538
商店が影響を受ける世帯の数	1	5

出典：JICA 調査団

用地取得・住民移転の実施過程において、貧困層・非識字者が参加できる機会を設けるため、十分な情報共有を行い、また彼らの問題や苦情が適切に反映されるように配慮する。本事業対象地における生計手段は、主に、農業、家畜飼育、漁業、ボート業である。被影響者に対して、補償および支援の両方が提供されるように計画する。

### (4) ステークホルダー協議

本事業のステークホルダー協議は、スコーピング段階とドラフト計画段階の 2 段階で実施され、プロジェクト策定プロセスに、プロジェクト地域のコミュニティの関与が確保され、双方間の意見交換が行われるように実施された。

第 1 回目の協議は、2 か所で実施し、プロジェクト地域をカバーする目的と多様なグループの意見を確認するため、5 か所でのコミュニティ協議と 3 つのフォーカスグループ協議を行った。第 2 回目の協議は、対象地域の被影響者がアクセスしやすい場所 4 か所で実施した。

本センサス調査期間中に、土地所有者が不在であったために未調査となった被影響世帯に対しても、各県の用地取得担当官、村長、近隣住民の支援を受け、ステークホルダー協議の情報、ドラフト計画の要約を配布する等による情報共有を図った。また、用地取得のプロセスの一環である異議申し立て期間にも、同様に情報が周知されるように配慮する必要がある。



## 8. プロジェクトの評価

### (1) プロジェクトの妥当性の確認

インド政府は第12次5カ年計画（2012年4月～2017年3月）において、北東地域特別道路整備促進計画（Special Accelerated Road Development Programme for North-East : SARDP-NE）による地域内主要都市間の国道整備を掲げた。また、2014年5月に発足したモディ新政権も、北東州の開発、特に道路網の整備は重点政策の1つと捉えている。

SARDP-NE は、北東地域の地方中心部や遠隔地域を州都と接続する道路を整備するものである。7,530 km の国道の2車線化あるいは4車線化、並びに2,611 km の州道の2車線化あるいは改良が含まれている。北東州にある88か所の地方中心部を、少なくとも2車線の道路で、最も近くを通る国道に接続することが目的である。

本プロジェクトは、これら上位計画に合致するものである。また、交通予測と事業費算定に基づいて経済分析を検討した結果、基本ケースとしてのEIRR値は16.5%、最も下位ケースにおいても13.1%と、それぞれ算出されたことから、本プロジェクトは妥当であると評価される。

### (2) 有効性の確認

#### 定量的効果

ドゥブリ橋建設事業の定量効果は、下表にしめす評価を行った。2つの評価指標パラメータの値は基準年（2017）及び目標年（2028）について設定した。

表 S-15：ドゥブリ橋検討の目標結果（本編 表 10-1 に対応）

評価指標	基準値（2017年）	目標値（2028年）
平均旅行速度（km/hr）	25	50
年平均日交通量（PCU/日）*	5,658	10,252

注\*：距離加重平均により算出

出典：JICA 調査団

#### 定性的成果

- ドゥブリ橋の建設は、現在ブラマプトラ川により分断されているドゥブリとプルバリを橋梁で接続する。この区間は、国道127B号のミッシング・リンクであり、橋梁建設により道路の接続性や利便性が改善される。
- ドゥブリ橋の線形ルート選定において、社会的影響、環境的影響、および技術的検討を総合的に比較検討し、環境社会への影響を最小化している。また、建設行為において環境社会に対する十分な配慮がなされるために、重大な影響は想定されない。
- 現在輸送に使われている小型船は、悪天候の影響を受けやすく、また船着き場の施設が貧弱なために、利用する地域住民は常に危険にさらされている。ドゥブリ橋の建設は、悪天候に左右されない輸送の定時性を改善し、さらに輸送の安全性を高め、それにより地域の経済活動や生活環境の質の向上に寄与する。

- 現在輸送に使われている小型船は、自転車やバイクの運搬は可能であるが、車両等の重量物は運搬できない。ブラマプトラ川を横断する必要がある車両は、約 60 km 上流の橋梁へ迂回し、約 150 km の余分な延長を走行している。ドゥブリ橋の建設は、このような車両の走行距離を大きく短縮し、排気ガスや騒音を減少し、それにより、地域環境の向上に寄与する。

### (3) 結論と提言

#### ア) 本プロジェクトは妥当であり有効である

本プロジェクトは、その事業内容について JICA 調査団が国道インフラ開発公社 (NHIDCL) 作成の DPR のレビューを行い、確認された課題について改善案を提案し、それに基づいて DPR は適切に改善された。また、インド政府の上位計画とも合致することから、本プロジェクトは妥当である。さらに、定量的効果と定性的効果についても、その有効性が確認された。従って本プロジェクトは、妥当であり有効である。

#### イ) 効率的なエクストラロード橋の施工監理

施工計画における最大の課題は、ブラマプトラ川で 100 スパンにわたり連続するエクストラロード橋を建設する工法である。ドゥブリ橋の桁幅は 28 m あり、重いプレキャストセグメントを製造場所から河川中の架設場所に輸送することになれば、台船への積み込み積み下ろしを行うための栈橋および輸送用通路など大掛かりな仮設備が必要になる。日本の建設事例によれば、プレキャストセグメント工法で 1 セグメントを建設するのに 7 日を必要としている。仮にドゥブリ橋の工事期間を 6 年とする場合、日本の建設事例を参考に現場打ち込み工法による工事期間を推定すると、航路区間で 1 度に 30 か所程度の同時並行作業を行う必要がある。最大限の効率的なエクストラロード橋の施工監理が必要とされる。従って、入札図書の技術プロポーザルの方法論において、記述の必須項目とすることを提言する。

#### ウ) 工事中の洪水監視警報システムの必要性

ブラマプトラ川は、降雨量が非常に大きいチベット南部を通過し、アッサム平原に達するまで広大な流域を有していることから、大洪水を頻繁に起こし、作物や人命等に大きな被害を出している。ドゥブリ橋の横断箇所における中州の地盤高は、わずか数メートルと低く 10 年確率の洪水で大部分が水没する。従って、工事期間中における洪水監視警報システムの構築は、工事現場で働く人々の安全を確保するため非常に重要である。洪水監視警報システムは、気象データ収集、データ分析、警報発令・伝達、避難マニュアル、避難訓練等が一体化して初めて機能する。従って、入札図書の技術プロポーザルの方法論において、記述の必須項目とすることを提言する。

#### エ) 運営と維持管理の技術移転の必要性

NHIDCL は、道路交通省の下に 2014 年 2 月に設置された若い組織である。維持管理の体制や技術については、これから構築していく計画である。ドゥブリ橋の維持管理については、コントラクターが建設完了後の 4 年間について担当し、NHIDCL に引き渡すことにな

っている。ドゥブリ橋は約 20 km の長大橋であり、その維持管理は通常の国道とは異なつた特殊なものになる。長大橋の点検手法や補修技術について、日本は豊富な経験を有しており、NHIDCL は日本から運営と維持管理の技術移転を必要としている。従って、コントラクターとの契約書の特記仕様書 (Employer's Requirement) において、維持管理について組織体制、機械設備、点検及び修繕手法等について維持管理マニュアルを作成することを義務付け、さらに職員の教育を行うための研修計画を織り込むことを提言する。

## 9. 接続道路を含めたドゥブリ橋の現況写真

	
<p>スリランプール～バラジャン区間道路                  (路面の損傷が大きく多数のポットホール)</p>	<p>国道 31 号線との交差点                  バラジャン交差点付近は砂利道である</p>
	
<p>ドゥブリ側橋梁起点近辺                  狭い農道で大型車の通行は無理である</p>	<p>A1 橋台から P6 高架橋区間                  陸上部分で水田に利用されている</p>

	
<p>雨季ドゥブリ側船着き場                  埠頭施設は無く簡易な足場を使っている</p>	<p>乾季ドゥブリ側船着き場                  乾季は水位が下がり足場を延長している</p>
	
<p>雨季の中州                  水面から出ている部分は緑地になっている</p>	<p>乾季の中州                  雨季時に比べ水位は5m程度低い</p>
	
<p>船上ボーリング                  雨季時は流れが速く危険を伴う</p>	<p>中州内ボーリング                  地盤は砂礫で技術的には問題はない</p>



	
<p>雨季プルバリ側船着き場              雨季時は直接アクセス可能である</p>	<p>乾季プルバリ側船着き場              乾季時は中州とつながり車で移動する</p>
	
<p>A2 橋台から高架橋区間              乾季時のジンジラム川は小さくなっている</p>	<p>プルバリ側交差点              A2 橋台から延長約 100 m の盛土の終点</p>
	
<p>プルバリ～ツラ区間道路              路面は損傷し小さなポットホールがある</p>	<p>上空から撮影したブラマプトラ川              ドゥブリ橋の道路線形を白線で示している</p>

出典：JICA 調査団

図 S-14：接続道路を含めたドゥブリ橋現況写真（2016年9月、2017年2月撮影）

## 第1章 業務の概要

### 1.1 プロジェクトの背景

インド北東州は、近年目覚ましい経済成長を遂げているインドの中で取り残された地域であり、道路網の整備が喫緊の課題となっている。

北東7州（アッサム、マニプール、メガラヤ、ミゾラム、ナガランド、トリプラ、アルナチャル・プラデシュ）は、インド本土とは遠く離れてバングラデシュを巻き込むように位置しており、チキンズネックと呼ばれる隘路（最も細い箇所幅 22 km）で繋がっている。また、バングラデシュやミャンマーとの越境協定が未だ整備中であり、トランジット貨物が通過できず国境で輸出入手続きと共に貨物の積み替えが必要となって、物資の輸送コストが高くなる陸の孤島となっている。

インドでは、平野部において主要幹線道路をなす国道整備が進んでいる一方で、北東州では全道路の舗装率が 28.5%（全国平均 63.4%）、国道における2車線以上の道路の比率が 53.0%（全国平均 77.9%）と整備が遅れている。また、同地域は世界でも有数の多雨地域で、メガラヤ州では年間降雨量が 10,000 mm を超える地域も有り、土砂災害も多発している。また、アッサム州のほぼ中央を縦断するブラマプトラ川は、延長が約 600 km あり、川幅が広い所では約 20 km になるが、現在わずか 4 本しか橋梁が架かっている。この 4 本は通行料は徴収していない。これら道路整備の遅れと土砂災害が物流のボトルネックとなり、同地域の経済発展を妨げる一因となっている。

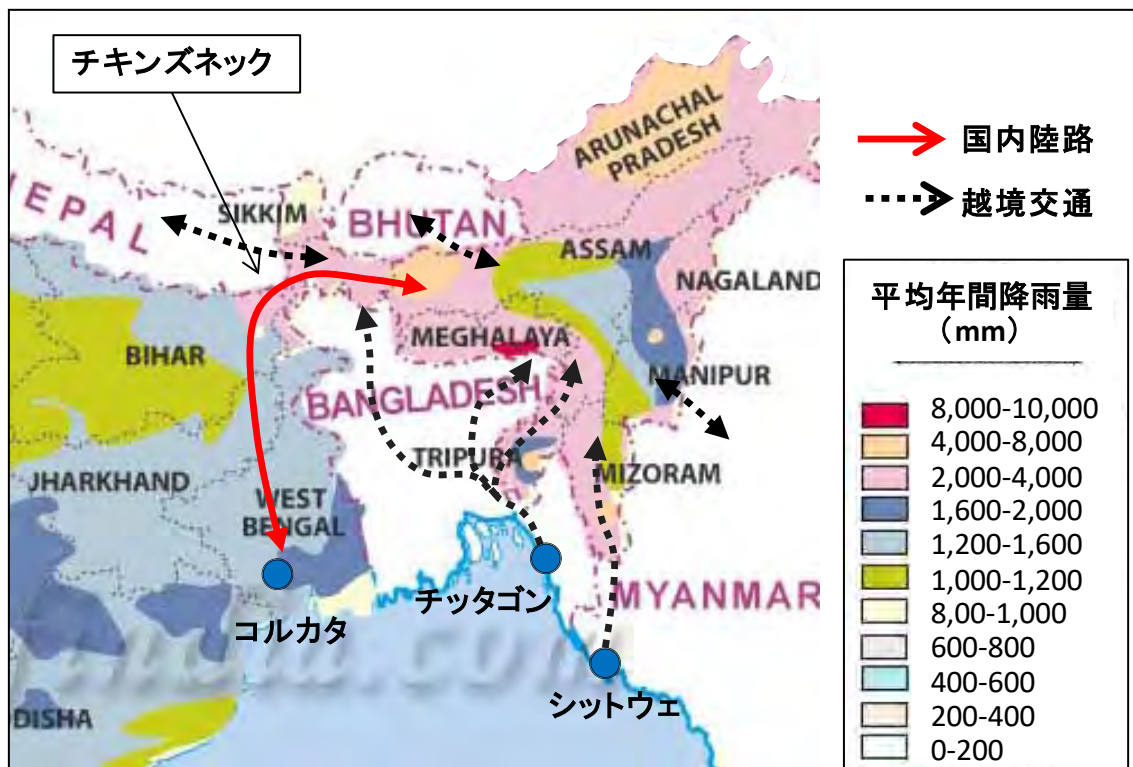


図 1-1：7 州の位置と年間降雨量分布

これらの課題に対応するため、インド政府は第 12 次 5 年計画（2012 年 4 月～2017 年 3 月）において、北東地域特別道路整備促進計画（Special Accelerated Road Development Programme for North-East : SARDP-NE）による地域内主要都市間の国道整備を掲げた。また、2014 年 5 月に発足したモディ新政権も、北東州の開発、特に道路網の整備は重点政策の一つと捉えている。

JICA は、2013 年に「南アジア地域におけるクロスボーダー交通インフラ整備・改善に係る情報収集・確認調査」を実施し、インド、バングラデシュ、ブータン、ネパール、ミャンマー、タイの 6 カ国を対象として地域連結性強化と越境交通インフラ整備に関する提言を行った。その中で、インド北東州と他の地域の間既存の交易ルートで克服されるべき課題が多いことが明らかとなり、複数ルートの道路整備が提案された。

かかる状況の下、インド政府は北東州における既存道路 8 区間（総延長 1,242 km）の改良、既存橋梁 2 ヶ所の補修および橋梁 1 ヶ所の新規建設に関して、日本政府に対する有償資金協力を要請した。その後、JICA は北東州道路網連結性改善事業フェーズ 1（2015 年 12 月事前通報）（以下、フェーズ 1 調査）を実施し、①要請があった区間を対象とした、現状分析による円借款対象事業としての優先順位付け、②先行 2 区間についてのデータ収集・分析およびインド国実施の F/S のレビュー、③先行 2 区間について、我が国の有償資金協力事業として実施するための審査に必要な調査を行った。

優先順位づけの評価基準として、上位計画との整合性、プロジェクトの熟度、交通量容量比（V/C）、および経済評価（EIRR）に基づいて優先順位を定めた。その結果、最も優先度が高い区間が国道 54 号および 51 号、それに続く区間として国道 40 号およびドゥブリ橋が選定された。先行 2 区間として、国道 54 号および 51 号の調査を実施した。その結果、国道 54 号については、拡幅事業による既存集落への社会環境インパクトが大きい区間が確認され、4 集落区間についてバイパスルート案の適用と、その対象既存区間については縮小舗装幅（10 m）で改良工事を行うことが提案され、追加調査が実施された。

本調査は、フェーズ 1 調査およびフェーズ 2 調査に続くフェーズ 3 調査としてドゥブリ橋の整備を事業対象とし、データ収集・分析、インド国実施の DPR のレビューを行うと共に環境および社会面の配慮等、我が国の有償資金協力事業として実施するための審査に必要な調査を行った。

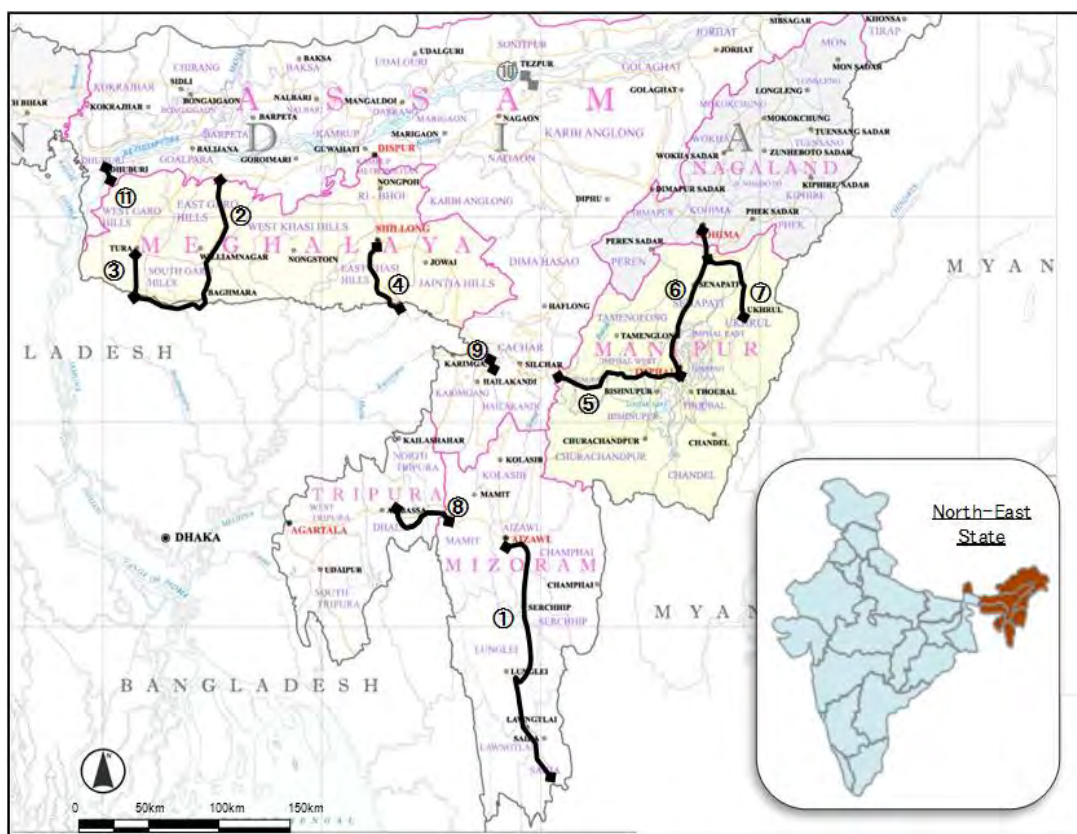
なお、有償資金協力事業として実施するための審査は、第 1 フェーズとして国道 54 号と 51 号、第 2 フェーズとして国道 54 号バイパスと国道 40 号、それに続く第 3 フェーズとしてドゥブリ橋が予定されている。

## 1.2 プロジェクトの選定経緯

### 1.2.1 プロジェクトの対象道路

プロジェクトの対象道路は、図 1-2 および表 1-1 に示される通り、当初 11 区間がインド政府から日本政府へ要請された。しかし、⑩ アッサム州テズプル近郊の Koliabhomora 橋については、インド政府単独で事業を実施することになり、日本政府への支援要請の対象から除外されたために、プロジェクト選定の優先順位検討から外された。また、調査検討

が行われた 2015 年から、北東地域の治安が悪化していることから、北東州の治安状況も優先順位調査検討の評価指標として考慮している。



出典：JICA フェーズ 1 調査

図 1-2：調査対象区間位置図

表 1-1：プロジェクト候補道路一覧

No.	対象区間	区間延長	要請内容
①	ミゾラム州 Aizawl～Tuipang 間の国道 54 号	約 381 km	改良
②	メガラヤ州 Dudhanal～Dalu 間の国道 62 号	約 183 km	改良
③	メガラヤ州 Tura～Dalu 間の国道 51 号	約 54 km	改良
④	メガラヤ州 Shillong～Dawki 間の国道 40 号	約 84 km	改良
⑤	マニプール州 Imphal～Jiribam 間の国道 53 号	約 221 km	改良
⑥	マニプール州 Imphal～ナガランド州 Kohima 間の国道 39 号	約 138 km	改良
⑦	マニプール州 Ukhrul～Tadubi 間の国道 102A 号	約 115 km	改良
⑧	トリプラ州 Manu～Simlung 間の国道 44A 号	約 110 km	新設/改良
⑨	アッサム州 Silchar 近郊の Badarpurghat 橋 国道 44 号	360 m	新設/改修
⑩	アッサム州 Tezpur 近郊の Koliabhomora 橋	2.5 km	改修
⑪	アッサム州 Dhubri～Phulbari 間 国道 127B 号	橋梁部：約 18 km 取付部：約 21 km	新橋建設

出典：JICA フェーズ 1 調査

### 1.2.2 優先順位評価基準

JICA 円借款対象事業として調査対象区間の優先順位の評価基準を、これまでに検討した調査対象区間の現況と主要課題、交通量予測、経済分析の各結果を踏まえて設定した。評価基準は、上位計画との整合性、プロジェクトの熟度、交通量容量比 (V/C)、および経済評価 (EIRR) とした。表 1-2 に優先順位評価基準と円借款対象事業選定を踏まえた各評価指標別の重み付けを示す。対象事業のグループ分けについては、インドにおける道路セクターの円借款に対するインド政府の年間予算額を考慮して、約 450 km にしている。

表 1-2 : 優先順位評価基準

評価指標		評価内容 (得点)			重み付け
		高 (10-8)	中 (7-4)	低 (3-0)	
1	上位計画との整合性	国レベル道路開発計画に該当する (例 SARDP-NE)	国際幹線開発計画に該当する (例 Asia Highway)	その他	5
2	成熟度	DPR、EIA、RAP 作成済み	DPR、EIA、RAP 作成中	DPR、EIA、RAP 未作成	10
3	交通量容量比 (V/C)	2020 年時点交通量容量比 (V/C>0.75)	2020 年時点交通量容量比 (V/C=0.75-0.50)	2020 年時点交通量容量比 (V/C<0.50)	10
4	EIRR	EIRR>15%	EIRR 12% - 15%	EIRR<12%	25

出典：JICA フェーズ1調査

円借款対象事業としての調査対象区間の優先順位付けとして、経済性・採算性を重要視し、EIRR (経済分析) を全体半分の重み付けとしている。加えて、交通量と事業の成熟度も評価項目に加え、これら 2 点より劣るが上位計画との整合性も加えている。そのため、上位計画との整合性と EIRR との間に差が生じている。

### 1.2.3 優先順位検討結果

JICA フェーズ 1 調査において行われた優先順位評価基準に基づく優先順位検討結果を表 1-3 に示す。

表 1-3 : 優先順位検討結果

評価指標		1				2			
		国道 54 号: Aizawl-Tuipang				国道 62 号: Dudhanai-Dalu			
		0-55	55-125	125-250	250-381	0-30	30-87	87-91	91-183
1	上位計画 整合性	SARDP NE-B	SARDP NE-B	SARDP NE-B	SARDP NE-B		SARDP NE-B	SARDP NE-B	SARDP NE-B
		10	10	10	10		10	10	10
2	成熟度	DPR 作成中	DPR 作成中	DPR ほぼ完成	DPR ほぼ完成	DPR コンサル タント 調達中	DPR コンサル タント 調達中	DPR コンサル タント 調達中	DPR コンサル タント 調達中
		6	6	8	8	3	3	3	3
3	(V/C)	1.22	1.92	1.60	1.87	0.29	0.22	0.64	0.64
		10	10	10	10	3	2	6	6
4	EIRR	15.1				7.3			
		8				2			
区間計		41	41	43	43	11	15	19	19
区間平均スコア		42				17			
順位		2				9			

評価指標		3		4				
		国道 51 号: Tura-Dalu		国道 40 号: Shillong-Dawki				
		0-10	16-60	0-28	28-43	43-75	75-82	82-84
1	上位計画 整合性			AH No.1	AH No.1	AH No.1	AH No.1	AH No.1
				7	7	7	7	7
2	成熟度	DPR ほぼ 完成	DPR ほぼ 完成	DPR コンサ ルタント 調達中	DPR コンサ ルタント 調達中	DPR コンサ ルタント 調達中	DPR コンサ ルタント 調達中	DPR コンサ ルタント 調達中
		8	8	3	3	3	3	3
3	(V/C)	2.50	5.48	1.16	0.78	0.39	3.90	0.39
		10	10	10	7	4	10	4
4	EIRR	22.0		16.8				
		10		9				
区間計		43	43	39	36	33	39	33
区間平均スコア		43		36				
順位		1		4				

評価指標		5			6			7
		国道 53 号: Imphal-Jiribam			国道 39 号: Imphal-Kohima			国道 102A: Ukhrul- Tadubi
		0-3	3-145	145-221	0-8	8-107	107-138	0-115
1	上位計画 整合性				AH No.1	AH No.1	AH No.1	
					7	7	7	
2	成熟度	DPR コンサルタント 調達中	DPR コンサルタント 調達中	DPR コンサルタント 調達中	DPR コンサルタント 調達中	DPR コンサルタント 調達中	DPR コンサルタント 調達中	DPR コンサルタント 調達中
		3	3	3	3	3	3	3
3	交通容量 比(V/C)	0.17	1.28	1.28	0.25	0.78	0.78	1.71
		2	10	10	2	7	7	10
4	EIRR	22.6			18.7			14.0
		10			9			4
区間計		30	38	38	31	36	36	23
区間平均スコア		38			36			23
順位		3			4			7

評価指標		8				9	11	
		国道 44A 号: Manu-Simlung				Badarpurghat 橋	国道 127B 号: Dhubri-Phulbari 橋	
		0-16	16-67	67-97	97-110	0-0.36	0-18	18-39
1	上位計画 整合性	SARDP NE-B	SARDP NE-B	SARDP NE-B	SARDP NE-B			
		10	10	10	10			
2	成熟度	DPR コンサルタント 調達中	DPR コンサルタント 調達中	DPR コンサルタント 調達中	DPR コンサルタント 調達中	DPR コンサルタント 調達中	DPR コンサルタント 調達中	DPR コンサルタント 調達中
		3	3	3	3	3	3	3
3	交通容量 比(V/C)	2.07	1.26	1.26	1.26	1.10	0.98	9.80
		10	10	10	10	10	9	10
4	EIRR	3.5				-0.2	18.7	
		2				0	9	
区間計		23	23	23	23	18	35	36
区間平均スコア		23				13	35	
順位		7				10	6	

出典：JICAフェーズ1調査

### 1.2.4 円借款対象事業の選定

調査対象区間の優先順位検討結果および円借款事業としての実施上の課題を踏まえ、表1-4に調査対象区間を優先度毎にグルーピングした。

表 1-4 : 円借款事業対象区間の優先順位

グループ	対象区間	順位	備考
フェーズ 1	国道 51 号 (Tura-Dalu) メガラヤ州	1	国道 54 号調査においてバイパスを追加
	国道 54 号 (Aizawl-Tuipang) ミゾラム州	2	
フェーズ 2	国道 54 号 (バイパス 4 か所) ミゾラム州	(2)	
	国道 40 号 (Shillong-Dawki) メガラヤ州	4	
フェーズ 3	国道 127B 号 (Dhubri-Phulbari) アッサム州	6	
その他	国道 53 号 (Imphal-Jiribam) マニプール州	3	マニプール州のプロジェクトは治安回復まで留保
	国道 39 号 (Imphal-Kohima) マニプール州	4	
	国道 102A 号 (Ukhrul-Tadubi) マニプール州	7	
	国道 44A 号 (Manu-Simlung) トリプラ州	7	
	国道 44 号 (Badarpurghat 橋) アッサム州	10	
	国道 62 号 (Dudhanal-Dalu) メガラヤ州	9	

出典：JICA調査団

### 1.3 プロジェクトの概要

調査対象プロジェクトの位置図および概要を下記に示す。



出典：JICA 調査団

図 1-3 : プロジェクト位置図



**表 1-5 : 提案プロジェクトの概要**

1) 事業名	北東州道路網連結性改善事業 (フェーズ 2)
2) 事業目的	インド北東部において国道 (橋梁含む) の改良および建設を行うことにより、同地域内および他地域との連結性向上を図り、同地域の経済開発に資すること
3) 要請概要 (対象区間)	アッサム州ドゥブリ～メガラヤ州プルバリ間の新橋建設 (航路部橋梁 12.65 km、高架部橋梁 5.73 km、アプローチ道路 0.92 km、全長 19.28 km)
4) 対象地域	インド北東州一帯
5) 関係官庁・機関	道路交通省 (Ministry of Road Transport and Highways: MORTH) 国道インフラ開発公社 (National Highway and Infrastructure Development Corporation Limited: NHIDCL)

出典: JICA 調査団

表 1-1 におけるドゥブリ橋は、橋梁部約 18 km、取付部約 21 km となっているが、取付部約 21 km については州政府が実施することになり本事業から分離された。残りの橋梁部約 18 km については、最終的に航路部橋梁 12.65 km、高架部橋梁 5.73 km、アプローチ道路 0.92 km となった。表 1-1 はインド政府から要請されたもの、表 1-5 は調査結果を精査し、橋梁部を主体とした事業としたことから延長が短くなっている。

#### 1.4 本調査の目的

本調査の目的は、我が国円借款支援に対するインド政府からの要請を踏まえ、本事業の目的、概要、事業費、事業実施体制、運営維持管理体制、環境および社会面の配慮等、我が国国有債資金協力事業として実施するための審査に必要な調査を行うことである。

## 第2章 調査道路の現状

### 2.1 道路の現状と調査地域の交通状況

#### 2.1.1 北東州の国道網

北東州における国道総延長は 13,258 km である。建設及び維持管理は、州公共事業局 (PWD)、国境道路庁 (BRO)、国道庁 (NHAI)、及び国道インフラ開発公社 (NHIDCL) が道路交通省 (MORTH) の下で担当している。総延長 13,258 km の内、12,476 km を NHIDCL と各州政府の PWD が担当し、残りの 782 km を NHAI が担当している。道路交通省は、北東地域の国道整備に特に力を入れており、道路予算の 10% を北東地域予算として確保している。国道網は、主に州都や主要地域を結び、また図 2-1 に示すように国際クロスボーダー道路網にも接続している。



出典：北東地域開発省

図 2-1：北東地域の国道網

北東地域の 2014 年度における国道整備と維持管理の概要は以下のとおりである。

- 国道整備計画(NHDP)フェーズ III による整備延長は 110 km
- 北東地域特別道路整備促進計画 (SARDP-NE) による整備延長フェーズ A : 4,099 km、フェーズ B : 2,392 km、アナチャル・プラデシュ道路パッケージ : 2,319 km

各北東州の州別国道の現状は表 2-1 に示すとおりである。

表 2-1 : 北東州の国道番号と延長

No.	州名	国道番号	総延長 (km)
1	アルナチャル・プラデシュ	52, 52A, 153, 229, 52B Ext, 37 Ext, 315 New, 713 New, 513 New, 313 New, 113 New, 713A New	2513.05
2	アッサム	6 New, 31, 31B, 31C, 36, 37, 37A, 37E, 38, 39, 44, 51, 52, 52A, 52B, 53, 54, 61, 62, 117A New, 127B New, 127E New, 151, 152, 153, 154, 315A New, 127C New, 127D New, 329 New, 427 New, 627 New, 702 New, 702B New, 702C New, 702D, 715A New	3811.67
3	マニプール	39, 53, 102 New, 102A New, 102B New, 102C New, 129A New, 108A New, 129 New, 137 New, 137A New, 150, 155, 702A New	1545.74
4	メガラヤ	40, 44, 51, 62, 127B New	1204.36
5	ミゾラム	6 New, 44A, 54, 54A, 54B, 102B New, 150, 154, 302 New, 306A New, 502A New	1381.00
6	ナガランド	36, 39, 61, 129 New, 150, 155, 702 New, 702A New, 702B New, 702D	1150.09
7	トリプラ	44, 44A, 108A, 208 New, 208A New, 108B New	805.0

出典 : 道路交通省 2015-16 年報

## 2.1.2 北東地域の交通基盤整備プロジェクト

インド政府は、北東地域の重要な運輸基盤について期限を定めて完成する計画である。道路、鉄道、内陸海運(IWT)、空港と航空路線の接続が含まれている。現在進行中の重要なプロジェクトは、(i) 東西回廊 (スリナンプール～シルチャー)、(ii) 特別道路整備促進計画—北東、(iii) ボギビール橋、(iv) 鉄道ゲージ交換 (ルムデン～シルチャー及びランギア～ムルコン・セレク)、(v) 新規鉄道路線 (ジリバム～ツプル～インパール)、(vi) ロカプリア・ゴピナツ・ボルドロイ・国際空港 (グワハティ) 空港格納庫等を含んでいる。インド政府は、さらに国の他の地域や“アクトイースト政策”に基づく隣国や東南アジア諸国との緊密な相互関係のために、連結を促進するイニシアチブを積極的に取っている。インドとバングラデシュ間の密接な関係を確立することは、北東地域の平和と開発に大きな役割を果たすと期待されている。

### 2.1.3 道路網連結性

東西回廊は黄金の四辺形や南北回廊と共に、インド国土の道路の骨格を形成するものである。北東地域において、東西回廊はスリランプールを始点としシルチャーまでの区間である。スリランプールからシルチャーまでの 670 km の延長は、中央分離帯を備える 4 車線であり、北東地域とインドの他の地域との接続を改善するものであり、2015 年に全区間が完成している。国道 127B 号は、東西回廊と北東地域西部を直結するもので、開発が遅れている北東地域西部が東西回廊を介して北東地域の中心地や、さらにはインド全域への道路連結性が改善されることにより、物流が促進され経済発展に寄与すると予想される。



出典：JICA 調査団

図 2-2：北東地域の道路網連結性

本プロジェクトで提案されている橋梁区間は、新たに指定された国道 127B 号の一部で、ブラマプトラ (Brahmaputra) 川を横断する区間である (2012 年 2 月 22 日付、道路交通省官報番号 S.O. 312(E))。現在この区間の横断は小型船舶のみが運航しており、国道 127B 号のミッシング・リンクとなっている。

国道 127B 号の始点は、国道 31C 号 (新国道 27 号) のアッサム (Assam) 州スリランプール (Srirampur) で、終点が国道 44E 号 (新国道 106 号) のメガラヤ (Meghalaya) 州ノングストイン (Nongstoin) であり、アッサム州ドゥブリ (Dhuburi) とメガラヤ州のプルバリ (Phulbari)、ツラ (Tura)、ロングラム (Rongram)、ロンジェング (Rongjeng) を経由地として接続する。現在、ほとんどの区間において道路の状態は非常に悪い。道路幅は狭く、未舗装区間が大部分であるが、舗装区間もポットホールが随所であり、走行性は非常に悪い。国道 127B 号のルートおよび各区間の諸元は下記の通りである。



出典：JICA 調査団

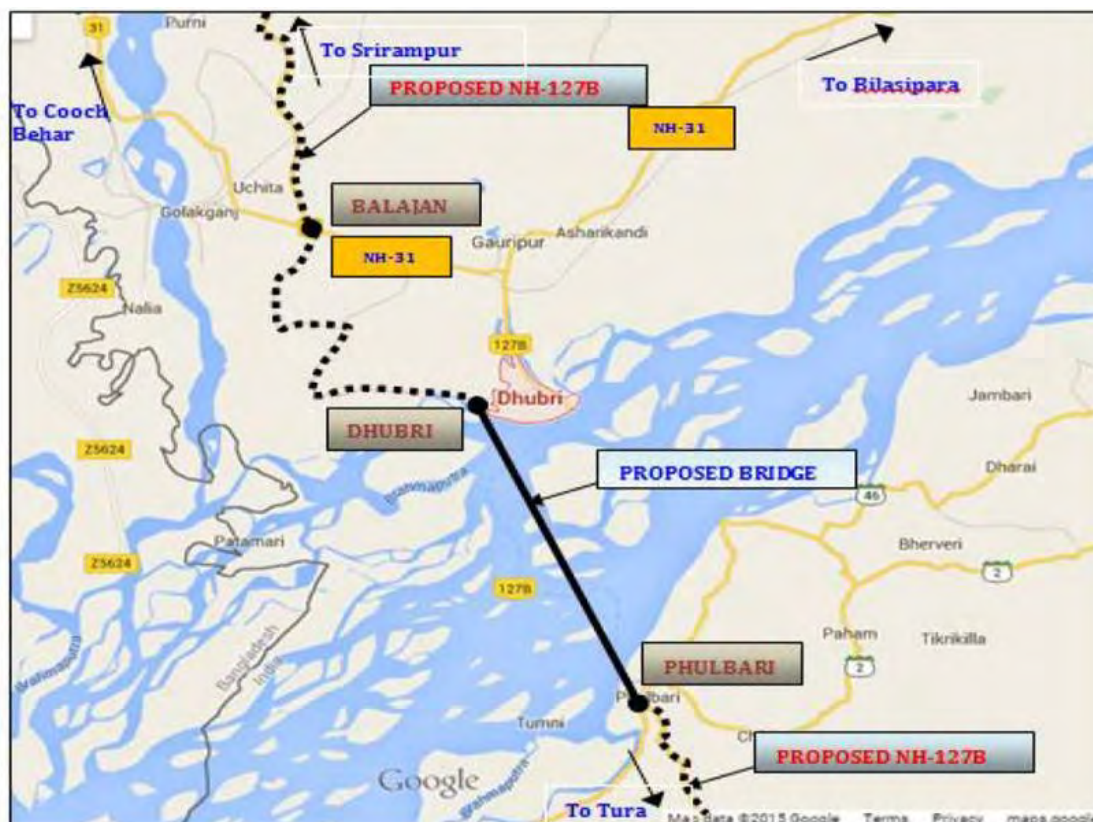
図 2-3：国道 127B 号のルート

表 2-2：国道 127B 号の各区間の諸元

番号	区間	諸元
1	スリランプール ～バラジャン	既存道路、延長 40.5 km、幅員約 6 m、舗装状態劣悪、整備計画 DPR 作成中
2	バラジャン～ア ダバリ	既存道路、延長 15.0 km、幅員約 4 m、舗装状態悪い、整備計画 DPR 作成中
3	アダバリ～橋梁 アプローチ	新規道路、延長 1.0 km、幅員約 4 m、整備計画 DPR 作成中
4	ドゥブリ～プル バリ	新規道路、延長 20.0 km、フェリー連絡区間、本事業対象区間
5	プルバリ～ツラ	既存道路、延長 81.0 km、幅員約 10 m、舗装状態劣悪、整備計画 DPR 準備中
6	ツラ～ロングラ ム	既存道路、延長 14.5 km、幅員約 10 m、舗装状態悪い、整備計画 DPR 準備中
7	ロングラム～ロ ンジェング	既存道路、延長 96.0 km、幅員約 10 m、舗装状態悪い、整備計画 DPR 準備中
8	ロンジェング～ ノングストイン	既存道路、延長 103.0 km、幅員約 10 m、舗装状態良い、整備済み
	総延長	371 km

出典：DPR に基づいて JICA 調査団作成

ブラマプトラ (Brahmaputra) 川を横断して、アッサム州ドゥブリとメガラヤ州プルバリを結ぶ新設橋梁は、ブラマプトラ川により切断されている国道の連結性を補うものであり最も重要な区間である。これまで完全にフェリー交通に依存していたインド北東地域の非常に重要な 2 つの中心部について、道路による輸送連結性を確立することになる。図 2-4 はアッサム州ドゥブリ～メガラヤ州プルバリ間の新橋 (以下「ドゥブリ橋」) の位置図である。



出典：DPR に基づいて JICA 調査団作成

図 2-4：ドゥブリ橋位置図

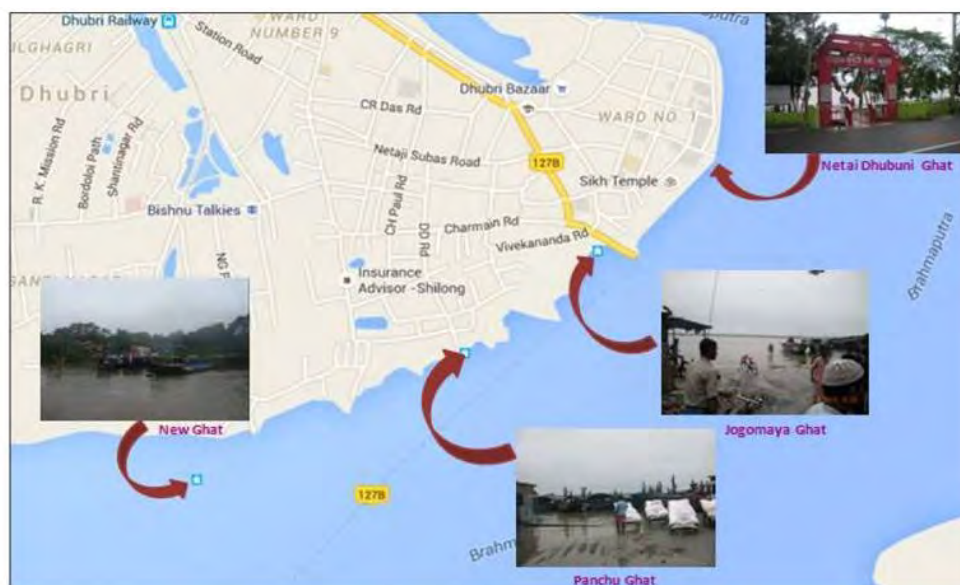
### 2.1.4 船着き場の施設

本プロジェクトの位置は、インド北東地域のアッサム州とメガラヤ州の両州にまたがっている。ドゥブリは、ブラマプトラ川の北岸にあるアッサム州の地方都市である。プルバリは、大部分がメガラヤ州の西ガロ・ヒルズ (West Garo Hills) 地域に位置し、一部がアッサム州南サルマラ・マンカチャル (South Salmara-Mankachar) 地区の中にある小さな町である。ドゥブリから約 11 km 下流に、バングラデシュとの国境がある。

ドゥブリとプルバリ間の交通は、ブラマプトラ川を横断するフェリーと渡し船である。これらの船は民間が運営しており、地方行政官室と内陸水運局が監督している。ドゥブリ側に、地域の人々が利用している 4 つのフェリー施設 (ガート) がある。ネタイ・ドゥブ

リ・ガート (Netai Dhubri Ghat) 、ジョゴマヤ・ガート (Jogomaya Ghat) 、パンチュー・ガート (Panchu Ghat) 、およびニュー・ガート (New Ghat) である。

いずれのガートも恒久的な埠頭施設ではない。木材や竹で製作した簡易な足場を使っており、乗船および下船は大きな危険を伴い、利用する人々の障害になっている。また、運べる荷物も手で持てるほどの軽量なものである。バイクを運搬することもあるが、その乗船と下船に大きな労力と時間を要している。下図は、ドゥブリ側川岸のフェリー施設の位置図である。



出典：DPR に基づいて JICA 調査団作成

図 2-5：ドゥブリの船着き場位置図

ブラマプトラ川の南川岸の状態も、北側同様である。南川岸にあるフェリー施設名は、フキルグング・ガート (Fakirgung Ghat) 、ジャレスワル・ガート (Jaleswar Ghat) 、プルバリ・ガート (Phulbari Ghat) 、ハシマリ・ガート (Hatsimari Ghat) 、およびスクチャル・ガート (Sukchar Ghat) である。これらの施設で取り扱われている主要な物は、ジュート、野菜、綿、カシューナッツ等である。乾季の期間は、プルバリ・ガートは使えなくなる。代わりに下流にあるサイコア・ガート (Saikhoa Ghat) が使われる。



ドゥブリ船着き場の様子



プルバリ船着き場の様子

出典：JICA 調査団作成

図 2-6：船着き場の様子

ドゥブリとプルバリ間のブラマプトラ川には、中州がいくつも存在する。中州の大部分は、雨季の期間に水没する。しかし、実施した河川調査において、中州に住んでいる居住者が確認されている。中州の所有者については、DPR コンサルタントが詳細な調査を行い、報告書を国道インフラ開発公社（NHIDCL）へ提出している。中州に住んでいる居住者の主な職業は、農業と漁業である。

インド政府は、ブラマプトラ川に国有水路 2 号ブラマプトラ・プロジェクトを計画している。この水路はインド内陸水運庁（IWAI）が管理して使用することになっているが、インドの船舶カテゴリーで、クラス 7 の船舶の運航を IWAI 通知書に規定している。

ドゥブリは、バングラデシュからの入国地点である。入国管理やその他の関連業務を行う税関審査室や国境警備隊基地がドゥブリに置かれている。インド内陸水運庁は、車が直接フェリーに乗船・下船できる埠頭を、現在ドゥブリに建設中である。図 2-8 にあるように、建設は始まったばかりである。





出典：MDONER

図 2-7：国有水路 2 号ブラマプトラ・プロジェクト



出典：DPR に基づいて JICA 調査団作成

図 2-8：現在ドゥブリに建設中の埠頭

### 2.1.5 ブラマプトラ川の現状

ブラマプトラ川の源流は、中国ヒマラヤのチェマユンドウン氷河湖（Chemayungdung Glacier）で、その標高は 5,210 m である。インド国内では最長（2,900 km）の川である。その流域は三つの国、中国、インド、そしてバングラデシュを流れる。その始点は、チベ

ットのブラン地方 (Burang County) のヒマラヤ山脈の北側にあるアンジ氷河湖 (Angsi Glacier) で、ヤルン・サンポ (Yarlung Tsangpo) 川と呼ばれており、ヒマラヤの深い渓谷の下を流れてチベットの南部を横断し、インドのアルナチャル・プラデシュ州へ流れ込むが、そこではディハン (Dihang) あるいはシアン (Siang) と呼ばれている。そこから川はアッサム渓谷を南西に流れ、ブラマプトラ川と呼ばれる。川はドゥブリを流下してバングラデシュへ入り、そこでジャムナ (Jamuna) 川になる。ガンジス河の主たる分流であるパドマ (Padma) 川と合流し、さらにメグナ (Meghna) 川とも合流した後にベンガル湾 (Bay of Bengal) へ注ぐ。



出典 : Brahmaputra River, Wikipedia

図 2-9 : ブラマプトラ川の流域

ブラマプトラ川は、インド北東州の灌漑および交通に重要な役割を果たしている。ヒマラヤ山脈からの雪解け水は、主に春の時期に洪水の惨状の原因になることもある。アッサム州の中に入ると、ブラマプトラ川の流域は大部分が丘陵地帯である。水の流路が網状になり、流路が変わったり分離したりする代表的な例である。また、世界の川の中でも珍しい潮汐波が発生する。船舶航行は、川の流れの大部分で可能である。

川の水源地域には、インドとネパールとの国境の東側のヒマラヤ、ガンジス流域の上部のチベット高地の南中央地域、チベットの南東地域、パトカイ・ブム (Patkai-Bum) 高地、メガラヤ高地の北部斜面、アッサム平野、バングラデシュの北部地域が含まれている。この流域は、特にチベット南部において降雨量が非常に大きいという特徴がある。

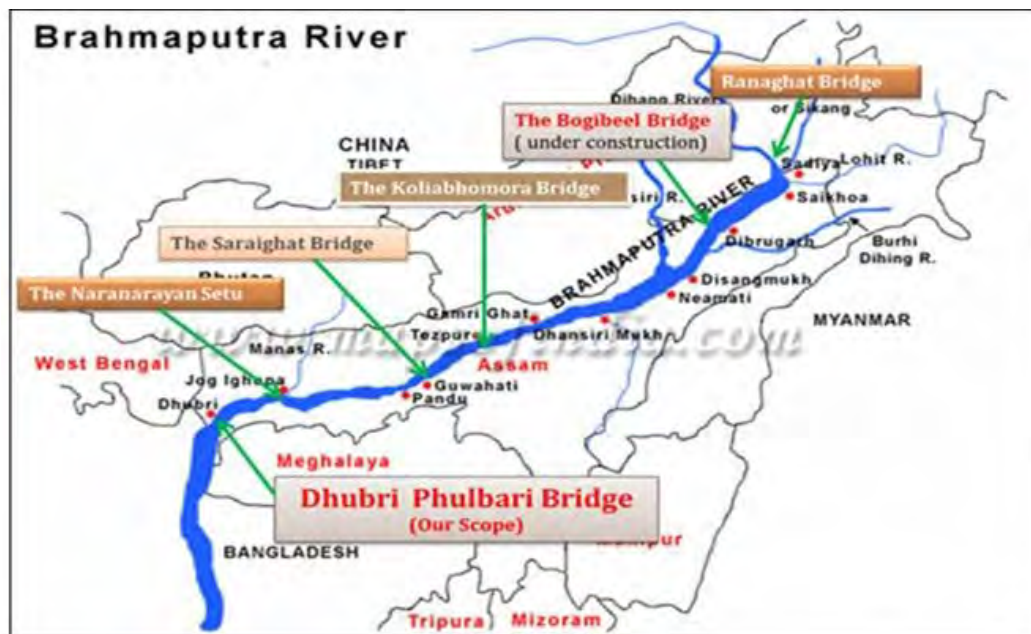
この川は偉大であると信じられており、アッサム州ではブラマ・プトラ (創造主の息子) に名前の由来がある。ヒマラヤの急流の流れが幾つも流れ込むが、それらの川の名前はスバンシリ (Subansiri)、カメン (Kameng)、バレリ (Bhareli)、ダンシリ (Dhansiri)、マナス (Manas)、チャンパマティ (Champamati)、サラルバンガ (Saralbhanga)、サンコシュ (Sankosh) 等である。高地や南の高原からの主な支流としては、ブリ・ディヒン (Burhi Dihing)、ディサン (Disang)、ディク (Dikhu)、コピリ (Kopili) 等がある。川

は、ディブルガ (Dibrugarh) 地方とラキンプール (Lakhimpur) 地方の間で二つの流路に分離し、北部ケルクチア (Dherkutia) 流路と南部ブラマプトラ流路になる。この二つの流路は、100 km ほど下流で合流するが、マジュリ中州 (Majuli Island) という世界で最も大きな中州を形成している。

ブラマプトラ川流域の森林破壊が原因となり、下流の重要な居住地である中央アッサムのカジランガ (Kaziranga) 国立公園等で、シルト堆積の増大、鉄砲水、あるいは土壌侵食を引き起こしている。頻繁に起きる大洪水で、作物、人命、財産等に大きな被害が出ている。定期的な洪水というものは自然現象であり、低地の草原を維持し、そこにいる野生動物の生存にとって環境保護の観点からは重要である。定期的な洪水はまた、新しい土砂を堆積し、ブラマプトラ川丘陵地帯に肥沃な土壌を供給している。

本プロジェクトの橋梁の位置は、ベンガル湾に注ぐ河口から約 500 km 上流になる。下流部のバングラデシュからインドの国境を越えて約 11 km の地点である。年間流量は約  $571 \times 10^9 \text{ m}^3$ 、流量率は約  $18,099 \text{ m}^3/\text{s}$ 、流速は雨季乾季および場所で大きく異なる。ドゥブリ川岸近辺の表面水で  $1 \text{ m/s}$  程度であるが、雨季の流路中央部では  $4 \text{ m/s}$  になることもある。水深は場所により大きく異なるが、橋梁が横断する線に沿って最も深い箇所が雨季約 10 m で乾季約 4 m である。川岸や中州の水際は、なだらかな自然傾斜であり、川岸では部分的に水田耕作を行っているが、雨季時には水没する。年間送流土砂量は約  $8 \times 10^8 \text{ t}$  である。水の透明度は小さく、色は常にシルト分が混濁している茶褐色である。小型船 20~30 隻が運航し、人、軽量貨物、バイク、自転車等を運搬している。

ブラマプトラ川の川幅は、本プロジェクトの橋梁の位置で最も広がっている。ドゥブリを通過後すぐに、川の流れは直角に曲がる。堤防の形は明確でなく洪水時には広い面積が水没するが、特にドゥブリの上流においてこの現象は顕著である。川の両岸に沿って二つの恒久的な流路がある。この二つの支流はこの地点でブラマプトラ川に合流する。北岸 (ドゥブリ上流) はガダダール (Gadadhar) で南岸はジンジラム (Jinjiram) という支流である。横断方向の流れと渦により、河底は一様に平坦にはなっていない。岸から岸への飛行距離は約 8.7 km である。地域の伝説によると、この川を服従させようとしたら、彼は (インドでは少ない男性の川) 我々を破壊する。しかし地域の人々の幸福のために活用したら彼は我々を庇護してくれる。下図は、現在ブラマプトラ川に架かっている橋梁の位置と名称である。現在供用しているこれら 4 橋は全て通行料は徴収していない。



出典：DPR に基づいて JICA 調査団作成

図 2-10：ブラマプトラ川を横断している橋梁

## 2.2 国道整備の現状

### 2.2.1 国道整備関係機関

#### (1) 道路交通省 (MORTH)

道路交通省 (MORTH) は、2009 年に当時の船舶・道路交通ハイウェイ省を二つに分割して誕生した。MORTH は、国道の建設と維持管理、1988 年自動車法及び 1989 年中央自動車規則の監理、道路交通環境問題に関連した幅広い政策の施策、自動車関連基準、国道の通行料金の決定等を所管する。その他、隣国とのクロスボーダー自動車交通の調整も担当する。

#### (2) 国道庁 (NHAI)

国道庁 (NHAI) は、1988 年インド国道庁法という議会法により設立された。国道庁は、道路交通省より委託された国道の建設、維持管理、運営の責務を果たす。また、同国道に関連する事項や付随して発生する事項についても責務を負う。国道庁は、1995 年 2 月に活動を開始した。2015 年 3 月 31 日現在において、NHAI に委託されている国道の整備／改良の総延長 55,561 km の内、32,620 km (契約停止になった工事を除く) を発注し、23,866 km を完成し、8,754 km を工事中である。



出典：NHAI

図 2-11：NHAI ロゴ

### (3) インド道路技術者アカデミー (IAHE)

インド道路技術者アカデミー (IAHE) は、道路交通省の運営の下にある協会である。2010 年に国立道路技術者研修所 (NITHE) から名前を変更した。中央政府と州政府の協働による協会で、国内の道路技術者の研修という長年の課題を解決すべく 1983 年に設置され、初級コースから実務者レベルまで対応している。IAHE は、道路の計画、建設、維持管理、品質管理、道路安全、契約管理、ITS、その他の分野等で、年間約 80 コース、受講者数約 1,700 名に研修を提供している。2001 年 10 月 1 日に UP 州ノイダに、新しく研修所を移設して活動している。研修所の設備は、中央空調の整った講堂、会議室及びセミナーホール、講義室、図書室、コンピューター室、研修用材料試験室、食堂と娯楽室が備えた宿泊所、職員室、等である。研修所は、重要度に応じて段階的に研修内容の開発整備を進めている。



出典：IAHE

図 2-12：IAHE ロゴ

### (4) 国道インフラ開発公社 (NHIDCL)

国道インフラ開発公社 (NHIDCL) は、道路交通省の下に新しい組織として 2014 年 2 月に設置が閣議により承認された。NHIDCL は、隣国と国境を接する地域内の国道の建設・改良・拡幅工事を専属組織として担当し、隣国との地域連結性を改善し持続する。NHIDCL が業務を開始するに当たり、合計約 10,000 km の延長の道路整備が指定された。また、国際貿易回廊の重要性と道路の連結性と効率性を高めるために、北部ベンガルと北東地域の道路約 500 km の拡幅工事も担当することが提案されている。これらの道路は、南アジア・サブリージョン経済協力 (SASEC) 加盟国の地域内で効率的かつ安全な交通を可能にするものである。



出典：NHIDCL

図 2-13：NHIDCL ロゴ

### (5) インド道路協会 (IRC)

インド道路協会 (IRC) は、インド国内の道路セクターにおける道路技術者や専門家で構成される組織である。IRC は、1937 年に協会として公式に登録された。5 百万人を超える関係者 (直接的/間接的) がおり、道路セクター全分野の技術者や専門家 16,700 名を超える登録会員がいる。IRC は、仕様書や標準書の実務書、ガイドラインやマニュアル等特別発行書、道路交通省に代わる発行書、その他道路に関する公的機関の情報誌を発行している。2015 年 12 月にマディヤ・プラデシュ州のインドールで、IRC 第 76 回年次総会が開催されたが、道路産業の官民両セクターから約 2,000 人が参加している。



出典：IRC

図 2-14：IRC ロゴ

## 2.2.2 国道の整備計画

### (1) インドの道路網概要

インドの総道路延長は、5,232,000 km を上回り世界最大級である。国道(NH)、高速道路(Expressway)、州道(SH)、主要地方道(MDR)、その他地方道及び農道で構成される。運輸セクターへの投資は過去においては政府予算で行ってきたが、民間セクターの参加を促すために、国道整備への民間セクターの参加のための総合政策ガイドラインが策定された。インド道路網の道路種別ごとの延長は、下表に示すとおりである。

表 2-3 : インド道路網の道路種別延長

No.	種類	延長 (km)
1	国道／高速道路	100,475
2	州道	148,256
3	その他道路	4,983,579
	合計	5,232,310

出典：道路交通省 2015-16 年報

### (2) 各国道整備計画の現状

道路交通省(MORTH)は、道路交通と道路整備の責任を負っており、特に国道の建設と維持管理が主体である。国道以外の道路については、それぞれの州政府が管轄しているが、道路交通省が州政府を技術的または財務的に支援している。財務的支援は、中央道路基金(CRF)と州際連結及び経済重点枠組み(ISC&EI)から行っている。国道の整備については、国道整備計画(NHDP)や国道相互連結改善計画(NHIIP)の他に、北東地域特別道路整備促進計画(SARDP-NE)や左翼過激派(LWE)影響地域道路整備計画を進めている。また、道路交通省は、国内における道路や橋梁の技術標準を定めており、道路や橋梁に関する技術情報の管理も行っている。各国道整備計画の整備現状は、下表の通りである。

表 2-4 : 各国道整備計画の整備現状 (2015 年 12 月 31 日現在 : km)

整備計画名	総延長	完成	2015 完成
国道整備計画 (NHDP)	54,478	24,324	1233
NHDP-I: 黄金四辺形、南北東西回廊、港湾接続、他	7,522	7,521	1
NHDP-II: 4/6 車線化、南北東西回廊、他	6,647	5,903	48
NHDP III: 改良、4/6 車線化	12,109	6,734	252
NHDP IV: 舗装路肩 2 車線化	20,000	1,825	709
NHDP V: 黄金四辺形及び重交通回廊 6 車線化	6,500	2,319	223
NHDP-VI: 高速道路	1,000	0	0
NHDP-VII: 環状道路、バイパス、高架橋、他	700	22	0
北東地域特別道路整備促進計画 (SARDP-NE)	6,190	1,829	82
左翼過激派影響地域道路開発 (LWE)	5,422	3,904	334
国道相互連結改善プロジェクト (NHIIP)	1,120	239	157

出典：道路交通省 2015-16 年報

### (3) 国道整備計画 (NHDP)

国道整備計画 (NHDP) のフェーズ 1 及び 2 は、国道の 4/6 車線化である。該当する路線は、(a) デリー、ムンバイ、チェンナイ、コルカタの 4 大都市を結ぶ黄金四辺形 (GQ)、(b) スリナガール～キャナクマリ、シルチャー～ポルダンドル、サレム～コーチンを結ぶ南北東西回廊 (NS-EW)、(c) 国内の主要港湾から国道への連結道路、(d) その他の国道、の整備である。

NHDP フェーズ 1 は、2000 年 12 月に経済問題内閣委員会 (CCEA) でより承認された。承認額は 3.03 億ルピー (1999 年価格) で、GQ が 5,846 km、NS-EW が 981 km、港湾連結道路が 356 km、その他の国道 315 km を含む合計 7,522 km が整備対象である。このフェーズは 2015 年に完成した。

NHDP フェーズ 2 は 2003 年 12 月に承認され、承認額は 3.43 億ルピーで NS-EW の 6,151 km とその他の国道 486 km の合計 6,647 km が整備対象である。残延長の 48 km が 2015 年に完成した。

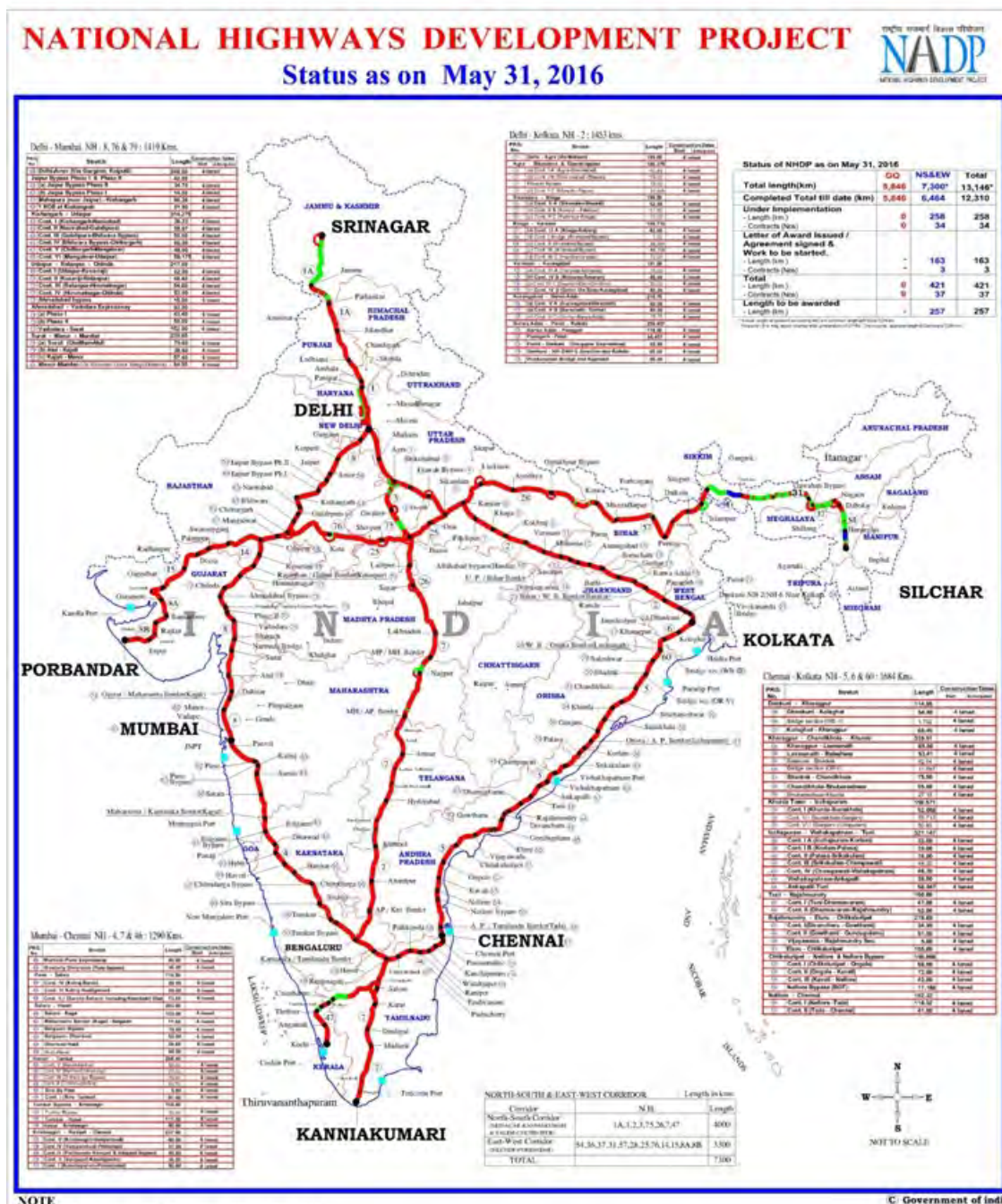
NHDP フェーズ 3 は、国道約 4,000 km の 4 車線化を建設・運営・移管 (BOT) で整備するもので 2005 年 3 月に承認された。引き続き区間が追加され、これまでに 12,109 km の延長で整備予算 8.06 億ルピーが整備区間として確認されている。2015 年 12 月までに 12,109 km の内、6,734 km が 4 車線化され、さらに 3,313 km が工事中である。2015 年に 252 km が完成した。

NHDP フェーズ 4 は、国道約 20,000 km について舗装路肩 2 車線化を予算額 8.5 億ルピーで整備する計画である。2008 年 7 月に承認された。全体延長の内、13,203 km が国道庁へ委託されている。2015 年末までに 1,825 km が 4 車線化あるいは 2 車線化され、4,704 km が工事中である。2015 年に 709 km が完成した。

NHDP フェーズ 5 は、既存国道 4 車線区間の 6,500 km について 6 車線化を整備するもので、予算額 41.21 億ルピーで 2006 年 10 月に承認された。6,500 km の 4 車線化の内訳は、GQ の 5,700 km とその他区間が 800 km である。6,500 km の内、2,319 km が 2015 年末までに 6 車線化が完了し、1,756 km が工事中である。2015 年に 223 km の延長が完成した。

NHDP フェーズ 6 は、完全出入り制限された高速道 1,000 km を、設計・建設・資金・運営 (DBFO) 手法を用いた官民協働 (PPP) で整備するものである。このフェーズは、16.68 億ルピーの予算で 2006 年 11 月に承認された。9 億ルピーが民間からの出資を予定しており、残りの 7.68 億ルピーが政府予算から出され、採算性補填費、用地取得費、支障物移転費、コンサルタント費用等に充てられる。

NHDP フェーズ 7 は、環状道路、バイパス、立体化、交差高架橋、高架道路、トンネル、道路横断橋、地下横断道路、サービス道路等の個別プロジェクトの建設を BOT (有料) 手法で整備するものである。このフェーズは、16.68 億ルピーの予算額で 2007 年 12 月に承認された。



出典：国道庁（NHAI）

図 2-15：国道整備計画（2016年5月31日現在）

#### (4) 北東地域特別道路整備促進計画（SARDP-NE）

北東地域特別道路整備促進計画（SARDP-NE）は、北東地域の地方中心部や遠隔地域を州都と接続する道路を整備するものである。7,530 kmの国道の2車線化あるいは4車線化、並びに 2,611 kmの州道の2車線化あるいは改良が含まれている。北東州にある88か所の地方中心部を、少なくとも2車線の道路で、最も近くを通る国道に接続することが目的で



ある。この計画は、フェーズ A、フェーズ B、そして道路とハイウェイのアルナチャル・プラデシュ・パッケージで構成されている。



出典：北東地域開発省 (MDONER)

図 2-16：北東地域の主要道路整備計画

フェーズ A は、国道 3,014 km 及び州道 1,085 km の計 4,099 km の道路延長を、予算額 21.77 億ルピーで整備する計画である。全体計画 4,099 km の内、国境道路庁 (BRO)、州政府公共事業局 (PWD)、国道インフラ開発公社 (NHIDCL) が、予算額 12.82 億ルピーで 3,213 km の道路整備を担当している。残りの 886 km については、112 km を国道庁 (NHAI) が BOT (アニュイティ) で、20 km をアルナチャル・プラデシュ州 PWD が、752 km を NHIDCL が担当する予定である。建設工事の進捗は様々であるが、フェーズ A の完成予定は 2017 年 3 月である。

フェーズ B は、国道 2,392 km の 2 車線化並びに州道 1,331 km の 2 車線化あるいは改良の計画である。フェーズ B については、詳細プロジェクト報告書 (DPR) の作成のみが承認されている。

道路とハイウェイのアルナチャル・プラデシュ・パッケージは、2009 年 1 月に北東地域特別道路整備促進計画 (SARDP-NE) の一部として承認されたが、その内容は 2,319 km の延長の道路 (国道 2,205 km、州道及び国防輸送道路 114 km) を整備するものである。これらの内、776 km については BOT (アニュイティ) 手法で実施することが承認されており、残りの 1,543 km については技術・調達・建設 (EPC) で入札することの承認が出ている。2015 年 12 月までに 1,675 km の延長の建設工事が 15.29 億ルピーの予算額で発注されている。残延長の 644 km については、積算あるいは DPR の作成中である。

北東地域特別道路整備促進計画（SARDP-NE）は、治安状況や実施機関の能力不足から長く停滞したままであった。この状況を打開するために、2014年2月に国道インフラ開発公社（NHIDCL）が道路交通省の下に新しい組織として設置された。モディ政権になり、北東地域の道路整備にさらに重点が置かれてきている。メディア報道（Infracircle）によると、2016年6月時点でフェーズAの内1,646 kmが完成している。フェーズBは、フェーズAの完成後に着手される予定である。

#### (5) 左翼過激派影響地域道路開発（LWE）

インド政府は、アンドラ・プラデシュ州、ビハール州、チャティスガル州、ジャーカンド州、マディヤ・プラデシュ州、マハラシュトラ州、オディシヤ州、ウッタル・プラデシュ州における左翼過激派（LWE）の影響を受けている34か所の地域において、地域の包括的成長を促すために、国道1,126 km、州道4,351 km（計5,477 km）の2車線化を、7.3億ルピーの予算額で整備する道路必要計画を承認した。

道路交通省は、それぞれの州政府公共事業局に主任技術者の下にLWE課を設置して、この道路開発計画の予算配賦と実行を担っている。延長5,422 kmについて詳細積算額の8.59億ルピーが配賦されたが、この内5,263 kmの延長で7.01億ルピーの発注が終わっている。2016年1月までに3,904 kmの整備が完了しており、これまでの累計配賦額は5.4億ルピーに上る。これから発注される区間を除いて、2017年3月までに本計画の道路整備は完了する予定である。

#### (6) 国道相互連結改善プロジェクト（NHIP）

ビハール州、カルナタカ州、オディシヤ州、ラジャスタン州、ウエスト・ベンガル州の国道を、舗装路肩の2車線化補修及び改良を世界銀行の資金支援を得てNHIPフェーズ1として実施中である。この計画は、国道の11区間を15件の土木契約で実施するものであり、総延長1,120 kmで事業費5.19億ルピー（世界銀行分は5億米ドル）である。2013年4月に閣議了解を得た。このプロジェクトの完成年度は2022年である。

プロジェクトの構成は、A：道路の改良と維持管理、B：組織能力開発、C：道路安全、である。借款は5年間の据え置き期間を含めて18年間である。

#### (7) 高速国道網計画

2009年に行われた“インド国高速国道網マスタープラン作成”の調査研究は、インドの高速国道網を、2022年までに3つのフェーズに分けて緊急的かつ段階的に整備するものである。現在の国道網は、幹線道路区間の混雑度からして明らかなように、既に今日の交通量、そして将来予測される交通量に対応できない。各種調査で示されているように、道路は国内輸送システムの基幹として役割を果たしていく。

この調査研究は、各州で既に建設されている高速道路、あるいは計画中のものも考慮に入れて、18,637 kmの高速国道網整備の必要性を説いている。この高速国道網は、既存の幹線道路網である南北東西回廊や黄金四辺形を補完し、補強するものである。

プロジェクトは、財務的内部収益率（FIRR）の限度である 12%を確保し BOT 事業として採算が取れる。財務分析の結果については報告書に記載している。区間によっては、40%の採算補填費（VGF）の投入や、その他の区間にあってもアニュイティ手法を用いる必要があることは無視できない。オプション1として提案しているのは、VGFが20%で20年間の事業期間であるが、高速国道の優先整備区間について、道路交通省の料金率（2008年）を用いて計画している。

財務分析によると、オプション1は年日平均交通量（AADT）が乗用車換算（PCU）で25,000台以上の区間で採算が取れ、オプション2では15,000台であるが、その場合にはVGFが20%で事業期間が30年間になる。高速道路は、少なくとも4車線を確保しなければならない。道路用地（ROW）の幅は均一90mである。道路交通省のガイドライン（2008年）の通行料金率を用いた有料高速国道網となる。

この高速国道網は3段階のフェーズを用いて2022年までに整備される。最初のフェーズでは、11件のプロジェクト分の延長3,539kmが2012年までに発注された。第2のフェーズ（2013年～17年）で4,310kmが引き続き整備される。第3のフェーズ（2018年～22年）でさらに4,310kmが整備される。第3のフェーズでは、さらにアニュイティ契約により5,226kmの高速国道が整備される。



出典：道路交通省（MORTH）

図 2-17：高速国道網計画

### 2.2.3 北東地域クロスボーダー接続プロジェクト

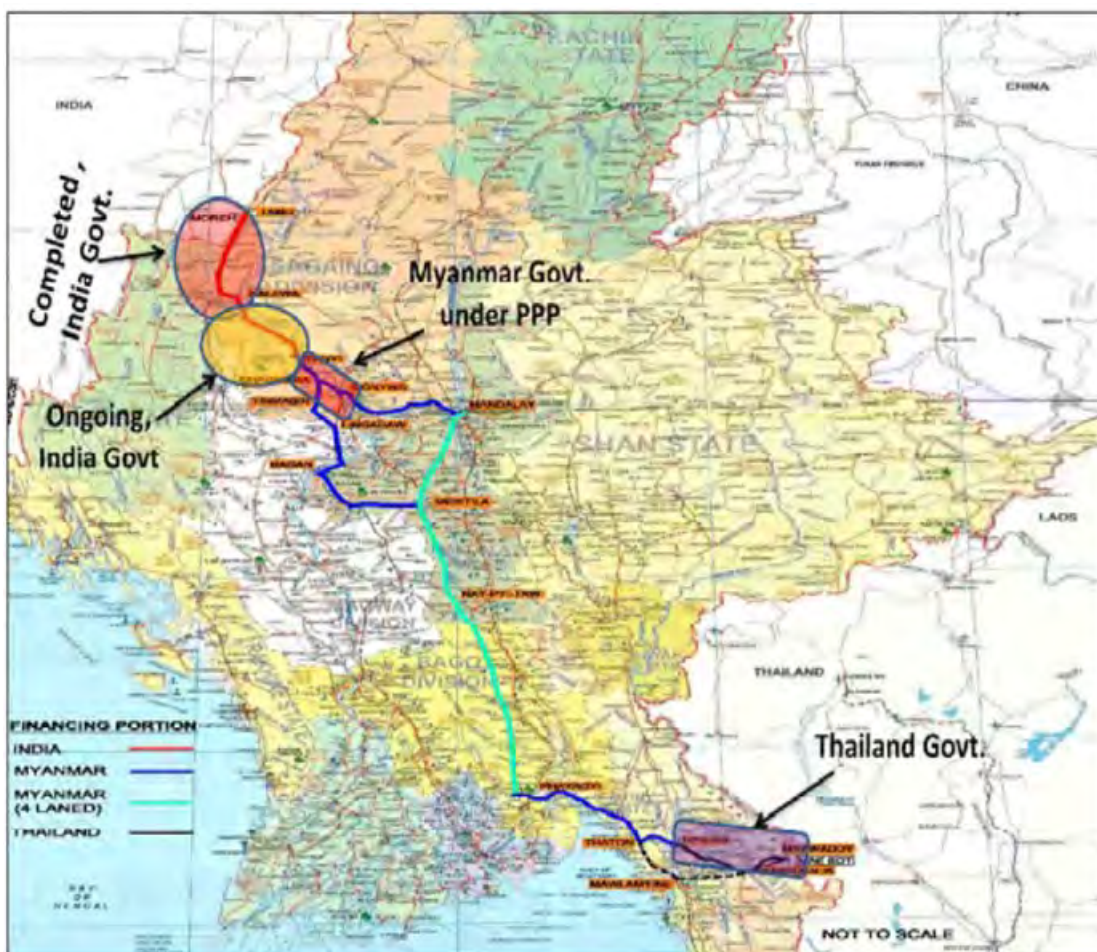
#### (1) 三か国（インド・ミャンマー・タイ）道路プロジェクト

インド政府は、アセアン・インド戦略パートナーシップを強化すべく、東南アジアとの接続プロジェクトを数か所において実施中である。三か国道路はインドとこれらの地域を複合的に結び新しい躍動を創造すると考えられている。インド新政府は、インドの北東州の経済力を高めて、アセアンへの玄関口として活力を吹き込むことに力を集中している。そして連結性を高めることにより、この地域に新しい繁栄を築くことができる。アセアン

とインドの道路連結性は、アジアハイウェイ 1 号線 (AH1) と、インド・ミャンマー・タイ三か国道路の整備で進めている。

三か国道路については、タム・カエワ友好道路をインド政府の支援で建設中である。約 132 km が完成し、ミャンマー政府へ引き渡されている。28 km の区間が工事中である。インド政府は、タム・カエワ友好道路の 71 本の橋梁の補修あるいは改良の業務も引き受けている。また、カレワ・ヤルギ道路 120 km を道路標準へ改良することも引き受けているが、ミャンマー政府はヤルギ・モニワ道路区間の道路標準への改良を 2016 年までに実施することを約束している。

このプロジェクトは、インド国内のモレとタイ国内のマエソトをミャンマー経由で接続する三か国道路連結性に貢献するものである。このプロジェクトとは別に、インド政府はチャウグマ・インマビン道路区間 (30 km) の建設のための詳細プロジェクト報告書の作成、またインマビン・パレ・リンガダウ道路区間 (50 km) の 1 車線道路を 2 車線化についても支援している。2016 年 9 月、インド政府は、三か国道路をカンボジア、ラオス、そしてベトナムまで延伸する発表も行った。



出典：インド国外務省

図 2-18：三か国道路プロジェクト

## (2) カラダン・マルチモーダル通過運輸プロジェクト

カラダン・マルチモード通過運輸プロジェクトは、インド国とミャンマー国が共同で発掘したものであるが、インドの東部の港湾とミャンマー並びにインド北東部とミャンマーとの貨物輸送のマルチ・モード交通を造る計画である。ミャンマーのシツウェ港とインド・ミャンマー国境を結ぶこのプロジェクトは、生産物の海上輸送ルートを実現することで、インド北東州の経済発展に貢献することを期待されている。また、北東地域の戦略的連結性も高め、シリグリ回廊の負担を軽減することになる。このプロジェクトは、政治的及び戦略的に重要度が高いために、実施においてはインド国からミャンマー国への贈与で行うことが決まっている。

インド国外務省 (MEA) は、このプロジェクトの実施を推進するために、2008年4月にミャンマー国と枠組み協定を結んだ。このプロジェクトは、下図に示される以下の内容を含んでいる。(ア) シツウェ港の浚渫及び内陸水路交通 (IWT) ターミナルの統合港湾の建設、(イ) カラダン川に沿ってシツウェからパレットワ運輸航路の開発 (158 km)、(ウ) パレットワに内陸水路交通・道路の積み替えターミナルの建設、(エ) シツウェとパレットワ間の貨物輸送のために6隻の内陸水路交通バージ (それぞれ300トン容量) の建設。

枠組み合意書と二つの協定書 (通過交通協定書及び維持管理協定書) について、2008年4月2日にインドとミャンマー両国が署名した。シツウェにおける統合港湾と内陸水路交通用突堤の大部分は完成している。パレットワにおける内陸水路交通ターミナルの建設は、2013年4月に開始された。インド国内ミゾラム州の国境から国道54号線 (ラウングライ) の道路は進行中である。



出典：インド内陸水運局 (IWAI)

図 2-19：カラダン・マルチモーダル通過運輸プロジェクト

### (3) 国有水路2号線ブラマプトラ・プロジェクト

インド北東部は大小の河川が無数にあり、特に平地部では水路交通の役割を果たしている。古代から道路が建設されるまでブラマプトラ川とバラク川は輸送施設として一般的に使われてきた。特に、ブラマプトラ川は北東地域の生命線である。ドゥブリからサディヤまでの 891 km の区間は、国有水路2号線として1988年に宣言された。インド内陸水運局 (IWAI) が、国有水路2号線の標準である最小幅 45 m 深さ 2.5 m を航行水路として維持管理している。

ドゥブリ・シルガート間については24時間航路必要な施設を維持しているが、その上流区間については昼間航路標識を設置している。貨物の積み込みや荷降ろしに必要なターミナルは、戦略的に重要な位置にあるドゥブリ、ジョギゴパ、パンズ、シルガート、ネアマティ、ディブルガール等でインド内陸水運局により維持管理されている。パンズ (グワハティ) は、北東地域全体のマルチ・モーダル輸送ハブとして開発されているところである。アッサム州ドゥブリに恒久ターミナルが建設中であるが、これはブラマプトラで最初の重要ターミナルとして全ての機能を有するものになる。ジョギゴパの仮設ターミナルはメガラヤ州の石炭等の産物を大量に取り扱えるターミナルとして改良し、同時にターミナルまでの鉄道接続も整備することが提案されている。



出典：北東地域開発省 (MDONER)

図 2-20 : 国水路2号線ブラマプトラ・プロジェクト

## 2.2.4 北東地域における進行中の国際協力道路プロジェクト

下表に示すように、北東地域において国際協力機関の資金により進行しているプロジェクトがある。

表 2-5 : 北東地域における進行中国際協力道路プロジェクト

支援機関	プロジェクト名
世界銀行 (WB)	アッサム州道路プロジェクト
世界銀行 (WB)	ミゾラム州道路プロジェクト I-II
アジア開発銀行 (ADB)	北東州道路投資計画

出典：JICA 調査団

### (1) アッサム州道路プロジェクト (WB)

このプロジェクトは、道路網を改良し効率的に運営するために公共事業道路局を支援することでアッサム州の道路連結性を高めることを目的としている。このプロジェクトは、三つの項目で構成されている。(a) 2 級道路の優先区間を改良することにより、州内の連結性を高め、地域内統合を促進する、(b) 道路セクター近代化計画 (RSMP) の実施を支援することで道路セクターの近代化と能力を高めることで、既に進行中の様々な組織開発イニシアチブを進め、かつ深める、(c) マルチセクター道路安全戦略を開発し実施することで、関連する関係省庁の道路安全運営能力開発を支援する道路安全運営。

- 承認日 (委員会説明) : 2012 年 3 月 13 日
- 完了日 : 2018 年 3 月 31 日
- 全体プロジェクト費用 : 4 億米ドル

### (2) ミゾラム州道路プロジェクト 1 (WB)

このプロジェクトの開発目的は、ミゾラム州の核となる州道網の運営と実施能力を高めることにある。このプロジェクトには 6 つの項目が含まれている。(a) 州道約 184 km の改良 (拡幅と補強)、(b) 再定住と先住民開発計画 (R&IPDP)、環境管理計画 (EMP)、及び道路改良に関連した用地取得や支障物件移転計画の実施、(c) 州道約 520 km の修繕と維持管理、(d) 土木工事の設計、施工管理、技術アドバイザーサービス、(e) 機器、技術支援、研修、及び投資前調査を含む組織強化、(f) 道路安全技術対策。

- 承認日 (委員会説明) : 2002 年 3 月 14 日
- 完了日 : 2010 年 12 月 31 日
- 全体プロジェクト費用 : 7 千万米ドル





出典：世界銀行

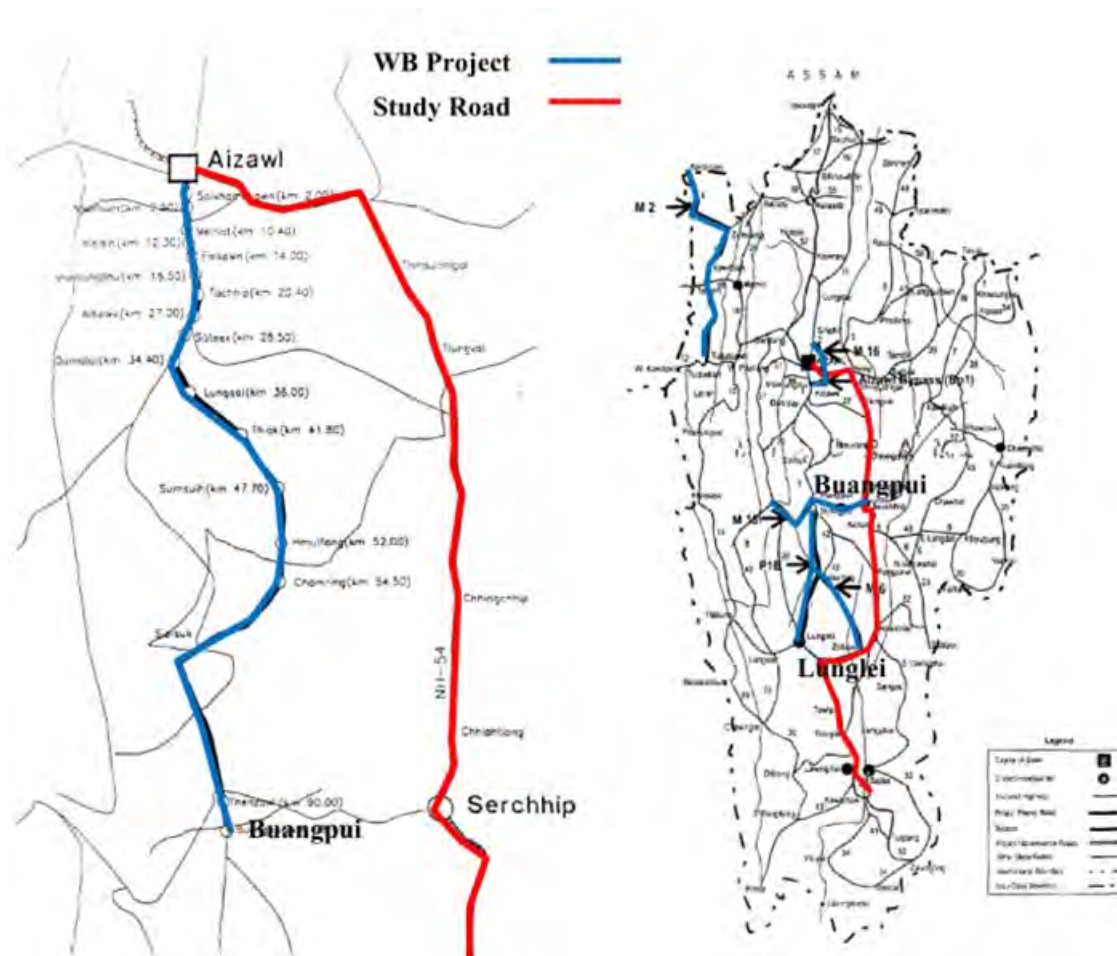
図 2-21：ミゾラム州道路プロジェクト I (WB) 位置図

### (3) ミゾラム州道路プロジェクト II (WB)

第二次ミゾラム州道路地域運輸連結性プロジェクトの目的は、ミゾラム州の地域貿易回廊沿いの運輸連結性を高めることにある。このプロジェクトには三つの項目が含まれてい

る。(a) 91 km の道路拡幅と強化及び約 330 km の事前調査を含む優先越境道路と貿易関連インフラの改良、(b) マーケット建築とトラック駐車場を含むプロジェクト道路沿いの貿易関連インフラの建設又は改良、(c) 道路セクター近代化と能力向上を、PWD を徐々に近代的な道路管理機関として改革することで組織強化を行う。ミゾラム州道路プロジェクト I で取り入れた様々な組織開発を進めかつ深める道路セクター近代化計画を実施する。

- 承認日 (委員会説明) : 2014 年 6 月 12 日
- 完了日 : 2020 年 10 月 31 日
- 全体プロジェクト費用 : 1 億 7 百万米ドル



出典：JICA 調査団フェーズ 1

図 2-22：ミゾラム州道路プロジェクト II (WB)

#### (4) 北東州道路投資計画 (ADB)

北東地域における道路状態調査が 2005 年 10 月に実施され、地域内道路の約 70%が線形が悪く、道路幅員が狭く、また舗装状態が悪いという状況下であり、わずか 20%が走行可

能であった。州道と地方道の大部分は幅員が十分でなかった。これらの道路の平均旅行速度は乗用車で時速約 40 km、トラックやバスで時速約 25 km であることが分かった。

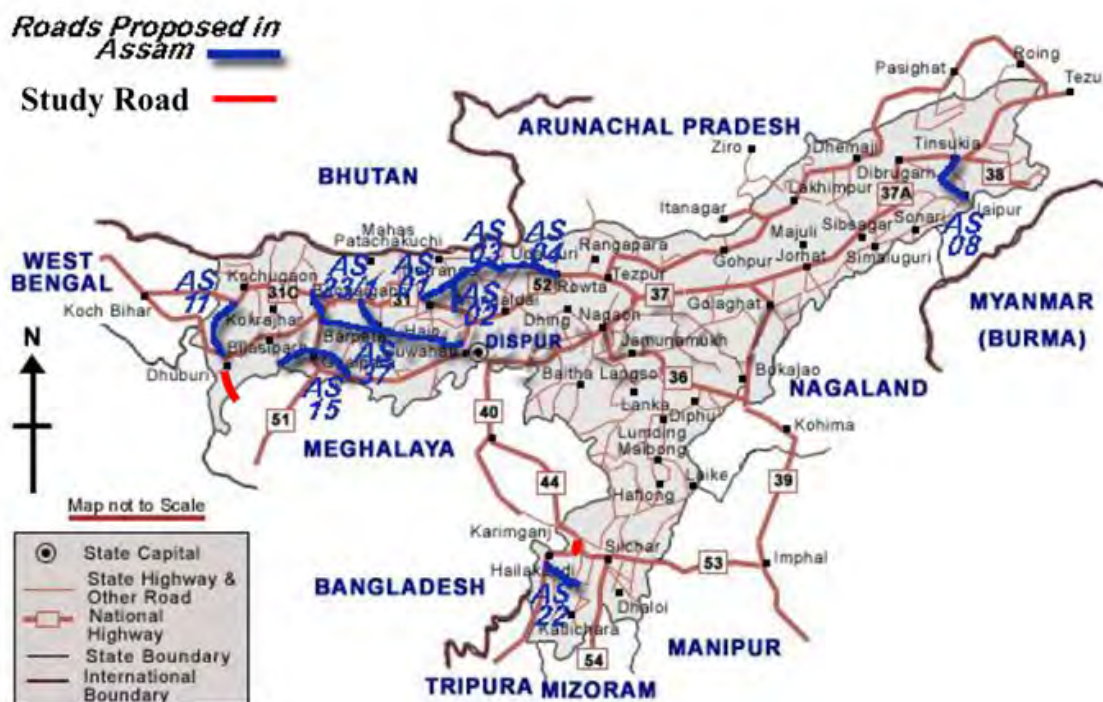
インド政府はアジア開発銀行（ADB）に対して、北東地域各州の最も交通量の多い州道と地方道の選んだ区間について状態改善の支援を要請した。アジア開発銀行は、プロジェクト準備技術支援を承認し、北東州の州道と地方道の改良と改築、並びに州公共事業局の組織開発と能力構築について実行可能性調査（F/S）を実施した。その結果、アッサム州、マニプール州、メガラヤ州、ミゾラム州、シッキム州、トリプラ州の各州の道路について提案のあった道路から 433.7 km の合計延長を選択した。

- 承認日（委員会説明） : 2011 年 5 月 19 日
- 完了日 : 2016 年 5 月 31 日
- 全体プロジェクト費用 : 2 億 9,820 万米ドル

表 2-6 : 北東州道路投資計画（ADB）

州	道路名	延長 (km)	事業費 (千万ルピー)
アッサム	Kalikuchi - Barpeta	58.5	169.94
	Bilaspara - Fakiragram (NH-31)	16.2	
	Tamulpur - Paneri	43	292.57
Paneri - Udalguri	18.6		
Major Bridges	1.3		
メガラヤ	Garobada - Dalu	93.4	196.82
シッキム	Meli - Nayabazar	9.5	95.39
	Nayabazar - Namchi	19.7	
マニプール	Tupul - Kasom Khullen	93.2	277.01
ミゾラム	Serchhip - Buarpui	55	167.9
トリプラ	Udaipur - Melaghar	20.3	69.16

出典：北東地域開発省（MDONER）



出典：JICA 調査団フェーズ 1

図 2-23：北東州道路投資計画（アッサム州）



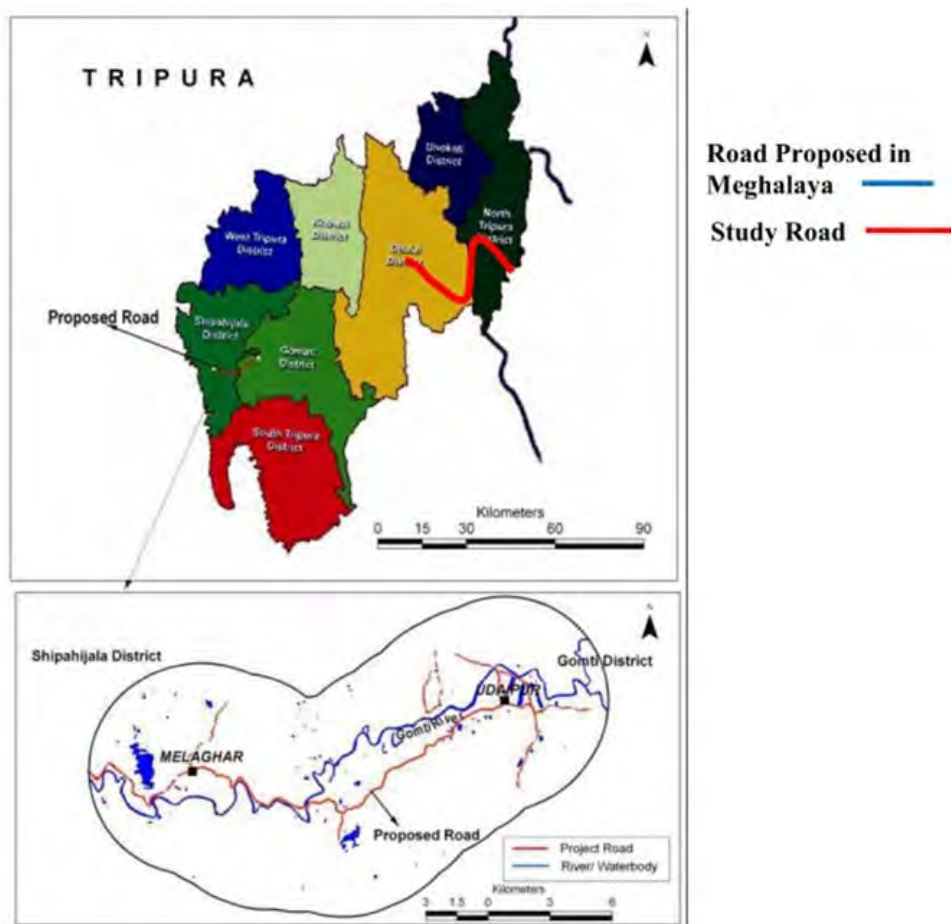
出典：JICA 調査団フェーズ 1

図 2-24：北東州道路投資計画（メガラヤ州）



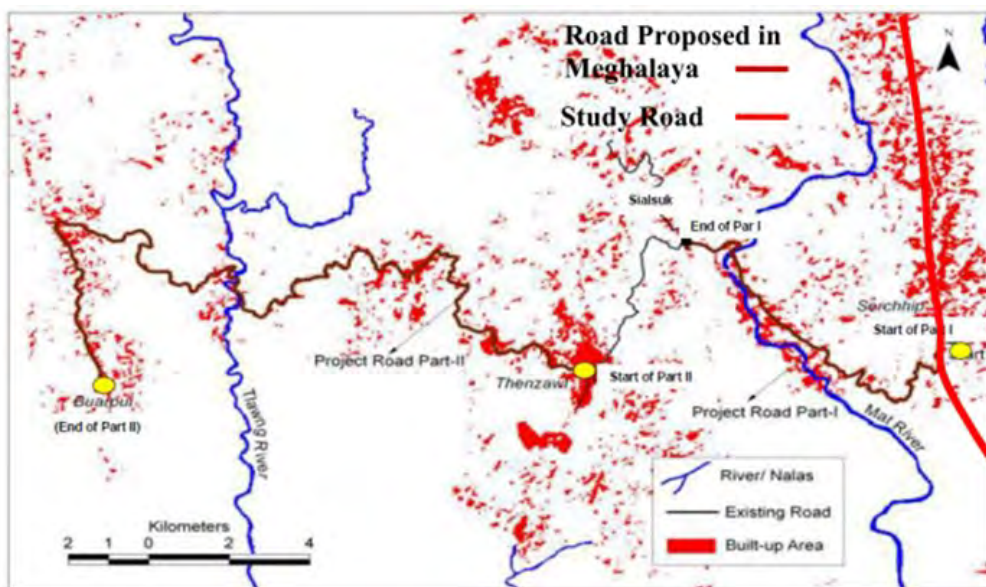
出典：JICA 調査団フェーズ 1

図 2-25：北東州道路投資計画（マニプール州）



出典：JICA 調査団フェーズ 1

図 2-26：北東州道路投資計画（トリプラ州）



出典：JICA 調査団フェーズ 1

図 2-27：北東州道路投資計画（ミゾラム州）

## 2.3 調査地域の社会経済状況

### 2.3.1 ドゥブリ県 (アッサム州)

#### (1) 地域と位置

ドゥブリ県は、アッサム州の最西端に位置している。その標高は平均して 30 m である。ブラマプトラ川はこの県に沿って流れている。ドゥブリ県は、ドゥブリ地区、ビラシパラ (Bilasipara) 地区、南サルマラ・マンカチャル (South Salmara-Mankachar) 地区の 3 地区で構成されていたが、ブラマプトラ川の反対側の南部に位置している南サルマラ・マンカチャルが 2015 年に分割されたため、現在のドゥブリ県は 2 地区で構成されている。ドゥブリ県は、北部にコクラジャール (Kokrajhar) 県、南部にメガラヤ州とバングラデシュ、東部にボンガイガオン・ゴアルパラ (Bongaigaon & Goalpara) 県に囲まれている。ドゥブリ県の総面積は、2,176 平方 km であり、州都のディスプール (Dispur) から約 290 km の距離にある。

#### (2) 行政区画

行政区画としては、上述の通りドゥブリ県はドゥブリ地区とビラシパラ地区の 2 地区で構成されており、六つの税務管轄支区 (Tehsil) が 12 に分けられた開発区を担当している。2011 年センサスによると、この県の農村部の人口は、1,444,043 人でその面積は 2,810.76 平方 km である。

#### (3) 人口と識字率

2011 年センサスデータによると、ドゥブリ県の人口は 1,949,258 人であり、その内の約 89% は農村部に住んでいる。また、全人口の約 80 % はイスラム教徒であり、ヒンドゥ教徒は、約 20% である。ドゥブリ県の人口密度は平方 km 当たり 896 人であり、州全体の平均である 340 人よりはるかに高い。また、ドゥブリ県の識字率は 58.34% と州全体の平均 72.19% を大きく下回る。男性の識字率は 63.10% で、女性は 53.33% である。

#### (4) 人間開発指数

ドゥブリ県の人間開発指数 (HDI) はアッサム州の中でも最も下位に属しており、開発が大きく遅れている。下記の表にドゥブリ県の主要な人間開発指数を示す。

表 2-7: ドゥブリ県の人間開発指数 (HDI)

地域	HDI 値	収入指数	教育指数	健康指数
ドゥブリ県	0.214	0.102	0.454	0.086
アッサム州	0.407	0.286	0.595	0.343

出典: 人間開発報告書 2011 年、インド政府

ジェンダー開発指数（GDI）についてもドゥブリ県は州の下位に属し 21 位であり、その下はカリムガニ県（Karimgani）とナガオン県（Nagaon）だけである。

## (5) 経済

ドゥブリ県は基本的に農業と林業に依存している。農村部では、家畜と酪農も小規模に営んでいる。主要な収入源は、水田からの余剰米やジュートやマスタード種等からの現金収入である。小麦、トウモロコシ、豆類、野菜等もある程度栽培されている。林業は主に材木や竹であるが、玉石や砂からの収入もある。漁業、牛乳、肉、卵が、経済に占める割合は小さい。政府の税収に関しては、土地の固定資産税の収入は小さく、物品税が大部分を占めている。工業製品が欠如しており、アッサム州中でも経済的な水準が低い県となっている。

## (6) 交通

この県はほとんどが道路交通に依存している。航空や水運はドゥブリ県では十分に発達していない。加えて、鉄道網についても県の交通需要を十分に満たすほどではなく、交通インフラの改善が求められている。





出典：Mapsof india.com

図 2-28：ドゥブリ県と南サルマラ・マンカチャル県位置図

### 2.3.2 南サルマラ・マンカチャル県（アッサム州）

#### (1) 地域と位置

南サルマラ・マンカチャル県は、ドゥブリ県から分割され新設された県であり、アッサム州の最西端に位置している。この県の平均標高は 30 m である。ブラマプトラ川にある中州の一部もこの県に属している。南サルマラ・マンカチャル県は、北側にドゥブリとコクラジャール県、南側にメガラヤ州とバングラデシュ、東側にボンガイガオン・ゴアルパラ（Bongaigaon & Goalpara）、西側に西ベンガル州とバングラデシュに挟まれている。県の総面積は、869 平方 km で州都のディスプールからの距離は 310 km である。

## (2) 行政区画

南サルマラ・マンカチャルの名前は、選挙区であるサルマラとマンカチャルからきている。南サルマラ・マンカチャル県は、2015年8月15日に、アッサム州に五つの新しい行政区画が設置された際に、その一つとして設置され、2016年2月9日に正式に行政区画となった。現在、南サルマラ・マンカチャル地区とハシギマリ（サダール）地区の2地区で構成されており、二つの税収区域と二つの税務管轄支局（Tehsil）がある。2011年センサスによると、農村部の総人口は528,952人で農村部の総面積は240.32平方kmである。

## (3) 人口と識字率

2011年センサスによると、南サルマラ・マンカチャルの総人口は555,114人であり、その内の95%が農村部に住んでいる。県の人口密度は、平方km当たり977人であるが、州平均の340人よりはるかに高い。また、全人口の約95%がイスラム教徒、ヒンドゥ教徒は約5%である。南サルマラ・マンカチャル県の識字率は40%であり、州全体の平均72.19%を大きく下回る。男性の識字率は55.26%、女性は44.74%であり、女性の識字率が極めて低い水準となっている。

## (4) 経済

南サルマラ・マンカチャル県は、主として農業と林業に依存している。農村部では、家畜と酪農を生計手段としている世帯もある。主たる収入源は、水田からの余剰米であり、収入作物としてはジュート、豆類、マスタード種が大部分を占める。漁業、牛乳、肉、卵が経済に占める割合は小さい。

現在、三つの茶園があるが、県の経済への貢献はほとんどなく、その面積は1,362.33ヘクタールである。土地からの税収は小さく、政府の税収の大部分は州税関と物品税である。主要な工業生産は無く、県が行政、開発および福祉業務に支出する額は税収額を上回っている。天然資源はまだ開発されておらず、天然資源の適切な活用が低迷する経済を押し上げるといわれている。

## (5) 交通

南サルマラ・マンカチャル県は、道路交通に大部分が依存している。航空や水運は十分に発展していない。県には鉄道の駅もない。また、国道も通っていない。輸送は州政府公共事業局（PWD）が維持管理している州道を使っているが、ポットホールが随所にある。

### 2.3.3 西ガロ・ヒルズ県（メガラヤ州）

#### (1) 地域と位置

西ガロ・ヒルズは、その名前が示すとおりメガラヤ州の西部に位置している。ガロ・ヒルズが1976年10月に分割されて、西ガロ・ヒルズ県と東ガロ・ヒルズ県となった。その西ガロ・ヒルズ県が、1992年6月にさらに二つの行政区である西および南ガロ・ヒルズと

なった。西ガロ・ヒルズの県都はツラ (Tura) に置かれているが、この都市はメガラヤ州でシロン (Shillong) に次いで二番目に大きい。県の総面積は 3,714 平方 km である。名前が示すとおり県の大部分が山岳地であり、平野は北部、西部、および南西部の県境界部分のみである。西ガロ・ヒルズには三つの重要な山脈がある。ツラ山脈、アルベラ (Arbella) 山脈およびランギラ (Ranggira) 山脈である。

## (2) 行政区画

県内には、六つの税収区域があり、六つの開発区画 (CD) がある。区域内に 1,507 の村があり、その内の 1,469 の村に居住者がいる。インド憲法条項 244(2)により、第六指定規約がこの県に適用される。

## (3) 人口と識字率

2011年センサスによると、この県の人口分布の特徴は県全体の農村部人口の 79.54%が少数民族に属し、その内の 66%がキリスト教徒である。この県の人口密度は平方 km 当たり 175人で州平均の 132人に比較して非常に多い。

また、この県の識字率は、67.58%と、州平均 74.43%と比較して低い。なお、県の都市部の識字率は 91.3%と高いが、農村部の識字率は 64.2%と州平均よりも低い水準となっており、女性の識字率は 51.8%と非常に低い。

## (4) 経済

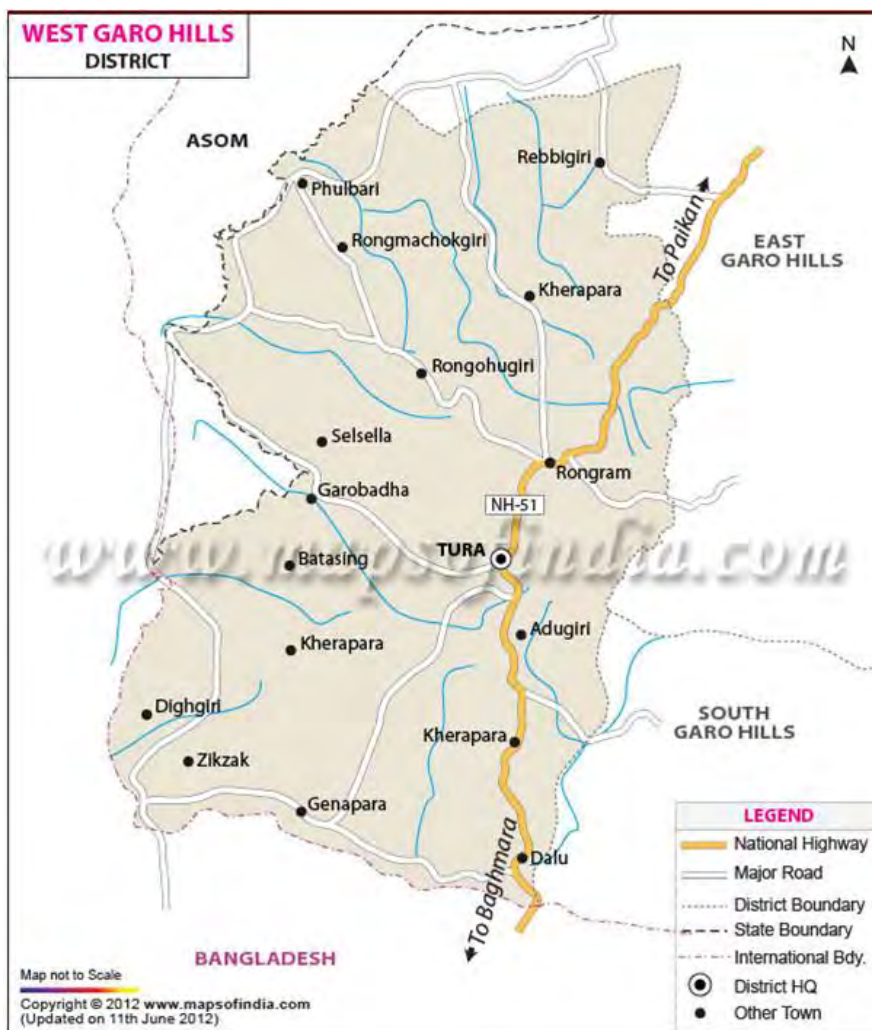
西ガロ・ヒルズ県の経済は、基本的に農業であり、人口の 80%が農業に従事している。この県の農業に適した気候により、多様な農業作物が栽培されているが、稲作が主作物である。この県の農業は、降雨の量に依存し、季節作物が主で伝統的な農耕方式で行っている。

酪農は小農家や県で土地を持たない労働者により行われている。また、酪農は伝統的に農家の二次的職業であり、農作物が不作の時の保険として生計を支えている。この県の鶏生産高は州で一番である。原産の家畜や野牛からの牛乳の生産高についても州で最も高い。

## (5) 交通

県都であるツラは、県内の他の地域、メガラヤ州の他の県、そしてアッサム州とも道路で接続されている。メガラヤ州交通公社や他の民間バス会社がガロ・ヒルズ県内の重要拠点や州都のシロン (323 km) にバス運行を行っている。ツラはアッサム州の州都であるグワハティ (220 km) ととも接続されているが、ここは鉄道終着駅で北部ベンガルのシリグリ (Siliguri) ととも連結している。ツラはアッサム州ドゥブリと道路および船で接続されている。ツラからシロンやグワハティへは、ヘリコプターのサービスもある。ツラは国道 51 号を經由して国道 37 号のアッサム州の県南部にあるパイカン (paikan)、そしてさらにバンラデシュ国境に近いダル (Dalu) に接続しており、このルートがこの県の主要道路網で

ある。しかし、この県の地域道路網の接続性は極めて悪く、地方道のわずか 29% しか舗装されていないと報告されている。



出典：Mapsofindia.com

図 2-29：西ガロ・ヒルズ県位置図

### 第3章 DPR の課題と提案

#### 3.1 道路区間の課題

##### 3.1.1 接続道路

##### (1) ドゥブリ橋の接続道路

ドゥブリ橋建設プロジェクトは、橋梁へ接続する短いアプローチ道路を含んでいる。しかし、ドゥブリ橋の建設効果は、橋梁を利用する交通需要の主たる地点への接続道路が整備されて初めて十分に発揮される。従って、ドゥブリ橋の建設と共に接続道の整備を行うことは非常に重要である。

ドゥブリ橋は、国道 127B 号がブラマプトラ川を横断する区間の約 20 km である。現在この区間は、小型船を使って人々と軽量貨物の輸送が行われている。国道 127B 号は、アッサム州スリランプールを始点とし、メガラヤ州ノングストインを終点とする総延長約 371 km であるが、ブラマプトラ川を横断するこの区間が国道 127B 号の道路欠如部分である。現在、ドゥブリからツラへ車両の移動や大型貨物を輸送する場合には、ブラマプトラ川に沿って約 60 km 上流のゴールパラ (Goalpara) にあるナラナラヤン橋を横断する必要があるために、約 150 km の余分な延長の迂回を余儀なくされている。



出典：JICA 調査団

図 3-1：ドゥブリ橋と接続道路

ドゥブリやプルバリが位置する北東地域西部は、開発が遅れている北東州の中でも特に交通の便が悪く、図 2-1 から分かる通り国道も通っておらず、道路ネットワークも不十分で、陸の孤島として取り残されている地域である。ブラマプトラ川は、ドゥブリを過ぎた辺りから川幅が 20 km にも広がり、水の流路が何本にも分かれて数多くの中州を作る典型的な網状流路を形成している。ブラマプトラ川の中に形成された中州を含む砂丘地域は、チャール地域とも言われ、貧困地域として開発が待たれているところである。

国道 127B 号は、2012 年に新たに国道に指定されたが、その沿道地域チャール地域も広く含まれている。また、この地域はバングラデシュとの国境に接し、過去には国境紛争も度々勃発し、治安も安定していなかった。この地域は、北東地域の中でも交通アクセスが特に限られているのみならず、基礎インフラ整備も遅れている後背地である。生計の手段も非常に限られている。

国道 127B 号に指定された路線は、以前は州道や地方道であり、多くの区間が未舗装で道路幅も狭小である。ドゥブリ橋の建設効果が発揮されるためには、ドゥブリ橋の建設と同時にこれら接続道路の整備が不可欠である。現在 NHIDCL は国道 127B 改良に関する DPR を作成中であるが、同道路は国道の基準に準拠してインド政府により整備される計画である。インド政府は、第 12 次 5 カ年計画の中でこの地域の全面的な開発に特に力を注いでおり、特にドゥブリ橋の建設は最優先プロジェクトとして位置づけられている。

## (2) 鉄道との交差

道路交通省 (MORTH) は、2014 年 11 月 10 日に鉄道省と覚書 (MOU) を結び、国道と鉄道との全ての平面交差を今後 5 年間に立体化すると発表した。従って、国道 127B 号の改良工事の設計は、全ての鉄道交差個所を立体交差構造にする必要がある。

国道 127B 号の始点であるスリランプールからドゥブリへ至る区間において、下図に示すように 3 か所において鉄道と交差する。ドゥブリからブラマプトラ川に沿って東へ向かう鉄道が現在工事中 (下図参照) であるが、プルバリからツラ方面へ向かう鉄道の建設計画は、現在は存在していない。しかし、ドゥブリ橋を道路と鉄道の併設橋にする要望は、過去に何回か報道されている。道路交通省と国道インフラ開発公社 (NHIDCL) は、鉄道省と交差協議を行っており、ドゥブリ橋については道路単独橋とすることで合意している。



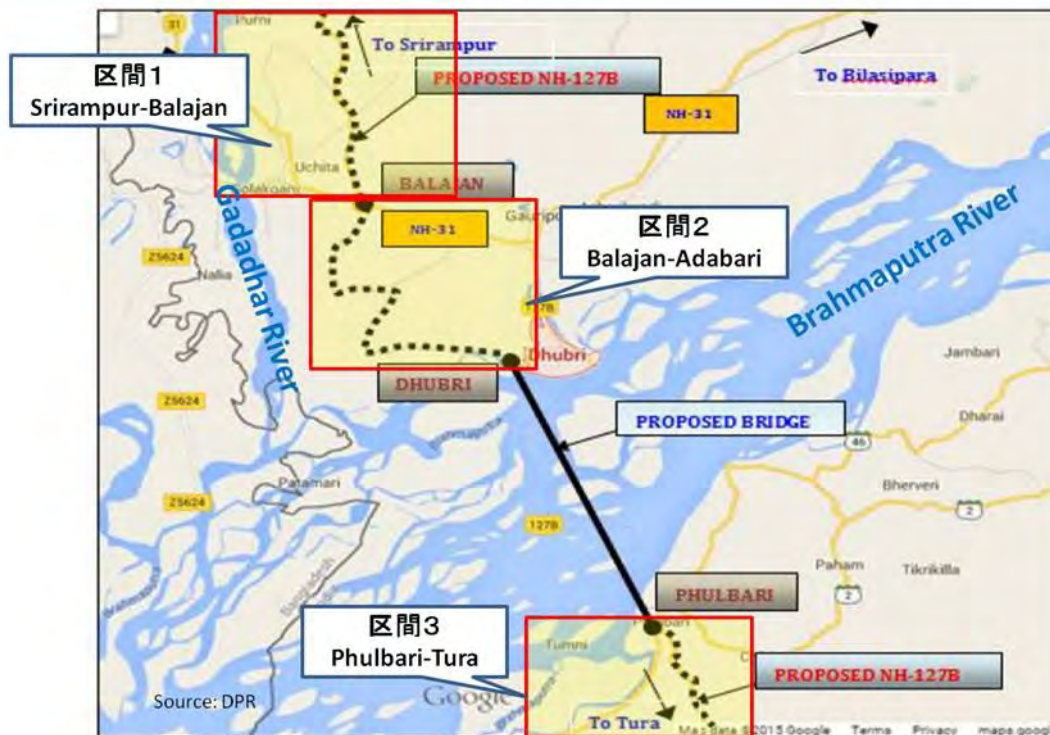
出典：JICA 調査団

図 3-2：国道 127B 号と鉄道との交差箇所

### (3) 接続道路の現状

ドゥブリ橋は、国道 127B のブラマプトラ川横断部分であるが、橋梁端部のドゥブリから北部方向へ国道 31 号に接続し、さらに東西回廊である国道 31C 号（新国道 27 号）へスリランプールで接続する。また、南部方向へは、橋梁端部からプルバリに接続し、さらにメガラヤ州の第二の都市である西ガロ・ヒルズ県のツラへ接続する。これらの接続道路の現状を下図に示すように三つの区間に分けて記述する。

- 区間1 (スリランプール～バラジャン) - 40.5 km
- 区間2 (バラジャン～アダバリ) - 15.0 km
- 区間3 (プルバリ～ツラ) - 81.0 km



出典：JICA 調査団

図 3-3：ドゥブリ橋の北部および南部の接続道路

● 区間1 (スリランプール～バラジャン) 40.5 km

東西回廊に指定されている国道 31C 号 (新国道 27 号) と国道 127B 号との接続部であるスリランプール (Srirampur) から、国道 27 号と並行に走る国道 31 号への接続部がバラジャン (Balajan) である。この区間は、ドゥブリ・コチュガオン道路 (Dhubri-Kochugaon Road) として整備されているが、整備状況は非常に悪く舗装されている区間も大きなポットホールが道路全面に出ており、走行性は極めて低い。舗装されていない区間の状況はさらに悪く、通常の車走行には適していない。

スリランプールの標高は約 50 m である。道路のルートは、そこから起伏の少ない平野をなだらかに進み、バラジャンの標高が約 30 m である。このルートは、ブラマプトラ川の支流であるガダダール川 (Gadadhar River) に沿って主に田園地帯を通過する。途中に 2 か所の鉄道踏切がある。

現在、車による平均走行速度は約 5 km/h で、スリランプール～バラジャン間 40.5 km を移動するのに約 8 時間を要する。近辺に良好な迂回路は無いが、現地の道路状況に詳しいドライバーであれば、茶園で整備された細い道路を選んで走行することが可能であるが、



それでも移動に3時間から4時間を要する。道路幅は狭く、木橋もあることから通行できるのは小型車のみである。



出典：JICA 調査団

図 3-4：区間1（スリランプール～バラジャン）の道路現況



出典：JICA 調査団

図 3-5：舗装区間および未舗装区間の道路状況

● 区間 2 (バラジャン～アダバリ) 15.0 km

国道 31 号は、ドゥブリ県とアッサム州の中心都市グワハティ (Guwahati) および州都ディスポール (Dispur) を結ぶ重要な幹線道路である。国道 127B 号の現在のルートは、バラジャン (Balajan) からガウリプール (Gauripur) まで国道 31 号と重なり、ガウリプールからドゥブリまでドゥブリ・コチュガオン道路として枝線がドゥブリまで伸びている。ブラマプトラ川を横断するドゥブリからプルバリまでは、フェリーのルートが国道 127B 号である。

ドゥブリ橋のドゥブリ側始点は、ドゥブリの人家密集地区を避けてアダバリ (Adabari) に指定されている。バラジャンとアダバリを結ぶルートは、オプション 1 およびオプション 2 の二つが考えられる。オプション 1 は、アダバリから最短距離で国道 31 号へ結び、バラジャンまでは既存の国道 31 号を使うものである。一方、オプション 2 は、既存の農道に沿って国道を新設するものである。

2017 年 2 月 7 日に NHIDCL グワハティ事務所で、NHIDCL、アッサム州 PWD、および JICA の三者合同会議において、オプション 2 を採用することが決定した。決定の大きな要素は、州政府の作業が先行しており、既に用地買収が始められていたためである。オプション 2 については、別プロジェクトとして考慮することになった。



出典：JICA 調査団

図 3-6：区間 2 (バラジャン～アダバリ) の道路現況



バラジャン交差点



アダバリ農道

出典：JICA 調査団

図 3-7：バラジャン交差点およびアダバリ農道の道路状況

● 区間3 (プルバリ～ツラ) 81.0 km

プルバリは小さな村であるが、ツラはメガラヤ州の州都シロンに次ぐ第二の都市であり、ツラまでの接続道路の完成がドゥブリ橋の整備効果を出すために重要である。現在、オプション1のルートが国道127B号に指定されている。プルバリの標高は約30mであるが、ツラでは約300mになる。オプション2は大部分が山岳道路であり、ロングラムの標高が約400mである。オプション1の方がオプション2より道路延長が長いが、主に丘陵部を通過する為に道路建設が容易であり、また、沿線の開発効果を期待できる。従って、オプション1が優れている。



出典：JICA 調査団

図 3-8：区間3 (プルバリ～ツラ) の道路現況



プルバリ橋梁取付部



プルバリからツラ方面へ

出典：JICA 調査団

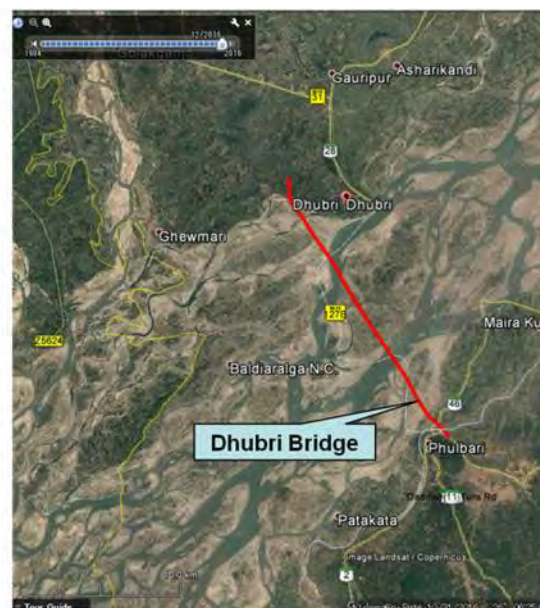
図 3-9：プルバリ橋梁取り付け部の道路状況

#### (4) 中州および船着き場の現状

ブラマプトラ川は、流路が数多く分かれて流れ、流路を分け隔てている中州は、形状が常に不安定である。中州は、上流から供給された土砂や砂礫が堆積して、川の中に陸地となっているものである。その形状は増水のたびに変化し、消失することもある。また、流路の変化で河岸と陸続きになることもある。このような現象を示す川は、形状が網の形に似ていることから網状流路の川と呼ばれる。グーグルアースで撮影された 1986 年 12 月の写真と 2016 年 12 月の写真とを比較すると、この 30 年間の間に中州の形状が大きく変化していることが分かる。



Google earth 12/1986



Google earth 12/2016

出典：JICA 調査団

図 3-10：中州の形状変化（1986 年 12 月 - 2016 年 12 月）

中州はシルト、砂、礫が混じった土質であるが、雨季の間も水上に残る地域は、植生が残っている。5月から10月までの雨季に比べて、11月から4月までの乾季の水深は、5mから6mの差がある。中州の浸食は、増水時や洪水時に大きく進むが、乾季においても、中州の先端部が流水により浸食されるのを観察できる。



2016年9月撮影



2017年2月撮影

出典：JICA 調査団

図 3-11：雨季と乾季の中州の状態の比較

ドゥブリやプルバリの船着き場は、恒久的な埠頭構造物は無く木材や竹で作った簡易な足場を使って乗船・下船を行っている。足元が不安定なために、乗客の安全に大きな不安が感じられる。荷物については、手で持てるほどの軽量なものが多いが、バイクを積んでいることもある。バイクの乗船・下船には長時間を要している。



ドゥブリ船着き場



プルバリ船着き場

出典：JICA 調査団

図 3-12：ドゥブリとプルバリの船着き場の様子

プルバリの船着き場は、乾季になると中州と陸続きになるために、中州の先端に簡易な船着き場を設けて、乗船・下船を行っている。プルバリまでの移動は砂地のために、四輪駆動車が使われている。プルバリの船着き場は、水が池を形成しているために再度小型船で移動する必要がある。



出典：JICA 調査団

図 3-13：乾季のプルバリ船着き場の様子

### 3.1.2 道路線形の選択

#### (1) 道路線形のオプション

ドゥブリ橋を含めた道路線形の選択を検討するには、道路建設が及ぼす可能性のある様々な負の影響を考慮する必要がある。検討に必要な評価項目は、①橋梁計画に対する河川管理者に課された設計条件（表3-1：インド内陸水運局のドゥブリ橋設計条件）、②橋梁を含めた道路建設の社会的影響、③橋梁を含めた道路建設の環境的影響、そして④橋梁を含めた道路の経済性と走行安全性についての技術的検討が主要な項目として挙げられる。

河川管理者であるインド内陸水運局（IWAI）は、ドゥブリ橋の設計に対して支間長と桁下のクリアランスについて下記の条件を定めている。

表 3-1：インド内陸水運局のドゥブリ橋設計条件

パラメーター	数値 (m)
水平方向のクリアランス（橋脚間）	100
高さ方向のクリアランス（洪水時最高水位から桁下まで）	10
航路区間の長さ	12,500

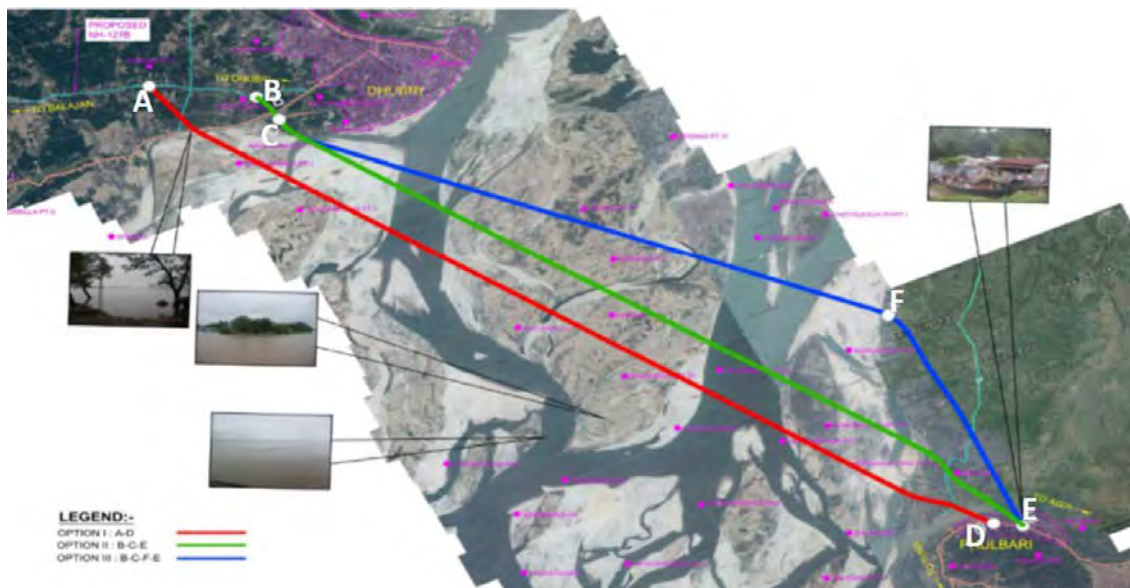
出典：DPR を基に JICA 調査団作成

ドゥブリ橋を含めた道路線形の比較検討を行うために、次の三つのオプションを選んで上述の影響について比較する。

表 3-2：橋梁を含めた道路線形のオプション

オプション	オプションの内容
オプション 1	河川を斜めに横断してドゥブリとプルバリとを直線で結びドゥブリの住宅密集地と中州の居住地を最大限避ける案（A-D）
オプション 2	河川を斜めに横断してドゥブリとプルバリとを直線で結ぶことで橋梁を含めた道路延長を最短にする案（B-C-E）
オプション 3	河川を直角に横断することで橋梁延長を最短距離にしてドゥブリとプルバリとを結ぶ案（B-C-F-E）

出典：JICA 調査団



出典：DPR に基づいて JICA 調査団作成

図 3-14：橋梁を含めた道路線形のオプション

(2) オプションの比較検討の指標

社会的影響、環境的影響、及び技術的検討について比較する指標にそれぞれ下記を用いる。

表 3-3：比較検討の指標

項目	指標
社会的影響	移転が必要な家屋の概数
	土地収用が必要な面積
	中州の居住地域を通過する距離
環境的影響	ブラマプトラ川を横断する距離
	土地収用が必要な農地面積
	走行距離の全長
技術的検討	橋の全長
	アプローチ部の距離
	カーブの数
	カーブの総延長
	概算総費用

出典：JICA 調査団

社会的影響については、本案件の用地取得による影響を評価するため、移転が必要な家屋の概数で住民移転の規模を想定し、数値が大きいほど負の影響が大きいと評価した。また、土地収用の面積が大きいほど、土地ベースで生計を立てている対象住民への影響が大きいと想定されることから、面積に応じて影響が大きくなると評価した。さらに、貧困層

が含まれると想定される中州住民に対する影響にも配慮するため、中州の住居地域を通過する距離も指標に加え、距離が長いほど、影響が大きいと評価した。

環境的影響については、本案件では特にブラマプトラ川の生態系及び生息する水棲生物への影響が懸念されること、工事区間のうちブラマプトラ川にかかる距離を指標とし、この距離が長くなるほど生態系への影響が大きい、すなわち望ましくないと評価した。また、自然的環境に関する影響の程度としては、現地周辺に原生的な自然環境が存在しないことから、収容される予定の農地面積によって影響の程度を比較した。農地は希少種の生息地ではないが、食料生産や土壌・大気の循環等の生態系サービスの周辺地域への提供源と考えられる。さらに、完成した橋を車両が通過する距離が長いほど周辺地域への騒音・振動・大気汚染等の影響が大きくなると想定されるため、走行距離の全長をこれらの影響の指標とした。

橋の全長については、橋構造は盛土構造に比較してより高度な技術が要求され、建設費も高額になるので、橋の延長が短い方が有利であると評価した。アプローチ部の距離については、アプローチ部が橋梁と既存道路とを接続する新設部分の道路であり、新設道路が短い方が有利であると評価した。カーブの数については、カーブの数が少ないほど車の運転走行性が向上するので、少ないほど安全性が高いと評価した。また、カーブの総延長については、カーブの延長が長いほど構造が複雑で高度な建設技術が要求されるので、短い方が有利であると評価した。

### (3) 比較検討の結果

社会的影響について比較した結果、住民移転概数および土地収用面積の2項目において、オプション1の影響が最小となった。貧困層への影響を確認する中州地域の通過距離は、オプション3が最小となったが、用地取得による影響の規模を含めて、総合的に評価すると、オプション1が最も望ましいという結果となった。

環境的影響について比較した結果、農地への影響については、オプション1が最も小さかった。それ以外のブラマプトラ川を横断する距離、走行区間の全長の2項目については、オプション間での差が小さく、総合的にはオプション1が最も高いスコアを獲得した。

技術的検討については、オプション1が橋の全長とアプローチ部の距離で長くなり不利であるが、カーブの数が少なくかつカーブの総延長が短いために有利であり、総合的にはオプション1が最も高いスコアを獲得した。（詳細については、7.6 代替案の検討、表 7-32：代替案の比較と評価、を参照）

上記のように、検討の結果、河川を斜めに横断してドゥブリとプルバリとを直線で結び、ドゥブリの住宅密集地と中州の居住地を最大限避ける案であるオプション1が「社会的影響」「環境的影響」「技術的検討」の全てで最も優れていることが示された。また、アプローチ道路と橋梁の延長は下表の通りとなった。



表 3-4 : アプローチ道路及び橋梁の延長

区間		延長 (m)	
北側アプローチ道路		810	
橋梁	北側高架橋	18,360	3,540
	航路部橋梁		12,625
	南側高架橋		2,195
南側アプローチ道路		112	
合計		19,282	

出典：JICA 調査団

### 3.1.3 浸食対策

#### (1) 関連データ収集

河床地形測量により、橋梁横断個所を含めた前後 20 km の範囲について、ブラマプトラ川の全幅の河床地形図を作成した。ブラマプトラ川の支流である北岸のガダダール川 (Gadadhar River) および南岸のジンジラム川 (Jinjiram River) についても、その影響を考慮する為に河床地形測量を実施した。

既存水理データは、ブラマプトラ川とバラック流域 (Barak Basin) を管理している中央河川委員会 (CWC) のシロン局の観測データ、流域や水理データの既存資料、地域住民へのヒアリング、上流に位置するナラナラン橋 DPR、北東州合同水理研究所 (NEHARI) の水理モデル等を入手した。これらのデータに基づいて、計画高洪水位 (HFL) や計画低水位 (LWL) 等、水理分析に必要なパラメーター設定に関する情報・データを収集し、水理分析ソフト HEC-RAS を使用して、河川の浸食および流路パターンの分析を行った。



出典：DPR に基づいて JICA 調査団作成

図 3-15 : ドゥブリ橋横断個所の河床地形図

水理モデル分析のパラメーター設定に関する情報は、DPR Volume I-Main Report の 7.3 章に記載されている。

## (2) 浸食分析

河川内に構造物を設置することで、堤防や河床が浸食される原因が二種類ある。河川断面縮小浸食と局部浸食である。河川断面縮小浸食は、河川内に構造物が設置されるために、河川の流水断面が小さくなり、流速が増すことにより浸食が促進されることである。

局部浸食は、河川内の構造物の周りに渦や波が発生することで流速が増し、浸食が促進されることである。この二つの種類の浸食が組み合わさって浸食量が決まる。分析に当たり使用した水理パラメーターは下表のとおりである。これらは NEHARI および CWC の実際の記録統計に基づいて設定されており、妥当であると考えられる。

表 3-5 : 水理パラメーター

パラメーター	値
設計高洪水位 (HFL)	30.36 m
設計低水位 (LWL)	23.00 m
平均河床勾配	1/14,700
100 年確率洪水	100,306 m <sup>3</sup> /s
10 年確率洪水	71,225 m <sup>3</sup> /s
設計高洪水位における最高流速	4.5 m/s

出典：DPR に基づいて JICA 調査団作成

浸食分析の結果、次の結論を得た。

- 河川断面縮小浸食はほとんど発生しない。
- 100 年確率の洪水時、最大で 11.08 m の局部浸食が橋脚基礎工に発生する。

## (3) 橋台部の浸食対策

橋台部については、橋台背面の盛土が HFL に晒される時に、周囲の地形状況や洪水時の水の流れ等を勘案し、適切な盛土のり面の保護工を設計する必要がある。ドゥブリ橋の橋台部については、次のような周辺環境下にある。

A1 橋台は、水田の中に設置する計画である。A1 橋台から約 360 m 離れた所に P6 橋脚があるが、この位置に舗装された農道があり、堤防の役割も果たしている。また、A1 橋台の地形的な位置はブラマプトラ川の流れに対して、ドゥブリの堅固な地盤の背面にあるために洪水時に流速の速い流れに洗われる可能性は低い。洗掘が発生する洪水の流速は、0.43 m/s と計算されており、A1 橋台近辺でこれ以上速くなる可能性はない。

一方、A2 橋台は、ブラマプトラ川の支流のひとつであるジンジラム川に面しており、この川の流れによる洗掘が発生する可能性がある。従って、下図に示すような盛土のり面の防護工が必要である。



A1橋台(ドゥブリ)付近



A2橋台(ブルバリ)付近

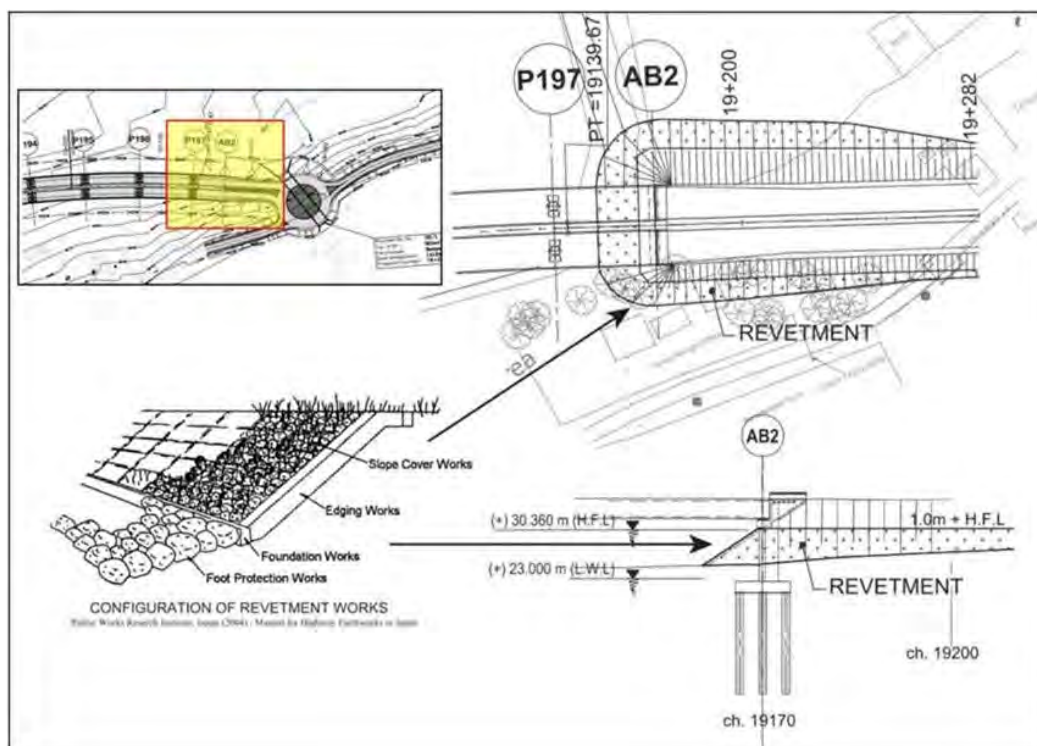
出典：JICA 調査団

図 3-16：橋台 A1 および A2 の設置位置の現状



出典：JICA 調査団

図 3-17：P6 橋脚付近の状況



出典：JICA 調査団

図 3-18：A2 の盛土のり面防護工

### 3.1.4 交差点設計

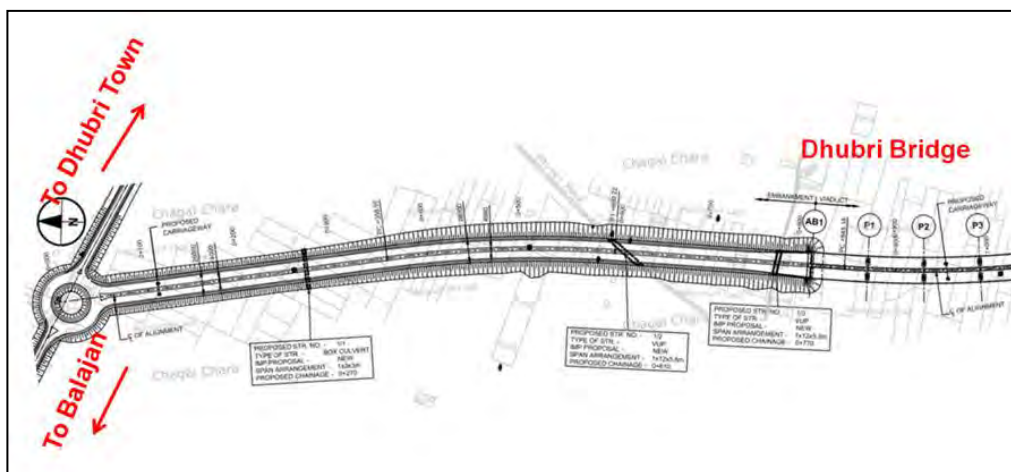
ドゥブリ橋は、アッサム州ドゥブリとメガラヤ州プルバリとを、ブラマプトラ川を横断して州境を超えて結ぶという特殊性がある。通常、州境においては、州税の徴収や過積載違反やその他車両検問等の交通取締が必要である。

IRC：SP：84-2014 では、第三章「交差および立体交差」に以下の規定がある。「3.2 平面交差、3.2.1 適用する交差点の種類は、交差点に接続する道路の本数、交通量と速度、交通制限の種類、その他の要素に基づいて決定しなければならない。全ての平面交差において適切に設計された交差点を適用しなければならない。ロータリー型は国道プロジェクトに適用してはならない。」

IRC：SP:84-2014 の条項は一般的な適用を定めており、プロジェクトに特殊な条件がある場合には変更できるとしている。その様な変更は、入札図書の付属書 D に記述される。本プロジェクトにおいて平面交差／ラウンドアバウトを採用する特殊な条件は、次に示すものである。

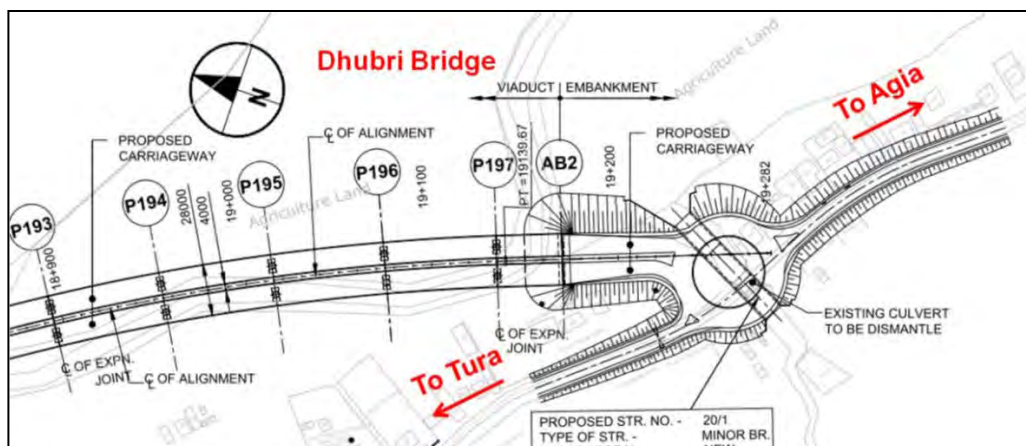
- 交差点は、“交通抑制施設”として適用する。ラウンドアバウトは、走行速度を抑制して交通を循環させるために、譲るという習慣のないインドの道路交通の安全対策に効果的である。走行速度を抑制するには信号機を設置する方法があるが、インドは停電が頻繁に起きるために設置が制限される。ラウンドアバウトは交差点の中

- 中央にアイランドを設置するために、物理的に直進車両は減速を余儀なくされ、走行速度の抑制に結びつく。
- ドゥブリ橋は二つの州に跨るため、道路交通警察チェックポイントや州境治安部隊チェックポイント（現在はドゥブリとプルバリ間の全てのボート交通を取り締まるチェックポイントがある）を橋梁の起終点に設置する必要がある。従って、“交通抑制”は交通安全を適切に確保するために非常に重要である。
  - ラウンドアバウトの交通容量については、一般的に 15,000-20,000 台/日が適用性の判断とされているが、ドゥブリ橋の交通量は開通 20 年後においても約 13,000 台/日程度であり、適用上の問題はないと判断される。



出典：JICA 調査団

図 3-19：ドゥブリ側交差点計画

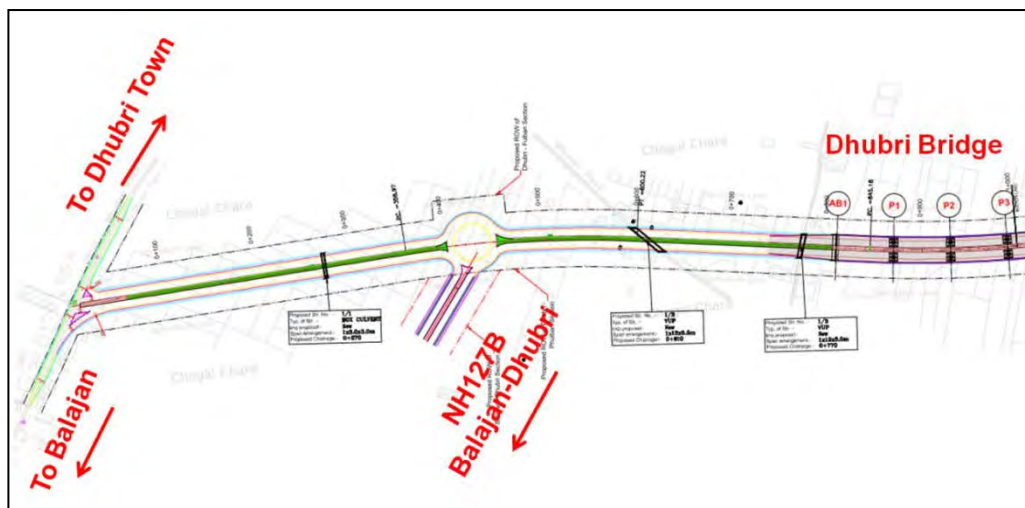


出典：JICA 調査団

図 3-20：プルバリ側交差点計画

ドゥブリ側においてドゥブリ橋は、スリランプールからバラジャンを経由してくる国道 127B 号と接続する必要である。2017 年 2 月 7 日に NHIDCL グワハティ事務所で、NHIDCL、

アッサム州 PWD、および JICA の三者合同会議が開催され、ドゥブリ橋のドゥブリ側始点とバラジャンとドゥブリを結ぶ農道との中間地点に、その接続のためのラウンドアバウトを設置することが決定された。



出典：JICA 調査団

図 3-21：ドゥブリ側国道 127B 号との接続交差点計画

### 3.2 橋梁区間の課題

ドゥブリ橋は、ドゥブリと対岸のプルバリ間に広がるブラマプトラ川を斜めに横断するように計画されている。同河川を渡る橋梁でドゥブリ橋から最も近いナラナラン橋は約 60 km 上流側にあり、そこでの川幅は約 2 km であるが、同橋より下流側の川幅は大きく広がり、ドゥブリ付近の川幅は約 15 km である。ブラマプトラ川は季節的に水量と水位が著しく変動し、河道の中に浸食されやすい土が厚く堆積しているため、水路の位置が不安定である。設計洪水位 (+30.360 m) の場合でほぼ全域が水没し、通常の雨季は一部の中州を除き川幅の大部分が水没する。乾季にはいくつもの中州が出現する。ドゥブリの沖合にある最大の中州は、乾季に幅が約 5 km に拡大する。地盤の浸食によって中州の大きさと位置も不安定である。

ドゥブリ橋は長大な橋梁であるため、経済性を満足しながら工期が短い橋梁計画を立案すること望ましい。ドゥブリ橋の計画においては、航路区間の橋梁形式の選定が最も重要な項目である。DPR が選定したエクストラードズド橋の工事がドゥブリ橋全体の工事期間を決定するため、以下の報告では DPR が計画しているエクストラードズド橋について特に詳しく記述する。

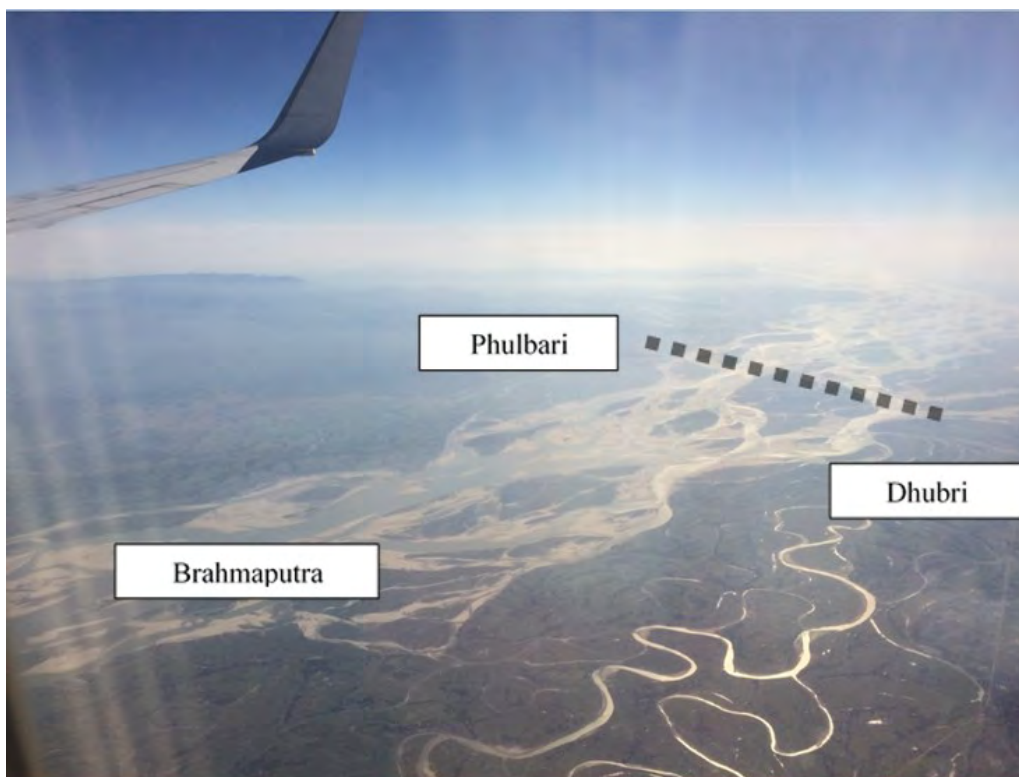
雨季	乾季
 <p data-bbox="276 723 754 757">ドゥブリ船着き場からのブラマプトラ川</p>	 <p data-bbox="845 723 1324 757">ドゥブリ船着き場からのブラマプトラ川</p>
 <p data-bbox="411 1218 620 1252">ドゥブリ船着き場</p>	 <p data-bbox="981 1218 1190 1252">ドゥブリ船着き場</p>

出典：JICA 調査団

図 3-22：雨季と乾季の変化

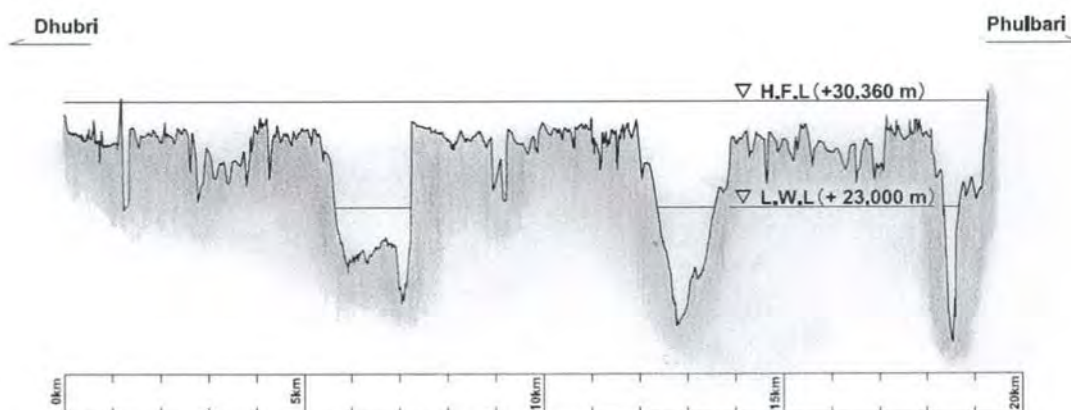
### (1) 橋梁区間長

橋梁計画位置でブラマプトラ川の川幅が 15 km を超えること、水路と中州の位置と規模が変化しやすい特徴があることを考慮して、橋梁区間を約 18.4 km としている。河道の不安定さを考慮して、支間長の大きな橋梁を必要とする航路区間を約 12.6 km とし、航路区間に接続する高架橋区間に短い支間長の橋梁を配置する計画は妥当である。ブラマプトラ川の左岸および右岸に明確な自然堤防（natural levee）が形成されていないため、まれに発生する将来の洪水の影響を考慮して、現在の川幅よりも内陸の後背湿地（backswamp）まで橋梁区間を延長していることは妥当な判断である。



出典：JICA 調査団

図 3-23 : プラマプトラ川 (2016年9月撮影)



出典：JICA 調査団

図 3-24 : 地形断面と水位変化 (橋梁位置)





出典：JICA 調査団

図 3-25：ドゥブリ付近ブラマプトラ川（2016年9月撮影）

## (2) 橋梁計画

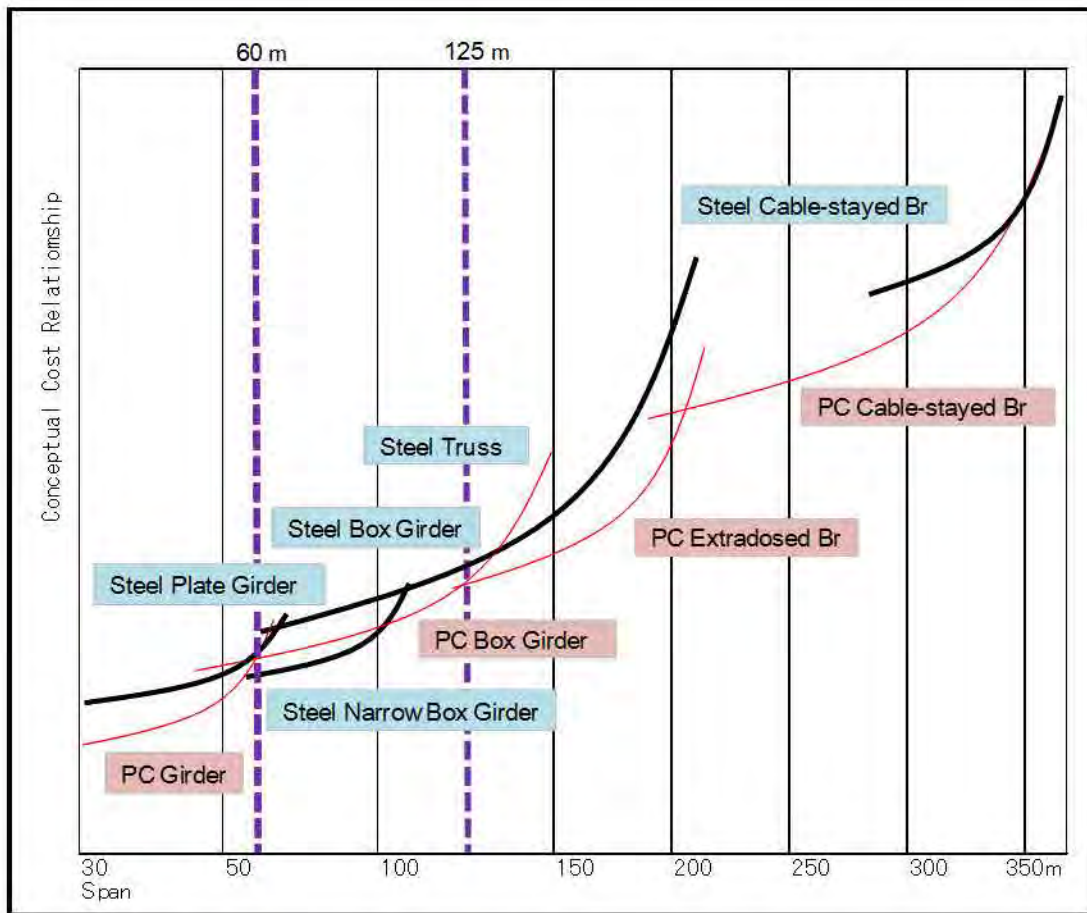
ブラマプトラ川は水運に利用されており、インド内陸水運局（IWAI）は航行水路として水平方向に幅 100 m、鉛直方向に高さ 10 m のクリアランスを要求している。この要求に基づき、航路区間の橋脚間隔を 125 m に、航路区間につながる両側の高架橋区間の橋脚間隔は 60 m に設定している。IWAI との協議により、航路区間の長さは 12,625 m としている。上部工形式は、支間長に対して一般に経済的となる形式を選定しており、航路区間にエクストラドーズド橋、それ以外の高架橋区間に PC 箱桁橋を選定している。

橋梁計画を表 3-6 に示す。図 3-27 はドゥブリ（左側）からプルバリ（右側）までの橋梁位置を示しており、A～B 間が高架橋区間（北側）、B～C 間が航路区間、C～D 間が高架橋区間（南側）である。

表 3-6 : DPR による橋梁形式

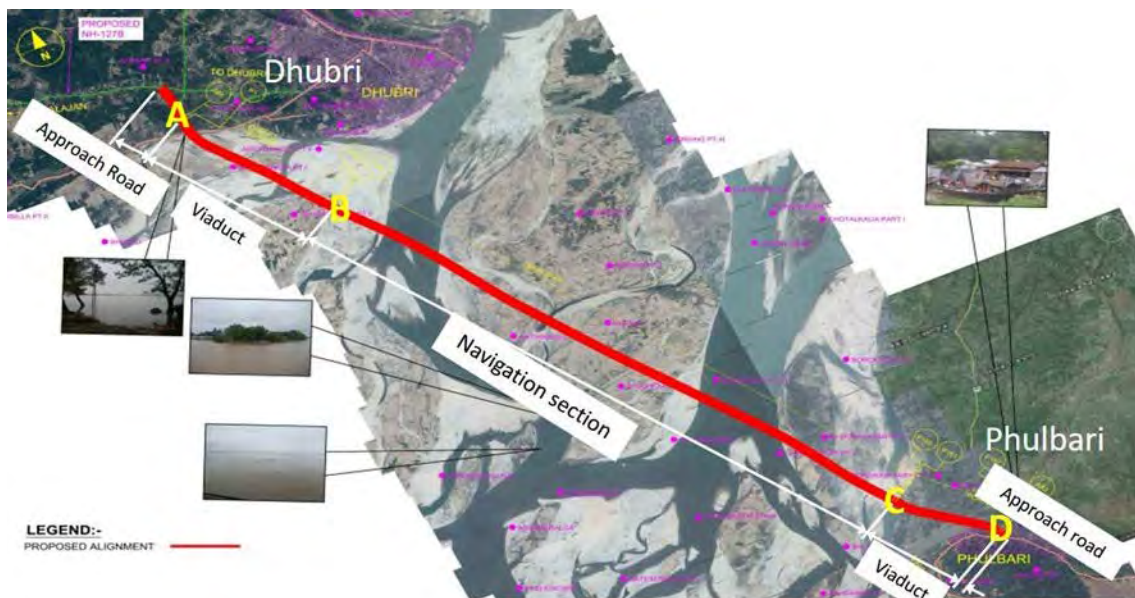
区間	上部工	支間割
高架橋区間（ドゥブリ側）	PC 箱桁橋	59@60 m=3,540 m
航路区間	エクストラドーズド橋	62.5+100@125+62.5 m=12,625 m
高架橋区間（プルバリ側）	PC 箱桁橋	36@60=2,195 m
合計		18,360 m

出典：JICA 調査団



出典：JICA 調査団

図 3-26：日本で一般的に経済的となる橋梁形式（概念図）



出典：JICA 調査団

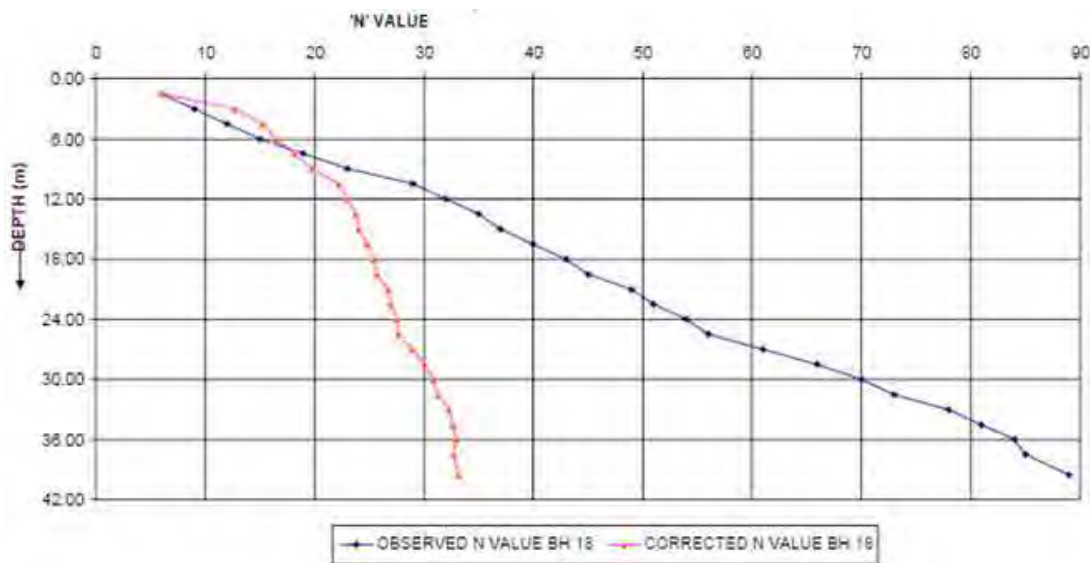
図 3-27：橋梁計画位置（ドゥブリ～プルバリ）

### (3) 基礎工

浸食されやすい土が厚く堆積している地質条件に対応できること、特殊な建設機械を必要としないこと、支持地盤の確認が容易であること、ブラマプトラ川で施工した実績がありインドで成熟している技術であること、洗掘に対する安全性が高いこと、からオープンウェル基礎<sup>1</sup>を採用していることは妥当である。上部工からの作用力が小さくなれば、ウェルの断面寸法を小さく設計できるが、ウェル内部の排土に使用するバケットの寸法から最小寸法に制限がある。

一方で、日本の設計マニュアル(解説・河川管理施設等構造令)では、河川に新しく建設する橋脚によって消滅する河川断面積(河川内の橋脚幅の合計÷河川幅)を7%以下に抑えるよう推奨している。この基準は洗掘の影響を考慮した橋脚の幅についての目安を与える。

河川管理者が航路として指定している航路区間の橋梁を、陸上部のアプローチ道路と接続する区間が高架橋区間である。高架橋区間は航路区間の前後に位置しており、水深が浅い区間または乾季に陸地になる区間である。航路区間よりも支間長が短い上部工からの荷重が小さいことから、オープンウェルよりも経済性に優れた杭基礎を使用していることは妥当である。P-17 橋脚位置における N 値の分布を図 3-28 に示す。ただし、将来に想定を超える洗掘を受ける可能性を完全に否定できないことを考慮して、突出杭としての安全性を確認しておくことが望ましい。



出典：DPR

図 3-28 : P17 橋脚位置の N 値

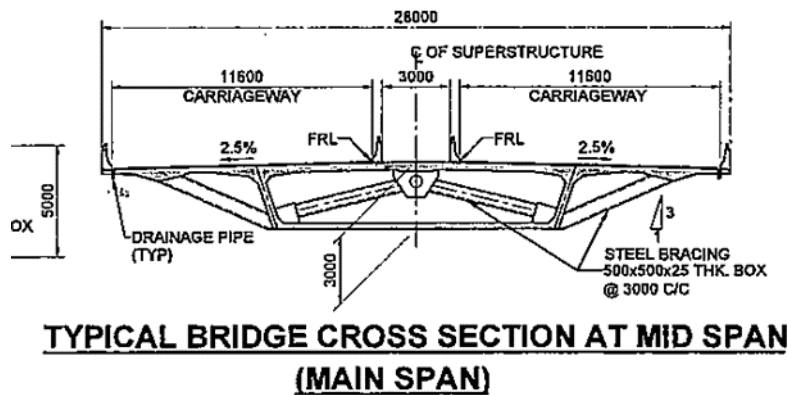
<sup>1</sup> オープンケーソン工法は、井筒工法またはウェル工法とも呼ばれ、大気圧中や水中において円形、短形および小判型の筒状の構造物の開放された内空底部を掘削し、要すれば追加の荷重を載荷しながら地中にケーソンを沈下させ、所定の深さに到達した後、中詰めコンクリートを打設するものである。

(引用文献：白石俊多、土木工事施工法、山海堂、230 pp. 1974.)

#### (4) エクストラロード橋

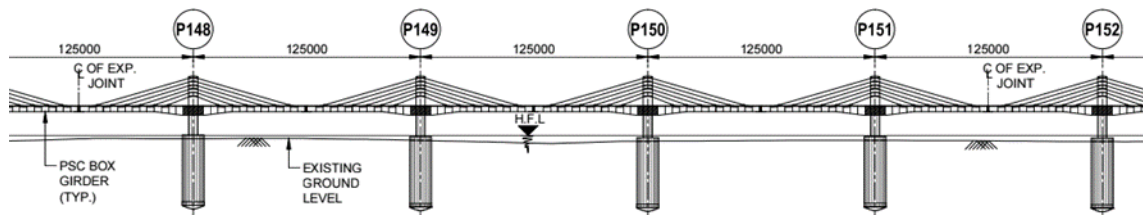
ケーブルが桁の中央に配置されている構造であり、ケーブル軸力を桁断面に分布させるための鋼フレームが桁の内部に配置されている。このフレームによって桁の内部空間の大部分が満たされてしまえば、将来の維持管理活動が制約される可能性がある。維持管理を想定した桁の断面を設計することが重要である。完成後に点検と補修のための機材を桁内部に持ち込めるようにしておく必要がある。また、桁に配置されているケーブルが1面であるため、橋軸直角方向に過大な変形が生じないように、桁の水平方向の剛性を十分に確保するように設計または補強する必要がある。

橋梁の伸縮装置は橋梁の中で最も損傷しやすい要素であり、十分に耐久的な構造と材質を選定するとともに、維持管理が容易な形式が望ましい。最も起点側と終点側の伸縮装置だけは橋脚の上に位置しているが、残り全ての伸縮装置は支間中央にある。コンクリートのクリープ現象により、支間中央にある伸縮装置を共有する前後2つの桁が長期的に下方に変形して伸縮装置で段差が生じる可能性がある。



出典：DPR

図 3-29：桁内部のブレーシング



出典：DPR

図 3-30：伸縮装置の位置

## (5) 施工計画

ドゥブリ橋建設に使用するセメント、鉄筋、ケーブルを含む多種多様な材料と機材は、北東州の外から架設現場に持ち込む必要がある。西ベンガル州のコルカタを輸送起点として想定すると、コルカタからドゥブリまでの輸送方法はトラックまたはトレーラー、台船、および鉄道による方法が可能である。各輸送モードの比較を表 3-8 に示す。輸送する材料の寸法、使用量、現地での保管可能量、季節的制約、輸送能力、コストを総合的に考慮して適切な輸送方法を決定することが重要である。経済的で季節的な制限がなく、大量輸送に適する鉄道が最も有効な輸送手段であると考えられる。最寄りの駅から現場までは、トレーラーまたはトラックによる輸送が必要である。

一方で対岸のプルバリには鉄道がなく、適当な船着き場も存在しないため、輸送は道路に依存することになる。ドゥブリからプルバリにトラック輸送するためには、ドゥブリの上流約 60 km にあるナラナラン橋を迂回する必要がある。しかし、ブラマプトラ川の左岸に沿ってナラナラン橋からプルバリを最短距離で結ぶ場合、国道はなく、プルバリへの輸送には大きな制約があることに注意しなければならない。

プルバリ側に輸送上の欠点があることから、主たる作業ヤードとプラントはドゥブリ側に計画することが妥当である。この場合、最も近いドゥブリ駅は人家が密集した地区を通過するため、利用することは不可能である。ガウリプール駅はドゥブリ駅よりも距離が長いものの、ドゥブリ側の作業ヤードから工専用道路を建設することにより、距離は約 5 km に短縮することができるため、最も適当な鉄道駅になり得ると考えられる。

表 3-7：ドゥブリ側橋梁位置から最寄り鉄道駅までの距離（既存道路）

鉄道駅	距離
Dhubri Station	5,000 m
Gauripur Station	6,650 m

出典：JICA 調査団



出典：Google Earth に地名を記入 (JICA 調査団作成)

図 3-31：幹線道路網

表 3-8 : 輸送モードの比較

	トラック、トレーラー	台船	鉄道
輸送距離	約 900 km (NH-34、NH31 を経由)	約 1,200 km (Hugli、Ganga、Jamuna 川を經由)	約 1,000 km
積載物の最大寸法	10 m (長) × 2.5 m (幅) 2.5 m (高) 鉄道交差箇所にて 3.67 m の高さ制限がある。 車両:25 トン車	台船寸法:60 m (長) × 15 m (幅) 重量:800 トン	10 m (長) × 2.4 m (幅) 重量:200~500 トン
所要日数	5~7 日間	積込:5 日、航行:21 日、荷下:5 日、戻り:21 日 合計:52 日間	5~7 日間
特徴	比較的自由に輸送時間と経路を調節できる。	大寸法、重量物の輸送に適する。	大量の物資輸送に適する。 輸送時間が最も安定している。
季節的な制限	なし。雨季は乾季より所要日数が長い。	9 月から 12 月の期間のみ輸送可能。	なし。
コスト	鉄道より高い。	最も高い。	最も経済的
利点	季節に関係なく輸送でき、現地まで積み替える必要がない。最も輸送時間が短い。	トレーラー、鉄道で輸送できない大きさの機材を輸送できる。	季節に関係なく輸送でき、コルカタ~シンプリ間は積み替えなしで輸送できる。ドゥブリに鉄道がある。 大量の輸送に適している。
欠点	大量の輸送には適さない。交通渋滞を起こす可能性が高い。	ドゥブリ、プルバリに荷揚げ施設がない。	プルバリには鉄道がない。 貨車の寸法に制限がある。

出典：JICA 調査団

表 3-9 : コルカタからの輸送距離

区間	道路距離 (km)
Kolkata - Shiliguri	約 650
Shiliguri - Dhubri	約 250
合計	約 900

出典：JICA 調査団

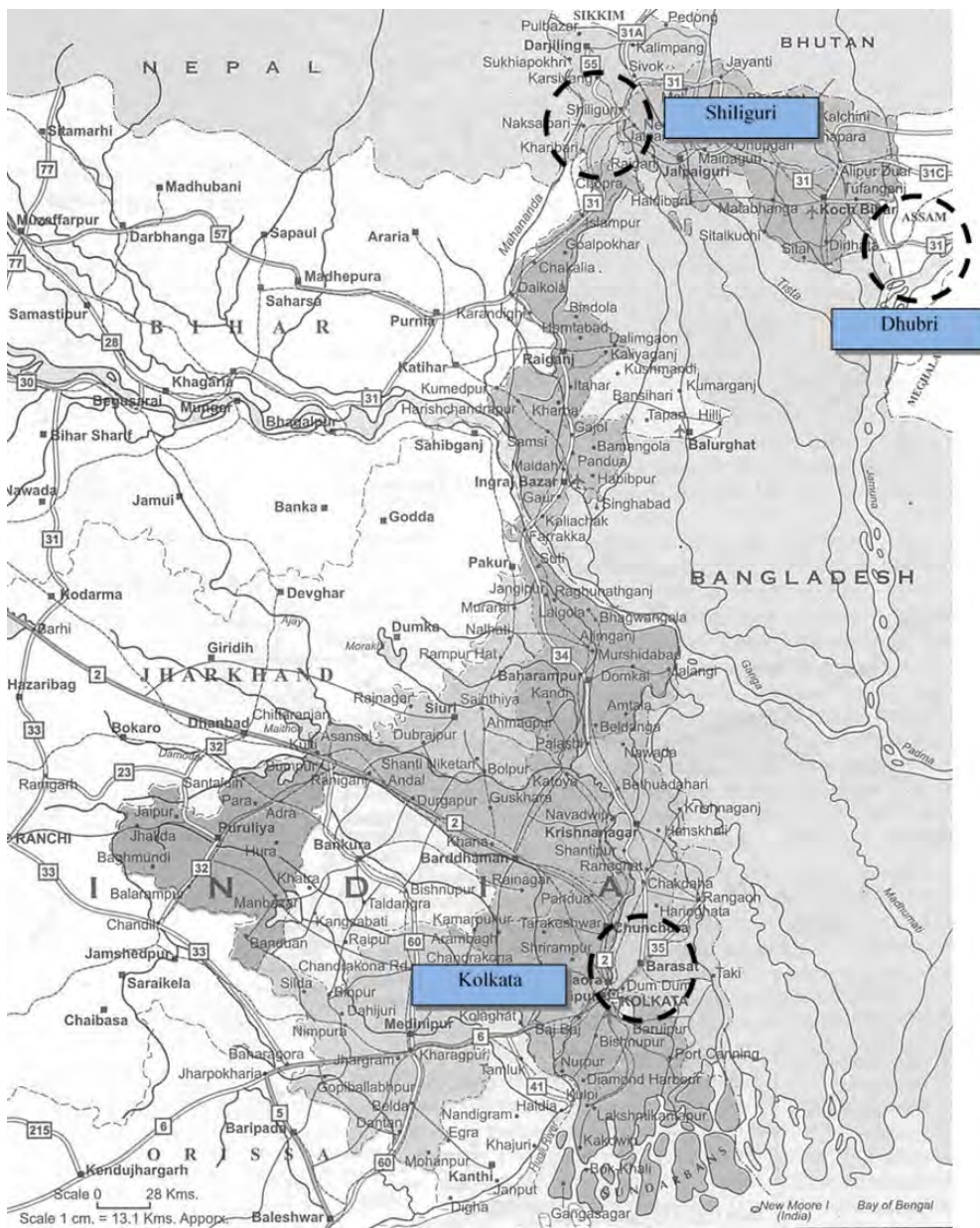


図 3-32 : コルカタからの輸送経路



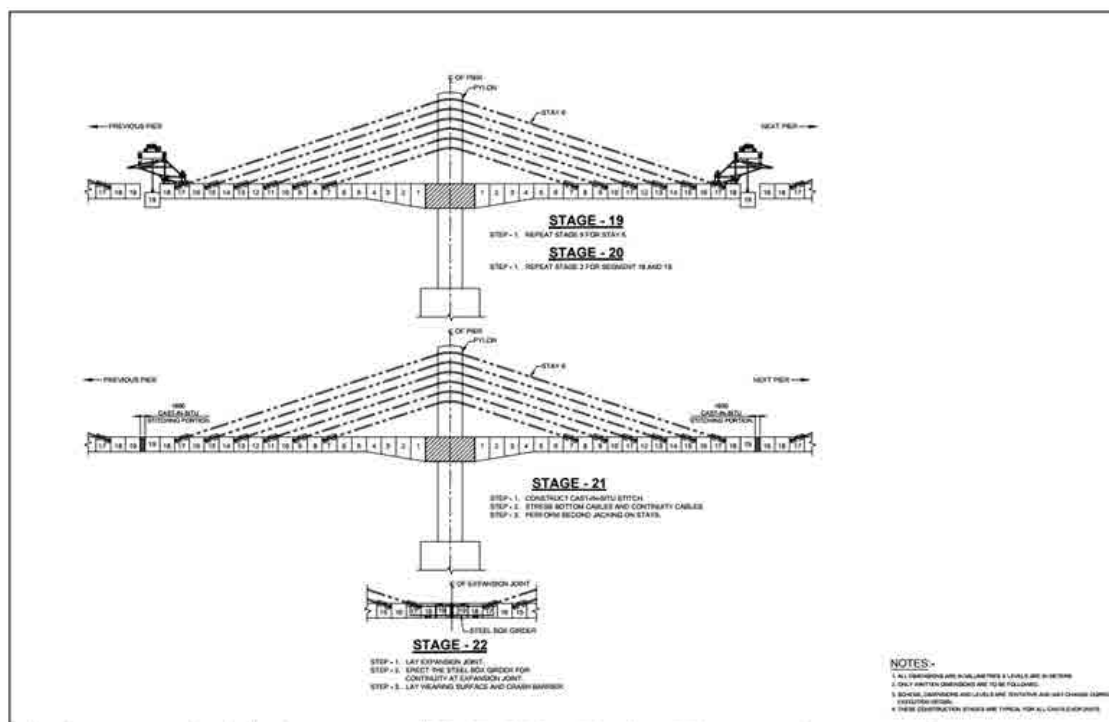


図 3-33 : コルカタ～ドゥブリ間の道路状況 (2017 年 2 月撮影)

施工計画における最大の課題は、ブラマプトラ川で 100 スパンにわたり連続するエクストラロード橋を建設する工法であり、現地の条件に基づいて経済性、技術的确实性に加えて工事期間を満足することが重要である。エクストラロード橋は、橋脚上のピロンから両側に桁を張り出しながら建設するもので、プレキャストセグメントあるいは現場でコ

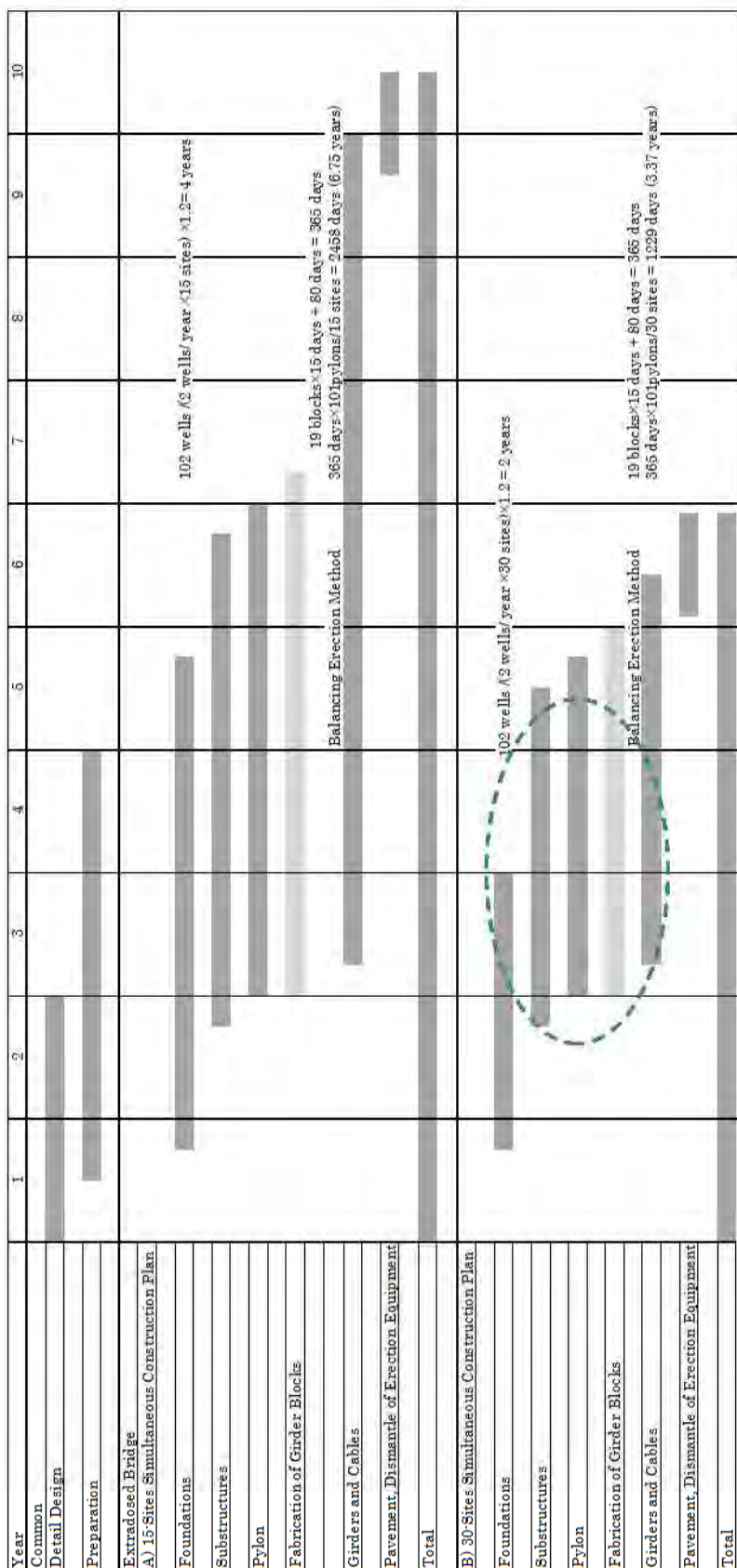
ンクリート打ち込みをして桁を延長する。ドゥブリ側に比較してプルバリ側へ資材を輸送することが困難であることを考えれば、プルバリ側を期待しないでドゥブリ側に主要な作業ヤードを設置することを前提にしなければならない。ドゥブリ橋の桁幅は28mあり、重いプレキャストセグメントを製造場所から河川中の架設場所に輸送することになれば、台船への積み込み積み下ろしを行うための栈橋および輸送用通路など大掛かりな仮設備が必要になる。一方、プレキャストセグメントでなく、現場でコンクリートを打ち込む方法が現実的であると考えられるが、この場合は大量のフレッシュコンクリートを計画的に架設場所へ輸送するためには同様に大がかりな仮設備が必要であると考えられる。

日本の建設事例によれば、プレキャストセグメント工法で1セグメントを建設するのに7日、現場打ち込み工法の場合は10～15日を必要としている。仮にドゥブリ橋の工事期間を6年とする場合、日本の建設事例を参考に現場打ち込み工法による工事期間を推定すると、航路区間で1度に30か所程度の同時並行作業を行う必要がある。練り混ぜから打ち込みまでの時間に制限があるフレッシュコンクリートをプラントから水路中または中州にある現場に計画的に供給するためには、15か所程度の同時並行作業が限界であると考えられる。この場合は、工事期間が9年を超える可能性がある。同時並行で建設するサイトを15か所または30か所とした場合の工程案を図に比較する。



出典：DPR

図 3-34：エクストラドーズド橋の桁架設の手順



出典：JICA 調査団

図 3-35：エクストラドーズド橋の工事期間

## (6) DPR に対する意見

ドゥブリ橋は北東州の発展にとって重要な橋梁であるため、工期の遅延を防止して予定通りの工事期間で完成することが重要である。本プロジェクトは季節的に変化が大きいブラムプトラ川で 100 か所を超える工事サイトを運営するものであり、構造物の設計よりも施工方法において大きな困難が想定される。施工はコントラクターの責任であるが、本プロジェクトは既往の橋梁建設を超える規模であるため、設計において期待する品質を実現するための施工方法を事前に十分に検討すべきである。DPR に対する意見を次に整理する。

これらの意見は、ドゥブリ橋が DPR の計画通りに建設可能かどうかを判断するうえで極めて重要な指摘であるため、JICA 調査団は NHIDCL 及び DPR コンサルタントに対して意見書を提出した。NHIDCL 及び DPR コンサルタントは、JICA 調査団の意見に対して対応策を検討しその結果を提示した。その対応策に対して、細部の詰めがさらに必要であると判断されたために、JICA 調査団は、NHIDCL 及び DPR コンサルタントと、現地で意見交換、メールによる対策に関する記述内容の確認、そして TV 会議による細部の検証を行った。最終的に、NHIDCL、DPR コンサルタント、JICA および JICA 調査団の四者会議を開催し、エクストラロード橋で計画通りの工事は可能であるとの結論を出した。

これらの対応策に対する詳細検討の内容については、第 5 章 ドゥブリ橋の概略設計、5.4 橋梁設計の項で詳述する。

表 3-10 : DPR に対する意見

課題	意見
材料手配	大量の工事用材料が必要であるため、要求する品質の材料を安定的に製造、輸送、保管できることを確認すべきである。製造企業の能力と製造に要する期間を確認すべきである。
工事工程	詳細設計および材料調達に要する期間を工事工程に加えるべきである。季節的に変化が著しいブラムプトラ川で多数のサイトを同時に運営する必要があり、従来の橋梁よりも施工計画に十分な検討を行うべきである。
仮設備	栈橋、工事用道路、コンクリートプラントなどの規模が大きいことが想定されるため、適切に準備し維持しなければならない。通常規模の橋梁工事に比べて仮設備の規模が大きいいため、必要な費用を適切に積算すべきである。
作業員、検査員	工事工程に応じて大量の作業員、検査員が必要となる。経験を有する作業員および検査員の人数の確保とコントロールに十分に考慮すべきである。
洪水対策	長い工事期間中に 10 年確率の洪水が発生する可能性があるため、洪水への対策を考慮すべきである。
鋼材の腐食対策	塗装の塗替えが難しいと考えられるため、鋼材の腐食対策は耐久性が高い方法を採用すべきである。
鉄道駅	工事材料を鉄道で輸送する場合、使用する駅までのアクセスと積み降ろし設備を調査すべきである。

出典：JICA 調査団

## 第4章 交通調査・分析および将来交通予測

### 4.1 概要

本調査に先立つ本フェーズ 1 調査では、アプローチ道路とドゥブリープルバリ間の新規橋梁区間を対象に、概略的な交通量分析が実施された。DPR コンサルタントは、同対象区間に対してより詳細な、交通量調査及び交通需要予測を実施した。本調査においては、これら既存の分析結果をレビューし、妥当性について確認した。

### 4.2 調査対象道路のネットワーク

アプローチ道路およびドゥブリープルバリ間に渡る新規橋梁は、新しい国道番号では NH 127B の一部である。NH 127B は、アッサム州スリランプルにある旧 NH 31C (新 NH 27) との交差点を起点とし、メガラヤ州ノングストインにある旧 NH44E (新 NH 106) との交差点を終点とする道路である。現在ドゥブリープルバリ間のアクセスでは、フェリーサービスでの輸送方法しかなく、ブラマプトラ川に架かる本新橋は NH 127B において重要なセグメントを成す。新橋は、アッサム州とメガラヤ州の間において、新たな代替陸路輸送網として、その機能を果たすこととなる。新橋とその周辺の道路網について、下図に示す。



出典：JICA 調査団

図 4-1：新橋とその周辺の道路網の位置関係

## 4.3 DPR における交通量データおよび分析結果

### 4.3.1 交通量調査

DPR では、2016 年 2 月に交通量調査、OD 調査、軸重調査およびフェリー輸送量調査を含めた交通調査を、以下を対象地として実施した。交通量および OD 調査地点は、橋梁が建設された場合に想定される転換交通を予測するため、既存国道上およびそれらが交差する地点を選定して行った。

- 4 地点における交通量調査、計 7 日間
- 3 地点における OD 調査、1 日 24 時間
- 2 地点における軸重調査、計 2 日間、1 日 24 時間（舗装設計に反映）
- 8 つのフェリーガートを対象とした OD 調査、計 2 日間
- 3 地点における迂回調査、1 日 12 時間

以下に、交通調査の詳細とその調査地点を示す。

表 4-1 : DPR における交通調査詳細

Sl.	Type of Survey	Duration	Sta.No.	Survey Location
1	Traffic count	7 days × 24 hrs	V1	On NH 31C near Bijni
2			V2	On NH 31 near Gauripur.
3			V3	On NH 31B near Abhayapuri
4			V4	On NH 52 at a point on Jalimura-Magaldai
5	OD Survey	24 hrs	OD1	On NH 31C near Bijni
6			OD2	On NH 31 near Gauripur.
7			OD3	On NH 31B near Abhayapuri between the NH 31 and NH 31B intersection and Nara Narayan Setu stretch
8			OD4	On NH-31B near Abhayapuri between the NH-31
9	Axle load survey	2 normal days (24 hours)	AX1	On NH-31C near Bijni
10			AX2	On NH-31 near Gauripur.
11	OD cum count at Ferry Ghats (Passenger & Goods)	2 days (Ferry working hours)	ODF1	Netai Dhopani Ghat, Dhubri
12			ODF2	Ponchu Ghat, Dhubri
13			ODF3	Jogomaya Ghat, Dhubri
14			ODF4	New Ghat, Dhubri
15			ODF5	Phulbari Ghat, Phulbari
16			ODF6	Salamara Ghat, Phulbari
17			ODF7	Fakirganj Ghat, Fakirganj
18			ODF8	Kachari Ghat, Dhubri
19	Turning Movement Survey	12 hours on a Working day	TMC1	Near Gauripur (Junction of NH31 & Road to Dhubri)
20			TMC2	Near Abhayapuri (Junction of NH31 & NH31B)
21			TMC3	Near Agia (Junction of NH37 & Road to Phulbari)

出典 : DPR, AECOM, Jan 2018



出典：DPR, AECOM, Jan 2018 に基づき JICA 調査団作成

図 4-2 : DPR における各種交通調査の対象地

#### 4.3.2 OD 調査

4.3.1 に記述の通り、OD 調査は 4 地点を対象に 1 日 24 時間で実施された。ロードサイドインタビューの方式は、IRC: 102-1988 に倣って行われた。対象道路を走行している乗用車と商用車の両方を無作為にサンプリングし、地元警察の支援を受けて実施された。OD ゾーンマップは図 4-3 に示す。

乗用車、商用車それぞれについて OD マトリックスを計算し、乗用車、バス、2 軸車および 3 軸車のゾーン影響因子 (Zone Influence Factor = ZIF、% で表す) を評価した。

ZIF はさまざまなゾーンのトリップ発生に対して相対的な寄与を表し、以下の式で計算した。

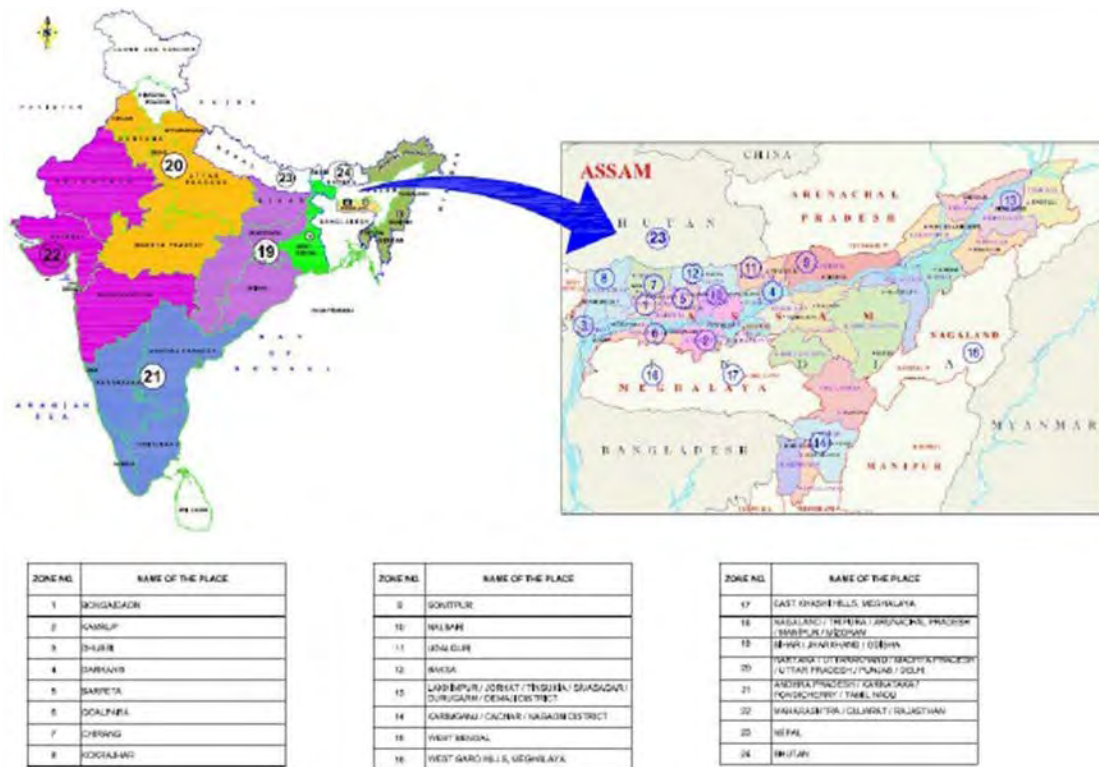
$$ZIF_i = \frac{O_i + D_i}{2 \sum_{i=1, n} \sum_{j=1, n} T_{ij}}$$

ここで、

- ZIF<sub>i</sub> : Zone i におけるゾーン影響因子
- O<sub>i</sub> : Zone i におけるトリップ発生数
- D<sub>i</sub> : Zone i におけるトリップ集中数
- T<sub>ij</sub> : Zone i と j 間のトリップ数

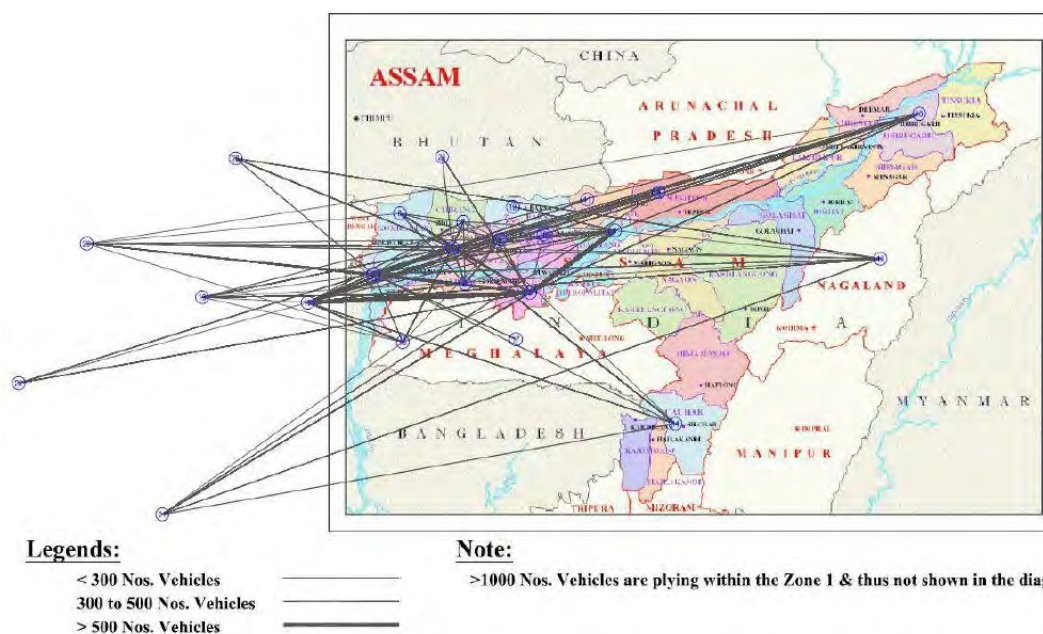
乗用車の内、ボンガイガオン、カムルアップ、ドゥブリ、ダラングが約 75% を占めている。バス交通量の内、ボンガイガオン、カムルアップ、ドゥブリ、ダラング、バルペタ、ゴアルパラ、バスが約 88% を占めている。2 軸トラック交通量の内、ボンガイガオン、カムルアップ、ドゥブリ、ダラング、バルペタ、ゴアルパラが約 88% を占めている。3 軸トラック交通量の内、ボンガイガオン、カムルアップ、ドゥブリ、ダラングが約 56% を占めている。

上記の結果より、乗用車のトリップ起着点は主にアッサム州内に分布しているが、商用車は西ベンガル州や他の州の一部に分布していることが確認できる。乗用車、商用車のODマトリックス（全ての調査地点を統合）ダイアグラムを図4-4 および図4-5 に示す。



出典：DPR, AECOM, Jan 2018

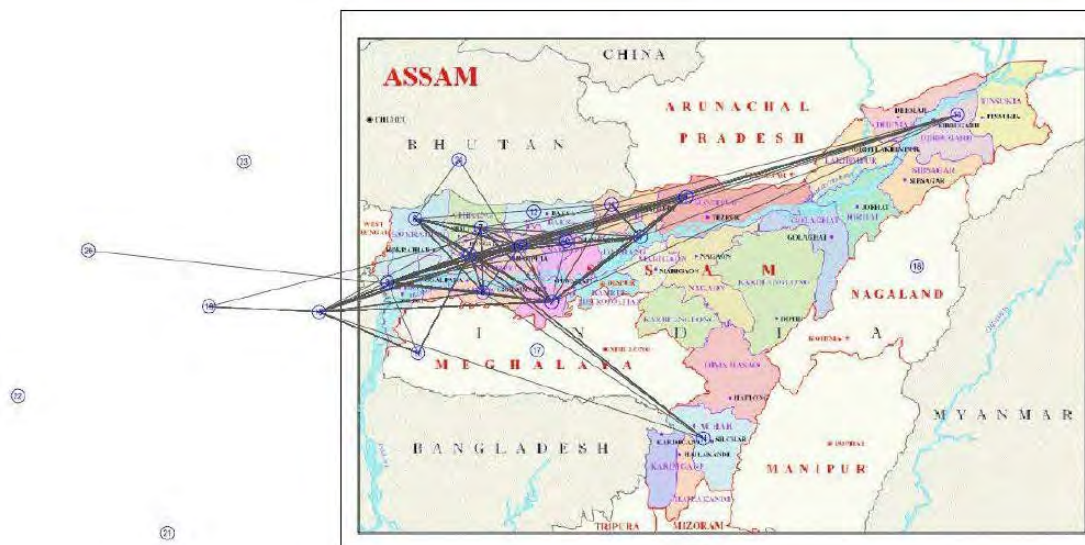
図 4-3 : OD ゾーンマップ



出典：DPR, AECOM, Jan 2018

図 4-4 : 商用車の OD ダイアグラム





**Legends:**

< 300 Nos. Vehicles ———  
300 to 500 Nos. Vehicles - - - - -

**Note:**

>500 Nos. Vehicles are plying within the Zone 1, 3 & 4 and thus not shown in the diagram.

出典 : DPR, AECOM, Jan 2018

図 4-5 : 乗用車の OD ダイアグラム

**4.3.3 日平均交通量**

交通量のカウントは対象地点において 15 分間隔で実施され、1 時間当りの交通量として集計された。日常量は、日平均交通量 (ADT) を用いて平均化したものである。IRC-106: 1990 にて示されている PCU 係数及び ADT の結果を以下に示す。

表 4-2 : 車種および PCU 換算係数

旅客車両		貨物車両	
車種	PCU	車種	PCU
二輪車	0.5	2軸トラック	3.0
オートリキシャ (三輪車)	2.0	3軸トラック	4.5
普通車	1.0	多軸トラック (4~6軸)	4.5
バス	3.0	多軸トラック (7軸以上)	4.5
ミニバス	1.5	小型商業車	1.5
自転車	0.5	トラクター (トレーラー付)	4.5
リキシャ	2.0	トラクター (トレーラー無)	1.5
		動物牽引車	6.0

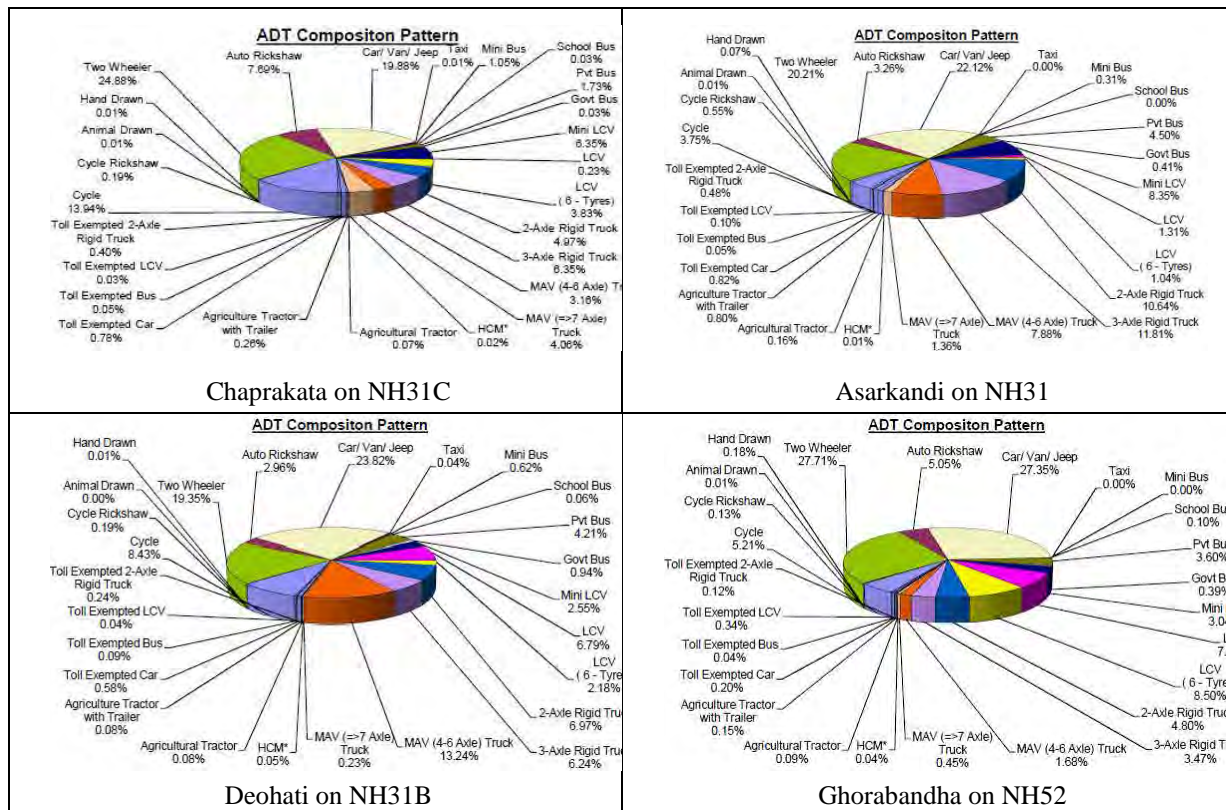
出典 : IRC 64-1990

表 4-3 : 日平均交通量 (ADT)

Vehicle Type	Unit	Chaprakata on NH31C	Asarkandi on NH31	Deohati on NH31B	Ghorabandha on NH52
Total fast-moving vehicles	No.	9,411	7,927	7,119	16,858
	PCU	15,749	16,603	14,276	22,955

Vehicle Type	Unit	Chaprakata on NH31C	Asarkandi on NH31	Deohati on NH31B	Ghorabandha on NH52
Total slow-moving vehicles	No.	1,551	364	673	986
	PCU	815	272	362	613
Total ADT	No.	10,962	8,291	7,792	17,844
Total PCU per day	PCU	16,564	16,875	14,637	23,568

出典：Extracted from DPR, AECOM, Jan 2018



出典：Extracted from DPR, AECOM, Jan 2018

図 4-6：各対象地点における ADT 構成

全ての調査地点において、乗用車の寄与率は全交通量の 10~20% であるのに対し、商用車両の寄与率は 52~70% と、車両構成の大部分が商用車であることが確認された。

#### 4.3.4 DPR における転換交通量の分析

本セクションにおいては、DPR における転換交通量の推定方法について説明する。

##### ステップ 1:

以下のゾーン組み合わせにおいては、現交通量が転換しうるものとして計算する。

北側バンク：ゾーン 1, 3, 5, 15, 19, 20, 22

南側バンク：ゾーン 2, 6, 16, 17

ステップ 2 :

転換交通量は OD マトリックスから抽出される。現時点では、NH31（ドゥブリ橋に最も近い位置）上の調査地点 No. 2 を通過した交通は、ゴールパラの既存の橋と NH31B 上の調査地点 No. 3 を通過して川を渡る。そのため、NH31 の OD 組み合わせは、転換交通量をカウントする際、重複を避けるべく、NH31B の OD マトリックスから除外した。また、NH31C 上の調査地点 No. 1 でカウントされた交通量は、これら NH31 での調査結果とは重複しない。転換交通量推計のための各調査地点における OD 組み合わせは以下の通りである。

表 4-4 : 転換交通量推計のための OD 組み合わせ

NH31C			NH31		
Vehicle Type	Zone Pairs		Vehicle Type	Zone Pairs	
2 axle,LCV,Car	1	16	2 axle, 3 axle,MAV,LCV,Car,Bus	2	3
2 axle, 3 axle,MAV,Car	2	15	2 axle, 3 axle,MAV,LCV,Car,Bus	2	15
2 axle, 3 axle,MAV,LCV	2	19	2 axle, 3 axle,MAV	2	19
Car,Bus	2	3	3 axle,MAV,LCV	2	21
Car	3	6	3 axle,MAV	2	22
3 axle,MAV	13	15	3 axle,MAV,LCV	2	20
Car	15	6	2 axle, 3 axle	3	16
Car	16	3	MAV,Car,Mini Bus,Bus	3	6
MAV	19	13	MAV,Car	6	15
2 axle, 3 axle,MAV	20	2	2 axle, 3 axle,MAV,LCV,Car	13	3
MAV	22	2	2 axle, 3 axle,MAV,LCV,Car	15	13
			2 axle, 3 axle,MAV,LCV,Car,Bus	16	15
NH31B			MAV	16	1
Vehicle Type	Zone Pairs		3 axle	16	21
2 axle,3 axle,MAV,Car,Mini Bus,Bus	16	1	2 axle, 3 axle,LCV	17	3
2 axle	16	5	MAV	19	13
			MAV	19	16
			3 axle	20	13
			3 axle	20	16

出典 : Extracted from DPR, AECOM, Jan 2018

ステップ 3 :

上記の OD 組み合わせに基づき、転換率はドゥブリ橋の建設が完了した際、既存のルートと新ルートにおける車両運転コスト（IRC SP-30に従って計算）と移動時間コストの一般コストを比較した Cost Ratio（CR）によって計算される。つまり、ドゥブリ橋を含む新ルートを利用する方がより費用対効果が見込まれる場合、転換率は高くなる。表 4-5 の転換曲線により計算した計算結果を表 4-6 に示す。

表 4-5 : 転換率計算区分

車種	CR	転換率 (% d) 計算式
一般車両	< 0.64	%d = 98.75 - ((CR / .634)*8.125)
	0.64 ≤ CR < 1.465	%d = 90.625 - ((CR - 0.634) / 0.831)*84.375
	1.465 ≤ CR ≤ 2.0	%d = 6.25 - ((CR - 1.465) / 0.535)*5.25
トラック・バス	≤ 0.75	%d = 100 - (CR/0.75)*5
	0.75 ≤ CR ≤ 1.25	%d = 95 - ((CR - 0.75)/0.5)*90
	1.25 ≤ CR ≤ 2.0	%d = ((2-CR)/0.75)*5

出典 : DPR, AECOM, Jan 2018

表 4-6 : 転換率

位置	車	バストラック	トラック
NH31C	44%	38%	32%
NH31	47%	39%	77%
NH31B	39%	39%	39%

出典 : DPR, AECOM, Jan 2018

ステップ 4 :

車種別の転換交通量を推計し、その OD サンプルの割合に基づいて、ADT のピークシーズンに基づいて更に拡張し、最終的な転換交通量を算出した。その結果は OD 調査結果によると、ADT ピーク時には 3,661 台の車両が川を渡っていることになる。

表 4-7 : 転換しうる交通量の合計値

	NH 31C							
	Category of Vehicles							
	Car	Mini	Bus	LCV	2xl	3xl	MAV	合計
<b>Total Potentlial Divertible Traffic</b>	<b>26</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>9</b>	<b>34</b>	<b>59</b>	<b>80</b>	209
<i>Sample Size</i>	417	21	43	192	171	151	176	1171
<b>Share of Vehicles Crossing the River</b>	<b>6%</b>	<b>0%</b>	<b>2%</b>	<b>5%</b>	<b>20%</b>	<b>39%</b>	<b>45%</b>	
<i>Peak Season ADT</i>	2441	117	200	1164	556	710	807	5995
<b>No. of Vehicle Crossing the River</b>	<b>152</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>55</b>	<b>111</b>	<b>277</b>	<b>367</b>	967
	NH 31							
	Category of Vehicles							
	Car	Mini	Bus	LCV	2xl	3xl	MAV	合計
<b>Total Potentlial Divertible Traffic</b>	<b>67</b>	<b>2</b>	<b>50</b>	<b>43</b>	<b>61</b>	<b>152</b>	<b>129</b>	504
<i>Sample Size</i>	355	10	91	97	141	234	179	1107
<b>Share of Vehicles Crossing the River</b>	<b>19%</b>	<b>20%</b>	<b>55%</b>	<b>44%</b>	<b>43%</b>	<b>65%</b>	<b>72%</b>	
<i>Peak Season ADT</i>	2054	27	415	905	900	999	781	6081
<b>No. of Vehicle Crossing the River</b>	<b>388</b>	<b>5</b>	<b>228</b>	<b>401</b>	<b>389</b>	<b>649</b>	<b>563</b>	2623
	NH 31B							
	Category of Vehicles							
	Car	Mini	Bus	LCV	2xl	3xl	MAV	合計
<b>Total Potentlial Divertible Traffic</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	7
<i>Sample Size</i>	175	2	65	155	65	94	186	742
<b>Share of Vehicles Crossing the River</b>	<b>1%</b>	<b>50%</b>	<b>2%</b>	<b>0%</b>	<b>3%</b>	<b>1%</b>	<b>1%</b>	
<i>Peak Season ADT</i>	2082	49	414	916	554	496	1071	5582
<b>No. of Vehicle Crossing the River</b>	<b>12</b>	<b>25</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>17</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	71

Total	3661
-------	------

出典 : DPR に基づき JICA 調査団作成

ステップ 5 :

ステップ 3 にて計算された車種別の転換率に、各調査地点での転換しうる交通量の合計値を乗じて、最終的な転換交通量を導き出す。また、OD 調査において 2 輪車とオートリキシャはその対象となっていないが、それらの調査結果はそれぞれ、ADT の 23% と 5% であることが交通量調査の結果から明らかとなっている。本事実を考慮し、2 輪車から 10%、

オートリキシャから5%の転換交通量をそれぞれ考慮することとする。以上を考慮した転換交通量は合計で2,499台である。更に、フェリー輸送量およびフェリーOD調査の結果を踏まえ、116台の車両がフェリーからの転換として考慮され、合計の新ルートにおける基準年(2016年)転換交通量は2,615台である。

表 4-8 : 転換交通量計算値

Location		Category of Vehicles							Sum of Diverted Traffic	2-wheeler	Auto Rickshaw	Net Traffic
		Car	Mini	Bus	LCV	2xl	3xl	MAV				
% of Diverted Traffic	NH-31C	44%	38%					32%	10%	5%		
	NH-31	47%	39%				77%					
	NH-31B	39%	39%				39%					
NH-31C		67	0	2	18	36	89	117	329	33	16	378
NH-31		182	2	89	309	300	500	434	1,816	182	91	2,089
NH-31B		5	10	2	0	7	2	2	28	3	1	32
<b>Total</b>		<b>254</b>	<b>12</b>	<b>93</b>	<b>327</b>	<b>343</b>	<b>591</b>	<b>553</b>	<b>2,173</b>	<b>218</b>	<b>108</b>	<b>2,499</b>

出典：DPRに基づき JICA 調査団作成

#### 4.3.5 DPRにおける交通需要予測結果

車種別の交通量増加率は、5年間隔で2046年までを推計した。異なるモードの増加率は弾性アプローチを用いて計算した。交通量と交通量の増減に影響を与える要因との関係は、過去の交通量増加量と影響ゾーンにおける主要な経済指標から決定した。ピーク時期におけるADTとして、最も可能性の高いシナリオでの交通需要予測結果を以下に示す。

表 4-9 : 交通需要予測結果

Year	2016 (Base)	2027 (bridge opening)	2030	2040	2045
Daily vehicle (Nos)	2,615	4,810	5,373	7,817	9,463
Daily vehicle (PCU)	7,598	13,187	14,547	20,237	23,913

出典：Extracted from Final DPR, AECOM, Jan 2018

上記結果に基づき、DPRでは以下について推奨されている。

- (i) 交通需要は、開橋初年度から10年後の2037年にサービスレベルB(1日あたり18,000PCU、IRC SP:73-2015に準拠)の2車線高速道路の設計サービス量を上回る見込みである。
- (ii) 本橋梁の重要性と長期的シナリオを考慮すると、4車線とすることが推奨される(構造設計上の設計耐用年数は120年間)。

## 4.4 交通需要推計

### 4.4.1 概要

DPR コンサルタントが実施した交通調査と分析の手法は、IRCの要件に準拠したものである。本調査では、DPRにおける交通分析結果をレビューし、その結果を基に交通需要推計を更新した。需要推計の目標年は、DPRと同じく2046年と設定する。

#### 4.4.2 交通量の種類

DPR においては、交通量は以下の種類を対象としている。

- a) 転換交通- 商用車および乗用車の OD マトリックスに基づき分析
- b) 転移交通- 商用と乗客両方のフェリー利用率に基づき分析
- c) 誘発交通- 開橋初年度は橋梁利用率が高くなる。

#### 4.4.3 交通需要推計

##### (1) 日別変動とピーク時間

調査対象区間における日毎の変動は顕著ではない。全ての計測地点において、ほとんどの乗用車が日中に移動し、22:00 pm から 4:00 am の間の交通量は大変少ない。リキシャなど低速の交通のほとんどは日中に発生し、夜間における発生はごくわずかである。

NH 31C のチャプラカタでは、貨物商用車の動きは1日を通してほとんど変わらないが、18:00 pm から 22:00 pm の間に増加する。NH 31 のアサルカンディでは、4:00 am から 9:00 am の間で貨物商用車の量が増える一方、23:00 pm から 4:00 am の間では減少する。また、NH 31B のデオハティにおいては、貨物商用車は 17:00 pm から 22:00 pm の間で増加し、NH 52 のゴラバンドハでは、一日を通してほとんど変化はない。

以下に、各計測地点におけるピーク時間係数の概要を示す。本結果より、一日を通しての交通量分布は概ね一定であると言える。

表 4-10 : ピーク時間係数

No.	Location	Peak Hour	Peak Hour Factor (%)
1	Chaprakata on NH-31C	17:00 - 18:00	7.52%
2	Asarkandi on NH-31	11:00 - 12:00	6.76%
3	Deohati on NH-31B	18:00 - 19:00	6.97%
4	Ghorabandha on NH-52	11:00 - 12:00	6.57%

出典 : DPR, AECOM, Jan 2018

##### (2) 季節変動

季節変動要因を設定するために、15 のガソリンスタンドから 2013 年～2015 年間のガソリンおよびディーゼルの売上データを収集した。これらの情報を基に、平均季節変動係数 (ASCF) 及びピーク季節補正係数 (PSCF) を設定した。その結果を下表に示す。

表 4-11 : 平均季節変動係数及びピーク季節変動係数

Month	Diesel				Petrol			
	Sale in litre	Seasonal Index	Average seasonal correction factor	Peak seasonal correction dactor	Sale in litre	Seasonal Index	Average seasonal correction factor	Peak seasonal correction dactor
Jan	146,524	0.90	0.86	1.11	39,099	0.94	0.97	1.06
<b>Feb</b>	<b>160,206</b>	<b>0.98</b>	<b>0.79</b>	<b>1.02</b>	<b>37,154</b>	<b>0.90</b>	<b>1.02</b>	<b>1.12</b>
Mar	162,726	1.00	0.78	1.00	40,851	0.98	0.92	1.02
Apr	138,134	0.85	0.92	1.18	41,029	0.99	0.92	1.01
May	110,521	0.68	1.15	1.47	41,484	1.00	0.91	1.00
Jun	97,551	0.60	1.30	1.67	34,021	0.82	1.11	1.22
Jul	105,797	0.65	1.20	1.54	36,539	0.88	1.03	1.14
Aug	87,055	0.53	1.45	1.87	30,730	0.74	1.23	1.35
Sep	94,088	0.58	1.35	1.73	33,509	0.81	1.13	1.24
Oct	123,585	0.76	1.02	1.32	39,746	0.96	0.95	1.04
Nov	136,426	0.84	0.93	1.19	39,114	0.94	0.97	1.06
Dec	156,513	0.96	0.81	1.04	39,991	0.96	0.94	1.04
Average		0.78				0.91		

出典 : DPR, AECOM, Jan 2018

### (3) 年間平均日交通量 (AADT)

ADTに ASCF 及び PSCF を考慮して年間平均日交通量 (AADT) とピーク ADT を算出した。AADT の算出結果を以下に示す。

表 4-12 : 年間平均日交通量 (AADT)

Vehicle Type	Unit	Chaprakata on NH31C	Asarkandi on NH31	Deohati on NH31B	Ghorabandha on NH52
Total fast-moving vehicles	No.	8,758	7,135	6,450	15,758
	PCU	13,457	13,801	11,935	20,016
Total slow-moving vehicles	No.	1,551	364	674	986
	PCU	815	272	362	613
Total AADT	No.	10,309	7,499	7,123	16,744
Total PCU per day	PCU	14,272	14,073	12,296	20,629

出典 : DPR, AECOM, Jan 2018 を基に JICA 調査団にて作成

### (4) 基準年交通量

基準年を 2016 年とし、DPR において算出された 2016 年の交通量を使用して交通需要推計を行った。その際、以下の条件および仮定を設定した。

- a. DPR の OD 調査の結果及び転換解析に基づき、新橋建設に伴い既存道路から転換すると予測される交通量の割合を算出した。
- b. 2 輪車およびオートリキシャの OD 調査は実施されなかったが、交通量調査の結果、それぞれ全体交通量の 23%と 5%を占めていた。このことより、上記 a で算出

した転換交通量の約 10% (安全を見るため 23%の約半分とした) と約 5%を、それぞれ 2 輪車とオートリキシャの転換交通量として加えた。

- c. フェリー調査の結果によれば、約 2,550 人の人と 59 トンの貨物が毎日川を横切っており、それらの約 67%が新橋に移るとした。この推定は、DPR コンサルタントが実施したフェリー交通に関する OD 調査の結果から設定した。
- d. フェリーにより運搬される貨物重量とその種類から、転移する交通の 80%が LCV を、残りの 20%を 2 軸トラックとした。この推定は、DPR コンサルタントが実施したフェリー交通調査の結果から、約 80%の貨物が小型・軽量であり LCV を利用するという分析が妥当であると判断したことによる。
- e. フェリーサービスから転移すると予測される交通量として追加した。
- f. 開橋初年は 2022 年とした。(JICA 調査団の推計は 2025 年に修正している)
- g. NH 52 の近くには既存の 2 橋 (ジョギゴパ橋とサライガート橋) があり、新橋の影響範囲外であることから、NH 52 からの転換交通量は考慮しなかった。
- h. 開通後の誘発交通量は、初年度と 2 年目は 2%、3 年目は 1%、4 年目以降は 0%とした。

転換分析は以下のプロセスで実施した。その結果を表 4-13 に示す。

- a. ゾーン間の代替ルート設定
- b. 車種別 (車、バス、トラック) 車両運行費用 (VOC) 計算
- c. 車種別の旅行時間コスト (TTC) の計算
- d. VOC と TTC を合計し、一般コスト (GC) を計算

表 4-13 : 転換率

Location	Car	Bus Truck	Truck
NH31C	44%	38%	32%
NH31	47%	39%	77%
NH31B	39%	39%	39%
NH52	0%	0%	0%

出典 : DPR, AECOM, Jan 2018

以上の結果から、新橋の基準年 (2016 年) における交通量を以下の通り推計した。

表 4-14 : 基準年交通量

Traffic	2-Wheeler		Auto Rickshaw		Car		Mini-Bus		Bus		Total No. of Vehicle
	No.	PCU	No.	PCU	No.	PCU	No.	PCU	No.	PCU	
Diverted Traffic from Road	218	109	108	108	254	254	12	36	93	279	2,499
Diverted Traffic from Ferry	60	30			17	17			25	75	116
Base Diverted Traffic (2016)	278	139	108	108	271	271	12	36	118	354	2,615
Traffic	LCV		2-Axle Truck		3-Axle Truck		MAV				Total PCU
	No.	PCU	No.	PCU	No.	PCU	No.	PCU			
Diverted Traffic from Road	327	491	343	1,029	591	2,660	553	2,489			7,454
Diverted Traffic from Ferry	13	20	1	3							145
Base Diverted Traffic (2016)	340	510	344	1,032	591	2,660	553	2,489			7,598

出典 : DPR, AECOM, Jan 2018 を基に JICA 調査団作成



#### 4.4.4 交通需要推計結果

需要推計に先立ち、州内総生産（NSDP）、一人当たりの所得や登録車両数などの社会経済指標について情報を収集、整理・分析した結果を以下に示す。

表 4-15：アッサム州における経済指標

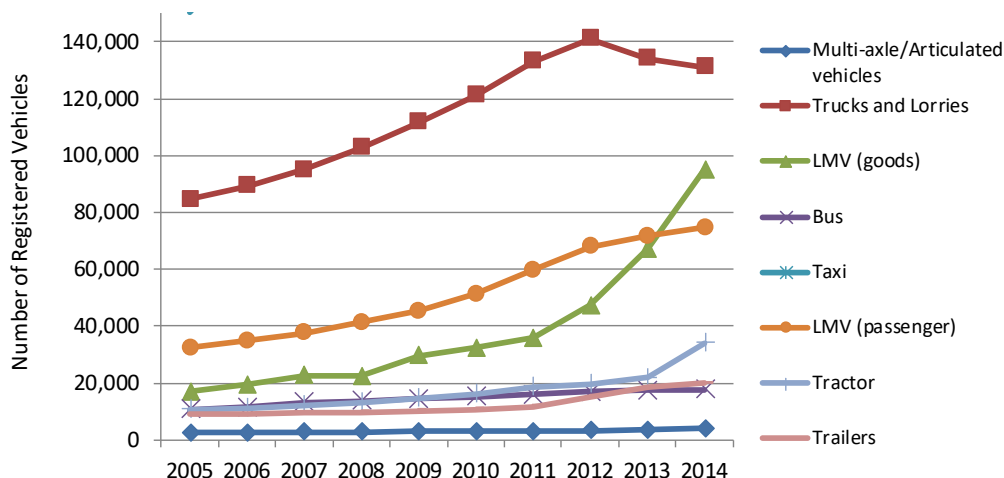
Year	Net State Domestic Product (Constant Price, Crore INR)	Population	Per Capita Income (INR)
2005	47,181	28,114,000	16,782
2006	48,602	28,506,000	17,050
2007	50,797	28,896,000	17,579
2008	52,968	29,282,000	18,089
2009	56,123	29,660,000	18,922
2010	61,294	30,037,000	20,406
2011	65,726	30,413,000	21,611
2012	69,035	30,791,000	22,421
2013	73,081	31,167,000	23,448
2014	77,376	31,540,000	24,533
CAGR (%)	5.7	1.3	4.3

出典：Basic Statistics of North Eastern Region 2015, Government of India, North Eastern Council Secretariat

表 4-16：アッサム州における登録車両数

Year	Multi-axle/Articulated vehicles	Trucks and Lorries	LMV (goods)	Bus	Taxi	LMV (passenger)	Tractor	Trailers	Total
2005	2,506	84,612	16,852	10,776	150,523	32,386	10,823	8,953	317,431
2006	2,597	89,204	19,371	11,378	172,780	34,906	11,270	9,050	330,236
2007	2,698	95,092	22,587	13,091	194,828	37,691	12,231	9,386	365,987
2008	2,770	102,795	22,451	13,732	215,817	41,267	13,170	9,830	398,832
2009	2,890	111,595	29,703	14,460	240,811	45,266	14,586	10,307	444,725
2010	3,016	121,116	32,473	15,084	277,376	51,185	16,177	10,805	500,250
2011	3,118	132,972	35,788	15,984	318,627	59,742	18,714	11,620	566,231
2012	3,266	140,917	47,296	17,035	366,884	67,921	19,655	15,290	643,319
2013	3,493	134,173	67,176	17,306	445,177	71,633	21,955	18,309	738,958
2014	3,896	131,068	95,116	17,765	543,016	74,520	34,098	19,928	865,381
CAGR (%)	5.03	4.98	21.20	5.71	15.32	9.70	13.60	9.30	13.08

出典：DPR, AECOM, Jan 2018



出典：JICA 調査団

図 4-7：登録車両数の推移

これら指標の過去の傾向から、IRC: 108-1996 に従って、弾性値を以下の通り計算した。

計算式： $\text{Log } e(P) = A_0 + A_1 \text{Log } e(EI)$

P = 車種別交通量

EI = 経済指標 (GDP/NSDP/人口/PCI)

A0 = Y 切片

A1 = 係数 (弾性指数)

表 4-17：車種別弾性値

Vehicle type	変数	弾性値 (2005-14 年データに 基づく)	R <sup>2</sup>	予測弾性値 (2016-20 年)
Multi-axle/Articulated vehicles	NSDP	0.85	0.95	0.90
Trucks and Lorries	NSDP	1.12	0.91	1.12
LMV (goods)	NSDP	3.34	0.92	1.50
Bus	Population	4.41	0.96	4.41
Taxi	PCI	3.44	0.97	2.50
LMV (passenger)	Population	2.56	0.98	2.56
Tractor	NSDP	2.15	0.92	1.70
Trailers	NSDP	1.74	0.85	1.74

出典：DPR, AECOM, Jan 2018

そのうえで、各指標の成長率、車両別交通量の将来弾性値及び成長率を設定し、交通需要を推計した。

表 4-18 : 社会経済指標の成長率

Indicators	2016-20	2021-25	2026-30	2030-2046
Net State Domestic Product	5.2	4.70	4.40	4.00
Per Capita Income	3.9	3.50	3.30	3.10
Population	1.3	1.20	1.10	0.90

出典 : DPR, AECOM, Jan 2018

表 4-19 : 将来車種・年度別弾性値

Vehicle type	2016-20	2021-25	2026-30	2030-2046
Multi-axle/Articulated vehicles	0.9	0.81	0.73	0.66
Trucks and Lorries	1.12	1.01	0.91	0.82
LMV (goods)	1.5	1.35	1.22	1.09
Bus	4.41	3.97	3.57	3.21
Taxi	2.5	2.25	2.03	1.82
LMV (passenger)	2.56	2.30	2.07	1.87
Tractor	1.7	1.53	1.38	1.24
Trailers	1.74	1.57	1.41	1.27

出典 : DPR, AECOM, Jan 2018

表 4-20 : DPR における交通量増加率 (ベースケース)

Vehicle Type	2016-20	2021-25	2026-30	2030-46
2 Wheeler	8.6%	7.1%	5.9%	4.8%
Auto Rickshaw	3.3%	2.8%	2.3%	1.7%
Car	9.8%	7.8%	6.7%	5.6%
Mini-Bus	5.7%	4.8%	3.9%	2.9%
Bus	5.7%	4.8%	3.9%	2.9%
LCV	7.2%	5.9%	5.0%	4.1%
2-Axle Truck	5.9%	4.8%	4.0%	3.3%
3-Axle Truck	5.9%	4.8%	4.0%	3.3%
MAV	4.9%	4.0%	3.4%	2.8%

出典 : DPR, AECOM, Jan 2018 に基づき JICA 調査団作成

ベースケース (尤もらしいケース) における交通需要推計の結果を以下に示す。開橋初年は 2027 年に設定した。結果として DPR における交通需要よりもわずかに小さいものとなったが、新橋は 4 車線とすることが推奨される。

表 4-21 : 交通需要推計の結果

in Numbers	2016	2020	2027	2030	2035	2040	2046
2 Wheeler	218	303	479	565	714	902	1,196
Auto Rickshaw	108	123	148	162	177	192	213
Car	254	369	612	732	961	1,262	1,750
Mini-Bus	12	15	20	23	27	31	37
Bus	93	116	158	180	207	239	284
LCV	327	432	634	735	898	1,098	1,397
2-Axle Truck	343	431	590	670	789	928	1,127
3-Axle Truck	591	743	1,016	1,155	1,359	1,598	1,942
MAV	553	670	871	979	1,123	1,290	1,522
<i>Total</i>	2,499	3,203	4,529	5,201	6,255	7,541	9,468
in PCU	2016	2020	2027	2030	2035	2040	2046
2 Wheeler	109	152	240	282	357	451	598
Auto Rickshaw	108	123	148	162	177	192	213
Car	254	369	612	732	961	1,262	1,750
Mini-Bus	36	45	61	70	80	93	110
Bus	279	348	475	539	622	718	852
LCV	491	648	951	1,102	1,347	1,647	2,096
2-Axle Truck	1,029	1,294	1,770	2,011	2,366	2,783	3,381
3-Axle Truck	2,660	3,345	4,574	5,198	6,114	7,192	8,739
MAV	2,489	3,013	3,920	4,404	5,056	5,804	6,850
<i>Total</i>	7,454	9,337	12,750	14,500	17,080	20,142	24,589

出典：JICA 調査団

なお、IRC でのサービスレベル B における 2 車線および 4 車線それぞれの設計交通容量は以下の通りである。

表 4-22 : 設計サービス容量 (PCU/日)

車線数	地形条件	容量 (PCU/日)
舗装路肩有り、2 車線	平地部	18,000
	丘陵部	13,000
舗装路肩有り、4 車線	平地部	40,000
	丘陵部	40,000

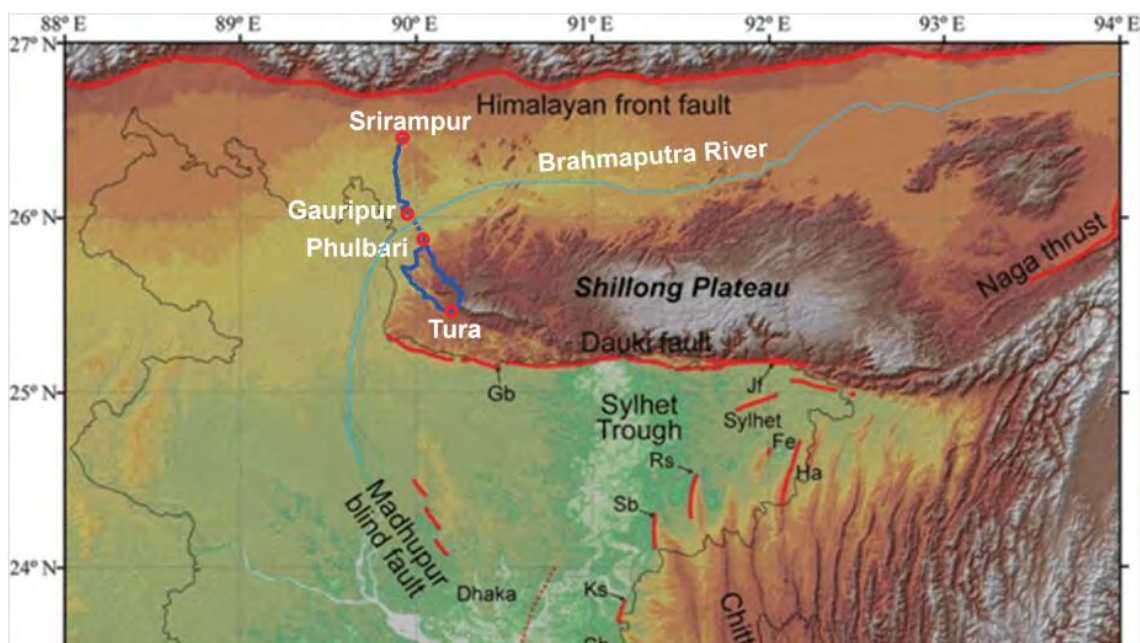
出典：IRC SP73-2015, SP84-2014

## 第5章 ドゥブリ橋の概略設計

### 5.1 自然条件調査

#### 5.1.1 地形

ブラマプトラ川は、インド北東州でヒマラヤ山脈とシロン高原 (Shillong Plateau) の間を東から西へ流れ、シロン高原の西端付近で南へ方向を変える。計画路線は、ブラマプトラ川が南へコースを変更する付近に位置し、ブラマプトラ川右岸のスリランプル (Srirampur) から左岸のツラ (Tura) の間約 100 km の距離をほぼ南北に走る。



出典：Mohammad Atikul Islam (2014)

図 5-1：インド北東州周辺の地形

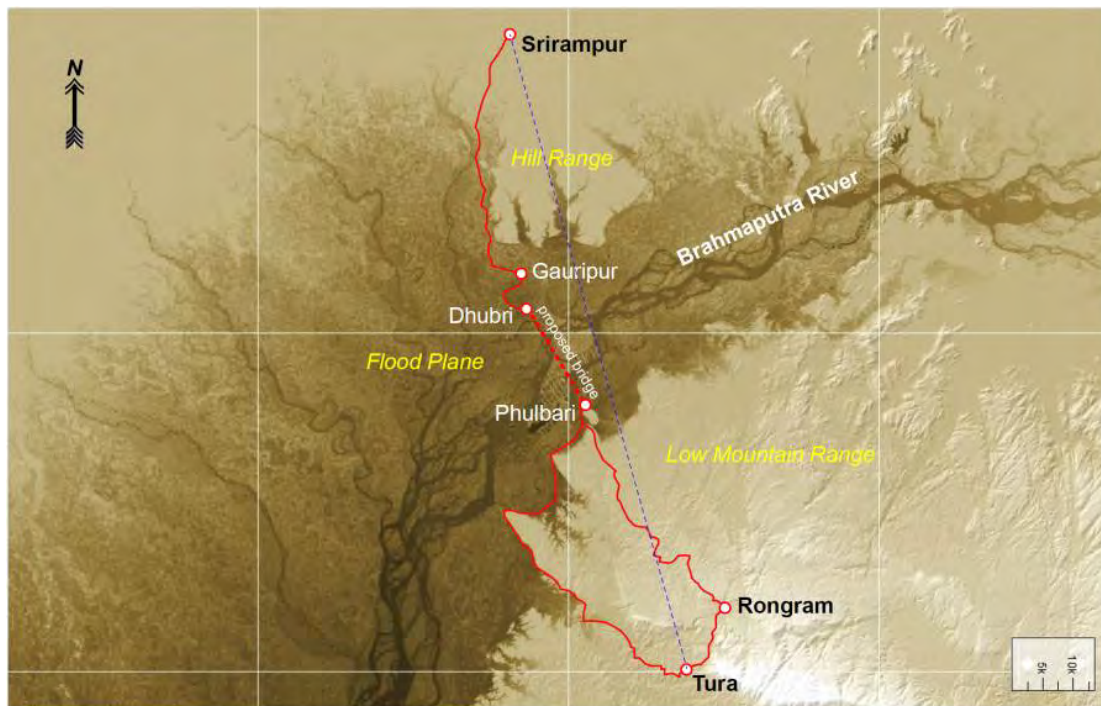
ブラマプトラ川右岸（北側）では、国道 127B 号沿いの地形は洪水によって形成されたほぼ平坦な低地 (Flood Plane) である。平坦な低地は右岸に広く広がるが、スリランプルの南に比高 15–20 m の丘陵 (Hill Range) がある。路線はこの丘陵の西側の平坦面を通過している。ブラマプトラ川左岸（南側）では、川沿いは平坦な低地であり、その南側は丘陵地 (Low Mountain Range) である。右岸側に比べ低地が狭く、丘陵地が広く分布する。

図 5-2 は路線沿いの地形レリーフ図である。茶色の濃い色は標高が低く、薄くなるにつれて標高が高くなる。南端の特に白い部分は標高約 1300 m である。特に濃い部分はブラマプトラ川の河道である。計画路線が横断する付近の、ブラマプトラ川の標高は約 25 m である。

図 5-3 は、スリランプルとツラ間の直線上の断面図である（路線沿いの断面図ではない）。ブラマプトラ川からスリランプル間は低地が続き、やや標高の高い丘陵系 (Hill

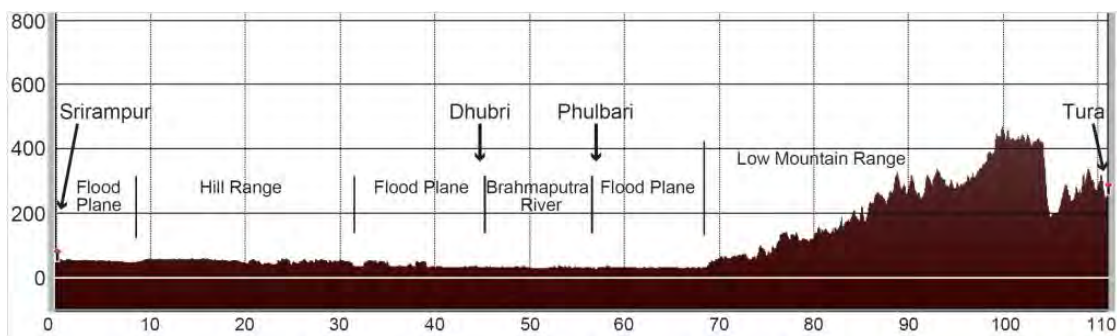
Range) が見られる。ブラマプトラ川からツラの間では、川岸から約 10 km は平坦面でそれ  
 以遠は次第に標高が高くなり、丘陵が広がる。

図 5-4 は、上空から撮影 (2016 年 9 月 20 日) したブラマプトラ川の状況に、ドゥブリ橋  
 の横断予定箇所を入れたものである。



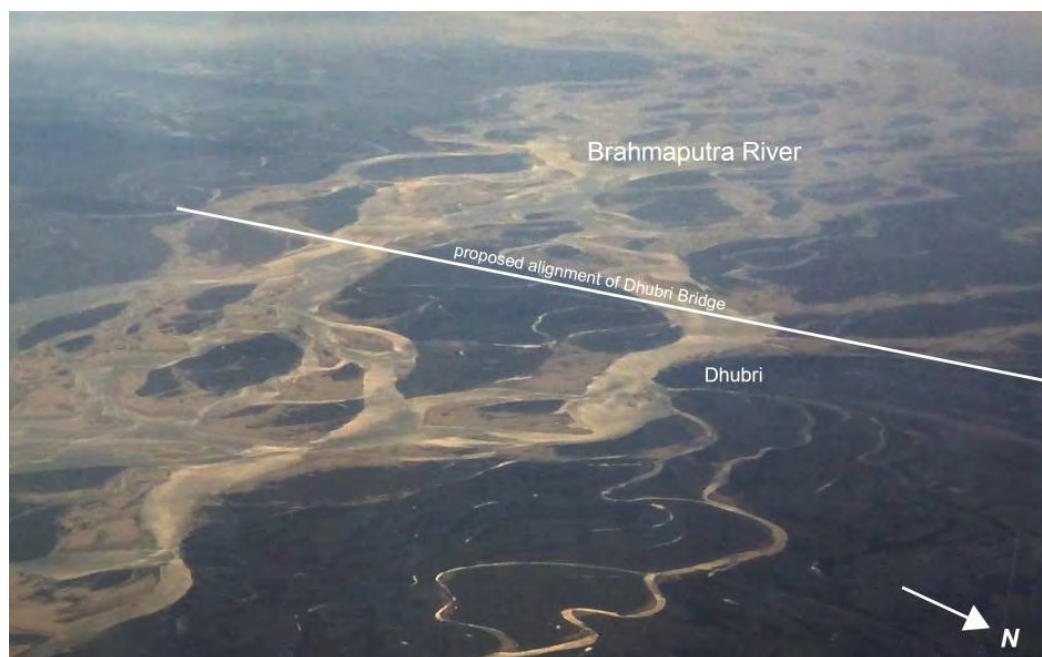
出典：JICA 調査団

図 5-2：計画路線付近の地形



出典：JICA 調査団

図 5-3：スリランプールからツラ間の地形断面図



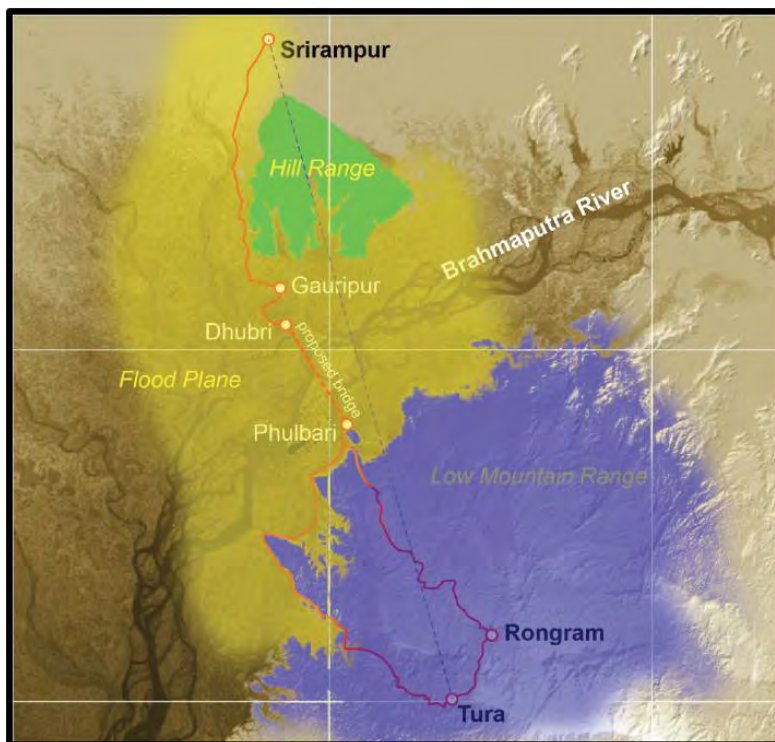
出典：JICA 調査団

図 5-4：ドゥブリ橋計画地点付近のブラマプトラ川

## 5.1.2 地質

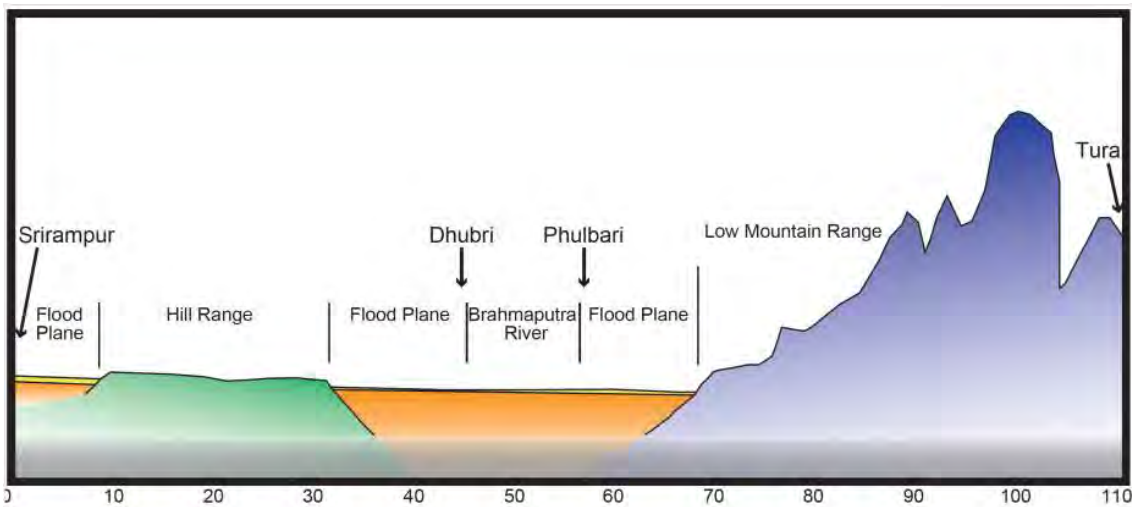
### (1) 計画路線付近の地質

ブラマプトラ川周辺の地形は、地質を反映している。図 5-2 における暗褐色の低地 (Flood Plane) は第四紀層を、北の淡褐色の丘陵 (Hill Range) は第三紀層 (中新世)、南の淡褐色から白色の丘陵 (Low Mountain Range) は片麻岩 (一部 白亜紀—第三紀層) を表していると考えられる。想定される路線沿いの地質分布を図 5-5 に示す。



黄色：第四紀層、緑色：第三紀層、青色：片麻岩類（一部 白亜紀-第三紀層）  
 出典：JICA 調査団

図 5-5：計画路線付近の地質図



出典：JICA 調査団

図 5-6：スリランプール～ツラ間の地質断面模式図

第四紀層はブラマプトラ川および支流の堆積物であり、ボーリングの結果からほぼ砂からなるものと考えられる。第四紀層はさらに沖積層、洪積層に分けられる。沖積層は、ブラマプトラ川沿いでは最大 10m 程度の厚さで、軟質な砂、粘土からなる。ブラマプトラ川



支流沿いでも同じような層厚と考えられる。洪積層は、ほぼ均一な締まった砂で構成される。

第三紀層は、スリランプールとブラマプトラ川の間で緩やかな丘陵を形成する。この付近の第三紀層の詳細は不明であるが、一般的には第三紀層は軟岩から構成される。

片麻岩類は先カンブリア紀に形成された岩石で、一般的には非常に硬質であるが、地表付近の片麻岩類は風化作用により軟質化している可能性がある。所々で、白亜紀-第三紀層が片麻岩類を覆っている。白亜紀-第三紀層は片麻岩類に比較して軟質でもろいが、詳細は不明である。

## (2) ドゥブリ橋の地質

ドゥブリ橋の架かるドゥブリ～プルバリの間では、ボーリング調査が行われている。ボーリングでは、第四紀層のみが確認されている。第四紀層のうち沖積層と洪積層の境界は、ボーリングの結果からは判別が困難であるが、N値15程度が沖積層と洪積層の境界と考えられ、N値の分布から沖積層は地表から10m程度の深度までと考えられる。洪積層は沖積層の下に分布しているが、層厚は50m以上あるものと考えられる。沖積層を構成する土砂は、中州などで確認できる限りは細砂のみである。礫、粘土の含有はない。ボーリングで確認した洪積層は、砂を主体とし礫や粘土の含有がほとんどない。従って、橋梁下部工には杭基礎等の検討が必要である。



高さ6m程度の中州の細砂の崖、  
上部の褐色部分は有機質



中州端部に露出する灰色の細砂

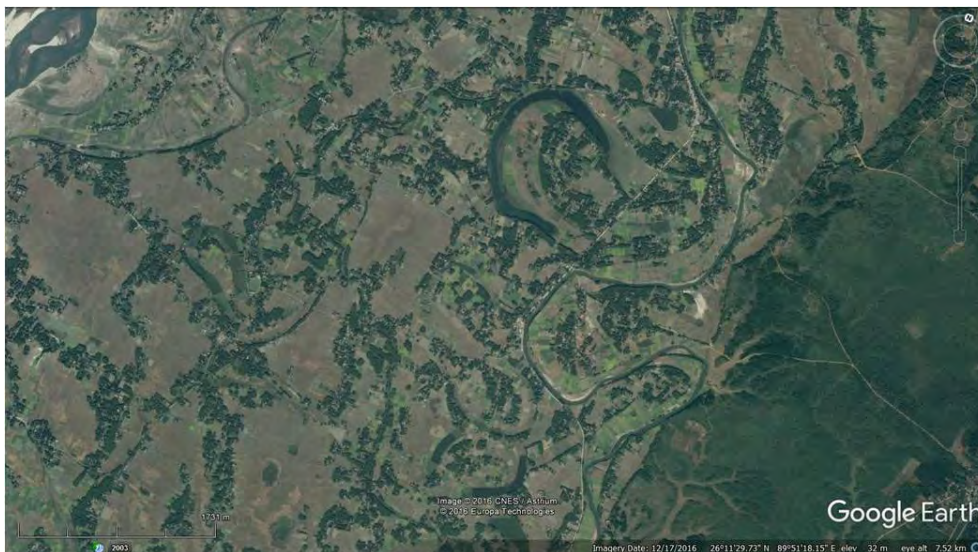
出典：JICA 調査団

図 5-7：ブラマプトラ川に見られる沖積層

## (3) ブラマプトラ川右岸側（北側）アクセス道路（ドゥブリ～スリランプール）

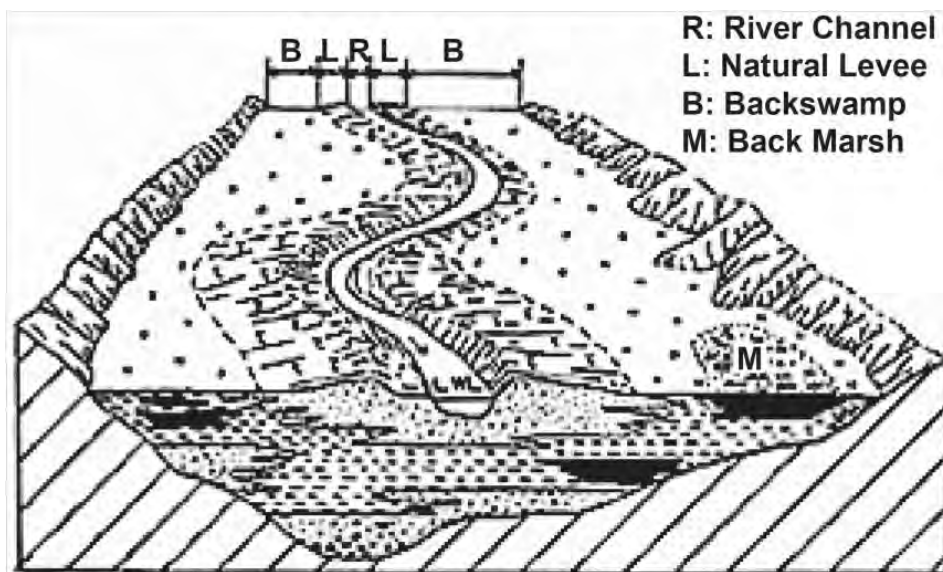
ブラマプトラ川右岸のドゥブリ～スリランプール間では、計画路線沿線の周囲は氾濫原が広がる。氾濫原には、図 5-8 に示すようにブラマプトラ川支流の河道跡、三日月湖が多くみられる。一般的には、氾濫原の河道跡、三日月湖には粘土を主体とする軟弱な堆積物

が覆い、河道跡・三日月湖の間に分布する自然堤防は砂からなる。自然堤防は河道跡、三日月湖に比較して地盤が高く、軟弱粘土がなく水はけがよいため、集落が形成されることが多い。図 5-8 で、平地に見える緑色の部分は自然堤防上の樹木である。ただし、線状の部分や特に濃い緑は河川か三日月湖であり、灰色の部分には低地である。



出典：Google Earth (26°11'37"N, 89°51'36"E)

図 5-8：プラマプトラ川右岸の河道跡と三日月湖



出典：国土地理院ホームページ

図 5-9：氾濫原の微地形—自然堤防、後背低地

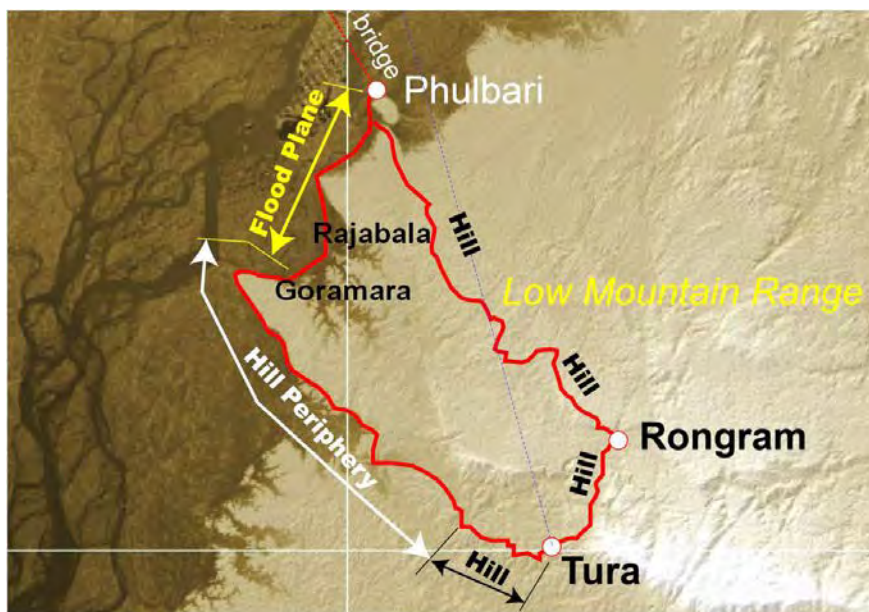


出典：JICA 調査団

図 5-10：ブラマプトラ川右岸の氾濫原（ガウリプール付近）

#### (4) ブラマプトラ川左岸側（南側）アクセス道路（プルバリ～ツラ）

この区間の周辺の地形は、大きく氾濫原と丘陵地との2種類に分類できる。東側道路は、ほぼ全線丘陵地を通過する。西側道路では、プルバリからゴラマラ間は氾濫平地、ゴラマラからダマルグル間は丘陵と氾濫原の境界ゾーンである。この境界ゾーンは、丘陵や氾濫原とは異なる地盤性状を呈す。ダマルグルからツラ間は丘陵地である。



出典：JICA 調査団

図 5-11：プルバリ～ツラ間の路線沿いの地形区分

### a. 氾濫原

プルバリからゴラマラ間のうち、中間より北側はブラマプトラ川の氾濫原で、ボーリングで確認されているドゥブリ橋の地質とほぼ同じと考えられる。中間より南側は丘陵から運ばれた土砂の堆積であり、北部に比べ沖積層の厚さは薄いものと考えられる。



出典：JICA 調査団

図 5-12：ブラマプトラ川左岸の氾濫原（ラジャバラ付近）

### b. 丘陵地

片麻岩が分布する。片麻岩の新鮮部分は非常に硬質であるが、丘陵地の地形が比較的なだらかであることから地表に近い部分は強く風化しているものと考えられる。一般的に片麻岩の新鮮部分は淡灰色を呈しているが、風化部分は褐色、赤褐色を呈す。文献によると、丘陵内には白亜紀-第三紀層が分布する。白亜紀-第三紀層の新鮮な部分は硬質であるが、風化を受けやすく赤褐色の軟岩となる。

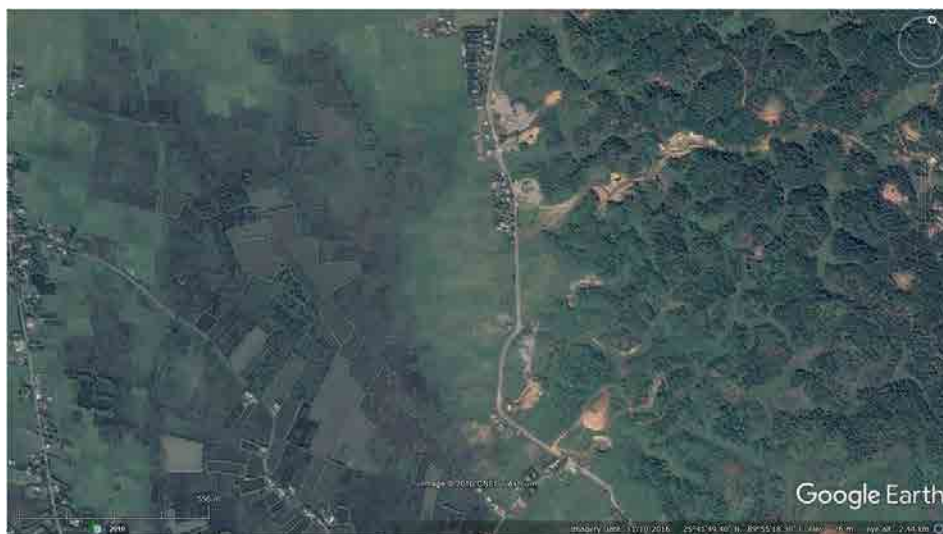


出典：Google Earth (25°36'41″N, 90°01'18″E)

図 5-13：路線沿いの片麻岩を採取していると思われる採石場

### c. 丘陵周縁

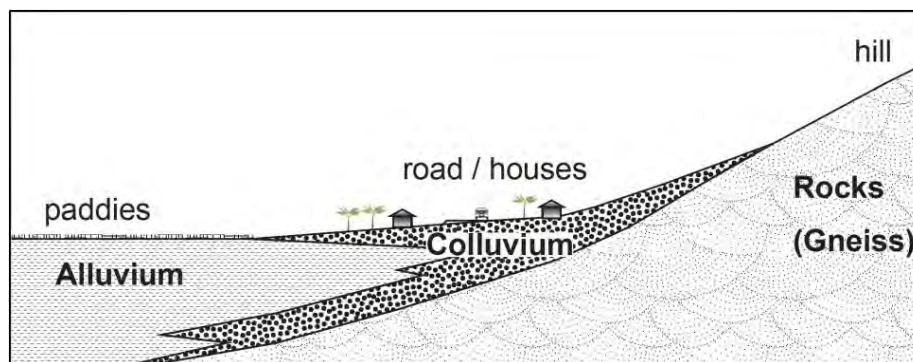
丘陵周縁には、丘陵から流下した崩積土砂が堆積している。扇状地性の堆積物で、礫、砂、粘土が混合した粒度分布の良い土砂と考えられる。この堆積物の堆積年代を記載した文献はないが、ブラマプトラ川の氾濫原の堆積物と同じ時代（第四紀層）と考えられる。緩い土砂であるが、軟らかい粘土がほとんどなく水はけもよいので、住居、道路などが作られることが多い。



右のぼこぼこした地形は片麻岩の丘陵、左の黒っぽい部分は氾濫原、その間が丘陵周縁で崩積土が堆積する。

出典：Google Earth (25°41'49″N, 89°55'18″E)

図 5-14：丘陵と氾濫原の境界部分



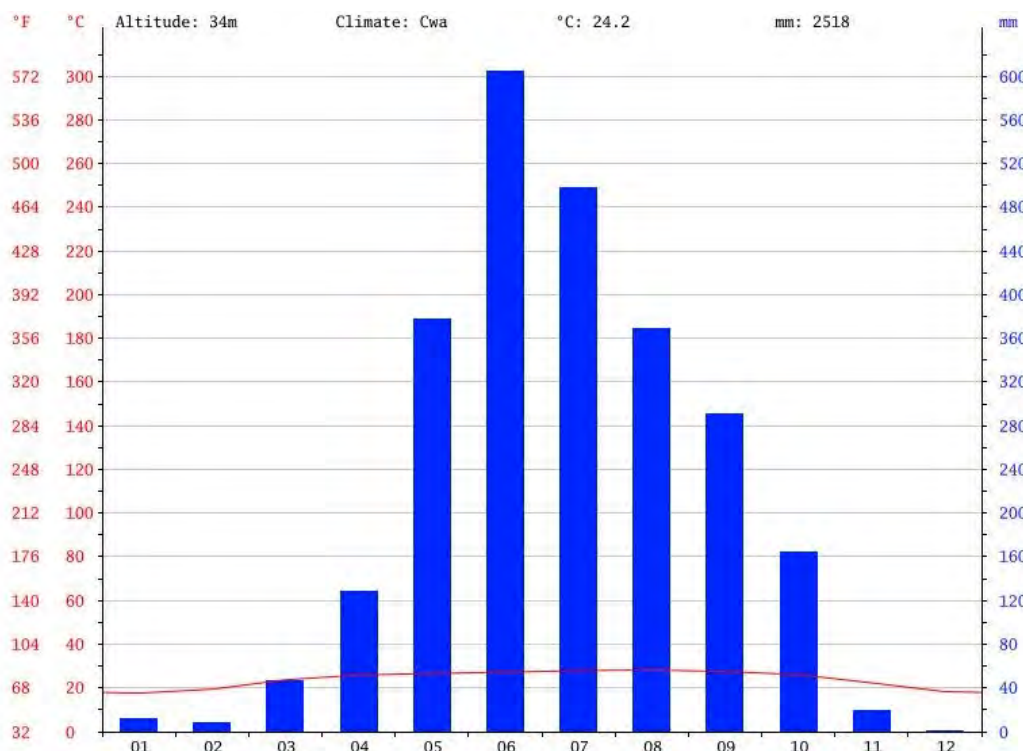
出典：JICA 調査団

図 5-15：丘陵周縁に堆積する崩積土

### 5.1.3 降雨量

ドゥブリ県の気候は、アッサム州の他の県に比較して大きな特徴がある。この地域では、5月から10月の期間が洪水季節と考えられている（アッサム州災害管理庁：SDAASSAM 2010年）。ドゥブリ県の気候は温かく穏やかである。夏に多量の降雨があるが、冬はほとんど雨が降らない。ケッペンの気候区分によるとCwaに分類される。

年間の平均気温は24.2°Cで、10.5°C（最低気温は12月から1月）から30.0°C（最高気温は7月から8月）の範囲で変動する。年間平均降雨量は2,518mmである。最も降雨量が少ない月は12月で1mm程度である。最も降雨量が多い月は6月で平均604mmの雨が降る。



出典：Climate-Data.org

図 5-16：ドゥブリの降雨量と気温

## 5.1.4 地形測量

### (1) 現地踏査

水平・垂直コントロールポイントを設置するために、計画路線の詳細現地調査を行った。現地調査チームは、地盤、住民、植生密度の状況も念頭に置いて調査を行った。

### (2) コントロールポイントの設置と平面測量

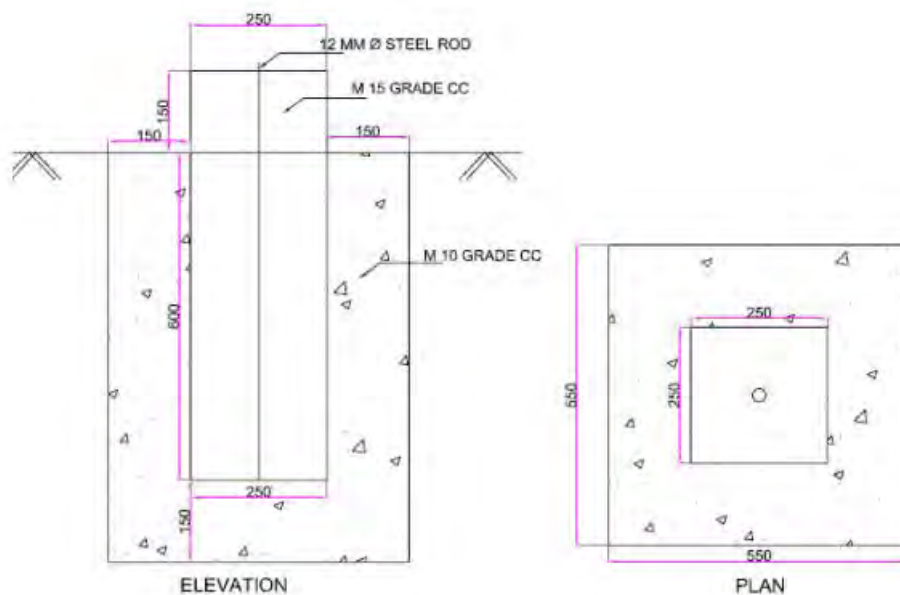
水平コントロールポイントは、デュアル周波数 GPS を用いたポストプロセッシング法により 100 mm 以内の精度で設置した。デュアル周波数 GPS で参照する 2 点の固定座標点 (PGM) は、5 km ごとに存在する固定座標点 (PGM) とした。座標系は UTM-WGS84 である。下表に固定座標点 (PGM) の座標を示し、下図に、固定座標点の詳細図を示す。

表 5-1 : 固定座標点 (PGM)

Ref ID	Zone	Easting	Northing	Elevation	Latitude	Longitude	Zone	Easting	Northing	Remarks
GPS1A	45	794101.35	2882646.6	29.33	26.033	89.939				
GPS1A1	45	793927.95	2882723.9	29.51	26.034	89.937				
GPS-1	45	794104.01	2881504.8	30.865	26.023	89.939				
GPS-2	45	794281.13	2881472	30.84	26.022	89.94				
GPS-3	45	794785.41	2880292.1	28.82	26.012	89.945				
GPS-4	45	794888.38	2880310	29.14	26.012	89.946				
GPS-5	45	798045.35	2875653.9	28.948	25.969	89.977				
GPS-6	45	798042.58	2875458.1	28.643	25.967	89.976				
GPS-7	45	800078.94	2872655.4	29.248	25.942	89.996				
GPS-8	45	800154.04	2872612.7	29.503	25.941	89.997				
GPS-7A	45	801351.69	2871002.5	28.138	25.926	90.008	46	200341.58	2870963.7	*
GPS-7B	45	801503.47	2870741.4	28.563	25.924	90.01	46	200481.23	2870696	
GPS9	45	803678.48	2867584.9	26.863	25.895	90.031	46	202509.41	2867443.3	
GPS10	45	803765.29	2867662.9	28.293	25.896	90.032	46	202599.7	2867517.3	
GPS11	45	803835.77	2867219.7	27.728	25.892	90.032	46	202649.82	2867071.3	
GPS12	45	803938.95	2867227.8	27.618	25.892	90.033	46	202753.26	2867074.7	

\* 計画路線が 45R と 46R の 2 ゾーンを横切るため、ゾーン 46R の座標は 2 種類となる。

出典：DPR に基づいて JICA 調査団作成



出典：DPR に基づいて JICA 調査団作成

図 5-17：固定座標点

トータルステーションを使用した閉合トラバース測量では、中間副多角点（TS）は固定座標点を連結して行った。トラバース測量は IRC:SP:19-2001 に従い、精度 1:1000 の精度で行った。仮ベンチマークを 250 m 間隔で設置し、固定座標点と重なるポイントでは固定座標点を使用した。 仮ベンチマークの座標と構造図を下表に示す。

表 5-2：仮ベンチマーク

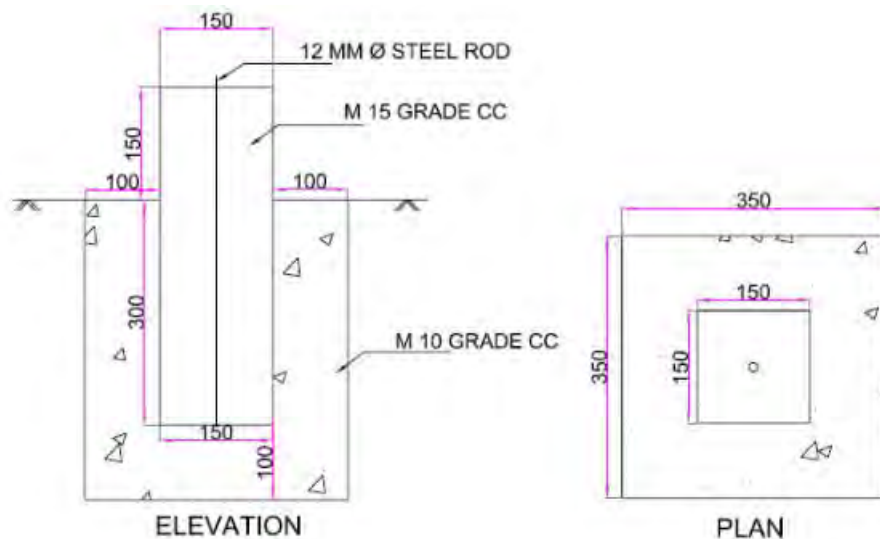
Ref ID	Zone	Easting	Northing	Elevation	Latitude	Longitude	Zone	Easting	Northing	Remarks
P-1	45	794053.374	2882669.053	29.560	26.033	89.938				
P-2	45	794090.924	2882419.637	28.245	26.031	89.939				
P-3	45	794122.150	2882169.653	28.040	26.029	89.939				
P-5	45	794107.780	2881667.128	27.527	26.024	89.939				
P-6	45	794157.563	2881340.025	29.100	26.021	89.939				
P-7	45	794254.599	2881200.459	27.950	26.020	89.940				
P-8	45	794399.873	2880993.439	28.400	26.018	89.941				
P-9	45	794523.142	2880747.840	28.500	26.016	89.943				
P-10	45	794698.716	2880594.763	28.000	26.014	89.944				
P-11	45	794846.671	2880394.008	28.935	26.012	89.946				
P-12	45	795153.716	2880002.357	27.125	26.009	89.949				
P-13	45	795290.779	2879791.792	26.215	26.007	89.950				
P-14	45	795423.859	2879581.750	26.355	26.005	89.951				
P-15	45	795562.445	2879372.848	26.905	26.003	89.953				
P-16	45	795755.595	2879200.337	29.390	26.002	89.954				



Ref ID	Zone	Easting	Northing	Elevation	Latitude	Longitude	Zone	Easting	Northing	Remarks
P-17	45	795845.535	2878962.465	29.500	25.999	89.955				
P-18	45	795992.907	2878756.696	27.715	25.998	89.957				
P-19	45	796145.244	2878560.686	27.910	25.996	89.958				
P-20	45	796298.293	2878363.407	28.490	25.994	89.960				
P-21	45	796452.686	2878167.457	27.820	25.992	89.961				
P-22	45	796607.288	2877970.163	26.875	25.990	89.963				
P-23	45	797556.950	2876504.057	29.148	25.977	89.972				
P-24	45	797686.058	2876288.211	28.733	25.975	89.973				
P-25	45	797807.690	2876076.271	28.548	25.973	89.974				
P-26	45	797934.157	2875859.175	27.773	25.971	89.975				
P-27	45	798202.583	2875438.143	27.963	25.967	89.978				
P-28	45	798339.985	2875227.457	27.763	25.965	89.979				
P-29	45	798539.684	2875014.534	28.393	25.963	89.981				
P-30	45	798618.515	2874812.682	28.918	25.961	89.982				
P-31	45	798767.658	2874613.456	27.883	25.960	89.983				
P-32	45	798899.463	2874401.252	28.058	25.958	89.985				
P-33	45	799031.964	2874165.652	28.803	25.955	89.986				
P-34	45	799177.313	2873980.705	28.748	25.954	89.987				
P-35	45	799317.835	2873787.237	28.498	25.952	89.989				
P-36	45	799418.982	2873573.139	28.663	25.950	89.990				
P-37	45	799503.387	2873296.967	29.563	25.948	89.991				
P-38	45	799742.369	2873173.290	28.443	25.946	89.993				
P-39	45	799871.686	2872947.069	28.858	25.944	89.994				
P-40	45	800047.551	2872762.735	29.008	25.943	89.996				
P-42	45	800341.799	2872357.664	24.173	25.939	89.999				
P45	45	801649.460	2870528.890	28.103	25.922	90.011	46	200617.334	2870476.957	
P46	45	801774.930	2870315.312	28.223	25.920	90.013	46	200732.889	2870257.861	
P47	45	801907.087	2870108.552	27.968	25.918	90.014	46	200855.438	2870045.270	
P48	45	802031.046	2869870.523	28.058	25.916	90.015	46	200968.365	2869801.820	
P49	45	802135.995	2869672.624	28.903	25.914	90.016	46	201064.141	2869599.328	
P50	45	802271.276	2869428.057	27.853	25.912	90.017	46	201188.080	2869348.831	
P51	45	802394.893	2869048.088	27.148	25.909	90.018	46	201294.171	2868963.611	*
P52	45	802616.799	2868812.196	27.623	25.906	90.021	46	201505.041	2868717.816	
P53	45	802812.758	2868521.148	27.428	25.904	90.022	46	201687.468	2868418.114	
P54	45	803024.362	2868288.705	29.173	25.902	90.025	46	201888.205	2868176.239	
P55	45	803154.016	2868074.068	28.413	25.900	90.026	46	202007.897	2867955.902	
P56	45	803401.465	2867957.746	28.433	25.899	90.028	46	202249.755	2867828.385	
P57	45	803592.187	2867750.317	28.133	25.897	90.030	46	202430.778	2867612.455	

\* 計画路線が 45R と 46R の 2 ゾーンを横切るため、ゾーン 46R の座標は 2 種類となる。

出典：DPR



出典：DPR に基づいて JICA 調査団作成

図 5-18 : 仮ベンチマーク

### (3) 垂直コントロールポイントの設置

GTS ベンチマークの座標値をインド測量局に申請したものの、データがまだ得られていないため、垂直コントロールポイントはダブルリ中央水委員会（CWC : Central Water Commission）のダブルリベンチマーク（Easting - 799245, Northing - 2880785、the R.L. being 30.19 m）を使用した。ダブルリの CWC ベンチマーク位置を下図に示す。この垂直コントロールポイントは、GTS ベンチマークより得られる GTS データを使用して修正される見込みである。すべての固定座標点（BGM）、仮ベンチマーク（TBM）、トラバースステーションの水準測量においてダブルターシャリー（DT）水準測量を行った。水準測量の精度は、 $6 \text{ mm}\sqrt{K}$  である。固定座標点の標高は表 5-1 に、仮ベンチマークの標高は表 5-2 に示されている。



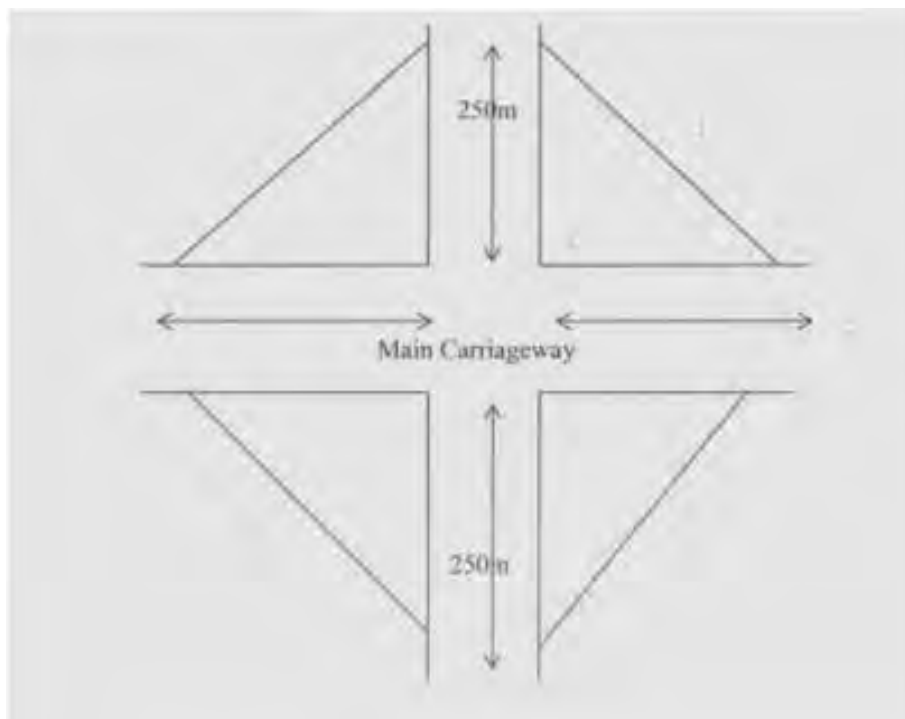
出典：DPR

図 5-19 : CWC ベンチマーク

#### (4) 計画路線沿いの詳細測量

##### 路線幅

- a. 測量幅は、車道センターライン両側 30 m、または用地境界までの大きいほうとした。
- b. 既存の道路が計画線を横切る場合には、下図に示すようにセンターラインの両側 250 m とした。

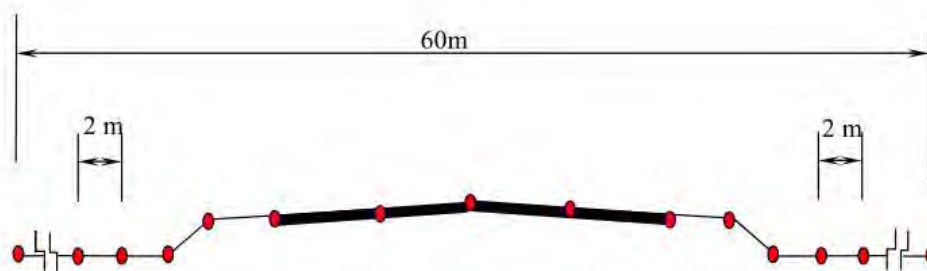


出典：DPR に基づいて JICA 調査団作成

図 5-20：既設道路横断地点の測量範囲

##### デジタル地形モデルのための詳細測量

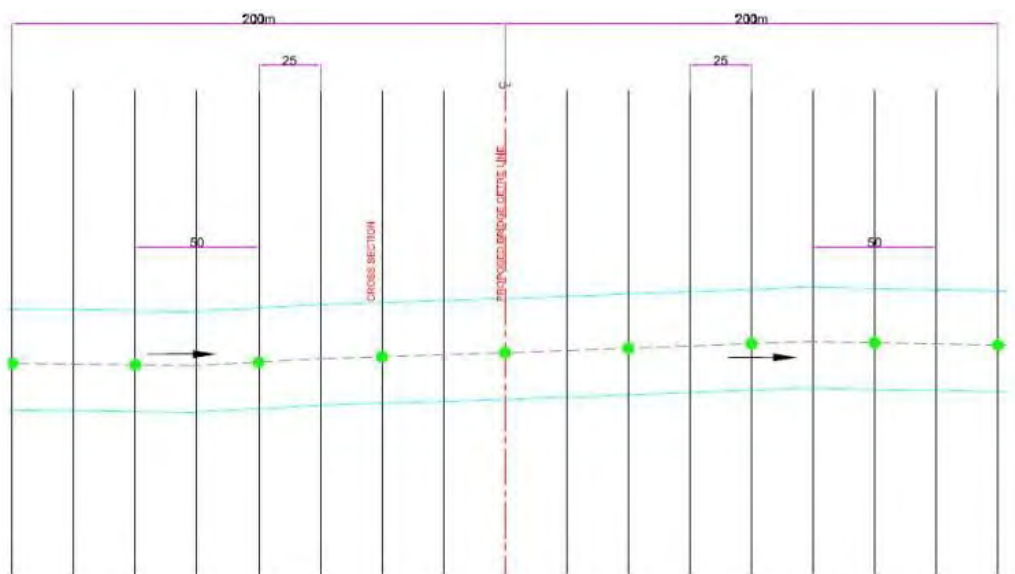
- a. 詳細測量は、デジタル地形モデルを作成するために実施した。デジタル地形モデルの作成に MxRoad を使用し、測量データはストリング処理やポイント処理をした。
- b. 縦断測量と横断測量は以下の条件で実施した
  - 縦断測量はセンターライン沿いに、直線区間では 25 m ごと、曲率 100 m 以下のカーブ区間では 10 m ごとにデータをとった。
  - 横断測量は、25 m ごとに計画幅の範囲で実施した。新規の計画路線では 2 m ごとに、既設路線では図 5-21 に示すポイントでデータをとった。



出典：DPR に基づいて JICA 調査団作成

図 5-21：横断面データ記録ポイント

計画路線を横断する大小河川（ブラマプトラ川を除く）の縦断測量および横断測量を図 5-22 に示すように行った。河川縦断測量は、計画路線センターから両側 200 m まで 50 m ごとに測量し、横断測量では、計画路線センターから上流側と下流側 200 m まで 25 m 間隔で測量を行った。



出典：DPR に基づいて JICA 調査団作成

図 5-22：河川横断面部での河川縦横断測量

### 構造物詳細測量

測量において、以下地物を記載した。

- 樹木（位置および地面から 1.5 m 高さの幹周囲寸法、種名）。樹木が密生しているところでは、密生地の起点側と終点側の境界を記載した。このような密生地では、樹木の本数（状況により幹周囲寸法）を AutoCAD 図に示した。
- 測量幅 60 m 以内の建造物の輪郭と構造類別。測量図には階数も示した（s:平屋、d:2 階建、等）

- 電力線、高圧線、電話線、水道管、井戸など、地上のすべての公共ライフライン。地下の公共ライフラインが踏査やマンホールなどで確認できない場合は、聞き取りや視認によって地下構造物のおおよその深度を記録した。計画路線を横切る地上の公共ライフラインについて、地面からの高さを測量図に記載した。
- カルバート、橋梁（橋台・頭壁の輪郭および橋脚）
- 計画路線沿いの土地利用（農地、荒地、集落・町など）。村落名・町名と境界を図に示した。
- km ポスト、ヘクトメートルポスト、境界杭などのすべての道路付帯施設。

### (5) ブラマプトラ川横断測量

水文解析をおこなうための詳細地形モデルを作るためにブラマプトラ川の詳細横断測量を行った。横断測量の座標を下表に示す。また、測量エリアの河川地形を下図に示す。

表 5-3 : ブラマプトラ川横断面位置座標

Sl. No.	CS No.	説明	Start Co-ordinate			End Co-ordinate		
			Zone	Easting	Northing	Zone	Easting	Northing
ブラマプトラ川								
	CS-1	5 km downstream from Bridge Location	45R	789619	2879569	46R	202485	2864020
	CS-2	4 km downstream from Bridge Location	45R	790169	2879730	46R	202876	2865631
	CS-3	3 km downstream from Bridge Location	45R	791003	2880084	46R	203884	2866232
	CS-4	2 km downstream from Bridge Location	45R	791849	2880743	46R	205082	2866410
	CS-5	1 km downstream from Bridge Location	45R	792486	2881659	46R	206243	2866445
6	CS-6	Proposed Bridge Centre line	45R	793853	2882195	46R	204991	2869154
7	CS-7	1 km upstream from Bridge Location	46R	207722	2867425	45R	794805	2882324
8	CS-8	2 km upstream from Bridge Location	45R	796301	2882081	46R	207252	2869574
9	CS-9	3 km upstream from Bridge Location	46R	207142	2870397	45R	797347	2883341
10	CS-10	4 km upstream from Bridge Location	45R	797814	2884400	46R	206964	2872108
11	CS-11	5 km upstream from Bridge Location	45R	799569	2884593	46R	207035	2873084
12	CS-12	6 km upstream from Bridge Location	45R	799811	2886024	46R	208082	2873199
13	CS-13	7 km upstream from Bridge Location	46R	208629	2874090	46R	201447	2884993
14	CS-14	8 km upstream from Bridge Location	46R	209101	2875000	46R	202067	2886216
15	CS-15	9 km upstream from Bridge Location	46R	203418	2885834	46R	209997	2875627
16	CS-16	10 km upstream from Bridge Location	46R	211239	2875581	46R	204363	2886249
17	CS-17	11 km upstream from Bridge Location	46R	205257	2886659	46R	212150	2876045
18	CS-18	12 km upstream from Bridge Location	46R	206336	2886836	46R	212426	2877579
19	CS-19	13 km upstream from Bridge Location	46R	212900	2878502	46R	207373	2887282
20	CS-20	14 km upstream from Bridge Location	46R	208034	2887964	46R	213772	2879146
21	CS-21	15 km upstream from Bridge Location	46R	214501	2879850	46R	207459	2890078
Gadadhar 川北岸								
1	CS1_north tr	Cross section on Gadadhar River at confluence	46R	199954	2882545	46R	200199	2882657

Sl. No.	CS No.	説明	Start Co-ordinate			End Co-ordinate		
			Zone	Easting	Northing	Zone	Easting	Northing
2	CS2_north tr	Cross section on Gadadhar River at 250 m upstream of confluence	46R	199865	2882740	46R	200120	2882819
3	CS3_north tr	Cross section on Gadadhar River at 500 m upstream of confluence	46R	199800	2883023	46R	200088	2883032
4	CS4_north tr	Cross section on Gadadhar River at 750 m upstream of confluence	45R	800200	2883299	46R	200084	2883241
5	CS5_north tr	Cross section on Gadadhar River at 1 km upstream of confluence	46R	199818	2883572	46R	200158	2883466
Jinjiram 川南岸								
1	CS1_south tr	Cross section on Jinjiram River at Confluence	46R	201188	2867325	46R	201212	2866787
2	CS2_south tr	Cross section on Jinjiram River at 250 m upstream of confluence	46R	201451	2867380	46R	201448	2866795
3	CS3_south tr	Cross section on Jinjiram River at 500 m upstream of confluence	46R	201717	2867387	46R	201673	2866806
4	CS4_south tr	Cross section on Jinjiram River at 750 m upstream of confluence	46R	201987	2867364	46R	201901	2866812
5	CS5_south tr	Cross section on Jinjiram River at 1 km upstream of confluence	46R	202248	2867389	46R	202147	2866860

出典：DPR に基づいて JICA 調査団作成



出典：DPR

図 5-23：ブラマプトラ川地形図

### 5.1.5 土取場調査

土取場調査においては、その材料使用について環境規制等の問題が無いことをアッサム州政府の各関係機関に確認している。また、建設材料としての品質についても問題が無いことを室内実験において確認している。土砂・採石及びその他の建設資材の調達については、自然・社会環境面での許認可の取得状況について実施段階で確認する。

#### (1) 盛土材および路床材

盛土材および路床材は、計画路線の近傍やその他有望なエリアより十分な量を確保することができる。これらの場所は主に耕作地である。

表 5-4 : 土取場一覧

No.	場所のタイプ	地名	プロジェクトサイトからの距離	採掘可能量 (m <sup>3</sup> )	権料	単価 (Rs/m <sup>3</sup> )	担当者	備考
BA-1	Open Area	Motichar	0.900 km (R/S)	25000	-	73/m <sup>3</sup>	Anoar Ali Mob. No. - 9957196352	
BA-2	Open Area	Chagolchora - 1 (Plashkhandi)	1.200 km (R/S)	22500	-	80/m <sup>3</sup>	Kasem Ali Mob. No. - 9859188996/ Mosiruddin Ali Mob. No. - 8724043450	
BA-3	Open Area	Motichar	0.700 km (R/S)	15000	-	*	Safir Uddin	* オーナーが単価、連絡先を開示せず
BA-4	Open Area	Adabari-1 (Nabazoti Gao)	1 km (R/S)	10000	-	*	Amar Ali	* オーナーが単価、連絡先を開示せず
BA-5	Open Area	Adabari - 2	1.200 km (R/S)	45000	-	77/m <sup>3</sup>	Sekh Makbul / Sekh Jalil Mob. No. - 8876217145	
BA-6	Open Area and Agricultural Field	Chagolchora	1.25 km (R/S)	30000	-	80/m <sup>3</sup>	Nariyel Mob- 8402868485	

出典：DPR に基づいて JICA 調査団作成

#### (2) 粗骨材

アッサム州とメガラヤ州は、多量の建築材料を産出する地域である。粗粒骨材は、現在稼働中の公的・私的採石場で産出する。アッサム州の Tokrabandha Hill は骨材を産出し、

Gangadhar / Sankosh は建設材料に使用する河床土を産出する。碎石施設は、採石場からそれほど離れてなく、需要に応じて様々なサイズの粗粒骨材を供給している。

表 5-5 : 粗粒骨材採石場一覧

No	採石場名	地名	プロジェクトサイトからの距離	採石可能量 (m <sup>3</sup> /day)	採掘可能量 (m <sup>3</sup> )	権料	単価 (Rs/m <sup>3</sup> )	担当者	備考
Q/01	Tokrabandha Hill Stone (Quarry No-2)	Chirakuta, Tokrabandha, Dhubri.	63 km	200	200000	200 /m <sup>3</sup>	960 /-	Mohendra Kr. Sethia Mubarak Hussian (Manager) Mob. No. - 9613765782	Dhubri 橋現場までの運搬費と税は単価に含まれる。
Q/02	Tokrabandha Hill Stone (Quarry No-6)	Chirakuta, Tokrabandha, Dhubri.	63 km	250	200000	-	1000 /-	Abdul Latif Mob. No. - 9613290019	
Q/03	Tokrabandha Hill Stone (Quarry No-5)	Chirakuta, Tokrabandha, Dhubri.	63 km	200	200000	-	1050 /-	Paresh Paul Mob- 8399894885	
Q/04	Sonamukhi Hill Stone (Quarry No-4)	Sonamukhi, Dhubri.	63 km	100	200000	-	-	-	オーナーは詳細を開示せず
Q/05	Moronggiri and Bouldergiri Quarry	Meghalaya	12 km	30	75000	220/ m <sup>3</sup>	800 /-	Tuston M. Sangma Mob- 8731909117	Phulbari までの運搬費、税は単価に含まれない。
Q/06	Singimari Quarry	Meghalaya	25 km	100	150000	-	800/- per cft for boulder or 63mm-700/m <sup>3</sup> , 40mm-1000/m <sup>3</sup> 20mm-1200/m <sup>3</sup> 10mm-1400/m <sup>3</sup> 12mm-1300/m <sup>3</sup> 6mm-1450/m <sup>3</sup> dust-150/m <sup>3</sup>	B Simasto Mob- 8731509197	運搬費、税は単価に含まれない。



No	採石場名	地名	プロジェクトサイトからの距離	採石可能量 (m <sup>3</sup> /day)	採掘可能量 (m <sup>3</sup> )	権料	単価 (Rs/m <sup>3</sup> )	担当者	備考
QR/01	Gangadhar River M.M Unit	Baghdokra, Kamandanga, Dhubri, Assam-783332	55 km	1000 on demand (normally 300)	-	220/m <sup>3</sup>	850/-	Hasanu Zzaman Sheikh 9401348823) and Raju (9435548823	運搬費、税は単価に含まれない。
QR/02	Sonkosh River Quarry	Kachuga on Division, Rayama Forest, Kokrajhar, Assam	80 km	100	-	220/m <sup>3</sup>	800/- per cft for boulder or 63mm-2900/m <sup>3</sup> 40mm-2800/m <sup>3</sup> 20mm-2800/m <sup>3</sup> 10mm-2700/m <sup>3</sup> 6mm-2400/m <sup>3</sup>	Mahabul Hussain Mob-9678863671	Dhuburi 橋現場までの運搬費と税は単価に含まれる。

出典：DPR に基づいて JICA 調査団作成

### (3) 細骨材

十分な量の砂は建設用地の周囲より得ることが可能であるが、砂の品質は場所によって異なる。

表 5-6：砂採取場一覧

No	河川名	地名	プロジェクトサイトからの距離	採掘可能量 (m <sup>3</sup> /Day)	権料	単価 (Rs per cum)			ストックヤード/担当者	備考
						ZONE III	ZONE I	ZONE II		
FA/01	Tipkai	Khoraghat, Flakata, Dhubri.	35 km	400	190 / m <sup>3</sup>	-	400	480	Chandu Barman Mob.No. - 7896606053	運搬費、税は単価に含まれない。
FA/02	Tipkai	Khoraghat, Flakata, Dhubri.	35 km	450	190 / m <sup>3</sup>	-	400	480	Agual Shakh Mob.No. - 9678568517	
FA/03	Tipkai	Khoraghat, Flakata, Dhubri.	35 km	350	190 / m <sup>3</sup>	-	400	480	Saheb Hussan Mob.No. - 7399822728	

No	河川名	地名	プロジェクト サイト からの 距離	採掘 可能量 (m <sup>3</sup> /Day)	権料	単価 (Rs per cum)			ストック ヤード/ 担当者	備考
						ZONE III	ZONE I	ZONE II		
FA/ 04	Tipkai	Khoraghat, Flakata, Dhubri.	35 km	500	190 / m <sup>3</sup>	-	400	480	Ajay Adhikary  Mob.No. - 9854783784	
FA/ 05	Gangadhar River	Tamarh at, Dhubri.	55 km	1000	190 / m <sup>3</sup>	375	400	450	Hassan Us Jamman (Raju)  Mob.No. - 9435548823	
FA/ 06	Sonkosh River	Kachugaon Division, Kokrajhar	80 km	500	190 / m <sup>3</sup>	400	425	500	Mahabul Hussain  Mob- 9854899030	
FA/ 07	Rongai River	Chibinang, Meghalaya	7 km	-	-	-	-	-	Forest Department	森林局と警 察の許可が あれば、砂 の採取は無 料である。

出典：DPR に基づいて JICA 調査団作成

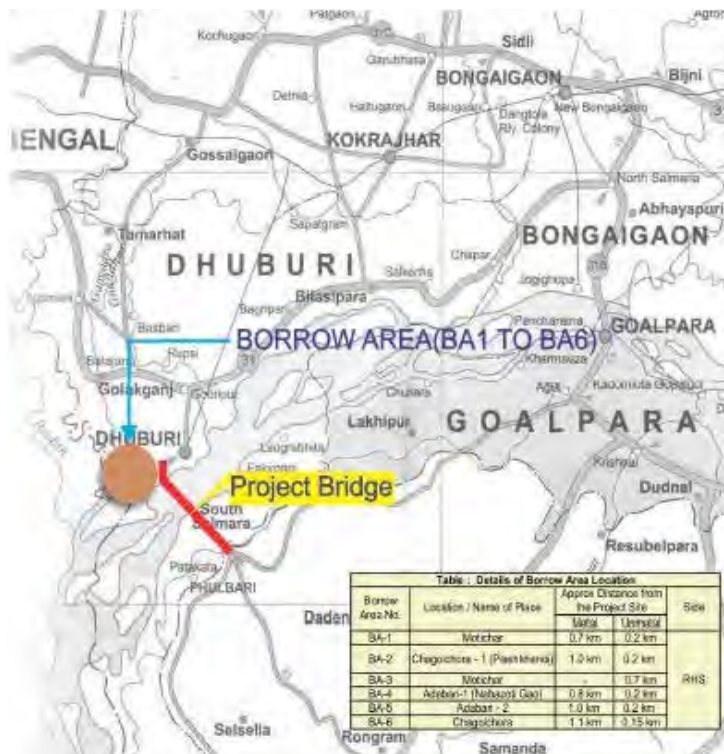
注) Zone の分類は IS - 383 による



出典：DPR

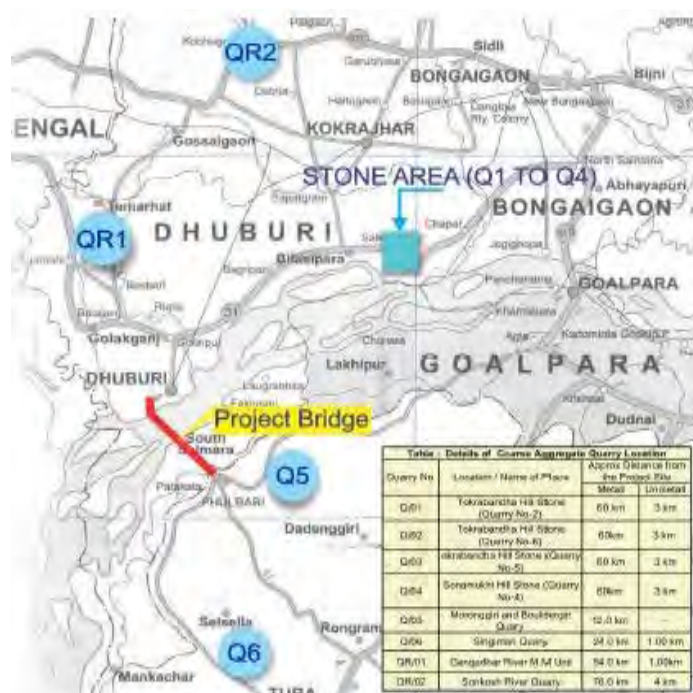
図 5-24：サンプル採取状況

尚、土取場、各骨材の採取場所については、以下図 5-25～27 に示す。



出典：DPR

図 5-25：土取場位置図



出典：DPR

図 5-26：粗骨材採取場所・位置図



出典：DPR

図 5-27：細骨材採取場所・位置図

### 5.1.6 ボーリング調査

#### (1) 調査位置

調査は、計画地の地質分布と基礎の設計・施工に必要な地盤定数の取得を目的として行った。ボーリング調査は、各橋脚と橋台予定地の全 199 箇所において実施された。尚、柱状図および室内試験の結果は、DPR Volume II: Design Report, Section-2, Part B-Bridge Design, Annexure B.1.1, B.1.2, および Section-3, Part B-Bridge Design, Annexure B.1.2 (continued from Section-2), Geotechnical Investigation に記載されている。

#### (2) 原位置試験

ボーリング調査には、ボーリングリグ (Geo. Machine) を使用した。設置に際しては、ボーリングリグの安定のために設置場所を平らにならした。ボーリングの本掘削に先立ち、オーガー、シェルボーリングおよび泥水循環ボーリングを行った。標準貫入試験 (SPT) は、IS:2131-1981 に従い実施した。

表 5-7：原位置試験

試験のタイプ	試験項目	実施頻度
原位置試験	標準貫入試験 (SPT)	深度 1.5 m 毎

出典：DPR に基づいて JICA 調査団作成

### (3) 室内試験

室内土質試験は、技術指標や地盤定数に直接使用される。すべての試験は、契約書と関連するインドの標準仕様書に従い実施した。

表 5-8 : 室内試験

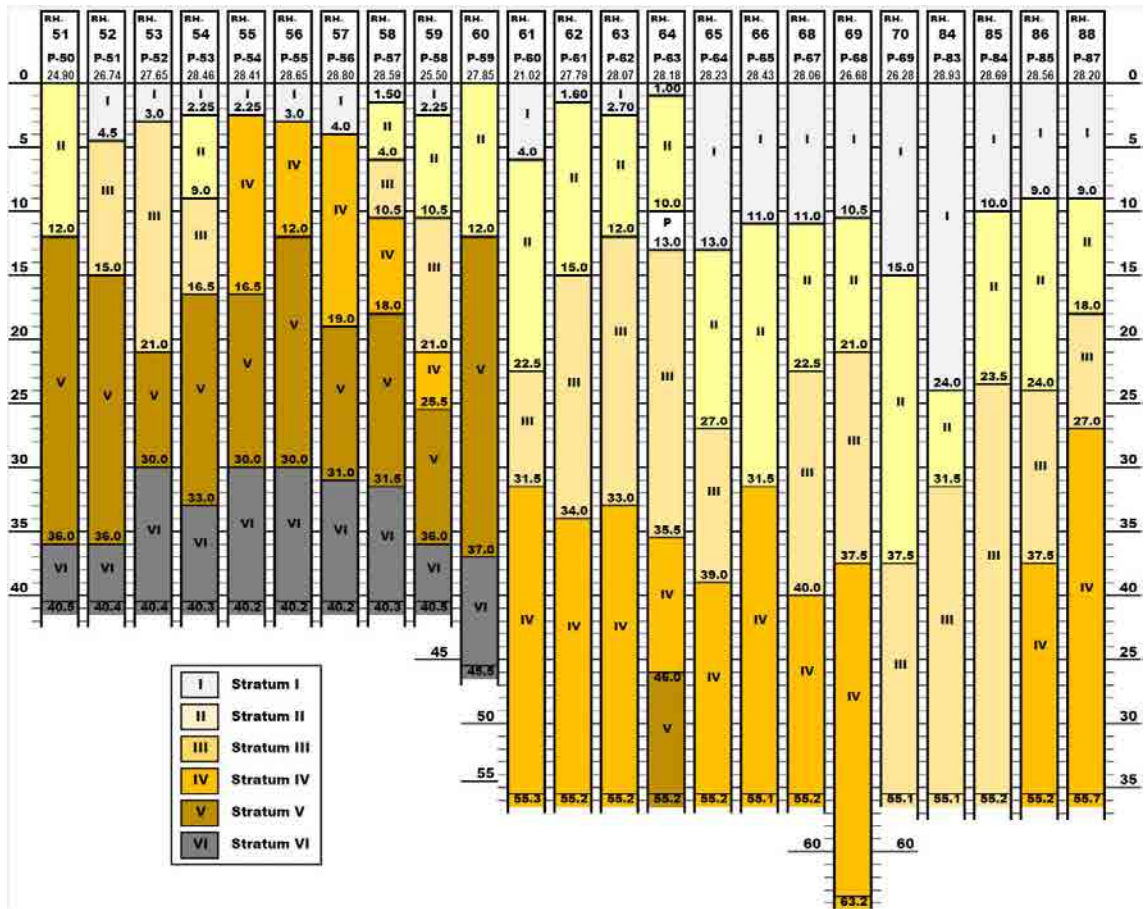
試験のタイプ	試験項目	試料採取位置	試料採取頻度
室内土質試験	稠度試験	試料（乱した試料）は SPT サンプラーより採取した。	すべての乱さない試料
	粒度分布試験 (ふるい法・ハイドロメータ法)		
	比重試験		
	自然含水量試験	乱さない試料はすべてのボーリング孔内で、3 m ごとに採取した。	すべてのボーリング孔より採取された乱さない試料
	乾燥密度・湿潤密度		
	三軸圧縮試験 (非圧密非排水)		
	ボックス一面せん断試験		
	圧密試験		

出典：DPR に基づいて JICA 調査団作成

### (4) 試験結果

ボーリング調査の結果、路線沿いの地盤は Stratum I から Stratum VI までの 6 種類の地層に分類された。図 5-28 には、高架部、航路部橋梁部分の一部を抜粋して掲載するが、基本的に地盤構成は均一である。いずれの層も砂を主体とし、粘性土の混入は少ない。N 値は 20 から 100 を超える所もあるが、深度が深くなるほど N 値が大きくなる傾向がある。

- Stratum I は、地表から 1 m - 24 m の厚さで分布する。緩い砂を主体として軟質なシルト粘土を含む。実施したすべてのボーリングで確認されている。N 値は 5 から 30 の範囲である。
- Stratum II は、実施したほとんどのボーリングで確認された。5 m から 22 m の厚さで分布する。中程度に締まった砂を主体とし、粘性土の混入は少ない。N 値は 6 から 50 の範囲である。
- Stratum III は多くのボーリングで確認されている。雲母を含んだシルト質砂で良く絞まっている。N 値は 20 から 100 を超える所もある。
- Stratum IV は多くのボーリングで確認されている。密に絞まった明るい灰色の砂で石灰石や玉石を含む。N は大部分が 100 を超える。
- Stratum V は限られたボーリングで確認された。密に絞まった銀色系の砂で玉石や少量の粘土を含む。N 値はほとんどが 100 を超える。
- Stratum VI は密に絞まった灰色から銀色系の中程度のサイズの砂で玉石や雲母が混入している。N 値は大部分が 100 を超える。



出典：DPR に基づいて JICA 調査団作成

図 5-28 : Stratum I - VI の分布

## 5.2 地盤の問題と対策

### 5.2.1 ドゥブリ橋の基礎地盤

#### (1) 橋脚地盤

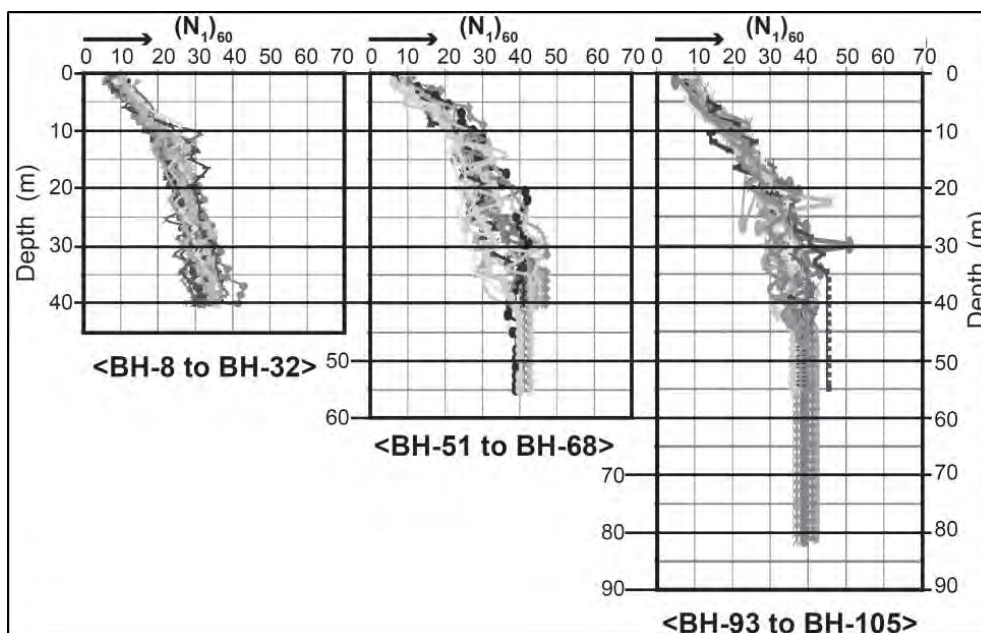
ボーリングの結果より、ドゥブリ橋の区間はほぼ同一の地質で大きな変化はない。地表（河床）には河床堆積物（沖積層）が下位の洪積層を覆う。洪積層は厚く、N 値は上部ほど小さく、震度が深くなるに従い上昇し、N 値が急激に下がるまたは上がるような変化はない。修正  $(N_1)_{60}$  値 30 の深度は 20 m 付近で、ほぼ一定している。すべてのボーリングで、岩盤は確認されていない。

氾濫原で施工される杭基礎で、通常障害となりうる地盤の問題は以下の 3 点がある。

- 軟弱粘土地層の存在： 圧密沈下およびそれに伴う杭の負の摩擦力、支持力不足
- 液状化層の存在： 地震時における液状化の発生
- 玉石の存在： 河床にはしばしば巨礫があることがあり、杭の施工において掘削性が問題になる。

## 軟弱粘土層

ボーリングで確認された地盤は、沖積層は薄く、ほとんどが洪積層である。洪積層は上部の風化部でN値10以上、10m以深でN値がほぼ20以上となっている。洪積層中には軟弱な層は確認されていない。ドゥブリ橋の橋脚基礎が洪積層の中に支持されれば、軟弱層の問題はない。また、圧密沈下はN値3程度以下の沖積粘土で発生するが、N値3程度以下の粘土はボーリングでは確認されていない。杭の支持地盤より上に圧密沈下を発生させる地層はないため、杭に負の摩擦力が発生することはない。



出典：DPR

図 5-29 : N 値の深度分布

## 液状化

一般的に、N値20以下の均質粒子の砂層が地下水位以下に存在する場合に、強い地震動により液状化が発生する。橋脚が計画されている区間は、地下水が高いものの、N値20以下の地層は20mより浅い。N値は深度に比例して大きくなっているため、杭基礎がN値20以上の地盤に支持させる先端支持杭であれば、液状化が発生したとしても橋脚は影響を受けないと考えられる。

## 玉石

ドゥブリ橋付近では、ブラマプトラ川の河川勾配が緩く流速が遅いため、ヒマラヤ山脈から流れ出た礫はこの付近まで運搬されることはない。河床の観察でも巨礫は確認されず、ほぼ砂でおおわれている。ボーリングでも硬岩は確認されず、N値が極端に上昇している箇所もない。巨礫による掘削性の困難はないものと考えられる。

## (2) 橋台 (AB1, AB2) 基礎地盤

橋台は杭が計画され、基礎の問題はほとんどないと考えられる。橋台背面の盛土に対しては、地表に分布する可能性がある沖積層（軟弱層）が以下のような影響を及ぼす可能性がある。

- 盛土荷重による圧密沈下
- 盛土のすべり破壊
- 盛土基礎地盤の液状化

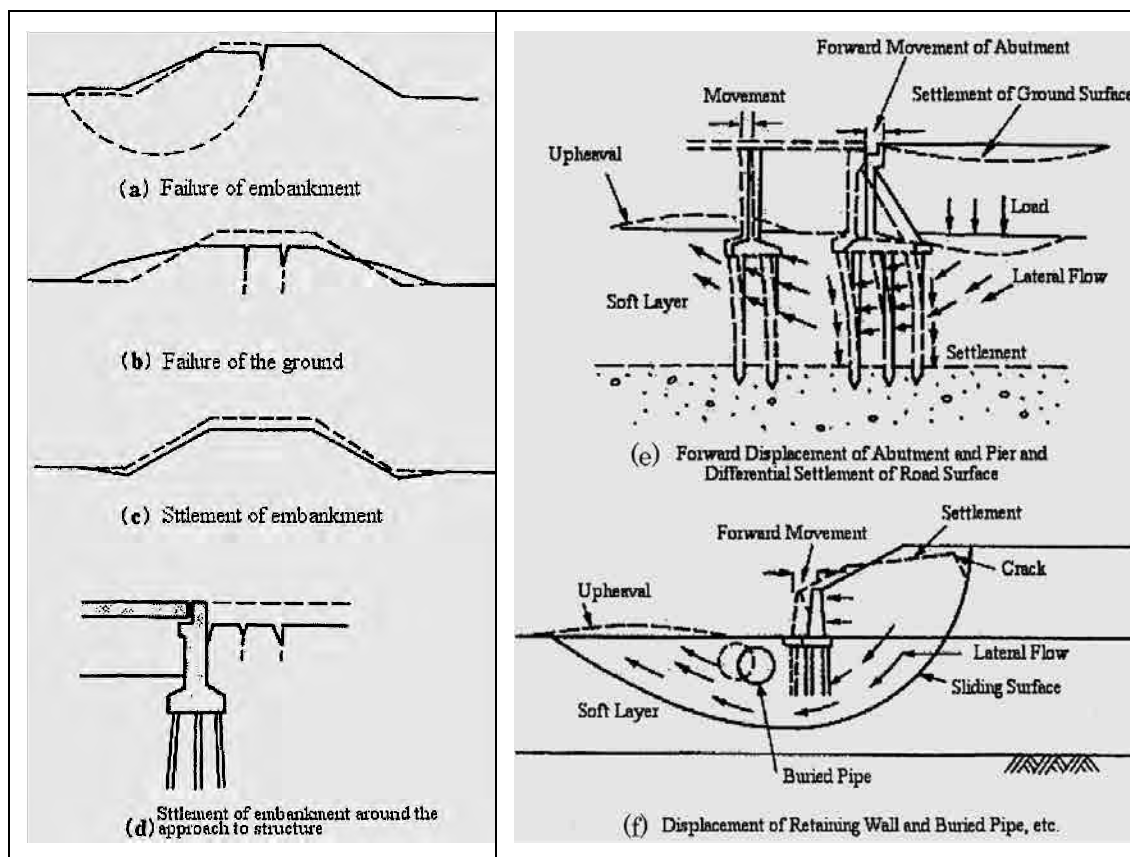
これらの基礎地盤の問題の有無を確認するため、盛土部での詳細な調査が必要である。調査は、ボーリングやコーン貫入試験などがある。

### 5.2.2 ブラマプトラ川右岸側（北側）アクセス道路（ドゥブリ～スリランプール）

この路線は全体に、氾濫平地を通過しているため、切土斜面が発生する可能性はないが、盛土、橋梁の支持地盤における軟弱地盤の問題がある。

- 盛土のすべり破壊（図 5-30 (a)）
- 地盤の支持力不足（図 5-30 (b)）
- 盛土荷重による圧密沈下（図 5-30 (c,d)）
- 液状化
- 圧密沈下による擁壁等構造物の損傷（図 5-30(e)）
- 盛土破壊による擁壁等構造物の損傷（図 5-30 (f)）





出典：土木研究所（2004）、技術基準普及 - 道路土工基準

図 5-30：軟弱地盤上の盛土に発生する問題

これらの問題は、軟弱層が厚いほど深刻になるが、ドゥブリ橋のボーリング結果から、軟弱層はそれほど厚くないものと想定される。したがって、擁壁等の構造物に対しては、支持層に到達する杭を使用することにより問題の多くは解決が可能と考えられる。盛土支持地盤が軟弱地盤である場合には、置き換え、地盤改良などの対策が必要である。

構造物、盛土が構築される個所では、地盤を確認するためのボーリングや貫入試験などを実施することが必要である。

### 5.2.3 プラマプトラ川左岸側（南側）アクセス道路（プルバリ～ツラ）

左岸側の地形は、大きく氾濫平地、丘陵地、丘陵周縁の 3 種類に分類される。東側道路はほぼ全線丘陵地を通過し、西側道路は上記 3 種類の地形を通過する。

#### (1) 東側道路（プルバリ～ロングラム～ツラ）

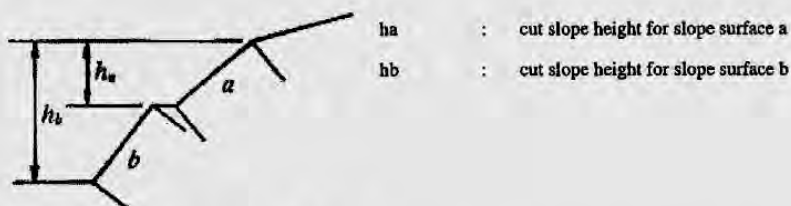
東側道路は、ほぼ全線丘陵地を通過する。なだらかな丘陵地であるので、長大のり面が発生する可能性は少ないため、斜面に関しては大きな問題は少ないと考えられる。基盤も比較的硬質な岩なので地すべりの可能性も少ない。注意すべき点は、小規模切土の崩壊、路肩の崩壊、切盛土部での盛土の不安定化である。切土斜面の崩壊を防止するために最も

有効な方法は、安定な勾配で切土することである。基本的に硬い岩盤であれば切土勾配は急でも安定し、柔らかい・もろい岩では切土勾配を緩くしないと安定しない。切土の安定勾配は、下図を参考に決めることが必要である。

Soil classification		Cut Slope Height	Gradient
Hard rock			1:0.3 to 1:0.8
Soft rock			1:0.5 to 1:1.2
Sand	Not dense, and poorly graded		1:1.5 to
Sandy soil	Dense	Less than 5m	1:0.8 to 1:1.0
		5 to 10m	1:1.0 to 1:1.2
	Not dense	Less than 5m	1:1.0 to 1:1.2
		5 to 10m	1:1.2 to 1:1.5
Sandy soil mixed with gravel or rock masses	Dense, or well graded	Less than 10m	1:0.8 to 1:1.0
		10 to 15m	1:1.0 to 1:1.2
	Not dense, or poorly grade	Less than 10m	1:1.0 to 1:1.2
		10 to 15m	1:1.2 to 1:1.5
Clayey soil		0 to 15m	1:0.8 to 1:1.2
Clayey soil mixed with rock masses or cobblestone		Less than 5m	1:1.0 to 1:1.2
		5 to 10m	1:1.2 to 1:1.5

Notes

- 1) The cut slope height and gradient when a single gradient is not opted for because of the soil composition and other reasons are based on the ideas shown below.



- The gradient does not include a berm.
- The cut slope height vis-à-vis the gradient means the total cut slope height covering the entire cut slopes above the cut slope in question.

- 2) Silt is to be classified into the Clayey soil.
- 3) The table is not applicable to soils not included in the above table.
- 4) In planning of planting for slope, it also takes into consideration the slope gradient suitable for planting.

出典：土木研究所（2004）、技術基準普及 - 道路土工基準

図 5-31：切土ののり面安定勾配

片盛り部では、盛土の安定のために、下図に示すような対策が必要である。

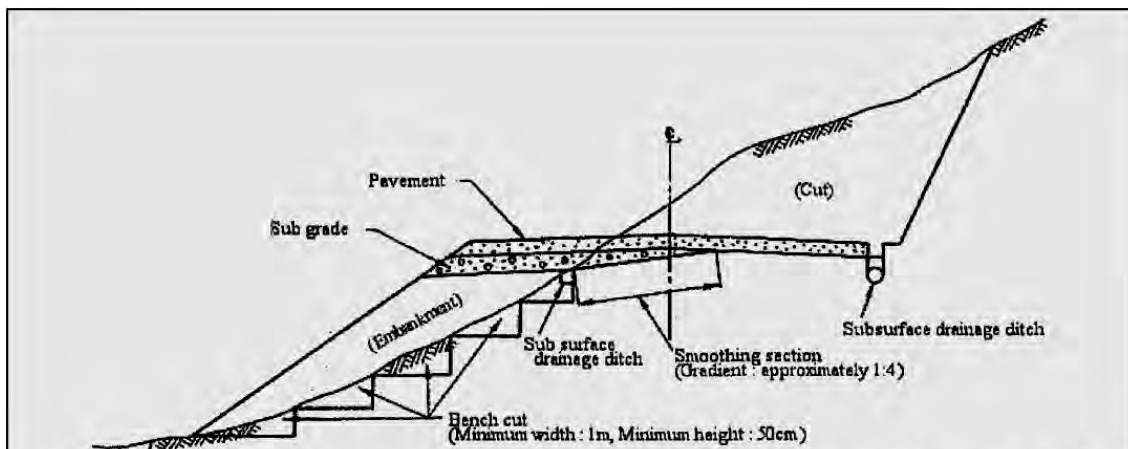


Fig. 4-3-3 Bench Cutting of Foundation Ground for Embankment and Connecting Section Between Cut Slope and Embankment (Example of Sandy Ground)

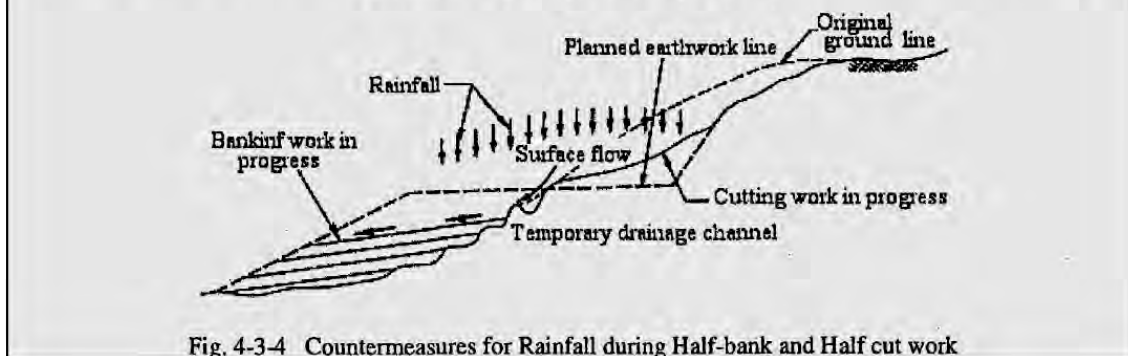
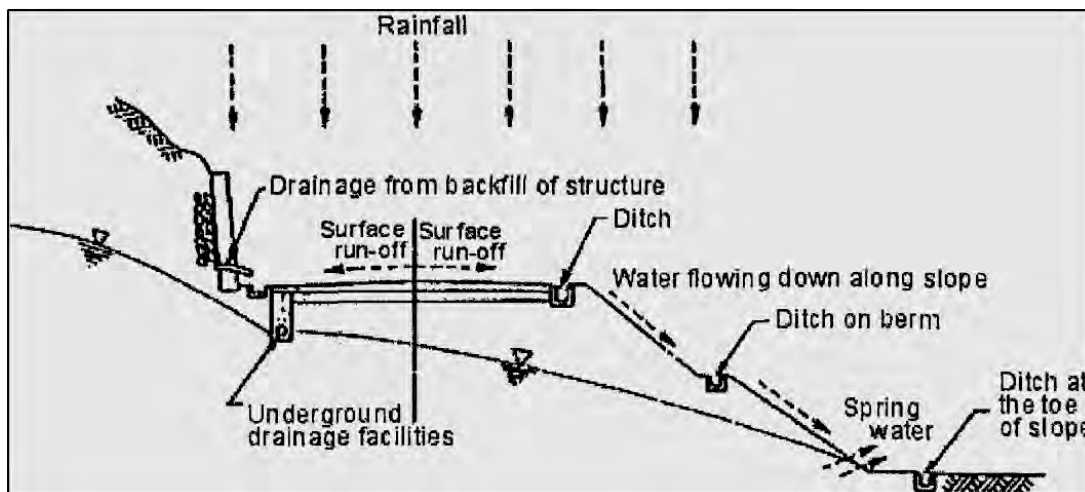


Fig. 4-3-4 Countermeasures for Rainfall during Half-bank and Half cut work

出典：土木研究所（2004）、技術基準普及 - 道路土工基準

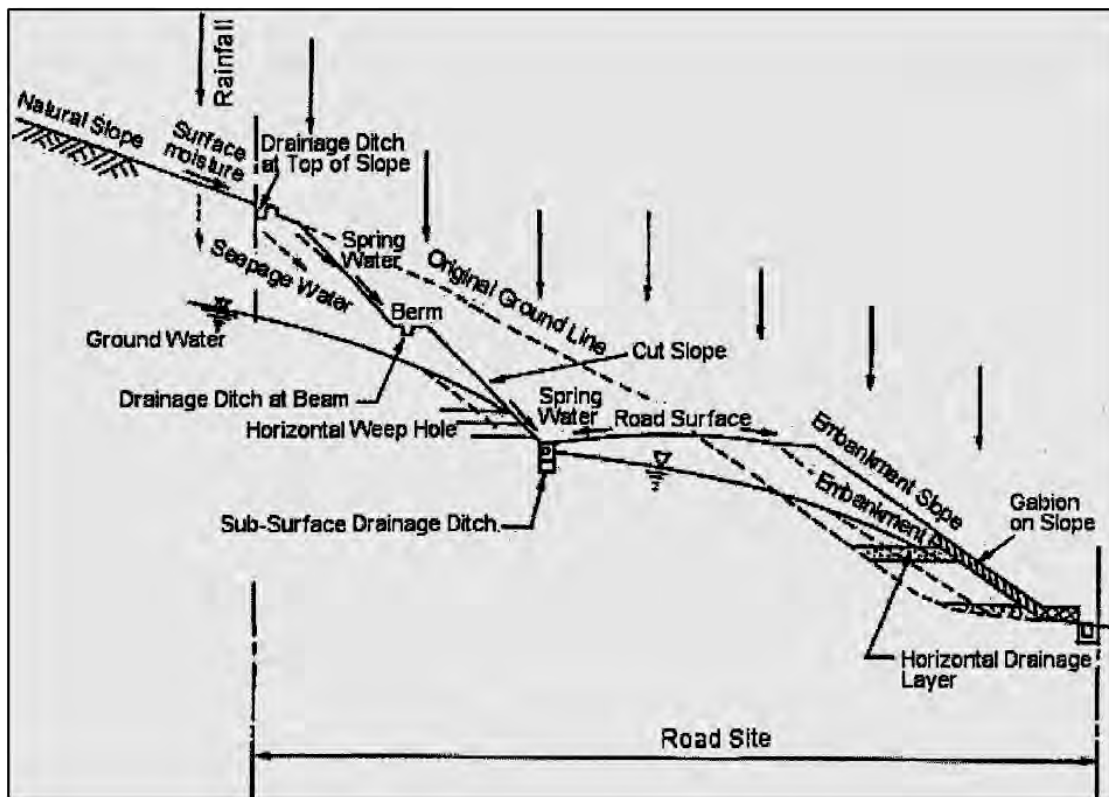
### 図 5-32：切盛部における盛土の安定化工

路線の通過するメガラヤ地区は、非常の雨の多い地域である。雨水や地中に浸透した地下水は、切土や盛土の斜面の安定に影響を及ぼす。山岳部道路の盛土部や切土部については、下図に示すような表流水、地下水の処理が重要である。



出典：土木研究所（2004）、技術基準普及 - 道路土工基準

### 図 5-33：山岳部盛土の水対策

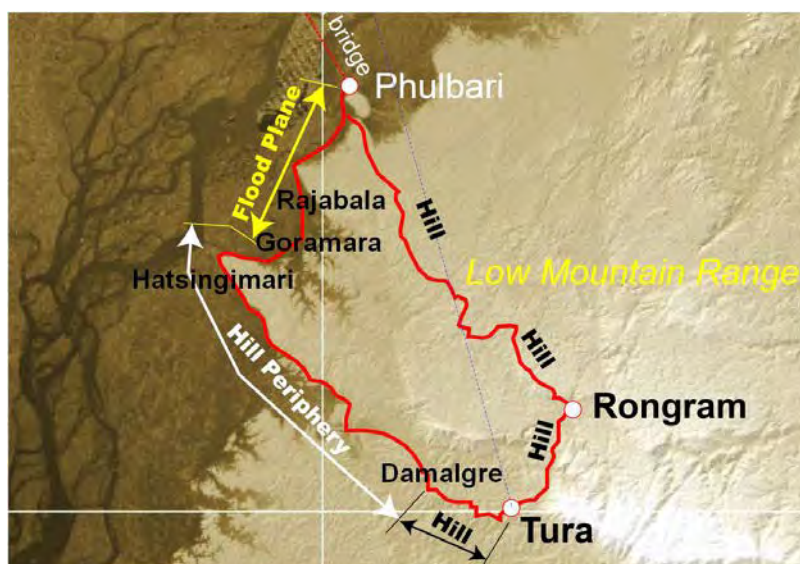


出典：土木研究所（2004）、技術基準普及 - 道路土工基準

図 5-34：切盛箇所での雨水、地下水対策工

(2) 西側道路（プルバリ～ラジャバラ～ハシギマリ～ガロバダ～ツラ）

西側道路は、プルバリからゴラマラが氾濫平地、ゴラマラからダマルグルが丘陵周縁、ダマルグルからツラが丘陵地となる。



出典：JICA 調査団

図 5-35：プルバリ～ツラ間の地形分類

## 氾濫平地

ブラマプトラ川の左岸の氾濫原は、右岸氾濫原と自然条件は類似している。従って、盛土、橋梁の支持地盤における軟弱地盤の問題がある。

## 丘陵地

東側道路で述べたとおり、切土のり面の勾配について適切な選択が必要である。

## 丘陵周縁

丘陵周縁はなだらかな斜面で軟弱な粘土がないため、道路の支持地盤としては比較的良好で、大きな問題はないと考えられる。地盤は緩い砂礫と考えられ、掘削が発生する場合には擁壁などを使用した土留めの必要がある。

丘陵から流れ出る溪流を横断する部分では、鉄砲水や土石流に対する注意が必要である。横断管、橋梁などの設備の設計では現地を確認し、荒れた谷の溪流では、土石流、流木を想定し、想定される流量より大きめの断面をとるなどの対応が必要である。

## 5.3 道路設計

### 5.3.1 設計基準

#### (1) 概要

この節は様々な設計を実施する上で基となる設計基準と設計の原則を述べている。ここで提案されている基準類は、インド道路協会（IRC）が定めている基準の中で推奨されている基準と一貫した物である。この節の狙いは設計基準をこのプロジェクトのために展開させていく事にある。設計基準は主に IRC: SP: 84-2014<sup>2</sup>を基にしているが、併せてその他の IRC 刊行物や MORTH 回覧並びに関連する国際基準の中の推奨案などにも基づいている。この道路プロジェクトを通して出来るだけ統一した設計基準を用いなければならない。もし変更が有る場合は徐々に影響が出る。

#### (2) 地形分類

IRC: 73-1980<sup>3</sup>で推奨されている以下の表で示す地形分類を適用する。例えば 1 km 程度以下の短い区間の異なる地形が有っても、その区間のプロジェクト区間の地形区分を決めるに当たっては考慮しない。

<sup>2</sup> IRC: SP: 84-2014 Manual of Specifications & Standards for Four Laning of Highways Through Public Private Partnership

<sup>3</sup> IRC: 73-1980 Geometric Design Standards for Rural (nonurban) Highways 1990

表 5-9 : 地形分類

地形の種類	対象となる地域の地盤勾配 (%)
平地部	0 - 10
丘陵部	>10 - 25
山地部	>25 - 60
急峻山地部	>60

出典 : IRC: 73-1980

対象となるプロジェクトで提案されている幾何構造（線形等）は上記分類で言う平坦地に適用される、従って幾何構造設計は平坦地の IRC : 73-1980 に基づいて実施されている。

### (3) 設計実施における原則

対象プロジェクトの道路幾何構造設計では以下の事が考慮されている。

- 設計される施設は設計年時に到達するより前に時代遅れになってはならない。
- 設計は統一の取れている物であって、異なる要素の基準は相互に調和がとれている必要がある。
- 設計は道路標識や立体構造物等を含む、道路の全ての幾何構造的観点をカバーしなければならない。
- 設計は当初の建設費用と維持管理費用を最小にする事の他、車両運転費用を最小にする事を目指して行われる。
- 設計はプロジェクトである道路の環境、審美的観点および景観を考慮する。

### (4) 設計速度

設計速度は基本的なパラメーターであり、道路の幾何構造特性を決定づける。異なる地形での設計速度は RC: SP: 84-2014 に規定される以下の表で与えられる。

表 5-10 : 設計速度

地形	地盤の傾斜	設計速度 (km/h)	
		標準	最小
平地部および丘陵部	25%以下	100	80
山地部および急峻山地部	25%超	80	65

出典 : IRC: SP: 84-2014

提案されている線形は道路がもっぱら平坦地を通過するために、標準の設計速度は 100 km/h、最小の場合でも 80 km/h が適用される。一般的には、様々な要素の幾何構造設計に当たり標準の設計速度が用いられる。最小設計速度が用いられるのは、通過区間に制限があり十分な用地確保ができない場合である。

## (5) 道路用地 (ROW)

4車線の道路の計画・設計には最低でも60mの道路用地が必要である。交差点改良においては、道路用地は通常より広い幅が必要となる。

## (6) 車線幅員

車線幅員は3.5mとする。

## (7) 中央帯

プロジェクト道路は50cmの路肩幅員を含めた幅員5.0mの中央分離帯を設置し、舗装構成は車道のそれと同一である。中央分離帯は22.5cmの高さの乗り上げ防止タイプのコンクリート縁石を設置する。

## (8) 路肩

道路の外側寄り(車道の左側)の路肩幅員はIRC:SP:84-2014に従って以下の表に示す値が提案されている。

表 5-11 : 平坦地および丘陵地における路肩幅員

区間の特徴	路肩幅員 (m)		
	舗装	未舗装 (土砂)	合計
開けた農村部の散在家屋区間	1.5	2.0	3.5
建物に囲まれた地区	2.0	-	2.0
立体構造物の近接区間	2.0	-	2.0
橋梁に近接した区間	1.5	2.0	3.5

出典 : IRC SP: 84-2014

盛土が6mを超える高さの場合は、IRC 第6章:SP:84-2014で示すように舗装路肩の端に縁石を設けて、雨水の排水を容易にして盛土の浸食防止を図る。未舗装の場合は路肩を縁石の高さまで盛り上げる。

## (9) 車道幅員

平面曲線半径が300以下の場合は、IRC:SP:84-2014に従った、以下の表に基づきそれぞれの車道幅員の拡幅を必要とする。

表 5-12 : それぞれの車道又は車線の拡幅量

曲線半径	曲線部の拡幅
75 - 100 m	0.9 m
101 - 300 m	0.6 m

出典 : IRC: SP: 84-2014

## (10) 横断勾配

直線区間の横断勾配は、車道、舗装路肩と中央帯の舗装部分はアスファルト・コンクリート舗装の場合は2.5%、セメント・コンクリート舗装の場合は2.0%とする。

横断勾配は、直線区間の場合は双方の車道から真つすぐ両側路肩方向に、曲線の場合は道路の低い方向に向けて直線で設置される。既存道路の両側に落ちる勾配は、新たに単一勾配の横断勾配に修正される。

直線区間で未舗装の路肩の横断勾配は舗装された車道および路肩より少なくとも0.5%急である必要があり、且つ3%を最低とする。片勾配の区間では、曲線の外側に接する未舗装の路肩は片勾配と逆向きの0.5%の勾配を設置し、土砂が車道部に流れないようにし、豪雨の場合でも路肩上の雨水は短い距離で路外に流れ落ちる。

## (11) 幾何構造設計

幾何構造設計は IRC: 84-2014 に別途示される場合を除き IRC: 73-1980 に基づいて実施される。全ての平面曲線は単円とその両側に挟まれる形のスパイラルの緩和曲線で構成される。平面曲線が標準最小曲線半径を下回る場合でも、片勾配は最大7%を限度とする。標準最小半径より大きい曲線半径の場合は片勾配は5%を限度とする。

### a. 平面曲線半径

地形条件に応じた標準最小曲線と特例最小半径は、IRC: SP: 84-2014 により以下の表の通り与えられる。

表 5-13 : 平面曲線半径

地形特性	標準最小半径	特例最小半径
平地部および丘陵部	400 m	250 m
山地部および急峻山地部	150 m	75 m

出典 : IRC: SP: 84-2014

### b. 視距

分離道路の異なる設計速度での安全視距および推奨最小停止視距を IRC: SP: 84-2014 にしたがって以下の表に示す。

表 5-14 : 安全視距

設計速度 (km/h)	安全停止視距 (m)	推奨最小停止視距 (m)
100	180	360
80	130	260
60	90	180
40	45	90

出典 : IRC: SP: 84-2014



**c. 縦断勾配**

下表に標準最急および特例最急勾配が示されているが、IRC: SP: 84-2014 に依っている。

**表 5-15 : 縦断勾配**

地形特性	標準最急勾配	特例最急勾配
平坦および丘陵地	2.5%	3.3%
山間地	5.0%	6.0%
急峻山間地	6.0%	7.0%

出典 : IRC: SP: 84-2014

可能な限り、標準最急勾配を用いなければならない。地形等厳しい条件の場合は特例値を用いるが、短い区間長に留めなければならない。勾配が変化する個所には必ず十分長い滑らかな縦断曲線を用いる。この曲線には放物線を用いる。縦断曲線の設計と平面曲線との組み合わせについては IRC: SP: 23-1993<sup>4</sup>に従う。縦断線形の設計では以下に示す原則に従った。

- 縦断勾配の変化する個所全てには縦断曲線が用いられる
- 縦断曲線長は 0.6 V (km/h) 以下になっていない。
- 1 キロメートルの区間に PVI (縦断勾配の折れ点) が 4 カ所以上はない。
- 視界が不十分な地点では、少なくとも停止視距が確保される。

**(12) 立体交差部における側方および高さ方向の空間**

プロジェクト道路が、立体交差する道路の上部または下部における最小の余裕空間は以下の通りである。

**a. 側方空間幅**

- 車両用のアンダーパスの場合には交差道路の道路幅員は十分に確保されなければならない。側方空間は 12 m 以下であってはならない。内訳は 7 m の車道と両側 2.5 m ずつの路肩である。
- 軽車両用アンダーパスの側方空間は 10.5 m 以下であってはならず、片側に幅 1.5 m の高くなった歩道が含まれる。
- 歩行者と牛など動物の通過のためのアンダーパスは 7 m 以下であってはならない。
- アバット、橋脚、または構造物への衝突から車両を保護するためにガードレールを設置する。

**b. 高さ方向の空間**

アンダーパスの高さ方向の空間は、IRC: SP: 84-2014.に定める以下の表の値を下回ってはならない。

<sup>4</sup> IRC: SP: 23-1993 Vertical Curves for Highways

表 5-16 : 高さ方向の空間

アンダーパスの種類	高さ方向の空間
車両用アンダーパス	5.5 m
軽車両用アンダーパス	3.5 m
歩行者および家畜類用アンダーパス	3.0 m。ただし象、ラクダなどの動物が頻繁に道路を横断すると考えられる場合には4.5 m。

出典 : IRC: SP: 84-2014

### (13) 中央帯開口部

開けた農村部の道路では中央帯開口部の間隔は2 km以上とする。それに加えて、点検、修繕や修復のための迂回路として、特定の目的のための開口部が設置される。

### (14) 平面交差点

採用される交差点の形状は、交差する道路の数、交通量と速度、交通管理の方法の様な指標を基に決定される。全ての平面交差点に適正な設計がされなければならない。

- 交差点は交通の流れ、速度、車種構成、交通分布と将来の伸びを基にして設計される。設計は交差点のある場所の物理的条件に依るので個々に異なる。異なる要素の交差点の設計は IRC: SP: 41-1994<sup>5</sup>に従って実施される。これにはこのマニュアルに書かれているその他の判断基準も含まれる。道路交通省 (MORTH) の「国道交差点の設計例」についても、平面交差点のレイアウトや設計を適切に行うために参照する必要がある。
- 4 つ以上の道路が交差する (多枝交差) 個所では、ポイントオブコンフリクト (それぞれの交通流の想定衝突点) を注意して調査し、数本の交差道路を一つにまとめ、コンフリクトを少なくする可能性を探る。その狙いは設計を単純化して、適正な交通管理施設を設計し、交通流の円滑化と安全性の向上を図る事にある。
- 導流島は舗装された路肩部分から始まる。この原則は MORTH - タイプの国道交差点の設計に適用される。

### (15) 盛土区間

盛土の高さは道路の最終仕上がり面の高さに対して測定される。道路面の高さを決める上では、以下の原則を守る必要がある。

- 古い舗装面を残したままその上に盛土を行ってはならない。盛土の仕上がり面の高さは少なくとも地盤高から 0.5 m 高くなければならない。
- 路床の最下面は高洪水位 (HFL) あるいは地下水位面から 1 m 以上でなければならない。HFL は情報調査、現地での観察、地元のヒアリングや過去の記録を基に

<sup>5</sup> IRC: SP: 41-1994 Guidelines for the Design of at Grade Intersections in Rural and Urban Areas

決められなければならない。これは、道路中心線が洪水原を通過、あるいは湖招近く、または水溜りがあって効率的な排水ができない場合である。

## (16) 道路排水

適切な道路排水は、道路構造物の健全性や道路機能を維持するために最も重要なものである。路床を含む舗装は水の侵入を防止する必要がある、これを怠ると長時間にわたり水に浸かることで路床を弱め、舗装を痛める可能性がある。このことにより、舗装や路床から水を速やかに排水させることが、道路設計では基本的な検討事項である。

また適切な排水システムは、舗装表面の水を素早く除去し車両がスリップする可能性を減少させる。舗装表面や舗装構造内排水が不十分だと、表面からの水の浸透により舗装構造の健全性が損なわれ舗装や路床が弱体化し、路肩、法肩、のり面が舗装面からの流水により浸食されてしまう。

構造物を含む道路全体の効率的な排水システムのために、以下の技術基準、MORTH の 309 項、IRC: SP: 42-2014<sup>6</sup>、IRC: SP: 50-2013<sup>7</sup>、さらに IRC: SP: 90-2010<sup>8</sup>を関連項目として順守しなければならない。

コンクリートシールなどで保護されていない縦方向排水路の側面勾配は 2:1 より急にすべきではない。縦断方向の側溝勾配は出来るだけ 0.3%以下、保護されていない側溝の場合は 1.0%以上にならないよう配慮する。TRC:SP:42-2014 の 9.4 項では土側溝における浸食を起こさない流速が示されている。

高さ 6 m 以上の高盛土や橋梁アプローチ道路では、のり面保護として特に留意すべきことに、モンスーン期間にのり面を浸食から保護するために特別な設計が必要である。この点に関して IRC:SP:42-2014 の 7 項はプロジェクト道路地域の気候状況を適切に把握することを指摘している。

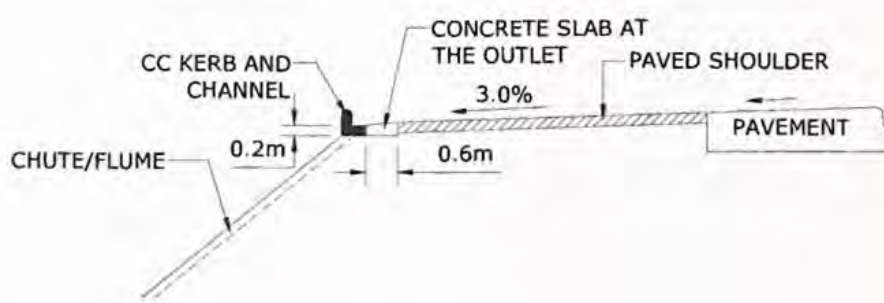
排水施設は水路断面として道路端部に排水断面を持たせた縁石による対策を求めており、流量の分散を設計した間隔で斜面に沿ったセメント・コンクリート (CC) の縦溝で流下し、芝や植生またはその他の品種で保護された法尻で受ける形式を示している。排水施設やのり面保護は常に維持管理に優れた状態を保つべきである。

盛土の縦溝や法尻排水はセメント・コンクリート (M15)、基礎コンクリート (M10) を使用するべきである。

<sup>6</sup> IRC: SP: 42-2014 Guidelines of Road Drainage

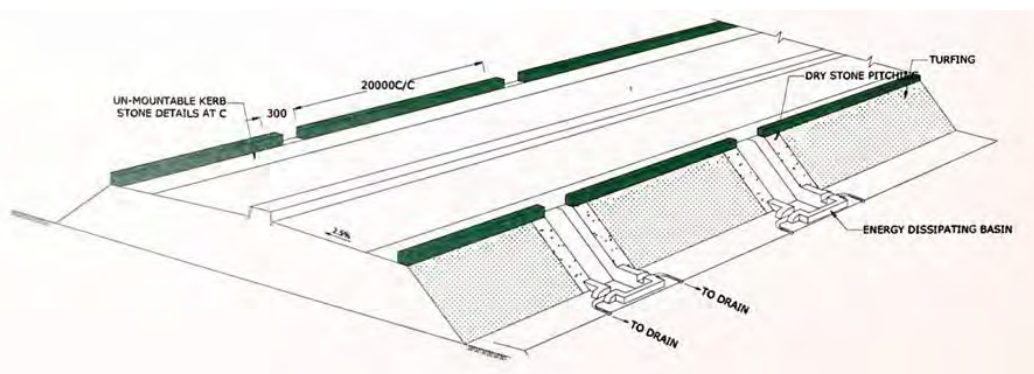
<sup>7</sup> IRC: SP: 50-2013 Guidelines on Urban Drainage

<sup>8</sup> IRC: SP: 90-2010 Manual for Grade Separators and Elevated Structures



出典：IRC: SP: 42-2014

図 5-36：縁石と高盛土の排水断面



出典：IRC: SP: 42-2014

図 5-37：高盛土ののり面保護、排水施設の概念図

## (17) 交通管理と道路安全施設

多車線道路は、インド道路協議会の基準である幾何構造標準仕様、標識、路面標示などに基づき施工されている。一方、事故データはドライバーの判断ミス の理由として、よそ見運転が多いことを示している。これらの道路の長期的な安定性を保証するため、以下の適切かつ技術的な対策が実施され、事故減少につながる安全対策の改善に役立っている。

道路規制対策、交通安全対策、道路付属施設は道路標識、路面標示、案内表示、危険標識、キャッツアイ、案内、安全施設、転落防止策、境界席、キロ程等から構成される。ガイドラインとしては IRC: 8-1980<sup>9</sup>, IRC: 25-1967<sup>10</sup>, IRC: 26-1967<sup>11</sup>, IRC: 35-1997<sup>12</sup>, IRC: 67-2001<sup>13</sup>, IRC: 79-1981<sup>14</sup>, IRC: 103-1988<sup>15</sup>が示されており、MORTH の 800 章はこれらの章に明記されていない場合に使用する。

<sup>9</sup> IRC: 8-1980 Type Designs for Highway Kilometer Stones

<sup>10</sup> IRC: 25-1967 Type Designs for Boundary Stones

<sup>11</sup> IRC: 26-1967 Type Design for 200-Meter Stones

<sup>12</sup> IRC: 35-1997 Code of Practice for Road Markings

<sup>13</sup> IRC: 67-2012 Code of Practice for Road Signs

<sup>14</sup> IRC: 79-1981 Recommended Practice for Road Delineators

<sup>15</sup> IRC: 103-1988 Guidelines for Pedestrian Facilities

### a. 道路標識

道路標識の3つの形式、規制標識、警戒標識、情報案内標識については IRC:67-2001 や MORTH 仕様の 800 章に示されている。標識は、主要道路、サービス道路、ランプ、料金所、他のプロジェクト施設に対して適切に設置されなければならない。道路標識をむやみに増やすことは、不明確さを増すため避けなければならない。

### b. 路面標示

路面標示は関連する仕様を順守し、ガラスリフレクタービーズを使用した加熱性材料を塗布したものでなければならない。加熱性材料プラスチックの品質は、材料の品質偽装を避けるため、塗布の間にランダムに試料を採取し試験を行う。

プロジェクト道路の可視性は道路標識に依存されるため、関連するコードに示されている最小レベルの性能と路面標識の仕様は確実に順守する。

### c. デリネーター

1 m の高さの鋼管ポストやコンクリートまたは基準 IRC:79-1981 が規定されている設置間隔に従い、少なくともIV型の反射体を設置する。これは低盛土や防護柵が設置されていない平坦な曲線区間も含まれる。

警戒表示は IRC67-2012 に順守し設置しなければならない。加えて道路に近接する施設はインド標準 (IS) 仕様 IS:164-2010<sup>16</sup>に準拠した塗料を使用し、黒と黄色のストライプで塗装しなければならない。

対象物マーカ―は、IRC:79-1981、IRC:67-2012 に示されたように設置しなければならない。路面上の全ての対象物で車線端から 3 m 以内にあるものは、オブジェクトハザードマーカ―で照らさなければならない。対象物には、主要橋梁の歩道や電柱、パラペット、コンクリートブロック、中小橋梁、カルバート、アンダーパスの鉄筋コンクリート擁壁や高架橋の構造物先端を含む。

### d. 路面反射マーカ― (道路鋳)

路面反射マーカ― (RRPM) いわゆる鋳 (キャッツアイ) は夜間や降雨時でも視認性が確保されていなければならない。これらは ASTM D 4280 の準拠したプリズム形の再帰反射型でなければならない。RRPM は曲線、取り付け道路、橋梁やジャンクション部分に設置する。路肩側のライン上の RRPM は赤色、中央分離帯側のラインは琥珀色にする。曲線半径 400 m 以内の全ての曲線区間の RRPM は白色とする。区画線上の RRPM はラインの中心に設置する。RRPM は横断歩道にも視認性が確保するために赤色で設置する。

### e. 車両衝撃減衰器 (クラッシュクッション)

アテニューエーターは衝突エネルギーを吸収として機能するように危険箇所や峡谷地域に設置される。アテニューエーターまたはクラッシュクッションは車止め機能や MORTH 仕様の 814 項に示された砂筒とダイヤフラムで支持された W ビームフェンダーパネルで構成さ

<sup>16</sup> IS: 164-2010 Specification for Ready Mixed Paint for Road Marking

れる。請負業者／サプライヤーはNCHRP350 準拠し、設計速度 100 km/h までの効果を確認しなければならない。

#### f. 道路サイドの安全施設

縦断方向の路側安全施設は、路側の危険対象物として 2 つのタイプ、盛土と路側の障害物を意味し、車両が急カーブを逸脱するのを防ぐためのものである。すなわち高さ 3 m 以上の全ての盛土区間は安全柵を設け、盛土の上には反射鏡が設置されなければならない。W ビームは曲線半径 450 m までの区間に設置されなければならない、曲線前後 20 m 以上の範囲に設置する。

#### g. 中央分離帯

正面衝突、特に幅の狭い中央分離帯の事故は制御不能となった車両が、中央分離帯を越えることに起因するものが主である。中央分離帯上で固定された制御物は車両交通を分断する機能を担う。このため中央分離帯は安全施設として重要な役割を担う。設置可能となる全ての道路において、7 m 以上の中央分離帯には鋼製の衝突防止 W ビームか中央分離帯の端にワイヤーケーブルの設置が好ましい。

### (18) 標準仕様とコード

適用する IRC の標準仕様の一覧を示す。

表 5-17 : 適用する IRC 標準一覧

コード	タイトル
IRC: 8-1980	Type Designs for Highway Kilometer Stones
IRC: 25-1967	Type Designs for Boundary Stones
IRC: 26-1967	Type Design for 200-Meter Stones
IRC: 35-1997	Code of Practice for Road Markings
IRC: 67-2012	Code of Practice for Road Signs
IRC: 73-1980	Geometric Design Standards for Rural (nonurban) Highways 1990
IRC: 79-1981	Recommended Practice for Road Delineators
IRC: 93 - 1985	Guidelines on Design and Installation of Road Traffic Signals
IRC: 103-1988	Guidelines for Pedestrian Facilities
IRC: SP: 23-1993	Vertical Curves for Highways
IRC: SP: 41-1994	Guidelines for the Design of at Grade Intersections in Rural and Urban Areas
IRC: SP: 42-2014	Guidelines of Road Drainage
IRC: SP: 50-2013	Guidelines on Urban Drainage
IRC: SP: 84-2014	Manual of Specifications & Standards for Four Laning of Highways Through Public Private Partnership
IRC: SP: 90-2010	Manual for Grade Separators and Elevated Structures
IS: 164-2010	Specification for Ready Mixed Paint for Road Marking

出典：JICA 調査団

### 5.3.2 道路設計

#### (1) 横断計画

取り付け道路と橋梁の標準横断を下図に示す。

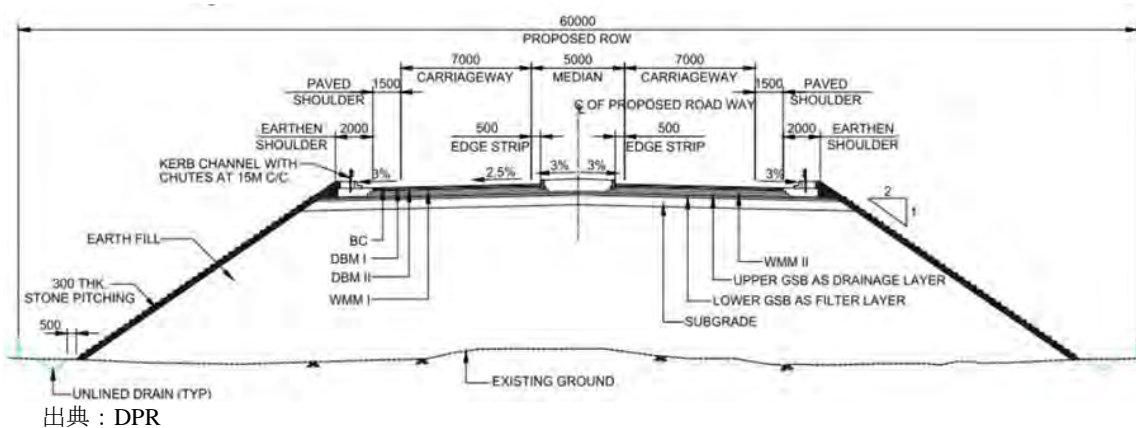


図 5-38 : 取り付け部標準横断

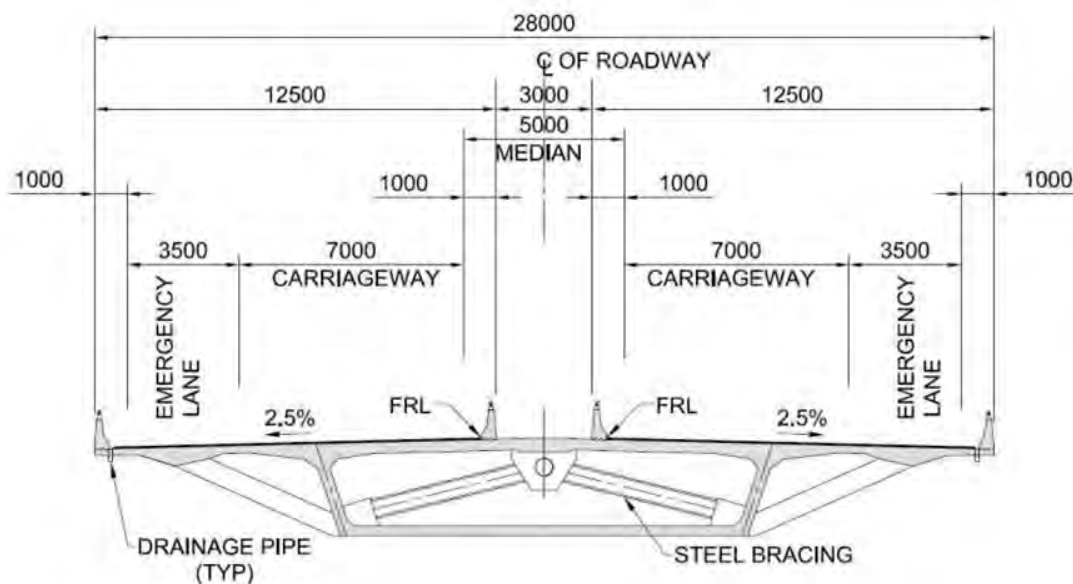


図 5-39 : 橋梁部標準横断

## (2) 線形計画

DPR で示されたアプローチ道路及び橋梁延長は、次の表の通りである

**表 5-18 : ダブル橋建設プロジェクトの延長**

区間	延長 (m)
北側アプローチ道路	810
橋梁	18,360
南側アプローチ道路	112
合計	19,282

出典 : JICA 調査団

### a. 平面線形

平面線形は以下に示した要素を守って計画する:

- 住民移転や恒久的構造物への影響を最小限にする
- 寺院、墓地、マザーズ (聖者の墓) に類する宗教施設の回避
- 池、森のような環境への影響を最小限にする。
- 道路利用者への安全性を遵守した適切な平面線形

### b. 縦断線形

縦断線形は以下に示した要素を守って計画する:

- 道路利用者への安全性を遵守した適切な縦断線形
- HFL からの縦断クリアランスの確保
- 交差道路のクリアランス 5.5m の確保

平面及び縦断線形の基本条件を下表に示す。

**表 5-19 : 平面線形の基本条件**

基本条件	値
設計速度	100 km/h
最小曲線半径	1,200 m
最急勾配	1.5%

出典 : DPR

平面線形の基本条件や縦断線形の詳細を下表にそれぞれ示す。



表 5-20 : 平面幾何構造の詳細報告

Sl. No	Curve No.	HIP			Radius (m)	Ls (m)	Included Angle (Δc)			Shift (m)	Rc	θ <sub>s</sub>	Total Deviation Angle (Δ)			Es (m)	Ts (m)	Lc (m)	Level (m)	Start of Curve			End of Curve			V (Km/h)	e (%)	Direction
		Chainage (m)	Northing (m)	Easting (m)			D	M	S				D	M	S					Chainage	Northing (m)	Easting (m)	Chainage	Northing (m)	Easting (m)			
1	1/1	0+479	2882200.30	794125.31	1200	0	11	36	52.569	0.00	1200	0	11	36	52.560	6.190	122.046	243.256	243.256	0+356.966	2882320.789	794105.874	0+600.222	2882078.366	794120.091	100	3.70	Right
2	2/1	1+283	2881396.20	794090.89	1200	0	40	5	26.982	0.00	1200	0	40	5	26.980	77.382	437.842	839.660	839.660	0+845.175	2881833.638	794109.616	1+684.835	2881049.485	794358.279	100	3.70	Left
3	3/1	2+970	2880031.78	795143.15	5000	0	5	34	22.542	0.00	5000	0	5	34	22.540	5.919	243.357	486.330	486.330	2+726.680	2880224.484	794994.529	3+213.010	2879825.551	795272.346	100	-2.50	Right
4	5/1	4+150	2879031.78	795769.64	15000	0	8	28	1.772	0.00	15000	0	8	28	1.770	23.920	847.449	1693.098	1693.098	3+302.242	2879749.932	795319.721	4+995.340	2878368.873	796297.582	100	-2.50	Left
5	7/1	6+082	2877518.73	796974.64	12000	0	8	28	0.433	0.00	12000	0	8	28	0.430	32.830	888.257	1773.280	1773.280	5+193.887	2878213.562	796421.272	6+967.166	2876750.003	797419.689	100	-2.50	Right
6	9/1	8+203	2875680.49	798038.83	5000	0	3	56	16.803	0.00	5000	0	3	56	16.800	2.954	171.895	343.855	343.655	8+031.080	2875829.252	797952.707	8+374.735	2875537.988	798134.965	100	-2.50	Left
7	11/1	10+644	2873656.43	799404.35	25000	0	1	59	23.915	0.00	25000	0	1	59	23.910	3.770	434.189	868.291	868.291	10+210.258	2874016.365	799161.516	11+078.549	2873305.140	799659.526	100	-2.50	Left
8	15/1	14+437	2870588.26	801633.11	10000	0	6	51	50.416	0.00	10000	0	6	51	50.410	17.967	599.715	1197.995	1197.995	13+836.876	2871073.472	801280.644	15+034.870	2870064.409	801925.055	100	-2.50	Right
9	18/1	15+985	2869234.45	802387.60	5000	0	4	52	26.501	0.00	5000	0	4	52	26.500	4.526	212.798	425.339	425.339	15+772.213	2869420.334	802284.002	16+197.552	2869058.047	802506.606	100	-2.50	Left
10	18/1	17+323	2868124.81	803136.21	1200	0	17	51	12.048	0.00	1200	0	17	51	12.040	14.713	188.487	373.920	373.920	17+134.828	2868281.059	803030.795	17+508.747	2868008.395	803284.453	100	3.70	Left
11	19/1	18+893	2867153.41	804373.24	1200	0	23	53	49.113	0.00	1200	0	23	53	49.110	26.575	253.940	500.497	500.497	18+639.171	2867310.241	804173.519	19+139.668	2866929.110	804492.308	100	3.70	Right

出典 : DPR

表 5-21 : 縦断幾何構造の詳細報告

Curve No.	IP		Type of Curve	Curve Length	K Value	Start		End		Gradient	
	Chainage	Level				Chainage	Level	Chainage	Level	In	Out
1/1	0+278.696	32.130	Sag	100	55.556	0+228.696	32.280	0+328.696	32.880	-0.300	1.500
1/2	0+490.000	35.300	Hog	210	140.000	0+385.000	33.725	0+595.000	35.300	1.500	0.000
3/1	2+994.000	35.300	Sag	100	100.000	2+944.000	35.300	3+044.000	35.800	0.000	1.000
5/1	4+100.000	46.360	Hog	200	200.000	4+000.000	45.360	4+200.000	46.360	1.000	0.000
18/1	17+260.000	46.360	Hog	200	200.000	17+160.000	46.360	17+360.000	45.360	0.000	-1.000
19/1	18+366.000	35.300	Sag	100	100.000	18+316	35.800	18+416.000	35.300	-1.000	0.000
20/1	19+170.000	35.300	Hog	60	60.000	19+140	35.300	19+200.000	35.000	0.000	1.000

出典 : DPR

### 5.3.3 舗装設計

既往成果は取り付け道路について舗装設計が検討されている。この検討は、将来推計交通量を使い、アスファルト舗装、コンクリート舗装ともそれぞれの設計基準 IRC:37-2012<sup>17</sup>、IRC:58-2015<sup>18</sup>に基づいて計画されている。

今後、舗装形式の採用に当たっては中央政府の国道に対する維持管理の方針を踏まえる必要がある。本路線ではアプローチ区間は短く、これに対して橋梁区間が非常に長い、橋梁舗装についての計画がなされていないため、ここでは橋梁上の舗装計画について示す。

#### (1) 設計条件

以下に一般的に舗装設計に要求される項目を示した。

- 運転時快適性の確保。
- 道路表面の平坦性や滑り抵抗を確保し、快適性や安全性の向上を図る。
- 近隣の環境に適した舗装材料を使用し、良好な道路景観の創生。

また舗装形式は橋梁区間の舗装は土工区間と異なり、橋梁特性に適した舗装を敷設することが必要である。橋梁区間は床板の形式により異なるが、ここではコンクリート床板を前提に計画を行う。

#### (2) コンクリート床板に求められる性能

RC床板への要求性能のうち、特に重要なものを以下に示す。

- 防水性能

橋梁の耐久性はRC床板の防水性の影響を大いに受けるため、防水材にはRC床板への防水性、舗装合材との適合性、アスファルト施工時の高温への耐久性が求められる。防水材はシートタイプと塗布（またはスプレー）タイプが用いられているが、本業務では施工性に優れる塗布タイプを推奨する。

- 接着性能

RC床板と鋼床版の表面は接着機能がないため、接着材は防水層との良好な付着性能が必要である。また施工時には、橋梁表面は綺麗にゴミを除去し乾燥させ、付着の障害となる全ての物質を取り除いておく必要がある。コンクリート床板上の舗装は防水性、接着性、施工性を考慮した検討を行った。

#### (3) コンクリート床板の舗装構成

RC床板の舗装構成として、以下に示す3タイプの舗装構成を比較検討した。

<sup>17</sup> IRC37-2012 Tentative Guidelines for the Design of Flexible Pavements

<sup>18</sup> IRC58-2015 Guidelines for the Design of Plain Jointed Rigid Pavements for Highways

表 5-22 : 舗装構成の比較

	第1案	第2案	第3案
表層	密粒(13) ポリマー改質Ⅲ型-W	密粒(13) ポリマー改質	密粒(13) ポリマー改質
タックコート	0.4 l/m <sup>2</sup>	0.4 l/m <sup>2</sup>	0.4 l/m <sup>2</sup>
基層	密粒(13) ポリマー改質Ⅲ型-W	密粒(13) ポリマー改質	密粒(13) ポリマー改質
防水層	塗膜系	シート系	塗膜系
接着層	ゴムアスファルト溶剤系	ゴムアスファルト溶剤系	ゴムアスファルト溶剤系
舗装厚	80 mm	80 mm	80 mm
防水性	基層に密粒を採用しており防水性が高い ○	基層に密粒を採用しており防水性が高い ○	基層に密粒を採用しており防水性が高い ○
耐久性	Ⅲ型は特に耐久性に優れるがアジアでは需要が少ない △	改質は耐久性に優れる ○	改質は耐久性に優れる ○
施工性	防水層は塗膜系のため施工性は良い ○	防水施工には熟練を要する △	防水層は塗膜系のため施工性は良い ○
採否			推奨案

出典：JICA 調査団

比較検討の結果、防水性、耐久性、施工性に優れる塗布タイプで構成した舗装構成を推奨する。

## 5.4 橋梁設計

### 5.4.1 設計基準

ドゥブリ橋の幅員構成は、IRC:SP 84-2014 の規定を適用して決定する。設計にあたっては、できるだけインドの設計基準に基づいて実施する。主要なインドの設計基準を次の表に示す。

表 5-23 : 主な設計基準

コード番号	名称
IRC:5-2015	Standard Specification & Code of Practice for Road Bridges, Section -1 General Features of Design (Seventh Revision)
IRC:6-2014	Standard Specification & Code of Practice for Road Bridges, Section -2 Loads & Stress (Revised Edition)
IRC:21-2000	Standard Specification & Code of Practice for Road Bridges, Section -3 Cement Concrete Plain & Reinforced (Third Revision)
IRC:24-2010	Standard Specification & Code of Practice for Road Bridges, Steel Road Bridges (Limit State Method) (Third Revision)

コード番号	名称
IRC:78-2014	Standard Specification & Code of Practice for Road Bridges, Section -7 Foundation & Substructure (Revised Edition)
IRC:112-2011	Code of Practice on Concrete Road Bridges,
IRC:83-2015 (Part I)	Standard Specification & Code of Practice for Road Bridges, Section -9 Bearings, Part I: Roller & Rocker Bearings (Second Revision)
IRC:83-2015 (Part II)	Standard Specification & Code of Practice for Road Bridges, Section -9 Bearings, Part II: Elastomeric Bearings (First Revision)

出典：JICA 調査団

### (1) 設計荷重

設計荷重と荷重の組み合わせはインド設計基準に基づいて決定する。主要な荷重条件を以下に示す。

- 活荷重: Class 70R Loading (IRC 6)
- 活荷重の載荷方法: One lane of Class 70R with one lane of Class A, or three lanes of Class A (IRC 6)
- 衝撃荷重: IRC 6 の規定による
- 温度変化の影響: +5 to +40 degrees (IRC 6)
- 地震荷重: Zone-V, Importance factor = 1.5 (IRC 6)

### (2) 舗装

コンクリート床版の上には、厚さ 80 mm のアスファルト舗装を適用する。

### (3) 洗掘の影響

ブラマプトラ川は季節的な水位変動が大きいだけでなく、橋梁建設位置には侵食されやすい土が厚く堆積しているため、水路位置が不安定で橋脚周辺の洗掘が大きいことが予測される。基礎工の設計に見込むべき洗掘深さは、予測計算だけでなく、過去の川床変動の状況、水理実験の結果などを総合的に考慮して設定することが重要である。架橋地点付近での水位変動を次の表に示す。

表 5-24：水理パラメーター

パラメーター	数値
洪水時最高水位 (HFL)	30.36 m
最低水位 (LWL)	23.00 m
洪水時最高水位時の流速	4.5 m/sec

出典：DPR

#### (4) 航路条件

ブラマプトラ川は舟運に利用されており、インド内陸水運局 (IWAI) はドゥブリ橋の支間長と桁位置に関する条件を定めている。

表 5-25 : 航路条件

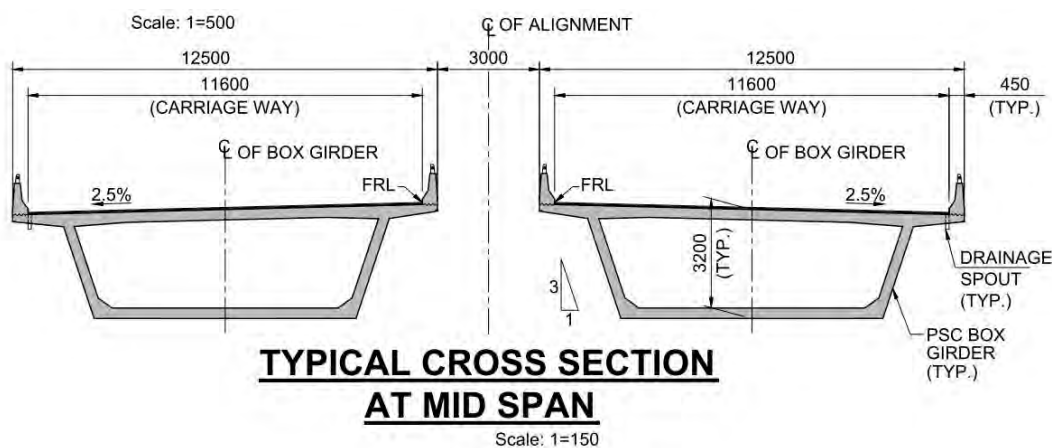
パラメーター	数値
水平方向のクリアランス (橋脚間)	100 m
高さ方向のクリアランス (洪水時最高水位から桁下まで)	10 m
航路区間の長さ	12,500 m

出典 : DPR を基に JICA 調査団作成

#### (5) 幅員構成

1 方向 2 車線の幅員構成を下の図に示す。路面の左側パラペットの外側にインドの設計基準 (IRC:SP:84-2014、2.5.1 項及び表 6-2) に基づいて中央分離帯を設ける。

車道はインドの設計基準 (IRC:SP:84-2014、2.4 項) に基づき車道幅 3.5 m の片側 2 車線、合計 4 車線とするが、道路交通省の指示により、同基準に基づき非常車線 (幅 3.5 m) を両方向に設置することとする。また防護壁の前に側帯 (幅 0.55 m) を設ける。側帯を含めた全体幅員は、11.6 m (車線 2 × 3.5 m、非常車線 3.5 m、側帯 2 × 0.55 m) となる。



出典 : DPR

図 5-40 : 幅員構成

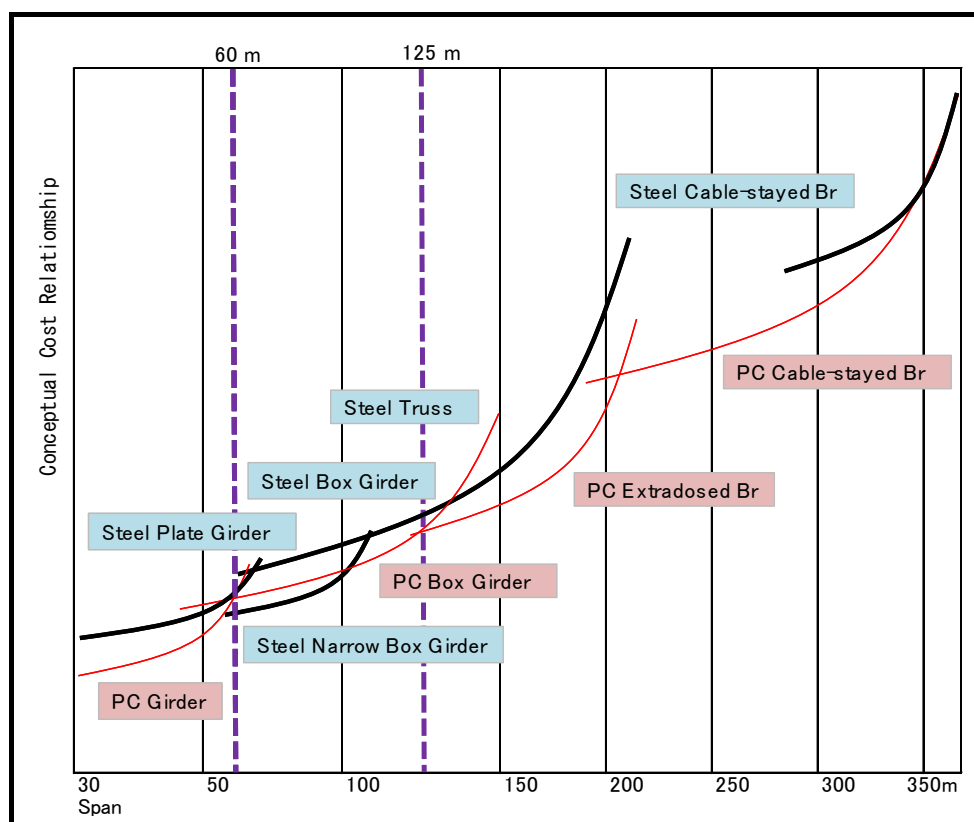
#### 5.4.2 基礎工形式

上部工からの荷重が大きい航路区間の基礎工は、すでにブラマプトラ川で施工実績があり、インドで成熟した技術であるオープンケーソンが最も妥当な形式である。高架橋区間の基礎工は作用する荷重が航路区間よりも小さいため、経済性に優れる杭基礎を採用できる。したがって、DPR の計画を修正する必要はない。

### 5.4.3 上部工形式

ドゥブリ橋は、インドにとってブラマプトラ川を渡る最も西側の橋梁であり、北東州と西ベンガル州を結ぶ新しい道路となるため、北東州の発展に大きく寄与する重要な橋梁である。ドゥブリ橋の全長は 18 km を超え、建設に多額の費用を必要とする。しかも部分的に完成したとしても何ら効果をもたらさないため、投資効果を低下させないように建設を開始した後は速やかに完成させることが重要である。ここでは DPR の橋梁計画よりも工期短縮できる可能性がある上部工形式について検討する。

図 5-41 は、支間長に応じて一般的な条件を前提に選定される橋梁上部工形式を示している。図より、支間長 60 m に対しては PC 箱桁橋、鋼版桁橋、鋼細幅箱桁橋が一般的であり、支間長 125 m に対しては PC エクストラドーズド橋、鋼箱桁橋、鋼トラス橋が一般的である。以上のほか、最近新しく開発された橋梁形式を加えて特徴を比較する。高架橋区間および航路区間の支間長と全長は、DPR の計画を踏襲する (表 5-26)。



出典：JICA 調査団

図 5-41：一般的条件で選定される橋梁上部工の形式

表 5-26 : DPR による支間割

区間	支間割
高架橋区間 (北側)	59@60 m=3,540 m
航路区間	62.5+100@125+62.5 m=12,625 m
高架橋区間 (南側)	36@60=2,195 m
合計	18,360 m

出典：JICA 調査団

### (1) 高架橋区間

支間長 60 m に対して一般的に経済性が確保できる橋梁形式を表 5-27 に比較する。PC 箱桁橋に比較して、鋼細幅箱桁橋は工期短縮できる利点があると考えられる。ただし、ドゥブリ橋の工期は高架橋でなく航路区間の工期に支配されているため、航路区間にエクストラード橋を採用する条件では、高架橋の工期短縮はドゥブリ橋の工期短縮に結びつかない。さらに、インドでは鋼橋の建設費が PC 箱桁橋に比較して高額であるため、鋼細幅箱桁を採用する理由は見出せない。インドの建設会社は支間長 60 m の PC 箱桁橋を建設する技術力を有しており、技術的経済的に PC 箱桁橋が最も適当である。なお、いずれの形式であってもアプローチ道路の長さは同じである。

表 5-27 : 高架橋形式比較

形式	PC 箱桁橋	鋼細幅箱桁橋	PC 複合トラス橋
イメージ図			
実績 (日本/インド)	多い/多い	少ない/無い	少ない/無い
適用支間長	30~60m	60~90m	50~110m
提案支間長	60m	60 または 90m	90m
施工方法	スパン・バイ・スパン	送り出し	張り出し
橋脚数	97	97 または 65	65
デザイン印象	単調	単調	印象的
工費	最も経済的	PC 箱桁橋より高い	PC 箱桁橋より高い
利点	インドの建設会社が施工できる	工期短縮できる	軽量化できる
欠点	死荷重が重い	ドゥブリ橋建設においては工期短縮の効果が表れない	高い技術力が必要で、インドに実績がない
評価	最も有利	採用する理由が薄い	採用する理由が薄い

出典：JICA 調査団

## (2) 航路区間



支間長 125 m に対して、DPR の PC 箱桁エクストラードーズド橋、桁高を一定にできる鋼細幅箱桁橋、PC 複合トラス桁エクストラードーズド橋、鋼トラス橋の 4 形式を表 5-28 及び表 5-29 に比較する。

表 5-28 : 航路区間形式比較(1)

形式	PC 箱桁エクストラードーズド橋	鋼細幅箱桁
イメージ図		
実績 (日本/インド)	多い/多い	少ない/無い
適用支間長	100~200m	60~90m
提案支間長	125m	125m
施工方法	張り出し	送り出し
橋脚数	100	100
デザイン印象	印象的	単調
工費	最も経済的	PC 箱桁エクストラードーズド橋より高い
利点	インドの建設会社が施工できる	工期短縮できる
欠点	隣接州に先行事例がある	特殊な鋼材と技術が必要である
評価	経済的だが工期が長い	採用する理由が薄い

出典：JICA 調査団

表 5-29 : 航路区間形式比較(2)

形式	PC 複合トラス桁 エクストラードーズド橋	鋼トラス橋
イメージ図		
実績 (日本/インド)	少ない/無い	多い/多い
適用支間長	150~200m	60~150m
提案支間長	180m	125m



形式	PC 複合トラス桁 エクストラドーゾド橋	鋼トラス橋
施工方法	張り出し	送り出し
橋脚数	83	100
デザイン印象	印象的	重厚
工費	PC 箱桁エクストラドーゾド橋より 高い	PC 箱桁エクストラドーゾド橋より 高い
利点	工期短縮できる	インドの建設会社が施工できる。 工期短縮できる
欠点	特殊な技術力がある	上流に同形式がある
評価	採用する理由がない	工期短縮できる

出典：JICA 調査団

上記比較検討の結果、DPR の PC 箱桁エクストラドーゾド橋が最も経済的であるが、現地の施工条件を勘案すると表 5-30 に述べるような課題の解決が必要であることが分かった。これらの課題は、施工上の問題であり、その処理判断を誤ると工事遅延の原因ともなる。PC 箱桁エクストラドーゾド橋形式を用いて、ダブル橋を計画通りに建設するためにはその対策を明確にしておく必要がある。

JICA 調査団は、これらの課題の対策の重要性を考慮して、NHIDCL 及び DPR コンサルタントに対して意見書を提出した。NHIDCL 及び DPR コンサルタントは、意見書に対して対応策を検討し、その結果を提示したが、細部の詰めがさらに必要であると判断された。JICA 調査団は、NHIDCL 及び DPR コンサルタントと、現地での意見交換、メールによる記述内容の確認に加えて、東京とデリー間の TV 会議も開いて細部の検証を行い、課題に対する対策を明確なものにした。

一方、鋼トラス橋については、工費は割高になるものの、上部工に押し出し架設を採用することで河川上の材料運搬を軽減できるため、施工性に優れている。そこでエクストラドーゾド橋とのより詳細な比較検討を行うために、鋼トラス橋の概略設計を実施した。

以下、PC 箱桁エクストラドーゾド橋の現地施工条件の課題と対策の検討結果、鋼トラス橋の概略設計、PC 箱桁エクストラドーゾド橋と鋼トラス橋との比較検討の結果について述べる。

### (3) PC箱桁エクストラドーゾド橋の施工上の課題と対策

ダブル橋の接続地点であるダブルとブラマプトラ川対岸のプルバリは、北東地域の最西端、バングラデシュとの国境に近い所に位置しており、北東州の中でも経済発展が遅れており、輸送インフラは貧弱である。鉄道は、ダブルまでは連絡しているものの、プルバリ側にはない。また、道路を使ってダブルからプルバリに、材料等を車で輸送するには約 60 km 上流まで迂回が必要である。ダブル橋の施工計画を立てる上で、材料等の輸送については注意深い検討を要する。

また、ダブル橋の横断位置でのブラマプトラ川は、川幅を大きく広げて約 20 km になり、河川内には多数の中州が存在する。雨季と乾季では水深に 5 m 以上の差があり、また

中州の形状や流路の位置は常に変化している。このような自然条件の下での橋梁建設工事は、河川内においての材料や作業員の運搬に注意深い検討が必要である。

さらに、ブラマプトラ川は、洪水の多い暴れ河川としてもよく知られており、洪水対策については入念な事前の計画立案が必要である。

このような自然条件の下で、ドゥブリ橋を PC 箱桁エクストラード橋で建設する場合の施工上の課題を下表に整理した。また、それぞれの課題に対する対策の検討結果を以下に述べる。

**表 5-30 : PC箱桁エクストラード橋の施工上の課題**

課題	課題
ア) 材料手配	大量の工事用材料が必要であるため、要求する品質の材料を安定的に製造、輸送、保管できることを確認すべきである。製造企業の能力と製造に要する期間を確認すべきである。
イ) 工事工程	詳細設計および材料調達に要する期間を工事工程に加えるべきである。季節的に変化が著しいブラマプトラ川で多数のサイトを同時に運営する必要があり、従来の橋梁よりも施工計画に十分な検討を行うべきである。
ウ) 仮設備	栈橋、工事用道路、コンクリートプラントなどの規模が大きいために、適切に準備し維持しなければならない。通常規模の橋梁工事に比べて仮設備の規模が大きいため、必要な費用を適切に積算すべきである。
エ) 作業員、検査員	工事工程に応じて大量の作業員、検査員が必要となる。経験を有する作業員および検査員の人数の確保とコントロールに十分に考慮すべきである。
オ) 洪水対策	長い工事期間中に 10 年確率の洪水が発生する可能性があるため、洪水への対策を考慮すべきである。
カ) 鋼材の腐食対策	塗装の塗替えが難しいと考えられるため、鋼材の腐食対策は耐久性が高い方法を採用すべきである。
キ) 鉄道駅	工事材料を鉄道で輸送する場合、使用する駅までのアクセスと積み降ろし設備を調査すべきである。

出典：JICA 調査団

#### ア) 材料手配の問題

セメントと骨材については、北東州を中心とする地域がインド有数の産地でもあり、製造可能で供給能力に問題はない。鉄筋、PC ケーブルについては、インド国内で十分な製造能力と供給能力がある。また、現地までの輸送は、道路、鉄道、河川のいずれにおいても可能で、現地には保管施設とコンクリート製造プラントの用地が確保できる。しかしながら、プルバリに到達するのに鉄道は無く道路の状態も悪いために、材料等をプルバリ側へ運搬することに困難を伴う。従って、JICA 調査団はプルバリ側への材料運搬費を計上することを推奨する。この材料運搬費についての JICA 調査団の見積もりは約 8,900 万ルピーである (表 5-31)。

表 5-31 : プルバリ側への材料運搬費

材料	量 (トン)
セメント	97,273
鋼材	34,698
<b>合計</b>	<b>131,971</b>
必要なトレーラーの数量	131,971 トン /16 トン = 8,248 台
運搬費	8,248 × 10,799 ルピー = 89,070,152 ルピー

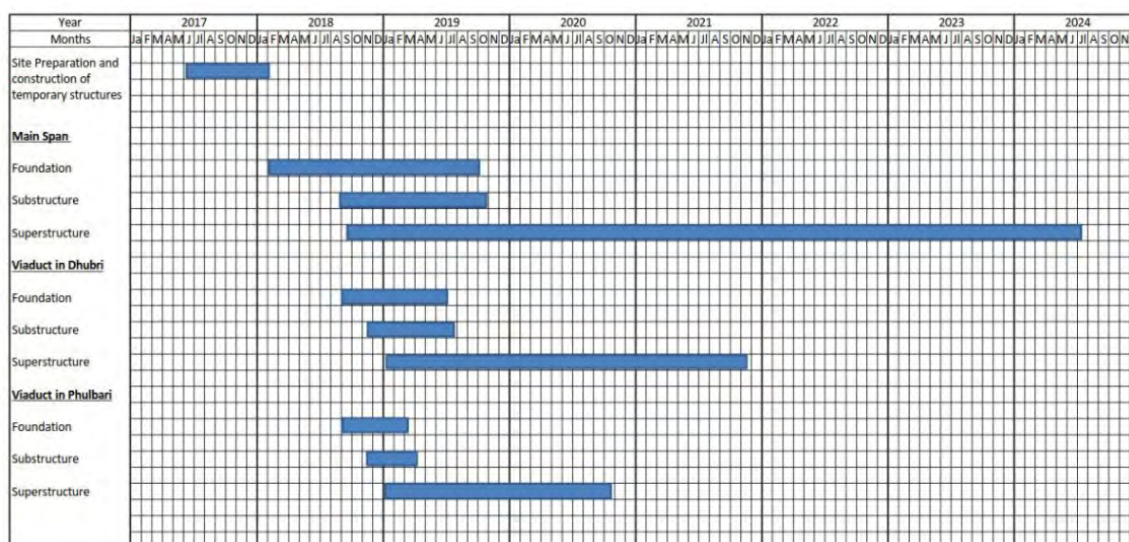
出典 : JICA 調査団

### イ) 工事工程の再検討

当初、工期を 6 年としていたが、施工内容を再度見直し、橋梁区間を 4 工区に分割して同時施工を行うことにより、コンクリート製造プラントとプレキャストブロック打ち込みヤードを各工区に配置できる。バージを使用したプレキャストブロックの輸送、輸送用の栈橋の使用により、全体工期を 6 年 11 ヶ月間で完成することができるとしている (表 5-32)。

しかしながら、特に基礎工及び下部工の工事に必要な期間について、雨季期間の稼働率を慎重に再検討すべきである。JICA 調査団は、雨季の期間の内 3 か月は施工不能と見積もることを推奨する。また、工事初期の現場準備工 (60 日) も工事期間に含めるべきである。JICA 調査団の見積もりによる必要な追加工事期間は 10 か月であり、全体の工事期間は 7 年 9 か月となる (表 5-33)。

表 5-32 : 工期6年11か月の施工スケジュール



出典 : DPR

表 5-33 : 追加工事期間の計算

項目	期間 (日)
基礎工 (173 日) + 下部工 (20 日) + 塔 (35 日)	228
稼働率 = $3/12 = 0.75$	$228/0.75 = 304$
各工事個所のサイクル数	3
稼働率による追加日数	$(304 - 228) \times 3 = 228$
初期現場準備工	60
追加工事期間	$(228 + 60)/30 = 10$ か月

出典 : JICA 調査団

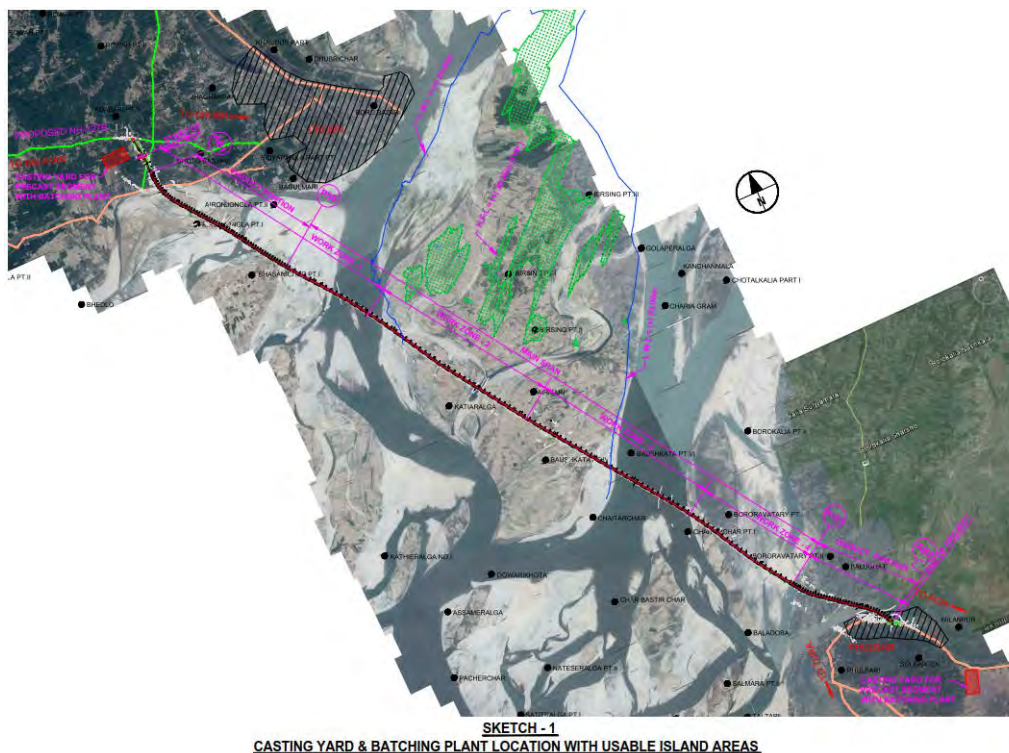
#### ウ) 仮設備の再検討

栈橋、工事用道路、コンクリートプラントなどの設置ができる用地が現地で利用できる (図 5-42)。クレーン、プレキャストブロック輸送用の大型トレーラーとトロリー等はインドの既存の機材で対応可能である (図 5-43)。仮設備の費用についても、インドで標準的な積算方法を使っており、適切な費用の見積もりが行われている。しかしながら、このような大規模な仮設備の費用は、通常の工事のものより大きくなる。プレキャストブロックや他の材料の運搬は、標準よりはるかに大規模になるために、JICA 調査団は仮設備の追加費用を計上することを推奨する。JICA 調査団が見積もった追加費用は、約 6.426 億ルピーである。(表 5-34)

表 5-34 : 仮設備の追加費用

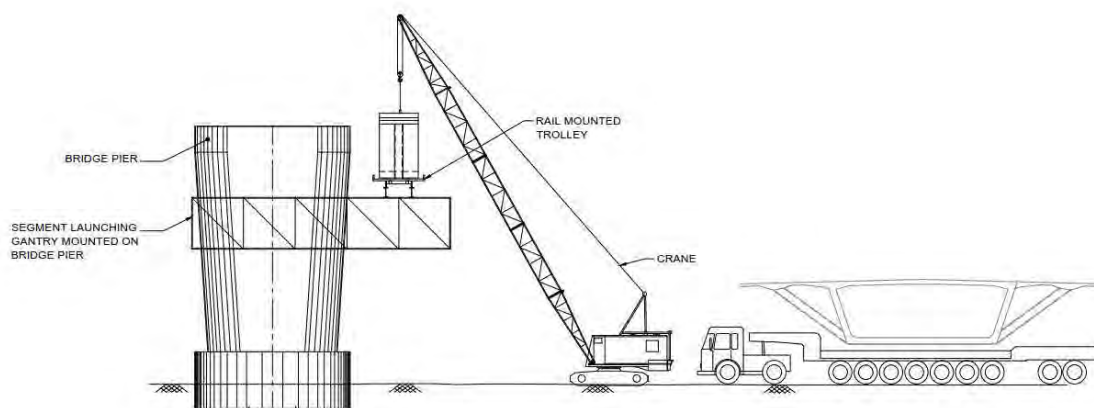
項目	数量	形状 (m <sup>2</sup> )
仮栈橋	3	$15 \times 40 \times 3 = 1,800$
荷卸し台	2	$10 \times 30 \times 2 = 600$
仮設道路 (1)	1	$6 \times 7,000 \times 1 = 42,000$
仮設道路 (2)	1	$6 \times 4,500 \times 1 = 27,000$
<b>合計</b>		<b>71,400</b>
設置・撤去費用		$71,400 \times 0.15 \times 60,000 = 6.426$ 億ルピー

出典 : JICA 調査団



出典：DPR

図 5-42：製作ヤード及びコンクリートプラントの計画図



**SCHEME FOR LIFTING OF SEGMENTS FROM TRAILOR TO TROLLEY**  
**LAND AREA STAGE 3**

：出典DPR

図 5-43：大型トレーラーとトロリーの計画図

エ) 作業員及び検査員の動員

インドで同形式の橋梁を建設した実績があり、検査員の品質に問題はない。また、作業員の人数の確保とコントロールは施工業者の責任であるが、従来から実績があり十分に対応できる。しかしながら、同時に並行作業を行うパーティの数が極めて大きいため (9 か

所の工事個所にそれぞれ 4 パーティ)、工事現場監理の機能を適切に補強すべきである。JICA 調査団は、工事現場監理のための追加費用を計上することを推奨する。この追加費用についての JICA 調査団の見積もりは、約 8.956 億ルピーである (表 5-35)。

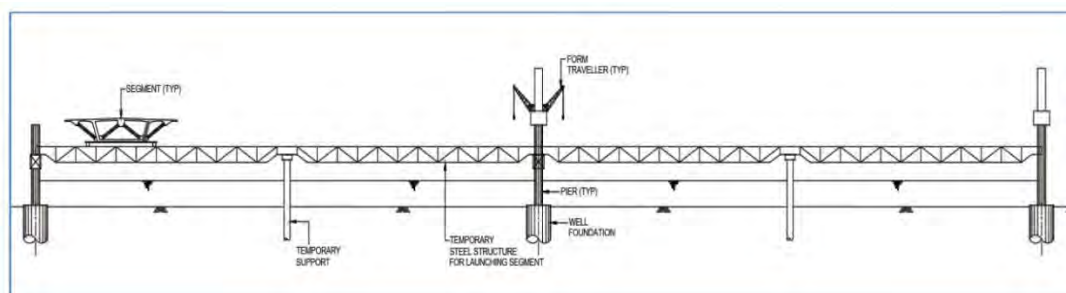
**表 5-35 : 現場監理のための橋梁技術者の追加費用**

項目	期間
航路部橋梁工事	2,168 日
稼働率の見直し	228 日
<b>合計</b>	<b>2,396 日 (78.9 か月)</b>
9 工事個所にそれぞれ 2 名の 橋梁技術者を配置 2 名	$78.9 \times 2 \times 9 \times 630,600$ ルピー = 8.956 億ルピー

出典 : JICA 調査団

### オ) 洪水対策

工事については 10 年確率の洪水を想定した上で、完成した下部工を活用して、栈橋及び輸送用道路を設置することで対応可能である (図 5-44)。橋梁構造本体の設計は、100 年確率の洪水に対応している。しかしながら、工事期間中に工事従事者の安全を確保するために、洪水警報モニタリング・システムを備えることは重要である。JICA 調査団はその様な洪水警報モニタリング・システムを取り入れることを推奨する。そのシステムが持つべき機能は、気象情報収集、情報解析、警報と連絡体制、避難マニュアル、避難訓練等である。



出典 : DPR

**図 5-44 : 下部工を活用した栈橋及び輸送用道路計画**

### カ) 鋼材の腐食対策

ドゥブリ橋の架橋位置は内陸であり塩分の影響は少ないと考えられ、価格の高い耐候性鋼材の使用は想定していない。また、外気に曝される鋼材は限られており、塗装による腐食対策が可能である。

## キ) 鉄道駅

鉄道の利用はインドで一般的な輸送方法である。また、駅からの搬送で既存の道路の使用が難しい場合、鉄道駅までの工事前アクセス道路を建設する。現地の状況からアクセス道路の整備に特別な問題はない。

## ク) 結論

上述の通り、PC 箱桁エクストラードズド橋の施工上の課題に対する対策は明確にされた。しかし一方、鋼トラス橋は、エクストラードズド橋に比べて経済性では劣るものの、施工上に有利さがあるために、2017年6月8日に、NHIDCLにおいてNHIDCL、DPR コンサルタント、JICA 及び JICA 調査団の四者会議を実施した結果、NHIDCL のトップである Managing Director アナンド・クマール氏が務める議長の下で比較検討を行った。

JICA 調査団が、エクストラードズド橋と鋼トラス橋との比較検討についてのプレゼンテーションを行い、引き続いて両橋梁形式の優劣について議論が行われた。アナンド・クマール議長は、①JICA 調査団が指摘するエクストラードズド橋の施工上の課題は対策が可能である、②エクストラードズド橋のコストが安い、③仮に設計変更をするとしたら数か月の時間が無駄になる、④施工上の課題は基本的に入札したコントラクターが負うべき責任である、との理由から DPR 原案である PC 箱桁エクストラードズド橋の橋梁形式を採用することを決定した。併せて、ドゥブリ橋の建設においては、効率的な施工監理が工事を工期限内に、そして計画通りに終わるために重要であるという認識から、JICA に対して効率的な施工監理について技術支援を要請した。

## (4) PC 箱桁エクストラードズド橋との比較に使用した鋼トラス橋の概略設計

### ア) 鋼トラス橋の概略設計

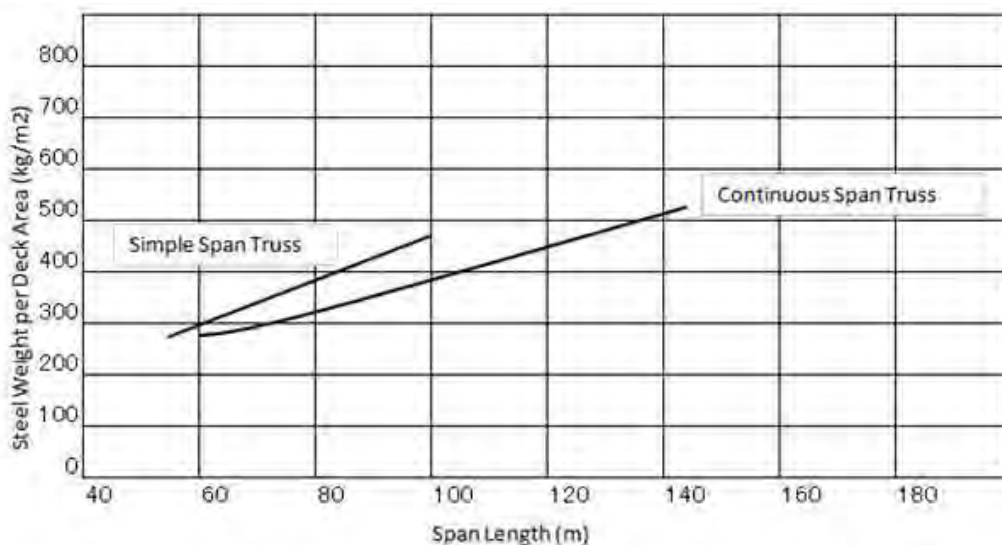
鋼トラスの概略規模を把握する目的で、4 径間連続トラスを対象に概略の試算を行った。インドでこれまで建設されたトラス橋は、ほとんどが道路鉄道併用のシンプルスパンの鋼トラス橋であり鋼重が大きい。ここでは、シンプルスパンの鋼トラス橋に比べて送り出し架設に有利で、かつ経済的な構造を実現できる連続トラス橋を想定する。

シングルスパンと連続スパンの鋼トラス橋の鋼重差を日本の実績で比較したものを図 5-45 に示す。単純トラス橋と連続トラス橋の比較したものを表 5-36 に示す。試算した連続トラス橋を図 5-46 に示す。

なお、表 5-37 の概略設計はエクストラードズド橋との工費比較を目的としているため、トラス橋の合理性を追求した結果ではなく、床版の鉄筋を含んでいない。また、日本の設計基準と設計事例に基づいて鋼重を推定しているため、インド国設計基準による鋼重増加が含まれていない。

送り出し架設では、トラス橋の先端にエレクション・ノーズ桁を取り付ける。架設作業の効率を高めるためには、連続トラス橋を一度に移動することが望ましい。シングルスパンの場合は、送り出し時に前後のトラス橋を仮の部材で連結し、移動終了後に取り外す作業が必要になるため、架設においても連続トラス橋よりも不利である。表 5-37 の鋼重は、

4 径間連続トラス橋を対象に 1 支間長 125 m の鋼重規模を日本基準によって試算したものである。



出典：JICA 調査団

図 5-45：単純トラス橋と連続トラス橋の鋼重比較

表 5-36：単純トラス橋と連続トラス橋の比較

項目	単純トラス橋	連続トラス橋
一般的な適用スパン長	50～100 m	60～130 m
利点	構造が簡単。	鋼重が軽減でき、支承と伸縮装置の数が少ない。支承位置で連続しているため送り出し架設に有利である。単純トラス橋より構造高さが小さくでき、軽快感がある。
欠点	連続トラス橋より鋼重が多く、支承と伸縮装置が多い。送り出し架設の場合、連続トラス橋として施工するほうが有利であるため、トラスの各支承位置を一時的に連続構造にする必要がある。架設時の補強が連続トラス橋よりも大きい。	引張力と圧縮力の両方を受ける部材があり、架設時に補強が必要な区間ができる。

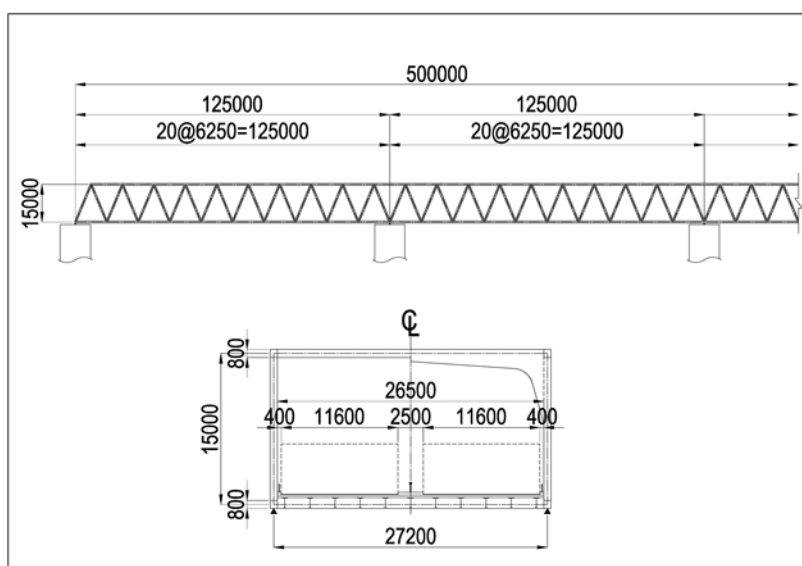
出典：JICA 調査団



表 5-37 : 鋼トラス橋の概要 (125 m 当り)

部材		鋼材重量(ton)
主構	上弦材	179.53
	下弦材	165.66
	斜材	330.48
	横桁	73.69
	縦桁	290.14
	橋門構	14.77
その他	伸縮装置、ガードレール、排水工	13.52
合計		1067.79

出典：JICA 調査団



出典：JICA 調査団

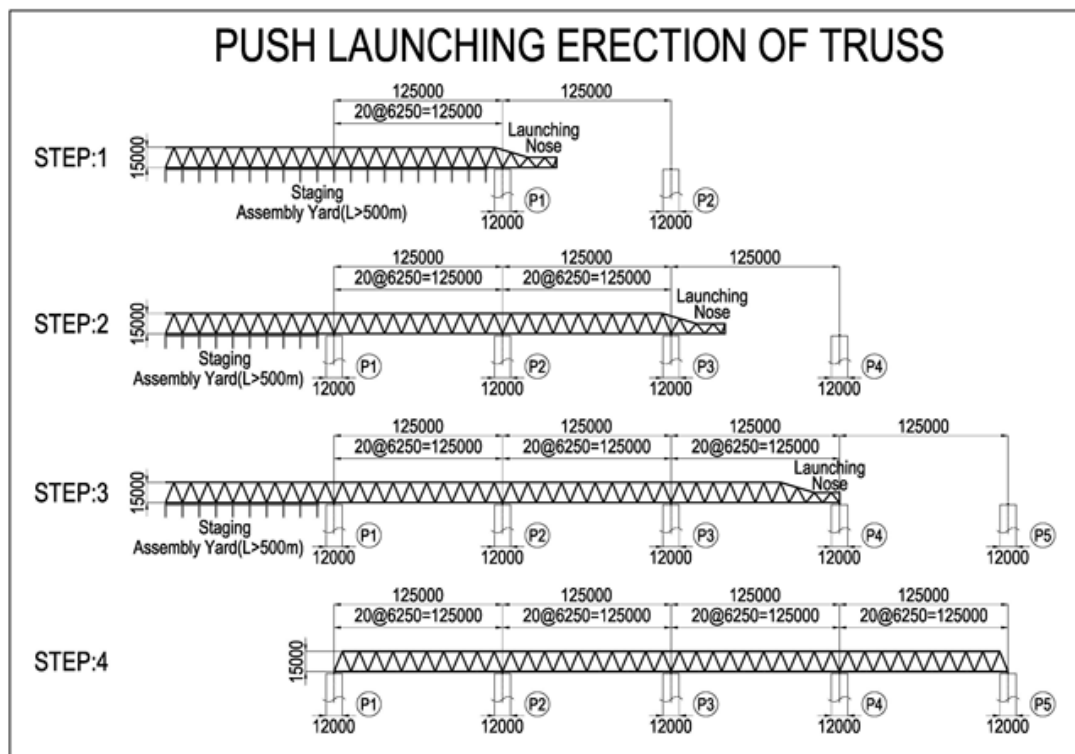
図 5-46 : 試算した連続トラス橋

基礎工はオープンケーソンが適切である。ただし、水路、中州、水際で多数の基礎を建設する必要があるので、工期短縮できる施工方法を採用することが望ましい。オープンケーソンの工事期間の短縮に利用できる可能性がある補助的な技術を以下に紹介する。

- オープンケーソンの沈下を促進するため、グラブバケットでの掘削に加えて、ウェル先端に取り付けるパイプから排出する高圧水ジェットによる掘削を併用する。
- 水中の土砂を除去する作業に、浮力を利用したエアリフトポンプを使用して、効率的に掘削する。
- 水中のコンクリート打ち込みに水中不分離タイプのコンクリートを使用して、効率的に施工する。
- 水深が深い場所では、設置ケーソン工法でオープンケーソンを据え付けて、工事を単純化する。

### イ) 鋼トラス橋の施工計画

鋼トラス橋の部材は、ドゥブリ側に建設する仮製作場で加工する。鋼板は鉄道で近隣の駅まで輸送し、そこから工場まではトレーラー等で輸送する。ドゥブリ側の高架橋位置に組立ヤードを確保し、連続的に送り出しを行うため、組立ヤードは2つの並行ラインを準備する。エレクション・ノーズ桁の長さはトラスの架設時補強の大きさに関係するので、詳細設計で決定する。送り出し架設の手順を図5-47に示し、鋼トラス橋の場合の工事期間を図5-49に示す



出典：JICA 調査団

図 5-47：連続トラス橋の送り出し架設

### ウ) 鋼トラス橋の高架区間への影響

航路区間を鋼トラス橋とする場合、その施工のため少なくともドゥブリ側高架橋の橋梁形式を鋼トラス橋に変更することが望ましい。プルバリ側高架橋も同様に鋼トラス橋とすることで、工事が単純化される。ただし、プルバリ側を DPR 計画から変更しないことは可能である。高架橋区間の上部工形式は次の設計段階で決定すればよい。



出典：JICA 調査団

図 5-48：送り出し架設の事例

Year	1	2	3	4	5	6
Common						
Detail Design						
Preparation						
Truss Bridge						
20-Wells Simultaneous Construction Plan						
Foundations						
Substructures						
Fabrication of Truss						
Superstructures						
Pavement, Dismantle of Erection Equipment						
Total						

102 wells / (2 wells / year × 20 sites) × 1.2 = 3 years

Launching Erection Method  
0.1 m/min  
100 spans × 1 day / 30 days = 3.4 months

出典：JICA 調査団

図 5-49：連続トラス橋の工事期間

表 5-38：上部工形式のまとめ

	高架橋区間	航路区間
上部工形式	トラス橋	トラス橋
支間長	60 m	125 m
施工方法	送り出し架設	送り出し架設
工期	現在の工期よりも短縮できる。	現在の工期よりも短縮できる。
工費	鋼橋であるため、上部工は高く、基礎工下部工は安い傾向がある。	鋼橋であるため、上部工は高く、基礎工下部工は安い傾向がある。
評価	工期短縮が可能である。	工期短縮が可能である。

出典：JICA 調査団

エ) PC 箱桁エクストラドーズド橋と鋼トラス橋との比較

以上の検討により、DPR の計画案と本調査の計画案の比較を下表に示す。ドゥブリ橋は長大な橋梁であるため、上部工形式は構造形式の合理性と工費に加えて、施工方法と工期を総合的に判断して決定すべきである。

表 5-39 : 橋梁計画案の比較

項目	DPR	JICA 調査団案
上部工形式	PC 箱桁橋(59@60m = 3,540m) エクストラドーズド橋 (101@125m = 12,625m) PC 箱桁橋(36@60m+35m =2,195m)	連続トラス橋(60@60m = 3,600m) 連続トラス橋(100@125m =12,500m) 連続トラス橋(37@60m+40m =2,260m)
架設工法	スパン・パイ・スパン工法 (高架橋)	送り出し工法
	バランスド・カンチレバー工法 各橋脚から張り出し	ドゥブリ側から桁を押し出し
工費	1.00	1.15
		日本の設計手法による
利点	設計が完了している	工期短縮できる 上部工の水上作業を大幅に軽減できる インドのトラス橋技術が向上する
欠点	工期が長い 輸送が困難である プルバリ側への輸送が必要である インド企業の経験が 1 社である	工費が高い トラス橋の設計が必要である

出典：JICA 調査団

## 第6章 プロジェクトの概算事業費

### 6.1 はじめに

本章では、約 20 km の新ドゥブリ橋の概算事業費について記す。

#### 6.1.1 前提条件

##### (1) 概算積算条件

概算事業費積算は、アッサム州公共事業局から提供された単価表（Schedule of Rates :  
SOR）に基づいて行われている。

##### (2) 通貨換算レート

本概略事業費積算に用いた通貨換算レートは以下の通りである。

a) USD 1 = JPY 106.0

b) USD 1 = INR 65.6

c) INR 1 = JPY 1.62

\* JPY : 日本円、USD : アメリカドル、INR : インドルピーをそれぞれ示す。

##### (3) 円借款対象ポーション

###### a) 建設費

概略設計に基づく数量計算とアッサム州公共事業局から提供された単価表に基づいて建設費を積算した。単価表は対象州の調達事情を反映して設定されている。単価には、税金、予備費、プライスエスカレーション等は考慮されていない。

###### b) コンサルタント費

各々の施工パッケージの建設期間及び監理に必要な人員を基に、コンサルティングサービスの積算を行った。項目は、インターナショナルエキスパート、ナショナルエキスパート、サブプロフェッショナル、サポーティングスタッフ及びプロジェクト実施に付属するコストから成り立っている。

###### c) 予備費

予備費は、建設費の 5% 及びコンサルタント費の 5% を計上する。

###### d) プライスエスカレーション

プライスエスカレーションは、外貨 1.83%、内貨 4.13% にそれぞれ設定する。

##### (4) 非円借款対象ポーション

JICA 協力準備調査設計・積算マニュアルに従い、以下の項目は円借款の対象とはされておらず、インド政府負担で実施する。

a) 用地取得及び住民移転費

道路用地 (Right of Way : RoW) 内の土地の収用及び用地内の住民・施設等の移転はインドが実施する。

b) 実施運営費

本プロジェクト実施に伴って発生する現地政府機関の実施運営費は、建設費及びコンサルタント費の3.0%とし、その費用はインドが負担する。

c) 付加価値税 (Value Added Tax : VAT)

付加価値税は12%とした。

d) 輸入税 (Import Tax : IT)

輸入税は平均値として5.1%を適用した。

e) 建中金利

建中金利は建設費に対して1.5%、コンサルタント費に対して0.01%に設定した。

## 6.2 建設費

### 6.2.1 主要工種の単価設定

主要工種の単価は、アッサム州公共事業局から提供されたSORを適用している。SORは2013-2014年時点のものであるため、インドの標準レートおよびインド建設産業開発協議会の建設コスト指数に基づき、物価上昇<sup>19</sup>を考慮して2018年の建設費に修正した。

### 6.2.2 ドゥブリ橋の事業建設費

DPR に記載された概略設計から算出した工事数量および上記で設定した単価、物価上昇率に基づき、ドゥブリ橋の事業建設費を概略積算した。建設費を表6-1に示す。

表 6-1 : ドゥブリ橋の概算建設費

S. NO.	DESCRIPTION	AMOUNT (Rs)				TOTAL	SHARE
		EXTRADOSED BRIDGE	VIADUCT	VUP	ROAD		
<b>(A) CONSTRUCTION COST</b>							
A1	SITE CLEARANCE				2,634,080	2,634,080	0.01%
A2	EARTHWORK, EROSION CONTROL AND DRAINAGE				79,362,231	79,362,231	0.23%
A3	SUB-BASES, BASES (NON-BITUMINOUS) AND SHOULDERS				24,777,984	24,777,984	0.07%
A4	BASES AND SURFACE COURSES (BITUMINOUS)				116,498,678	116,498,678	0.33%
A5	BRIDGES AND VUP WORKS	23,829,415,815	9,084,052,598	79,426,864	0	32,992,895,277	93.57%
A6	PROTECTION WORKS				25,501,084	25,501,084	0.07%
A7	TRAFFIC SIGNS, MARKINGS & OTHER ROAD APPURTENANCES				381,058,467	381,058,467	1.08%
A8	PROJECT FACILITIES	0	0	0	190,758,676	190,758,676	0.54%
<b>I</b>	<b>Total Cost @ All Bills (1-8)</b>	23,829,415,815	9,084,052,598	79,426,864	820,591,200	<b>33,813,486,478</b>	
<b>II</b>	<b>Construction Facilities (Material, segment, barge, equipments inside the river)</b>					<b>1,446,512,449</b>	
	<b>TOTAL CIVIL COST (I+II)</b>					<b>35,259,998,926</b>	
	<b>CONSTRUCTION COST PER KM</b>					<b>1,828,648,425</b>	
A9	CONTINGENCY (5%)					1,762,999,946	
A10	DISPUTE BOARD					85,612,800	
	<b>TOTAL (A9-10)</b>					<b>1,848,612,746</b>	
	<b>TOTAL OF (A) - CIVIL WORK COST</b>					<b>37,108,611,673</b>	

出典：JICA 調査団

<sup>19</sup> 実施機関との協議に基づき、2013-14年のSORに対して2015-16年までは年率5%、2016-17年は0.98%、2017-18年は0.13%、2018-19年は0.13%の物価上昇を考慮した。