

バングラデシュ国
道路交通・橋梁省 道路局

バングラデシュ国
西部バングラデシュ橋梁改修事業
準備調査

準備調査報告書

平成 27 年 4 月
(2015 年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

株式会社 オリエンタルコンサルタンツグローバル
株式会社 片平エンジニアリング・インターナショナル

南ア
JR(先)
15-026

バングラデシュ国
道路交通・橋梁省 道路局

バングラデシュ国
西部バングラデシュ橋梁改修事業
準備調査

準備調査報告書

平成 27 年 4 月
(2015 年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

株式会社 オリエンタルコンサルタンツグローバル
株式会社 片平エンジニアリング・インターナショナル

本調査において以下の換算レートを適応した。
USD1.0 = BDT 77.5 = JPY 119.0(2014 年 12 月)
BDT: Bangladesh TAKA



Bangladesh 人民共和国

People's Republic of Bangladesh

調査対象地域 位置図



Map No. 3711 Rev.2 UNITED NATIONS
January 2004

Department of Peacekeeping Operations
Cartographic Section

Bangladesh 人民共和国の基礎データ

出典) 外務省「各国・地域情勢」(2013年8月現在)

- 面積 約 14.4 万 km² (日本の約 4 割)
- 人口 1 億 5,250 万人 (2013 年、バ統計局)
- 首都 ダッカ
- 民族 ベンガル人が大部分を占める。チッタゴン丘陵地帯には、チャクマ族等を中心とした仏教徒系少数民族が居住。
- 言語 ベンガル語 (国語)
- 宗教 イスラム教徒 89.7%、ヒンズー教徒 9.2%、仏教徒 0.7%、キリスト教徒 0.3%
- 主要産業 衣料品・縫製品産業
- 1 人当たり GDP 766.5 ドル (2012 年度、バ国財務省)
- 日本の援助 (2011 年度)
 - (1) 有償資金協力: 599.69 億円
 - (2) 無償資金協力: 12.67 億円
 - (3) 技術協力: 29.04 億円
- 経済成長率 6.3% (2012 年度、バ財務省)
- 物価上昇率 7.97% (2012 年度、バ中央銀行)
- 総貿易額 (2012 年度暫定値、バ財務省・同中央銀行)
 - (1) 輸出: 239.92 億ドル
 - (2) 輸入: 333.09 億ドル
- 主要貿易品目 (2012 年度、バ中央銀行)
 - (1) 輸出: 既製服 (39.5%)、ニットウェア (39.1%)
 - (2) 輸入: 石油製品、繊維、化学薬品、機械機器
- 通貨 タカ 1 米ドル = 77.50 タカ (2014 年、12 月)

※「バ」国会計年度は 7 月～翌年 6 月末



鋼 I 桁橋完成予想図



PC-I 桁橋完成予想図

プロジェクトの概要

1. 国名：バングラデシュ人民共和国
2. 調査名：西部バングラデシュ橋梁改修事業準備調査
3. 受入機関：道路交通・橋梁省道路局国道部
4. 調査の目的 バングラデシュ国政府から円借款の要請のあった西部バングラデシュ橋梁改修事業について、当該事業の目的、概要、事業費、実施スケジュール、実施（調達・施工）方法、事業実施体制、運営・維持管理体制、環境社会配慮等、我が国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うことを目的とする。
5. 調査の内容： 〔ステージ1〕 事業の必要性・妥当性の確認、対象橋梁の選定 フェーズ1：事業基礎情報の確認、事業枠組みの検討、100 橋梁（事業対象橋梁候補）の選定 〔ステージ2〕 事業の基本的内容の検討 フェーズ2：サイト状況調査の実施、橋梁形式の決定 フェーズ3：対象橋梁の概略設計 フェーズ4：事業対象橋梁の決定、円借款審査に必要な資料の準備 〔ステージ3〕 調査のとりまとめ、JICA ミッション審査支援 フェーズ5：調査のとりまとめ、JICA ミッション審査支援
6. 結論と提言： (1) 結論 <ul style="list-style-type: none"> ● 本事業は、技術的および経済的観点からフィージブルであり、環境社会上の問題もない。 ● よって、本事業の実施は、バングラデシュ国およびバングラデシュ国民に、利益をもたらすといえる。 ● 事業は、バングラデシュ国西部地区の 60 橋梁、および経済特区（EZ）橋梁及び道路からなる。 ● 非公表 ● 本事業においては、PC-I 桁橋、鋼 I 桁橋および鋼箱桁橋の 3 種類の橋梁が建設される。 ● 本事業における鋼桁橋には、耐候性鋼材が適用される。 (2) 提言 <ul style="list-style-type: none"> ● 本調査における概略設計では、一般的な舗装種別として、アスファルト舗装を選定した。しかしながら、特に経済特区（EZ）橋梁及び道路では、多くの大型車の通行が予想されることから、詳細設計では、コンクリート舗装や SMA 等、より剛性の高い舗装の採用も検討する必要がある。 ● 経済特区（EZ）橋梁及び道路は、既存の主要地方道（R301）に接続される計画となっている。しかしながら、R301 は幅員が狭く、破損した区間も多い。よって、詳細設計においては、経済特区（EZ）橋梁及び道路の建設による交通量の増加に応じて、R301 の補修計画も併せて検討することが望ましい。 ● 経済特区（EZ）橋梁の河川内の橋脚（P14 と P15）において、本調査では場所打ち杭（φ1500、L=54m、n=16 本）を推奨しているが、詳細設計時において、河川内の各橋脚位置における地質調査により明確な支持層を確認した上で、再度基礎形式の比較検討を行うべきである。 ● 本調査においては、バングラデシュ国西部地区において、60 の河川、水路等に、60 の橋梁を建設する計画とした。詳細設計においては、コスト削減策の一環として、例えば水の流れがない池等には、ボックスカルバートを建設することも検討することが望ましい。 ● 詳細設計においては、マーキング、道路ランプ、ガードレールの設置等、安全対策を検討する必要がある。特に、EZ 橋の橋脚に対する船舶衝突対策は重要である。 ● 詳細設計においては、水道、電話、電気等、地下埋設部の詳細調査を実施し、調査で得られる詳細な情報に基づき、設計を行う必要がある。 ● RHD は、EIA および ARP に係る業務を事業期間を通して実施し、事業の円滑な運営を図る必要がある。

西部バングラデシュ橋梁改修事業準備調査

準備調査報告書

要約

1. はじめに

1.1 背景・経緯

バングラデシュ国（以下、「バ」国）では、近年 6%前後の GDP 成長率を維持する堅調な経済発展に伴い、1975 年から 2005 年までの過去 30 年間で貨物取扱量が約 8 倍にまで拡大し、6~7% のペースで貨物量、旅客数が増加を続けている。「バ」国の主要運輸交通モードは、内陸水運、鉄道、道路であるが、「バ」国政府の積極的な道路網整備の結果、内陸水運や鉄道を抑えて、道路利用が 80%を支えるまでになった。一方で、道路交通・橋梁省（Ministry Road Transport and Bridges、以下 MORTB）道路局国道部（Road and Highways Department、以下、RHD）が所管する約 4,500 橋梁の多くは、老朽化が進んだまま改修、架け替えが追い付いておらず、そのうち 1,500 橋は構造上に大きな損傷を有しており、安全性に問題があるとされている。また、約 1,000 橋は軍用トラス橋として知られるベイリー橋等の簡易鋼橋（暫定構造物）であり、その多くが劣化、損傷し、さらには崩落する等の危険な状況に陥っている。

「バ」国の「第 6 次 5 年計画（2011/12~2015/16 年度）」において、「バ」国の道路セクターでは、効率・近代的な道路輸送システムが、同計画及び同国の中期目標である「Vision 2021」を達成するために重要な役割を果たすと明記され、合計約 1 万メートル分の既存橋の架け替えが主要目標の 1 つに掲げられている。また、「国土交通政策（2004 年）」では、全ての中小橋梁について安全策を施すことを方針の 1 つに掲げており、また同政策を基に策定された「道路マスタープラン（2009 年）」では、全ての簡易鋼橋を永久構造物に架け替えることを目標の 1 つにしている。

なお、JICA は対「バ」国援助課題において「全国運輸交通ネットワーク整備」を重点項目の一つとしており、また対「バ」国別援助方針（2012 年 6 月）における重点目標としても、「人とモノの効率的な移動の促進に貢献するために、運輸・交通インフラの整備を進める」と定められており、本事業はこれらの分析、方針に合致する。

1.2 調査の目的

「バ」国政府から円借款の要請のあった西部バングラデシュ橋梁改修事業について、当該事業の目的、概要、事業費、実施スケジュール、実施（調達・施工）方法、事業実施体制、運営・維持管理体制、環境社会配慮等、我が国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うことを目的とする。

2. 本事業の必要性

本事業は、以下の理由により、重要かつ必要性が高い事業と言える。

(1) 上位計画との整合

Vision 2021、第 6 次 5 ヶ年計画、国土交通政策、道路マスタープラン等の上位計画において、道路ネットワークの構築および橋梁の改修が、「バ」国の経済発展において重要であると述べられている。

「バ」国西部地域にはに損傷が激しい橋梁、最低基準幅員を満たしていない橋梁が多数存在する。これらの橋梁は円滑な交通流の阻害要因となるだけでなく、安全面でも問題となるため、改修が求められる。

(2) 他ドナーによるプロジェクトの不足

中国資金や「バ」国自国資金（PMP、ADP 等）により、いくつかの橋梁が改修される予定である。またアジア開発銀行の地域開発プログラムである SASEC の一環で道路改良事業のフィージビリティスタディ及び詳細設計が行われている。

しかしながら、西部バングラデシュにおいては、依然として構造上問題があるとされるグレード C、D に分類される橋梁が約 700 橋存在しており、信用に足る道路ネットワークを形成するための十分なプロジェクトが実施中であるとは言えない。

(3) アジア・ハイウェイの走行環境の改善

Vision 2021 には中所得国となるために、近隣諸国と接続するアジア・ハイウェイ対して良好な走行環境橋を提供すべきであると述べられている。

しかしながらアジア・ハイウェイ上には損傷の激しい橋梁や幅員が十分でない橋梁が多数存在し、ボトルネックとなっている。これらの橋梁の改修は必須課題である。

(4) 重要な回廊の交通環境の改善

「バ」国西部地域には 6 本の幹線道路と 1 本の鉄道によって構成される 7 本のインドへの回廊が存在する。インドは「バ」国にとって重要な貿易相手国であり、インドへ至る回廊に対して良好な交通環境を確保することは非常に重要である。

また、「バ」国西部地域においては 3 つの EPZ が運営されている。しかしながら EPZ の容量が不足してきたこと、国内産業への影響が限定的であること等、EPZ の問題点が指摘されるようになり、「バ」国政府は新規 EPZ の開発を凍結し、経済特区を開発することを決定した。

さらに、現在経済特区の一種である SEZ の開発を検討しており、「バ」国西部地域にはショートリストされた候補地が存在する。

インドへの回廊及び EPZs、SEZs への回廊にもボトルネックとなる橋梁が存在している。これらの回廊に対して良好な走行環境を提供することは経済成長の一助となる。

(5) 損傷した橋梁の増加

過去二回、RHD が管理する全橋梁を対象にした調査が行われた。第一回は橋梁維持管理システム (Bridge maintenance Management System、BMMS) が開発された 2006 年頃に、第二回は東部バングラデシュ橋梁改修事業 (Eastern Bangladesh Bridge Improve Project、EBBIP) のコンポーネントの一つとして 2013 年にそれぞれ実施された。

これらの調査では橋梁の損傷状況を下記のように 4 段階に分けて評価している。

- グレード A: 非常によい
- グレード B: 軽微な損傷がある
- グレード C: 主要な損傷がある
- グレード D: 構造的欠陥がある

これらの調査結果を比較した結果、損傷がないとされるグレード A が減少し、損傷があるとされるグレード B、C、D が増加している。グレード D (約 200 橋) に分類される橋梁をはじめとした構造的欠陥を抱えた橋梁の改修が必要であることを示している。

(6) 交通量の増加

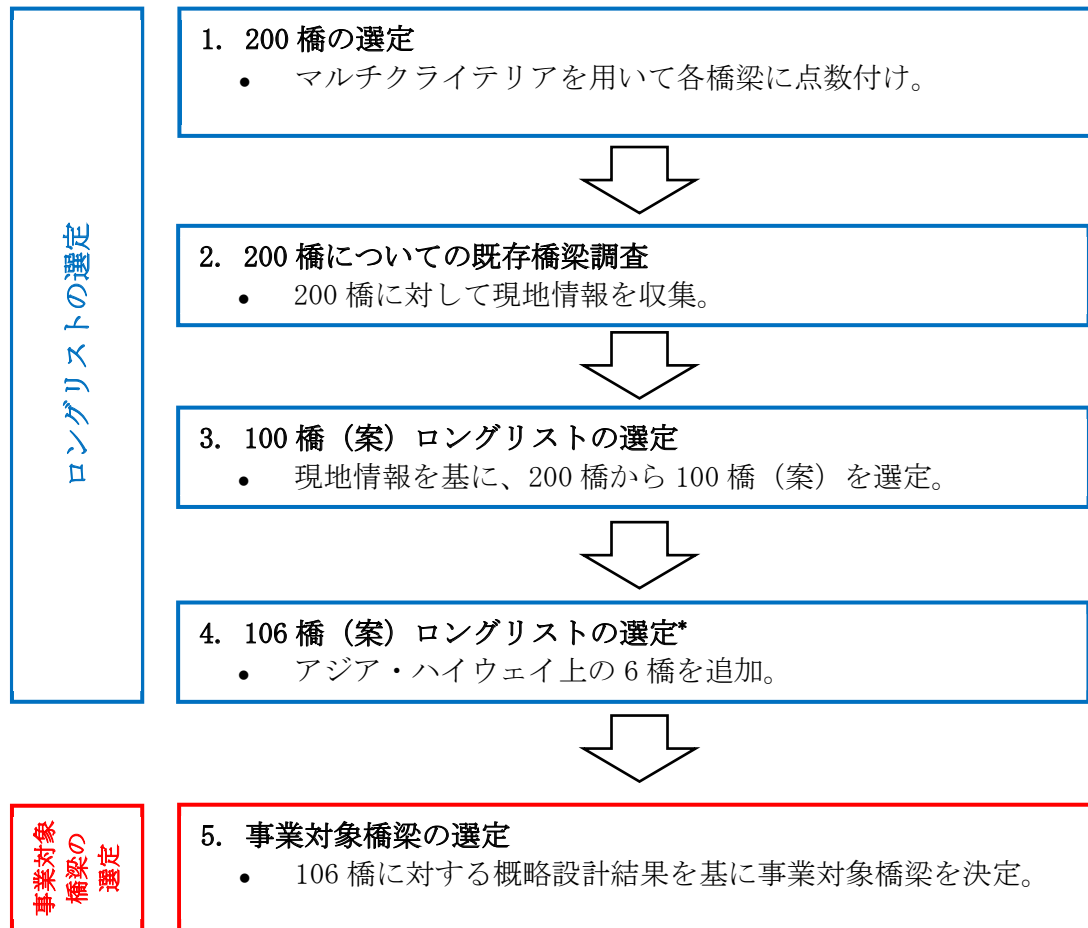
2004 年から 2014 年の 10 年間で、国道 6.25%、主要地方道 5.62%、県道 5.15%の伸び率で交通量が増加している。

今後、道路交通はますます重要になると考えられ、国道をはじめとした道路の良好な走行環境を確保することは非常に重要である。

3. 対象橋梁の選定

3.1 選定方法

事業対象橋梁は、西部バングラデシュ地域で RHD が所管する 1,700 橋より、下図に示すフローによって選定される。選定は、ロングリストの選定及び事業対象橋梁の選定からなる、2 段階によって行われる。



* MORTB 及び RHD との協議結果により、6 橋を追加。
出典：JICA 調査団

図 S 3.1 事業対象橋梁選定フロー

3.2 200 橋の選定

(1) 対象橋梁候補リストからの除外

西部バングラデシュ地域で RHD が所管する 1,700 橋のうち、以下の条件に該当する橋梁は、対象橋梁候補リストから除外される。

- 延長 20m 以下の橋梁
- ボックスカルバート
- アジア開発銀行 (ADB)、世界銀行 (WB) 等の他ドナー、及び「バ」国自国資金等により改修が予定されている橋梁
- 国立公園、野生動物保護区、世界遺産内に位置する橋梁

上記の条件に該当する橋梁を対象橋梁候補リストから除外した結果、約 1,000 橋の橋梁がリストに残った。

(2) マルチクライテリア

マルチクライテリアを用いて、上記約 1,000 橋から既存橋梁調査を実施するための 200 橋を選定する。200 橋を選定するためのマルチクライテリアを下表に示す。

表 S 3.1 200 橋選定のためのマルチクライテリア

評価項目	比重	ポイント	評価基準		
1. RHD による推薦	30	4	RHD により推薦された橋梁		
		0	その他の橋梁		
2. 重要路線上の橋梁	2.1 当該橋梁を使用する交通量	50	4 国道に位置する橋梁		
		50	2 主要地方道に位置する橋梁		
		50	0 県道に位置する橋梁		
		2.2 インドへの回廊	20	4	Burimari N5, N, 405, N506, N509
	Banglabandha N5, N405				
	Hili N5, N405, R550, R585, Z5503, Z5507, Z5509, Z5854, Z5855, Z5856				
	Sonamasjid N6, N507, R680, Z6801, N405				
	2.2 インドへの回廊	20	4	Benapole N7, N8 (To Madaripur), N702, N706, N804	
Bhomra N7, N8, N702, N804, R755, R760, Z7062					
0				その他の道路	
3. 経済活動への寄与				3.1 SEZs への回廊	5
	4	Mongla N7, N8, N702, N709			
	0	その他の道路			
	3.2 EPZs への回廊	5	4	Uttra N5, N6, N7, N405, N502, N704, R570	
				4	Ishwardi N6, N405, N507, R680, N704, N705, Z6801
				4	Mongla N7, N8, N702, N709, R850, R856
3.3 現地日本企業への寄与	10	4	0	その他の道路	
			4	Rangpur N5 (To Rangpur), N405	
			4	Ishwardi N6 (To Baraigram), N405, N507, N704, N705	
4. 地域活動への寄与	4.1 当該橋梁を使用する人口	10	4	≥2,000,000	
			2	2,000,000 > 人口 ≥ 1,000,000	
			0	1,000,000 >	
	4.2 当該橋梁が位置する地域の GDP	10	10	4	≥800 百万 BDT
				2	800 百万 BDT > GDP ≥ 400 百万 BDT
				0	400 百万 BDT >
5. 損傷の度合い及び構造上の欠陥	5.1 EBBIP 損傷レベル	50	4	グレード D	
			2	グレード C	
			0	グレード A, B	
	5.2 橋梁種別	20	4	ベイリー橋 (仮設橋梁)	
			0	その他の橋種 (永久橋梁)	
6. 幅員の不足	40	4	N: 車道 < 6.2m		
			R: 車道 < 5.5m		
			Z: 車道 < 3.7m		
		2	N: 6.2m ≤ 車道 < 7.3m		
			R: 5.5m ≤ 車道 < 7.3m		
0	Z: 3.7m ≤ 車道 < 7.3m				
		40	0	車道 ≥ 7.3	
		合計 = 1,000			

注：“RHD による推薦がない（項目 1）”、“EBBIP 損傷レベルが A または B（項目 5.1）”、“ベイリー橋（仮設橋）ではない（項目 5.2）”及び“車道幅が 7.3m 以上”について全ての項目があてはまる橋梁は、候補リストから除外される。

出典：JICA 調査団

(3) 200 橋についての既存橋梁調査

100 橋（案）ロングリストの選定のための基礎資料として、追加の情報を得るために、選定された 200 橋について既存橋梁調査を実施した。この結果を用いて損傷レベル及び幅員の再評価を行った。また、影響住民数が 200 人を超えると判断された場合、当該橋梁は候補リストから除外される。

(4) 106 橋（案）ロングリストの選定

JICA 調査団は、2014 年 1 月 26 日に開催された RHD との会議で、既設橋梁調査の結果に基づく 100 橋（案）について協議を行った。当該会議においては、事業対象地域である西部 5 地域のアディショナルチーフエンジニア（ACE）より、いくつかの橋梁について 100 橋（案）候補リストから除外すること、またいくつかの橋梁について対象橋梁候補リストに追加することが要望された。

また、RHD は、上記 100 橋に加えて、アジア・ハイウェイ上の橋梁で、EBBIP 損傷レベルが C 及び D のものについても、事業対象橋梁候補リストに加えることを要請した。JICA、RHD 及び JICA 調査団は、要請受領後さらに協議を重ね、その結果、新たにアジア・ハイウェイ上の 6 橋を候補リストに加え、最終的に 106 橋を事業対象候補とすることを合意した。

3.3 事業対象橋梁の選定

事業対象橋梁は、選定された 106 橋に対する概略設計、事業費算出、及び事業効果の評価を基に選定される。事業対象橋梁の選定については、“15.2.2 事業対象橋梁の選定”で詳しく述べる。

4. 交通需要予測

将来交通量の予測は以下の手順により行う。

- i) 交通指標の伸び率から将来交通量を予測する。
- ii) 大規模開発計画の誘発交通需要を考慮する。

(1) 将来の交通量の伸び率

過去の交通量の伸び率を交通指標として適用した。具体的には、2031 年までの将来の交通量の伸び率は過去の交通量の伸び率と同一と仮定して、本調査で実施した交通量調査および RHD が 2004 年から 2011 年に実施した交通量調査の結果を基に道路種別別に設定した。その結果、西部地域全体の道路種別別の交通量の年平均伸び率は、国道が 6.25%、主要地方道が 5.62%、県道が 5.15%となった。

(2) 大規模開発計画

道路マスタープラン(2009 年)で計画されている「パ」国の大規模開発計画の中で、本調査の需要予測に大きな影響を与える計画は、パドマ橋と AH1 の整備である。そのため、本需要予測ではパドマ橋と AH1 の整備による誘発交通量を将来交通需要の算定時に考慮した。2031 年のパドマ橋の誘発交通量は、“The Feasibility Study of Padma Bridge in the People Republics of Bangladesh 2005, JICA”を基に、2015 年から 2025 年の伸び率がその後も継続すると仮定して推定を行った。

(3) 2031年の将来交通需要

車線数の決定に用いたピーク時間の将来交通量は、RHDの基準に基づいて、国道のピーク率を8%、主要地方道および県道を10%として算定を行った。その結果、ピーク時間の断面交通量をみると、「バ」国を東西に分断する川と西部地域を南北に分断するジャムナ川、パドマ側にかかる橋に交通が集中し、橋に接続しているAHや国道の交通量が増加する。

(4) 本事業における車線数

交通需要予測に基づいた車線数の検討では、23の橋梁が4車線以上の車線数が必要という結果となった。しかしながら、本事業においては、下記の理由により一部の橋梁を除き、2車線の橋梁として建設することとした。

- 限られた予算の中で可能な限り多くの橋梁を建設する必要がある。
- 土工部が2車線しかないため、橋梁部のみ4車線ないし6車線で施工しても、2車線分しか使用されない。
- 供用後、未使用であっても、橋梁の劣化は進む。

しかしながら、2014年4月27日にJICA、MORTB、RHD、及びJICA調査団間で行われた協議により、アジア・ハイウェイ1号線上に位置する5橋は、将来の拡幅計画に合わせ、4車線で建設することとなった。

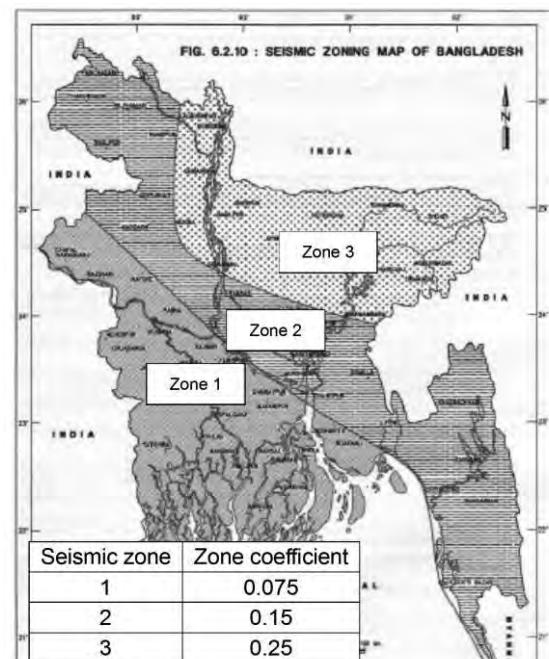
5. 橋梁形式選定

5.1 橋梁形式の選定方針

本プロジェクトにおいては、大規模橋梁はなく、中小規模橋梁の建設のみを行う。

小規模橋梁においては、多くの国において異なる現場条件でも概ねPC-I橋が技術的にも経済的にも最適な橋梁タイプであると広く認識されている。しかし中規模橋梁においては、各現場条件の下で数タイプの橋梁が比較された上で最適橋梁タイプが決定されることが求められる。

本事業における全ての橋梁は、橋梁設計における小規模橋梁（グループA）と中規模橋梁（グループB）の2つのグループに分類される。その際、地震強度は橋梁設計および積算に大きく影響を及ぼすことから、グループ分けにおいて最も考慮されるべきである。グループ分けは、橋梁延長、橋梁高さ、およびゾーンごとに異なる設計基準震度を考慮して行う。



出典：BNBC

図 S 5.1 地震設計区分

各ゾーンにおけるグループ A の定義は以下の通りである。

- 北部ゾーン（設計基準震度= 0.15 or 0.20）：橋長 < 100 m、かつ橋高 < 10 m
- 南部ゾーン（設計基準震度= 0.075）：橋長 < 150 m、かつ橋高 < 15m

5.2 グループ A の橋梁形式

グループ A に分類される橋梁は、橋長が短く橋高も低い。よって、短い支間長（支間長 < 40m）を持つ小規模橋梁として PC-I 桁橋が採用される。

5.3 北部ゾーンにおけるグループ B の橋梁形式

グループ B に分類される橋梁は、比較的橋長が長く橋高も高い。北部ゾーンにおけるグループ B の橋梁形式を選定するため、比較的長い支間長（40m < 支間長 < 60m）を持つ中規模橋梁として、PC 箱桁橋および鋼 I 桁橋について比較検討を行う。鋼 I 桁橋については、普通鋼の塗装および耐候性鋼材橋の 2 種類を比較対象とする。

比較検討の結果、下記の観点から鋼 I 桁橋（耐候性鋼材）が北部ゾーンにおけるグループ B の橋梁形式として最も適切であるといえる。

- 高い耐震性
- 短い施工期間
- 容易な維持管理
- 小さい環境への影響
- 妥当な建設費およびライフサイクルコスト
- 効果の高い技術移転

6. 概略設計

6.1 道路設計

道路設計は下記の条件で行った。

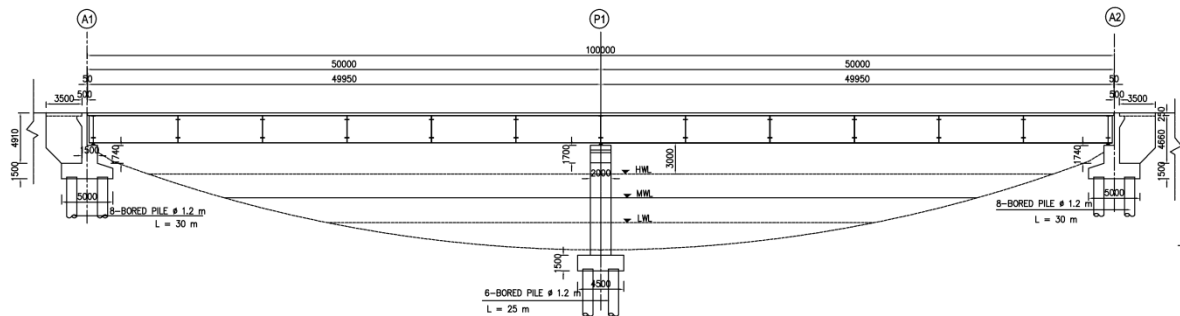
- 設計速度は国道を 80km、主要地方道を 65km、県道を 50km とする。
- 設計基準は RHD の基準に準拠し、必要に応じて AASHTO を参照する。
- 住宅・店への影響、コスト、国道の将来拡幅計画等を考慮し、新橋は国道においては既設橋の隣接に、主要地方道、県道においては既設橋と同位置に架橋することとする。

6.2 橋梁設計

6 章で述べたグループ分けの結果、橋梁（上部工）のタイプは下記のように決定された。

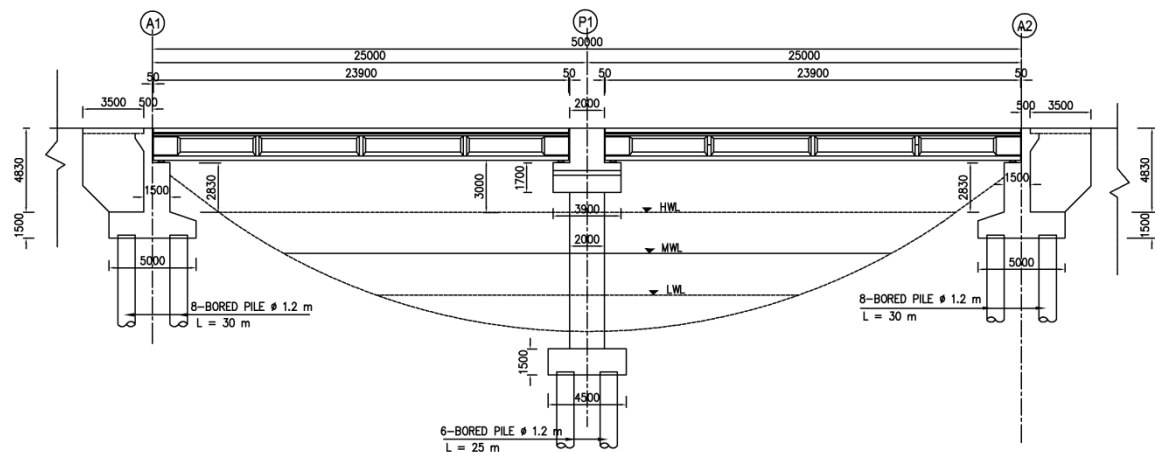
北部ゾーン（55 橋）	： 38 橋が PC-I 橋（小規模橋梁）
	17 橋が耐候性鋼桁橋（中規模橋梁）
南部ゾーン（50 橋）	： 全 50 橋が PC-I 橋（小規模橋梁）

橋梁スパンは事業対象候補橋梁に容易に適用できるように下記に示す数種類の標準スパンに分類し予備設計を実施する。一例の側面図を下図に示す。



出典：JICA 調査団図

図 S 6.1 鋼桁橋（連続桁）



出典：JICA 調査団

図 S 6.2 PC-I 桁橋（腰掛け桁）

14 章において最終的に選定された事業対象橋梁の上部工及び下部工の予備設計の総括を表 S10.1 に示す。

7. 最新技術の適用

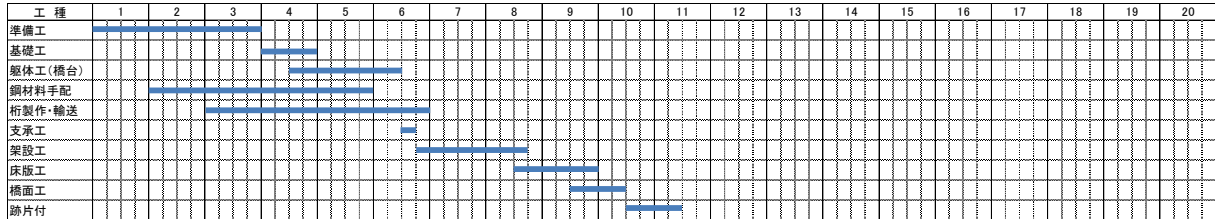
耐候性鋼材は中規模橋梁において一般的に採用されてきた PC 箱桁橋と比べ、5 章で述べたような利点がある。耐候性鋼材は、普通鋼材に比べて腐食が少ない鋼材である。耐候性鋼材の含有成分による保護性のさび層が鋼材の表面に形成されて、水分や空気等の侵入を防ぎ腐食の進行を抑えている。耐候性鋼材の腐食量は少なく、この鋼材を使用した橋梁では塗装を施さなくてもよい。そのため、長期的には一般的な補修だけで済み経済的に非常に有利となる。本調査においては、「バ」国において耐候性鋼材の橋梁への適用が可能であることを確認するために鋼板の暴露試験と飛来塩分量の調査を実施する。

飛来塩分量調査結果および耐候性鋼材の暴露試験結果により、バングラデシュ国の北部ゾーンにおいて、中規模橋梁に耐候性鋼材橋を採用することは可能であると言える。

8. 施工計画

代表的な鋼橋、PC 橋の工事工程を計画した。その一例を下記に示す。

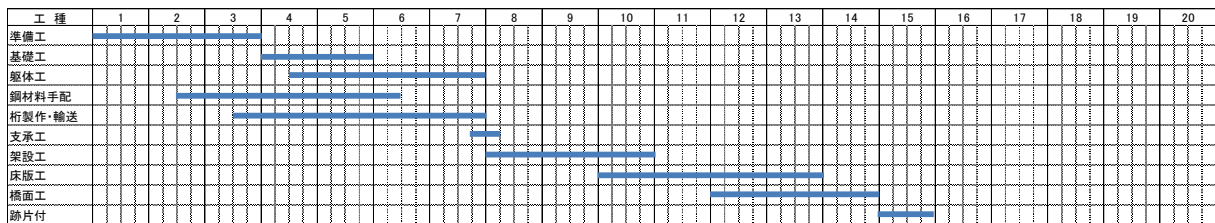
(1) ケース 1 : 鋼 I 桁橋 L=60m



出典：JICA 調査団

図 S 8.1 工事工程【鋼 I 桁橋 L=60m】

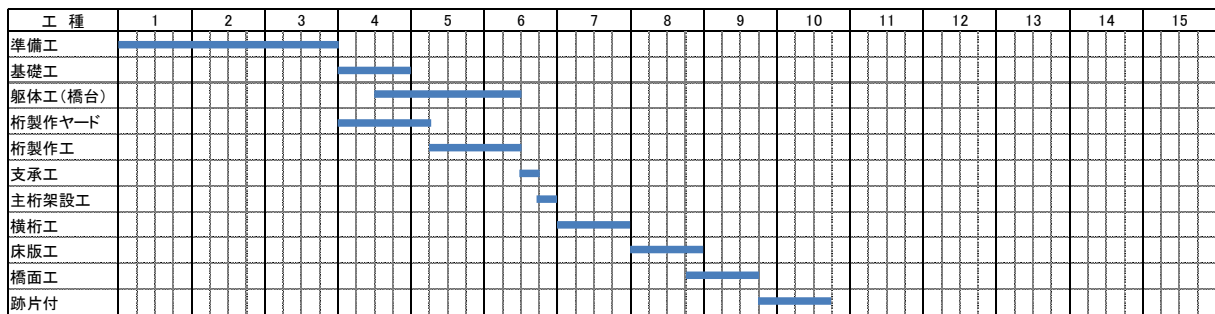
(2) ケース 2 : 鋼 I 桁橋 L=180m (60mx3)



出典：JICA 調査団

図 S 8.2 工事工程【鋼 I 桁橋 L=180m(60mx3)】

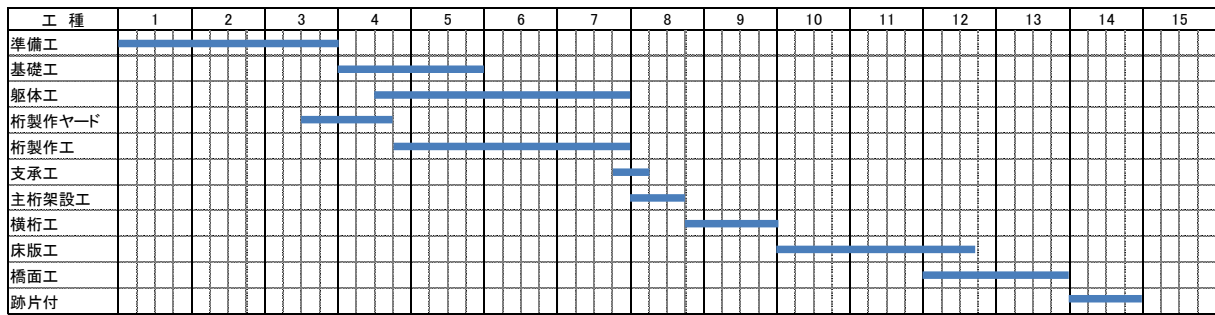
(3) ケース 3 : PC-I 桁橋 L=40m



出典：JICA 調査団

図 S 8.3 工事工程【PC-I 桁橋 L=40m】

(4) ケース4 : PC-I 桁橋 L=120m (40mx3)



出典：JICA 調査団

図 S 8.4 工事工程【PC-I 桁橋 L=80m(40mx2)】

9. 維持管理・運営計画

本プロジェクトで建設される橋梁が供用後、健全性を保ち、安心安全な走行環境を提供するために、適切な維持管理が実施されるべきである。本章では、「バ」国において初めて供用される耐候性鋼材の維持管理方法を述べる。

耐候性鋼材の保護性のさびの安定した形成に影響を及ぼす湿気や塩分には注意を払う必要がある。例えば、表層に堆積した土、ほこり、鳥の糞が雨等によって湿気を吸収すると保護性のさび層の形成に悪影響を及ぼす場合があり、これらの堆積物の除去はこまめに実施しなければならない。さらに植物の除去及び排水施設の清掃、漏水対策を実施する必要がある。さらに上記の日常点検に加え、保護性のさび層の腐食量が適正にであるかを確認するため、下記の調査を実施すべきである。

- 目視による腐食状態の確認（最低限二年に一回実施）
- さび圧測定器を用いたモニタリング（6年ごと）

10. 概算事業費

本章では事業対象候補橋梁の建設工事費を算出した。14章において、最終的に選定された事業対象橋梁 60 橋の建設工事費を下表に示す。

表 S 10.1 西地区 60 橋の予備設計及び積算の結果

非公表

注)SN(シリアルナンバー)は事業対象候補橋梁 106 橋選定時のランクである。

11. 事業効果

(1) 運用効果指標

運用・効果指標は、審査時の実績値（ベースライン）および事業完工の2年後を想定し、正当性、信頼性を考慮したうえで、入手可能な情報データから運用・効果指標を設定した。設定した運用・効果指標およびその値の一例を下表に示す。

表 11.1 運用・効果指標

指標		SN	ZONE	Bri_ID	Bri_Name	2014年	2023年
運用 指標	貨物車交通量 (pcu/日)	8	Khulna	N7_039a	Karimpur Bridge	5,826	8,907
	乗用車類交通量 (pcu/日)					7,248	11,082
効果 指標	橋梁損壊時の迂回に伴う走行経費 (千 taka/年)	4	Rangpur	R545_115c	Mongle bari kuthibari Bridge	114,428	0
	橋梁冠水時の迂回日数の短縮 (日)	5	Rangpur	N509_19a	Sharnamoti Bridge	60	0
	交通障害発生確立 (%)	13	Khulna	N7_141b	Buri Bhairab Bridge	24%	0

出典：JICA 調査団

(2) 経済評価

主要な便益は、当該橋梁が交通障害を発生した場合、橋梁利用者は通常利用する橋梁が使えなくなり、その代わりに迂回道路を利用する事を余儀なくされる (without project) ケースと、当該橋梁を架替に事により、通常利用する橋梁のルートを利用出来る (with project) ケースとの、自動車走行費用 (VOC) と走行時間費用 (TTC) の差から算定される。この迂回ルートは通常ルートに比べて、当然のことながら利用延長が長く、道路条件等が悪いことにより、走行費用が高く、走行時間が長いと考えられることから、VOC 及び TTC の便益が発生し、この便益と積算された建設費から経済費用を算定し、経済評価を行う。プロジェクトの評価年次は 2021 年から 2045 年の 25 年と仮定した。

本章では事業対象候補橋梁すべてに対して経済分析を行った。14 章において最終的に選定された事業対象橋梁に対する EIRR、BCR、NPV を示す。

12. 環境社会配慮

12.1 環境社会配慮

橋梁建設に伴う一般的な影響評価を下表 に工事前・工事中、供用時ごとに示す。

表 S 12.1 影響評価

No.	影響項目	EIA 調査前の予測		EIA 調査後	
		工事前 工事中	供用時	工事前 工事中	供用時
1	大気汚染	B-	D	B-	D
2	水質汚濁	B-	D	B-	D
3	土壌汚染	B-	D	B-	D
4	廃棄物	B-	D	B-	D
5	騒音・振動	B-	D	B-	B-
6	地盤沈下	D	D	D	D
7	悪臭	D	D	D	D
8	地球温暖化	D	D	D	D
9	地形・地質	D	D	D	D
10	底質	D	D	D	D
11	生態系	C	C	D	D
12	水象	B-	C	D	D
13	水利用	C	C	D	D
14	保護区	D	D	D	D
15	非自発的住民移転	A-	D	B-	D
16	雇用や生計手段等の地域経済	B-/B+	C	B-	D
17	土地利用や地域資源活用	D	D	D	D
18	社会関係資本や地域意思決定機関等の社会組織 既存のインフラ及びサービス	C	B+	B-	D
19	貧困層	A-	A-	B-	D
20	先住民族・少数民族	C	C	D	D
21	被害と便益の偏在	D	D	D	D
22	地域内の利害対立	D	D	D	D
23	ジェンダー	A-	A-	D	D
24	子どもの権利	C	C	D	D
25	文化遺産	C	C	D	D
26	HIV/AIDS 等の感染症へのリスク	B-	D	B-	D
27	景観	D	D	D	D
28	労働環境	B-	D	B-	D
29	社会的合意	A-	D	B-	D
30	事故	B-	D	B-	B-

出典：JICA 調査団

注： A+/-： 大きな効果/負の影響が想定される

B+/-： ある程度の効果/負の影響が想定される

C： 影響の程度は未定で更なる調査が必要である

D： 影響の程度は軽微、もしくは全くないと考えられ今後の調査は不要である

12.2 用地取得・住民移転

14章において事業対象橋梁 60 橋が事業対象候補橋梁 105 橋の中から選定された。これらの橋梁建設に伴い特定された COI 内の移転総数 1,564 軒には、商店が 1,018 軒、住居が 501 世帯、公共施設が 45 軒である。ロングプール地域では 10.51ha、ラッシュヤヒ地域では 6.40ha、ゴパルゴンジ地域では 0.90ha、クルナ地域では 1.67ha、ポリシャル地域では 1.50ha、計 20.99ha の用地取得が必要となり、その結果、346 世帯、1,628 人の住民移転が発生する。

表 S 12.2 地域ごとの移転対象物件

No.	損失の種類	地域名					計
		ロングプ ール	ラッシ ヤヒ	ゴパルゴ ンジ	クルナ	ポリシ ヤル	
1	総橋梁数	19	16	7	9	9	60
2	土地総面積 (ha)	10.51	6.41	0.90	1.67	1.50	20.99
2a	住宅/商業地面積 (ha)	1.16	1.82	0.19	0.42	0.84	4.43
2b	農地/その他面積 (ha)	9.62	4.32	0.72	1.25	0.66	16.56
3	住居移転世帯数	64	126	76	62	18	346
4	住居移転者数	301	561	345	337	84	1,628
5	建物総数 (PAUs)	426	349	45	285	459	1,564
6	住居総世帯数 (土地・住居・樹木付き、 住居のみ、賃貸住居、樹木、その他池・ 魚他)	100	167	25	121	88	501
7	商店総数 (土地・建物・樹木付き、建物 のみ、賃貸物件)	304	176	20	156	362	1,018
8	公共施設総数	22	6	0	8	9	45
9	影響を受ける物件総数	10,7876	6,1337	0,9034	1,6661	1,4999	21
9.a	総面積 (sqm)	1	2	0	0	1	4
9.b	総住居面積 (sqm)	10	4	1	1	1	17
9.c	総商店面積 (sqm)	426	349	45	285	459	1,564
9.d	総公共施設面積 (sqm)	100	167	25	121	88	501
10	総トイレ数	304	176	20	156	362	1018
11	総井戸数	22	6	0	8	9	45
12	私有地の樹木総数	13,171	8,413	2,156	6,935	3,689	34,364
13	公用地の樹木総数	1,970	1,374	1,408	1,153	334	6,239

出典: Census & Socioeconomic survey, June 2014

13. 経済特区 (EZ) 橋梁及び道路

13.1 はじめに

「バ」国においては、現在、経済区域に対する需要の高まりを受け、経済区域の容量不足が問題となっている。このような背景の下、増加する産業需要に応えるため、あるいは「バ」国に対する外国直接投資を推進するため、新たに経済特区を導入することが急務となっている。

また、経済特区の迅速な導入、あるいは経済特区の効果的な運用のため、経済特区と既存道路網を繋ぐ適切なアプローチ道路／橋梁を整備することが重要であると言える。

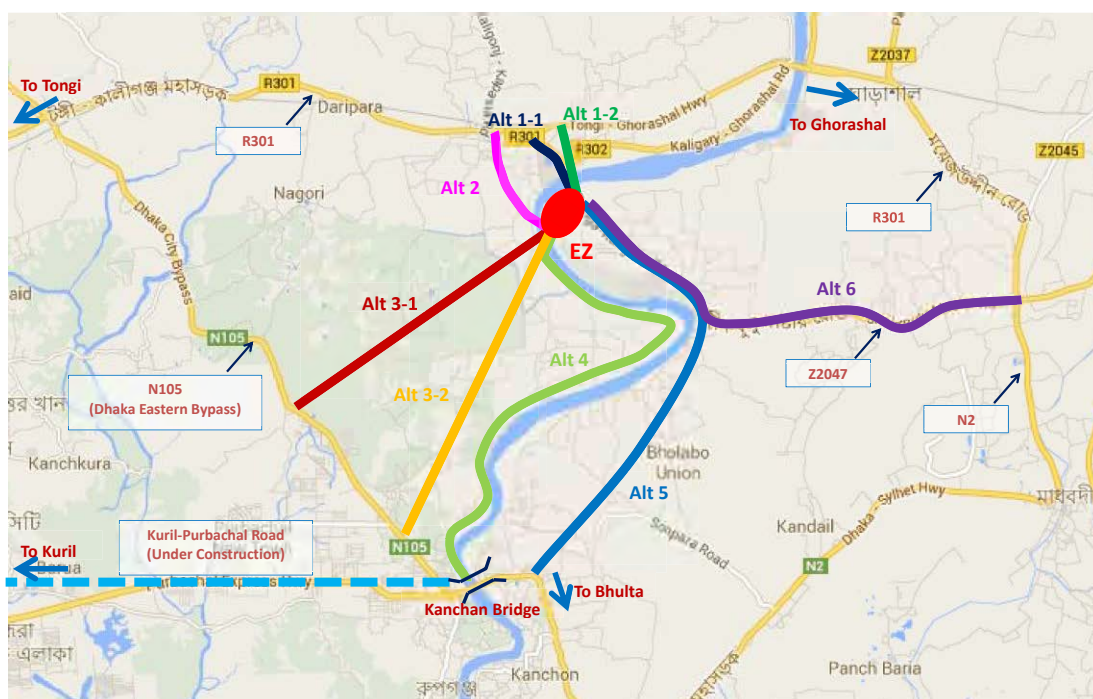
現在、ダッカ周辺には、いくつかの経済特区の候補地が存在する。

ここでは、その候補地の中で、Narsingdi に位置する経済特区の候補地を重要な経済特区の候補地の1つとして取り上げ、当該候補地に対するアプローチ道路／橋梁（以下、EZ 橋梁及び道路）にかかる調査及び概略設計を行う。

13.2 ルート選定

下図に示す、8つの路線代替案について比較検討を行った。評価の結果、下記の理由により“Alt 2”がEZ橋梁及び道路の最適路線案として選定された。

- 安価な建設費
- 安価な用地・補償費
- 少ない影響住民数
- 現在アクセス性は良くないが、将来国道へ接続するための改修が可能。



出典：JICA 調査団

図 S 13.1 EZ 橋梁及び道路ルート代替案

13.3 交通需要予測

(1) 将来交通需要予測の方法

現在、EZ 東側のアクセス道路である県道 Panchdona-Danga Road (Z2047) は道路幅員が 5m 程度と狭く、乗用車や貨物車のすれ違いが出来る道路幅員が確保されていないこと、最寄りの幹線道

路 Dhaka- Sylhet-Hyw (N2) までの 11.5 km区間の路面状況が非常に悪いため多くの所要時間を要する状況である。そのため、EZ 橋および西側アクセス道路が完成すると、Z2047 を利用する EZ に関連したトリップは所要時間が短い、EZ 橋および西側アクセス道路に転換すると仮定した。また、所用時間が長くなるため、通過交通は利用しないものと仮定した。

そこで、本需要予測では、EZ 橋および西側アクセス道路が完成後は、EZ に関連するすべてのトリップが EZ 橋および西側アクセス道路を利用し、通過交通は考慮しないものとした。“貨物トリップ”、“通勤トリップ”、“業務トリップ”を本需要予測で考慮するトリップとした。なお、需要予測の対象年次は、2021 年（EZ 橋梁の開通時）、2023 年（運用・効果指標の評価時）、2031 年（橋梁完成 10 年後）の 3 か年とした。

(2) 将来交通量および必要車線数の決定

算定した 2021 年および 2031 年のピーク時間断面交通量を下表に示す。ピーク時間断面交通量は 2021 年に 1,318 (pcu/時間)、2023 年に 1,694 (pcu/時間)、2031 年に 3,834 (pcu/時間) となり、RHD の基準に準拠すると必要車線数は 2 車線となった。そのため、本 EZ 橋梁の車線数は 2 車線として建設することとした。

表 S 13. 1EZ の西側アクセス道路および EZ 橋梁の将来交通量

	日交通量 (pcu/日)			ピーク率 (%)	ピーク時間交通量 (pcu/時間)		
	2021	2023	2031		2021	2023	2031
通勤トリップ	853	1,747	7,260	25.0% ¹	213	437	1,815
業務トリップ	639	1,260	4,564	12.5% ²	80	158	571
貨物トリップ	16,398	17,580	23,166	6.3% ³	1,025	1,099	1,448
合計	17,890	20,587	34,990	-	1,318	1,694	3,834

出典：JICA 調査団

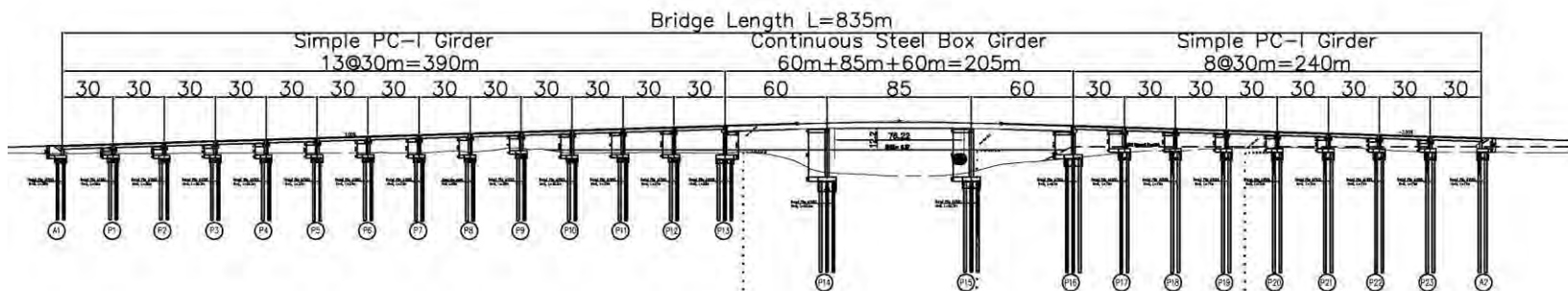
13.4 概略設計

本業務で決定した橋梁形式および延長を次に示す。

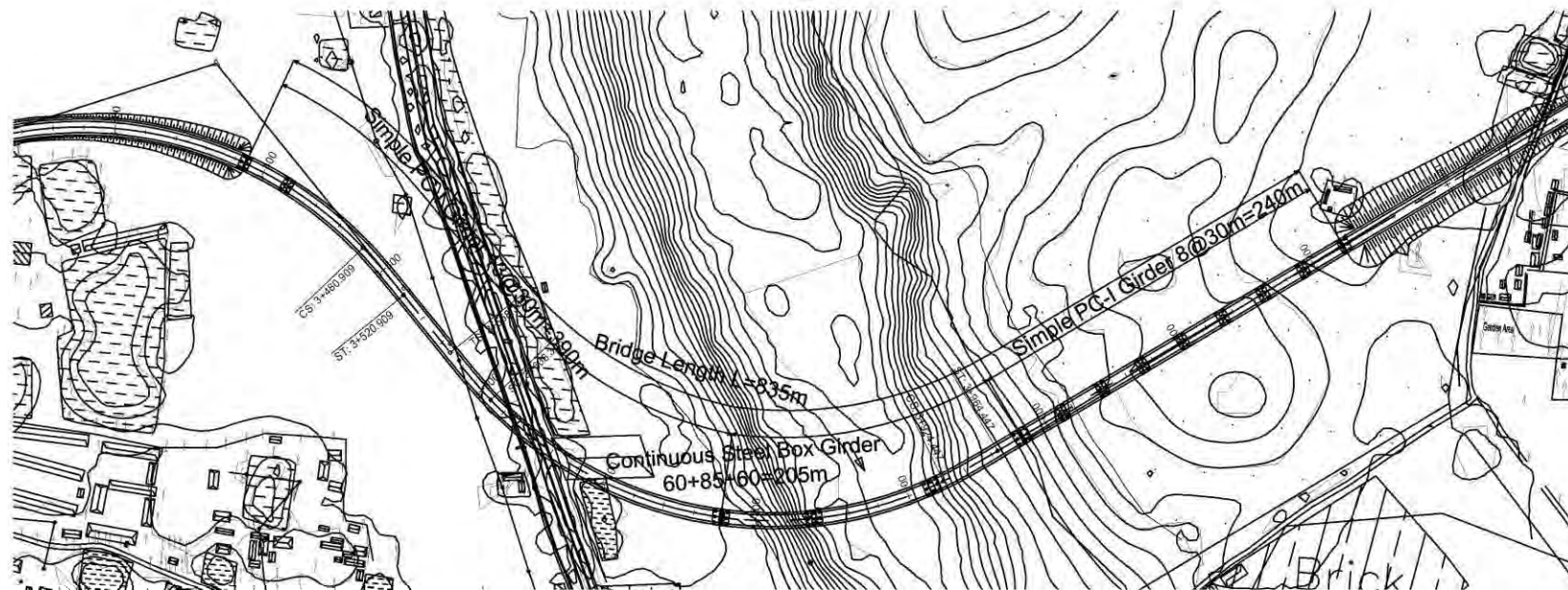
- 上部工
 - 主橋梁(L=205)： 鋼箱桁橋（耐候性鋼材）
 - アプローチ橋梁(L=630)： PC-I 桁橋
- 基礎形式
 - 河川部： 場所打ち杭（φ1500、L=54m、n=16 本）
 - 陸上部： 場所打ち杭（φ1500、L=73m、n=4 本）
- アプローチ道路(L=4,193m)

橋梁全体一般図を次頁に示す。

Profile



Plan

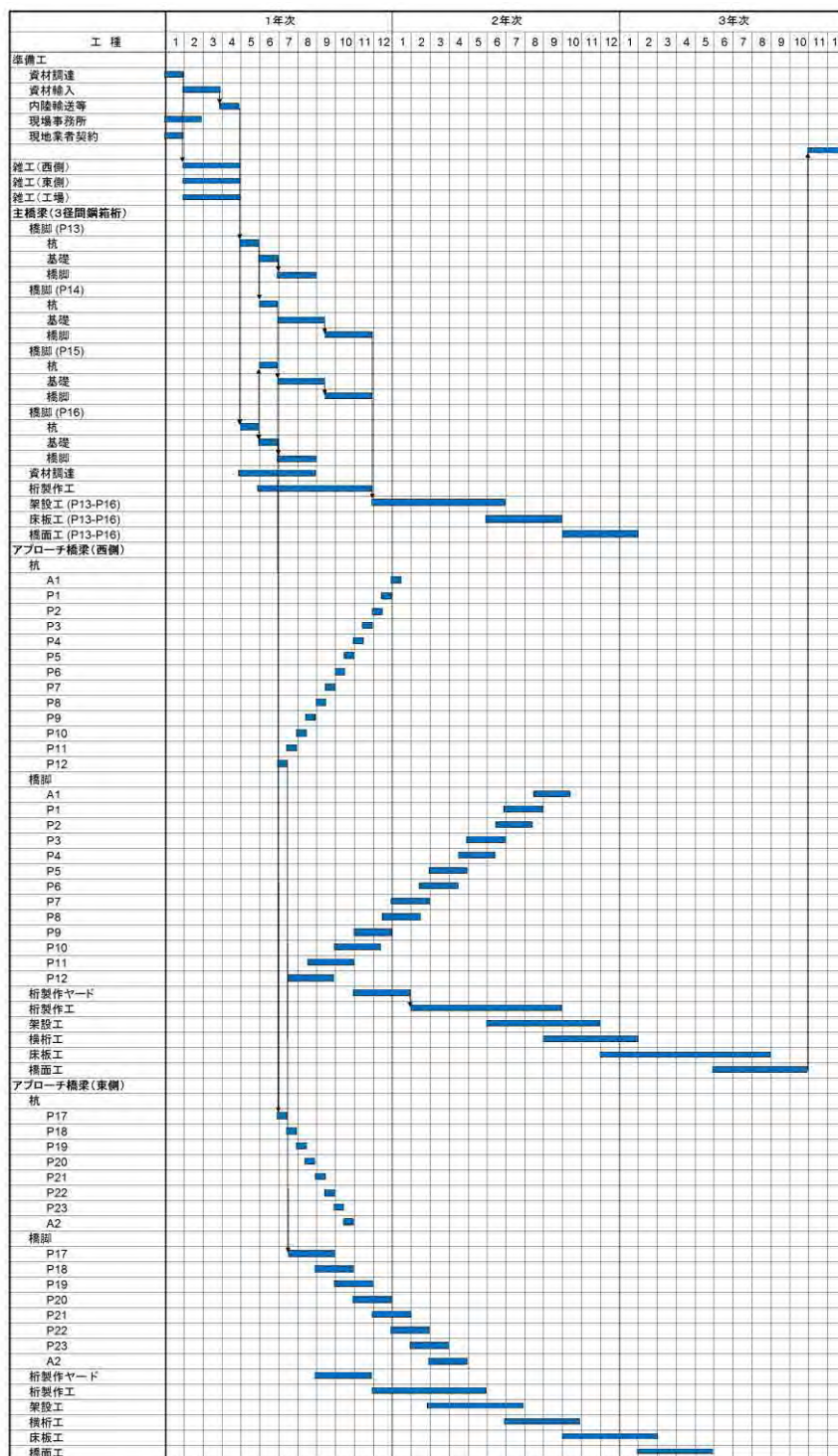


出典: JICA 調査団

図 S 13.2 EZ 橋梁全体一般図

13.5 施工計画

建設期間は、下図に示すように、主橋梁及びアプローチ橋梁の工事工程より、36ヶ月を必要とする。



出典：JICA 調査団

図 S 13.3 工事工程

13.6 概算事業費

建設工事費の総括表を下表に示す。

表 S 13.2 工事費の総括表

非公表

出典：JICA 調査団

13.7 事業効果

13.7.1 運用・効果指標

EZ 橋の効果指標は、EZ 橋の建設による走行経費（人・物の移動）の低減を効果指標の候補とした。具体的には、“14.4 交通需要予測”で推計した車種別交通量を方向別に配分し、EZ 橋が建設された場合とされない場合の走行経費の差とした。EZ 橋の運用指標は、ベースライン（2014 年）と事業供用 2 年後（2023 年）の貨物車および乗用車交通量を用いた。ベースライン値および事業供用後の 2 年後の運用・効果指標を下表に示す。

表 S 13.3 運用・効果指標の選定

指標		対象区間 (地域)	ベース ライン (2014)	事業供用の 2 年後 (2023)
運用指標	貨物車の断面交通量 (PCU/日)	EZ 橋断面	NA	17,580
	乗用車の断面交通量 (PCU/日)		NA	3,007
効果指標	走行経費の低減 (百万 Tk/年)	合計	0	2,810

出典：JICA 調査団

13.7.2 経済分析

(1) 概説

経済特区(EZ)への橋梁とアプローチ道路建設の経済評価は、プロジェクトにより発生する経済費用と経済便益の比較によりなされた。経済便益はプロジェクト実施された場合とされなかった場合の自動車走行費用 (TTC) と旅行時間費用 (TTC) の差とした。プロジェクトライフは、2021 年～2047 年の 25 年と仮定し、割引率はバングラデシュの資本の機会費用比率を考慮して、年率 12%とした。

(2) 経済評価

14 章において最終的に選定された西部地区 60 橋を含めた 61 橋の経済分析の結果を「14.4 61 橋の事業効果」において示す。

13.8 環境社会配慮

13.8.1 環境社会配慮

西部地域における中小橋梁と同様の環境社会配慮を行う。詳しくは、13.1 を参照されたい。

13.8.2 用地取得・住民移転

(1) 用地取得・住民移転の必要性

本プロジェクトは新設橋梁の建設、及び既設道路（R301）から EZ 西側のアクセス道路までの取り付け道路の設置であり、実施に伴いある程度の規模の影響住民（200 名以内）が発生すると想定される。したがって、世界銀行 OP 4.12 が示す“移転住民数が少ない、もしくは各橋の移転住民数が 200 名以下”に従って、本プロジェクトでは簡易 RAP を作成する。

(2) センサス及び社会経済調査

COI 内の 39 世帯が影響を受ける。これらの世帯は土地、建物（3,709m²）、樹木の損失も被る。下表にその内訳を示す。

表 S 13.4 損失の内訳

No	損失の種類	数量
1	土地の損失総数（ヘクタール）	12.49
2	被影響世帯総数（土地と建物）	39
3	被影響建造物総数	81
4	被影響総面積（Sqm）	3,709
5	影響を受けるトイレ総数	36
6	影響を受ける井戸総数	34
7	影響を受ける私有地内の樹木総数	12,259

出典: Census & Socioeconomic survey, July 2014

14. 事業実施計画

14.1 事業対象橋梁の選定

(1) 事業対象橋梁選定基準

事業対象橋梁は、以下に示す評価基準を用いて行う。

表 S 14.1 事業対象橋梁選定基準

評価項目	比重	ポイント	評価基準
1. 損傷レベル及び建設年	7	4	ダメージレベル D かつ建設後 30 年以上を経過
		2	ダメージレベル D だが、建設後 30 年未満
		0	その他
2. 中規模橋梁	7	4	中規模橋梁
		0	小規模橋梁
3. 道路種別	5	4	国道に位置する橋梁
		2	主要地方道に位置する橋梁
		0	県道に位置する橋梁
4. ステークホルダーの期待度	3	4	ステークホルダーの高い期待度
		0	ステークホルダーの低い期待度
5. 施工性	3	4	特殊な軟弱地盤対策を必要としない
		0	特殊な軟弱地盤対策を必要とする
6. 経済分析		除外	EIRR が 12% 未満
7. 他のプロジェクトによる実施		除外	他のプロジェクトにより実施中または実施予定
8. 施工の難易度		除外	極めて難易度の高い施工
出典：JICA 調査団		合計=100	

(2) 事業対象橋梁の選定

事業対象橋梁選定基準による評価により、対象橋梁として、上位 60 橋が選定された。しかしながら、2 橋梁が対象候補から除外され、代わりに、2 橋が対象候補に追加された。

最終的に、バングラデシュ国西部地区の 60 橋梁および経済特区（EZ）橋梁からなる 61 橋梁が、事業対象橋梁として選定された。

14.2 61 橋の事業のパッケージ分け

非公表

非公表

出典：JICA 調査団

図 S 14.1 各パッケージの対象橋梁位置図

表 S 14.2 各パッケージの対象橋梁リスト

非公表

非公表

出典：JICA 調査団

14.3 61 橋の概算事業費

下表に事業対象 61 橋の事業費を示す。

表 S 14.3 事業対象 61 橋の事業費

単価：百万円

非公表

- 注：1. 為替レート：US\$ 1= Tk 77.5 = ¥119
2. 物価上昇率：外貨：年 2.0% 内貨：年 4.9%
3. 予備費：エンジニアリング費：5% 建設費：年 10%
4. 積算基準年：2015 年 1 月

出典：JICA 調査団

14.4 61 橋の事業効果

事業対象 61 橋の経済分析結果を下表に示す。

表 S 14.4 事業対象 61 橋の事業効果

EIRR (%)	25.48%
BCR	2.72
NPV (BDT million)	161.03

出典：JICA 調査団

14.5 事業実施スケジュール

非公表

15. 結論と提言

15.1 結論

本事業の概要を下表に示す。

<h1>非公表</h1>

出典：JICA 調査団

15.2 提言

本調査における提言を以下に示す。

- 本調査における概略設計では、一般的な舗装種別として、アスファルト舗装を選定した。しかしながら、特に経済特区（EZ）橋梁及び道路では、多くの大型車の通行が予想されることから、詳細設計では、コンクリート舗装や SMA 等、より剛性の高い舗装の採用も検討する必要がある。
- 経済特区（EZ）橋梁及び道路は、既存の主要地方道（R301）に接続される計画となっている。しかしながら、R301 は幅員が狭く、破損した区間も多い。よって、詳細設計においては、経済特区（EZ）橋梁及び道路の建設による交通量の増加に応じて、R301 の補修計画も併せて検討することが望ましい。

- 経済特区（EZ）橋梁の河川内の橋脚（P14 と P15）において、本調査では場所打ち杭（φ 1500、L=54m、n=16 本）を推奨しているが、詳細設計時において、河川内の各橋脚位置における地質調査により明確な支持層を確認した上で、再度基礎形式の比較検討を行うべきである。
- 本調査においては、バングラデシュ国西部地区において、60 の河川、水路等に、60 の橋梁を建設する計画とした。詳細設計においては、コスト縮減策の一環として、例えば水の流れない池等には、ボックスカルバートを建設することも検討することが望ましい。
- 詳細設計においては、マーキング、道路ハンプ、ガードレールの設置等、安全対策を検討する必要がある。特に、EZ 橋の橋脚に対する船舶衝突対策は重要である。
- 詳細設計においては、水道、電話、電気等、地下埋設部の詳細調査を実施し、調査で得られる詳細な情報に基づき、設計を行う必要がある。
- RHD は、EIA および ARP に係る業務を事業期間を通して実施し、事業の円滑な運営を図る必要がある。

バングラデシュ国 西部バングラデシュ橋梁改修事業準備調査
準備調査報告書

目 次

	ページ
1. はじめに	1-1
1.1 背景・経緯	1-1
1.2 要請内容	1-1
1.3 調査の目的	1-2
1.4 調査対象地域	1-2
1.5 調査スケジュール	1-3
2. 本事業の必要性	2-1
2.1 本事業に関連する計画及びプログラム	2-1
2.1.1 Vision 2021	2-1
2.1.2 第6次5ヵ年計画	2-1
2.1.3 国土交通政策	2-3
2.1.4 道路マスタープラン（2009年）	2-4
2.2 本事業に関連するプロジェクト	2-6
2.2.1 地方道路簡易橋整備計画	2-6
2.2.2 東部バングラデシュ橋梁改修事業（EBBIP）	2-8
2.2.3 カチプール・メグナ・グムティ第2橋建設及び既存橋改修事業	2-9
2.3 他ドナーによる橋梁改修及び改築プロジェクト	2-12
2.4 「バ」国の道路及び橋梁	2-14
2.4.1 はじめに	2-14
2.4.2 「バ」国における重要な回廊と地域	2-15
2.4.3 交通量の増加	2-19
2.4.4 地域活動	2-20
2.5 西部バングラデシュにおける橋梁の損傷状況	2-20
2.5.1 過去に行われた既設橋梁調査	2-20
2.5.2 「バ」国西部地区における橋梁の損傷状況	2-22
2.6 本事業の必要性	2-25
2.6.1 上位計画との整合	2-25
2.6.2 他ドナーによるプロジェクトの不足	2-26
2.6.3 アジア・ハイウェイの走行環境の改善	2-27
2.6.4 重要な回廊の交通環境の改善	2-27
2.6.5 損傷した橋梁の増加	2-27
2.6.6 交通量の増加	2-28

3.	対象橋梁の選定	3-1
3.1	選定方法	3-1
3.2	200 橋の選定.....	3-2
3.2.1	対象橋梁候補リストからの除外	3-2
3.2.2	マルチクライテリア	3-2
3.2.3	200 橋の選定.....	3-5
3.3	200 橋についての既存橋梁調査.....	3-5
3.4	100 橋（案）ロングリストの選定.....	3-9
3.5	106 橋（案）ロングリストの選定.....	3-11
3.5.1	はじめに	3-11
3.5.2	100 橋（案）ロングリストから除外される橋梁.....	3-12
3.5.3	対象橋梁候補リストに追加される橋梁	3-12
3.5.4	106（案）ロングリストの選定	3-12
3.6	事業対象橋梁の選定	3-22
4.	自然条件	4-1
4.1	地形	4-1
4.2	地質	4-5
4.2.1	ボーリング調査	4-7
4.2.2	支持層	4-8
4.3	気象・水文	4-13
4.3.1	概要	4-13
4.3.2	気象概況	4-17
4.3.3	水文概況	4-29
4.3.4	航路のクリアランス	4-36
4.4	気候変動	4-38
4.4.1	はじめに	4-38
4.4.2	温度の変化	4-39
4.4.3	海面レベルの変化	4-39
4.4.4	海面上昇による影響	4-40
4.4.5	降水量の影響	4-42
5.	交通需要予測	5-1
5.1	はじめに	5-1
5.2	交通需要予測の方法	5-1
5.2.1	現況交通量	5-1
5.2.2	将来の交通量の伸び率	5-6
5.2.3	大規模開発計画	5-6
5.3	2031 年の将来交通需要.....	5-8
5.4	交通容量	5-12

5.5	必要車線数	5-13
5.5.1	交通需要予測に基づく必要車線数	5-13
5.5.2	本事業における車線数	5-16
6.	橋梁形式選定	6-1
6.1	橋梁形式の選定方針	6-1
6.2	橋梁設計におけるグループ分け	6-2
6.3	グループ A の橋梁形式	6-4
6.4	北部ゾーンにおけるグループ B の橋梁形式	6-5
6.5	橋梁長及びスパン長の決定	6-7
6.6	桁形状における耐震設計の考慮（落橋防止対策）	6-7
7.	概略設計	7-1
7.1	道路設計基準	7-1
7.1.1	設計基準	7-1
7.1.2	「バ」国の道路基準	7-1
7.1.3	標準横断構成	7-3
7.1.4	新設橋梁の架橋位置	7-5
7.2	橋梁設計基準	7-6
7.2.1	バングラデシュで適用される基準類	7-6
7.2.2	航路限界及び設計高水位	7-7
7.2.3	設計荷重	7-8
7.2.4	材料基準	7-12
7.3	道路設計	7-13
7.3.1	設計速度	7-13
7.3.2	平面線形	7-13
7.3.3	縦断線形	7-14
7.3.4	横断勾配	7-14
7.3.5	片勾配	7-14
7.3.6	盛土法面	7-15
7.3.7	舗装設計	7-16
7.4	橋梁設計	7-20
7.4.1	上部工	7-20
7.4.2	下部工	7-24
7.4.3	予備設計のまとめ	7-25
7.5	用地取得	7-28
8.	最新技術の適用	8-1
8.1	はじめに	8-1
8.2	耐候性鋼材	8-1
8.3	耐候性鋼材の適用に関する試験・調査	8-3

8.3.1	試験基準・調査	8-3
8.3.2	試験・調査位置	8-4
8.4	試験方法及びスケジュール	8-7
8.4.1	飛来塩分量調査	8-7
8.4.2	耐候性鋼材の暴露試験	8-7
8.4.3	試験片と計測器の設置	8-8
8.5	試験・調査結果	8-10
8.5.1	飛来塩分量調査結果	8-10
8.5.2	耐候性鋼材の暴露試験結果	8-13
8.6	評価および結論	8-17
8.6.1	評価	8-17
8.6.2	結論	8-20
9.	施工計画	9-1
9.1	はじめに	9-1
9.2	場所打ち杭	9-1
9.3	基礎工	9-1
9.4	橋脚	9-2
9.5	上部工（鋼 I 桁橋）	9-3
9.6	上部工（PC - I 桁橋）	9-4
9.7	建設中の交通規制	9-4
9.8	工事工程	9-4
9.8.1	鋼橋（鋼 I 桁）	9-5
9.8.2	コンクリート橋（PC-I 桁）	9-6
10.	維持管理・運営計画	10-1
10.1	維持管理・運営計画	10-1
10.1.1	はじめに	10-1
10.1.2	点検	10-2
10.1.3	維持管理	10-3
10.1.4	耐候性鋼材の維持管理	10-4
10.2	組織	10-5
10.2.1	道路交通・橋梁省 (Ministry Road Transport and Bridges, MORTB)	10-5
10.2.2	道路部 (RHD)	10-7
10.2.3	橋梁維持管理に関連する部署	10-9
10.3	道路・橋梁維持管理に関する財務状況	10-11
10.3.1	国家予算	10-11
10.3.2	RHD の道路橋梁維持管理に関する予算	10-11
10.4	橋梁維持管理・運営に関する問題点	10-12
10.4.1	維持管理予算の欠如	10-12

10.4.2	不適切な維持管理の実施	10-12
10.4.3	有効活用されていない BMMS	10-13
10.4.4	過積載車両	10-13
10.5	効率的な橋梁維持管理に向けた提案	10-13
10.5.1	安定した道路維持管理予算の確保	10-13
10.5.2	計画的な維持管理体制の構築	10-13
10.5.3	過積載車の規制	10-14
10.6	本邦支援の提案	10-14
10.6.1	橋梁維持管理に係る技術協力プロジェクト	10-14
10.6.2	耐候性鋼材に係る本邦研修	10-16
10.7	将来の維持管理・運営費	10-16
11.	概算事業費	11-1
11.1	はじめに	11-1
11.2	計算条件	11-1
11.3	建設工事費	11-3
11.3.1	主要支払い項目の単価設定	11-3
11.3.2	標準橋梁（18種類）のコスト試算	11-5
11.3.3	橋梁構成部材の単価	11-5
11.3.4	105橋の工事コストの計算	11-6
12.	事業効果	12-1
12.1	運用効果指標	12-1
12.1.1	はじめに	12-1
12.1.2	運用効果指標の選定	12-1
12.1.3	運用・効果指標の設定（提案）	12-2
12.2	経済評価	12-5
12.2.1	概説	12-5
12.2.2	経済評価のコンセプトと前提	12-5
12.2.3	経済費用の算定	12-6
12.2.4	便益の算定	12-7
12.2.5	経済評価の結果	12-16
13.	環境社会配慮	13-1
13.1	環境社会配慮	13-1
13.1.1	環境社会配慮に影響を与える事業コンポーネントの概要	13-1
13.1.2	ベースとなる環境及び社会の状況	13-1
13.1.3	「バ」国の EIA 制度	13-10
13.1.4	代替案の比較検討	13-12
13.1.5	スコーピング及び EIA 調査 ToR	13-13
13.1.6	EIA 調査	13-16

13.1.7	影響評価	13-19
13.1.8	緩和策及び緩和策実施のための費用	13-22
13.1.9	環境管理計画 (EMP)	13-23
13.2	用地取得・住民移転	13-26
13.2.1	用地取得・住民移転の必要性	13-26
13.2.2	用地取得・住民移転に係る法的枠組み	13-26
13.2.3	JICA ガイドラインと「バ」国関連法令との乖離	13-27
13.2.4	センサス及び社会経済調査	13-30
13.2.5	補償・支援の具体策及び受給要件	13-35
13.2.6	苦情処理委員会	13-37
13.2.7	実施体制	13-39
13.2.8	実施スケジュール	13-41
13.2.9	費用と財源	13-43
13.2.10	モニタリングと評価	13-43
13.2.11	現地ステークホルダー協議	13-46
14.	経済特区 (EZ) 橋梁及び道路	14-1
14.1	はじめに	14-1
14.2	ルート代替案	14-2
14.3	ルート選定	14-3
14.4	線形代替案及び選定	14-6
14.5	自然条件	14-8
14.5.1	地形	14-8
14.5.2	地質	14-8
14.5.3	水文 / 水理状況	14-9
14.6	交通需要予測	14-23
14.6.1	将来交通需要予測の方法	14-24
14.6.2	将来交通量および必要車線数の決定	14-29
14.7	概略設計	14-29
14.7.1	道路設計基準	14-29
14.7.2	橋梁設計基準	14-30
14.7.3	道路設計	14-31
14.7.4	橋梁設計	14-40
14.7.5	用地取得	14-49
14.8	施工計画	14-49
14.9	維持管理・運営計画	14-53
14.9.1	EZ 橋梁の維持管理・運営計画	14-53
14.9.2	維持管理・運営費	14-53
14.10	概算事業費	14-53
14.11	事業効果	14-56

14. 11. 1	運用・効果指標	14-56
14. 11. 2	経済分析	14-59
14. 12	環境社会配慮	14-64
14. 12. 1	環境社会配慮	14-64
14. 12. 2	用地取得・住民移転	14-68
15.	事業実施計画	15-1
15. 1	はじめに	15-1
15. 2	事業対象橋梁の選定	15-1
15. 2. 1	事業対象橋梁選定基準	15-1
15. 2. 2	事業対象橋梁の選定	15-2
15. 3	61 橋の事業のパッケージ分け	15-6
15. 4	61 橋の概算事業費	15-9
15. 4. 1	61 橋の建設費	15-9
15. 4. 2	61 橋の事業費	15-11
15. 5	61 橋の事業効果	15-12
15. 6	61 橋の用地取得及び移転	15-12
15. 7	事業実施機関	15-15
15. 8	事業実施スケジュール	15-17
16.	結論と提言	16-1
16. 1	結論	16-1
16. 2	提言	16-4

図面集

付録集

図リスト

	ページ	
図 1. 4. 1	調査対象地域	1-2
図 2. 1. 1	「バ」国橋梁・カルバート建設実績	2-4
図 2. 2. 1	プロジェクト概要図	2-7
図 2. 2. 2	標準断面図	2-8
図 2. 2. 3	プロジェクト概要図	2-9
図 2. 2. 4	プロジェクト概要図	2-10
図 2. 3. 1	ADB 資本による道路改良事業（SASEC）の対象地域	2-13
図 2. 4. 1	アジア・ハイウェイ・ネットワーク	2-15
図 2. 4. 2	「バ」国内のアジア・ハイウェイ	2-16
図 2. 4. 3	西部バングラデシュのランドポート所在地	2-17
図 2. 4. 4	EPZs による輸出実績	2-18

図 2.4.5	プロジェクト対象地域の EPZs の概要	2-18
図 2.4.6	プロジェクト対象地域における SEZ 開発候補地の所在地	2-19
図 2.4.7	西部バングラデシュにおいて高い経済活動が行われている地域	2-20
図 2.5.1	BMMS と EBBIP のデータベースの比較	2-23
図 3.1.1	事業対象橋梁選定フロー	3-1
図 3.3.1	既存橋梁調査結果の例（スケッチ及び諸元）	3-6
図 3.3.2	既存橋梁調査結果の例（橋梁写真）	3-7
図 3.3.3	既存橋梁調査結果の例（橋梁損傷部の写真及び情報）	3-8
図 3.5.1	選定された 106 橋の位置図	3-21
図 4.1.1	バングラデシュの地形区分	4-2
図 4.1.2	バングラデシュの主要水系	4-4
図 4.2.1	バングラデシュ地質図	4-6
図 4.2.2	ベンガル堆積盆の構造図	4-7
図 4.3.1	バングラデシュの河川システム	4-15
図 4.3.2	データ収集した気象観測所の位置	4-16
図 4.3.3	データ収集した水文観測所の位置	4-17
図 4.3.4	6 観測所での月間最大、最低気温	4-19
図 4.3.5	18 観測所での月間平均気温	4-19
図 4.3.6	17 観測所での月間平均相対湿度	4-20
図 4.3.7	17 観測所での月間最大風速	4-22
図 4.3.8	18 観測所での月間平均風速	4-23
図 4.3.9	18 観測所での月間平均日照時間	4-24
図 4.3.10	18 観測所での月間平均降雨量	4-25
図 4.3.11	2013 年 7 月の月間降雨量の等雨量線図	4-26
図 4.3.12	6 観測所での年間降雨量の長期変動	4-27
図 4.3.13	Jessore と Rangpur での年間降雨量と 5 年間移動平均降雨量	4-27
図 4.3.14	ダッカでの確率年別降雨強度曲線	4-28
図 4.3.15	TIN 内挿法による HWL の補間	4-30
図 4.3.16	各観測所での洪水の確率年と最大流出量の相関	4-36
図 4.3.17	「バ」国の（公式）航路	4-37
図 4.4.1	気候に関連する種々の災害の影響地域	4-38
図 4.4.2	平均気温の観測値と将来予測値	4-39
図 4.4.3	潮位変動の観測値と将来予測値	4-40
図 4.4.4	海面が 88 cm 上昇した場合のメグナ川河口での水位変化	4-41
図 4.4.5	水面上昇のシミュレーション結果	4-41
図 4.4.6	海面上昇率による海水遡上値の予測	4-42
図 5.2.1	道路種別別の交通量の累積分布と確率密度（PCU）	5-4
図 5.2.2	道路種別別の車種構成割合（PCU）	5-5
図 5.2.3	道路種別別の車種構成割合（台）	5-5
図 5.2.4	パドマ橋の架橋位置と AH1 のルート	5-7

図 5.2.5	パドマ橋の誘発交通量の推定	5-7
図 5.3.1	将来交通量の算定結果 (1)	5-9
図 5.3.2	将来交通量の算定結果 (2)	5-10
図 5.5.1	必要車線数(1)	5-14
図 5.5.2	必要車線数(2)	5-15
図 5.5.3	アジア・ハイウェイ 1 号線上の 4 車線橋梁	5-16
図 6.2.1	地震地域区分 (BNBC)	6-3
図 6.2.2	橋梁のグループ分け	6-3
図 6.2.3	北部ゾーン 55 橋梁規模の分類	6-4
図 6.2.4	南部ゾーン 51 橋梁規模の分類	6-4
図 6.6.1	「バ」国の標準的な PC-I 桁橋 (単純桁)	6-8
図 6.6.2	本事業における鋼 I 桁 (連続桁)	6-8
図 6.6.3	本事業における PC-I 桁 (腰掛桁)	6-8
図 7.1.1	標準横断面図 (国道・主要地方道・県道)	7-4
図 7.1.2	標準横断面図 (アジア・ハイウェイ 1 号線)	7-5
図 7.2.1	設計トラック荷重 (HS20-44)	7-9
図 7.2.2	地震地域分類図 (BNBC)	7-10
図 7.2.3	設計応答スペクトル	7-11
図 7.3.1	盛土法面	7-15
図 7.3.2	段切り詳細図	7-15
図 7.3.3	舗装構造概略図 (国道)	7-19
図 7.3.4	舗装構造概略図 (主要地方道)	7-20
図 7.3.5	舗装構造概略図 (県道)	7-20
図 7.4.1	鋼桁橋 (連続桁)	7-21
図 7.4.2	PC-I 橋 (腰掛け桁)	7-21
図 7.4.3	PC-I 橋の標準断面	7-22
図 7.4.4	鋼桁橋の標準断面	7-22
図 7.4.5	橋台及び橋脚の標準形状	7-24
図 7.4.6	杭配置	7-25
図 7.5.1	工事影響範囲 (COI)	7-28
図 7.5.2	用地取得を必要とするケース	7-28
図 7.5.3	用地取得を必要としないケース	7-28
図 8.2.1	耐候性鋼材の腐食抑制のメカニズム	8-2
図 8.2.2	耐候性鋼材の化学成分	8-2
図 8.2.3	耐候性鋼材の腐食量	8-2
図 8.3.1	バングラデシュ国と日本におけるぬれ時間 (TOW)	8-4
図 8.3.2	暴露試験片と飛来塩分量計測器の設置場所	8-6
図 8.4.1	飛来塩分量計測器 (ガーゼ枠)	8-7
図 8.4.2	耐候性鋼材の暴露試験片	8-8
図 8.4.3	RHD 事務所屋上および料金所屋上の小屋と試験片及び計測器の設置状況	8-9

図 8.4.4 実橋梁への試験片の設置状況	8-10
図 8.5.1 飛来塩分量調査結果	8-12
図 8.5.2 Jessore の卓越風 (30 年間の月別卓越風速を累積したもの)	8-13
図 8.5.3 耐候性鋼材の暴露試験結果	8-16
図 8.6.1 飛来塩分量調査を実施する必要がない地域	8-19
図 8.6.2 日本における最初の耐候性鋼材橋	8-19
図 8.6.3 日本における耐候性鋼材橋の分布	8-19
図 8.6.4 日本における耐候性鋼材橋のシェア	8-20
図 9.2.1 場所打ち杭の施工方法	9-1
図 9.3.1 基礎工の施工方法	9-2
図 9.4.1 橋脚の施工方法	9-2
図 9.5.1 トラッククレーン・ベント工法	9-3
図 9.5.2 架設桁架設工法	9-3
図 9.7.1 工事中の迂回計画	9-4
図 9.7.2 工事中の迂回計画	9-4
図 9.8.1 工事工程【鋼 I 桁橋 L=60m】	9-5
図 9.8.2 工事工程【鋼 I 桁橋 L=100m(60m+40m)】	9-5
図 9.8.3 工事工程【鋼 I 桁橋 L=180m(60mx3)】	9-5
図 9.8.4 工事工程【鋼 I 桁橋 L=160m(40mx4)】	9-5
図 9.8.5 工事工程【鋼 I 桁橋 L=160m(40mx4)】	9-6
図 9.8.6 工事工程【PC-I 桁橋 L=40m】	9-6
図 9.8.7 工事工程【PC-I 桁橋 L=80m(40mx2)】	9-6
図 9.8.8 工事工程【PC-I 桁橋 L=80m(40mx2)】	9-7
図 10.1.1 点検・維持管理の手順	10-2
図 10.1.2 耐候性鋼材の維持管理の手順	10-5
図 10.2.1 MORTB 道路局の組織図	10-6
図 10.2.2 RHD の組織図	10-8
図 11.3.1 消費者物価指数 (CPI)	11-3
図 12.2.1 通常ルートと迂回ルートの走行距離	12-6
図 12.2.2 橋梁の交通障害発生確率密度 (R(t)) と交通障害の残存確率密度	12-10
図 12.2.3 橋梁の交通障害発生確率密度の累積分布	12-10
図 13.1.1 ECC 取得手続きのフロー	13-11
図 13.1.2 RHD の環境社会配慮体制	13-11
図 13.1.3 環境管理およびモニタリング体制	13-24
図 13.2.1 苦情処理のメカニズム	13-38
図 13.2.2 簡易 RAP 実施組織・階層図	13-40
図 13.2.3 ARP 実施スケジュール	13-42
図 14.1.1 Narsingdi における EZ 橋梁及び道路位置図	14-1
図 14.2.1 EZ 橋梁及び道路ルート代替案	14-3
図 14.5.1 Narsingdi でのボーリング調査位置	14-8

図 14.5.2 Lahkya 川と Meghna 河水系	14-10
図 14.5.3 計画橋梁と水文観測所の位置	14-10
図 14.5.4 2005 年の「外洋(Chittagong)での天文潮」と「関連観測所(Demra, Narayananj)での日高潮位 / 低潮位」との関係	14-12
図 14.5.5 Demra 観測所での毎日の水位(高潮位 / 低潮位)(1971.4-2012.9)	14-13
図 14.5.6 Demara 観測所での季節(日)流量パターン	14-13
図 14.5.7 Lahkya 川の RML11-14 ポイントでの断面データの変化	14-15
図 14.5.8 計画橋梁地点の水力計算モデル	14-18
図 14.5.9 計画橋梁地点の水力断面プロファイル	14-19
図 14.5.10 シリンダー形状の橋脚での洗掘の模式図	14-22
図 14.5.11 計画橋梁位置での洗掘量の演算結果	14-22
図 14.6.1 EZ の建設予定地およびアクセス道路(案)	14-24
図 14.7.1 舗装構造概略図	14-34
図 14.7.2 No.1 交差点概略図	14-36
図 14.7.3 A-A 断面	14-36
図 14.7.4 B-B 断面	14-37
図 14.7.5 C-C 断面	14-37
図 14.7.6 導流路設計	14-37
図 14.7.7 No.2 交差点概略図	14-38
図 14.7.8 A-A 断面	14-38
図 14.7.9 B-B 断面	14-39
図 14.7.10 導流路設計	14-39
図 14.7.11 導流路設計(ALT-1)	14-40
図 14.7.12 導流路設計(ALT-2)	14-40
図 14.7.13 主橋梁とアプローチ橋梁	14-43
図 14.7.14 橋梁代替え案	14-45
図 14.7.15 EZ 橋梁全体一般図	14-47
図 14.7.16 鋼箱桁(主橋梁)断面図	14-48
図 14.7.17 PC-I 桁(アプローチ橋)断面図	14-48
図 14.7.18 下部工断面図	14-49
図 14.8.1 舗装工事の手順	14-51
図 14.8.2 工事工程	14-52
図 14.11.1 EZ に関連するトリップの行き先の設定	14-57
図 14.11.2 With-Without ルートの設定	14-58
図 15.2.1 最終事業対象橋梁位置図	15-5
図 15.3.1 各パッケージの対象橋梁位置図	15-8
図 15.7.1 Interim PIU 組織図	15-16
図 15.7.2 PIU 組織図	15-17
図 15.8.1 事業実施スケジュール	15-19
図 16.1.1 事業対象位置図	16-3

表リスト

	ページ
表 2.1.1 RHD による第 6 次 5 ヶ年計画目標.....	2-3
表 2.1.2 道路セクター政策実施における道路マスタープラン(2009 年)の役割.....	2-6
表 2.2.1 プロジェクト諸元.....	2-7
表 2.2.2 プロジェクト諸元.....	2-12
表 2.3.1 「バ」国自国予算、中国資金協力による改修予定の橋梁.....	2-13
表 2.4.1 「バ」国の道路ネットワーク.....	2-14
表 2.4.2 RHD 管理下にある道路構造物.....	2-15
表 2.4.3 「バ」国とインドの貿易実績.....	2-16
表 2.4.4 道路種別ごとの年平均交通量成長率.....	2-19
表 2.5.1 BMMS のデータベースに基づくプロジェクト対象地域の橋梁の損傷状態.....	2-21
表 2.5.2 EBBIP の調査に基づく橋梁の損傷状況.....	2-22
表 3.2.1 評価項目の比重.....	3-3
表 3.2.2 200 橋選定のためのマルチクライテリア.....	3-4
表 3.2.3 選定された 200 橋のリスト.....	3-5
表 3.4.1 100 橋 (案) 選定のための改訂マルチクライテリア.....	3-9
表 3.4.2 100 橋 (案) ロングリスト.....	3-11
表 3.5.1 選定された 106 橋のリスト (まとめ).....	3-13
表 3.5.2 選定された 106 橋のリスト.....	3-14
表 4.2.1 地区対象橋梁所在地の支持層.....	4-9
表 4.3.1 データ収集した気象観測所の一覧.....	4-16
表 4.3.2 月間最大、平均、最低気温.....	4-18
表 4.3.3 17 観測所での月間平均相対湿度.....	4-20
表 4.3.4 17 観測所での月間最大風速.....	4-21
表 4.3.5 18 観測所での月間平均風速.....	4-22
表 4.3.6 18 観測所での月間平均日照時間.....	4-23
表 4.3.7 18 観測所での月間平均降雨量.....	4-25
表 4.3.8 6 観測所での年間降雨量の長期変動.....	4-26
表 4.3.9 ダッカでの確率年別降雨強度.....	4-28
表 4.3.10 ダッカでの降雨強度式.....	4-28
表 4.3.11 各観測所の HWL の推算(1).....	4-31
表 4.3.12 各観測所の HWL の推算(2).....	4-32
表 4.3.13 計画橋梁地点別の設計 HWL (1).....	4-33
表 4.3.14 計画橋梁地点別の設計 HWL (2).....	4-34
表 4.3.15 計画橋梁位置での基準高水位 (m, MSL).....	4-35
表 4.3.16 関連観測所での基準高水位 (m, PWD).....	4-35
表 4.3.17 各観測所での確率最大流出量の算定.....	4-35
表 4.3.18 「バ」国の航路限界.....	4-36

表 4.4.1 海面上昇の影響によるシャバズール流域沿いで及びパドマ橋架橋位置での水位変化	4-41
表 4.4.2 CMIP5 グローバルモデルによる温度上昇と降雨量の将来予測	4-43
表 5.2.1 交通量調査結果 (24 時間) (台/日) (1)	5-2
表 5.2.2 交通量調査結果 (24 時間) (台/日) (2)	5-3
表 5.2.3 PCU Factor	5-4
表 5.2.4 道路種別別の標準偏差、尖度および歪度	5-5
表 5.2.5 交通量の増加率	5-6
表 5.3.1 将来交通量の算定結果 (1)	5-11
表 5.3.2 将来交通量の算定結果 (2)	5-12
表 5.4.1 計画交通量と車線数の関係	5-13
表 5.5.1 必要車線数	5-13
表 6.1.1 主要橋種の適用可能なスパン及び経済的なスパン	6-2
表 6.2.1 設計基準震度 (BNBC)	6-2
表 6.4.1 中規模跳梁橋種選定	6-6
表 7.1.1 道路設計基準	7-1
表 7.1.2 道路種別	7-1
表 7.1.3 設計区分	7-2
表 7.1.4 幾何構造基準 (国道)	7-2
表 7.1.5 幾何構造基準 (主要地方道)	7-3
表 7.1.6 幾何構造基準 (県道)	7-3
表 7.1.7 新設橋梁の架橋位置	7-6
表 7.2.1 航路限界	7-7
表 7.2.2 設計高水位と桁下高	7-8
表 7.2.3 死荷重強度算定に用いる単位重量	7-8
表 7.2.4 主桁及び下部工設計用活荷重	7-9
表 7.2.5 地域係数(BNBC)	7-10
表 7.2.6 地盤係数 S (BNBC)	7-11
表 7.2.7 コンクリートの圧縮強度	7-12
表 7.2.8 異径鉄筋の降伏点及び引張強度	7-12
表 7.2.9 PC 鋼材の降伏点及び引張強度	7-12
表 7.2.10 耐候性鋼材の降伏点及び引張強度	7-13
表 7.3.1 設計速度	7-13
表 7.3.2 最小曲線半径	7-13
表 7.3.3 最小緩和曲線長	7-14
表 7.3.4 最小縦断曲線半径	7-14
表 7.3.5 横断勾配	7-14
表 7.3.6 曲線半径と片勾配の値	7-15
表 7.3.7 等価単軸荷重係数	7-17
表 7.3.8 「国道」 18kip 等価単軸荷重の予測載荷数 (W18)	7-17

表 7.3.9 「主要地方道」18kip 等価単軸荷重の予測載荷数 (W18)	7-17
表 7.3.10 「県道」18kip 等価単軸荷重の予測載荷数 (W18)	7-17
表 7.3.11 標準偏差 (Z_R)	7-18
表 7.3.12 初期設計供用性指 P_0 及び設計終局供用性指数 P_t との差 (ΔPSI)	7-18
表 7.3.13 設計用構造指数 (SN)	7-18
表 7.3.14 舗装構成 (国道)	7-19
表 7.3.15 舗装構成 (主要地方道)	7-19
表 7.3.16 舗装構成 (県道)	7-20
表 7.4.1 PC-I 橋の予備設計の結果.....	7-23
表 7.4.2 鋼桁橋の予備設計の結果	7-23
表 7.4.3 予備設計の結果 (105 橋) (1).....	7-26
表 7.4.4 予備設計の結果 (105 橋) (2).....	7-27
表 7.4.5 既設橋及び新設橋の比較.....	7-27
表 8.3.1 暴露試験片と飛来塩分量計測器の設置場所	8-5
表 8.5.1 飛来塩分量調査結果.....	8-11
表 8.5.2 6 ヶ月後における耐候性鋼材の暴露試験結果.....	8-14
表 8.5.3 12 ヶ月後における耐候性鋼材の暴露試験結果.....	8-15
表 8.5.4 実橋梁での耐候性鋼材の暴露試験結果.....	8-17
表 8.6.1 飛来塩分量調査および耐候性鋼材の暴露試験結果の概要.....	8-18
表 10.1.1 点検方法の種類.....	10-3
表 10.2.1 MORTB 道路局の人員体制.....	10-7
表 10.2.2 RHD の職員数.....	10-8
表 10.3.1 国家予算の収支	10-11
表 10.3.2 過去の RHD の予算及びその内訳	10-12
表 10.3.3 維持管理に関する要求額と配当額	10-12
表 10.6.1 耐候性鋼材に係る本邦研修プログラム (案)	10-16
表 10.7.1 維持管理・運営費(1)	10-17
表 10.7.2 維持管理・運営費(2)	10-18
表 11.2.1 主要部材の輸入関税率.....	11-2
11.3.1 消費者物価指数 (CPI)	11-3
表 11.3.2 主要支払い項目に対する単価	11-4
表 11.3.3 概略計算を行う標準橋梁 (18 種類)	11-5
表 11.3.4 主要橋梁部材の単価	11-6
表 11.3.5 建設工事費のまとめ (主要部材別)	11-6
表 11.3.6 建設工事費のまとめ (橋梁単価)	11-7
表 11.3.7 建設工事費 (105 橋) (1)	11-8
表 11.3.8 建設工事費 (105 橋) (2)	11-9
表 12.1.1 運用・効果指標の選定.....	12-1
表 12.1.2 運用・効果指標 (提案) (1).....	12-3
表 12.1.3 運用・効果指標 (提案) (2)	12-4

表 12.2.1	経済費用	12-7
表 12.2.2	道路ラフネス別道路走行費用(2014 価格)	12-8
表 12.2.3	道路条件別ラフネス	12-8
表 12.2.4	消費者物価指数と物価上昇率	12-8
表 12.2.5	車種別走行費用 (2014 価格)	12-9
表 12.2.6	橋齢 50 年、新設橋梁の交通障害発生確率	12-11
表 12.2.7	永久橋と簡易橋の交通障害発生確率	12-13
表 12.2.8	簡易橋の再建期間	12-14
表 12.2.9	必要維持管理費	12-16
表 12.2.10	簡易橋定期管理費用	12-16
表 12.2.11	パッケージ・全橋梁の経済評価の結果	12-16
表 12.2.12	橋梁別経済評価結果(1)	12-17
表 12.2.13	橋梁別経済評価結果(2)	12-18
表 13.1.1	クルナ、ラッシャヒ、ボリシャル地域の月間降水量と気温	13-2
表 13.1.2	「バ」国大気質環境基準値	13-3
表 13.1.3	内陸表面水の基準値	13-4
表 13.1.4	飲料水の基準値	13-4
表 13.1.5	土地利用目的ごとの騒音基準値	13-6
表 13.1.6	「バ」国内の脊椎動物に関する現状	13-7
表 13.1.7	「バ」国の医療施設の状況	13-8
表 13.1.8	「バ」国の教育施設の総数	13-9
表 13.1.9	新設橋梁の架橋位置	13-12
表 13.1.10	スコーピングマトリックス	13-13
表 13.1.11	EIA 調査の ToR	13-15
表 13.1.12	EIA 調査結果	13-16
表 13.1.13	影響評価	13-19
表 13.1.14	工事前・工事中の低減策	13-22
表 13.1.15	供用後の低減策	13-23
表 13.1.16	環境モニタリング計画 (工事中)	13-25
表 13.1.17	環境モニタリング計画 (供用時)	13-25
表 13.1.18	施工業者が行う環境モニタリング費用の見積もり	13-26
表 13.1.19	RHD が行う環境モニタリング費用の見積もり	13-26
表 13.2.1	ギャップとギャップを埋めるための方策	13-27
表 13.2.2	地域ごとの橋梁数と影響を受ける物件数	13-31
表 13.2.3	各橋梁の住居移転世帯数	13-31
表 13.2.4	地域ごとの移転対象物件	13-33
表 13.2.5	地域ごとの男女数	13-34
表 13.2.6	地域別、男女別の世帯数	13-34
表 13.2.7	地域ごとの世帯主の年収と貧困のレベル	13-34
表 13.2.8	補償および受給要件のマトリックス	13-35

表 13.2.9 ARP 実施に伴うモニタリングフォーム	13-44
表 13.2.10 モニタリング指標	13-45
表 13.2.11 第一回協議の要約	13-47
表 13.2.12 第二回協議の要約	13-49
表 14.3.1 EZ 橋梁及び道路ルート選定	14-4
表 14.4.1 EZ 橋梁及び道路線形選定	14-7
表 14.5.1 Narsingdi におけるボーリング調査結果	14-9
表 14.5.2 Lahkya 川の関連観測所での収集した水文データ	14-11
表 14.5.3 深浅測量データリスト	14-14
表 14.5.4 年間最大流出量の収集データリスト	14-16
表 14.5.5 2つの Demra 観測所での確率洪水量の計算	14-17
表 14.5.6 確率洪水位	14-17
表 14.5.7 水理解析の結果	14-19
表 14.5.8 洗掘量の演算結果	14-23
表 14.6.1 EZ の工場敷地面積および従業員数 (計画値)	14-24
表 14.6.2 EZ の貨物需要	14-25
表 14.6.3 貨物車の断面交通量	14-26
表 14.6.4 総通勤トリップ数 (本格稼働時: 2031 年)	14-27
表 14.6.5 通勤トリップの車種別交通量	14-28
表 14.6.6 業務トリップの交通量	14-29
表 14.6.7 EZ の西側アクセス道路および EZ 橋梁の将来交通量	14-29
表 14.7.1 主な適用設計基準・条件	14-31
表 14.7.2 クラス 2 河川における考慮条件 (EZ 橋の航路条件)	14-31
表 14.7.3 最小曲線半径	14-31
表 14.7.4 最小曲線半径	14-32
表 14.7.5 等価単軸荷重係数	14-32
表 14.7.6 18kip 等価単軸荷重の予測载荷数 (W18)	14-33
表 14.7.7 18kip 等価単軸荷重の予測载荷数 (W18)	14-33
表 14.7.8 舗装構成	14-34
表 14.7.9 交差点の位置	14-34
表 14.7.10 設計車両諸元 (単位: m)	14-35
表 14.7.11 河川部橋梁基礎形式選定表	14-41
表 14.7.12 P15 における基礎形式比較	14-42
表 14.7.13 P17 におけるコンクリート場所打ち杭杭径比較	14-43
表 14.7.14 アプローチ橋梁における橋梁形式比較	14-44
表 14.7.15 主橋梁における橋梁形式比較	14-45
表 14.9.1 EZ 橋梁の維持管理費	14-53
表 14.10.1 工事費の総括表 (工事コンポーネント別)	14-54
表 14.10.2 経済特区 (EZ) 橋梁及び道路の建設工事費	14-55
表 14.11.1 運用・効果指標の選定	14-56

表 14.11.2	2023 年の車種別交通量 (台/日)	14-57
表 14.11.3	2023 年の方面別交通量 (台/日)	14-57
表 14.11.4	運用・効果指標の選定	14-58
表 14.11.5	EZ 関連交通量の予測 (単位: 台/日)	14-59
表 14.11.6	財務費用と経済費用	14-60
表 14.11.7	車種別旅行時間費用 (TTC) (2014 年価格)	14-61
表 14.11.8	道路ラフネス別自動車走行費用 (2014 年価格)	14-61
表 14.11.9	道路ラフネスと走行速度	14-62
表 14.11.10	EZ 橋梁とそのアクセス道路の経済便益の算定	14-62
表 14.11.11	経済分析の結果	14-62
表 14.11.12	経済価格のキャッシュフロー	14-63
表 14.11.13	感度分析の結果	14-64
表 14.12.1	EZ 橋付近の大気質汚染濃度	14-65
表 14.12.2	EZ 橋付近の水質汚染濃度	14-65
表 14.12.3	EZ 橋付近の騒音レベル	14-66
表 14.12.4	施工業者が行う環境モニタリング費用の見積もり	14-68
表 14.12.5	RHD が行う環境モニタリング費用の見積もり	14-68
表 14.12.6	Upazilla ごとの被影響世帯数	14-69
表 14.12.7	損失の内訳	14-69
表 14.12.8	用地取得および移転に係る費用	14-70
表 14.12.9	第一回協議の要約	14-72
表 14.12.10	第二回協議の要約	14-73
表 14.12.11	第三回協議の要約	14-74
表 14.12.12	第四回協議の要約	14-74
表 15.2.1	事業対象橋梁選定基準	15-2
表 15.2.2	対象候補から除外された橋梁	15-3
表 15.2.3	対象候補に追加された橋梁	15-3
表 15.2.4	最終事業対象橋梁リスト	15-3
表 15.3.1	各パッケージの対象橋梁リスト	15-6
表 15.4.1	事業対象 60 橋の総事業費	15-10
表 15.4.2	事業対象 61 橋の事業費	15-11
表 15.5.1	事業対象 61 橋の事業効果	15-12
表 15.6.1	地域ごとの橋梁数と影響を受ける物件数	15-12
表 15.6.2	橋梁ごとの移転数	15-13
表 15.6.3	地域ごとの移転対象物件	15-14
表 15.6.4	Upazilla ごとの被影響世帯数	15-15
表 15.6.5	移転対象物件数	15-15
表 16.1.1	事業概要	16-2

略語リスト

AASHTO	:アメリカ合衆国政府道路交通運輸担当協会
ACE	:Additional Chief Director
ADB	:アジア開発銀行
ADP	:年間開発計画
AH	:アジア・ハイウェイ
AIDS	:後天性免疫不全症候群
BCR	:便益費用比率
BIMSTEC	:ベンガル湾多分野技術・経済協力イニシアチブ
BIWTA	:バングラデシュ内陸水上公社
BMD	:バングラデシュ気象局
BMMS	:橋梁維持管理システム
BNBC	:バングラデシュ建造物基準
BOT	:Build-Operate-Transfer
BWDB	:バングラデシュ水開発局
CCL	:法に基づく補償金額
CEGIS	:環境地理情報サービスセンター
COI	:工事影響範囲
CPI	:消費者物価指数
DC	:副行政官
DHWL	:設計高水位
DoE	:環境局
DPP	:Development Project Proposal
EBBIP	:東部バングラデシュ橋梁改修事業
ECC	:環境応諾書
EIA	:環境影響評価
EIRR	:経済的内部収益率
EMU	:環境管理部
EPZs	:輸出加工区域
ESU	:技術部
EZ	:経済特区
FHWA	:連邦道路管理局
F/S	:フィージビリティスタディ
GDP	:国内総生産
GRC	:苦情処理委員会
HFL	:設計洪水位
HIV	:後天性免疫不全症候群

HWL	:最高水位
IACCCZB	:Impact Assessment of Climate Changes on the Coastal Zone of Bangladesh
ICB	:国際競争入札
IT	:法人所得税
IPCC	:Intergovernmental Panel on Climate Change
IRC	:インド道路会議
IRI	:道路ラフネス指数
ISD	:中間視距
IUCN	:天然資源保護国際連合
IWM	:水モデリング研究所
JJA	:6月-7月 - 8月
JRA	:道路橋示方書
JICA	:国際協力機構
JIS	:日本工業規格
JVS	:共同検証調査
LA	:ローンアグリーメント
LGD	:地方政府局
LGED	:地方政府技術局
MoD	:防衛省
MoLGRD&C	:農村開発共同組合省
MORTB	:道路交通・橋梁省
MoWR	:水資源省
NaCl	:塩分濃度
OSD	:追越し視距
PAP	:プロジェクト影響住民
PC	:プレストレス・コンクリート
PCU	:乗用車換算係数
PD	:事業総責任者
PIU	:Project Implementation Unit
PPP	:官民パートナーシップ
PM	:粒子状物質
PMU	:事業管理局
PMBDP	:Padma Multipurpose Bridge Design Project
PNV	:純現在価値
PVAT	:評価助言
RAP	:住民移転計画
RHD	:道路局
RMP	:道路マスタープラン
ROW	:既存道路用地

RU	:住民移転課
RUC	:道路利用者費用
RV	:土地再取得価格
SAARC	:南アジア地域協力連合
SASEC	:南アジア・サブリージョン経済協力
SEZ	:特別経済特区
SFC	:標準変換係数
SHWL	:基準高水位
SLWL	:基準低水位
SN	:設計用構造指数
SSD	:停止視距
TEU	:外貿コンテナ取扱貨物量
ToR	:特記仕様書
TOW	:ぬれ時間
TTC	:自動車走行時間
VAT	:物品税
VOC	:自動車走行費用
WARPO	:Water Resources Planning Organization
WB	:世界銀行

1. はじめに

1.1 背景・経緯

バングラデシュ国（以下、「バ」国）では、近年 6%前後の GDP 成長率を維持する堅調な経済発展に伴い、1975 年から 2005 年までの過去 30 年間で貨物取扱量が約 8 倍にまで拡大し、6~7%のペースで貨物量、旅客数が増加を続けている。「バ」国の主要運輸交通モードは、内陸水運、鉄道、道路であるが、「バ」国政府の積極的な道路網整備の結果、内陸水運や鉄道を抑えて、道路利用が 80%を支えるまでになった。一方で、道路交通・橋梁省（Ministry Road Transport and Bridges、以下 MORTB）道路局国道部（Road and Highways Department、以下、RHD）が所管する約 4,500 橋梁の多くは、老朽化が進んだまま改修、架け替えが追い付いておらず、そのうち 1,500 橋は構造上に大きな損傷を有しており、安全性に問題があるとされている。また、約 1,000 橋は軍用トラス橋として知られるベイリー橋等の簡易鋼橋（暫定構造物）であり、その多くが劣化、損傷し、さらには崩落する等の危険な状況に陥っている。

「バ」国の「第 6 次 5 か年計画（2011/12~2015/16 年度）」において、「バ」国の道路セクターでは、効率・近代的な道路輸送システムが、同計画及び同国の中期目標である「Vision 2021」を達成するために重要な役割を果たすと明記され、合計約 1 万メートル分の既存橋の架け替えが主要目標の 1 つに掲げられている。また、「国土交通政策（2004 年）」では、全ての中小橋梁について安全策を施すことを方針の 1 つに掲げており、また同政策を基に策定された「道路マスタープラン（2009 年）」では、全ての簡易鋼橋を永久構造物に架け替えることを目標の 1 つにしている。

なお、JICA は対「バ」国援助課題において「全国運輸交通ネットワーク整備」を重点項目の一つとしており、また対「バ」国別援助方針（2012 年 6 月）における重点目標としても、「人とモノの効率的な移動の促進に貢献するために、運輸・交通インフラの整備を進める」と定められており、本事業はこれらの分析、方針に合致する。

1.2 要請内容

我が国への要請内容は以下の通りである。

- ロングプール、ラッシャヒ、クルナ、ゴパールゴンジ、ボリシャルの西部 5 地域（パドマ河以西の 37 県）における橋梁改修にかかる協力準備調査

1.3 調査の目的

「バ」国政府から円借款の要請のあった西部バングラデシュ橋梁改修事業について、当該事業の目的、概要、事業費、実施スケジュール、実施（調達・施工）方法、事業実施体制、運営・維持管理体制、環境社会配慮等、我が国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うことを目的とする。

1.4 調査対象地域

調査対象地域位置図を図 1.4.1 に示す。



出典：JICA 調査団

図 1.4.1 調査対象地域

1.5 調査スケジュール

本調査は、以下に示す通り、3ステージ、5フェーズにより実施される。

ステージ1： 事業の必要性・妥当性の確認、対象橋梁の選定

フェーズ1： 事業基礎情報の確認、事業枠組みの検討、100橋梁（事業対象橋梁候補）の選定

ステージ2： 事業の基本的内容の検討

フェーズ2： サイト状況調査の実施、橋梁形式の決定

フェーズ3： 対象橋梁の概略設計

フェーズ4： 事業対象橋梁の決定、円借款審査に必要な資料の準備

ステージ3： 調査のとりまとめ、JICA ミッション審査支援

フェーズ5： 調査のとりまとめ、JICA ミッション審査支援

2. 本事業の必要性

2.1 本事業に関連する計画及びプログラム

2.1.1 Vision 2021

「バ」国は 1971 年に誕生し、50 周年となる 2021 年までに、「Vision2021」として掲げている以下 8 項目を遂行し、中所得国になることを目標としている。このビジョンは、国民の希望、政治の責任等に関して触れている。

- 目標 1：国民参加の民主国家となること
- 目標 2：効率的、責任、透明性を保持し、地方分権を遂行すること
- 目標 3：貧困の無い中所得国になること
- 目標 4：国民が健全な生活を行えること
- 目標 5：技能と創造性のある人材を育成すること
- 目標 6：グローバルな商業都市になること
- 目標 7：環境を維持すること
- 目標 8：公正な社会を構築すること

上記「目標 6」は、大規模港と近隣諸国（ネパール、ブータン、インド、ミャンマー等）をアジア・ハイウェイや鉄道ネットワーク等を活用して接続し、国家目標を達成する役割を担うものである。ミャンマー、タイ、中国との物流を強化する為、南部地方の道路ネットワーク拡張が計画されている。

2.1.2 第 6 次 5 カ年計画

年間 7%の平均 GDP 成長率を達成する為に、運輸セクターは年間 7.5%の増加が必要であると予想されている。第 6 次 5 カ年計画（2011～2015 年）は、戦略的プログラム導入して、均衡のとれた総合的な交通ネットワークの構築を行うことを目的に策定された。

戦略と方針

第 6 次 5 カ年計画の中で謳われている道路セクターの主な戦略と方針を以下に示す。

- i. 年間開発計画のプライオリティ付
- ii. 国家予算プロジェクトの十分な資金の割り当て
- iii. 道路マスタープラン(2009年)の実施
- iv. 社会経済発展に寄与するプロジェクトの選定
- v. 道路維持管理基金の設立
- vi. BOT/PPPの活用

さらに、「バ」国政府は以下を重要路線として位置付けている。

- a) Dhaka - Chittagong (国道1号)
- b) Dhaka - Northwest (国道4号)
- c) Dhaka - Khulna (国道7号)
- d) Dhaka - Sylhet (国道2号)
- e) Khulna - Northwest

国際地域開発戦略

「バ」国は、アジア東部と南部の玄関口に位置する地の利を活かして、国際輸送を活性化することを掲げている。したがって、SAARC（南アジア地域協力連合）、SASEC（南アジア・サブリージョン経済協力）、BIMSTEC（ベンガル湾多分野技術・経済協力イニシアチブ）といった様々な地域協力フォーラムを通して、近隣諸国との道路ネットワーク向上に努めており、2009年11月8日にアジア・ハイウェイの協定を発効し、これまでにおよそその対象路線を決定した。また、「バ」国政府は、他国のアジア・ハイウェイの道路整備レベルに協調させるため、対象道路の改良を計画している。

RHDによる第6次5ヵ年計画の達成目標

道路セクターの国民所得に対する貢献度は、実勢価格で約8%である。RHDは、費用対効果と交通安全の向上を優先目標としており、目標達成のために以下を掲げている。

- 全地域の経済発展、政府の掲げる貧困削減目標に寄与し、戦略的な道路開発及び管理を行うこと
- 交通アクセス及び貧困削減を促進するため、国道ネットワークを全ての地域に提供すること

RHDは、第6次5ヵ年計画の構想を達成するため、以下のプログラムに基づいて新プロジェクトを行い、引き続き目標達成を目指すこととしている。

- i. 道路ネットワーク改良
- ii. 橋梁建設

- iii. ダッカ及び主要都市の渋滞解消
- iv. アジア・ハイウェイ・ネットワークの改良
- v. 地域間接続
- vi. パドマ橋梁建設
- vii. バイパス道路建設
- viii. 技術協力プロジェクト
- ix. 県道建設

表 2.1.1 RHD による第6次5ヵ年計画目標

項目	延長
道路建設	4,672 km
道路改良及び復旧	8,433 km
橋梁、カルバート建設	23,777 m
橋梁、カルバート改築	10,362 m
トンネル建設	5,400 m

出典：第6次5ヵ年計画(2011 - 2015)

2.1.3 国土交通政策

「バ」国は、先進国となり、かつ直面している課題を克服するべく、全セクターの発展と成長を必要としている。国土交通政策は、時代のニーズに合わせて策定されており、長期計画として導入された。道路セクターの方針は、国土交通政策の中で以下のように定められている。

- 道路マスタープラン(2009年)による長期開発計画
- 道路事業実施責任の明確化
- 道路ネットワーク管理
- 道路改修
- 道路基金の確保
- 交通ネットワーク改善
- 道路資産の有効活用
- 包括的な計画への改良
- インフラ事業へのプライベート・セクターの活用
- 合理的な橋梁改修計画の策定

RHD は、他関係機関と連携を図り、主要道路ネットワーク上の全橋梁の幾何構造基準を定義し、以下を考慮して車線幅員の拡幅、歩道設置等の優先付けを行うものとしている。

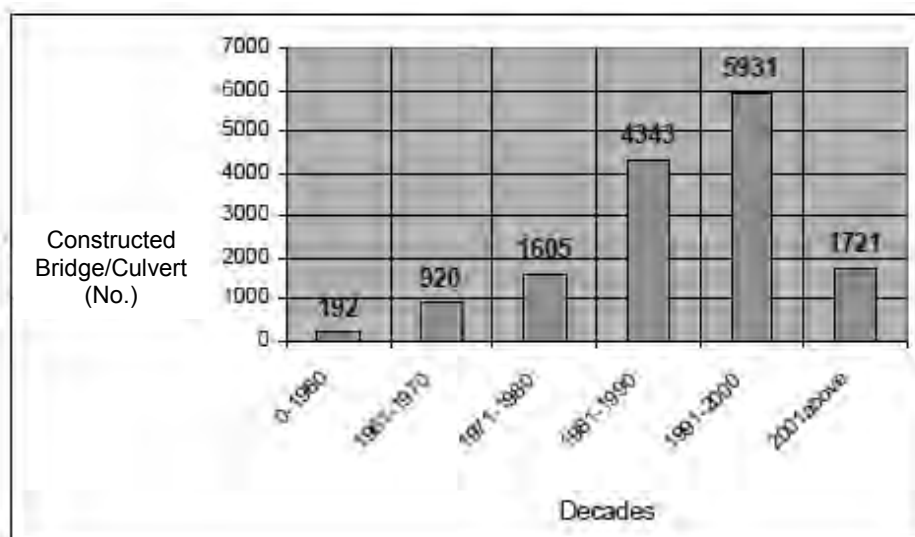
- 請負業者のクオリティ向上
- 地域連携の促進

「バ」国は、国益を増進するため、国際回廊を積極的に整備していく。

- 維持管理の向上

2.1.4 道路マスタープラン (2009 年)

RHD は、過去 40 年に亘り橋梁、カルバートを管理してきたが、建設から数十年経過しているうえ、現行の基準を満たしていない構造物が存在している。さらに、適切なメンテナンスが行われていないことが原因で、深刻なダメージを受けている構造物もある。



出典：道路マスタープラン(2009年)

図 2.1.1 「バ」国橋梁・カルバート建設実績

「バ」国政府は、今後 20 年に亘り道路インフラの開発、維持管理を計画的に行う為、道路マスタープラン(2009 年) (RMP(2009 年)) を実施した。マスタープランでは、道路・橋梁の建設、補修、維持管理計画に加えて、セクターの支出計画も行われた。以下に、マスタープランの目的、課題、政策展開及び実施計画を示す。

a) 目的

道路マスタープラン(2009 年)において、以下項目を達成する為、包括的な投資計画が立案された。

- RHD が管轄する道路、橋梁の資産価値保護
- 道路ネットワーク向上

- 経済、将来交通量の増加に対応できる戦略的道路ネットワークの向上
- 県道のアクセス性の向上
- 交通安全向上と交通事故削減
- 環境、社会保全の提供
- RHD に要求される制度改善

b) 主要課題

道路マスタープラン(2009 年)は、道路・橋梁ネットワークにおいて、現在直面している問題を解決することを目的としており、主な課題を以下に示す。

- 1) 国道、主要地方道の維持管理が適切に行われていない為、コンディションが悪化している。
- 2) 過積載車が原因で、道路・橋梁のライフサイクルが大幅に短くなっている。
- 3) 国道ネットワークの運営は、不適切な交通マネジメントにより悪影響を受けている。
- 4) 県道ネットワークは、地域間接続の役割を果たしておらず、維持管理不足にも悩まされている。
- 5) 適切に維持管理されていない橋梁は、近々、架け換えや修復を必要とする。
- 6) 交通量は、今後 20 年に亘り増加すると予想されており、主要道路の交通容量を大きくする必要がある。

上記課題に対応する為、道路マスタープラン(2009 年)において、表 2.1.2 に示す道路セクターの政策、実施計画が示された。

表 2.1.2 道路セクター政策実施における道路マスタープラン(2009年)の役割

道路セクターの政策	実施計画
道路基金、独立機関の設立	政府は既に道路維持管理基金を推奨することを決定している。
RHD 道路ネットワークにおける一連の基準整備	「Geometric Design Standards of RHD」に基づいて、道路ネットワークを向上させる。
道路日常点検規約の策定	a) 国道 - 道路延長 150km を年間 7 または 8 の 3 年契約で実施する。 - 監理技術者の配置 b) 主要地方道、県道 (3 オプション) - 道路延長 40km を地方事務所のエンジニアが 1 年契約で監督する。 - 道路延長 330km を各事務所のエンジニアが監督する。 - 道路延長 1200km を各事務所のエンジニアが監督する。
軸重計の導入	- 交通量が多く、日常的に過積載車が通行する主要道路を対象とする。 - 警察は、過積載車の停止、計量を行う権利が与えられる。
今後 10 年で県道のネットワークを最低限構築	- 天候に関わらず、年間を通して使用可能な道路ネットワークの確立を目指す。 - 県道は、道路状況、社会経済を基に優先付けされ、道路改良計画は 5 年毎に見直される。
今後 10 年で危険橋梁の架け替えまたは補修の実施	- カテゴリ B の 2,091 橋は、カテゴリ A レベルまで補修される。 - カテゴリ C の 418 橋は、修復される。 - カテゴリ D の 133 橋は、架け替えを必要とする。
今後 20 年で国道上の狭小橋梁を車線幅員 7.3m で架け替えの実施	- 国道上の 18 橋、主要地方道上の 108 橋は架け替えされる。 - 県道上の狭小橋梁付け替え計画が 2003~2004 年に開始された。
今後 20 年で仮設橋 (鋼橋) を永久構造物として架け替えの実施	- 幹線道路上の 262 橋 (カテゴリ D : 62 橋、カテゴリ C : 200 橋) は、PSB 橋梁架け替え計画で着手される。
橋梁定期点検の導入と強化	- 行包括的な橋梁調査を行い、BCS データベースの更新を行うことを推奨する。 - 多様な橋種に対応した維持管理マニュアルを策定する。 - 維持管理のプライオリティ付、予算の準備を行う。

出典：道路マスタープラン(2009年)

2.2 本事業に関連するプロジェクト

2.2.1 地方道路簡易橋整備計画

(1) プロジェクト概要

当該プロジェクトは日本の無償資金協力で実施されたもので、その目的は総人口の 80%が居住する地方部の道路ネットワークを改善することである。当該プロジェクトでは、道路橋の鋼製上部工を「バ」国に無償供与した。

「バ」国の責任機関は、地方自治及び農村開発協同組合省 (MoLGRD&C) の地方政府局 (LGD) であり、実施機関は同局に所属する地方政府技術局 (LGED) である。

当該プロジェクトは 3 つのフェーズに分け、LGED が管轄する地方道路に実施された。また類似したプロジェクトが国道・主要主要地方道・県道にも実施され、この時の実施機関は RHD である。

- フェーズ-1 : 74 橋 (LGED、1994-1996)
- フェーズ-2 : 80 橋 (LGED、2000-2003)
- フェーズ-3 : 92 橋 (LGED、2010-2012)

- 類似プロジェクト：76 橋（RHD、2001-2004）



出典：JICA 調査団

図 2.2.1 プロジェクト概要図

(2) プロジェクト諸元

当該プロジェクトでは鋼トラス橋を建設した。当該プロジェクトにおける両国の役割分担を以下に示す。

- 日本側：鋼上部工の供与
- 「バ」国側：下部工と取付け道路の建設、上部工の架設

表 2.2.1 プロジェクト諸元

	実施機関	橋梁数	総延長	プロジェクトコスト (mil. Yen)			実施時期
				日本側	「バ」国側	合計	
フェーズ-1	LGED	74	3,445 m	1,503	533	2,036	1994-1997
フェーズ-2	LGED	80	4,395 m	1,800	590	2,390	2000-2003
類似プロジェクト	RHD	76		950			2001-2004
フェーズ-3	LGED	92 *(4)	4,885 m	1,971	657	2,628	2010-2012

出典：JICA 調査団

備考 *（現橋の補修・補強を含む）

当該プロジェクトにおいて橋梁は 3.35m の幅員で建設されたため、いくつかの橋梁では建設後の交通量の増加に対応できていない。また、この狭い幅員において、車両と歩行者間での交通事故も発生している。



出典：JICA 調査団

図 2.2.2 標準断面図

2.2.2 東部バングラデシュ橋梁改修事業（EBBIP）

(1) プロジェクト概要

当該プロジェクトの目的は、東部バングラデシュ地域における中小橋梁の改良を実施することで信頼度の高い輸送手段を提供し、地方経済の発展と地域間の経済格差の是正に寄与することである。

当該プロジェクトにおいては、日本の有償資金協力により、東部バングラデシュ地域（ダッカ、チッタゴン、コミラ、シラット）における 63 橋の改良を行った。実施機関は RHD であり、プロジェクトは以下の 2 つのコンポーネントからなる。

- 既存橋梁の改良 : 東部バングラデシュ地域の 63 橋を対象
- 実施機関の能力向上支援 : BMMS 改良による橋梁検査及び維持管理能力の向上



出典：JICA 調査団

図 2.2.3 プロジェクト概要図

(2) プロジェクト諸元

東部バングラデシュ橋梁改修事業の概要を以下にまとめる。

- L/A :2008 年
- 事業費 :93 億円（日本政府負担額：約 78 億円、「バ」国政府負担額約 15 億円）
- 対象橋梁数 :63 橋（4 パッケージに分け、施工を実施中）
- 橋種 :PC-I 桁橋
- 施工委託業社:3 パッケージは「バ」国建設業社、1 パッケージはインド建設業社
- 履行期限 :2015 年 3 月終了予定

2.2.3 カチプール・メグナ・グムティ第 2 橋建設及び既存橋改修事業

(1) プロジェクト概要

「バ」国では 2008 年からダッカーチッタゴン間の国道 1 号線の 4 車線化を進めてきたが、コストと技術の必要な当該プロジェクト対象の 3 つの長大橋梁は除かれて来た。そこで当該プロジェ

クトの目的は、交通容量が不足している 3 橋梁に並行して第 2 橋梁を建設し、合わせて既設 3 橋梁の補修・補強を実施することである。当該プロジェクトは日本の有償資金協力(LA、2013 年 3 月)により実施され、実施機関は RHD である。

既存のカチプール・メグナ・グムティの各橋は、それぞれ 1997、1991、1995 年に古い耐震設計基準（基準設計震度 0.05）で建設されたが、この耐震基準は 2006 年に BNBC により改正され基準設計震度は 0.15 に改定された。したがって、この新耐震基準により第 2 橋梁と既設橋梁の補修・補強が実施される。

第 2 橋梁の橋種選定においては耐震面で有利となる鋼橋が選定され、既設橋梁の補修・補強においても橋脚や基礎の耐震性を向上させる工法が提案されている。また第 2 橋梁の車線数（4 車線）は、将来の予測交通量及びダッカーチッタゴン間の有料道路（4 車線）が実現するとの前提で決定された。3 橋の既設及び新設橋梁の車線数を下記に示す。

- カチプール橋（橋長 396.5 m）：既設橋(4-車線)、新設橋（4-車線）
- メグナ橋（橋長 930.0 m）：既設橋(2-車線)、新設橋（4-車線）
- グムティ橋（橋長 1,410 m）：既設橋(2-車線)、新設橋（4-車線）



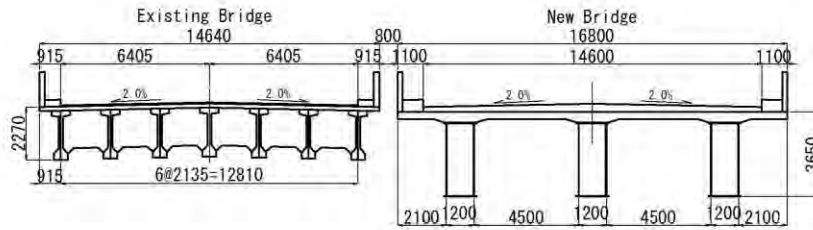
出典：JICA 調査団

図 2.2.4 プロジェクト概要図

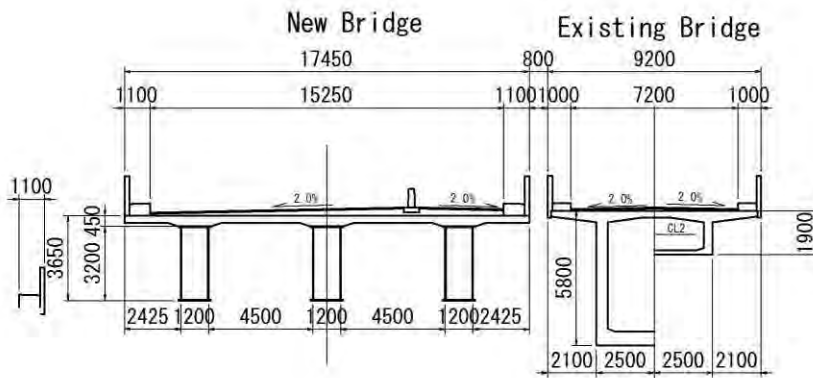
(2) プロジェクト諸元

当該プロジェクトでは新設橋の建設と既設橋の補修・補強が実施され、その諸元を表 2.2.2 にまとめる。総建設費は約 600 億円と大きく、また豊富な橋梁建設の経験が要求されることから、国際入札による外国建設業者の参入が期待される。

- カチプール橋: $42.7 + 85.4 + 97.6 + 73.2 + 54.9 + 42.7 = 396.5$ m (6 spans)



- メグナ橋 : $48.5 + 9 \times 87.0 + 73.5 + 25.0 = 930$ m (12 spans)



- グムティ橋: $(52.5 + 8 \times 87.0 = 748.5) + (7 \times 87.0 + 52.5 = 661.5) = 1,410$ m (17 spans)

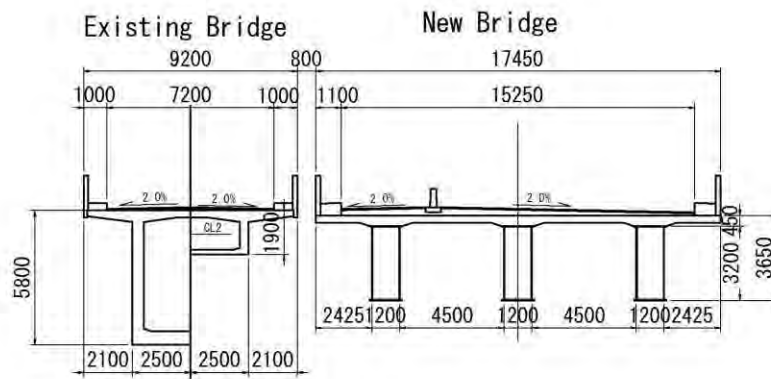


表 2.2.2 プロジェクト諸元

	新設橋梁			既設橋梁	総建設コスト		
	橋梁種別	幅員	橋長	補修・補強	日本側	「バ」国側	合計
カチプール橋	鋼細幅箱桁	16.80 m (4-lane)	396.5 m (6-span)	補修 (クラック/鉄筋、 セントピンジ連結)	36,999 Mil. Yen	24,120 Mil. TK	60,299 Mil. Yen
メグナ橋	鋼細幅箱桁	17.45 m (4-lane)	930 m (12-span)				
グムティ橋	鋼細幅箱桁	17.45 m (4-lane)	1,410 m (17-span)	補強 (床版、橋脚、 基礎、 落橋防止)			

出典：JICA 調査団

2.3 他ドナーによる橋梁改修及び改築プロジェクト

「バ」国は自国政府予算によって「定期メンテナンスプログラム (Periodic Maintenance Program, PMP)」、「年間開発計画 (Annual Development Program, ADP)」と称する事業を行っている。上記の事業あるいは中国の資金協力によって架け替えが実施/計画されている橋梁が 11 橋確認された (表 2.3.1)。PMP による橋梁改修事業は日本債務救済基金によって 2005 年-06 年より行われた。

なお、重複が確認された 11 橋は本事業の対象橋梁から除外する。

さらにアジア開発銀行による南アジア・サブリージョン経済協力 (South Asia Subregional Economic Cooperation、SASEC) の一環で道路改良事業のフィージビリティスタディ (F/S) が行われている。当該プロジェクトの対象地域を図 2.3.1 に示す。しかしながら現在調査を行っている段階であり、また、当該調査より具体的な計画は提案されていないため、対象橋梁重複による、本対象橋梁候補からの除外は行わない。

表 2.3.1 「バ」国自国予算、中国資金協力による改修予定の橋梁

Bridge ID	Zone	Division	Description
N8_200c	Barisal	Patuakhali	Under construction by PMP
Z8806_46a	Barisal	Patuakhali	Included in PMP (2013-2014)
N8_096a	Gopalganj	Madaripur	Included in PMP (2013-2014)
R860_21a	Gopalganj	Shariatpur	Overlapped by China fund
Z8404_002a	Gopalganj	Faridpur	Included in PMP (2013-2014)
N8_098a	Gopalganj	Madaripur	Included in PMP (2013-2014)
R860_17a	Gopalganj	Shariatpur	Overlapped by China fund
R860_17d	Gopalganj	Shariatpur	Overlapped by China fund
N708_1a	Khulna	Jessore	Under construction by ADP
Z5452_27b	Rajshahi	Naogaon	Under ADP
Z6809_7a	Rajshahi	Rajshahi	Included in PMP (2013-2014)



出典：RHD



出典：RHD

図 2.3.1 ADB 資本による道路改良事業 (SASEC) の対象地域

2.4 「バ」国の道路及び橋梁

2.4.1 はじめに

(1) 道路

「バ」国の道路ネットワークは国道、主要 地方道、県道、地方道、街路、村道の6つのカテゴリで構成されている。MORTB を上位機関とする RHD は国道、主要地方道、県道の開発、維持管理、運営を行っている。これら 3 種類の道路総延長は 21,453 km に上り、「バ」国全体の道路ネットワークの 8% を占める。道路密度は 15km/100km²、144km/百万人である。プロジェクト対象範囲における RHD 管理下にある道路延長は現在、約 7,000km でとなっている。

表 2.4.1 「バ」国の道路ネットワーク

道路種別	機能	総延長 (km)	管理者
国道	首都と地方主要都市、港湾、ランドポート、アジア・ハイウェイを接続する幹線道路	3,538	RHD
主要地方道	国道によって接続されていない地方主要都市、主要河川、ランドポートを接続する幹線道路	4,278	RHD
県道	地方主要都市から地方都市を接続する道路。または地方都市から幹線道路へアクセスする道路	13,678	RHD
小計		21,494	
地方道	地方都市から産業地域、商業地域へ接続する道路。または産業地域、商業地域から高規格道路へ接続する道路	36,238	LGD
街路	地方都市から各町村へ接続する道路。または地方都市と地方都市あるいは地方都市と産業地域、商業地域、市場等を接続する道路	41,932	LGD
村道	a) 村から各町、市場、農村へ接続する道路。あるいは各町、市場、農村をそれぞれ接続する道路。 b) 村内の道路	171,992	LGD
計		271,656	

出典：RHD website, LGED website

As of 2014

(2) 道路橋梁及びその他道路構造物

RHD が管理する道路構造物（国道、主要地方道、県道上にある道路構造物）は 1991 年と比較すると劇的に増加している。道路構造物の総数の経年変化を表 2.4.2 に示す。2013 年現在 RHD の管理下にある道路構造物は 21,482 であり、1991 年時点と比較すると約 7 倍となっている。

表 2.4.2 RHD 管理下にある道路構造物

	橋梁及びカルバートの数			橋梁数		
	1991	2006	2013	1991	2006	2013
国道	1,012	3,617	4,345	-	864	819
主要地方道	302	3,535	4,118	-	846	741
県道	1,843	7,560	13,029	-	2,083	2,292
計	3,157	14,712	21,492	-	3,793	3,852

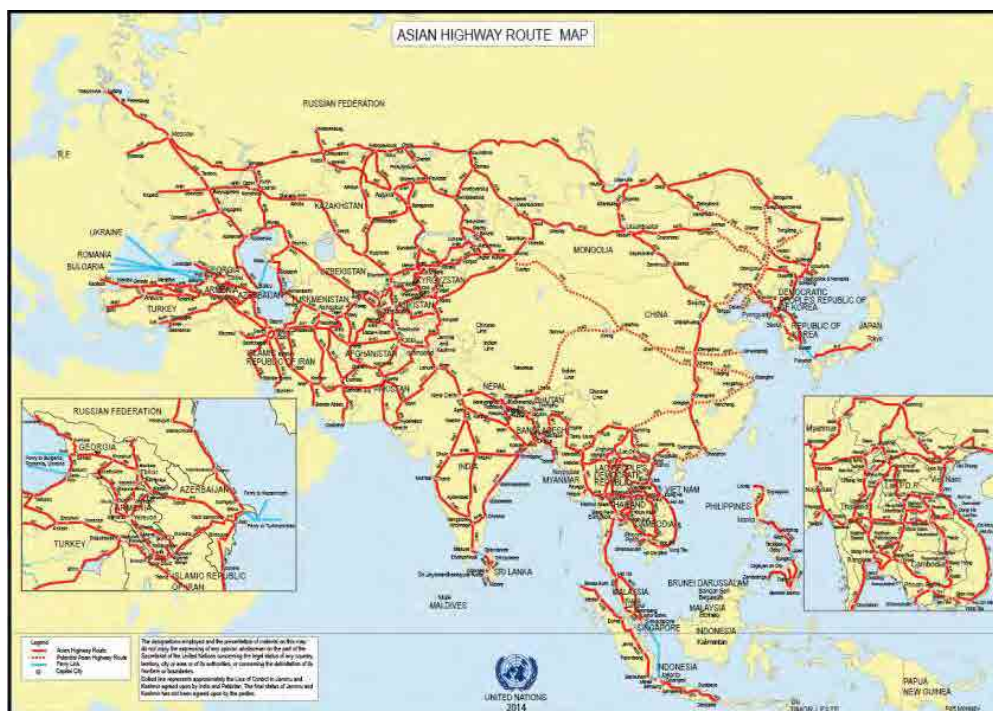
出典：道路マスタープラン(2009年), RHD website, SAPROF Report on EBBIP、EBBIP による橋梁調査

2.4.2 「バ」国における重要な回廊と地域

(1) アジア・ハイウェイ

アジア・ハイウェイプロジェクトは幹線道路網によってアジア諸国を結び、経済、文化交流の進展を図り、諸国の平和的発展を目指し、1959年に発案された。2014年現在、総延長約141,000 km、加盟国32カ国となっている。

「バ」国政府は2009年12月8日にアジア・ハイウェイプロジェクトに加盟した。「バ」国内のアジア・ハイウェイは3つのルートで構成され、総延長は1,761 kmである。3本ルートのうち2本は国際幹線道とされ、1本は地域幹線道路とされている。これらは計28カ国に跨っている。各ルートが通過する地域を以下に示す。



出典：国際連合 ESCAP <http://www.unescap.org/TTDW/index.asp?MenuName=AsianHighway>

図 2.4.1 アジア・ハイウェイ・ネットワーク

国際幹線道路:

(i) アジア・ハイウェイ 1 号線:

Benapole-Jessore-Narail-Bhatiapara-
Mawa-Dhaka-Katchpur-Sarail-Sylhet-
Tamabil (総延長 495 km)

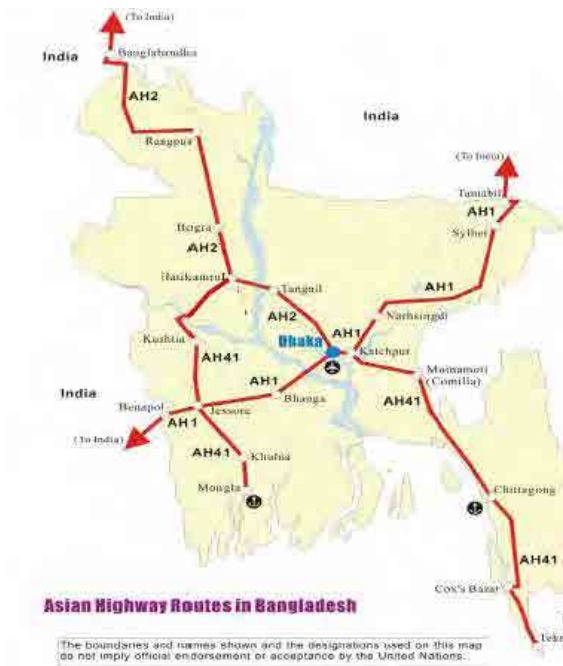
(ii) アジア・ハイウェイ 2 号線:

Banglabandh-Panchagarh-Rangpur-Bogra-
Hatikamrul-Jamuna Bridge-Tangail-
Dhaka-Katchpur-Sarail-Sylhet-Tamabil
(総延長 805km、内 283km は一号線と重複)

地域幹線道路:

(i) アジア・ハイウェイ 41 号線:

Mongla 港 -Jessore- Bonpara-
Hatikamrul-Katchpur-Comilla-
Chittagong-Cox's Bazar-ミャンマー (総
延長 752 km)



出典: STATUS PAPER ON ASIAN HIGHWAY BANGLADESH, MORTB

図 2.4.2 「バ」国内のアジア・ハイウェイ
のネットワーク

(2) インドへの回廊

インドは「バ」国境線の大半である 4,094km を接している国である。両国は非常に親密な関係を築いており、インフラ開発、貿易振興、環境保護、エネルギー、文化交流等、様々な面でパートナーシップ関係を築いている。

貿易面では、インドは輸入先 2 位、輸出先 6 位の主要な貿易相手国となっている。会計年度 2011-2012 における両国の貿易高総計は 52 億円（輸入 47 億円、輸出 5 億円）であり、会計年度 2005-2006 年度と比較すると 2.5 倍と劇的に増加している。過去 6 年の貿易実績を下記の表に示す。

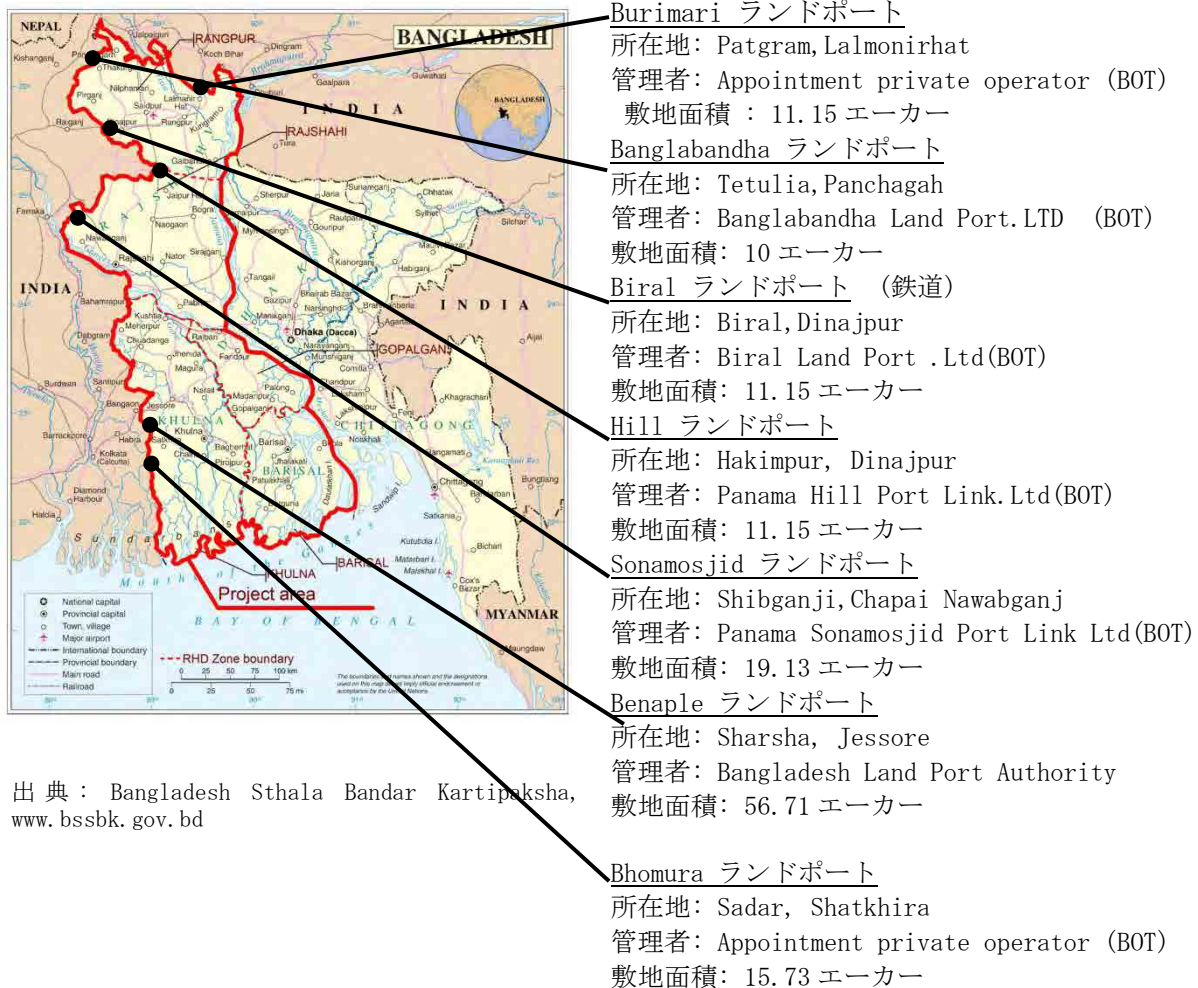
表 2.4.3 「バ」国とインドの貿易実績

会計年度 (7月-6月)	05-06	06-07	07-08	08-09	09-10	10-11	11-12
インドからの輸入高	1,864.7	2,268.0	3,364.0	2,841.1	3,202.0	4,586.8	4,743.3
インドへの輸出高	242.0	289.4	358.1	276.6	305.0	512.5	498.4
計	2,106.7	2,557.4	3,722.1	3,117.6	3,507.0	5,099.3	5,241.7

出典: Bangladesh 銀行

単位: 百万円

調査対象地域は 7 つのランドポート（内一つは鉄道）があり、そこに至る回廊は非常に重要な幹線道路となっている。

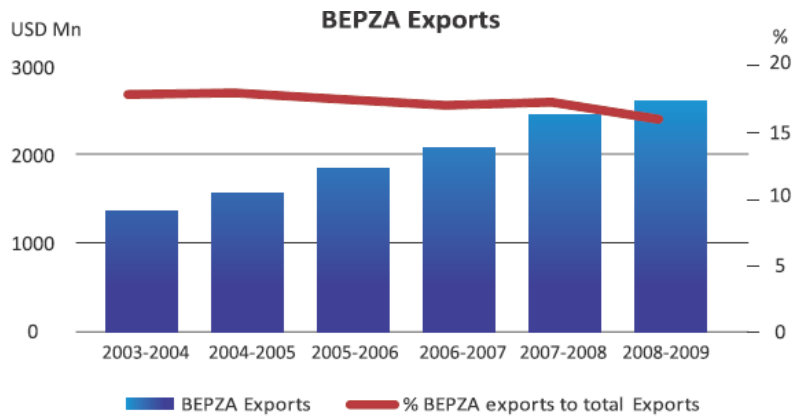


出典：Bangladesh Sthala Bandar Kartipaksha,
www.bssbk.gov.bd

図 2.4.3 西部バングラデシュのランドポート所在地

(3) 輸出加工区域 (EPZs)

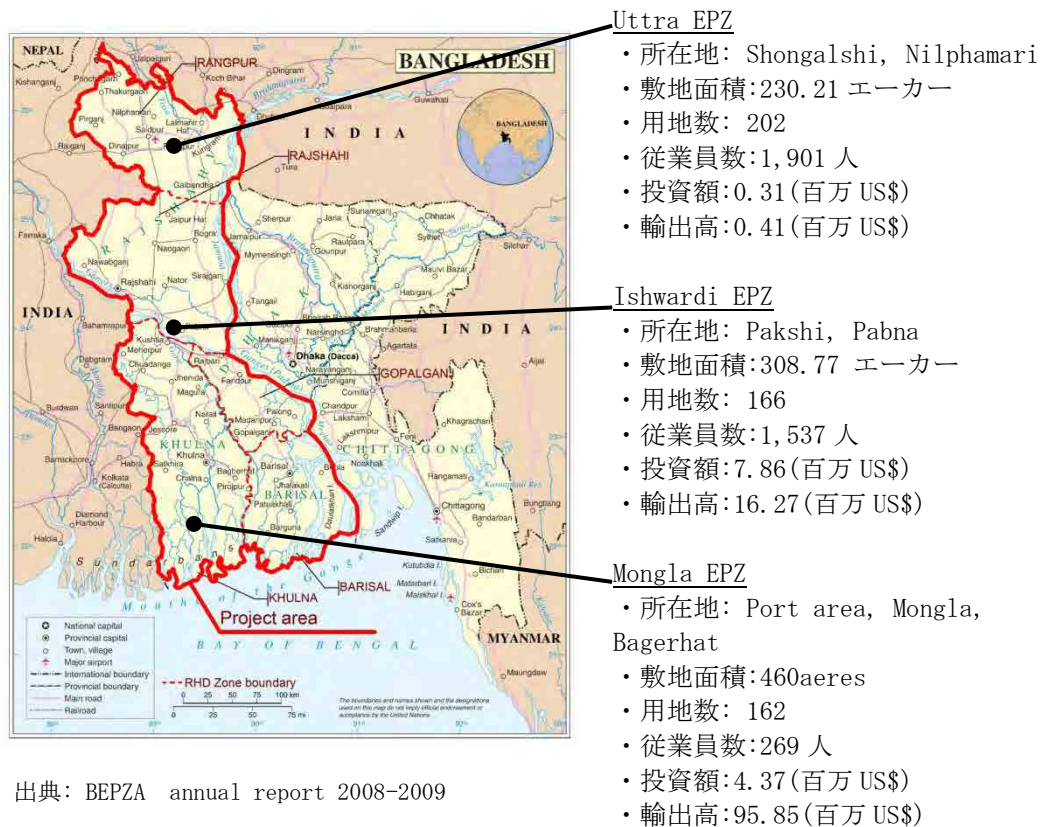
「バ」国政府は産業発展に伴う急速な経済成長を遂げるために積極的に外国資本を受け入れることを決定した。この目的を達成する為に「バ」国政府はバングラデシュ輸出加工区域局を設立し、この機関によって管理、運営される輸出加工区域 (Export Processing Zones : EPZs) を各地に設置した。EPZs で製造された輸出加工品の輸出高の実績を図 2.4.4 に示す。その実績は年々増加傾向にあり、「バ」国全体の輸出高うち EPZs によるものが占める割合は過去十年平均で 17.23%である。EPZs は「バ」国経済に大きな影響力を持っており、関連する道路の整備・改良は非常に重要である。



出典: BEPZA annual report 2008-09

図 2.4.4 EPZs による輸出実績

現在「バ」国には計画段階のものも含め、8 つの EPZs があり、そのうち 3 つが調査対象地域に存在する。その 3 つの概要を図 2.4.5 に示す。



出典: BEPZA annual report 2008-2009

図 2.4.5 プロジェクト対象地域の EPZs の概要

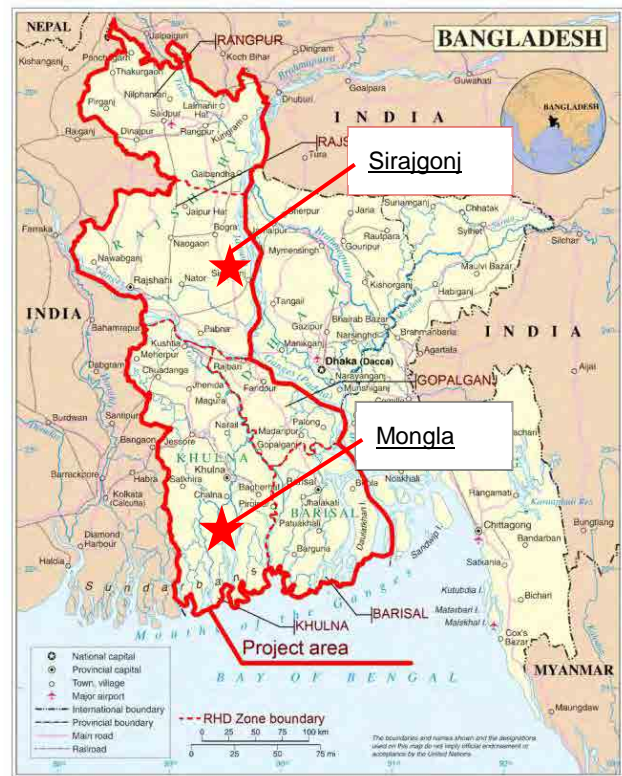
(4) 特別経済特区 (SEZs)

「バ」国政府はこれまで外国資本による経済発展を目指し、8 つの EPZs の開発に取り組んできた。EPZs は「バ」国の経済に大きな影響を与えているが、以下のような問題が指摘されている。

- 主要な EPZ の用地が不足してきた。
- 外資企業と国内産業の関係が希薄なため、技術移転や国内産業の発展への寄与が希薄である。
- 用地が不足しているにも関わらず、「バ」国政府には十分な開発予算がないため新規参入業者を受け入れられない。

このような状況の中、更なる EPZ の開発を凍結し、新たに 30 の経済特区の開発を行うことを決定した。経済特区の一種である特別経済特区 (SEZs) の開発の責任を担う輸出加工区域局は 2012 年に 30 の候補地から 7 つを選定した。今後、その 7 つに対して調査を行う予定である。

調査対象地域には 7 つの候補地のうち、Sirajgonj と Mongla の二つが位置している。



出典: Data Collection Survey on the Special Economic Zones in the Bangladesh

図 2.4.6 プロジェクト対象地域における SEZ 開発候補地の所在地

2.4.3 交通量の増加

2004 年から 2014 年にかけて実施した交通量調査の結果を基に、RHD が推定した道路種別ごと (国道、主要地方道、県道) の交通量増加率を表 2.4.4 に示す。

表 2.4.4 道路種別ごとの年平均交通量成長率

年次	交通量成長率(%/年)		
	国道	主要地方道	県道
2004 - 2014	6.25	5.62	5.15

出典: RHD

国道の成長率は他の道路種別と比べ、もっとも高く、国道の重要性を示している。国道に対して将来的な交通量増加を考慮した道路改良を優先的に行う必要がある。

2.4.4 地域活動

「バ」国西部地域には 37 の県がある。インフラ開発において国家全体への裨益と同時に地域活動への裨益を考慮する必要がある。

「バ」国西部地区に位置する Barisal、Bogra、Dinajpur、Jessore、Khulna、Naogaon、Pabna、Rajshahi、Serajganj の 9 つの県は GRDP が 80 億 BDT を超える高い経済活動が行われている地域である。（図 2.4.7 参照）。

道路ネットワークの改良は地域活動及び経済活動へ大きく寄与すると考えられる。



出典：JICA 調査団

図 2.4.7 西部バングラデシュにおいて高い経済活動が行われている地域

2.5 西部バングラデシュにおける橋梁の損傷状況

2.5.1 過去に行われた既設橋梁調査

(1) 橋梁維持管理システム (BMMS)

橋梁維持管理システム (Bridge maintenance Management System、BMMS) は RHD が管理する道路構造物を維持管理・運営する為、2006 年に開発されたアプリケーションである。損傷度等を含めた構造物に関する情報を一括して管理することで、事業計画の優先順位決定に用いられる。また、BMMS は契約管理システム、道路維持管理システム、事業モニタリングシステム等の RHD が道路運営に用いている主要なシステムにリンクできるようになっている。

BMMS は構造物の損傷度を A から D の 4 段階に分けて評価している。この方法により、損傷及び架け替えの必要な橋梁を容易に把握することが可能としている。なお、評価法に関する詳細な情報は橋梁調査マニュアルに記載されているが、4 段階評価は以下のようにいえる。

- グレード A: 非常によい
- グレード B: 軽微な損傷がある
- グレード C: 主要な損傷がある
- グレード D: 構造的欠陥がある

上記 4 つのうちグレード C、D は安全性に問題があるとされている。グレード C は部分的な取り換えや補修が必要であり、グレード D は構造物の全面的な補修あるいは架け替えが必要となる。

大部分のデータは 2004 年から 2006 年の間に収集されている。このデータベースによれば、調査対象地域には 1730 の橋梁が存在する。ゾーン別、ダメージカテゴリ別に分けた結果は以下のようになっている。

表 2.5.1 BMMS のデータベースに基づくプロジェクト対象地域の橋梁の損傷状態

「バ」国西部地区

Damage	A				B				C				D				
	N	R	Z	Σ	N	R	Z	Σ	N	R	Z	Σ	N	R	Z	Σ	
Barisal	28	15	212	255	9	4	28	41	10	6	46	62	4	0	16	20	
Gopalganj	35	22	102	159	8	12	27	47	22	2	42	66	6	2	15	23	
Khulna	22	61	100	183	9	9	27	45	9	20	49	78	0	2	27	29	
Rajshahi	47	20	110	177	10	6	44	60	12	11	45	68	4	12	14	30	
Rangpur	37	15	192	244	11	3	40	54	11	7	38	56	4	4	25	33	
Total	169	133	716	1,018	47	34	166	247	64	46	220	330	18	20	97	135	
																Total	1,730

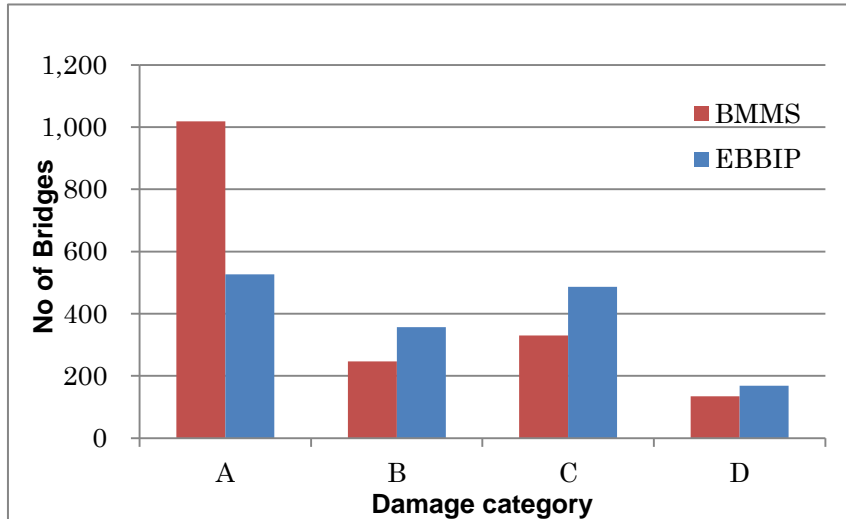
「バ」国東部地区

Damage	A				B				C				D				
	N	R	Z	Σ	N	R	Z	Σ	N	R	Z	Σ	N	R	Z	Σ	
Chittagong	71	53	211	335	52	25	41	118	67	56	119	242	6	11	41	58	
Comilla	24	11	197	232	18	24	94	136	15	45	144	204	2	9	65	76	
Dhaka	83	47	198	328	56	36	107	199	60	122	143	325	7	34	61	102	
Sylhet	71	63	97	231	21	32	28	81	16	45	36	97	2	4	17	23	
Total	249	174	703	1,126	147	117	270	534	158	268	442	868	17	58	184	259	
																Total	2,787

出典: BMMS database, RHD, www.rhd.gov.bd

(2) 東部バングラデシュ橋梁改修事業 (EBBIP) による調査

RHD は日本の有償資金協力で東部バングラデシュ橋梁改修事業 (Eastern Bangladesh Bridge improvement project、EBBIP) を実施している。EBBIP は事業スコープの一つとして BMMS の改良及び橋梁維持管理能力向上のための技術協力を行っている。その一環として BMMS のデータベースのアップデートを行うために「バ」国全域の橋梁の調査を 2013 年 2 月から 10 月にかけて行った。調査対象は RHD が管理する国道、主要地方道、県道上のすべて橋梁である。なお、今回の調査ではカルバート等、橋梁以外の道路構造物は調査の対象外となっている。



出典：BMMS database, RHD, www.rhd.gov.bd, EBBIP bridge condition survey

図 2.5.1 BMMS と EBBIP のデータベースの比較

(2) 既存橋梁の現状

既存橋梁の現状を、数種類の項目別に整理して下記にまとめる。

1) 仮設橋梁（ベイリー橋）及び幅員の狭い橋梁



簡易仮設橋梁（ベイリー橋）は少ないトラック荷重（10-15ton）にて設計・建設されていることから、最近の増加したトラック荷重（20ton）に十分には耐えられない。さらにベイリー橋は薄い鋼板や木の床構造を持つため、トラック荷重の繰返しにより簡単に破損し、今まで十分な維持管理が行われないままで危険な状況となっている。

また、バイリー橋は1車線幅のために車のすれ違いが困難で、交通のボトルネックとなっている。さらに2車線橋梁においても橋梁幅員が取付け道路の幅員より狭いため、高速走行の車が事故を起こすことが特に国道部で頻繁に発生している。

2) 古い橋梁



主として1960年代に建設された鉄筋コンクリート構造の古い橋梁が現存している。これらの橋梁はトラック荷重14tonや基準設計震度0.05等の古い基準で設計されていることから、見た目もトップヘビーであり地震や増加したトラック荷重に対して弱い構造となっている。

これら古い橋梁群は、維持管理コストと技術力不足のため補修や補強作業をされないまま据え置かれ、特に床構造や下部工の破損がひどくていつ落橋してもおかしくない危険な状況であり、早期に架け替える必要がある。

3) 床構造の破損



床構造はトラック荷重を直接受ける部材であることから、橋梁構成部材の中で最も早期に損傷が発現する部位であり、橋梁の現状を示すバロメータである。床構造の補修・補強は簡単で基本的な工法で行えるが、「バ」国では維持管理コスト不足のために簡単な補修・補強でさえ実施されて来なかったようである。これら床構造の現状を見ると、既に補修・補強によって橋梁の寿命を延ばせる時期を過ぎており、もはや架け替えだけが唯一の解決策と言える。

4) 河川橋梁のクリアランス不足



河川上の橋梁のいくつかは橋長が不足していることもあり、水流により橋梁の下部工付近で洗掘を引き起している。また桁下空間の不足から桁が水面に近く、コンクリート及び鋼材の材料低下を招いている。

水面上に新橋を設計する際には、十分な橋長と桁下空間を確保して橋梁を設計寿命（50年）まで健全に保つことが必要である。また耐候性鋼橋を適用する場合には、鉛直だけでなく水平方向にも水面から所定の距離を保ち、鋼材表面に安定さびが適切に発達するようにしなければならない。

2.6 本事業の必要性

本事業は、以下の理由により、重要かつ必要性が高い事業と言える。

2.6.1 上位計画との整合

(1) Vision 2021

Vision 2021 が掲げる国家目標には SAARC 加盟国やネパール、ブータン、インド東部等の近隣諸国に接続する道路ネットワークを構築し、さらにはアジア・ハイウェイを通してミャンマー、中国西南部、タイとの交易の活性化を図ると明記されている。

上記の目標を達成する上で、アジア・ハイウェイをはじめとした道路ネットワークに対して拡幅や損傷の激しい橋梁の改修等の道路改良を行う必要がある。

(2) 第6次5ヵ年計画

第6次5ヵ年計画における道路セクターの目標を達成するためのRHDの役割は以下の通りである。

- 経済発展や貧困削減に寄与する道路ネットワークの戦略的な開発・運営
- 地方地域の利便性の確保や貧困削減のため、あらゆる地方地域から国道へのアクセス確保。

上記のRHDの目的を達成するために、国道や主要地方道のみならず県道においても、安全性や信頼性を確保する必要がある。

県道には交通運用上ボトルネックとなりうる簡易架設橋や幅員の狭い道路が多数存在する。これらの改修は必須課題である。

(3) 国土交通政策

国土交通政策における橋梁の開発指針において、ノンモータライズビークルレーン導入の検討を含む車道拡幅を優先事業の一つとして位置付けている。

「バ」国西部地域における国道及び主要地方道においては、車道幅員基準値（最小値 7.3m）を満たしていない橋梁が存在する。これらの橋梁は円滑な交通流の阻害要因となるだけでなく、安全面でも問題となるため、改修が求められる。。

(4) 道路マスタープラン(2009年)

道路マスタープランでは道路、橋梁が抱える様々な問題に対する指針を提唱している。主要な道路セクター指針としては以下のものが挙げられる。

- 損傷の激しい橋梁の架け替え、補修
- 国道上の幅員の狭い橋梁の架け替え
- 簡易架設橋の永久橋への架け替え
- 県道の補修及び改良

本事業の目的は上記の指針に一致したものであり、本事業は、EBBIP に引き続き実施すべきであると言える。

2.6.2 他ドナーによるプロジェクトの不足

中国資金や「バ」国自国資金（PMP、ADP 等）により、いくつかの橋梁が改修される予定である。またアジア開発銀行の地域開発プログラムである SASEC の一環で道路改良事業のフィージビリティスタディ及び詳細設計が行われている。

しかしながら、西部バングラデシュにおいては、依然として構造上問題があるとされるグレード C、D に分類される橋梁が約 700 橋存在しており、信用に足る道路ネットワークを形成するための十分なプロジェクトが実施中であるとは言えない。

2.6.3 アジア・ハイウェイの走行環境の改善

Vision 2021 には中所得国となるために、近隣諸国と接続するアジア・ハイウェイ対して良好な走行環境橋を提供すべきであると述べられている。

しかしながらアジア・ハイウェイ上には損傷の激しい橋梁や幅員が十分でない橋梁が多数存在し、ボトルネックとなっている。これらの橋梁の改修は必須課題である。

2.6.4 重要な回廊の交通環境の改善

(1) インドへの回廊

「バ」国西部地域には 6 本の幹線道路と 1 本の鉄道によって構成される 7 本のインドへの回廊が存在する。インドは「バ」国にとって重要な貿易相手国であり、インドへ至る回廊に対して良好な交通環境を確保することは非常に重要である。

しかしながらインドへの回廊上には損傷の激しい橋梁や幅員が十分でない橋梁が多数存在し、ボトルネックとなっている。本事業によってこの回廊上の橋梁の改修することは「バ」国経済に大きな影響を与えると考えられる。

(2) EPZs 及び SEZs への回廊

「バ」国西部地域においては 3 つの EPZ が運営されている。しかしながら EPZ の容量が不足してきたこと、国内産業への影響が限定的であること等、EPZ の問題点が指摘されるようになり、「バ」国政府は新規 EPZ の開発を凍結し、経済特区を開発することを決定した。

現在、経済特区の一種である SEZ の開発を検討しており、「バ」国西部地域にはショートリストされた候補地が存在する。

インドへの回廊と同様に、EPZs 及び SEZs への回廊にもボトルネックとなる橋梁が存在している。これらの回廊に対して良好な走行環境を提供することは経済成長の一助となる。

2.6.5 損傷した橋梁の増加

2006 年の BMMS のデータと 2013 年に実施された EBBIP による既設橋梁調査の結果を比較すると損傷がないとされるグレード A が減少し、損傷があるとされるグレード B、C、D が増加している。

損傷した橋梁の増加は、適切な維持管理の重要性を示しているとともに、グレード D (約 200 橋) に分類される橋梁をはじめとした構造的欠陥を抱えた橋梁の改修が必要であることを示している。

2.6.6 交通量の増加

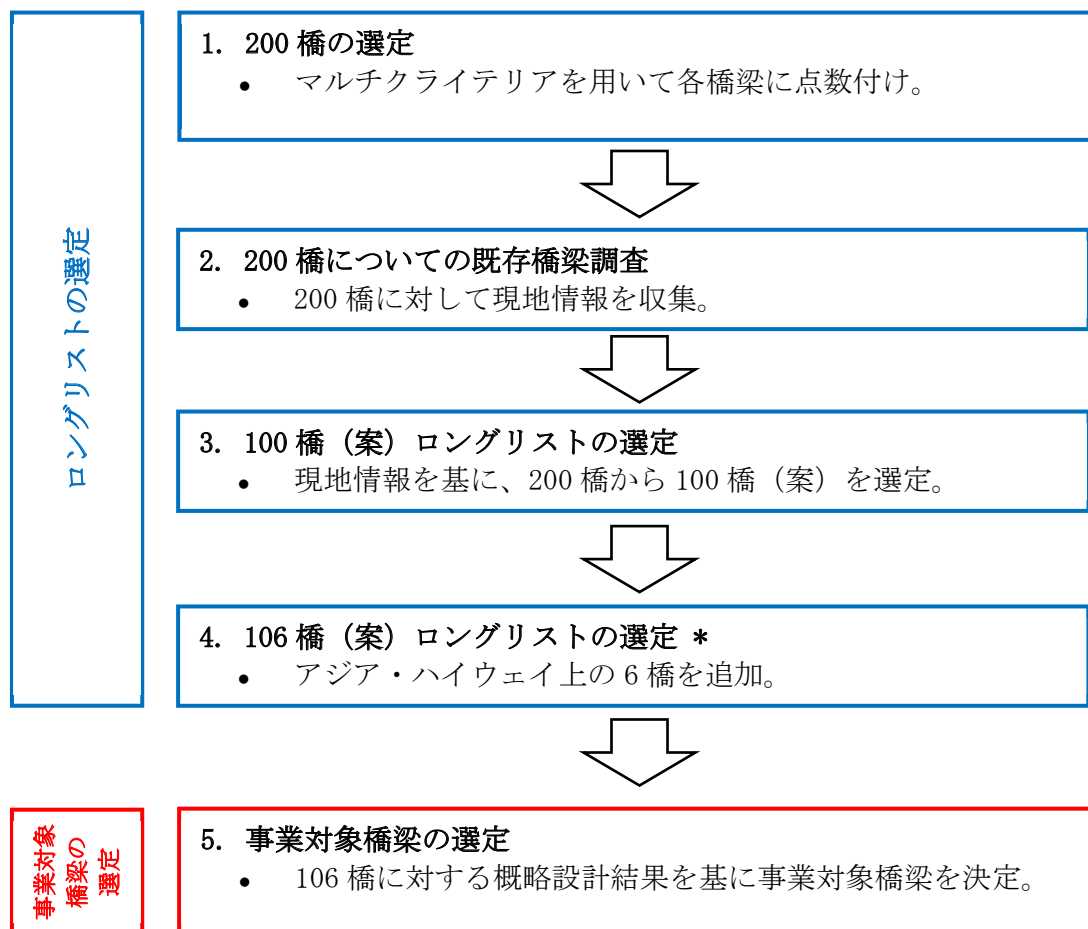
2004年から2014年の10年間で、国道6.25%、主要地方道5.62%、県道5.15%の伸び率で交通量が増加している。

今後、道路交通はますます重要になると考えられ、国道をはじめとした道路の良好な走行環境を確保することは非常に重要である。

3. 対象橋梁の選定

3.1 選定方法

事業対象橋梁は、西部バングラデシュ地域でRHDが所管する1,700橋より、図3.1.1に示すフローによって選定される。選定は、ロングリストの選定及び事業対象橋梁の選定からなる、2段階によって行われる。



* MORTB 及び RHD との協議結果により、6 橋を追加。

出典：JICA 調査団

図 3.1.1 事業対象橋梁選定フロー

3.2 200 橋の選定

3.2.1 対象橋梁候補リストからの除外

西部バングラデシュ地域で RHD が所管する 1,700 橋のうち、以下の条件に該当する橋梁は、対象橋梁候補リストから除外される。

- 延長 20m 以下の橋梁
- ボックスカルバート
- アジア開発銀行（ADB）、世界銀行（WB）等の他ドナー、及び「バ」国自国資金等により改修が予定されている橋梁
- 国立公園、野生動物保護区、世界遺産内に位置する橋梁

上記の条件に該当する橋梁を対象橋梁候補リストから除外した結果、約 1,000 橋の橋梁がリストに残った。

3.2.2 マルチクライテリア

マルチクライテリアを用いて、上記約 1,000 橋から既存橋梁調査を実施するための 200 橋を選定する。マルチクライテリアの概要は以下の通りである。

- それぞれの評価項目は、比重とポイントを持つ。
- 全ての橋梁は、それぞれの評価項目に対する点数（比重×ポイントで算出）の合計により点数付けされる。
- 比重は、各評価項目の重要度により 5～50 が与えられ、全ての比重の合計は 250 となる。
- ポイントは、各評価項目の評価基準により、0、2、4 から選定される。
- マルチクライテリアによる点数付けの満点は、1,000 点（比重：250×ポイント：4）となる。

各評価項目の比重は、表 3.2.1 に示す通り、大、中、小の 3 種類に分類される。

表 3.2.1 評価項目の比重

比 重		評価項目	摘 要
比重大	50	当該橋梁を使用する交通量 (重要路線上の橋梁)	- 使用頻度が高い橋梁に対して適切な交通条件を確保することは重要である。 - 国道の交通量が最も多い。
	50	EBBIP 損傷レベル (損傷の度合い及び構造上の欠陥)	- 損傷度の高い橋梁は優先的に改修されるべきである。
	40	幅員の不足	- 幅員が不足する橋梁は路線のボトルネックとなるため、適切な幅員の確保は重要である。 - 幅員が不足する橋梁は、損傷の度合いに関わらず改修を検討するべきである。
比重大	30	RHD による推薦	- 橋梁を所管する機関である RHD の推薦は考慮するべきである。
	20	インドへの回廊 (重要路線上の橋梁)	- インドとの貿易の発展は、「バ」国の経済活動を推進するための最も重要な要素の 1 つであり、インドへの回廊に対して適切な交通条件を確保することは重要である。
	20	橋梁種別 (損傷の度合い及び構造上の欠陥)	- 仮設橋梁は、損傷の度合いに関わらず改修を検討するべきである。
比重小	10	現地日本企業への寄与 (経済活動への寄与)	- Rangpur 及び Ishwardi において、いくつかの日本企業の工場等が存在する。 - 日本企業を含む外国企業に対して適切な交通状況を提供することは、「バ」国の経済活動を推進するためにも重要である。 - 本評価項目は、比重が小さくとも考慮するべきである。
	10	当該橋梁を使用する人口 (地域活動への寄与)	- 国家的規模のみならず地域活動への寄与も考慮するべきである。 - 本評価項目は、比重が小さくとも考慮するべきである。
	10	当該橋梁が位置する地域の GDP (地域活動への寄与)	
	5	SEZs への回廊 (経済活動への寄与)	- 「バ」国の経済活動を推進するため、SEZs や EPZs への回廊に対して適切な交通条件を確保することは重要である。
	5	EPZs への回廊 (経済活動への寄与)	- 本評価項目は、比重が小さくとも考慮するべきである。

出典：JICA 調査団

200 橋を選定するためのマルチクリテリアを表 3.2.2 に示す。

表 3.2.2 200 橋選定のためのマルチクライテリア

評価項目		比重	ポイント	評価基準		
1. RHD による推薦		30	4	RHD により推薦された橋梁		
			0	その他の橋梁		
2. 重要路線上の橋梁	2.1 当該橋梁を使用する交通量	50	4	国道に位置する橋梁		
			2	主要地方道に位置する橋梁		
			0	県道に位置する橋梁		
	2.2 インドへの回廊	20	4	Burimari	N5, N, 405, N506, N509	
				Banglabandha	N5, N405	
				Hili	N5, N405, R550, R585, Z5503, Z5507, Z5509, Z5854, Z5855, Z5856	
				Sonamasjid	N6, N507, R680, Z6801, N405	
Benapole	N7, N8 (To Madaripur), N702, N706, N804					
Bhomra	N7, N8, N702, N804, R755, R760, Z7062					
0	その他の道路					
3. 経済活動への寄与	3.1 SEZs への回廊	5	4	Sirajgonj	N405, R450, R451	
			0	Mongla	N7, N8, N702, N709	
			0	その他の道路		
	3.2 EPZs への回廊	5	4	Uttra	N5, N6, N7, N405, N502, N704, R570	
				Ishwardi	N6, N405, N507, R680, N704, N705, Z6801	
				Mongla	N7, N8, N702, N709, R850, R856	
0	その他の道路					
3.3 現地日本企業への寄与	10	4	Rangpur	N5 (To Rangpur), N405		
			Ishwardi	N6 (To Baraigram), N405, N507, N704, N705		
			0	その他の道路		
4. 地域活動への寄与	4.1 当該橋梁を使用する人口	10	4	≥2,000,000		
			2	2,000,000 > 人口 ≥1,000,000		
			0	1,000,000 >		
	4.2 当該橋梁が位置する地域の GDP	10	4	≥800 百万 BDT		
			2	800 百万 BDT > GDP ≥ 400 百万 BDT		
0			400 百万 BDT >			
5. 損傷の度合い及び構造上の欠陥	5.1 EBBIP 損傷レベル	50	4	グレード D		
			2	グレード C		
			0	グレード A, B		
	5.2 橋梁種別	20	4	ベイリー橋 (仮設橋梁)		
			0	その他の橋種 (永久橋梁)		
6. 幅員の不足		40	4	N: 車道 < 6.2m		
				R: 車道 < 5.5m		
				Z: 車道 < 3.7m		
			2	N: 6.2m ≤ 車道 < 7.3m		

		R: 5.5m≤車道<7.3m
		Z: 3.7m≤車道<7.3m
	0	車道≥7.3
合計 = 1,000		

注：“RHDによる推薦がない(項目1)”、“EBBIP 損傷レベルがAまたはB(項目5.1)”、“ベイリー橋(仮設橋)ではない(項目5.2)”及び“車道幅が7.3m以上”について全ての項目があてはまる橋梁は、候補リストから除外される。

出典：JICA 調査団

3.2.3 200 橋の選定

マルチクライテリアによる評価の結果、表 3.2.3 に示す 200 橋が選定された。

表 3.2.3 選定された 200 橋のリスト

Ranpur					Rajshahi					Gopalganj					Barisal					Khulna						
	N	R	Z	Total		N	R	Z	Total		N	R	Z	Total		N	R	Z	Total		N	R	Z	Total		
Bogra	2	0	9	11(10)	Natore	1	1	1	3(3)	Faridpur	9	0	3	12(9)	Barguna	0	0	4	4(4)	Bagerhat	4	1	1	6(4)		
Dinajpur	3	1	6	10(7)	Naogaon	0	1	1	2(2)	Gopalganj	0	0	1	1(1)	Barisal	7	0	7	14(9)	Chuadanga	0	1	0	1(0)		
Gaibanda	2	1	2	5(4)	Nawabganj	0	0	0	0	Madaripur	5	0	0	5(3)	Bhola	0	6	1	7(4)	Jessore	4	0	0	4(1)		
Joypurhat	0	2	0	2(2)	Pabna	7	0	0	7(6)	Rajbari	1	0	0	1(0)	Jhalokati	0	0	13	13(13)	Jhenaidah	3	0	0	3(0)		
Kurigram	0	0	1	1(0)	Rajshahi	0	2	2	4(3)	Shariatpur	0	8	1	9(5)	Patuakhali	2	0	11	13(11)	Khulna	0	2	0	2(1)		
Lalmonirhat	3	0	0	3(1)	Serajganj	11	2	2	15(12)					Pirojpur	0	0	17	17(14)	Kushtia	3	0	1	4(2)			
Nilphamari	1	0	6	6(4)																Magura	1	0	0	1(0)		
Panchagarh	2	0	0	2(0)																Meherpur	0	0	0	0(0)		
Rangpur	5	0	2	7(5)																Narail	0	2	1	3(2)		
Thakurgaon	1	0	0	1(0)																Satkhira	1	1	0	2(2)		
Zone Total	19	4	26	49(33)	Zone Total	19	6	6	31(26)	Zone Total	15	8	5	28(18)	Zone Total	9	6	53	68(55)	Zone Total	16	7	3	26(12)		
																						Total	78	31	93	202(144)

注： () : RHDにより推薦された橋梁数

出典：JICA 調査団

3.3 200 橋についての既存橋梁調査

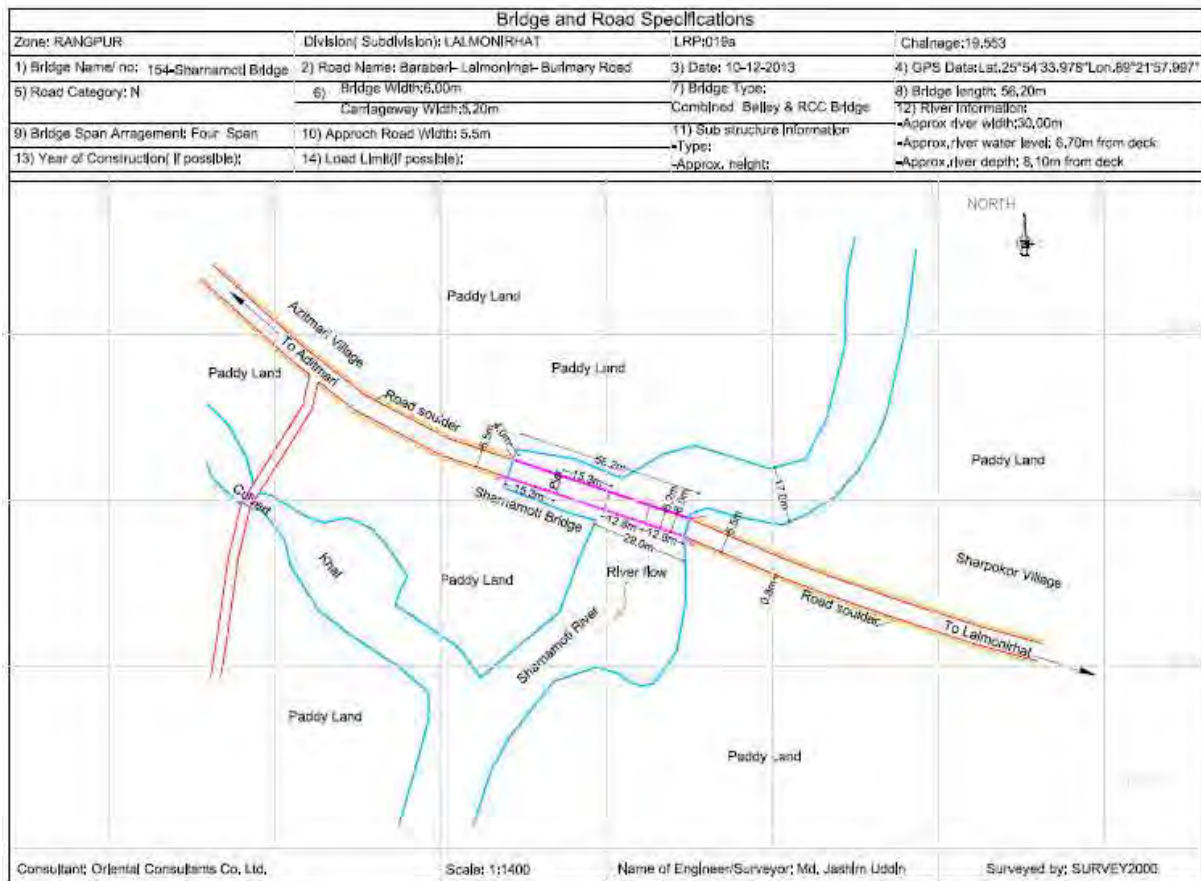
100 橋(案) ロングリストの選定のための基礎資料として、追加の情報を得るために、選定された 200 橋について既存橋梁調査を実施した。既存橋梁調査により得られた情報は以下の通りである。

1) 橋梁及びアプローチ道路の諸元

- 道路種別
- 橋梁幅員
- 橋梁種別

- 橋梁延長
 - 橋梁支間割り
 - アプローチ道路幅員
 - GPS データ
 - 建設年（可能ならば）
 - 荷重制限（可能ならば）
- 2) 橋梁周辺のスケッチ
 - 3) 様々な角度からの橋梁写真
 - 4) 橋梁損傷部の写真及び情報

既存橋梁調査結果の例を図 3.3.1～図 3.3.3 に示す。



出典：JICA 調査団

図 3.3.1 既存橋梁調査結果の例（スケッチ及び諸元）

Photo Sheet of the Bridge 1/3

APPENDIX 3-1





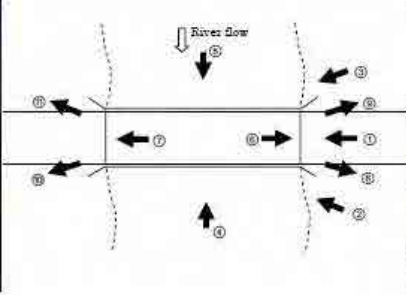

Zone :Rangpur	Division (Sub-division) :Lalmonirhat	LRP :19a	Chainage :19.553 (km)
1) Bridge Name :154-Shamamoti Bridge	2) Road Name : Barabari- Lalmonirhat- Burimary Road	3) Date & Time :10/12/2013; 09:00 am	4) GPS Data :Latitude:25° 54' 33.978" Longitude:89° 21' 57.997"
Photo of the Bridge			
			
			

Photo Sheet of the Bridge 2/3

APPENDIX 3-2

Zone :Rangpur	Division (Sub-division): Lalmonirhat	LRP :19a	Chainage :19.553 (km)
1) Bridge Name :154-Sharnamoti	2) Road Name : Barabari- Lalmonirhat- Burimary Road	3) Date & Time :10/12/2013; 09:00 am;	4) GPS Data :Latitude:25° 54' 33.978" Longitude:89° 21' 57.997"
Photo of the Bridge			
			
			

出典：JICA 調査団

図 3.3.2 既存橋梁調査結果の例（橋梁写真）





Photo Sheet of the Bridge 3/3

APPENDIX 3-3





APPENDIX 4

1. Description of Damages (Present Condition) of the Bridge

Damage of the Bridge (1/2)

Zone :Rangpur		Division (Sub-division) :Lalmonirhat		LRP :19a		Chainage :19.553 (km)	
1) Bridge Name :154-Sharnamoti		2) Road Name : Barabari-Lalmonirhat-Burinary Road		3) Date & Time :10/12/2013; 09:00 am		4) GPS Data :Latitude:25° 54' 33.978" Longitude:89° 21' 57.997"	
Damage 1		Damage 2		Damage 3		Damage 4	
Damage Location	/Slab, Girder, Pier, Abutment	Damage Location	/Slab, Girder, Pier, Abutment	Damage Location	/Slab, Girder, Pier, Abutment	Damage Location	/Slab, Girder, Pier, Abutment
Damage Type	For Concrete Structure Crack, Spalling, Rebar exposure Others () For Steel Structure Corrosion, Missing bolt, /Deformed section Others ()	Damage Type	For Concrete Structure Crack, Spalling, Rebar exposure Others () For Steel Structure Corrosion, Missing bolt, /Deformed section Others ()	Damage Type	For Concrete Structure Crack, Spalling, Rebar exposure Others () For Steel Structure Corrosion, Missing bolt, /Deformed section Others ()	Damage Type	For Concrete Structure Crack, Spalling, Rebar exposure Others () For Steel Structure Corrosion, Missing bolt, /Deformed section Others ()
							
Comments							

Damage of the Bridge (2/2)

Zone :Rangpur		Division (Sub-division) :Lalmonirhat		LRP :19a		Chainage :19.553 (km)	
1) Bridge Name :154-Sharnamoti Bridge		2) Road Name : Barabari-Lalmonirhat-Burinary Road		3) Date & Time :10/12/2013; 09:00 am		4) GPS Data :Latitude:25° 54' 33.978" Longitude:89° 21' 57.997"	
Damage 9		Damage 10		Damage 11		Damage 12	
Damage Location	Slab, Girder, Pier, Abutment, /Railing	Damage Location	Slab, Girder, Pier, Abutment, /Railing	Damage Location	Slab, /Girder, Pier, Abutment	Damage Location	Slab, Girder, /Pier, Abutment
Damage Type	For Concrete Structure Crack, Spalling, /Rebar exposure Others () For Steel Structure Corrosion, Missing bolt, Deformed section Others ()	Damage Type	For Concrete Structure Crack, Spalling, Rebar exposure Others (Missing) For Steel Structure Corrosion, Missing bolt, Deformed section Others ()	Damage Type	For Concrete Structure Crack, Spalling, /Rebar exposure Others () For Steel Structure Corrosion, Missing bolt, Deformed section Others ()	Damage Type	For Concrete Structure Crack, Spalling, /Rebar exposure Others () For Steel Structure Corrosion, Missing bolt, Deformed section Others ()
							
Comments							

出典 : JICA 調査団

図 3.3.3 既存橋梁調査結果の例 (橋梁損傷部の写真及び情報)

全 200 橋に対する既存橋梁調査結果は付録 1.1 を参照されたい。

3.4 100 橋（案）ロングリストの選定

既存橋梁調査結果に基づき改訂されたマルチクライテリアにより、200 橋から 100 橋（案）を選定した。

“住民への影響” が新たな評価項目として改訂マルチクライテリアに追加された。既存橋梁調査の結果より、影響住民数が 200 人を超えると判断された場合、当該橋梁は候補リストから除外される。

100 橋（案）を選定するための改訂マルチクライテリアを表 3.4.1 に示す。

表 3.4.1 100 橋（案）選定のための改訂マルチクライテリア

評価項目		比重	ポイント	評価基準		
1. RHD による推薦		30	4	RHD により推薦された橋梁		
			0	その他の橋梁		
2. 重要路線上の橋梁	2.1 当該橋梁を使用する交通量	50	4	国道に位置する橋梁		
			2	主要地方道に位置する橋梁		
			0	県道に位置する橋梁		
	2.2 インドへの回廊	20	4	Burimari	N5, N, 405, N506, N509	
				Banglabandha	N5, N405	
				Hili	N5, N405, R550, R585, Z5503, Z5507, Z5509, Z5854, Z5855, Z5856	
				Sonamasjid	N6, N507, R680, Z6801, N405	
				Benapole	N7, N8 (To Madaripur), N702, N706, N804	
Bhomra	N7, N8, N702, N804, R755, R760, Z7062					
0	その他の道路					
3. 経済活動への寄与	3.1 SEZs への回廊	5	4	Sirajgonj	N405, R450, R451	
			0	Mongla	N7, N8, N702, N709	
			0	その他の道路		
	3.2 EPZs への回廊	5	4	Uttra	N5, N6, N7, N405, N502, N704, R570	
				Ishwardi	N6, N405, N507, R680, N704, N705, Z6801	
				Mongla	N7, N8, N702, N709, R850, R856	
	0	その他の道路				
3.3 現地日本企業への寄与	10	4	Rangpur	N5 (To Rangpur), N405		
			Ishwardi	N6 (To Baraigram), N405, N507, N704, N705		
			0	その他の道路		
4. 地域活動への寄与	4.1 当該橋梁を使用する人口	10	4	≥2,000,000		
			2	2,000,000 > 人口 ≥1,000,000		
			0	1,000,000 >		
	4.2 当該橋梁が位置する地域の	10	4	≥800 百万 BDT		
			2	800 百万 BDT > GDP ≥ 400 百万 BDT		
0	400 百万 BDT >					

GDP				
5. 損傷の度合い及び構造上の欠陥	5.1 EBBIP 損傷レベル	50	4	グレード D
			2	グレード C
			0	グレード A, B
	5.2 橋梁種別	20	4	ベイリー橋 (架設橋梁)
			0	その他の橋種 (永久橋梁)
6. 幅員の不足		40	4	N: 車道<6.2m
				R: 車道<5.5m
				Z: 車道<3.7m
			2	N: 6.2m<車道<7.3m
				R: 5.5m<車道<7.3m
				Z: 3.7m<車道<7.3m
			0	車道≥7.3
7. 住民への影響			リストからの削除	影響住民数≥200
			合計 = 1,000	

注：“RHDによる推薦がない(項目1)”、“EBBIP 損傷レベルがAまたはB(項目5.1)”、“ベイリー橋(仮設橋)ではない(項目5.2)”及び“車道幅が7.3m以上”について全ての項目があてはまる橋梁は、候補リストから除外される。

出典：JICA 調査団

200 橋について、改訂マルチクライテリアを用いて再評価及びポイントの見直しを行った。再評価の例を以下に示す。

例1： 5.1 EBBIP 損傷レベルの再評価

既存橋梁調査の結果、本橋梁には2つ以上の構造的な損傷があることが判明した。よって、評価として2ポイント(損傷レベルC)から4ポイント(損傷レベルD)に変更した。



床版のクラック



ウイングのクラック



桁コンクリートの剥離

EBBIP 損傷レベル

損傷レベル A: 損傷なし

損傷レベル B: 軽微な損傷

損傷レベル C: 構造上の損傷

損傷レベル D: 2つ以上の構造上の損傷

例 2： 6 幅員の不足の再評価

既存橋梁調査の結果、国道に位置する本橋梁の幅員が 7.3m 未満であることが判明した（EBBIP では 7.3m 以上と記録）。よって、評価として 0 ポイント（車道幅員 \geq 7.3）から 2 ポイント（N: 6.2m \leq 車道幅員 $<$ 7.3m）に変更した。

200 橋に対する改訂マルチクライテリアを用いた再評価の結果、表 3.4.2 に示す 100 橋（案）が選定された。

表 3.4.2 100 橋（案）ロングリスト

Ranpur					Rajshahi					Gopalganj					Barisal					Khulna						
	N	R	Z	Total		N	R	Z	Total		N	R	Z	Total		N	R	Z	Total		N	R	Z	Total		
Bogra	2	0	3	5(5)	Natore	1	1	0	2(2)	Faridpur	8	0	0	8(6)	Barguna	0	0	0	0	Bagerhat	2	0	0	2(2)		
Dinajpur	3	0	4	7(4)	Naogaon	0	1	1	2(2)	Gopalganj	0	0	0	0	Barisal	4	0	1	5(3)	Chuadanga	0	0	0	0		
Gaibanda	2	0	1	3(3)	Nawabganj	0	0	0	0(0)	Madaripur	4	0	0	4(3)	Bhola	0	4	0	4(4)	Jessore	2	0	0	2(1)		
Joypurhat	0	2	0	2(2)	Pabna	7	0	0	7(6)	Rajbari	0	0	0	0	Jhalokati	0	0	2	2(2)	Jhenaidah	2	0	0	2(0)		
Kurigram	0	0	0	0	Rajshahi	0	1	2	3(3)	Shariatpur	0	5	0	5(3)	Patuakhali	1	0	2	3(2)	Khulna	0	1	0	1(1)		
Lalmonirhat	2	0	0	2(1)	Seraiganj	10	2	0	12(10)					Pirojpur	0	0	1	1(1)	Kushtia	3	0	0	3(2)			
Nilphamari	1	0	3	4(3)															Magura	1	0	0	1(0)			
Panchagarh	2	0	0	2(0)															Meherpur	0	0	0	0			
Rangpur	4	0	0	4(3)															Narail	0	1	0	1(1)			
Thakurgaon	0	0	0	0															Satkhira	0	1	0	1(1)			
Zone Total	16	2	11	29(21)	Zone Total	18	5	3	26(23)	Zone Total	12	5	0	17(12)	Zone Total	5	4	6	15(12)	Zone Total	10	3	0	13(8)		
																						Total	61	19	20	100(76)

注： () : RHD により推薦された橋梁数

出典：JICA 調査団

3.5 106 橋（案）ロングリストの選定

3.5.1 はじめに

JICA 調査団は、2014 年 1 月 26 日に開催された RHD との会議で、100 橋（案）について協議を行った。当該会議においては、事業対象地域である西部 5 地域のアディショナルチーフエンジニア（ACE）より、いくつかの橋梁について 100 橋（案）候補リストから除外すること、またいくつかの橋梁について対象橋梁候補リストに追加することが要望された。詳細は会議議事録を参照されたい（付録 1.2 参照）。

上記の会議後、RHD とさらに個別に協議を重ね、最終的には、16 橋が 100 橋（案）候補リストから除外されること、新たに 16 橋が対象橋梁候補リストに追加されることが合意された。

3.5.2 100 橋（案）ロングリストから除外される橋梁

以下の 16 橋が 100 橋（案）ロングリストから除外される。

- 「バ」国自国資金である年間開発計画及び定期維持管理プログラム、または中国資金により実施が予定されている 8 橋を除外。
- 損傷は見られるものの構造上致命的な損傷ではなく比較的健全な 7 橋を除外。
- 水門を付属する 1 橋を除外。



伸縮継手の損傷
(構造上致命的な損傷でない)



水門付き橋梁

3.5.3 対象橋梁候補リストに追加される橋梁

以下の 16 橋が対象橋梁候補リストに追加される。

- 事業対象 5 地域の ACE から追加を要望された 22 橋梁について、マルチクライテリアを用いて再評価を行い、結果として 8 橋梁を追加。
- 各橋梁の点数（比重×ポイント）に応じて、100 位以下の橋梁より、さらに 8 橋梁を追加。

3.5.4 106（案）ロングリストの選定

2014 年 2 月 6 日、JICA、RHD 及び JICA 調査団は、選定された 100 橋が事業対象橋梁候補とすることを合意した。

また、RHD は、上記 100 橋に加えて、アジア・ハイウェイ上の橋梁で、EBBIP 損傷レベルが C 及び D のものについても、事業対象橋梁候補リストに加えることを要請した。JICA、RHD 及び JICA 調査団は、要請受領後さらに協議を重ね、その結果、新たにアジア・ハイウェイ上の 6 橋を候補リストに加え、最終的に 106 橋を事業対象候補とすることを合意した。

選定された 106 橋（案）を、表 3.5.1、表 3.5.2、図 3.5.1 に示す。また、106 橋（案）について、マルチクライテリアによる点数及び現況写真を付録 1.3 に示す。

表 3.5.1 選定された 106 橋のリスト (まとめ)

Zone	Division	RCC Bridge			PC Bridge			Steel Bridge			Bailey Bridge			Other Type Bridge			Division Total	Zone Total
		N	R	Z	N	R	Z	N	R	Z	N	R	Z	N	R	Z		
Ranpur	Bogra	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	6	32
	Dinajpur	2	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	3	0	0	0	8	
	Gaibanda	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3	
	Joypurhat	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
	Kurigram	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Lalmonirhat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	
	Nilphamari	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	4	
	Panchagarh	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
	Rangpur	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	
	Thakurgaon	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
Rajshahi	Natore	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	23
	Naogaon	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	
	Nawabganj	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Pabna	5	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	6	
	Rajshahi	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	
Gopalganj	Serajganj	8	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	1	0	0	0	12	15
	Faridpur	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	
	Gopalganj	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
	Madaripur	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
	Rajbari	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Barisal	Shariatpur	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	5	20
	Barguna	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Barisal	3	0	1	1	0	0	0	0	0	2	0	5	0	0	0	12	
	Bhola	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	4	
	Jhalokati	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	
	Patuakhali	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	
Khulna	Pirojpur	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	16	
	Bagerhat	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0		2
	Chuadanga	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0
	Jessore	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		2
	Jhenaidah	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		3
	Khulna	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		1
	Kushtia	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		3
	Magura	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0
	Meherpur	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0
	Narail	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		4
Satkhira	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		
Bridge Type Total		48	7	6	2	0	0	3	1	1	2	14	20	2	0	0	Total 106	

出典：JICA 調査団

表 3.5.2 選定された 106 橋のリスト

Barisal Division

Rank	Bridge Data							
	Bridge ID	Zone	Division	Bridge Type	Total Length (m)	Year of Construction	Width (m)	Damage level
1	N8_178a	Barisal	Barisal	Bailey with Steel Deck,	39.7	1990	4	D
12	N8_182a	Barisal	Barisal	Bailey with Steel Deck,	33.6	1990	4	C
56	N8_152c	Barisal	Barisal	PC Girder Bridge,	56.9	1991	7.1	A
57	N8_127b	Barisal	Barisal	RCC Girder Bridge,	33.7	1995	7.2	B
64	N8_123a	Barisal	Barisal	RCC Girder Bridge,	30.8	1992	8.6	D
69	N8_129a	Barisal	Barisal	RCC Girder Bridge,	27.4	1984	7.2	C
82	Z8033_017a	Barisal	Barisal	RCC Girder Bridge,	42.4	1981	4.3	D
92	Z8810_13a	Barisal	Barisal	Bailey with Steel Deck,	50	2000	4.25	C
94	Z8033_008a	Barisal	Barisal	Bailey with Steel Deck,	105.4	1997	5	C
95	Z8033_019a	Barisal	Barisal	Bailey with Steel Deck,	31.3	1996	3.9	C
96	Z8034_011a	Barisal	Barisal	Bailey with Steel Deck,	33.7	1996	4.5	C
97	Z8044_004a	Barisal	Barisal	Bailey with Steel Deck,	30.7	1988	4.1	C

Bhola Division

Rank	Bridge Data							
	Bridge ID	Zone	Division	Bridge Type	Total Length (m)	Year of Construction	Width (m)	Damage level
42	R890_45a	Barisal	Bhola	Bailey with Steel Deck,	62.3	1990	5.03	C
70	R890_16a	Barisal	Bhola	Bailey with Steel Deck,	37.7	1989	4.1	A
71	R890_21a	Barisal	Bhola	Bailey with Steel Deck,	24.55	1987	4.15	B
72	R890_28a	Barisal	Bhola	Bailey with Steel Deck,	30.85	1995	4.22	B

Jhalokati Division

Rank	Bridge Data							
	Bridge ID	Zone	Division	Bridge Type	Total Length (m)	Year of Construction	Width (m)	Damage level
78	Z8708_1c	Barisal	Jhalokati	Bailey with Steel Deck,	26	1990	4	D
81	Z8708_12b	Barisal	Jhalokati	Bailey with Steel Deck,	51	1996	3.8	D

Patuakhali Division

Rank	Bridge Data							
	Bridge ID	Zone	Division	Bridge Type	Total Length (m)	Year of Construction	Width (m)	Damage level
58	Z8052_009d	Barisal	Patuakhali	Bailey with Steel Deck,	22.8	1986	3.9	D

Pirojpur Division

Rank	Bridge Data							
	Bridge ID	Zone	Division	Bridge Type	Total Length (m)	Year of Construction	Width (m)	Damage level
65	Z8701_3d	Barisal	Pirojpur	Bailey with Steel Deck,	22	1985	4.01	D

Shariatpur Division

Rank	Bridge Data							
	Bridge ID	Zone	Division	Bridge Type	Total Length (m)	Year of Construction	Width (m)	Damage level
77	R860_31a	Gopalganj	Shariatpur	Bailey with Steel Deck,	28.89	1991	4.8	A
83	R860_34a	Gopalganj	Shariatpur	Bailey with Steel Deck,	33.5	1990	4.8	A
84	R860_44c	Gopalganj	Shariatpur	Bailey with Steel Deck,	111.2	2001	5	B
85	R860_53d	Gopalganj	Shariatpur	Bailey with Steel Deck,	93	1989	4	A
99	R860_35a	Gopalganj	Shariatpur	Bailey with Steel Deck,	30.6	1989	5.1	C

Madaripur Division

Rank	Bridge Data							
	Bridge ID	Zone	Division	Bridge Type	Total Length (m)	Year of Construction	Width (m)	Damage level
26	N8_095a	Gopalganj	Madaripur	RCC Girder Bridge,	37	1972	7	D
86	N8_69a	Gopalganj	Madaripur	RCC Girder Bridge,	110	1990	8.9	C

Faridpur Division

Rank	Bridge Data							
	Bridge ID	Zone	Division	Bridge Type	Total Length (m)	Year of Construction	Width (m)	Damage level
13	N7_025a	Gopalganj	Faridpur	RCC Girder Bridge,	27.4	1990	7.2	D
14	N7_039a	Gopalganj	Faridpur	RCC Girder Bridge,	51.65	1978	7	D
15	N7_049a	Gopalganj	Faridpur	RCC Girder Bridge,	24.7	1980	7	D
23	N7_054a	Gopalganj	Faridpur	RCC Girder Bridge,	82.6	1982	7.8	D
29	N7_036c	Gopalganj	Faridpur	RCC Girder Bridge,	27.5	1982	7.1	C
30	N7_048a	Gopalganj	Faridpur	RCC Girder Bridge,	24.9	1982	7	C
32	N7_047a	Gopalganj	Faridpur	RCC Girder Bridge,	50	1985	7	D

Gopalganj Division

Rank	Bridge Data							
	Bridge ID	Zone	Division	Bridge Type	Total Length (m)	Year of Construction	Width (m)	Damage level
IV	N805_24a	Gopalganj	Bhatiapara	PC Girder Bridge,	105.05	2004	10	C

Bagerhat Division

Rank	Bridge Data							
	Bridge ID	Zone	Division	Bridge Type	Total Length (m)	Year of Construction	Width (m)	Damage level
22	N7_248c	Khulna	Bagerhat	RCC Box girder bridge,	25.7	1983	9.4	D
25	N7_246a	Khulna	Bagerhat	RCC Girder Bridge,	56	X	9.54	D

Jessore Division

Rank	Bridge Data							
	Bridge ID	Zone	Division	Bridge Type	Total Length (m)	Year of Construction	Width (m)	Damage level
39	N7_141b	Khulna	Jessore	RCC Girder Bridge,	30.9	1976	8.7	D
I	N706_14b	Khulna	Jessore	RCC Girder Bridge,	118.67	1968	7.3	C

Jhenaidah Division

Rank	Bridge Data							
	Bridge ID	Zone	Division	Bridge Type	Total Length (m)	Year of Construction	Width (m)	Damage level
41	N703_Sd	Khulna	Jhenaidah	RCC Girder Bridge,	134.5	1978	6.1	D
43	N704_14a	Khulna	Jhenaidah	RCC Girder Bridge,	97.9	1978	7.2	D
III	N704_12c	Khulna	Jhenaidah	RCC Girder Bridge,	24.2	1992	7.5	C

Khulna Division

Rank	Bridge Data							
	Bridge ID	Zone	Division	Bridge Type	Total Length (m)	Year of Construction	Width (m)	Damage level
98	R760_003a	Khulna	Khulna	RCC Girder Bridge,	57.6	1960	8.4	D

Kushtia Division

Rank	Bridge Data							
	Bridge ID	Zone	Division	Bridge Type	Total Length (m)	Year of Construction	Width (m)	Damage level
21	N704_43a	Khulna	Kushtia	RCC Girder Bridge,	31.5	1987	7.15	D
44	N704_33b	Khulna	Kushtia	RCC Girder Bridge,	26	1978	7.2	D
67	N704_27b	Khulna	Kushtia	RCC Girder Bridge,	33.5	1978	7.3	C

Narail Division

Rank	Bridge Data							
	Bridge ID	Zone	Division	Bridge Type	Total Length (m)	Year of Construction	Width (m)	Damage level
40	R720_44a	Khulna	Narail	RCC Girder Bridge,	33	1993	4.8	D
68	R750_22c	Khulna	Narail	RCC Girder Bridge,	31.2	1968	4.3	C
V	R750_25a	Khulna	Narail	RCC Girder Bridge,	91.5	1964	8.23	D
VI	Z7503_5a	Khulna	Narail	RCC Girder Bridge,	26.1	1976	7.9	C

Satkhira Division

Rank	Bridge Data							
	Bridge ID	Zone	Division	Bridge Type	Total Length (m)	Year of Construction	Width (m)	Damage level
63	R760_049c	Khulna	Satkhira	RCC Girder Bridge,	36.1	1968	7.1	C

Naogaon Division

Rank	Bridge Data							
	Bridge ID	Zone	Division	Bridge Type	Total Length (m)	Year of Construction	Width (m)	Damage level
28	R548_28b	Rajshahi	Naogaon	Truss with Steel Deck,	140.08	1994	4	D

Natore Division

Rank	Bridge Data							
	Bridge ID	Zone	Division	Bridge Type	Total Length (m)	Year of Construction	Width (m)	Damage level
17	N6_97a	Rajshahi	Natore	RCC Girder Bridge,	30	1968	6.9	D
73	R548_40a	Rajshahi	Natore	Bailey with Steel Deck,	33	2006	4.1	B

Pabna Division

Rank	Bridge Data							
	Bridge ID	Zone	Division	Bridge Type	Total Length (m)	Year of Construction	Width (m)	Damage level
3	N5_119a	Rajshahi	Pabna	RCC Girder Bridge,	43.3	1963	7.1	D
4	N5_127a	Rajshahi	Pabna	RCC Girder Bridge,	43.2	1968	6.9	D
7	N5_120a	Rajshahi	Pabna	RCC Girder Bridge,	41.4	1963	7.1	D
20	N5_118a	Rajshahi	Pabna	RCC Girder Bridge,	82	1963	7	C
27	N505_2a	Rajshahi	Pabna	Truss with Steel Deck,	135.2	2011	4.3	C
37	N5_126a	Rajshahi	Pabna	RCC Girder Bridge,	59.1	1965	7.1	B

Rajshahi Division

Rank	Bridge Data							
	Bridge ID	Zone	Division	Bridge Type	Total Length (m)	Year of Construction	Width (m)	Damage level
18	R681_10a	Rajshahi	Rajshahi	Bailey with Steel Deck,	39.3	X	3.4	D
87	Z6010_12b	Rajshahi	Rajshahi	RCC Girder Bridge,	21.7	1985	4.7	D

Serajganj Division

Rank	Bridge Data							
	Bridge ID	Zone	Division	Bridge Type	Total Length (m)	Year of Construction	Width (m)	Damage level
5	N5_176a	Rajshahi	Serajganj	RCC Girder Bridge,	72.8	1975	7.2	D
8	N5_128a	Rajshahi	Serajganj	RCC Girder Bridge,	43.7	1968	7	D
9	N5_158a	Rajshahi	Serajganj	RCC Girder Bridge,	70	1965	7	D
16	N5_134a	Rajshahi	Serajganj	RCC Girder Bridge,	44.8	1964	7.3	D
19	N5_140a	Rajshahi	Serajganj	RCC Girder Bridge,	53	1975	8.6	D
33	N5_156a	Rajshahi	Serajganj	RCC Girder Bridge,	43	1964	7.5	C
34	N5_172a	Rajshahi	Serajganj	RCC Girder Bridge,	43.3	1972	7.6	C
35	N5_179a	Rajshahi	Serajganj	RCC Girder Bridge,	54.1	1975	7.5	C
54	N5xx_8a	Rajshahi	Serajganj	Steel Beam & RCC Slab,	39.1	1961	5.6	C
74	R451_1a	Rajshahi	Serajganj	Bailey with Steel Deck,	50	1980	8.2	C
75	R451_7a	Rajshahi	Serajganj	Bailey with Steel Deck,	50.2	1985	8.3	C
100	Z5041_2a	Rajshahi	Serajganj	Bailey with Steel Deck,	60	1985	4.2	C

Bogra Division

Rank	Bridge Data							
	Bridge ID	Zone	Division	Bridge Type	Total Length (m)	Year of Construction	Width (m)	Damage level
6	N5_235a	Rangpur	Bogra	RCC Girder Bridge,	77.3	1957	7.2	D
36	N5_188a	Rangpur	Bogra	RCC Girder Bridge,	52	1988	7	B
50	Z5401_45a	Rangpur	Bogra	Bailey with Steel Deck,	61.8	1991	4.3	D
51	Z5072_14a	Rangpur	Bogra	Bailey with Steel Deck,	57.8	1998	5	D
53	Z5472_6a	Rangpur	Bogra	Bailey with Steel Deck,	60.9	2006	4.9	D
91	Z5040_4a	Rangpur	Bogra	RCC Girder Bridge,	26.9	1968	4.8	D

Dinajpur Division

Rank	Bridge Data							
	Bridge ID	Zone	Division	Bridge Type	Total Length (m)	Year of Construction	Width (m)	Damage level
31	N5_378a	Rangpur	Dinajpur	RCC Girder Bridge,	53.9	1978	7.2	D
46	N5_382a	Rangpur	Dinajpur	RCC Girder Bridge,	55	1983	7.8	D
48	Z5025_55a	Rangpur	Dinajpur	Bailey with Steel Deck,	153.9	1992	4.3	D
49	Z5025_64a	Rangpur	Dinajpur	Bailey with Steel Deck,	73.6	1989	4.2	D
52	Z5025_60a	Rangpur	Dinajpur	Bailey with Steel Deck,	87	1990	4.2	D
88	Z5008_1a	Rangpur	Dinajpur	Steel Beam & RCC Slab,	42.2	1956	4.05	D
90	Z5025_46a	Rangpur	Dinajpur	RCC Girder Bridge,	45.7	1969	3.7	D
93	R585_80a	Rangpur	Dinajpur	Bailey with Steel Deck,	24.9	1988	8.4	B

Gaibanda Division

Rank	Bridge Data							
	Bridge ID	Zone	Division	Bridge Type	Total Length (m)	Year of Construction	Width (m)	Damage level
10	N5_265a	Rangpur	Gaibanda	RCC Girder Bridge,	42.2	1960	7.1	D
55	Z5552_10a	Rangpur	Gaibanda	Bailey with Steel Deck,	52.5	2010	4	D
66	N5_260b	Rangpur	Gaibanda	RCC Girder Bridge,	158.6	1972	7.3	B

Joypurhat Division

Rank	Bridge Data							
	Bridge ID	Zone	Division	Bridge Type	Total Length (m)	Year of Construction	Width (m)	Damage level
62	R545_115c	Rangpur	Joypurhat	RCC Girder Bridge,	78.8	1960	7.1	D
76	R550_28b	Rangpur	Joypurhat	RCC Girder Bridge,	65.4	1982	6.9	C

Lalmonirhat

Rank	Bridge Data							
	Bridge ID	Zone	Division	Bridge Type	Total Length (m)	Year of Construction	Width (m)	Damage level
2	N509_19a	Rangpur	Lalmonirhat	RCC Girder Bridge, Bailey with Steel Deck	56.2	1960	6	D

Nilphamari Division

Rank	Bridge Data							
	Bridge ID	Zone	Division	Bridge Type	Total Length (m)	Year of Construction	Width (m)	Damage level
38	N518_4a	Rangpur	Nilphamari	RCC Girder Bridge,	49.5	1985	5.2	D
59	Z5015_22a	Rangpur	Nilphamari	Bailey with Steel Deck,	189	1990	5.3	D
60	Z5701_1a	Rangpur	Nilphamari	Bailey with Steel Deck,	24.39	1991	4.04	D
61	Z5701_9a	Rangpur	Nilphamari	Bailey with Steel Deck,	37.37	1990	4.52	D

Panchagarh

Rank	Bridge Data							
	Bridge ID	Zone	Division	Bridge Type	Total Length (m)	Year of Construction	Width (m)	Damage level
79	N5_458a	Rangpur	Panchagarh	Steel Beam & RCC Slab,	28.5	1967	7.1	C
80	N5_488a	Rangpur	Panchagarh	RCC Girder Bridge,	49.3	1994	7.1	C

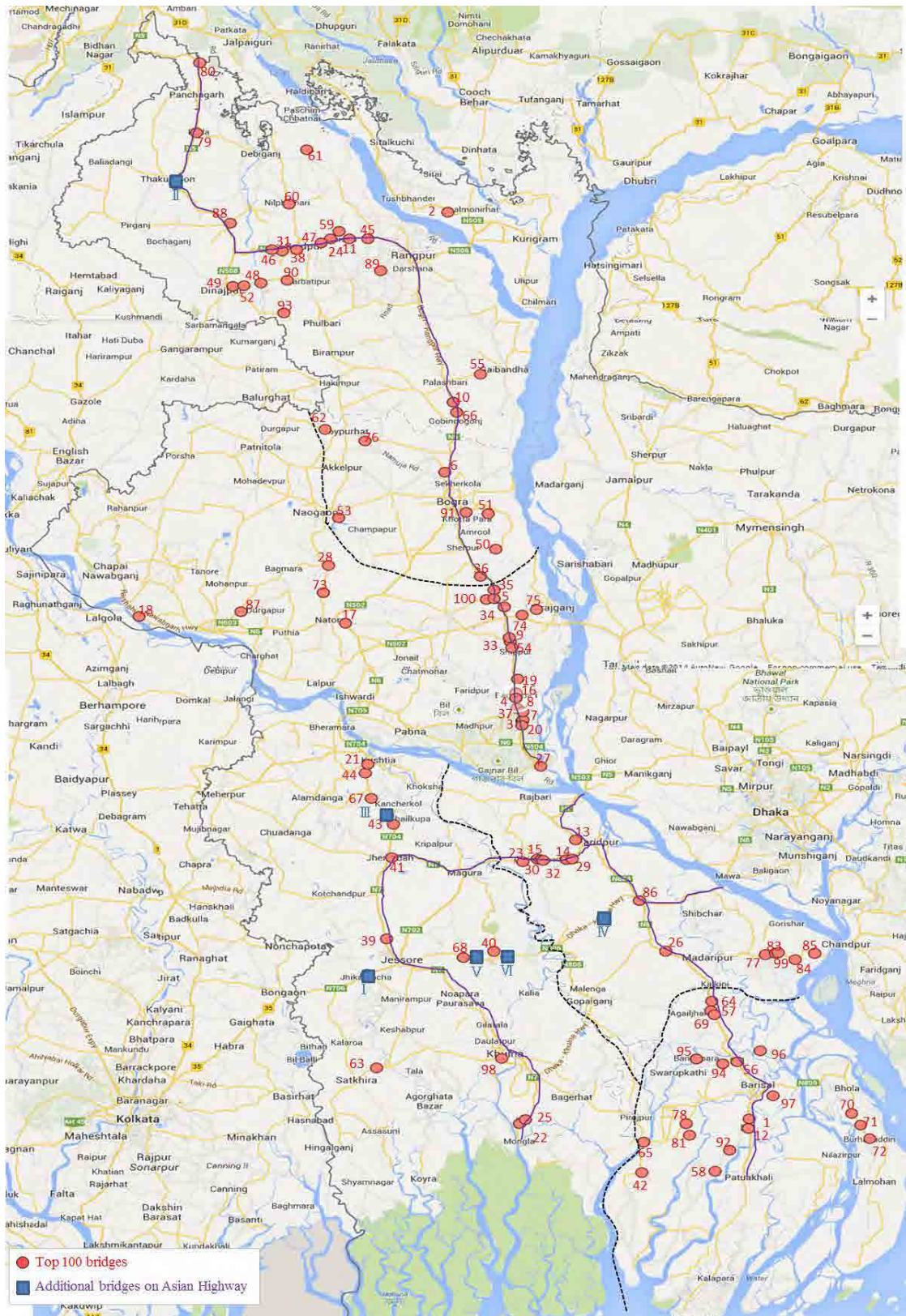
Rangpur Division

Rank	Bridge Data							
	Bridge ID	Zone	Division	Bridge Type	Total Length (m)	Year of Construction	Width (m)	Damage level
11	N5_350b	Rangpur	Rangpur	RCC Girder Bridge,	135.4	1991	7.2	D
24	N5_356a	Rangpur	Rangpur	RCC Girder Bridge,	20.7	1992	7.2	C
45	N5_344e	Rangpur	Rangpur	RCC Girder Bridge,	26.2	1991	7.1	B
47	N5_360a	Rangpur	Rangpur	RCC Girder Bridge,	49.2	1991	7.1	C
89	Z5024_5c	Rangpur	Rangpur	RCC Girder Bridge,	22.3	1978	4	D

Thakurgaon

Rank	Bridge Data							
	Bridge ID	Zone	Division	Bridge Type	Total Length (m)	Year of Construction	Width (m)	Damage level
II	N5_435a	Rangpur	Thakurgaon	RCC Girder Bridge,	38.3	1985	7.8	C

出典：JICA 調査団



出典：JICA 調査団

図 3.5.1 選定された 106 橋の位置図

3.6 事業対象橋梁の選定

事業対象橋梁は、フェーズ 2 におけるサイト状況調査、及び橋梁形式の決定に続き、フェーズ 3 において、選定された 106 橋に対する概略設計、事業費算出、及び事業効果の評価を基に選定される。

事業対象橋梁の選定については、“15.2.2 事業対象橋梁の選定”で詳しく述べる。

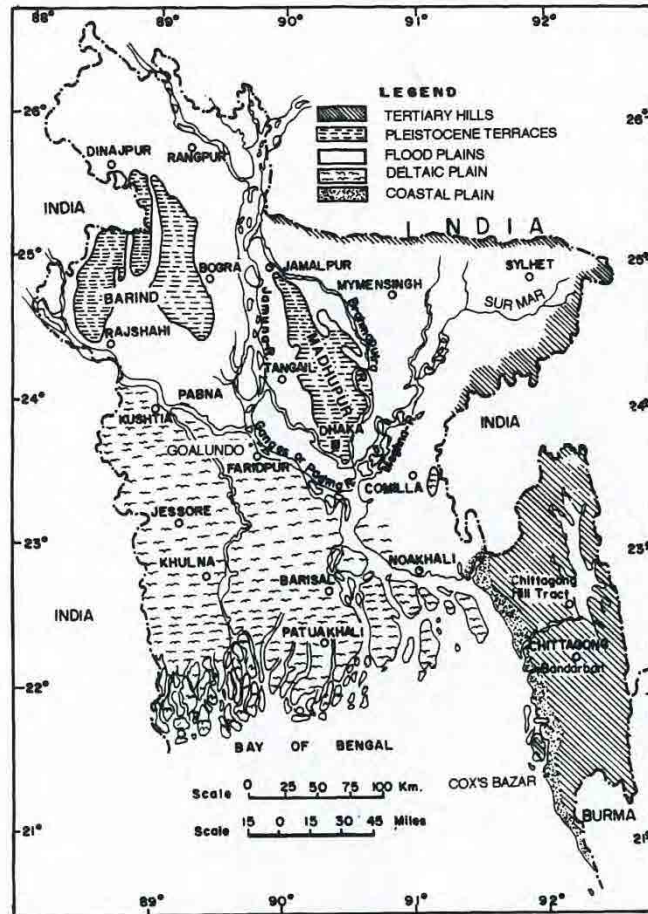
4. 自然条件

4.1 地形

「バ」国の地形は際立った二つの特徴を持つ。つまり、広いデルタ平野と勢いよく流れる河川に浸食される狭い丘陵地帯である。

「バ」国の国土のおよそ 80%は、バングラデシュ平野と呼ばれる肥沃な沖積低地が占めている。バングラデシュ平野は、より広範囲を占めるベンガル平野、時として下部ヒンドスタン平野とも呼ばれるガンジス川が作り上げた広大な平野の一部である。平野の標高はおおむね低く、北部では標高 105m に達するものの、ほとんどは海拔 10m 以下である。南部沿岸地帯の標高はさらに低くなり、海岸に近づくにつれて徐々に海面と変わらなくなる。低い標高とおびただしい数の河川、それに付随した洪水はこの地域の主要な地形的特徴である。「バ」国の国土の内、約 1 万 km²は河川、湖沼等で常時水に覆われており、それよりもさらに広い範囲がモンスーンの洪水によって季節的に水没する。

低地の多い「バ」国にとって、南東部のチッタゴン丘陵、北東部シレット付近の低い丘陵、及び北部と北西部に分布する高地は例外的な存在である。チッタゴン丘陵は同国では唯一の主要丘陵であり、ビルマと東部インドを南北に貫く山脈の西縁を画している。「バ」国の最高峰は同丘陵の南部の Keokradong 山（標高 1,046m）である。丘陵の尾根筋の間には、丘陵と同じく南北に伸びる肥沃な谷が広がっている。



出典:Encyclopaedia of European and Asian Regional Geology

図 4.1.1 バングラデシュの地形区分

図 4.1.1 は「バ」国の地形区分を示す。地形分類上、「バ」国の国土は 5 つの主要な地形区分に分けることができる。

- 第三系の地質が分布する丘陵地：

チッタゴン丘陵とシレット近傍の丘陵地が該当し、強風化したラテライト質の赤色土が特徴的に分布する。

- 更新統の段丘：

ラッシャヒ地区のバーリンド、ダッカ・タンガリ地区のマドゥプール、コミラ地区のラルミ、及びシレット地区の丘陵が含まれ、ラテライト質土が分布する。

- 洪水平野：

パドマ川の北部及び東部を占める広大な地域であり、シレット盆地、ファリドプール地溝、及び北ベンガルの山麓沖積平野を含む。弱風化を帯びた灰色のシルトと粘土が分布し、局所的に地表近くにピートが分布する。

- デルタ平野：

ガンジス・パドマ川とベンガル湾に挟まれた低地であり、クルナとパツアカリ地域の潮汐低地であるサンダーバンに向けて広がっている。

- 南部沿岸平野：

南東部、ノアカリらコックス・バザールの南部にかけて伸びる海岸低地。

図 4.1.2 は「バ」国の主要水系を示す。「バ」国の国土のほとんどを沖積低地が占めていることから、これら主要河川は沖積低地を覆う沖積土を堆積させ、あるいは浸食させ、さらには再堆積させる重要な営力として作用している。「バ」国の国土には 4 つの主要な河川が流れている。ガンジス、ブラマプトラ、スルマ、及びカルナプリー川である。

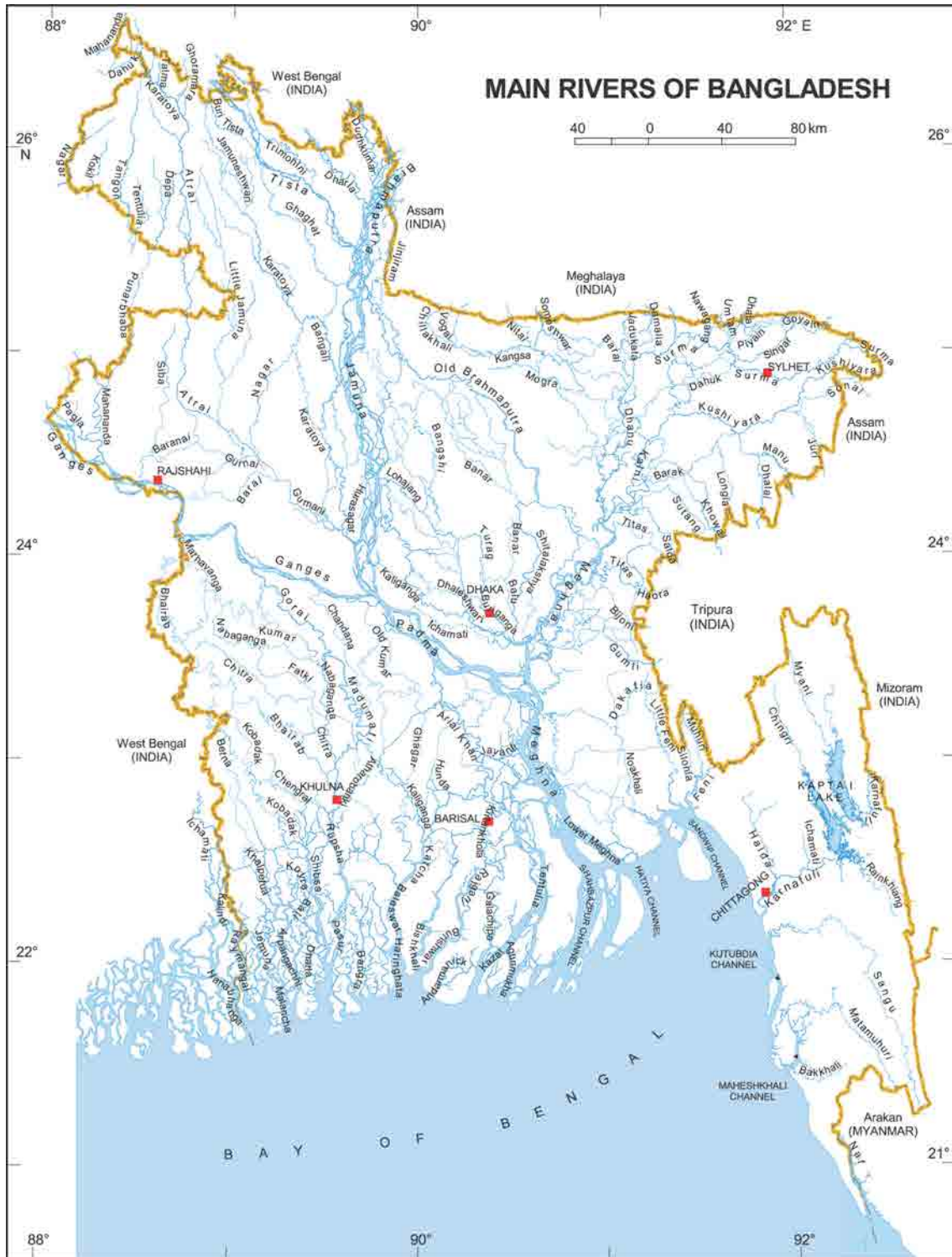
ガンジス川下流（ガンジス川及びパドマ川）の主要流路は、下流に行くに従い徐々に流速を減じつつ、ベンガル湾の北東部、ボリシャルとノアカリ間でベンガル湾の浅海に注ぎ込む。河口域におけるガンジス・パドマ川の流路は徐々に東方にシフトしており、旧河道の支流の多くは一部で閉塞されるか、干上がっている。

ブラマプトラ川はチベットに源を發し、当初は東に、ついで南西に流れ、先行河川としてヒマラヤ山脈を浸食している。インド・アッサム州を流下した後、「バ」国北西部に流入した後、同じくヒマラヤに源流をもつティスタ川と合流する。「バ」国では、ブラマプトラ川はジャムナ川として知られる北から南流する流路を取りゴアルンド付近でガンジス川と合流する。しかし過去においては、ブラマプトラ川はマドゥプール・ジャングルの東を流れていた。記録が残る歴史時代を通じて、ブラマプトラ川はその網状河川を呈する流路を徐々に西に移動させ、ゴアルンド近傍の現在の合流点を形成したのは、僅かに 19 世紀になってからの事である。

スルマ川はインド・マニプール州近くの山脈に源を發し、「バ」国北東部を流れる。スルマ川は、ダッカの北西約 60km のバイラブ・バザールで、今はメグナ川と呼ばれているブラマプトラ川の旧流路と合流する。

「バ」国南東部、チッタゴン丘陵の主要河川はカルナプリー川である。カルナプリー川はインドのルシ丘陵に源流を持ちチッタゴン市の近傍でベンガル湾に流れ込む。

これらの主要四河川は「バ」国の水系分布に大きな役割を果たしている。「バ」国の水系分布は、格子状が主体となる南東部を除き、主に樹枝状を呈している。



出典:Geology of Bangladesh, University Press Limited, Dhaka, 1991

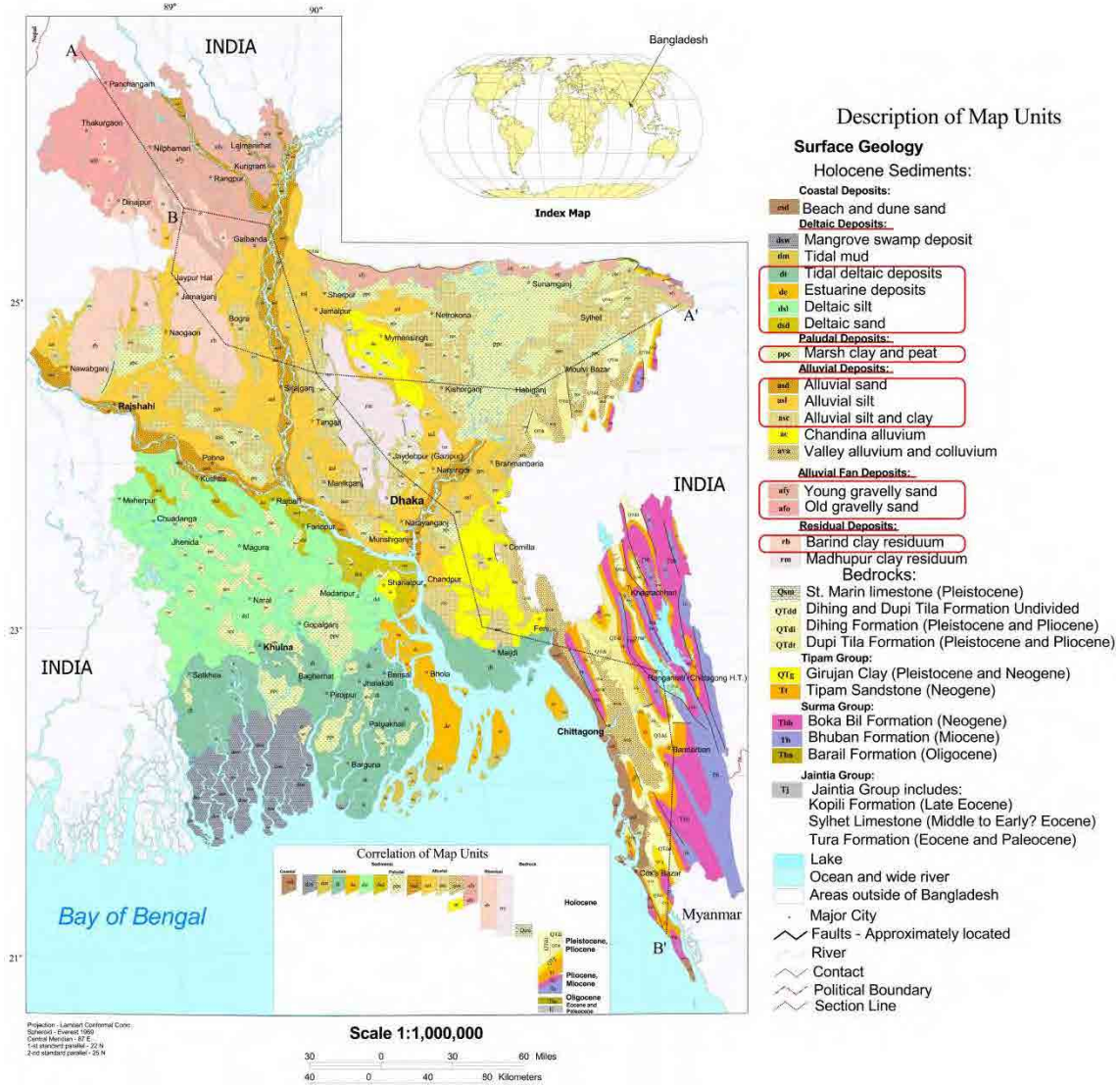
図 4.1.2 バングラデシュの主要水系

4.2 地質

図 4.2.1 には「バ」国の地質図を示す。橋梁架け替え候補地点は「バ」国西部に散在しているが、そこでは様々な種類の完新世堆積物が低地を覆っている。図 4.2.1 によると、ガンジス・パドマ川の北岸と南岸には明瞭な差異が認められる。調査地域の北部、つまりロングプール、ラッシャヒ地区には沖積堆積物、沖積扇状地堆積物が分布する他、残積土の分布が認められる。一方、調査地域の南部、つまりクルナ、ゴバルゴンジ、ボリシャル地区にはデルタ堆積物が分布している。沼沢地の粘土や湿地性ピートは、ロングプール地区を除くガンジス・パドマ川の両岸地域で認められるが、主として南部地域に分布しており、デルタ性シルトや潮汐デルタ性堆積物の分布域の中に認められる。

調査地域では、デルタ堆積物は主としてデルタ性シルトと潮汐デルタ性堆積物からなる。デルタ性砂質土はガンジス・パドマ川に沿って分布しており、一方で河口性堆積物はパドマ川河口のバリアー島を形成している。潮汐デルタ堆積物が分布するクルナのルプシャ橋の建設記録によると、海拔 -60 m までは柔らかいシルトが厚く堆積し、その下位にシルト質細砂層が続いている。このシルト質細砂層は雲母を多く含み、ある特別な状況下では、拘束圧の増加にも拘らずせん断強度が低下するという挙動を示す。

沖積堆積物は砂とシルトからなり、沖積扇状地堆積物は礫混じり砂からなり、「バ」国北西部の国境に近いロングプール地区に分布する。残積土は更新統の分布するバーリンドの段丘で認められ、完新世堆積物の粘土よりも固いと想定される。



出典:バングラデシュ地質調査所

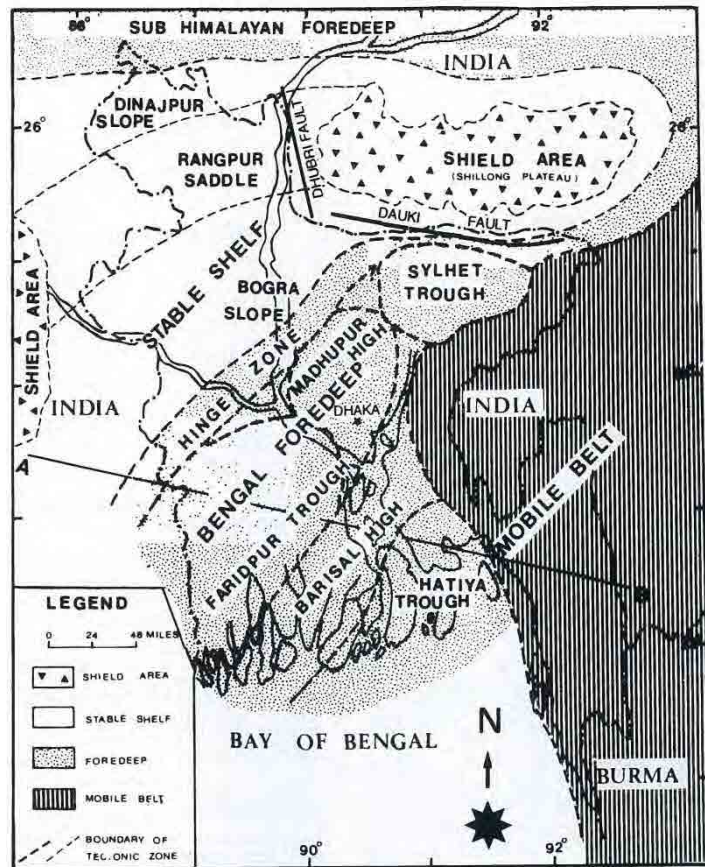
図 4.2.1 バングラデシュ地質図

図 4.2.2 はベンガル堆積盆の構造図と断面図を示す。現在のベンガル・デルタと海底扇状地の複合体は、ガンジス川、ブラマプトラ川、メグナ川との共同作用で世界でも稀に見る大規模な堆積システムを形成している。

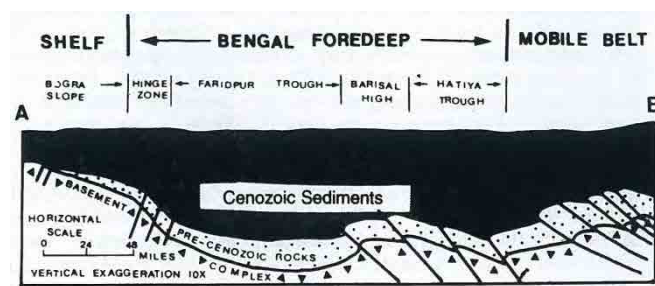
ベンガル堆積盆は沈降と堆積の長い歴史を持っている。ベンガル堆積盆での堆積は古生代ペルム紀の2億9千万年前に始まったとされる。それ以来、幾度も繰り返された海進と海退を通じて、ベンガル堆積盆では堆積が進行し、厚い堆積物層が形成された。

ヒマラヤ山脈の隆起は新第三紀中新世に始まり、新第三紀、第四紀を通じて現在まで続いている。ヒマラヤの隆起は、多量の降雨と流れの強い河川をもたらし、主要河川を通じてベンガル堆積盆に供給される碎屑物を増加させ、堆積盆での堆積層の発達を促進した。

ベンガル堆積盆の沈降に伴い、流量の豊富な河川によって膨大な量の碎屑物がヒマラヤ山脈から供給され、通常の堆積盆よりもずっと厚い完新世堆積物をベンガル堆積盆に形成した。その層厚は、堆積盆の中心で500mを超えると考えられている。



堆積盆の構造図



堆積盆の東西断面

出典: Encyclopaedia of European and Asian Regional Geology

図 4.2.2 ベンガル堆積盆の構造図

4.2.1 ボーリング調査

ボーリング調査は「3. 対象橋梁の選定」において選定された106橋で実施した。ボーリング調査では深さ1.0mごとに標準貫入試験(SPT)を実施した。標準貫入試験はASTM D 1586に準拠

し、N 値 50 以上を最低でも 5m 確認するまでボーリングを実施した。地盤の不均一性に対処するため、一部のボーリングでは、より深い深度まで掘削した。

標準貫入試験で得た乱した資料を用いて、より確かな土質分類を実施するために以下の室内試験を実施した。

- 土粒子の密度 (ASTM D 854)
- 含水比 (ASTM D 2216)
- 液性・塑性限界 (ASTM D 4318)
- 粒度 (ASTM D 422)

土質分類は ASTM D 2487 及び ASTM D 2488 に準拠した。

ボーリング調査結果と室内土質試験結果は柱状図にまとめ、付録 1. 4 の内に示した。

4.2.2 支持層

ボーリング調査、標準貫入試験、室内試験結果から、各橋梁地点で想定されうる支持層を提案し、表 4.2.1 にまとめた。

Barisal 地区の 2 橋梁、R890_16a と R890_28a では、測定された N 値が低いため、適当な支持層を提案できなかった。

Khulna 地区の 1 橋梁、N7_248c と Rajshahi 地区の 1 橋梁、N5_176a では、雲母質砂の出現が確認され、適当な支持層を提案できなかった。

雲母質砂は通常の砂よりも多くの雲母を含み、土粒子の密度も軽いのが特徴である。本事業で確認した内では、雲母質砂における土粒子の密度の最大値は 2.57g/cm^3 であったが、殆どの試料では概ね $2.4\sim 2.5\text{g/cm}^3$ の値を示した。雲母は薄くて壊れやすい構造と、すべりやすい表面を持つ、光沢を有する鉱物であり、バングラデシュの平地に分布する堆積物中には、ごく普通に認められる。しかし、滑りやすく、壊れやすい雲母を多く含む雲母質砂は、N 値や締まり具合から通常想定されうる支持力も周面摩擦力も期待できず、バングラデシュにおける杭基礎の施工において、これまで多くの問題を起こしてきた。これらの経験より、雲母質砂では支持力も周面摩擦力も期待せずに、支持層として想定しないことが、現時点では妥当である。

表 4.2.1 地区対象橋梁所在地の支持層

SN	Bridge Data				Bearing Layer			
	Bridge ID	Zone	Division	Sub-Division	Depth (GL-m)	Soil Type	SPT N Value	Remarks
1	N8_178a	Barisal	Barisal	Barisal	46	Silty Sand w Gravel, SM	50<	
2	N509_19a	Rangpur	Lalmonirhat	Lalmonirhat	23	Poorly Graded Sand w Gravel, SP	50 <	
3	N5_119a	Rajshahi	Pabna	Pabna-1	29	Poorly Graded Silty Sand w Gravel, SP-SM	50<	
4	N5_127a	Rajshahi	Pabna	Ullahpara	28	Silty Sand w Gravel, SM	50 <	
5	N5_176a	Rajshahi	Serajganj	Serajganj-2	No	Micaceous Silty Sand w Gravel, SP-SM	50 < (28m~)	Micaceous sand shall not be used as a bearing layer.
6	N5_235a	Rangpur	Bogra	Bogra	25	Silty Sand w Gravel, SM	50 <	
7	N5_120a	Rajshahi	Pabna	Pabna-1	27	Poorly Graded Silty Sand w Gravel, SP-SM	50 <	
8	N5_128a	Rajshahi	Serajganj	Ullahpara	31	Poorly Graded Silty Sand w Gravel, SP-SM	50 <	
9	N5_158a	Rajshahi	Serajganj	Ullahpara	24	Silty Sand w Gravel, SM	50 <	
10	N5_265a	Rangpur	Gaibanda	Palashbari	22	Poorly Graded Sand w Gravel, SP	50 <	
11	N5_350b	Rangpur	Rangpur	Rangpur	22	Silty Sand w Gravel, SM	50 <	
12	N8_182a	Barisal	Barisal	Barisal	40	Silty Sand w Gravel, SM	30<	
13	N7_025a	Gopalganj	Faridpur	Faridpur-2	38	Silty Sand w Gravel, SM	50<	
14	N7_039a	Gopalganj	Faridpur	Faridpur-1	45	Silty Sand w Gravel, SM	50<	
15	N7_049a	Gopalganj	Faridpur	Faridpur-1	33	Poorly Graded Sand w Gravel, SP	50<	
16	N5_134a	Rajshahi	Serajganj	Ullahpara	29	Poorly Graded Sand w Gravel, SP	50 <	
17	N6_97a	Rajshahi	Natore	Natore-2	27	Poorly Graded Sand w Gravel, SP	50 <	Thickness shall be confirmed during D/D.
18	R681_10a	Rajshahi	Rajshahi	Rajshahi-1	29	Silty Sand w Gravel, SM	50 <	Thickness shall be confirmed during D/D.
19	N5_140a	Rajshahi	Serajganj	Ullahpara	23	Poorly Graded Sand w Gravel, SP	50 <	
20	N5_118a	Rajshahi	Pabna	Pabna-1	25	Silty Sand w Gravel, SM	50<	
21	N704_43a	Khulna	Kushtia	Kushtia	30	Silty Sand w Gravel, SM	50<	
22	N7_248c	Khulna	Bagerhat	Bagerhat-2	No	Micaceous Silty Sand w Gravel, SP-SM	50 < (51m~)	Micaceous sand shall not be used as a bearing layer.

SN	Bridge Data				Bearing Layer			
	Bridge ID	Zone	Division	Sub-Division	Depth (GL-m)	Soil Type	SPT N Value	Remarks
23	N7_054a	Gopalganj	Faridpur	Faridpur-1	52	Silty Sand w Gravel, SM	50<	
24	N5_356a	Rangpur	Rangpur	Rangpur	24	Silty Sand w Gravel, SM	50 <	
25	N7_246a	Khulna	Bagerhat	Bagerhat-2	54	Poorly Graded Silty Sand w Gravel, SP-SM	50<	
26	N8_095a	Gopalganj	Madaripur	Madaripur	36	Poorly Graded Silty Sand w Gravel, SP-SM	50<	
27	N505_2a	Rajshahi	Pabna	Pabna-1	29	Silty Sand w Gravel, SM	50 <	
28	R548_28b	Rajshahi	Naogaon	Naogaon	28	Silty Sand w Gravel, SM	50 <	Thickness shall be confirmed during D/D.
29	N7_036c	Gopalganj	Faridpur	Faridpur-1	33	Silty Sand w Gravel, SM	50<	
30	N7_048a	Gopalganj	Faridpur	Faridpur-1	34	Poorly Graded Sand w Gravel, SP	50<	
31	N5_378a	Rangpur	Dinajpur	Dinajpur	25	Silty Sand w Gravel, SM	50 <	
32	N7_047a	Gopalganj	Faridpur	Faridpur-1	36	Poorly Graded Silty Sand w Gravel, SP-SM	50<	
33	N5_156a	Rajshahi	Serajganj	Ullahpara	28	Silty Sand w Gravel, SP-SM	50 <	
34	N5_172a	Rajshahi	Serajganj	Serajganj-2	32	Silty Sand w Gravel, SM	50 <	
35	N5_179a	Rajshahi	Serajganj	Serajganj-2	25	Silty Sand w Gravel, SM	50 <	
36	N5_188a	Rangpur	Bogra	Sherpur	21	Silty Sand w Gravel, SM	50 <	
37	N5_126a	Rajshahi	Pabna	Pabna-1	24	Poorly Graded Sand w Gravel, SP	50 <	
38	N518_4a	Rangpur	Nilphamari	Nilphamari	31	Fine Sand, SM	50 <	
39	N7_141b	Khulna	Jessore	Jessore-1	38	Silty Sand w Gravel, SM	50<	
40	R720_44a	Khulna	Narail	Narail	48	Poorly Graded Silty Sand w Gravel, SP-SM	50<	
41	N703_Sd	Khulna	Jhenaidah	Jhenaidah	30	Poorly Graded Silty Sand w Gravel, SP-SM	50<	
42	R890_45a	Barisal	Bhola	Bhola	45	Silty Sand w Gravel, SM	50<	
43	N704_14a	Khulna	Jhenaidah	Jhenaidah	31	Poorly Graded Silty Sand w Gravel, SP-SM	50<	
44	N704_33b	Khulna	Kushtia	Kushtia	27	Silty Sand w Gravel, SM	50<	
45	N5_344c	Rangpur	Rangpur	Rangpur	26	Silty Sand w Gravel, SM	50 <	

SN	Bridge Data				Bearing Layer			
	Bridge ID	Zone	Division	Sub-Division	Depth (GL-m)	Soil Type	SPT N Value	Remarks
46	N5_382a	Rangpur	Dinajpur	Dinajpur	38	Silty Sand w Gravel, SM	50 <	
47	N5_360a	Rangpur	Rangpur	Rangpur	28	Silty Sand w Gravel, SM	50 <	
48	Z5025_55a	Rangpur	Dinajpur	Dinajpur	23	Poorly Graded Silty Sand w Gravel, SP-SM	50 <	
49	Z5025_64a	Rangpur	Dinajpur	Dinajpur	22	Silty Sand w Gravel, SM	50 <	
50	Z5401_45a	Rangpur	Bogra	Sherpur	24	Silty Sand w Gravel, SM	50 <	
51	Z5072_14a	Rangpur	Bogra	Sherpur	23	Silty Sand w Gravel, SM, Shale	50 <	
52	Z5025_60a	Rangpur	Dinajpur	Dinajpur	50	Clay w Sand, CL or CH	20<	
53	Z5472_6a	Rangpur	Bogra	Bogra	19	Poorly Graded Silty Sand w Gravel, SP-SM	50 <	
54	N5xx_Sa	Rajshahi	Serajganj	Ullahpara	18	Silty Sand w Gravel, SP-SM	50 <	
55	Z5552_10a	Rangpur	Gaibanda	Gaibandha	21	Poorly Graded Silty Sand w Gravel, SP-SM	50 <	
56	N8_152c	Barisal	Barisal	Barisal1	39	Silty Sand w Gravel, SM	50<	
57	N8_127b	Barisal	Barisal	Barisal1	59	Silt w Sand, ML	50<	
58	Z8052_009d	Barisal	Patuakhali	Patuakhali	53	Silty Sand w Gravel, SM	50<	
59	Z5015_22a	Rangpur	Nilphamari	Nilphamari	23	Poorly Graded Sand w Gravel, SP	50 <	
60	Z5701_1a	Rangpur	Nilphamari	Nilphamari	26	Silty Sand w Gravel, SM	50 <	
61	Z5701_9a	Rangpur	Nilphamari	Nilphamari	18	Poorly Graded Sand w Gravel, SP	50<	
62	R545_115c	Rangpur	Joypurhat	Joypurhat	21	Poorly Graded Sand w Gravel, SP	50 <	
63	R760_049c	Khulna	Satkhira	Satkhira-1	66	Fine Sand, SM	50<	
64	N8_123a	Barisal	Barisal	Barisal1	44	Silty Sand w Gravel, SM	50<	
65	Z8701_3d	Barisal	Pirojpur	Kawkhali	37	Silty Sand w Gravel, SM	50<	
66	N5_260b	Rangpur	Gaibanda	Palashbari	28	Silty Sand w Gravel, SM	50 <	
67	N704_27b	Khulna	Kushtia	Kushtia	24	Silty Sand w Gravel, SM	50<	
68	R750_22c	Khulna	Narail	Narail	45	Poorly Graded Silty Sand w Gravel, SP-SM	50<	

SN	Bridge Data				Bearing Layer			
	Bridge ID	Zone	Division	Sub-Division	Depth (GL-m)	Soil Type	SPT N Value	Remarks
69	N8_129a	Barisal	Barisal	Barisal1	44	Low Plasticity Clay w Sand, CL	30<	
70	R890_16a	Barisal	Bhola	Bhola	No			No appropriate bearing layer was found.
71	R890_21a	Barisal	Bhola	Bhola	50	Silty Sand w Gravel, SM	50<	
72	R890_28a	Barisal	Bhola	Bhola	No			No appropriate bearing layer was found.
73	R548_40a	Rajshahi	Natore	Natore-1	24	Silty Sand w Gravel, SM	50 <	
74	R451_1a	Rajshahi	Seraiganj	Sirajganj-2	33	Silty Sand w Gravel, SM	50 <	
75	R451_7a	Rajshahi	Seraiganj	Sirajganj-2	43	Sand w Gravel, SP	50 <	
76	R550_28b	Rangpur	Joypurhat	Joypurhat	12	Silty Sand w Gravel, SM	50 <	
77	R860_31a	Gopalganj	Shariatpur	Shariatpur	41	Silty Sand w Gravel, SM	50<	
78	Z8708_1c	Barisal	Jhalokati	Jhalokati	37	Silty Sand w Gravel, SM	50<	
79	N5_458a	Rangpur	Panchagarh	Panchagarh	17	Poorly Graded Silty Sand w Gravel, SP-SM	50 <	
80	N5_488a	Rangpur	Panchagarh	Panchagarh	14	Poorly Graded Silty Sand w Gravel, SP-SM	50 <	
81	Z8708_12b	Barisal	Jhalokati	Jhalokati	36	Fine Sand, SM	50<	
82	Z8033_017a	Barisal	Barisal	Barisal1	49	Silty Sand w Gravel, SM	50<	
83	R860_34a	Gopalganj	Shariatpur	Shariatpur	31	Silty Sand w Gravel, SM	50<	
84	R860_44c	Gopalganj	Shariatpur	Shariatpur	48	Silty Sand w Gravel, SM	50<	
85	R860_53d	Gopalganj	Shariatpur	Shariatpur	38	Poorly Graded Sand w Gravel, SP	50<	
86	N8_69a	Gopalganj	Madaripur	Bhanga	41	Poorly Graded Silty Sand w Gravel, SP-SM	50<	
87	Z6010_12b	Rajshahi	Rajshahi	Rajshahi-2	26	Silty Sand w Gravel, SM	50 <	Thickness shall be confirmed during D/D.
88	Z5008_1a	Rangpur	Dinajpur	Dinajpur	18	Silty Sand w Gravel, SM	50 <	
89	Z5024_5c	Rangpur	Rangpur	Rangpur-1	25	Silty Sand w Gravel, SP-SM	50 <	
90	Z5025_46a	Rangpur	Dinajpur	Dinajpur	34	Fine Sand, SM	50 <	
91	Z5040_4a	Rangpur	Bogra	Sherpur	25	Sand w Gravel, SP	50 <	

SN	Bridge Data				Bearing Layer			
	Bridge ID	Zone	Division	Sub-Division	Depth (GL-m)	Soil Type	SPT N Value	Remarks
92	Z8810_13a	Barisal	Barisal	Barisal1	57	Silty Sand w Gravel, SM	30<	
93	R585_80a	Rangpur	Dinajpur	Fulbari	24	Silty Sand w Gravel, SM	50 <	
94	Z8033_008a	Barisal	Barisal	Barisal1	51	Silty Sand w Gravel, SM	50<	
95	Z8033_019a	Barisal	Barisal	Barisal1	45	Low Plasticity Clay w Sand, CL	20<	
96	Z8034_011a	Barisal	Barisal	Barisal1	38	Silty Sand w Gravel, SM	50<	
97	Z8044_004a	Barisal	Barisal	Barisal2	39	Silty Sand w Gravel, SM	50<	
98	R760_003a	Khulna	Khulna	Khulna-2	50	Silty Sand w Gravel, SM	50<	
99	R860_35a	Gopalganj	Shariatpur	Shariatpur	34	Poorly Graded Silty Sand w Gravel, SP-SM	50<	
100	Z5041_2a	Rajshahi	Serajganj	Sirajganj-2	30	Silty Sand w Gravel, SM	50 <	
I	N706_14b	Khulna	Jessore	Jessore-1	39	Silty Sand w Gravel, SM	50<	
II	N5_435a	Rangpur	Thakurgaon	Thakurgaon	18	Poorly Graded Silty Sand w Gravel, SP-SM	50 <	
III	N704_12c	Khulna	Jhenaidah	Jhenaidah	37	Silty Sand w Gravel, SM	50<	
IV	N805_24a	Gopalganj	Gopalganj	Bhatiapara	34	Silty Sand w Gravel, SM	50<	
V	R750_25a	Khulna	Narail	Narail	37	Silty Sand w Gravel, SM	50<	
VI	Z7503_5a	Khulna	Narail	Narail	44	Silty Sand w Gravel, SM	50<	

*SN(シリアルナンバー)は事業対象候補橋梁 106 橋選定時のランクである。

出典: JICA 調査団

4.3 気象・水文

4.3.1 概要

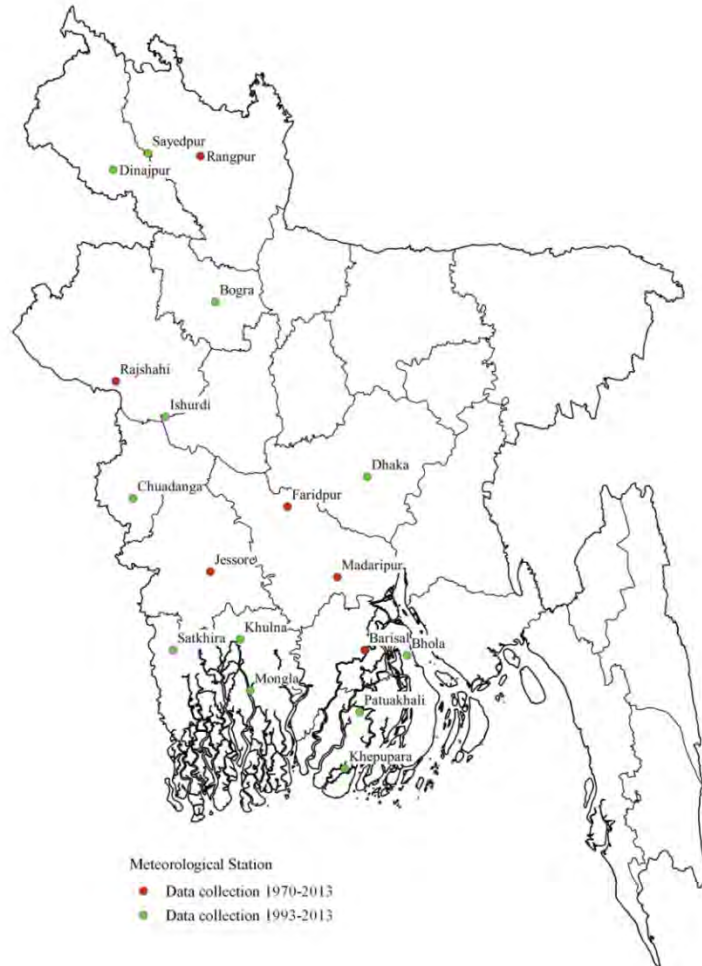
「バ」国は熱帯モンスーン地域に位置し、対象区域の気候は、高温、豪雨、しばし過湿となり、かなり顕著な季節変動により特徴づけられる。その気候の最も顕著な特徴としては、南アジア亜大陸の循環システムで欠くことのできない部分である夏季と冬季の循環風の反転である。「バ」国の気候上の観点からは、11月から2月までの寒乾季、3月から5月までのモンスーン前の暑季、6月から10月まで続く雨のモンスーン季の3つの異なった季節が認識される。

「バ」国は、国自体の 12 倍の面積からの雨水を排出しなければならない。文献によれば、国外から「バ」国に到達する雨水の量は、「バ」国の大きさに換算して 10.3m の深さの湖を形成する。平坦で低地であるその地形が、最も特徴のある地形学的特徴である：国の 60%は海拔 6m 以下にある。そのため、「バ」国では洪水が頻繁に発生して、「バ」国の平均 20%が毎年氾濫する。図 4.3.1 に示すとおり、「バ」国には、およそ 24,140km の総延長をもち、支川を含み、およそ 700 の河川の総数をもつ水系がある。これらの水系の中で、「バ」国には、その影響においてとても大きな (1) Brahmaputra-Jamuna, (2) Ganges-パドマ, (3) Surma-Meghna 河川システムの 3 つの主要河川システムがある。これらの 3 河川は国際及び越境河川で、「バ」国には総流域面積の 8%があり、残り 62%はインド、中国に 8%、ブータンに 4%ある。

「バ」国の水文についてのデータに関して、気象データは MoD(防衛省)傘下の BMD(バングラデシュ気象局)、水位、流出量及び土砂量等の水文データは MoWR(水資源省)傘下の BWDB(バングラデシュ水開発局)にて運営管理されている。

「バ」国の BMD には 35 の気象データの総観観測ステーションがあり、これらのうち、図 4.3.2 と表 4.3.1 に示す 18 の観測所の気象データを収集する。

そして、BWDB のおよそ 500 の水文観測所の中で、図 4.3.3 に示す 86 観測所の水位データを収集する。(同様に、流出量に関して、5 観測所のデータを収集する。)



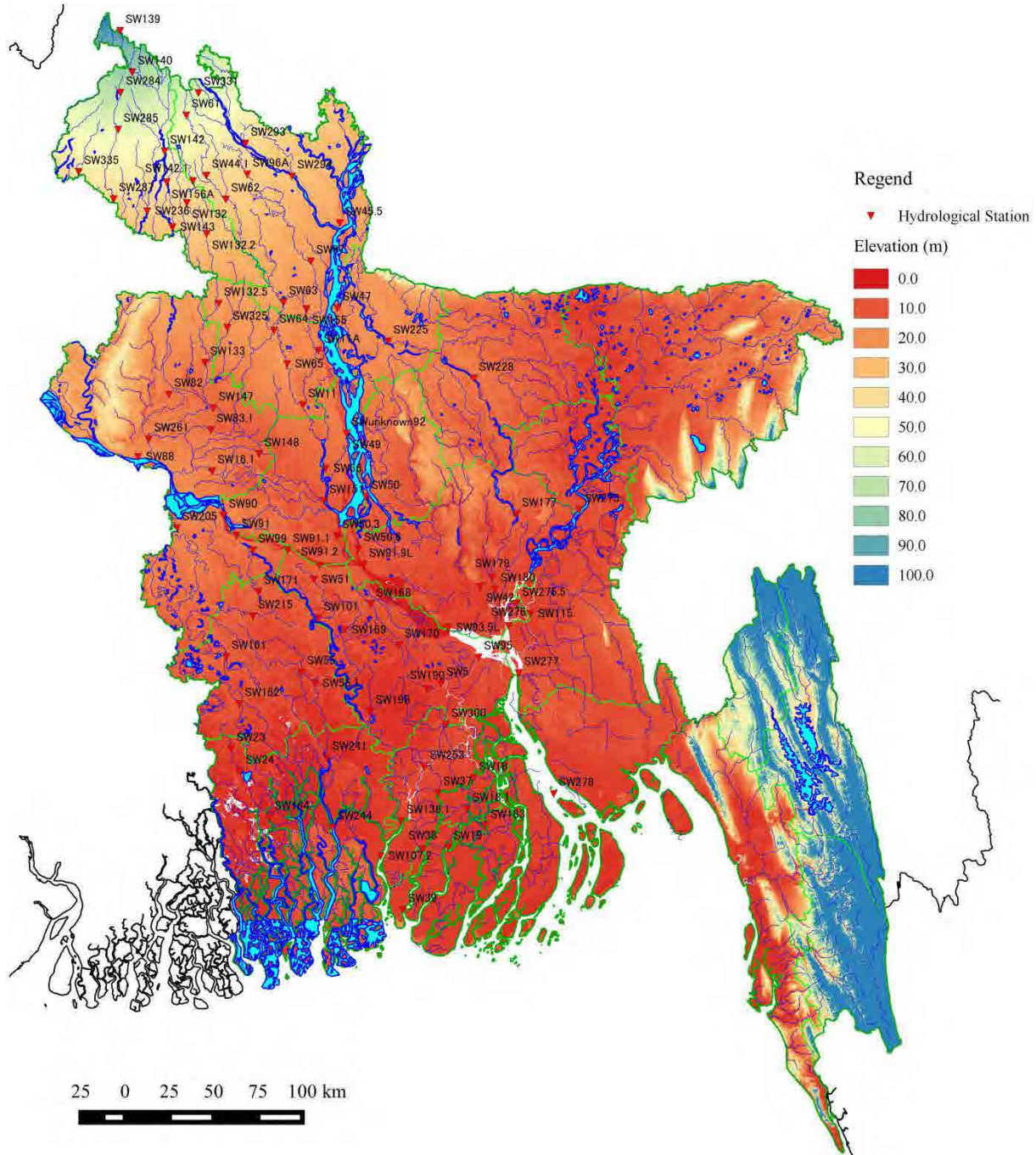
出典：JICA 調査団, BMD

図 4.3.2 データ収集した気象観測所の位置

表 4.3.1 データ収集した気象観測所の一覧

No.	Name	Station ID (WMO)	Year of Establishment	Elevation (m)	Latitude	Longitude	Period of Record					Remarks
							Temperature	Humidity	Wind	Sunshine Hrs.	Rainfall	
1	Barisal	41950	1883	2.10	22.71667	90.36667	1970-2013	1969-2012	2003-2013	1970-2013	1970-2013	
2	Faridpur	41929	1883	8.10	23.60000	89.85000	1970-2013	1969-2012	2003-2013	1985-2013	1970-2013	
3	Jessore	41936	1867	6.10	23.20000	89.33333	1970-2013	1969-2012	2003-2013	1970-2013	1970-2013	
4	Madaripur	41939	1976	7.00	23.16667	90.18333	1977-2013	1977-2013	2003-2013	1985-2013	1977-2013	
5	Rajshahi	41895	1883	19.50	24.36667	88.70000	1971-2013	1969-2013	2003-2013	1979-2013	1971-2013	
6	Rangpur	41859	1883	32.61	25.73333	89.26667	1970-2013	1969-2013	2003-2013	1979-2013	1970-2013	
7	Dhaka	41923	1949	8.45	23.78333	90.38333	2003-2013	2003-2013	2003-2013	2003-2013	1993-2013	
8	Ishwardi(Ishrdi)	41907	1963	12.90	24.15000	89.03333	2003-2013	2003-2013	2003-2013	2003-2013	1993-2013	
9	Bogra	41883	1884	17.90	24.85000	89.36667	2003-2013	2003-2013	2003-2013	2003-2013	1993-2013	
10	Dinajpur	41863	1883	37.58	25.65000	88.68333	2003-2013	2003-2013	2003-2013	2003-2013	1993-2013	
11	Sayedpur(Sydpur)	41858	1980	39.60	25.75000	88.91667	2003-2013	2003-2013	2003-2013	2003-2013	1993-2013	
12	Khulna	41947	1921	2.10	22.78333	89.53333	2003-2013	2003-2013	2003-2013	2003-2013	1993-2013	
13	Mongla	41958	1988	1.80	22.46667	89.60000	2003-2013	2003-2013	2003-2013	2003-2013	1993-2013	
14	Satkhira	41946	1877	3.96	22.71667	89.08333	2003-2013	2003-2013	2003-2013	2003-2013	1993-2013	
15	Chuadanga	41926	1986	11.58	23.65000	88.81667	2003-2013	2003-2013	2003-2013	2003-2013	1993-2013	
16	Patuakhali	41906	1973	1.50	22.33333	90.33333	2003-2013	2003-2013	2003-2013	2003-2013	1993-2013	
17	Khepupara	41984	1973	1.83	21.98333	90.23333	2003-2013	2003-2013	2003-2013	2003-2013	1993-2013	
18	Bhola	41951	1965	4.30	22.68333	90.65000	2003-2013	2006-2010	2003-2013	2003-2013	1993-2013	

出典：JICA 調査団, BMD



出典：JICA 調査団，BWDB

図 4.3.3 データ収集した水文観測所の位置

4.3.2 気象概況

(1) 一般気象概況

1) 温度

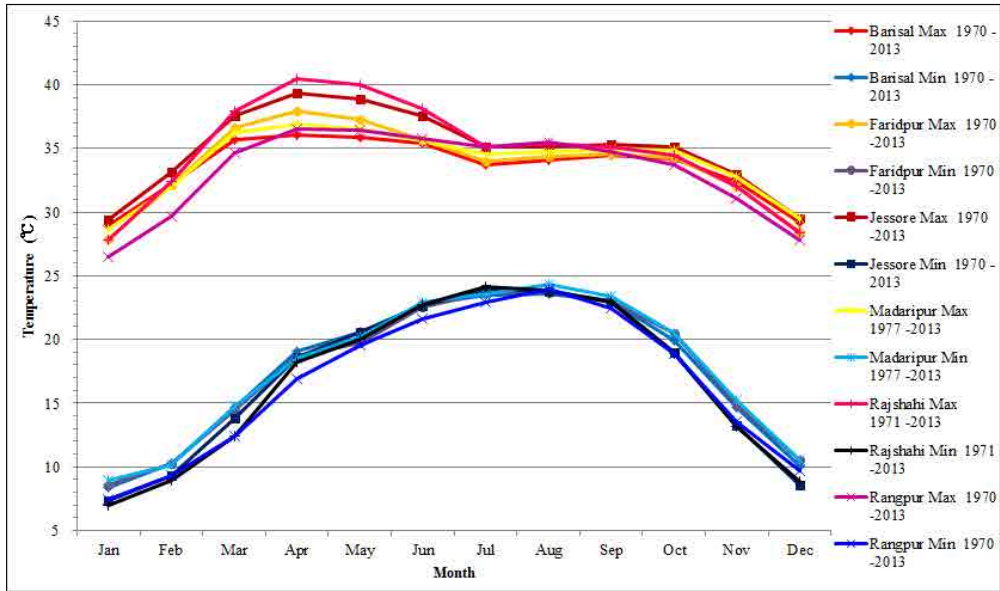
6 観測所での平均の月間最大、最低気温を図 4.3.4 に示す、18 観測所での月間平均気温を図 4.3.5 に示す。（また、データを表 4.3.2 に示す。）

表 4.3.2 月間最大、平均、最低気温

Station	Item	Period of Record	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Average	Remarks
Barisal	Maximum	1970 -2013	28.9	32.2	35.7	36.0	35.8	35.4	33.8	34.1	34.5	34.2	32.4	29.2	33.5	
	Average	1970 -2013	18.4	21.6	26.1	28.5	28.9	28.7	28.2	28.3	28.3	27.5	24.0	19.7	25.7	
	Minimum	1970 -2013	8.4	10.3	14.6	19.1	20.6	22.7	23.5	23.6	23.0	19.9	14.6	10.0	17.5	
Faridpur	Maximum	1970 -2013	27.9	32.1	36.6	38.0	37.3	35.7	34.0	34.4	34.6	34.2	32.0	28.5	33.8	
	Average	1970 -2013	18.0	21.2	26.0	28.6	28.8	28.9	28.6	28.8	28.7	27.6	23.9	19.5	25.7	
	Minimum	1970 -2013	8.5	10.3	14.4	18.7	19.8	22.6	23.7	23.6	23.0	20.5	14.8	10.5	17.5	
Jessore	Maximum	1970 -2013	29.4	33.2	37.5	39.3	38.9	37.5	35.1	35.1	35.3	35.1	33.0	29.5	34.9	
	Average	1970 -2013	18.1	21.4	26.4	29.6	30.0	29.6	29.0	29.0	28.9	27.6	23.7	19.2	26.1	gap 1978
	Minimum	1970 -2013	7.4	9.3	13.8	18.6	20.5	22.6	24.0	23.7	23.1	19.0	13.3	8.6	17.0	gap 1978
Madaripur	Maximum	1977 -2013	28.6	32.0	36.2	36.9	36.5	35.6	34.6	34.8	34.9	34.8	32.8	29.5	33.9	gap 1979
	Average	1977 -2013	18.7	21.5	26.1	28.5	28.9	29.1	28.8	29.0	29.0	27.9	24.6	20.3	26.0	gap 1979
	Minimum	1977 -2013	8.9	10.2	14.8	18.5	20.2	22.9	23.6	24.3	23.4	20.5	15.2	10.6	17.8	gap 1979
Rajshahi	Maximum	1971 -2013	27.8	32.4	38.0	40.4	40.0	38.2	35.1	35.4	35.1	34.5	32.0	28.4	34.8	
	Average	1971 -2013	17.2	20.4	25.4	29.5	29.6	29.7	29.0	29.2	28.8	27.2	23.2	18.9	25.7	gap 1977_1981-1982
	Minimum	1971 -2013	6.9	8.9	12.4	18.2	20.0	22.7	24.2	23.8	22.9	18.9	13.2	8.9	16.8	gap 1977_1981-1982
Rangpur	Maximum	1970 -2013	26.5	29.7	34.6	36.5	36.5	35.8	35.1	35.5	34.7	33.7	31.1	27.8	33.1	gap 1973-1977
	Average	1970 -2013	16.7	19.5	23.6	26.4	27.5	28.5	28.7	29.1	28.3	26.5	22.8	18.8	24.7	gap 1973-1977
	Minimum	1970 -2013	7.5	9.4	12.5	16.9	19.5	21.6	22.9	23.9	22.5	18.9	13.5	9.7	16.6	gap 1973-1977
Dhaka	Maximum	2003 -2013	28.3	32.3	36.0	36.9	36.8	36.0	34.8	35.0	35.1	34.9	32.3	29.2	34.0	
	Average	2003 -2013	18.2	22.5	26.7	28.8	29.3	29.2	29.0	29.0	28.7	27.6	24.0	20.1	26.1	
	Minimum	2003 -2013	9.8	12.6	16.5	19.5	20.7	22.6	24.1	24.2	24.1	20.9	15.6	11.7	18.5	
Ishwardi (Ishrdi)	Maximum	2003 -2013	27.5	32.7	37.7	39.7	39.5	38.2	35.6	36.0	35.6	34.8	32.1	28.9	34.9	
	Average	2003 -2013	15.7	20.1	25.3	28.8	29.3	29.4	28.9	29.0	28.5	26.5	22.2	17.9	25.1	
	Minimum	2003 -2013	6.3	9.4	12.7	18.7	20.6	22.8	24.5	24.9	23.9	19.0	12.6	8.1	17.0	
Bogra	Maximum	2003 -2013	27.8	31.7	35.5	37.2	38.4	37.1	35.5	36.0	36.1	35.1	32.6	29.8	34.4	
	Average	2003 -2013	16.4	20.8	25.3	27.8	28.8	29.1	29.2	29.3	28.8	27.1	23.2	18.9	25.4	
	Minimum	2003 -2013	7.4	10.6	14.6	19.4	20.7	22.8	24.7	24.6	24.0	19.9	13.9	9.9	17.7	
Dinajpur	Maximum	2003 -2013	26.9	30.7	35.4	37.2	38.1	37.4	35.4	35.8	35.4	33.9	31.5	28.1	33.8	
	Average	2003 -2013	15.3	19.8	24.2	26.7	28.2	28.9	29.1	29.3	28.7	26.4	22.1	17.8	24.7	
	Minimum	2003 -2013	6.8	9.3	13.5	18.0	20.1	22.0	24.3	24.8	23.6	18.5	12.5	8.8	16.9	
Sayedpur (Sydpur)	Maximum	2003 -2013	27.0	30.9	35.2	36.5	37.7	37.0	35.6	36.3	35.7	34.4	31.4	28.5	33.9	
	Average	2003 -2013	15.8	20.2	24.3	26.6	28.0	28.9	29.1	29.4	28.7	26.5	22.3	18.3	24.8	
	Minimum	2003 -2013	6.8	10.0	13.7	17.8	19.7	21.4	23.9	24.4	23.3	18.6	12.8	9.0	16.8	
Khulna	Maximum	2003 -2013	28.9	33.1	36.6	38.2	38.0	37.3	35.1	35.2	35.3	35.1	32.3	29.2	34.5	
	Average	2003 -2013	18.1	22.3	26.8	29.6	30.1	29.9	29.0	29.1	28.9	27.6	24.0	19.6	26.2	
	Minimum	2003 -2013	9.4	12.0	15.7	20.1	21.4	23.1	24.6	24.5	24.3	20.4	15.3	10.9	18.5	
Mongla	Maximum	2003 -2013	29.3	33.6	37.0	38.2	38.5	37.0	34.8	35.0	35.3	35.1	32.5	29.4	34.6	
	Average	2003 -2013	18.6	22.6	27.0	29.5	30.0	29.6	28.7	28.7	28.6	27.6	24.2	20.1	26.3	
	Minimum	2003 -2013	9.9	12.8	16.9	20.6	21.5	23.5	24.5	24.6	24.5	21.3	16.0	11.8	19.0	
Satkhira	Maximum	2003 -2013	28.7	33.0	36.5	38.0	38.2	37.4	34.8	35.0	34.9	34.5	32.0	28.8	34.3	
	Average	2003 -2013	17.7	21.9	26.5	29.4	30.2	30.0	29.0	29.0	28.7	27.2	23.3	19.0	26.0	
	Minimum	2003 -2013	8.5	11.3	15.0	19.9	21.3	23.2	24.4	24.6	24.2	20.0	14.1	9.3	18.0	
Chuadanga	Maximum	2003 -2013	28.2	33.5	38.1	40.1	39.8	38.9	35.7	36.0	35.7	35.1	32.3	28.8	35.2	
	Average	2003 -2013	15.9	20.4	25.5	28.9	29.7	29.4	28.5	28.6	28.2	26.4	22.2	17.7	25.1	
	Minimum	2003 -2013	6.6	9.6	12.8	19.4	20.8	22.8	24.6	24.7	23.8	18.9	12.7	7.9	17.0	
Patuakhali	Maximum	2003 -2013	29.5	33.3	36.3	37.0	37.0	35.9	34.0	34.9	35.0	35.2	32.6	30.2	34.2	
	Average	2003 -2013	18.3	22.2	26.5	28.8	29.5	29.2	28.5	28.6	28.4	27.5	23.9	19.8	25.9	
	Minimum	2003 -2013	9.7	11.9	15.9	20.2	21.5	23.3	24.5	24.5	24.1	20.9	15.3	10.9	18.6	
Khepupara	Maximum	2003 -2013	29.6	32.8	35.5	36.2	35.8	35.3	33.7	33.9	34.4	34.7	32.3	30.0	33.7	
	Average	2003 -2013	18.6	22.4	26.6	29.0	29.8	29.4	28.6	28.6	28.5	27.5	24.0	19.9	26.1	
	Minimum	2003 -2013	9.7	11.8	15.9	20.4	21.7	23.6	24.0	24.4	24.0	20.8	15.1	10.6	18.5	
Bhola	Maximum	2003 -2013	29.0	32.2	35.4	35.6	35.9	35.4	33.7	34.2	34.3	34.5	32.2	29.4	33.5	
	Average	2003 -2013	17.7	21.7	26.0	28.4	29.1	28.9	28.3	28.5	28.2	27.4	23.7	19.4	25.6	
	Minimum	2003 -2013	9.1	11.5	15.5	20.0	21.6	23.4	24.5	24.4	24.2	21.1	15.1	10.8	18.4	

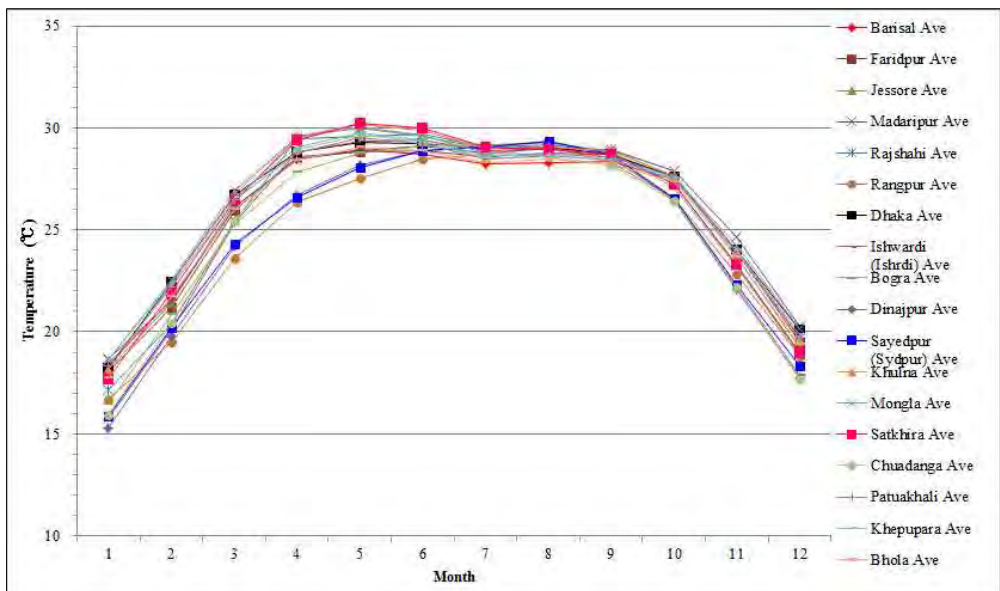
出典：JICA 調査団, BMD

18(6)観測所の温度データは、ほぼ同様の傾向を示す。対象地域では1月がもっとも寒い月である。しかし、最大気温のピークは4月に観測され、最低気温のピークは7-8月である。平均気温のピークは北西部の4都市(Rangpur, Dinajpur, Sayedpur, Bogra)では8月、その他の地域は5月か6月に観測される。「バ」国西部地域の月間平均気温は、おおよそ17°Cから29°Cまでの幅をもつ。



出典：JICA 調査団，BMD

図 4.3.4 6 観測所での月間最大、最低気温



出典：JICA 調査団，BMD

図 4.3.5 18 観測所での月間平均気温

2) 相対湿度

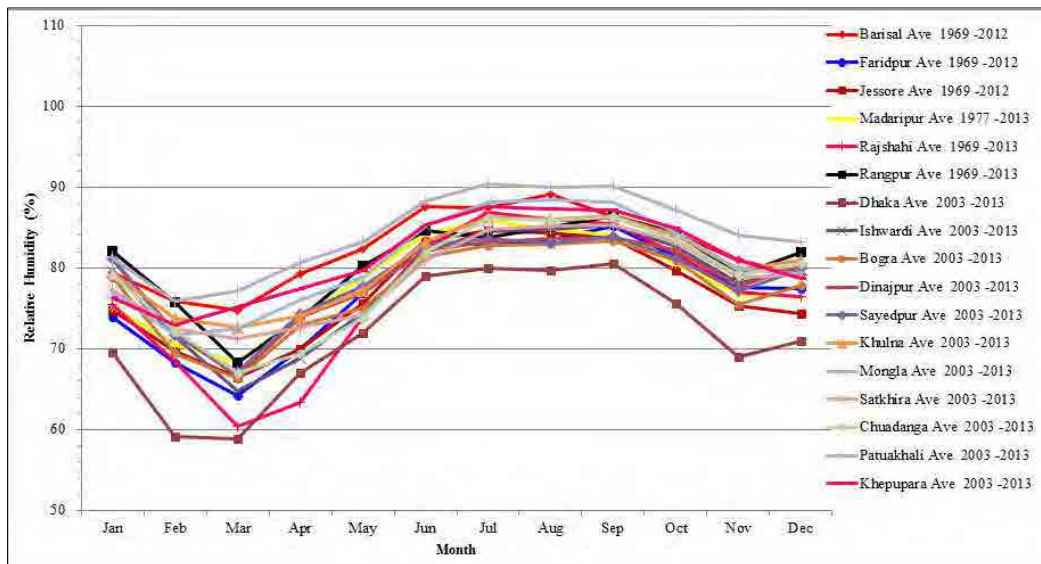
17 観測所での月間平均相対湿度を図 4.3.6 と表 4.3.3 に示す。

最も低い平均相対湿度は 2 月-3 月に記録され、最も高い湿度は雨季の間にある。しかし、相対湿度は、年間を通して総じて高く、しばしば過度の湿気をもつ。

表 4.3.3 17 観測所での月間平均相対湿度

Station	Item	Period of Record	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Average	Remarks
Barisal	Average	1969 -2012	79.5	75.9	74.8	79.3	82.3	87.6	87.4	89.1	86.3	84.2	81.0	79.2	82.2	Gap 2002
Faridpur	Average	1969 -2012	74.0	68.4	64.2	70.0	76.8	83.4	82.8	83.5	85.2	81.4	77.6	77.5	77.1	Gap 2002
Jessore	Average	1969 -2012	74.8	69.7	66.5	70.0	75.6	83.4	84.6	84.3	83.6	79.7	75.3	74.3	76.8	Gap 1978 -2002
Madaripur	Average	1977 -2013	75.1	70.6	68.2	74.0	78.7	84.2	85.8	84.7	84.1	80.6	76.7	76.5	78.3	Gap 1979 -2002
Rajshahi	Average	1969 -2013	75.4	68.4	60.4	63.4	73.9	82.7	86.8	86.0	85.4	81.8	77.0	76.4	76.5	Gap 2002
Rangpur	Average	1969 -2013	82.1	75.7	68.3	73.7	80.2	84.6	83.8	85.0	86.4	84.4	79.1	81.9	80.4	Gap 2002
Dhaka	Average	2003 -2013	69.5	59.2	58.8	67.0	71.9	79.0	80.0	79.6	80.5	75.6	69.0	71.0	71.8	
Ishwardi	Average	2003 -2013	79.5	71.5	64.8	68.8	74.5	81.9	84.6	84.7	85.3	82.7	78.1	79.8	78.0	
Bogra	Average	2003 -2013	78.8	69.4	66.4	72.9	75.0	81.4	82.7	83.0	83.3	81.0	75.5	77.9	77.3	
Dinajpur	Average	2003 -2013	81.3	71.9	66.5	73.9	76.9	82.3	83.2	83.6	83.7	82.3	77.7	80.2	78.6	
Sayedpur	Average	2003 -2013	81.1	71.7	67.2	74.4	77.7	82.7	83.6	83.1	83.9	81.3	77.1	79.8	78.6	
Khulna	Average	2003 -2013	79.4	73.7	72.6	74.0	77.1	83.3	86.3	86.0	86.5	84.0	79.9	80.9	80.3	
Mongla	Average	2003 -2013	77.0	71.7	72.5	76.1	78.8	85.2	88.1	88.4	88.2	84.3	79.9	79.3	80.8	
Satkira	Average	2003 -2013	77.3	72.5	71.3	72.7	74.3	80.9	84.7	85.2	85.3	83.2	78.9	79.1	78.8	
Chuadanga	Average	2003 -2013	79.1	72.2	67.0	69.5	73.8	81.9	86.2	85.9	86.3	83.5	79.1	80.6	78.8	
Patuakhali	Average	2003 -2013	81.3	75.9	77.1	80.6	83.3	88.3	90.5	89.9	90.1	87.1	84.1	83.2	84.3	
Khepupara	Average	2003 -2013	76.3	72.9	75.2	77.4	79.7	85.3	87.6	87.3	87.1	84.9	80.9	78.7	81.1	
Bhola	Average	2006 -2010	86.0	99.0	93.5	83.5	101.5	90.0	89.0	103.0	90.5	89.0	98.0	94.5	93.1	
Bangaldesh	Average		78.2	72.8	69.7	73.4	78.5	83.8	85.4	86.2	85.7	82.8	79.2	79.5	79.6	

出典：JICA 調査団, BMD



出典：JICA 調査団, BMD

図 4.3.6 17 観測所での月間平均相対湿度

3) 風速及び風向

17(18)観測所での月間最大及び平均風速を図 4.3.7、図 4.3.8、表 4.3.4 と表 4.3.5 に示す。

「バ」国での風向は夏季と冬季の季節風の反転に特徴づけられる。冬季の間、高気圧の中心はインド北西部にある。寒気の流れは、この高気圧から東方に流れ、右回り、ほぼ直角にその経路を変えることにより北東方面より「バ」国に入る。この風は南アジア亜大陸の冬季モンスーンの循環の一環である。この季節の間は、「バ」国の中の風は一般に北からの成分をもつ。一方、夏季の間、低気圧の中心は、激しい地表熱によりインドの中西部で発達する。結果として、ベンガル湾から暖気と湿り空気が、「バ」国の中を通過して、上記の低気圧に向かって流れる。この風は、亜大陸の夏季のモンスーンの循環の一環である。そのため、夏季の間の「バ」国の卓越風の風向は一般に南からの成分をもつ。

平均風速は Jessore を除き、おおよそ 1-3m/s の範囲内にある。最大風速は、「バ」国南部でサイクロンの影響を受け、その値は 2007 年 Barisal で 40m/s を記録した。

表 4.3.4 17 観測所での月間最大風速

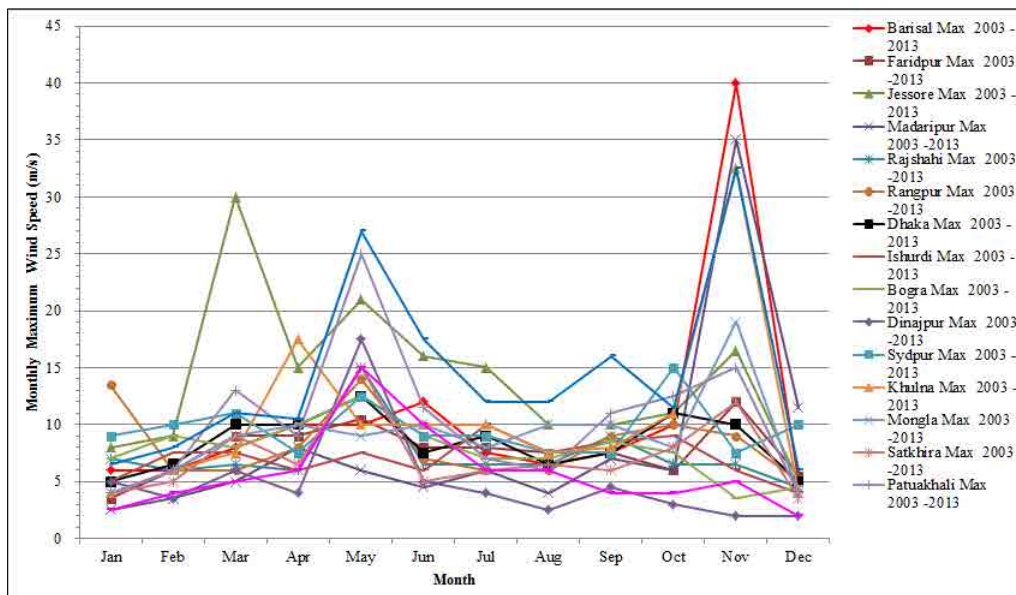
Station	Item	Period of Record	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Max	Remarks
Dhaka	Maximum	2003 -2013	5.0	6.5	10.0	10.0	12.5	7.5	9.0	6.5	7.5	11.0	10.0	5.0	12.5	
Faridpur	Maximum	2003 -2013	3.5	6.0	9.0	9.0	10.5	8.0	8.0	7.5	7.5	6.0	12.0	5.5	12.0	
Madaripur	Maximum	2003 -2013	2.5	3.5	5.0	8.0	6.0	4.5	6.0	4.0	7.0	6.0	35.0	11.5	35.0	
Rajshahi	Maximum	2003 -2013	7.0	6.0	6.5	6.0	15.0	6.5	6.5	6.5	9.0	6.5	6.5	4.5	15.0	
Ishurdi	Maximum	2003 -2013	5.0	7.5	7.5	6.0	7.5	6.0	10.0	7.5	8.5	9.0	6.0	4.0	10.0	
Bogra	Maximum	2003 -2013	7.0	9.0	8.0	10.0	12.5	9.0	7.0	7.0	8.5	7.5	3.5	4.5	12.5	
Rangpur	Maximum	2003 -2013	13.5	6.0	6.0	8.0	14.0	7.0	6.0	6.0	9.0	10.0	9.0	5.0	14.0	
Dinajpur	Maximum	2003 -2013	5.0	3.5	6.0	4.0	17.5	5.0	4.0	2.5	4.5	3.0	2.0	2.0	17.5	
Sydpur	Maximum	2003 -2013	9.0	10.0	11.0	7.5	12.5	9.0	9.0	7.5	7.5	15.0	7.5	10.0	15.0	
Khulna	Maximum	2003 -2013	4.0	6.0	7.5	17.5	10.0	10.0	10.0	7.5	8.0	11.0	32.5	4.0	32.5	
Mongla	Maximum	2003 -2013	4.0	6.0	9.0	10.0	9.0	10.0	8.0	10.0	10.0	8.0	19.0	4.0	19.0	
Satkhira	Maximum	2003 -2013	4.0	5.0	9.0	6.5	15.0	5.0	6.0	6.5	6.0	8.0	12.0	3.5	15.0	
Jessore	Maximum	2003 -2013	8.0	9.0	30.0	15.0	21.0	16.0	15.0	10.0	10.0	11.0	16.5	5.0	30.0	
Barisal	Maximum	2003 -2013	6.0	6.0	8.0	10.0	10.0	12.0	7.5	6.5	7.5	10.0	40.0	5.0	40.0	
Patuakhali	Maximum	2003 -2013	4.0	6.0	13.0	9.0	25.0	11.5	7.0	6.0	11.0	12.5	15.0	4.0	25.0	
Khepupara	Maximum	2003 -2013	6.5	8.0	11.0	10.5	27.0	17.5	12.0	12.0	16.0	11.5	32.5	6.0	32.5	
Bhola	Maximum	2003 -2013	2.5	4.0	5.0	6.0	15.0	10.0	6.0	6.0	4.0	4.0	5.0	2.0	15.0	
Bangladesh	Maximum	2003 -2013	13.5	10.0	30.0	17.5	27.0	17.5	15.0	12.0	16.0	15.0	40.0	11.5	40.0	

出典：BMD

表 4.3.5 18 観測所での月間平均風速

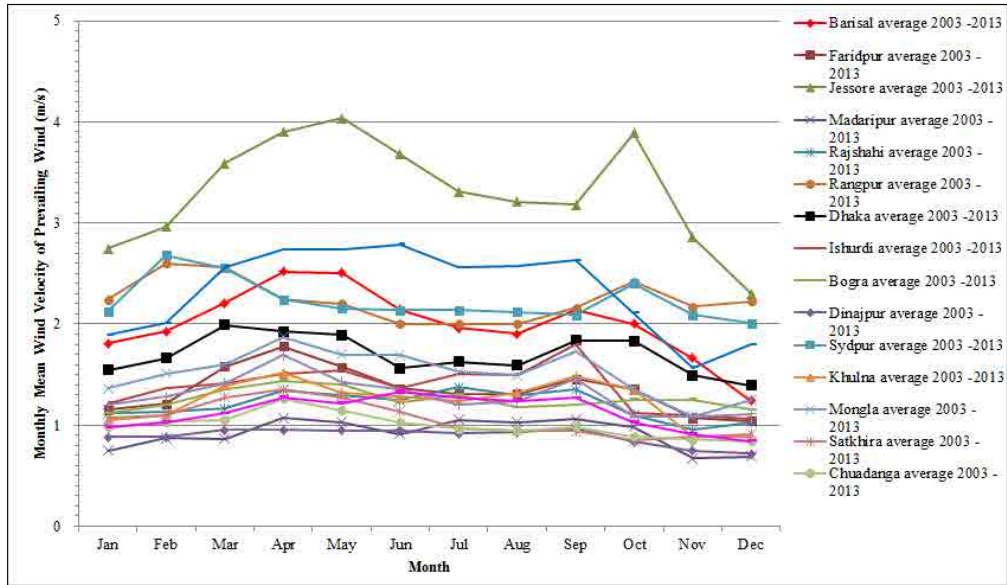
Station	Item	Period of Record	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Average	Remarks
Dhaka	Average	2003 -2013	1.55	1.66	1.99	1.93	1.89	1.56	1.63	1.59	1.84	1.83	1.49	1.39	2.0	
Faridpur	Average	2003 -2013	1.15	1.21	1.58	1.78	1.57	1.36	1.31	1.31	1.46	1.36	1.07	1.04	1.8	
Madaripur	Average	2003 -2013	0.75	0.87	0.86	1.07	1.03	0.91	1.05	1.03	1.06	0.98	0.67	0.69	1.1	
Rajshahi	Average	2003 -2013	1.12	1.13	1.16	1.35	1.29	1.25	1.37	1.29	1.35	1.10	0.95	1.03	1.4	
Ishurdi	Average	2003 -2013	1.22	1.36	1.42	1.51	1.54	1.36	1.51	1.50	1.80	1.12	1.10	1.06	1.8	
Bogra	Average	2003 -2013	1.12	1.20	1.36	1.44	1.40	1.22	1.30	1.18	1.20	1.25	1.25	1.15	1.4	
Rangpur	Average	2003 -2013	2.24	2.60	2.56	2.24	2.20	2.00	2.00	2.00	2.16	2.42	2.18	2.23	2.6	
Dinajpur	Average	2003 -2013	0.88	0.88	0.95	0.95	0.95	0.95	0.92	0.93	0.97	0.84	0.75	0.72	1.0	
Sydpur	Average	2003 -2013	2.13	2.68	2.55	2.25	2.15	2.14	2.14	2.12	2.09	2.40	2.09	2.01	2.7	
Khulna	Average	2003 -2013	1.05	1.10	1.39	1.52	1.32	1.28	1.24	1.32	1.48	1.35	0.89	0.88	1.5	
Mongla	Average	2003 -2013	1.36	1.51	1.60	1.87	1.70	1.69	1.53	1.49	1.73	1.36	1.09	1.25	1.9	
Satkhira	Average	2003 -2013	1.07	1.09	1.27	1.35	1.27	1.14	0.97	0.95	0.94	0.85	0.88	0.91	1.4	
Jessore	Average	2003 -2013	2.75	2.96	3.59	3.90	4.04	3.68	3.31	3.21	3.18	3.89	2.86	2.30	4.0	
Chuadanga	Average	2003 -2013	0.98	1.04	1.05	1.26	1.15	1.03	0.96	0.95	0.98	0.89	0.86	0.84	1.3	
Barisal	Average	2003 -2013	1.81	1.93	2.21	2.52	2.51	2.15	1.96	1.90	2.14	2.00	1.66	1.24	2.5	
Patuakhali	Average	2003 -2013	1.20	1.28	1.42	1.69	1.43	1.35	1.20	1.24	1.46	1.08	1.09	1.11	1.7	
Khepupara	Average	2003 -2013	1.89	2.01	2.56	2.74	2.74	2.79	2.56	2.57	2.63	2.11	1.57	1.80	2.8	
Bhola	Average	2003 -2013	0.98	1.03	1.12	1.27	1.22	1.34	1.27	1.24	1.27	1.03	0.91	0.84	1.3	
Bangladesh	Average	2003 -2013	1.40	1.53	1.70	1.81	1.74	1.62	1.57	1.54	1.65	1.55	1.30	1.25	1.8	

出典：BMD



出典：BMD

図 4.3.7 18 観測所での月間最大風速



出典：BMD

図 4.3.8 18 観測所での月間平均風速

4) 日照時間

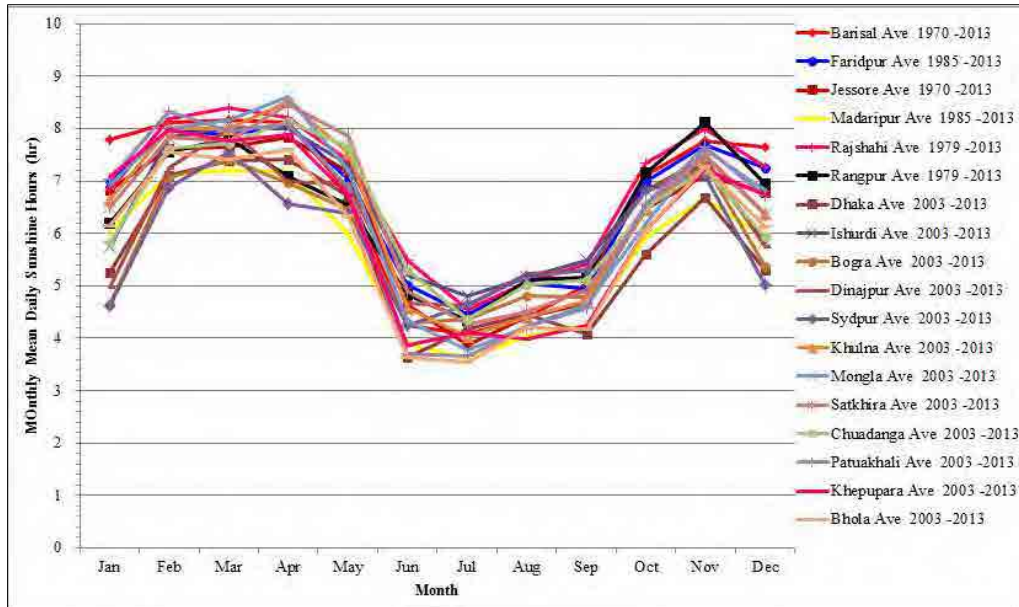
18 観測所での月間平均日照時間を図 4.3.9 と表 4.3.6 に示す。

日照時間は冬季モンスーンと夏季モンスーンに一致して、2 つの相反する季節パターンを示す。雨季の進行と共に、雲量が増加し、日照時間は減少する。

表 4.3.6 18 観測所での月間平均日照時間

Station	Item	Period of Record	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Average	Remarks
Barisal	Average	1970 -2013	7.8	8.1	8.2	8.1	6.8	4.2	4.1	4.4	5.0	7.1	7.8	7.7	6.6	Gap 1978
Faridpur	Average	1985 -2013	7.0	8.0	7.9	8.1	7.0	5.0	4.5	5.0	5.0	7.0	7.7	7.2	6.6	
Jessore	Average	1970 -2013	6.8	7.6	7.6	7.8	7.2	4.7	3.9	4.4	4.7	6.5	7.1	6.8	6.3	Gap 1971
Madaripur	Average	1985 -2013	6.1	7.1	7.2	7.2	6.0	3.9	3.6	4.0	4.3	5.9	6.7	5.9	5.7	Gap 1985-1986_1989
Rajshahi	Average	1979 -2013	6.8	8.2	8.4	8.2	7.4	5.5	4.6	5.1	5.4	7.3	8.0	7.3	6.8	Gap 1980_2007
Rangpur	Average	1979 -2013	6.2	7.5	7.8	7.1	6.5	4.8	4.3	5.1	5.2	7.2	8.1	6.9	6.4	
Dhaka	Average	2003 -2013	5.3	7.1	7.4	7.4	6.7	3.6	4.2	4.5	4.1	5.6	6.7	5.3	5.7	
Ishurdi	Average	2003 -2013	5.7	7.8	8.0	8.0	7.3	5.2	4.8	5.2	5.5	6.8	7.3	5.8	6.5	
Bogra	Average	2003 -2013	4.6	7.1	7.4	7.0	6.5	4.3	4.4	4.8	4.8	6.5	7.3	5.4	5.8	
Dinajpur	Average	2003 -2013	5.0	7.2	8.0	7.0	6.9	4.7	4.6	5.2	5.3	6.8	7.4	5.8	6.2	
Sydpur	Average	2003 -2013	4.6	6.9	7.6	6.6	6.4	4.3	4.7	5.2	5.3	6.8	7.1	5.0	5.9	
Khulna	Average	2003 -2013	6.6	8.0	8.0	8.5	7.5	4.6	4.0	4.4	4.7	6.5	7.5	6.4	6.4	
Mongla	Average	2003 -2013	6.9	8.0	8.2	8.6	7.2	4.3	3.8	4.2	4.6	6.2	7.6	6.8	6.4	
Satkhira	Average	2003 -2013	6.5	7.8	7.8	8.5	7.8	4.9	4.3	4.5	4.9	6.5	7.5	6.4	6.4	
Chuadanga	Average	2003 -2013	5.8	7.6	7.7	8.1	7.6	5.3	4.4	5.0	5.1	6.5	7.2	5.9	6.4	
Patuakhali	Average	2003 -2013	7.0	8.3	8.0	8.1	6.9	3.7	3.7	4.2	4.6	6.6	7.6	6.7	6.3	
Khepupara	Average	2003 -2013	7.1	8.0	7.8	7.9	6.7	3.9	4.1	4.0	4.2	6.1	7.2	6.7	6.1	
Bhola	Average	2003 -2013	6.1	7.6	7.4	7.6	6.3	3.6	3.6	4.2	4.2	6.1	7.3	6.1	5.8	
Bangladesh	Average		6.2	7.7	7.8	7.8	6.9	4.5	4.2	4.6	4.8	6.6	7.4	6.3	6.2	

出典：JICA 調査団, BMD



出典：JICA 調査団，BMD

図 4.3.9 18 観測所での月間平均日照時間

(2) 降雨量

1) 月間及び年間平均降雨量

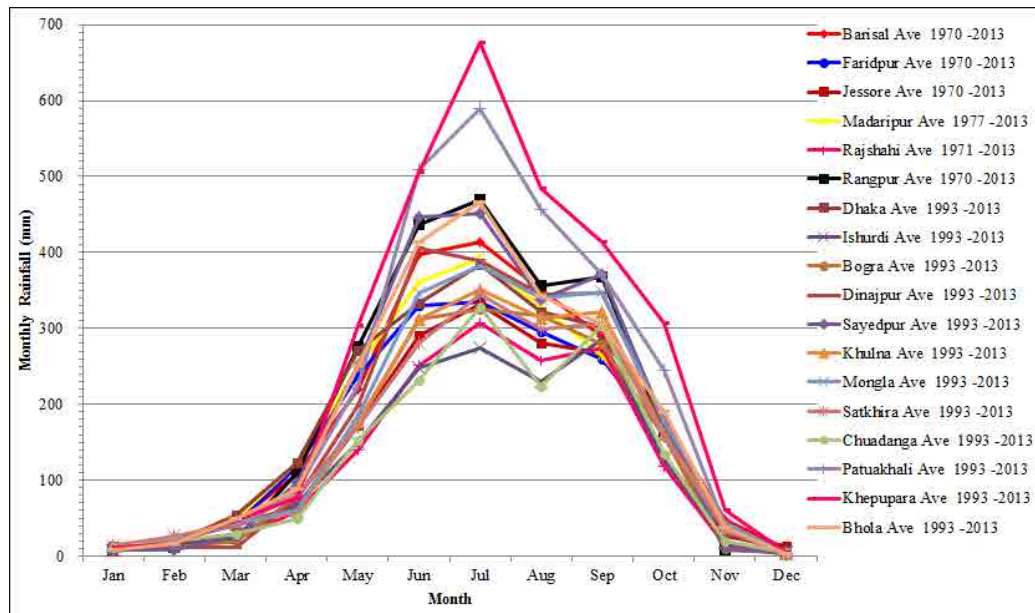
18 観測所での月間平均降雨量を図 4.3.10 と 表 4.3.7 に示す。

「バ」国は熱帯モンスーン地域にあり、降雨量は非常に高い。そして、降雨量の年間サイクルには、気温の年間サイクルよりさらに顕著で、はっきりと区別できる季節パターンがある。冬の季節は総年間降雨量の 2%から 4%のみに過ぎない。雨季の降雨はベンガル湾から「バ」国に入る熱帯低気圧により引き起こされる。例えば、図 4.3.11 に示すとおり、2013 年 7 月の降雨量は中西部の Rajshahi の 101mm から南東部の Cox' s Bazar での 1000mm 以上まで変化しており、その変動幅は急激である。「バ」国西部地域での年間平均降雨量の地理的分布は、中西部の Ishurdi の 1456mm から南部の Khepupara の 2910mm までの変動を示す。

表 4.3.7 18 観測所での月間平均降雨量

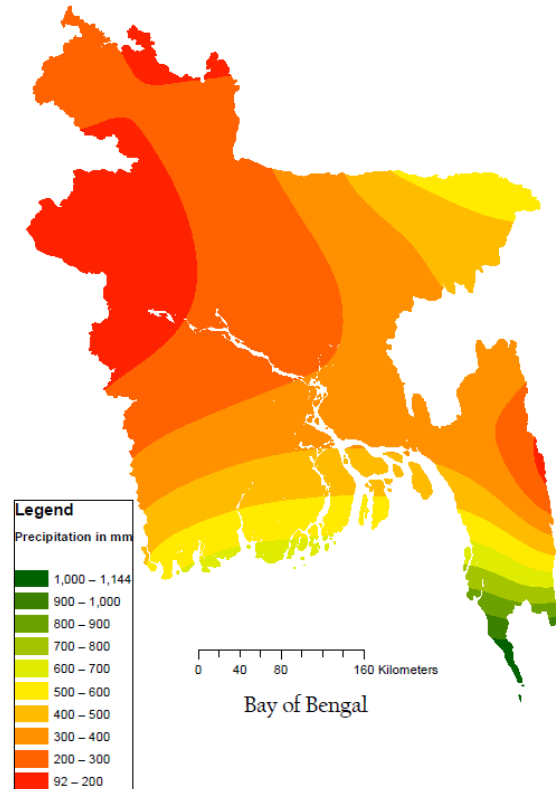
Station	Item	Period of Record	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total	Remarks
Barisal	Average	1970 -2013	8	22	45	108	220	398	415	351	289	178	48	11	2085	
Faridpur	Average	1970 -2013	7	25	43	117	237	329	335	296	260	161	33	11	1854	
Jessore	Average	1970 -2013	13	22	42	66	173	291	332	281	267	132	27	13	1654	
Madaripur	Average	1977 -2013	8	22	49	124	249	361	392	328	264	161	34	4	1981	
Rajshahi	Average	1971 -2013	9	14	23	58	139	251	308	258	274	119	15	9	1473	
Rangpur	Average	1970 -2013	8	11	23	110	275	437	470	356	367	164	8	7	2237	
Dhaka	Average	1993 -2013	7	19	54	122	271	333	384	322	301	175	28	8	2024	
Ishurdi	Average	1993 -2013	7	15	28	69	150	247	274	230	286	126	18	5	1456	
Bogra	Average	1993 -2013	9	12	20	79	175	313	325	317	279	158	10	3	1700	
Dinajpur	Average	1993 -2013	9	11	12	76	198	405	388	345	346	178	9	4	1980	
Sayedpur	Average	1993 -2013	9	8	26	97	252	447	451	338	371	176	11	4	2189	
Khulna	Average	1993 -2013	15	24	46	57	177	312	352	314	321	161	38	3	1821	
Mongla	Average	1993 -2013	10	20	43	60	186	346	382	341	349	177	44	3	1960	
Satkhira	Average	1993 -2013	14	26	40	80	170	281	344	299	306	158	35	4	1757	
Chuadanga	Average	1993 -2013	12	19	29	49	152	232	328	223	304	134	20	5	1507	
Patuakhali	Average	1993 -2013	8	20	43	87	224	509	589	457	371	244	39	1	2593	
Khepupara	Average	1993 -2013	11	16	47	77	303	506	677	485	414	307	62	5	2910	
Bhola	Average	1993 -2013	8	16	49	88	251	414	466	343	306	191	38	4	2173	
Bangladesh	Average		9	18	37	85	211	356	401	327	315	172	29	6	1964	

出典： JICA 調査団, BMD



出典： JICA 調査団, BMD

図 4.3.10 18 観測所での月間平均降雨量



出典：BMD

図 4.3.11 2013 年 7 月の月間降雨量の等雨量線図

2) 年間降雨量の長期変動

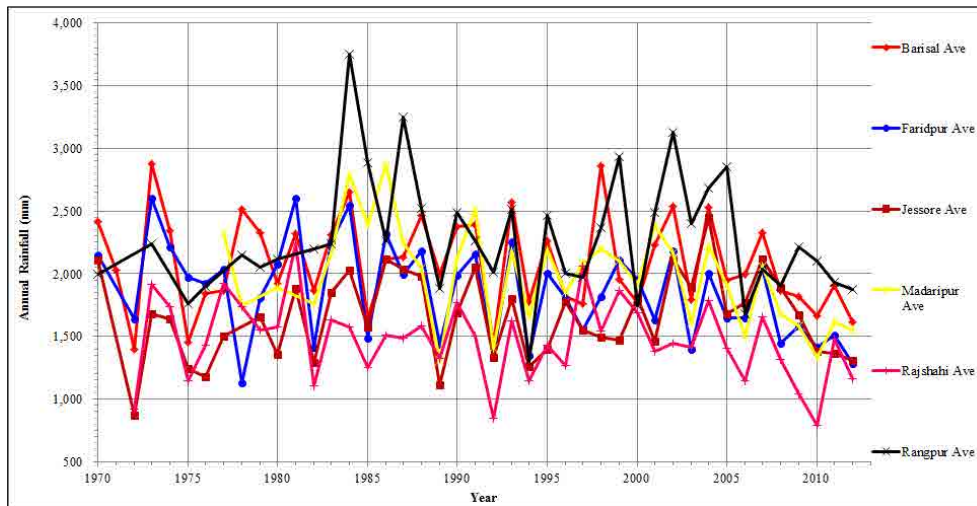
6 観測所での年間降雨量の長期変動を図 4.3.12 と表 4.3.8 に示す。

6 観測所で年間降雨量の長期の変動がある。各観測所で変動の範囲は 1500mm から 2400mm の幅にある。例として、図 4.3.13 に Jessore と Rangpur での 5 年間の「移動平均」を用いた年間降雨量の長期変動を示すが、この図によれば、豊水期と乾期のサイクルははっきりとはしないが、この図によれば豊水期と乾期の存在は明確である。（しかしながら、この図から最近の年間降水量の上昇傾向が継続していることは認識できない。）

表 4.3.8 6 観測所での年間降雨量の長期変動

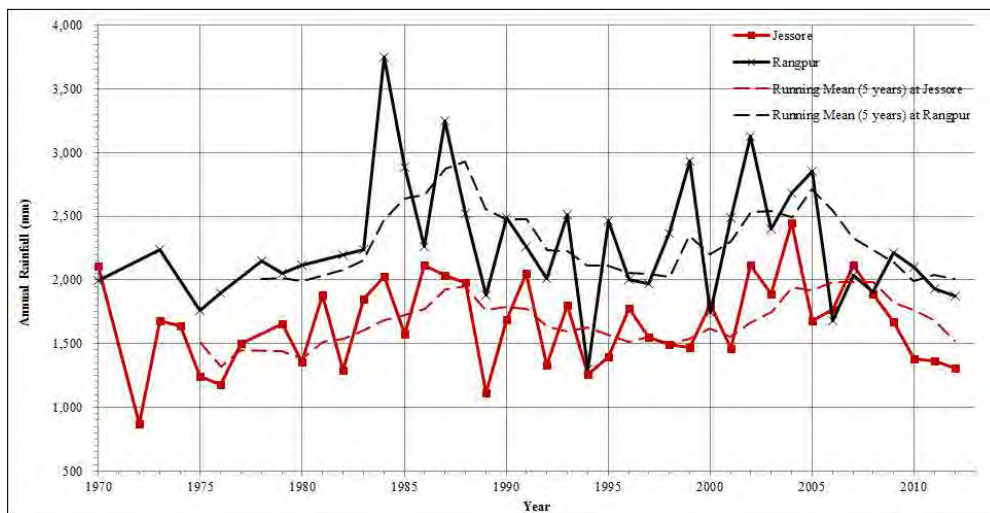
Station	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
Barisal	2413	2025	1396	2877	2346	1450	1845	1862	2516	2325	1919	2322	1868	2312	2649	1645	2119	2129	2464	1994	2378	2392	1439	2566	1777
Faridpur	2152	****	1642	2599	2211	1969	1924	2039	1130	1809	2072	2599	1410	2251	2544	1482	2319	1993	2183	1438	1985	2156	1336	2256	1344
Jessore	2108	****	870	1678	1640	1243	1179	1500	****	1651	1358	1879	1295	1848	2031	1576	2118	2039	1976	1117	1686	2052	1333	1802	1260
Madaripur	-	-	-	-	-	-	-	2321	1748	****	1892	****	1758	2164	2790	2390	2865	2246	2041	1304	2127	2511	1407	2184	1663
Rajshahi	-	****	921	1914	1736	1144	1427	1918	1734	1548	1576	2241	1103	1629	1575	1252	1510	1487	1584	1325	1767	1498	843	1623	1142
Rangpur	1997	****	****	2237	****	1763	1895	****	2145	2048	2120	****	2201	2238	3748	2882	2264	3247	2524	1878	2487	2263	2007	2510	1301
Station	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Remarks					
Barisal	2258	1819	1758	2858	1955	1770	2228	2537	1795	2529	1943	1998	2328	1864	1820	1662	1909	1617	****	Gap 2013					
Faridpur	2006	1810	1548	1818	2105	1952	1634	2179	1400	2001	1650	1649	2040	1443	1584	1409	1509	1279	****	Gap 1971_2013					
Jessore	1397	1775	1553	1490	1467	1811	1457	2120	1892	2444	1678	1769	2119	1888	1668	1380	1361	1305	****	Gap 1971_1978_2013					
Madaripur	2189	1847	2087	2200	2099	1917	2379	2165	1608	2221	1905	1503	2061	1679	1580	1330	1613	1546	****	Gap 1979_1981_2013					
Rajshahi	1432	1269	2062	1540	1862	1690	1382	1445	1412	1786	1405	1145	1658	1315	1043	792	1475	1164	****	Gap 1971_2013					
Rangpur	2461	2004	1971	2365	2931	1745	2492	3127	2402	2680	2853	1682	2037	1907	2217	2102	1932	1877	****	Gap 1971-1972_1974_1977_1981_2013					

出典：JICA 調査団, BMD



出典：JICA 調査団, BMD

図 4.3.12 6 観測所での年間降雨量の長期変動



出典：JICA 調査団

図 4.3.13 Jessore と Rangpur での年間降雨量と 5 年間移動平均降雨量

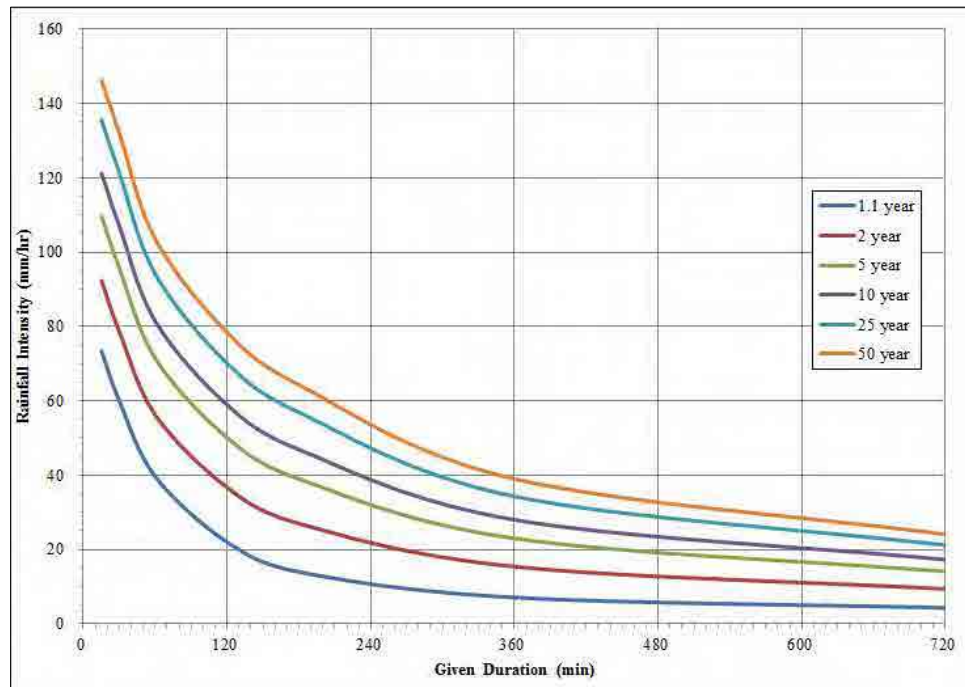
3) 降雨の超過確率と強度曲線

図 4.3.14、表 4.3.9 と 表 4.3.10 に示すとおり、ダッカでの降雨の超過確率と降雨強度曲線は地方行政技術局 (LGED) の「都市排水マニュアル」により示されている。設計降雨強度はダッカでの値に各地区の換算率を乗じることによって計算される。

表 4.3.9 ダッカでの確率年別降雨強度

Return Period (years)	Rainfall Intensity (mm/hr) in given duration							Remarks
	15minutes	30minutes	60minutes	120minutes	180minutes	360minutes	720minutes	
	0.25 hours	0.50 hours	1 hours	2 hours	3 hours	6 hours	12 hours	
1.1	73.5	59.9	39.6	22.0	14.0	7.1	4.3	
2	92.4	78.6	56.2	36.7	27.0	15.4	9.4	
5	109.7	95.7	71.4	50.1	39.0	23.0	14.1	
10	121.3	107.0	81.4	58.9	46.9	28.0	17.3	
25	135.6	121.3	94.1	70.1	56.9	34.3	21.2	
50	146.3	132.0	103.5	78.4	64.3	39.0	24.1	

出典：都市排水マニュアル(1998)，LGED



出典：都市排水マニュアル(1998)，LGED

図 4.3.14 ダッカでの確率年別降雨強度曲線

表 4.3.10 ダッカでの降雨強度式

Return Period (years)	a	b	c
1.1	72	1.29	0.81
2	110.6	1.02	0.95
5	153.8	0.95	1.12
10	186.8	0.93	1.25

$$i = \frac{a}{T^{b+c}} * m$$

i: Rainfall Intensity (mm/hr)
T: Given Duration (hr)
a, b, c: Constants
m: Conversion Factor each District (0.84~1.79)

出典：都市排水マニュアル(1998)，LGED

4.3.3 水文概況

(1) 情報収集

バングラデシュ水開発局 (BWDB) は「バ」国の大河川の水位観測所の記録を保持している。

対象区域の水文状況を検討するため、86 観測所の年間の高/低水位、及び、6 観測所の年間最大/最小流出量の観測値を収集する

(2) 確率水位の推定

1) 設計高水位 (HFL)

一般に設計高水位 (設計洪水位, HFL) の推算のために 2 つの異なる手法を用いる。一つは (a) 対数ピアソンⅢ型、もう一つは (b) グンベル極値分布 I 型の手法である。この DHWL の計算は、バングラデシュで最も一般的に用いられている (b) の手法を使用することによって行う。(グンベル分布の手法を以下に示す。)

Computation for Probable Flood Level (Gumbel's Extreme Value Type-1 distribution method)

$$K_T = \frac{\sqrt{6}}{\pi} \left[0.5772 + \ln \left\{ \ln \left(\frac{T}{T-1} \right) \right\} \right]$$

And the Extreme Value within that distribution is given by:

$$X_T = \bar{X} + K_T \times \sigma_{n-1}$$

where $X_T = \text{Extreme Value}$

$T = \text{return period in years.}$

$$\bar{X} = \text{Mean} = \frac{\sum x_i}{n}$$

$x_i = \text{annual high flood level (HFL)}$

$n = \text{numbers pf years of records available}$

$\sigma_{n-1} = \text{Standard Deviation}$

86 観測所での確率高水位の結果を表 4.3.11 および表 4.3.12、図 4.3.15 に示す。グンベル分布による計算確率年は、1.1、5、10、20、25、50、100 年確率とする。また、13 観測所の HFL の計算結果も 1999 年の国家水管理計画より追加収集する。

計画橋梁地点での設計高水位は、以下の要領により計算する。

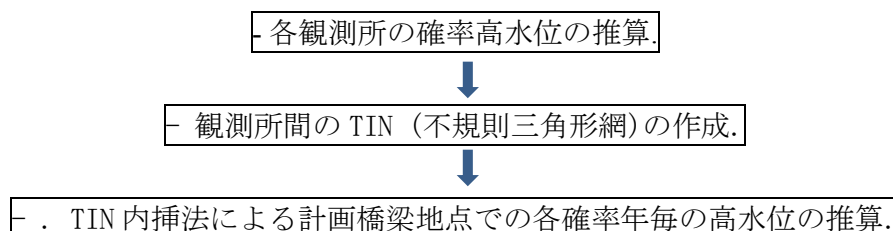


表 4.3.13 計画橋梁地点別の設計 HWL (1)

SN	Bridge ID	Zone	Division	Latitude	Longitude	Bridge Name	Water Level (m, MSL)										Vertical Clearance (m, MSL)					
							1.1 yr (NHWL)	10 yr	20 yr (Design HWL)	50 yr (Design HWL)	100 yr	Applied Calculation High Water Level	Historical WL (by Interview)	Applied Design High Water Level	Bottom of Existing Ret. Caster	Necessary Elevation	Design Bottom Level	Free-board				
1	N8_178a	Bansal	Bansal	22.67523	90.33665	Boalia Bazar Bridge	1.61	2.36	2.54	2.76	2.93	2.76	2007	2.78	2007	2.78	4.767	1	3.08	4.77	1.99	
2	N609_19a	Rangpur	Lalmourhat	25.90944	89.36611	Shantamali Bridge	33.52	34.66	34.92	36.26	36.52	36.26	50yr	32.91	1988	35.26	50yr	34.352	3	35.56	35.56	0.30
3	N5_119a	Rajshahi	Pabna	24.04596	89.60433	Chanda Bridge	10.92	11.25	11.64	12.14	12.51	12.14	50yr	10.21	1988	12.14	50yr	12.547	3	12.44	12.55	0.40
4	N5_127a	Rajshahi	Pabna	24.10685	89.58131	Paigan Bridge	9.59	11.52	11.95	12.51	12.92	12.51	50yr	10.70	1988	12.51	50yr	11.918	3	12.81	12.81	0.30
5	N5_176a	Rajshahi	Seraiganj	24.49098	89.50970	Bhuyagati Bridge	11.03	13.80	14.44	15.25	15.88	15.25	50yr	12.43	1988	15.25	50yr	16.592	3	15.56	16.59	1.33
6	N5_235a	Rangpur	Bogra	24.95429	89.35218	Mohosthan Bridge	15.77	17.64	18.06	18.58	19.00	18.58	50yr	18.13	1988	18.58	50yr	19.504	4	18.88	19.50	0.92
7	N5_120a	Rajshahi	Pabna	24.05006	89.60539	Chanda Bridge	9.56	11.30	11.59	12.14	12.51	12.14	50yr	10.29	1988	12.14	50yr	12.803	3	12.44	12.80	0.66
8	N5_128a	Rajshahi	Seraiganj	24.10884	89.58032	Gothar Bridge	9.59	11.52	11.95	12.51	12.92	12.51	50yr	10.51	1988	12.51	50yr	12.424	3	12.81	12.81	0.30
9	N5_158a	Rajshahi	Seraiganj	24.34696	89.56022	Purbodulua Bridge	10.43	12.80	13.35	14.09	14.63	14.09	50yr	11.93	1988	14.09	50yr	14.192	3	14.39	14.39	0.30
10	N5_265a	Rangpur	Gaibanda	25.20998	89.37933	Bupinath Bridge	20.02	21.87	22.36	22.90	23.58	22.90	50yr	20.00	1988	22.90	50yr	22.030	3	23.20	23.20	0.30
11	N5_350b	Rangpur	Rangpur	25.81133	89.04645	Barat Bridge	34.71	36.82	37.37	37.59	38.03	37.59	50yr	37.61	1988	37.61	Interview	38.652	1	37.91	38.65	1.04
12	N8_182a	Bansal	Bansal	22.54080	90.33333	Bakerganj Steel Bridge	1.60	2.41	2.59	2.84	3.02	2.84	50yr	2.57	2007	2.84	50yr	4.249	2	3.14	4.25	1.41
13	N7_025a	Gopalganj	Fandpur	23.60797	89.77770	Jhulibazar Bridge	4.45	7.29	7.89	8.75	9.39	8.75	50yr	7.62	1988	8.75	50yr	8.956	2	9.05	9.05	0.30
14	N7_039a	Gopalganj	Fandpur	23.53718	89.74696	Kanmpur Bridge	3.39	6.25	6.96	7.97	8.64	7.97	50yr	6.34	1988	7.97	50yr	10.140	3	8.27	10.14	2.17
15	N7_049a	Gopalganj	Fandpur	23.53743	89.65488	Poskarpur Bridge	5.27	7.26	7.84	8.45	9.16	8.45	50yr	7.81	1988	8.45	50yr	7.878	2	8.75	8.75	0.30
16	N5_134a	Rajshahi	Seraiganj	24.15113	89.58649	Nukali Bridge	9.74	11.70	12.15	12.73	13.17	12.73	50yr	10.86	1988	12.73	50yr	12.314	4	13.03	13.03	0.30
17	N6_97a	Rajshahi	Natore	24.39912	89.03121	Dattapara Bridge	11.21	13.44	13.96	14.65	15.15	14.65	50yr	14.29	1988	14.65	50yr	15.380	2	14.96	15.38	0.73
18	R681_10a	Rajshahi	Rajshahi	24.42377	88.36178	Horsankopur Bridge	16.95	18.79	19.22	19.77	20.18	19.77	50yr	21.61	1998	21.61	Interview	21.072	1	21.91	21.91	0.30
19	N5_140a	Rajshahi	Seraiganj	24.20225	89.58975	Jugdaha Bridge	9.91	12.05	12.53	13.09	13.57	13.09	50yr	11.45	1988	13.09	50yr	13.330	3	13.39	13.39	0.30
20	N5_118a	Rajshahi	Pabna	24.03262	89.60422	Panduta Bridge	9.59	11.21	11.58	12.06	12.47	12.06	50yr	10.36	1988	12.06	50yr	12.028	4	12.59	12.59	0.53
21	N704_43a	Khulna	Kushita	23.88814	89.10800	G.K. Bridge	10.57	12.24	12.62	13.06	13.45	13.06	50yr	14.11	1988	14.11	Interview	13.615	1	14.41	14.41	0.30
22	N7_248c	Khulna	Bagerhat	22.55598	89.59497	Gora bridge	2.17	3.01	3.20	3.44	3.64	3.44	60yr	5.36	1988	5.36	Interview	4.547	1	5.66	5.66	0.30
23	N7_054a	Gopalganj	Fandpur	23.52929	89.60843	Barashia Bridge	5.86	7.80	8.22	8.72	9.14	8.72	50yr	8.77	1988	8.77	Interview	9.886	1	9.07	9.89	1.12
24	N5_356a	Rangpur	Rangpur	25.81108	88.98938	-	35.34	37.58	38.03	38.37	38.82	38.37	50yr	38.19	1988	38.37	50yr	39.267	2	38.67	39.27	0.89
25	N7_246a	Khulna	Bagerhat	22.57306	89.61417	Balai bridge	2.19	2.97	3.16	3.36	3.54	3.36	50yr	4.75	1988	4.75	Interview	7.342	1	5.05	7.34	2.59
26	N8_056a	Gopalganj	Madanpur	23.19906	90.06697	Amgram bridge	2.93	4.47	4.82	5.29	5.63	5.29	50yr	7.05	1988	7.05	Interview	7.465	1	7.35	7.47	0.42
27	N505_2a	Rajshahi	Pabna	23.88051	89.66450	Kazir Hat Bridge	8.65	10.18	10.54	11.03	11.38	11.03	50yr	11.72	1988	11.72	Interview	11.778	1	12.02	12.02	0.30
28	R548_28a	Rajshahi	Naogaon	24.61256	88.97474	Araa Bridge	12.58	13.85	14.14	14.52	14.81	14.52	50yr	14.00	1988	14.52	50yr	17.890	4	18.84	18.84	4.32
29	N7_036c	Gopalganj	Fandpur	23.53911	89.76787	Kanapur Bridge	3.11	6.18	7.11	7.88	8.57	7.88	50yr	6.81	1988	7.88	50yr	8.761	2	8.18	8.76	0.89
30	N7_048a	Gopalganj	Fandpur	23.53526	89.66585	Brahmankanda Bridge	5.12	7.22	7.75	8.44	8.99	8.44	50yr	7.69	1988	8.44	50yr	8.017	2	8.74	8.74	0.30
31	N5_378a	Rangpur	Dinapur	25.76659	88.83291	Saulfangi Bridge	37.95	39.77	40.16	40.54	40.92	40.54	50yr	39.85	1988	40.54	50yr	40.393	3	40.84	40.84	0.30
32	N7_047a	Gopalganj	Fandpur	23.53437	89.67187	Bimankanda Bridge	4.94	7.12	7.67	8.48	8.99	8.48	50yr	7.68	1988	8.48	50yr	10.092	3	8.78	10.09	1.61
33	N5_156a	Rajshahi	Seraiganj	24.33330	89.56192	Chowkdhoh Bridge	10.36	12.69	13.23	14.01	14.45	14.01	50yr	11.01	1988	14.01	50yr	13.822	3	14.31	14.31	0.30
34	N5_172a	Rajshahi	Seraiganj	24.46282	89.53583	Nutan Doh Bridge	10.89	13.67	14.28	15.12	15.74	15.12	50yr	13.38	1988	15.12	50yr	15.577	3	15.42	15.58	0.45
35	N5_179a	Rajshahi	Seraiganj	24.51525	89.51174	Dhaaba Bridge	11.13	13.93	14.61	15.43	16.22	15.43	50yr	13.51	1988	15.43	50yr	14.367	3	15.73	15.73	0.30
36	N5_188a	Rangpur	Bogra	24.57326	89.46623	Ghoga Bridge	11.34	14.26	14.93	15.82	16.47	15.82	50yr	13.08	1988	15.82	50yr	15.625	3	16.12	16.12	0.30
37	N5_126a	Rajshahi	Pabna	24.09295	89.58880	Vilaspura Bridge	9.64	11.43	11.89	12.38	12.83	12.38	50yr	10.68	1988	12.38	50yr	12.784	4	12.68	12.78	0.40
38	N518_4a	Rangpur	Niphamsai	25.77357	88.87754	Kharkhori bridge	37.99	39.50	40.02	40.45	41.25	40.45	50yr	39.83	1988	40.45	50yr	39.771	3	40.75	40.75	0.30
39	N7_141b	Khulna	Jessore	23.24180	89.16656	Bun Bhanab Bridge	2.89	5.00	5.49	6.11	6.58	6.11	50yr	5.43	1988	6.11	50yr	6.595	2	6.41	6.60	0.48
40	R729_44a	Khulna	Narail	23.19756	89.51320	Gurakhali Bridge	2.41	4.21	4.63	5.14	5.54	5.14	50yr	6.16	1971	6.16	Interview	5.106	1	6.46	6.46	0.30
41	N703_Sd	Khulna	Jhenaidah	23.54434	89.18507	Dhopa Chata Bridge	5.03	7.04	7.50	8.04	8.53	8.04	50yr	4.28	1972	8.04	50yr	7.721	3	8.34	8.34	0.30
42	R680_45a	Bansal	Bhola	22.39444	90.75028	Dawrey Bridge	2.74	3.50	3.68	3.87	4.04	3.87	50yr	3.39	2007	3.87	50yr	4.334	3	4.17	4.33	0.46
43	N704_14a	Khulna	Jhenaidah	23.66893	89.19069	Barda Bridge	5.61	8.11	8.68	9.42	9.98	9.42	50yr	6.93	2004	9.42	50yr	9.344	3	9.72	9.72	0.30
44	N704_33a	Khulna	Kushita	23.81508	89.10669	Baipara Bridge	9.59	10.59	11.67	11.76	12.43	11.76	50yr	11.13	1988	11.76	50yr	11.019	2	12.06	12.06	0.30
45	N5_344c	Rangpur	Rangpur	25.81161	89.10748	-	33.87	36.06	36.49	36.81	37.24	36.81	50yr	37.55	1988	37.55	Interview	38.710	1	37.85	38.71	1.16
46	N5_382a	Rangpur	Dinapur	25.77362	88.79370	Ikhamsi Bridge	38.51	39.96	40.32	40.95	41.31	40.95	50yr	41.61	1988	41.61	Interview	42.006	1	41.91	42.01	0.40
47	N5_360a	Rangpur	Rangpur	25.79629	88.95549	Chikhi Bridge	35.48	37.31	37.84	38.40	39.24	38.40	50yr	37.89	1988	38.40	50yr	37.143	3	38.70	38.70	0.30
48	Z5925_35a	Rangpur	Dinapur	25.65236	88.76100	Kakra Bridge	34.35	35.95	36.35	36.88	37.26	36.35	20yr	35.72	1988	36.35	20yr	36.024	4	37.35	37.35	0.99
49	Z5925_84a	Rangpur	Dinapur	25.63913	88.67052	Gabura Bridge	33.05	34.52	34.88	35.38	35.72	34.88	20yr	35.16	1988	35.16	Interview	35.912	1	36.46	35.91	0.75
50	Z5401_45a																					

表 4.3.14 計画橋梁地点別の設計 HWL (2)

SN	Bridge ID	Zone	Division	Latitude	Longitude	Bridge Name	Water Level (m. MSL)										Vertical Clearance (m. MSL)					
							1.1 yr (NIWL)	10 yr	20 yr (Design HWL)	50 yr (Design HWL)	100 yr	Applied Calculation High Water Level	Historical WL (by Interview)	Applied Design High Water Level	Bottom of Existing Vert. Caster	Necessary Freeboard	Design Bottom Level	Free board				
54	N500_5a	Rajshahi	Seraiganj	24.31051	89.56874	Hira Mukta North Bridge	10.29	12.60	13.13	13.80	14.32	13.80	50yr	13.08	1988	13.80	50yr	14.133	2	14.10	14.13	0.33
55	Z552_10a	Rangpur	Gaibandha	25.24301	89.55847	Sardar Khal Bridge	19.03	21.57	22.14	22.82	23.38	22.14	20yr	19.00	1988	22.14	20yr	21.566	4	22.44	22.44	0.30
56	N8_152c	Bansal	Bansal	22.78977	90.29960	Kaharnapur bridge	1.74	2.64	2.84	3.11	3.26	3.11	50yr	3.42	2007	3.42	Interview	5.004	1	3.72	6.00	2.58
57	N8_127b	Bansal	Bansal	22.97476	90.22222	Gouragata bridge	1.73	3.49	3.89	4.41	4.83	4.41	50yr	3.47	2007	4.41	50yr	5.776	2	4.71	5.78	1.36
58	Z503_02a	Bansal	Patuakhali	22.36149	90.23681	Gabalia Steel bridge	2.02	2.88	3.07	3.33	3.52	3.07	20yr	2.93	2007	3.07	20yr	2.534	2	3.07	3.37	0.30
59	Z5015_22a	Rangpur	Nalchaman	25.84820	89.01941	Bahagali Bridge	36.90	38.42	39.84	39.63	40.03	38.64	20yr	39.64	1988	39.64	Interview	39.493	1	39.94	39.94	0.30
60	Z570_1a	Rangpur	Nalchaman	25.93820	88.85464	Anandababur Post	42.68	45.00	45.54	46.23	47.75	45.54	20yr	46.67	1988	46.67	Interview	47.561	1	46.97	47.56	0.88
61	Z570_1_9a	Rangpur	Nalchaman	25.95889	88.92791	Duhuli Bridge	43.13	44.85	45.25	45.76	46.15	45.25	20yr	44.30	1988	45.25	20yr	45.089	2	45.55	45.55	0.30
62	R545_15c	Rangpur	Joyuphat	25.11106	88.98848	Mongle ban kuthari bridge	18.17	20.70	21.29	22.04	22.61	22.04	50yr	21.82	1995	22.04	50yr	22.542	4	22.34	22.54	0.60
63	R760_09c	Khulna	Sathia	22.78601	89.13783	Shakdaha bridge	2.48	3.48	3.71	4.00	4.22	4.00	50yr	2.18	2004	4.00	50yr	1.748	2	4.30	4.30	0.30
64	N8_123a	Bansal	Bansal	23.01499	90.21873	Scandeshal bridge	1.55	3.68	4.07	4.57	4.94	4.57	50yr	4.11	1988	4.57	50yr	4.554	2	4.87	4.87	0.30
65	Z470_1_3d	Bansal	Pangur	22.45557	89.59217	Botata Bridge	2.05	2.47	2.58	2.67	2.77	2.58	20yr	3.02	2007	3.02	Interview	2.378	1	3.32	3.32	0.30
66	N6_250b	Rangpur	Gaibandha	25.17302	89.39517	Kakshali Bridge	19.47	21.27	21.69	22.29	22.70	22.29	50yr	21.85	1988	22.29	50yr	22.587	4	22.69	22.69	0.30
67	N704_27b	Khulna	Kushia	23.76316	89.11938	Balpara Bridge	8.72	9.60	10.87	10.90	11.62	10.90	50yr	9.12	2007	10.90	50yr	9.922	2	11.20	11.20	0.30
68	R760_22a	Khulna	Narail	23.17511	89.41748	Bhangura bridge	2.17	3.58	3.90	4.32	4.63	4.32	50yr	3.16	1988	4.32	50yr	4.144	2	4.62	4.62	0.30
69	N8_129a	Bansal	Bansal	22.96278	90.22483	Asokab bridge	1.72	3.40	3.79	4.29	4.67	4.29	50yr	3.51	1988	4.29	50yr	4.676	2	4.59	4.68	0.38
70	R890_16a	Bansal	Bhola	22.59354	90.65823	Banglabazar Bridge	2.64	3.38	3.65	3.77	3.93	3.77	50yr	3.56	1988	3.77	50yr	4.294	2	4.07	4.29	0.53
71	R890_21a	Bansal	Bhola	22.55647	90.68513	Box-nal Bridge	2.74	3.50	3.68	3.87	4.04	3.87	50yr	1.98	1988	3.87	50yr	3.789	2	4.17	4.17	0.30
72	R890_28a	Bansal	Bhola	22.50263	90.71800	Borhanuddin Bridge	2.74	3.50	3.68	3.87	4.04	3.87	50yr	3.09	1988	3.87	50yr	3.760	2	4.17	4.17	0.30
73	R648_40a	Rajshahi	Natore	24.51393	88.95990	Mohs-Mari bridge	11.67	13.68	14.27	14.85	15.41	14.85	50yr	12.94	1988	14.85	50yr	13.417	2	15.15	15.15	0.30
74	R451_1a	Rajshahi	Seraiganj	24.42597	89.60143	Nacon Bridge	11.34	13.50	13.92	14.46	14.87	14.46	50yr	12.01	1988	14.46	50yr	13.155	3	14.76	14.76	0.30
75	R451_7a	Rajshahi	Seraiganj	24.44847	89.65049	Chandi Das Bridge	12.01	13.84	14.32	14.81	15.32	14.81	50yr	13.91	1988	14.81	50yr	14.041	4	15.11	15.11	0.30
76	R560_28a	Rangpur	Joyuphat	25.06914	89.09408	Botali bridge	16.66	18.69	19.06	19.81	20.28	19.81	50yr	19.31	1988	19.81	50yr	20.041	4	20.11	20.11	0.30
77	R660_31a	Gopalganj	Shariatpur	23.18750	90.39278	Prapat Boley Bridge	3.05	4.02	4.86	5.29	5.61	5.29	50yr	4.81	1988	5.29	50yr	5.475	2	5.68	5.68	0.30
78	Z3705_7c	Bansal	Jhalokati	22.55173	90.14478	Siddhar Khal Bridge	1.75	2.31	2.44	2.64	2.77	2.44	20yr	2.96	2007	2.96	Interview	3.028	1	3.26	3.26	0.30
79	N5_458a	Rangpur	Panchagarh	26.19750	88.55333		55.81	61.30	62.84	64.37	66.93	64.37	50yr	63.41	1988	64.37	50yr	63.910	2	64.67	64.67	0.30
80	N5_468a	Rangpur	Panchagarh	26.45259	88.56027	Chawak Bridge	77.43	79.45	79.91	80.52	80.97	80.52	50yr	80.85	1988	80.85	Interview	81.710	1	81.16	81.71	0.65
81	Z3706_12b	Bansal	Jhalokati	22.48093	90.15688	Boha Bridge	1.85	2.53	2.68	2.89	3.04	2.68	20yr	2.70	2007	2.70	Interview	3.846	1	3.00	3.85	1.15
82	Z3002_517a	Bansal	Bansal	22.77733	90.16790	Flayer-hal bridge	1.68	2.36	2.52	2.67	2.88	2.52	20yr	2.81	1988	2.81	Interview	4.179	1	3.11	4.18	1.37
83	R860_34a	Gopalganj	Shariatpur	23.19173	90.42214	Kathar Bridge	3.16	4.52	4.84	5.28	5.60	5.28	50yr	4.24	1988	5.28	50yr	5.187	2	5.58	5.58	0.30
84	R860_44a	Gopalganj	Shariatpur	23.16974	90.48852	Gazipur Bridge	3.22	4.43	4.71	5.05	5.31	5.05	50yr	4.88	1988	5.05	50yr	11.061	3	5.35	11.06	6.02
85	R860_53a	Gopalganj	Shariatpur	23.19181	90.54877	Nalar Bazar Bridge	3.50	4.50	4.74	5.09	5.32	5.09	50yr	5.51	1988	5.51	Interview	6.604	1	5.81	6.60	1.10
86	N8_89a	Gopalganj	Madaripur	23.38619	89.98333	Kumar Bridge	3.25	5.22	5.68	6.28	6.72	6.28	50yr	6.39	1988	6.39	Interview	12.157	1	6.69	12.16	5.77
87	Z5010_12c	Rajshahi	Rajshahi	24.44441	88.69412	Fairabi Bridge	12.94	14.87	15.31	15.92	16.37	15.31	20yr	13.84	1998	15.31	20yr	15.080	2	15.61	15.61	0.30
88	Z5008_1a	Rangpur	Dinajpur	25.86823	88.86274	Chiao Dhepa bridge	40.50	43.50	44.20	45.09	45.76	44.20	20yr	42.95	1988	44.20	20yr	43.685	3	44.50	44.50	0.30
89	Z5074_5c	Rangpur	Rangpur	25.69610	89.12868	Shampur bridge	30.10	32.09	32.56	33.20	33.65	32.56	20yr	33.09	1988	33.09	Interview	33.577	1	33.39	33.58	0.49
90	Z5052_46a	Rangpur	Dinajpur	25.66036	88.84278	Rondonee pool bridge	34.60	37.00	37.53	38.09	39.68	37.53	20yr	36.56	1988	37.53	20yr	36.837	3	37.83	37.83	0.30
91	Z5040_4a	Rangpur	Boogra	24.79717	89.42718	Khatapara bridge	13.49	15.79	16.32	17.01	17.52	16.32	20yr	15.73	1988	16.32	20yr	16.555	2	16.62	16.62	0.30
92	Z5010_13a	Bansal	Bansal	22.45972	90.27722	Banagram Bridge	1.79	2.60	2.79	3.04	3.23	2.79	20yr	3.25	2007	3.25	Interview	5.787	1	3.65	5.79	2.53
93	R565_80a	Rangpur	Dinajpur	25.54303	88.83669	Phela Bridge	29.80	32.03	32.52	32.96	33.48	32.96	50yr	32.36	1988	32.96	50yr	32.310	2	33.26	33.26	0.30
94	Z5033_02a	Bansal	Bansal	22.78109	90.25389	Kalera bridge	1.72	2.49	2.67	2.90	3.08	2.67	20yr	4.44	2007	4.44	Interview	6.409	1	4.74	6.41	1.97
95	Z5032_519a	Bansal	Bansal	22.77402	90.15490	Masrong bridge	1.67	2.33	2.49	2.69	2.76	2.49	20yr	2.80	2007	2.80	Interview	2.687	1	3.10	3.10	0.30
96	Z5013_217a	Bansal	Bansal	22.63763	90.37638	Pasumar bridge	2.03	2.90	3.10	3.36	3.56	3.10	20yr	3.30	1988	3.30	Interview	3.883	1	3.60	3.88	0.59
97	Z5044_204a	Bansal	Bansal	22.66268	90.41371	Talukdarhat Boley Bridge	1.88	2.37	2.52	2.67	2.73	2.52	20yr	2.19	1988	2.52	20yr	3.602	2	2.82	3.60	1.06
98	R860_36a	Gopalganj	Shariatpur	23.19230	90.43252	Shampur Bridge	3.20	4.51	4.82	5.26	5.57	5.26	50yr	4.77	1988	5.26	50yr	6.327	2	5.56	6.33	1.06
100	Z5011_2a	Rajshahi	Seraiganj	24.48767	89.48968	Deokobazar bridge	10.99	13.76	14.39	15.11	15.71	14.39	20yr	14.63	1988	14.63	Interview	14.269	1	14.93	14.93	0.30
101	N706_14b	Khulna	Jessore	23.10092	89.08956	Jhokgyacha Bridge	2.65	4.68	5.16	5.77	6.23	5.77	50yr	3.77	2000	5.77	80yr	4.790	3	6.07	6.07	0.30
102	N5_435a	Rangpur	Thakurgaon	26.01972	88.46917		48.28	49.59	49.90	50.07	50.58	50.07	50yr	52.76	1988	52.76	Interview	52.497	1	53.06	53.06	0.30
103	N704_12c	Khulna	Jhenedah	23.65560	89.19864	Chandi Par Bridge	5.19	7.76	8.36	9.21	9.80	9.21	50yr	6.93	?	9.21	50yr	9.834	2	9.51	9.83	0.62
104	N805_24a	Gopalganj	Gopalganj	23.28778	89.81083																	

2) 基準高水位 (SHWL)

基準高水位 (SHWL) は滅多に超えることのない頭上のクリアランスとして知られている。計画橋梁付近の関連する観測所の SHWL は BIWTA (バングラデシュ内陸水上公社, 1991 年) により決められている。関連観測所の計画橋梁での SHWL を下表に示す。

表 4.3.15 計画橋梁位置での基準高水位 (m, MSL)

No	Bridge name	River Name	Downstream Station Name	Distance from DownStream Stion(km)	SHWL	
					(m,PWD)	(m,MSL)
1	Atrai rly	Atrai	Atarai rly Bridge	0.0	14.3	13.84

出典: JICA 調査団

表 4.3.16 関連観測所での基準高水位 (m, PWD)

SL No.	Station Name	River Name	Longitude (X)	Latitude (Y)	Station Number	SLWL (m)	SHWL (m)	Observed Years	Remarks
8	Atrai rly. Bridge	Atrai	88.9770	24.6110	147	7.83	14.30	4	

注: 基準高水位 (SHWL) は 5%超過確率の半月週平均水位 (FML) で、基準低水位 (SLWL) は 95%超過確率 FML を示す。MSL と PWD 基準面標高の差異は 46cm である。

出典: JICA 調査団

(3) 最大流出量の推定

最大確率流出量の推定は HFL と同様、観測所での年間最大データを用いてグンベル法により算出する。極値 (年間最大流出量) は 6 つの観測所を収集する。各観測所の確率流出量の結果を表 4.3.17、洪水確率年と最大流出量の相関を図 4.3.16 に示す。この図の相関より、低平地にもかかわらず、各観測所での「比流量」 (流域面積に対する流量の比) の差は大きい。

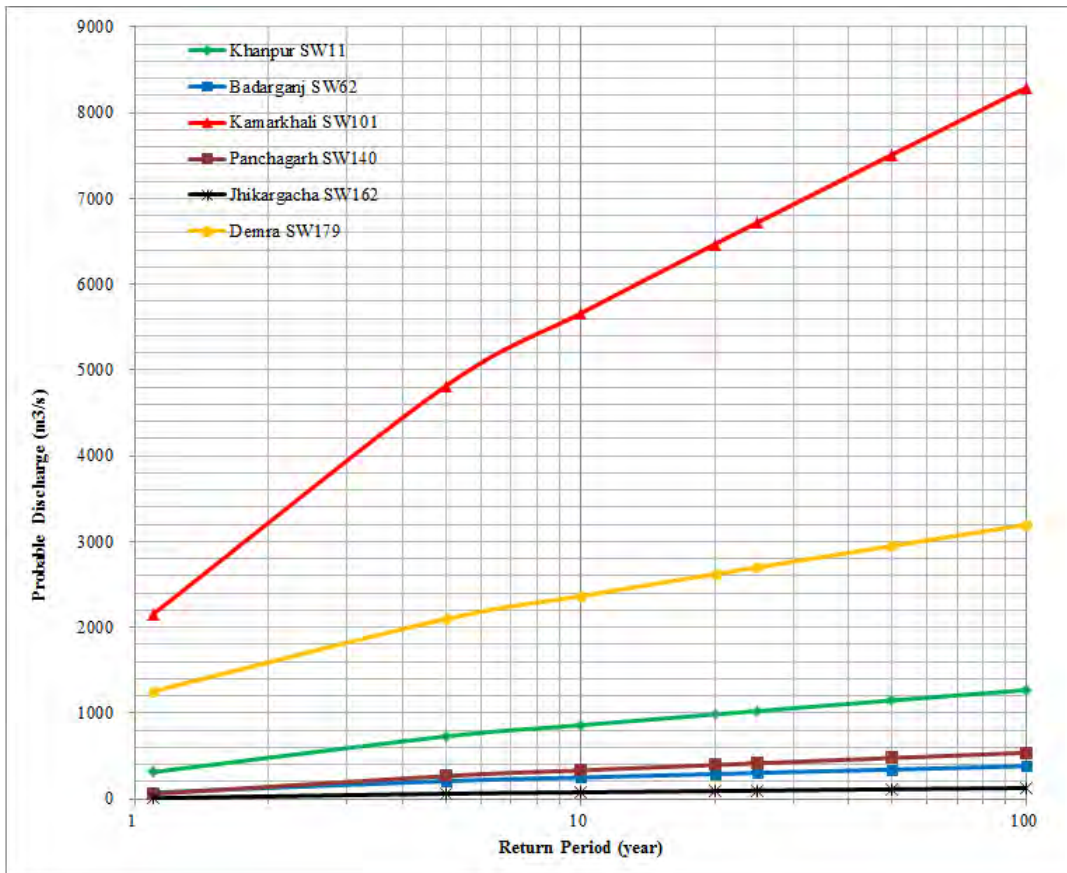
今回の検討では、最大流出量の推定は、下記理由より、あくまで参考として用いるものとする。

「バ」国の河川には多くの支川及び分流路がある。実際の流域境界とそのシステムは複雑であり、流出量の算出には更なる詳細な検討を要する。よって計画橋梁地点の最大流出量の算定は多大の時間を要し、その算定は難しい。

表 4.3.17 各観測所での確率最大流出量の算定

River / Station Name, Station No.	Longitude (X)	Latitude (Y)	Catchment Area (km ²)	No. in sample	Collected year	Mean	Std. Deviation σ_{n-1}	Discharge each Return Period (year) (m ³ /s)							Remarks
								1.1	5	10	20	25	50	100	
								K_T							
<Discharge >								-1.132	0.719	1.305	1.866	2.044	2.592	3.137	
Bangali Khanpur SW11	89.4781	24.6197	1,100	26	1985-2011	567.676	224.040	314.1	728.9	860.0	985.7	1025.6	1148.5	1270.4	
DCJ Karatoa Badarganj SW62	89.0653	25.6749	750	14	1998-2012	156.011	72.155	74.3	207.9	250.1	290.6	303.5	343.1	382.3	
Gorai-Madhumoti Kamarkhali SW101	89.5427	23.5315	4,568	25	1983-2012	3782.338	1438.417	2154.1	4817.2	5658.8	6466.2	6722.2	7511.1	8294.2	
Karatoa-Atrai-GGH Panchagarh SW140	88.547	26.3295	1,267	31	1982-2012	186.219	112.302	59.1	267.0	332.7	395.8	415.7	477.3	538.5	
Kobadak Jhikargacha SW162	89.0994	23.1011	800	19	1982-2011	40.704	27.706	9.3	60.6	76.8	92.4	97.3	112.5	127.6	
Lakhyia Demra SW179	90.5101	23.7217	1,500	33	1973-2011	1771.851	454.634	1257.2	2098.9	2364.9	2620.1	2701.1	2950.4	3197.9	
								1257.2	(2197.0)	(2350.0)	(2456.0)	(2484.0)	(2553.0)	(2605.0)	

出典: JICA 調査団



出典: JICA 調査団

図 4.3.16 各観測所での洪水の確率年と最大流出量の相関

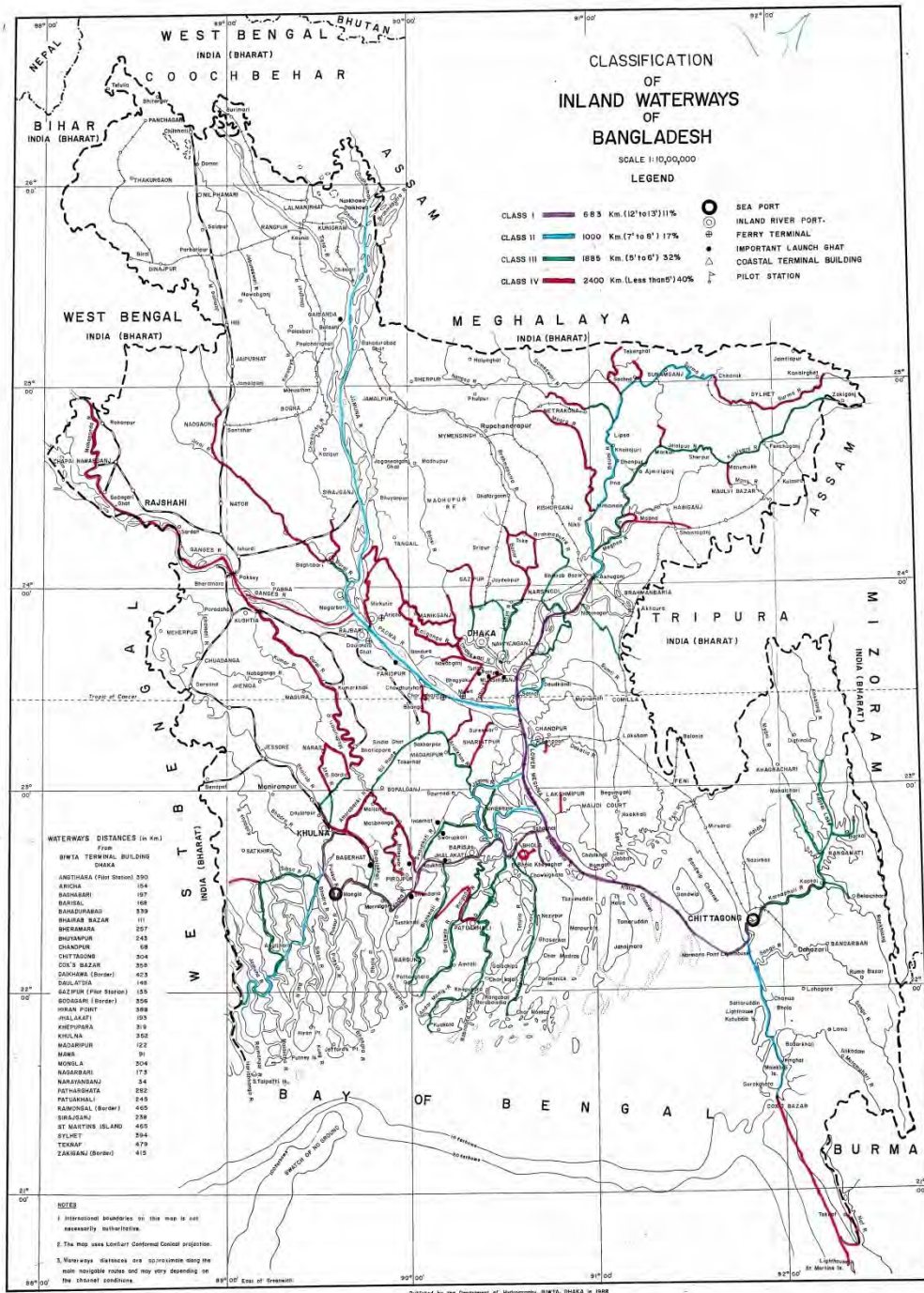
4.3.4 航路のクリアランス

BIWTA は下記に示されるクラス I から IV に分類した航路タイプを考慮し、航行の自由のために最小の水平及び高さ方向のクリアランスを明示している。BIWTA の分類によれば、Atrai (R548_28b)の橋梁がクラス IV に分類される。

表 4.3.18 「バ」国の航路限界

Classification of Waerways	Minimum Vertical Clearance	Minimum Horizontal Clearance	Remarks
Class-I	18.30m	76.22m	
Class-II	12.20m	76.22m	
Class-III	7.62m	30.48m	
Class-IV Including seasonal rivers	5.00m	20.00m	Atrai River (Atrai bridge)

出典: BIWTA, 1991



出典: BIWTA

図 4.3.17 「バ」国の(公式)航路

4.4 気候変動

4.4.1 はじめに

「バ」国は、ガンジス（パドマ）川、ブラマピュトラ（ジャムナ）川、メグナ川とそれら支流で形成される南アジアの低地国（GBM 流域）である。「バ」国は洪水、サイクロン、高潮、潮津波、堰堤の浸食、塩分の侵入及び旱魃等、種々の巨大な自然災害を経験している。「バ」国は、このように地球物理学的背景から気候変動に対して非常に脆弱といえる。したがって、モンスーン時の洪水は降雨の増加と海面上昇によって、さらに破壊力を増すことが予想される。（出典、モンスーン時洪水に与える気候変動と海面上昇に影響評価、2008年11月、気候変動検討部会、バングラデシュ）

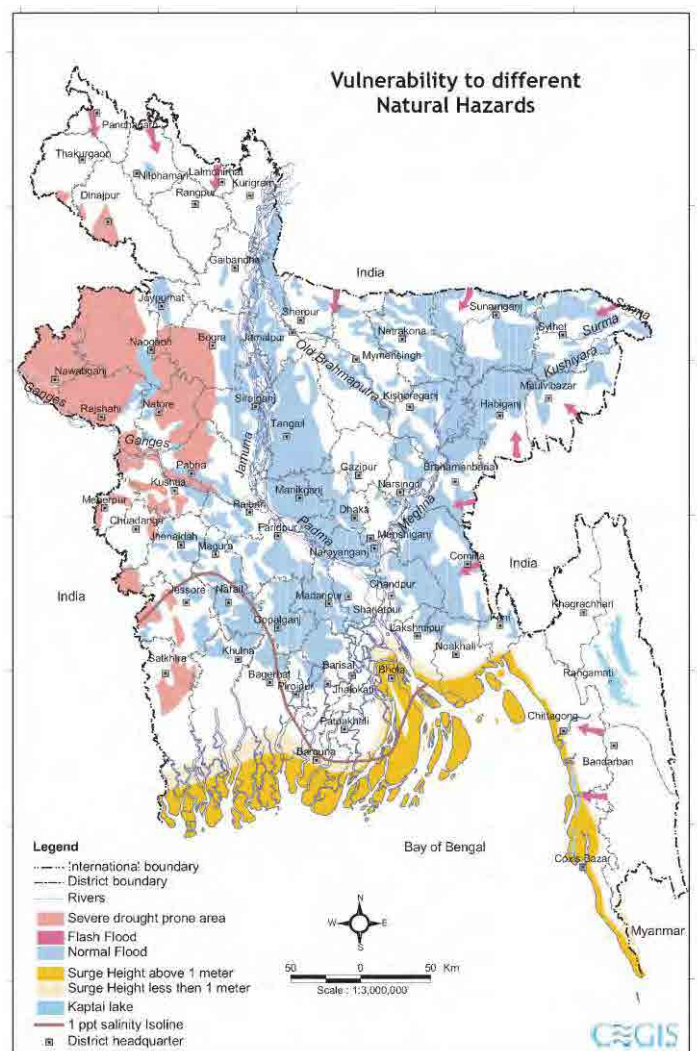
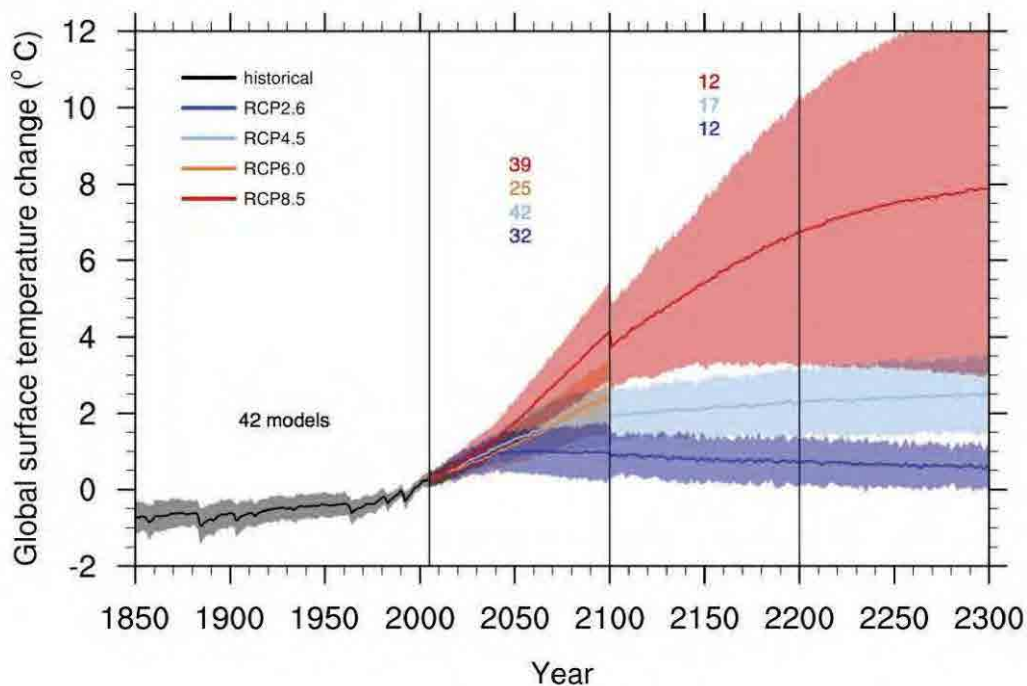


図 4.4.1 気候に関連する種々の災害の影響地域

図 4.4.1 は気候変動に関連する種々の災害による影響地域を示している。北西部に位置するロングプールやラッシャヒは比較的洪水の影響は受けにくい。南西部地域は現在でも塩分の影響を受けている。（出典、CEGIS ダッカ、バングラデシュ気候変動への戦略と行動計画、2009年）

4.4.2 温度の変化

2013年6月7日 IPCC 第5次気候変動評価報告書の最終草稿では、温室ガスが現在のペース継続する場合 21世紀中も平均温度が上昇し続けることを報告している。図 4.4.2 は、種々の温室ガス排出条件での 2100 年における温度上昇を 0.3°C から 5.0°C と推定したものである。

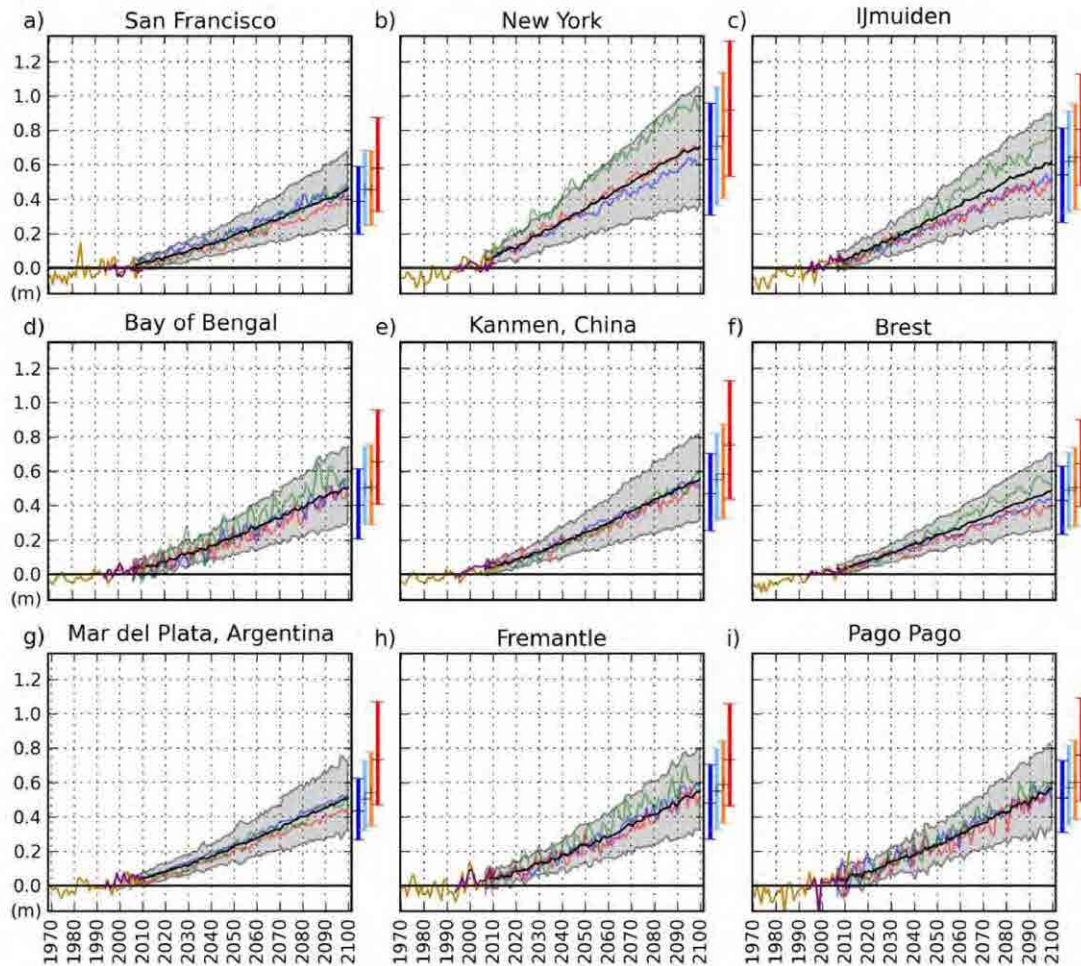


出典：IPCC WGI 5th Assessment Report

図 4.4.2 平均気温の観測値と将来予測値

4.4.3 海面レベルの変化

図 4.4.3 は、同じく IPCC 第5次気候変動評価報告書の最終草稿で、潮汐観測所のデータ、あるいは衛星記録が存在する世界の9カ所の代表的地域の潮位変動の観測値と将来の値を予測したものである。図右側の縦の線は温室ガス排出条件による 2100 年時点での海面上昇予測値の幅を示している。すなわち、RCPs2.6 は紺色、4.5 が青色、6.0 が黄色、そして 8.5 が赤色である。ベンガル湾での海面上昇は 2100 年時点で 0.2m から 0.98m と予測されている。



出典: IPCC WGI 5th Assessment Report

図 4.4.3 潮位変動の観測値と将来予測値

4.4.4 海面上昇による影響

(1) 河川水位と冠水

海面上昇による河川水位や冠水についての検討が、2005年 WARPO によって IACCCZB として、及び 2010 年にはパドマ橋プロジェクトにおいても行われた。IACCCZB の結果では、海面上昇が 0.88m とした場合のシャバズール流域沿いでの水位変化が図 4.4.4 のように推定された。

表 4.4.1 は海面上昇を 0.26m、0.60m、0.88m 及び 1.00m のシャバズール流域沿いで及びパドマ橋架橋位置での水位変化を内挿あるいは外挿して推算したものである。この推算から海面上昇を 0.98m とした場合、パドマ川とジャムナ川の合流地点で概ね 0.2m 程度の水位上昇、ジャムナ橋架橋位置では水位上昇はないのではと推測する。

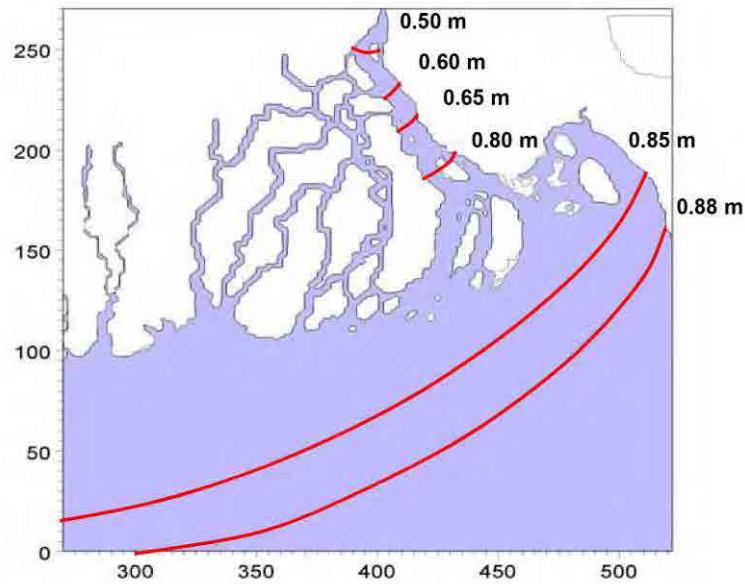


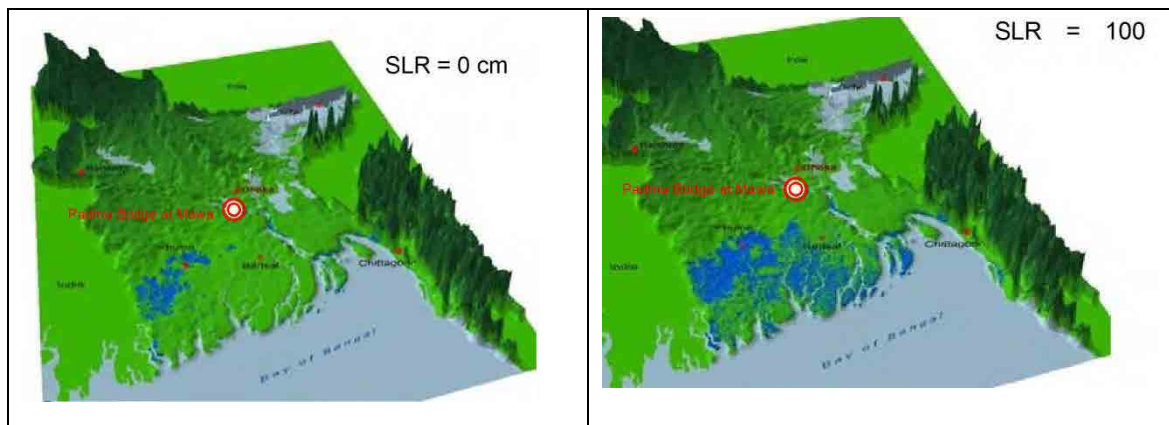
図 4.4.4 海面が 88 cm 上昇した場合のメグナ川河口での水位変化

表 4.4.1 海面上昇の影響によるシャバズール流域沿い及びパドマ橋架橋位置での水位変化

Distance from the outer most boundary of SLR in estuary (Km) ⁸	Sea Level Rise (SLR in m)			
	0.88	1.00	0.60	0.26
	Rise in water level due to SLR (m, PWD)			
26 (Doulat khan)	0.85	0.96	0.55	0.19
105	0.80	0.90	0.52	0.18
131	0.65	0.73	0.42	0.15
149	0.60	0.68	0.39	0.14
168 (Chandpur)	0.50	0.56	0.33	0.11
240 (Padma Bridge)	0.42	0.47	0.27	0.09

出典：PMBDP

図 4.4.5 は、海面上昇が 1.00m あったとした場合の内陸への水位上昇のシミュレーション結果で、沿岸域で影響が広範囲に及ぶことが予測されている。

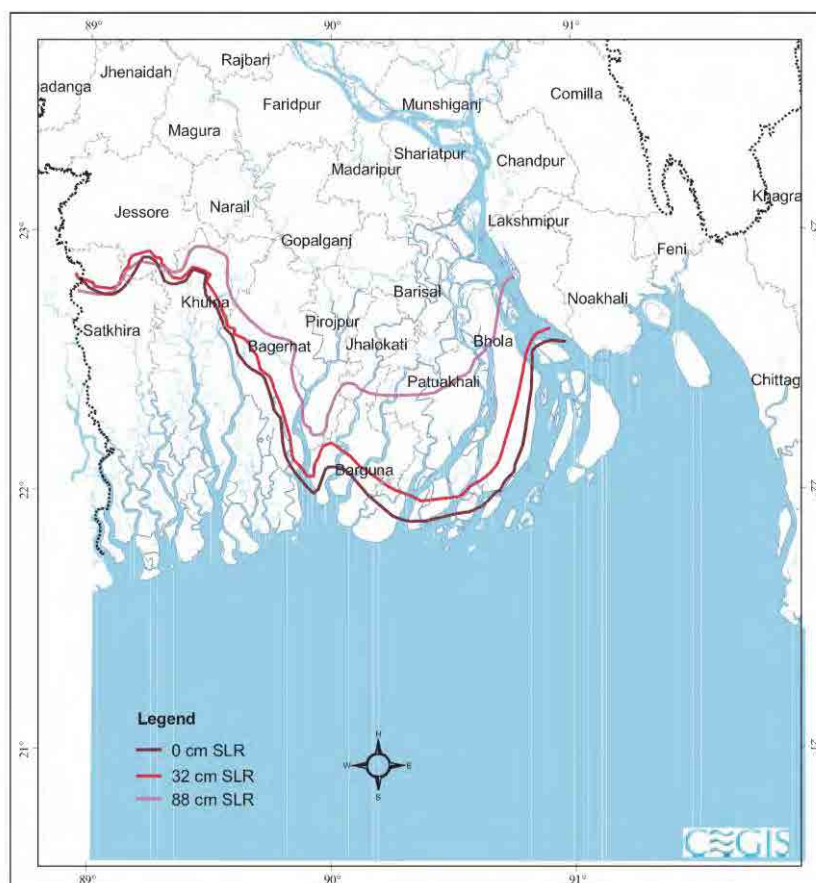


出典：PMBDP

図 4.4.5 水面上昇のシミュレーション結果

(2) 海水の侵入

海面上昇により沿岸河川沿いに海水が遡上する、図 4.4.6 は CEGIS が行った海面上昇レベルによる海水遡上の予測を示している。



出典：BCCSAP, CEGIS

図 4.4.6 海面上昇率による海水遡上値の予測

4.4.5 降水量の影響

第四次 IPCC レポートでの 2040 年における最悪ケース (A1F1) で降雨量が 13%増加した場合について、GBM 流域への流入量から洪水水位を IACCCSLRMF レポート (2008 年) で予測している。この試算では、ジャムナ川のバハヅラバッドでのピーク洪水水位の増加量が、中程度の洪水 (2004 年の洪水程度) に対して 37 cm、標準的洪水 (2005 年の洪水程度) に対して 27 cm増加すると予測した。

表 4.4.2 は第 5 次 IPCC 最終草稿の RCP4.5 の場合の南アジア地域における温度上昇と降雨量の変化を予測したもので、2065 年の JJA (6 月、7 月及び 8 月) には降雨量が最大 33%増加、2100 年には 37%と予測している。第四次 IPCC の予測結果に基づく上記洪水水位上昇予測結果に単純に比例計算すると、ジャムナ川のバハヅラバッドでのピーク洪水水位の増加量がそれぞれ中程度の洪水 (2004 年の洪水程度) に対して 94 cm と 105 cm となる。

表 4.4.2 CMIP5 グローバルモデルによる温度上昇と降雨量の将来予測

RCP4.5			Temperature (°C)					Precipitation (%)				
REGION	MONTH ^a	Year	min	25%	50%	75%	max	min	25%	50%	75%	max
South Asia	DJF	2035	0.1	0.7	1.0	1.1	1.4	-18	-6	-1	4	8
		2065	0.6	1.6	1.8	2.3	2.6	-17	-3	4	7	13
		2100	1.4	2.0	2.3	3.0	3.7	-14	0	8	14	28
	JJA	2035	0.3	0.6	0.7	0.9	1.3	-3	2	3	6	9
		2065	0.9	1.1	1.3	1.7	2.6	-3	5	7	11	33
		2100	0.7	1.4	1.7	2.2	3.3	-7	8	10	13	37
	Annual	2035	0.2	0.7	0.8	1.0	1.3	-2	1	3	4	7
		2065	0.8	1.4	1.6	1.9	2.5	-2	3	7	9	26
		2100	1.3	1.7	2.1	2.7	3.5	-3	6	10	12	27

5. 交通需要予測

5.1 はじめに

本章では“3 対象橋梁の選定”で選定された 105 橋の将来交通量をとりまとめた¹。まず、将来交通量の予測にあたり、2005 年の道路マスタープラン(2009 年)策定時に作成された全国 OD やネットワークデータ等の利用可能性を検討した。その結果、当該プロジェクトは国レベルの流動を把握することに主眼が置かれていたこと、マスタープラン作成後にデータのアップデートが行われていないことから、本検討に必要な精度を有していないことが明らかとなった。そのため、交通指標の伸び率から将来交通量を予測し、その後、大規模開発計画の誘発交通需要を考慮することとした。以下では、将来交通量の予測に用いた交通指標、大規模開発計画、将来交通量(2031 年)の予測結果をとりまとめた。

5.2 交通需要予測の方法

5.2.1 現況交通量

(1) 対象橋梁の現況交通量

対象橋梁の現況交通量を把握するために、2014 年 2 月および 3 月に 24 時間の車種別の交通量観測調査を実施した。対象橋梁別の現況交通量を表 5.2.1、表 5.2.2 に示す。

¹第 3 章において、106 橋が選定された。しかしながら、106 橋のうち 1 橋が、他のプロジェクトで建設中であることが確認されたため、105 橋について予備設計を行った

表 5.2.1 交通量調査結果 (24 時間) (台/日) (1)

SN	Zone	Bridge ID	Name of Bridge	Road Class	Truck	Bus	Minibus	Utility	Car	Auto-Rickshaw	Motor Cycle	Total
2	Rangpur	N509_19a	Sharnamoti Bridge	National Road	231	92	110	169	61	1,027	1,485	3,175
6		N5_235a	Mohosthan Bridge		4,800	3,039	1,473	1,288	907	3,912	1,996	17,415
10		N5_265a	Bupinath Bridge		2,628	1,863	727	555	568	1,541	1,705	9,587
11		N5_350b	Barati Bridge		891	680	359	468	297	373	1,563	4,631
24		N5_356a	Nangtichara (Taraganj) Bridge		891	680	359	468	297	373	1,563	4,631
31		N5_378a	Gaudangi Bridge		827	449	398	422	307	1	1,601	4,005
36		N5_188a	Ghogar Bridge		6,183	4,250	1,820	1,322	1,586	1,738	1,649	18,548
38		N518_4a	Khorkhori bridge		827	449	398	422	307	1	1,601	4,005
45		N5_344c	Kharobaj Bridge		891	680	359	468	297	373	1,563	4,631
46		N5_382a	Ichamoti Bridge		827	449	398	422	307	1	1,601	4,005
47		N5_360a	Chikli Bridge		891	680	359	468	297	373	1,563	4,631
66		N5_260b	Katakhali Bridge		2,628	1,863	727	555	568	1,541	1,705	9,587
79		N5_458a	Pathoraj Bridge		623	223	377	276	130	535	4,453	6,617
80		N5_488a	Chawai Bridge		1,450	132	704	855	454	530	1,779	5,904
102		N5_435a	Sattapir Bridge		1,073	396	470	418	188	306	4,270	7,121
62		R545_115c	Mongle bari kuthibari Bridge		750	260	554	657	480	2,263	2,769	7,733
76		R550_28b	Bottoli Bridge		977	256	622	298	224	718	2,281	5,376
93		R585_80a	Bhela Bridge		1,372	293	685	311	251	169	2,582	5,663
48		Z5025_55a	Kakra Bridge		439	126	277	271	132	33	2,458	3,736
49		Z5025_64a	Gabura Bridge		439	126	277	271	132	33	2,458	3,736
50		Z5401_45a	Matpara Bridge		881	458	328	319	264	2,720	2,208	7,178
51		Z5072_14a	Bombgara Bridge		373	2	20	15	70	917	1,321	2,718
52		Z5025_60a	Madarganj Bridge		439	126	277	271	132	33	2,458	3,736
53		Z5472_6a	Rakhta Dha Bridge		-	-	7	4	12	67	129	219
55		Z5552_10a	Barodia Khali Bridge		224	52	172	292	99	1,351	2,028	4,218
59	Z5015_22a	Bahagili Bridge	77	20	42	63	21	82	1,146	1,451		
60	Z5701_1a	Anandababur Pool	187	34	100	167	28	563	2,850	3,929		
61	Z5701_9a	Duhuli Bridge	96	24	101	236	39	662	1,441	2,599		
88	Z5008_1a	Choto Dhepa bridge	214	65	256	163	140	84	3,312	4,234		
89	Z5024_5c	Shampur Bridge	224	1	73	67	61	-	790	1,216		
90	Z5025_46a	Bondorer pool Bridge	458	17	236	253	176	477	2,014	3,631		
91	Z5040_4a	Khottapara Bridge	446	2	11	29	18	2,339	569	3,414		
3	Rajshahi	N5_119a	Chanda Bridge	National Road	1,332	942	743	540	518	1,388	835	6,298
4		N5_127a	Palgari Bridge		1,332	942	743	540	518	1,388	835	6,298
5		N5_176a	Bhuyagati Bridge		5,029	2,751	1,410	1,320	1,021	1,980	1,146	14,657
7		N5_120a	Chanda Bridge		1,332	942	743	540	518	1,388	835	6,298
8		N5_128a	Gailhar Bridge		1,458	512	322	326	482	1,845	1,999	6,944
9		N5_158a	Purbodalu Bridge		2,078	947	820	935	474	2,238	1,171	8,663
16		N5_134a	Nukali Bridge		1,458	512	322	326	482	1,845	1,999	6,944
17		N6_97a	Dattapara Bridge		3,407	1,138	677	642	383	1,512	2,790	10,549
19		N5_140a	Jugnidaha Bridge		1,458	512	322	326	482	1,845	1,999	6,944
20		N5_118a	Punduria Bridge		1,332	942	743	540	518	1,388	835	6,298
27		N505_2a	Kazir Hat Bridge		81	3	43	26	16	286	537	992
33		N5_156a	Chowkidhoh Bridge		2,078	947	820	935	474	2,238	1,171	8,663
34		N5_172a	Notun Dhoh Bridge		5,029	2,751	1,410	1,320	1,021	1,980	1,146	14,657
35		N5_179a	Dhatia Bridge		6,183	4,250	1,820	1,322	1,586	1,738	1,649	18,548
37		N5_126a	Vitapara Bridge		1,332	942	743	540	518	1,388	835	6,298
54		N5xx_Sa	Pura Mukto Monch Bridge		2,078	947	820	935	474	2,238	1,171	8,663
18		R681_10a	Honsonkorpur Bridge		167	12	35	46	12	310	695	1,277
28		R548_28b	Atrai Bridge		219	-	104	274	104	370	1,928	2,999
73		R548_40a	Mohis Mari Bridge		190	134	198	294	39	662	1,212	2,729
74		R451_1a	Naioni Bridge		1,510	761	1,241	1,269	882	3,565	1,640	10,868
75		R451_7a	Chondi Das Bridge		1,510	761	1,241	1,269	882	3,565	1,640	10,868

*SN(シリアルナンバー)は事業対象候補橋梁 106 橋選定時のランクである。

出典: 交通量調査結果 2014

表 5.2.2 交通量調査結果 (24 時間) (台/日) (2)

SN	Zone	Bridge ID	Name of Bridge	Road Class	Truck	Bus	Minibus	Utility	Car	Auto-Rickshaw	Motor Cycle	Total
87	Rajshahi	Z6010_12b	Faliarbil Bridge	Zilla Road	185	-	18	63	11	392	754	1,423
100		Z5041_2a	Debokbazar Bridge		362	31	205	208	68	893	863	2,630
1		N8_178a	Boalia Bazar Bridge	National Road	1,556	1,076	1,504	1,859	1,150	1,510	3,473	12,128
12		N8_182a	Bakerganj Steel Bridge		1,556	1,076	1,504	1,859	1,150	1,510	3,473	12,128
26		N8_095a	Amgram bridge		965	904	596	590	305	795	1,232	5,387
56		N8_152c	Rahamatpur bridge		1,034	1,167	520	557	253	1,548	2,967	8,046
57		N8_127b	gounagata bridge		796	939	459	295	199	1,369	2,452	6,509
64		N8_123a	Souderkhal bridge		796	939	459	295	199	1,369	2,452	6,509
69		N8_129a	Asokoti bridge		796	939	459	295	199	1,369	2,452	6,509
86		N8_69a	Kumar Bridge		1,683	1,165	1,250	1,273	409	3,037	2,692	11,509
104	N805_24a	Garakola Bridge	2,335		1,427	1,549	1,116	936	725	1,429	9,517	
42	R890_45a	Dowry Bridge	1,596		975	1,166	1,590	771	1,460	2,514	10,072	
70	R890_16a	Bangla Bazar Bridge	495	235	255	286	220	354	1,467	3,312		
71	R890_21a	Boksheali Bridge	495	235	255	286	220	354	1,467	3,312		
72	R890_28a	Sheyali Bailey Bridge	495	235	255	286	220	354	1,467	3,312		
77	R860_31a	Papraail Bailey Bridge	498	96	286	306	161	773	754	2,874		
83	R860_34a	Jajihar Bridge	498	96	286	306	161	773	754	2,874		
84	R860_44c	Gazipur Bridge	498	96	286	306	161	773	754	2,874		
85	R860_53d	Balar Bazar Bridge	498	96	286	306	161	773	754	2,874		
99	R860_35a	Shajonpur Bailey Bridge	498	96	286	306	161	773	754	2,874		
58	Z8052_009d	Gabtala Steel Bridge	155	50	294	239	177	465	2,147	3,527		
65	Z8701_3d	Bottala Bridge	230	175	149	228	159	669	1,346	2,956		
78	Z8708_1c	Algy Bridge	3	2	26	20	13	389	963	1,416		
81	Z8708_12b	Satani Bridge	235	-	135	216	236	333	1,653	2,808		
82	Z8033_017a	Raiyer hat bridge	169	641	108	253	127	1,934	1,500	4,732		
92	Z8810_13a	Madhabkhali bridge	155	50	294	239	177	465	2,147	3,527		
94	Z8033_008a	Kaljira bridge	112	134	178	255	86	1,460	1,046	3,271		
95	Z8033_019a	Masrong bridge	351	759	589	508	260	827	1,341	4,635		
96	Z8034_011a	Padarhat bridge	45	106	27	110	48	10	2,900	3,246		
97	Z8044_004a	Talukdarhat Bailey Bridge	317	8	456	232	146	234	2,973	4,366		
13	N7_025a	Jhuldibazar Bridge	2,799	1,352	307	483	561	664	1,472	7,638		
14	N7_039a	Karimpur Bridge	1,942	1,214	400	650	296	552	1,394	6,448		
15	N7_049a	Porkitpur Bridge	1,984	1,202	394	728	330	669	1,067	6,374		
21	N704_43a	Khulna-Kushtia-Churash Bridge	6,577	2,124	1,717	1,269	939	4,796	5,358	22,780		
22	N7_248c	Gora bridge	1,322	205	374	324	224	258	1,229	3,936		
23	N7_054a	Barashia Bridge	1,984	1,202	394	728	330	669	1,067	6,374		
25	N7_246a	Balai bridge	1,322	205	374	324	224	258	1,229	3,936		
29	N7_036c	Kanaipur Bridge	1,942	1,214	400	650	296	552	1,394	6,448		
30	N7_048a	Brahmonkanda Bridge	1,984	1,202	394	728	330	669	1,067	6,374		
32	N7_047a	Bimankanda bridge	1,984	1,202	394	728	330	669	1,067	6,374		
39	N7_141b	Buri Bhairab Bridge	2,797	569	364	612	305	803	1,552	7,002		
41	N703_Sd	Dhopa Ghata Bridge	1,373	922	815	758	675	5,794	5,353	15,688		
43	N704_14a	Barda Bridge	4,343	1,535	1,385	1,098	828	1,126	1,713	12,028		
44	N704_33b	Balipara Bridge	3,761	1,046	709	1,003	544	986	1,417	9,466		
67	N704_27b	Bittipara Bridge	3,761	1,046	709	1,003	544	986	1,417	9,466		
101	N706_14b	Jhikorgacha Bridge	4,320	1,723	1,302	1,060	1,160	1,647	5,058	16,270		
103	N704_12c	Chandi Pur Bridge	4,343	1,535	1,385	1,098	828	1,126	1,713	12,028		
40	R720_44a	Gurakhali Bridge	144	65	29	52	35	403	1,157	1,885		
63	R760_049c	Shakdaha bridge	1,146	443	160	341	291	649	2,812	5,842		
68	R750_22c	Bhangura Bridge	660	587	337	438	267	243	1,196	3,728		
105	R750_25a	Tularampur Bridge	660	587	337	438	267	243	1,196	3,728		
106	Z7503_5a	Hawai khali Bridge	1,034	565	701	1,037	473	1,020	2,002	6,832		

*1 橋梁 No98 は第 3 章で 105 橋の対象橋梁から除外されたが、交通量調査結果を交通量の伸び率の算定に用いている。

*2 SN(シリアルナンバー)は事業対象候補橋梁 106 橋選定時のランクである。

出典：交通量調査結果 2014

(2) 車種構成

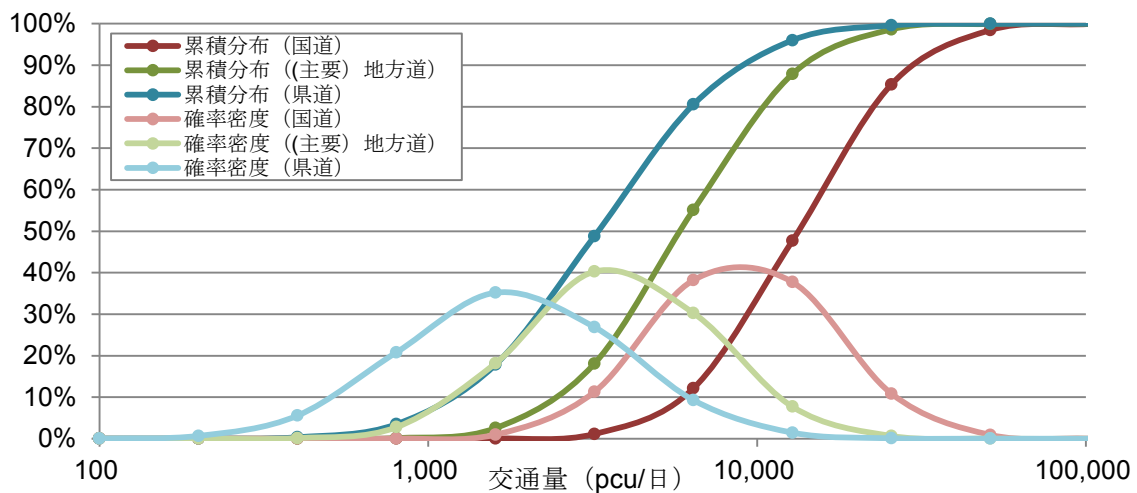
本調査で実施した交通量調査結果および表 5.2.3 の PCU Factor を基に、道路種別別の交通量 (PCU) の特徴について検証を行った。

表 5.2.3 PCU Factor

車種	PCU Factor
Truck	3.0
Bus	3.0
Minibus	3.0
Utility	1.0
Car	1.0
Auto-Rickshaw	0.75
Motorcycle	0.75

出典: Geometric Design of RHD Roads Ver.4

その結果、図 5.2.1 に示すとおり、道路種別別に累積分布と確率密度の傾向が、道路種別ごとに異なることが明らかとなった。



出典: 交通量調査結果 2014 を基に JICA 調査団が作成

図 5.2.1 道路種別別の交通量の累積分布と確率密度 (PCU)

また、表 5.2.4 には、道路種別別の交通量 (PCU) を基にした、平均交通量 (pcu/日)、交通量の中央値 (pcu/日)、標準偏差、尖度、歪度を示す。道路種別別の標準偏差は、国道が 9,378、主要地方道が 4,793、県道が 2,311 となった。また、尖度²は国道が 1.60、主要地方道が-0.06、県道が 2.21 となり、主要地方道は負の値となった。歪度は全て正の値となり、国道が 1.38、主要地方道が 1.05、県道が 1.19 となった。

² 尖度は確率密度関数の尖り・歪度は分布の非対称性を示す指標であり、正規分布の場合 0 を示す。

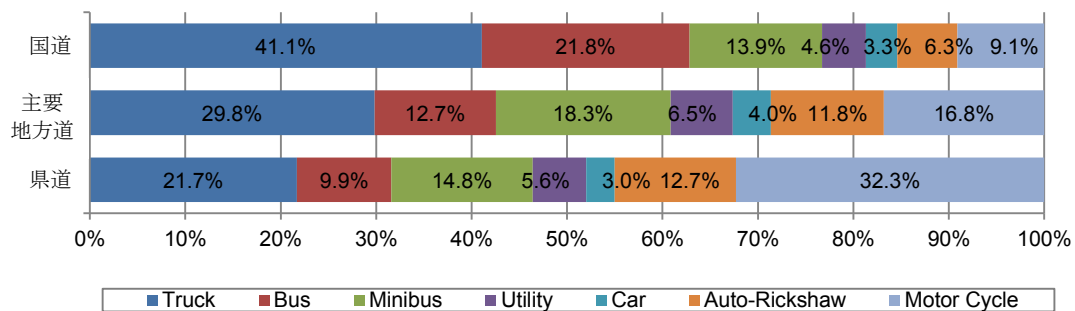
表 5.2.4 道路種別別の標準偏差、尖度および歪度

	国道	主要地方道	県道
平均交通量 (pcu/日)	15,722	7,214	4,023
中央値 (pcu/日)	13,074	4,827	3,718
標準偏差	9,378	4,793	2,311
尖度	1.60	-0.06	2.21
歪度	1.38	1.05	1.19

出典：交通量調査結果 2014 を基に JICA 調査団が算出

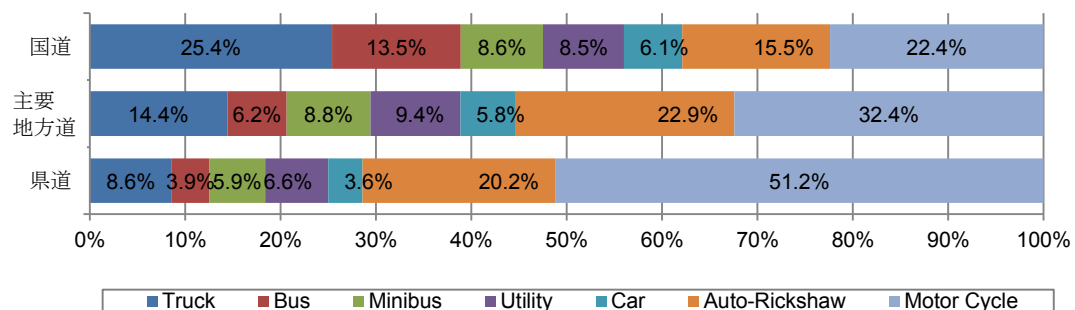
(3) 道路種別別の車種構成

本調査で実施した交通量調査結果を用いて、「バ」国西部地域全体の道路種別別の車種構成割合を算定した。車種構成割合をみると、道路種別ごとに車種構成の傾向が異なっており、道路規格が高い国道ではトラックやバスなどの大型車の割合が高い。一方、モーターバイクやオートリキシャなど小型の車両の割合が低いことが確認された。道路種別別の車種構成を図 5.2.2 と図 5.2.3 に示す。



出典：JICA 調査団

図 5.2.2 道路種別別の車種構成割合 (PCU)



出典：JICA 調査団

図 5.2.3 道路種別別の車種構成割合 (台)

5.2.2 将来の交通量の伸び率

本需要予測では、過去の交通量の伸び率を交通指標として適用した。具体的には、2031年までの将来の交通量の伸び率は過去の交通量の伸び率と同一と仮定して、本調査で実施した交通量調査およびRHDが2004年から2011年に実施した交通量調査の結果を基に道路種別別に設定した。その結果、表5.2.4に示す通り、西部地域全体の道路種別別の交通量の年平均伸び率は、国道が6.25%、主要地方道が5.62%、県道が5.15%となり、道路規格の高い地点の交通量の伸び率が高く、規格が低い道路での伸び率は若干低い結果となった。なお、「バ」国の他プロジェクトで適用されている自動車登録台数の伸び率を用いる方法も検討を行ったが、自動車登録台数は実際の車両台数との乖離が大きい可能性が示唆されたため、本検討では適用しなかった。

表 5.2.5 交通量の増加率

SN	Bridge ID	Name of Bridge	Traffic Volume of Motorized Vehicles (PCU/Day)					Annual Growth Rate	Average Annual Growth Rate
			2007	2008	2009	2011	2014		
14	N7_039a	Karimpur Bridge	-	-	-	4,827	6,448	10.1%	6.25%
16	N5_134a	Nukali Bridge	-	-	-	5,624	6,944	7.3%	
17	N6_97a	Dattapara Bridge	-	-	6,845	-	10,549	9.0%	
21	N704_43a	Khulna-Kushtia-Churash Bridge	12,380	-	-	-	22,780	9.1%	
22	N7_248c	Gora bridge	-	-	-	3,510	3,936	3.9%	
26	N8_095a	Amgram bridge	-	-	4,335	-	5,387	4.4%	
34	N5_172a	Notun Dhoh Bridge	-	-	13,873	-	14,657	1.1%	
46	N5_382a	Ichamoti Bridge	-	-	-	3,253	4,005	7.2%	
56	N8_152c	Rahamatpur bridge	-	-	-	6,338	8,046	8.3%	
57	N8_127b	gounagata bridge	-	-	4,335	-	6,509	8.5%	
66	N5_260b	Katakhali Bridge	-	-	7,471	-	9,587	5.1%	
80	N5_488a	Chawai Bridge	5,091	-	-	-	5,904	2.1%	5.62%
101	N706_14b	Jhikorgacha Bridge	11,475	-	-	-	16,270	5.1%	
28	R548_28b	Atrai Bridge	2,752	-	-	-	2,999	1.2%	
40	R720_44a	Gurakhali Bridge	1,404	-	-	-	1,885	4.3%	
62	R545_115c	Mongle bari kuthibari Bridge	6,664	-	-	-	7,733	2.1%	
63	R760_049c	Shakdaha bridge	-	3,349	-	-	5,842	9.7%	
71	R890_21a	Boksheali Bridge	2,840	-	-	-	3,312	2.2%	
75	R451_7a	Chondi Das Bridge	6,761	-	-	-	10,868	7.0%	
93	R585_80a	Bhela Bridge	-	2,454	-	-	5,663	15.0%	
98	R760_003a	Gollamari bridge	9,828	-	-	-	12,385	3.4%	
50	Z5401_45a	Matpara Bridge	4,849	-	-	-	7,178	5.8%	5.15%
55	Z5552_10a	Barodia Khali Bridge	3,555	-	-	-	4,218	2.5%	
58	Z8052_009d	Gabtala Steel Bridge	-	2,640	-	-	3,527	4.9%	
59	Z5015_22a	Bahagili Bridge	-	1,056	-	-	1,451	5.4%	
87	Z6010_12b	Faliarbil Bridge	-	1,010	-	-	1,423	5.9%	
90	Z5025_46a	Bondorer pool Bridge	3,263	-	-	-	3,631	1.5%	
96	Z8034_011a	Padarhat bridge	1,666	-	-	-	3,246	10.0%	

*1 調査年次ごとの車種区分が異なっていたため、PCU換算後の総交通量を基に交通量の増加率を算定した。また、地点や地域ごとの特徴を考慮するために地域別の伸び率の算定を試みたが、サンプル数が少なく精度が確保出来ないため、道路種別ごとに算定した。

*2 SN(シリアルナンバー)は事業対象候補橋梁106橋選定時のランクである。

出典: JICA 調査団

5.2.3 大規模開発計画

道路マスタープラン(2009年)で計画されている「バ」国の大規模開発計画の中で、本調査の需要予測に大きな影響を与える計画は、パドマ橋とAH1の整備である。そのため、本需要予測ではパドマ橋とAH1の整備による誘発交通量を将来交通需要の算定時に考慮した。

(1) パドマ橋の架橋位置と AH1 のルート

パドマ橋の架橋位置と AH1 のルートを図 5.2.2 に示す。パドマ 橋の建設により、これまでフェリーを利用してダッカと「バ」国の西部地域・インドを行き来していた車両が、パドマ橋の完成によりフェリーを使わずに行き来が出来るようになる。また、パドマ橋と AH1 の交通量には、フェリーからの転換分とダッカとインド間の利便性が向上することによる誘発交通が含まれる。

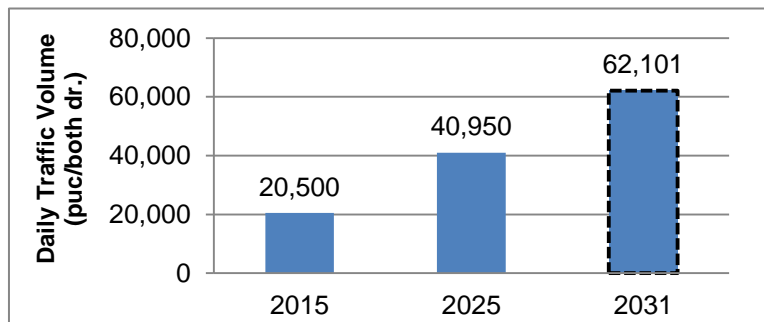


出典：JICA 調査団

図 5.2.4 パドマ橋の架橋位置と AH1 のルート

(2) パドマ橋の誘発交通量

2031 年のパドマ橋の誘発交通量は、“The Feasibility Study of Padma Bridge in the People Republics of Bangladesh 2005, JICA” を基に、2015 年から 2025 年の伸び率がその後も継続すると仮定して推定を行った。

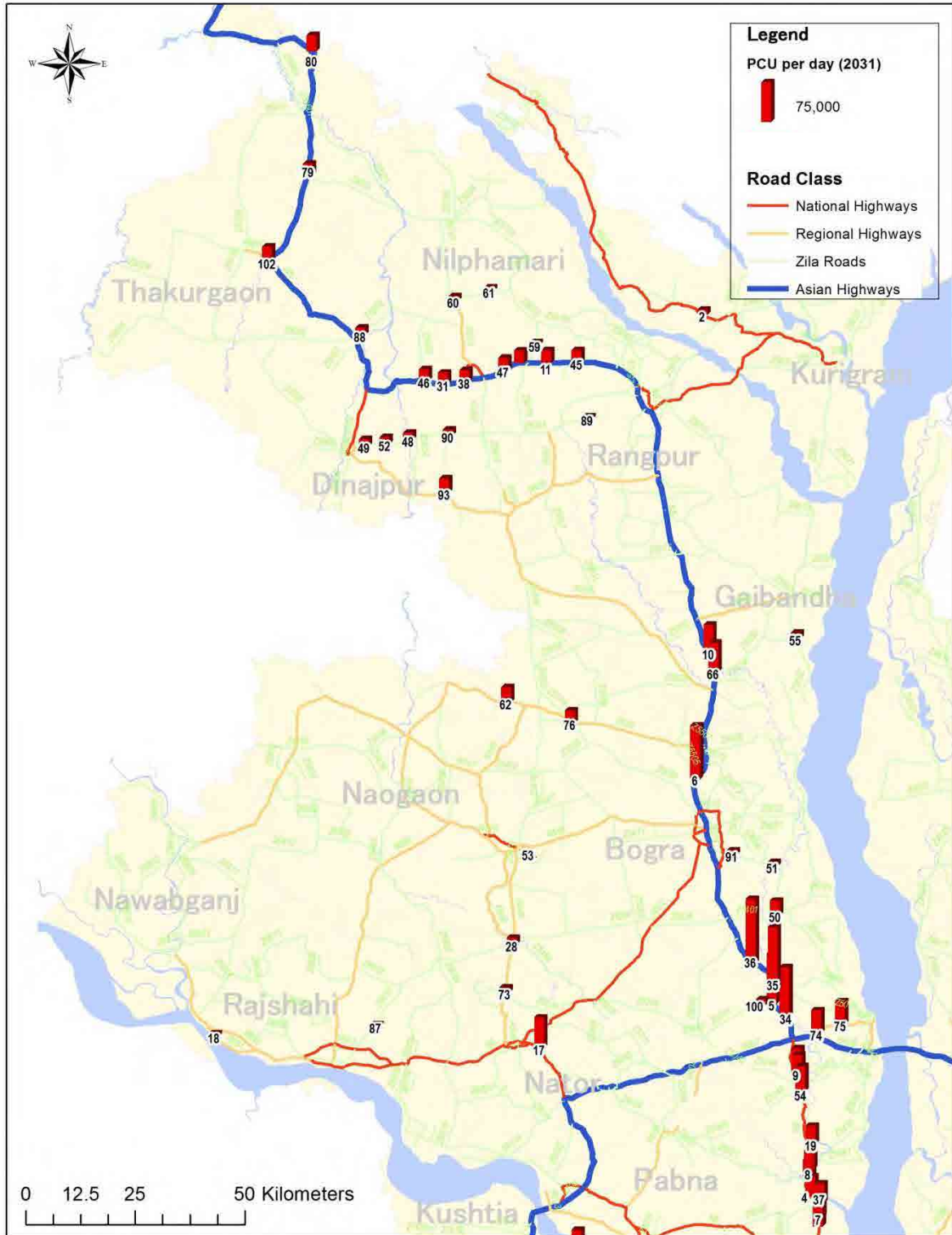


出典：The Feasibility Study of Padma Bridge in the People Republics of Bangladesh, 2005 JICA 調査

図 5.2.5 パドマ橋の誘発交通量の推定

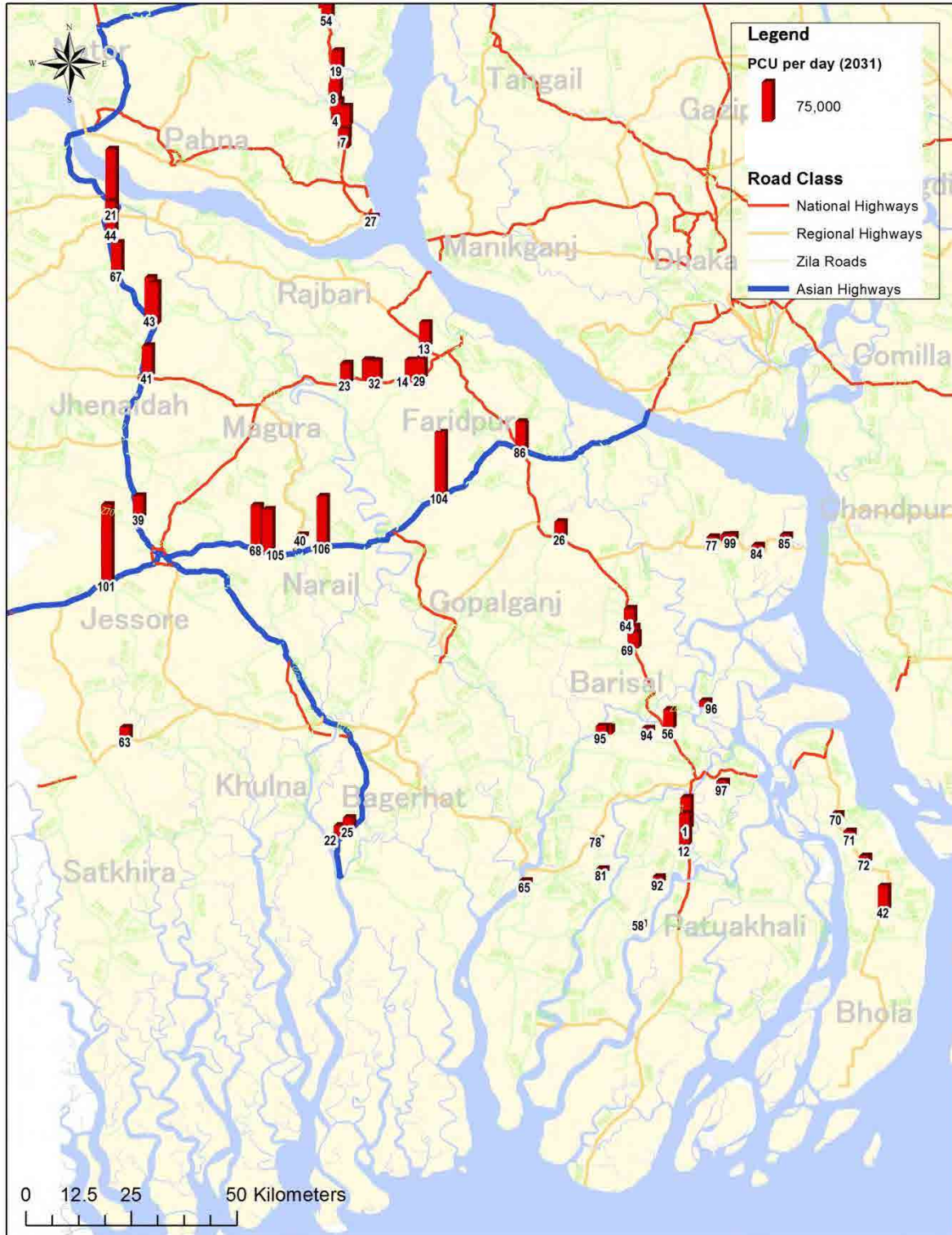
5.3 2031年の将来交通需要

地点別の将来日交通量を図 5.3.1 および図 5.3.2 に示す。また、車線数の決定に用いたピーク時間の将来交通量は、RHD の基準に基づいて、国道のピーク率を 8%、主要地方道および県道を 10%として算定を行った。その結果、ピーク時間の断面交通量をみると、「バ」国を東西に分断する川と西部地域を南北に分断するジャムナ川、パドマ川にかかる橋に交通が集中し、橋に接続している AH や国道の交通量が増加する。



注：図中の番号は Serial No を示す。
出典：JICA 調査団

図 5.3.1 将来交通量の算定結果 (1)



注：図中の番号は Serial No を示す。
出典：JICA 調査団

図 5.3.2 将来交通量の算定結果 (2)

表 5.3.1 将来交通量の算定結果 (1)

SN	Zone	Bridge ID	Name of Bridge	Road Class	Asian Highway	Induced Traffic	2014		2031			
							Daily Traffic Volume (pcu/day)	Base Traffic Volume (pcu/day)	Induced Traffic (pcu/day)	Daily Traffic Volume (pcu/day)	Peak Hour Traffic Volume (pcu/hr.)	
2	Rangpur	N509_19a	Barodia Khali Bridge	National Road			3,487	9,777	-	9,777	782	
6		N5_235a	Bahagili Bridge		✓		35,903	100,671	-	100,671	8,054	
10		N5_265a	Shakdaha bridge		✓		20,082	56,308	-	56,308	4,505	
11		N5_350b	Souderkhal bridge		✓		8,466	23,738	-	23,738	1,899	
24		N5_356a	Paprail Bailey Bridge		✓		8,466	23,738	-	23,738	1,899	
31		N5_378a	Gazipur Bridge		✓		7,882	22,099	-	22,099	1,768	
36		N5_188a	Shampur Bridge		✓		43,832	122,904	-	122,904	9,832	
38		N518_4a	Khottapara Bridge		✓		7,882	22,099	-	22,099	1,768	
45		N5_344c	Gollamai bridge		✓		8,466	23,738	-	23,738	1,899	
46		N5_382a	Shajonpur Bailey Bridge		✓		7,882	22,099	-	22,099	1,768	
47		N5_360a	Debokbazar Bridge		✓		8,466	23,738	-	23,738	1,899	
66		N5_260b	Katakhali Bridge		✓		20,082	56,308	-	56,308	4,505	
79		N5_458a	Pathoraj Bridge		✓		8,088	22,678	-	22,678	1,814	
80		N5_488a	Chawai Bridge		✓		10,904	30,574	-	30,574	2,446	
102		N5_435a	Sattapir Bridge		✓		10,383	29,114	-	29,114	2,329	
62		R545_115c	Mongle bari kuthibari Bridge		Regional Road			11,493	29,110	-	29,110	2,911
76		R550_28b	Bottoli Bridge					9,269	23,478	-	23,478	2,348
93		R585_80a	Bhela Bridge				10,847	27,475	-	27,475	2,747	
48		Z5025_55a	Jhikorgacha Bridge	Zilla Road			5,672	13,317	-	13,317	1,332	
49		Z5025_64a	Sattapir Bridge				5,672	13,317	-	13,317	1,332	
50		Z5401_45a	Chandi Pur Bridge				11,990	28,149	-	28,149	2,815	
51		Z5072_14a	Garakola Bridge				3,423	8,035	-	8,035	803	
52		Z5025_60a	Tularampur Bridge				5,672	13,317	-	13,317	1,332	
53		Z5472_6a	Hawai khali Bridge				201	472	-	472	47	
55		Z5552_10a	Barodia Khali Bridge				4,713	11,065	-	11,065	1,107	
59		Z5015_22a	Bahagili Bridge				2,027	4,759	-	4,759	476	
60		Z5701_1a	Anandababur Pool				3,872	9,090	-	9,090	909	
61		Z5701_9a	Duhuli Bridge				2,725	6,398	-	6,398	640	
88		Z5008_1a	Choto Dhepa bridge.				6,017	14,126	-	14,126	1,413	
89		Z5024_5c	Shampur Bridge				1,978	4,643	-	4,643	464	
90		Z5025_46a	Bondorer pool Bridge				5,056	11,870	-	11,870	1,187	
91		Z5040_4a	Khottapara Bridge				3,716	8,724	-	8,724	872	
3		Rajshahi	N5_119a		Rahamatpur bridge	National Road			13,371	37,492	-	37,492
4	N5_127a		gounagata bridge					13,371	37,492	-	37,492	2,999
5	N5_176a		Gabtala Steel Bridge		✓			34,053	95,482	-	95,482	7,639
7	N5_120a		Anandababur Pool				13,371	37,492	-	37,492	2,999	
8	N5_128a		Duhuli Bridge				12,437	34,873	-	34,873	2,790	
9	N5_158a		Mongle bari kuthibari Bridge				17,310	48,536	-	48,536	3,883	
16	N5_134a		Asokoti bridge				12,437	34,873	-	34,873	2,790	
17	N6_97a		Bangla Bazar Bridge				21,033	58,974	-	58,974	4,718	
19	N5_140a		Sheyali Bailey Bridge				12,437	34,873	-	34,873	2,790	
20	N5_118a		Mohis Mari Bridge				13,371	37,492	-	37,492	2,999	
27	N505_2a		Chawai Bridge				2,346	6,579	-	6,579	526	
33	N5_156a		Kumar Bridge				17,310	48,536	-	48,536	3,883	
34	N5_172a		Faliarbil Bridge	✓			34,053	95,482	-	95,482	7,639	
35	N5_179a		Choto Dhepa bridge.	✓			43,832	122,904	-	122,904	9,832	
37	N5_126a		Bondorer pool Bridge				13,371	37,492	-	37,492	2,999	
54	N5xx_Sa		Pura Mukto Monch Bridge				17,310	48,536	-	48,536	3,883	
18	R681_10a		Boksheali Bridge	Regional Road				2,513	6,364	-	6,364	636
28	R548_28b		Satani Bridge				5,298	13,418	-	13,418	1,342	
73	R548_40a		Mohis Mari Bridge				4,040	10,232	-	10,232	1,023	
74	R451_1a		Naiori Bridge				17,433	44,155	-	44,155	4,415	
75	R451_7a		Chondi Das Bridge				17,433	44,155	-	44,155	4,415	

注) SN(シリアルナンバー)は事業対象候補橋梁 106 橋選定時のランクである。

出典: JICA 調査団

表 5.3.2 将来交通量の算定結果 (2)

SN	Zone	Bridge ID	Name of Bridge	Road Class	Asian Highway	Induced Traffic	2014	2031				
							Daily Traffic Volume (pcu/day)	Base Traffic Volume (pcu/day)	Induced Traffic (pcu/day)	Daily Traffic Volume (pcu/day)	Peak Hour Traffic Volume (pcu/hr.)	
87	Rajshahi	Z6010_12b	Faliarbil Bridge	Zilla Road			2,004	4,704	-	4,704	470	
100		Z5041_2a	Debokbazar Bridge				4,317	10,135	-	10,135	1,013	
1	Barisal	N8_178a	Pura Mukto Monch Bridge	National Road			21,401	60,008	-	60,008	4,801	
12		N8_182a	Bottala Bridge				21,401	60,008	-	60,008	4,801	
26		N8_095a	Pathoraj Bridge				10,835	30,382	-	30,382	2,431	
56		N8_152c	Rahamatpur bridge				13,152	36,878	-	36,878	2,950	
57		N8_127b	gounagata bridge				10,600	29,721	-	29,721	2,378	
64		N8_123a	Souderkhal bridge				10,600	29,721	-	29,721	2,378	
69		N8_129a	Asokoti bridge				10,600	29,721	-	29,721	2,378	
86		N8_69a	Kumar Bridge			✓		19,408	54,419	-	54,419	4,353
104		N805_24a	Garakola Bridge			✓	✓	21,119	59,215	62,101	121,316	9,705
42		R890_45a	Masrong bridge					18,584	47,070	-	47,070	4,707
70		R890_16a	Bangla Bazar Bridge					5,221	13,223	-	13,223	1,322
71		R890_21a	Boksheali Bridge					5,221	13,223	-	13,223	1,322
72		R890_28a	Sheyali Bailey Bridge					5,221	13,223	-	13,223	1,322
77		R860_31a	Paprail Bailey Bridge					4,857	12,303	-	12,303	1,230
83		R860_34a	Jajihar Bridge					4,857	12,303	-	12,303	1,230
84		R860_44c	Gazipur Bridge					4,857	12,303	-	12,303	1,230
85		R860_53d	Balar Bazar Bridge					4,857	12,303	-	12,303	1,230
99		R860_35a	Shajonpur Bailey Bridge					4,857	12,303	-	12,303	1,230
58		Z8052_009d	Gabtala Steel Bridge					5,494	12,898	-	12,898	1,290
65	Z8701_3d	Bottala Bridge				4,066	9,546	-	9,546	955		
78	Z8708_1c	Algy Bridge				1,246	2,925	-	2,925	293		
81	Z8708_12b	Satani Bridge				3,979	9,340	-	9,340	934		
82	Z8033_017a	Raiyer hat bridge				6,563	15,407	-	15,407	1,541		
92	Z8810_13a	Madhabkhali bridge				5,494	12,898	-	12,898	1,290		
94	Z8033_008a	Kaljira bridge				4,127	9,688	-	9,688	969		
95	Z8033_019a	Masrong bridge				8,358	19,622	-	19,622	1,962		
96	Z8034_011a	Padarhat bridge				4,785	11,232	-	11,232	1,123		
97	Z8044_004a	Talukdarhat Bailey Bridge				6,127	14,385	-	14,385	1,438		
13	Khulna	N7_025a	Katakhali Bridge	National Road			16,392	45,963	-	45,963	3,677	
14		N7_039a	Bittipara Bridge				13,494	37,835	-	37,835	3,027	
15		N7_049a	Bhangura Bridge				13,713	38,451	-	38,451	3,076	
21		N704_43a	Naiori Bridge			✓		44,923	125,961	-	125,961	10,077
22		N7_248c	Chondi Das Bridge			✓		8,532	23,924	-	23,924	1,914
23		N7_054a	Bottoli Bridge					13,713	38,451	-	38,451	3,076
25		N7_246a	Algy Bridge			✓		8,532	23,924	-	23,924	1,914
29		N7_036c	Raiyer hat bridge					13,494	37,835	-	37,835	3,027
30		N7_048a	Jajihar Bridge					13,713	38,451	-	38,451	3,076
32		N7_047a	Balar Bazar Bridge					13,713	38,451	-	38,451	3,076
39		N7_141b	Madhabkhali bridge			✓		14,864	41,679	-	41,679	3,334
41		N703_3d	Kaljira bridge					20,795	58,307	-	58,307	4,665
43		N704_14a	Padarhat bridge			✓		28,169	78,986	-	78,986	6,319
44		N704_33b	Talukdarhat Bailey Bridge			✓		21,466	60,191	-	60,191	4,815
67		N704_27b	Bittipara Bridge			✓		21,466	60,191	-	60,191	4,815
101		N706_14b	Jhikorgacha Bridge			✓	✓	31,265	87,665	62,101	149,766	11,981
103		N704_12c	Chandi Pur Bridge			✓		28,169	78,986	-	78,986	6,319
40		R720_44a	Bhela Bridge			✓		2,442	6,847	-	6,847	548
63		R760_049c	Shakdaha bridge					9,566	24,229	-	24,229	2,423
68		R750_22c	Bhangura Bridge			✓	✓	7,059	19,794	62,101	81,895	6,552
105	R750_25a	Tularampur Bridge		✓	✓	7,059	19,794	62,101	81,895	6,552		
106	Z7503_5a	Hawai khali Bridge		Zilla Road	✓	✓	11,793	33,066	62,101	95,167	7,613	

注) SN(シリアルナンバー)は事業対象候補橋梁 106 橋選定時のランクである。

出典: JICA 調査団

5.4 交通容量

交通容量は Geometric Design Standards for RHD に準拠し決定する。各道路種別(国道、主要地方道、県道)における交通容量と必要車線数を下記表に示す。

表 5.4.1 計画交通量と車線数の関係

道路種別	交通容量 (pcu/方向別/ピーク時間)	必要車線数
国道	4500 - 8500	6車線 (Design Type 1)
	2100 - 4500	4車線 (Design Type 2)
	800 - 2100	2車線 (Design Type 3 or 4)
主要地方道	2100 - 4500	4車線 (Design Type 2)
	400 - 2100	2車線 (Design Type 3, 4 or 5)
県道	400 - 1600	2車線 (Design Type 4 or 5)
	- 400	1車線 (Design Type 6)

出典: Geometric Design Standard for RHD

5.5 必要車線数

5.5.1 交通需要予測に基づく必要車線数

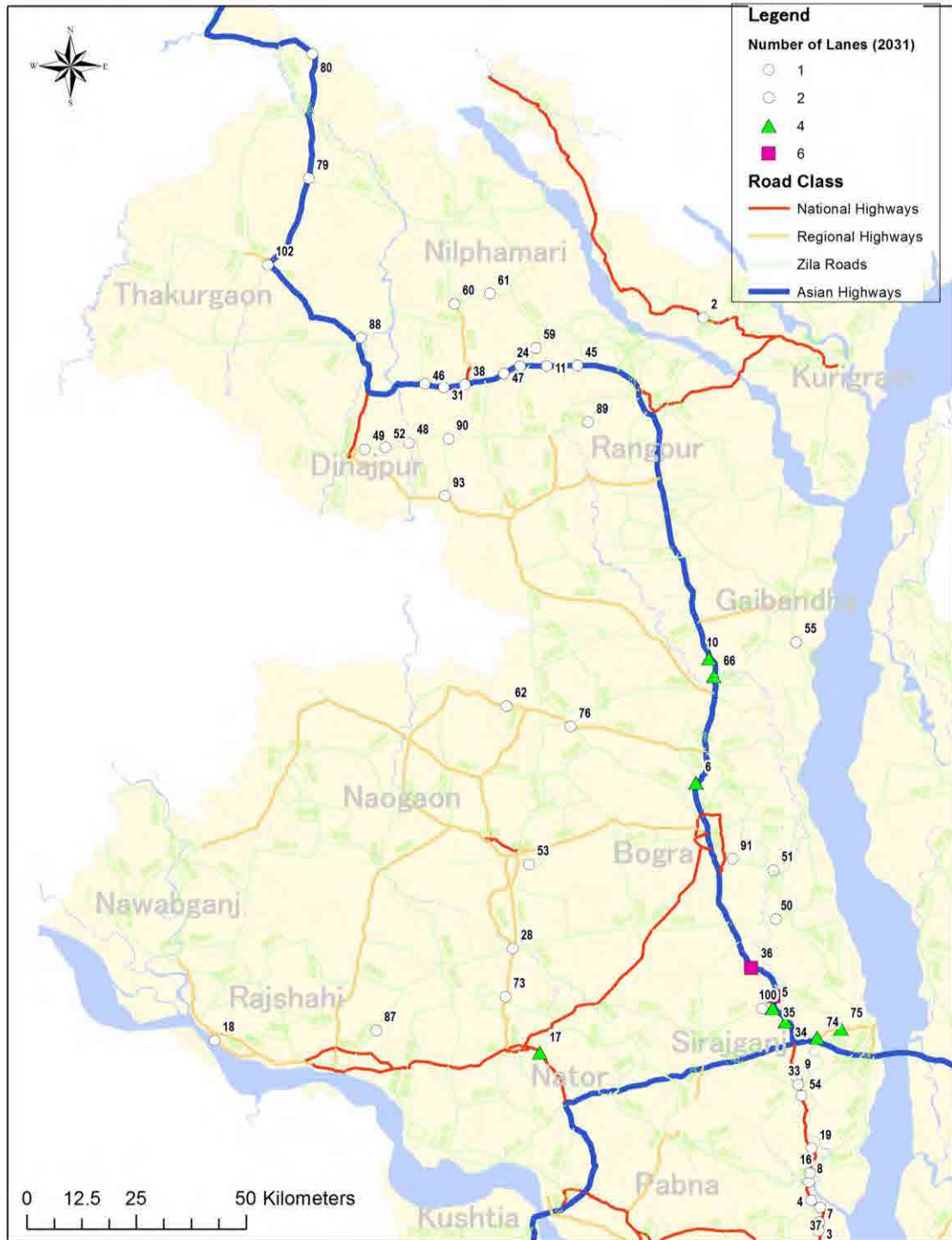
交通需要予測結果及び交通容量に基づき算出された 105 橋の必要車線数を表 5.5.1 及び図 5.5.1、図 5.5.2 に示す。

交通需要予測によると、25 橋（国道 19 橋、主要地方道 5 橋、県道 1 橋）が、4 車線ないし 6 車線必要となる。また、アジア・ハイウェイ上に位置する 30 橋のうち、18 橋（国道 15 橋、主要地方道 2 橋、県道 1 橋）が 4 車線ないし 6 車線必要との結果となった。

表 5.5.1 必要車線数

道路規格	必要車線数	橋梁数 (アジア・ハイウェイ上に位置する橋梁数)
国道	6車線	5橋 (AH: 5橋)
	4車線	14橋 (AH: 10橋)
	2車線	38橋 (AH: 13橋)
	合計	57橋 (AH: 28橋)
主要地方道	4車線	5橋 (AH: 2橋)
	2車線	16橋 (AH: 1橋)
	合計	21橋 (AH: 3橋)
県道	4車線	1橋 (AH: 1橋)
	2車線	26橋 (AH: 0橋)
	合計	27橋 (AH: 1橋)
Total		105橋 (AH: 32橋)

出典: JICA 調査団



出典: JICA 調査団

図 5.5.1 必要車線数(1)



出典：JICA 調査団

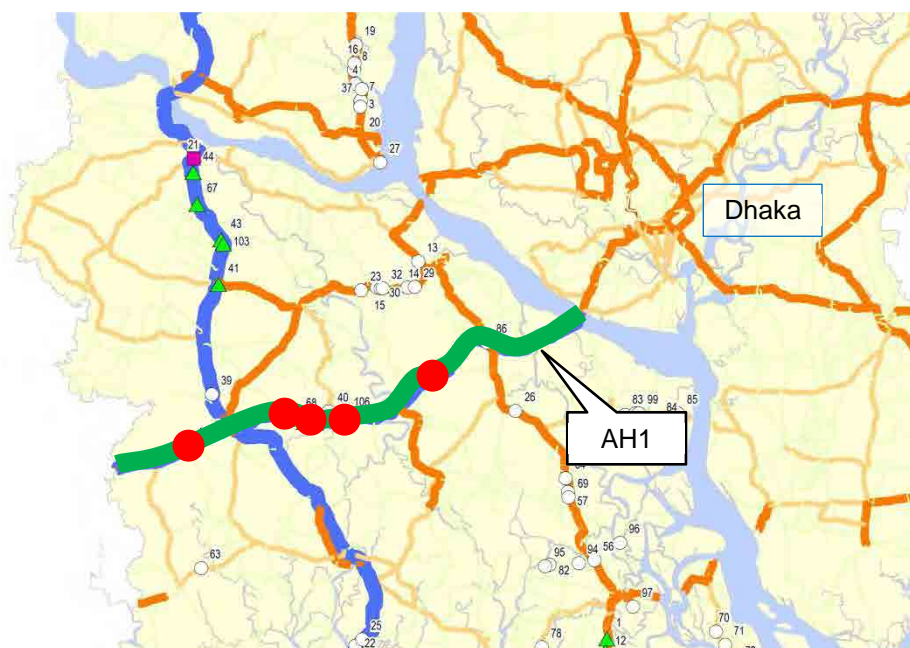
図 5.5.2 必要車線数(2)

5.5.2 本事業における車線数

上記で示したとおり、交通需要予測に基づいた車線数の検討では、23 の橋梁が 4 車線以上の車線数が必要という結果となった。しかしながら、本事業においては、下記の理由により一部の橋梁を除き、2 車線の橋梁として建設することとした。

- 限られた予算の中で可能な限り多くの橋梁を建設する必要がある。
- 土工部が 2 車線しかないため、橋梁部のみ 4 車線ないし 6 車線で施工しても、2 車線分しか使用されない。
- 供用後、未使用であっても、橋梁の劣化は進む。

しかしながら、2014 年 4 月 27 日に JICA、MORTB、RHD、及び JICA 調査団間で行われた協議により、アジア・ハイウェイ 1 号線上に位置する 5 橋は、将来の拡幅計画に合わせ、4 車線で建設することとなった(図 5.5.3 参照)。



出典：JICA 調査団

図 5.5.3 アジア・ハイウェイ 1 号線上の 4 車線橋梁

6. 橋梁形式選定

6.1 橋梁形式の選定方針

第3章における橋梁選定により106橋が選定された。しかしながら、106橋のうち1橋は他のプロジェクトで既に建設中であることが確認されたため、予備設計は105橋について実施する。

本プロジェクトにおいては、大規模橋梁はなく、中小規模橋梁の建設のみを行う。

小規模橋梁においては、多くの国において異なる現場条件でも概ねPC-I橋が技術的にも経済的にも最適な橋梁タイプであると広く認識されており、これは「バ」国にも当てはまることから今まで多くのPC-I橋がRHDにより建設されてきた。

しかし中規模橋梁においては、各現場条件の下で数タイプの橋梁が比較された上で最適橋梁タイプが決定されることが求められる。その際の比較条件は、地震強度、建設条件（困難性）、経済性、実施機関の維持管理能力・予算、その他である。

小規模橋梁 :PC-I 橋

中規模橋梁 :PC 箱桁橋、鋼 I 桁橋（塗装、耐候性鋼材）

本事業の範囲

大規模橋梁 :PC エクストラゾーズド橋、斜張橋、吊橋、その他

表 6.1.1 主要橋種の適用可能なスパン及び経済的なスパン

橋梁規模	橋梁タイプ	適用可能な橋梁スパン					
		30	40	50	60	70	80 (m)
小規模橋梁	PC-I桁橋	■					
中規模橋梁	PC箱桁橋		■	■			
	鋼I桁橋		■	■			
	鋼箱桁橋				■	■	

出典：JICA 調査団

本事業の範囲

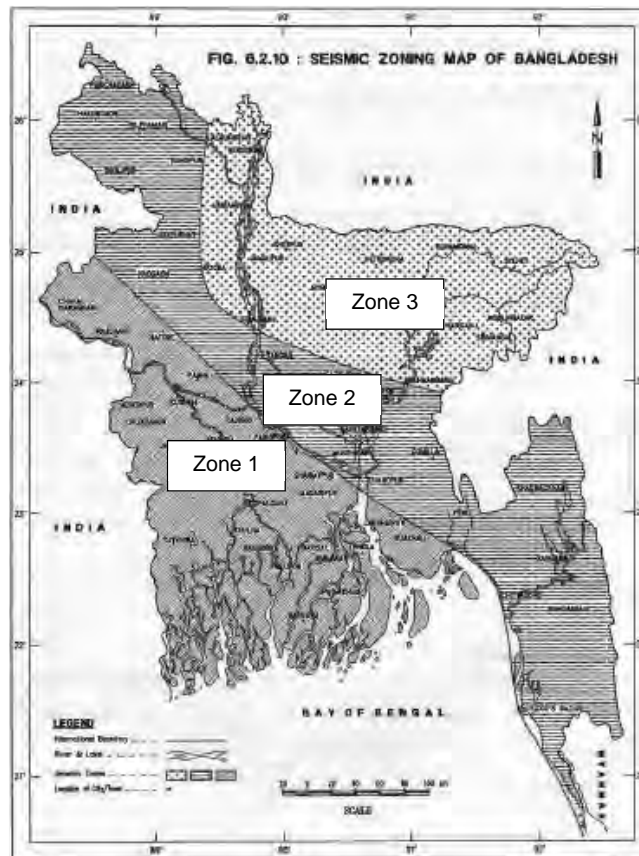
6.2 橋梁設計におけるグループ分け

本事業における全ての橋梁は、橋梁設計における 2 つのグループに分類される。その際、地震強度は橋梁設計および積算に大きく影響を及ぼすことから、グループ分けにおいて最も考慮されるべきである。グループ分けは、橋梁延長、橋梁高さ、およびゾーンごとに異なる設計基準震度を考慮して行う。

表 6.2.1 設計基準震度 (BNBC)

Seismic zone	Zone coefficient
1	0.075
2	0.15
3	0.25

出典：BNBC



出典：BNBC

図 6.2.1 地震地域区分 (BNBC)

各ゾーンにおけるグループ A の定義は以下の通りである。

- 北部ゾーン (設計基準震度= 0.15 or 0.20) : 橋長 < 100 m、かつ橋高 < 10 m
- 南部ゾーン (設計基準震度= 0.075) : 橋長 < 150 m、かつ橋高 < 15m

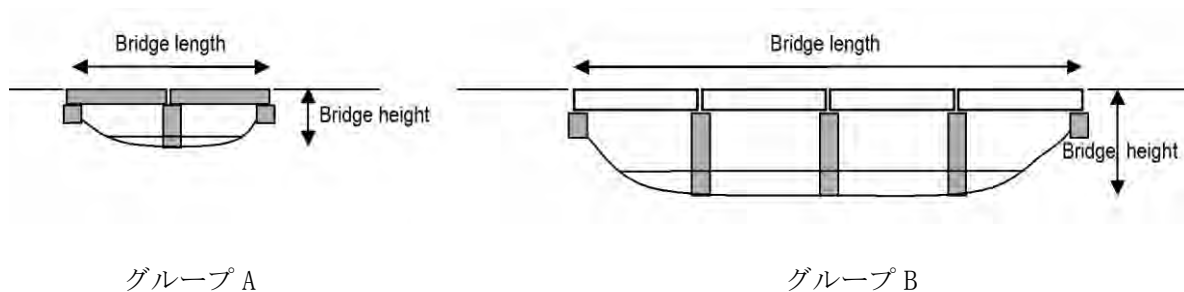
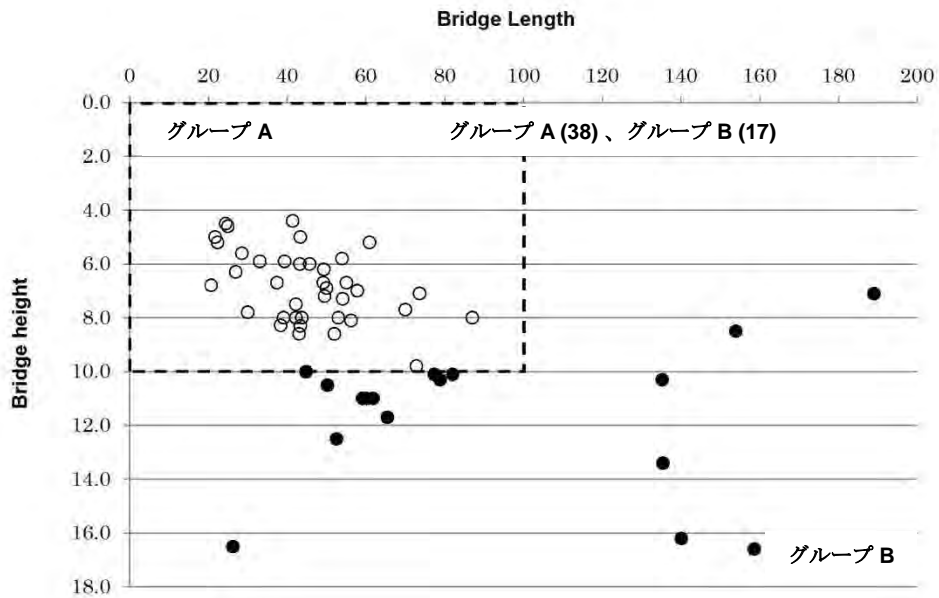


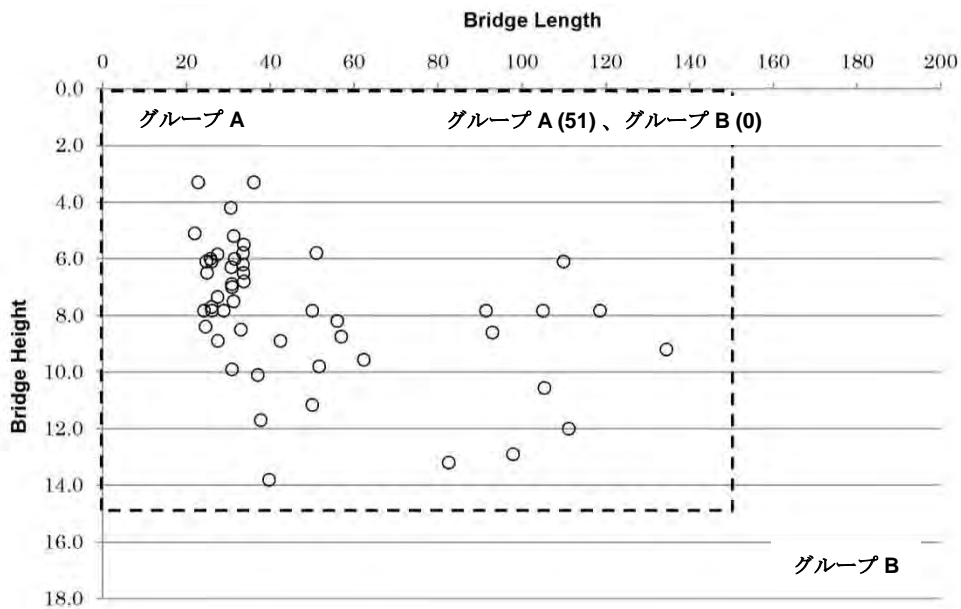
図 6.2.2 橋梁のグループ分け

上記の定義により、本事業の全ての橋梁は、図 6.2.3 および図 6.2.4 のとおり分類される。グループ B の橋梁は、北部ゾーンのみに含まれる。



出典：JICA 調査団

図 6.2.3 北部ゾーン 55 橋梁規模の分類



出典：JICA 調査団

図 6.2.4 南部ゾーン 51 橋梁規模の分類

6.3 グループ A の橋梁形式

グループ A に分類される橋梁は、橋長が短く橋高も低い。よって、短い支間長（支間長<40m）を持つ小規模橋梁として PC-I 桁橋が採用される。

6.4 北部ゾーンにおけるグループBの橋梁形式

グループBに分類される橋梁は、比較的橋長が長く橋高も高い。北部ゾーンにおけるグループBの橋梁形式を選定するため、比較的長い支間長（40m<支間長<60m）を持つ中規模橋梁として、PC箱桁橋および鋼I桁橋について比較検討を行う。鋼I桁橋については、普通鋼の塗装および耐候性鋼材橋の2種類を比較対象とする。

表6.4.1に示す比較検討の結果、以下に示す理由により、鋼I桁橋（耐候性鋼材）が北部ゾーンにおけるグループBの橋梁形式として最も適切であるといえる。

- 現地施工性：PC箱桁橋は完成するまでに架設サイトにおいて長い期間を要する。これに対し、耐候性鋼材を使用した鋼橋は、プレハブ化された形式であるため短い期間で済む。このことは、地域経済の負担をより軽くさせる。
- 維持管理性：橋梁の耐久性を確保するため、PC箱桁橋は定期的に表面処理剤の塗布、あるいは塗装を施す必要がある。しかし、耐候性鋼を使用した鋼橋では、そのような表面処理や塗装を必要としないために維持管理費を抑えることができる。
- 構造的性：耐候性鋼材を使用した鋼橋は、PC箱桁橋と比べ自重が小さいため、より高い対戦性を持つ。ゾーンⅡ（中位）およびゾーンⅢ（上位）の地震強度分類を持つ北部ゾーンにおいてPC箱桁橋の耐震性を高めるためには、橋梁はより重くまた高価となる。
- 技術移転：バングラデシュ国は、PC箱桁橋の建設における経験を持つ。しかし、耐候性鋼材の使用の経験とその技術は皆無である。耐候性鋼材を使用した鋼橋を採用することにより、多くの経験と技術を持つ日本からの技術移転が可能となる。この耐候性鋼材に関する技術は、バングラデシュ国の今後の橋梁建設には欠くことのできないものであろう。

表 6.4.1 中規模跳梁橋種選定

橋 種		PC箱桁	鋼I桁 (塗装)	鋼I桁 (耐候性鋼材)
イメージ図				
構造特性	耐久性	- 十分な耐久性を持つ (○)	- 十分な耐久性を持つ (○)	- 十分な耐久性を持つ (○)
	耐震性	- 重い重量のため不利 (△)	- 軽い重量のため有利 (◎)	- 軽い重量のため有利 (◎)
施工性	施工の難易度	- 一般的な工法 (カンチレバー) (○)	- 一般的な工法 (トラッククレーンによる架設) (○)	- 一般的な工法 (トラッククレーンによる架設) (○)
	品質管理	- 通常の管理 (○)	- 通常の管理 (○)	- 通常の管理 (○)
	施工期間	- 現地での桁製作となり長い (△)	- 工場で桁を制作するため短い (◎)	- 工場で桁を制作するため短い (◎)
維持管理	塗装/表面処理剤の塗替え	- 表面処理剤の塗替えが必要 (△)	- 塗装の塗替えが必要 (△)	- 塗装は必要ない (◎)
環境への影響		- 特別な影響はない (◎)	- 塗装塗替え時に配慮が必要 (△)	- 特別な影響はない (◎)
経済性	建設費	- 1.00 (◎)	- 1.15 (○)	- 1.19 (○)
	通常維持管理費 (1年間における費用、建設費に対する割合%)	- 1.5% (○)	- 1.5% (○)	- 1.5% (○)
	塗装/表面処理剤の塗替え費用 (建設費に対する割合%)	- 4.0% (30年毎) (○)	- 12.0% (15年毎) (△)	- 必要なし (◎)
	ライフサイクルコスト (50年) (年6%のプライスエスカレーションを考慮)	- 1.00 (◎)	- 1.21 (○)	- 1.18 (○)
技術移転		- 期待できるが、既にバングラデシュで経験がある技術 (○)	- バングラデシュ国において新しい技術の移転が期待できる (◎)	- バングラデシュ国において新しく先進的な技術の移転が期待できる (◎)
評価				最適案 - 高い耐震性 - 短い施工期間 - 容易な維持管理 - 小さい環境への影響 - 妥当な建設費およびライフサイクルコスト - 効果の高い技術移転

出典: JICA 調査団

6.5 橋梁長及びスパン長の決定

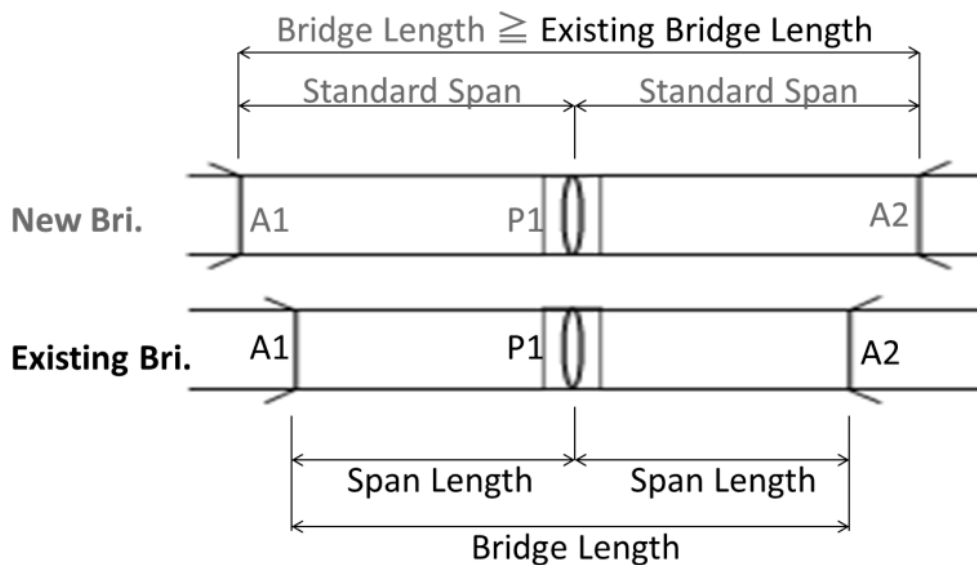
105 橋に適用し易くするため橋梁スパンを何種類かに標準化して予備設計を行い、この際の標準スパンは下記とする。

- PC-I 桁橋 : 標準スパン 25, 30, 35, 40 m
- 耐候性鋼 I 桁橋 : 標準スパン 40, 50, 60 m

新橋の橋長及びスパン長の決定に際しては、以下の 2 点に留意する必要がある。

- 新橋の橋脚位置は、河川の流れを阻害しないため、旧橋の橋脚位置に可能な限り合せる。
- 新橋の橋長（スパン長）は、河川の流水断面を確保するため、基本的に旧橋より長く設定する。

これらの概念図を図 6.5.1 に示す。



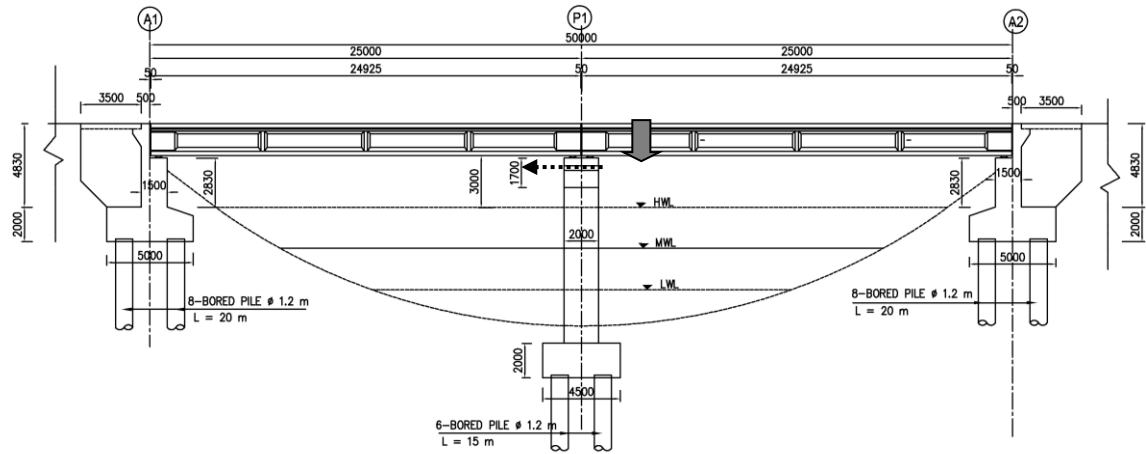
出典：JICA 調査団

図 6.5.1 新橋の橋長（スパン長）決定の概念図

6.6 桁形状における耐震設計の考慮（落橋防止対策）

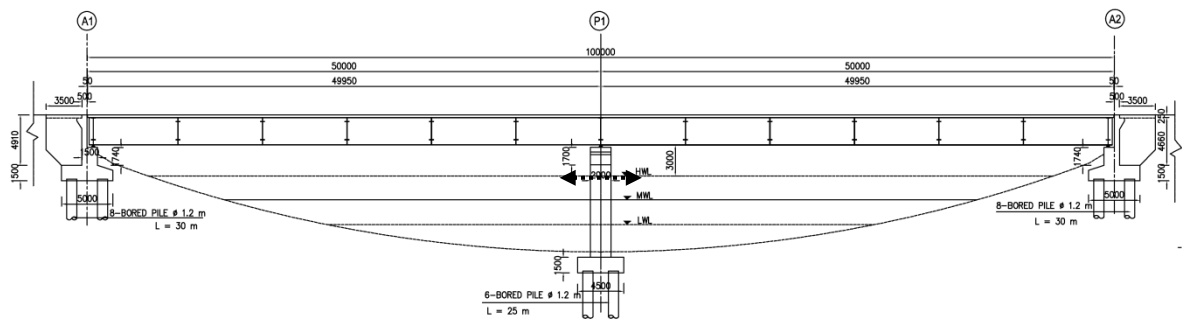
大規模災害を避けるための耐震設計の重要性は「バ」国においても注目されて来ていることから、設計基準震度を上げて下部工を丈夫にするだけでなく上部工の落橋防止対策も考慮されるべきである。「バ」国で実績のある標準的な PC-I 桁（単純桁）を図 6.6.1 に示す。これでは想定外の強い地震により橋脚頭部が大きく揺れ上部工が落橋する可能性がある。

それに対応するため、本事業では落橋防止対策として 2 種類の桁形状を採用する。鋼 I 桁では連続桁を採用して橋脚頭部から上部工が外れないようにし（図 6.6.2）、PC-I 桁では腰掛桁を採用することで橋脚頭部が地震時に大きく揺れ無いようにする（図 6.6.3）。



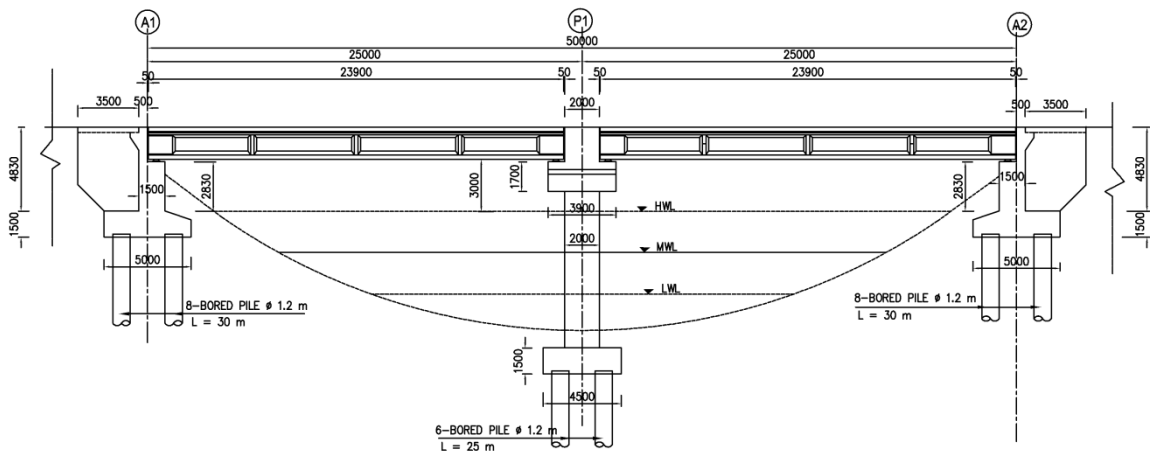
出典：JICA 調査団

図 6.6.1 「バ」国の標準的な PC-I 桁橋（単純桁）



出典：JICA 調査団

図 6.6.2 本事業における鋼 I 桁（連続桁）



出典：JICA 調査団

図 6.6.3 本事業における PC-I 桁（腰掛桁）