

# Bangladesh 人民共和国 パドマ橋建設計画調査 事前調査報告書

平成14年1月  
(2002年)

国際協力事業団  
社会開発調査部

## 序 文

日本政府はバングラデシュ人民共和国政府の要請に基づき、同国のパドマ橋建設計画調査を実施することを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施することといたしました。

当事業団は、本格調査に先立ち、本格調査を円滑かつ効率的に進めるため、平成13年11月22日から12月6日の15日間にわたり、東洋大学国際地域学部 赤塚 雄三教授を団長とする事前調査団（S/W協議）を現地に派遣しました。

調査団は本件の背景等を確認するとともに、同国政府の意向を聴取し、かつ現地調査の結果を踏まえ、本格調査に関するS/Wに署名しました。

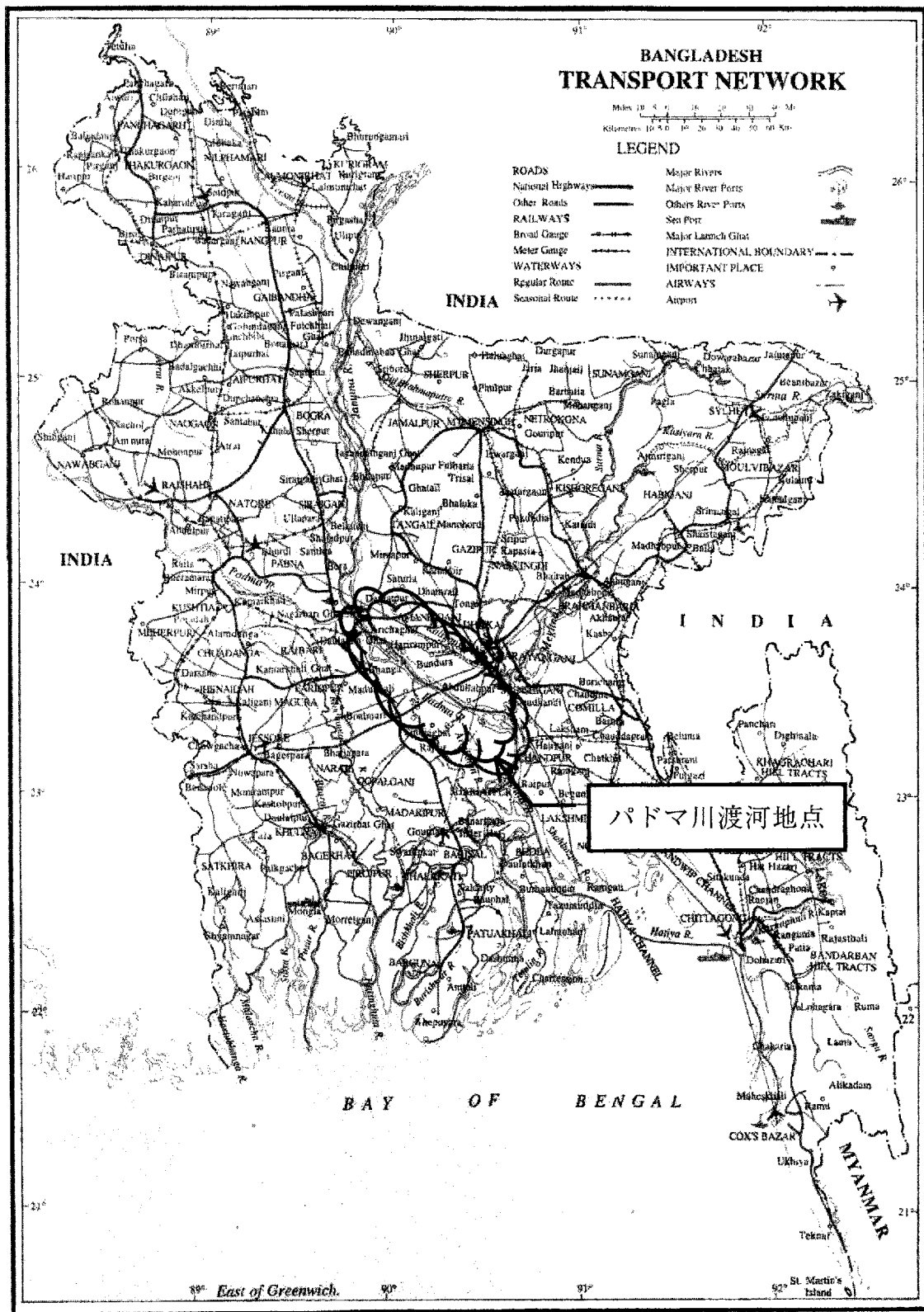
本報告書は、今回の調査を取りまとめるとともに、引き続き実施を予定して一留本格調査に資するためのものです。

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

平成14年 1月

国際協力事業団

理事 泉 堅二郎



調査対象地域図

## 1. バングラデシュ国側との協議

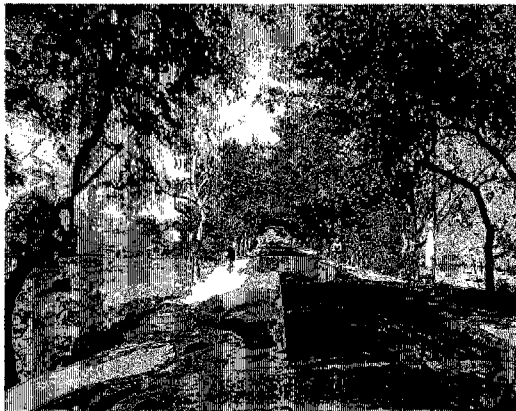


① 共同議長



② 協議状況

## 2. ダッカーマワークルナージェソールーベナポール間踏査



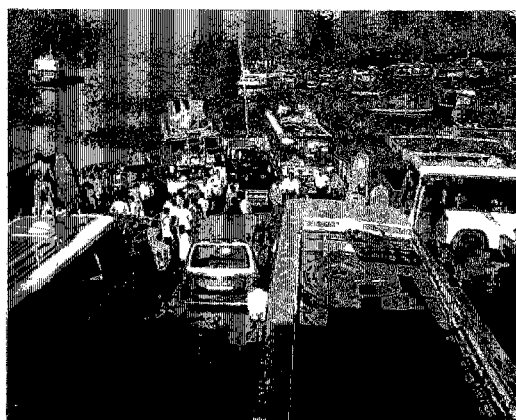
③ ダッカーマワ間

ADBのファイナンスにより、道路整備中 (Southwest Road Network Development)



④ フェリー棧橋

砂の堆積により3年前に1km下流から移設した。写真は大型車用の棧橋とフェリー、奥に小型車用棧橋と旅客棧橋がある。



⑤ フェリー積載状況

写真の向こう側が小型車棧橋と旅客棧橋



⑥ 西岸船着場

砂洲の成長と西岸の浸食のため、しばしば船着場の移動を要する。したがって、大規模なフェリー棧橋を建設して旅客取り扱いの効率化、フェリー大型化を図ることが困難である。



⑦ Bhanga+8.0km付近

Bhanga-Bhatiapara間の道路整備区間にて、仮設橋施工中。前後はレンガ舗装。将来はアジアハイウェイ1号線の一部として、ダッカー-カルカッタ間の主要幹線となる。



⑧ ルプシャー-クルナ間

ADBのファイナンスによる、道路整備済み区間



⑨ ルプシャ橋クルナ側架橋地点



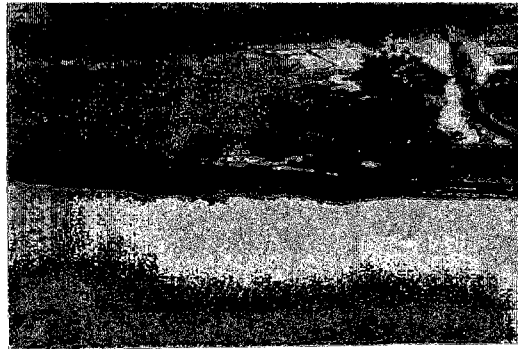
⑩ ルプシャ橋ルプシャ側架橋地点

架橋地点には、形だけの住居が建てられ（写真右側）、補償交渉の支障になっているとのこと。バングラデシュ国では用地買収と補償が別に実施され、当地では用地買収が完了したものの、補償交渉中であるとのこと（橋台部分は補償済み）。

### 3. パドマ川空中踏査

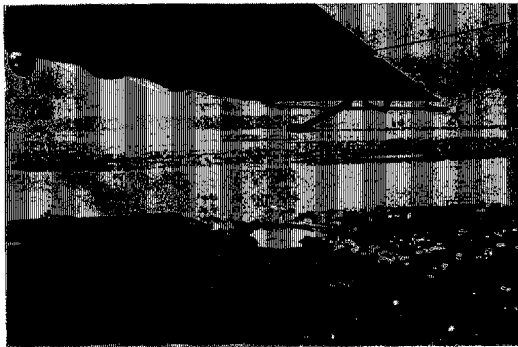


⑪ アリチャ架橋候補地点



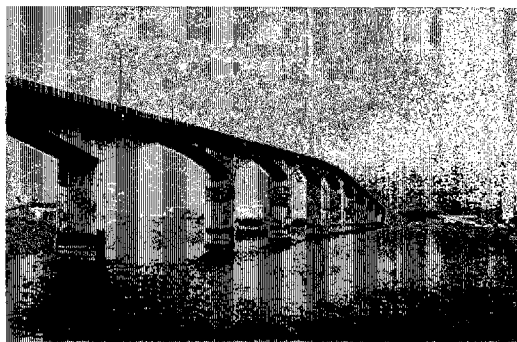
⑫ パドマ川西岸

河岸の侵食が著しい区間が連続している。東岸、西岸共に堆積している区間と侵食している区間が見られ、本格調査での詳細な調査が望まれる。



⑬ マワ架橋地点対岸

### 4. メグナ・メグナムグティ橋踏査



⑭ メグナ橋



⑮ メグナ橋護岸

洗掘と護岸の侵食に対応するため、玉石を適宜投入している。

## 5. ジャムナ橋踏査



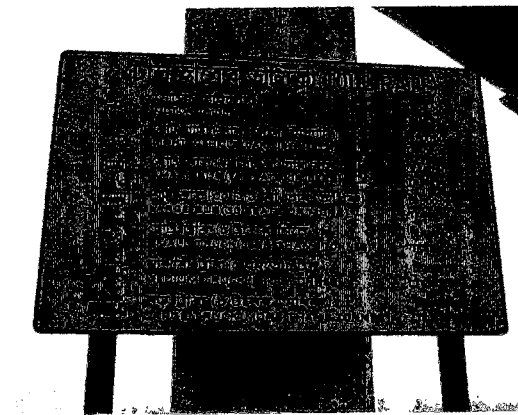
⑯ ジャムナ橋下流側



⑰ ジャムナ橋上流側  
233KV送電線と3線用軌道（標準軌、狭軌）



⑱ 西側料金所  
走行車両は大型貨物車や大型バスが多い。



⑲ 料金表

## 6. アリチャフェリーターミナル



⑳ アリチャフェリー



㉑ アリチャ旅客船  
マワ渡河点より多くの交通量があり、数多くのフェリーが就航する。

# 目 次

序 文  
地 図  
写 真

第1章 調査概要.....	1
1 - 1 調査の背景・目的.....	1
1 - 2 事前調査団の構成.....	2
1 - 3 調査日程.....	3
1 - 4 主な面談者.....	4
1 - 5 事前調査の基本方針.....	5
1 - 6 主要ドナーとの協議結果.....	5
1 - 7 バングラデシュ国側との協議結果.....	7
1 - 8 現地踏査結果.....	10
1 - 9 団長所感.....	13
第2章 運輸交通分野の概要.....	16
2 - 1 運輸交通分野の現状と開発計画.....	16
2 - 2 各ドナーの道路セクターへの支援状況.....	18
第3章 パドマ橋建設計画の課題.....	20
3 - 1 橋梁の機能.....	20
3 - 2 架橋地点の選定.....	22
3 - 3 設計上の課題.....	23
3 - 4 施工上の課題.....	26
3 - 5 維持管理.....	27
第4章 自然条件調査結果.....	28
4 - 1 自然条件一般.....	28
4 - 2 地図情報.....	28
4 - 3 地形と地質・土質.....	28
4 - 4 気 象.....	34
4 - 5 水 文.....	37



第5章 環境予備調査結果.....	40
5 - 1 環境配慮実施の背景.....	40
5 - 2 環境法制度と行政組織の現状.....	40
5 - 3 初期環境調査、環境影響評価の実施体制.....	42
5 - 4 スクリーニング、スコーピング結果.....	46
 第6章 本格調査への提言.....	 53
6 - 1 調査の基本方針.....	53
6 - 2 調査対象範囲.....	54
6 - 3 調査項目とその内容、範囲.....	54
6 - 4 調査スケジュール.....	61
6 - 5 調査実施上の留意点.....	62
6 - 6 調査実施体制.....	62
 付属資料	
1 . 要請書.....	65
2 . 対処方針.....	126
3 . JICA Team's Strategy for Feasibility Study of Padma Bridge .....	140
4 . S/W、M/M .....	142
5 . Q/N .....	157
6 . 資料収集リスト.....	209

# 第1章 調査概要

## 1 - 1 調査の背景・目的

### (1) 調査の背景

バングラデシュ人民共和国(以下、「バングラデシュ国」と記す)はパドマ川、ジャムナ川、メグナ川により4地域に分割され、その交通網は4地域と首都ダッカとを結ぶ形で発達してきた。このうち、ダッカと南東部・北西部、北西部と南西部の各地区を結ぶ道路の整備は着々と進められているが、ダッカと南西部を結ぶ道路はパドマ川架橋を含め、いまだ十分には整備されていない。そのため、ダッカと南西地域の中心地クルナ(同国第3の都市)並びに、ベンガル地域最大の都市であるカルカッタとの間の輸送は、北西部を大きく迂回するルートで行われている。

ダッカと南西部の間には河幅4,000m以上のパドマ川があり、マワ又はアリチャでの架橋が考えられている。マワに架橋した場合、最短距離でダッカとクルナ・カルカッタを結ぶものの、途中区間は整備が完了していない〔アジア開発銀行(ADB)が整備事業実施中〕。一方、アリチャでは周辺道路は一応の整備がなされている。

パドマ川架橋はダッカとクルナ・カルカッタとの間の所要時間の大幅な短縮を可能とし、その直接便益としては到達時間短縮に伴う旅客時間価値・貨物時間価値と車両運行費用の削減があげられる。同時に、間接的な経済効果として、投資の増大による経済成長の加速とそれに伴う地域格差改善・貧困改善など、そして、国際幹線道路の整備に伴う地域経済の一体的発展等が予想される。パドマ橋を通じてダッカ・クルナ間を道路にて結ぶことは、バングラデシュ国南西部への投資促進と輸出振興を図るとともに、農村部の貧困問題解決に資することが期待されている。同時に、ダッカ・カルカッタ間をアジアハイウェイ1号線の一部として結び、ベンガル地区全体の経済発展と安定に資することも期待されている。

ADBによりダッカ・クルナ間の道路整備が、2001年度より進められているが、パドマ川と下部であるマワ付近の橋梁整備は含まれていない。また、パドマ川架橋事業は総事業費が10億ドルを超える巨額なものと予想されるため、バングラデシュ国のみによる事業化は困難である。

本邦はバングラデシュ国にてメグナ橋・メグナムグティ橋、ジャムナ橋、パクシ橋、ルブシャ橋整備の実績があり、バングラデシュ国における社会資本整備において同国の厚い信頼を得ている。上記のような背景から、バングラデシュ国政府は、1997年度より数次にわたりパドマ橋建設に係る調査について、我が国の協力を得たいとし、開発調査を要請してきた。

## (2) 調査の目的

バングラデシュ国政府の要請に基づき、本案件はパドマ川架橋に係るフィージビリティ・スタディ（F/S）を実施するものであり、本調査では先方の要請内容の確認、調査の範囲、内容、実施上検討を行い、本格調査に係る実施細則（S/W）の協議・署名を目的とする。

### 1 - 2 事前調査団の構成

No.	氏名	担当分野	役職	派遣期間
1	赤塚 雄三	団長 / 交通計画	東洋大学国際地域学部 教授	11月22日 ～ 12月6日
2	塚原 修	橋梁計画	本州四国連絡橋公団長 大橋技術センター技術情報課 課長代理	11月23日 ～ 12月6日
3	江良 嘉宏	道路計画	日本道路公団総務部情報システム室	11月23日 ～ 12月6日
4	服部 敦	河川計画	国土交通省国土技術政策総合研究所 河川研究部河川研究室主任研究員	11月23日 ～ 12月6日
5	田中 顕士郎	調査企画 / 事前評価	国際協力事業団社会開発調査部社会開発 調査第一課 職員	11月22日 ～ 12月6日
6	望月 晃海	橋梁構造 / 施工計 画	株式会社片平エンジニアリング・ インターナショナル特別プロジェクト部 部長	11月23日 ～ 12月13日
7	寒河江 武司	河川構造 / 自然条 件 / 環境	基礎地盤コンサルタンツ(株) 海外事業部課長	11月23日 ～ 12月13日

1 - 3 調査日程

日順	月日(曜)	調査行程	
1	11月22日(木)	赤塚、田中 ----- 成田 マニラ	
2	11月23日(金)	赤塚、田中 ----- ADB打合せ、マニラ バンコク	塚原、江良、服部、望月、寒河江 成田、関空 バンコク
3	11月24日(土)	バンコク ダッカ JICAバングラデッシュ事務所担当者(鍋田)打合せ	
4	11月25日(日)	大蔵省経済協力局(ERD)・建設省ジャムナ多目的橋公団(JMBA)表敬 JICA事務所打合せ(JBIC同席) 日本大使館表敬	
5	11月26日(月)	S/W協議(JMBA・ERD合同協議)、Q/N提出 計画委員会表敬、ADB事務所表敬	
6	11月27日(火)	ダッカ - マワ - バンガ - クルナ現地踏査(陸路により踏査)	
7	11月28日(水)	ルプシャ橋建設現場見学、 クルナ - ジェソール - ベナポール - ジェソール現地踏査(陸路により踏査) ベナポールにて国境施設・税関施設視察	
8	11月29日(木)	ジェソール - クルナ - アリチャ - マワ - ダッカ(航空機による踏査) S/W・M/M協議(JMBA)	
9	11月30日(金)	メグナ橋、メグナムグティ橋、無償整備5橋視察	
10	12月1日(土)	ジャムナ橋視察(現場事務所含む)	
11	12月2日(日)	S/W・M/M協議(JMBA)	
12	12月3日(月)	S/W・M/M協議(JMBA) 運輸大臣表敬	
13	12月4日(火)	S/W・M/M署名(ERD・JMBA合同協議) JICA事務所報告 運輸大臣表敬、世界銀行(WB)ダッカ事務所表敬、日本大使館報告	
14	12月5日(水)	赤塚、塚原、江良、服部、田中 ----- JBIC報告、ダッカ バンコク	望月、寒河江 JMBA打合せ(Q/N)
15	12月6日(木)	バンコク 成田、関空	JMBA、RHD打合せ(Q/N)
16	12月7日(金)	/	マワ現地踏査
17	12月8日(土)		現地コンサルタント調査 JMBA打合せ(Q/N)
18	12月9日(日)		現地コンサルタント調査
19	12月10日(月)		現地コンサルタント調査 アリチャ現地踏査
20	12月11日(火)		バングラデシュ国鉄(BR)・ バングラデシュ水資源開発委員会 (BWDB)表敬 JMBA打合せ(Q/N)
21	12月12日(水)		ダッカ バンコク
22	12月13日(木)		バンコク 成田

## 1 - 4 主な面談者

### (1) 大蔵省経済協力局 (ERD)

Md. Nuruzzaman Bhuiyan	Joint Secretary
Md. Moqsed Ali	Deputy Secretary
Md. Eakub Ali	Senior Assistant Chief

### (2) 運輸省ジャムナ多目的橋公団 (JMBA)

Md. Abdur Rauf	Chief Engineer
A.K.M. Shamsuzzoha	Director, Planning,
Md. Shah Jahan	Project Director,
Md. Abdul Malek	Additional Director (Roads & Bridges)

### (3) 運輸省道路局 (RHD)

Md Abdus Satter	Additional Chief Engineer, Technical Services
-----------------	---

### (4) バングラデシュ国鉄 (BR)

Abdul Halim Miah	Chief Planning Officer
------------------	------------------------

### (5) バングラデシュ水資源開発委員会 (BWDB)

Md. Liaquat-Al-Faruque	Director, Planning
------------------------	--------------------

### (6) ルブシャ橋建設現場視察時

Takashi IWATA	Project Manager, Shimizu-ITD Joint Venture
Hiroaki MUKAICHI	Structure Designer, Pacific Consultants International
Takeo SHIBATANI	Soils & Materials Specialist, Japan Overseas Consultants

### (7) アジア開発銀行 (ADB) マニラ本部

Tadashi KONDO	Manager, Transport & Communication Division (West)
Shunso TSUKADA	Senior Transport Specialist, Transport & Communications Division (West)
Dong-Soo Pyo	Senior Financial Analyst, Infrastructure, Energy & Financial Sectors (West)
Hans Carlsson	Project Engineer

### (8) アジア開発銀行 (ADB) ダッカ代表部

Ray Chahoon	Senior Project Implementation Officer
-------------	---------------------------------------

### (9) 世界銀行 (WB) ダッカ代表部

Stein Lundebye	Senior Transport Engineer, Infrastructure Operations Unit, South Asia Region
Mohi Uz Zaman Quazi	Senior Transport Engineer, World Bank Office, Dhaka
K. M. Maqsoodul Mannan	Transport Specialist, World Bank Office, Dhaka

(10) 在バングラデシュ日本大使館

小林 二郎	特命全権大使
太田 清和	公 使
前田 徹	参事官
中村 温	一等書記官
柿沼 高晴	二等書記官

(11) JICAバングラデシュ事務所

坂本 隆	所 長
河崎 充良	次 長
鍋田 肇	所 員
上村 博文	専門家（RHD派遣）
帯金 康夫	専門家（ダッカ工科大学派遣）

#### 1 - 5 事前調査の基本方針

事前調査にて調査団は、調査団の本案件に関する基本認識をまとめた「JICA Team's Strategy for the Feasibility Study of Padma Bridge」をもって協議に臨んだ。

「JICA Team's Strategy for the Feasibility Study of Padma Bridge」は、以下より成っている。

- (1) Main Functions of Padma Bridge (パドマ橋の機能)
- (2) Location of Padma Bridge (パドマ橋の位置)
- (3) Socio-Economic Impacts of Padma Bridge (パドマ橋の社会経済に与える影響)
- (4) Associated Road Development Projects (関連道路プロジェクト)
- (5) Impact of Macro Balance of the Country (国家マクロ経済へのインパクト)
- (6) Private Sector Participation (民間部門の参入)

付属資料4に詳細を示す。

#### 1 - 6 主要ドナーとの協議結果

調査団はジャムナ橋建設事業において融資の実績のある、ADB本部・ダッカ代表部、WBダッカ事務所、国際協力銀行（JBIC）ダッカ事務所を訪問し、橋梁プロジェクト担当官と意見交換するとともに、関連調査資料の提供を受けた。各ドナーはバングラデシュ国に対する三大ドナーであり、バングラデシュ国各地域にて道路、鉄道、橋梁などのプロジェクトを支援している。

各ドナーはジャムナ橋の建設にあたって、周辺住民の強制移転や補償、農地の取得や補償、河川工事に伴う漁業補償などの社会環境問題の経験も豊富であり、この点においてもバングラデシュ国側との協議の参考とした。

以下に、各ドナーとの協議より、ADB・WBとの協議結果を示す。

#### (1) ADBとの協議

ADBは道路分野・鉄道分野の社会経済インフラ整備支援を実施してきた。特に、鉄道分野に対する唯一のドナーとして、1970年代初頭よりバングラデシュ国鉄（BR）への開発援助を通して、経営の健全化、機構改革、余剰人員の削減、不採算路線の廃止などに取り組んで、近年になってその成果が実現し始めている。一方、パドマ橋建設事業にあたっては、バングラデシュ国側より「鉄道併用橋」としての整備を強く求められることが予想されるため、調査団は現地調査に先立って、フィリピン、マニラ市所在のADB本部を訪問し、ADB担当官と率直な意見交換を行い、関連資料を入手した。

また、現地ではADBダッカ代表部も訪問し、ADBによるバングラデシュ国交通セクターへの支援状況とパドマ橋建設事業について協議した。

以下に協議におけるADB側の意見を示す。

##### 1) ADBのバングラデシュ国への鉄道分野の支援について

- ・BRへの支援は、長年にわたってADB、カナダ国際開発庁（CIDA）、ドイツ復興金融公庫（KfW）にて実施されてきたが、CIDAはBRに改善がみられないことから20年来の支援を中止し、このほど撤退した。
- ・ADBではBRに必要なことは、不採算路線の廃止と組織改善・職員削減であると考えており、実施中の事業は組織合理化とインド国境の改善である。

##### 2) パドマ橋の鉄道併用橋化について

- ・鉄道併用橋については、事前調査の基本方針の考え方が好ましい。ADBではBR合理化のため、不採算路線廃止と人員削減を進めてきているが、パドマ橋が接続鉄道の計画もないうまま鉄道併用橋として整備されると、これまでの努力が水泡と化してしまう可能性があり、避けるべきである。
- ・パドマ橋が鉄道併用橋として整備される場合には、ダッカ - パドマ橋 - ジェソールを結ぶ新規路線の整備が考えられ、ダッカ - カルカッタを結ぶ国際幹線となるだろう。歴史的経緯よりインド国鉄がBRの整備に関与してきたこと、新規路線のインパクトが極めて大きいことなどより、新規路線の計画策定にあたっては、ジャムナ橋計画時と同様な国際的パネルを設置し、インド国鉄も交えた国際的な議論が必要になると思われる（ADB）。

##### 3) その他

- ・バングラデシュ国は幹線道路が整備されつつあり、鉄道輸送が道路に流れる傾向にある。2002年度始まったSouthwest Road Network Developmentは、バングラデシュ国南西部の道路交通事情改善（特にダッカ - クルナ間アクセス改善）に大きく寄与するだろう。

- ・ ADBでもパドマ橋の整備は、西ベンガル - ダッカ - インド東部諸州の広域的交通網を作り出し、当地の貧困削減に大きく寄与することと理解している。
- ・ JICAでのパドマ橋調査にあたって、必要とされる資料の提供や意見調整・意見交換を通じて、積極的に協力していきたい。JICAでのフィージビリティ・スタディ（F / S）結果に対して、ADBでは融資決定前に社会経済インパクトに係る調査を実施することになるだろう。

## (2) WBとの協議

WBは長くバングラデシュ国の運輸交通セクターを支援してきたものの、近年の債務の増大により、貧困問題解決に援助の重点を移しつつあり、かつてほど大規模プロジェクトへの融資に積極的でないともいわれている。

以下に協議におけるWB側の意見を示す。

- 1) 巨大プロジェクトであり、バングラデシュ国に巨額の債務を生じさせるおそれがあることより、本件にはWBとしては慎重に対処せざるを得ないと考えている。
- 2) しかしながら、パドマ橋F / Sで広域社会・経済インパクトへの影響等について調査が実施され、パドマ橋建設がバングラデシュ国の貧困問題解決等に資するものであると判断されるのなら、本プロジェクトへの関与をWBとしても積極的に考えていくべきであろう。

## 1 - 7 バングラデシュ国側との協議結果

調査団は、11月25日より12月3日にわたって政府関係省庁や関係団体との協議をとおして、当方の用意した事前調査の基本方針並びにS / W案に関して意見交換した。協議では本件事業主体となるJMBAと主に協議をもち、必要に応じてERD、RHD、BR、BWDBが加わった。

協議では主にパドマ橋の鉄道併用橋化や架橋位置等について活発な議論が行われた。

協議の概要を以下に示す。

### (1) パドマ橋の位置づけ

バングラデシュ国側より、パドマ橋を通じてダッカと南西部をつなぐことは、バングラデシュ国社会経済の統合と一体化を進めるものであり、首相をはじめとしたバングラデシュ国民の強い願いであること、バングラデシュ国のみならず周辺各国に多大な社会経済的インパクトを与えることから、パドマ橋の早急な整備にかかる強い意志が表明された。

JICA側からは、パドマ橋のインド亜大陸東北部の広域への社会経済的影響を考慮したいこと、特に貧困削減効果に注目して調査を通じて評価を実施したい旨表明した。一例として、フィーダー道路の整備と新たに整備される幹線道路との接続によって、農村部の貧困問題解決につながる事が考えられることをあげた。また、JBIC/ADB/WBでは、インフラ整備に貧困削減効果が



求められており、調査に考慮されなければならないこと説明し、バングラデシュ国側の了解を得た。

## (2) 架橋位置について

バングラデシュ国側では、Pre-F / S結果より選定されたマワを架橋位置の前提として、東岸には河川制御護岸が不要となるのではとの議論があった。

JICA側より、Pre-F / SはJICAにて実施されたものではなく、参考資料とはするがそれをもって結論が出たとは考えていないこと、調査を通じてJICAとしての結論を導き出す予定であることを表明した。また、架橋位置は安定した河岸に架橋し、設計橋梁供用期間（100年）にわたって安定して橋梁機能を供与できるようにするため、細心の注意をもって工学的検討を実施すること、今後の本格調査での詳細な調査にて架橋位置を決定することを説明し、バングラデシュ国側の了解を得た。

また、バングラデシュ国側からマワにて橋台防護のためガイドバンクが作られるだけでは不十分であり、アリチャ - マワ間に道路兼用堤防が計画されるべきであり、本調査での検討必要性が強く主張された。

JICA側より、アリチャ - マワ間の道路兼用堤防は調査項目（TOR）に含まれず、橋のF / Sである今回の調査に直接に関連しないこと、膨大な事業費（数千億円）を要するものとなることが予想されるとともに、バングラデシュ国側でも構想に留まること、調査経費が膨らみ調査が大幅に伸びることから、今回の調査に含めるべきでないことを主張した。

本件は大臣表敬の場において、今回の調査に含めることを求めない旨の意思表示がバングラデシュ国側からなされた。なおも、バングラデシュ国側からはパドマ橋建設によるパドマ川への影響が憂慮されたが、パドマ川への影響は本格調査にて詳細に検討する予定であり、必要と判断されれば、アリチャ - マワ間堤防等が提言されることもあり得る旨の説明をし、理解を得た。

## (3) 鉄道併用橋について

協議の冒頭にてJICA側より、パドマ橋を鉄道併用橋としての検討は、以下の理由より本調査に含めるべきでなく、道路橋としての検討を実施すべきだと主張した。

- 1) ダッカとジェソールを結ぶ路線の計画がないこと。
- 2) 調査規模が大きくなり、予算・工期・人力的に難しいこと。
- 3) ジャムナ橋の鉄道輸送量が減少し、ジャムナ橋の経営にネガティブな影響を与え、償還を困難としてしまうおそれがあること。

これに対し、バングラデシュ国側より、以下の理由により、本調査にてパドマ橋を鉄道併用橋として検討すべきだと強い主張があった。

1) ダッカとジェソールを結ぶ鉄道計画は現存しないものの、鉄道は開通後5年も経てば採算がとれることが可能であり、計画がないから鉄道併用橋の検討を実施しないというのはF/Sとして不足していると考えられること。

2) ジャムナ橋では、BG(Broad Gauge : 1,435mm)では旅客列車しか考慮されておらず、貨物列車はMG(Meter Gauge : 1,000mm)しか通過できないものの、インドからの貨物列車がBGであることを考慮すると、パドマ橋はBGにて整備されるべきであり、その検討を必要とすること。

3) パドマ橋での鉄道の整備はTrans-Asian Railwayの一部であり、パドマ橋はベトナム～パキスタンを結ぶ路線の要を成すものであり、パドマ橋の広域的な社会経済的影響を考慮すると、鉄道併用橋として整備すべきであること。また、鉄道でも十分な地域開発効果を期待できること。

また、今後当分の間、パドマ川に橋が架からないことを考えると、これを機会に鉄道橋の検討を実施してほしいことと、今回の調査で鉄道が検討されなければ、後年に憂いを残すことになりかねないとの懸念も併せて表明された。

これに対し、F/Sにて検討される範囲内(25年間)では鉄道併用橋を実現させることは困難であると考えられるものの、橋梁は100年間供用されるため、その間に列車の通過を可能とするように、構造を補強することも必要であると考え、JICA側より次を説明し、大臣表敬を通じてバングラデシュ国側の理解を得てS/Wに追加した。

- ・鉄道併用橋としてF/Sを実施すると、接続鉄道のコスト等によりフィージブルにはならないものと予想される。したがって、道路で十分なEIRRを確保できた場合、列車荷重(BG)を載荷しても問題のないような構造・断面の場合のコストをもって、フィージビリティを検討する旨S/Wに追加すること。

#### (4) 住民移転について

ジャムナ橋の建設に際しては、およそ5万家族、10万人の強制移転や新しい居住環境の整備が必要となり、その整備にあたっては地元のNGOの協力が効果的であったといわれている。JICA側よりパドマ橋プロジェクトにおいても社会環境問題は不可避であり、本格調査にて十分な配慮が求められる旨を説明し、バングラデシュ国側の了解を得た。

#### (5) 財政状況について

パドマ橋建設事業に際しては国家財政に多大なる影響を与えるため、調査にて十分な検討が必要とされること、カウンターパート(C/P)に財政関係者を加えバングラデシュ国財政当局と密接に協議を重ねる必要がある旨を説明し、バングラデシュ国側の了解を得た。

(6) S / W署名

上記の調査・協議結果に基づいて、調査団はS / W並びにM / M案を起草し、平成13年12月5日にバングラデシュ国政府関係省庁代表者の署名を得た。

なお、S / W署名にあたって、バングラデシュ国側より政府内での調整のため、レポートをできる限り早く仕上げしてほしい旨の要請があった。

1 - 8 現地踏査結果

(1) ダッカ - マワ - バンガ - クルナ - ジェソール - ベナポール踏査

調査団は11月27日、28日にダッカ - マワ - バンガ - クルナ - ジェソール - ベナポール間をJMBA担当官、RHD担当官の同行をもって陸路にて現地踏査を実施した(図1 - 1参照)。本現地踏査によって、以下の事項を確認した。

- ・マワ架橋候補地点までの道路交通事情
- ・マワフェリーターミナルの周辺状況(両岸)
- ・マワフェリーの運行状況
- ・ADBのファイナンスにより、整備中のSouthwest Road Network Developmentの進捗状況(将来はアジアハイウェイ1号線の一部として、ダッカ - カルカッタ間の主要幹線となる)
- ・ルプシャ橋建設状況(特に用地買収状況)
- ・ベナポールの税関、保税倉庫にてバングラデシュ国側係官より、通関貨物の状況をヒアリング

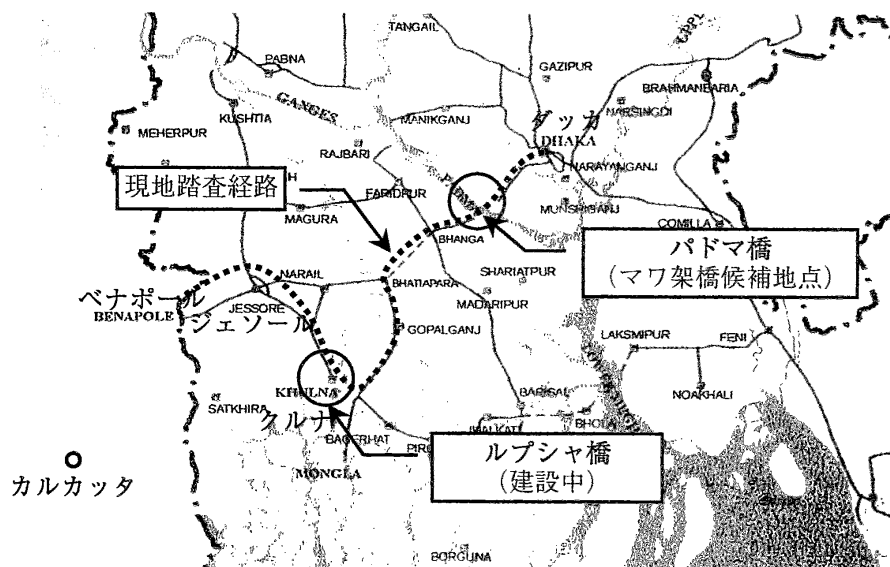


図1 - 1 ダッカ - クルナ - ジェソール - ベナポール現地踏査経路

(2) パドマ川空中踏査

調査団は11月28日、JMBA担当官、RHD担当官の同行をもって、9時発、12時発の2便により、ジェソール飛行場 ルプシャ橋建設現場付近 アリチャ架橋候補地点 マワ架橋候補地点 ダッカを2班に分けて飛行し、上空よりパドマ側の現地踏査を実施した（図1 - 2 参照）。両班はそれぞれパドマ川右岸左岸の踏査・撮影を分担した。調査団はダッカ帰着後にJMBA担当官、RHD担当官との間で現地踏査に係る意見交換を実施した。

本現地踏査によって、以下の事項を確認した。

- ・ バングラデシュ国中部・南西部の地勢確認
- ・ 架橋候補地点の地勢確認
- ・ パドマ川の地形の確認

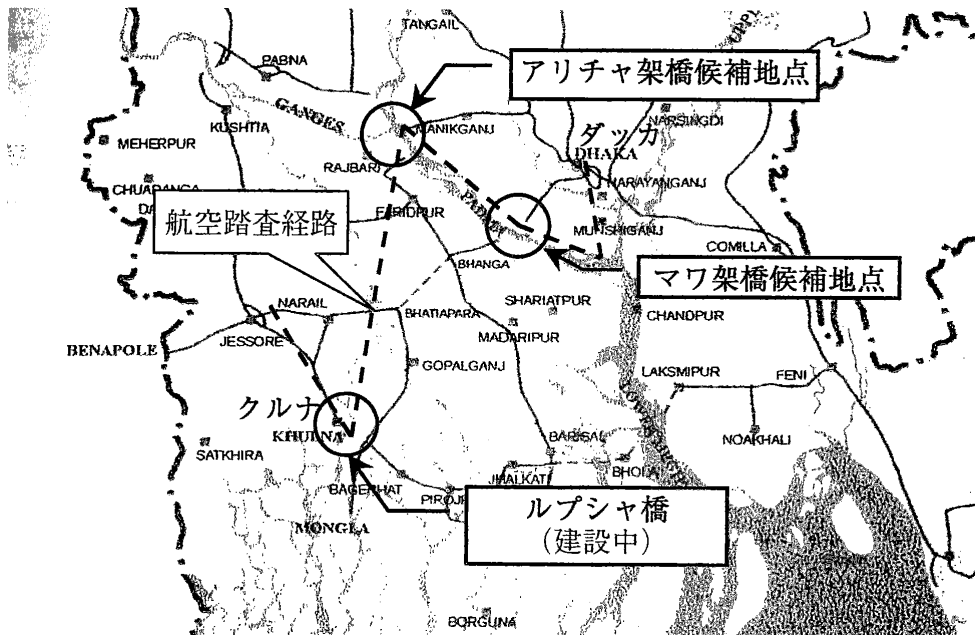


図1 - 2 パドマ川空中踏査経路

(3) メグナ橋・メグナ・グムティ橋踏査

調査団は11月30日、RHD担当官の同行をもって、我が国の開発調査によって計画され、無償資金協力によって建設されたメグナ橋・メグナムグティ橋の陸路による現地踏査を実施した（図1-3参照）。

本現地踏査によって、以下の事項を確認した。

- ・橋梁維持管理状況の確認（特に洗掘状況について）
- ・現在交通状況、将来整備計画の確認

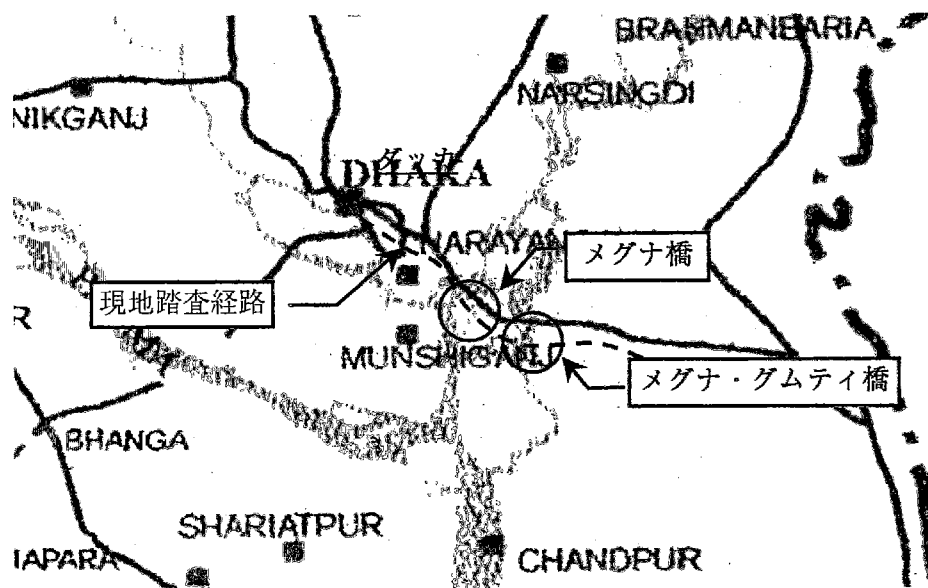


図1-3 メグナ橋、メグナ・グムティ橋現場踏査経路

#### (4) ジャムナ橋踏査

調査団は12月1日、JMBA担当官、RHD担当官の同行をもって、ジャムナ橋の陸路による現地踏査を実施した（図1 - 4参照）。調査団は、ジャムナ橋維持管理会社であるJOMACを訪問し、ジャムナ橋は調査団を橋梁班、道路班、河川班に分けて視察した。

本現地踏査によって、以下の事項を確認した。

- ・ジャムナ橋接続道路、接続鉄道の整備状況
- ・JOMACにて、ジャムナ橋計画・設計・施工に係る考え方の確認、JOMACの役割と維持管理状況、周辺住民対策について確認
- ・ジャムナ橋の現状（橋梁状況、道路交通状況、鉄道整備状況、河川管理状況）の確認

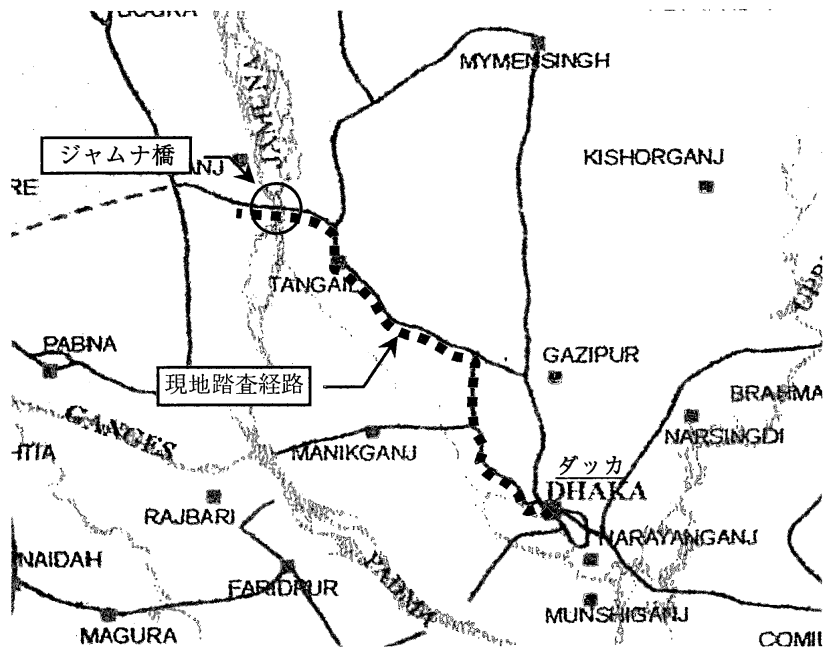


図1 - 4 ジャムナ橋現地踏査経路

#### 1 - 9 団長所感

調査団は、マニラ市所在ADB訪問を含めて、2001年11月22日から12月4日にわたって本調査を実施した。ADBでは、国別援助計画局及び社会基盤局のバングラデシュ担当官と協議・情報交換を行った。続いて、バングラデシュ国政府関係機関（バングラデシュ国側）及びADBダッカ事務所と協議を重ね、また、パドマ架橋候補地点を含むパドマ川流域、ルプシャ架橋地点、ジャムナ橋、メグナ橋、メグナ・グムチ橋及び架橋工事中の幹線道路5橋を視察した。パドマ架橋地点選定や橋梁構造等に及ぼす河川性状影響の重大性にかんがみて、航空機上からのパドマ川流域視察

も行った。さらに、本格調査に備えて文献資料を積極的に収集した。これらの協議や調査結果に基づいて、バングラデシュ国側と本格調査のS/Wについて合意し、討議の経過を協議議事録(M/M)に記録した。以下に本調査結果の主要点について所感を述べる。

#### (1) 調査時期

パドマ架橋に関するバングラデシュ国側の期待感が明示されたのは、小職がルプシャ橋調査に従事した1998年ごろが最初で、当時は時期尚早と感ぜられた。今回、本調査に参加して現地状況の急速な展開を目撃した。幹線道路交通量は計画を上回る速さで増大し、各地で4車線幹線道路の建設が進行中である。我が国贈与案件として建設された2車線橋メグナ、メグナ・ Gumtchong両橋も限界容量に近づき、2車線増設が計画されている。巨大橋建設には計画調査段階から数えて、最小10年以上が必要であることを考慮すると、現時点における調査着手は時期尚早とは断じがたく、適当と思考された。

#### (2) パドマ川フェリー

パドマ川横断に各地でフェリーが就航しており、その運行サービスは概して効率的であった。フェリー棧橋架設地点の河川性状は不安定で、増大する道路交通に必要な永続的で大規模なフェリー棧橋建設は困難である。したがって、パドマ架橋代替案としてのフェリーサービス強化案は実現性が乏しいといわざるを得ない。

#### (3) パドマ架橋のフィージビリティ

既存の道路交通の増大に加えて、インド、ミャンマーとの国境貿易進展に伴う交通需要増大、パドマ架橋と幹線道路整備や農村地域振興に伴う誘発交通の発生、周辺諸国との通過交通増大等が期待されている。これらを考慮すると道路橋架橋案はフィージブルのように思われる。

#### (4) 道路・鉄道併用橋案

本案に関してバングラデシュ国側より強硬な要望が出された。鉄道部門調査案に関しては、対処方針に従ってこれを拒絶し、代替案として広軌鉄道を搭載荷重とする上部構造設計案を提示して事態收拾を試みた。案件は運輸大臣との直接交渉に持ち込まれ、運輸大臣が当方の代替案提出理由説明に同意して決着した。

#### (5) マワ - アリチャ間堤防兼アクセス道路

バングラデシュ国側は上記堤防兼アクセス道路を橋台保護工の延長として調査範囲に含め

ることを提案した。案件は運輸大臣決裁に持ち込まれたが、運輸大臣が当方の除外理由説明に理解を示し、調査対象から除外された。

バングラデシュ国側との協議交渉は以上のように紆余曲折があったが、S/Wは対処方針の範囲内で決着した。WBダッカ事務所との協議は出発前に実現すべく連絡調整中である。



## 第2章 運輸交通分野の概要

### 2 - 1 運輸交通分野の現状と開発計画

#### (1) 運輸交通分野の現状

バングラデシュ国の交通体系は、道路、鉄道、内陸水運、海運及び空運から成る。道路、鉄道及び内陸水運の3つの地上輸送機関のうち、道路の占めるシェアは旅客の72%、貨物の65%（1997年）であり、同国にとって道路輸送への依存度は高い。また、当国の第5次5か年計画（1997～2002年）の国家レベルの目標のひとつとして、民間部門の経済活動を促進するインフラなどの整備があげられており、社会経済活動を支える基盤として道路網整備の重要性は高い。

また、バングラデシュ国は人口の約80%が地方に居住しており、地方部では人口の増加に雇用機会の増加が追いつかず、多くが貧困ライン以下にあり、約40%が失業状態にある。さらに、毎年のように洪水の被害を受けており、道路の路面破損、盛土法面の崩壊、橋梁の流失・破損が発生し、雨期には通行不能となることも多く、地域経済発展の阻害要因となっている。バングラデシュ国政府は貧困緩和を図るべく、地方インフラ整備（道路、橋梁、市場）、灌漑・排水・洪水制御工事、雇用対策事業等を実施しており、特に地方インフラ整備事業については第5次5か年計画の地方開発投資計画の約60%を割り当てており、地方部での貧困緩和のための重要政策としている。

#### (2) 運輸交通分野の開発計画

##### 1) 国家開発計画

第5次5か年計画（1997～2002年）にあげられた国家開発目標は次のとおりであり、貧困の緩和と地方開発及び農産物の増産を同計画の基本戦略としている。

年平均7%の経済成長を達成し、貧困を緩和する。

雇用機会を創出すること、及び、従来の労働集約型と近代の資本集約型の最適な組み合わせにより生産性を向上させること。

流通を改善し、地方経済を活性化することにより地方部の生活水準を向上させる。

地方部の社会経済構造を公正、かつ生産的なものに変換し、資源へのアクセスを改善することにより地方部の貧民を救済する。

できるだけ早期に食糧生産を自給水準以上とするとともに、輸出品の増産を図る。

初等義務教育と職業訓練により人材を育成する。

天然ガス、石炭等の天然資源の開発並びに地方生産物の流通を促進するため、インフラストラクチャーを整備する。

産業を開発する。

北西地方、チッタゴン丘陵地域、沿岸地域等の未開発地を開発する。

計画最終年までに人口増加率を1.32%まで提言させるとともに、母子の保健医療と栄養状態を改善する。

国の科学技術水準、特に電子工学及び遺伝子工学の分野を含む新世代の科学技術を強化する。

必要な法制度を整備して環境の保護、保全を図る。

教育、訓練、雇用において女性を優遇するとともに、女子児童の教育に特別の助成を行うことにより性差別を撤廃する。

収入、資源、機会の公正配分及び社会経済的に不当に遇されている地域の住民の保護並びに法制度の強化によって社会的公正を確立する。

Union(町)、Thana(郡)及びZilla(県)レベルの地方自治体組織を効率的なものとし、地域開発計画の立案、実施の権限を付与することにより地方分権を促進する。

## 2) 国家開発計画

バングラデシュ国は世界で最も人口密度の高い国のひとつであり、人口の約80%が地方に居住している。貧困は国全体の問題であるが、地方部ではことに顕著である。人口の約50%が貧困層であり、更にその半数は極貧層であると推定される。地方部の貧困の特徴は、土地の非所有、農業事業者、非農業部門の未開発、高失業率、低所得、貸付手段の不備等である。

このような地方の状況に対し、同国政府は第5次5か年計画のなかで、次のような地方開発目標を打ち出している。

- ・ 地方部の貧困の緩和
- ・ 地方部における生産的雇用の創出
- ・ 地方部貧民のための自営業の創出
- ・ 小規模小作農家の改善

## 3) 道路整備計画

第5次5か年計画では運輸インフラのなかで特に道路部門を重要視しており、増加する輸送需要に対応するため、既存の国道及び州道を拡幅・強化するとともに主要河川橋梁を建設すること、並びにThanaを結合する支線道路Aの整備を推し進め、すべてのThana中心部を主要都市と結合するとともに港湾の結びつきを強化して、国内及び海外のマーケットの統合を図ることをめざしている。

### (3) 運輸交通分野の開発計画

過去3年間の国家予算は表2-1に示すとおりである。

表2-1 国家予算

(単位：百万タカ)

	1998～1999	1999～2000	2000～2001
一般予算	167,650	184,440	196,330
年次開発計画予算	140,000	165,000	175,000
その他	8,980	9,900	13,910
合計	316,630	359,340	385,240

出典：Annual Budget 1999～2000 (Budget in Brief), MOF

RHDの開発予算及びその年次開発予算に占める割合を表2-2に示す。

表2-2 RHDの開発予算

	1998～1999	1999～2000	2000～2001
開発予算 (単位：百万タカ)	13,410	14,180	18,144
年次開発計画予算に 占める割合	9.6%	8.6%	10.4%

なお、第5次5か年計画(1997～2002年)では、道路セクターの開発に総額649億550万タカを見込んでいる。

#### 2-2 各ドナーの道路セクターへの支援状況

道路セクターにおける他の援助国や国際機関の援助による主要なプロジェクトを表2-3に示す。

表 2 - 3 他の援助国・国際機関の援助による主要プロジェクト

プロジェクト名	地域	援助国 / 援助機関	開始年度	事業規模 (百万ドル)
地方道路改良計画	東部	ADB	1985	85
橋梁修復計画	東北部	UK	1987	20
第1次道路修復維持計画 (RRMP-1)	西部	IDA	1987	102
第1次道路改良計画 (RIP-1)	東部	ADB	1988	138
第1次洪水災害修復計画	西部	IDA	1988	11
地方道 / マーケット改良計画	西部	IDA	1989	62
第2次道路改良計画 (RIP-2)	東部	ADB	1990	120
第2次洪水災害修復計画	東部	ADB	1990	120
第2次道路修復維持計画 (RRMP-2)	西部	IDA	1992	237
第3次洪水災害修復計画	東部	IDA	1990	27
メグナ橋建設計画	東部	日本 (無償)	1987	45
ブリガンガ橋	東部	中華人民共和国	1987	35
カルナフリ橋	東部	オランダ	1988	25
第2次橋梁修復計画	東西部	UK	1991	20
メグナムグティ橋建設計画	東部	日本 (無償)	1992	63
ジャムゴンジー橋	東部	中華人民共和国	1991	42
道路改良オーバーレイ計画 (ROIP)	東部	ADB	1987	69
マハナダ橋建設計画	西部	中華人民共和国	1991	28
ジャムナ多目的橋建設計画	西部	JBIC, IDA, ADB	1993	696
地方道路簡易橋建設計画		日本 (無償)	1993	7.71億円
道路補修・維持管理プロジェクト	全国	UK	1993	不明
Dinapur・Thakurgaon間道路改良	西部	イタリア	1995	不明
道路改良計画及びフェリーターミナル改良計画	西部	DANIDA	不明	不明
第2次地方道 / マーケット改良計画	西部	IDA	1995	155
ダッカーチッタゴン間幹線道路中小橋梁建設計画	東部	日本 (無償)	1992	8.72億円
第3次道路修復維持計画 (RRMP-3)	西部	IDA	1998	300
第3次道路改良計画 (RIP-3)	西部	ADB	2000	70
ジャムナ橋アクセス道路事業	西部	ADB	1996	196
ジャムナ橋アクセス道路事業	西部	JBIC	1997	62.06億円
パクシー橋建設事業	西部	JBIC	1997	87.07億円
ダッカ都市交通計画	ダッカ	IDA	1998	160
Sylhet ~ Tamabil間道路改良	東部	Kuwait Fund	1999	不明
南西部道路建設計画	西部	ADB	2000	214
ルブシャ橋建設計画	西部	JBIC	2001	116.4億円

### 第3章 パドマ橋建設計画の課題

#### 3 - 1 橋梁の機能

##### (1) 道路交通の現況

首都ダッカと南西地域を結ぶ道路は国道7号線と8号線があり、7号線はアリチャで8号線はマワでパドマ川（川幅約5 km）をフェリーで渡河している。渡河の所要時間（フェリーの待ち時間を含む）は4時間以上を要することもあるといわれ、パドマ川による道路の分断はバングラデシュ国の道路網構築のネックになっている。また国道8号線のダッカからパドマ川をわたりバンガに至る区間は国の南北を縦断するアジアハイウェイA-1に属しており、この区間を含むダッカ - ノアパラ間の道路整備South West Network Develop Projectがアジア開発銀行（ADB）の支援の下に進行中である。しかし、このプロジェクトにはパドマ橋の建設は含まれていないため、道路網整備の課題解決には至っていない。

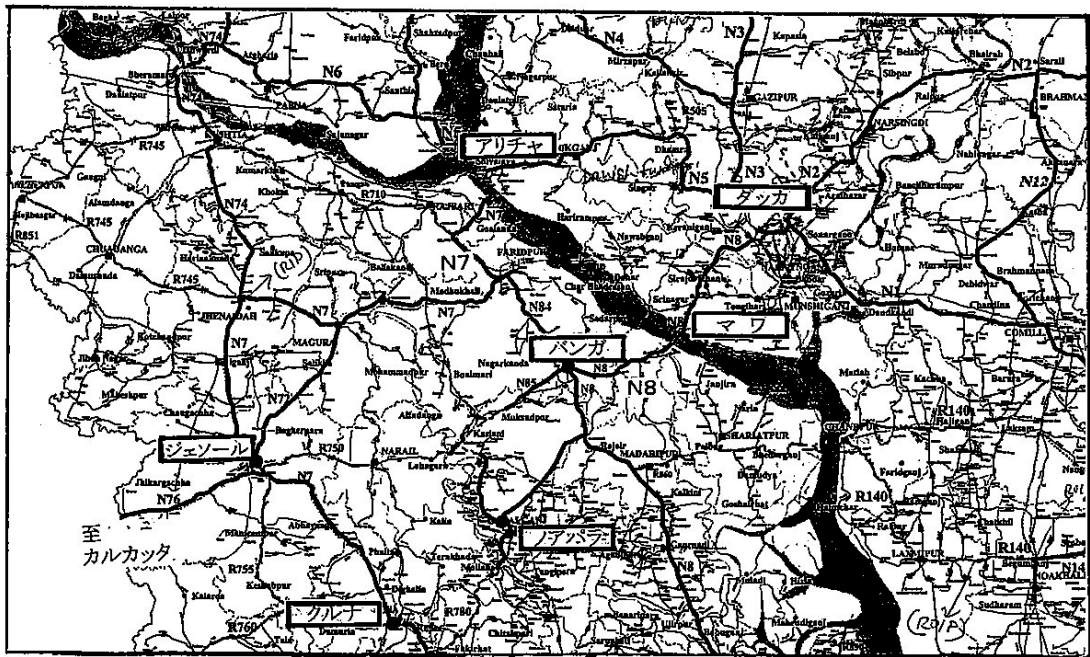


図3 - 1 調査対象地域の道路網

##### (2) 鉄道交通の現況

調査対象地域周辺の鉄道の現況について、事前調査で得た情報は以下のとおりである。

パドマ川東部の鉄道（Meter Gauge：1,067mm）はダッカから南下し、ナラヤガンジまで供用している。この線路と国道の交差点からブリガンガ川までは国鉄の所有地があり、新線建設のためのダッカ市街の用地取得は必要ない。パドマ川西部の鉄道（Broad Gauge：1,435mm）はアリチャの対岸ラジャバリからパドマ川に沿って南下し、ファリドプルまでの約

35kmが供用している。ファリドプル - バンガ間の約32kmは国鉄合理化プログラム( ADB支援 )  
 によつて、不採算路線としてレールが撤去され、盛土のみが残っている。したがって、ダ  
 ッカからマワとバンガを經由し、南西地域の鉄道網を連結するためには約90kmの新線建設が  
 必要である。

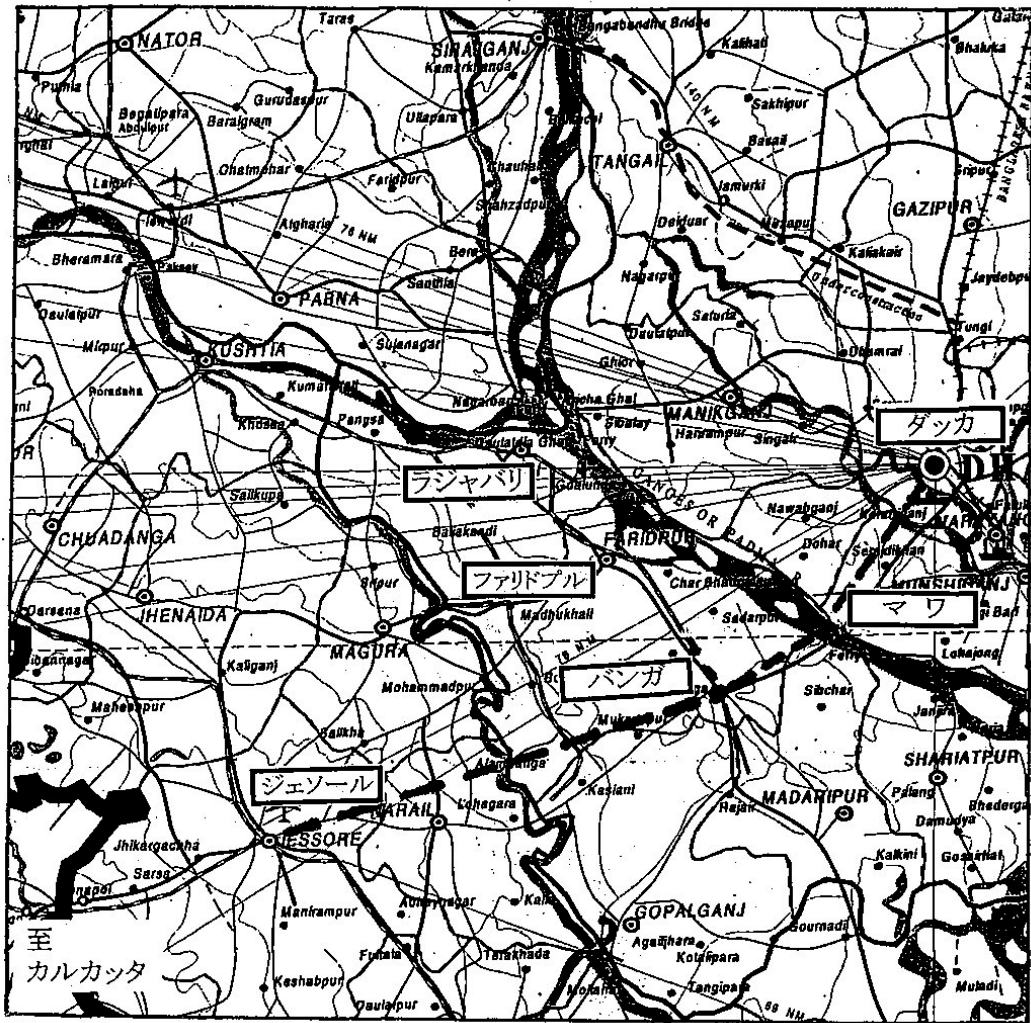


図 3 - 2 調査対象地域の鉄道網

### (3) 公共物添架

要請書では天然ガスパイプライン、送電線及び通信回線の添架を提案している。現在の西  
 部地区の電力消費量は東部の3分の1であり、これは西部地区の開発及びインフラ整備の遅  
 れによるものである。パドマ橋の完成により南西地域の社会・経済開発が促進されるに伴い、  
 エネルギー需要や通信需要の増大が予想される。

#### (4) 橋梁の機能

##### 1) 道路・鉄道併用橋について

併用橋計画のためには、以下に示す問題点を明確にした鉄道整備マスタープラン（M/P）が必要である。

現在、ADB指導の下に不採算路線の廃止と人員削減を進めているが、この合理化計画とパドマ橋の新線計画の整合性

建設中のジャムナ橋新線（ダッカ - 北西地域間）の完成後の物流の変化。及びパドマ橋新線が建設された場合の影響

パドマ橋の線路が既存の鉄道網に連絡するには、約90kmのアクセス線路の建設が必要である。また、パドマ橋新線の効果促進にはインド鉄道網との連絡が計られるべきで、ダッカ - ジェソール間約180km以上の新線建設が必要である。そのためには国際パネルを設置し、インド国鉄を交えた新線建設の是非を議論しなければならない。

S/W協議においてバングラデシュ国側は道路・鉄道併用橋を強く要請したが、上記の多大な作業を要する鉄道のM/P策定を本調査に含むことは困難なため、パドマ橋建設計画調査は道路橋（公共物添架を含む）として実施されることで合意された。

##### 2) 公共物添架について

南西地域は第3の都市クルナヤ海港モングラ港を擁しているが、その周辺及びバリサル地域は国内でも経済・社会開発が遅れた地域である。したがって、パドマ橋建設がこの地に与えるインパクトは大きく、橋梁完成後にエネルギーの需要が増大することは明らかである。橋梁計画は、将来計画を考慮した添加物の規模と重量等で設計されなければならない。なお、ジャムナ橋では送電線を架空線で添加しているが、我が国では点検の容易さから桁内部に添架されている。安全性及び維持管理性を考慮し、適切な添架方法を検討すべきである。

### 3 - 2 架橋地点の選定

#### (1) 調査対象地域の事前調査結果

調査対象地域を上空及び地上より調査した。調査時の河道は西岸よりを流れ、東岸よりには大小の砂洲が存在していた。人家について東岸では水際線に沿って点在し、西岸では水際線より約1km程度離れて存在していた。これは西岸が水際線に沿って安定した土地であり、東岸は新しい河川敷のためと想像するが、今後の調査で確認されるであろう。

アリチャのフェリー発着所付近は、5か所のフェリー接岸施設とバスターミナル、輸送中の牛の休憩場所及びコンクリート製電柱製造工場等があり、大きな集落を形成している。水際線は砂が堆積しており、フェリーの航路を維持するため浚渫が行われていた。ダッカ - ア

リチャ間の道路は2車線の整備された道路である。

マワのフェリー発着所付近は、3か所の小規模なフェリー接岸施設とバスターミナルがあり、500m下流の旧フェリー乗り場付近に集落を形成している。ダッカ - マワ間の道路は幅員が狭く、現在ADB支援の下に整備が進められている。

パドマ川は大河川のため、今回の目視調査では架橋地点の想定はできなかった。しかし、パドマ川の兩岸の状況記録は、本調査での架橋地点の検討時に有効な判断資料として供される

## (2) 架橋位置及び線形

架橋位置はパドマ川の河道が安定している場所であることが必要条件である。したがって、アリチャの北(パドマ川とジャムナ河の合流点)からマワの南(パドマ川とメグナ河の合流点)までの約100km間について、過去の河岸線の移動経歴と河岸侵食速度等を調査し、設計耐用年数100年間はその機能を供用できる河道の安定した架橋位置を検討しなければならない。さらに、河道が安定していると判断される地域において、既存道路との接続道路を含む複数の線形代替案を検討し、最適な架橋位置及び線形を選定しなければならない。また、選定過程で確認されたパドマ橋建設の効果促進に係る道路整備計画や社会開発計画について提言することが必要である。

## 3 - 3 設計上の課題

### (1) 設計技術基準

運輸省道路局(RHD)の「RHD Bridge Designers' Handbook 1999」では橋梁設計技術基準としてAASHTO(アメリカ合衆国)を適用することが明記されている。しかし、ジャムナ橋や建設中のバイラブ橋ではBS5400(英国)が適用されているなど、必ずしも基準が統一されていない。パドマ橋の適用設計基準を関係機関と協議し、確認する必要がある。

### (2) 耐震設計

バングラデシュ国周辺では、マグニチュード7(M7)以上の大規模な地震が発生しており、1897年のアッサム地震は、M8.7と非常に大きなものであった。これらの地震はヒマラヤ山脈付近でインド・オーストラリア・プレートがユーラシア・プレートの下に潜り込むことによって発生する、プレート境界型地震と推定されている。なお、プレート境界型地震の場合は、巨大地震がかなりの頻度で発生する可能性が高いといわれている。

RHDのハンドブックでは、図3-3に示すように全国を3ゾーンに分けて設計震度を表示している。これによると橋梁予定地点が震源より遠距離にあるため、加速応答スペクトルの評価は比較的小さい。しかし、地震の発生は不確実でその損傷は致命的となるので、パドマ



橋のような長大橋の設計では既往の資料のレビューや有識者の意見を求めるなど、地震に対して慎重に対処しなければならない。

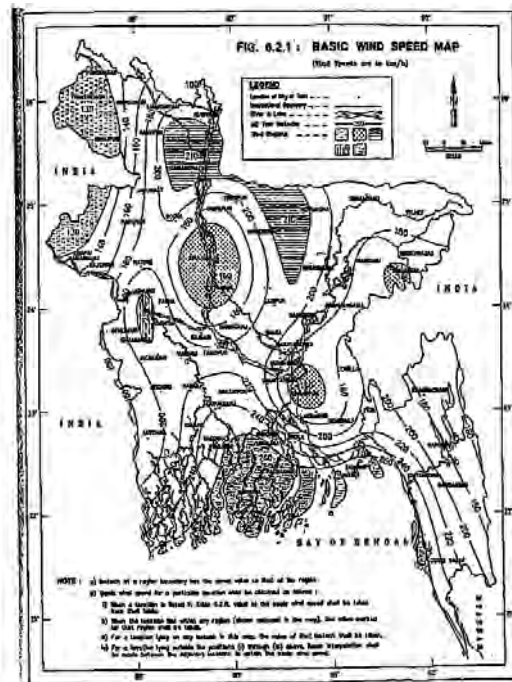
### (3) 風加重

インド洋で発生する低気圧サイクロンは、この国に強風と洪水の災害を引き起こしている。「Bangladesh National Building Code 1993」では、図3 - 4に示す“Basic Wind Speed Map”が示されている。



出典：RHD Designers' Handbook

図3 - 3 Seismic Zoning Map



出典：National Building Code

図3 - 4 Basic Wind Speed Map

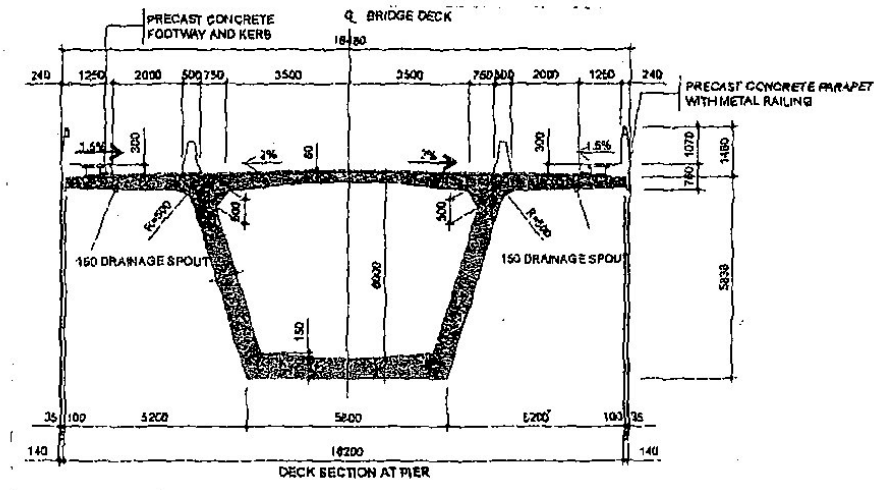
### (4) 橋梁構造

#### 1) 上部工

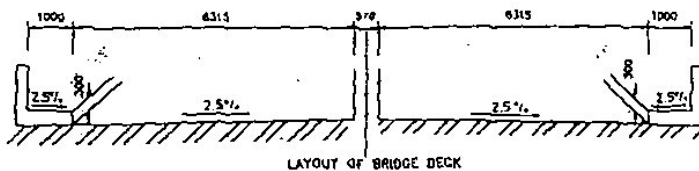
上部構造の選定では経済性はもとより、架設方法を考慮した施工性と完成後の維持管理性が特に重視されねばならない。また、添加物のスペースと取り付け方法、点検方法を基本設計の段階から検討すべきである。

路面構成は将来交通需要予測により決定されるが、その場合橋梁の維持管理車両や故障車の駐車スペースを考慮した側帯幅を確保する必要がある。図3 - 5に主要河川に架かる橋梁の路面構成例を示す。

ルプシャ橋  
(車道2車+両側歩道)



パクシ橋  
(車道4車+両側歩道)



ジャムナ橋  
(車道4車線+鉄道単線MG)

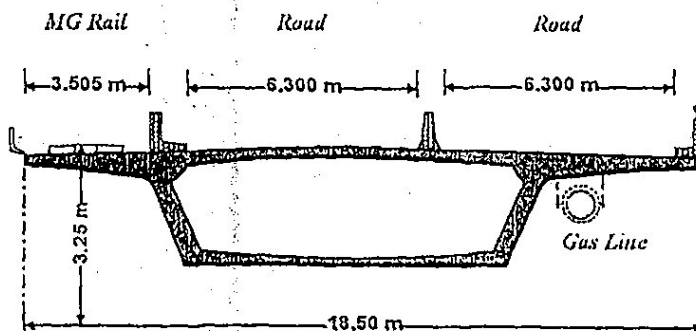


図3-5 路面構成の例(ルプシャ橋、パクシ橋、ジャムナ橋)

## 2) 基礎工と洗掘防止工

調査対象地域の土質は粘性土及び砂質土で、支持層が深い (GL. - 40 ~ - 50m) ことが想定される。基礎工は周辺摩擦を含めた地盤の支持力、基礎地盤の長期圧密沈下、基礎周面の洗掘、地震時の液状化等を適切に評価し、設計しなければならない。特に、水流による基礎周りの河床洗掘が非常に大きな問題である。基礎の安定計算に洗掘深さを考慮する場合でも、その値を超えないように必ず洗掘防止対策を施す必要がある。その場合、ジャムナ橋、メグナ橋等の例を参考に、パドマ橋固有の条件を考慮し検討しなければならない。また、橋脚の配置もジャムナ橋で行われているような水理学見地からの検討が必要である。

### 3) 航行船舶への対応

主要河川上の構造物に対する航路高は内陸水運庁(BIWTA)の“Clearances Across Different Waterway”に規定されており、パドマ橋の場合は航路高18.3m、航路幅16.2mを確保することが定められている。したがって、橋梁計画に際しては施工中の仮設物も航路空間を侵さないよう、橋梁の桁高と支間長を決定する必要がある。ただし、航路位置は架橋位置により異なるのでBIWTAと協議し決定しなければならない。

船舶が橋脚に衝突する場合を想定し、橋脚の設計では船舶衝突荷重を考慮するとともに、橋脚周りには船舶の損傷(沈没を含む)軽減のための船舶緩衝工を設けるのが一般的である。ルブシャ橋では船舶緩衝工として橋脚の前後に杭を、橋脚の側面には防舷材を設置している。ジャムナ橋では衝突荷重を考慮しているが、航行船舶が小型であることから、緩衝工はない。

パドマ橋の場合、大型の船舶の航行が予想されるため、将来の水運の発展を考慮し、船舶緩衝工の設置を検討する必要がある。この場合、全橋脚に緩衝工を設置することは経済的に得策でないため、河道の変動を想定した航路幅に位置する橋脚に対してのみ船舶緩衝工を設置することも考えられる。

## 3 - 4 施工上の課題

### (1) 施工ヤード

橋梁構造形式に係らず、広大な作業ヤードが必要である。調査対象地域の東岸は民家が点在しているため、メインの作業ヤードは西岸が適地と思われる。しかし、河岸に沿った土地は雨期の冠水やサイクロンによる洪水を考慮し、盛土と健固な護岸工が必要である。なおこの場合、護岸工が洪水時に周囲に及ぼす影響も検討しておく必要がある。また、作業ヤードの一部を橋梁完成後の維持管理基地として使用するものとして計画する必要がある。

### (2) 資機材調達

国内の建設資材(鉄鋼、セメント、砂利)の使用実績を表3-1に示す。バングラデシュの国土の大部分は粘性土及び砂質土であるため、限られた地域でしか砂利の採取ができない。シレット県とパンチャガル県の自然石材(玉石、砂利)、ディナジプール県の地下堅岩の碎石及びチッタゴン地方の碎石があるが需要を満たす量ではない。また、セメントの国内生産量は需要の12%、鋼材は56%である。

ルブシャ橋ではこれらの資材を海外調達している。その理由として、鉄筋に関しては高強度鉄筋と所要サイズが入手不可能であり、またセメント及び砂利に関しては品質と量の確保が困難なためといわれている。バングラデシュ国内での資機材調達事情を把握し、施工計画立案及び工事費積算では資材の第三国調達をも含めて検討しなければならない。

表 3 - 1 建設資材使用実績

年	石 材 (1000m <sup>3</sup> )	セメント (1000MT)			鉄 鋼(1000MT)		
		国 産	輸 入	合 計	国 産	輸 入	合 計
1992-93	1,064	207	2,139	2,366	377	270	647
1993-94	647	332	2,569	2,893	427	310	737
1994-95	1,744	414	2,872	3,286	445	320	765
1995-96	3,411	444	3,316	3,760	442	340	782

出典：Bangladesh Integrated Transport System Study 1998

建設石材調達計画調査報告書（国建協、平成12年）

### 3 - 5 維持管理

設計時に、維持管理体制及び維持管理設備計画の提言と点検管理マニュアルの整備を行わなければならない。マニュアルは橋梁構造、添加物、河床洗掘、護岸構造物等に関し、具体的な点検方法、点検頻度、点検記録等を定めたものとする。なお、維持管理設備の設置及び維持管理用機材の調達は、建設中に完了しておく必要がある。

## 第4章 自然条件調査結果

### 4 - 1 自然条件一般

バングラデシュ国は、インド東北部に隣接し、その国土の大半をガンジス、ブラマプトラ、メグナの三大国際河川と、その支流群が形成する一大沖積平野（ベンガル平野）のなかに占めている。バングラデシュ国の国土面積は14.4万km<sup>2</sup>であり、北海道のおよそ2倍の広さであるが、全人口が約1億4,000万人と日本の全人口より多く、人口密度が高い、亜熱帯の国である。

### 4 - 2 地図情報

バングラデシュ国における測量及び地図作成・管理に関する監督政府機関は、国防省（Ministry of Defence）所属のバングラデシュ測量局（Survey of Bangladesh）であり、1971年の独立に伴い設立され、独立前のパキスタン測量局、東パキスタン支所の機能を継承した。

縮尺1/50,000の地形図は、軍事上の観点から頒布が制限され、一般人が手に入れることはできない。今回入手した1/50,000の地形図は、運輸省ジャムナ多目的橋公団（JMBA）からSOB（Survey of Bangladesh）に正式な要請を行って入手したものであり、ブラマプトラ - ガンジスの合流点からメグナ - パドマの合流点までを8枚の地図でカバーしている。今回入手できたものは、Second Edition（1975年前後の出版）からFourth Edition（1994年以降の出版）までのものが混在しており、道路、集落、河道、中洲の位置にずれがある部分もある。ただし、各エディションのものをそれぞれ揃えれば、河道変遷をトレースできる資料になる。

上記以外の縮尺の地形図は、1/250,000のものがあるようだが、入手はできなかった。

なお、バングラデシュ国における近代的測量の歴史、及び測量局の歴史については、JICA（1998年）に記されている。

### 4 - 3 地形と地質・土質

K. H. Khan（2000年）はバングラデシュ国の国土を地形的特徴から以下に示す4つの地域に分類している。

- (1) 東部・北部に見られる丘陵山岳地域
- (2) 中央部の台地地域
- (3) ガンジス、ブラマプトラ、メグナ川により形成された氾濫原地域
- (4) 南部・南西部に広がるデルタ地域

各地域の分布は、図4 - 1に示した。これら地形の分類、分布は研究者によって異なり、いまだ統一の見解は出ていないようである。ただし、丘陵山岳地域、台地及び上記の(3)、(4)を合わせて沖積低地と分類すれば、異論は多く出ないものと思われる。

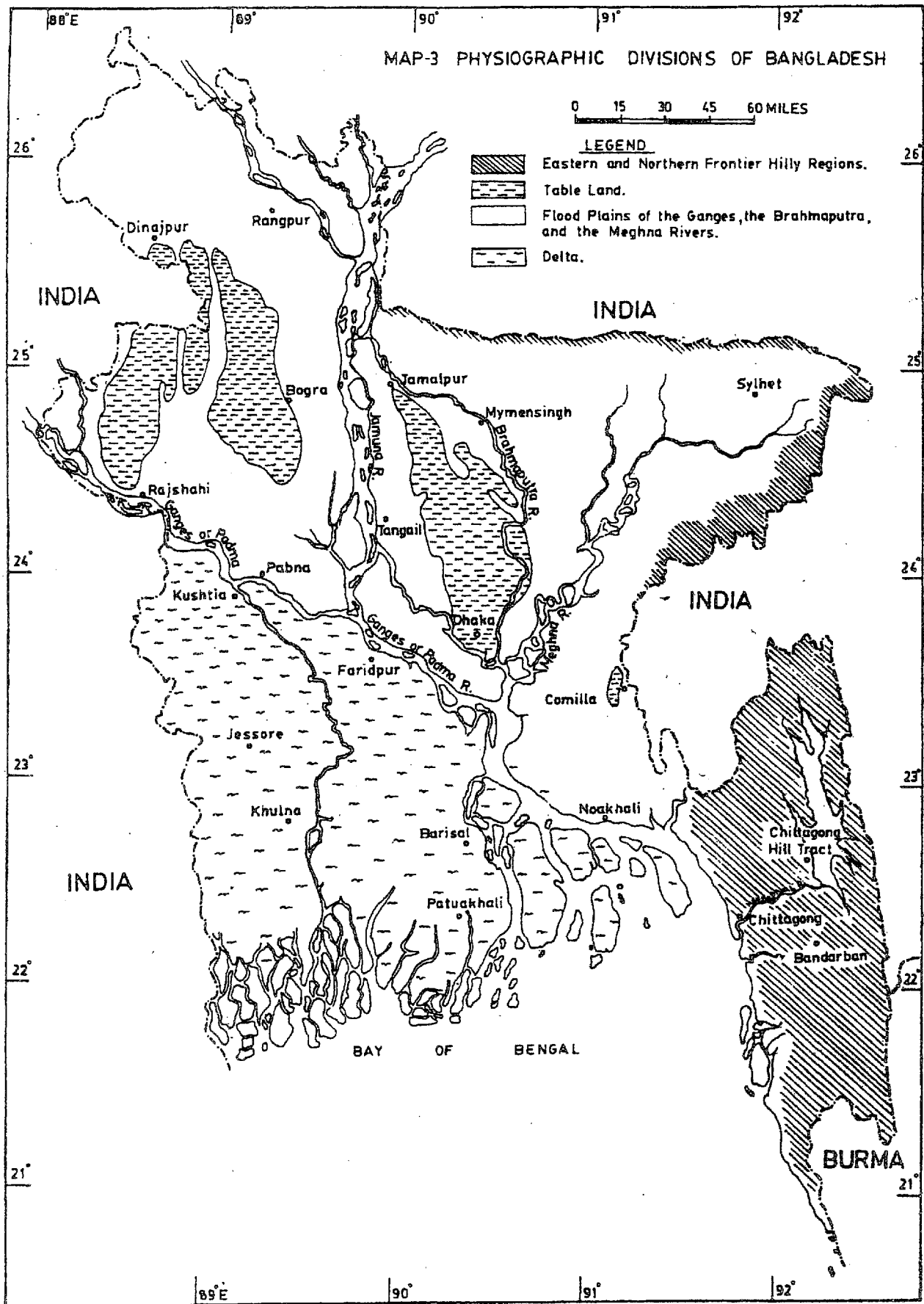


图 4-1 地形分布图

東部・北部に見られる丘陵山岳地域は、ベンガル湾東岸地域からインド、トリプラ州を挟みシレットの東までほぼ南北に走っており、ベンガル湾東岸の非常に細長い海岸平野を除く、チッタゴン及びチッタゴン山岳地方のほぼ全域を覆っている。この丘陵山岳地域では東へ向かうほど山は高く険しくなり、ミャンマーとの国境で最も標高の高い所は海拔およそ1,000mに達する。これら丘陵山岳地域は、第三紀後期（およそ500万～1600万年前、新第三紀中期、中新世中後期）ころに地盤の隆起によって形成されたものと考えられている。

中央部の台地地域は、コミラ（Comilla）県から北西の方向に走り、ダッカ（Dhaka）県、ラジシャヒ（Rajshahi）県を抜けてインドの西ベンガル地方に続いている。この台地は、更新世（およそ2万年から150万年前）に起きた地盤の隆起によって形成されたとみられている。台地地域の平均地盤標高はおおむね海拔15m以上とみられており、東部のダッカやミメンシン（Mymensingh）では海拔15m、西北部のディナジプール（Dinajpur）では海拔50m程度である。この台地地域では、小さな谷沿いに小規模の湿地帯が発達している。

ガンジス、ブラマプトラ、メグナの各河川が形成する氾濫原は、バングラデシュ国土の40%にも達している。このうちガンジス及びその支流のメハナダが形成した氾濫原は、ラジシャヒ県の台地地域の南側に広がっており、パブナ（Pabna）県でブラマプトラ（ジャムナ）川の形成する氾濫原と合流する。ジャムナ、古ブラマプトラ川及びそれらの支流により形成された氾濫原はバングラデシュ国で最大のものであり、中央台地地域と合わせると、ラジシャヒ地方とダッカ地方のほぼ全土を覆っている。メグナ川とその支流が形成する氾濫原は、シレット（Sylhet）県全土とコミラ県に分布しており、ミメンシン県とダッカ県で古ブラマプトラ川の氾濫原に合流する。

氾濫原地域の主要部分では、地盤標高が平均海面 + 3 から + 14mであるが、パブナ県北部あたりから北西に向かって急に地盤標高が高くなり、ディナジプールの北端に至ると標高85m程度になっている。ブラマプトラとメグナによる氾濫原地域では、非常に多くの湿地が発達しており、なかにはラジシャヒ県とパブナ県にまたがるChalan Beelのように、広さ数百平方マイルに及ぶような大きいものもある。

インド西ベンガル地方からバングラデシュ南西部に広がるデルタ平野は、ガンジスデルタ、古ブラマプトラ - メグナデルタ及びガンジス - ジャムナ（現ブラマプトラ） - メグナデルタで複合的に形成されたものであり、世界で最も大きいデルタ平野である。このデルタ平野は、バングラデシュ国内の部分だけでも4万6,000km<sup>2</sup>あり、バングラデシュ国土のおよそ30%強を占める。

このうちガンジスデルタは群を抜いて規模が大きく、デルタ平野の堆積物の80%はガンジス川によって運ばれてきたものである。ガンジスデルタは、インド西ベンガル地方の数州とクシティア（Kushtia）、クルナ、ジェソール（Jessore）の各県とファリドプール県西部とバリサル（Barisal）

県にまたがっている。古ブラマプトラ - メグナデルタは、ノアカリ (Noakhali) 県西部とバリサル県東部とファリドプール県にまたがっている。ガンジス - ジャムナ (現ブラマプトラ) - メグナデルタは、上記2つのデルタに比べて規模が小さい。

デルタ平野の地盤標高は、南東から北西に向かって向かって高くなっており、クルナ県、バリサル県、ファリドプール県の南端部、ノアカリ県東部では平均海水面 + 1.5m程度、ファリドプール県及びジェソール県の主要部では平均海水面 + 3 mから + 7.5m、クシティア県で + 7.5mから + 15m程度である。デルタ平野の北部や北東部における地盤標高はパドマ川やメグナ川の氾濫原の地盤標高とほぼ同程度であり、地盤標高における顕著な差はみられない。このデルタ平野にも、たくさんの湿地が発達している。

ブラマプトラ - ガンジスの合流点からメグナ - パドマの合流点までのパドマ川両岸地域には、パドマ川の洪水により形成された氾濫原と自然堤防、及びデルタが発達している。いずれのタイプの地盤であっても標高は低く、平均海水面からの標高は10m以下、ほとんどのエリアで5 m以下である。

地質図は、バングラデシュ地質調査所 ( Geological Survey of Bangladesh ) がバングラデシュ全土をカバーする縮尺1/1,000,000のものを出版しており、調査団もこれ入手した ( 図4 - 2、図4 - 3 )。バングラデシュ地質調査所によると、バングラデシュ国の地質図はこの1種類のみしか出版されていない。

この地質図によれば、アリチャ周辺では、Alluvial Sand(沖積砂)が卓越している。またマワ周辺では、左岸 ( 東岸 ) 側にAlluvial Silt(沖積シルト)、右岸 ( 西岸 ) 側にDeltaic Sand(デルタ環境で堆積した砂)が卓越している。パドマ川左岸側では一般に、川の下流に行くほど、また川岸から遠ざかるほど、砂 - シルト - 粘土と粒径が小さくなっている。一方右岸側では上流側で沖積の砂が卓越しているが、下流側ではデルタ砂が卓越している。右岸と左岸で堆積環境が異なる土が明確に分離して堆積しているかどうかについては議論の出る余地があると思うが、いずれにしても、この区間のパドマ川両岸には、川の氾濫によりあるいは川の河口部で流速が落ちることにより緩く堆積した砂やシルト主体の地盤が形成されている。これらの地盤では、運ばれてきた川の水量、流速、また流路の変化に伴い、堆積のパターン、粒度組成が頻繁に変わり、水平方向鉛直方向ともに連続性の乏しい土層を形成しているものと思われる。

これらの地盤では、土の粒度組成は頻繁に変化しているものの、地盤強度の面からみると、緩いあるいは非常に緩い砂やシルト系の土が地表面付近を厚く覆っているという点が非常に特徴的であり、その点では両岸の地盤状況は共通している。両岸地域ともにブラマプトラ、ガンジス、パドマの各河川が形成した広大な低地の中にあることは疑う余地がない。

ジャムナ橋から、アリチャ、マワに至る区間では、一般にN-値50を超えるような硬い地盤の出



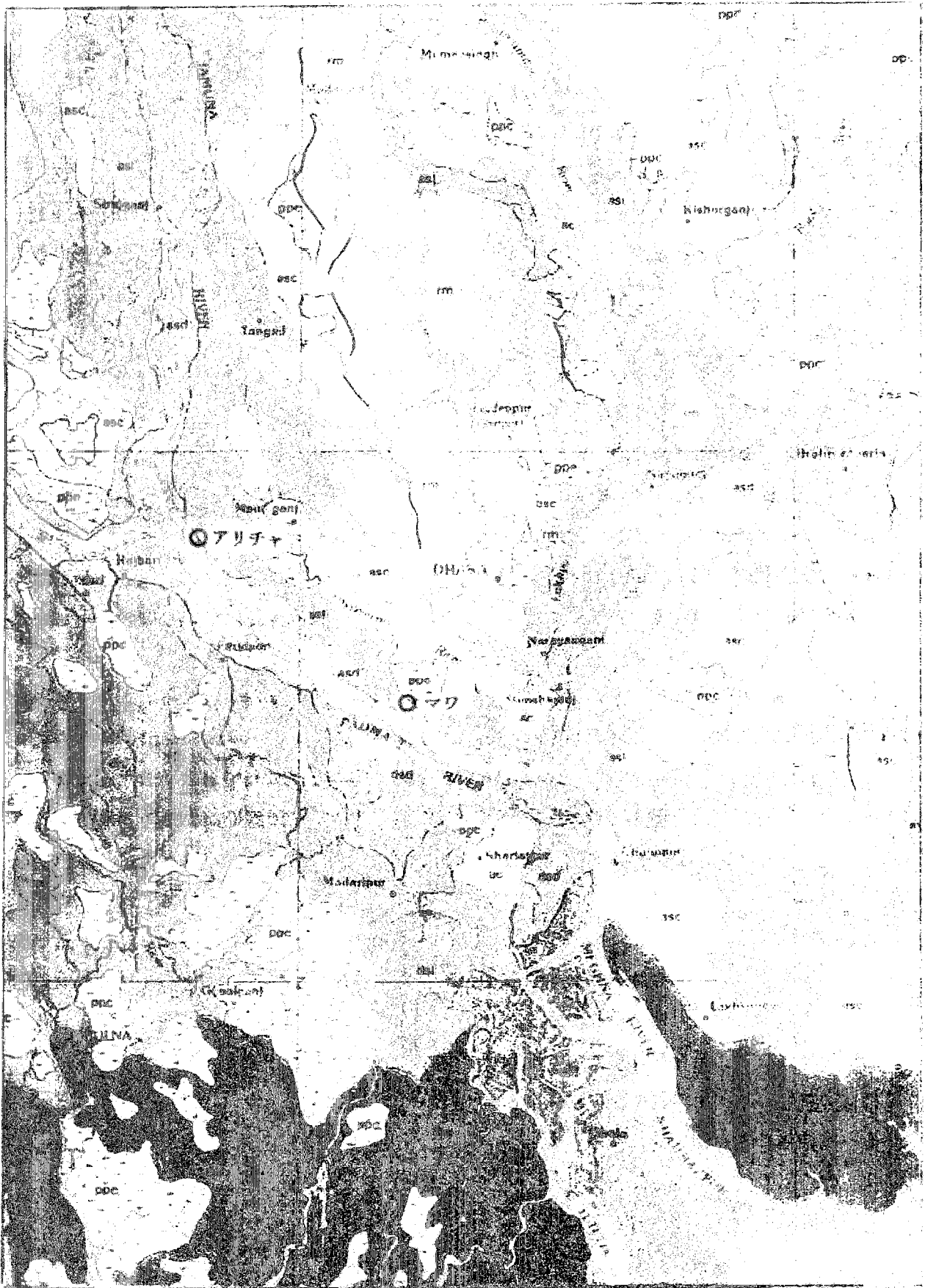


図 4-2 サイト周辺の地質図

## DELTAIC DEPOSITS

- dsf **Deltaic silt**—Light-grey to grey, fine sandy silt to clayey silt. Fine overbank sediments deposited by distributaries in flood basins.
- dsd **Deltaic sand**—Light- to yellowish-grey, fine sand to silty sand. Deposited mostly during floods in channels, crevasse splays, natural levees, and flood plains; includes channel bars and point bars.

## PALUDAL DEPOSITS

- ppc **Marsh clay and peat**—Grey or bluish-grey clay, black herbaceous peat, and yellowish-grey silt. Alternating beds of peat and peaty clay common in bils and large structurally controlled depressions; peat is thickest in deeper parts. Thin beds of peat and clay are interbedded with alluvial silt in the north-central Sylhet depression. Chains of linear lakes north of the Ganges River and south of the Shillong Plateau in the Sylhet depression suggest these areas are subsiding.

## ALLUVIAL DEPOSITS

- asd **Alluvial sand**—Light- to brownish-grey, coarse sand to fine silty sand. Sand is generally subrounded; constitutes channel, bar, and levee deposits along rivers and larger tributaries; small- and medium-scale crossbeds and laminations are common. Brahmaputra River sand ranges in size from coarse to fine; Padma and Meghna River sand is medium to fine. Grain size decreases generally from north to south and away from channels. Brahmaputra sand contains mostly quartz, feldspar, mica, and significant amounts of heavy minerals, indicating that the sands are first-cycle sediments from the Himalaya Mountains and the Shillong Plateau. Ganges sand contains fewer heavy minerals; its composition reflects source areas in the Himalaya Mountains and the Indian Shield. Meghna sand contains quartz-rich, reworked sediments from sandy Tertiary rocks in the Fold Belt admixed with sediments derived from igneous rocks of the Shillong Plateau. Some coarse sand is found along streams in the Sylhet area. Historic pottery, artefacts, and charcoal found in upper 4-6 m.

- asi **Alluvial silt**—Light- to medium-grey, fine sandy to clayey silt. Commonly poorly stratified; average grain size decreases away from main channels. Chiefly deposited in flood basins and interstream areas. Unit includes small backswamp deposits and varying amounts of thin, interstratified sand, deposited during episodic or unusually large floods. Illite is the most abundant clay mineral. Most areas are flooded annually. Included in this unit are thin veneers of sand spread by episodic large floods over flood-plain silts. Historic pottery, artefacts, and charcoal (radiocarbon dated 500-6,000 yrs B.P.) found in upper 4 m.

- asc **Alluvial silt and clay**—Medium- to dark-grey silt to clay; colour is darker as amount of organic material increases. Map unit is a combination of alluvial and paludal deposits; includes flood-basin silt, backswamp silty clay, and organic-rich clay in sag ponds and large depressions. Some depressions contain peat. Large areas underlain by this unit are dry only a few months of the year; the deeper part of depressions and bils (bhils) contain water throughout the year.

- ac **Chandina Alluvium**—Yellowish-brown or gray to reddish-grey silt to clay. More consolidated than active flood-plain sediments (asi, asc). Upper 0.5 m is generally oxidized. Unit is generally above the present normal flood level; underlies the Tippera surface of Morgan and McIntire (1959) and Coleman (1968). Includes Highland alluvium (Alam, 1988) and some Holocene slope wash deposit adjacent to higher ground. Radiocarbon and thermoluminescence dates indicate deposition ceased during the Middle Holocene. Streams are locally entrenched, indicating that some areas are being actively uplifted. See Bakr (1977).

現深度が大きく、50mを大きく超える可能性も高い。もちろん局地的に硬い地盤が浅く出現するような場所がある可能性は否定できず、Pre-F/Sの一環としてアリチャ付近で行ったボーリングでも深度30m程度で硬い地盤が出現している場所がある。しかしながら、既存資料調査、現場踏査の結果を基に推定すれば、硬い地盤の出現は大深度になる可能性が高い。

#### 4 - 4 気 象

バングラデシュ国の気候は典型的な亜熱帯モンスーンに属し、一般的に高温多湿で特にモンスーンの季節の前後には、サイクロン、竜巻、高潮が発生する。ダッカにおける年間降雨量はおよそ2,000mmである。バングラデシュの季節は大きく雨期と乾期に分けられるが、もう少し細かく分けると以下のような四季がみられる。

夏期は3～5月で、気温が最も高く時に摂氏40 を超える。夏期の最後には降雨量が多くなり、湿度も高くなる。モンスーン期への季節の変わり目にはサイクロンがしばしば発生する。

モンスーン期（雨期）は6～9月で、気温は夏期よりやや下がるが、湿度が最も高くなり85～100%にもなる。年間降雨量のおよそ80%が夏期の終わりと雨期に集中する。この時期のダッカにおける月間降雨量はおよそ400mmである。

秋期は10～11月で、モンスーン期からの季節の変わり目には、しばしば強大なサイクロンが発生し、雨を伴う強風が吹き荒れる。サイクロンの接近が満潮時と重なると高潮となり、沿岸地方に大きな被害を出すことになる。そのあと、冬期が近づくにつれ気温が徐々に下がり始め、降雨量も減少する。

冬期は12～2月で、気温は中位で湿度が低く、過ごしやすい。この時期のダッカの最高気温は摂氏26 程度であるが、最低気温は摂氏10 程度まで下がり、月間降雨量は10mmを下回る。

表4 - 1にダッカとファリドプールにおける月別の気温と降雨量を示した。パドマ川を挟んで北側と南側に位置するダッカとファリドプールであるがその気候は似ており、マワ、アリチャ周辺の気候もまたダッカ、ファリドプールの気候と大きく異なることはないと思われる。

夏期の4月、5月及びモンスーン期後半の10月は、サイクロンが発生しやすく、強風が吹き荒れる時がある。サイクロンの風は平年で最大風速35～45km/h（20～25ノット、10～13m/sec）程度である。ところが数年に1回発生する強大なサイクロンにおいては、その巻き起こす風も強烈で、ダッカにおいて150km/h（80ノット、42m/sec）を大きく超える風速を記録したケースもある。バラックに近い家（竹や木の骨組み、草、パームヤシの葉でふいた屋根）に居住している国民が大半なので、風速がそれほど大きくない小規模のサイクロンでも、倒壊家屋が多く、被害が大きくなる傾向にある。

サイクロンは、風による家屋倒壊の他に高潮による被害をもたらす、人的被害の面では高潮によるもののほうがはるかに甚大である。特に、大規模サイクロンの来襲が満潮時に重なると大被

表4-1 DhakaとFaridpurにおける気温と降雨量

項目	場所	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Annual
月最高気温(deg. C) (1971-81)	Dhaka	25.8	29.7	34.1	35.4	33.7	32.6	31.7	31.8	32.3	31.7	30.2	26.7	-
	Faridpur	25.1	29.0	34.4	36.0	34.8	33.3	32.1	33.1	32.7	31.7	29.7	26.4	-
月最低気温(deg. C) (1971-81)	Dhaka	11.0	13.4	17.9	21.9	22.9	24.5	25.4	24.6	25.1	23.3	17.7	12.0	-
	Faridpur	11.1	12.1	17.3	21.7	23.2	23.9	24.1	24.4	24.6	23.3	18.8	15.1	-
月間降雨量(mm)	Dhaka(1953-77)	9	20	55	114	265	375	463	323	276	166	29	6	2,099
	Faridpur(1949-77)	8	14	44	144	248	372	391	302	253	107	32	5	1,918

害につながり、近年では1970年、1985年、1991年に多数の死者が出ている。特に、1991年の4月にチッタゴン北部を襲ったサイクロンは特筆すべきもので、最大風速245km/hを記録、高潮による海面上昇が平均海水面より9mに上り、海岸防潮堤が10km以上にわたり洗い流され、死者20万人以上が出たといわれている（H. E. Rashid 1991）。

一方、冬期にあたる12月、1月、2月の風は穏やかで、平年の最大風速は4～10km/h（2～5ノット、1～3m/sec）程度である。

バングラデシュ国は、その国内で発生する大きな地震は少ないものの、大規模な地震が多発するインド北東部及びミャンマー北西部に隣接している。バングラデシュ国北部や東部では、それら地震多発地帯で起こった地震の影響を受けることがある。表4-2はバングラデシュ国周辺で発生した比較的規模の大きい地震を一覧表したものである（F. H. Khan 2000）。この表によると、バングラデシュ国周辺ではM8を超えるような、規模の大きい地震も発生していることが分かる。しかしながら、幸いパドマ川周辺は地震多発地帯から最低でも数百kmは離れており、仮に地震多発地域で規模の大きい地震が発生しても、パドマ川周辺まで強大な地震動が伝わってくる可能性は低い。バングラデシュ国地質調査所では、これら地震に関するデータをまとめ、土木建築構造物の耐震設計に供する地震ゾーニングマップを作成し、公表している。このゾーニングマップは、第3章の図3-3に示してある。

表4-2 バングラデシュ国周辺で発生した主な地震

Sl. No.	DATE	ORIGIN TIME			EPICENTRE		MAGNITUDE (Richter)	
		h.	m.	s.	°N	°E		
1	January	10,1869	—			Cachar		7.5
2	July	14,1885	—			Sirajganj-Manikganj		6.5
3	June	12,1897	—			Shillong-Plateau		8.7
4	July	8,1918	16	12	50	24.3	91.7	7.6
5	August	15,1920	06	59	08	22.2	93.2	6.0
6	September	9,1923	22	03	42	25.2	91.0	7.1
7	March	15,1927	16	50	32	24.5	95.0	6.5
8	July	2,1930	21	03	34	25.8	90.2	7.1
9	January	15,1934	08	43	25	26.6	86.8	8.2
10	May	27,1939	03	45	37	24.3	94.1	6.7
11	December	24,1944	14	46	40	24.7	92.2	6.0
12	July	29,1947	13	43	20	28.8	93.7	7.7
13	August	15,1950	14	09	28	28.7	96.6	8.5
14	January	15,1952	02	31	38	23.8	94.5	6.0
15	March	21,1954	23	42	17	24.2	95.1	7.2
16	June	14,1961	00	41	13	24.7	94.8	5.7
17	November	14,1967	00	04	17	24.0	91.5	5.1
18	December	27,1968	14	38	11	24.1	91.6	5.2
19	January	25,1969	23	34	28	22.9	92.3	5.4
20	February	2,1971	07	59	57	23.6	91.8	5.5

#### 4 - 5 水 文

バングラデシュ国には、ガンジス、ブラマプトラ、メグナの三大国際河川が通過している。ただし、バングラデシュ国はこれら河川の最下流部にあたり、これら河川の全流域面積に対するバングラデシュ国土の面積は、およそ8%にしかすぎず、近隣諸国で降った雨がベンガル湾に注ぐ直前にバングラデシュ国を通過するようなかたちになっている。ちなみに、インド等の国外からバングラデシュ国に流れ込む水の量は年間1.1テラt(1万1,000億t)であるのに対し、バングラデシュ国内に降る雨は0.25テラt(2,500億t)にすぎない。このうち蒸発、蒸散及び浸透による損失およそ0.15テラt(1,500億t)を差し引くと、およそ1.2テラt(1万2,000億t)の水が海に流れ込んでいることになる。このうち1.1テラt(1万1,000億t)は、ガンジス - ブラマプトラ - メグナ水系を通り、0.05テラt(500億t)はチッタゴン地方の丘陵山岳地域の川を通して海に注いでいる。これら河川の流量、水位は、当然ながらバングラデシュ国における降雨量よりも上流地域にある国々(インド、ブータン、ネパール、ミャンマー、中華人民共和国)での降雨量の影響を受ける。

ガンジス川の流量が最大になるのは、8月中旬から9月中旬にかけての期間で、ブラマプトラ川の流量が最大になるのはそれよりおよそ1か月早い。ガンジス川の最大流量は、ハーディング橋地点で7万6,000t/secであり、パドマ川の最大流量はマワで9万8,000t/secである。

バングラデシュ国の河川の分布を図4-4に示した(H. E. Rashid 1991)。バングラデシュ国の河川の流況は、主要河川といえども近年(地質年代にすればごく最近)に至ってもダイナミックに変化している。ガンジス川の流路が、現在のように南東向きになったのは今から500年程前のことにすぎない。現在、ブラマプトラに合流しているティスタ川は、その昔は南北に走り、ガンジス川に合流していた。ブラマプトラに合流するようになったのは、1787年に起こった大洪水がきっかけであり、ほぼ1日で流路を東に変えたといわれている。また、古ブラマプトラ川の川幅は、1787年の大洪水前は1.5kmであったが、現在は500m足らずになっている。

川岸の侵食と堆積を頻繁に繰り返す場所では樹木が発達しにくいのであるが、マワのフェリーターミナル周辺では川岸近くに樹林が広がっており、川岸が比較的安定していることを思わせた。一方、マワフェリーターミナルの対岸では、樹林と草地が交互に分布していた。

アリチャーマワ間のパドマ川西の河岸では、高さ最大4m程度の切り立った崖になっている所が多く、河岸の侵食に伴う比較的新しいすべり破壊や崩落が進行中という印象を受けた。ただし、マワフェリーターミナルの周辺の西側河岸では、新しいすべりや崩落の跡は明確に確認できなかった。一方、一部では河岸が階段状になっている所があり、波による侵食が原因とみられた。フェリーターミナルは2~3年前に2km下流から現在の位置に移設されているが、その原因は土砂の堆積が進んだためといわれている。

パドマ川の水位は、マワ地点では、最大で平均海水面+6.34m、最小で平均海水面+1.14mが

記録されている。パドマ川の水位は河口からガンジスとジャムナの合流点あたりまで潮汐の影響を受ける。しかしながら、マワ、アリチャ共にその影響はあまり顕著ではなく、影響を受けるのは冬期で水位が下がる時だけである。両地点とも雨期にはほとんど影響を受けない。特に、アリチャは冬期であっても潮汐の影響はわずかである。

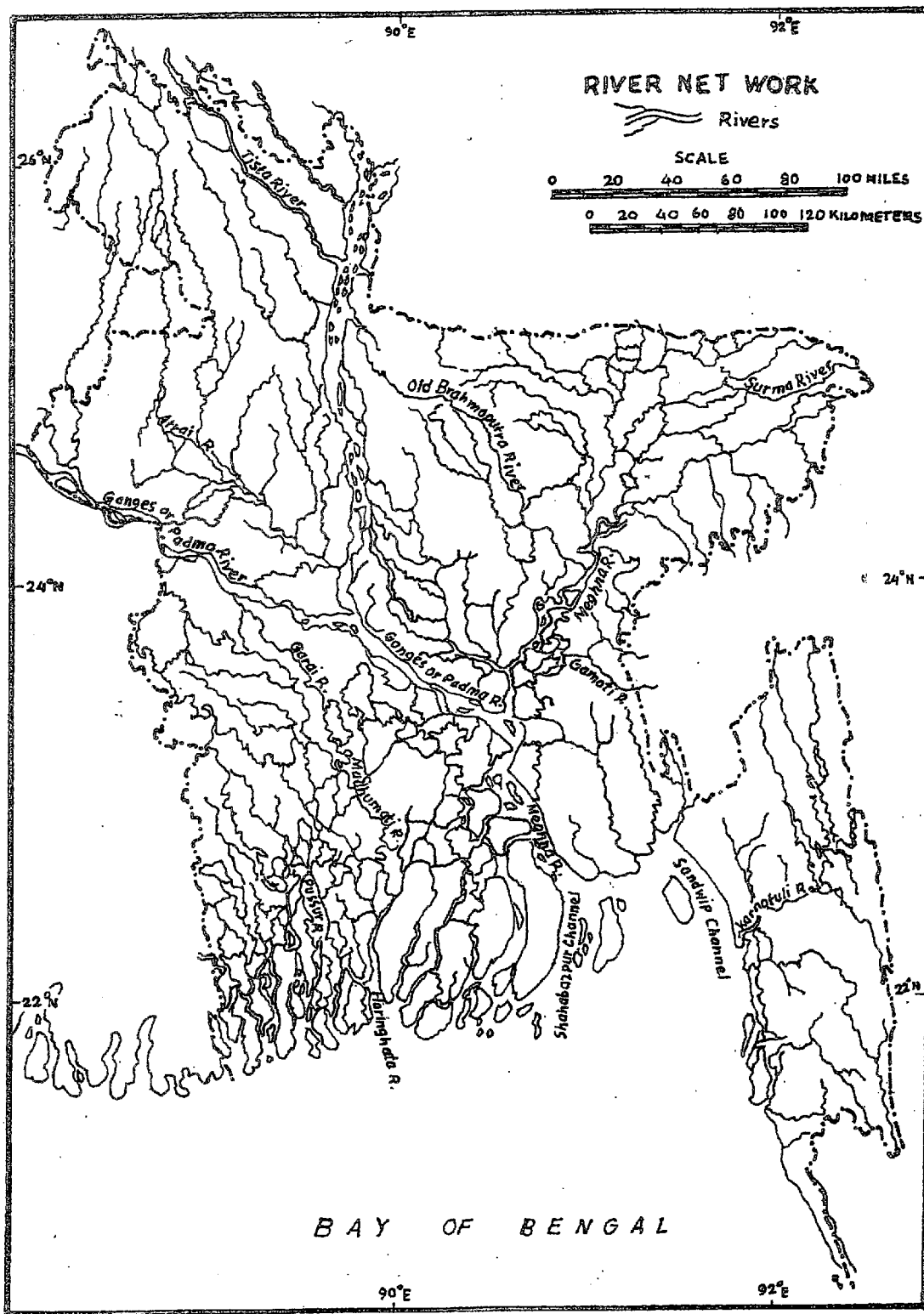


図4-4 バングラデシュ国の河川の分布