

バングラデシュ国ジャムナ河架橋
計画事前調査報告書

昭和48年3月

海外技術協力事業団

7209

JICA LIBRARY



1011779E43

国際協力事業団	
受入 月日	84.8.30
登録No.	14516
	2/01
	61.5
	SD

は し が き

日本政府は、バングラデシュ国政府の要請にもとづき、首都ダッカと同国の北西部地域とを結ぶ交通網の一環としてジャムナ河架橋のフィージビリティ調査のための事前調査を行なうこととし、その実施を海外技術協力事業団に委託した。

事業団は、本州四国連絡橋公団 常任参与 川崎偉志夫氏を団長とする13名の専門家から成る調査団を編成した。調査団は、昭和47年11月30日より、12月27日に至る28日間にわたって、現地において既在資料の収集、自然条件調査、地域計画調査、交通調査、河川調査、土質調査、材料調査、設計および施行条件調査等を実施すると共に、関係機関と討議を行なった。

さらに調査団の帰国後に作成された報告書概要草案についての説明のため建設省土木研究所河川研究室長土屋昭彦氏ほか4名がバングラデシュ国を訪問、約1週間にわたり、バングラデシュ国運輸省その他関係省と討議を行なった。

本報告書は帰国後これまでの調査活動によって得られた調査データおよび収集資料の解析等を行ない、ジャムナ河架橋のフィージビリティ調査に関して、調査全体計画原案を示したものである。

この調査実施にあたり、バングラデシュ国政府関係諸機関および在ダッカ日本国大使館ならびに日本国政府外務省、建設省その他政府民間関係者の多大のご支援とご協力を得たことを特記して、謝意にかえたい。

昭和48年3月

海外技術協力事業団

理事長 田 付 景 一

目 次

第1部 総論	4
1-1 調査の目的	5
1-2 調査団の構成と日程	5
1-3 調査結果の要約	7
1-3-1 調査の分類	7
1-3-2 調査の要約	7
1-4 今後の調査について	11
第2部 各論	12
2-1 バングラディッシュの概要	13
2-1-1 地理、自然的特長	13
2-1-2 人口産業、経済的特長	17
2-1-3 開発のポテンシャル	25
2-2 測量関係	27
2-2-1 測量実施機関	27
2-2-2 測地測量	27
2-2-3 空中写真測量	35
2-2-4 地形図整備状況	41
2-2-5 地図の製図印刷	45
2-2-6 内陸河川航行用図とデッカーチェーン	45
2-3 河川関係	47
2-3-1 ジャムナ河の概要	47
2-3-2 水理調査	51
2-3-3 治水計画	99
2-3-4 ハーディング橋における河川調査	109
2-3-5 架橋の可能性と選定上の問題点	131
2-4 交通関係	138
2-4-1 交通部門調査の前提と問題点	138
2-4-2 交通施設の現状	141
2-4-3 交通に関する若干の分析結果	199
2-4-4 比較案選定に関する提言	260
2-5 橋架関係	262
2-5-1 概説	262

2-5-2	気象	262
2-5-3	土質	270
2-5-4	工事用材料	274
2-5-5	設計及び施工条件	278
第3部	フィージビリティ調査項目及びスケジュール	278
第4部	附属資料	293
4-1	バングラデシュ政府の組織	293
4-2	バングラデシュ政府で有する資料リスト	323
4-3	今後調査に必要と思われる資料の抜すい	334

第 1 部 総 論

1-1 調査の目的

バングラデッシュ国は、その国土をガンジス河、ブラマプトラ河の両大河によって、三分されている。

分割された地域のうち、ブラマプトラ河（ジャムナ河）の東に当る地域は、首都ダッカと貿易港Chittagong があるが、この国の中枢部をなすが、北西部と南西部は、中枢部より切り離されて、政策上、経済開発上大きなハンデキャップを有している。これらの地域を橋梁によって結びつけることは、その地域の発展のみならず、この国全体の発展の起動力となり得るとして、以前にも計画され調査された。

東パキスタン時代であるが南西地域に関しては、日本調査団が数次にわたって調査を実施し、北西地区に関しては、英国調査団が調査している。

1972年、独立後にバングラデッシュ政府は、あらためて我国に、北西部への橋梁、ジャムナ架橋計画に対して協力を要請し、その後日本から橋本博士を長とする民間調査団が送られ、簡単な調査を行った。

一方、建設省は、外務省の要請にもとづき、「ジャムナ河架橋委員会」を設け、10月5日より約1ヶ月間検討し、現地で事前調査を実施する必要性が認められた。

本調査団は、11月30日に編成され、12月4日に出発した。調査団の目的は、現地で必要な調査を行い、帰国後、ジャムナ河架橋フィージビリティ調査に関して、調査全体計画原案を作成することにある。

1-2 調査団の構成と日程

調査団は、本州四国連絡橋公団常任参与川崎偉志夫を団長とし13名で編成された。調査団の構成および分担業務はつぎのとおりである。

団長	川崎偉志夫	本州四国連絡橋公団常任参与
道路計画	西山徹	建設省関東地方建設局横浜国道工事々務所長
地域計画	徳弘日出男	建設省計画局海外協力官
橋梁、施工	岡田哲夫	本州四国連絡橋公団設計二部調査役
交通経済	松村保	建設省道路局道路経済調査室補佐
構造、地質	園広哲夫	建設省土木研究所橋梁研究室長
水理、水文	土屋昭彦	建設省土木研究所河川研究室長
河川計画	岸本貞男	建設省河川局河川計画課長補佐
治水、防災	谷口雅宥	建設省河川局治水課長補佐
測量	金窪敏知	建設省国土地理院地理第二課長

交通経済	岩田鎮夫	パンフィックコンサルタンツ
庶務	小泉肇	日本公営
渉外	若月修	O. T. C. A 開発調査部

調査は前述の「ジャムナ河架橋委員会」の検討成果にもとずき、

- ① 調査全体計画を確認するための資料情報収集
- ② 今後の調査実施に必要なとするバングラデシュ政府との連絡調整
- ③ 資料収集を主とする一部調査の実施

の方針に沿って、バングラデッシュ国内で3週間行われ、帰国後、1ヶ月半にわたって資料整理と検討が行われた。その結果、本報告書に後述するごとく、調査全体計画委員会案は、調査項目、所要経費について若干修整する必要があると判断された。

現地では、構造、施工、河川を分担する河川班と、地域計画、経済、測量、道路を分担する道路班に分け、必要に応じてさらに細分して調査活動を行った。資料収集は全期間にわたって行われたが、それ以外の行動記録はおよそつぎのとおりである。

- 1 1月30日 先発隊 東京発
- 1 2月 1日 先発隊 Dacca 着。大使館と打合せ。
- 2日 先発隊 バングラデッシュ政府関係者と、行動日程、便宜供与について協議。
- 4日 本隊 東京発
- 5日 本隊 Dacca 着。大使館と打合せ。
- 6日 バングラデッシュ政府関係者と行動日程、便宜供与について確認。
- 8日 ヘリコプターによるジャムナ河視察
- 9日~10日 Harding 橋視察
- 12日~13日 道路班 ジープにより現地査査。(Aricha Bogra)
河川班 ヘリコプターにより現地視察。(12日)
- 13日~15日 河川班 ジープ、汽車、ランチにより現地踏査。(Jamalpur - Sirajganj)
- 18日 河川班 ヘリコプターにより現地視察。
- 19日 運輸大臣と会見。
- 20日 ヘリコプターにより現地視察
- 22日 バングラデッシュ側技術者と集団討議
- 23日 外務大臣と会見。
- 24日 首相と会見。
- 26日 Dacca を離れる。

なお、バングラデシュ国内における調査全期間を通じて、政府関係から熱心な協力を得た。ここに芳名を記し感謝の意を表する。

1-3 調査結果の要約

1-3-1 調査の分類

今回の調査は大略次の事項に分類される。

- 1) バングラデシュの現状把握と将来発展のポテンシャル及び開発施策の情報収集
- 2) 測量関係の資料収集と今後必要な調査の検討
- 3) 河川関係の資料収集、分析と今後必要な調査、とくに架橋地点の選定橋梁諸元の決定に必要な調査の検討
- 4) 道路、鉄道、内陸水運の交通に関する資料収集と今後の調査の検討
- 5) 橋梁の設計基準決定のための資料収集および工事用材料の情報収集、と今後の調査の検討

以上の調査結果は本報告書の第2部に、第3部には今後の調査の方法を記載してある。第4部では今回の調査によって入手又は所在が明らかとなった資料及びバングラデシュ政府の機構等を記載してある。

1-3-2 調査の要約

1 バングラデシュの今後の発展について

バングラデシュは1971年12月の独立後間もないため調査団が訪問した時期には、我国の第2次大戦後と似通った状態にあった。政府はその総力をあげて復興対策を進めているのが現状で、バングラデシュ自身が長期の将来発展の方向づけを行うのには今少し日時がかかるものと思われる。

したがって今回入手した情報も過渡的なものであるが大略以下のことが明らかである。

- a) 産業構造は、米作をベースとする第1次産業中心型であり商業産品はジュートのウエイトが極めて高く、この国唯一の輸出産品である。
- b) 天然資源としてみるべきものは天然ガスであるがまだ充分に開発されていない。将来天然ガスの利用による産業の発展の可能性については大いに期待出来る。その他の資源はみるべきものが少ない。
- c) バングラディッシュ政府の将来の経済発展計画は現在Planning Commissionで作成中である。これは20年の長期計画を基調にして、1973年を初年とする5ヶ年計画で、初期の2年が復興計画、後期の3年が長期計画につながる将来計画となる。完成は1973年6月ということである。
- d) いずれにしても、ここ当分は急速な工業化は考えられず、国内の食糧難克服のための農業振興を重点に、民生安定政策が進められる可能性が強い。

2 測量関係について

- a) 地図，当初の予想以上に整備されており，1959年作成の1/50,000が全国をカバーしている。現在この1部補正を行って新しいものに作りかえつつある。

ジャムナ河に関連する地域では1/40,000の地形図があり今後の調査に利用出来る。

- b) 航空写真，ジャムナ河沿いに毎年転期に撮影しており，1/40,000最新のものでは1971年に撮影したものがある。

したがって架橋地点およびアプローチ道路，鉄道の路線選定にあたっては，既存地図と航空写真をモザイクしたものと併用利用が可能である。

ただし，両期における航空写真は撮影されておらず橋梁の長さを定める上からも雨期の航空写真撮影を行う必要がある。

- c) 地上測量，現在のところ基準点がどの程度確保されているのか十分に把握出来ていない。今後調査を実施する場合先ず最初にcheckの必要がある。

河川横断測量，深淺測量を実施する場合，両期には観測船を使用し，音響測深機等による方法を採用することとなる。

- d) 測量の実施及び図化，バングラデシュ政府の測量所掌機関Survey of Bangladeshは，航空機及び図化機等の設備が充分でないため，日本側調査団で調達あるいは日本国内で図化を行なうことを考慮しなければならないと思われる。

3 河川関係について

- a) 観測記録等，水文気象，ならびにジャムナ河の水理記録は良く整備されている。

降雨記録は1902年より観測している。また水理記録は場所によって異なるが，ジャムナ河では1949年に設置されたものが最も古い。水位は一般に1日5回の定期観測，流量は1ヶ月数回の観測である。ただし流速は精度が明らかでない。

河床変動記録は，横断測量を，おおむね2年おきに実施しており，整備状況は良いが，11月～12月の洪水期に行われたもので，出水期の観測記録は確認していない。

河道の変遷は航空写真をもとにした長期の記録がある。長期にわたるジャムナ河の移動状況を知り橋梁のサイトや延長を決定する上で有益な資料である。

河床材料は，掃流及び浮遊土砂の観測記録があり，これによるとジャムナ河上流部下流部大差なく粒度分布は0.02～0.5m，平均粒径0.1～0.2mmの範囲である。

橋梁の橋脚の洗堀，および河岸の洗堀については，ガンジス河に架設されているハーディング橋（鉄道橋）の記録が貴重であり，今後の調査に大いに参考となるものである。

- b) 架橋地点

現在ジャムナ河の右岸には，ほとんど全域にわたり堤防が完成しているが，左岸測は皆無である。このような未改修河川の架橋地点選定には，河道の最も安定した個所を選定することが必要であるが，ジャムナ河に関しては明確な安定個所が見出しにくい。

しかしながら現在の河状及び入手資料の分析からして河道の狭い地点を選定すれば、Aricha 上流 20km 附近、Gabargaon 附近、Bahadurabod 下流附近があげられよう。

ただし以上の地点が架橋に適切な地点であるかどうかを判断し、また橋梁の長さやアプローチの型式、あるいは橋梁基礎の形式を決定するためには、過去の資料と今後実施する調査資料について精細な解析を行う必要がある。

4 交通関係について

a) 交通関係資料

交通関係のデータのうち水運関係のものが、施設ならびに人と物の動きともに比較的整っている。鉄道に関しては、全体的な資料はあるが、細部にわたる資料が不足している。道路は、OD を含む交通量調査が単発的に行われている。施設現況についても資料は少ない。したがって、道路、鉄道、水運の3者を総合的に分析出来る資料が不足している。

b) 資料の分析結果

◦物の動き—バン格拉デシュの都市間貨物輸送量は60%が鉄道、30%が水運、10%が道路となっている。輸送品目はいずれも似通っていることおよび輸送量の殆んどが輸出入物資で占められているのが特徴的である。

水運は、Dacca/Narayanganj, Chittagong, Chalna/Khulnaの3大都市間の動き、鉄道はChittagong, Khulnaを起終点とする南北方向の輸送が明瞭である。

道路は、河がプレーキとなっていることも原因となって大部分はDacca, Chittagongの都市内となっている。

なおダッカと西部、北部の長距離輸送はフェリー能力の増大につれて伸びている。

ジャムナ河をはさんだ動きに関連するものは、現在では、フェリーの効率的運用を行えば当面は対応出来る程度の交通需要である。

◦交通施設

道路、鉄道、水運いずれも、河の制約条件によって南北方向に発達している。

ただ今後、Dacca, Chittagong, Khulnaの都市集積が増大することを考えれば、現在のネットワークは必ずしも適切なものとは言えない。

また施設の近代化が遅れている。これに加えて、戦争による破壊によって、現在の交通は混乱状態にある。車輛の供給、施設のリハビリテーションを行うことによってこの状態はかなりの程度回復するであろう。

◦将来の交通体系を変えるインパクト

将来のこの国の交通体系を変える要素として次のことが考えられる。

第1に独立を機に投資ラッシュが予想され、政策的なプロジェクトが行われることによって交通の分布パターンが急激に変化する可能性。

第2に政治情勢の変化によって、国際的交通パターンとくにインドとの交通が変化の見通

し。

第3に北西地域の石炭、ライムストーン、石材等の資源利用可能性及び東部地域の天然ガス開発による交通需要の発生。

第4に北西部地域の新しい拠点都市構想、農村コミュニティーの再編成構想、Ohalna港の輸出港湾としての整備計画等の政策の推進にともなう交通パターン変化の可能性。

以上のような外部条件の変化に対応する交通体系が今後の調査の過程で明らかにされなければならないであろう。

c) ジャムナ架橋の位置づけ

ジャムナ架橋は上述の長期にわたる交通体系の中で位置づけられ、最も効果的なルートと形式が選定されなければならない。したがって本プロジェクトには、単に橋のみならず、架橋の効果を最大限に発揮するためかなり長い距離に及ぶアクセスの整備が含まれしかも道路及び鉄道の両面から検討がされなければならない。

さらに建設段階における効率的な交通対策も同時に必要であろう。

5 橋梁関係について

a) 現存資料

ジャムナ河周辺の土質に関する資料はあまり多くはない。橋梁基礎の参考となるものは、Aricha附近のもの与中国の調査を引き続いて行っているGabalgaon附近のものである。

これによると支持層は300feet程度で土質は上下流わずかな差はあるが大体において細砂である。この二本のボーリングによって大略の概念はわかるが、細砂の支持力係数を求めるにはN-Value Standard Penetrationのみでは不十分で、貫入試験及び地盤の弾性係数の測定が必要であり、架橋候補地点において少なくとも400feet程度の深度のボーリングを行い精細な土質を調査する必要がある。

また、試験杭等の打込みはこのような土質条件の場合困難であろう。したがってこれらの工法を採用するかどうかはボーリング調査の結果をまっけて判断されるべきである。

橋梁設計に要する示方書は、道路橋は現在のところASSHOに準拠しており、鉄道橋は、Bridge Code as Specified for the Indian Railways が使用されている。ジャムナ橋の場合これらのどちらを使用するか、今後の問題である。

b) 施工に必要な条件

工事用材料、労務状況、資材の輸送、動力等の工事を実施する際の問題点について今回の調査で聞き込みを主体として実施した。

労務状況、資材の輸送は将来のバングラデシュの経済回復の見通しとの関連において今後検討すべき問題である。また工事用材料は、見るべき資源が少ないという宿命をもつこの国において、いかに調達するか重要な課題である。

1-4 今後の調査について

今後の調査に関して予備調査の結果得た結論は以下の通りである。

- 1 ジャムナ河の架橋はバングラデシュ政府の長年の念願であり、これによって後進地域といわれる西北部地域と首都ダッカを結びこの国の開発に寄与するという意味で重要なものであると思われる。

ジャムナ架橋は一般的な経済評価の観点からは必ずしも採算に合うと言いが、上記の社会的及び一国の政策としての要素を加味する場合、少なくとも本格的なフィージビリティ調査を実施した上で価値判断が行われるべきものと思われる。

- 2 調査を実施するにあたっては、既存の資料のみでは充分ではないため、河川関係ではとくに出水期における洗掘調査、橋梁取付部の浸蝕対策調査等を主体にした資料収集。交通関係では交通の将来予測の基礎となるべき現況交通の把握及び将来交通の予測の方法の検討。橋梁関係では形式決定の基礎となるべきボーリング調査等が不可欠である。

なおこの調査とともに航空写真測量、地土測量等の測量があわせて行われるべきことは勿論である。

- 3 以上の調査を進めるにあたっての基本方針としては調査期間の前半において数ヶ所の架橋候補地点について調査を実施し、これら地点のプライオリティを定める。調査期間の後半ではトッププライオリティの地点についてさらに精細な調査を行い概略設計を実施、その経済効果を検討することがのぞましい。
- 4 このフィージビリティ調査は、約3年を要し、これに必要な経費は約5～6億円と見込まれる。

第 2 部 各 論

2-1 バングラディッシュの概要

2-1-1 地理・自然的特徴

バングラディッシュは、ヒマラヤ山地に源を発するガンジス河、ブラマプトラ河が合流し、ベンガル湾に注ぐ世界有数のデルタ地帯に位置して、国境は大部分インドと接し、東南部のみビルマと接する。

面積は約14万平方キロ、人口約7,300万人を有し、人種的には大部分がモンゴリアンで、これに少数のドラビタ族その他を含む。言語はベンガル語であるが、英語も公用語として使われる。宗教は回教徒が多く、一部ヒンズー教である。

地形は、おおよそ平坦、乾季、雨季の別がはっきりして、雨季には広大な国土が水没し、いわゆる“河に浮ぶ国”と称される。産業的には、米、ジュートを主産とする完全な農業国であって、なかでも、ジュートは全世界の3/4を占めた時代もあった。

1 自然条件

東部のChittagong山地を除けば、ガンジス、ブラマプトラ両川およびメグナ河の形成する広大なデルタ地帯でまったく平坦である。全面積142,780km²は、北海道の2倍に相当するが、その87%は平地で占める。

全体として、北からゆるやかな傾斜で南のベンガル湾に達するが、その勾配は極めて小さく、海岸線から約450km北に離れたDinajpurでさえ、標高わずかに37mである。その後、Bograで20m、Mymensingで18m、Dacca附近のNarayanganjでは8mであって、平地部においては45mをこすことはほとんどない。

この様な地形にあって、流路延長2,400km流域面積95万km²のガンジス河と、おなじく3,000km、58万km²のブラマプトラ河、この世界的な両大河川が合流するのであるから、雨季には実に平地の1/3が、まったく水面下となる。洪水の面から、平地を分類すると、おおよそ4地区に分けられる。

高地。比較的高いところで、雨季にも、洪水が達しない地区であって、樹林が成育し果樹、茶、野菜などを産する。これに相当する面積は、23,300km²で、全平地面積に対して19%である。

中位地。洪水をある程度防ぎ得る地区で、米、ジュートの主産地となる。面積は62,200km²で50%に相当する。

低地。湛水深が1mから4m程に達する地区で、現在の所、水没はまぬかれない。面積35,000km²、28%である。

低湿地。沼沢地や水路などで、湛水深は10m以上にも達する。面積4,100km²3%に相当する。

低地、低湿地が完全に水没する地区であるが、この面積は、わが国の九州全面積に匹敵する。山地は、Mymensing北方およびShylhet附近にも見られるが、大部分はChittagong東

方の山地が大部分で、主たる森林地帯をなし、最高峯はケオクラダン1,230mである。山地面積は18,100km²で、全国土面積の13%である。

河川は前述したように、ガンジス河、ブラマプトラ河、メグナ河が代表的であるが、三河とも、流路が固定せず河床の洗堀、堆積、河岸の浸蝕、砂洲の移動が行われ、10kmから20kmの巾にわたって網目状に流れている。そのほか、多くの河川があり、いずれも蛇行はなほだしく、いたるところ典型的な月の輪湖など旧流路の湖沼を散在させており、この国の平野は、無数の河川、水路、湖沼によって、網のように細分化され、この傾向はとくに南部においていちじるしい。この事は、雨期の洪水湛水とあいまって、絶好の内陸航路を提供すると同時に、道路、鉄道の建設に大きな障害を与える。

地質的には、山地部は第3紀の堆積岩よりなり、平地部はおおむね沖積層である。土質は、北部では砂質シルトを主とし、南部に行くにしたがって粘性土をますが、相当の長距離にわたって一定土質と見られそうである。ただDacca北部からMadaripurにいたる地区やBogra附近など洪水位以上の高さにある地域は古い沖積層よりなり、ラテライト化し、洪水位以下の地区と非常に異なる。

バングラデシュは、北緯20.5°から北緯26.5°にわたって位置し、緯度的には半分以上が温帯に属する。しかし、北にヒマラヤが横たわり、北からの冷気を防ぐとともに、南方のベルガン湾より上陸するモンスーン進路をさえぎる形となっているために、気候はむしろ熱帯性であるが、気温そのものは比較的高くなく、夏期でも普通は30℃～32℃程度、冬期は24℃～14℃程度で、年間の巾は10℃内外である。

降雨は、ほとんどが雨期に集中し、年雨量の95%が4月から11月、58%が7,8,9月におきる。全国平均年雨量は2076mmであるが、一般的に国の西部、北部が東部と南部にくらべて非常に少い。最大年雨量は、シレット県ララカルの649.6mm、最低はラジャヒ県ラルプールの1198.6mmである。

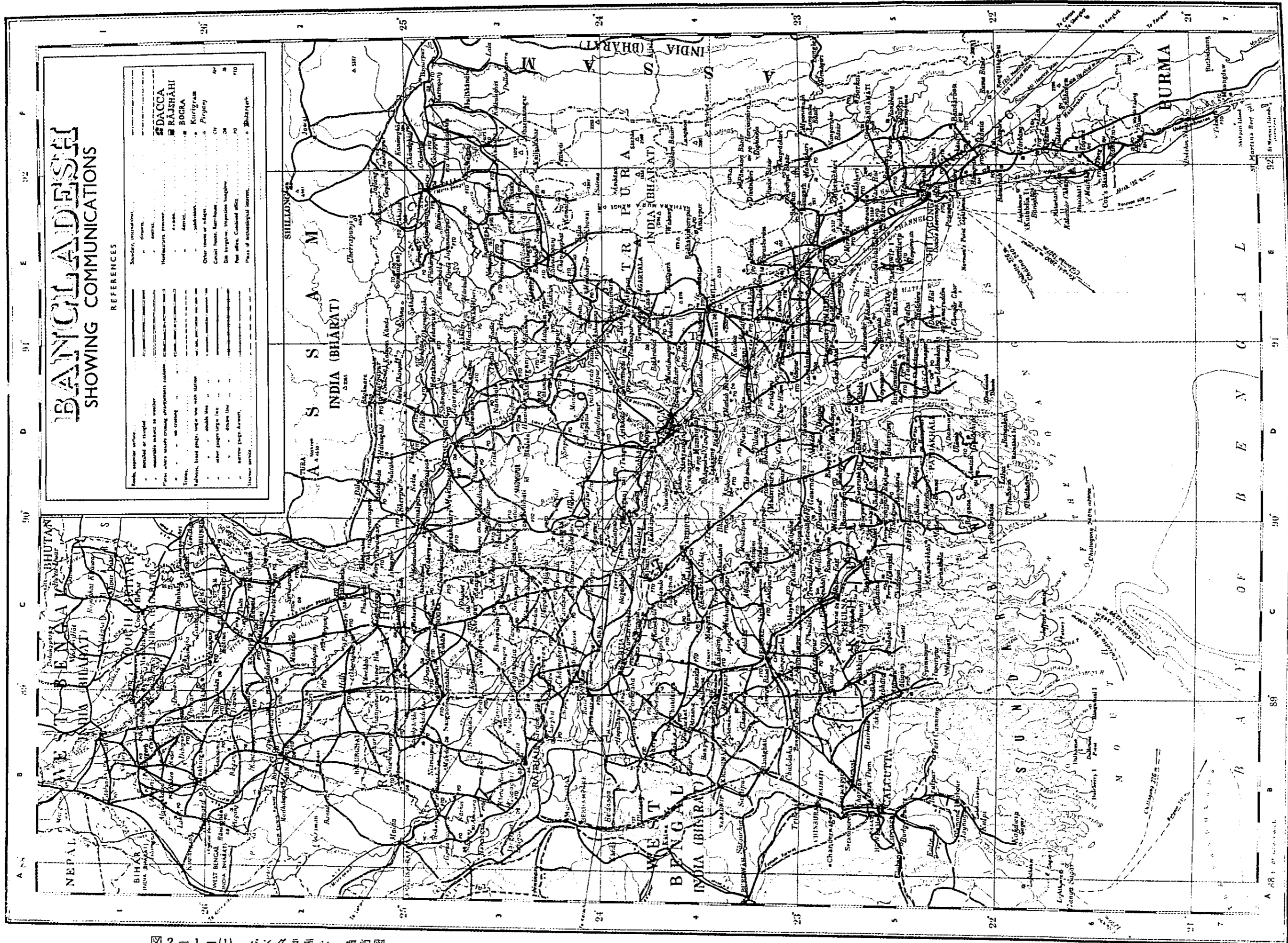


図 2-1-(1) バングラデシュ概況図

2-1-2 人口・産業・経済的特徴

1) 行政区画, 人口

行政区画は表2-1-(1)の様、4 Division, 19 District, 60 Subdivision, 413 Thanaに分れている。4つの Divisionは、地理的に、それぞれジャムナ、カバジ、メグナ河のによって区切られた地域に合せて区分されている。

表2-1-(1) 行政区画

DIVISION	DISTRICT	SUBDIVISION	THANA
CHITTAGONG	CHITTAGONG	3	22
	CHITTAGONTHILL TRACTS	3	12
	COMILLA	4	21
	NOAKHALI	2	13
	SYLHET	4	32
	5	16	100
DACCA	DACCA	5	37
	FARIDPUR	4	24
	MYMENSINGH	5	42
	TANGAIL	1	8
	4	15	111
KHULNA	BARISAL	4	25
	JESSORE	4	20
	KHULNA	3	22
	KUSHTIA	3	12
	PATUAKHALI	2	10
	5	16	89
RAJSHAHI	BOGRA	1	13
	DINAJPUR	2	22
	PABNA	2	17
	RAJSAHI	4	30
	RANGRUR	4	31
	5	13	113
4	19	60	413

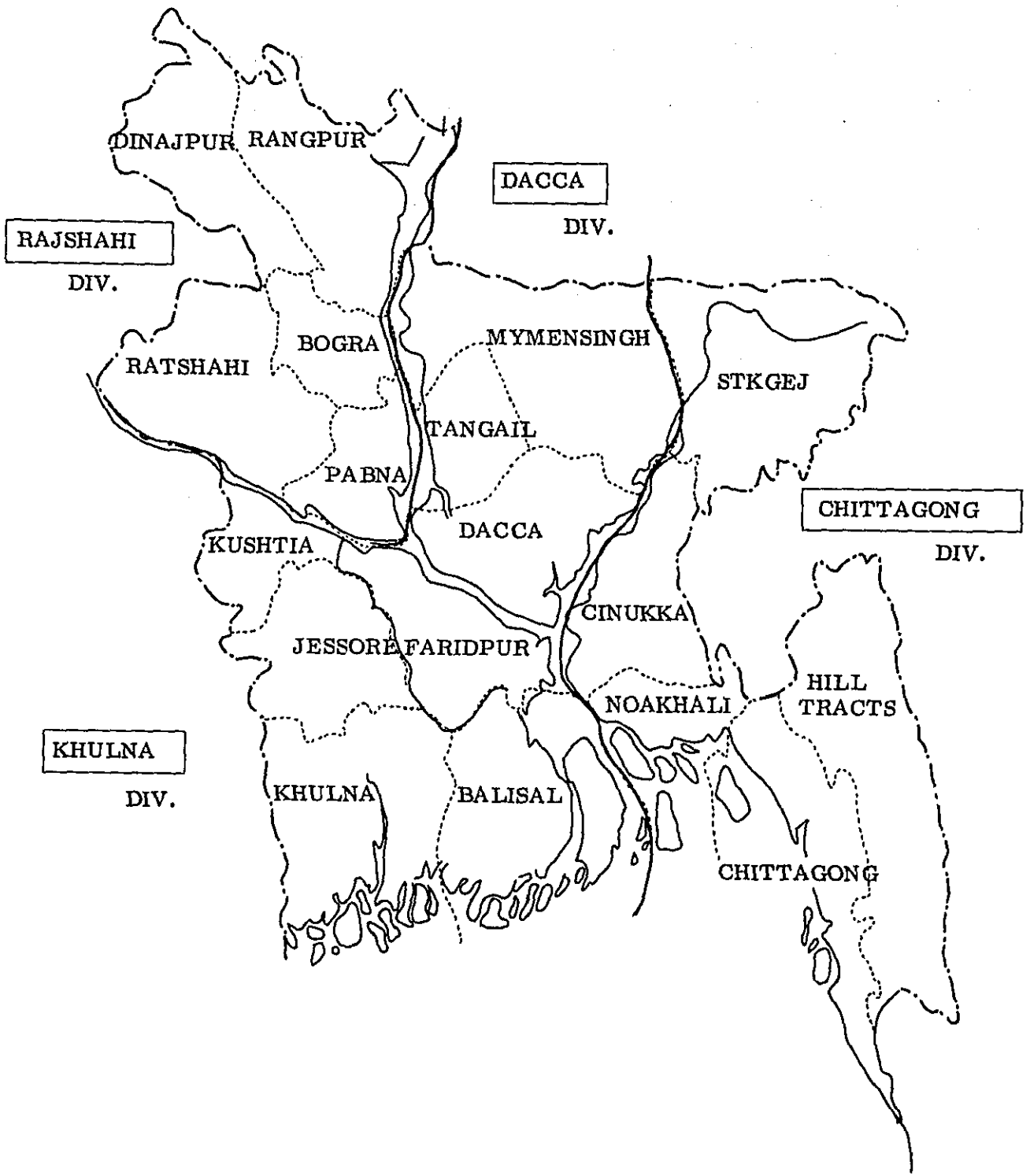


图 2 - 1 - (2) 行政 区 画 图

この行政区画における人口分布は表2-1-(2)の如く Dacca 地域の人口密度がもっとも高く、
ついで Chittagong 地域となっている。

表 2 - 1 - (2) 地域別人口・人口密度

	1951				1961		
	面積 (km ²)	人口 (10 ⁶)	(%)	密度 ($\sqrt{\text{km}^2}$)	人口 (10 ⁶)	(%)	密度 ($\sqrt{\text{km}^2}$)
全国	142771	4193	(100.00)	294	5084	(100.00)	356
北西地域	34565	(934)	(22.27)	270	1185	(23.31)	343
Dinajpur 地区	(6757)	(1.35)	(3.22)	(200)	(1.71)	(3.36)	(25.3)
Rangpur 地区	(9593)	(2.92)	(6.96)	(304)	(3.80)	(7.47)	(3.96)
Boqra 地区	(3890)	(1.28)	(3.05)	(329)	(1.57)	(3.10)	(4.05)
Rajshahi 地区	(9464)	(2.21)	(5.27)	(233)	(2.81)	(5.53)	(2.97)
Pabna 地区	(4861)	(1.58)	(3.77)	(326)	(1.96)	(3.85)	(4.03)
Dacca 地域△	23939	9.86	(23.52)	412	1211	(23.83)	506
Khulna 地域△	40155	11.01	(26.26)	274	13.25	(26.05)	330
Chittagong 地域	30922	11.43	(27.26)	370	13.24	(26.05)	428
Chittagong Hill Tracts 地区	13190	0.29	(0.69)	22	0.39	(0.76)	29

Source = 1961 Census

(注) L¹ 行政区分では Faridpur 地区が Dacca 地域に入るが、河川による分割を考え
Khulna 地域に編入し算出。

人口の正確な把握は 1961 年の国勢調査以降実施されていないが都市への集中度はかなり急速に高くなって来ているものと思われる。

1961年の都市は次表の様に分れており人口10万以上の都市はダッカ70万人、ナラヤンガンジー18万人(両者を合せてグレーターダッカとも呼ぶ) チッタゴン39万人、クルナ14万人である。

表 2 - 1 - (3) 都市の人口別分類

階 級	人口区分	都市の数	人口千人
1 City	100000人以上	4	1210
2 Big town	25000人~100000人	20	838
3 Midium Town	10000人~25000人	23	385
4 Small town	10000人以下	32	219
計		79	2655

またこれらの都市の分布を地域別にみれば次表の様になる。人口分布において特長的なことは、ガンジスとジャムナ河には含まれたRATSHAHI DIVISION（北部地域）には、地域の核になるべき都市がなく、人口25千人～100千人のいわゆるBig townが9個所に点在していることである。

表2-1-(4) 都市の地域別分布

地 域	1	2	3	4
CHITTAGONG 地域	1	4	3	11
DACCA 地域	1	3	7	3
KHULNA 地域	1	4	8	13
RATSHAHI 地域	—	9	5	5

2) 土地利用

表2-1-(5) 地域別土地利用

DIVISION	耕地面積比率	森林比率	森林を含む無耕地
	%	%	%
CHITTAGONG	19	28	23
DACCA	27	26	29
KHULNA	23	13	17
RATSHAHI	31	34	31
計	100	100	100

耕地面積は北部地域が最も高く、また森林についても同様であり、チャッタゴン地域は耕地が少ない。

森林は、この緯度に位置し熱帯性気候の世界のその他の地域に比し異常に少なく、通常全面積の25%と言われるのに対しこの国ではわずか10%に不足する。これは、人口が多く、また地形的にみて平坦で耕作がしやすいため、もともと森林であるべきところが耕地として高度に利用されている結果であろう。耕地における主要生産物の作付面積は表2-1-(6)の様である。米の作付はKhulna及びRATSHAHI地域に多く、ジュートはDacca地域が最も多い。その他砂糖キビ、タバコ、小麦はRATSHAHIのウエイトが高く農業地帯といわれるRATSHAHI地域の特性が統計上にもみられる。

土地利用の大体の分布を図2-1-(8)に示す。

表 2-1-1 (6) 地域別作付面積

	米	ジュート	砂糖きび	タバコ	なたね/からしな	小麦	豆類
全国作付面積 (1963-64) 10 ³ ha	9,010 (100.0%)	713 (100.0%)	140 (100.0%)	40.8 (100.0%)	202 (100.0%)	57.4 (100.0%)	232 (100.0%)
地域別作付面積 (1963-64) 10 ³ ha							
RAJSHAHI 地域	2,494 (27.7)	209 (29.3)	71 (50.7)	21.6 (52.9)	79 (39.1)	29.5 (51.4)	74 (31.9)
Dinajpur 地区	480	17	24	1.0	26	1.6	6
Rangpur 地区	776	90	12	19.1	21	6.6	10
Bogra 地区	301	25	8	0.3	7	1.2	8
Rajshahi 地区	611	42	22	0.6	15	10.7	29
Pabna 地区	326	35	5	0.6	10	9.4	21
Dacca 地域	1,928 (21.4)	244 (34.2)	19 (13.6)	5.6 (13.8)	55 (27.2)	6.3 (11.0)	39 (16.8)
Khulna 地域	2,599	142	42	6.4	46	18.3	101
(Faridpurを含む)	(28.8)	(19.9)	(30.0)	(15.7)	(22.8)	(31.9)	(43.5)
Chittagong 地域	1,989	118	8	7.2	22	3.3	18
(Chittagong Hill Tractを含む)	(22.1)	(16.6)	(5.7)	(17.6)	(10.9)	(5.7)	(7.8)

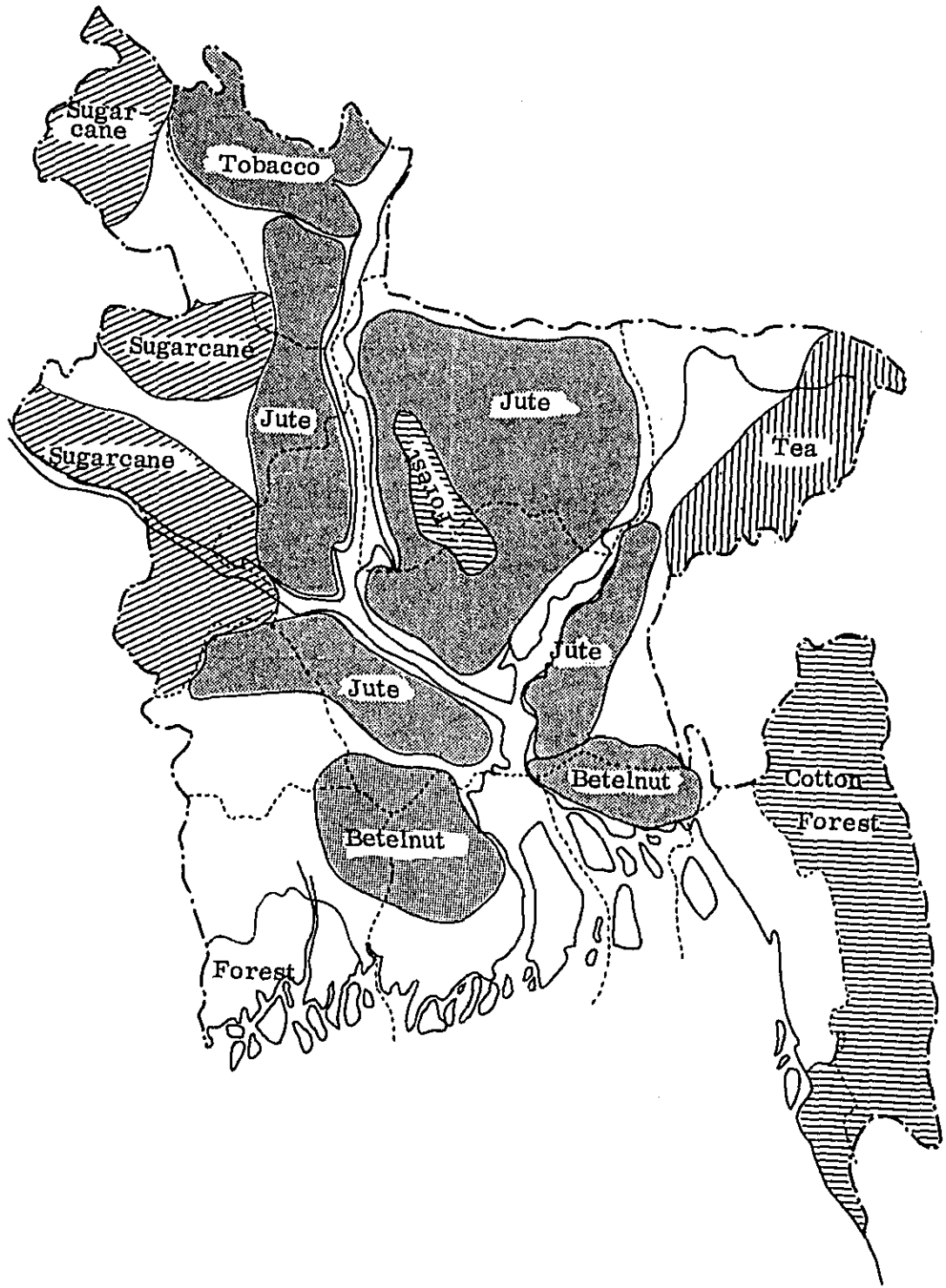


图 2 - 1 - (3) 土地利用分布图

3) 産業

産業は主として農業である。米、ジュート、茶、サトウキビなどが栽培され、Mymensingはジュート、シレットは茶の主産地である。全人口の75%が農業に従事し、13%がジュートその他の農作物加工に従事している。

この国の輸出額は1962年(東パキスタン)約13億ルピーであるが、そのうち12億ルピーはジュート、茶、皮革で占め、うち66%はジュートで占める。

工業は、Dacca 附近に紡績その他の軽工業、Khulna 附近にジュート加工やパルプ工場が見られ、Chittagongには製鉄所が建設されているが、いまだ工業化には程遠い現状である。

農業以外の産業関係の地域別資料は、調査団滞在中残念ながら入手出来なかった。(有無も不明である。)が政府発行の統計書1972~1973年度版によると全国ベースにおける工業関係の工場数は約3,000 そのうち5人以下の小規模な事業所は約2/3を占める。最も多いのは織物加工(ジュートを含む)について化学関係(この内訳不明)食品加工が目立っている。

これら事業所の大略の地域別分布について述べると、

織物関係

ジュート工場はDacca周辺に殆んど集中し、その他KHULNA及びCHITTAGONGに分布している。

この国でもっとも多い手織物工場は、長い歴史をもっておりかつまた、水運の便な川辺に近く、ガンジス、ジャムナ、メグナの川沿いに集団的に発達しており、PABNA, TANGALL・BHAIRAB MADARIRUR NOAKHALI等が有名である。

絹織物はガンジス沿岸のNAWABGANI 及びCHITTAGONG HILL TRACTにあるのみである。

総じて、これらの事業所の集中している場所は、DACCAからBHAIRAB BAZARにかけての地域及びKHULNA、ならびにCHITTAGONGが三大工場地域でNOAKHALI MADARIRURがこれについている。

その他主たる事業所

いわゆる工場と称すことの出来る事業所についてみれば、砂糖工場は全国で12ヶ所、セメント工場2ヶ所、鉄鋼1ヶ所、製紙工場3ヶ所、肥料工場4ヶ所、自動車組立工場1ヶ所、造船2ヶ所を数える程度で、その分布は図2-1-(4)に示す通りである。

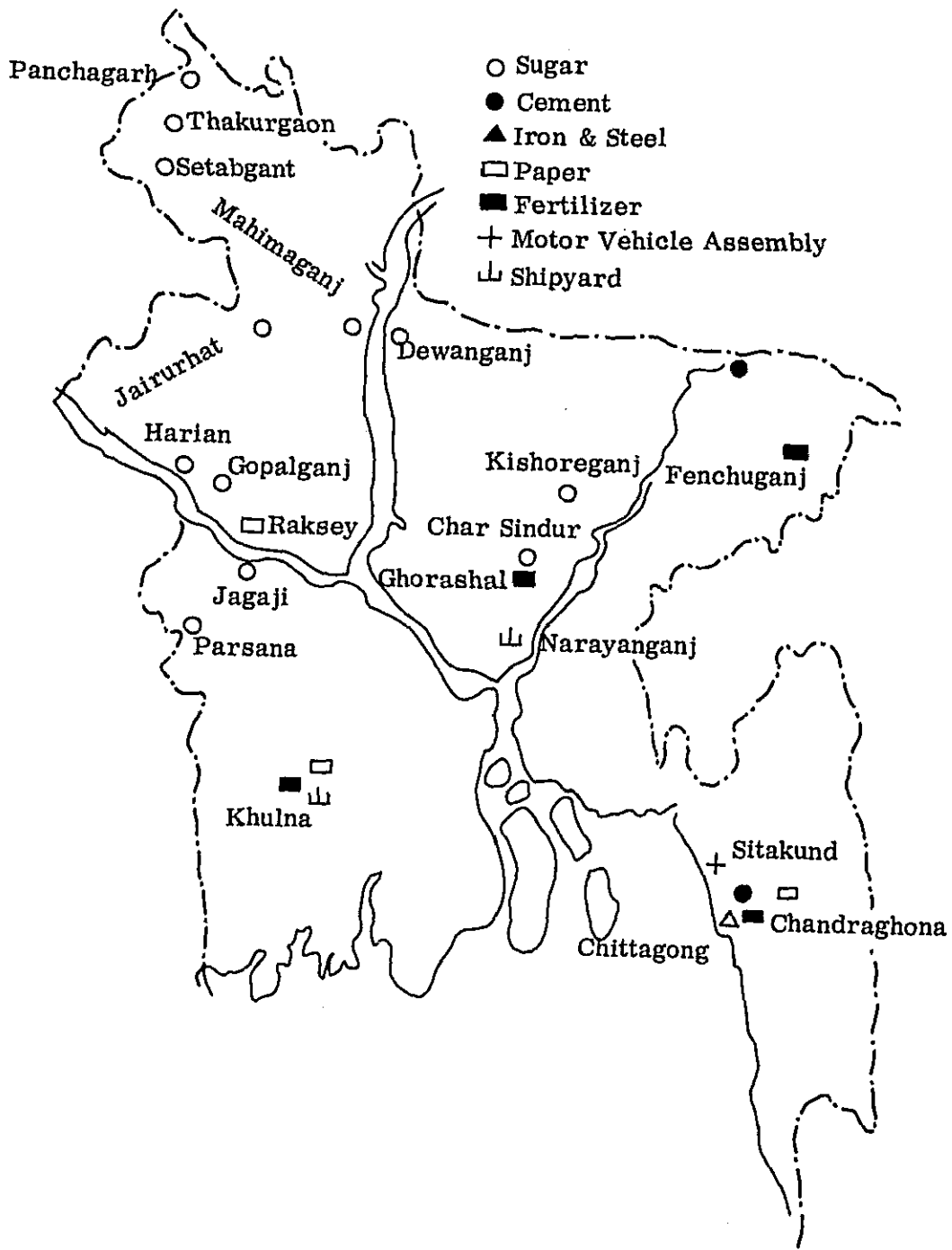


图 2 - 1 - (4) 主要工場分布

2-1-3 開発のポテンシャル

1 政府の施策

バングラデシュは東パキスタン時代より全国開発計画を作成し、この計画にしたがって種々の施策を行って来た。すなわち、1951年に開発6ヶ年計画がパキスタン計画として作成され、次いで1953-1955年朝鮮戦争の影響をうけてきん急2ヶ年計画が作成された。

いわゆる第1次5ヶ年計画は1955年～1960年として作成されたが、十分な成果は得られなかった。

次いで第2次5ヶ年計画(1960-1965)が樹立されさらに1965-1970年の第3次5ヶ年計画が策定された。この第3次5ヶ年計画は約20年の長期計画(1985)をパイロット計画にもち、その第1段階として作られたものであるが、主たる目的は、西パキスタンと東パキスタンの格差をいかに解消するかということに重点がおかれた計画であった。

独立以後、バングラデシュ政府は1973年を初年度とする新しい5ヶ年計画を策定することとなり、現在そのドラフトが作成されつつある。我々の滞在の時点ではまだ形に整ったものがなく、計画のアウトラインの聞き込みにとどまったが、これによると、第3次計画と同様20年の長期計画を前提として策定すること、及び5ヶ年計画の前半2ヶ年では戦争によって破壊された状態を戦前の水準まで改善する復興計画後半の3年が本格的な開発計画の様であり6月には完成の予定である。

2 発展のポテンシャル

5ヶ年計画の結果をまたなければ具体的にバングラデシュの将来の方向がどう向うか明確には答えられないが、これらの開発の方向が、ジャムナ架橋に対する影響するところ大であることは言をまたない。その意味ではジャムナ架橋の評価にあたっては、全国的な地域開発とのバランスを十分に考慮する必要がある。今後の調査の参考のためにこの国のもつポテンシャルと政府の考えている地域開発の方向について簡単にふれておく。

資源-天然資源については、この国全体が余り充分調査されていないこともありあまり目ぼしいものは現在のところ見当たらない、特記すべきものをあげてみると、

天然ガスを調査し、その結果は充分明らかではないが、統計資料によると、メグナ河の上流部の低湿地帯に相当量の天然ガスが埋蔵されており、メタン95.4%、エタン0.3%

Sylhet 地区	0.24	$\times 10^{12}$	cft
Chhatak	0.02	〃	
Rashidpur	1.06	〃	
Kailastila	0.60	〃	
Titas	2.25		
Habiganj	1.28	〃	

の良質のものであるといわれている。現在すでにFenchuganjの肥料工場で利用中である。

石炭—Bogra 地方の Rajshahi にあるが炭床は 3,000~3,500 ft と深い。また Lamakata—Bhemrarghat (シレットの近く) にも 3,000,000 トンの埋蔵があるといわれる。

この他褐炭が Chittagong Hill tracts や Sylhet 及び中部デルタ地域にあるが燃料としての価値はあまりなく現在の政府の、エネルギー開発はもっぱら天然ガスの方は重点がおかれている。

その他見るべきものとしては石灰石が Sylhet 地方に分布しており、セメント工場がある。セメント材料の国内での唯一の供給源である。

その他の金属鉱物は Chittagong の南部の海岸地帯にあるというのが精細は不明である。

産業—ジュートを主とする農業生産物がここ当分主流を占めざるを得ないであろう。それもここ 10 年来の傾向としてみられる様に加工をほどこした工業製品として成長する方向に進むであろう。しかしながらこの国全体として今後どの産業を伸延させ、輸出を促進し、また国内生活水準をあげて行くかは予測が非常に困難であるしまた政府関係者からも十分な答は得られなかった。

地域開発の方向について

政府関係者からの聞き込みによる結果をまとめると大略次のようなことを検討している様である。

(1) 天然資源の開発利用

天然ガスの発掘とこれを Chittagong 地区へのパイプラインの敷設、Chittagong 港からの輸出の可能性、及び北部地域への輸送の可能性、これらのガス輸送を通じ全国各地でのエネルギー源として使用し、発電ならびに工業開発 Chittagong 南方の mineral 開発の可能性とその検討

(2) 都市及び農村地域の再編成

とくに北部 (Rajshahi Div) 地域には地域の核となるべき、都市が存在しないため、この地域開発の推進母体となる新都市の選定とその整備を UNDP に依頼し検討中。

農村部の再編成をはかるため、農村コミュニティーの整備についていくつかのパターンを考えこれを 5 ヶ年計画の期間内にモデル地区を選定し実験的に実施する考えである。

(3) 港湾整備と工業開発

現在 Chittagong がこの国の主要輸出入港であるが、将来 Chittagong は主として輸入専用とし、輸出は Khulna 港を整備して行うということで、Khulna の整備は 1975 年には完成する。同時に Khulna に至る鉄道、及び水路の整備を実施する。

工業については Dacca 東部のメグナ河沿いの地域を工業団地として整備することを考えている様である。

2-2 測量関係

2-2-1 実施機関と能力

バングラデシュ人民共和国における測量実施機関としては、Survey of Bangladesh (Ministry of Domestic Affairs に所属) と Bangladesh Inland Water Transport Authority (略称 IWTA, Ministry of Shipping, Inland Water Transport & Airways に所属) とがあって、それぞれ陸地部と内陸水路の測量を担当している。

Survey of Bangladesh は、パキスタン時代には Survey of Pakistan と称し、更にそれ以前英領時代には英連邦インド測量局、すなわち、Deradhun にある Survey of India の出先として、当初 Dacca 東方約 54 マイルの Comilla に置かれていたものが、のちに現在のよりに Dacca 市内に移ったものである。

このような沿革から、バングラデシュにおける陸地測量の大系は、英領時代およびパキスタン時代の実施されたものの継承であり、測量成果のほとんどすべてが独立前のものである。独立後の体制は、器材不足等の理由でいまだ十分とはいいがたく、新たに 5 ヶ年 (1973~1977) 計画をもって体制の建て直しを計りつつあるのが現状である。

Survey of Bangladesh の構成人員は、全体で約 700 名、うち約半数が技術関係のようである。内訳は、測地部門 1 Party 60~70 名 (うちエキスパート 8 名)、地形測量部門 2 Party 70 名、写真測量部門 1 Party 60 名、製図部門 1 Office 80 名、印刷部門 1 Place 70 名である。パキスタン時代には、測地部門が 6 Party、地形測量が 4 Party あったが、独立後縮小を余儀なくされたといわれる。

測量技術者の訓練は、独立前は西パキスタンの訓練センターで、原測として大学の数学科卒業生を 2 年間トレーニングする建前となっていた。独立後はこの途が閉されたので、その対策が課題となっている。現在 Survey of Bangladesh には大学卒の技術者が 17 名いる。

2-2-2 測地測量

測地測量の基準となる準拠楕円体は、エベレスト楕円体 (Everest Spheroid) を用いる。インドを中心にバングラデシュその他周辺のかつての英領諸国は、すべてこの楕円体に統一されており、その諸元は表 2-2-1(1)のとおりである。

地図の図法は多円錐図法 (Polyconic Projection) で、旧英領諸国等にまたがって 8 座標系が設けられ、バングラデシュはそのうちの II B 座標系に属している。原点は Jamuna 河上流インド国内の Dhubri 附近にある。(表 2-2-2)。

基線 (Base Line) はバングラデシュ国内にはなく、すべて周辺のインドにおよびビルマ国内にある。バングラデシュに近いものを挙げれば、次の 4 基線がある。

表 2-2-1) 各地球楕円体の比較

諸元 \ 楕円体	ベッセル楕円体	国際楕円体 (ヘイフォード)	エベレスト楕円体
長半径 (a)	6 3 7 7 3 9 7.2m	6 3 7 8 3 8.8m	2 0 9 2 2 9 3 1.8 0 feet 6 3 7 7 3 0 9.7m
短半径 (b)	6 3 5 6 0 7 9.0m	6 3 5 6 9 1.2m	2 0 8 5 3 3 7 4.5 8 feet 6 3 5 6 1 0 8.6m
扁平率 $\frac{a-b}{a}=e$	$\frac{1}{299.15281}$	$\frac{1}{297.000}$	$\frac{1}{300.8}$

表 2-2-2) 座標系の原点と適用地域

座 標 系	原 点 緯 度	原 点 経 度	主 な 適 用 地 域
GRID -0	39° 30' N	68° 0' E	アフガニスタン
" -I	32 30	68 0	イラン, アフガニスタン
" -IIA	26 0	74 0	バキスタン, インド西部
" -IIB	26 0	90 0	バングラデシュ, インド東部
" -IIIA	19 0	80 0	インド中央部
" -IIIB	19 0	100 0	ビルマ, タイ, 北ベトナム
" -IVA	12 0	80 0	インド南部
" -IVB	12 0	110 0	南ベトナム

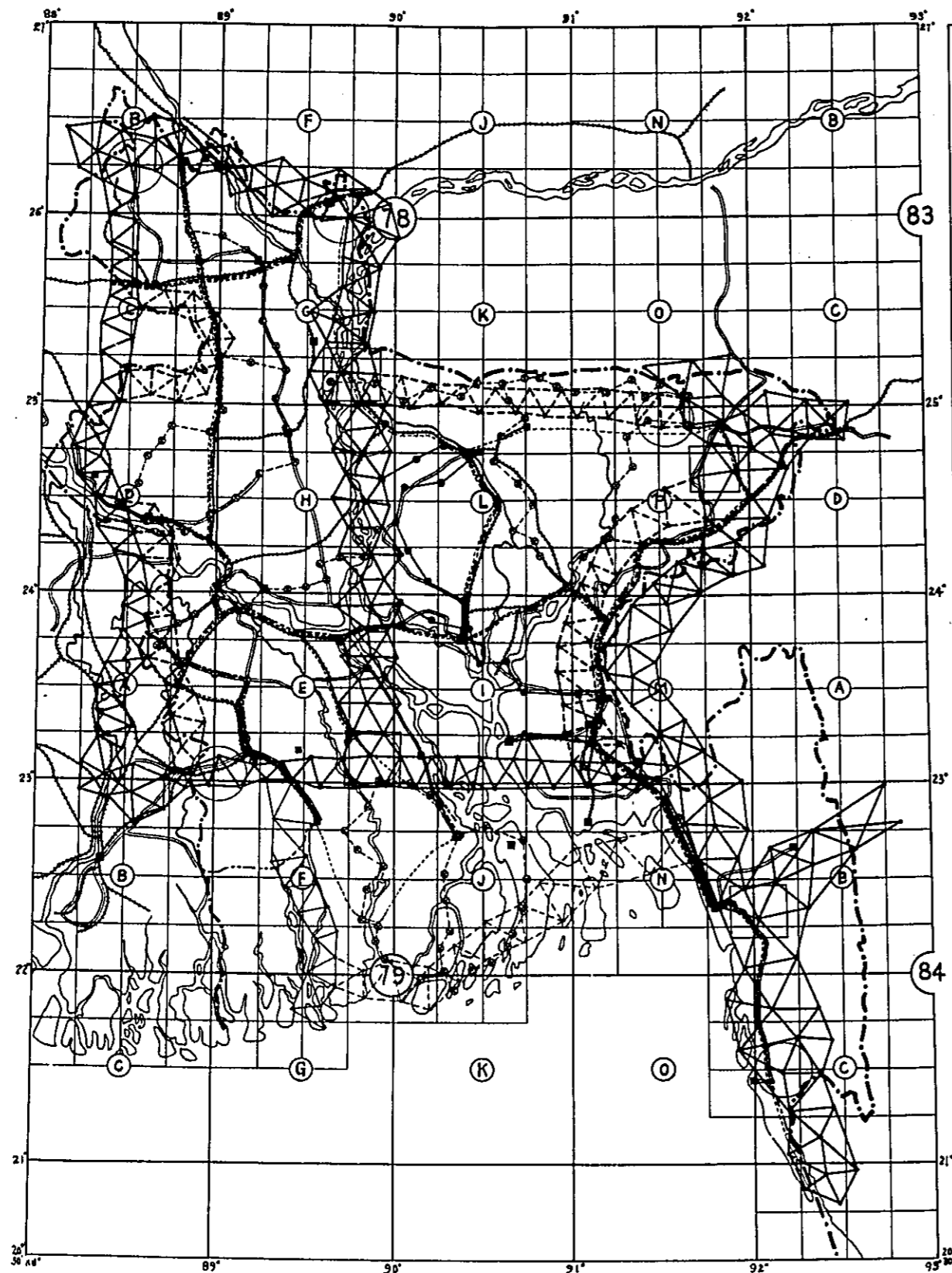
- (1) Sonakhode Base (インド)
- (2) Calcutta Base (インド)
- (3) Namtiali Base (インド-アッサム)
- (4) Kalemio Base (ビルマ)

新生バングラデシュにおいては、次の4ヶ所にジオメーターによる基線設定が計画されている。(図1)。

- (1) Bahadurabad 付近
- (2) Bhatiapara Ghat (Khulna 北方) 付近
- (3) Fenchuganj (Sylhet 南方) 付近
- (4) Chittagong 付近

三角測量は、前記既設の各基線より出発して、三角鎖が組まれている。バングラディッシュ国内を通る三角鎖には、次の6系統がある。(図2-2-1)。

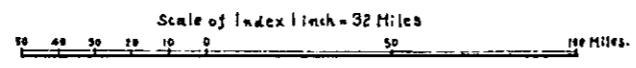
PROPOSED PROGRAMME OF GEODETIC OPERATIONS
IN BANGLADESH



PROPOSED PROGRAMME OF GEODETIC OPERATIONS
IN BANGLADESH

REFERENCES

- Existing Geodetic Triangulation
- Existing Geodetic Triangulation needing reobservation
- Proposed Geodetic Triangulation
- Second order Triangulation carried out by No.6 Party, in 1962 - 63
- Proposed Second order Triangulation Series
- Tellurometer Traverse
- Proposed Line of Tellurometer Traverse
- Existing Precise Levelling
- Proposed H.r. Levelling
- Proposed Laplace Station area
- Proposed Base Line (Geodimeter) areas
- City
- Railway
- Main road



2 - 2 - (1)

- (1) インドの Calcutta から出発北上し、Padma (Ganges) 河畔の Rajshahi を経て Ruhea (バングラデシュ 西北隅) に到り、インドからの別の三角鎖に合するもの。
- (2) Ruhea から分れて東に向い、Dhubri に到るもの。
- (3) Dhubri から Jamuna 河沿いに南下して、Padma 合流点を経て Bhatipara Ghat に到るもの。
- (4) Sylhet から鉄道沿いに南下して、Feni, Chittagong を経て海岸沿いにビルマの Maung-daw に到るもの。
- (5) Chittagong から東に分れて Rangamati を経てビルマに入るもの。
- (6) Calcutta から東に向い、Bhatipara Ghat を経て Feni に到るもの。

これらの三角鎖は、英領時代 1868 年から 74 年にかけて設置されたもので、約 100 年を経ている。主として当時の資材輸送上の理由から、可航河川および一部鉄道沿いに組まれていることに特徴がある。各三角点相互の距離は 10~15 マイルである。設置後まったく再測が行なわれていない。現在、(6)の Calcutta~Feni 三角鎖の改測の要求が出されているのみである。

三角鎖については、改測以外に 4ヶ所の新設要求が考えられている。いずれもインドとの国境に沿って既設の三角鎖から分派するもので、将来インド国内の三角点を使用しなくてもすむようにとの配慮から、バングラデシュ国内に設けられるものとみられる。(図 2-2-(1))。

ラプラス点については、次の 8ヶ所に設置する計画がある(図 2-2-(1))。

- | | |
|----------------------|--------------------|
| (1) Dhubri 原点付近 | (2) Ruhea |
| (3) Bahadurabat Ghat | (4) Bhatipara Ghat |
| (5) Jessore | (6) Sunamganj |
| (7) Laksham | (8) Cox's Bazar |

最近テルロメーターによるトラバースが、Jamuna 河中流の Jaganathganj 付近から出発して、Mymensingh ~ Tangai ~ Dacca ~ Comilla ~ Feni ~ Chittagong において、および Dacca ~ Manikganj を結ぶ路線について実施された。この作業は、IWTA のデッカ・チェーン設置に伴うものといわれる(図 2-2-(1))。

トラバースの場合、地形が極端に平坦なため、早点相互のゼロ方向観測は行なわず、すべて天測に頼ったという。ただし、Survey of Bangladesh では野外観測用の高さ 110 フィートの組立式鉄塔を 16 基保有しているとのことである。

験潮場はバングラデシュにはなく、インドの Calcutta の成果を使用している。現在設置を計画中で、Chittagong と Chalna とが候補地として考えられている。

一等水準測量は 1920 年頃に実施された。路線は次の示すとおりであるが、ほとんどが鉄道沿いであり、道路に沿うものは一部に過ぎない(図 2-2-(1))。

- (1) Calcutta ~ Darsana ~ Poradaha ~ Abdulpur ~ Parbatipur ~ Haldibari
- (2) Calcutta ~ Khulna ~ Darsana

- (3) Abdulpur ~ Rajshahi ~ English Bazar
- (4) Dinajpur ~ Parbatipur ~ Dhubri
- (5) Poradaha ~ Dacca ~ Akhaura
- (6) Dacca ~ Mymensingh
- (7) Karimganj ~ Sylhet
- (8) Karimganj ~ Akhaura ~ Chittagong ~ Cox's Bazar

5ヶ年計画においては、これら既設の水準路線の改測とともに、次に示す各路線の新設が考えられている。

- (1) Sylhet ~ Mymensingh ~ Dhubri
- (2) Khulna ~ Barisal ~ Kushtia

現在Dacca ~ Chittagong 路線で作業中であって、仮不動点として路線上に3ヶ所設けるといふ。水準点数設後約50年を経過しているが、地盤変動が少ないのでこれで十分とのことであった。

測地作業はすべて乾季（11月～4月）に限られる。器材の輸送は舟航に頼ることが多い。

測地測量関係で現在Survey of Bangladeshが保有している主な器材は次のとおりである（台数は担当官の記憶による数字である。）

〔測地測量用主要器材〕

- (1) トランシット

Tavistock 社製（恐らくV-400）	2台
Wild T-3	1～2台
Wild T-2	多数
Kern（恐らくDKM-2）	多数
- (2) レベル

Wild N-3	4～5台
----------	------
- (3) テルロメーター（形式不明） 4台
- (4) ジオジメーター（形式不明） 1台

（ただし破損）

その他の測地測量としては、1967年に地磁気測量を実施しており、これ以前にも地磁気測量を実施したことがあるそうである。器材はPMZQHMを使用した（日本のGSI型磁力計はもと西パキスタンにしかなかった）。ただし、独立後の現在バングラデシュには磁力計がない。オペレーターは3～4名いる。

重力測量はバングラデシュ国内では実施されたことがない。

測量成果は、路線または後述する1/250,000地形図の図郭単位にまとめられて、簿冊となっている。三角測量成果の例としてJamuna河中流部に位置する78H（PABHA）図葉の成果

表 2 - 2 - (3) · 三角測量成果表 (表紙)

Survey of Pakistan
Triangulation in Pakistan
and
Adjacent Countries
[G.T. DATA only]

—————○—————
SHEET 78H (PABNA)

(international sheet $\frac{\text{North}}{x}$ G-45)

Latitude 24° 25' N

Longitude 89° 90' E

—————○—————
Published by order of the

Surveyor General of Pakistan

Printed and the Map Publication Office

Survey of Pakistan, Murree,

from the pamphlet Triangulation in India

and Adjacent Countries SHEET No. 78H

1925 edition

1952

Price one rupee or two Shillings and three pence

(Copyright Reserved)

表 2 - 2 - 3 三角測量成果表 (内容の一部)

Stations in Sheet 78.H

(GEODETIC)

<p>Gaborgram T.S. (56) 24° 53' 35".96 L 89 42 54 .09 H (Top) 88 feet H (Ground level) 55 feet</p>	<p>Aloākāndi (destroyed) T.S. Bolādānga (destroyed) T.S. Sādipati T.S. Poerbāri T.S. Baghmara T.S.</p>	<p>25° 19' 16".5 143 51 4 .5 208 48 13 .8 268 40 5 .5 324 59 30 .9</p>	<p>4'7346672 4'7789282 4'7321135 4'7575162 4'7817866</p>
<p>Years 1872 & 73 (T.T. Carter)</p>	<p>The perforated pillar is 33.36 feet high and has a mark in the ground floor and another 2.56 feet below. Village Gaborgram, thāna Madarganj, Pargana Jafarshai, district Mymensingh. The station is situated on the left bank of and 1.35 miles from the Daokoba now the main channel of the Brahmaputra and is about 50 yards N. of the Kharka bil (marsh). The azimuths and perambulated distances of the circumjacent villages are:- Suknagari 28°38', miles 1'05; Mudarganj 101°9', miles 2'12; Bāljuri village and bāzār 202°0', miles 1'03; and Jūnāli 253°14', miles 1'53.</p>		
<p>Aloakandi T.S.</p>	<p>(以下略)</p>		
<p>Parkoksa (new) T.S.</p>			

表の表紙と内容の一部を表2-2-1(3)に示す。これから判るように、成果表は点の記を兼ねる。一連の三角鎖に含まれる各三角点について順番に記載しているため、使用上好都合である。新しい測量成果たとえばテルロメータートラバースの成果は、路線別に整理されている。

2-2-3 空中写真測量

空中写真の撮影のため、東パキスタンの当時は飛行機1機(機種不詳)およびカメラ2台(Wild RC-8, RC-5各1)を保有していた。バングラデシュになってからは、現在いずれも保有しておらず、撮影は行なわれていない。したがって、Survey of Bangladeshが現有する空中写真は、すべて東パキスタン時代に撮影されたものである。飛行機およびカメラの新規調達については、世銀から借款の提案がなされている。現状でかりに撮影をすとなれば、たとえばカルカッタとかバンコックから飛行機をチャーターする以外にない。

東パキスタン時代にたてられた国土の撮影計画は、大河川の沿岸および海岸地域における撮影周期を定めている。その概要は表2-2-4に示すとおりであるが、実施にあたってはかなりのずれがみられる。

空中写真の撮影記路ならびに標定図は、表5, 図2-2-2(a~j)に示すとおりである。これから判るように、バングラデシュ地域の撮影は1950年代に始まり、当初はイギリスの撮影会社に依頼していたが、のちパキスタン空軍に切りかえられている。撮影時期は乾季のみで、雨季の撮影経験は皆無である。撮影縮尺は広範囲の場合は約1/40,000~1/50,000, 細部の場合は約1/10,000のことが多い。なお海岸地域は約1/10,000が主体とのことである。1967年に撮影した縮尺約1/40,000の空中写真をもとにして、WAPDAでは略モザイク(Uncontrolled mosaic)を作成して計画用に利用している。

空中写真上への基準点(三角点)の刺針作業(Pricking)については、1970年に実施され結果は1952年撮影の縮尺約1/40,000写真上に整理されている。実施地域はBogra付近で、目的は大縮尺図作成のためという。なお、この時点における基準点は、担当官の記憶では10~30%程度であった。

撮影したフィルムネガはSurvey of Bangladeshで保管しており、同所内で焼付等の写真処理ができる。政府の許すさえあれば、保有ネガからの焼付は7日間みれば可能である。密着印画1枚の価格は画角23cm×23cmのもので3~5Taka(120~200円)である。ただし、フィルムネガの保有状況は、密着印画のサンプルから仕上り具合をみた感じでは、必ずしも良好とはいいがたく、またネガのうちには独立戦争時にパキスタン側に持去られたものもかなりあるとのことである。印画紙も極度に不足している模様である。

図化機等としては次に示すものを保有している。

〔写真測量用主要器材〕

Wild B8

4台(UNDP計画によるもの)

Wild A8	1台
Wild A7	1台
Zeiss Streotop	2台(うち1台は故障)
Zeiss SEG5	1台
Multiplex (7灯)	1台(ただしトランスが破損している使用不能)
Multiplex (3灯)	2台

表2-2-(4) 空中写真撮影周期

撮影周期	河川または海岸地域名
毎年撮影する地区	R, Jamuna, R, Padma, R. Meghna の下流部
1年おきに撮影する地区	R. Meghnaの中流部, R. Garai R. Kariganji, R. Dhaleswari, R. Lakhya
3年おきに撮影する地区	R. old Brahmaptra, R. Meghna の上流部, R. Soroma R. Kusiya
5年おきに撮影する地区	Barisal から Khulna にかけての海岸地域(サイクロン多発地域)

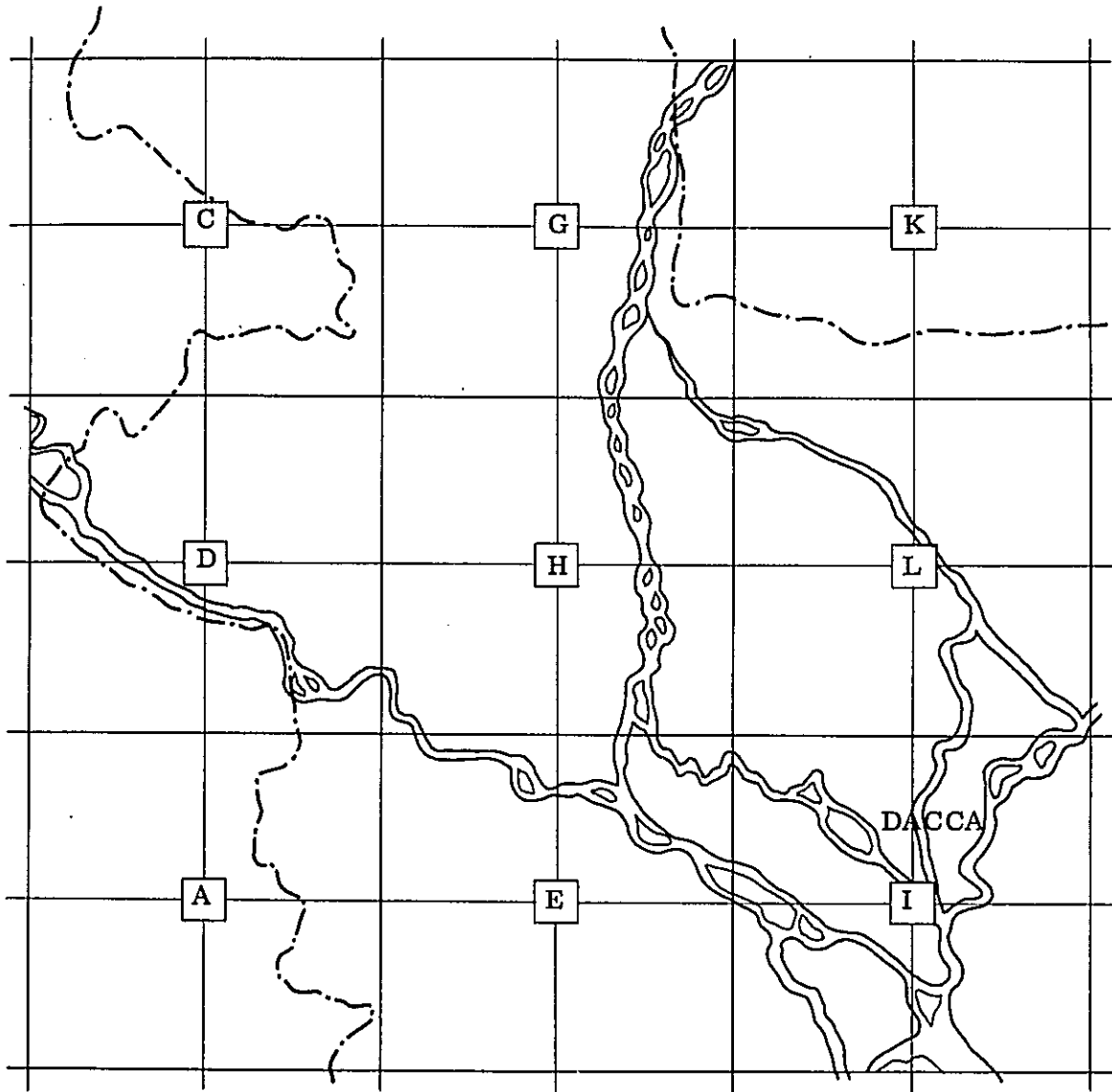
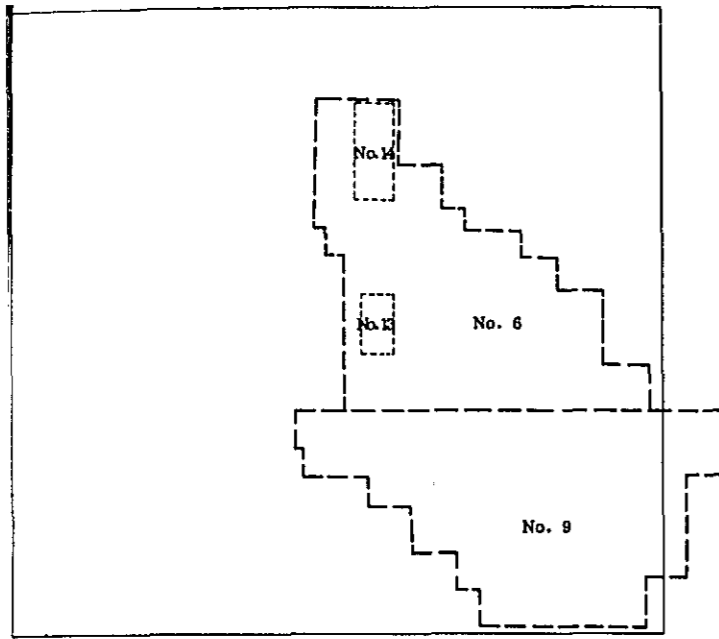


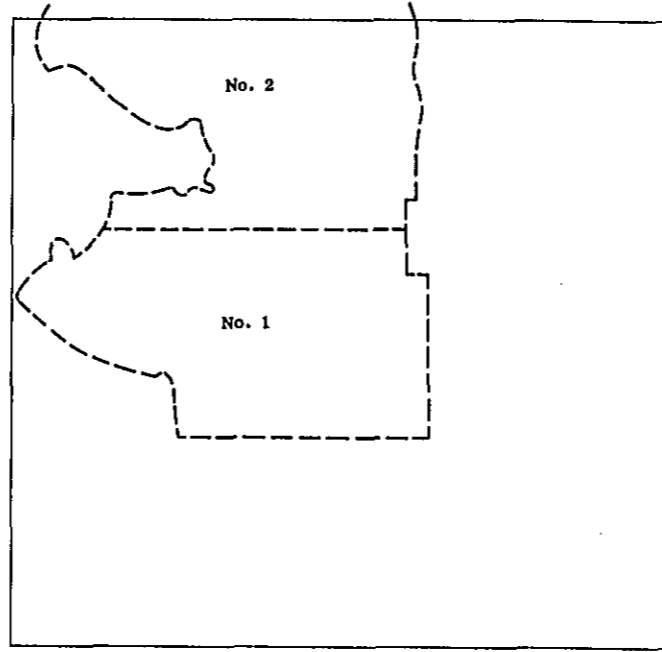
図 2 - 2 - (2) 空中写真標定図 (図 2 - a ~ j) の基図

1952 No. 6 1.6 inch = 1 mile
 No. 9 do
 No. 14 2.25 inch = 1 mile
 No. 15 do



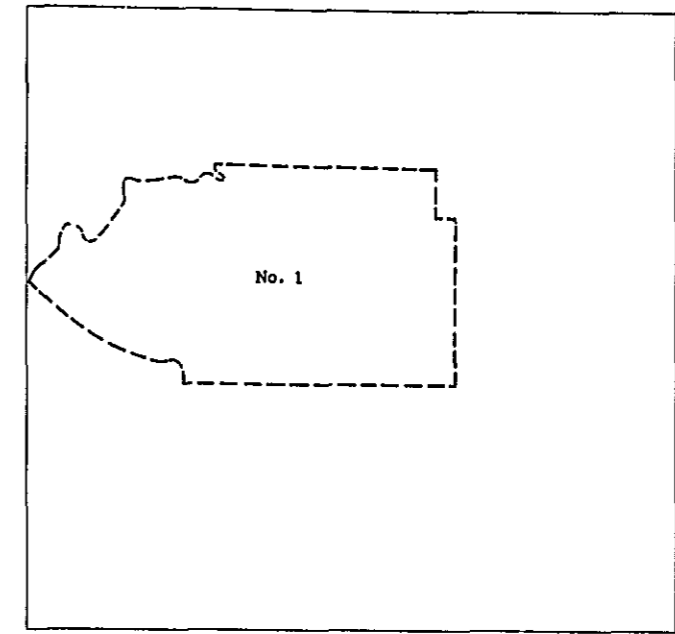
☒ 2-2-(2·a)

1953 No. 1 1/40,000
 No. 2 1/40,000



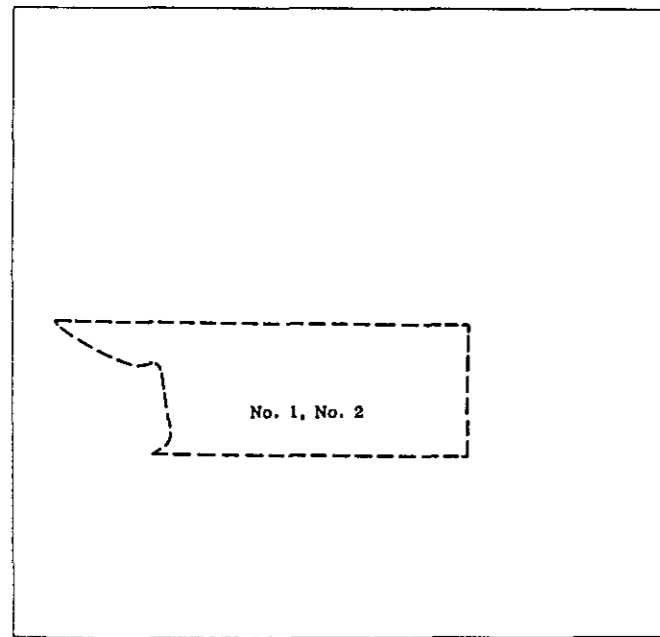
☒ 2-2-(2·b)

1958-59 No. 1 6 inch = 1 mile



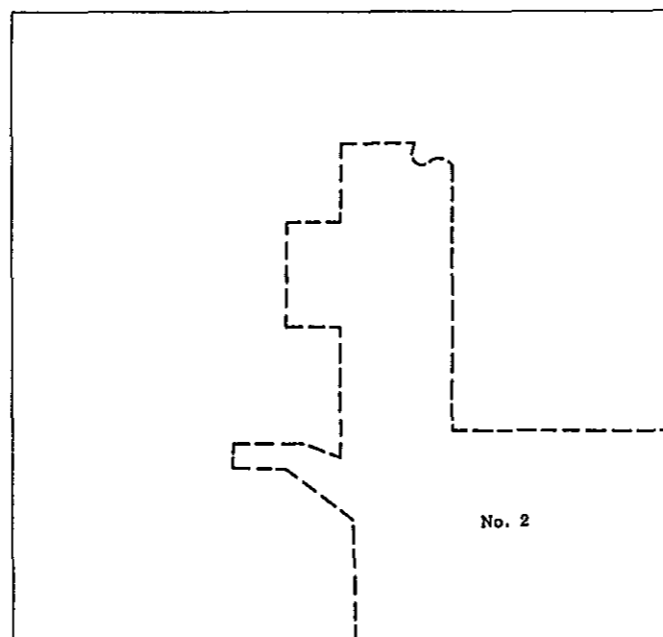
☒ 2-2-(2·c)

1961 No. 1 1/36,000
 No. 2 1/8,000



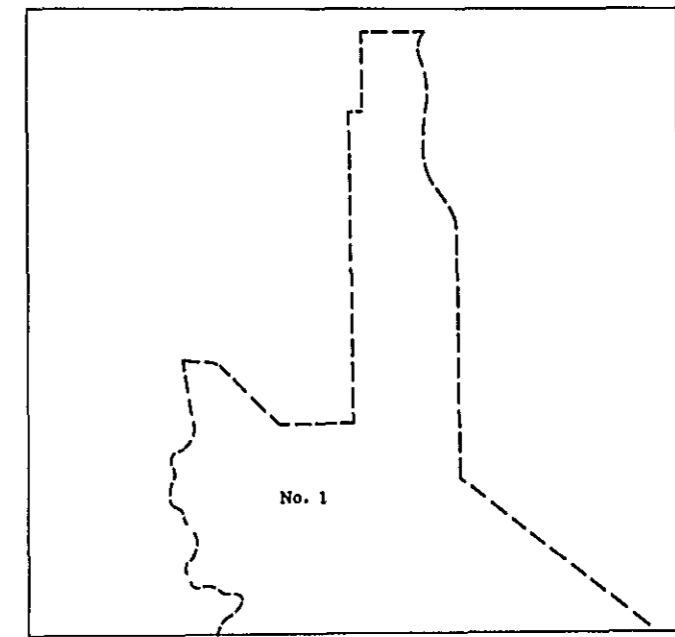
☒ 2-2-(2·d)

1963 No. 2 1/50,000



☒ 2-2-(2·e)

1965 No. 1 1/50,000



☒ 2-2-(2·f)

1967 No. 2 1/10,000
 No. 3 1/40,000

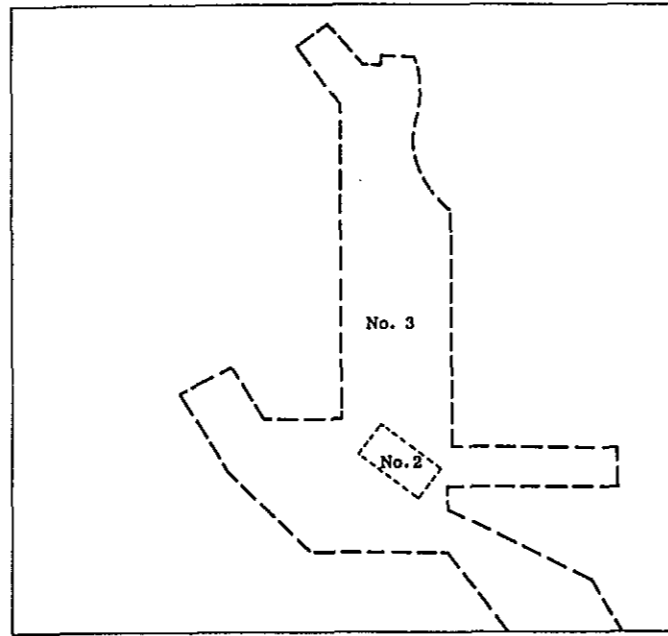


图 2-2-(2·g)

1988 No. 1 1/10,000
 No. 2 1/40,000
 No. 4 1/10,000

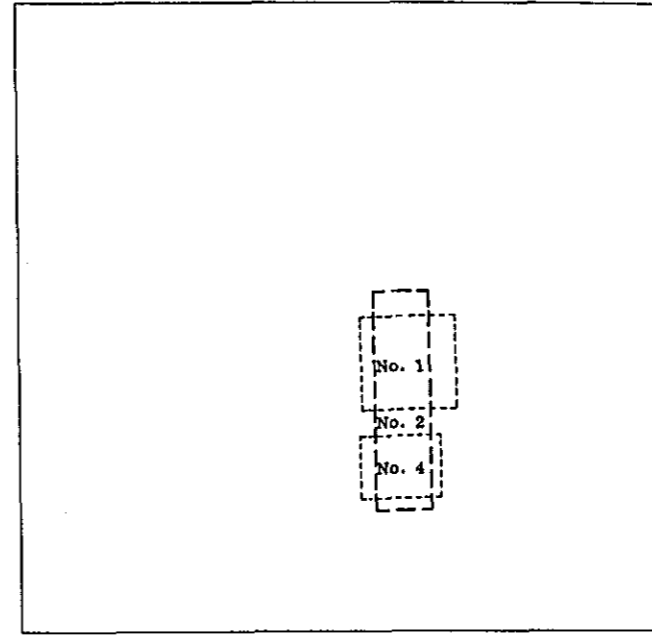


图 2-2-(2·h)

1989 No. 2 1/50,000
 No. 3 1/50,000
 No. 5 1/10,000

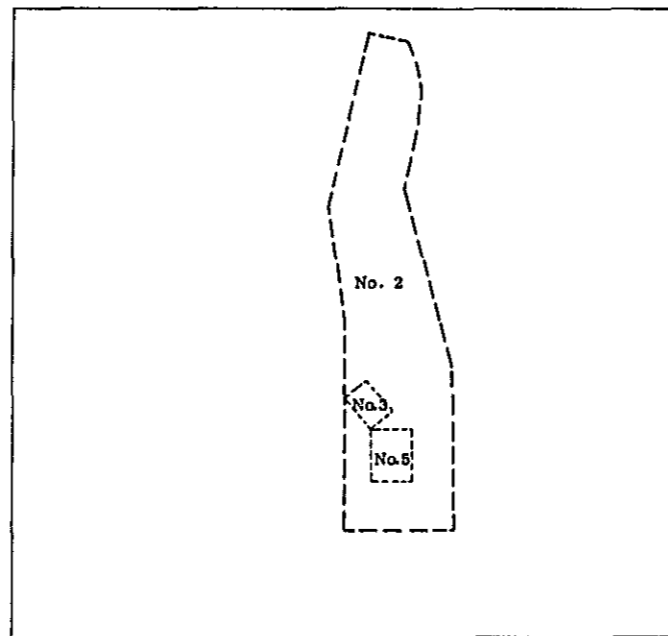


图 2-2-(2·i)

1970 - 71 No. 63 1/10,000
 No. 66 "
 No. 67 "
 No. 70 "
 No. 73 1/50,000

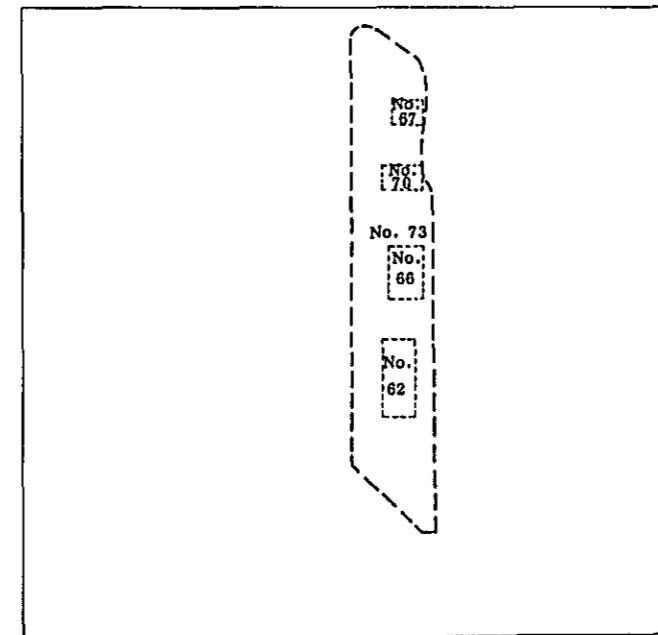


图 2-2-(2·j)

表 2 - 2 - (5) 空中写真撮影記録リスト

- P1 1952 - No.6 Mymensingh Area 'C', 1.6 inch to a mile, Feb. 1952, taken by Air Survey Co. Ltd., London
- P2 1952 - No.9 Dacca Area, 1.6 inch to a mile, Feb. 1952, taken by Air Survey Co., Ltd.
- P3 1952 - No.14 Brahmaputra - Jamuna River - Bōhadurabād Ghat Area, 2.25 inches to a mile, 1952, taken by Air Survey Co., Ltd.
- P4 1952 - No.15 Brahmaputra - Jamuna River - Sirājganj Ghat Area, 2.25 inches to a mile, 1952, taken by Air Survey Co., Ltd.
- P5 1953 - No.1 Block. B West of Padma & Jamuna River, 1/40,000, Jan. 1953, taken by Air Survey Co., Ltd.
- P6 1953 - No.2 Block A West of Padma & Jamuna River, 1/40,000, Feb. 1953, taken by Air Survey Co., Ltd.
- P7 1958 ~ 59 - No.1 Tyista Project Area, 6 inches to a mile, 1958 ~ 59 taken by Fairy Air Survey Co., Ltd.
- P8 1961 - No.1 EPWAPDA Mapping Project, 1/36,000, Dec. 1961, taken by Fairy Survey Co., Ltd.
- P9 1961 - No.2 EPWAPDA Mapping Project, 1/8,000, Dec. 1961, taken by Fairy Survey Co., Ltd.
- P10 1963 - No.2 IWTA, 1/50,000, 1963, taken by Pākistan Air Force
- P11 1965 - No.1 Ganges & Jamuna River Belt, 1/50,000, 1965, taken by P.A.F.
- P12 1967 - No.2 WAPDA Mapping Project, 1/10,000, 1967, taken by P.A.F.
- P13 1967 - No.3 Padma, Ganges, Meghna, Tista, Karnaphuli Area, 1/40,000, 1967, taken by P.A.F.
- P14 1968 - No.1 Bogra Cantt. Area, 1/10,000, 1968, taken by P.A.F.
- P15 1968 - No.2 Sirājganj, Faridpur Area, 1/40,000, 1968, taken by P.A.F.
- P16 1968 - No.4 Goalando Ghat Area, 1/10,000, 1968, taken by P.A.F.
- P17 1969 - No.2 Water Course of Brahmaputra Jamuna River from Pākistan border to Goalando, 1/50,000, 1969, taken by P.A.F.
- P18 1969 - No.3 Atrai River, 1/50,000, 1969, taken by P.A.F.
- P19 1969 - No.5 Nagarbārio Aricha, Confluence of the River, 1/10,000, 1969, taken by P.A.F.
- P20 1970 ~ 71 - No.73 Brahmaputra River from Indo-Pak border to its confluence with Ganges to Goalando, 1/50,000, 1970 ~ 71, taken by P.A.F.
- P21 1970 ~ 71 - No.63 Belkuchi Project, 1/10,000, 1970 ~ 71, taken by P.A.F.
- P22 1970 ~ 71 - No.66 Sirajganj Town & Surrounding areas, 1/10,000, 1970 ~ 71, taken by P.A.F.
- P23 1970 ~ 71 - No.67 Chilmāri Town & Surrounding areas, 1/10,000, 1970 ~ 71, taken by P.A.F.
- P24 1970 ~ 71 - No.70 Diwanganj Town & Surrounding areas, 1/10,000, taken by P.A.F.

2-2-4 地形図の整備状況

大縮尺地形図では、まず英領時代に作成された1 inch 1 mile 図（即ち縮尺1/63,360）がある。このシリーズは1920年代に地籍図等を編集資料として作成されたもので、図葉によっては1930年代に第2版が出されている。既に旧式化していて、現在はすべて1/50,000 にとって代られているが、独立後は印刷用紙の不足から1/50,000 に欠図が多く、このため代替として依然1/63,360 が使用されている。

1/50,000 地形図の編集は、1950年代後半に始まり、主として1960年代に実施された。編集資料としては、前述の1920年代作成の1/63,360や1900年代の地籍図に加えて、1950年代に新たに撮影が開始された縮尺約1/40,000 空中写真と、これから作図した1/40,000 灌漑計画図等を利用している。図葉によっては、初版発行以後に撮影された空中写真をもとに要部修正が1960年代後半から1970年代にかけて実施されており、かなり現状に近いものがある。ただし現実には欠図が多いこと前述のとおりである。

1/50,000 地形図より小縮尺の地図としては、1/50,000 が16枚集った形の1/250,000 地形図があり全国をカバーしている。作成時間および編集方法は1/50,000 地形図とほぼ同様である。

1/50,000 地形図、1/250,000 地形図ともに5色刷である。

地図の付番方式は、経緯度ともに4°ごとに区切り、左上から縦に下って右下に至る方式を用いている。旧英領諸国全体にまたがる座標系に共通の付番であるため、バングラデシュには、7879, 83, 84, の4付番の図葉が関連している。1/250,000 地形図の図郭は、この4°ごとの経緯度に囲まれた4辺形を、更に1°ごとに区分してできた16の4辺形をもってあてている。付番は同じく左上に始まり右下に終る順序にローマ字のA~Pを付す。この方式でたとえばJamuna河の沿岸地域をほぼカバーする1/250,000 地形図を示せば、次の6図葉である。

(図2-2-(3))。

78G, 78H, 78K, 78L, 79E, 79I, 1/50,000 地形図では、この各図郭が更に16の4辺形に区分され次のように付番される。

$$78\frac{G}{1} \sim 78\frac{G}{16}, 78\frac{H}{1} \sim 78\frac{H}{16}, 78\frac{K}{1} \sim 78\frac{K}{16} \dots\dots$$

なおこの図郭および付番は、次に述べる1/40,000や1 inch 図にも共通して適用される。

1/50,000 地形図程度の中縮尺図としては、ほかに縮尺1/40,000の灌漑計画図がある。

1950年代に空中写真をもとに整備された。

大縮尺図としては、4 inch 1 mile 図と8 inch 1 mile 図とがある。両者の作成区域はオーバーラップすることなく、相互に補完して全国をカバーするよう計画されている。(図2-2-(4))。

4 inch 1 mile 図（すなわち縮尺1/15,840）はパキスタン時代1960年頃からWAP-

DA の手で作成が開始され、現在も継続作成中である。空中写真を用い射線法を使って作図されている。作成範囲は 8 inch 1 mile 図よりも広い。

8 inch 1 mile 図 (1/7,920) は、農業、道路、鉄道等各種の計画用図として、主として、Bogra ~ Pabna ~ Rajshahi 地域をカバーしている。1961~62 年にロンドンの Air Survey Company で写真測量により作成された。

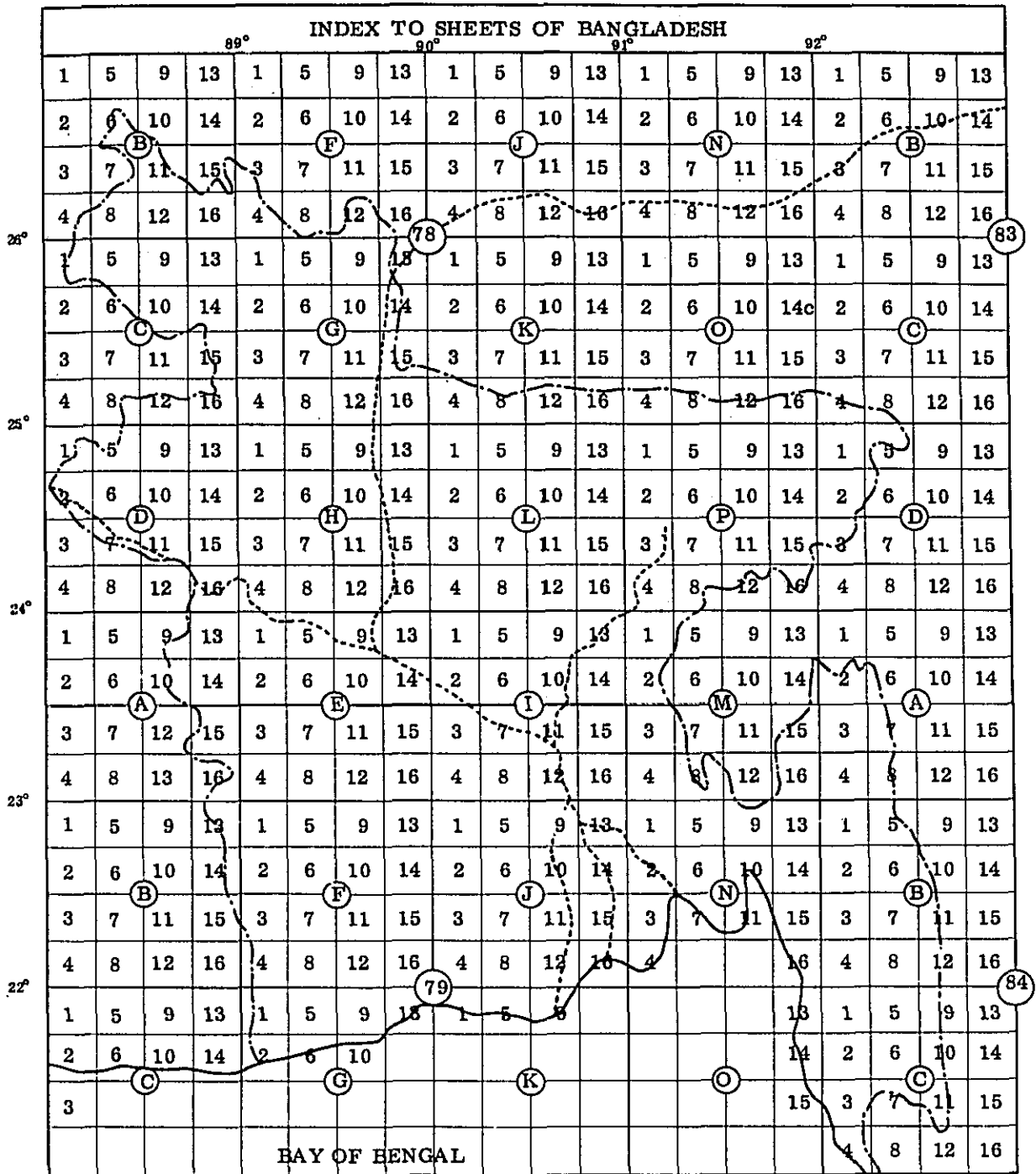


图 2-2-(3) 地形图索引图

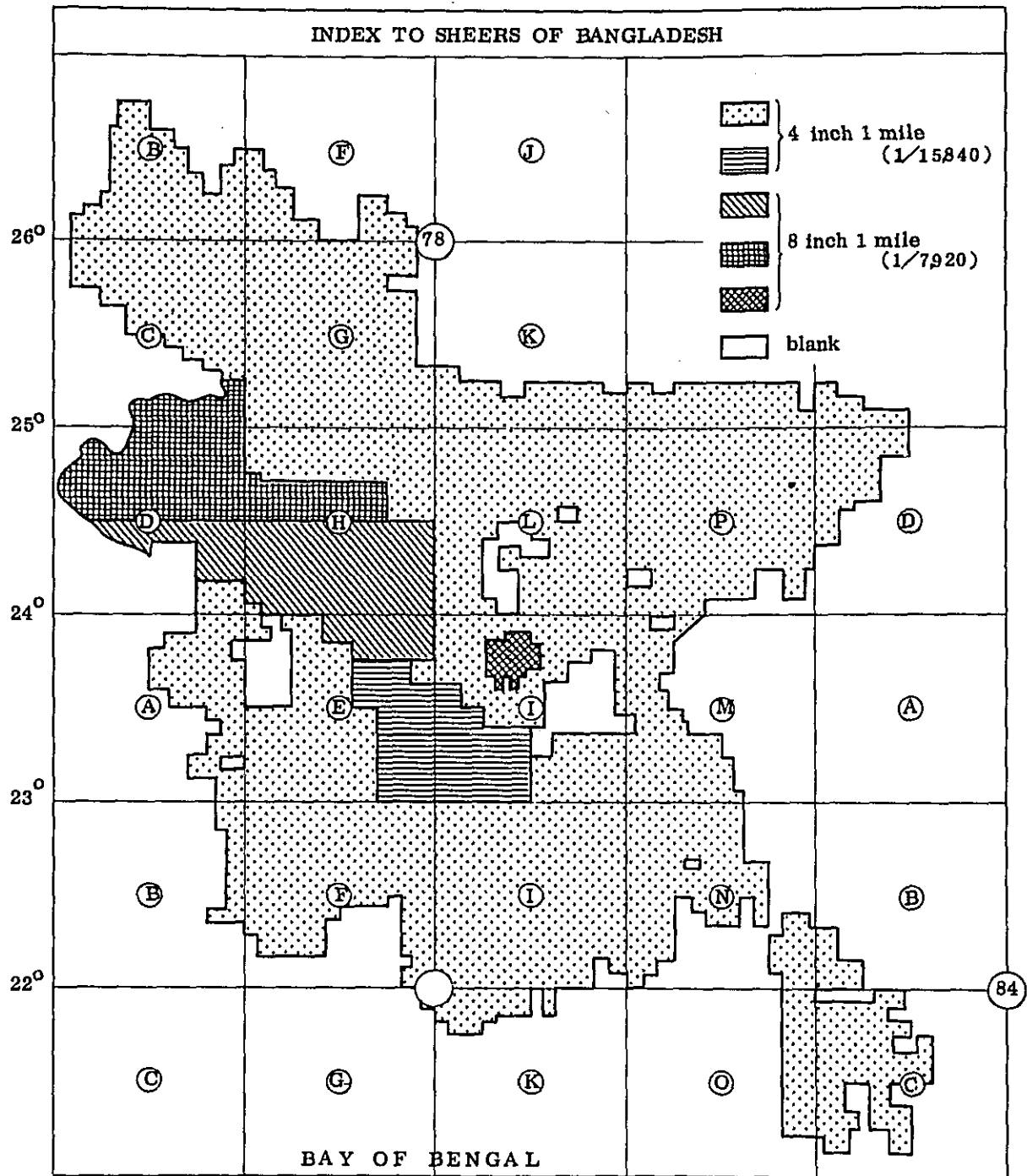


图 2-2-(4) 大缩尺图索引图

2-2-5 地図の製図・印刷

地図の製図については、依然としてインキングが主流である。スクライプ方式は、1967～68年に国連からエキスパートのMr. Dadson（カナダ人）が派遣され、滞在、指導を行なって以来始められている。現在Survey of Bangladesh には60～70名の製図技術者がいるが、大部分がインキング専門で、スクライプ技術者は10名である。

インキングの用紙としては、210ポンド（約105kg）と130ポンド（約60kg）のプラスチックベースを使用している。一般に材料不足で、とくにスクライプベースは在庫がなくなって困窮しているとのことである。

印刷用紙はイギリスとスウェーデンから輸入している。Survey of Bangladesh では、年間totalで、40,000枚の地図を印刷している。（この数値は日本でもっとも販売実績のよい1/50,000地形図1図葉の年間印刷枚数にしか当たらない）。図葉による印刷枚数の差はなく、1/50,000および1/250,000地形図は一律に年間500枚である。パキスタン時代は1図葉当り3,000枚印刷したが、現在は用紙不足のため制限しているという。大縮尺の計画用図の印刷枚数は1図葉当り120枚である。

なお、地図の使用は官庁関係のみに限られており、大学等では使用していない。外部への持出しは、政府担当官のサインと国防省の許可が必要である。空中写真も同様である。

2-2-6 内陸河川航行用図とデッカ・チェーン

内陸河川の航行用図はIWTAで作成している。チャートの縮尺は1/25,000で、主要河川についてほとんど完備しており、必要に応じて提供できるとのことである。

河川航行用のデッカ・チェーンは、当初シェル石油の要請で1956年に敷設された。その後1967年に東パキスタン時代のIWTAがMK5というチェーンを設置した。このチェーンは、主局をChandbur（Padma河とMeghna河との合流点付近）におき、従局を赤－Chapra、緑－Mohanour、紫－Gopalurにそれぞれ置くもので、毎年流路の状況が変るガンジスデルタの河川航行用に不可欠の存在である。

1971年、このうちのChapra（Chittagong付近）の赤従局が独立戦争のゲリラによって破壊された。現在イギリスの測量会社の手によって再建中であり（MK10という新しいチェーンに改組される）、1973年春までに完成の予定である。赤従局は位置が変わって、旧局の南東方約11マイルのDohajariに移される。

バングラデシュのデッカ・チェーンは、インドのカルカッタ・チェーンと並んで、ベンガル湾北岸地方の航行上重要な存在となろう。

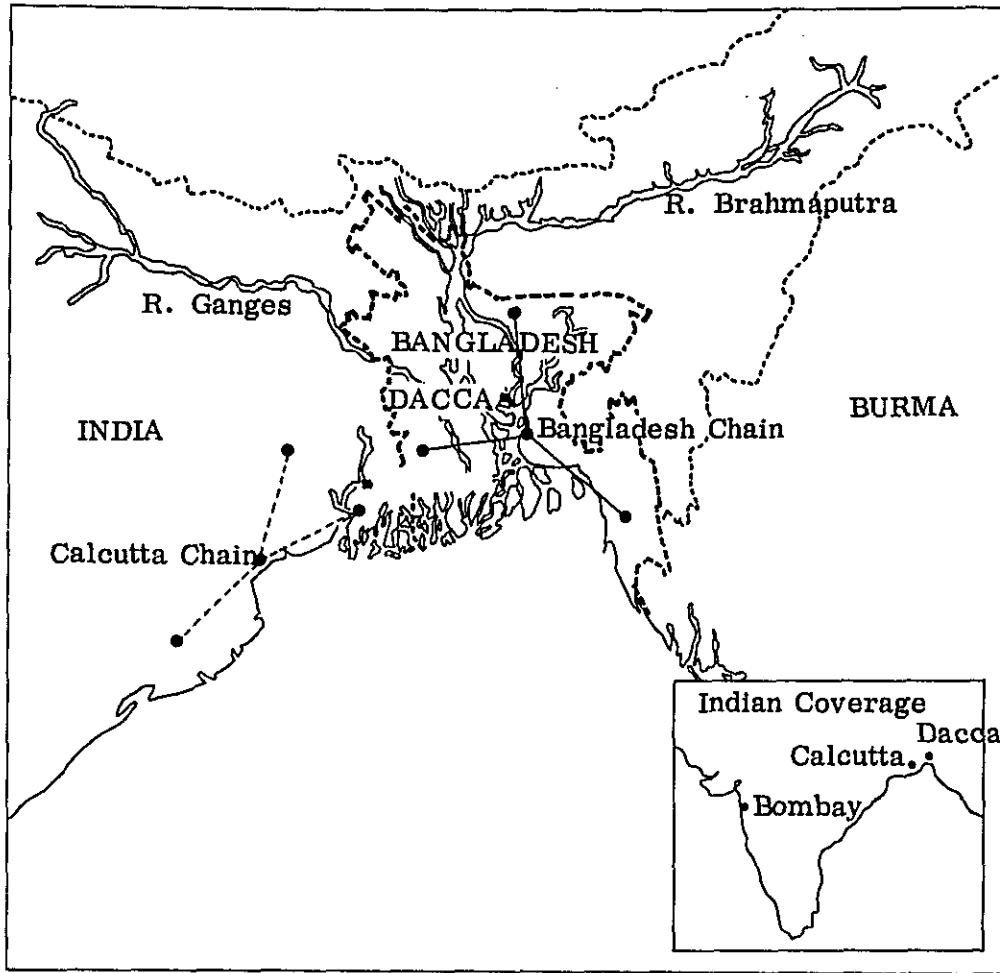


図 2 - 2 - (5) バングラデシュのデッカ・チェーン

2-3 河川関係

2-3-1 ジャムナ河の概要

1 地形及び流域面積の概要

バングラデシュは、その北部と南東部の一部を除いて、全国の大部分がジャムナ河、ガンジス河等世界的な大河川がベンガル湾に注ぐ付近に発達した沖積地にあり、Bengal Basinとして知られている。

これらの大河川がバングラデシュに入る地点における流域面積の総計は約1,530,000 km² (590,400 mile²)であり、国土の総面積141,000 km² (54,500 mile²)の約11倍に及んでいる。

国全体の標高は極めて低く、ジャムナ河本川のインドとの国境付近で標高30 m (100 ft)、ガンジス河との合流点付近で7~8 m (25 ft)、デルタの下流地帯では1~2 m (5 ft)以下であり、国土の半分近くは7~8 m以下の標高で、モンスーン期間の4ヶ月間は国土の約30%にあたる15,000 mile²が浸水する状況にある。

ジャムナ河に沿った地域の全体的な地形の勾配は、南東方向に低い傾斜をもっており、そのためか右岸側よりも左岸側の地域に旧河道の跡とみられる三日月湖等が多く存在しており、右岸側にくらべて低地も多く、土地利用もそれだけ制限されているようである。

ジャムナ河はバングラデシュの北部から、ガンジス河は西部から流入し、Goalundo付近で合流してその名をパドマ河と変えて南東に向けて流下する。さらに約100 km下流のChavdpur付近でメグナ河を合流し、メグナ河と名を変えてベンガル湾に注ぐ。

これらの河川の総流域面積は約1,650,000 km²で、そのうちバングラデシュ国内の流域は全体の約7.5%にすぎない。主要な河川の流域諸元は次のとおりであり、流域図を図2-3-1(1)に示す。

(1) ジャムナ河

流域面積

水源からインド国境まで	533,000 km ²	(206,000 mile ²)
インド国境からガンジス河合流点まで	47,000	(18,000)
合計	580,000	(224,000)

本川の長さ

水源からインド国境まで	2,350 km	(1,445 mile)
インド国境からガンジス河合流点まで	250	(155)
合計	2,600	(1,600)

(2) ガンジス河

流域面積

水源からインド国境まで	952,000 km ²	(367,400 mile ²)
-------------	-------------------------	------------------------------

水源からハーディング橋まで	976,000	(376,900)
水源からジャムナ河合流点まで	977,000	(377,400)
パドマ河	13,000	(5,000)
合計(メグナ河との合流点まで)	990,000	(382,400)

本川の長さ

水源からインド国境まで	2,000 km	(1,250 mile)
水源からジャムナ河合流点まで	2,200	(1,370)
水源からベンガル湾まで	2,530	(1,570)

(3) メグナ河

流域面積

水源からインド国境まで	44,000 km ²	(17,000 mile ²)
インド国境からパドマ河合流点まで	36,000	(14,000)
合計	80,000	(31,000)

本川の長さ

水源からインド国境まで	400 km	(250 mile)
インド国境からパドマ河合流点まで	420	(260)
パドマ河合流点からベンガル湾まで	130	(80)
合計	950	(590)

2 各河川の河道の特徴

ジャムナ河の河道巾は場所によって大きく異なり、数kmから10数kmに及んでいる。その河道内には多くの中州があって流路は網目状に交錯しており、洪水の度ごとにその中州が消長するとともに流路が大きく変動し、河岸の侵食、堆積がくり返されているのが特徴である。

その河岸は、凸岸部の一部の寄洲の区間を除いては、全般的に高さ数メートルの切り立ったガケといった形をなしており、そのまま河川周辺の地盤とつながっている。河岸付近の土地の利用形態も周辺地域と全く変わらず、ある場合は水田、畑などに利用され、また場所によっては民家が近接しているなどである。

河岸の地質は概してシルト質細砂とみられ、護岸は全く皆無といえるほどであるため洪水時の河岸欠かいは大きく、場所によっては年間数百フィートに及ぶことは珍らしくない。例えば Sirajganj 市街地の右岸上流では、1972年の洪水により長さ約1 km、最大巾500 mにも達する河岸欠かいを生じている。

ジャムナ河にくらべて、ガンジス河、パドラ河はその河道内に中洲をもつ区間もあるが、大体において1つの主流をもった蛇行河川であるといえよう。両河川にはかなりはっきりと河道が安定していると思われるポイントがいくつかあり、狭さく部を形成しているが、例えばパドマ河におけるそのような地点の水深は150フィートにも達している。

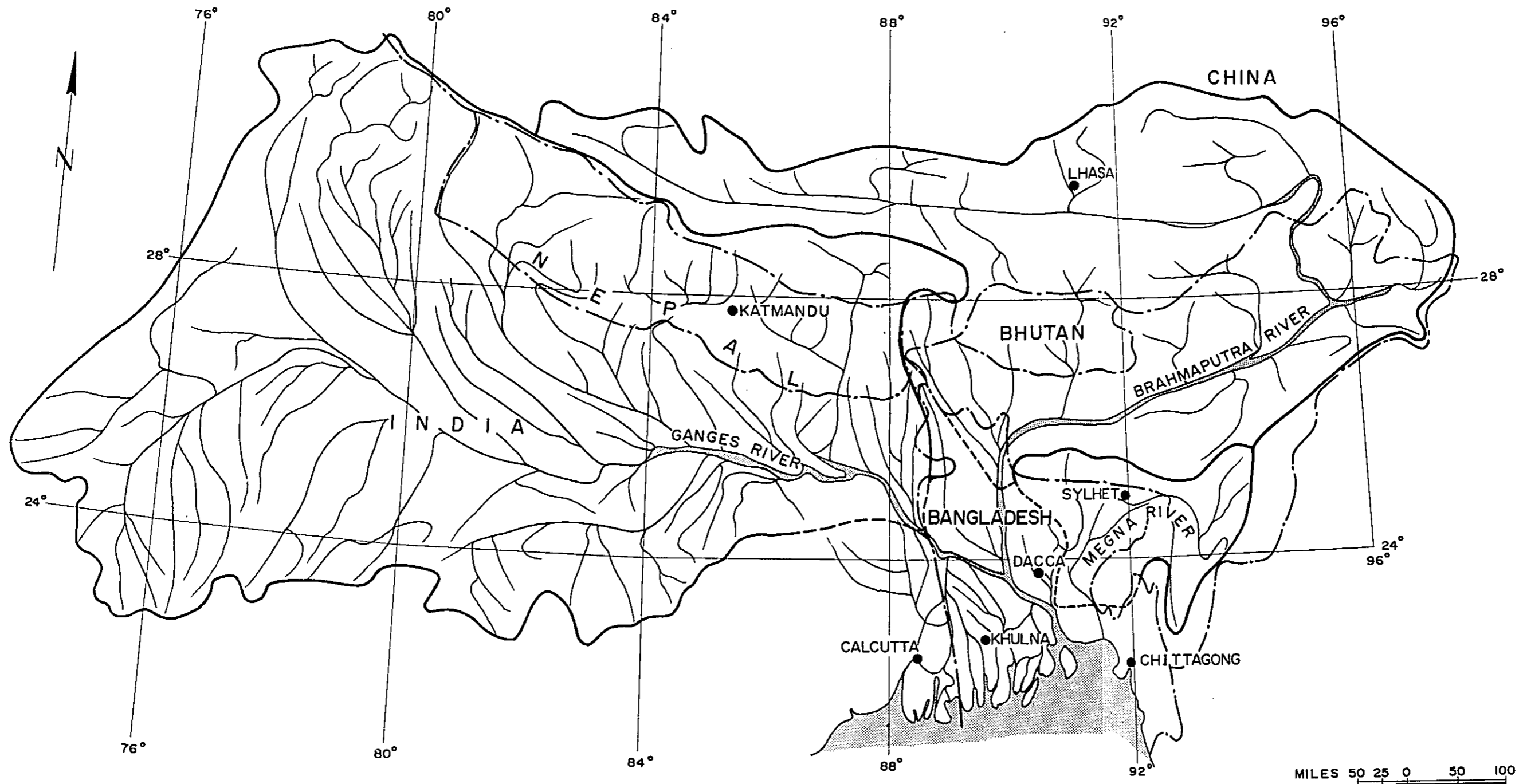


図 2 - 3 - (1) 主要河川の流域

BASIN MAP
 GANGES, BRAHMAPUTRA (JAMUNA) & MEGNA RIVERS

各河川の勾配はジャムナ河 $1/9,000 \sim 1/18,000$, ガンジス河 $1/15,000 \sim 1/20,000$,
パドマ河 $1/25,000 \sim 1/100,000$ である。ジャムナ河とガンジス河とはさほど大きい差異
はないが、ジャムナ河の方が若干勾配が大きく、パドマ河は潮位の影響を受けた場合に極めて
緩勾配となる。感潮区間はちょうどジャムナ河とガンジス河との合流点付近までである。ジャ
ムナ河の右岸 Phulchari ~ Hurasagar 間約 220 km にわたって築造されている堤防及びそ
の計画高水勾配は $1/8,000 \sim 1/16,500$ である。

3 ジャムナ河等の流路の変せん

往時、ジャムナ河の河道は、現在 Old Brahmaputra 河と称されている河道が本川流路であ
り、ガンジス河も当時の Brahmaputra 河と合流することなくベンガル湾に直接流入していた
といわれる。

ジャムナ河が Old Brahmaputra 河の河道から現在の流路に本川河道を変えたのは 18 世紀
の末といわれているが、これと機を同じくして、ジャムナ河の右支川 Teesta 河もそれまでガ
ンジス河に合流していたものが現在の流路をとるようになったといわれている。

ジャムナ河の流路が変わった原因は明確ではないが、18 世紀後半の 1762 年の大地震の影響
によるものとか、ジャムナ河をはさんだ東西の地域において徐々にではあるが地盤の隆起・沈
降があったためとか、現在の Old Brahmaputra 河分派点付近における土砂堆積のためとか、
種々の説があって何れもはっきりとはしていないが、1787 年の大洪水を契機として流路を
変えたものらしい。何れにしても、その後約 200 年間にわたっては現在の河道を流路として
いることとなる。

なお、ジャムナ河右支川 Ghagat 河は当初 Gaibandha の南を流れ Bangali 河に流入して
いたが、1885 年の地震により Gaibandha の南で流路を消滅し、同地の東においてジャム
ナ河に流入するようになったといわれる。

2-3-2 ジャムナ河における水理調査

1 概要

水理観測は WDB (Water Development Board) 及び IWTA (Inland Waterway
Transportation Authority) によって行なわれており、ジャムナ河、ガンジス河、パドマ
河等の主要な地点における観測は比較的長い記録がある。

WDB によるこれらの河川の水位及び流量の観測結果のうち、1964 年以降のものについて
は Water Year Book としてまとめられているが、関係河川の観測所は表 2-3-(1)及び図 2-
3-(2)に示すとおりである。

表2-3(1) 主要河川観測所の位置

LOCATION OF GAUGING STATIONS
(WATER LEVEL)

BRAHMAPUTRA-JAMUNA RIVER			
Station No.	Name of Station	Latitude	Longitude
45	Nunkhawa	25°54.6'	89°46.2'
45.5	Chilmari	25°33.4'	89°43.5'
46	Kamarjani	25°25'	89°39'
46.7L	Khulabary char	25°13.8'	89°42'
46.7R	Kristomoni Char	25°13.5'	89°39'
46.9L	Bahadurabad Transit	25°09.3'	89°40.5'
46.9R	Fulcharighat	25°10.5'	89°37.5'
47	Bahadurabad	25°08.5'	89°41'
47.3L	Jognaichar	25°05.2'	89°40'
47.3R	Patilbari	25°05.3'	89°38'
48	Jagannathganj	24°40'	89°49'
49	Sirajganj	24°27'	89°43'
50	Porabari	24°09.3'	89°51.1'
50.3	Mathura (Nagarbari)	23°54.5'	89°41.6'
50.5	Alukdia char	23°50.7'	89°42.2'
50.6	Tecta	23°51.1'	89°46.5'

LOCATION OF GAUGING STATIONS
(WATER LEVEL)

GANGES RIVER			
Station No.	Name of Station	Latitude	Longitude
88	Rajshahi	24°22'	88°35.4'
89.5	Golphagar	24°06'	88°59.1'
89	Sardah	24°20'	88°43'
90	Harding Bridge	24°04.1'	89°02.3'
91	Talbaria	23°59'	89°01'
91.1	Sengram	23°52.9'	89°21.8'
91.2	Mohendrapur	23°47.9'	89°33.5'
91.7R	Urakanda	23°46'	89°42'
91.7L	Baruria (Transit)	23°47.9'	89°47.2'
91.9R	Goalundo (Transit)	23°44'	89°45.7'
92	Goalundo	23°43.6'	89°46.3'
92.3L	Kadamtali	23°44.9'	89°53.8'
92.3R	Char-Salda	23°40'	89°50'
93	Kushumhati	23°30.8'	90°11.25'
93.4L	Jashilda	23°30.9'	90°12.4'
93.4R	Charjanajat North	23°31.6'	90°8.05'
93.5L	Bhagyakul (Mawa)	23°30.5'	90°11.25'
93.5R	Bateswar	23°30.5'	90°11'
93.6L	Wari	23°30'	90°12.1'
94	Tarpasa	23°27.4'	90°15'
95	Sureswar	23°21.5'	90°24.5'

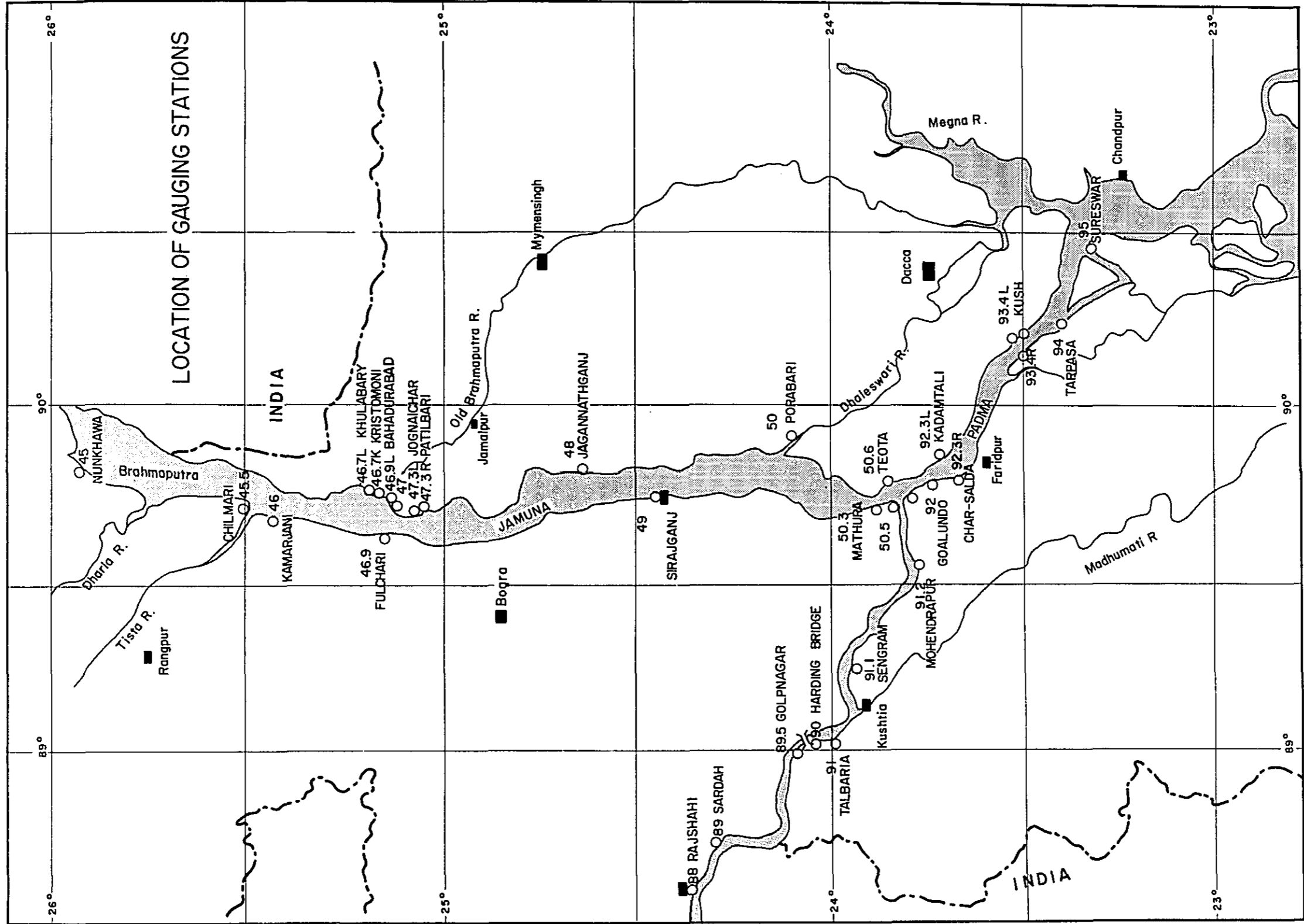


图 2-3-(2) 河川観測所位置図

2 降雨量

前述したように、ジャムナ河、ガンジス河ともに、その流域面積の大半は国外にあり、国内の流域は全体の約7.5%に過ぎないため、国内の降雨量は本川の洪水に対してはほとんど影響しないと考えられる。

しかし、国外の流域も国内と同じくモンスーン地域に位置しているため、洪水はモンスーン期間に降る雨によって生じ、これがヒマラヤの雪どけと一緒にあって、ジャムナ河及びガンジス河下流部一帯に毎年大洪水をもたらしている。

この国の年平均降雨量は北東部の Sylhet における200インチから、西部の Rajshahi の60インチまで大きな変化があるが、いづれもモンスーン期間の6月から9月に大部分の降雨が集中する。

ジャムナ河沿岸の Rangpur, Bogra, Sirajganj における月別の年平均降雨量を表2-3(2)に、また1962~1972年の年雨量の変化を Bahadurabad についてみると表2-3(3)のようになる。

なお、全国について年平均降雨量の分布を示したものが図2-3(3)である。

表2-3(2) 月別年平均降雨量

(1902~1960年の平均, 単位インチ)

	Rangpur	Bogra	Sirajganj
1	0.4	0.4	0.5
2	0.6	0.8	0.7
3	1.1	1.1	1.4
4	3.4	2.4	3.4
5	11.6	8.0	8.2
6	19.5	13.0	12.7
7	16.2	12.6	12.1
8	13.4	13.5	12.4
9	13.2	11.3	9.7
10	6.7	6.6	5.5
11	0.3	0.5	0.6
12	0.1	0.1	0.1
合計	86.5	70.3	67.3
月最大	45.7 (1949年6月)	33.5 (1941年6月)	31.1 (1941年6月)

表2-3(3) Bahadurabadにおける年別降雨量(単位インチ)

年	'62	'63	'64	'65	'66	'67	'68	'69	'70	'71	'72
降雨量	48	77	102	84	67	70	89	93	65	不能	59

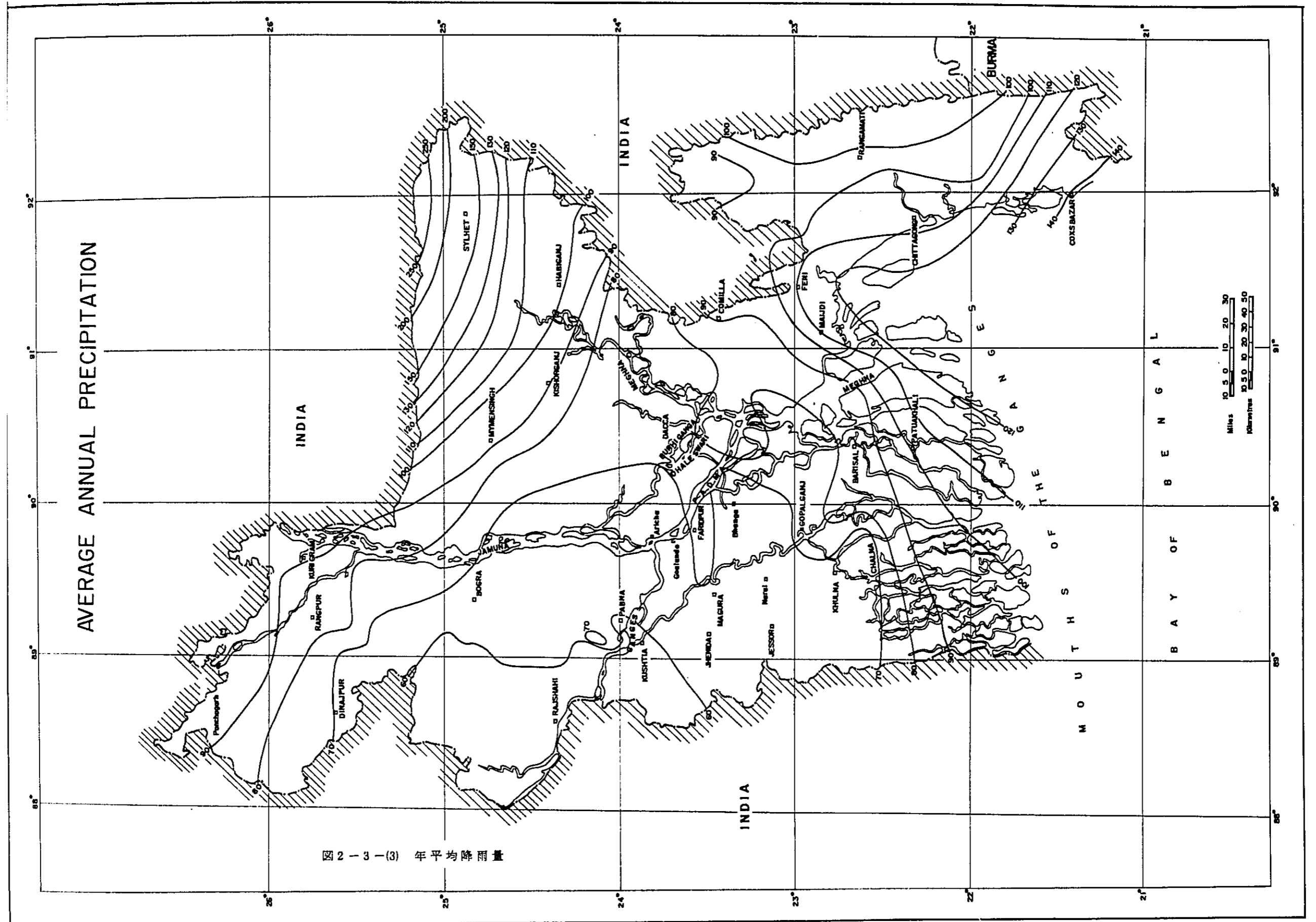


图 2-5-3) 年平均降雨量

3 水位及び流量観測記録

(1) 観測方法

水位観測のうち自記水位観測を実施しているのは感潮区間における小支派川の一部のみで、航路としての重要性のある河川について行なわれている。しかし、ここで問題としているジャムナ河、ガンジス河、パドマ河等については実施されていない。したがって定時に観測されており、午前6時から午後6時迄の間に3時間おき5回の観測値を平均したものを日平均水位としている。

流量観測については、年間を通じて1ヶ月に数回実施されており、その結果によって水位～流量曲線を補正して日平均流量が求められている。

流速の観測は流速計による2点法を使用している。しかし、その観測を船上から行なっているため、船を固定する方法に問題があること、測点の位置の決め方が不明確であること、測点間の距離の測定が困難であること等から、観測値の精度については再考する必要がある。なお、水深の測定は一般の場合には音響測深によっている。

(2) 日水位及び日流量記録

表2-3-(1)に示す観測所のうちから、基準的な地点にあるもの、架橋計画の検討に際して参考となるであろうと考えられるもの等を選んで最近3ヶ年間の記録を示したものが第4部に示してある。なお、選定した観測所の一覧表を表2-3-(4)に示す。

表2-3-(4) 水理資料収集観測所一覧

河川名	観測所名	水位観測開始年	流量観測開始年
ジャムナ	Chilmari	1957年	—年
	Bahadurabad	1949	1956
	Jagannathganj	1960	—
	Sirajganj	1930	—
	Mothura (Nagarbari)	1964	—
ガンジス	Sardah	1928	—
	Golapnagar	1963	—
	Harding Bridge	1910	1934
	Talbaria	1960	—
	Sengram	1962	—
パドマ	Goalundo	1912	—

流量記録は、ジャムナ河についてはBahadurabad, ガンジス河についてはHarding Bridgeの地点についてのみYear Bookとして整理されている。

ジャムナ河のBahadurabad, Sirajganj, Mothuraの3地点, ガンジス河のHarding Bridge地点, パドマ河のGoalundo地点について1968~1969年における日水位図, 及びBahadurabad, Harding Bridge 地点についての日流量図を図2-3-(4・5)に示す。

河川の縦断方向における最大流量の変化をジャムナ河について示したものが表2-3-(5)及び図2-3-(6)であるが、一概にはいえないけれども、上流から下流になるにしたがって流量が減少する傾向にあるようである。これはDhaleswari河等の派川への分派, 河道貯留のほか、洪水水位が堤内地盤よりも高くなる結果、溢水はんらん量が大きいためであろうと考えられる。ジャムナ河右岸には堤防が築造されてはいるが、大部分の支川の合流点は閉じられていないだけでなくバック堤もないため、本川水位の上昇による堤内地への氾らんは左岸程ではないにせよかなり大きいものと考えられる。

ジャムナ河とガンジス河との合流関係をみると、両河川の洪水のピークは一般に異なった時期に起っていることがわかる。

図 2 - 3 - (4) ジャムナ河水位

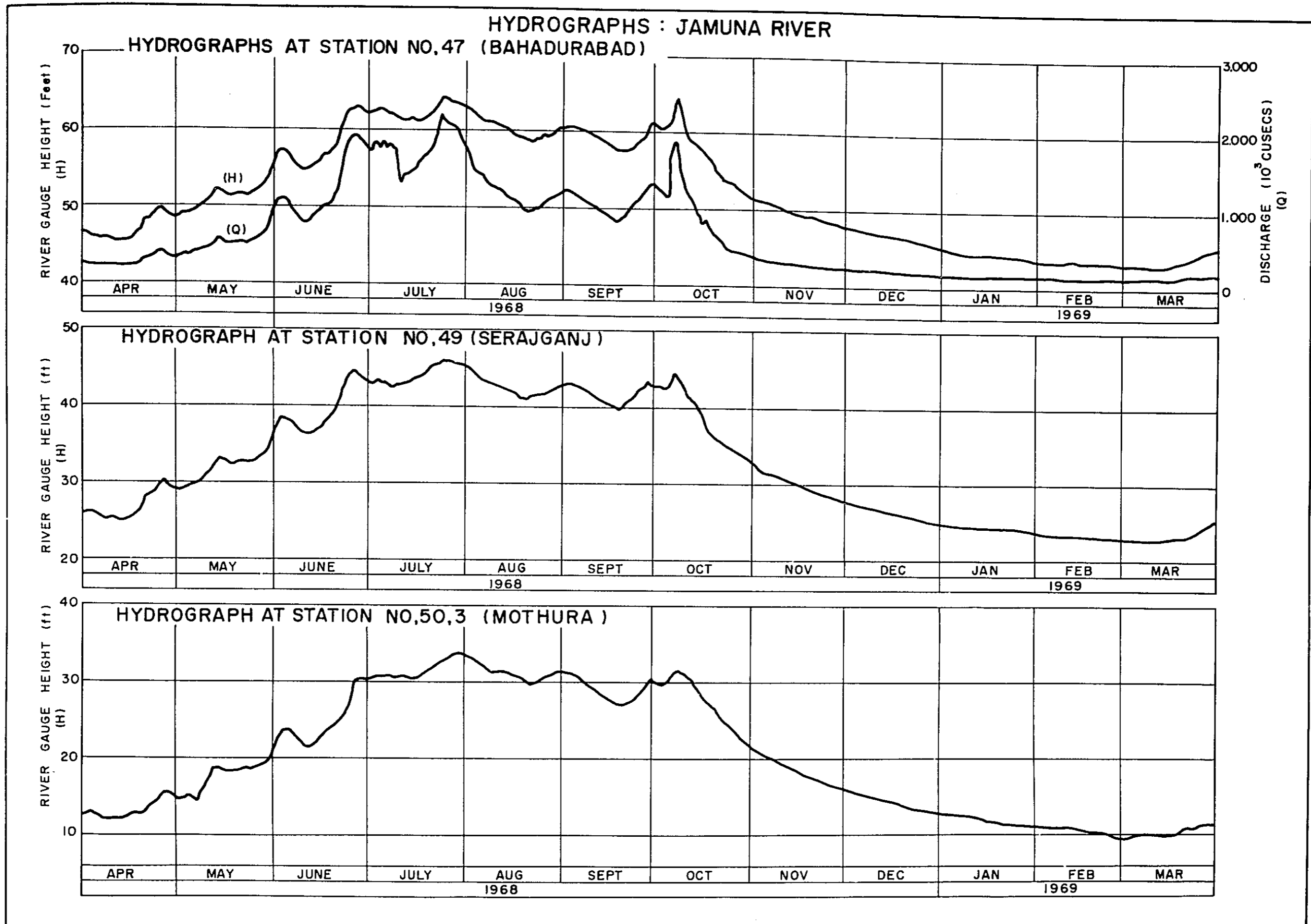


図 2 - 3 - (5) ガンジス河水位

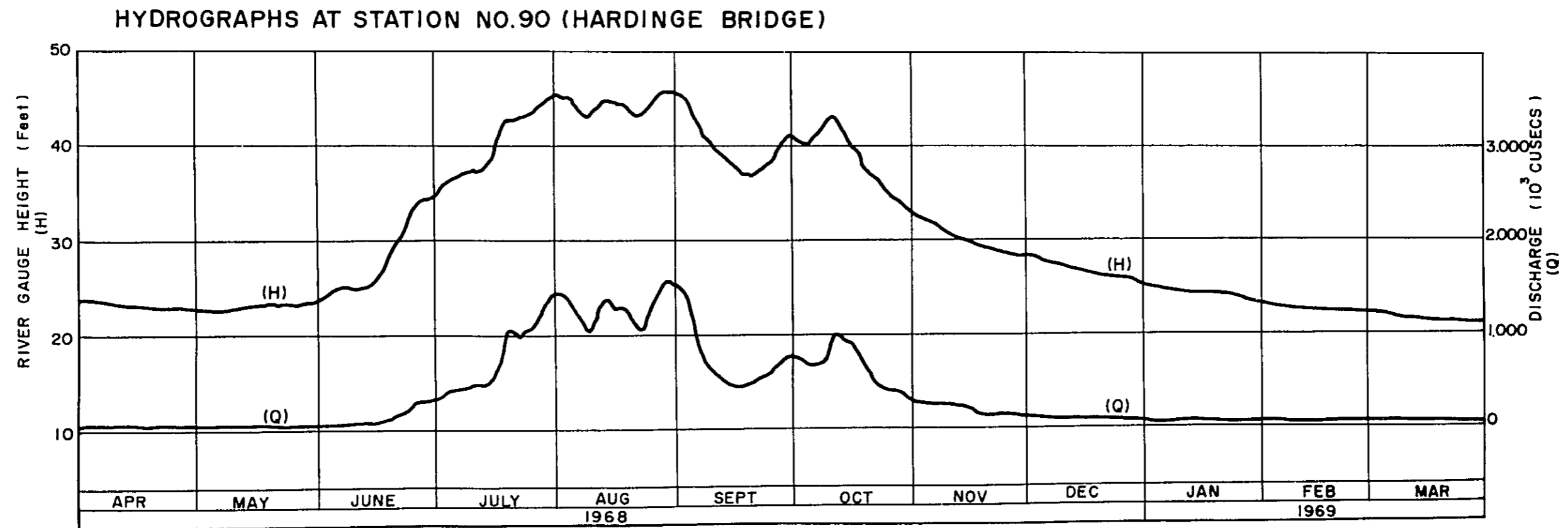
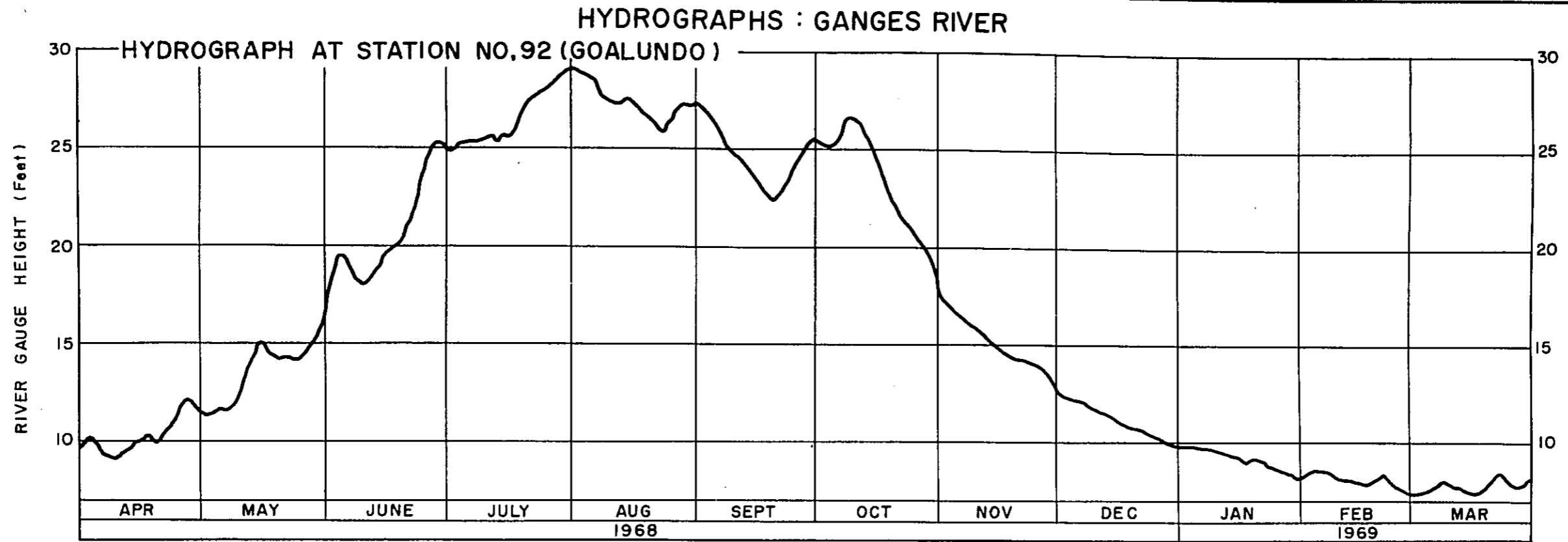
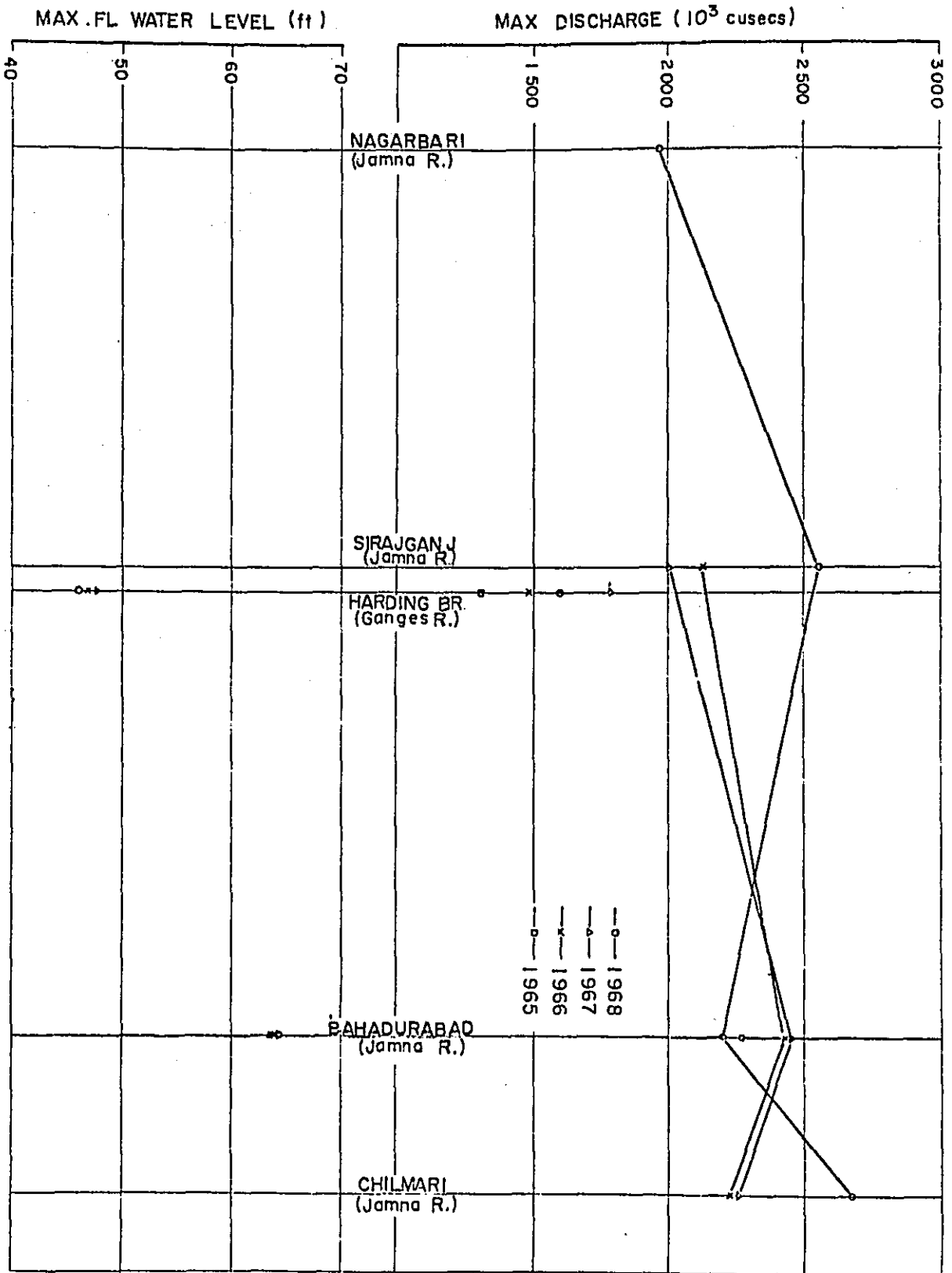


表 2 - 3 - (5) 年最大流量の縦断的变化

(単位, 水位H : PWD, 流量Q : cfs)

	Chilmari		Bahadurabad		Sirajganj		Nagarbari	
	max. H	max. Q	max. H	max. Q	max. H	max. Q	max. H	max. Q
1966		2,237,000	64.05	2,434,000		2,124,600		
1967		2,266,000	63.43	2,460,000		2,009,000		
1968		2,667,000	64.32	2,200,000		2,553,000		1,971,000

图 2-3-6 最大洪水流量与河川水位



(3) 年最大水位及び年最大流量

ジャムナ河のBahadurabad地点及びガンジス河のHarding Bridge地点について1949～1968年の20年間の年最大水位、年最大流量、年平均流量等を示したものが表2-3-6である。

これによると、ジャムナ河については既往最大流量は1958年の7,150,000 m³/S (2,519,000 cfs)であり、ガンジス河については1961年の7,350,000 m³/S (2,585,000 cfs)であって大差ない。また、年平均流量はジャムナ河について約1,900,000 m³/S、ガンジス河について約1,300,000 m³/Sであり、年間の総流出量はそれぞれ約64億m³、44億m³である。

表2-3-6) ジャムナ河及びガンジス河における年最大水位、年最大流量及び年平均流量

	ジャムナ河, Bahadurabad			ガンジス河, Harding Bridge		
	年最大水位	年最大流量	年平均流量	年最大水位	年最大流量	年平均流量
	PWD. ft	10 ³ cfs	10 ³ cfs	PWD. ft	10 ³ cfs	10 ³ cfs
1949	59.88			47.50	1,860	425
00	62.02			48.30	1,860	412
51	62.80			46.40	1,470	304
52	63.60			48.80	1,860	402
53	62.00			48.30	1,800	398
54	64.50			48.90	2,070	436
55	64.95			48.70	2,132	575
56	64.20	2,133	681	47.79	2,125	570
57	64.80	2,207	663	45.90	1,631	389
58	65.65	2,519	768	47.80	1,990	417
59	64.15	2,415	635	47.31	1,862	451
60	63.90	2,288	657	47.41	1,696	438
61	62.05	1,896	672	48.21	2,585	578
62	65.60	2,460	670	47.51	2,083	488
63	63.43	1,989	660	47.21	1,983	489
64	64.40					
65	64.00			45.01	1,300	
66	64.05	2,434		46.89	1,480	
67	63.43	2,460		40.36	1,796	
68	64.32	2,200		46.06	1,597	

4 横断方向の流速分布

ジャムナ河 Bahadurabad 地点における流量観測記録のうちから、1966年と1970年の
渇水期と洪水期の観測結果を図示したものが図2-3-(7)である。

この観測記録では、兩岸の基準点の位置が明確にされていないので、それぞれの時期にお
ける相互の位置関係は正確でないが、洪水期及び渇水期における水深と流速との関係につ
いては参考となるものである。この記録の限りでは、洪水期の水深10~13mにおいて、平均流速
が2.5~2.85 m/Sであることが示されているが、みお筋の変動も大きいことがわかる。

5 河床変動

(1) 河道横断面図及深淺図

ジャムナ河、ガンジス河、パドマ河等については、WDBによって定期的に横断測量が実
施されているようである。横断測量の実施箇所は図2-3-(8)に示すとおりで、その間隔は
約3 mile ごとでほぼ2年に1回の割合で実施されているが、何れも渇水期の11月~2月
におけるもので、洪水期間中における測量記録はない。

図2-3-(9・10)はジャムナ河の河道横断面図の一部を示したものであるが、これに
よっても河床の変動が全般的に極めて著しく、とくにみお筋の変動—主流路の移動という方
が適切かもしれない—が容易に生じている様子と、中洲の発達・消滅の状況をうかがい知る
ことができる。

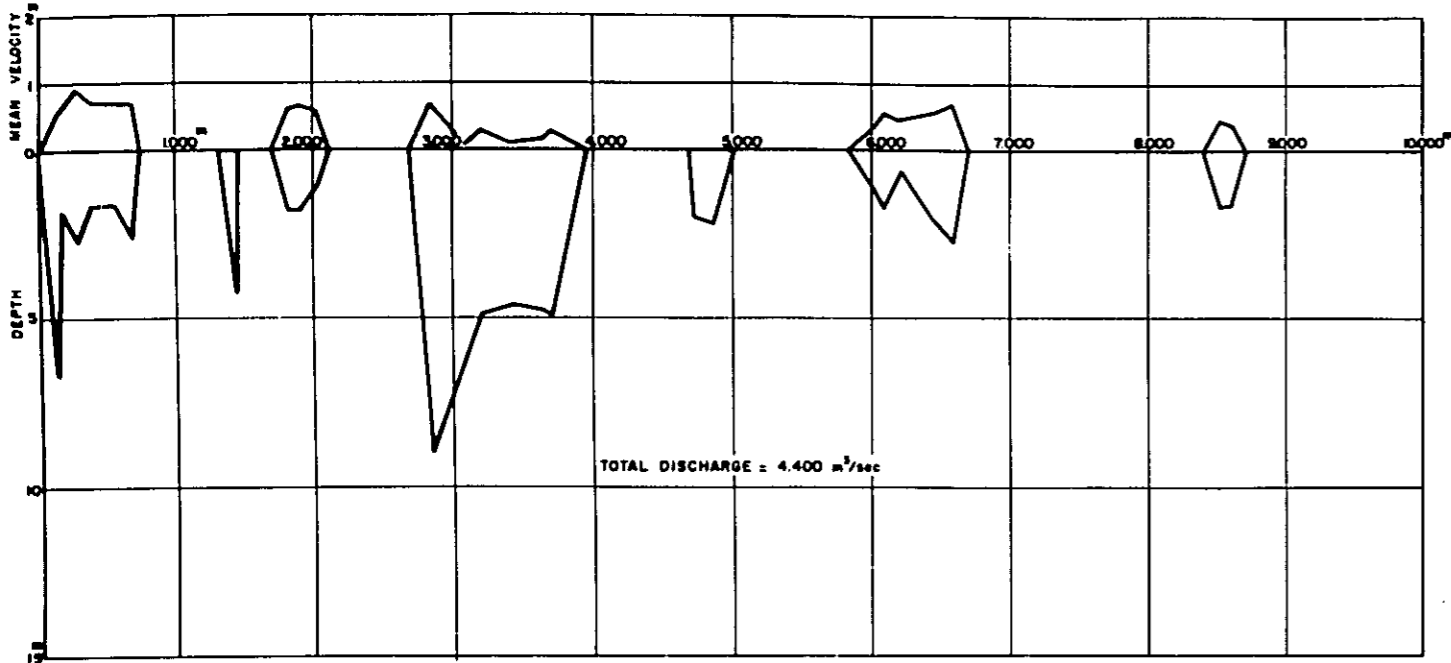
しかし、これらの横断面図の資料の限りでは、最深部における水深は洪水位から60 ft 程
度であって、パドマ河の狭さく部における場合のように150 ft 以上にも達するものは見受
けられないが、洪水期間中の状況については現在資料だけで判断することは困難である。

IWTAによって実施されているジャムナ河深淺図の一部を図2-3-(11)に示すが、本河川
独特の網目状に交錯した流路の状況を明瞭にみることができる。

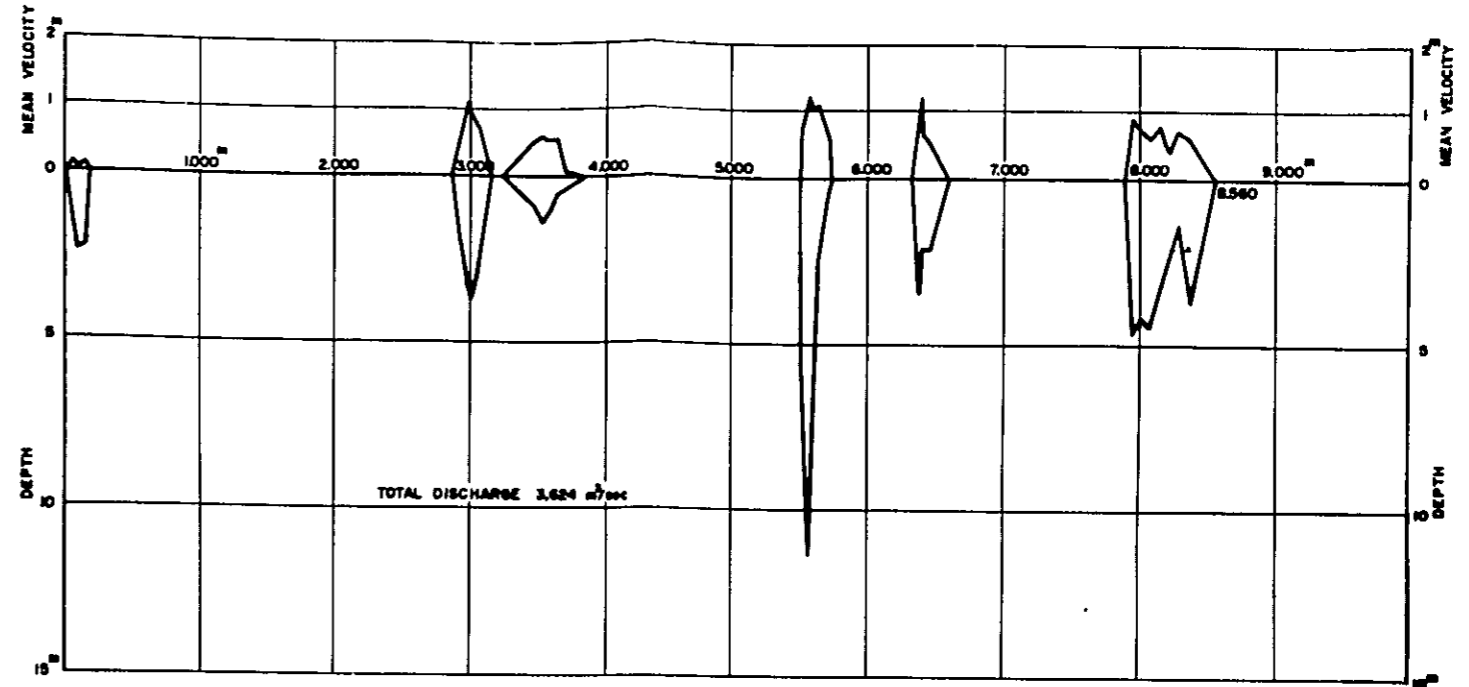
図 2-3-(7) Bahadrabad での水深と流速

WATER DEPTH & VELOCITY AT BAHADRABAD

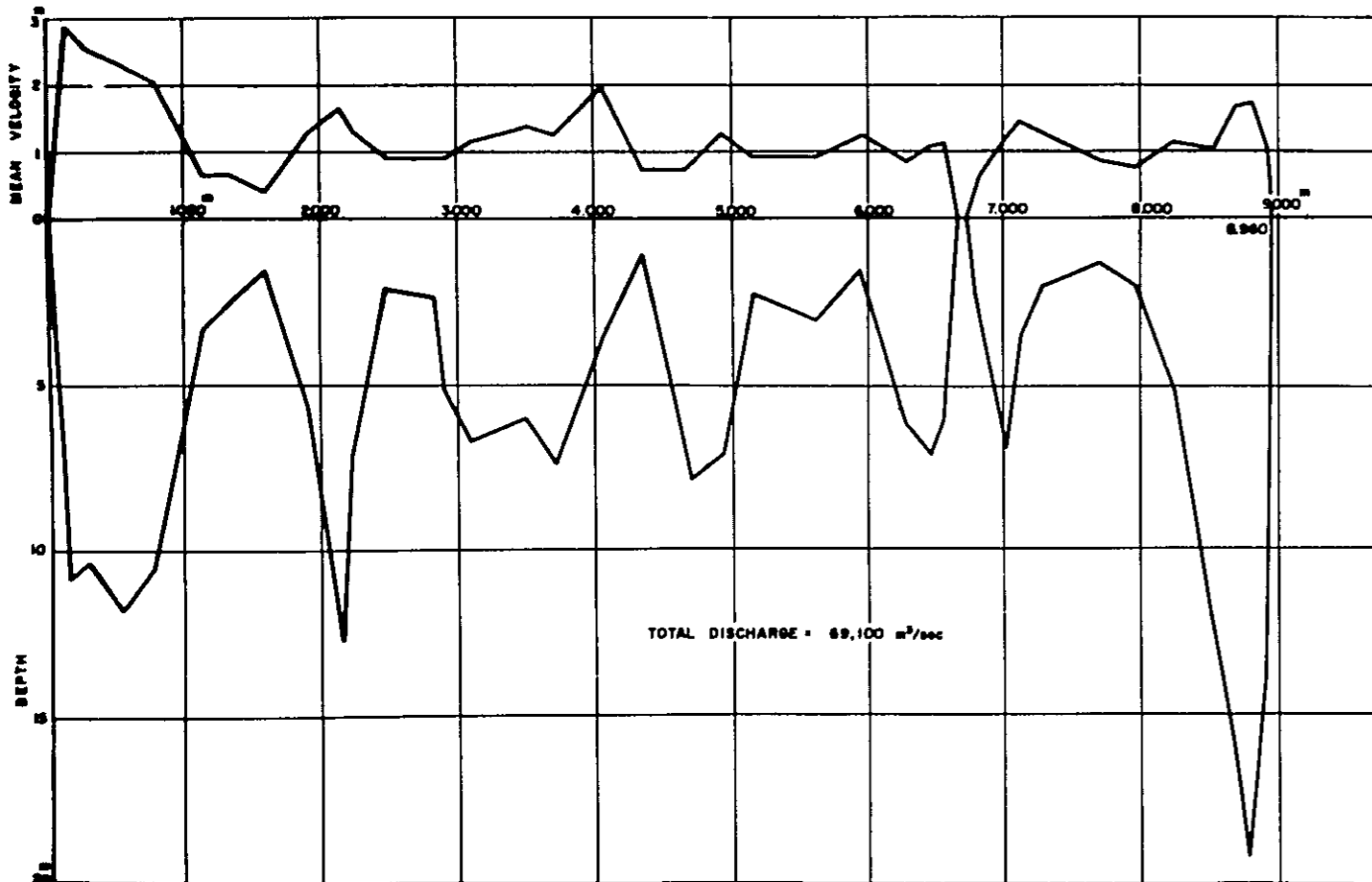
April 5, 1966



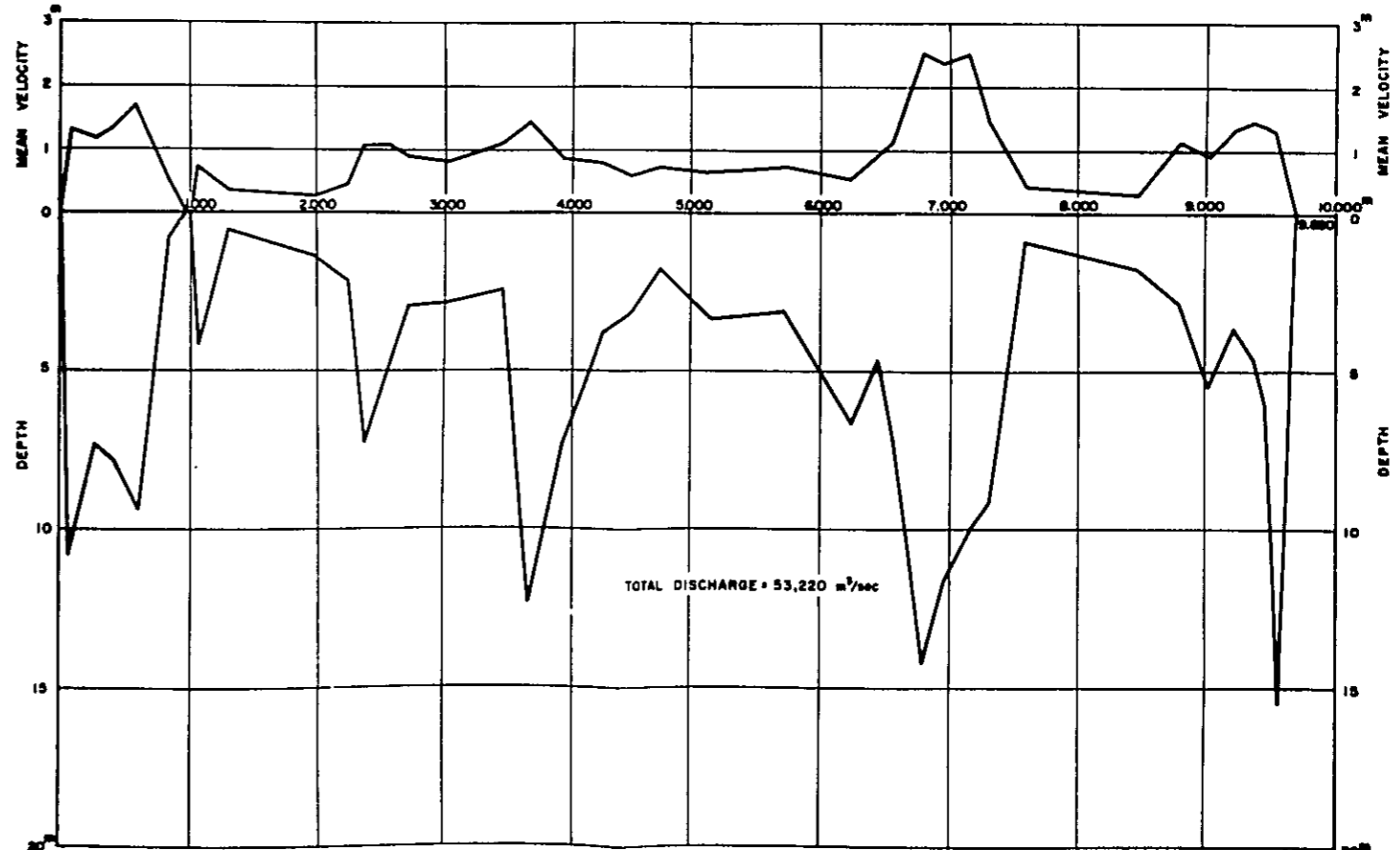
January 20, 1970

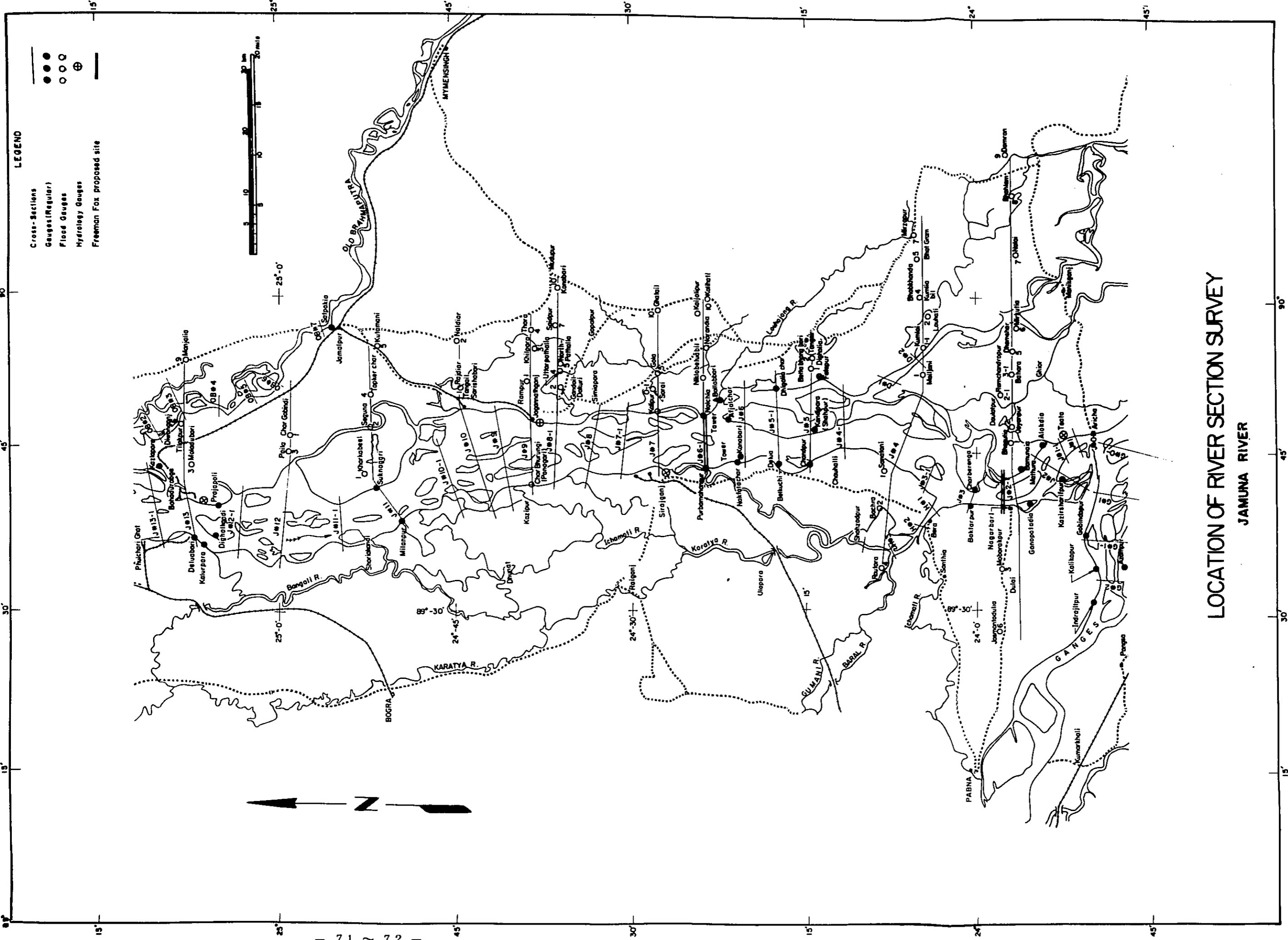


September 1, 1966



August 17, 1970

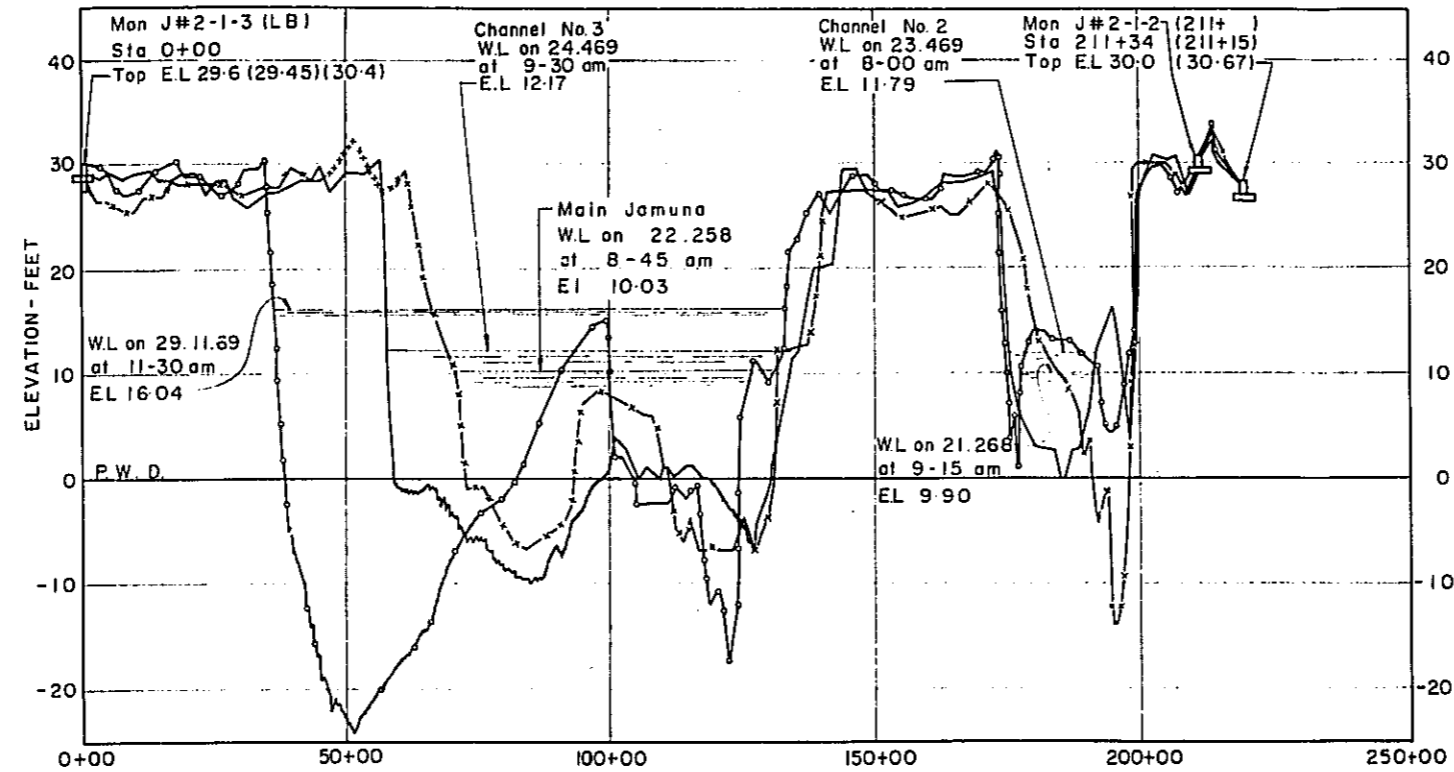




LOCATION OF RIVER SECTION SURVEY

JAMUNA RIVER

CROSS SECTION : JAMUNA RIVER - I



RANGE NO. J # 2-1
(APPROX. 15 KM UPSTREAM OF ARICHA)

LEGEND

- x-x FEB. 1968
- APR. 1969
- o-o NOV. 1969

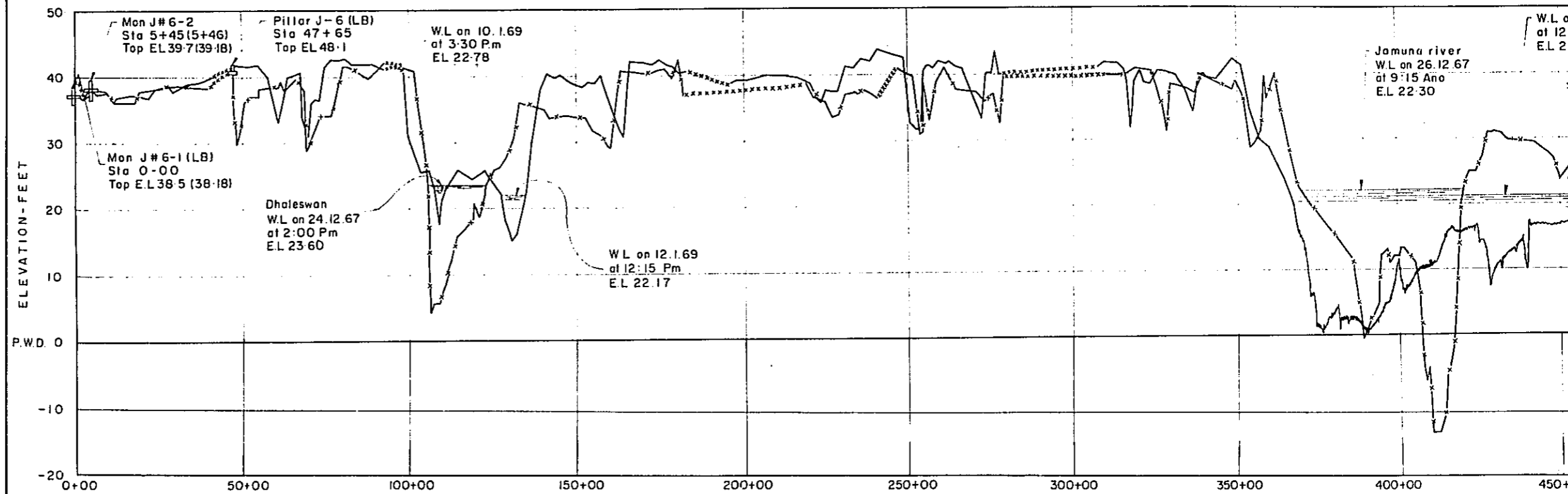
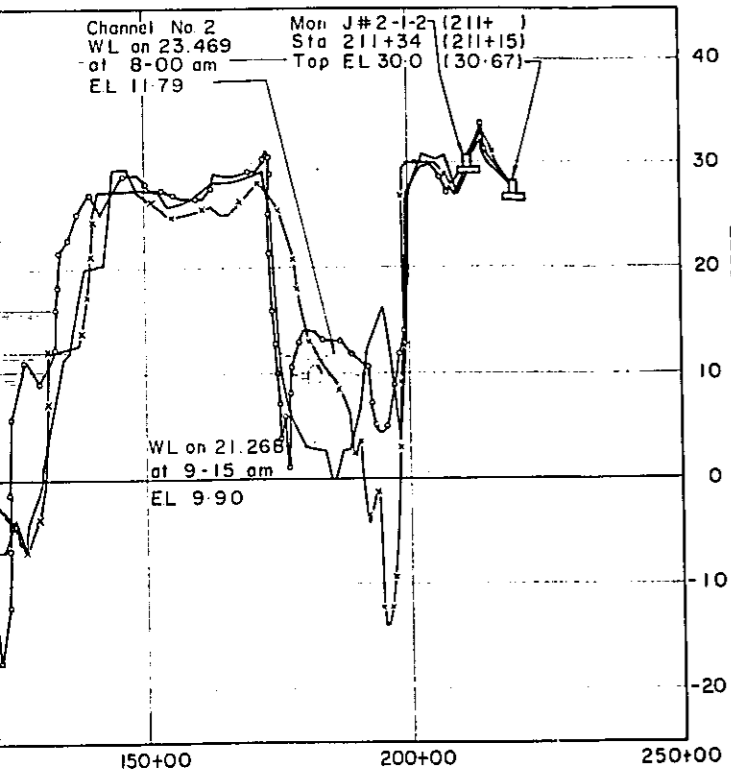


図 2-3-(9) ジャムナ河断面

CROSS SECTION : JAMUNA RIVER - I



RANGE NO. J # 2-1
(APPROX. 15 KM UPSTREAM OF ARICHA)

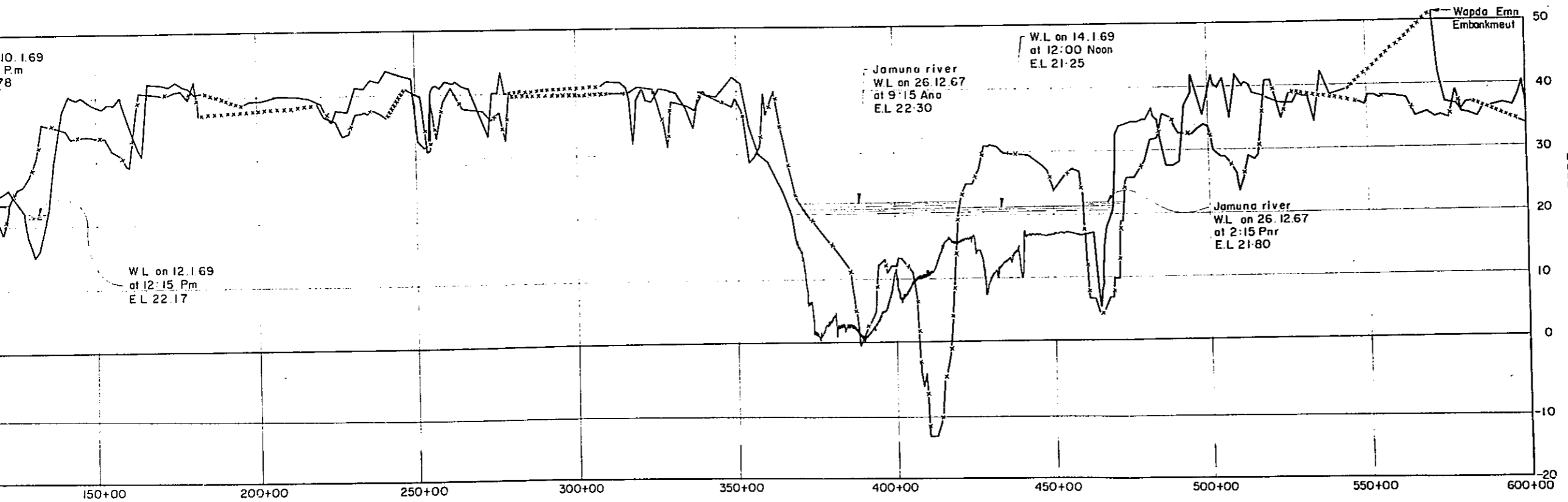
LEGEND

- x—x FEB. 1968
- APR. 1969
- o—o NOV. 1969

RANGE NO. J # 6
(APPROX. 13 KM DOWNSTREAM FROM SIRAJ GANJ)

LEGEND

- x—x DEC. 1967
- JAN. 1969
- xxxxx VILLAGES ON SECTION LINE



CROSS SECTION : JAMUNA

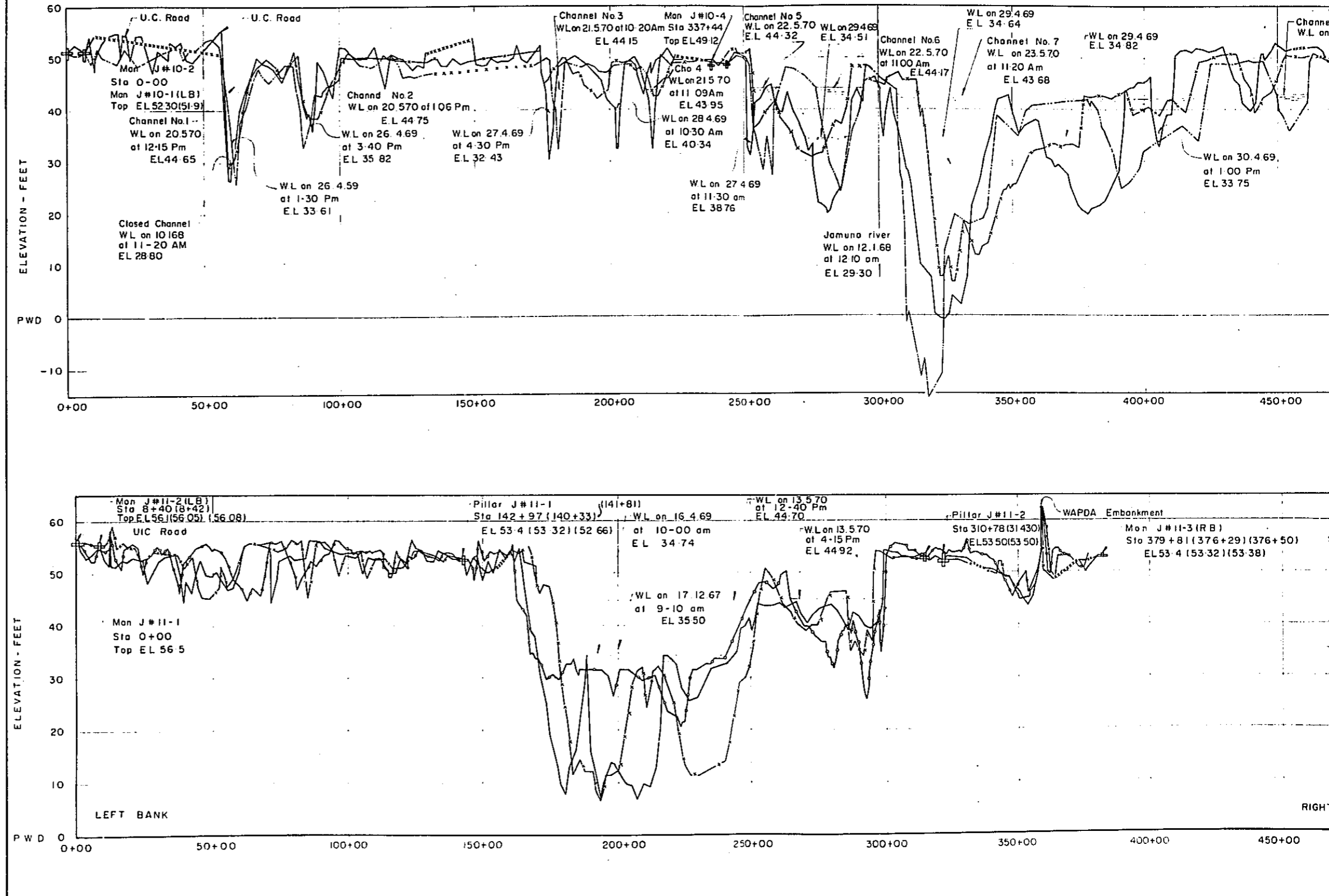
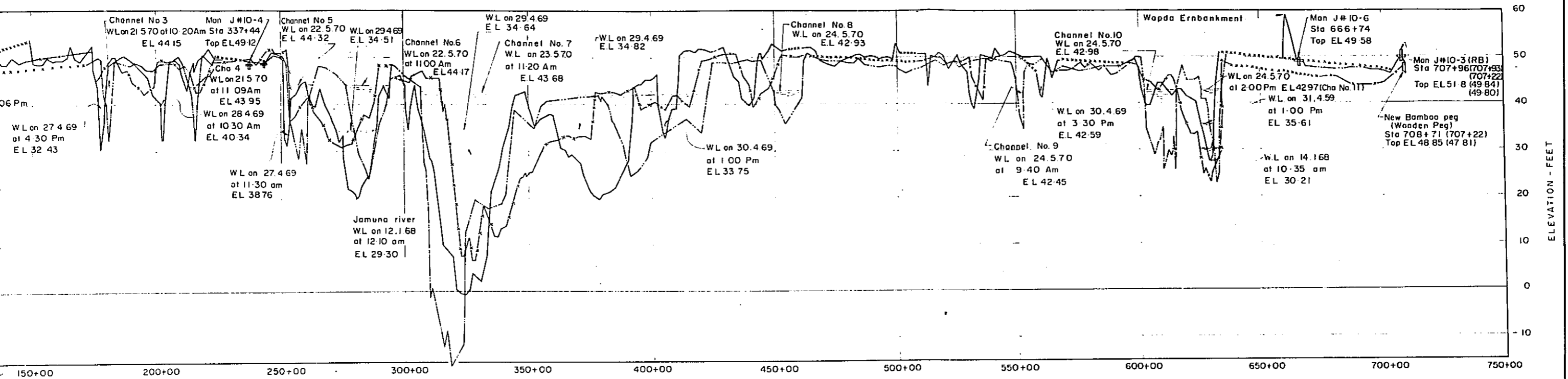
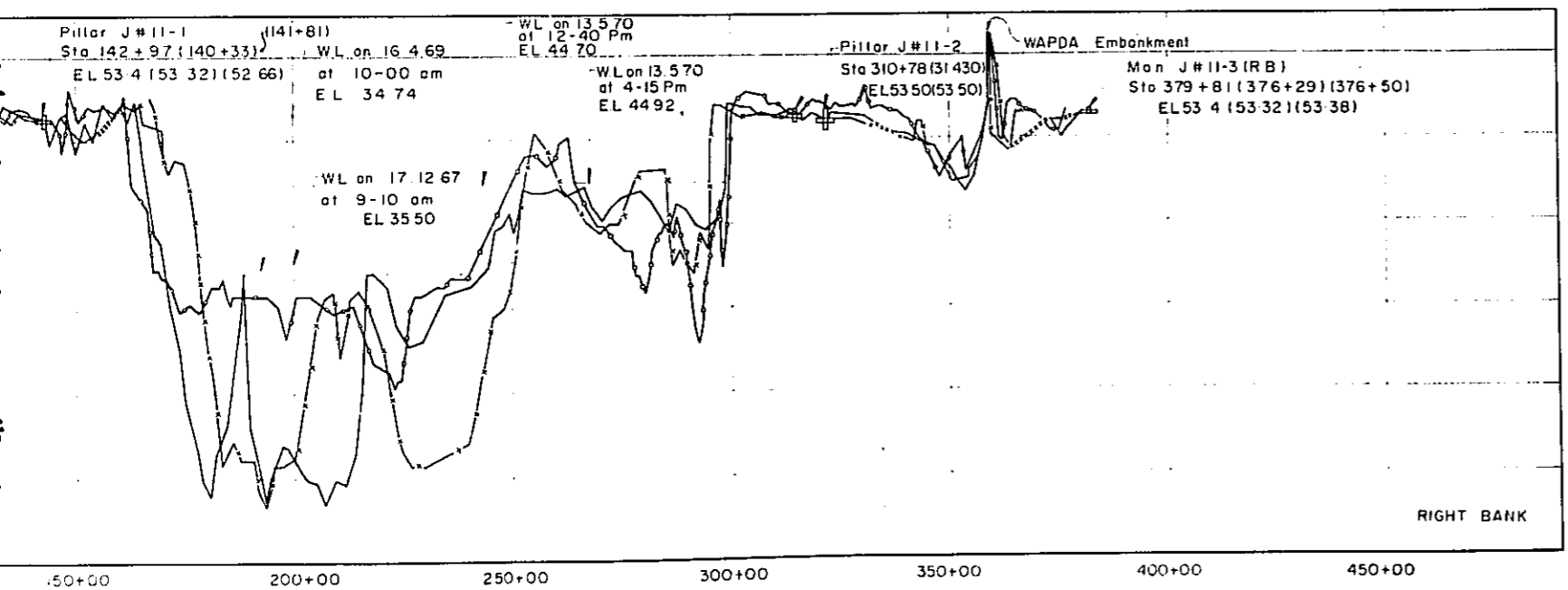


图 2-3-10

CROSS SECTION : JAMUNA RIVER - II



RANGE NO. J # 10
(NEAR SARISHABARI)



RANGE NO. J # 11
(APPROX. 3 KM DOWNSTREAM FROM GABARGAON)

LEGEND
 x—x JAN. 1968
 — APR. 1969
 - - - MAY. 1970

LEGEND
 x—x DEC. 1967
 — APR. 1969
 o—o MAY. 1970

図 2-3-(1) ジャムナ河深浅図 (1970年6月)

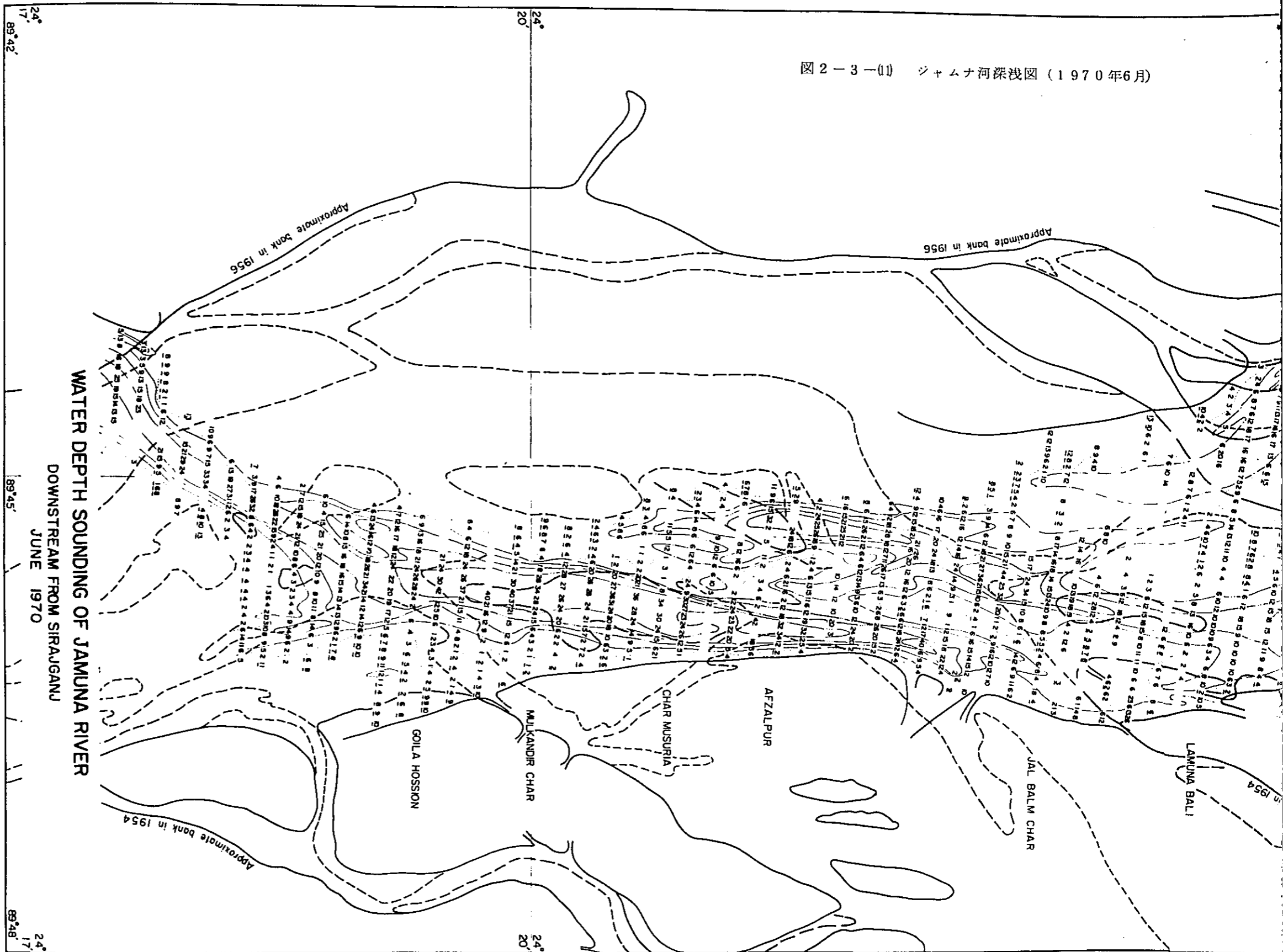
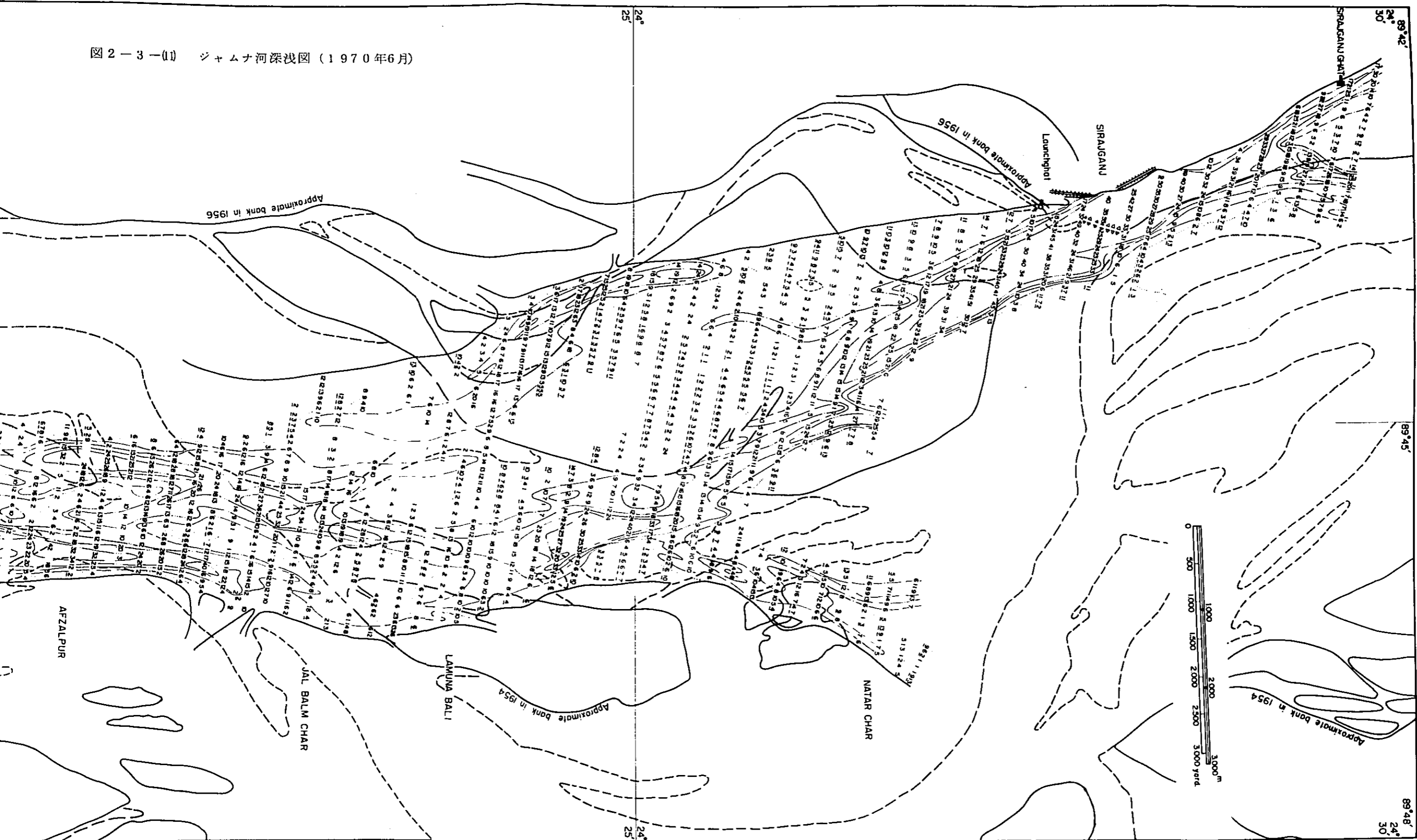


図 2-3-(11) ジャムナ河深浅図 (1970年6月)



(2) 河道変せん図

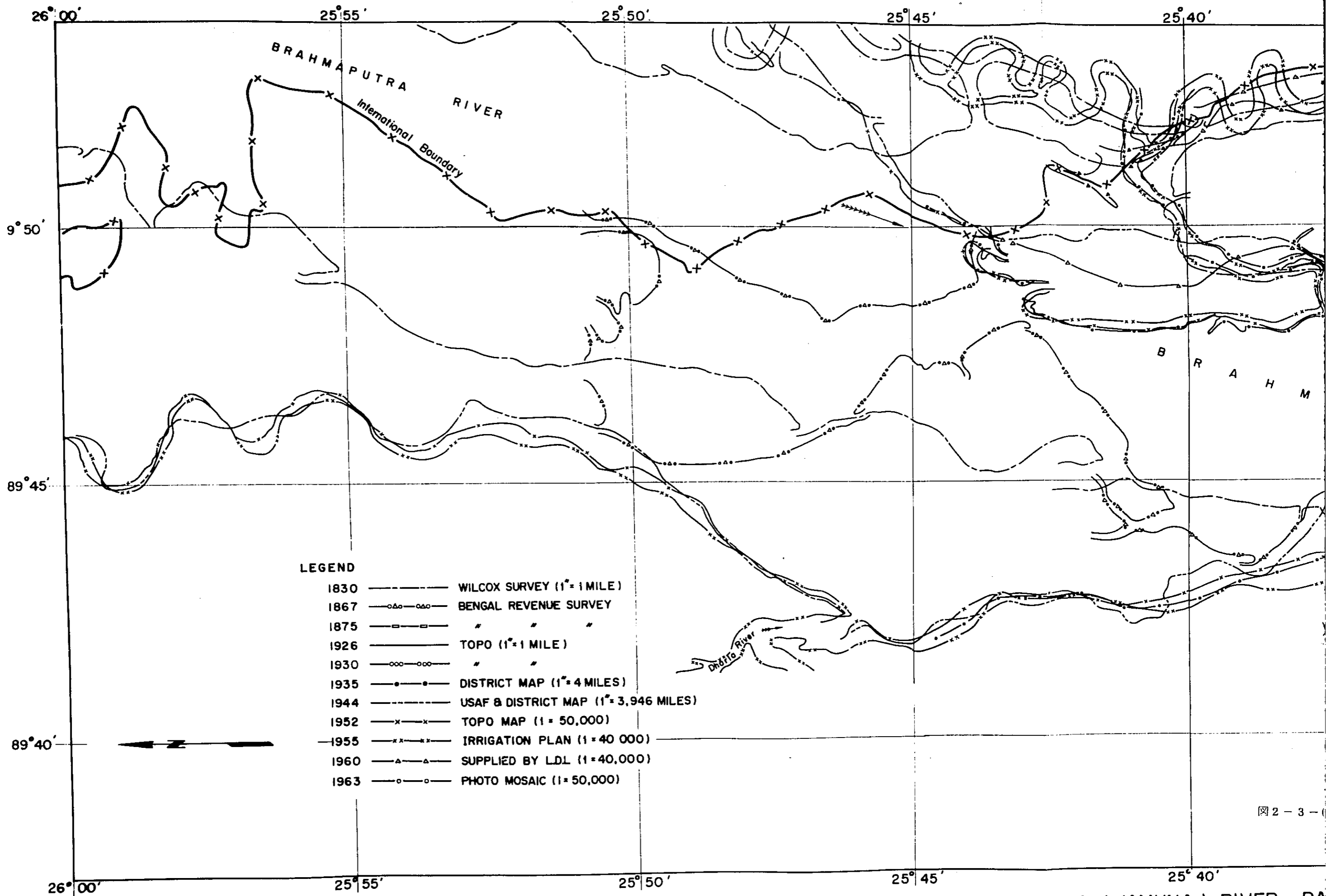
ジャムナ河の河道変せんの検討についてはIWTAが長年にわたって調査し作成した河道変せん図が有益である。この資料は1830年当時の河道をはじめとしてかなり古い記録が含まれており、ジャムナ河の河道変化の激しさを物語っているが図-2-3-1(2)にそれを示す。

前述したように、ジャムナ河の河岸は全般的には高さ数メートルの切り立ったガケの形状をなしているものが多いが、凸岸部の区間には砂洲が発達して河岸線が明確でない場所もある。したがって、河道変せん図に示されている河岸線についてはかなり慎重な検討が必要であり、そのためには航空写真、地形図、横断図、深淺図等との照合あるいは現地踏査を必要とするであろう。

それはともかくとして、ジャムナ河の河道の変化はまさに激しいものといえようが、これはヘリコプターによる河道観察の際に本川河道の周辺に無数に散見された三日月湖及びそればかりでなく非常に新らしいものと思われる河道跡等によってもその実態をうかがい知ったものである。

資料によって知られる河岸変化だけでなく、河道内の中洲の消長も極めて大きいことが横断図等の資料からみられたが、ジャムナ河の河道は兩岸の河岸線を年ごとに大きく変えながら、しかもその河道の中で主流路までも年ごとに移動させて、複雑に交錯した流路を形成しているといえよう。

しかし、これらの資料の検討結果及び現地観察による結果、このような複雑な河道ではありながら、なお河道安定という見地からみたとき、いくつかの特徴的な区間を見出すことができるが、これについては後述にゆづることとする。



LEGEND

1830	-----	WILCOX SURVEY (1" = 1 MILE)
1867	-o-o-o-	BENGAL REVENUE SURVEY
1875	-□-□-	" " "
1926	-----	TOPO (1" = 1 MILE)
1930	-o-o-o-	" " "
1935	-●-●-	DISTRICT MAP (1" = 4 MILES)
1944	-----	USAF & DISTRICT MAP (1" = 3,946 MILES)
1952	-x-x-	TOPO MAP (1" = 50,000)
1955	-x-x-	IRRIGATION PLAN (1" = 40,000)
1960	-△-△-	SUPPLIED BY LDL (1" = 40,000)
1963	-o-o-	PHOTO MOSAIC (1" = 50,000)

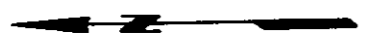


图 2 - 3 - ()

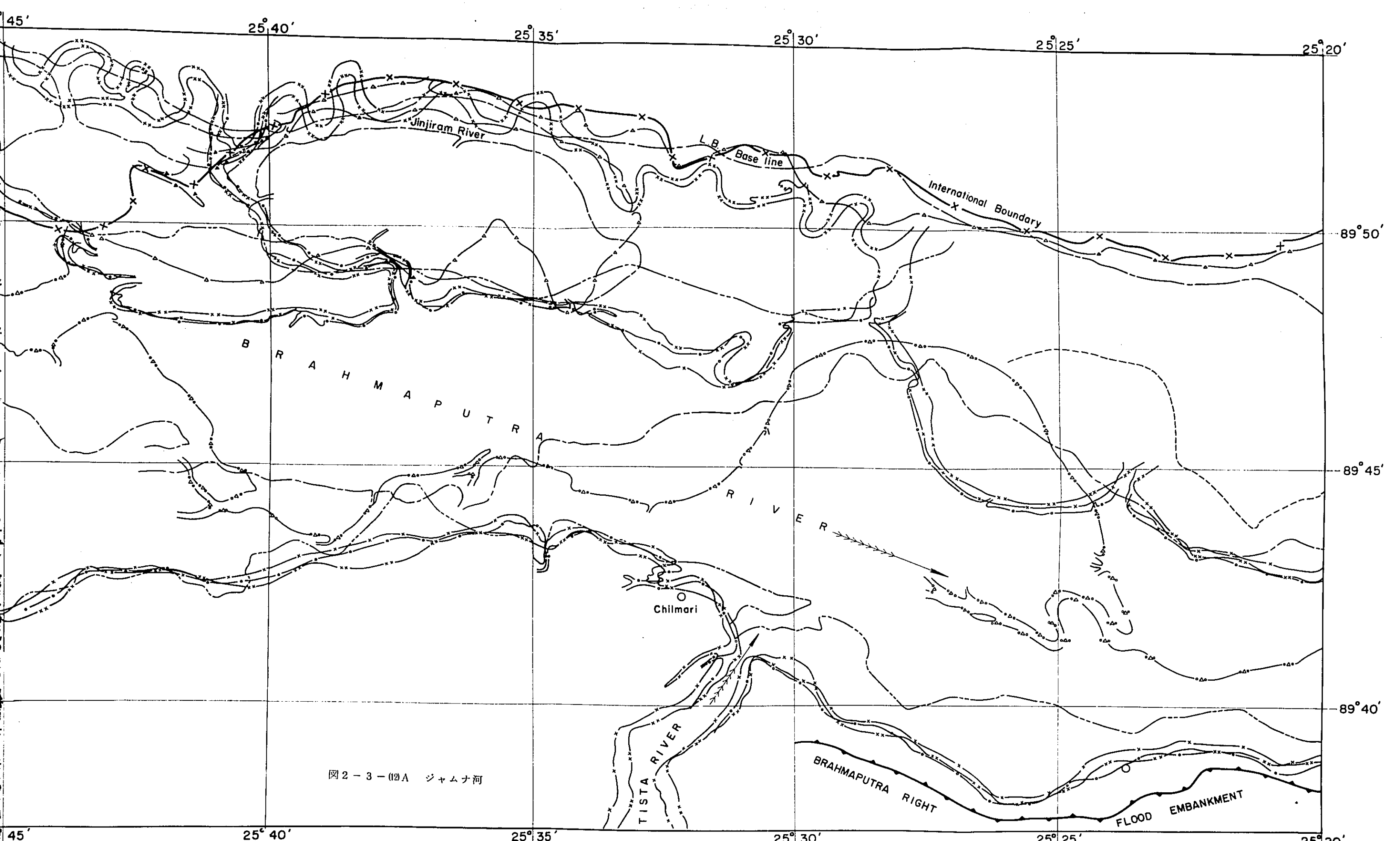
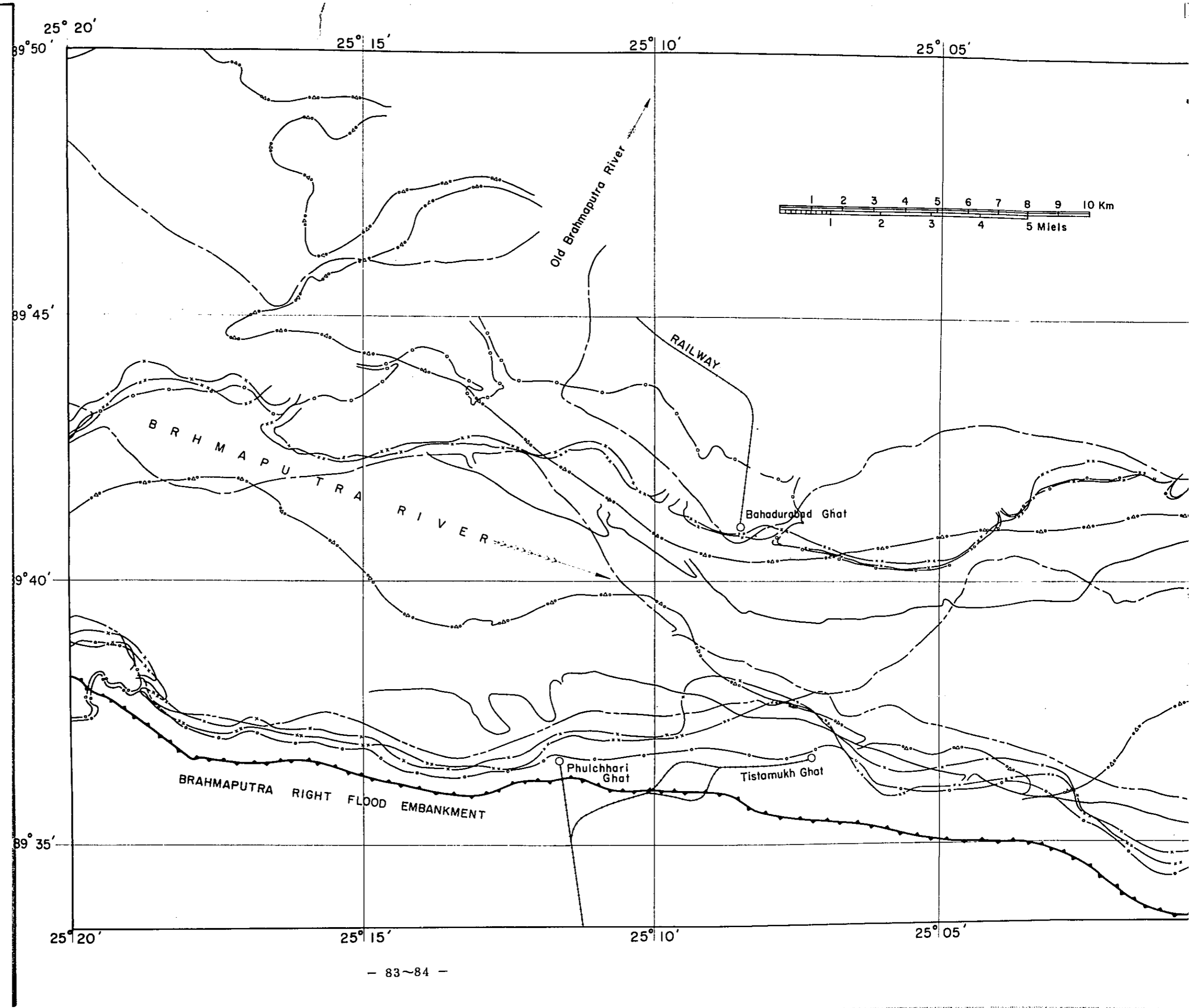


図 2 - 3 - (12) A ジャムナ河

BRAHMAPUTRA (JAMUNA) RIVER BANKLINES



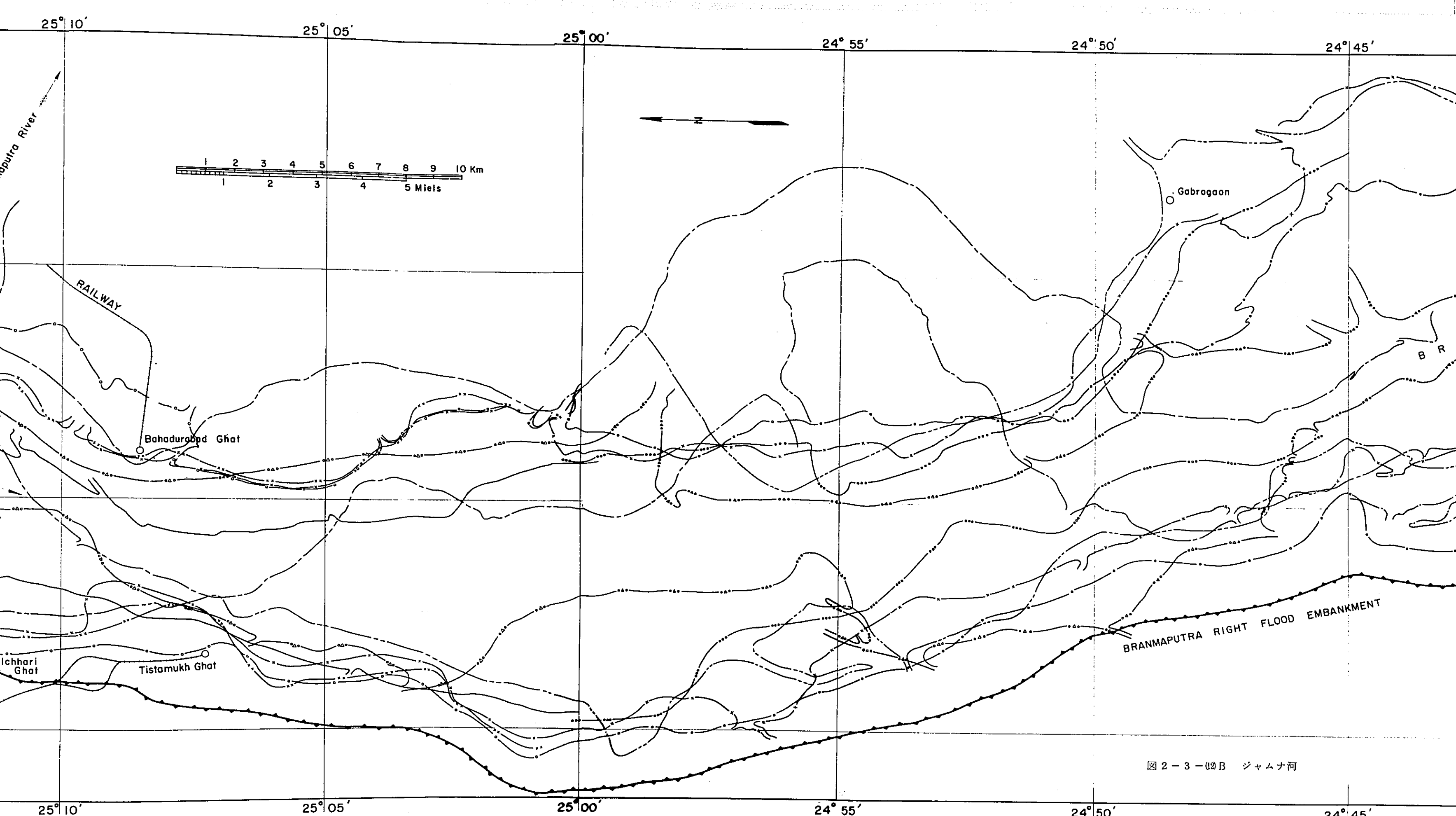
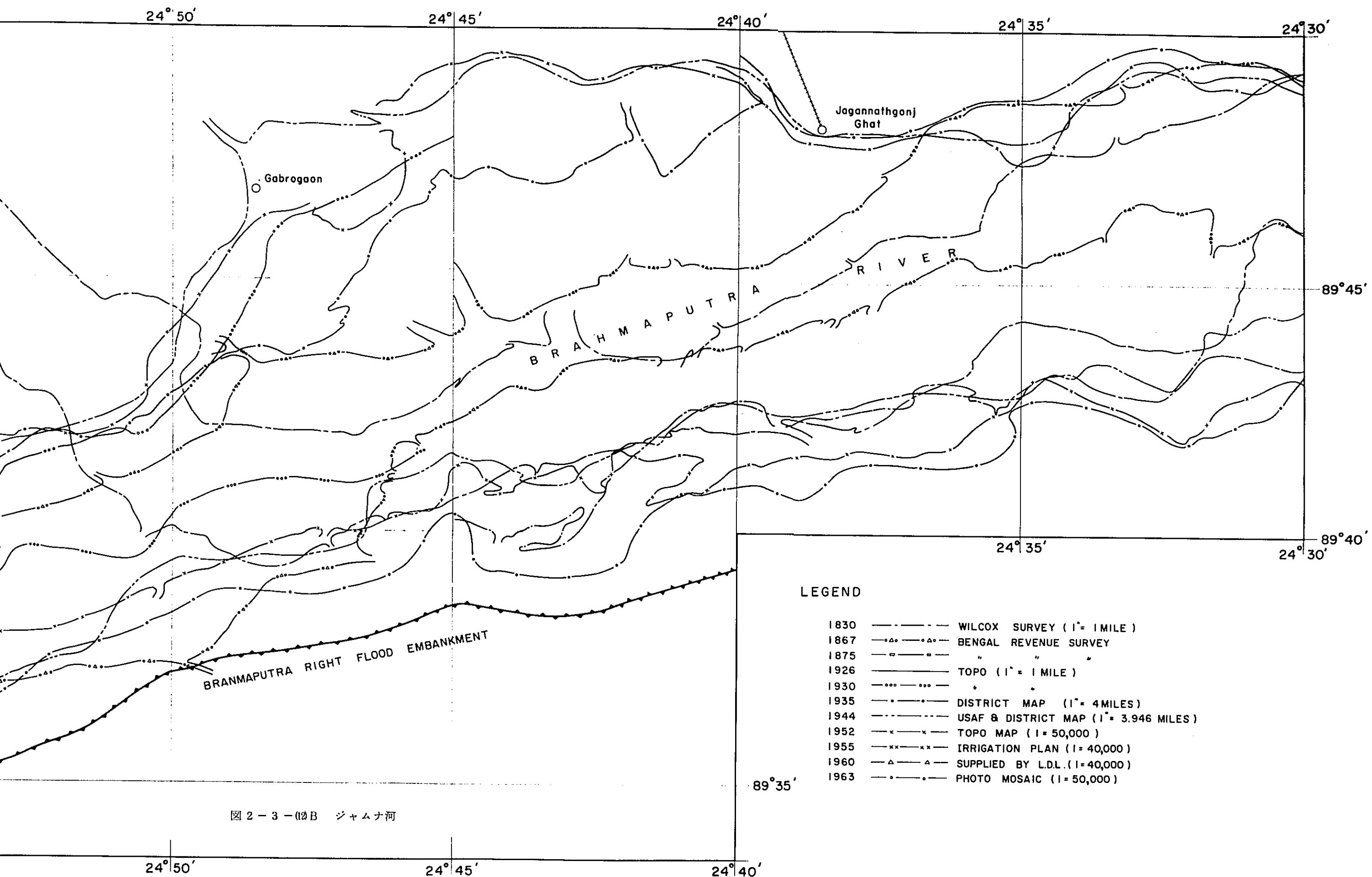


図 2-3-(12)B ジャムナ河

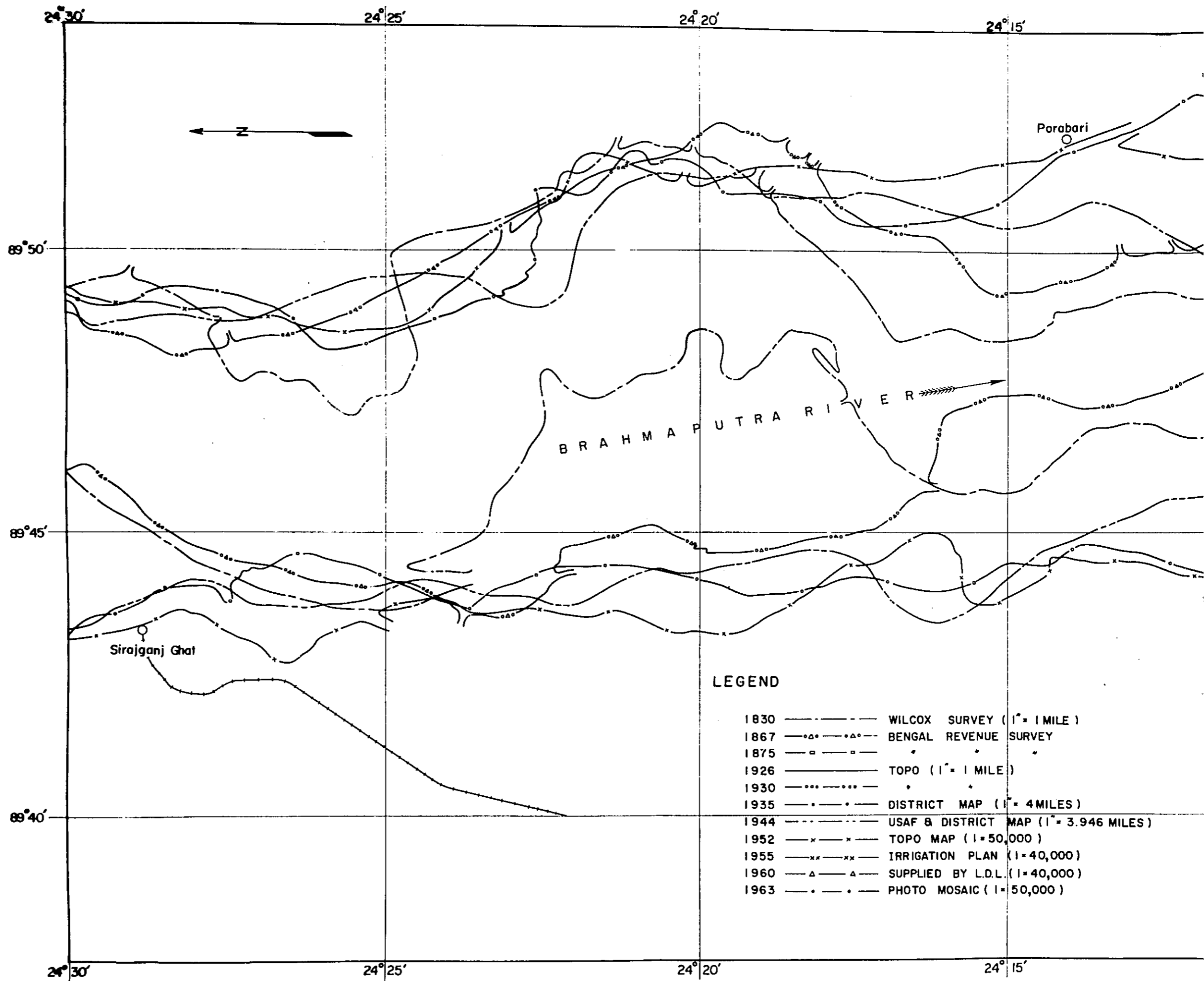
BRAHMAPUTRA (JAMUNA) RIVER BANKLINES



LEGEND

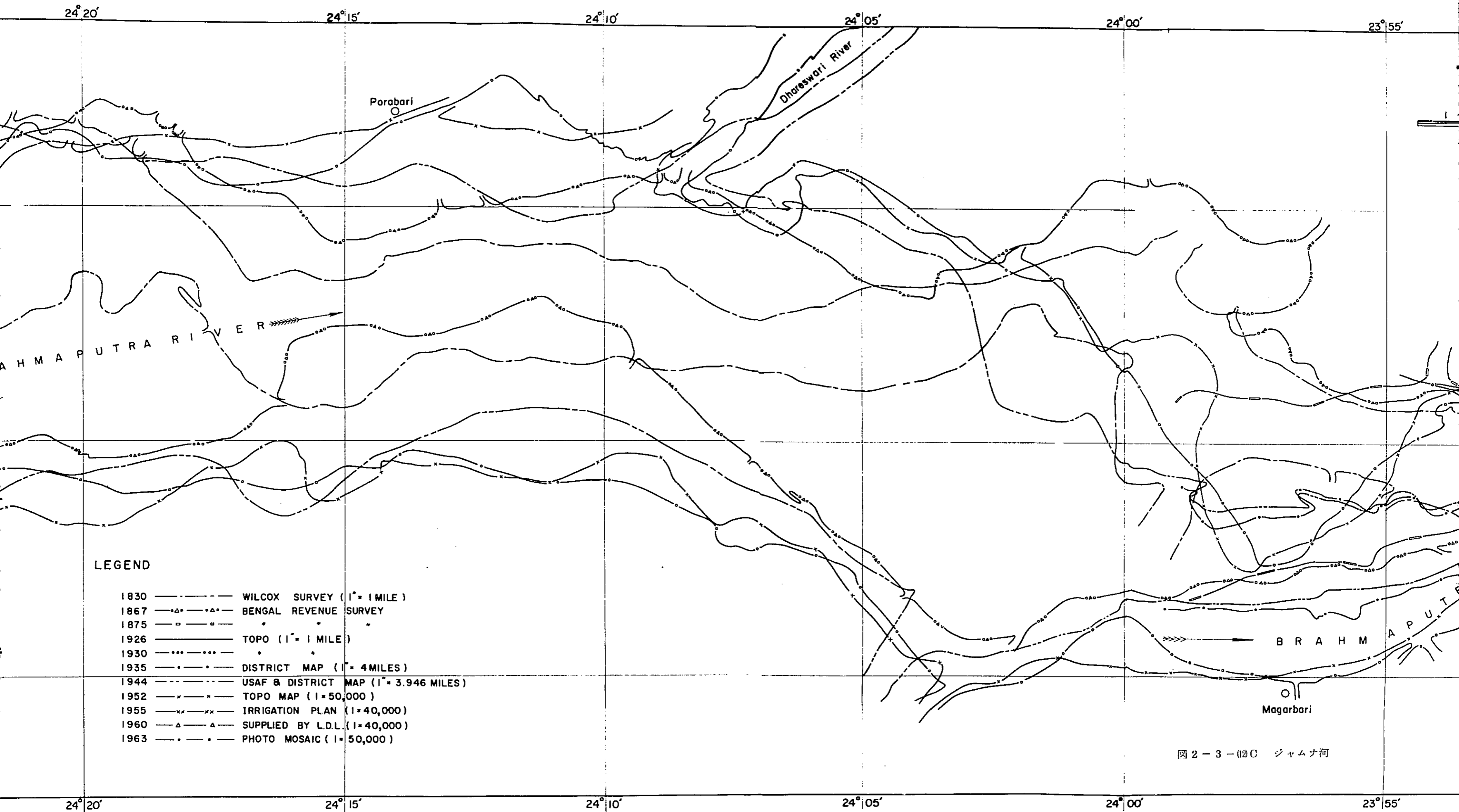
- 1830 --- WILCOX SURVEY (1" = 1 MILE)
- 1867 -o-o- BENGAL REVENUE SURVEY
- 1875 -x-x- " " "
- 1926 ——— TOPO (1" = 1 MILE)
- 1930 -...- " " "
- 1935 -•-•- DISTRICT MAP (1" = 4 MILES)
- 1944 -x-x-x- USAF & DISTRICT MAP (1" = 3.946 MILES)
- 1952 -x-x-x- TOPO MAP (1 = 50,000)
- 1955 -xx-xx- IRRIGATION PLAN (1 = 40,000)
- 1960 -△-△- SUPPLIED BY L.D.L. (1 = 40,000)
- 1963 -•-•- PHOTO MOSAIC (1 = 50,000)

図 2-3-(12)B ジャムナ河



LEGEND

- 1830 ----- WILCOX SURVEY (1" = 1 MILE)
- 1867 -o-o- BENGAL REVENUE SURVEY
- 1875 -x-x- " " " "
- 1926 ----- TOPO (1" = 1 MILE)
- 1930 -...- " " " "
- 1935 -o-o- DISTRICT MAP (1" = 4 MILES)
- 1944 -x-x- USAF & DISTRICT MAP (1" = 3.946 MILES)
- 1952 -x-x- TOPO MAP (1 = 50,000)
- 1955 -x-x- IRRIGATION PLAN (1 = 40,000)
- 1960 -Δ-Δ- SUPPLIED BY L.D.L. (1 = 40,000)
- 1963 -o-o- PHOTO MOSAIC (1 = 50,000)



BRAHMAPUTRA (JAMUNA) RIVER BANKLINES

図 2-3-(12)C ジャムナ河

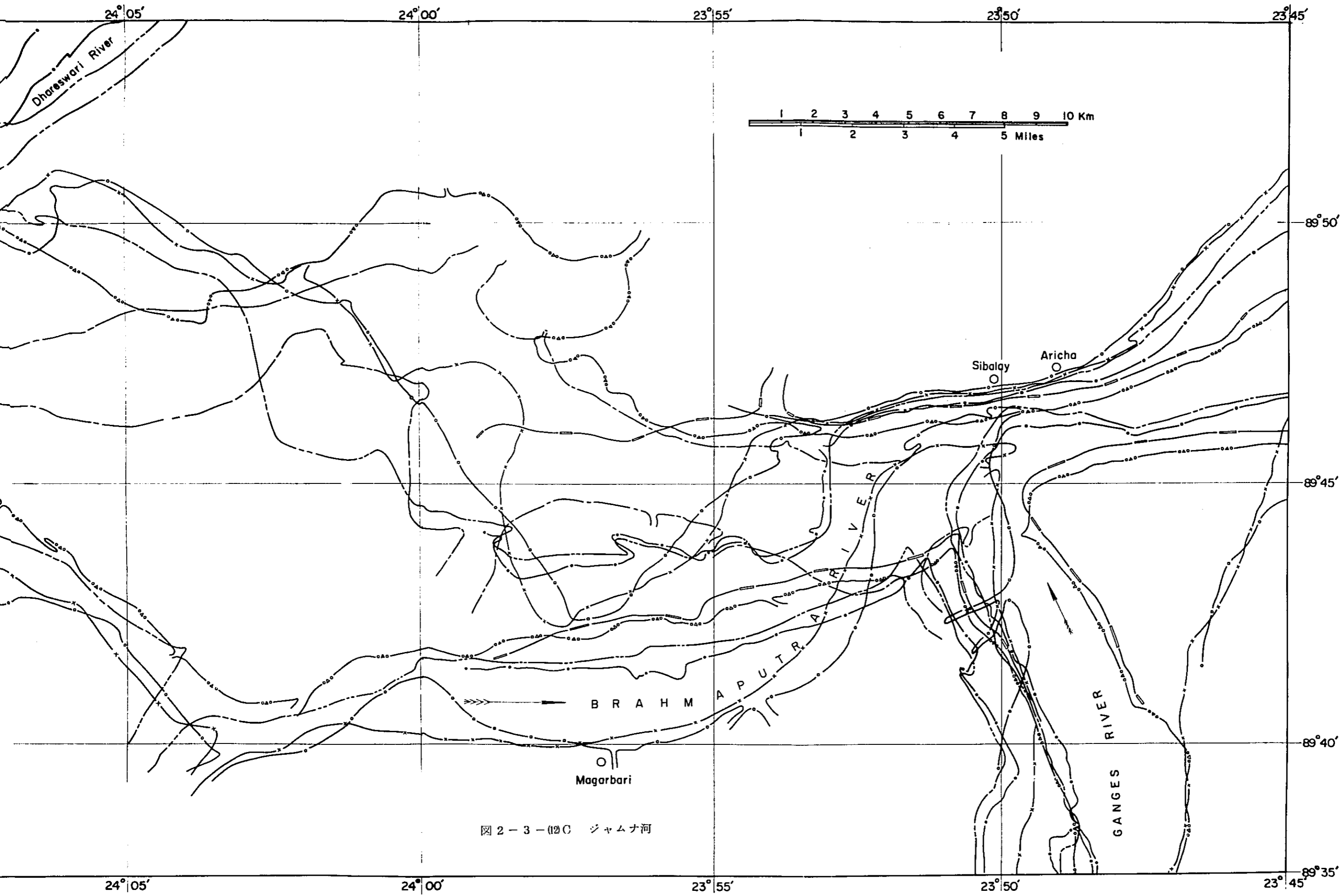


図 2-3-(12)C ジャムナ河

ANGLINES

6 河床材料

河床材料に関する調査は、流水によって運搬される流送土砂量の検討、河床変動や洗掘量の検討に対して必要となる。

ジャムナ河においては、WDBによって主要地点について掃流及び浮流砂量の観測が実施されているが、そのうちからSirjganj及びNagarbari地点における掃流砂のふるい分け曲線を図2-3-13に示す。これによると粒度は0.02～0.5mmの範囲に分布し、平均粒径はおおむね0.1～0.2mmである。

Nagarbari地点における浮流砂の観測結果の1例を表2-3-7に示すが、これによると浮流砂濃度のもっとも大きいもので約250ppmを示している。表2-3-8はNagarbari, Sirajganj他2地点に於る浮流砂記録である。

GRADATION CURVES OF BED MATERIALS

RIVER: - JAMUNA

STATION: - NAGARBARI

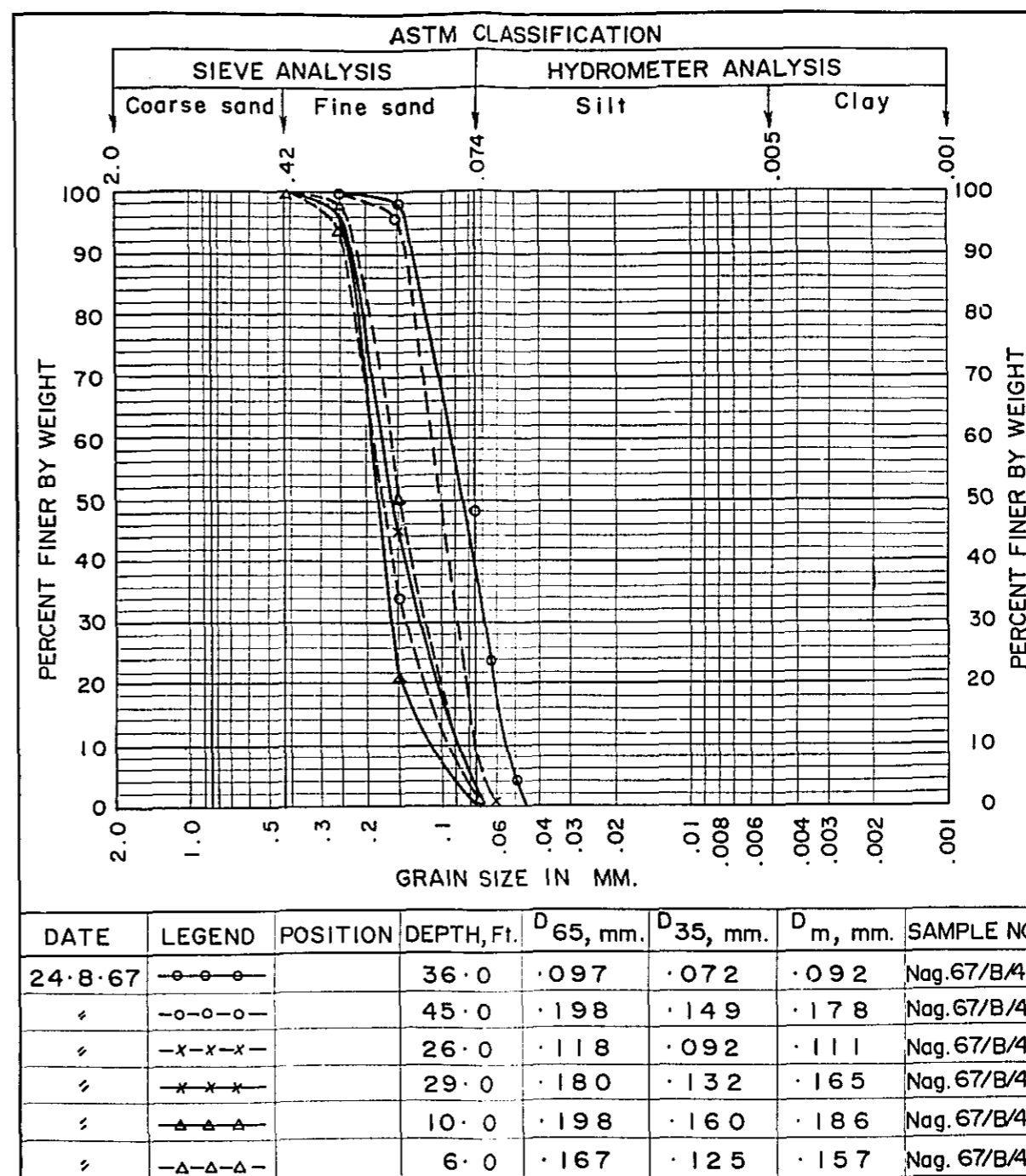
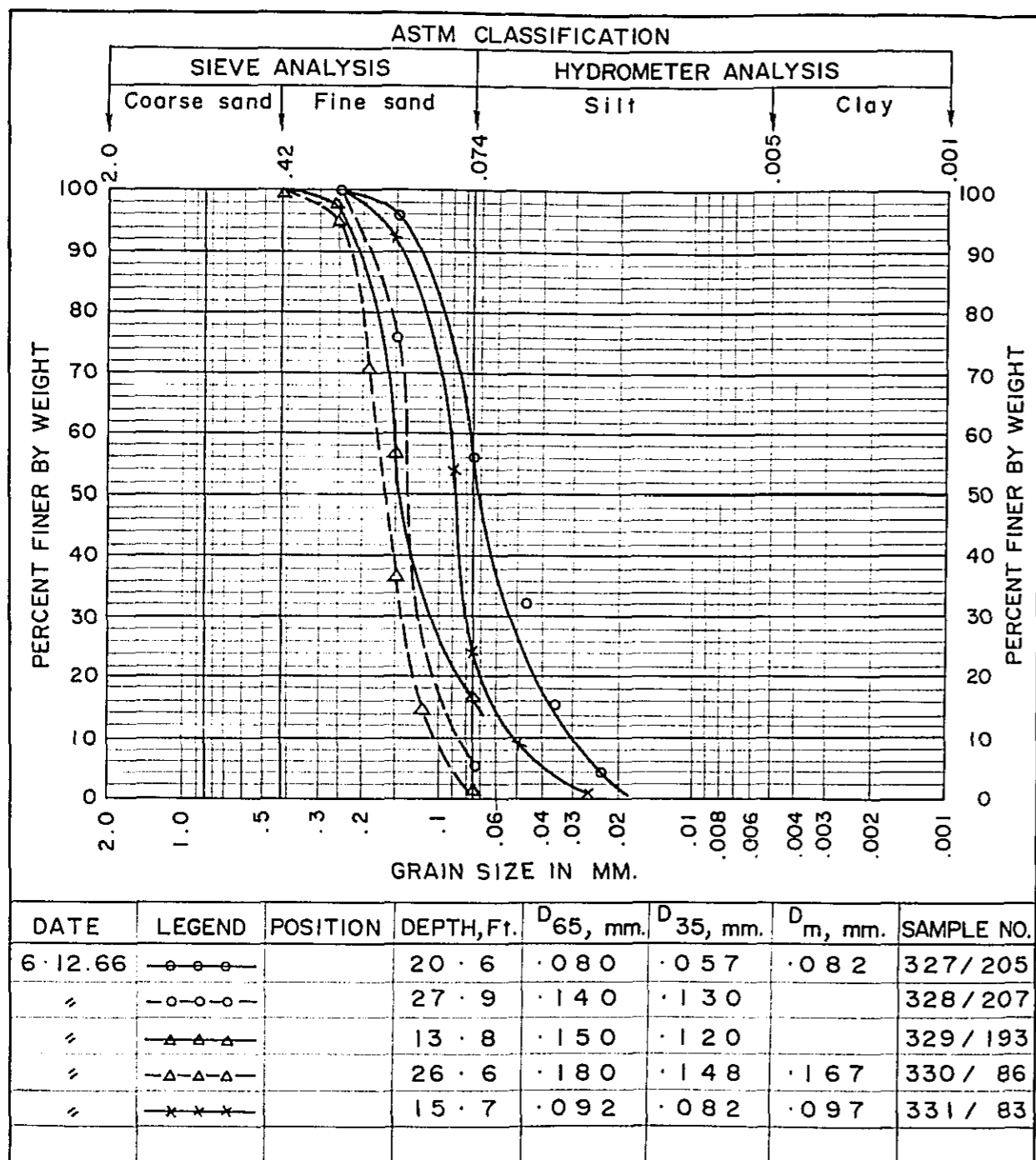
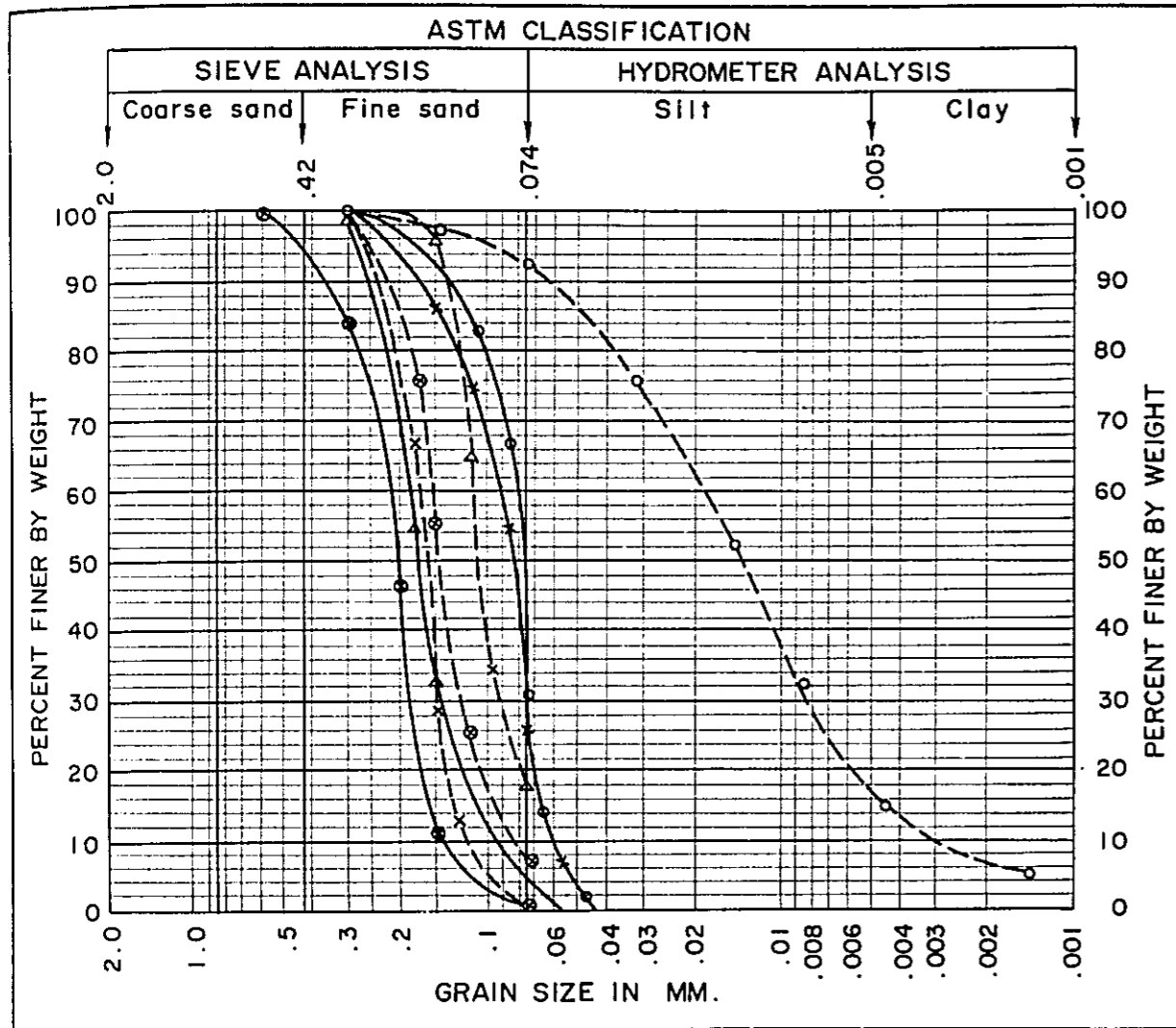


图 2 - 3 - (13) (a)

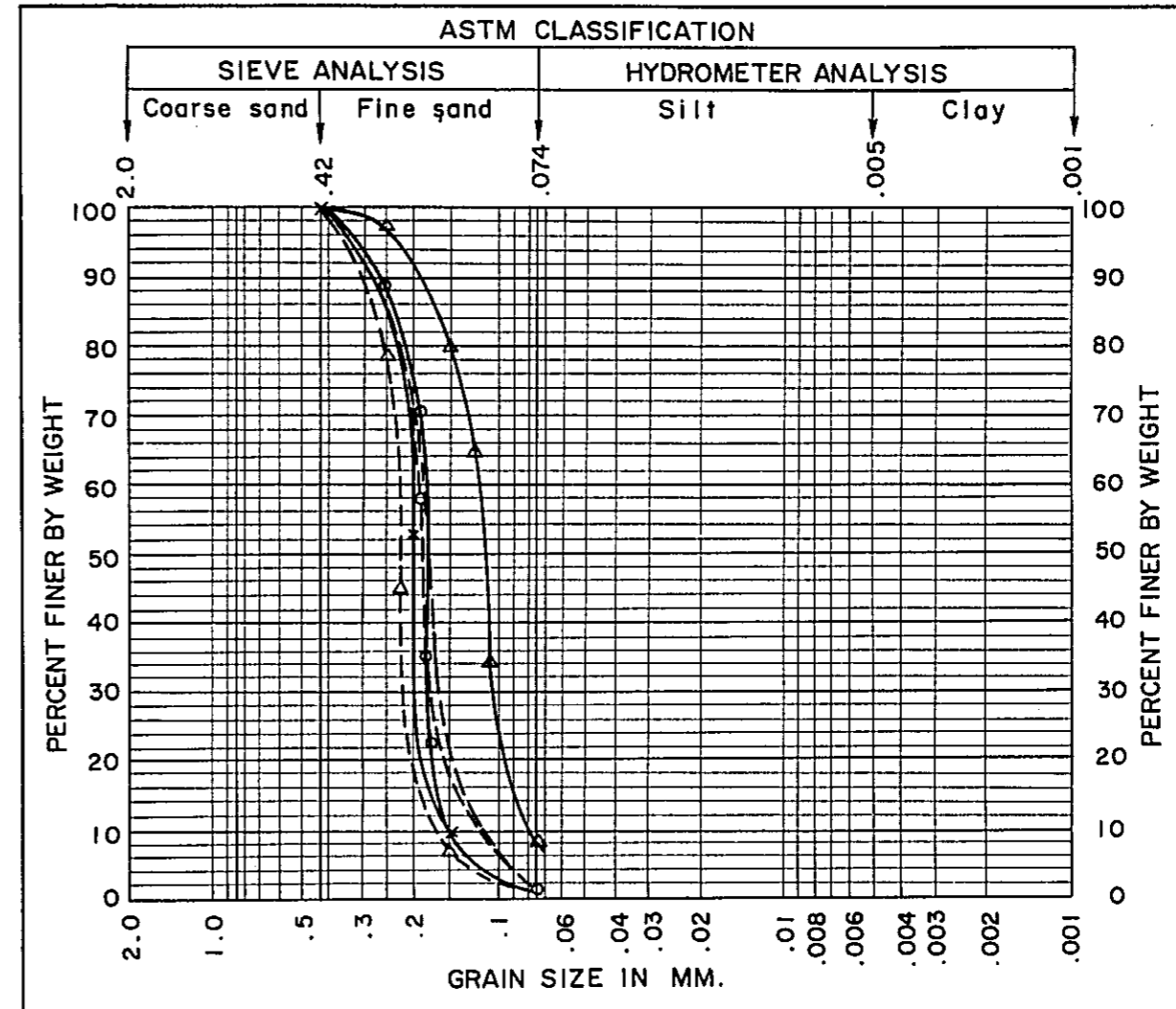
GRADATION CURVES OF BED MATERIALS

RIVER: - JAMUNA

STATION: - SIRAJGANJ



DATE	LEGEND	POSITION	TOTAL DEPTH	D ₆₅ , mm.	D ₃₅ , mm.	D _m , mm.	BOTTLE NO.
19.8.66	—○—○—○—	West channel	37.0'	.081	.074	.076	231
"	—○—○—○—	"	42.5'	.0215	.0092	.0232	264
"	—x—x—x—	"	10.8'	.0965	.074	.088	233
20.8.66	—x—x—x—	DHALLESWARI	19.0'	.175	.149	.165	15
"	—△—△—△—	"	16.2'	.190	.152	.173	162
"	—△—△—△—	"	38.0'	.120	.096	—	113
"	—○—○—○—	"	37.7'	.215	.190	.233	268
"	—○—○—○—	"	11.7'	.152	.130	.150	91



DATE	LEGEND	POSITION	DEPTH, Ft.	D ₆₅ , mm.	D ₃₅ , mm.	D _m , mm.	SAMPLE NO.
29.9.66	—x—x—x—		35.8	.205	.200	.208	280/280
"	—x—x—x—		24.6	.182	.170	.201	281/67
"	—△—△—△—		34.0	.128	.108	.131	282/114
"	—△—△—△—		43.2	.225	.224	.227	283/14
"	—○—○—○—		15.1	.180	.180	.204	284/2
"	—○—○—○—		13.7	.190	.179	.203	285/18

图 2-3-(13) (b)

表 2 - 3 - (7) - ① 浮流砂の観測結果例

SUSPENDED SEDIMENT CONCENTRATION ANALYSIS
JAMUNA RIVER (MAIN CHANNEL) AT NAGAR BARI

Sl. No.	Date of collection	Water level P.W.D.	Vertical No.	Total depth in ft. in vert.	Samples collected at depths	Sample No.	Sediment concentration in PPM by wt	Remarks.
1	24-6-67	26.10'	1	30.0	.2, .4, .6, .8	Nag.67/S/12	917	
2	"	"	2	30.0	"	" /13	1072	
3	"	"	3	43.0	"	" /14	1026	*Analy- sed for size distrib- ution with V. A Tube appa- ratus.
4	"	"	4	25.0	"	" /15	534	
5	"	"	5	16.0	"	" /16	1600	
6	"	"	6	14.0	"	" /17	1144	
7	12-7-67	30.90'	1	38.0	.2, 14, 16, .8	" /22	1325	
8	"	"	2	32.0	"	" /23	2074*	
9	"	"	3	23.0	"	" /24	2336	
10	"	"	4	18.0	"	" /25	2004*	
11	"	"	5	19.0	"	" /26	2285*	
12	"	"	6	47.0	"	" /27	2298*	
13	"	"	7	30.0	"	" /28	2597*	
14	6-8-67	27.90'	1	29.0	.2, .4, 16, .8	" /32	586	
15	"	"	2	29.0	.2, .4, 16, .8	" /33	586	
16	"	"	3	37.0	"	" /33	524	
17	"	"	4	22.0	"	" /34	895	
18	"	"	5	30.0	"	" /35	778	
19	"	"	6	21.0	"	" /36	833	
20	"	"	6	10.0	"	" /37	887	
21	24.8.67	29.83'	6	38.0	38.0' to 0.00'	" /42-D	448	
22	"	"	5	45.0	45.0' to 0.00'	" /43-D	392	
23	"	"	4	35.0	35.0' to 0.00'	" /44-D	625	
24	"	"	3	30.0	30.0' to 0.00'	" /45-D	529	
25	"	"	2	9.0	9.0' to 0.00'	" /46-D	700	
26	"	"	1	11.0	11.0' to 0.00'	" /47-D	359	
27	5.9.67	29.23' (6 A.M.)	1	40.0	.2, .4, .6, .8	" /53	343	
28	"	"	2	31.0	"	" /54	372	
29	"	"	3	32.0	"	" /55	442	
30	"	"	4	30.0	"	" /56	459	
31	"	"	5	10.0	"	" /57	309	
32	"	"	6	6.5	"	" /58	248	
33	"	"	7	5.0	"	" /59	311	
34	"	"	8	6.0	"	" /60	294	
35	"	"	1	40.0	40.0' to 0.00'	" /53-D	400	
36	"	"	2	31.0	31.0' to 0.00'	" /54-D	463	
37	"	"	3	32.0	32.0' to 0.00'	" /55-D	478	
38	"	"	4	30.0	30.0' to 0.00'	" /56-D	379	
39	"	"	5	10.0	10.0' to 0.00'	" /57-D	346	
40	"	"	6	6.5	6.5' to 0.00'	" /58-D	415	
41	"	"	7	5.0	5.0' to 0.00'	" /59-D	426	
42	"	"	8	6.0	6.0' to 0.00'	" /60-D	412	

表 2 - 3 - (7) - ② 浮流砂の観測結果例

SUSPENDED SEDIMENT CONCENTRATION ANALYSIS
JAMUNA RIVER (WEST CHANNEL) AT NAGAR BARI

Sl. No.	Date of collection	Water level P.W.D., No.	Vertical depth in ft.	Total depth in ft. in vert.	Samples collected at depths	Sample No.	Sediment concentration in PPM by wt.	Remarks
1	22.6.67	25.50'	4	33	.2, .4, .6, .8	Nag.67/S/18	907	
2	"	"	3	18	"	" /19	783	
3	"	"	2	10	"	" /20	832	
4	"	"	1	10	"	" /21	708	
5	12.7.67	30.90'	1	43	"	" /29	1673	
6	"	"	2	18	"	" /30	1770	
7	"	"	3	18	"	" /31	915	
8	6-8.67	27.90'	1	26	"	" /38	585	
9	"	"	2	24	"	" /39	577	
10	"	"	3	4	"	" /40	456	
11	"	"	4	10	"	" /41	376	
12	23.8.67	29.98'	1	34	34.0' to 0.00'	" /48-D	220	
13	"	"	2	42	42.0' to 0.00'	" /49-D	249	
14	"	"	3	34	34.0' to 0.00'	" /50-D	342	
15	"	"	4	20	20.0' to 0.00'	" /51-D	655	
16	"	"	5	20	20.0' to 0.00'	" /52-D	567	
17	6.9.67	29.18' (6 A.M.)	1	37	.2, .4, .6, 18	" /61	171	
18	"	"	2	35	"	" /62	310	
19	"	"	3	14	"	" /63	249	
20	"	"	4	18.	"	" /64	327	
21	"	"	1	37.	37.0' to 0.00'	" /61-D	240	
22	"	"	2	35	35.0' to 0.00'	" /62-D	301	
23	"	"	3	14	14.0' to 0.00'	" /63-D	306	
24	"	"	4	18	18.0' to 0.00'	" /64-D	847	
25	26.9.67		1	40	.2, .4, .6, 108	" /70	222	
26	"		2	28	"	" /71	517	
27	"		3	9	"	" /72	549	
28	"		4	20	"	" /73	615	
29	"		1	40	40.0' to 0.00'	" /70-D	278	
30	"		2	28	28.0' to 0.00'	" /71-D	518	
31	"		3	9	9.0' to 0.00'	" /72-D	692	
32	"		4	20	20.0' to 0.00'	" /73-D	624	
33	9.10.67	27.65'	1	31	.2, .4, .6, .8	" /80	307	
34	"	"	2	35	"	" /81	389	
35	"	"	3	15	"	" /82	483	
36	"	"	4	18	"	" /83	552	
37	"	"	1	31		" /80-D	445	
38	"	"	2	35		" /81-D	467	
39	"	"	3	15		" /82-D	706	
40	"	"	4	18		" /83-D	629	

表 2 - 3 - (7) - ③ 浮流砂の観測結果例

(cont'd)

Sl. No.	Date of collection	Water level P.W.D.	Vertical No.	Total depth in ft. in vert.	Samples collected at depths	Sample No.	Sediment concentration in PPM by wt.	Remarks.
42	25-9-67	-	1	42.0	.2, .4, .6, .8	Nag. 67/S/65	596	
43	"		2	40.0	"	" /66	1010	
44	"		3	28.0	"	" /67	585	
45	"	-	4	12.0	"	" /68	812	
46	"		5	10.0	"	" /69	725	
47	"		1	42.0	42.0' to 0.00'	" /65-D	680	
48	"		2	40.0	40.0' to 0.00'	" /66-D	1015	
49	"		3	28.0	28.0' to 0.00'	" /67-D	732	
50	"		4	12.0	12.0' to 0.00'	" /68-D	1004	
51	"		5	10.0	10.0' to 0.00'	" /69-D	583	
52	10-10-67	27.30'	1	40.0	.2, .4, .6, .8	" /74	403	
53	"	"	2	40.0	"	" /75	479	
54	"	"	3	30.0	"	" /76	573	
55	"	"	4	22.0	"	" /77	788	
56	"	"	5	11.0	"	" /78	877	
57	"	"	6	4.0	"	" /79	710	
58	"	"	1	40.0	-	" /74-D	453	
59	"	"	2	40.0		" /75-D	477	
60	"	"	3	30.0		" /76-D	604	
61	"	"	4	22.0		" /77-D	820	
62	"	"	5	11.0		" /78-D	697	
63	"	"	6	4.0		" /79-D	1858	

表 2-3-(8) 浮流砂記錄

SEDIMENT ANALYSIS															
SIRAJGANG				NAGARBARI				NAKFA TER CHAR				BALLAB BALI			
Date	D65	D35	Dm	Date	D65	D35	Dm	Date	D65	D35	Dm	Date	D65	D35	Dm
02.08.66	0.110	0.083	0.105	18.12.66	0.245	0.225	-	02.02.67	0.110	0.070	0.100	20.06.67	0.123	0.09	0.122
"	0.097	0.089	-	"	0.160	0.149	-	"	0.150	0.110	0.150	"	0.200	0.140	0.181
"	0.071	0.070	-	"	0.217	0.180	-	"	300	0.250	0.283	"	0.169	0.122	0.153
06.08.66	0.160	0.135	0.083	06.02.67	0.182	0.149	0.170	"	0.273	0.200	0.254	15.07.67	0.115	0.095	0.152
"	0.180	0.149	0.165	"	0.200	0.160	0.183	16.02.67	0.072	0.041	0.071	"	0.180	0.149	0.168
"	0.170	0.140	0.157	"	0.183	0.138	0.168	"	0.315	0.275	0.311	"	0.140	0.108	0.138
"	0.250	0.225	0.223	"	0.250	0.225	0.174	"	0.220	0.170	0.215	"	0.180	0.126	0.163
"	0.265	0.250	0.262	19.02.67	0.093	0.018	0.029	"	0.125	0.090	0.199	"	0.094	0.053	0.091
20.08.66	0.175	0.149	0.198	"	0.173	0.123	-	02.03.67	0.125	0.090	-	"	0.094	0.053	0.134
"	0.190	0.152	0.165	"	0.173	0.132	0.159	"	0.180	0.118	0.168	Mean	0.123	0.09	0.143
"	0.120	0.096	0.173	06.03.67	0.182	0.136	0.094	"	0.260	0.195	0.240	"	0.200	0.140	0.168
"	0.215	0.190	-	"	0.172	0.117	0.170	"	0.250	0.170	0.223	"	0.169	0.122	0.153
"	0.152	0.130	0.150	"	0.118	0.088	0.160	18.03.67	0.182	0.133	0.214	"	0.140	0.108	0.138
29.09.66	0.205	0.200	0.180	04.04.67	0.150	0.118	0.165	"	0.300	0.225	0.268	"	0.180	0.126	0.163
"	0.182	0.170	0.201	"	0.210	0.170	0.149	"	0.200	0.140	0.183	"	0.094	0.053	0.091
"	0.128	0.108	0.131	"	0.139	0.115	0.203	"	0.234	0.180	0.207	"	0.094	0.053	0.134
"	0.225	0.224	0.227	"	0.172	0.117	0.162	02.04.67	0.234	0.180	0.230	"	0.094	0.053	0.134
"	0.180	0.180	0.204	"	0.270	0.222	0.257	"	0.234	0.180	0.230	"	0.094	0.053	0.134
"	0.190	0.179	0.203	20.04.67	0.200	0.162	0.189	"	0.185	0.150	0.173	"	0.094	0.053	0.134
"	0.190	0.179	0.186	"	0.149	0.107	0.142	17.04.67	0.250	0.192	0.210	"	0.094	0.053	0.134
15.10.66	0.180	0.160	0.179	"	0.173	0.122	0.194	"	0.315	0.265	0.234	"	0.094	0.053	0.134
"	0.185	0.180	0.185	24.06.67	0.238	0.160	0.210	"	0.215	0.165	0.200	"	0.094	0.053	0.134
"	0.290	0.245	0.268	"	0.258	0.175	0.225	"	0.205	0.166	0.195	"	0.094	0.053	0.134
"	0.230	0.180	0.218	"	0.096	0.069	0.091	02.05.67	0.260	0.210	0.243	"	0.094	0.053	0.134
"	0.250	0.245	0.260	"	0.270	0.153	0.182	"	0.300	0.250	0.279	"	0.094	0.053	0.134
"	0.190	0.179	0.222	"	0.210	0.170	0.177	"	0.300	0.250	0.279	"	0.094	0.053	0.134
17.11.66	0.135	0.120	-	"	0.113	0.091	0.106	16.05.67	0.172	0.122	0.156	"	0.094	0.053	0.134
"	0.170	0.130	-	12.07.67	0.170	0.132	0.156	"	0.352	0.194	0.239	"	0.094	0.053	0.134
"	0.205	0.200	0.223	"	0.105	0.090	0.106	"	0.217	0.170	0.201	"	0.094	0.053	0.134
"	0.170	0.142	-	"	0.105	0.090	0.106	"	0.217	0.170	0.201	"	0.094	0.053	0.134
"	0.207	0.149	0.176	"	0.116	0.096	0.110	07.06.67	0.102	0.074	0.199	"	0.094	0.053	0.134
01.12.66	0.074	0.40	0.200	"	0.154	0.110	0.145	"	0.224	0.160	0.201	"	0.094	0.053	0.134
"	0.170	0.149	0.083	"	0.200	0.132	0.181	"	0.136	0.100	0.133	"	0.094	0.053	0.134
"	0.250	0.218	-	"	0.270	0.208	0.242	"	0.195	0.160	0.188	"	0.094	0.053	0.134
"	0.150	0.130	-	"	0.125	0.096	0.188	"	0.300	0.250	0.279	"	0.094	0.053	0.134
"	0.170	0.015	-	06.08.67	0.125	0.096	0.128	22.06.67	0.113	0.082	0.154	"	0.094	0.053	0.134
06.12.66	0.080	0.057	0.083	"	0.130	0.106	-	"	0.132	0.096	-	"	0.094	0.053	0.134
"	0.140	0.130	0.082	"	0.102	0.085	-	"	0.208	0.172	-	"	0.094	0.053	0.134
"	0.120	0.120	-	"	0.130	0.091	-	"	0.140	0.096	-	"	0.094	0.053	0.134
"	0.180	0.148	0.167	"	0.226	0.170	-	14.07.67	0.148	0.100	0.141	"	0.094	0.053	0.134
"	0.092	0.082	0.097	"	0.105	0.084	-	"	0.190	0.122	0.164	"	0.094	0.053	0.134
15.12.66	0.180	0.165	0.115	24.08.67	0.097	0.077	0.128	"	0.193	0.118	-	"	0.094	0.053	0.134
"	0.155	0.149	-	"	0.198	0.149	0.092	"	0.153	0.130	-	"	0.094	0.053	0.134
"	0.155	0.149	0.233	"	0.118	0.092	0.178	"	0.153	0.130	-	"	0.094	0.053	0.134
"	0.250	0.165	-	"	0.180	0.132	0.165	"	0.153	0.130	-	"	0.094	0.053	0.134
19.12.66	0.223	0.223	0.223	"	0.198	0.160	0.185	22.07.67	0.153	0.112	0.178	"	0.094	0.053	0.134
"	0.100	0.057	0.092	"	0.167	0.125	0.148	"	0.200	0.142	0.156	"	0.094	0.053	0.134
"	0.180	0.140	-	"	0.240	0.193	0.238	"	0.153	0.112	0.178	"	0.094	0.053	0.134
"	0.200	0.170	-	05.09.67	0.193	0.167	0.188	Mean	0.153	0.112	0.178	"	0.094	0.053	0.134
"	0.190	0.155	0.180	"	0.193	0.149	0.174	8	0.153	0.112	0.178	"	0.094	0.053	0.134
"	0.170	0.173	-	"	0.220	0.170	0.202	"	0.153	0.112	0.178	"	0.094	0.053	0.134
Mean	0.166	0.166	0.166	"	0.222	0.185	0.200	"	0.153	0.112	0.178	"	0.094	0.053	0.134
8	0.166	0.166	0.166	10.10.67	0.225	0.169	0.201	"	0.153	0.112	0.178	"	0.094	0.053	0.134
				"	0.230	0.180	0.206	"	0.153	0.112	0.178	"	0.094	0.053	0.134
				"	0.187	0.155	0.178	"	0.153	0.112	0.178	"	0.094	0.053	0.134
				"	0.162	0.123	0.145	"	0.153	0.112	0.178	"	0.094	0.053	0.134
				"	0.205	0.170	0.187	"	0.153	0.112	0.178	"	0.094	0.053	0.134
				"	0.110	0.065	0.103	"	0.153	0.112	0.178	"	0.094	0.053	0.134
				Mean	0.166	0.166	0.166		0.153	0.112	0.178		0.094	0.053	0.134
				8	0.166	0.166	0.166		0.153	0.112	0.178		0.094	0.053	0.134

2-3-3 治水計画

1 ジャムナ河の治水計画

ジャムナ河の治水計画については、以下に述べるように、一部の計画がすでに立案、施行されている。その概要について説明する前にバングラデシュの全体的な治水計画の進め方について概観しておきたい。この方面のまとまった資料がないので、全国的な治水計画についての詳細は分らないが、個々のプロジェクト毎の報告書、あるいは、政府職員の話しから推察すると、少くとも全国的な基盤の上に立った治水計画はまだ立案されていない。しかし、雨期には、洪水およびベンガル湾からの高潮によって、国土の1/3が水没するといわれるように、その被害は甚大なものがある。一方、バングラデシュは容易に理解されるように、農業立地に適しており、古くから農業が盛んであり、これは現在もなお変わっていない。むしろ、新生国バングラデシュにとっては7500万人に及ぶ人口をかかえ、食糧増産が国家的目標の一つに数えられており、治水事業の推進が熱望されている。こうした状況に対し、治水事業の方は、個々のプロジェクト毎に計画立案され、その重要度に応じ施行されているのが、実情である。

ジャムナ河については、以下に示すように、まず、その右岸側に着目した“BRAHMAPUTRA Flood Embankment Project”が立案施行された段階であり、左岸側は右岸側に匹敵する必要性が認められてはいるが、目下の所治水計画に対する二・三の構想があるにすぎず、計画はないというのが現状である。

右岸側の堤防については、いわゆる工事報告書がないため、ここではLEEDSHILL-DELEUW, ENGINEERSが1965年9月に出した“BRAHMAPUTRA Flood Embankment Project”の最終報告書から、その概要について説明し、つづいて、完成した堤防の維持管理について、若干の追加説明を加えることとする。

2 堤防計画の目的

ジャムナ河はバングラデシュ国内にはいつてから比較的大きな支派川として、まず右からTista川を合流し、Bahadurabad地点でOld Brahmaputra川を左派川として分流する。この位置から下流約100kmの区間では特に大きな支派流もなく南下し、Sirajganjの南方でまずDareswariを左岸に分流し、つづいて、右岸にHurasagar川を合流し、ガンジス河に合流してパドマ川となる。雨期にジャムナ河の洪水によって、水没する地域は、左右兩岸沿に莫大な面積になるが、この計画で防禦される地域はTista川、ジャムナ河、およびHurasagar川で囲まれる領域である。（実際にはこの領域の南限はIshurdi-Sirajganj間の鉄道線であり、これより南側は本川の背水区間である。その面積は約580,000エーカー（約2130km²）である。この地域は従来より、Tista川やジャムナ河のはんらんによって、Aus rice, Aman riceさらにJuteなどの農作物が被害を受け、道路の欠潰、不通箇所が相つぎ、ジャムナ河の西部地域では比較的人口の多い、また小規模ではあるが、砂糖、マッチなどの工場のあるBograとかGaibaudaの町が被害を受けていた。その被害を軽減し農業経営の



安定化を計ることが最大の目標であり、そのためには、

1) ジャムナ河とHurasagar川との合流点を起点としてSirajganj, Phurchari, Belkaを経て、Tista川右岸のKauniaを終点とする135マイル(220km)の堤防を建設する。(図2-3-15)。

2) 内水排除、かんがい用水のための樋門樋管を設ける。

の2つの主工事が設定されなければならない。

3 調査および設計

この計画を検討して行くためには多数の調査、解析がなされている。その主なものは、航空写真による踏査、水理、水文調査および土質調査である。航空写真は堤防法線を決めるに当って重要な役割を果たしている。その結果、堤防法線はジャムナ河に沿っては、最も西よりの河岸線より、さらに1/2~1マイル西側に選ばれ、Tista川では1/4~1/2マイルにとられている。

水理、水分調査は計画高水位や樋内、樋管の容量を定めるために必要である。まず、計画高水位は、水位観測記録から直接求めている。すなわち、ジャムナ河本川に対してはNunikhawa Chilmari, Kamarjani, Bahadurabad, Jagannathganj, Sirajganj, Goalund, Tista 川に対して, Kaunia, Karatoya-Hurasagar川に対して, Khaupur, Ullaparaの12の観測地点で、最大1945年から1964年の20年間の年最大高水位を調査し、確立統計法を適用して、各地点での再現期間1/100に相当する水位を求め、水位縦断図を定めている。図2-3-15は水位縦断図であり、図中に1964年の最高水位が記録されている。表2-3-9に主要地点の水面標高を示す。

表2-3-9) 計画高水位一欄表

地名	距離	計画高水位	計画水面勾配
Nunikhawa	154.5 mile	93.4 P.W.D feet	0.487 ft/mile
Chilmari	134.0	83.4	0.866
Tista Conf	131.0	(80.4)	0.545
Phulchari	108.0	(68.2)	0.545
Bahadurabad	105.0	66.9	0.406
Sirajganj	57.0	47.4	0.211
Porabari	38.0	43.4	0.292
Hurasagar. Conf	23.5	(39.2)	0.292
Goalundo	0	32.3	

〔注〕() は内挿による。

つぎに、内水排除に関しては、10年に1度発生する内水量を対象とし、かんがいに対しては10年に1度生ずる濁水量を対象としている。

余裕高については、堤防が完成したとき、水面が上昇するであろう増分と風による風浪を考え5 feet がとられている。参考までに堤防完成による水面上昇分は、1960年から1962年間の洪水期に右岸を越えて背後地に流入する流量は40,000~280,000 cfs (1,100~7,600 m³/s) と見積られ、これを水位上昇に換算すると(左岸部を無視して)、Phulchari と Sirajganj の間で1.52 feet であるとしている。サイクロンによる南東から南西の風による波高は、風速を20 mile/hourとしたとき2.1 feet~3.3 feet となる。

つぎに土質関係調査についてはTista川とHurasagar川との間にあって、多数のボーリング調査が実施され、Disturbed SampleおよびUndisturbed Sampleを通して各種の試験が行なわれ、つぎのような特性を得ている。

1) Jamuna 河河岸の土砂はTista川およびBrahmaputra河からの推積物であって最近のも

のである。

- ⇒ 河岸の土砂は、塑性の少ない砂質シルトであり、粘土分はほとんどない。
- ⇒ 有機物質は含有されていない。
- ⇒ 密度は自然状態で67~103 pcfで平均85 pcf (1.36 t/m³)である。
- ⇒ 標準突固め試験では (Standard Compaction), 突き固め度は74~94%, 平均85%である。
- ⇒ 三軸試験の結果では粘着力0, 内部摩擦角は30°~45°である。
- ⇒ 浸透係数は150~780 ft/year (1.42~7.45×10⁻⁶ cm/sec)である。

これらの調査結果を用いて、堤防断面の決定をしている。

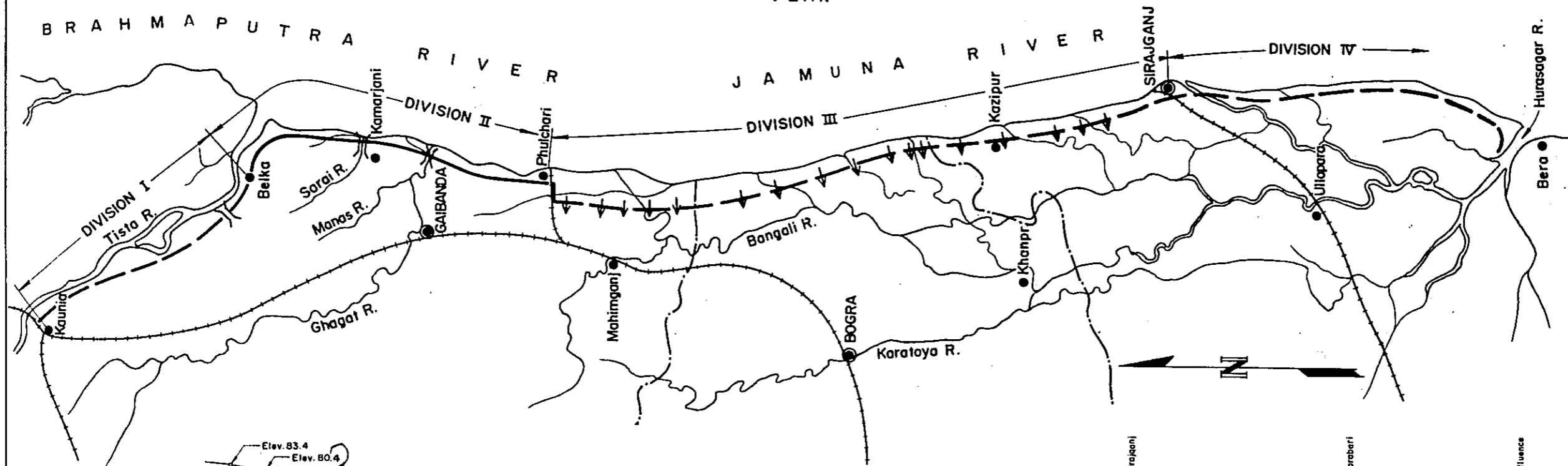
まず、法面勾配については、降雨、波浪、浸透などによって斜面が安定し、かつ施行しやすさを考慮して、3:1の勾配が選ばれている。天端巾については浸透、堤体の安定性から、14~24 feetが選ばれている。小段(大走り)およびBorrow Pitsについては、小段として30 feetがとられ、Borrow Pitsは10 feetの掘下げが行なわれている。ここでとくに注意を払っているのは、このBorrow Pitsが水路下することを防止するため、適当な間隔で、間仕切を設けている。図2-3-(5)に堤防断面が示されている。また表2-3-(10)に堤防諸元が示されている。

表 2 - 3 - (10) 堤 防 諸 元

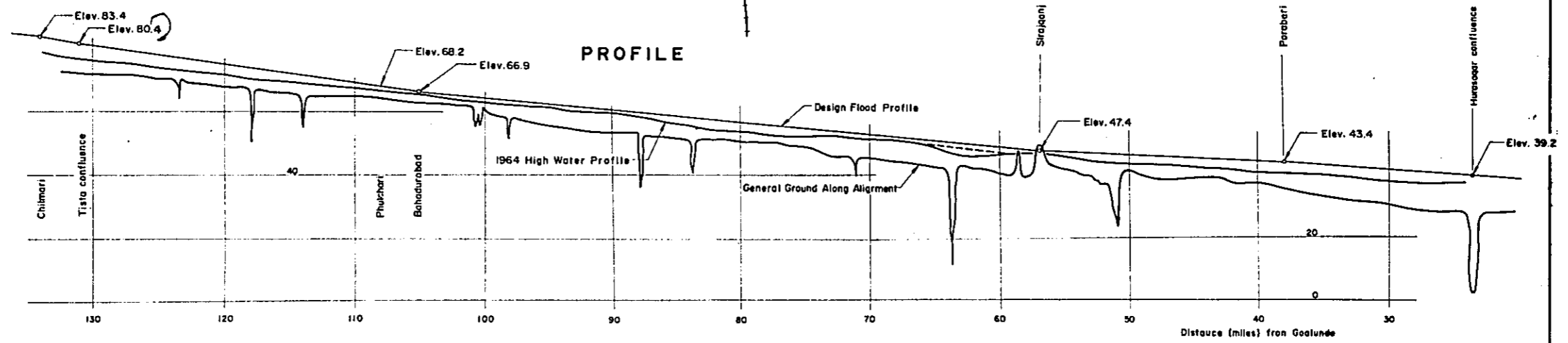
区 間	距 離	天巾	余裕高	法勾配		築堤高	築堤体積
				前面	背面		
	mile					feet	10 ³ yd ³
Kaunia ~ Belka (Div. I)	22.5	14	3	3:1	3:1	5~11	2.309
Belka~Phulchari (Div. II)	29.6	14	5	3:1	3:1	9~14	2.809
Phulchari~Sirajganj (Div. III)	53.2	24	5	3:1	3:1	10~15	8.144
Sirajganj南 (Div. III)	30.1	14	5	3:1	3:1	11~20	5.879

BRAHMAPUTRA (JAMUNA) RIGHT FLOOD EMBANKMENT

PLAN



PROFILE



SECTION

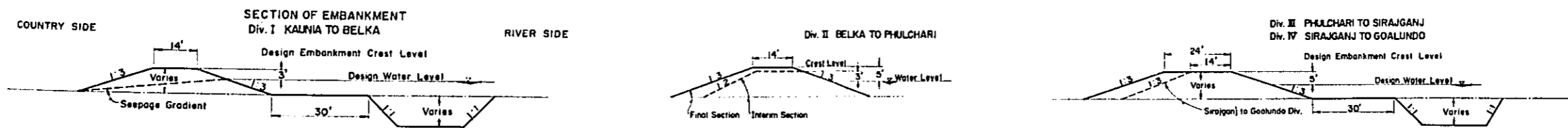


図 2-3-15 ジャムナ河の堤防

4 建設費および便益

建設費は次のように見積られている。

工種	単価	数量	金額
土工 (yd ³)	1.4 RS	19,141,000	26,797,000
芝 (1000ft ²)	15,000	71,999	1,080,000
門樋 (箇所)		20	1,348,000
直接工事費式			29,225,000
余備費			4,384,000
フィールドコスト			33,608,000
技術管理費			13,800,000
用地費			7,974,000
Div. II (エカー)	2,000	570	1,140,000
Div. III (エカー)	3,000	2,278	6,834,000
合計			55,383,000
利益			7,570,000
建設費			62,953,000*

*1969年完成を目途としたときの建設費である便益については、純農業収入のみを考える。
 年経費は利率5%、20年償却とし、維持経費は現場建設費の2%を計上、その他として、
 4%のポンプ場経費を考える。

(1) 年経費	金額
(1) 資本金	62,953,000 RS
(2) 償却費	5,053,000
(3) 維持管理費	672,000
(4) 総年経費	5,725,000
(2) 便益	
(1) 受益面積 (エカー)	579,500
(2) 受益単価	44.2
(3) 年受益	25,582,000
(3) 便益・建設費比	4.4

5 工程表

施行工程表は1969年6月30日を完成目標として作成されているが、実際には1年繰り上った1968年6月30日に完成している。以上がFinal Reportの概要である。

6 管理

施行はEast Pakistan Water and Power Development の下で行なわれ、管理は現組

織の Ministry of Flood Control and Water Resources (治水・水資源省) の下の Department of Irrigation (灌漑局) が行なっている。

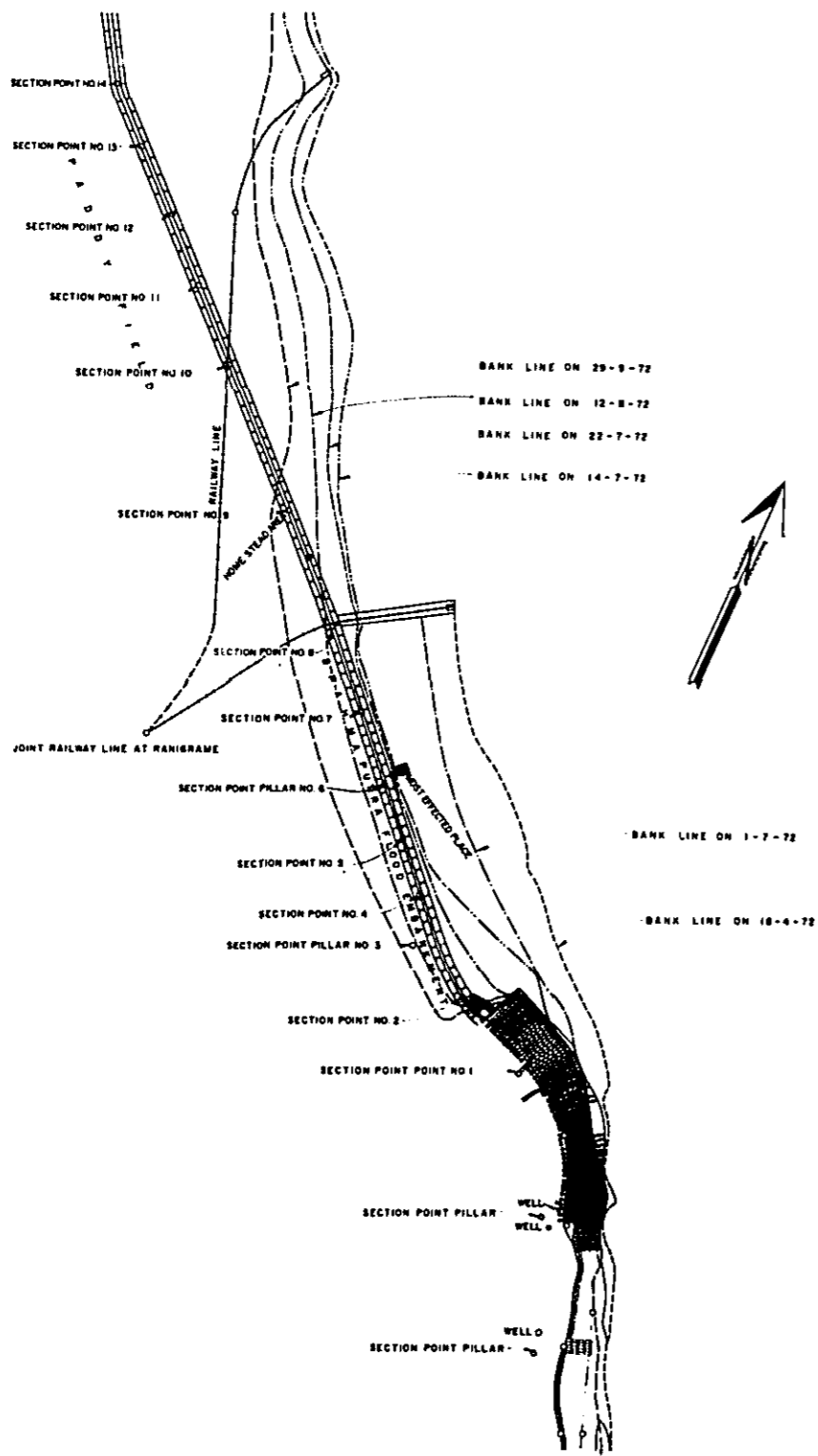
完成された堤防はすでに数ヶ年を経過し、その間程度の差はあるが、毎年洪水に見舞われている。この間に認められた問題は2つに大別される。1つは、河川の流水による堤防法面の浸食の問題であり、他の1つは、内水排除の問題である。後者については、計画した樋門、樋管によって、十分に内水が排除できないことを意味し、その原因としては、堤防の終点である Tista川沿いの Kauniaより上流からの流入水が大きいことに起因していると思われる。その対策としては、Tista川石岸堤を上流に向かって延長することが考えられているが、当面の対策として、図2-3-1(4)の上流側で Public Open と称して、人工的な堤防の切下げが行なわれている。浸食の問題については、部分的には、堤防法線を後退させて、再築堤を実施している部分があるが、つぎに述べる Sirajganj 地点においては、背後に市街部をもっているため、積極的な護岸工事が実施されている。

7 Sirajganj Town Protection Works

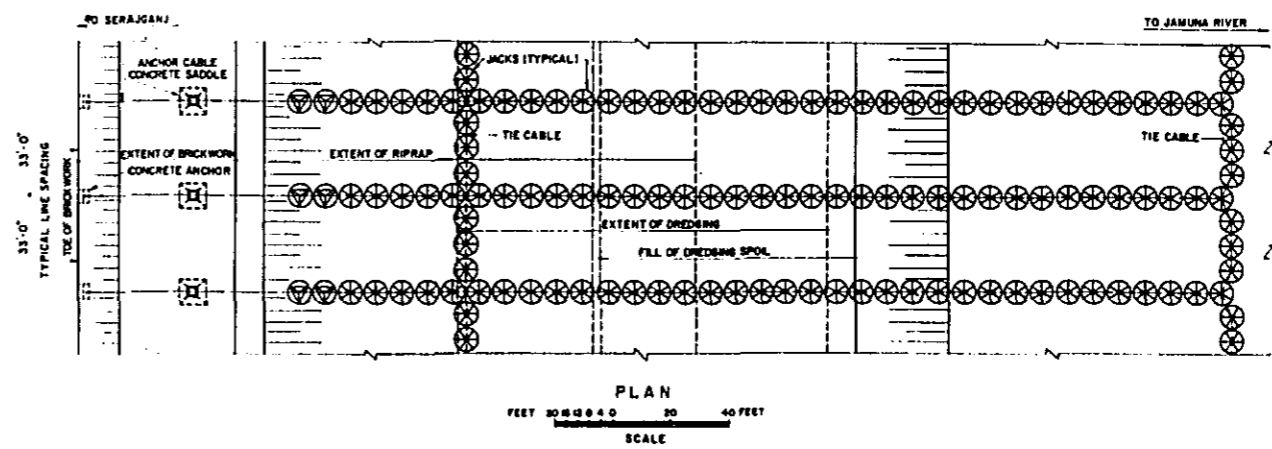
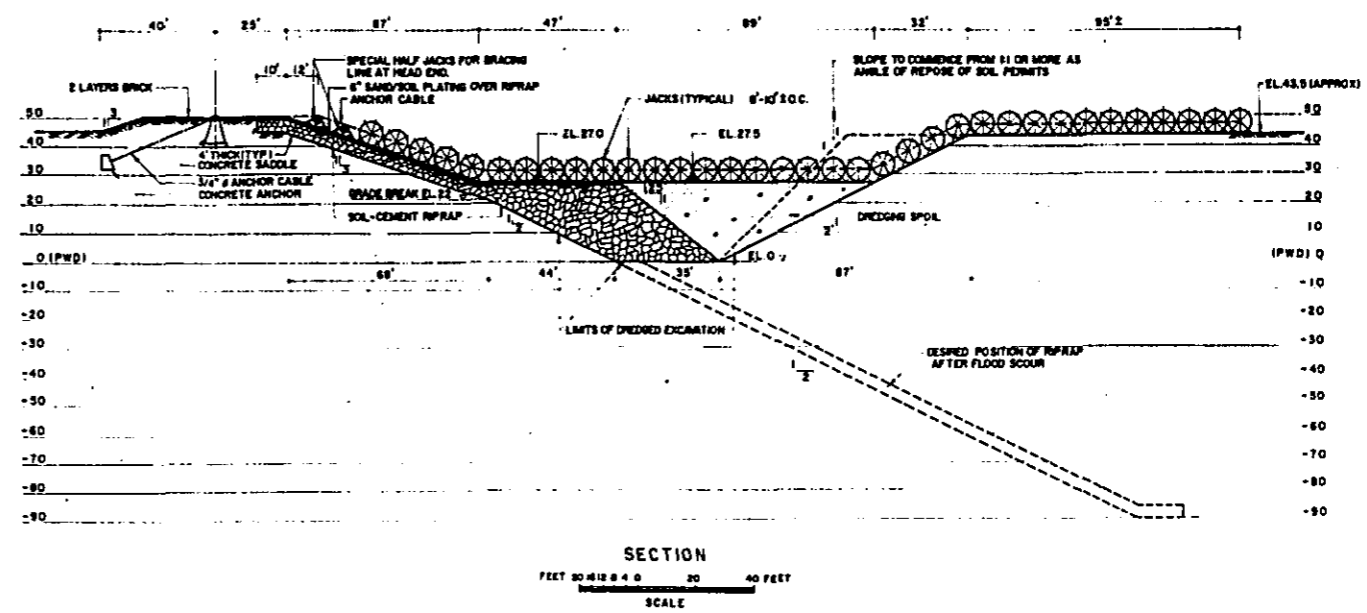
1972年8月1日、Sirajganj地点は、H. W. L 45, 65 P. W. Dに及ぶ洪水によって、図2-3-1(6)に示すように護岸浸食が生じ河岸線が約500m浸食され、洪水流がSirajganj市内に流れこみ、大きな被害が生じた。河岸線の欠損部を写真に示す。河岸の土質は先に述べたように、非常に粒子が小さく、粘性に乏しいため、流水により容易に横浸食が生じやすい状態にある。また、流水の流れからみても、われわれが現地を観察できた12月中旬の流量規模でも、その主要なみおすじが西河岸に沿っており、水衝部を形成している。したがって、この横浸食は発達する傾向にあると言えよう。洪水時の流況は分らないが、Sirajganjの市街部を守るためには現河岸線を維持する必要があると判断される。

現地では、すでに Sirajganj Town Protection Worksに着工、施行されている。工事内容については図2-3-1(6)に示されるように、捨ブロックを中心とした護岸工が採用されている。局部的にみて、水当りの最も強い上流部では Angle 鋼を用いた水制工が計画施行されている。護岸法線については、水当りをやわらげるため、全体として、なめらかな法線および横断が選ばれているが、直接この法線ならびに横断形がとられると大土工を伴う。そこで現実には、浸食が生じた後、所定の形におさまるよう、現地盤の上に護岸工が施工されている。護岸工の施行延長は1 mileである。また、この工法によるm当り、コストは約80,000円であると言われている。捨ブロックの骨材はレンガを破碎したものが用いられているのが一般であるが、この地点では立地条件に恵まれ Tista川上流の骨材(最大5 m程度)が併用されている。

SIRAJGANJ TOWN PROTECTION



BANK PROTECTION WITH JACKS



2-3-16

2-3-4 ガンジス河 Harding Bridgeにおける河川調査

1 ガンジス河とHarding橋

ガンジス河の上流Paksey地点には、ガンジス河を東西に横断するHarding橋が架設されている。この橋は鉄道専用橋であってIndiaのCalcuttaから来た鉄道をバングラディッシュの北西部Rajshahi地方とSirajganj地点へ結ぶためのものである。この橋は英国の技術者Sir R. R. Galesによって1909年に建設され1915年に完成したものである。橋長が $15 \times 359 \text{ feet} = 5385 \text{ feet}$ のトラス橋で、それに左右岸にそれぞれ $3 \times 100 \text{ feet} = 300 \text{ feet}$ の桁橋があり全長5985 feetとなっている。

ガンジス河はインドから東南に向かって流れる河であるが、Paksey地点において非常な湾曲を示し、ほぼ南北の方向に流れている。しかもこの地点は過去の河道痕跡図(図2-3-17)においてもほぼその位置が固定されており、上下流の河幅に比べて著るしい狭狹部となっている。この様な狭狹部の存在をガンジス河のような沖積河川の河岸において見出すことは極めてまれであるがガンジス河の下流バドマ河のBhagyakul地点付近にもかなりの狭狹部があり、堆積土の土質力学的性質が影響を与えているものと考えられるが、そのような解析を試みた例は何れの報告書にも見出せなかった。

2 Harding橋の洗掘対策

この狭狹部においてHarding橋は更にその河幅をせばめているのであるが、それには英国人のJ. R. Bellの考案したBell bund式導流堤が用いられている。これは図2-3-18に示される如く直線部2000 feet, その上下流に湾曲した1000 feetずつの部分2000 feetを加えた4000 feetの高さ約20 feetの土堤であって、その断面を図2-3-19に示す。洗掘防止のために100~200 lbのPitched stoneが法面で $2 \sim 3 \frac{1}{2}$ feetの厚さに、又堤防の前面には150 feetの幅で $4 \sim 6 \sim 8 \sim 6$ の厚さに敷きつめられている。これらのPitched stoneは堤防の浸食を防ぐ唯一の武器であってPakurのRojmabalの近くPhud Kipur(234 mileの距離)とHimalayaのふもとJainti(218 mile)から運ばれたものであることが当時の工事誌に記されている。この導流堤の工事は38,600,000 cubic feetの土工と23,370,000 cubic feetのpitched stoneを必要とした。しかもなお2,800,000 cubic feetの補修用の石材が用意されていた。

橋が完成後、洪水により導流堤前面、及び橋脚の周辺には洗掘が生じ、そのためにpitched stoneが投入されている。現在の橋の位置の横断は図2-3-20の如くで、1970年の低水時と洪水時の河床変化は、岸側に甚だしいが低水路部分においては殆んど安定している。この橋における洗掘防止工は、出水時に河道全面及び橋脚の周辺において深淺測量(音響測深器による)を行い(図2-3-20参照)その洗掘深が危険深度(ウエルの底部より61 feetの高さ)より深くなった場合には直ちにpitched stoneの投入を行って洗掘を防止する方法がとられている。この様な方法により現在はかなり安定した河状を示しているが維持費としては

測量費と投石費であって約百万 taka/year の程度である。

導流堤については Bell 式の 4000 feet のものだけでは十分でなく、その後、上流側や前面の洗堀などの被害を生じたもようである。図 2-3-18 は 1933 年の洪水による右岸側導流堤先端の側岸の浸食状況を示す。これによれば導流堤の裏側まで浸食されている。従って現在は図 2-3-17 に示すように左岸側には Sara Protection bank, 右岸には Raita Protection bank が設けられ、これによって更に流れを直進させて導流堤の被害減少を図っている。Raita 地点の護岸状況は現在は安定しているが、これの上流側には写真に示す如くかなりの浸食が見られる。この浸食が進んだ時には、又、Raita の護岸の補強が必要となるであろう。



Harding 橋上流右岸 Raita 護岸上流の河岸
食状況

图 2-3-17 Harding 橋周辺河道痕跡圖

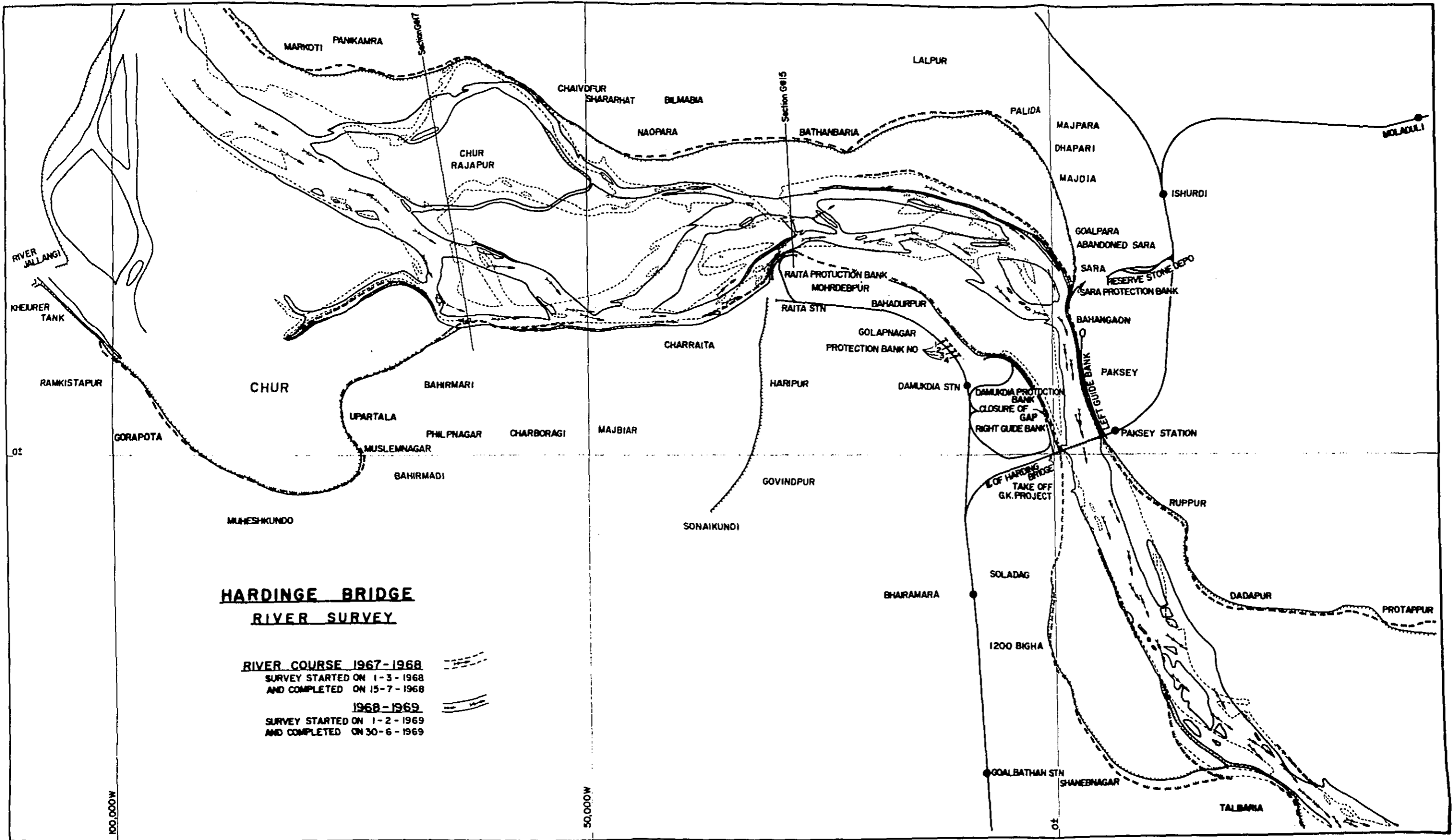
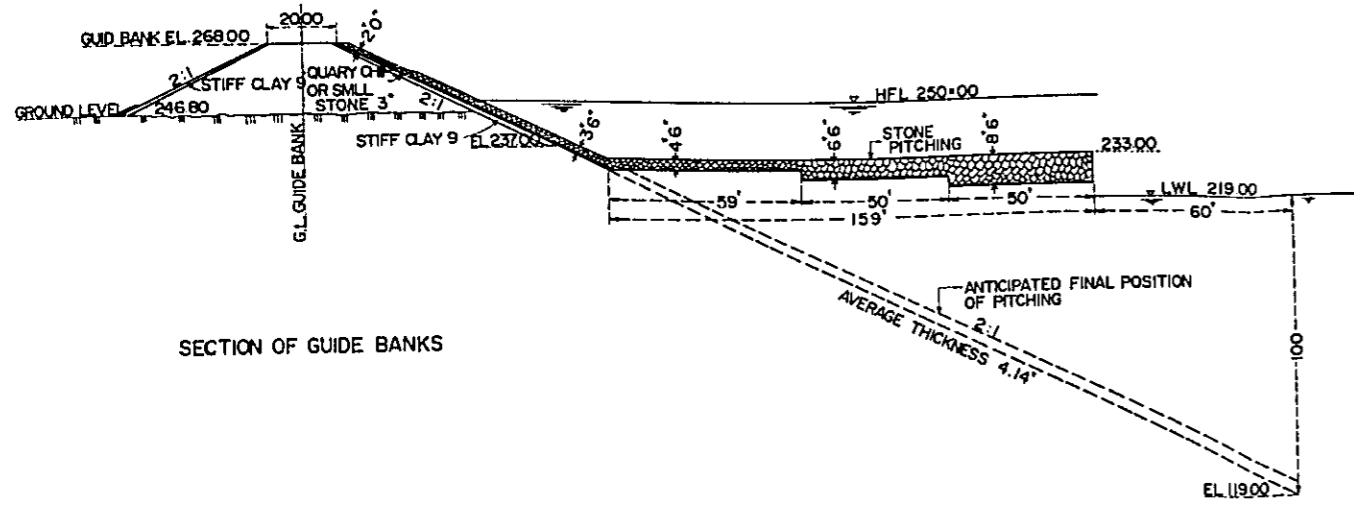
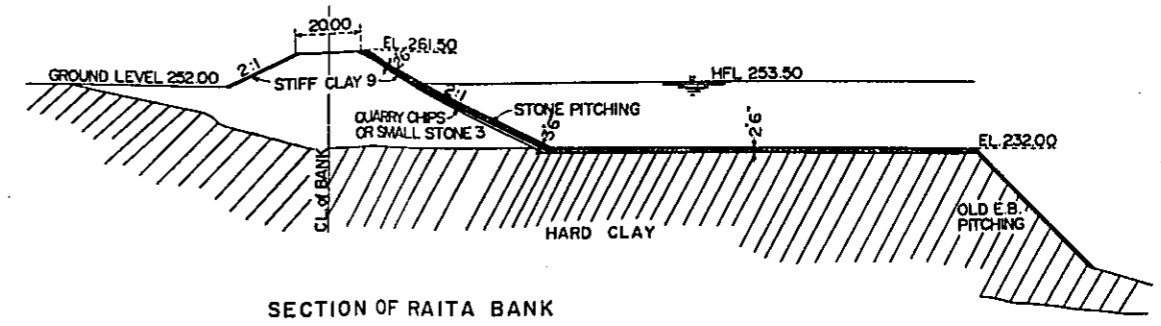


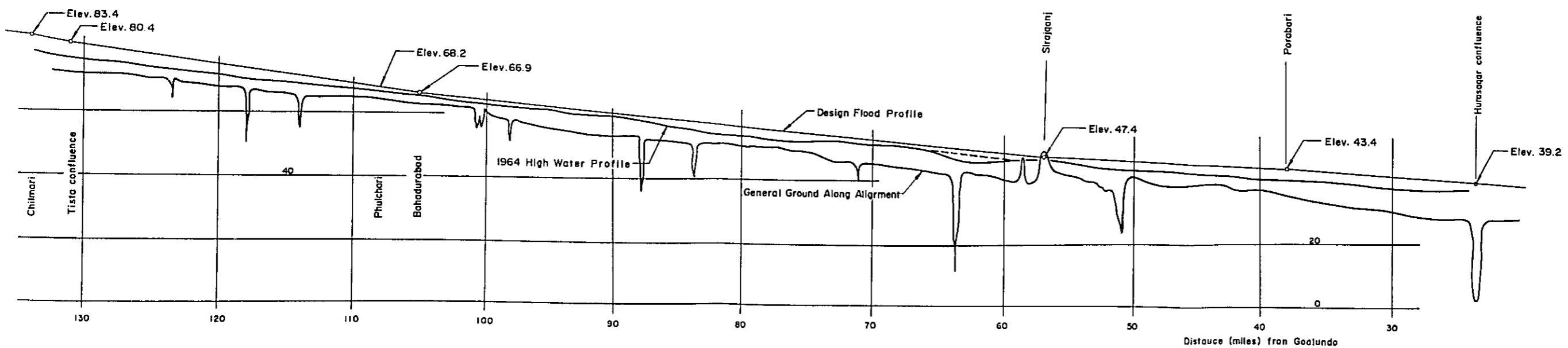
图 2-3-17



SECTION OF GUIDE BANKS



SECTION OF RAITA BANK



BANK EROSION IN 1933

HARDING BRIDGE : BANK PROTECTION

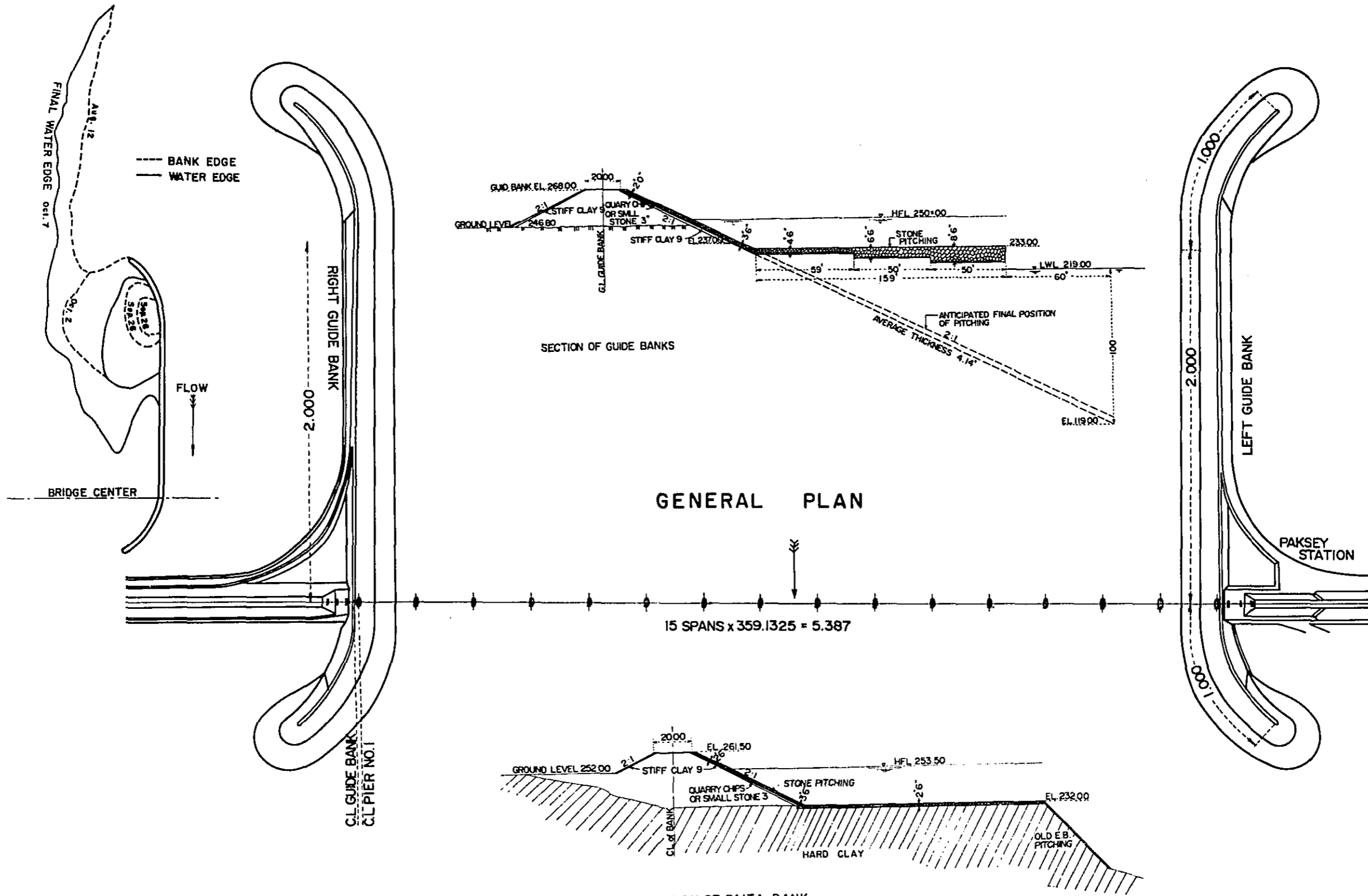


图 2 - 3 - 08 Harding 橋導流堤

SECTION OF RAITA BANK

図 2-3-19 Harding 橋での流量と流速

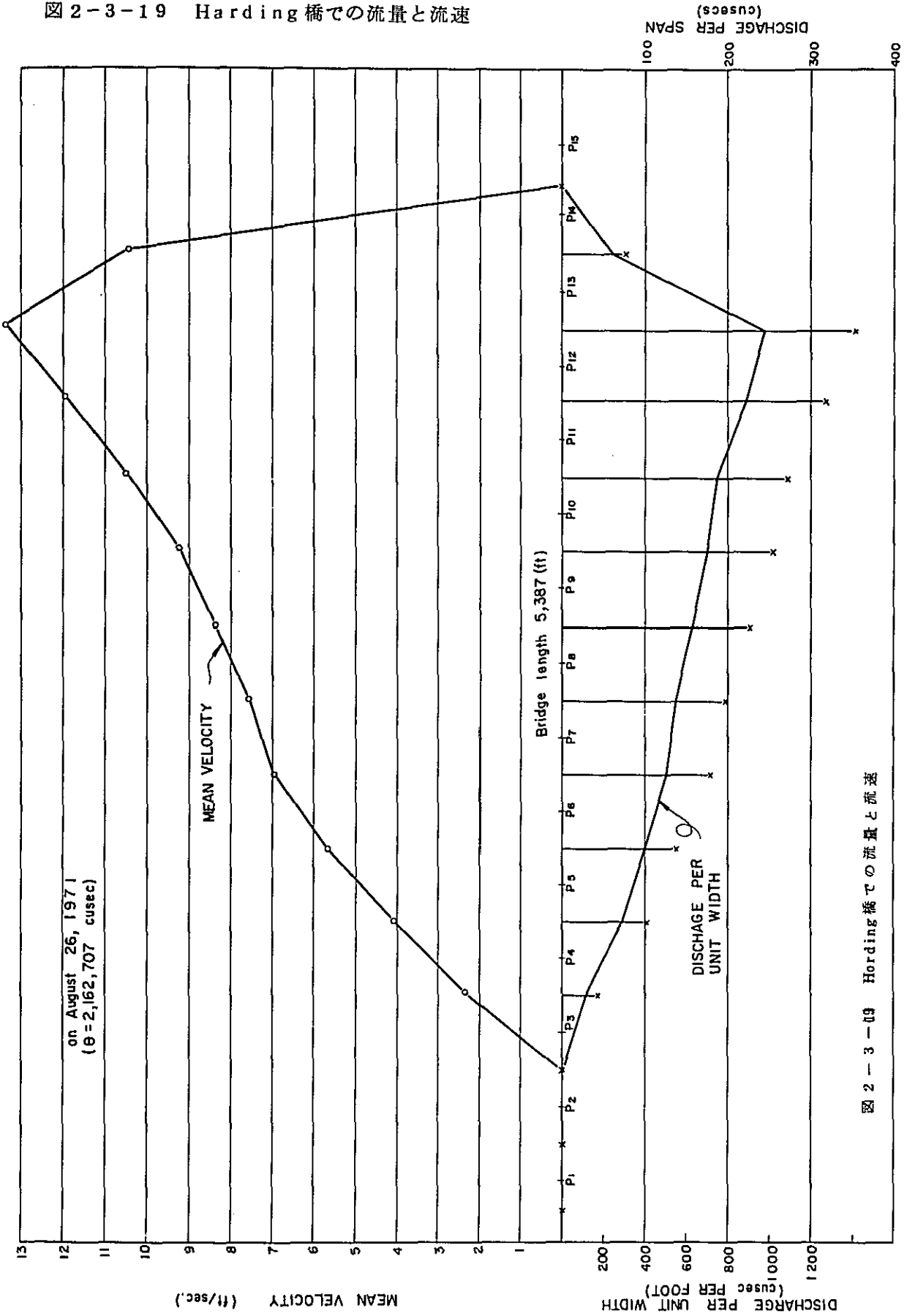
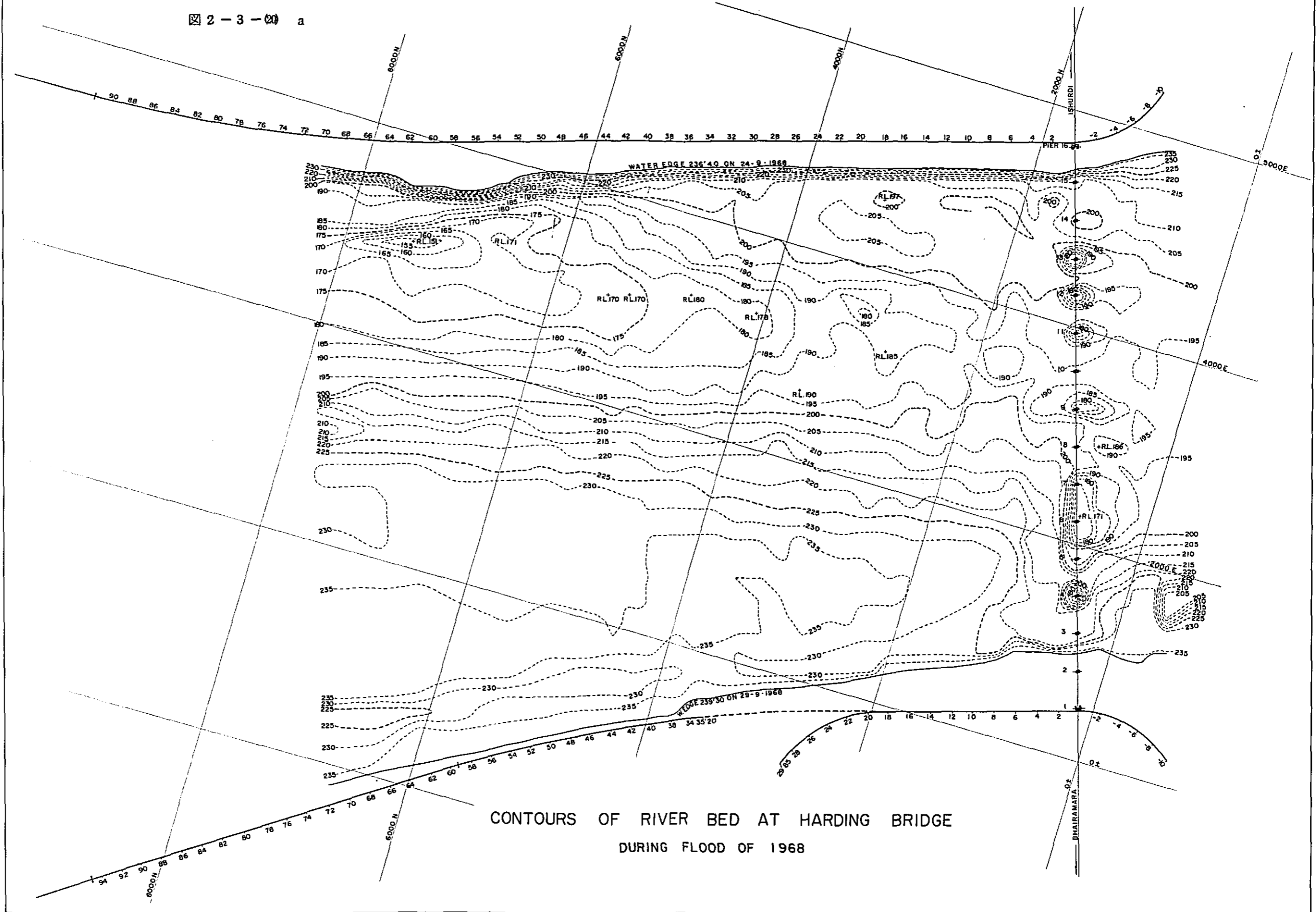


図 2-3-09 Harding 橋での流量と流速

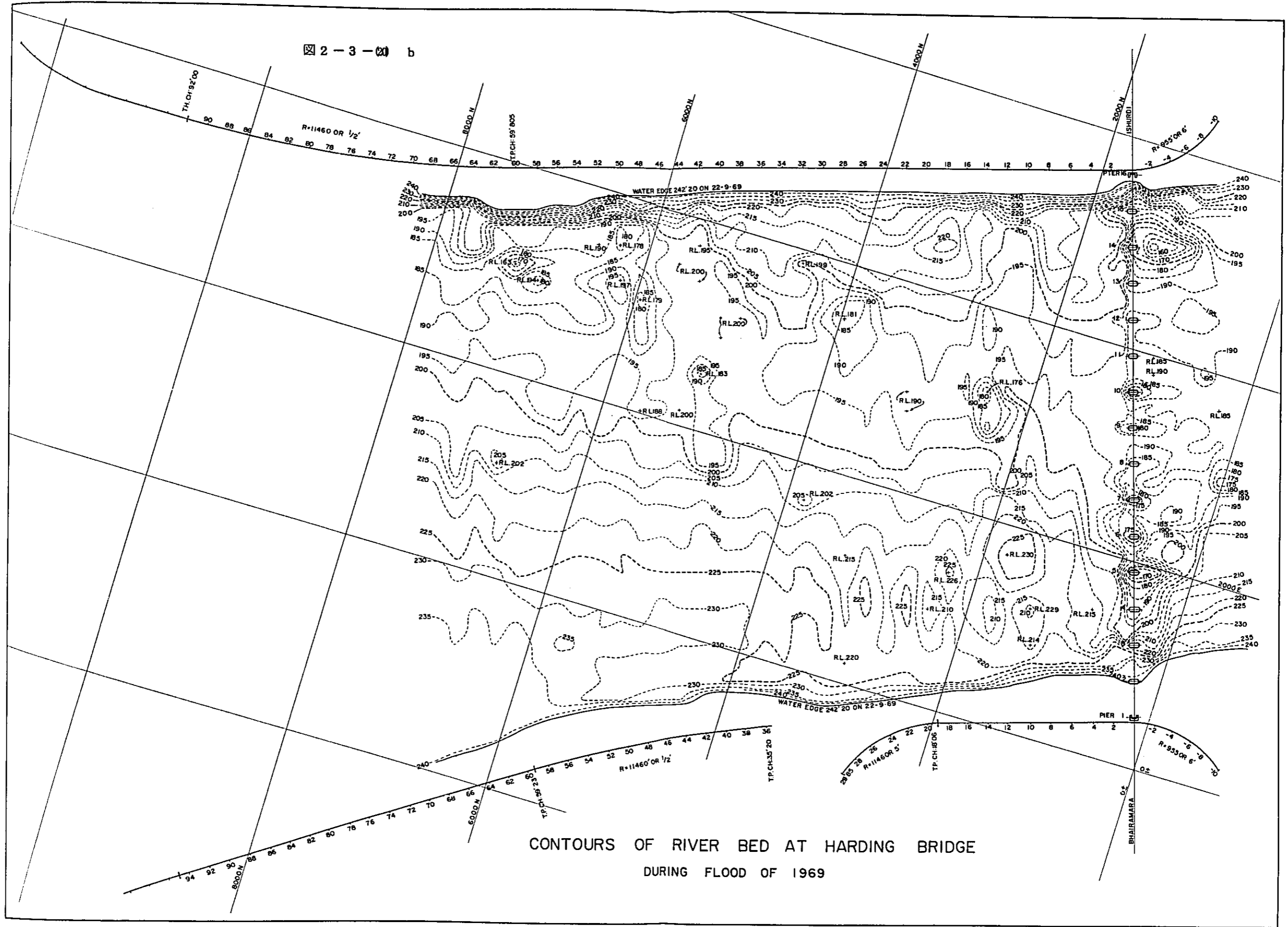
DISCHARGE AND VELOCITY DISTRIBUTION AT HARDING BRIDGE

2-3-20 a



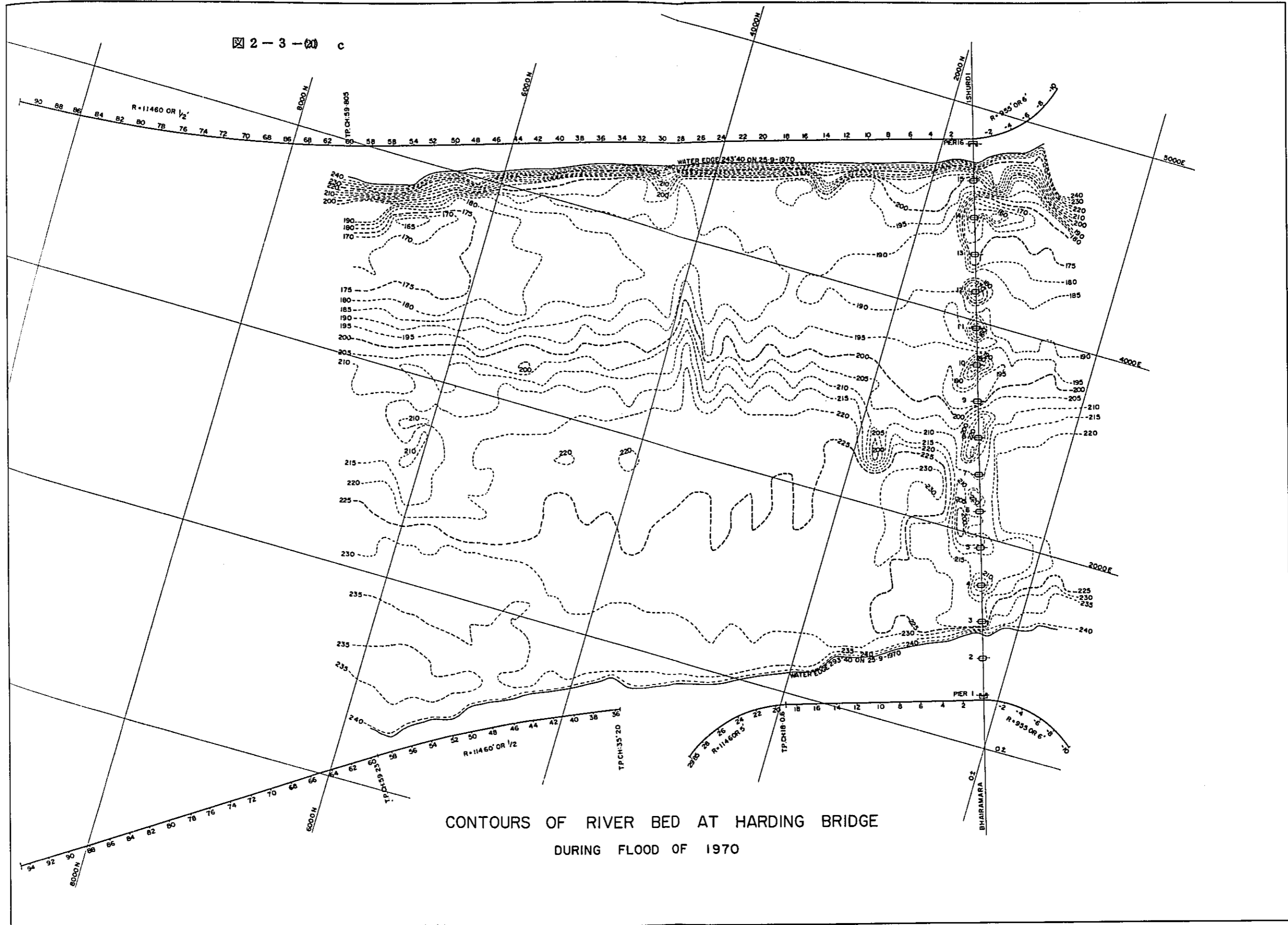
CONTOURS OF RIVER BED AT HARDING BRIDGE
DURING FLOOD OF 1968

图 2-3-00 b



CONTOURS OF RIVER BED AT HARDING BRIDGE
DURING FLOOD OF 1969

2-3-20 c



CONTOURS OF RIVER BED AT HARDING BRIDGE
DURING FLOOD OF 1970

3 河幅と河床高に関する考察

Harding 橋地点における最近 20 年間の最大最小流量及び過去 60 年間の (Harding 橋が建設されて以来の) 最大水位を表 2-3-(11) に示す。最大流量は 1971 年 8 月の 2162707 c. f. s (61,241 t/s) であり最大水位は 248.00 feet である。過去 60 年間の年最大水位の変動幅は 5.5 feet (1.68 m) と少なく Harding 橋地点における計画高水位 250.00 feet は、かなり安全性が高いものと言うことができる。

Harding 橋地点の河川横断は図 2-3-(21) の如くで (1970 年 7 月~12 月測量のもの) 流量の増加に伴って河床が洗掘され低下することを示している。この低下は流心部である左岸側は 20 feet 程度であるが右岸側は濁水時の河床が比較的高いために出水中は 60 feet も低下している。この他橋脚の周辺にはさらに局部洗掘が見られる。この河床低下は、これまでに実施されてきた捨石工法により河床の大部分が石で覆われているためある高さで河床低下が阻止されている様であり自然に放置された場合の河床低下はこれよりも大きいことが予想される。一方これより上流の河幅の広い地点、Raita 導流堤先端付近、及びこれより 7 mile 上流の河床横断図、図 2-3-(22) を見ると何れも最深河床高は 202 feet, 206 feet と架橋地点の最深河床高より約 40 feet も高くなっている。これらの横断図の測量時期は何れも 4 月と 11 月で洪水期を外れているため必ずしも最低河床高を表わすとは言えないが Jamuna 河の流量観測資料から濁水期と洪水時の河床横断図の比較から (図 2-3-(7)) 考えると流量変化による河床変動はそれ程大きくないものと思われる。従って架橋地点の 40 feet (低水路を平均的にみれば約 30 feet) の河床低下は川幅の変化によるものと考えられる。ただし架橋地点では前述したように洗掘防止工法として捨石を多数投下しているので、このために河床が安定し河床低下を防がれていることが考えられるので、捨石のない場合の河床低下はより大きい可能性もある。

流砂量を一定とした場合の平衡河床高は、断面形を河幅を B 、水深を h とした長方形断面とした場合に次式で表わされる。

$$\left(\frac{h}{h_0}\right) = \left(\frac{B}{B_0}\right)^{-\left(1-\frac{1}{n}\right)\frac{6}{7}} \quad (1)$$

ここに n は、流砂公式として $Q_B = \alpha B \cdot U * n$ と表わした場合のべき数である。 n は 3~4 の値をとるから $n = 3.4$ の場合を求めると

$$n = 3 ; \left(\frac{h}{h_0}\right) = \left(\frac{B}{B_0}\right)^{-\frac{4}{7}} \quad (2)$$

$$n = 4 ; \left(\frac{h}{h_0}\right) = \left(\frac{B}{B_0}\right)^{-\frac{9}{14}} \quad (3)$$

の如くなる。

今、上流側の断面幅 B_0 として Section G # 15 の 8650 feet をとり、架橋地点の河幅 B を 5385 feet とすると、その場合の水深比は次の様になる。

$$- n = 3 ; \quad \frac{h}{h_0} = 1.31$$

$$n = 4 ; \quad \frac{h}{h_0} = 1.36$$

一方河床横断面から求められる水深比は 1.7 であり、実際の河床低下の方がかなり大きいことを示している。この理由としては、1) 上流地点の横断が出水時にはもっと洗掘をうけている。2) 断面を長方形断面と仮定することに問題がある。3) 架橋地点の河床はピア一の洗掘の影響をうけて低下しているなどが考えられるが何れも今後更に調査を進めることによって明らかにする必要がある。

REFERENCES

CROSS SECTION TAKEN ON	INITIAL
16TH JULY 1970 SHOWN THUS	
15TH AUGUST 1970	
16TH SEPTEMBER 1970	
16TH OCTOBER 1970	
16TH NOVEMBER 1970	
15TH DECEMBER 1970	

HARDINGE BRIDGE
SECTION TAKEN AT CENTRE LINE
FROM JULY TO DECEMBER 1970

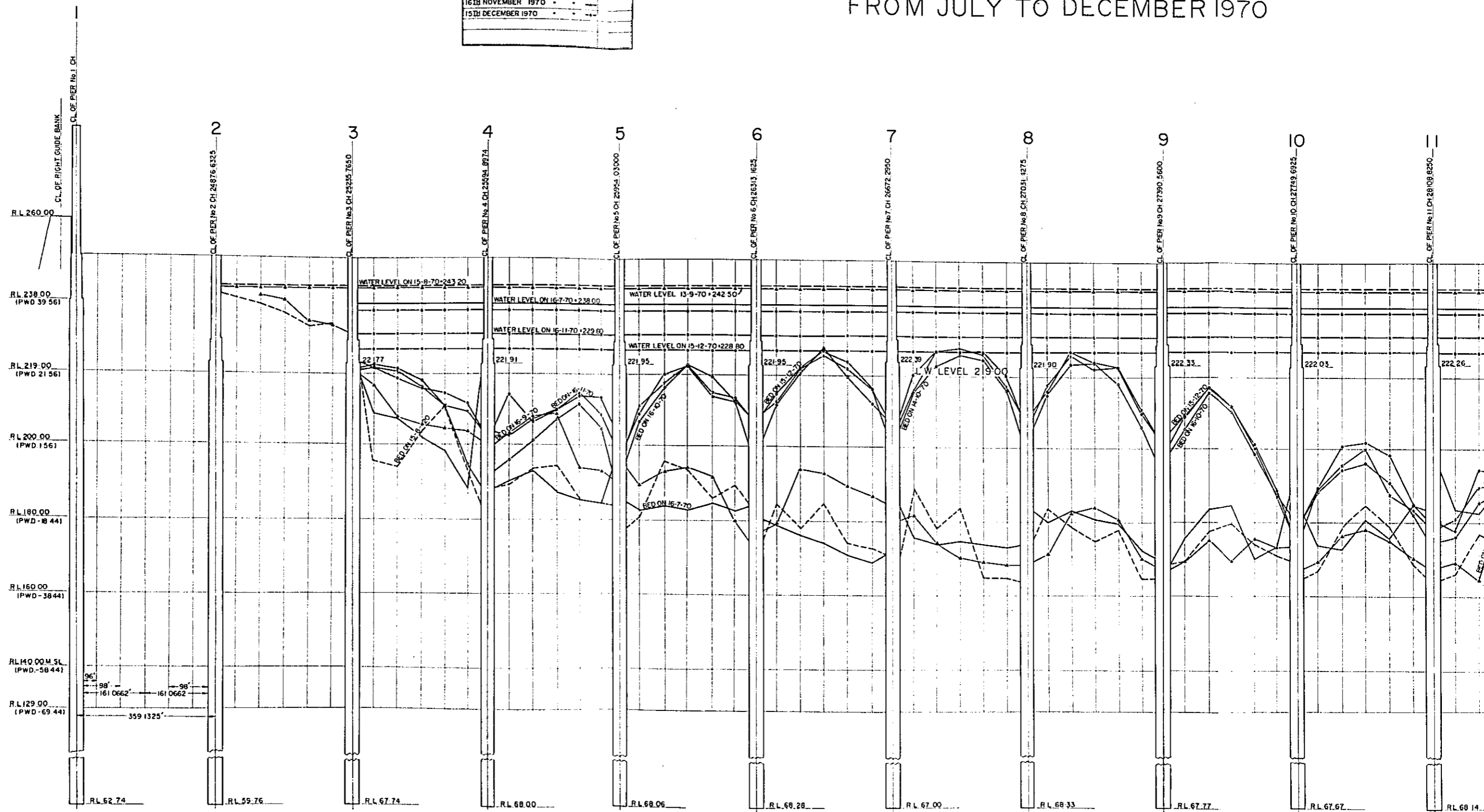


図 2-3-2) Hading 橋での河川横断 (1970年7月~12月)

HARDINGE BRIDGE
SECTION TAKEN AT CENTRE LINE
FROM JULY TO DECEMBER 1970

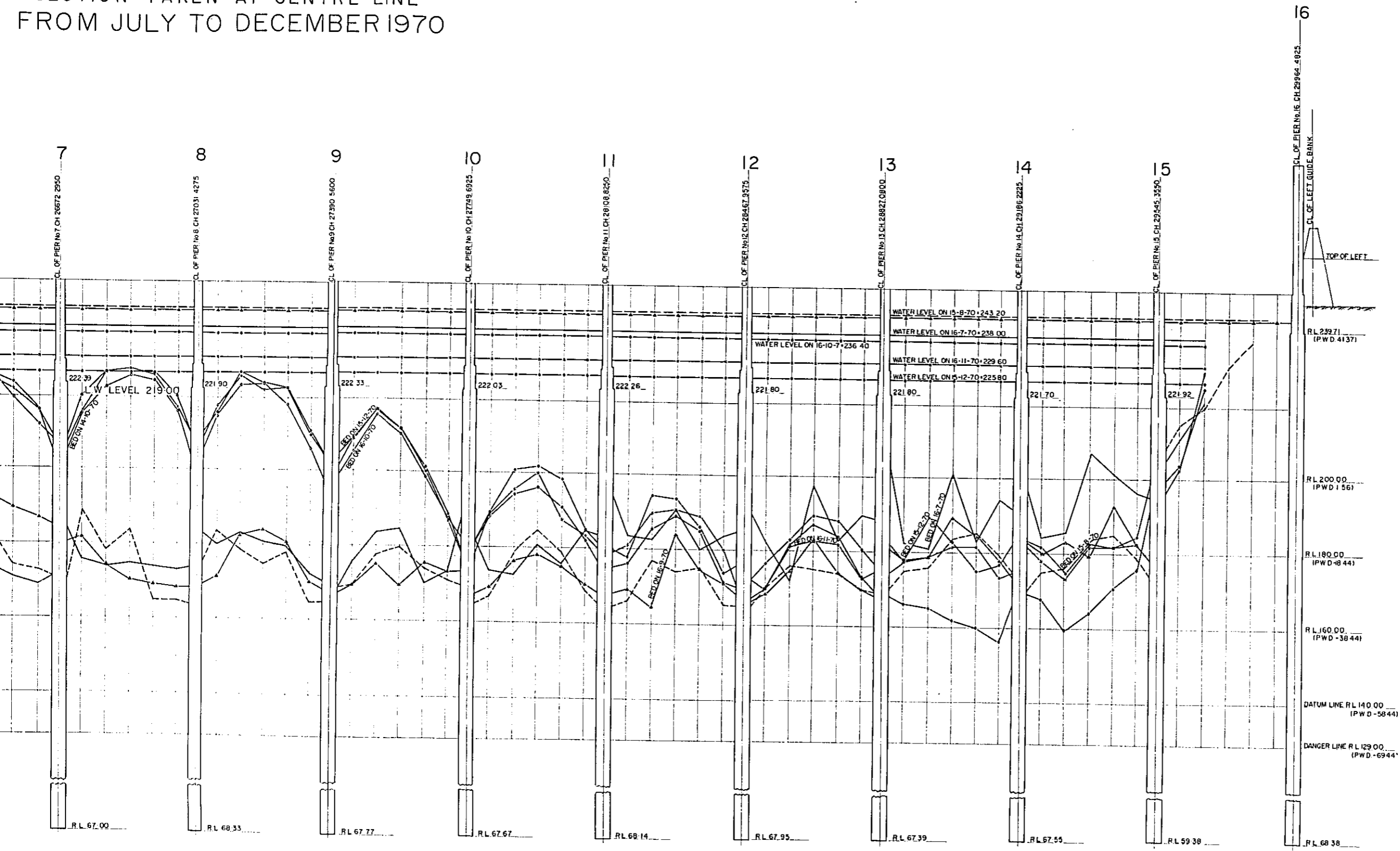
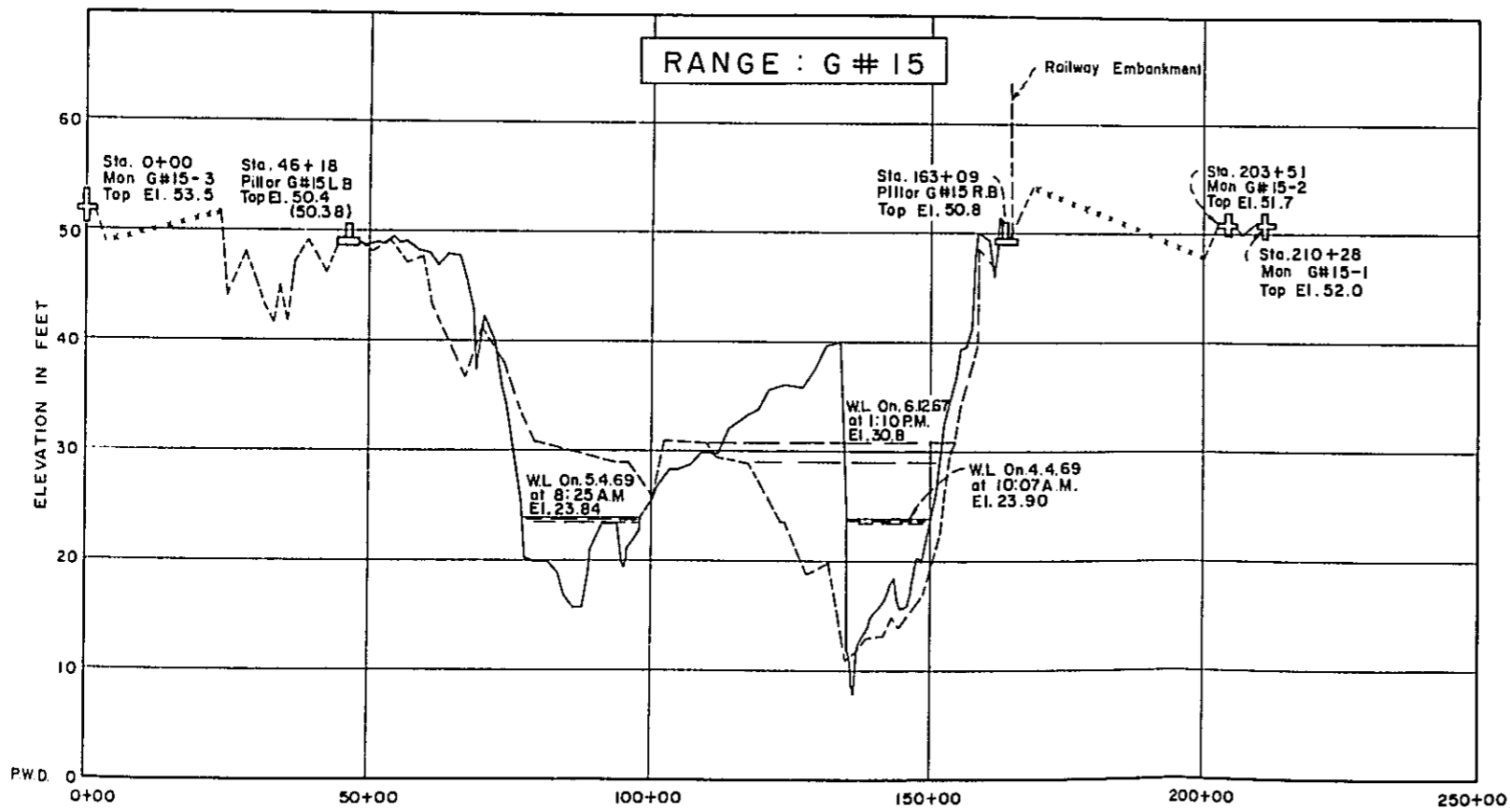
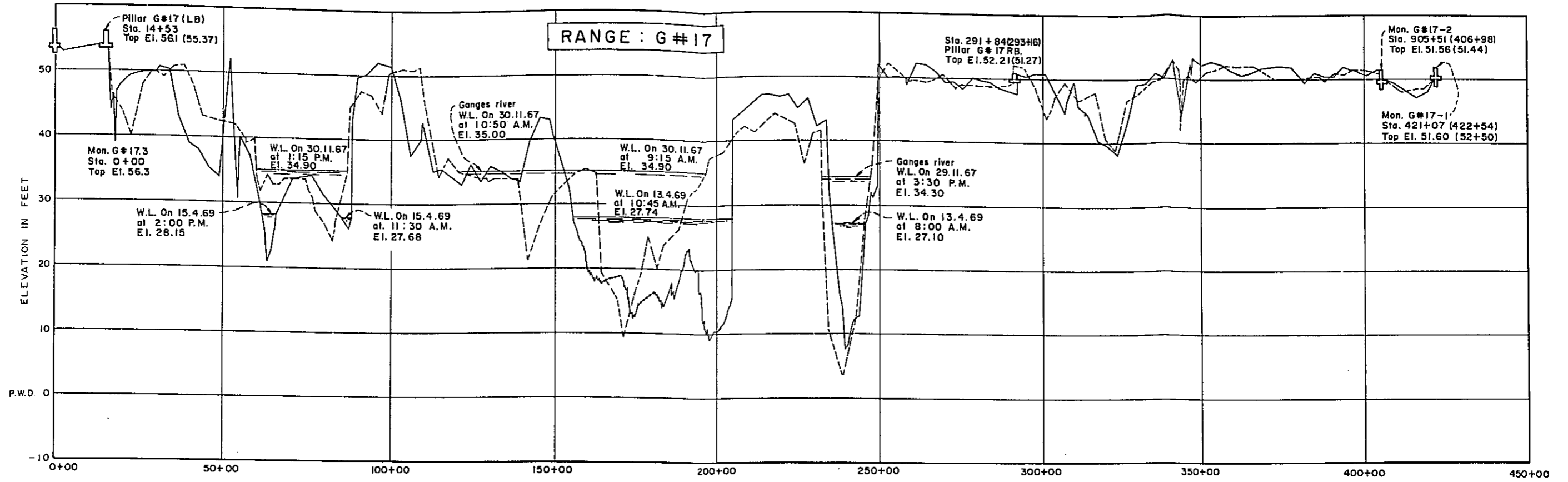


図 2-3-22 ガンジス河横断



2-3-5 架橋の可能性と架橋地点選定上の問題点

1 架橋地点の選定

ジャムナ河の様な網状に乱流した未改修河川に架橋する場合に提起される問題は、主水路に架橋する架橋幅とアプローチの形式選定及び橋台橋脚周辺の洗掘・浸食対策としての護岸工事の成否に関連する安定な架橋地点の選定である。

ガンジス河のHarding 橋のように、天然の地形条件として安定した狭搾地点があれば架橋地点としてはもっとも望ましいが、ジャムナ河では地質、地形上からその様な狭搾地点は見出し難いように思われる。(流水による浸食抵抗についての土質力学的調査は今まで行なわれていない。)しかし網状に乱れてはいるが、その中にも結節点の様に河幅の狭い所が数ヶ所存在しており、この結節点が長期にわたって安定しているならば、この様な地点は架橋地点として最も適した所といえることができる。この様な河道の安定性に関する判断は、過去に撮影された航空写真の解析等の今後実施すべき調査にまたねばならないが(現在入手されている河道変遷図等の資料では不十分である。)現在の河状からこの様な結節点の位置をあげると下流から Aricha 上流 20km 付近, Sirajganj 下流 10 km 付近, Gabargaon 付近, Bahadurabad 下流付近などである。

これらの地点の特徴は次のようなものである。

(1) Aricha 付近

ジャムナ河とガンジス河とが合流する地点から南東方向に約 1 km 離れた所に Aricha の町がある。ジャムナ河は、合流する直前において、河道が大きく西側にう回し、大きな発達した中州をはさんで 2 本の河道を形成している。西側の方が主水路であり、その河巾は低水時約 2.4 km とかなりせまい。その横断図は図 2-3-(9)の J # 2-1 である。中州には人塚もあり耕地であるが標高は低く、洪水時には殆んど全面水没しその水深は 3 m 程度である。樹木もバナナ程度の樹高の低いもののみである。この中州が安定していれば水路を横断する橋長は、左岸側の副水路の横断と合わせても、他の個所に比べてかなり短くなるので

有利と思われるが、中州の横断方法が問題になる。すなわち、中州上を盛土で横断することは、流れに対する抵抗が大きく、全長にわたり侵食対策が必要となり、しかも2本の河道への流れの集中が大きいためそのため河岸の安定工事の費用が増大する恐れがある。もし、この中州が安定でなく新水路が容易に中州を侵食するとすれば、この広大な中州を安定化するための護岸工事費は莫大なものとなる。このような観点から、この中州を横断するルートは不適當と思われる。

この中州の上流、二本の河道が分れる所に1つの結節点がありその上流部に比べてかなり河巾がせまい。(Hursagar R. 合法点より下流約1 kmの地点) その架橋巾はおよそ6 km位であろう。この地点の問題は、左岸側の安定性であって左岸が河の中へ突出した形をしているために上流から発生すると予想される侵食に対する対策は非常に重要である。また更に東方でジャムナ河の分流したかなり大きな河川を横断しなければならないことも考慮すべきである。

(2) Sirajganj 付近

Sirajganj はジャムナ河の右岸に面した大きな町で、Jagannathanj と連絡する鉄道フェリーの発着地でもある。右岸の台地の標高は高水時に若干水を被る位で一般に高い。このSirajganj をジャムナ河から守るためにコンクリートブロックを主体とした工事が施工

されており一応の安定をみせている。しかし上流水衝部での水当りが強く護岸の末端付近で河岸侵食が始まっており現在これの対策に忙殺されている状況である。このSirajganj 付近のジャムナ河の河状は必ずしも良好ではなく、川の中に寄州が発達して河巾も広く、架橋地点としては適切でない。しかしこの付近の護岸工事は大規模で既に相当な投資がなされており、今後更にこれを補強していくことになれば河岸の安定性の確保という点では利用すべき地点と思われる。しかし対岸への距離は6 km を越えるであろう。

Sirajganj より流れは対岸に向い約10 km 下流から左岸沿いにほぼ南北にそって直線

時に流下する。この間は約6 km程あり、濁水時にみた河巾もせまい。低水路巾は3 km以下であるが高水時の河巾は左岸にある派川と連なる可能性もあり不明である。この地点右岸側の侵食は流れの蛇行状況から比較的少ないものと思われるが逆に左岸側の河岸保護についての十分な検討が必要である。

なおFreeman FoxのレポートではSirajganj直下流の地点すなわちSirajganj水位計の下流7-11 mile付近を架橋候補地点としてあげており、河川の安定性については有利としているが河巾をかなりせまくする事を考えており橋の建設位置を中央にした場合の航

行用分水路の建設費用の高いことを問題としている。

(3) Gabargaon 付近

Bogra と Jamalpur とを結んだ線がジャムナ河を横断する付近に比較的河巾のせまい所がある。ここをGabargaon地点と呼んでいるが橋本報告でも架橋可能地点としてあげられた所である。ここは前に述べた結節点の1つであって、河巾がせまく、架橋巾としては6-7 km位が可能であろう。右岸の堤防は現在の河岸線からかなり後退して設けられており河岸侵食も現在のところあまりけん著ではない。右岸側の流況については南東の方向へ水が分流する傾向にあるので導流堤の位置については洪水時の流況についての検討が必要である。

(4) Bahadurabad 付近

Bahadurabadは現在も対岸Phulchariとの間にフェリーが就航しており河岸としては比較的安定している所と言えよう。架橋巾は6-7 km程度でGabargaonサイトとあまり変わらない。

2 導流堤工法と堤防

Harding橋のようにguide bank等を用いて河幅を人工的に狭めることは橋長を短かくすることの利点はあるが、架橋地点の河床低下を招きguide bankの保護と橋脚周辺の洗堀対策に多大の工事費を必要とすることになるのであまり河幅を狭めることは必ずしも得策ではない。河川工学上からは導流堤、アプローチの築堤等による架橋地点での流水の集中を考慮してguide bankの位置、形状を決定することが重要である。

現在ジャムナ河の治水工事として建設された右岸の堤防のように護岸のない土堤は、河川の中に発達する砂州の規模や形状の変化により水路の流向が変化し流勢が河岸に集中すると容易に浸食され全く抵抗となり得ない。(Sirajganj 上流付近の浸食状況)このため、現在の右岸堤は、現状のままではguide bankの役目を期待することは困難である。また現在のSirajganj 付近の護岸工法では十分な安全は保障され得ないが、これを改良してguid bankの代用とすることは十分考慮すべき方法である。この右岸堤防は架橋の右岸橋台の位置を決定する上で参考となる。

ジャムナ河左岸には現在この様な築堤計画は策定されておらず、また近い将来に策定されるか否かは疑問である。従って現時点で左岸側の築堤計画をジャムナ河架橋計画に組み込む事は、築堤工費の膨大な点（護岸工事を含めなければ安全な堤防計画は不可能である）と工期の点から得策ではないと判断される。

導流堤や橋脚周辺の洗堀対策は、Harding 橋の例などからも分る様に技術的に解決が可能であるが、石材やコンクリートブロックなどの価格が高いため防護工としては護岸と根固め水制工の組合せ等、模型実験などを含めた細部の十分な検討が必要である。

3 橋脚周辺の洗堀に関する検討

架橋地点においては、導流堤を設けて河幅をせばめ、また橋脚による断面積縮小により上下流に比べて河床低下を生ずるが、更に橋脚周辺においては流れの阻害による洗堀を生ずる。この局部洗堀深の推定は橋脚の根入れ長の設計などに必要であり、今後の調査においても十分な検討を加える必要があることは勿論であるが、ここでは今迄に検討されている水理学的な知識について簡単に述べることにする。

(1) Andru の関係式

Lacey は自然河川や移動床水路において、水路形状と水理量との関係について研究し bed factor ; $Q^2/B^2 h^3$ なるものを提案しているが、Andru は、これを用い水面より測った洗堀深 h_s と流路の単位幅当りの流量との間に図 2-3- (23) に示す関係を求めた。図中の直線は

$$h_s (Q^2/B^2 h^3)^{\frac{1}{3}} = 1.8 \left(\frac{Q}{B} \right)^{\frac{2}{3}} \quad (4)$$

$$\text{となり、} \quad h_s = 1.8 h \quad (5)$$

の関係を得る。このことは橋脚周辺の河床からの洗堀深は水深の 8 割になることを意味する。仮にジャムナ河の水深が 60 feet あるとすれば洗堀深は 48 feet となる。

図 2-3-(21) に示す Harding 橋の横断図では 10 月, 11 月, 12 月の測定において右岸側の橋脚周辺の洗掘が極めて顕著である。このうち 10 月の測定結果から NO6, NO7, NO8 橋脚について橋脚中間部の水深と橋脚周辺の水深との比を求めると 2.6 となる。この値は Andru の関係よりかなり大きくなっており, (5) 式の関係も今後の調査によって精度を高めることが期待される。

(2) Laursen の推定法

Laursen は広範囲な模型実験により, 橋脚先端部における平均最大洗掘深さ Z_s (河床面からの深さ) を橋脚の幅 b との比 Z_s/b と, 洗掘されていないところの平均水深 h_m と b の比 h_m/b との関係で表わし, 図 2-3-(24) の様な設計曲線を示した。もし流れに対してピア-の方向が傾いている場合には K_a を求める。L はピア-の流れ方向の長さである。下の図は砂礫の移動形態と掃流力の影響を表わす係数を求める図で $Z_s \cdot K_j \cdot K_a$ が求める洗掘深さとなる。ピア-幅 15 feet, 水深 60 feet の場合の洗掘深さは $\frac{\sqrt{gh_0 I}}{W_0} > 2$ として求めてみると, 42.1 feet となり, Andru の関係とほぼ同様な値を得る。

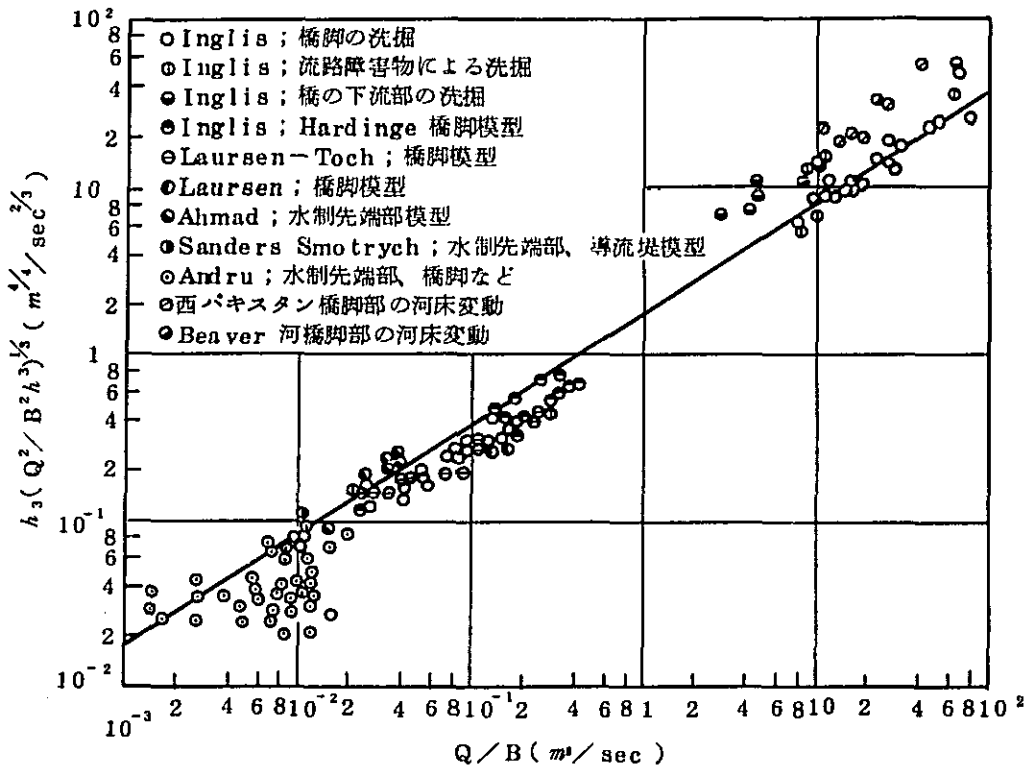


図 2-3-(23) 橋脚, 橋台および水制周辺における最大洗掘深さと流量との関係

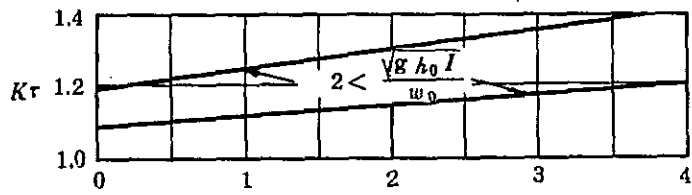
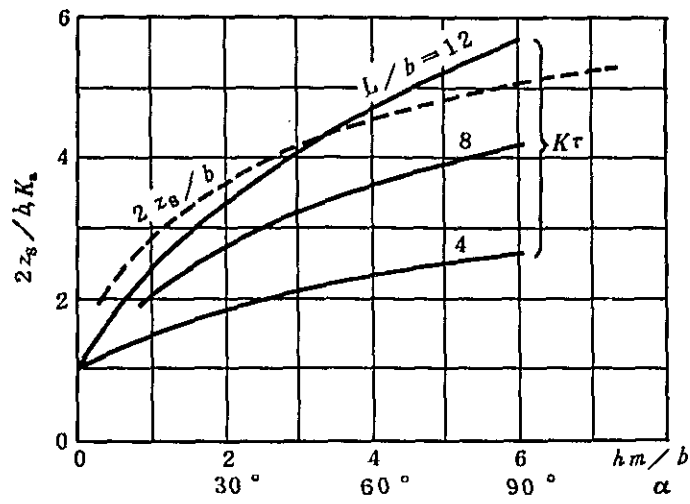


図 2-3-②) 橋脚などによる洗掘深さに関する Laursen の関係

2-4 交通関係

2-4-1 交通部門調査の前提と問題点

バングラデシュ国内の交通部門の全体把握と問題点の洗い出しは、ここに提案されているジャムナ河架橋構想の検討をすすめるにあたって、単にジャムナ河沿いの近接地域間の交流の促進を図るというだけでなく、この構想が同国内の交通整備および地域開発上、如何に大きい意味と位置を占めるかを充分理解するための必須条件であると考えられる。

ここでは、1972年末の短期間に得た資料および情報によって、その主要点、特徴などを述べることにするが、予め次の点に留意されたい。即ち、現在の交通状態は、独立後まもないため、戦乱前後の影響が残っており、正常な社会、経済活動を反映していないこと、また、輸送施設も、船舶、車両も含めて戦争による損害を復旧し得ていないので必ずしも適切な輸送活動が行なわれていないことを承知しておく必要がある。

また、最近数年間における交通部門の推移傾向についても、政治情勢の不安による輸送量の減少、資本投下の削減等の影響があることも考慮する必要がある。このため、輸送実績についての検討も、あえて最近時点のデータにこだわらず、過去の推移からみて、概ね定常的な活動状態のものをとり上げることにした。なお、バングラデシュ政府当局の見通しでは、交通部門の復旧は大体、1974年内には1970年当時の水準に戻すとのことであるので、将来予測については、上記の正常な活動時のものの時点修正と、外国援助、および制約の除かれた経済活動等を取り入れて検討することが必要である。

1. 水運部門について

水運関係の資料は比較的よく整備されており、特に物資に関する動きは、良く把握されている。下記に列挙してあるものが、本レポートのベースであるがこの中でもオランダのNEDECOによって1963年～1967年に行われた、内陸水路と内陸港の調査はバングラデシュの水運について、総合的に検討を加えた、参考になる報告書である。問題は、調査年次が多少古いことであろう。輸送年報は、内陸水運の輸送実績について、毎年とりまとめたものであり、物資の品目別ODについても調査されている。

1) 内陸水路及び内陸港に関する調査、1963～1967（1967年NEDECO）

この報告書は、総括編、水路現況編、水分編等の4部からなっている。

2) 輸送年報：（IWTA 1961/62年から1968/69年迄毎年の輸送に関するデータが共通のまとめ方で編集されている。

問題は、水路の現況に関して最新の情報が得られないことと、輸送コストに関するデータが必ずしも充分でないことである。

2. 鉄道部門について

必要な資料の不足は鉄道に関しても同様であり、独立時の混乱で資料の粉失、担当者の死亡等で、全体的な資料はあるが、施設、人と物の動きともに地域別、路線別の細部にわたる

資料がかなり不足している。以下の資料が今回の限られた時間の中で入手できたものであり、本レポートのベースになっているものである。

- 1) 1970年統計年報……バングラデシュ鉄道についての全体的な諸統計をまとめたもので毎年出版されている。
- 2) バングラデシュ鉄道路線図(1971年)
- 3) 主要区間別交通密度表：広軌(1962年)
- 4) 同 表：メートル軌
- 5) 同 図：広軌
- 6) 同 図：メートル軌
- 7) 鉄道運賃に関する資料：貨物、旅客(1967年、69年バングラデシュ鉄道)
- 8) 同 : ターミナル料金(1971年、バングラデシュ鉄道)
- 9) 第1次5ヶ年計画案
- 10) 東パキスタン鉄道に対する提案(1971年、OTCA)
- 11) アジア幹線鉄道網計画調査報告書(1970 海外鉄道技術協力協会)

不足している情報の中で最も大きな点は、人と物の動きの分布に関する資料がないことであり、そのために、ネットワークの問題、鉄道に次ぐ輸送量を持つ水運更には道路との機能の分担の問題等が、把握し得ないことである。

3. 道路部門について

バングラデシュ国における道路交通および道路整備についてその実体の概要および問題点を述べるにあたっては、統計資料および実態分析に関する情報等が不足であり、このため現段階では必ずしも十分に把握し、記述することはできないことを予め断っておきたい。また、このレポート作成に際して我々が根拠とした資料および情報は次の通りである。

- 1) 輸送統計：1972年1月計画省(MINISTRY OF PLANNING)うち道路部門の主要内容は：
 - I) 道路延長(主要地点間、地区別、舗装道路)および道路費支出額
 - II) 自動車保有台数(地区別、年次別、車種別、車令別)
 - III) 自動車事故統計
 - IV) 燃料消費および自動車関係税収
 - V) 各道路事業進捗状況
- 2) 道路地図：縮尺1/1,000,000 1969年および1/500,000
- 3) 主要区間交通量図(1968年：乗用車換算)およびその各車種別内訳(主要区間のみ写し)
- 4) 主要都市間自動車交通起終点図(1968年：乗用車換算)
- 5) 道路標準断面図

- 6) 道路橋梁現況表（一部区間のみ参照した）
- 7) Dacca ~ Aricha ~ Bogra ~ Kowrle および Dacca ~ Jamelpur 間道路現況視察による記録および観察。
- 8) バングラデシュ国道路関係技術者からの事情聴取1972
- 9) Dacca ~ Faridpur 間道路計画調査報告書（1970年：日本OTCA）
- 10) その他、バングラデシュ国に関する一般の統計資料、地図、参考文献など。

以上の諸資料を参照しつつ、バングラデシュ国の道路交通の状態を把握しようとするうえでの難点は、大きくみて2つある。

その一は、輸送の量および内容（例えば品目別、方向別輸送トン数、トンキロ数あるいは車輛の積載量、走行キロ等の原単位）についての調査がなされていないため、その活動水準および鉄道、水運等他の交通部門との比較およびこれらとの機能関係の分析が困難なことである。

その二は、道路交通の発生、起終点、交通量の構造、交通量の分布についての検討（例えば産業、人口を指標とする交通量発生モデル、起終点交通量回帰モデル等）が行なわれていないため、産業、人口の配置と交通需要との関係、道路の整備水準と分布交通量との関係を適確に説明し難いことである。

つまり、このことは、後に述べるように、この関係を分析するための輸送内容調査、産業と物資流動の調査、その他輸送のコスト、主要な区間での交通量補足などの調査をまず行い、その結果によって始めて、ジャムナ河架橋の交通経済面の効果を推測する段階へと進みうることを意味するものである。とくに、本構想のごとく大規模でかつ、その国内での他部分との資源配分に大きなかかわりあいをもつであろうプロジェクトの場合には、最低限度、直接的効果をもつ交通部門自身の中での変化予測を説明できうるような分析がなされていることが必要である。

このような事情を前提として、統計値および収集データの提示と、その客観的評価をいくらかでも行なうための若干の考察も行ってみた。ただし、このための試算は、あくまでも当面の便宜的なもので、必ずしも正当であるとは限らない。

2-4-2 交通施設の現状

バングラデシュの交通網は鉄道、内航路、道路、航空路により構成されている。この中で主たる都市間の交通手段は、鉄道と内航路であり、全輸送量のそれぞれ約60%、30%を占めていることから裏づけられる。鉄道と内航路のネットワークの特色は、両者が補完的な関係にあるということである。即ち、鉄道は、輸出入港であるKhulna/ChalnaとChittagongを起終点として南北に国土を縦貫し、ジャムナ、パドマによって陸路連絡を妨げられている。Dacca ChittagongとKhulnaの3大センターは、相互にクラスIの内航路によって連絡されている。しかしこれによって一見一応の骨格的な交通体系が整っているように見受けられるが、輸送物資の品目、輸送形態がそれぞれのルートで最も適した交通手段を選択することを考えれば、代替性がないということは、問題であろう。このことは鉄道と道路についても言えることで、今後バングラデシュの交通体系を整備して行く上で、重要な課題である。道路は特殊な気候、自然条件の下で、全般的に未発達であり、Daccaを中心として、11の州部は、幹線道路で結ばれているが、整備水準は低く、殆んどが1車線である。

航空路は、Daccaを中心にChittagong, Sylhet, Jessore, Ishuldi方面にサービスされており、陸路の整備の劣悪さのために、迅速な地域間移動手段として輸送量は少ないが重要な役割りを果たしている。以下それぞれのモードの施設の現状を検討するが、用いた資料によって、必ずしも現在の状況を正確に反映しているものではないことに注意されたい。

1. 内陸水運

(I) ネットワーク

バングラデシュは、ほぼ全域にわたって、標高が低く、インド亜大陸の大部分の水系の排水口となっている。ガンジス川は、インド北部の降雨とヒマラヤの雪融け水を、ジャムナ（ブラマプトラ）河は、アッサム高原、チベット平原の水を、そしてその他の集水区域は小さいが集中的な降雨量を持つ水系は、周辺のインド領内の水運んでいる。そしてこれらの全河川は南下しベンガル湾へ注いでいる。

冬季は水量も少なく水深も浅いが、5～10月のモンスーン期には、インド国境の北、東、西側より莫大な水量が、流出し、バングラデシュの雨季と重なるために、洪水と降雨のため国土の大部分（約70%）は浸水する。

ガンジス、ブラマプトラ両河川は、大量の土砂を運搬してくるが、モンスーン期は、川巾も広く、水深も深い。洪水と埋積物は流動的な河床を形成し、断面でみた時に、ある時は浅い部分と深い部分と隣り合っているという河床を作る一方、全河床がほぼ一定の深さとなっていたりする。後者の場合には、雨期が終りに近づくと水位が低下し、そのために、新しい水路を洗掘するだけの水勢がなく、そのまま船舶航行の障害に結びつく。この現象は、高台地域の河川の大部分にみられるものである。

一方河口附近では、潮汐が、クリーク、河口を通過して河川を遡行し、この水量は高台地

域の洪水量にも匹敵する程である。この潮の動きは、年間を通して一定の動きであり、このために、河床はより安定した状態を保ち易い。

以上の理由から、全季節にわたって、最も良い航行用の水路は、バングラデシュの南部にあるものである。従って、同じ理由から、最悪の場所は、潮汐の影響と、季節の変化が括抗する地域であり、大まかには、Dacca - Madaripur間のベルト状の帯がそれになる。

バングラデシュの水路は、その性格の違いから以下の5つの地域に分けられる。

イ) 主要河川地域(ガンジス、パドマ、メグナ下流南東地域河口)

- 航行状態はガンジス部分を除きかなり良い
- 乾季でも殆どどの区域で十分な水深がある
- 水路と浅瀬は常に変化するが、迂回路は十分に広い
- 河口を除く、支流河川への入口は、堆積物でふさがれている。
- 安定した岸がなく、従って安定した接岸施設の適地がない。(特に Chandpurの上流にみられる。

ロ) 主要水系の南西地域

- 最良の水路がある(潮汐クリークが多い)
- 航行に最も悪い所は Gorai-Madumati と ArialKhan の上流部即ち、主要水系の迂回路に隣りあった地域である。
- 殆どどの潮汐クリークは、南北方向に発達しており、従って、東西方向の連絡が少ないことが問題である。

ハ) Old Brahmaputra の北東地域 (Sylhet 地方)

- 低標高の地域であり、モンスーン季には、インドと当地域の降雨量が、主要河川の水位上昇で排水を妨げられ、全面的に浸水する。
- 河川は、十字のパターンを示している。
- 乾季には、水深の不足で航行は困難である。

ニ) Old Brahmaputra と主要河川の間地域 (Madupur ジャングル)

- バングラデシュの最高標高地域であり、ジャムナ川の泡濫水路に囲まれている。
- 航路なし

ホ) ガンジス、ジャムナ両河川の北西地域

- 主水系への排水河川はあるが、排出は浅瀬でせき止められる。
- 重要な航路はない。

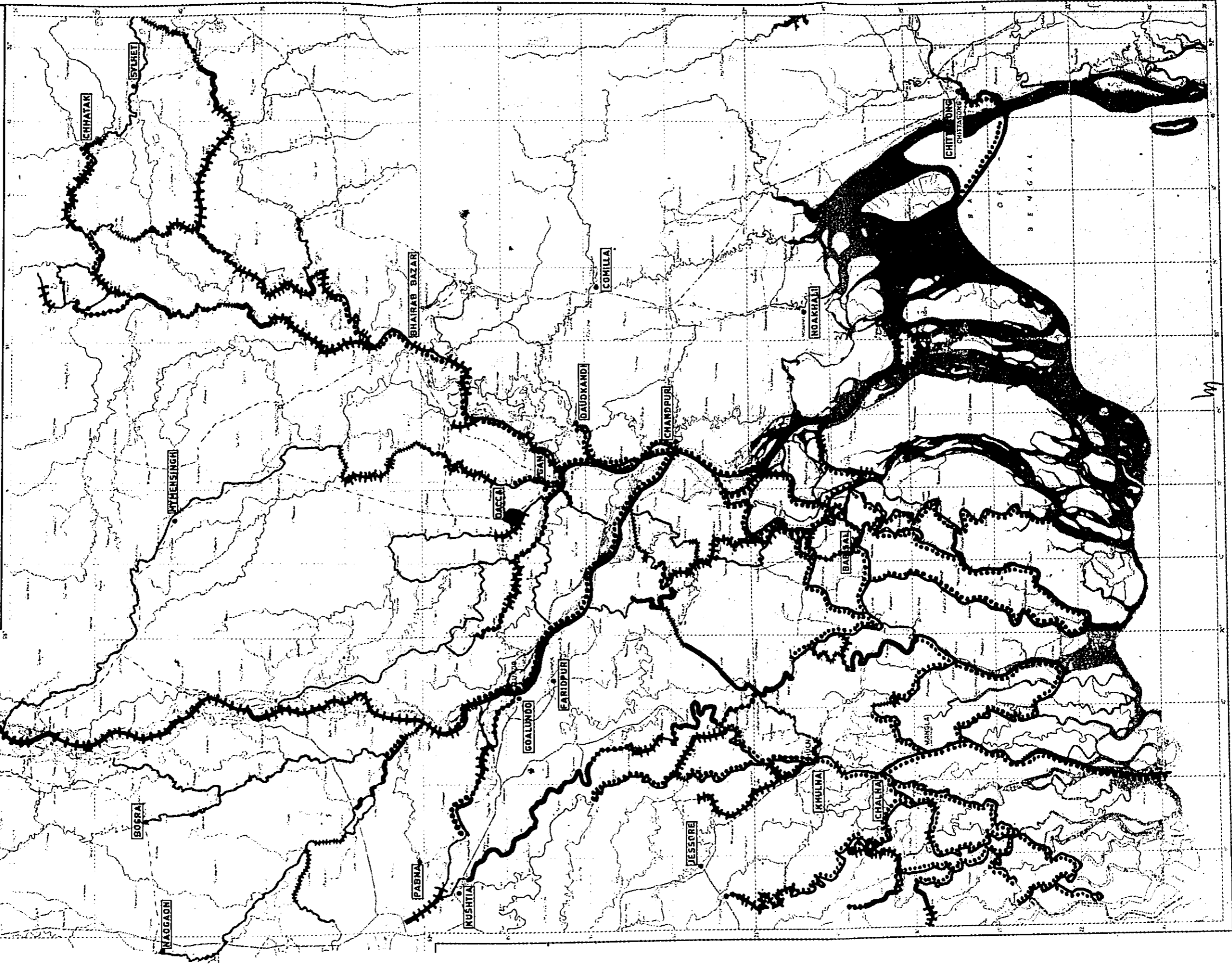
図 2-4-2 水路の現況

SURVEYED 1966 SCALE 1:1000000

DEPTH BELOW STANDARD LOW WATER

●●●●● = MORE THAN 13 FT.
+++++ = 9 - 13 FT.
===== = 5' - 9 FT.

◆◆◆◆◆ = 5-67 FT.
HHHHH = 33 - 5 FT.
===== = LESS THAN 33 FT.



内航水運の航路は、1968年現在、約5000マイルの延長をもっており、この内一年を通じて船舶航行が可能なのは約60%に当る3146マイルであり、1643マイルがモンスーン時に可能であり、206マイルは河口部の乱れた波の影響を受ける。

主要水路は経済的重要性と水深とから次のように区分されている。

表 2-4-(1) 水路延長

単位：マイル

年	全 年	季 節	河口部 (荒波)	合 計
1961/62	2962	1301	206	4469
1965/66	3146	1643	206	4995
1967/68	3146	1643	206	4995

(i) 経済の重要度に従った区分

クラス I (国土幹線水路)

Class 1 ルートは国土的な交通の大動脈であり、国家経済的にも重要なルートである。又、I. W. T. A の管理下におかれ、水深の維持は IWTA の責任となっている。

クラス II (地方幹線水路)

Class 2 ルートは、重要な交通ルートである。しかし、特別の事情がない限り、IWTA の管理はなく、従って水深の保証もされていない。

クラス III (地域幹線水路)

Class 3 ルートは地域的に重要な交通ルートである。水深の区分は一年間の大部分の期間で、そうあることが望ましいという基準を示したものでしかない。

(ii) 航行可能水深による区分

まれに、ボトルネックを形成している場合があるが、一般に河川巾員は充分であり、又船の高さに関する制限もない。従って、水路は、そこを航行可能なきつ水 (船の大きさ) により次のグループに分類される。即ち、12, 9, 6, 4.5, 3 フィートである。しかし、9 フィートと 3 フィートのグループは例外的な場合のみ適応される。

次に主要ルートの概要について述べる

1) Chittagong ~ Narayanganj, Chalna ルート Narayanganj から Chittagong へのルートは、Dhaleswari 川と Meghna 川下流を通り、Chandpur と Ilsaghat を経由して、Tazumuddin へ向い、そこから東へ Hatia 水路を通り、ベンガル湾を抜け Chittagong に至る。

Chalna から Chittagong へのルートは、Pusur 川を下り、いくつかの東西方向のクリークを抜け Kocha 川に至り、そこから Kaukhali へさか上り、更に東へ Ilsaghat に行き、Narayanganj ルートと重なる。

両ルートとも障害のある部分は、最後の部分、即ち Ilsaghat と Chittagong の間にある。この部分は広いメグナ川河口に沿い、ベンガル湾を横切る所である。雨期にな

ると天候は荒れ避難場所がどこにもない。又、メグナ川下流の水深はかなりあり、東西方向の水路（Tazumuddin～Sandwip 間、即ちメグナ川下流から Bengal 湾への水路）は比較的浅いが、最も浅い Laksi Char でも 12 ft クラスの船で通ることができる。この結果 Chittagong ルートでは船のタイプが限定され、12 ft クラスの沿岸型の船となる。このタイプの船は世界の各地で使われており、バングラデシュでも多く利用されている。

ロ) Chalna～Narayanganj ルート

Chalna から Narayanganj への主要ルートは Pusur 川を下り Kocha 川を上って Kaukhali へ至り（又は Khulna を経由し Atai, Nabaganga, Madhumati の 3 河川を通して Kaukhali へ至る）そこから Barisal と Chandpur を経由して Narayanganj へ行く。事実上このルートは Khulna - Narayanganj 間の交通にとっても同じルートになるが、Chalna - Narayanganj の交通量の方が Khulna - Narayanganj をはるかに上回るためにこの水路は Chalna - Narayanganj ルートと呼ばれる。

Chalna - Kaukhali 間の何れのルートもそれぞれの長所、欠点を持っており、共通の問題は大きく回していることである。南側ルートは、大部分が潮汐の影響圏にあり、従って水深は充分であるが Haringhata 河口を、横切らねばならず、悪天候にさらされ同時に海に非常に近いという問題がある。北側のルートは、悪天候に対しては、はるかに優れているが、乾期の水深の不足といった問題が起きる。このために、毎年 6 フィートの吃水をもつクラスの船舶の航行を確保するために Madhumati 川の浅瀬は浚渫される。

従ってこのルートでは Chalna - Kaukhali 間の東西の連絡が問題であり、過去幾つかの比較ルートが計画されたが、この内最も、有望なのは Chalna 投錨地から北東へ向うクリークと Kocha 川から北西へのびる同様のクリークが、約 4 マイル程度の開削された水路で結ばれるというものである。それ以外は現在の南側ルートを利用するものであり、距離の短縮と、南側ルートの欠点を補う非常に将来性のあるルートである。これによって北側ルートを Chalna - Narayanganj 間の交通の代替ルートと考える必要がなくなり浚渫の費用の節約をすることができるし、内陸水路交通と外洋交通を分離できる。

Kaukhali～Chandpur 間も同様に、幾つかの比較ルートがありこれらについても東西方向のルートの一般的な特徴、（即ち、北寄りのルートは水深は浅いが安全であり、南寄りのルートは、水深は充分にあるが、より危険である）がみられるが、何れのルートも将来にわたって特に大きな問題はないと思われる。

Chalna - Narayanganj ルートの中で、気象条件の影響が最も大きいのは、前記 Chalna - Kaukhali 間の南側ルートの海寄りの部分とメグナ下流である。何れにして

も主要な河川の利用が避けられない以上、適切な気象に関する警報システムの完備が唯一の解決策と考えられる。

ハ) Khulna - Narayanganj ルート

Khulna から Narayanganj への主要なルートは、前記 Chalna - Narayanganj と基本的に同じであるが、長い間 the Bil - Dubaldia ルートで代替されることができないかどうかの議論があった。このルートは ArialKhan, Dubaldia, Padma 川を通り Manikdaha から Chandpur に至るルートで、このルートの最大のメリットは左倒的な距離の短縮であり、かつて Culcutta - Assam ルートの一部であったものである。しかし ArialKhan 川の上流でパドマ川へ連絡する部分 Dubaldia と Palang の両支線水路での土砂の埋積等の困難が多く結局は失敗に終わった。しかしこのルートは Madaripur 地域が主にジュートを含んだ農産物の供給地域であり Chandpur との結びつき等を考慮すると、クラス II としての地域的重要性は極めて大きい。

ニ) Dacca / Narayanganj - Chandpur ルート

このルートは、特に、改良する必要もない程、十分なキャパシティを持った、バングラデシュで最良の水路のひとつである。

ホ) Chhatak 方面への北東ルート

Narayanganj から Chhatak へのルートは、北東地域の幹線ルートであるが、上流部の水深の不足が問題となっており、航行できるのは 4.5 フィート吃水クラス以下の船舶に限られる。一方下流の航行条件ははるかに良く Bhairab Bazar 付近までは、流出量に対して河床も十分に広く、流速も遅く、水深も 9 フィート吃水クラスの船舶に充分である。

このルートは、上流に行くに従って、特に Sylhet 地域で特徴的な状況が見られる。即ち、低水位期には殆んど水がなくなってしまい一方モンスーン期には、雨量が集中することで、排水でき得ない程になることである。

ヘ) Bera への北西ルート

Chandpur から Padma と Jamuna 両河川を通るルートで以前の Culcutta ~ Assam ルートの一部である。しかし、1965 年以来インドの通過貨物の動きが途絶えて以来 Jamuna 河の重要性は著しく低下した。

しかし、航行条件は良く Padma と Jamuna 両河川は、6 ~ 9 フィートの吃水グループの船舶にも充分である。問題はこの北西地域には安定した港がないことと、支線水路への進入条件が非常に悪いことである。これに対して NEDECO は Bera 附近が内陸港を建設するのに最も良い地点であると提案している。ジャムナ河からの進入地点での浚渫の問題を除けば、支線水路の水深も充分あり、内陸の道路との連絡も良い。

ト) その他のルート

以上のルートは何れもクラスⅠ又はⅡのルートである。クラスⅢのルートについては、局地的な動きに対応するものが殆んどで重要性は低く、考察を省略した。

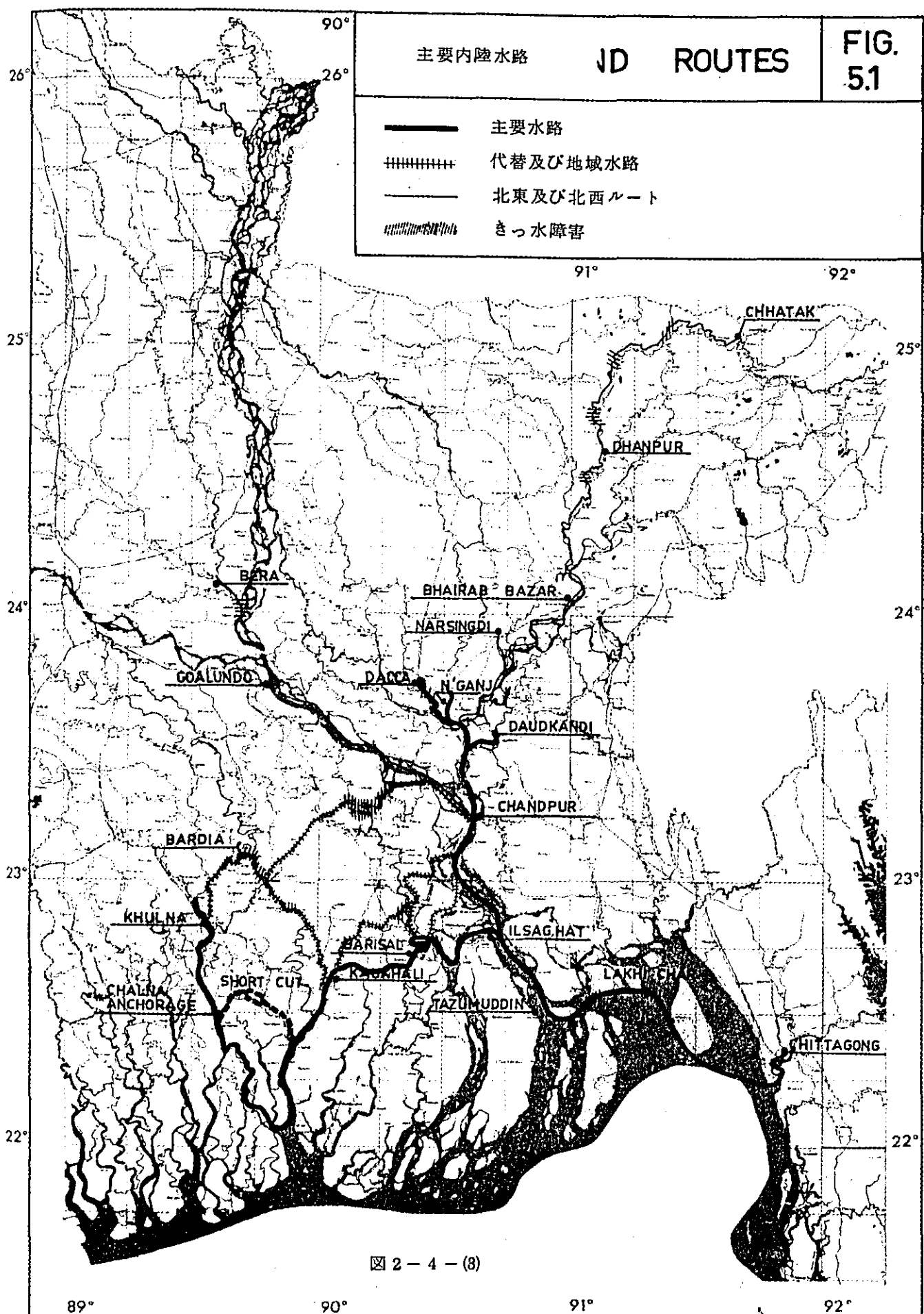


図 2 - 4 - (8)

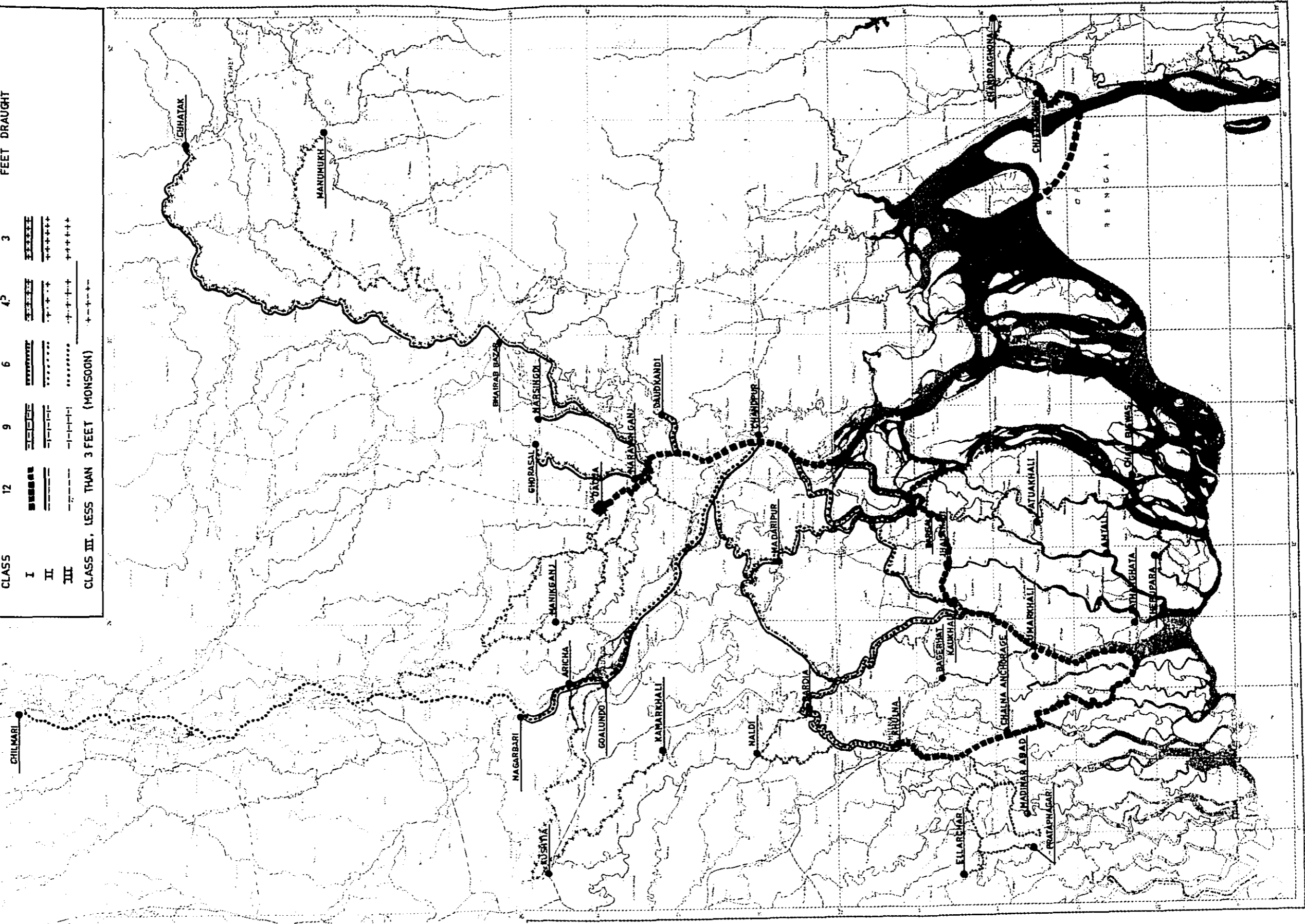
図2-4-(4) 水路の分類

SCALE 1:1,000,000

FEET DRAUGHT

CLASS	12	9	6	4.5	3
I					
II					
III					

CLASS III, LESS THAN 3 FEET (MONSOON)



次に、これらのルートの拠点となる主要内陸港についてみることにする。バングラデシュの内陸港は、単に貨物の積卸し、人の乗換えだけでなく、商業、工業機能をもった地域センターとして重要な役割りを果している。こういった意味で Greater Dacca (Dacca Narayanganj と、将来は Gorasar Narsingdi Bhairab Bazar まで含まれることも考えられる) と Khulna は、最も重要な内陸港である。「更に Chandpur は、古くから、交通、経済の地域的なセンターであり、クラス1の水路に接し Shylhet Chittagong 地域と連絡する鉄道ルート、将来の開発に対しても有利な立地条件を持っているということで、重要な港である。Barisal は従来、航路の結節点、水運会社の技術的、管理的機能の中心として、発展してきたが、内陸水運の運営の変化に伴って、重要性は低下してきている。即ち、水路で囲まれた島から成る地域では、長い間内陸水運だけが唯一の交通手段であったために、接岸場所は、無数に分散しているが、どれひとつとして、内陸港の適地として十分なポテンシャルを持っているものはない。こういった地域では、道路建設が、末端輸送の発達を促し、水運施設の集中化に効果があると考えられる。

東北部地域の Shylhet 地方では、更に数ヶ所の内陸港の開発が可能と思われる。これは工業開発がどこに行われるかにかかっているが、セメントと石材輸送を考えれば、Chhatak の近くにその可能性が強い。

バドマ、ジャムナ、ガンジス河岸の接岸施設は、水路の急激な変化の影響を著しく受けてきた。建設当初は航行に理想的な場所でも、数年後には、堤防は、侵蝕され、水路は、中洲の移動によって、埋まってしまうということが常に起る。しかし、Goalundo, Sirajganj, Bahadra Bad, Chilmarī では、比較的安定した状態に保たれている。しかしこれらの港の中でも Sirajganj は近年河岸の侵蝕が激しく多額の金とその維持に投入されている。

1) Dacca 港

位置：Buriganga 河沿い約7マイルにわたって位置し、港湾活動は主として左岸で行われている。道路の連絡は良好である。メートル軌の鉄道の連絡もあるが、水際まで引込みができないために、直接的な接続は不可能である。

交通量：Dacca Narayanganj と共に主たる商業活動のセンターであり、そのために Narayanganj 港とともに、バングラデシュの中で、最もにぎわう港となっている。

単位：トン

年	出	入	計
1961/62	22,833	117,573	140,406
1963/64	30,414	137,049	167,463
1965/66	—	—	—
1967/68	17,501	255,245	272,746

水深：Buriganga 河の水深は，コースターには不十分な所もあるが，小型船の航行は年間を通じて可能である。

公共施設：コースターが接岸できる長さ128 フィート，巾40フィートの貨物用棧橋が2基

長さ100 フィート，巾25フィートのポンツーンを2基もつ旅客用のターミナルビルディング

ロ) Narayanganj 港

位置：Lakuya 河に沿い，約10マイルにわたって位置する。港湾活動は両岸で行われている。両岸に道路と，メートル軌の鉄道がある。船舶，鉄道，道路間の貨物，旅客の積み降し施設は，主に石岸にある。

交通量：Dacca 港が，主として商港としての性格が強いのと比べ Narayanganj 港は，工業港的である。

単位：トン

年	出	入	計
1961/62	398,624	233,858	632,482
1963/64	435,141	269,583	704,724
1965/66	—	—	—
1967/68	418,280	209,565	627,845

水深：港湾区域内の Lakuya 川の水深は充分である。

公共施設：コースターが接岸できる荷物用の長さ128 フィート，巾40フィートの棧橋が2基と，長さ30フィート，巾40フィートのものが，3基ある。長さ100 フィート，巾25フィートのポンツーンを2基もつ旅客用のターミナルビルディング

障害：全ゆるタイプの船が密集することによる航行の妨害。

ハ) Khulna

位置：Lupsa 川に沿って位置し、その区域は12マイルにわたる。

：khulnaは良好な北部への連絡道路をもっている。広軌鉄道と Bagelhat からの狭軌鉄道とのターミナル駅である。又 Khulna は I.W.T.A の水先案内人の駐在所がある。

交通量：Khulna は Dauratpur と Karishpur を含めて、Dacca Narayanganj に次ぐ重要な内陸港である。多くの工場が Bhairab 川沿岸に分布し、Khulna 港での鉄道と水運間の連絡は、Chalna の海港が、陸上交通の連絡を、持っていない現在、非常に重要である。積み換え施設は、Lupsa 河右岸にある。

単位：トン

年	出	入	計
1961/62	174,153	319,744	493,897
1963/64	216,711	594,692	811,403
1965/66	—	—	—
1967/68	92,586	451,711	544,297

水深：Lupsa 川の水深はコースターにも充分である。Bhairab 川には、一部不十分な箇所があるが、潮位が高い時には航行が可能となる。小型船は年間を通じて航行可能である。

公共施設：コースターが接岸できる。長さ750フィート、巾60フィートの棧橋が1基と、長さ1800フィート、巾100フィートの岸壁が1基貨物用にある。

- 長さ420フィートの旅客用岸壁が1基

- 長さ85フィート、巾27フィートの貨客用のポンツーン1基

障害：Lupsa 川の水底ケーブルと、Bhairab 川の停泊している小型船、流木群による航行障害

⇒) Chandpur

位置：3.5マイルにわたり、Dakatia 川の兩岸に位置しており、メートル軌の鉄道が連絡している。又 I.W.T.A の水先案内人の駐在所がある。Dakatia 川の水深が不十分なことと、混雑のために、工場が Dakatia 川とメグナ川の合流点にでき始めた。しかしこの地域の不利な点は、合流部南側の侵蝕と、Dakatia 河口の南、北側が波を直接受けるといふ所にある。ここは、メグナ川を利用する船舶の避難港でもある。

交通量：工場群は主として Dakatia 川の南岸に立地している。Chandpur は、石油

製品と穀物の集配センターとして重要である。

年	出	入	計
1961/62	21,499	50,190	71,689
1963/64	16,283	59,665	75,948
1965/66	—	—	—
1967/68	27,123	64,718	91,841

水深：バージには十分であるが、コースターには不十分である。

公共施設：貨物用には、公共施設はない。

- 長さ100フィート、巾25フィートの旅客用ボンツーンが2基

障害：Dakatia 川口南岸の浅い洲がDakatia 川への進入を時に妨げる。

- Dakatia 川を利用する無数の小型船が安全な航行を妨げる。

(2) 保有船舶

I.W.T.Aに所属する船舶は、水路の等級分類に対応させるべくNEDECOの手で吃水により次の5つに分類されている。

12フィートクラス：沿岸船及び海洋タンカーであり、このクラスは近年大巾に増加している。

9フィートクラス：沿岸用旅客船及び旧式のチッタゴン無動力船。

6フィートクラス：以前カルカタ・ルートで用いられていた、旧式船の大部分と、チャルナルート用に新規に建造された大部分の船。

4½フィートクラス：旅客、貨物用モーターランチの大部分

3フィートクラス：小型旅客ランチであり幾らかは貨物用に用いられるが、輸送能力は低い。

貨物輸送能力に関する限り、内陸水運船舶の大半は無動力船から成り、これは4½フィートクラスから6フィートクラスにわたる、ポート、はしけ、平底船である。これらの船はその殆んどが、古いCulcutta～Assam間に使用されていた、残りのものであり、その一部は、現在古くなってしまっていたり、運行上、効率的でない。例えば、800トン積のシュート用平底船は、大型すぎるし、回船時間も長くかかりすぎる。しかし、このクラスは、バングラデシュ 随一の幹線であるNarayanganj～Chalna間のルートには好適である。

12フィートクラスの船舶は、回船時間も短かく、荷役設備を持っており、平均的なユニットサイズは、このクラスの船での輸送に適しているようである。しかし、海上航行に耐え得る構造である必要があり、経費は高くつき、将来的には、他の船舶では航行できな

い、Chittagong ルート以外では利用されないであろう。このクラスの船舶は、Chittagongや Chalna 港の輸出入交通量の発展如何に大きく影響される。

9 フィートクラスは、わずかであり、12 フィートクラスとの相違は大してない。同様に 3 フィートクラスは小型の旅客艇からなり、このタイプの将来性は暗く特に重要ではない。

NEDECO の意見では 4 ½ フィートクラスの重要性が強調されている。即ちこのタイプは、クラス II のルートの大部分に適しており、これらのルートでは 6 フィート以上のものでは、航行が技術的に困難である。バングラデシュの経済発展は、このクラスのルートでの輸送需要の増大をもたらし、これに対応できなければ、国内の輸送は、鉄道が中心となる。

表 2-4-(2) は、動力の分類による船舶量の推移を示しているが、内燃機関船の増大が非常に顕著である。

表 2-4-(2) 登録船舶量の推移

年		船 舶 量		容 量	
		隻 数		旅客 (人)	貨物 (トン)
1961/62	蒸 汽 船	172		33,570	8,583
	内 燃 機 関 船	827		66,406	7,430
	動 力 船 計	999		99,976	16,013
	無 動 力 船	713			143,747
	合 計	1,712		99,976	159,760
1963/64	蒸 汽 船	150		20,078	3,125
	内 燃 機 関 船	1,063		81,221	24,353
	動 力 船 計	1,213		101,299	27,478
	無 動 力 船	733			153,868
	合 計	1,946		101,299	181,346
1965/66	蒸 汽 船	133		19,446	2,998
	内 燃 機 関 船	1,296		88,562	39,034
	動 力 船 計	1,429		108,008	42,032
	無 動 力 船	837			170,329
	合 計	2,266		108,008	212,361
1967/68	蒸 汽 船	112		10,619	1,637
	内 燃 機 関 船	1,414		98,783	43,118
	動 力 船 計	1,526		109,402	44,755
	無 動 力 船	938			213,863
	合 計	2,464		109,402	258,618

最後に、航路をまたいで架橋される時に、問題となるクリアランスを決めるための参考までに各クラス船舶の一般的な最大高を示すと次のようになる。

12	フィートクラス	60	フィート
6	〃	40	〃
4½	〃	28	〃

以上の値は勿論水位と関連している。通年交通の場合には、標準最高水位（S.H.W）によって決定される。同時にモンスーン季には、例えば、4½フィートクラスの船が通る水路にも、より大型の船が通ることが考慮されなければならないことは勿論である。

2. 鉄 道

(1) ネットワーク

バングラデシュ鉄道は広軌、メートル軌、狭軌の3種の異ったゲージで総路線延長1776マイルのシステムが構成されていたが、狭軌はこの内Khulna周辺間の計20マイルだけであり、しかも現在この区間は広軌に置き換えられている。（1969年末）図2-4-(5)に示されるように、広軌のネットワークは、ジャムナ河の西側（インド側）、メートル軌は東側にほぼ分れている。

バングラデシュは、インド、ビルマと国境を持っているが、ビルマとの間には、鉄道の連絡はなく、インドとは、広軌2ヶ所、メートル軌6ヶ所で連絡しており、インドの国内輸送に、バングラデシュ鉄道は一役を担っている。この内広軌区間のDarsanaからCulcuttaへ至る路線が最も重要である。後述するように、この動きは1965年以来途絶えていたが、バングラデシュ独立を機に再開されようとしている。ジャムナ河によって完全に分断されている。ネットワークは、フェリーによって2ヶ所で連絡し、旅客専用のフェリーがJaganatganjとSirajganj Ghatとの間、貨物専用のフェリーがBahadra BadとTistank Ghatとの間を運行している。

広軌とメートル軌の接続点は、Parbatibur, Santaharと上記Sirajganj Ghat（広軌ターミナル）とJaganatganj Ghat（メートル軌）との間の3ヶ所あり、この内Santaharが最も重要で、ここにはメートル軌と広軌の大きなヤードが隣接して設けられており、異軌間の貨車間に貨物の積み換えを行う大規模な設備がある。1970年での1日の取扱車輛数は150輛位であり、250人程度の従業員がこれに従事していた。



Paksey の駅

このネットワークの基本的な骨格はイギリスによって100年以上も前に、既に形成されており、1960年以降現在に至る迄のネットワークの拡大は、広軌18マイル、メートル軌53マイルと僅かなものでしかない。同時に複線化も進められており、同期間の間に広軌区間で55マイル、メートル軌区間で32マイルである。この間狭軌の建設は全く行われていない。

表 2-4-(3) バングラデシュ鉄道網

年		広 軌	メートル軌	狭 軌	合 計
1959/60	路 線 延 長	546	1,149	20	1,715
	軌 道 延 長	874	1,696	22	2,592
1964/65	路 線 延 長	546	1,147	20	1,713
	軌 道 延 長	921	1,700	22	2,643
1969/70	路 線 延 長	574	1,202	—	1,776
	軌 道 延 長	957	1,781	—	2,738

表 2-4-(4) バングラデシュ鉄道駅数

年	広 軌	メートル軌	狭 軌	合 計
1959/60	134	271	10	415
1964/65	140	284	10	434
1969/70	156	310	—	466

この内主要路線は、Dacca から Chittagong, Sylhet 及び Bahadrapur に至るメートル軌路線と Khulna 港から Samasata を経て Palbatpur に至る広軌路線とである。中でも Dacca - Chittagong 間は輸送増に対して複線化が進められている。複線化の目的は言うまでもなく、輸送力の増強にあるが、一般には、このために、まず、列車のスピードアップ、信号設備の改良による列車交換の効率化を行いその後、複線化が行われるのであるが、バングラデシュでは、このステップを踏まずにいきなり複線化が進められる傾向にある。日本の場合単線区間で 60～100 列車の通過はごく普通のことであるが、複線化が進んでいる Dacca - Chittagong では、せいぜい 10～20 列車である。

鉄道のネットワークの最も特徴的な点は、それがダッカを中心とするパターンではなく、ジャムナの東側は Chittagong, ジャムナの西側は Calcutta, Kkulna を中心とする、ネットワークを形成していることであるが、これは、歴史的に、現在のバングラデシュという行政区画をひとつの経済単位又は国家として、システムが計画された訳でもなく、その過程を通じて、Dacca も単に一地方都市にすぎなかったといった理由による。

更に加えて、25年間のパキスタン時代、西パキスタン（現在のパキスタン）の鉄道が急速な成長を示したのに対し、東パキスタン（現在のバングラデシュ）の鉄道に対しては、政治的な見地から、その拡大発展を阻害してきたことも、大きな原因のひとつである。

しかし、独立後首都 Dacca への機能集積、経済成長に伴う Chittagong, Khulna の発展、整備、更には将来の課題としての内陸、拠点都市の育成（Bogra Mymensingh）は、これら諸都市相互間の物資、情報の流動量の需要を大きくしてゆくであろうし、これに現システムが、どれだけ効率的に対応できるかどうかは疑問であり、ネットワーク整備の最も大きな問題となろう。

これに対して、既定計画あるいは、第1次5ヶ年計画（案）で意図されている路線の延長は、1972～73年度の既定計画として、Ishuldi～Nagarbari間（80 km）Dacca～Aricha 間（80 km）、Rohanpur～Singabad間（10 km）があり、第1次5ヶ年計画（案）の中ではかなりの距離に及ぶ新線計画が目論まれている。通商上の重要なセンターを結ぶ路線として、以下の旧路線が

- A - 1. サンタハル～ロハンブール
- A - 2. ラクサム～ダウガンディ～ダッカ
- A - 3. キシュアガンジ～カオレイド～タンガイル～ボラバリ
- A - 4. ドバザリ～コックスバサル
- A - 5. ドバザリ～ランガマティ
- A - 6. バゲラット～ピロツェブール
- A - 7. バリサル～ジャルカティ～ピロツェブール
- A - 8. シラジガンジ～ボグラ

A - 9. モヒマガンジ〜ヒリ

A - 10. ファリドプール〜マドゥカリ

更に未開発地域への延長計画としてありこれらは図 2 - 4 - (5) に示される。

B - 1. マダリプール〜ゴバルガンジ〜クルナ

B - 2. ジェソール〜ケツァブプール〜サトヒラ〜カリガンジ

B - 3. ジェソール〜カマルカリガット

B - 4. ジャマルプール〜シェルプール〜ラングティア

B - 5. サリサバリ〜タンガイル〜ジャイデブプール

ヤードは、Akhaura に能力 2000 両の設備がある他 Khulna, Santahara, Chittagong など接続駅、終端臨港駅等に 1000 両前後の能力を持つ設備がある。臨港地帯の専用線の整備には意を用いているが、貨物設備には殆んどみるべきものもなく、又機械化も殆んど進んで居らず、専ら人力に頼っているといわれている。

最後に Bahadrabad - Tistamukghat 間のフェリーの状況について触れる。旅客用のフェリーはバングラデシュ鉄道で経営されている。現在は戦争の影響で再開していないが、1970年頃には1日当り上り下り各4本ずつの運行回数があり、何れも列車と連絡していた。河川の水位が一定しないため、恒久的な駅設備を設けることができず乗客はプラットフォームも屋根もない、線路わきへ降り200m位歩いて乗船する。所要時間は、1時間〜1時間30分を要し距離は約7マイルである。当時使用されていた船舶は1916

年製の500トン程度の蒸気船であった。貨車フェリーは、東西に分断された両地域が鉄道で連絡される唯一のルートとして重要である。引込線は雨季用と乾季用があり、雨季の港は乾季の港から6マイルも入った処から分岐している。即ち、雨季には乾季用の線路は殆んど水中に没するため仮の路線となっており、この区間の速度制限は10マイル/時であり、本線上のジャンクションで12マイルを、1時間以上かかる。この乾季用の路線は河川のコースの変更で港の位置が変わることによって、数年の内に全く新しいルートを建設する必要もある。フェリーの最大容量は1日7往復であり、フェリー1台当りのキャパシティは、39輦であり、従って546輦が1日当りのキャパシティである。貨車1台の平均積載量は15トンであり、これは、輸送量で往復8190トンとなる。

表2-4-(5) パハドラバッドガット〜ティスタムガット間フェリー平均回数
(1日当り)

	上り		下り		計	
	回数	貨車数	回数	貨車数	回数	貨車数
1968年	5	133	5	131	10	264
1969年	4	130	4	135	8	265
1970年	4	135	4	132	8	267

(2) 保有車両

バングラデシュ鉄道は、1970年時点で蒸気機関車349台、ディーゼル機関車143台を保有しており、前者の内176台は重油燃焼式で他は石炭燃焼式である。1966年迄はディーゼル機関車は、メートル軌だけに用いられていたが、以来、広軌でも稼働している。

表2-4-(6) バングラデシュ鉄道、保有機関車数

年		広軌	メートル軌	狭軌	合計
1959/60	蒸気	140	274	6	421
	ディーゼル	0	51	0	51
1964/65	蒸気	133	243	5	281
	ディーゼル	0	102	0	102
1969/70	蒸気	121	222	6	349
	ディーゼル	18	125	0	143

旅客専用車輛は、1970年で1192台、手荷物、小包、郵便物、自動車、馬匹等のための車輛等は、国鉄の車輛を含めて479台であり、合計1671台である。この内メートル軌用のものが1225台と全体の73%強を占めている。ディーゼル機関車は、インドからの輸入に頼っている石炭の影響を受けなくても済むようにとの見地から、1953年に初めて導入され、その後ディーゼル化は積極的に進められている。

表2-4-(7) バングラデシュ 鉄道保有客車数

単位：台

		広 軌	メートル軌	狭 軌	合 計
1959/60	旅客専用車	296	810	19	1125
	その他の客車	187	307	2	496
1964/65	旅客専用車	302(-13+19)	961(-88+239)	32(+13)	1295(-101+271)
	その他の客車	183(-5+1)	310(-15+18)	2(±0)	495(-20+19)
1969/70	旅客専用車	275(-78+51)	890(-205+134)	27(-5)	1192(-288+185)
	その他の客車	143(-42+2)	335(-51+75)	1(-1)	479(-94+77)

注) ()内の数値は、それまでの5年間に、放棄された台数を-で、補充された台数を+で示してある。

同様に貨物車については、1970年で台数で16835台 four wheeler 換算で19628台である。

台数の内有蓋車が12125台、無蓋車2722台特殊用途車(液体、爆発物、家畜、木材、レール等の運搬用)が1293台で残りの695台が国鉄用の貨車である。

この16835台の貨車の内14042台が four wheeler 換算で、2793台がボギー車である。

表2-4-(8) バングラデシュ 鉄道保有貨車数

単位：台

		広 軌	メートル軌	狭 軌	合 計
1959/60	ユニット	3822	12026	12	15860
	four wheeler	3898	15730	12	19640
1964/65	ユニット	4801(-59+1038)	14696(-1587+4257)	12	19509(-1646+5295)
	four wheeler	4883(-59+1044)	17787(-2514+4571)	12	22682(-2573+5615)
1969/70	ユニット	4464(-487+100)	12359(-2902+565)	12	16835(-3389+665)
	four wheeler	4632(-510+200)	14984(-3913+1110)	12	19628(-4423+1310)

注) ()内の数値は、それまでの5年間に、放棄された台数を-で、補充された台数を+で示してある。

車輛工場施設は Saidpur に 1 工場 Pahartali に 2 工場（機関車工場と客貨車工場）の計 3 工場あり、分解された状態で輸入される、車輛の組み立て、動力車、客車の保守修善を行なっている。

ように諸施設は、改善されつつある。例えば 1970 年までに 71 台のメートル軌用の客車が建造されているし、6570 台のメートル軌用の貨車が組み立てられた。

更に浮式の Workshop が旅客船、タグ、バーヂ、ポンツーン等の修理のために供用されている。

3. 道 路

(1) ネットワーク

1966～67 会計年度の統計によると、バングラデシュ 国内の道路延長は 17,740 マイル（28,390 km）で、その所管別内訳は次の通りである。

① 国	(HIGHWAY DEPARTMENT)	約 3,300 マイル (5,280 km)
② 県	(DISTRICT COUNCILS)	約 13,190 マイル (21,110 km)
③ その他	(OTHER DEPARTMENT)	約 1,250 マイル (2,000 km)
計		17,740 マイル (28,390 km)

(なお、この他、バングラデシュ 統計要覧 (STATISTICAL DIGEST OF BANGLADESH) 1970～71 によると、バングラデシュ 道路局 (ROADS AND HIGHWAYS DIRECTORATE) 資料として約 4,200 マイル (約 6,720 km) の道路延長が記されており、これは、上表のうち、①+③に相当するものかと思われる。)

上記のうち、舗装済みのものが約 2,400 マイル (約 3,840 km) で、これは全延長に対して 13.5 %、①の国道相当分に対しては 73 % に達する。

1) 道路網と整備状況

前述の国道相当部分約 5,300 キロのうち、約 1,900 キロ (約 1,200 マイル) は、幹線道路として系統づけ、優先整備を行う区間とされている。

系 統	経 過 地	延 長
1	Aricha ~ Dacca ~ Chittagong ~ 南端ビルマ国境	約 560 km
2	Comila ~ Shylhet ~ Janitapur	310
3	Nagarbari ~ Bogra ~ Rangpur ~ 北インド国境	370
4	Khulna ~ Jessore ~ Kustia ~ Rajahi ~ Chapaniwagganj	340
5	Goalundo ~ Faridpur ~ Jnaida ~ Mehrpur ~ Barisal	300
計		約 1,200 マイル 約 1,880 km

系統 I は、首都 Dacca と第二の都市であり国際港である Chittagong と、その周辺の主要産業地帯を結ぶ最重要ルートであり、これに Dacca から Rajahi, Khulna 両州への連絡ルートの中のジャムナ河東岸フェリー巻地 Aricha までの幹線道路と、Chittagong の南部ビルマ国境までの区間を加えたものである。系統 2 は、系統 1 の中間点 Comila から、メグナ河沿岸低湿地を避け、インド国境北へ向い、茶の産地 Shylhet を経て、インド領シロンへ至るものである。系統 3 は、豊かな農作地帯である北西ラジャヒ州の各都市を縦貫して結び、Dacca 連絡のフェリー地点 Nagarbari (ジャムナ河西岸) に至るものである。系統 4 及び 5 は、Khulna 州の Khulna, Jessore など主要都市および港と、これと密接につながる Rajahi 地区および Dacca への連絡拠点である Faridpur を縦横に結び、大きな経済的ポテンシャルを有するインドの Calcutta へも向いているという点で、他の系統よりもネットワークとして効用が高いのではないかと考えられる。なお、アジアハイウェイ計画との関係は具体的な整備事業としては無いが、ルートは東北インド国境～Comila (系統 2)～Dacca～Aricha (系統 1)～Faridpur～Jessore～西インド国境 (Calcutta へ) (系統 4, 5 の夫々一部) がアジアハイウェイのルート No.1 に相当し、系統 1 の全線 (ビルマ州より Chittagong 南へ～Dacca～Aricha) と系統 3 の全線が同じくアジアハイウェイのルート No.2 に相当する。

ROAD MAP OF BANGLADESH

SCALE 1 INCH = 8 MILES

ROADS	
1. INTERSTATE	1. 11.50
2. PRIMARY	2. 11.50
3. SECONDARY	3. 11.50
4. DISTRICT	4. 11.50
5. TRUNK	5. 11.50
6. TRUNK ROAD ROUTE SYSTEM	6. 11.50
7. TRUNK ROAD ROUTE SYSTEM	7. 11.50
8. TRUNK ROAD ROUTE SYSTEM	8. 11.50
9. TRUNK ROAD ROUTE SYSTEM	9. 11.50
10. TRUNK ROAD ROUTE SYSTEM	10. 11.50
11. TRUNK ROAD ROUTE SYSTEM	11. 11.50
12. TRUNK ROAD ROUTE SYSTEM	12. 11.50
13. TRUNK ROAD ROUTE SYSTEM	13. 11.50
14. TRUNK ROAD ROUTE SYSTEM	14. 11.50
15. TRUNK ROAD ROUTE SYSTEM	15. 11.50
16. TRUNK ROAD ROUTE SYSTEM	16. 11.50
17. TRUNK ROAD ROUTE SYSTEM	17. 11.50
18. TRUNK ROAD ROUTE SYSTEM	18. 11.50
19. TRUNK ROAD ROUTE SYSTEM	19. 11.50
20. TRUNK ROAD ROUTE SYSTEM	20. 11.50

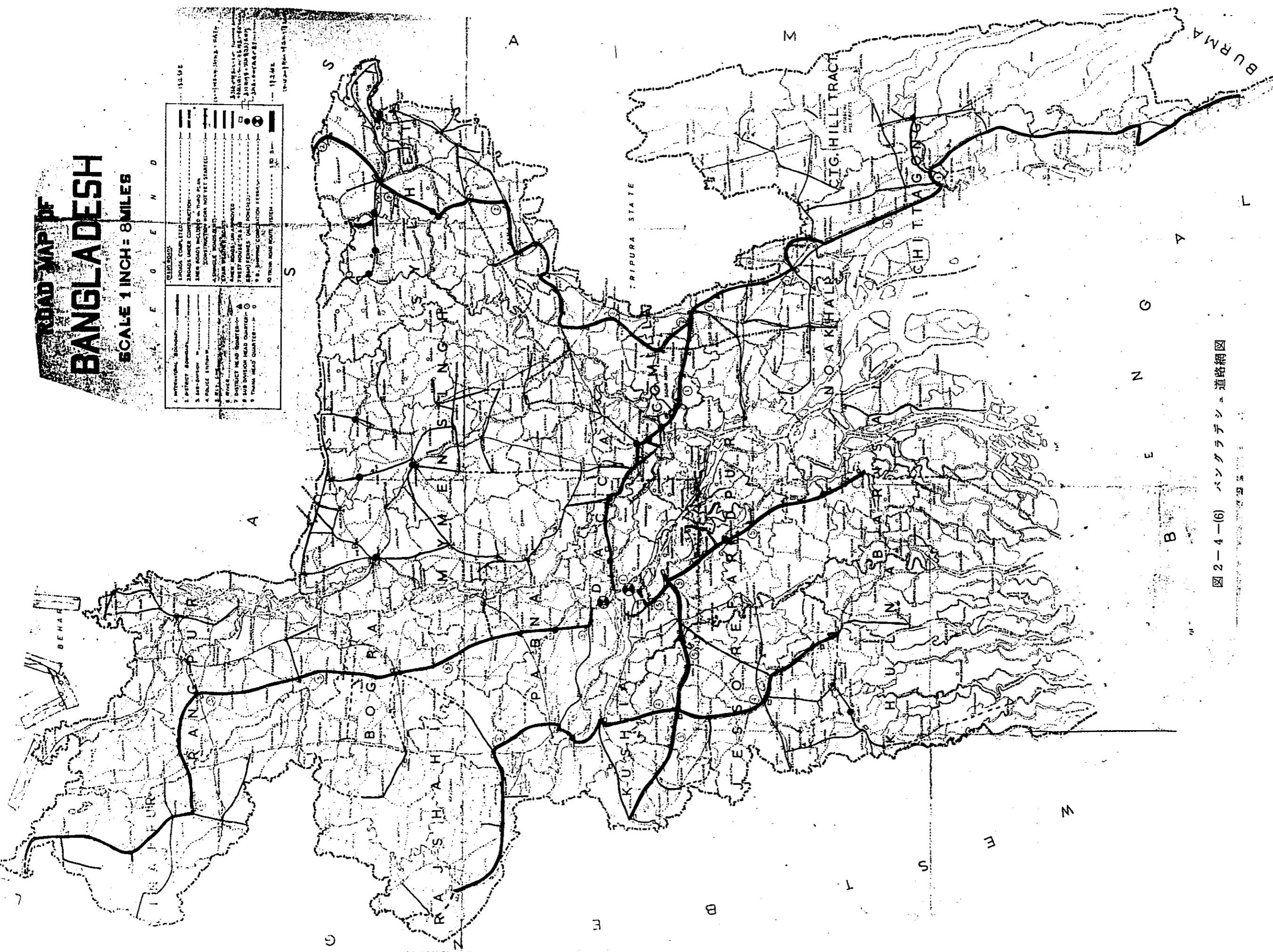


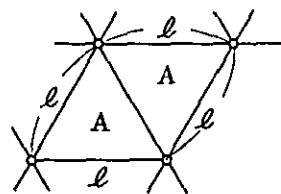
図 2-4-1(6) バングラデシ、道路網図

この5系統約1,900キロの幹線道路は首都と11の県庁所在地(DISTRICT HEADQUARTERS)を結んでおり、これから、Dinajpur, Noakahli, Rangmati Pabnaの4市への分岐路と、Dacca~MymensinghのルートおよびPabnaよりジャムナ河フェリー連絡のNagarbariまでのルート計400キロを加えることにより、全ての県庁所在地およびDaccaへの放射集中の接続ができることになる。

5系統幹線道路	.....	1,880 km
県庁所在地連絡(4分岐点)	.....	170 km
同上 : Dacca~Mymensingh	.....	190 km
Dacca連絡: Pabna~Nagarbari	.....	40 km
計	.....	2,280 km

これに対し、現在の国道相当部分の総延長は5,280kmであるので、この基本部分に対して2,3倍の延長を有していることになり、国道の道路網としては(地域的な偏りはあるにしても)比較的良好な密度であると言えるであろう。

日本との対比でみると、一級国道(県庁所在地間連絡)12,000キロ、国道合計で32,000キロ(昇格を除くと27,000キロ)比率2.7(同2.3)となる。なお、国土面積が日本の4割、殆んどが平坦地で、且つ一県あたりの広さは日本と同程度であるのに、県庁所在地連絡の一級国道に相当する部分が相対的に少い(12,000×0.4=4,800キロに対し2,300キロ)のは、地図で明らかな通り、日本のラダーパターンに対し、内陸都市であり、河川横断が困難であって、人口5万以上の都市が10前後と少い、等の理由により、かなりハッキリしたトリーパターンであることが説明できる。この国道相当分に、地方道を加えたマクロの道路網の密度を、町の等分布一正三角形網で試算してみると次の様になる。



上図の様を道路網を考えると、基本式は、

面積 $A = \frac{\sqrt{3}}{4} l^2$, この周辺の道路延長 $3l$ は夫々隣の地区と共有であるので、この

面積 A に対する道路密度は、 $3l / A \times \frac{1}{2} = 2\sqrt{3} / l$

国土面積 5 4,141 平方マイル (大河川除き)

道路延長 …………… 17,740 マイル

平均密度 = $17,740 / 54,141 = 0.33$ マイル / 平方マイル

$2\sqrt{l} = 0.33$ $l = 10.5$ マイル (16.8 km)

即ち、一辺が平均約10マイルの道路網を構成するに相当する道路延長がある。この値は、自動車の普及が未だ低い段階にあることを考えると、決して少ないとは言えない。

以上、県庁所在地を結ぶ最小限の基本リンクと、これ追加される補助幹線的国道の延長、および地方道を加えた平均的道路網密度、の各評価をしてみると、これらの道路が今後、少くとも小型の自動車の通行可能な程度にまで改善されるならば、この国の自動車交通の活用の分野はまだまだ開けてくるものと考えられる。

ロ) 道路網と整備状況のうち主要道路系統の概況

(東線舗装道路と中小河川フェリー)

従って系統1および、2はバングラディッシュ国土のうち開発程度の高い東半分での動脈となるべき路線であるが、河川(フェリー連絡)による障害が著しく大きいのは非常に残念なことである。特に、Dacca から Comila へは、現在鉄道がメグナ河渡河橋東の地形、水理上の制約により、約190キロもの迂回路を通過しているのを約100キロに短縮する位置にあるが、やはり架橋の技術、経費の制約の為、Dacca からわざわざ50キロ以内で4ヶ所のフェリー連絡を通らねばならず、輸送の容量、速度、経費、機動性などの点で著しい不利であり、これが決定的なマイナスになっていることは明らかである。この為、貨物輸送の多くは、Dacca のすぐ近くの内港Narayanganjと Chittaqong の間を水運によっている。又、高度で時間価値の高い管理業務、商取引などは、国内航空によっており、その需要が多く1日4往復の便がある。

同じことは、Dacca ~ Shylhet 間にも言え、Dacca から Comila までの4回と Shylhet 附近の2回、計6回のフェリー渡河と直線距離約200 kmが道路では約370 kmにも及ぶ迂回であるので、メグナ河の水運と、高度ビジネスの為の国内航空が夫々有効に働いている。勿論いずれの場合にも、鉄道が一般の旅客輸送、雑貨、バルギー貨物の輸送に大きい役割りを占めていることは当然であるが、ここでは、道路、交通の特徴的な機能である機動的な業務サービス、及び日用品、加工資料の強力的且つ速効的な輸送、という面から見た場合の問題を考えているのである。更に、この系統1のうち首都Dacca と、国土の西半分を結び系統3, 4, 5をがす為のDacca ~ Aricha間についても、延長90キロのうちに、考機橋1カ所* (小型車のみ通行可、バス、トラックは舟運) とフェリー2カ所** があり、他の区間と比べて、特にダッカ周辺の幹線道路に障害が多いのは特に指適しておく必要がある。このことは、路交通の部分で述べるように、ダッカの自動車保有台数から見た都市間トリップ量(都市内交通のウェイ

トが大きいのは当然としても)の比率が、他のジャムナ東岸地方と比べてみてかなり低く、わずかに、Dacca 北方のフェリー抵抗のない地方へのみ、自動車多過が活潑であることに明瞭に表わしている。

ここで、実地踏査時の測定および推計とから、河巾200~300m程度の場合のフェリーの諸制約を述べてみよう。

1) 輸送能力

使用船……平型2隻、乗用車、ワゴン6台積載のものとバス、トラック2台積載のもの。

運行サイクル時間……乗船5~7分、周航5分、降船3~5分、片道平均15分、往復1サイクル30分。

時間当り

$$\begin{aligned} \text{輸送能力} &= 60 \div 30 \times (\text{乗用車類} 6 \text{台} + \text{バス, トラック} 2 \text{台}) \times 2 \\ &= \text{乗用車類} 24 \text{台} + \text{バス, トラック} 8 \text{台} = 32 \text{台} \\ &(\text{=乗用車換算量} 24 + 3.0 \times 8 = 48 \text{台}) \\ &\quad (\text{往復合計}) \end{aligned}$$

1日当りでは：10時間稼働……320台/日 (P.C.E=480)

12時間稼働……384台/日 (P.C.E=576)

渡河所要時間：運行所要時間+平均待ち時間

待ち時間は、積み残しがないものとする、最大は、フェリーの出発直後で周航5分+降船3~5分+帰航15分=23~25分

平均待ち時間=(0分+23~25分)÷2=12分

渡河所要時間=15分+12分=27分

一方、一車線舗装の都市間道路について、その走行性の傾向を対向車とのすれちがい条件から試みに求めてみると、次の様になる。

時間当り交通量	走行状態	平均走行速度
50台以下	順調に走行できる。	50km/台以上
70~80台	すれちがい、操作の手間がふえ定常速度での走行がやや困難になる。	40km/台程度
90~100台	すれちがい待避が連続し、走行性が劣る。	35km/台程度
100台以上	2車線舗装が必要	35km/台以下

この試算の条件は次の通り。

巾 員：1車線舗装であるが路肩は広く、任意の個所ですれ違える巾がある。

すれ違い動作：減速＋すれ違い＋加速

減速は60 km/hより10 km/hまで減速する距離を100mとし
加速は10 km/hより60/hまでの加速を150mで行うものとした。

すれ違いは10 km/hで50 m区間で行なう。

実際には、すれ違い動作はこの条件ほどの余裕を持たずに行なわれ、又、車両間隔が分散せずに数台ずつ連続することが多く、その為すれ違い操作の頻度、手間は計算値より少く感ぜられ、走行速度もやや高めになるであろう。（試算内容は別紙参考資料）

現地視察、試算、いずれに於ても、一車線ではあるが、道路部分は現行のフェリーより充分大きい容量を有しており、この容量に見合う時間交通量が存在している時は、フェリーで処理しきれない計算になる。しかし、一般にはピーク時の道路交通量は地方部都市間では日平均交通量の14%程度であり、一方、フェリーは10～12時間連続で同一効率で輸送できるので、実際の一日あたりの輸送量は、ピーク時の待ち時間の増大というクッションによって、数字上は齟齬している。このことは実際の現地距離に於て、特にダッカ方面への夕刻の交通で観察されたことでもある。

道路部分：ADT = 50台/時 ÷ 0.14 ≒ 360台/日

フェリー部分：32台/時 × (10～12時間) ≒ 320～380台/日

このような規模のフェリーは、河岸の地形が砂質シルトで浸蝕されやすく、雨期、乾期の差がはなはだしいこと、及び河道が変りやすい性質の為、大型船の使用とか岸壁の設備の改善を行うのは難しいと思われるが、現在のような、河川条件の変化に対して容易に順応できる方式のまま、接岸部と、及び船をもう一隻増して5割程度の能力増強を図るのは容易であろう。しかし、1サイクルの所要時間を短縮するのはあまり期待できないと考えられる。

輸送能力の問題はこのように答えることができるとしても、決定的なのはやはり、時間の損失である。自動車交通の最大の利点は、比較的短距離に於て速い輸送ができることであり、一般には、1時間～2時間圏、又は半日行動圏等という目安が良く使われる。

今、平均走行速度を50 km/hとし、1時間圏内に1ヶ所又は2時間圏内に2ヶ所のフェリーがあるとすると、この距離を持つトリップの量は、一般的なグラビティモデルによれば、通常の場合よりも半分に減ることになる。ましてや、普通の断面交通量の過半を占めている30分以内のトリップに対しては、時間距離の障害のほか、コスト、自由度の制約が著しいので、フェリーをはさむ区間に於ては、ローカル交通

の発生増加——沿道開発の進行——という現象が顕れ難いことは明らかである。

交通量分布モデル式による例)

平均速度 50 km/h とすると、渡河時間 27 分は距離換算で

$$22.5 \text{ km} \quad \left(50 \times \frac{27}{60} = 22.5 \text{ km} \right)$$

50 km に尽き 1ヶ所のフェリーとして分布モデル式 $Q_{ij} = 1K, T_i T_j / D_{ij}^2$

T_i, T_j : i, j 地域の発生量

Q_{ij} : i, j 間 OD 交通量

D_{ij} : i, j 間の時間距離

今, $D_{0j} = 50 \text{ km}$ $D'_{ij} = 50 \text{ km} + 22.5 \text{ km}$ とすれば

$$Q_0 / Q' = \frac{1}{D_0^2} / \frac{1}{D'^2} = (50 + 22.5)^2 / 50^2 = 2.1$$

系統 3 (Nagarbari ~ Bogra ~ Rangpur ~ 北インド国境) について、現地踏査による観察を主に、若干述べてみよう。

この路線は、首都 Dacca 側からみると、北西 Rajahi 州への一番根もとのパイプに当るわけであるが、交通量と OD の実態をみると、この州内の Bogra ~ Rangpur ~ Dinajpur といった主要都市間相互の交通で活発であり、この州が、これら諸都市を中心として独立した生活圏域を構成していることの一面が顕れている。しかし、独立後の国際的接触の急増と復興援助活動により大都市ダッカとこの方面とを結ぶ輸送需要も高まっており、ボグラから ウラバラとの間は一車線ながら (盛土および橋梁は二車線の中で出来ている) 舗装の状態も良く、ジャムナ河西岸およびガンジス河南岸地帯へ通ずる鉄道との交差点であるウラバラでは、鉄道とバスとの乗り替えが多く利用されている。

OD 調査を行っているわけではないが、交通機関の系統から判断してみると幾つかの利用ルートが考えられる。

- i) Dacca 自動車 Aricha フェリー Nagarbari 自動車 Ulapala 鉄道 Rajahi 州西部又は西北部: これは鉄道ルートが Dacca から大きく北へ Jamalpur まで迂回し、Sirajganj へ始めて南下する鉄道フェリーを経由している部分の短縮ルートに相当する。
- ii) Rajahi 州西南部 (又は Khulna 州方面) より、同州東部へのルートのうち、西側を鉄道利用し、Ulapala から自動車 (バス) で北上するもの。
- iii) Dacca 州がわから Bogra 周辺部へのルートのうち、Dacca 側から鉄道利用で Jamalpur から南下しながら渡河し、改めて Bogra へ向い北上するためバス乗継ぎする。
これらのうち、i) として考えられるルートは、47 年末に、ジャムナ西岸より約 50 キロ西の Pabna 附近から、Dacca 方向へ直進するルートの鉄道の新線建設が開始されたことも考慮すると、今後、交通解析をすすめる上で、仲々興味ある利用

ルートといえよう。

この系統3の道路は、このような視方に立てば、その南端の部分にウィークポイントがある。その1は、ナガルバリ附近のジャムナ河岸の形状が不安定であるため、フェリー接岸個所を度々移動する必要がある、従って良好な処理能力と接続道路をもつフェリー連絡地点を備えることができないこと。その2は、Ulapalaの南約15km地点のGohala河（ジャムナ河西支流）に橋梁がなく、直線距離わずか300m程度を、河の中洲を大きく迂回して40分程度の時間損失となることである。（この橋梁計画は設計されてはいる模様であるが、資金手当て等の具体策は不明である。Dacca～Aricha間のU.S.Aの状況から見るに、外国援助がやはり必要であろう。）

さらに上を望めば、この系統3を補助する東西方向の補助道路、即ち、Rajahi州中心を南北に通る鉄道と、これと並行して南北に走るこのルートとの間の横の連絡道路が整備されれば、この州にとって、鉄道と幹線道路との相互補完とネットワークの強化が図られることになるわけである。

（参考：Bograより西南のNatoreへの横断道路は工事進捗率47%、同じくBograより真西のNaogaonへは70%、またこれに並行した北側のMokamtala～Jamalganj（鉄道の工作拠点）連絡道路は34%の進捗である。）

幹線系統には入っていないがDacca～Tangail～Jamalpur（又はMymensing）のルートは、ジャムナ河横断連絡に関して重要であると思われる。

このルートのうち、TangailまではDaccaの勢力圏であって交通量も多く、途中、Daccaから北上する区間の道路改築も積極的に進められてきたデータがある。

Jamalpur（又はMymensing）までは特に大きい障害となるフェリーもなく、巾着、舗装状態とも系統3ほど良好とは言えないが、ダッカの後背地連絡として自動車交通を活かすには充分有効である。

前述した通り、Daccaから東、西への両ルートとも、フェリーの障害が大きい、この北部方向はまだ今後道路網を充実して、Daccaの勢力圏を伸ばし得る地形条件にあり、Daccaから直つすぐ北上してMymensingへ到る道路、現在ルートとこのルートの間を横に連絡するルート等が計画され遂次建設されている模様である。

ジャムナ河東岸のこの現有道路もやはり、西岸のルート3と同様、河岸へのアプローチが不備である。鉄道分岐点であるJamalpurまでは行けてもその先の鉄道フェリー個所へは、自動車では行けず、せつかくのフェリー（現在は鉄道専用ではあるが）連絡を、複数のアプローチによって効用を高めるには、なお若干の道路投資と運用上の条件を整える必要があるようである。

即ちフェリーが入ることによって

$$Q' = Q_0 \times \frac{1}{2.1} = 0.47 Q_0 \text{ となる。}$$

これは30分圏 (=25 km トリップ) に対しては更に大きい減量となることはいりまでもない

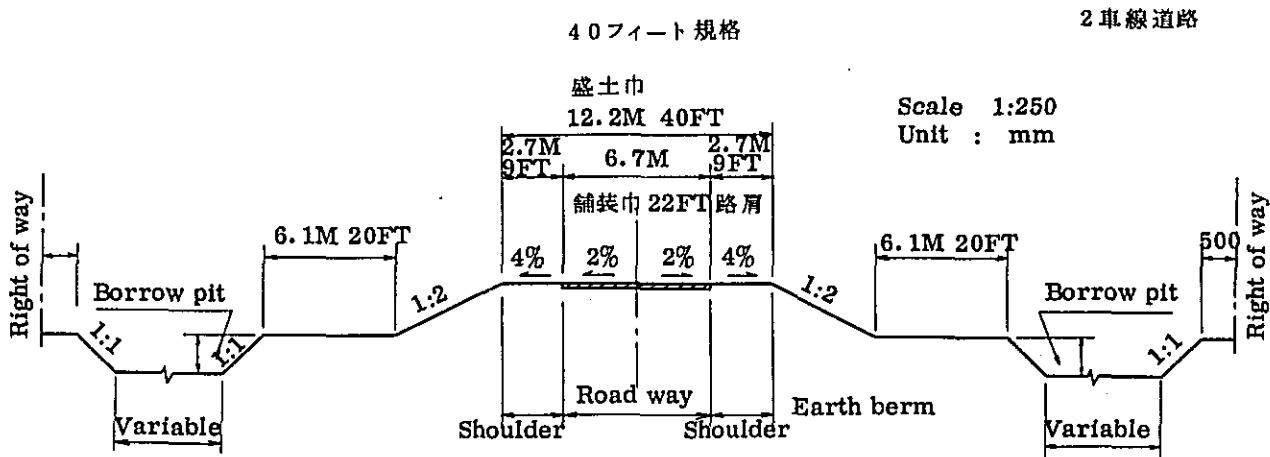
$$Q_0 / Q' = \frac{1}{25^2} / \frac{1}{(25+22.5)^2} = 3.6 \quad Q' = 0.28 Q_0$$

ハ) 道路の構造, 及び橋梁

都市間道路の規格は3種類あり, 主に5系統の幹線道路は適用される総巾40フィート (路肩含め12 m) のものと, その他の一般の国道級のものには32フィート (同じく9.8 m) の標準規格である。地方道の規格は不明であるが, 概ね車線道路である。40フィートと, 32フィートのいずれも図-2-4-(7)のように二車線の舗装巾を持つ物であるが, 現状は一部を除き必ずしも通量が多くなく, 予算, 材料の不足もあって, 盛土は全巾施工されているが, 車道は一車線 (12フィート=3.6 m) のみのものが多い。なお, 1973~74会計年度から始まる第一次の5ヶ年計画に於て, 道路局部内ではこの一車線舗装を約1,000マイル二車線にしたいとのことである。

国土が殆んど平坦であるため, 道路は全て盛土形式で, 雨期の洪水に対し冠水せぬよう沿道の農地よりも必要な高さに造られている。(例えばDacca~Aricha間の道路で2m前後と思われる) 地形上, 土採りの山がないので, 当該道路の両側より盛り上げる方式をとり, この為の用地を含めて, 上巾32~40フィートの道路を建設するには全巾100~150フィート (30~45 m) の敷地を取得するのが普通である。

道路地図 (図-2-4-(6)) に示すように, 政府所管の道路は殆んど全天候道路であり, 雨期通行不能のものも逐次改良中である。地方道は, 乾期でもその自動車交通の可否の程度が不明確であり, 首都Daccaにいて路面, 幅員, 橋梁などの整備状況を一括して知るとは極めて困難である。しかし, 概して見れば, 石材の入手が困難で, 盛土の土質が細かく軟い砂質シルトであることと, 地方部での自動車交通量が普及していないことなどの為, 車道の巾および路面が自動車通行に適するよう保持されているとは考え難い。若干の現地踏査例では, ジープ又は小型トラックのように軟弱路に強い車両の橋梁およびカルバートは, 水路, 河川湿地が多いこの国土では当然ながらかなり多く, 雨期には, 中小の河川も交通路として確保する必要があるので, 一般の盛土部分より高くして舟の通行するクリアーを確保し, 又避溢の為の径間を余分に設けているものも多い。橋長約100 m (300フィート) 以下で渡れる河川には殆んど架橋がなされているが, 200 m以上のものではまだ架橋されていないものも少ない。道路地図に表示されているフェリー (Arichaの部分を除く) の箇所がこれらに該当する。構造形式は, 小橋は鉄筋コンクリート (RC) のT型ばり, 中規模以上ではRCのゲルバー式で, 200フィート前後 (約60 m前後) のものは3径間等間隔の形式を多用している。橋台および橋脚の基礎は殆んどオープンケーソンであり, 新しいものでは, (地震荷重を考慮するウエイトが少いのか) RC抗を基



Bogra 郊外の1車線道路

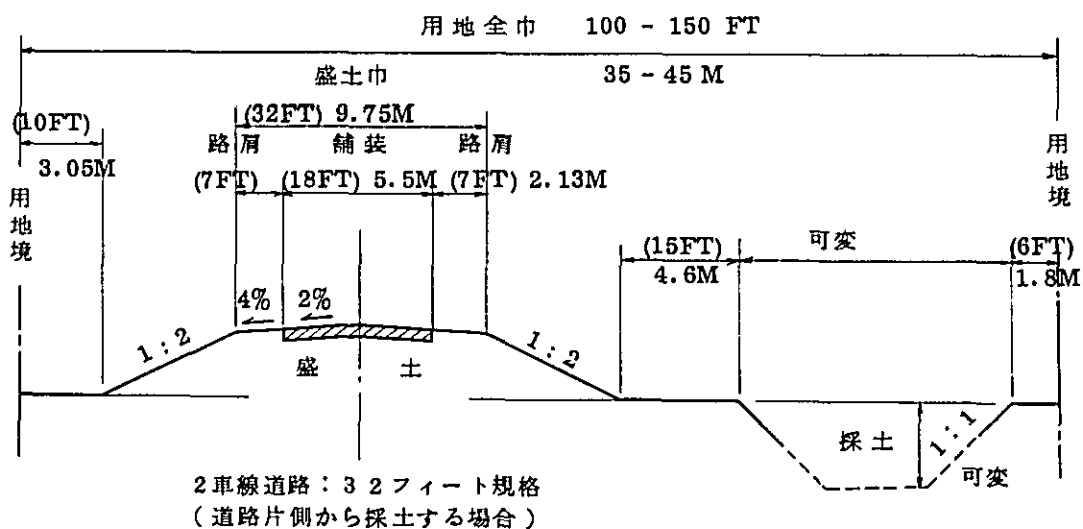
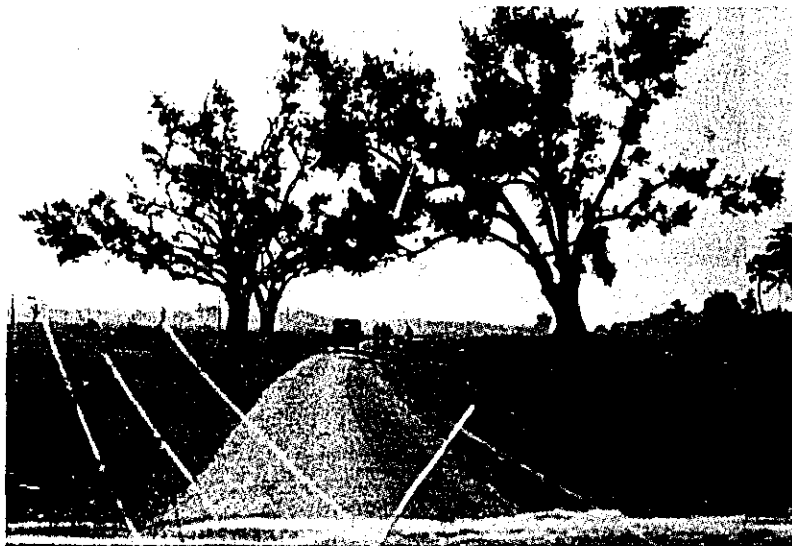


図 2 - 4 - (7) 道路断面図

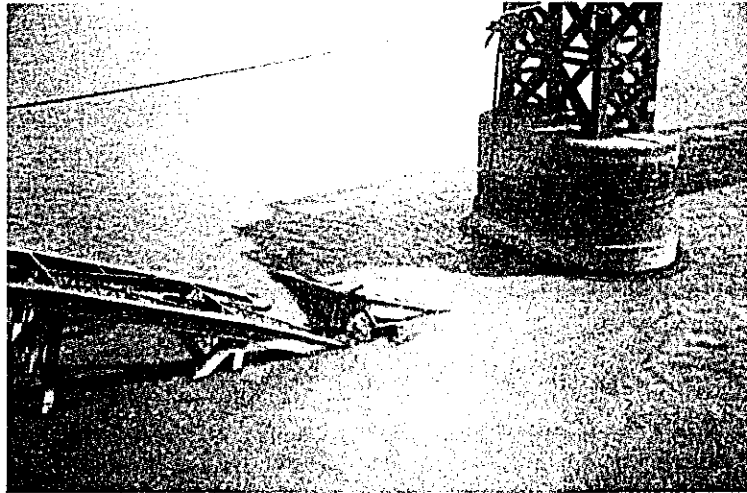
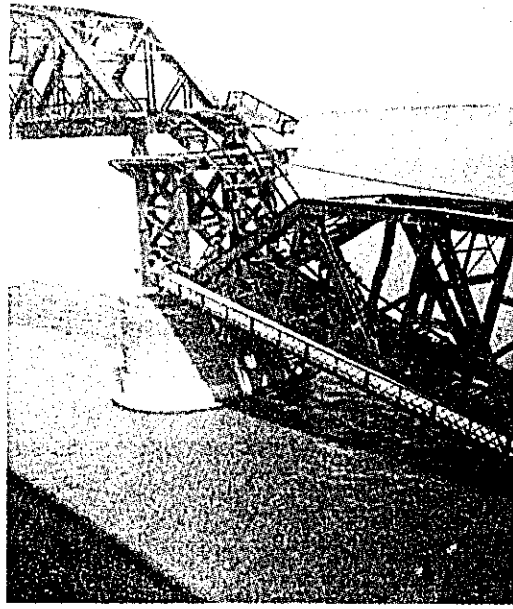


2車線道路



Bagra 郊外の1車線道路

戦争により落橋した
ハーディング橋



礎から立上ったまま頭部および中間部を結んで橋脚としているものもある。

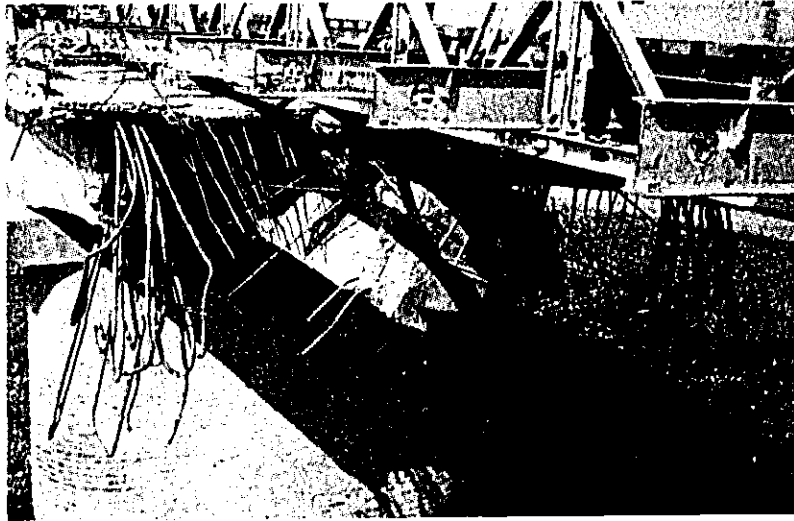
鋼構造は、外貨の関係もあってか極めて少く、現場視察の範囲では道路橋では Dacca 西方 12 キロの Sylpur の老朽橋だけであり、この橋および Dacca から Aricha への 2ヶ所のフェリー（いずれも何巾 100m～200m）はいずれもアメリカの無償援助 (GRANT) によって、新橋（これも RC 橋の模様）を建設中である。

カルバートは RC 又はレンガで、盛土の全巾（32～40 フィート）と同じ巾で造られている。橋梁は、本格的に建設されたのは 1950 年代からと思われるが、いずれも（極く古いものを除き）全巾 22 フィート（6.7 m）の 2 車線舗装と同じ幅員をもち、AASHO の H20, S16 の規格で建設されており、自動車交通の状況と比べて、先行的、計画的であり、特記すべき長所であると思われる。

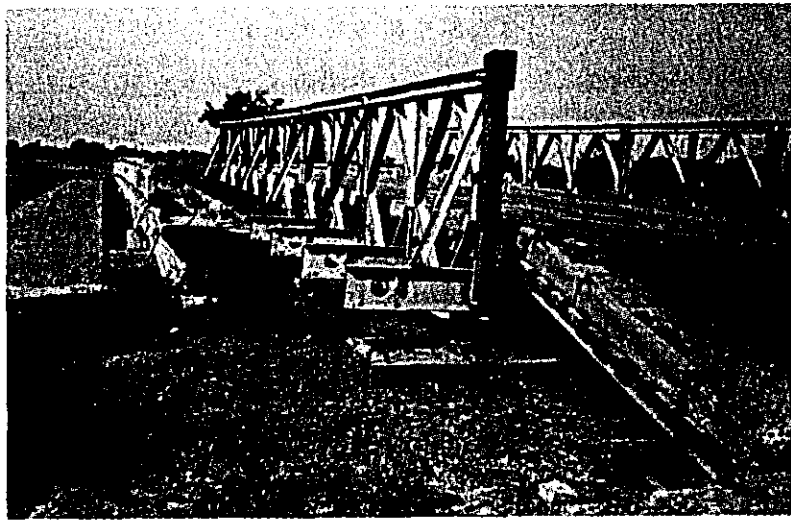
従って、現在 1 車線舗装の幹線道路を 2 車線化するのには、独立後外国からの石材確保の見通しが明かなくなったことを考えれば、比較的容易であり、且つそれによる道路の走行性は大変改善されることが期待できる。

橋梁について特に言及すべきことは、先の独立戦争の際、落橋したものが道路橋だけで 274 橋あり（この内、ガンジスを河を渡るこの国第一の橋梁であるハーディング鉄道橋、メグナ河のジョージ六世橋（鉄道）なども中間の 1 スパンを落とされ、前者はインドによって単線仮橋で復旧している）、インド軍などの助力によって当面の通行ができる程度の応急復旧はなされているが、これの修理とこの際、古くて幅員の狭いものの架け替えをまぜ行なわねばならず、正常な状態に戻れるのは、なお数年を要しよう。現地視察で現在範囲では、破損部分は RC ゲルバー形式の端スパンというのが多く、橋台、橋脚の損害はごく少いので、ベイリー橋で簡単に手当てされている。

（写真参照）現在のところ、普通型（5 トン級）トラックも通行可能である。



戦争で破壊された道路橋



ベイリー橋（上の写真と同じ橋）

参考 Dacca~Aricha 間，約 50 マイルの橋梁概況（道路局橋梁台帳より抽出）
 橋梁台帳の項目は次の通りで，長さ（道路中心線方向の）5 フィート程度のカルバート
 まで全てマイル位置の順に記載されている。

〔 番号，位置（道路マイル），完成年次，橋表とスパン割り，幅員，歩道，下部構造
 （基礎の表示がないものが多い），上部構造，設計規格，現在の状態。図面はなし。〕
 この区間は，道路位置で Dacca 中心部より 5~54 マイルの間であり，建設年次は，
 5~14 マイル 1952 年までに完成

15～23マイル	1956年までに完成	}
24～36マイル	1959～61年まで *	
37～54マイル	1961～62年まで **	

である。

但し、経費、工期の関係が長大橋はやはり遅く、この区間の最長ダレスワリ橋1.617フィート（493 m）は**の区間であるが1963年に、又第2位の714 フィート（218 m）、第4位（504 フィート）、第5位（500 フィート）は*の区間にあって1964年、第6位（374 フィート）は同じく1963年に建設されている。100 m以下（330 フィート）のものはいずれも夫々の区間の建設期間中に完成されている。

橋長別内訳（100 m以下：330 フィート以下）

10 フィート以下.....	16	}	55..... 0.7 橋/km
11'～40	29		
41～100	10		
101～140	7	}	77..... 1.0 橋/km
160	11		
240	2		
300	1	}	22
324	1		
			総数=77+6大橋
			= 83

他に長大橋6橋上記の通り、なお橋長第2位のMilpur橋（631 フィート：192 m）は第員9フィート（2.7 m）と狭く耐荷力不足のため架替中。規格不明。

幅員は全て橋梁22フィート、カルバートは盛土全巾に同じ。

設計規格は69橋がAASHO H20 S16，Milpur橋以外の規格不明のもの13は全て10～20フィートのカルバートである。

最大橋Daleswari 橋の諸 を参考までに示す。

$$L = 120' + 9 @ 153' + 120' = 1.617' \quad W = 22' \quad (6.7 \text{ m})$$

$$(36.6 \text{ m} + 9 @ 46.6 \text{ m} + 36.6 \text{ m} = 492.6 \text{ m})$$

アバット：RCC ウェル基礎， ピア：同じ

ウィング：レンガ 上部：RCC

ボックスガーター単純術

舗装設計はCBRを用いた舗装厚指数による方式としているとのことであるが、現在の道路ではアスファルト、セメントコンクリート、等種々あり、その厚さも一様ではない。材料は石材の産出が著しく少いので、レンガを多用しており、砂の下層路盤の上に敷きつめて平坦支持の層としたり、砕いたものを上層路盤として締め固めに用いている。また、暫定施工として、下層路盤上の「平敷き」の上に厚く「組み積み」をして直接交通開放す

ることにある。(図2-4-(9))更に、アスファルト舗装の応急修繕に、砕いたレンガを敷き、タールを散布している例もあった。(写真 参照)

最後に道路事業の推移について述べてみよう。

統計資料によって舗装道路の増加と道路投資額をみると、第二次三カ年計画(1960～1965)期間と第三次計画の当初2年間までは順調に伸び、1968年以降は政治情勢の悪化を反映してか、整備量が急速に減じている。

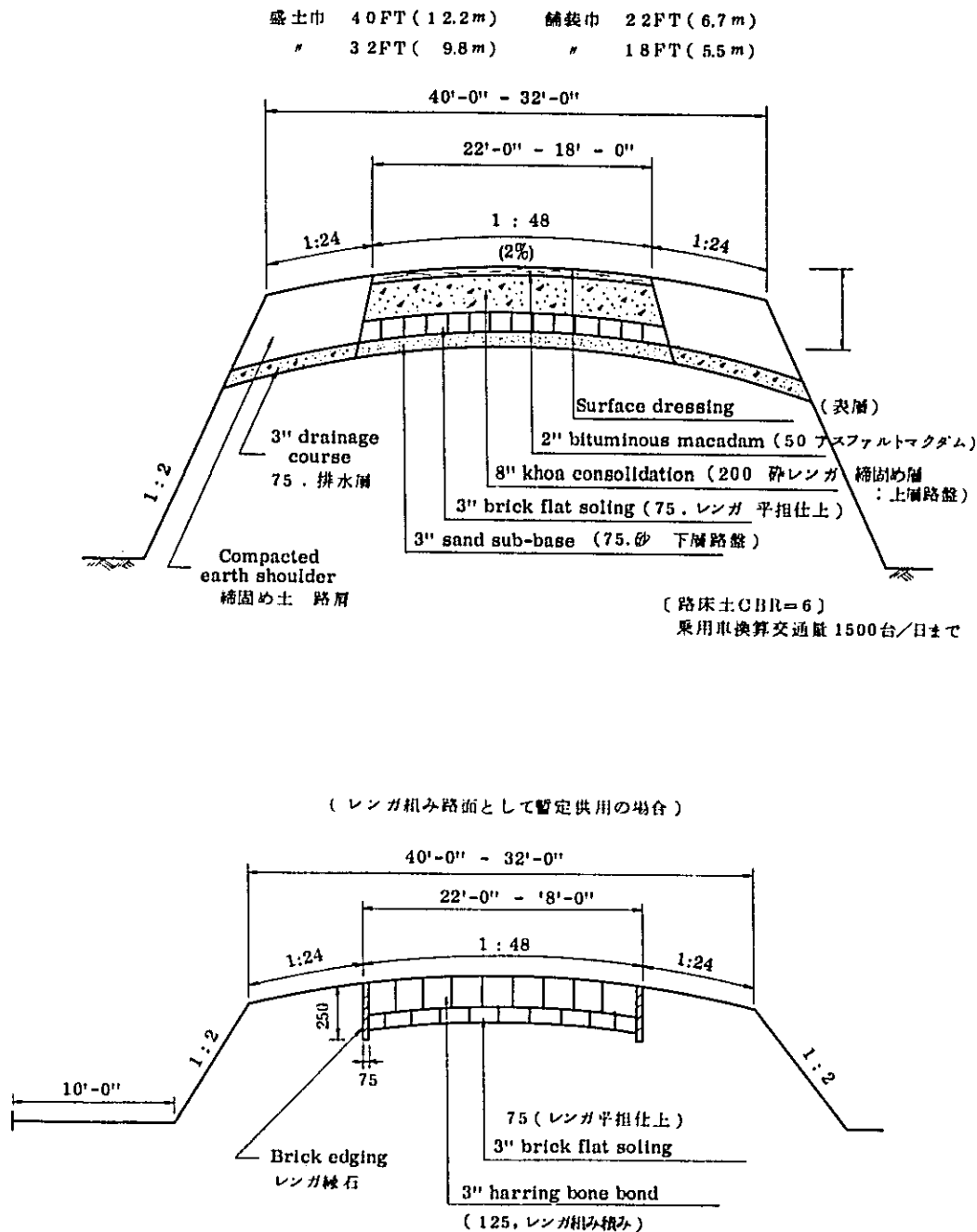
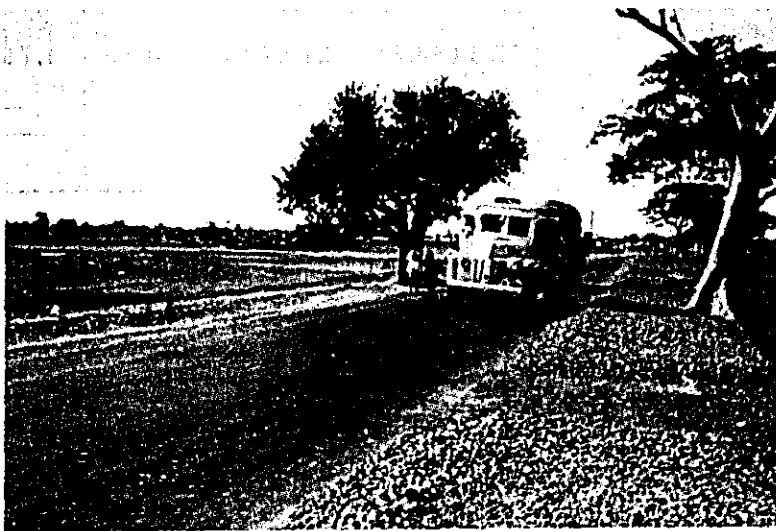


図2-4-(9) 舗装構造図



応急修善のアスファルト舗装



道路骨材用のレンガ

(二) 道路事業の推移

統計資料によつて舗装道路の増加と道路投資額をみると第二次五ヶ年計画(1960~1965)期間と第三次計画の当初2年間までは順調に伸び、1968年以降は政治情勢の悪化を反映してか、整備量が急速に減じている。

表 2-4-(9) 第 2 次, 第 3 次 5 ヶ年計画での道路事業

年 度	舗装延長①	累 計②	道路投資額③	GDP④	③/④	財政規模⑤	③/⑤
1959~60		995マイル					
第二次五ヶ年計画		(1,592 km)	百万ルビ(億円)	百万ルビ	%	百万ルビ	%
1960~61	150マイル	} 968.6	48.2 (19.3)	—		—	
61~62	152.5		63.4 (25.4)	—		565.3	11.2
62~63	200.8		77.1 (30.8)	—		746.8	10.3
63~64	252.0		91.1 (36.4)	17,855	0.5	945.2	9.6
64~65	212.9		1,963.6	85.0 (34.0)	18,014	0.47	1,045.9	8.1
第二次五ヶ年計画		(3,142 km)					
1965~66	129.0	} 434.0	72.6 (29.0)	18,625	0.39	1,131.3	6.4
66~67	119.0		69.4 (27.8)	18,764	0.37	1,166.0	6.0
67~68	76.0		73.7 (29.5)	20,380	0.36	1,430.5	5.2
68~69	60.0		87.1 (34.8)	21,590	0.40	1,790.1	4.9
69~70	50.0		2,397.6	—	—	—	—
		(3,836 km)					

第三次五ヶ年計画の当初目標は、舗装900マイル(累計延長約3,000マイルに到達)と橋梁10万フィート(3万メートル)を総投資額1,000百万ルビ(500億円)で、整備しようとするもので、第二次計画の実績からみて、もし政治、経済情勢が正常に発展していたならば、舗装事業量は充分消化することができ、橋梁の整備が促進されたであろう。(即ち、第二次計画に比べて、計画舗装延長は大差ないが、投資額に比べて、計画舗装延長は大差ないが投資額は大きくなっており、その投資拡大は、主に、比較的遅れている橋梁の建設に向けられていたことがうかがえる。：参考 Dacca~Aricha間50マイルで橋長60フィート：18m以上のもの38橋、延長合計8,780フィートのうち、24橋、6,380フィート(73%)が1959年以降の架設であり、特に長大橋梁上位6橋、4,340フィートは全て1963以降である。

第三次計画期間の整備実績は前表のとおりで、その実績/計画の比率は、舗装延長で48%、投資額4割弱、橋梁整備に至っては10%にも達しなかった。

試みに今後の道路事業の見通しの概略を述べてみる。

投資規模を、1960～65年項をみに、GDPの0.5%まで高め、1968～69項の水準をベースに今後毎年5%の経済成長が続くものとする、5ヶ年間の道路投資規模は、

$$220 \text{ 億ルピー} \times \sum_{n=1}^5 1.05^n \times 0.5\% \\ = 220 \text{ 億ルピー} \times 5.8 \times 0.005 = 638 \text{ 百万ルピー}$$

となる。

独立後の建設コストの著しい値上がりがあるため、この投資額は、全額を2車線道路新設の場合2.2百万タカ/マイル(タカ=ルピー)としても、 $638 \div 2.2 = 290$ マイルにしかならず、実際は1車線舗装の2車線化(0.6百万タカ/マイル)を併用し、且つ総投資額の1/3は橋梁整備に向けるものとする、

約100マイルの2車線道路新設

約600マイルの舗装拡巾

関連する中小橋梁の建設

のような組合せもあり得るわけで普通に考えれば、急速な道路条件の改善というのも仲々困難であろう。しかも、これは、戦乱で破損した274橋の復旧が全て別途の資金手当(外国援助)でなされて、1970年の水準にもどったとしての試算であるから、国道網3300マイルの全線整備は、中小河川フェリーの橋梁建設が援助によってなされたとしても、なお、且つ10年以上を要することになる恐れがある。

(※) 道路整備の主要プロジェクト

現在、バングラデシュ国内で進められている主な道路整備のプロジェクトを、計画委員会資料から拾い出してみると次の表2-4-10の様になる。この表の、摘要の部分は本報告書作成者が追記したものである。

これらのプロジェクトのうち、ジャムナ河渡河に関係するものは、図2-4-(6)から考えられるように、まず、系統1の幹線であるDacca～Aricha間の2車線舗装とフェリーの完全解消(橋梁3ヶ所の建設: U.S.AのGRANT)であり、後者は、視察によれば下部工事の1/2程度まで進捗していると思われた。(ケーソン基礎は大体据け沈下ができ、早いものは一部橋脚が立上っている。)従って、この区間の全整備は、恐らく5ヶ年間のうちには完了するであろう。

また、Arichaのフェリーの北側の補助ルートとも考えられる計画が、Dacca側はTangailよりジャムナ東岸に、西側は、系統3のUlapalaより真東へ、ジャムナ西岸へ向って進められている。これは、事業規模も小さく、フェリーの設備はどうさるの

か、運営は道路側かBSCか未だ不明であるが、ダッカ北方への自動車交通が活潑な区間を利用することと、系統3の、Ulapalaの南のやや能率の悪いフェリー（中河川であるが、中州のため著しく迂回しなければならず、時間損失が多い。）を使わなくて済むという意味がある様である。また西岸側で、鉄道の河岸終点駅SirajganjあるいはUlapala駅から道路フェリーに乗り換えれば、現在の鉄道フェリーと線路の輸送が、Jamalpurまで一旦北上してからDaccaへ南下するという迂回を大巾に短絡し、Tangailから最短経路でDaccaへ自動車連絡することも期待できよう。

また、ArichaからFaridpur～Jessore方向は、当面このフェリーの解消、即ちジャムナ架橋に匹敵するようなプロジェクトの具体化は未だないようであるが、Faridpur～Jessoreから新規開発を推進しつつあるChalna新港とKhulna方向への適当な短絡路を作ろうという計画は、ある程度進められており、ソ連によるChalna河機橋、ユーゴスラヴィアによるChalna～Khulna間の道路、鉄道の援助事業が軌道に乗れば、関連部分の道路整備も当然進むものと思われる。

北西部開発に関連するものとしては、系統3が南北縦貫であるのに対し、その影郷圏を広げる様に横方向路線がボグラを拠点に繊維工業、鋳業（石灰石、セメントなど）開発見込みの地方へ計画されているが、未だあまり進捗していない。

DaccaとDacca北部のMymensing地方およびShylhet地方を結ぶ道路は、国内の各州を結ぶという先述の5系統幹線には含まれていないが、Daccaの直接の後背地であり穀倉地帯であるこの地方を十分結びつけるための道路整備は当然重要であり、今まで道路網が粗であったためもあってか、種々の新しい計画ルートが示されており、（Dacca～Mymensing直通のルート、Dacca～Shylhetのメグナ河西岸の短絡ルートなど）その実際の進捗はともかくとして、長期的な計画としては興味深い。

表 2-4-(10) 道路整備の主要プロジェクト進捗一覧表

No	事業名	延長 (マイル) km	事業費見込		開始 年次	1970・71年度までの投入額		工事の進捗率	摘要 (原データの番号)
			百万ルピー (うち外貨物)	百万円		百万ルピー	百万円		
1	Goalundo~Faridpur~Magra 道路建設	(325) 52.0	(うち外貨物) 30.63		1951	25.43		98	(3)
2	Dacca~Tangl 別線新設	(7.0) 11.2	31.95 (4.62)		1957	27.15		80	(4)
3	Mymensing~Trizal~Threll 道路建設	(47.64) 7.62	12.15		1951	1.41		37	(5)
4	Jamalpur~Shehpur~Narlitabar 道路建設	(26.25) 4.20	5.01		1954	5.88		90	更に、ジャマルプ ル~シエルプール間改 善の予定 (6) (7)
5	Kustia~Mehelpur 道路建設		7.78		1962	8.77		93	
6	Dacca~Chittagong 幹線道路拡中	(13.5) 216.0	33.40		1963	40.04		72	00
7	Bogra~Natore 道路建設	(46.5) 7.44	21.0		1964	18.28		47	07
8	Satokira~Kaliganj~Betokali 道路建設	(4.5) 7.20	22.84		1964	11.19		59	08
9	Bahad bad~Jamalpur~Mymen sing~Kisoyganj~Bairab Bazar 道路建設	(14.4) 230.0	53.90 (1.30)		1964	20.30		81	(21)
10	Sylhet~インド国境道路建設	(25) 40.0	9.34		1968	2.88		60	(23)
11	Bogra~Santahar 道路建設	(31) 50	22.54 (4.51)		1966	2.31		70	(26)
12	Jaldebpur~Trizal 道路建設	(45.7) 73.1	40.12 (6.67)		1967	6.51		36	(27)
13	Sylhet~Snanganj~Takilhat 道路建設	(7.2) 11.5	72.69 (8.11)		1966	10.78		26	(28)
14	Kaliganj~Chuadanga~Darsana	(52) 83	381.7 (7.86)		1966	10.44		36	(29)
15	Dacca~(Komilla 経由)~Sylhet 別線建設	(192) 307	170.0 (17.0)		1967	8.17		11	(45)
16	Dacca~Narayanganj 経由~ Chittagong ハイウェイ新設及び 技術指導	(172) 275	231.07 (107.45)		1964	37.10		進行中	米国援助による橋梁 新設等 (47)
17	Dacca~Jaldebpur~Aricha ハイウェイ		96.78 (5271)		1964	104.47		進行中	米国援助による3橋 梁新設 (48)

(2) 自動車の保有水準

道路交通の活動の程度を知る為、その前提である道路と自動車のうち、まず自動車のみよう。

バングラデシュ国の全体の自動車保有台数は66,000台（1969年末）で、東南アジア諸国のうちで絶対数として決して多くはない。乗用車保有の水準の高低は、一般によく1人当り国民所得と相関すると言われており、また商用車類は、経済規模に相関する貨物発生量にリンクしていると考えられるので、これらの指標で保有台数の内容を観てみよう。

国連の統計年鑑等から引用したアジア諸国の数値によれば、表2-4-10に示す通り、バングラデシュの自動車保有は、1人当り所得および経済規模との相対水準でみてもかなり低いと考えられる。これらは、経済活動に要する道路交通の手段が不足しているという意味では必ずしもないが、経済規模の拡大に伴って生ずる機能性の高いビジネス行動や加工度の高い物質の輸送という部分に対して、自動車をどれだけ供給するかという国の政策的な問題もある。自動車保有の水準に若干の高低はあっても、これらアジア諸国での陸上輸送量の相当部分はやはり鉄道が担っている。自動車保有の水準が低い値を示している韓国、台湾では、逆に鉄道の輸送量の水準が高く（大体的見当であるが）、単に自動車保有の水準の高低のみで輸送活動の良好、順調さは表現し難い。バングラデシュは確かに自動車の供給は十分ではないが、経済活動、国土の広がりからみた鉄道輸

表 2-4-10 自動車保有率と所得水準の比較

国名	乗用車 ①台/1,000人	国民所得 ②ドル/人	保有の係数 ③=①/②		商用車数/ ④ 乗用車数	商用車の係数 ⑤=③×④	乗用車+商用車の 保有傾向③+⑤
バングラデシュ	0.33	66.5	0.5		0.71	0.35	0.9
イ ラ ク	7.0	253	2.8		0.66	1.8	4.6
イ ラ ン	6.6	365	1.8		0.32	0.6	2.4
イ ン ド	1.0	77	1.3		0.88	0.6	1.9
韓 国	1.6	182	0.9		0.80	0.7	1.6
シンガポール	67.1	777	8.6		0.24	2.0	10.6
セ イ ロ ン	7.1	137	5.2		0.48	2.5	7.7
タ イ	4.3	126	3.4		0.81	2.8	6.2
台 湾	29	269	1.1		1.08	1.2	2.3
フィリッピン	7.3	182	4.0		0.77	3.1	7.1
日 本	67.6	1,290	5.2		1.18	6.2	11.4

注) 1969年の統計値による。乗用車はジープを含む。商用車はバス+トラック。

バングラデシュの数値 { バス+トラック=5,522+10,405=15,922 } 人口 (試算) 67,970千人 } 66.5ドル/人
 { 乗用車+ジープ=16,600+5,780=22,380 } 国民所得(推計) 4,517百万ドル }
 (21,590百万タカ(×0.209\$/TAKA=4,517百万ドル)

表 2-4-10 経済規模と商用車数

国名	GND ① 10億ドル	商用車数 ② 1,000台	③=②/①
バングラデシュ	4.5	16	3.5
イ ラ ン	10.2	58	5.7
イ ン ド	41.6	491	11.8
韓 国	5.7	40	7.1
セ イ ロ ン	1.7	42	25.0
タ イ	4.4	102	23.2
台 湾	3.7	43	11.5
日 本	132.0	8,212	62.2

表 2-4-① 鉄道輸送量の相対比較

国名	貨物輸送量 ① 百万トンキロ	旅客輸送量 ② 百万人キロ	GND ③ 10億ドル	国土面積 ④ 1,000km ²	$① \div (③ \times ④)$	$② \div (③ \times ④)$	機関車数 台	自動車の保有 傾向(係数) (表-1より)
バングラデシュ	1,535	3,298	4.52	141	241	5.17	480	0.9
日本	60,054	274,378	1320	370	1.23	5.6	5,120	1.14
イラン	2,015	1,595	10.2	1,648	0.12	0.1	215	24
インド	119,668	111,054	41.6	3,268	0.88	0.8	910	1.9
韓国	7,328	11,077	5.7	98	13.2	19.9	125	1.6
タイ	1,974	3,962	4.4	514	0.87	1.7	390	6.2
台湾	2,603	5,936	3.7	36	19.4	44.3	267	2.3
トルコ	5,237	4,603	11.8	780	0.57	0.5	1,062	-
ビルマ	808	2,016	2.1	678	0.56	1.4	361	-
フィリピン	115	584	6.8	300	0.06	0.3	155	7.1
セイロン	337	2,867	1.7	66	3.1	26.0	277	7.7

注) 1969年値である。機関車数は1965年

送を仮りに表2-4-①のような相対水準で比較してみた場合、他のアジア諸国に比べてかなり高い位置にあると考えられるし、機関車の保有台数約490台というのも国土面積、輸送トンキロとの相対量を他の国と比べてみるとこれもまた、かなり多い方であることは間違いない。

それでは、この保有水準はどの程度まで（比較的確実に）上る見込みがあるかを試算してみると、

商用台数～輸送活動～GNP（実質）の関係を追って：

1963～1969について

商用車台数の年平均伸び率/GNP（実質）の年平均伸び率

$= 1,088/1,039 = 1,047$ これを対GNPの概略強性値とみなして、仮りにGNPの実質伸びを年5%とすると、

- ① 商用車/GNPの水準が少なくとも1969年データで見た中で最も低く、しかし鉄道輸送の水準の高い国をみればまでは達するものと考え、前掲の表より現在のパングラデシュの値3.5（4台/10億ドル）が約7に、即ち2倍になるのは、

$$1,047^n = 2.0 \quad n \geq 15$$

- ② 15年後その時の商用車の保有台数は現有台数の約4倍以上になる。

$$\begin{aligned} \text{現在台数} \times (1.05 \times 1,047)^{15} &= 1,6000 \text{台} \times 1,0994^{15} = 1,6000 \times 4,14 - \\ &= 66,240 \text{台} \end{aligned}$$

乗用車については、乗用車台数/人口～所得/人口の相関が、乗用車価格を仲介としている故、所得（又はGNP）は名目値で表してさしつかえない。しかし、1963～1967の統計値からでは、対GNP名目値の弾性値は、

$$\text{乗用車台数の年平均伸び } 1,134 / \text{名目GNP年伸び } 1,135 = 1,00$$

で説明力に乏しい。

一方将来の経済予測は実質GNPをもって表すものである、これにおきかえて1963～1969のデータを見ると、

$$\text{台数の年平均伸び } 1,134 / \text{実質GNP伸び } 1,039 = 1,091$$

を得るので、これを概略弾性値とする。

商用車の場合と同様に、表2-4-①から

- ① 1969年データで見た保有水準のうち、鉄道輸送が活版で乗用車保有率が最も少ない国の水準までは達するものと考え、0.5 → 約1.0即ち約2倍になるには、

$$1,091^m = 2.0 \quad m \geq 8.8$$

- ② その時の乗用車台数は、

$$22,400 \times (1.05 \times 1,091)^8 = 22,400 \times 2,966 = 66,400 \text{台}$$

オートリキシャ、モーターサイクルを含む全自動車台数の伸びの傾向は、乗用車の場合と殆

んど同一であるので改めて述べない。

この試算は、単に、過去の比較的定常的な経済状態時の数値をあてはめただけで特別の意味はないが、今後の見通しの大まかな範囲を示す参考にはなる。

この試算を、48年以降の本調査で参考にするとすれば次の諸点を考慮する必要がある。

(a) 商用車は、現実の多量の需要圧力があり、又、外貨割り当ての優先度も乗用車より高く扱われているので、その台数が（今までよりも）早く増し、乗用車の方は遅くなっていくであろう。

(b) 自動車交通が発達するための基礎条件としての主要道路網は決して悪くない。また既存する橋梁については当然、復興事業、外国援助の第一の対象として整備が進むことを期待して考えられる。

この国の自動車交通はこれから TAKE-OFF しようとしている状態にあり、自動車価格の相対的低下と、同じ経済水準でも自動車利用が進むという一般的傾向を考えるならば、前述試算の水準に達するのは、約10年というオーダーで考えるのが妥当ではなかろうか。

注) 以上述べた中で、乗用車とは、根拠とした国際統計の区分に従い、乗用車+ジープ+ステーションワゴン

商用車とは、バス+トラックである。

次に言う乗用車は、ジープ、ワゴンを含む。

自動車保有台数を地区別 (DISTRICT) にみると、(概ね、県の単位に相当する)、圧倒的に、Dacca, Chittagong の2大都市を持つ両地区に集っており、更に、最も高いシェアを持つ Dacca の伸びが最も高い。又、Dacca, Chittagong 地区ともに、乗用車の比率が高い。この自動車の台数の集中の傾向と、都市間交通量の分布のデータとを併せ考えてみると、次のようなことが言えよう。

- ① この国の自動車交通は、専ら、2大都市の都市内およびその近郊が活動範囲である。
- ② 地方部に於て、鉄道輸送の補充、端末として活動するには未だ台数が不十分である。
- ③ 都市間輸送について、品目、距離により、鉄道輸送の代替、シフトをなし得る程度に発展するには、保有車両の性能、都市間道路のフェリーによる時間損失等の原因により、未だしばらくの年数を要しよう。

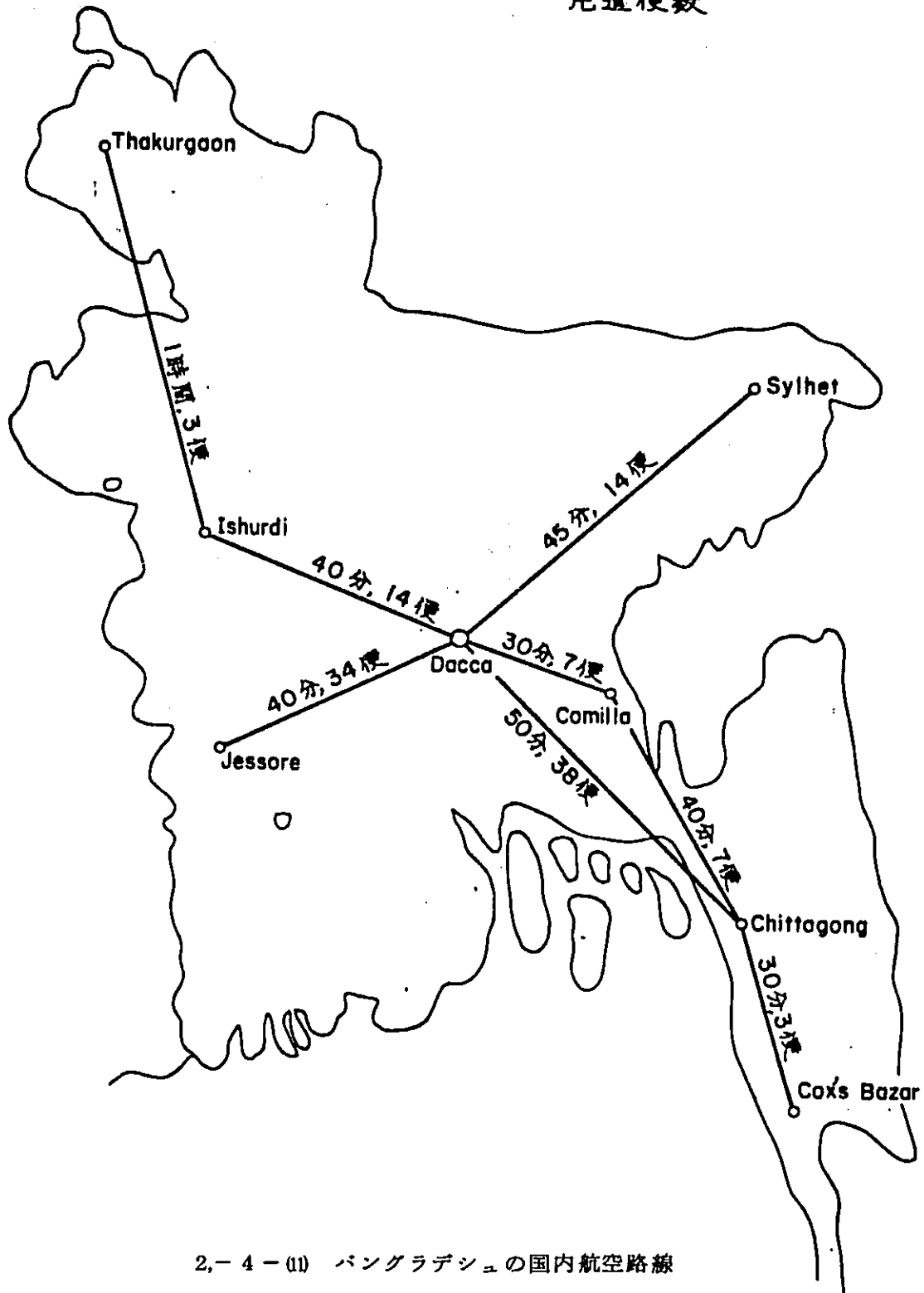
表 2-4-12 自動車保有台数の内訳

地区(県)	四輪以上の自動車(バス, トラック, 乗用車, ジープ)						全車種 <small>(オートリキシー, モーターサイクルを含む)</small>		人口
	1967年	1969年	69/67	地区別シェア (1969) %	車種構成比		1969年	地区別シェア %	
(DISTRICT)					乗用車 %	その他 %			地区別シェア %
ダッカ地区	13,911	17,073	1.23	45	59	41	29,115	44	10.4
チッタゴン地区	7,864	9,258	1.18	24	47	53	14,868	22	6.0
その他15地区	10,134	11,972	1.18	31	18	82	22,187	34	83.6
合計	31,909	38,303	1.20	100	43	57	66,170	100	100.0

4. 航空路

バングラデシュの国内航空路は Bangladesh Biman により運営され、現在は、戦争の影響で従来の正常な動きを回復し得ていない。図 2-4-11 は 1970 年時点での航空路及びサービス回数であるが、ダッカを中心に比較的密度の高いサービスを行っている。地上交通が余りにも時間のかかるものであるために、近年の需要増加は、かなり大きい。

数字は所要時間と/週間の
片道便数



2-4-①) バングラデシュの国内航空路線

参考資料

1. 道路概算建設費

建設費は資材、人件費とも値上りがはなはだしく、71年12月～72年12月の約1年間で約3倍にもなった(談)

最近の平均的データによる道路建設費は次の通り、

(i) 2車線道路新設(1マイル当り千タカ)

2.200千 TAKA/MILE	}	用 地	250
		盛 土	350
		カルバート等	500
		舗 装	700
		雑 工 事	200
		(そ の 他	200 : 間接費相当か)

橋梁を含まない。橋梁とは、橋長に関係なく、下に水運路を確保するものをいい、単なる水路、避溢橋はカルバートに含めるのでカルバートでも50フィートに達するものもある。

1 TAKA ÷ 40円 としてキロ当りに換算すると

55百万円/km	用 地	6.25百万円
	カルバート等	12.5 "
	雑 工 事	5.0 "
	土 工	8.15 "
	舗 装	17.5 "
	そ の 他	5.0 "

用地巾は、2～3m高の盛土に要する土を両側から採取するので、その分を含めて平均約150フィート(45m)に達する。

盛土矢端巾は32フィート(約9.7m)法勾配は1:2である。

(ii) 1車線道路で上記盛土巾を有するものを2車線にする場合

舗装巾12フィートを22フィートに広げるのが主で(雑工、盛土追加等があるものと思われるが)

1マイル当り 600千タカ ÷ 15百万円/km

(iii) フェリー新設のコストは得られなかった。

その他:トラックも許認可運賃はない。財政問題は所管外。ArichaフェリーはI.W.T.Cの所管

2. 設計仕様

橋梁の設計示方はAASHO によっている(H20 S16 が殆んど)

設計荷重は幹線道路にはIRC のA (INDIAN ROAD CONGRESS)

タイプでセミトレーラー+フルトレーラーのもの SECONDARY ROAD については AASHO のセミトレーラー荷重 (夫々図面あり) によっている。

道路設計仕様については従前の英国の巾着方式をとり、舗装は CBR 法であるが国内資材の関係で国内仕様も用いている。(サブベースにレンガを使用するなど)

3. 新設計画

前述の道路地図に示されている。2車線規格であることは同じ。事業費の見込み、優先順位、2車線化区間(要望は五ヶ年計画内で約1,000マイル)の優先順位については未定(五ヶ年計画が未定であるため)。なお、外国援助による事業は、Dacca~Aricha間の橋梁新設3ヶ所*がGRANTで行なわれており、他に大林組が施行中のDaccaからComilla方面への途中にあるシタラキア橋がある(世銀借款で着手し、中断している)

* DaccaよりAricha方向へ 約12 km (MIRPUR) TURAG 川

〃 約38 km (SABNARの北約10 km) BANSI 川

〃 約70 km (MANIKGANJの西) KALIGANGA 川

これらに関する資料はMINISTRY OF PLANNING, FOREIGN AND DIVISION か PLANNING COMMISSION に照会する予定。

2-4-3 交通の動きの現状と若干の分析結果

1. 内航水運

(1) 貨物輸送

輸送量は、I.W.T.A 交通局が毎年 I.W.T に登録された船舶（即ち、動力船又は動力駆動のタグボートに索引された貨物船）についての統計を整備してきたが、これらとは別に莫大な数の小船の動きが、把握し難いけれども考慮されなければならないが、この小船の動きは、登録船舶が通行不可能な場所での交通手段として有効ではあるが、局地的な動きに限られる。

表 2-4-(13) 輸 送 貨 物 量

		海 上	内 陸	外 国	通 過	計
1961/62	ト ン (千)	1,506	341	165	999	3,012
	トンマイル (千)	220,089	57,105	49,931	574,302	901,428
	平均輸送距離(マイル)	146	167	303	575	299
1963/64	ト ン (千)	2,084	312	85	854	3,335
	トンマイル (千)	281,787	54,599	23,911	490,970	851,267
	平均輸送距離(マイル)	136	175	282	575	255
1965/66	ト ン (千)					
	トンマイル (千)					
	平均輸送距離(マイル)					
1967/68	ト ン (千)	2,242	364	—	—	2,606
	トンマイル (千)	320,190	48,038	—	—	368,228
	平均輸送距離(マイル)	143	132	—	—	141

主要ルートに沿った小船の密な動きも大部分の地域では動力船に劣る。従って、統計データを読む時に実際の数字はこれより多少大きいという点を考慮するだけでよく、主要ルートの長いトリップの動きには大きな影響を与えてはいない。

表 2-4-(13) は、I.W.T.A によって運ばれた貨物量を示しており、1964 年以降に途絶えた、対インド間の交通量の減少がそのまま総輸送量の減少につながっているが、国内での動きは多少増大している。

輸送量を、水路のクラス別にみると、クラス I の貨物量が全体の 80% を占め、クラス II の水路は、もっぱら国内の内部交通に利用されているだけで重要性は低い。これは、後進国に典型的にみられるパターンである。即ち、輸出入貨物量に較べて内部交通の動きが、殆んど無視できる程小さいということである。しかし、経済発展は国内の輸送需要を喚起し、このために最も安価な輸送手段である国内水準は整備されなければならない。

このような、国内交通網の例としてNarayanganj/DaccaとChhatakに至るルートがあげられる。このルートは、旧来、アッサムとインドの間のルートの一部として用いられていたが、今日では最早全く無視され、浚渫は行なわれず、船舶航行は困難になっている。そして殆んどの貨物は鉄道で輸送されている状態である。

クラスⅢのルートの輸送量は統計には表わされないが、旅客ランチや局部的な密度の高い動きをする小船にとっては重要である。

表2-4-(14) 水運貨物のOD表(1960/60)

単位：トン

	Barisal	Chalna	Chandpur	Chittagong	Chhatak	Dacca	Khulna
Bari.	—						
Chal.	2,989	6					
Chand.	7,762	14,334	—				
Chitta.	6,880	433	16,359	213,288			
Chha.	2,286	282	851	—	—		
Da.	2,144	285,392	4,984	172,831	38,433	17,436	
Khul.	11,492	483,878	9,407	74,021	3,630	71,588	40,046

表2-4-(15) 水運貨物OD表(1964/65)

単位：トン

	Barisal	Chalna	Chandpur	Chittagong	Chhatak	Dacca	Khulna
Bari.	—						
Chal.	11,760	—			FY : 1965/66		
Chand.	1,195	30,096	—				
Chitta.	34,765	822	67,083	309,918			
Chha.	1,329	1,824	—	—	—		
Da.	1,045	435,662	3,328	404,024	28,333	2,884	
Khul	11,278	861,589	14,372	180,249	6,869	44,227	13,592

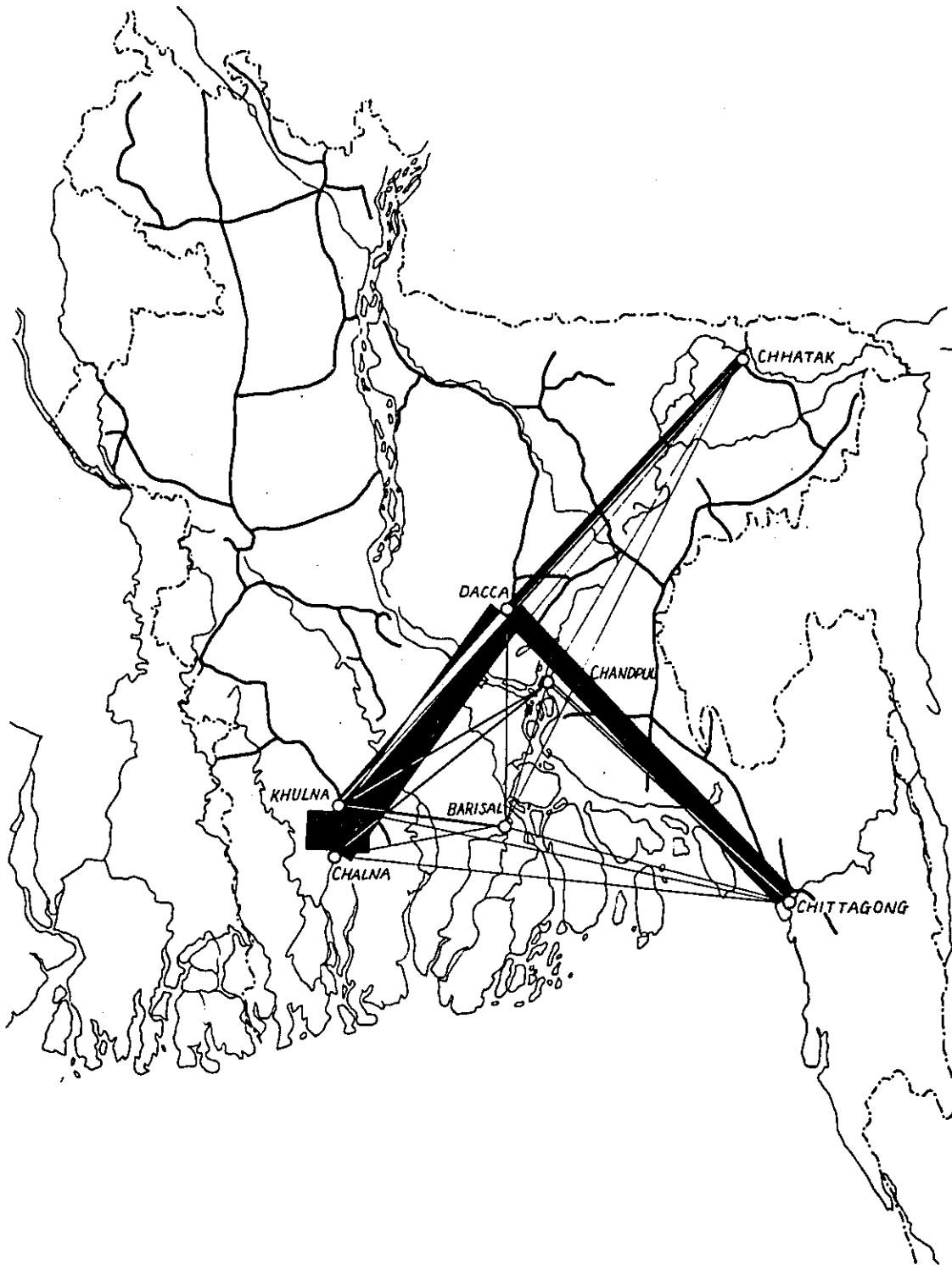


図2-4-(12) バングラデシュ内航水運
 輸送貨物分布
 (1960/61年)

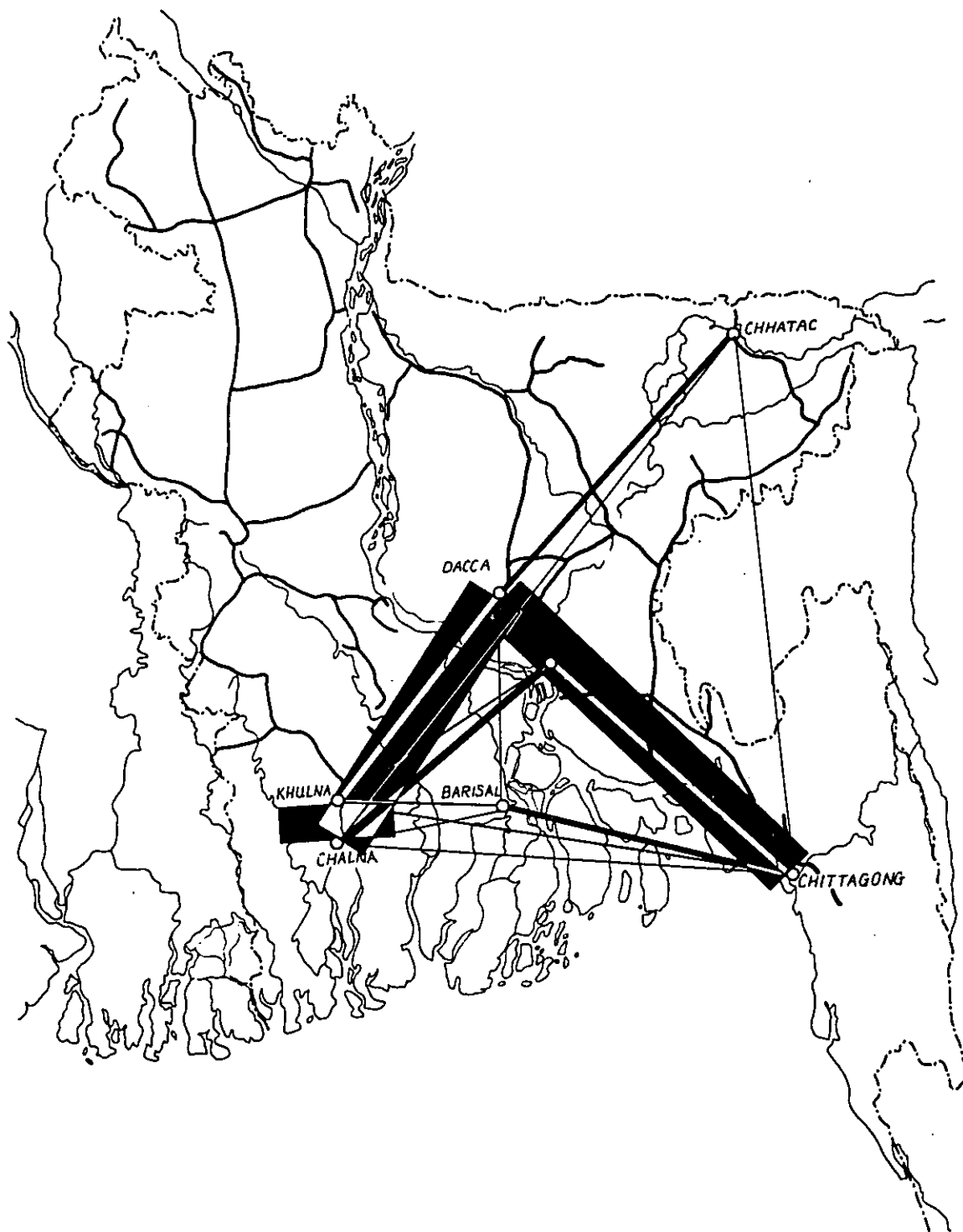


図 2-4-(13) バングラデシュ内航水運
 輸送貨物分布
 (1964/65年)

I W A T の主要輸送品目は、シュート、シュート製品、石炭、セメント、穀物、石油及び製品、紙であり、これらの占める割合が1963/64で87%、1965/66で82%と圧倒的に高い。

表2-4-(16) 品目別貨物量

単位：千トン (%)

	1961/62	1963/64	1965/66	1967/68
石 炭		168	286	221 (8.5)
セ メ ン ト		211	122	244 (9.4)
ジ ュ ー ト		577	628	} 795 (30.5)
ジ ュ ー ト 製 品		233	260	
穀 物		528	458	454 (17.4)
石 材				104 (4.0)
石油及び石油製品		297	379	} 789 (30.2)
紙		60	51	
そ の 他				
計	3,012	3,335		2,606 (100)

図2-4-(14) 以下は主要品目についてのODをI W T A 輸送年報をベースに作成したものである。それぞれの物資が単純な経済構造を反映して、明快な流動パターンを示している。このデータは今後、道路、鉄道による、同様の解析結果と併せて、地域間の最適な交通システムを提案して行く上での重要な資料になるものである。

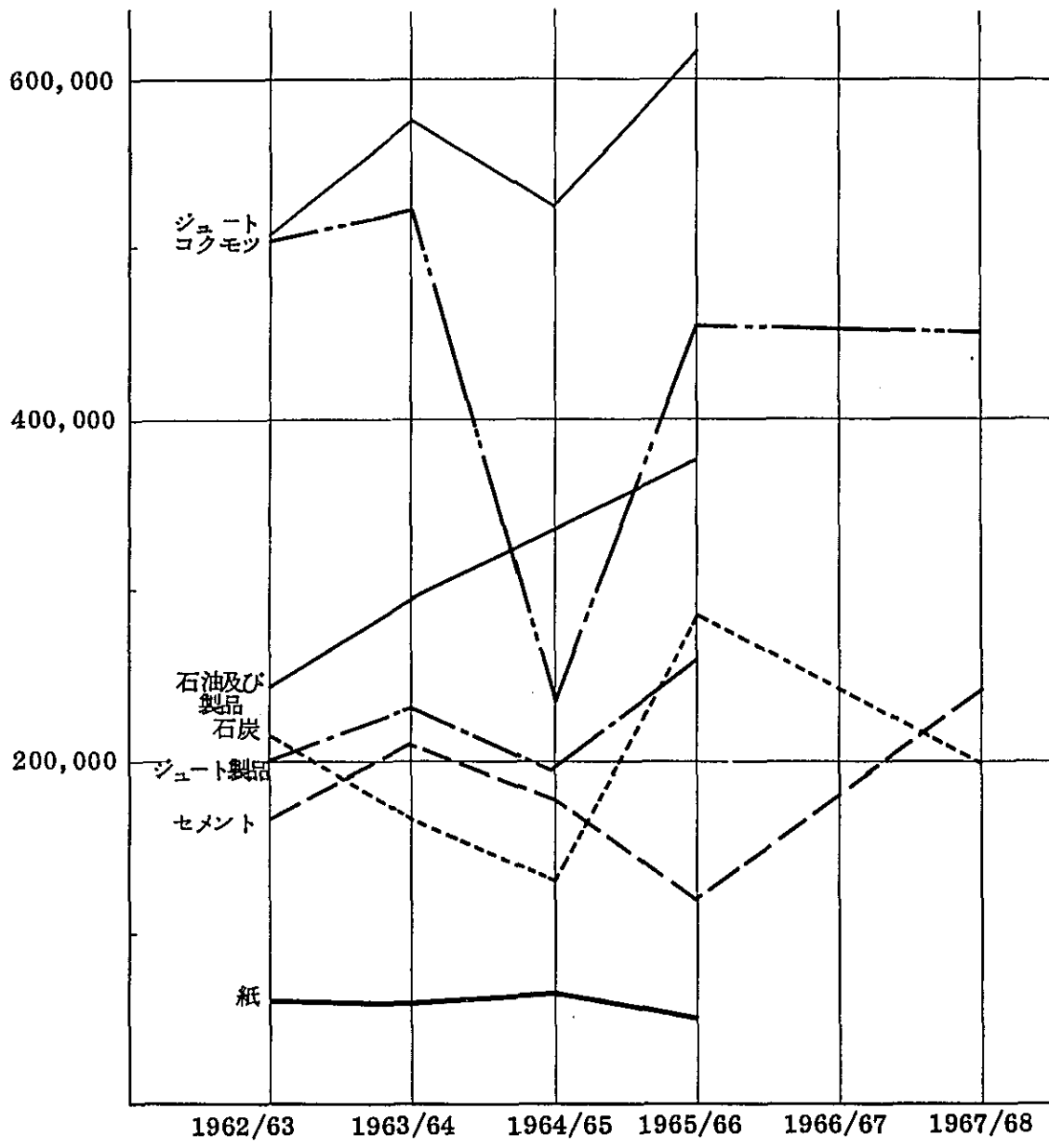


図 2 - 4 - (14) 品目別貨物輸送量推移

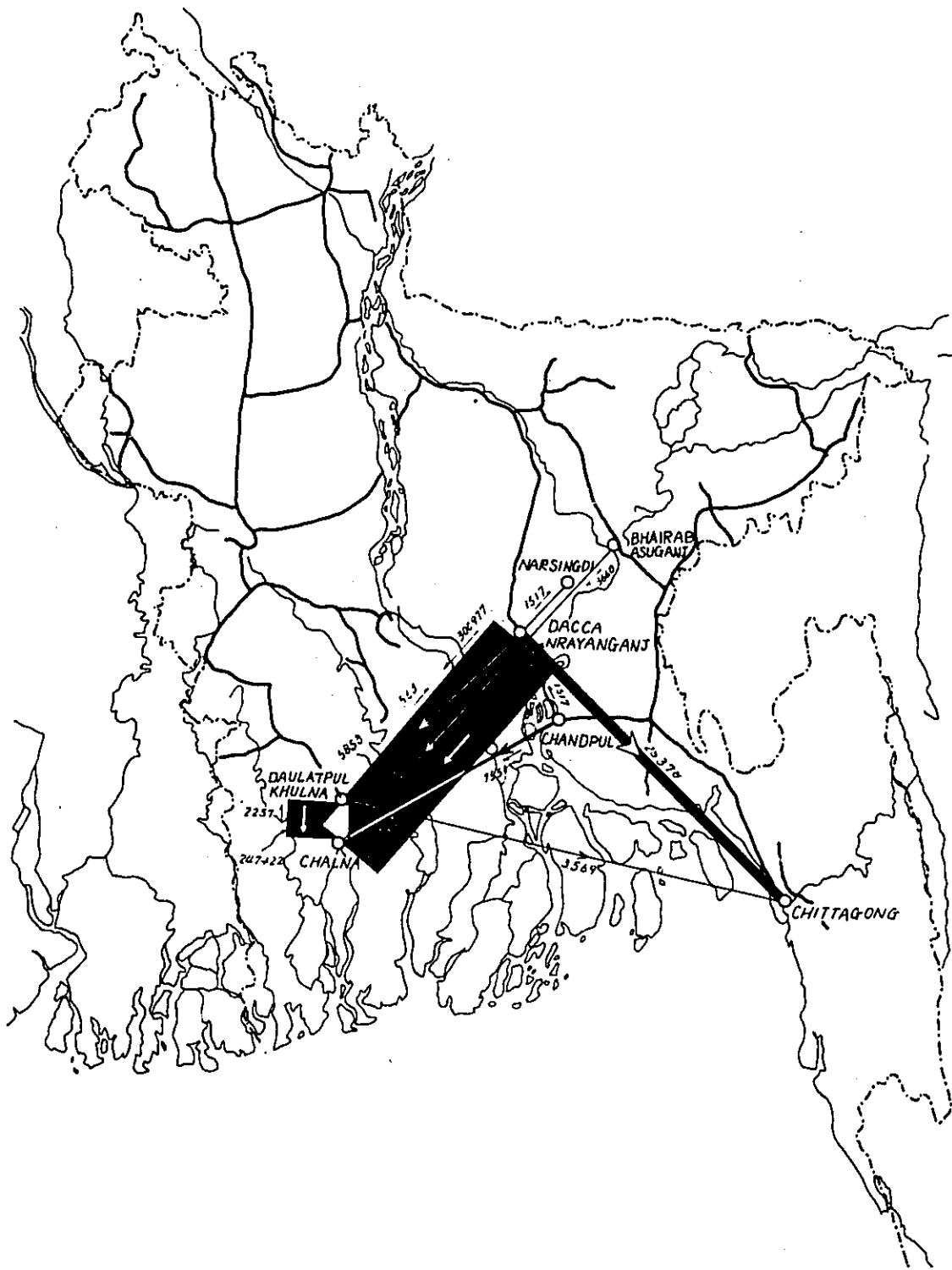


図 2-4-(14) 水運輸送貨物 OD (ジュート)
1964/65

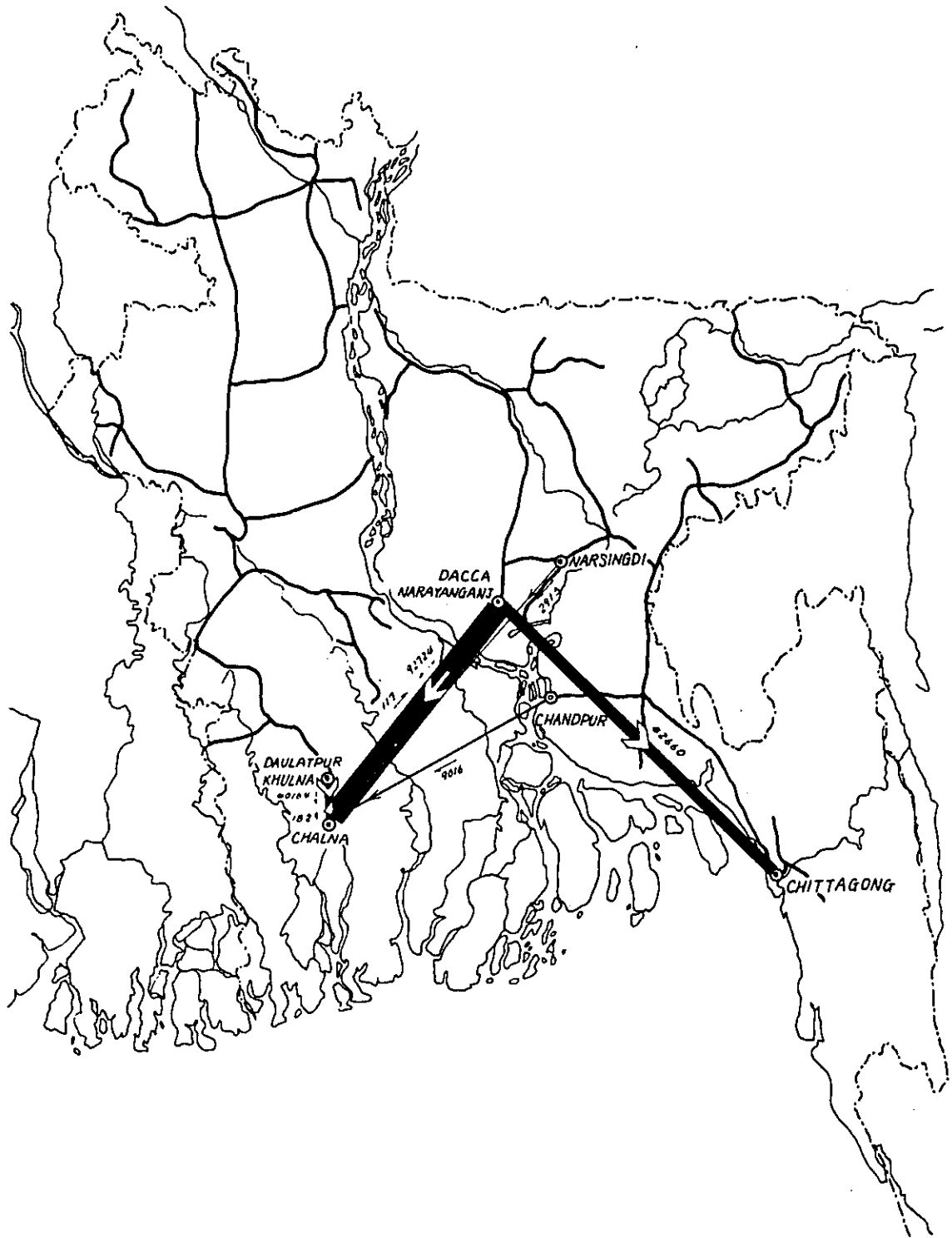


図 2 - 4 - (15) 水運輸送貨物OD (ジュート製品)
1964/65

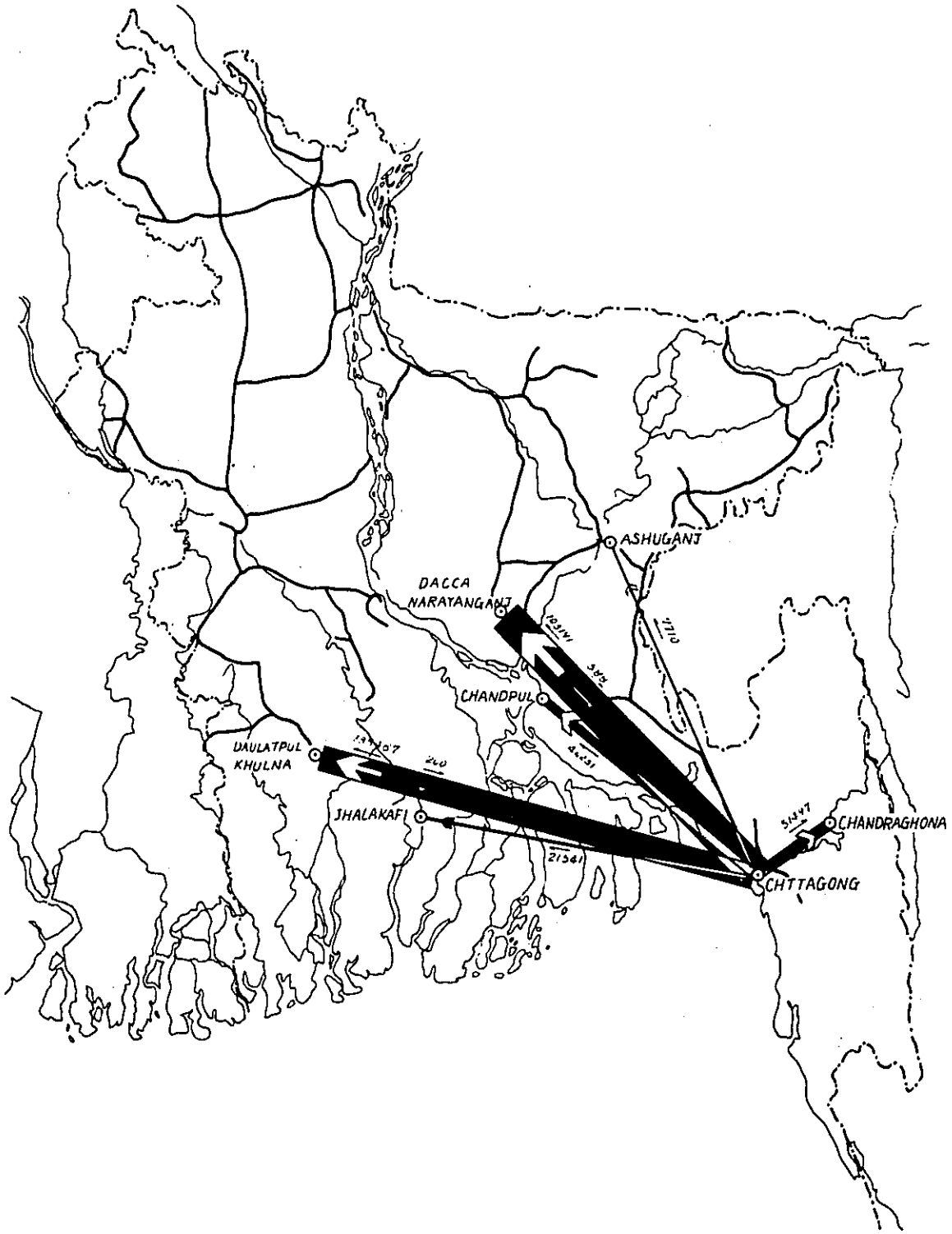


图 2-4-(16) 水運送貨物OD (石油·製品)
1964/65

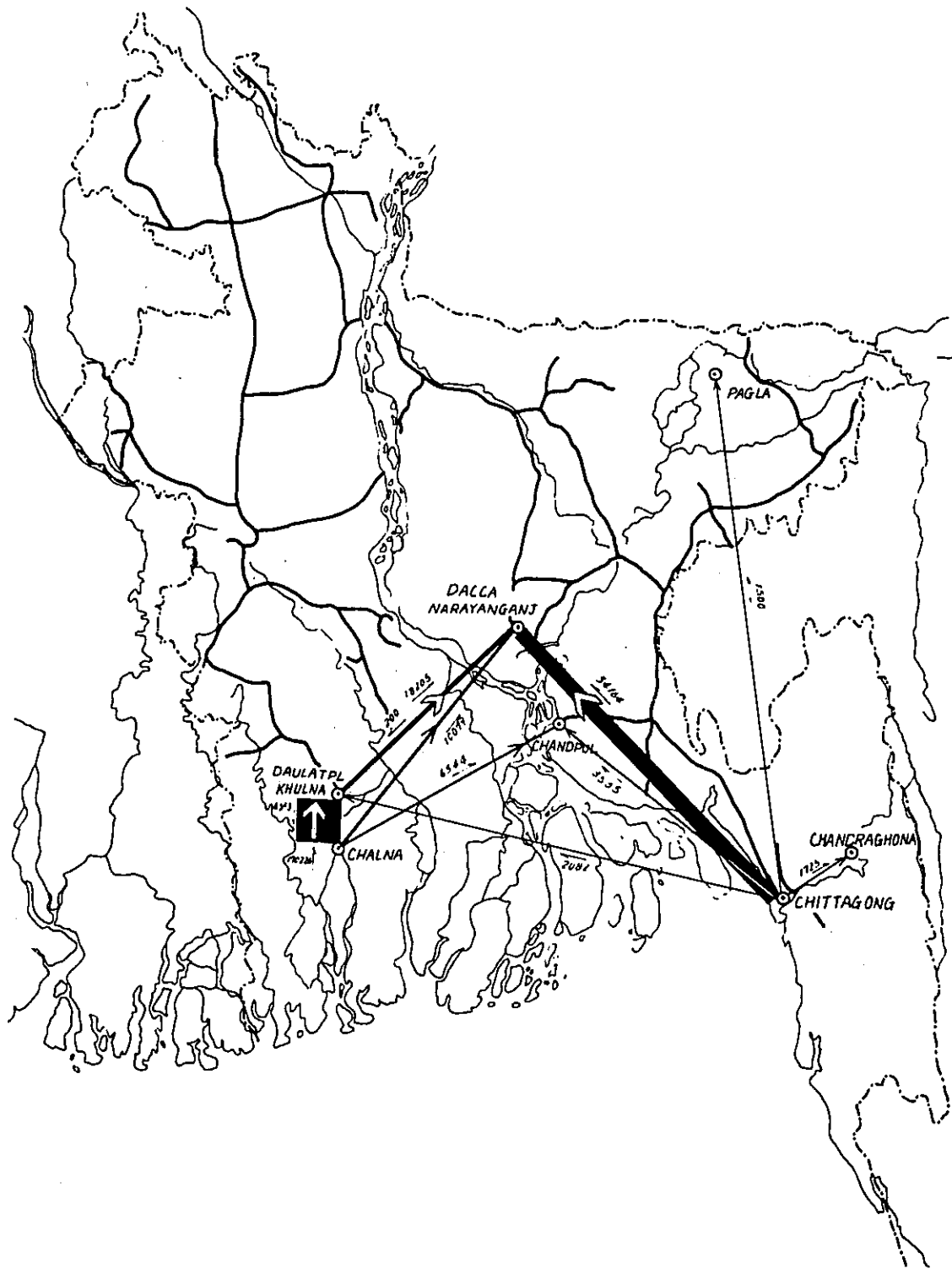


图 2-4-(18) 水運輸送貨物OD (石炭)
1964/65

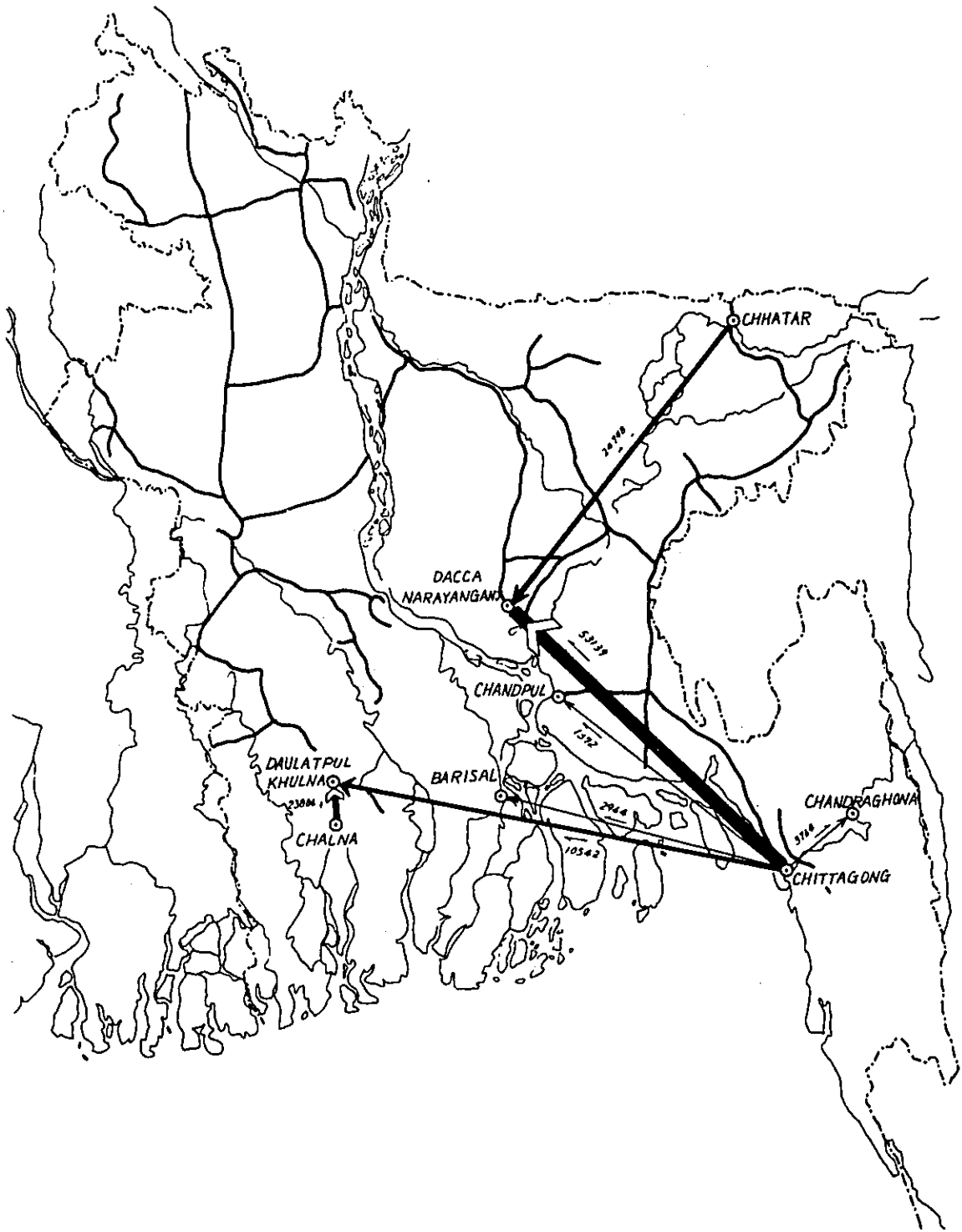


図 2-4-(18) 水運輸送貨物OD (セメント)
1964/65

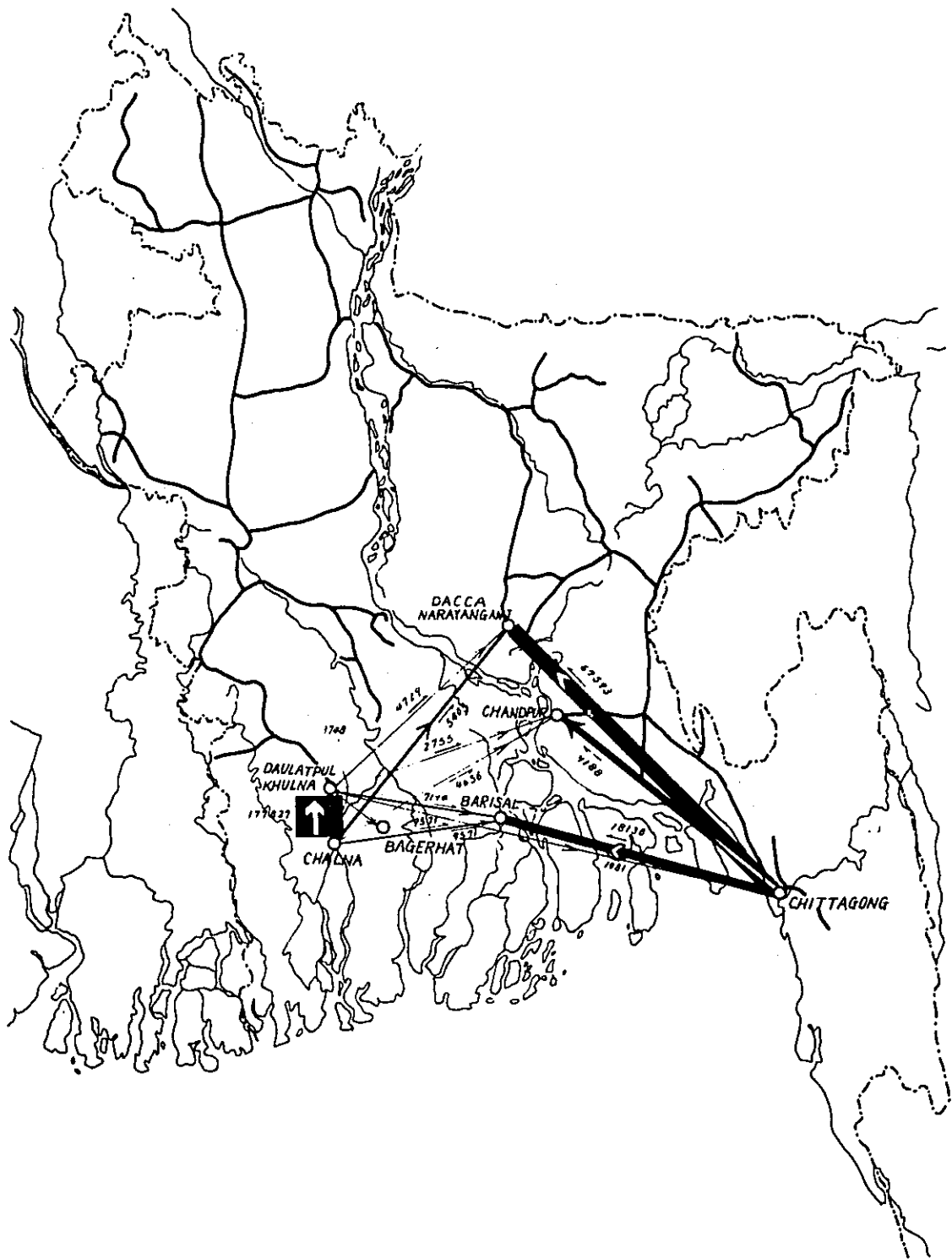


图 2 - 4 - (19) 水運輸送貨物 OD (小麦)
1964/65

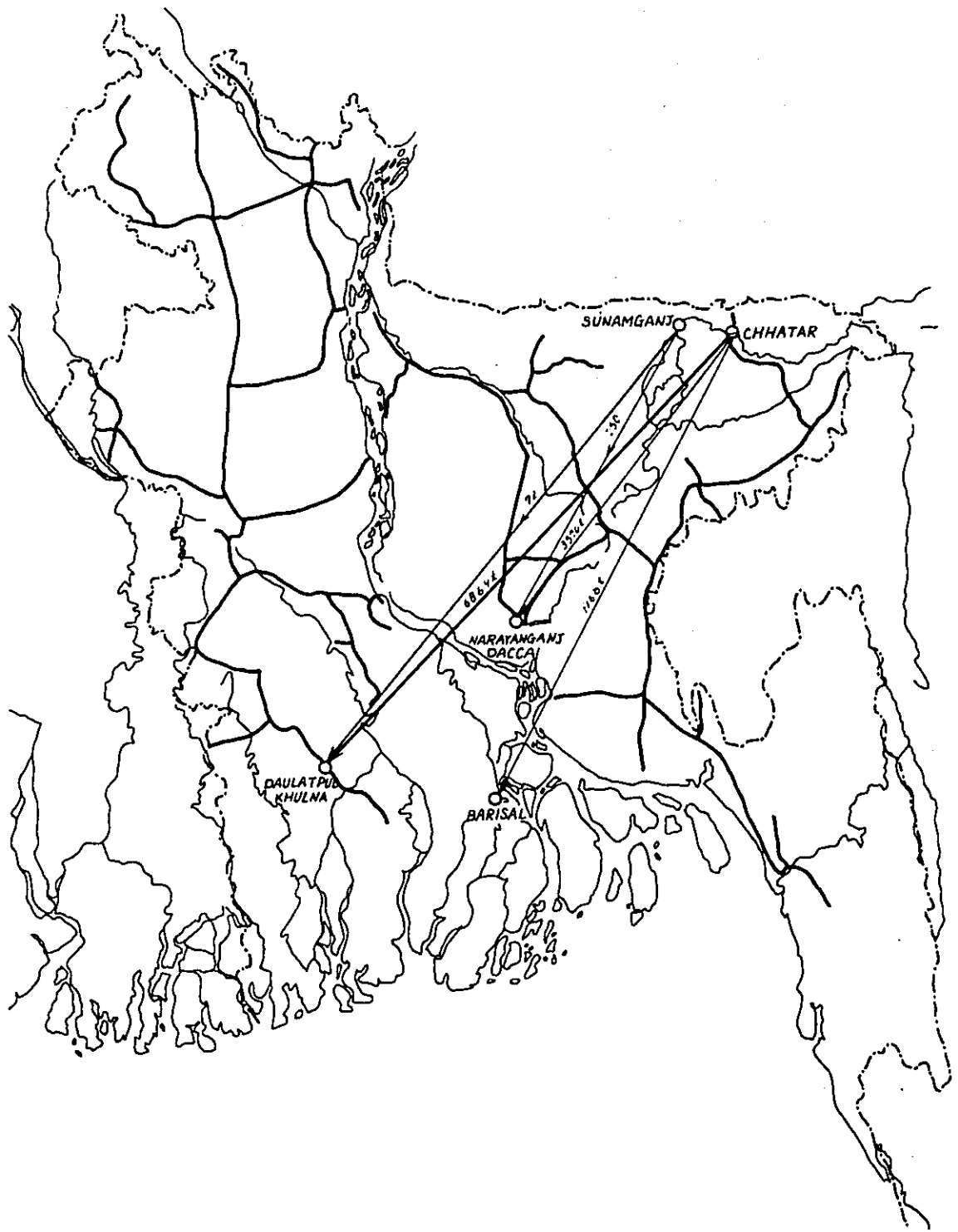


図 2 - 4 - (20) 水運輸送貨物 OD (砂利)
1964/65

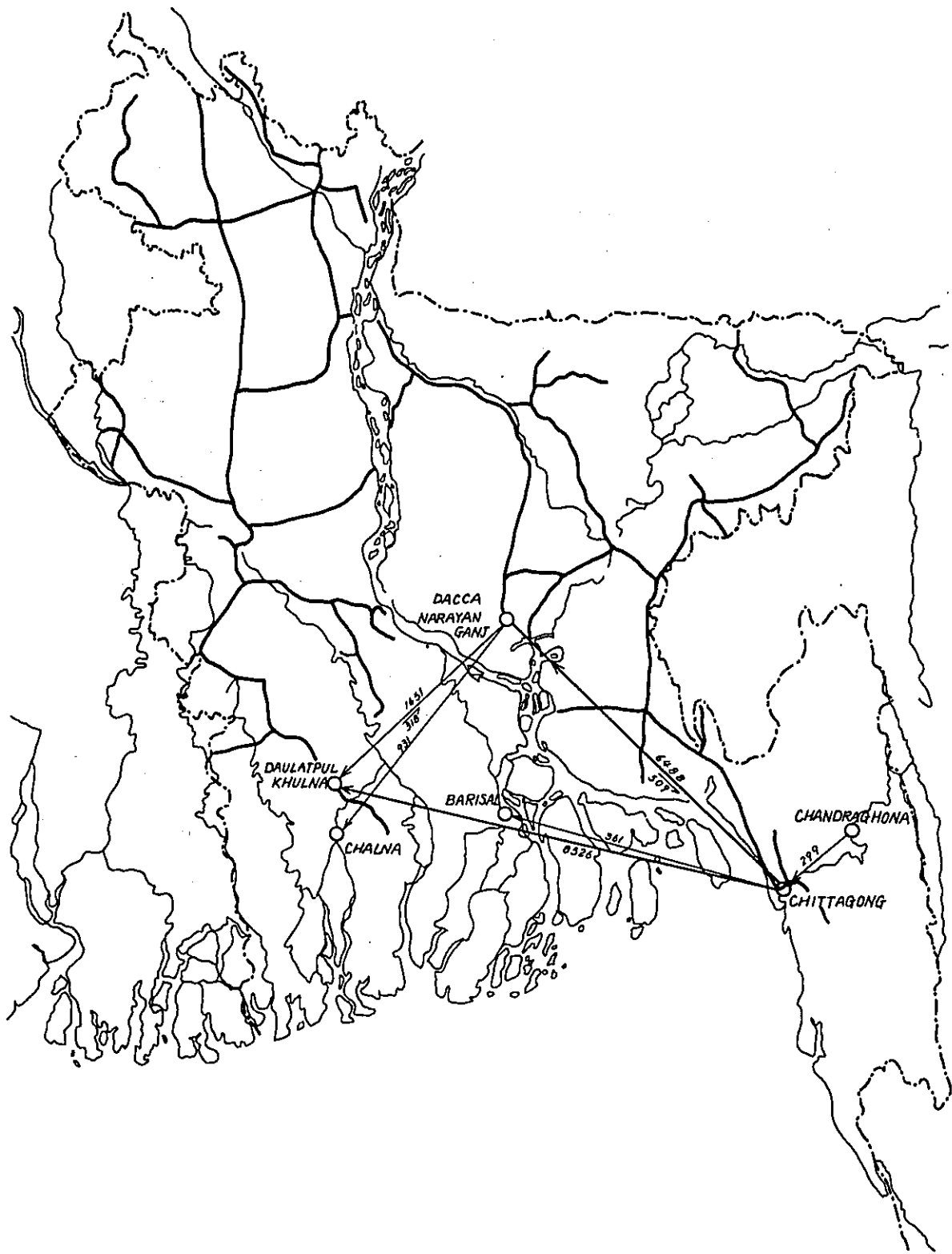


図 2 - 4 - (21) 水運輸送貨物OD (鉄鋼)
1964/65

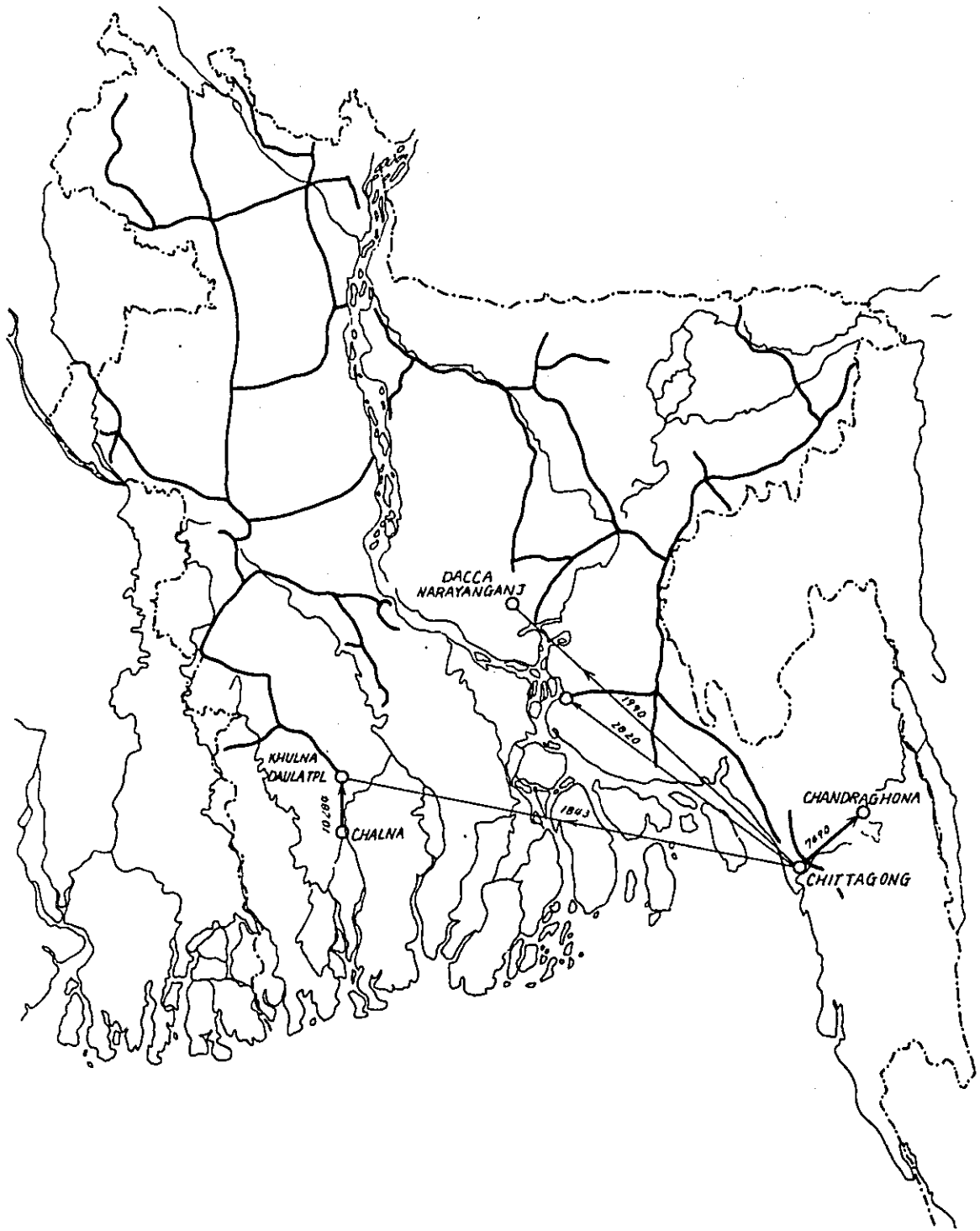


图 2 - 4 - (22) 水運輸送貨物OD (塩)
1964/65

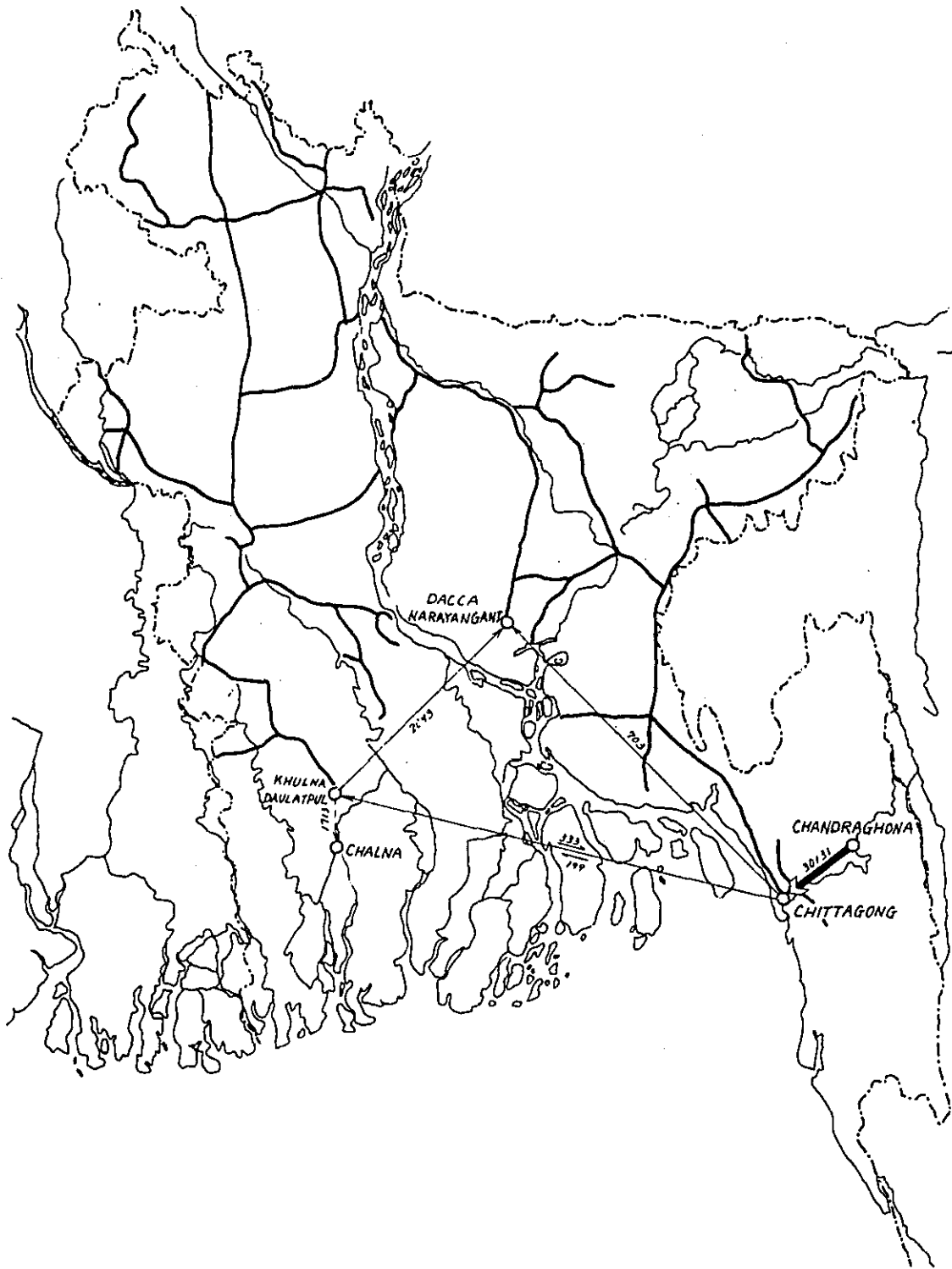


图 2-4-(23) 水運輸送貨物OD (紙・製品)
1964/65

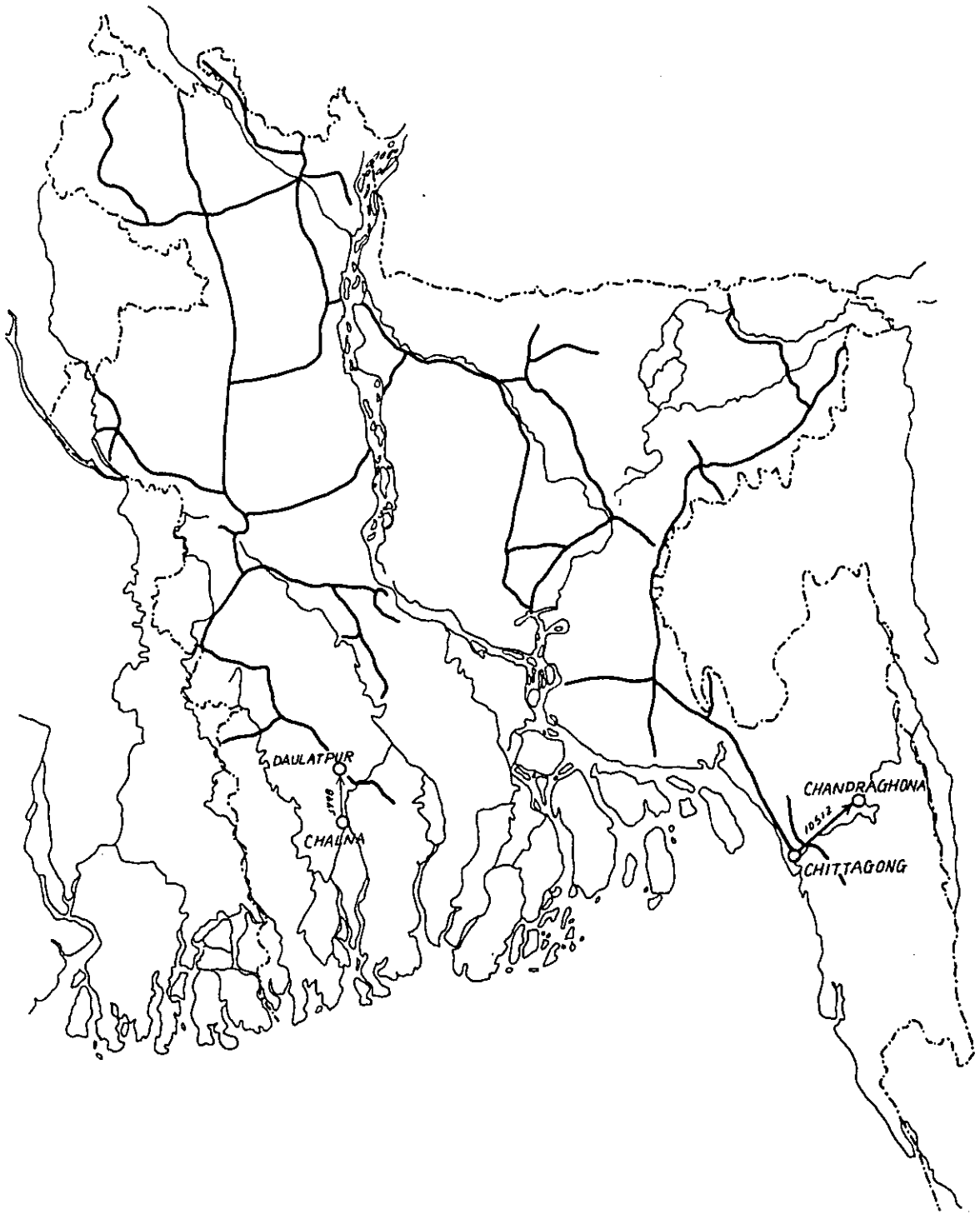


図 2 - 4 - (24) 水運輸送貨物OD (パルプ)
1964/65

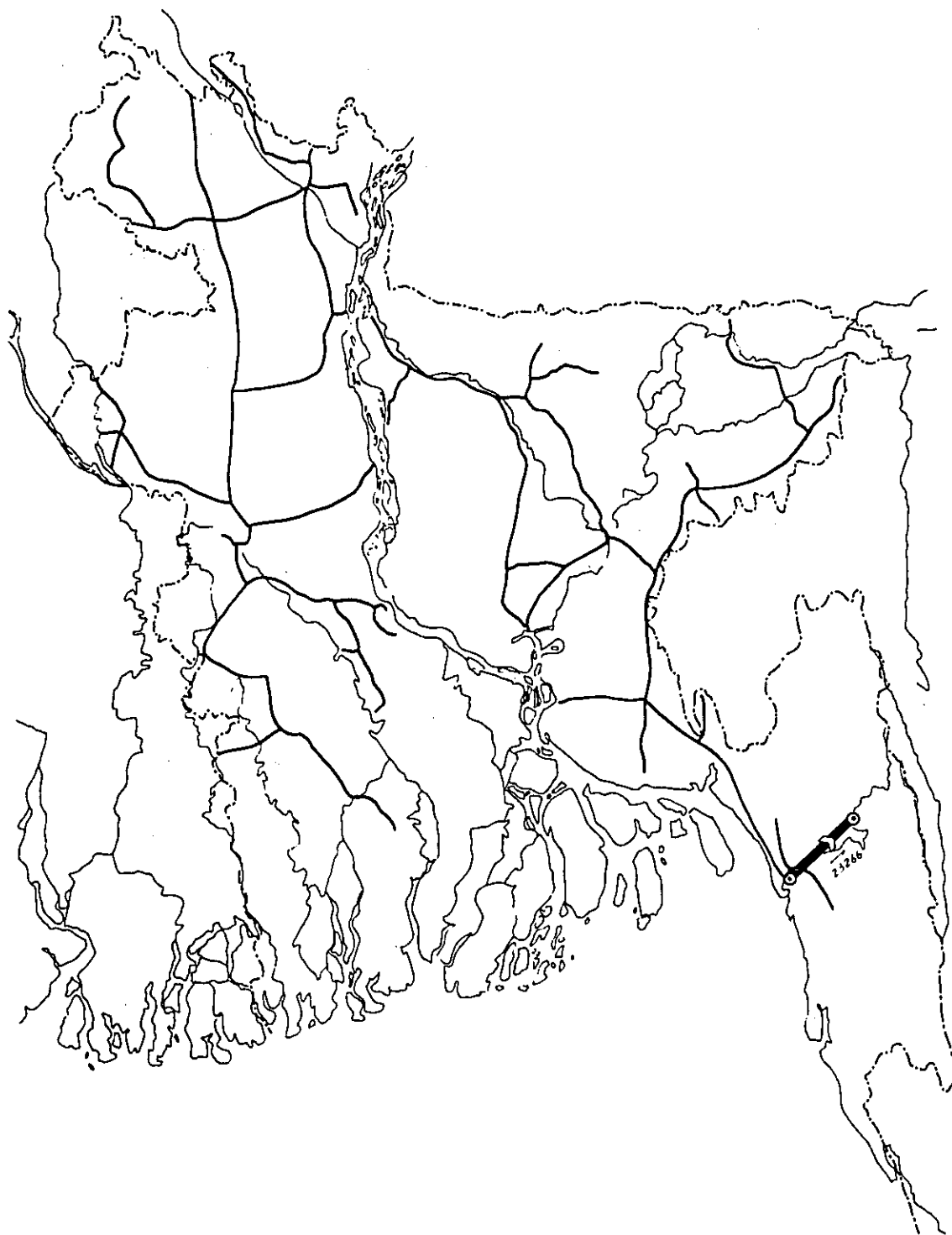


図2-4-(25) 水運輸送貨物OD(竹)
1964/65

(2) 人の動き

バングラデシュの水運旅客輸送の中で起った最も大きな変化は、従来小船を除けば唯一とも言える蒸汽船が、ディーゼルエンジンを備えた旅客ランチにとって変られたことである。旅客ランチの出現は、それまで以上に旅客需要を喚起するとともに、それまで旅客輸送サービスのなかった地域にまでサービスを可能にし、特に、水運が唯一の交通手段であるような（特に南西地域）所での人の動きを活発にした。それによって従来、時間の要素は、それ程重要視されていながったが、時間の節約に対して費用を負担しようとする傾向がでてきた。貨物輸送の分野では、まだこの動きは顕著ではないが、旅客輸送の分野ではこの傾向はますます明瞭になりつつある。このことは道路との競合関係が道路の整備によって、よりシビアになってくることを意味し、水運による旅客輸送の将来はこの点にかかっている。

次図2-4-(26)は旅客輸送のルートと連絡の頻度を示しており、商業的性格を持つ主要都市である。Dacca, Narayanganj, Khulna, Barisal等を結ぶルートの密度が高い。この図で最も注目されるのはNarayanganjとBarisal, NarayanganjとKhulna間の結びつきが、顕著であるにもかかわらず、KhulnaとBarisal間の動きが殆んどないことである。これは既に述べたように当地域の東西方向に良好な水路が発達し得ないという特殊性によるものである。

表2-4-(17) 旅客輸送量

年		人 数 (百万人)	人・マイル (百万)	平均輸送距離 (マイル)
1961/62	蒸 汽 船	1.97	165	1
	ラ ン チ	18.00	767	不 明
	計	19.97	932	1
1963/64	蒸 汽 船	1.5	112	1
	ラ ン チ	44.4	211	不 明
	計	45.9	323	1
1965/66	蒸 汽 船			
	ラ ン チ			
	計			
1967/68	蒸 汽 船	1.3	83.0	64
	ラ ン チ	23.8	570.0	24
	計	25.1	653.0	26

TRAFFIC DENSITY OF PASSENGER LAUNCHES IN 1965 SHOWN IN NUMBER OF LAUNCHES PER DAY

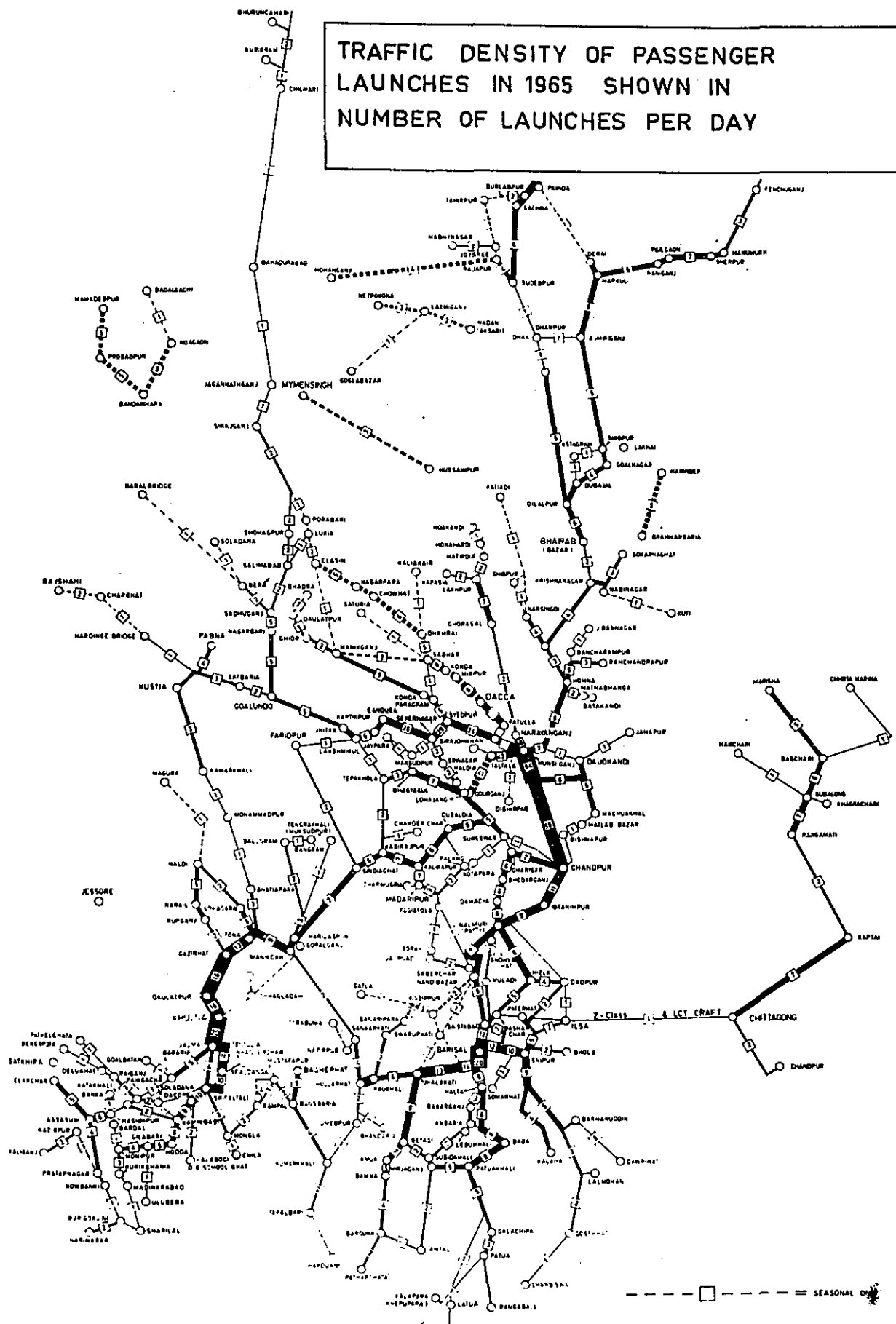


図 2-4-26 旅客用ランチ交通密度 (台/日)

(3) 対インド交通量

インドに関連する交通量は、通過貨物とインド、バングラデシュ間の交通とに分けられるが、1965年以降は交通はなく、バングラデシュ独立後ごく最近になって再開された。

輸送ルートは極めて単純で、次の2つがその主たるものである。ひとつは、Calutta - Assam (Raimangal と Chilmari 経由) で次は Calcutta - Kachar (Raimangal と Zakiganj 経由) である。この内 Calcutta - Assam の動きが殆んどを占めている。しかし、Calcutta - Assam の交通量はかなり減っており、これは Assam までの鉄道連絡の完成が原因のひとつであろう。そして Calcutta - Assam の水運による交通量は恐らくこのまま減少しつづけると NEDECO で予測されている。

表 2-4-(18) インドに関する交通量
単位：千トン

年	通過	インド・バングラデシュ
1961/62	999	2,012
1962/63	844	2,302
1963/64	854	2,481
1964/65	762	2,175

(4) Chittagong と Chalna の分担関係

以上から明らかなように、貨物の流れにおいて最も重要なのは、Chittagong と Dacca/Narayanganj, Chalna と Khulna, Chittagong と Chalna の3ルートであり、これらのルートの将来の

表 2-4-(19) 通過貨物量
単位：千トン

	Calcutta - Assam	Calcutta - Kachar
1961/62	909	90
1962/63	766	78
1963/64	766	88
1964/65	679	83

輸出量は、港の輸出入貨物量の増大と、Chittagong, Chalna の分担関係に大きく依存している。現在までの諸調査の結果は、Chalna への依存が大きくなるであろうし、政府の政策もこの線に沿っている。即ち、自然的立地条件の良さから Chalna 投錨地を永久港として拡張整備することであり、このプロジェクトが完成すると、Chalna - Narayanganj のルートはバングラデシュで最も重要なルートとなる。以下 Chalna と Chittagong の関係について述べることにする。

1949年に Chalna 港が開港され、非常に原始的な状態ではあったが、Chalna 港は、Chittagong 港の機能を肩代りし始めた。現在に至るまで、Chalna 港には永久的な港湾施設はなく、荷役は投錨地で行なわれてきた。上屋もなく、内航水運のバーチャや平底船は倉庫機能まで受持たねばならなかった。

基本的には Chittagong は輸入港、Chalna は輸出港として性格づけられるが、全貨物量の70%以上が輸入貨物であるために、それだけ Chittagong のウェイトが高い。

表2-4-(20) Chittagong, Chalna 港,
取扱輸出入貨物量

単位：千トン

	Chittagong		Chalna	
	輸入	輸出	輸入	輸出
1962/63	2,714	507	799	712
1963/64	3,298	550	851	801
1964/65	2,864	425	292	706

図2-4-(27) Chittagong, Chalna 港取扱輸出入貨物量

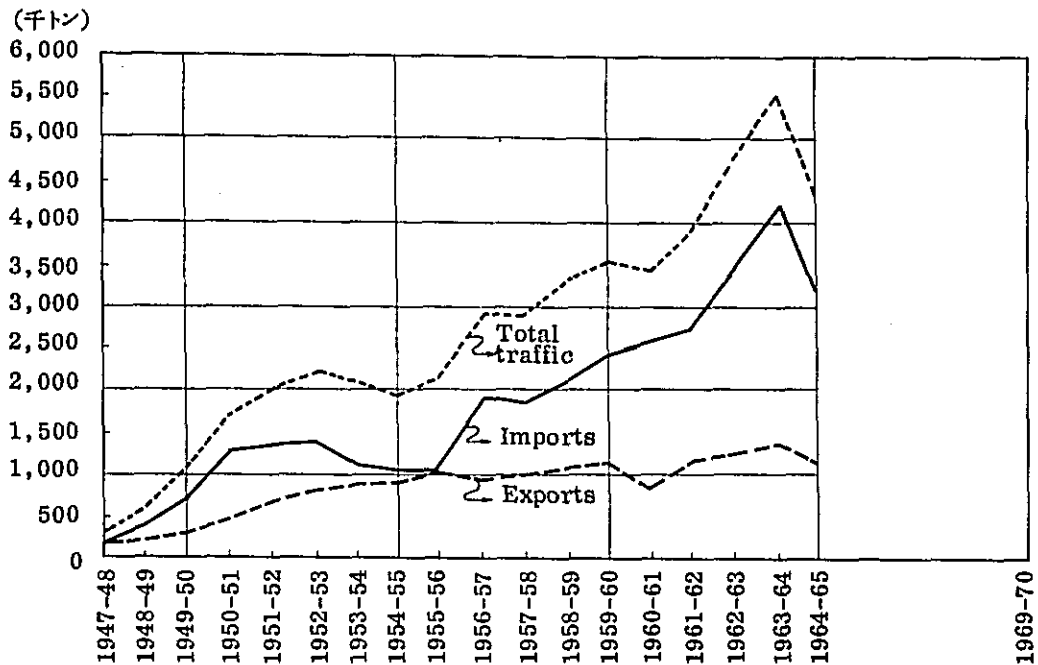


表2-4-(21) Chittagong, Chalna 品目別輸出貨物量

単位：千トン

		ジュート及び ジュート製品	肥料	雑貨	その他
Chittagong	1962/63	332	—	107	62
	1963/64	338	27	104	81
	1964/65	259	11	61	94
Chalna	1962/63	639	—	—	73
	1963/64	705	—	—	96
	1964/65	623	—	—	84

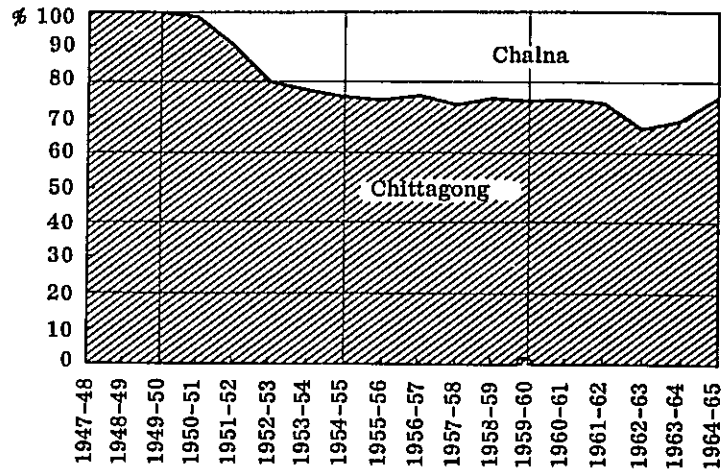


图 2-4-28 Chittagong, Chalna 輸出入貨物量分担

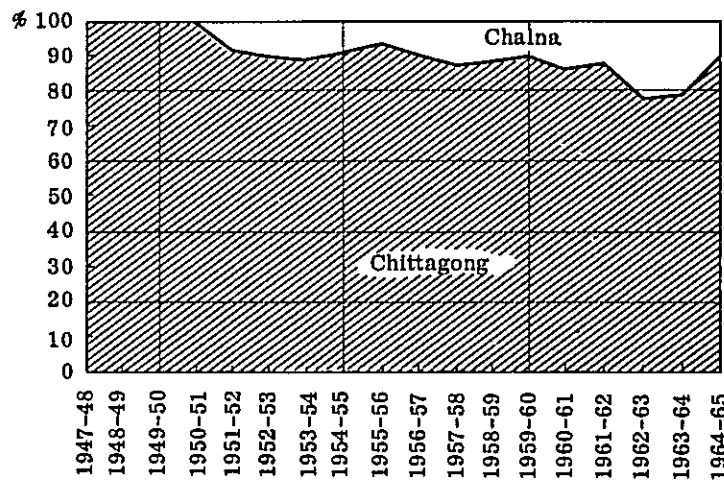


图 2-4-29 Chittagong, Chalna 輸入貨物量分担

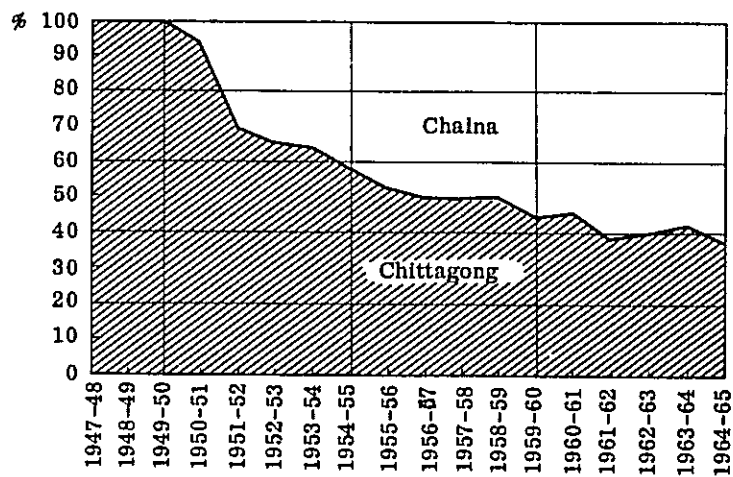


图 2-4-30 Chittagong, Chalna 輸出貨物量

バングラディッシュの貿易は同国の資源問題と、経済構造が原材料、穀物、雑貨の輸入ジュ
トだけに頼っている輸出に端的に表われている。

表 2-4-(2) Chittagong, Chalna 品目別輸入貨物量

単位：千トン

		穀物	石炭	セメント (含原料)	鉄鋼 (含原料)	石油	肥料	雑貨	その他
Chittagong	1962/63	857	224	206	90	747	34	461	95
	1963/64	680	195	695	149	837	18	583	139
	1964/65	224	297	471	212	787	28	700	147
Chalna	1962/63	452	173	34	—	—	—	—	—
	1963/64	471	97	145	—	—	—	—	—
	1964/65	80	43	90	—	—	—	—	—

Chittagong 港のキャパシティは年間350万トンであり、近い将来の貨物の顕著な増加は考えられない。この港は27フィート吃水の7,000トンの船舶が接岸でき、それ以上のものは港の外の投錨地に停泊しなければならない。貨物の一部（特に石油）は海上ではし
けに荷役され、内陸の目的地に輸送される。

船舶の大型化は今や世界の海運界で共通の傾向であり、バングラディッシュの輸出入港も、これに対応せざるを得ない状況である。しかし、ベルガン湾の大部分は、十分な水深をも
っていないし、Chittagong 港へ大型船舶を入港させるためには、莫大なコストを要し、
毎年の浚渫、維持管理も大変なことである。従って、Chittagong のこれ以上の成長は、
かなり困難であると見なされている。

一方Chalna 投錨地は海から55マイル入ったモングラの近くのPusur 河にあり、河口
の洲によって、高水位時に22フィート吃水の6,000トン以上の船舶の進入はできない。
内陸への連絡は鉄道も道路もなく、陸上の港湾施設もなく、Khulna までは全く水運のみに
頼っている。こういった状況にも抱らずChalna がChittagong に較べて将来性が高いと
言われているのは、ブスール河がベルガン湾の非常に深い部分に流れ出しており、河口の
砂洲だけがネックで、それ以外は実によい自然条件を持っているという点にある。従って、
この砂洲の浚渫で、29フィート吃水の10,000トンクラスの船舶が進入させる計画が旨
くゆけば、Chalna のウェイトは更に高くなるであろう。この計画は更にChalna を大型船
舶の単なる投錨地だけではなく、施設をもった港湾として開発すべく、考慮されている。

2. 鉄道

(1) 貨物輸送

イ) 輸送量

総輸送トン数は、過去15年間で1962/63年の68.15万トンにピークに減少し1969/70年では480万トンとなった。1964/65年以来の対インド間の交通が政治的事情により、途絶えたことも一因となっている。しかし、これをトンマイルベースで見ると、輸送トン数は減少しておらず、特に1969/70年では1964/65年を上回っている。

表2-4-(23) 鉄道貨物輸送量

年	輸送トン数 (千)	トンマイル (千)	トリップ長 (マイル/ton)
1954/55	3,289	472,261	143.6
1959/60	5,633	872,373	155.0
(1962/63)	(6,815)	(1,062,460)	(155.9)
1964/65	6,074	892,965	147.0
(1968/69)	(4,737)	(724,965)	(153.0)
1969/70	4,802	959,495	199.8

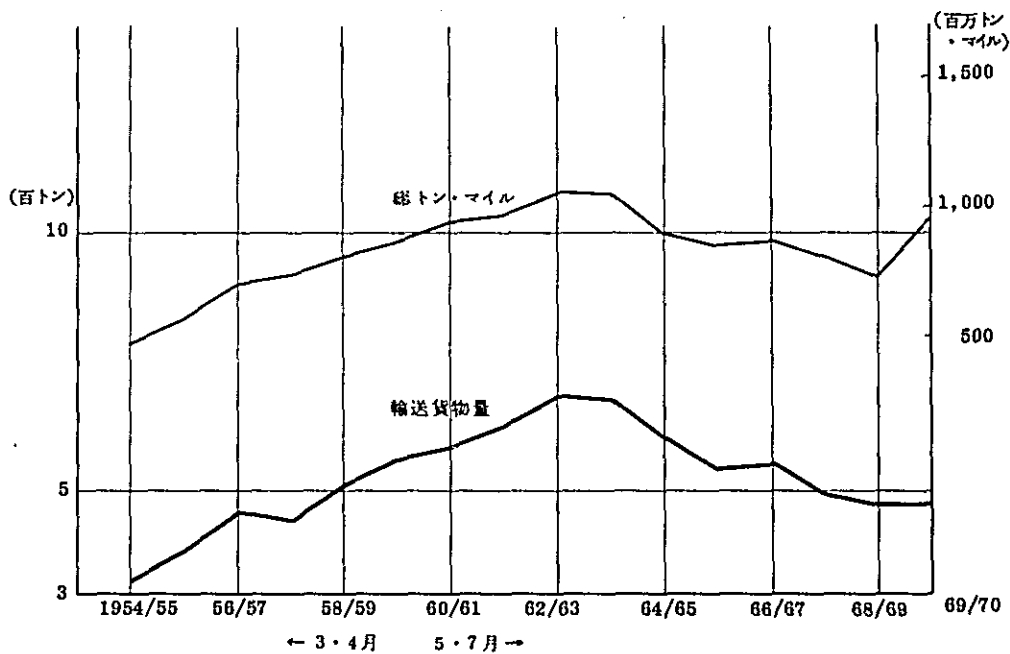


図2-4-(31) 鉄道貨物輸送量

これは1968/69年から1969/70年の間で、トン当り輸送距離の急激な増大によるものである。この間の変化としてはジュート輸出と穀物輸入の急激な上昇と、他のいくつかの主要品目である石炭、セメント、砂利、石材、鉄、塩、砂糖等の輸入量の低下

がある。ジュートと穀物の輸送距離が長いためにトンマイルの上昇になったと考えられる。

更に貨物輸送は1962/63以来減少を続け1968/69年にはトンマイルでピーク時の70%にまで減少している。この原因には物価上昇、1965年の印・パ紛争、数回にわたる洪水・サイクロン等の外的条件による影響の外、鉄道内部の車輛不足、施設の老朽化による輸送効率の悪化、更には貨物運賃の値上げ等の問題も含まれている。

次にこれをゲージ別にみると広軌、メートル軌の分担が1965年までは35.65%で一定していたが65年以降、特に広軌の輸送トン数が急激に減少している反面トンマイルではトン数程の減少がないことが目立っている。これをトン当り輸送距離の変化からみるとメートル軌が過去15年間ほぼ一定しているのに較べ広軌はかなり変動が大きく、これは広軌が対インド間の輸送量の変化に直接影響されることが原因のひとつと考えられる。

表2-4-(24) ゲージ別貨物輸送量

年	広 軌			メートル軌			狭 軌			合 計	
	ト ン	トンマイル	トリップ表	ト ン	トンマイル	トリップ表	ト ン	トンマイル	トリップ表	ト ン	トンマイル
1954/55	千 1,307 (35.6)	千 113,189 (24.0)	86.6	千 2,363 (64.4)	千 359,064 (76.0)	152.0	千 0.49 (0)	千 8 (0)	16.3	千 3,670 (100)	千 472,261 (100)
1959/60	2,289 (35.5)	236,283 (27.1)	103.2	4,151 (64.4)	636,080 (72.9)	153.2	0.59 (0.1)	10 (0)	17.0	6,441 (100)	872,373 (100)
1964/65	2,571 (37.7)	245,668 (27.5)	95.6	4,245 (62.2)	647,251 (72.5)	152.5	2.61 (0.1)	46 (0)	17.6	6,819 (100)	892,965 (100)
1968/69	1,631 (31.7)	188,007 (25.9)	115.3	3,515 (68.3)	536,840 (74.1)	152.7	0.19 (0)	3 (0)	15.8	5,146 (100)	724,965 (100)
59-60/54-55	1.76	2.09	—	1.76	1.77	—	—	—	—	1.76	1.85
64-65/59-60	1.13	1.04	—	1.02	1.02	—	—	—	—	1.06	1.02
68-69/64-65	0.64	0.77	—	0.83	0.83	—	—	—	—	0.75	0.81

注1. ()内は%

2. 本表の合計トン数が前表()の輸送トン数と異なるのは広軌、メートル軌間の貨物の動きがあるためである。

図 2-4-(32) は貨物の動きを路線別にみたものであり、主要区間での貨物の輸送密度を表わしている。但し、これは 1962 年 2 月の輸送データをもとに作成されたものであることに注意をされたい。当時はバングラデシュ鉄道輸送量がピークを示した年であり、対インド交通も活発な頃で、Calcutta - Assam 間の交通量が年間約 40 万トンあった。(1962/63 年のバングラデシュ鉄道の総輸送量は 680 万トンである。) このインドの通過貨物は Darsana Ralmanirat 間を主に動く。この輸送量のパターンを見て、明瞭にうかがわれるのは、往路、復路の輸送量のアンバランスと、主たる経済のセンターである Dacca, Chittagong, Khulna エリア との間の物資の輸送需要がかなりゆがめられた形で表われていることであろう。前者の現象は、ほぼ全線にわたってみられ、空の車輛の長距離返送が問題となる。一例をあげれば Chittagong 港に輸入物資を積んだ船舶が入港した時にはメートル軌の貨車のフル回転が必要になってくる。

後者については、これら 3 主要都市間の貨物の動きをかなり水運に頼ってはいるものの必ずしも水運に適さない貨物が鉄道の輸送需要となっているためと思われる。

鉄道に関してジャムナ河を横断する交通は現在 Bahadurabad - Tistamukhghat 間のフェリーによるものだけが顕在化しているものである

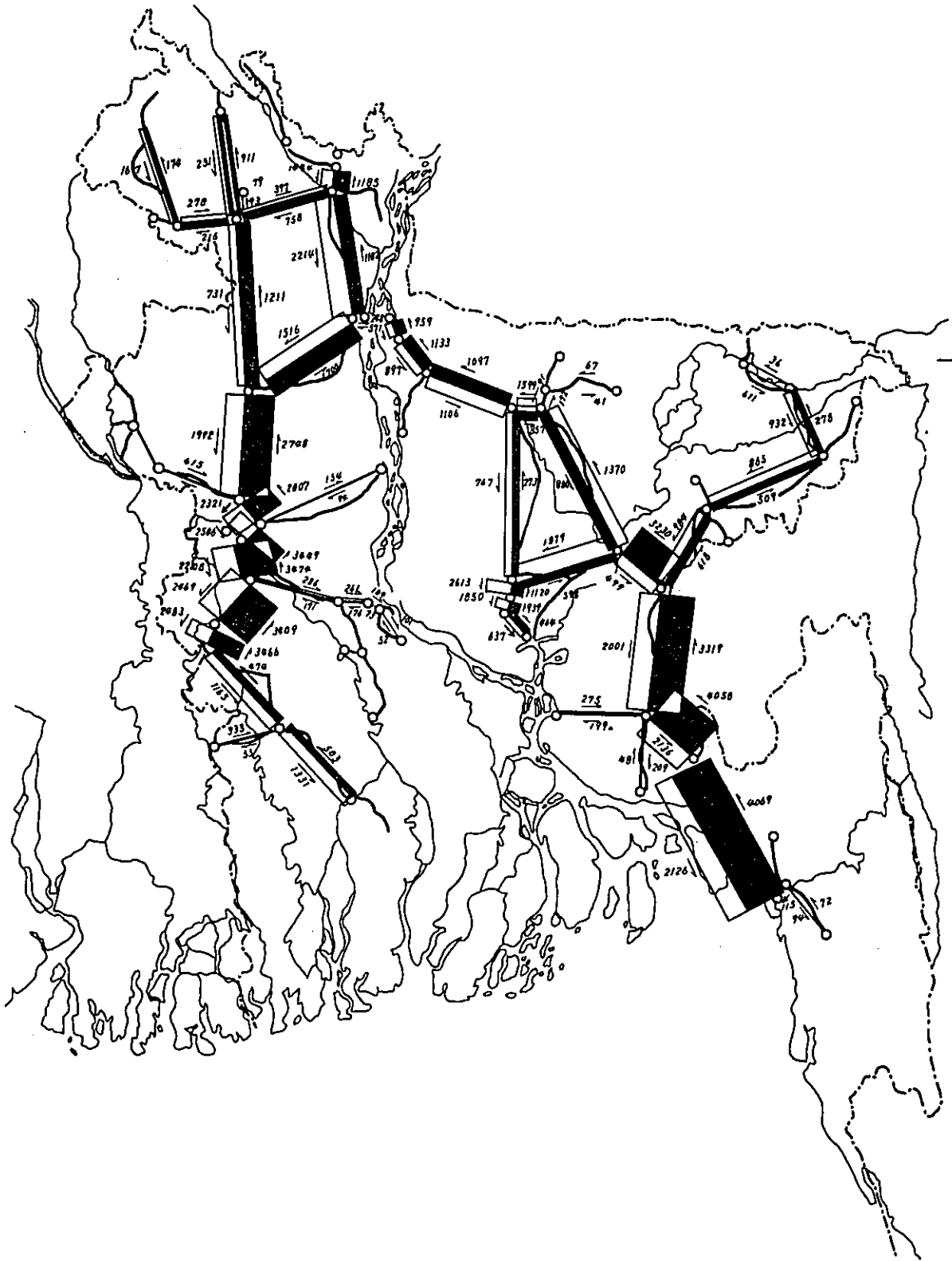


図 2-4-(32) 主要路線別輸送密度 (トン/日)

注) 1962年2月の輸送量結果をもとに作成

表2-4-(25) 主要区間別貨物輸送密度

バクセイ管区 (広軌)

1962年2月

区 間	客混成列車 列車/日	貨物列車 列車/日	客 車 台数/日	貨 車 台数/日	1日当たり トン数	U ↓ P	D ← N
1.クルナ ~ ジェソール	13.8	5.0	199	221	1,834	503	1,331
2.ジェソール ~ ダルサナ	9.6	3.9	151	170	1,639	474	1,165
3.ダルサナ ~ チュアダンガ	17.6	12.0	287	491	5,949	3,466	2,483
4.チュアダンガ ~ ボラダバ	17.6	11.3	287	485	5,878	3,409	2,469
5.ボラダバ ~ バイラマラ	13.6	11.9	217	491	5,682	3,474	2,208
6.バイラマラ ~ イシュルディ	13.6	12.0	217	476	5,770	3,449	2,321
7.イシュルディ ~ アブドルブール	20.9	10.5	247	459	5,313	2,807	2,506
8.アブドルブール ~ サンタハル	13.5	9.9	204	392	4,740	2,848	1,992
9.サンタハル ~ バルバティブール	13.4	3.7	197	171	1,942	1,211	731
10.バルバティブール ~ チルハティ	8.4	2.8	124	109	1,142	991	231
11.イシュルディ ~ シラジガンジガット	8.6	1.0	151	34	248	154	94
12.ボラダバ ~ カルカーリ	8.0	1.9	154	61	457	286	171
13.カルカーリ ~ ラジバリ	12.0	1.9	200	65	437	261	176
14.ラジバリ ~ パコーリマ	24.0	—	358	30	182	109	73
15.パコーリア ~ ゴアルド	14.0	—	240	—	—	—	—
16.パコーリア ~ フェリドブール	10.0	—	107	24	153	101	52
17.カルカーリ ~ パティアバラガット	4.0	—	44	8	40	31	9
18.マデューカーリ ~ カマルカリガット	6.0	—	70	4	14	9	5
19.ジェソール ~ ベナポール	4.2	1.3	52	62	371	38	333
20.バイラマラ ~ ライタ	4.0	—	42	11	76	23	53
21.アブドルブール ~ ラジシャニ	8.0	1.8	107	67	482	67	415
22.ラジシャニ ~ アムヌラ	8.0	—	100	8	16	2	14

チッタゴン管区 (メートル軌)

区 間	客及混成列車 列車/日	貨物列車 列車/日	客 車 台数/日	貨 車 台数/日	1日当たり トン数	UP →	DN ←
1.チッタゴン ~フェニ	14.2	14.4	346	827	6,195	4,069	2,126
2.フェニ ~ラクサム	16.2	13.9	370	821	6,194	4,058	2,136
3.ラクサム ~アクハウラ	16.2	12.4	372	735	5,320	3,319	2,001
4.チッタゴン ~ショラシャハール	22.2	1.9	449	72	201	86	115
5.ショラシャハール~ドハザリ	12.4	1.4	255	63	166	94	72
6.ショラシャハール~ナジラット	10.3	0.6	198	16	39	16	23
7.フェニ ~ペロニア	8.0	—	122	20	58	14	44
8.チャンドプル ~ラクサム	10.0	2.1	161	148	474	275	199
9.ノアカリ ~ラクサム	10.0	1.8	158	66	257	48	209

ダッカ管区（メートル軌）

区 間	客及混成列車 列車/日	貨物列車 列車/日	客 車 台数/日	貨 車 台数/日	1日当たり トン数	UP →	DN ←
1.ナラヤンガンジ ～ダッカ	32.0	5.2	552	205	1,101	464	637
2.ダッカ ～デジガオン	26.0	8.9	561	404	2,789	939	1,805
3.デジガオン ～タンギ	26.0	9.9	560	494	3,733	1,120	2,613
4.バイラブバザール～タンギ	14.0	11.6	315	365	2,477	1,879	598
5.マクハウラ ～バイラブバザール	18.0	7.5	398	671	4,729	3,230	1,499
6.バイラブバザール～ゴーリプール・ミメン シング	8.0	12.5	164	289	2,170	1,370	800
7.ゴウリプール ～ミメンシング・ミ メンシング	18.0	6.2	313	346	2,456	1,599	857
8.ミメンシング ～ジャマルプール・タ ウン	16.8	7.1	339	360	2,203	1,097	1,106
9.ジャマルプール・～デワンガンジ・ バザール	14.0	7.7	249	341	2,030	1,113	897
10.デワンガンジ・～パハドラバード バザール	8.0	6.0	172	281	1,917	959	958
11.タンギ ～ミメンシング	12.0	4.4	248	51	1,040	273	767
12.ジャマルプール ～ジャガンナスカンジ タウン	6.8	0.2	131	43	273	112	161
13.アクハウラ ～シャイスタガンジ Jn	9.4	5.0	171	189	1,602	618	984
14.シャイスタガンジ～クラウラ Jn	8.0	5.1	166	161	1,374	509	865
15.クラウラ Jn ～ラツ	6.0	—	7	9	52	25	27
16.クラウラ ～シルヘット	10.0	5.6	188	136	1,210	278	932
17.シルヘット ～チハタック・バザ ール	6.0	3.6	80	89	647	36	611
18.シャイスタガンジ～バラ	6.0	—	93	12	21	14	7
19.ハビガンジ・バザ～シャイスタガンジ ール	10.0	—	156	5	21	8	13
20.ゴーリプール・ ～シャムガンジ ミメンシング	10.0	1.8	147	50	263	172	91
21.ジャリア・ジャン～シャムガンジ ジャイル	4.0	—	56	14	64	20	47
22.シャムガンジ ～モハンガンジ	6.0	1.8	90	19	108	41	67

ラルモニラット管区 (メートル軌)

区 間	客及混成列車 列車/日	貨物列車 列車/日	客 車 台数/日	貨 車 台数/日	1日当たり トン数	UP →	DN ←
1.サンタハル ~ポナルバラ	10.0	8.9	157	386	3,216	1,700	1,516
2.ポナルバラ ~カウニア	14.0	7.7	235	352	3,316	1,102	2,214
3.カウニア ~ラルモニラット	19.5	6.8	344	279	2,629	1,444	1,185
4.カウニア ~バルパティブル	14.0	3.1	233	183	1,155	758	397
5.ラルモニラット ~モガルハット	4.0	—	40	32	—	—	—
6.ティスタムガット ~ポナルバラ	10.2	2.0	230	85	827	248	579
7.ラルモニラット ~プリマリ	4.0	—	62	12	34	15	19
8.バルパティブル ~カンチョンJn	13.8	4.5	250	82	494	216	278
9.カンチョンJn ~ルヘア	6.0	3.2	115	69	341	174	167
10.ティスタJn ~クリグラム	8.0	—	101	19	86	42	44
11.サンチョンJn ~ピラル	6.0	0.2	102	11	93	22	71
12.バルパティブル ~サイドブル	1.8	1.6	36	64	172	93	79

(ロ) 輸送品目

バングラデシュ鉄道にとっての主要な輸送品目は、原ジュート、小麦、米、セメント、青果物、石炭、鉄道用品等であり、農産物の占める割合が高い。過去10年間の間に鉄道の輸送品目は原ジュートの相対的な低下、小麦（輸入物資）輸送の増大、セメント、鉄鋼砂利、石材、石油等、工業化の要請を受けて原材料、建設資材の輸送が増大していることが特徴的な傾向としてうかがわれる。

表2-4-(24) 主要品目の占める割合 (%)

品 目	1969/70	66/67	57/58	54/55
原ジュート	<u>13.6</u>	<u>11.2</u>	<u>15.6</u>	<u>20.2</u>
小麦	<u>12.8</u>	6.6	1.5	1.0
米・もみ	<u>10.9</u>	<u>10.9</u>	<u>13.8</u>	<u>7.6</u>
鉄道用品	7.6	<u>10.6</u>	<u>8.2</u>	<u>12.0</u>
灯油・重油	7.2	4.2	4.4	3.9
セメント	6.0	4.7	3.4	1.3
青果物	5.2	9.4	3.9	6.8
鉄鋼	3.8	3.5	2.0	1.4
砂利・石材	2.9	2.3	1.9	1.4
塩・砂糖	3.8	3.7	5.6	6.8
その他	26.2	32.9	39.7	37.6
総輸送トン数 (000)	4,802	5,515	4,475	3,289

(ハ) インドーバングラ間、貨物輸送

インド、バングラデシュ間の鉄道輸送は1965年に政治情勢変化で途絶え、バングラデシュ独立後、再開されている。従って統計データは1965年までのものであるが、これによって、再開後の輸送需要の傾向を知ることができよう。1965年の対インド輸送量は507,000トンでありこれは同年バングラデシュ鉄道貨物総輸送量の8.4%を占めるものである。しかし輸出入のバランスは著しく輸入に偏っており、90%を占めている。

輸入貨物の中でも石炭・コークスが約90%を占め、次位の砂利・石材と併せ95%近くにもなっており、バングラデシュ国の鉱物資源の不足が鉄道輸送に端的に表われている。

表 2-4-(27) インドーバングラデシュ貨物輸送量

単位：千トン (%)

品 目	1960/61	1962/63	1964/65
輸 出 計	22.4 (100)	28.1 (100)	27.2 (100)
・ジュート	11.9 (53.3)	1.8 (6.4)	19.9 (73.1)
・獣皮	4.0 (17.9)	6.6 (23.6)	2.8 (10.1)
・パンヤ	0.9 (3.8)	2.6 (9.2)	0.4 (1.5)
・魚介類	5.0 (22.2)	15.8 (57.7)	2.6 (9.4)
・塩	— (—)	— (—)	0.4 (4.5)
・その他	0.6 (2.8)	1.2 (2.2)	1.2 (4.5)
輸 入 計	427.4 (100)	356.5 (100)	479.9 (100)
・石炭・コークス	404.7 (94.7)	256.3 (71.9)	428.5 (89.3)
・塩	2.4	5.0 (1.4)	6.4 (1.3)
・セメント	5.5	0.7	1.1
・穀物	0.9	2.5	9.0 (1.9)
・砂利・石材	8.0	35.4 (9.9)	24.8 (5.2)
・機械	0.1	12.2 (3.4)	3.2
・鉄鋼	0.8	0.1	—
・その他	4.9	44.4	6.8
合 計	449.8	384.6	507.1

(二) 運 行

バングラデシュ鉄道の単線の線路容量は、ダッカ～チッタゴンの例では駅間距離が平均3.3マイル、最大でも約6マイルであるが、列車速度が遅いため、せいぜい40～50回/日となっている。そして日本での線路容量増強対策が信号装置の設置改良によって進められるのに対し、バングラデシュでは一挙に線増に踏切っていることが大きな特徴である。

列車速度はメートル軌区間が許容最大45マイル/時で広軌区間は60マイル/時といわれている。然し、道床に砂利のあるところは少く、高速時の車輛の振動は極めて激しい。

以下、貨物列車についての運行状態を表わす諸指標をとりまとめた。

表 2 - 4 - (28) 貨物列車の平均速度 (マイル/時)

		広 軌	メートル軌
1954/55	蒸 気	5.88	7.38
	ディーゼル	—	15.10
	平 均	5.88	8.18
1959/60	蒸 気	6.36	5.86
	ディーゼル	—	9.49
	平 均	6.36	6.79
1964/65	蒸 気	5.85	4.88
	ディーゼル	—	8.28
	平 均	5.85	6.17
1969/70	蒸 気	4.51	4.51
	ディーゼル	11.30	8.38
	平 均	5.68	6.50

表 2 - 4 - (29) 1 貨物列車当りの平均積載トン数
単位：トン

	広 軌	メートル軌
1954/55	231	248
1959/60	339	316
1964/65	331	338
1968/69	330	309

表 2 - 4 - (30) 1 貨物列車当り平均貨車数
単位：台

		広 軌		メートル軌	
		実 車	貨 車	実 車	貨 車
1954/55	蒸 気	27.0	40.0	33.0	46.0
	ディーゼル	—	—	40.0	53.0
	平 均	27.0	40.0	35.0	48.0
1959/60	蒸 気	31.5	46.1	31.1	41.6
	ディーゼル	—	—	41.4	56.3
	平 均	31.5	46.1	34.8	46.9
1964/65	蒸 気	27.9	43.7	27.2	37.7
	ディーゼル	—	—	43.3	60.7
	平 均	27.9	43.7	35.4	49.3
1969/70	蒸 気	25.3	36.8	25.3	36.0
	ディーゼル	36.1	51.7	40.0	57.2
	平 均	29.1	41.9	35.1	50.1

表2-4-(31) 運行中の貨物1台当り平均積載量
単位：トン

年	広 軌	メートル軌
1954/55	8.89	7.61
1959/60	11.60	9.39
1964/65	12.60	9.78
1968/69	11.30	8.69

表2-4-(32) 運行貨車1日当りの輸送距離
単位：トン

年	広 軌	メートル軌
1954/55	17.0	13.0
1959/60	25.3	17.4
1964/65	20.1	15.5
1968/69	15.3	16.4

表2-4-(33) 機関車の1日平均走行距離

単位：マイル

年		広 軌		メートル軌	
		軌上機関	使用機関	軌上機関	使用機関
1954/55	蒸 気	59	111	67	104
	ディーゼル	—	—	182	255
	平 均	59	111	72	112
1959/60	蒸 気	70	111	69	99
	ディーゼル	—	—	157	182
	平 均	70	111	84	117
1964/65	蒸 気	87	114	69	98
	ディーゼル	—	—	127	163
	平 均	87	114	86	119
1969/70	蒸 気	56	110	61	100
	ディーゼル	235	258	133	169
	平 均	81	143	85	128

(2) 旅客輸送

(1) 輸送量

旅客輸送量は貨物と異って、1965/66年で若干の減少をみたが、すぐに回復している。全体としては、1954/55年から1959/60年位までの増加と、その後の漸増が貨物輸送と異った最も大きな特徴である。しかし一般に列車の混雑はかなりひどく、潜在的な需要はかなりのものになると思われる。

表2-4-(34) 鉄道旅客輸送量

年	旅客数(千)	旅客・マイル(千)	平均旅行距離
1954/55	45,669	1,373,299	30.1
1959/60	70,091	1,816,381	25.9
1964/65	71,326	1,921,791	26.9
1969/70	72,885	2,061,084	28.3

注1) 無賃乗車人数は含まない。

2) 複数の軌別にわたって乗つた人数は1回として計算。

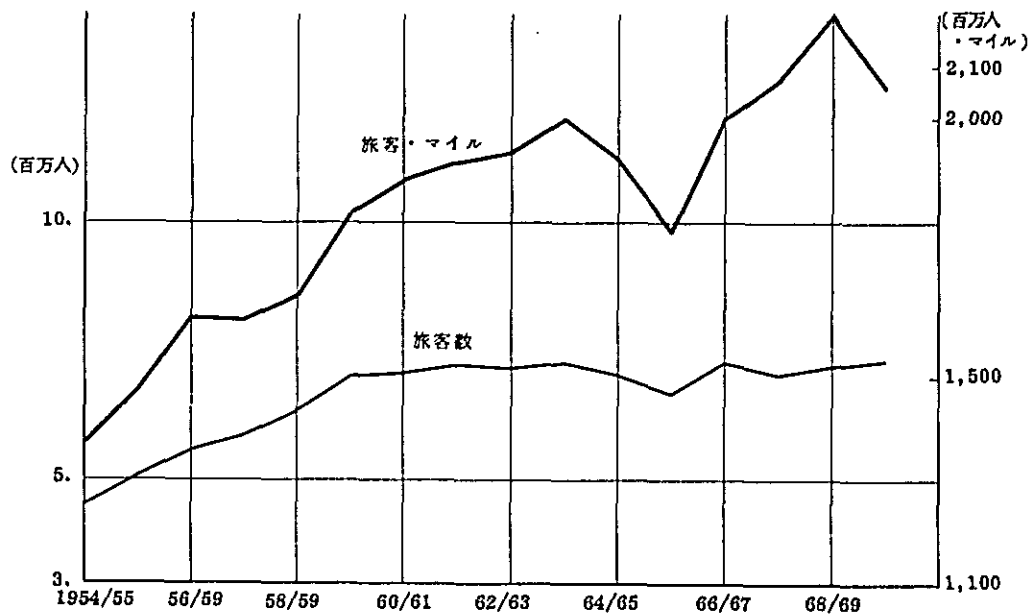


図2-4-(33) 旅客数及び旅客マイル数

ゲージ別にみると、メートル軌区間の旅客需要が旅客数で70%強、旅客マイルで76%を占め圧倒的に大きい。ゲージ別の変化の傾向については特に大きな差はない。

表2-4-(35) ゲージ別旅客輸送量

() 内 %

年	広 軌			メートル軌			狭 軌			合 計	
	旅客数	旅客マイル	旅客距離	旅客数	旅客マイル	旅客距離	旅客数	旅客マイル	旅行距離	旅客数	旅客マイル
1954/55	千人 13,094 (27.9)	千 411,511 (30.0)	マイル 31.4	千 32,901 (70.1)	千 949,831 (69.2)	マイル 28.9	千 947 (2.0)	千 11,957 (0.8)	マイル 12.6	千人 46,942 (100)	千 1,373,299
1959/60	18,528 (25.9)	449,606 (24.8)	24.3	51,673 (72.1)	1,349,139 (74.3)	26.1	1,457 (2.0)	17,636 (0.9)	12.1	71,658 (100)	1,816,381
1964/65	17,851 (24.5)	451,693 (23.5)	25.3	53,582 (73.3)	1,447,629 (75.3)	27.0	1,575 (2.2)	22,469 (1.2)	14.3	73,008 (100)	1,921,791
1969/70	20,112 (27.1)	480,034 (23.3)	23.9	52,911 (71.1)	1,566,292 (76.0)	29.6	1,305 (1.8)	14,739 (0.7)	11.3	74,328 (100)	2,061,065
59-60/54-55	1.42	1.09	-	1.57	1.42	-	1.54	1.48	-		
64-65/59-60	0.96	1.00	-	1.04	1.07	-	1.08	1.27	-		
69-70/64-65	1.13	1.06	-	0.99	1.08	-	0.83	0.66	-		

(ロ) 運 行

以下に旅客列車運行に関する諸指標を掲げるが、軌道別の特に大きな差はないようである。

表2-4-(36) 運行旅客列車表

年			広 軌	メートル軌
1954/55	旅客専用	蒸 気	1 6,6 1 2	4 1,1 9 5
		ディーゼル	-	4 5 1 9
		計	1 6,6 1 2	4 5,7 1 4
	貨客列車		8,1 0 5	2 0,5 1 9
1959/60	旅客専用	蒸 気	2 1,1 4 7	4 9,2 0 1
		ディーゼル	-	1 3,0 8 4
		計	2 1,1 4 7	6 2,2 8 5
	貨客列車		9,3 0 2	1 6,5 0 1
1964/65	旅客専用	蒸 気	2 7,6 4 3	3 5,1 3 7
		ディーゼル	-	3 9,1 2 6
		計	2 7,6 4 3	7 4,2 6 3
	貨客列車		9,1 3 9	2 0,1 1 0
1969/70	旅客専用	蒸 気	6,8 2 2	1 1,1 9 6
		ディーゼル	1 3,3 2 4	6 4,9 7 0
		計	2 0,1 4 6	7 6,1 6 6
	貨客列車		1 2,8 6 5	1 6,6 1 0

表 2 - 4 - (37) 1 列車当り客車数

年		広 軌	メートル軌	
1954/55	旅客専用	蒸 気	17.8	17.6
		ディーゼル	—	22.0
		平 均	17.8	18.5
	貨 客 列 車	13.5	13.3	
1959/60	旅客専用	蒸 気	16.8	16.7
		ディーゼル	—	21.5
		平 均	16.8	19.0
	貨 客 列 車	12.2	14.3	
1964/65	旅客専用	蒸 気	16.7	17.9
		ディーゼル	—	22.9
		平 均	16.7	21.3
	貨 客 列 車	12.1	14.1	
1969/70	旅客専用	蒸 気	14.3	16.6
		ディーゼル	18.7	20.2
		平 均	17.4	19.5
	貨 客 列 車	14.7	13.7	

表 2 - 4 - (38) 旅客列車当りの平均車輛数

単位：台

年		広 軌	メートル軌
1954/55	蒸 気	17.8	17.6
	ディーゼル	—	22.0
	平 均	17.8	18.5
1959/60	蒸 気	16.8	16.7
	ディーゼル	—	21.5
	平 均	16.8	19.0
1964/65	蒸 気	16.7	17.9
	ディーゼル	—	22.9
	平 均	16.7	21.3
1969/70	蒸 気	14.3	16.6
	ディーゼル	18.7	20.2
	平 均	17.4	19.5

表2-4-(39) 軌上客車平均旅行距離
(mile / day)

年		広 軌	メートル軌
1954/55	旅客専用	93	113
	その他	67	28
1959/60	旅客専用	107	118
	その他	85	50
1964/65	旅客専用	137	132
	その他	82	62
1969/70	旅客専用	151	131
	その他	90	49

表2-4-(40) 1列車当り旅客数
単位：人/列車

年	広 軌	メートル軌
1954/55	530	491
1959/60	608	656
1964/65	485	568
1969/70	609	570

表2-4-(41) 1客車当り旅客数

年	広 軌	メートル軌
1954/55	32	29
1959/60	36	36
1964/65	31	29
1969/70	37	31

(3) 営業収支

バングラデシュ鉄道の収支は、着実に純益をのばしている。運行収入は貨物収入がウェイトを高めつつあり、60%弱をそれに頼っている。貨物輸送量の減少、旅客輸送量の増大にもかかわらず、こういった現象がみられるのはトンキロ当りの収入が8.30円（日本3.96円）、人キロ当りのそれが1.98円（日本2.97円）であることと、運賃政策がその理由がその理由であろう。

表 2-4-(42) バングラデシュ鉄道収支

単位：百万ルピー

年	運行収入	運行支出	純益
1954/55	111.2	115.6	-4.3
1959/60	171.7	152.5	19.2
1964/65	236.1	189.9	46.2
1969/70	301.4	252.2	49.2

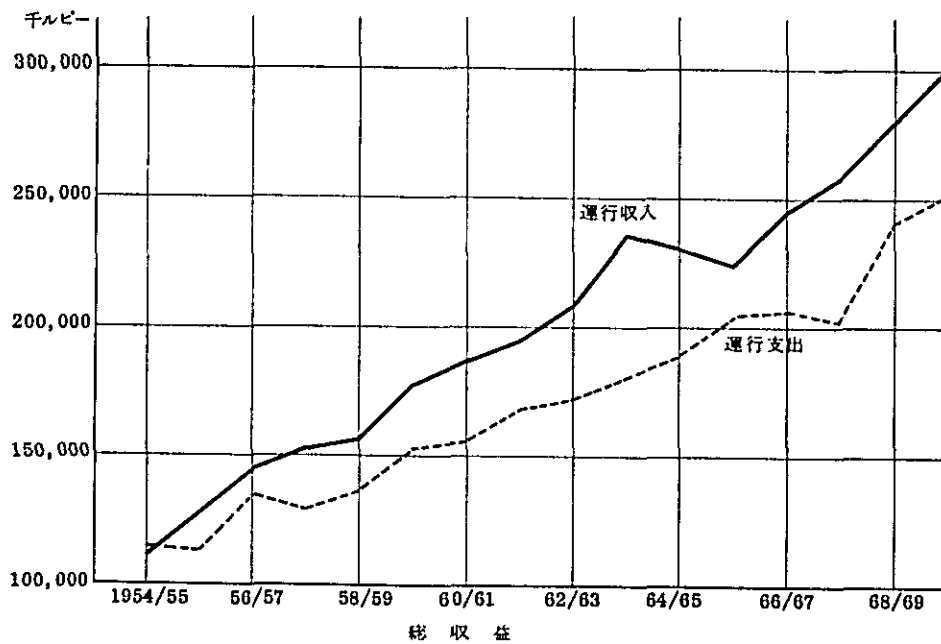


図 2-4-(34) バングラデシュ鉄道収支

表2-4-(43) 運行収入

単位：百万ルーピー

年	旅客	その他客車	貨物	雑	合計
1950/55 (年平均)	45.8 (42.0)	10.2 (9.4)	49.9 (45.8)	3.1 (2.8)	109.0 (100)
1959/60	63.3 (36.9)	18.1 (10.5)	83.9 (48.9)	6.4 (3.7)	171.7 (100)
1964/65	80.7 (34.2)	22.2 (9.4)	125.6 (53.2)	7.6 (3.2)	236.1 (100)
1969/70	101.7 (33.7)	25.7 (8.5)	169.6 (56.3)	4.4 (1.5)	301.4 (100)

表2-4-(44) 運行支出

単位：百万ルーピー

年	管理	修理営繕	入件費	燃料	その他 運行費	雑支出	減価償却	計
1954/55	18.4 (15.9)	34.3 (29.7)	20.8 (18.0)	13.8 (11.9)	5.0 (4.3)	7.1 (6.1)	16.2 (14.0)	115.6 (100)
1959/60	22.9 (15.0)	49.6 (32.7)	25.6 (16.8)	23.1 (15.2)	0.2 (0)	13.6 (8.9)	17.4 (11.4)	152.4 (100)
1964/65	32.5 (17.1)	65.6 (34.5)	32.2 (17.0)	30.4 (16.0)	6.4 (3.4)	12.3 (6.5)	10.5 (5.5)	189.9 (100)
1969/70	39.3 (15.6)	78.4 (31.1)	39.3 (15.6)	43.2 (17.1)	9.3 (3.7)	12.6 (5.0)	30.1 (11.9)	252.2 (100)

表2-4-(45) 単位当り収入

年	1.旅客マイル当り (パイサ)	旅客1人当り (ルーピー)	1.トンマイル当り (パイサ)	トン当り (ルーピー)
1954/55	3.27	0.98	10.0	14.36
1959/60	3.50	0.91	9.00	13.95
1964/65	4.09	1.10	12.8	18.80
1969/70	4.89	1.38	17.1	34.08

表2-4-(46) 営業係数

単位：%

年	管理	営繕	人件費	燃料	その他	雑	減価償却	営業係数
1954/55	16.6	30.8	18.7	12.4	4.5	6.4	14.5	103.9
1959/60	13.3	28.9	14.9	13.5	0.2	7.9	10.1	88.8
1964/65	13.8	27.8	13.6	12.9	2.7	5.2	4.5	80.4
1969/70	13.0	26.0	13.1	14.3	3.1	4.2	10.0	83.7

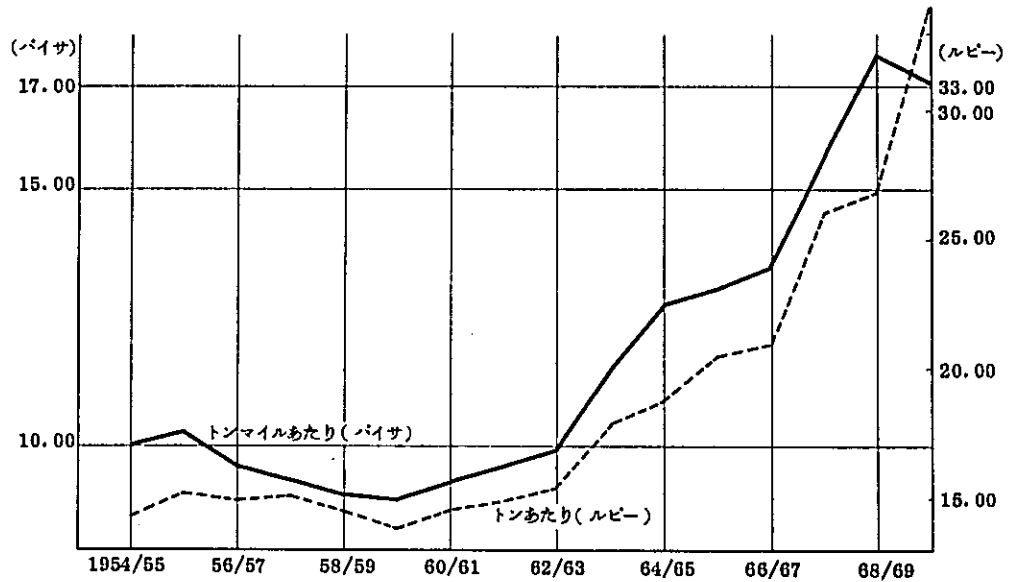


図2-4-(35) トンマイル当り収入；トン当り収入

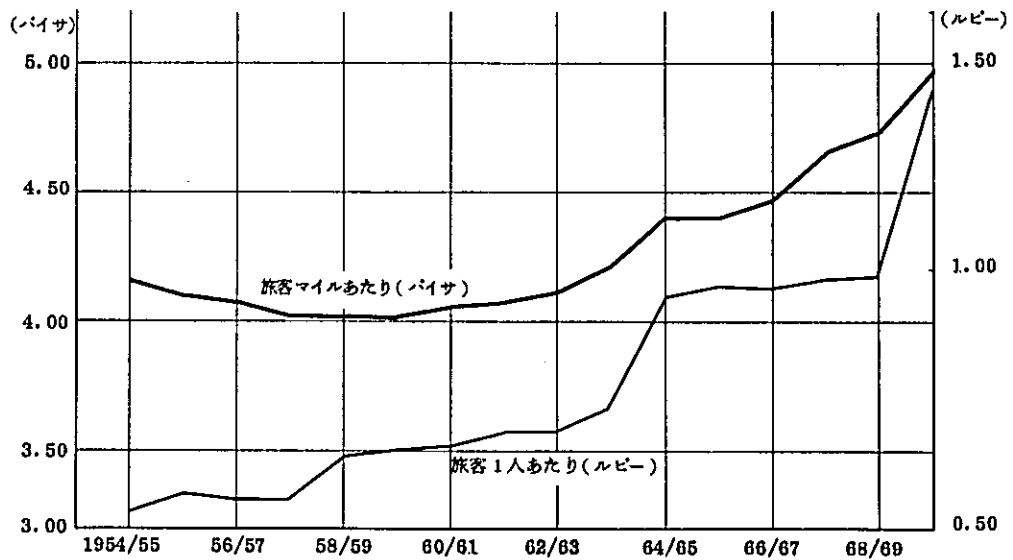


図2-4-(36) 旅客マイル当り収入；旅客1人当り収入

(4) 運行上の問題

バングラデシュ鉄道は以下に述べるような幾つかの運行上の問題を抱えている。

1) フェリー

鉄道のシステムは、ジャムナ河で東西に2分されており、この両地域を、連絡する手段として鉄道フェリーがBahadurabad - Tistamukqhat間(貨物)、Jagannathganj - Sarajganjghat間(旅客)で運行されている。しかし、前者の貨物フェリーでも、その容量は往復7列車であり、大きなボトルネックとなっている。

2) 旅客の乗換えと貨物の積み換え

異った2種のゲージの分岐点での旅客の乗換え、貨物郵便物の積み換えは、スムーズな交通の流れを著しく妨げている。この作業は、河川沿いのChandpur, Goalundo, Narayanganj等の駅でも必要になってくる。

3) 洪水の影響

洪水によってひき起される破壊や吃水の上下によって、川沿いの港駅は少くとも1年に2回は移動される必要がある。

4) 上り下りの輸送量のアンバランス

これはジャムナ河東岸の地域に顕著であり、上下線の貨物輸送のアンバランスが空の車輛の長距離返送の問題がある。Chittagong港に輸入物資を積んだ船舶が入港した時には、メートル軌の貨車のフル回転が必要になってくる。

3. 道路

(1) 自動車交通量の分布

(i) 一般的状況

自動車交通量の分布に関する資料は、図2-4-(37)、図2-4-(38)に示す自動車都市間断面交通量(乗用車換算=P.C.E)および主要都市間自動車OD交通量(およびそのバックデータの一部)である。

前者は、道路交通の活潑さの程度を一般的に示し、OD量と対照してみると、次の諸点に容易に気付くであろう。

1) フェリーの不便さによる道路交通の障害が断面交通量あるいはそこを通るOD交通量を明らかに少くしている。

Dacca - Comila間約100Kmのうち、大都市Daccaに近い方が分布量が多いのが普通であるが、この50Km間に4カ所の道路フェリー、又は、BSO(バングラデシュ水運公社)の大型船による一括迂回のフェリー便があるため、著しく少ない交通量しか表れていない。

Dacca - Aricha間約80kmは、その背後のジャムナ河およびパドマ河渡河という大きな制約のせいもあるが、この区間内だけでも、Milpur橋の荷重制限(一部はフェリー利用)と2河川のフェリーによって、交通量が抑えられている。このことは、Dacca ~Tangail間および他の、Daccaより保有台数が少ないにもかかわらず、フェリー障

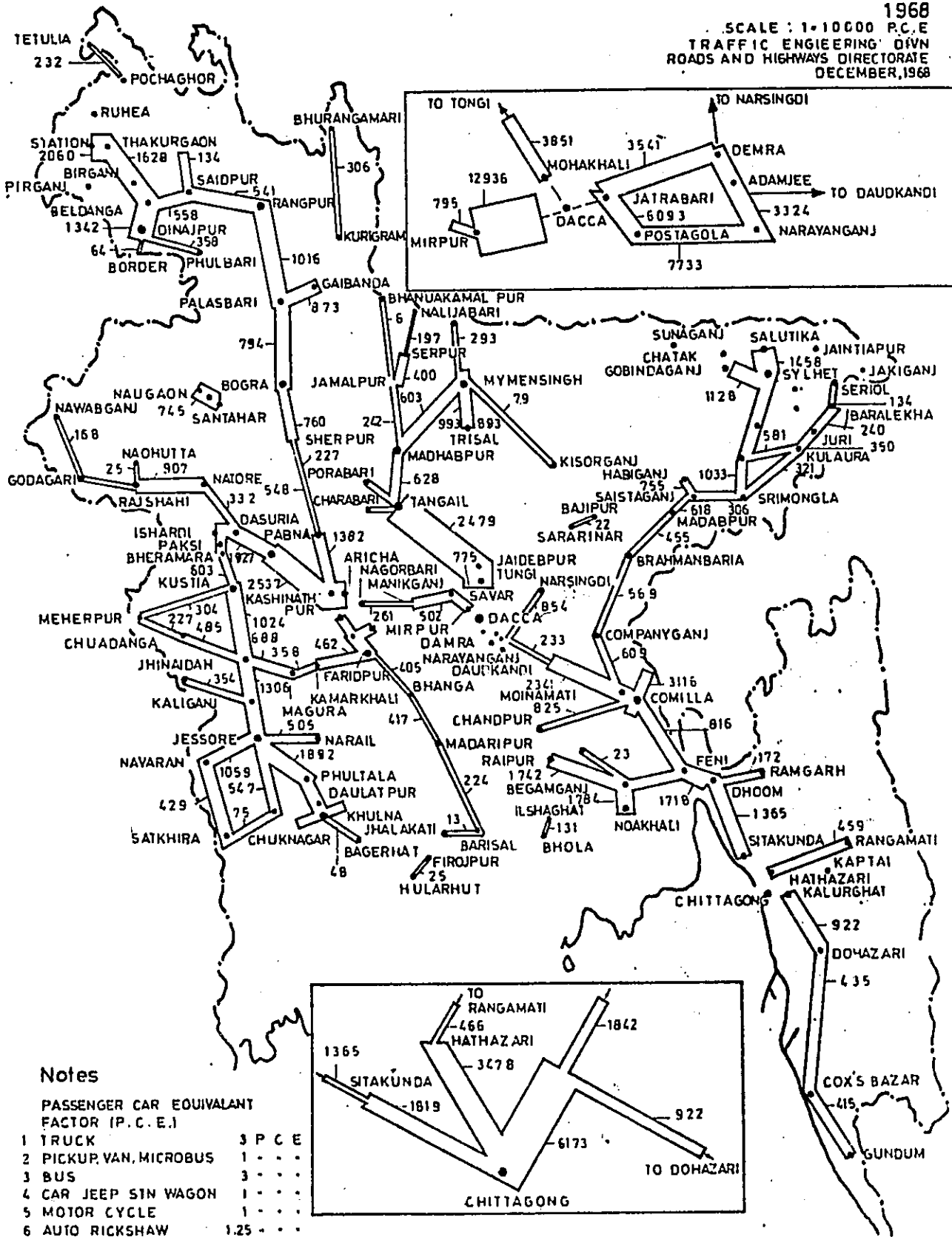


图 2 - 4 - (37) 日平均自動車交通量 (乗用車換算)

1968

SCALE: 1:10000 P.C.E.S PER DAY
 TRAFFIC ENGINEERING DIVISION
 ROAD AND HIGHWAY DIRECTORATE
 DECEMBER 1968

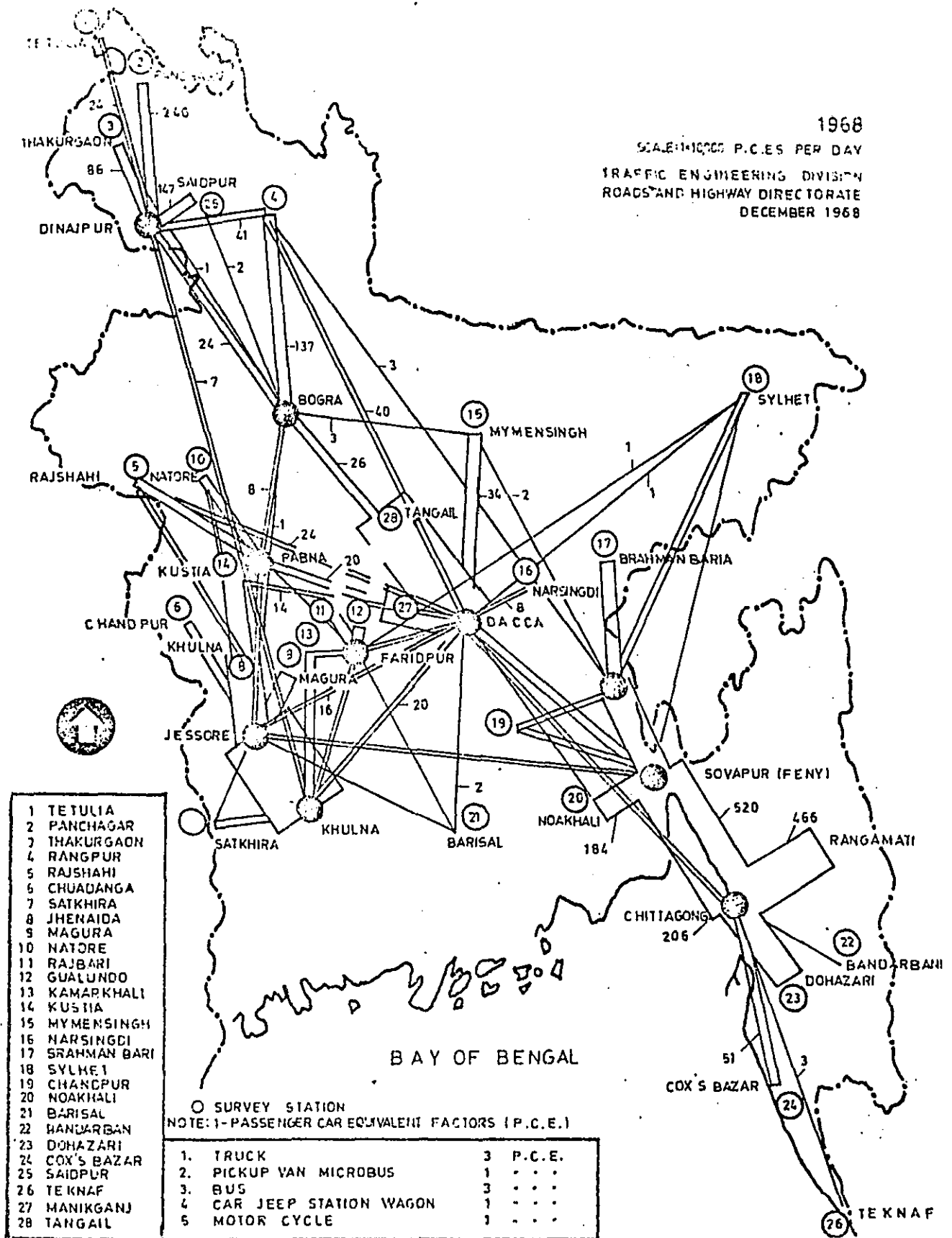


图 2-4-(38) 道路交通量分布

害が少ない他の都市間交通量と比べてみることで判る。

この2つの区間は、フェリーの時間損失のみならず、機動性の不足、料金などの諸制約のため、通常ならば、断面交通量に大きなウェイトをもっているごく距離の短い（10 km～20 km以下）ローカル交通が発達せず、従って、中長距離の主要都市間自動車OD量とよく合っていることが特徴的である。

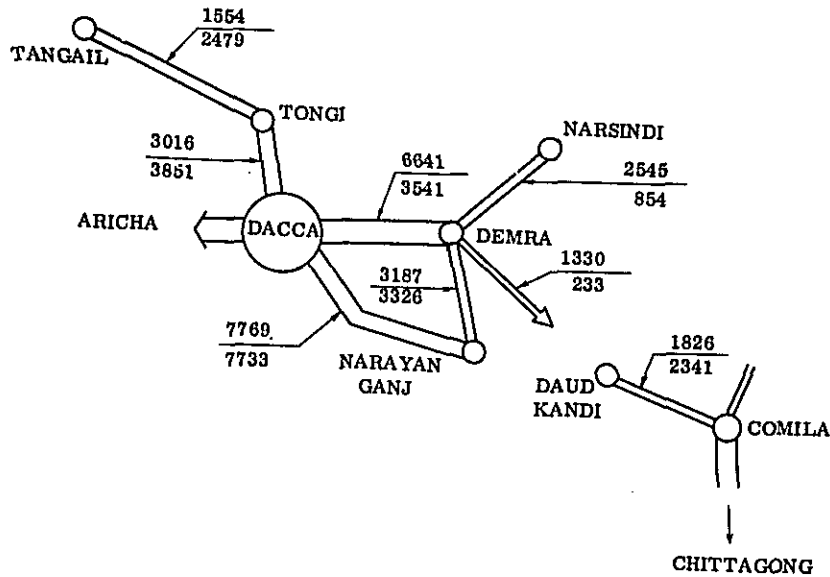
- ii) これに関連して、Arichaの対岸Nagarbariからバブナおよび北方Shahajadpurへの交通量が著しく多く記録されており、Aricha側とのバランスが全くとれていない。（これは、車種内訳の元データなども調べてみたが、この区間だけ測定値が概数表示となっていること、Ulpallaの鉄道駅あるいはバブナ後背地との連絡があるにしても、BSCのフェリー輸送量統計とは旅客人数を自動車台数に概略換算してみても、数倍の差があること、この区間の交通量の絶対値が（この地方の自動車台数は少ないはずであるのに）他の都市間交通量と比べて特に多い値であること、等の理由により、直ちに採用し難い。従って、今後の本調査で特に、測定条件を厳に定めて再調査することが必要である。

主要都市の間隔がかなり長い区間、沿道地域の開発が進んでいない区間、路線の迂回が多く、自動車の利点が生かしにくい区間などの場合、交通量が少なく表われている。

（Bogra～Nagarbariの中間、Faridpur～Barisal、Comila～Shylhet等が目立つ）

ダッカ周辺部交通量の変化

1972年 / 1968年 対比 (P. C. E)



* 自動車のみの乗用車換算台数

1972年路例交通量データはダッカ周辺のみしか集計が終っていないので、バラツキが多く明確な傾向は把握し難いが、この範囲で見ると、

- 戦後の復興、外国からの物資搬入に伴い、港（ナラヤンガンジ、チッタゴン）（ナルシンディ）連絡の量は戦前のレベル以上に大きく伸びた。
- このような要素の少ないダッカ北方の交通は未だ十分な回復はしていない。

* この範囲内でのP. C. Eと点数との関係は

$$P. C. E \text{ の数 } \times 0.57 = \text{実数 (換算係数は各区間の車種による加重平均)}$$

平均的範囲 = 0.57 ± 0.1 である。

(ロ) 都市間交通の発生率

1968年OD調査は、国道級道路の路上でキャッチしたものを表しているので必ずしも都市間OD量の全体を把握しているとは言い難いが、ごく特殊な道路網の条件下にあるものを除けば、大体の傾向は把握できよう。1968年OD図に表わされているものは、各地区の主要都市相互間および、地区内でも約30 km以上離れた都市間のものである。

各地区毎に、この都市間交通のトリップエンド量（集中発生量）と保有台数との関係（発生率）をみると表2-4-(49)のようになる。（二、三輪の自動車は都市間交通のウェイトが少いので考慮しない）

この表にあらわれていることは、①Faridpurを除く各地区のトリップエンドの発生率は大体そろった水準で、Dacca, Chittagong地区よりも相対的に高い。②逆に、Dacca, Chittagongの自動車台数が多いのは主に都市内交通の乗用車シェアが高いためである。これら地区の商用車台数をベースとして乗用車台数のうち、他地区の商用車対乗用車の比率と同じ率に相当する量だけを都市間OD量の発生対象分とみなす（従って残りの乗用車は都市内および周辺距離交通に使われると考えられる）と、他地区とのアンバランスはかなり減じて、概ね、他地区全体の平均値-標準偏差 $= 0.37 - 0.21 = 0.16$ の下限の範囲に届く。（これは計算上の操作であって、商用車にも市内交通分のウェイトが少くないのは明らかである。）③Faridpurの発生率が高いのは、保有台数が少ない割に交通の主要な結節点に当たっているためであろう。Jessore, Khulnaについてもやや率が高いのは同様のことが言えるかも知れない。

（注） Dacca, Chittagong, Faridpurを除く他の10地区の発生率は、
単純平均 $M = 0.37$ （加重平均 0.40 ）標準偏差 $\sigma = 0.21$ で、 $M \pm \sigma$ の範囲内にデータの約7割がおさまっている。

(イ) OD分布量

前表の都市間交通量相当のトリップエンド発生率を（Dacca, Chittagong地区については若干の補正を加え）大体のオーダーとしては良いものとして、これが主要地区間どのようなOD分布交通量となっているか、簡易なグラビティモデルでODペア成立の係数をチェックしてみた。（表2-4-(50)(51)）

このチェックは、表2-4-(50)のうち、比較的OD量の多いペアで、フェリーなど特別な因子のない場合を10例ほど選んでみた。この際、各地区の中心間距離は必ずしもその県庁所在地とは限らず、対象となる地区間ODペアの発生位置がその地区中で複数カ所ならば、その重心位置相互間の距離をもって代表した。

チェックの結果は表2-4-(51)の通り、引力側指標に自動車台数（P. C. E）をとり、距離は道路距離（混雑による走速度の低下はまだ見られないので時間距離とする必要はない）を用いた結果、非常に近い分布の係数が得られた。これは、今後、別の条件を与

えてOD量の試算を行なう場合に良い参考となろう。(これは、例えば、中小フェリー部分の橋梁が建設された場合、時間短縮を走行速度換算により距離短縮におきかえてOD分布量の増大効果を試算することができる。この場合できれば距離短縮の効果が、ODペアの基本となる集中発生率の増加となつてあらわれることのチェック方法を工夫する必要がある。)

ジャムナ河、パドマ河をこえて通行する自動車交通量の吟味に、以上の概略的考察の結果を応用するのは、やや速断的であつて、大河川のフェリー運行の諸評価要素の適正な数量化を必要な前提とするが、あえて試算してみるならば、以下の参考資料の通りとなる。但し、これは特に確定的または支配的な条件をもつわけではないので、レポートとしての意見は加えない。

表2-4-(49) 都市間交通発生率(自動車台数に対する)試算

地区名	自動車台数				上段()は実数 下段はP.C.E	都市間交通 トリップエンド②	②/①
	トラック	バス	乗用者	ジープ等	計 ①		
Dacca	(3) 2,553 7,659	(3) (1,598) 4,794	(1) 10,093	(1) 2,829	 25,375	(P.C.E) 1,759	 0.07
Mymensing	(346) 1,038	(194) 582	107	183	1,910	361	0.19
Faridpur	(35) 105	(125) 375	45	16	541	733	1.35
Chittagong	(2,864) 8,592	(981) 2,943	4,362	1,051	16,948	1,638	0.10
Comila	(344) 1,032	(273) 819	194	102	2,147	727	0.34
Khulna	(160) 480	(170) 510	336	138	1,464	1,024	0.70
Jessore	(370) 1,110	(357) 1,071	98	91	2,370	1,859	0.78
Kustia	(223) 669	(115) 345	42	95	1,151	290	0.25
Rajahi	(286) 858	(124) 372	150	173	1,553	154	0.10
Dinadipur	(198) 594	(68) 204	69	143	1,010	649	0.64
Rangpur	(448) 1,344	(145) 435	57	122	1,958	363	0.19
Bogra	(209) 627	(112) 336	84	112	1,159	202	0.17
Pabna	(109) 327	(147) 441	11	55	834	180	0.22
Dacca Faridpur Chittagong を除く10地区			1,148	1,214	15,565	5,809	単純平均 0.37 0.37

表2-4- (50) 主要地区間OD表 (主要都市間交通)

乗用車換算 (P. C. E)
1968年

地区名	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	小計	その他の地区	地区内×2	合計
													①	③	④	①~④計
1. Dacca	356	22	112	151	20	16	14	28	-	40	26	20	805	4	950	1,759
2. Mymensing		-	-	2	-	-	-	-	-	-	3	-	5	-	-	361
3. Faridpur		-	-	-	81	87	-	-	-	-	-	3	171	4	536	733
4. Chittagong				206	-	6	-	-	-	-	-	-	212	654	660	1,638
5. Comila				-	-	-	-	-	-	3	-	-	3	25	340	727
6. Khulna						720	42	-	7	-	-	12	781	-	142	1,024
7. Jessore							229	11	-	-	1	17	258	-	772	1,859
8. Kustia								-	-	-	-	5	5	-	-	290
9. Rajahi									-	-	-	115	115	-	-	154
10. Dinadipur										181	25	-	206	-	436	649
11. Rangpur											139	-	139	-	-	363
12. Bogra												8	8	-	-	202
13. Pabna														-	-	180
小計 ②	356	22	112	359	101	829	285	39	7	224	194	180	2,708			

表 2-4-(51) O D 分布量のチェック

地区 1	地区 2	自動車台数	同左	$M_1 \times M_2$	距離 D	$M_1 M_2 / D^2$	実際分布量	分布の係数	摘要
		M_1	M_2	($\times 10^3$)	km	①	② N	$K = ② / ①$	
Faridpur	Jessore	338	951	321.4	128	19.6	87	0.23	
Khulna	Jessore	851	951	809.3	60	224.8	720	0.31	
Khulna	Kustia	851	445	378.7	157	15.4	42	0.37	
Jessore	Kustia	951	445	423.2	76	73.3	229	0.32	
Dinajpur	Rangpur	523	659	344.7	78	56.7	181	0.31	
Dinajpur	Bogra	523	469	245.3	184	7.24	25	0.29	
Rangpur	Bogra	659	469	309.1	106	27.5	139	0.20	
Rajchahi	Pabna	626	369	231.0	98	24.1	115	0.21	

この試算ではグラビディモデル $N = K \cdot M_1 M_2 / D^2$ による都市間 O D 量の分布がどの程度のバラツキがあるか、係数 K を逆算してみたものである。M₁, M₂, は夫々の地区の自動車台数を採ってみた。(モーターサイクルを除く)

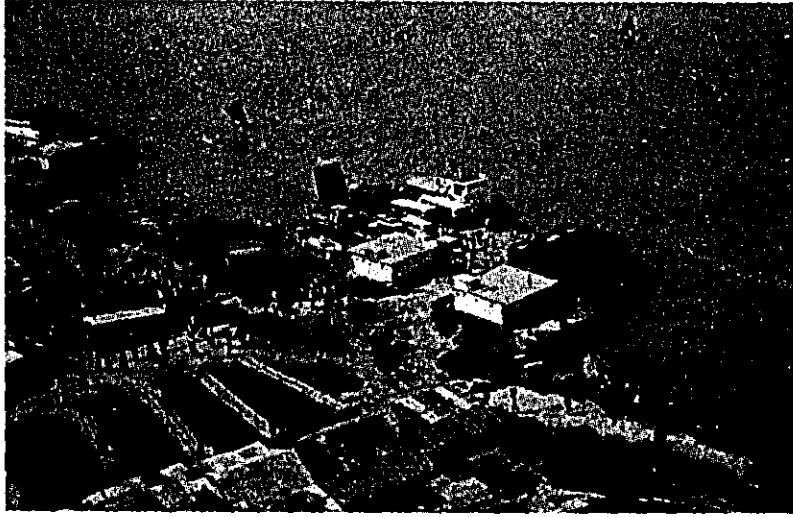
上表の試算は、前述の都市間交通量の発生をチェックの場合と同様、2 地点の相互のバランスが著しく偏っていない場合に、概ね、共通のレベルになるが、Dacca, Chittagong を考慮する場合には、その保有台数から都市間交通の発生量を算出する段階で条件を特別に与えておく必要がある。正確には都市間交通の発生量をもとにして同一条件で配分した結果を比較すべきであるが、地方都市相互間の場合にはこの概略の方法でも一応のチェックにはなると考えられる。

(2) ジャムナ河横断連絡 (Aricha のフェリー) の現況

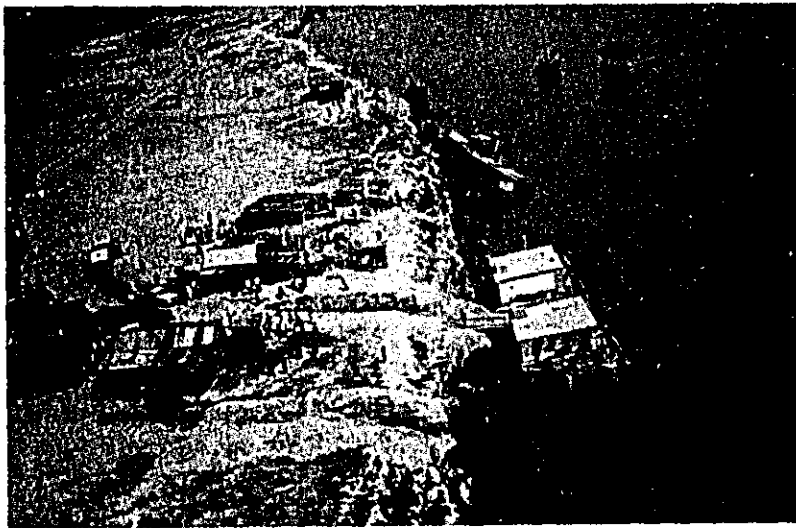
道路地図に示すごとく、Dacca から西北 Rajahi 州、西南 Khulna 州方向への道路連絡は、Aricha からそれぞれ Nagarbari (ジャムナ西岸), Goalundo (パドマ河右岸) へ、B S C (BANGLADESH SHIPPING CORPORATION = 水運公社に相当する) の運行するフェリーによって結ばれている。

ジャムナ河を渡る交通は、鉄道フェリーが主力を占め、Jamalpur よりの南下線が西岸の Sirajganj へ連絡し(旅客のみ)、また同じく北上線がバハドラバット附近でフェリーに乗る。(客貨とも) いずれも、旅客は降車して対岸の別列車に乗りかえ、貨車は平型フェリーに乗って、ジャムナ西岸地帯に渡り同じメーターゲージの区間を輸送し、広軌路線への接続が行なえる。鉄道フェリーは国鉄によって運営されている。

Aricha の道路フェリーは、中型自動車約 10 台を収容できる規模の(約 100 トン程度



Aricha フェリー, 手前はNagarbari 行
(国連パーチも着いている) 後方はGoalundo 行



Nagarbari フェリー 1972年4月

か) 鋼船フェリー5隻で、対岸の上流Nagarbariまで約10マイル、下流Goalundoまで約8マイルを運行している。配船は前者に3、後者に2で、通常ならば、便数は夫々1日6往復および4往復が可能であると思われる。(1972年の現地視察時には、戦乱による破損船の補充に国連援助の平型船+タグボートを2組入れ、Nagarbariへ5往復、Goalundoへ3往復していた。この平船はタグボートを傍に連結しているため、接岸、離岸の能率は低く、車両の乗降板の移動に手間どるが、トラック10台、中型車15台程度の積載能力を有する。)

運行所要時間は、専用フェリーの場合、ポンツーンとフェリー乗降口の形状が合っているため乗降の能率がよく、20分程度で行なえる。また、離着岸行動がスムーズに行なえるので、Aricha~Nagarbari間の正味航走時間は1時間30分程度である。

従って、このフェリー区間の通過所要時間は、順調でも2時間余りで、若干の待ち時間を含むと2時間半を要しよう。混雑時には旅客(および乗用車類)優先のため、トラックが次便にまわされることもある。

このフェリー輸送の実績は次表に示す通りで、1965~1967にかけて、フェリー隻数の増加に従って著しく伸び、1967年に5隻に達した後も、順調にふえている。自動車の輸送台数でみると、1968年の年間輸送量43,072台は、積載効率にして年間平均で60~70%に達しており、実際の輸送需要の季節変動、欠航日数等を考えると、ピーク時には輸送能力にほぼ相当するような需要があつて、この運営は非常に好成績であるといえよう。また、逆に言えば、このフェリーは自動車交通の伸びが(経済活動の伸びを著しく上まわって)急速であり、Daccaおよび西部各地域の広大な生産、消費活動のポテンシャルをベースとしているので、潜在需要はかなり大きく、それが輸送力の増加に伴って顕在化または誘発されたものと観察することもできよう。

Aricha, フェリーの自動車輸送能力を通常ベースではNagarbariへ6往復, Goalundoへ4往復としてみると、中型自動車で10台/隻×(6便×2+6便×2)/日×365日×0.9(就航率)=65700台/年

1968年輸送量 43,072台

輸送効率 = $43,072 \div 65,700 = 66\%$

(ここでは、トラックの換算を行っていない。それは實際上、フェリーの構造寸法のため大型トラックは、あまり利用し得ないと考えられるからである。1972年末の現地視察の時は、大型トラックは国連援助による平型バージを乗せていた。)この率は通常の輸送機関としては非常に高率であるといえる。また事実、1965年~1970の5年間の収支をみると、平均の収入100に対する経費(支出)は約80で(または支出100に対する収入約120)、営業成績としては良好であり、もし1970年以降の障害がなければ、この事業としてはさらに船、接岸設備の拡大を考え得るような水準であつたと言えよう。(積載効

率の例：東海道新幹線は収入100に対し支出61，年間の列車人キロに対する平均乗者効率は約75%であるが，実際，需要の多い期間には1日通しての乗車効率が90%以上の場合が珍らしくない。）

表2-4-(52) Aricha フェリー輸送実績
(往復合計)

	Aricha~Nagarbari		Aricha~Goalundo		計		フェリー隻数
	旅客(千人) 自動車(台)	対前年比	旅客(千人) 自動車(台)	対前年比	旅客(千人) 自動車(台)	対前年比	
'65	67.0 4,368		100.0 3,785		167.5 8,153		2隻 + 予備1隻
'66	111.7 9,854		161.9 8,121		273.6 17,975		3隻 + 予備1隻
'67	244.6 18,991		306.0 15,134		550.6 34,125		5隻 + 予備1隻
'68	307.9 25,611		409.4 17,461		717.3 43,072		同 上
'69	345.6 25,193		417.0 15,299		762.6 40,492		同 上
'70	388.2 26,011		429.6 14,760		817.8 40,771		同 上

1968年値の1日平均

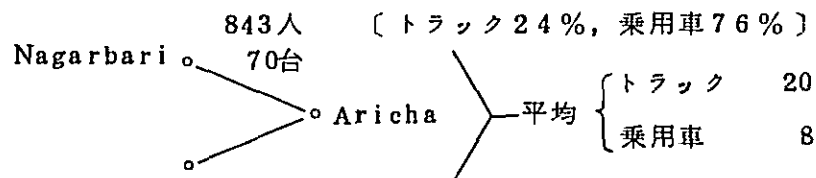


表2-4-(53) Aricha フェリー収支表(両ルート計)

年 度	収 入 ① 千ルピー	支 出 ② 千ルピー	②/①	①/②
1965~66	393.6	370.8	0.94	1.06
66~67	790.1	632.9	0.80	1.25
67~68	1,394.1	1,163.2	0.83	1.20
68~69	1,607.9	1,310.4	0.81	1.23
69~70	1,797.9	1,305.4	0.73	1.38

なお、Arichaにおけるこの輸送量を1日平均自動車交通量(P.C.E)に換算してみると、旅客の合計843人+1,122人=1,965人〔に対し、自動車保有台数の車種別シェアを考慮して、バス $\frac{1}{3}$ 、乗用車類で $\frac{2}{3}$ の台数になるように分担させる。

バスを平均40人乗車、乗用車類を平均4人乗車とすると、夫々の台数を N_1 、 N_2 として、

$$N_1 : N_2 = 1 : 2, \quad 40 N_1 + 4 N_2 = 1,965 \text{ 人}$$

$$N_1 = 41 \text{ 台} \quad N_2 = 82 \text{ 台} \quad \text{計 } 123 \text{ 台となる。}$$

(Nagarbari 方向53台、Goalundo 方向70台)

フェリー旅客担当分のP.C.Eは、

$$\left. \begin{array}{l} \text{バス: } 41 \times 3 = 123 \\ \text{乗用車: } 82 \times 1 = 82 \end{array} \right\} \text{計 } 205 \text{ 台} \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{Nagarbari} \quad 88 \text{ 台} \\ \text{Goalundo} \quad 117 \text{ 台} \end{array} \right.$$

となる。)また実際に運ばれているトラックのうち約半分を大型と仮定するとP.C.E台数では、

$$\left. \begin{array}{l} \text{乗用車} \quad (70 + 48) \times 8 \text{割} \times \text{P.C.E } 1.0 = 94 \\ \text{トラック(小)} \quad (70 + 48) \times 2 \text{割} \times \frac{1}{2} \times \text{P.C.E } 1.0 = 12 \\ \text{トラック(大)} \quad (70 + 48) \times 2 \text{割} \times \frac{1}{2} \times \text{P.C.E } 3.0 = 35 \end{array} \right\} 141 \text{ 台} \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{Nagarbari} \\ \text{方向 } 84 \text{ 台} \\ \text{Goalundo} \\ \text{方向 } 57 \text{ 台} \end{array} \right.$$

フェリー旅客の相当分205台を加えて、計346台(Nagarbari方向172台、Goalundo 方向174台)となる。

この数字はDaccaから100マイル程度の範囲にある諸都市を考えると、(フェリーでなく道路であった場合の)自動車交通量としては、かなり低いと言えよう(大体の範囲でいえば通常の道路の場合の $\frac{1}{2} \sim \frac{1}{4}$ 程度であろう)

Aricha ~ Nagarbari間のフェリーによる時間距離損失分は、平均走行速度を50km/hとして、

$$\text{道路の場合: } 16 \text{ km (10マイル)} \div 50 \text{ km/h} \times 60 \text{ 分} = 19.2 \text{ 分}$$

$$\text{フェリーの場合: } 2 \text{ 時間} = 120 \text{ 分} \quad (2.5 \text{ 時間では } 150 \text{ 分})$$

$$\text{差 } 100 \text{ 分} \quad 50 \text{ km/h} \times \frac{100}{60} = 83 \text{ km}$$

$$(130 \text{ 分}) \quad (50 \text{ km/h} \times \frac{130}{60} = 108 \text{ km})$$

少くとも80km、平均90kmの損失があったと考えると、Dacca ~ Pabna間160kmの交通量分布に対しては、グラビディモデルによると通常の場合よりも、 $\frac{2}{5}$ 程度に減ずることになる。

$$Q' / Q_0 = D_0^2 / D'^2 \quad Q_0, D_0 : \text{道路の場合のOD交通量および時間距離}$$

であるから

$$Q' / Q_0 = 160^2 / (160+90)^2 \quad Q', D' : \text{フェリーによる時間損失がある}$$

場合

$$= 0.14$$

このほか、前述したように平均積載率が高いためのピーク時の混雑抵抗、あるいは料金抵抗等が加わっていることは充分推定できよう。

このフェリー運航について、ごく常識的に当面レベルアップの問題を考えるならば、次のように言えるであろう。

i) 輸送能力の増加

これには、フェリーの数を増やすのが最も妥当な方法であり、大型船の採用は、河の性状が不安定なため（河岸の侵蝕、航路の水深変動）航路、接岸設備の両方の条件から慎重に検討せねばならない。ただし、現在用いているフェリー（船側から乗降りするもの）および平型バージとくらべてトン数（大きさ）および吃水は同程度であっても、構造では、よりスペースのむだを少なく、安全な収容形式の船は充分考えられよう。

現在の船および設備を前提にすれば、増加船に対しては（十分に活用するためには）少なくとも Aricha 側接岸設備の増加が必要であろう。

河川の条件が大巾に変らなければ、離着岸の操船上の制約を特に厳しくすることなく、現在のダイヤの粗な時間帯を埋めることによって、輸送能力を1.5～2倍にすることは技術的には困難ではない。但し、Aricha 側の道路の待機、接続部分について、早急に系統、車線、タクシー等を整理する必要がある。

ii) 輸送時間の短縮

利用者がわからの輸送時間は、待ち時間+乗船時間+航走時間+降船時間である。

Aricha～Nagarbari 間の实地観察では、乗船時間は専用フェリーの場合、中型車10台で正味約15分、平型バージは大型トラック10台+中型車15台で約40分を要し、降船時間はこれの約8割程度と考えられる。航走時間は1時間30分であり、このうち、船の最高速度とは関係なく、離岸・接岸動作部分が約15分ある。

現有設備をベースとし、追加設備で能率のアップを行なうには、平型バージ（又は方形の自動車収容甲板をもった船）とポンツーンとの連結を、単に板を渡すのではなく、機械的に高さを合わせた広巾の連絡板に改善することによって、方形甲板の使いやすさを活かすことができ、さらにけい留設備の追加改善を行って、自動車の前進乗船—前進降船ができるよう船側方接岸でなく直角方向接岸とすることも考えられる。日本でのこのような設備の例から考えると、この乗降船の手間は容易に $1/2 \sim 1/3$ に減じ得よう。船の巡航速度を上げるのは一般に好ましいことではあるが、この全体の輸送時間のうち、約1時間

15分がその改善の対象であり、かりに現在の(約8~10ノット程度か)1.5倍になったとして、節約時間は約25分である。これは、エンジンの出力増強、新型高速船を加える等の経費、手間に比べて、良い利益とは言い難い。常識的ではあるが、妥当な方法として、輸送能力の増加を行なうことによる待ち時間の減少、岸からポンツーンへの接続ガーダーおよびポンツーンと船との連結板と、けい留設備の改善による乗降船手間の改善があり、これによって利用者の全体輸送時間を2時間以下にすることは十分見込みがある。しかし、この時間短縮はフェリー事業が競争状態にあるとき、または、自動車による物資輸送が活潑で時間価値が高いときは効果的であるが、この場合は、あくまで付属設備の改善を含めた輸送能力増加が当面の需要に応ずる最も妥当な道であろう。現有の専用フェリーは、前甲板側方より乗船し、中後甲板への整列する手間を要するため、乗船手間の改善は期待できない。

参考資料

バングラデシュ内陸水運公社運行の幹線道路フェリー時刻表 (1972年10月以降)

1. Narayanganj ~ Daudukandi 直行フェリー

(Dacca ~ Komila 間道路の4カ所の小フェリー(道路局運行)

(1日1往復) 区間まとめて直行するもの)

Narayanganj 発	8:00	Daudukandi 発	14:00
(国連援助のバージ)		(同)	

2. Aricha フェリー

[Aricha ~ Goalundo]	Aricha 発	Goalundo 発
専用フェリー1隻, 2往復	10:00 (国連バージ)	9:00
国連バージ1隻, 1往復	13:00	14:00 (国連バージ)
	18:00	16:00

[Aricha ~ Nagarbari]	Aricha 発	Nagarbari 発
専用フェリー2隻, 各2往復	6:00	9:00
国連バージ1隻, 1往復	8:00 (国連バージ)	13:00 (国連バージ)
	12:00	15:00
	13:00	16:00
	17:00	20:00

注 援助物資等輸送の大型トラックは国連バージ(平型)にのみ乗船可。

参考資料

道路フェリー運行経費
(バングラデシュ水運公社運行の Aricha・フェリー相当)

項 目	1 日 当 り 経 費		摘 要
	ルビ-	円	
1. 固定経費			
乗組員給与	83.34		
陸上勤務者給与	84.97		
旅費, 厚生費	10.42		
備品および消耗品	19.37		
IWTA 賦課金	23.18		
税金	1.00		
保険(資産額の1%)	25.25		} 船等の当初資産額* ×減価割合÷365日 の夫々1%, 5%, 4%
減価償却(年率5%)	126.25		
借入金利息支払(年4%)	101.00		
雑費	17.86		
維持, 修繕(1.5%)	37.87			同上の1.5%
本社経費	13.24		
測量, ドック入り時等経費	36.06		
計	579.81		
2. 可動経費			
燃料および潤滑油	212.52		
1日当り合計	792.33		
年間経費(×365).....	289,200		

* 当初資産額 = 1,067,132ルビ- (×減価割合 0.8636 = 921,625 : 減価分)

2-4-4 比較案選定の方法論

ジャムナ河によって長い間、国土が完全に2分されていることによる影響は、社会的、政治的な問題だけでなく、既成の交通ネットワーク、物流のパターンにもこれらが南北方向に偏重する傾向として表われているように、輸送に関しても多くの歪みをもたらしている。ジャムナ河横断交通量の実績は、人・物質ともにすぐさまこれが架橋に結びつく程のものでは勿論ないが、むしろジャムナ河がこれらの交通需要を圧迫し、それぞれの地域で交通、経済的諸活動が完結し得るような地域形成を強いてきていると思われる点に注意しなければならない。かつて政治的にも不幸な状況下にあったバングラデシュは、独立を機に全く新しい局面を迎えようとしており、諸国の援助、政策の変換、独立国としての国土編成等、以下に予想される将来の交通に対するインパクトは極めて大きなものとなる。

イ) 国、国際機関による援助、投資ラッシュが予想されており、現在までのバングラデシュの非常に低い経済活動水準を考えると、幾つかの政策的な大規模プロジェクトの投入によって交通の分布パターンが極めてドラマティックに一変し得る可能性がある。例えば、

○ 外洋港として自然条件の良いChalna 港のウェイトを高くしてゆこうとする政策的な意図は、Dacca, Chittagong, Chalna/Khulna 3大都市間の結びつきを変化させる。バングラデシュのように輸出入物質が輸送量の大半を占めるような所では、これは大きな影響を与えよう。

○ 北西地域の拠点都市建設構想は、その実現によって新たな交通需要が他都市との間に発生する。

○ 北西地域には石炭、ライムストーン、石材等の埋蔵が確認されており、現段階ではこれを利用する経済性は低いが、将来の可能性は充分にあると言われている。更には、東部地域の天然ガス採取プロジェクト等国内の資源開発、それに伴う産業立地等により、新規交通需要が発生する。

ロ) 政治情勢の変化による国際交通パターンの変化が対インド交通の復活にみられるように、全く非連続的に発生する可能性、あるいはその逆の現象が将来起こり得る可能性。

ハ) 独立までは一地方政庁にすぎなかったDacca に一国の首都として諸機能の集積が進行すると思われること。

ニ) ジュート、ジュート製品を主とする輸出農産物の国際市場での需要関係の変化。

以上のような観点から比較案は、

- 1) 全体のネットワークの中での位置づけ。
- 2) 他の開発プロジェクトとの関連。

3) 河川を含む自然条件。

4) 行政、社会面からの判断

等、単に交通内部だけの問題として捉えるだけでなく、国として経済的にも社会的にも最もよく機能し得るためのジャムナ横断ルートとして考えられなければならない。即ち、当プロジェクトは、単にジャムナ河への架橋と架橋地点へのアプローチの建設としてではなく、ジャムナ河をまたぐ最も効果的なルートとこのルートを最も効率的に利用するための幾つかのサブプロジェクトを含んだシステムの提案として捉えられるべきであり、ルートの完間的なオルタナティブだけでなく、ルート内部のオルタナティブ（併用橋、フェリーの導入、ルートの段階的建設手法等）が検討される必要がある。

2-5 橋梁関係

2-5-1 概 設

今回実施した橋梁に関する調査は、現地調査と資料収集とに大別できる。

現地踏査は橋梁の建設費を安くできるような位置をさぐるために実施したものである。今までに入手できたジャムナ河周辺の地形図が年々の河道の変動によって必ずしも正しいとは言えないので、ヘリコプターによる空からの調査と、道路・鉄道及び船を利用しての地上からの調査によって、ジャムナ河周辺の地形状況の把握につとめた。橋梁の建設費を安くするためには、河道の変動が少なく、水深が浅く、洗堀が少なく、河巾の狭い位置が望ましいことは言うまでもない。このような橋梁建設費のうえから望ましい架橋位置すなわち河川との関連における好ましい架橋位置については2-3-5で述べてある。

次に資料収集は架橋予定位置が決まったときに、ただちに橋梁の設計、施行計画立案、工費積算を行なうための諸要素について行った。今回はボーリング等の実際の現地作業はおこなわず、もっぱら下記の項目に重点をおいて現地関係者からの聴きとりによって既往の資料の収集に努めた。

- (1) 気 象
- (2) 土 質
- (3) 工 事 用 材 料
- (4) 設 計 ・ 施 工 条 件

2-5-2 気 象

1. 概 要

現在、バングラデシュ国には約40カ所の測候所が設置されており、降雨、風、気温、湿度などの観測をおこなっている。これらのうち20カ所ぐらいの地点の測候所では、過去30年間程度の観測記録を持っている。ジャムナ河周辺に比較的近い測候所としては、Jampur, Bogra, Pabna, Mymensing, Sirajganj, Faridpur, Rangpur, Narayangang などがある。また地震については1952年にはじめてChittagongに地震計が設置されているが、それ以前には機器による地震の測定はおこなわれていない。なお、独立以前（東パキスタン時代）の地震の記録の主なものは当時の西パキスタンQuettaの気象庁へ送ってしまったために、現在Chittagongにはほとんど残っていない。

2. 気 温

ジャムナ河に沿っての各地点すなわち上流からRangpur, Bogra, Sirajganj及びFaridpurにおける過去30年間のデータにもとづく月別平均気温は表2-5-(1)に月別の平均日温度変化は表2-5-(2)に、また最高温度と最低温度は表2-5-(3)に示すとおりである。気温は5月がもっとも高く、1月がもっとも低い。

3. 湿度

ジャムナ河に沿っての各地点の午前9時及び午後6時における月別平均湿度は表2-5-(4)のとおりである。

4. 降雨

ジャムナ河に沿っての各地点における過去30年間のデータをもとにした月別平均降雨日数及び月別降雨量は表2-5-(5)及び表2-5-(6)に示すとおりである。これらの表から11月～3月はほとんど雨が降らないが、逆に5月～9月に降雨が集中していることがわかる。

5. 風

構造物の設計に考慮しなければならないような強風の原因としてはサイクロンとトルネードが主なものである。サイクロンは日本の台風と同様、海上で発生し、ベンガル湾を北上して、バングラデシュ国を襲うものがほとんどである。サイクロンは雨期の前後すなわち、5、6月及び10、11月に発生するものが多い。これに対し、トルネードは夏期に内陸部で発生する。

ジャムナ河周辺の地点における最大風速の観測結果は入手できなかったが、DaccaならびにChittagong等の海沿いの地点において観測された年間最大風速の記録を表2-5-(7)に示す。

サイクロンとトルネード以外の風は1～6 Knot (0.5～3 m/sec)程度でそれほど強いものではない。乾期よりも雨期の方が幾分強いようである。

6. 地震

バングラデシュ国及びその周辺において起った地震の主なものは表2-5-(8)に示すとおりである。地震帯はインドのAssam からバングラデシュ国のChittagong丘陵にかけて分布しているが、大地震はインドのAssam 地方に震源地をもつものがほとんどである。従ってバングラデシュ国としては北部地帯ほど地震の影響をうけやすい。図2-5-(1)は建築物に対する地域別の設計震度としてMeteorological Directorate から提示されたものである。

表 2 - 5 - (1) 月別平均気温

単位：℃

月 \ 場所	Rangpur	Bogra	Sirajganj	Faridpur
Jan.	17.7	18.3	18.4	17.9
Feb.	19.9	20.4	21.0	20.4
Mar.	23.7	25.2	25.2	25.3
Apr.	28.3	28.9	29.1	28.6
May	28.6	28.9	29.1	28.7
June	28.3	28.9	28.6	28.4
July	28.9	28.8	28.4	28.2
Aug.	29.0	28.8	28.6	28.4
Sept.	28.7	28.8	28.6	28.6
Oct.	26.7	27.1	27.3	27.2
Nov.	22.6	23.1	23.1	23.0
Dec.	19.3	19.5	20.1	19.2
年平均	25.2	25.6	25.6	25.3

表 2 - 5 - (2) 月別の平均日温度変化

単位：℃

月 \ 場所	Rangpur	Bogra	Sirajganj	Faridpur
Jan.	13.4	13.4	13.0	12.7
Feb.	14.2	14.5	14.5	13.4
Mar.	14.8	15.6	14.2	14.4
Apr.	13.0	13.7	13.3	11.6
May	10.1	9.8	9.1	8.8
June	7.4	7.0	6.1	6.3
July	5.7	5.3	4.7	5.0
Aug.	5.5	5.5	4.4	4.6
Sept.	6.0	6.1	5.2	5.2
Oct.	8.1	7.8	7.0	7.0
Nov.	12.1	11.1	10.8	9.9
Dec.	12.4	12.7	12.6	12.0
年平均	10.2	10.2	9.6	9.3

表 2 - 5 - (3) 最高気温と最低気温

単位：℃

場所	最高気温	最低気温
Rangpur	(4th May 1960) 41.7	(15th Jan 1960) 7.2
Bogra	(26th May 1959) 43.9	(15th Jan. 1937) 4.4
Sirajganj	(6th May 1960) 42.8	(17th Jan. 1954) 7.2
Faridpur	(1st May 1960) 41.7	(13th Feb. 1950) 4.4

表 2 - 5 - (4) 月別平均湿度

単位：%

場所 観測時間 月	Rangpur		Bogra		Sirajganj		Faridpur	
	9時	18時	9時	18時	9時	18時	9時	18時
Jan.	83	67	78	59	77	76	80	65
Feb.	75	54	72	48	69	60	74	60
Mar.	60	42	63	37	64	50	68	49
Apr.	67	47	67	42	68	50	73	58
May	78	65	78	67	80	71	77	75
June	86	81	86	82	85	86	85	84
July	85	81	86	81	87	85	87	85
Aug.	86	82	87	82	86	86	86	84
Sept.	84	82	85	82	85	85	83	83
Oct.	83	77	81	76	80	84	79	81
Nov.	80	74	78	69	76	82	77	76
Dec.	86	77	79	65	77	80	80	75
年平均	79	69	78	66	78	75	79	73

表 2 - 5 - (5) 月別平均降雨日数

单位：日

日 場所	Rangpur	Bogra	Sirajganj	Faridpur
Jan.	1.0	1.3	0.9	1.0
Feb.	1.2	1.3	1.3	1.9
Mar.	1.7	2.1	2.4	2.3
Apr.	4.6	3.6	4.9	6.0
May	10.7	9.1	10.8	11.3
June	15.6	14.0	13.3	14.9
July	15.5	16.3	15.3	18.4
Aug.	14.6	15.9	14.1	16.1
Sept.	11.5	12.7	11.7	12.9
Oct.	5.2	6.3	6.2	6.6
Nov.	1.0	0.9	1.1	1.5
Dec	0.1	0.2	0.1	0.2
年合計	82.7	83.7	82.1	93.1

表 2 - 5 - (6) 月別平均雨量

单位：mm

月 場所	Rangpur	Bogra	Sirajganj	Faridpur
Jan.	12.45	13.72	13.46	12.70
Feb.	14.73	16.51	16.76	26.42
Mar	22.61	27.18	36.83	36.32
Apr.	84.07	63.25	87.38	128.02
May	303.02	195.07	235.46	270.76
June	519.18	303.20	329.69	344.93
July	430.78	317.50	312.17	338.07
Aug.	347.22	350.52	321.06	312.42
Sept.	305.56	275.08	237.74	244.86
Oct.	165.86	180.09	148.84	180.09
Nov.	11.18	13.46	20.83	29.21
Dec.	2.03	2.03	0.51	1.78
年合計	2,218.69	1,784.60	1,760.73	1,925.57

表2-5-(7) 年間最大風速の記録

単位：m/sec

年 場所	Dacca	Chittagong	Cox's Basar	Barijal	Jessore
1955	20.6	13.0			
56	10.7	13.0			
57	22.4	13.0			
58	23.7	22.4			
59	26.8	13.0			
60	30.8	55.9	19.2		4.5
61	40.2	22.4	22.4		25.9
62	34.4	27.3	22.8		19.7
63	34.9	55.9	44.7		7.6
64	27.7	31.3	23.2	15.6	25.0
65	44.7	32.2	58.6	12.5	23.2
66	33.1	33.1	33.5	22.8	30.4
67	25.9	26.8	36.2	25.9	28.2
68	33.5	29.5	33.5	10.7	17.9
69	40.2	27.7	36.7	23.2	14.3
70	46.0	61.7	34.9	26.8	—

表2-5-(9) 職種別労働者賃金

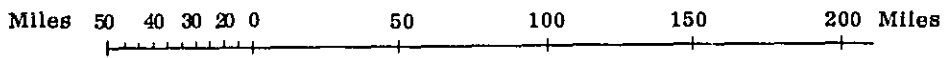
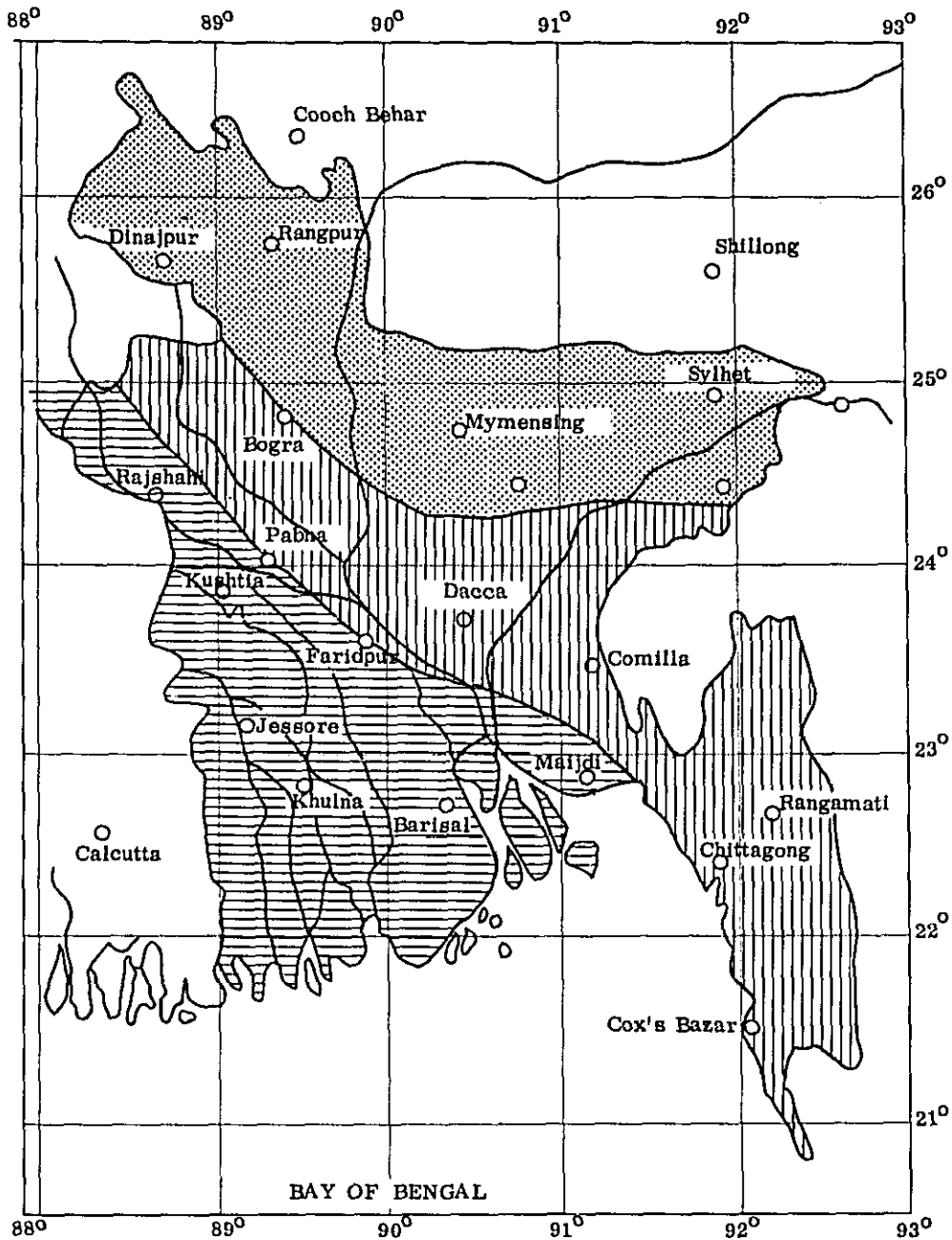
職 種	賃 金	
土 木	taka 5	円 190
大 工	10	380
鉄 筋 工	10	380
ト ビ	12	455
オペレーター(クレーン等)	20	760

(注) 表2-5-(9)は1972年12月における賃金で、労働時間は8時間である。なお、現地貨幣の円への換算は、1taka≒38円としておこなっている。

表 2-5-1(8) バングラデシュ 国内及び、その周辺において発生した地震

<p>1. 1869年1月10日のCachar 地震</p>	<p>地震を感じた地域は Assam, East Pakistan, West Bengal, Burmah 及び Bihar の約 250,000 平方マイルに及んでいる。震央は Jaintia hills の北部国境 (北緯 26°, 東経 92.7°) である。地盤のひびわれ、隆起、沈下が Pola 河と Dhulesur 河と間の多くの地域でおこっている。Sealtic Bazar の近くの村では家屋が 40 ~ 50 ft 沈下している。大きな被害は Cachar 県と Manipur 県においておこり、East Pakistan の北東の部分においても被害が出ている。Dacca においては二、三のビルにおいてひびわれが出ている。</p>
<p>2. 1885年7月14日のBengal 地震</p>	<p>この地震の震央は Serajganj の南東約 37 マイルの地点である。230,400 平方マイルの全地域において地震が感じられている。Serajganj は非常に大きな被害を受けた町の一つである。Sherpur, Bogra 及び Nathore もまた被害をうけている。レンガとセメントでできた重量の大きい屋根をもったレンガ壁のヨーロッパ風の設計の行なわれた家屋は所によっては倒壊したり、修理不能というような被害をうけている。Dacca における被害は他の場所と比べて小さかった。</p>
<p>3. 1897年7月12日のAssam 地震</p>	<p>この地震は最も大きな地震の一つであり、地震を感じた地域は 1,750,000 平方マイルの地域に及んでいる。二つの地震の震央は Shillong の附近である。(北緯 25.7°, 東経 91°)。この地震は Assam における大きな地域を荒廃させ、東バキスタンと西ベルガンにも大きな被害を与えている。その本震の後 10 年の間に 5,000 回の余震が感じられている。Sylhet においてはほとんどすべてのレンガの建物が被害をうけ、たくさんの地われが生じ、Dacca, Rangpur 及び Mymeneingh におけるレンガの建物の多くに被害が出ている。Chittagong においては 2, 3 の建物にひびわれが現われている。</p>
<p>4. 1918年7月8日のSriman-gal 地震</p>	<p>この地震の震央は Balisera Valley である。Maulvi Bazar においては、すべての建物が損傷を受け、その多くは倒壊している。Sylhet と Kishoreganj においては、すべてのレンガの建物にひびわれが生じ、それらの多くは倒壊している。Dacca においては 2, 3 の建物が軽微な損傷を受けている。</p>
<p>5. 1930年7月3日のDhubri 地震</p>	<p>この地震の影響範囲は Assam, 東バキスタン及び西ベルガンである。この地震の震央は Assam の Dhubri Town の近くで (北緯 26°, 東経 90°) この地震は Assam の西部地域、東バキスタン及び西ベルガルの北部地域に被害を及ぼしている。東バキスタンにおける Lalmunirhat, Rangpur, Kurigram, Gailbanda の町には大きな被害が出ている。カルカッタの 2, 3 の建物においても Reuter's ビルディングを含めて、ひびわれが発生している。</p>
<p>6. 1950年8月15日のAssam 地震</p>	<p>これは今までに記録された最大級の地震の一つである。震央は Burma - China - Assam の国境附近にあったにかかわらず、東バキスタンにおいても地震が強く感じられている。東バキスタンにおいて生じた被害の詳細は不明である。</p>
<p>7. 1955年12月14日のEast Pakistan - Burma 地震</p>	<p>この地震の震央は Chittagong の南東約 50 マイルの Chittagong hill Tracts (Burma との国境のすぐそば) の附近で、Chittagong では地震がおこったとき、多くの振り時計はとまり、また 2, 3 の建物も軽微な被害を受けている。</p>

バングラディッシュの地震影響圏



- Very active seismic region
Seismic factor 1/5 g to 1/10 g for buildings
- Active seismic region
Seismic factor 1/10 g to 1/20 g for buildings
- Least active seismic region
Seismic factor 1/20 g or less

g = gravity = 1,000 cm per second

☒ 2 - 5 - (1)

2-5-3 土質

1. ジャムナ河周辺

既存のボーリングデータとしてはWAPDAが東パキスタン時代に送電鉄塔の基礎のために実施したARICHA附近のものと、バングラデシュ独立後に、中国が技術援助としてやりかけていたBOGRA-GABALGAON 周辺のものをWAPDA が引きついで実施したものが1本ある。(APDENDIX 参照)

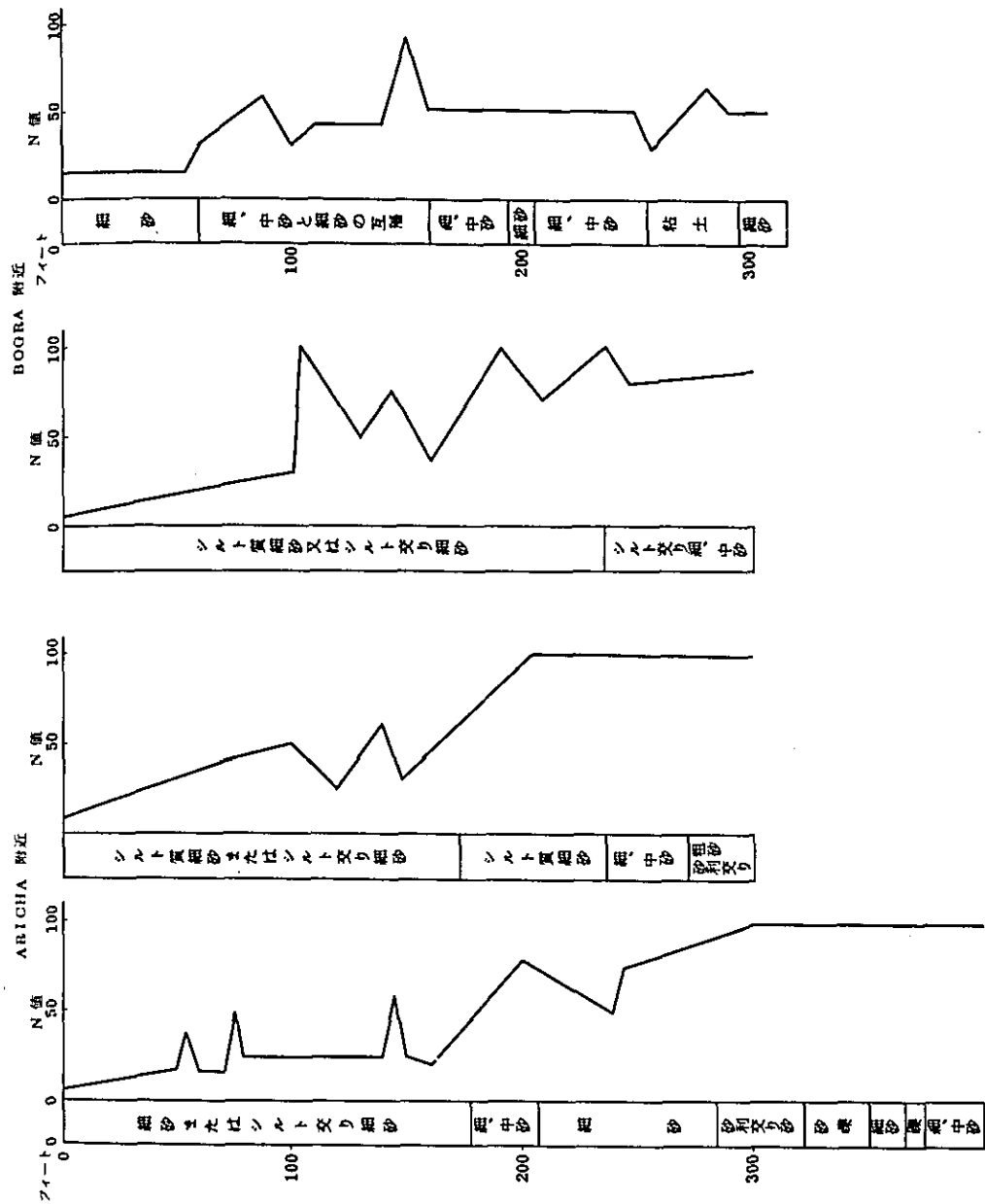
その一部を見やすく概略にまとめたものを図2-5-(2)に示す。すなわち、シルト分が少々交った砂とか薄い雲母片の交った中砂の層をとところどころ含む細砂などの表示は簡略化して細砂でまとめてある。またN値も2~10フィートの間隔でとられているものを全部プロットせず、一群の中の平均的または代表的N値を拾って変化を見ている。

この図から次のように考察される。

- (イ) 上流から2番目のBOGRA-GABARGAON site も最下流のARICHA site においても洪積砂礫層と目される安定した支持層は300フィートより深いところにある。
- (ロ) 地表から300フィート附近までは一言でいえば細砂であるがBOGRA site は上流であるだけに中砂の交った細砂層が多く、シルト分はわずかに交っている程度であるが、100kmほど下流にきたARICHA siteではシルト質またはシルト交り細砂となっており洪水による堆積土砂のわずかな差が現われていると思われる。
- (ハ) N値は100フィート程度の深さで50程度でているが、このような水で飽和した細砂ではN値の大きさのみで支持力の判定をするのは非常に危険である。また700フィート程度の深さで100以上の値を示しているが、ロッド長さが長いので打撃エネルギーのロスも大きくなっており、プレシオメーターによる地盤の弾性係数の測定を合わせ行なって判定する必要がある。
- (ニ) 基礎の根入れ深さは洗掘深の調査および、洗掘防護工法、基礎形式によって差がでて来るが、少なくとも250フィートから300フィートの細、中砂層または硬質粘土層より深くする必要がある。100~180フィートのN値50~80程度の細砂層は、洗掘によりなくなる可能性が強い。(HARDINGE 橋土質調査の項で詳述)
- (ホ) このような土質条件に施工上有利な基礎工法はリバースサーキュレーションドリルによる場所打ち杭か、ジェットノズルを併用したオープンケーソンであろう。鋼杭、P、C杭などを打撃により貫入させることは不可能と考えられる。パイロハンマーによる貫入は杭長が短い場合は容易であると考えられるが、杭径1m程度、杭長80~90メートルのものを施工することは非常にむづかしいと考えられる。

2. HARDINGE 橋地盤調査

洗掘深の推定および基礎の施工法についてHARDINGE 橋の地盤調査は非常に参考となる。(図2-5-(3)にその概略を示す。詳細はAPPENDIX 参照)



WAPDA土質分類方法

- 砂 利 4.76mm以上
 - 粗 砂 2.00~4.76mm
 - 中 砂 0.42~2.00mm
 - 細 砂 0.074~0.42mm
 - シルト又は粘土 0.074mm以下
- シルトと粘土は液性限界、塑性指数より判定する。

C-6 E-8 E-9 G-4

図 2-5-1(2) ジャムナ河土質柱状図及びN値概略図

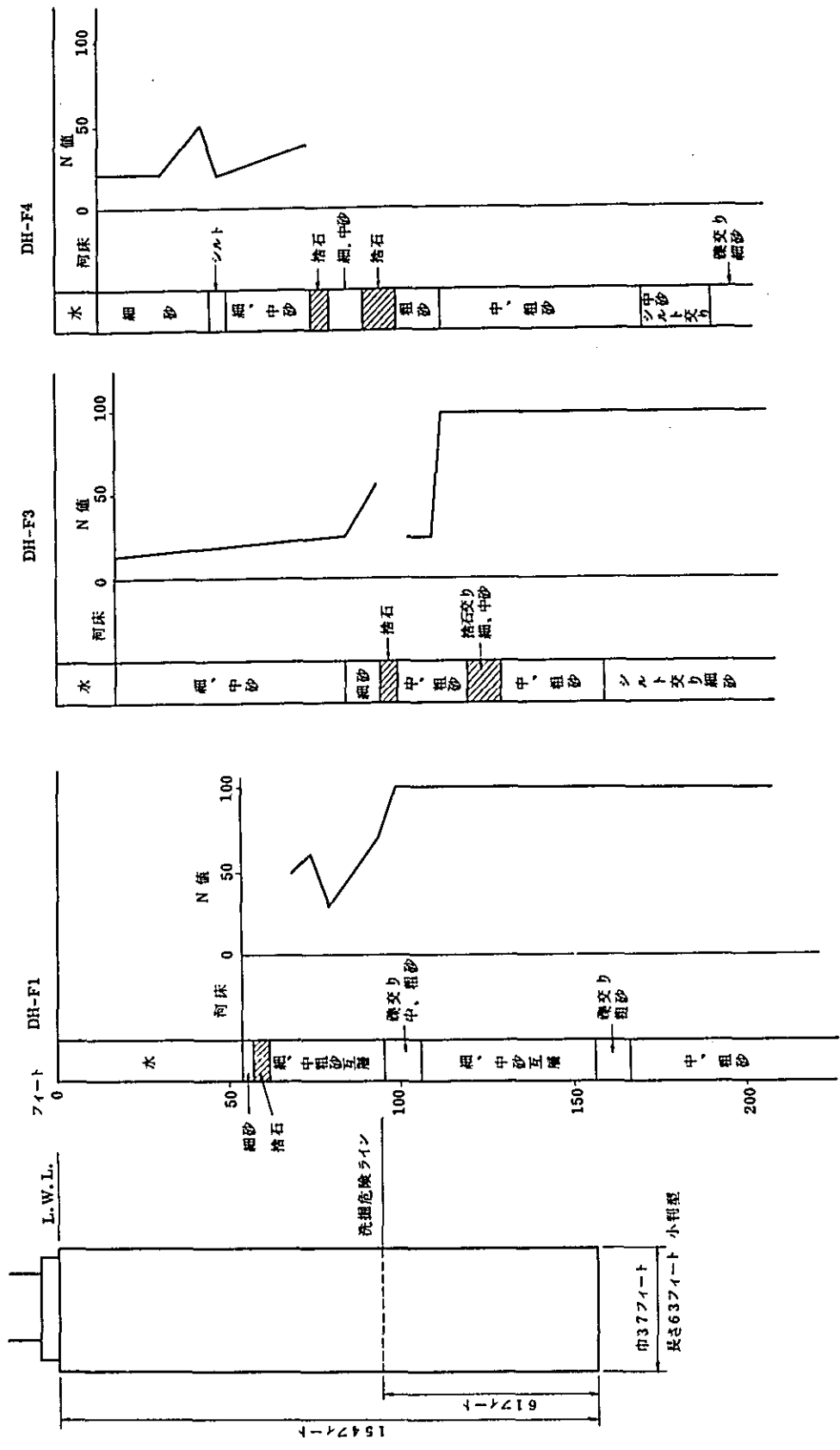
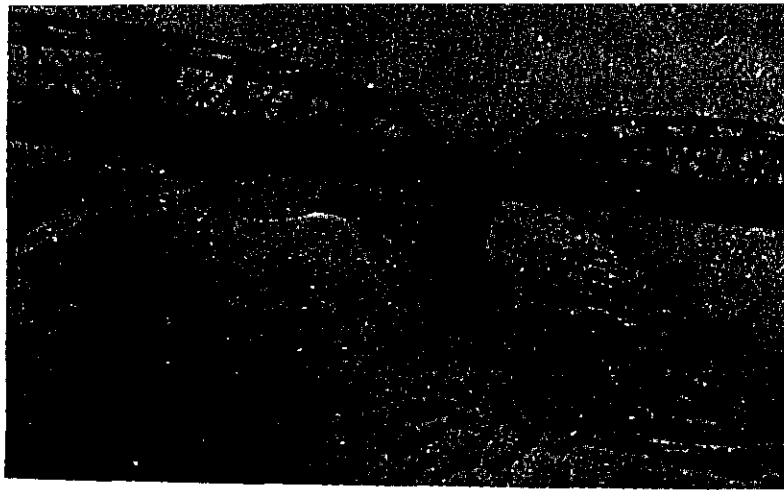


図 2-5-1(3) HARDINGE 橋基礎及び土質柱状図、N値(ガンジス河)
(N値100以上は100で表示)



HARDINGE橋の橋脚の中洲

HARDINGE 橋は1909年着工1915年完成した鉄道橋で、基礎は巾37フィート、長さ63フィート、深さ154フィートのオープンケーソン (Main Pier 16基) 根入れ深さはL.W.Lより150~160フィートである。

施工法は大部分が木製ポンツーンの上でウエルカーブを作り、ポンツーンを沈めて進水させ、所定位置に据付け沈下させた。一つの基礎は一湯水期(11月~6月)約8ヵ月で仕上げるため、当時としては大規模なプレハブブロックによる基礎本体の築造を行なっている。

基礎施行時および完成後に河床に捨石を行ない洗掘防護を行なっているが、これがその後約60年間、雨期に大きな洗掘を受けて、捨石が次第に沈みDH-F3, DH-F4で洗掘危険ラインまで下っている。1938年にはこの線まで洗掘され急拠捨石を投じて維持手当を行なっている。

堤防防護, 橋脚洗掘防止のため毎年2,200m³の捨石を投じている。

洗掘防護を行ないながらも80~90フィートの洗掘をうけており、ジャナム河においては洗掘防護を行なっても100~150フィートは覚悟する必要がある。(河川の項で詳述)

N値30~50程度の細, 中砂は容易に洗掘されていることがわかる。

また, N値100以上の砂層にオープンケーソンを沈下させることはそれほど困難ではなかったと推定される。ただしジャナム河の場合はケーソンの長さが更に100フィート以上長くなると考えられるので, 沈下荷重, 周面摩擦, ジェットノズルについてめん密な検討が要求される。

3. 取付道路地盤調査

取付道路における盛土, 構造物のための地盤調査としてはARICHA siteはAppendixが参考となる。地表面にシルト, 粘土層が被るチャンスが多くなる以外は河岸のデータとあまり変化はなさそうである。従って上流のサイトにおいても河岸とあまり変わらないと考えてよいであろう。カルバート, ひいつ橋等は, その規模に応じて60~100フィートの支持杭また

は摩擦杭を、細砂層に根入れすると考えておけばよい。

MEYMENSINGH, BOGRA の内陸部に入ると砂礫層が比較的浅く(70~170フィート)出て来て地盤は良好と考えられる(APPENDIX 参照)

架橋サイト選定のための概略設計においては河川部のデータと、既存の内陸部のデータを対比することで見当をつけても大きな誤差は出ないと考えらる。

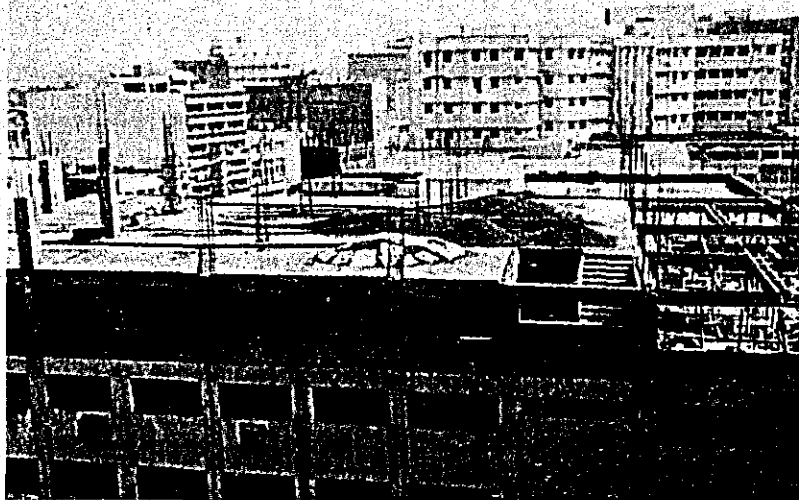
既存のボーリングまたは井戸のデータの位置が正確にわかっていないので今後WAPDAにおいて聞きとりによりはつきりさせる必要がある。

2-5-4 工事用材料

1. 現 状

土木工事に用いる材料はあらゆるものがこの国では不足しており、戦乱後の統制経済下において品不足、価格急騰、ヤミ相場の出現という形になっている。

すなわち石材をほとんど産出しないこの国において、もつとも安価な建築材料であるレンガはこれを焼くための石炭不足からこの一年で約2倍に急騰している。石灰石、石炭不足からクリンカーを輸入することによるセメント生産も国内需要の10%程度を満すにすぎず、1972年12月から1973年4月までは毎月6万トン程度のセメントがインド、韓国などから到着する。



DACCA市内建築工事に使用されているレンガ砕石力を受ける柱は通常に鉄筋コンクリートで、レンガ砕石コンクリートは壁などに使用される。

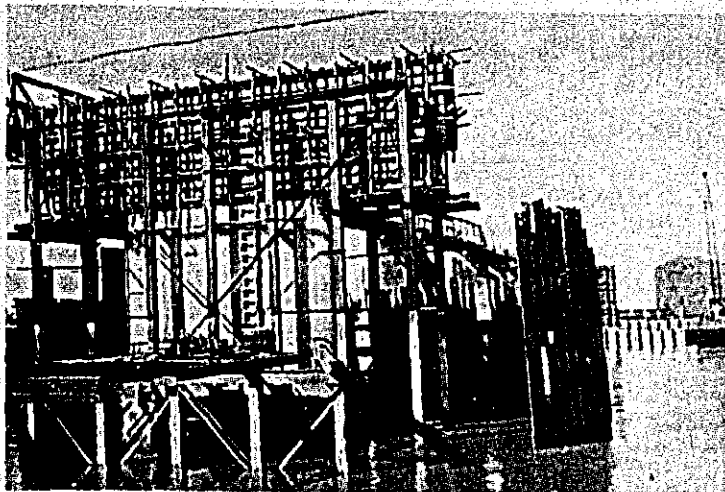
ジャムナ架橋の調査が順調に推移し、建設が決定されとした場合の着工時期は1976年11月の雨期明けと考えられるので、現在の混乱状態は改善されていると考えてよいであろう。

また、国土の復興、産業の発展などから工事に用いる材料の事情もある程度変わってくるのは当然のなり行きであるが、この国の宿命である山のない平地と資源のほとんどない状態を念頭に置く必要がある。

現在工事中(戦乱のため中断)のSITARAKHYA橋(大林組、三井物産共同企業体)MIRPUR橋(米国業者)において鋼材、セメント、機械類は全て受注業者の本国または近隣

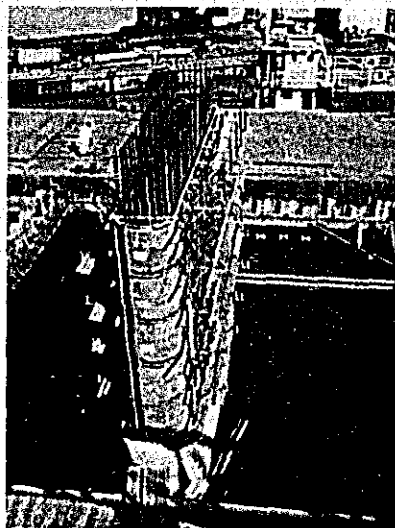
の東南アジア各国から輸入している。

バングラデシュ国内から調達しているものはコンクリート用粗骨材、細骨材の他に一部足場用、型枠用木材程度であるが、木材は品質が悪く、乾燥キレツ、変形が出やすいため型枠として使用しにくく、MIRPUR 橋では米国より輸入したメタルフォームを使用している。足場丸太はわん曲したものばかりでほとんど使用に耐えられず、H形鋼を使用している。



MIRPUR 橋仮設足場
(H鋼使用)

レンガは品不足の上、品質にバラツキが大きく、吸水の問題もあり、これを砕石にして本体用コンクリート骨材として使用している例はみられなかった。仮設用のアンカーのコンクリートに使用している例はある。



MIRPUR 橋の橋脚メタルフォーム

粗骨材はSYLHETから船で河を下り運送されている。

砂はSYLHET産のものは粒度が荒いため、これと国内至るところでとれる微粒砂を1:1で混合して粒度調整するとともにコストダウンをはかっている。

SYLHETからSITARAKHYA 橋の現場まで約200 km, MIRPUR 橋の現場まで約220 km あり、これを河を下って船で運ぶため、運送費がかかり、砂は4,000~4,500円/m³, 砂利は4,500~5,000円/m³もしている。

微粒砂は現場附近でとれ、 $1,400$ 円/ m^3 である。

ちなみにレンガが碎石の値段は 900 円/ m^3 である。

HARDINGE 橋建設当時(1905~1915)護岸用捨石およびコンクリート用骨材は架橋地点上流(ガンジス河)で現在インド国内のRAJMAHAL(216 km)から船でPAKUR(377 km), ヒマラヤのふもとのTANTI(351 km)から貨車で運ばれその量は、 $1,050,000 m^3$ に達している。

電力は全国の供給能力10万kwに対し、需要8万kwで買電は可能であるが、ジャムナ河附近は配電の問題もありまた、一般に停電も多いことから発電機を用意する必要がある。

労働者、オペレーターなどは他の東南アジア諸国に比べて質がよく、工業学校出や、職業訓練所出のフォアマンも充分まかせて仕事ができるようである。

2. 着工における展望(1976年以降)

鋼材は鉄筋を除いては日本から持込む必要があると考えられる。

鉄筋およびセメントはその時点において日本または台湾、韓国、インド、シンガポールなどから持込むことが考えられる。質および量の確保の点で、バングラデシュ国内産のものを期待したい。

コンクリート用粗骨材については

- ④ SYLHET およびその周辺の川砂利
- ⑤ インドのBAGHMARA 附近の碎石
- ⑥ インドのTURA 西側、(ジャムナ河左岸)の碎石
- ⑦ インドのDHUBRI 附近(ジャムナ河右岸)の碎石
- ⑧ BOGRA 北方にある良質粘土をやいた人工骨材
- ⑨ RANGPUR, JAIPUR 附近での炭鉱開発に伴う副産物としての石灰石や花崗岩などが候補としてあげられる。

また、護岸用、洗掘防止用捨石としては上記のB, C, D, Fが候補となる。

HARDINGE 橋における捨石、コンクリート用骨材は総量で $1,050,000 m^3$ であるがこれの内訳資料はなかった。しかし基礎寸法などから類推すれば、捨石 $900,000 m^3$, 砂利 $100,000 m^3$, 砂 $50,000 m^3$ 程度の比率となる。

ジャムナ橋の場合どの程度の捨石、骨材量が必要になるかは、上下部工の型式などを決める予備設計を行なった上でないと把握できないが、HARDINGE 橋の長さ約 $1,500 m$ に対しジャムナ橋 $8,000 m$, 基礎根入れ50%増、基礎型式を $\phi 1.5 m$ のリバース杭として推定すれば、捨石 $2,000,000 m^3$, コンクリート用粗骨材 $400,000 m^3$, 細骨材 $200,000 m^3$ 程度の規模となろう。

これらの数量を念頭において④~⑨までの候補地について考察する。

- ④ SYLHET



SYLHET産の玉石

現在施行中のSHITARAKHYA 橋, MIRPUR 橋などはここから供給されているがその骨材消費量は各々約15,000m³程度である。

バングラデシュにおける各種建設事業はこれから相当伸びるのでDacca周辺における骨材の需要をまかなうだけで精一杯となるかも知れない。もともと底の浅い経済状況にあるので、桁違いの需要があれば相場の暴騰も考えられ量を確保できるかどうか疑問である。

ただSYLHET周辺でまだ開発されていない川砂利, 砂の埋蔵があるようで, 需要の一部をこの附近に期待する可能性はある。

質的にはPC桁にも使用されており問題はない。

輸送上の問題は陸上輸送は今の道路網, 鉄道網の現状から見て, 可能性はなく, 水運による他ない。

架橋地点が最下流のARICHA附近になれば, 輸送距離も250 km程度で充分可能であろうが, 架橋地点がSIRAJGANJ 以北になれば, ジャムナ河を逆のぼって輸送することは非常に不利となろう。

⑧ BAGHMARA 附近

Dacca北方150 kmにインドとの国境があり, 国境の北側20~30 km (ASSAM 地方) は標高1,000 m~2,000 mに達する連山となっておりSYLHETの川砂利もこの山地に源を発する川から運ばれて来るものである。この山地でBAGHMARA 地方に良質な砕石が得られるようであり, 陸路約100 kmでジャムナ河左岸まで輸送できるが, 道路事情が相当悪いため, 道路整備を先行させる必要がある。

⑨ TURA 西方

⑧と同様ASSAM 山地であるがジャムナ河左岸 (インド国内) まで40 km程度であるので, インド国内の輸送事情 (道路, 鉄道) がよければ⑧より有利となろう。

⑩ DHUBRI 地方

ジャムナ右岸沿いにインド国境へ15 km程度入ったDHUBRI 地方に花崗岩の露頭が

あり、河岸までの距離も短かく、採取設備も簡単ですみそいな点、最も有力な採取候補地と考えられる。

架橋地点までの距離は〔I〕BAHADURABADで90km、〔IV〕ARICHAで240kmであるが、河を下って輸送すればよいので輸送コストは安い。大量に必要とされる捨石とコンクリート用粗骨材はここからとるのが最も安価と考えられる。

㊦ BOGRA 北方の人工骨材

これは西ドイツのクルップ社がバングラデシュ国内の骨材入手難の現状を考慮して粘土から人工骨材を作り市販しようという計画であるが、実現するかどうか未定である。この計画が実現した場合、量と質、価格の点に問題がなければコンクリート用骨材として利用できる。

㊧ RANGPUR, JAIPUR 附近

バングラデシュ国内で石炭がとれる可能性がこの附近にあり、資源のとほしい国であるので、政府も相当力を入れるつもりのものであるが、炭層が地下120～200mの深さにあり採算にのるかどうかが非常に疑問である。現在調査検討中であるが、実現するとしても5～10年先のことになりそうで、その炭鉱開発の副産物としての石灰石や花崗岩は量の確保、採取コスト、輸送コスト、利用可能時期の諸点で、まず見込みなさそうである。

2-5-5 設計、施行条件

1. 設計に必要な諸条件

ジャムナ河を越える部分の橋梁のスパン割、構造形式などは今後の調査結果をまって検討されるべきであるということはいうまでもないが、橋梁の設計そのものは、わが国の技術水準から判断してそれほど困難はないと思われる。ただ、この場合設計のために必要な諸条件、たとえば、橋梁に作用する荷重条件や洗堀深さ、地盤の工学的性質などの架橋位置の環境条件を明確にしておくということが必要である。今回の調査において知り得た設計の前提となる諸条件は次のとおりである。

(1) 設計に用いる示方書

道路橋の設計に対してはパキスタン時代に 'Highway Bridge Code for East Pakistan' があつたが、これは非常に簡単な示方書で橋梁の設計を行なうにはこれのみでは十分でない。現在もバングラデシュ国独自でつくつた示方書はなくコンサルタントは Road & Highway Directorate の承認を得て設計に適用する示方書を適宜選んでいるが、ほとんどの場合 AASHO を使用している。

一方鉄道橋の示方書としては 'Bridge Code as Specified for the Indian Railways' が用いられているが、これは基本的には 'British Standard & Specification' によつたものである。

ジャムナ架橋を道路・鉄道併用橋で計画する場合には、現状では適用示方書が上述したごとく道路部分に対しては米国の示方書（AASHO），鉄道の部分に対しては英国の示方書（B. S. Code）と、一つの橋に対しては二つの別々の示方書を用いなければならないことになり、いずれの国の示方書を適用すべきかは今後の問題点の一つである。

(2) 設計活荷重

現在バングラデシュ国では道路橋に対する設計活荷重としてはAASHOのH20-S16-44を用いており、チェックロードとして図2-5-(4)に示すような軍用荷重も一部に使われている。

一方鉄道橋の設計活荷重としては、Broad Gauge に対しては図2-5-(5)が、またMetre Gauge に対しては図2-5-(6)が用いられている。これらのStandard Loading は 'BRIDGE RULES, Rules specifying the loads for designing the super and sub-structures of bridges and for assessing the strength of existing bridge 1942' より抜粋したものである。

(3) 風荷重

上述の表2-5-(7)からわかるように、海岸地方において観測した既往の最大風速は58.6 m/sec である。ジャムナ架橋の位置がかなり内陸部であることを考慮すれば、設計に用いる風荷重としては、日本の道路橋示方書におけると同様に55m/secの風速を基として定めた風荷重を用いれば十分に安全であると考えられる。

(4) 地震の影響

過去の地震の記録および建物に対する設計震度図についての一つの案は、2-5-2において述べたとおりであるが、この程度の記録のみから設計に用いる水平方向の基本震度の値を与えることはむづかしい。レンガ積みのかかなり古い建物が残っているというような事実からも日本におけるほどの設計震度を考慮する必要はないと考えられる。水平方向の基本震度として一応0.1～0.15を考えれば充分ではないかと思われる。現在工事中のShitalakhya 橋及びDacca-Aricha 間道路の橋梁の設計においても水平方向の基本震度としては0.1が採用されている。

(5) 温度

表2-5-(1)～表2-5-(8)から断面力の計算に用いる温度変化の範囲としては、鋼橋の場合には0～60℃をコンクリート橋の場合には10 day の昇降を考えれば充分と思われる。また、可動支承の移動量の算定に用いる温度変化の範囲は鋼橋の場合には0～60℃（ただし、コンクリート床版を有する上路橋では0～50℃）を、コンクリート橋の場合には0～45℃を考えればよいと思われる。

(6) 航路限界

バングラデシュ国IWT A では、水運の面から各河川の等級を定めており、これにもと

づいて橋下の航路限界や水深がきめられている。ジャムナ架橋の場合にはIWTAの意見によると巾は250ft,高さはStandard Highwater Levelより40ftの桁下空間をとればよいとのことである。

(7) 洗掘深

下部構造基礎の根入れ長さの決定に当っては、洗掘深を適確に推定することがきわめて重要である。パングラデシュ国における過去の事例からみても、洗掘深は容易に10m以上に達しているようである。

ジャムナ河などと比べると洗掘量は非常に少ないと言われているSitalakhya河に架設中のSitalakhya橋においても、60ft程度は洗掘されるという想定のもとに基礎の根入れの長さがきめられている。

洗掘深は、大ざっぱには水深の1.8倍程度ということも言われているが、今後の調査が必要である。

2. 施工に必要な諸条件

施工計画をたてたり、工費積算をおこなったりするには現地におけるさまざまな事情をよく調査しておくことが必要であるが、今回知り得たことがらを以下に述べる。

(1) 労務状況

Sitalakhya橋及びMirpur橋の現場において聴取したところによると、労務者は日本と同じような各種の職種に分かれており、その賃金は表-2-5-(9)のごとくであり、わが国と比べるときわめて安い。また、一般に労務者の質はよく、うまく指導すれば熟達はやいとのことである。

(2) 動力状況

DaccaあるいはChittagongなどの大都市の近辺では動力用電力を入手することは容易であるが、ジャムナ河周辺ではかなりむづかしい。買電した場合でも、電圧の変動がはげしく、またときどき停電するというような難点があるので、Dacca周辺の土木工事現場でも自家発電機一式をおき、緊急のときにそなえているところが多い。

(3) 輸送状況

架橋工事に必要な材料、機材はその大部分を海外からの輸入に頼らなければならないと思われるが、この場合の港としてはChittagongとKhulnaが考えられる。これらの港で通関の後、ジャムナ河の架橋地点までの国内輸送にはPadma河、ジャムナ河経由で水路を利用するのがもっとも安価な方法であろうと思われる。これらの河の水深は、ジャムナ河の上流、インドとの国境附近までは一応7ftが確保されている。また、航路標識も設置されているが夜間の航行は熟練したパイロットがいないとむづかしい。IWTAの話によると、800tまでの船がインド領へ遡航した実績があるとのことである。鉄道利用の場合、積み卸し駅での荷後設備を、また道路利用の場合には道路そのものを新設しなければならないし現状では重量・容積の大きい資材の運搬は不可能と言える。

