

バングラデシュ人民共和国

シヤムナ河築橋計画報告書

Ⅰ 概要並びに結論

1973年8月

国際協力事業団

バングラデシュ人民共和国

ジャムナ河架橋計画調査報告書

VOLUME I 概要および結論



国際協力事業団	
受入 月日 52. 3. 8	2/PIC
登録No. 4942	J7.2 I
	FV-1

1976年8月

国際協力事業団

国際協力事業団	
受入 月日 '84. 5. 21	101
登録No. 06223	61.5 SD

は し が き

日本国政府は、バングラデシュ国政府の要請に基づき、同国の東西地域を分断して貫流するジャムナ河架橋計画調査に協力することとし、国際協力事業団がその実施に当った。

事業団は上記計画の重要性に鑑み、昭和47年12月に、本州四国連絡橋公団理事川崎偉志夫氏を団長として団員13名より編成された事前調査団を派遣し、本架橋計画に対する現地調査を行ない、Bahadrabad, Gabargaon, Sirajganj および Aricha の4架橋候補地点をバングラデシュ国政府に提案した。この事前調査団の調査結果を基にして、昭和48年8月に、Feasibility Study が社団法人国際建設技術協会理事猪瀬寧雄氏を総括団長として開始された。第1段階における調査として、昭和48年9月以降数次にわたり、河川、橋梁、道路、鉄道、フェリー、交通・経済および土質・石材の各部門の調査団を派遣して現地調査を行ない、検討結果をとりまとめ Interim Report を作成した。本 Report においては上述の4架橋候補地点についての河道の安定度、交通量および概算工事費の観点より検討した結果、Sirajganj 地点を最適架橋地点として提案し、昭和49年11月下旬に派遣した Interim Report 説明代表団とバングラデシュ国政府代表団との間に Sirajganj 地点を最適架橋地点とすることの決定がなされた。引続き第2段階における調査として、昭和49年11月より昭和50年2月にわたり Sirajganj 地点についての航空写真測量、同図化作業、河川横断測量および地形測量を行ない、これ等の成果を使用して、上記部門の調査および計画のとりまとめを行ない、更に本架橋計画に対する総合工事計画および経済評価を行って Draft Feasibility Study Report を完成した。その後、上記 Report について、昭和51年5月下旬、建設省土木研究所・河川部長土屋昭彦氏を団長に編成された Draft Feasibility Study Report 説明代表団とバングラデシュ国政府代表団との間で協議を行ない、ここに本報告書提出の運びとなった。

この報告書が今後における日・バ両国の技術協力を通じて、バングラデシュ国の架橋技術向上の一助となるとともに両国間の友好親善に役立つならばこれにまさる喜びはない。

おわりに、現地調査の実施に際し3年有余に亘りご協力を頂いたバングラデシュ国政府関係各位および在バングラデシュ国日本大使館の各位に深甚なる感謝の意を表わすとともに、本調査にご協力された建設省、運輸省、その他関係各位に対し厚くお礼申し上げます。

昭和51年8月

国際協力事業団

総裁 法眼晋作

伝 達 状

日本国際協力事業団
総 裁 法 眼 晋 作 殿

今般、御下命によるバングラデシュ人民共和国ジャムナ河架橋計画調査の最終報告書が完成致しましたので茲に御伝達申上ます。

本調査は開始以来満3ケ年の日時を必要と致しました。調査の内容は多岐にわたっておりますので報告書は調査内容に応じて以下のように8巻に分類してとりまとめを行いました。

- I 概要および結論
- II 河川制御計画
- III 橋梁計画
- IV 接続鉄道計画
- V 接続道路計画
- VI 地質および石材調査
- VII 交通および経済便益調査
- VIII 総合工事計画および経済評価

本調査団は1973年8月より1975年8月に至る間、必要な期間バングラデシュ国に滞在して測量、資料の収集等を含む諸般の現地調査を実施しました。これらの現地調査はバングラデシュ国側のカウンターパートの協力の下に行われたものでありますが、この間、バングラデシュ国政府当局の意向を確認しておく必要のある事項については、本調査団とバングラデシュ関係当局者との間で協議を行った上決定しております。

各部門の計画、この計画のフィージビリティの検討等に伴う業務は日本国内において遂行致しました。

本最終報告書の草案の完成せられた時点において、わが国代表団とバングラデシュ国代表団との間でその内容についての説明検討会がダッカにおいて開催せられました。この会議は1976年5月27日、5月31日の両日にわたって行われ、両代表間で協議決定をみた事項は本報告書の中にとり入れられております。

更に、国内においては作業監理委員会および貴事業団当局者と本調査団との間では必要の都度会議が開催せられ、この会議での指示、決定事項はすべてこの報告書の中にと

り入れられております。

なお、この報告書の内容はすべての部門にわたり、作業監理委員会の承認を得ていることを申添えます。

終りに、バングラデシュ国政府機関関係者各位、在ダツカ日本国大使館関係者各位、国際協力事業団関係者各位ならびに作業管理委員会関係者各位の満3ケ年にわたる絶えざる御支援、御協力に対し調査団を代表して衷心より謝意を表する次第であります。

1976年8月

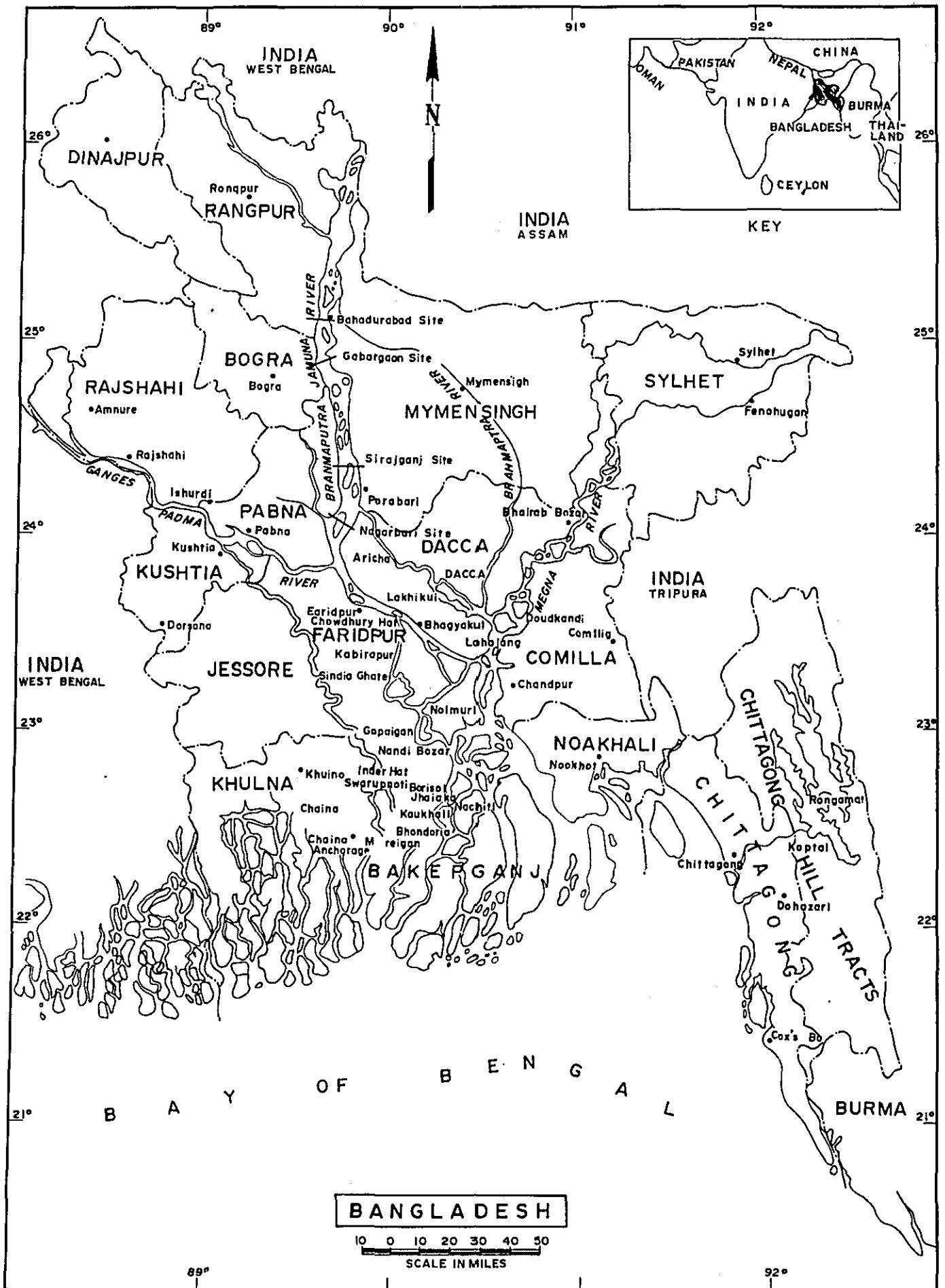
バングラデシュ人民共和国

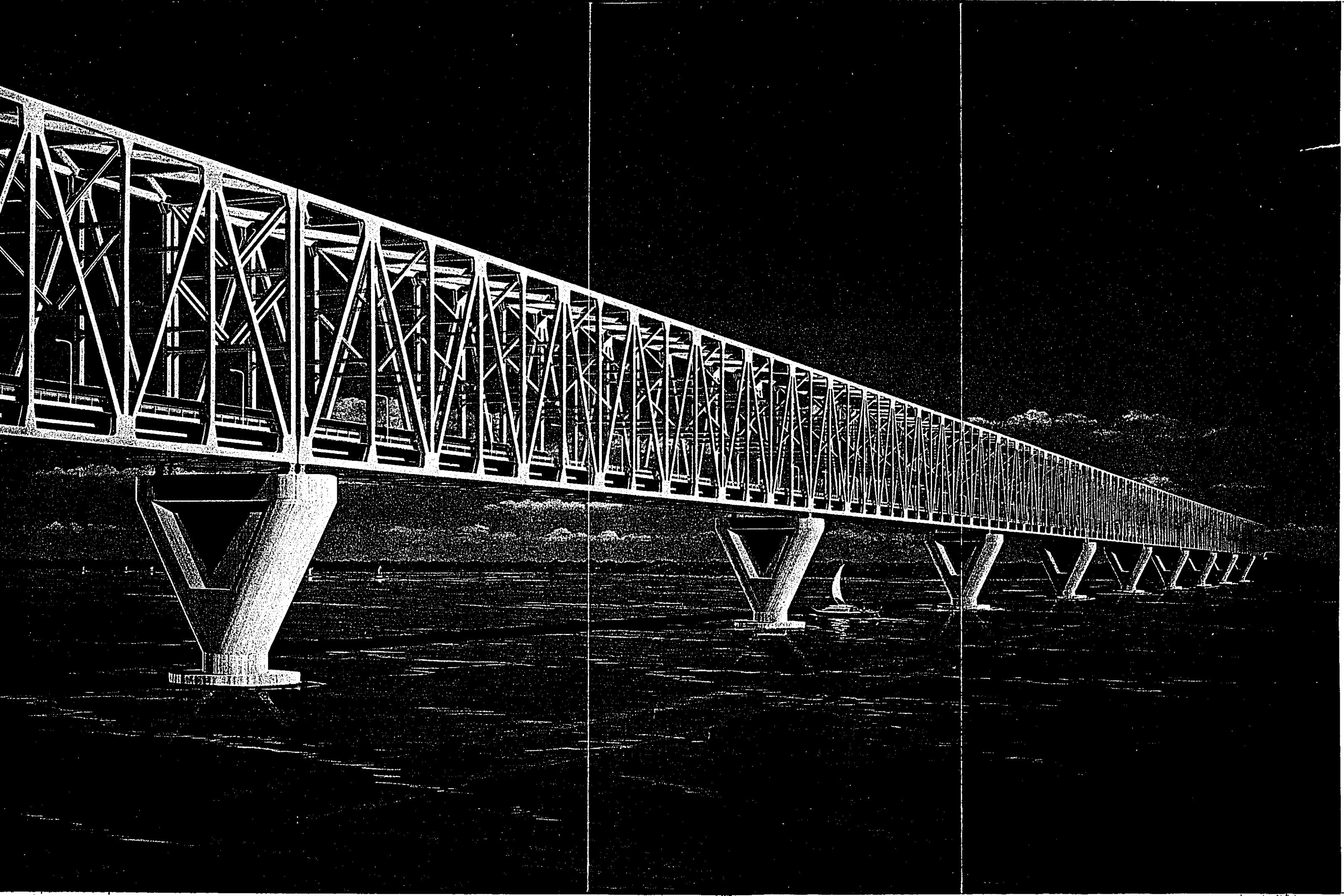
ジャムナ河梁橋計画調査団

団長 猪瀬寧雄

ジャムナ河架橋計画調査報告書

- VOLUME I 概要および結論
- VOLUME II 河川制御計画
- VOLUME III 橋梁計画
- VOLUME IV 接続鉄道計画
- VOLUME V 接続道路計画
- VOLUME VI 地質および石材調査
- VOLUME VII 交通および経済便益調査
- VOLUME VIII 総合工事計画および経済評価





ABBREVIATIONS, DEFINITIONS AND UNITS

Bangladesh	The People's Republic of Bangladesh.
MOC	Ministry of Communications.
R & H	Roads and Highways Directorate of the Ministry of Communications.
BWDB	Bangladesh Water Development Board.
SOB	Survey of Bangladesh.
JICA	Japan International Cooperation Agency, Government of Japan.
OTCA	Overseas Technical Cooperation Agency, Japan. Former name of the JICA.
Jamuna River	The Brahmaputra-Jamuna River.
Jamuna Bridge Project	Jamuna River Bridge Construction Project.
Jamuna Bridge	Tentative name of the bridge in the present project.
Preliminary Study Report	Preliminary Report on the Jamuna River Bridge Construction Project prepared by the Preliminary Study Team of the OTCA, Mar., 1973 (written in Japanese).
Inception Report	Inception Report on Feasibility Study of Jamuna River Bridge Construction Project submitted by the OTCA.
Interim Report	Interim Report on Feasibility Study of Jamuna River Bridge Construction Project submitted by the JICA.
Feasibility Report Volume I	Feasibility Study Report on Jamuna River Bridge Construction Project, Volume I, Summary and Conclusions.
Feasibility Report Volume II	Feasibility Study Report on Jamuna River Bridge Construction Project, Volume II, River Control.
Feasibility Report Volume III	Feasibility Study Report on Jamuna River Bridge Construction Project, Volume III, Bridge.

Feasibility Report Volume IV	Feasibility Study Report on Jamuna River Bridge Construction Project, Volume IV, Railway links.
Feasibility Report Volume V	Feasibility Study Report on Jamuna River Bridge Construction Project, Volume V, Road links.
Feasibility Report Volume VI	Feasibility Study Report on Jamuna River Bridge Construction Project, Volume VI, Geology and stone material.
Feasibility Report Volume VII	Feasibility Study Report on Jamuna River Bridge Construction Project, Volume VII, Traffic and economic benefits.
Feasibility Report Volume VIII	Feasibility Study Report on Jamuna River Bridge Construction Project, Volume VIII, Overall construction plan and economic evaluation.
Main construction works	Construction works comprizing Jamuna Bridge, river control, railway links and road links.
Bridge approach	Railway and/or road between an abutment of the bridge and a point at which it almost descends to the normal formation; 5,100 m respectively from the abutments.
Railway link	Railway between the end of the approach and a connection point on the existing railway.
Road link	Road between the end of the approach and a connection point on the existing road.
Guide bank	Bank built in the river to guide stream.
Cross dike	Dike built in the river to check river flow and support the function of the guide bank.
Cross dam	Embankment built across the river to close.
WL	Water level.
HWL	High water level.
LWL	Low water level.
DHWL	Design high water level.
PWD	Datum of Public Works Department.
GL	Ground level.
km	kilometer.
m	meter.

cm	centimeter.
mm	milimeter.
mi	mile.
yd	yard.
f, ft	foot.
in	inch.
cub.	cubic.
sq.	square.
ac	acre.
cfs	cubic foot per second.
t, ton	metric ton.
kg	kilogram.
lb	pound.
A	ampere.
V	volt.
W	watt.
KV	kilovolt.
KW	kilowatt.
KVA	kilovolt-ampere.
yr	year.
mon	month.
h, hr	hour.
s, sec	second.

1 mi = 5,280 ft = 1.6093 km.

1 yd = 0.9144 m.

1 ft = 0.3048 m.

1 in = 2.54 cm.

1 ac = 0.4046 ha = 0.004046 sq.km.

1 sq.ft = 0.0929 m².

1 cub.ft = 0.0283 cub.m.

1 cft = 0.0283 cub.m/s.

1 in/mi = 1/63,360.

1 ft/mi = 1/5,280.

\$ = U.S. Dollar.

Tk = Bangladesh Taka.

\$1 = Tk 13.

目 次

バングラデッシュ国地図	ii
ABBREVIATIONS, DEFINITIONS AND UNITS	iii
第 I 章 緒 言	1
1. 目 的	1
2. 結論と勧告	1
3. 謝 辞	9
第 II 章 バングラデッシュ国一般情勢	10
1. 地理的状況	10
2. 経済概要	15
第 III 章 架橋地点の評価 (第一次調査)	19
1. 緒 言	19
2. 調査チームの編成	22
3. 測 量	23
4. 地質調査	23
5. 石材調査	24
6. 河川計画	29
7. 橋梁計画	31
8. 接続鉄道計画	37
9. 接続道路計画	41
10. フェリーの現況	47
11. 交通経済調査	48
12. 建設費概算	65
13. 建設資材	69
14. 4 架橋候補地点に対する評価	73
第 IV 章 最適架橋地点 (Sirajganj site) における詳細調査 (第二次調査)	76
1. 測 量	76
2. 地質及び土質調査	77
3. 石材調査	83
4. 河川計画	86
5. 橋梁計画	93
6. 接続鉄道部	97
7. 接続道路部	105
8. 建設基地	108

9. 建設費概算	109
10. 維持費	109
11. 交通経済	117
12. 便益の評価	136
13. 便益費用分析	156
14. 建設工事の工程	160
15. 感度分析	160

APPENDIX I Inception Report on Feasibility Study for Jamuna River Bridge Construction Project	(1)
APPENDIX II Note Verbal	(17)
APPENDIX III Scope of Works	(19)
APPENDIX IV Agreed Minutes at Dacca Meeting Jamuna Bridge Projects, Bangladesh	(24)

第 1 章 緒 言

1. 調査の目的

ジャムナ河を横断するには種々の方法が考えられる。橋梁によってわたる方法もあるが、他にフェリーによってわたる方法、河底トンネルによってわたる方法などがある。そしてこれらの方法はそれぞれ利点と欠点とをもっている。しかし、このプロジェクトはジャムナ河を橋梁でわたる方法について調査を行うものである。すなわち、バングラデシュ人民共和国よりの要請に基づいて日本はジャムナ河を橋梁でわたることについてフィージビリティ調査を行うこととしたことによるものである。

従って、このフィージビリティ調査の目的は、ジャムナ河を橋梁によってわたることについて調査を行うことにある。

バングラデシュ人民共和国（以下バングラデシュ国という）の国土はガンジス河、ジャムナ河（ブラマプトラ河）およびメグナ河によって4分割せられている。ジャムナ河、ガンジス河は世界第一級の河川である。

この4分割された地域のうち、ジャムナ側の東側の地域はダッカ、チッタゴンの二大都市を含み、この国の重要な部分を形成しているが、ジャムナ河の西側地域は上記二大川により中央部から分断せられており、政治的にも経済的にも後進地域となっている。従って、これら両地域を橋で結ぶことは同国の人々にとり多年にわたる宿望だったわけである。

ジャムナ河横断橋梁は唯単にこの地域の交通改善に役立つのみならず、バングラデシュ国の経済発展に大いに貢献するものである。

解放戦争の終わった後、バングラデシュ国政府は日本国政府に対しジャムナ河横断橋梁の建設に対し必要なフィージビリティ調査を実施することについて要請した。

このプロジェクトの重要性にかんがみ、日本政府はこの要請に応じて、バングラデシュ国に対する技術協力の一環としてフィージビリティ調査を実施することに同意し、この調査の実施を国際協力事業団の前身である海外技術協力事業団に指示した。

国際協力事業団においてはこれにもとづいて、このプロジェクトのフィージビリティ調査を実施したものである。

2. 結論と勧告

このフィージビリティ調査の結果に基づく結論と勧告を述べると次の通りである。

- a. このプロジェクトはジャムナ河により東西に分断されているバングラデシュ国の国土を結ぶものであり、国民経済的な見地からみても同国にとっての重要施策の一つであると考えられる。

b. このプロジェクトの範囲としては、ジャムナ河右岸接続道路および接続鉄道の起点からジャムナ河左岸の接続道路および接続鉄道の終点までとする。

従って、この範囲の建設費および維持費はすべてこのプロジェクトの費用の中に含まれるものとする。

c. ジャムナ河横断橋梁の架設候補地点としては、1972年に海外技術協力事業団よりバングラデシュ国に派遣せられた事前調査団により次の4地点が提案された。

- Bahadurabad の下流地点
- Gabargaon 附近
- Sirajganj 下流約10 Kmの地点
- Aricha 上流約20 Kmの地点

今般のフィージビリティ調査においては、第1次調査で上記の4候補地点について優先順位を決定し第2次調査で最適架橋地点に対し更に詳細な調査を実施しその技術的可能性を検討すると共に、架橋による経済効果の評価を行うこととした。

d. 第1次調査において、優先順位の決定にはバングラデシュ国の当局者と協議の結果、次の3つの評価基準を用いることとした。

- 各候補地点における河道の安定性
- 各候補地点におけるジャムナ河横断予測交通量
- 各候補地点における建設費の概算額

上記基準に基づく検討を行った結果はTable1-1に示す通りである。

この結果に基づき、日本側より架橋最適地点としてSirajganj Siteを提案し、バングラデシュ側も全面的に賛成をした。

e. 第2段階の調査に基づいて、Sirajganj Siteにおいて決定された技術的諸元は次の通りである。

河 川

- (i) スパン間隔4,680mのGuide Bank Systemを導入することにより、洪水に対する河道の安定は確保し得るものと判断される。
- (ii) 橋梁の左岸アプローチが横断するダレスワリ河の上流側inlet channelは橋梁周辺の治水上締切ることとし、下流側inlet channelを掘削し、河道の整理を行ない流水の疎通に支障なきを期した。
- (iii) Guide Banks, Dhaleswari 新水路の法線位置・形状については、水理模型実験を取り入れて検証し、その詳細を決定すべきであろう。この意味から本調査においては詳細設計の段階で水理模型実験による検討の費用を見込んだ。

橋 梁

橋梁の諸元は次の如く決定した。

Table 1-1 The Evaluation of the Proposed Sites

Proposed sites	Stability of river		Cost of construction				Estimated traffic volume		Evaluation of Priority		
	Geomor- phology	River- morphology	River works and bridge works: River width		Grand total: River width		Passenger trips	Commodity flow			
			4.2km	5.2-5.6km	Railway	Highway				4.2km	5.2-5.6km
Bahadurabad	B	A'	311	353	123	23	457	499	4,324	2,442(3,655)	B
Gabargaon	A'	A	325	348	123	26	474	497	4,324	2,442(3,655)	A'
Sirajganj	A	A'	316	360	89	28	433	477	4,452	3,506(4,419)	A
Nagarbari	C	C	354	371	101	16	471	488	5,056	3,848(4,666)	B

Note:

- 1) Unit
 Cost Crore TK
 Passenger trip 10,000 persons/year
 Commodity flow 1,000 tons/year
- 2) Figures for passenger trips show the estimated passenger trips crossing the Jamuna in 2002/03.
- 3) Figures for commodity flow show the estimated commodity flow crossing the Jamuna in 2002/03.
- 4) Figures in () show the goods movement in the presence of coal mining and cement project in Bogra District. It is assumed that the project in Bogra will be in operation in the 1990's.
- 5) All costs given in the above table were counted at unit prices as of March, 1974.
- 6) The following costs were excluded from the grand total in the above table.
 - a. Costs for administration and engineering.
 - b. Costs of general facilities for construction.
 - c. Contingencies.
- 7) Costs for the Sirajganj site are based on closing the upper inlet channel of the Dhaleswari River.

全 橋 長 : 4,747.5 m
 橋 種 : 鉄道道路併用橋
 型 式 : 平行弦等径間 3 径間
 連続トラス, 1 径間長 175 m,
 巾員構成 : 鉄道部は広軌 (5'6") 単線,
 道路部は車道 2 車線 (2 @ 11'),
 全巾員は 13.945 m
 橋梁基礎 : 中空円形断面鉄筋コンクリート井筒基礎
 井筒外径 13 m, 井筒長 77 m (平均)

f. 第 2 次調査によって, このプロジェクトは技術的には feasible であると判断された。

g. Sirajganj Site におけるこのプロジェクトの建設費及び維持費を Tables 1-2 及び 1-3 に示す。

表に示されたように,

プロジェクトの建設費

外 貨	US\$	$697,959 \times 10^3$
内 貨	TK	$2,138,492 \times 10^3$

プロジェクトの維持管理費

外 貨	US\$	$24,735 \times 10^3$
内 貨	TK	$905,003 \times 10^3$

Note :

- i. 建設費算定に使用した材料, 労力の単価は 1975 年 7 月のものをベースとした。
 - ii. 建設費の Contingency としては全体費用の 15% を見込んだ。
 - iii. 維持管理費については, 橋梁が 1990 年に開通するものと想定し, 30 年分を計上した。
 - iv. 維持管理費の Contingency としては 30 年分全体の 5% を見込んだ。
- h. 本プロジェクトでは, 主として Guide Banks の防護用として大量の石材を比較的短期間に調達することが必要である。

しかしながら, バングラデシュ国の国土は大部分沖積層に被われ, 石材を供給する石山は見当たらない。

国の西北部において, Geological Survey of Bangladesh は地下約 150 m の箇所的大量の硬岩の存在することを確認している。これが開発されれば大形の石材ならびにコンクリート用の骨材の有力な供給源が得られることになる。本件について

Table 1-2 Construction Costs for the Project

Item	Construction Costs		
	D.C. (10 ³ Tk)	F.C. (10 ³ \$)	Total (10 ³ \$)
Construction Bases	500,523	149,840	188,342
Main Works			
Substructures	156,990	107,609	
Superstructures	109,058	194,964	
Bridge Approaches	69,349	20,874	
Guide Banks	269,744	71,950	
Dhaleswari New Channel	3,900	5,142	
Railway Links	363,491	18,296	
Road Links	53,879	2,137	
Miscellaneous	51,321	21,049	
Sub-total	1,077,732	442,021	524,923
Land Acquisition	106,583	---	8,199
Adomistration	174,720	15,060	28,500
Contingency	278,934	91,038	112,494
Grand total	2,138,492	697,959	862,458

Notes: D.C. is domestic currency and F.C. is foreign currency.

Table 1-3 Maintenance Costs

1. Bridge and river control

D.C.	Tk	$466,001 \times 10^3$
F.C.	\$	$15,757 \times 10^3$

2. Railway links

D.C.	Tk	$300,720 \times 10^3$
F.C.	\$	$7,800 \times 10^3$

3. Road links

D.C.	Tk	$95,187 \times 10^3$
F.C.	—	

4. Contingency

D.C.	Tk	$43,095 \times 10^3$
F.C.	\$	$1,178 \times 10^3$

Total cost

D.C.	Tk	$905,003 \times 10^3$
F.C.	\$	$24,735 \times 10^3$

は、feasibility studyがバングラデシュ政府により進行中であるが、まだ開発事業には着手されていない。

本プロジェクトにおいては外貨を節約するために右の代替材としてコンクリートブロック及びソイルセメントブロックをとりあげてみた。コンクリートブロックの場合は大量のセメントと骨材が必要であり、またソイルセメントの場合は耐久性がなく比重の軽い欠点がある。

従って、これらの材料を石材と比較すると現在の段階では技術的な信頼度が低く、かつ、経済的でない。従って、本調査においては輸入石材を使用することに決定した。しかしながら、このプロジェクトの実施に入る以前にバングラデシュ国内における石山の開発に早急に着手するかまたは、石材を必要としない他の工法の開発をすすめることを勧告するものである。

- i. このプロジェクトの便益評価に際しては、これを直接便益と間接便益とに分けて算定を行った。

直接便益は、旅客交通については走行費用の節約による便益と走行時間の短縮による便益とに分けて推計した。また貨物の動きについては輸送費用の節約による便益を推計した。推計は1993年と2020年について行ない、これらの数字をベースとして1990年—2020年の便益を簡易計算法により各年度毎に求めた。

次に、間接便益のうち tangible なものとして、フェリー関連施設費用節約便益の他、建設基地跡地の残存価格、使用機材の残存価格を評価し便益にたてた。

本プロジェクトの経済的便益並びに経済的費用をTable1-4の通りである。

- j. 上述の建設費、維持管理費及び便益を用いて純費用及び純便益を割引率をそれぞれ12%、6%、3%及び2%として計算し、その結果をまとめると次表の通りである。但し割引の基準年は1977年とする。

割引率 (%)	現在費用 (10 ⁶ Tk)	現在便益 (10 ⁶ Tk)	N P V (10 ⁶ Tk)	B / C	I R R (%)
12	8,079	1,962	-6,117	0.24	
6	11,949	6,631	-5,318	0.55	
3	14,899	13,717	-1,182	0.92	
2	16,118	17,834	1,761	1.11	2.6

上の表で示された通り、便益費用解析の結果、将来の予測交通量に対しこのプロジェクトの齊らす便益は、このプロジェクトを実施するために必要な費用に現時点において充分見合わないという結論に達した。

Table 1-4 Economic Costs and Benefits

Unit: Thousand Tk

Year	Costs			Benefits		
	Construction costs	Maintenance & operating costs	Total	Benefits	Salvage values	Total
1 1977	74,125		74,125			
2 1978	183,808		183,808			
3 1979	1,058,811		1,058,811			
4 1980	1,549,571		1,549,571			
5 1981	2,019,109		2,019,109			
6 1982	1,668,631		1,668,631		1,183	1,183
7 1983	2,544,426		2,544,426		6,097	6,097
8 1984	1,855,507		1,855,507		2,366	2,366
9 1985	2,262,784		2,262,784		118,872	118,872
10 1986	1,706,435		1,706,435		58,721	58,721
11 1987	1,541,629		1,541,629		399,672	399,672
12 1988	784,208		784,208		145,535	145,535
13 1989	638,274	62,939	701,213		440,005	440,005
14 1990		31,513	31,513	1,137,390		1,137,390
15 1991		30,470	30,470	669,540		669,540
16 1992		29,436	29,436	777,540		777,540
17 1993		30,470	30,470	727,340		727,340
18 1994		45,064	45,064	744,150		744,150
19 1995		30,470	30,470	764,160		764,160
20 1996		29,436	29,436	785,170		785,170
21 1997		30,483	30,483	832,330		832,330
22 1998		29,449	29,449	880,660		880,660
23 1999		97,650	97,650	849,810		849,810
24 2000		29,436	29,436	1,117,790		1,117,790
25 2001		30,470	30,470	873,340		873,340
26 2002		29,436	29,436	898,790		898,790
27 2003		30,470	30,470	961,270		961,270
28 2004		54,232	54,232	935,620		935,620
29 2005		30,470	30,470	1,089,280		1,089,280
30 2006		29,436	29,436	993,420		993,420
31 2007		30,482	30,482	1,061,260		1,061,260
32 2008		29,449	29,449	1,117,270		1,117,270
33 2009		99,354	99,354	1,071,110		1,071,110
34 2010		29,436	29,436	1,184,280		1,184,280
35 2011		30,470	30,470	1,138,270		1,138,270
36 2012		29,436	29,436	1,150,890		1,150,890
37 2013		30,470	30,470	1,170,900		1,170,900
38 2014		45,078	45,078	1,191,970		1,191,970
39 2015		30,483	30,483	1,297,550		1,297,550
40 2016		29,449	29,449	1,289,410		1,289,410
41 2017		30,495	30,495	1,258,570		1,258,570
42 2018		29,461	29,461	1,413,220		1,413,220
43 2019		43,864	43,864	1,499,180		1,499,180
44 2020				-920,520		-920,520
Total	17,887,318	1,169,257	19,056,575	29,960,960	1,172,451	31,133,411

Note: Economic costs and benefits shown in the table were calculated using the shadow rates of 1.75 times the official rate for foreign exchange component and 0.5 times the actual wages for unskilled labour.

従って、現時点においては、このプロジェクトは経済的に unfeasible であると判断せざるを得ない。

従って、このプロジェクトは将来バングラデシュ国の一層の経済発展を俟って実施されるべきであろう。

以上は、前述のように経済的費用ならびに経済的便益の計算に際し、外貨分に対して公定為替相場の 1.75 倍を shadow rate として採用した場合の結果である。

しかし、Bangladesh の Planning Commission においては、通常 economic cost の算定に当っては外貨分に対して shadow rate を採用していないという information があるので、この information に従って計算を行ってみると、割引率を 12% とした場合の便益費用比率は 0.33 となり、内部収益率は約 4.5% となる。

k. ジャムナ河を渡る橋梁に Gas/Oil-Pipe-lines および送電ケーブルを添加した場合に、これらの施設がこのプロジェクトの経済評価にいかに関与するかという問題がある。この点については、上記施設に関する各プロジェクトの計画が将来具体化される段階において、比較代替案の一つとして検討されるべきものとする。

l. ジャムナ河横断交通の大部分は現在 3ヶ所のフェリーにより輸送されている。

しかし、これらのフェリーの容量は現在でもその交通量処理するのに充分でない。更に、将来人口の増加等に伴い、ジャムナ河横断の needs は増加することが予想されるので、将来において橋梁が建設されるまでの間は、交通量の増加に対応できるようなフェリーの増強が必要であるとする。

m. この調査は、日本の技術協力の一環として、3ヶ年の歳月と多数の技術者を動員して遂行されたものであり、内容については各部門において詳細な検討が行われている。従って、将来このプロジェクトが実施せられる場合には、この技術的内容は十分に役立つものであると確信するものである。

3. 謝 辞

1973年6月、JICA調査団がこのプロジェクトのフェジビリティ調査を開始して以来今日まで満ヶ年にわたるバングラデシュ国政府運輸省ならびに政府関係当局の絶えざる御協力に対し、深甚なる謝意を表す。

第Ⅱ章 バングラデシュ国一般情勢

1. 地理的状況

1.1. 自然状況

バングラデシュ国は北緯 $20^{\circ}30'$ ～ $26^{\circ}45'$ ，東経 88° ～ $92^{\circ}56'$ に位置している。その面積は14,270,800平方メートル，1974年調査による人口は7,600万人である。

この国は世界でも有数の高人口密度の国であり，また人口生長率も非常に高い。国境は大部分インドに接しているが，東南部の一部がビルマに接している。国内には首都ダッカ，チッタゴン，クルナ以外には大都市は存在しないので，人口は国内に様に分布しているといえることができる。

行政区画としては，国内は4つのDivisionに分れており，一つのDivisionは19のDistrictに分割され，更に一つのDistrictは数個のSubdivisionに分割され，一つのSubdivisionは更に多数のThanaに分割されている。全体のSubdivisionの数は60，Thanaの総数は413である。

バングラデシュ国の大部分は沖積平野より成り立っているが，ガンジス河とジャムナ河の間，およびジャムナ河とメグナ河との間には若干の台地があり，これらの台地はバリンド台地（Balind Terrace）とよばれている。

首都ダッカは東側のバリンド台地の南端に位置している。国の東南部には山があり，Chittagong Hillsとよばれている。Chittagong Hillsは第三紀層よりなる。

国土はガンジス河（下流部はパドマ河とよばれる），ジャムナ河およびメグナ河によって4分割せられている。

水系は便宜上次の5つに分類せられる。

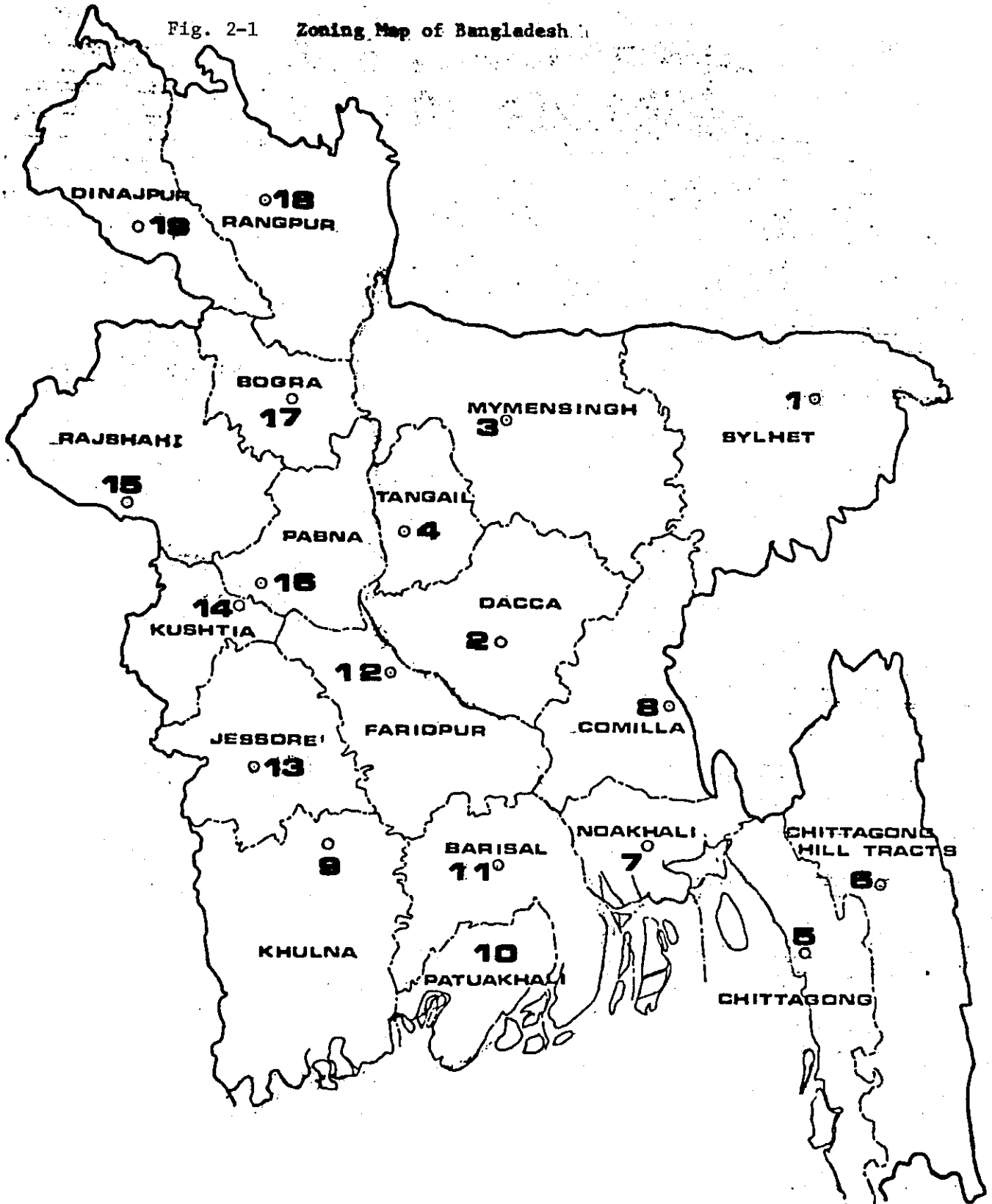
- a ガンジス河（またはパドマ河）およびその支派川
- b メグナ河およびスルマ（Surma）河水系
- c ブラマプトラ河およびその支派川
- d 北ベンガルの諸河川
- e Chittagong Hill Tractsおよびこれに隣接する地方の諸河川

モンスーンの季節になると，これらの河川により国外から運びこまれる水と国内に降った雨水とが重なり，広範囲にわたり国土は浸水する。毎年この季節には国土の約30%が浸水するといわれている。特に1974年のモンスーン期には国土の50%が浸水し，多数の生命，財産が喪失したことが報ぜられている。

Table 2-1 Administrative Division in Bangladesh

Division	District	Subdivision	Thana
Chittagong	Chittagong	3	22
	Chittagong Hill Tracts	3	12
	Comilla	4	21
	Noakhali	2	13
	Sylhet	4	32
	5	16	100
Dacca	Dacca	5	37
	Faridpur	4	24
	Mymensing	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
	Rajshahi	4	30
	Rangpur	4	31
	5	13	113
4	19	60	413

Fig. 2-1 Zoning Map of Bangladesh.



ベンガル湾に発生する大部分のサイクロンはバングラデシュ国を襲撃する。海岸地方はこの際暴風を伴う大波によって洗われる。しかし、サイクロンはその進行に伴って東側に向きを変えるので、国の北西部には大きな影響を与えない。

バングラデシュ国の気象はいわゆる熱帯性であり、乾期と雨期とが明確に区分せられている。年間の降雨量は場所によって相違があるが、1,520mm から 6,350 mm に達する。一般に、北部と海岸地方では大きく、ジャムナ河に沿う地域では小さい。

降雨量の年変化をベースにとると、一年を次の3つの時期に区分できる。

時 期	期 間	全体に対する降雨量(%)
モンスーンまたは雨期	6月-10月	78
乾 期(冬)	11月- 2月	3
夏 期	3月- 5月	19

このような降雨の季節的变化は低地の農耕地には好都合であり、農地に対する貯水に直接の関係を持ち、農耕地の利用並びに農作物に大きな影響を与えるものである。

国土の大部分は4月または5月に最高の温度に達する。夏期における月平均温度の最高は約33°Cである。

全地域を通じ1月が最低温度を示す。平均最低温度は10°C-12°Cであり、冬の平均最高温度は24°C-27°Cである。

雨期における月平均湿度は80%を越すが、乾期においては50%-70%である。

以上のような気象条件は農作物の育成に適している。

1.2. 土地利用

バングラデシュ国全面積35.3百万エーカーのうち、22.88百万エーカー(全体の64%)が既耕地であり、前述のように気候、土壌は年間を通じて農業に適しているといえることができる。

農耕地31.53百万エーカーのうち平均48%は二毛作が可能である。従って、農耕地は殆んど利用しつくされており、農耕地の面積をこれ以上拡大することは困難な状況にある。

従って、農作物の収穫量を拡大するためには単位面積当りの生産性を拡大する以外に方法がないといえることができよう。各ディストリクト共土地は殆んど耕作されており、未耕地は殆んどないので、今後既耕地と未耕地の比率が大きく変化することとは考えられない。

二毛作を考えると、すべてのDistrictとも耕地の比率が120%以上に達する。特に、Rangpur, Faridpur, ComillaおよびMymensingは高い数字を示している。

農耕地の生産高に関連する領域について土地利用状況を調査するためには、国土を自然境界（ジャムナ、ガンヂス、メグナの各河川）によって4分割すると都合がよい。すなわち、各領域は次のようになる。

1.2.1. 南西部 (Khulna Division 面積 9,92 百万エーカー)

この地域は季節的なサイクロンに伴う高波によって大きな被害を受ける所である。約 300 万エーカーの面積をもつベンガル湾に沿う地域は塩害のためにモンスーン期の始め頃までしか利用できない。従って、年間を通じて一毛作の米作地域である。

10年間続けられている Coastal Embankment Project は約 100 万エーカーの農耕地を保護しており、T. Aman 種の米の増産に寄与している。防護築堤をもたない残余の地域は洪水による被災の危険にさらされている。この地域においては、高波による海水の浸水を防止することの方が、洪水から防護することよりも必要である。

Faridpur および Barisal の地域の一部は Padma 河の支川である Ari-kalkhan 河の洪水により激しい被害を受けているが、反対に Khulna, Jessore の地域は洪水よりも早魃によって更に激しい被害を受けている。

1.2.2. 南東部 (Chittagong Division 面積 7.84 百万エーカー)

この地域は一部海岸堤防により防護せられているが、高波による塩害を受ける地域である。

Megna 河, Gumti 河は Noakhali および Comilla 地方全域に洪水を齎すが、一方 Karnafori 河および Sanga 河は Chittagong Hill Tracts 地域の大部分の農地面積に影響を及ぼす。Chittagong および Chittagong Hill Tracts の一部には洪水防止施設が設けられているが、この地域には早魃による被害の危険性がある。この両地域は良質の砂質土であり、綿、陸稻、果樹の栽培に適している。

1.2.3. 北東部 (Dacca Division 面積 8.98 百万エーカー)

この地域は地形、気候および河川の網状組織からみて、この国土において耕作に対して最悪の条件を備えている。18世紀にはブラマプトラ河の本流が Sylhet 盆地を流れていたとみなされており、過去数百年の間にこの地方の地盤は 30 ~ 40 呎沈下したといわれている。現在でもこの地方の比高は 10 ~ 20 呎である。

この地方はモンスーン時期の降雨による洪水をはききれない程低いのである。

1.2.4. 北西部 (Rajshahi Division 面積 8.54 百万エーカー)

この地方は年間のうち7ヶ月は早魃に苦しんでいる。若干の低地以外は Boro

種の米の収穫はできない。この地域はジャムナ河の右岸堤により護られているが、Ganges河、Atrai河の洪水により被害を受ける。Padma河の南東部はガンヂス、ブラマプトラ両河による洪水によって被害を受ける。

2. 経済概要

バングラデシュ国の経済は農業を基盤として成り立っており、この傾向は将来共づくものと思われる。その理由としては、1973年から発足した5ヶ年計画においても計画の最終年度である1978年における農業および工業の目標シェアは対GNP比でそれぞれ55.1%、11.2%となっていることをあげることができよう。

この国は現在重工業時代に入っており、それ以前の状態であるといえよう。

解放戦争による破壊は深刻であった。各工業における生産の回復は迅速であるとはいえ、一般に諸工業の操業状態は緩慢である。5ヶ年計画においては、新規事業に対して投資しないで、戦前のレベルに回復することに主力をおいて生産目標を設定している。

国の経済活動の水準を示すGNPまたはGDPについての信頼できるデータを入手することは現在のところ困難である。

バングラデシュ政府の計画委員会(Planning Commission)の評価では、1969/70におけるGDPは314億タカ(1969/70の価格で約43億ドル)であり、その平均成長率は4.4%/年である。1972/73の戦争による打撃によりGDPは戦前のGDPに対して約10%低下し、現在でも戦前のレベルに回復していない。

1973年11月に政府計画委員会は5ヶ年計画を作成した。計画期間は1973-78である。この計画の基本目標は次の通りである。

- a. 雇用の機会を増大し、国民所得の成長率の促進をはかり、併せて平等に配分せられるような価格政策をとり、貧困からの脱却をはかる。
- b. 戦災からの復興。特に、農業および工業部門での生産力の回復をはかること。
- c. GDPの年成長率を最低5.5%とし、現在の人口増加率(約3%)を上回り、1人当り所得水準の向上をはかる。
- d. 基礎消費物質の最低量を確保すること。特に、食糧、衣糧、食用油、ケロシン、砂糖に重点をおく。
- e. 物価の上昇を押える。特に、生活基本物資の価格上昇を鎮静せしめる。
- f. 1人当りの所得増加率を最低年2.5%とする。
- g. 社会主義化による利益を確保し、国家の関与する領域を漸次拡大し、政治的社会的変化に応じて経済制度を变革してゆく。
- h. 国内資源の開発動員により外国援助依存の減小を図る。特に、肥料、セメント、鉄鋼など不確実な外国からの供給依存から脱却するために輸入代替を促進する。
- i. 食糧の自給を達成する。人口の都市流入を避け、農村での雇傭を拡大するため、農

業の制度的技術的改革を行う。

- j. 国の経済開発をおびやかしている人口増加率を現在の3%水準から2.8%に低下させる。
- k. 労働力の質的改善をはかるため、教育、保健、農村住宅、水道施設等を改善する。
- l. 所得の公平な配分と雇傭機会の確保。雇用機会の拡大している地方への労働力の移動を促進する。

第1次5ヶ年計画における予算は445.5億タカで、そのうち119.9億タカ(全体の約40.4%)は外国援助に依存している。国内分は税の増収、増税、政府ならびに民間における節約などから成り立っている。Table 2-2は5ヶ年計画における開発予算とその財源を示したものである。

部門別投資配分についてみると、総支出の24%が農業と水資源とに配分せられ、19.7%が製造業に配分せられている。

製造業に若干重点がおかれていることが見受けられるが、Table 2-3に示したように、計画期間を通じて工業部門の構造には大きな変化は認められない。

この5年計画によれば、GDPの年成長率は5.5%であり、1人当り所得の増加率は2.5%である。しかしながら、これらの増加率は戦前の平静な時期の水準をベースとしたものである。戦後1972/73の水準に対して、これらはそれぞれ28.8%、5.7%と上昇している。このことは計画の初年度たる1973/74において生産が回復するであろうという仮定に基づいた数字である。

Table 2-2 Development Expenditure and Revenue Source

Unit: 10 million Taka

	Monetary Expenditure	Non-monetary Expenditure
1. Developmental Expenditure		
Governmental	3,952	
(Investment)	(3,298)	
(Non-investment)	(654)	
Non-governmental		
(Investment)	503	585
(Non-investment)	(471)	(585)
	(32)	
Total Expenditure	4,455	585
(Investment)	(3,769)	(585)
(Non-investment)	(686)	
2. Domestic Savings	2,698	
(Government Savings)	(1,618)	
(Non-government savings and Bank loans)	(1,080)	(585)
3. Inflow of Foreign Capital	1,799	
Equivalent Domestic Resources		

Source: The First-Five-Year Plan.

Table 2-3 Gross Domestic Product and Its Components (1972/73 prices)

Unit: 10² Thousand Taka

	Benchmark GDP	Estimated actual GDP	Projected GDP 1977/78	Annual percentage rate of growth over Benchmark GDP	Annual percentage rate of Growth over Benchmark 1972/73 GDP
Agriculture, Live- stock, Forestry and Fisher	2,883 (57.6)	2,407 (56.1)	3,602 (55.0)	4.6	8.4
Manufacturing	520 (10.4)	358 (8.3)	731 (11.2)	7.1	15.4
Construction	184 (3.7)	171 (4.0)	326 (5.0)	12.1	13.7
Power and Gas	15 (0.3)	15 (0.3)	25 (0.4)	11.0	11.0
Housing	236 (4.7)	236 (5.5)	288 (4.4)	4.1	4.1
Trade, Transport and other service	1,165 (23.3)	1,107 (25.8)	1,570 (24.0)	6.2	7.2
Total	5,003	4,294	6,540	5.5	8.8
per capita GDP (Taka)	676	580	766	2.5	5.7

Source: The First-Five-Year Plan 1972-73.

Note: Figure in () is percentage of total.

第三章 橋梁地点の評価 (第一次調査)

1. 緒言

Brahmaputra 河は世界において、大きな河の一つである。この水源はチベットのヒマラヤ山脈の北側の斜面に起り、ヒマラヤを東側で横断し、更に Assam の平坦地を通って Bangladesh に入っている。

その後 Dharla, Tista 各支流と合流して、南の方向に流れている。Aricha 附近で Ganges 川と合流するまでを Jamuna 河と呼ばれている。そこで Padma 川と名前が変わり、南東に約 100 Km 流れ、Chandpur 附近にて Meguna 河と合流して、ベンガル湾に流入している。

Bangladesh は Jamuna 河によって東西の部分に分割されている。現在、Jamuna 河を渡る橋はない。すべての人と貨物はフェリーを利用して Jamuna 河を渡り、それには長時間を費しており、橋が存在しないと云う事は、Bangladesh の発展を妨げている大きな原因にもなっている。

それ故、Jamuna 橋の建設は東西の交通量の増大を促進するばかりでなく、また、Bangladesh の発展にも有効であると確信する。

1972 年の解放後、Bangladesh 政府は日本政府に Jamuna 河に架ける橋の建設の為の予備調査を行うことを要請して来た。日本政府はこの要請を受け入れ、国際協力事業団（以下 JICA という）に調査を実施する事を委任した。

日本政府の受諾に従って、JICA は川崎偉志氏を団長とする事前調査団を編成して Bangladesh に派遣した。事前調査団は 1972 年 11 月より 12 月の間 Bangladesh においてこの計画に関係のある必要な調査を行った。

帰国後、調査団は事前調査報告書を JICA に提出した。この報告書において、調査団は Jamuna 河の Bahadurabad と Aricha の区間で、Jamuna 河を横断する地点として下記の 4 地点を提案した。

1. Bahadurabad の下流地点
2. Gabargaon 地点
3. Sirajganj の下流約 10Km の地点
4. Aricha の上流約 20Km の地点

また、調査団はこの予備調査を遂行するのに、約 3 年の期間が必要であると報告した。

この報告書を基本にして、JICA はこの計画の予備調査を 1973 年より 1976 年にかけて実施することに決定した。1973 年 5 月、JICA は Dacca に Jamuna 河架橋計

画調査事務所を Sirajganj に出張所を設置し、この事務所長として海老原純次氏を任命した。

1973年6月JICAはJamuna河架橋計画調査団を編成し、猪瀬寧雄氏を調査団長に任命した。1973年7月Inception ReportをBangladesh政府に提出した。このInception Reportの調査予定表はTable 3-1に示してある。

Table 3-1によれば、調査は二段階に分れている。この調査の第一段階（第1次調査）の主な目的は、下記の三点の基準を考慮して上記に述べた四地点の優先順位を決定することである。

1. 河川流路の安定性
2. 完成後における橋梁の予想交通量
3. 全建設工事費

第1次調査は、この調査の結果から最も適当な架橋地点を選定し、結論を出すという考え方で行われた。

日本の調査団によって提案された4地点の中の最も適当な地点はSirajganj地点であり、Bangladesh政府もこの提案には同意した。

最も適当な架橋地点の決定に先立って、日本とBangladeshの両調査団の間で2回にわたって会議が行われた。第1回の会議は1974年9月JICAの主催で東京において、第2回は1974年11月Bangladeshの主催でDaccaにおいてそれぞれ行われた。このProjectに関する多くの問題点について、第一段階の調査の結果をもとにして両調査団の間で討論を交わした。

2国の会議の討論の結果は、最も適当な架橋地点を決定したのみならず、その後の調査のためにも斟酌された。（Appendix II Jamuna架橋におけるDacca会議の議事録参照）

1974年11月JICAは中間報告書をBangladesh政府に提出した。

Sirajganj地点が最も適当な地点であると決定されたので、1974年12月よりSirajganj地点について、下記の詳細調査を実施した。これは第二段階の調査（第2次調査）である。

- a. 橋軸線の決定
- b. 航空写真と地図作成を含んだ測量
- c. 地質調査
- d. 碎石調査
- e. 河川計画
- f. 橋梁計画
- g. 連結道路と鉄道の調査

Table 3-1 Work Schedule in Bangladesh  in Bangladesh  in Japan

Item	Fiscal Year (Japan)												1975												1976					Remarks
	1973			1974			1975			1976			1977			1978			1979			1980								
	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O		
Surveying																														
Cross-sectional surveying																														
Measurement of flow																														
Aerophotographing and mapping																														
Geological and quarry survey																														
Boring																														
Test of sampled soil																														
Quarry																														
River planning																														
Collection of data																														
Georphologic study																														
Planning of river training works																														
Planning of construction works																														
Traffic survey																														
Collection of data																														
Study on economic activity																														
Study on transportation																														
Highway and railway planning																														
Collection of data																														
Study on ferries																														
Planning of access roads and railways																														
Bridge planning																														
Collection of data																														
Planning of bridges																														
Planning of construction works																														
Benefit-cost analysis																														
Estimation of benefits																														
Estimation of total cost																														
Benefit-cost analysis																														
Report																														

Note: Schedule of studies in 1974 at the first stage may be subjected to some change.

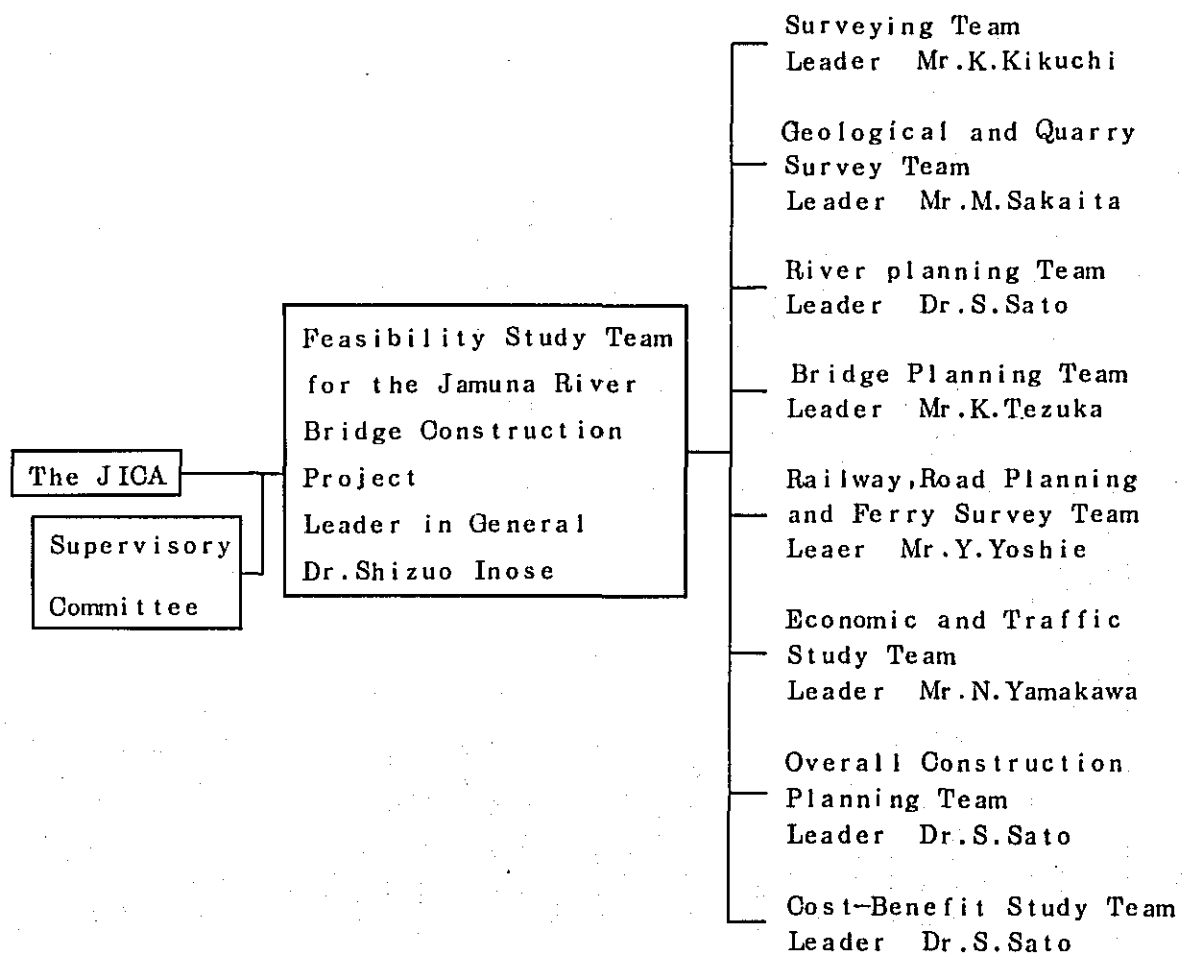
- h. 経済と交通調査
- i. 経済評価
- j. 総合建設計画調査

これらの調査の結果、この報告書の各巻は下記の通りに分類して述べられている。

- Volume I 概要および結論
- " II 河川制御計画
- " III 橋梁計画
- " IV 接続鉄道計画
- " V 接続道路計画
- " VI 地質および石材調査
- " VII 交通および経済便益調査
- " VIII 総合工事計画および経済評価

2. 調査チームの編成

前述した通り、1973年6月JICAはJamuna 架橋計画調査のため調査団を組織し、その組織は下記の通りである。



3. 測 量

第一段階調査において、測量の主な目的は Jamuna 河の洪水状況の測量と橋梁の設計、河川工事の計画のために必要な資料を得ることである。

測量は 1973 年 7 月より 11 月間に 12 人の専門家が、それぞれ 4 地点について行った。雨期における測量は日本の大阪より送った特別の測量船を用いて実施し、測量の内容は下記の通りである。

- a. 河川の横断測量 . 4 地点について 71 本の横断測量と補促水深測量を実施した。
- b. 流速と流向の測定 . 4 地点について、水平・垂直方向における流速分布と流向を測定し、これらの測定は河川の流路に沿って 500m 間隔にて行なった。
- c. 水位資料の収集

測量の結果はこの調査の第一次調査の資料として使用した。

4. 地質調査

地質調査班は、4 地点について各々 1ヶ所ずつ、それぞれ 90m~120m の深さの試掘をもとにして、4 地点の地質状況の比較を行なった。

第三紀堆積岩と他の前第三紀堆積岩より構成されている基盤は、ヒマラヤ造山運動の結果として Bangladesh の土地は著しく沈降した。そしてこの国の東側において第三紀層が露出している以外は、これらの基盤は第四紀堆積層の下の非常に深い位置にある。

上記を覆っている更新世堆積物は、更新世後退の後期において河川によって広く浸蝕され、現在 Maduphur 附近の Balind Hill と他の部分を除いて地下数 10m 以深で発見されている。この地域の大きな部分を覆っている沖積堆積物は氷期の昔の流域の上に堆積している。

Fig.3-1 において、 Al_2 とそれより上の地層は沖積土であり、それより下層は洪積土である。支持力の観点から重量構造物の基礎に必要な層は沖積層の下層と洪積層である。従って、橋脚の基礎は、洪水時の洗掘を考慮しなくても各 site 50m 以上の深さになる。また、上流の site は下流の site より望ましい。

沖積土は主に大部分が細砂と中砂によりなっており、深い部分においては高い密度を示し、深さと共に砂の粒径も又大きくなるが、これは著しい傾向ではない。

洪積層堆積物は細砂と中砂より構成されており、薄い砂利層と軟頁岩層と入り混って高い密度をもっており、支持力には充分であるように思われる。しかし、細砂と中砂の部分は洗掘に関してその結合は余り抵抗はない。

Table 3-2 は地質上の観点から見た架橋地点の基礎の比較を示す。

Table 3-2

Comparison of Foundations at the Four Proposed Bridge Sites

Bridge site	Depth of stratum with N-value more than 100	Depth of resistive stratum against Scouring
Bahadurabad	55m (180')	Over 92m (300')
Gabargaon	60m (197')	81m (266') soft shale
Sirajganj	73m (240')	73m (240') gravel bed
Nagarbari	85m (279')	85m (279') gravel bed

支持力と洗掘の観点から各 site を比較した結果、Sirajganj と Gabargaon site は他の二つの site より有望な地点であることが認められた。Sirajganj site と Gabargaon site を比較した結果、もし 73 m の深度の砂利層が引続いてあり、洗掘に対して抵抗があれば、Sirajganj site が有望である。

標準貫入試験と横荷重試験は bore hole を使用して実施した。収集した sample の物理的、力学試験も行なった。132 本の攪乱試料、14 本の不攪乱試料を採取して試験した。これらの試験の結果はこの調査に利用された。

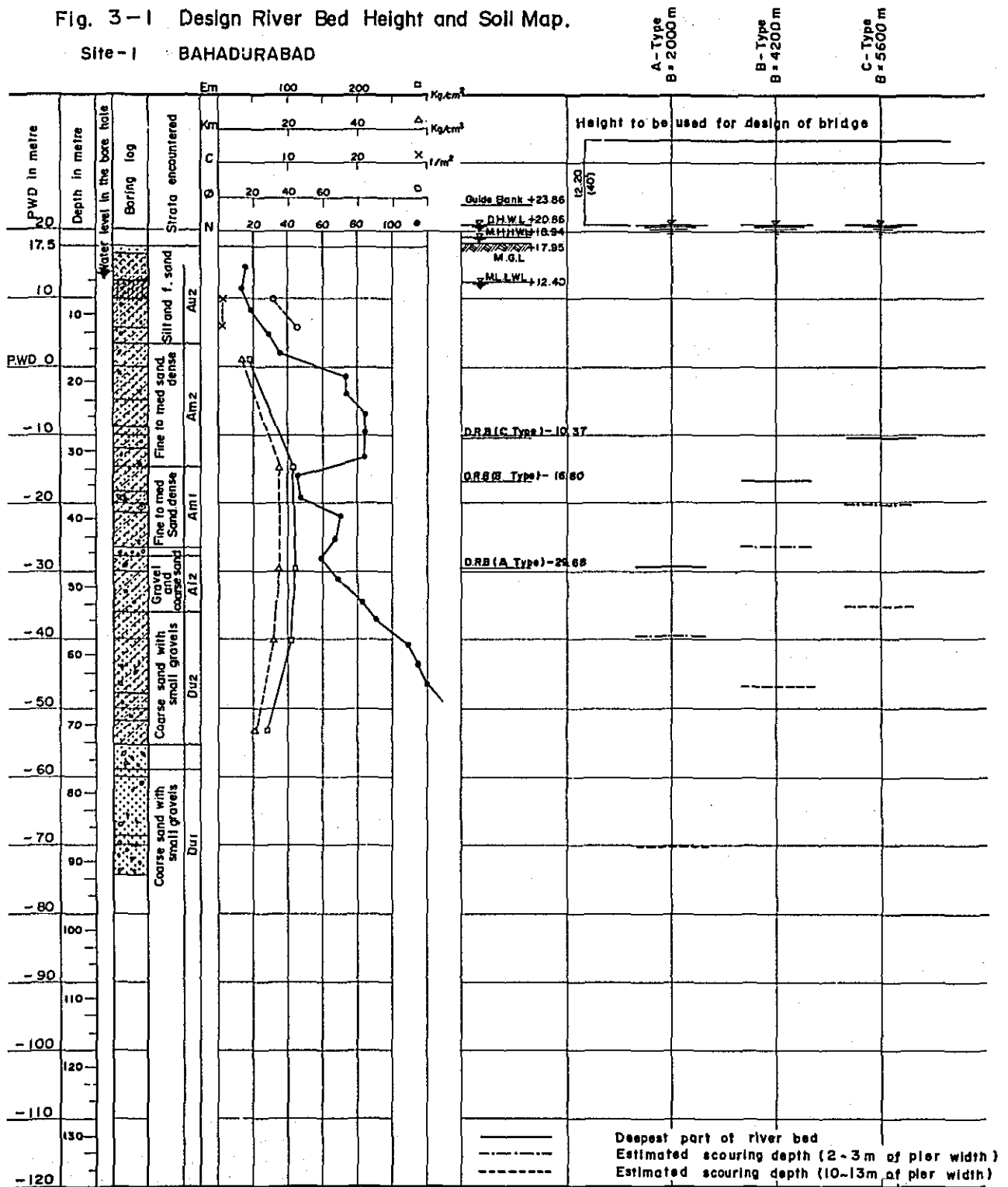
5. 石材調査

Jamuna 架橋計画調査は特殊の条件と事情の問題がある。この Project は大きな橋脚の建設と河川を統禦するために大規模な護岸工事のために巨大な量の石材が必要である。しかし、Bangladesh の国土の大部分は沖積堆積物と軟岩によって覆われており、堅い岩を得ることが出来ない。このような事情の下で、国内における砕石供給可能な生産地をくまなく調査した。近隣の国の石材調査について、石材調査団は India の Assam 州の北西部もまた調査する予定であった。この地方には、200ヶ所以上の砕石場があると報告されている。もし可能ならば、我々はこの地方の適当な砕石場より適当な値段で多量の石材を得る目的で現状を視察したかったが、危険な状態なので、現地踏査は許可にならなかった。

Bangladesh 国内において石材供給ヶ所は、大体下記の 3ヶ所ある。

1. 現在供給している北東部の国境の Bholaganj 地区
2. 北西部の Dinajpur と Rangpur
3. Rajshahi 区の中央の地下資源、前第三紀岩層よりなっている地下 200m ~ 500m

Fig. 3-1 Design River Bed Height and Soil Map.
Site - 1 BAHADURABAD



Note. B_i Distance between guide banks
E_i Modulus of deformation
K_i Modulus of foundation
C_i Cohesion
φ_i Internal friction angle
N_i Values of standard penetration tests

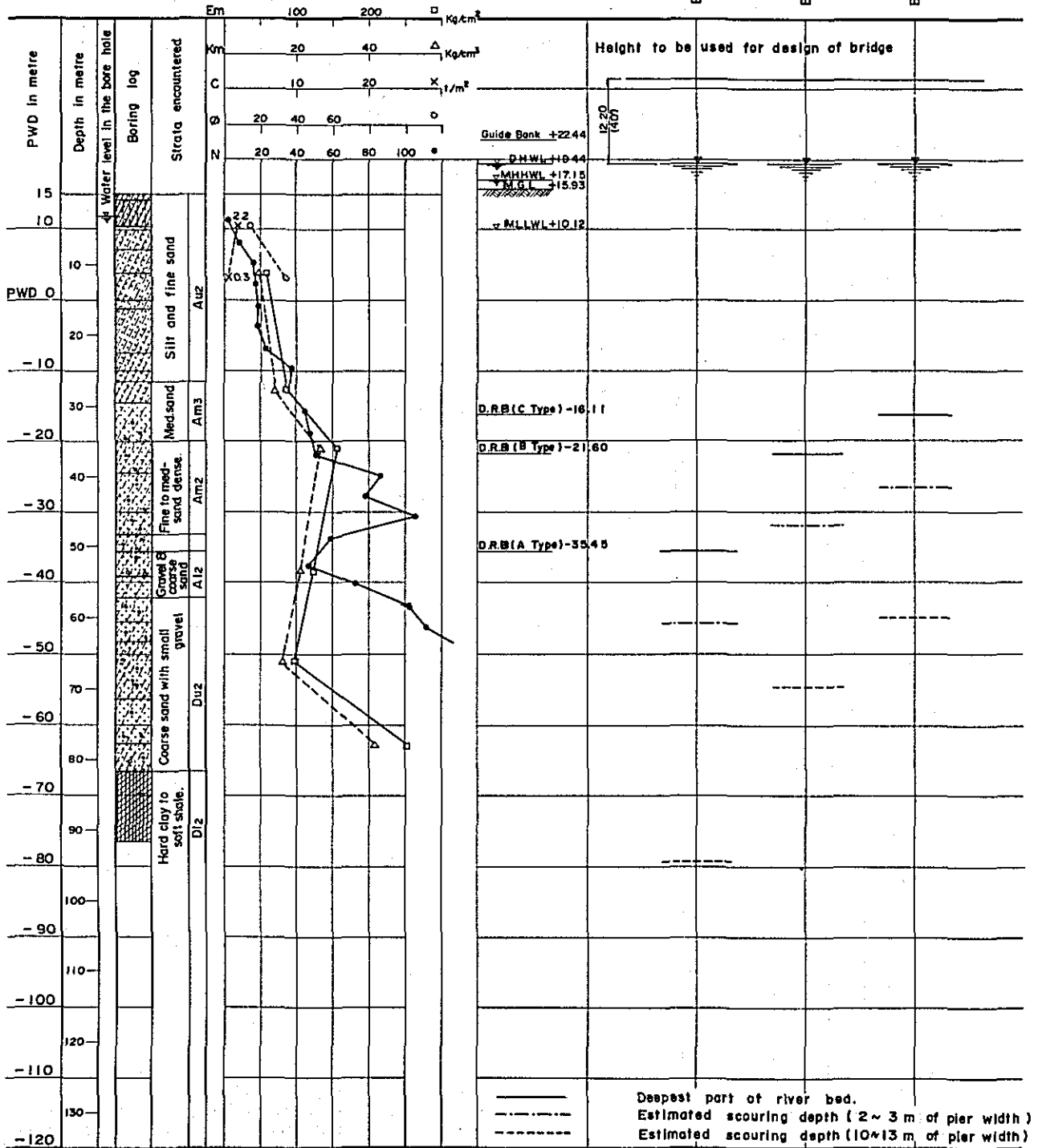
Fig. 3-2 Design River Bed Height and Soil Map.

Site-2 GABARGAON

A-Type
B = 2000 m

B-Type
B = 4200 m

C-Type
B = 5200 m



Note. B; Distance between guide banks C; Cohesion
 E; Modulus of deformation φ; Internal friction angle
 K; Modulus of foundation N; Values of standard penetration tests

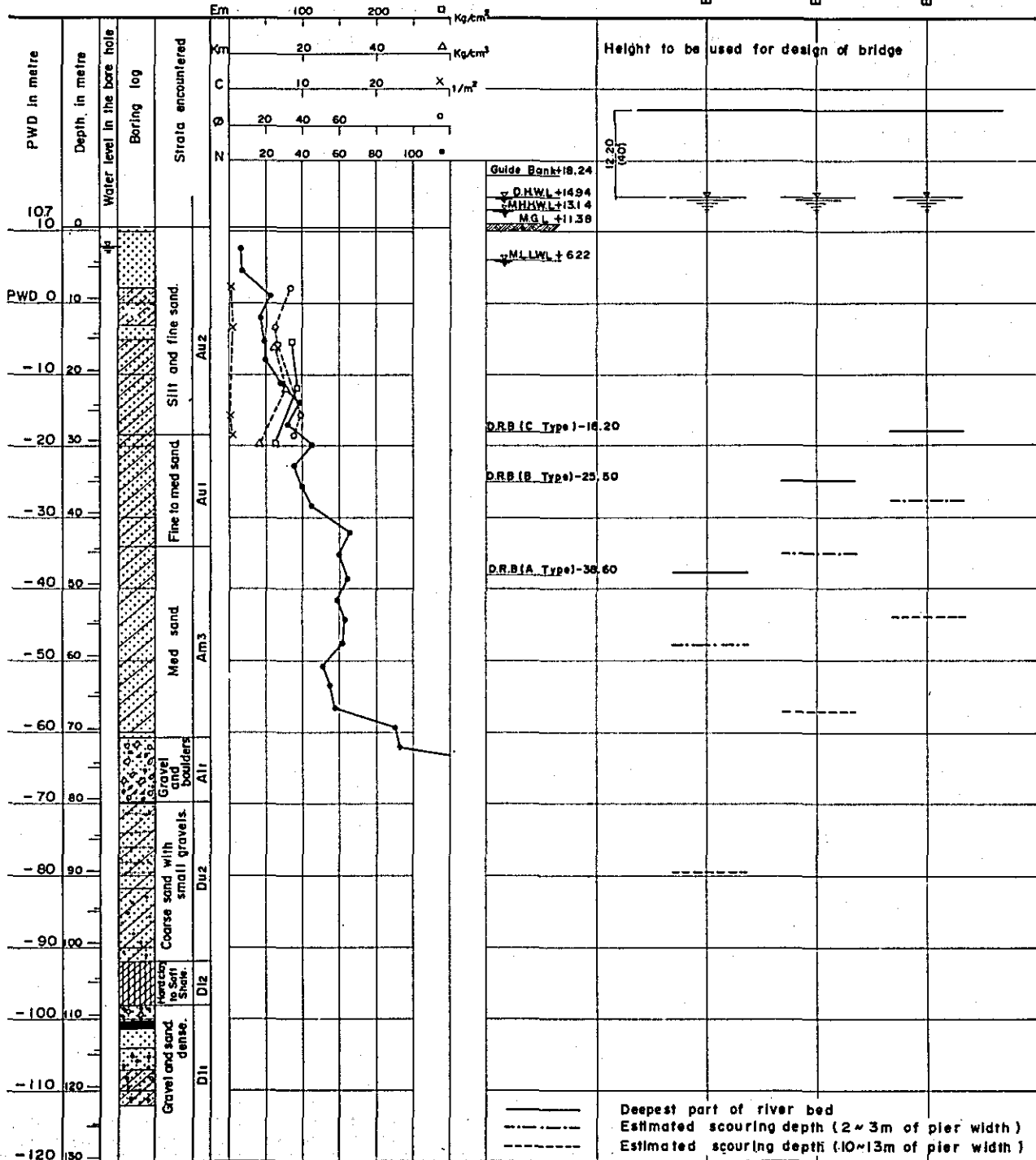
Fig. 3-3 Design River Bed Height and Soil Map.

Site-3 SIRAJGANJ

A-Type
B = 2000 m

B-Type
B = 4200 m

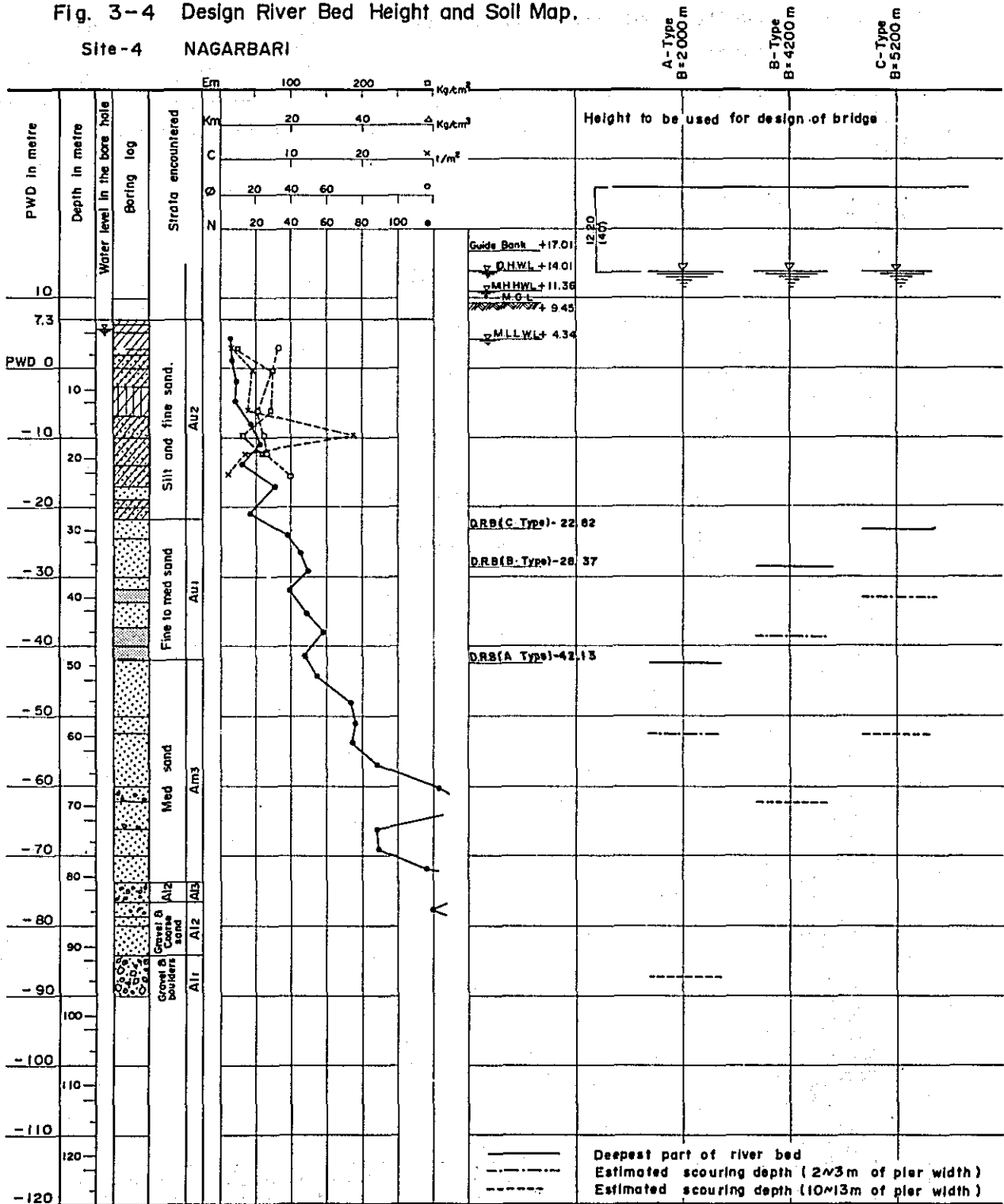
C-Type
B = 5600 m



Note. B; Distance between guide banks
E; Modulus of deformation
K; Modulus of foundation
C; Cohesion
φ; Internal friction angle
N; Values of standard penetration tests

Fig. 3-4 Design River Bed Height and Soil Map.

Site-4 NAGARBARI



Note. B, Distance between guide banks
 E, Modulus of deformation
 K, Modulus of foundation
 C, Cohesion
 ϕ , Internal friction angle
 N, Values of standard penetration tests

Shihet の北東、北部の国境に位置している Bholaganj 地区は、石材供給源として大きな能力のある場所であり、橋梁建設期間に必要なコンクリート粗骨材の供給源としては期待出来る。開発可能埋蔵量は大体 5,000,000 m³ と推定される。しかし、河川工事の護岸工事に必要な数百万 m³ の玉石は、ここよりは供給することは出来ない。

Bogra の東において、the Geological Survey of Bangladesh and Mining Authority は石炭岩を期待して採掘した時、地下に前第三紀層を発見した。しかし、地下 200m~500m より 1 日数千立方メートルの玉石を生産するのは経済的ではない。ゆえに、この碎石場運営は需要に対する規模と生産単価は不確定である。

Mr. Mesbahuddin Amed, the Director General of the Geological Survey of Bangladesh の説明によれば、将来 Dinajpur 州の Madhyapara 地区において石材供給源が期待出来るかもしれない。ここには、Bangladesh の地質調査所が地上より約 150m の深さに堅い太古代の岩の層が存することを証明している。もしこれがあれば、大きな岩として利用されるばかりでなく最上のコンクリートの粗骨材の無尽蔵の供給源として期待できるだろう。上記 Project の予備調査は Bangladesh 政府によって行われているが、開発工事は未だ開始されていない。

国内で生産される石材は張石に適している。もし、この供給源から比較的安い石の供給に実現性があるならば、建設費はかなり引下げることが出来る。碎石場の開発はこの Project に必要であるばかりではなく、この国の一般の建設工事についても重要な問題である。

ここにおいて、この様な大規模な石材の供給可能性の調査と供給単価について、出来る限り早く調査を実行することを提案する。

6. 河川計画

第 1 次調査において、地形上、河川形態上の観点から最適架橋地点を決定する作業を行った。調査の結果は下記の通りである。

地形上の観点から云えば、Sirajganj 狭傍部は 4 地点の中で最適地点であり、Gabargaon 地点はこれに続いて良好であり、Bahadurabad 地点は前の二地点に続いては、比較すると余り望ましくなく、Nagarbari 地点は他の地点よりもずっと落ちる。

河川形態上の観点から云えば、Nagarbari 地点は最も不適格な地点であり、他の三地点は河岸線の移動の変化は 1860 年頃より殆んど変わっていないという事実から、殆んど同等であると判断した。しかし、左右岸の河巾の大きさの状況から、Gabargaon 地点が一番良く、Bahadurabad と Sirajganj 両地点は殆んど同等である。

結果として、地形上、河川形態上の観点からいえば、Sirajganj と Gabargaon 両地点は優劣がつけがたい。

河川統禦の方法に関しては、捨石により防護された Guide Bank System を考え、4

地点について夫々 Table 3-3 に示す 3 つの type を考慮した。

Table 3-3
Width between a pair of Guide Banks
Unit: Km (Mile)

Site	A-type	B-type	C-type
Bahadurabad	2.0 (1.24)	4.2 (2.6)	5.6 (3.5)
Gabargaon	2.0 (1.24)	4.2 (2.6)	5.2 (3.2)
Sirajganj	2.0 (1.24)	4.2 (2.6)	5.6 (3.5)
Nagarbari	2.0 (1.24)	4.2 (2.6)	5.2 (3.2)

Guide banks を洗掘より保護するために多量の捨石が必要であるが、Bangladesh 国内ではこのような多量の捨石を供給することは非常に困難である。

当調査団は、Bangladesh 国内のみならず、India においても安い単価の石材を開発出来る場所の可能性を調査した。

一方、外貨節約のため、コンクリートブロック及びソイルセメントブロックを石材の代替材として調査した。前者は大量のセメントと骨材が必要であり、後者はかなりの大寸法となるかまたは耐久力の不足及び比重が軽いため、スチールジャッキのようなもので接続させるなんらかの工夫が必要となる。

これらの材料を石材と比較すると、現段階では、技術的な信頼度が低く、かつ不経済である。従って、本調査においては輸入石材を使用することに決定した。

しかし、このプロジェクトの実施に入る以前に、バングラデシュ国内における石山の開発に早急に着手するか、または、石材を必要としない他の工法の開発をすゝめることを勧告するものである。

Jamuna 河の基本計画高水流量は大体 $9,000\text{ m}^3/\text{sec}$ ($3,178,500\text{ c.f.s}$) である。この流量は大体 100 年確率高水を考慮した。

橋梁の全長を決定する以前に計画高水流量に見合う最小の河巾を決定しなければならない。

詳細調査はこの見地から遂行し、結果は下記の通りである。

橋梁建設工事費を少なくするという観点から言えば、河川工事費と橋梁工事費との和を河巾に応じて最小にすることである。

しかし、河川工事を考えた時、特に将来の河川維持ならびに河川に関連して生ずる将来の計画を考慮すると、河巾は $4,000\text{ m}$ 級 ($13,120'$) が必要である。しかし、 $4,000\text{ m}$ より短くしてはならない。

上記の結論より、Type - A は無視すべきであるが、河川工事と橋梁建設費の両方を

比較する目的で、Type - A を仮に考えた。

各候補地点とも、洗掘から guide banks と cross dykes を保護するため、将来予測される橋脚の周囲の洗掘を防止するために、type - A を採用した場合には約 5,000,000 m³ の Pitching stone が必要である。概算によれば、この type の橋梁建設費は常に他の 2 つの type よりも高つく。

各候補地点とも、type - B の場合は約 3,000,000 m³ の Pitching stone が必要であり、概算による橋脚の周囲の洗掘深は type - A よりはるかに少ない。上記の通り、全橋梁工事費は type - A より少ない。

各候補地点とも、type - C の場合は約 2,500,000 m³ の Pitching stone が必要であり、河川の水路は type - B よりもはるかに安定していると思われるが、この type - B よりも長い橋梁が必要であり、全橋梁工事費も高くなる。

橋脚の周囲の洗掘の深さの判断は、現在の調査において別の重要な問題である。もし、井筒工法を採用するとすれば、各 well の必要な直径は 12m、長さは約 70m 位になる。この場合、橋脚の洗掘深は水深の 1.8 倍の深さになる。みよに建設した橋脚は一定の基礎の深さを維持するために橋脚防護工事をしなければならない。

他方、杭打工法を採用すれば、洗掘深は井筒工法よりも少く大体 10m (33') になる。しかし、建設工事費は井筒工法より高くなる。

Sirajganj site の難点は、橋梁地点の上流の左岸より分れている Dhaleswari 河の処理である。橋梁の左岸取付道路は Dhaleswari を横切らなければならない。それは河川工事に関連した理由のため、取付堤防において第二又は補助の橋梁とすることが望ましくなく、取付堤防において、この水路は締切ることが必要である。Jamuna 河から流入している Dhaleswari 河は橋の下流から離れて取入れるようにすべきであり、これは航行のために開けておくべきである。

上記の考えは、Dacca 会議において日本と Bangladesh の間で完全な意見の一致に到達した。

Dhaleswari 河の上流の水路の入口は取付堤防によって締切り、下流の水路入口を上流と下流の機能を一つにしたものと同じにして改良することを Dacca 会議の Agreed Minutes に示す (APPENDIX II)。

7. 橋梁計画

Jamuna 橋の計画は河川工事を基本にして作らなければならないが、全橋梁工事建設費 (河川工事と橋梁工事の合計) は出来るだけ下げることが必要である。

7.1. 橋梁の種類について

橋梁の種類について、Bangladesh の交通形態の見地から下記のものが考えられる。

a. 道路橋

b. 鉄道橋

c. 鉄道道路併用橋

Bangladeshにおける交通網としては、鉄道・道路・水上航空の各輸送よりなっており、これらの交通手段の間で現在鉄道と水上輸送が最も広く使用されている。

上記の輸送について、鉄道輸送はBangladesh全土にわたり、大きな輸送手段を占めている。鉄道輸送は全土の交通として、社会的に経済的に最も重要な役割を果たしているといわれている。ゆえに、Jamuna河を渡る橋を計画する場合には、道路橋より鉄道橋の方が有力であることは明白である。しかし、Bangladeshにおける最近の陸上輸送の調査によれば、陸上輸送はフェリーの能力の増強により急速に伸びている。この輸送増大の傾向は無視することは出来ない。また、Jamuna河にかける道路橋はBangladeshにおいて、将来の陸上輸送の増進のためにも必要であることは言うまでもない。

この輸送需要に見合う目的では二つの方法が考えられる。一つは、鉄道橋と道路橋を別々に建設することであり、もう一つは、鉄道道路併用橋を建設することである。前者は後者より大きな利得があるが、大きな建設費が必要である。

上記に述べた各問題と現在のBangladesh全土の交通の現状を考慮に入れて比較し、更に、将来の交通体系とBangladeshの経済開発を考慮に入れて、Jamuna河にかける橋は、鉄道道路併用橋にするのが最も適当であると考えたので、調査団はこれを提案した。

この計画は、東京会議においてBangladesh代表団に受諾された。

7.2. 橋梁の全長

橋梁の全長（橋の両方の橋台パラベットの前面間の長さ）は兩岸のguide bankの中によって決定される。

6.において述べたように、河川工事上より見て各候補地点とも4,000 m以上の長さが必要である。それ故、type Aの場合は無視し、type Bとtype Cを取り上げて考え、これらの二つの場合について、技術的、経済的観点から調査を行った。この調査の結果より、各候補地点ともtype Bはtype Cよりも常に経済的であることが明らかになった。詳細な説明は、この報告書の12.5.に述べられている。

一般に、橋梁の河巾を選択する場合、通状現状の河巾よりも大きくするのが好ましく、一般的に、将来の河川改修、河床変動の可能性、その他の河川管理ばかりでなく将来の河川計画を考えて流量が増加する可能性より見て、現在の河巾を狭くすることは好ましくない。このような考えに従って、guide bank systemを採用して河川工事を行わないう河巾を決める他の方法がある。

この場合、兩岸の安定河岸の間を橋間として長い橋梁をかけなければならない。

この場合、非常に長い橋梁（9～12 Km）が必要になり、両方の場合を比較した結果、各候補地点とも後者の建設費は、前者のよりも常に高い。よって、この様な考え方はこの調査においてはあてはまらなかった。

7.3. 橋梁の有効巾

Jamuna 橋の有効巾の決定はこの project において最も重要な事項の一つである。何故ならば、それは主として将来大きくなる Bangladesh の全国交通量に焦点を定めるだけでなく、総建設工事費にもからんでくるからである。

調査団の経済、交通調査の結果と Bangladesh 交通量調査を考慮し、下記の二つの Case を鉄道道路併用橋のために調査した。

Case A

鉄道部分：単線，広軌（5' 6"）

道路部分：二車線，全巾 24'

Case B

鉄道部分：複線（2 @ 5' 6"）

道路部分：四車線，全巾 48'

一般に Case B の建設費は Case A より高い。

調査の結果により、我々は、ここに単線広軌と 24' の巾をもつ二車線からなる橋梁の有効巾を提案する。何故ならば、この巾の通過能力は遠い将来に予想される Bangladesh の陸上交通量の需要を満たすものと推定されるからである。

上記の案は、Dacca 会議において Bangladesh 側によって受諾された（Dacca 会議における Agreed Minutes A-2 及び D-1）。

故に、以後専らこの有効巾を調査に採用した。

7.4. 設計規定

日本側と Bangladesh 側の間で討論の後、下記の仕様が Jamuna 架橋の概略設計に適用されることになった。

a. 荷重. 橋の設計は、I.R.O. (Indian Road Congress) standard Vehicle Class A と風速、温度変化差、地震加速度を除いた Pakistan Railway (Schedule of Dimension 5' 6") に述べられた仕様書に従う。地震等の項目は Bangladesh の自然条件を考慮して決定すべきであり、Bangladesh の気象資料を参考にして、これらの項目について下記のように推定した。

標準風速	30 m/S
温度変化差	0°C~4°C
地震加速度	横方向 0.1 G
	縦方向 0.

b. 建築限界

建築限界について、道路は ASSHO の "Standard Specification for Highway Bridge" に準じ、鉄道については、Pakistan Railway (Schedule of Dimension 5' 6") に準ずる。

c. 航路限界

設計に使用する最少通船間隔は下記の通り B. I. W. T. A. に述べられている。

最少横方向間隔 250 ft. (76m)

DHWL より上の最少垂直方向間隔 40 ft. (12m)

d. 鉄骨構造物

鋼構造物全般については、鉄道の床組を除いては、日本道路協会の高速道路による標準示様書によって設計する。鉄道の床組は日本土木学会による鉄道橋の標準示様書によって設計する。

e. 鋼材

全鋼材は、日本工業標準規格 (JIS) によって設計する。

f. コンクリート構造物

全コンクリート構造物は、日本土木学会による鉄筋コンクリート標準示様書によって設計する。

7.5. 橋梁上部構造

7.5.1. 橋梁材料の選択

橋梁の全長は左右岸の guide bank の水路の巾によって決定されることは明白である。

径間は B. I. W. T. A. によって示されている通船水路の最少水平方向間隔 250 ft. によって決定される。

上記の条件を考慮して、主構材料として鋼材又は prestressed コンクリートを勧める。

しかし、Jamuna のような長い橋では、鋼径間はコンクリート径間よりもずっと軽くて、容易に架設することが出来るのと、地震によって起った慣性力は、コンクリート径間より鋼径間は少ない。その上、鋼径間は、コンクリート径間よりはるかに早く建設することが出来る。

鋼径間とコンクリート径間の利害得失を比較して、Jamuna 架橋の場合は、鋼橋の方がコンクリート橋よりも適しているという結論を得た。

7.5.2. 径間の型式と構成の選択

全建設工事費を小さくする目的で、橋の構造型式は長径間の中の適用できる各種の型式より選択しなければならない。

一般的に知られているように、連続トラス型式、片持梁トラス型式は長い径間の橋には適している。それ故、最も適した主桁の構造型式とその径間構成の決定については橋梁の上下部の建設費と通船路の規定巾員を考慮に入れ、次の作業を行った。

3 径間連続トラス (等径間)	各径間長は 100m (328 ft.)
”	” 150m (492 ft.)
多径間キャンティレバートラス (等径間)	” 250m (820 ft.)
”	” 350m (1,148 ft.)

調査結果によれば、150mの三径間連続トラスが各4候補地点において、他の三つの type よりも経済的である。

7.6. 橋の下部構造

Jamuna 河は網状になって流れており、Guide bank system によって水路を固定する河川工事を行なっても、水路の最深部は流路のあちこちに移動する。その結果、すべての橋脚の基礎は等しい深さにすべきである。

第1次調査におけるボーリング・テストの結果によれば、各候補地点とも地上より数十米下に存在する厚さ10米以上の期待できる支持力をもった層を発見した。この砂利層は橋梁の基礎を支持する層としては適しているように思われる。これは、各橋脚とも非常に深い基礎が必要であることを意味する。

通常、橋脚は周囲に何も保護をしなくて十分な根入れをして建設せられなければならない。今度の場合、もし、井筒工法を用いた時は、橋脚の洗掘深は概略水深の1.8倍になり、杭打工法を用いた時は、橋脚の洗掘深は約10mと推定される。橋脚の設計において上記に述べた条件を特に考慮した。

非常に深い基礎が必要なために、この橋梁の基礎として、鉄筋コンクリート井筒を採用した。煉瓦を使用することは、このような深い基礎に対しては望ましくない。煉瓦を使用する well は浅い所ならば可能である。

井筒基礎工法を選択する順序として、杭打基礎工法についても調査した。たとえば、杭打工法の洗掘深が井筒基礎工法より少なくても、垂直力を各杭に均一に伝達するために、変形しない様な base slab が必要であり、杭の上部は base slab に強く結合しなければならない。この base slab の重量は重く、かつ、大きく、各杭はこの余分の荷重を支持しなければならない。そして地震によって発生した大きな initial force にも受ける。調査の結果によれば、杭打基礎工法は井筒基礎工法より多量の構造用鋼材を必要とし、また、値段も高い事は明白であった。結果として、Jamuna 橋の基礎として杭打工法は十分でない。

上記に述べた理由により、Jamuna 橋の基礎は鉄筋コンクリート井筒が適してい

るといふ結論になった。

case A の井筒は円形を採用し（単線広軌，全巾 24' の二車線）， case B の井筒は楕円形を採用した（複線広軌，全巾 48' の四車線）。

Jamuna 河は，兩岸の guide bank の間の水路において，流向が移動する可能性がある。もし，何かの理由により流向が変わっても，井筒の断面を円形にした時は橋脚の周囲の局所洗掘の状態は変わらない。

基礎の一定の深さは，横力に対する安定の保持に必要である。しかし，最悪の場合には橋脚の局所洗掘は限界を越えることが想像される。この場合，井筒を，基礎の定められた深さを橋脚周辺の防護によって，安全に洗掘から防止する必要がある。更に，将来ずっと基礎の定められた深さになっているかどうか，絶えず検分と維持が要求される。

施工の観点から乾期に井筒の沈下を完了する必要がある。もし，井筒沈下の現場施工が雨期までかかるならば，洪水によって予知出来ない被害を受ける。Bangladesh 乾期は 11 月より 3 月である。

井筒沈下の時期は乾期に限られているといっても過言ではない。このような苛酷な条件なので，工事期間と土の力学的特性を考慮に入れて，井筒沈下の施工にはリパス・サーキュレーション工法が最も適した工法であることを提案する。この場合，井筒本体と外側の土の間の摩擦抵抗を減する方法を考えなければならない。

井筒の沈下速度は井筒自体の重量によって決まり，井筒の壁の厚さは，井筒の沈下速度を加速する目的で出来得る限り厚くすべきである。井筒の壁の厚さは上記の条件によって 2.2 ~ 2.5 m とした。

この事情から，或橋脚は河の深い場所に建設しなければならないが，水路の深い部分に仮設人工島を作ることは難しく，また，多くの時間も費す。時間を節約する目的で，井筒本体の下方の部分には鋼製井筒を採用し，上方の部分は鋼製井筒と同じ径の円筒の precast concrete block を採用した。鋼製井筒の長さは 19 m で概算重量は 150 ton である。円筒の precast concrete block の 1 ロットの長さは 4 m で，概算重量は 750 ton である。井筒沈下施工の方法は Volume III に述べられている。

上記に述べた鋼製井筒と同筒の present concrete block を用いて井筒沈下工事は乾期の間に終了することが期待できる。

各候補地点の井筒の全長は下記の通りである。

Bahadur abad	70.0 m
Gabargaon	72.0 m
Sirajganj	68.0 m
Nagarbari	78.0 m

7.7. 取付堤防

取付堤防は、橋と鉄道・道路取付部の両方と接続する必要がある。取付堤防の延長は鉄道の縦断勾配によって影響される。橋梁の橋台の所の計画地盤高は、約 DHWL 上 27.5m (90') のため、鉄道の縦断勾配が 1/200 という条件で約 3.5 Km 必要である。この堤防は river training system の横断堤として役に立つ。アプローチには高い堤防が必要であり、安定性を計算しなければならない。この堤防の安定性の検討は、円弧すべり方法によって行ない、計算の結果、取付堤防の設計斜面は、1 : 2.5 で充分であることが確認された。

安定計算に使用した力学的指標は下記の通りである。

単位容積重量	2.0 t/m ³
土の凝集力	1.5 t/m ²
内部摩擦角	17° . 5

上記の力学的指標は、調査団の調査によって得られた。

sub-section 7 の詳細な記述は、この報告書の Volume III に述べられている。

8. 接続鉄道計画

接続鉄道計画の第 1 次調査の目的は、各 4 候補地点の Jamuna 河の左右岸において、橋梁と現在の鉄道路線を連結するのに最も適した鉄道取付路線を設定することである。調査は最短距離をとることを基本として行われた。経済的には Bangladesh 鉄道の将来鉄道網と改良計画を加味して、Dacca と接続する結果になるように各鉄道取付の位置の選定に考慮を払った。概略の建設工事費もまた調査した。

上記の調査は Bangladesh の 1/50,000 の地形図によって行なわれた。結果の概要は下記の通りである。

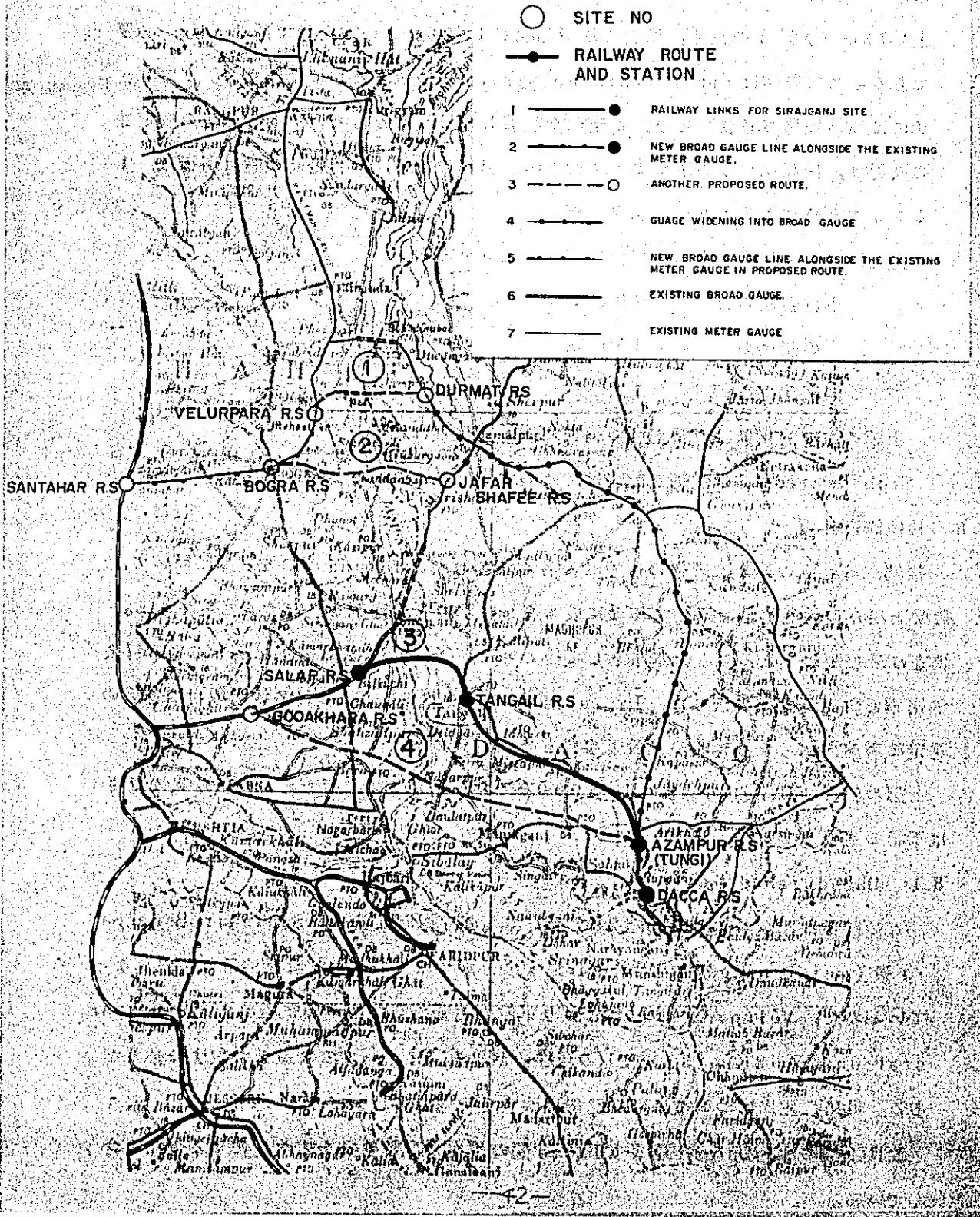
8.1. Bahadurabad 路線

この路線は、全長約 38Km (23.7 哩) であり、右岸は現在の Santahar-Bonarpara 線 (meter gauge) の Velupara より分岐する。しかし、計画路線は広軌になっているので、Velupara station より下流の主要な荷物積換操作場のある Santahar station 間約 62Km (38.8 哩) の現在の標準軌道に沿って広軌道を敷設する必要がある。更に、左岸については現在路線の改良を考慮しなければならない。

改良工事には、Durmut 駅より Dacca 間の現在の標準軌道を広軌道にする工事も含まれている。

標準軌道を広軌道に変える全延長は約 126Km (77 哩) である。

Fig. 3-5 Railway Route



8.2. Gabargaon 路線

この路線は、右岸の Bogra 駅から分岐し、左岸において、現在の Jamalpur-Jagan-nathganj 線 (meter gauge) の Jafar Shafee 駅に接続する。全長約 55Km (35miles) である。Bahadurabad 線と同じ方法で、Bogra と Santahar 間の約 40Km (25miles) については現在の標準軌道に沿って広軌道を敷設すると共に、左岸の現在路線を改良することが必要である。この改良工事の全長は約 124Km (77miles) である。

8.3. Sirajganj 路線

この路線は、右岸の現在の Sirajganj 支線 (広軌) の Salop 駅より分岐し、Jamuna 河を横断して、左岸の Tangail を通過する。この路線は更に、南の方に向い、Mirzapur と Kalikur を通り、Tungil 附近において現在の標準軌道と結んでいる。

この計画のために、Tangail と Dacca, Tangail 間の入り組んだ新しい飛行場の北の Azampur に主要駅を建設する必要がある。新線の全長は約 114Km (71哩) である。

8.4. Nagarbari 路線

この路線は、右岸の現在の Sirajganj 支線 (広軌) の Cooakhora 駅より分岐し、Jamuna 河と左岸の主な河 Baral, Dhaleswari を横断している。

Sirajganj 路線と似たような様式で、この路線は Dacca-Tungil 線の Azampur で終わっている。この路線は、全長約 120Km (75哩) と 4 候補地点の中で一番長い。

各 4 候補地点の鉄道取付部の地盤高は、高水位より 3 ft. の最少安全余裕を見込んで決定した。

8.5. 設計規準

Bangladesh 鉄道 Code of practice for Engineering Department を参照して、鉄道取付部の設計規準を定めた。

この調査の主な規準の概要は下記の通りである。

軌条巾	広 軌 (5' 6")
軌 道	単 線
勾 配	最大 1/200 (但し短距離)
半 径	最小半径 1,000m
盛土高 (路床)	高水位より 3 m 高

盛土巾(路床) 20 ft

設計荷重 1926年の広軌標準荷重を基にした軸荷重
22.5 ton

軌道構成 90 lb/yard (50 kg/m) 軌条, 枕木(1375本/km)
バラスト

列車速度 最大 96 km/hr (60 m. p. h)
平均約 54 km/hr (34 m. p. h)

信号 中央統御方式(CTC)

仕様の詳細は Volume IV に示してある。

9. 接続道路計画

接続道路計画の第1次調査の目的は、4候補地点について、それぞれ、Jamuna河の兩岸の現在ある全天候道路と橋を結ぶ適当な高速道路々線をみつけることであり、最短距離を基本として行ない、また、概算建設工事費も調査した。

調査はBangladeshの1/50,000地形図によって行ない、調査結果の概要は下記の通りである。

9.1. Bahadurabad路線

Jamuna河右岸

予定路線はAsian HighwayのKamarから現在操業している砂糖工場のあるShahapurまで現存するKacha roadに沿って走る。しかし、この区間は道路取付部の仕様に従って、拡巾と改良を行なわなければならない。そして、路線はShahapurからMahimaganjまで現在のbrick roadに従う。その後、南の方に転じてGobariparaからMuhammadpurまで現在の道路に従う。この区間は、仕様に従って拡巾と改良を行ない、また、現在起っている猛烈な浸蝕に対して保護を行なわなければならない。予定路線の長さは約2.5 km (15.5哩)である。

Jamuna河左岸

JamalurからDharmakaraまで、予定路線は現在のJamalur - Bahadurabad鉄道に沿って左側を計画した。DharmakaraよりChilabariは現在のKacha道路に従って進むが、この区間は、仕様に従って拡巾と改良を行なわなければならない。Chilabariから架橋予定地点のRajapurまでは新設路線を計画した。予定路線の長さは約4.25 km (26.4哩)である。

この地方は土地が低く湿地帯なので、道路建設のための地上条件は適当ではない。それ故、悪条件を防ぐのに路線の位置の選定には特別の考慮を払った。この路線の全長は約6.75 km (42哩)である。

9.2. Gabargaon路線

Jamuna河右岸

予定路線は、BograからGabtariの東の方向に現在のbrick roadに従い、そこでGabtariからPhurbariは現在のKacha roadに従うが、この区間は仕様に従って拡巾と改良が必要である。Phurbariから架橋予定地点のChandanbaisa間は、一直線の新設道路を計画した。予定路線の長さは約3.11 km (19.3哩)である。

Jamuna河左岸

予定路線はJamalurの南方約5 kmに位置するKochagarからOhtal河の渡河地点まで西方に伸びている。この区間は、現在のKacha道路に沿っているが、

仕様通りに拡巾と改良が必要である。予定路線の長さは約 3.4 km (2.1 哩) である。

この地方は、低地と湿地帯なので道路建設のためには適当ではないが、自然の悪条件を防ぐためにこの路線の位置の選定には特別の注意を払った。この路線の全長は約 6.5.1 km (4.0 哩) である。

9.3. Sirajganj 路線

Jamuna 河右岸

Asian Highway 上にある Hatikumrul から Slalkal は Bangladesh 政府の道路局の管理のもとに新道建設工事が進行している。

この区間は Hatikumrul-Sirajganj 道路の一部であり、この区間の全建設工事は 1978 年までに完成する。

それ故、この道路の上記に述べた区間は、この Project の取付道路として完全に利用出来る。Slalkol から Banbaria の新設道路は鉄道を横切り、Sirajganj の南を迂回する様に計画した。そこで南の方向に転じ、Tengrail まで現在の単線道路に従う。この区間は仕様に従って改良しなければならない。Tengrail から架橋地点間は最短距離を結ぶように計画した。右岸の予定路線の長さは約 15.5 km (9.6 哩) である。

Jamuna 河左岸

Tangail から Gopalganj 間は Bangladesh 政府の道路局の管理のもとに新道の建設工事が現在進行中でである。この道路は取付道路として全部利用できる。上記の道路と橋梁を接続する短い取付道路が必要である。これは取付道路の建設費を安くする事が出来る。左岸の予定路線の長さは約 1.4.2.5 km (8.8 哩) である。左右岸の合計の予定路線の長さは約 2.9.7.5 km (18.5 哩) である。

9.4. Nagarbari 路線

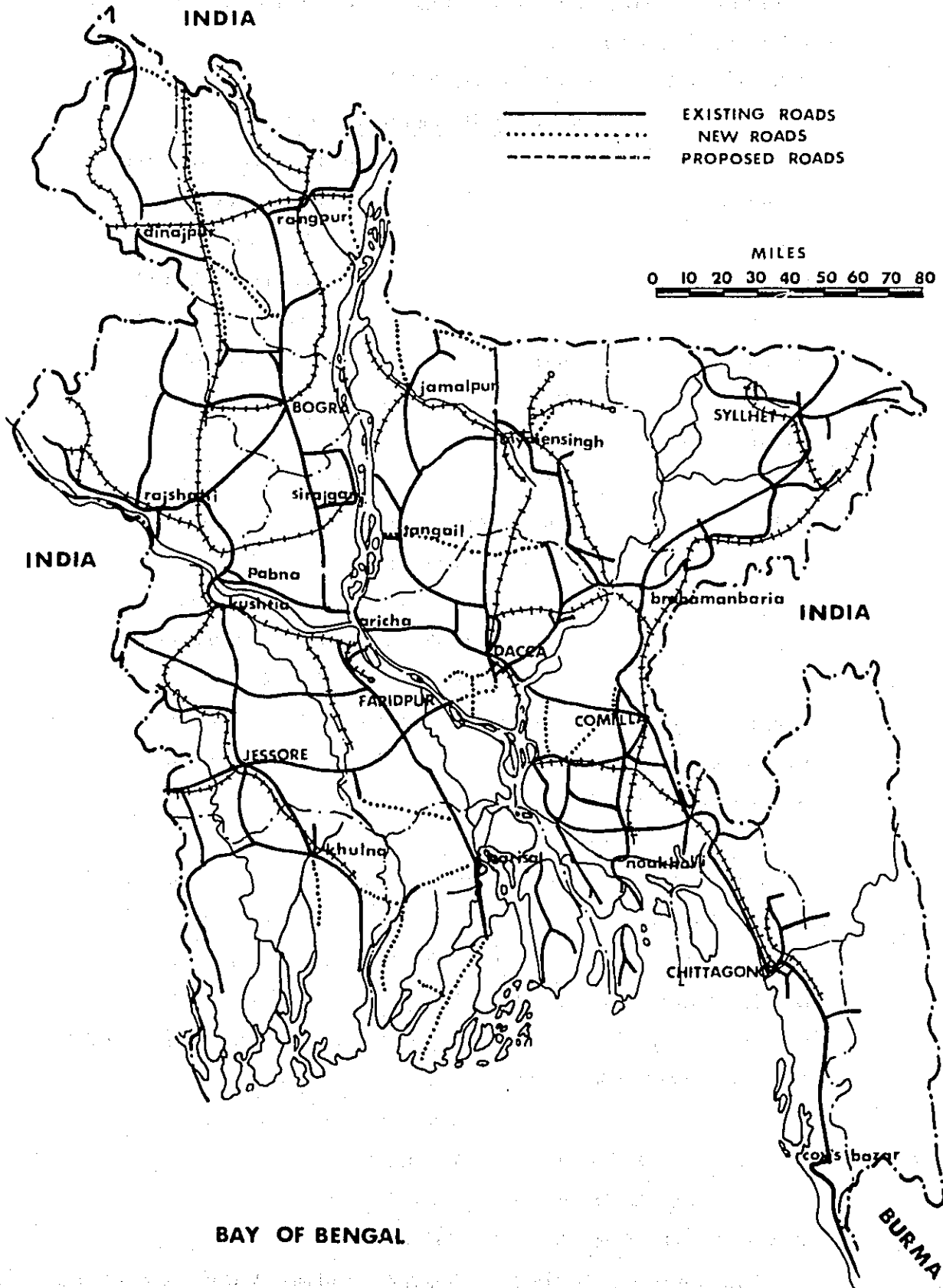
Jamuna 河右岸

Asian Highway 上の Bangram から Hursagar 河までの予定路線は現在の道路に従うが、改良工事が必要である。Hursagar 河から橋までは最短距離で結ぶ方法を計画した。右岸の予定路線の長さは約 6.5 km (4 哩) である。

Jamuna 河左岸

予定路線は Dacca-Aricha 道路の Aricha より約 1.0 km 離れた Mahadebpur から出発し、北方の Tebaria に伸びる。この区間の予定路線は非常に悪く、浸蝕された現在の Kacha 道路に沿うが仕様に従って改良する必要がある。Tebaria から Haparikatra を通って橋梁地点までは一直線で、最短距離を結ぶ方法を計画した。左岸の予定路線長は約 2.8.7.5 km (18 哩) である。左右岸の全予定路線長は約 3.5.2.5 km (22 哩) である。

Fig. 3-6 ROAD MAP OF BANGLADESH
ROAD NETWORK



9.5. 設計規準

Bangladesh 政府、道路局によって設定されている幾何学設計標準を参考にして、取付道路の設計規準を定めた。

この調査の主な基準の概要は下記の通りである。

<u>Geometric Design Standard</u>		
Two-lane two-way highway		
Roadbed		12.200 m (40 ft)
Lane		3.355 m (11 ft)
Shoulder		2.440 m (8 ft)
Earthberm		0.305 m (1 ft)
Design speed	Rural	96.5 km/hr (60 mph)
	Urban	80.5 km/hr (50 ")
Running speed	Rural	72.5 " (45 ")
	Urban	64.5 " (40 ")
Radius of	96.5 km/hr (60 mph)	350 m (1,146 ft)
Curvature	80.5 " (50 mph)	230 m (754 ft)
Grade		3% max.
Passing sight	96.5 km/hr (60 mph)	610 m (2,000 ft)
Distance	80.5 " (50 mph)	520 m (1,700 ft)
Stopping sight	96.5 km/hr (60 mph)	145 m (475 ft)
Distance	80.5 " (50 mph)	107 m (350 ft)
Super-elevation		8% max.

各候補地点の取付道路の地盤高は全路線を通して高水位の上3ftの最少安全余裕をとって決定された。

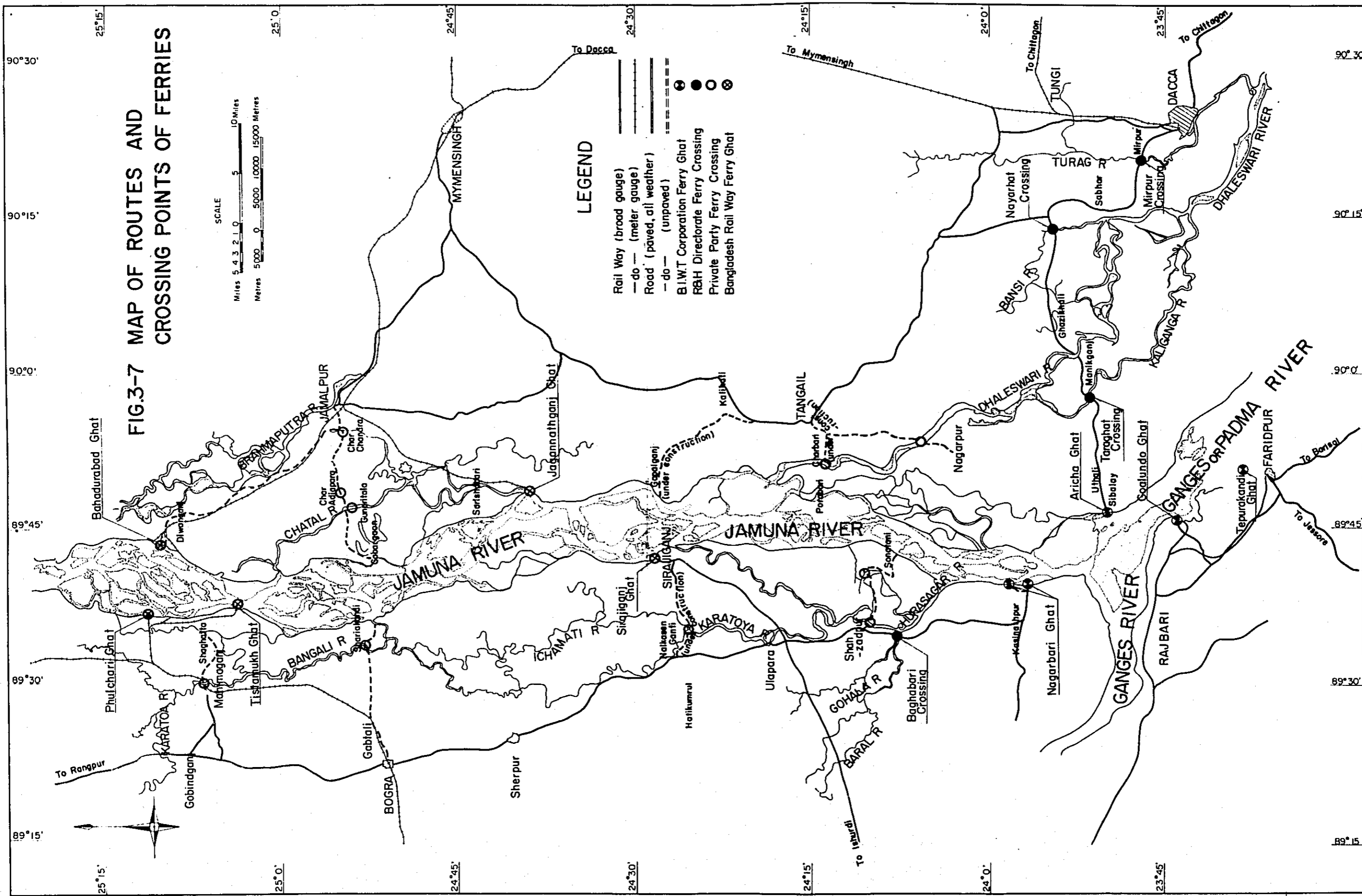
これらの取付道路を横切って沢山の河や水路がある。この河や水路のかなりの部分は排水の詳細調査によって締切ったり、狭くすべきであると考えられる。

堤防の安全性は、円弧すべり法によって検算した。この計算に使用した土質力学的指標は下記の通りである。

単位容積重量	2.0 t/m ³
土の凝集力	1.5 t/m ²
内部摩擦角	17°5'

これらの指標は調査団の調査によって得られた。

この Sub-Section の詳細は、この報告書の Volume V に述べられている。



10. フェリーの現況

Bangladesh の領土は Jamuna 河によって東西に分断されているが、Jamuna 河には橋梁はない。

それ故、フェリーだけが河を越えるのに重要な意味をもっている。現在のフェリー能力は Jamuna 河を越える交通輸送量に匹敵するのに充分でなく、この輸送能力の不足は、Bangladesh における全土の交通に障害を起している。この交通事情によって、現在の Bangladesh における全国交通網は南北の方向に伸びている傾向がある。

現在の Jamuna 河を渡る道路と鉄道フェリーの位置は Fig. 3-7 に示す。Jamuna 河は三ヶ所においてフェリーが運航しており、それらの特徴を下記に述べる。

10.1. 道路フェリー

10.1.1. Aricha-Nagarbari フェリー

このフェリーは B. I. W. T. A によって運営されており、Jamuna 河の左岸の Aricha と右岸の Nagarbari を結んでいる。東部地域と北西部地域の道路交通は殆んどこのフェリーに依存している。この路線延長は約 21 km (13 哩) である。

10.1.2. Aricha-Goalundo フェリー

このフェリーもまた、B. I. W. T. A によって運営されており、Aricha と Padma 河の右岸の Goalundo を結んでいる。東部地域と南西部地域間の道路交通は殆んどこのフェリーに依存している。この路線距離は約 27.4 km (17 哩) である。

10.2. 鉄道フェリー

Jamuna 河には Bangladesh 鉄道によって鉄道フェリーが二路線運航されており、これらの二路線は下記の通りである。

10.2.1. Bahadurabad-Tistamukh 路線

この路線は、Jamuna 河の上流部分に相当する所に位置し、Jamuna 河の左岸の Bahadurabad と右岸の Tistamukh を接続している。この路線には2種類のフェリーがあり、一つは旅客列車によって到着した乗客と軽い荷物のためであり、そして他の一つは荷物を積んだ貨車と移動する物質の輸送のためである。鉄道は両岸ともメーター軌道である。

10.2.2. Jaganna thganj-Sirajganj 路線

この路線は Jamuna 河の中流部に相当する位置にあり、左岸の Jaganna thganj と右岸の Sirajganj を接続している。このフェリーは鉄道の旅客と鉄道小荷物だけを運んでいる。Jaganna thganj 側の鉄道はメーター軌道であるが、Sirajganj 側は 5'6" の軌道である。

Jamuna河を越えた鉄道旅客に関する資料は得られなかった。調査団は1973年12月と1974年6月の2回にわたり、Bahadurabad-Tistamukh、Jagannathganj-SirajganjのフェリーでJamuna河を渡る鉄道旅客に対して面接調査を行った。両調査の結果は下記の通りであった。

Jamuna河を渡る鉄道旅客数

調査期間	期間	Jagannathganj-Sirajganj	Bahadurabad-Tistamukh	合計
1973年12月 (乾期)	2日間	4,864	6,473	11,337
1974年6月 (雨期)	2日間	5,505	6,769	12,274

上記の資料からJamuna河を渡る年間鉄道旅客数は2ヶ所のフェリーで1,770,000人と想定された。

統計資料によるとカントリー・ボートによる輸送量を除外して1968～69年は620,000噸、1972～73年は198,000噸のカントリーボートによる輸送量を含んで612,000噸の品物が各々Jamuna河を越えた。

フェリーと橋を比較して、前者は後者より非常に遅い。特に、Jamunaのように不安定な河の場合は、定期的にフェリーを運営することは非常に難しく、そして時には完全に運休することが起り得る。この様にフェリーは国内の迅速な輸送活動の発展を抑制している。一方、人口増大に伴ってJamuna河を渡る潜在的な交通需要が急速に増加している。

1.1. 交通経済調査

1.1.1. 概要

この調査の1st stageの目的はバングラデッシュ国の経済の将来の動向をとらえ、これに伴って生ずるジャムナ河横断交通量を架橋候補4地点について予測し、最適架橋地点の判定を行うための資料をつくることにある。

ジャムナ河横断交通量の予測は、旅客と貨物とに分けて作業が行われた。

1.1.2. ジャムナ河横断旅客交通量の予測

1.1.2.1. トリップの分布

ジャムナ橋梁が存在すると仮定した場合の1993年におけるこの国全体のトリップ数は306百万と予測せられた(VOLUME VII)。このトリップはグラビティモデル式で各Districtに人口に比例するという仮定の下に分布せられた。

Table 3-4 Passenger Trips
Generating from District, 1993

Unit: 10 thousand trips/year

Zone No.	District	No. of trips
1	Sylhet	1,870
2	Dacca	3,780
3	Mymensingh	3,070
4	Tangail	870
5	Chittagon	1,890
6	Chittagong Hill Tracts	200
7	Noakhali	1,290
8	Comilla	2,250
9	Khulna	1,600
10	Patuakhali	530
11	Barisal	1,440
12	Faridpur	1,480
13	Jessore	1,580
14	Kushtia	980
15	Rajshahi	2,030
16	Pabna	1,230
17	Bogra	960
18	Rangpur	2,360
19	Dinajpur	1,200
Total		30,610

Table 3-5 Passenger Trips Distribution
(Origin-Destination), 1993

Unit: 10 thousand trips/year

Bahadurabad, Gabargaon

	NE	SE	SW	NW	Total
NE	2,355	2,510	878	1,495	9,593
SE		1,182	343	419	5,636
SW			2,250	1,886	7,607
NW				1,991	7,782
Total					30,618

Sirajganj

	NE	SE	SW	NW	Total
NE	2,296	2,438	963	1,596	9,589
SE		1,163	371	494	5,629
SW			2,218	1,841	7,611
NW				1,925	7,781
Total					30,610

Nagarbari

	NE	SE	SW	NW	Total
NE	2,190	2,323	1,260	1,618	9,587
SE		1,149	456	550	5,627
SW			2,088	1,715	7,613
NW				1,950	7,783
Total					30,610

Table 3-4 は District 別にトリップを分布した結果を示したものである。この表を基礎として、1993 年における大地域間のトリップの分布を橋のサイト別に O-D ベースで調べた。この結果は Table 3-5 に示す。

1.1.2.2. ジャムナ河横断旅客交通量の予測

旅客トリップの OD 表を用いて、1993 年におけるジャムナ河横断旅客のトリップ数を橋のサイト別に予測した。架橋候補地点 Bahadurabad と Gabargaon は距離に近いので、Bahadurabad の結果はそのまま Gabargaon に用いて支障なく、このことは貨物の動きについてもいえることである。Table 3-6 は橋のサイト別に旅客の東西方向の 1993 年における動きを示したものである。

1.1.2.3. 機関別旅客交通量

ジャムナ河を横断する予測せられたトリップには、鉄道によるもの、道路を利用するもの、船運によるものすべて含まれているので、これがいかなる割合になるかを決定しなければならない。このために、まず船運を利用するものを全体から除き、残りの部分についてパングラデッシュ国およびわが国の統計資料を参照して、これを鉄道と道路とに分類した。

Table 3-7 は、機関別に 1993 年のジャムナ河横断旅客トリップ数を示したもので、1993 年は内挿法によって求めたものである。

このように分けられた鉄道及び道路を利用する旅客トリップの総数がジャムナ橋梁を利用する旅客のトリップ数と考えることにした。

1.1.2.4. 要約

Table 3-7 は全トリップをサイト別、年次別にとりまとめたものである。表中の 2003 年のトリップ数は外挿法により求めた。

1.1.3. ジャムナ河横断貨物量の予測

1.1.3.1. 交通量

ジャムナ河を横断する貨物の流れは次のものから成り立っている。

- a. Rajshahi Division とジャムナ河の東側地域との間のすべての貨物の動き
- b. Khulna Division とジャムナ河東側地域との鉄道による貨物の動き
- c. インドとの間の貨物の動き、すなわち、Calcutta とジャムナ河東側地域との間の貨物の動き

これらの動きは船運、鉄道および道路に依存するわけである。しかし、これらの貨物を運ぶフェリーはジャムナ河には 2ヶ所しかない。すなわち、Bahadurabad-Tistamukh を連絡する鉄道フェリーと Aricha-Nagarbari を結ぶ道路フェリーである。Sirajganj-Jajgannathganj フェリーは鉄道旅客のみを運んでいる。

Table 3-6 Estimated Passenger Movement between East and West by Bridge Location

Unit: 10 thousand trips/year

Movement Pattern	Site	Bahadurabad Gabargaon	Sirajganj	Nagarbari
	Year	1993	1993	1993
NE-NW		1,495	1,596	1,618
NE-SW		878	963	1,260
SE-NW		419	494	550
SE-SW		343	371	456
Total		3,135	3,424	3,884

Table 3-7 Estimated Passenger Trips Crossing the Jamuna

Unit: 10 thousand persons/year

Year	1982/83	1992/93	2002/03
Site/Mode			
Bahadurabad & Gabargaon			
Overland	1,484.5	2,326.0	3,424.1
Waterborne	507.3	809.0	900.0
Total	1,991.8	3,135.0	4,324.1
Sirajganj			
Overland	1,613.0	2,528.0	3,452.4
Waterborne	563.8	896.0	1,000.0
Total	2,176.8	3,424.0	4,452.4
Nagarbari			
Overland	1,743.2	2,691.0	3,856.8
Waterborne	734.7	1,199.0	1,200.0
Total	2,477.9	3,890.0	5,056.8

1968/69年および1972/73年にジャムナ河を横断した貨物量はそれぞれ1,193,000トンおよび2,651,000トンと見積られている。

Rajshahi Division とジャムナ河東岸地域との間の貨物の動きは戦前と戦後とで変化した。その内容は次の通りである。

- a. 鉄道の戦災により、ジャムナ河横断貨物量は40～50%減少した。
- b. 依然として東西交通は鉄道が主流をしめているが、道路及び船運によるシェアが増加しつつある。
- c. 1968/69年には生ジュート、穀物の他に食料油、塩、セメント、鉄鋼、石炭などを運搬したが、1972/73ではセメント、食料油、石炭、肥料、鉄鋼などの動きがなくなり、豆類および木材が相当に含まれる。
- d. Chittagong Division と Rajshahi Division 間の交通量は減少した。

これは Chittagong Division と Bogra, Rangpur 方面との貨物の動きが減少したためである。主要な貨物は穀類、セメント、食料油、塩等であった。

Rajshahi Division とジャムナ河東部との間の物資の動きの他に、次に述べる貨物の移動は、ジャムナ河横断貨物の調査を行う場合、無視することはできない。

- a. Khulna Division とジャムナ河東岸地域との間の鉄道または道路による物の動き。
- b. Khulna Division と Jamuna 東岸地域との間の船運による物の動き。

調査の結果を参考として、将来におけるジャムナ河横断貨物量及び橋梁の建設によって影響を受ける貨物輸送量についてODベースで予測を行った。その結果を Table 3-8 に示す。

11の主品目⁽¹⁾の Rajshahi Division とジャムナ河東岸地域との間の全移動量は100万トンと予測せられる。同様に Khulna Division とジャムナ河東岸地域との間の全移動量は1563千トンと評価せられる。この他に Culcutta より Dacca および Chittagong にそれぞれ133千トン、45千トンの石炭の動きが予測せられるが、この全量はジャムナ河を横断するものと仮定する。

貨物移動量を機関別にいかに分けるかという判定は、この調査では、1968/69および1972/73の利用し得るデータおよびB.T.Sの報告書を参照

(1) 11主品目は、ジュート、ジュート製品、セメント、穀類、食料品、石炭、肥料、砂糖、豆類、鉄鋼、石材とする。

Table 3-8 Estimated Goods Movement Crossing Jamuna River in 1982/83

Unit: Thousand tons

Origin	Destination	Raw Jute		Food Grain	Cement	Coal	Oil	Iron & steel		Fertilizer	Salt	Sugar	Hard rock	Total
		Jute	Products											
Rajshahi	Chittagong	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	64
Chittagong	Rajshahi	0	0	0	49	0	0	25	264	119	0	0	0	457
Rajshahi	Dacca	169	0	0	0	0	0	0	0	0	0	64	120	353
Dacca	Rajshahi	0	0	0	0	0	0	0	134	0	0	0	0	134
	Subtotal	229	0	0	49	0	0	25	398	119	68	120	1,008	
Khulna	Chittagong	60	0	92	0	0	0	0	0	0	0	4	0	156
Chittagong	Khulna	50	0	0	0	0	43	0	97	132	0	0	0	322
Khulna	Dacca	50	0	0	68	178	172	0	0	3	0	0	0	471
Dacca	Khulna	320	200	0	0	0	0	0	94	0	0	0	0	614
	Subtotal	480	200	92	68	178	215	0	191	135	4	0	0	1,563
	Total	709	200	92	117	178	215	25	589	254	72	120	2,571	

して、各項目別に全地域間の物資の移動をベースとして行われた。

機関別の分担は橋梁があるかないかにより影響せられる。但し、ここでは橋梁のない場合の動きを促えることとした。

1.1.3.2. 各橋梁架設候補地点における1982/83の交通量

1982/83における貨物移動のODはジャムナ河に橋梁がないという条件の下に予測せられた。ここに予測せられた貨物の移動量は前記の11主要品目に限られており、橋梁建設に伴って発生する貨物の動きは含まれていないので、最小の評価額と考えることができる。

評価せられた貨物移動量は将来の輸送網の変化を考慮に入れて各橋梁サイト別に配分した。次にその結果について示す。

(i) Bahadurabad Site

(1) 橋の建設による影響

*鉄道(貨物)： Rangpur, Dinajpur とジャムナ河東岸地域との距離は短縮する。しかし、他の地域間の実際の距離は橋梁のない場合と同じである。

*道路： Mymensing, Tangailよりジャムナ西岸地域に至る距離は大巾に減小するので、これにより大きな便益を期待することができる。しかし、以上のゾーンペアー以外のトリップに対しては、Aricha経由のルートの方が約250km短い。

(ii) 輸送機関の変化

Rajshahi Division-Dacca 及び Chittagong Divisions

鉄道は橋梁の建設される前と同様に Chittagong との往復には利用度が高い。100,000トンの Comilla よりの物資(この90%はAshganjの肥料である)は橋梁のない場合には2/3、1/3の割合でそれぞれIWTおよびカントリーボートにより移動が行われるであろう。しかし、AshganjからのIWTによる輸送はよい条件下にあるので、橋梁ができてIWTから鉄道への転換は余り期待できない。

Sylhetからの往復は橋梁完成後も現在と同様鉄道が主力である。

Dacca-Bogra, -Dinajpur, -Rangpurの動きは約30万トンある。橋のない場合には7万トン(主にシュート、肥料)はIWTによっていたが、橋の建設により動きの大部分は陸上輸送によることになろう。Dacca-Pabna及び-Rajshahiは橋の建設により余り影響せられない。IWTから鉄道への変換はないと思われる。

Mymensingh-Bogra, -Rangpur, -Dinajpurは道路による場合は著る

しく距離が短縮せられ、鉄道と余り変わらないことになる。橋梁のない場合には、この間の貨物の大部分の移動は鉄道に依存していたが、橋の完成とともに大量の貨物輸送が道路に依存することになるとと思われる。

Khulna Division-Dacca 及び Chittagong Divisions

この区間は橋梁の有無にかかわらず、船運が優先している。そして、機関別分担の割合も橋梁の建設により大きく変ることとは考えられない。

(iii) 輸送機関別のOD

輸送機関別のODは Gabargaon Site と同じと想定される。

(2) Gabargaon Site

(i) 橋梁の建設による影響

*鉄道(貨物)： Dinajpur, Rangpur, Division と Dacca, Chittagong Division の間のゾーンペアーにおいては若干の距離の増大があるが、それ以外では橋梁の建設によりルート距離は減少する。

*道路： Mymensingh, Tangail とジャムナ河西岸地域との間には著しい距離の減少があり、これにより相当の便益が期待される。しかしながら、Dacca District と Bogra, Rangpur 及び Dinajpur District のゾーンペアーにおいては距離の増加がみられる。その他のトリップに対しては Aricha 経由の方が距離は短い。

(ii) 輸送機関の変化

この地点の架橋による鉄道および道路への影響は Bahadurabad の場合とあまり変化はない。IWTから鉄道および道路への転換は、Comilla から Rajshahi 及び Pabna に輸送される肥料、Bogra, Rangpur, Dinajpur から Comilla へ運ばれるジュート、砂糖にみられると思われる。

鉄道、道路の分担比率は架橋により大きく変わらず、鉄道輸送が依然優先するであろう。一方において、Mymensingh と Bogra, Rangpur 及び Dinajpur との間の輸送では鉄道から道路への大きな転換が見られるであろう。

(iii) 輸送機関別のOD

橋梁の有無により影響を受けると考えられるゾーンペアーに対する機関別ODは Table 3-9 に示される。

(3) Sirajganj Site

(i) 橋梁建設による影響

*鉄道(貨物)： Bogra, Rangpur 及び Dinajpur とジャムナ河東岸地域との距離は増大する。その中で、Mymensingh との往復は 200~300km 増加するであろう。Dacca との往復は 60 km, Chittagong との往復は

は Table 3-10 に示した。

(4) Nagarbari Site

(I) 橋梁建設による影響

* 鉄道 (貨物) : Sirajganj Site に比較して、ゾーンペアーに対する殆んどすべてのルート of 長さは 7~30 km 短くなる。Khulna と Dacca との間の距離が短縮せられることは注目に値する。Nagarbari 架橋による鉄道のルートが長くなること、およびこの橋梁により道路のルートの短縮せられることの影響は Sirajganj Site の場合よりも小さい。

* 道路 : Pabna, Rajshahi 及び Kushitia と ジャムナ河東岸地域の距離はわずかに増加する。従って、道路輸送の効果は相当に期待できる。Kushitia 以外の Khulna Division については、Gnalund の Ferry を経由した方が有利であるため、余り効果は期待できない。

また、Rangpur, Dinajpur, Bogra と Mymensingh とは Sirajganj の場合より 200 km 距離が長くなり、架橋しない場合とはほぼ同じになる。従って、道路への効果は Sirajganj の場合より少なくなる。

(II) 輸送機関の変化

Rajshahi Division-Dacca 及び Chittagong Divisions &

分組に影響のあるゾーンペアーは、Comilla-Rajshahi & Pabna, Dacca-Rajshahi & Pabna, Mymensingh-Bogra, Rangpur & Dinajpur である。

Comilla-Rajshahi & Pabna は Sirajganj 以上に鉄道の輸送距離が減少する。従って、IWT から鉄道への転換は更に大きくなるであろう。

Dacca-Pabna & Rajshahi についても鉄道が有利となり、Sirajganj の場合以上の転換が予測せられる。

(III) 輸送機関別の OD

橋の有無により影響を受けると考えられるゾーンペアーに対する機関別 OD 表は Table 3-11 に示す。

この場合の傾向は Sirajganj によく似ているといえる。

1.1.3.3. 1982/83 以後の貨物の動き

1982/83 以降の貨物の交通量については、物資の生産量の増加率をもって貨物の交通量の増加率とすることとした。

貨物の流れの調査資料を基にして、各物資の生産の増加率を次のように仮定した。

約 100 km 増加するであろう。

他方、Khulna Division と Dacca District の間の距離は 200 km 以上短縮せられ、IWT によるルートよりも短くなる。IWT から鉄道への大きな転換を生じることがこのルートでは予想せられる。Khulna Division と Chittagong Division の間でも約 100 km 以上の距離の短縮を生じる。

*道路： Mymensingh 及び Tangail からジャムナ河西岸地域への距離は著るしく短縮せられるが他方 Dacca, Chittagong からジャムナ河西部地域への距離は短縮せられない。また、Rajshahi, Pabna からの往復は約 100 km 距離が増大する。

(ii) 輸送機関の変化

Rajshahi Division-Dacca 及び Chittagong Divisions

Bahadurabad, Gabargaon の場合と同様に、橋の建設後大きな輸送機関の変化はみられない。

Comilla と ジャムナ河の北西地域との間の鉄道の輸送には大きな変化はみられないであろう。しかし、Comilla と南西地域との間の輸送には、鉄道による輸送が IWT によるものよりも短くなるため大きな便益が期待できる。

Dacca と Bogra, Rangpur 及び Dinajpur の間の動きについては、輸送機関の変化はないであろう。しかし、鉄道による Dacca と Rajshahi および Pabna 間の輸送は IWT による場合よりも短くなる。しかし、道路によるこの間の距離は長くなるので、道路から鉄道への転換が期待せられる。約 5 万トンの生ジュートの輸送が道路から鉄道に転換せられるであろう。

Mymensingh と 西北部の 3 つの District との間は鉄道の距離が約 280 km 増大する。したがって、この区間は鉄道から道路への輸送の転換が期待される。

Khulna Division-Dacca 及び Chittagong Divisions

Chittagong Division と Khulna Division の間の IWT のルートの長さはこの区間の鉄道及び道路のルートの長さより短かいので、ジャムナ橋梁の完成後も輸送の機関分担には大きな変化は生じないであろう。1968/69 の Dacca-Chittagong 間における IWT と鉄道との輸送の割合は 5 : 4 であった。Dacca と Kushtia, Faridpur 及び Jessore 間の鉄道による輸送比率は少し大きくなるであろう。

(iii) 輸送機関別の OD

橋の有無により影響を受けると考えられるゾーンペアに対する機関別 OD

表はTable 3-1.1に示す。この場合の傾向はSirajganjによく似ているといえる。

1.1.3.3. 1982/83以後の貨物の交通量については、物資の生産量の増加率をもって貨物の交通量の増加率とすることとした。

貨物の流れの調査資料を基にして、各物資の生産の増加率を次のように仮定した。

項 目	増 加 率 (%)
生 シ ュ ー ト	0
シ ュ ー ト 製 品	0
穀 類	3
セ メ ン ト	6
石 炭	5
石 油	5
鉄 鋼	5
肥 料	7
食 塩	3
砂 糖	3
硬 岩	7

Table 3-1.2 は次の仮定により、架橋地点別、輸送機関別に1992/93までのジャムナ河横断貨物の推計値を示す。

- ジャムナ河を横断する物資の予測平均増加率は変らないものとする。
- 推計せられる物資は主要なものに限る。Bograのセメント製造及び石炭の開発により生ずる推定交通量はジャムナ河を横断するものとする。
- 主要品目以外の物資の全物資に対する比率は1968/69及び1972/73の実績を考慮して10~20%と予定する。

ジャムナ河横断貨物量 (Table 3-1.2) は予測せられた量に更に20%を加えた値である。これは橋梁建設に伴う誘発貨物量を考慮したためである。Bogra地区の鉱山開発に伴い発生すると見込まれる交通量は1992/93以降と仮定した。2003年の貨物量の動きに対しては外挿法を用いた。

Table 3-9 Allocated Movement Crossing the Jamuna River
by Mode in 1982/83 — Bahadurabad or Gabargaon —

Unit: Thousand Tons

Division		Rail	Road	IWT	C.B.	Total
Origin	Destination					
Rajshahi	Chittagong	53	1	10	0	44
Chittagong	Rajshahi	366	0	52	39	457
Rajshahi	Dacca	209	97	0	47	353
Dacca	Rajshahi	117	0	11	6	134
Sub-total		745	98	73	92	1,008
Khulna	Chittagong	2	0	94	60	156
Chittagong	Khulna	0	0	220	102	322
Khulna	Dacca	0	0	420	51	471
Dacca	Khulna	15	0	577	22	614
Sub-total		17	0	1,311	235	1,563
Total		762	98	1,384	327	2,571
India (Calcutta)	Dacca Chittagong	0		178		178

Note: C.B. means Country Boat.

Table 3-10 Allocated Movement Crossing the Jamuna River
by Mode in 1982/83 —Sirajganj—

Unit: Thousand Tons

Division		Rail	Road	IWT	C.B.	Total
Origin	Destination					
Rajshahi	Chittagong	53	1	10	0	64
Chittagong	Rajshahi	370	0	48	39	457
Rajshahi	Dacca	194	83	13	63	353
Dacca	Rajshahi	123	0	8	3	134
Sub-total		740	84	79	105	1,008
Khulna	Chittagong	2	0	94	60	156
Chittagong	Khulna	0	0	220	102	322
Khulna	Dacca	125	0	295	51	471
Dacca	Khulna	176	0	420	18	614
Sub-total		303	0	1,029	231	1,563
Total		1,043	84	1,108	336	2,571
India (Calcutta)	Dacca Chittagong	71	107			178

Note: C.B. means Country Boat.

Table 3-11 Allocated Movement Crossing the Jamuna River
by Mode in 1982/83 —Nagarbari—

Unit: Thousand Tons

Division						
Origin	Destination	Rail	Road	IWT	C.B.	Total
Rajshahi	Chittagong	53	1	10	0	64
Chittagong	Rajshahi	377	0	41	39	457
Rajshahi	Dacca	195	83	13	62	353
Dacca	Rajshahi	125	0	6	8	134
Sub-total		750	84	70	104	1,008
Khulna	Chittagong	2	0	94	60	156
Chittagong	Khulna	0	0	220	102	322
Khulna	Dacca	167	0	253	51	471
Dacca	Khulna	228	0	368	18	614
Sub-total		397	0	935	231	1,563
Total		1,147	84	1,005	335	2,571
India (Calcutta)	Dacca Chittagong	89	0	89		178

Note: C.B. means Country Boat.

Table 3-12 Estimated Goods Movement Crossing the Jamuna River by Mode,
1982/83 and 1992/93

Unit: Thousand Tons/year

Mode	Bahadurabad, Gabargaon		Sirajganj		Nagarbari	
	1982/83	199/93	1982/83	1992/93	1982/83	1992/93
Railway	762	1,815(1189)	1,043 [71]	2,248(1737)	1,147 [89]	2,393(1915)
Highway	98	264(176)	84 [107]	273(165)	84	295(181)
Inland water	73 [178]	122	79	133	70 [89]	114
Country boat	93	153	105	177	104	171
Total	1,025 [178]	2,354(1640)	1,311 [178]	2,831(2212)	1,405 [178]	2,973(2381)

Note: 1) Figure in () shows the goods movement in the absence of coal mining and cement project in Bogra District.

2) Figure in [] shows the goods movement with India.

3) The mining project in Bogra District is assumed to be in operation in 1990's.

4) Goods movement by inland water between Khulna Division and Dacca and Chittagong Division is excluded.

Table 3-13 Estimated Commodity Flow Crossing the Jamuna River by Mode

Unit: Thousand Tons/year

Site/Mode	Year	1982/83	1992/93	2002/03
Bahadurabad & Gabargaon				
Overland		860	1,365 (2,079)	2,167 (3,380)
Waterborne		165 [178]	275	275
Total		1,127 [178]	1,640 (2,354)	2,442 (3,655)
Sirajganj				
Overland		1,127 [178]	1,902 (2,521)	3,196 (4,109)
Waterborne		184	310	310
Total		1,311 [178]	2,212 (2,831)	3,506 (4,419)
Nagarbari				
Overland		1,231 [89]	2,096 (2,688)	3,563 (4,381)
Waterborne		174 [89]	285	285
Total		1,405 [178]	2,381 (2,973)	3,848 (4,666)

- Note: 1) Figures in () shows the goods movement in the presence of coal mining and cement project in Bogra District.
 2) Figures in [] shows the goods movement with India.
 3) The mining project in Bogra District is assumed to be in operation in 1990's.
 4) Goods movement by inland water between Khulna Division and Dacca and Chittagong Division is excluded.

12. 建設費の概算

4ヶ所の架橋候補地点別に建設費の概算を行った。

次にその結果を示す。

1 2. 1. 河川工事

ガイドバンクの形式B及びCについて建設費の概算を行った。その結果をTable 3-14に示す。

1 2. 2. 橋梁工事(鉄道道路併用橋)

1 2. 2. 1. 橋梁上部工事

次に示す条件により、候補4ヶ地点別に上部構造の概算を行った。

a. 橋 長 4.2 Km, 5.2 Km及び5.6 Km

b. 巾員構成

鉄道部 広軌(5' 6")単線

道路部 車道2車線(2@11')

鉄道部 広軌複線(2@5' 6")

道路部 車道4車線(4@11')

c. 形 式

3径間連続トラス(等径間) 径間長 100m & 150m

多径間カンチレバートラス(等径間) 250m & 350m

Table 3-14 Rough Estimation of Construction Costs

Unit: Crore Tk

Site	Type	Guide bank	Cross dyke	Subtotal	Trans- portation	Total
Bahadurabad	B	74	4	78	5	83
	C	64	0.8	64.8	4.2	69
Gabargaon	B	84	6	90	6	96
	C	73	1.4	74.4	4.6	79
Sirajganj	B	85	4	89	4	93
	C	77	-	77	3	80
Nagarbari	B	101	6	107	6	113
	C	89	-	89	4	93

また、交通量の予測の結果、上記の広軌単線、車道2車線の巾員構成で Bangladesh 国将来の陸上交通に充分耐え得るという見透しがついたので、この巾員構成で概算を行った。

下部構造も含めた橋梁建設費を比較の結果、3径間等径間連続トラス（径間150m）の場合が最も経済的であることが分かったので、この形式について概算を行った。その結果をまとめると次の通りである。

形式：3径間連続トラス（150m等径間）

巾員：鉄道部 広軌単線（5' 6"）

道路部 2車線車道（2@11'）

(Unit: Crore Tk)

ガイドバンク間隔 (km)	4.2 Km	5.2 Km	5.6 Km
上部構造建設費	76	90	96

1.2.2.2. 橋梁下部構造

本件には井筒基礎を用いることとし、鉄筋コンクリート、円形中空断面を有するものを用いた。

候補地点別の井筒全長は、地質チームの現場におけるボーリングの結果を参照して次の如く定めた。

Site	井筒長 (m)
Bahadurabad	70
Gabargaon	72
Sirajganj	68
Nagarbail	78

これにより、橋梁の全長に対応する下部構造の建設費を概算すると Table 3-15 のようになる。

1.2.2.3. アプローチ盛土部

アプローチの巾員構成は橋梁と同じとして、各サイト別の建設費概算を求めると Table 3-16 のようになる。

1.2.2.4. 橋梁建設費概算

以上の数字をサイト別にまとめると、橋梁建設費概算として Table 3-17 を得る。

Table 3-15 Rough Estimation of Construction Costs
for the Bridge Substructure.

Unit: Crore Tk

Site	Type of guide banks	Cost of construction
Bahadurabad	B	313.7
	C	414.6
Gabargaon	B	322.5
	C	391.7
Sirajganj	B	304.5
	C	402.4
Nagarbari	B	344.7
	C	418.6

Table 3-16 Rough Estimation of Construction Costs
(Single Broad Gage and Two-lane Highway Carriageway)

Unit: Crore Tk

Site	Type	Cost
Bahadurabad	B	40
	C	41
Gabargaon	B	40
	C	41
Sirajganj	B	40
	C	44
Nagarbari	B	48
	C	49

Table 3-17 Rough Estimation of Construction Costs
Costs of Bridge Works

Type; Three span continuous truss with 150 m equal span.

Width; Single broad gage track (5'6") and two-lane
highway carriageway (2 @ 11')

Unit: Crore Tk

Site	Type	Super-structure	Sub-structure	Sub-total	Approach embankment	Transportation cost	Total
Bahadurabad	B	76	89	165	40	23	228
	C	96	117	213	41	30	284
Gabargaon	B	76	90	166	40	23	229
	C	90	110	200	41	28	269
Sirajganj	B	76	85	161	40	22	223
	C	96	112	208	44	28	280
Nagarbari	B	76	95	171	48	22	241
	C	90	113	203	49	26	278

1 2. 3. 接続鉄道部

接続鉄道部の建設費をサイト別に概算すると Table 3-18 を得る。

1 2. 4. 接続道路部の建設費をサイト別に概算すると Table 3-19 を得る。

1 2. 5. 全建設費概算

以上の結果をサイト別、橋長別にとりまとめると、本プロジェクトの建設費概算として Table 3-20 が得られる。

但し、

- a. この表に示したすべてのコストは、1974年3月における単価を用いて計算した。
- b. 以下に示すコストはこの表の Grand Total に入っていない。
 - 行政及び設計、施工管理等に必要な経費
 - 建設に必要な一般物件に必要な経費
 - 予備費
- c. Sirajganj 地点におけるコストはダレスワリ河の上流分派川を締切るものとして計算せられたものである。

13. 建設資材

1 3. 1. 捨石

捨石に河川工事において最も重要な材料である。このプロジェクトにおいては大規模のガイドバンクを築造するために、60 kg ~ 100 kg の目方の捨石が大量に必要である。

各サイト別に要求される石材の量は次表の通りである。

Site	ガイドバンクの形式	単 位	数 量
Bahadurabad	B	10 ³ m ³	2,609
	C	"	2,244
Gabargaon	B	"	2,998
	C	"	2,479
Sirajganj	B	"	2,772
	C	"	2,354
Nagarbari	B	"	3,070
	C	"	2,520

バングラデシュ国は殆んど沖積層におよわれており、国内で捨石の材料を求めることは困難である。従って、本件についてはバングラデシュ国担当者と協議の結果、輸入に依存しなければならないことに決定した(例えばインド)。

Table 3-18 Rough Estimation of Construction Costs Single Broad Gage, 5'6"

Unit: Crore Tk

Site	New construction		Gage widening		Total	
	Total length(km)	Cost	Total length(km)	Cost	Total length(km)	Cost
Bahadurabad	100	72.7	124	49.6	224	122.3
Gabargaon	95	72.7	124	49.6	224	122.3
Sirajganj	114	88.4	-	-	114	88.4
Nagarbari	120	100.3	-	-	120	100.3

Table 3-19 Rough Estimation of Construction Costs (Two-lane carriageway 2 @ 11')

Unit: Crore Tk

Site	Type	New construction	
		Total length (km)	Cost
Bahadurabad	B	67.5	22.7
	C	67.0	22.5
Gabargaon	B	65.1	25.6
	C	65.1	25.6
Sirajganj	B	29.8	28.1
	C	29.8	28.1
Nagarbari	B	35.3	16.4
	C	35.3	16.4

Table 3-20 Roughly Estimated Construction Costs of the
Jamuna River Bridge (Railway Cum Highway Bridge)

Type; Three span continuous truss with 150 m equal span.

Width; Single broad gage track (5'6") and two-lane carriageway.

Unit: Crore Tk

Site	Guide-bank span	River training work	Bridge works	Railway links	Road links	Grand total
Bahadurabad	4.2	83	228	123	23	457
	5.6	69	284	123	23	499
Gabargaon	4.2	96	229	123	26	474
	5.2	79	269	123	26	497
Sirajganj	4.2	93	223	89	28	433
	5.6	80	280	89	28	477
Nagarbari	4.2	113	241	101	16	471
	5.2	93	278	101	16	488

第1次調査の結果、各サイト渡しの捨石の単価は次のように定められた。

Site	単 価
Bahadurabad	600TK/100cft
Gabargaon	630
Sirajganj	700
Nagarbari	740

これらの単価は建設費の評価に用いられたものである。

1.3.2. その他の建設用資材

橋梁の上下部で必要とする建設用資材の概略数量は次の通りである。

1.3.2.1. 上部構造

橋長別に上部構造に必要とする鋼材の概算数量を示すと次の通りである。

ガイドバンク間隔 (km)	鋼材の全重量	備 考
(全橋長)	(トン)	
4.2	47,000	この重量中にはSS41
5.2	57,000	SM50, SM58を含
5.6	62,000	む

1.3.2.2. 下部構造

橋長別に下部構造に必要とする主要建設資材の概算数量を示すと次の通りである。

材 科	ガイドバンク間隔 (km)		
	(全橋長)		
	4.2	5.2	5.6
セメント (トン)	68,000	85,000	88,000
砂 (細骨材) (m ³)	101,000	128,000	132,000
砂利 (粗骨材) (m ³)	202,000	256,000	264,000

Remarks:

上記の概算数量はすべて次のケースの場合のものである。

- 150m等径間の3径間連続トラス
- 広軌単線, 車道2車線
- 鉄道道路併用橋

1.3.3. 主要建設資材の単価

本件の概算建設費に用いた主要建設資材の単価は次の通りである。

項目	単価	備考
セメント	321TK/ton (輸送費を除く)	主として輸入
砂	448TK/100cft (現場渡し)	Sylhet産
砂利	700TK/100cft ()	Bholaganj産
鋼材	2,200TK/ton	輸送費を除く主として輸入
異形鉄筋	2,080TK/ton	
シートパイル (レギュラー)	1,610TK/ton	
シートパイル (ライト)	1,720TK/ton	

以上の価格は1974年3月のものであり、第1次調査における建設費概算の基礎として用いられたものである。

14. 4架橋候補地点に対する評価

4候補地点の評価及び最適架橋地点の決定 Inception Report に記載の通り本調査は2つの段階に分れている。第一段階(第1次調査)の目的は4つの架橋候補地点の優劣の順位を決定することにある。

吾々は、この4候補地点の優劣をきめる評価基準として以下に述べる3つの標準を提案し、この提案は Inception Report 提出時においてバングラデシュ国関係当局の同意を得た。

- a. 河道の安定性
- b. 橋梁が完成した後における橋梁を通過する予測交通量
- c. 全建設費

以上の基準にもとづき、各サイトの評価を行った。以下これについて述べる。

a. 河道の安定性

河道の安定性はジャムナ河の河道変遷に対する統計資料の解析及びジャムナ河の現況調査にもとづいて議論せられる。

これらの業務は地形学 (geomorphology) 並びに河川地形学 (River-morphology) 的見地より行われた。

既述の通り、地形学的見地から調べた場合には4候補地点の中で Sirajganj Site が最適であることが明らかにせられた。

河川地形学的見地からみた場合には、Nagarbari を除く他の3ヶ所は1860以

来河岸線が一定である。特に、Gabargaon Site は条件が一番よく、Bahadurabad と Sirajganj はこれにつづいているといふことができる。Nagarbari Site は河岸線が不安定である。

b. 橋梁完成後における橋梁通過の予測交通量

ジャムナ河横断ルートは、バングラデシュ国の陸上交通網のうち最も重要なものとなることは論を俟たない。

このルートの交通量が多ければ多い程、より多くの便益が期待できるといふよう。

既述のように、ジャムナ河横断交通量を旅客と貨物に分けて2003年まで予測した。

Table 3-21 に示すように、Nagarbari Site における2003年の予測交通量は4 Sitesのうち最大であり、Sirajganj Site がこれにつぎ、Gabargaon, Bahadurabad の両サイトの予測交通量はこれよりはるかに小さいという結果が得られた。

c. 建設費の概算

Table 3-21 に示すように、橋長4.2 Kmの場合も、5.2 ~ 5.6 Kmの場合も4つの架橋候補地点中Sirajganj Site の建設費が最小であるという結果が得られた。

以上の結果を総合して、4候補地点の優劣を決定した結果をTable 3-21 に示す。優劣の順位はA, A', B, Cで示されたが、Aが最も優秀であるということの意味する。

従って、Sirajganj Site が最適架橋地点であるという結果が得られ、われわれとしてはSirajganj Site を最適地点として提案した。

1974年10月30日より、11月4日までバングラデシュ側代表と日本側代表との間でDacca において会議が開催せられた。この席上、日本側はStagel の調査の結果として、技術的、経済的ならびに予測交通量の面からみて、ジャムナ架橋の最適地点はSirajganj Site であることを提案した。

この結果は、完全にバングラデシュ側によって受け入れられ、両者間でAgreed Minutes が取りかわされた。(Agreed Minutes at Dacca Meeting, Jamuna Bridge Project, Bangladesh, Appendix No)

この結果、本調査における第2次調査においては、Sirajganj Site を対象としてcost-benefit analysisを含む調査が行われることになったのである。

Table 3-21 The Evaluation of the Proposed Sites

Proposed sites	Stability of river		Cost of construction				Estimated traffic volume		Evaluation of Priority		
	Geomorphology	River-morphology	River works and bridge works		Railway and highway links		Passenger trips	Commodity flow			
			River width 4.2km	5.2-5.6km	Railway	Highway				River width 4.2km	5.2-5.6km
Bahadurabad	B	A'	311	353	123	23	457	499	4,324	2,442(3,655)	B
Gabargaon	A'	A	325	348	123	26	474	497	4,324	2,442(3,655)	A'
Sirajganj	A	A'	316	360	89	28	433	477	4,452	3,506(4,419)	A
Nagarbari	C	C	354	371	101	16	471	488	5,056	3,848(4,666)	B

Note: 1) Unit

Cost

Passenger trip 10,000 persons/year

Commodity flow 1,000 tons/year

2) Figures for passenger trips show the estimated passenger trips crossing the Jamuna in 2002/03.

3) Figures for commodity flow show the estimated commodity flow crossing the Jamuna in 2002/03.

4) Figures in () show the goods movement in the presence of coal mining and cement project in Bogra District. It is assumed that the project in Bogra will be in operation in the 1990's.

5) All costs given in the above table were counted at unit prices as of March, 1974.

6) The following costs were excluded from the grand total in the above table.

- a. Costs for administration and engineering.
- b. Costs of general facilities for construction.
- c. Contingencies.

7) Costs for the Sirajganj site are based on closing the upper inlet channel of the Dhaleswari River.

第IV章 最適架橋地点(Sirajganj 地点)における詳細調査

1974年11月、JICAより提出せられたジャムナ河架橋フィージビリティ調査に関する中間報告書に基づき、ダッカにおいて日本側関係者とバングラデシュ側関係者との間で会議が開催せられた。

この会議の主目的は、1973年日本側予備調査団(団長川崎偉志夫)によって提案せられたジャムナ河架橋の4候補地点の優劣を検討し、最適架橋地点を決定することであった。

最適架橋地点の決定は第III章に述べられたように、3つの評価基準により行われ、前記4ヶ所の候補地点中Sirajganj地点がジャムナ河架橋には最適であることに決定し、Agreed Minutes が作製せられ両国代表により調印せられた。

本調査チームは直ちに最適架橋地点たるシラジガンジ地点に対し必要なる調査を開始し今日に至っている。

以下はSirajganj Site に対して行われた諸般の調査内容を総括して述べるものである。

1. 測 量

1.1. 目 的

この測量の目的は以下に述べる作業を実施し、最適地点に対する地形図を作製するものであり、作業は新たに決定せられた橋軸を中心として行われた。

- a. Sirajganj Site の地形測量
- b. 地域内の河川区間の標断測量
- c. 鉄道接続部および道路接続部内に架設せられる橋梁地点の河川横断測量

1.2. 作 業

1.2.1. 地形測量

地形測量の範囲は橋軸を中心として南北約2.6Km、東西約2.1Kmであり、その面積は344平方杆である。

地形図は日本から送られた飛行機による航空写真を用いて行われた。室内作業のプロットは写真測量の手法によって行われた。

1.2.2. ジャムナ河の横断測量

上記の範囲のジャムナ河の全巾に対して、1Kmあきに横断測量を行った。また、この範囲内にある中小河川に対して、8ヶ所の横断測量を実施した。

更に、測量実施中の期間、ジャムナ河の上流、中流および下流部のそれぞれ1ヶ所の点について水位観測を行った。

1. 2. 3. 鉄道接続部および道路接続部内に架設せられる架橋地点の河川横断測量
 橋梁設計の資料を得る目的で、鉄道および道路接続部に含まれる主な橋梁
 の架設地点における河川横断測量を実施した。実施区間総延長はDaccaより
 Tangail を経てSirajganj に至る間の130 Kmである。

1. 3. 結 果

以上の作業により得られた成果は次の通りである。

地 形 図	1/20,000	3 葉一組
モザイク航空写真	1/50,000	1 葉
ジャムナ河横断図		26 葉
ジャムナ河関連中小河川横断図		8 葉
水位観測野帳		1 冊
鉄道橋架設地点横断図		9 葉
道路橋		1 葉

この測量の現場作業は1974年12月から1975年3月にわたって行われた。

2. 地質および土質調査

本調査はジャムナ橋梁の下部構造設計に必要なデータを得るために行われたものである。

接続道路部に含まれる橋梁基礎の設計のための調査および築堤材料の調査も簡易法により実施した。

ジャムナ橋梁の下部構造の基礎調査としては、橋軸線に沿って92m～123mの掘削深のボーリング5ヶ所を実施した。Fig. 4-1はこの結果を図示したものである。図には以上5ヶ所の結果の外に、1973年に実施した第1ステージの際の結果も併せて記入してある。

この図から分るように、基礎の地層は安定した層状を呈しており、ボーリングの間隔は1kmで相当に大きい、各層間の相関々係は充分につけられる。

この図において、層DU₁およびこれ以下の層は更新世紀の沈積物（洪積層）でいわゆるDupi-Tila層である。層AL₁は沖積層の基盤をなす砂利層で、層AL₂及びこれより上の層は沖積層をなす。

海面は更新世紀の後半の氷河時代（約2万年前）においては現在のものよりも約100m低かった。この時代の河川をProto-Jamunaと呼ぶことにすれば、このProto-Jamunaは当然急勾配で、大量の巨石が洪水によって運ばれたことは想像に難くない。

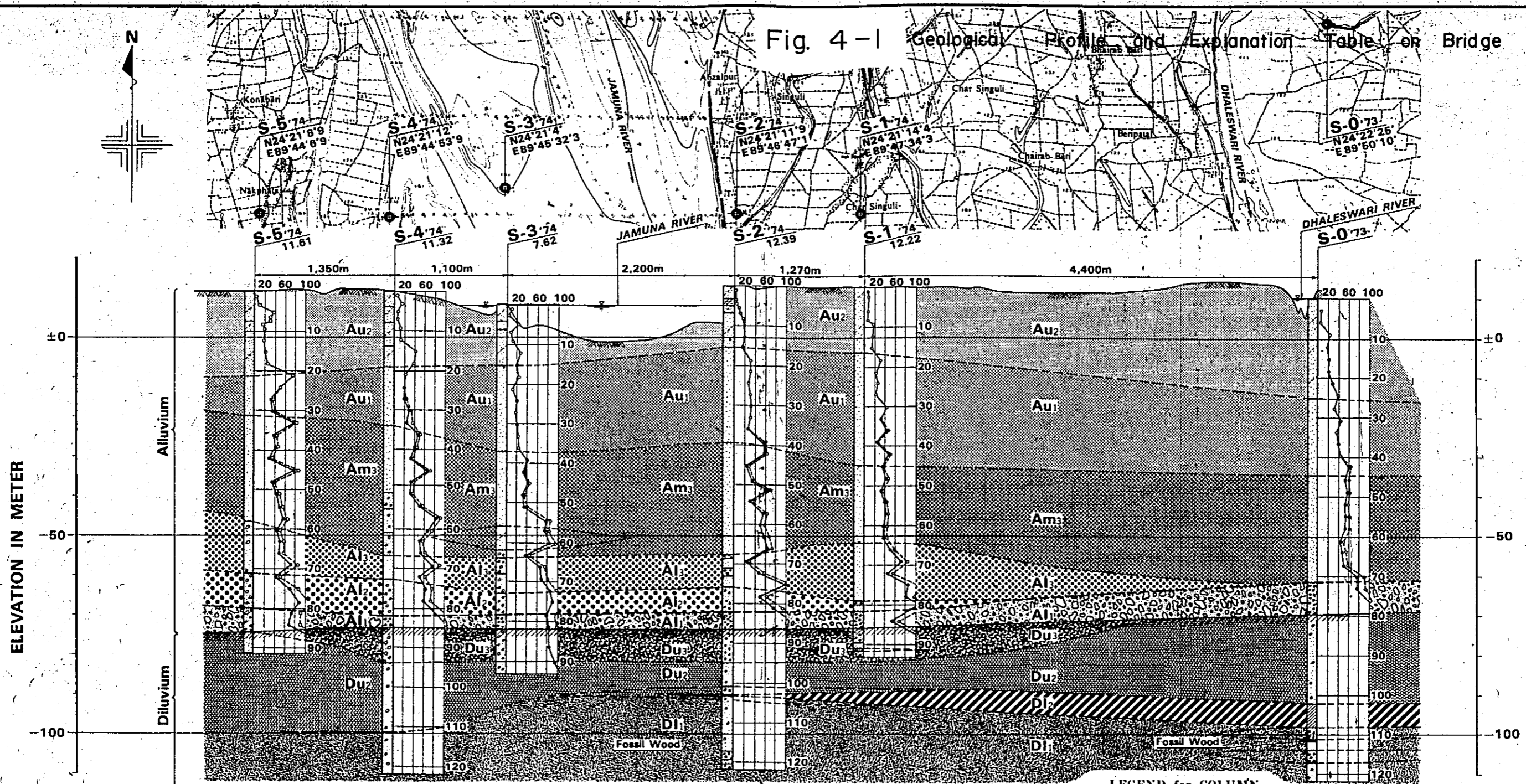
その後、海面の上昇とともにProto-Jamunaの勾配は緩くなり、Proto-Jamuna流域の沖積堆積物は粒子が小さくなり、その層は厚さを加えてきた。この堆積物がAL₂からAL₁におよぶ層を形成しているのである。

ボーリング孔より多くの資料を採取して試験を行った。Table 4-1 は基礎設計に必要な土質力学的係数を示したもので、これらはわがチームの調査により得られたものである。

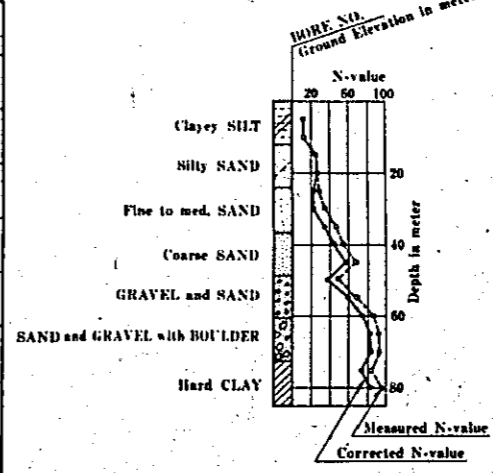
接続道路部の橋梁基礎および盛土材料に対する調査も併せて行われた。この調査の範囲はジャムナ河の両岸におよぶもので、全長 30 km, Sirajganj からジャムナ河をわたって Elenga に至るものである。

この調査はスエデン式貫入試験により 37 ケ所、オーガーボーリング試験により 20 ケ所、実験室における OBR テスト 10 ケ所のデータ処理が行われた。これらの試験は設計の基本となる土質についての資料を提供するもので、全体の延長からみると、資料の数は充分とはいえないが、設計対象区間の一般的土質力学的特性を把握するには十分なものと考えられる。表 4-2 は以上の調査により得られたものを表にまとめたものである。

Fig. 4-1 Geological Profile and Explanation Table on Bridge Site



LEGEND for COLUMN



GEOLOGICAL AGE	STRATIGRAPHY	STRATA	DESCRIPTION			TYPICAL GRAIN SIZE DISTRIBUTION			UNIFIED SOIL CLASSIFICATION	CORRECTED N-VALUE by UTO'S FORMULA	CORRECTED N-VALUE by INSITU DATA	DEFORMATION MODULUS (E-VALUE) (kg/cm ²)			ESTIMATED SOIL MECHANICAL VALUE			
			CHARACTER	COLOR	FACIES	D ₁₀	D ₆₀	U _c				E ₁	E ₂	E ₃	C	φ	γ _t	
HOLOCENE	YOUNG ALLUVIAL DEPOSITS	UPPER	Au2	SILT and Fine SAND	GRAY	Fluvial to deltaic	0.035	0.15	4.3	S M	10	56	28	77	0	0.1	12 - 32	1.8 - 1.9
		MIDDLE	Au1	Fine to Med. SAND	-do-	-do-	0.06	0.3	5	S M	30	26	210	101	89	0	34	2.06
		LOWER	Am3	Fine to Med. SAND	-do-	Terrace to Fluvial	0.045	0.3	6.7	S M	38	40	266	112	111	0	36	2.17
	OLD ALLUVIAL DEPOSITS	LOWER	AL3	GRAVEL and coarse SAND	-do-	Basal of Alluvium	0.085	0.55	8.5	S-Mg	78	60	546	168	114	0	40 <	2.21
			AL2	GRAVEL and coarse SAND	-do-	-do-	0.08	0.7	14	S-Mg	78	50	546	168	114	0	40 <	2.21
			AL1	SAND and GRAVEL with BOULDERS	-do-	-do-	0.2	3.6	18	S-M	80 <				230	0	40 <	2.26
PLEISTOCENE	YOUNG DILUVIAL DEPOSITS	UPPER	Du3	Coarse SAND with small gravels	-do-	Upper of Diluvium	0.043	0.75	17.4	S Mg						0	40 <	2.28
		UPPER	Du2	Coarse SAND scattered small gravels	-do-	-do-	0.04	0.35	8.8	S Mg								
	LOWER	DL2	Hard CLAY	greenish GRAY	Lower of Diluvium	0.009	0.07	7.8	M H									
		LOWER	DL1	Gravel and SAND, dense	GRAY	-do-	0.028	0.35	12.5	S M								

E₁: Estimated from N-value by experimental relation betw. E₁N in Japan. (E=7N) Yoshimake's formula
 E₂: Estimated from N-value by local experimental relation betw. E₂N (E=2.6N)
 E₃: Mean measured E-value.
 E_t: Most actual one.

C: Cohesion (kg/cm²)
 φ: Internal friction (degree)
 γ_t: Unit weight (g/cm³)

SCALE for distance in meter
 0 500 1,000 1,500 2,000

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
 PEOPLE'S REPUBLIC OF BANGLADESH
 JAMUNA RIVER BRIDGE CONSTRUCTION PROJECT
 GEOLOGICAL PROFILE AND EXPLANATION
 TABLE ON BRIDGE SITE
 DRAWN: H. Chandra DATE: 14-Nov-75
 APPROVED: S. B. Chandra DATE: 15-Nov-75
 NIPPON KOEI CO. LTD

Table 4-1(a) Design Soil Factors for Substructures

Stratum	Materials(unified symbol)	D_{10} (mm)	Grain size D_{60}	U_c	Corrected N-value(blow)
Au ₂	Silt & Fine sand (SM)	0.035	0.15	4.3	8
Au ₁	Fine sand (SM)	0.06	0.30	5.0	30
Am ₃	Fine sand (SM)	0.45	0.30	6.7	38
Al ₃	Gravel & coarse sand (S-Mg)	0.065	0.55	8.5	78
Al ₂	" (S-Mg)	0.05	0.70	14.0	78
Al ₁	Sand & gravel (GM) with boulders	0.20	3.60	18.0	>80
Du ₃	Coarse sand (SMg) with small gravels, solidified	0.043	0.75	17.4	>100
Du ₂	Coarse sand (SMg) with small gravels scattered	0.04	0.35	8.8	>100

Table 4-1(b) Design Soil Factors for Substructures

Stratum	Deformation modulus (E) (kg/cm ²)	C (kg/cm ²)	ϕ (degree)	γ_t (g/cm ³)	k (cm/sec ⁴ × 10 ⁻⁴)
Au ₂	77	0-0.1	13-32	1.8-1.9	30-50
Au ₁	89	0	34	2.06	36
Am ₃	111	0	36	2.17	20
Al ₃	114	0	>40	2.21	50-90
Al ₂	114	0	>40	2.26	50-90
Al ₁	230	0	>40	2.26	90
Du ₃	> 200	0	>40	2.26	1
Du ₂	> 200		>40	>2.26	0.7

Table 4-2 Design Soil Factors of Road Link
Foundation and Banking Materials

Foundation:

Stratum	Material	Typical N (blows)	γ_t (g/cm ³)	W_n (%)	γ_d (g/cm ³)	C (kg/cm ²)	ϕ (deg)
1	Silty soil with sand	6	1.8	32	1.36	0.1	13
2	Silty sand to sand	6-10	1.9	20	1.58	0	28
3	Sand	10-20	1.9	20	1.58	0	32

Banking materials:

Stratum	Material	D	γ_d (g/cm ³)	W (%)	γ_t (g/cm ³)	C (kg/cm ²)	ϕ (deg.)	CBR (%)
1	Silty soil with sand	A	1.7	22	2	0.2	20	6
		B	1.6	26	2	0.15	17.5	5
2	Silty sand	A	1.75	20	2.1	0	30	8
		B	1.65	22	2	0	27	7

A: 95% Modified on D-ratio of AASHO Compaction

B: 90% " "

N : N-value by standard penetration test

γ_d : Unit weight of soil

W_n : Natural moisture of soil

γ_t : Dry density of soil

C : Cohesion of soil

ϕ : Internal friction angle of soil

3. 石材調査

3.1. 概 説

第3章に述べたように、このプロジェクトで要求せられる石材の調達にはバングラデシュ国の特殊な環境に鑑み、非常に重要な問題となっているのである。

ここに提案せられる橋梁は長大橋梁であり、河川を架橋地点において統御するためには巨大なガイドバンクが必要である。数百万立方メートルのオーダーの硬岩がガイドバンク防護用ならびにコンクリート骨材用として要求せられ、しかも、これらの石材は3年—5年という比較的短期間でできるだけ安い価格で調達しなければならないのである。

しかし既述の通り、バングラデシュの国土は一部 Chittagong Hill Tract を除き、大部分が厚い沖積層によって被われている。Chittagong Hill Tract の山地部は第三紀層よりなり、硬岩を大量に得ることは困難である。

このプロジェクトで要求せられる硬岩は第三紀層より以前の層、または火成岩の層から得られるもので、これらはバングラデシュ国に隣接する国々、たとえば、India, Sikkim, Bhutan, Nepal 等に分布しているのである。

このため、石材調査はその範囲をバングラデシュの国外におよぼす必要があったのである。

本プロジェクトの建設費を低くするためには石材を可及的安価に入手しなければならない。前述のように、石材生産地と橋梁架設地点との距離が遠いので（平均200 Km以上）、石材輸送費が石材を安価に入手するための大きな溢路となる。

3.2. 石材の供給地

バングラデシュ国ならびにインドの石材供給地の現況を調査した後、次に述べる諸地域が本プロジェクトに対する主たる石材供給地として選定せられた。

- Rajmahal Hill, West Bengal State, India
- Upper Jamuna riverside, Assam State, India
- Bholaganj Gravel, Sylhet District, Bangladesh

以上の他、数多くの砂および砂利の生産地がバングラデシュ国の西北端に分布しているが、いずれも規模が小さくこのプロジェクトの供給地としては不適當である。Bholaganj の砂利はこの国における最大の規模をもつもので、国内の用途に用いられている。

Ranipukur の石材プロジェクトは現在まで机上プランの段階である。このプロジェクトに Ranipukur の石材を期待するためには、速かにその準備工たる堅坑建設に着手すべきである。

Rajmahal は最大の石材供給地であり、ジャムナ河上流はこれに次ぐものである。

しかし、上記いづれの石材供給地もその生産施設、輸送施設の面からみて、1ヶ所でこのプロジェクトに必要な石材の全量を供給することはできない。

上記すべての供給地を考慮に入れ、更に輸送についても、鉄道、船運を併用することにより経済的かつ安定した供給を期待することができる。

以上のように各供給地の地方的条件を考慮して、年間の需要量を各地に配分すると次のようになる。

○ Bholaganj 産砂利	水運による	102,000 t/年
○ Rajmahal 産石材		
	Pakur 駅より鉄道輸送	720,000 t/年
	Dhulian より水運	378,000 t/年
○ Jamuna 河上流産石材		
	3ヶ所の河岸埠頭より水運	430,000 t/年

石材 5,430,000 トンを3年間で調達しようとするならば、上記のように配分すればよい。但し、これらの石材の輸送については30輛の貨車で編成せられる貨物列車10列車、2隻のバージと1隻のタグボートで編成される輸送船団27組が必要である。以上に関する詳細は VOLUME IV に述べられている。

3.3. 架橋地点における石材の価格

輸送計画及び F O B 価格、現地価格は Table 4-3 に示してある。F O B 価格は 3.9 ~ 6.5 タカ/立方呎となっている。平均価格は 4.9 タカ/立方呎である。

Table 4-3 Price of Stone Material delivered at Bridge Site

	Dhulian on the Ganges	Bholajganj Sylhet Dist.	Manikarchar Upper Jamuna	Dhubri Upper Jamuna	Jagioghopa Upper Jamuna	Pakur West Bengal	Total
Annual shipment	378,000 t	102,060 t	162,540 t	141,750 t	124,740 t	720,000 t	1,629,090
Price at a station or port (100 cuft)	(Rs.200) Tk312	Tk300	(Old Tk250) Tk390	(Rs.156) Tk243	(Rs.106) Tk165	(Rs.150) Tk234	
" (Tk/ton)	Tk62.4	Tk60	Tk78	Tk48.6	Tk33	Tk46.8	
Freight (Tk/100 cuft)	Tk283.0	Tk270.0	Tk130.0	Tk160.0	Tk189.0	Tk132	
" (Tk/ton)	Tk56.5	Tk54.0	Tk26.0	Tk32.0	Tk37.7	Tk26.4	
Loading (Tk/100 cuft) and Unloading (Tk/ton)	Tk50	Tk50.0	Tk50	Tk32.0	Tk37.7	Tk26.4	
Price of (Tk/100 cuft) stone (Tk/ton)	Tk645	Tk620	Tk570	Tk453	Tk404	Tk391	
	Tk129	Tk124	Tk114	Tk90.6	Tk80.8	Tk78.2	
Total amount	Tk48,762,000	Tk12,655,440	Tk18,529,560	Tk12,842,550	Tk10,078,992	Tk56,304,000	Tk159,172,542

$$\frac{\text{Tk}159,172,542}{1,629,090} = \text{Tk}97.7/\text{ton}$$

$$= \text{Tk}488.5/100 \text{ cub.ft}$$

$$\text{or} \quad \text{Tk}175.86/\text{m}^3$$

4. 河川計画

第Ⅲ章で述べたように、このプロジェクトの第1次調査における結論として、1973年に日本側予備調査チームが提案した4ヶ所のジャムナ架橋候補地点のうち、Sirajganj地点が最適であるということに決定したので、本調査においてはSirajganjの架橋地点に対する河川工事ならびにこれに関連するDhaleswari河の処理の問題について作業が行われた。

1974年11月わがチームにより作製せられた空中写真を参照し、地形学的な考察を行って、橋軸はSirajganjの市街地の下流約12kmの地点に決定せられた。

この地点は流路も安定しており、また、現在行われているSirajganj bank protection workによって防護せられる形となるので、橋軸の位置としては最適であると思われる。

前に述べたように、この場所の河川統御にはGuide Bank Systemが用いられる。Fig. 4-2にその概況を示す。

この場合、橋梁の左岸アプローチはダレスワリ河を横断することになる。この場合、ダレスワリ河を橋梁でわたることを考えると、洪水時にこの橋梁ならびに橋梁附近のアプローチ部は破壊の危険にさらされることになる。この危険から脱れるためには、本川に類似の規模のGuide bank systemをとりいれなければならないことになる。これには巨大な費用が必要となり、しかもこの架橋地点を流下する強烈な流れに対して完全に安全ということは期し難いので、われわれはダレスワリ河のこの部分は縮切することとし、代替として橋軸の下流約6km地点にある派川を改修して、河川水理の問題を調整することとした。この提案は前述のようにバングラデシュ当局の同意が得られた。

ガイドバンクの間隔は4,680m(15,354呎)で、これは計画洪水流量96,850 m^3/S より、橋脚により占められる巾をも考慮して計算せられたものである。これに対応する計画高水位は15,25m PWD(50.033呎)である。

ガイドバンクの標準断面図をFig. 4-3に示す。エプロン部に用いられる捨石1個の重量は30kg-70kgで、河川側護岸部に用いられるものは60kg-100kgとする。

Guide Banks, Dhaleswari 新水路の法線の位置、形状については、水理模型実験を取り入れて検証し、その詳細を決定すべきであろう。この意味から、本調査においては、詳細設計の段階で、水理模型実験による検討の費用を見込んだ。

一つのガイドバンクは2年間で完成するものとする。今の場合、工事は右岸側のガイドバンクより着手し、これが完成した後左岸側に移行するものとする。

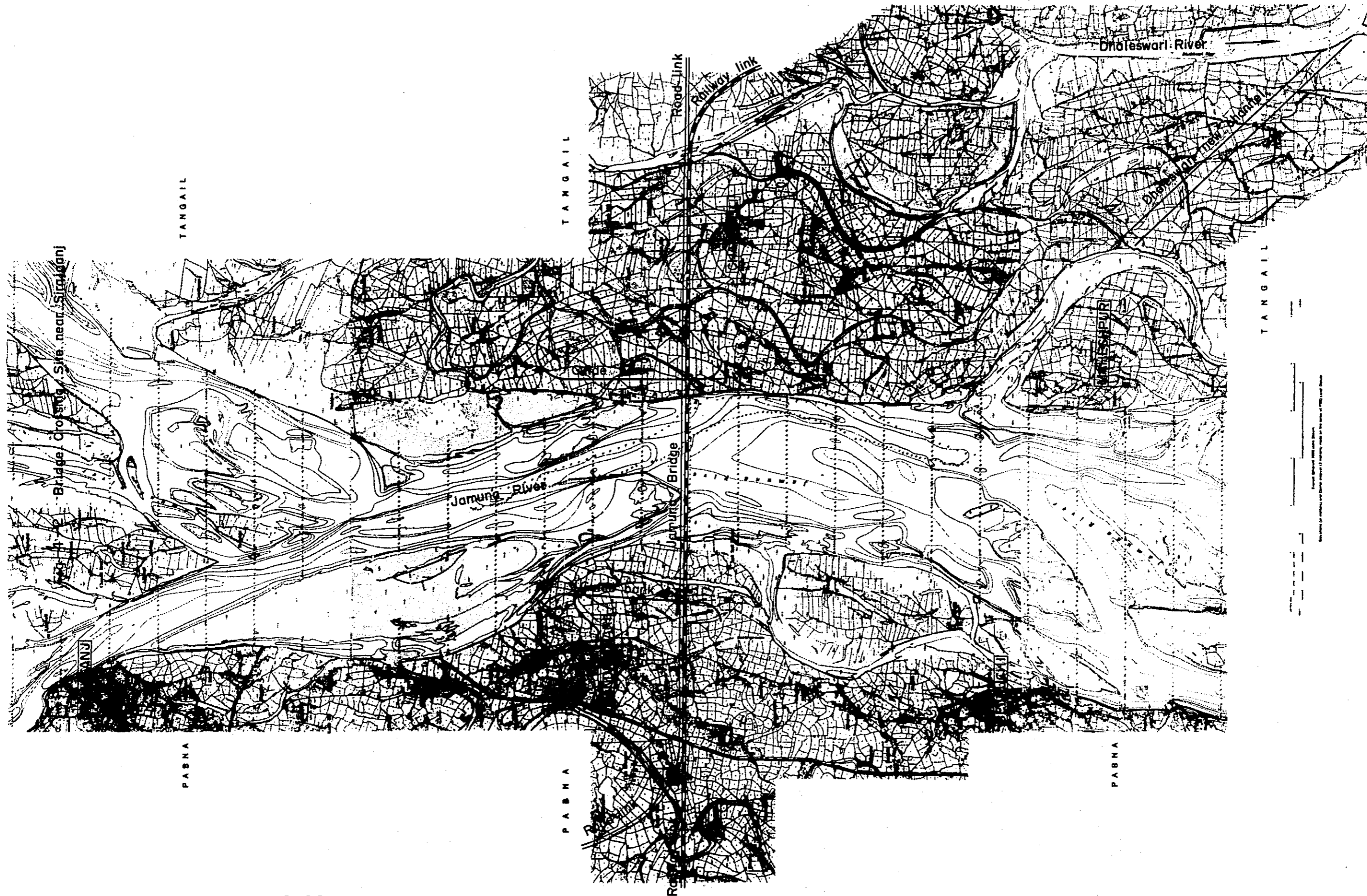
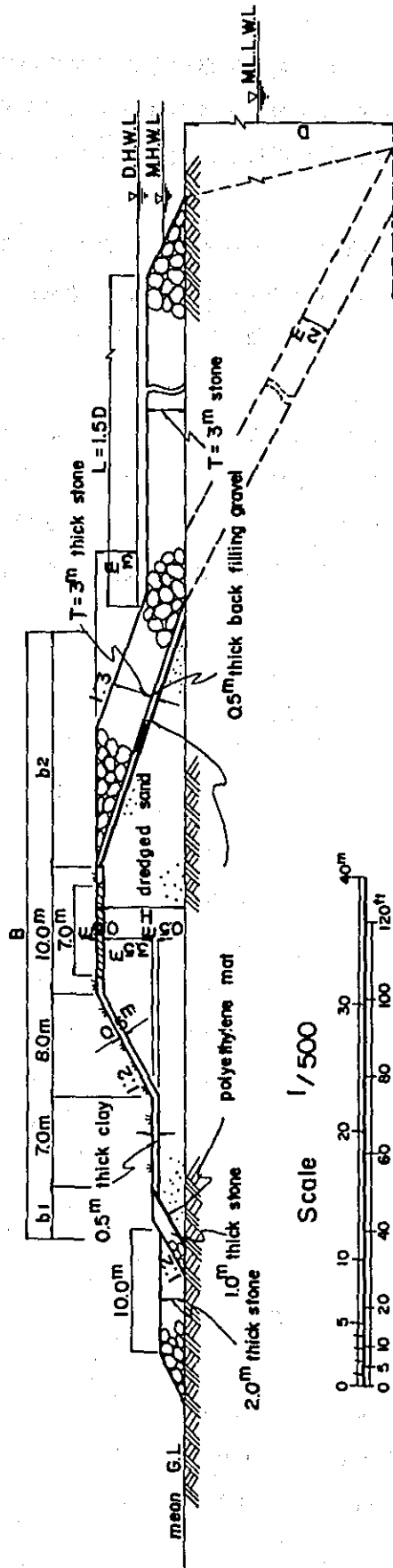


Fig. 4-3 Standard Cross Section of Guide Banks



Dimension of Guide Banks on Bridge Axis

G.B	Water Level (m), PWD		Elevation (m), PWD		Height (m)		Width (m)				
	D.H.W.L	M.H.W.L	Berm	Crown	G.L	H	D	B	b1	b2	L
Left side	15.25 (50.03)	13.14 (43.11)	14.25 (46.75)	18.25 (59.88)	12.6 (41.34)	5.65 (18.54)	37.1 (121.72)	45.25 (148.46)	3.3 (10.83)	16.95 (55.61)	55.7 (182.74)
Right side	15.25 (50.03)	13.14 (43.11)	14.25 (46.75)	18.25 (59.88)	11.6 (38.06)	6.65 (21.82)	36.1 (118.44)	50.25 (164.86)	5.3 (17.39)	19.95 (65.45)	54.2 (177.82)

ダレスワリ河新水路工事は左岸側のガイドバンク工事の完成につづいて着工し、3年以内に完成するものとする。洪水期における沈澱物による埋没を防ぐために、ダレスワリ河新水路は初年度に全線にわたって狭い巾で掘削し、次の2年間でこれを拡巾すべきである。

次に、縮切り堤工事の開始年に左岸側橋梁アプローチ部および左岸側接続道路部の工事を完成するものとする。かくして、これら構造物が新水路北側地域にある水路の乱れを防ぎ、新水路を流砂で埋没せしめることなく、洪水路としての機能を助成させることができるわけである。

ガイドバンクの盛土工は浚渫土砂を用いて行うものとする。石材は石材置場でトラックターショベルで荷積し、ダンプトラックにより作業現場に搬入し、人力により布設する。

ダレスワリ新水路の掘削工事はガイドバンク工事に用いた浚渫船を用いて行うものとし、浚渫土砂はシートパイルにより新水路と互分せられた附近の低地に捨てるものとする。

河川工事に必要な主たる数量を次表に示す。

Table 4-4 河川工事数量

ガイドバンク

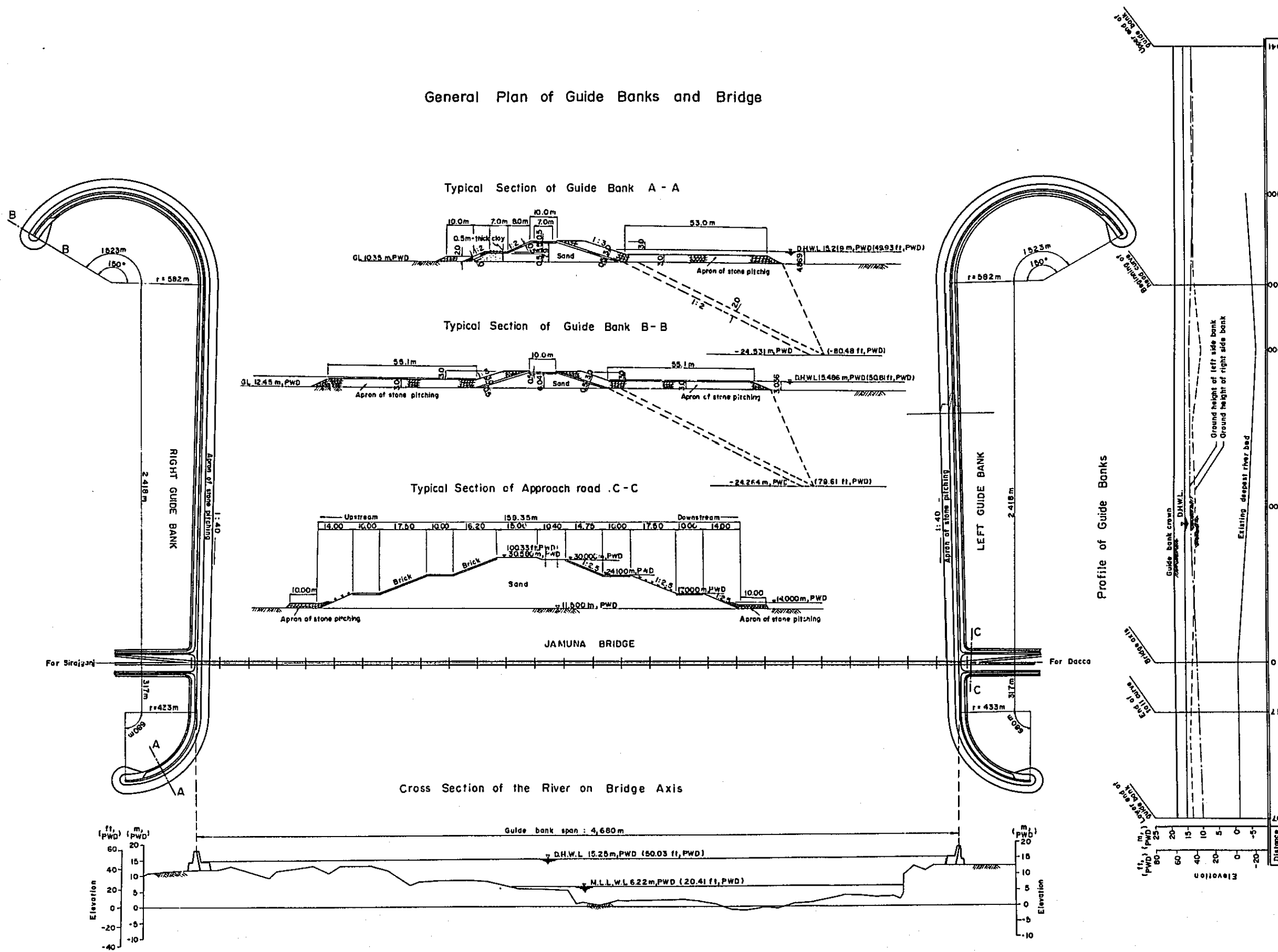
工種	単位	右側ガイドバンク	左側ガイドバンク	計
エプロン工				
積込、運搬、卸	$10^3 m^3$	1,400	1,406	2,806
捨石	$10^3 m^3$	1,400	1,406	2,806
築堤工				
盛土	$10^3 m^3$	831	874	1,705
浚渫	$10^3 m^3$	1,188	1,248	2,436
マツト据付	$10^3 m^2$	108	112	220
防護工				
芝張	$10^3 m^2$	80	80	160
天端舗装	$10^3 m^2$	35	35	70
その他の				

ダレスワリ新水路

工種	単位	数量
浚渫工		
シートパイル打込	m	3,000
浚渫	$10^3 m^3$	6,600
シートパイル引抜	m	3,000
その他の		

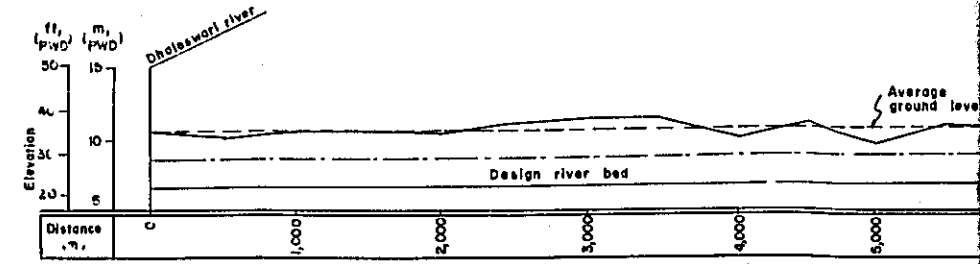
Fig. 4-4 Guide Banks and Dhaleswari New Channel

General Plan of Guide Banks and Bridge

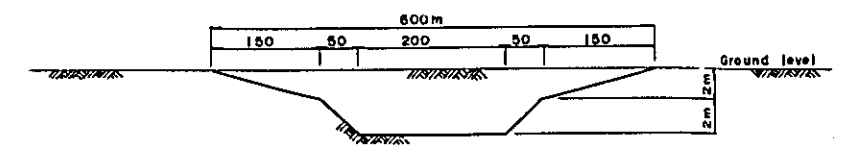


Dhaleswari New Channel

Profile

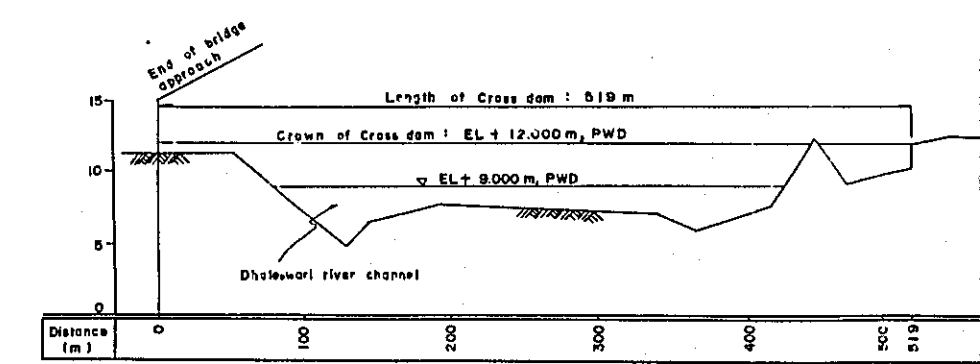


Standard Cross Section



Cross dam Crossing the Dhaleswari River

Profile



Typical Cross Section of Cross dam

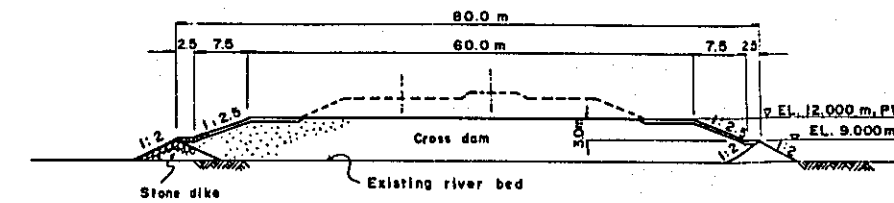
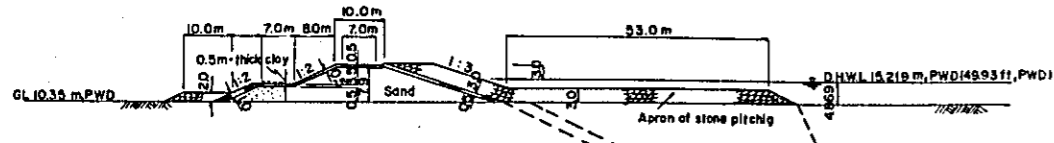


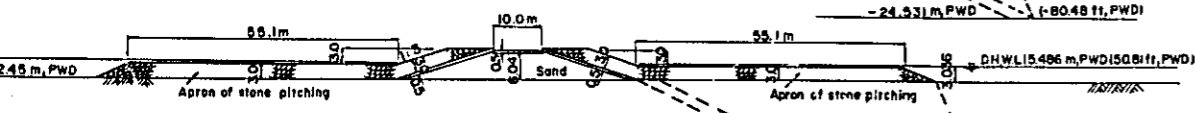
Fig. 4-4 Guide Banks and Dhaleswari New Channel

General Plan of Guide Banks and Bridge

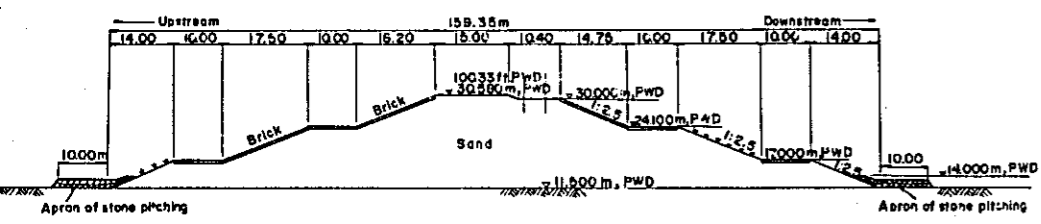
Typical Section of Guide Bank A - A



Typical Section of Guide Bank B - B

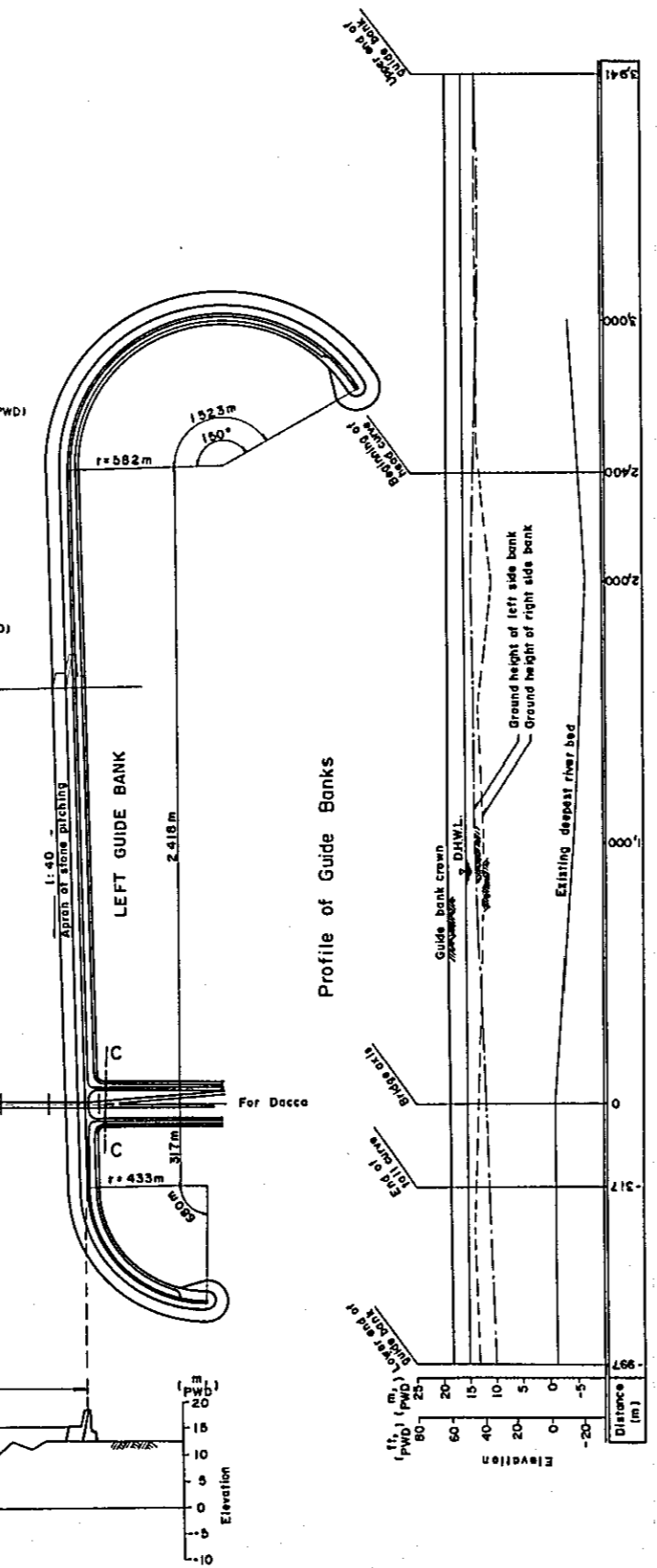
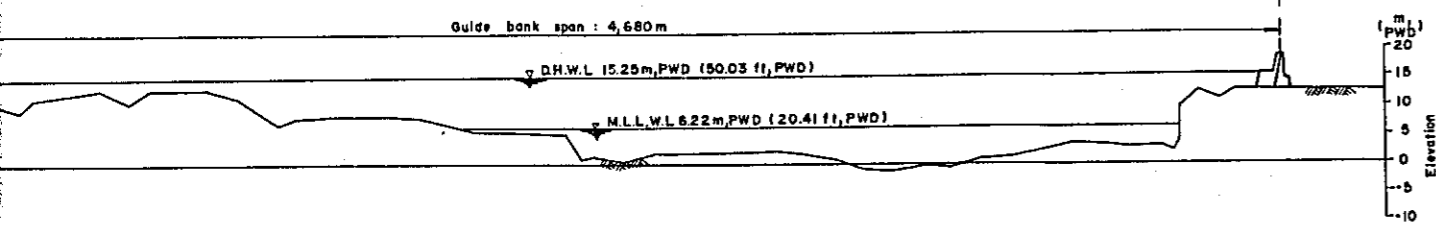


Typical Section of Approach road .C - C



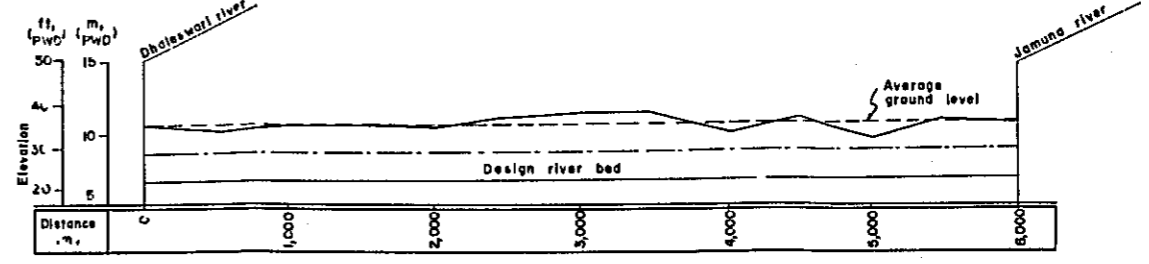
JAMUNA BRIDGE

Cross Section of the River on Bridge Axis

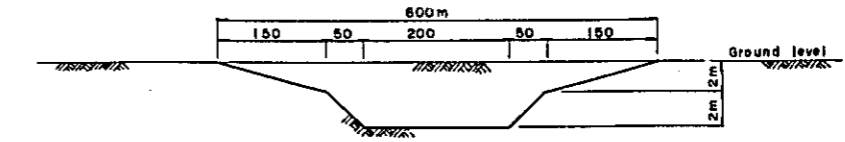


Dhaleswari New Channel

Profile

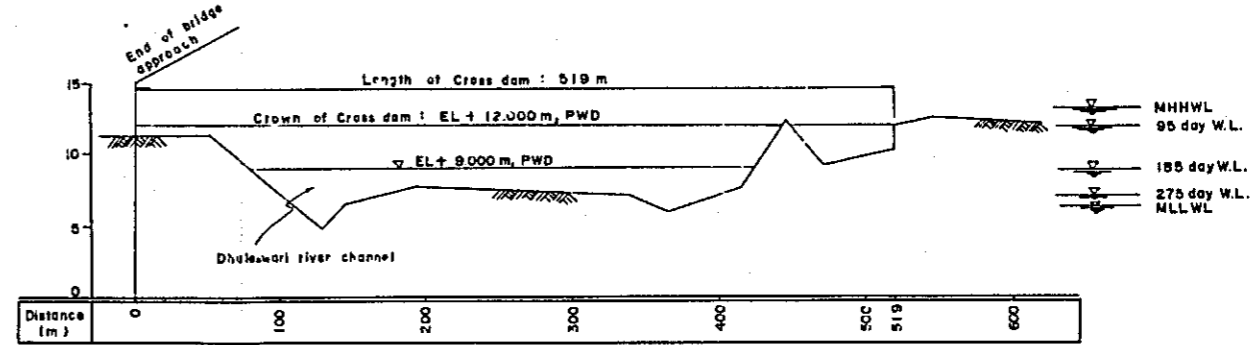


Standard Cross Section

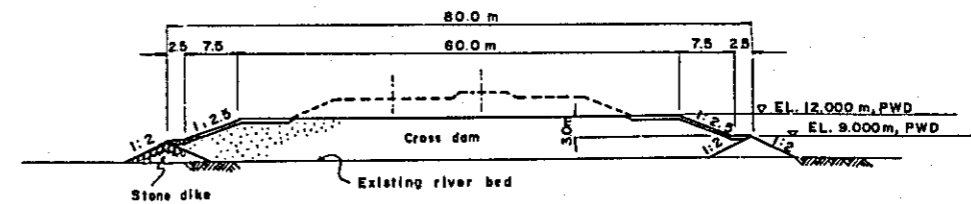


Cross dam Crossing the Dhaleswari River

Profile



Typical Cross Section of Cross dam



PEOPLES' REPUBLIC OF BANGLADESH
 JAMUNA RIVER BRIDGE CONSTRUCTION PROJECT
 VOLUME II RIVER CONTROL
 DESIGN OF GUIDE BANKS AND
 DHALESWARI NEW CHANNEL
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
 NIKKEN CONSULTANTS, INC.

Scale	Date
Drawn	DRW. NO. X-1
Approved	

5. 橋梁計画

このプロジェクトの第1次調査の結論として、Sirajganj siteが最適地点と決定したほか、ここに架設せられるべき橋梁について次の諸元が決定した。

- a. 河川統御の見地より、ガイドバンク間隔は4,000m以上を必要とする。従って、橋梁としても4,000m以上の全長が必要である。
- b. 橋梁は用途別にみて、鉄道、道路併用橋とする。
- c. 橋梁は綱橋とし、形式は等径間よりなる径間連結トラスとする。一径間長は経済的にみて150m級のものが適当である。
- d. 巾員構成は将来のバングラデシュ国陸上交通の状況を予測の上、次のように決定した。

鉄道部：軌間5' 6"の屈軌とする。

道路部：2車線の車道（1車線11'）を保有させる。

- e. 橋梁基礎は井筒基礎を用いることと、本河川の特性に鑑みて、凡ての橋脚基礎は同一の支持層（砂利層）に達せしめるものとする。

この場合、洪水時における橋脚周辺の局部洗堀により、地震時における側方安定が充分でない橋脚の生ずることがあり得るので、かゝる可能性を有する橋脚に対しては捨石による周辺洗堀防護工を施し、必要な根入長を確保するものとする。

また、本河川の特性に鑑み、流れの方向の変化が予想されるので、流れの橋脚に対する条件を一定にするため原則として、井筒には円形断面を用いるものとする。

以上の結論をベースとして、このプロジェクトの第2次調査の作業に入り、この作業ではSirajganj siteにおける決定せられた橋軸に対し次の事項を取扱った。

- 実際の全橋長の決定
- 経済的見地からみたスパン割の決定
- 上部構造の概略設計およびその架設法
- 下部構造の概略設計およびその施工法
- 建設に必要な資機材の輸送方法
- 建設に必要な機械器具の種類、性能、員数の決定
- 工事費の概算見積
- 工期の決定
- 橋梁アプローチ部の設計および工費概算見積
- 接続鉄道部および道路部の区域内に存在する中小橋梁の概略設計および概算見積

以下これらの概要について記述する。

5.1. 全橋長の決定

1974年の洪水資料をも考慮に入れて検討の結果、ジャムナ河の計画流量は

96,850 m³/Secと決定せられ、この流量に対するガイドバンク間隔は最小4,200 mとなった。

この最小必要間隔に橋脚により閉そくされる部分を加えると、実際のガイドバンク間隔としては4,680 mが必要となる。これらを考慮して、全橋長を4,747.5 mと決定した。

5.2. 経済的スパン割の決定

第1次調査において、径間長150 mの等径間の3径間連続トラスが経済的に望ましいという結論を得たが、今回の作業においては、第1次調査の折の資料に、径間長200 mの3径間連続トラスの資料、同じく多径間カンテイレバートラスの資料（これらは今回橋梁チームによって製作せられた。）を追加し、検討の結果、径間長175 mの場合が最適であると判断されたので、径間長175 mの3径間連続トラス橋をもって本橋の上部構造とした。

5.3. 上部構造の概略設計及び施工

以上のように、本橋は径間長175 mの3径間連続トラスで設計することとし、その諸元を次のように決定した。

主構の高さ	26 m
格間長	12.5 m
型式	垂直材をもつワーレン型

討計に用いた仕様書は第Ⅲ章7.4.に記載したものをを用いた。しかし、この調査の段階では、バングラデシュの自然条件が精密に調査され、次の項目が下記の如く訂正された。

標準風速	35 m/s
温度変化の範囲	0℃～60℃

鋼材としてはJIS規格にてSS41, SM42, SM50Y, SM53を部材に作用する応力に応じて使用することとした。組立て部材、工場継手にはすべて電気溶接を用いることとし、現場継手はすべて高張力ボルトにより行うこととした。各部材の重量は可搬性を考慮して、可及的軽くすることとしたが、一番重い部材は22トンである（中間橋脚上にくる斜材）。

周知の通り、3径間連続桁においては4つの支点中一つを固定端構造とし、他の3支点は可動端構造とするのが普通である。しかし、この場合水平方向の地震力は固定端に当然集中することとなり、これに見合うだけの基礎の根入を考慮しなければならない。前述のようにジャムナ河の場合には洗堀の問題により1セット（3@175 m = 525 m）の質量に見合う地震力を1つの橋梁に集中せしめることには問題があるので、中間橋脚上の端横桁の中央部に特殊のストッパーを挿入して地震力

を左右2つの橋脚に分散せしめる構造を採用している(詳細はVOLUME Iを参照)。

架設は原則として乾期に行うものとし、架設工法としては陸上部と水中部に分け、それぞれ適当と思われる方法により行うこととした。

陸上部においては、通常のステージエクシジョン工法を用い、作業現場に搬入された部材を橋軸に沿う架設用の道路上を走行するクローラークレーンを用いて組立架設を行うものとする。

水中部では、ステージエクシジョンを行うことは困難であり、カンチレバーエクシジョン工法、ケーブルエクシジョン工法なども適当な方法として考慮せられるが、本橋の架設は原則として乾期に行うという工期的な制限をうけているため、この条件に見合う方法として、架台を有する12,000 Tの平底作業船(フラットバージとよぶ)を用いる工法を採用した。この方法の原理は(1径間+2パネル)のフレームを予め作業ヤードで組立て、これを船溜り(camber)中の棧橋に横付ケにされているフラットバージの架台にのせた後、タグボートを用いてフラットバージを架設場所に曳航し、予め備えられているアンカーを利用してフラットバージを目的位置に固定し、このブロックをバージより橋脚上に移し変えて予め橋脚上に備えられたジャッキによりこのブロックを所定の位置に収めようとするもので、近來わが国においてはしばしば用いられる架設工法である。

しかし、前述のカンチレバーエクシジョンおよびケーブルエクシジョンにもそれぞれの利点があるので、詳細設計の折、さらに検討を要するものと思えるものである。

塗装は工場出荷の際光明丹一回塗りを行い、部材の現場到着後、その風化状況を見て更に組立ヤードにて光明丹1回塗りを行い、次に中塗り上塗りを行った後部材の組立を行うものとする。

以上により、全体で9setsの3連1組のトラス中、ステージエクシジョンにより架設せられるもの5sets、フラットバージにより架設せられるもの4setsとなる。

5.4. 下部構造の概略設計および施工

前述のように、下部構造には井筒基礎を用いることとし、その底面は砂利層(A1:またはA1i)に達せしめる必要がある。従って、井筒の長さはA1i層の位置により多少異なり76.5~79mである。井筒は鉄筋コンクリート造とし、外径13m、肉厚2.2m~2.5mの円形断面とした。円形断面を採用した理由は既述の通りである。

井筒の横方向の安定計算は、井筒が弾性床によって支えられているものと仮定して行なった。この計算に用いたバネ常数は深さに従って変化するものとし、これらの数値は土質調査チームの現場実験によって得られた数値(LLT試験による)を

ベースとして計算により定めた。この結果最も危険な荷重状態において安全率 1.1 を保持するためには、約 32m の有効根入長を必要とするという結論に達した。詳細は VOLUME ■ を参照せられたい。

井筒の沈下作業は乾期中に行うことが絶対に必要である。もし、作業中に雨期を迎えるようなことになると、水位の上昇と流速の増加のため予期せざる事故が発生することが予想せられる。

井筒内部の堀削はクラムシエルバケットおよび大型のレバースサーキュレーション機をもって行うものとする。

沈下工法は陸上部と水中部に分けて考えることができる。陸上部においては普通の工法により、クラムシエルバケットおよびレバースサーキュレーション機を用いて井筒沈下を行うことが可能であるが、水中部においては特殊の工法が考えられなければならない。我々の提案せんとする方法は次の通りである。

井筒の下部にあたる部分は鋼製のケーソンを用いる。この鋼製ケーソンは二重のシエル構造になっており、その寸法は井筒の寸法とし、高さは水深を考慮して 19m とする。鋼製ケーソンはヤードで組立てられ、重量をつけるため最下部の 1 ロッド分だけコンクリートを打ちこんだものをフローティングクレーンで吊して現地に運び、予め現地に築造されている施工用フレームの中に収める。このフレームおよびフローティングクレーンを用いて、井筒が傾かないよう注意しながらシエルの中にコンクリートを充填し、コンクリートが硬化したる後クラムシエル、バケットにより内部を堀削し井筒を沈下せしめる。この作業を井筒が自立できる深さに達するまで繰返し行う。井筒が自立できる状態に達した後はこの井筒の上に、プレキャスト、コンクリート製の井筒と同じ寸法の円筒をヤードからフローティングクレーンで吊下げてきてのせた上、強固に連結する。沈下作業はレバースサーキュレーション機により行うプレキャスト、コンクリート円筒の長さは 4 m で重量は約 750 トンである。コンクリート円筒相互間の連結は、予め両者間に挿入した PC 線を緊張して行う。この作業を井筒下端が目的の地層に達するまで連続して行う。この際、井筒壁と周辺の土砂との間の skin friction を減じ、沈下速度をあげるために、滑材（ベントナイト等）を使用することも考えられる。

井筒の沈下作業が終了したら底版をプレキャスト、コンクリート工法を用いて施工し、最後に頂版コンクリートを打つことになるが、この場合、水位の上昇を予期し、井筒の天端 4 m の高さの防水壁を設け、頂版コンクリート並びに橋柱の下部が Dry Work で施工されることを考えている。

以上の通り、水中部の井筒においては鋼製ケーソンは埋めごろしで土中に残されることになる。

橋脚数 28 基中陸上部工法で施工されるもの 14 基,水中部工法により施工されるもの 14 基である。

5.5. 資機材の輸送

本工事に使用されるべき資材, 機械, 器具等のうち, 輸入に依存するものは Chalna 港まで本船で輸送せられ, はしけ取りした後 Khulna 港に運び用途別に分類された後, 鉄道および船運により現地に輸送されるものとする。国内にて調達できる資機材は状況を考慮して, 鉄道, 道路および船運により現地に輸送されるものとする。

5.6. 建設に必要な機械, 器具の種類, 性能, 員数

上記のような施工方法を基準に必要な機械, 器具の種類, 性能およびこれらの員数を決定した。

主なるものとしては上部工架設に用いるクローラークレーン, 平底バージ, 下部工に用いる大型フローティング・クレーン, タグボート等であるが, 詳細は本報告書 VOLUME III に述べられている。これらの機械はすべて新規購入するものとして費用の中に計上した。

なお, 本工事に必要な労務者の総人員は次の如くである。

	国 外	国 内
熟練労務者	840,000 人日	1,140,000 人日
未熟練労務者	—	1,710,000 人日

工事費の概算見積, 工期等については別に章を改めて述べることとする。

6. 接続鉄道部

接続鉄道部 (Railway links) はジャムナ橋梁と現存の鉄道とを連結する鉄道部分で, アプローチ部の端から現存の鉄道までの部分をいう。

本節では Sirajganj site における鉄道接続部について説明を行う。

この鉄道接続部は屈軌 (5' 6") , 単線の新線よりなり, 全長凡て 130km である。この線は現存の Lshurdi-Sirajganj 線中にある Salap 駅より発し, Sirajganj を経由して Jamuna Bridge をわたり, 左岸の Tangail を経て首都 Dacca に達するものである。

6.1. 路 線

この路線は現存の Lshurdi-Sirajganj 線中の Salap 駅より発し, 東方に伸びて Harasagar 河を橋梁でわたった後 13 Km 地点でジャムナ河に達する。Jamuna 橋をわたった後 23 Km 地点で Dhaleswari 河に達し, この河を causeway (締切り堤) でわたった後 42 Km 地点で Tangail に達する。ここには新停車場の建設

が予定せられている。

Dhaleswari 河の上流側 inlet channel は締切ることが予定せられているので、路線はこの締切り堤の上を通過することになるわけである。

路線は更に東進し、Lohagang, Futjani 河をわたって、67 Km 地点で Mizapur に達する。更に東進して比較的乾燥した地帯で現存の幹線道路に近づき、Kali-kair を通過して Turag 河に達する。Turag 河をわたった後路線は更に東南方につき、Tungi 河をわたった後 Azampur 駅に達する。Azampur は Dacca と Tungi の間にある現存の停車場で新しい空港予定地の北側に位置する。以上の全路線延長は 114 Km である。

バングラデシュ政府の計画によると、Azampur と新ダッカ駅 (Kamalpur) における積み換えヤードとの間の延長線のために、屈軌路線が建設せられる予定である。この路線により西部と Dacca とはすべて屈軌によって結ばれることになる。

6.2. 設計基準

設計基準としては "Code of Practice for Engineering Department of Bangladesh Railway" を用いる。主要な基準は第 8 章 8.5 に示されている。

6.3. 橋 梁

この鉄道部の中に架設せられる橋梁は橋長により以下の 2 種類に分類した。

a. 橋梁 A

これは橋長が 100 m 以上の橋梁を意味する。接続道鉄部の中には 9 つの橋梁 A がある。これらの航路限界は B I W T A の規定に従うと共に、河の規模、最寄の橋梁の水路巾等を参考として決定した。

これらの橋梁に対しては経済的な形式によるプレストレス コンクリート橋とし、地方的材料の利用、地方的業者の動員を十分に考慮した。

同様な考慮の下に、下部構造には鉄筋コンクリートを用い、基礎は鉄筋コンクリート杭を用いることを原則とした。

橋脚のフーティングは洗堀に対処するため、現在の河床面以下に入れることとした。

これら 9 橋の諸元は Table 4-5 に示す。

橋梁の建設事業は原則として乾期に行うものとする。乾期の場合といえども、深い基礎を必要とするものについては築島を設けるべきである。上部構造は現場のヤードで製作し架設用けたを用いて架設を行うべきものとする。

b. 橋梁 B (小橋梁)

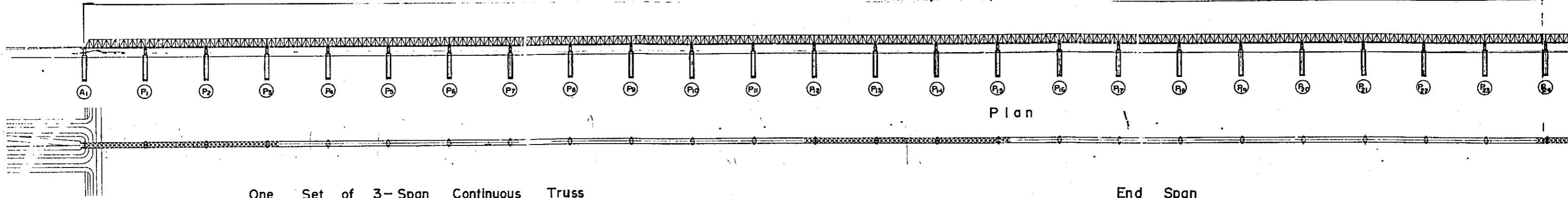
この橋梁は橋長 100 m 以下の橋梁および避溢橋を意味するものとする。この区

Fig. 4-5 General View of Jamuna Bridge

Profile

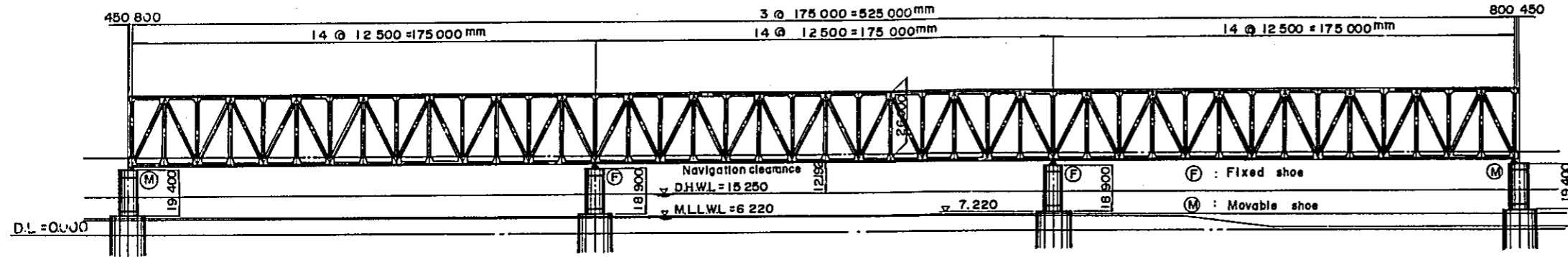
Total length of bridge 4747.5^m

100.00
0.00
M
D.L.=100.00



Plan

One Set of 3-Span Continuous Truss

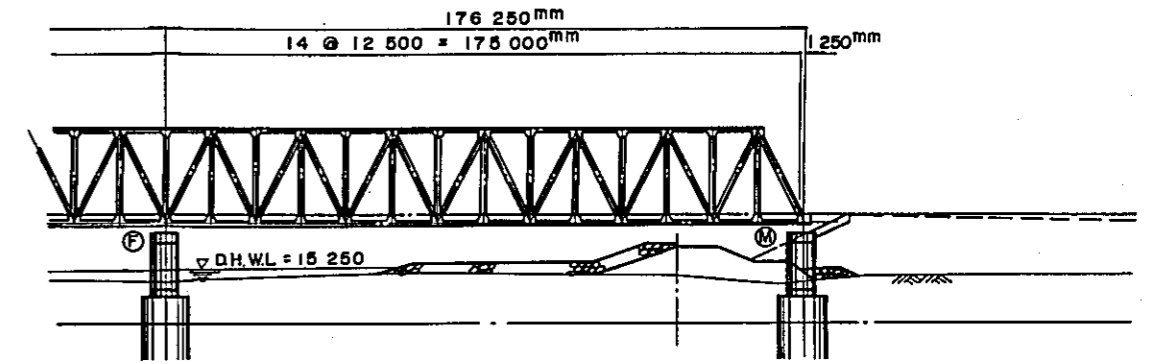


Cross Section of Superstructure

Front Elevation of Piers

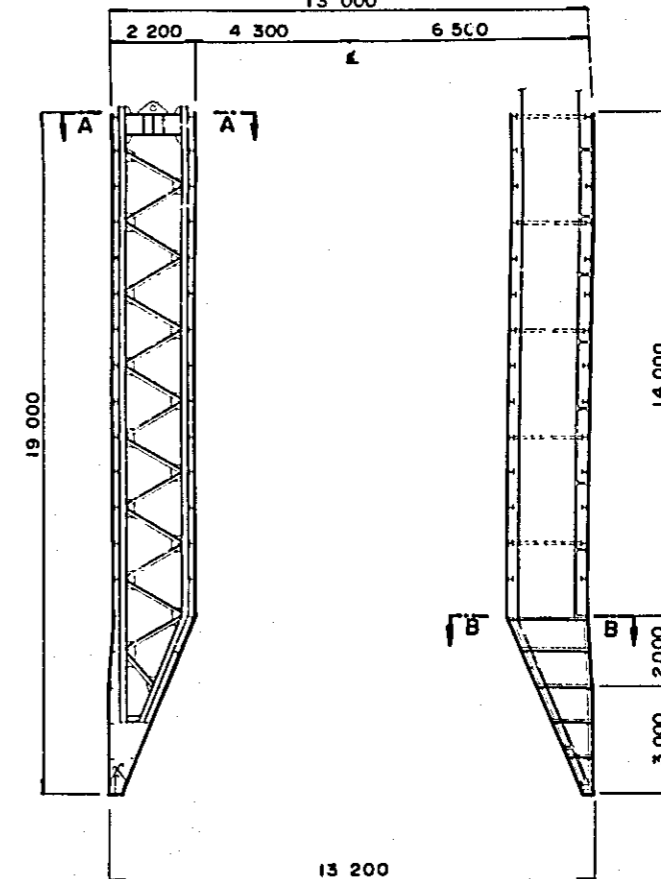
Side Elevation of Piers

End Span

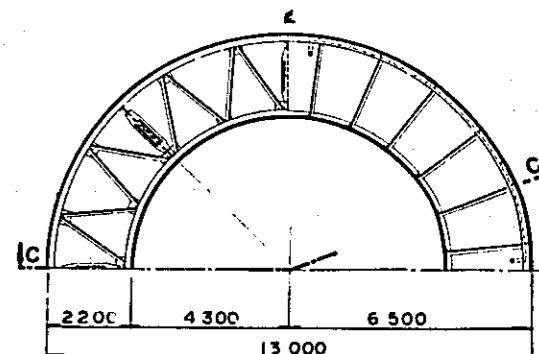


Steel-made - caisson

Section C-C
13,000



Section A-A Section B-B



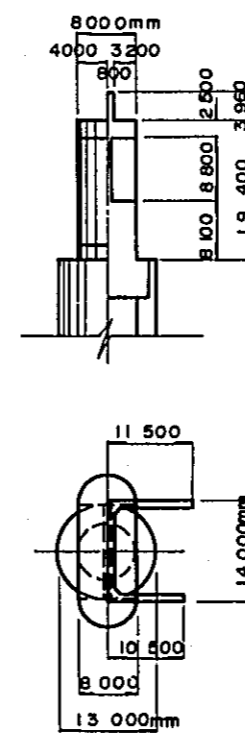
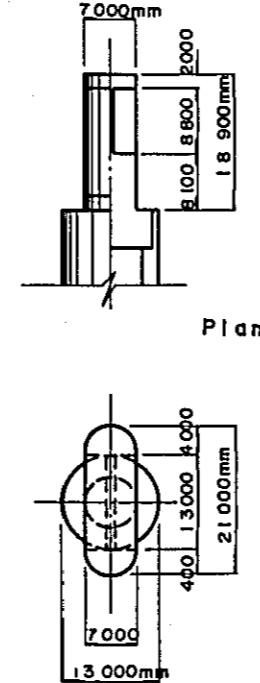
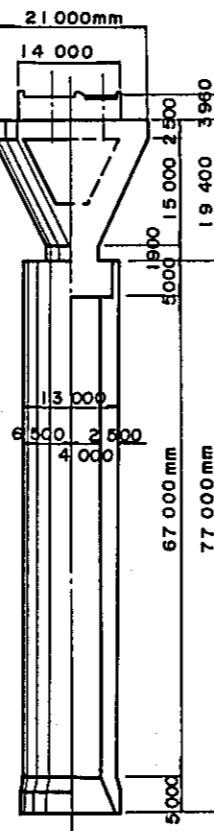
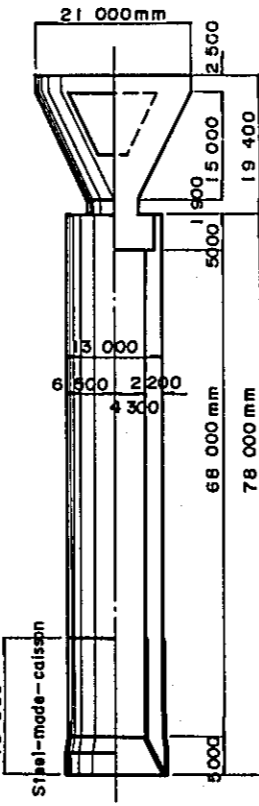
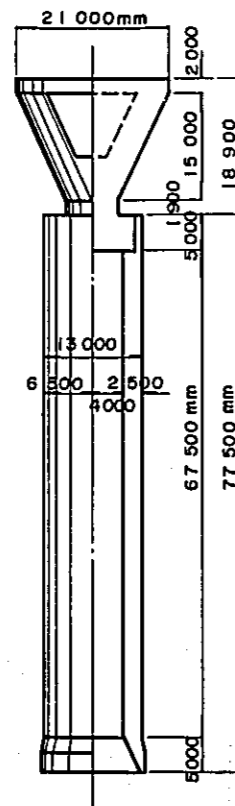
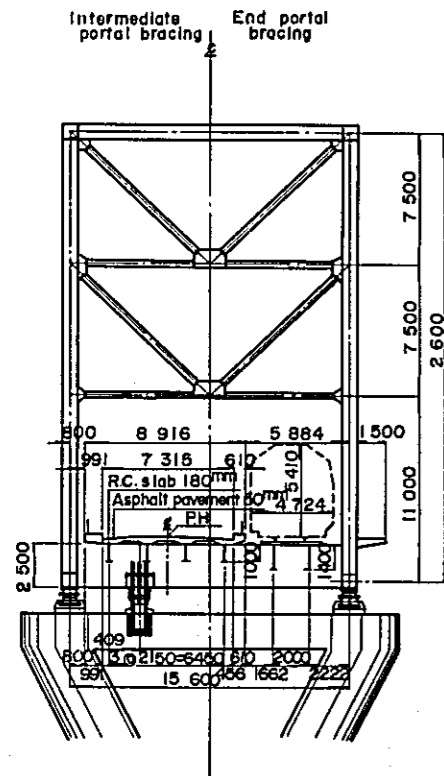
Pier on land

Pier in stream

End pier

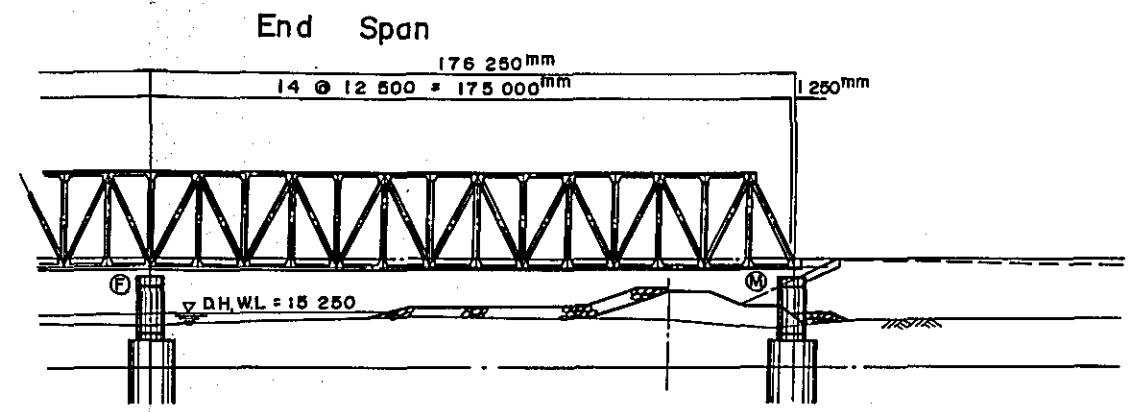
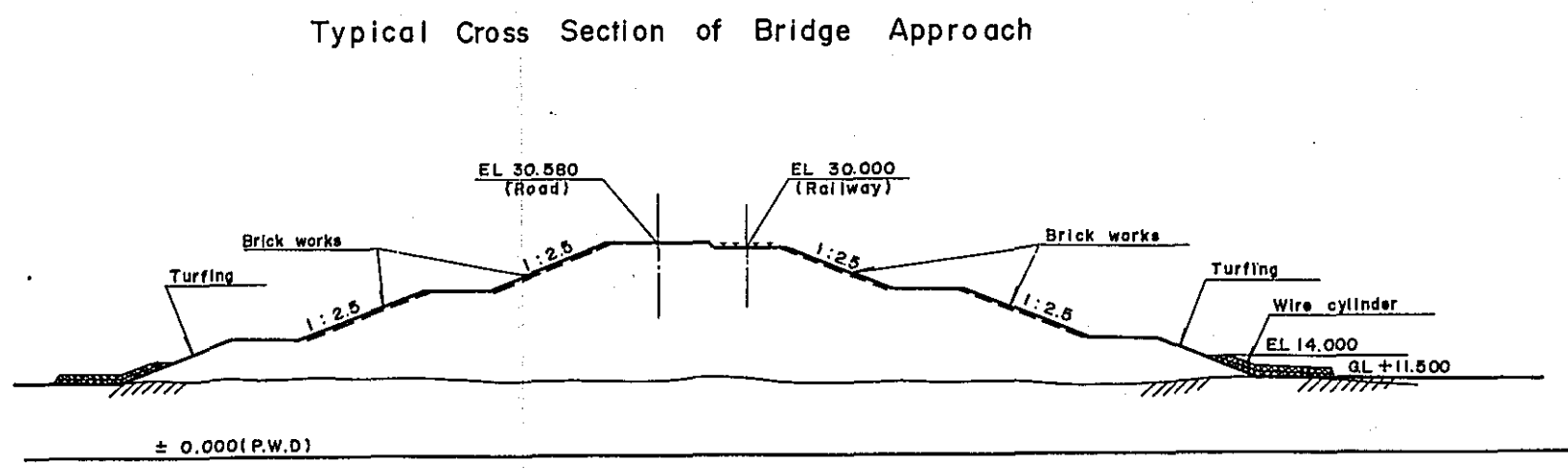
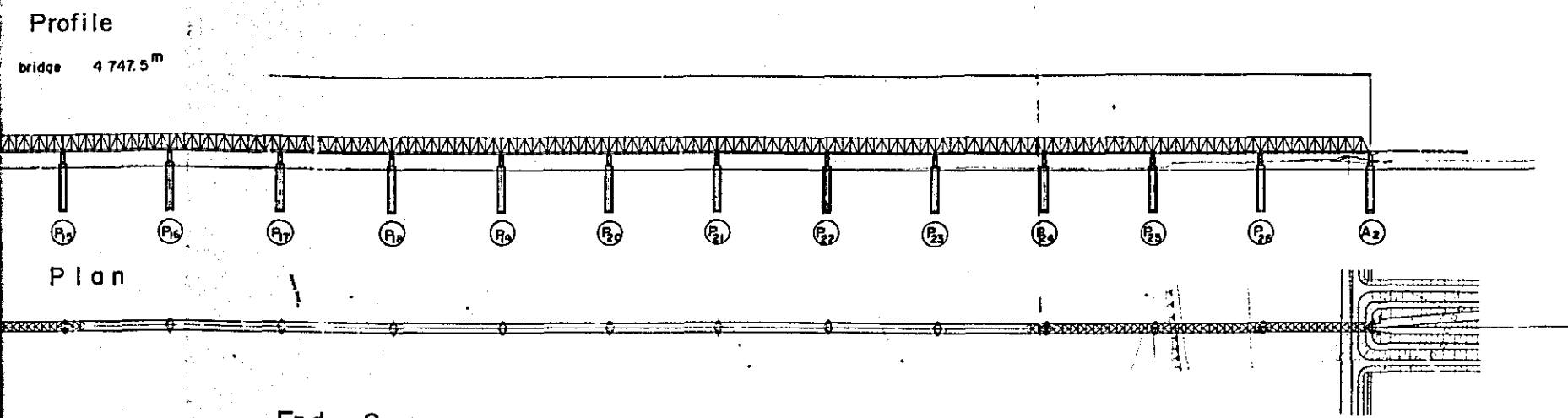
Pier

End pier

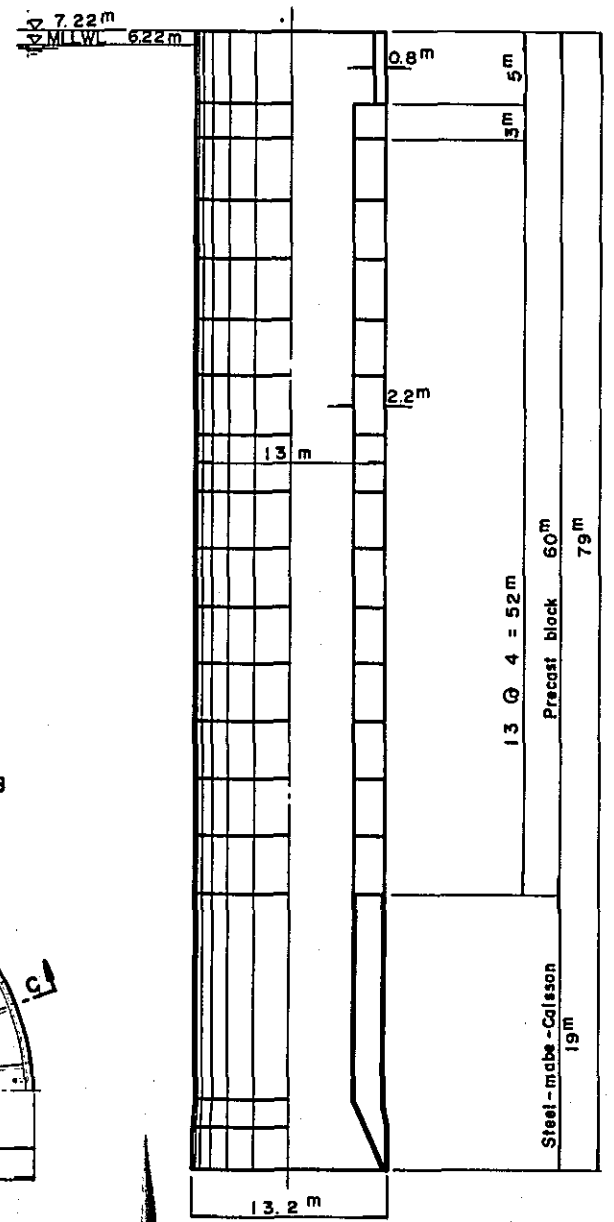


Plan

General View of Jamuna Bridge



Composition of Rods of Well in Stream



Sketch of Jamuna Bridge

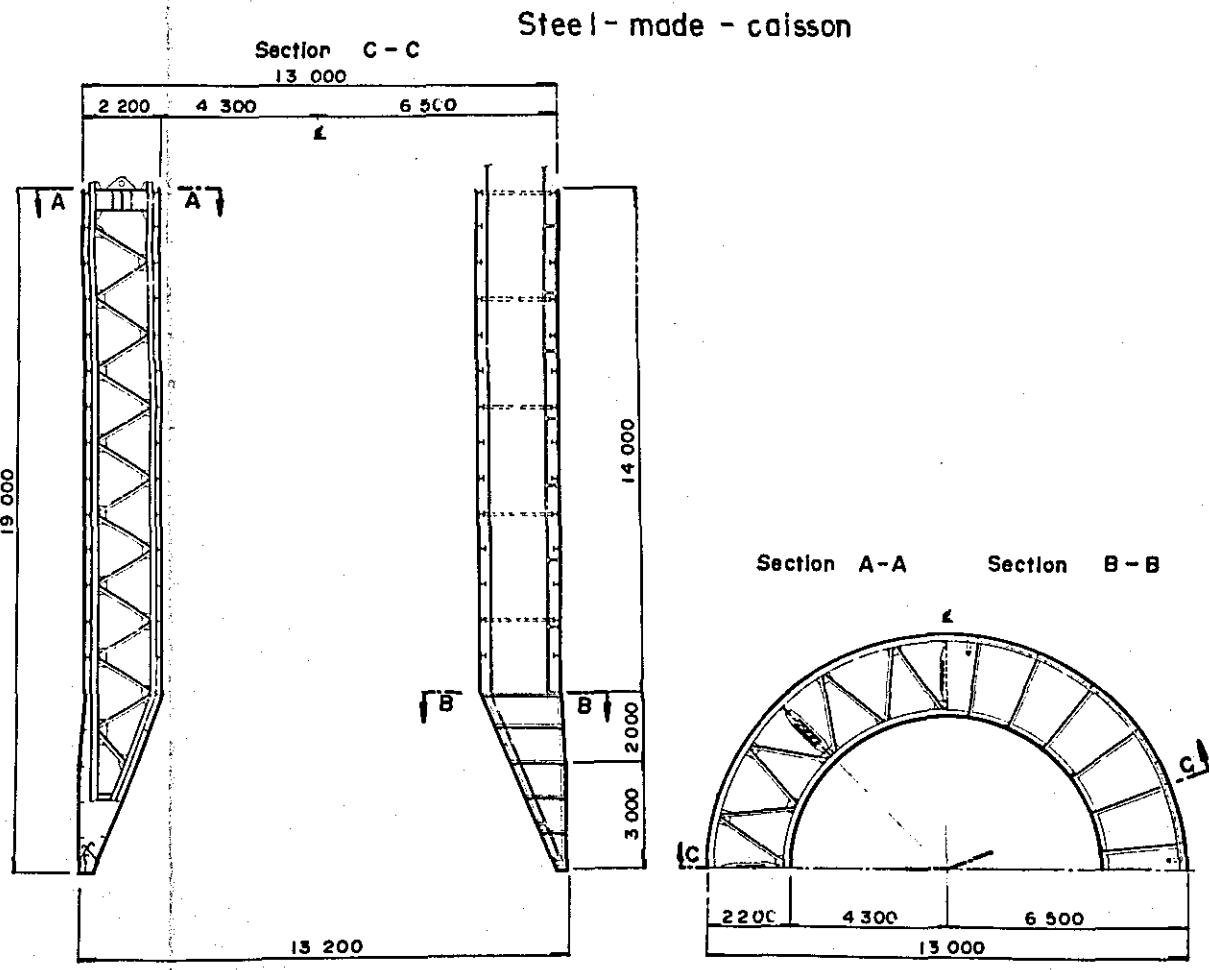
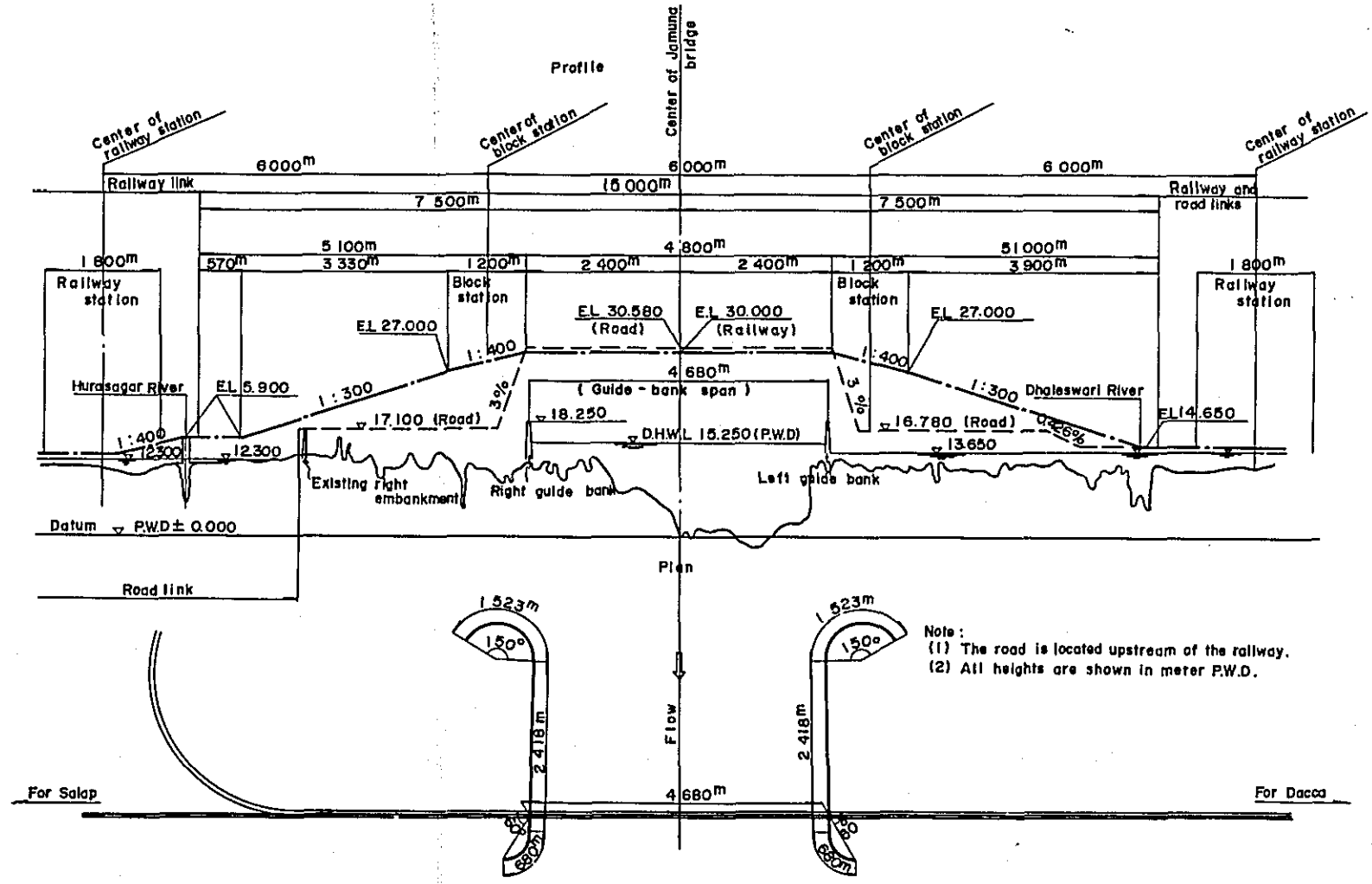


Fig. 4-6 Jamuna Bridge, Railway Links and Road Links

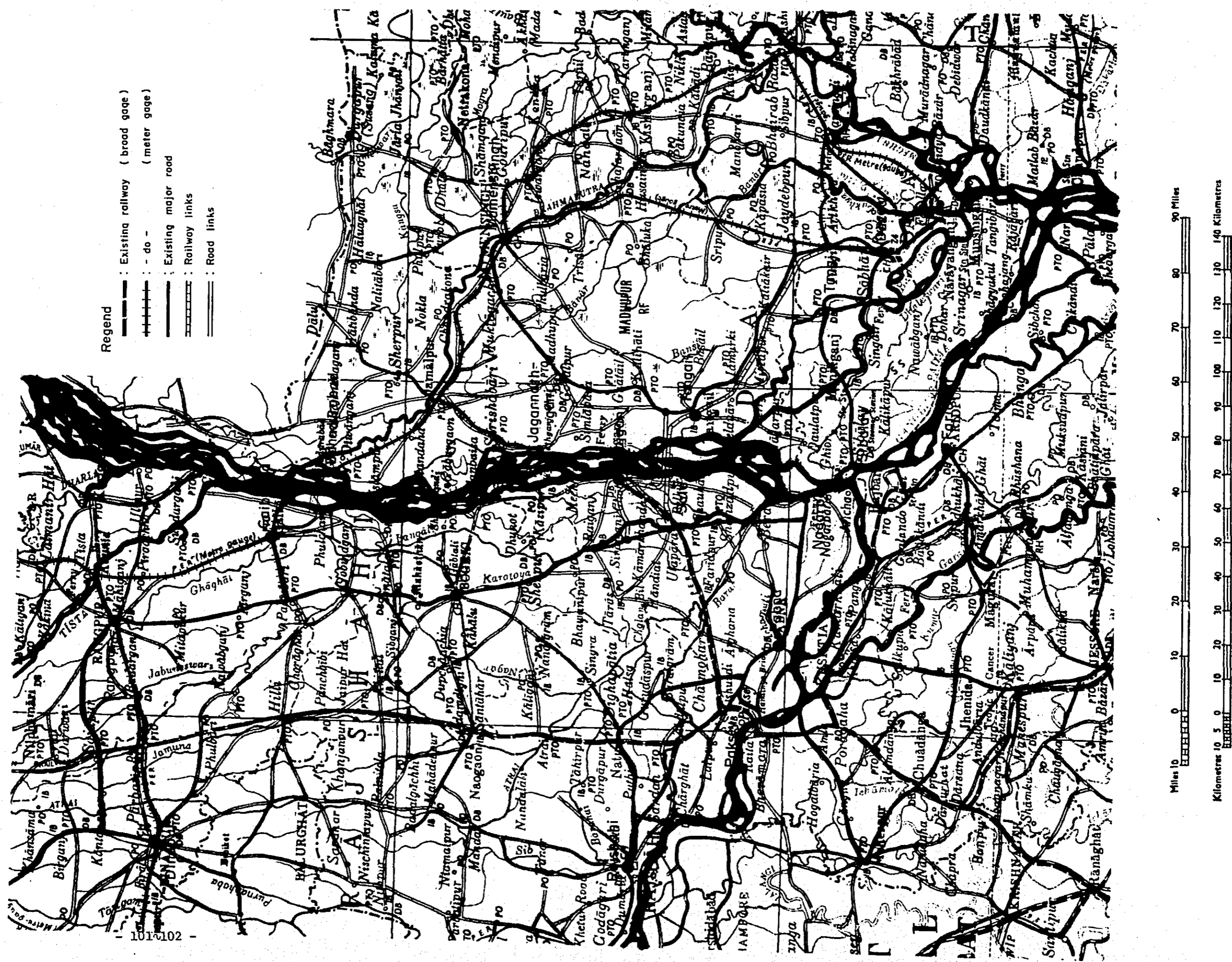


Table 4-5 Bridges (A) (Major Bridges)

Bridge No.	Location point, km	Spanning	Running length	Height about F.L.	H.W.L	Girder clearance	Superstructure	Remarks Navigation clearance (f.t)
1	8 ^k 750 ^M	5 x 20 ^m	100 ^m	15.50 ^m	11.84 ^m	2.50 ^m	Prestressed Concrete girder	HURASAGAR 60' x 6'
2	44,700	5 x 20	100	14.00	10.18	3.40	"	LOHAJANG "
3	54,950	8 x 20	160	13.50	9.42	2.40	"	FUTJANI "
4	68,250	5 x 20	100	13.00	9.12	2.80	"	BANSI "
5	77,900	3 x 33	100	15.70	8.98	4.30	"	100' x 12'
6	79,350	5 x 33	165	"	8.92	4.60	"	"
7	81,100	5 x 33	165	"	8.85	4.70	"	"
8	96,600	7 x 33	231	15.00	7.99	4.30	"	TURAG "
9	110,300	7 x 33	231	13.50	6.66	4.40	"	TUNGI "
Total			1,352m					

間内には16の橋梁Bと多数の避溢橋が存在する。橋梁Bの全橋長は670m、避溢橋の全延長は2,585mである。

冠水地域では路線延長の4%以上の延長の避溢橋を設けることとした。橋梁Bの形式、構造、施工法はスパンに応じて橋梁Aの場合に準拠することとした。

6.4. 軌道

レールは90 lbs/yardのものをを用い、枕木は木製とする。道床は砕石バラスト床とする。この新線は他の路線より高速で運転せられるから幹線の部分に対してのみタイプレートとアンチクリーパーを用うることとした。

ジャムナ橋梁の上はオープンフローアになっているので、この部分に対してはガードレール、スペーシングストリップおよび歩み板(Footboard)を用いることとした。

6.5. 停車場

停車場はその機能によりA、B、C、級および待避駅の4つに分類した。各停車場の機能と特殊性についてはVOLUME IVを参照せられたい。

停車場は可及的平坦な場所に設置するよう努力した。しかし、ジャムナ橋のアプローチ部に設けられる2つの待避駅および他の一つの駅は止むを得ず2.5%勾配部分に設けざるを得なかった。この他のすべての駅は平坦地に設けられている。

停車場は直線路線の部分に設置せられ、曲線部分の駅はさけることにした。駅間距離は6Kmを標準とした。

停車場の有効長は貨物列車一列車あたりの貨車の数で決定せられるべきものであるが、ここでは700mとした。軌道の中心間隔はバングラデシュの鉄道基準にもとずき4.3mとした。

6.6. 信号施設と安全施設

列車の発車は中央発車駅で取り行われるが、各駅は自ら信号に関する業務を取扱う、しかしながら、発車業務と信号業務とは不可分のものである。すなわち、この両者が1人の司令によりある特定の駅でとり行われるものとすれば、任意に指定された地方駅の信号も統御することができる。従って、この新線ではC.T.C.(Centralized Train Control)方式を導入することとした。かくして、発車および信号サービスを一元化し中間駅の信号要員の節約ができることになる。

6.7. 軌道概要

路線延長 : 128.9 Km

この内、ジャムナ橋およびアプローチ

部分の延長 15Km

接続部延長 113.9Km

始発駅 : Salap 駅
 終着駅 : Dacca 駅
 停車場数 : 22
 橋梁延長 : ジャムナ橋 4,750m
 橋梁 A 1,352m
 " B 3,195m
 停車場間隔 : 6 Km (標準)
 最高軌道高 : 29.54 m (ジャムナ橋梁上)

6.8. 主要物件数量

項目	単位	数量
用地	10 ³ × m ²	7,356
土量	10 ³ × m ³	7,747
橋梁 A	m	1,352
" B	"	3,195
軌道延長	Km	113.9
側線 "	"	37.3
停車場数		22
動力, 通信	Km	113.9
信号	"	113.9
その他施設	"	113.9

以上の作業はすべてバングラデシュ政府の作製になる 1/50,000 地形図をベースとして行ったものである。

7. 接続道路部

接続道路部 (Road Links) はジャムナ橋梁と既存の全天候道路とを連結する道路部分で、アプローチ部の端から既存の全天候道路までの部分をいう。

本節では Sirajannj Site における道路接続部について説明を行う。

ジャムナ河の右岸地域では Hatikumrul と Sialkol を結ぶ新道が現在建設中であり、また、左岸地域では Tangail から Bhuapur を経て Gopalganj に至る道路 (T. B.G. 道路とよばれる) の建設が現在進行中である。これらの道路はバングラデシュ政府 Road and Highway Directorate の手で行われており、1978年までに完成することが予定されている。これらの全天候道路は本プロジェクトの接続道路部として十分利用することができる。

7.1. 路線

a. ジャムナ河右岸地域

路線はSirajganj-Hatikumrul線中の地点Sialkolより出発し、南東にすゝみ約3Km地点で現存の鉄道と交叉する。次に南方に向い約7Kmの互間は鉄道と平行にすすむ。ここで東方に方向を転じ、Hurasagar河および現存のジャムナ河右岸堤を越えてジャムナ橋梁の右岸アプローチの始点に達するもので、その全延長は13,754Kmである。

b. ジャムナ河左岸地域

路線はジャムナ橋梁左岸アプローチの終点より発し、橋梁の中心線の方に東方にすすみDhaleswari河の上流側の分派川の締切の堤上をわたる。更にその方向を南東に転じ、Elenga附近においてT.B.G.道路に達するもので、その全延長は10,582mである。

7.2. 巾員と計画路面高

接続道路部の車道巾員は22' (2 @ 11')とし両側の路肩の中は8'とする。

VOLUMEVに示されているように、この車道巾員による道路交通容量は2020年に予測せられるバングラデシュ国のこの線に対する交通量に充分耐え得るものである。

右岸側接続道路部の計画路面高はSirajganj附近における計画高水位に対し、1.25mのfreeboardを保たせるように配慮した。

また、左岸側接続道路部の計画路面高は最高水位上1mのfreeboardを保たしめることにした。

更に、上記のfreeboardは洪水時に生ずる波高を考慮しても充分安全なることが確められている。

7.3. 設計基準

この路道はバングラデシュ政府Road and Highway Directorateで規定したGeometric Design Standardに基づいて設計が行われた。また交通容量の評価には日本道路協会制定の道路構造令による規定を用いた。詳細はVOLUMEVに示す。また、上記Geometric Design Standardは第Ⅰ章9.5.に示してある。

7.4. 築堤の安定性

築堤の安定性については、円弧法により計算を行った。この計算に用いられた土質力学係数は次の通りである。

	自然状態	ASSOH90%締め固め
単位重量	0.9 t/m ³	2.0 t/m ³
内部摩擦角	13°	17.5°
粘着力	1.0	1.5

これらの係数は第2次調査において、わがチームの実験により得たものである。
この計算の結果、高さ3mの築堤に対し1:2の法面勾配を用いて充分安全であることが分った。

7.4. 主要物件の数量

a. 路線延長

右岸	13,754m
左岸	10,582m
計	<u>24,336m</u>

b. 主要橋梁延長

右岸	100m (1号橋)
左岸	135m (2号橋)
計	<u>235m</u>

c. 舗装延長

右岸	13,654m
左岸	10,447m
計	<u>24,101m</u>

d. ボックスアルパート延長

右岸	546m
左岸	418m
計	<u>964m</u>

e. 築堤盛土量

右岸	236,120m ³
左岸	365,640m ³
計	<u>601,760m³</u>

f. 用地面積

右岸	483,850m ²
左岸	611,118m ²
計	<u>1,094,968m²</u>

以上の作業はすべてバングラデシュ国政府の作製になる1/50,000地形図をベースとして行ったものである。

8. 建設基地

この橋梁を建設するに当り建設基地の必要であることは論を俟たない。建設基地は架橋地点に近くなければならないが、Sirajganj site 附近は雨期には全面的に冠水し、現在地盤の上に作業基地を建設することはできない。すなわち、最高水位よりも高い地盤高を有する土地を架橋地点附近に必要な面積だけ造成しなければならない。そして、この造成地の上に建設に必要なすべての施設を建設する。

建設基地はジャムナ河の左右両岸に設け、右岸側を Main Base, 左岸側を Branch Base としその配置は Fig. 4-7 に示す。

この Base 上に次の施設を建設する。

Job settlement in the main base (right bank side)

- o Electric power station
- o Fuel storage yard
- o Aggregate yard
- o Concrete mixing yard
- o Asphalt plant
- o Steel bar yard
- o Temporary equipment yard
- o Heliport
- o Office area
- o Workshop
- o Superstructure storage yard
- o Water supply station
- o Motor pool
- o Construction machinery yard
- o Truss assembly yard
- o Forms and scaffold yard
- o Warehouse
- o Precast block steel caisson execution-frame yard
- o Camber
- o Landing pier

Branch construction base (left bank side)

- o Machinery yard
- o Motor pool
- o Aggregate storage yard

- o Steel bar yard
- o Warehouse
- o Office area
- o Temporary equipment yard
- o Electric power station
- o Water supply station
- o Fuel storage yard
- o Forms and scaffolds yard
- o Living quarter
- o Camber

これらの配置を Fig. 4-8 に示す。

なお、建設基地に必要な諸般の物件の数量は次表の通りである (Table. 4-6)。

9. 建設費の概算

既述の内容により、このプロジェクトの建設費を年度別に概算し、その必要額を内貨 (D. C.) と外貨 (F. C.) とに分類すると Table 4-7 および Table 4-8 が得られる。なお、本表に見られるように、このプロジェクトの Contingency としては必要費用の 15% を計上した。

このプロジェクトは建設費は次のように算定された。

外 貨	$697,959 \times 10^3 \$$
内 貨	$2,138,492 \times 10^3 \text{ Taka}$

1 \$ = 13 TAKA としてドルに換算すると、 $862,458 \times 10^3 \$$ (約 258,737,400 $\times 10^3$ 円) となる。建設のための工費は 13 年を予定した。

10. 維持費

本プロジェクトの維持費については、各部門においてそれぞれ積上げ計算が行われたが、これを取りまとめると次のようになる。

なお、維持費の Contingency は 5% を見込んだ。

a. 橋梁、ガイドバンク、橋梁アプローチ及びダレスワリ新水路の維持費

内 貨	$466,001 \times 10^3 \text{ TK} / 30 \text{ years}$
外 貨	$15,757 \times 10^3 \$ / 30 \text{ years}$

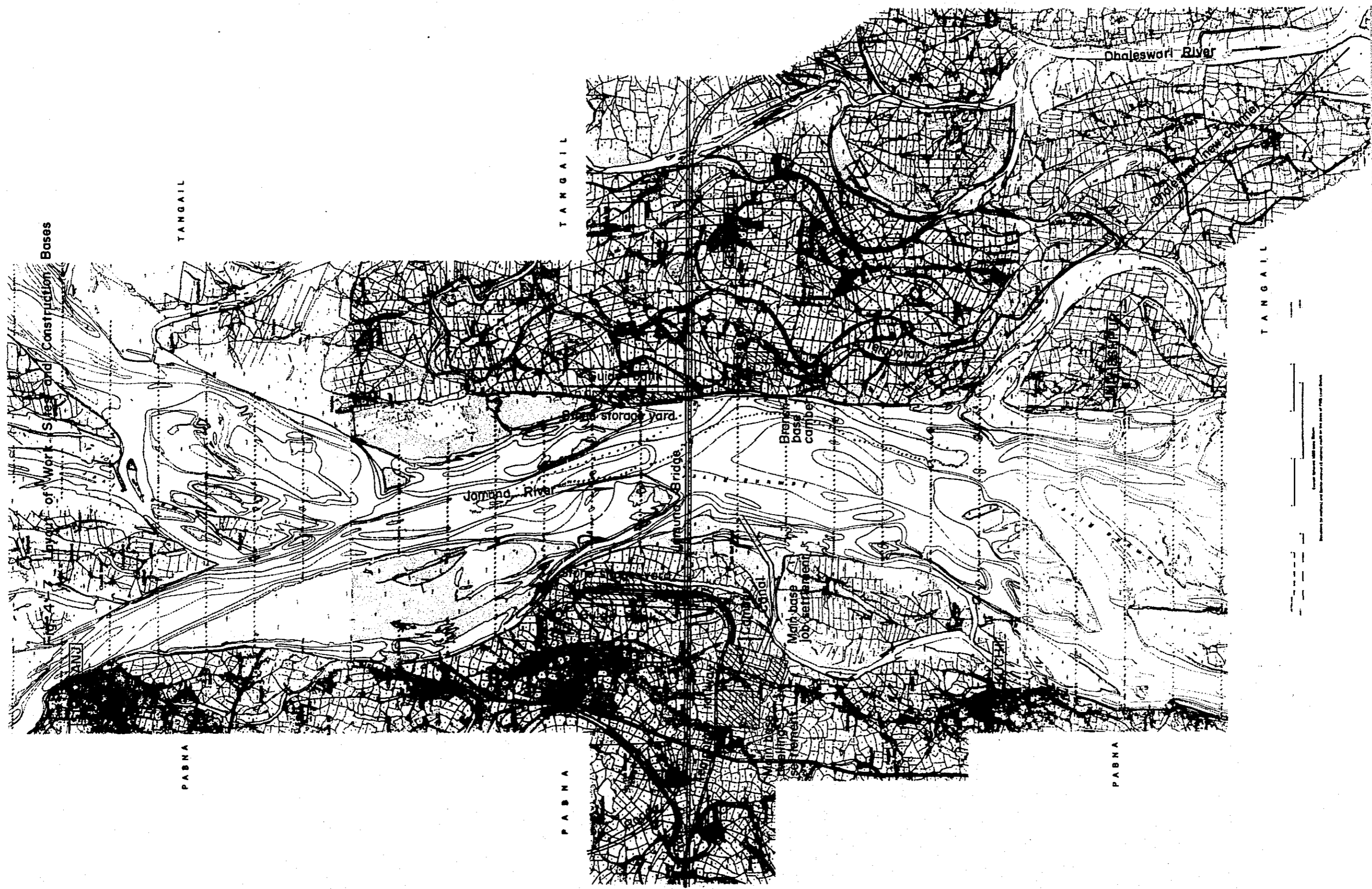
b. 鉄道の維持費

内 貨	$300,720 \times 10^3 \text{ TK} / 30 \text{ years}$
外 貨	$7,800 \times 10^3 \$ / 30 \text{ years}$

The quantity of works to be needed for the construction bases was shown in Table 4-6.

Table 4-6 Quantity of Works for the Construction Bases

Items	Right base	Left base	Total
Reclamation of lands			
land area	1,210,500 m ²	375,800 m ²	1,586,300 m ²
dredging volume	2,505,000 m ³	676,000 m ³	3,581,000 m ³
Temporary roads			
road length	18.88 km	16.61 km	35.49 km
Temporary railway			
railway length	8.35 km	—	8.35 km
Cambers and canals			
area of cambers	162,000 m ²	159,100 m ²	321,100 m ²
canal length	3,150 m	350 m	3,500 m
dredging volume	3,047 m ³	2,004 m ³	5,051 m ³
Water supply facilities			
max water consumption per day	2,460 t/day	1,440 t/day	3,900 t/day
Electric power supply facilities			
electric power consumption	13,160 KW	5,960 KW	19,120 KW
Job settlements			
area	650,500 m ²	211,900 m ²	862,400 m ²
number of lots for facilities	16	11	27
Dwelling settlements			
area	560,000 m ²	163,900 m ²	723,900 m ²
Floorage for houses for workers without dependents	66,200 m ²	54,700 m ²	120,900 m ²
houses for households	1,700 houses	—	1,700 houses
Sewage-treatment facilities			
waste water per day	1,200 m ³	700 m ³	1,900 m ³
Motor pools			
area (inside of job settlements)	32,500 m ²	23,400 m ²	55,900 m ²



Bases

Work Sites and Construction

TANGAIL

TANGAIL

TANGAIL

PABNA

PABNA

PABNA

Jomand River

Obaleswar River

Barracks storage yard

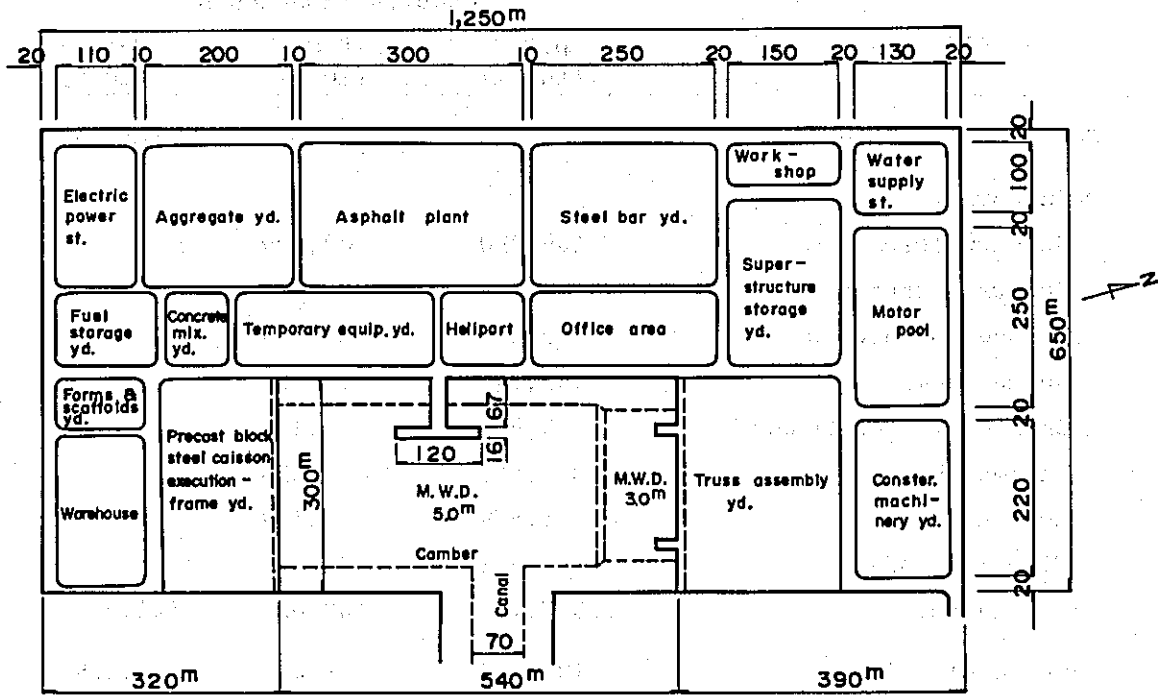
Barracks base cambes

Mail base Jobyattar

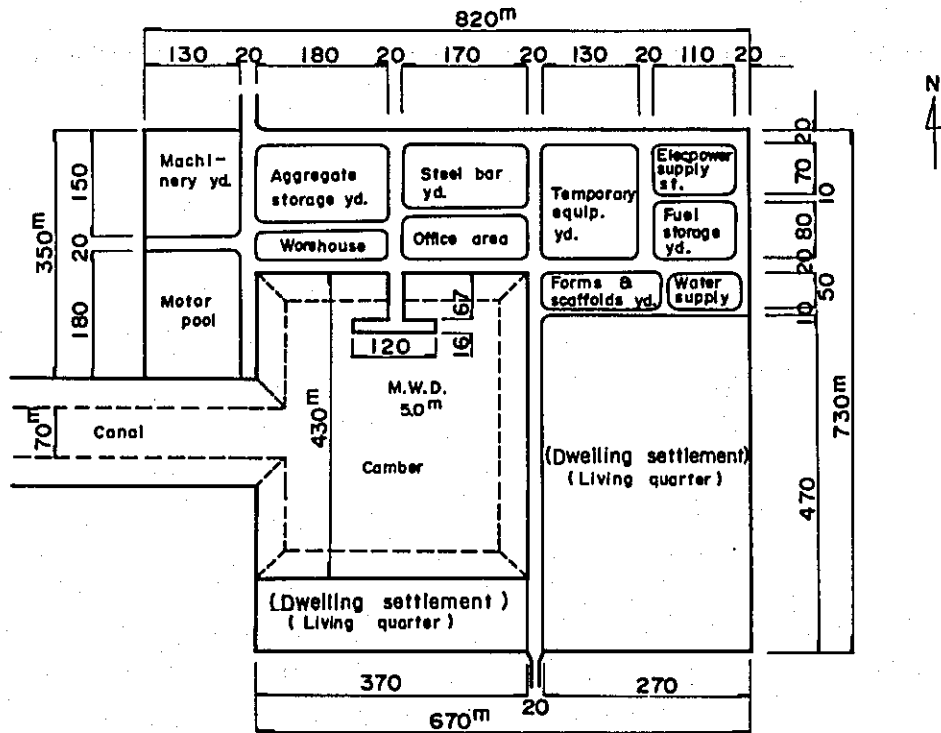
Bridge

Fig. 4-8 Layout of Facilities in Construction Bases

Job Settlement in the Main Base (Right bank side)



Branch Construction Base (Left bank side)



Note : M.W.D = Minimum water depth

Table 4-7 Construction Costs for the Project

Item	Construction Costs		
	D.C. (10 ³ Tk)	F.C. (10 ³ \$)	Total (10 ³ \$)
Construction Bases	500,523	149,840	188,342
Main Works			
Substructures	156,990	107,609	
Superstructures	109,058	194,964	
Bridge Approaches	69,349	20,874	
Guide Banks	269,744	71,950	
Dhaleswari New Channel	3,900	5,142	
Railway Links	363,491	18,296	
Road Links	53,879	2,137	
Miscellaneous	51,321	21,049	
Sub-total	1,077,732	442,021	524,923
Land Acquisition	106,583	---	8,199
Administration	174,720	15,060	28,500
Contingency	278,934	91,038	112,494
Grand total	2,138,492	697,959	862,458

Notes: D.C. is domestic currency and F.C. is foreign currency.

Table 4-8 Allotment of the Construction Costs by Year

Item	Year	Year												Total	
		1st.	2nd.	3rd.	4th	5th	6th	7th	8th	9th	10th	11th	12th		13th
Construction Bases	D.C.	--	655	37,143	225,703	119,943	45,209	10,088	10,183	15,903	10,702	10,101	9,473	5,420	500,523
	F.C.	--	1,945	36,156	47,869	27,052	10,679	4,772	4,874	4,699	3,527	3,297	2,607	2,363	149,840
Main Works	Substructures	D.C.	--	--	--	11,783	14,194	25,684	27,863	28,370	28,294	19,267	1,055	480	156,900
		F.C.	--	--	--	31,472	17,473	13,377	13,300	12,637	14,113	4,743	267	227	107,609
	Superstructures	D.C.	--	--	--	1,182	16,440	12,053	14,725	14,949	16,436	15,007	7,736	10,530	109,058
		F.C.	--	--	--	8,997	2,341	38,191	33,309	33,895	33,493	30,144	11,223	3,371	194,964
	Bridge Approaches	D.C.	--	--	--	--	943	2,815	2,386	10,622	14,255	9,321	10,207	18,800	69,349
		F.C.	--	--	--	--	2,002	7,633	3,441	2,746	2,340	1,201	322	1,181	20,874
	Guide Banks	D.C.	--	--	--	--	55,804	70,160	63,210	71,220	8,550	--	--	--	269,744
		F.C.	--	--	--	--	21,871	21,012	5,800	21,123	1,063	--	--	--	71,950
	Dharieswari New Channel	D.C.	--	--	--	--	--	--	--	--	1,250	1,320	1,330	--	3,900
		F.C.	--	--	--	--	--	--	--	--	1,770	1,559	1,813	--	5,142
	Railway Links	D.C.	--	22,453	--	--	--	--	--	--	1,217	109,103	94,553	135,365	363,491
		F.C.	--	1,161	--	--	--	--	--	--	--	4,891	4,674	7,562	18,296
	Road Links	D.C.	--	--	--	--	--	--	--	--	8,793	20,705	24,381	--	53,879
		F.C.	--	--	--	--	--	--	--	--	352	1,005	780	--	2,137
	Miscellaneous (5% of the above)	D.C.	--	1,123	--	--	648	4,369	5,576	5,409	6,258	3,940	8,776	6,963	8,859
F.C.		--	58	--	--	2,023	2,184	4,015	2,843	3,520	2,657	2,178	954	617	21,049
Sub-total	D.C.	--	23,576	--	--	13,613	91,750	117,088	113,593	131,419	82,735	184,299	146,225	173,434	1,077,732
	F.C.	--	1,227	--	--	42,492	45,871	84,309	59,693	73,921	55,788	45,729	20,033	12,958	422,021
Land Acquisition	D.C.	4,681	620	4,276	2,076	7,594	3,395	6,612	2,292	19,729	31,805	23,503	--	--	106,583
	F.C.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Administration	D.C.	14,830	14,240	10,940	7,490	5,410	15,230	15,230	15,230	15,230	15,230	15,220	15,220	15,220	174,720
	F.C.	2,070	2,296	2,062	1,090	406	892	892	892	892	892	892	892	892	15,060
Contingency	D.C.	2,927	5,864	7,854	35,289	21,984	23,338	22,353	21,195	27,342	21,071	34,968	25,638	29,111	278,934
	F.C.	311	820	5,733	7,344	10,493	8,616	13,495	9,819	11,926	9,031	7,488	3,530	2,432	91,038
Grand total	D.C.	22,438	44,955	60,213	270,558	168,544	178,922	171,371	162,493	209,623	161,543	268,091	196,556	223,185	2,138,492
	F.C.	2,381	6,288	43,951	56,303	80,443	66,058	103,468	75,278	91,438	69,238	57,406	27,062	18,645	697,959
Total(10)		4,107	9,746	48,583	77,115	93,408	79,821	116,650	87,777	107,563	81,664	78,028	42,182	35,813	862,457

D.C.: Domestic Currency (10³Tk)
F.C.: Foreign Currency (10³\$)

Table 4-9 Maintenance Costs by Year

D.C.: domestic currency, F.C.: foreign currency.

Year	Bridge & river control		Railway links		Road links		Contingency		Total	
	D.C. (10 ³ Tk)	F.C. (10 ³ \$)	D.C. (10 ³ Tk)	F.C. (10 ³ \$)	D.C. (10 ³ Tk)	F.C. (10 ³ \$)	D.C. (10 ³ Tk)	F.C. (10 ³ \$)	D.C. (10 ³ Tk)	F.C. (10 ³ \$)
0	20,549	2,606	--	--			1,027	130	21,576	2,736
1st.	15,834	223	10,024	260			1,293	24	27,151	507
2nd.	13,598	223	10,024	260	1,765	--	1,269	24	26,656	507
3rd.	13,598	223	10,024	260	--	--	1,181	24	24,803	507
4th	13,598	223	10,024	260	1,765	--	1,269	24	26,656	507
5th	17,716	686	10,024	260	6,084	--	1,692	48	35,516	994
6th	13,598	223	10,024	260	1,765	--	1,269	24	26,656	507
7th	13,598	223	10,024	260	--	--	1,181	24	24,803	507
8th	13,598	223	10,024	260	1,765	--	1,269	24	26,656	507
9th	13,598	223	10,024	260	--	--	1,181	24	24,803	507
10th	23,615	2,510	10,024	260	18,585	--	2,612	140	54,836	2,910
11th	13,598	223	10,024	260	--	--	1,181	24	24,803	507
12th	13,598	223	10,024	260	1,765	--	1,269	24	26,656	507
13th	13,598	223	10,024	260	--	--	1,181	24	24,803	507
14th	13,598	223	10,024	260	1,765	--	1,269	24	26,656	507
15th	18,544	1,066	10,024	260	6,084	--	1,733	67	36,385	1,393
16th	13,598	223	10,024	260	1,765	--	1,269	24	26,656	507
17th	13,598	223	10,024	260	--	--	1,181	24	24,803	507
18th	13,598	223	10,024	260	1,765	--	1,269	24	26,656	507
19th	13,598	223	10,024	260	--	--	1,181	24	24,803	507
20th	24,429	2,569	10,024	260	18,585	--	2,653	142	55,691	2,971
21st.	13,598	223	10,024	260	--	--	1,181	24	24,803	507
22nd.	13,598	223	10,024	260	1,765	--	1,269	24	26,656	507
23rd.	13,598	223	10,024	260	--	--	1,181	24	24,803	507
24th	13,598	223	10,024	260	1,765	--	1,269	24	26,656	507
25th	17,716	686	10,024	260	6,084	--	1,692	48	35,516	994
26th	13,598	223	10,024	260	1,765	--	1,269	24	26,656	507
27th	13,598	223	10,024	260	--	--	1,181	24	24,803	507
28th	13,598	223	10,024	260	1,765	--	1,269	24	26,656	507
29th	13,598	223	10,024	260	--	--	1,181	24	24,803	507
30th	14,844	282	10,024	260	18,585	--	2,174	27	45,627	569
Total	466,001	15,757	300,720	7,800	95,187	--	43,095	1,178	905,003	24,735
Mean annual cost	15,533	525	10,024	260	3,173	--	1,437	40	30,167	825

c. 接続道路部の維持費

内 貨 $95,187 \times 10^3$ TK/30 years

d. Contingency

内 貨 $43,095 \times 10^3$ TK/30 years

外 貨 $1,178 \times 10^3$ \$/30 years

合 計

内 貨 $905,003 \times 10^3$ TK/30 years

外 貨 $24,735 \times 10^3$ \$/30 years

Project life を 30 年とみて、維持費の総額を求めると

U. S \$. $95,351 \times 10^3$

となる。

11. 交通経済

第Ⅲ章に述べたように、第1次調査においては各架橋候補地点に架橋せられたとき、その架橋を将来通過する旅客および貨物の年間数量を予測し、これらを比較するという作業が行われた。

今回の作業においては、Sirajganj site に横断箇所をしぼり、この地点を将来通過する旅客及び貨物の数量を更に詳細に検討すると共にこれによる便益の算定を行い、このプロジェクトの費用—便益分析に必要な資料を作製する作業が行われた。

方針としては、まず将来の人口を予測し、これらの人口に依ずる地域間の人及び物の動きを予測し、これらの動きの中でジャムナ河を横断するものを分離し、更に分離したものの中で橋梁を利用すべきものを鉄道及び道路に分類して推計する手法を採用した。そして、かくして得られた人及び物の動きに対して時間便益、走行便益を計算して、総便益（直接便益）を算出した。以下この概要について述べる。

11.1. 人口

人口の予測に対しては、1974年の最近のDataをベースとし、1983年、1993年、2003年、2010年、2020年および2030年の人口の推計を行った。

方法としては、Bangladesh Census Commissionが示した成長率とIBRDが行った推定値とをベースとして、バングラデッシュ国政府の人口増加抑制政策を考慮し、上記の両推定値の中間値をこのプロジェクトの将来人口成長率とした。ただし、1978年までの成長率はCensus Commission 推計値を用いた。その結果を示すと次の通りである。

年 度	人口 (10 ³ 人)	成長率
1973/7A	76,002	1.00
1983	100,200	1.32
1993	123,800	1.63
2003	147,700	1.94
2010	164,200	2.16
2020	185,100	2.44
2030	202,500	2.66

この人口を各地区の構成費を考慮して各地区に配分した(内訳はVOLUME VII 参照)。

11.2. ジャムナ橋梁を通過する将来交通量の予測

11.2.1. 旅客交通量

旅客交通量の予測方法と前提条件は次の通りである。

- (1) 予測年度は1993年および2020年とし、橋の供用開始を1990年としているので、この年度と他の各年度の交通量については直線補間により推計した。
- (2) 予測方法はDistrictを単位とした旅客OD表を作製し、その分布交通量を将来におけるバングラデシュ国の道路網と鉄道網とに配分することにより、ジャムナ河横断旅客量を算定する。次に、この旅客量を機関換算し、ジャムナ河を横断する機関別交通量を推計する。
- (3) (2)における旅客ODの推計はグラビティモデル式を用いて行なった。

11.2.2. 貨物交通量

ジャムナ河横断貨物量の推計方法は次の考え方で行った。

- (1) 貨物量の予測はバングラデシュ国の第1次5ヶ年計画を尊重した。
- (2) 物資流動予測は第1次調査で得られたOD表を用いる。
- (3) 予測年次は1993年、2020年を対象とするが、主に1993年次における品目別ODを予測し、ジャムナ河架橋横断貨物量を推定した。
- (4) ただし、1st stage の作業では主に対象年次を1883年として推定し、その推定量をGNPの伸び率等を考慮して、1993年およびそれ以降を推定したのであるが、今回は1993年をベースとした。
- (5) 従って、穀物、食塩、砂糖等の品目については、今回推計をした将来人口(1993年)をベースとして再推計した。
- (6) その他の品目については、第1次調査で行なった1883年の予測値を考慮し、各品目の伸び率のトレンド、人口成長率の総合的なバングラデシュ国の経済状況を考慮して、その伸び率を決定し、推計を行った。

Table 4-10 Average Annual Rates of Cargo Traffic Growth by Commodities

Commodity	Before 1982/83	After 1982/83	(Through 1993)
Cement	8 %	4 %	(1.48)
Coal	5 %	3 %	(1.34)
Petroleum	5 %	3 %	(1.34)
Steel	10 %	3 %	(1.34)
Fertilizer	12.5 %	7 %	(1.97)
Stone	8 %	4 %	(1.48)

Note: 1. The growth rates of steel traffic were estimated in consideration of the growth of other industrial products.

2. Concerning the annual growth rate of Raw Jute and Jute products on the target year (1982/83, 1992/93 and 2020) is not included in this Table because it can be estimated in setting up of the future development plan.

(7) ボクラ地区における石灰、セメント、石炭の開発は1993年時点では開始されているものとし、これに伴う貨物量の動きはとらえてある。

(8) 1993年以降の貨物量の動きについては、バングラデシュ国のGNPの年平均成長率が約4.4%と想定されているので、この率を用いて貨物量の伸び率とした。なお、5ヶ年計画においては、GNPの成長率を5.5%として計画しているが、現況での経済状況よりみて、困難と思われるので、過去の成長率を用いることとした。

なお、貨物輸送の交通手段は将来道路整備が進むにつれて道路への分担比率が高くなっていく。この結果、貨物の伸び率としては、鉄道を年4%、道路を年4.5%と算定した。

11.3. Sirajganj site におけるジャムナ架橋交通量

架橋最適地点であるSirajganj Site に対しては、交通便益を算定するため、更に詳細な調査を実施した。

11.3.1. 旅客交通量

Sirajganj 地点のジャムナ架橋に対する旅客交通量を推計するため、まずOD表を作成する必要がある。

以下その推計を行い、旅客交通量を算定する。

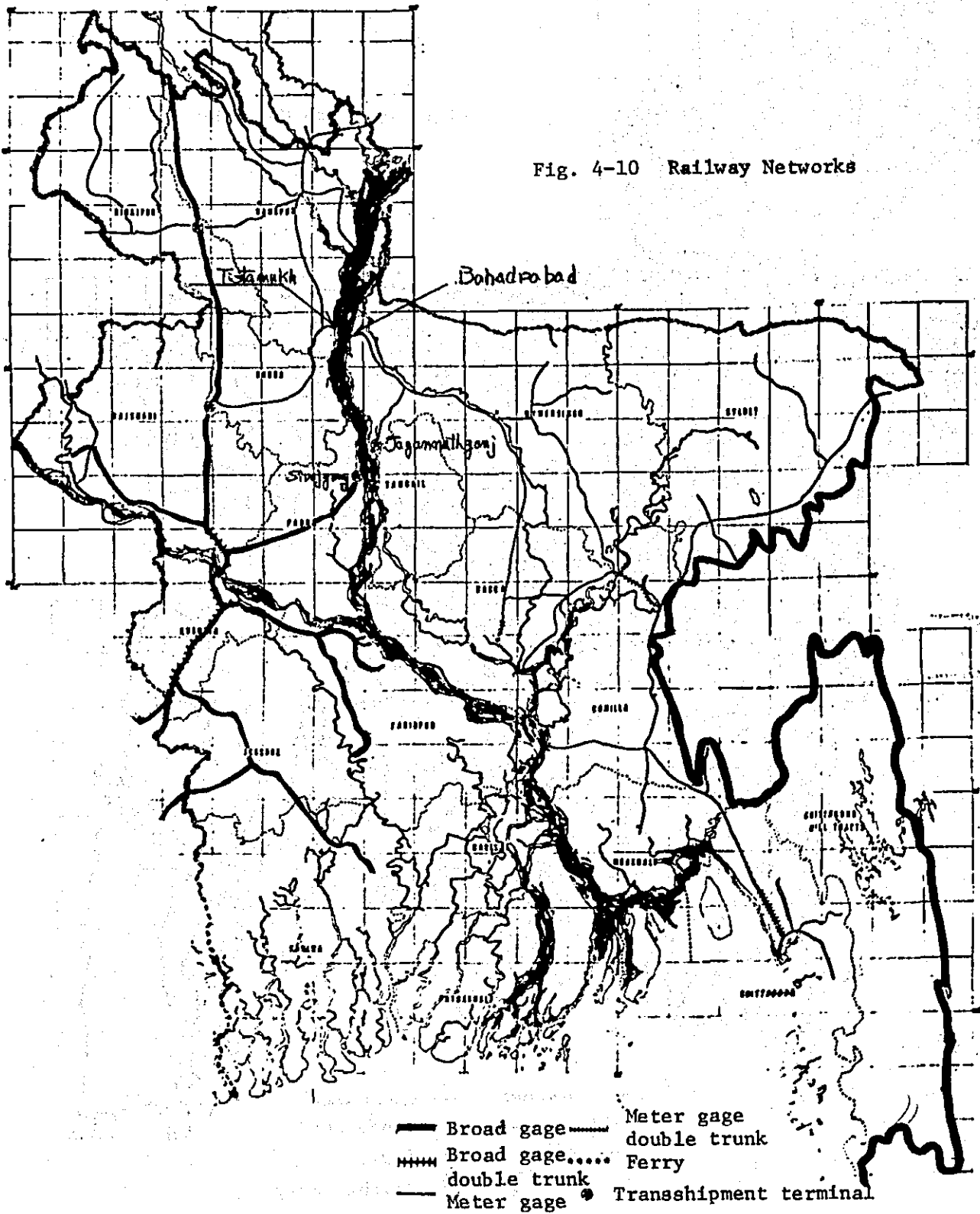
(1) 将来発生パーソントリップ数の予測

統計資料を利用し、バングラデシュ国の将来地区間トリップの原単位を次のよ

Table 4-11 Number of Inter-District Future Passenger Generation Trips

	1993		2020	
	Passenger Trips (10 Thousand Times)	%	Passenger Trips (10 Thousand Times)	%
Dacca Division	8,955	31.09	13,372	31.17
1. Sylhet	1,812	6.29	2,471	5.76
2. Dacca	3,442	11.95	5,792	13.50
3. Mymensingh	2,877	9.99	3,925	9.15
4. Tangail	824	2.86	1,184	2.76
Chittagong Division	5,342	18.55	7,434	17.33
5. Chittagong	1,826	6.34	2,840	6.62
6. Chittagong HT	181	0.63	232	0.54
7. Noakhali	1,207	4.19	1,604	3.74
8. Comilla	2,128	7.39	2,758	6.43
Khulna Division	7,191	24.97	10,588	24.68
9. Khulna	1,538	5.34	2,458	5.73
10. Patuakhali	498	1.73	567	1.32
11. Barisal	1,356	4.71	1,622	3.78
12. Faridpur	1,400	4.86	1,686	3.93
13. Jessore	1,477	5.13	2,488	5.80
14. Kushtia	922	3.20	1,767	4.12
Rajshahi Division	7,312	25.39	11,506	26.82
15. Rajshahi	1,895	6.58	3,192	7.44
16. Pabna	1,158	4.02	1,755	4.09
17. Bogra	901	3.13	1,330	3.10
18. Rangpur	2,238	7.77	3,393	7.91
19. Dinajpur	1,120	3.89	1,836	4.28
Bangladesh Total	28,800	100.00	42,900	100.00

Fig. 4-10 Railway Networks



うに設定した。

将来地区間トリップ原単位 = 0.0077 / 人 / 日

このトリップ原単位を用いて将来の発生トリップを推計すると次のようになる。

1993年	28,800万トリップ/年
2020年	42,900万トリップ/年

このトリップ数を Control total として、各 District における発生トリップを推計するわけであるが、この場合の推計方法は各 District の将来人口構成比により配分を行った。その結果は Table 4-11 の通りである。

(2) 旅客 OD の予測

(1) において各 District における地区間発生トリップ数を予測したがこのトリップを分布させる。

方法としてはグラビティモデル式を用いて行ない、フレーター法により収束計算を行った。この際、将来の交通網の設定とそれによる時間距離の推計、各 District の発生トリップの推計が必要となる。次に時間距離について取扱う。

(i) 鉄道および道路網

鉄道および道路網は既存の路線はもちろん、将来の計画路線も十分考慮に入れて構成した。

それらの路線長は BTS (Bangladesh Transport Survey) レポート、鉄道の Time Table を用いて設定した。

(ii) 時間距離推計

鉄道網と道路網とに分けて各 District 間の時間距離を推計するわけであるが、方法としては A ゾーンと B ゾーンの最短距離を求め、自動車の場合は時速 30 Km、鉄道の場合はバングラデシュ国の Time Table を参照して時速 40 Km として時間距離を算定した。最短距離を求める場合、フェリーについては時間距離を路線距離に換算した。

(iii) 時間距離 OD

グラビティモデル式に用いる Input Data としての時間距離 OD は鉄道網と道路網から推計せられた District 間時間距離の平均値を用いて作成した (Table 4-12)。

以上述べた方法により推計した諸データを Input して推計した旅客 OD の結果は Table 4-13, Table 4-14 に示す。

この計算に用いたゾーニングは Table 4-15 に示す通りである。

Table 4-12 Average Inter-District Time-Distance 0-D
(Average of the Road and the Railway Networks)

Districts	Unit: Hour																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1 Sylhet	8	10	10	12	15	10	8	20	22	20	16	18	16	16	15	15	18	18	18
2 Dacca	4	4	3	8	11	5	4	12	14	13	9	11	9	10	8	8	11	11	11
3 Mymensingh			4	11	14	9	7	13	17	15	12	12	9	9	8	8	11	11	11
4 Tangail				11	14	8	7	11	14	13	9	9	6	7	5	6	9	9	9
5 Chittagong					4	5	6	20	22	21	16	19	17	18	15	16	18	19	19
6 Chittagong HT						9	8	23	24	23	20	22	19	20	18	19	22	22	22
7 Noakhali							3	18	17	17	14	16	13	14	12	13	15	15	15
8 Comilla								16	17	16	13	15	12	13	11	12	14	14	14
9 Khulna									6	4	6	3	5	9	7	10	13	13	13
10 Patuakhali										2	6	7	9	13	11	14	17	17	17
11 Barisal											4	6	8	11	9	12	15	16	16
12 Faridpur												6	4	7	6	9	12	12	12
13 Jessore													4	7	5	8	11	12	12
14 Kushtia														4	3	5	9	9	9
15 Rajshahi															4	4	7	8	8
16 Pabna																5	8	8	8
17 Bogra																	4	5	5
18 Rangpur																		4	4
19 Dinajpur																			3

Table 4-13 O-D of Future Passenger Trips (1993)

Unit: Numbers of Trip

Districts	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	Total
1	0	388	305	47	224	10	88	216	39	12	49	58	38	28	81	42	33	114	40	1,812
2	0	806	200	321	11	233	606	66	17	65	113	63	47	128	79	70	168	60	60	3,441
3	0	242	212	9	86	225	69	16	60	79	65	57	189	95	85	203	72	2,875		
4	0	32	2	17	34	14	3	12	21	17	14	47	38	23	45	16	824			
5	0	111	198	317	33	10	37	48	32	20	60	30	27	85	30	1,827				
6	0	6	12	2	1	2	2	1	3	2	1	3	2	1	4	1	182			
7	0	420	12	4	14	7	11	8	24	13	11	33	12	1,207						
8	0	22	6	25	37	22	15	44	24	21	60	21	60	21	2,127					
9	0	47	234	140	539	58	87	57	25	69	24	1,537								
10	0	252	46	28	9	14	8	5	16	5	499									
11	0	232	129	37	67	40	20	60	21	1,356										
12	0	113	138	140	77	31	79	28	1,399											
13	0	112	114	63	31	75	23	1,477												
14	0	117	153	29	57	20	920													
15	0	254	138	305	83	1,895														
16	0	56	95	34	1,160															
17	0	218	77	901																
18	0	552	2,238																	
19	0	1,119																		
Total																				28,796

Table 4-14 O-D of Future Passenger Trips (2020)

Districts	Unit: Numbers of Trip																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	Total
1	0	634	362	60	327	11	108	246	57	14	55	62	57	48	124	54	42	151	60	2,472
2	0	1,277	345	628	17	380	923	128	25	97	161	126	111	263	138	122	298	119	5,792	
3	0	302	299	10	102	249	97	17	65	82	94	97	280	120	107	261	104	3,925		
4	0	50	2	21	41	22	4	14	23	27	26	76	52	31	63	25	1,184			
5	0	148	290	431	56	13	50	61	57	43	110	47	42	135	54	2,841				
6	0	7	12	2	1	2	2	2	2	2	5	2	2	5	2	234				
7	0	480	18	4	16	18	16	15	37	17	15	44	18	1,606						
8	0	29	7	26	36	31	25	62	29	26	74	30	2,757							
9	0	62	308	175	949	121	157	87	39	107	43	2,457								
10	0	260	45	38	14	20	10	5	19	8	566									
11	0	225	176	60	95	47	24	73	29	1,622										
12	0	146	211	187	87	35	91	36	1,683											
13	0	241	214	100	50	122	41	2,487												
14	0	258	287	54	108	43	1,764													
15	0	414	227	508	156	3,193														
16	-	77	134	53	1,755															
17	0	308	122	1,328																
18	0	893	3,371																	
19	0	1,836																		
Total	42,896																			

Table 4-15 Zoning Table of Bangladesh

No.	District
1	Sylhet
2	Dacca
3	Mymensing
4	Tangail
5	Chittagong
6	Chittagong Hill Tracts
7	Noakhali
8	Comilla
9	Khulna
10	Patuakhali
11	Barisal
12	Faridpur
13	Jessore
14	Kushtia
15	Rajshahi
16	Pabna
17	Bogra
18	Rangpur
19	Dinajpur

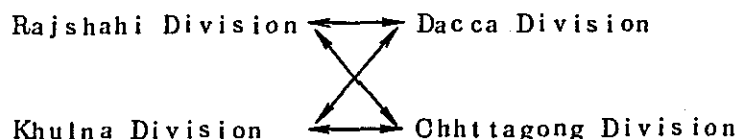
1.1.3.2. 貨物交通量

貨物交通量の予測は品目別に将来における需給のバランスを考慮して、流動予測を行ない、OD表を作製する。それらの動きをDivisionでまとめ、Division間の輸送特性を検討してジャムナ河横断貨物量を推計する。次に、各品目毎の輸送機関分担をSirajganj地点での橋梁の位置による影響を考慮して決定し、機関分担によるSirajganj地点の架橋横断貨物量を推計する。

1.1.3.3. ジャムナ河横断貨物量の予測

品目別に予測した地域間貨物輸送量ODよりジャムナ河横断の可能性のある貨物量としては、ジャムナ河とパドマ河で分断せられた東西間貨物流動物質があげられる。すなわち、次のような動きでの貨物量がジャムナ河橋梁ができることにより、輸送手段になんらかの影響を及ぼし、ジャムナ河を横断する貨物量となる。

ジャムナ河横断の可能性のあるゾーン間物資移動



上に示した動きでのジャムナ河横断貨物量を推計すると、Table 4-16のような結果となる。この貨物の動きに対して次にその輸送機関分担を考えると、ジャムナ河橋梁を利用する貨物量（道路及び鉄道による）が推計できる。

1.1.3.4. 機関別交通量

上述のようにジャムナ河横断交通量が旅客及び貨物について推計せられたので、これらの交通量を交通機関に換算し、自動車台数及び列車数として機関交通量を算定することとする。また、推計せられた1993年と2020年の交通量から内挿法により1990年（これは外挿法を用いた）～2020年間の機関別交通量を算定する。

また、1993年と2020年の交通量を自然増交通量と転換交通量及び誘発交通量に分けて推計を行うこととする。

(1) 機関別旅客交通量の推計

道路及び鉄道利用の旅客OD交通量をバングラデッシュ国の将来の鉄道網、道路網に配分すると、ジャムナ架橋を利用する道路利用旅客と鉄道利用旅客とが次のように推計せられた（VOLUME VII 参照）。

Table 4-16 The O-D Inter-Division Future Cargo Traffic Across the Jamuna River (1993)

		Unit: Thousand tons											
Origine	Destination	Raw Jute	Jute Goods	Food-Grain	Cement	Coal	Petro-leum	Iron & Steel	Ferti-lizer	Salt	Sugar	Hard Rock	Total
Rajshahi	Chittagong	60	0	0	0	373	0	0	0	0	5	0	438
Chittagong	Rajshahi	0	0	0	0	0	0	34	520	145	0	0	699
Rajshahi	Dacca	169	0	0	374	504	0	0	0	0	73	178	1,298
Dacca	Rajshahi	0	0	0	0	0	0	0	264	0	0	0	264
	Subtotal	229	0	0	374	877	0	34	784	145	78	178	2,699
Khulna	Chittagong	60	0	54	0	0	0	0	0	0	0	0	119
Chittagong	Khulna	50	0	0	0	0	58	0	191	161	0	0	460
Khulna	Dacca	50	0	0	98	0	230	0	0	5	0	0	383
Dacca	Khulna	320	200	0	0	0	0	0	185	0	0	0	705
	Subtotal	480	200	54	98	0	288	0	376	166	0	0	1,667
	Total	709	200	54	472	877	288	34	1,160	311	83	178	4,366

Table 4-17 Cargo Traffic by Mode of Transport Across the Jamuna River (1993)
(at Sirajganj)

		Unit: Thousand tons					Total
O	D	Railway	Road	IWT	Country boat		
Rajshahi	Chittagong	423	2	13	0	438	
Chittagong	Rajshahi	557	0	87	55	699	
Rajshahi	Dacca	978	244	13	63	1,298	
Dacca	Rajshahi	242	0	17	5	264	
	Subtotal	2,200	246	130	123	2,699	
Khulna	Chittagong	2	0	57	60	119	
Chittagong	Khulna	0	0	323	137	460	
Khulna	Dacca	98	0	233	52	383	
Dacca	Khulna	204	0	457	44	705	
	Subtotal	304	0	1,070	293	1,667	
	Total	2,504	246	1,200	416	4,366	

ジャムナ架橋横断旅客量 (Sirajganj 地点)

単位：万人/年

輸送手段	年	1993	2020
鉄 道		1239	1916
道 路		884	1403
計		2123	3319

これを用いて以下の条件により、各年度の自動車台数および列車台数に換算する。

(i) 鉄 道

鉄道利用客の列車換算推計は次の条件による。

客車1輛当り乗車人員：70人/車輛

1列車編成車輛数：20車輛

1列車当り輸送人員：70×20=1400人/列車

年間輸送日数：365日

(ii) 自 動 車

自動車はバスと乗用客による機関分担を算定する。

わがチームの調査によると、ジャムナ河を横断している道路利用の旅客は次のような乗用車とバスの利用割合になっている。

	バ ス	乗 用 車
1973年	70%	30%
1974年	76%	24%

ジャムナ橋梁の建設と将来の道路改良の進歩を考慮し、乗用車とバスの利用率は50：50と想定した。

乗用車とバスの1台当りの乗車人員は Bangladesh 国の現況の乗車率を考慮し、次のように想定した。

乗用車1台当りの乗車人員	3.5人/台
バス	40.0人/台

以上の数字を用いて計算すると次表が得られる。

Table 4-18 ジャムナ河橋梁横断交通量(旅客)

輸送機関	年	1993年		2020年	
		年間(千トン)	日平均(トン)	年間(千トン)	日平均(トン)
道路	乗用車	12,629百台/年	3,460台/日	20,057百台/年	5495台/日
	バス	1,106	303	1,752	480
	計	13,735	3,763	21,809	5,975
鉄道(客車)		8,760列車/年	24列車/日	13,870列車/年	38列車/日

(2) 貨物交通

ジャムナ河横断貨物量を表にまとめると次のようになる(VOLUME VII参照)。

輸送機関	年	1993年		2020年	
		年間(千トン)	日平均(トン)	年間(千トン)	日平均(トン)
鉄道		2,504	6,860	7,212	19,758
道路		246	674	806	2,208
計		2,750	7,534	8,018	21,966

以上の貨物量を次に示す条件で機関別に換算する。

(i) 鉄道

貨物量は次に示す貨物列車により運搬されるものとする。

貨車一輛当りの積載トン数：20トン/輛

1貨物列車連結車輛数：60車輛/列車

充車率：80%

年間輸送日数：365日/年

(ii) トラック

トラックによる貨物輸送は、次の条件によって行われるものとする。

トラックの積載トン数：5トン/台

充車率：80%

年間輸送日数：365日/年

この条件で貨物量を機関換算するとTable 4-19が得られる。

Table 4-19 ジャムナ河橋梁横断交通量(貨物)

輸送機関	年	1993年		2020年	
		(年)	(日)	(年)	(日)
トラック		617百台	169台	2,015百台	552台
貨物列車		2,555列車	7列車	7,665列車	21列車

以上の数字を一括するとTable 4-20に示す結果が得られる。

(3) 年度別ジャムナ河横断交通量

Table 4-20 Future Passenger and Cargo Traffic
Across the Jamuna Bridge

Mode of Transport		1993		2020	
		per year	per day	per year	per day
Road	Passenger Car	1,262,900	3,460	2,005,700	5,495
	Bus	110,600	303	175,200	480
	Truck	61,700	169	201,500	552
	Total	1,435,200	3,932	2,382,400	6,527
Railway	Passenger Train	8,760	24	13,870	38
	Cargo	2,555	7	7,665	21
	Total	11,315	31	21,535	59

上記の作業においてはジャムナ河橋梁を横断する交通量について、1993年と2020年を推計したが、この交通量を用いて各年次の交通量を簡便法によって計算するとTable 4-21に示す結果が得られる。

1990年はジャムナ橋梁が完成する年となっているので、本表には外挿法によって求めた1990年以降の推計交通量を記入した。

(4) 交通量の分類

以上計算した交通量により直接便益を算定する場合、この交通量のうち架橋により誘発される交通量 (Induced Traffic) に対する単位当り便益は通常交通 (Normal Traffic) に対する単位当り便益の1/2として算定されるので、直接便益算定のため推計交通量を通常交通量とその他のものに分類しなければならない。

このためには、既に計算せられた交通量から通常交通量の推計量を差し引いた残りの部分をその他交通量として分離することとした。従って、次に通常交通量の推計が必要となる。

(i) 通常交通量の推計

通常増加交通量の推計は次のように行った。

- a. 旅客についての通常交通量の推計は、1974年の総旅客数トリップエンドに対する1993年、2020年の総トリップエンドの伸び率を算定し、その伸び率を用いてジャムナ河を横断している交通量に乗じて1993年、2020年の通常交通量を求めた。

Table 4-22 The Result of Estimation of Annual Passenger Volume by Modes of Transport (x 1,000)

1993

	Rail	Road	Total
Normal Traffic	2,940	2,100	5,040
Diverted Traffic	7,830	5,580	13,410
Developed Traffic	1,620	1,160	2,780
Total	12,390	8,840	21,230

2020

	Rail	Road	Total
Normal Traffic	6,133	12,190	28,840
Diverted Traffic	10,517		
Developed Traffic	2,510	1,840	4,350
Total	19,160	14,030	33,190

Table 4-21 Annual Traffic Across the Jamuna Bridge
by Modes of Transport

Year	Passenger Cars	Buses (Units/day)	Trucks (Units/day)	Total (Units/day)	Passenger Trains (Trains/day)	Freight Trains (Trains/day)	Total (Trains/day)
1990	3,234	283	126	3,643	23	6	29
1991	3,309	290	141	3,740	23	6	29
1992	3,385	296	155	3,836	24	7	31
1993	3,460	303	169	3,932	24	7	31
1994	3,535	310	183	4,028	25	8	33
1995	3,611	316	197	4,124	25	8	33
1996	3,686	323	212	4,221	26	9	35
1997	3,761	329	226	4,316	26	9	35
1998	3,837	336	240	4,413	27	10	37
1999	3,912	342	254	4,508	27	10	37
2000	3,988	349	268	4,605	28	11	39
2001	4,063	355	283	4,701	28	11	39
2002	4,138	362	297	4,797	29	12	41
2003	4,214	369	311	4,894	29	12	41
2004	4,289	375	325	4,989	30	13	43
2005	4,364	382	339	5,085	30	13	43
2006	4,440	388	353	5,181	31	14	45
2007	4,515	395	368	5,278	31	14	45
2008	4,591	401	382	5,374	32	15	47
2009	4,666	408	396	5,470	32	15	47
2010	4,741	415	410	5,566	33	16	49
2011	4,817	421	424	5,662	33	16	49
2012	4,892	428	439	5,759	34	17	51
2013	4,967	434	453	5,854	34	17	51
2014	5,043	441	467	5,951	35	18	53
2015	5,118	447	481	6,046	35	19	53
2016	5,194	454	495	6,143	36	19	55
2017	5,269	460	510	6,239	36	19	55
2018	5,344	467	524	6,335	37	20	57
2019	5,420	474	538	6,432	37	20	57
2020	5,495	480	552	6,527	38	21	59

(4) Composition of traffic generation

Passenger traffic across the Jamuna Bridge in 1993/2020 is calculated by mode such as rail and road, and also divided into the normal traffic, diverted traffic and induced traffic.

The result of estimation is shown in Table 4-22, using the ratio of model split which is shown before.

b. 貨物交通に関しては現況におけるジャムナ河横断貨物交通量（トラックと貨車）に対し、現況におけるバングラデシュ国のGNPの年平均率4.4%を考慮し、この伸び率が将来においても続くものとして1993年、2020年の貨物交通量を算定し、これを通常交通量とした。

以上の考え方により交通量を分類した結果を示すとTable 4-23のようになる（VOLUME VII参照）。

1.2. 便益の評価

1.2.1. 便益の考え方

ジャムナ河架橋プロジェクトによって生じる経済的便益の計量に際して、この便益を次の2つに大別することができる。

直接便益

間接便益

直接便益としては、橋梁が従来のフェリーサービスにかわった場合に生じる走行費節約と時間節約が輸送手段（道路利用、鉄道利用）によりそれぞれ計上できる。

一方、間接便益としてはこのプロジェクトにより発生する直接便益以外のすべての便益を含むものであるが、その影響をすべて網羅することは困難である。そこで、このプロジェクトにおいては、架橋により節約される施設（フェリーおよびその関連施設の整備、維持費の節約）からの便益、建設基地跡地利用による便益のみを計測することとした。

次に、便益算定についての基本的な考え方について述べる。

- a 便益は将来において架橋された場合を best とし、フェリーが整備されるのを second best とし、この2つの比較で算定を行う。
- b 交通量を通常増交通量とその他の増加交通量（転換交通量および誘発交通量）とに分け便益の算定を行うが、後者による便益は1/2を計上するものとする。

1.2.2. 直接便益

橋梁建設により計上できる直接便益としては、直接輸送手段としての交通機関が得る便益を調べることにし、次に示す内容のものとする。

走行費用節約による便益

走行時間短縮による便益

以上2つの便益について各交通手段ごとに推計を行う。

1.2.2.1. 走行費用節約による便益の算定

Table 4-23 Passenger and Cargo Traffic Across the Jamuna Bridge
by the Composition of Traffic Generation

Year Composition of Traffic Generation	1993				2020				
	Normal Traffic	Diverted Traffic	Induced Traffic	Total	Normal Traffic	Diverted Traffic	Induced Traffic	Total	
Road	(Passenger Car)	823	2,183	454	3,460	1,761	3,013	721	5,495
	(Bus)	72	191	40	303	153	264	63	480
	(Truck)	-	169	-	169	-	552	-	552
	Total	895	2,543	494	3,932	1,914	3,829	784	6,527
Railway	(Passenger Train)	8,051	21,456	4,438	33,945	16,784	28,822	6,877	52,493
	(Cargo Train)	0	6,860	-	6,860	0	19,758	-	19,758

この方法はジャムナ橋梁のある場合とない場合（ジャムナ河横断はすべてフェリーによる）における各ゾーン間の走行距離差を計算し、機関別の単位距離（Km）当りの走行費用（または鉄道運賃）を乗ずることにより、節約走行費用を算定した。次にその推計を示す。

節約距離の算定

道路網、鉄道網ごとに橋梁の有無（with or without bridge）による各ゾーン間の距離を算定し、橋梁が建設されることによる節約距離を算定するとTable 4-24の結果が得られる。ただし、橋梁のない場合、すなわちフェリー利用の場合は横断所要時間を待ち時間をも考慮して5時間とした。この5時間に対して道路における自動車平均時速は30 Km/h、鉄道は40 Km/hとして、ジャムナ河横断距離に換算した。

節約人キロ、節約トンキロの算定

道路と鉄道ごとに算定された節約キロに、ジャムナ架橋を利用してゾーン間で動いている旅客量と貨物量を乗ずることにより、節約人キロと節約トンキロの算定ができる。その結果をTable 4-25に示す。

Table 4 - 24 Man-Km and Ton-Km Savings

輸送機関	1993		2020	
	Man-Km Saving (000s)	Ton-Km Saving (000s)	Man-Km Saving (000s)	Ton-Km Saving (000s)
Road	1,051,320	33,801	1,651,540	110,732
Railway	1,759,530	361,641	2,781,220	1,041,526
Total	2,810,850	395,441	4,432,760	1,152,258

節約台キロの算定

次に機関別に節約台キロの算定を行う。これは節約人キロ、節約トンキロを交通機関に換算してそれぞれの節約台キロを算定した。その結果はTable 4-26に示す通りである。

鉄道の場合、走行費用便益のとき列車数で算定しないでトンキロ当りの運賃で行うので機関換算は行わない。

節約台時の算定

節約台キロを自動車は時速30 Kmで除することにより節約台時の算定ができる。また、鉄道については時速40 Kmとして節約人時が算定できる。その結果をTable 4-27に示す。

Table 4-25(a) The Savings in Inter-District Road Distance

Districts	Unit: Km										
	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1. Sylhet						46	25	46	144	144	144
2. Dacca						30	69	30	144	144	144
3. Mymensingh	112				106	144	144	144	144	144	144
4. Tangail	44	23	23	9	144	144	144	144	144	144	144
5. Chittagong						30	69	30	144	144	144
6. Chittagong MT						30	69	30	144	144	144
7. Noakhali						30	69	30	144	144	144
8. Comilla						30	69	30	144	144	144

Table 4-25(b) The Savings in Inter-District Railway Distance

Districts	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1. Sylhet	95				149	123	171	123	125	79	141
2. Dacca	95				149	123	171	123	171	125	171
3. Mymensingh	156	58	58	58	194	184	194	184	34		58
4. Tangail	194	139	139	139	194	194	194	194	194	194	194
5. Chittagong	95				149	123	171	123	158	112	171
6. Chittagong MT	95				149	123	171	123	158	112	171
7. Noakhali	95				149	123	171	123	158	112	171
8. Comilla	95				149	123	171	123	125	79	151

Zone No.

- | | | |
|----------------|--------------|--------------|
| 9. Khulna | 13. Jessore | 17. Bogra |
| 10. Patuakhali | 14. Kushtia | 18. Rangpur |
| 11. Barisal | 15. Rajshahi | 19. Dinajpur |
| 12. Faridpur | 16. Pabna | |

Table 4-26 Unit-Km Savings by Modes of Transport, Transport, in thousands

輸送機関 \ 年	1993	2020
乗用車	150,189	235,934
バス	13,142	20,644
トラック	8,450	27,683

Table 4-27 Unit-Hour Savings by Modes of Transport, in thousands

輸送機関 \ 年	1993	2020
乗用車	5,006	7,864
バス	438	688
トラック	282	924
鉄道*	43,988	69,531

* Man-hours

走行費用単価の算定

自動車が行走するための運転経費としては、燃料費、油脂費、タイヤ・チューブ費、車輻修繕費、車輻償却費がある。

この他に営業車の場合は、固定費（人件費、管理費）が含まれ、これらの総経費が走行費用として計上できる。以下に走行費用単価を算定する。

燃料費

本件についてはバングラデシュ国に資料がないので、日本の資料を用いる。

乗用車 0.0694ℓ/Km

トラック(8t) 0.41ℓ/Km

バス 0.365ℓ/m

バングラデシュ国におけるガソリンとディーゼルオイルの価格はそれぞれ 3.3 Tk/ℓ, 1.18 Tk/ℓ となっているので、上記の交通機関の 1 Km 当りの燃料費を計算すると、

乗用車 3.3 Tk × 0.0694 = 0.23 Tk/ℓ

トラック 1.18 Tk × 0.41 = 0.48 Tk/Km

バス 1.18 Tk × 0.365 = 0.43 Tk/Km

車輻償却費

バングラデシュ国における車輻償却費の推計は以下に示すように行った。

自動車の償却年数 12年

自動車の価格

乗用車	34,667Tk/台
トラック	173,333 "
バス	195,000 "

日平均走行距離

乗用車	26.7Km/日
トラック	86.2 "
バス	83.3 "

これらの条件から車輛の償却費を計算すると次のようになる。

$$\begin{aligned} \text{乗用車} & 34,667 \times \frac{1}{12 \times 365 \times 26.7} = 0.30 \text{Tk/Km} \\ \text{トラック} & 173,333 \times \frac{1}{12 \times 365 \times 86.2} = 0.46 \text{ " } \\ \text{バス} & 195,000 \times \frac{1}{12 \times 365 \times 83.3} = 0.53 \text{ " } \end{aligned}$$

油脂費，タイヤチューブ費，車輛修繕費，固定費の算定

本件については日本における自動車運転経費調査報告書（高速道路調査会）により，燃料費や車輛償却費に対するそれぞれの費用比率を算定し推定を行った。

また，固定費（人件費，管理費）の算出も日本とバングラデシュ国の運転手の人件費率を考慮して算定した。

以上の結果をまとめるとTable 4-28のようになる。

鉄道運賃の算定

○ 旅客運賃

各クラス毎の輸送距離に対する運賃をバングラデシュ国の鉄道運賃表より調査すると，Table 4-29に示すとおりである。

Table 4-28 Motor Transportation Cost per Km

Unit: Tk/Vehicle/Km

Items	Passenger Car	Truck	Bus
Fuel	0.23	0.48	0.43
Lubricant	0.03	0.04	0.06
Tire & Tube	0.07	0.14	0.25
Maintenance	0.18	0.27	0.47
Depreciation	0.30	0.46	0.53
Subtotal	0.81	1.39	1.74
Fixed Expenses	—	0.53	0.69
Grand Total	0.81	1.92	2.43

Table 4-29 Railway Fare in Bangladesh

	First Class	Second Class	Third Class
Case A 200 miles (322 Km)	45.8 Tk	15.30 Tk	11.90 Tk
Case B 300 miles (483 Km)	56.3	22.40	17.60

The fare per person per Km is as follows:

	Case A	Case B
First Class	0.14 Tk/Km	0.12 Tk/Km
Second Class	0.05 "	0.05 "
Third Class	0.04 "	0.04 "

Therefore, the inter-zone railway fare is as follows:

First Class	0.15 Tk/person/Km
Second Class	0.05 "
Third Class	0.04 "

1968/69年度の鉄道運賃収入額の比較をみると、1等車は1%にも満たなく、2等車と3等車の比率が全体で約8%：92%の割合になっている。従って、鉄道の節約走行費用の算出は総節約人キロに対して

2等車	10%	(0.05 Tk/人キロ)
3等車	90%	(0.04 Tk/人キロ)

として算定する。

o 貨物の輸送費

貨物の輸送コストはバングラデシュ国の鉄道資料によると次のようになっている。

砂利類	Sylhet → Jagannathganj	(420Km)	3.09	Tk/Mound
セメント	Khulna → Sirajganj Ghat	(291Km)	2.66	"
	Chittagong → Jagannathganj	(444Km)	3.34	"
鉄鋼	Khulna → Sirajganj Ghat	(291Km)	2.89	"
機械	Khulna → Sirajganj Ghat	(291Km)	4.59	"
	Chittagong → Jagannathganj	(444Km)	9.96	"

これらの貨物のトンキロ当りの運賃を計算すると次のようになる。

砂利	0.20	Tk/ton/Km
セメント	0.25	"
"	0.20	"
鋼材	0.27	"
機械類	0.43	"
"	0.61	"

貨物輸送便益を算定するに当り、節約トン、キロは全品目の総計で算出されているので、輸送費は上の各品目の平均値を用いることとする。

従って、貨物の輸送単価は

$$(0.20 + 0.25 + 0.20 + 0.27 + 0.43 + 0.61) \times \frac{1}{6} = 0.33 \text{ Tk/トンキロ}$$

ジャムナ橋梁を横断する貨物には砂糖、原ジュート、肥料食塩などが含まれているが上記の輸送費を用いるものとする。

1 2. 2. 2. 時間節約による便益

(1) 時間単価

バングラデシュ国における労働賃金をベースとして、ランクを3つに分けて時間単価を算定する。

Aランク	2,500 Tk/月	税技	2,250 Tk
Bランク	1,800 "	"	1,620 "
Cランク	800 "	"	720 "

月平均労働時間を次のように設定する。

Aランク	23 × 8 = 184 時間
Bランク	23 × 9 = 207 "
Cランク	23 × 10 = 230 "

従って時間単価は次のようになる。

Aランク	12.23 Tk/時
------	------------

Bランク 7.83 Tk/時

Cランク 3.13 #

節約走行時間に対する単価としては以上の労働時間単価の1/2をとることとする。

Aランク 6.12 Tk/時

Bランク 3.92 #

Cランク 1.57 #

次に各交通機関ごとの節約時間単価の算定にあたっては次のような想定を設けた。

乗用車 : 80%のものが時間単価を有する。クラスはBランクとする。

バス : 70%のものが時間単価を有する。クラスはBランク10%、Cランク90%とする。

鉄道 : 70%のものが時間単価を有する。クラスはAランク10%、Bランク20%、Cランク70%とする。

以上の数字を用いて機関別の時間単価を算定するとTable 4-30のようになる。

Table 4-30 Time Cost of Labor by Modes of Transport

	Per Passenger	Per Car or Bus
Passenger Car	3.14 Tk/hour	11.0 Tk/hour
Bus	1.26 Tk/hour	50.5 Tk/hour
Railway	1.746 Tk/hour	

以上ジャムナ橋梁の建設によって生ずる節約人、キロ、節約トン、キロ、節約台キロ、及び節約台・時を算定し、それに対する走行費用単価と労働の時間単価とを求めたので、これらを用いて便益額を計算するとTable 4-31が得られる。

1.2.2.3. 直接便益の算定

ジャムナ橋梁が建設せられた場合に、これにより期待される直接便益を1993年と2020年について求めた。

ジャムナ橋梁は1990年に共用開始が予定せられているから、簡易計算法により、1993年と2020年との直接便益をベースとして、1990年から2020年までの毎年の便益を計算し、Table 4-32に示す。

Table 4-31 Estimation of Annual Direct Benefits (Modes of Transport) 1993/2020

Unit: Million Tk/year

Benefit	Year	Road			Railway			Total	
		Passenger Car	Bus	Cargo	Subtotal	Passenger Train	Cargo		Subtotal
Saving in Time Benefit	1993	51	21	-	72	72	-	144	
	2020	81	31	-	114	114	-	228	
Saving in Travelling Cost Benefit	1993	152	37	19	208	67	119	394	
	2020	238	58	65	361	107	344	812	
Total	1993	203	58	19	280	139	119	538	
	2020	319	91	65	475	221	344	1,040	

Table 4-32 直接便益

年	百万円/年	百万Tk/年
1990	11,151	483
91	11,578	501
92	12,006	520
93	12,433	538
94	12,860	557
95	13,286	575
96	13,715	594
97	14,142	612
98	14,569	631
99	14,997	649
2000	15,424	668
01	15,851	686
02	16,279	705
03	16,706	723
04	17,133	724
05	17,561	760
06	17,988	779
07	18,415	797
08	18,842	816
09	19,270	834
2010	19,697	853
11	20,124	871
12	20,551	890
13	20,979	908
14	21,406	927
15	21,834	945
16	22,261	964
17	22,688	982
18	23,115	1,001
19	23,543	1,019
合 計		22,530
(30年)		

1 2. 3. 間接便益

このプロジェクトの tangible な間接便益としては次のものを取りあげることとした。

- a. 架橋の効果として、橋梁の開通時点においてその時点におけるフェリーが大巾に削減せられ、かつこの影響はつづくことになるが、このような削減に関連する節約は当然このプロジェクトの便益として計上できる。
- b. このプロジェクトの建設が完了した後には、建設基地が残ることになるが、この跡地は洪水による冠水の危険はなく、かつ船溜り、上下水道、発電施設等一応小都市としての基本的施設をもつ土地であるので、利用目的に応じて十分その機能を果たすことができるものと考えられる。従って、これを評価して間接便益の中に入れることとした。
- c. このプロジェクトの建設に使用せられた諸般の建設機械等の中には、建設完了時点において残存価格を有するものが存在するわけであるから、これらの残存価格はこのプロジェクトの便益として取りあげることができる。

1 2. 3. 1. フェリー関連施設費用節約便益

節約せられる量は架橋されない場合の通常交通と架橋せられた場合のフェリー残存交通量のそれぞれに対応する必要なフェリー容量を求め、両者の差額を節約量とし関連節約費用を計算する。また、これに対応するフェリーの各施設（船着場、ポンツーン等）の増設も考慮し、これもフェリー便益の一部として促えることとした。

ポンツーンの数の算定方法として、わがチームの調査による運航サイクルタイムを用いて運航スケジュールを組み、ポンツーン施設の有効利用を考え、施設数が最少になるようにした。

(1) 道路フェリー

この場合次の前提で計算を行った。

積載容量 : 35 台/雙(乗用車)

運航所要時間 : 7 時間(往復)

1 日運航回数 : 2 往復/雙

1 雙当り 1 ポンツーン

1 ポンツーンで 4 雙/日処理

大型車は乗用車 2.5 台として換算

(2) 鉄道フェリー

鉄道フェリーは旅客用フェリーと貨車フェリーとに分けて計算する必要がある。

(I) 旅客フェリー

積載容量 1,000人/雙

運航時間 6時間(往復)

運航回数 3往復/日

1日1雙当りの輸送旅客実客量

$$1,000 \times 3 \times 2 \times 0.9 = 5,400 \text{人/日}$$

1ポート当り2ポンツーン使用

2ポンツーンで5雙/日処理

(II) 貨車フェリー

フェリー1組

1タグポートで3バージを受持つ

運航中は1タグポートに1バージ

積載容量:貨車25輛/バージ

運航時間:6時間(往復)

運航回数:4回

貨車1輛当りのトン数:8.56トン

フェリーポート1雙当りの1日輸送能力

$$25 \times 8.56 \times 4 \times 2 \times 0.9 = 1,540 \text{トン/日}$$

フェリー1組当り荷役用および接岸用に各々2ポンツーンが必要である。

以上の各条件を用いて必要フェリー数を算定すると、Table 4-33に示す結果が得られる(節約フェリーの対象交通量)。

次に、各年の節約便益を上記の表に従って計算するために次の条件を添加する。

☆ フェリーポート、タグポート、バージ及びポンツーンの経済的耐用年数を18年とする。

☆ 年間維持管理費はフェリー本体の各年の購入費の20%及びポンツーンの各年の購入費の10%とし、また、フェリー本体関連の維持管理費の30%が燃料費であるとする。

☆ 橋梁の開通時を1990年と仮定して計算を行っているので、1990年の開通時に大量に節約される分については、残存価格のみを節約費として計算し、2019年末での残存価格を負便益として2020年に計上する。

以上の方針に基き、フェリー、ポンツーンの単価を設定し、次にフェリ及びポンツーンの資本費用(Capital cost)を各年度別(1990~2020年)に算定して、節約便益を求めると、Tables 4-34~4-38に示す結果を得

Table 4-33 Objective Traffic Volume of Saving in Ferry

Year	Road			Railway	
	Car	Bus (Vehicle/day)	Truck	Passenger (person/day)	Cargo (ton/day)
1990	2,810	246	126	27,717	5,427
91	2,875	252	141	28,314	5,905
92	2,941	257	155	28,910	6,382
93	3,006	263	169	29,507	6,860
94	3,071	269	183	30,104	7,338
95	3,137	274	197	30,700	7,815
96	3,202	280	212	31,297	8,293
97	3,268	286	226	31,894	8,771
98	3,333	292	240	32,490	9,249
99	3,399	297	254	33,087	9,726
2000	3,464	303	268	33,683	10,204
01	3,530	309	282	34,280	10,682
02	3,595	314	297	34,877	11,159
03	3,661	320	311	35,473	11,637
04	3,726	326	325	36,070	12,115
05	3,792	331	339	36,667	12,592
06	3,857	337	353	37,263	13,070
07	3,923	343	368	37,860	13,548
08	3,988	349	382	38,456	14,026
09	4,054	354	396	39,053	14,503
2010	4,119	360	410	39,650	14,981
11	4,185	366	424	40,246	15,459
12	4,250	371	439	40,843	15,936
13	4,316	377	453	41,440	16,414
14	4,381	383	467	42,036	16,892
15	4,447	388	481	42,633	17,369
16	4,512	394	495	43,229	17,847
17	4,578	400	509	43,826	18,325
18	4,643	406	524	44,423	18,803
19	4,709	411	538	45,019	19,280
2020	4,774	417	552	45,616	19,758

Table 4-34 Capital Expenses of Ferry

Unit: Million Tk

Year	Road	Railway Passenger		Railway Cargo		Total
	Ferry	Tug	Boat	Tug	Barge	
1990	134.0	21.65	65.0	3.33	18.0	241.98
91	30.0					30.0
92	30.0			6.66	36.0	72.66
93	30.0					30.0
94	30.0					30.0
95	30.0					30.0
96	30.0					30.0
97	20.0	6.66	20.0			46.66
98	30.0	6.66	20.0			56.66
99	30.0					30.0
2000	30.0	6.66	20.0	6.66	36.0	99.32
01	20.0					20.0
02	20.0					20.0
03	20.0	6.66	20.0			46.66
04	20.0					20.0
05	20.0	6.66	20.0	6.66	36.0	89.32
06	20.0					20.0
07	20.0	6.66	20.0			46.66
08	40.0	6.66	20.0			66.66
09	30.0					30.0
2010	40.0			6.66	36.0	82.66
11	40.0					40.0
12	40.0					40.0
13	40.0					40.0
14	40.0					40.0
15	30.0	13.32	40.0			83.32
16	40.0	6.66	20.0			66.66
17	40.0					40.0
18	40.0	6.66	20.0	6.66	36.0	109.32
19	30.0			6.66	36.0	72.66
2020	-272.5	-23.64	-71.0	-14.65	-79.2	-460.69

Table 4-35 Capital Expenses of Pontoon

Unit: Million Tk

Year	Road	Railway		Total
		Passenger	Car	
1990	9.4	22.7	34.7	66.8
91				
92				
93	2.4			2.4
94				
95				
96				
97				
98	2.4			2.4
99				
2000		28.4	43.4	71.8
01				
02	2.4			2.4
03				
04				
05				
06	2.4			2.4
07				
08				
09				
2010				
11	4.8			4.8
12				
13				
14				
15	2.4			2.4
16	2.4			2.4
17				
18				
19	2.4	28.4	43.4	74.2
2020	-7.9	-22.7	-34.72	-65.32

Table 4-36 Price of Ferry

Ferry	Road	Unit: Million Tk	
		Railway	
		Passenger	Car
Tub	-	6.66	6.66
Boat	10.0	20.00	-
Barge	-	-	12.00

Table 4-37 Price of Pontoon

Ferry	Road	Unit: Million Tk	
		Railway	
		Passenger	Car
for Passenger	1.2	3.55	-
for Loading	-	-	9.65
for Berthing	-	-	1.2

Table 4-38 Benefits from Ferry System Saving
(in Economic Cost)

Unit: Million Tk

Year	Ferry facilities' cost		Maintenance & Management Expenses		Total
	Ferry	Pontoon	Ferry	Pontoon	
1990	423.47	116.90	104.92	9.1	654.39
91	52.5	-	106.94	9.1	168.54
92	127.16	-	121.28	9.1	257.54
93	52.5	4.2	123.30	9.34	189.34
94	52.5	-	125.31	9.34	187.15
95	52.5	-	127.32	9.34	189.16
96	52.5	-	129.33	9.34	191.17
97	81.66	-	129.33	9.34	220.33
98	99.16	4.2	136.72	9.58	249.66
99	52.5	-	138.73	9.58	200.81
2000	173.81	125.65	140.75	9.58	449.74
01	35.0	-	142.76	9.58	187.34
02	35.0	4.2	144.77	9.82	193.79
03	81.66	-	146.79	9.82	238.27
04	35.0	-	148.80	9.82	193.62
05	156.31	-	163.15	9.82	329.28
06	35.0	4.2	165.16	10.06	214.42
07	81.66	-	172.54	10.06	264.26
08	116.66	-	174.55	10.06	301.27
09	52.5	-	174.55	10.06	237.11
2010	144.66	-	176.56	10.06	331.28
11	70.0	8.4	178.57	10.30	267.27
12	70.0	-	180.59	10.30	260.89
13	70.0	-	182.60	10.30	262.90
14	70.0	-	184.61	10.30	264.97
15	145.81	4.2	192.00	10.54	352.55
16	116.66	4.2	194.01	10.54	325.41
17	70.0	-	196.03	10.54	276.57
18	191.31	-	210.37	10.54	412.22
19	127.16	129.85	212.39	10.78	480.18
(20)	-806.21	-114.31	-	-	-920.52
Total					7,430.96

る。但し、この数字は Economic cost で示してある。

1 2. 3. 2. 建設基地の跡地利用による便益

この便益は跡地の評価額で計量せられるもので、このプロジェクトは 1989 年に完了されることとしているので、1990 年の便益としてあげられるものである。

跡地で他の目的に利用できる面積は次の通りである。

Job Settlement	818,000 m ²
Dwelling Settlement	706,400 m ²
計	1,524,400 m ²
	(152.44 ha)

この土地に近い Tangail の地価を調べると、500,000 Tk/acre となっているので、この価格を評価の基準として用いることにする。

$$500,000 \text{ TK} / \text{acre} = 1,235,600 \text{ TK} / \text{ha}$$

$$(1 \text{ acre} = 0.404671 \text{ ha})$$

従って、利用できる跡地の評価価格は次のようになる。

$$1,235,600 \times 152.44 = 188,354,000 \text{ TK}$$

これが 1990 年にあげられる便益である。

1 2. 3. 3. 使用機材の残存価格による便益

このプロジェクトの建設には多種の建設機械を使用するか、それぞれの機械に耐用年数を設定し、本プロジェクトの完成時における残存価格を算定すると、Table 4-39 に示す結果が得られる。これらはこのプロジェクトの間接便益に入れることができる。本表の数字は Economic cost で示したものである。

以上の間接便益の他に、intangible benefit として次のものをあげることができる。

- このプロジェクトの実施により、短期間に巨大な投資が行われることになり、雇用が促進されることはもちろん、その乗数効果を期待することができる。
このことはバングラデシュ国の消費経済を刺激することとなる。
- この国は雨期の洪水期には農地冠水のため、ジャムナ河東岸地域、特に Dacca 等の都市において全般的に野菜果実等の不足を生じ、この需給のアンバランスによりこれらの価格の高騰を来す、その波及効果として他の物価も値上りすることが例となっている。

Table 4-39 Salvage Values for Equipment and Materials

Unit: Thousand Tk

Item	Year								Total
	6th	7th	8th	9th	10th	11th	12th	13th	
1. Construction Base	1,183							97,617	98,800
2. Bridge									
i. Substructures	0	6,097	2,366	1,664	23,790	176,540	34,489	93,548	338,494
ii. Superstructures	0	0	0	2,340	2,873	137,904	100,308	54,392	297,817
iii. Approaches	0	0	0	728	0	85,228	2,275	6,097	94,328
iv. Guide Banks	0	0	0	114,140	32,058	0	8,463	0	154,661
Total	1,183	6,097	2,366	118,872	58,721	399,672	145,535	251,654	984,100

ジャムナ河橋梁の開通によりジャムナ西岸の未冠水地域からの供給が円滑となり、このような高騰現象をおさえることができる。

- c. このプロジェクトの実施により、バングラデシュ国技術者及び技能者に Transfer of Knowledge を行うことができる。

1.3. 便益費用分析

本章の 9, 10 および 12 にそれぞれ建設費、維持費および便益の評価がなされたので、これらの数字を用いて便益費用の分析 (Benefit-Cost Analysis) を行う。

周知の通り、便益費用分析においては費用も便益も共に経済的費用にて表わされなければならない。

1. 経済的費用

経済的費用は 9, 10 で述べられた財政的費用から税金を差引いた金額に下記のシャドーレートを考慮して求める。

- a. 輸入相当分の資機材及び役務費には公正為替レートの 1.75 倍のシャドーレートを適用する。
- b. 国内で雇用される未熟練労務者には市場賃金の 0.5 倍のシャドーレートを適用する。
- 以上の手法により、建設費および維持管理費の経済的費用を求めると次表を得る。

(1) 建設費

	内 貨 (10 ³ Tk)	外 貨 (10 ³ Tk)
基地建設費	481,325	3,408,951
主工事費	997,503	10,056,397
用地取得費	106,583	0
工事管理運営費	160,981	342,446
予備費	261,959	2,071,173
		(上記の 15%)
小 計	2,008,351	15,878,967
	(内外貨合計 Tk 17,887,318 × 10 ³)	

(2) 維持管理費

	内 貨 (10 ³ Tk)	外 貨 (10 ³ Tk)
	606,565	562,692
合 計	2,614,916	16,441,659
	(内外貨合計 Tk 19,056,575 × 10 ³)	

上記の建設費および維持管理費の各年度毎の支出を Table 4-40 に示す。

2. 経済的便益

経済的便益も経済的費用と同様に、税金分を除きシャドーレートを用いて計算された。

経済的便益は

- a 走行費節約便益
- b 時間短縮便益
- c フェリー施設の節約便益
- d 資機材および建記基地跡地の残存価値による便益

となるが、a, b, c はプロジェクトライフを通じて毎年発生するものであり、一方、d は単年に限るものである。それぞれの便益額は次の通りである。

走行節約および時間短縮便益	22,530,000	単位: 10^3 Tk
フェリー施設の節約便益	7,430,960	
資機材および土地の残存価値	1,172,451	
合計	31,133,411	

各年毎の発生便益を Table 4-40 に示す。

3. 便益費用分析結果

経済評価を行うために、純費用および純便益を割引率 12%, 6%, 3% および 2% で計算しその結果をまとめると次表が得られる。

割引率 (%)	現在費用 (10^6 Tk)	現在便益 (10^6 Tk)	NPV (10^6 Tk)	B/C	IRR (%)
12	8,079	1,962	-6,117	0.24	
6	11,949	6,631	-5,318	0.55	
3	14,899	13,717	-1,182	0.92	2.6
2	16,118	17,834	1,761	1.11	

NPV: Net Present value

IRR: Internal Rate of Return

以上の結果より、橋梁の便益は橋梁の費用に十分に見合うものでないことが分った。しかし、ジャムナ河という自然の障壁によって分断されているこの国の東西両部分を橋梁が有効に結んでいる以上、橋梁がバングラデシュ国の経済に大きな影響を与えることは明らかであり、更にこの橋梁がバングラデシュ人民に将来に対する希望と光明とを与えるものであることを確信するものである。

しかし、Bangladesh の Planning Commission においては、通常、経済的費用

Table 4-40 Economic Costs and Benefits

Unit: Thousand Tk

Year	Costs			Benefits		
	Construction costs	Maintenance & operating costs	Total	Benefits	Salvage values	Total
1 1977	74,125		74,125			
2 1978	183,808		183,808			
3 1979	1,058,811		1,058,811			
4 1980	1,549,571		1,549,571			
5 1981	2,019,109		2,019,109			
6 1982	1,668,631		1,668,631		1,183	1,183
7 1983	2,544,426		2,544,426		6,097	6,097
8 1984	1,855,507		1,855,507		2,366	2,366
9 1985	2,262,784		2,262,784		118,872	118,872
10 1986	1,706,435		1,706,435		58,721	58,721
11 1987	1,541,629		1,541,629		399,672	399,672
12 1988	784,208		784,208		145,535	145,535
13 1989	638,274	62,939	201,213		440,005	440,005
14 1990		31,513	31,513	1,137,390		1,137,390
15 1991		30,470	30,470	669,540		669,540
16 1992		29,436	29,436	777,540		777,540
17 1993		30,470	30,470	727,340		727,340
18 1994		45,064	45,064	744,150		744,150
19 1995		30,470	30,470	764,160		764,160
20 1996		29,436	29,436	785,170		785,170
21 1997		30,483	30,483	832,330		832,330
22 1998		29,449	29,449	880,660		880,660
23 1999		97,650	97,650	849,810		849,810
24 2000		29,436	29,436	1,117,790		1,117,790
25 2001		30,470	30,470	873,340		873,340
26 2002		29,436	29,436	898,790		898,790
27 2003		30,470	30,470	961,270		961,270
28 2004		54,232	54,232	935,620		935,620
29 2005		30,470	30,470	1,089,280		1,089,280
30 2006		29,436	29,436	993,420		993,420
31 2007		30,482	30,482	1,061,260		1,061,260
32 2008		29,449	29,449	1,117,270		1,117,270
33 2009		99,354	99,354	1,071,110		1,071,110
34 2010		29,436	29,436	1,184,280		1,184,280
35 2011		30,470	30,470	1,138,270		1,138,270
36 2012		29,436	29,436	1,150,890		1,150,890
37 2013		30,470	30,470	1,170,900		1,170,900
38 2014		45,078	45,078	1,191,970		1,191,970
39 2015		30,483	30,483	1,297,550		1,297,550
40 2016		29,449	29,449	1,289,410		1,289,410
41 2017		30,495	30,495	1,258,570		1,258,570
42 2018		29,461	29,461	1,413,220		1,413,220
43 2019		43,864	43,864	1,499,180		1,499,180
44 2020				-920,520		-920,520
Total	17,887,318	1,169,257	19,056,575	29,960,960	1,172,451	31,133,411

Note: Economic costs and benefits shown in the table were calculated using the shadow rates of 1.75 times the official rate for foreign exchange component and 0.5 times the actual wages for unskilled labour.

及び経済的便益の算定に当っては、外貨分に対して shadow rate を採用していないという information があるので、この information に従って計算を行ってみると、割引率を 12% とした場合の便益費用比率は 0.33 となり、内部収益率は約 4.5% となる。

ジャムナ河を渡る橋梁に Gas / Oil Pipe-lines 及び送電ケーブルを添加した場合に、これらの施設がこのプロジェクトの経済評価にいかに関与するかという問題がある。この点については、上記施設に関する各プロジェクトの計画が将来具体化される段階において比較代替案の一つとして検討されるべきものとする。

1.4. 建設工事の工程

このプロジェクトの建設工程を考えるに当り、工事開始の時点は詳細設計のための測量に着手した時期とし、橋梁の開通する時期をもって終了するものとし、この期間をもって工事期間を設定した。原則として、雨期には工事を行わないこととし、また、工種によっては雨期には施工不可能なものもあるので、工事の内容を充分考慮し、かつ経済的に施工できるよう配慮して工事の年次別の配分を行った。その結果は Table 4-41 に示す通りである。

1.5. 感度分析

プロジェクトの経済評価の内容を検討するために、前節で得られた結果に対して感度分析を行った。

この分析にとりあげた要素は次の通りである。

人 口

外貨交換率

プロジェクトの実施時期

次にこの結果を示す。

1. 人 口

人口の予測については、Bangladesh Census Commission が示した成長率と IBRD が行った推定値とをベースとして、バングラデシュ国政府の人口増加抑制政策を考慮し、上記の両推定値の中間値をこのプロジェクトの将来人口成長率として採用した。

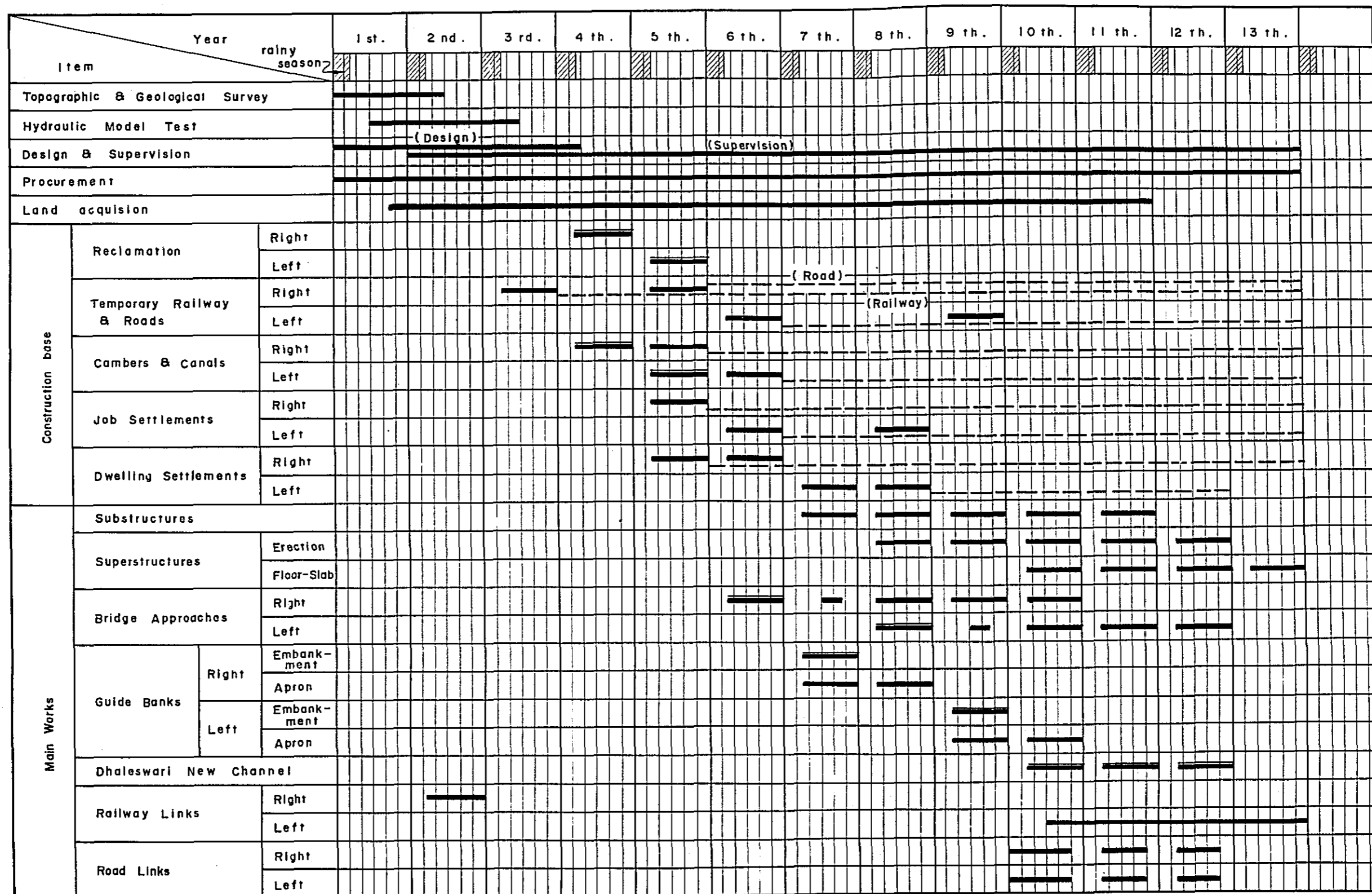
プロジェクトの便益は予測人口に影響されるのは当然であり、人口が予測値より多い場合には、人口により直接影響を受ける交通量は増加すると考えられる。従って、便益も推計値より増加することになる。また、人口が予測値より小さい場合には上と反対の結果が得られることになる。

いま、Census Commission of Bangladesh において予測した人口成長率を用いて人口を予測し、この人口に対するジャムナ河横断交通量を求めてみると、橋梁開通の予定年 1990 年においては約 5%、2020 年には約 17% 増加するという結果が得られた。これに伴いプロジェクトの便益はプロジェクトライフの間で推計値よりも約 10% 高くなることになる。

この場合、12% で割引いた便益費用比率は 0.24 から 0.26 に増加し、内部収益率は 2.6% から 2.8% に増加することになるが、プロジェクトの現在価値は依然マイナスである。

すなわち、推計人口の変化は経済評価の結果に大きな影響を与えるものでないこと

Fig. 4-II Construction Schedule for the Jamuna Bridge Project



Note: Year begins in July and ends in June

Legend: ██████████ : Works by pump dredger (4000 ps)
 - - - - - : Period of maintenance

が分った。

2. 外貨交換率

このプロジェクトの経済評価に対し、外貨交換率の Shadow rate として過去1ヶ年の統計に基づき 1.75 を採用した。

いま、Shadow rate として 1.75 の代わりに 1.5 を用いた場合を考えてみると、便益、費用共 12% で割引いた場合には、プロジェクトの便益は依然プロジェクトの費用よりも小さいという結果が得られる。

この場合便益費用比率は 0.24 から 0.26 に変化し内部収益率は 2.6% から 3.0% に増加する。

これは、プロジェクトの外貨相当分に対する Shadow rate の変化は、プロジェクトの経済評価に大きな影響を与えるものでないことを示している。

前述のように、シャドーレートが 1.0 すなわち、1 US ドルが 13 TK の公定レートを用いるときは、便益費用比率は割引率が 12% で 0.33 となり、また内部収益率は約 4.5% となる。

3. プロジェクトの実施時間

プロジェクトの最適実施時期を検討するために、実施時期の延期による 12% で割引かれた便益の損失と費用の減小による比較検討を行った (Table 4-42)。

Table 4-42 Reduction in Costs and Benefits
due to Postponement of the project
(at Discount Rate of 12%)

Unit : Million Tk

Delay (year)	Reduction in Costs	Reduction in Benefits	Difference
1	866	183	683
2	783	139	644
5	516	118	398
10	299	83	216
15	150	50	100
20	110	20	90
30	28	9	10
40	10	4	6

この結果から分かるように、プロジェクトの最適実施時期は近い将来にもとめることはできなかった。

APPENDICES

APPENDIX I

**Inception Report on Feasibility Study
for the Jamuna River Bridge Construction Project**

PEOPLE'S REPUBLIC OF BANGLADESH

INCEPTION REPORT
ON
FEASIBILITY STUDY
FOR
JAMUNA RIVER BRIDGE CONSTRUCTION PROJECT

JULY 1973

OVERSEAS TECHNICAL COOPERATION AGENCY

PREFACE

The Government of the People's Republic of Bangladesh requested to Japan to assist in making a feasibility study for the construction of a bridge over the Jamuna River. The Government of Japan acceded to the request and decided to make the study and has entrusted the execution of study to the Overseas Technical Cooperation Agency.

In view of the importance of the Jamuna River Bridge Project in the economic and regional development of the People's Republic of Bangladesh, the Agency decided to organize a feasibility study team headed by Dr. Shizuo Inose and study the Project on the basis of the Inception Report. The study is scheduled to finish within three years.

I hope the study team to keep close connection with the authorities concerned and to obtain fruitful results.

July 1973

Keiichi Tatsuke
Director General
Overseas Technical Cooperation Agency

FORWORD

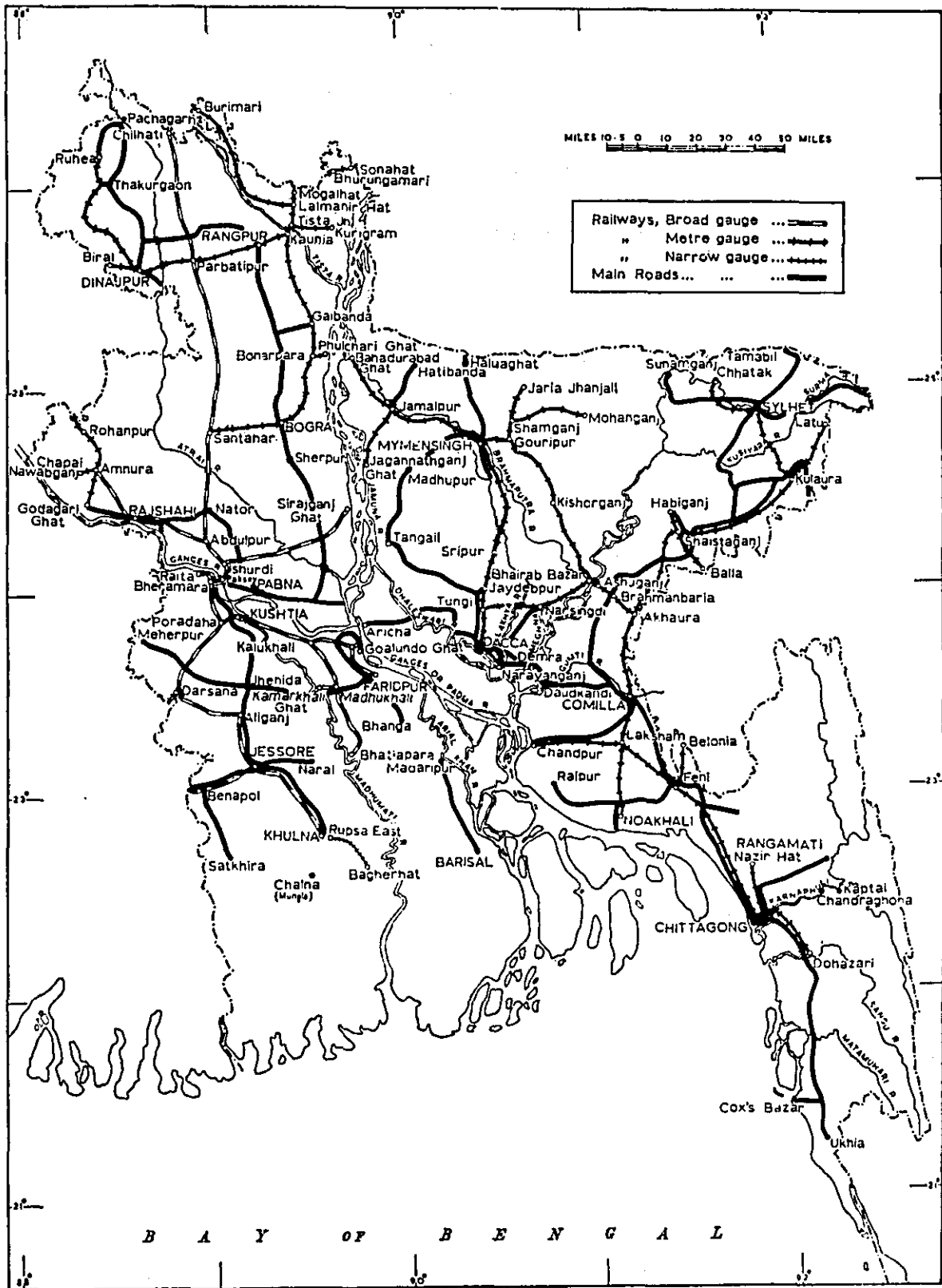
This report gives the contents of the Feasibility Study on the Jamuna River Bridge Construction Project. The study is scheduled to finish within three years.

The report was prepared on the basis of the Note Verbal (No.32 - DL (12)/B/73, April 9, 1973) presented to the Government of the People's Republic of Bangladesh by the Embassy of Japan, Dacca and the preliminary survey on the Project.

The contents of the Inception Report were approved by the Supervisory Committee for the Jamuna River Bridge Construction Project under the Overseas Technical Cooperation Agency.

July 1973

Dr. Shizuo Inose
Leader of the Japanese Feasibility Study Team
for the Jamuna River Bridge Construction Project



CONTENTS

I. GENERAL DESCRIPTION

II. PURPOSE OF STUDY

III. ITEMS OF STUDY

IV. WORK SCHEDULE

V. REPORT

APPENDIX. NOTE VERBAL

I. GENERAL DESCRIPTION

The territory of the People's Republic of Bangladesh is divided into three parts by the Ganges River and the Brahmaputra River (Jamuna River). These rivers rank among the largest rivers in the world.

Of these three parts, the eastern part of the Jamuna River including two large cities, Dacca and Chittagon, constitutes the most important region in this country, while northwestern and southwestern parts are separated from the central part by the two rivers and still underdeveloped.

It has been a strong desire for years for the People's Republic of Bangladesh to connect these parts with the central part by a bridge. Such a bridge must be very useful not only for the improvement of traffic condition of these regions but also for the economic development of the country. After the independence, the Government of the People's Republic of Bangladesh requested to Japan to assist in making a necessary feasibility study for the construction of bridge crossing the Jamuna River. The Government of Japan acceded to the request and decided to make the feasibility study and has entrusted the execution of study to the Overseas Technical Cooperation Agency (hereinafter referred to as the OTCA).

Prior to making the feasibility study for this project, the OTCA organized a preliminary survey team headed by Mr. Ishio Kawasaki. They visited Bangladesh, stayed there from Nov. 30 to Dec. 27, 1972 and carried out the survey of this project. After homecoming, they submitted the report to the OTCA.

In April 1973, the OTCA send Mr. Akihiko Tsuchiya and four team members to the People's Republic of Bangladesh to explain the resume of the Preliminary Survey Team's report.

At that time, the Note Verbal and the Scope of Works (No. 32 - DL(12)/B/73, April 9, 1973) were presented by the Embassy of Japan, Dacca to the Ministry of Foreign Affairs, the Government of the People's Republic of Bangladesh, as seen in Appendix of this Inception Report.

According to this Note Verbal and the Preliminary Survey Team's report, the OTCA decided to make the feasibility study for the construction of a bridge crossing the Jamuna River sending several special teams to the People's Republic of Bangladesh.

II. PURPOSE OF STUDY

The Brahmaputra River, rising on the northern slopes of the Himalayan Mountains in Tibet, flows through Assam (India) and then enters the People's Republic of Bangladesh.

After it is jointed by some tributaries, it is known as the Jamuna River until its confluence with the Ganges near Goalundo. Then the Jamuna changes the name to the Paduma and flows into the Bay of Bengal.

The Jamuna River is strongly affected by tropical monsoon. About one third of the territory of the People's Republic of Bangladesh is inundated during the wet season. Therefore, we must study the character of the Jamuna River not only at the dry season but also at the wet season in planning the construction of a bridge across the river.

The Jamuna River is one of the typical braided rivers. It is a character of the river that the watercourse is divided into several channels crossing each other and unceasingly changed by floods with the growth and decay of chars.

Therefore it is the most important and difficult problem in the present study to find the most suitable method for river training in the engineering views.

Here we suggest the next three criteria for the selection of the most suitable site.

The first criterion is the stability of the river channel. We have to find the most stable site along the Jamuna.

The second criterion is expected traffic volume through the bridge when completed. It is sure that the route across the Jamuna River will constitute one of the most important communication routes in the nation-wide network of the People's Republic of Bangladesh. If much more traffic volume would be expected on this route, the benefit would be so much increased.

The third criterion is the total cost of construction. The method to minimize the total cost of construction shall be studied.

The Preliminary Survey Team has proposed four suitable bridge sites on the stretch of the river between Bahadurabad to Aricha. The present study will be carried out for the four proposed sites in two stages.

At the first stage, necessary studies will be made as described in this report. On the basis of these studies, the order of priority of the four proposed sites will be determined taking into consideration three criteria mentioned above. Then the Interim Report will be submitted to the People's Republic of Bangladesh.

At the second stage, after the most suitable site has been selected in consideration of the result of the Interim Report, more

detailed studies as described in this report will be made for this site.

The Final Report will be submitted to the Government of the People's Republic of Bangladesh through the Government of Japan after finishing the above mentioned studies.

III. ITEMS OF STUDY

1. Surveying.

(1) First stage.

The following surveying shall be carried out at the four proposed sites for bridge construction.

- a. Cross-sectional surveying.
- b. Sounding of river channel.
- c. Measurement of velocity and direction of flow.
- d. Reference-point surveying required for surveying mentioned in items a, b and c.

(2) Second stage.

- a. Cross-sectional surveying.
- b. Aerophotographing at the most suitable site selected.
- c. Analytical aerotriangulation.
- d. Mapping and preparation of mosaic.

2. Geological and Soil Survey.

(1) First stage.

- a. Boring.
- b. Measurement of N-value and lateral load test in the field.
- c. Physical test of sampled soil.
- d. Examinations and analyses of results of the above tests.

(2) Second stage.

Survey shall be made in more detail than those at the first stage with respect to each item mentioned above at the most suitable site selected.

3. Quarry Survey.

In order to study the availability for construction materials, the following surveys shall be carried out.

(1) First stage.

- a. Reconnaissance in the field.
- b. Survey on quantity, quality, extraction, transportation and cost of quarry.

(2) Second stage.

Studies shall be made in more detail than those at the first stage with respect to each item mentioned above for the most suitable site selected.

4. River Planning.

Planning for river training shall be made in two stages. At the first stage, the planning shall be made for four proposed sites to contribute to the determination of the priority order and the selection of the most suitable site. At the second stage, river planning and an estimation of construction cost of river training works shall be made to contribute to the benefit-cost analysis of the bridge construction project. Items of study are as follows.

(1) First stage.

- a. Reconnaissance in the field.
- b. Collection of data
 - (a) on the flood control project,
 - (b) on the river crossing schemes in the past, and
 - (c) necessary and/or useful for planning river training works on the bridge construction.
- c. Review of collected data.
- d. Geomorphologic study of the Jamuna River.
- e. Study of the hydrologic quantities basically required to plan the river training works on the bridge construction.
- f. Planning of the river training works at the four sites proposed.
- g. Study of execution of works.
- h. Study of rough schedule of construction and rough estimation of cost.

(2) Second stage.

The planning of river training works at the second stage shall be made by using a topographic map newly made at this stage.

- a. Supplementary study of geomorphology of the river.
- b. Planning of the river training works on the bridge construction at the most suitable site.
- c. Study of rough schedule of river training works and estimation of construction cost.

5. Traffic Survey.

(1) First stage.

- a. Collection of data.

- (a) The first five year plan of the Government.
 - (b) Present industrial activity.
 - (c) Result of traffic survey.
 - (d) Transportation cost.
- b. Survey in the field.
- (a) Traffic pattern and volume in the rainy season.
 - (b) Origin-destination surveys of traffic across the Jamuna River.
 - (c) Transportation pattern and volume of industrial goods and raw materials at major factories.
- c. The following traffic and economic analyses shall be made on the basis of data collected.
- (a) Study on present pattern of economic activity.
 - (b) Forecasting of economic activity.
 - (c) Study on present traffic facilities and their operations.
 - (d) Study on present traffic pattern.
 - (e) Study on transportation of goods.
 - (f) Rough estimation of traffic volume across the Jamuna River.

(2) Second stage.

Forecasting of traffic volume across the Jamuna River shall be made in detail on the basis of the data collected at the first stage.

6. Highway and Railway Planning.

The following surveys shall be made at the first stage.

- a. Reconnaissance in the field.
- b. Collection of data on the highways and railways to be connected with the four proposed sites.
- c. Collection of data on the existing plan for highway and railway improvement.
- d. Study of transportation capacity of ferries.
- e. Planning of access roads and railways.
- f. Rough estimation of construction costs of access roads and railways.

7. Bridge Planning.

(1) First stage.

- a. Reconnaissance at four proposed sites and Hardinge bridge.

- b. Collection of data required for planning bridge construction.
- c. Planning of bridges.
- d. Rough estimation of construction cost.

(2) Second stage.

- a. Planning of bridges at the most suitable site.
- b. Study of construction schedule.
- c. Estimation of construction cost.

8. Benefit-Cost Analysis.

Benefit-cost analysis of the project shall be made for the most suitable site.

- a. Estimation of benefit of the bridge construction project.
- b. Estimation of total cost of bridge construction.
- c. Benefit-cost analysis.

V. REPORT

1. Interim Report.

At the end of the first stage when the priority order of the proposed sites has been determined, twenty copies of interim report stating the progresses and the results of studies shall be submitted to the Government of the People's Republic of Bangladesh through the Government of Japan.

As mentioned in the Note Verbal, the study team wishes that the Government of the People's Republic of Bangladesh will convey its comments, if any, to the team through the Government of Japan within one month after receipt of the interim report in order to prepare the study schedule at the second stage.

2. Final Report.

Prior to submitting the final report, the study team shall prepare the draft final report for the discussion with the Government of the People's Republic of Bangladesh. After the discussion on the draft final report the team shall prepare the final report and submit fifty copies of them to the Government of the People's Republic of Bangladesh through the Government of Japan.

IV. WORK SCHEDULE

First stage in Bangladesh
 in Japan

Second stage (Tentative) in Bangladesh
 in Japan

Item	Fiscal Year (Japan)												Remarks															
	1973					1974					1975					1976												
Month	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O
Surveying																												
Cross-sectional surveying	█																											
Measurement of flow	█																											
Aerophotographing and mapping																												
Geological and quarry survey																												
Boring																												
Test of sampled soil																												
Quarry																												
River planning																												
Collection of data																												
Geomorphologic study																												
Planning of river training works																												
Planning of construction works																												
Traffic survey																												
Collection of data																												
Study on economic activity																												
Study on transportation																												
Highway and railway planning																												
Collection of data																												
Study on ferries																												
Planning of access roads and railways																												
Bridge planning																												
Collection of data																												
Planning of bridges																												
Planning of construction works																												
Benefit-cost analysis																												
Estimation of benefits																												
Estimation of total cost																												
Benefit-cost analysis																												
Report																												

Note: Schedule of studies in 1974 at the first stage may be subjected to some change.

APPENDIX II

NOTE VERBAL

NOTE VERBAL

EMBASSY OF JAPAN

DACCA

No.32 - DL (12)/B/73

April 9, 1973

The Embassy of Japan in Bangladesh presents its compliments to the Ministry of Foreign Affairs, Government of the People's Republic of Bangladesh and has the honour to inform the Ministry that in response to the request from the Government of the People's Republic of Bangladesh and in accordance with the laws and regulations in force in Japan, the Government of Japan has decided to conduct a feasibility survey for the construction of a bridge over the Jamuna River, as part of its technical co-operation with the People's Republic of Bangladesh and has entrusted the survey to the Overseas Technical Co-operation Agency (hereinafter referred to as the "OTCA"), an official execution agency responsible for Japan's overseas technical co-operation activities.

The OTCA will conduct the survey according to "The Scope of Works", appended with this note verbal.

In order to facilitate the survey work smoothly, the Government of Japan requests the Government of the People's Republic of Bangladesh to grant the survey mission and the member of the mission privileges, exemptions and facilities and also assure security and safety for the members of the mission during the period of their stay in Bangladesh, as in the attached "The Scope of Works".

The Embassy of Japan has the honour to request the Ministry to inform the Embassy of its opinion on the above at an early date.

The Embassy of Japan has further the honour to inform the Ministry that the members of the Consulting Mission on this survey have already arrived in Bangladesh and would leave the country on April 13, 1973 on completion of their task.

The Embassy of Japan in Bangladesh avails itself of this opportunity to renew to the Ministry of Foreign Affairs, Government of the People's Republic of Bangladesh, the assurance of its highest consideration.

The Ministry of Foreign Affairs,
Government of the People's
Republic of Bangladesh,
Dacca.

APPENDIX III

SCOPE OF WORKS

SCOPE OF WORKS

I. PURPOSE

The Government of the People's Republic of Bangladesh, pursuing after improvement of traffic condition and economic development, drafted the Jamuna River Bridge Construction Project and requested Japan's assistance in conducting a necessary feasibility study. Noting the importance of the project for the future development of Bangladesh, the Government of Japan acceded to the request and decided to conduct the feasibility study in accordance with laws and regulations in force in Japan as part of its technical cooperation with the People's Republic of Bangladesh. The Government of Japan has entrusted the execution of this study to the Overseas Technical Cooperation Agency (hereinafter referred to as the OTCA), an official execution agency responsible for Japan's overseas technical cooperation activities.

Under this government assignment, the OTCA is charged with the task of conducting necessary surveys in accordance with the present scope of works in order to select a site and type of the bridge, to prepare preliminary design and to evaluate the project.

II. CUTLINE OF SURVEY

The survey is intended to be carried out over a period of three years starting 1973.

At the first stage of the survey period, a number of promising bridge construction sites will be selected on the basis of the findings of the preliminary survey, and studies will be made on the traffic systems, river hydrology and hydraulics, topography, geology and other factors for each of the proposed sites to determine their priority order and select the most suitable site.

At the second stage, detailed surveys will be carried out on the basis of the outcome of the first stage survey.

Survey Items:

The following surveys will be conducted:

a) Topographic Survey

1) Aerial Photography and Mapping

Aerial photography for understanding of flow conditions, selection of suitable sites, and mapping to cover the area embracing the most suitable site for bridge construction. Ground control survey required for mapping will also be conducted.

2) Ground Surveying

Cross-leveling at the proposed sites, survey of the

access route and topographic survey at the most suitable site.

b) Traffic Survey

- 1) Studies of the present land use, distribution of population and industries within the area likely to be influenced by the project implementation, and estimation for the future trend of these factors.
- 2) Studies of the existing movement of persons and goods, with estimation for their future trend.
- 3) Estimation and planning of traffic pattern and volume crossing the Jamuna River in future.

c) River Survey

- 1) Studies of water level, discharge, flow velocity and suspended load during the flood seasons required for the feasibility study.
- 2) Studies of the movement of river course to determine the suitable bridge site, bridge span and its access.
- 3) Survey of scouring along the river banks and prevailing revetment works in the flood season.

d) Soil Test and Geological Survey

- 1) Boring at the proposed sites and soil tests.

e) Materials and Contractor

- 1) Survey of availability of necessary construction materials.
- 2) Survey of capability of local contractors.

f) Preliminary Design

- 1) Layout of the bridge and access route at the suitable sites, and preliminary design at the most suitable site for estimation of the construction cost.

g) Evaluation of the Project

III. SURVEY SCHEDULE

The survey will be conducted according to the tentative schedule attached hereto as Appendix - I.

IV. REPORT

1. Inception Report.

The Japanese survey mission is to submit to the Government of the People's Republic of Bangladesh 10 copies of an inception report prepared in English to provide an overall information on the entire survey activities. The schedule and method of survey as well as survey items will be contained in the inception report.

2. Interim Report.

At the stage when the priority order of the proposed sites has been determined, an interim report stating the progress of the survey activities so far completed and containing the survey mission's comments and recommendations is to be submitted to the Government of the People's Republic of Bangladesh.

It is understood that the Government of the People's Republic of Bangladesh will convey its comments, if any, to the survey mission within one month after receipt of the interim report.

3. Final Report.

The final report of the project, to be prepared by the OTCA upon completion of the feasibility study, is to be presented in 50 copies to the Government of the People's Republic of Bangladesh through the Government of Japan within 36 months after the present Scope of Works has been finalized between the two governments.

V. CONTRIBUTION TO THE PROJECT

1. Japanese Contribution.

Besides conducting feasibility study of the project as mentioned above, the OTCA will contribute to the project by:

- a) Handing over, upon completion of the survey, such survey equipment and instrument to be decided by the two governments.
- b) Providing training in Japan for Bangladesh government engineers related to the project as separately agreed upon by the two governments.

2. Bangladesh Contribution.

The Government of the People's Republic of Bangladesh is to contribute to the project by providing the survey mission with the following conveniences, facilities and services:

- a) Exemption from custom duties, taxes and charges of any kind in respect of the equipment including vehicles and vessels, machinery, materials and medical supplies as necessary for the performance of the duties of the members of the mission.

- b) Exemption from customs duties, taxes and charges of any kind, other than those for storage, cartage and similar services, in respect of the personal and household effects of the members of the mission, as admissible under the model rules for custom concessions to the privileged personnel.
- c) Available data and information necessary for smooth execution of the survey.
- d) Services of liaison staff, interpreters, labourers, chauffeurs, etc., the cost of which is to be borne by the Government of Japan.
- e) Suitable office spaces equipped with appurtenant facilities, and suitable storage facilities and garages.
- f) Free transfer of the data and materials of the Government of the People's Republic of Bangladesh to Japan for the purpose of executing the project.
- g) Freedom of taking air-photographs related to the project, in all such aerial survey missions an officer of the Government of Bangladesh will accompany the flight.
- h) Complete freedom for all activities required for the execution of the survey.
- i) Assurance of security and safety for the member of the survey mission as well as for the survey equipment, instrument and other properties of the mission.
- j) Available communication facilities as far as possible.
- k) Medical facilities equivalent to those extended to government officers of the People's Republic of Bangladesh.

APPENDIX IV

Agreed Minutes at Dacca Meeting
Jamuna Bridge Projects, Bangladesh

AGREED MINUTES
AT
DACCA MEETING
JAMUNA BRIDGE PROJECT, BANGLADESH

5th NOVEMBER, 1974

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
AND
ADVISORY COMMITTEE
JAMUNA BRIDGE PROJECT, BANGLADESH

Discussions were made between the Bangladesh Delegation and the Japanese delegation on the matters mentioned in the Agenda attached herewith at the meetings which were held in Dacca under the auspices of the Bangladesh side from October 30th to November 4th 1974 and the following conclusions were obtained.

A. Construction costs and traffic capacity of bridge.

1. Construction costs.

The Japanese side explained the details of construction costs of the Project at each of the four proposed sites. There was no objection from Bangladesh side regarding the contents of the costs but so far as the costing in respect of the railway tracks etc. were concerned it was felt that the costing was a little on the high side although it was agreed that the costing in respect of the Highway portion was realistic.

2. Traffic capacity of bridge.

The Japanese side proposed a railway-cum highway bridge with a single broad-gage track (5'6") and two-lane carriageway (24') and clarified that the traffic capacity of the above-mentioned system of width will cope with even the forecasted traffic volume after fifty years.

B. Successive work schedule.

The Japanese side showed the successive work schedule for the study attached herewith and the Bangladesh side agreed to the contents of the schedule.

C. Requests for facilities.

The Japanese side requested facilities mentioned in the attachment and the Bangladesh side promised to make every effort for them.

D. Requisites for carrying out the second-stage studies.

1. Effective width of the bridge.

The Bangladesh side agreed to the Japanese-side's proposal to design the bridge with the width system of a single broad-gage track (5'6") for railway and two-lane carriageway (24') for highway.

The Japanese side agreed to recommend that emergency space for traffic shall be taken into consideration in the phase of detail design of this Project.

2. Treatment of the Dhaleswari River.

a. The upper inlet channel of the Dhaleswari River shall be closed by the access road and the lower inlet channel shall be so improved as to have the same function as both the upper one and lower one combined.

b. The improved lower channel will require maintenance. Cost for

the maintenance shall be included in the cost in the B/C (benefit-cost) analysis of the project.

- c. No hydraulic model test is contained in the present feasibility study. The Japanese side agreed to recommend that the model test shall be conducted in accordance with necessity at Sirajganj site in the phase of detail design.
- d. The Bangladesh side expressed its concern on the possibility of the river changing its course at some points upstream and requested that some studies be undertaken in this direction. If this problem is recognized, such a study can be recommended even outside the present feasibility study.

The Japanese side recognized the desirability of such a study but stated that it should be separated from the present feasibility study.

3. Design specifications for railway and highway design.

It was confirmed that the following specifications shall be used also in the design of railway and highway in the second-stage study.

Schedule of dimensions (5'6" gage), Bangladesh Railway.

Code of Practice for Engineering Department of Bangladesh Railway.

Loading Charts, Bridge Rules, Steel Structure Codes of Bangladesh Railway.

Geometric Design Standards for Highway from Modern Road Construction Procedures, Road and Highway Directorate, Bangladesh.

E. Additional matters.

1. Additional facilities of the bridge.

The Bangladesh side requested that additional facilities such as Gas/Oil pipelines and transmission lines should be included in the design of the bridge.

The Japanese side agreed that it would be taken into consideration if the plans are presented by the Bangladesh side before the end of December of 1974.

2. Improvement of the existing railway between Dacca and Tungi.

The Bangladesh side requested that improvement plan of the existing railway between Dacca and Tungi should be included in the present feasibility study. The Japanese side accepted it.

3. Information about stone to be exploited at Madhyapara.

The Japanese side stated that stones to be exploited at Madhyapara region in the Dinajpur District would be taken into consideration in the study if information of quality and unit price of stones at the extraction source be presented to the Japanese side before the end of March, 1975.

F. Determination of the most suitable site for bridge crossing.

The Japanese side stated that based on the study under Phase I, they consider the Sirajganj site as the most suitable one for the Jamuna River Crossing from the technical, engineering, traffic and economic points of view, and proposed to conduct the detailed study under Phase II for Sirajganj site only.

The Bangladesh side agreed to this proposal and requested further that soil boring tests only may also be conducted at Gabargaon site during the study under Phase II. The Japanese Delegation could not agree to include the boring tests at Gabargaon site for lack of provision for the purpose in the present project.

Japanese delegation

1. Mr. Hidekazu Arai,
Leader of the Delegation &
Member of Supervisory Committee
for the Feasibility Study on the
Jamuna Bridge Project, JICA.
(Ministry of Construction)
2. Mr. Akihiko Tsuchiya,
Member of Supervisory Committee
for the Feasibility Study on
the Jamuna Bridge Project JICA.
(Ministry of Construction).
3. Mr. Sadao Kishimoto,
Member of Supervisory Committee for
the Feasibility Study on the Jamuna
Bridge Project, JICA.
(Ministry of Construction)
4. Dr. Shizuo Inose,
Leader in General of the
Feasibility Study Team for the
Jamuna Bridge Project, JICA.
5. Dr. Seiichi Sato,
Chief of the River
Planning division of the
Feasibility study Team, JICA.
6. Mr. Kaoru Tezuka,
Chief of the Bridge
Planning Division of the
Feasibility Study Team, JICA.
7. Mr. Kunio Teshima,
On behalf of Chief of
the Traffic Survey Division
of the Feasibility study
Team, JICA.

Bangladesh delegation

1. Mr. Abdus Samad,
Leader of the Team &
Secretary, Ministry of
Communications.
2. Mr. S.S.M. Lutful Huq,
Joint Secretary,
Ministry of Communications.
3. Mr. Mosihur Rahman,
Chief Engineer, R & H
Directorate.
4. Mr. Mustafizur Rahman,
Engineer-in-Chief,
Bangladesh Railway.
5. Mr. Emded Ali,
Chief Engineer, Planning and
Design, Water Development
Board.
6. Mr. G.G. Chowdhury,
Chief Engineer, Hydrology,
Water Development Board.
7. Mr. Mesbahuddin Ahmed,
Director-General,
Geological Survey.

8. Mr. Fumio Higai,
Coordinator, JICA.

8. Mr. A.M.M. Ghulam Kibria,
Chief Engineer, I.W.T.A.

9. Mr. Mohd. Shafiullah,
Deputy Chief Engineer, R & H.

