

パ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

VI 総合工事計画とその経済評価

1970年8月

国際協力事業団

パ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
VII 総合工事計画とその経済評価

10.
61
KE

バングラデッシュ人民共和国

ジャムナ河架橋計画調査報告書

VOLUME VII 総合工事計画及び経済評価

JICA LIBRARY



1011790113

1976年8月

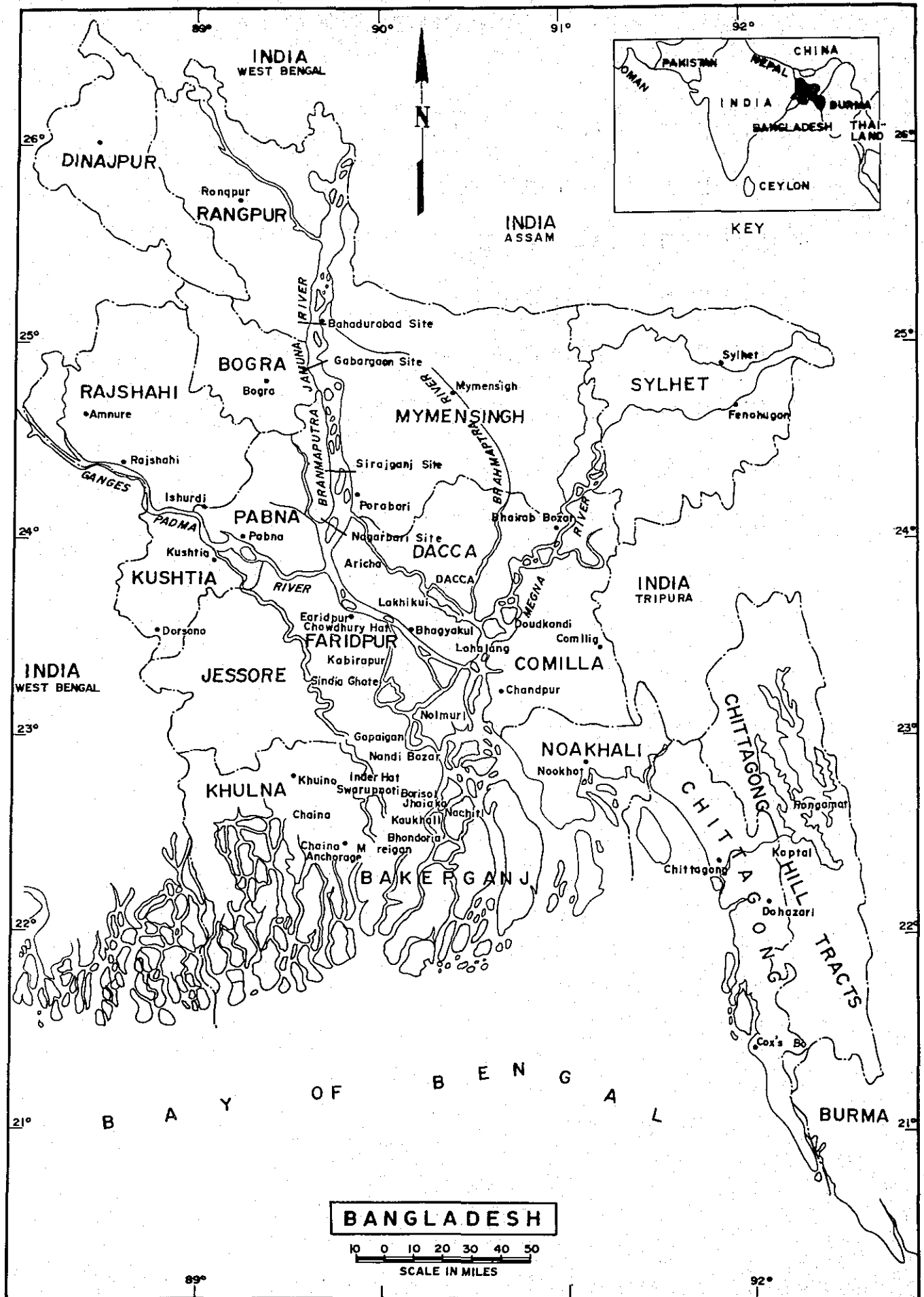
国際協力事業団	
貸入 月日 52. 3. 8	218.1C
登録No. 4949	2.2I
	Ev-8

国際協力事業団

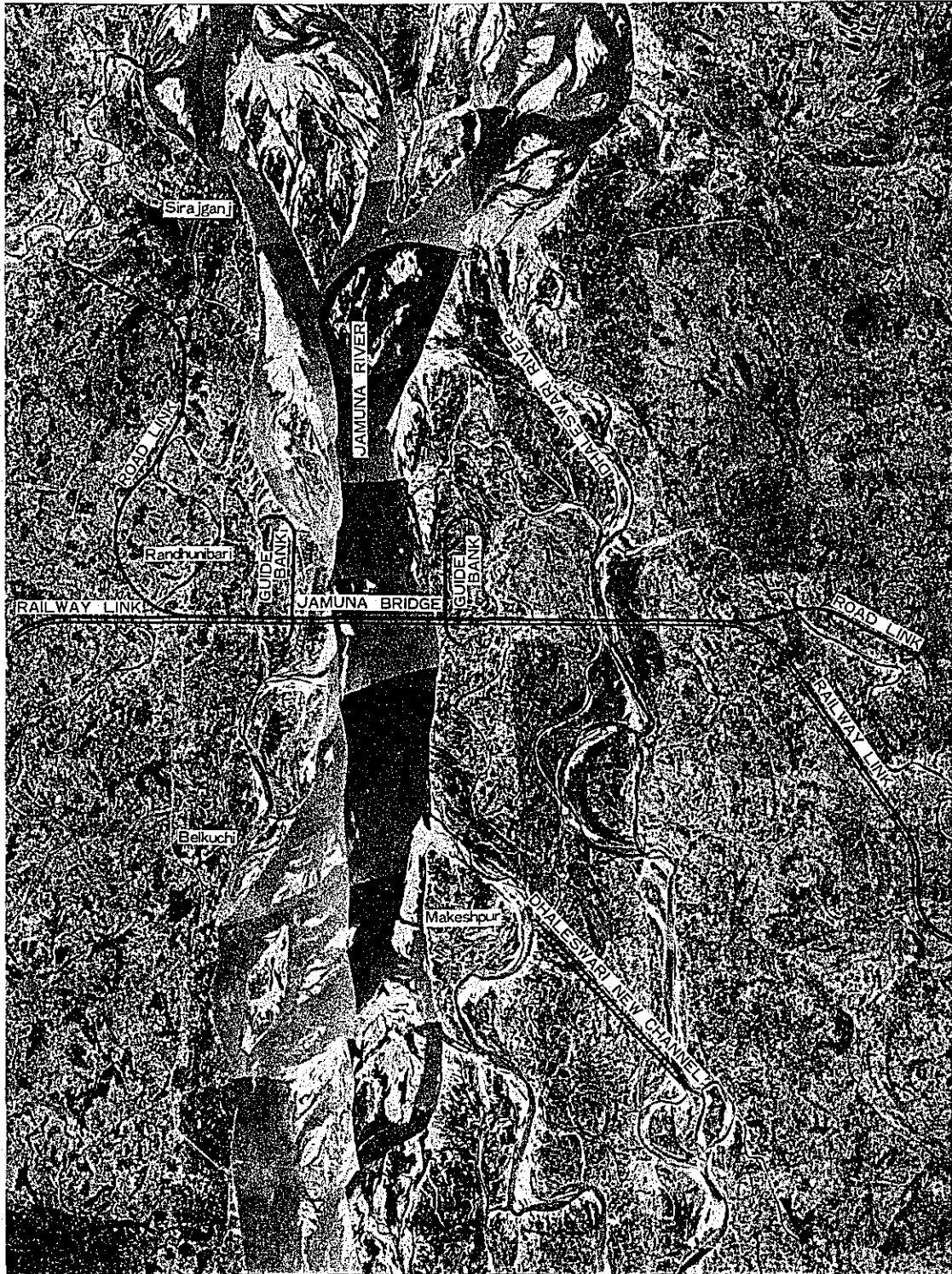
国際協力事業団	
受入 月日	'84. 5. 21
登録No.	06230
	KE

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



THE JAMUNA RIVER
SIRAJGANJ SITE FOR BRIDGE CROSSING



略語，語義及び単位

Bangladesh 国, Bangladesh : The Peoples Republic of Bangladesh.

(バングラデッシュ人民共和国)

MOC : Ministry of Communication, Government of Bangladesh.

RCH : Road and Highway Directorate, Ministry of Communication.

BIWTA : Bangladesh Inland Water Transport Authority.

BWDB : Bangladesh Water Development Board.

JICA : Japan International Cooperation Agency, Government of Japan.

(国際協力事業団)

OTCA : Overseas Technical Cooperation Agency, Government of Japan.

(旧海外技術協力事業団)

ジャムナ河, Jamuna River : The Brahmaputra-Jamuna River.

Jamuna Bridge Project : ジャムナ河架橋計画

ジャムナ橋, Jamuna Bridge : 本計画で対象とするジャムナ河を渡河する橋梁の仮称。

事前調査報告書, Preliminary Study Report : ジャムナ河架橋計画事前調査報告書 ;

1973年3月 ; OTCA 事前調査団。

実施計画書, Inception Report : ジャムナ河架橋計画調査実施計画書 ; 旧OTCA から

バングラデッシュ国へ提出。

中間報告書, Interim Report : ジャムナ河架橋計画調査中間報告書 ; JICA からバ

ングラデッシュ国へ提出。

VOLUME I : 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 : ジャムナ河架橋計画調査報告書

VOLUME II 河川制御計画

VOLUME III : ジャムナ河架橋計画調査報告書

VOLUME III 橋梁計画

VOLUME IV : ジャムナ河架橋計画調査報告書

VOLUME IV 接続鉄道計画

VOLUME V : ジャムナ河架橋計画調査報告書

VOLUME V 接続道路計画

VOLUME VI : ジャムナ河架橋計画調査報告書

VOLUME VI 地質および石材調査

VOLUME VII : ジャムナ河架橋計画調査報告書

VOLUME VII 交通および経済便益調査

VOLUME VII: ジャムナ河架橋計画調査報告書

VOLUME VIII 総合工事計画および経済評価

本工事, Main construction works: ジャムナ橋建設工事を構成する橋梁下部工々事 (Substructure Works), 橋梁上部工々事 (Superstructure Works), 橋梁取付部工事 (Bridge Approach Works), ガイドバンク工事 (Guide Bank Works), Dhaleswari 新水路工事 (Dhaleswari New Channel Works), 接続鉄道工事 (Railway Link Works) 及び接続道路工事 (Road Link Works) の総称。

橋梁取付部, Bridge approach: 通常地盤上の路面高から橋面高へ達するまでの鉄道及び道路の取付部分を言い, ジャムナ橋左右岸の橋台からそれぞれ 5.1km の区間を指すものとする。

ガイドバンク, Guide bank: 河川流を誘導し, 流路を固定するための堤防。

接続鉄道, Railway link: 橋梁取付部終端から, 既設鉄道までの区間を接続する鉄道。

接続道路, Road link: 橋梁取付部終端から, 既設道路までの区間を接続する道路。

締切堤, Cross dike, Cross dam: ガイドバンクの機能を保持するために, 流水をせき止める堤防を Cross dike と称し, 特に, Dhaleswari 河を締切る部分を Cross dam と称するものとする。

WL : 水位 (Water level)

HWL : 高水位 (High water level)

LWL : 低水位 (Low water level)

DHWL : 計画高水位 (Design high water level)

MHHWL : 平均年最高水位 (Mean highest high water level)

MLLWL : 平均年最低水位 (Mean lowest low water level)

GL : 地盤高 (Ground level)

EL : 標高 (Elevation)

PWD : Datum of Public Works Department.

Km : kilometer (1 Km = 1,000 m)

m : meter (1 m = 100 cm)

cm : centimeter (1 cm = 10 mm)

mm : millimeter

mi : mile (1 mi = 5,280 ft = 1,609.3 Km)

yd : yard (1 yd = 3 ft = 0.9144 m)

ft : foot (1 ft = 12 in = 0.3048 m)

in : inch (1 in = 2.54 cm)

sq. ft : square feet (1 sq. ft = 0.0929 m²)

ac : acre (1 ac = 43,560 sq. ft = 0.4046 ha)
 cub.ft : cubic feet (1 cub.ft = 0.0283 m³)
 ℓ : liter (1 ℓ = 0.001 m³)
 I.G. : Imperial gallon (1 I.G. = 4.546 ℓ)
 t, ton : metric ton (1 t = 1,000 kg = 2,204 lb)
 kg : kilogram (1 kg = 1,000 g = 2.204 lb)
 yr : year.
 mon : month.
 hr : hour.
 s, sec : second.
 mph : miles per hour (1 mph = 1.6093 Km/hr)
 cfs : cubic feet per second (1 cfs = 0.0283 m³/s)
 in/mi : 1 in/mi = 1/63,360
 ft/mi : 1 ft/mi = 1/5,280
 % : percent.
 0/00 : permil.
 \$: U.S. Dollar.
 Tk : Bangladesh Taka (\$1 = Tk 13)

目 次

バングラデッシュ国地図	ii
Sirajganj 架橋候補地点航空写真	iii
略語，語義及び単位	iv
目 次	vii
第 I 章 序 説	1
— 総 合 工 事 計 画 —	
第 II 章 架 橋 計 画	3
1. 架橋計画	3
2. 橋 梁	3
2.1 橋梁の幅員構成と交通方式	3
2.2 設計基準	9
2.3 上下部構造の形式	10
2.4 最適径間の決定	13
2.5 上下部 I の概要	13
2.6 橋長の決定	14
2.7 橋梁取付部	14
3. 河川制御	15
3.1 Guide Banks の必要性	15
3.2 計画高水流量	15
3.3 Guide Banks の間隔と計画高水位	16
3.4 Guide Banks	16
3.5 締切堤	19
3.6 石材に替る材料の検討	19
3.7 Dhaleswari 河の処置	20
4. 接続鉄道及び接続道路	20
4.1 接続鉄道	20
4.2 接続道路	22
5. 工事量及び工事工程	23
第 III 章 建設基地	25
1. 建設基地工事	25
1.1 建設基地計画の概要	25

1.2	基地用地造成工事	30
1.3	仮設道路工事	30
1.4	仮設鉄道工事	31
1.5	船だまり及び運河建設工事	32
1.6	給水施設	33
1.7	電力施設	35
1.8	工事用地区施設及び石材置場	36
1.9	居住地区施設	38
1.10	汚水処理施設	38
1.11	モータープール	38
1.12	建設基地工事数量	39
2.	建設基地の維持運営	42
2.1	運営管理業務	42
2.2	維持工事	42
3.	建設基地工事用資機材及びその調達	42
第Ⅳ	本 工 事	43
1.	工 期	43
2.	橋梁建設工事	43
3.	河川制御工事	53
3.1	Guide banks	53
3.2	Dhaleswari 新水路	56
4.	接統鉄道	56
5.	接統道路	57
6.	資機材の調達	57
第Ⅴ	用地及び工事管理運営	61
1.	用 地	61
2.	工事運営管理	61
2.1	調 査	61
2.2	技術技能指導	63
2.3	工事運営組織	63
第Ⅵ	章 維 持 管 理	66
1.	維持工事	66
1.1	測 量	66
1.2	巡回及び検査	66
1.3	補修工事	67

2. 維持管理事務所の組織	69
第Ⅶ章 工事費	72
1. 建設工事費	72
1.1 工事積算条件	72
1.2 建設工事費	73
2. 維持管理費	74
2.1 費用積算条件	74
2.2 維持管理費	74
— 経 済 評 価 —	
第Ⅶ章 経済評価概説	83
第Ⅷ章 経済的費用	84
1. 建設費	84
2. 維持費	84
第Ⅸ章 経済的便益	89
1. 概 説	89
2. 直接便益	93
3. 間接便益	95
第Ⅹ章 費用便益分析	100
1. 費用便益比較	100
2. 感度分析	100
3. 結 論	104
APPENDIX A : 第Ⅲ章資料	
APPENDIX B : 第Ⅶ章資料	
APPENDIX C : 第Ⅹ章資料	

第 I 章 序 説

Bangladesh 人民共和国政府の要請により、日本国政府は、Brahmaputra-Jamuna 河を渡る橋梁建設の Feasibility 調査を実施することに決定した。本報告書は、河川制御計画、橋梁計画、接続道路計画、接続鉄道計画、地質および石材調査、交通および経済便益調査の各調査結果に基づいて、総合工事計画及び経済評価に関して、取まとめたものである。

Bangladesh 国の要請に応じて、国際協力事業団（旧海外技術協力事業団）は、1972 年 12 月に、事前調査団を現地に派遣した。同調査団は、架橋候補地点として、Jamuna 河の上流側から順に、Bahadurabad 下流附近、Gabargaon 附近、Sirajganj 下流 10 Km 附近及び Aricha 上流 20 Km 附近の 4 地点を推薦した。

事前調査団の報告を受けて、Feasibility 調査の実施計画書が作成され、1973 年 8 月に、国際協力事業団から、Bangladesh 人民共和国政府へ提出された。本計画に関する全ての調査は、この実施計画にしたがって遂行され、1974 年 10 月に Feasibility 調査の第一次調査が終了した。1974 年 10 月 28 日から同年 11 月 6 日迄、Bangladesh 人民共和国で開催された Dacca 会議では、この調査結果に基づき、Sirajganj 地点を最適架橋地点として選定した。

1974 年 11 月 29 日から、同年 12 月 14 日迄の調査団 Dacca 滞在中に、本調査の中間報告書が Bangladesh 国政府 MOC へ提出された。さらに、同期間中には、日本から派遣された測量隊が 1974 年 11 月に新に撮影した航空写真を用いて、Sirajganj 地点の橋軸位置が決定された。

1974/75 年乾季に、上記測量隊は、Sirajganj 附近一帯の上述の航空写真測量及び河川横断測量を含む地形測量を実施した。この測量結果と 1975 洪水の資料を附加して第二次調査が実施され、架橋計画調査が完成された。

本報告書、Volume VIII は、Volume II から Volume VII までの調査結果及び建設基地計画を総合的に取まとめるとともに、その建設工事費及び維持費と Volume VII で調査された便益とを使って経済評価を実施し、これ等全体を総合的に取まとめたものである。

本報告書、Volume VIII の調査にたずさわった主要な氏名は次のとおりである。

団 長	工学博士 佐 藤 清 一
	日本建設コンサルタント株式会社
総合工事計画	技 術 士 手 塚 薫
	日本建設コンサルタント株式会社
"	技 術 士 川 端 昭 至
	日本建設コンサルタント株式会社

総合工事計画

実 広 登

日本建設コンサルタント株式会社

橋 梁 計 画

上 出 忠 雄

日本建設コンサルタント株式会社

河川制御計画

野 辺 隆 行

日本建設コンサルタント株式会社

経 済 評 価

理学博士 大 野 欽 一

日本建設コンサルタント株式会社

交通および経済便益調査

山 川 喜 若

株式会社 パシフィックコンサルタンツインターナショナル

本調査に協力された Bangladesh 人民共和国政府関係当局の諸氏，とりわけ Counterpart Team の諸氏に本文をかりて深甚なる謝意を表します。最後に，在 Dacca 日本大使館から受けた貴重な助言と激励に対し，心から御礼申し上げます。

総合工事計画

第 II 章 架 橋 計 画

1. 架橋計画

第一次調査の結果、日本政府が派遣した事前調査団が提案した 4 架橋候補地点の中から、Sirajganj 地点が最適架橋地点として選定された。Sirajganj 地点と称せられる地域は約 10 Km の範囲があるので、最適橋軸位置をこの範囲から見出さねばならない。この目的のため、河川横断測量を含む地形調査が、日本測量隊によって、1974/75 年乾季に実施された。

この測量結果に基いて、(1)低水路幅が最小であること、(2)流線がなるべく直線であること、(3)Sirajganj 護岸工事はもちろんのこと自然の狭乍部により保護されていること、及び(4)河川幅を狭めるための河川制御工事が水中でなく、陸上施工が可能であること等を考慮に入れて、橋軸を Sirajganj 町の約 10 Km 下流の地点に決定した。決定された橋軸位置は Fig 2-1 に示すとおりである。

橋梁の位置を保持するため、橋梁取付部 (bridge approaches) の基礎を形成する締切堤 (cross dikes) を伴った guide bank 方式を採用することに決定した。

Dhaleswari 河は、guide bank 機能の強化並びに橋梁取付部の安全を確保するため、締切堤によって締切ること決定された。Dhaleswari 河を締切ることに対する代替としては、橋軸より 6 Km 下流にある Jamuna 河派川と Dhaleswari 河を結ぶ延長約 6 Km の新水路 (Dhaleswari new channel) を開さくする計画とした。これらの配置を Fig 2-1 に示す。

西側接続鉄道 (railway link) は、Jamuna 橋から発し、単線広軌で、既設の Sirajganj-Ishurdi 線の Salap 駅へ接続し、東側接続鉄道は、Jamuna 橋から発し、単線広軌によって、Dacca 近郊の Azampur 新駅迄敷設し、首都 Dacca に接続される。

西側接続道路 (road link) は、Jamuna 橋から発し、Siakol 地点で、既設の Sirajganj-Hatrkumrul 線に接続される。東側接続道路は Jamuna 橋から発し、Tangail-Madupur 線と Tangail-Gopalganj 線との交差点から約 500 m 北方の地点で既設の Tangail-Madupur 線に接続する。これら接続鉄道 (railway links) と接続道路 (road links) の概略配置を Fig 2-2 に示す。

2. 橋 梁

2.1 橋梁の幅員構成と交通方式

橋梁の幅員構成は、Bangladesh 国の将来の経済発展に影響するとともに、橋梁の建設費を左右する重要な要素である。この観点から、橋梁の幅員は、将来の交通需要量を満たす最小の幅員とすべきである。この考えに基づき、幅員構成を次の

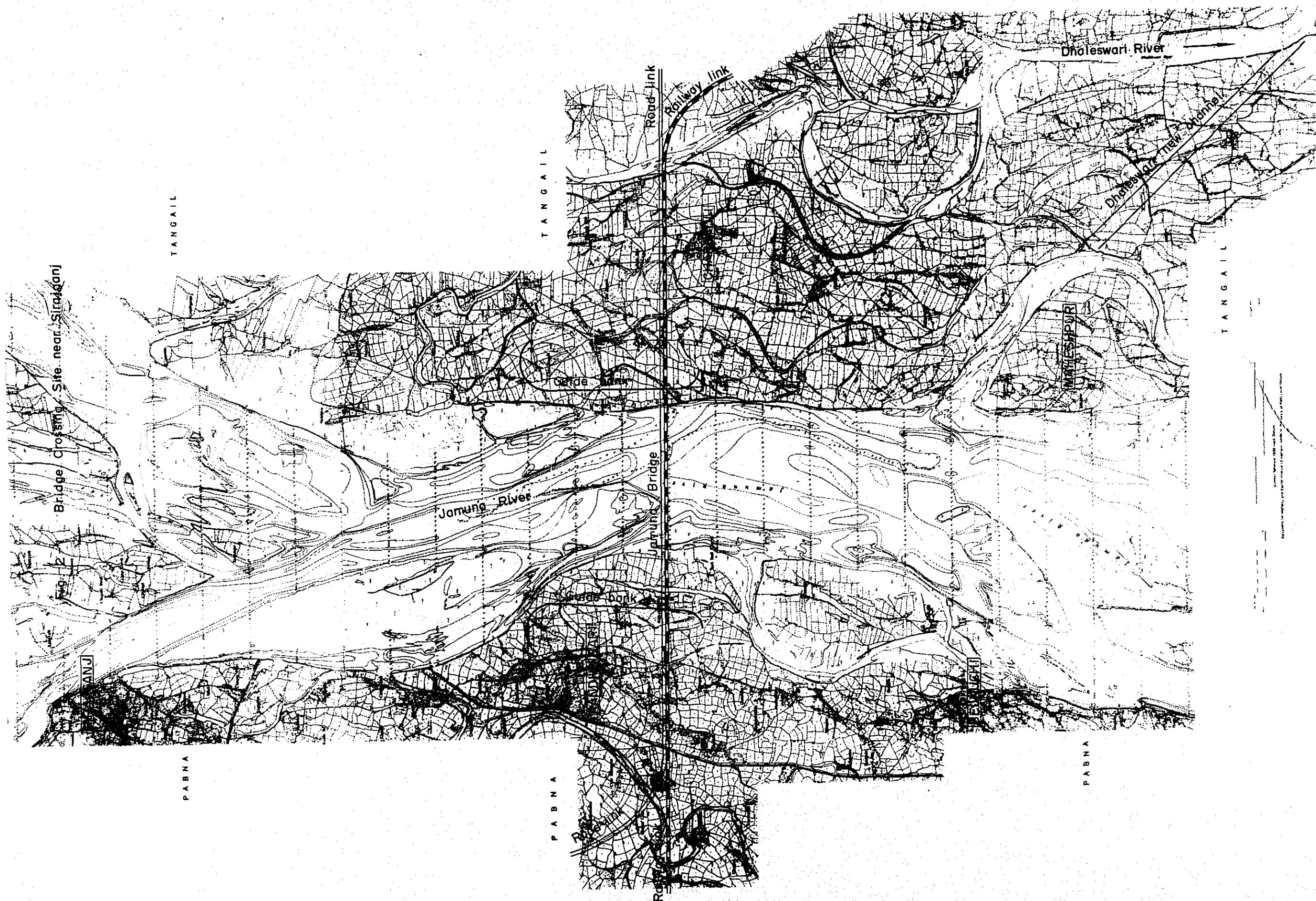
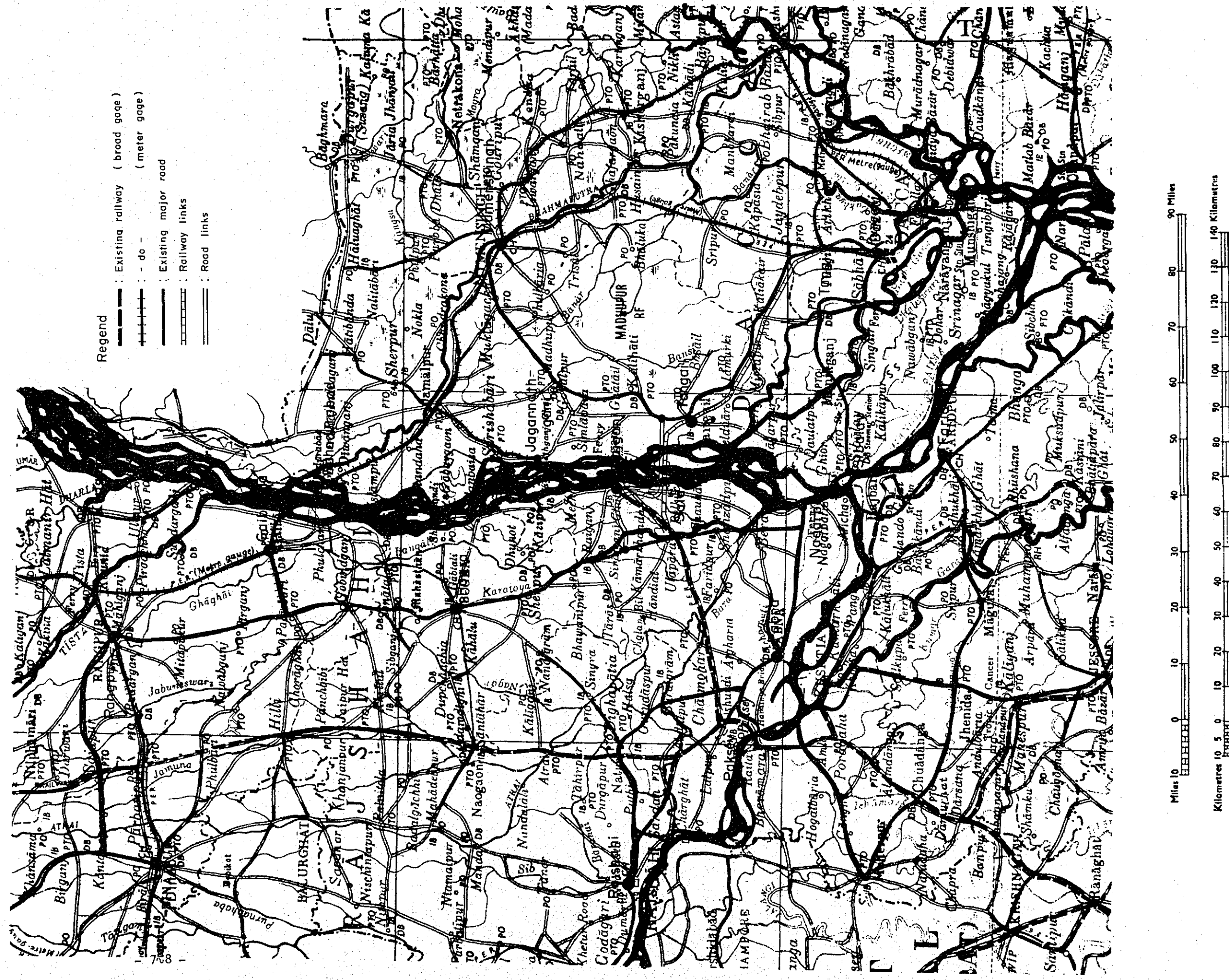


Fig. 2-2 Jamuna Bridge, Railway Links and Road Links



ように検討し、決定した。

いま、将来交通の目標年を2020年にとると、道路交通量は、Volume VII 交通および経済便益調査で述べられているように、乗用車に換算して、1日当り8,666台になる。この交通需要量に対し、全巾24ftの2車線道路を考えると、Volume III 橋梁計画で述べられているように、乗用車に換算して、1日当り12,905台の容量が推定できる。したがって、将来の自動車交通に対しては、2車線で十分である。

また、Volume VII 交通および経済便益調査によると、2020年に於ける広軌鉄道(5ft6in)の交通需要量は、客車38輛、貨車21輛、計59輛と推定される。いま、橋梁と橋梁取付部の合計延長を考えると、Jamuna河両側の駅間隔を6Kmとすると、5ft6inの単線広軌は、1日74輛の列車の走行容量を持っている。したがって、将来の鉄道交通需要量に対して、単線広軌で十分である。

1974年の9月に開かれた東京会議で、Bangladesh国と日本の代表団は、橋梁の交通方式として、鉄道道路併用橋を決定した。従って、橋の幅員構成は、Fig 2-3に示すように設計された。

2.2 設計基準

a. 荷重

下記の点を除き、Indian Road Congress(Standard Vehicle Class A)及びBangladesh Railways Schedule of Dimension(5ft6in)の規定を適用するものとする。

標準風速	:	35m/s (115ft/s)
温度変化範囲	:	0°C~60°C (32°F~140°F)
地震加速度	水平分力	: 0.1g/sec ²
	鉛直分力	: 0

b. 建築限界

道路部分の建築限界としては、ASSHO制定の道路橋標準示方書の規格を適用し、鉄道部分の建築限界には、Bangladesh Railways Schedule of Dimension (5ft6in)を適用した。

c. 航路限界

橋梁に適用される最小航路限界は、BIWTAにより次のように決められた。

最小水平空間	:	250ft (76m)
DHWL上の最小鉛直空間	:	40ft (12m)

d. 鋼構造

すべての鋼構造は、日本道路協会制定、道路橋標準示方書によって設計するもの

としたが、鉄道橋の床組については、日本土木学会制定、鉄道橋標準示方書によって設計された。

e. コンクリート構造

すべてのコンクリート構造物は、日本土木学会制定、鉄筋コンクリート標準示方書によって設計された。

2.3 上下部構造の形式

上記BIWTAの規定により、Jamuna 橋の純径間は、250ft より大きく、鉛直空間は、40ft より広くなければならない。

一方、Volume II 河川制御計画によると橋長は 4.2 Km を超えなければならぬし、橋脚の深さは、最深河床部が移動するため、guide bank の全間隔を通じて、同一にしなければならない。更に、Volume VI 地質および石材調査により、橋梁の支持層は、地表下約 80 m に存在する砂利層が適当であると判断された。

上記の内容からみて、橋梁の建設費が、巨額に達することは容易に考えられる。この工事をできるだけ減らすため、上部工は、鉄道と道路の組合せによる重荷重を支え得る範囲で、上部工を大きな径間とする場合の建設材料としては、鋼材、P.C が考えられる訳であるが、このような長大径間橋を建造する場合、鋼橋は P.C 橋より軽いために地震力による慣性力は鋼橋の方がコンクリート橋の場合よりも小さい。このことは、鋼橋の下部工の方が P.C 橋の下部工に比較して小さくてすむわけであり経済的である。また、鋼橋は P.C 橋より建設が容易で、かつ迅速である。これらの特性を考慮して、上部工の材料には鋼材を採用することにした。

一般に知られているように、連続トラス形式または、カンティレバートラス形式は、長大径間橋に適しているが、これらを比較検討した結果、最終的に連続トラス形式が、カンティレバートラス形式より優れていると言う結論に達した。この場合、外観を考慮して等径間に統一した。

下部工は、非常に長大な橋脚を、確実、且つ迅速に沈めなければならぬので、井筒基礎および多柱式基礎が、比較検討の対象となる。

井筒基礎は躯体が大きいので、安定性の点で優れている。据え付けには、非常に深い深度迄下げる必要があるから、施工は大規模になるが、施工面での基本的な困難さは認められない。一方、多柱式基礎の場合は、大口径の鋼管を、支持層に達するまで、深く打ち込まねばならぬし、頭部は水面上で床版と剛結しなければならない。又、この形式は構造上曲り易い。

橋脚周辺の洗掘深さは、多柱式基礎の場合、10 m が予想されるが、井筒基礎の場合は、水深の約 1.8 倍に達するであろう。この点で前者は、後者より有利であるが、不十分な剛性のために建設費が増すであろうことと、その結果、鋼材を用いる

Fig. 2-3 General View

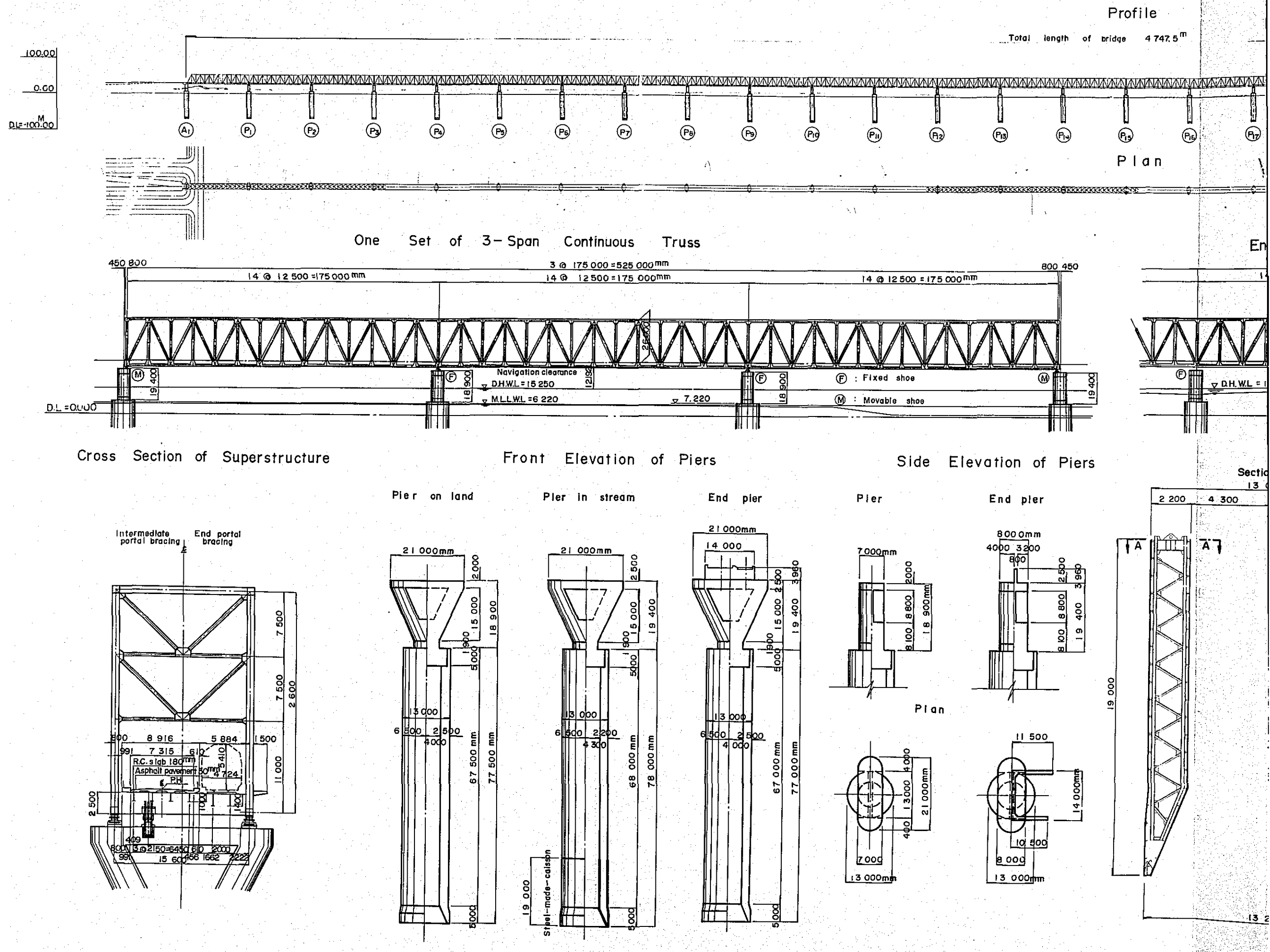
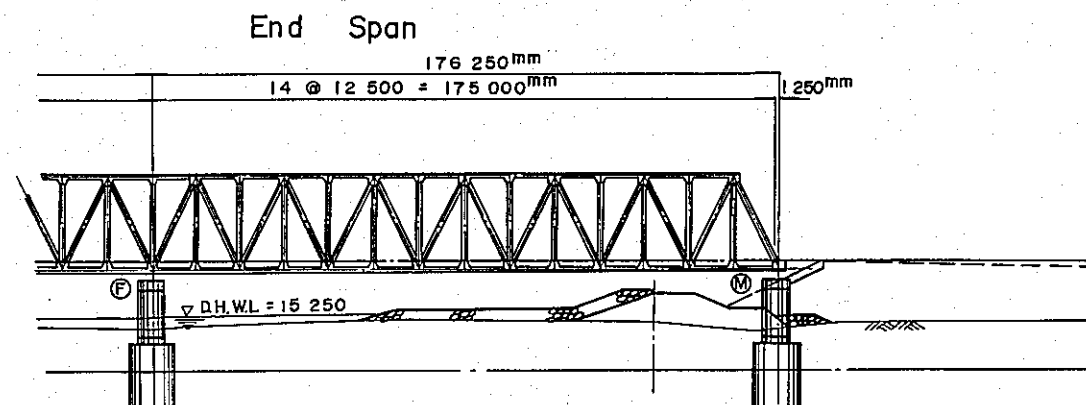
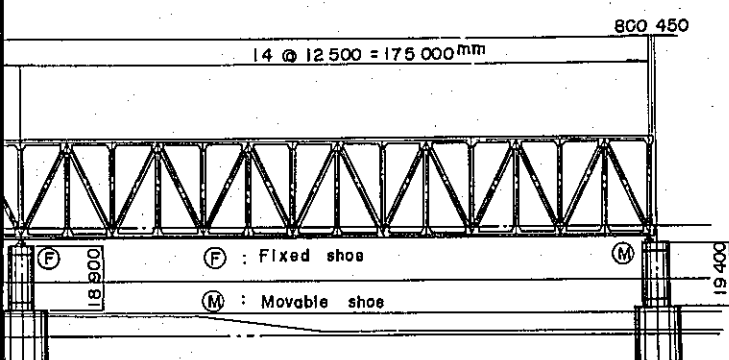
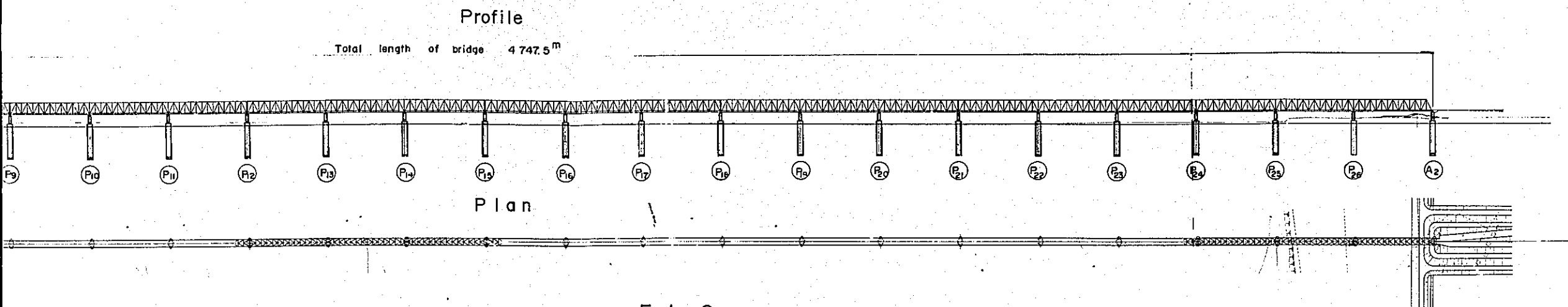
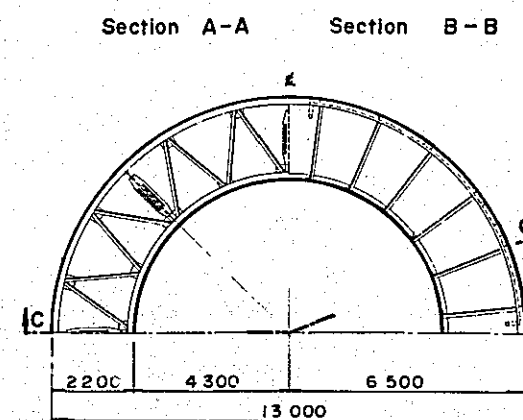
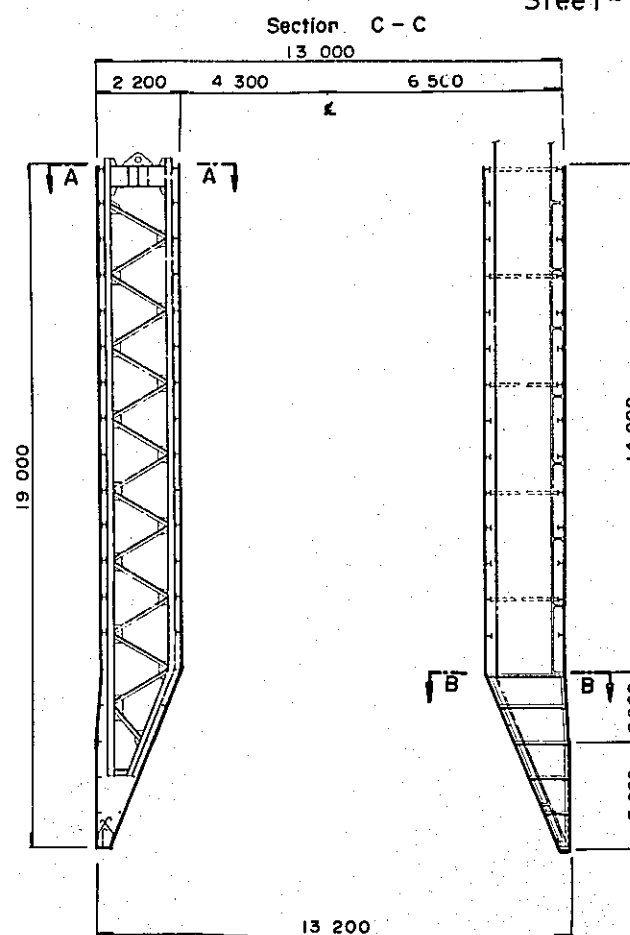
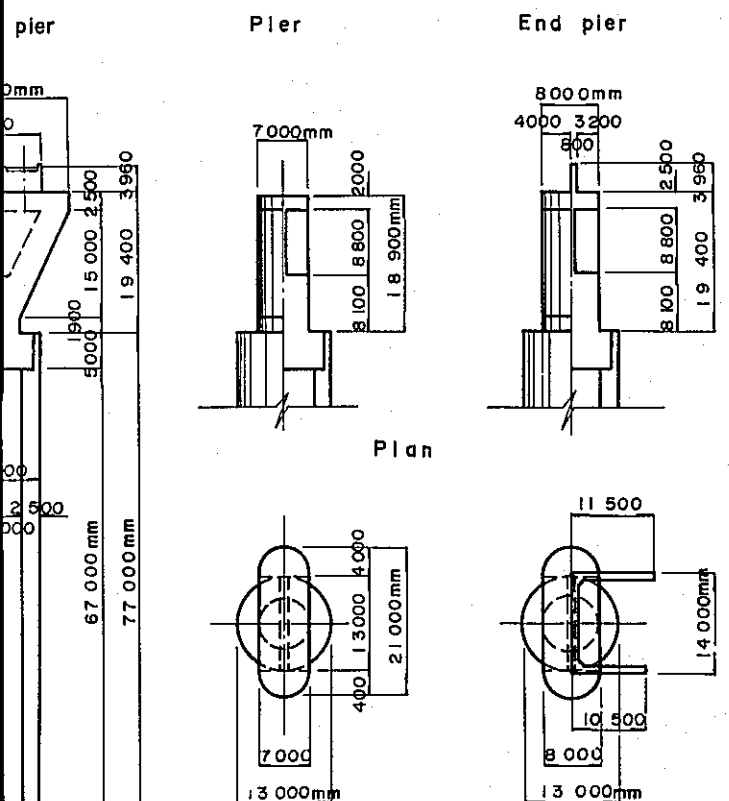
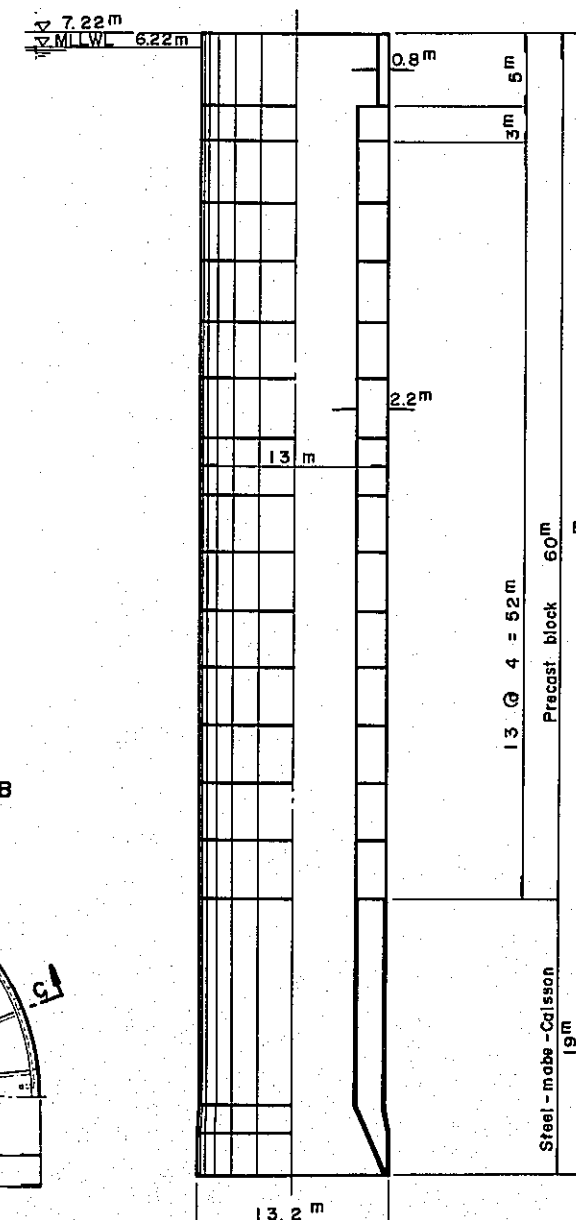


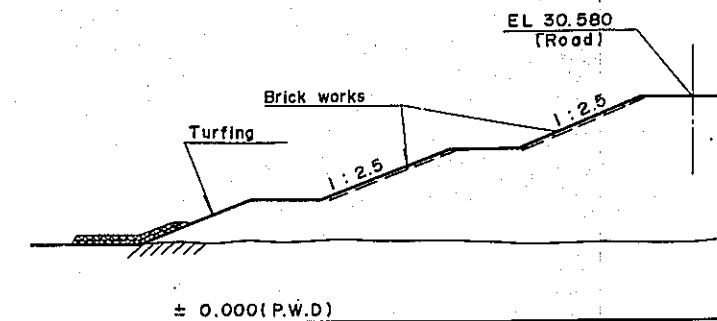
Fig. 2-3 General View of Jamuna Bridge



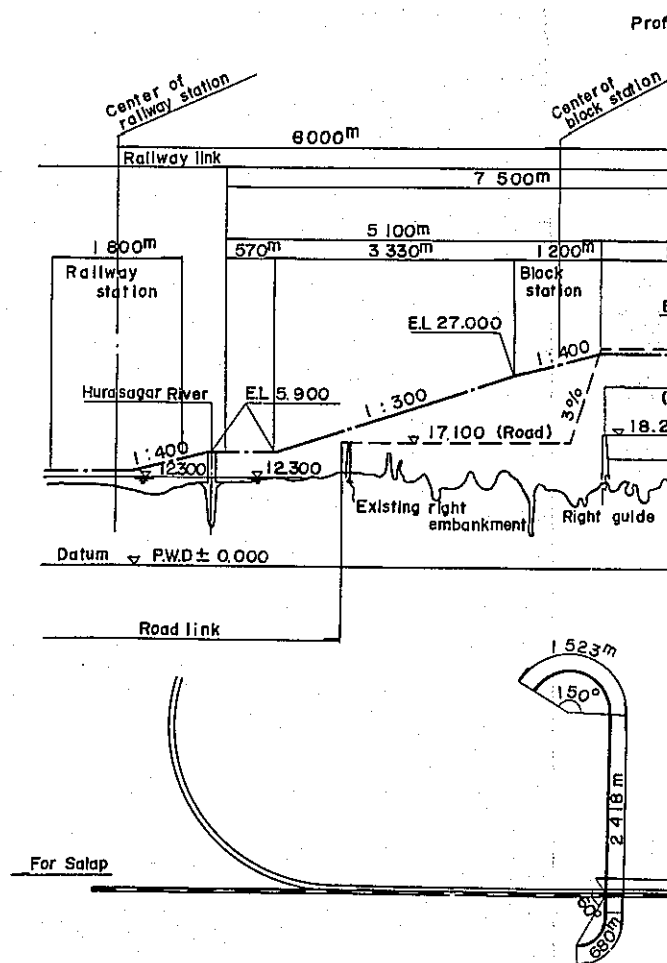
Composition of Rods of Well in Stream

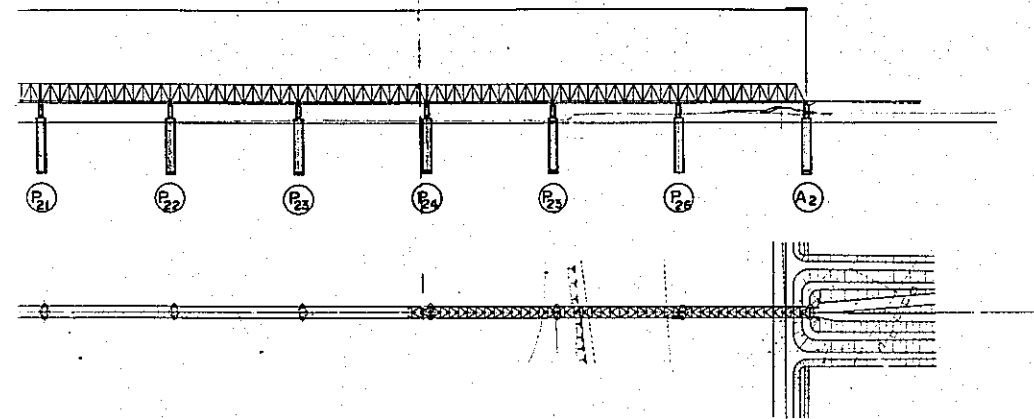


Typical Cross Section

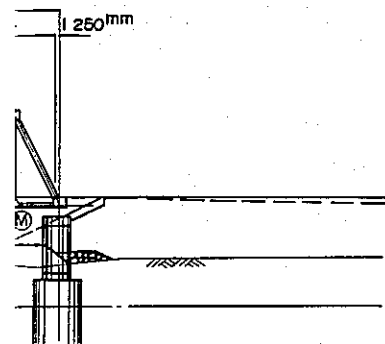
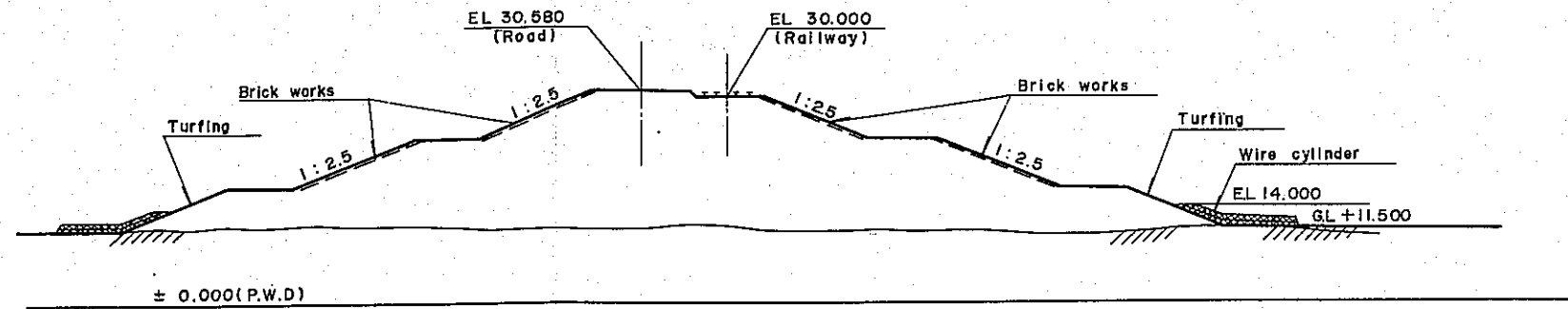


Sketch of



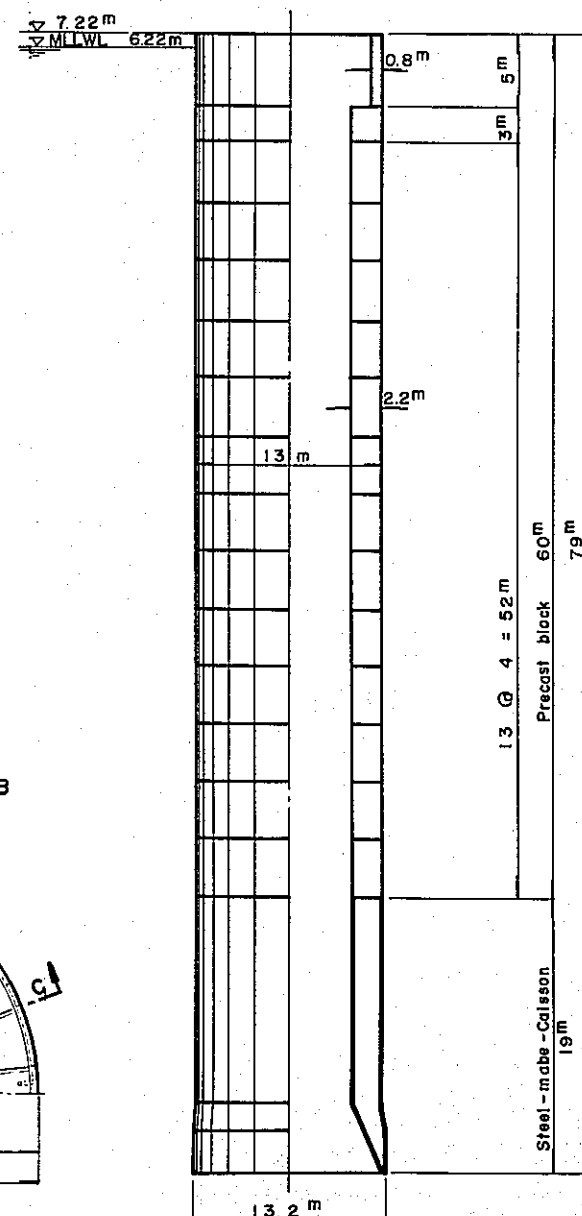


Typical Cross Section of Bridge Approach

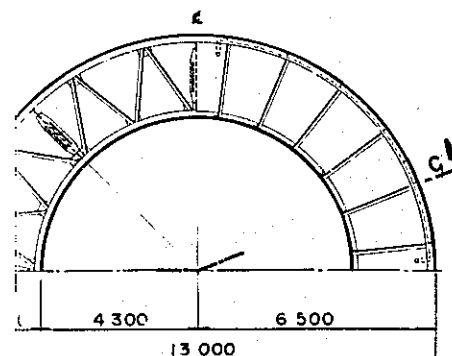


caisson

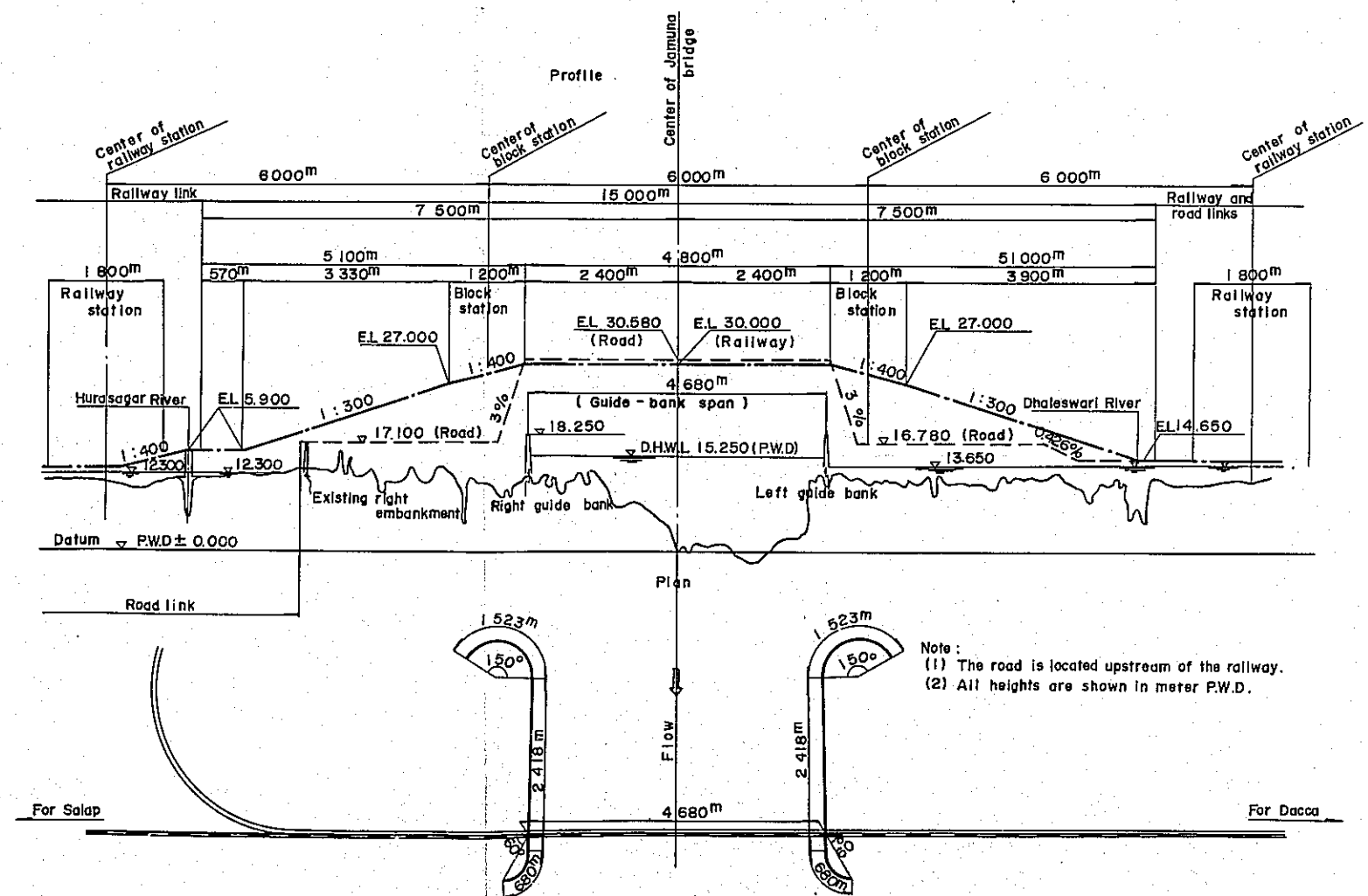
Composition of Rods of Well in Stream



Section A-A Section B-B



Sketch of Jamuna Bridge



ために、外貨の占める部分が増すと言う点で、逆に劣っている。

上記の検討の結果、下部工としては、井筒基礎を採用することとした。

2.4 最適径間の決定

上下部工の総建設工費を、 $100\text{m}\sim 200\text{m}$ の範囲の等径間の3径間連続トラスの場合と、 $200\text{m}\sim 350\text{m}$ の範囲の等径間の多径間カンティレバートラスの場合について、何れも井筒基礎の場合について積算した。この調査検討から、最適径間は、 $150\text{m}\sim 200\text{m}$ の間にあり、最適径間を有する上部工の最適形式は、3径間の連続トラスであることが分った。格間長および格間数を考えて、Jamuna 橋の最適径間として 175m を決定した。

2.5 上下部工の概要

上記の調査に基づき、Jamuna 橋の下部工 (Substructures) は、外径 13m の円形断面をもつ井筒基礎で、上部工 (Superstructures) は、鉄道道路併用方式による 175m の等径間の3径間平行弦連続ワーレントラス形式と決められた。

トラスの高さおよび上下流方向の主構間隔は、それぞれ 26.0m および 15.6m となった。径間 175m のワーレントラスは垂直材をもち、1格間 12.5m の14格間である。これは、床組の変形による2次応力を減らし、橋の剛性を増すような床組の構成から、格間長が決められたものである。その結果、上部工の最大部材の重量は約 22t 、最長の部材長は 12.5m 、部材断面の最大寸法は $1.1\text{m}\times 0.8\text{m}$ となった。3径間連続トラスの中間橋脚の2基は、橋軸方向の地震による水平力を分散する考えから、オイルダンパーの沓が設置された。

井筒基礎は、流水による動水圧と、地震による慣性力を減らすため、できるだけ低くしなければならない。基礎工の施工と、その上に建造される橋脚の施工を考慮して、井筒の天端高さは、MLLWL+ 6.22m PWD より 1.0m 高い+ 7.22m PWD に設定された。その結果、井筒基礎の深さは、支持層が深いため、最大で 79m に達することになった。

井筒の外径は、井筒の底部で必要な断面積については勿論のこと、支持層の支持力に対すく安全率、沈下中に起る偏心を考慮して、 13m と決めた。井筒の壁厚は、陸上で建造される部分は 2.5m とし、流水部で建造される部分は 2.2m として、載荷重なしに容易に沈下ができるように考慮した。

下部工の建造は、乾期間中に施工できるように計画された。低水路での施工では、流水部で築島することが無理なこと、建造期間が限られている等の理由で、井筒の底部には、鋼製ケーソンが採用された。鋼製ケーソンの長さは、施工中の最大洗掘を考え、 19m と決めた。浮きクレーンの力で、プレキャストコンクリートブロックを、次々に積上げた後、プレストレスを導入することによって、井筒躯体を建造

する計画とした。コンクリートブロックは、ヤードにおいて高さ 4 m、壁厚 2 m、外径 13 m の大きさに造られる。

井筒基礎の周りの局部洗掘は、Volume II 河川制御計画で既に調査した通り、非常に深いところまで到達する可能性がある。この深さは、常時は別に問題がないが、井筒の根入は砂利層で止めなければならないので、地震時には、基礎の安定に重要な影響をもっている。したがって、橋脚の周囲に置いた捨石で、井筒を保護することが必要条件である。

橋脚が鉄筋コンクリート造りのとき、底部で直径 7 m の円断面で、しかも、橋の支承部における一組の沓の間隔は、15.6 m であるから、井筒の上に建造される橋脚の形は、逆三角形となる。したがって、橋脚の上面は、短形 7 m、長径 21 m の小判型となる。

2.6 橋長の決定

Volume II 河川制御計画で検討したとおり、河川の純流水幅は、4.2 Km 以上でなければならないことが明らかとなった。最適な径間は 175 m、井筒の巾は 13 m で、最低 26 基の橋脚を必要とする。この河川の純流水巾に、井筒の全巾の 125 % を橋脚及びその流水抵抗による流積損失としてとり、更に、橋台と guide bank の配置を考えて、橋梁の全径間として、4,747.5 m (15,575.6 ft) をとることに決めた。従って、Jamuna 橋は、橋脚 26 基、橋台 2 基、175 m 等径間の 3 径間連続トラス 9 連により構成される。これを、橋梁取付部の標準図と共に Fig 2-3 に示す。

2.7 橋梁取付部

橋梁取付部 (bridge approaches) の最高の高さは、上部工の寸法と、垂直航路限界に基づいて、EL+30 m, PWD に決めた。橋梁取付部は、数 Km にわたる斜路をなしており、鉄道部分の勾配は、機関車、その他の運転を考慮して、1/300 までは緩和した。一方、Sirajganj 地点で河川を渡る鉄道交通量に見合うよう、河川の両側に、行違い設備を 6 Km の間隔で設けなければならない。行違い設備に対しては、最急勾配を 1/400 と決めた。従って、橋梁取付部盛土の長さは、河川の両側にそれぞれ約 5.1 Km となった。道路部分の最急勾配は、3 % で計画した。

鉄道および道路の線形は Fig 2-3 の中の "Sketch of Jamuna Bridge" に示すとおりである。

盛土が非常に高くなるので、その安定を確保するため、盛土高さ 7 m 毎に巾 10 m の小段を設けた。盛土法面の勾配に関しては、盛土の高さおよび、列車並びに車輛による荷重を考慮して、2 割 5 分と決めた。この勾配は、力学的検討からも十分安全であることが確認された。

盛土材料には、橋梁取付部の下流側地域における表土の他、河床または“みお”から掘り上げた土を用いることにした。盛土の両側の法先是、水流に対し煉瓦蛇籠で保護することにした。

3. 河川制御

3.1 Guide banks の必要性

沖積地を流れる Jamuna 河は、約 150 年前 Old Brahmaputra 河から現在の河道に移った比較的新しい河川で、現在でも河道を形成しつつある完全な網状河川である。流路にあたる地盤は砂質で覆われ、Sirajganj の河岸に見られるように、たとえ網状河川の結節部に当たっていても、河岸は烈しい侵蝕を受け、崖状を成している。又、Jamuna 河には、Ganges 河の Sara 地点に見られる様な、侵蝕に抵抗しうる粘土層の地点は見当らない。

一度、洪水になると流れは兩岸に溢れ、その川巾は厩大なものとなる。この様な状況の河川に架橋するとき、兩岸全川に護岸を施し、流路を固定することは、多大の費用を要し、現段階ではほとんど不可能と考えられる。従って、架橋部分のみの流路を固定する方式が必要になる。

流路を固定するには、広大な幅を有する流れを、兩岸に設ける締切堤 (cross dike) により狭め、締切堤の先端に guide banks を設けて、締切堤を保護すると共に、締切堤と guide banks の間に生ずる死水域水位と、開口部の水位の差を利用して、流水を円滑に開口部へ導き、架橋地点の流路の固定安定化を計かると言う河川制御が必然的に必要になる。この様な guide bank 方式の重要な役割を荷う締切堤は、同時に橋梁取付部の基礎として利用することが出来る。

3.2 計画高水流量

Bahadurabad 観測所以外に、洪水流量の長期記録のある観測所が見当らないので、Bahadurabad 観測所の記録から、Old Brahmaputra 河、Dhaleswari 河への分派、及び Hurasagar 河の合流を考慮に入れて Sirajganj 地点の計画高水流量を推定した。

計画高水流量は、計画される橋梁の規模及び重要性の観点から 100 年確率流量以上にすべきである。Bahadurabad に於ける 100 年確率流量は、3278,000 cfs ($92,770 \text{ m}^3/\text{s}$)、150 年確率流量は 3,358,000 cfs ($951,000 \text{ m}^3/\text{s}$) と算定された。この 2 流量の差異により生ずる影響は、ほとんど無視できる程度のものとわかった。従って、100 年確率流量を採用することに決定した。

Sirajganj に於ける 100 年確率流量は、将来、Old Brahmaputra 河は、Barrage 計画により、分派量を 30,000 cfs に制限されること、Hurasagar 河

は、大洪水時にはJamuna河本川の背水によって合流がさまたげられること、Dhaleswari河は、架橋地点の下流に流入口が設けられること及びJamuna河本川の流量は、将来、兩岸に築堤される堤防内に閉じ込められる等の前提を考慮に入れて、 $3,420,000 \text{ cfs}$ ($96,850 \text{ m}^3/\text{s}$)に決定した。この流量が架橋地点に於ける計画高水流量となる。

3.3 Guide Banksの間隔と計画高水位

G.Lacy, C.O. Inglis が提唱した公式を用いて guide banks の最小間隔を求めると、前者が $4,900 \text{ ft}$ ($1,500 \text{ m}$)、後者が $8,700 \text{ ft}$ ($2,700 \text{ m}$) と算定された。これらの幅では、流速が過大となって、guide banks 間のみお筋の予想洗掘河床は、地盤面下 7.8 m の深さにも達し、工事や維持が困難になる。又、guide banks による流路の縮小による堰上量も大きくなって、橋梁上流の広大な地域に影響を及ぼすことになる。従って、Volume II 河川制御計画で述べるように、Jamuna 河独自の河道特性を調査し、最小河幅を決定した。その結果、純流水幅は $4,200 \text{ m}$ 以上となった。

この $4,200 \text{ m}$ の純流水幅に、26本の橋脚幅及び橋脚による水理的損失幅として橋脚幅の25%を加え、さらに橋梁径間割りをも考慮して、guide banks の間隔を求めると、 $4,680 \text{ m}$ となる。

この guide banks による水路幅縮小に起因する堰上量は、Dhaleswari 河の下流付替えをも考慮に入れると約 9 cm となる。この値は、Jamuna 河兩岸に堤防が築造され、この間に計画流量がとじ込められると想定した場合の値であり、現実に左岸堤のない現状の場合、この堰上げ量は、更に小さくなるものと判断される。又、大洪水時の平均流量は $1.8 \text{ m}^3/\text{s}$ 程度であり、工事が至難となる程ではない。したがって、本架橋計画の guide banks の間隔を最終的に $4,680 \text{ m}$ ($15,350 \text{ ft}$) と決定する。

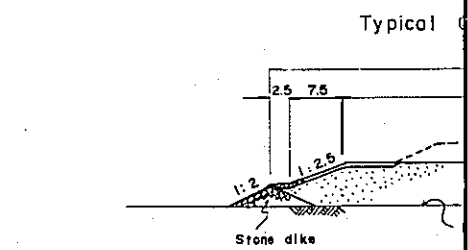
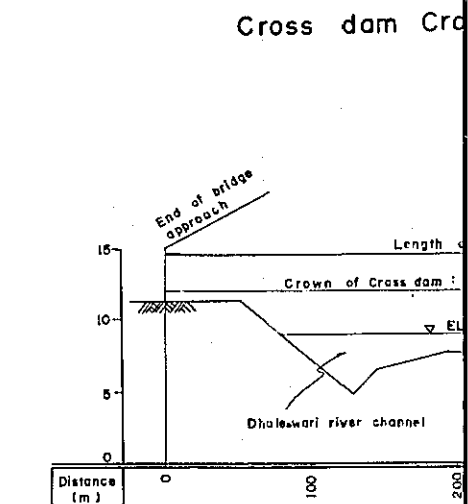
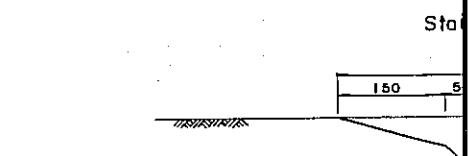
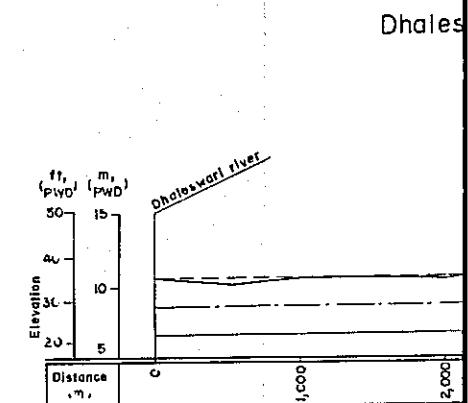
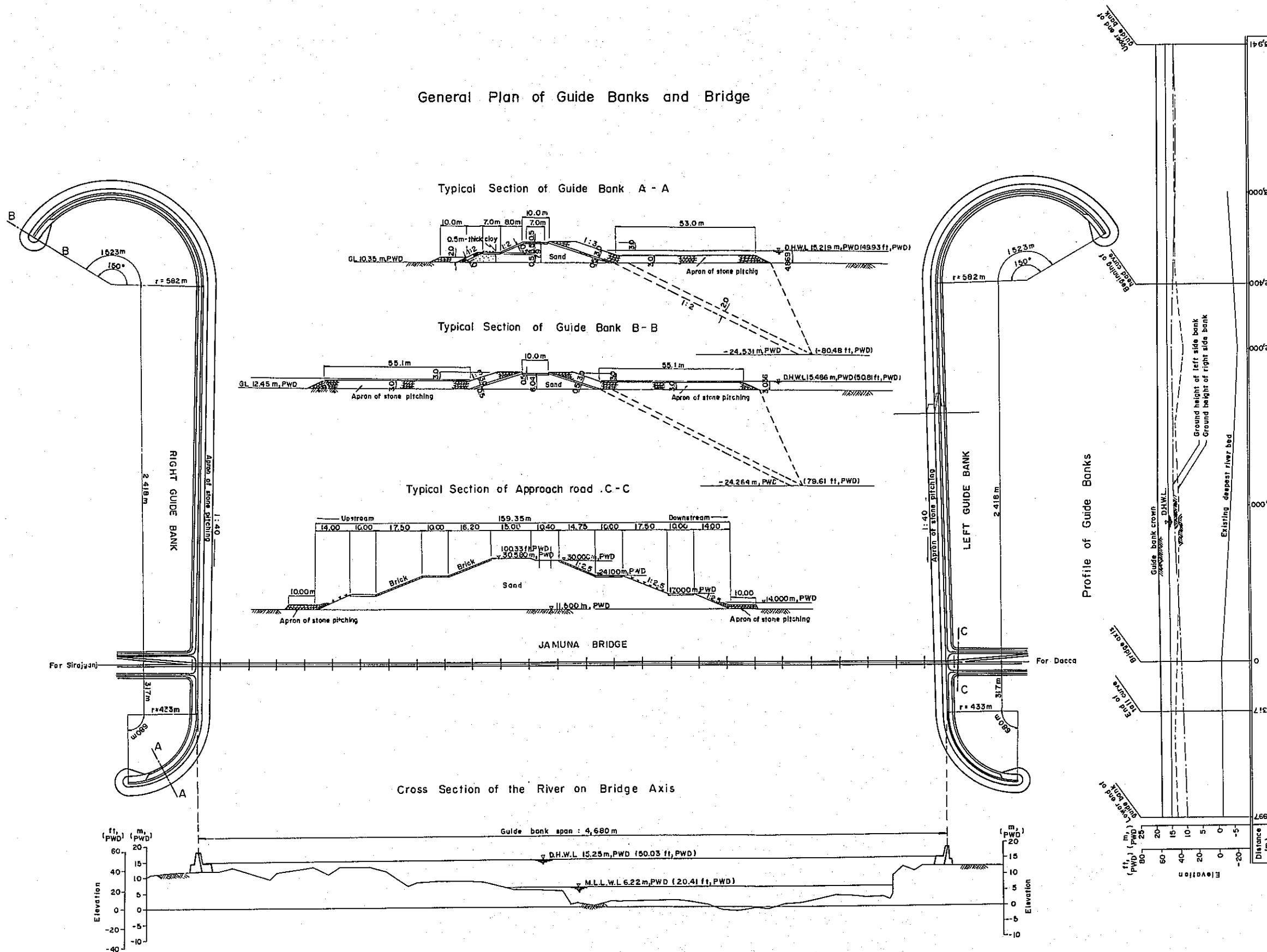
3.4 Guide banks

Guide banks と締切堤は、現状の地形、河川の流れの方向を考慮に入れ、又、水中工事をさけるように、河岸の端から約 500 m 陸側になるように考えて、Fig 2-4 のように配置した。

Guide banks の平面法線は、R.R. Gales により提案された方法に準じて Fig 2-4 のとおり決定した。guide banks の長さは、左右岸それぞれ $4,634 \text{ m}$ ($15,190 \text{ ft}$)、兩岸で $9,268 \text{ m}$ ($30,380 \text{ ft}$) である。

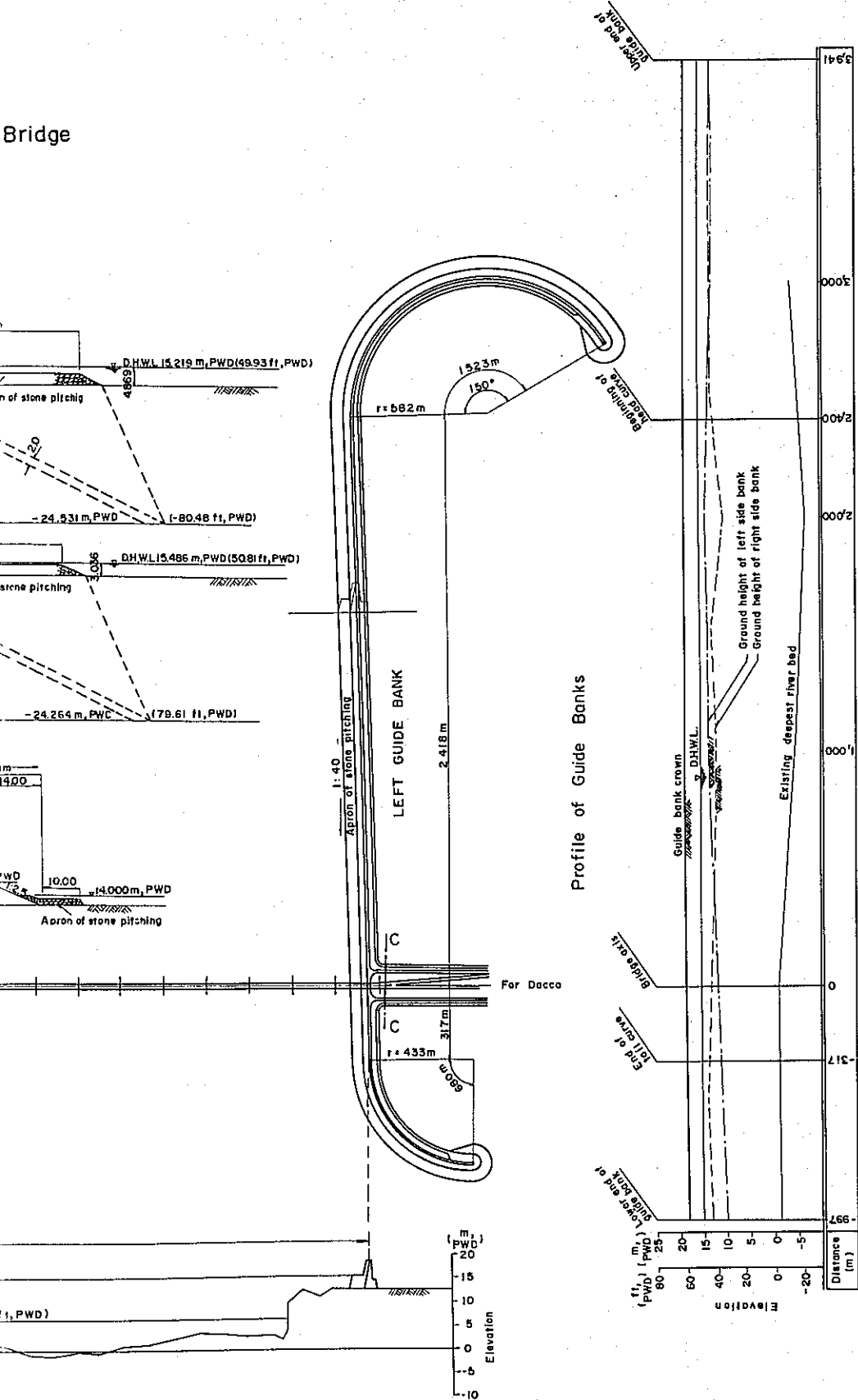
Guide banks の橋軸に於ける天端高は、DHWL 上に 3 m の余裕高をとり、 18.25 m , PWD (59.88 ft , PWD) に決めた。Guide banks の天端幅は 10 m とし、建設工事中の便宜、と建設後の維持管理のことを考慮に入れ、その 7 m 幅を

Fig. 2-4 Guide Banks and Dhaleswari New Channel



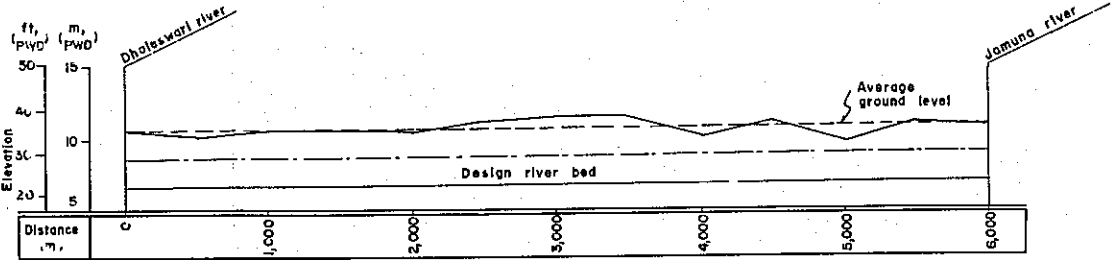
Dhaleswari New Channel

Bridge

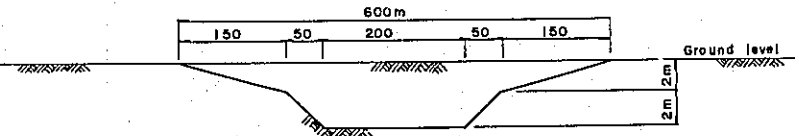


Dhaleswari New Channel

Profile

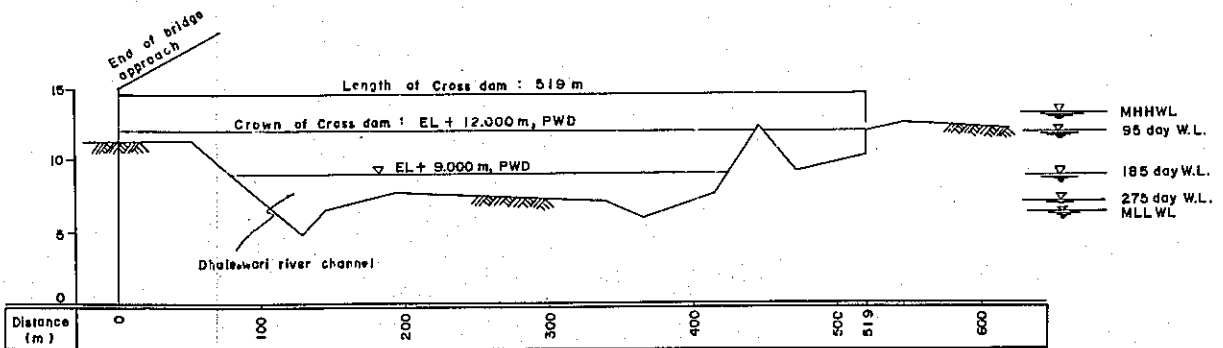


Standard Cross Section

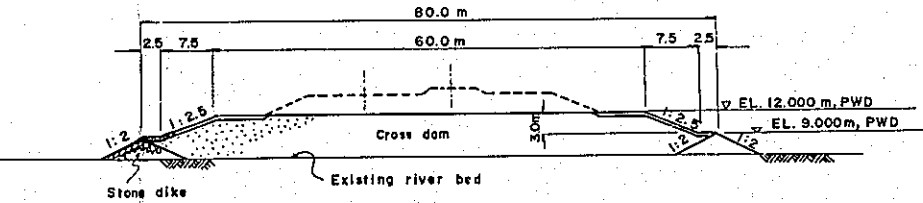


Cross dam Crossing the Dhaleswari River

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. II-1
Approved	

舗装するものとした。Guide banksの表法勾配は、前記のR.R.Galesの提案に従って、1:3とし、裏法勾配は、小段を含む全体としての勾配が1:3になるように定めた。表法の保護のため捨石を行う。捨石の重さは、波力に抵抗し得るよう、60~100kgの重さとした。裏法は法尻に捨石を行い、法面は芝付により保護する計画とした。

Guide banksの前面及び法先の保護工としては、前記のR.R. Galesの提案するfalling-apron方式を採用した。エプロンの長さ(L)は、Galesの提案に従って、 $L = 1.5 D$ により決定した。ここに、Dは、エプロン前面に於けるエプロン敷高からの予想最大洗掘深である。Volume II河川制御計画によると、DHWL以下の予想最大洗掘深は、39.8mと推定される。したがって、エプロンの長さは、兩岸のエプロンの平均敷高を考慮して、それぞれ次のとおりとなった。

左岸平均エプロン長=55.7 m, 右岸平均エプロン長=54.2 m

エプロンに使用される捨石の大きさは、Galesの研究、Hardinge橋に於ける保護工の実施例、並びにVolume II河川制御計画で述べた我々の調査等に基づき30kg~70kgの石を採用することに定めた。エプロンの捨石の厚さは、Galesの提案及びHardinge橋の実例から判断し3mと決めた。

3.5 締切堤

既に述べたように、締切堤(cross dike)は、橋梁取付部の基礎として利用する計画とした。また、締切堤は、流れや波浪から保護するため、14.0m, PWD (46ft, PWD)の高さ迄保護する計画とした。

3.6 石材に替る材料の検討

石材に替る材料として、コンクリート・ブロックが考えられる。充分な強度と比重をもつコンクリート・ブロックであれば、石材に替る材料として用いることが出来るであろう。しかし、この様なブロックを製造するには、多量のセメント及び石材量とほとんど同量の骨材が必要となり不経済である。更に、多量のセメントと骨材が短期間に集中的に必要なになるので、外国からの輸入に俟たねばならないであろう。

現場の砂を利用した貧配合のソイルセメントブロックを利用すれば経済的になるであろうが、反面、耐久性がなく、しかも、比重が小さいため、流水に抵抗するのに必要な寸法は龐大なものになり、エプロンの捨石には不適である。これらの欠点を補うため、Sirajganjの護岸工事で採用されたSteel Jackのような、何らかの対策が必要になる。このような工法を検討した結果、石材に比較して不経済であることが判明した。

したがって、現在のところ、経済的及び技術的に石材に替る有効な材料及び工法を見出すことが出来ない。従って、本架橋計画では、石材を使用するものとした。

しかしながら、プロジェクトの実施までに、Bangladesh 国内で石材を開発するか、石材を必要としない他の確実な工法を開発することが、強く要望される。

3.7 Dhaleswari 河の処置

左岸側橋梁取付部は、Dhaleswari 河を横切ることになる。もし、Dhaleswari 河を橋で渡るならば、Dhaleswari 河が洪水流を誘導して、橋梁取付部のみならず橋梁に対する被害の重大な原因になる可能性がある。この様な脅威から橋梁取付部を守るためには、この開口部に、本川と同規模の guide banks を配置しなければならない。特に、Dhaleswari 河の右岸側 guide bank は、Jamuna 河左岸の guide bank と連結させねばならないであろう。この様な方式はさらに多大な費用を要することになり、また、この処置にもかかわらず、開口部を通る洪水の脅威から免れることは出来ないであろう。従って、Dhaleswari 河を cross dam により締切り、橋軸下流 6 Km にある派川を利用して、約 6 Km の新水路を開さくして、Jamuna 河と Dhaleswari 河を連絡することに決定した。

Dhaleswari 新水路は、現状の Dhaleswari 河の流積を確保する方針のもとに、巾 600 m、地盤高以下の流積を $1,400 m^2$ として計画した。左岸の橋梁取付部は、この cross dam 上に築造される。Dhaleswari 新水路と cross dam の計画概要は、Fig 2-4 に示すとおりである。

4. 接続鉄道及び接続道路

4.1 接続鉄道

Jamuna 橋の利用度を充分に開発するため、Jamuna 河の西側の既設鉄道から、Jamuna 橋を通過し、更に、Jamuna 河東側の主要な地域を通過して、首都 Dacca に至る接続鉄道 (railway link) が計画された。

鉄道の輸送、運営、保守の観点から考え、接続鉄道は、既設鉄道から切りはなしで考えるより、その拡張であると思ふべきである。従って、接続鉄道の基準として既設鉄道の標準仕様を適用するばかりでなく、Bangladesh 国鉄道専門家の意見や既設鉄道の将来計画を充分考慮に入れて計画した。

Jamuna 河の西と東では軌道幅が異り、西側には、広軌 (5 ft 6 in) とメートル軌道 (1,000 m) が存在し、東側には、メートル軌 (1,000 m) のみが敷設されている。

西側の広軌とメートル軌の連結は、Santahar と Parbatipur 両駅の貨物積換場で実施されている。Jamuna 橋が完成された時には、東西連絡は 1 種類のゲージに統一するべきである。言うまでもなく、広軌鉄道は、輸送容量、速度、安定性、及び他の種々な点に於て、更に国際的な受入面で、メートル軌道に比べてはるかに

勝るものである。新計画に於いては、異った軌道を連結する駅や、積換設備は最早設備されるべきでなく、西側の Ishurdi-Sirajganj 線から分岐し、Dacca 迄、継目のない同一軌道で通す様に計画すべきである。これらの主旨に沿って、接続鉄道は、5ft6in の広軌で計画された。

Volume VII 交通および経済便益調査によると、2020年に必要となる列車本数は、広軌で1日当り59列車である。1日当り59列車の運行を予定すると、駅間平均距離は8.2Kmと計算されるが、もし、駅間距離を8.2Kmの替りに6.0Kmとするならば、繁忙な季節のみならず、遠い将来の輸送需要量の増加に応えることが出来るであろう。

この様な観点から、Jamuna 橋を含めた全区間に対して、単線を採用することに決定した。

接続鉄道の路線は、西側の既設広軌鉄道 Ishurdi-Sirajganj 線の Salap 駅を始点として分岐東進し、Hurasagar 河を渡って13Km地点でJamuna 河に達する。Jamuna 河を渡ってから、23Km地点でDhaleswari 河を越え、42Kmの地点でTangail 市に達し、ここに新駅が設置される。

更に、この路線は、Lahajangand 河、Futjani 河を渡ってから方向を東に転じ、67Km地点でMirzapur に達する。Mirzapur から更に、東進し、比較的乾燥地帯にある主要既設道路に沿って、Kalikair を通って、96Km地点でTurag 河を渡る。これより南下して、既設鉄道Dacca Tungi 間に計画中の飛行場の北方にAzampur 駅を新設し、ここで終端となる。以上の総延長は約114Km(71mile)になる。

Bangladesh 政府は、Azampur からDacca まで、広軌鉄道を延長し、Dacca 新駅(Kamalpur)に積換ヤードを設置する別途計画を持っている。Salap からDacca 迄の駅数は、Salap, Dacca 等の既設4駅を含めて24駅となる。

この計画に採用された設計条件は次のとおりである。

軌 間	:	広軌 (5 ft 6 in)
軌 道	:	単線
曲 線 部	:	標準最小半径 $R=1,000\text{ m}$
最急勾配	:	5 0/00 (1/200)
施工基面	:	高水位上 3 ft
設計荷重	:	軸重 22.5 ton (Broad Gauge Standard Loading of 1926)
列車速度	:	最高 60mph (96Km/h)

平均 34mph (54km/h)

軌道構造 : 90 lbs/yd (45kg/m) レール
木製枕木, 碎石道床

駅 : 軌道中心間隔 14 ft (Bangladesh Railways Standards)
最急勾配 2.5% (1/400)
信号形式 OTC を原則とする
線路有効長 700 m

4.2 接続道路

Jamuna 橋を渡って, 両側の既設道路を連結する接続道路 (road link) を計画する。路線は, 1978 年に開通が予定されている Sirajganj-Hatikumrul 線の中途, Sirajganj から西 4 km にある Siakol 地点から分岐し, 距離 13,750 m の地点で Jamuna 橋右岸の橋梁取付部に達する。路線は, Jamuna 橋を渡り左岸橋梁取付部の終端から更に延び, Tangail-Madupur 線と Tangail-Madupur-Gopalganj 線の交差点の北方約 500 m 地点で Tangail-Madupur 線に累加距離 37,350 m で接続する。右岸接続道路の延長は 13,750 m, 左岸のそれは 10,580 m である。

接続道路の巾員は, Volume VII 交通および経済便益調査で推定した将来交通量に合せて, 撓み性舗装 11 ft の 2 車線と, その両側の 8 ft の舗装路肩と 1 ft の保護路肩を合せて 40 ft とした。路面高は高水位上 3 ft より高くなるよう計画した。道路の幾何構造は, Bangladesh 国の "Geometric Design Standards of Rural Roads" に準じて設計した。設計に用いた条件は次のとおりである。

道路土盛巾 : 40 ft (1 級道路に対して)
舗装巾 : 22 ft (")
路 肩 : 8 ft (舗 装)
設計速度 : 60 mph (地方部)
 : 50 mph (都市部)
走行速度 : 45 mph (地方部)
 : 40 mph (都市部)
曲線半径 : 1,146 ft (60 mph に対して)
勾 配 : 最高 3 %
追越視距 : 2,000 ft (60 mph に対して)
 : 1,700 ft (50 mph に対して)

制御停止距離 : 475 ft (60mph に対して)
 " : 350 ft (50mph に対して)
 片 勾 配 : 最高 8 %

5. 工事量及び工事工程

以上述べた Jamuna Bridge Project の本工事に要する各工事量は Table 2-1 に示すとおりである。また, Project の実施工程の概要を, Fig 2-5 に示す。同図からわかる様に, 地形測量, 地質調査, 水理模型実験, 実施設計, 一部資機材の調達, 一部の土地収用等の準備工, 及び, 右岸側接続道路の建設工事に 3 年以上の期間が費される。次に, 左右岸建設基地の土地造成, 左右岸仮設鉄道及び道路の建設, 左右岸船たまり及び運河の建設並びに左右岸工事用地及び居住地区の建設等の建設基地工事に約 7 年間の期間が費される。最後に, 橋梁上部工及び下部工の建設, 橋梁取付部の建設, Guide banks の建設, 左岸側接続鉄道及び左右岸接続道路の建設等の本工事に, 8 年間の期間を要する。

合計 13 年間で本プロジェクトは完成する。

Fig 2-5 Outline of Implementation Schedule of the Project

Item \ Year	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Preliminary works													
Construction of bases													
Main construction works													

Table 2-1 Quantity of Works of the Project

Kind of works	Unit	Quantity of works			Remarks
		Right	Left	Total	
SUBSTRUCTURES					
		Total length of wells 2,177 m			
Well foundation (on land)		14 wells : 143.5 10 m in gross volume			
- do - (in stream)		14 wells : 145.3 10 m in gross volume			
Pier		28 piers : 34.8 10 m in net concrete volume			
Miscellaneous					
SUPERSTRUCTURES					
Manufacturing & erection	10 ³ t	-	-	61.3	* Three span-continuous truss 9 sets
Slab	10 ³ m ²	-	-	42.3	* Total bridge length: 4,747.5 m
Painting	"	-	-	937	
Permanent way	km	-	-	4.7	
Pavement	10 ³ m ²	-	-	35	
Miscellaneous					
BRIDGE APPROACHES					
					* Right : 5.1 km
Embankment	10 ³ m ³	4,111	4,784	8,895	* Left : 5.1 km
Stone pitching	10 ³ m ²	0	65	65	
Slope protection	10 ³ m ²	330	335	665	
Permanent way	km	10.2	5.1	5.1	
Pavement	10 ³ m ²	30	30	60	
Miscellaneous					
GUIDE BANKS					
					* Right : 4,938 m
Embankment	10 ³ m ³	831	874	1,705	* Left : 4,938 m
Stone pitching	"	1,400	1,406	2,806	
Sodding	10 ³ m ²	80	80	160	
Pavement	10 ³ m ²	35	35	70	
Miscellaneous					
DHALESWARI NEW CHANNEL					
					* Length : 6 km
Dredging	10 ³ m ³	-	6,600	6,600	
Miscellaneous					
RAILWAY LINKS					
					* Broad-gage single track
Formation	10 ³ m ³	563	7,184	7,747	* Length : 113.9 km
Bridge (A)	place	1	8	9	* Bridge (A): longer
Small bridge & spillway	km	0.26	294	320	than 100 m, Total
Permanent way (main line)	"	8.9	105.0	113.9	length: 1,352 m
Permanent way (sidings)	"	2.9	34.4	37.3	
Station & buildings	place	2	20	22	
Lighting telecommunication etc.	km	8.9	105.0	113.9	
Signalling	"	8.9	105.0	113.9	
Miscellaneous					
ROAD LINKS					
					* Two-lane carriageway
Embankment	10 ³ m ³	236	366	602	* Right : 13.75 km
Slope protection	10 ³ m ²	124	118	242	* Left : 10.75 km
Pavement	"	158	121	279	* Total length of bridge
Bridge (A)	place	1	1	2	(A) : 235
Small bridge & spillway	km	0.5	0.4	0.9	
Miscellaneous					

第Ⅲ章 建設基地

1 建設基地工事

1.1 建設基地計画の概要

Jamuna 橋の建設工事は、Table 2-1 で述べた如く莫大な工事量と、本工事に 8 年を要する画期的な工事である。従って、これらの工事に必要な建設用資機材量は莫大なものとなり、これら資機材の円滑な搬入、搬出及びこれらの運転状態を良好に維持することは、工事の成否を左右する重要な点である。

一方、この建設工事に従事する作業員数も極めて多数である。工事現場は、この地域の中心の都市である Sirajganj から 10 数 km 南にあり、現状では、交通、輸送路はなく、しかも、雨期の最盛期には洪水により水没する地域である。従って周辺地域のみから、工事作業員を集めることは、地理的にも量的にも困難である。また、工事面では、機械施工に依らざるを得ないものが多く、これに従事する外国人作業員数も極めて多い。

以上の理由から、工事の運営管理施設を備えた建設基地が必要であり、これは年間を通じて冠水しない地盤高にしなければならない。

Jamuna 橋建設工事には、大別して次の諸工事が含まれる。

- a. 橋梁工事：Jamuna 河を横断する橋梁の工事で、substructure 工事、superstructure 工事及び橋梁に取付く bridge approach 工事が含まれる。工事現場は、渡河地点の左右両岸及び河道内の橋軸線上にあり、比較的集中した範囲にある。
- b. 河川制御工事：架橋に伴う周辺河道の工事である。河川工事には、河道を架橋地点に固定させるための左右岸一対の Guide bank 工事及び Dhalewari 河を橋軸下流へ付替えるための新川開削工事がある。工事現場は、渡河地点左右両岸と、これよりさらに 10 km 程度下流左岸側に位置している。
- c. 接続道路工事：Jamuna 橋と既設道路を連結する道路の建設工事で、従って、工事現場は、Jamuna 河の左右岸それぞれ 10 数 km 余りの範囲に広がっている。
- d. 接続鉄道工事：Jamuna 橋と既設鉄道を連結する鉄道の建設工事で、工事現場は右岸側 10 数 km、左岸側 100 余 km の範囲に広がっている。

これらの諸工事のうち、接続鉄道工事及び接続道路工事は、既設の工事管理機構で実施出来ると判断されるので、ここではその他に必要な工事管理機構として、橋梁工事、河川制御工事を対象に、基地計画を立案するものとする。上記の如く、工事現場は、Jamuna 河により左右岸に分断されており、1つの建設基地では対岸側の工事に際して不都合が多い。従って、建設本基地と建設副基地を設け、Jamuna 河の左右岸にそ

れぞれ配置するものとする。

建設本基地は、Jamuna 河右岸に設ける。その理由は、

- a. 既設の鉄道及び道路が、架橋地点に近く、仮設鉄道、道路の建設が左岸より容易である。
- b. Khulna 港からの資機材及び仮りに Rajmahal 地域からの石材を陸上輸送する場合、現在の輸送路状況から考え、右岸側が有利である。
- c. 橋梁工事の陸上部工事量が、左岸より右岸側が多い。
- d. 右岸側工事現場上流には、この地域の中心都市である Sirajganj Town がある。

建設本基地は、本 project の建設工事の中心となる基地であるから、十分な規模の施設が必要であるが、建設副基地は、本基地の施設が利用出来るものについては、これを省略し、必要最小限な規模にする。

建設基地は、本 project を総合的に管理するための施設、建設資機材用施設（搬入、搬出、貯蔵、修理等）、基地内作業施設及び作業員の生活施設が必要である。

これらの諸施設建設のため、次の諸工事が必要である。

- a. 基地用地造成工事
- b. 仮設道路工事
- c. 仮設鉄道工事
- d. 船だまり及び運河建設工事
- e. 給水施設工事
- f. 電力施設工事
- g. 工事用地区施設工事
- h. 居住地区施設工事
- i. 污水处理施設工事
- j. Motor pool 建設工事
- k. 基地内輸送施設

各工事現場と基地の配置を Fig.3-1 に示す。基地建設工事は、本工事開始の 4 年前に始められ、7 年間で完成する。工事工程は、Fig.3-2 のとおりである。

次に、基地の施設規模を決定する基礎条件である基地人口について述べる。工事関係者を大別すると、外国人熟練労務者、国内熟練労務者、国内未熟練労務者及び工事管理に関係する国内外の上級技術者、事務員等に分けられる。これら工事関係者の日最大員数を、各工事毎に積算集計し、左右岸別にまとめ、APPENDIX A, Table 1 に示した。Table 1 には、労務者の単身者数、家族同伴者数の区分及び同伴家族数をも推定し、表示した。この表により、基地給水施設の給水人口としては、居住者人口と昼間人口の大きい方の値をとり、右岸 8,200 人（8 年目）、左岸 4,800 人

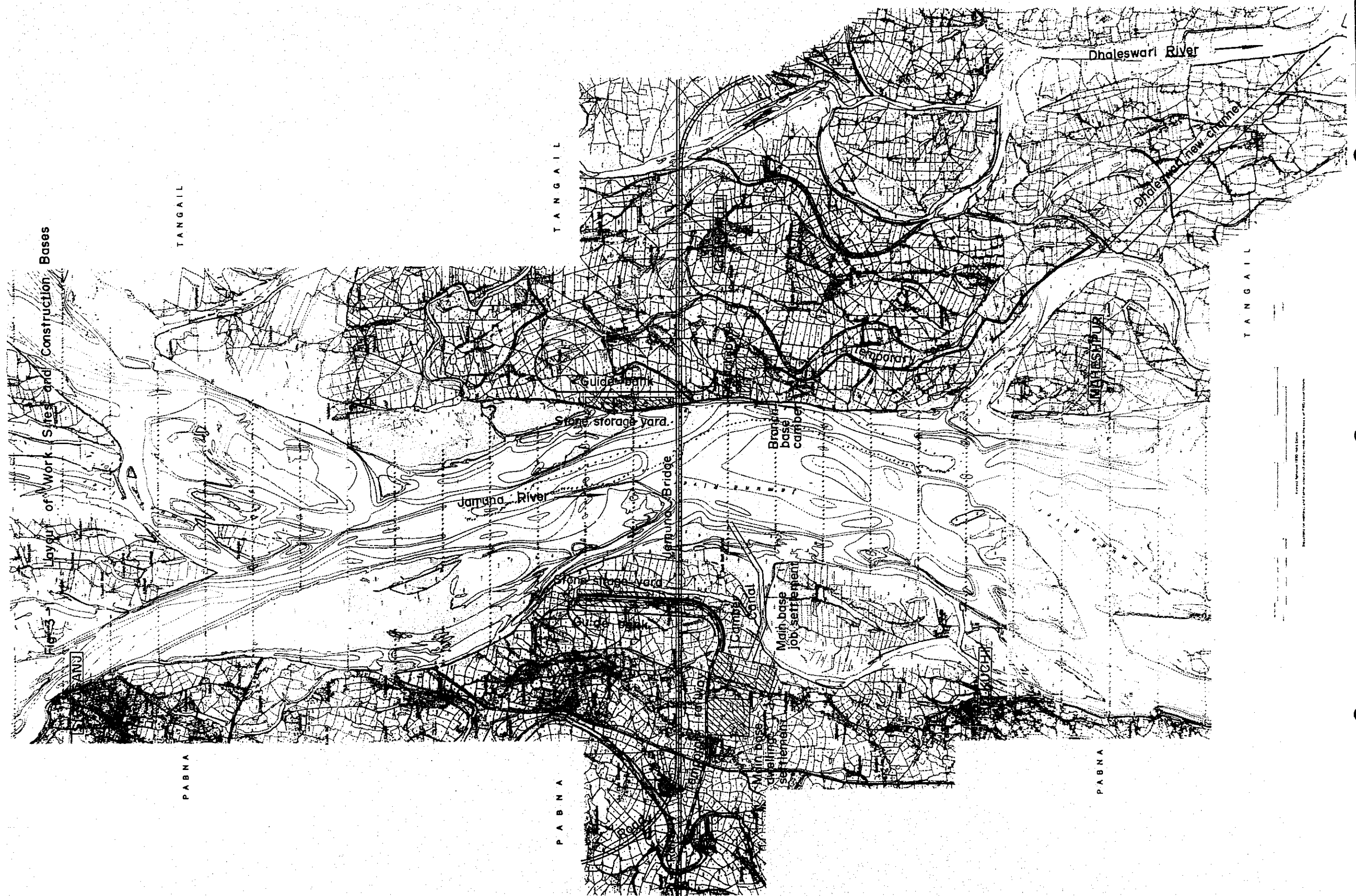
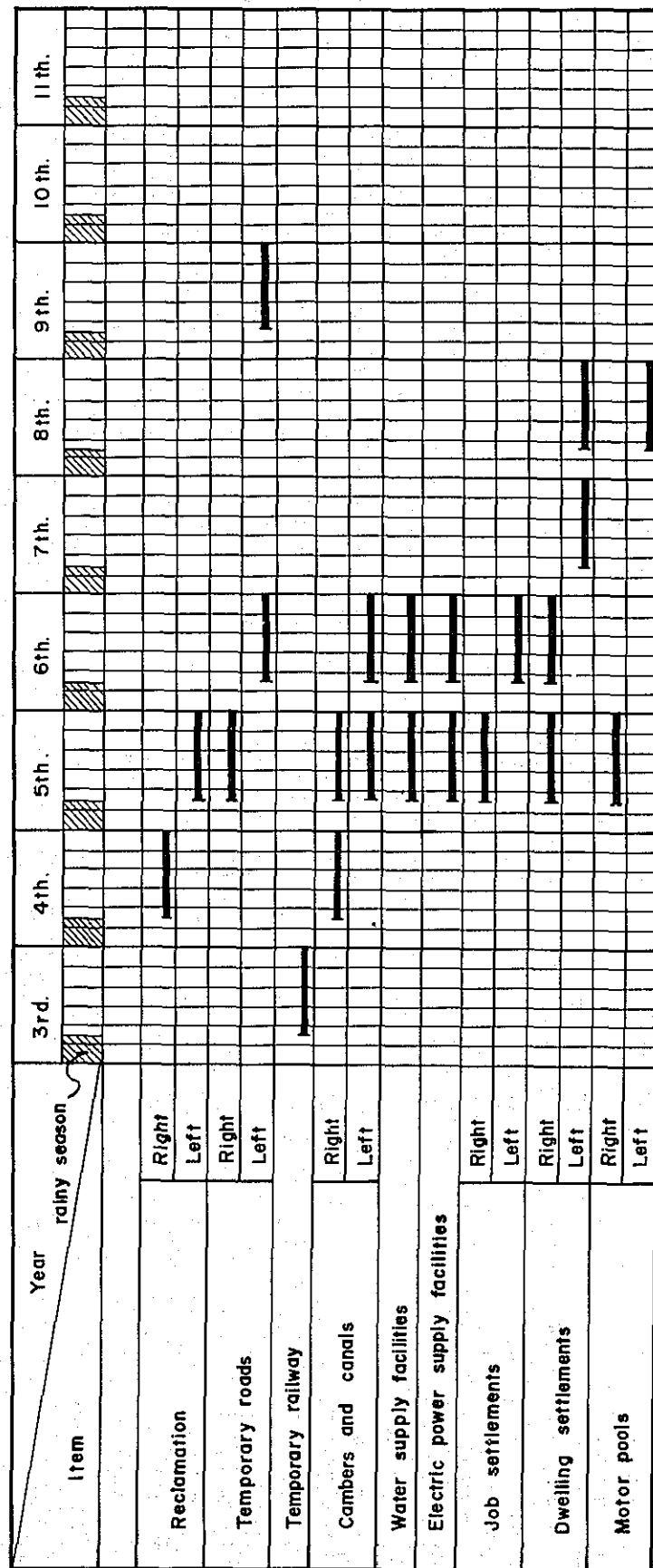


Fig.3-2 Construction Schedule of Construction Bases



(9年目)を採用し、電力、住宅施設の対象人口としては、単身者宿舎として右岸に4,600人(8年目)、左岸に3,800人(9年目)、家族用住宅として、右岸に1,700世帯(9年目)を採用するものとする。いずれの場合も全工期のうち、最大値となる年度の値を取っているため、充分予備が含まれていると考えられる。

1.2. 基地用地造成工事

基地用地として、左右岸それぞれ工事用地区及び居住地区を造成する。基地予定地は、洪水期に冠水する地域であるので、浚渫土で地盤をかさ上げ盛土する。盛土高は、平均年最高水位(MHHWL)が+13.14m、PWDであることを考慮し、+14.0m PWDとする。

項 目	盛土地盤高 (m, PWD)	現地盤高 (m, PWD)	盛土高 (m)	基地面積 (m^2)	浚渫割増率	浚渫工事量 ($10^3 m^3$)
右岸工事用地区	14.0	12.0	2.0	650,500	1.2	1,561
右岸居住地区	14.0	12.0	2.0	560,000	1.2	1,344
左岸工事用地区	14.0	12.5	1.5	211,900	1.2	381
左岸居住地区	14.0	12.5	1.5	163,900	1.2	295

浚渫工事は、後に河川工事で使用する4,000PS浚渫船と、船だまり及び運河の維持工事に当てる600PS浚渫船を用いて実施する。4,000PS浚渫船の浚渫量は、 $750 m^3/hr$ 、 $2,700 m^3/year$ で、600PS Pump Dredgerは、 $220 m^3/hr$ 、 $792,000 m^3/year$ で合計浚渫作業能力は $3,492,000 m^3/year$ である。一方、用地盛土のための所要浚渫量は、右岸 $2,905,000 m^3$ 、左岸 $676,000 m^3$ 、計 $3,581,000 m^3$ であり、2年間の工期で充分である。従って4年目及び5年目前期に右岸側基地、5年目に左岸側基地の浚渫工事を実施する。

1.3. 仮設道路工事

仮設道路には、大別して、接続道路から基地への進入路、工事用地区内道路、居住区域内道路及び基地と石材置場或は工事現場を連結する連絡道路がある。これらは、Fig.3-1に示すとおりである。

1.3.1. 道路延長

a 右岸側

種 別	幅	員	延 長	備 考
基地進入道路	8.00 m	0.65 km		
工事用地区道路	20.00 m	5.35 km	幹線	
	10.00 m	2.13 km	準幹線	
居住地区道路	9.00 m	1.30 km	幹線	
	6.00 m	5.50 km	準幹線	
連絡道路	8.00 m	0.10 km	基地間	
	8.00 m	3.85 km	基地・石材置場間	
右岸合計		18.88 km		

b 左岸側

種 別	幅	員 延	長	備 考
工事用地区道路	2 0.0 0 m	2.5 2 km	幹 線	
	1 0.0 0 m	0.8 4 km	準幹線	
居住地区道路	9.0 0 m	0.4 0 km	幹 線	
	6.0 0 m	1.6 0 km	準幹線	
連絡道路	8.0 0 m	3.1 5 km	基地・石材置場間	
	5.0 0 m	8.1 0 km	基地 Dhaleswari 河間	
左 岸 合 計	—	1 6.6 1 km	—	
左 右 岸 合 計	—	3 5.4 9 km	—	

1.3.2. 構 造

浚渫または、路線側部からの盛土とし、路盤は現地産のレンガ砕を用いる。路面は、アスファルトコンクリート舗装とし、工事用地区及び居住地区道路側部には、スコール時の雨水排水を考慮し、レンガ利用の皿型側溝を設ける。路面高は、いずれも +1 4.0 m, PWD とする。

道路種別の路盤厚、舗装厚は次のとおりである。

種 別	路 盤 厚	舗 装 厚
基地進入道路	6 0.0 cm	1 0.0 cm
工事用地区道路	6 0.0 cm	1 0.0 cm
居住地区道路	3 5.0 cm	7.0 cm
連絡道路	6 0.0 cm	1 0.0 cm

1.4. 仮設鉄道工事

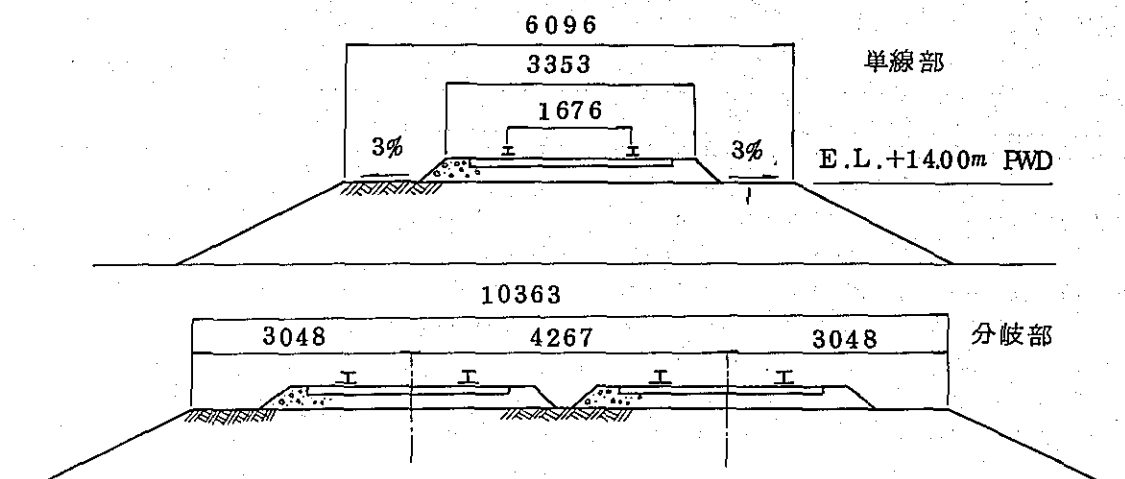
右岸側工事に必要な建設資機材（石材を含む）の搬入は、水上輸送とともに、鉄道輸送による。この鉄道輸送のため、接続鉄道から建設基地及び石材置場への進入鉄道を設ける（Fig.3-1 参照）。

1.4.1. 鉄道延長

仮設鉄道延長は、接続鉄道から、基地を通って石材置場までの 8.3 5 km で単線とし、それぞれ 3 0 0 m の待避線を 3 ケ所設ける。

1.4.2. 構 造

道路造成同様、浚渫または、路線側部からの盛土とし、道床材には砕石を用いる。施工高は、路体で +1 4.0 0 m PWD とする。鉄道横断面は、次図のとおりである。



1. 5. 船だまり及び運河建設工事

建設基地への水上輸送資機材の搬入、左右岸間の資機材輸送及び、橋梁工事架設材の搬出等のため、船だまり及び舟運に十分な水深を備えた運河を左右岸にそれぞれ建設する。

船だまり及び運河の平面位置は、前記Fig.3-1に示すとおりである。

1. 5. 1. 構造及び施設

架橋地点のMLWLは、 $+6.22\text{ m}$ 、PWDであり、船だまり及び運河は、この水位に対して支障のない水深を確保するものとする。

右岸側船だまりは、 $300\text{ m} \times 540\text{ m}$ の矩形で、面積は $162,000\text{ m}^2$ である。船だまり周辺には、荷役のための諸施設が建設されるが、その概要は次の通りである。

- a 荷役棧橋： $120.0\text{ m (L)} \times 16.0\text{ m (W)}$ ； 500 t 級船舶2隻が同時着棧可能なものとし、鋼製杭ラーメン構造型式とする。
- b 鋼製ウエルブレキヤストコンクリートブロック積出岸壁： $L=300.0\text{ m}$ ； $1,000\text{ t}$ 級クレーン船の着棧可能なものとし、鋼製杭ラーメン構造型式とする。
- c 橋梁上部工積出岸壁： $L=300.0\text{ m}$ ； $12,000\text{ t}$ フラットバージの着棧可能なものとし、鋼矢板型式とする。

左岸船だまりは、 $370\text{ m} \times 430\text{ m}$ の矩形で、面積は $159,100\text{ m}^2$ である。

左岸船だまりの施設としては、右岸同様の荷役棧橋を設ける。その他に、雑設備として繫船柱及び航路標識等を備える。

船だまりの水深は、tugboatの吃水を考慮して 4 m とし、 $+2.22\text{ m PWD}$ まで浚渫するものとする。但し、橋梁上部工積出岸壁前面 100 m の部分のみは、水深 3 m とし、 $+3.22\text{ m PWD}$ まで浚渫する。これは、船だまり内での橋梁上部工搬出台船の移動、方向転換が繫留索を用いて操作されるので、水深 3 m で充分であり、加えて橋梁上部工構築ヤードを背後に持ち大荷重を受ける岸壁の建設を容易にするためである。岸壁部以外の掘削法勾配は $1:3$ とする。

右岸側運河延長は、3,150 m、左岸側運河延長は、350 mである。運河横断は、左右岸とも水深4 m、底高+2.22 m、PWDとし、底幅70 m、堀削法勾配1:3とする。

1.5.2. 浚渫工事

上記の船だまり及び運河の建設に必要な浚渫量は、次のとおりである。

工 種	平均現地盤高 (m, PWD)	浚渫底高 (m, PWD)	浚渫工事量 (10 ³ m ³)
船 だ ま り	12.0	2.2	1,224
右 橋 梁 上 部 I 岸 壁	12.0	3.2	253
岸 運 河	8.5	2.2	1,570
合 計	-	-	3,047
左 船 だ ま り	12.5	2.2	1,605
岸 運 河	12.5	2.2	399
合 計	-	-	2,004
左右岸合計	-	-	5,051

浚渫工事は、4,000 PSポンプ浚渫船及び600 PSポンプ浚渫船で実施する。各ポンプ浚渫船の作業量は、

$$\begin{aligned}
 &4,000 \text{ PS 浚渫船: } 750 \text{ m}^3/\text{h} \times 16 \text{ h/d} \times 25 \text{ d/mon} \times 9 \text{ mon/yr} = \\
 &\quad = 2,700,000 \text{ m}^3/\text{yr} \\
 &600 \text{ PS 浚渫船: } 220 \text{ m}^3/\text{h} \times 16 \text{ h/d} \times 25 \text{ d/mon} \times 9 \text{ mon/yr} = \\
 &\quad = 792,000 \text{ m}^3/\text{yr} \\
 &\quad \text{計} \quad 3,492,000 \text{ m}^3/\text{yr}
 \end{aligned}$$

従って、両船を利用することにより、4年目、5年目の2年間の工期内に浚渫できる。前記の如く、右岸基地造成に必要な土量は2,905,000 m³、左岸基地造成に必要な土量は676,000 m³であるから、この船だまり及び運河からの浚渫土を、基地造成に当てることは量的にも、位置的にも、好都合である。

1.6. 給水施設

基地の給水用途は、大別して、生活用水、工事用水に分けられる。生活用水としては、居住地区及び工事用地区における飲料水等があり、工事用水としては、コンクリート等のプラント用清水及び洗浄等の雑用水がある。給水源としては、地下水の利用及び河川水の利用が考えられる。河川水については、雨季と乾季の水位差が大きく、乾季にも安定した取水を行うためには、取水施設の面で困難がある。加えて、雨季と乾季の水質（特に含砂量）の面での変化が大きく、地下水利用に較べ不利である。

地質柱状図によると、地下80m程度まで砂層がつづき、その下に砂礫層がある。約100m程度掘進すると、この砂礫層に地下水があると思われるので、水質、水量等不詳ではあるが、地下水が利用可能であると判断し、これにより給水施設の計画を立てる。なお、工事用の洗浄等の雑用水については、直接河川水又は浅井戸を使用するものとする。

1.6.1. 右岸基地給水施設

右岸基地生活用水は、給水対象人口を8,200人、1人1日最大給水量を0.3 t/day とすると、日最大給水量は2,460 t/day となる。時間最大給水量は、日給水量の1/2が3時間に集中して使用されるとすると、410 t/hr である。給水施設の計画に当っては、さらに予備として、1日分の給水量を貯えておく必要がある。

a. 管 井 戸：井戸一本当り集水量を、0.5 t/min とすると

$$0.5 \text{ t/min} \times 60 \text{ min} \times 24 \text{ hr} \times 0.8 = 576 \text{ t/day}$$

従って、所要井戸本数は

$$2,460 \text{ t/day} \div 576 \text{ t/day} = 4.3 \text{ 本} \div 5 \text{ 本}$$

b. 貯 水 槽：予備1日を考慮して

$$2,460 \text{ t/day} \times 2 \text{ days} = 4,920 \text{ t} \div 5,000 \text{ t}$$

c. 配水高架水槽：時間最大給水量は、410 t/hr であるから、

$$410 \text{ t/hr} \times 10 \text{ min} / 60 \text{ min} \times 0.5 = 34.2 \text{ t} \div 40 \text{ t}$$

d. 浄化設備：処理能力20 t/hr の unit を設置するものとする、

$$2,460 \text{ t/day} \div (20 \text{ t/hr} \times 24 \text{ hr}) = 5.1 \text{ 台} \div 6 \text{ 台}$$

一方、右岸基地用工事用水は、日最大コンクリート打設量を600.0 m³/day とすると

$$600 \text{ m}^3 \times 0.16 \text{ t/m}^3 \times 1.2 = 115 \text{ t/day}$$

従って、他の工事用の用途も考慮して、200 t/day の給水施設を計画する。これらの工事用水には、浄化しない井戸水を使用するものとし、このため、管井戸1本を用意する。工事用の浄化水については、工事用の使途を考慮して、上記生活用水の1人1日最大給水量を充分余裕をもって定めてあるので、これを使用することが出来る。

1.6.2. 左岸基地給水施設

左岸基地生活用水は、給水対象人口を4,800人、1人1日最大給水量を、0.3 t/day として、右岸基地生活用水と同様の計画規準で設備するものとする、日最大給水量は、1,440 t/day、時間最大給水量は、240 t/hr となる。

a. 管 井 戸：

$$1,440 \text{ t/day} \div 576 \text{ t/day} = 2.5 \text{ 本} \div 3 \text{ 本}$$

b. 貯水槽:

$$1,440 \text{ t/day} \times 2 \text{ days} = 2,880 \text{ t} \div 3,000 \text{ t}$$

c. 配水高架水槽:

$$240 \text{ t/hr} \times 10 \text{ min} / 60 \text{ min} \times 0.5 = 20 \text{ t}$$

d. 浄化設備:

$$1,440 \text{ t/day} \div (20 \text{ t/hr} \times 24 \text{ hr}) = 3.0 \text{ 台} \div 4 \text{ 台}$$

上記の他、工事用水のため、管井戸1本を用意する。

1.7 電力施設

工事用及び工事用地区、居住地区の電力は全て自給しなければならず、従って、左右岸にそれぞれ電力設備を計画する。

1.7.1. 所要電力容量

左右岸の基地施設に必要な電力容量は、APPENDIX A, Table 2 に示す積算結果に基づき、次のとおりである。

項	目	所要電力容量
右	居住地区	8,980 KW
	工事用地区及び本工事用	4,300 KW
岸	右岸合計	13,280 KW
左	居住地区	4,020 KW
	工事用地区及び本工事用	1,930 KW
岸	左岸合計	5,950 KW
	左右岸合計	19,230 KW

1.7.2. 施設

前記のとおり、左右岸にそれぞれ発電所を設ける。発電は、重油燃料発電機で行い、60サイクル3KVの電圧で送電し、使用ヶ所で、100V～200Vに変圧使用するものとする。

a. 右岸電力施設

発電機: 2,000KVA×7基=14,000KVA

居住地区変圧所: 14ヶ所(100V, 200V 2回線)

工事地区変圧所: 7ヶ所(100V, 200V 2回線)

工事用変圧所: 1ヶ所

b. 左岸電力施設

発電機：2,000KVA×3基=6,000KVA

居住地区変圧所： 6ヶ所（100V, 200V 2回線）

工事地区変圧所： 3ヶ所（100V, 200V 2回線）

工所用変圧所： 1ヶ所

発電機は、上記の如く、右岸に14,000KW, 左岸に6,000KWを設置するが、実際には、居住地区では夜間に使用量が多く、工所用地区及び工所用電力は、昼間に使用量が多いと言うように、電力消費時間にずれがあるので、この発電能力には、充分な余裕が見込まれていると言える。

1.8 工所用地区施設及び石材置場

左右両岸基地に、工所用地区を設ける。工所用地区の造成工事は、1.2節で述べたとおりで、この造成地上に、建物設備、機械設備、資材置場、機械置場、加工場等の工事を運営管理する諸施設が置かれる。これらの配置を、Fig.3-3に示す。

次表は、工所用地区に收容される諸施設の敷地面積、地区内道路面積及び船だまり面積を、左右岸基地に分けて示したものである。これらの面積々算については、APPENDIX A, Table 3に示すとおりである。

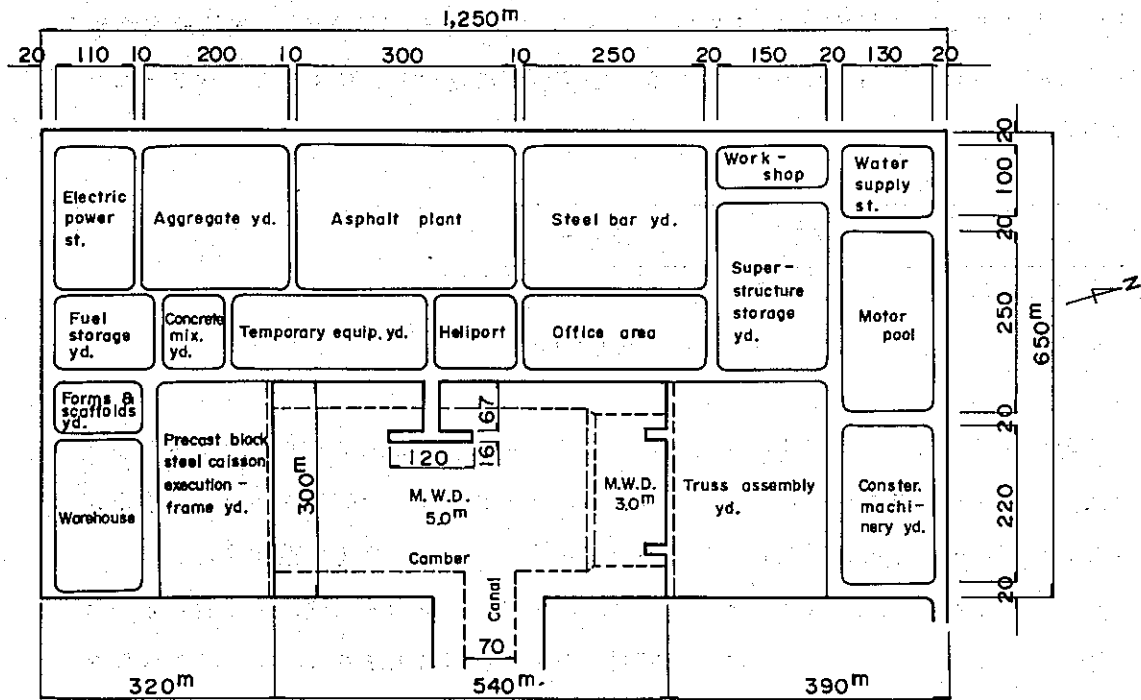
項 目	建設本基地（右岸）	建設副基地（左岸）
工所用施設敷地	522,000 m^2	145,700 m^2
道 路 面 積（20m幅）	107,000 m^2	57,600 m^2
” （10m幅）	21,300 m^2	8,400 m^2
船だまり面積	162,000 m^2	159,100 m^2
合 計	812,500 m^2	371,000 m^2

石材置場については、現地盤上に置くこととし、Guide bank 工事に好都合な位置に置場を設ける。石材は、鉄道或は水上輸送により直接石材置場に、荷おろし或は、陸上げする。石材置場の配置は、前記Fig3-1に示すとおりである。Guide bank 工用の石材は、一年間の工事に必要な石材量を、工事の一年前に石材置場へ備蓄しておくものとし、1年分の石材を貯えるに必要な面積として、左右岸それぞれ510,000 m^2 の石材置場を設ける。

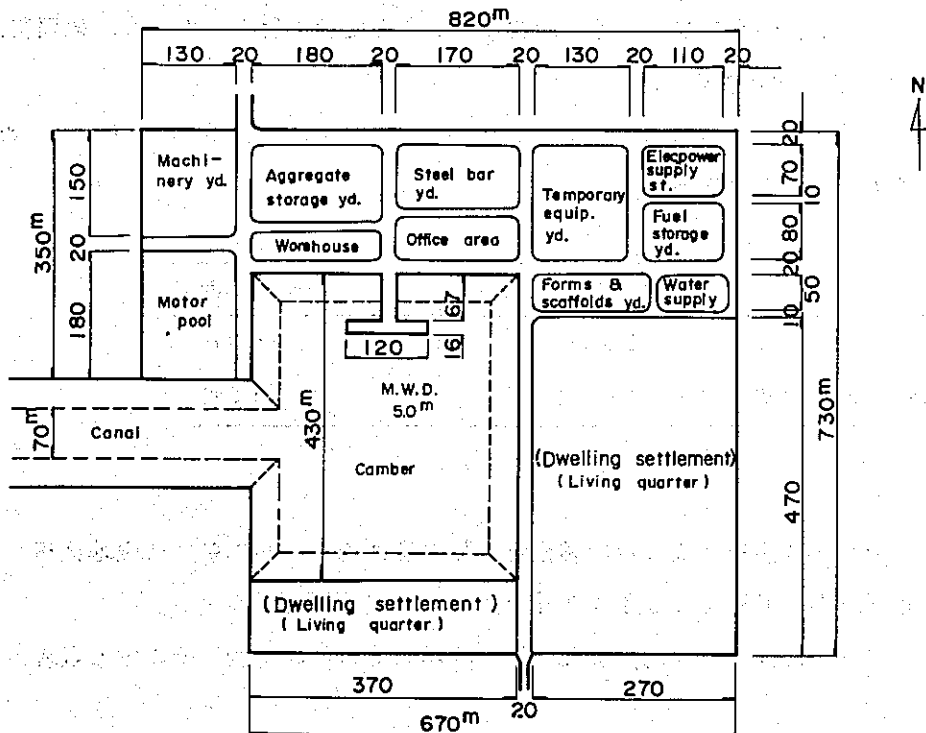
石材を、インド領東部及びアッサム州から輸入すると仮定すると、右岸側石材置場へは、鉄道により、また、左岸側石材置場へは、産地からの水上輸送、或は、右岸側石材置場からお水上輸送で搬入することになる。

Fig 3-3 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

1.9 居住地区施設

居住地区は、本工事に関連する全ての作業員の生活区域である。居住地区施設としては、住宅施設の他、公共施設として、学校、物資の配給センター、病院・診療所、警察、娯楽施設等を設けなければならない。居住地区は、左右岸に設けるものとし、その平面位置は、前記Fig.3-1及びFig.3-3に示すとおりである。居住地区面積は、APPENDIX A, Table 4及び5に示す仮定に基づき積算すると、次のとおりである。

種 別	建 坪 (m^2)	敷 地 (m^2)
右 岸 側	173,800	560,000
左 岸 側	57,700	163,900

移動性を考慮して、右岸建坪66,200 m^2 及び左岸建坪54,700 m^2 の単身者住宅には、プレファブ構造を適用する。一方、建坪91,800 m^2 の家族住宅及び、右岸建坪15,800 m^2 、左岸建坪3,000 m^2 の公共建物にはレンガ構造を適用する。

これらの建築物は、右岸側では、5年目、6年目に、左岸側では、7年目、8年目に建設される。なお、7年目には、左岸側での本工事が計画されているが、少人員なので、右岸基地に居住し、左岸側へ通勤するものとする。居住地区に必要な諸施設については、他の節で述べるとおりである。

1.10 汚水処理施設

汚水処理施設は、左右岸居住地区及び工事用地区からの生活排水のみを対象とし、左右岸に設備する。処理方法は、汚水、雑用水の合併処理を行うものとし、処理後、Jamuna 河へ放流するものとする。

生活排水の予想量を、右岸側で、1,200 ton / day, 左岸側で 700 t/day として設備するものとする。

	右 岸	左 岸	合 計
貯 水 槽	1,200 m^3	700 m^3	1,900 m^3
回転曝気式処理機	12台	7台	19台

1.11 モータープール

本工事に使れる建設機械等の定期整備及び故障等に備え、右岸基地に敷地面積32,500 m^2 、左岸基地に23,400 m^2 のモータープールを計画する。

モータープールには、事務所、各種工場、格納庫等の建物施設、その中に収容され

る機械、器具類及びクレーン設備、給水・給油施設、機動設備等の雑設備を配備するものとする。

1.1.1.1 建物施設

建物施設としては、事務所、工員詰所、整備工場、鍛冶工場、機械工場、木工場、鋳物工場、溶接工場、格納庫、倉庫、試験室及びその他の雑建物を計画する。各施設の規模は、左岸側施設を右岸側施設より若干小さなものとする。右岸施設建坪は $3,890\text{ m}^2$ 、左岸施設建坪は $2,250\text{ m}^2$ と見積られる。

1.1.1.2 機械器具類

建設機械の整備修理に必要な工作機械として、施盤、ボール盤、フライス盤、金切帯鋸盤、機器・工具類として、リフトジャッキ、油圧プレス器、洗浄用機器、注油装置、コンプレッサー、電気試験機器、電動工具、亀裂探傷機器、エンジン整備機器、プレーキ・タイヤ・サービス、一般計測器、一般工具、切削研削工具、溶接機、木工器具等を配備する。

1.1.1.3 雑設備

前記の各施設の他に、給水施設、給油施設、変電設備及びクレーン設備として、天井クレーン、ゴライアスクレーンを配備する必要がある。さらに、モータープールには、機動性を持たせる必要があり、ジープ、工作車、油圧トレーラー等の機動設備を配備するものとする。

1.12. 建設基地工事数量

建設基地工事については、以上述べたとおりであるが、これをまとめると、Table 3-1のとおりである。これらの諸工事を、右岸側については、3年目から6年目末まで、左岸側については、5年目から9年目末までに完成しなければならない。しかも、それ以前に諸施設の部分的な使用が予想される。従って、限られた工期内に諸施設を完成するため、相当数の建設機械導入を考えなければならない。建設基地工事に必要な主要建設資機材及び労務者の数量を見積ると、Table 3-2のとおりである。なお、これらの数量には、後に述べる基地施設の維持管理に必要な数量も含まれている。

建設基地工事に用いた建設機械で、工事終了後も耐用年数の残っている機械は、そのまま基地に配置しておき、基地の維持工事に当てると共に、本工事の予備機械とするものとする。

Table 3-1 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	2,905,000 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

Table 3-2 Quantity of Major Construction Equipment, Materials and Number of Laborers

(Construction base)

Item	Unit	Year												Total
		2nd.	3rd.	4th	5th	6th	7th	8th	9th	10th	11th	12th	13th	
EQUIPMENT FOR CONSTRUCTION (FOREIGN)														
Bull dozer(2,8,13t)	nos		6	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	
Tractor shovel(1.2m ³)	"		6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
Trailer(40t)	"		-	-	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
Dump truck(4,8,12t)	"		5	5	33	33	33	33	33	33	33	33	33	
Truck(4,8,11t)	"		6	12	40	40	40	40	40	40	40	40	40	
Truck crane(10,20,30t)	"		2	4	17	17	17	17	17	17	17	17	17	
Crawler crane(8t,955)	"		-	-	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
Concrete agitator car(4.5m ³)	"		-	-	15	15	15	15	15	15	15	15	15	
Diesel hammer(2.2,4.0t)	"		-	-	6	6	6	6	-	-	-	-	-	
Vibro hammer(40,60,90KW)	"		-	-	6	6	6	6	-	-	-	-	-	
Generator(50,125,300KW)	"		5	5	38	38	38	38	38	38	38	38	38	
Under water pump(φ100,150)	"		-	-	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Winch(30PS)	"		-	-	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
Pump dredger(600,4000PS)	"		-	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	
Anchor barge(5,15t)	"		-	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5	
Tugboat(300,500,3500PS)	"		-	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	
Floating crane(1,000t)	"		-	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
Communication boat(6.5PS)	"		2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
Survey boat(50PS)	"		-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Other equipment	l.s.													
EQUIPMENT FOR FACILITIES (FOREIGN)														
Well equipment(0.5t/min)	units		-	-	7	10	10	10	10	10	10	10	10	
Purification plant(20t/hr)	"		-	-	6	10	10	10	10	10	10	10	10	
Diesel generator(2,000KVA)	"		-	-	7	10	10	10	10	10	10	10	10	
Transformer facilities	sets		-	-	1	2	2	2	2	2	2	2	2	
Unloader	"		-	-	2	4	4	4	4	4	4	4	4	
Goliath crane	"		-	-	3	5	5	5	5	5	5	5	5	
Stiff leg derrick crane	"		-	-	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
Sewage-treatment plant	units		-	-	12	12	19	19	19	19	19	19	19	
Machines for motor-pool(4kind)	sets		-	-	1	2	2	2	2	2	2	2	2	
Buildings(brick)	10 ³ m ²		-	-	108	111	111	111	111	111	111	111	111	
-db- (prefabricated)	"		-	-	81	143	143	143	143	143	143	143	143	
Bus(for 50men)	nos		-	-	-	-	15	15	15	15	15	15	15	
Jeep	"		-	-	-	-	100	100	100	100	100	100	100	
Ferry boat(for 300 men)	"		-	-	-	-	2	2	2	2	2	2	2	
Other equipment	l.s.													
MATERIALS (DOMESTIC)														
Brick	10 ³ Pc		-	-	2,469	1,002	34	34	-	-	-	-	-	3,539
Bat	10 ³ m ³		-	72.6	280.7	123.4	10.9	10.9	24.0	14.6	14.7	14.7	-	566.5
Crushed stone & gravel	"		-	-	21.7	10.1	0.3	0.3	2.7	1.6	1.6	1.6	-	39.9
Sand	"		-	-	12.8	6.0	0.2	0.2	1.5	0.9	0.9	0.9	-	23.4
Ballast	"		16.7	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	49.7
Other materials	l.s.													
MATERIALS (FOREIGN)														
Asphalt	m ³		-	-	1,640	800	-	-	200	100	100	100	-	2,940
Cement	t		-	-	1,214	556	94	84	-	-	-	-	-	1,948
Structural steel	"		-	-	9,518	2,940	10	100	-	-	-	-	-	12,568
Rail	"		835	-	234	-	-	-	-	-	-	-	-	1,069
Tie rod	nos		-	-	445	-	-	-	-	-	-	-	-	445
Steel bar	t		-	-	411	187	31	31	-	-	-	-	-	660
Service steel pipe	t		-	-	560	340	-	-	-	-	-	-	-	900
Oxygen gas	10 ³ m ³		-	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	-	-	67.2
Acetylene gas	10 ³ kg		-	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	-	-	48.0
Light oil	10 ³ kl		0.3	0.4	1.4	1.8	1.7	1.8	1.8	1.8	1.5	1.4	0.5	14.4
Heavy oil	"		-	5.4	5.9	8.2	9.5	8.7	10.7	9.3	7.7	7.7	7.7	80.8
Other materials	l.s.													
LABORER (DOMESTIC)														
Skilled laborer	10 ³ man. day		19.2	16.9	83.7	71.5	39.3	42.0	46.3	38.6	38.5	21.9	21.9	439.8
Unskilled laborer	"		18.0	39.8	385.2	281.7	84.4	101.3	103.0	59.7	59.7	59.6	59.6	1,252.0
LABORER (FOREIGN)														
Skilled laborer	10 ³ man. day		7.4	33.9	77.6	61.6	42.4	45.2	41.5	26.1	26.1	17.0	15.9	394.7

2 建設基地の維持運営

建設基地施設の供用期間は、6年目から13年目迄の8年間である。この供用期間中、基地内の諸施設は、十分な機能を果しうるよう運営管理するとともに、適切な維持保守を行わなければならない。

2.1. 運営管理業務

接続鉄道から基地及び石材置場へ通じる仮設鉄道並びに、基地内の給水施設、電力施設、汚水処理施設、モーターブール、ヘリポート、医療施設等の運営管理のため、専門技師、職員、労務者及び必要資機材を配備する。

さらに、基地内及び基地、工事現場間の工事関係者及び工事用資機材の輸送並びに工事連絡のため、陸上、水上の輸送交通機関及び空路の交通機関を計画し、これに必要な職員、資機材を配置する。陸上機関としては、大型バス、マイクロバス、ジープ、トラック及び基地工事に使用したダンプトラック等を配備し、水上機関としては、フェリーボート（300人乗）及び基地工事に使用した連絡艇、台船等を配備する。また、空路の交通機関としては、ヘリコプターを配備するものとする。

以上の運営管理に当てられる資機材及び従業員の数量を前記 Table 3 - 2 に示す。

2.2 維持工事

基地内の道路、鉄道は、運搬量及びその重量が大きいため、損傷が激しく、毎年の維持保守工事が必要である。また、船だまり及び運河は、毎年の洪水期に堆砂すると考えられ、従って、舟運に必要な水深を維持するため、維持浚渫工事をしなければならない。道路、鉄道の維持工事には、基地工事に使用した建設機械を当てるものとし、維持浚渫工事には、600PSポンプ浚渫船を当てるものとする。

3 建設基地工事用資機材及びその調達

建設基地工事及び基地施設運営管理に必要な主要資機材及び労務者数は、前記 Table 3 - 2 に示すとおりである。これら資機材の調達購入については、第Ⅳ章で本工事用資機材と共に述べる。

第Ⅳ章 本 工 事

1 工 期

Jamuna Bridge Project は、3 年間以上の準備期間と約 7 年間の建設基地工事及び約 8 年間の本工事期間とからなる。これら 3 工事期間は互に重り合っており、全工期で 13 年間になる。Fig.4-1 に詳細な工程を示す。

測量作業は、第 1 年目の雨季明けに始まり、約 1.5 ケ年間で費される。詳細設計は、測量と同時に開始し、約 3 ケ年間の工期となる。資機材の調達、水理模型実験及びその他の準備工事に必要なものから開始される。建設基地工事及び本工事に必要な資機材の調達は、第 1 年目から最終年まで続けられる。資機材の輸送は、前記資機材調達に対応し、全工事期間中続けられる。土地収用は、第 1 年目から開始し、第 11 年目まで続けられる。

建設基地工事は、第 3 年目から開始され、右岸側については第 6 年目で完了し、左岸側については第 9 年目に完了する。

本工事の施工は、第 2 年目の右岸接続鉄道建設から始まる。しかし、これは、建設資機材の輸送及び連絡の便宜上、早期に施工されるもので、実質的には、第 6 年目から本工事が始まると言える。橋梁取付部工事は、右岸側が第 6 年目に着工し、第 10 年目に完了、左岸側は、第 8 年目に着工し、第 12 年目に完了する。橋梁下部工事は、第 7 年目に着工し、第 11 年目に完了、橋梁上部工事は第 8 年目に着工し、第 13 年目に完了する。guide bank 工事は、右岸側が第 7 年目及び第 8 年目に建設され、左岸側が第 9 年目及び第 10 年目に建設される。Dhaleswari 新水路工事は、第 10 年目に着工し、第 12 年目に完了する。接続鉄道工事は、右岸側が、先に述べたように、第 2 年目に建設され、Dacca 市に連結される左岸側が、第 10 年目に着工し、第 13 年目に完了する。Jamuna 橋は、第 13 年目の工事が完了した時点から、供用開始可能となる。

4,000 PS ボンプ浚渫船は、第 4 年目に、基地建設工事に於ける基地用地造成工事、船だまり及び運河建設工事で使用開始となり、橋梁取付部工事、guide bank 工事及び Dhaleswari 新水路工事に使用され、第 12 年目まで、連続して 9 年間、使役に供される。この工事工程では、この浚渫船をできるだけ有効に運用できるよう配慮している。Fig.4-1 の細線は、この浚渫船の配慮を示すものである。

2 橋梁建設工事

橋梁建設工事は、仮設工、下部工、上部工、鉄筋コンクリート工、橋梁取付部工、アスコン舗装工、および軌道工からなる。工事は、第 6 年目に開始され、第 13 年目までの 8 年間で施工に費やされる。工事の工程は、Fig.4-2 のとおりである。

橋梁建設工事は、第6年目に、右岸側橋梁取付部盛土のための浚渫工から開始される。同じ年に、仮設工が始まり、橋梁建設工事の準備と施工のために、第13年目の終わりまで続けられる。

下部工は、第7年目に始まり、5年間で造られる。上部工は、下部工より1年遅れて始まり、5年間で終る。橋梁の鉄筋コンクリート床版工は、第10年目に始まり、4年間で終了する。

右岸側の橋梁取付部工事は、第6年目に始まり、5年間で建設される。左岸側橋梁取付部工事は、右岸より2年遅れて始まり、5年間で終る。最後の13年目には、道路のアスコン舗装と、鉄道の軌道工事を施工し、これをもって、橋梁建設工事が完了する。

洪水期の著しい浸蝕と、橋梁建設の足場の有効利用を考えて、下部工は、乾期中に終るようにする。下部工の施工は、2部分に区別される。乾期中でもまだ水流のある部分の流水部工事と、陸上部工事である。陸上部と流水部で、各々14基ずつの下部工事がある。Fig.4-3は、陸上部における井筒沈下工を、Fig.4-4は、流水部の井筒沈下工のフロー図を示している。

陸上部における井筒工は、まず地盤をE.L+5.0 mまで掘削してから井筒の刃口を設置し、その後は、躯体構築、掘削沈下を繰り返してゆく一般的な工法を採用した。

流水部の井筒沈下工は、ケーソンを支持するために用いる仮の支持枠据付け、鋼製ケーソンの設置、土の掘削及びコンクリート井筒の築造で始められる。支持枠は、鋼管およびH鋼からなる重量約470 tのトラス構造物である。鋼製ケーソンの施工と既製コンクリートブロックを使用した井筒工の作業流れをFig.4-5及びFig.4-6に示す。

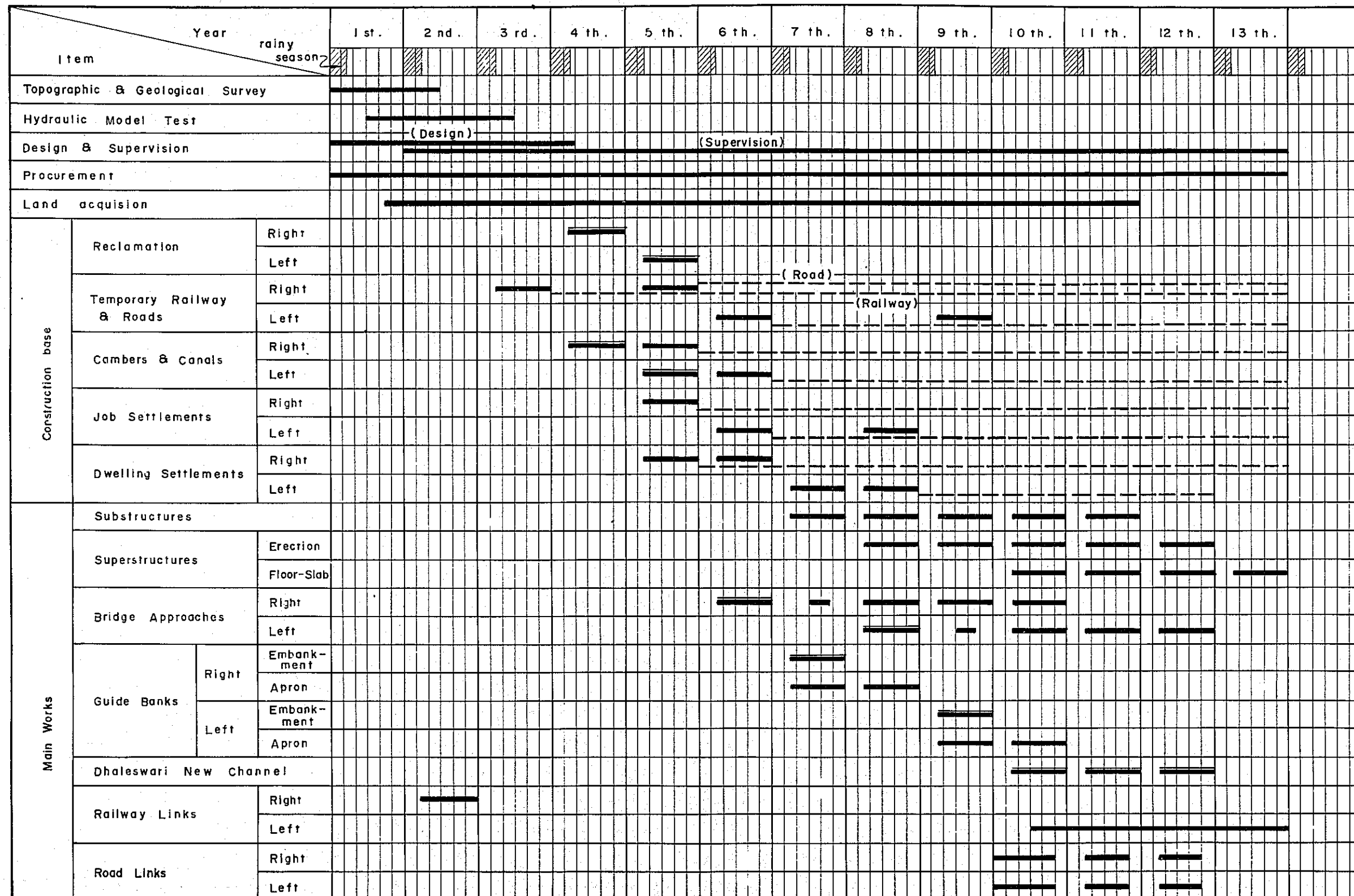
井筒内の土を掘削するのに、流水部、陸上部いずれの場合も、リバースサーキュレーションの機能を備えた直径2 mのボーリング機械2台が用いられる。2台のボーリング機械は、対称に設置され、傾斜しないで均等に沈下を生ずるように移動される。沈下中の摩擦を減らすために、エアージェットが用いられる。井筒の底盤は、プレバックドコンクリートで造られ、井筒の頂版は、船上に設置されたコンクリートポンプで、5 m厚さを2層に分けて打込まれる。

橋脚の躯体は、工期を短縮するために、大型の鋼製型枠を用いて、コンクリートポンプで打設される。

下部工28基は、5年間で完成する。1年間に完成する下部工の基数は最大6基で、そのうち3基は陸上部、他の3基は流水部のものである。工事は、河の両岸から始まり、河の中央へ移動する。

上部工の工事は、27径間のトラスから成り、下部工の施工より1年遅れて始まり、5年間で終る。トラス6径間が1年間で建設される最大の径間数であるから、そのうち3連は、陸上部で、他の3連は、流水部施工である。作業はすべて乾期に行なわれる。

Fig.4-1 Construction Schedule for the Jamuna Bridge Project



Note : Year begins in July and ends in June

Legend : [Solid bar] : Works by pump dredger (4000 ps)

[Dashed line] : Period of maintenance

Fig.4-2 Construction Schedule of Bridge

Year	rainy season												
	5th.	6th.	7th.	8th.	9th.	10th.	11th.	12th.	13th.				
Item													
Temporary works													
Substructures		on land — A ₁ P ₁ P ₂ P ₃ A ₂		P ₃ P ₄ P ₅	P ₆ P ₇ P ₈	P ₉ P ₁₀ P ₁₁							
		in stream — (P ₂₃)		(P ₂₂ P ₂₃ P ₂₄)	(P ₁₉ P ₂₀ P ₂₁)	(P ₁₆ P ₁₇ P ₁₈)	(P ₁₂ P ₁₃ P ₁₄ P ₁₅)						
Superstructures				T ₁ T ₉	T ₁ T ₂ T ₆ T ₉	T ₂ T ₃ T ₇ T ₉	T ₅ T ₄ T ₉ T ₇	T ₄ T ₅ T ₆					
Reinforced — concrete slabs													
Bridge approaches													
Right													
Left													
Asphalt pavement													
Permanent way													

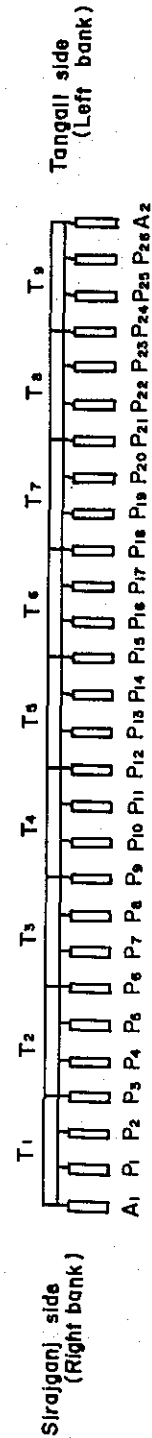


Fig. 4-3 Flow Chart of Well-Sinking Work on Land

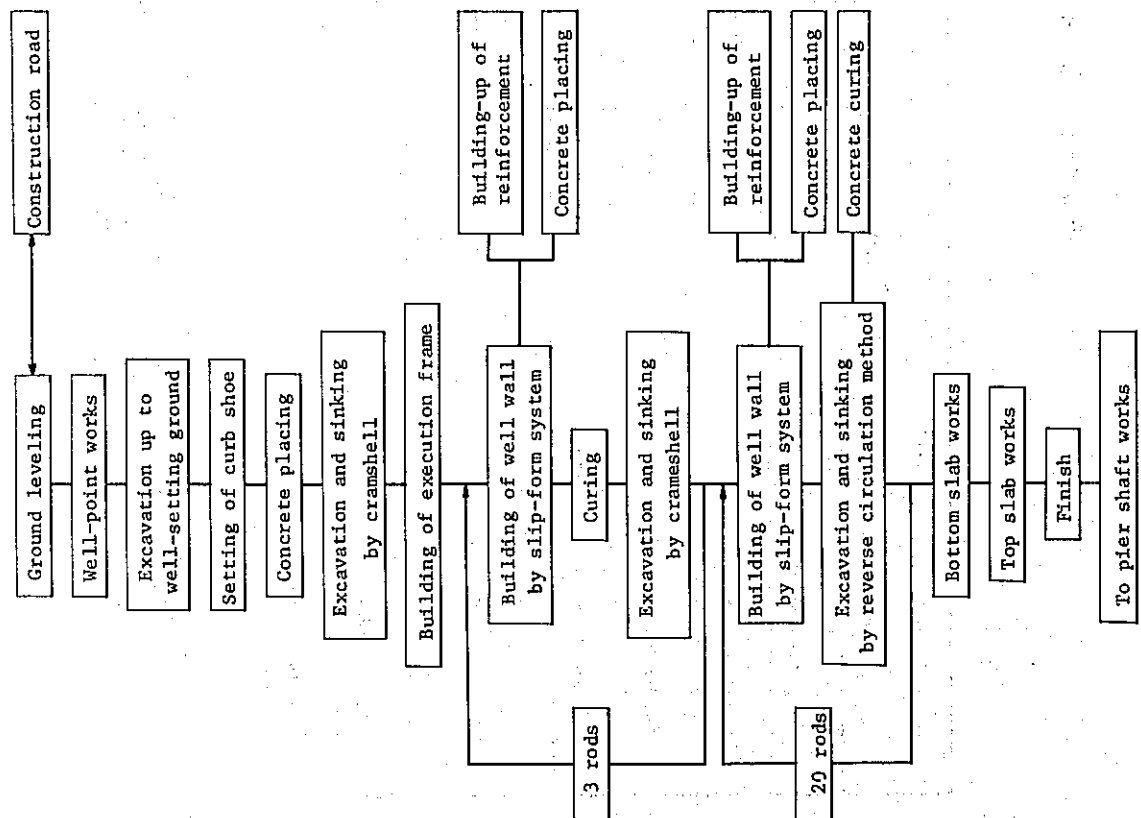


Fig. 4-4 Flow Chart of Well-Sinking Work in Stream

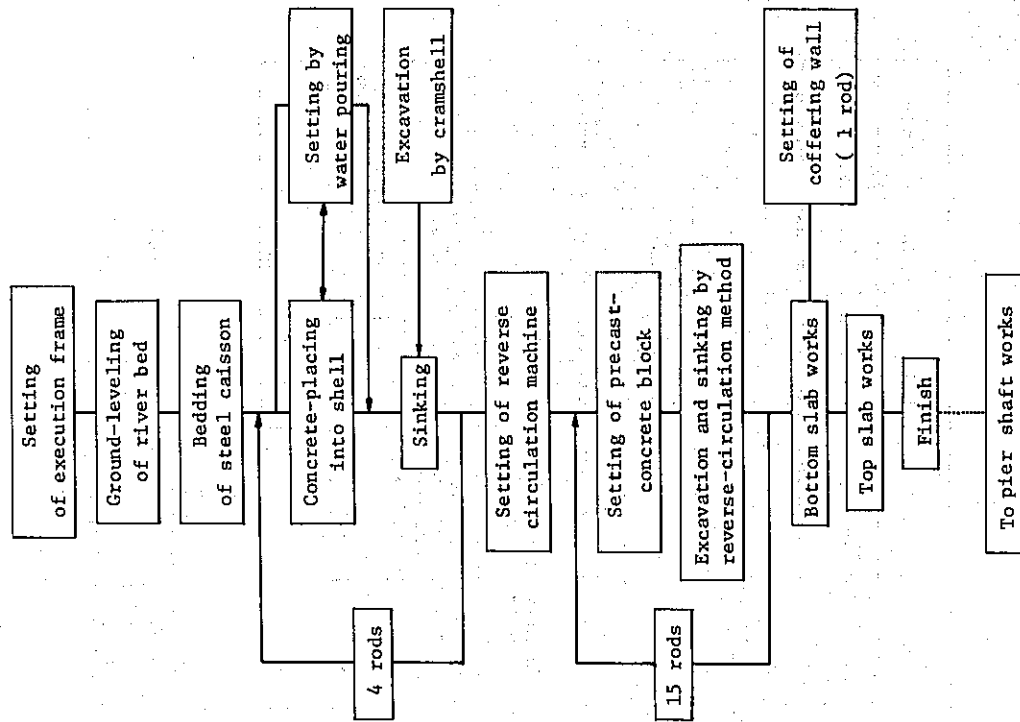


Fig.4-5 Flow Chart of Execution of Steel Caisson Work

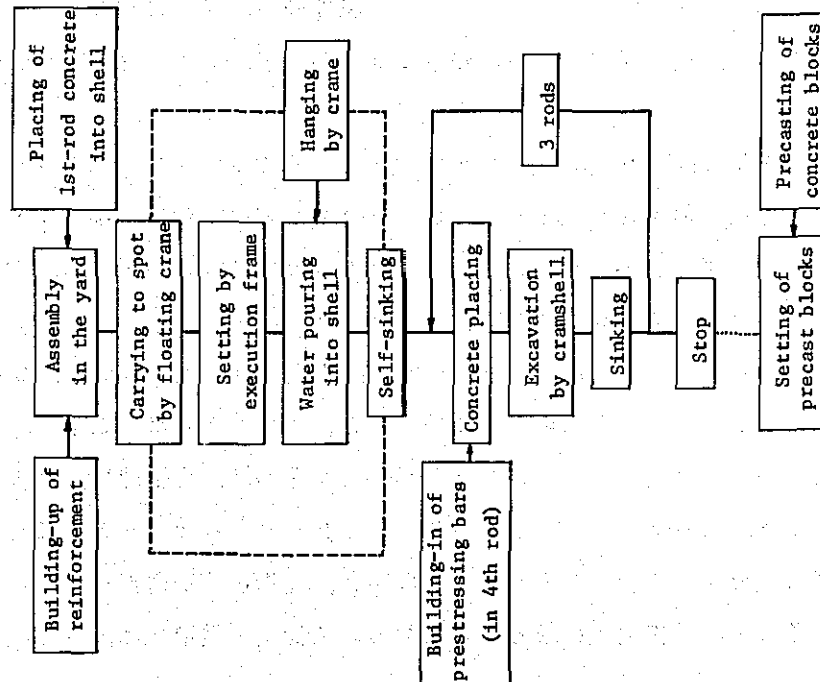
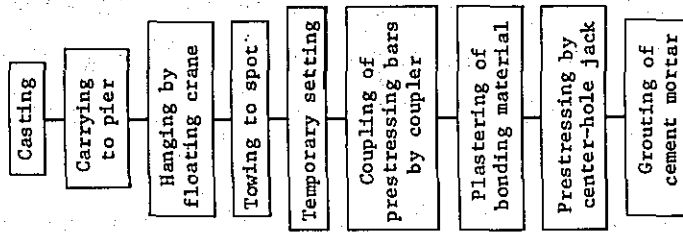


Fig.4-6 Flow Chart of Setting Work of Precast-Concrete Blocks



陸上部の建設工事においては、作業の単純性、架設応力が少ないこと、経済上の有利性等の理由で、ステージング工法が用いられた。

ステージングは、各々2格間(2×12.5m)つつ造られ、杭基礎が使用される。橋脚上に沓を据付けた後、下弦材、下横構および床組がステージ上に組立てられ、第1回のキャンバー調整が行なわれる。次に、斜材、垂直材、上弦材、対傾構が組立てられ、第2次のキャンバー調整を終えた後、架設は完了する。部材の連結には、高張力ボルトを用いた。ステージング工法は、27径間のうち、15径間に適用される。作業の流れを、Fig.4-7に示す。

河川内の建設工事については、片持工法と、平底の舢工法が考えられる。前者は、大きい架設応力と、大規模な架設応力調整が必要となるために、鋼重が増す点で劣っている。一方、後者は、架設応力が少なく、工期も短縮できる点があり有利であるので、この方法が採用された。

平底舢工法は、Fig.4-2に示すように、P13～P25の12径間に対し適用された。1径間毎のトラスが、建設本基地の船だまりの傍の集積広場に組立てられる。そのトラスは、12,000tの平底舢に積載して、6隻の曳き船で現場まで曳航する。平底舢は、予め河の中へ設置されたアンカーに繋留し、船上に固定したウインチを操作して、曳船を現場に固定する。その後、トラスは4ヶ所に取付けたジャッキによつて、または舢の中の水を排出、注水して高さを調整し、橋脚上に固定する。作業の流れをFig.4-8に示す。

コンクリート床版の工事は、コンクリートポンプで施工される。

上部工の部材は、すべてビルトアップ形式で、外国から輸入され、建設本基地の上部工保管場に保管される。外国の工場に組立てた後、現場の架設までに時間がかかるので、第1次下塗り工は工場で行われ、次に現地搬入後、建設基地においてサンドブラストおよび下塗り工をした後塗装される。

橋梁取付部の盛土量は、8,900,000 m^3 にのぼり、そのうち4,800,000 m^3 は、4,000PSの浚渫船で供給され、残りの4,100,000 m^3 は橋梁取付部の下流側土取場から確保する。ポンプ浚渫船から供給される4,800,000 m^3 の浚渫土は、左右岸それぞれ、長さ1,500m、幅600mの地域に盛土される。

浚渫土は、32.4 m^3 のモータースクレーパーで運搬盛土され、地上の土は、3 m^3 のバックホーで掘り、32tトラックで現場まで送られる。ダンプから降した土は、35tブルドーザーとモーターグレーダーでひきならし、突き固めは、盛土時に、ブルドーザー、ダンプトラック、モータースクレーパー及び、12tのタイヤローラーで行う。

工事は、右岸橋梁取付部の盛土から始め、2年後に、左岸橋梁取付部へ移る。法面保護工、排水工、路盤工は、盛土工に続く1年で終る。路面工と軌道工は、コンクリート

Fig.4-7 Erection of Superstructure by Staging

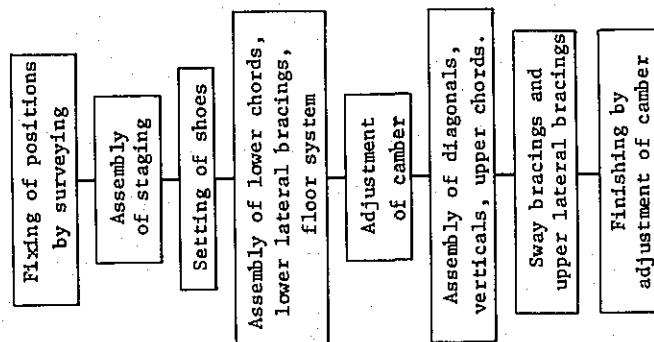
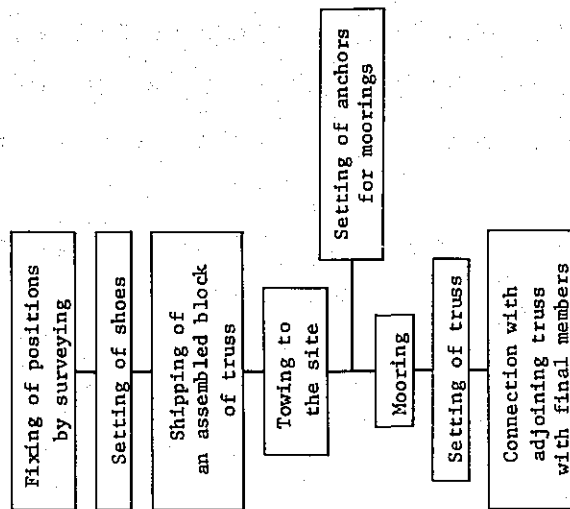


Fig.4-8 Erection of Superstructure by flat Barge



床版が終った後、同時に行なう。

左岸橋梁取付部は、Dhaleswari 河を締切堤で渡り、その上を鉄道と道路が通ることになる。

Dhaleswari 河を締め切るためには、先づ、石堤で橋梁取付部の軸線の両側、つまり橋梁取付部の上、下流側の付根部で、標高 + 9 m, PWD の高さに造られる。それから、2ヶ所の石堤の間の部分を土で埋め、平均地盤高程度の + 12 m, PWD の高さに盛土される。乾期にこの河はほとんど水がないので、この季節に Dhaleswari 河を締め切るとは比較的容易である。

石材は、guide bank 工事に用いられた 32 t ダンプで現場まで運び、現場で人力により石を敷き均す。盛土は橋梁取付部の土工と同様に施工される。

3. 河川制御工事

3.1 Guide banks

Guide bank 工事は、石材置場に、所要石材量の約半量が貯えられてから開始し、2年間で片側の guide bank を完成する。即ち、第1年目は、築堤とこれを保護するための主に法面捨石工を行い、第2年目には、Apron工のための捨石工を行う。工事は右岸側から開始し、右岸側 guide bank 完成後左岸側 guide bank を完成し、合計4年間で終了する。

この工事のための石材は、右岸側については、石材置場迄仮設鉄道を引き、鉄道輸送により運び込む計画にした。又、左岸側はバージ輸送により左岸側石材置場迄運搬する。何れも、guide banks 着工の1年半前から輸送に着手し、鉄道、バージ輸送に、それぞれ2年半を当てた。

Guide banks の築堤は、4000PS浚渫船により、浚渫土を直接盛上げることにした。このための囲い堤には、軽量矢板を使用した。築堤の成形及び盛土の補助作業のためには、16t級の湿地ブルドーザーを配置した。築堤完成後、裏法面保護のため芝付工を施工し、天端の保護及び管理用道路として、天端に補装工を施工する。築堤の表法面、Apron には、捨石工が施工される。石材は、石材置場でトラクターショベルにより積込み、dump truckで施工現場へ運搬し、タイヤドーザーの力を借りて主として人力により捨石施工する。Dump truckのための運搬道路は、捨石の上に stone chipを敷きつめて運搬道路とする。したがって、運搬用道路はそのまま apronの一部になる。これら一連の guide banks 工事の工程を Fig. 4-9に工事の流れを Fig. 4-10に示す。

又、この工事に必要な主要建設機械は、次のとおりである。

5 m ³	トラクターショベル
32 ton	ダンプトラック
19 ton	タイヤドーザー
4,000 ps	ディーゼルポンプ浚渫船
200 ps	アンカーバージ
15 kw	振動杭打（杭技）機
20 ton	クローラークレーン
125 kva	発電機
16 ton	湿地ブルドーザー
10 ton	マカダムローラー
200 l	アスファルトスプレーヤー
60 kg	タンパー

Fig.4-9 Construction Schedule of River Control Works

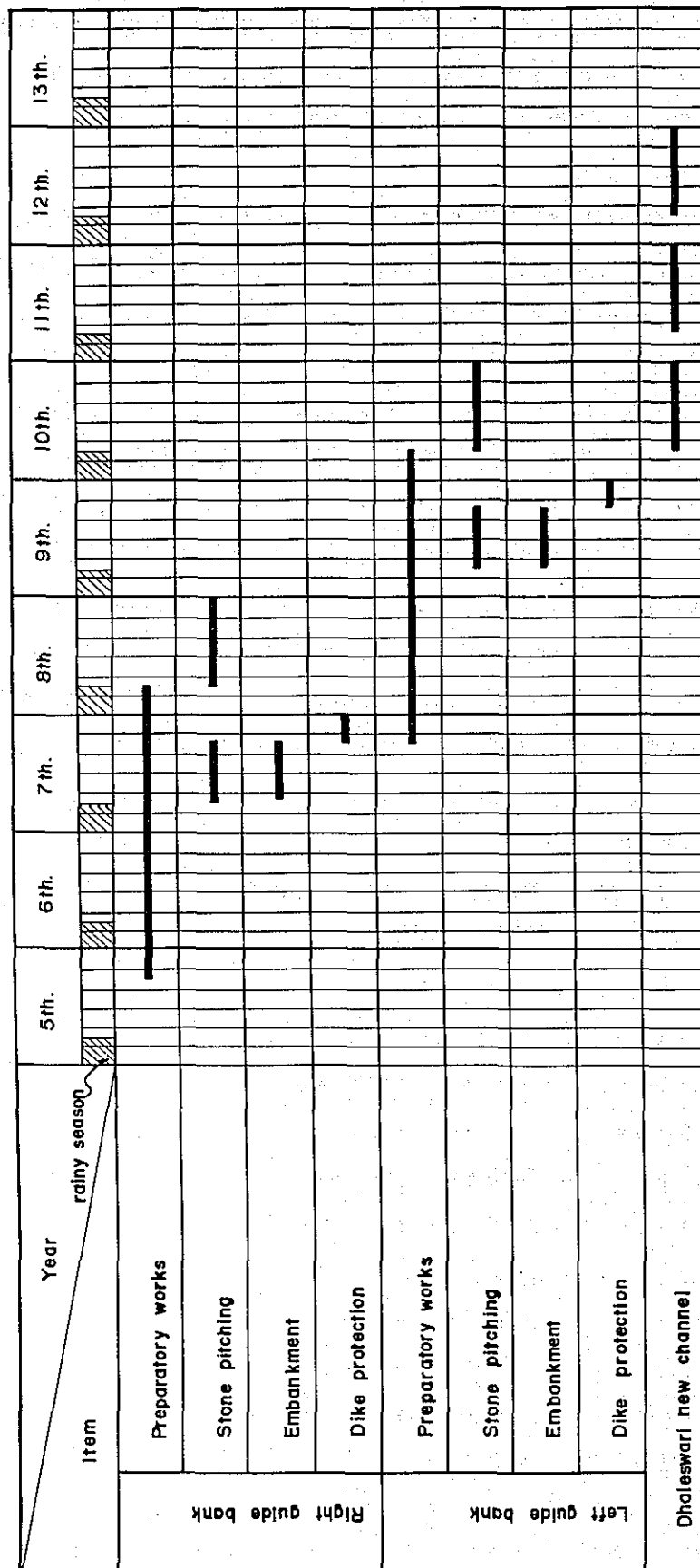
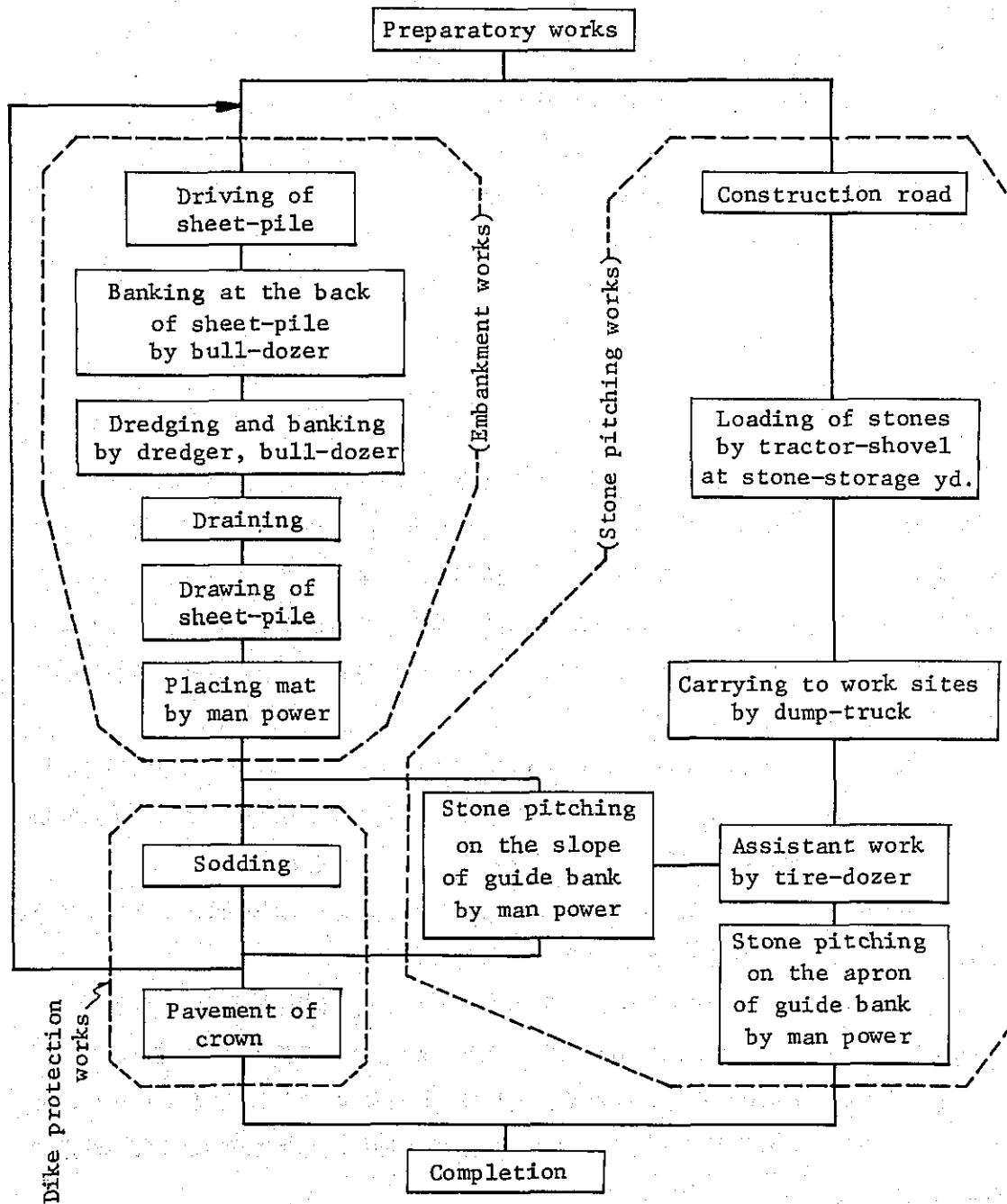


Fig.4-10 Flow of Construction Works of Guide Banks



3.2 Dhaleswari 新水路

Dhaleswari 新水路の建設は、guide banks 工事に使用した浚渫船を配置して施工する。最初の年に底巾 65 m の中央水路を全長に亘って開さくし開通する。第2年目・第3年目はこれを拡巾して所用断面を完成する。排土は隣接する 2,970,000 m² の低地に捨てるものとする。又、湿地ブルドーザーを浚渫工事及び排土作業の補助機械として配置する。新水路を横切る旧水路の締切りには、鋼天板の打込みを行うものとし、そのための機械を配属した。この工事に用いられる主要建設機械は次のとおりである。

4000-ps	ディーゼルポンプ浚渫船
200-ps	アンカーバージ
15 kw	振動杭打(杭抜)機
20 t	クローラー・クレーン
125 kva	発電機
16 ton	湿地ブルドーザー
32 ton	ダンプトラック

4. 接続鉄道

Jamuna 橋の完成と同時に全線を開通するため、接続鉄道の建設工事は、Jamuna 橋建設工事と並行して実施する必要がある。このため東部接続鉄道の本工事は第11年目から開始し3年間で完成させる計画とした。西部地区の接続鉄道の建設は、Jamuna 橋建設のための物資輸送のため、建設基地工事開始前の第2年目に建設されねばならない。又、この区間は、早期に建設されるので、Jamuna 橋が完成して全線開通する前に、補修と調整が必要である。

東部接続鉄道は、Jamuna 橋から Dacca 迄約 100 km と長いので、軌道敷設に必要なバラストは大量になる。従つて、その運搬距離を短くするため3~4ヶ所の碎石集積地を設置する必要がある。集積地迄の材料運搬はトラック輸送となる。

東部の路線は8工区に分割し、土工、橋梁工事は各工区毎に同時作業するものとする。これらの工事は28ヶ月間で完成させる計画とした。

本工事は、第11年目の雨季明けから開始する。土工及び橋梁下部工は、雨季には工事不可能となるが、橋梁上部工(PS桁架設工)は雨季であつても、工事を実施する計画とした。

Salap 駅、Azampur 駅附近に設ける軌道材料集積地には、工事に必要なレール、枕木、バラストなどの軌道材料を、土工及び橋梁工事期間中、既設鉄道による貨車輸送で取卸し集積しなければならない。

軌道工事の実施は、一般区間については1日当たり平均300 m が可能であるが、Ja-

muna 橋区間は1日当たり平均80mの工程となる。他の橋梁部分はP C 桁、鉄筋コンクリート桁で道床に碎石を用いるので、一般区間と同じ工程となる。

各駅に対する附帯設備工事、つまり停車場配線、ホーム、給水、給油炭設備などの諸工事、駅本屋、宿舍、保守用建物などの建築工事、並びに電灯、電力、通信、信号保安設備などの諸工事は、軌道敷設工事と並行して実施し、軌道工事完成と同時に完成させる。更に、軌道工事完成後、鉄道営業開始迄に、1~2ヶ月の線路点検や試運転期間を必要とする。

これらの接続鉄道の工事工程はFig. 4-11に示すとおりである。

5. 接続道路

602,000 m²の盛土工事と函渠工事は第10年目の乾季に開始され、3年間で完成される。右岸の1橋(Hurasagar 河架橋)と左岸側に1橋計2橋のP C 桁橋は、第11年目と第12年目の2年間で建設する計画とし、第11年目で下部工、第12年で上部工を施工するものとする。舗装工事は6inの砂基礎の上に3in厚のレンガを敷き、その上に9inの厚さの水締めレンガ砕基層を設け、2 $\frac{1}{2}$ in厚のbituminous concreteと $\frac{1}{2}$ in厚の表層を施工する。これらの舗装工事と路肩工事は、第10年目から第12年目までの3乾季に実施される。これらの工事工程をFig. 4-12に示す。

6. 資機材の調達

資機材は、可能な限りBangladesh国内産の資機材を調達するものとした。しかし、現状では建設機械のほとんど全てを外国から輸入しなければならず、また、建設用資材についても本projectのような大規模工事では

- a. ほとんどの資材がBangladesh国内で生産されない。
- b. 国内で生産されるものであつても多量にしかも長期にわたり円滑な供給が必要である。

などの理由により、その大半を外国からの輸入に頼らなければならない。

従つて、国内産の資材としては、砂、礫、レンガ、レンガ砕及び木材の一部を調達するものとした。しかし、この場合でも、そのほとんどが現状の生産体制では量的に不足なので、供給体制の整備増強が必要と考えられる。

一方、輸入される資機材は多種多量で、しかも時期的に集中している。加えて、本Projectが国家的な大事業であることを考えると、政府による一元化された購入が、工事を円滑に進める上で必要と思われる。

輸入機械としては、陸上建設機械、水上建設機械、車輛及び、発電機、クレーン等の機械設備がその主要なもので、主要な輸入資材としては、石材、燃料、潤滑油、鋼材、

Fig.4-11 Construction Schedule of Railway Links

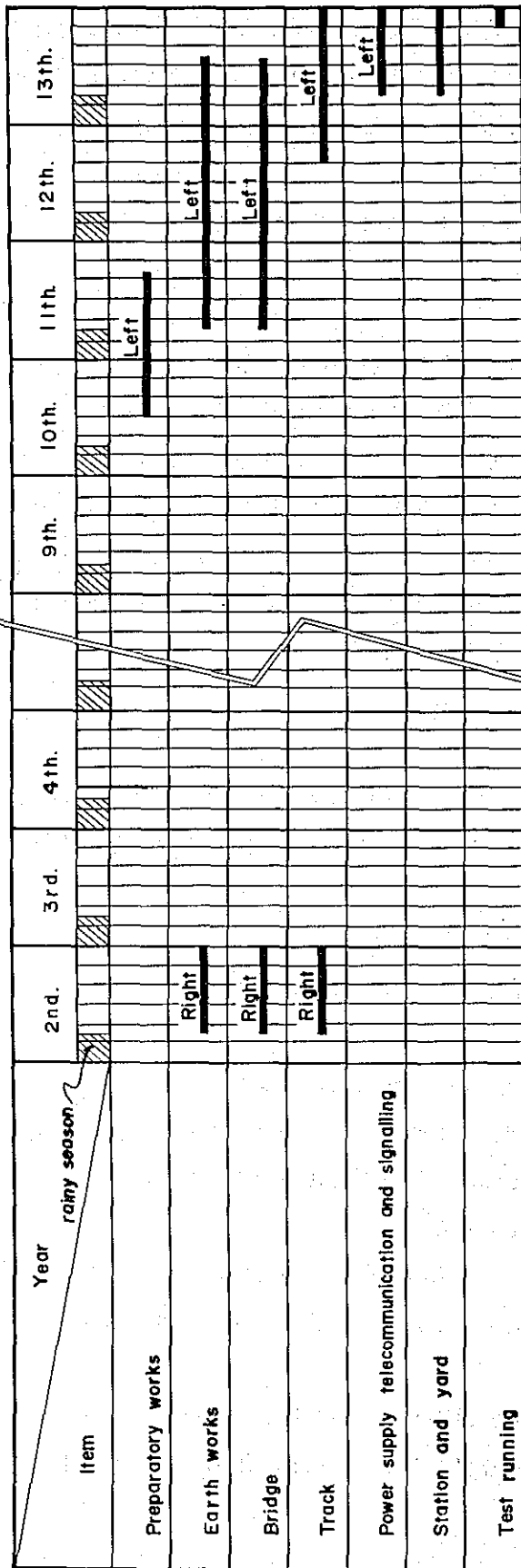
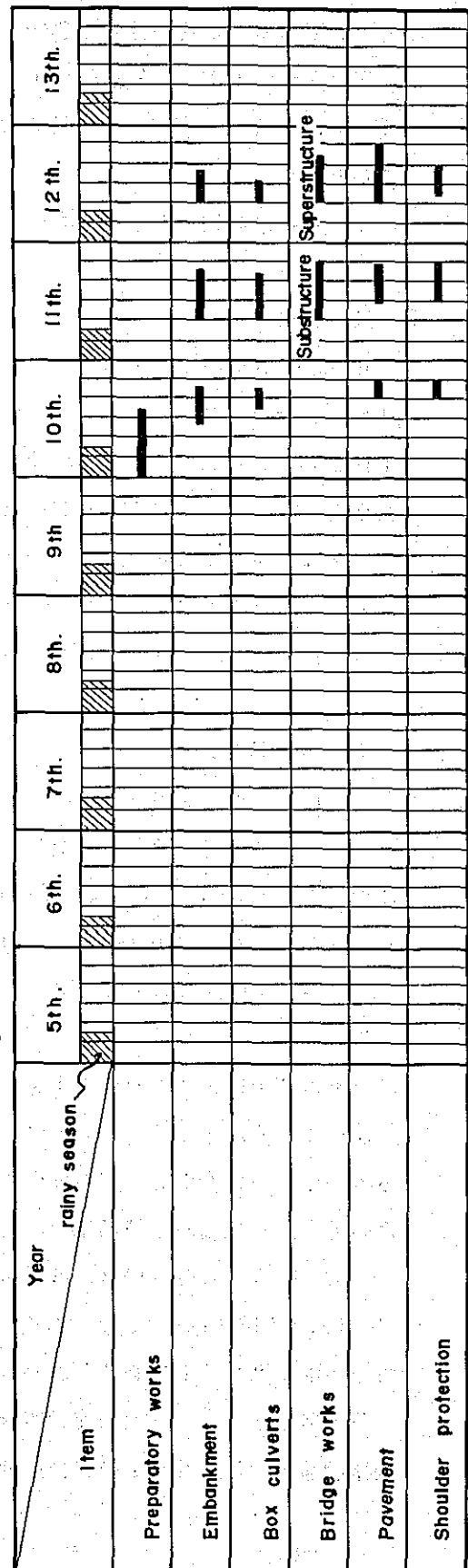


Fig. 4-12 Construction Schedule of Road Links



鋼製品セメント，アスファルト，塗料等が挙げられる。

これらの輸入資機材のうち石材は，地質・石材調査班の調査結果（VOLUME VI）によると，インド領東部及びアッサム州が地面的面，量的面から有利な石材採取候補地であると指摘されている。この場合，インド領東部からの石材は産地から既設鉄道，新設の接続鉄道（Railway link）及び仮設鉄道を経て石材置場へ搬入され，アッサム州からの石材は産地から水路輸送により Jamuna 河を南下し，直接石材置場へ搬入されることになる。

次に，燃料，潤滑油等については，Bangladesh 国内の供給機関の給油施設を建設基地内に設け，この施設から給油を受けることが可能と判断される。

その他の輸入資材及び輸入機械については，外国の積出港から Bangladesh 国の輸入港 Chalna 港へ海上輸送する。Chalna 港から，架橋現場までの輸送方法については，次の 2 つのルートが考えられる。

- a. 水路輸送 : Chalna 港 - (水路) → 架橋現場
- b. 鉄道輸送 : Chalna 港 - (水路) → Khulna - (鉄道) → 架橋現場

これらの輸送ルートの現状は次のとおりである。

- a. Chalna 港から架橋現場までの水路については，BIWTA が全航路 6 feet の水深を保証している。
- b. 荷物の全量を水路輸送に頼ることはバージ及びタグボートの供給能力からみて困難であると考えられる。特に，乾季において 1 タグボート - 2 バージ編成が，雨季には 1 タグボート - 1 バージ編成としなければならず，雨季の能力低下が心配される。
- c. Khulna 港の岸壁，荷役施設は，小規模かつ老朽化している
- d. Khulna 港岸壁から鉄道貨車積込場所まで 200 m 程度の距離があり，機械荷役設備がない。

以上の現状から判断し，架橋現場への輸送は両ルート併用によるものとし，荷の積みかえの比較的容易な軽量かつ，小容積荷物を鉄道輸送，他の荷物を水路輸送にするものとする。

荷物輸送に際し，既存施設の拡充補強が必要である。既設鉄道は，重量の大きい多量の荷物輸送に耐えられるよう補強されなければならない。水路については，航路の水深維持は勿論であるが，夜間航行できるよう航路標識灯等の施設が必要と考えられる。荷役設備についても拡充補強が必要である。特に，架橋現場で建設基地の荷揚施設の完成する以前の資機材荷揚げ及び，水路輸送石材の陸揚げのためには，仮荷揚設備が必要である。Jamuna 河のように年間水位変動が 6 ~ 7 m もあるような河岸の仮荷揚設備としては，固定した栈橋の効用は少ないと判断され，2 及至 3 隻の鋼鉄製 pontoon を栈橋として使用し，バージが接する一番外側の栈橋上に吊上能力 50 t の全回転クレーン

を設置する方法を採るものとした。この方法によると、水位の変動により栈橋の移動が可能である。

第V章 用地及び工事管理運営

1. 用地

工事を実施するに当り、建設基地用地及び橋梁工事、河川工事、接続鉄道工事及び接続道路工事に必要な建設用地並びに、土取場用地を買収しなければならない。各工事に必要な買収用地面積及びその必要年次を Table 5-1 に示した。この表によると、買収用地面積は、右岸側 $9,590,000\text{ m}^2$ 、左岸側 $11,563,000\text{ m}^2$ 、合計 $21,153,000\text{ m}^2$ である。

尚、Dhalesevari 新水路の浚渫排土は、周辺の低湿地荒廃地を当てるものとし、河道内用地同様、買収用地面積には含めていない。

2. 工事運営管理

2.1. 調査

詳細設計のための基礎資料を得るための調査が必要である。その主要なものは、測量、地質調査及び、水理模型実験である。

2.1.1. 測量

橋軸をはさむ上下流約 20 km 、幅約 30 km 、面積約 600 km^2 の地域の航空測量を実施し、平面図を作成すると共に、同地区の Tamuna 河横断測量を実施し、河川の縦横断図を作成する。これらの成果は、基地、橋梁、guide banks の平面位置の最終検討及び、それらの詳細設計の資料となるものである。さらに、橋梁取付部、guide banks 及び Dhaleswari 新水路の詳細設計及び施工計画のため、対象地域の横断測量を実施する。

接続鉄道及び接続道路については、その路線に沿って航空測量を実施し、平面図を作成し、詳細設計の基礎資料とするが、特に、橋梁による渡河の必要な箇所については、河川の横断測量を実施するものとする。

2.1.2. 地質調査

Jamuna 橋については、深度 100 m 程度のボーリングを約 5 本実施し、採取された資料について、物理試験、力学試験を行うと共に、横 K 値の調査も実施する。

橋梁取付部及び guide bank の盛土工事のため、深度 $20\text{ m} \sim 30\text{ m}$ のボーリングを大間隔で合計約 830 m 実施し、採取試料の物理試験、力学試験を行う。さらに小間隔には、Dutch cone test を実施する。Dhaleswari 新水路の浚渫工事のため、Dutch cone test 及び Auger boring を実施し、採取試料の物理試験を行う。

接続鉄道及び接続道路については、大間隔で深度 $15 \sim 20\text{ m}$ のボーリングを鉄

Table 5-1 Area of Land to be Acquired

		Area of land (10 ³ m ²)											Total		
		1st.	2nd.	3rd.	4th	5th	6th	7th	8th	9th	10th	11th	12th	13th	
CONSTRUCTION BASES															
Job settlement	(R)	-	-	854	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	854
	(L)	-	-	-	390	-	-	-	-	-	-	-	-	-	390
Dwelling settlement	(R)	-	-	588	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	588
	(L)	-	-	-	172	-	-	-	-	-	-	-	-	-	172
Stone storage yard	(R)	-	-	-	-	510	-	-	-	-	-	-	-	-	510
	(L)	-	-	-	-	-	510	-	-	-	-	-	-	-	510
Temporary road	(R)	-	-	-	138	-	-	-	-	-	-	-	-	-	138
	(L)	-	-	-	-	95	-	-	162	-	-	-	-	-	257
Temporary railway	(R)	-	209	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	209
	(L)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sub-total	(R)	-	209	1,442	138	510	-	-	-	-	-	-	-	-	2,299
	(L)	-	-	-	562	95	510	-	162	-	-	-	-	-	1,329
BRIDGE APPROACHES															
	(R)	-	-	-	-	1,956	-	-	-	-	-	-	-	-	1,956
	(L)	-	-	-	-	-	-	2,230	-	-	-	-	-	-	2,230
GUIDE BANKS															
	(R)	-	-	-	-	-	635	-	-	-	-	-	-	-	635
	(L)	-	-	-	-	-	-	-	611	-	-	-	-	-	611
DHALESWARI NEW CHANNEL															
	(R)	-	-	-	-	-	-	-	-	3,642	-	-	-	-	3,642
RAILWAY LINKS															
	(R)	574	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	574
	(L)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,900	2,882	-	-	6,782
ROAD LINKS															
	(R)	-	-	-	-	-	-	-	-	484	-	-	-	-	484
	(L)	-	-	-	-	-	-	-	-	611	-	-	-	-	611
TOTAL															
	(R)	574	209	1,442	138	2,466	635	-	-	4,126	-	-	-	-	9,590
	(L)	-	-	-	562	95	510	2,230	773	611	3,900	2,882	-	-	11,563
Total		574	209	1,442	700	2,561	1,145	2,230	773	4,737	3,900	2,882	0	0	21,153

道合計約690m, 道路約500m実施し, 採取試料に対して, 物理試験, 力学試験を実施する。尚, 橋梁による渡河の必要な箇所については, ボーリングを鉄道道路合計2,400m実施し, 採取試料の物理試験を行う。さらに橋梁規模に応じ必要があれば, 力学試験及び横K-値の調査を行うものとする。

2.1.3. 水理模型実験

Guide banks の法線, 長さ及びDhaleswari 新水路の位置, 方向の決定には水理模型実験を実施する必要がある。これらの実験を設備, 技術の整った外国に依頼することも考えられるが, 本計画では技術導入の意味をも考慮して, 外国人専門家の指導のもとに, Bangladesh 国内で実施する計画とした。

2.2. 技術・技能指導

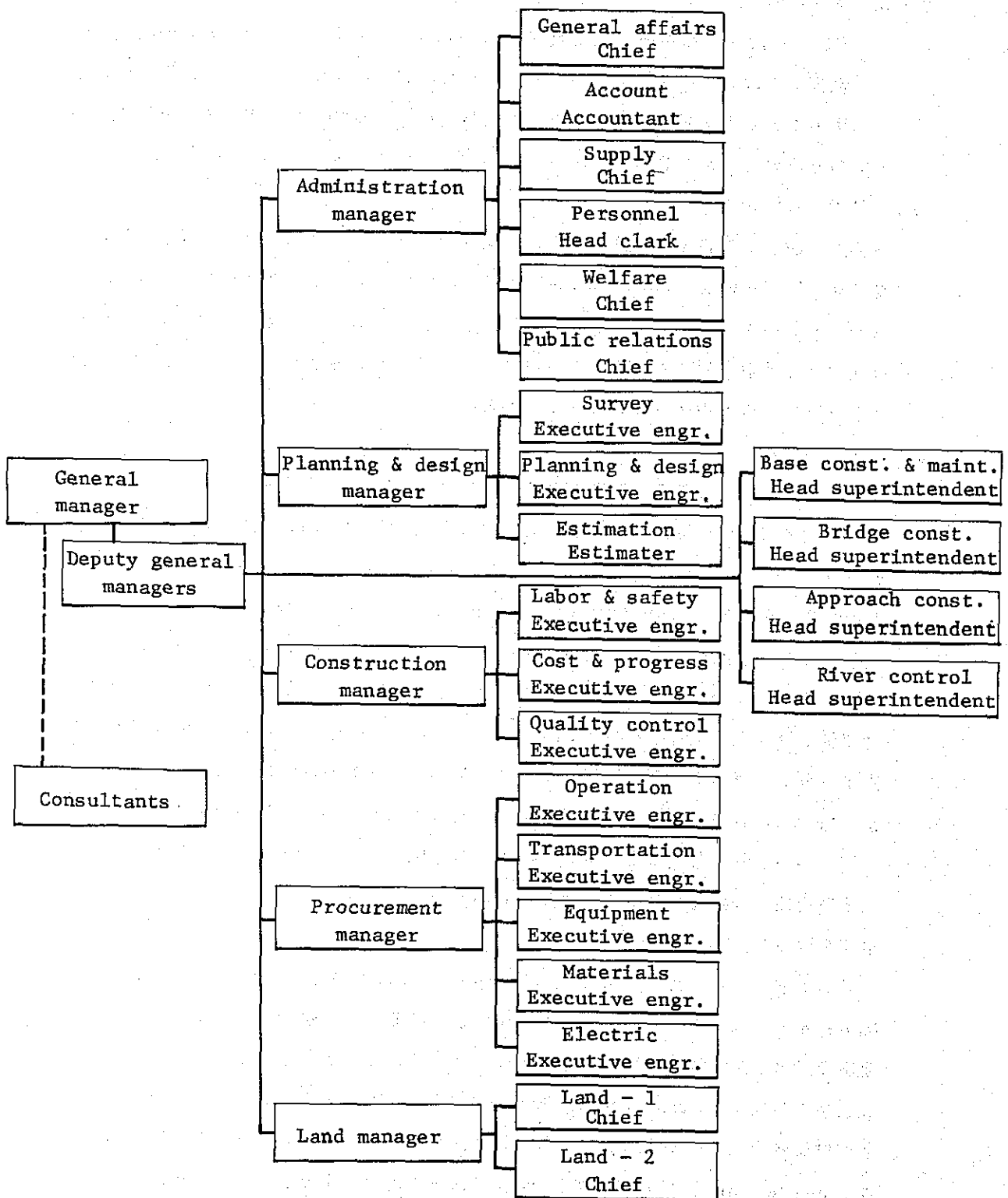
調査, 設計, 建設工事の施工管理は, コンサルティングエンジニアの補佐の下に実施され, 技能指導は, 外国からの熟練労働者の雇用により, 工事実施中にこれらの人々により指導がなされるよう計画した。即ち, 鉄道・道路及び捨石工を除く工事には, 高度の機械技術が要求されるので, 現地労働者の技能訓練をも考慮して, 多数の外国人熟練労働者の雇用を計画したものである。

2.3. 工事運営組織

直営工事方式による工事運営組織をFig.5-1に提案した。Fig.5-1に示す様に, 全組織はGeneral Manager と複数のDeputy General Manager の下に統轄され, General Manager の下に5つのDivisionを置く。各, Division の下には2~6のSectionを配した。各Divisionのうち, Administration Divisionでは, 庶務, 会計, 人事, 契約, 住民管理, 渉外の事務を担当する。Planning Design Divisionでは, 工事計画, 地形測量, 水文観測, 詳細設計及び設計変更, 及び工事積算を担当する。Construction Divisionでは, 労務管理及び安全管理, 工事施工計画, 工程及び出来高管理, 及び品質管理を受持つ。Procurement & Control Divisionでは, 配車及び配船計画, 基地内及び基地間輸送計画, ヘリコプターの運営, 各工事現場への資機材運搬, 機械の整備, 基地施設の管理, 倉庫管理及び資機材の調達事務を担当する。Land Divisionでは, 用地買収交渉及び買収事務を取扱う。

工事実施に当っては, General Manager とそれを補佐するDeputy General Manager の統轄のもとに, 4工事々務所を設ける。基地建設維持工事々務所は, 基地建設工事, 仮設鉄道及び仮設道路工事, 及びそれらの維持工事を担当する。橋梁建設工事々務所は, Jamuna 橋の上下部工事を担当し, 橋梁取付部工事々務所は, 橋梁取付部盛土及びその上に設けられる鉄道道路工事を担当する。河川制御工事々務所は, guide banks 建設工事及びDhaleswari 新水路建設工事を担当する。

Fig.5-1 Organization for Management of Construction Works



これらの組織を運営するため、工事最盛期に、約450人の職員が必要となろう。

第Ⅵ章 維持管理

1. 維持工事

本計画で建設された諸施設のうち、接続鉄道、接続道路及びJamuna橋と橋梁取付部上の鉄道及び道路部分の維持については、既設機関の組織及び方法に委ねて充分目的を達することが出来る。これら以外の、Jamuna橋、橋梁取付部、guide banks、及びDhaleswari新水路の維持については、維持管理事務所を右岸側建設基地の一部を利用して設置し、維持管理を遂行するよう計画する。この維持管理事務所が実施すべき業務の内容を挙げると次のとおりである。

1.1 測 量

(1) 定期測量

- a. 橋軸から上下流それぞれ約10 kmの範囲に対する1.5 km間隔の横断測量
- b. Dhaleswari 新水路の1 km間隔の横断測量
- c. 橋梁取付部、guide banks 及び橋面の沈下を測定するための縦断測量
- d. 水位、流量観測

(2) 洪水時測量

- a. 橋脚周辺の深淺測量
- b. guide banks の侵蝕箇所の深淺測量

(3) その他

補修工事に必要な測量

1.2. 巡回及び検査

Jamuna橋の上部工、下部工、橋梁取付部、guide banks 及びDhaleswari 新水路を見廻り、これ等構造物の異常箇所の発見及びこれら構造物に悪影響を与える行為の発見に努める。

特に洪水時には、臨時職員の増員を行い徹夜態勢で見廻りを厳しく行う必要がある。見廻りに於ては、次の点に注意する必要がある。

- a. 鋼及び鑄鉄部の塗装状況。
- b. コンクリートのはく離及びクラック（床版、橋脚等）の発見。
- c. 伸縮継手の状態。
- d. 橋面排水状況（雨水マス、排水管など）。
- e. 親柱、高欄、縁石状況。
- f. 照明設備の状況。
- g. 支承部の状況。
- h. 振動状況。

- i. 橋梁取付部, guide banks 及び Dhaleswari 新水路の異常沈下, 排水不良, その他異常の発見。
- j. 各構造物に対する有害行為の発見及びその除去。
- k. 特に洪水時に於ける橋脚及び guide banks の洗堀状況, 並びに橋梁取付部及び guide banks の法面の異常の発見。
- l. その他必要に応じ, 耐荷試験, 振動試験などの実施。

上記について見廻り結果を責任者に報告し, 処置されるべきである。又, 毎日の見廻りは勿論であるが2~3ヶ月に1回は, 責任技術者立会いによる細部検査を行い, さらに, 年1回は試験器具による構造的, 材料的な細部検査を実施することが望まれる。

1.3. 補修工事

見廻り, 測量により得られた情報は, 直ちに分析され必要な処置がなされる。この処置により必要になると考えられる主要な補修工事は次のとおりである。

1.3.1. 伸縮継手, 床版の補修

伸縮継手は多年使用すると摩耗するので, 取換える必要がある。工事費積算に当って, 道路の伸縮継手の耐用年数を20年と見積り, 20年に1回取換工事が発生する計画とした。又, 鉄道のそれは, 道路に比べてその機構上から損傷度合も大きいと判断されるので, 耐用年数を10年と見積り, 10年目毎に取換工事が発生する計画とした。

床版は, 小規模なひび割れなどを放置しておく, 大破損の原因になり補修規模も大きくなって, 不経済になるので, 損傷の早期発見に努め, 補修費の増大を防ぐべきである。維持としては, 5年目毎に床版全体の1%の補修費を見込んだ。

1.3.2. 橋梁上部工のペンキ塗替工事

日本国有鉄道の橋梁の耐用年数を考慮に入れた鋼橋の適正塗替え周期の調査資料をもとにして, ペンキ塗替周期を6年に一度と見積った。Jamuna 橋のペンキ塗替を一通り終えるのに6年を要するものとする, 本橋梁の最初に架設した上部工の塗替時期は丁度, 橋梁の供用開始年に当るので, ペンキ塗替工事は供用開始年から始り6年後に第1回目の塗替が終了する。第7年目から第2回目の塗替が開始されることになる。

上記のような橋梁全体の塗替の外に, 横桁, 縦桁などの下フランジ上面, 高張力ボルトヘッドの下まわり, 伸縮継手, 高欄, 沓まわり, 排水管取付部及びその他水, 塵埃のたまりやすい箇所は局部的に錆が発生しやすいので, 周期を短くして塗替える必要がある。

維持費の見積りには, 全橋梁面積 $1,075,356 \text{ m}^2$ の $1/6$ に相当する $179,226 \text{ m}^2$

に、局部塗装として $10,754 \text{ m}^2$ を加え、年内塗装面積を $189,980 \text{ m}^2$ とした。

1.3.3. 橋梁取付部の法先蛇かごの補修

橋梁取付部の法先に設置してあるレンガ蛇かご補修として、特に補修が必要になると考えられる上流側に配置してある延長約 8 km の3層積レンガ蛇かごの一層分を10年間に追加補給するものとして維持を計画した。その量は、1年間に延長 800 m に相当する。

1.3.4. Guide banks 及び橋脚への石材補給

Guide banks 完成後のみお筋の状況により、補給石材量は大きく変る。しかし、完成後のみお筋の状況を予想することは極めて困難であり、従って、維持に必要な石材量を予想するとは極めて難しい。従って、本Project では、どこであれみお筋が guide banks に強烈に接する可能性のある部分は石材の補給が必要であると考へた。補給の必要な区間を 2 km 、1年当り補給量を $4,000 \text{ m}^3/\text{km}$ と想定し、年間 $8,000 \text{ m}^3$ の石材補給を維持費に見込んだ。また、guide banks の裏法尻の捨石は、緊急災害を受けた場合、臨時にこれを使用することが出来る。しかし、使用後直ちに補給しておかねばならない。

橋脚の防護に必要な石材補給量については、次の考察により決定した。

(a) Guide banks の設計に用いたみお筋の最大予想洗堀河床高は -24.5 m 、PWD (-80.38 北 , PWD) である。この値は、Volume II 第V章、Fig 5-5 のみお筋の偏心率 $2E/B = 0.9$ に対する水深比 $H_{\max}/R = 3.4$ から算定されたものである。この河床高に対する橋脚周辺予想洗堀河床高は -56.25 m 、PWD (-184.5 ft , PWD) である。一方、橋脚の設計震度は $K = 0.1$ であり、その場合の所要 grip を与える高さは -38.0 m 、PWD (-124.68 ft , PWD) である。したがって、このような条件、即ち、 $1/100$ 確率の洪水が発生し、偏心率 0.9 に対応する河床高の状態に、震度 $K = 0.1$ の地震が同時に発生した場合は、橋脚が危険な状態に於かれるということになる。しかし、このような最悪条件が同時に重り合って発生する様な極端な現象の発生確率は極めて小さい。

(b) Guide banks の Apron は構造物の単なる根固めではなく、河岸が洗堀されるにしたがって置かれた石材がある位置に沈積して、護岸の役目を果た機能を期待したものである。したがって、その機能を確実に果させるために、偏心率として、Jamuna 河の上限値 0.9 に対応する極めて厳格な洗堀深を設計に採用することはその安全性から考えて極めて当然である。一方、橋脚の捨石は、橋脚の根固めで、構造物の保護と言った二次的な役割を果たすものである。橋脚周辺河床は、guide banks のように直接流水の衝撃を受け、偏心率が大きくなる性質がないこと、若干ではあるが橋脚位置に於て、guide banks の整流効果が期待される

ことなどを考慮すると、guide banksと同じように、設計河床高を偏心率0.9に対応する値迄、厳格な値をとる必要がないものと考えられる。

(c) 今、仮に、Volume II, Fig 5-5に於て、水深比 H_{max}/R が上昇を示す点の偏心率0.5と、上限値0.9の平均偏心率0.7の場合の水深比2.5から計画流量流下時に於ける予想洗堀河床高を算定すると -14 m , PWD (-45.93 ft , PWD)となる。この場合の橋脚による予想洗堀河床高は -37.5 m , PWD (-123.04 ft , PWD)となる。この高さは震度 $K=0.1$ の地震時に於ける必要なgrip長を与える河床高 -38.0 m , PWD (-124.68 ft , PWD)とほとんど同高であり、偏心率0.7程度迄は安全と云う結果になる。

以上の考察から、偏心率0.7が、橋脚防護工の計画に適用するのに充分な値であると判断される。しかも、橋梁建設時に橋脚28本のうち乾委河道内に配置される14本分については、万一に備えて1本当たり $15,000\text{ m}^3$ の捨石が施工されている。このJamuna橋の橋脚の安全性は極めて高いものと考えられる。

以上のとおり、維持費としては、全般的な橋脚防護を考える必要がないものと考えられるが、guide banksとそれに隣接する橋脚の間の河床の異常洗堀や、その他の異常洗堀に備えて、年間 $2,000\text{ m}^3$ の捨石の費用を見積った。

捨石工は、洪水期の深淺測量の結果にもとづいて、計画、準備され、洪水後施工される。しかし、洪水期中でも極めて危険な状況に立ち至った場合には、洪水中といえども緊急態勢をしいて工事を実施せねばならない。このような事態が発生することを想定して、普段から緊急動員が実施出来る様に組織手段を構じておく必要がある。

1.3.5. Guide banks, 橋梁取付部の法面などの補修

雨水による法面の侵蝕による水みちの発生箇所、法面防護工の欠損箇所、排水系統の土砂・塵埃の除去などの補修工事が発生する。

又、橋台と橋梁取付部の接続部は、土盛が沈下して段差がつきやすいので、このような状態を発見したら早期に補修する必要がある。

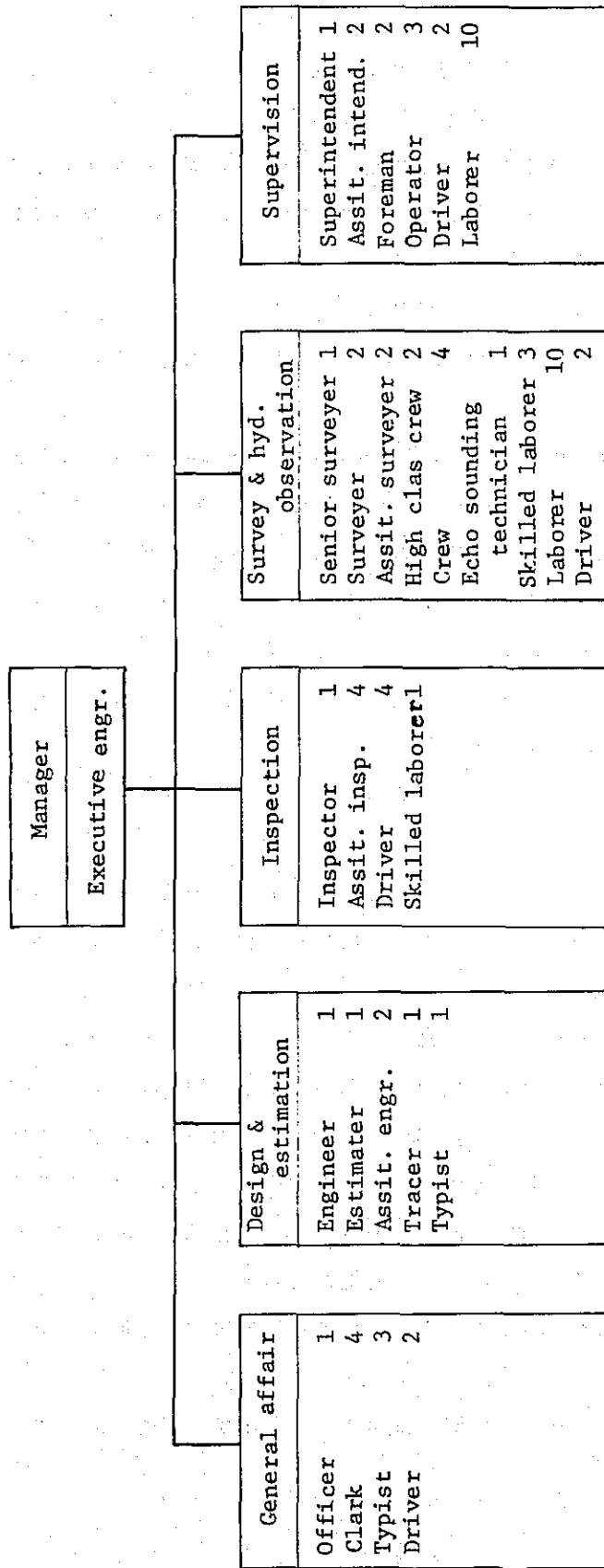
2. 維持管理事務所の組織

先に述べたように、接続鉄道、接続道路及びJamuna橋と橋梁取付部上の鉄道及び道路部分の維持管理については、既設機関の組織に委ねることとし、現場に設置される維持管理事務所は、Jamuna橋と橋梁取付部本体、guide banks及びDhaleswari新水路の維持を受持つ。現場に置かれる事務所の規模は出来るだけ簡素で能率よくするため、測量、見廻り、試験、必要な工事の設計とその発注業務、工事施工管理及び軽度の維持工事に必要な人員と機械を配置することにした。したがって、大きな工事には、そ

の都度，人員及び機械を借入調達して，実施することになる。しかし，600PSポンプ浚渫船については，随時，国内で調達するのが難しいと考えられるので，これは購入し，事務所に常設する計画とした。

上に述べた維持管理業務を遂行するのに必要な事務所組織，施設及び機械配置をFig. 6-1に示す。

Fig 6-1 Organization for Maintenance



List of Buildings & Equipment

Office	1	Inspecting & surveying boat	1	Dredger (600 PS) with anchor barge,
Store house	1	Motor boat	2	pipe, floater & joint
Material		Surveying instrument	1 set	Truck (8 ton)
storage yard	1	Echo sounder (4 direction)	2	Crawler crane (8 ton)
		Station wagon	10	Bulldozer (13 ton)
		Motor bicycle	3	Shovel (1.2 m)
				Spare parts & others
				30 % of the above

第Ⅶ章 工 事 費

1. 建設工事費

1.1. 工事積算条件

Jamuna 河架橋計画の工費積算に用いた前提は、次のとおりである。

- a. 工費は1975年7月に於ける単価により積算するものとする。
- b. 国内産の資機材の単価としては、架橋現場に於ける市場価格を用いるものとする。
国内労務者及び職員に対する労務費としては、国内に於いて同種或いは類似の職種に従事する者の賃金を適用するものとする。
- c. 輸入される資機材については、第Ⅳ章6節で述べたとおり、政府による一元化された購入を行うとともに、Bangladesh 国内に於ける関税等の諸税に対する免措置を講じるものとする。

従って、輸入資機材の単価としては、Bangladesh 国に於けるC I F 価格を推算し、これに架橋現場までの国内輸送費等を加算した値を用いるものとする。

また、外国人労務者、技術者の労務費としては、賃金、渡航費その他の労務に係わる諸経費を包括する金額を以って、単価とするものとする。但し、Bangladesh 国内での労務に係わる諸税は免税されるものとする。

- d. 架橋現場へ資機材が到着するまでの荷扱費及び輸送に伴う、既存施設の拡充補強費は、資機材単価に含めるものとする。

内貨 (Domestic currency) と外貨 (Foreign currency) の仕訳については、次の前提に従った。

- a. 国内産資機材及び国内労務者・職員の労務費は、全て内貨で計上するものとする。
- b. 輸入される資機材については、C I F 価格分を外貨で計上し、その他の国内輸送費等を内貨で計上するものとする。

また、外国人労務者・技術者の労務費は外貨で計上するものとする。

- c. 接続鉄道、接続道路工事は、既設の国内機関が工事を行うものとし、損料を内貨で計上するものとする。但し、この場合でも既設の国内機関が所有していないと思われる機械及び多量を要し、国内での円滑な調達が難しいと考えられる輸入資材については、上記の輸入資機材と同様の取扱いをするものとする。

建設工事費の年度配分に当っては、次の前提に従った。

- a. 国内及び外国人の労務費は、これらの者が業務に従事する年度に計上するものとする。
- b. 国内産の資機材費は、これらの資機材を工事に使用する年度に計上するものとする。

c. 輸入資機材のうち、燃料、潤滑油及び石材については、これらを工事に使用或は、備貯する年度に計上するものとする。

その他の輸入資機材費については、購入、輸送に要する期間を考慮して、これら資機材の使用年度の1年前に計上するものとする。

d. 用地費はその土地を使用する1年前に計上するものとする。

以上の建設工事費積算に用いる資機材及び労務単価はVOLUME II～VOLUME Vの各部門別報告書及び建設基地に関しては、本報告書APPENDIX B, Table 1に収録してあるとおりである。

1.2. 建設工事費

上に述べた条件に従って積算された工費は、前記各部門別報告書に記載されているとおりであるが、これを総合的立場から、下記の工費項目に調整分類した。

a. 建設基地工事費 (Cost of Construction Base Works)

b. 本工事費 (Cost of Main Works)

(a) 橋梁下部工々事費 (Cost of Substructure Works)

(b) 橋梁上部工々事費 (Cost of Superstructure Works)

(c) 橋梁取付部工事費 (Cost of Bridge Approach Works)

(d) Guide Bank 工事費 (Cost of Guide Bank Works)

(e) Dhaleswari 新水路工事費 (Cost of Dhaleswari New Channel Works)

(f) 接続鉄道工事費 (Cost of Railway Link Works)

(g) 接続道路工事費 (Cost of Road Links Works)

(h) 雑工事費 (Cost of Miscellaneous Works): 5%

c. 用地費 (Cost of Land Acquisition)

d. 工事運営管理費 (Cost of Administration)

e. 予備費 (Contingency): 15%

上記分類によるジャムナ河架橋計画の総工事費は、Table 7-1 に示すとおりである。各部門別報告書では、必らずしも、前記工費分類になっていないが、これらについては工費内容を検討の上、前記分類に調整した。

総工事費の取まとめに当り、本工事に対する雑工事費として本工事費基礎額の5%を算入した。

また、本プロジェクトの予備費としては、

a. 13年もの工期を要する長期工事プロジェクトである。

b. 高度の技術を要する大規模工事である。

c. 国外からの資機材及び労務の調達を要する工事である等の点を勘案し、建設基地工事費、本工事費、工事運営管理費の15%を算入した。尚、この予備費には、工

事期間中の物価変動に対するものは含まれていない。

Table 7-1 に示した総工事費の年度別内訳は、Table 7-2 のとおりである。また、本工事の各工事に対する工種別工事費内訳は、Table 7-3 に示すとおりである。

尚、これらの工費集計に用いた基礎資料を APPENDIX B に示す。APPENDIX B 中の機械費 (equipment costs) とは、建設機械購入費或は建設機械損料のみを言い、建設機械運転に係わる燃料費等及び労務費は、それぞれ、材料費 (material costs) 及び労務費 (labor costs) に計上されている。

2. 維持管理費

2.1. 費用積算条件

第 VI 章で述べた Jamuna 橋の維持管理内容に基づき、その費用を積算する。維持管理費積算条件は次のとおりである。

- a. 費用は、1975 年 7 月に於ける単価を用いて工事完了後 30 年間の期間について年度毎に積算する。
- b. 国内産の資材費及び労務費は、建設工事費の場合と同じ扱いをするものとする。
尚、維持管理業務には、外国人は参画しないものとする。
- c. 機械費は、政府により一元化購入される建設機械、車輛等以外は損料で積算し、内貨で計上する。
- d. 資材費は、政府により一元化購入されるもの以外は、橋梁地点に於ける市場価格（諸税込み）で積算し、内貨で計上する。
- e. 管理事務所に配置する建設機械、車輛等及び、多量を要する石材、塗料、蛇かご網等の国内で円滑な調達と難しいと考えられるものについては、政府による一元化購入をするものとする。但し、この場合も、免税措置は講じられないものとする。
- f. これら輸入資機材については、その C I F 価格分を外貨で計上し、その他の関税、国内輸送費等を内貨で計上するものとする。
- g. 維持管理費の年度配分については、政府による一元化のもとで購入し、管理事務所に配置する建設機械、車輛等は使用年度の 1 年前に計上し、その他の資機材、労務費は、それらの使用年度に計上するものとする。

2.2. 維持管理費

上に述べた条件に従い維持管理費を集計すると、Table 7-4 のとおりである。
また、この年度別内訳を Table 7-5 に示す。尚、維持管理費の工事内容別内訳は、APPENDIX B, Table 5 に示すとおりである。

Table 7-1 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 7-2 Allotment of the Construction Costs by Year

Item	Year	1st.	2nd.	3rd.	4th	5th	6th	7th	8th	9th	10th	11th	12th	13th	Total
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	156,990
	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	51,321
	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	442,021
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 ³ \$)		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 7-3 Construction Costs for the Main Works

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

	Quantity of works		Costs		
	Unit	Quantity	D.C. (10 ³ Tk)	F.C. (10 ³ \$)	Total (10 ³ \$)
SUBSTRUCTURES			(156,990)	(107,609)	(119,685)
Well foundation (on land)	10 ³ m ³	143.5	70,463	71,497	
- do - (in stream)	"	145.3	47,007	24,668	
Pier	nos	28	19,419	9,292	
Miscellaneous	l.s.		20,101	2,152	
SUPERSTRUCTURES			(109,058)	(194,964)	(203,353)
Manufacturing & erection	10 ³ t	61.3	76,682	169,583	
Slab	10 ³ m ²	42.3	9,251	7,869	
Painting	"	937	7,587	13,168	
Permanent way	km	4.7	4,306	407	
Pavement	10 ³ m ²	35	1,243	84	
Miscellaneous	l.s.		9,989	3,853	
BRIDGE APPROACHES			(69,349)	(20,874)	(26,209)
Embankment	10 ³ m ³	8,895	11,253	17,505	
Stone pitching	"	65	4,923	529	
Slope protection	10 ³ m ²	665	23,176	918	
Permanent way	km	5.1	13,122	1,096	
Pavement	10 ³ m ²	60	12,781	474	
Miscellaneous	l.s.		4,094	352	
GUIDE BANKS			(269,744)	(71,950)	(92,700)
Embankment	10 ³ m ³	1,705	10,801	38,305	
Stone pitching	"	2,806	238,270	29,331	
Dike protection	10 ³ m ²	Sodding: 160 Pavement: 70	7,919	944	
Miscellaneous	l.s.		12,754	3,370	
DHALESWARI NEW CHANNEL			(3,900)	(5,142)	(5,442)
Dredging	10 ³ m ³	6,600	3,714	4,897	
Miscellaneous	l.s.		186	245	
RAILWAY LINKS			(363,491)	(18,296)	(46,257)
Formation	10 ³ m ³	7,747	82,428	-	
Bridge (A)	place	9	33,012	2,666	
Small bridge & spillway str.	km	3.20	72,552	5,860	
Permanent way (main line)	"	113.9	44,421	4,118	
- do - (sidings)	"	37.3	15,107	1,328	
Stations & buildings	place	22	43,560	372	
Electric lighting, power & telecom	km	113.9	23,919	789	
Signalling	km	113.9	22,211	3,163	
Miscellaneous	l.s.		26,281	-	
ROAD LINKS			(53,879)	(2,137)	(6,282)
Embankment	10 ³ m ³	636	4,697	2	
Slope protection	10 ³ m ²	242	574	-	
Pavement	"	279	35,288	379	
Bridge (A)	place	2	6,661	376	
Small bridge & spillway str.	km	0.9	5,347	1,329	
Miscellaneous	l.s.		1,312	51	
MISCELLANEOUS			(51,321)	(21,049)	(24,996)
Total			1,077,732	442,021	524,923

Table 7-4 Maintenance Costs

	D.C.: Domestic currency F.C.: foreign currency	
Item	D.C.(Tk)	F.C.(\$)
Bridge and River Control		
for 30 years	466,001,000	15,757,000
annual average	15,533,400	525,200
Railway Links		
for 30 years	300,720,000	7,800,000
annual average	10,024,000	260,000
Road Links		
for 30 years	95,187,000	—
annual average	3,172,900	—
Contingency (5%)		
for 30 years	43,095,000	1,178,000
annual average	1,436,500	39,300
Total		
for 30 years	905,003,000	24,735,000
annual average	30,166,800	824,500

Table 7-5 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

経 済 評 価

第Ⅷ章 経済評価概説

本プロジェクトの経済評価は、Jamuna Bridge, 接続道路, 接続鉄道, Jamuna 河の Guide Bank, Dhaleswari 河の新水路の建設費および建設後のこれらの施設の維持費から成る費用と走行費節約, 旅客の時間節約, フェリー施設の節約および工事完了後の資機材; 土地の残存価値から成る便益とを比較することによって行われる。

プロジェクトの経済評価を確実なものにするために, 経済的費用および経済的便益が用いられる。このような費用および便益は税抜きであり, 外貨相当分の資機材費および未熟練労務者の賃金に対しては, シャドー価格が適用される。税金は資機材に課せられるべき関税および物品税, 労務者の所得税から成る。本フィージビリティ・スタディーでは, 外国から調達される資機材および役務ばかりでなく, 国内調達のそれらに対する外貨相当分に対しても公定為替レートの 1.75 倍のシャドー・レートを適用する。また, 国内で雇傭される未熟練労務者に対しては, 実賃金の 0.5 倍のシャドー・レートを適用する。

プロジェクトの経済的費用および経済的便益を計算するために次のことを仮定する。

- (1) 建設工事は 1977 年度の初めから開始され, 13 年間費して 1989 年度の終りまでに完了する。
- (2) プロジェクトの耐用年数は, 工事完了後 30 年間とし, その後は残存価値はないものとする。

経済分析は, 現在費用および現在便益を用いて, よく知られている純現在価値, 便益費用比率および内部収益率の三つの方法によって行われた。更に, 分析結果は, 主要な次の 3 つの項目について感応度テストが行われた。

- (1) 将来予測人口
- (2) 資機材および役務の外貨相当分に対するシャドー・レート
- (3) プロジェクトの実施時期

そして最後に, intangible 便益をも考慮して, 上記の費用便益分析の結果からプロジェクトの経済評価の結論が導き出された。

第Ⅷ章 経済的費用

1. 建設費

第Ⅶ章でのべられた如く、プロジェクトの建設工事のための財政的費用は総計約11,212百万Tk(862百万\$)と推定された。これは、2,138百万Tkの内貨と、9,073百万Tk(698百万\$)の外貨から成る。

経済分析を行うために、下記の手順に従って、上記財政的費用から経済的費用を計算した。

- (1) 費用は外貨、内貨別に次の五つのカテゴリーに分類される。

機械器具、資材、熟練労務者、未熟練労務者および用地取得

- (2) 外貨相当分に対する輸入税、資機材に対する物品税、および労務者の所得税の諸税は財政的費用から除かれる。しかし、第Ⅶ章でのべられた如く、建設工事段階においては、外国から調達される資機材に対して輸入税と物品税が課せられないものと仮定されたため、第Ⅶ章で示されたそれらの費用がそのまま経済的費用として適用される。同様に、土地についても税金が課せられていないため、そのまま経済的費用として使われる。

- (3) 上記税引き後、外貨相当分の資機材・役務に対して1.75倍のシャドー・レートが適用され、国内調達の未熟練労務者に対してはその実賃金の0.5倍のシャドー賃金が適用される。

Table 9-1は建設費の財政的費用と経済的費用の比較を示す。経済的費用は2,333百万Tkの予備費を含めて総計17,887百万Tkになり、財政的費用よりも6,675百万Tkだけ高くなる。この内訳は、内貨2,008百万Tkと外貨15,879百万Tkとから成り、細目はTable 9-2に示す。

2. 維持費

第Ⅶ章で述べられた如く、耐用年数を通じて維持工事のための総財政的費用は、58百万Tkの予備費を含めて1,226百万Tkになる。このうち、内貨は905百万Tkであり、外貨は321百万Tkである。建設段階の最終年(1989)において、維持工事のために資機材の最初の購入費が57百万Tk必要になる。その後は、必要に応じて資機材を購入するという考えのもとに平均年間40百万Tkの維持費を必要とする。

(各年ごとの財政的維持費は第Ⅶ章のTable 7-5参照)。

維持工事の経済的費用は、機械器具、資材、熟練労務者および未熟練労務者の4つの項目に分けて、建設費の場合と同じ方法で計算された。その結果、プロジェクトの経済的維持費は合計1,169百万Tkになり、財政的費用よりも僅かに少ない。平均年間維

Table 9-1 Construction Costs

Unit: Thousand Tk

Item	Financial costs			Economic costs		
	Domestic	Foreign	Total	Domestic	Foreign	Total
Construction base	500,523	1,947,920	2,448,443	481,325	3,408,951	3,890,276
Main works	1,077,732	5,746,273	6,824,005	997,503	10,056,397	11,053,900
Land acquisition	106,583	—	106,583	106,583	—	106,583
Administration	174,720	195,780	370,500	160,981	342,446	503,427
Contingency	278,934	1,183,494	1,462,428	261,959	2,071,173	2,333,132
Total	2,138,492	9,073,467	11,211,959	2,008,351	15,878,967	17,887,318

Table 9-2 Economic Costs of Construction Works

Year	Construction base, main works and administration										Land Acqui- sition	Sub-total		Contingency		Total	Total	D.C.+F.C.
	Equipment			Materials			Labor		D.C.	F.C.		D.C.	F.C.					
	D.C.	F.C.	D.C.	F.C.	D.C.	F.C.	D.C.	F.C.										
1st	2,323	5,031	1,328	13,494	8,286	28,522	790	4,681	17,408	47,047	2,611	7,059	20,019	54,106	74,125			
2nd	11,381	36,244	10,061	38,207	11,236	49,972	2,119	620	35,417	124,423	5,313	18,655	40,730	143,078	183,808			
3rd	31,141	805,740	5,013	4,433	10,673	59,267	162	4,276	51,265	869,050	7,690	130,416	58,955	999,856	1,058,811			
4th	199,427	923,685	24,227	108,810	7,586	81,419	320	2,076	233,636	1,113,814	35,045	167,076	268,681	1,280,890	1,549,571			
5th	45,678	1,306,812	76,450	145,587	7,398	138,970	3,096	7,594	140,216	1,591,369	21,032	238,706	161,248	1,830,075	1,991,323			
6th	7,121	792,558	118,030	316,849	17,260	197,405	3,126	3,395	148,932	1,306,812	22,340	196,027	171,272	1,502,839	1,674,111			
7th	4,376	710,281	102,287	774,033	20,509	562,809	5,779	6,612	139,562	2,047,123	20,934	307,073	160,496	2,354,196	2,514,692			
8th	1,559	199,030	100,035	887,991	20,829	402,168	6,550	2,292	131,265	1,879,189	19,690	223,379	150,955	1,712,568	1,863,523			
9th	1,498	184,314	119,078	891,332	23,022	733,304	7,199	19,729	170,526	1,808,950	25,580	271,336	196,106	2,080,286	2,276,392			
10th	1,598	136,474	62,813	804,778	22,877	428,467	8,333	31,805	127,426	1,369,719	19,114	205,452	146,540	1,575,171	1,721,711			
11th	62,401	110,383	84,318	597,025	27,335	428,259	13,959	23,503	211,516	1,135,667	31,727	170,352	243,243	1,306,019	1,549,262			
12th	41,085	41,561	77,042	191,464	23,992	302,341	10,955	0	153,074	535,366	22,961	80,314	176,035	615,680	791,715			
13th	2,010	8,905	126,258	231,088	48,986	128,882	8,895	0	186,149	368,875	27,922	55,328	214,071	424,203	638,274			
Total	411,598	5,260,918	906,940	5,005,091	249,989	3,541,785	71,282	106,583	1,746,392	13,807,794	261,959	2,071,173	2,008,351	15,878,967	17,887,318			

D.C.: Domestic currency portion

F.C.: Foreign currency portion

持費は約38百万Tkであり、各年ごとの費用はTable 9-3に示す。

Table 9-3 Economic Cost for Maintenance

Unit: Thousand Tk

Year	Equipment		Materials		Labor				Sub total		Contingency		Total		Total D.C.+F.C.		
	D.C.		F.C.		Skilled		Unskilled		D.C.		F.C.		D.C.			F.C.	
	D.C.	F.C.	D.C.	F.C.	D.C.	F.C.	D.C.	F.C.	D.C.	F.C.	D.C.	F.C.	D.C.	F.C.			
0	650	59,293	0	0	0	0	0	0	650	59,293	32	2,951	682	62,257	62,939		
1st	1,080	0	8,591	10,985	8,800	0	560	19,031	10,985	951	546	19,982	11,531	31,513			
2nd	1,080	0	7,542	"	8,773	0	637	18,037	"	"	"	18,939	"	30,470			
3rd	1,080	0	6,780	"	8,665	0	527	17,052	"	"	"	17,905	"	29,436			
4th	1,085	0	7,542	"	8,773	0	637	18,037	"	"	"	18,939	"	30,470			
5th	1,497	10,530	10,275	"	8,907	0	722	21,401	21,515	1,069	1,079	22,470	22,594	45,064			
6th	1,085	0	7,542	"	8,773	0	637	18,037	10,985	902	546	18,939	11,531	30,470			
7th	1,080	0	6,780	"	8,665	0	527	17,052	"	853	546	17,905	11,531	29,436			
8th	1,085	0	7,542	"	8,773	0	637	18,037	"	902	559	18,930	11,544	30,483			
9th	1,084	0	6,780	"	8,665	0	527	17,052	"	853	559	17,905	11,544	29,449			
10th	2,664	50,674	16,937	12,337	9,299	0	1,093	29,993	63,011	1,500	3,146	31,493	66,157	97,650			
11th	1,080	0	6,780	10,985	8,665	0	527	17,052	10,985	853	546	17,905	11,531	29,436			
12th	1,085	0	7,542	"	8,773	0	637	18,037	"	902	"	18,939	"	30,470			
13th	1,080	0	6,780	"	8,665	0	527	17,052	"	853	"	17,905	"	29,436			
14th	1,085	0	7,542	"	8,773	0	637	18,037	"	902	"	18,939	"	30,470			
15th	1,586	19,175	10,275	"	8,907	0	722	21,490	30,160	1,074	1,508	22,564	31,668	54,232			
16th	1,085	0	7,542	"	8,773	0	637	18,037	10,985	902	546	18,939	11,531	30,470			
17th	1,080	0	6,780	"	8,665	0	527	17,052	"	853	"	17,905	11,531	29,436			
18th	1,085	0	7,542	"	8,773	0	637	18,037	"	901	559	18,939	11,544	30,482			
19th	1,080	0	6,780	"	8,665	0	527	17,052	"	853	"	17,905	11,544	29,449			
20th	2,664	50,661	17,107	13,702	9,361	0	1,135	30,267	64,363	1,513	3,211	31,780	67,574	99,354			
21st	1,080	0	6,780	10,985	8,665	0	527	17,052	10,985	853	546	17,905	11,531	29,436			
22nd	1,085	0	7,542	"	8,773	0	637	18,037	"	902	"	18,939	"	30,470			
23rd	1,080	0	6,780	"	8,665	0	527	17,052	"	853	"	17,905	"	29,436			
24th	1,085	0	7,542	"	8,773	0	637	18,037	"	902	"	18,939	"	30,470			
25th	1,497	10,530	10,275	10,998	8,907	0	722	21,401	21,528	1,070	1,079	22,471	22,607	45,078			
26th	1,085	0	7,542	"	8,773	0	637	18,037	10,998	902	546	18,939	11,544	30,483			
27th	1,080	0	6,780	"	8,665	0	527	17,052	"	853	546	17,905	"	29,449			
28th	1,085	0	7,542	"	8,773	0	637	18,037	"	901	559	18,938	11,557	30,495			
29th	1,080	0	6,780	"	8,665	0	527	17,052	"	852	559	17,904	"	29,461			
30th	2,103	0	16,937	12,337	9,299	0	1,093	29,432	12,337	1,471	624	30,903	12,961	43,864			

D.C. : Domestic currency portion

F.C. : Foreign currency portion

第 X 章 経済的 便 益

1. 概 要

プロジェクトの実施によってもたらされる経済的便益は13年の建設期間と30年の耐用年数期間を通して合計31,113百万Tkになる。これは直接便益22,530百万Tkと間接便益8,603百万Tkから成る。

直接便益は走行費節約便益と旅客の時間節約便益とによって代表され、年平均750百万Tkと推定される。一方、間接便益はフェリー施設の節約便益と工事終了後の資機材および土地に対する残存価値とから成る。このうち、フェリー施設の節約便益はそれらの維持管理費の節約をも含めて、プロジェクトライフを通じて合計7,431百万Tkになる。これは年平均250百万Tkに相当する。その他の間接便益、即ち、残存価値は合計1,172百万Tkである。

VOLUME VIIの交通と経済便益によると、プロジェクトの経済的便益を計算するために必要な将来人口の推定は次の手順に従って行われた。

(1) 将来人口を推定するための条件は次の如くである。

1) 1974年のBangladesh Census Commissionの調査結果に従って、1974年の人口を76,002千人と仮定した。

2) 人口伸び率は、政府の人口抑制政策を考慮し、Bangladesh Census Commissionの推定値とIBRD^{*}の3つの推定値のうちの最低値ととの中間値を採用した。

3) しかし、1978年までの各年の人口伸び率はCensus Commissionの値を採用した。

4) 将来人口の推定結果はTable 10-1に示す。

Table 10-1 Future population and Rate of Its Growth

Year	Population (thousand)	Rate of Population growth
1974	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

* IBRD; Appraisal Report of a Population Project in Bangladesh, 1975.

- 5) 前記表の中の数字は各 district の将来人口を推定する場合の Control total になる。
- 6) 各 district の将来人口は、1974 年現在の Bangladesh 国 総人口 に対する各 district の人口配分率に比例するものとした。
- (2) 将来旅客交通量を上記 districts の将来推定人口を基にして、次の手順により推定した。
- 1) 初めに 1993 年と 2020 年の両年の人口が推定され、次に、上記両年以外の 1990 年から 2020 年までの各年の人口は、両年の人口を用いて内挿および外挿法によって計算された。
- 2) 各 district で発生する旅客のトリップ数は、Bangladesh 内に利用できる data 不足のため、日本の data をもとにして 1 人当たり 1 日 0.0077 回と仮定した。その結果、国全体の発生トリップ数は 1993 年に 288 百万、2020 年に 429 百万と推定された。各 district の発生トリップ数は、上記総トリップ数を各 district の人口に比例するものとして計算された (VOLUME VII, Table 3-2 参照)。
- 3) 19 districts のすべての Pairs 間の将来旅客交通の起終点分布 (O-D 分布) は、現在および将来の鉄道網、道路網を考慮し、上記各 district の発生トリップ数を用いて計算された。この場合、将来交通網は Bangladesh Transport Survey Report および鉄道の時刻表を参考にして作成された。また、O-D 分布の計算には重力モデル式が用いられ、その収束計算にはフレーター法が用いられた。重力モデル式における districts 間の時間距離の計算には、自動車は時速 30 km, 列車は時速 40 km と仮定された。
- 4) Jamuna Bridge を渡る鉄道、道路の機関別将来 O-D 分布を次のようにして求めた。

現地における交通調査結果を基にして、将来の水路利用旅客は Rajshahi-Dacca division 間は総旅客数の 10%, Rajshahi-Chittagong division 間は 50%, Khulna-Dacca division 間は 20%, Khulna-Chittagong division 間は 80% と仮定した。ここに、上記 divisions は 4 乃至 6 districts から構成されている (VOLUME VII, Table 3-2 参照)。水路利用旅客を除く橋梁利用旅客のうち鉄道と道路の機関分担は各 districts 間のルートについて両者の時間距離の比によって分けられた。1993 年および 2020 年における Jamuna Bridge を渡る旅客数は下記のとおりである。

Unit: Million persons per year

Mode of transport	Year	
	1993	2020
Railway	1,239	1,916
Road	884	1,406
Total	2,123	3,319

(3) 次に、Jamuna Bridgeを渡る将来貨物交通量は、調査団の1974年の調査および収集データをもとにして下記の条件と仮定を基にして推定された。

- 1) Bangladesh の将来の経済の伸びは第1次5か年計画を基にして推定された。
- 2) 1993年における鉄道・道路の機関別貨物交通量を Bangladesh の経済・社会の状態を考慮し、農工業および人口の伸びを基にして推定した。
- 3) 1993年以降の各年の貨物交通量を鉄道および道路輸送の年伸び率を夫々4.0%および4.5%と仮定して計算した。1993年および2020年のJamuna Bridge を通過する貨物交通量を次に示す。

Unit: Thousand tons per year

Mode of transport	Year	
	1993	2020
Railway	2,504	7,212
Road	246	806
Total	2,750	8,018

(4) 上記(2)および(3)で推定された旅客および貨物交通量を次の条件に従って自動車および列車数で表わした。

1) 旅客交通

i 鉄道輸送

- 1 車 輛 当 り の 旅 客 数 : 70人
- 1 列 車 の 車 輛 数 : 20輛
- 列 車 の 運 行 日 数 : 年間365日

ii 道路輸送

- Jamuna Bridgeを通過する
乗用車とバスの台数比 : 1:1
- 乗用車1台当りの乗客数 : 3.5人
- バス1台当りの乗客数 : 40人

2) 貨物交通

i 鉄道輸送

貨車 1 台当りの容量 : 2.0 トン
 1 列車の貨車編成 : 60 車輛
 貨車の積載率 : 容量の 80 %
 列車の運行日数 : 年間 365 日

II トラック輸送

トラックの積載容量 : 5 トン
 トラックの積載率 : 容量の 80 %

3) 上記条件のもとに、初めに 1993 年および 2020 年における Jamuna Bridge を通過する乗用車、バス、トラック、貨車、客車の数を計算した。次に、上記両年の交通量を用いて、上記両年以外の 1990 年から 2020 年までの各年の交通量を内挿および外挿法によって計算した。その結果は Table 10-2 に示す。

(5) 上記表の中の交通量は次の 3 つのカテゴリーから成る。

- (a) Sirajganj ルート上のフェリー輸送から転換される交通量（通常交通）。
- (b) Sirajganj ルート以外の Jamuna 河上のフェリー輸送から転換される交通量（転換交通量）。
- (c) 架橋後新規に誘発される交通量（誘発交通量）。

（VOLUME VII, Table 3-21 参照）

これらの交通量のうち(c)の誘発交通量から生ずる単位便益は通常および転換交通量から生ずる単位便益の $\frac{1}{2}$ とする。Table 3-21 に示されるように、旅客の誘発交通量は総旅客交通の約 1.3 % になる。貨物に対する誘発交通は使用する data の精度不足のため推定が困難であった。

Table 10-2 Average Daily Traffic Across the Jamuna Bridge

Unit: Numbers per day							
Year	Road transport				Railway transport		
	Passenger cars	Buses	Trucks	Total	Passenger trains	Freight trains	Total
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

Table 10-2 Average Daily Traffic Across the Jamuna Bridge

Unit: Numbers per day

Year	Road transport				Railway transport		
	Passenger cars	Buses	Trucks	Total	Passenger trains	Freight trains	Total
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	18	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

2. 直接便益

前の課で推計された旅客および貨物交通量をもとにして、走行費節約便益と旅客の時間節約便益とから成る直接便益を下記の条件のもとに推定した。

- (1) この Project が実施される場合とされない場合の districts 間の時間距離の差に輸送単価をかけて走行費節約便益を求める。
- (2) districts 間の時間距離を計算する場合に、フェリーによって Jamuna 河を渡る旅客および貨物の所要時間は乗降に要する時間も含めて5時間とした。
- (3) 自動車に輸送単価は Table 10-3 に示す値を用いる。

Table 10-3 Transport Costs by Vehicles

Unit: Tk/Vehicle/km

	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
Fixed expenses	—	0.53	0.69
Total	0.81	1.92	2.43

Note: The above costs are net of taxes.

- (4) 鉄道輸送について、旅客運賃および貨物運賃はバングラデシュ国の鉄道運賃表およびその他の関係資料をもとに次の如く推定された。

1) 旅客運賃

等 級	利用割合(%)	運 賃 (Tk/人/km)
2 等 車	10	0.05
3 等 車	90	0.04

1等車運賃は、1968/69年における Bangladesh 鉄道旅客運賃総収入の1%にも満たないため、旅客運賃の計算から除かれた。

2) 貨物輸送費

Bangladesh における鉄道資料をもとにして、貨物運賃を 0.33 Tk/ton/km とした。

- (5) 旅客および自動車の時間節約からもたらされ単位便益を次の如く仮定した。

Time-Saving Benefit for Passenger		
	per passenger (Tk/hour)	per Car or Bus (Tk/hour)
Passenger car	3.14	11.0
Bus	1.26	50.5
Train	1.75	—

上記表の中の値は下記の仮定のもとに計算された。

- 1) 旅客の1時間当りの時間節約量は彼等の1時間当りの賃金の $\frac{1}{2}$ とする。
 - 2) 時間節約される旅客数は、乗用車旅客については総旅客数の80%、鉄道旅客については70%とする。
- (6) 経済評価を行うために、経済的費用の場合と同様に税金を除き、シャドーレート of 調整を行って経済的便益を算出する。
- (7) Table 10-4 は 1993年および2020年における走行費節約および旅客の時間節約の経済的 direct 便益を輸送機関別に示す。表に示すとおり、1993年および2020年における直接便益は、夫々、538百万Tkおよび1,038百万Tkである。
- (8) 1990年から2020年の間の各年の年間便益は、Table 10-5 に示すように、1993年および2020年の便益を用いて内挿および外挿法によって計算された。表から、1990年の橋の開通年には423百万Tkの便益が発生し、1990年から2019年までの30年の耐用年数の間総計約2,2530百万Tkの便益が発生することが期待される。

Table 10-4 Annual Direct Benefits in 1993 and 2020

Unit: Million Tk

Benefit	Year	Road transport				Railway transport			Total
		Passen- ger car	Bus	Truck	Sub- total	Passenger train	Freight	Sub- total	
Time savings	1993	51	21	—	72	72	—	72	144
	2020	81	33	—	114	114	—	114	228
Reduced transport costs	1993	152	37	19	208	67	119	186	394
	2020	238	58	65	361	107	344	451	812
Total	1993	203	58	19	280	139	119	258	538
	2020	319	91	65	475	221	344	565	1,040

Table 10-5 Annual Direct Benefits

Unit: Million Tk

Year	Benefits	Year	Benefits
1990	483	2005	760
1991	501	2006	779
1992	520	2007	797
1993	538	2008	816
1994	557	2009	834
1995	575	2010	853
1996	594	2011	871
1997	612	2012	890
1998	631	2013	908
1999	649	2014	927
2000	668	2015	945
2001	686	2016	964
2002	705	2017	982
2003	723	2018	1,001
2004	742	2019	1,019
		Total	22,530

3. 間接便益

プロジェクトの実施によって期待される間接便益のうち、このプロジェクトで取り上げられる Tangible 便益は、Jamuna Bridge の開通によって節約されるフェリー施設費、その運営維持費および工事終了後の資機材、土地の残存価値から成る。上記以外の間接便益のうちの若干は、Intangible 便益として次章で議論される。

3.1 フェリー施設の節約

Jamuna 河の東西地域間の交通は、Aricha, Sirajganj および Bahadurabad

の3地点において、フェリーボートを使って行われている。しかし、橋の開通後は、大部分の交通はフェリーボートの利用から橋の利用へ転換されるであろう。交通量計算によると、VOLUME VIIのTable 4-10に示される如く、1990年には橋の開通によって、2,810台/日の乗用車、246台/日のバス、126台/日のトラック、27,717人/日の鉄道旅客および5,427トン/日の鉄道貨物がフェリーから橋へ転換されることになる。従って、J-amuna 河上のフェリー施設は上記転換交通量に比例して節約されることになる。

フェリー施設およびその運営維持費の節約額は次の条件によって計算された。

1) フェリーの容量および運行について次のことを仮定した。

I. カーフェリー

積 載 容 量 : フェリー1隻当り35台

運 行 時 間 : 1往復7時間

運 転 回 数 : 1日1隻当り2往復

ポンツーン1隻がボート1隻に必要であり、1日当り4隻のボートを取扱うことができる。

バスやトラックのような大型車1台は乗用車2.5台に相当するものとする。

II. 鉄道フェリー

鉄道フェリーは旅客フェリーと貨車フェリーの2つの型に分けられる。

i) 旅客フェリー

積 載 容 量 : 1ボートに付1,000人

運 行 時 間 : 1往復6時間

運 転 回 数 : 1日1隻当り3往復

従って、有効輸送量は90%の運搬率を仮定して、1日当り5,400人になる。

2隻のポンツーンがボート1隻に必要であり、1日当り5隻のボートを取扱うことができる。

ii) 貨車フェリー

フェリー1組は1隻のタグボートと3隻のバージから成るが、運転中はタグボート1隻がバージ1隻のみを取扱う。

積 載 容 量 : 1バージ当り貨車25輛

運 転 回 数 : 1日当りフェリー1組で4回

貨車の積載トン数 : 1貨車当り8.56トン

従って、有効輸送トン数は90%の運搬率を仮定して、1日当り1,540トンになる。

2) 節約フェリー施設の経済的費用を求めるために、次のことを仮定した。

i. フェリーボート, タグボート, バージおよびポンツーンの耐用年数を18年とする。

ii. 新規購入のフェリーおよびポンツーンは次の価格とする。

Prices of ferry				Prices of pontoon			
Unit: Million Tk				Unit: Million Tk			
	Car ferry	Railway Ferry Passenger	Ferry Car		Car pontoon	Railway Pontoon Passenger	Pontoon Car
Tugboat	—	6.66	6.66	for passenger	1.2	3.55	—
Ferry boat	10.0	20.00	—	for loading	—	—	9.65
Barge	—	—	12.00	for berthing	—	—	1.2

注: 上記価格は税抜きである。

iii. フェリーボートの維持運営のために必要とする年間費用は購入価格の20%とする。この維持運営費の中には購入価格の5%に相当する部品費を含むものとする。また、ポンツーンの維持運営費は購入価格の10%とする。

iv. フェリーボート, その部品およびポンツーンは外国から購入されるものとする。

v. 上記費用はすべてその外貨相当分に対してCIF価格の1.75倍のシャドープライスを用いて経済的費用で表す。

Table 10-6 Benefits of Reduced Ferry Facilities

Unit: Million Tk

Year	Ferry facilities costs		Maintenance & operating 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

(continue)

Unit: Million Tk

Year	Ferry facilities		Maintenance & operating		Total
	costs		expenses		
	Ferry	Pontoon	Ferry	Pontoon	
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

上記条件の下に計算されたフェリー施設およびその維持運営費の節約額は、橋の開通年（1990年）において654,390百万Tkと推定される。これらはマイナス費用、即ち、プロジェクトにとっては便益になる。Table 10-6は1990年から2019年までの30年間に於ける上記節約額を示す。しかし、30年目に於ける節約されるべきフェリー施設の残存価格はマイナス便益として2020年（31年目）に計上される。

3.2 残存価値

1) 建設基地の残存価値

建設基地は、建設工事完了後維持工事のために使われる土地を除いて、残存価値として計上される。APPENDIX BのTable 5-1に示される如く、建設基地に必要な土地の面積は両岸合せて362.8 haである。これは124.4 haの工事地区、76.0 haの居住地区、102.0 haの石材置場、39.5 haの工事用道路用地、20.9 haの工事用鉄道用地から成る。これらのうち、残存価格として評価される土地は152.4 haであり、工事地区のうちの81.8 haと住居地区のうちの70.6 haから成る。このような土地は都市生活のために必要な公共施設が十分に設備されているため、機能上、都市地域と殆んど等しい状態にある。

1975年7月の調査によると、建設基地近くの都市地域の土地の価格は1エー

カー当たり Tk 200,000 から Tk 900,000 の範囲にあった。この土地の価格を参考にして、建設基地の土地の価格を上記価格の中間値、1 エーカー当たり Tk 500,000 (= Tk 1,236,000 / ha) を採用した。その結果、Tk 188,351,000 の土地の残存価値が建設期間の最後の年（第13年目）に計上されることになる。

2) 資機材の残存価値

このプロジェクトの建設工事のために購入される資機材の総経済的費用は、Table 9-2 に示される如く、11,585 百万 Tk と推定された。工事終了後資機材費の一部は残存価値として計上される。

Table 10-7 は夫々の資機材の耐用年数を考慮して計算されたそれらの残存価値を示す。この計算において、資機材の残存価値は年毎に直線的に減少すること、および耐用年数を越えた資機材に対しては、その資機材を使用した最終年に購入価格の10%の残存価値を計上することを仮定した。計算の結果、資機材の総残存価値は Tk 984,100,000 となった。即ち、総購入価格の8.5%である。

Table 10-7 Salvage Values of Equipment and Materials

Unit: Thousand Tk

Item	Year								Total
	6th	7th	8th	9th	10th	11th	12th	13th	
1. Construction Bases	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

第Ⅺ章 費用便益分析

1. 費用便益比較

第Ⅸ章の費用および第Ⅹ章の便益は一括して Table 11-1 に示す。表に示すとおり、プロジェクトの経済的費用は19,057百万Tkである。この中には1,169百万Tkの維持費を含む。一方、経済的便益は、30年の耐用年数の間、総計31,133百万Tkになる。この中には1,172百万Tkの資機材および土地の残存価値を含む。故に、費用および便益が割引されない場合は、便益の方が費用よりも12,076百万Tkだけ大きくなる。

経済的比較をするために、費用と便益は共にある率で割引かれねばならない。Table 11-2は1977年の年初を基準として12%、6%、3%および2%の率で割引かれた場合の、費用と便益の比較を示す。

割引率12%において、プロジェクトの純現在費用は純現在便益より6,117百万Tkだけ大きく、便益費用比率は0.24である。また、内部収益率は2.6%である。Table 11-2から明らかなように、3%以上の割引率においては、便益は費用を超えない。2%の割引率において、はじめて便益は費用を超え、便益費用比率は1.11になる。故に、上記の解析結果から、本プロジェクトは経済的妥当性がないものと考えられる。

2%から12%までの率で割引かれた費用および便益の計算結果はAPPENDIX CのTables 1から11に示す。

Table 11-2 Net Present Costs and Benefits

Discount Rates (%)	Net Present Costs (Million Tk)	Net Present Benefits (Million Tk)	Net Present Values (Million Tk)	Benefit-Cost Ratio	Internal Rate of Return
12	8,079	1,962	-6,117	0.24	
6	11,949	6,631	-5,318	0.55	2.6
3	14,899	13,717	-1,182	0.92	
2	16,118	17,834	1,716	1.11	

2. 感度分析

前課で得られた結果に対して、人口、外貨交換率およびプロジェクトの実施時期の三つの主要項目について感度分析を行った。

(1) 人口

このプロジェクトの便益は予測された人口に影響される。もし、人口が予測されたものより多く（或は少く）なれば、交通量が人口の増加に比例して増加するため、便益は予測されたものよりも高く（或は低く）なるであろう。

Table 11-1 Economic Costs and Benefits

Unit: Thousand Tk

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

人口予測については前章の初めに述べたとおり、バングラデシュの Census Commission によって推定された人口伸び率と IBRD による三種類の推定人口伸び率のうちの最低値との中間値がこの Feasibility Study において採用された。もし、例えば、Census Commission による比較的高い伸び率が使われたならば、Jamuna Bridge をわたる交通量は、Bridge の開通年（1990）においては推定されたものよりも約5%だけ増加し、2020年においては17%だけ増加する。この結果、プロジェクトの便益は推定されたものよりも約10%高くなる。故に、12%の割引率において、便益費用比率は0.24から0.26へいくらか増加し、内部収益率も2.6%から2.8%へ増加するが、純現在価値は依然として負である。これは、予測人口の変化は特にこのプロジェクトの経済評価の結論に影響を与えないことを意味する。

(2) 外貨交換率

第Ⅸおよび第Ⅹ章で述べたとおり、プロジェクトの経済的費用および経済的便益を推定するために、外貨相当分に対してCIF 価格の1.75倍のシャドープライスを適用した。1.75のシャドーレートは、最近1年間の実質外貨交換率と Planning Commission の意見を参考にして決定した。

最近1年間の統計によると、外貨交換率は1US\$に対して32 Tk から20 Tk までの範囲にある。即ち、それは公定レートに対す実質レートの比率が2.5から1.5までの範囲であることを意味する。従って、1.75のレートは上記範囲の中央値に近い。これに対して、上記範囲の最低レートの1.5が使われたならば、当然、プロジェクトの純現在価値は良くなるであろう。しかし、たとえ1.5のシャドーレートが適用されても、12%の割引率に対しては、便益は費用よりも少ない。便益費用比率は0.24から0.26になり、内部収益率も2.6%から3.0%になっていくらか良くなる（APPENDIX C, Tables C-12 ~ C-17 参照）。これは、シャドーレートの変化もまたプロジェクトの評価の結論に特に影響を与えるものでないことを示している。

一方、Bangladesh Planning Commission からの情報によると、Planning Commission は経済的費用及び経済的便益を求めるのに、外貨相当分に対してシャドーレートをを用いない。即ち、公定レートが使われてきた。この場合は、この Project の便益費用比率は、12%の割引率の場合で、0.33になる。また、内部収益率は4.5%になる（APPENDIX C, Tables C-18 ~ C-24 参照）。

(3) プロジェクトの実施時期

このフィージビリティ・スタディーにおいては、13年の建設期間と30年の耐用年数、更に経済的便益を計算するために、1977年に建設工事を開始し、Jamuna Bridge は1990年に開通することが仮定された。

この仮定条件によると、Jamuna Bridge を渡る交通量は年間約2%の割合で除

々に増加することになる (Table 10-2 参照)。もし、この伸びが将来にわたって続くとするならば、橋を渡る鉄道交通は 2040 年までに、74 列車の日交通容量に達し、道路交通は 2050 年までに、9,800 台の日交通容量に達するものと推定される。即ち、割引される前の便益は、鉄道輸送に対しては 2040 年頃まで増加が続き、道路輸送に対しては 2050 年頃まで増加が続くことになる。

一方、経済的費用で 17,887 百万 Tk に上る巨大資本が最初の 13 年間に建設のため投下される。更に、耐用年数の 30 年間をとおして、平均 37 百万 Tk の割合で毎年維持費が使われる。このような条件から判断して、プロジェクトの純現在価値は、その開始の延期によって増加することが期待される。

プロジェクトの最適実施時期を見出すために、延期による便益、即ち、割引された費用の減小と工事の遅れによる費用、即ち延期により失われた便益との比較を行わなければならない。

プロジェクトの耐用年数が 30 年続き、その後残存価値がないものと仮定すると、例えば、1 年の延期は、12% で割引された現在費用は 8,076 百万 Tk から 7,213 百万 Tk に減る。即ち、866 百万 Tk だけ減額される。一方、便益に対しては、延期は 2 つの面で影響する。即ち、プロジェクトの初年度便益が失われ、最終年の次の年の便益が発生する。これは、便益の現在価値が 1,962 百万 Tk から 1,779 百万 Tk へ減額される。純費用の減額が 866 百万 Tk であるのに対して、純便益の減額は 183 百万 Tk にすぎない。

このような計算を第 40 年目までの延期について行い、結果を Table 11-3 に示す。この表は、プロジェクトの最適実施時期は近い将来には見出されないこと、および延期が長ければ長い程有利であるが 40 年以上の延期は不利になることを示している。

Table 11-3 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	19
40	10	4	6

次に、便益費用比率とプロジェクトの延期との関係をしらべた。Table 11-4 は、たとえ40年以内の延期であっても、6%より高い割引率では便益費用比率は1.0以上にならないことを示す。このことはプロジェクトが妥当性のないことを示している。

Table 11-4 Relations between Benefit-Cost Ratio and Project Timing

Starting year of project	Delay (Year)	Benefit-Cost ratio		
		Discount rates		
		3%	6%	12%
1977	0	0.921	0.555	0.243
1978	1	0.939	0.565	0.247
1982	5	1.024	0.617	0.269
1987	10	1.127	0.679	0.296
1994	17	1.258	0.759	0.328
1995	18	1.276	0.769	0.333
1999	22	1.349	0.815	0.353
2000	23	1.367	0.827	0.359
2010	33	1.511	0.915	0.397
2011	34	1.526	0.925	0.401
2012	35	1.539	0.933	0.405
2016	39	1.586	0.962	0.418
2017	40	1.598	0.970	0.421

3. 結 論

このような国家的プロジェクトは究極的に総投下資本と、それによってもたらされる国民所得の純増加額とを比較することによって行われるものである。この場合、解析のために必要な有効なデータが与えられるならば、たとえば、産業連関分析は最も有効な方法の一つと考えられる。しかし、所要のデータ不足のため、本フィージビリティ調査では、経済的便益は、前章で説明されたとおり、普通の直接測定の方法で評価された。しかし、便益の多くは intangible 便益として便益計算から除かれたため、ここに計上された便益は、このプロジェクトからもたらされる便益のすべてではない。ここでは intangible 便益のうち、雇傭の増大、貨物輸送の時間節約および農工業生産物の増加の主要項目についてのべる。

(1) 雇傭の増大

このプロジェクトは13年の建設期間を通じて年間約1,200千人日の国内労務者を必要とする。建設後は施設の耐用年数の間、年間約200千人日の労務者がその維持工事のために雇傭される。

この国の大きな失業状態から考えて、このプロジェクトは多くの労務者に所得の増加をもたらすであろう。この効果のうちのいくらかは、実賃金の0.5倍のシャドー賃金を未熟練労務者に適用することによって既に経済評価の中へ組み込まれた。しかし、

これが雇傭増大効果のすべてではない。即ち、彼等の所得が増加すれば彼等の消費を増加させ、消費を受けた他の人々はまた所得と消費を増加させるというように、所得と消費が交互に波及する。所謂、乗数効果による便益が依然として残されている。

更に、我々は労務者に対する技術的訓練効果に注目すべきであろう。この工事は13年間に亘って、広範囲且高度の技術を用いて行われるため、彼等の習得技術は、この国の経済、技術の成長に大いに貢献することになるであろう。

(2) 貨物輸送に対する時間節約

貨物輸送に対する時間節約は、それを推定するに必要な data が得られなかったため、tangible 便益として計上されなかったが、本来は旅客輸送の時間節約と同様に、直接便益の一つとして採り上げられるべき性質のものである。

輸送間の貨物は一つの資本であるから、その輸送時間の節約は資本費用の減少、すなわち、資本利子の節約となる。更に、在庫料およびその設備費が、橋の開通によって貨物の早い引渡しが行なわれ、在庫量を少なくすることによって、減額されることになる。

(3) 農工業生産物の増加

Jamuna Bridge の開通は、首都圏ダッカ地域と国の北西部の農業生産の中心地域との流通を改善することになるので、バングラデシュ国の経済発展上、重要な意義をもつものである。橋が完成されたならば、雨期の洪水による交通途絶を解消する。故に、全季節を通じて、北西部地域で生産された新鮮な野菜や果実のダッカ地域への供給を促進することに、橋は大いに貢献することになる。結果として、北西部地域の農作物の増産と物価の低下を導くことになる。このような見地から、増産された農作物の純価値がこのプロジェクトによる開発便益になる。

同様に、工業開発便益をこのプロジェクトから期待することができる。更に、建設段階においては巨大な投資が行われ、それが工業の開発を促進し、(1)でのべたと同様の乗数効果によって究極的に国民所得を増加させることになる。

以上述べた費用便益分析結果から次の結論が得られる。上記の intangible 便益からみて、このプロジェクトは経済的に国にとって極めて重要である。故に、プロジェクトはいつかは実現されることになるであろう。しかし、現在においては、それを直ちに実施するには経済的に feasible でない。従って、経済的に feasible になるまで、現在のフェリー施設の改良および増強がこの国の経済的發展を推進するために考慮されねばならないであろう。

APPENDICES

APPENDIX A
DATA FOR CHAPTER III

1. Maximum Number of Dwellers in Construction Bases.

Number of workers and dependents given in Table 1 was estimated on the following assumptions for both the domestic workers and the foreign workers.

- a. Number of workers without dependents = $0.8 \times$ (total number of workers).
- b. Number of workers with dependents = $0.2 \times$ (total number of workers)
- c. Number of dependents = $2.0 \times$ (number of workers with dependents)
- d. Family make-up of foreign workers was assumed to be two children besides wife and it was further assumed that two children are equivalent to one adult in utilization of facilities. Domestic workers are supposed to have more dependents, but the above-mentioned family make-up was also assumed on the average since it may be presumed that one family has more than one worker.

Table 1 Maximum Number of Dwellers in Construction Bases

		(unit: men/day)											
Right side bank		3rd	4th	5th	6th	7th	8th	9th	10th	11th	12th	13th	
Right base		180	330	2,400	2,800	5,000	5,800	3,500	3,800	3,200	1,200	1,400	
Total workers		140	260	1,900	2,200	4,200	4,600	2,800	3,000	2,500	1,200	1,400	
Workers without dependents		40	70	500	600	1,100	1,200	1,700	1,400	800	400	300	
Workers with dependents		80	150	1,000	1,100	2,200	2,400	3,400	2,800	1,500	900	700	
Dependents		260	480	3,400	3,900	7,500	8,200	7,900	7,200	4,800	2,500	2,400	
Total dwellers													
Left side bank		3rd	4th	5th	6th	7th	8th	9th	10th	11th	12th	13th	
Left base		-	-	-	-	300	-	4,800	3,000	470	540	-	
Total workers		-	-	-	-	(200)	-	3,800	2,400	380	430	-	
Workers without dependents		-	-	-	-	(100)	-	(1,000)	(600)	(90)	(110)	-	
Workers with dependents		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Dependents		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Total dwellers		-	-	-	-	(200)	-	3,800	2,400	380	430	-	
Total													
Total of right & left base		3rd	4th	5th	6th	7th	8th	9th	10th	11th	12th	13th	
Total workers		180	330	2,400	2,800	5,300	5,800	8,300	6,800	3,700	2,000	1,700	
Workers without dependents		140	260	1,900	2,200	4,200	4,600	6,600	5,400	2,900	1,600	1,400	
Workers with dependents		40	70	500	600	1,100	1,200	1,700	1,400	800	400	300	
Dependents		80	150	1,000	1,100	2,200	2,400	3,400	2,800	1,500	900	700	
Total dwellers		260	480	3,400	3,900	7,500	8,200	11,700	9,600	5,200	2,900	2,400	

* Figures in () show population at day-time and without () shows that of right.

APPENDIX A

2. Electric Power Demand in the Construction Bases.

Electric power required for the facilities in both construction bases was assumed as follows.

Table 2 Electric Power Demand in Construction Bases

Item	Power demand (KW)
Right dwelling settlement	
Quarters for workers without deps: $4,600 \times 0.8 \text{ KW} \times 1.2$	4,420
Houses for workers with deps. : $1,700 \times 1.5 \text{ KW} \times 1.2$	3,060
Public facilities : $(4,420 + 3,060) \times 20 \%$	1,500
(Subtotal)	(8,980)
Right job settlement and main works	
Motor pool	200
Power station	50
Purification plant	200
Cargo-handling pier	200
Warehouses, yards for equipment, forms, steel bars, caissons, aggregate, temporary construction materials and stones	550
Superstructure yard	1,500
Concrete plant	150
Asphalt plant	150
Office houses	100
Lighting	200
Main works	1,000
(Subtotal)	(4,300)
(Total on the right bank)	(13,280)
Left dwelling settlement	
Quarters for workers without deps.: $3,800 \times 0.8 \text{ KW} \times 1.2$	3,650
Public facilities $3,650 \times 10 \%$	370
(Subtotal)	(4,020)
Left job settlement and main works	
Workshop	50
Power station	25
Purification station	100
Cargo-handling pier	200

APPENDIX A

Warehouses, yards for heavy equipment, forms, steel bars, aggregate, temporary construction materials and stones	355
Office houses	50
Lighting	150
Main works	1,000
(Subtotal)	(1,930)
(Subtotal on the left bank)	(5,950)
Grand total on both banks	19,230

APPENDIX A

3. Area Required for Job Facilities in the Main and Branch Bases.

Area required for the job facilities in the main and branch bases was assumed as follows.

Table 3 Area Required for Job Facilities in Main and Branch Bases

Facilities	Floorage(m ²)	Plotage(m ²)
Right Main Base		
Offices incl. garage, parking, open space	3,580	25,000
Temporary equipment	-	27,000
Steel caisson yard	-	48,000
Batcher plant	120	8,000
Aggregate yard	-	40,000
Steel bar yard	120	50,000
Forms and scaffolds yard	120	8,400
Machinery yard	-	28,600
Warehouses	5,450	25,200
Water supply plant	-	13,000
Electric power station	-	22,000
Fuel storage yard	-	14,000
Motor pool	3,890	32,500
Truss assembly yard	-	109,500
Asphalt plant	120	60,000
Heliport	-	11,000
(Total)		(522,200)
Left Branch Base		
Offices incl. garage, parking, open space	1,000	10,200
Temporary equipment yard	-	20,800
Aggregate yard	-	19,800
Steel bar yard	100	15,300
Forms and scaffolds yard	120	8,000
Machinery yard	-	19,500
Warehouses	2,480	7,200
Water supply plant	-	5,000
Electric power station	-	7,700
Fuel storage yard	-	8,800
Motor pool	2,250	23,400
(Total)		(145,700)

APPENDIX A

4. Area Required for the Dwelling Settlements.

Daily maximum number of dwellers on each side of the river is estimated as follows based on Table 1 in APPENDIX A.

Table 4 Daily Maximum Number of Dwellers in Construction Bases

	Right bank	Left Bank
Workers without dependent (men/day)	4,600	3,800
Workers with dependent (men/day)	1,700	—
Dependents (men/day)	3,400	—
Total dwellers (men/day)	9,700	3,800

Table 5 Area Required for Dwelling Settlements

	Floorage (m ²)	Plotage (m ²)
Right bank settlement		
Quarters for workers without dependents	$4,600 \times 12 \text{ m}^2/\text{hear} \times 1.2 = 66,200$	$66,200 \times 2 = 132,000$
Houses for households	$5,100 \times 15 \text{ m}^2/\text{head} \times 1.2 = 91,800$	$91,800 \times 2.5 = 230,000$
Public facilities	$(66,200 + 91,800) \times 0.1 = 15,800$	$15,800 \times 2 = 32,000$
Common area (40% of the above)		158,000
(Total)	(173,800)	(560,000)
Left bank settlement		
Quarters for workers without dependents	$3,800 \times 12 \text{ m}^2/\text{head} \times 1.2 = 54,700$	$54,700 \times 2 = 109,000$
Public facilities	$54,700 \times 0.05 = 3,000$	$3,000 \times 2.5 = 7,500$
Common area (40% of the above)		47,400
(Total)	(57,700)	(163,900)

APPENDIX B
DATA FOR CHAPTER VII

Tables and description involved in APPENDIX B are as follows,
Tables 1(1) through 1(20) Cost Estimation of Construction Base Works.

Table 1(1) Construction Costs of Construction Base Works.

- a. "D.C." stands for domestic currency in Tk.
- b. "F.C." stands for foreign currency in US\$.
- c. Exchange rate : US\$ 1 = Tk 13.

Table 1(2) Summary of Construction Costs of Construction Base Works.

This table is the summary of cost estimation shown in Table 1(3) through 1(20) by work items and items of equipment, materials and labor. Costs of imported equipment and materials in this table are counted in FOB prices except those of fuel, lubricant and asphalt.

Tables 1(3)-1 through 1(3)-18 Cost Estimation of Construction Base Works.

- a. Figures in () show total amount of each cost item.
- b. "f.sk.l." stands for foreign skilled laborers.
- c. "d.sk.l." stands for domestic skilled laborers.
- d. "d.unsk.l." stands for domestic unskilled laborers.

Costs of imported equipment and materials in these tables are counted in FOB prices except those of fuel, lubricant and asphalt.

Tables 2(1) through 2(8) Costs of Construction Base Works and Main Construction Works by Year.

Table 3 Costs of Land Acquisition.

Table 4 Administration Costs.

Table 5 Maintenance Costs.

APPENDIX B

Table 1(1) Construction Costs of Construction Base Works

Item	D.C. (10 ³ Tk)	F.C. (10 ³ \$)
EQUIPMENT & FACILITIES		
a. Costs of domestic ones	233,493	-
b. Costs of imported ones except c. counted in CIF	-	1,746
c. FOB costs of imported ones	-	86,673
d. Costs at site for c.	21,411	96,118
Sub-total	254,904	97,864
e. Miscellaneous	12,749	4,904
Total	267,653	102,768
MATERIALS		
a. Costs of domestic ones	152,282	-
b. Costs of imported ones except c. counted in CIF	26,741	9,085
c. FOB costs of imported ones	-	5,110
d. Costs at site for c.	4,797	6,596
Sub-total	183,820	15,681
e. Miscellaneous	9,205	786
Total	193,025	16,467
LABORS		
a. Costs of domestic unskilled laborers	22,347	-
b. Costs of domestic skilled laborers	15,600	-
c. Costs of foreign skilled laborers	-	29,147
Sub-total	37,947	29,147
d. Miscellaneous	1,898	1,458
Total	39,845	30,605
GRAND TOTAL	500,523	149,840

Note: Costs for construction base works are shown by year in
Tables 2(1) through 2(8), APPENDIX B.

Table 1 (2) Summary of Construction Costs of Construction Base Works

Unit: 10³\$

	Equipment	Materials	Labor	Total
Reclamation of land for bases	15,530.6	2,746.8	24.6	18,301.9
Temporary roads	—	4,876.5	1,077.8	5,954.4
Temporary railway	—	1,049.1	408.1	1,457.1
Canals and canals	—	3,374.3	3,536.2	6,910.4
Water supply facilities	1,884.0	870.5	1,434.8	4,189.3
Electric power supply facilities	8,965.6	6,561.9	1,006.2	16,533.7
Job settlements	5,279.7	2,475.3	1,062.6	8,817.6
Dwelling settlements	42,196.7	1,670.6	1,347.1	45,214.3
Sewage treatment facilities	513.0	238.2	407.5	1,158.7
Motor pools	1,732.4	212.9	2,106.3	4,051.6
Heliport	1,746.2	65.1	672.0	2,483.2
Medical facilities	262.8	337.9	1,112.5	1,713.3
Transportation facilities in base	3,724.2	457.6	1,108.3	5,290.2
Equipment for base works	24,544.4	3,029.3	16,762.2	44,335.9
Total	106,379.6	27,966.0	32,066.2	166,411.6

Table 1(3)-1 Cost Estimation of Construction Base Works

Unit: \$					
Item	Specification	Unit	Quantity	Unit cost	Amount
Reclamation of Lands for Based					
Equipment					
pump dredger	4,000 PS	nos.	1	8,900,000	8,900,000
anchor barge	15 t	"	1	325,000	325,000
dredging pipes	φ710mm×5m	sets	500	808	404,000
floaters	φ1,300mm×4.5m	"	134	3,630	486,000
joints	φ=1.5m, rubber	"	133	1,400	186,000
pump dredger	600PS	nos.	1	1,300,000	1,300,000
anchor barge	5t, 50PS	"	1	43,000	43,300
tugboat	60t, 300PS	"	1	173,000	173,000
dredging pipes	φ410mm×6.0m	sets	140	217	30,380
floaters	"	"	70	1,170	81,900
joints	rubber	"	70	243	17,010
spare parts		l.s.	-	-	3,583,977 30% of equip.
Materials					
bats		m ³	94,700	16.2	1,534,140
heavy oil		kl	7,855	94.3	740,727
other oil		l.s.	-	-	222,218 30% of heavy oil
timber & others		l.s.	-	-	249,709 10% of materials
*Labor					
d.unsk.l.	arranging land	man-day	18,750	1.31	24,563
APPENDIX B					
* Laborers for dredging are included in the works of "cambers and canals", Table 1(6).					

Table 1(3)-2

Unit: \$					
Item	Specification	Unit	Quantity	Unit cost	Amount
Temporary Roads					
Materials					
bats		m ³	238,000	16.2	(5,954,367)
paving materials					(4,876,538)
crushed stone		"	27,000	16.9	456,300
sand		"	15,000	10.0	150,000
asphalt		"	2,300	130.0	299,000
drain ditches					33.0×10 ³ m ³ ×0.64 ×1.05×4.8
brick		10 ³ pcs	2,121	53.8	114,110
cement		t	38	31.0	1,178
sand		m ³	35	10.0	350
Labor					
f.sk.l.		man-day	8,850	70.0	619,500
d.sk.l.		"	39,850	2.31	92,054
d.unsk.l.		"	279,600	1.31	366,276
(11)					

Table 1(3)-3

Unit: \$

Item	Specification	Unit	Quantity	Unit cost	Amount	Remarks
Temporary Railway					(1,457,144)	
Materials					(1,049,050)	
ballast		m ³	49,700	14.2	705,740	m ³ /m 8,350 × 2 + 33,000
rails, etc.		t	835	200.0	167,000	t/m 8,350 × 2 × 0.05
sleepers	9' × 5" × 10"	pcs.	11,100	3,300	123,210	8,350m ÷ 0.75m
turn outs		sets	6	-	19,800	
signals, etc.		l.s.	-		33,300	
Labor					(408,094)	
f.sk.l.		man-day	3,400	70.0	238,000	for const. & maintenance
d.sk.l.		"	29,400	2.31	67,914	- do -
d.unsk.l.		"	78,000	1.31	102,180	- do -

Table 1(3)-4

Unit: \$

Item	Specification	Unit	Quantity	Unit cost	Amount	Remarks
Cambers & Canals					(6,910,427)	
Materials					(3,374,267)	
heavy oil		kl	2,478	94.3	233,675	for maintenance work
other oil		l.s.	-	-	70,103	- do -
structural steel		t	11,488	230.0	2,642,240	- do -
fenders		l.s.	-	-	77,500	-do- 30% of oil
bollards	10t	nos	18	190.0	3,420	
rails		m ³	234	18.5	4,329	
tie rods	φ60 220m	nos.	455	700.0	318,500	
timber		m	100	245.0	24,500	
					(3,536,160)	
Labor						
f.sk.l.		man-day	45,300	70.0	3,171,000	incl.dredger crew
d.sk.l.		"	56,000	2.31	129,360	
d.unsk.l.		"	180,000	1.31	235,800	

APPENDIX B

Table 1(3)-5

Unit: \$					
Item	Specification	Unit	Quantity	Unit cost	Amount
Water Supply Facilities					
Equipment					
well equipment	0.5 t/min.	units	10	16,700	(4,189,269)
boring machine		set	1	-	(1,884,000)
purification plants	20 t/hr.	units	10	166,700	1,667,000
Materials					
cement		t	960	31.0	(870,508)
gravel		m ³	3,120	16.9	29,760
sand		"	2,160	10.0	52,728
steel bars		t	340	233.0	21,600
structural steel		"	640	230.0	79,220
service steel pipes		"	900	230.0	147,200
vinyl pipes, etc.		l.s.	-	-	207,000
					333,000
					(1,434,761)
Labor					
f.sk.l.		man-day	16,700	70.0	1,169,000
d.sk.l.		"	19,350	2.31	44,699
d.unsk.l.		"	168,750	1.31	221,063

Table 1(3)-6

Unit: \$

Item	Specification	Unit	Quantity	Unit cost	Amount	Remarks
Electric Power Supply Facilities						
Equipment						
Diesel generators	2,000 KVA	units	10	666,700	(16,533,715)	
transformer facilities		stations	32	-	(8,965,600)	
electric control facilities		places	2	-	337,000	
equipment for residence		l.s.	-	-	238,000	
lighting for streets, etc.		"	-	-	1,000,000	
Lightning rods		"	-	-	293,000	
information facilities		"	-	-	9,600	
buildings		m ²	3,880	100	33,000	
					388,000	
					(6,561,911)	
Materials						
structural steel		t	140	230.0	32,200	
cement		"	350	31.0	10,850	
gravel		m ³	1,150	16.9	19,435	
sand		"	770	10.0	7,700	
steel bars		t	130	233.0	30,290	
heavy oil		kl	57,100	94.3	5,384,530	
other oil	830kl/unit.yr.	l.s.	-	-	1,076,906	20% of heavy oil
					(1,006,204)	
Labor						
f.sk.l.		man-day	12,200	70.0	854,000	
d.sk.l.		"	14,850	2.31	34,304	
d.unsk.l.		"	90,000	1.31	117,900	

APPENDIX B

Table 1(3)-7

Unit: \$

Item	Specification	Unit	Quantity	Unit Cost	Amount	Remarks
Job Settlements					(8,817,616)	
Equipment					(5,279,700)	
unloader	20.0t	sets	4	733,000	2,932,000	
telecommunication facilities between Dacca and base between right and left bases	SW, SSB wireless	sets	2	15,000	30,000	
		l.s.	-	-	5,000	
elephone	20linesx2places	"	-	-	55,000	
antena		"	-	-	7,000	
goliath cranes		sets	3	140,000	420,000	
bar benders		nos.	4	1,300	5,200	
bar cutters		"	4	1,200	4,800	
stiff leg derrick cranes		sets	2	241,000	482,000	
buildings						
offices		m ²	2,120	120	254,400	
garages		"	2,100	60	126,000	
warehouses		"	7,930	80	634,400	
others		"	360	80	28,800	
appurtenance		l.s.	-	-	170,000	
water & power supply equipment		m ²	12,510	10	125,100	
Materials					(2,475,331)	(522+146) × 10 ³ m ²
bats		m ³	133,600	16.2	2,164,320	x0.2m
brick		10 ³ pcs	900	53.8	48,420	
gravel		m ³	6,890	16.9	116,441	
sand		"	4,200	10.0	42,000	
asphalt		t	640	130.0	83,200	

APPENDIX B

Table 1(3)-8

Unit: \$

Item	Specification	Unit	Quantity	Unit cost	Amount	Remarks
cement		t	50	31.0	1,550	
steel bars		"	10	233.0	2,330	
structural steel		"	20	230.0	4,600	
timber		m ³	50	245.0	12,250	
Labor					(1,062,585)	
f.sk.l.		man-day	13,050	70.0	913,500	
d.sk.l.		"	13,500	2.31	31,185	
d.unsk.l.		"	90,000	1.31	117,900	

Table 1(3)-9

Unit: \$

Item	Specification	Unit	Quantity	Unit cost	Amount	Remarks
Dwelling Settlements						
Equipment						
family houses					45,214,282	
buildings	brick-made	m ²	91,800	75	6,885,000	
appurtenance		l.s.	-	-	6,800,000	for 1,700 families
water and power supply equipment		m ²	91,800	10	918,000	
houses for singles						
buildings	prefabricated	m ²	120,900	150	18,135,000	
appurtenance		l.s.	-	-	6,720,000	for 8,400 pers.
water & power supply equip.		m ²	120,900	8	967,200	
public facilities						
buildings	brick-made	m ²	16,900	75	1,267,500	
appurtenance		l.s.	-	-	335,00	
water & power equip.		m ²	16,900	10	169,000	
Materials						
brick		10 ³ pcs.	518	53.8	27,868	
cement		t	60	31.0	1,860	
gravel		m ³	200	16.9	3,380	
sand		"	130	10.0	1,300	
steel bars		t	10	233.0	2,330	
timber		m ³	50	245.0	12,250	
bats		"	100,000	16.2	1,621,620	
Labor						
f.sk.l.		man-day	15,400	70.0	1,078,000	
d.sk.l.		"	14,400	2.31	33,264	
d.unsk.l.		"	180,000	1.31	235,800	

APPENDIX B

Table 1(3)-10

Unit: \$

Item	Specification	Unit	Quantity	Unit cost	Amount	Remarks
Sewage-Treatment Facilities						
Equipment						
sewage treatment equipment	aeration type	unit	19	27,000	513,000	(1,158,668)
Materials						
pipes, etc.		l.s.	-	-	167,000	(513,000)
cement		t	290	31.0	8,990	
gravel		m ³	930	16.9	15,717	
sand		"	650	10.0	6,500	
steel bars		t	100	233.0	23,300	
structural steel		"	30	230.0	6,900	
tomber		m ³	40	245.0	9,800	
Labor						
f.sk.l.		man-day	4,950	70.0	346,500	(407,461)
d.sk.l.		"	4,500	2.31	10,395	
d.unsk.l.		"	38,600	1.31	50,566	

APPENDIX B

Table 1(3)-11

Unit: \$					
Item	Specification	Unit	Quantity	Unit cost	Amount
Remarks					
Motor Pools					
(4,051,563)					
Equipment					
(1,732,400)					
lathes		sets	2	9,270	18,540
drilling machines		"	2	3,620	7,240
milling machines		"	2	7,870	15,740
band sawing machines for metal		"	2	7,670	15,340
lift jacks		1.s.	-	-	45,300 for both bases
oil hydraulic presses		"	-	-	37,300 - do -
washing equipment		"	-	-	18,900 - do -
oil supply equipment		"	-	-	9,300 - do -
compressors		"	-	-	14,000 - do -
electric testing apparatus		"	-	-	13,300 - do -
electric tools		"	-	-	13,600 - do -
crack detectors		"	-	-	900 - do -
engine repair apparatus		"	-	-	4,400 - do -
brake & tyre service		"	-	-	3,400 - do -
testers & measures		"	-	-	2,100 - do -
tools		"	-	-	20,000 - do -
cutting & grinding tools		"	-	-	2,400 - do -
welding machines		"	-	-	9,100 - do -
water supply facilities		"	-	-	65,000 - do -
oil supply facilities		"	-	-	65,000 - do -
roof cranes	5 t	sets	3	23,300	69,900
goliath cranes	10 t	"	2	140,100	280,200
transformer facilities		1.s.	-	-	65,000 for both bases

APPENDIX B

Table 1(3)-12

Unit: \$

Item	Specification	Unit	Quantity	Unit cost	Amount	Remarks
vehicles						
jeeps		nos.	3	6,500	19,500	
repairing cars		"	3	23,300	69,900	
trailers		"	2	20,000	40,000	
spareparts		l.s.	-	-	25,880	20% of vehicles
buildings						
offices, etc.	prefabricated	m	1,756	120	210,720	
work shops, etc.	- do -	"	4,388	130	570,440	
					(212,913)	
Materials						
cement		t	200	31.0	6,200	
gravel		m	650	16.9	10,985	
sand		"	450	10.0	4,500	
steel bars		t	70	233.0	16,310	
structural steel		"	250	230.0	57,500	
light oil		Kl.	1,080	90.6	97,848	
other oil		l.s.	-	-	19,570	20% of oil
					(2,106,250)	
Labor						
f.sk.l.		man-day	27,850	70.0	1,949,500	
d.sk.l.		"	25,750	2.31	59,483	
d.unsk.l.		"	74,250	1.31	97,267	

APPENDIX B

Table 1(3)-13

Unit: \$					
Item	Specification	Unit	Quantity	Unit cost	Amount
Heliport					(2,483,231)
Equipment					(1,746,150)
helicopter					
fixed charge		mons.	96	14,500	1,392,000
flying charge		hrs.	2,880	85	244,800
buildings		m ²	210	120	25,200
lighting, etc.		l.s.	1	-	1,000
miscellaneous		"	1	-	83,150
					5% of equipment
					(65,081)
Materials					
asphalt		t	2.38	130	309
gravel		m ³	25.4	16.9.	429
sand		"	14.8	10.0	148
bats		"	238	16.2	3,856
fuel for helicopter	Jet A-1	gal.	57,600	0.936	53,914
mobile oil		"	115	4.38	504
miscellaneous		l.s.	1	-	5,921
					10% of materials.
					(672,000)
Labor					
f.sk. l.		man-day	9,600	70	672,000
					men days mons. yrs.
					4 x 25 x 12 x 8

APPENDIX B

Table 1(3)-14

Unit: \$

Item	Specification	Unit	Quantity	Unit cost	Amount	Remarks
Medical facilities					(1,713,753)	
Equipment					(219,000)	
*buildings						
medical equipment from abroad		l.s.	-	-	100,000	5% of the above per yr.
spareparts for medical equipment		yrs.	8	5,000	40,000	
domestic facility		l.s.	-	-	15,000	
cars		yrs.	8	8,000	64,000	hire charge 3nosx8yrs.
Materials					(281,600)	
medicine, etc.		men	96	2,000	192,000	12mons.x8yrs.
consumables		yrs.	8	4,500	36,000	
X-ray film, etc.		"	8	6,700	53,600	
Labor					(927,111)	
foreign staff						man mons. yrs.
doctors		man-day	96	3,257	312,672	1 x 12 x 8
nurses		"	192	2,057	394,944	2menx96mons.
domestic staff						
doctors		"	288	123	35,424	3menx96mons.
nurses		"	384	61.5	23,616	4menx96mons.
skilled laborers		"	1,632	57.8	94,330	17menx96mons.
unskilled laborers		"	2,016	32.8	66,125	21menx96mons.
Miscellaneous		l.s.	-	-	(285,542)	20% of the above

* Buildings for medical facilities are included in "job settlements", Table 1(10).

APPENDIX B

Table 1(3)-15

Unit: \$

Item	Specification	Unit	Quantity	Unit cost	Amount	Remarks
Transportation Facilities in Bases						
Equipment						
buses	for 50 pers.	nos.	15	21,600	324,000	(5,290,151)
trucks	8t, 20 pers.	"	10	10,200	102,000	(3,724,240)
micro buses		"	5	7,830	39,150	
spare parts for the above		l.s.	-	-	93,030	
jeeps		nos.	100	6,530	653,000	
spareparts for the above		l.s.	-	-	13,060	
ferry boats	for 300 pers.	nos.	2	1,000,000	2,000,000	
spare parts for the above		l.s.	-	-	500,000	
Materials						
light oil		kl.	2,960	90.6	268,176	(457,603)
heavy oil		"	1,200	94.3	113,160	
other oil		l.s.	-	-	76,267	
Labor						
f.sk.l.	man-day		14,400	70.0	1,008,000	(1,108,308)
d.sk.l.	"		12,800	2.31	29,568	
d.unsk.l.	"		54,000	1.31	70,740	

Table 1(3)-16

Unit: \$

Item	Specification	Unit	Quantity	Unit cost	Amount	Remarks
Equipment for Construction Base Works						
Equipment						
Bulldozers	swamp, 13t	nos.	6	55,000	330,000	(44,335,902)
"	8t	"	5	16,700	83,500	(24,544,404)
"	2t	"	5	10,900	54,500	
macadam rollers	12t	"	2	20,700	41,400	
asphalt finisher		"	1	29,000	29,000	
engine sprayer		"	1	8,100	8,100	
tractor shovels	1.2m ³	"	6	49,500	297,000	
trailers	40t	"	3	39,900	119,700	
dump trucks	11t	"	18	23,000	414,000	
"	8t	"	10	14,300	143,000	
"	4t	"	5	13,100	65,500	
trucks	11t	"	20	24,000	480,000	
"	8t	"	10	23,200	232,000	
"	4t	"	10	10,000	100,000	
trucks cranes	10t	"	10	39,200	392,000	
"	20t	"	5	56,100	280,500	
"	30t	"	2	111,800	223,600	
crawler cranes	955	"	5	275,000	1,375,000	
"	8t	"	5	70,000	350,000	
hydraulic backhoes	0.6m ³	"	4	10,300	41,200	
road sprinkler cars	8t	"	3	15,800	47,400	
concrete agitator cars	4.5m ³	"	15	28,100	421,500	
concrete buckets	1m ³	"	6	1,100	6,600	

APPENDIX B

Table 1(3)-17

Unit: \$

Item	Specification	Unit	Quantity	Unit cost	Amount	Remarks
soil compactors		nos.	5	890	4,450	
impact rollers		"	3	9,900	29,700	
vibration rollers	4t	"	3	8,000	24,000	
vibrators		"	30	430	12,900	
pile driving towers	30m	"	4	11,800	47,200	
diesel hummers	4.0t	"	3	50,800	152,400	
"	2.2t	"	3	27,000	81,000	
vibro hummers	90KW	"	2	37,800	75,600	
"	60KW	"	2	28,600	57,200	
"	40KW	"	2	23,500	47,000	
clam-shell buckets	0.6m ³	"	4	7,500	30,000	
electric generators	300KW	"	3	35,800	107,400	
"	125KW	"	20	17,100	342,000	
"	50KW	"	15	9,200	138,000	
welding machines	200A	"	15	260	3,900	
under water pumps	φ100	"	10	3,100	31,000	
"	φ150	"	10	5,000	50,000	
belt conveyers	ℓ=7m	"	20	1,430	28,600	
engine compressors	5m ³	"	2	810	1,620	
concrete breakers		"	10	950	9,500	
concrete pick hammers		"	10	920	9,200	
winch	30PS	"	10	7,200	72,000	
wood working machines		l.s.	-	-	3,500	
miscellaneous		"	-	-	15,000	
spareparts for the above		"	-	-	1,381,734	20% of the above

APPENDIX B

Table 1(3)-18

Unit: \$					
Item	Specification	Unit	Quantity	Unit cost	Amount
floating cranes	1,000t	nos.	2	3,000,000	6,000,000
tugboats	1,500PS	"	5	550,000	2,750,000
"	500PS	"	2	166,700	333,400
boats for communication	65PS	"	4	36,700	146,800
anchor barges	500PS x 2, 35t	"	4	626,700	2,506,800
survey boat	50PS	"	1	36,700	36,700
instruments for surveying		l.s.	-	-	22,800
instruments for soil survey		"	-	-	46,700
spareparts for boats, etc.		"	-	-	2,910,800
unloading facility for stone	pontoon-type	"	-	-	1,700,000
(3,029,284)					
Materials					
steel wire, etc.		t	100	930	93,000
electric appliances		l.s.	-	-	100,000
oxygen gas		m ³	67,200	0.67	45,024
acethylene gas		kg	48,000	2.50	120,000
gas cutters		nos.	400	66.7	26,680
welding electrodes		t	80	830	66,400
light oil		kl	10,200	90.6	924,120
heavy oil		"	12,100	94.3	1,141,030
other oil		l.s.	-	-	413,030
miscellaneous		"	-	-	100,000
(16,762,214)					
Labor					
f.sk.1.		man-day	232,550	70.0	16,278,500
d.sk.1.		"	209,400	2.31	483,714

APPENDIX B

Table 2(1) Costs of Construction Base Works

Works: Construction Bases

Outline of works: Reclamation of land, temporary road and railway, camber and canal, job and dwelling settlement and facilities for them.

Year	Equipment		Materials		Labor		Total	
	D.C. (10 ³ Tk)	F.C. (10 ³ \$)	D.C. (10 ³ Tk)	F.C. (10 ³ \$)	Skilled		Unskilled	
					D.C. (10 ³ Tk)	F.C. (10 ³ \$)	D.C. (10 ³ Tk)	F.C. (10 ³ \$)
1st.								
2nd.	341	1,511	314	434			655	1,945
3rd.	31,095	35,417	5,119	195	601	544	328	36,156
4th	199,427	40,597	25,034	4,783	532	2,489	710	47,869
5th	34,726	18,913	75,703	2,436	2,634	5,703	6,880	27,052
6th	1,147	4,779	36,323	1,177	2,566	4,723	5,173	10,679
7th	137	222	6,743	1,230	1,556	3,320	1,652	4,772
8th	137	222	6,456	1,134	1,638	3,518	1,952	4,874
9th	137	222	12,012	1,223	1,775	3,254	1,979	4,699
10th	137	222	7,835	1,187	1,529	2,118	1,201	3,527
11th	123	221	7,248	958	1,529	2,118	1,201	3,297
12th	123	221	7,139	940	1,010	1,446	1,201	2,607
13th	123	221	3,099	770	1,010	1,372	1,188	2,363
Total	267,653	102,768	193,025	16,467	16,380	30,605	23,465	149,840

Note: Including 5 % of miscellaneous.

Table 2(2) Costs of Main Works

Works: Substructures

Outline of works: Well foundations on land and in stream, piers and miscellaneous.

Year	Equipment		Materials		Labor		Total	
	D.C. (10 ³ Tk)	F.C. (10 ³ \$)	D.C. (10 ³ Tk)	F.C. (10 ³ \$)	Skilled		Unskilled	
					D.C. (10 ³ Tk)	F.C. (10 ³ \$)	D.C. (10 ³ Tk)	F.C. (10 ³ \$)
1st.								
2nd.								
3rd.								
4th								
5th	10,985	28,222	2,535	3,775			13,520	31,997
6th	3,952	11,192	8,881	5,783	320	571	1,280	17,546
7th	260	1,997	20,542	8,859	2,280	2,385	2,150	13,241
8th		1,334	21,608	8,515	2,860	3,302	2,900	13,151
9th	143	1,684	21,900	7,433	2,900	3,378	2,960	12,495
10th	247	1,770	21,904	8,934	2,860	3,292	2,900	13,996
11th	13	482	13,630	933	2,580	3,279	2,880	4,694
12th		41	630	45	80	176	330	262
13th			130	45	90	182	260	227
Total	15,600	46,722	111,760	44,322	13,970	16,565	15,660	107,609

Table 2(3)

Works: Superstructures

Outline of works: Manufacturing and erection, slab, painting, permanent way, pavement and miscellaneous.

Year	Equipment		Materials		Labor		Total	
	D.C. (10 ³ Tk)	F.C. (10 ³ \$)	D.C. (10 ³ Tk)	F.C. (10 ³ \$)	Skilled D.C. (10 ³ Tk)	F.C. (10 ³ \$)	Unskilled D.C. (10 ³ Tk)	F.C. (10 ³ \$)
1st.								
2nd.								
3rd.								
4th								
5th	1,430	9,369					1,430	9,396
6th		1,017	15,270	219	590	830	410	16,270
7th	3,315	20,922	8,353	16,629	660	1,774	440	12,768
8th	767	6,172	10,961	20,795	1,810	6,243	1,130	14,668
9th	325	3,679	10,863	22,515	2,140	7,385	1,420	14,748
10th	169	2,762	11,232	21,951	3,070	8,391	1,720	16,191
11th	351	3,432	9,738	18,105	3,070	8,391	1,720	14,879
12th		997	3,194	2,353	2,850	7,635	1,530	7,574
13th			7,460	714	2,210	2,657	860	10,530
Total	6,357	48,377	77,071	103,281	16,400	43,306	9,230	109,058
								194,964

Table 2(4)

Works: Bridge Approaches

Outline of works: Embankment, stone pitching, slope protection permanent way, pavement and miscellaneous.

Year	Equipment		Materials		Labor		Unskilled		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)	D.C. (10 ³ Tk)	D.C. (10 ³ \$)	F.C. (10 ³ Tk)
1st.										
2nd.										
3rd.										
4th										
5th										
6th			943	486		1,516		943	2,002	
7th	819	7,670	1,770		190	31	130	2,909	7,701	
8th		348	1,901	1,000	270	2,075	180	2,351	3,423	
9th	143	1,676	9,172	472	510	592	780	10,605	2,740	
10th	4	442	12,501	1,071	400	806	1,310	14,215	2,319	
11th	5	63	8,265	520	360	626	690	9,320	1,209	
12th	15	121	8,993	38	80	140	1,120	10,206	299	
13th			16,950	1,097	1,410	84	440	18,800	1,181	
Total	984	10,320	60,495	4,684	3,220	5,870	4,650	69,349	20,874	

Table 2(5)

Works: Guide Banks

Outline of works: Embankment, stone pitching, sodding, pavement and miscellaneous.

Year	Equipment		Materials		Labor		Total	
	D.C. (10 ³ Tk)	F.C. (10 ³ \$)	D.C. (10 ³ Tk)	F.C. (10 ³ \$)	Skilled		Unskilled	
					D.C. (10 ³ Tk)	F.C. (10 ³ \$)	D.C. (10 ³ Tk)	F.C. (10 ³ \$)
1st.								
2nd.								
3rd.								
4th								
5th								
6th	1,807	16,216	53,997	5,655			55,804	21,871
7th			60,850	5,733	2,180	15,360	7,930	21,093
8th			54,790	5,784	630	1,016	7,790	6,800
9th			60,820	5,729	2,210	15,394	8,190	21,123
10th			150	51	630	1,012	7,770	1,063
11th								
12th								
13th								
Total	1,807	16,216	230,607	22,952	5,650	32,782	31,680	71,950

Table 2(6)

Works: Dhaleswari New Channel

outline of works: Dredging and miscellaneous.

Year	Equipment		Materials		Labor		Total	
	D.C. (10 ³ Tk)	F.C. (10 ³ \$)	D.C. (10 ³ Tk)	F.C. (10 ³ \$)	Skilled D.C. (10 ³ Tk)	F.C. (10 ³ \$)	Unskilled D.C. (10 ³ Tk)	F.C. (10 ³ \$)
1st.								
2nd.								
3rd.								
4th								
5th								
6th								
7th								
8th								
9th								
10th			1,050	201	200	1,569	1,250	1,770
11th			1,120	225	200	1,334	1,320	1,559
12th			1,130	226	200	1,587	1,330	1,813
13th								
Total			3,300	652	600	4,490	3,900	5,142

Table 2(7)

Works: Railway Links

Outline of works: Formation, bridge(A), small bridge and spillway, permanent way, station and buildings, lighting and telecommunication, signalling and miscellaneous.

Year	Equipment		Materials		Labor		Total	
	D.C. (10 ³ Tk)	F.C. (10 ³ \$)	D.C. (10 ³ Tk)	F.C. (10 ³ \$)	Skilled D.C. (10 ³ Tk)	F.C. (10 ³ \$)	Unskilled D.C. (10 ³ Tk)	F.C. (10 ³ \$)
1st.								
2nd.	9,345	27	8,332	904	1,175	238	3,601	1,169
3rd.								
4th								
5th								
6th								
7th								
8th								
9th								
10th	23		315		126		753	1,217
11th	55,829	168	29,399	3,353	4,976	1,370	19,699	109,903
12th	36,205	90	37,268	3,804	4,704	780	16,376	94,553
13th	1,797	162	85,171	7,084	32,264	316	16,133	133,365
Total	103,199	447	160,485	15,145	43,245	2,704	56,562	363,491
								18,296

Table 2(8)

Works: Road Links

Outline of works: Embankment, slope protection, pavement, bridge (A), small bridge and spillway and miscellaneous.

Year	Equipment		Materials		Labor		Total	
	D.C. (10 ³ Tk)	F.C. (10 ³ \$)	D.C. (10 ³ Tk)	F.C. (10 ³ \$)	Skilled		Unskilled	
					D.C. (10 ³ Tk)	F.C. (10 ³ \$)	D.C. (10 ³ Tk)	F.C. (10 ³ \$)
1st.								
2nd.								
3rd.								
4th								
5th								
6th								
7th								
8th								
9th								
10th	280		5,921	352	556		2,036	352
11th	2,822		13,095	944	1,383	61	3,405	1,005
12th	2,616	14	17,472	653	1,612	113	2,681	780
13th								
Total	5,718	14	36,488	1,949	3,551	174	8,122	2,137

Table 3 Cost of Land Acquisitions

Item	Year												Total
	1st.	2nd.	3rd.	4th	5th	6th	7th	8th	9th	10th	11th	12th	13th
Construction Bases	-	620	4,276	2,076	1,794	1,512	-	480	-	-	-	-	10,758
Bridge Approaches	-	-	-	-	5,800	-	6,612	-	-	-	-	-	12,412
Guide Banks	-	-	-	-	-	1,883	-	1,812	-	-	-	-	3,695
Dhaleswari New Channel	-	-	-	-	-	-	-	-	10,799	-	-	-	10,799
Railway Links	4,681	-	-	-	-	-	-	-	-	31,805	23,503	-	59,989
Road Links	-	-	-	-	-	-	-	-	8,930	-	-	-	8,930
Total	4,681	620	4,276	2,076	7,594	3,395	6,612	2,292	19,729	31,805	23,503	-	106,583

(36)

Table 4 : Administration Costs

Unit: D.C.: Thousand Tk
F.C.: Thousand \$

Item	Year													Total
	1st.	2nd.	3rd.	4th	5th	6th	7th	8th	9th	10th	11th	12th	13th	
Establishment	D.C. 4,170	4,170	4,170	4,170	4,170	12,510	12,510	12,510	12,510	12,510	12,500	12,500	12,500	120,900
F.C.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Engineerings														
Survey	D.C. 1,500	750	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,250
F.C.	1,064	532	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,596
Geological survey	D.C. 5,260	2,630	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,890
F.C.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hydr. model test	D.C. 410	830	410	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,650
F.C.	94	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	94
Consultants	D.C. 1,720	4,190	5,230	2,760	1,030	2,265	2,265	2,265	2,265	2,265	2,265	2,265	2,265	33,050
F.C.	566	1,382	1,718	908	338	743	743	743	743	743	743	743	743	10,856
Other investigation	D.C. 1,770	1,670	1,130	560	210	455	455	455	455	455	455	455	455	8,980
(20% of the above)	F.C. 346	382	344	182	68	149	149	149	149	149	149	149	149	2,514
Sub-total	D.C. 10,660	10,070	6,770	3,320	1,240	2,720	2,720	2,720	2,720	2,720	2,720	2,720	2,720	53,820
F.C.	2,070	2,296	2,062	1,090	406	892	892	892	892	892	892	892	892	15,060
Grand Total	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	74,720
F.C.	2,070	2,296	2,062	1,090	406	892	892	892	892	892	892	892	892	15,060

APPENDIX B

Table 5 Maintenance Costs

Maintenance works	For 30 years		Annual average	
	D.C. (10 ³ Tk)	F.C. (10 ³ \$)	D.C. (10 ³ Tk)	F.C. (10 ³ \$)
1. BRIDGE AND RIVER CONTROL				
Expansion joints & slabs	5,570	228	185.7	7.6
Paintings of superstructure (190,000 m ² /yr)	140,220	3,243	4,674.0	108.1
Stone pitching for guide banks & pier protection (10,000 m ³ /yr)	60,510	2,130	2,017.0	71.0
Toe protection of bridge approaches (800 m/yr)	43,380	975	1,446.0	32.5
Dreging of Dhaleswari new channel & others (400,000 m ³ /yr)	46,500	-	1,550.0	-
Construction & repair of buildings	7,080	-	236.0	-
Purchase & maintenance costs of equipment	82,308	8,400	2,743.6	280.3
Personal expences including overhead	58,230	-	1,941.0	-
Miscellaneous	22,203	772	740.1	25.7
Sub-total	466,001	15,757	15,533.4	525.2
2. RAILWAY LINKS (128.9 Km)				
Embankment (earth works)	30,564	-	1,018.8	-
Bridges & spilways	17,292	-	576.4	-
Tracks	146,088	7,140	4,869.6	238.0
Stations & buildings	24,129	-	804.3	-
Power & telecommunication	26,946	-	898.2	-
Signalling & safety gears	46,020	660	1,534.0	22.0
Administration	9,681	-	322.7	-
Sub-total	300,720	7,800	10,024.0	260.0
3. ROAD LINKS (37.35 km)				
Surface painting (12 times/30yrs)	20,176	-	672.5	-
Surface dressing (3 times/30yrs)	17,384	-	579.5	-
Repaving (3 times/30yrs)	53,102	-	1,770.1	-
Miscellaneous	4,525	-	150.8	-
Sub-total	95,187	-	3,172.9	-
Total (1.+2.+3.)	861,908	23,557	28,730.3	785.2
4. CONTINGENCY (5% of the above)	43,095	1,178	1,436.5	39.3
Grand Total (1.+2.+3.+4.)	905,003	24,735	30,166.8	824.5

APPENDIX C

DATA FOR CHAPTER XI

Present Values
of
Economic Costs and Benefits

APPENDIX C
Table C-1

Shadow Rates: 1.75 for Foreign Exchange Component and 0.5 for Unskilled Labour
Discount rate: 2 %

Unit: Thousand Taka

Year	Present Values of Costs				Present Values of Benefits				Net Present Value (11)=(10)-(5)	Benefit-Cost Ratio (12)=(11)/(5)	
	Construction costs		Maintenance costs (3)	Sub-Total (5)=(2)+(4)	Salvage Values		Benefits				Sub-Total (10)=(7)+(9)
	(1)	(2)=Σ(1)			(6)	(7)=Σ(6)	(8)	(9)=Σ(8)			
			(4)=Σ(3)								
1	72672	72672	0	0	0	0	0	0	0	-72672	0.0
2	176671	249342	0	0	0	0	0	0	0	-249342	0.0
3	997741	1247083	0	0	0	0	0	0	0	-1247083	0.0
4	1431564	2678647	0	0	0	0	0	0	0	-2678647	0.0
5	1803603	4482250	0	0	0	0	0	0	0	-4482250	0.0
6	1486563	5968813	0	0	1050	1050	0	0	1050	-5967762	0.000176
7	2189191	8158003	0	0	5308	6358	0	0	6358	-8151645	0.000779
8	1590499	9748502	0	0	2019	8378	0	0	8378	-9740125	0.000859
9	1904783	11653285	0	0	99467	107844	0	0	107844	-11545441	0.009254
10	1412403	13065688	0	0	48172	156016	0	0	156016	-12909672	0.011941
11	1246014	14311702	0	0	321441	477457	0	0	477457	-13834245	0.033361
12	624262	14935964	0	0	114753	592211	0	0	592211	-14343753	0.039650
13	493407	15429371	48654	48654	340138	932349	0	0	932349	-14545675	0.060237
14	0	15429371	23883	72537	0	932349	861999	861999	1794349	-13707559	0.115750
15	0	15429371	22640	95176	0	932349	497478	1359478	2291827	-13232720	0.147626
16	0	15429371	21443	116619	0	932349	566396	1925873	2858222	-12687767	0.183856
17	0	15429371	21761	138380	0	932349	519439	2445312	3377661	-12190089	0.216965
18	0	15429371	31552	169932	0	932349	521024	2966336	3898685	-11700617	0.249927
19	0	15429371	20916	190847	0	932349	524543	3490879	4423228	-11196990	0.283173
20	0	15429371	19810	210657	0	932349	528397	4019276	4951625	-10638402	0.316599
21	0	15429371	20112	230769	0	932349	549151	4568427	5500776	-10159363	0.351260
22	0	15429371	19049	249817	0	932349	569645	5138072	6070421	-9608767	0.387164
23	0	15429371	61925	311743	0	932349	538912	5676984	6609333	-9131780	0.419877
24	0	15429371	18301	330044	0	932349	694954	6371938	7304287	-8455127	0.463487
25	0	15429371	18572	348616	0	932349	532328	6904266	7836615	-7941372	0.496680
26	0	15429371	17590	366206	0	932349	537098	7441364	8373713	-7421864	0.530130
27	0	15429371	17851	384058	0	932349	563172	8004536	8936835	-6876543	0.565145
28	0	15429371	31149	415207	0	932349	537396	8541932	9474281	-6370296	0.597951
29	0	15429371	17158	432365	0	932349	613387	9155319	10087668	-5774068	0.635975
30	0	15429371	16251	448616	0	932349	548438	9703757	10636106	-5241880	0.669865
31	0	15429371	16498	465114	0	932349	574403	10278160	11210509	-4683976	0.705308
32	0	15429371	15627	480741	0	932349	592861	10871021	11803370	-4106742	0.741879
33	0	15429371	51687	532428	0	932349	557222	11428243	12360592	-3601206	0.774386
34	0	15429371	15013	547441	0	932349	604016	12032259	12964608	-3012203	0.811464
35	0	15429371	15236	562677	0	932349	569166	12601426	13533775	-2458273	0.846282
36	0	15429371	14430	577107	0	932349	564193	13165619	14097968	-1908510	0.880766
37	0	15429371	14644	591751	0	932349	562747	13728366	14660715	-1360407	0.915087
38	0	15429371	21240	612991	0	932349	561641	14290007	15222356	-820006	0.948885
39	0	15429371	14082	627073	0	932349	599401	14889408	15821757	-234687	0.985384
40	0	15429371	13337	640410	0	932349	583961	15473369	16405718	335938	1.020905
41	0	15429371	13540	653950	0	932349	558818	16032187	16964536	881216	1.054791
42	0	15429371	12824	666775	0	932349	615181	16647368	17579170	1483572	1.092169
43	0	15429371	18720	685494	0	932349	639803	17287171	18219520	2104655	1.130603
44	0	15429371	0	685494	0	932349	-385146	16902025	17834374	1719509	1.106703

APPENDIX C

Table C-2

Unit: Thousand Taka

Shadow Rates: 1.75 for Foreign Exchange Component and 0.5 for Unskilled Labour
Discount Rate: 3 %

Year	Present Values of Costs				Present Values of Benefits				Net Present Value (11)=(10)-(5)	Benefit-Cost Ratio (12)=(11)/(5)
	Construction costs		Maintenance costs		Salvage Values		Benefits			
	(1)	(2)=Σ(1)	(3)	(4)=Σ(3)	(6)	(7)=Σ(6)	(8)	(9)=Σ(8)		
1	71966	71966	0	0	0	0	0	0	-71966	0.0
2	173257	245223	0	0	0	0	0	0	-245223	0.0
3	968962	1214185	0	0	0	0	0	0	-1214185	0.0
4	1376774	2590959	0	0	0	0	0	0	-2590959	0.0
5	1717733	4308691	0	0	0	0	0	0	-4308691	0.0
6	1402042	5710733	0	0	991	991	0	991	-5709742	0.000173
7	2044675	7755408	0	0	4957	5948	0	5948	-7749459	0.000767
8	1471082	9226490	0	0	1868	7816	0	7816	-9218674	0.000847
9	1744665	10971155	0	0	91105	98921	0	98921	-10872233	0.009016
10	1281115	12252269	0	0	43694	142615	0	142615	-12109654	0.011640
11	1119220	13371489	0	0	288732	431347	0	431347	-12940142	0.032259
12	555293	13926782	0	0	102075	533422	0	533422	-13393360	0.038302
13	434634	14361416	42858	42858	299622	833044	0	833044	-13571230	0.057833
14	0	14361416	20834	63692	0	833044	751949	751949	-12840115	0.109877
15	0	14361416	19558	83250	0	833044	429752	1181701	-12429920	0.139480
16	0	14361416	18344	101593	0	833044	484537	1666238	-11963727	0.172805
17	0	14361416	18435	120028	0	833044	440053	2106291	-11542109	0.202973
18	0	14361416	26470	146498	0	833044	437110	2543401	-11131469	0.232731
19	0	14361416	17377	163875	0	833044	435790	2979190	-10713056	0.262455
20	0	14361416	16298	180173	0	833044	434730	3413920	-10294625	0.292056
21	0	14361416	16386	196559	0	833044	447418	3861338	-9863592	0.322461
22	0	14361416	15369	211928	0	833044	459610	4320948	-9419352	0.353659
23	0	14361416	49478	261407	0	833044	430592	4751540	-9038238	0.381909
24	0	14361416	14481	275887	0	833044	549879	5301419	-8502840	0.419098
25	0	14361416	14553	290440	0	833044	417112	5718531	-8100281	0.447150
26	0	14361416	13649	304089	0	833044	416764	6135205	-7697166	0.475152
27	0	14361416	13717	317807	0	833044	432753	6568048	-7278130	0.504188
28	0	14361416	23704	341510	0	833044	408938	6976986	-6892896	0.531189
29	0	14361416	12930	354440	0	833044	462232	7439218	-6443594	0.562133
30	0	14361416	12127	366567	0	833044	409276	7848494	-6046445	0.589459
31	0	14361416	12192	378760	0	833044	424490	8272984	-5634147	0.617769
32	0	14361416	11436	390196	0	833044	433877	8706861	-5211706	0.646703
33	0	14361416	37459	427655	0	833044	403837	9110698	-4845329	0.672371
34	0	14361416	10775	438430	0	833044	433500	9544198	-4422604	0.701172
35	0	14361416	10829	449258	0	833044	404522	9948720	-4028910	0.727973
36	0	14361416	10156	459415	0	833044	397094	10345814	-3641972	0.754267
37	0	14361416	10207	469622	0	833044	392232	10738046	-3259947	0.780194
38	0	14361416	14661	484282	0	833044	387660	11125706	-2886948	0.805536
39	0	14361416	9625	493907	0	833044	409706	11958750	-2486867	0.832594
40	0	14361416	9028	502935	0	833044	395277	11930689	-2100618	0.858681
41	0	14361416	9076	512011	0	833044	374586	12305276	-1735108	0.883342
42	0	14361416	8513	520524	0	833044	408363	12713638	-1335258	0.910277
43	0	14361416	12306	532830	0	833044	420584	13134222	-926980	0.937763
44	0	14361416	0	532830	0	833044	-250724	12883498	-1177703	0.920929

APPENDIX C
Table C-3

Shadow Rates: 1.75 for Foreign Exchange Component and 0.5 Unskilled Labour
Discount Rate: 4 %

Unit: Thousand Taka

Year	Present Values of Costs				Present Values of Benefits				Net Present Value (11)=(10)-(5)	Benefit-Cost Ratio (12)=(11)/(5)		
	Construction costs		Maintenance costs		Salvage Values		Benefits					
	(1)	(2)=Σ(1)	(3)	(4)=Σ(3)	(5)=(2)+(4)	(6)	(7)=Σ(6)	(8)			(9)=Σ(8)	(10)=(7)+(9)
1	71274	71274	0	0	71274	0	0	0	0	0	-71274	0.0
2	169941	241215	0	0	241215	0	0	0	0	0	-241215	0.0
3	941279	1182494	0	0	1182494	0	0	0	0	0	-1182494	0.0
4	1324580	2507074	0	0	2507074	0	0	0	0	0	-2507074	0.0
5	1636722	4143796	0	0	4143796	0	0	0	0	0	-4143796	0.0
6	1323074	5466870	0	0	5466870	935	935	0	0	935	-5465935	0.000171
7	1910959	7377830	0	0	7377830	4633	5568	0	0	5568	-7372261	0.000755
8	1361658	8739488	0	0	8739488	1729	7297	0	0	7297	-8732191	0.000835
9	1599363	10338850	0	0	10338850	83518	90815	0	0	90815	-10248036	0.008784
10	1163126	11501977	0	0	11501977	39670	130485	0	0	130485	-11371492	0.011345
11	1006371	12508348	0	0	12508348	259619	390104	0	0	390104	-12118244	0.031187
12	494503	13002851	0	0	13002851	90901	481005	0	0	481005	-12521846	0.036992
13	383331	13386181	37800	37800	13423981	264256	745260	0	0	745260	-12678721	0.055517
14	0	13386181	18198	55998	1342179	0	745260	656814	656814	1402075	-12040104	0.104304
15	0	13386181	16919	72916	13459098	0	745260	371772	1028586	1773846	-11685251	0.131795
16	0	13386181	15716	88633	13474814	0	745260	415135	1443721	2188981	-11285833	0.162450
17	0	13386181	15642	104275	13490456	0	745260	373397	1817118	2562378	-10928078	0.189940
18	0	13386181	22245	126520	13512701	0	745260	367333	2184451	2929712	-10582990	0.216812
19	0	13386181	14462	140982	13527164	0	745260	362703	2547154	3292414	-10234749	0.243393
20	0	13386181	13434	154416	13540598	0	745260	358341	2905495	3650736	-9889842	0.269616
21	0	13386181	13377	167793	13553975	0	745260	363254	3270750	4016010	-9537965	0.296298
22	0	13386181	12426	180220	13566401	0	745260	371599	3642349	4387609	-9178792	0.323417
23	0	13386181	39619	219839	13606020	0	745260	347790	3987139	4732400	-8873620	0.347817
24	0	13386181	11484	231322	13617504	0	745260	436074	4423213	5168474	-8449030	0.379546
25	0	13386181	11430	242752	13628934	0	745260	327605	4750818	5496078	-8132856	0.403265
26	0	13386181	10617	253369	13639951	0	745260	324184	5075002	5820262	-7819289	0.426719
27	0	13386181	10568	263937	13650113	0	745260	333384	5408386	6153646	-7496472	0.450813
28	0	13386181	18085	282022	13668203	0	745260	312008	5720394	6465655	-7202549	0.473043
29	0	13386181	9770	291792	13677974	0	745260	349279	6069673	6814934	-6863040	0.498241
30	0	13386181	9076	300868	13687049	0	745260	306290	6375963	7121224	-6565826	0.520289
31	0	13386181	9037	309905	13696086	0	745260	314621	6690585	7435845	-6260241	0.542918
32	0	13386181	8395	318299	13704481	0	745260	318487	7009071	7754332	-5950149	0.565825
33	0	13386181	2732	324532	1371713	0	745260	293585	7302656	8047917	-5683796	0.586082
34	0	13386181	7758	353290	13739471	0	745260	312119	7614776	8360036	-5379435	0.608469
35	0	13386181	7722	361011	13747193	0	745260	288455	7903231	8648491	-5098701	0.629110
36	0	13386181	7173	368184	13754365	0	745260	280436	8183667	8928927	-4825438	0.649170
37	0	13386181	7139	375323	13761504	0	745260	274338	8458005	9203266	-4558239	0.668769
38	0	13386181	10155	385478	13771660	0	745260	268533	8726539	9471799	-4299861	0.687775
39	0	13386181	6603	392082	13778263	0	745260	281076	9007615	9752875	-4025388	0.707845
40	0	13386181	6134	398215	13784397	0	745260	268570	9276185	10021445	-3762952	0.727014
41	0	13386181	6107	404323	13790504	0	745260	252064	9528249	10273509	-3516996	0.744970
42	0	13386181	5673	409966	13796178	0	745260	272151	9800399	10545660	-3250518	0.764390
43	0	13386181	8122	418119	13804300	0	745260	277600	10078000	10823260	-2981040	0.784050
44	0	13386181	0	418119	13804300	0	745260	-163895	9914104	10659365	-3144935	0.772177

APPENDIX C

Table C-4

Shadow Rates: 1.75 for Foreign Exchange Component and 0.5 for Unkilled Labour
Discount Rate: 5 %

Unit: Thousand Taka

Year	Present Values of Costs				Present Values of Benefits				Net Present Value (11)=(10)-(5)	Benefit-Cost Ratio (12)=(11)/(5)
	Construction costs		Maintenance costs		Salvage Values		Benefits			
	(1)	(2)=Σ(1)	(3)	(4)=Σ(3)	(6)	(7)=Σ(6)	(8)	(9)=Σ(8)		
1	70595	70595	0	0	0	0	0	0	-70595	0.0
2	166719	237315	0	0	0	0	0	0	-237315	0.0
3	914641	1151955	0	0	0	0	0	0	-1151955	0.0
4	1274836	2426791	0	0	0	0	0	0	-2426791	0.0
5	1560254	3987045	0	0	0	0	0	0	-3987045	0.0
6	1249247	5236292	0	0	883	883	0	883	-5235409	0.000169
7	1787145	7023437	0	0	4333	5216	0	5216	-7018221	0.000743
8	1261306	8284743	0	0	1601	6817	0	6817	-8277925	0.000823
9	1467383	9752125	0	0	76626	83443	0	83443	-9668682	0.008556
10	1056981	10809106	0	0	36050	119493	0	119493	-10689614	0.011055
11	905821	11714928	0	0	233680	353173	0	353173	-11361755	0.030147
12	440857	12155784	0	0	81039	434212	0	434212	-11721572	0.035721
13	338490	12494275	33378	33378	233344	667556	0	667556	-11860096	0.053287
14	0	12494275	15916	49294	0	667556	574459	574459	-11301553	0.090916
15	0	12494275	14657	63951	0	667556	32060	896519	-10994150	0.124546
16	0	12494275	13485	77436	0	667556	356200	1252719	-10651435	0.152746
17	0	12494275	13294	90730	0	667556	317336	1570055	-10347393	0.177800
18	0	12494275	18725	109455	0	667556	309210	1879265	-10056908	0.202069
19	0	12494275	12058	121513	0	667556	302404	2181669	-9766562	0.225846
20	0	12494275	11094	132607	0	667556	295922	2477592	-9481734	0.249083
21	0	12494275	10942	143548	0	667556	298758	2776350	-9193917	0.272508
22	0	12494275	10067	153616	0	667556	301054	3077404	-8902931	0.296094
23	0	12494275	31792	185408	0	667556	276674	3354077	-8658049	0.317171
24	0	12494275	9127	194535	0	667556	346591	3700668	-83420585	0.344258
25	0	12494275	8998	203533	0	667556	257900	3958568	-8071683	0.364325
26	0	12494275	8279	211811	0	667556	252776	4211344	-7827186	0.383981
27	0	12494275	8161	219973	0	667556	257475	4468819	-7577872	0.403986
28	0	12494275	13334	233807	0	667556	238671	4707489	-7353036	0.422298
29	0	12494275	7403	241209	0	667556	264637	4972126	-7095802	0.442832
30	0	12494275	6811	248020	0	667556	229855	5201981	-6872758	0.460634
31	0	12494275	6717	254737	0	667556	233859	5435840	-6645616	0.478735
32	0	12494275	6180	260918	0	667556	234477	5670317	-6417319	0.496886
33	0	12494275	19898	280776	0	667556	214085	5884402	-6223092	0.512871
34	0	12494275	5603	286379	0	667556	225433	6109836	-6003262	0.530285
35	0	12494275	5524	291903	0	667556	206357	6316193	-5802428	0.546195
36	0	12494275	5082	296985	0	667556	198710	6514903	-5608801	0.561513
37	0	12494275	5010	301996	0	667556	192538	6707440	-5421274	0.576340
38	0	12494275	7059	309055	0	667556	186669	6894109	-5241664	0.590601
39	0	12494275	4546	313602	0	667556	193527	7087636	-5052684	0.605502
40	0	12494275	4183	317785	0	667556	183155	7270791	-4873712	0.619600
41	0	12494275	4125	321910	0	667556	170261	7441053	-4707576	0.632685
42	0	12494275	3796	325706	0	667556	182079	7623131	-4529293	0.646700
43	0	12494275	5382	331088	0	667556	183956	7807087	-4350719	0.660772
44	0	12494275	0	331088	0	667556	-107573	7699514	-4458292	0.652385

APPENDIX C
Table C-5

Shadow Rates: 1.75 for Foreign Exchange Component and 0.5 for Unskilled Labour
Discount Rate: 6 %

Year	Present Values of Costs				Present Values of Benefits				Unit: Thousand Taka	
	Construction costs		Maintenance costs		Salvage Values		Benefits		Net Present Value (11)-(10)-(5)	Benefit-Cost Ratio (12)=(11)/(5)
	(1) (2)=L(1)	(2)=L(1)	(3) (4)=L(3)	(4)=L(3)	(6) (7)=L(6)	(7)=L(6)	(8) (9)=L(8)	(9)=L(8)		
1	69929	69929	0	0	0	0	0	0	-69929	0.0
2	163588	233518	0	0	0	0	0	0	-233518	0.0
3	888998	1122516	0	0	0	0	0	0	-1122516	0.0
4	1227405	2349921	0	0	0	0	0	0	-2349921	0.0
5	1488032	3837954	0	0	0	0	0	0	-3837954	0.0
6	1180182	5018136	0	0	834	834	0	834	-5017302	0.000166
7	1672414	6690550	0	0	4055	4889	0	4889	-6685661	0.000731
8	1169197	7859747	0	0	1484	6373	0	6373	-7853374	0.000811
9	1347393	9207140	0	0	70360	76733	0	76733	-9130406	0.008334
10	961394	10168534	0	0	32789	109523	0	109523	-10059011	0.010771
11	816132	10984666	0	0	210542	320065	0	320065	-10664601	0.029137
12	393458	11378124	0	0	72326	392392	0	392392	-10985733	0.034486
13	299248	11677372	29508	29508	206292	598683	0	598683	-11108197	0.051139
14	0	11677372	13938	43446	0	598683	503069	503069	-10619067	0.094000
15	0	11677372	12714	56161	0	598683	279376	782444	-10352405	0.117708
16	0	11677372	11587	67748	0	598683	306076	1088520	-10057917	0.143651
17	0	11677372	11315	79063	0	598683	270108	1358628	-9799124	0.166489
18	0	11677372	15788	94851	0	598683	260708	1619337	-9554204	0.188411
19	0	11677372	10071	104922	0	598683	252565	1871901	-9311710	0.209686
20	0	11677372	9178	114100	0	598683	244820	2116721	-9076068	0.230285
21	0	11677372	8967	123067	0	598683	244834	2361556	-8840201	0.250858
22	0	11677372	8172	131239	0	598683	244388	2605943	-8603985	0.271380
23	0	11677372	25565	156804	0	598683	222478	2828421	-8407072	0.289594
24	0	11677372	7270	164074	0	598683	276070	3104491	-8138272	0.312730
25	0	11677372	7099	171173	0	598683	203487	3307978	-7941884	0.329717
26	0	11677372	6470	177644	0	598683	197563	3505541	-7750791	0.346202
27	0	11677372	6319	183962	0	598683	199337	3704878	-7557773	0.362823
28	0	11677372	10609	194572	0	598683	183035	3887913	-7385347	0.377916
29	0	11677372	5623	200195	0	598683	201034	4088947	-7189937	0.394663
30	0	11677372	5125	205320	0	598683	172964	4261912	-7022097	0.409048
31	0	11677372	5007	210327	0	598683	174317	4432229	-6852787	0.423540
32	0	11677372	4563	214890	0	598683	173129	4609358	-6684221	0.437935
33	0	11677372	14524	229414	0	598683	156382	4765940	-6542164	0.450552
34	0	11677372	4060	233474	0	598683	163326	4929266	-6382897	0.464110
35	0	11677372	3964	237438	0	598683	148095	5077360	-6238767	0.476386
36	0	11677372	3613	241051	0	598683	141261	5218622	-6101119	0.488093
37	0	11677372	3528	244580	0	598683	135382	5354204	-5969065	0.499322
38	0	11677372	4924	249504	0	598683	130209	5484413	-5843780	0.510033
39	0	11677372	3141	252645	0	598683	133720	5618133	-5713201	0.521107
40	0	11677372	2863	255508	0	598683	125359	5743492	-5590705	0.531487
41	0	11677372	2797	258305	0	598683	115435	5858927	-5478067	0.541034
42	0	11677372	2549	260855	0	598683	122282	5981209	-5358334	0.551162
43	0	11677372	3581	264435	0	598683	122377	6103587	-5239537	0.561244
44	0	11677372	0	264435	0	598683	-70888	6032698	-5310426	0.555308

APPENDIX C

Shadow Rates: 1.75 for Foreign Exchange Component and 0.5 for Unskilled Labour
Discount Rate: 7 %

Table C-6

Unit: Thousand Taka

Year	Present Values of Costs				Present Values of Benefits				Net Present Value (11)=(10)-(5)	Benefit-Cost Ratio (12)=(11)/(5)	
	Construction costs		Maintenance costs		Salvage Values		Benefits				
	(1) (2)=Σ(1)	(3) (4)=Σ(3)	(5)=(2)+(4)	(6) (7)=Σ(6)	(8) (9)=Σ(8)	(10)=(7)+(9)					
1	69276	69276	0	0	69276	0	0	0	0	-69276	0.0
2	160545	229821	0	0	229821	0	0	0	0	-229821	0.0
3	864305	1094126	0	0	1094126	0	0	0	0	-1094126	0.0
4	1182160	2276286	0	0	2276286	0	0	0	0	-2276286	0.0
5	1419786	3696072	0	0	3696072	0	0	0	0	-3696072	0.0
6	1115531	4811603	0	0	4811603	788	0	0	788	-4810815	0.000164
7	1566024	6377627	0	0	7397	3797	0	0	4585	-6373041	0.000719
8	1084587	7462214	0	0	7462214	1377	0	0	5962	-7456252	0.000799
9	1238206	8700420	0	0	8700420	64658	0	0	70621	-8629800	0.008117
10	875231	9575651	0	0	9575651	29851	0	0	100471	-9475179	0.010492
11	736043	10311694	0	0	10311694	189881	0	0	290353	-10021341	0.028158
12	351531	10663225	0	0	10663225	64619	0	0	354972	-10308253	0.033289
13	264861	10954204	26117	26117	10954204	182586	0	0	537558	-10416645	0.049073
14	0	10928086	12221	38339	10966425	0	441099	441099	978658	-9987767	0.089241
15	0	10928086	11044	49382	10977469	0	537558	683772	1221330	-9756139	0.111258
16	0	10928086	9971	59353	10987440	0	537558	947151	1484710	-9502730	0.135128
17	0	10928086	9646	68999	10997086	0	537558	230257	1714967	-9282119	0.155947
18	0	10928086	13333	82332	11010418	0	537558	220167	1935134	-9075284	0.175755
19	0	10928086	8425	90757	11018844	0	537558	211297	2146431	-8872413	0.194796
20	0	10928086	7607	98364	11026450	0	537558	202903	2349334	-8677117	0.213063
21	0	10928086	7362	105726	11033812	0	537558	201019	2550352	-8483460	0.231140
22	0	10928086	6647	112373	11040460	0	537558	198777	2749129	-8291331	0.249005
23	0	10928086	20599	132972	11061058	0	537558	179265	2928393	-8132665	0.264748
24	0	10928086	5803	138776	11066862	0	537558	220369	3148762	-7918100	0.284522
25	0	10928086	5614	144390	11072476	0	537558	160912	3309674	-7762802	0.298910
26	0	10928086	5069	149458	11077544	0	537558	154768	3464442	-7613103	0.312745
27	0	10928086	4904	154362	11082448	0	537558	154698	3619139	-7463309	0.326565
28	0	10928086	8157	162519	11090605	0	537558	140719	3759859	-7330746	0.339013
29	0	10928086	4283	166801	11094888	0	537558	153112	3912971	-7181917	0.352682
30	0	10928086	3867	170668	11098755	0	537558	130503	4043474	-7055281	0.364318
31	0	10928086	3742	174411	11102497	0	537558	130294	4173768	-6928729	0.375931
32	0	10928086	3379	177790	11105876	0	537558	128197	4301964	-6803911	0.387359
33	0	10928086	10654	188444	11116530	0	537558	114860	4416825	-6699705	0.397320
34	0	10928086	2950	191394	11119480	0	537558	118688	4535512	-6583968	0.407889
35	0	10928086	2854	194248	11122334	0	537558	106614	4642126	-6480208	0.417370
36	0	10928086	2577	196825	11124911	0	537558	100744	4742870	-6382041	0.426329
37	0	10928086	2493	199317	11127401	0	537558	95790	4838660	-6288744	0.434842
38	0	10928086	3447	202764	11130850	0	537558	91134	4929794	-6201056	0.442895
39	0	10928086	2178	204942	11133028	0	537558	92716	5022511	-6110518	0.451136
40	0	10928086	1967	206909	11134995	0	537558	86107	5108618	-6026377	0.458789
41	0	10928086	1903	208812	11136898	0	537558	78549	5187167	-5949731	0.465764
42	0	10928086	1718	210530	11138616	0	537558	82431	5269598	-5869018	0.473093
43	0	10928086	2391	212921	11141008	0	537558	81374	5351323	-5789685	0.480327
44	0	10928086	0	212921	11141008	0	537558	-46897	5304425	-5836582	0.476117

APPENDIX C
Table C-7

Shadow Rate: 1.75 for Foreign Exchange Component and 0.5 for Unskilled Labour
Discount Rate: 8 %

Unit: Thousand Taka

Year	Present Values of Costs				Present Values of Benefits				Net Present Value (11)=(10)-(5)	Benefit-Cost Ratio (12)=(11)/(5)	
	Construction costs		Maintenance costs		Salvage Values		Benefits				
	(1)	(2)=Σ(1)	(3)	(4)=Σ(3)	(6)	(7)=Σ(6)	(8)	(9)=Σ(8)			
	Sub-Total (5)=(2)+(4)							Sub-Total (10)=(7)+(9)			
1	68634	68634	0	0	0	0	0	0	-68634	0	0.0
2	157586	226220	0	0	0	0	0	0	-226220	0	0.0
3	840518	1066738	0	0	0	0	0	0	-1066738	0	0.0
4	1138981	2205719	0	0	0	0	0	0	-2205719	0	0.0
5	1355261	3560980	0	0	0	0	0	0	-3560980	0	0.0
6	1054974	4615954	0	0	745	745	0	0	745	-4615209	0.000162
7	1467299	6083253	0	0	3558	4303	0	0	4303	-6078950	0.000707
8	1006803	7090056	0	0	1278	5581	0	0	5581	-7084475	0.000787
9	1138763	8228819	0	0	59466	65047	0	0	65047	-8163772	0.007905
10	797485	9026304	0	0	27199	92246	0	0	92246	-8934058	0.010220
11	664452	9690756	0	0	171412	263659	0	0	263659	-9427098	0.027207
12	314401	10005157	0	0	57794	321453	0	0	321453	-9683705	0.032129
13	234692	10239849	23143	23143	161789	483241	0	0	483241	-9779750	0.047086
14	0	10239849	10729	33871	0	483241	387237	387237	870478	-9403242	0.084729
15	0	10239849	9605	43477	0	483241	211067	598304	1081545	-9201781	0.105175
16	0	10239849	8592	52069	0	483241	226957	825260	1308502	-8983416	0.127139
17	0	10239849	8235	60304	0	483241	196577	1021838	1505079	-8795074	0.146122
18	0	10239849	11277	71581	0	483241	186223	1208061	1691302	-8620128	0.164022
19	0	10239849	7060	78642	0	483241	177065	1385126	1868367	-8450124	0.181070
20	0	10239849	6315	84957	0	483241	168457	1553383	2036824	-8287982	0.197275
21	0	10239849	6056	91013	0	483241	165347	1718930	2202171	-8128691	0.213164
22	0	10239849	5417	96430	0	483241	161989	1880919	2364160	-7972118	0.228275
23	0	10239849	16631	113061	0	483241	144736	2025654	2508896	-7844014	0.242337
24	0	10239849	4642	117703	0	483241	176275	2201929	2685171	-7672381	0.259248
25	0	10239849	4449	122152	0	483241	127523	2329452	2812694	-7549307	0.271443
26	0	10239849	3980	126132	0	483241	121518	2450970	2934212	-7431769	0.283062
27	0	10239849	3814	129946	0	483241	120338	2571309	3054550	-7315245	0.294562
28	0	10239849	6286	136232	0	483241	108451	2679760	3163001	-7213080	0.304836
29	0	10239849	3270	139503	0	483241	116910	2796670	3279911	-7099441	0.316003
30	0	10239849	2925	142428	0	483241	98723	2895393	3378635	-7003643	0.325423
31	0	10239849	2805	145233	0	483241	97653	2993046	3476287	-6908795	0.334739
32	0	10239849	2509	147742	0	483241	95191	3088237	3571479	-6816112	0.343822
33	0	10239849	7838	155580	0	483241	84499	3172736	3655978	-6739451	0.351691
34	0	10239849	2150	157730	0	483241	86506	3259242	3742484	-6655095	0.359938
35	0	10239849	2061	159791	0	483241	76986	3336229	3819470	-6580170	0.367269
36	0	10239849	1843	161634	0	483241	72074	3408303	3891544	-6509939	0.374134
37	0	10239849	1767	163401	0	483241	67895	3476198	3959440	-6443811	0.380596
38	0	10239849	2420	165821	0	483241	63997	3540196	4023437	-6382233	0.386658
39	0	10239849	1515	167337	0	483241	64506	3604701	4087943	-6319243	0.392800
40	0	10239849	1356	168692	0	483241	59353	3664054	4147295	-6261246	0.398451
41	0	10239849	1300	169992	0	483241	53642	3717696	4200937	-6208904	0.403554
42	0	10239849	1163	171155	0	483241	55771	3773467	4256709	-6154295	0.408866
43	0	10239849	1603	172758	0	483241	54781	3828249	4311490	-6101117	0.414064
44	0	10239849	0	172758	0	483241	-31145	3797104	4280345	-6132262	0.411073

APPENDIX C

Table C-8

Shadow Rates: 1.75 for Foreign Exchange Component and 0.5 for Unskilled Labour
Discount Rate: 9 %

Unit: Thousand Taka

Year	Present Values of Costs				Present Values of Benefits				Net Present Value (11)=(10)-(5)	Benefit-Cost Ratio (12)=(11)/(5)		
	Construction costs		Maintenance costs		Salvage Values		Benefits					
	(1)	(2)=Σ(1)	(3)	(4)=Σ(3)	(5)=(2)+(4)	(6)	(7)=Σ(6)	(8)	(9)=Σ(8)	(10)=(7)+(9)		
1	68005	68005	0	0	68005	0	0	0	0	0	-68005	0.0
2	154708	222712	0	0	222712	0	0	0	0	0	-222712	0.0
3	817596	1040308	0	0	1040308	0	0	0	0	0	-1040308	0.0
4	1097755	2138064	0	0	2138064	0	0	0	0	0	-2138064	0.0
5	1294223	3432287	0	0	3432287	0	0	0	0	0	-3432287	0.0
6	998218	4430505	0	0	4430505	705	705	0	705	705	-4429799	0.000159
7	1375623	5806127	0	0	5806127	3335	4041	0	4041	4041	-5802087	0.000696
8	935239	6741367	0	0	6741367	1187	5228	0	5228	5228	-6736139	0.000776
9	1048114	7789481	0	0	7789481	54732	59960	0	59960	59960	-7729521	0.007698
10	727269	8516750	0	0	8516750	24804	84764	0	84764	84764	-8431986	0.009953
11	600390	9117140	0	0	9117140	154886	239650	0	239650	239650	-8877490	0.026286
12	281482	9398622	0	0	9398622	51743	291393	0	291393	291393	-9107229	0.031004
13	208191	9606814	20529	20529	9627343	143520	434913	0	434913	434913	-9192429	0.045175
14	0	9606814	9430	29960	9636773	0	434913	340360	340360	775273	-8861500	0.080449
15	0	9606814	8365	38325	9645138	0	434913	183814	524174	959088	-8686051	0.099437
16	0	9606814	7414	45739	9652552	0	434913	195839	720013	1154926	-8497626	0.119650
17	0	9606814	7041	52780	9659593	0	434913	168069	888082	1322995	-8336598	0.136962
18	0	9606814	9553	62333	9669146	0	434913	157755	1045837	1480750	-8188396	0.153142
19	0	9606814	5926	68259	9675072	0	434913	148621	1194458	1629372	-8045701	0.168409
20	0	9606814	5252	73511	9680325	0	434913	140099	1334557	1769470	-7910855	0.182790
21	0	9606814	4990	78501	9685315	0	434913	138251	1470807	1905721	-7779594	0.196764
22	0	9606814	4423	82924	9689737	0	434913	132259	1603067	2037980	-7651757	0.210324
23	0	9606814	13454	96378	9703192	0	434913	117088	1720154	2155068	-7548124	0.222099
24	0	9606814	3721	100099	9706913	0	434913	141294	1861449	2296362	-7410551	0.236570
25	0	9606814	3534	103633	9710446	0	434913	101279	1962728	2397641	-7312805	0.246914
26	0	9606814	3132	106764	9713578	0	434913	95625	2058353	2493266	-7220312	0.256678
27	0	9606814	2974	109739	9716552	0	434913	93827	2152180	2587093	-7129459	0.266256
28	0	9606814	4856	114595	9721408	0	434913	83783	2235963	2670877	-7050532	0.274742
29	0	9606814	2503	117098	9723912	0	434913	89489	2325453	2760366	-6963546	0.283874
30	0	9606814	2219	119317	9726130	0	434913	74875	2400328	2835241	-6890889	0.291508
31	0	9606814	2108	121425	9728238	0	434913	73384	2473712	2908625	-6819613	0.298988
32	0	9606814	1868	123293	9730106	0	434913	70878	2544589	2979503	-6750603	0.306215
33	0	9606814	5782	129075	9735889	0	434913	62339	2606928	3041842	-6694047	0.312436
34	0	9606814	1572	130647	9737460	0	434913	63234	2670163	3105076	-6632384	0.318879
35	0	9606814	1493	132140	9738953	0	434913	55759	2725922	3160836	-6578117	0.324556
36	0	9606814	1323	133462	9740276	0	434913	51723	2777645	3212558	-6527718	0.329822
37	0	9606814	1256	134719	9741532	0	434913	48277	2825922	3260835	-6480697	0.334735
38	0	9606814	1705	136424	9743237	0	434913	45088	2871009	3305923	-6437315	0.339304
39	0	9606814	1058	137482	9744295	0	434913	45029	2916038	3350952	-6393344	0.343889
40	0	9606814	938	138419	9745233	0	434913	41052	2957090	3392003	-6353229	0.348068
41	0	9606814	891	139310	9746124	0	434913	36761	2993851	3428765	-6317359	0.351808
42	0	9606814	789	140099	9746913	0	434913	37870	3031721	3466635	-6280278	0.355665
43	0	9606814	1078	141178	9747991	0	434913	36857	3068578	3503491	-6244500	0.359406
44	0	9606814	0	141178	9747991	0	434913	-20762	3047816	3482729	-6265262	0.357277

APPENDIX C

Table C-9

Shadow Rates: 1.75 for Foreign Exchange Component and 0.5 for Unskilled Labour

Discount Rate: 10 %

Unit: Thousand Taka

Year	Present Values of Costs				Present Values of Benefits				Net Present Value (11)=(10)-(5)	Benefit-Cost Ratio (12)=(11)/(5)	
	Construction costs		Maintenance costs		Sub-Total (5)=(2)+(4)	Salvage Values		Benefits (9)=Σ(8)			
	(1)	(2)=Σ(1)	(3)	(4)=Σ(3)		(6)	(7)=Σ(6)				
											(8)
1	67386	67386	0	0	67386	0	0	0	0	-67386	0.0
2	151907	219294	0	0	219294	0	0	0	0	-219294	0.0
3	795500	1014794	0	0	1014794	0	0	0	0	-1014794	0.0
4	1058378	2073172	0	0	2073172	0	0	0	0	-2073172	0.0
5	1236455	3309627	0	0	3309627	0	0	0	0	-3309627	0.0
6	944992	4254619	0	0	4254619	668	668	0	668	-4253951	0.000157
7	1290435	5545054	0	0	5545054	3129	3796	0	3796	-5541257	0.000685
8	869347	6414401	0	0	6414401	1104	4900	0	4900	-6409501	0.000764
9	965412	7379813	0	0	7379813	50413	55314	0	55314	-7324500	0.007495
10	663794	8043607	0	0	8043607	22639	77953	0	77953	-7965654	0.009691
11	543007	8586614	0	0	8586614	140083	218036	0	218036	-8368579	0.025393
12	252265	8838879	0	0	8838879	46372	264408	0	264408	-8574471	0.029914
13	184885	9023764	18231	18231	9041995	127454	391861	0	391861	-8650134	0.043338
14	0	9023764	8298	26530	9050294	0	391861	299510	299510	-8358922	0.076392
15	0	9023764	7294	33824	9057588	0	391861	160283	459793	-8205934	0.094027
16	0	9023764	6406	40230	9063994	0	391861	169215	629008	-8043125	0.112629
17	0	9023764	6028	46258	9070023	0	391861	143900	772909	-7905253	0.128420
18	0	9023764	8105	54363	9078128	0	391861	133842	906751	-7779516	0.143048
19	0	9023764	4982	59346	9083110	0	391861	124946	1031697	-7659552	0.156726
20	0	9023764	4375	63721	9087485	0	391861	116711	1148407	-7547217	0.169493
21	0	9023764	4119	67840	9091604	0	391861	112473	1260881	-7438863	0.181788
22	0	9023764	3618	71458	9095222	0	391861	108186	1369066	-7334295	0.193610
23	0	9023764	10905	82363	9106128	0	391861	94905	1463971	-7250295	0.203800
24	0	9023764	2989	85352	9109116	0	391861	113484	1577456	-7139799	0.216192
25	0	9023764	2812	88164	9111928	0	391861	80606	1658061	-7062006	0.224971
26	0	9023764	2470	90634	9114398	0	391861	75413	1733475	-6989062	0.233184
27	0	9023764	2324	92958	9116722	0	391861	73323	1806798	-6918063	0.241168
28	0	9023764	3761	96719	9120483	0	391861	64879	1871677	-6856944	0.248182
29	0	9023764	1921	98639	9122404	0	391861	68668	1940345	-6790198	0.255657
30	0	9023764	1687	100326	9124091	0	391861	56931	1997276	-6734953	0.261849
31	0	9023764	1588	101914	9125679	0	391861	55290	2052566	-6681251	0.267863
32	0	9023764	1395	103309	9127074	0	391861	52917	2105483	-6629729	0.273619
33	0	9023764	4278	107587	9131351	0	391861	46119	2151602	-6587888	0.278542
34	0	9023764	1152	108739	9132504	0	391861	46356	2197957	-6542685	0.283583
35	0	9023764	1084	109824	9133588	0	391861	40504	2238462	-6503265	0.287984
36	0	9023764	952	110776	9134540	0	391861	37230	2275692	-6466987	0.292029
37	0	9023764	896	111672	9135436	0	391861	34434	2310126	-6433448	0.295770
38	0	9023764	1205	112877	9136641	0	391861	31867	2341993	-6402796	0.299219
39	0	9023764	741	113618	9137382	0	391861	31536	2373530	-6371991	0.302646
40	0	9023764	651	114269	9138033	0	391861	28489	2402019	-6344152	0.305742
41	0	9023764	613	114881	9138645	0	391861	25280	2427299	-6319485	0.308488
42	0	9023764	538	115419	9139183	0	391861	25806	2453105	-6294217	0.311293
43	0	9023764	728	116147	9139911	0	391861	24887	2477992	-6270059	0.313991
44	0	9023764	0	116147	9139911	0	391861	-13892	2464100	-6283950	0.312471

APPENDIX C
Table C-10

Shadow Rates: 1.75 for Foreign Exchange Component and 0.5 for Unskilled Labour
Discount Rate: 11 %

Discount Rate: 11 %

Unit: Thousand Take

Year	Present Values of Costs				Present Values of Benefits				Net Present Value (11)=(10)-(5)	Benefit-Cost Ratio (12)=(11)/(5)	
	Construction costs		Maintenance cost		Salvage Values		Benefits				
	(1)	(2)=Σ(1)	(3)	(4)=Σ(3)	(5)=(2)+(4)	(6)	(7)=Σ(6)	(8)			(9)=Σ(8)
	(10)=(7)+(9)										
1	66779	66779	0	0	66779	0	0	0	0	-66779	0.0
2	149183	215962	0	0	215962	0	0	0	0	-215962	0.0
3	774193	990155	0	0	990155	0	0	0	0	-990155	0.0
4	1020750	2010906	0	0	2010906	0	0	0	0	-2010906	0.0
5	1181753	3192659	0	0	3192659	0	0	0	0	-3192659	0.0
6	895048	4087707	0	0	4087707	632	632	0	0	-4087075	0.000155
7	1211223	5298930	0	0	5298930	2937	3569	0	0	-5295361	0.000674
8	808632	6107562	0	0	6107562	1027	4596	0	0	-6102966	0.000752
9	889898	6997460	0	0	6997460	46470	51066	0	0	-6946394	0.007298
10	606360	7603820	0	0	7603820	20681	71746	0	0	-7532073	0.009436
11	491555	8095375	0	0	8095375	126809	198556	0	0	-7896819	0.024527
12	226304	8321679	0	0	8321679	41600	240156	0	0	-8081524	0.028859
13	164365	8486044	16208	16208	8502252	113308	353463	0	0	-8148788	0.041573
14	0	8486044	7311	23519	8509562	0	353463	263869	263869	-7892231	0.072546
15	0	8486044	6368	29887	8515931	0	353463	139937	139937	-7758662	0.088924
16	0	8486044	5543	35429	8521473	0	353463	146405	146405	-7617800	0.106047
17	0	8486044	5169	40598	8526642	0	353463	123381	123381	-7495588	0.120452
18	0	8486044	6887	47485	8533529	0	353463	113723	113723	-7392752	0.133682
19	0	8486044	4195	51680	8537724	0	353463	102208	892521	-7291740	0.145939
20	0	8486044	3651	55331	8541375	0	353463	97388	989909	-7198003	0.157278
21	0	8486044	3406	58737	8544781	0	353463	93006	1082915	-7108403	0.168100
22	0	8486044	2965	61702	8547746	0	353463	88655	1171570	-7022713	0.178413
23	0	8486044	8856	70558	8556602	0	353463	77071	1248641	-6954497	0.187236
24	0	8486044	2405	72963	8559007	0	353463	91329	1339970	-6865573	0.197854
25	0	8486044	2243	75206	8561250	0	353463	64285	1404255	-6803531	0.205311
26	0	8486044	1952	77158	8563202	0	353463	59602	1463857	-6745881	0.212228
27	0	8486044	1820	78978	8565022	0	353463	57428	1521286	-6690273	0.218884
28	0	8486044	2919	81897	8567941	0	353463	50357	1571642	-6642836	0.224687
29	0	8486044	1477	83375	8569418	0	353463	52817	1624459	-6591496	0.230812
30	0	8486044	1286	84660	8570704	0	353463	43395	1667854	-6549387	0.235840
31	0	8486044	1200	85860	8571904	0	353463	41765	1709619	-6508822	0.240680
32	0	8486044	1044	86904	8572948	0	353463	39612	1749231	-6470254	0.245271
33	0	8486044	3173	90077	8576121	0	353463	34212	1783443	-6439216	0.249169
34	0	8486044	847	90925	8576968	0	353463	34078	1817520	-6405985	0.253118
35	0	8486044	790	91714	8577758	0	353463	29508	1847029	-6377267	0.256535
36	0	8486044	687	92402	8578446	0	353463	26879	1873907	-6351075	0.259647
37	0	8486044	641	93043	8579087	0	353463	24636	1898543	-6327081	0.262500
38	0	8486044	854	93897	8579941	0	353463	22594	1921137	-6305341	0.265107
39	0	8486044	521	94418	8580462	0	353463	22158	1943295	-6283704	0.267673
40	0	8486044	453	94871	8580915	0	353463	19837	1963132	-6264320	0.269971
41	0	8486044	423	95294	8581338	0	353463	17444	1980575	-6247299	0.271990
42	0	8486044	368	95662	8581705	0	353463	17646	1998221	-6230021	0.274035
43	0	8486044	493	96155	8582199	0	353463	16864	2015085	-6213650	0.275984
44	0	8486044	0	96155	8582199	0	353463	-9329	2005757	-6222979	0.274897

APPENDIX C
Table C-11

Shadow Rates: 1.75 for Foreign Exchange Component and 0.5 for Unskilled Labour
Discount Rate: 12 %

Unit: Thousand Taka

Year	Present Values of Costs				Present Values of Benefits				Net Present Value (11)=(10)-(5)	Benefit-Cost Ratio (12)=(11)/(5)
	Construction costs		Maintenance costs		Salvage Values		Benefits			
	(1)	(2)=Σ(1)	(3)	(4)=Σ(3)	(6)	(7)=Σ(6)	(8)	(9)=Σ(8)		
1	66183	66183	0	0	0	0	0	0	-66183	0.0
2	146531	212714	0	0	0	0	0	0	-212714	0.0
3	753641	966354	0	0	0	0	0	0	-966354	0.0
4	984780	1951135	0	0	0	0	0	0	-1951135	0.0
5	1129930	3081065	0	0	0	0	0	0	-3081065	0.0
6	848157	3929222	0	0	599	599	0	0	-3928622	0.000153
7	1137519	5066741	0	0	2758	3357	0	0	-5063383	0.000663
8	752646	5819386	0	0	956	4313	0	0	-5815073	0.000741
9	820890	6640276	0	0	42866	47179	0	0	-6593097	0.007105
10	554345	7194621	0	0	18907	66086	0	0	-7128535	0.009185
11	445376	7639997	0	0	114896	180982	0	0	-7459015	0.023689
12	203214	7843210	0	0	37355	218337	0	0	-7624873	0.027838
13	146276	7989486	14424	14424	100838	319175	0	0	-7684735	0.039877
14	0	7989486	6448	20872	0	319175	232733	232733	-7458451	0.068899
15	0	7989486	5567	26439	0	319175	122322	355055	-7341695	0.084111
16	0	7989486	4802	31241	0	319175	126834	481889	-7219663	0.099874
17	0	7989486	4438	35678	0	319175	105933	587822	-7118168	0.113019
18	0	7989486	5860	41538	0	319175	96769	684591	-7027259	0.124986
19	0	7989486	3538	47076	0	319175	88724	773315	-6942073	0.135974
20	0	7989486	3052	48128	0	319175	81396	854711	-6863728	0.146049
21	0	7989486	2821	50949	0	319175	77040	931751	-6789510	0.155579
22	0	7989486	2434	53383	0	319175	72780	1004531	-6719163	0.164581
23	0	7989486	7205	60588	0	319175	62706	1067237	-6663663	0.172223
24	0	7989486	1939	62528	0	319175	73642	1140879	-6591960	0.181328
25	0	7989486	1792	64320	0	319175	51373	1511427	-6542380	0.187666
26	0	7989486	1546	65866	0	319175	47205	1558632	-6496720	0.193490
27	0	7989486	1429	67295	0	319175	45077	1603709	-6453072	0.199051
28	0	7989486	2271	69566	0	319175	39174	1623708	-6416169	0.203856
29	0	7989486	1139	70705	0	319175	40721	1683604	-6376587	0.208879
30	0	7989486	983	71687	0	319175	33158	1397587	-6344411	0.212967
31	0	7989486	908	72596	0	319175	31627	1429214	-6313692	0.216866
32	0	7989486	784	73379	0	319175	29729	1458944	-6284747	0.220532
33	0	7989486	2360	75740	0	319175	25447	1484391	-6261660	0.223622
34	0	7989486	624	76364	0	319175	25121	1509512	-6237163	0.226720
35	0	7989486	577	76941	0	319175	21558	1531070	-6216182	0.229376
36	0	7989486	498	77439	0	319175	19462	1550532	-6197218	0.231774
37	0	7989486	460	77899	0	319175	17679	1568211	-6179999	0.233953
38	0	7989486	608	78507	0	319175	16069	1584280	-6164538	0.235927
39	0	7989486	367	78873	0	319175	15618	1599898	-6149287	0.237852
40	0	7989486	316	79190	0	319175	13857	1613755	-6135747	0.239560
41	0	7989486	293	79483	0	319175	12076	1625831	-6123963	0.241048
42	0	7989486	252	79735	0	319175	12107	1637938	-6112108	0.242541
43	0	7989486	336	80071	0	319175	11468	1649406	-6100975	0.243952
44	0	7989486	0	80071	0	319175	-6287	1643119	-6107262	0.243173

Table C-12 Economic Cost and Benefits

Unit: Thousand Tk

Year	Costs			Benefits		
	Construction costs	Maintenance costs	Total	Benefits	Residual values	Total
1st 1977	66,390		66,390			
2nd 1978	163,398		163,398			
3rd 1979	915,993		915,993			
4th 1980	1,366,596		1,366,596			
5th 1981	1,729,893		1,729,893			
6th 1982	1,459,481		1,459,481		1,014	1,014
7th 1983	2,178,174		2,178,174		5,226	5,226
8th 1984	1,618,915		1,618,915		2,028	2,028
9th 1985	1,979,211		1,979,211		101,894	101,894
10th 1986	1,496,733		1,496,733		50,323	50,323
11th 1987	1,362,700		1,362,700		342,576	342,576
12th 1988	703,796		703,796		124,748	124,748
13th 1989	577,681	54,034	631,715		404,060	404,060
14th 1990		29,862	29,862	1,043,600		1,043,600
15th 1991		28,832	28,832	645,080		645,080
16th 1992		27,785	27,785	741,580		741,580
17th 1993		28,832	28,832	701,420		701,420
18th 1994		41,840	41,840	718,140		718,140
19th 1995		28,832	28,832	738,130		738,130
20th 1996		27,785	27,785	758,450		758,450
21st 1997		28,832	28,832	801,110		801,110
22nd 1998		27,798	27,798	845,910		845,910
23rd 1999		88,186	88,186	821,970		821,970
24th 2000		27,798	27,798	1,053,980		1,053,980
25th 2001		28,819	28,819	847,290		847,290
26th 2002		27,798	27,798	871,450		871,450
27th 2003		28,819	28,819	927,500		927,500
28th 2004		49,734	49,734	908,160		908,160
29th 2005		28,819	28,819	1,043,980		1,043,980
30th 2006		27,798	27,798	964,160		964,160
31st 2007		28,818	28,818	1,025,850		1,025,850
32nd 2008		27,798	27,798	1,076,170		1,076,170
33rd 2009		89,695	89,695	990,440		990,440
34th 2010		27,798	27,798	1,138,490		1,138,490
35th 2011		28,832	28,832	1,101,590		1,101,590
36th 2012		27,798	27,798	1,114,710		1,114,710
37th 2013		28,832	28,832	1,134,700		1,134,700
38th 2014		41,841	41,841	1,155,060		1,155,060
39th 2015		28,832	28,832	1,248,810		1,248,810
40th 2016		27,798	27,798	1,244,470		1,244,470
41st 2017		28,831	28,831	1,220,540		1,220,540
42nd 2018		27,797	27,797	1,357,020		1,357,020
43rd 2019		42,005	42,005	1,433,570		1,433,570
44th 2020				-789,020		-789,020
Total	15,618,961	1,088,878	16,707,839	28,884,310	1,031,869	29,916,179

Shadow rates: 1.50 for foreign exchange component and 0.5 for unskilled labour.

APPENDIX C

Table C-13

Shadow Rates: 1.50 for Foreign Exchange Component and 0.5 for Unskilled Labour
Discount Rate: 2 %

Unit: Thousand Taka												
Year	Present Values of Costs				Present Values of Benefits				Net Present Value (11)=(10)-(5)	Benefit-Cost Ratio (12)=(11)/(5)		
	Construction costs		Maintenance cost	Sub-Total (5)=(2)+(4)	Salvage Values		Benefits					
	(1)	(2)=Σ(1)	(3)		(4)=Σ(3)	(6)	(7)=Σ(6)	(8)	(9)=Σ(8)	(10)=(7)+(9)		
1	65088	65088	0	0	65088	0	0	0	0	-65088	0.0	
2	157053	222141	0	0	222141	0	0	0	0	-222141	0.0	
3	863161	1085302	0	0	1085302	0	0	0	0	-1085302	0.0	
4	1262523	2347825	0	0	2347825	0	0	0	0	-2347825	0.0	
5	1566817	3914643	0	0	3914643	0	0	0	0	-3914643	0.0	
6	1295977	5210620	0	0	5210620	900	900	0	900	-5209720	0.000173	
7	1896232	7106852	0	0	7106852	4550	5450	0	5450	-7101402	0.000767	
8	1381728	8488580	0	0	8488580	1731	7181	0	7181	-8481399	0.000846	
9	1656115	10144695	0	0	10144695	85260	92441	0	92441	-10052254	0.009112	
10	1227842	11372538	0	0	11372538	41282	133724	0	133724	-11238814	0.011758	
11	1095969	12468507	0	0	12468507	275521	409245	0	409245	-12059262	0.032822	
12	554938	13023445	0	0	13023445	98363	507608	0	507608	-12515838	0.038976	
13	446566	13470011	41770	41770	13511782	312352	819959	0	819959	-12691822	0.060685	
14	0	13470011	22632	64402	13534413	0	819959	790918	1610878	-11923536	0.119021	
15	0	13470011	21423	85824	13555836	0	819959	479304	2090182	-11465654	0.154191	
16	0	13470011	20240	106064	13576676	0	819959	540201	2630382	-10945693	0.193751	
17	0	13470011	20591	126655	13596666	0	819959	500928	3131310	-10465356	0.230300	
18	0	13470011	29295	155950	13625961	0	819959	502812	3634123	-9991838	0.266706	
19	0	13470011	19791	175741	13645752	0	819959	506675	4140798	-9504954	0.303450	
20	0	13470011	18699	194439	13664451	0	819959	510415	4651213	-9013238	0.340388	
21	0	13470011	19023	213462	13683473	0	819959	528553	5179766	-8503707	0.378542	
22	0	13470011	17981	231443	13701454	0	819959	547168	5726934	-7974521	0.417980	
23	0	13470011	55924	287366	13757378	0	819959	521257	6248191	-7509187	0.454170	
24	0	13470011	17283	304649	13774660	0	819959	655282	6903473	-6871188	0.501172	
25	0	13470011	17566	322215	13792227	0	819959	516449	7419922	-6372304	0.537979	
26	0	13470011	16612	338827	13808838	0	819959	520760	7940683	-5868155	0.575044	
27	0	13470011	16884	355711	13825722	0	819959	543387	8484070	-5341652	0.613644	
28	0	13470011	28566	384277	13854288	0	819959	521624	9005694	-4848594	0.650029	
29	0	13470011	16228	400505	13870516	0	819959	587878	9593572	-4276945	0.691652	
30	0	13470011	15346	415851	13885863	0	819959	532285	10125856	-3760006	0.729221	
31	0	13470011	15598	431449	13901460	0	819959	555237	10681094	-3220367	0.768343	
32	0	13470011	14751	446199	13916211	0	819959	571052	11252145	-2664066	0.808564	
33	0	13470011	46662	492861	13962873	0	819959	515255	11767401	-2842764	0.842764	
34	0	13470011	14178	507039	13977051	0	819959	580662	12348062	-1628988	0.883453	
35	0	13470011	14417	521456	13991467	0	819959	550825	12898888	-1092580	0.921911	
36	0	13470011	13627	535083	14005095	0	819959	546457	13445345	-559750	0.960032	
37	0	13470011	13857	548940	14018952	0	819959	545349	13990694	-28258	0.997984	
38	0	13470011	19715	568655	14038667	0	819959	544249	14534943	496277	1.035351	
39	0	13470011	13319	581974	14051985	0	819959	576886	14291870	1059843	1.075423	
40	0	13470011	12589	594563	14064575	0	819959	563609	15675437	1610862	1.114553	
41	0	13470011	12801	607365	14077376	0	819959	541932	15397410	2139993	1.152016	
42	0	13470011	12100	619465	14089476	0	819959	590716	15988127	2718610	1.192953	
43	0	13470011	17926	637391	14107403	0	819959	611803	16599930	3312486	1.234805	
44	0	13470011	0	637391	14107403	0	819959	-330127	17089762	2982360	1.211404	

Shadow Rates: 1.50 for Foreign Exchange Component and 0.5 for Unskilled Labour

Discount Rate: 3 %

Unit: Thousand Taka

Year	Present Values of Costs					Present Values of Benefits					Net Present Value (11)=(10)-(5)	Benefit-Cost Ratio (12)=(11)/(5)
	Construction costs (1)	Maintenance costs		Sub-Total (5)=(2)+(4)	Salvage Values (6)	Benefits		Sub-Total (10)=(7)+(9)				
		(2)=Σ(1)	(3)			(4)=Σ(3)	(7)=Σ(6)		(8)	(9)=Σ(8)		
1	64456	64456	0	0	64456	0	0	0	0	0	-64456	0.0
2	154018	218475	0	0	218475	0	0	0	0	0	-218475	0.0
3	838263	1056738	0	0	1056738	0	0	0	0	0	-1056738	0.0
4	1214203	2270941	0	0	2270941	0	0	0	0	0	-2270941	0.0
5	1492221	3763162	0	0	3763162	0	0	0	0	0	-3763162	0.0
6	1222292	4985454	0	0	4985454	849	849	0	849	849	-4984605	0.000170
7	1771055	6756509	0	0	6756509	4249	5098	0	5098	5098	-6751410	0.000755
8	1277986	8034495	0	0	8034495	1601	6699	0	6699	6699	-8027796	0.000834
9	1516900	9551396	0	0	9551396	78093	84793	0	84793	84793	-9466603	0.008878
10	1113710	10665106	0	0	10665106	37445	122238	0	122238	122238	-10542868	0.011461
11	984443	11649549	0	0	11649549	247484	369722	0	369722	369722	-11279827	0.031737
12	493628	12143177	0	0	12143177	87496	457218	0	457218	457218	-11685960	0.037652
13	393373	12536550	36795	36795	12573345	275145	732363	0	732363	732363	-11840982	0.058247
14	0	12536550	19742	56537	12593087	0	732363	689943	689943	1422305	-11170782	0.112943
15	0	12536550	18506	75043	12611593	0	732363	414053	1103995	1836358	-10775235	0.145609
16	0	12536550	17315	92358	12628908	0	732363	462128	1566123	2298486	-10330422	0.182002
17	0	12536550	17444	109802	12646352	0	732363	424371	1990494	2722856	-9923495	0.215308
18	0	12536550	24577	134378	12670928	0	732363	421832	2412325	3144688	-9526240	0.248181
19	0	12536550	16442	150821	12687371	0	732363	420945	2833270	3565633	-9121738	0.281038
20	0	12536550	15384	166204	12702755	0	732363	419935	3253206	3985569	-8717186	0.313756
21	0	12536550	15499	181703	12718253	0	732363	430636	3683842	4416205	-8302049	0.347234
22	0	12536550	14508	196211	12732761	0	732363	441474	4125316	4857679	-7875082	0.381510
23	0	12536550	44683	240894	12777444	0	732363	416485	4541801	5274164	-7503280	0.412771
24	0	12536550	13675	254569	12791119	0	732363	518488	5060290	5792652	-6998466	0.452865
25	0	12536550	13764	268333	12804883	0	732363	404670	5464960	6197323	-6607560	0.483981
26	0	12536550	12890	281222	12817773	0	732363	404087	5869047	6601410	-6216363	0.515020
27	0	12536550	12974	294196	12830747	0	732363	417550	6286597	7018960	-5811787	0.547042
28	0	12536550	21738	315934	12852484	0	732363	396936	6683533	7415896	-5436588	0.577001
29	0	12536550	12229	328163	12864713	0	732363	443009	7126542	7858905	-5005809	0.610888
30	0	12536550	11452	339616	12876166	0	732363	397221	7523763	8256126	-4620040	0.641194
31	0	12536550	11527	351143	12887693	0	732363	410327	7934090	8666453	-4221240	0.672460
32	0	12536550	10795	361937	12898488	0	732363	417917	8352007	9084369	-3814118	0.704297
33	0	12536550	33817	395755	12932305	0	732363	373422	8725428	9457791	-3474514	0.731331
34	0	12536550	10175	405930	12942480	0	732363	416738	9142167	9874530	-3067951	0.762955
35	0	12536550	10246	416177	12952757	0	732363	391487	9533654	10266017	-2686710	0.792576
36	0	12536550	9591	425768	12962318	0	732363	384611	9918265	10650628	-2311690	0.821661
37	0	12536550	9658	435426	12971976	0	732363	380105	10298370	11030733	-1941243	0.850351
38	0	12536550	13608	449034	12985584	0	732363	375656	10674026	11406388	-1579195	0.878389
39	0	12536550	9104	458138	12994688	0	732363	394316	11068342	11800705	-1193983	0.908118
40	0	12536550	8522	466659	13003209	0	732363	381501	11449843	12182205	-821004	0.936861
41	0	12536550	8581	475240	13011790	0	732363	363267	11813110	12545472	-466318	0.964162
42	0	12536550	8032	483272	13019823	0	732363	392123	12205233	12937596	-82227	0.993684
43	0	12536550	11784	495057	13031607	0	732363	402178	12607411	13339774	308167	1.023648
44	0	12536550	0	495057	13031607	0	732363	-214907	12392504	13124867	93260	1.007156

APPENDIX C

Shadow Rates: 1.50 for Foreign Exchange Component and 0.5 for Unskilled Labour
Discount Rate: 4 %

Table C-15

Unit: Thousand Taka

Year	Present Values of Costs				Present Values of Benefits				Net Present Value (11) = (10) - (5)	Benefit-Cost Ratio (12) = (11) / (5)
	Construction costs (1) (2) = Σ(1)	Maintenance costs (3) (4) = Σ(3)	Sub-Total (5) = (2) + (4)	Salvage Values (6) (7) = Σ(6)	Benefits		Sub-Total (10) = (7) + (9)			
					(8)	(9) = Σ(8)				
1	63837	0	0	63837	0	0	0	-63837	0.0	
2	151071	214907	0	214907	0	0	0	-214907	0.0	
3	814314	1029222	0	1029222	0	0	0	-1029222	0.0	
4	1168172	2197394	0	2197394	0	0	0	-2197394	0.0	
5	1421846	3619240	0	3619240	0	0	0	-3619240	0.0	
6	1153449	4772689	0	4772689	801	801	801	-4771887	0.000168	
7	1652233	6427922	0	6427922	3971	4773	4773	-6423149	0.000742	
8	1182925	7610847	0	7610847	1482	6255	6255	-7604593	0.000822	
9	1390567	9001415	0	9001415	71589	77944	77844	-8923571	0.008648	
10	1011139	10012554	0	10012554	33996	111840	111840	-9900713	0.011170	
11	885184	10897738	0	10897738	222531	334371	334371	-10563366	0.030683	
12	439589	11337327	0	11337327	77917	412288	412288	-10925038	0.036366	
13	346940	11684267	32451	11716718	242668	654956	654956	-11061762	0.055899	
14	0	11684267	17245	11733963	0	654956	602653	-10476353	0.107177	
15	0	11684267	16009	11749972	0	654956	358190	-10134173	0.137515	
16	0	11684267	14835	11764807	0	654956	395936	-9753072	0.170996	
17	0	11684267	14802	11779608	0	654956	360090	-9407783	0.201350	
18	0	11684267	20653	11800262	0	654956	354494	-9073942	0.231039	
19	0	11684267	13685	11813947	0	654956	350348	-8737270	0.260427	
20	0	11684267	12681	11826627	0	654956	346147	-8403814	0.289416	
21	0	11684267	12652	11839280	0	654956	351554	-8064912	0.318800	
22	0	11684267	11730	11851009	0	654956	356936	-7719705	0.348604	
23	0	11684267	35779	11886789	0	654956	333495	-7421990	0.375610	
24	0	11684267	10845	11897633	0	654956	411180	-7021654	0.409828	
25	0	11684267	10810	11908444	0	654956	317833	-6714632	0.436145	
26	0	11684267	10026	11918470	0	654956	314323	-6410336	0.462151	
27	0	11684267	9995	11928465	0	654956	321672	-6098658	0.488731	
28	0	11684267	16585	11945050	0	654956	302851	-5812392	0.513406	
29	0	11684267	9241	11954291	0	654956	334754	-5486880	0.541012	
30	0	11684267	8571	11962862	0	654956	297269	-5198182	0.565473	
31	0	11684267	8543	11971405	0	654956	304124	-4902601	0.590474	
32	0	11684267	7924	11979329	0	654956	306771	-4603755	0.615692	
33	0	11684267	24585	12003914	0	654956	271474	-4356866	0.637046	
34	0	11684267	7326	12011240	0	654956	300051	-4064141	0.661639	
35	0	11684267	7306	12018547	0	654956	279160	-3792287	0.684464	
36	0	11684267	6774	12025320	0	654956	271620	-3527441	0.706666	
37	0	11684267	6755	12032076	0	654956	265857	-3268339	0.728364	
38	0	11684267	9426	12041502	0	654956	260218	-3017547	0.749404	
39	0	11684267	6246	12047747	0	654956	270518	-2753275	0.771470	
40	0	11684267	5790	12053537	0	654956	259209	-2499855	0.792604	
41	0	11684267	5774	12059312	0	654956	244447	-2261182	0.812495	
42	0	11684267	5353	12064665	0	654956	261328	-2005207	0.833795	
43	0	11684267	7778	12072443	0	654956	265452	-1747534	0.855246	
44	0	11684267	0	12072443	0	654956	-140482	-1888016	0.843609	

Shadow Rate: 1.5 for Foreign Exchange Component and 0.5 for Unskilled Labour
Discount Rate: 6 %

Unit: Thousand Taka

Year	Present Values of Costs				Present Values of Benefits				Net Present Value (11)=(10)-(5)	Benefit-Cost Ratio (12)=(11)/(5)		
	Construction costs		Maintenance costs	Sub-Total	Salvage Values		Benefits	Sub-Total				
	(1)	(2)=Σ(1)	(3)	(4)=Σ(3)	(5)=(2)+(4)	(6)	(7)=Σ(6)	(8)			(9)=Σ(8)	(10)=(7)+(9)
1	62632	62632	0	0	62632	0	0	0	0	0	-62632	0.0
2	145424	208056	0	0	208056	0	0	0	0	0	-208056	0.0
3	769085	977141	0	0	977141	0	0	0	0	0	-977141	0.0
4	1082472	2059613	0	0	2059613	0	0	0	0	0	-2059613	0.0
5	1292677	3352290	0	0	3352290	0	0	0	0	0	-3352290	0.0
6	1028877	4381166	0	0	4381166	715	715	0	0	715	-4380451	0.000163
7	1448610	5829776	0	0	5829776	3476	4190	0	0	4190	-5825586	0.000719
8	1015727	6845504	0	0	6845504	1272	5463	0	0	5463	-6840041	0.000798
9	1171492	8016996	0	0	8016996	60311	65774	0	0	65774	-7951222	0.008204
10	835768	8852764	0	0	8852764	28100	93874	0	0	93874	-8758890	0.010604
11	717853	9570617	0	0	9570617	180465	274339	0	0	274339	-9296278	0.028665
12	349765	9920382	0	0	9920382	61996	336335	0	0	336335	-9584047	0.033903
13	270839	10191221	25333	25333	10216555	189439	525774	0	0	525774	-9690781	0.051463
14	0	10191221	13208	38541	10229763	0	525774	461585	461585	987359	-9242404	0.096518
15	0	10191221	12031	50572	10241793	0	525774	269169	730755	1256528	-8985265	0.122686
16	0	10191221	10937	61509	10252731	0	525774	291920	1022675	1548448	-8704282	0.151028
17	0	10191221	10707	72216	10263438	0	525774	260482	1283157	1808931	-8454507	0.176250
18	0	10191221	14658	86875	10278096	0	525774	251596	1534753	2060527	-8217569	0.200477
19	0	10191221	9529	96404	10287626	0	525774	243962	1778715	2304488	-7983137	0.224006
20	0	10191221	8663	105068	10296289	0	525774	236488	2015203	2540977	-7755312	0.246786
21	0	10191221	8481	113549	10304770	0	525774	235651	2250834	2776627	-7528143	0.269451
22	0	10191221	7714	121263	10312484	0	525774	234744	2485598	3011372	-7301112	0.292012
23	0	10191221	23087	144350	10335571	0	525774	215189	2700788	3226561	-7109010	0.312180
24	0	10191221	6866	151215	10342437	0	525774	260310	2961098	3486872	-6855565	0.337142
25	0	10191221	6715	157930	10349151	0	525774	197417	3158516	3684289	-6664862	0.355999
26	0	10191221	6110	164040	10355262	0	525774	191553	3350069	3875843	-6479419	0.374287
27	0	10191221	5976	170016	10361238	0	525774	192334	3542403	4068176	-6293061	0.392634
28	0	10191221	9729	179746	10370967	0	525774	177663	3720066	4245840	-6125127	0.409397
29	0	10191221	5319	185065	10376286	0	525774	192674	3912740	4438513	-5937773	0.427755
30	0	10191221	4840	189905	10381126	0	525774	167870	4080610	4606383	-5774743	0.443727
31	0	10191221	4733	194638	10385859	0	525774	168501	4249111	4774884	-5610975	0.459749
32	0	10191221	4308	198946	10390167	0	525774	166761	4415871	4941645	-5448522	0.475608
33	0	10191221	13112	212058	10403279	0	525774	144789	4560660	5086433	-5316846	0.488926
34	0	10191221	3834	215891	10407113	0	525774	157011	4717671	5243444	-5163668	0.503833
35	0	10191221	3751	219643	10410864	0	525774	143323	4860993	5386767	-5024097	0.517418
36	0	10191221	3412	223055	10414276	0	525774	136820	4997814	5523587	-4890689	0.530386
37	0	10191221	3339	226393	10417614	0	525774	131391	5129204	5654978	-4762637	0.542828
38	0	10191221	4571	230964	10422185	0	525774	126177	5255382	5781155	-4641030	0.554697
39	0	10191221	2971	233935	10425156	0	525774	128697	5384078	5909852	-4515304	0.566884
40	0	10191221	3703	236638	10427859	0	525774	120990	5505069	6030842	-4397017	0.578339
41	0	10191221	2644	239282	10430503	0	525774	111947	5617015	6142789	-4287714	0.588925
42	0	10191221	2405	241687	10432909	0	525774	117419	5734435	6260208	-4172700	0.600044
43	0	10191221	3429	245116	10436337	0	525774	117022	5851456	6377230	-4059107	0.611060
44	0	10191221	0	245116	10436337	0	525774	-60762	5790695	6316468	-4119869	0.605238

APPENDIX C
Table C-17

Shadow Rates: 1.50 for Foreign Exchange Component and 0.5 for Unskilled Labour
Discount Rate: 12 %

Unit: Thousand Taka

Year	Present Values of Costs				Present Values of Benefits				Net Present Value		Benefit-Cost Ratio (12)=(11)/(5)
	Construction costs		Maintenance costs		Salvage Values		Benefits		Sub-Total (10)=(7)+(9)	Value (11)=(10)-(5)	
	(1)	(2)=Σ(1)	(3)	(4)=Σ(3)	(6)	(7)=Σ(6)	(8)	(9)=Σ(8)			
1	59277	59277	0	0	0	0	0	0	0	-59277	0.0
2	130260	189537	0	0	0	0	0	0	0	-189537	0.0
3	651986	841522	0	0	0	0	0	0	0	-841522	0.0
4	868496	1710019	0	0	0	0	0	0	0	-1710019	0.0
5	981588	2691607	0	0	0	0	0	0	0	-2691607	0.0
6	739418	3431025	0	0	514	514	0	0	514	-3430511	0.000150
7	985295	4416320	0	0	2364	2878	0	0	2878	-4413443	0.000652
8	653853	5070173	0	0	819	3697	0	0	3697	-5066476	0.000729
9	713723	5783896	0	0	36744	40441	0	0	40441	-5743456	0.006992
10	481908	6265804	0	0	16203	56643	0	0	56643	-6209161	0.009040
11	391744	6657548	0	0	98482	155126	0	0	155126	-6502422	0.023301
12	180647	6838195	0	0	32020	187146	0	0	187146	-6651049	0.027368
13	132390	6970584	12383	12383	92600	279746	0	0	279746	-6703222	0.040061
14	0	6970584	6110	18494	0	279746	213541	213541	493287	-6495791	0.070580
15	0	6970584	5267	23761	0	279746	117854	331395	611141	-6383205	0.087376
16	0	6970584	4532	28293	0	279746	120968	452363	732108	-6266769	0.104604
17	0	6970584	4199	32493	0	279746	102158	554521	834266	-6168811	0.119129
18	0	6970584	5441	37933	0	279746	93387	647907	927653	-6080865	0.132361
19	0	6970584	3348	41281	0	279746	85702	733609	1013355	-5998511	0.144520
20	0	6970584	2880	44161	0	279746	78626	812235	1091981	-5922765	0.155669
21	0	6970584	2669	46830	0	279746	74150	886386	1166131	-5851283	0.166177
22	0	6970584	2297	49127	0	279746	69908	956294	1236039	-5783673	0.176081
23	0	6970584	6507	55634	0	279746	60651	1016945	1296691	-5729528	0.184550
24	0	6970584	1831	57466	0	279746	69438	1086384	1366129	-5661921	0.194382
25	0	6970584	1695	59161	0	279746	49840	1136224	1415970	-5613776	0.201425
26	0	6970584	1460	60621	0	279746	45769	1181993	1461739	-5569467	0.207893
27	0	6970584	1351	61972	0	279746	43494	1225487	1505233	-5527324	0.214038
28	0	6970584	2082	64055	0	279746	38024	1263511	1543257	-5491383	0.219380
29	0	6970584	1077	65132	0	279746	39027	1302538	1582284	-5453433	0.224893
30	0	6970584	928	66060	0	279746	32182	1334720	1614466	-5422179	0.229437
31	0	6970584	859	66919	0	279746	30572	1365292	1645038	-5392465	0.233753
32	0	6970584	740	67659	0	279746	28635	1393928	1673673	-5364570	0.237797
33	0	6970584	2131	69789	0	279746	23531	1417458	1697204	-5343170	0.241067
34	0	6970584	590	70379	0	279746	24150	1441608	1721354	-5319610	0.244477
35	0	6970584	546	70925	0	279746	20864	1462472	1742218	-5299292	0.247421
36	0	6970584	470	71395	0	279746	18850	1481322	1761068	-5280912	0.250081
37	0	6970584	435	71831	0	279746	17132	1498454	1778200	-5264215	0.252499
38	0	6970584	564	72395	0	279746	15571	1514025	1793771	-5249208	0.254689
39	0	6970584	347	72742	0	279746	15031	1529056	1808802	-5234524	0.256811
40	0	6970584	299	73040	0	279746	13374	1542431	1822176	-5221449	0.258699
41	0	6970584	277	73317	0	279746	11712	1554142	1833888	-5210014	0.260351
42	0	6970584	238	73555	0	279746	11626	1565768	1845514	-5198626	0.261993
43	0	6970584	321	73876	0	279746	10966	1576734	1856480	-5187981	0.263537
44	0	6970584	0	73876	0	279746	-5389	1571345	1851091	-5193370	0.262773

Table C-18 Economic Cost and Benefits

Unit: Thousand Tk

Year	Costs			Benefits		
	Construction costs	Maintenance costs	Total	Benefits	Residual values	Total
1st 1977	50,972		50,972			
2nd 1978	122,474		122,474			
3rd 1979	630,318		630,318			
4th 1980	1,000,620		1,000,620			
5th 1981	1,206,994		1,206,994			
6th 1982	1,030,026		1,030,026		676	676
7th 1983	1,505,593		1,505,593		3,484	3,484
8th 1984	1,129,569		1,129,569		1,352	1,352
9th 1985	1,384,812		1,384,812		67,925	67,925
10th 1986	1,046,634		1,046,634		33,553	33,553
11th 1987	989,509		989,509		288,384	288,384
12th 1988	527,841		527,841		83,161	83,161
13th 1989	456,456	36,250	492,706		332,157	332,157
14th 1990		26,573	26,573	856,010		856,010
15th 1991		25,530	25,530	596,170		596,170
16th 1992		24,496	24,496	669,660		669,660
17th 1993		25,530	25,530	649,580		649,580
18th 1994		35,392	35,392	666,120		666,120
19th 1995		25,530	25,530	686,060		686,060
20th 1996		24,496	24,496	705,000		705,000
21st 1997		25,530	25,530	738,660		738,660
22nd 1998		24,496	24,496	776,420		776,420
23rd 1999		69,297	69,297	766,300		766,300
24th 2000		24,496	24,496	926,360		926,360
25th 2001		25,530	25,530	795,180		795,180
26th 2002		24,496	24,496	816,760		816,760
27th 2003		25,530	25,530	859,960		859,960
28th 2004		40,673	40,673	853,240		853,240
29th 2005		25,530	25,530	953,390		953,390
30th 2006		24,496	24,496	905,650		905,650
31st 2007		25,529	25,529	955,020		955,020
32nd 2008		24,496	24,496	993,960		993,960
33rd 2009		70,403	70,403	974,300		974,300
34th 2010		24,496	24,496	1,046,900		1,046,900
35th 2011		25,530	25,530	1,028,220		1,028,220
36th 2012		24,496	24,496	1,042,360		1,042,360
37th 2013		25,530	25,530	1,062,300		1,062,300
38th 2014		35,393	35,393	1,081,240		1,081,240
39th 2015		25,530	25,530	1,151,320		1,151,320
40th 2016		24,496	24,496	1,154,600		1,154,600
41st 2017		25,529	25,529	1,144,480		1,144,480
42nd 2018		24,495	24,495	1,244,630		1,244,630
43rd 2019		38,313	38,313	1,302,350		1,302,350
44th 2020				-526,010		-526,010
Total	11,081,818	928,107	12,009,925	26,876,190	810,692	27,686,882

Shadow rate: 0.5 for unskilled labour.

Shadow Rate: 0.5 for Unskilled Labour
Discount Rate: 2%

Unit: Thousand Taka													
Year	Present Values of Costs					Present Values of Benefits					Net Present Value (11)=(10)-(5)	Benefit-Cost Ratio (12)=(11)/(5)	
	Construction costs (1)	Maintenance costs		Sub-Total (5)=(2)+(4)	Salvage Values (6)	Sub-Total (10)=(7)+(9)	Benefits		Sub-Total (10)=(7)+(9)				
		(2)=Σ(1)	(3)				(4)=Σ(3)	(7)=Σ(6)		(8)			(9)=Σ(8)
1	49973	49973	0	0	49973	0	0	0	0	0	-49973	0.0	
2	117718	167691	0	0	167691	0	0	0	0	0	-167691	0.0	
3	593963	761653	0	0	761653	0	0	0	0	0	-761653	0.0	
4	924418	1686072	0	0	1686072	0	0	0	0	0	-1686072	0.0	
5	1093212	2779283	0	0	2779283	0	0	0	0	0	-2779283	0.0	
6	914634	3693917	0	0	3693917	600	600	0	0	600	-3693317	0.000163	
7	1310709	5004626	0	0	5004626	3033	3633	0	0	3633	-5000993	0.000726	
8	964076	5968703	0	0	5968703	1154	4787	0	0	4787	-5963915	0.000802	
9	1158749	7127451	0	0	7127451	56837	61264	0	0	61264	-7065827	0.008646	
10	858604	7986056	0	0	7986056	27525	89149	0	0	89149	-7896907	0.011163	
11	795826	8781881	0	0	8781881	231937	321086	0	0	321086	-8460796	0.036562	
12	416199	9198080	0	0	9198080	65572	386657	0	0	386657	-8811423	0.042037	
13	352855	9550936	28022	28022	978958	256768	643426	0	0	643426	-8935532	0.067171	
14	0	9550936	20139	48161	9599097	0	643426	648749	648749	1292174	-8306923	0.134614	
15	0	9550936	18969	67131	9618066	0	643426	442963	1091712	1735137	-7882929	0.180404	
16	0	9550936	17844	84975	9635910	0	643426	487811	1579523	2222948	-7412962	0.230694	
17	0	9550936	18233	103207	9654143	0	643426	463906	2043428	2686854	-6967289	0.278311	
18	0	9550936	24780	127987	9678923	0	643426	466990	2509819	3153244	-6525679	0.325785	
19	0	9550936	17525	145512	9696447	0	643426	470933	2980751	3624177	-6072270	0.373763	
20	0	9550936	16485	161997	9712932	0	643426	474445	3455196	4098622	-5614311	0.421976	
21	0	9550936	16844	178841	9729777	0	643426	487350	3942546	4585972	-5143805	0.471334	
22	0	9550936	15845	194686	9745622	0	643426	502219	4444765	5088190	-4657431	0.522100	
23	0	9550936	43945	238631	9789567	0	643426	485954	4930719	5574144	-4215422	0.569396	
24	0	9550936	15230	253861	9804796	0	643426	575938	5506656	6150082	-3654714	0.627252	
25	0	9550936	15561	269422	9820358	0	643426	484687	5991343	6634769	-3185589	0.675614	
26	0	9550936	14638	284060	9834996	0	643426	488079	6479422	7122848	-2712148	0.724235	
27	0	9550936	14957	299017	9849953	0	643426	503818	6983240	7626666	-2223287	0.774284	
28	0	9550936	23362	322379	9873315	0	643426	490079	7473319	8116745	-1756570	0.822089	
29	0	9550936	14376	336755	9887691	0	643426	536866	8010185	8653611	-1234080	0.875190	
30	0	9550936	13524	350279	9901214	0	643426	499983	8510168	9153594	-747621	0.924492	
31	0	9550936	13817	364096	9915032	0	643426	516901	9027069	9670494	-244537	0.975337	
32	0	9550936	12998	377095	9928030	0	643426	527428	9554497	10197923	269892	1.027185	
33	0	9550936	36626	413720	9964656	0	643426	506859	10061356	10704781	740126	1.074275	
34	0	9550936	12494	426214	9977149	0	643426	533948	10595304	11238730	1261580	1.126447	
35	0	9550936	12766	438980	9989915	0	643426	514138	11109443	11752868	1762953	1.176473	
36	0	9550936	12009	450988	10001924	0	643426	510989	11620432	12263857	2261934	1.226150	
37	0	9550936	12270	463258	10014194	0	643426	510553	12130985	12774410	2760217	1.275630	
38	0	9550936	16677	479935	10030870	0	643426	509466	12640451	13283877	3253006	1.324300	
39	0	9550936	11794	491728	10042664	0	643426	531850	13172301	13815727	3773063	1.375703	
40	0	9550936	11094	502822	10053758	0	643426	522907	13695209	14338634	4284876	1.426196	
41	0	9550936	11335	514158	10065093	0	643426	508161	14203369	14846795	4781702	1.475078	
42	0	9550936	10663	524820	10075756	0	643426	541793	14745162	15388588	5312832	1.527289	
43	0	9550936	16351	541171	10092107	0	643426	555802	15300964	15944390	5852283	1.579887	
44	0	9550936	0	541171	10092107	0	643426	-220083	15080881	15724307	5632200	1.558080	

APPENDIX C
Table C-20
Unit: Thousand Take

Shadow Rate: 0.5 for Unskilled Labour
Discount Rate: 3 %

Year	Present Values of Costs				Present Values of Benefits				Net Present Value (11)=(10)-(5)	Benefit-Cost Ratio (12)=(11)/(5)
	Construction costs		Maintenance costs		Salvage Values		Benefits			
	(1)	(2)=Σ(1)	(3)	(4)=Σ(3)	(6)	(7)=Σ(6)	(8)	(9)=Σ(8)		
1	49487	49487	0	0	0	0	0	0	-49487	0.0
2	115443	164931	0	0	0	0	0	0	-164931	0.0
3	576830	741761	0	0	0	0	0	0	-741761	0.0
4	889038	1630799	0	0	0	0	0	0	-1630799	0.0
5	1041164	2671963	0	0	0	0	0	0	-2671963	0.0
6	862631	3534593	0	0	566	566	0	566	-3534027	0.000160
7	1224185	4758778	0	0	2833	3399	0	3399	-4755379	0.000714
8	891692	5650470	0	0	1067	4466	0	4466	-5646004	0.000790
9	1061343	6711813	0	0	52059	56525	0	56525	-6655288	0.008422
10	778794	7490607	0	0	24967	81492	0	81492	-7409116	0.010879
11	714842	8205450	0	0	208335	289826	0	289826	-7915623	0.035321
12	370217	8575667	0	0	58327	348154	0	348154	-8227513	0.040598
13	310824	8886491	24684	24684	226183	574337	0	574337	-8336839	0.064451
14	0	8886491	17568	42252	0	574337	565923	565923	-7788483	0.127707
15	0	8886491	16387	58639	0	574337	382659	948382	-7422211	0.170251
16	0	8886491	15265	73904	0	574337	417310	1365892	-7020166	0.216534
17	0	8886491	15446	89350	0	574337	393007	1758899	-6642606	0.259946
18	0	8886491	20789	110139	0	574337	391275	2150174	-6272120	0.302837
19	0	8886491	14559	124699	0	574337	391250	2541425	-5895429	0.345766
20	0	8886491	13563	138262	0	574337	390341	2931766	-5518650	0.388498
21	0	8886491	13724	151985	0	574337	397066	3328832	-5135308	0.431839
22	0	8886491	12784	164769	0	574337	405208	3734040	-4742884	0.475997
23	0	8886491	35112	199882	0	574337	388278	4122318	-4389718	0.516890
24	0	8886491	12050	211932	0	574337	435708	4578026	-3946061	0.566292
25	0	8886491	12193	224125	0	574337	379782	4957808	-3578472	0.607220
26	0	8886491	11359	235484	0	574337	378727	5336535	-3211103	0.647982
27	0	8886491	11493	246977	0	574337	387145	5723680	-2835452	0.689554
28	0	8886491	17777	264755	0	574337	372931	6096611	-2480298	0.728966
29	0	8886491	10834	275588	0	574337	404568	6501179	-2086564	0.772261
30	0	8886491	10092	285680	0	574337	373116	6874295	-1723540	0.812090
31	0	8886491	10211	295891	0	574337	381996	7256290	-1351756	0.852788
32	0	8886491	9513	305404	0	574337	385991	7672282	-975277	0.893898
33	0	8886491	26544	331948	0	574337	367337	8009618	-634484	0.931172
34	0	8886491	8967	340915	0	574337	383212	8392831	-260238	0.971797
35	0	8886491	9073	349988	0	574337	365412	8758243	96101	1.010405
36	0	8886491	8452	358439	0	574337	359648	9117891	447297	1.048383
37	0	8886491	8552	366992	0	574337	355852	9473744	794597	1.085870
38	0	8886491	11511	378502	0	574337	351648	9825391	1134734	1.122475
39	0	8886491	8061	386563	0	574337	363533	10188924	1490206	1.160703
40	0	8886491	7509	394073	0	574337	353951	10542875	1836648	1.197903
41	0	8886491	7598	401671	0	574337	340629	10883504	2169679	1.233596
42	0	8886491	7078	408749	0	574337	359647	11243152	2522248	1.271348
43	0	8886491	10748	419498	0	574337	365365	11608517	2876865	1.309141
44	0	8886491	0	419498	0	574337	-143270	11465246	2733594	1.293746

Shadow Rate: 0.5 for Unskilled Labour
Discount Rate: 4 %

Unit: Thousand Taka

Year	Present Values of Costs				Present Values of Benefits				Net Present Value (11)=(10)-(5)	Benefit-Cost Ratio (12)=(11)/(5)
	Construction costs (1)	(2)=Σ(1)	Maintenance costs (3)	(4)=Σ(3)	Sub-Total (5)=(2)+(4)	Salvage Values (6)	(7)=Σ(6)	(8)	Benefits (9)=Σ(8)	Sub-Total (10)=(7)+(9)
1	49012	49012	0	0	49012	0	0	0	0	0
2	113234	162246	0	0	162246	0	0	0	-49012	0.0
3	560350	722596	0	0	722596	0	0	0	-162246	0.0
4	855334	1577930	0	0	1577930	0	0	0	-722596	0.0
5	992061	2569991	0	0	2569991	0	0	0	-1577930	0.0
6	814045	3384036	0	0	3384036	534	534	0	-2569991	0.0
7	1144127	4528163	0	0	4528163	2648	3182	0	-3383502	0.000158
8	825365	5353528	0	0	5353528	988	4170	0	-4524981	0.000703
9	972951	6326478	0	0	6326478	4723	51893	0	-5349358	0.000779
10	707068	7033547	0	0	7033547	22667	74560	0	-6274585	0.008202
11	642766	7676313	0	0	7676313	187329	261889	0	-6958987	0.010601
12	329688	8006001	0	0	8006001	51942	313831	0	-7414424	0.034116
13	274136	8280136	21771	21771	8301907	199485	513316	0	-7692170	0.039199
14	0	8280136	15345	37116	8317253	0	513316	494324	-7788591	0.061831
15	0	8280136	14176	51292	8331428	0	513316	331032	-7309612	0.121151
16	0	8280136	13079	64371	8344507	0	513316	357537	-6992756	0.160677
17	0	8280136	13106	77477	8357613	0	513316	333477	-6648298	0.203273
18	0	8280136	17470	94947	8375084	0	513316	328816	-6327927	0.242855
19	0	8280136	12118	107065	8387202	0	513316	325633	-6016582	0.281609
20	0	8280136	11180	118245	8398381	0	513316	321753	-5703067	0.320027
21	0	8280136	11203	129448	8409585	0	513316	324149	-5392493	0.357913
22	0	8280136	10336	139784	8419921	0	513316	327615	-5079548	0.395981
23	0	8280136	28116	167900	8448036	0	513316	310908	-4762270	0.434404
24	0	8280136	9556	177456	8457593	0	513316	361393	-4479477	0.469761
25	0	8280136	9577	187033	8467170	0	513316	298285	-4127641	0.511960
26	0	8280136	8835	195869	8476005	0	513316	294597	-3838932	0.546610
27	0	8280136	8854	204723	8484859	0	513316	298248	-3553171	0.580797
28	0	8280136	13564	218286	8498423	0	513316	284536	-3263777	0.615341
29	0	8280136	8186	226473	8506609	0	513316	305706	-2992804	0.647840
30	0	8280136	7553	234025	8514162	0	513316	279229	-2695284	0.683154
31	0	8280136	7568	241593	8521730	0	513316	283125	-2423608	0.715344
32	0	8280136	6983	248576	8528713	0	513316	283336	-2148051	0.747933
33	0	8280136	19297	267873	8548010	0	513316	267050	-1871698	0.780542
34	0	8280136	6456	274329	8554466	0	513316	275913	-1623945	0.810021
35	0	8280136	6470	280799	8560935	0	513316	260567	-1354488	0.841663
36	0	8280136	5969	286768	8566904	0	513316	253991	-1100391	0.871464
37	0	8280136	5982	292750	8572886	0	513316	248894	-852369	0.900504
38	0	8280136	7974	300723	8580860	0	513316	243588	-609457	0.928909
39	0	8280136	5530	306253	8586390	0	513316	249400	-373843	0.956433
40	0	8280136	5102	311356	8591492	0	513316	240491	-129974	0.984863
41	0	8280136	5113	316469	8596605	0	513316	229214	105414	1.012270
42	0	8280136	4717	321186	8601322	0	513316	239685	329516	1.038331
43	0	8280136	7094	328280	8608416	0	513316	241154	564483	1.065627
44	0	8280136	0	328280	8608416	0	513316	-93654	798543	1.092763
									704888	1.081884

APPENDIX C
Table C-22

Shadow Rate: 0.5 for Unskilled Labour
Discount Rate: 5 %

Unit: Thousand Taka

Year	Present Values of Costs				Present Values of Benefits				Net Present Value (11)=(10)-(5)	Benefit-Cost Ratio (12)=(11)/(5)		
	Construction costs (1)	(2)=Σ(1)	Maintenance costs		Sub-Total (5)=(2)+(4)	Salvage Values		Benefits (9)=Σ(8)			Sub-Total (10)=(7)+(9)	
			(3)	(4)=Σ(3)		(6)	(7)=Σ(6)					(8)
1	48545	48545	0	0	48545	0	0	0	0	-48545	0.0	
2	111088	159632	0	0	159632	0	0	0	0	-159632	0.0	
3	544492	704125	0	0	704125	0	0	0	0	-704125	0.0	
4	823213	1527337	0	0	1527337	0	0	0	0	-1527337	0.0	
5	945711	2473049	0	0	2473049	0	0	0	0	-2473049	0.0	
6	768621	3241670	0	0	3241670	504	504	0	504	-3241165	0.000156	
7	1069997	4311667	0	0	4311667	2476	2980	0	2980	-4308686	0.000691	
8	764537	5076203	0	0	5076203	915	3896	0	3896	-5072308	0.000767	
9	892662	5968866	0	0	5968866	43785	47681	0	47681	-5921185	0.007988	
10	642542	6611408	0	0	6611408	20599	68279	0	68279	-6543129	0.010327	
11	578545	7189954	0	0	7189954	168612	236891	0	236891	-6953062	0.032948	
12	293922	7483875	0	0	7483875	46307	283199	0	283199	-7200677	0.037841	
13	242068	7725944	19224	19224	7745168	176150	459348	0	459348	-7285819	0.059308	
14	0	7725944	13421	32645	7758589	0	459348	432343	891692	-6866897	0.114930	
15	0	7725944	12280	44926	7770869	0	459348	286768	1178460	-6592410	0.151651	
16	0	7725944	11222	56148	7782091	0	459348	306779	1485239	-6296852	0.190853	
17	0	7725944	11139	67286	7793230	0	459348	283410	1768648	-6024582	0.226947	
18	0	7725944	14706	81992	7807936	0	459348	276787	2045435	-5762501	0.261969	
19	0	7725944	10103	92095	7818039	0	459348	271497	2316932	-5501107	0.296357	
20	0	7725944	9232	101328	7827271	0	459348	265707	2582639	-5244632	0.329954	
21	0	7725944	9164	110492	7836435	0	459348	265136	2847776	-4988659	0.363402	
22	0	7725944	8374	118865	7844809	0	459348	265419	3113195	-4731614	0.396848	
23	0	7725944	22561	141427	7867370	0	459348	249485	3362680	-4504690	0.427421	
24	0	7725944	7595	149022	7874966	0	459348	287235	3649914	-4225051	0.463483	
25	0	7725944	7539	156561	7882505	0	459348	234819	3423385	-3997771	0.492830	
26	0	7725944	6889	163450	7889394	0	459348	229706	3655091	-3774954	0.521515	
27	0	7725944	6838	170289	7896232	0	459348	230339	3884733	-3551454	0.550234	
28	0	7725944	10375	180664	7906607	0	459348	217656	4114439	-3344173	0.577041	
29	0	7725944	6202	186866	7912810	0	459348	231623	4334709	-3118753	0.605860	
30	0	7725944	5668	192534	7918478	0	459348	209547	4544255	-2914874	0.631890	
31	0	7725944	5626	198160	7924103	0	459348	210448	4754703	-2710052	0.657999	
32	0	7725944	5141	203301	7929244	0	459348	208599	4963302	-2506594	0.683880	
33	0	7725944	14072	217372	7943316	0	459348	194736	5158038	-2325930	0.707184	
34	0	7725944	4663	222035	7947979	0	459348	199282	5357320	-2131310	0.731842	
35	0	7725944	4628	226664	7952607	0	459348	186406	5543726	-1949532	0.754856	
36	0	7725944	4229	230893	7956836	0	459348	179971	5723698	-1773790	0.777073	
37	0	7725944	4198	235091	7961035	0	459348	174680	5898377	-1603309	0.798606	
38	0	7725944	5543	240634	7966577	0	459348	169328	6067705	-1439523	0.819305	
39	0	7725944	3808	244441	7970385	0	459348	171717	6239422	-1271614	0.840458	
40	0	7725944	3480	247921	7973865	0	459348	164006	6403428	-1111088	0.860659	
41	0	7725944	3454	251375	7977318	0	459348	154827	6558256	-959714	0.879695	
42	0	7725944	3156	254531	7980474	0	459348	160358	6718613	-802512	0.899441	
43	0	7725944	4701	259232	7985175	0	459348	159804	6878417	-647409	0.918924	
44	0	7725944	0	259232	7985175	0	459348	-61470	6816947	-708880	0.911226	

APPENDIX C
Table C-23

Shadow Rate: 0.5 for Unskilled Labour
Discount Rate: 6 %

Unit: Thousand Taka

Year	Present Values of Costs				Present Values of Benefits				Net Present Value (11)=(10)-(5)	Benefit-Cost Ratio (12)=(11)/(5)
	Construction costs		Maintenance costs (4)=Σ(3)	Sub-Total (5)=(2)+(4)	Salvage Values		Benefits			
	(1) (2)=Σ(1)	(3)			(6) (7)=Σ(6)	(8)	(9)=Σ(8)	Sub-Total (10)=(7)+(9)		
1	48087	48087	0	0	0	0	0	0	-48087	0.0
2	109001	157088	0	0	0	0	0	0	-157088	0.0
3	529227	686315	0	0	0	0	0	0	-686315	0.0
4	792585	1478900	0	0	0	0	0	0	-1478900	0.0
5	901936	2380836	0	0	0	0	0	0	-2380836	0.0
6	726128	3106964	0	0	477	477	0	477	-3106487	0.000153
7	1001305	4108269	0	0	2317	2794	0	2794	-4105476	0.000680
8	708706	4816975	0	0	848	3642	0	3642	-4813333	0.000756
9	819668	5636643	0	0	40205	43847	0	43847	-5592796	0.007779
10	584435	6221078	0	0	18736	62582	0	62582	-6158495	0.010060
11	521261	6742339	0	0	151917	214499	0	214499	-6527839	0.031814
12	262321	7004660	0	0	41328	255828	0	255828	-6748832	0.036523
13	214004	7218664	16995	16995	155728	411556	0	411556	-6824103	0.056879
14	0	7218664	11753	28749	0	411556	378614	790170	-6457243	0.109028
15	0	7218664	10653	39401	0	411556	248761	1038931	-6219134	0.143142
16	0	7218664	9643	49044	0	411556	263609	890984	-5965168	0.179223
17	0	7218664	9481	58525	0	411556	241231	1132215	-5733418	0.212138
18	0	7218664	12399	70925	0	411556	233371	1365586	-5512446	0.243792
19	0	7218664	8438	79363	0	411556	226752	1592338	-5294133	0.274580
20	0	7218664	7638	87000	0	411556	219822	1812160	-5081948	0.304382
21	0	7218664	7510	94510	0	411556	217281	2029441	-4872177	0.333781
22	0	7218664	6798	101308	0	411556	215461	2244901	-4663515	0.362905
23	0	7218664	18142	119450	0	411556	200615	2445517	-4481041	0.389347
24	0	7218664	6050	125500	0	411556	228791	2674308	-4258300	0.420179
25	0	7218664	5948	131448	0	411556	185276	2859584	-4078973	0.445046
26	0	7218664	5384	136833	0	411556	179532	3039116	-3904825	0.469128
27	0	7218664	5294	142127	0	411556	178328	3217444	-3731791	0.493018
28	0	7218664	7957	150084	0	411556	166919	3384363	-3572828	0.515138
29	0	7218664	4712	154795	0	411556	175955	3560318	-3401586	0.538672
30	0	7218664	4265	159060	0	411556	157683	3718001	-3248168	0.559733
31	0	7218664	4193	163254	0	411556	156867	3874867	-3095494	0.580665
32	0	7218664	3796	167050	0	411556	154021	4028889	-2945269	0.601221
33	0	7218664	10292	177341	0	411556	142429	4171318	-2813131	0.619642
34	0	7218664	3378	180720	0	411556	144380	4315698	-2672130	0.638871
35	0	7218664	3322	184041	0	411556	133777	4449474	-2541675	0.656656
36	0	7218664	3007	187048	0	411556	127940	4577414	-2416742	0.673665
37	0	7218664	2956	190004	0	411556	123007	4700422	-2296691	0.690000
38	0	7218664	3866	193870	0	411556	118113	4818535	-2182443	0.705574
39	0	7218664	2631	196501	0	411556	118650	4937185	-2066425	0.721325
40	0	7218664	2382	198883	0	411556	112253	5049438	-1956553	0.736226
41	0	7218664	2341	201225	0	411556	104971	5154408	-1853924	0.750141
42	0	7218664	2119	203344	0	411556	107695	5262103	-1748349	0.764437
43	0	7218664	3127	206471	0	411556	106310	5368413	-1645166	0.778433
44	0	7218664	0	206471	0	411556	-40508	5327906	-1685674	0.772977

Shadow Rate: 0.5 for Unskilled Labour
Discount Rate: 1.2 %

Unit: Thousand Taka

Year	Present Values of Costs				Present Values of Benefits				Net Present Value (11)=(10)-(5)	Benefit-Cost Ratio (12)=(11)/(5)
	Construction costs		Maintenance costs		Salvage Values		Benefits			
	(1) (2)=Σ(1)	(3) (4)=Σ(3)	(5)=(2)+(4)	(6) (7)=Σ(6)	(8) (9)=Σ(8)	(10)=(7)+(9)				
1	45511	45511	0	0	45511	0	0	0	-45511	0.0
2	97636	143146	0	0	143146	0	0	0	-143146	0.0
3	448648	591794	0	0	591794	0	0	0	-591794	0.0
4	635912	1227706	0	0	1227706	0	0	0	-1227706	0.0
5	684881	1912587	0	0	1912587	0	0	0	-1912587	0.0
6	521843	2434430	0	0	2434430	342	0	342	-2434088	0.000141
7	681054	3115484	0	0	3115484	1576	0	1918	-3113566	0.000616
8	456214	3571698	0	0	3571698	546	0	2465	-3569234	0.000690
9	499377	4071075	0	0	4071075	24494	0	26959	-4044116	0.006622
10	336988	4408063	0	0	4408063	10803	0	37762	-4370301	0.008567
11	284460	4692523	0	0	4692523	82904	0	120666	-4571858	0.025714
12	135484	4828007	0	0	4828007	21345	0	142011	-4685996	0.029414
13	104608	4932615	8308	8308	4940923	76122	0	218133	-4722790	0.044148
14	0	4932615	5437	13745	4946360	0	175157	393289	-4553071	0.079511
15	0	4932615	4664	18409	4951024	0	108918	502207	-4448817	0.101435
16	0	4932615	3996	22405	4955020	0	109236	611443	-4343577	0.123399
17	0	4932615	3718	26123	4958738	0	94608	706051	-4252687	0.142385
18	0	4932615	4602	30726	4963341	0	86622	792673	-4170668	0.159706
19	0	4932615	2964	33690	4966305	0	79656	872329	-4093976	0.175650
20	0	4932615	2539	36229	4968844	0	73085	945414	-4023430	0.190268
21	0	4932615	2363	38592	4971207	0	68370	1013784	-3957423	0.203931
22	0	4932615	2024	40617	4973232	0	64165	1077950	-3895282	0.216750
23	0	4932615	5113	45730	4978345	0	56544	1134493	-3843852	0.227886
24	0	4932615	1614	47344	4979959	0	61031	1195524	-3784435	0.240067
25	0	4932615	1502	48846	4981461	0	46775	1242299	-3739162	0.249385
26	0	4932615	1287	50132	4982747	0	42897	1285196	-3697551	0.257929
27	0	4932615	1197	51329	4983944	0	40327	1325523	-3658422	0.265959
28	0	4932615	1703	53032	4985647	0	35725	1361247	-3624400	0.273033
29	0	4932615	954	53987	4986602	0	35641	1396888	-3589714	0.280128
30	0	4932615	818	54804	4987419	0	30229	1427117	-3560303	0.286143
31	0	4932615	761	55565	4988180	0	28461	1455578	-3532602	0.291805
32	0	4932615	652	56217	4988832	0	26448	1482026	-3506806	0.297069
33	0	4932615	1673	57890	4990505	0	23147	1505173	-3485332	0.301607
34	0	4932615	520	58409	4991024	0	22207	1527380	-3463644	0.306025
35	0	4932615	484	58893	4991508	0	19474	1546854	-3444654	0.309897
36	0	4932615	414	59307	4991922	0	17627	1564481	-3427441	0.313403
37	0	4932615	385	59692	4992307	0	16039	1580520	-3411787	0.316591
38	0	4932615	477	60170	4992785	0	14576	1595096	-3397689	0.319480
39	0	4932615	307	60477	4993092	0	13858	1608954	-3384138	0.322236
40	0	4932615	263	60740	4993355	0	12408	1621362	-3371993	0.324704
41	0	4932615	245	60985	4993600	0	10982	1632344	-3361256	0.326887
42	0	4932615	210	61195	4993810	0	10663	1643007	-3350803	0.329009
43	0	4932615	293	61488	4994103	0	9962	1652969	-3341134	0.330984
44	0	4932615	0	61488	4994103	0	-3593	1649376	-3344727	0.330265

