

# 目 次



# 目 次

序 文

プロジェクト位置図

要 約

第1章 序 論 .....	1-1
1-1 プロジェクトの背景 .....	1-1
1-2 調査の目的 .....	1-1
1-3 調査の実施方法 .....	1-1
1-4 調査の遂行 .....	1-5
1-5 調査組織 .....	1-6
1-6 報告書の構成 .....	1-8
1-7 略 語 .....	1-8
第2章 気候、水文および河川 .....	2-1
2-1 対象地域の気候 .....	2-1
2-1-1 温 度 .....	2-1
2-1-2 降 雨 量 .....	2-1
2-1-3 相対湿度 .....	2-2
2-1-4 風 .....	2-2
2-2 水文および河川調査 .....	2-3
2-2-1 総 論 .....	2-3
2-2-2 河川に関する現地調査 .....	2-3
2-2-3 架橋予定地点における河川状況 .....	2-4
2-2-4 洪水流量 .....	2-5
2-2-5 計画高水位、低水位 .....	2-9
2-2-6 河岸侵食対策工 .....	2-11
2-2-7 橋脚附近の洗掘深さ .....	2-13
第3章 地形測量および深淺測量 .....	3-1
3-1 概 要 .....	3-1
3-2 メグナ橋の地形測量 .....	3-1

3 - 2 - 1	地形測量	3 - 2
3 - 2 - 2	乾期、雨期の深淺測量	3 - 2
3 - 3	メグナ・グムティ橋の地形測量	3 - 2
3 - 3 - 1	地形測量	3 - 2
3 - 3 - 2	乾期、雨期の深淺測量	3 - 3
3 - 4	測量結果	3 - 3
第4章	土質調査および土質工学的考察	4 - 1
4 - 1	前置き	4 - 1
4 - 2	架橋地点周辺の地質概要	4 - 1
4 - 2 - 1	地形学的概要	4 - 1
4 - 2 - 2	地質	4 - 2
4 - 3	メグナ橋地点の土質調査	4 - 2
4 - 3 - 1	現場調査	4 - 2
4 - 3 - 2	室内試験	4 - 3
4 - 3 - 3	土質縦断図	4 - 4
4 - 3 - 4	土質材料試験	4 - 4
4 - 4	メグナ・グムティ橋地点の土質調査	4 - 6
4 - 4 - 1	現場調査	4 - 6
4 - 4 - 2	室内試験	4 - 7
4 - 4 - 3	土質縦断図	4 - 7
4 - 4 - 4	土質材料試験	4 - 8
4 - 5	基礎の土質力学的考察	4 - 8
4 - 5 - 1	橋梁基礎の支持力	4 - 8
4 - 5 - 2	取付道路の盛土基礎	4 - 9
第5章	建設資材の調査	5 - 1
5 - 1	橋梁の建設資材	5 - 1
5 - 1 - 1	必要な資材数量	5 - 1
5 - 1 - 2	調査した資材	5 - 1
5 - 2	取付道路の建設材料	5 - 5
5 - 2 - 1	必要な建設材料	5 - 5
5 - 2 - 2	調査した材料	5 - 6

5-3	フェリ-施設の建設材料	5-6
第6章	道路と橋梁の設計および幾何構造基準	6-1
6-1	既存の基準	6-1
6-1-1	道路の等級分類	6-1
6-1-2	道路の幾何構造基準	6-1
6-1-3	舗装構造	6-1
6-1-4	橋梁の設計基準	6-4
6-2	本計画のため採用した設計および幾何構造基準	6-4
6-2-1	橋梁設計基準	6-4
6-2-2	道路設計基準	6-8
6-2-3	標準横断面	6-9
第7章	橋梁およびその取付道路	7-1
7-1	メグナ橋とその取付道路	7-1
7-1-1	橋梁の設計手法	7-1
7-1-2	橋梁中心線の決定	7-1
7-1-3	基礎および下部工	7-5
7-1-4	主径間および側径間部の上部工	7-9
7-1-5	取付部の橋梁	7-17
7-1-6	橋梁の施工手順	7-17
7-1-7	取付道路の線形と設計	7-19
7-2	メグナ・グムティ橋とその取付道路	7-25
7-2-1	橋梁の設計手法	7-25
7-2-2	橋梁中心線の決定	7-25
7-2-3	基礎および下部工	7-28
7-2-4	上部工	7-28
7-2-5	橋梁の施工手順	7-34
7-2-6	取付道路の線形と設計	7-37
第8章	既存のRHDフェリ-と将来フェリ-の必要事項の調査	8-1
8-1	前置き	8-1
8-2	フェリ-の現状	8-1

8-2-1	メグナフェリーの現状	8-1
8-2-2	メグナ・グムティフェリーの現状	8-2
8-2-3	両河川を横断する車輛交通量	8-2
8-3	既存フェリーの運搬容量	8-3
8-3-1	前提条件	8-3
8-3-2	メグナフェリーの運搬容量	8-3
8-3-3	メグナ・グムティフェリーの運搬容量	8-4
8-4	フェリー施設の拡張	8-4
8-4-1	フェリー施設の拡張計画	8-4
8-4-2	フェリー施設拡張のための投資費用	8-9
第9章	プロジェクト費用の積算	9-1
9-1	積算の基本方針	9-1
9-1-1	建設費	9-1
9-1-2	維持管理費	9-4
9-2	メグナ橋の費用	9-6
9-2-1	建設費	9-6
9-2-2	維持管理費	9-8
9-3	メグナ・グムティ橋の費用	9-10
9-3-1	建設費	9-10
9-3-2	維持管理費	9-11
第10章	バングラデシュ国および調査対象地域における社会経済状況	10-1
10-1	バングラデシュにおける社会経済状況	10-1
10-1-1	行政上の体制	10-1
10-1-2	人口	10-1
10-1-3	国家経済の構造	10-3
10-1-4	バングラデシュの農業	10-4
10-1-5	バングラデシュの工業	10-4
10-1-6	鉱物資源とエネルギー	10-5
10-1-7	輸送	10-6
10-1-8	第2次5ヶ年計画の政策と計略	10-10

10-2	調査対象地域の社会経済状況	10-11
10-2-1	調査対象地域の定義	10-11
10-2-2	調査対象地域の面積と人口	10-11
10-2-3	調査対象地域における地区総生産	10-12
10-2-4	調査対象地域の開発計画	10-12
10-3	調査対象地域における輸送の現状	10-15
10-3-1	鉄 道	10-15
10-3-2	道 路	10-15
10-3-3	内陸水運	10-21
10-3-4	チタゴン港の乾性輸入物資の動き	10-21
第11章	交通調査	11-1
11-1	道路交通の現状	11-1
11-1-1	バングラデシュの自動車台数	11-1
11-1-2	調査対象地域の自動車台数	11-1
11-2	交通調査	11-1
11-2-1	交通量観測調査	11-1
11-2-2	起終点インタビュー調査	11-3
11-2-3	渡河時間調査	11-4
11-3	渡河する現況交通の特徴	11-5
11-3-1	渡河交通の現状	11-5
11-3-2	渡河交通の起終点分析	11-5
11-3-3	現況渡河時間の分析	11-11
11-4	交通量予測	11-14
11-4-1	概 要	11-14
11-4-2	地区別人口予測	11-14
11-4-3	自動車台数の予測	11-14
11-4-4	将来渡河交通量	11-19
第12章	輸送費用分析	12-1
12-1	車輛走行費	12-1
12-1-1	概 要	12-1
12-1-2	代表車種	12-1

12-1-3	燃料およびエンジン・オイルの価格	12-1
12-1-4	タイヤ価格	12-4
12-1-5	維持費	12-5
12-1-6	減価償却費および利子費用	12-5
12-1-7	労務費	12-5
12-1-8	保険料、道路税、その他	12-6
12-1-9	車輛走行費	12-7
12-2	時間価値	12-7
12-2-1	概 要	12-7
12-2-2	車輛時間価値	12-7
12-2-3	乗客時間価値	12-8
12-3	フェリー-運営費用	12-10
12-3-1	総 論	12-10
12-3-2	人件費	12-10
12-3-3	燃料および潤滑油費用	12-10
12-3-4	維持費	12-11
12-3-5	一般管理費	12-12
12-3-6	減価償却	12-12
12-3-7	フェリー-運営費の総額	12-12
第13章	経済評価	13-1
13-1	総 論	13-1
13-2	シャドウ・プライシング	13-3
13-3	代替案	13-3
13-3-1	橋梁およびフェリー-計画	13-3
13-3-2	比較のための基本的前提条件	13-6
13-4	経済費用	13-7
13-5	経済便益	13-11
13-5-1	フェリー-投資費用の節約	13-11
13-5-2	フェリー-運営費用の節約	13-11
13-5-3	車輛走行費用の節約	13-15
13-5-4	時間節約便益	13-16
13-6	経済費用、便益推移と評価結果	13-19

13-7	感度分析	13-20
第14章 実施計画		
14-1	メグナ橋の実実施計画	14-1
14-1-1	概要	14-1
14-1-2	プロジェクト費用	14-1
14-1-3	実施計画	14-1
14-2	メグナ・グムティ橋の実実施計画	14-4
14-2-1	概要	14-4
14-2-2	プロジェクト費用	14-4
14-2-3	実施計画	14-4
第15章 結論と勧告		
15-1	結論	15-1
15-2	勧告事項	15-2

## ANNEXES

ANNEX "A"	Scope of Work
ANNEX "B"	Minutes of the Meeting to Discuss the Draft Final Report Submitted by Japan International Cooperation Agency (JICA) on the Feasibility Study on Meghna, Meghna-Gumti Bridges Construction Project



## 图表目次



## LIST OF TABLES AND FIGURES

### CHAPTER 1 INTRODUCTION

Fig. 1-1	Work Flow: March 1984 – May 1984 .....	1 - 3
Fig. 1-2	Work Flow: June 1984 – April 1985 .....	1 - 4

### CHAPTER 2 CLIMATE, HYDROLOGY AND HYDROGRAPHY

Table 2-2-1	Catchment Area of the Maghna River .....	2 - 5
Table 2-2-2	Discharge from Frequency Analysis (at Bhairab Bazar) .....	2 - 7
Table 2-2-3	Annual Highest Records of Water Level at Meghna Ferry Ghat .....	2 - 9
Table 2-2-4	H.W.L. Based on Probability Analysis .....	2 - 9
Table 2-2-5	Annual Lowest Records of Water Level at Meghna Ferry Ghat .....	2 - 11
Table 2-2-6	L.W.L. Based on Probability Analysis .....	2 - 11
Table 2-2-7	Undermining Depths Estimated .....	2 - 11
Table 2-2-8	Scouring Depths .....	2 - 13
Fig. 2-2-1	Work Flow for the Estimate of Flood Discharge .....	2 - 6
Fig. 2-2-2	Frequency Curve for High and Low Water Levels .....	2 - 10
Fig. 2-2-3	Scouring Levels .....	2 - 13

### CHAPTER 4 SOILS INVESTIGATIONS AND GEOTECHNICAL CONSIDERATIONS

Table 4-5-1	Bearing Capacities of R.C.D. Pile ( $\phi$ 1,500 mm) .....	4 - 8
Fig. 4-3-1	Location of Bore Holes for Meghna Bridge .....	4 - 3
Fig. 4-4-1	Location of Bore Holes for Meghna-Gumti Bridge .....	4 - 6

### CHAPTER 5 MATERIAL INVESTIGATIONS

Table 5-1-1	Materials Required for the Bridges .....	5 - 2
Table 5-1-2	Test Result of Cement .....	5 - 2
Table 5-1-3	Test Result of Quality of Crushed Stone .....	5 - 3
Table 5-1-4	Permissible Stress of TORSTEEL .....	5 - 4
Table 5-2-1	Materials Required for the Approach Roads .....	5 - 5
Table 5-3-1	Average Quantity per Set for Ferry Facilities .....	5 - 7
Table 5-3-2	Test Result for Typical Bricks .....	5 - 7

CHAPTER 6 DESIGN STANDARDS AND GEOMETRIC CRITERIA FOR ROADS AND BRIDGES

Table 6-1-1	Definition and Cross-Sectional Widths by Type of Roads . . . . .	6 - 2
Table 6-1-2	Geometric Design Standards by Road Classification . . . . .	6 - 3
Fig. 6-1-1	Pavement Section to be Followed in the Construction of New Roads : Case IV . . . . .	6 - 5
Fig. 6-2-1	Typical Cross Sections . . . . .	6 - 10

CHAPTER 7 PROPOSED BRIDGES AND APPROACH ROADS

Table 7-1-1	Comparison of Alternative Foundation Types . . . . .	7 - 8
Table 7-1-2	Types of Superstructure and Span Length Studied . . . . .	7 - 9
Table 7-1-3	Alternative Span Arrangements by Bridge Type . . . . .	7 - 14
Table 7-1-4	Comparison on Bridge Alternatives over Meghna . . . . .	7 - 15
Table 7-2-1	Types of Superstructure and Span Length Studied - River Crossing Bridge - . . . . .	7 - 29
Table 7-2-2	Types of Superstructure and Span Length Studied - Viaduct over Sand Bar - . . . . .	7 - 29
Table 7-2-3	Comparison of Bridge Alternatives over Meghna-Gumti . . . . .	7 - 35
Fig. 7-1-1	General Flow Chart of Determination of Bridge Type . . . . .	7 - 2
Fig. 7-1-2	Alternative Routes of Meghna Bridge . . . . .	7 - 4
Fig. 7-1-3	Alternative Types of Foundation . . . . .	7 - 6
Fig. 7-1-4	Direct Cost-Span Relation for Meghna Bridge Study . . . . .	7 - 11
Fig. 7-1-5	Span Arrangements for Meghna Bridge . . . . .	7 - 13
Fig. 7-1-6	Cross Section of Main Girder for Meghna Bridge . . . . .	7 - 16
Fig. 7-1-7	Bridge Construction Schedule (Case - a <sub>1</sub> ) for Meghna Bridge . . . . .	7 - 20
Fig. 7-1-8	Pavement Structure . . . . .	7 - 22
Fig. 7-2-1	Alternative Routes, Meghna-Gumti Bridge . . . . .	7 - 26
Fig. 7-2-2	Direct Cost-Span Relation for Meghna-Gumti Bridge Study . . . . .	7 - 30
Fig. 7-2-3	Direct Cost-Span Relation for Viaduct over Sand Bar Across Meghna-Gumti . . . . .	7 - 31
Fig. 7-2-4	Span Arrangements for Meghna-Gumti Bridge . . . . .	7 - 33
Fig. 7-2-5	Cross Sections of Main Girder by Span for Meghna-Gumti Bridge . . . . .	7 - 36
Fig. 7-2-6	Bridge Construction Schedule (Case-A) for Meghna-Gumti Bridge . . . . .	7 - 38

## CHAPTER 8 STUDY ON EXISTING RHD FERRIES AND FUTURE FERRY REQUIREMENTS

Table 8-4-1	Expansion Plan of Meghna Ferry .....	8-6
Table 8-4-2	Expansion Plan of Meghna-Gumti Ferry .....	8-7

## CHAPTER 9 PROJECT COST ESTIMATES

Table 9-2-1	Capital Cost for Meghna Bridge Construction .....	9-6
Table 9-2-2	Disbursement Plan for Meghna Bridge .....	9-7
Table 9-2-3	Maintenance Cost of Approach Roads for Meghna Bridge ....	9-8
Table 9-2-4	Maintenance Cost of Meghna Bridge .....	9-9
Table 9-3-1	Capital Cost for Meghna-Gumti Bridge Construction .....	9-10
Table 9-3-2	Disbursement Plan for Meghna-Gumti Bridge - Alternative Plan 1 - .....	9-11
Table 9-3-3	Maintenance Cost of Approach Roads for Meghna-Gumti Bridge .....	9-12
Table 9-3-4	Maintenance Cost of Meghna-Gumti Bridge .....	9-13

## CHAPTER 10 SOCIO-ECONOMIC CONDITIONS IN BANGLADESH AND STUDY AREA

Table 10-1-1	Historical Population Data for Bangladesh .....	10-2
Table 10-1-2	Labour Force of Bangladesh (Age 10 Years and Above): 1961, 1974 and 1981 .....	10-2
Table 10-1-3	Movement of Goods by Means of Transport .....	10-8
Table 10-1-4	Road Length under Roads and Highways Department .....	10-9
Table 10-2-1	Population of Major Urban Centres and Towns in Bangladesh 1974 and 1981 .....	10-13
Table 10-2-2	Gross District Product at Current Prices : Dhaka, Comilla, Noakhali and Chittagong .....	10-14
Table 10-3-1	Length of Roads by Type : 1982 .....	10-16
Table 10-3-2	Clearance of Dry Commodity Imports by Rail in Chittagong Port .....	10-22
Table 10-3-3	Clearance of Dry Commodity Imports by Road in Chittagong Port .....	10-22
Table 10-3-4	Clearance of Dry Commodity Imports by River in Chittagong port .....	10-22
Fig. 10-3-1	Dhaka-Chittagong Highway .....	10-17
Fig. 10-3-2	Traffic Volumes on Dhaka-Chittagong-Aricha Highways (P.C.E.) .....	10-18

## CHAPTER 11 TRAFFIC STUDIES

Table 11-1-1	Number of Mechanised Vehicles on Road by Type of Vehicles .....	11-2
Table 11-3-1	Volumes of Traffic Crossing Meghna and Meghna-Gumti Rivers by Time-band, Vehicle Type: Westward Direction .....	11-6
Table 11-3-2	Volumes of Traffic Crossing Meghna and Meghna-Gumti Rivers by Time-band, by Vehicle Type: Eastward Direction .....	11-7
Table 11-3-3	Volumes of Traffic Crossing Meghna and Meghna-Gumti Rivers by Time-band, by Vehicle Type: Both Directions .....	11-8
Table 11-3-4	Commodity Movement by Trucks Crossing the Rivers .....	11-10
Table 11-3-5	Vehicle Passengers Crossing the Rivers and Trip Purposes of Car Passengers and Average Passengers per Vehicle .....	11-10
Table 11-3-6	Average Crossing Time for Ferries, by Site, by Direction, by Vehicle Type, by Time-Band .....	11-12
Table 11-4-1	Population Census and Future Population Estimated .....	11-16
Table 11-4-2	Estimation of Future Vehicle Ownership vs. Population, GDP and Goods Movement by Road .....	11-17
Table 11-4-3	Estimation of Normal Traffic Crossing the Rivers: in 1990, 2000, 2010 and 2020 .....	11-20
Table 11-4-4	Induced Traffic by Vehicle Type from Bridge Construction: in 1990, 2000, 2010 and 2020 .....	11-20
Table 11-4-5	Future Traffic Crossing Two Rivers With and Without Induced Traffic: in 1990, 2000, 2010 and 2020 .....	11-21
Fig. 11-4-1	Forecasting Process of Traffic Crossing the Meghna & Meghna-Gumti Rivers .....	11-15
Fig. 11-4-2	Forecast of Vehicles and Increase Rates .....	11-18

## CHAPTER 12 TRANSPORT COST ANALYSIS

Table 12-1-1	Characteristics of Representative Vehicles .....	12-2
Table 12-1-2	Prices of Fuel and Engine Oil .....	12-3
Table 12-1-3	Consumption of Fuel and Engine Oil by Type of Vehicle and by Running Speed .....	12-4
Table 12-1-4	Tyre Prices .....	12-4
Table 12-1-5	Wages of Vehicle Workers .....	12-6
Table 12-1-6	Insurance, Registration, Road Tax, etc. by Type of Vehicle ...	12-6
Table 12-1-7	Summary of Vehicle Operating Cost .....	12-7

Table 12-2-1	Economic Time Value of Vehicles . . . . .	12 - 8
Table 12-2-2	Passenger Time Value by Vehicle Type . . . . .	12 - 9
Table 12-3-1	Estimated Ferry Operating Costs (1984) in Financial Prices . . .	12 - 13
Table 12-3-2	Estimated Ferry Operating Costs (1984) in Economic Prices . .	12 - 14

## CHAPTER 13 ECONOMIC EVALUATION

Table 13-3-1	Procurement Schedule for Ferry Scheme . . . . .	13 - 5
Table 13-4-1	Economic Construction Costs for Meghna Bridge . . . . .	13 - 8
Table 13-4-2	Economic Construction Costs for Meghna-Gumti Bridge - Alternative Plan 1 - . . . . .	13 - 9
Table 13-4-3	Economic Maintenance Costs for Meghna Bridge . . . . .	13 - 10
Table 13-4-4	Economic Maintenance Costs for Meghna-Gumti Bridge . . . . .	13 - 10
Table 13-5-1	Economic Ferry Investment Costs by Year . . . . .	13 - 12
Table 13-5-2	Economic Ferry Operating Cost Savings Benefit for Meghna Bridge . . . . .	13 - 13
Table 13-5-3	Economic Ferry Operating Cost Savings Benefit for Meghna-Gumti Bridge . . . . .	13 - 14
Table 13-5-4	Summary of Economic VOC Savings Benefit . . . . .	13 - 16
Table 13-5-5	Comparison of Total Travel Time Between "With" and "Without" Cases . . . . .	13 - 17
Table 13-5-6	Summary of Time Saving Benefit . . . . .	13 - 18
Table 13-6-1	Summary of Economic Evaluation . . . . .	13 - 19
Table 13-7-1	Results of Sensitivity Tests . . . . .	13 - 21
Fig. 13-1-1	Conception of Benefits from Normal and Induced Traffic . . . .	13 - 2
Fig. 13-3-1	Alternative Construction Schedules for Bridge Scheme . . . . .	13 - 4

## CHAPTER 14 IMPLEMENTATION PLANS

Table 14-1-1	Implementation Cost of Meghna Bridge Construction . . . . .	14 - 1
Table 14-1-2	Disbursement Schedule of Meghna Bridge Project Cost . . . . .	14 - 3
Table 14-2-1	Implementation Cost of Meghna-Gumti Bridge Construction . . . . .	14 - 4
Table 14-2-2	Disbursement Schedule of Meghna-Gumti Bridge Project Cost - Alternative Plan 1 - . . . . .	14 - 6

Fig. 14-1-1	<b>Overall Implementation Schedule of Meghna Bridge Construction</b> . . . . .	<b>14 - 2</b>
Fig. 14-2-1	<b>Alternative Plans for Overall Implementation Schedule of Meghna, Meghna-Gumti Bridges Construction</b> . . . . .	<b>14 - 5</b>

# 第1章 序 論



## 第 1 章 序 論

### 1-1 プロジェクトの背景

ダッカー-チタゴン道路は総延長が約 257 km あり、バングラデシュの首都ダッカ市（人口約 400 万人）と第 2 の最大都市であり、国際港のあるチタゴン市（人口約 150 万人）と結んでいる。ダッカー-チタゴン間のルート上の Sitalakhya 橋が最近完成したことにより、メグナおよびメグナ・グムティ両河川の橋梁を建設すれば、Aricha-ダッカー-チタゴン道路 380 km が完成することになり、不便で、時間のかかるフェリーにかわって、経済活動を助長することができる。

メグナ河（幅約 830 m）とメグナ・グムティ河（幅約 1,360 m）は、それぞれダッカの東 25 km と 40 km の地点で、ダッカー-チタゴン道路を横切っており、ここでは、RHD（道路局）によってフェリーが運営されている。ダッカー-チタゴン道路の交通需要が、増加傾向にあるため、現在のフェリー運営のもとでは、待ち時間が増してきている。

メグナ橋とメグナ・グムティ橋の建設案は、国の 5 ヶ年計画（1980-1985 年）に含まれており、運輸省（MOC）では、物流が円滑な道路輸送によって改善され、その結果、バングラデシュの経済活動が大いに高められるものと期待して、この橋梁の早期建設を最優先事項としている。

これらの事情のもとで、バングラデシュ 人民共和国政府（以下“政府”と略記する）は、日本国政府に対してメグナおよびメグナ・グムティ両橋の建設に関するフィージビリティ調査を要請した。

### 1-2 調査の目的

調査の目的はダッカー-チタゴン道路の交通障害を除くとともに輸送を容易にするために、メグナ橋とメグナ・グムティ橋およびその取付道路の建設のためのフィージビリティ調査を実施することである。

### 1-3 調査の実施方法

本調査はこの報告書に添付した調査のための Scope of Work に従って行なわれた。調査の基本的方針としてメグナ橋の調査をメグナ・グムティ橋に先行して行なった。

効率的な作業実施のため、作業を各段階ごとに分けて行ない、Fig.1-1および1-2に概略するように、論理的な機能が果たせるよう、作業は細分化された。

1984年3月から1984年5月末の間に、調査団は代替案の検討に使用する資料を集めるために、必要な技術調査を実施した。調査の内容は以下の通りである。

- 現況フェリーの取付部と、メグナ橋の調査位置での地形測量
- 乾期における両橋梁現場の水文・河川に関する調査
- 河床部および河岸部のボーリングを含めたメグナ橋現場の土質調査
- 道路と橋梁の既存設計基準の検討と、このプロジェクトのための適切な設計基準の設定
- 最近の道路・橋梁建設プロジェクトで使用された主要建設工種の単価の検討
- 位置、型式、長さ、スパン、基礎、取付道路等を含んで、メグナ橋の比較検討
- メグナ橋の位置と中心線の決定

これらの成果はプログレスレポート(Ⅰ)にのせられた。

その後、1984年6月始めから1984年8月末まで、調査団は次の作業を行ない、その成果をプログレスレポート(Ⅱ)にまとめた。

- メグナ橋の概略設計
- 現況フェリーの取付けと、メグナ・グムティ橋の調査位置での地形測量
- 雨期における両橋梁現場の水文・河川に関する調査
- メグナ・グムティ橋現場の土質調査
- メグナ橋とメグナ・グムティ橋両現場から採取した土質試料の室内試験
- メグナ・グムティ橋の位置と中心線の決定
- メグナ橋の実施計画のための準備
- フェリーで横断する道路交通の調査・分析
- 経済評価のための資料準備

1984年9月初めから1984年11月末の期間に、調査団は以下の作業を行ない、1984年3月から1984年11月までに行なわれた調査の結果をまとめて、インテリムレポートにのせた。

- メグナ橋概略設計の再検討

Fig. 1-1 Work Flow: March 1984 - May 1984

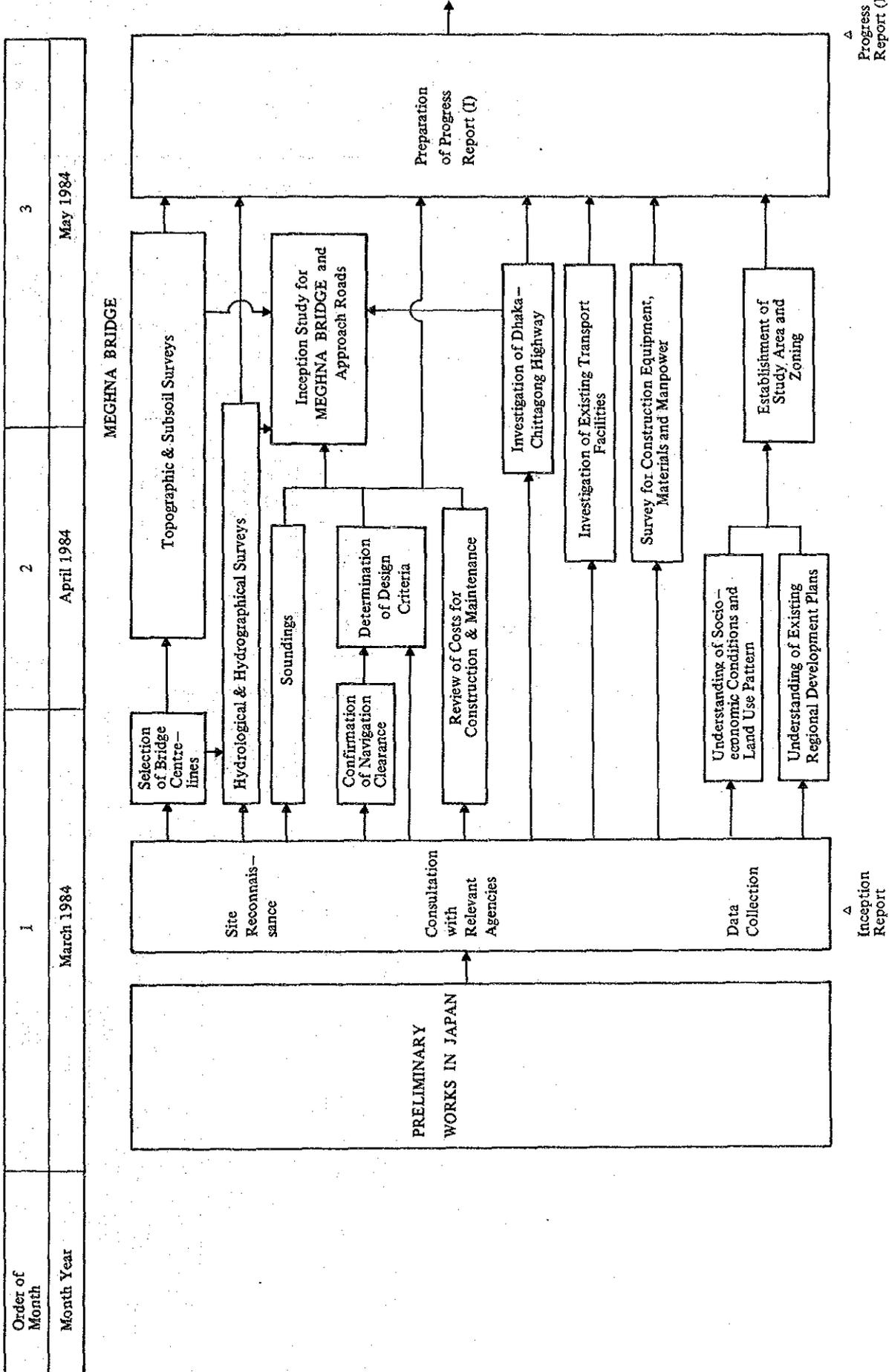
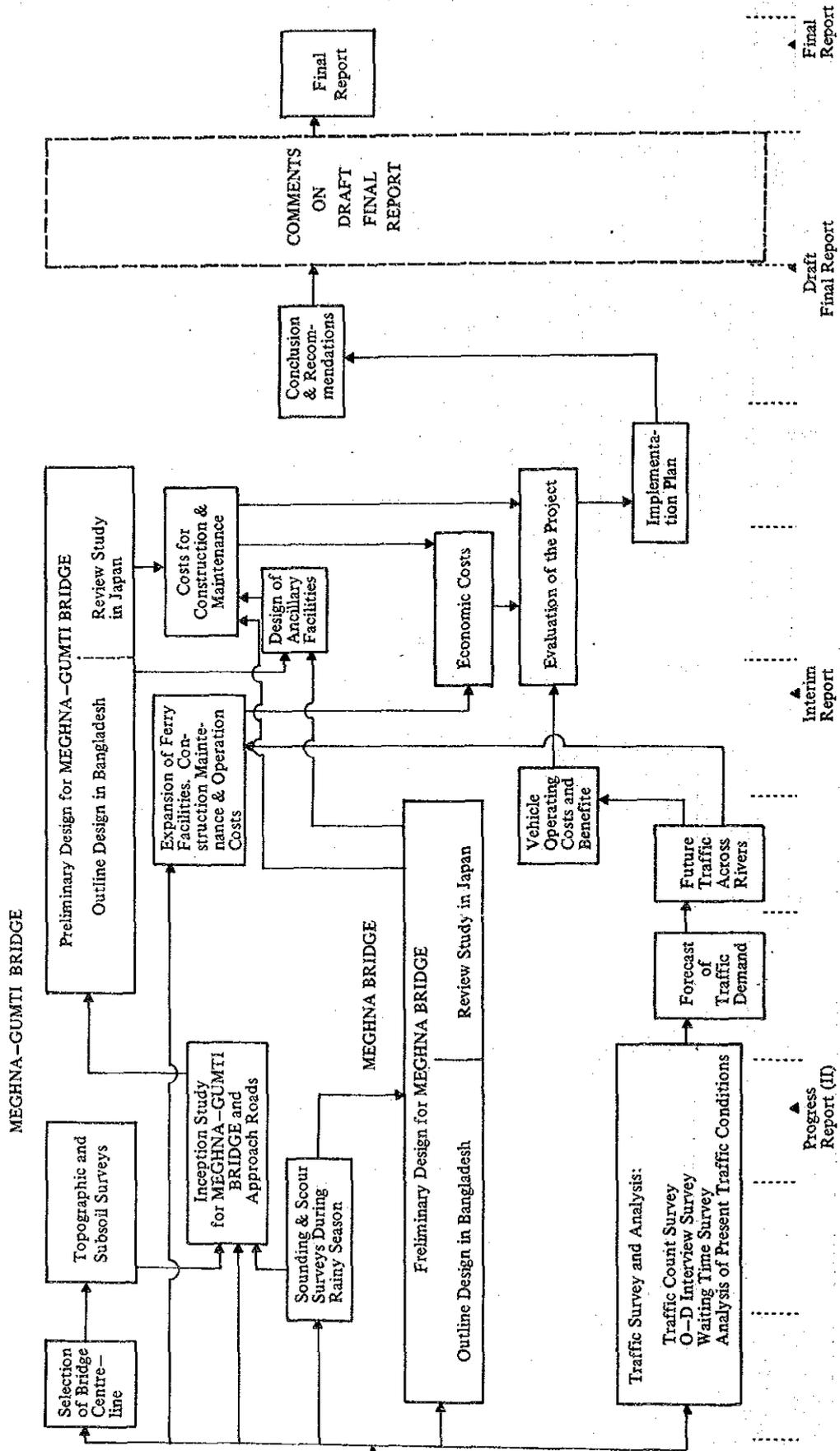


Fig. 1-2 Work Flow: June 1984 - April 1985

4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
June 1984	July 1984	August 1984	September 1984	October 1984	November 1984	December 1984	January 1985	February 1985	March 1985	April 1985



- メグナ・グムティ橋の概略設計
- 将来交通需要の予測
- フェリー改良計画の検討（プロジェクトを行わない場合）
- 両橋梁の実施計画
- 両橋梁の建設費用積算のための準備
- プロジェクトの経済評価のための準備

1984年12月初めから1985年2月までの時期には、調査団は日本で次の作業を行なって、調査の結果を示すドラフトファイナルレポートを作成した。

- インテリムレポートの内容に対するRHDのコメントの検討
- 2橋梁の予備設計の完成
- 付属施設の設計
- 建設費用積算
- プロジェクトの評価
- 建設計画の策定

ドラフトファイナルレポートの内容は、1985年2月23日、ダッカで討議され、この報告書に添付した議事録に記録された通り、受諾された。

#### 1-4 調査の遂行

RHDのカウンターパートスタッフの協力を得て、日本のコンサルタントスタッフから構成される調査団によって本調査が行なわれた。国際協力事業団（JICA）はパシフィックコンサルタンツインターナショナル（PCI）と日本工営株式会社（NK）にこの調査を委託した。

JICAによって派遣された調査団は1984年3月13日から1984年11月30日までバングラデシュに滞在した。コンピュータ作業は東京本社で行なわれた。

作業監理委員会（日本政府を代表する）が、調査の経過にしたがって、必要な助言を与えるために、必要に応じて東京で開かれた。作業監理委員会の代表者が、作業期間中に5回にわたり、バングラデシュを訪れ、調査団と技術的、政策的問題を討議し、重要項目については、バングラデシュ政府から確認をとった。

## 1-5 調査組織

JICAは作業監理委員会と調査団を組織し、RHDはカウンターパートチームを組織した。

調査に携わったメンバーは以下の通りである。

### (1) 日本政府の作業監理委員会

花市 穎悟 (委員長)	建設省
浅沼 秀弥	建設省
山本 善行	建設省
小野 正二	日本道路公団
秋元 泰輔	首都高速道路公団
小松 秀樹 (業務調整)	国際協力事業団

#### (前任者)

小松原 哲郎 (業務調整)	国際協力事業団
三輪 哲也 (業務調整)	国際協力事業団
師岡 俊夫 (業務調整)	国際協力事業団

### (2) JICA調査団

大久保 忠良 (PCI)	総括
豊嶋 国男 (PCI)	副総括/道路/交通計画
川上 亨 (NK)	橋梁計画/積算
遠藤 博之 (PCI)	橋梁計画(上部工)
内藤 勝美 (NK)	土質・測量
稲垣 青生 (NK)	水文/河道
北村 雄一 (NK)	深浅・測量
松沢 勝文 (NK)	橋梁計画(上部工)
清水 正明 (NK)	橋梁計画(下部工)
小林 八一 (PCI)	交通調査解析
延原 敬 (PCI)	経済分析

(3) R H D カウンターパートチーム

Mr. A. R. Chowdhury	Chief Engineer, RHD
Mr. Bazlur Rahman	Additional Chief Engineer, RHD, Foreign Aided Schemes
Mr. M. Eaqub Khan	Superintending Engineer, RHD, Special Project Circle, Dhaka
Mr. K. B. Luftful Karim	Superintending Engineer, RHD, Bridge Design Circle, Dhaka
Mr. M. Islam	Director, RHD, Road Research Laboratory, Dhaka
Mr. A. K. M. Harunar Rashid	Senior Economist, RHD, Dhaka
Mr. Md. A. Wadud	Executive Engineer, RHD, Special Project Division, Dhaka
Mr. Md. A. B. Siddique	Executive Engineer, RHD, Structural Design Division, Dhaka
Mr. A. K. M. Faizur Rahman	Executive Engineer, RHD, Hydraulic & Bridge Survey, Dhaka
Mr. M. A. Kabir Chowdhury	Executive Engineer, RHD, Foundation Division, Dhaka
Mr. A. Matin Chowdhury	Executive Engineer, Material & Research, B.R.R.L.
Mr. Md. Abdul Muqtadir	Assistant Engineer, RHD, Special Project Division, Dhaka
Mr. Farooq Ahmed	Assistant Engineer, RHD, Special Project Division, Dhaka
Mr. Mohiuddin Ahmad	Sub-divisional Engineer, Special Project Division, Dhaka
( 前任者 )	
Mr. M. A. Bari	Superintending Engineer, RHD, IDA Aided Project
Mr. A. B. M. Abdul Kabir	Executive Engineer, L.P.D., Dhaka
Mr. Mayeen Uddin Ahmed	Executive Engineer, Bridge Survey & Hydrology Division, Dhaka
Mr. A. S. M. Manzoor	Executive Engineer, RHD
Mr. Abdus Salam	Assistant Engineer, RHD
Mr. M. H. Khan	Assistant Engineer, RHD
Mr. Ruhul Alam	Assistant Engineer, RHD

## 1-6 報告書の構成

メグナ橋、メグナ・グムティ橋建設計画調査のための本ファイナルレポートは本編、資料編、図面集から成っている。

調査の進行段階で、以下の報告書がJICAからRHDに提出された。

- インセプションレポート、1984年3月  
調査必要事項、作業実施方法、両政府の責任事項についてRHDと討議するための提示
- プログレスレポート(I)、1984年5月  
1984年3月から1984年5月に行なわれた調査の成果報告
- プログレスレポート(II)、1984年8月  
1984年6月から1984年8月に行なわれた調査の成果報告
- 土質調査報告書、1984年9月  
土質調査と室内試験の結果報告
- インテリムレポート、1984年11月  
1984年3月から1984年11月までに行なわれたすべての調査結果の報告
- ドラフトファイナルレポート、1985年2月  
調査結果すべてについてバングラデシュ政府に検討および意見を求めるための報告

## 1-7 略 語

この報告書で使用した略語は以下の通りである。

AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials
AADT	average annual daily traffic
ADT	average daily traffic
Ap. Fig.	Appendix Figure
Ap. Table	Appendix Table
Ap. Note	Appendix Note
ASTM	American Society for Testing and Material
B.B.S.	Bangladesh Bureau of Statistics
BDSI	Bangladesh Standard Institution

BIWTA	Bangladesh Inland Water Transport Authority
B-C	benefit minus cost
B.R.R.L.	Bangladesh Road Research Laboratory
BWDB	Bangladesh Water Development Board
B/C	benefit cost ratio
BS	British Standards
°C	degree celsius
CBR	California Bearing Ratio
CC	cement concrete
cc	cubic centimetre(s)
CDST	customs duty and sales taxes
CIF	cost with insurance and freight
CKD	completely knocked down
cm	centimetre(s)
cm <sup>2</sup>	square centimetre(s)
cub. metres	cubic metre(s)
DC	Deputy Commissioner
DIN	Deutsche Industrie Normen
D.L.	Datum Line
EIRR	economic internal rate of return
E.S.A.	equivalent standard axles
F/C	Foreign Currency
f.c.	factor cost
Fig., Figs.	Figure, Figures
GDP	gross domestic product
GNP	gross national product
GVW	gross vehicle weight
h, hr	hour(s)
H-Q diagram	water level-discharge diagram
HVE	heavy vehicle equivalent
H.W.L.	high water level

ha.	hectare(s)
IABSE	International Association for Bridge and Structural Engineering
I.D.A.	International Development Association
IOS	International Organisation for Standardisation
IRC	Indian Road Congress
IS	Indian Standards
JICA	Japan International Cooperation Agency
JIS	Japanese Industrial Standards
kg	kilogramme(s)
km	kilometre(s)
km <sup>2</sup>	square kilometre(s)
kg/cm <sup>2</sup>	kilogramme(s) per square centimetre
km/h	kilometres per hour
kg/m <sup>2</sup>	kilogramme(s) per square metre
ℓ	litre(s)
L/C	local currency
LDC	least developed country
L.P.D.	Land Programming Division
L.W.L.	low water level
m	metre(s)
max.	maximum
min.	minutes, minimum
m.p.h.	mile(s) per hour
m/s	metre(s) per second
m <sup>2</sup>	square metre(s)
m <sup>3</sup>	cubic metre(s)
m <sup>3</sup> /s	cubic metre(s) per second
mm	millimetre(s)
MOC	Ministry of Communication
M.S.L.	mean sea level
NK	Nippon Koei Co., Ltd.

NNP	net national product
O-D	origin and destination
PC	prestressed concrete
PCI	Pacific Consultants International
PR	ply rating
PWD	Public Work Department
PCE	passenger car equivalent
(p)	provisional
RC	reinforced concrete
R.C.D.	reverse circulation drill
RHD	Roads & Highways Department
R.O.W.	right-of-way
r.o.w.	rest of the world
s	second(s)
SCF	standard conversion factor
SDO	Sub-divisional Officer
SFYP	Second Five Year Plan (1980-1985)
S.H.W.	standard high water level
SPT	standard penetration test
sq.km	square kilometre(s)
t	ton(s)
TIP	Trading & Industrial Policy
Tk.	Taka
t/m <sup>2</sup> , tons/m <sup>2</sup>	ton(s) per square metre
t-m	ton-metre(s)
U.K.	United Kingdom
UNO	Upazila Nirbahi Officer
USA	United States of America
US\$	US dollar(s)
VOC	vehicle operating cost
Yen	Japanese Yen



## 第2章 気候・水文および河川



## 第2章 気候・水文および河川

### 2-1 対象地域の気候

対象地域の気候は適度な高温、多雨量、時たま極端に高い湿度、さらに雨期と乾期の気節変化が明確に区別されること等に特徴がある。

本章では橋梁および附帯工等の構造設計にかかわる気象要因や、架橋予定地に最も近い観測所から得られた気象資料等を充分検討し、その考察結果を以下に述べた。

#### 2-1-1 温 度

ダッカとコミラ地区の温度に関する記録を Ap. Table 2-1 に示した。一般に、最高温度は毎年4月ないし5月に記録され、コミラでは平均33.6°C、ダッカでは36.2°C程度である。平均最低温度は1月に記録され、コミラで12.1°C、ダッカで11.8°C程度となっている。

#### 2-1-2 降 雨 量

Bangladeshには次の3つの降雨をもたらす要因がある。

- (1) 西方冬型低気圧による冬期降雨
- (2) ノーウェスターという北西風による初夏の雷雨(3月~5月)
- (3) モンスーンによる夏期(6月~9月)降雨

ノーウェスターによる降雨量は全体のわずか5分の1程度であり、冬期降雨は全国的に無視出来る程度しか降らない。

モンスーンによる降雨は全体の80%を占めており、その平均年間降雨量は1,270 mmから5,080 mmの間に記録されている。最大降雨はチタゴンの沿岸地域と Sylhet の北部に集中し、一方、最小降雨は国の西部、特に、ラジシャイ地区にみられる。

ダッカとコミラの観測所で記録された平均年間降雨量は2,000 mmに達しており、その記録資料を Ap. Table 2-2 に示した。月間平均降雨量は1月で10 mm、6月で479 mmであり、詳しくは Ap. Table 2-3 に示した。月間降雨量に関しては、一般にダッカよりコミラ地区に多目の降雨がみられる。

### 2-1-3 相対湿度

ダッカとコミラ地区における月間平均相対湿度はかなり高く、最高はコミラで10～12月に、ダッカで6月、7月に95%と記録され、年間平均湿度はコミラで93%、ダッカで91%である。最低湿度は両地区とも3月で55%である。

### 2-1-4 風

#### 1) 風 力

バングラデシュにみられる風は通常はおだやかなもので天候の重要要因とはなっていない。3月から4月にかけてのノーウェスターだけは強風と豪雨をもたらししている。その風速はハリケーンに匹敵する。スコールの風速は一般に30～80ノットと記録されている。(Ap. Table 2-4および2-5参照)

#### 2) サイクロン

ベンガル湾で発生するサイクロンは大小様々な雨量をとめない、架橋地域に影響する。しかし、サイクロンの発生地点と架橋地点がはなれているため、サイクロンは架橋地附近に到達前に衰退し、その衝撃力は顕著なものではない。メグナ河口と架橋地域に影響を与えた過去のサイクロンの記録をAp. Table 2-6に示した。

#### 3) 風 向

冬期および乾期における風は一般に北東、北および北西より吹くが、モンスーン期には南東から吹く。ダッカとコミラの気象観測所における風向別の最大風速の記録を、Ap. Table 2-7とAp. Fig. 2-1に示した。

資機材案件、特に食糧増産援助のプロファイについて  
昭和62年度繰越案件及び昭和63年度案件について

（実）中の各案件に係る入札図書及び入札評価報告書の  
検討・打合せ）

.....（個別協議）

上記エ. に関し、各国別具体案について.....（個別協議）

催 地：

パリ（フランス）

会場（未定）

A hand-drawn table with three columns and two rows. Above the table is a stamp that says 'B. 10/12/63' and some handwritten notes. The table contains some illegible handwritten text.

セミナー日程：

昭和63年 7月12日（火）～7月15日（金）

別紙1. 日程表参照

参加対象者：

・ J I C A事務所（6事務所）

エジプト、ケニア、マラウイ、  
タンザニア、ザンビア、フランス

・ 日本大使館（20事務所）

イエメン・アラブ、モロッコ、  
スーダン、象牙海岸、ザイール  
中央アフリカ、マダガスカル、  
エチオピア、セネガル、ガーナ、  
ギニア、リベリア、ジンバブエ、  
ナイジェリア、ガボン、ケニア、  
ザンビア、タンザニア、エジプト、  
フランス、マラウイ

・ 外務省無償資金協力課

・ J I C A無償資金協力業務部、計画調査部

以 上

## 2-2 水文および河川調査

### 2-2-1 総論

本調査の目的は次のとおりである。

- 架橋地点の河川工学からみた選定
- 設計のための河川流量と河川高水位の算定
- 河岸侵食対策工の計画
- 橋脚のまわりの洗掘深さの算定と対策工法の計画

Bangladesh の国土は主として沖積平野で構成されており、平均海面上 8.0 m 以下以下の標高をもつ部分が 50% 以上を占めている。 Bangladesh を流れる主要河川は、ヒマラヤに水源をもつガンジス河とブラマプトラ河（ジャムナ河）そしてメグナ河があげられる。後者は東部インドに起源し、 Bangladesh の低地である南部に流入する。このため毎年雨期は洪水による国土の冠水現象がおきている。メグナ河の集水面積の 63% は Bangladesh 国外に存在し、その水路体系は複雑多岐に分かれており、離合集散がくりかえされており、架橋予定地の河川も蛇行現象のため大きく左岸側へ移動中である。なお河川の諸元に関する資料を Ap. Fig 2-2 に示した。

かかる状況下にあるため、橋梁計画のための設計条件の決定はきわめてむづかしく、とくに蛇行現象に関しては、水理実験等の基礎的研究を待たずに結論づけることは不可能に近いと考えられる。

今日まで Bangladesh においても、河岸の侵食作用はなすがままにされてきており、対策工に関する研究は皆無といえる。

### 2-2-2 河川に関する現地調査

メグナおよびメグナ・グムティ橋の予備設計に必要な資料を用意するため、1984 年の乾期と雨期にわたり次のような調査を実施した。

橋梁建設後の橋脚附近における洗掘深さを算定するため、河床材料、河川流速を架橋予定地点で調査した。調査結果を Ap. Fig 2-3 ~ 2-6 に示した。

バイラブ・バザールにはメグナ河を渡河する唯一の鉄道橋があるが、ここでも河川流速と橋脚のまわりの洗掘状況を調査した。調査結果を Ap. Fig 2-7 に示し

た。

### 2-2-3 架橋予定地点における河川状況

河道の安定性に関しては、過去のランドサット写真と地形測量図が入手出来たので、これを参照して検討し、現在のフェリー地点附近が安定した架橋地点であることが判明した。

#### 1) メグナ橋

次のような要点から、メグナ橋の架橋地点は現在のフェリー乗り場より下流約1 km以内が適当であるといえる。

ー過去70年間の河道の移動経過（Ap. Fig. 2-8 参照）を検討した結果、メグナ河の河道は次の2地点でのみ大きく移動している。すなわち、1つはフェリー乗り場より約12 km上流地点であり、他は3 km下流の地点である。この動きは現在もなお進行中と判断される。（Ap. Fig. 2-9 参照）。

ーメグナフェリー乗り場の下流では、河川の最深部は右岸に移り、上流とは異り、左岸には進行中の河岸侵食の現象はみられない。

ー1973年～1983年の期間におけるランドサット写真により、フェリー乗り場より下流1 km以内が架橋地点として最適であることが判明した。（Ap. Figs. 2-10 および 2-11 参照）

#### 2) メグナ・グムティ橋

メグナ・グムティ河に関しては、河岸侵食現象はみられず、河川最深部の移動もフェリー乗り場の上流側は比較的安定している。しかし、メグナ支流とグムティ河の合流点にできた中洲と、メグナ支流のフェリー下流左岸の中洲は、今後大きく侵食を受けて移動することが予想される。（Ap. Fig. 2-12 参照）。メグナ・グムティ橋の架橋地点としては、現在のフェリー乗り場近くの上流側が最も適当であるといえる。

## 2-2-4 洪水流量

### 1) 算出方法と結果

100年確率洪水量を次の2つの方法によって算出した。その作業手順を Fig. 2-2-1 に図示した。

—バングラデシュ国内における集水地域内の降雨の流出による洪水量の算定。

—メグナ橋の架橋予定地より約60km上流のバイラブ・バザールにおける過去の洪水量の確率分析。

バイラブ・バザールにおける100年確率雨量を、確率分析の結果として23,740 m/sと算出した。架橋地点での100年確率洪水量への換算は、集水面積の増加と旧ブラマボトラ河からの途中での流入を考慮して

メグナ河架橋地点 15,200 m<sup>3</sup>/s

メグナ・グムティ河架橋地点 12,400 m<sup>3</sup>/s

と計算された。

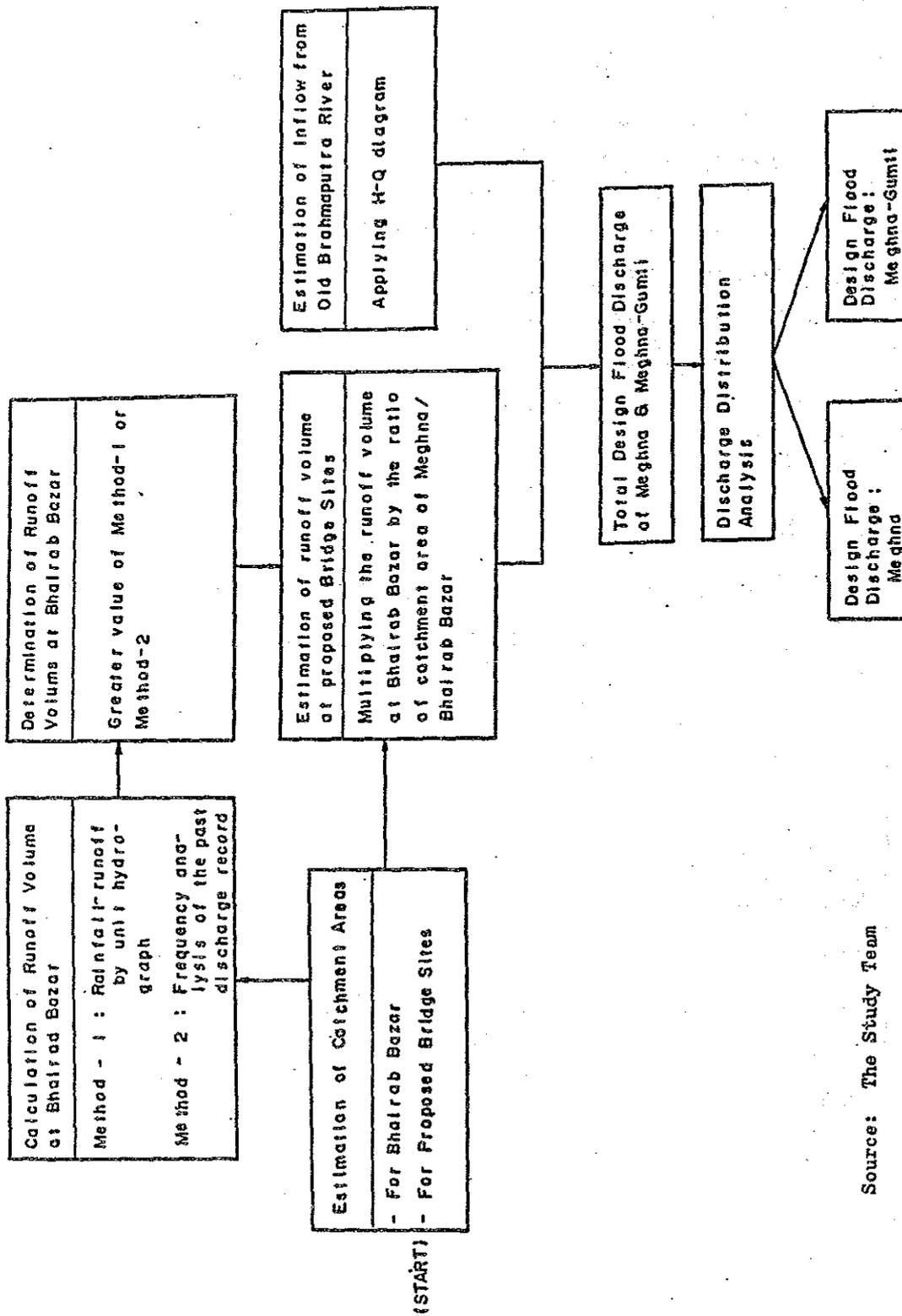
### 2) 集水面積の推定

洪水量の推定に先立って、メグナ河の水系全体の集水面積は、百万分の1の地形図を参考に、Table. 2-2-1 に示すごとく推定した。

Table 2-2-1 Catchment Area of the Meghna River (Unit: km<sup>2</sup>)

	Outside of Bangladesh	Inside of Bangladesh	Total
Catchment Area at Bhairab Bazar Gauging Site	41,390	21,570	62,960
Others	2,760	4,170	6,930
Catchment Area at Proposed Bridge Sites	44,150	25,740	69,890

Source: The Study Team



Source: The Study Team

FIG. 2-2-1 WORK FLOW FOR THE ESTIMATE OF FLOOD DISCHARGE

3) バイラブ・バザールにおける洪水量

降雨の流出による洪水量は、次の2つの手法により分析し大きい方の数値を採用した。

(1) 流出量算定(その1)

a) 雨量強度-流出分析

過去13年間バングラデシュの集水地域内の32の量水標の観測記録を Thiessen Polygons の方法により分割積算し、国外の集水域からの流量を国境近くの量水標の記録により推定加算した。

b) 単位流量図法による分析

異った降雨パターンは、結果として、Ap. Fig 2-14に示すように、1973年タイプと1974年タイプに大別され、1974年における降雨が最大洪水量の算出に適用された。Ap. Table 2-8に分析結果を示した。

単位流量図法によって求められた最大洪水量  $21,140 \text{ m}^3/\text{s}$  を、Ap. Table 2-9に示す日最大流出量の算出に用いた10日間平均換算係数 1.036を用いて、次のように修正した。

$$Q = 21,900 \text{ m}^3/\text{s} \quad (\text{バイラブ・バザールにおいて}) \dots \textcircled{1}$$

(2) 流出量算定(その2)

バイラブ・バザールにおける日最大流量を Gumbel 法により確率曲線を作り、Table 2-2-2に示すような確率流量を求めた。

Table 2-2-2 Discharge from Frequency Analysis (at Bhairab Bazar)

Return Period Year	Discharge ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	Return Period Year	Discharge ( $\text{m}^3/\text{s}$ )
1.01	8,853	30.0	20,786
2.0	13,457	40.0	21,495
5.0	16,210	50.0	22,044
10.0	18,033	80.0	23,195
20.0	19,780	100.0	23,740

Source: The Study Team

バイラブ・バザールにおける100年確率流量は

$$Q = 23,700 \text{ m}^3/\text{s} \dots\dots\dots \textcircled{2}$$

(3) バイラブ・バザールでの流出量の算定

①と②で算出された流量を比べて、②の  $Q = 23,700 \text{ m}^3/\text{s}$  が採用された。

4) メグナ橋、メグナ・グムティ橋架橋地点の洪水量

(1) 架橋地点における流出量

架橋地点における流出量は、バイラブ・バザールでの流出量を架橋地点における集水面積とバイラブ・バザールの集水面積との割合で算出した。

$$Q = 23,740 \text{ m}^3/\text{s} \times \frac{6,989.0}{6,296.0} = 26,353 \text{ m}^3/\text{s}$$

(2) 旧ブラマボトラ河からの流入量

旧ブラマボトラ河からの流入量を推定するため、バイラブ・バザールで入手した定期洪水記録をもとに、水位-流量 (H-Q) グラフを作成した。

H-Q グラフを Ap. Fig. 2-15 に示す。これによりバイラブ・バザールで 7.5 m (PWD) の水位の場合、流入量を  $1,200 \text{ m}^3/\text{s}$  と推定した。

(3) 計画洪水量の算定

メグナ、メグナ・グムティ両橋の架橋地点での合計計画流量は上記(1)および(2)より

$$Q_{\text{合計}} = 26,353 + 1,200 = 27,553 \approx 27,600 \text{ m}^3/\text{s}$$

と算出した。

両架橋地点への配分計算を行った。結果を Ap. Table 2-10 に示す。

その結果は合計流量の 55% がメグナ架橋地点に、残りの 45% がメグナ・グムティ架橋地点に配分された。

$$\text{メグナ河} \quad \quad \quad : \quad 15,200 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{メグナ・グムティ橋} \quad : \quad 12,400 \text{ m}^3/\text{s}$$

2-2-5 計画高水位、低水位

メグナフェリー乗り場の高水位を確率分析した結果と計画洪水量を考慮して、6.99 m (PWD) と算定した。

1) 確率分析 (方法-1)

週期曲線を作るのに Gumbel の方法を使用し、メグナフェリー乗り場の水位の最大値を過去の記録から抽出した。

Thomas の方法で計算値を図示した。1968年から1976年の年間最高水位の記録を Table 2-2-3 に示す。各年確率の高水位を Table 2-2-4 および Fig. 2-2-2 (a) に示す。

Table 2-2-3 Annual Highest Records of Water Level at Meghna Ferry Ghat

Year	Water-level
1968	PWD 5.68 m
1969	5.63
1970	not used
1971	5.75
1972	5.11
1973	5.44
1974	6.19
1975	5.29
1976	5.32

Source: The Study Team

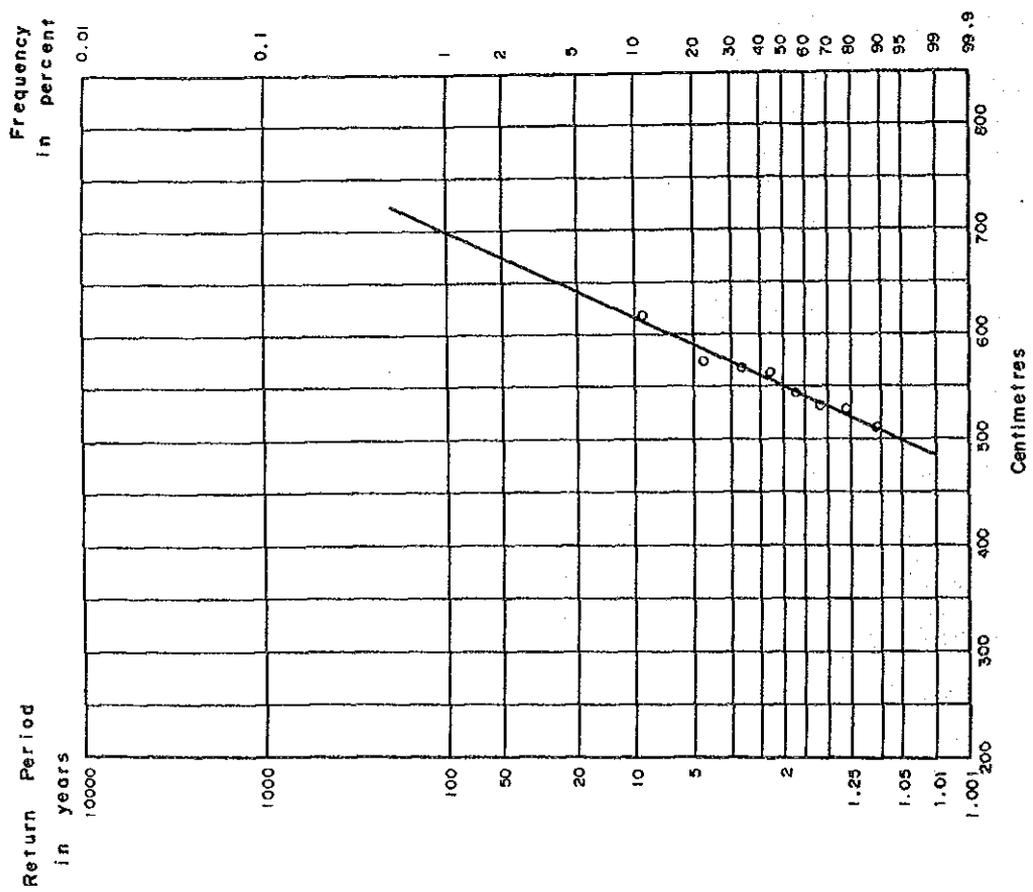
Table 2-2-4 H.W.L. Based on Probability Analysis

Return Period (Year)	Water-level (PWD ...m)
1.01	4.848
2.0	5.510
5.0	5.906
10	6.168
20	6.420
30	6.565
40	6.667
50	6.746
80	6.911
100	6.990

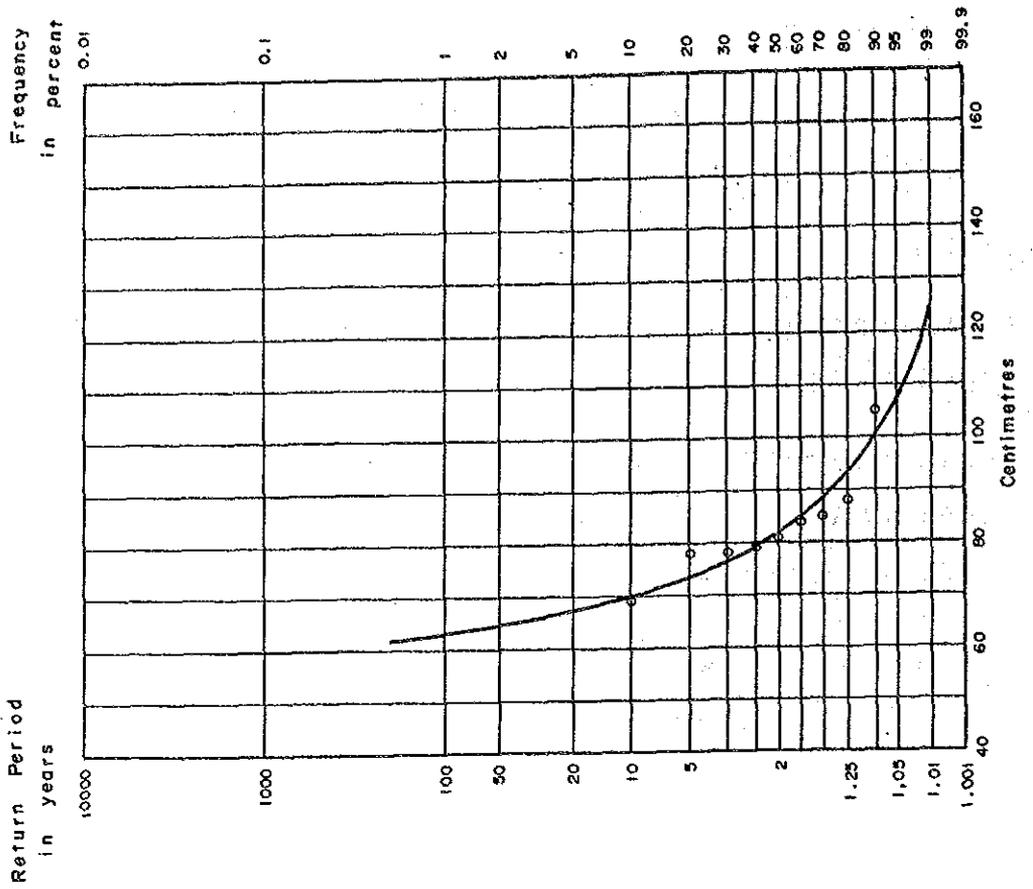
Source: The Study Team

2) 水路解析 (方法-2)

架橋地点の流量は水位勾配を推定し、100年確率流量を使って算定された。流量算出にはマニング公式を適用した。水位勾配は Saitnal とメグナフェリー乗り場との間の100年確率水位の水位差から算定した。この結果を Ap. Table 2-10 に示す。河幅825 mでの河の容量は18,435 m<sup>3</sup>/s と算定されるが、6.99 mの高水位で15,200 m<sup>3</sup>/s の設計流量になることが判った。



(a) ANNUAL HIGH WATER LEVEL (MEGHNA FERRY)



(b) ANNUAL LOW WATER LEVEL (MEGHNA FERRY)

Stream : MEGHNA RIVER  
 Station : MEGHNA FERRY GHAT  
 Kind of Record : WATER LEVEL (TIDAL) FOR 1968 ~ 1976

FIG. 2-2-2 FREQUENCY CURVE FOR HIGH AND LOW WATER LEVELS

メグナ・グムティ架橋地点に近い Daudkandi で記録された過去の水位は、メグナフェリー乗り場と殆ど同じであった。メグナ架橋地点での高水位はメグナ・グムティ架橋地点にも適用できると考えられる。

### 3) 計画低水位

計画低水位についても確率分析にて100年確率低水位として0.628m (PWD) が算定された。Table 2-2-5 に過去の年間最低水位記録を示し、確率分析結果を Table 2-2-6 および Fig. 2-2-6 (b) に示す。

Table 2-2-5 Annual Lowest Records of Water Level at Meghna Ferry Ghat

Year	Water-level
1968	PWD 0.85m
1969	0.84
1970	0.69
1971	0.79
1972	0.78
1973	0.83
1974	1.05
1975	0.81
1976	0.78

Source: The Study Team

Table 2-2-6 L.W.L. Based on Probability Analysis

Return Period (Year)	Water-level (PWD ...m)
1.01	1.243
2.0	0.818
5.0	0.733
10	0.697
20	0.671
30	0.658
40	0.650
50	0.644
80	0.633
100	0.628

Source: The Study Team

## 2-2-6 河岸侵食対策工

### 1) 雨期の河川水深変動

1984年の乾期、雨期の河川水深測量にもとづいて、河川の最大水深と河川平均水深の関係を、Ap. Fig. 2-16のように作成した。Table 2-2-7にこれにもとづく、計画高水位のときの雨期の最大河川水深を示す。

Table 2-2-7 Undermining Depths Estimated

River	Mean Depth	Undermining Depth below Water Level	Altitude of Riverbed
Meghna	12.9 m	18.0 m	-11.0 m (PWD)
Meghna-Gumti	9.6 m	13.6 m	-6.6 m (PWD)

Source: The Study Team

## 2) メグナフェリー突堤部の局部的洗掘

雨期の水深観測では、メグナフェリーのコミラ側突堤部の前面で25mの局部的洗掘水深(Ds)があった。この時の河川の架橋地点の平均水深(h)は9mであった。Ds/h=2.78という関係をAndruの公式より求めた。この関係より、洪水期の洗掘水深を次のように求めた。

$$\begin{aligned} D_s &= 2.78 \times h = 2.78 \times 12 \text{ m} \\ &= 33.26 \text{ m} \quad (-28.36 \text{ m PWD}) \end{aligned}$$

上式ではメグナ河の通常における平均水深を12mとした。この洗掘水深はコミラ側のフェリー乗り場を補強する工事計画に用いられる。

## 3) 河川侵食対策計画

### (1) メグナ橋に対して

次の4案がメグナ橋工事に対して提案された。

工法その1：コミラ側の橋台位置は将来の河川蛇行侵食を受ける河岸にあるので、出来るだけ現在の河岸よりはなれて陸地側に建設すること。

工法その2：現河岸は蛇籠工により補強すること。

工法その3：橋台に近い取付道路の法面もコンクリート法枠工か蛇籠工等で保護すること。

工法その4：フェリーのコミラ側突堤はシートパイルを適切な深さまで打ちこんで囲い、その前面の河床部には蛇籠工を敷き、その流失を防止すること。

### (2) メグナ・グムティ橋について

メグナ・グムティ橋の架橋予定地点はメグナ河の支流部とグムティ河の合流部であり、とくに河岸侵食作用はみられず安定している。したがって、この対策工は必要とされない。

2-2-7 橋脚附近の洗掘深さ

1) 洗掘深さ

バングラデシュでは洗掘深さの計算には、Laursen 公式、Poona 公式、Lacy 公式という 3 公式が一般に使用されてきた。Table 2-2-8 に 3 公式から算定された最大深さを示す。これを橋梁設計に使用することとする。これ以外に Ap. Table 2-11 に示すように、他の洗掘公式によって洗掘深さの検討をした。結果として最大洗掘深さはメグナ橋は Laursen 公式、メグナ・グムティ橋は Lacy 公式で計算された。洗掘水位を Fig. 2-2-3 に図示した。

2) 橋梁洗掘対策

橋梁下部工の安定計算は最大洗掘が生じた後の状態において構造計算を行なった。この場合、メグナ橋では -22.00 m、メグナ・グムティ橋では -18.91 m (それぞれ PWD) の深さまでの基礎杭に働く周辺摩擦力を無視した (Ap. Note 4-2 参照)。下部全体の安全度を増加するために、基礎体保護用に捨石工を提案した。

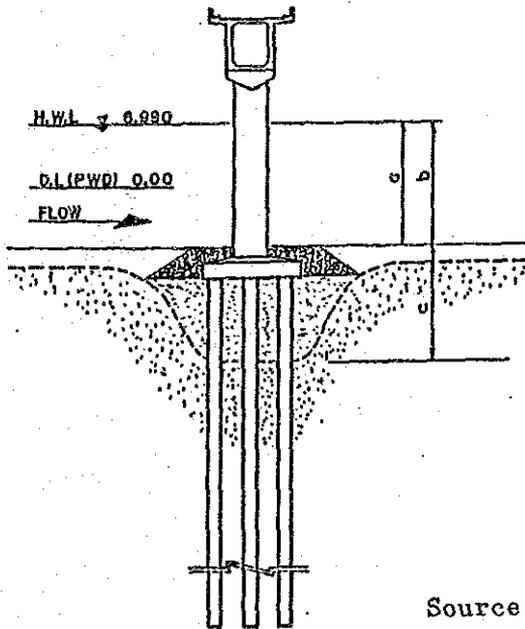


Table 2-2-8 Scouring Depths

	Meghna Bridge	Meghna Gumti Bvldge
H.W.L	EL.+6.990	EL.+6.990
Ordinary River Bed	EL.-9.000	EL.-6.000
Depth (a)	15.99	12.99
River Bed in Flood	EL. - 11.000	EL. - 6.610
Depth (b)	17.99	13.600
Scouring Depth (c)	11.00	12.30
Scouring Level	EL.-22.000	EL. -18.910

Source: The Study Team

Fig. 2-2-3 Scouring Levels



## 第3章 地形測量および深淺測量



## 第3章 地形測量および深淺測量

### 3-1 概 要

最初に、メグナ橋とメグナ・グムティ橋の計画予定地点の既存地形図、図面、航空写真をもとに現地踏査を行い、その後2橋の計画に必要な地形測量と深淺測量を実施した。測量範囲は、橋梁の中心線決定と橋梁および取付道路の予備設計のために十分対応出来る範囲とした。

バングラデシュは北緯 $20^{\circ}34'$ から $26^{\circ}38'$ 、東経 $88^{\circ}01'$ から $92^{\circ}41'$ の範囲に位置するデルタ地帯であり、国土面積は $143,998\text{ km}^2$ である。国土は西、北、北東、東の部分をインドに接し、東、南東はビルマに接しており、南はベルガル湾に面している。国内の90%が平地部であり、北東部および南東部が丘陵地帯で、北部と北西部の一部が高地となっている。

橋梁建設予定地付近は、主に沖積低地であり、道路、小河川、沼地、湿地以外は農業用地となっている。しかし、雨期にはこの地域のほとんど冠水してしまう。

### 3-2 メグナ橋の地形測量

#### 3-2-1 地形測量

メグナ橋計画地点は、北緯 $23^{\circ}36'15''$ 、東経 $90^{\circ}37'04''$ に位置する。標高は、M.S.L(平均海面)5.5m以下で、測量の対象となったダッカーチタゴン道路の高さは、ダッカ側で6.42m~6.87m(PWD)、コミラ側で5.84m~7.00mとなっている。

地形測量の作業項目としてメグナ橋地点で実施したものは、以下の通りである。

- 10箇所の仮ベンチ・マークの設置。
- 平板測量による地形図(縮尺1:500、1:3,000)の作成。  
対象面積は120ヘクタール、等高線50cm間隔、既存フェリー施設、構造物、建築物、樹木等の図示を含む。
- 縦断測量2km。道路中心線上50m間隔。
- 横断測量。道路中心線上50m間隔。

### —三角測量による河幅測量。

地形測量の作業は、現地コンサルタント Development Design Consultants に委託し、JICA調査団の測量専門家が現地コンサルタントの監督に携わった。

#### 3-2-2 乾期、雨期の深浅測量

深浅測量は、乾期の昭和59年4月、雨期の昭和59年7月、の2回に亘って実施した。この深浅測量に先行して、深浅測量の作業に必要なコントロール・ポイントや目印点を河岸に設置し、測量船の位置決定に利用した。この測量作業で利用した主な機器は、以下の通りである。

測 深 機	: 1台
測量ボート	: 1台
セオドライト	: 2台
トランシーバー	: 2セット
光波測距儀	: 1台
付 属 品	: 1式

深浅測量の基準標高は、メグナ河の右岸のフェリー・ターミナル近傍に設置してある水位計の零点より測定した。なお、メグナ河は不安定な河相であるため、既存のフェリー路線上に、広い幅で深浅測量を実施した。これらの位置については、Ap. Fig. 3-1に示す。橋梁中心線上の測量のほか、20測線を追加したが、これらについても同図に示してある。

また、河床の季節変動を調べるために、それぞれのコントロール・ポイント間の河床の測量も行った。昭和59年の乾期、雨期の測量結果としての河川横断図をAp. Fig. 3-3に示す。なお、この結果は、縮尺1:3,000のメグナ橋の地形図作成に反映させた。

#### 3-3 メグナ・グムティ橋の地形測量

##### 3-3-1 地形測量

メグナ・グムティ橋計画地点は、北緯 $23^{\circ}31'35''$ 、東経 $90^{\circ}42'20''$ に位置する。この地帯も低く、標高はM.S.L 4.0 m以下である。測量の対象としたダッカーチタゴン道路の高さは、兩岸側共に平均6.0 m (PWD)である。

測量の作業項目と作業方法は、下記の事項を除いてメグナ橋と同じである。なお、メグナ橋の地形測量については、3-2-1節を参照のこと。

一地形測量の対象面積：60 ha。

一道路起終点の永久杭の設置。

メグナ・グムティ橋は、メグナ橋の建設より遅れて工事が開始されるものと予想し、将来のガイドとして役立つように永久杭とした。

### 3-3-2 乾期、雨期の深浅測量

作業項目と作業方法は、メグナ橋で実施した深浅測量と同じである。なお、メグナ橋の深浅測量については、3-2-2節を参照のこと。

測量範囲はAp. Fig. 3-2に示した通りである。調査団は、河川の両岸に水位計を新設した。

昭和59年の乾期・雨期の深浅測量の結果の河川横断面図をAp. Fig. 3-4に示す。また、これらの結果を縮尺1:3,000のメグナ・グムティ橋地形成の作成に反映させた。

### 3-4 測量結果

本調査の技術検討に必要な地形測量と深浅測量については、上述の様に実施したが、これらの結果として以下の成果品にまとめた。

一地形図（深浅測量の結果も含む）：縮尺1:3,000

一中心線測量：縮尺1:3,000

一縦断面図：水平縮尺=1:3,000  
垂直縮尺=1:500

一横断面図：縮尺1:500



## 第4章 土質および土質力学的考察



## 第4章 土質調査および土質力学的考察

### 4-1 前 置 き

土質上の問題点を明らかにするとともに下部構造設計の資料を得るために、メグナ橋とメグナ・グムティ橋の計画中心線に沿って土質調査を行なった。現地調査と試験の結果を、現地調査、室内試験、土質概要、土の物理的・力学的特性、橋梁基礎の土質力学的考察として次節以降にまとめた。詳細については1984年9月に“土質調査報告書”としてバングラデシュ政府に提出した。ボーリングおよび室内試験を現地会社のSOILTECH INTERNATIONAL LTD.に委託し、JICA調査団の土質調査専門家がこれを監督した。

### 4-2 架橋地点周辺の地質概要

#### 4-2-1 地形学的概要

メグナ橋とメグナ・グムティ橋の架橋地点の一带は、メグナ河が氾濫する平地部の中央に位置する。全体の特性は、氾濫平地部の個別の状況によりそれぞれ異ってきている。即ち、水路や掃流土砂の大きさ、水路の安定性および土の形成上の形態などにより異っている。

この氾濫平地部は、メグナ河とその支川に添って形成されているが、そこには氾濫時に多量の河床土砂が上流から運ばれて来る。そして、その運ばれた土砂が河川に堆積し河床を高くし、ついには隣接する低い所に流心を移動させて新しい河道を形成する。

網目状の支流河川は、砂洲や昔の洪水により堆積した平地部の一部を侵食しながら、蛇行して流れている。常に湾曲部の外側は侵食作用を受け、その内側には新たに土砂が堆積する。そして時には円形の蛇行軌跡を残し、短絡して流下することもある。

メグナ河の蛇行は下流側に移行し、およそ15年から20年でその位置を変化させる。2つの古い氾濫域の間にある現在進行中の氾濫平地部内において、メグナ河は大きく河道を変える。そして、この現在進行中の氾濫域の幅は、およそ8kmから20kmである。

粗い土砂は、河岸付近に堆積し、細い土砂は岸から離れた所に堆積する傾向がある。このことは、河岸付近の流速は河川中央部より遅く、重い粒子のものを掃流できないためである。

#### 4-2-2 地 質

バングラデシュ国の氾濫平地部には過去において地盤変化があったと推定される。第1の予想される変化は圧密による堆積土砂層の沈下であり、第2は、メグナ下流の氾濫平地部の地表下に起った地殻変動である。過去からメグナ河の河道はこれらの大地の変動により大きく影響を受けた。この氾濫平地部の正確な形成年次はまだ確認されていない。今日までの河道の変化も、長期間にわたって徐々に生じたものである。

地表上にみられる顕著な特長は多量のシルト分を含むということである。その下層には、砂層の中に粘土質砂層やシルト質砂層をはさんでいる。メグナ河の氾濫平地部の土質に含まれる鉱物成分は、角閃石、緑簾石が主体で、この他に少量のモスコバイトと黒雲母を含んでいる。また、この地域で見られる粘土は、陶土、イライト及び緑泥石からなっている。

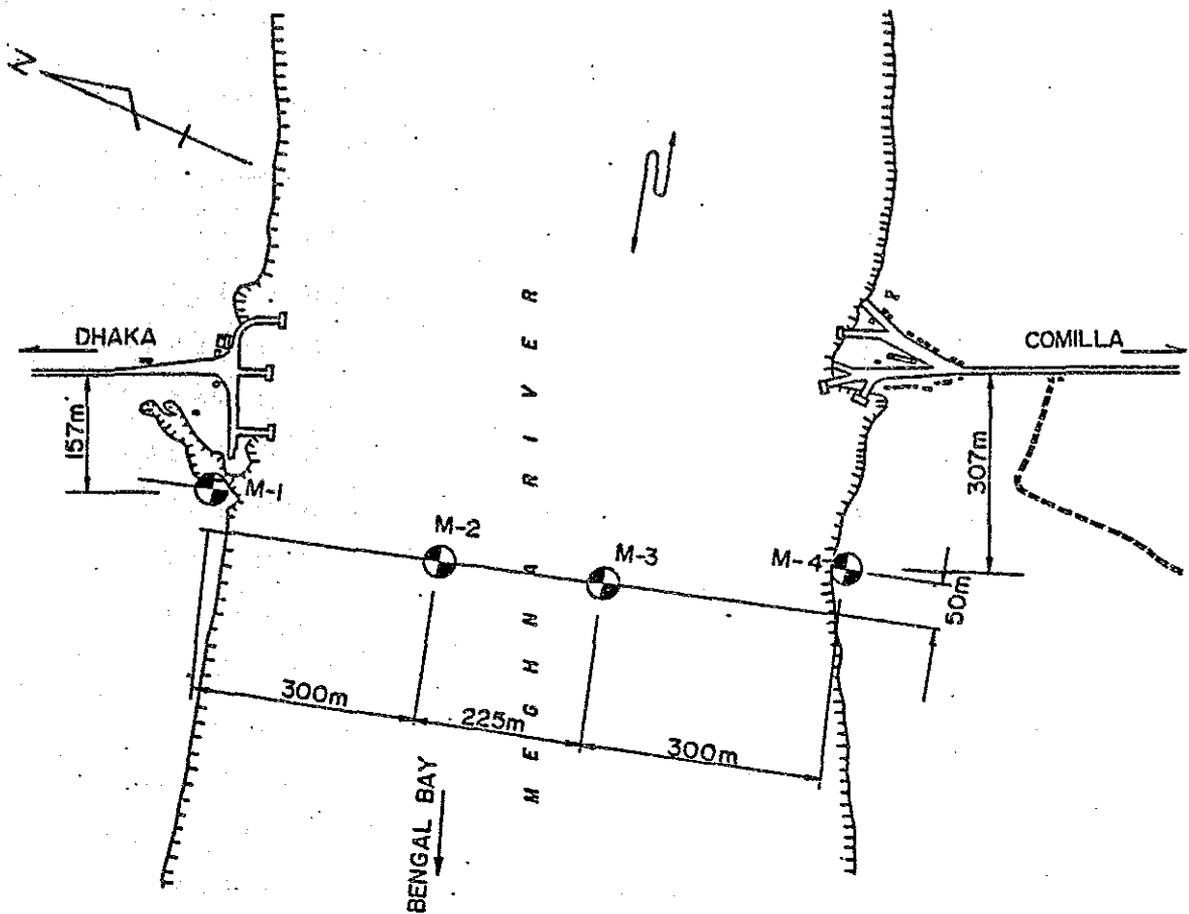
バングラデシュ国における地質と土質の概要は、Ap. Note 4-1に説明を加えた。

### 4-3 メグナ橋地点の土質調査

#### 4-3-1 現場調査

パーカッション式による15cm径のボーリング孔を4本実施した。地表からの掘削深度はそれぞれ次に示すとおりである。また、ボーリング孔の位置図については、Fig. 4-3-1に示す。

<u>ボーリングNo</u>	<u>地表からの掘削深度 ( m )</u>
M - 1	6 0.0
M - 2	6 0.0
M - 3	6 0.0
M - 4	5 0.0



Source: The Study Team

Fig. 4-3-1 Location of Bore Holes for Meghna Bridge

土の剪断強度と沈下量に係る物理諸量をもとめるために、不攪乱試料を採取した。この不攪乱試料は、直径 7.62 cm、長さ 45.72 cm のシンウォール・サンプラーを用いて採取した。不攪乱試料は、粘性土層から取ったものであるが、その位置については Ap. Fig. 4-3 の柱状図に示されている。

標準貫入試験を土の原位置における支持力の指標を得るために実施した。ここで得られた標準貫入試験値は全て該当する柱状図の N 値としてプロットしてある。なお、これらの現場 N 値を設計用に補正したものを Ap. Table 4-1 に示した。

#### 4-3-2 室内試験

ボーリング孔より採取した攪乱試料、不攪乱試料あるいは、土取場からの試料に対して室内試験を実施した。

室内試験として行ったものは、以下の通りである。

試験項目	試料数	試験方法
自然含水比	95	ASTM D2216
比重	95	AASHTO T100
アッターベルク限界	18	AASHTO T89&T90
粒度試験	60	AASHTO T88
湿乾密度	5	AASHTO T180
一軸圧縮試験	5	AASHTO T208
圧密試験	5	ASTM D2435
三軸試験	5	ASTM D2850
CBR試験	6	AASHTO T193
粗粒率試験(砂)	44	AASHTO T104

#### 4-3-3 土質縦断面図

メグナ橋に関する土質縦断面図をDrawing No.7に示す。地質は細砂やシルトやシルト質砂まじりの砂質土が主体である。予想される支持層は、PWD(O)から約5.2m～5.5mの深度に存在している。メグナ橋梁の基礎工としては、深度5.5mの現場N値が7.5以上の深さに設計することになる。

一方、河岸部の支持層は、地表より深度2.2～2.5m程度の所にあり、取付橋梁部の基礎工としてのRC既製杭の支持層として充分であろう。ここでのN値は3.0以上あり、杭先端の支持力としては300 t/m以上期待できる。

#### 4-3-4 土質材料試験

##### 1) 試験試料

メグナ橋の工事材料としての細骨材の使用の可否を調査するために、2種類の細骨材に対して試験を実施した。そのうちの1つは、Sylhet から船でDaudkandiの骨材集積場に運んで来たもの、もう1つは、メグナ河のフェリ-突堤より2km上流にある砂洲から得られるものである。

これらの試料は、次の様な用途を考えている。

- Sylhet ……コンクリートおよびアスコン用
- 砂洲の砂 ……コンクリート、アスコン、盛土、上・下層路盤用

## 2) 室内試験

試験項目と試験方法は以下のとおり。

### a) Sylhet の砂

- 粒度試験 …… AASHTO T 27

### b) 砂洲の砂

- 粒度試験 …… AASHTO T 27

- C B R 試験 …… AASHTO T 193

- 塩基成分試験 …… AASHTO T 104

これらの詳細については、別冊“土質調査報告書(1984年9月)”にのせてあり、概要をメグナ橋については Drawings No 8 より No 15 に、メグナ・グムティ橋については Drawings No 22 より No 29 にまとめた。

得られた結果のうち、主なものは以下のとおりである。

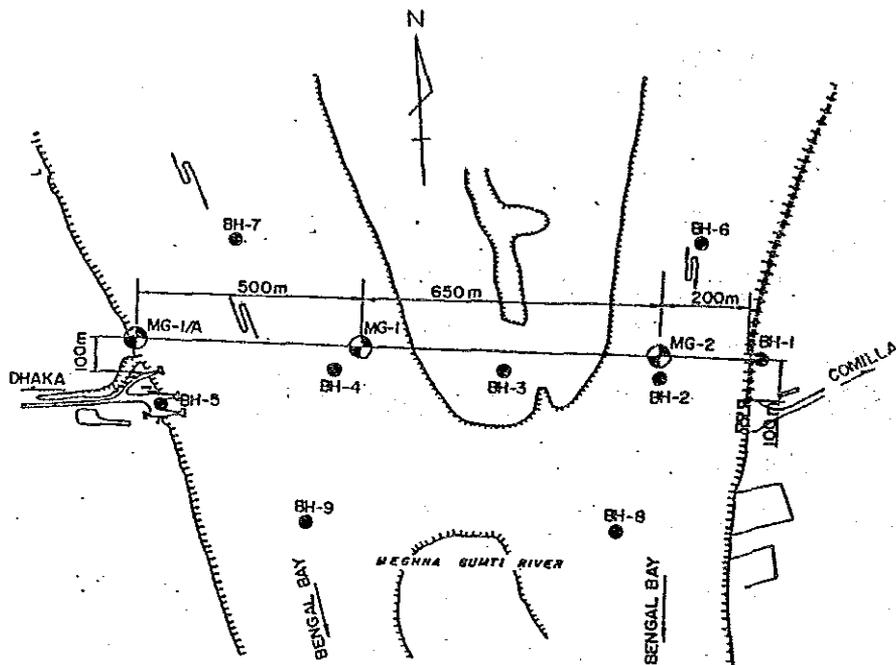
- a) Sylhet の砂は“粗砂”であり、2つの試料分析をしたところ、2.4と1.87の粗粒率を得た。
- b) 砂洲の砂はC B Rがおよそ10で、粗粒率は0.24と0.18であった。
- c) 塩基成分試験より、塩基成分は0.004～0.005%であり、許容値0.10%よりかなり低く、問題ない。

以上により、砂洲の砂は盛土材としても適当であるが、コンクリート材に用いるには粗粒率が小さすぎるので、他の粗砂と混ぜて用いる必要がある。塩基化合物は、鉄筋コンクリートの耐用年数に悪影響を及ぼすものであるが、砂洲の砂を用いる限りこの問題はない。

#### 4-4 メグナ・グムティ橋地点の土質調査

##### 4-4-1 現場調査

すでに、道路局がメグナ・グムティ橋建設プロジェクトの一環として、9本のボーリングを含む土質調査を実施していたので、今回は新たに3本のボーリングを追加実施した。これらの位置を、Fig. 4-4-1に示す。



NOTE (1) 9 HOLES BH-1~BH-9 WERE BORED BY THE RHD IN DEC 1980.  
 (2) SUPPLEMENTAL HOLES MG-1, MG-1/A, and MG-2 WERE BORED BY JICA SURVEY TEAM IN JULY 1984.

Source: The Study Team and "Report on Subsoil & Geotechnical Investigation" Dec. 1980 METRO SOIL ENGINEER

Fig. 4-4-1 Location of Bore Holes for Meghna-Gumti Bridge Project

道路局が以前実施したボーリングの深さはすべて50m以下であったが、今回のボーリング長はつぎのとおりである。

ボーリング孔No	地表からの掘削深度 (m)
MG-1	24.85*
MG-1/A	69.85
MG-2	69.85

ボーリング孔のMG-1/AとMG-2は50m以深の土質状況を明らかにした。  
 なお、柱状図については、Ap. Fig. 4-4に示した。

攪乱試料をその土質特性をもとめるために採取した。その土質の原位置支持力の指標をもとめるために標準貫入試験を実施した。ここで得られた標準貫入試験値は全て該当する柱状図にN値としてプロットした。これらのN値は、設計用として補正し、Ap. Table 4-1に示した。

#### 4-4-2 室内試験

ボーリング孔および土取場より採取した攪乱試料に対して室内試験を実施した。

室内試験として行ったものは、以下のとおり。

試験項目	試料数	試験方法
自然含水比	83	ASTM D2216
比重	46	AASHTO T100
アッターベルク限界	31	AASHTO T89&T90
粒度試験	44	AASHTO T88
CBR試験	6	AASHTO T193
粗粒率試験(砂)	20	AASHTO T104

#### 4-4-3 土質縦断図

Drawing No.21に土質縦断図を示す。土質の分布状況は、深度PWD 30mまでは細砂、シルト、シルト質砂まじりの砂質土が主体であるが、それ以深では砂質シルトが分布している。そして、橋梁の基礎工に対する支持層は、右側でPWD-60m、左岸側でPWD-70m深度の層が考えられる。

一方、兩岸の橋台の支持層はPWD-25~-30m程度にあると推定され、メグナ橋の場合と同様に、杭先端の極限支持力は約300t/m<sup>2</sup>と期待できる。

---

注) ボーリング孔MG-1は24.85m深度の所を掘削中にステイジング・ポートが強風を受け大破した。このため、ここでのボーリングの継続が不可能となったので、MG1/Aとして新たに実施した。

#### 4-4-4 土質材料試験

メグナ・グムティ橋の工事材料としての有用性を知るために、Sylhet の砂の試験を行なった。

メグナ橋の所で述べた4-3-4節を参照されたい。

#### 4-5 基礎の土質力学的考察

##### 4-5-1 橋梁基礎の支持力

メグナ橋とメグナ・グムティ橋に対して、同一型式のリバース杭を選定した。この基礎工型式選定については第7章にて詳しく記述した。

許容支持力は、杭先端の地盤支持力と中間層の周辺摩擦力を考慮して決定した。支持層は、良く締った砂層であると想定し、杭先端の地盤支持力を  $300 \text{ t/m}^2$  とした。また、周辺摩擦力を  $N$  値から推定する日本道路協会の方法に従って求めた。

砂質土に対して :  $f_c = 0.5 N (\text{t/m}^2)$ 、  $f_c \leq 20 (\text{t/m}^2)$

粘性土に対して :  $f_c = N (\text{t/m}^2)$ 、  $f_c \leq 15 (\text{t/m}^2)$

4-3-3節と4-4-3節で述べた通り、支持力の推定には、メグナ橋は深度  $-55 \text{ m}$ 、メグナ・グムティ橋は深度  $-60 \text{ m} \sim -70 \text{ m}$  の所の支持層を対象とした。杭基礎の設計に用いる支持力は Table 4-5-1 のように得られる。この詳細は Ap. Note 4-2 に説明を加えた。

Table 4-5-1 Bearing Capacities of R.C.D. Pile ( $\phi 1,500 \text{ mm}$ )

Unit: Tons/Pile

Site		Meghna	Meghna-Gumti
Capacity			
Ultimate		2,200	2,900
Allowable	Normal	700	900
	Seismic	1,100	1,400

Source: The Study Team

## 4-5-2 取付道路の盛土基礎

### 1) 盛土計画の概要

一般に、盛土高が増加するに従って、盛土の安全率は低下する。本プロジェクトの場合、雨期の洪水位より十分高い盛土を施工する必要がある。

新たに建設される取付道路と接続する既存道路の路面の高さはPWDレベルで6.5mであり、地表面から路面までの盛土高は、およそ5.5～7.5mとなっている。検討の結果、30年確率高水位で道路面が冠水しないですませるには、既存の道路高で十分であることが明らかとなった。

### 2) 盛土の沈下

架橋地点における土質縦断図によれば、メグナ河の右岸側の地層は、地表下1.2m位までは砂層となっているが、左岸側では表層の約1.8m部分が粘土質シルトであり、これは沈下の原因となる。

取付道路部分の高盛土を設計する場合、圧密による沈下に対し細心の注意を払う必要がある。また、施工計画の立案に際しても、プレロード盛土等の考え方をとり入れて十分余裕のある期間を配慮することとし、路床部の施工は、路体上のプレロードの期間を1年と考え、その後に着手するよう計画した。

### 3) 盛土の安定

円弧滑りの検討を行い、盛土の安定性を検討した。安全率の計算は、コンピューターに依った。ここで用いた係数等は以下のとおり。

粘着力 :  $C = 3.0 \text{ t/m}^2$

内部摩擦角 :  $K = 15^\circ$

単位体積重量 :  $W = 1.7 \text{ t/m}^3$

地震係数 :  $E = 0.05$

盛土高と安全率の関係をAp. Fig. 4-5と4-6に示した。ここでは、盛土断面としては、標準断面のものをAp. Fig. 4-5に、そして押え盛土の小段を法尻に設けるものをAp. Fig. 4-6に示した。

この2つのグラフから言えることは、安全率を1.5以上確保するためには、標準断面の形は1.1m以下、そして押え盛土の小段を設ける形でも1.3m以下にする必要がある。

なお、地震時では、この安全率は1.5から1.2に減少する。



## 第5章 建設資材の調査



## 第5章 建設資材の調査

### 5-1 橋梁の建設資材

#### 5-1-1 必要な資材数量

メグナ、メグナ・グムティ両橋梁の予備設計結果にもとづいて、主要な建設資材数量を算出し、内訳をそれぞれAp. Table 5-1と5-2に示した。項目は道路局の仕様に従っている。また、各橋梁の資材数量をTable 5-1-1に要約して示した。

#### 5-1-2 調査した資材

建設資材は政府関係事務所や研究所、あるいは地元の建設業者等を訪問して調査した。セメント、石材、鋼材の年間平均生産高等の情報は、工場を訪問したり、石材集積地を視察して入手したものである。

##### 1) セメント

バングラデシュでは、セメントはSylhet地区のChhatak Cement Co., Ltd.工場とチタゴン地区のChittagong Cement Clinker Grinding Co, Ltd.工場という2つの工場で、生産されている。年間平均生産量は現在のところ、100,000トン（最大110,000トン）がChhatak工場で、300,000トン（最大350,000トン）がチタゴン工場で得られる。

この国のセメントはポルトランド普通セメントのみで、アッサムベンガルセメントあるいはクリンカーセメントという商品名で販売されている。50 Kgあたりの袋詰めで消費者の手に渡れるまで、河を船で運びそしてトラックに積みかえて届けられる。

品質規格は英国の規準(BS)に従っている。セメントに関する試験結果をTable 5-1-2に示した。

Table 5-1-1 Materials Required for the Bridges

Materials Required	Quantity for Meghna Bridge	Quantity for Meghna-Gumti Br.	Source Supplied
Cement	7,700 ton	16,540 ton	Chittagong
Sand	4,560 m <sup>3</sup>	9,660 m <sup>3</sup>	Sylhet
Shingle	7,750 m <sup>3</sup>	15,740 m <sup>3</sup>	-do-
Pit sand	4,560 m <sup>3</sup>	9,660 m <sup>3</sup>	Sand bar
Crushed stone	7,750 m <sup>3</sup>	15,740 m <sup>3</sup>	Stones from Sylhet
*Plasticiser	20.4 ton	42.7 ton	Imported
TORSTEEL	2,040 ton	3,680 ton	Chittagong
*Deformed bar	840 ton	1,480 ton	Imported
*High tensile bar & accessories	420 ton	760 ton	Imported
*High tensile wire & accessories	9 ton	-	Imported
*Fabricated steel & cast iron	106 ton	100 ton	Imported
Shaped steels	6,910 ton	10,810 ton	Imported

\* Imported material

Source: The Study Team

Table 5-1-2 Test Result of Cement

Source	Mortar Cubes	Compressive Strength	Remarks
Chittagong	3 days	208.1 kg/cm <sup>2</sup>	30 °C
	7 days	257.0 kg/cm <sup>2</sup>	30 °C
Chhatak	7 days	328.4 kg/cm <sup>2</sup>	27 °C
	28 days	426.4 kg/cm <sup>2</sup>	27 °C

Source: Chhatak Cement Co., Ltd.

## 2) 粗細骨材

本プロジェクト地点の近くで粗細骨材が得られるかどうか踏査をしたが、結局 Sylhet 地区の Kapasia, Tok Chandpur という Lakhya 河の上流で入手出来ることがわかった。

Sylhet で得られる砂の粗粒率は 2.5 ないし 2.8 で、その原石は主として硬質花崗岩を含む火成岩である。粗骨材の年間生産量は普通  $34,000 m^3$  で最大  $40,000 m^3$  におよび、砂利の大きさは  $6 \sim 38 mm$  の範囲で、小石としては  $76 mm \sim 230 mm$  程度が得られる。

架橋地点までの運搬方法には  $300$  ないし  $350$  トンの自航貨物船か、 $200$  ないし  $250$  トンのダンプ台船によりメグナ河を下ることになる。

架橋地付近の砂は、Sylhet 地区からの荒目の砂と混合することにより、適当なコンクリート材料として使える。架橋地附近の河は干満のえいきようを受けているので、河川敷内の中洲の砂に含まれる塩分量をテストしたところ、 $0.004$  ないし  $0.005$  ㊦という微量であって、許容量  $0.10$  ㊦に比べて充分少ない値であることを確めた。

現在すでにメグナ・グムティ河の河岸にある Daudkandi は、Sylhet からの石材の集積の一つであることも考えると、当プロジェクトにとっては Sylhet 産の石材は最適であるといえる。

Sylhet 地区には Bholaganj とか Piyaganj という石材生産地があり、採集される玉石の大きさは  $8$  ないし  $23 cm$  である。年間生産量はおよそ  $11,000 m^3$  (最大でも  $13,000 m^3$ ) である。これらの玉石は工事現場で所要の粒径に破碎されて使用される。一般的な砕石材の質のテスト結果を Table 5-1-3 に示す。

Table 5-1-3 Test Result of Quality of Crushed Stone

Compression strength	833 kg/cm <sup>2</sup>	2" x 2" x 2" size
Unit weight	1.71 t/m <sup>3</sup>	
Specific gravity	2.74	
Abrasion value	2.6%	

Source: The Engineers Ltd.

これらの玉石の運搬方法は先に述べた砂利と同様である。

石材は通常手割り方法によって生産されるが、このプロジェクトにおいても現場で必要寸法(10~100mm)に割ることになるであろう。

### 3) 鉄筋

この国の鉄筋生産工場として、チタゴンにある Bengal Steel Works, Ltd. と Chittagong Steel Mills と、ダッカにある Dhaka Steel Works, Ltd., Prince Iron Steels, Northern Steel Mills, Ltd. がある。

Chittagong Steel Mills がこの国における最大の鉄筋生産工場であり、年間36,000トン(最大37,200トン)が生産可能で、他工場を含めて全国の合計で69,600トンにおよぶ。

一般に丸鋼は $\phi 6\text{ mm}$ から $\phi 28\text{ mm}$ まで入手可能である。

他に TORSTEEL と呼ばれる高張力の異形鉄筋が、1983年以來 Bengal Steel Works, Ltd. で生産されている。これは鉄棒より製造するもので、年間生産量は15,000トンで、月間最大は1,300トンの生産能力をもっている。TORSTEELの許容応力度を Table 5-1-4 に示す。

Table 5-1-4 Permissible Stress of TORSTEEL

Test	Permissible Stress
Tension, D $\phi 20\text{ mm}$ and below	2,300 kg/cm <sup>2</sup>
Over D $\phi 20\text{ mm}$	2,100 kg/cm <sup>2</sup>
Shear	1,750 kg/cm <sup>2</sup>
Compression	1,750 kg/cm <sup>2</sup>
Bond	40% more than plain bar

Source: Booklet of TORSTEEL

TORSTEEL は英国の BS 1144 と BS 4461, British Code of Practise CP114, フランスの BA 1968 やドイツの DIN 1045 と DIN 488 に準拠して製造されており、その鉄筋径には  $\phi 8, 10, 12, 16, 20, 22, 25, 28\text{ mm}$  がある。

#### 4) 鉄鋼材

この国では生産される鉄鋼材には8種類の鋼板(厚み 2.38, 3.20, 4.76, 6.35, 9.52, 12.7, 19.04, 25.4mm)と、それから作られる角型鋼材や平型鉄筋がある。

型鋼材の年間平均生産高は6,000トン(最大で6,200トン)である。鋼板はチタゴンのSteel Millsで生産され国内基準(BDSI)とBS, ASTM, DIN, JIS, IS, ISOといった各種の国際規格に、そのつど合せて生産されている。この鋼板の品質は熱圧延熔接構造鋼の一種であり、鉄工作物の加工材料に適するものといえる。

しかしながら、この他の型鋼、沓に用いられるような鋳鉄、プレストレスト・コンクリート橋用の高張力鋼と緊張用の金具類はバングラデシュの市場では入手出来ない。

### 5-2 取付道路の建設材料

#### 5-2-1 必要な建設材料

取付道路の建設に必要な材料は予備設計の結果算出された。取付道路に必要な建設材料をTable 5-2-1に示した。

Table 5-2-1 Materials Required for the Approach Roads

Materials Required	Quantity for Meghna's	Quantity for Meghna-Gumti's	Source Supplied
Sandy soil (m <sup>3</sup> )	460,000	480,000	Sand bars or River beds
Sand (m <sup>3</sup> )	4,110	3,340	Sylhet
Pea gravel (m <sup>3</sup> )	5,050	3,990	Sylhet
Shingle (m <sup>3</sup> )	1,610	1,100	Sylhet
Pit sand (m <sup>3</sup> )	1,250	1,080	Sand bars or River beds
Asphalt (ton)	340	370	Chittagong
Filler cement (ton)	140	150	Chittagong
Turf grass (m <sup>2</sup> )	81,000	44,600	Near Site

Source: The Study Team

## 5-2-2 調査した材料

### 1) 砂質土

取付道路の盛土材と建設業者の埋立による作業場の建設のために莫大な量の砂質土が必要になる。メグナ橋工事のための土取場としてダッカ側のフェリー突堤より2 km上流に形成された中砂洲を選んだ。これはかなりコスト高の原因となるが、約460,000 m<sup>3</sup>の砂質土を中砂洲より採取することは、メグナ河の蛇行現象の抑制をもたらすばかりでなく、従来の道路側方部からの客土方式によった場合に考えられる耕地の損失を最小にすることも可能となった。この土取場の砂質土のCBR値は約10であった。

メグナ・グムティ橋の建設の場合には、架橋地附近の河床土を浚渫することを計画した。これはバングラデシュにおける資源の有効活用といった観点から、つねづね水運航路局のある職員によって主張されてきた道路の経済的建設手法によることとしたものである。この附近の河床土の平均的CBR値は6箇の試験値より約9と推定された。

### 2) アスファルト

国内で使用されている全アスファルトはチタゴンのEastern Refinery's Bituminas Plant で生産されている。その年間生産量は約70,000トンである。品質規格はBSとかASTMで、針入度80ないし100の品質が生産されている。

### 3) 芝

法面保護用に使用される芝は架橋現場附近で入手出来よう。

## 5-3 フェリー施設の建設材料

本架橋プロジェクトが実現されない場合には、フェリー施設を増設することになるので、その建設材料を第8章の検討にしたがつて、Table 5-3-1に示した。

Table 5-3-1 Average Quantity per Set for Ferry Facilities

Work Items	Meghna Ferry per one set	Meghna-Gumti Ferry per one set
Sand filling for access	6,600 m <sup>3</sup>	6,030 m <sup>3</sup>
Pavement of access	1,330 m <sup>2</sup>	1,250 m <sup>2</sup>
Concrete blocks in slope	5,420 m <sup>2</sup>	5,670 m <sup>2</sup>
Wooden pile $\phi$ 100 mm	2,000 m	1,920 m
Concrete pavement for jetty	540 m <sup>2</sup>	645 m <sup>2</sup>
Steel sheet pile	2,400 m	1,800 m
Anchor block	4 sets	4 sets

Source: The Study Team

フェリー突堤への道路のアスファルト舗装には、基礎としてレンガを縦横に積み重ねる工法とした。バングラデシュにおいて、レンガは重用されており、建築や道路の材料として欠かせないものである。Picked Jham (PJ) レンガと第一級レンガの品質試験結果を Table 5-3-2 に示した。

Table 5-3-2 Test Result for Typical Bricks

Bricks	Unit Weight	Crushing Strength	Water Absorption
P.J. Brick	1,311 kg/m <sup>3</sup>	245.0 kg/cm <sup>2</sup>	12.79%
1st Class Brick	1,148 kg/m <sup>3</sup>	181.0 kg/cm <sup>2</sup>	14.00%

Source: Road Research Laboratory, Dhaka, RHD.

フェリー・ボートの接岸用施設には太径の木杭を使用し、突堤部法尻の補強には丸太杭を考えた。これらの木材はバングラデシュ国内で入手可能である。

しかし、縮切用鋼矢板は輸入するものとし、その打込み深さは、メグナフェリーのコミラ側のみ蛇行現象を考慮して20mとし、他は12m程度に計画した。この鋼矢板は本架橋工事の仮設陸揚げ施設に計画されたものと同じ型である。



## 第6章 道路と設計および幾何構造基準



## 第6章 道路と橋梁の設計および幾何構造基準

### 6-1 既存の基準

最近、RHDは道路と橋梁についての設計基準を改訂したが、以下にそれらの検討について述べる。

#### 6-1-1 道路の等級分類

バングラデシュにおいては、車種構成や道路の状況が先進国のそれらとは全く異なるため、先進国において使用されている交通流量の水準を適用することはできない。このため、本調査では道路の等級分類の基礎として交通流量の水準を引下げて採用した。

バングラデシュでは、AP. Note 6-1に示すように独自に乗用車換算台数(PCE)の換算係数を決めている。

バングラデシュでは、道路網の組織的な開発のために、道路を、National highways, Regional highways, Upazila roads, Rural roadsの4つに等級分けしている。この等級分類は、それぞれの基準や仕様とともに経済的、行政上の重要性、地域特性、交通量等をもとにして決められている。National highwaysとRegional highwaysは、A級とB級に、Rural roadsはUnion roadsとVillage roadsにそれぞれ細分されている。

これらの等級分類と各等級ごとの、道路全体幅、舗装幅、路肩幅、乗用車換算交通量をTable 6-1-1に示した。

#### 6-1-2 道路の幾何構造基準

RHDは、道路の建設と改良に、幾何構造設計基準を決めている。

Table 6-1-2に各等級ごとの最小幾何構造型状、すなわち、安全快適な設計速度に見合う平面および縦断の曲線半径、横断勾配、曲線部の片勾配、見越し距離等が示されている。しかし、この表には、最大縦断勾配については明記されていない。

#### 6-1-3 舗装構造

RHDでは、National highwaysとRegional highwaysの改良、新設および拡幅計画に関して、下記の4ケースに分けて舗装構造を規定している。

Table 6-1-1 Definition and Cross-Sectional Widths by Type of Roads

Type of Roads with Traffic Capacity (in PCE*)	Definition	Crest Width (m)	Pavement Width (m)	Shoulder Width on Each Side (m)
National Highways	Connecting the national capital with the divisional and important district headquarters, port, cities, places of economic, commercial and strategic importance, important international highways	12.20	6.70	2.75
Category - A More than 500 PCE		12.20	5.50	3.35
Category - B 200-500				
Regional Highways	Connecting different region with each other and with national highways and district headquarters not connected by national highways	11.00	5.50	2.75
Category - A 200-500				
Category - B 50-200		9.15	3.65	2.75
Upazila Roads	Connecting the upazila headquarters and other growth centres with arterial road system	7.35	3.65	1.85
Rural Roads	(a) Union Roads: Connecting Union headquarter and other growth with upazila headquarter and intra and inter union headquarters (b) Village Roads: Connecting villages with union headquarters and inter and intra villages	5.50	3.65	0.93
		3.65		

Source: Roads & Highways Department

\* PCE : Passenger Car Equivalent. See Ap. Note 6-1.

Table 6-1-2 Geometric Design Standards by Road Classification

Road Classification			National Highway	Regional Highway	Upazila Road	Rural Road
Design Speed (km/hr.)	Plain Terrain	Ruling design speed	80	65	50	30
		Minimum design speed	65	50	40	25
	Rolling Terrain	Ruling design speed	65	50	40	25
		Minimum design speed	50	40	35	20
Minimum Horizontal Curve Radii (m)	Plain Terrain	Ruling minimum	230	55	90	40
		Absolute minimum	155	90	60	30
	Rolling Terrain	Ruling minimum	155	90	60	30
		Absolute minimum	90	60	45	25
Vertical Curves	Min. grade change (%) not requiring a vertical curve		0.6	0.8	1.0	2.0
	Minimum length of vertical curve (m)		50	40	30	10
Superelevation Rate, Min. (%)			6	6	6	4
Cross Fall of Carriageway (%)			2.0	2.5	3.0	4.0
Passing Sight Distance, Min. (m)			470	340	235	120
Stopping Sight Distance, Min. (m)			120	90	60	30

Source: Roads & Highways Department

ケース1：既存のセメントコンクリート舗装が良好で、亀裂がない舗装における改良および拡幅

ケース2：セメントコンクリート舗装が損傷を受けている場所における改良および拡幅

ケース3：既存舗装がたわみ性のものであり、下部にセメントコンクリート舗装がない場所における改良および拡幅

ケース4：新設道路

メグナ橋、メグナ・グムティ橋建設計画における取付道路部は、ケース4を適用することになる。RHDの計画課で定めている新設道路の舗装部横断面図をFig. 6-1-1に示した。

#### 6-1-4 橋梁の設計基準

RHDでは、原則的にAASHTOの橋梁設計基準を採用し、IRC基準の活荷重クラスAを、その都度、各荷重の確認のために使用している。

### 6-2 本計画のため採用した設計および幾何構造基準

本節では、本調査で使用する橋梁と道路の設計および幾何構造基準についての基本概念を確定する。

#### 6-2-1 橋梁設計基準

##### 1) 荷 重

ここでは、一般的にAASHTO基準に従うが、風、地震、気温のような自然条件から生じるものについては、IRC基準をもとにして修正する。

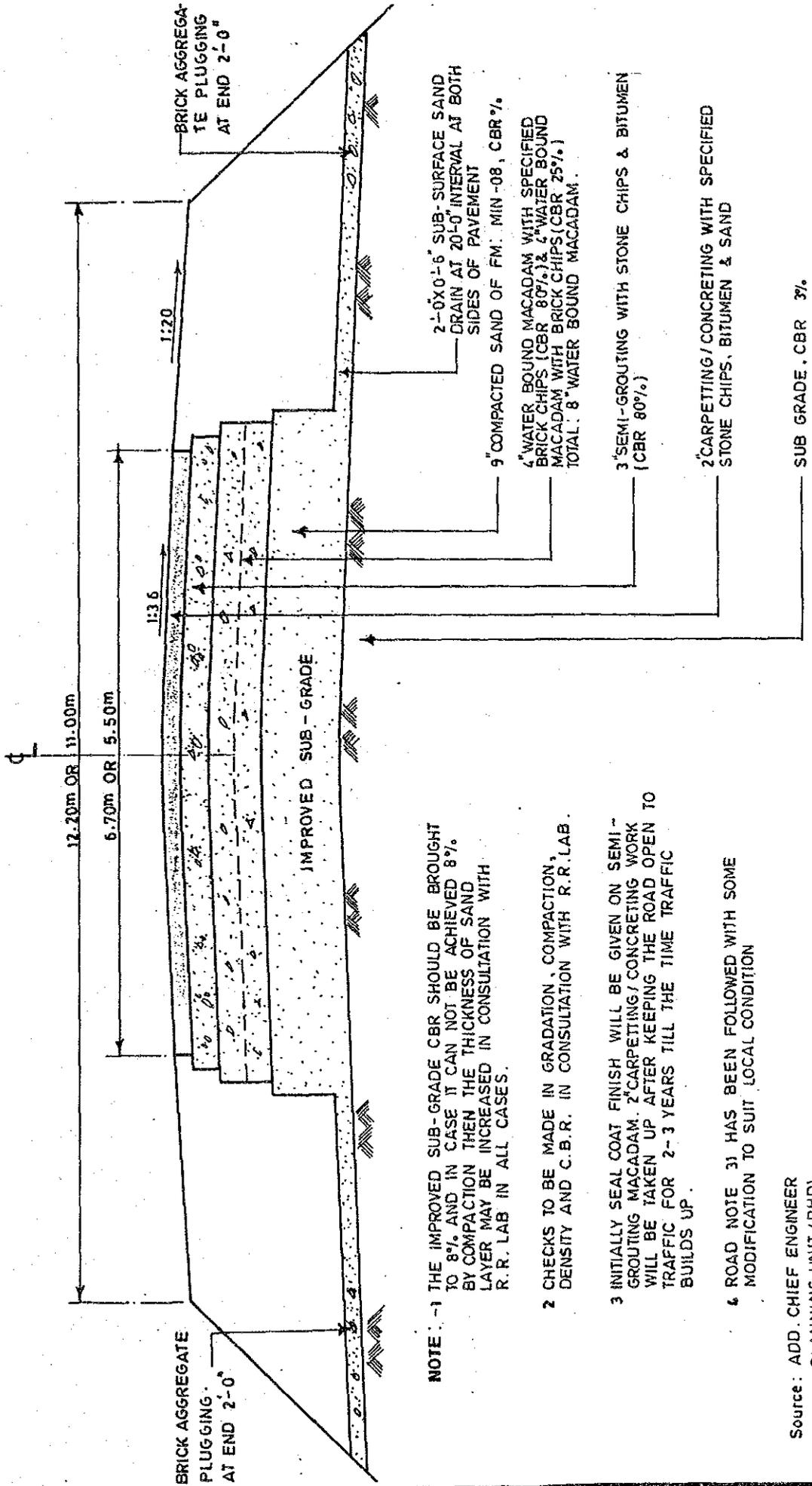
AASHTO, IRC, 日本道路協会及び、本計画に採用した設計基準の荷重に関する比較結果をAp. Table 6-1に要約した。

##### a) 死 荷 重

死荷重は、車道部、歩道部、高欄等構造物全体の重量からなる。死荷重の計算のため、材料の単位重量はAASHTO基準の第1.2.3項に規定に従うものとする。

##### b) 活 荷 重

活荷重は、車輛および歩行者の移動荷重からなる。活荷重としては、AASHTO HS 20-44 (MS18) 基準に従うものとする。



NOTE: -1 THE IMPROVED SUB-GRADE CBR SHOULD BE BROUGHT TO 8% AND IN CASE IT CAN NOT BE ACHIEVED 8% BY COMPACTION THEN THE THICKNESS OF SAND LAYER MAY BE INCREASED IN CONSULTATION WITH R.R. LAB IN ALL CASES.

2 CHECKS TO BE MADE IN GRADATION, COMPACTION, DENSITY AND C.B.R. IN CONSULTATION WITH R.R. LAB.

3 INITIALLY SEAL COAT FINISH WILL BE GIVEN ON SEMI-GROUTING MACADAM. 2" CARPETTING/ CONCRETING WORK WILL BE TAKEN UP AFTER KEEPING THE ROAD OPEN TO TRAFFIC FOR 2-3 YEARS TILL THE TIME TRAFFIC BUILDS UP.

4 ROAD NOTE 31 HAS BEEN FOLLOWED WITH SOME MODIFICATION TO SUIT LOCAL CONDITION

Source: ADD. CHIEF ENGINEER  
PLANNING UNIT (RHD)  
APPROVED ON 6.11.80

FIG.6-1 -1 PAVEMENT SECTION TO BE FOLLOWED IN THE CONSTRUCTION OF NEW ROADS : CASE IV (NOT TO SCALE)

c) 衝撃係数

$$I = \frac{15.24}{L + 3.8}$$

ここに、I：衝撃係数（最大30%）

L：スパン長（m）

d) 歩道荷重

AASHTO基準第1.2.1.1(A)項の規定に従う。

e) 縁石荷重

AASHTO基準第1.2.1.1(B)項の規定に従う。

f) 風荷重

設計風速 = 140 m.p.h (225.3 km/h)

基本風速 = 100 m.p.h (160.9 km/h)

AASHTO基準第1.1.2.1.4項に規定されている風荷重強度は、設計風速と基本風速の2乗の割合で増加させるものとする。従って、水平方向に作用する等分布風荷重強度は次のようになる。

トラスおよびアーチ構造物	.....	718 Kg/m <sup>2</sup>
けたおよびはり構造物	.....	479 Kg/m <sup>2</sup>
下部構造物	.....	383 Kg/m <sup>2</sup>

g) 地震荷重

地震荷重として0.05W（W＝死荷重）なる水平力を考える。分析はAp. Note 6-2に示した。

h) 気温の影響

気温の範囲として26℃±17℃を考えるものとする。ここに、26℃は1931年から1960年までのダッカとコミラにおける平均気温であり、変動幅は、IRC基準に従うものとする。

i) 水流力

橋脚に作用する水流の影響は、下記のIRC基準の公式により計算するものとする。

$$P = 52 \cdot K \cdot V^2$$

ここに  $P$  : 圧力 ( $Kg / m^2$ )

$V$  : 流速 ( $m / s$ )

下部構造物に対して  $V = 2.6 m / s$

仮設構造物に対して  $V = 1.5 m / s$

$K$  : I R C 基準第 2 1 3 項に規定されている定数

## j) 土 圧

クローン公式により計算する。

## 2) 材 料

### a) 構造用鋼材

許容引張応力 :  $f_s \geq 2,100 Kg/cm^2$

構造用鋼材は、ASTM A633 (C, D, E)、または JIS G3106 (SM50A, SM50Y, SM53) に適合するものとする。

### b) コンクリート

コンクリートの圧縮強度は下記に従うものとする。

プレストレスト・コンクリート :  $f'_c \geq 350 Kg/cm^2$

鋼橋用のコンクリートスラブ :  $f'_c \geq 270 Kg/cm^2$

現場製作コンクリートパイル :  $f'_c \geq 300 Kg/cm^2$

下部構造物 :  $f'_c \geq 210 Kg/cm^2$

ここに、 $f'_c$  : 円柱供試体の 28 日圧縮強度

### c) 鉄 筋

鉄筋の許容引張応力は下記に従う。

・ TORSTEEL (国産品) :  $f_s \geq 2,100 Kg/cm^2$  (TORSTEEL による)

・ 異形鉄筋 (輸入品) :  $f_s \geq 1,800 Kg/cm^2$

TORSTEEL は、BS1144 に適合し、異形鉄筋は JIS G3112 (SD30) に適合するものとする。

### d) プレストレス材

許容応力は、AASHTO 基準第 1.6.6.項に規定されているように計算する

ものとする。

### 3) 航行用の余裕空間

バングラデシュでは、航行可能な河川を横断する構造物を建設する場合には、河川航路局の確認が必要となる。河川航路局の土木局長と航行用の最小余裕空間、航路敷、航路中心の位置について打合せた結果、下記の要求に合致するものとなった。

	最小垂直余裕高	最小水平余裕高	標準高水位 (PWD)
メグナ河	18.00 m (60')	75.00 m (250')	5.10 m (17'-0")
メグナ河支流	7.50 m (25')	75.00 m (250')	5.25 m (17'-6")
グムティ河	7.50 m (25')	75.00 m (250')	5.25 m (17'-6")

橋梁建設予定地における上記の標準高水位の値は、2年に1度の割合で生ずるものである。この頻度は、橋梁完成後における通常の航行に影響しない。

メグナ河とメグナ・グムティ河における航路中心の位置については、Ap. Fig 6-3および6-4にそれぞれ示した。

## 6-2-2 道路設計基準

### 1) 設計速度

ダッカーチタゴン道路は、National highwayのA級であるので、本計画においては、RHDがNational highwayの平坦地での速度として規定している80 km/hを、設計速度として採用する。

### 2) 道路舗装幅と橋梁上の車道幅

車線幅は、横方向余裕、道路を走る車輛の大きさ、設計速度により変化し、国の運営、経験より決定される。設計速度が80 km/hの場合、車輛幅が2.50 mであることと建設費の経済性を考慮すれば、2車線道路にはRHDが規定している6.70 mの舗装幅が適切である。

橋梁上においては、車道と歩道の間に余裕が必要である。一般に、最小余裕幅0.25 mが採用される。これより、橋梁の車道幅はRHDが規定している7.20 mを採用する。

### 3) 路肩幅

路肩幅は、故障車の駐車スペース、走行車の側方余裕、歩行者や、自転車等の使用等に関連して決められる。このことから、幅2.75 mを両側に考える

ものとする。

#### 4) 横断勾配

降雨時における十分な路面排水は、安全運転に特に重要である。しかしながら、牛車、自転車のような低速交通で混雑する道路には、横断勾配は必要でない。このため、RHDが規定している2%の横断勾配を使用する。

#### 5) 最大勾配

バングラデシュは平坦な国であり、重要な航路となっている河川では、水面上に規定された余裕空間をとって架橋しなければならない。このため、橋梁全長は、緩い勾配では長いものとなる。これは建設費の面からは不経済である。このような場所においては、低速交通に支障をきたさない程度の勾配は、低い設計速度の採用で可能となる。

ダッカの東方約13km地点、ダッカーチタゴン道路にかかるSitalakhya橋の取付道路は、6%の急勾配となっている。これは、この橋が、高い航行用余裕高とSylhetへの道路との接続のため取付道路が短いという制限があったためである。このため、低速交通が外側車線を使用できるように橋梁および取付道路ともに4車線となっている。これにより、交通が急勾配のために支障をきたすようなことはない。

車道幅7.20mを採用するメグナ橋とメグナ・グムティ橋の場合には、取付道路を上記のような急勾配とすれば、低速登坂車によって、交通は支障をきたすことになる。このため、本計画では軽量自動車が80km/hの設計速度を守って走行でき、荷物を積載したトラックが、65km/h（最低設計速度）を守って走行できる最大勾配3%を採用する。このとき、傾斜部の延長は約550mとなる。

### 6-2-3 標準横断面

上記の検討結果から、橋梁上部と取付道路の標準横断面を、Fig. 6-2-1の通りとする。

