

東バキスタン チッタゴン市 カルナフリ河橋梁建設調査報告書

101
615
KE

持出禁止

東パキスタン チッタゴン市 カルナフリ河橋梁

建設調査報告書

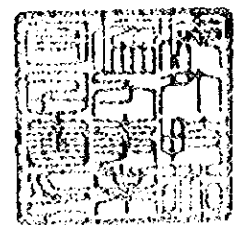
昭和 4 1 年 3 月

海外技術協力事業団

JICA LIBRARY



101176203



調査統計課

| | |
|---------------------|-----|
| 国際協力事業団 | |
| 受入 月日 '85. 3. 12 | 101 |
| 登録No. 11141 | 615 |
| | KE |

FOREWORD

In compliance with the request from the Government of Pakistan, the Government of Japan has undertaken the studies and investigations of the road and bridge construction programme in Pakistan, and entrusted the Overseas Technical Cooperation Agency (OTCA) with these tasks:

The OTCA, an executive agency of the Japanese Government, which had been established for the purpose of rendering overseas technical service have already sent to Pakistan three survey missions in 1960, 1962 and 1964, including the team despatched for field investigations of the Burhiganga River bridge construction,

The engineering investigation team, however, sent this year by the OTCA was for the survey of the Karnaphuli River Bridge, Chittagong City, East Pakistan, which comprised exploration of the project site, preliminary design and study of economic benefit. The investigations were made this time more in detail extending to the studies of topography, river regime and the geological conditions important for substructures of a bridge. The results of thorough studies made by the team divided into two groups of in-situ investigations and designing are shown in the report submitted herewith.

It is our sincere hope that the report, outcome of these studies and investigations, would serve the purpose of contributing to the development programme of Pakistan and to promoting friendship and technical cooperation between Pakistan and Japan.

Let me embrace this opportunity to express my deepest gratitude to the competent authorities of the Government of Pakistan for their invaluable assistance and cooperation without which the investigations would not have been completed as scheduled.

December, 1965

Shinichi Shibusawa
Director General
Overseas Technical Cooperation Agency

目 次

| | |
|--|----|
| 伝 達 状 | 1 |
| 1. Introduction | 2 |
| 2. General Description | 3 |
| 2-1 一 般 | 3 |
| 2-2 上部構造 | 5 |
| 2-3 下部構造 | 9 |
| 2-4 取付道路 | 10 |
| 2-5 架設計画 | 11 |
| 2-6 概算工事費及び経済性の検討 | 11 |
| 2-7 結 論 | 12 |
| 2-8 勦 告 | 13 |
| 2-9 謝 辞 | 15 |
| 3. Investigations of Bridge Location and Alignment | 16 |
| 3-1 前回調査団による位置 | 16 |
| 3-2 関係各機関の意見 | 16 |
| 3-3 調査団としての検討 | 19 |
| 3-4 関係各機関と調査団の合同会議 | 20 |
| 3-5 現地に於ける位置決定 | 20 |
| 4. Site Investigation | 21 |
| 4-1 Topographical Survey | 21 |
| 4-2 Soil Exploration | 25 |
| 4-3 River Survey | 30 |
| 4-4 Meteorological Study | 34 |
| 4-5 資料蒐集 | 36 |
| 5. 架橋計画に対する基本条件の検討 | 38 |
| 5-1 橋 長 | 38 |
| 5-2 航路限界及び航路 | 38 |
| 5-3 取り付け勾配 | 38 |
| 5-4 交通量の推定及び幅員の検討 | 39 |
| 5-5 示 方 書 | 47 |
| 5-6 橋梁形式の選定 | 47 |
| 6. 予備設計の概要 | 50 |
| 6-1 Preliminary Design of Superstructures | 50 |
| 6-2 Preliminary Design of Substructures | 54 |
| 6-3 附属構造物の予備設計 | 58 |

| | | |
|------|---------------------------------|----|
| 6-4 | 河川改修 | 58 |
| 7. | 架設計画 | 66 |
| 7-1 | 概 要 | 66 |
| 7-2 | 下部工 | 66 |
| 7-3 | 上部工 | 66 |
| 7-4 | 仮設備工 | 67 |
| 8. | 概算工事費の算定 | 71 |
| 8-1 | 条 件 | 71 |
| 8-2 | Total Project Cost の算定(2車線) | 74 |
| 8-3 | Total Project Cost の算定(4車線) | 75 |
| 9. | Comparison of Bridge and Tunnel | 76 |
| 10. | 資金計画 | 78 |
| 10-1 | 借入金 | 78 |
| 10-2 | 利 息 | 78 |
| 10-3 | 徴集料金 | 78 |
| 10-4 | 料金収入 | 78 |
| 10-5 | 年当りの利息以外の支出 | 78 |
| 10-6 | 償還計画 | 80 |
| 10-7 | 4車線の場合の資金計画 | 80 |
| 10-8 | 経済性の検討 | 80 |

LIST OF DRAWINGS

| | | | |
|-------|---|---------------------------------|--------|
| I-1 | Network Map of Triangulation and Traversing Points | | |
| I-2 | Profile at Proposed Bridge Crossing over Karnaphuli River | | |
| I-3 | Plan of Proposed Bridge Site | | |
| I-4 | Geological Profile of Bridge Site | | |
| | | | |
| II-1 | General Layout | Type A | |
| II-2 | General Layout | Type B | |
| II-3 | General View | 3-Span Continuous Truss Girder | |
| II-4 | Typical Detail | 3-Span Continuous Truss Girder | |
| II-5 | Typical Detail | Simple Composite Girder | Type A |
| II-6 | Typical Detail | Concrete Girder | Type A |
| II-7 | General View | Erection Works | |
| II-8 | Typical Detail | Substructures | Type A |
| II-9 | Typical Detail | Substructures | Type B |
| II-10 | Typical Detail | Reinforcement for Substructures | |
| II-11 | General Layout | Approach Road | |

CONTENTS OF APPENDIX

1. Plan of Bridge Survey Works by Japanese Bridge Survey Mission for Karnaphuli River Bridge, Jan. 1965
2. Discussion Paper by Japanese Bridge Survey Mission on the Subject: Location of Permanent Bridge over the Karnaphuli
3. Minutes of the Meeting Held in the Conference Room of the CDA on 22nd January 1965 with Mr. Hasan Nawab, CSP, Chairman CDA in the Chair
4. Preliminary Survey Report of the Karnaphuli River Bridge Made by Japanese Bridge Survey Mission of 1965
5. Tentative Report on Soil Exploration Made by the Karnaphuli River Bridge Survey Mission
6. Water Level at Kalurghat Tidal Gauge Observed by Chittagong Port Trust, 1964
7. Water Level at the Proposed Bridge Site Observed by Japanese Bridge Survey Mission, From 1st to 21st March 1965

伝 達 状

1965年11月30日

海外技術協力事業団

理事長 渡 沢 信 一 殿

ここに、チッタゴン市カルナフリ河橋梁建設計画調査団長として、調査団に課せられた任務を遂行しその報告書を提出する光榮を有します。

調査団は、1965年1月から4月まで現地に滞在し、パキスタン側関係官公庁との打合せ、架橋地点の地形測量ボーリングを用いた地質調査、河川状況調査、水文、気象資料収集、交通量推定のための情報の収集等の作業を行いました。日本国内においては、調査団の指示に従って、現地採取試料の土質試験を株式会社 利根ボーリングが実施し、現地調査成果及び土質試験成果の解析設計仕様書に基づく予備設計を株式会社建設技術研究所が実施しました。更に調査団はそれらの成果を折込んで本報告書を取りまとめたものであります。

チッタゴン市はベンガル湾最奥部に位置し、港湾を中心として発展し現在36万の人口を擁する東パキスタン第2の都市であります。Chittagong Development Authority は、市の将来の発展のために大チッタゴン都市計画を策定し、カルナフリ河西岸の既存の市街及び工場地帯の整備のほか、カルナフリ河東岸地区における港湾拡張、工業地帯造成、住宅地域開発を行ない、カルナフリ河の兩岸にまたがる大チッタゴン市を建設しようと企図しております。また、インド、東パキスタン、ビルマを連絡するアジアハイウェイA1路線はチッタゴン市を通過するものと計画されています。

カルナフリ河橋梁は、上記の大チッタゴン都市計画の実現のために不可欠なものであり、かつ、アジアハイウェイ計画の一環としても、重要な役割を果たすものであつて、本橋梁完成後1991年における交通量は1日当り、18,000台を越すと推定されます。

調査団は調査の結果、現チッタゴン市街北東部のChaktai 地点に車道巾員21フィート、歩道巾員12フィートの2車線永久橋を架設することを計画しました。橋梁延長は約3,520フィートとなり、船舶の航行、経済性及び美観を考慮して、構造型式として主径間には連続鋼トラス、側径間には合成桁及び鉄筋コンクリート桁を用いるものとししました。工事費は460万ドルと概算されます。有料橋とするものとするれば、その料金収入のみで開通後、僅か13年間で償還することができると計算され、本橋梁の建設は資金計画の点からも有利な計画と考えられます。

私たちは本橋梁の実現の1日も早からんことを祈るものでありますし、本報告書がその一助となればこれに過ぎる喜びはありません。

なお、現地調査にあつては、東パキスタン州政府、東パキスタン工業開発公社、チッタゴン市庁、チッタゴン開発公社、チッタゴン港湾局、内陸水運公社、運輸建設省チッタゴン部局、東パキスタン鉄道公社及び在ダッカ総領事館と連絡を保ちました。調査団に与えられた協力に対し、これら関係官公庁の担当の諸官に深く感謝の意を表すものであります。

チッタゴン・カルナフリ河橋梁建設計画調査団

団 長 大 宮 克 巳

1. Introduction

Pakistan 国 East Pakistan 州 Chittagong City の Karnaphuli River Bridge の架設計画に関しては日本政府派遣調査団即ち1960年Tatsugami Mission 1962年Inagaki Mission が夫々道路及び橋梁の一般調査に於いて架設の必要性を主張した。East Pakistan の首都Dacca City Burhiganga River Bridge については上記Mission の勧告により1964年Maeda Mission が派遣され投資前調査を行なったのでKarnaphuli River Bridge についても同様な調査団の派遣が期待されていた。その後Pakistan 政府の要請とDacca駐在日本総領事館Takenaka総領事前記 Mission 団長の強力な推進によって1965年Karnaphuli River Bridge 架橋調査団を派遣することになった。

調査団はMr Omiya を団長としDacca Bridge 調査団長Mr Maeda を顧問として加えCivil Engineer 6名地質技術者1名及びBoring Operator 3名総勢10名によって編成し1965年1月より4月迄現地調査に従事した。調査過程に於いて折衝を重ねた主な関係官庁は下記のとおりである。

1. Provincial Government of East Pakistan
2. East Pakistan Industrial Development Corporation (E. P. I. D. C.)
3. Chittagong Municipality
4. Chittagong Development Authority (C. D. A.)
5. Chittagong Port Trust (C. P. T.)
6. Inland Water Transportation Authority (I. W. T. A.)
7. Chittagong Division of Communication and Building Department (C. & B.)
8. Pakistan Eastern Railway (P. E. R.)

調査項目は(1) Great Chittagong City Planning に伴う経済発展、人口増加交通量の増加量を推定するのに必要な資料蒐集(2)地形地質河況の測量及調査、(3)水文 気候に関する調査と観測及び資料蒐集(4)上記関係当局との打合せ討議等である。調査団は常にTakenaka 総領事の熱心な応援と助言の下に関係各官公署の担当責任者各位の計り得ざる助力と協力を得て、短時日の現地調査にもかかわらず所期の成果を収めて帰国し得た。

予備設計業務は Construction Technique Institute Co. Ltd (Tokyo, Japan) をして実施せしめ、ここに現地調査及び予備設計業務を含む Feasibility Report を提出する次第である。報告書の前半は架橋計画に必要な現地調査並に諸資料の蒐集よりなる現地調査報告、後半はこれ等諸資料に基く橋梁並に Approach Road の予備設計、工事費の積算、架橋工事計画及び経済性の検討に関する報告書よりなっている。

当初の予定は今回の乾季調査団に引続き雨季調査団を派遣し、洪水時の河川状況を調査し、乾季、雨季、両季調査資料を解析して架橋計画に遺漏なきを期する予定であったが、調査団の編成も終え、出発の準備中不幸、印パ両国の国境紛争事件が惹起し、日本よりPakistan 国への交通は完全に杜絶した。このため、やむなく出発を延期し待機中の雨季が終り調査の目的を達することが出来なくなった。

従って本予備設計は1964年のDacca市Burhiganga河架橋計画の雨季調査団の意見を聴取し、その上日本国内の河口部長大橋架設に関する調査資料や実験結果を参照して、雨季河川状況を類推する方法により資料の欠除する部分を補足することとした。

本架橋計画実施に当っては当然雨季現地調査を行うと共に局部的洗堀流心の移動等架橋に必要な諸要素は水理模型実験によって確認した上で実施の設計を行う必要があると思われる。

日本側において本報告書作成に関係した氏名は下記の通りである。

現地調査団

| | | | | |
|------|---------|----------|---------------|------------|
| 団長 | 大 宮 克 己 | 橋梁担当 | O. T. C. A 参与 | 川崎重工 (株) |
| 顧問団員 | 前 田 幸 雄 | 渉外及び橋梁担当 | 編 記 | 桜田機械工業 (株) |

| | | | | |
|----|------|---------------|------------|---------|
| 団員 | 和田敏雄 | 基礎及び水理担当 | O.T.C.A 編記 | 建設技術研究所 |
| | 中村直衛 | 道路計画及び会計担当 | " | 日本道路公団 |
| | 石井弓夫 | 土質及び測量担当 | " | 建設技術研究所 |
| | 国広昌史 | 測量及び橋梁担当 | " | 川崎重工株 |
| | 福井康夫 | 土質試験及びボーリング担当 | | 利根ボーリング |
| | 菅家寅男 | ボーリング担当 | | " |
| | 尾関年光 | " | | " |
| | 林淳一 | " | | " |
| | 以上 | 10名 | | |

予備設計業務

株式会社建設技術研究所(社長 松野辰治)がO.T.C.Aより委託を受け現地調査団の協力のもとに実施した。担当者は下記の通りである。

| | |
|------------|-------|
| 上部構造 | 大宮克己 |
| | 前田幸雄 |
| | 鈴木巧 |
| | 国広昌史 |
| 下部構造及び取付道路 | 片山祐一 |
| | 和田敏雄 |
| | 石井弓夫 |
| | 蛭間豊春 |
| | 大野重三郎 |
| | 以上 |
| | 9名 |

2. General Description

2-1 一般

Pakistan は India をはさんで East and West Pakistan 州に分れ、East Pakistan 州は面積 54,500 平方哩 (141,000 平方キロ), 人口は 1961 年調査で 50,800,000 人あり世界有数の稠密な人口密度を持っている。

州の大部分は Ganges と Brahmaputra River の流域で占られ河成沖積層の豊饒な土質よりなり州境の山岳部分の降雨量が多く平均気温は又非常に高い。

高温多湿、土質に恵まれているため州の主産業は農業であつたが原料生産の農業のみを主要な生産手段としては近代社会の建設は困難であり東南 Asia 全般の国際状況としても国家の近代化は工業振興に依存せざるを得ない環境にある。

Pakistan 政府もこの点に留意して第 2 次 5 年計画を強力に推進し現在第 3 次 5 年計画を樹立中である。特に East Pakistan 州に工業開発公社 (East Pakistan Industrial Development Corporation) を設立し Dacca, Chittagong 両市を中心とした大工業地帯建設に活発な意欲を示している。

East Pakistan 州政府のある Dacca 市は州内第一の都会であるが外国との輸出入貨物は殆んど Chittagong 港を経由しその量は 1961 年に 4,500,000 吨に達している。Chittagong 市は Karnaphuli River の河口の西岸に沿う小丘陵地帯に発達した都会であり 1961 年の人口は 360,000 人 (650,000 人 C. D. A 管轄内) を数う。市街地部分は狭い道路をはさんで人家が密集し旧い市場型態の町並であるため、この近代化は新たな地域に新都市計画を実施し密集家屋の分散疎開を断行しなければ困難であろう。

East Pakistan州政府はChittagong Development Authority (C.D.A)を創立し、C.D.A. は1960年Great Chittagong CityのMaster Planを完成している。この計画の一部としてKarnaphuli河西岸の工場地帯には、すでに製鉄所その他の大工場が着々建設中でありChittagong市工業化の第一歩を強力に踏出している。East Pakistan州の工業振興と共にChittagong City自体の工業都市化の進展に伴ってChittagong港経由の輸出入貨物量も急増し、1990年の取扱貨物量は10,000,000吨を超過する予想である。港湾施設は現在すでに狭隘を告げ荷役に数十日の船待ちを余儀なくされる状態であるから将来のChittagong及びEast Pakistan州の工業発展を予定通り推進するためには州唯一の外国貿易港の設備の拡張を是非果さなければならない。C.P.Tの計画によれば5ヶ年計画で東岸に新たな岸壁を建造しこれ等の増加貨物の荷扱いを行う予定とされている。これに隣接して倉庫、工場地域住宅地域等の開発がC.D.Aによって計画されている。

Karnaphuli河の東西兩岸とその後背地を以って形成されるGreat Chittagong市は、現在の所、Chittagong市上流7マイルのKalurghat鉄道橋を利用した一車線自動車道路橋と民営の渡船により連絡されているがこのように貧弱な連絡方法によつてはChittagong市兩岸の発展は覚つかない。

Great Chittagong市に生命を吹き込む動脈の役目は自動車交通を確保する道路々線の建設以外には果しえないと確信する。Chittagong CityはEast Pakistan州の重要な玄関口であり同時に各地方へ連絡する鉄道道路の要衝に当り、現在Dacca Chittagong間の道路建設整備は着々と進行中である。また内陸水運の中継基地航空路の基地として当市の重要性は年々増大するばかりであるが、前述の通り現在のままではKarnaphuli河に依つて東西に隔断され、両地区とも発展を阻害されるを得ない。しかし、すでにC.D.AによつてMaster Planが実施に移されていることであるから、この都市計画に具体性をあたえ且つ市の近代化を促進するためにも新架橋計画を一日も早く実施することが望ましい。

ここに提出する報告書はこの重要な架橋計画の基本的要項を調査検討して概算工事費を積算し、その経済的有利性を実証し架橋計画実現への推進力たらしめんとすることを目的とするものである。

1965年日本政府はPakistan政府の要請に応えKarnaphuli河橋架設調査をO.T.C.Aに委託し同年1月前述のMemberで調査団を編成し現地に派遣した。今回のOmiya Missionは1月10日Tokyoを出発1月11日Dacca City到着以後4月2日帰任の途につくまで短時日の間にもかかわらず、ほぼ満足すべき成果を取つて現地調査を終了した。

現地調査団の作業の概要は下記のとおりである。

1. Link 位置の選定
 - a Chaktai 付近を Link 地点とする案
 - b Sadarghatを Link 地点とする案
 - トンネル案
 - 吊橋架橋案
 - 可動橋架橋案
2. 橋梁中心線杭、水準基準点の設置
3. 地形測量、縦横断測量、水準測量
4. 河川測量、水位観測
5. ボーリング及び土質調査
6. 交通量、人口等の調査
7. 気温、降雨量、湿度、風速、Cyclone等の観測
8. 経済調査

架橋位置の選定は単に工事費に重大な影響を与えるばかりでなく沿線開発に支配的要素となる。

C.D.AのMaster PlanをみるとSadarghat地点がChittagong Cityの中心部に直結し、好適

な位置といえるが、Chittagong 港の将来の拡張整備は必須であり、その際 Sadarghat 地点以下の水域は港湾施設のため欠くべからざる地域となるので、この地点に通常の型式の橋を架設することが望ましくない。依って C, P, T, C, D, A その他の関係機関と打ち合せの結果自由水域を確保するためには上記トンネル案以下3案の検討も行なうことになった。現地において概略検討の上調査団帰国後詳細調査の結果は

- (i) トンネル道路案は取付部分を含め総延長10,000呎となり建設費は架橋案の5倍を要し、維持修繕費も巨額となるので経済的観点より採用出来ない。
- (ii) 吊橋案では、9,000吨級の船舶出入のためには150'のClearanceを必要とするため取付道路の延長が大きくなり旧市内方面は家屋の移転が多く必要となり用地取得補償関係に困難をきたすと同時に建設費も又トンネル案に近く採用出来ない。
- (iii) 可動橋案では、船舶の出入及道路交通ともに制限を受け特に自動車交通の急増する近代の趨勢に逆行するので本案を放棄した。

関係各官公署との合同会議の結果Sadarghat地点案は放棄しCycloneにより過去に船舶吹き寄せ事故を発生した上流Chaktai地点より更に上流でなるべくChaktaiに近い位置を選定することとした。

上記会議の結果に従い図上検討と踏査の上Chaktaiより上流1哩の位置をProposed Siteに決定し、作業に着手したものである。

2-2 上部構造

一般に、橋長は、出来るだけ短くすることが経済的であるが、この目的をもって、徒らに橋台を川側に出す事は将来橋台前面の洗掘を促進しその転倒を招く危険があるので左岸の橋台を堤防より内側に入れた。右岸は中間に州があり、Master Planによれば将来この部分を埋立て有効に利用する計画があるのでその場合も勘案して中州前面よりやゝ内側に入った所にParapetの前面の位置を定めた。この結果橋長は3520'-4"となった。架橋計画の位置について重要なのは幅員の決定である。現地調査の経済調査資料を整理解析して次のように決めた。

まず、Great Chittagong Cityの人口は下記のように推定した。

1964年、647,996人、1974年810,000人、1981年1,010,000人、1991年1,250,000人
この増加人口に伴う発生交通量と現在、鉄道及び渡船を利用している交通量からの転換交通量、新住宅区域、工場区域、倉庫区域、拡張港湾施設等からの発生交通量、Asian Highwayを經由する長距離交通量を推定算出した。

ピーク時間交通量については普通平均日交通量の7.5~10%であるが本橋梁の如く一橋の場合はこれに集中する傾向にあるので10%を見込むこととした。

合計交通量

| | 1日当り | 18時間当り(ピーク時) |
|-------|-----------|--------------|
| 1971年 | 4,097台/日 | 410台/時 |
| 1981年 | 11,107台/日 | 1,110台/時 |
| 1991年 | 18,397台/日 | 1,840台/時 |

US Highway Capacity Manualによる2車線道路基本交通量は2,000台/時を以てこれは欧米の大型車輛につき測定されたものである。日本の中都市では基本交通量を2,500台/時としている。もっとも実用交通容量としてはこの数字をやや下回るものとなるだろう。Chittagong市も日本の同種都市の交通状況と類似している点が多いので、基本交通量、実用交通容量を日本と同じく予想すれば1990年頃迄は2車線橋梁でよい、と考えられる。そこで後記経済比較で述べる如く償還計画より有利な2車線をまず架設し目前の隘路を打開し、都市計画の実施に伴う発展を見て、更に第2の架橋計画を立案すべきものと信ずる。

橋梁幅員は歩道部分を含んで次のようにする。

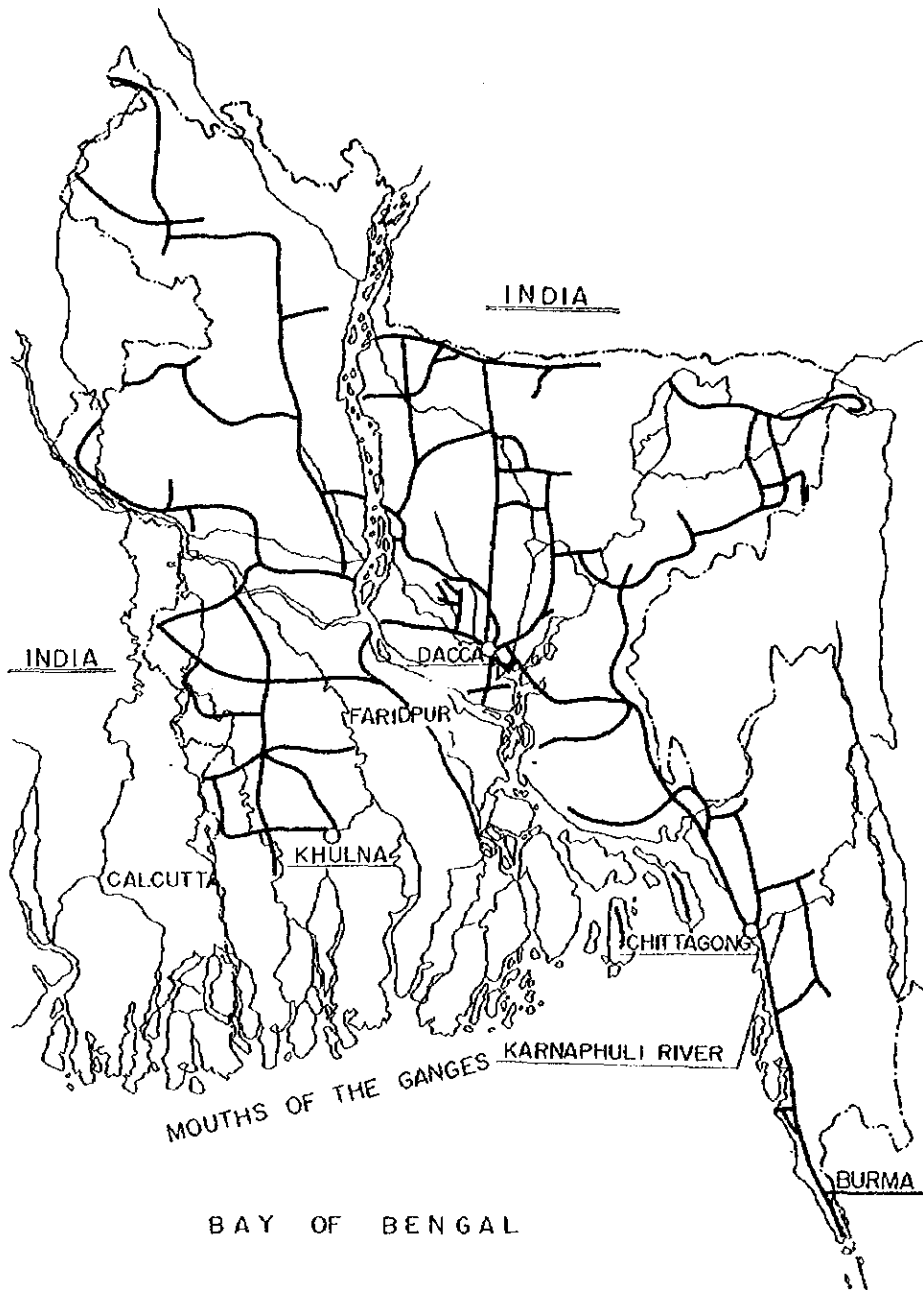


FIG - 1 LOCATION MAP OF EAST PAKISTAN

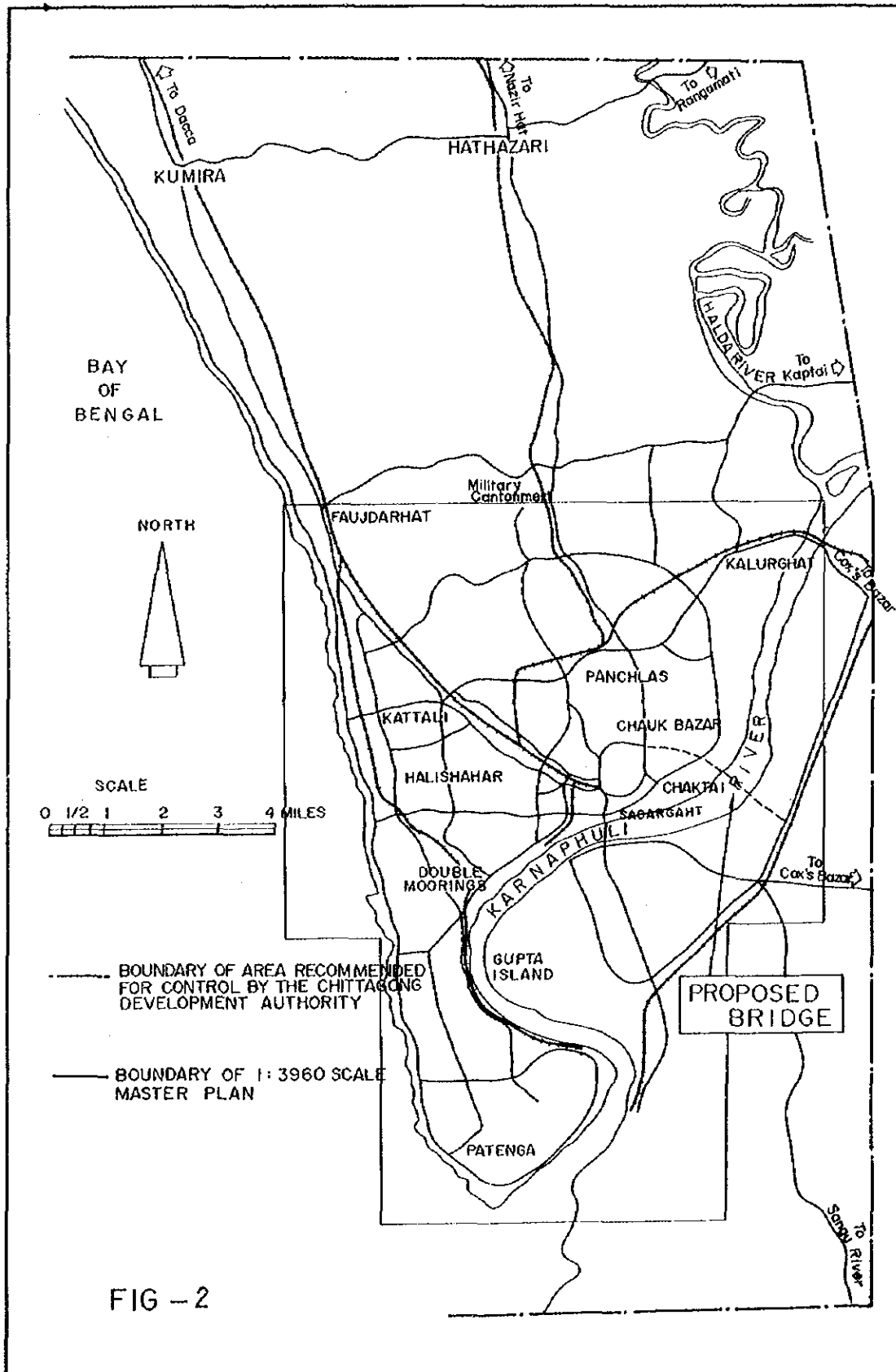


FIG - 2

軌路限界 巾; 200' - 0"

高; 40' - 0"

設計荷重 TL-20 (20 ton トラック, 詳細は後述)

これによって各形式を比較した結果最終案としてトラスを主体とした混合橋 (Type A と称す) と, 全トラス橋 (Type B と称す) の2種類を採り上げ検討することとした。両者の構造概略は次のとおりである。

Type A

下部構造の概算工事費を積算して径間の割り振りを検討の結果最も経済的径間割り振りとして下記の配設を持つ混橋を決定案とした。

| | |
|--|--------------------------|
| Simple Reinforced Concrete Girder | 2@65'-9" |
| Simple Steel-Concrete Composite Girder | 3@170' |
| Three-Span Continuous Truss Girder | 2@250' × 3 |
| Simple Steel-Concrete Composite Girder | 5@170' |
| Cantilever Type Concrete Girder | 2@246' (82' + 82' + 82') |
| Total Bridge Length | 3520' - 4" |

Type B;

全トラス橋で, 径間割りは均一とし, 整一的美感を保つようにした。

| | |
|------------------------------------|------------|
| Three-Span Continuous Truss Girder | 4@250' × 3 |
| Two-Span Continuous Truss Girder | 1@250' × 2 |
| Total Bridge Length | 3520' - 4" |

各々の主要資材は次のとおりである。

| | Type A | Type B |
|------------------|--------|--------|
| 鋼材重量 Long ton | 2,209 | 2,836 |
| うち高張力鋼 Long ton | 1,238 | 1,273 |
| コンクリート量 cu yd | 4,986 | 3,627 |
| うちセメント Long ton | 1,200 | 873 |
| 砂 cu yd | 2,245 | 1,632 |
| 砂 利 cu yd | 4,487 | 3,264 |
| 鉄筋重量 Long ton | 540 | 366 |
| Asphalt pavement | 14,347 | 14,851 |
| (面積 Sq yd) | | |
| 高欄用鋼材重量 Long ton | 68 | 87 |

上部構造の直接工事費は下記の通りである。

| | | |
|----------|---------|-----------|
| Type A ; | U.S. \$ | 1,972,500 |
| Type B ; | U.S. \$ | 2,591,300 |

この金額には, 高欄工は含むが, その他の付帯工事費を含まない。

2-3 下部構造

橋梁基礎地盤は細砂, 中砂, シルトの互層で比較的的良好な地質であるため基礎工としては鋼管杭基礎, 鉄筋コンクリート杭基礎 Caisson 基礎 Well 基礎等が可能である。

大径間橋梁の橋脚は水平外力が大であるため, 杭基礎は必ずしも適当でないことが検討の結果判明した。従って中央, 並に大径間部分, 水深の深い部分の橋脚は杭基礎を採用しないこととした。

下部構造の安定上最重要な事項は洗掘深の推定である。

その推定方式は一般に類似河川にある実際の橋脚について洪水の前後或は長年月の観測記録によって推定したり移動床の模型実験によって洗掘深を算出する方法を採る。

ここではLacyの経験式及びLaursenの実験式によって推定し、さらにBurhiganga河の雨期調査団団員の意見を徴し、又日本国内の類似橋架の例を参考とし、洗掘深を3'3"とした。検討の結果下部構造は、Truss及びComposite GirderでWell基礎R、C桁では鋼管杭基礎を採用することとした。本地点の地質は沖積層であり、深度10.0mまで調査の結果も洪積層を認めなかった。地質は細砂、中砂、シルトの互層であるが標準貫入試験のN値は深度10mで30、20mで40に達し如何なる型式の基礎でも砂層を支持層に選べば充分な支持力を得る筈である。又ごく表層の一部をのぞき二次圧密沈下の恐れある土質は介在しない。基礎決定の際、最も重要な事項は河床の洗掘であるが上述の如く3'3"の洗掘を予定して基礎の型式を選定するに際し、未改修河川の常として流路は年々大きく移動するため現在の浅い部分も又深くなる恐れが充分ある。

さらに橋脚設置より局部的洗掘を誘発するので、これ等の諸要素を勘案し現在の最低河床高M.S.L - 7m迄は浅い部分も洗掘されるものとしその上に橋脚周辺は3'3" (= 1.0m)洗掘されるものと仮定して、基礎型式を決定した。

洗掘により水平支持力の減少があるので、橋脚の根入はより深くなり、従って、大径間橋架部の基礎の施工は、検討の結果Pneumatic CaissonにするかWellに依る以外に方法はない。鋼管杭基礎はWell基礎に比べて垂直支持力を等しいとした時経済的には有利であるが、一方水平力に対しては、洗掘深を考えると、やゝWell基礎に比べ抵抗力が小さい。そこで水平力の小さいReinforced Concrete Simple Girderには経済性より鋼管杭を用いた。Well基礎では、河川の流積を減少させないために、上部はConcrete Pierとした。

また鋼管杭基礎の場合、Pierも鋼管とすることもあるが、河の水が塩水を含む場合は腐食の恐れがあること及び中央径間部分と統一の美観を保つためにやはりConcrete pierとしたものである。杭基礎の側径間橋脚部分は洗掘防止のためにその周辺に1ヶの重量50kg程度の捨石保護工を行う。

これは、鋼管杭基礎が洗掘を受けると横抵抗力が減少するのでなるべく洗掘量を少なくして安全性を確保するためのものである。橋脚に対しては、船舶の衝突事故より保護するために、鋼管杭によるFenderを設けた。Caissonではその底部における水圧が人命に危険のある水圧となるのでWell(Open Caisson)を用いることとした。

上部工がType Aの混合橋では、鋼管杭基礎は兩岸の橋台及側径間の橋脚6基の基礎とし、他の15基の橋脚の基礎はWellとする。Type Bの全トラス橋では、橋台2基、橋脚13基の基礎は、すべてWellとする。

これに対する必要資材は、次のとおりである。

| | | Type A | Type B |
|---------|----------|--------|--------|
| 鉄筋、鋼板重量 | Long ton | 33,145 | 2,316 |
| コンクリート量 | cu yd | 33,205 | 33,988 |
| うち セメント | Long ton | 6,915 | 6,227 |
| 砂 | cu yd | 19,658 | 17,565 |
| 砂 利 | cu yd | 33,476 | 29,689 |

下部工の直接工事費は次のとおりである。ただし、これには洗掘防止のための捨石工費を含んでいる。

| | | |
|----------|----------|-----------|
| Type A ; | U. S. \$ | 1,543,900 |
| Type B ; | U. S. \$ | 1,240,500 |

2-4 取付道路

Master planの道路計画路線を、新橋架に合わせ、都市内交通が円滑になるように、また、通過交通が市街中心を辿らないように変更した。ただし、今回道路設計を行なった範囲は、橋架に直接取付く部分だけである。

その延長は下記の通りである。

| | | |
|----|--------|------|
| 左岸 | 橋台前面より | 494' |
| 右岸 | " | 228' |
| 合計 | | 722' |

2-5 架設計画

本橋の架設には1968年1月より着手するとすれば水理模型実験、実施設計、その他の諸準備に8ヶ月かかり、雨期明けの9月に着工し、28ヶ月を要して1970年12月に完成する予定である。このうち3ヶ月は資材置場の整備、器材の搬入整理等に費し、架設作業は実質25ヶ月を予定する。

工事は鋼管杭基礎工のうちSteel Sheet Pile 打込みの締切工から始める。Well の部分は同じくSteel Sheet Pile の築島工法より行い。上部構造のうちConcrete Girderは鋼パイプ製組立用Staging 上にMetal Form を組み、鉄筋組立て、Concrete 打設を行う。水深の深い部分はStagingが困難なのでStaging と Erection Truss Girder 工法を使用する。Steel-Concrete Composite Girder の架設はBent工法、Continuous Truss は Bent 工法とCantilever工法にて架設する。工法は TypeA、Type B 共大同小異である。

2-6 概算工事費及び経済性の検討

全工事費は外貨払いと現地貨払いに2区分し算出方法の大綱を次のようにした。なお、資材類は日本より輸入するという仮定のもとに概算した。

| | | |
|-----|---------|--|
| 材料費 | (外貨払) | 鋼材, 鉄筋, Metal Form, 鋼管杭, 電気用品 |
| | (現地通貨払) | Concrete 用資材, 油脂燃料, 木製型枠材, 仮設建物用木材 |
| 労務費 | (外貨払) | 技術指導員の現地滞在費のみ |
| | (現地通貨払) | 上の残り現地作業員の労務費全額 |
| 機器費 | (外貨払) | 建設機械の償却費 |
| | (現地通貨払) | 舗装用建設機械の償却費 |
| 輸送費 | (外貨払) | 横浜~Chittagong 間 |
| | (現地通貨払) | Chittagong~橋架設地点間 |
| Tax | 輸入税 | (現地通貨払) 外貨払の機械及び材料費の10% |
| | 所得税 | (現地通貨払) 外貨労務費の3% |
| | 法人税 | (現地通貨払) 税金諸経費を除外した総工事費の1.2% |
| 諸経費 | (外貨払) | 税金を除外した総工事の10% |
| | (現地通貨払) | 現地通貨払関係の税金を除外した費用の10% (現地 Contractor の Fee である) |

以上の如く規定して算出した結果、直接工事費は下記のようなった。

| | | |
|--------|----------|-----------|
| Type A | U. S. \$ | 4,150,600 |
| Type B | U. S. \$ | 4,221,200 |

外貨と現地通貨に分けると

| | | | | | |
|---------------|----------|-----------|--------|----------|-----------|
| Type A ; (外貨) | U. S. \$ | 2,536,700 | (現地通貨) | U. S. \$ | 1,613,900 |
| Type B ; (外貨) | U. S. \$ | 2,697,300 | (現地通貨) | U. S. \$ | 1,523,900 |

即ち前者に於いては外貨 U. S. \$ 160,000 強の節約となる。

関連経費を合算した架橋工事総事業費は下記の通りである。

| 項目 | Type A | Type B |
|-------------------|--------------------|--------------------|
| 概算工事費 | 4150,000 | 4,221,200 |
| 実施設計並に調査費 | 約3.5% 145,000 | 約3.5% 148,000 |
| 水理模型実験費 | 33,000 | 33,000 |
| 工事監理費(現場材料試験費を含む) | 145,000 | 148,000 |
| 各橋脚箇所地質調査費 | 50,000 | 50,000 |
| 管理事務所建物費外雜工事費 | 79,000 | 84,000 |
| 計 | U. S. \$ 4,602,600 | U. S. \$ 4,684,200 |

註：実施設計，工事監理費は，各々，概算直接工事費の3.5%を計上したものである。

参考として，4車線橋梁の事業費を概算すると，

Type A ; U. S. \$ 6,861,000 Type B ; U. S. \$ 6,981,300

で工期は4年を必要とする。その幅員は，歩道2@6' = 12'，車道4@12' = 48' 計60'である。Type Aでこの事業費を比較すると4車線橋梁は2車線橋梁より工事費で48%増大する。吾々は既に述べた如く，可及的現地資材を使用し且つ経済性の有利なType Aを推奨するものであるがかかる立場より混合橋の2車線と4車線について有料道路橋として，両者の経済性を比較する。借入資金の利息は年利6%として計算すると2車線の場合は建設資金を返済するに，竣工後18ヶ年で年賦返済金は零となるが4車線に於いては26ヶ年後である。有料橋として収支のバランスが採れるのは2車線の場合は工事着手後4年，4車線の場合は9ヶ年を要し約2倍である。本橋梁は交通開始後21ヶ年に於いて18,400台/日の交通量に達する予定であり，2車線では限界量に達するが4車線ではなお余裕を残すに過ぎない。反面，償還計画によれば1991年末現在2車線に於いては長期借款資金は全部返済して剰余積立金はU. S. \$ 8,706,931に達し4車線の場合はU. S. \$ 654,155の未償還金を残す状態である。これより竣工後も或る期間に過剰設備となることがわかる。4車線は将来の策として保留し吾々はここに2車線橋梁を推奨することに決した。本案によれば1991年末通過交通量は限界量に達するので，必然的に，発展した Chittagong City の現実の経済状況に適応した第2の架橋計画が実現することと予想する。即ち3ヶ年乃至4ヶ年計画で4車線を新に架架橋するために1988年より第2架橋計画を推進し，1991年末完成するものとする。有料橋は借入資金完済の後も料金徴収を継続し剰余金を蓄積して第2新架橋資金に充当すると言うことにすれば完成時の蓄積累計額は既述の通りU. S. \$ 8,710,000弱に達し第2橋は新規借款を必要とせず自己資金のみによって建設することが出来る。長期資金借入期間も，工事期間の3年を含めて17年であるから借入条件も妥当な線で交渉出来る。と考える。

| 註： Karnaphuli River Bridge 通行料(予定) | | Kalurghat Bridge の通行料(現行) | |
|------------------------------------|----------------|---------------------------|--------------|
| Bus | 30 U. S. \$ /台 | 105¢ /台 | (Rs. 5 /台) |
| Truck | 30 ¢ /台 | 105¢ /台 | (Rs. 5 /台) |
| Car | 20 ¢ /台 | 53¢ /台 | (Rs. 2.5 /台) |
| Auto Rickshaw | 10 ¢ /台 | 21¢ /台 | (Rs. 1 /台) |
| Pedestrian | 2 ¢ /台 | 通行禁止 | |

2-7 結 論

以上の検討により Great Chittagong 市兩岸を Link する Karnaphuli River Bridge の建設は，Chittagong 市のみならず，East Pakistan 全体の発展の爲にも必らず，為されねばならないことがわかった。

(1) 本橋梁(2車線，トラスを主体とした混合橋)の架設は，技術的見地から十分安全に行なえ，1968年に着工すれば，1971年には開通することが出来る。経済的見地からも，外貨必要量が少なく，1984年には償却を完了することが出来るなど，非常に健全である。

(i) Great Chittagong 市東西両岸は、本橋によつて緊密に結ばれる。即ち、現在の Kalurghat 橋を経由すると、15 マイルで、所要時間は、時間待ち(1車線のため)を含め約60分を要する。これに対し本橋を経由すれば3マイル約7分にて到達出来、待合せ時間も不要である。その上自動車の通行料は、Kalurghat 橋の1/2にしか当らず、運転経費、時間、通行料の節約は莫大なものとなる。現在、渡船を利用している歩行者についても、市の中心より対岸まで、1 hour 以上を要するものが、バスを利用すれば、わずか10分以下となる。

このような時間、費用の短縮とともに重要なのは、本橋が、天候、時間の如何にかかわらず、常に円滑な近代的交通を保證することであつて、これは、Kalurghat 橋、渡船、あるいは Pontoon Bridge で全く為し得ない利点である。

(ii) 本橋の開通によつて、東岸の新都市開発はますます進展し、1991年には、Great Chittagong の工業生産額は1,500万トン、人口は120万人を越すに至り、Chittagong は East Pakistan 州の経済の中心地として、その位置は不動のものとなる。

本橋を経由する Asian Highway によつて、Great Chittagong 市は、陸路 Burma, Thailand と結ばれ、国際間の産業文化の交流に、大きな役割を果すこととなる。1991年において、当市を通過して Dacca 方面へ向う遠距離交通額は900台/日の多きに達するであろう。

2-8 勸告

すでに述べたごとく、日パ両国政府は、Karnapluli River Bridge の建設について、1962年に予備調査を行ない、1965年には投資前調査を行なうなど、大きな熱意を示して来た。

ここに、本橋架実現のためにとらるべき施策について、East Pakistan 州政府及び日本政府に対し下記の勸告を行なう。

2-8-1 Pakistan 州政府に対する勸告

(i) 日パ両国の技術者会議

本報告書の提出を受けたのち、East Pakistan 州政府は、これを十分検討し、出来るだけ早い機会に Dacca 又は東京において両国の技術者による会議を開き、次の事項について討議を行なう。

- a 予備設計の検討
- b 建設計画の検討
- c 道路計画との関連の検討
- d 河川改修との関連の検討
- e 事業費の検討

また、会議の結果に従ひ、次の技術的作業を行なうが、それらに要する期間、費用についても、上記会議で討議する。

- a 基礎地盤調査
- b 水理模型実験
- c 橋梁の実施設計
- d 取付道路、小水路橋梁の実施設計
- e 工事仕様書の作成
- f 建設機械の仕様書の作成
- g 入札用図書の作成
- h 契約図書の作成
- i Details of the Bridge Works during Construction and Maintenance after the Construction is over.

(ii) 新 Master Plan の作成

現在のMaster Planにおいて、東岸の開発計画はまだ固まっていないが、本橋梁と都市計画とを有機的に結んだ新Master Planを作成する必要がある。本橋の架設はGreat Chittagong市の発展の必要条件ではあつても十分条件ではないことを想起し、旧市内の道路の整備をさらに進めるとともに、東岸においては、新Master Planによる道路網の建設に着手しなければならない。このために必要な調査は、概略の地形測量、土質調査、河川氾濫調査等である。なお、本橋は、都市内交通ばかりでなく、Asian Highway經由の遠距離通過交通にも利用されることを考えて、道路計画を立てるべきである。

(ii) 地質調査及び水理模型実験

実施設計を行なうに当つては、各橋脚及橋台の基礎予定地点において、ボーリング土質調査を行なう必要がある。また、主流の移動、局所的な洗掘について推定するため、移動床による水理模型実験を行なうことが望ましい。これらに要する費用は、事業費の中に見込んである。

(iii) 河川調査及び河川改修

Karnaphuli河の雨期調査は不幸、1965年には果し得なかつたが、1966年には、これを実施し、河道変遷状況、Kalurghat橋の洗掘状況、近傍諸河川の状況を調査すべきである。

また、本設計ではKarnaphuli河の主流は中央より、やや左岸寄りであることを想定しているが、過去の変遷状況より見て、必ずしも、常にこの状況が保たれるとは限らない。

主流が極端に移動して橋台に当たるようになると危険なので、これに対する防護工を行なうとともに、兩岸、上下流一帯には護岸、水制を設け、河道を安定させるべきである。これは、橋梁の維持のみならず、下流のChittagong港及び、兩岸一帯の開発のためにも必要となるものであるから、別途、河川改修計画を立てなければならない。

(iv) 取付道路の設計

今回の予備設計は、橋梁及び直接これに取付く道路のみについて行なつているから、それ以上の道路あるいは小水路を渡る橋梁については、Pakistan側において設計されたい。

(v) 用地の取得

本橋梁地点は現在の所兩岸とも農耕地であるから、用地の取得について、市街地ほどの困難は無いが、とかく難問題になりがちであるから、早い時期に手を打つべきである。

(vi) Chittagong港の港湾施設の充実

本橋梁地点の決定にあつては、Cycloneの際、船舶が吹き流されて来ても橋に衝突しないよう、港湾区域より上流に定めたが衝突の危険は皆無とはいえない。船舶の繫留施設を整備してその危険を無くするとともに気象予報についても充実すべきである。

(vii) C. D. A. の技術者の充実と訓練

C. D. AはこれまでChittagong市の開発に当り、着々と実績を上げて来ており、豊富な技術陣を持っているが長大橋の架設については、さらに高度の技術経験が必要である。そこで、本橋梁の建設工事に関連して、技術者の訓練も計画の中に取り入れ、たとえば、コロンボ、プランによる、外国における研修が望まれる。

2-8-2 日本政府に対する勧告

現地調査によつて得た成果に基づいて予備設計を実施した結果本橋梁架設計画の全容がほぼ明らかとなつた。

その全容は1962年の調査團によつて勧告されたものもけかなり異つているが、これは、その後の諸状況の変化、特にChittagong港の著しい発展によるものである。

本設計は雨期調査なしに行わざるを得なかつたが、本橋梁はKarnaphuli河との関連が特に深いことを考慮し、1966年の雨期には、河川調査團を派遣し、不幸にして果し得なかつた雨期調査を実施されたい。

また、日本人技術者は、Pakistan技術者より、高い技術水準を持っているとはいえ、現地事情には暗い面もあるので、実施設計に当つては、Pakistan技術者にも参画を求め、合同の技術者会議を開催されたい。

なお、本橋梁架設計画に直接関係するものではないが、Great Chittagong市開発計画、即ち、都市計

画(特に東岸一帯の未開発地区)港湾計画, 河川改修計画等に対し, 積極的な技術協力を行なうことが望ましい。

2-9 謝 辞

本報告書の提出にあたり, 現地調査において御協力, 御援助をいただいた

East Pakistan 州政府

Chittagong Development Authority

Chittagong Port Trust

East Pakistan Industrial Development Corporation

Pakistan Eastern Railway

の関係者各位に深甚なる感謝の意を表す。特に Dacca において

Mr. Q. Isam Additional Chief Secretary, Provincial Government
of East Pakistan

Mr. A. M. S. Ahmed Secretary, Basic Democracies and Local Govern-
ment Departments

Mr. A. H. S. Alam Member of Planning Board, Planning Department

Mr. S. D. Khan Joint Secretary, Basic Democracies and Local
Government Departments

Mr. Nusrat Hasan Secretary, Railways, Waterways and Road Transp-
ort Department

Mr. Hedayat Ahmed Deputy Secretary, Railways, Waterways and Roa-
d Transport Department

Mr. H. A. Khan Chief Engineer, Railways, Waterways and Road
Transport Department

Chittagong において

Mr. Hasan Nawab Chairman, Chittagong Development Authority

Mr. A. M. Z. H. Mazumder Superintending Engineer, Chittagong Developm-
ent Authority

Mr. A. A. M. Z. Hussain Executive Engineer, Chittagong Development
Authority

また Pakistan 駐在の在外公館の方々, 特に

竹中均一氏 Dacca 駐在 日本総領事

今西功氏 Pakistan 駐在 日本大使館書記官

また日本政府の大蔵省, 外務省, 通産省, 建設省, 日本道路公団の関係各位の本計画に示された御援助, 御協力に感謝の意を表わす。

おな, 今後とも本計画の推進に対し御指導, 御鞭撻を御願いするとともに本計画が実現して Pakistan, 日本両国間の友好の橋となることを希望する。

3. Investigations of Bridge Location and Alignment

3-1 前回調査団による位置

1962年(昭和37年)稲垣氏を団長とするEast Pakistan 橋梁架設計画調査団によりKarnaphuli 河の橋梁建設のための予備調査が行なわれている。既に提出された報告書によれば、Chittagong 市内の中心部より南下したSadarghat 地点にて、Karnaphuli 河を横断して架設する案である。(図-2参照)

1965年1月14日現地に到着して、CDAよりChittagong の Master Plan の説明を聞き、又現地を調査した結果、上記Sadarghat 案は、都市計画より見ても河川の現状より見ても、又左岸の開港から見ても誠に当を得た位置であることが明確になった。調査団はSadarghat案により現地調査を進めるため先ず関係各機関と討議を行なった結果、1962年以後の情勢の変化により架橋位置の再検討をせねばならぬ事が判明したのである。以後順を追って交渉経過を述べることにする。

3-2 関係各機関の意見

3-2-1 C. P. T

第一にChittagong Port 整備計画の説明を求めた。これに対し現在の9 Jetties を 14 Jetties に拡張する5ヶ年計画があり、これによるとSadarghatより下流は新港湾設備が出来ることになる。従ってSadarghatより下流には橋梁は設けられない。次に1962年の調査以後にEast Pakistan をおそったCyclone はChittagong Cityで風速が110~130 mile Perhour (49~58 m/sec) と推定されており、碇泊中の大小の船舶が吹きとばされ、中にはChaktai 附近まで流されたものがあった程である。従ってSadarghat と Chaktai 間に橋梁を架設するには、1963年のCyclone よりも大きいものを将来に対し想定して、船の衝突に対する危険を考慮せねばならない。下部工にはこれに対する防護施設を橋脚に設置すればよいが上部工に対しては少なくともOcean-Going の船舶がCyclone 時に於ても通過できる如きClearanceをとらねばならない。

以上述べた理由により、C. P. Tは橋梁ではなくトンネルを採用すべきであるとの結論であった。トンネルの場合、航路、船舶の大小、Cyclone 等の影響を全く受けないから有利だとの理由である。これについては3-4に於いて討議されている。

3-2-2 E. P. I. D. C

Karnaphuli 河沿岸の計画について問うた所判明した事は次の通りである。

- (1) Sadarghatの丁度対岸に於いてdry dock を現在建設中である。現場調査をした所dry dock 建設のためのBoring を現在実施中であつた。これらの接岸延長は1,650' である。
- (2) dry dock の上流側に年間100万トン能力の製鉄工場を作る。これの荷場のため2,400 feetの接岸施設が必要である。
- (3) これの上流には肥料工場を建設する。これの荷場のため1,500 feetの接岸施設が必要である。
- (4) 以上合計5,550 feet の接岸施設がSadarghatの対岸の上流側に設けられるのでこの間の架橋はさけてほしい。又架橋するためには必要なClearanceをとってほしい。
- (5) これら3工場の裏にも膨大な工場区域を整備したい。然しこの地区はMaster Plan では居住地区になつておるので、尚上流側の工場地区と交換しなければならない。これらの点については、C. D. Aと協議中であるが、C. D. Aは大体了解している。話が付けばすぐ整備計画に入る予定である。
- (6) 従って相当な工場地帯を計画しているので、Karnaphuli 河の橋梁は是非とも建設してほしい。
- (7) 将来この接岸施設に就航する船の大きさは8,000~9,000 ton 級のものを考えている。

3-2-3 I. W. T. A

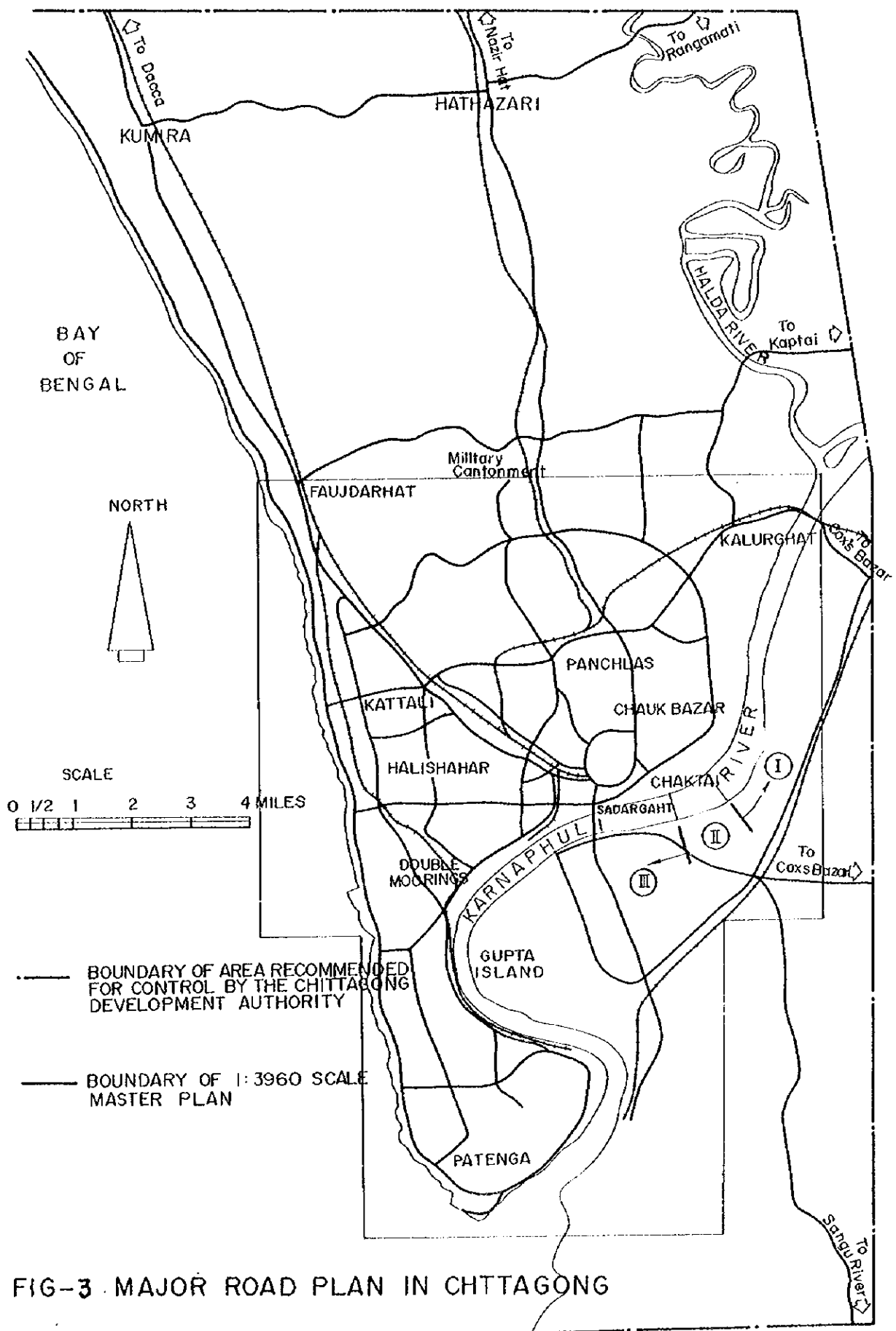


FIG-3 MAJOR ROAD PLAN IN CHITTAGONG

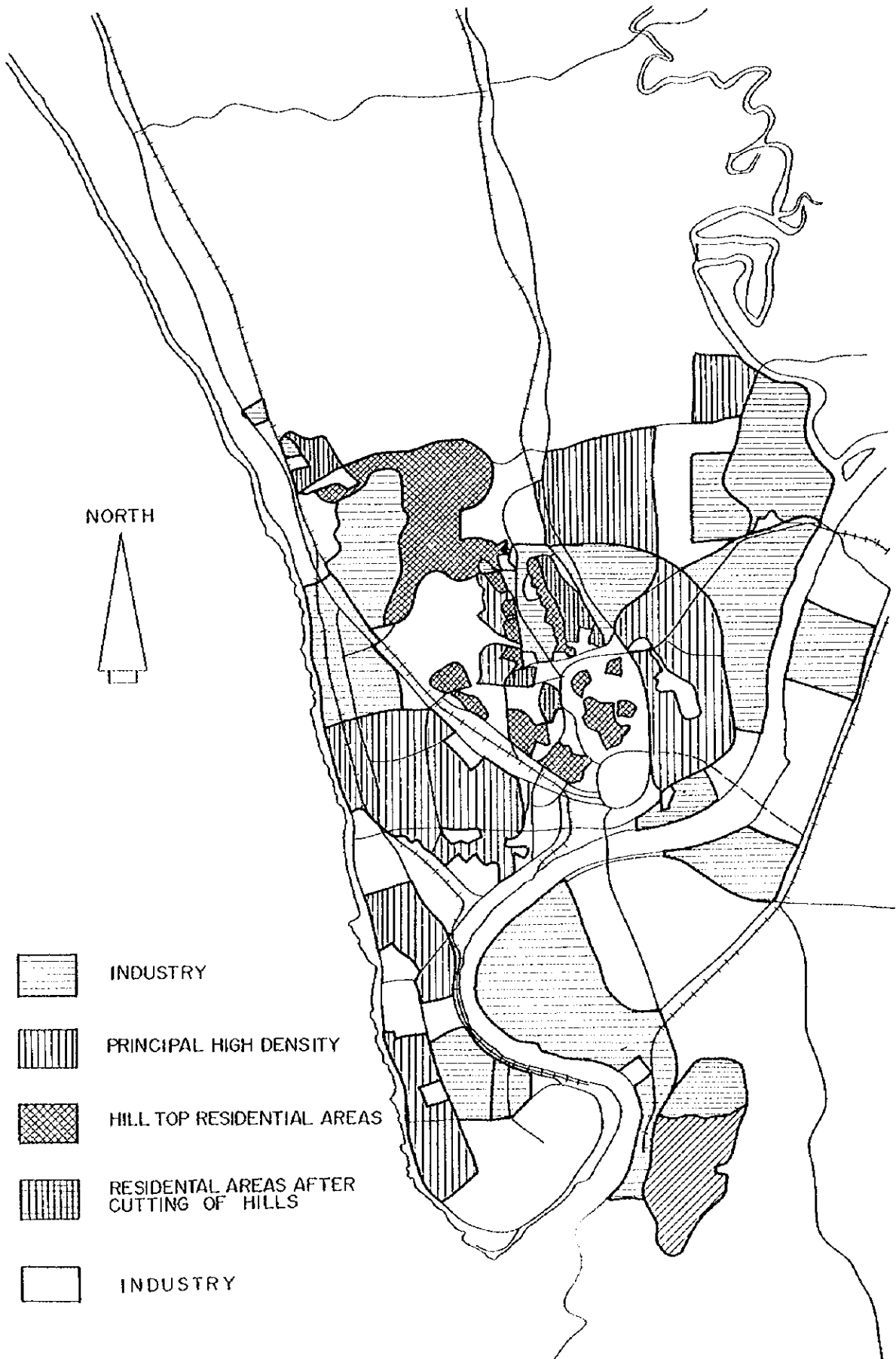


FIG - 4 MASTER PLAN IN CHITTAGONG

Chaktai より上流は現在就航中の船より大きいものは通らないであろうという程度以上の話は聞けなかった。従って航路の巾、高さについても確答は得られず、現在のKalurghatの鉄道橋より大き目に考えてくれとの話であった。その他就航中の船の大きさ、数量、貨物取扱量等のDataを要求したが全然ないとの事であった。

3-2-4 C&B

Dacca - Chittagong - Cox's Bazar 間のAsian Highway A-2 Route, 及びChittagong 周辺の幹線道路網の建設計画について質問した所、現在確定案は全然ない。仮に今C, D, Aで計画している橋がかかれば出来るだけA-2 Route の一部として利用してゆきたい。市の中央部ではバイパスとして不適であり、出来ればChaktai より上流であればChittagong の外環状線と結ばれA-2 Route としての性格上好ましい。然しC&Bとしては未だA-2 Route の整備は相当先の問題と見ており、この橋が将来A-2 Route の一部として利用できれば好都合であろう。

3-2-5 C, D, A

Chittagong の都市計画上から町を中心部に近いSadarghat 附近が望ましいが、この橋梁は対岸の開発を含む、Great Chittagong City の発展を目的としている故に橋はSadarghat より上流でも差支えない。しかし余り上流では架橋の意味がなくなる。

橋の計画はC, D, Aでやっているが、CDAとしても他官庁との折衝は我々調査団が行く前はほとんどやっていた。我々の調査を契機にCDAとしても本格的に関係機関との協議を始めたのである。

3-3 調査団としての検討

調査団は3-2で述べたようにChittagong 到着以来、架橋に関係あると考えられる関係機関を訪れ架橋位置に付、C, D, Aの係官と共に折衝協議をした。その結果、関係各機関の意見は必ずしも一致していないことがわかった。そこで調査団は上記打合せを基としCyclone の影響、Chittagong 市の将来の発展も考え調査団として案を立て、前記関係各機関と合同会議のうえ決定すべく方針を立てた。

先ず会議提出の資料であるが、調査団は図-3に示す架橋位置3案を仮定し、現地踏査の上C, D, AにLocation of Permanent Bridge Over the Karnaphuli を提出した。

内容について述べると次の3地点を通るRoute を仮定し、

Route I Chaktaighat と Kalurghat 間

Route II Chaktaighat 附近

Route III Chaktaighat と Sadarghat 間

次にこれら3 Route についての比較を行った。結果は表-1の通りである。

表 - 1

| | 項 目 | 位 置 | | |
|---|------|--------|--------|--------|
| | | I | II | III |
| 1 | 都市計画 | C | B | A |
| 2 | 港湾 | A | B | C |
| 3 | 幹線道路 | A | B | C |
| 4 | 工業 | B | A | A |
| 5 | 河川 | B | A | A |
| 6 | 地質 | B | A | A |
| 7 | 用地補償 | A | B | C |
| 8 | 建設費 | A a | B A | C B |

(注) A.....優 B.....良 C.....可

3-4 関係各機関と調査団の合同会議

1月22日 CDAの会議室に於てCDA長官と調査団が主催者になり関係各機関の責任者に出席してもらって合同会議を開いた。

出席者

| | |
|--------------|--|
| 日本側 | 調査団全員 |
| CDA | Chairman Hasan Nawab Superintending Engineer A.M.Z.H. Mazumder Executive Engineer A.A.M.Z. Hussain |
| P.E. Railway | Chief Engineer A. Chowdhury Deputy Chief Engineer A. Ghafur |
| E.P.I.D.C | Chief Engineer H. Meding |
| C.P.T | Chief Engineer S. Zaman |

Chittagong Municipality Chairman Lt. Col. Z. Hasan

CDA長官と調査団側より架橋位置3 Route につき前記資料により説明をした。

C.P.TのChief EngineerはChittagong Cityと対岸をむすぶLinkについて最初に discuss することを提案し港湾区域に近ければ船の危険があるので、橋よりむしろトンネルを要望する。トンネルだと川の現状を少しも乱さないから有利ではないかとの発言があった。調査団はこの質問に対し

- (1) トンネルの場合、長さが橋に比べて4倍必要である。
- (2) 延長が4kmに及ぶので自動車の排気ガスのため換気装置が必要になり、多額の維持費がかかる。
- (3) 河底の地質がトンネル建設に対しては良好とは云えない。
- (4) 建設費が橋に比べ高価である。

以上4点に亘り反論した所、この結果出席者一同トンネル案は廃すことに決定した。

C.P.T.のChief Engineerは又次の事を主張した過去のCycloneによると、船は繋留索を切られChaktai 附近まで流されたことがあるので、港湾の安全を計るためにChaktai より上流に架設されたい。

E.P.I.D.CのChief EngineerはChaktaiの左岸に工場地区発展のためのOcean-goingの船(9,000ton級)の航路を新設するのでChaktaiより上流に架橋してほしいと発言した。

又出席者全員の発言によると都市計画の面で出来るかぎりChaktai 附近が最適であると意見であった。

その他調査団の作成した表による色々な討議の結果会議の結論はChaktai より上流で可能な限りChaktaiに近い所ということであった。

3-5 現地に於ける位體決定

調査団は合同会議の結論に基き、翌日より改めて現地踏査を開始した。この場合Chittagong Master Planによる道路計画の利用、河川水理学上適切な位置、用地補償の出来るだけ少い箇所、Asian Highway A-2 Routeとして利用出来ること、等を考慮に入れた。日本と同じくPakistanでも家屋の移転は仲々困難のようである。又、回教の宗教上の慣習から基地は絶対に避けねばならない。

この踏査にはC.D.AのExecutive EngineerとAssistant Engineerも必ず同行させて、Pakistan側からの意見もかなり取入れた。

又、Survey of Pakistanで発行している約1/4000の地図上に路線を選定し更に現地踏査を行ない調査団として図-2に示す如く位置を決定した。

4. Site Investigation

調査作業としては、大別して、地形測量、ボーリング並びにこれに伴う土質調査、河川調査、更に上部工下部工の設計、架設、積算等のための各種の資料調査である。

ここでは、地形測量、ボーリング、土質調査並びに河川調査についてのべる。

4-1 Topographical Survey

4-1-1 一般

地形測量としては、橋梁予定中心線を地上に設置し、三角測量を行なって河の両岸を結んだ。又、トラバースを組んで、その杭を利用して平板測量を行なって、平面図を作成し、一方、縦横断測量を含む水準測量を行なって、地形の高低を決定するという作業を行なった。平板測量は、橋梁予定中心線に沿って、その上下流各々150~110mの中を、左岸約700m、右岸の島約600m、右岸約700mの長さにならわって行なった。

(1) 人員構成

| | | | |
|-----------|--------------------|------------------|--|
| 日本側 | 2~3名 | | |
| Pakistan側 | Assistant Engineer | 1名 | |
| | Surveyor | 1名(他に、Boringに2名) | |
| | Survey Khalasi | 1~5名 | |

(2) 日程

外業は1月29日より2月18日まで、実働19日、その間、内業は並行して2月21日迄行ない、結局、測量は、準備を含めて約1ヶ月間で終了した。概略の日程表を表-2に示す。

(3) 測量機械器具

測量機械は、昨年DaccaのBurhiganga河橋梁の調査に使用して、現地に置いていたもの、今回日本より輸送したもの、更に、現地で調達したもの等である。その主なものは次の通りである。

| | |
|-----------------------|-----|
| Transit Theodolite | 2台 |
| Level | 2台 |
| Plane Table | 1台 |
| Alidade | 1台 |
| Pole | 10本 |
| Staff | 4本 |
| Steel Tape (50m) | 1 |
| Vynil Tape (50m) | 1 |
| Measuring Rope (100m) | 1 |
| Thermometer | 1 |
| Binocular | 1 |
| Tranceiver | 4 |
| Current Meter | 1 |
| Echo Sounder | 1 |
| Calculator | 1 |
| Drawing Instrument | 1式 |
| Stake (コンクリート製、木製) | 多数 |

表-2 測量作業の概略日程表

| | 1 月 | | | 2 月 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 29 | 30 | 31 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | |
| 地形測量 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 中心線設置 | ┌──┐ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 三角測量 | | ┌──┐ | ┌──┐ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| トラバース測量 | | | | ┌──┐ | ┌──┐ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 水準測量 | | | | | | | | | ┌──┐ | ┌──┐ | ┌──┐ | ┌──┐ | ┌──┐ | ┌──┐ | ┌──┐ | ┌──┐ | ┌──┐ | ┌──┐ | ┌──┐ | ┌──┐ | ┌──┐ | ┌──┐ | ┌──┐ | ┌──┐ | ┌──┐ | ┌──┐ | ┌──┐ |
| 平板測量 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 計算及び製図 | | | | ┌──┐ | ┌──┐ | ┌──┐ | ┌──┐ | ┌──┐ | ┌──┐ | ┌──┐ | ┌──┐ | ┌──┐ | ┌──┐ | ┌──┐ | ┌──┐ | ┌──┐ | ┌──┐ | ┌──┐ | ┌──┐ | ┌──┐ | ┌──┐ | ┌──┐ | ┌──┐ | ┌──┐ | ┌──┐ | ┌──┐ | ┌──┐ |
| 河川測量 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 水位観測 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 流速及び深淺測量 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 計算及び製図 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

4-1-2 測量作業

(1) 橋梁予定中心線の設置

現地の敷地にもわたる踏査、及び地形図より、先づ図上で、河川の流心にほぼ直角になるように橋梁予定中心線を決定して、それを現地に設置した。その際、橋梁予定中心線を示すために、右岸(46)より1.2Kmの所にある小水路の左岸に1本(4674+34.525)、右岸の河岸に1本(ΔO)、左岸の河岸に1本(ΔE)、合計4本の大きさ10cm×10cm×60cmの木材の中心杭を、中心線上に設置した。

(2) Triangulation

(a) 三角点の設置

基線は、地形上、右岸よりの島の中に設けるのが最も好都合であったため、付図I-1に示すような三角網を組む事にした。三角点は、右岸の河岸に1点(ΔG)、右岸よりの島の中に4点(ΔO、ΔA、ΔB、ΔC)、左右の島の中に各々1点づつ(ΔD、ΔF)、左岸の河岸に1点(ΔE)、合計8点設けた。このうち、ΔG、ΔO、ΔEは、橋梁予定中心線の設置に用いた中心杭を利用した。杭は1.2cm×1.2cm×60cmの木杭で、中心に釘を打ちこんで用いた。基線はΔO~ΔBとし、換基線も兼ねさせた。

規準の際には、各三角点に旗をつけた長さ3mのポールを立て、周囲に打った小杭に針金で固定し、ポールを規準した。

(b) 基線の測定

ΔO~ΔB間に46~48m間隔に3本の指示杭を、各指示杭間に等間隔に4本の支持杭を打ち、長さ50mの検定済みのSteel Tapeで5回づつ測定して、1往復した。同時に、温度や、各指示杭間の高低差を測定し、温度更正、傾斜更正、たるみ更正を行なった。なお、測定はTapeの検定時の張力(15kg)で行なったので、張力更正は行なう必要がなかった。結局基線実長は189m、704となった。

(c) 測角

測角は20'読みのトランシットを使用し、複測法(反覆回数3回)で、時計方向に、望遠鏡の正位、反転位で行ない、その平均値をもって測定値とした。

(d) 計算及び結果

三角網の計算には一般的近似法を用いた。すなわち、各種の修正を行なって得た基線実長を用い、又、角等式によって各角を修正し、更にこの角に修正を加えて辺等式を満足させるようにした。

三角網の修正の計算順序としては、最初に $\triangle OBC$ 、 $\triangle OCD$ 、 $\triangle ODE$ 、 $\triangle OFA$ 、 $\triangle OAB$ の6個の三角形を修正して最確値を得た後、 $\triangle BAG$ 、 $\triangle BGC$ の修正を行なった。

更に、南北方向(磁北)をX軸、東西方向をY軸に選び、 $\triangle O$ の座標を $X=2.000m$ 、 $Y=2.000m$ として、各三角点の座標を計算した。これらの結果は付図I-1に示す。なお橋梁予定中心線は、 $N37030^{\circ}W$ の方向であった。

(3) Traversing

測量現場は大変見通しの良い所で、別に障害物もなかったので、(Traverseとしては)橋梁予定中心線に沿って、40m間隔にスチールテープで測定して中心杭を打ち、それをトラス点とした。杭は $4.5cm \times 4.5cm \times 50cm$ の本杭を用い、新たに打った杭の数は54本であった。

(4) Leveling

(a) Bench Mark

右岸、G点より約700m上流の所にあるSurvey of PakistanのGreat Trigonometric SeriesのB.M.71からB.M.58P.P.に至る路線上のC.P.C.B.M.7(Elevationは $MSL + 9590' = 2.923m$)を基準Bench Markとして用いた。

(b) Temporary Bench Mark

Temporary Bench Markは大きさ $12cm \times 12cm \times 70cm$ のコンクリート杭を用い、左岸の $\triangle E$ 近くに1つ(T.B.M.161)、右岸側の島の中の $\triangle O$ 近くに1つ(T.B.M.162)、右岸の河岸の $\triangle G$ 近くに1つ(T.B.M.163)、右岸の奥の1674+34525の近くに1つ(T.B.M.164)の合計4箇所設けた。Levelingは、往復、又は井道2回の測定を行ない、その平均値をとった。各Bench Markの標高及び各中心杭の標高及びその他盤高を表-3、表-4に示す。

(c) 交互準測

Karnaphuli河の本流を渡る時には、兩岸のTemporary Bench Markの距離が約1.1200mであったので、視標を用いて、兩岸より5回づつ交互準測を行ない、その平均値をとった。

(d) Profile and Cross Leveling

細部測量の一つとして、橋梁予定中心線上の地盤の縦断をとり、又中心杭上における横断を上、下流各々100~120mにわたって取った。

これらの結果は、付図I-2に示す。その結果を見れば、島は右岸よりも約80cm低く、左岸は右岸よりも約40cm低くなっている。

表-3 Elevation of Temporary Bench Mark (M.S.L.を基準とする)

| No | T.B.M. No1 | T.B.M. No2 | T.B.M. No3 | T.B.M. No4 |
|----|------------|------------|------------|------------|
| 標高 | 3m293 | 1m876 | 2m336 | 3m637 |

表-4 中心杭の標高及び地盤高 (M.S.L.を基準とする)

| 左岸 | | | | 右岸よりの島 | | | | 右岸 | | | |
|------------|-------|-------|--------|-----------|--------|---------|--------|-----------|--------|---------|--------|
| 中心杭番 | 距離(m) | 杭高(m) | 地盤高(m) | 中心杭番 | 距離(m) | 杭高(m) | 地盤高(m) | 中心杭番 | 距離(m) | 杭高(m) | 地盤高(m) |
| 1 | | 3.341 | 3.27 | 46 | | 1.766 | 1.62 | 62 | | 2.245 | 2.08 |
| | 14.0 | | | | 40.0 | | | | 4.085 | | |
| 2 | | 1.998 | 1.91 | 47 | | 1.450 | 1.30 | G | | 2.223 | 2.16 |
| | 15.0 | | | | 40.0 | | | (TBM No3) | 3.5915 | (2.336) | |
| 3 | | 1.878 | 1.70 | 48 | | 1.670 | 1.52 | 63 | | 2.146 | 2.07 |
| | 11.5 | | | (TBM No2) | 40.0 | (1.875) | | | 4.00 | | |
| 4 | | 3.417 | 3.13 | 49 | | 1.893 | 1.74 | 64 | | 2.457 | 2.30 |
| | 40.0 | | | | 2.4261 | | | | 4.00 | | |
| 5 | | 2.159 | 2.04 | 0 | | 1.849 | 1.73 | 65 | | 2.572 | 2.40 |
| | 40.0 | | | | 1.5739 | | | | 4.00 | | |
| 6 | | 2.325 | 2.14 | 50 | | 1.831 | 1.68 | 67 | | 2.614 | 2.46 |
| | 40.0 | | | | 40.0 | | | | 4.00 | | |
| 7 | | 2.270 | 2.05 | 51 | | 1.802 | 1.62 | 68 | | 2.600 | 2.45 |
| | 44.0 | | | | 40.0 | | | | 4.00 | | |
| 8 | | 3.035 | 2.73 | 52 | | 1.902 | 1.70 | 69 | | 2.537 | 2.38 |
| | 36.0 | | | | 40.0 | | | | 4.00 | | |
| 9 | | 2.095 | 1.92 | 53 | | 1.910 | 1.66 | 70 | | 2.326 | 2.17 |
| | 40.0 | | | | 40.0 | | | | 4.00 | | |
| 10 | | 1.908 | 1.76 | 54 | | 1.897 | 1.42 | 71 | | 2.646 | 2.43 |
| | 40.0 | | | | 40.0 | | | | 4.00 | | |
| 11 | | 1.980 | 1.83 | 55 | | 1.875 | 1.62 | 72 | | 2.589 | 2.41 |
| | 40.0 | | | | 40.0 | | | | 4.00 | | |
| 12 | | 2.136 | 1.98 | 56 | | 1.897 | 1.60 | 73 | | 2.541 | 2.39 |
| | 40.0 | | | | 40.0 | | | | 4.00 | | |
| 13 | | 2.063 | 1.96 | 57 | | 1.656 | 1.40 | 74 | | 2.568 | 2.37 |
| | 39.0 | | | | 40.0 | | | (TBM No4) | 4.00 | | |
| 14 | | 3.679 | 3.58 | 58 | | 1.875 | 1.68 | 74+ | | 2.654 | 2.50 |
| | 41.0 | | | | 40.0 | | | 3.4525 | 3.4525 | (3.537) | |
| 15 | | 2.131 | 1.93 | 59 | | 1.858 | 1.71 | 75+ | | 3.078 | 2.98 |
| | 40.0 | | | | 40.0 | | | 2.9965 | 3.5440 | | |
| 16 | | 2.191 | 1.96 | 60 | | 1.978 | 1.83 | 76 | | 3.109 | 2.96 |
| | 40.0 | | | | 2.6496 | | | | 1.0035 | | |
| 17 | | 2.040 | 1.96 | 60 | | 1.934 | 1.80 | 77 | | 2.295 | 2.10 |
| | 40.0 | | | +2.64* | | | | | 4.00 | | |
| 18 | | 2.471 | 2.30 | | | | | 78 | | 2.343 | 2.32 |
| | 40.0 | | | | | | | | 4.00 | | |
| 19 | | 2.593 | 2.34 | | | | | 79 | | 2.587 | 2.44 |
| | 40.0 | | | | | | | | 4.00 | | |
| 20 (E) | | 2.986 | 2.94 | | | | | | | 2.609 | 2.41 |
| TBM No1 | | 3.293 | | | | | | | | | |

(5) Plane Table Survey

現地の細部測量を行なって、平面図を作成するために、平板測量を行なった。平板測量は、Traversing Pointを予め記入したアルミケント紙をはりつけた平板を、所定のトラバース点に据え、中心線の上下流各々110～150mの中におたつて、スタジア測量を併用して行ない、縮尺1/1000の平面図を作成した。平板据付点は、左岸で10点、右岸よりの島の中で4点、右岸で5点、合計19点であった。この成果品は附図I-3のとおりである。

4-2 Soil Exploration

4-2-1 一般

土質調査の目的はボーリング(標準貫入試験、不攪乱試料の採取を伴う)、土質試験によって橋梁地点の地質状況を明らかにし橋梁下部構造設計の資料を得ることである。

ボーリング機械は1964年のBurhiganga河の調査の際に持込んだ2台の機械を用い、橋梁位置決定とともに直ちに作業を開始することが出来た。作業期間は、開始が1月28日、終了は3月28日の60日間であったが、うち機械の据えつけ準備に3日、ボーリング作業と土質試験に48日機械撤去梱包に9日かかった。また国内における土質試験は4月10日～5月31日にかけて行なつた。

ボーリング箇所数は9ヶ所(うち3ヶ所は水中、他は陸上)ボーリング延長は500mであった。

現地作業には、Pakistan側からはC.D.AのExecutive EngineerとAssistant Engineerが随時参加し常時はC.D.AのSurveyorが2名参加した。この他Assistant 1名労働者6名と夜間番人4名を備つた。Surveyorは調査団員と労働者の間の連絡あるいは実験計算Assistantは実験室の整理雑用等に従事した。

4-2-2 地形の概観

本調査地はEast Pakistan州Chittagong Cityの東郊にあり、河口より18kmの所に位置する。

Chittagongの市街は、Karnaphuli河右岸の洪積台地上にあるが周囲及左右岸は沖積平野である。架橋地点はこの台地を外れた所にあり左右岸は沖積平野になつていて水田として利用されている。

河口部では左岸にも台地があり川の出口を扼す形となつている。このような基本構造のため典型的なデルタの形成が妨げられまた河口の変遷が少ない代わりにこの台地より上流における流路の変遷は著しい。

Karnaphuli河を50～60kmさかのぼるとChittagong Hill Tractsと呼ばれる第三紀層の丘陵地帯が発達している。

4-2-3 地質の概要

East PakistanはIndia Assamとの国境及Burmaとの国境周辺に第三紀の砂岩、頁岩、石灰岩が分布している他は全域が第四紀の地層で被われている。しかも局部的な洪積台地を除いて70%以上がGanges, Brahmaputra河系の河成沖積層である。この河成沖積層はClay, Silt, 砂層より成り成り成りほとんど混入しない。

調査地の地質について当初は非常な軟弱層が支配的ではないかと思われた。これは前述のように河の堆積作用が盛んに行われて来たこと及び河口附近に著しい軟弱層が見られることによる。しかし結果から見るとこの予想は杞憂におわり、よく締つた細砂、中砂が支配的であることがわかつた。

表層部の土質は陸上では、有機物を含んだ粘性土が2.5～4m堆積し、この下は細砂、中砂、となつている。水中では表層から細砂、中砂となつている。粘土土は、他には～20m附近と～40m附近で細砂と互層をなしている他、砂層中にソーム状に挟まれている程度である。

砂利層は～40～50mに2～4mの厚さに堆積しているだけである。また右岸の一部ではMethane Gas(推定)の湧出が認められる。

4-2-4 調査方法

1) 機械ボーリング

利根式U、D-5型穿孔機を使用し径86mmのクロスピットの先端より泥水を送り、孔壁の保護及びスライムの排除を行ないつつ掘進しボーリング孔を用いてStandard Penetration Test, Undisturbed Soil Sampling, 及びVane Testを行なった。Standard Penetration Testはロッドの先端にReymond Sampler(全長810mm, 外径51mm, 内径35mm, を取付け孔底に下ろし, これに一定の打撃(Drop Hammer 重量63.5Kg 落下高75cm 自由落下)を加え, サンプラーを一定量(30cm)だけ貫入させるのに要する打撃回数Nを記録し, 同時に攪乱試料を採取した。Nの値によつて原位置における土の硬軟や締まり具合を判定した。この試験は深度100mまで1~3m間隔に行つた。

Undisturbed Soil SamplingにはThinwall Sampler(内径72.5mm, 長さ800mm, 面積比10%, 外径比3.3%, 内径比1.1%)及びDennyson Samplerを使用した。Vane試験は軟弱粘性土の剪断強さ及び鋭敏比を求めるために行つた。試験機は小型現場Vane剪断試験機(Strain Control型, ギヤ捲取式, 最大トルク750Kg-cm 十字羽根高さ100mm, 巾50mm 厚さ1.5mm)を使用し十字羽根を孔底に押入れ, 毎分10°の割合で回転させ, その際のトルクを記録した。その後十字羽根を20回転し, 剪断面に沿う土を十分乱してから, 再び前述の操作を行い鋭敏比を求めた。ボーリング作業で最も問題となつたのは, 潮差が大きく(3~4m)流速も早い(最大約1.5m/sec)という悪条件のもとで水中ボーリングを行なう工法であつた。結局ボーリング船工法により25トン積のCountry Bootを2隻つなぎこれを120Kg anchor 4ヶにて固定して成功した。

2) 土質試験

ボーリング作業により採取した試料はJIS規定に基次の試験を行なつた。

| | |
|------|--|
| 物理試験 | natural moisture Content Test |
| | Specific Gravity Test |
| | Mechanical Analysis |
| | Consistency Test |
| | Bulk Density Test |
| 力学試験 | Unconfined Compression Test |
| | Triaxial Compression Test or Shearing Test |
| | Consolidation Test |

このうちPakistanにおいてnatural moisture Content Test, Specific gravity Test, mechanical Analysis, Bulk Density Test, Unconfined Compression Testを行い他は日本国内において行つた。国内試験のため攪乱試料はパラフィンで密封し振動を与えないように梱包して空輸した。輸送による乱れは全く認められなかつた。

4-2-5 ボーリング計画

当初予定した架橋地点は市街中央のSadarghatであつたが, ここは右岸が洪積台地, 左岸が沖積平野であるので, その点を考慮し1962年橋梁調査団の報告書にしたがい下記のボーリング計画をたてた。

| | | | |
|-----|----|----|------|
| 左岸側 | 陸上 | 3本 | 120m |
| 水中 | | 4本 | 300 |
| 右岸側 | | 2本 | 80 |
| 合計 | | | 500m |

しかし本国調査団到着後 Pakistan 当局との打合せにより予定地点が約 3Km 上流へ移されたのであらためてボーリング計画をたて直すこととなった。

架橋予定地点の視察及び各種資料を検討した結果、本地点の右岸は、極く最近形成されたものでむしろ島、中州とも云える土地であることがわかった。また河川は蛇行が著しく主流が常に移動している。現地河巾は 1,000m あり主流は中央附近にあるが、安定はしていない。過去における移動の痕跡は現在の河岸より 1,000m も奥に小水路となつて残っている。下流では洪積台地のため河巾は狭くなり (500~600m) 本地点は狭窄部のすぐ上流に当るので氾濫しやすいことなども判明した。

ボーリング位置の決定については、橋梁の構造が不明であること、前述のように主水路が将来とも移動することも予想されることから橋脚の位置の土質を調べると云うよりはむしろ全体としての基礎の状況を把握するといふ観点から決定した。まず初め左右の河岸に 50m~60m のボーリングを行ないこの結果を見て以下の計画を立てることとした。このボーリング結果を見ると表層の 2~3m は有機物を含む粘土、シルトの層で以下は中砂細砂の互層が支配的で時に粘性土の薄層を挟んでいる。礫は -50m 附近に約 2m の厚さをなしている。この状況から粘性土に対して予定されていた Vane Test, Undisturbed Soil Sampling は大巾に減少させることとした。地耐力について見ると、標準貫入試験 (Standard Penetration Test) による N 値は -10m で 30, -20m で 40, -40m では 70 以上に達した。たまたまシルトの層に遭遇すると 30 以下になることもあつた。この状況は左岸、右岸においてほとんど変化しないことから調査地区全体についても同様な状況であると推定されたので引き続き次のようなボーリング計画をたてた。すなわち、橋梁の部分に対しては左右岸の 2 本その他、水中に 3 本 (間隔 250m 長さ 70~100m) とする。特に中央の 1 本は基礎の洪積層まで到達させてその状況を把握するため、長さを 100m とした。アプローチの部分には延長が長く計画の中に大きな比重を占めるので短いボーリングを 4 本行なうこととした。

表-5 ボーリング地点の状況

| ボーリング No | 区間距離 (m) | 標高 MSL (m) | ボーリング 深さ (m) | 乾期における 状態 | 橋 要 |
|-------------|-------------|---------------|-----------------|--------------|------------------------|
| B 1 | 0 | + 1.93 | 40 | 畑 | 左 岸 (Cox's Bazar 側) |
| B 2 | 250 | + 1.67 | 50 | 河 岸 | 満潮時冠水 |
| B 3 | 245 | - 1.40 | 70 | 河 中 | 調査時最大水深 5m |
| B 4 | 250 | - 7.00 | 100 | " | 調査時最大水深 11m |
| B 5 | 242 | - 5.10 | 70 | " | " 9m |
| B 6 | 302 | + 1.62 | 60 | 河 岸 | 満潮時冠水 |
| B 7 | 302 | + 1.66 | 40 | 乾 田 | 中 州 |
| B 8 | 246 | + 1.72 | 40 | " | " |
| B 9 | 200 | + 2.35 | 40 | 畑 | 右岸 (Chittagong City 側) |

4-2-6 土質調査結果

ボーリング結果により調査地点の地質層序層厚をまとめると表-6 のようになる。なお、柱状図は附図 I-4 に示した。



N値はシルトで27, 細砂で50以上である。シルト層の試験結果は下表の通りである。

表-8 上部シルト細砂試験結果

| 項目 | ボーリング/層 | B 1 | B 2 | B 3 | B 4 | B 5 | B 6 | B 7 | B 8 | B 9 |
|-----------------------------|---------|------|--------|-------|------|-------|------|------|------|------|
| 含水比 % | | 34.7 | 35.2 | 41.3 | 46.8 | 39.5 | 40.6 | 32.4 | 36.5 | 39.8 |
| 単位体積重量 g/cm ³ | | - | 1.85 | 1.74 | 1.92 | 1.88 | - | - | - | - |
| 一軸圧縮強度 Kg/cm ² | | - | 1.68 | 3.00 | 2.78 | 2.63 | - | - | - | - |
| 粘着力 Kg/cm ² | | - | *0.25 | *0.40 | 0.14 | *0.33 | - | - | - | - |
| 内部まざつ角 deg min | | - | *14-31 | *8-05 | 7-11 | *9-29 | - | - | - | - |
| 先行荷重 Kg/cm ² | | - | 1.72 | 1.42 | - | 1.65 | - | - | - | - |
| 圧縮指数 | | - | 0.228 | 0.295 | - | 0.228 | - | - | - | - |
| 透水係数 10 ⁶ cm/sec | | - | 0.30 | 0.17 | - | 0.28 | - | - | - | - |

* 直接せん断試験による。

④ 下部細砂中砂

全域に分布し層厚5~15m部分的に有機物及粘性土の薄層を挟む一般に左岸寄りでは粘度が小さく、右岸では中砂が多くなっている。含水比は平均29%で②の上部中砂、細砂と変わらないが中砂には20%以下の所もある。N値は平均58相対密度は「きわめて密」である。

⑤ 下部シルト細砂

B7, B9ではボーリング深度内に現われないので不明であるがこれらを除く地点に分布している。層厚は5m内外色調は青灰色である。平均含水比は31%で③の上部シルト細砂互層より大分低くなっている。N値は細砂層で70以上、シルト層でも平均60となつている。なおB4, B5では有機物を混入している。

⑥ 上部中砂粗砂

B1~B6に分布し層厚は約5mでB3, B4附近は粗砂が多く周辺部は中砂となつている。B7~B9ではボーリング深度内に現われないが、-4.0~-5.0m附近にあるものと推定される。部分的にシルトを挟み、小礫を混入している。N値は70以上を示す。

⑦ 砂 礫

B2~B6の-4.0~-5.0mに厚さ2~4mの層となつて分布する。砂と礫との比は20%~40%である。礫はほとんどChitlagong Hill Tractsに発達する第3紀層の砂岩、頁岩よりなる角礫である。まれにチャート等の円礫も見られる。礫径は5~10mmである。比較的变化の少ない地層の中でこの層が唯一のKey layerとなつている。

⑧ 下部中砂, 粗砂

砂礫層の下に全域に分布している。色調は青灰, 青緑で処々にシルトをシーム状に挟む。B4の-7.0~-9.0mにおいてほとんど炭化していない木片が認められた。含水比は平均21%, N値は70以上である。

X線回折試験

気乾燥して800メッシュ以下に粉碎した試料2gをX線回折装置(30KV, 15mA, Scale Factor 16, Time Constant 4, Scanning Speed 1°/min, Chart speed 1cm/min, Silt System 1°-1°-0.4mm)を使用し、土の鉱物学的性質を調べた。この結果、石英が70%以上含有され部分的に長石、黒雲母のあることがわかつた。

PH試験

ガラス電極PH計を使用し、気乾燥した試料500mgをPH6.01の蒸留水50ccに溶かしPHを測定し鋼材の腐蝕に対する検討を行った。

試料はB1, B4より採取したが、PHは8.25~8.30であり海水の影響を受けていると推定される。

(一般に海水のPHは7.5~8.3)鋼材の腐蝕率はPH<7.0のアルカリ領域では主に比抵抗に支配される。したがって本調査からは腐蝕率が求められない。

4-2-8 結 論

以上の調査実験の結果本地点の土質は考えられる程度の橋梁、盛土その他の構造物の基礎として十分良好である。橋梁の基礎はN値が90の所を目安として次のような深度以下の所を支持層とすることが考えられる。

| | | |
|-----|----|-----|
| B 3 | EL | -30 |
| B 4 | | -29 |
| B 5 | | -30 |

上記の深度より下には二次圧密のおそれのある地層は存在しない。兩岸の取付部分については、盛土となるから、圧密沈下、すべりの危険があるのでこれに対する十分な検討が必要である。

また右岸の一部ではMethane Gasの湧出があるので施工の際はこれを考慮しなければならない。

4-3 River Survey

4-3-1 一 般

East Pakistanは世界屈指のデルタ地帯で蛇行した大河川があり、水面勾配は緩やかで、滴々と水をたれて流れている河川も無護岸、無堤防である。一旦、洪水ともなれば氾濫し、一面洋々たる大海原と化する。Karnaphuli河も全く同じような様相、特徴を有する河川で、流域面積5,500平方マイル、延長132マイルでChittagongの下流PatangaにてBengal湾にそそいでおり、その源は世界の多雨地帯と云われるIndiaのAssam地方に発しているため、乾季においてもChittagong付近では約3,000呎位の河中である。しかし、護岸、堤防等もなく、満潮時の水位は、河岸それぞれの状態である。C, P, Tは1922年から河道の変遷の状況を調査しているが、それによるとかなり変化しており、導流堤等の施設を施して、河道の調査を行っている。その後1962年河口から上流約53マイルの地点に、Kaptai Damが完成し、以後の河道の変遷は従来のそれとは変つていようである。

架橋予定地点は河川の湾曲部の直下流にあり、現在水深約7mの最深部は河川の中央部になつてはいるが、年々最深部は移動しているようである。しかし、上流左岸の湾曲部に低水路護岸を施すなり、又、下流中央部の浚深を行きなりすれば、ある範圍の河道を安定させることは可能と思われる。架橋地点の兩岸は上下流にわたつて護岸を施し、Abutmentの沈没を防止することは云々までもない。

現地で行なつた調査作業としては、河川の深淺測量、流速測定、水位観測等である。

これらの調査と既往の資料からKarnaphuli河の特性及び計画される橋梁の下部工の設計及び基礎工の洗堀の程度と推定し、Karnaphuli河橋梁の設計上の資料とする。

この調査作業に従事したのは、調査団員2名であり、Pakistan側からはC, D, AのSurveyor 1名、Assistant 4名が参加した。

4-3-2 河川の深淺測量

架橋予定地点を含むKarnaphuli河の深淺測量はC, P, TによつてHalda川合流点からChittagong港まで1922年から現在まで44年間実施されており、本川に関する既往の資料もある程度そろつているので、今回の深淺測量は架橋予定中心線上の外、上下流80mの線上で行い他はC, P, Tの資料により補なつた。

深淺測量の方法は、三角点を利用してTransitで音響測深機(Echo Sounder)を積み込んだ小

舟を中心線上の所定の位置に誘導して行なった。

即ち、音響測深儀を手槽ぎの小舟 (Country Boat) に積み込み、兩岸に2本づゝ立てられた測量旗を視準することにより小舟を架橋中心線上に誘導し、下図の如く三角点 Δ 下に Transit を据付け、あらかじめ約20m位の間隔毎に計算しておいた角度 α を振り、音響測深儀の測桿が Transit の規準線に一致した時 Transceiver で合図をして測定した。

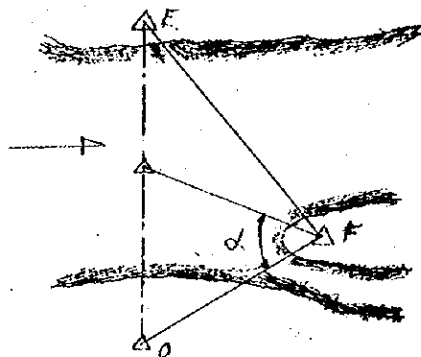
尚音響測深儀はあらかじめ測深 を用いて Check し測深儀の Calibration をしておいたので正確に測深することができた。測定時の河巾は約1.000mで、水位差は約20cmであつた。この潮汐による水位の影響は右岸に設置した量水標により、測定した水深を補正した。最深部は河の略々中央であり、M.S.L. - 7.0mであつた。

4-3-3 流流速測定

流速測定の方法は深淺測量と同様な方法で、三角点を利用して、Transit で音響測深儀や流速計を積み込んだ小舟を所定の位置に誘導しアンカーを投げ込み小舟を停止させて行つた。

流速計はブライム電音式流速計を用い、5回転1音で河巾約40m毎に深さ1mおきに測定した。流速測定は1測点で相当時間を要し、この間における潮汐による水位差が大きいため、量水標の観測により水位を補正した。

尚流速測定は順流、逆流時に行い、その測定時の結果は順流時最大流速1.20m/sec、逆流時は0.98m/Secであつた。



4-3-4 水位観測

架橋予定地点近傍の既設の水位観測所としては、5.3マイル上流にHalda Tidal Gauge (但し1963年に廃止し、それ以後は直下流のKalurghat T.G.となつた。)及び2.1マイル下流にSadarghat T.G. (但し1960年に廃止し、それ以後は直下流のTurner Morrison Compound T.G.となつた。)の2箇地点がある。

架橋予定地点に近いT.M. Compound T.G. における既往最高水位はM.S.L上11.93 feet (1960年)である。

今回の水位観測は量水係を架橋中心線より約40m上流の右岸側に設置して観測を行い、深淺測量時及び流速測定時は勿論のこと3月1日より3月22日まで22日間は、毎正時及びその間の30分毎に行なつた。

尚流速測定を行つた順流時の水面勾配は(Kalurghat Bridge T.G.とT.M. Compound T.G.との同時刻の水位差より計算した) $I = \frac{1}{19,400}$ であり、又逆流時は $I = \frac{1}{14,700}$ であつた。

潮汐になる干満は毎日多少の時間のずれはあるが1日2回あり、既往の干満差が最も大きいのは、T.M. Compound T.G.において1964年10月22日満潮時M.S.L上9.98呎干潮時3.69呎で水位差は13.67'である。

4-3-5 水質調査

Karnaphuli 河の塩水遡上の限界はKasaloug 地点まで遡していたが、1962年Kaptai Damの建設により、Kaptai Damまでとなつた。従つて架橋予定地点は塩水遡上区間内にある。

C.P.T.によつて調査された既往の資料によると、塩分濃度はSadarghatでは逆流時、水100g中1.6 grで、1.6%の塩分を含んでいる。又順流時は0.003%である。上流のKalurghatにおいてはmax 0.08%、min 0.003%である。

尚浮遊物の濃度はSadarghatではmax 2.9% min 0.4%であり、Kalurghatではmax 2.05%、min 0.19%である。

Kalurghat 鉄道橋の橋脚の腐蝕について調査したところ、Cast Iron Pileであるので腐蝕は極めて少ないとのP.E.R.の意見であつた。

4-3-6 橋脚周辺の洗掘

橋架下部構造の安定にとつて最も重要な点は洗掘によつて転倒流失の危険が増すことである。East Pakistanのような沖積平野を流れる河川では特に洗掘が問題である。

4-3-6-1 Kalurghat 橋架における状況

この橋は1930年鉄道橋として架設された。

本橋の橋脚は径4-6'の鍍鋼管杭を5本用い橋脚巾は19'である。建設当時の根入れは55'河床高はI.S.L.-13.75' (M.S.L.-18.24')であつた。さらに河床には1ヶ30Kg~50Kgの石を1.5厚に捨石した。(註) I.S.L. ; Indian Spring Low Water Level

M.S.L. ; Mean Sea Level

現河床高は不明であるが55'程度の根入れで支障を来たしていない。捨石は必要に応じて行われているようである。

4-3-6-2 洗掘量(Scouring Depth)

洗掘量の算定については、確立された方式はない。本来ならば既存の橋架について洪水時に観測を行なつてそれを目安として決定すべきものであるが、今回は雨期調査が設計に間に合わなかつたのでLaursenの式(Proc ASCE 1960 HY 2)及びLacyの式(同書)によつて検算する。

Laursen式は実験により求められたもので、洗掘量Zsはピア-の巾b、等流水深h₀、ピア-の形状に対して与えられている。

本地点の水理的特性は次のようになつている。

| | |
|--------|---|
| 計画洪水位 | M. S. L + 4.00m |
| 計画洪水量 | 330,000 cu. ft/sec = 11,650 m ³ /s (Karnaphuli 河計画流量) |
| 流積 A | 7,500 m ² (現地調査より) |
| 径深 R | 7.50m (") |
| 河床勾配 I | 1 : 200.000 (WAPDAの資料より) |
| 粗度係数 M | 0.022 (現地調査より) |

これらのデータを用いて等流水深を求めると $h_0 = 9.38m$ となる。Laurssen の方法により洗掘深を求めると下図のようになる。

またピア-前頭部を長円形にすれば
図上で求めた値の75~80%となる。
今ピア-の巾は $b = 7.5m$ であるから
図の上は $Z_s = 12.0m$, 形状係数
0.75 を乗すれば $Z_s = 9.0m$ となる。
一方, Pakistan Bridge Code
では洗掘に対しては Lacy 式を用いること
になっている。(Proc, ASCE
1960HY2)

$$ds = 2 \times 0.473 \left(\frac{Q}{f} \right)^{\frac{1}{3}}$$

Q ; maximum flood
discharge cu. ft/sec
Q = 330,000

$$f ; 1.76 \sqrt{m}$$

m ; mean grade of bed material mm

ds ; maximum depth of scour below highest flood level ft

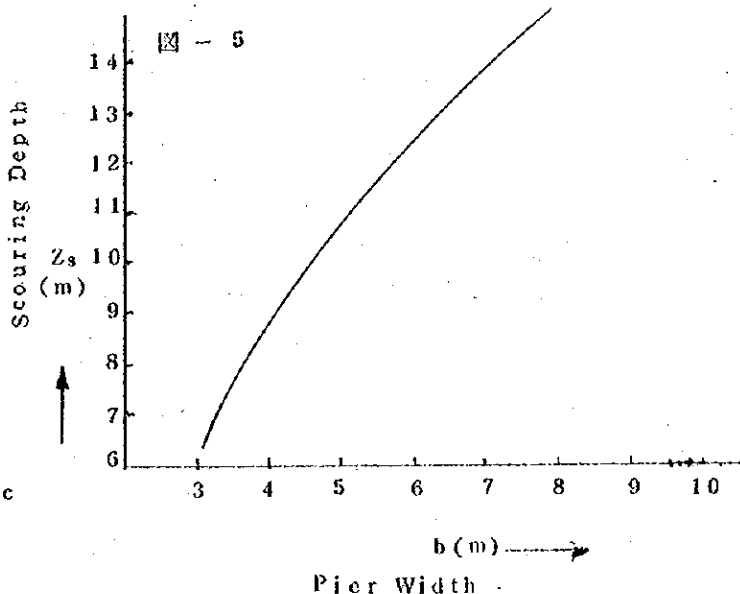
地質調査によると $m = 0.76mm$ であるから, $ds = 72'$ となる。この地点の highest flood level は MSL + 12', 河床高は 21' であるから洗掘深 Z_s は $Z_s = 72' - 12' - 21' = 39'$ (11.7m) となる。

以上の計算の結果及び, Kalurghat 橋の実績を参考として本橋梁における設計洗掘深として 10m (= 33') を採用する。

4-3-7 Karnaphuli 河の流量および水位

流量観測は Rangamati 地点において 1935 年より行なわれている。既往最大は 1946 年 7 月 12 日で $Q = 233,000$ cu. ft/sec となっており, この時の Chittagong City における流量は 10% 増の 256,000 cu. ft/sec であつたと推定されている。(Hydraulic Research Station の報告より) 同報告に毎最大流量が 10 年分記載されているので, このデータをもとに確率流量を算出すると下のようなになる。

| | | |
|-------------------|------------------------------|---|
| 確率 $\frac{1}{20}$ | Rangamati 250,000 cu. ft/sec | Chittagong 275,000 ^{cu. ft} / _{sec} |
| $\frac{1}{50}$ | 280,000 | 308,000 |
| $\frac{1}{100}$ | 300,000 | 330,000 |



一方、Kaptai Damの洪水調節後の放流量は同報告によると150,000 cu. ft./secとされている。もつとも、ダム之余水吐の能力は、最大562,000 cu. ft./secとなつている。今回の計画では橋梁地点の計画決水量を330,000 cu. ft./secとした。

計画洪水位については、T. M. Compound 潮位観測所における既往最高潮位 M. S. L. + 11.93' を用いるものとする。同報告書によると最高潮位としては、I. S. L. + 17.5' (=M. S. L. + 12.01') を採用するのが良いとしており、殆んど同一である。

4-4 Meteorological Study

4-4-1 一般

気象調査は、施工計画、材料の手配、仮設備等に対して、不可欠のものである。我々の短かい調査期間内では、十分なものを集めることはできなかつたが、気象庁、EPWAPDAその他の所から、出来るだけ資料を集めた。

Chittagong は亜熱帯に属しており、したがつて気候は熱帯の特徴を呈している。一般に、一年を通じて、気温の変化はあまりないが、1,2月には気温も割合低く、空気は乾燥している。3~5月は気温は高くなり、時々雨が降る。そして、時々、北西よりCyclone の来襲がある。6~8月は殆んど雨の日が多い。9月は、雨の日や、曇り日さしの日があつたりするが、湿度が非常に高い。10月からは、雨の日は少なくなり、11, 12月は、非常によい気候になる。

4-4-2 気温

Regional Meteorological Centre, Chittagong による過去数年間の平均気温は次のようである。

表-9 Chittagong に於ける平均気温

| | Maximum mean | Minimum Mean |
|---------------------------------|--------------|--------------|
| Summer; | | |
| I) Dry Summer (Mar. to Jul.) | 87.9° F | 73.1° F |
| II) Monsoon (Jul. to Oct.) | 86.4° F | 75.7° F |
| Winter (Nor. to Feb.) | 80.9° F | 59.3° F |

平均最高気温は、1月が最も低く、78.8° F であり、5月が最高で、88.9° F で差は約10° F であるが、しかし、最低気温の差は約2倍となつており、1月の55° F から6月の76.8° F と高くなつており、温度差は21.8° F である。

次に各月の平均気温の表をかかげておく。

表-10 月別平均気温

| Mon | TEMPERATURE IN CHITTAGONG (°F) | | | |
|-----|--------------------------------|-----------------|-----------------|-------|
| | Mean 9 A. M | Mean Maximum | Mean Minimum | Range |
| 1 | 65.1 | 78.8 | 55.0 | 44 |
| 2 | 69.7 | 82.3 | 58.7 | 47 |
| 3 | 77.1 | 87.1 | 67.2 | 48 |
| 4 | 82.7 | 88.8 | 73.2 | 43 |
| 5 | 84.0 | 88.9 | 75.5 | 33 |
| 6 | 82.7 | 86.9 | 76.8 | 30 |
| 7 | 81.6 | 86.0 | 76.7 | 27 |
| 8 | 81.9 | 85.9 | 76.4 | 21 |
| 9 | 82.5 | 87.1 | 76.4 | 24 |
| 10 | 81.0 | 86.9 | 73.4 | 32 |
| 11 | 74.6 | 83.6 | 65.5 | 41 |
| 12 | 66.5 | 79.0 | 57.2 | 41 |

4-4-3 降雨

Chittagong は図-6 でわかるように、East Pakistan の中でも、かなり雨量強度の大きい地域である。年平均降雨量は、107.6" であり、その大部分は、5月から9月までの期間に降っており、中でも6.7.8月には、特に降雨量が大きい。

年間降雨日数を見ると約96日で、6.7.8の3ヶ月は1月のうち半分以上雨が降っている。日最高降雨量は、16.57" (1913年10月1日) である。

次に Chittagong における降雨量をかかげておく。なお、表中最大降雨量最小降雨量は1947年から1960年までのデータから抜き出したものである。

表-11 Chittagong に於ける降雨量

| 月 | 最大降雨量 (inch) | 最小降雨量 (inch) | 1964年の雨量 (inch) | 平均降雨量 (inch) | 降雨日数 (日) |
|----|-----------------|-----------------|--------------------|-----------------|-------------|
| 1 | 3.01 | 0 | 0 | 0.24 | 0.4 |
| 2 | 10.9 | 0 | 0.76 | 1.10 | 1.3 |
| 3 | 8.41 | 0 | 0.33 | 2.46 | 2.5 |
| 4 | 9.45 | 0 | 7.19 | 5.93 | 5.8 |
| 5 | 23.57 | 0 | 9.10 | 10.42 | 10.8 |
| 6 | 48.15 | 0 | 19.79 | 20.99 | 16.7 |
| 7 | 38.97 | 5.73 | 25.91 | 23.53 | 18.9 |
| 8 | 40.08 | 13.60 | 23.45 | 20.42 | 17.1 |
| 9 | 24.57 | 7.11 | 14.74 | 12.64 | 13.0 |
| 10 | 19.97 | 2.70 | 10.16 | 7.09 | 7.0 |
| 11 | 8.58 | 0 | | 2.17 | 2.0 |
| 12 | 1.64 | 0 | | 0.64 | 0.6 |
| 合計 | | | | 107.63 | 96.2 |

4-4-4 湿度 (Humidity)

月毎の平均湿度は71%~86%で6,7,8,9月の雨期には非常に高くなっている。

表-12 Chittagong に於ける湿度 (%)

| Mon | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|--|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Mean Humidity in Percentage at 9 A. M. | 77 | 71 | 73 | 75 | 77 | 83 | 86 | 86 | 84 | 83 | 81 | 82 |

4-4-5 風

風速は, Cyclone の時以外は, 大して大きくはないが, 年間を通じて, 4月から9月までが他の月にくらべて強い風が吹いている。しかし, East Pakistan には, ここ特有のCycloneが雨期に來襲する。その瞬間風速は130mile/hour (1960年10月31日)や, 125mile/hour (1963年5月28日)に達するものもあり, 橋梁の設計に対しては, 十分これに対する配慮がなされなければならない。このCyclone は Bengal 湾に発生する。低気圧で, Bengal 湾の北部へ向い, 方向を変えて, Chittagong や Arakan 海岸の方へ向い, 強い風と共に大量の雨を伴い, 大きな災害を引き起している。

4-5 資料蒐集

以上述べた調査の他に, 橋梁の設計, 施工に必要な各種の資料を調査蒐集した。その主なものは次のとおりである。

(1) 地震

チッタゴンにおいて, 過去に, 地震は3回起こつたが, いかなる被害をも与えていない。

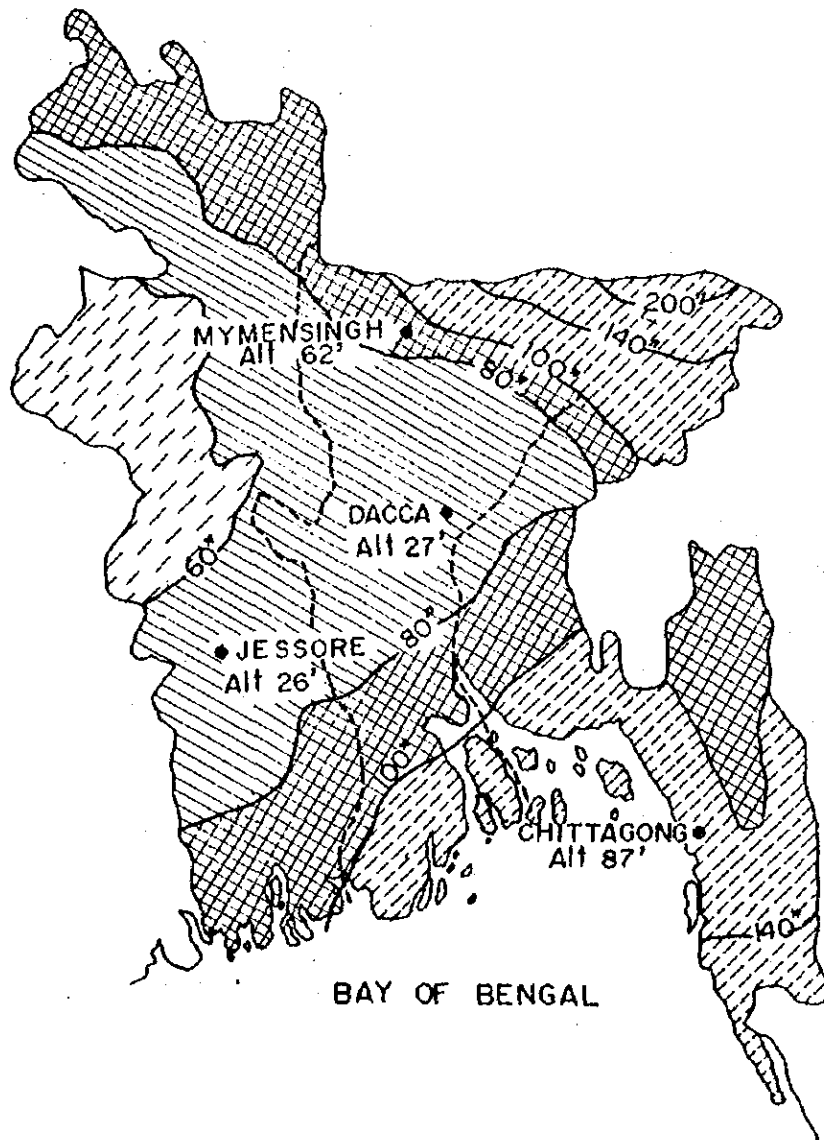


FIG - 6 MEAN ANNUAL RAINFALL IN EAST PAKISTAN

- (2) 交通量調査
- (3) 経済調査
- (4) 河川及び港湾の利用調査
- (5) 洪水調査
- (6) 河道変遷調査
- (7) 積算資料調査
- (8) その他

図 - 6

5. 架橋計画に対する基本条件の検討

ここでは、本橋梁の橋長、航路巾及びその高さ、橋梁巾員、設計の示方書及び橋梁形式の比較及び選定等の基本条件に対し、現地調査のデータを考慮して、検討を加える。

5-1 橋 長

橋長の決定に際しては経済性より、橋長はなるべく短かくしておくのが望ましいが、いたずらに橋台を前面に出す事は、将来河岸が洗掘されて橋台が転倒するという危険もある。従って左岸においては橋台は測点 620 のある堤防よりも内側に設ける必要があり、我々は橋台のバラベットの前面を測点 $19+14.70m$ ($48,215'$)の位置に決定した。右岸においては巾 $2,000'$ の州があり、この部分は乾期は水面上にあるが、雨期には水中に没するであろう。しかし、C.D.AのMaster Planによれば、将来この部分に築堤して橋梁の取付道路を建設しても、雨期の洪水時の排水さえ十分出来るような手段をこころしておけば橋梁を河岸で終らせることが可能である。そこで右岸の橋台のバラベットの前面を $46+7.70m$ ($25,284'$)と決定した。

5-2 航路限界及び航路

航行船舶に対する航路限界は、橋梁の桁下空間及びスパンの決定に重要な要素である。

海洋船又は大型船舶のKarnaphuli河の航行は、C.P.Tの港湾計画によればSadarghat迄であるが、E.P.I.D.Cの工場計画によれば、 $8,000\sim 9,000$ ton級の船舶がChaktai迄航行することになっている。本橋梁の架橋位置がChaktai上流約1mileの地点である事、又、架橋地点の約7mile上流のKalurghatの鉄道橋がスパン $156'$ 平均水位よりの高さ $25'$ である事、更にAboymitraghatの少し上流に架設計画のあるPontoon Briageでは、Center Spanを $140'$ にとり、航路限界としては巾 $102'$ 、高さ $22'$ をとっている事等を考慮すれば、本橋梁が永久橋であり、本橋梁よりも上流に計画中の重工業地帯の事も考えて、航路限界としては、巾を $200'$ 、高さをmean water level (E.L. $+1,878'$ above Mean Sea level)上 $40'$ とした。

この航路限界では、純トン数 $500t$ の船舶が航行可能であり、又、現在Karnaphuli河を航行している高い帆柱のあるCountry Boatその吃水線から、マストの先端迄の高さは、殆んどが $30'$ 以下であることから、大部分のものが航行可能である。

なお、橋長が長いと、 $40'$ の桁下空間をとっても側径間の処では路面高が低くなり、取り付け道路の盛土高は高くしなくてはならない。

次に、架橋地点のKarnaphuli河の現在の河床断面は測量結果によるとほぼ中央部が深くなっており、現在はこれを航路として利用している。一方Master Planによれば、左岸の工場地帯の関係より将来左岸寄りの現在浅い処(通加距離 $2,800'$ より $500'$ の巾)に航路を整備する事になっている。更に過去のデータにより、河床の変遷がかなり見られている事などから、Master Planの航路及び現在の最深部(通加距離 $4,300'\sim 4,400'$)を含む $1,500'\sim 1,600'$ を航行可能な主径間部として、橋梁を計画する事にした。

5-3 取り付け勾配

橋の取付勾配であるが、自転車 Auto Rickshaw 自動車等の混合交通を考慮しても最大を 3% におさえれば十分と考えられる。

5-4 交通量の推定及び車線の検討

5-4-1 概 要

Karnaphuli 河橋梁の架設にあたり、架橋の必要性の検討ならびに、橋梁の構造寸法の決定の基礎となる交通量の推定を行わねばならない。

本橋梁は Chittagong 市の都市計画案にもとずく、Karnaphuli 河左岸の開発地域と、Chittagong 市を結ぶ、重要交通路となるものであるが、現在は、左岸一帯が未開発で、僅かに農産物の運搬あるいは、附近住民の往復に渡船が利用されているに過ぎない。

したがって Chittagong City 開発計画に伴う産業の発展、人口の増加等を予測しあわせて生活様式の変化等を考慮に入れて発生交通量を算出し、本橋梁の通過交通量を推定することとする。

推定の資料としては Master Plan, Census 及び、現地調査の資料によった。橋梁の完成を 1971 年と定め、10年後の 1981 年ならびに 20年後の 1991 年の両年について推定を行う。

尚この結果を用いて後述の如く車線巾の検討をした。

5-4-2 人口の推定

1961 年に行った Census によれば、図-7 に示すごとく、1901 年より 1961 年までの平均人口増加率は Chittagong 市において、約 2.25% を示しており、この状況が継続するものと考え、

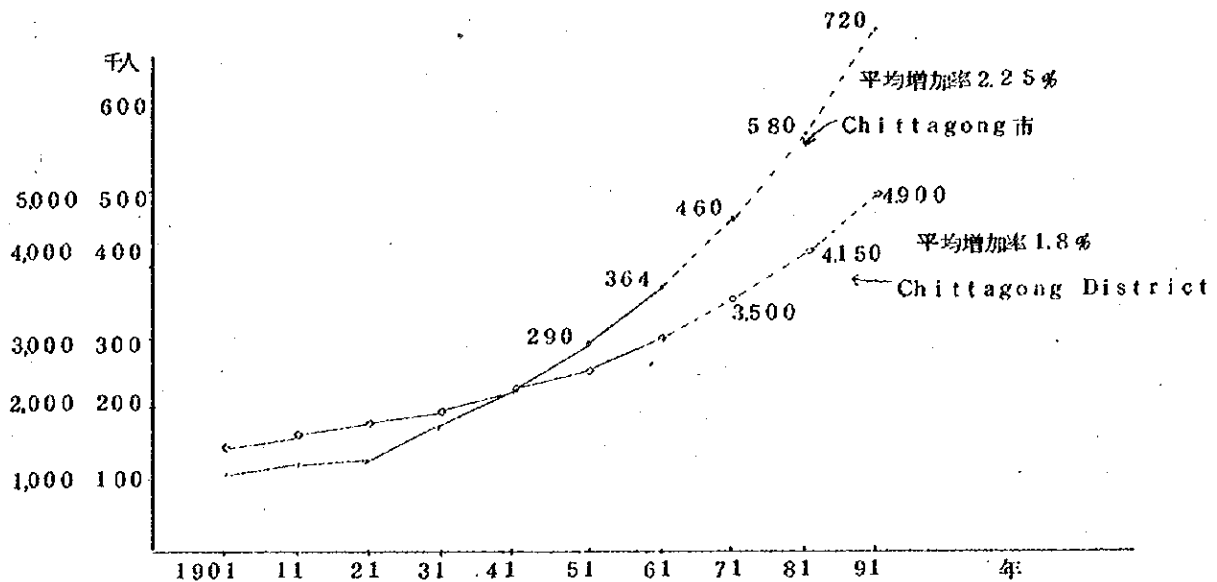


図-7 Chittagong 市及び Chittagong District の人口 (Census による)

1981 年において 580,000 人 1991 年において 720,000 人となる。

一方、Master Plan によれば

各地区に分けて人口を算出しているが、この場合の年平均増加率も 2.25%/year であるから

| | 1961 | 1971 | 1981 | 1991 |
|----------------------|---------|---------|-----------|-----------|
| Chittagong 市及びその近郊 | 370,000 | 460,000 | 578,000 | 720,000 |
| その周辺 (East Bank を除く) | 150,296 | 190,000 | 235,000 | 280,000 |
| East Bank | 127,700 | 162,000 | 199,000 | 250,000 |
| 計 | 647,996 | 812,000 | 1,012,000 | 1,250,000 |

1991年の人口を推定すると、総計1,250,000となる。

5-4-3 転換交通量の推定

(1) Karnaphuli 河に架設されている橋としては1930年に Kalurghat に架せられた鉄道橋があった。これはその後1963年に鉄道線路の両端及び中央に床版をとり付け市街電車のような舗装を施して1車線の道路橋もかねている。しかし人の往来は禁止されている、1車線の巾員しかない上は鉄道も旅客列車だけで1日8往復も運転しており、一方通行と汽車待ちもあって自然に交通量は制限されている。

しかしKarnaphuli 河の右岸、左岸を結ぶ唯一の自動車の通れる橋で、有料道路橋として利用している。現況は表-13に示すとおりである。

表 - 13

| | | |
|------------|---------|-------------|
| 日平均交通量 | 220台 | |
| 月別最大日平均交通量 | 263台 | (1964年5月) |
| 最大日交通量 | 360台 | (1964年6月6日) |
| 年間交通量 | 80,323台 | |
| 車種別分類 | | |
| Car | 32.3% | |
| Bus | 46.8% | |
| Truck | 20.9% | |

通過交通量の増加について、徴収料金の記録から推定すると、1962年から1963年までの間に37%も増加したことになり、この率は同年度における車輜登録台数の増加率と一致しているからKalurghat 橋の通過交通量は登録車輜台数から推定することができる。

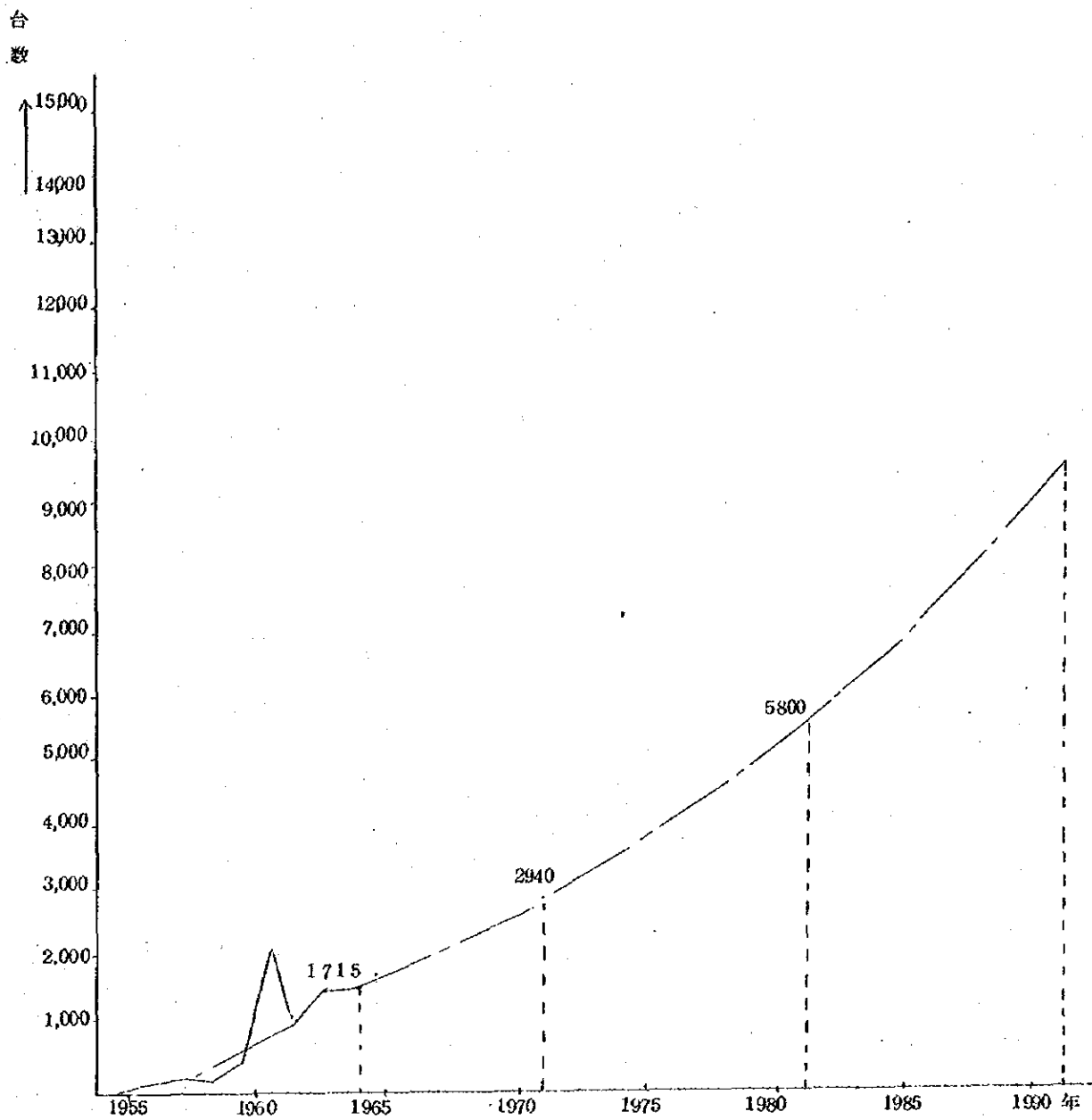
表 - 14

| Kalurghat 橋通行料 | |
|---------------------------|-----------------------|
| 1962年(1月13日より) | Rs 190,595.5 |
| 1963年 | Rs 260,988.5 |
| 1964年(10月9日まで) | Rs 207,782.5 |
| 料金表 | |
| Bus, Truck | Rs 5 - (U.S. \$ 1.05) |
| Light Vehicles | Rs 2.5 (U.S. \$ 0.53) |
| Auto Rickshaw Motor Cycle | Rs 1 - (U.S. \$ 0.21) |

Chittagong の車輜登録台数は図-8に示すとく、各年ごとにかなり変動はあるが、近年急速な増加を示していることは確かである。

車種別にみると軽自動車(Auto Rickshaw, Motor Cycle) の数が全車輜数の60~70%を占めており、将来これらの軽車輜は当然大型に転換してゆくものと考えられるから、全車輜数の増加率を基準として、今後の車輜数を算定すると、

1971年に2,940台、1981年に5,800台、1991年に約9,700台となる。



图一8 推定車輛台数(Chittagong市)

よって、1964年のKalurghat の交通量80,323台を基準として1971, 1981, 1991年の各交通量を求めると次のとおりとなる。

| 年 | カルルガート交通量 |
|------|-----------|
| 1964 | 220 台/日 |
| 1971 | 380 台/日 |
| 1981 | 740 台/日 |
| 1991 | 1,250 台/日 |

Kalurghat 橋交通量については、O. D調査を行っていないため Karnaphuli 河橋梁架設後の転換量を推定しがたいが、全量の約50%は転換するものと推定する。また産業の発展に伴い鉄道輸送も増加するから自動車の通行は不可能となる。よって1981年以降はすべてKarnaphuli 河橋梁に移るものとする。

Kalurghat 転換交通量

| 年 | 転換交通量 |
|------|-----------|
| 1971 | 190 台/日 |
| 1981 | 740 台/日 |
| 1991 | 1,250 台/日 |

(II) 渡船からの転換

架橋地点における渡船運搬人数は20,000人/日といわれている。これらの人々は沿岸附近の住民であるから、橋梁架設後もかなり渡船を利用するものと考えられる。しかし産業の発達とともにバス、トラック、乗用車の数も増え渡船利用率も低下すると推定されるから橋梁架設時で40%、10年後で50%、20年後で60%が橋梁を利用するものとする。

渡船人口の推移は都市の構成産業の発達の状態に応じて変化するため簡単に推定できないから、一応 Chittagong 市の East Bank の人口に比例するものとして計算する。

| 年 | 渡船人口 | 橋梁利用人口 | 換算車輛台数 | | |
|------|-----------|--------------------|--------|-----|------|
| | | | Bus | その他 | 計 |
| 1971 | 22,000人/日 | 8,800人/日(渡船人口の40%) | 350 | 220 | 570 |
| 1981 | 26,000人/日 | 13,000人/日(50%) | 520 | 325 | 845 |
| 1991 | 31,000人/日 | 18,600人/日(60%) | 750 | 465 | 1215 |

通過人口のうち、80%がBus、10%がCarその他の乗物を利用し、10%が歩いて渡るものとして計算する。(上記換算車輛台数はBus 20人/台、Car 4人/台とした。)

5-4-4 工業地帯発生に伴う誘発交通量

Karna Phuli 河左岸における工場地帯は、Master Plan では5,371エーカーを予定しているが、本計画では1991年までに2,000エーカーの工場地帯が開発されるものとした。

工業の種類は製鉄工場を主体とする重工業と軽工業ならびに農産物加工業が発達するものと想像される。出入貨物の搬送依存度を35%とし、そのうち70%がKarnaphuli 河橋梁を通過するものとする。工場敷地単位面積当りの発生貨物量を6t/年/坪(7,350t/年/エーカー)として計算する。

全貨物量(1日につき)

$$2,000 \times 7,350 \times \frac{1}{365} = 40,000 \text{ t/日}$$

搬送貨物量

$$40,000 \times 0.35 = 14,000 \text{ t/日}$$

橋梁通過量

$$14,000 \times 0.70 = 9,800 \text{ t/日}$$

トラック1台当りの積載量を6t、積載率70%とすれば搬出トラック台数は2,400台/日となる。
工場の建設計画を10年単位にとり、1971、1981年、1991年各年における交通量を推定する。

表-15

| 年 | 工業地帯 開発規模 | 発生交通量(搬入搬出) |
|------|--------------|-----------------|
| 1971 | 20% | 960台/日 |
| 1981 | 60% | 2,900台/日 |
| 1991 | 100% | 4,800台/日 (トラック) |

工業地帯に勤務する人員

工場1エーカー当り作業人員 30人

総面積当り

$$2,000 \times 30 = 60,000 \text{ 人}$$

左岸の工場に従事する人員のうち30%すなわち18,000人が右岸より通勤するものとする。
利用交通機関別に分類する。

表-16

| 年 | 1971 | 1981 | 1991 |
|------|--------|---------|---------|
| バス | 3,120人 | 9,505人 | 16,020人 |
| Car | 70人 | 270人 | 540人 |
| 軽自動車 | 320人 | 865人 | 1,260人 |
| 徒歩 | 90人 | 160人 | 180人 |
| 計 | 3,600人 | 10,800人 | 18,000人 |

この人員を車輛台数に換算すると次のどとなる。(流入 流出計上)

表-17

| 年 | 1971 | 1981 | 1991 |
|------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|
| Bus(20人乗) | $2 \times 156 = 312$ 台 | $2 \times 476 = 952$ 台 | $2 \times 801 = 1602$ 台 |
| Car(1人乗) | 140台 | 540台 | 1,080台 |
| Motor Cycle(1人乗) | 640台 | 1,730台 | 2,520台 |

工場生産に直結する商用自動車台数は搬出入トラック台数の20%とする。

表-18

| 年 | 1971 | 1981 | 1991 |
|-----|------|------|------|
| Car | 190台 | 580台 | 960台 |

5-4-5 住宅地帯新設に伴う交通発生量

左岸住宅地の人口は、250,000を予定されており、Carの保有台数を仮定して交通発生量を概算する。

| 年 | 人口 | 車1台当り人口 | 保有台数 | 発生交通量 |
|------|---------|---------|--------|----------|
| 1971 | 50,000人 | 250人 | 200台 | 120台/日 |
| 1981 | 150,000 | 150人 | 1,000台 | 600台/日 |
| 1991 | 250,000 | 100人 | 2,500台 | 1,500台/日 |

住宅地は左岸の工業地帯に直結するもので、発生交通の大部分は左岸地域内に起点終点を有するものであるが、商用、通勤、通学等の右岸と結ぶ交通量は、なお相当の数に達するものと考えられる。

しかし、右岸より工場地帯への通勤と逆向きとなり、先に計上した車輛台数とダブル結果となるから保有台数の30%とする。

右岸よりもこれに等しい流入があるものとすれば、発生交通量は保有台数の60%となる。

5-4-6 通過交通量

都市を通過する交通量は、小都市においては全交通量の10%、大都市については全交通量の3~4%であるから Chittagong 市の発展に応じ、逐次比率を変えて、通過交通量を推定すると次のようになる。

| 年 | 通過交通量 |
|------|--------|
| 1971 | 270台/日 |
| 1981 | 520台/日 |
| 1991 | 870台/日 |

5-4-7 交通量の合計

表-19

| 年 | 1971 | 1981 | 1991 |
|------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Kalurghat 転換交通量 | 190 | 740 | 1,250 |
| 渡船転換 交通量 | { 350 220 | { 520 325 | { 750 465 |
| 工業地帯 発生交通量 | 960 | 2,900 | 4,800 |
| 通 勤 | 452 | 1,492 | 2,682 |
| 商 用 | 190 | 580 | 960 |
| 住 宅 地 発生交通量 | 120 | 600 | 1,500 |
| 遠距離輸送 | 270 | 520 | 870 |
| 小型車台数 (商用車数の15倍) | 285 | 870 | 1,440 |
| 計 | 3,037 | 8,547 | 14,717 |
| オートバイ、スクーター類 ()は、上記計に対する 割合 | (35%) 1,060 | (30%) 2,560 | (25%) 3,680 |
| 合 計 | 4,097台/日 | 11,107台/日 | 18,397台/日 |

5-4-8 市員の決定

Karnaphurli 河橋梁は1車線13 feetで計画されているが、推定交通量に対し、何車線を必要とするかを求める。推定交通量は混合交通状態において、下記のとおりである。

| 年 | 1971 | 1981 | 1991 |
|------|----------|-----------|-----------|
| 日交通量 | 4,097台/日 | 11,107台/日 | 18,397台/日 |

橋梁市員決定の基礎は時間交通量であるから、日交通量から、時間当り交通量を算出しなければならない。

ピーク時間交通量の平均日交通量に対する比は、実例によれば約7.6~1.0倍であるが、本地点のごとく過交通が Karnaphuli 河橋梁1橋に集中するような場合においては1.0倍程度に見込むのが妥当と考えられる。

よって Karnaphuli 河橋梁における時間交通量は次のごとくなる。

| 年 | 1971年 | 1981年 | 1991年 |
|-------|--------|----------|----------|
| 時間交通量 | 410台/時 | 1,110台/時 | 1,840台/時 |

2車線道路における1時間当りの基本交通量は Highway Capacity Manual (U.S.A.) によれば、2,000台/時となっており実用交通量はその60%すなわち1,200台/時である。この基準は欧米の大型車輦について測定されたものであるから、小型車においては、かなり増加するものと考えられている。

日本の場合、基本交通量を2,500台/時として計画しているものであって、Chittagong 市のごとく発展途上にある都市においては、日本の状況と同様な経過をたどるのではないかと推定できる。

したがって、日本の基準をもとづいて計画を進めると、1991年までは、ほゞ2車線でよいと考えられる。たゞし通勤によるピークは、居住区の発達状況に関係し予想以上に集中することもあり得るが、工場勤務者は左岸の居住地区に移すことによりピーク時の集中を緩和できるであろう。

表-20 推定交通量(車種別)

単位:台/日,人/日

| 年 | Bus | Truck | Car | Auto rickshaw Cycle | Total | Pedestrian |
|------|------|-------|------|---------------------|-------|-------------------|
| 1971 | 751 | 1347 | 654 | 1345 | 4097 | 1700 |
| 2 | 870 | 1620 | 760 | 1570 | 4820 | |
| 3 | 970 | 1900 | 880 | 1800 | 5550 | |
| 4 | 1075 | 2150 | 1010 | 2040 | 6275 | |
| 75 | 1185 | 2430 | 1120 | 2250 | 6985 | |
| 6 | 1290 | 2700 | 1250 | 2470 | 7710 | |
| 7 | 1400 | 2950 | 1380 | 2670 | 8400 | |
| 8 | 1505 | 3230 | 1510 | 2870 | 9115 | |
| 9 | 1610 | 3480 | 1650 | 3070 | 9810 | |
| 80 | 1720 | 3740 | 1780 | 3250 | 10490 | |
| 1981 | 1822 | 3940 | 1915 | 3430 | 11107 | 2500 ^人 |
| 2 | 1940 | 4240 | 2060 | 3620 | 11860 | |
| 3 | 2045 | 4500 | 2210 | 3810 | 12565 | |
| 4 | 2155 | 4780 | 2360 | 3980 | 13275 | |
| 85 | 2270 | 5070 | 2510 | 4170 | 14020 | |
| 6 | 2385 | 5330 | 2680 | 4330 | 14725 | |
| 7 | 2490 | 5620 | 2830 | 4480 | 15420 | |
| 8 | 2600 | 5900 | 3000 | 4670 | 16170 | |
| 9 | 2710 | 6170 | 3170 | 4830 | 16880 | |
| 90 | 2820 | 6400 | 3340 | 5000 | 17560 | |
| 1991 | 9242 | 6795 | 3540 | 5120 | 18397 | 3600 ^人 |

5-5 示 方 書

橋梁の設計を行なう場合の荷重、その他の示方書について、C.D.A と打合せを行なったところ Pakistan には簡単な示方書 (Highway Bridge Code for East Pakistan) しかなく、鋼橋に関する規定がなく、AASHOによって設計を行なっているとの事であった。AASHOと、日本の道路橋の示方書とを比較して、荷重・許容応力等、殆んど差のない事を説明した結果 (両者の比較は表-22) すべて日本制定の示方書で設計する事に意見の一致を見た。

準拠示方書は次のとおりである。

Highway Bridge Code for East Pakistan 1st Ed. 1962

鋼道路橋設計示方書 (日本道路協会 1964年6月)

溶接鋼道路橋設計示方書 (日本道路協会 1964年5月)

鋼道路橋の合成桁の設計施工指針 (日本道路協会 1965年6月)

鉄筋コンクリート道路橋設計示方書 (日本道路協会 1964年6月)

日本工業規格 (JIS) 鉄 鋼

しかし、日本と Pakistan では地理的条件が異なるので、C.D.Aとの討議の結果次による事とした。

(1) 風 荷 重

日本では300^{ノット}で設計するが、これは風速に直すと55m/sec = 123 mile/hr であるけれども、過去のサイクロンの結果より、130 mile/hr は考えて欲しいとのC.D.A の意見であったが、日本の55m/sec で設計しても材料の最終強度に対しては尚50%の余裕があることから、日本の風荷重で設計を行なう事にした。

(2) 温 度

温度変化に対しては、日本では-10°C~+50°Cであるが、これを+5°C~55°Cとする。

(3) 地 震 荷 重

East Pakistan では地震は殆んどないので、地震荷重としては、死荷重のみに対して考え、水平震度を0.1にし、鉛直震度は考えない。

5-6 橋梁形式の選定

East Pakistan, Karnaphuli 河橋梁調査團により、計画された架橋地点は、水面巾約1000mに及ぶものであり、橋梁形式の選定等の計画に当っては、下部構造をも考慮しながら、航路限界、経済性、工期、工法、美観等を総合的に検討した上で決定されねばならない。

200' の航行巾が十分とれるスパンの橋梁で考えられる形式として比較検討の対象となるものを列挙すると次のものが考えられる。

- a) 非合成連続箱桁橋
- b) 鋼床版箱桁橋 (単純, 連続)
- c) 連続合成桁橋 (I section, 箱桁)
- d) 下路トラス橋 (平行弦, 曲弦)
単純トラス橋, ガルバートラス橋, 連続トラス橋
- e) アーチ橋
- f) ランガー桁橋 girder Bridge with arch
- g) ローゼ桁橋 arch Bridge with stiffening girder
- h) 斜吊桁橋 stayeol girder Bridge
- i) 吊 橋

これらのうち a), b), c) の上部形式は、外観も単純で軽快であり、視界は良いが桁高が高くなり、従って路面高が高くなって左岸の取付道路の盛土が多くなり道路の工事費が増大する。a) は構造が簡単であり、施工は容易であるが、鋼重が大きい。b) は、鋼重は床版工がなくなり死荷重が軽減されるが、鋼重は重くなり、死荷重の軽減の割には、下部工の工事費は余り変わらない。c) は鋼重は少なくなるが、支間、支点上の床版コンクリートに対するプレストレスの導入については、相当量の支点の昇降、P、C鋼棒の使用等で、架設工法、現場施工が複雑となり、全体工事費はかなり高くなる。一般にこれら a), b), c) のタイプはこれ程のスパンには不経済な構造である。d) は部材の数が多く、又、通行自動車の視界も多少は妨げになるが、60~90mのスパンの橋梁としては鋼重も少なく、工事費も安く、外観もすっきりしていて最適な構造である。

e), f), g), はかなりスパンも大きく出来て、ピアーの数は少なくなる。それがたゞ一つ架設されているような場合は、美的にもすぐれているが、多数並んでいる場合は外観が悪い。今回のように数個並べなければならない場合は不適當である。h) は斬新性に富んでおりスパンは更に大きく出来て、桁型式では不経済であるが吊橋とするには小さいという場合に蒙った構造であるが工事費がかなり高くなる。

i) は長径間の橋梁に適しているが工事費は著しく増大し、又 East Pakistan 特有の Cyclone に対する振動特性に問題がある。

又、h), i), とともに下部工に対する水平及び鉛直反力が増大して、下部工に問題がある。

航行巾 200' に対しては、橋梁としての Span は 250' あれば十分であり、必要以上に長支間にするとは、不経済となる。ここでは 250' の支間に対して、使用可能な形式について、鋼重を検討してみると下表のようになる。

| 形 式 | 単 位 | 鋼 重 | 比 率 |
|---------|------------------------|---------------------------------|-----|
| 箱 桁 橋 | 270Kg/m ² = | 0.222 longton/yard ² | 117 |
| ト ラ ス 橋 | 230Kg/m ² = | 0.189 longton/yard ² | 100 |
| ラン ガー 橋 | 260Kg/m ² = | 0.214 longton/yard ² | 113 |

以上の検討により主径間にはトラス構造を選ぶことにする。

トラス構造の中にも単純トラス、ゲルバートラス、連続トラスを比較検討すれば次のようである。

- a) 土質調査の結果地盤は予想していた程悪くないため、ゲルバー構造又は連続構造にしても下部工は水平力に対して十分安全なものが施工出来る。
- b) 単純トラスは他の形式よりも鋼重が大きい。
- c) ゲルバートラスと連続トラスは鋼重に於て変りない。
- d) ゲルバートラスはヒンジ部の構造が大変複雑である。
- e) 連続トラスは不静定次数が高いため不慮の事故に対して他の形式より有利である。
- f) 連続トラスは、架設時に Cantilever Erection が容易である。

以上の比較検討より、主径間としては連続トラスを採用する。更に連続トラスの構造として下部工に作用する水平反力を考慮して3径間連続トラスが多スパン並ぶので美観上、等径間とする。又トラスの形は支点上で構高が高い変折面トラスよりも、平行弦トラスの方が環境にふさわしく、美観上もすぐれている。

アプローチスパンとしては、帆柱のある大型船舶の航路限界にとられる必要がなく主径間より小さいものでよい。したがってトラスに続く部分はピアーの数を考慮に入れて、最も経済的な単純活荷重合成桁を採用し、左岸の陸上及び右岸の水深の浅い部分は、C、D、Aより現在の Pakistan の業者が計算、施工でき、又その育成ができるような鉄筋コンクリート桁をできるだけ多く使って欲しいとの要望があったため、鉄筋コンクリート桁を採用した。これを Type A とする。

又、ピア-の数を少なくし、下部工の工費を減らすために、全橋長を等スパンのトラスで渡り、航路限界を確保しなければならない部分のみ、橋面を高くした型式も検討した。これを TypeB とする。

6 予備設計の概要

6-1 Preliminary Design of Superstructures

6-1-1 設計条件

- (1) 設計荷重 TL-20 (20T onトラック)
- (2) 橋長 3520' - 4'
- (3) 形式 TypeA 連続トラス・単純活荷重合成桁・鉄筋コンクリート桁
TypeB 連続トラス
- (4) 道路巾員 車道巾員 2 @ 13' = 26'
歩道巾員 2 @ 6' (トラス部分は主桁の外側におく)
- (5) 舗装 アスファルト舗装
車道 2' 厚
歩道 1½' 厚
- (6) 縦断曲線 航行スパン 水 平
左岸側 3% 直線勾配
右岸側 2% 直線勾配 (Type A)
2.2% 直線勾配 (Type B)
- (7) 横断勾配 車道 1.5% パラボラ勾配
歩道 1.5% 直線片勾配
- (8) 建築限界 (AASHOによる。)
巾 2車線の場合 27' - 6"
高さ 14'
- (9) 航路限界 巾 200' - 0"
高さ 40' - 0' (above mean water Level)
- (10) 地震の水平揺戻 0.1 (死荷重のみに対して)
- (11) 温度変化 +5℃ ~ -5℃
- (12) 単拠示方書

High way Bridge Code for East Pakistan
1st Ed. 1962

鋼道路橋設計示方書 (日本道路協会 1964年6月)

溶接鋼道路橋設計示方書 (日本道路協会 1964年5月)

鋼道路橋の合成桁の設計施工指針

(日本道路協会 1965年6月)

鉄筋コンクリート道路橋設計示方書

(日本道路協会 1964年6月)

日本工業規格 (JIS) 鉄鋼

6-1-2 Type A 予備設計

スパン割り

2@単純鉄筋コンクリート桁+3@単純活荷重合成桁+2@3径間連続トラス
 2@65'-9" +3@170' +2@ (250'+250'+250')
 +5@単純活荷重合成桁+2@グルバ-鉄筋コンクリート桁
 +5@ 170' +2@{(65'-9"+16'-3")+82'+(16'-3'+65'-9')}

両側アバットのバツベント前面間距離

3520' - 4"

6-1-2-1 3径間連続トラス

(1) 主要寸法

| | | |
|-----|-----|--------|
| 橋 | 長 | 753' |
| パネル | 数 | 8+8+8 |
| パネル | 長 | 31'-3" |
| 主桁 | 間隔 | 30'-3" |
| 主桁 | の高さ | 27'-3" |

(2) 構造の概要

- (I) 形式は多径間トラスが並ぶため支点上で構高を高くした変断面トラスよりも平行弦の方が美観的にすぐれており又、部材数をなるべくへらして、鋼重を軽くするために、鉛直材を省略した。
- (II) トラスの各部材は箱断面又はI断面をしている。工場製作は、電気アーク溶接で行ない架設現場に於ける部材の添接及び連結はリベットで行なうものとする。
- (III) 縦桁及び横桁はI断面であり、電気アーク溶接で工場で作られる。縦桁は歩道部分は片側2本、車道部分は3本で下弦材の各格点に取り付けられたブラケット及び横桁で各々支持されている。
- (IV) 床版は鉄筋コンクリートとし歩道部分は4"厚、車道部分は7 $\frac{1}{2}$ "厚とする。
- (V) 地震荷重、風荷重等の横荷重に抵抗するため、上弦材、下弦材は各々上横構、下横構で連結されている。上横構はI断面、下横構はT又はL断面とする。
- (VI) 各スパンの端柱には上横構に作用する風荷重を支点に伝えるために、橋門構が設けられている。橋門構はI断面であって建築限界に対し十分の余裕をもっている。
- (VII) 支承者は鋳鋼製のものを使い、可動支承は移動量が大いいため4個のローラーを用いたローラー脊を使用する。

6-1-2-2 単純活荷重合成桁

(1) 主要寸法

| | | |
|-----|----|----------------------|
| 橋 | 長 | 172'-0" |
| スパン | | 170'-0" |
| 主桁 | 本数 | 4-I断面 |
| ウェブ | 高 | 8'-2 $\frac{1}{2}$ " |
| ウェブ | 間隔 | 10'-0" |

(2) 構造の概要

- (I) この桁は死荷重は鋼桁のみで受持ち、鉄筋コンクリート床版が打設され、硬化した後は合成断面として活荷重に抵抗する。
- (II) 部材は工場で電気アーク溶接で製作され、現場での添接、連結はリベットで行なう。
- (III) 床版は鉄筋コンクリートで作られ、その厚さは車道部分で8 $\frac{1}{4}$ "である。
- (IV) 主桁の上フランジの上面には床版と鋼桁との間の水平剪断力に抵抗出来るシベルが添接される。
- (V) 各主桁の間には、地震荷重、風荷重等の横荷重に抵抗できるように対顔構及び下横構が設けられる。
- (VI) 支承者はフリクションプレートを用いたベアリング脊とする。

6-1-2-3 単線鉄筋コンクリート桁

(1) 主要寸法

| | |
|---------------|-----------------------------|
| 橋長 | 67' - 7" |
| スパン | 65' - 9" |
| 主桁 | 2 - 箱桁 |
| 主桁中心間隔 | 18' - 8" |
| 箱桁の高さ | 上フランジ上面より下フランジ下面まで 5' - 7½" |
| ウエブ厚 | ウエブ中心間隔 8' - 6" |
| ウエブ厚 | 1' - 2" |
| 上フランジ厚(車道床版厚) | 7½" |
| 下フランジ厚 | 6¼" |

(2) 構造の概要

- (I) スパンがかなり大きいので、主桁は2-箱断面とする。
- (II) コンクリートは現場打ちとする。
- (III) 主鉄筋はφ 1¼"を使用する。
- (IV) コンクリート強度は、 $f_c = 3500 \text{ Psi}$ (246kg/cm²)のものを使用する。 Highway Bridge Code for East Pakistanによる。
- (V) 剪断力はウエブ内のスタ-ラップ及び曲げ上げ筋で負担する。
- (VI) 支点上及びスパンの3等分点には横桁及び隔壁を設けるものとする。
- (VII) 支承番はフリクションプレートを用いたベアリング番とする。

6-1-2-4 ゲルバー鉄筋コンクリート桁

(1) 主要寸法

| | | | | |
|---------------|-----------------------------|-------|------------|------------|
| 橋長 | 247' - 10" | | | |
| スパン割 | | | | |
| 吊スパン | 張り出しスパン | 礎着スパン | 張り出しスパン | 吊スパン |
| 65' - 9" | + 16' - 3" | + 82' | + 16' - 3" | + 65' - 9" |
| 主桁形式 | 2 - 箱桁 | | | |
| 主桁中心間隔 | 18' - 8" | | | |
| 箱桁の高さ | 上フランジ上面より下フランジ下面まで 5' - 7½" | | | |
| ウエブ厚 | ウエブ中心間隔 8' - 6" | | | |
| ウエブ厚 | 吊スパン中央 } 1' - 2" | | | |
| | 礎着桁中央 } 1' - 2" | | | |
| | 張り出しスパン } 1' - 10" | | | |
| | 礎着桁支点上 } 1' - 10" | | | |
| | 吊りスパン礎着桁側支点上 } 1' - 10" | | | |
| 上フランジ厚(車道床版厚) | 7½" | | | |
| 上フランジ | 吊スパン中央 } 6¼" | | | |
| | 礎着スパン中央 } 6¼" | | | |
| | 礎着スパン支点上 } 7½" | | | |

(2) 構造の概要

- (I) 主桁はスパンが大きいため 2-箱桁とする。
- (II) 礎着桁支点上は負の曲げモーメントに抵抗できるように2つの箱桁の下フランジを結び下フランジ厚

7/8" とする。

- (iii) コンクリートは現場打ちとし、強度は $\phi 28 = 3500 \text{ P s i}$ の物を使用する。
- (iv) 主鉄筋は $\phi 1\frac{1}{4}$ " を使用する。
- (v) 剪断力はスターラップ及び折り曲げ鉄筋で負担する。
- (vi) 吊桁の支点上及び支点、張り出し桁の支点上及び着着スパンの1/4点には横桁及び隔壁を設ける。
- (vii) 支承部はフリクションプレートを用いたベアリング部とする。

6-1-2-5 Type A の検討

(1) 形 状

両側にスパンの小さなコンクリート桁、次に少しスパンの大きなプレートガーダー、中央に大スパンの連続トラスという構成のこのタイプAは、スレンダーでありながら中央にアクセントを有する優美な形をしている。2つの連続トラスの間は美観上、上弦材を遊び材で連結し、外観上6スパン連続構造を呈している。

(2) 架 設 法

くわしくは後述の架設計画の部分で述べるがここでは工法のみ簡単にあげておく。

- 3径間連続トラス ベント工法, 片持式工法
- 単純活荷重合成桁 ベント工法
- 単純鉄筋コンクリート桁 ステージング工法
- ゲルバー鉄筋コンクリート桁 架設用トラスを用いる。

(3) 鋼重, コンクリート量, 鉄筋量, 舗装面積

| | | | | |
|---------|------------------------------|---------|--|--|
| 鋼 | 重 | 2,244 t | | |
| コンクリート量 | 3,812 m ³うち | | { セメント t 1,219 砂 m ³ 1,716 砂利 m ³ 3,431 | |
| 鉄筋量 | 549 t | | | |
| 舗装面積 | 11,996 m ² | | | |

6-1-3 Type B 予備設計

スパン割り

- 4 @ 3径間連続トラス + 2径間連続トラス
- 4 @ (250' + 250' + 250') + (250' + 250')

両側アバットのバラベット前面間距離

$$3520' - 4"$$

6-1-3-1 3径間連続トラス

6-1-2-1 と同一。

6-1-3-2 2径間連続トラス

(1) 主要寸法

| | | |
|-----|-----|-----------|
| 橋 | 長 | 503' |
| パネル | 数 | 8 + 8 + 8 |
| パネル | 長 | 31' - 3" |
| 主構 | 間隔 | 30' - 2" |
| 主構 | の高さ | 27' - 3" |

(2) 構造の概要

- 1) 形式は2径間連続直弦ワーレントラス
- 他は 6-3-2-1 (2) と同一。

6-1-3-3 Type Bの検討

(1) 形状

このType Bは、12径間等スパン長の平行ワーレントラスで構成されており、簡潔な美を呈している。そして、非常に近代的感覚にすぐれたもので、軽快な感じを与える。この場合も、Type Aと同様に、各トラスを遊材で結び、外観上、14スパン連続構造を呈している。

(2) 架設法

3径間連続トラス }
2 " " } ベント工法、片持式工法。

(3) 鋼重、コンクリート量、鉄筋量、舗装面積

| | | | |
|---------|---------------------------|-------------------|-------|
| 鋼重 | 2,882 t | | |
| コンクリート量 | 2,773 m ³ ……うち | セメント t | 887 |
| 鉄筋量 | 372 t | 砂 m ³ | 1,248 |
| 舗装面積 | 12,417 m ² | 砂利 m ³ | 2,496 |

6-1-4 Type Aと Type Bの比較

鋼重、コンクリート体積、鉄筋重量、アスファルト舗装面積の詳細を表-21に示す。Type Bは上部工は全て鋼橋であるので、Type Aにくらべて鋼材は約2.8倍多く使用しなければならない。一方、コンクリート量、鉄筋量は各々2.7倍、3.2倍少なくて済み、舗装面積は、わずかに多くなっている。運搬、架設費まで含めた上部全体の工事費は、Type Bの方がかなり高くなるが、Type Bでは下部工の数が少なくなっているため、上・下部を含めた全体の工事費、及びその中でしめる外貨の割合等より比較しなければならない。これは後にゆずることとする。

次に、美観上から比較すると、大いに主観の入る問題ではあるが、どちらも周囲の情景にマッチした構造で、互いに長所を持っており、優劣はつけ難い。

6-2 Preliminary Design of Substructures

基礎としては、後述のように、トラス及び合成桁では井筒が、R、C、桁では杭が適当である。したがってA案(トラス、合成桁、R、C桁)では15基をWell 8基を杭基礎、B案(全トラス)ではすべてWellとした。

6-2-1 地質と基礎型式

本地点の地質は、沖積層が厚く、深度100mでも洪積層は現われない。土質は細砂、中砂、シルトの互層をなし、礫層は-4.0m付近に薄層としてあるだけである。標準貫入試験によるN値は大きく、砂層では深度10mで30、20mで40にも達するから、いかなる型式の基礎についても砂層を支持層とすれば十分な垂直支持力が期待出来る。

シルト層についてもN=20程度あるから水平支持力も大きい。

また、支持層以下においても二次圧密のおそれのある地層は存在しないから、圧密沈下は問題ない。したがって基礎の型式としては、根入れが深い場合に有利な杭基礎あるいは井筒基礎となる。

6-2-2 河川水理と基礎型式

河川水理上からは、河床の洗掘が最も重要な問題である。Karnaphuji川は、未改修河川であるが、河川改修計画が完成し、兩岸の護岸、埋立が完成すれば、流路は中央よりやや左よりに安定すると予想される。(Hydraulic Research Institute の模型実験による)しかし、それまでは年々大きな変動を繰り返すおそれがあり、しかも橋脚周辺の局部的な洗掘も大きいと予想されるのでそれに対し十分安全な、橋脚及び基礎の構造を定める。

現在は浅い所も主流の移動により現在の最低河床高MSL-7mまでは洗掘されるものとし、さらに局部的

洗掘によって橋脚周辺は10m洗掘されるものと推定した。

垂直支持力については、洗掘によっても全く問題ないが水平支持力は著しく減少するので根入れを大きくしなければならぬ。一般に深い基礎については、杭基礎の方が井筒基礎よりも工事費が少ないが、本地点のような著しい洗掘を受け且つ水平外力が大きい場合は井筒基礎の方が経済的且つ構造上も安全である。そこで水平外力の大きい連続トラスの基礎はすべて井筒とし水平外力が比較的小さい単純支持のコンクリート桁の基礎には杭基礎とした。杭基礎工法については使用材料別にRC杭、鋼杭、場所打コンクリート杭等の種類がある。RC杭については支持層を深くとるとのこと即ち、継手ヶ所が多くなることにより、支持力の低減、杭本体の強度の弱点となる。また運搬、貯蔵に対しても破損等を生じ、かつ打込みによる杭頭処理の問題等に対しても慎重を要することから採用しなかった。

場所打コンクリート杭については、本地点のように著しく洗掘深の大きい場合、杭の水平抵抗に対する信頼性、及び施工法が適当でないがまたは施工が不完全であると地中に所定の断面積を有する杭を造りえず、かつこの成否を確認する方法のないことから、確実性かけ、さらに本計画のような橋脚基礎に使用する場合、施工面積の小さい場所に多くの杭をうつことにより、隣接した杭の打込みによる振動、地下水圧、土圧等によって打込まれたコンクリートの硬化に悪影響を与えることが考えられる。従って本地点では信頼性が高く衝撃、曲げ抵抗に強く、抵抗層(N=50~70程度)の貫通容易な鋼管杭を採用することにした。

井筒基礎については、河川の流積を減らさないため上部はコンクリートピアーとしている。鋼管杭基礎の場合一般にはピアーを設けず直接桁を支持しても良いが、本地点の流水は塩分を含み、腐食のおそれがあること及び美観を考慮して鋼管杭はL.W.L以下とし、上部はコンクリートピアーとした。鋼管杭基礎周辺には、巾30m、長さ190mにわたって捨石(厚さ0.6m、1個当り重量50kg)を行なって、洗掘に対処する。ウエル基礎の場合も、橋台前面は特に洗掘が大きいと予想されるので、捨石によって防護する。

なお、船舶が衝突する危険があるので、鋼管杭によるフンダー工をピアーの上下流に設けるものとした。

6-2-3 井筒基礎の設計

形状は流水抵抗を小さくするよう、長円形断面とし、中央に隔壁を設ける。安定計算は洗掘された状態で行った。

Wellの寸法

| | | | | | |
|-------|---|-----------|------------------------------|---|-----------------|
| 長 | 径 | 34' ~ 38' | 深 | さ | 76' - 6" ~ 131' |
| 短 | 径 | 25' | 構造は、Reinforced concrete である。 | | |
| 軀体の壁厚 | | 2' - 6" | | | |
| 隔壁厚 | | 2' | | | |

(1) 設計条件

| | | |
|-------------|----------------|----------------------|
| コンクリート設計強度 | σ_{28} | 246 磅 (3500Psi) |
| コンクリート圧縮強度 | σ_{ca1} | 82 " |
| " 支圧強度 | σ_{ca2} | 70 " |
| " せん断強度 | τ_{sa} | 7 " |
| " 付着強度 | u_a | 8 " |
| 鉄筋(丸鋼)許容応力度 | σ_{sa} | 1,400 " |
| 周辺まさつ力 | | 0.2 " |
| 単位重量コンクリート | | 2.3 t/m ³ |
| " 鉄筋コンクリート | | 2.4 " |
| " 土砂(水中) | | 1.0 " |
| " " (飽和) | | 2.0 " |
| 地震強度 (水平) | | 0.1 |

| | |
|---------------|-----|
| (垂直) | 0 |
| 許容応力の割増し(地震時) | 30% |

(2) 安定計算

安定計算の方法は、日本道路公団設計基準(横山、池原公式)によった。

土圧はクーロンの式、地盤支持力はテルツァギ式によっている。

| | |
|-----------------|----------------------|
| 垂直荷重 | 2,600 t |
| 水平荷重 | 470 # |
| 地盤垂直支持力(N=60) | 200 t/m ² |
| 水平支持力 内部まさつ角30° | 44 # |
| 垂直反力 | 100 # |
| 水平反力 | 12.3 # |

6-2-4 杭基礎の設計

側径間のRC桁の基礎は杭基礎を用いる。

洗掘量が大いなので水平力に対する安定度を高くした。水平変位を小さくするために、径1,200mm長さ3.0mの鋼管杭を用い、内部にコンクリートを充填する。杭上部はコンクリートのベース(39'×25'×5')に埋込み、杭頭固定の条件を満たすものとする。杭の本数は1橋脚当り8本とする。

(1) 設計条件

鋼管杭 $\phi 1,200\text{mm}$, $t=12.7\text{mm}$ $l=3.0\text{m}$

杭支持力 (N=60の砂層にて支持するとして) 500 t/本
(Meyer hoff 式による)

断面二次モーメント(鋼管) $876 \times 10^3 \text{ cm}^4$
(中詰コンクリート $n=10$) $1,000 \times 10^3 \text{ cm}^4$
地盤水平反力係数 k (N=20) 5 kg/cm^3

(2) 設計計算結果

| | | |
|------|-------------------|---------|
| 垂直荷重 | 104 t/本 | |
| 水平荷重 | 18 # | |
| 杭応力度 | (Y.L.Chang の式による) | |
| | 中詰コンクリート無、杭頭固定 | 1,400% |
| | " " " 自由 | 2,300 # |
| | 中詰コンクリート有、" 固定 | 650 # |
| | " " " 自由 | 1,100 # |
| 杭頭変位 | 中詰コンクリート無、杭頭固定 | 25% |
| | " " " 自由 | 226 # |
| | " 有 " 固定 | 12 # |
| | " " " 自由 | 106 # |

6-2-5 橋台、橋脚の形状の選定

6-2-5-1 橋台

橋台は高さが大いなので経済性及安定度を考えパットレス式とする。

6-2-5-2 橋脚

橋脚は流れに対する抵抗が少ないこと、施工が容易であること、安定度が良いことを考え半重力式とした。

断面は長円形である。杭基礎の場合は橋脚も杭をそのまま延ばしたのを用いることもあるが、鋼材の腐食及び美観を考え全部同一の柱式とした。

橋台寸法

巾 34' 高さ 35-7 1/2' 壁厚 2'

橋脚寸法

上巾 19' ~ 20' 下巾 21' 5" ~ 25' 6"

横巾 上 6' ~ 7'

下 8'-5" ~ 12'-6"

Reinforced Concrete 構造

下部工工事数量の概要

表-23

| 工種 | 材 料 | TYPE A | TYPE B |
|--|--------------|-----------|-----------|
| 橋 台 基 礎 工 A B (23基) | 型 鉄 棒 | 95 t | 83 t |
| | 鉄 筋 | 191 t | 133 t |
| | コンクリート | 5,661 m³ | 3,962 m³ |
| | セメント | 1,402 t | 991 t |
| | 砂 | 2,916 m³ | 2,060 m³ |
| ウ エ ル 基 礎 工 A B (15基) | 型 鉄 棒 | 650 t | 653 t |
| | 鉄 筋 | 1,276 t | 1,278 t |
| | コンクリート | 20,699 m³ | 21,427 m³ |
| | セメント | 5,009 t | 5,187 t |
| | 砂 | 10,680 m³ | 11,059 m³ |
| 鋼 管 基 礎 工 A (8基) | 型 鉄 棒 | 7 t | |
| | 鉄 筋 | 70 t | |
| | 鋼管杭 (φ 1200) | 635 t | |
| | コンクリート | 2,253 m³ | |
| | セメント | 466 t | |
| フ ン ダ ー 工 | 砂 | 1,123 m³ | |
| | 利 | 1,997 m³ | |
| | 鋼管杭 (φ 350) | 170 t | 105 t |
| | 型 鉄 棒 | 29 t | 29 t |
| | 鉄 筋 | 72 t | 72 t |
| 取 付 工 | コンクリート | 596 m³ | 596 m³ |
| | セメント | 149 t | 149 t |
| | 砂 | 310 m³ | 310 m³ |
| | 利 | 519 m³ | 519 m³ |
| | アスファルトフェーシング | 1,588 m³ | 1,696 m³ |
| 保護工 | 捨 石 | 3,390 m³ | 682 m³ |
| 仮設備 | | 1 式 | 1 式 |

6-3 附属構造物の予備設計

6-3-1 取付道路

道路計画としては、すでに master plan が作成されているが架橋地点が master plan と異なっていたので変更することとする。橋の目的が都市内交通と通過交通の二つを合わせているので、この目的を満たすように路線を決定した。(図-2)

路面高は HWL 11.93' に 6.07' の余裕を持たせて MSL + 1.8' とする。天端巾は 47' (橋面巾 44' に 3' を加えて) 法面勾配は 1:2 とする盛土用材料は道路に平行して設けた土取場(法尻より少なくとも 10' は離す)から採取する。法面は HWL までアスファルトフェーシングにより保護する。又、盛土高は 12' ~ 22' となるので右岸取付部の軟弱粘土層がある所では地耐力、法面崩壊すべり圧密沈下が問題となる。したがって表層の軟弱層(厚さ約 7') は取除き砂で置換する。

6-3-2 排水路

右岸の測点 No. 60 及び No. 85 付近にある水路は排水及び舟運に利用するため橋長 50m 及び 30m の R. C. 桁橋を設ける。

また右岸一帯は巾 600m にわたって低地がつづいている。

ここは地盤高が MSL + 1.6m ~ 1.8m なので乾期においても満潮時には水没することになる。取付道路は、この中に 600m にわたって突出し、堤防となっているので満潮時道路より上流に湛水した水が干渉時に流出することとなる。この低地の面積は約 0.6km² あるので湛水量は $V = 1,380 \times 10^3$ m³ となる乾期の状況を見るとこの水は湛水するだけで殆んど流れはなく、入退潮は、自然に侵食された水路によって行なわれている。

雨期においても満潮時の水位は乾期よりも著しく高くはならないから湛水状況は変わらないと考えられる。

したがって 600m にわたって取付道路が出来た事による河川水理へ影響は少ないものと思われる。ただし道路からある程度離して平行に深さ 3.5' 底巾 10', 法面勾配 1:2 程度の紫掘りの水路を設け道路周辺の排水路とする。

6-4 河川改修

Karnaphuli 河の水理において最も重要な点は河道の安定である。

特に下流部は Chittagong 港になっているので河口部及 Jetty 前面の水深を維持することが絶対に必要である。

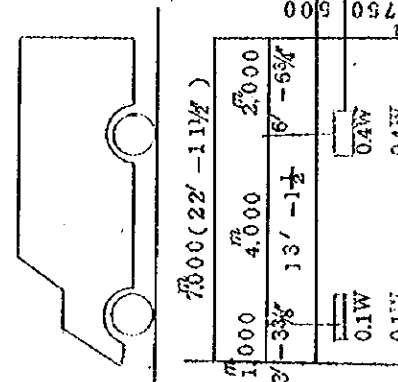
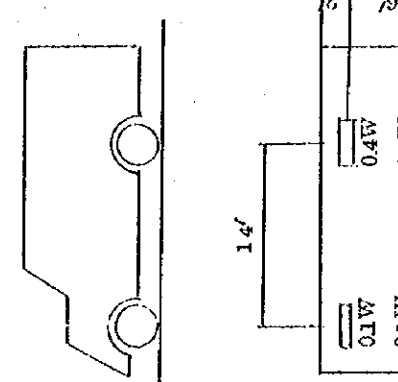


Hydraulic Research station の model 実験にもとづき、種々の改修工事が行われているが、架橋地点付近では両岸に護岸を設け水路を固定させることになっている。橋梁にとっても河岸の侵食は致命的であるから、この護岸の建設が、特に望まれる。ところで橋梁架設により河川水理にある程度の変化があることは、1930年に Kalurghat 橋を架けた後の Halda 河及周辺の変化状況を見れば明らかである。(上記実験報告)

本橋梁についても、ある程度その影響があるものと予想される。現在までの調査ではその変化がいかなるものであるか、またそれの対策は何かという事はわからない。したがって、実施設計前に、橋梁地点付近の河道について、移動床による水理模型実験を行なって河川水理の変化及び対策について検討することが望ましい。これにより河川の全体的な変化のみならず、橋脚周辺の局部的洗掘、橋台前面の洗掘状況も把握されよう。

タイプA, タイプBの各種数量表

| | TYPE A | | | | TYPE B | |
|-----------------|-----------------------------|----------------------|---------------------------|-----------------------------------|---------------|---------------|
| | 2@3径間連続桁 2@(250+250+250) | 8@単純活荷重合成桁 8@170' | 2@単純鉄筋コンクリート桁 2@65'-9" | 2@ダブルバート鉄筋コンクリート桁 2@(90+90+90) | 4@3径間連続トラス | 1@2径間連続トラス |
| 鋼 | | | | | | |
| 主桁又は主桁(t) | 616 (460) | 832 (712) | | | 1,232 (920) | 209 (172) |
| 床組 (t) | 448 (86) | | | | 896 (172) | 151 (29) |
| 横構, 対傾構(t) | 126 | 104 | | | 252 | 42 |
| その他 (t) | 42 | 48 | 8 | 20 | 84 | 16 |
| 小計 (t) | 1,232 (546) | 984 (712) | 8 | 20 | 2,464 (1,092) | 418 (201) |
| 合計 (t) | 2,244 (1,258) | | | | | 2,882 (1,293) |
| | (()内は, S M 5 0材の重量を示す) | | | | | |
| コンクリート体積 (m³) | 1,188 | 1,304 | 272 | 1,048 | 2,376 | 397 |
| 合計 | 3,812 | | | | | |
| 鉄筋重量 (t) | 159 | 174 | 43 | 173 | 319 | 53 |
| 合計 | 549 | | | | | |
| アスファルト鋪設面積 (m²) | 5,320 | 4,568 | 450 | 1,658 | 10,640 | 1,777 |
| 合計 | 11,996 | | | | | |
| 高欄 (鋼製) (t) | | | | | | 88 |

表-22

| | 橋道橋設計示万書 T-荷重(T-20) | AASHO H-Loading(H-20) | Highway Bridge Coal for EAST PAKISTAN AASHOに同じ。 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|--|---|---|-------|----|-------------------------|------------------------|----|--|--|---|------|------|------|------|----|----|----|----|-----------|
| 車道活荷重 |  <p> $7300(22' - 11\frac{1}{2}')$ <table border="1"> <tr> <td>1,000</td> <td>4,000</td> <td>2,000</td> </tr> <tr> <td>3'</td> <td>13' - 1$\frac{1}{2}$'</td> <td>6' - 6$\frac{3}{4}$'</td> </tr> <tr> <td>3%</td> <td></td> <td></td> </tr> </table> </p> | 1,000 | 4,000 | 2,000 | 3' | 13' - 1 $\frac{1}{2}$ ' | 6' - 6 $\frac{3}{4}$ ' | 3% | | |  <p> $14'$ <table border="1"> <tr> <td>0.1W</td> <td>0.1W</td> <td>0.4W</td> <td>0.4W</td> </tr> <tr> <td>2'</td> <td>2'</td> <td>6'</td> <td>6'</td> </tr> </table> </p> | 0.1W | 0.1W | 0.4W | 0.4W | 2' | 2' | 6' | 6' | AASHOに同じ。 |
| 1,000 | 4,000 | 2,000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3' | 13' - 1 $\frac{1}{2}$ ' | 6' - 6 $\frac{3}{4}$ ' | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.1W | 0.1W | 0.4W | 0.4W | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2' | 2' | 6' | 6' | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | $W = 20t (44,100\#)$ L-荷重(T-20) | $W = 40,000\#$ H-Line Loading(H-20) | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| |  <p> $P = 5t/m (3,360\#/ft)$ $W = 350kg/m^2 (72\#/cft)$ </p> |  <p> $P = 18,000\# \text{ For Moment}$ $26,000\# \text{ For Shear}$ $W = 640\#/foot \text{ of Load Lane}$ </p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | (荷重強度は、橋の中員、スパン等により変化する。) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | 普通路橋設計示方表 | A A S H O | Highway Bridge Code for EAST PAKISTAN |
|--------------------|---|---|---|
| | <p>○ 一般の形式に対して</p> <p>活荷重を載荷しないとき</p> <p>風上側上部Iの有効鉛直投影面積に対し</p> <p>300kg/m²(61#/ft²)</p> <p>風下側各上部Iの "</p> <p>150kg/m²(31#/ft²)</p> <p>活荷重を載荷するとき</p> <p>風上側上部Iの "</p> <p>150kg/m²(31#/ft²)</p> <p>風下側各上部Iの "</p> <p>75kg/m²(15#/ft²)</p> <p>活荷重に対して、橋面上1.5mの位置に</p> <p>150kg/m(101#/ft)</p> <p>但し、P=300kg/m²の荷重は、風圧係数を</p> <p>1.6とすれば風速5m/sec</p> <p>(123mile/hour)の風荷重に相当する。</p> | <p>但し、これらの風荷重は、風速</p> <p>100mile/hourの風に相当する。</p> | |
| 組 置 | <p>-10°C ~ 50°C</p> <p>温度変化の範囲 $\Delta t = 60°C$</p> | <p>0°F ~ 120°F</p> <p>$\Delta t = 120°F$</p> | <p>40°F ~ 110°F</p> <p>$\Delta t = 70°F$</p> |
| 地 震 荷 重 E = k R | <p>R = 死荷重</p> <p>k = 水平震度 0.35 ~ 0.10</p> <p>鉛直 " 0.10</p> | <p>R = 死荷重</p> <p>k = 水平震度 0.02 ~ 0.06</p> | <p>R = 死荷重 + 活荷重</p> <p>k = 水平震度 0.05</p> |

| | | | | |
|---------------------------|---|------------------|------------------|--|
| <p>コンクリートの圧縮 許容応力</p> | <p>$\frac{0.28}{3.5}$ 100% (1.422 #/in²) 以下</p> | <p>合成桁設計施工指針</p> | <p>A A S H O</p> | <p>Highway Bridge Code for EAST PAKISTAN</p> |
|---------------------------|---|------------------|------------------|--|

7 架設計画

7-1 概要

7-1-1 実施設計, 入札, 着工準備 (8ヶ月)

詳細な final design を行い, 工事仕様書を作成し, 実施予算を作成し, 工事入札に必要な技術的図面, 書類一切を準備する。

7-1-2 建設工事の工期 (28ヶ月)

工事の開始は 1968年9月を予定しているが, 28ヶ月かかって 1970年12月に完成し, 1971年1月開通する。

うち3ヶ月は, 資材假場の整備, 機械の搬入に要するので実働25ヶ月である。工期は雨期においても継続する。

7-2 下部工

7-2-1 基礎の締切工

(1) 杭打基礎部の締切工は左岸側 A₁ P₁ (2基), 右岸側 P₁₇ ~ P₂₁ A₂ (6基) を 1 group として, 二枚鋼矢板 (Ⅲ型) 締切とし dry work とする。又ウエル基礎部の締切工は P₂ ~ P₁₆ (15基) 各々を鋼矢板の築島工法によるものとする。

(2) 鋼矢板の打込みは, 杭打船でディーゼルバイルハンマー D-22 を使用して施工する。

(3) 中詰土砂はポンプ浚渫船にて行う。

(4) 鋼矢板の打込, 引抜共作業能率は 1日 10枚平均とする。

7-2-2 鋼管杭打工

(1) 鋼管杭打工はバイプロハンマーを使用して施工する。

(2) 鋼管杭の内部は土砂を掘削して, 清掃し, 鉄筋コンクリートを打設する。

(3) 打込作業能率は 1日 1本平均とする。

7-2-3 ウエル工

(1) ウエルの掘削は合船上のクラムンセルにて行う。(クラムンセルはウエル1基につき1台とする)

(2) 河岸からウエル現場への機器及び資材の運搬は船を利用する。

(3) ウエル沈設の作業能率は 1日平均沈下量 7.5cm とする。

(4) 型枠はメタルフォームを使用する。

7-2-4 橋脚, 橋台の躯体工

(1) 躯体工のコンクリート打設は dry work で行う。

(2) 型枠はメタルフォーム, 足場は鋼製足場を使用する。

(3) コンクリートの打込みは, 船, コンクリートタワーを用いて行う。

7-3 上部工

上部工は工程の関係上, 両側から中央に向つて架設を行なうものとする。

7-3-1 Type A

(1) 単純鉄筋コンクリート桁

この桁は, 陸上に架設されるため, ピティンによつてステーキングを組み, メタルフォームを用いて架設を行なうものとする。

(2) ゲルバー鉄筋コンクリート桁

A₂ - P₂₁ 間は(1)と同様にピテイクによるステーシング工法で行なう。P₂₁ - P₁₆ の5スパンは、水中のため、ステーシング工法は困難で、架設用トラスで行なう。しかし、スパンが長いので、橋梁方向には2組の架設用トラスを用い、橋梁スパン中央に打設した木杭上の支保工に、架設用トラスを支持させる。

(3) 単純活荷重合成桁

架設はベント工法で行ない、1スパンに2基の鋼製ベントを使用する。部材は、材料置場より船で架設地点まで運搬して来て、ピア上に建てたタワー上に張り渡したキャリヤーにより運搬する。キャンパーの調整が終り、リベット締めが完了すると、ベントは取り除かれる。

(4) 3径間連続トラス

第一スパンは各格点にベントを設置して、単純活荷重合成桁の場合と同様に、キャリヤーで部材を運搬して架設を進める。第1スパンの架設が終ると、第2スパンはベントを用いず、キャリヤーで運搬されて来た部材を順次組み立てて張り出しに行く。張り出し長が長くなると、部材の強度が不足するため、スパン中央にベントを建て、これに支持させて更に架設終了後はベントキャリヤーは撤去する。

7-3-2 Type B

左岸及び右岸の第1橋はTypeAの3径間連続トラスと同様にして架設して行く。各々第2橋目を架設する時は、タワー、キャリヤーを次の位置に移動させ、第1橋と第2橋の上弦材同志、又下弦材同志を各々架設連続結桁圧材で連結して、上と同様にして張り出し架設を進める。第1スパンを架設し終ると、先程の連結材を除去して、更に架設を進めて行く。

7-4 仮設備工(現場仮設工)

(1) 締切工用

| | | |
|------------|------|----|
| 杭打船 | D-22 | 6台 |
| 起重機船 | 30t | 2台 |
| 曳船 | 90PS | 3台 |
| 三脚デリッククレーン | 30HP | 2台 |
| ウインチ | 15HP | 4台 |

(2) 締切中結用

| | | |
|--------|-------|----|
| ポンプ浚渫船 | 500HP | 2台 |
|--------|-------|----|

(3) ウエル工用

| | | |
|------------|-------------------|----|
| クラムシエル | 0.6m ³ | 5台 |
| コンプレッサー | 100HP | 4台 |
| 三脚デリッククレーン | 30HP | 5台 |

(4) コンクリート工用(コンクリート桁、床版工も含む)

| | | |
|----------------|--------|----|
| パッチャープラント | 28切×2台 | 2台 |
| ダンプトラック | 7.5t | 4台 |
| コンクリートタワー用ウインチ | 50HP | 6台 |
| コンプレッサー | 75HP | 2台 |

(5) 排水工用

| | | |
|-------|--------|-----|
| 排水ポンプ | φ180mm | 10台 |
|-------|--------|-----|

(6) 残土処理用

| | | |
|---------|-------------------|-----|
| 土運船 | 200m ³ | 4台 |
| ダンプトラック | 7.5t | 10台 |

(7) 杭打工用

| | | | | |
|-----|------------|---------|---|---|
| | パイロハンマー | | 5 | 台 |
| (8) | 上部工鋸桁用 | | | |
| | 門型鉄塔 | | 4 | 基 |
| | キャリア | 1.2 t吊用 | 4 | 基 |
| | ウィンチ | 50 HP | 4 | 基 |
| | コンプレッサー | 50 HP | 2 | 台 |
| (9) | 舗装工用 | | | |
| | アスファルトプラント | | 2 | 基 |
| | ロードローラー | | 2 | 台 |
| | 溶解釜 | | 2 | 基 |

工 程 表 TYPE B

| | 初 年 度 | | | | | | | | | | | | 2 年 度 | | | | | | | | | | | | 3 年 度 | | | | | | | | | | | | 4 年 度 | | | | | | | | | | | |
|------------|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 実施設計及び施工管理 | 実施設計 | | | | | | | | | | | | 施工 | | | | | | | | | | | | 管理 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 資材・機材輸送 | 人承運 | | | | | | | | | | | | トラス | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 仮設 | 下部 | | | | | | | | | | | | 掘削 | | | | | | | | | | | | 掘削 | | | | | | | | | | | | 掘削 | | | | | | | | | | | |
| 下部工 | 掘削 | | | | | | | | | | | | 掘削・沈設 | | | | | | | | | | | | 掘削 | | | | | | | | | | | | 掘削 | | | | | | | | | | | |
| | 掘削 | | | | | | | | | | | | 掘削 | | | | | | | | | | | | 掘削 | | | | | | | | | | | | 掘削 | | | | | | | | | | | |
| 上部工 | 掘削 | | | | | | | | | | | | 掘削 | | | | | | | | | | | | 掘削 | | | | | | | | | | | | 掘削 | | | | | | | | | | | |
| | 掘削 | | | | | | | | | | | | 掘削 | | | | | | | | | | | | 掘削 | | | | | | | | | | | | 掘削 | | | | | | | | | | | |
| 附帯工 | 掘削 | | | | | | | | | | | | 掘削 | | | | | | | | | | | | 掘削 | | | | | | | | | | | | 掘削 | | | | | | | | | | | |
| | 掘削 | | | | | | | | | | | | 掘削 | | | | | | | | | | | | 掘削 | | | | | | | | | | | | 掘削 | | | | | | | | | | | |

8 概算工事費の算定

8-1 条 件

概算工事費の算定にあつて考慮した主な条件は次の通りである。

- (1) 工事の施工は主として現地コントラクターが行い、外来コントラクターは技術的な指導を行うものとする。
- (2) ここに云う外来コントラクターは工事費積算上では日本の業者が進出するものと仮定して積算する。
- (3) 見積金額は外貨、現地通貨共にUSドルに換算した金額を示す。

見積費目の内容は次の如し

| | | | | |
|-------|------------------------|---|-------------------------|--|
| 材 料 費 | ……(外貨払) | 鋼材, 鉄筋, 型枠, 鋤管杭, 電気用品 | | |
| | | (現地通貨払) | コンクリート用材, 油脂燃料, 仮設建物用材等 | |
| 労 務 費 | ……(外貨払) | 技術指導員の現地滞在費の半 | | |
| | | (現地通貨払) | 技術指導員の現地滞在費の半, 現地作業員労務費 | |
| 機 器 費 | ……(外貨払) | 建設機械の償却費 | | |
| | | (現地通貨払) | 舗装用建設機械の償却費 | |
| 輸 送 費 | ……横浜-Chittagong 間(外貨払) | | | |
| | | Chittagong-橋梁架設地点間(現地通貨払) | | |
| | | 横浜-Chittagong間 | 建設機械 1t当り 片道 45\$ | |
| | | | 資 材 " " 25\$ | |
| | | Chittagong-橋梁架設地点間 | 建設機械資材共 1t当り 2\$ | |
| 税 金 | ……輸入税(現地通貨払) | 外貨機械材料の10% | | |
| | | 所得税(") | 外貨労務費の3% | |
| | | 法人税(") | 税金諸経費を含まない総工費の1.2%とする。 | |
| 諸 経 費 | ……外 貨 | 税金を除く総工費の約10%とする | | |
| | 現地通貨 | 現地通貨関係の税金を除いた費用の約10%(現地コントラクターのFeeとする。) | | |

- (4) 外来コントラクター従業員(12名)の旅費は、東京-Chittagong間の場合をとり、1往復700\$ (¥250,000)とし、2往復分を計上する。
- (5) 所要工期は実施設計、入札、着手準備のため8ヶ月を予定し、器材の輸送及び現地作業として28ヶ月、合計36ヶ月とする。
- (6) 鋼矢板、メタルフォーム及び鋼製足場は、本工事において100%償却する。
- (7) 桁製作ヤード、パッチャープラント及び材料置場は両岸に設けるものとする。
- (8) Chittagong City 側は現地調達の際、機械、資材の運搬、電源引込み可能と仮定する。
- (9) 建設機械は、各々の購入価格をもとにして損料計算を行なつた。

以上の条件に基づいて、工事費の概算見積を行うと次表に示す如くType Aの場合は4,150,600US\$であり、Type Bの場合は、4,221,200US\$である。

表 - 26 架設工事費一覧 TYPE A

(単位US\$)

| | 下部工 | | 上部工 | | 仮設備 | | 合計 | | | |
|--------|--------|---------|-----------|-----------|-----------|---------|---------|-----------|-----------|-----------|
| | 外貨 | 現地貨 | 外貨 | 現地貨 | 外貨 | 現地貨 | 外貨 | 現地貨 | 計 | |
| 現地会社報酬 | | 84,790 | | 33,150 | | 8,050 | | 125,990 | 125,990 | |
| 設備費 | 建設機械器具 | 111,070 | | 79,830 | 1,370 | 77,750 | | 268,650 | 1,370 | 270,020 |
| | 建物 | | | | 12,410 | | 27,780 | | 40,190 | 40,190 |
| | 電気 | | | 19,000 | 1,900 | 7,250 | 1,750 | 26,250 | 3,650 | 29,900 |
| | 水道 | | | | | | 6,940 | | 6,940 | 6,940 |
| | その他 | | | | 33,890 | | | | 33,890 | 33,890 |
| 材料費 | 鋼材 | | | 1,026,630 | | | | 1,026,630 | | 1,026,630 |
| | 鉄筋 | 165,390 | | 61,600 | | | | 226,990 | | 226,990 |
| | 鋼管杭 | 122,980 | | | | | | 122,980 | | 122,980 |
| | 型枠 | 65,090 | | 36,550 | | | | 101,640 | | 101,640 |
| | 鋼矢板 | | | | | 55,560 | | 55,560 | | 55,560 |
| | セメント | | 243,950 | | 47,450 | | | | 291,400 | 291,400 |
| | 砂 | | 50,090 | | 7,620 | | | | 57,710 | 57,710 |
| | 砂利 | | 355,390 | | 60,270 | | | | 415,660 | 415,660 |
| | その他 | 720 | 55,820 | 12,690 | 13,640 | | | 13,410 | 69,460 | 82,870 |
| 労務費 | | 21,080 | 120,870 | 75,040 | 128,470 | | 32,150 | 96,120 | 281,490 | 377,610 |
| 動力費 | 電力料 | | | | 17,510 | | 7,290 | | 24,800 | 24,800 |
| | 燃料 | | 16,870 | | 500 | | 5,040 | | 22,410 | 22,410 |
| 輸送費 | | 85,300 | 6,300 | 195,150 | 12,210 | 26,690 | | 307,140 | 18,510 | 325,650 |
| 諸経費 | | 73,970 | | 195,610 | | 21,750 | | 291,330 | | 291,330 |
| 小計 | | 645,600 | 934,080 | 1,702,100 | 370,390 | 189,000 | 89,000 | 2,536,700 | 1,303,470 | |
| | | | 1,579,680 | | 2,072,490 | | 278,000 | | | 3,930,170 |
| 税金 | 輸入税 | | 46,580 | | 123,510 | | 14,050 | | 184,140 | 184,140 |
| | 所得税 | | 640 | | 2,250 | | | | 2,890 | 2,890 |
| | 法人税 | | 10,200 | | 21,850 | | 1,350 | | 33,400 | 33,400 |
| 計 | | 645,600 | 991,500 | 1,702,100 | 518,000 | 189,000 | 104,400 | 2,536,700 | 1,613,900 | 4,150,600 |
| | | | 1,637,100 | | 2,220,100 | | 293,400 | | | |

下部工の内容(鋼管杭基礎工, ウェル工, 懸体工, フェンダー工, 取付工)

上部工の内容(RC桁工, 合成桁工, 橋桁工, 床版舗装工, 高欄工, 照明工)

表 - 27 架設工事費一覽 TYPE B

(單位US\$)

| | | 下部工 | | 上部工 | | 仮設備 | | 合計 | | |
|------------|--------|-----------|---------|-----------|---------|---------|---------|-----------|-----------|-----------|
| | | 外貨 | 現地貨 | 外貨 | 現地貨 | 外貨 | 現地貨 | 外貨 | 現地貨 | 計 |
| 現地会 社報酬 | | | 71,430 | | 32,880 | | 10,570 | | 114,880 | 114,880 |
| 設備費 | 建設機械器具 | 109,250 | | 98,650 | 1,410 | 37,160 | | 245,060 | 1,410 | 246,470 |
| | 建物 | | | | 17,850 | | 27,780 | | 45,630 | 45,630 |
| | 電気 | | | 19,000 | 1,900 | 7,250 | | 26,250 | 1,900 | 28,150 |
| | 水道 | | | | | | 6,940 | | 6,940 | 6,940 |
| | 其の他 | | | | 46,780 | | | | 46,780 | 46,780 |
| 材料費 | 鋼材 | | | 1,359,100 | | | | 1,359,100 | | 1,359,100 |
| | 鉄筋 | 192,450 | | 41,330 | | | | 193,780 | | 193,780 |
| | 鋼管杭 | 16,040 | | | | | | 16,040 | | 16,040 |
| | 型枠 | 64,090 | | 29,650 | | | | 93,740 | | 93,740 |
| | 鋼矢板 | | | | | 53,840 | | 53,840 | | 53,840 |
| | セメント | | 219,680 | | 34,490 | | | | 254,170 | 254,170 |
| | 砂 | | 44,760 | | 5,970 | | | | 50,730 | 50,730 |
| | 砂利 | | 316,630 | | 46,280 | | | | 362,910 | 362,910 |
| | 其の他 | 720 | 14,440 | 15,900 | 4,460 | | | 16,620 | 18,900 | 35,520 |
| 労務費 | | 16,400 | 109,090 | 100,540 | 141,090 | | 62,870 | 116,940 | 313,050 | 429,990 |
| 動力費 | 電力料 | | | | 18,650 | | 6,150 | | 24,800 | 24,800 |
| | 燃料 | | 16,880 | | 520 | | 7,360 | | 24,760 | 24,760 |
| 輸送費 | | 64,480 | 4,710 | 174,790 | 10,160 | 26,650 | 2,130 | 265,920 | 17,000 | 282,920 |
| 諸経費 | | 54,770 | | 239,040 | | 16,200 | | 310,010 | | 310,010 |
| 小計 | | 478,200 | 797,620 | 2,078,000 | 362,440 | 141,100 | 123,800 | 2,697,300 | 1,283,860 | |
| | | 1,275,820 | | 2,440,440 | | 264,900 | | | | 3,981,160 |
| 税金 | 輸入税 | | 34,200 | | 156,450 | | 9,820 | | 200,470 | 200,470 |
| | 所得税 | | 500 | | 3,010 | | | | 3,510 | 3,510 |
| | 法人税 | | 8,780 | | 25,900 | | 1,380 | | 36,060 | 36,060 |
| 計 | | 478,200 | 841,100 | 2,078,000 | 547,800 | 141,100 | 135,000 | 2,697,300 | | 4,221,200 |
| | | 1,319,300 | | 2,625,800 | | 276,100 | | | | |

下部工の内容(保線工, ウェル工, 鋼体工, フェンダー工, 取付工)

上部工の内容(構指工, 床版舗装工, 高欄工, 照明工)

実施工事費の概算、工事仕様書の作製、工事入札用諸図書の完成が必要である。

これは工事費の約3.5%、即ち\$ 145,000 (TYPE A)
\$ 148,000 (TYPE B)を見込んだ。なお、国際的な規定を見ると、
英国技術士会では4.5%となっている。

(3) 水理模型実験費

移動床による水理模型実験費として\$ 33,000を計上した。

(4) 地質調査費

地質調査費として\$ 50,000を計上した。

(5) 雑工事(管理事務所費その他)補償費

雑工事費(管理事務所費その他)補償費として\$ 79,000 (TYPE A)
\$ 84,000 (TYPE B)を計上した。

以上を総計すると。

| 項 目 | TYPE A | TYPE B |
|------------------------|-----------|-----------|
| 工事費概算額 | 4,150,600 | 4,221,200 |
| 実施設計費 | 145,000 | 148,000 |
| 水理模型実験費 | 33,000 | 33,000 |
| 工事監理費及び試験費 | 145,000 | 148,000 |
| 地質調査費 | 50,000 | 50,000 |
| 雑工事費(管理事務所 費その他)補償費 | 79,000 | 84,000 |
| 計 | 4,602,600 | 4,684,200 |

8-3 Total Project Cost (4車線)の算定

一般的に4車線橋梁は2車線橋梁に較べてその交通容量の割には、橋梁建設費が安価になるので、ここに2車線との経済比較のために4車線橋梁の概算工事費を算出してみる。

巾員構成

| | |
|-------|---------------|
| 歩道 | 2 @ 6' = 12' |
| 車道 | 4 @ 12' = 48' |
| 全有効巾員 | 60' |

スパン割り及び形式

2車線の場合に同じ。

工期 4年(1968年1月着手, 1971年12月完成)

以上の諸元より、概算工事費は以下のようになる。

| 項 目 | TYPE A | TYPE B |
|------------------------|-----------|-----------|
| 工事費概算額 | 6,255,000 | 6,361,300 |
| 実施設計費 | 219,000 | 223,000 |
| 水理模型実験 | 33,000 | 33,000 |
| 地質調査費 | 50,000 | 50,000 |
| 工事監理費及び試験費 | 219,000 | 223,000 |
| 雑工事費(管理事務所 費その他)補償費 | 85,000 | 91,000 |
| 計 | 6,861,000 | 6,981,300 |

9 Comparison of Bridge and Tunnel

この報告書においてはChittagong City内のChaktai 上流約1哩の地点に橋梁を架設する案を採用して計画を作成した。しかしChittagong City と対岸をLinkするのに最も理想的な場所は、街の中心部に近く、河中も狭くなっているSadarghatである。この場所が採用できなかった主な理由は、前にも述べたように、1963年5月Chittagong附近を襲ったCycloneによつて港に碇泊中の外洋船が更に上流のChaktai附近迄押流され坐礁した。料来とも起るであろうこのような事態に対し橋梁及び船舶の被害を防止するためと、Sadarghat, Chaktai間の対岸に計画されている工業地帯に出入する8'000~9'000tの外洋船の通過を考慮しなければならぬためである。しかしこのような障害もトンネルを採用することによつて避けることができるので、こゝにトンネル案について検討することとする。

トンネル案としての条件は、建設地点はSadarghatとし、設計条件は橋梁と同じく

車道巾員 26' 歩道巾員 2×6' = 12'
道路の最急勾配 3.0%

とする。

トンネル案

トンネルはその掘削方法によりシールド工法(Shield method)と沈埋工法(sunken-tude method)とがあるが、この地点では流速が約4ノットあり沈埋工法は困難と思われるのでシールド工法による。

シールド工法は地中をシールド掘削機により掘進し、その後を直にセグメントによつてライニングを行いトンネルを完成する方法で、この工法によればトンネルの断面は必然的に円形となるので、歩道と車道は上下に配置する。掘削に當つて、掘削機内に水が浸入するのを防ぐために内部の空気圧を高めるが、河底の土の浅い所では逆に内部の圧縮空気が噴出するおそれがあるので、これを防止するに足る土の厚さが必要でありこゝではその厚さを50'とする。

このようにすればシールド断面の最頂部は河底最深部よりなお50'下になり、これに路面の最急勾配3%を考えると、トンネルの諸条件は次のようになる。

シールド外径 35'
総延長 10,000'
トンネル延長 6,700'
取付道路延長 3,300'

これによつてトンネルの建設費を推定すると

工事費 \$ 21,130,000
トンネル建設費 \$ 18,350,000
附属設備(換気装置) \$ 2,780,000

となる。

トンネル案と橋梁案のコストの比較

トンネルと橋梁の設計条件は同一にしているので、両者の交通費は殆んど差がないものと考えてよい。そこで両者の工事費について比較すると

トンネル案 \$ 21,130,000
橋梁案 A案 \$ 4,150,000

となる。また建設後の維持費について考えて見ると、トンネル案では常時換気、照明、及び排水の必要があり、これは停電時でも中断することができないので、別に予備の発電装置が必要となる。一方橋梁では必要なのは照明、塗装等であるが、維持費のみについて云つても、橋梁案が安価である。

結 論

トンネル案は橋梁案に較べて多くの利点を持つている。即ち

1. トンネルは街の中心と対岸をLinkしうる。
2. 河川の交通の障害とならない。
3. 河川に対して全然影響を与えない。
4. 天候の影響を受けない。

等の利点があるので、工事費にあまり差がなければトンネル案の方が有利であるが、橋梁案に比し約5倍の工事費を要し、その上、相当の維持費を要するので、この計画においてはトンネル案を採用することは放棄せざるを得なかつた。

10 資金計画 (Economic Study)

本橋梁 (Type A, 2 車線) は 1968 年 1 月, 工事に着手し, 1970 年 12 月に工事を完了し, 1971 年 1 月より, 交通に開放されるものとする。

本橋梁の建設資金, 4,602,600\$ は, 全額を借入金でまかなうものとし, 借入金の返済に対しては, 本橋梁を有料橋として, 通行料を取つて, 償還財源にあてるものとする。

なお, 4 車線の場合については, 10-7 に述べてある。

10-1. 借入金

合計 4,602,600\$ の建設資金は, 初年度 (1968 年) 当初に 25% (1,150,650\$), 2 年度 (1969 年) 当初に 50% (2,301,300\$), 3 年度 (1970 年) 当初に 25% (1,150,650\$) を借入れるものとする。

10-2 利息

借入金の利率は, 借入れの種類, 借入条件等により, 異なるので, ここでは, 年 6 分と仮定する。

10-3 徴集料金

徴集料金は, Kalurghat の鉄道橋の通行料金を一応の基準とできるが, この料金は相当高く, 日本の場合を参考にして, 更に償還手数を考慮に入れて, 次の通りとする。これは Kalurghat の通行料金の $\frac{1}{5}$ ~ $\frac{1}{3}$ である。

| | |
|---------------------------------------|---------------------|
| 本橋の通行料金は次の通りとする。 | Calurghat 通行料 |
| バス $30\text{¢}/\text{台}$ | バス, トラック Rs5 |
| トラック $30\text{¢}/\text{台}$ | Lightvehicles Rs.25 |
| Car $20\text{¢}/\text{台}$ | Auto Rickshaw Rs.1 |
| Auto Rickshaw 類 $10\text{¢}/\text{台}$ | Mortor Cycle |
| 歩行者 $2\text{¢}/\text{人}$ | |

歩行者の通行料は現在の渡舟業者を圧迫しないために徴集する。

10-4 料金収入

推定された将来交通量と徴集料金をもとにして, 料金収入を計算すると表-29 のようになる。

10-5 年当りの利息以外の支出

I) 維持・修繕費

| | | |
|--------|--------|--------|
| 路面費 | 橋梁部分 | 350\$ |
| | 取付道路部分 | 1040\$ |
| その他の費用 | 路側整備 | 170\$ |
| | 橋梁塗装 | 4920\$ |
| | 照明費 | 4490\$ |
| | 捨石工 | 1500\$ |
| 雑費 | | 1870\$ |

小計 14,340\$

II) 管理事務所費, 一般管理費, その他 9,000\$

合計 23,340\$/year

表一 29 将来交通量と、料金収入

U.S.\$

| Year | Daily Traffic Volume | | | | | | | Yearly Income | | | | |
|------|----------------------|-------|------|-----------------|-------------|--------------|----------------|---------------|--------------------------|-----------------------|-------|-----------|
| | Bus | Truck | Car | Autoric-kshaw 類 | Pedestr-ian | Bus @30¢/car | Truck @30¢/car | Car 20¢/car | Autoric-kshaw 類 @10¢/car | Pedestr-ian @ 2¢/head | Total | Income |
| 1971 | 751 | 1347 | 654 | 1345 | 1700 | 225 | 404 | 131 | 135 | 34 | 929 | 305.641 |
| 2 | 870 | 1620 | 760 | 1570 | 1780 | 261 | 486 | 152 | 157 | 36 | 1,092 | 359.268 |
| 3 | 970 | 1900 | 880 | 1800 | 1860 | 291 | 570 | 176 | 180 | 37 | 1,254 | 412.566 |
| 4 | 1075 | 2150 | 1010 | 2040 | 1940 | 323 | 645 | 202 | 204 | 39 | 1,413 | 464.877 |
| 5 | 1185 | 2430 | 1120 | 2250 | 2020 | 356 | 729 | 224 | 225 | 40 | 1,574 | 517.846 |
| 6 | 1290 | 2700 | 1250 | 2470 | 2100 | 337 | 810 | 250 | 247 | 42 | 1,736 | 571.144 |
| 7 | 1400 | 2950 | 1380 | 2670 | 2180 | 420 | 885 | 276 | 267 | 44 | 1,832 | 622.468 |
| 8 | 1505 | 3230 | 1510 | 2870 | 2260 | 452 | 969 | 302 | 287 | 45 | 2,055 | 676.095 |
| 9 | 1610 | 3480 | 1650 | 3070 | 2340 | 483 | 1044 | 330 | 307 | 47 | 2,211 | 727.419 |
| 1980 | 1720 | 3740 | 1780 | 3250 | 2420 | 516 | 1122 | 356 | 325 | 48 | 2,367 | 778.743 |
| 1 | 1822 | 3940 | 1915 | 3430 | 2500 | 547 | 1182 | 383 | 343 | 50 | 2,505 | 824.145 |
| 2 | 1940 | 4240 | 2060 | 3620 | 2610 | 582 | 1272 | 412 | 362 | 52 | 2,680 | 881.720 |
| 3 | 2045 | 4500 | 2210 | 3810 | 2720 | 614 | 1350 | 442 | 381 | 54 | 2,841 | 934.689 |
| 4 | 2155 | 4780 | 2360 | 3980 | 2830 | 647 | 1434 | 472 | 398 | 57 | 3,008 | 989.632 |
| 5 | 2270 | 5070 | 2510 | 4170 | 2940 | 681 | 1521 | 502 | 417 | 59 | 3,180 | 1,046.220 |
| 6 | 2385 | 5330 | 2660 | 4330 | 3050 | 716 | 1599 | 536 | 433 | 61 | 3,345 | 1,100.505 |
| 7 | 2490 | 5620 | 2830 | 4480 | 3160 | 747 | 1686 | 566 | 448 | 63 | 3,510 | 1,154.790 |
| 8 | 2600 | 5900 | 3000 | 4670 | 3270 | 780 | 1770 | 600 | 467 | 65 | 3,682 | 1,211.378 |
| 9 | 2710 | 6170 | 3170 | 4830 | 3380 | 813 | 1851 | 634 | 483 | 68 | 3,849 | 1,266.321 |
| 1990 | 2820 | 6400 | 3340 | 5000 | 3490 | 846 | 1920 | 668 | 500 | 70 | 4,004 | 1,317.316 |
| 1 | 2942 | 6795 | 3540 | 5120 | 3600 | 883 | 2039 | 708 | 512 | 72 | 4,214 | 1,386.406 |

道路の年間稼働日数は1年(365日)の9割(329日)とする。

なお、橋梁塗装は5年に1回行なうものとするが、上記の橋梁塗装量は、これを1年にならしたものである。

10-6 償還計画

以上のデータをもとにして償還計画をたてると、表-30のようになり、1984年すなわち、工事着手後17年、橋梁完成後14年で借入金の償還は完了する。さらに償還終了後も徴収料金を積立ておくと、1991年の末には積立金はU.S \$ 8,706,931となる。但し積立に対する利息は考慮していない。

10-7 4車線の場合の資金計画 (TYPE A)

本橋梁は、1968年1月に着工、1971年12月に完工、1972年1月より交通に開放されるものとする。

建設資金6,861,000\$は全部を借入金でまかなうものとし、初年度(1968年)当初に20%(1,372,200\$)、2年度(1969年)当初に30%(2,058,300\$)、3年度(1970年)当初に30%(2,058,300\$)、4年度(1971年)当初に20%(1,372,200\$)を借入れるものとする。利息、徴集料金、料金収入は、2車線の場合と同一とする。

年当りの利息以外の支出

I) 維持・修繕費

| | | |
|------|--------|---------|
| 路面費 | 橋梁部分 | 550\$ |
| | 取付道路部分 | 1,640\$ |
| その他費 | 路側整備 | 170\$ |
| | 橋梁塗装 | 7,660\$ |
| | 照明 | 7,090\$ |
| | 捨石工 | 1,500\$ |
| 雑費 | | 2,790\$ |

小計 21,400\$

II) 管理事務所費、一般管理費、その他 10,800\$

合計 32,200\$/year

以上を基にして、償還計画をたてると、表-30のようになり、1993年、すなわち工事着手後25年、橋梁完成後21年で借入金の償還は完了する。

10-8 経済性の検討

橋梁を建設した事により、左岸の開発が促進され、工場・港灣をはじめとして、効果的に土地利用が行なわれ、地価も上り、Chittagong市、ひいてはEast Pakistanの経済及び社会に対する貢献を考慮すれば、本橋梁の経済的効果はまことに大きなものとなる。

建設資金の償還にあつては、このような経済性を考慮することもできるが、ここでは、橋梁建設資金のすべては、本橋梁を有料橋として、その料金収入により償還するとすれば、2車線の場合は完了し、資金計画上かなり有利であるといえる。

4車線の場合の1.5倍かかる。更に収支が黒字になるのは工事着手後9年かかり、2車線の場合の4年にくらべて約2倍である。

推定交通量によれば、本橋梁は、交通開始後21年で1日の交通量は約18,400台となり、4車線の場合は、未だ余裕があるが、2車線の場合には限界点に達し、Karnaphuli河兩岸を結ぶ新しい連絡施設が必要となるだろう。しかし、その頃にはChittagong市の経済力も増大しており、又、本橋梁の建

表一30 償還計画

U. S. \$

| 年数 | 年度 | 借入金 | 年度当所 未償還額 | 支 | | | 収入 | 収支差 | 累積積立金 |
|----|------|-----------|--------------|---------|---------|---------|-----------|-----------|-------|
| | | | | 利息 | 利息以外の支出 | 支出計 | | | |
| 1 | 1968 | 1,150,650 | 1,150,650 | 69,039 | | 69,039 | -69,039 | | |
| 2 | 9 | 2,031,300 | 3,520,989 | 211,259 | | 211,259 | -211,259 | | |
| 3 | 1970 | 1,150,650 | 4,882,898 | 292,974 | | 292,974 | -292,974 | | |
| 4 | 1 | | 5,175,872 | 310,552 | 23,340 | 333,892 | -28,251 | 305,641 | |
| 5 | 2 | | 5,204,123 | 312,247 | " | 335,587 | 23,681 | 359,268 | |
| 6 | 3 | | 5,180,442 | 310,827 | " | 334,167 | 78,399 | 412,566 | |
| 7 | 4 | | 5,102,043 | 306,123 | " | 329,463 | 135,414 | 464,877 | |
| 8 | 5 | | 4,966,629 | 297,998 | " | 321,338 | 196,508 | 517,846 | |
| 9 | 6 | | 4,770,121 | 286,207 | " | 309,547 | 261,597 | 571,144 | |
| 10 | 7 | | 4,508,524 | 270,511 | " | 293,851 | 328,617 | 622,468 | |
| 11 | 8 | | 4,179,907 | 250,794 | " | 274,134 | 401,961 | 676,095 | |
| 12 | 9 | | 3,777,946 | 226,677 | " | 250,017 | 477,402 | 727,419 | |
| 13 | 1980 | | 3,300,544 | 198,033 | " | 221,373 | 557,370 | 778,743 | |
| 14 | 1 | | 2,743,174 | 164,590 | " | 187,930 | 636,215 | 824,145 | |
| 15 | 2 | | 2,106,959 | 126,418 | " | 149,758 | 731,962 | 881,720 | |
| 16 | 3 | | 1,374,997 | 82,500 | " | 105,840 | 828,849 | 934,689 | |
| 17 | 4 | | 546,148 | 32,769 | " | 56,109 | 933,523 | 989,632 | |
| 18 | 5 | | 0 | | " | 23,340 | 1,022,880 | 1,046,220 | |
| 19 | 6 | | | | " | " | 1,077,165 | 1,100,505 | |
| 20 | 7 | | | | " | " | 1,131,450 | 1,154,790 | |
| 21 | 8 | | | | " | " | 1,188,038 | 1,211,378 | |
| 22 | 9 | | | | " | " | 1,242,981 | 1,266,321 | |
| 23 | 1990 | | | | " | " | 1,293,976 | 1,317,316 | |
| 24 | 1 | | | | " | " | 1,363,066 | 1,386,406 | |

表一 31 償 還 計 画 (4 車 線 の 場 合)

U.S.\$

| 年 数 | 年 度 | 借 入 金 | 年 度 当 初 未 償 還 額 | 支 出 | | | 取 入 | 収 支 差 |
|-----|------|-----------|--------------------|---------|---------------|---------|-----------|-----------|
| | | | | 利 息 | 利 息 以 外 の 支 出 | 支 出 計 | | |
| 1 | 1968 | 1,372,200 | 1,372,200 | 82,332 | | 82,332 | | -82,332 |
| 2 | 9 | 2,058,300 | 3,512,832 | 210,770 | | 210,770 | | -210,770 |
| 3 | 1970 | 2,058,300 | 5,781,902 | 346,914 | | 346,914 | | -346,914 |
| 4 | 1 | 1,372,200 | 7,501,016 | 450,061 | | 450,061 | 305,641 | -450,061 |
| 5 | 2 | | 7,951,077 | 477,065 | 32,200 | 509,265 | 359,268 | -203,624 |
| 6 | 3 | | 8,154,701 | 489,282 | " | 521,482 | 412,566 | -162,214 |
| 7 | 4 | | 8,316,915 | 499,015 | " | 531,215 | 464,877 | -118,649 |
| 8 | 5 | | 8,435,564 | 506,134 | " | 538,334 | 517,846 | -73,457 |
| 9 | 6 | | 8,509,021 | 510,541 | " | 542,741 | 571,144 | -24,895 |
| 10 | 7 | | 8,533,916 | 512,035 | " | 544,235 | 622,468 | 26,909 |
| 11 | 8 | | 8,507,007 | 510,420 | " | 542,620 | 676,095 | 79,848 |
| 12 | 9 | | 8,427,159 | 505,630 | " | 537,830 | 727,419 | 138,265 |
| 13 | 1980 | | 8,288,894 | 497,334 | " | 529,534 | 778,743 | 197,885 |
| 14 | 1 | | 8,091,009 | 485,461 | " | 517,661 | 824,145 | 261,082 |
| 15 | 2 | | 7,829,927 | 469,796 | " | 501,996 | 881,720 | 322,149 |
| 16 | 3 | | 7,507,778 | 450,467 | " | 482,667 | 934,689 | 399,053 |
| 17 | 4 | | 7,108,725 | 426,524 | " | 458,724 | 989,632 | 475,965 |
| 18 | 5 | | 6,632,760 | 397,966 | " | 430,166 | 1,046,220 | 559,466 |
| 19 | 6 | | 6,073,294 | 364,398 | " | 396,598 | 1,100,505 | 649,622 |
| 20 | 7 | | 5,423,672 | 325,420 | " | 357,620 | 1,154,790 | 742,885 |
| 21 | 8 | | 4,680,787 | 280,847 | " | 313,047 | 1,211,378 | 841,743 |
| 22 | 9 | | 3,839,044 | 230,343 | " | 262,543 | 1,266,321 | 948,835 |
| 23 | 1990 | | 2,890,209 | 173,413 | " | 205,613 | 1,317,316 | 1,060,708 |
| 24 | 1 | | 1,829,501 | 109,770 | " | 141,970 | 1,386,406 | 1,175,346 |
| 25 | 2 | | 654,155 | 39,249 | " | 71,449 | | 1,314,957 |
| 26 | 3 | | 0 | | " | | | |
| 27 | 4 | | | | " | | | |
| 28 | 5 | | | | " | | | |

設資金の償還完了後も、なお、しばらくは通行料金を徴収して、資金を蓄積しておけば新しい連絡施設の建設も容易に行なわれるであろう。

以上の事から、建設資金が少なく、従つて、償還も早くでき、早期に実現の可能性の大きい2車線の橋梁を、先づ建設することが経済的に優れていると云える。

この橋梁を有料橋として検討して来たが、無料としてもその経済的効果は大きいものである。その経済性を検討すると、この橋梁の建設によつて得られる利益のうち最も大きく且直接的なものは対岸に至る交通路が短縮されることであろう。現在のKalurghat鉄道橋を利用する経路に(15 mile)に較べて、本橋を利用すれば3 mileである。対岸の工業地帯に至るには約12 mile また Cox's Bazar 方向に至るには約6 mile の距離の短縮となる。このための運転経費の節減は

| | 1台1 mile 当りの運転経費 | 対岸に至る場合 | Cox Bazar 方向の場合 |
|-------|------------------|-----------|-----------------|
| 貨物自動車 | 16.4 ¢ | 1 \$ 97 ¢ | 98 ¢ |
| バス | 16.0 ¢ | 1 \$ 92 ¢ | 96 ¢ |
| 乗用車 | 12.4 ¢ | 1 \$ 49 ¢ | 74 ¢ |

となる。但しこの算定に用いた運転経費は日本における舗装道路を通行する場合を基準としている。

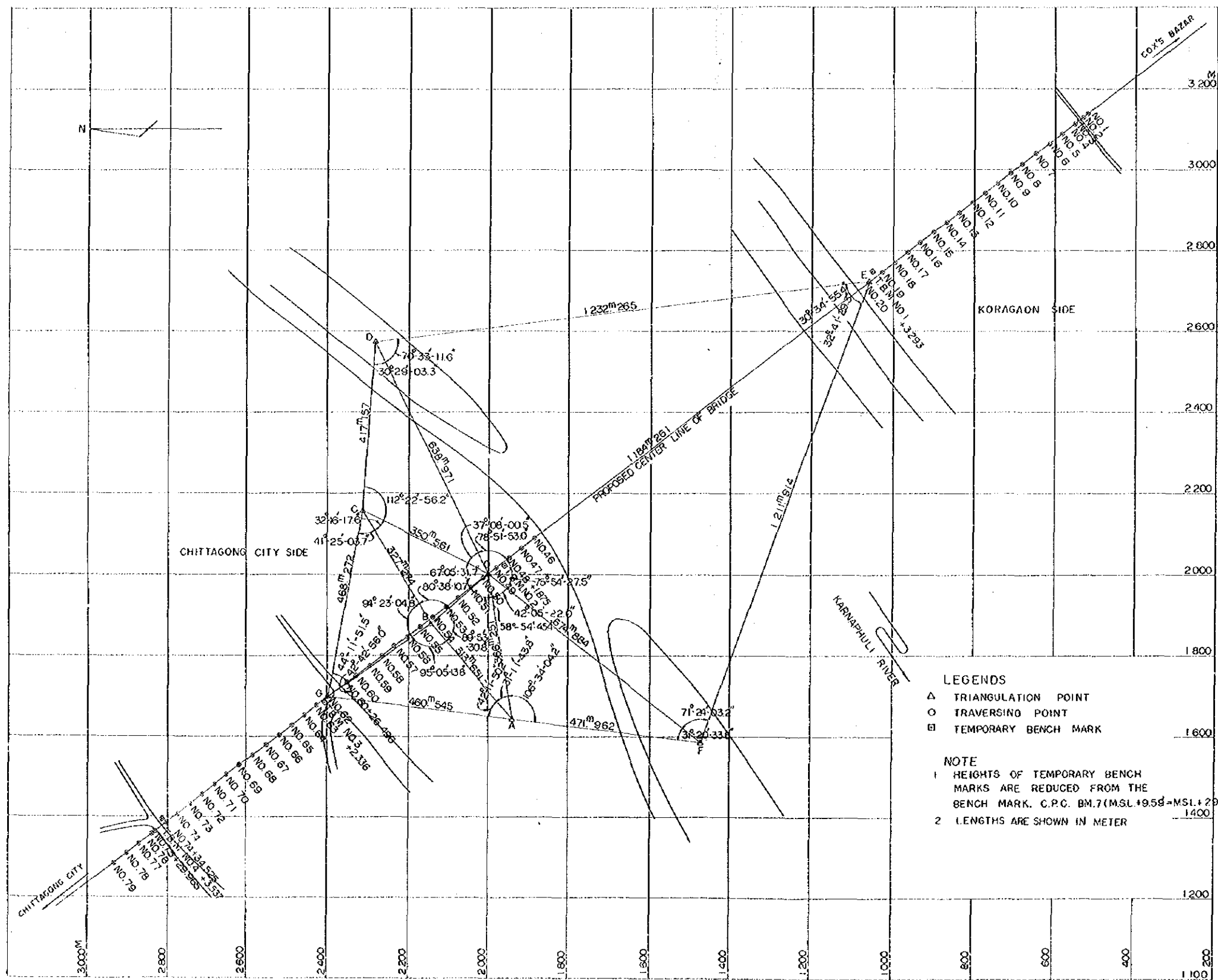
橋梁建設による運転経費の節減を、予定している通行料のトラック及びバス1台当り30 ¢、乗用車1台当り20 ¢と比較すると、節減額は通行料の3倍乃至7倍となつており、橋梁建設による利益は予定されている通行料収入を遙に上回るものであることがわかる。また逆に云えば、この通行料は通行する車輛にとつても有利なものと云える。

又、対岸への所要時間についてもKalurghat橋を利用する場合は、待ち合せ時間を含めると、約60分を要するのに対し、本橋を利用すれば約7分で済み時間的な節約も莫大なものになる。

又、現在渡船を利用していた通行者についても、バスを利用すれば10分足らずで対岸に到達できる。このように、自動車の運転経費、及び所要時間の節約は非常に大きなものとなり、更に、天候、時間の制約なしに近代交通に本橋が供せられるという事は、最重要なことである。

本橋の開通により東岸の開発は急速に進展し、1991年のGreat Chittagong 市の工業生産高は1,500万 ton、人口は120万人を越え、又、East Pakistan 州南部の地域的发展にも寄与し、人及び物資流通の円滑化を促進して、更に、Burma, Thailand 等と、陸路で結ばれ、国際間の産業文化の交流に大きな役割を果たして、Chittagong 市自体の将来は輝やかなものとなり、Chittagong は East Pakistan 州の経済の中心地としてその位置は不動のものとなろう。

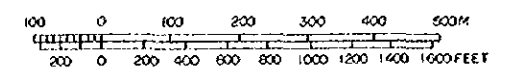
DRAWINGS



- LEGENDS**
- △ TRIANGULATION POINT
 - TRAVERSING POINT
 - TEMPORARY BENCH MARK

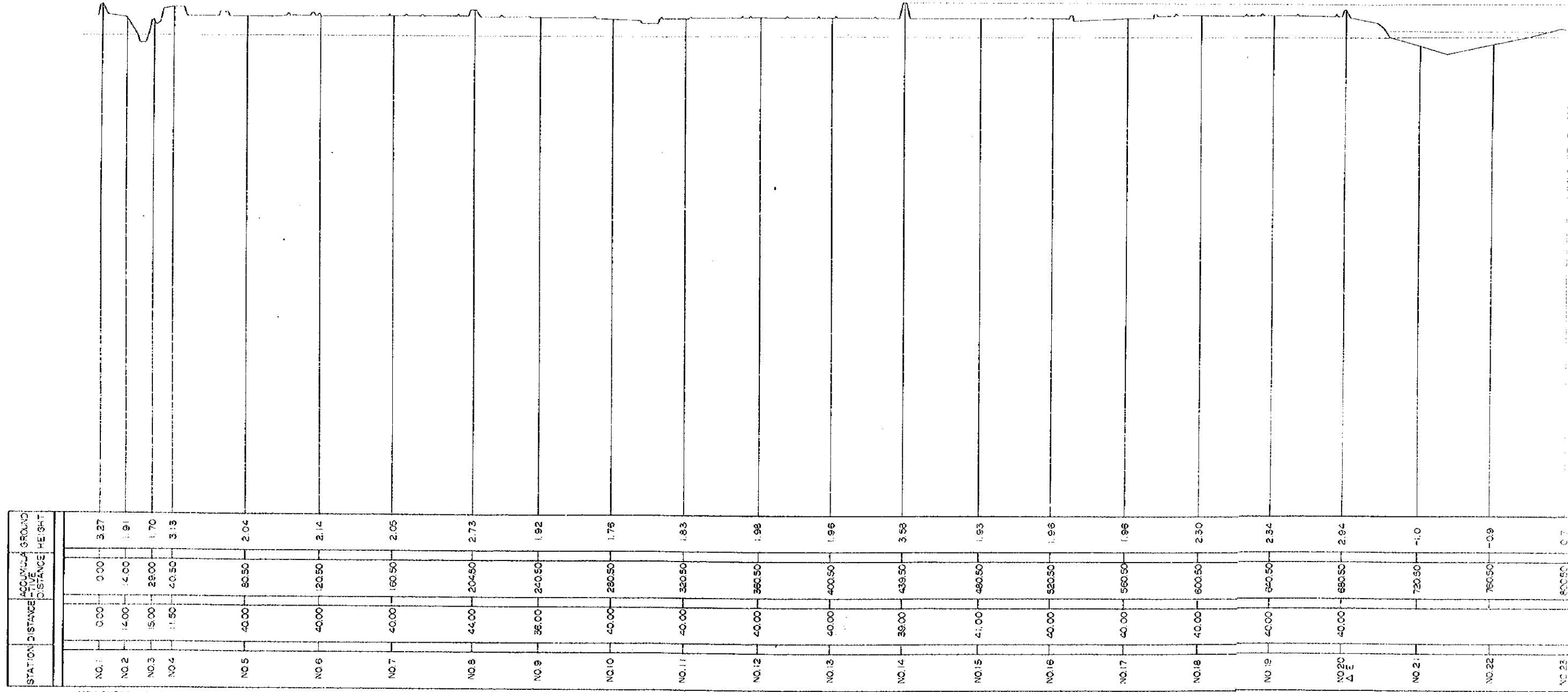
NOTE

- 1 HEIGHTS OF TEMPORARY BENCH MARKS ARE REDUCED FROM THE BENCH MARK. C.P.C. BM.7 (M.S.L. +9.58 = M.S.L. +2923m)
- 2 LENGTHS ARE SHOWN IN METER

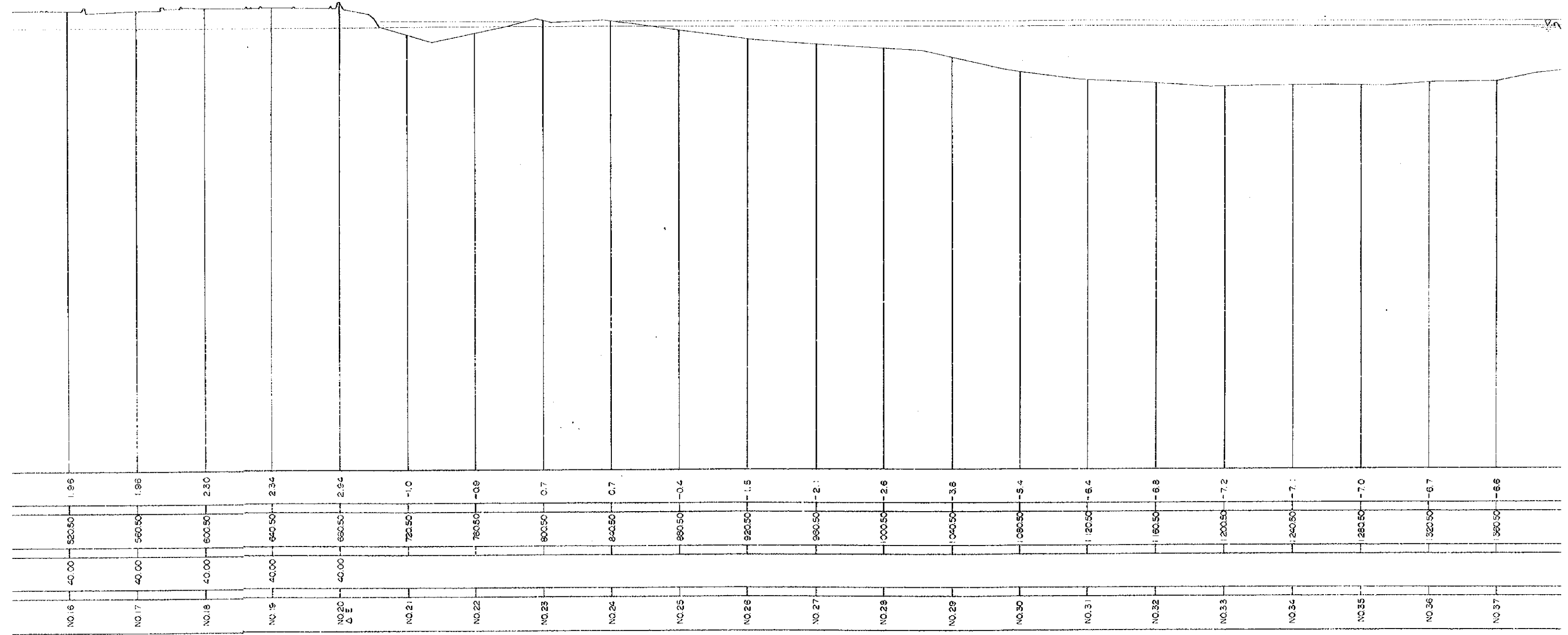


CHITTAGONG EAST PAKISTAN
KARNAPHULI RIVER BRIDGE
 NETWORK MAP OF TRIANGULATION
 AND TRAVERSING POINTS
 FEB. 1965 | 1 - 1

COX'S BAZAR



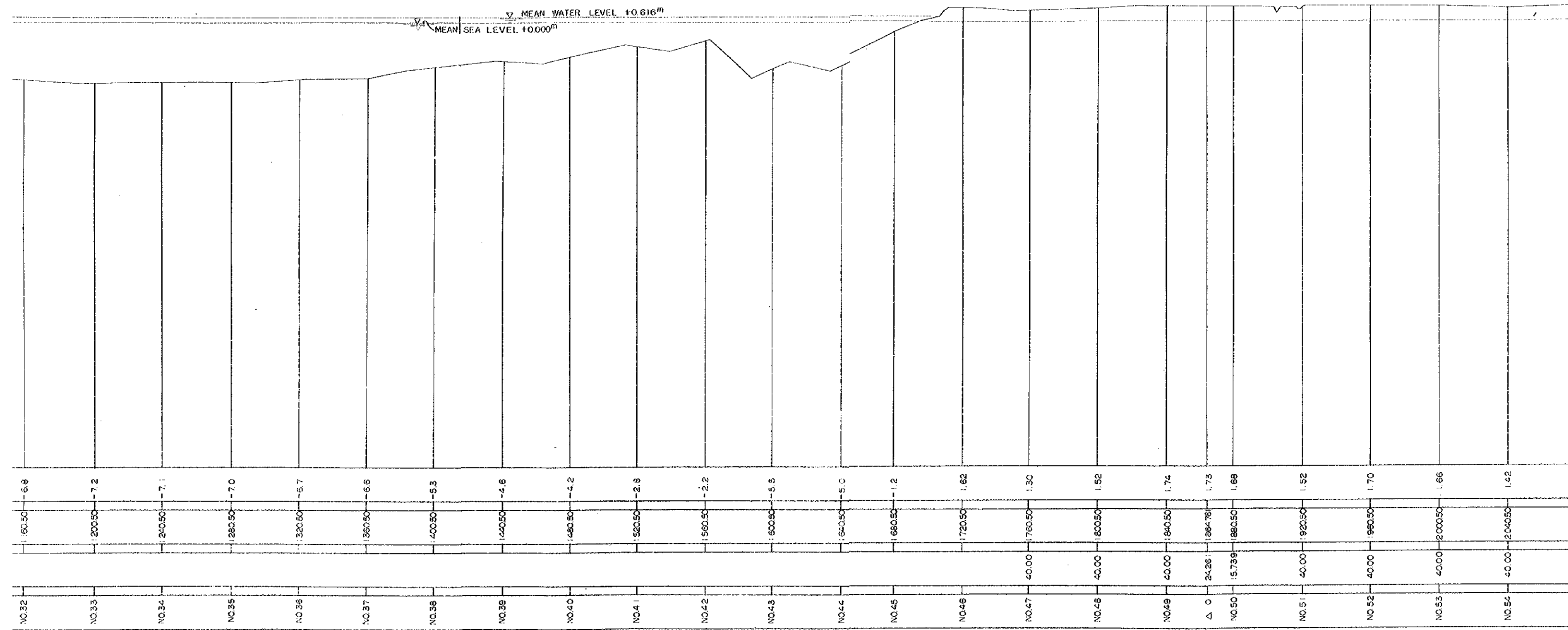
MEASURED IN METER

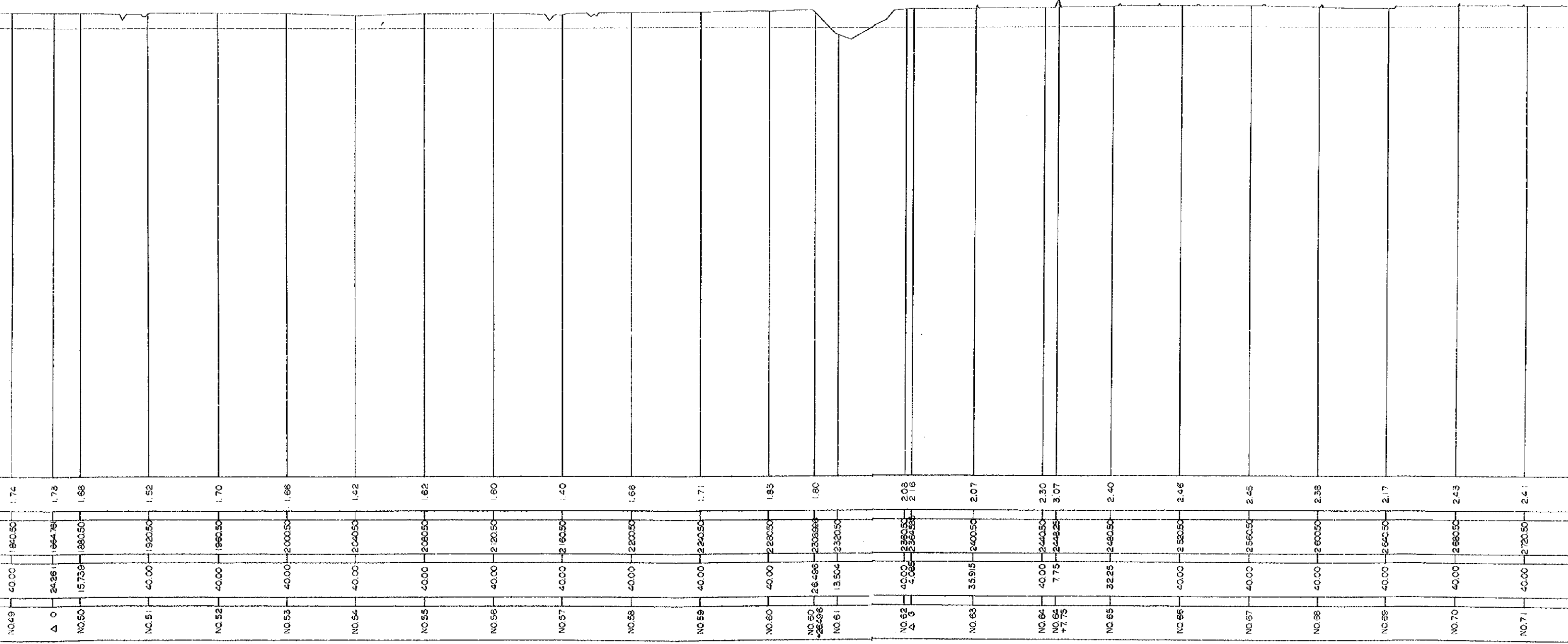


▽ HIGHEST HIGH WATER LEVEL +3.636^m

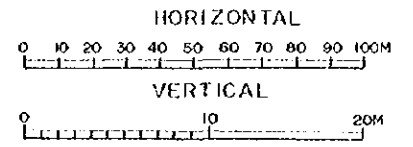
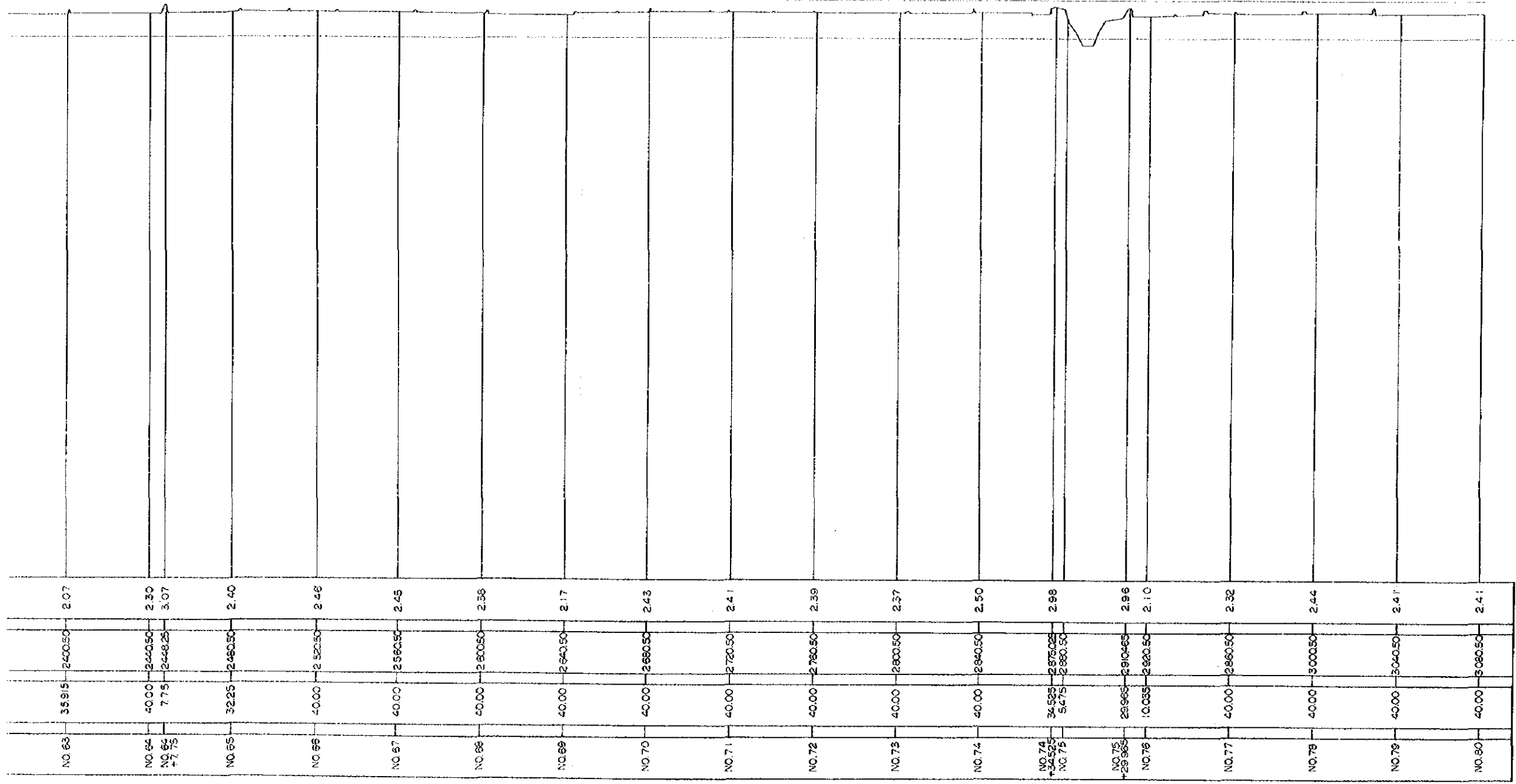
▽ MEAN WATER LEVEL +0.616^m

▽ MEAN SEA LEVEL +0.000^m

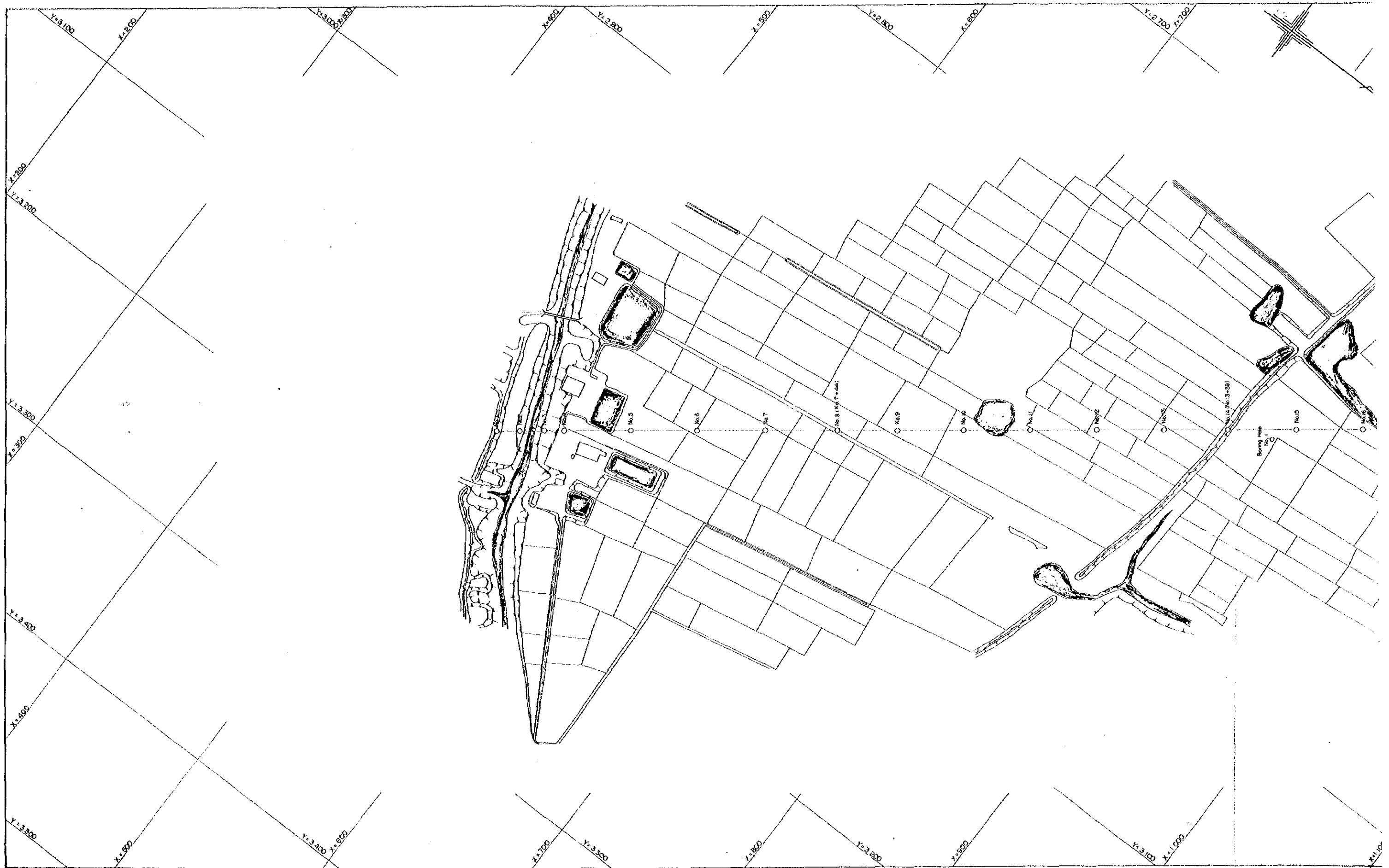


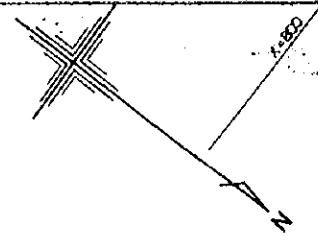
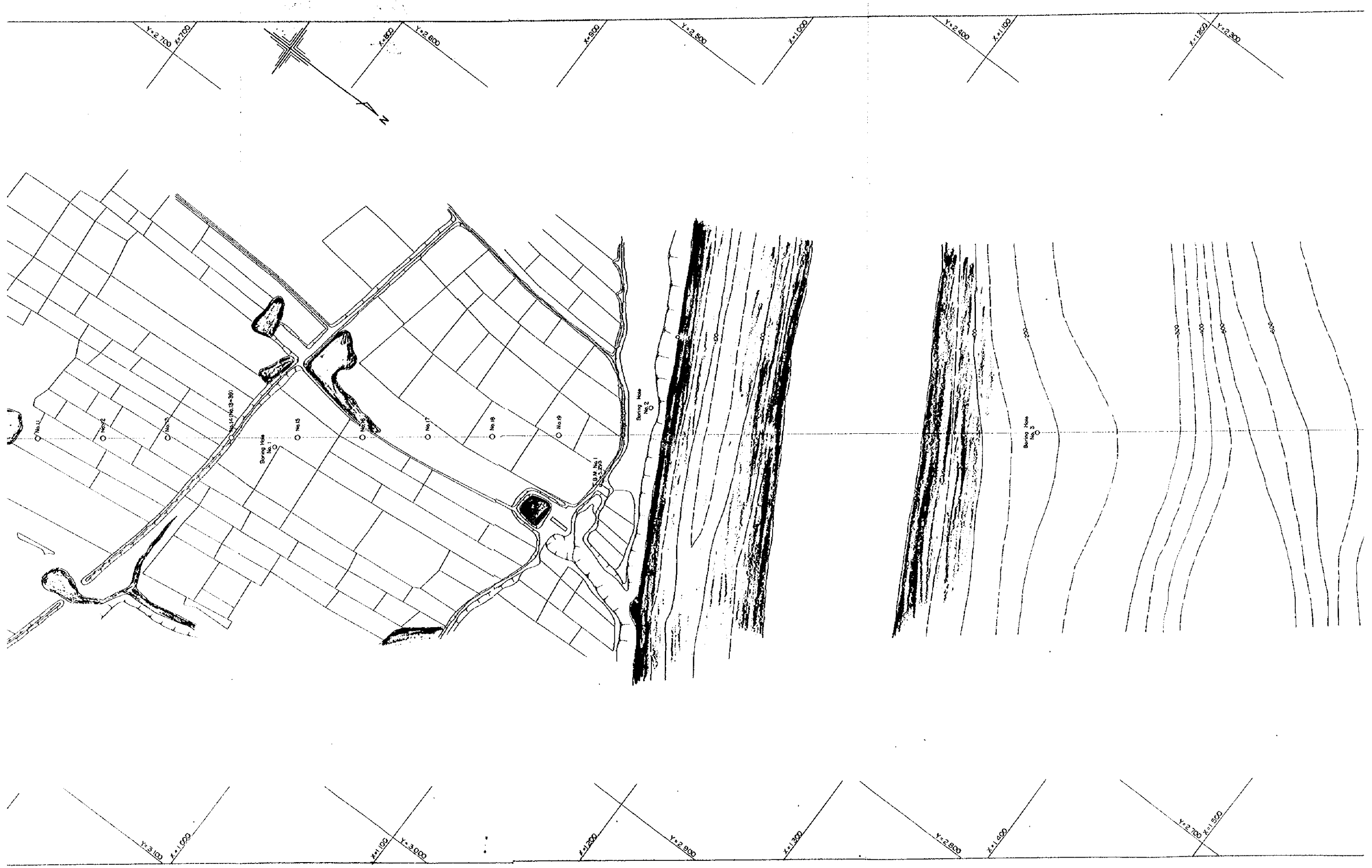


CHITTAGONG



CHITTAGONG EAST PAKISTAN
KARNAPHULI RIVER BRIDGE
 PROFILE AT PROPOSED BRIDGE
 CROSSING OVER KARNAPHULI RIVER
 FEB. 1965 I - 2





Y=2,700 X=1,700

X=1,800 Y=2,600

X=1,900

Y=2,500 X=1,000

Y=2,400 X=1,100

X=1,200 Y=2,300

Y=3,100 X=1,000

X=1,100 Y=3,000

X=1,200

Y=2,800 X=1,300

Y=2,600 X=1,400

Y=2,700 X=1,500

No. 11

No. 12

No. 13

No. 14 (No. 3-39)

Boring Hole No. 1

No. 15

No. 16

No. 17

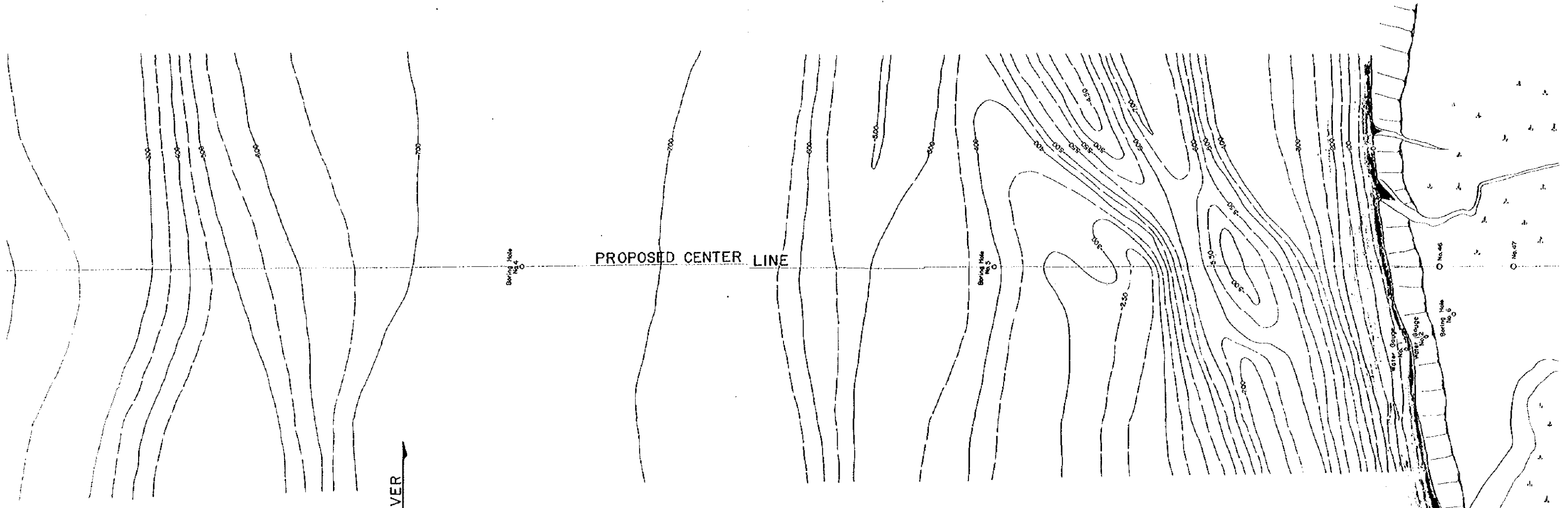
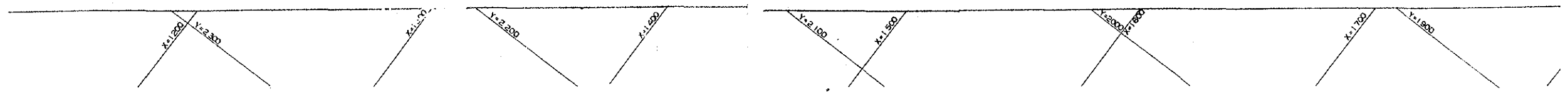
No. 18

No. 19

No. 20

Boring Hole No. 2

Boring Hole No. 3



KARNAPHULI RIVER

PROPOSED CENTER LINE

Boring Hole No. 4

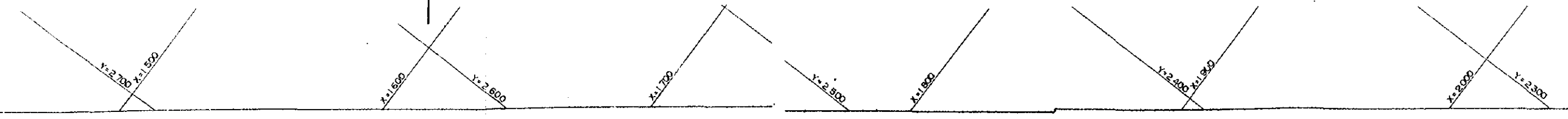
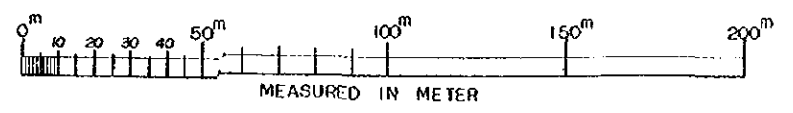
Boring Hole No. 5

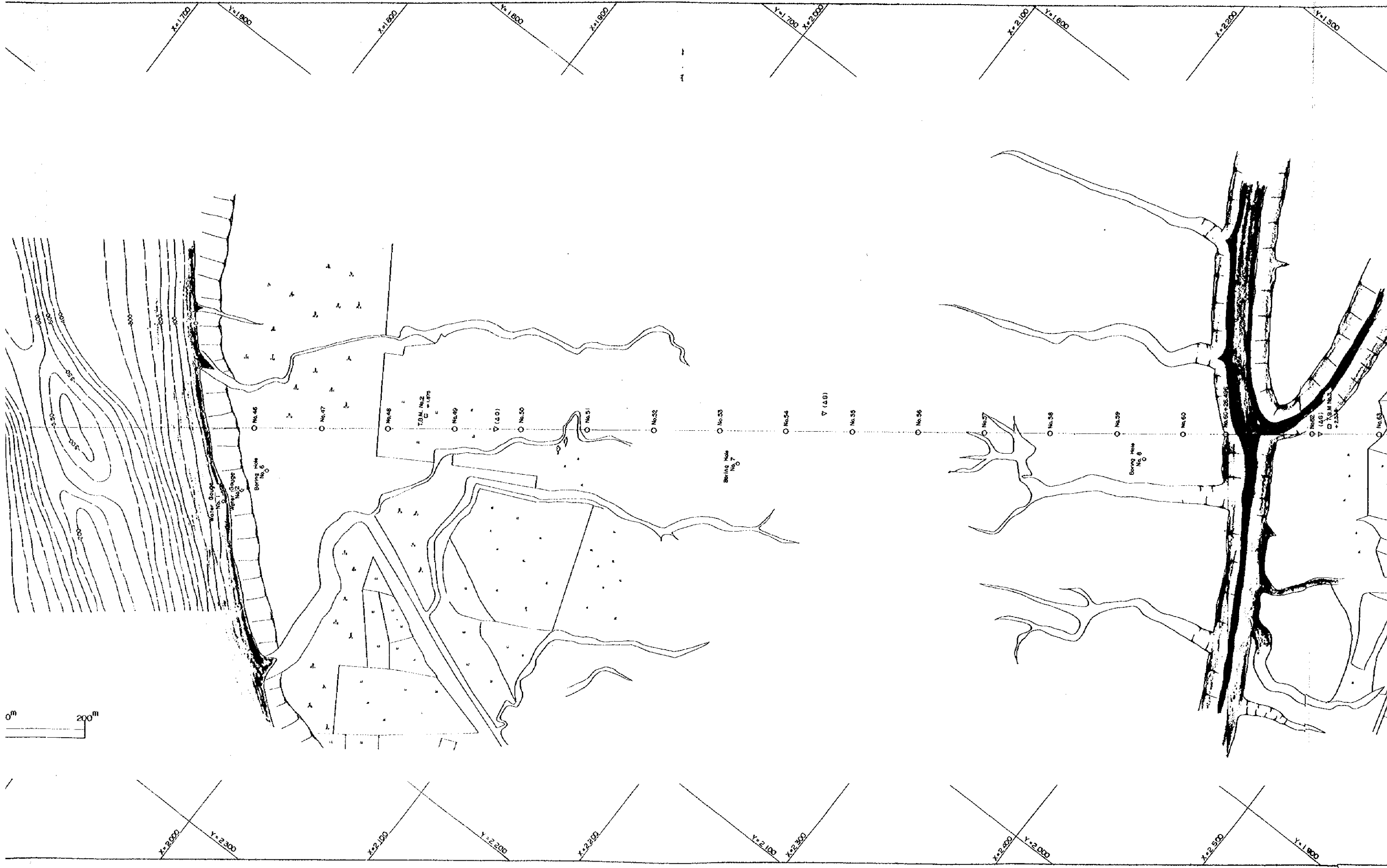
Water Gauge No. 46

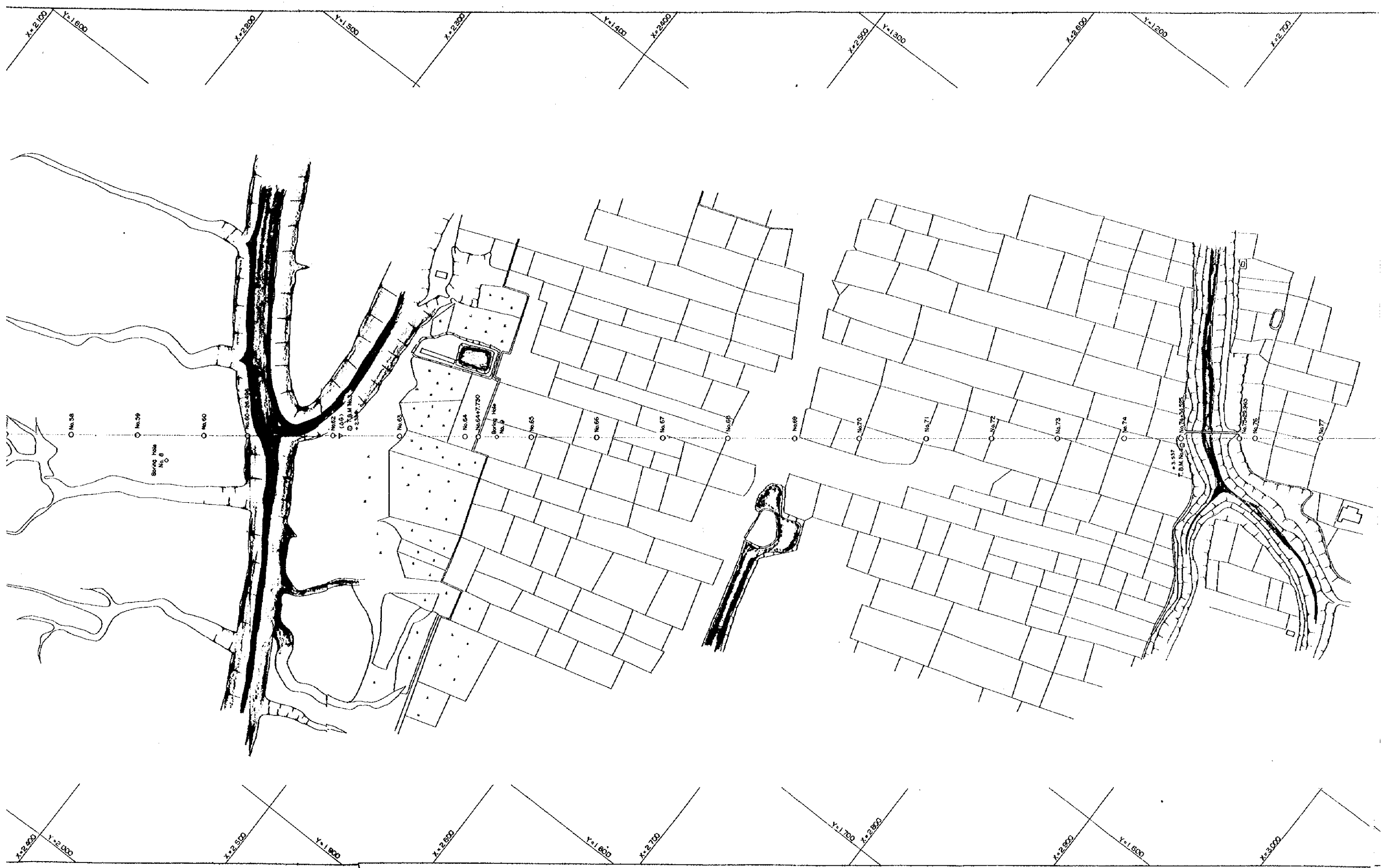
Water Gauge No. 47

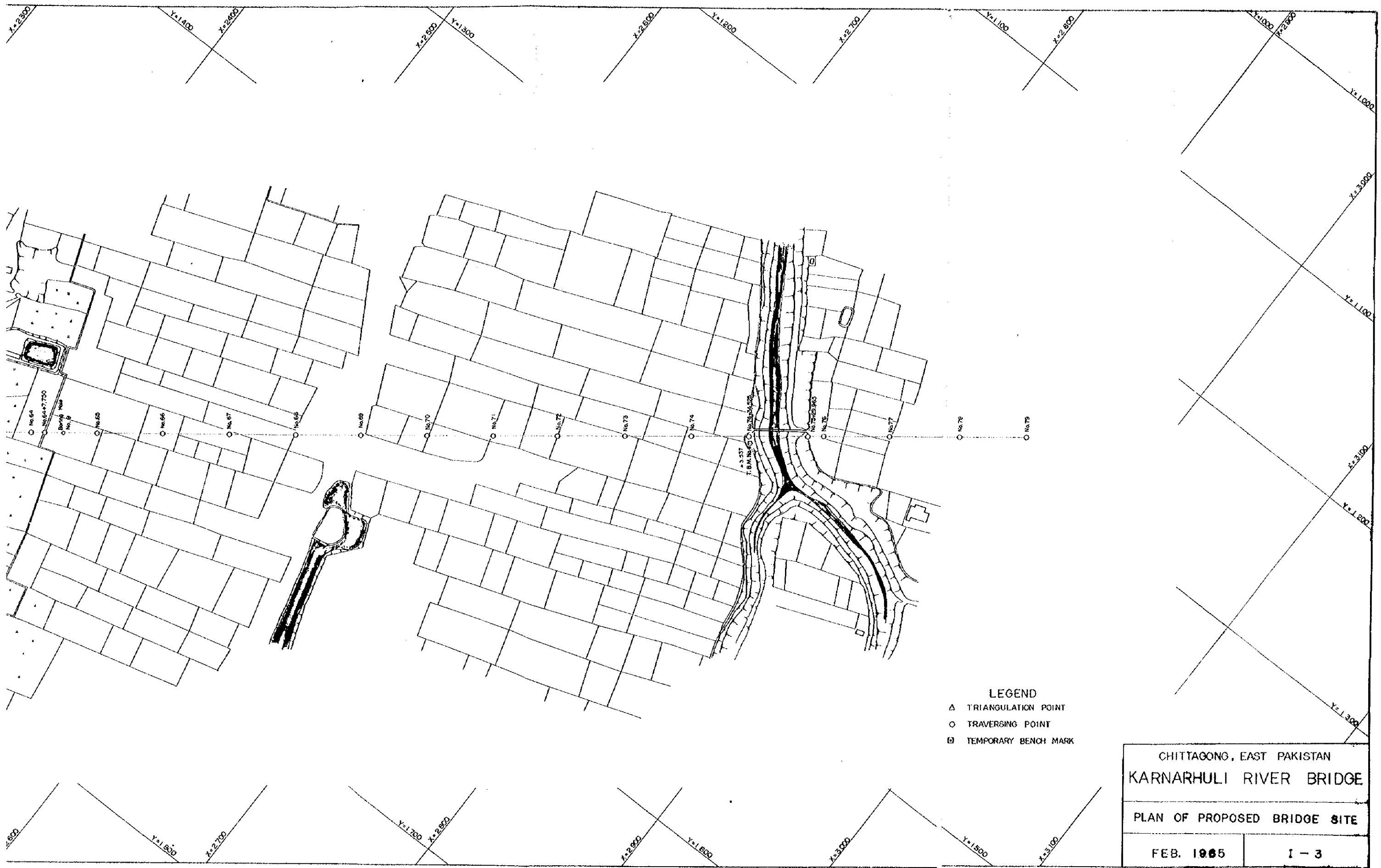
Boring Hole No. 46

Boring Hole No. 47



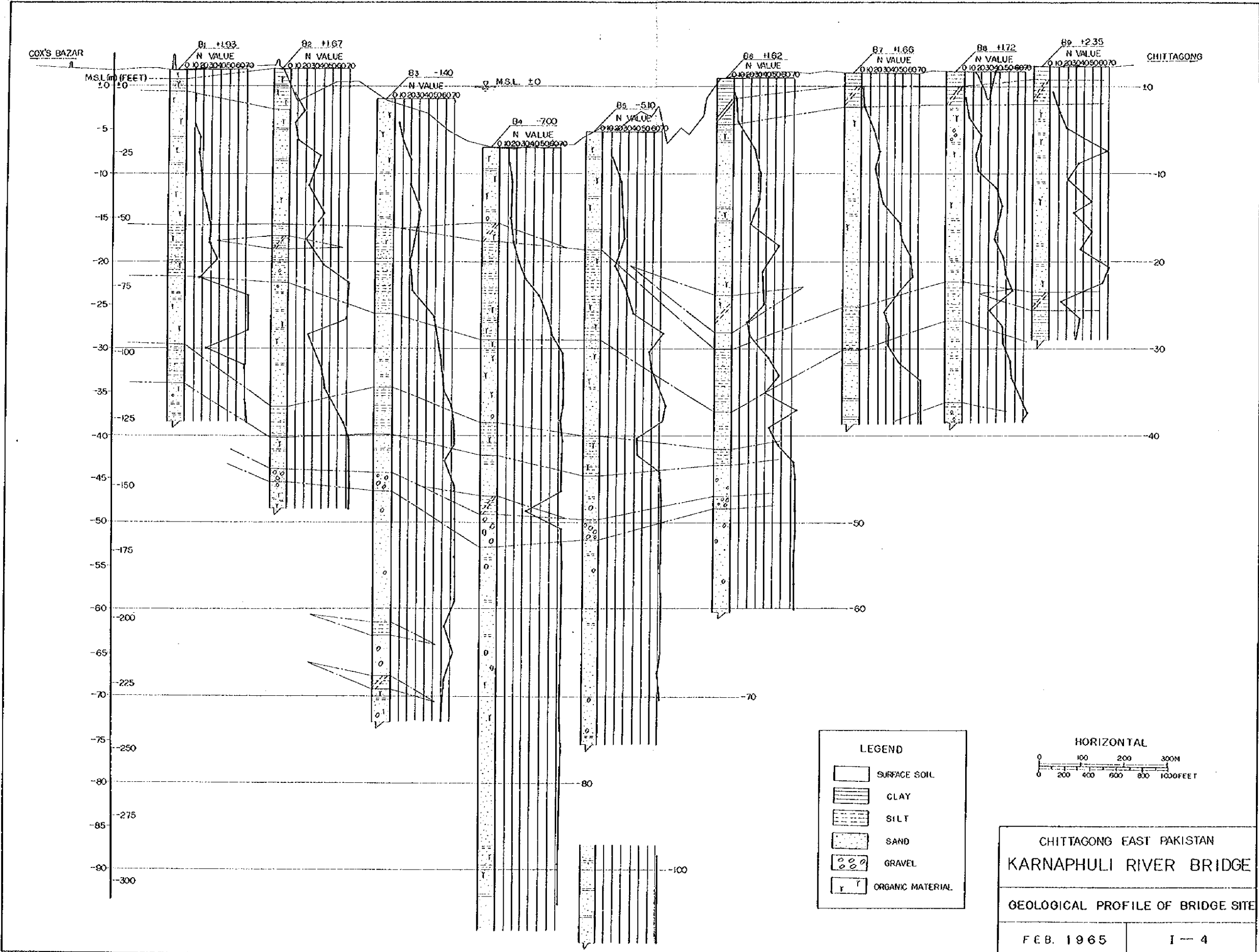






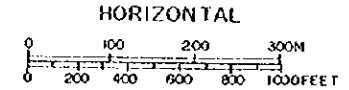
- LEGEND**
- △ TRIANGULATION POINT
 - TRAVERSING POINT
 - TEMPORARY BENCH MARK

| | |
|------------------------------|-------|
| CHITTAGONG, EAST PAKISTAN | |
| KARNARHULI RIVER BRIDGE | |
| PLAN OF PROPOSED BRIDGE SITE | |
| FEB. 1965 | I - 3 |



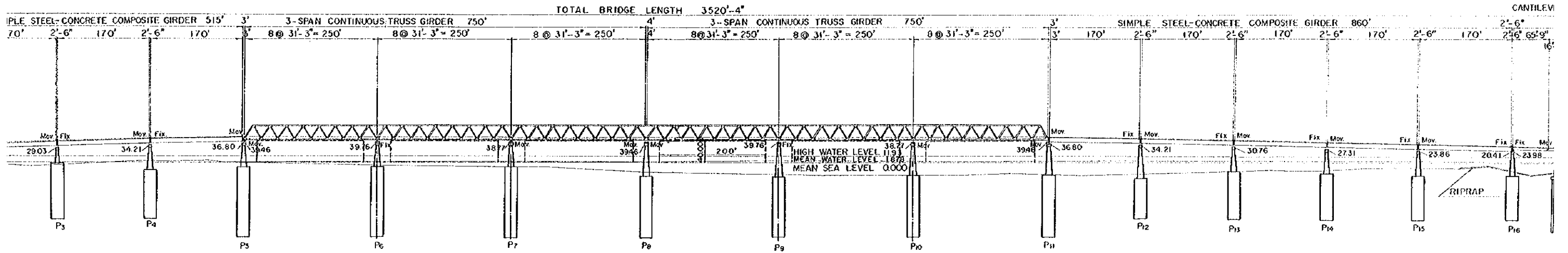
LEGEND

- SURFACE SOIL
- CLAY
- SILT
- SAND
- GRAVEL
- ORGANIC MATERIAL



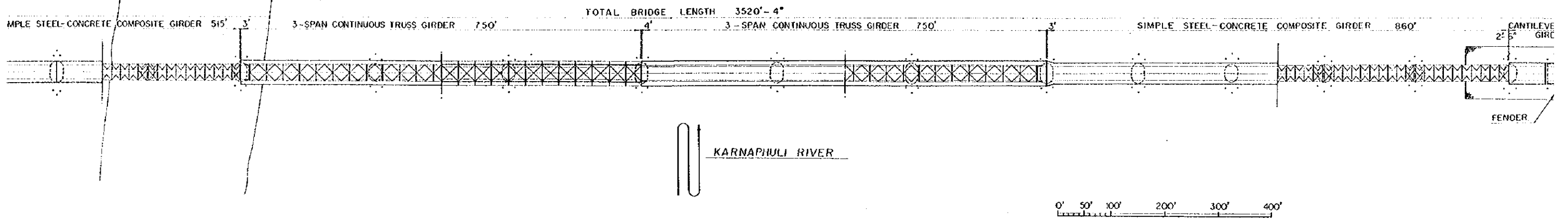
CHITTAGONG EAST PAKISTAN
KARNAPHULI RIVER BRIDGE
 GEOLOGICAL PROFILE OF BRIDGE SITE
 FEB. 1965 I - 4

ELEVATION

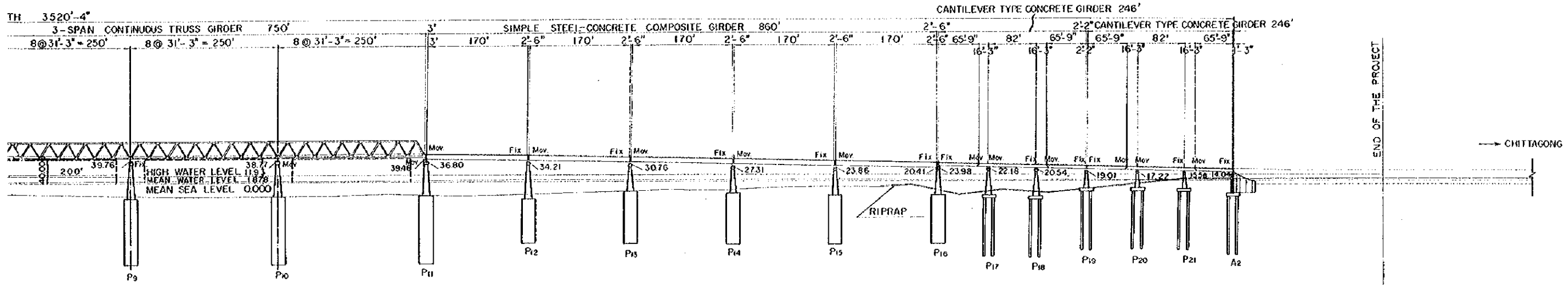


| PARABOLIC SLOPE | | | LEVEL | | | | | | | | | | PARABOLIC SLOPE | | | 20% STRAIGHT SLOPE | | |
|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 39.15 | 44.32 | 46.92 | 46.92 | 46.92 | 46.92 | 46.92 | 46.92 | 46.92 | 46.92 | 46.92 | 46.92 | 46.92 | 46.92 | 44.32 | 40.87 | 37.42 | 33.97 | 30.52 |
| 4.17 | 2.30 | 1.64 | -5.25 | -8.86 | -17.06 | -2.198 | -23.29 | -22.31 | -19.68 | -14.76 | -14.76 | -11.15 | -14.76 | -11.15 | -14.76 | -14.76 | -11.15 | -14.76 |
| (P3) 172,500-268,233 | (P4) 172,500-263,073 | (P5) 172,750-280,483 | (P6) 251,500-305,983 | (P7) 250,000-330,983 | (P8) 252,000-355,983 | (P9) 252,000-380,983 | (P10) 250,000-405,983 | (P11) 251,500-430,483 | (P12) 172,750-488,233 | (P13) 172,500-485,733 | (P14) 172,500-482,233 | (P15) 172,500-500,733 | (P16) 172,500-517,233 | (P17) 172,500-534,733 | (P18) 172,500-552,233 | (P19) 172,500-569,733 | (P20) 172,500-587,233 | (P21) 172,500-604,733 |

PLAN

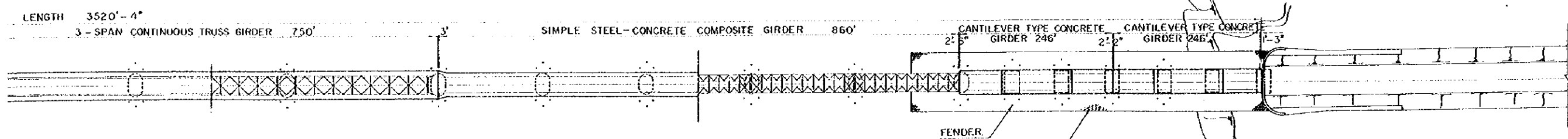


LEVATION



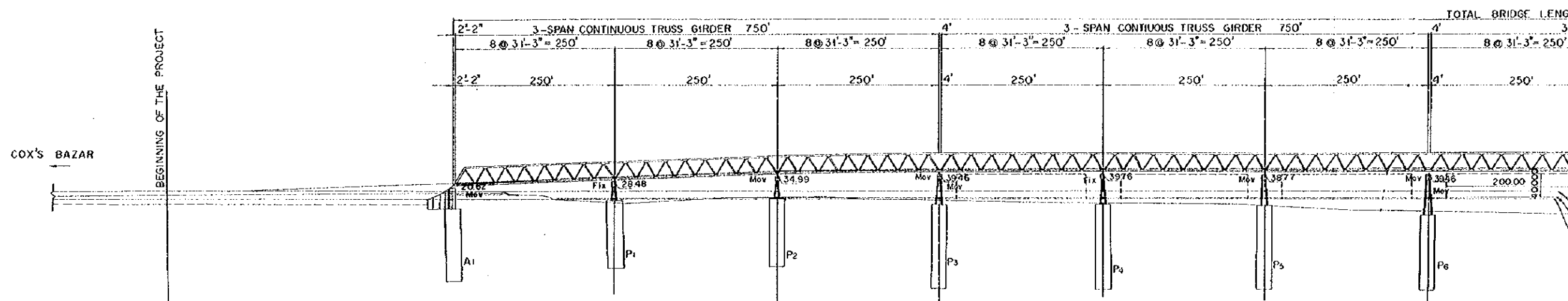
| PARABOLIC SLOPE | | 20% STRAIGHT SLOPE | | | | | | | | | | PARABOLIC SLOPE | | LEVEL |
|-----------------|----------------|--------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-----------------|----------------|----------------|
| 46.92 | 46.92 | 46.92 | 44.32 | 40.87 | 37.42 | 33.97 | 30.52 | 28.86 | 27.22 | 25.56 | 23.90 | 22.25 | 18.10 | 18.00 |
| -2.98 | -23.29 | -22.31 | -19.68 | -14.76 | -14.76 | -11.15 | -14.76 | -18.04 | -17.59 | -12.63 | -4.92 | 1.31 | 4.99 | 5.71 |
| 255000.8808883 | 250000.0066667 | 251500.430483 | 172750.4483233 | 172500.4655733 | 172500.4828233 | 172500.5000733 | 172500.5173233 | 83250.5256483 | 82000.5338483 | 83083.5425566 | 83083.5504649 | 82000.5586698 | 166914.5907079 | 131232.6038311 |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |

PLAN



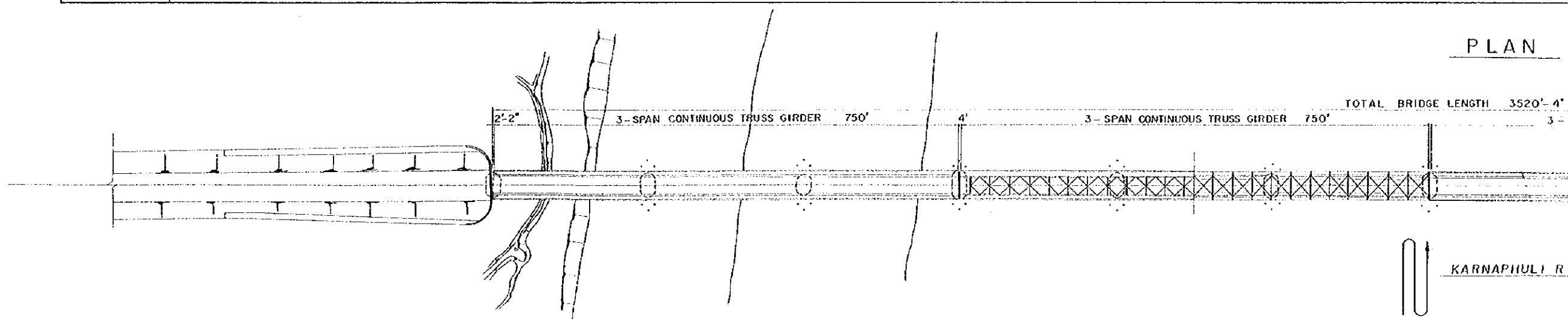
CHITTAGONG EAST PAKISTAN
 KARNARHULI RIVER BRIDGE
 GENERAL LAYOUT TYPE A
 OCT. 1965 II - 1

ELEVATION

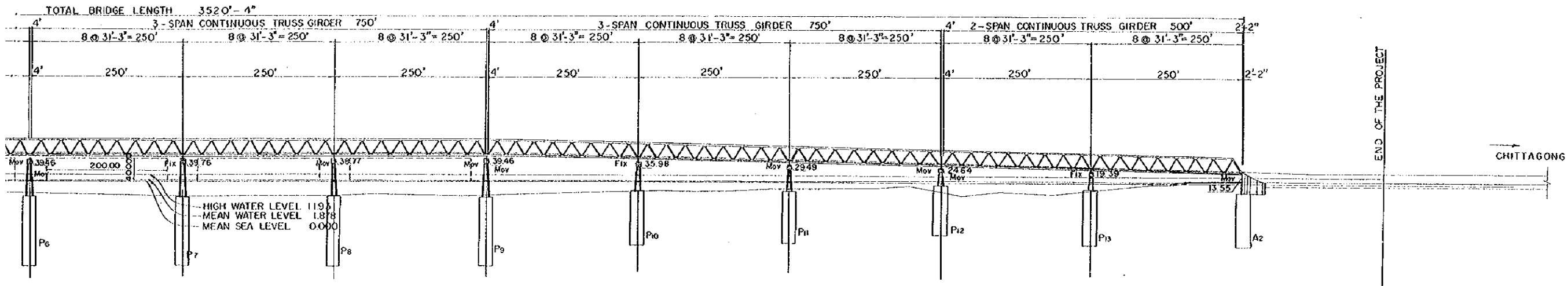


| SLOPE | LEVEL | PARABOLIC SLOPE | | | | | | | | | | 3% STRAIGHT SLOPE | | PARABOLIC SLOPE | | | | | | | | | | LEVEL |
|-----------------------|-----------------|-----------------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|---------|----------|----------|-------------------|---------|-----------------|---------|-------|-------|--|--|--|--|--|--|-------|
| | PROPOSED HEIGHT | 18.00 | 19.85 | 21.41 | 21.71 | 22.69 | 26.62 | 22.07 | 30.56 | 35.64 | 43.14 | 46.92 | 46.92 | 46.92 | 46.92 | 46.92 | 46.92 | | | | | | | |
| GROUND HEIGHT | 6.43 | 6.43 | 6.43 | 7.30 | 7.55 | 7.71 | 7.61 | 9.65 | 3.77 | 1.64 | -1.80 | -6.99 | -11.91 | -2.100 | -2.100 | | | | | | | | | |
| ACCUMULATIVE DISTANCE | 715.396 | 838.866 | 839.888 | 912.386 | 1970.20 | 201.352 | 2149.567 | 2232.984 | 240.734 | 2651.734 | 2903.734 | 365.734 | 405.734 | 365.734 | 365.734 | | | | | | | | | |
| DISTANCE | | 123.470 | 10.022 | 73.498 | 57.734 | 131.232 | 48.215 | 83.017 | 169.150 | 250.000 | 252.000 | 252.000 | 252.000 | 252.000 | 252.000 | | | | | | | | | |
| STATION | | No. 17 | | | No. 18 | | No. 19 | (A1) | No. 20 | (P1) | (P2) | (P3) | (P4) | (P5) | (P6) | | | | | | | | | |

PLAN

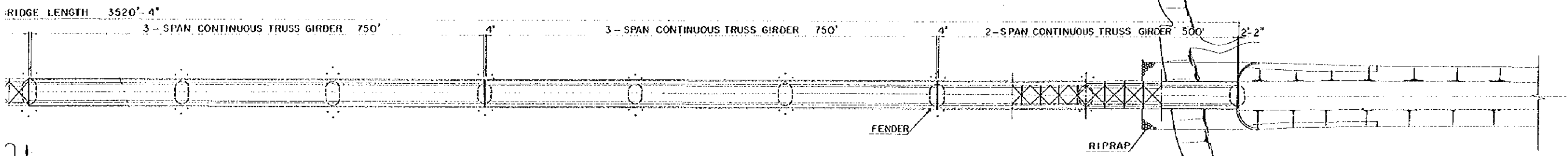


ELEVATION

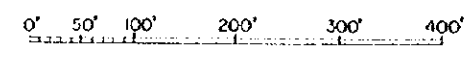


| PARABOLIC SLOPE | | 2.2% STRAIGHT SLOPE | | PARABOLIC SLOPE | | LEVEL | | | | | | |
|-------------------|-------------------|---------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-----------------|-------------------|--------------|--------------|----------------|
| (P ₆) | (P ₇) | (P ₈) | (P ₉) | (P ₁₀) | (P ₁₁) | (P ₁₂) | (P ₁₃) | No.46 | (A ₂) | No.47 | No.48 | No.49 |
| 2520000565734 | 25200005803734 | 2520000459734 | 2520000441734 | 2520000463734 | 2520000483734 | 2520000565734 | 2520000547734 | 252888156446151 | 252845668889 | 680951575647 | 985005904752 | 13123246039311 |
| -2100 | -2379 | -2329 | -2182 | -1608 | -1450 | -1411 | -1312 | 5.31 | 5.35 | 4.27 | 4.99 | 5.71 |
| 4692 | 4692 | 4692 | 4692 | 43.4 | 376.4 | 320.9 | 265.5 | 21.56 | 21.00 | 19.41 | 1800 | 1800 |
| | | | | | | | | 4.90 | 4.90 | 4.59 | 5.01 | 1800 |

PLAN

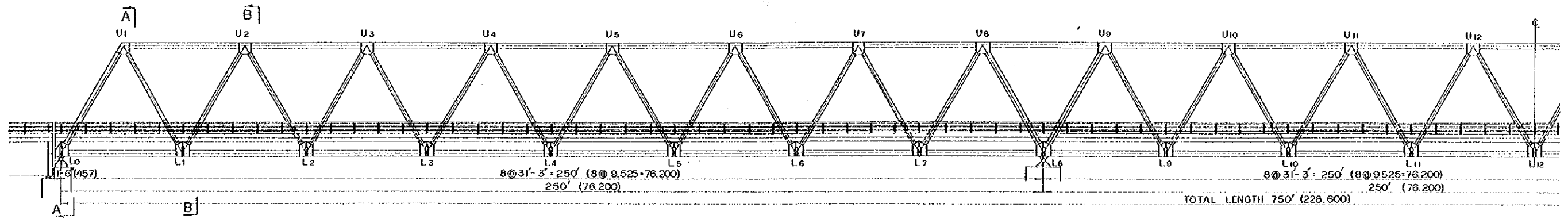


KARNAPHULI RIVER

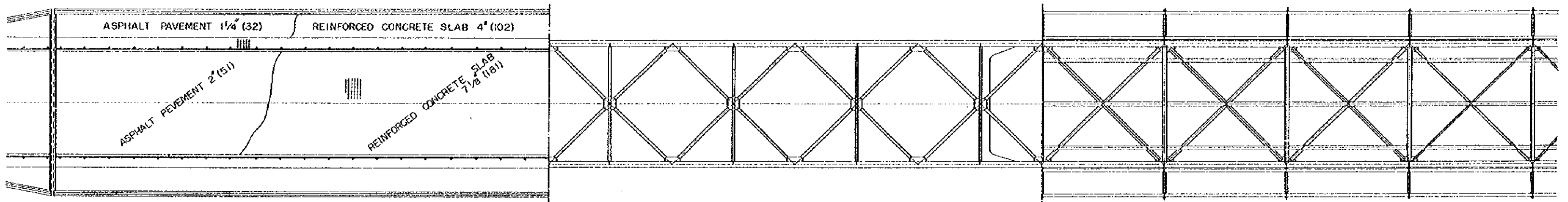


CHITTAGONG EAST PAKISTAN
 KARNARHULI RIVER BRIDGE
 GENERAL LAYOUT TYPE B
 OCT. 1965 II - 2

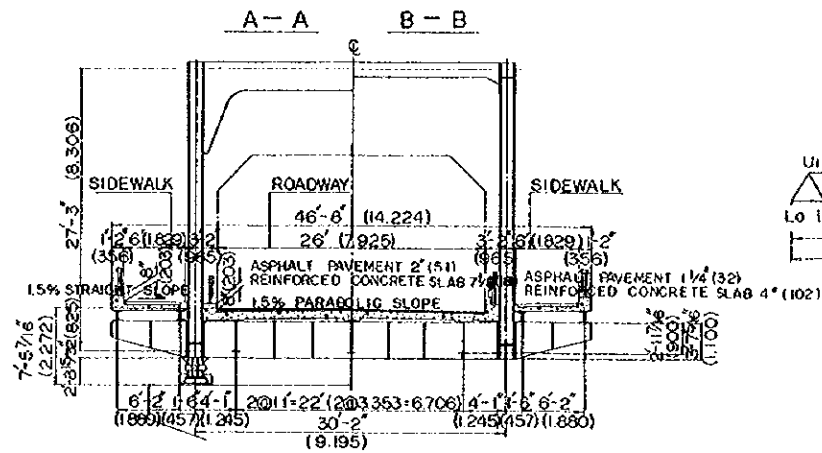
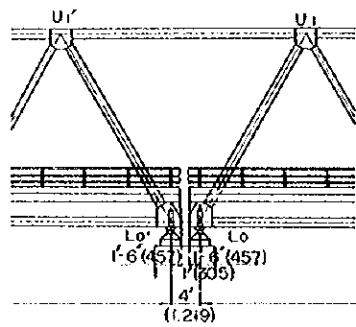
ELEVATION



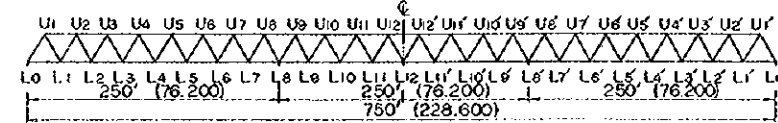
PLAN



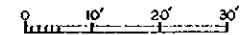
SECTION



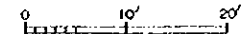
KEY PLAN



ELEVATION AND PLAN

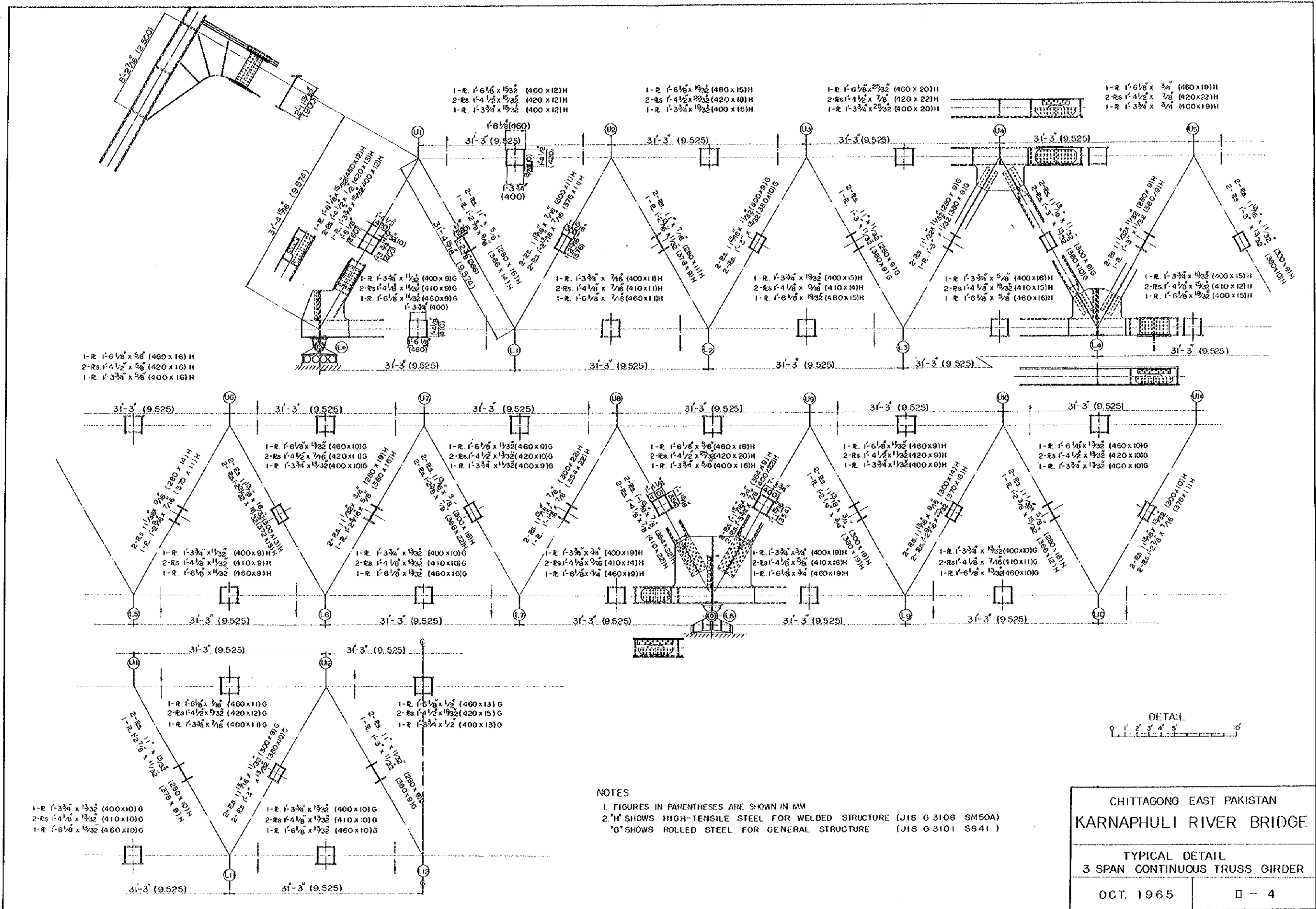


SECTION



NOTE
FIGURE IN PARENTHESES ARE SHOWN

| | |
|---|--------|
| CHITTAGONG EAST PAKISTAN KARNAPHULI RIVER BRIDGE | |
| GENERAL VIEW 3 SPAN CONTINUOUS TRUSS GIRDER, TYPE A, B | |
| OCT. 1965 | II - 3 |

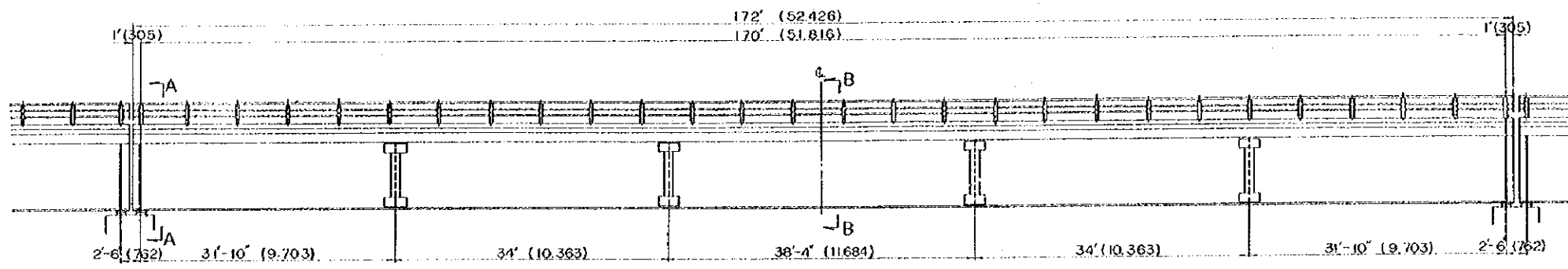


NOTES

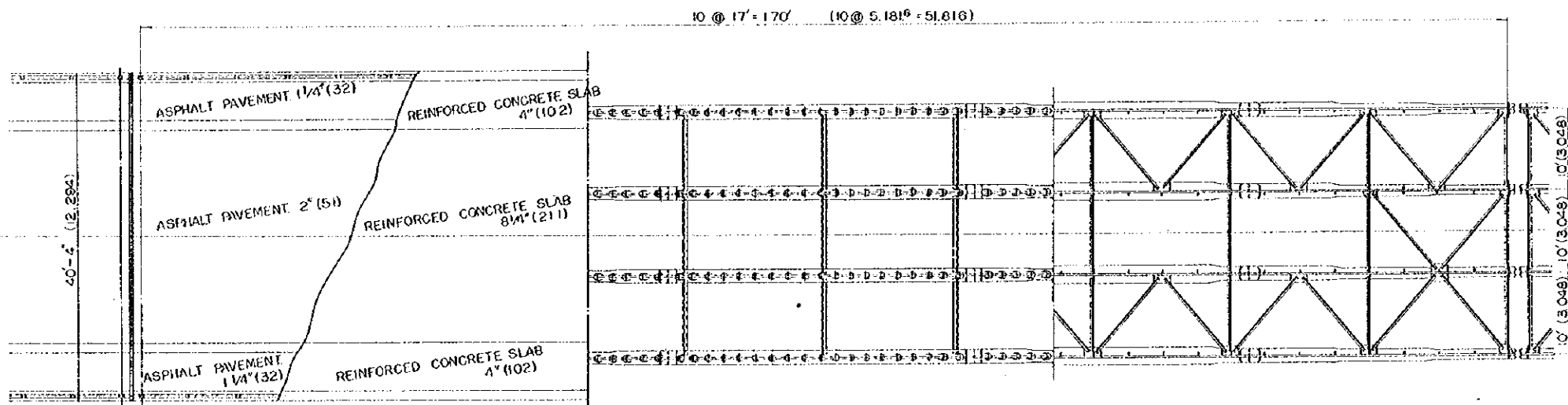
- 1. FIGURES IN PARENTHESES ARE SHOWN IN MM
- 2. 'H' SHOWS HIGH-TENSILE STEEL FOR WELDED STRUCTURE (JIS G 3106 SM50A)
- 'G' SHOWS ROLLED STEEL FOR GENERAL STRUCTURE (JIS G 3101 SS41)

| | |
|--------------------------------|-------|
| CHITTAGONG EAST PAKISTAN | |
| KARNAPHULI RIVER BRIDGE | |
| TYPICAL DETAIL | |
| 3 SPAN CONTINUOUS TRUSS GIRDER | |
| OCT. 1965 | □ - 4 |

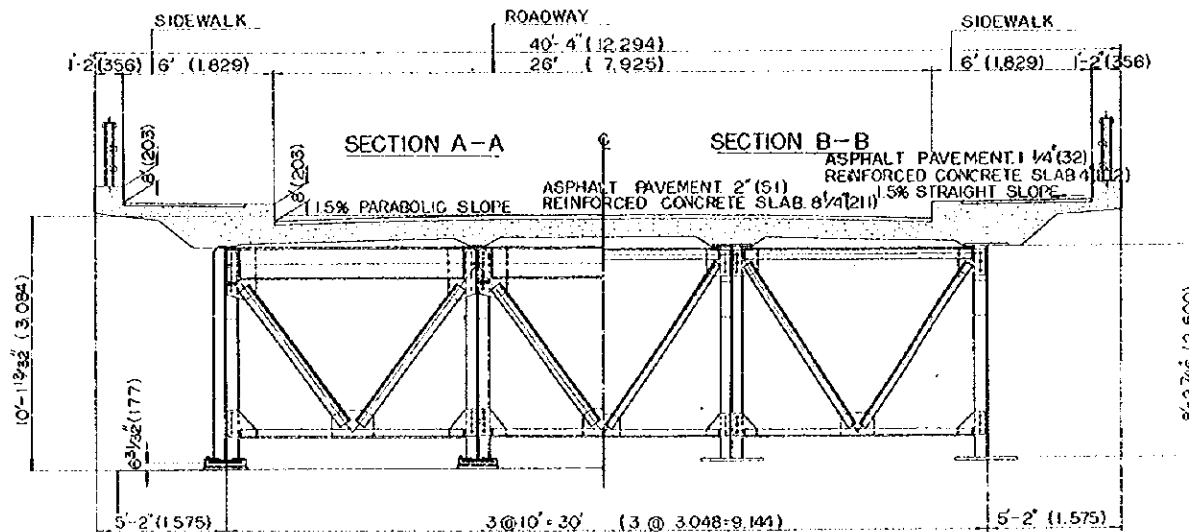
ELEVATION



PLAN



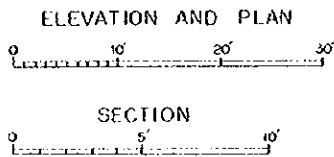
SECTION



DIMENSIONS OF MAIN GIRDERS

| OUTSIDE GIRDER | | | | |
|----------------|---------------|-------------------------------|-------------------------|---|
| END | UP FLANGE R. | 2 @ 7 7/8 x 13/32 x 11' | (2 @ 200 x 10 x 3.353) | G |
| | WEB R. | 2 @ 8 2 1/8 x 13/32 x 10'-6" | (2 @ 2500 x 10 x 3.251) | G |
| | LOW FLANGE R. | 2 @ 11 7/8 x 5/8 x 10'-4" | (2 @ 300 x 16 x 3.150) | G |
| 2ND | UP FLANGE R. | 2 @ 9 7/8 x 9/16 x 11'-6" | (2 @ 250 x 14 x 3.505) | H |
| | WEB R. | 2 @ 8 2 1/8 x 13/32 x 11'-10" | (2 @ 2500 x 10 x 3.607) | H |
| | LOW FLANGE R. | 2 @ 11 7/8 x 5/8 x 11'-10" | (2 @ 410 x 22 x 3.607) | H |
| 3RD | UP FLANGE R. | 2 @ 11 7/8 x 5/8 x 15' | (2 @ 370 x 22 x 4.572) | H |
| | WEB R. | 2 @ 8 2 1/8 x 13/32 x 15' | (2 @ 2500 x 10 x 4.572) | H |
| | LOW FLANGE R. | 2 @ 11 7/8 x 5/8 x 15' | (2 @ 520 x 32 x 4.572) | H |
| 4TH | UP FLANGE R. | 2 @ 11 7/8 x 5/8 x 21'-6" | (2 @ 460 x 28 x 6.553) | H |
| | WEB R. | 2 @ 8 2 1/8 x 13/32 x 21'-6" | (2 @ 2500 x 10 x 6.553) | H |
| | LOW FLANGE R. | 2 @ 11 7/8 x 5/8 x 21'-6" | (2 @ 640 x 36 x 6.553) | H |
| CENTER | UP FLANGE R. | 1 @ 11 7/8 x 5/8 x 54' | (1 @ 530 x 28 x 6.459) | H |
| | WEB R. | 1 @ 8 2 1/8 x 13/32 x 54' | (1 @ 2500 x 10 x 6.459) | H |
| | LOW FLANGE R. | 1 @ 11 7/8 x 5/8 x 54' | (1 @ 730 x 36 x 6.662) | H |

| INSIDE GIRDER | | | | |
|---------------|---------------|-------------------------------|-------------------------|---|
| END | UP FLANGE R. | 2 @ 7 7/8 x 13/32 x 11' | (2 @ 200 x 10 x 3.353) | G |
| | WEB R. | 2 @ 8 2 1/8 x 13/32 x 10'-6" | (2 @ 2500 x 10 x 3.251) | G |
| | LOW FLANGE R. | 2 @ 11 7/8 x 5/8 x 10'-4" | (2 @ 300 x 16 x 3.150) | G |
| 2ND | UP FLANGE R. | 2 @ 9 7/8 x 9/16 x 11'-6" | (2 @ 240 x 14 x 3.505) | H |
| | WEB R. | 2 @ 8 2 1/8 x 13/32 x 11'-10" | (2 @ 2500 x 10 x 3.607) | H |
| | LOW FLANGE R. | 2 @ 11 7/8 x 5/8 x 11'-10" | (2 @ 430 x 22 x 3.607) | H |
| 3RD | UP FLANGE R. | 2 @ 11 7/8 x 5/8 x 15' | (2 @ 340 x 22 x 4.572) | H |
| | WEB R. | 2 @ 8 2 1/8 x 13/32 x 15' | (2 @ 2500 x 10 x 4.572) | H |
| | LOW FLANGE R. | 2 @ 11 7/8 x 5/8 x 15' | (2 @ 510 x 32 x 4.572) | H |
| 4TH | UP FLANGE R. | 2 @ 11 7/8 x 5/8 x 21'-6" | (2 @ 430 x 28 x 6.553) | H |
| | WEB R. | 2 @ 8 2 1/8 x 13/32 x 21'-6" | (2 @ 2500 x 10 x 6.553) | H |
| | LOW FLANGE R. | 2 @ 11 7/8 x 5/8 x 21'-6" | (2 @ 670 x 36 x 6.553) | H |
| CENTER | UP FLANGE R. | 1 @ 11 7/8 x 5/8 x 54' | (1 @ 500 x 28 x 6.459) | H |
| | WEB R. | 1 @ 8 2 1/8 x 13/32 x 54' | (1 @ 2500 x 10 x 6.459) | H |
| | LOW FLANGE R. | 1 @ 11 7/8 x 5/8 x 54' | (1 @ 770 x 36 x 6.662) | H |



NOTE
 1. FIGURES IN PARENTHESES ARE SHOWN IN MM
 2. IN THE TABLE SECTIONS OF MAIN GIRDERS
 "H" SHOWS HIGH-TENSILE STEEL FOR WELDED STRUCTURE (JIS G 3106 SM50AB)
 "G" SHOWS ROLLED STEEL FOR GENERAL STRUCTURE (JIS G 3101 SS 41)

CHITTAGONG EAST PAKISTAN
 KARNAPHULI RIVER BRIDGE

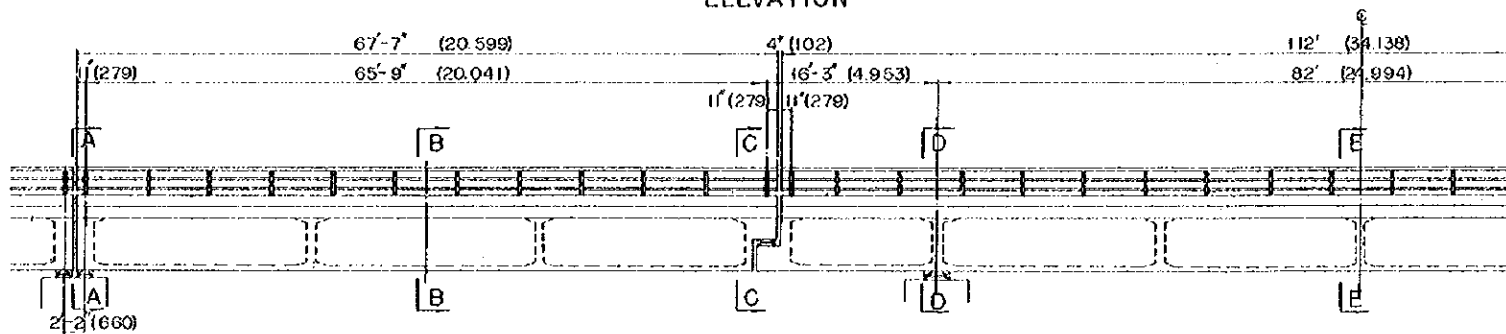
TYPICAL DETAIL
 SIMPLE COMPOSITE GIRDER, TYPE A

OCT. 1965 II - 5

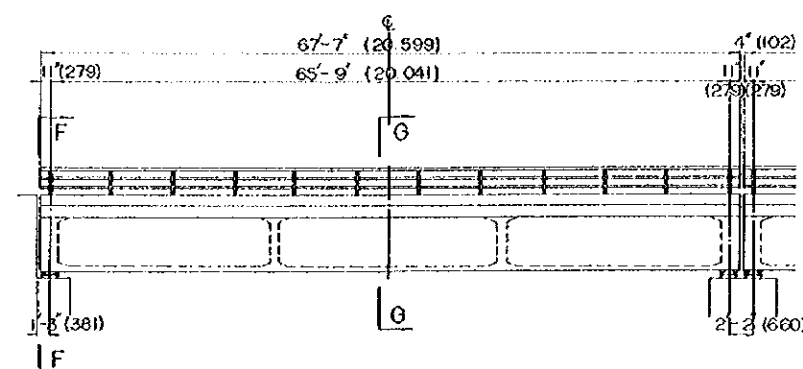
CANTILEVER TYPE GIRDER

SIMPLE GIRDER

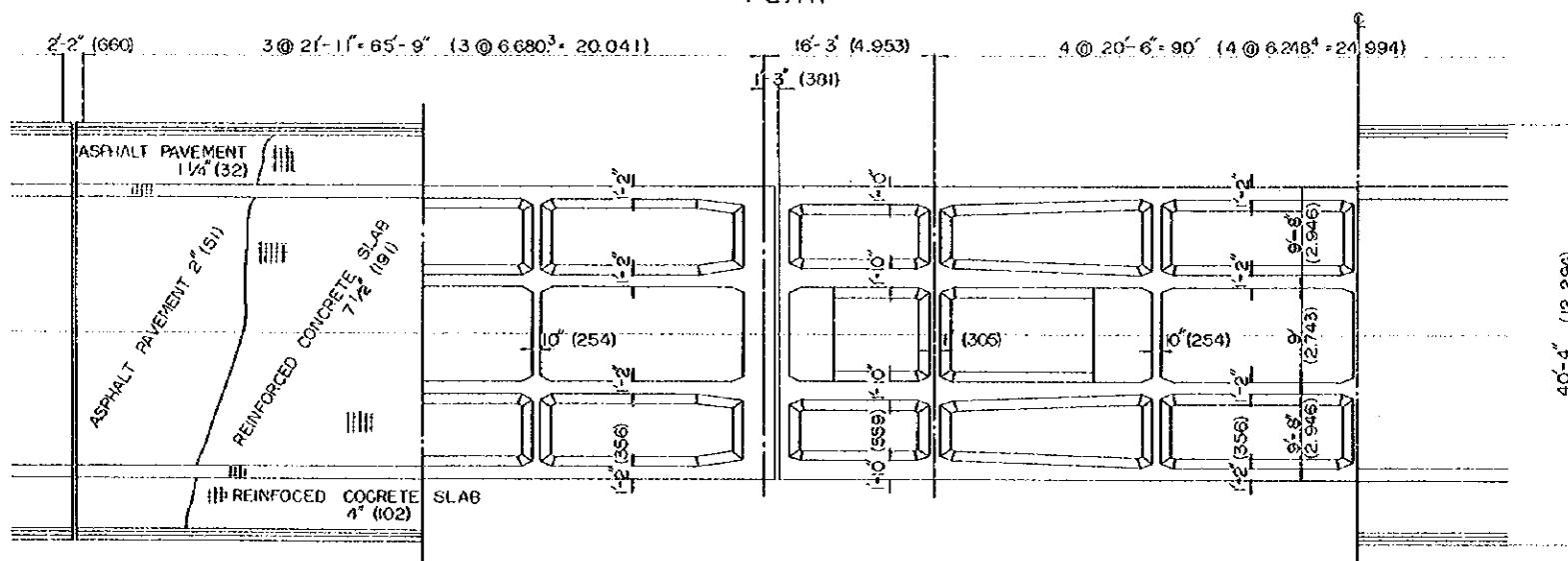
ELEVATION



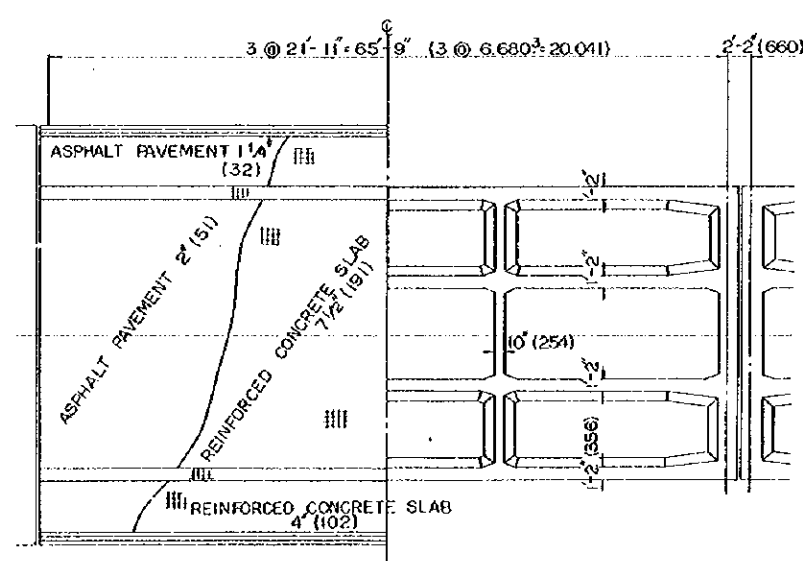
ELEVATION



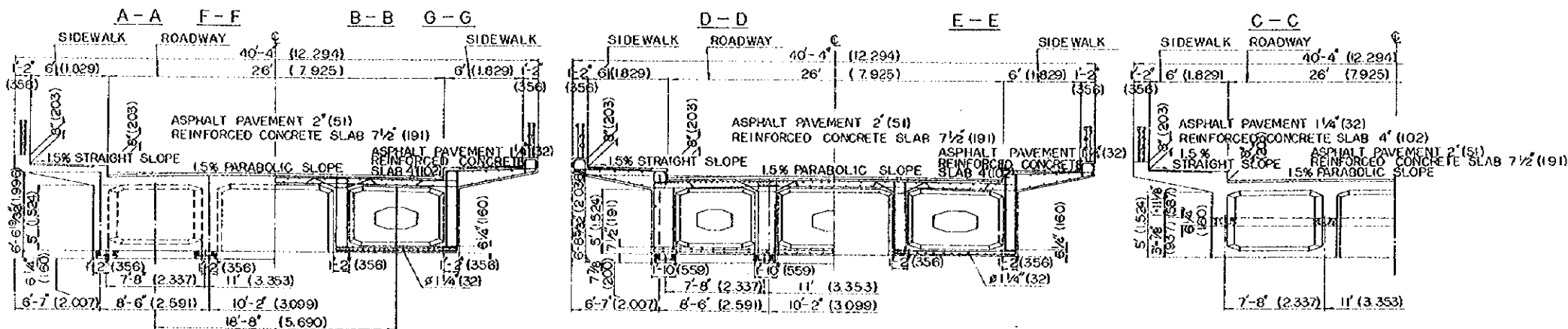
PLAN



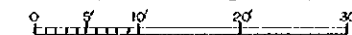
PLAN



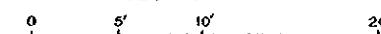
SECTION



ELEVATION AND PLAN



SECTION



NOTE
FIGURES IN PARENTHESES ARE SHOWN IN MM.

CHITTAGONG EAST PAKISTAN
KARNAPHULI RIVER BRIDGE

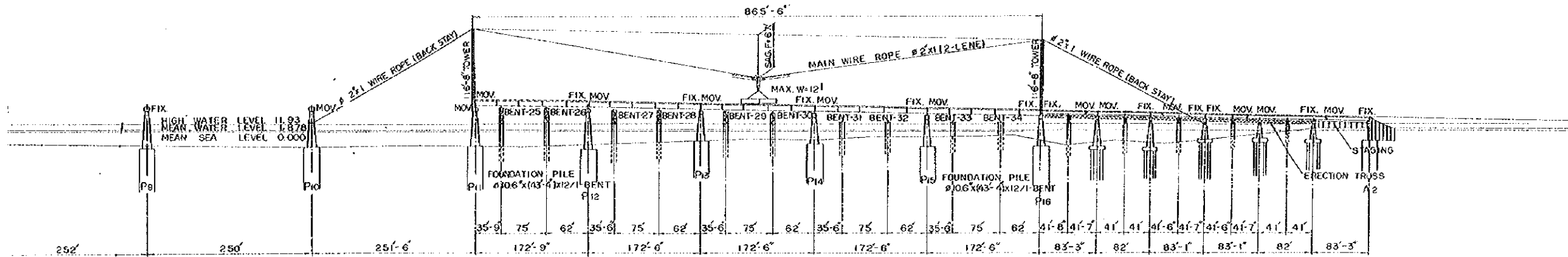
TYPICAL DETAIL
CONCRETE GIRDERS, TYPE A

OCT. 1965

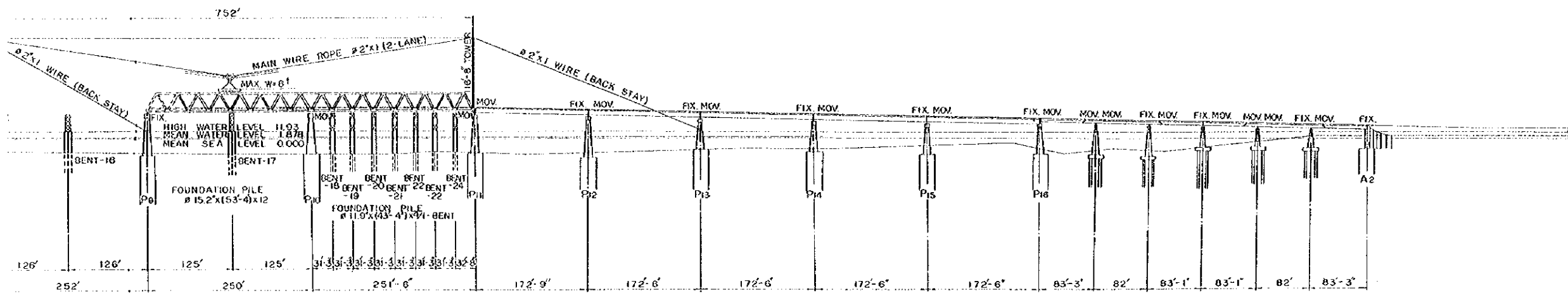
II - 6

CONCRETE GIRDER AND COMPOSITE GIRDER

ELEVATION (1)



TRUSS GIRDER
ELEVATION (2)



PLAN

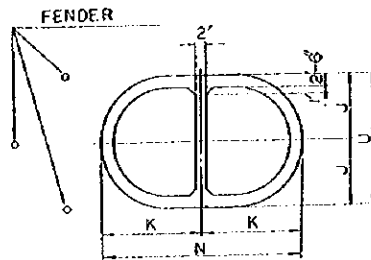
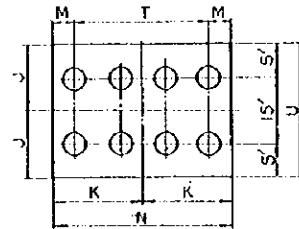
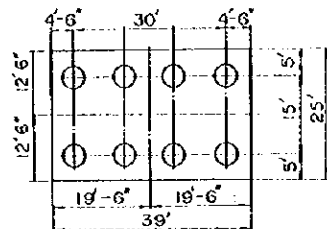
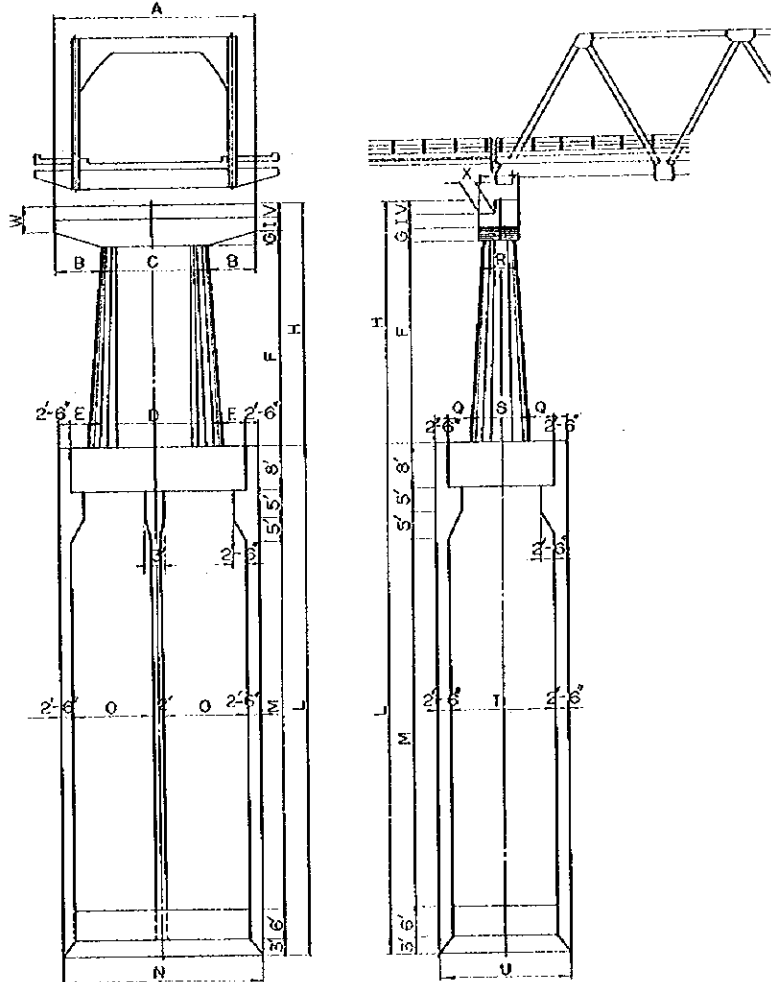
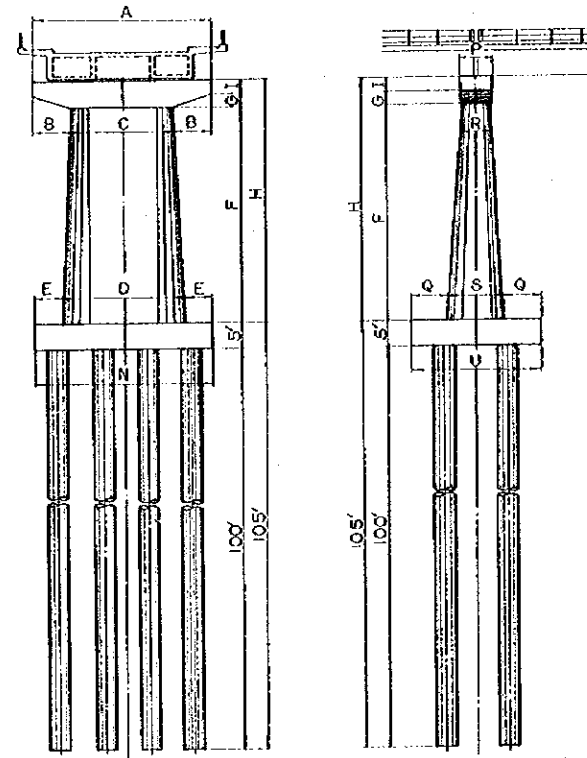
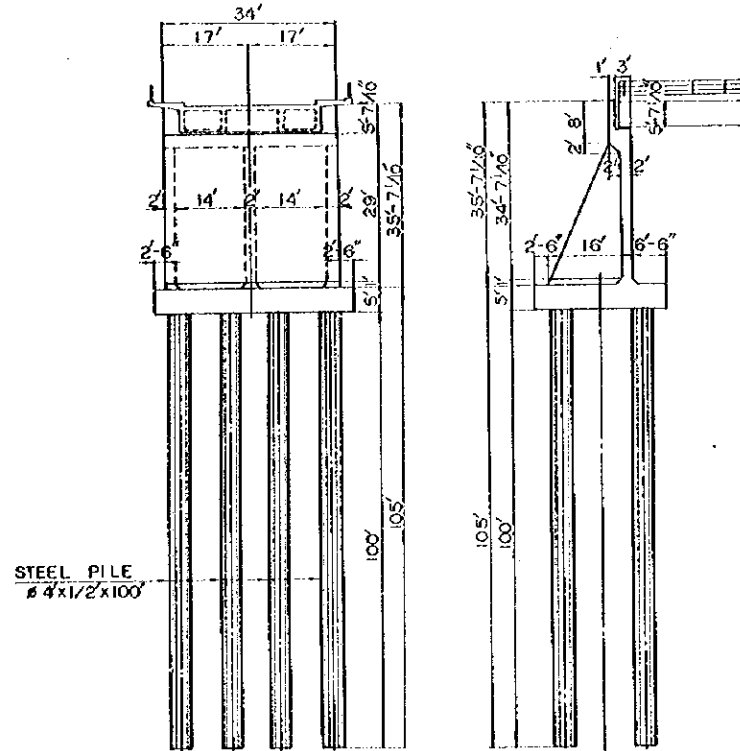


| | |
|---|------|
| CHITTAGONG EAST PAKISTAN KARNARHULI RIVER BRIDGE | |
| GENERAL ARRANGEMENT ERECTION WORKS TYPE A | |
| OCT. 1965 | II-7 |

ABUTMENT 1.2

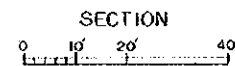
PIER (P₁, P₂, P₃, P₄, P₅, P₆, P₇)

PIER (P₁, P₂, P₃, P₄)

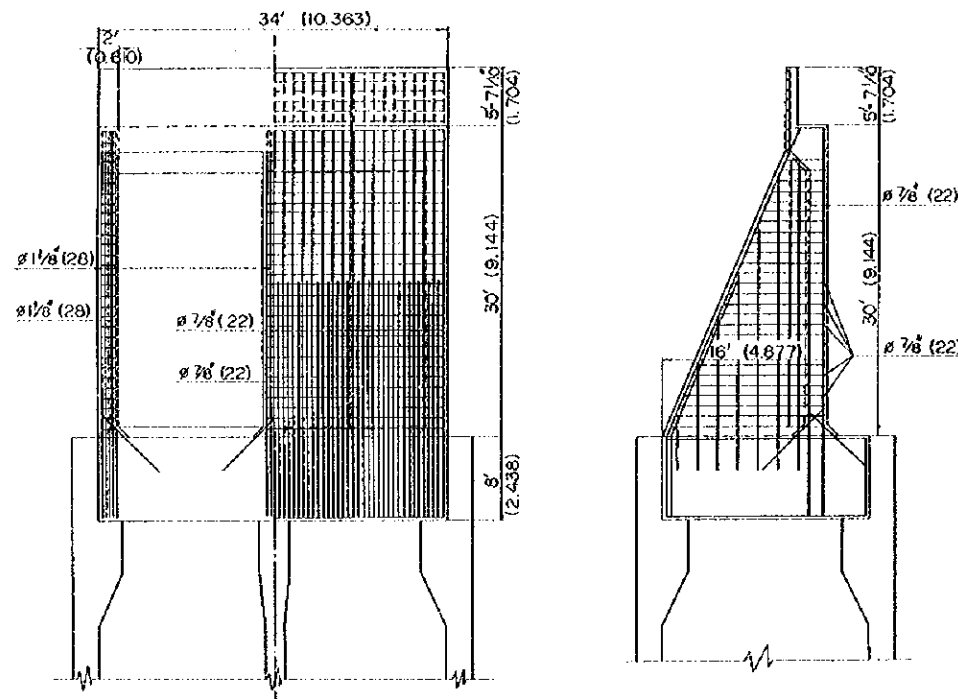


DIMENSIONS OF

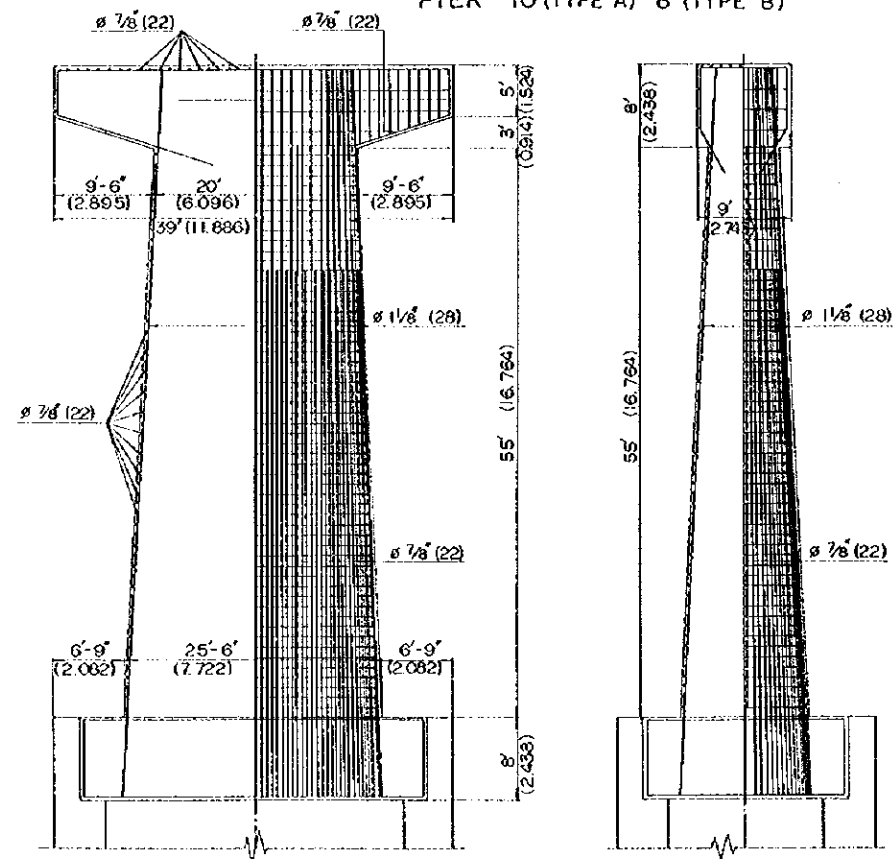
| | P ₁ | P ₂ | P ₃ | P ₄ | P ₅ | P ₆ | P ₇ | P ₈ | P ₉ | P ₁₀ | P ₁₁ | P ₁₂ |
|---|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| A | 34' | 38' | 30' | 38' | 38' | 39' | 39' | 39' | 39' | 39' | 38' | 38' |
| B | 7'-6" | 9' | 9' | 9' | 9' | 9'-6" | 9'-6" | 9'-6" | 9'-6" | 9'-6" | 9' | 9' |
| C | 19' | 20' | 20' | 20' | 20' | 20' | 20' | 20' | 20' | 20' | 20' | 20' |
| D | 21'-5" | 22'-5" | 22'-5" | 24'-5" | 24'-5" | 24'-5" | 24'-5" | 25'-6" | 25'-6" | 25'-6" | 25'-6" | 25'-6" |
| E | 5'-9 1/2" | 5'-3 1/2" | 5'-3 1/2" | 2'-3 1/2" | 2'-3 1/2" | 2'-3 1/2" | 2'-3 1/2" | 4'-3" | 4'-3" | 4'-3" | 4'-3" | 4'-3" |
| F | 25' | 24'-6" | 24' | 4' | 4'-4" | 39' | 39' | 55' | 55' | 55' | 55' | 55' |
| G | 2'-6" | 3' | 3' | 3' | 3' | 3' | 3' | 3' | 3' | 3' | 3' | 3' |
| H | 30' | 30' | 30' | 47' | 47' | 47' | 47' | 63' | 63' | 63' | 63' | 63' |
| I | 2'-6" | 2'-6" | 3' | 3' | 2'-8" | 5' | 5' | 5' | 5' | 5' | 2'-8" | 3' |
| J | 12'-6" | 12'-6" | 12'-6" | 12'-6" | 12'-6" | 12'-6" | 12'-6" | 12'-6" | 12'-6" | 12'-6" | 12'-6" | 12'-6" |
| K | 19' | 19' | 19' | 17' | 17' | 17' | 17' | 19'-6" | 19'-6" | 19'-6" | 19'-6" | 19'-6" |
| L | | 103' | 104'-6" | 102'-6" | 131' | 131' | 130' | 115' | 114' | 115' | 115' | 76'-6" |
| M | 4' | 76' | 77'-6" | 65'-6" | 104' | 104' | 103' | 88' | 87' | 88' | 88' | 49'-6" |
| N | 36' | 38' | 38' | 34' | 34' | 34' | 34' | 38' | 38' | 38' | 38' | 38' |
| O | | 15'-6" | 15'-6" | 3'-6" | 13'-6" | 13'-6" | 13'-6" | 16' | 16' | 16' | 16' | 16' |
| P | 6'-4" | 6'-4" | 6'-4" | 6'-4" | 7'-4" | 9' | 9' | 9' | 9' | 9' | 7'-4" | 6'-4" |
| Q | 8'-1/2" | 5'-6 1/2" | 5'-6 1/2" | 4'-9" | 4'-9" | 4'-3" | 4'-3" | 6'-9" | 6'-9" | 6'-9" | 4'-3" | 4'-3" |
| R | 6' | 6' | 6' | 8' | 6' | 7' | 7' | 7' | 7' | 7' | 6' | 6' |
| S | 8'-5" | 8'-5" | 8'-5" | 10'-6" | 10'-6" | 11'-6" | 11'-6" | 12'-6" | 12'-6" | 12'-6" | 11'-6" | 11'-6" |
| T | 30' | 20' | 20' | 20' | 20' | 20' | 20' | 20' | 20' | 20' | 20' | 20' |
| U | 25' | 25' | 25' | 25' | 25' | 25' | 25' | 25' | 25' | 25' | 25' | 25' |
| V | 3' | | | 2'-2" | | | | | | | 2'-2" | |
| W | 5'-6" | | | 5'-8" | | | | | | | 5'-8" | |
| X | 3' | | | 2'-11" | | | | | | | 2'-11" | |



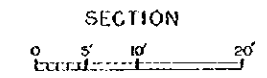
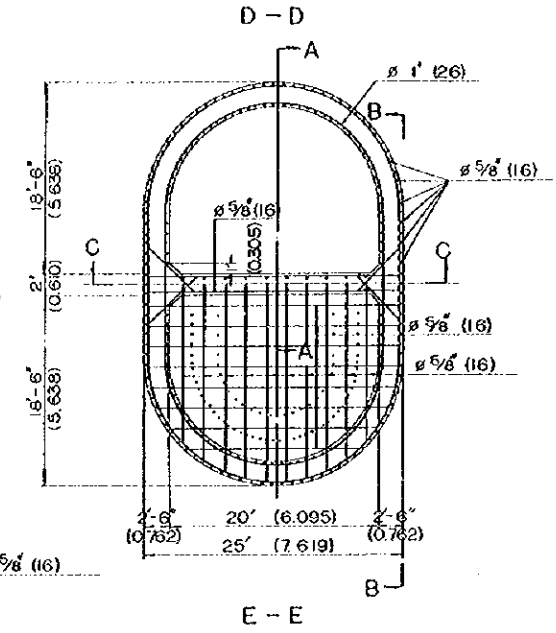
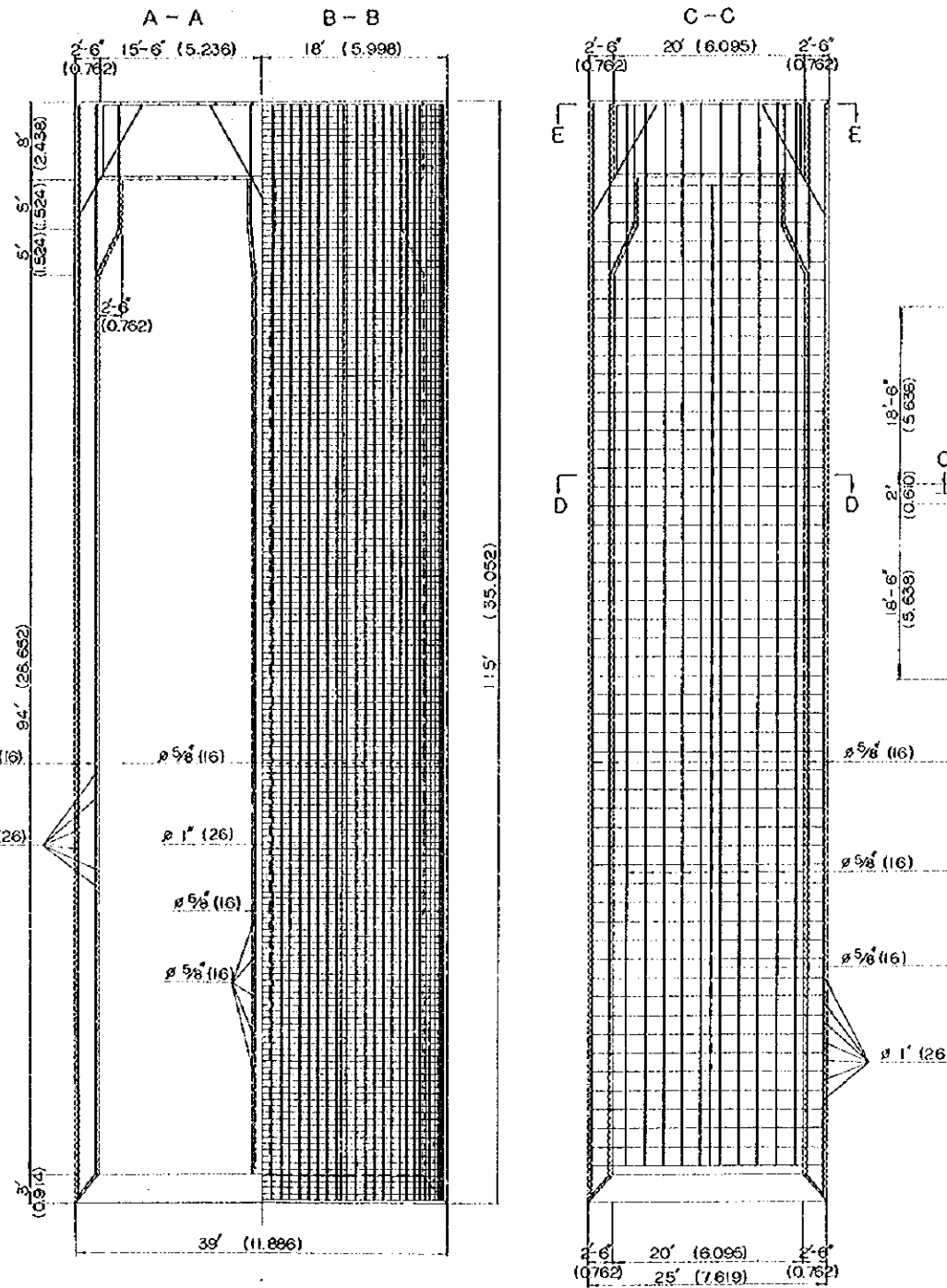
ABUTMENT 1



PIER 10 (TYPE A) 8 (TYPE B)



WELL 10 (TYPE A) 8 (TYPE B)



NOTE
FIGURE IN PARENTHESES ARE SHOWN IN MM

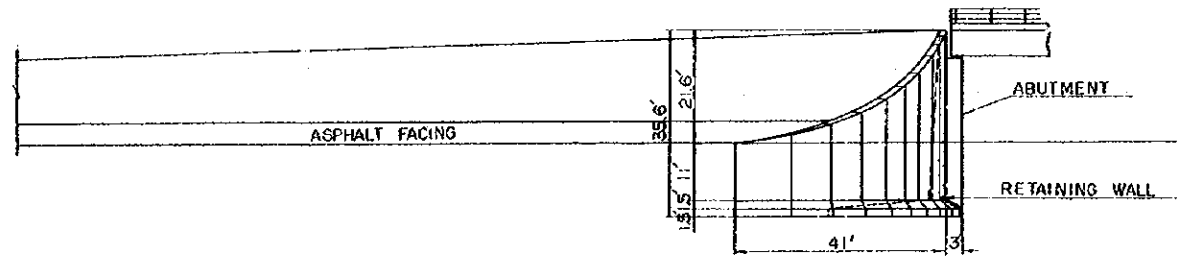
CHITTAGONG EAST PAKISTAN
KARNAPHULI RIVER BRIDGE

TYPICAL DETAIL
REINFORCEMENT OF SUBSTRUCTURE TYPE A, B

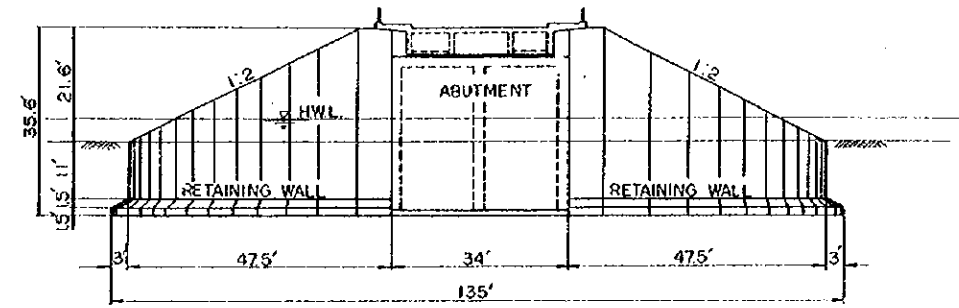
OCT. 1965

D-10

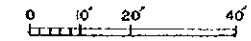
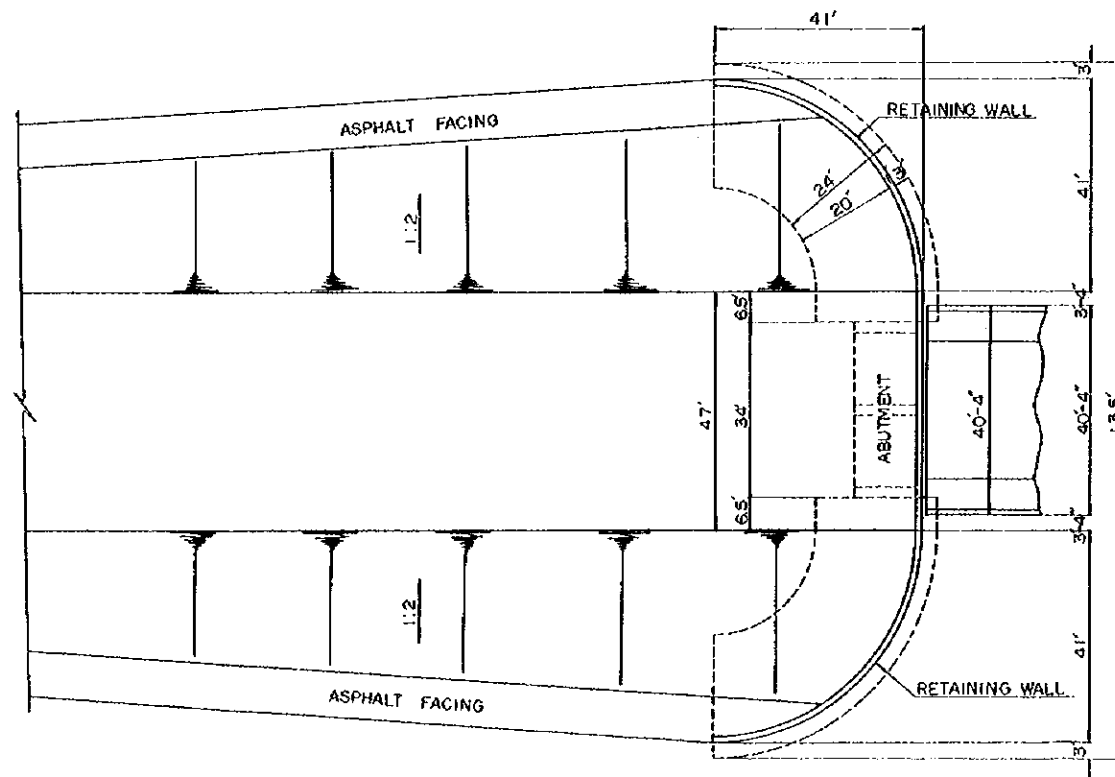
SIDE VIEW



FRONT VIEW



PLAN



CHITTAGONG EAST PAKISTAN
KARNAPHULI RIVER BRIDGE

APPROACH ROAD

OCT. 1965

II - 11

A P P E N D I X

APPENDIX-I
PLAN OF BRIDGE SURVEY WORKS
BY
JAPANESE BRIDGE SURVEY MISSION
FOR KARNAPHULI RIVER BRIDGE

JANUARY 1965

I N D E X

| | | |
|-----|---|----|
| (A) | General | 1 |
| | 1. Introduction | 1 |
| | 2. Organization of Bridge Survey Mission | 1 |
| | 3. Details of Survey Works | 1 |
| | 4. Study of Engineering Informations | 3 |
| | 5. Other Investigations | 3 |
| (B) | Requirements | 4 |
| (C) | Survey and River-Hydraulic Investigations | 7 |
| | 1. Purpose of Works | 7 |
| | 2. Kinds of Field Works | 7 |
| | 3. Details of Works | 7 |
| | 4. Notice | 10 |
| (D) | Soil Exploration | 13 |
| | 1. Boring | 13 |
| | 2. Standard Penetration Test | 13 |
| | 3. Vane Test | 14 |
| | 4. Undisturbed Soil Sampling | 15 |
| | 5. Soil Test (Laboratory Test) | 15 |

(A) GENERAL

1. Introduction

The Mission is named "Japanese Bridge Survey Mission for Karnaphuli River Bridge" by Japanese Government.

The Japanese Bridge Survey Mission has been dispatched by Japanese Government to East Pakistan, at the request of East Pakistan Government, by agreement between Pakistan and Japanese Governments.

The purpose of Japanese Bridge Mission is to make so-called preinvestment investigations on the construction scheme of a bridge over Karnaphuli River, Chittagong.

About three years ago, the Japan Bridge Survey Mission (in 1962) made a preliminary survey at the sites of three bridges, namely over Burhiganga River at Dacca, Karnaphuli River at Chittagong and Rupsa River at Khulna. The Mission (1962) has presented a report on "Bridge Construction Schemes over the Burhiganga, Karnaphuli and Rupsa" in May, 1962, placing the most stress on the urgent necessity of detailed survey, main items of which were surveying, sub-surface investigation and hydrological survey, so that the definite plan and cost estimation of construction might be worked out, before starting a final design. Furthermore, the Mission (1962) has proposed concretely what and how should be done in the detailed survey.

Now, the present Survey Mission is going to do works of the detailed survey fundamentally following the plans proposed on the Report of 1962-Japanese Mission.

2. Organization of Bridge Survey Mission

The Japanese Bridge Survey Mission is composed of the following members:

| | | |
|---------|-------------------|---|
| Chief: | Katsumi OMIYA, | Bridge Engineer |
| Member: | Yukio MAEDA, | Liaison Officer and Bridge Engineer |
| | Toshio WADA, | Foundation Engineer and Hydraulic Engineer |
| | Naoe NAKAMURA, | Highway Planning Engineer and Accounting |
| | Yumio ISHII, | Soil Mechanics Specialist and Survey Engineer |
| | Masashi KUNIHIRO, | Survey Engineer and Bridge Engineer |
| | Yasuo FUKUI, | Geologist |
| | Tarao ZENKE, | Operator of Boring Machine |
| | Toshimitsu OZEKI, | " |
| | Junichi HAYASHI, | " |

3. Details of Survey Works

The Bridge Survey Mission is willing to proceed the detailed survey for the development of Chittagong, and the Mission will be able to expect help and cooperation

of not only East Pakistan Government but also Pakistan engineers and people.

The survey works may be proposed as follows:

(1) Confirmation of the site of construction of the proposed bridge.

The Report of 1962-Japanese Mission tells that the Mission has determined the site for Karnaphuli River Bridge to be near Sadarghat.

The Bridge Survey Mission wishes to confirm the site of a bridge on an available map and furthermore on the spot of Karnaphuli River.

(2) Discussion about items and works of the field survey.

What are proposed by the Japanese Bridge Survey Mission, are shown on the separate papers, about soil exploration, surveying and river-hydraulic survey. The proposals of works should be discussed with Pakistan engineers.

The Bridge Survey Mission has tried to be equipped with instruments and machines as much as the budget is allowed, for example, with 2 boring machines (made in Japan), and apparatus of field vane shear test, standard penetration test, water content measurement, and of unconfined compression test, and transits, levels and echosounder, etc.

(3) Discussion of engineering problems.

At proper time during the works, engineering problems have to be discussed to a final conclusion on the following items:

- (a) Navigation clearance
- (b) Effective width of roadway and sidewalks on a superstructure of bridge
- (c) Slope of approach
- (d) Formation level
- (e) Starting point and end point of a proposed bridge on a plan map (including approach roads and bridging spans)
- (f) Clearance (horizontal and vertical) on roadway and sidewalks
- (g) Utilities to be attached to bridge
- (h) Specification - loading
- (i) Construction material - local or import
- (j) Measurement unit - metric or foot-pound
- (k) Scale of mappings
- (l) Scale of drawings for a preliminary design

4. Study of Engineering Informations

(1) For Construction Planning

- (a) Meteorology
- (b) Power
- (c) Transportation
- (d) Corrosion

(2) For Cost Estimation

- (a) Unit cost of materials
- (b) Unit cost of transportation
- (c) Wages
- (d) Examples of bridge construction in East Pakistan

(3) Testing Facilities

5. Other Investigations

After the field survey is completed, the following investigations will be made:

- (1) Soil test in Japan for undisturbed soil
- (2) Site investigation in rainy season

A river-hydraulic engineer is to be sent to Chittagong, under the Colombo Plan.

- (3) Preliminary and comparative designs of bridge
- (4) Plan of construction works
- (5) Tentative cost estimations
- (6) Making of a report

(B) REQUIPMENTS

The Japanese Bridge Survey Mission for Karnaphull River Bridge is requesting to East Pakistan Government to meet the following requirements absolutely necessary for performing the detailed survey works.

1. Personnel

One Project Officer, one Liaison Officer and two Assistant Engineers who are college graduates and are qualified for being trained by Japanese Engineers and two assistants are to be prepared.

2. Laborers

It is requested to help us employ the following number of laborers:

6 guard men on board in two shifts at night during boring works in the river for about 2 months.

8 laborers as regular employment for borings works for about 3 months.

The laborers above mentioned shall be paid by the Japanese Bridge Survey Mission.

8 laborers for survey and river-hydraulic investigation as regular employment for about one month.

These 8 laborers shall be paid by East Pakistan Government.

3. Housing

(1) A room or a house in the city for such office works as drawings, calculations, paper makings, etc., including office facilities for at least 8 engineers with telephone. If this is obtained in C. D. A. Building, it will be satisfactory.

(2) A field office or site office by the side of the river as near to the proposed bridge as possible with a storage to house instruments, equipments, materials etc, and with water supply, electricity, desks and chairs for 3 men.

(3) A soil test laboratory with water supply and electricity near the proposed bridge site, for provision of the testing instruments and performance of soil test. This Laboratory may be located together with a field office (2).

4. Transportation

(1) 2 - Jeeps with driver should be attached to the Survey Team.

4 - Big boats with boatman for supporting a boring machine.

4 - Small Boats with boatman for guard against navigation accident.

1 - Speed Boat with driver for river transportation of instruments, equipments, materials, person etc.

1 - Tug Boat with driver for tugging big boats.

These transportation facilities are required for about 3 months.

(2) A Boat with an anchor for river-hydraulic investigation is to be provided for about 15 days.

5. Materials for Survey

(1) Wooden Stakes (or Pegs)

(a) Size: about 4.5 cm x 4.5 cm x 50 cm Numbers: 100

(b) Size: about 8 cm x 8 cm x 60 cm Numbers: 10

(2) Concrete or Wooden Stakes (or Pegs) for Bench Mark and Triangulation Point

Size: 12 cm x 12 cm x 60 cm Numbers: 7

(3) Wooden Hammer

2 piece strong enough to hammer pegs into ground.

(4) One Axe

(5) One Saw

(6) Two Shovels

6. Residence for members of the Mission

The Survey Mission wishes to lend a house or rooms with kitchen and beds for residence of 11 persons.

7. The Bridge Survey Mission considers it the most important to protect the boring machines in the daytime and at night, so that the boring works may proceed without any troubles. For this purpose, we would like to be provided with

- 12 of Safety Lamps,
- 12 of Empty and Water-light Drums,

and we want you to install a sign board to show "Keep Off" or "Off Limits" within the area of a circle with 200 ft. diameter from a boring point on the river and a circle with 30 ft. diameter from a boring point on the land ground by the river side.

8. The Bridge Survey Mission wants you to install a sign board somewhere showing "Do Not Touch Pegs" so that the surveying may proceed without any troubles.

9. The Survey Mission wants you to obtain the following engineering and economical data necessary for the survey;

- (a) A map of Chittagong, contained the projected bridge site.
- (b) An aero photograph of Karnaphuli River of Chittagong.
- (c) A detail of master plan of Chittagong.
- (d) Hydrological and Hydraulic data of Karnaphuli River at Chittagong since about 1900; water level recording, water velocity recording, flood recording, tidal data, etc.

- (e) Meteorological data of Chittagong; wind, moisture, temperature, precipitation, etc.
- (f) Population, Registered number of motor cars, Number of Factory.
- (g) Data of railway transportation; freight and passenger.
- (h) Annual Report of Chittagong Port.
- (i) Data of cost of estimation; labour cost, cost of materials (concrete, ballast, steel).
- (j) Cost of right of way and compensation of the projected bridge site.
- (k) Specifications; steel bridge, concrete bridge, construction materials (steel, concrete, cement).

10. The Bridge Survey Mission is asking to favour of exemption from sales tax and customs duties for additional soil exploring equipment (6 packing case) which has been sent by ship.

(C) SURVEY AND RIVER-HYDRAULIC INVESTIGATIONS

1. Purpose of Works

The survey mentioned here includes topographical survey and leveling of the site, and hydraulic field survey of the river, which are essential for making the preliminary design of the proposed bridge.

2. Kinds of Field Works

- (1) Triangulation
- (2) Traversing
- (3) Plane surveying
- (4) Setting and leveling on the center line along the proposed bridge axis, including sounding.
- (5) Leveling cross sections
- (6) Installing stations of triangulation and bench marks
- (7) Making a plan, a longitudinal profile and cross sections of the area
- (8) Measuring velocity of river flow
- (9) Measuring gradient of river surface and river bed
- (10) Findings river-characteristics

3. Details of Works

(1) Triangulation

Installing of several points for triangulations stations on both sides of the river,

Simple series of small triangles are set which should be accurate enough to be used as basis in plane surveying and as datum stations in construction.

The triangulation includes the following works:

- (a) Planning of field works and reconnoissance of the site and making schedule of the works.
- (b) Selecting the bridge site.
- (c) Preliminary work.
Preparing laborers, boats, stakes and materials to be used in surveying.
- (d) Selecting the site for triangulation stations.
- (e) Setting a base line.

After measuring distance between the stations with a steel measuring tape approved by the authority, correction is made on the value according to the temperature, inclination between stations, tension and sag of the tape.

(f) Stations

Principally, concrete stakes having iron tag on their heads are used. Each stake is numbered on side with red paint and surrounded by protecting stakes.

(g) Observation

Observation is made using a transit which can be read in 20". Each angle is measured in three couples of observation.

(h) Calculation

Adjusting of the triangulation net is done according to the Regulation of Survey of Geodetic Survey Department of Ministry of Construction, Japan. Record is made on inside angle, side length of triangle, direction angle, and weather condition. Calculation of coordinates of stations is prepared.

(2) Traversing

Twenty datum stations to be used in plane surveying are set in traversing. Those stations are connected with the triangulation stations and relative position of stations are decided.

(a) Setting stations

Big wooden stakes are driven on the river bank along the center line, and their heads are painted red. Other stakes are not painted but are marked by their own stake number.

(b) Measuring distance

Distance is measured with steel tape twice and the correction is made according to temperature, inclination, etc.

(c) Measuring angle

Angle is measured by double measuring process.

(d) Calculation

Coordinates of each station are obtained from traversing calculation.

(3) Plane Surveying

Plane surveying of the area is made using triangulation stations and traversing stations as its basis.

(a) Scale is basically 1: 1000.

(b) Signs to indicate topographical condition and structures are according to

the regulation of the Dept' of Geodetic Survey of Japan.

(4) Setting and levelling of center line of the proposed bridge including that sounding is made along three possible longitudinal lines.

(a) The survey on the ground is conducted according to the usual leveling process.

(b) The survey in the river is conducted by the direct method or the indirect method over the range of 50 m width on both sides of the proposed center line, measuring the water depth at an interval of 5 m - 10 m, using boat, wire rope, transit, level binocular, portable radio, sounding weight, etc.

(5) Leveling

(a) Leveling should be started from the datum bench mark of the City of Chittagong and one bench mark is installed on each side of the river.

(b) Bench marks to be installed on both sides of the river the concrete stakes set on fast foundation. Each head should be painted red and nailed with an iron tag having X sign on it. The surrounding ground should be concreted with rubble stone to protect the stake.

(c) Site of bench marks should be selected with care.

(d) Height of triangulation stations and traversing stations should be leveled in mm accuracy.

(e) Total length of leveling distance is about 3 kilometers.

(6) Installing triangulation stations and bench marks

Total is seven stations.

Triangulation stations and levelling bench marks: see Fig. 1

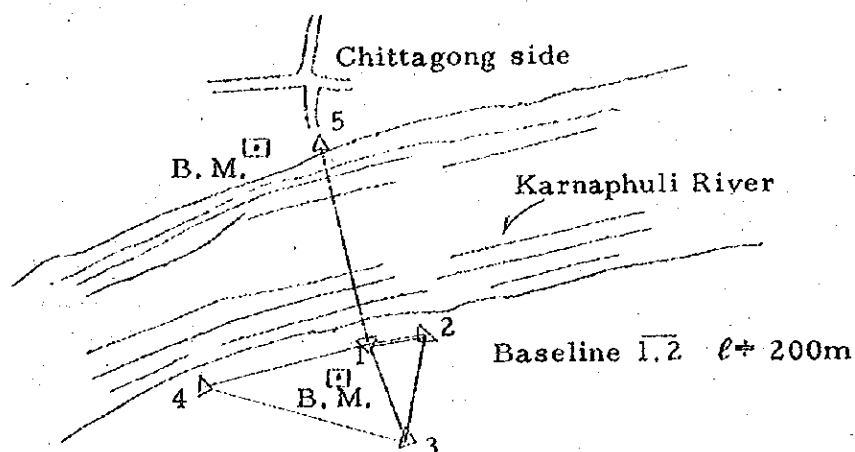


Fig. 1

Triangulation
of the Proposed
Bridge Site

(7) Marking plan and profile

(a) The plan is made in the scale of 1:1000 out of the original plan of plane survey into a Wattman's paper and is colored and inked.

- (b) Every triangulation station and traversing station should be marked in the plan.
- (c) The profile should be drawn in the scale of 1:100 vertically, and 1:1000 horizontally. The water level at the time of survey, the mean water level, the high water level and the low water level should be marked in the profile.

(8) Measuring velocity of river flow

- (a) Price's electric sound type velocity meter should be used.
- (b) Velocity measuring should be made as many places as possible on the center line of the bridge in order to secure accurate quantity of flow.
- (c) Floating buoys should be prepared for the incidental use to measure velocity.

(9) Measuring gradient of water surface and river bed.

Measuring should be made on both upstream and downstream sides.

(10) Survey of river characteristics

- (a) Distribution of velocity in the usual condition, the flood condition and the receding condition.
- (b) Variation of water level in the above case. Study of observations previously made.
- (c) Survey of scouring and sedimentation at the river bed.
- (d) Traffic condition on the river.
- (e) Others not included in (a) - (d).

4. Notice

- (1) The extent of those field works may be changed according to the field condition.
- (2) Every surveyed plan, profile, and cross-section should be traced in ink and blue-printed after coming back to Japan.
- (3) In case when Pakistan's engineers work with the Bridge Survey Mission as assistants, every Japanese surveyor should teach them and work with them in friendly atmosphere in order to promote international understanding.

SCHEDULE OF SURVEYING AND HYDRAULICAL STUDY

| Item | Day | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 4 | 9 | 14 | 19 | 24 | |
|---|-----|-------|----|----|----|----|---|---|----|----|----|--|
| Traveling Surveying | | ----- | | | | | | | | | | |
| Preparation | | ----- | | | | | | | | | | |
| Triangulation | | ----- | | | | | | | | | | |
| Leveling | | ----- | | | | | | | | | | |
| Traversing | | ----- | | | | | | | | | | |
| Plane Surveying | | ----- | | | | | | | | | | |
| Calculation and Drawing | | ----- | | | | | | | | | | |
| Hydraulic Study | | ----- | | | | | | | | | | |
| Measuring of Velocity of River Flow | | ----- | | | | | | | | | | |
| Measuring of Gradient of River | | ----- | | | | | | | | | | |
| Surface and River Bed | | ----- | | | | | | | | | | |
| Water Level Observation | | ----- | | | | | | | | | | |
| Calculation and Summary | | ----- | | | | | | | | | | |

(D) SOIL EXPLORATION

1. Boring

(1) Location

On the center line of proposed bridge, 9 boreholes are set. Each depth of boreholes are shown on the following table,

| Borehole No. | Boring Depth (m) | Location |
|--------------|------------------|----------|
| No. 1 | 30 | on Land |
| 2 | 30 | " |
| 3 | 60 | " |
| 4 | 80 | on River |
| 5 | 100 | " |
| 6 | 70 | " |
| 7 | 50 | " |
| 8 | 50 | on Land |
| 9 | 30 | " |
| Total | 500 m | |

(2) Machine

Two rotary boring machines are used. The machine consists of rotary drill head, hoisting winch, water pump and oil engine.

(3) Diameter of Borehole

Diameter of borehole is minimum 65 mm.

(4) Measuring

Items of measuring are as follows:

- (a) Ground water level.
- (b) Condition of borehole wall (collapse, welling, permeability)
- (c) Condition of layer (hardness, mixture)
- (d) Colour of slime.

2. Standard Penetration Test

(1) Location

This test is made in the borehole.

(2) Purpose

The purpose of the test is to decide soil properties with number of blows, using a standard penetration machine.

(3) Machine

This machine consists of Raymond Sampler, guide rod, knocking head and hammer. All parts are made of steel.

(a) Raymond sampler

Raymond sampler consists of a driving shoe, split barrel and coupling head. The sampler has a 51 mm. of diameter at outside, a 35 mm. diameter at inside and 810 mm. of total length.

(b) Guide rod

The boring rod is also used as a guide rod.

(c) Knocking head

Knocking head is connected to guide rod for penetration by knocking hammer. The head has a 75 mm. diameter and 60 mm. height.

(d) Hammer

Hammer is used for drive penetration and is made of cast iron. Its weight is 63.5 kg.

(4) Test Method

Raymond sampler is driven about 45 cm into the ground below the bottom of a borehole. The first 15 cm of penetration is neglected in case it is disturbed, but the number of blows is required for the rest 30 cm of penetration. Dropping height of the hammer is 76 cm.

Vane Test

(1) Location

Vane test is mainly made at soft clay layer in the borehole.

(2) Purpose

Vane test is made for the purpose of investigating shear strength and sensitivity ratio of cohesive soil.

(3) Machine

This machine consists of vane with a rod of 1 m length, drill rod and shear instrument.

(a) Vane

The vane has four blades made of stainless steel, and has a dimension of 50 mm. by 100 mm.

(b) Drill rod

The drill rod is composed of 40,5 mm. diameter.

(c) Shear instrument

Shear instrument is designed for a maximum torque movement of 750 kg-cm. The disk for the angle of rotation is graduated in one degree to 360 degrees. The entire loading and measuring device are mounted on a cross shaped cast iron base.

(4) Test Method

The method of Vane test is to rotate four blades at 10 degree/min., and to record maximum rotational movement and then to repeat the preceding operation for disturbed soil after turning the Vane about 20 rounds.

Undisturbed Soil Sampling

(1) Location

Undisturbed soil sampling is mainly made at soft clay layer in the borehole.

(2) Purpose

The sampling is to make undisturbed samples suitable for all types of laboratory tests under the same condition as at the field.

(3) Machine

This machine consists of a stationary piston, drive rod, piston rod and thin wall tube.

(a) Stationary piston

This is used to keep undisturbed samples of cohesive soils.

(b) Drive rod and piston rod

These are 3 m long and made of steel.

(c) Thin wall tube

The thin wall tube is made of brass and has a sharpened cutting edge. The inside-diameter of a thin wall tube is 75 mm, the thickness is 1 mm, and length is 1,000 mm.

(4) Sampling method

The stationary piston and the thin wall sampler are used on sampling method, but in case of hard clay, it is necessary to employ "Dennison Type Sampler".

5. Soil Test (Laboratory Test)

(1) At the field

Unconfined Compression Test

Density Test

Natural Moisture Content Test

(2) In Japan

Specific Gravity Test

Natural Moisture Content Test

Soil Mechanical Analysis

Liquid Limit Test

Plastic Limit Test

Density Test

Triaxial Compression Test

Consolidation Test

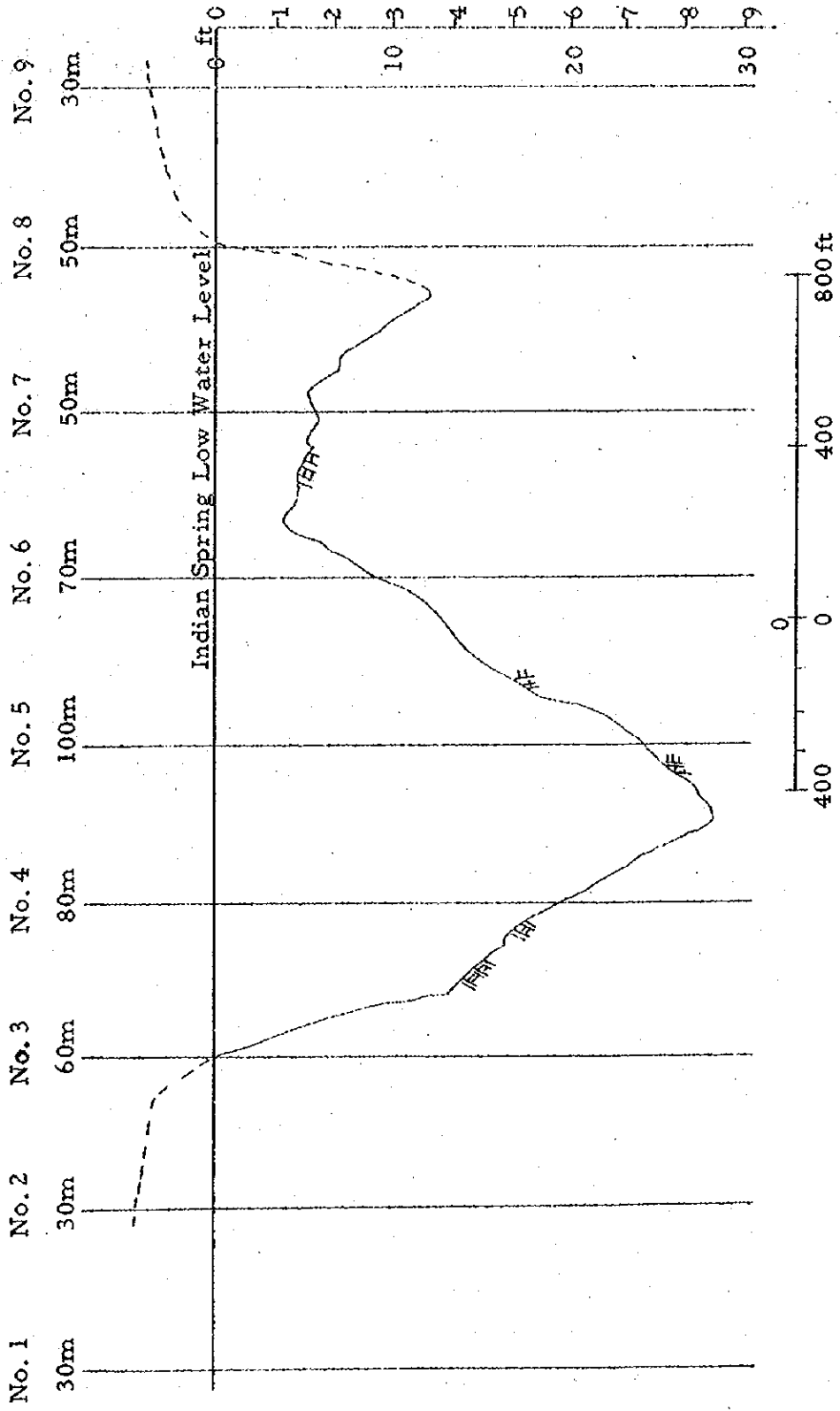
(3) Test method

All tests are done according to "JIS" (Japanese Industrial Standards).

SCHEDULE OF SOIL SURVEY

| Item | Day | December 10 20 | January 10 20 | February 10 20 | March 10 20 | April 10 20 | May 10 20 | |
|---|-----|-------------------|------------------|-------------------|----------------|----------------|--------------|--|
| Preparation in Japan and Transportation | | ----- | | | | | | |
| Preparation | | ----- | | | | | | |
| Boring No. 1 on Land 30 m | | ----- | | | | | | |
| No. 2 " 30 m | | ----- | | | | | | |
| No. 3 " 60 m | | ----- | | | | | | |
| No. 4 " 80 m | | ----- | | | | | | |
| No. 5 on River 100 m | | ----- | | | | | | |
| No. 6 " 70 m | | ----- | | | | | | |
| No. 7 " 50 m | | ----- | | | | | | |
| No. 8 on Land 50 m | | ----- | | | | | | |
| No. 9 " 30 m | | ----- | | | | | | |
| Soil Test (at the field) | | ----- | | | | | | |
| " (In Japan) | | ----- | | | | | | |
| Making of Report | | ----- | | | | | | |

LOCATION OF BOREHOLE



Subject: Location of Permanent Bridge
over the Karnaphuli

Introduction

In 1962, the Japanese Bridge Survey Mission, supported by C. & B., Government of East Pakistan suggested and recommended a location for Karnaphuli River Bridge at an alignment passing through Sadarghat, without particular objection against the proposed site on Master Plan for Chittagong, 1961.

The present Survey Mission, supported by B. D. & L. G. Department, and Planning Department, Government of East Pakistan and Chittagong Development Authority, has made site investigations and discussed with the authorities about the feasibility of Karnaphuli Bridge. It is understood that the things have been changed after 1962, from the point of view of city planning, port development, river training, highway planning and industrial development.

The first, the Mission looks for possibility of a location for the bridge between Sadarghat and Kalurghat, because the bridge down below Sadarghat is a hindrance to the navigation of ships, the present and future situations of Chittagong Port and also the development of City, and the location above Kalurghat is not suitable from any view point.

The Mission has so far understood that the development schemes of Chittagong Port and the consideration of possible damages of river channel due to cyclone will support the opinion that the bridge location shall be above the Chaktaighat bend; the development scheme of trunk road from Dacca to Cox's Bazar via Chittagong will require the location to avoid the center area of city; the industrial development scheme in relation with EPIDC would preferably admit the location around Chaktaighat; the development schemes of the city due to Master Plan will naturally support the proposal of bridge between Sadarghat and Chaktaighat.

Therefore, the above mentioned conditions will propose the following possibility of alignment for the bridge:

- Route I Between Chaktaighat and Kalurghat
- Route II Near Chaktaighat
- Route III Between Chaktaighat and Sadarghat

Discussion

The Mission, would like to take the responsibility for the location of a bridge, through the discussions and with approval of the concerned authorities here, and is now suggesting you to discuss about the conditions city, port, industrial, trunk road planning and about river-hydraulics and subsurface conditions, and also right-of-way with compensation and construction costs.

The following evaluation for Route I, Route II and Route III is suggested by the Mission:

TABLE

| No. | I t e m | Location | | |
|------|---|----------|----|-----|
| | | I | II | III |
| 1. | City Planning | C | B | A |
| 2. | Port Planning | A | B | C |
| 3. | Trunk Road Planning | A | B | C |
| 4. | Industrial Development | B | A | A |
| 5. | River Hydraulics | B | A | A |
| 6. | Subsurface Condition | B | A | A |
| 7-1. | Right-of-way and Compensation Right Bank (City Side) | A | B | C |
| 7-2. | Right-of-way and Compensation Left Bank | A | B | A |
| 8. | Construction Cost | B | A | B |

Remarks: A, B and C show respectively better, good and poor.

Conclusion

APPENDIX - - - 3

MINUTES OF THE MEETING HELD IN THE COMMITTEE
ROOM OF THE CDA ON 22ND JANUARY 1965 WITH
MR HASAN NAWAB, CSP, CHAIRMAN CDA IN
THE CHAIR

The following members of the Japanese Bridge Survey Mission were present: -

1. Mr. K. Omiya, Chief of the Mission
2. Mr. Y. Maeda, Liaison Officer & Bridge Engineer
3. Mr. T. Wada, Foundation Engineer
4. Mr. N. Nakamura, Highway Planning Engineer
5. Mr. Y. Ishii, Soil Mechanics Specialist & Survey Engineer
6. Mr. M. Kunihiro, Survey Engineer
7. Mr. Y. Fukui, Geologist

In addition to the above the following gentlemen were also present: -

1. Mr. A. Chowdhury, Chief Engineer, P. E. Railway
2. Mr. H. Meading, Chief Engineer, EPIDC Steel Works
3. Mr. S. Zaman, Chief Engineer, Chittagong Port Trust
4. Lt. Col. Z. Hasan, Chairman, Chittagong Municipality
5. Mr. A. Ghafur, Deputy Chief Engineer, P. E. Railway
6. Mr. A. M. Z. H. Mazumder, Superintending Engineer, CDA
7. Mr. A. A. M. Zia Hussain, Executive Engineer, CDA

Initiating the discussion the Chairman CDA informed the gentlemen present that the Japanese Bridge Mission came to Chittagong to undertake detailed studies about the location and soil investigation and design of the bridge. He said the purpose of calling the meeting was to ascertain the viewpoints of all departments concerned, especially the Chittagong Port Trust, EPIDC and the Communications Department and to come to a conclusion about the probable location of the bridge in order to enable the Mission to start detailed survey and subsurface exploration.

Considering all related factors the Mission suggested three zones for alignment of the bridge. They were:

- (1) Between Chaktaighat and Kalurghat,
- (2) Near Chaktaighat,
- (3) Between Chaktaighat & Sadarghat.

The Chairman CDA invited attention of all present to the different factors based on which the Bridge Mission has suggested the three zones for location of the bridge.

The Chief Engineer, Chittagong Port Trust said that a bridge very near the port area might not be very conducive to the safety of the ships anchored at the Chittagong

Port and he suggested that a tunnel might be considered in place of a bridge to connect both the banks. He said that by means of a tunnel, a link between both the banks could be established while keeping the river free from physical obstruction.

The members of the Japanese Bridge Survey Mission opposed the idea of construction of a tunnel. According to them, to connect both the banks by a tunnel its length will have to be about four times more than that of the bridge, the capacity of a tunnel being limited to two lanes only. They also said that the maintenance of light and proper ventilation was extremely difficult and costly in a tunnel and that the soil condition in the locality was unfavourable for the construction of a tunnel. The cost of construction of tunnel was a factor that also went against this proposal. The members present then agreed to dispense with the tunnel. However, it was decided that the Survey Mission will go into the details of the project and also indicate their ideas, among other things, about the alternative of a tunnel, in their final report.

The Chief Engineer, Chittagong Port Trust also said that the experience of the last two cyclones was that ships when drifted upstream from their moorings went upto Chaktai, so that from the point of view of safety of the port the permanent bridge to be constructed should be above the Chaktai point.

The Chief Engineer, Pakistan Eastern Railway said that the navigational aspect of the river would have to be considered while deciding the clearance. The Chairman CDA informed that it was a matter of detailed design and the IWTA would also be consulted in this connection.

The Chief Engineer EPIDC said that in view of the position of the deep-water channel on the left bank opposite Chaktai, this area was very suitable for location of industries where ocean-going vessels would berth and so, naturally, the bridge should be located upstream of this deep-water channel. He further informed that EPIDC had already made formal proposal for acquiring land for its Dry Dock and wanted land for industrial use.

From the point of view of city planning it was pointed out that the location of the bridge should not be far beyond Chaktai.

After detailed discussion of all possible points, and due consideration of all factors noted by the Bridge Mission the consensus of opinion was that the best site for the bridge would probably be near Chaktai but upstream of Chaktaighat as far as possible.

rkc:AAMZH

(Hasan Nawab, CSP)
Chairman,
Chittagong Development Authority

Memo No. PD/4334/543(7)

January 26, 1965

Copy forwarded to:-

(A. A. M. Zia Hussain)
Executive Engineer,
Project Division,
and
Project Officer-cum-Liaison Officer,
Japanese Bridge Survey Mission.

The Chairman,
Chittagong Development Authority,
Chittagong.

Dated the 22nd February, 1965.

Dear Sir, Sub. : PRELIMINARY SURVEY REPORT OF THE KARNAPHULI
RIVER BRIDGE MADE BY JAPANESE BRIDGE SURVEY
MISSION OF 1965.

I, on behalf of my Mission take the pleasure to place a preliminary report on the subject to you for your study and perusal. Before I go into the details of the report, I prefer to mention the name of the Chairman of the Chittagong Development Authority, Mr. Hassan Nawab, C. S. P., whose kind and able guidance has helped us very much and made our job smooth and pleasant.

1. GENERAL REVIEW OF THE SURVEY WORKS :

As you know, Sir, this Survey Team has arrived on 14th January, 1965 on request by the Chittagong Development Authority to the Team to have survey on a permanent Bridge Construction of River Karnaphuli. On arrival of the team, we have studied the Location of the bridge-site and listened to the opinion of the Chittagong Port Trust on their Port expansion Scheme, E. P. I. D. C's development Scheme on the other side of the River and C & B's Asian High-way construction Scheme in Chittagong Area. After this work, the team selected three bridge-sites and made comparative data showing the merits and demerits of the suitability of the bridge, on the basis of which, C. D. A. called a meeting on the 22nd January, 1965 where all the Executives of the Government Departments concerned were present; the detailed report of that meeting is attached herewith.

In this meeting the team was briefed by the members present where the bridge-site should be located in the light of our comparative data mentioned above. Thereafter, the team considered other factors such as :

- a) Corrosion of the River Bank.
- b) Easy requisition of land and its compensation problem.
- c) The place to be within the range of Chittagong Master-Plan.

Taking these factors into account, the team decided the bridge-site on the 27th January, 1965. Therefore, from 28th January the team went into action making a two border group of Survey Team as under : -

- a) General Field Survey.
- b) Boring in the River.

On the 19th February, 1965, the Field Survey Section completed their work and the Boring Section finished their work unto four points out of their scheduled nine points of Boring. The Boring Team will complete their work towards the end of March, 1965. Myself with Group (a) i. e. Field Survey Section will leave Chittagong on the 23rd instant for Japan.

2. WORK DONE AT THE BRIDGE-SITE :

a) The Field Survey Team on the very start of their work on 29th, they first worked out the fixed center-line of the bridge and then completed the Triangulation Survey, levelling, plane-table Survey, river depth measurement and current velocity, etc. The details of the above work are as per records of work schedule attached herewith. A simple drawing is also attached herewith and the detailed one will be completed in Japan and sent to you later along with the Final Survey Report.

b) The Boring work Team was again divided into two groups to facilitate the work on both the banks of the river at a time. Please refer the attached map of Boring point No. 1 - 40.72 meters depth, No. 2 - 50.8 meter, No. 6 - 51.30 meter, No. 7 - 40.40 meter. These four boring points have been completed on the 20th February, 1965. And now the arrangements are being done for the boring on other points in the water such as point No. 3, 4 & 5. Two country-boats have already been engaged for the purpose, the work is being started to-day the 22nd February. Some simple Soil Test has also been made here as a part of boring work but the details of these Soil Analysis will be made in Japan and the sample Soil will be taken to Japan by us for the purpose. The bridge foundation will be designed after the completion of all the boring works and detailed soil test are completed.

3. NECESSARY DATA COLLECTED BY THE TEAM :

- a) The data on River Survey collected from Chittagong Port Trust.
- b) The data on Chittagong Fort collected from Chittagong Port Trust.
- c) The data on Industrial future expansion on the other side of the River collected from E. P. I. D. C.
- d) Data on weather condition and air-velocity in different season collected from Meteorological Department.
- e) Traffic volume of the City.
- f) Traffic volume of Kalurghat Railway Bridge.
- g) Traffic volume of Ferry-boat connecting both side of the River and the approximate number of passengers coming and going daily.
- h) Navigational facility of Karnaphuli River.

4. BASIS OF BRIDGE DESIGNED :

i) The width of the bridge will be either on two lane or four lane basis. In view of traffic volume of Chittagong City and across Kalurghat Railway Bridge and development Scheme on the other side of the river, two lane bridge is considered sufficient for the coming 10/15 years. However, as a permanent bridge, considering future traffic of 30/40 years ahead, it should be of four lane one, but four lane bridge will incur a huge expenditure in construction. However, this will be finally advised after examining the difference of cost between these two systems while making the final survey report.

- ii) If the two lane bridge system is taken into account, the width of the lane should be 12 ft. and in case of four lane, it should be between 11 to 12 ft.
- iii) The width of the foot-path is recommended to be between 6 to 8 ft.
- iv) The slope of the Bridge should be maximum three percent.
- v) The effect of temperature on the Bridge according to Chittagong Climate - 50°C to 55°C should be considered (in Japan generally - 10°C - 50°C is considered).
- vi) The effect of Earth-quake in Chittagong is 0.1 horizontal acceleration should be considered.

5. NAVIGATIONAL CLEARANCE :

In our design of the Bridge, we would like to ignore the navigational facility of ocean going vessels, because navigational facility of the ocean going vessel in the Bridge will incur a huge expenditure. Therefore, we would propose to consider in the design only the Inland Water Transport facility which will however, be done as per advice of I. W. T. A. And we now roughly estimate the width of the main span 200 ft. and height 40 ft. above water-level to be of sufficient space.

6. TENTATIVE DRAWING OF BRIDGE DESIGN :

After collecting the present survey data, we have drawn a tentative drawing of the Bridge design. However, the details and final design will be made in Japan and submitted to you afterwards. Considering the available construction facilities in East Pakistan, we will try to adopt concrete structurals so that major portion of construction works can be made by employing the local available resources. But the main span should be of Steel structurals. The bridge foundation will be of concrete structurals although in this method construction takes a longer time.

In fine, I hope you would excuse me if I just mention a few names here from my memory although there were many more worth mentioning whose kind co-operation is in no way less than that of others. In Chittagong let me name :

- a) Mr. Hasan Nawab, C. S. P.,
Chairman, Chittagong Development Authority.
- b) Mr. A. M. Z. H. Mazumder,
Superintending Engineer, Chittagong Development Authority.
- c) Mr. A. A. M. Z. Hussain,
Executive Engineer, Chittagong Development Authority.
- (d) Mr. Sekandar,
Assistant Engineer, Chittagong Development Authority.

In Dacca :

Mr. A. M. S. Ahmed, T. Q. A., Sk., P. S. P.,
Secretary of Basic Democracies & Local Government Departments.

Mr. Nusrat Hasan, C. S. P.,
Secretary of Railways, Waterways & Transport Department.

Mr. A. H. S. Alam,
Deputy Secretary of Planning Department.

Mr. H. A. Khan,
Chief Engineer of Roads & High-way Departments.

Mr. S. D. Khan, T. Q. A.,
Joint Secretary of B. D. & L. G. Department.

Thanking you, I remain,

Yours faithfully,

For JAPANESE BRIDGE SURVEY MISSION FOR KARNAPHULI
RIVER BRIDGE, EAST PAKISTAN, 1965.

(K. OMIYA)

cc: The Consul-General of Japan, Dacca.
cc: Mr. Q. Islam, C. S. P., Additional Chief Secretary Planning.
cc: Mr. A. M. S. Ahmed, Secretary, B. D. & L. G. Department.

RECORD OF WORK

| NAME | JANUARY | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|---------|----|----|------|----|----|----|----|---------|----|------|----|----|----|----|----|----|------|
| | 14 | 15 | 16 | (17) | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | (24) | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | (31) |
| K. OMIYA | Ar. Ctg | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Y. MAEDA | Ar. Ctg | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| T. WADA | Ar. Ctg | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| N. NAKAMURA | Ar. Ctg | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Y. ISHII | Ar. Ctg | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| M. KUNHIRO | Ar. Ctg | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Y. FUKUI | Ar. Ctg | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| T. ZENKE | | | | | | | | | Ar. Ctg | | | | | | | | | |
| T. OZEKI | Ar. Ctg | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| J. HAYASHI | | | | | | | | | Ar. Ctg | | | | | | | | | |
| Assistant Engineer | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Surveyor | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Survey Khalasi | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Speed Boat | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Country Boat | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Remarks:

—— Field Working

----- Office Working

RECORD OF WORK

| NAME | FEBRUARY | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|----------|---|---|-----|---|---|---|------|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 |
| K. OMIYA | | | | OFF | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Y. MAEDA | | | | | | | | Lv. | | | | | | | | | | | | | | | |
| T. WADA | | | | | | | | Ctg. | | | | | | | | | | | | | | | |
| N. NAKAMURA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Y. ISHII | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| M. KUNHIRO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Y. FUKUI | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| T. ZENKE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| T. OZEKI | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| J. HAYASHI | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Assistant Engineer | 1 | | | | | | | | 1 | | | | | | | | 1 | | | | | | |
| Surveyor | 1 | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | |
| Survey Khalasi | 5 | 5 | 2 | | | 2 | 4 | | 5 | 4 | 4 | 3 | 4 | 2 | 1 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 3 | | |
| Speed Boat | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | |
| Country Boat | 2 | | | | | 2 | | | | 2 | | | | | | 1 | | | | | | | |

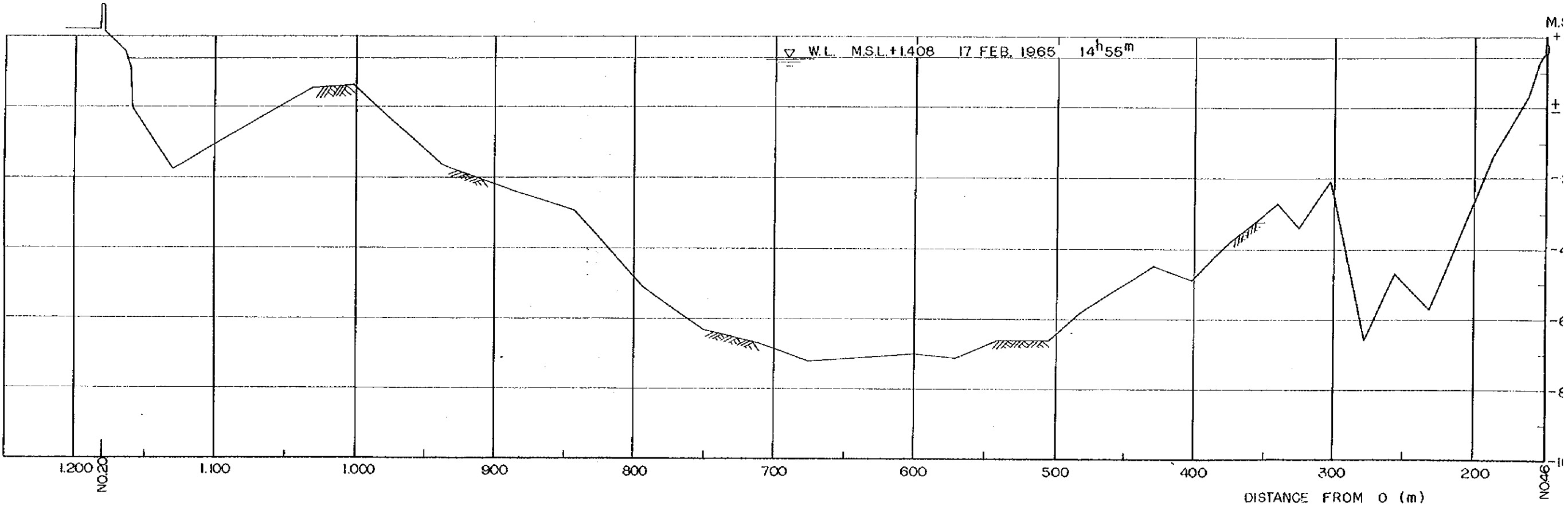
Record of Surveying and Hydraulic Study

| Item | Jan. | | | | | Feb. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|------|----|----|---|---|------|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|
| | 29 | 30 | 31 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | |
| Surveying | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Triangulation | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Traversing | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Profile Levelling | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cross Sectioning | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Plane Surveying | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Calculation & Drawing | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Hydraulic Study | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Measuring of Velocity of River, Flow & Sounding | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Water Level Observation | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Calculation & Drawing | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Summarization | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Packing | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

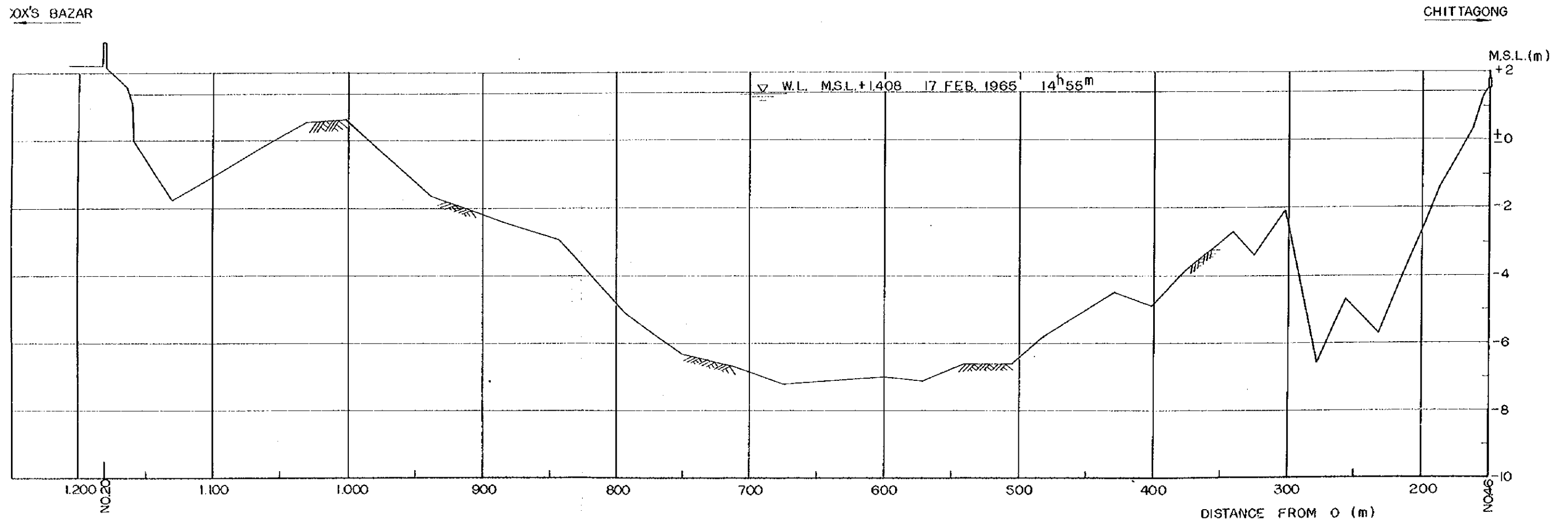
PROFILE OF KARNAPHULI RIVER AT THE BRIDGE SITE

COX'S BAZAR

CHITTAGONG

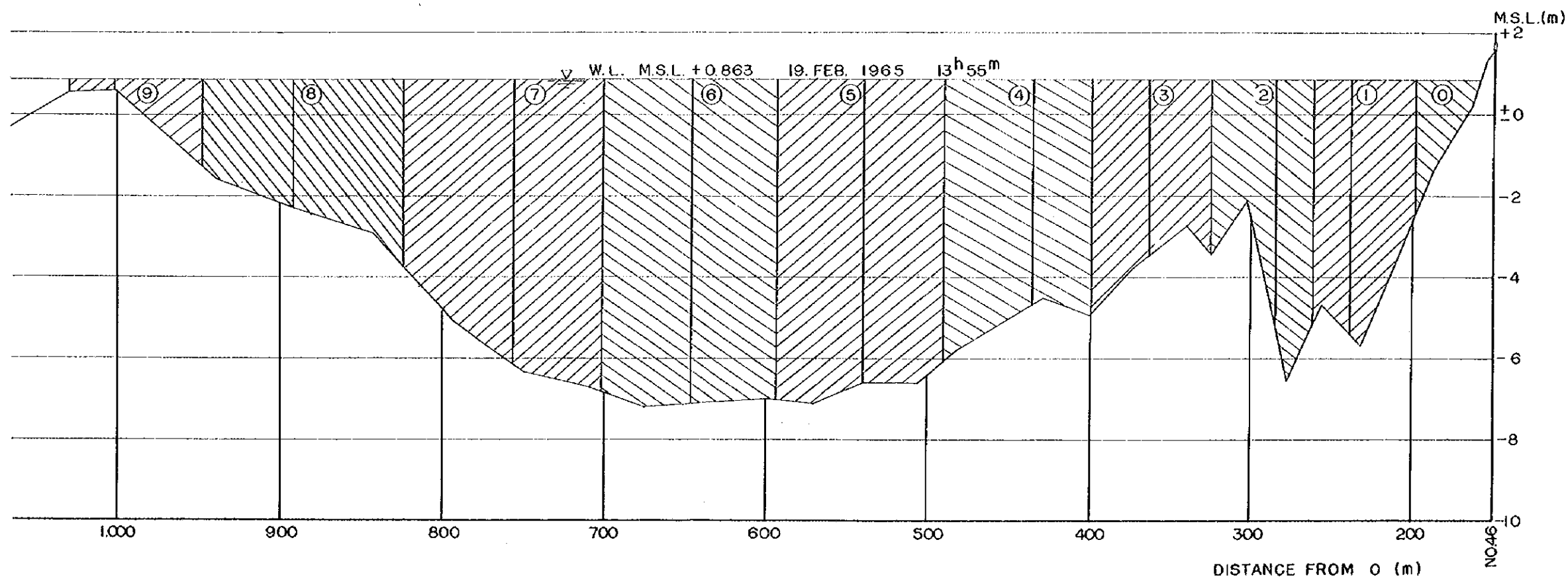


PROFILE OF KARNAPHULI RIVER AT THE BRIDGE SITE



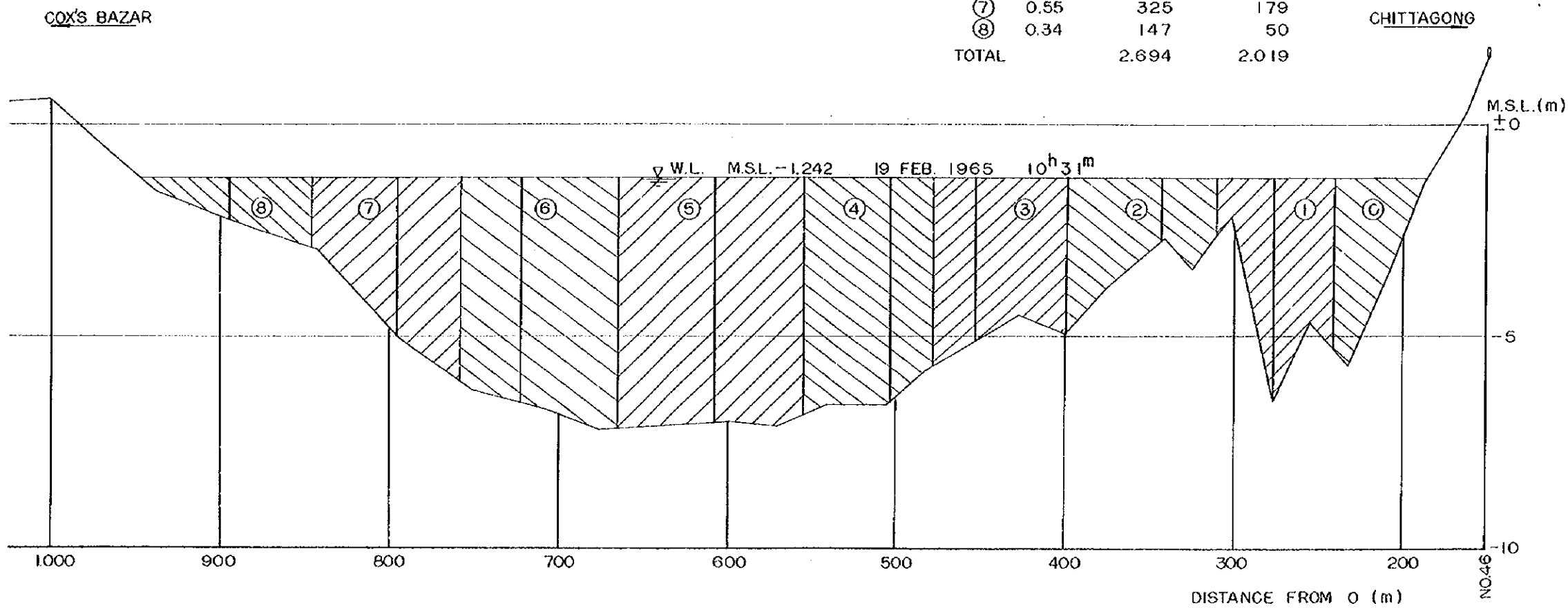
RIVER SURVEY (FLOOD TIME)

| | VELOCITY | AREA | DISCHARGE |
|-------|----------|-------------------|---------------------|
| ⑩ | 0 m/s | 60 m ² | 0 m ³ /s |
| ⑨ | 0.72 | 401 | 287 |
| ⑧ | 0.65 | 388 | 253 |
| ⑦ | 0.74 | 327 | 242 |
| ⑥ | 0.97 | 489 | 475 |
| ⑤ | 0.77 | 787 | 607 |
| ④ | 0.77 | 860 | 660 |
| ③ | 0.51 | 860 | 437 |
| ② | 0.44 | 384 | 168 |
| ① | 0.22 | 61 | 13 |
| TOTAL | | 4.617 | 3.142 |



RIVER SURVEY (EBB TIME)

| | VELOCITY m/s | AREA m ² | DISCHARGE m ³ /s |
|-------|-----------------|------------------------|--------------------------------|
| ① | 0 | 108 | 0 |
| ② | 0.32 | 138 | 44 |
| ③ | 0.69 | 128 | 88 |
| ④ | 0.77 | 309 | 238 |
| ⑤ | 0.85 | 406 | 348 |
| ⑥ | 1.06 | 634 | 671 |
| ⑦ | 0.81 | 499 | 404 |
| ⑧ | 0.55 | 325 | 179 |
| ⑧ | 0.34 | 147 | 50 |
| TOTAL | | 2.694 | 2.019 |



The Chairman,
Chittagong Development Authority,
CHITTAGONG

27th March, 1965

Dear Sir;

Subject: Tentative Report on Soil Exploration
made in connection with the Karnaphuli
River Bridge Survey Mission

It is a great pleasure to me to have an opportunity to submit report on the subject as an addition to the Survey Mission's General Preliminary Survey Report of the Karnaphuli River Bridge submitted on 22nd February, 1965, wherein it was referred that boring work was in progress and no detailed report on the subject could be made at that time. Therefore, I avail this opportunity to give you an outline of the subject work made by us as under:-

1. BORING ON THE CENTRE LINE OF PROPOSED BRIDGE SITE

- (a) Two points of the boring were made on the left bank of the river* each having the depth of about 90 meters.
- (b) Right bank of the river we made four points boring totalling the depth of 170 meters.
- (c) In the water three points boring of having 240 meters.
Therefore, the total nine points boring were made the bore of 500 meters depth.

2. COLLECTION OF UNDISTURBED SOIL SAMPLE DURING BORING WORK

3. STANDARD PENETRATION TEST AND COLLECTION OF DISTURBED SOIL SAMPLE

4. VANE TEST

5. LABORATORY SOIL TEST ON THE COLLECTED SAMPLE

- (a) Unconfined compression test.
- (b) Mechanical analysis.
- (c) Specific gravity test of solid constituents.
- (d) Natural moisture contents test.

GENERAL REVIEW OF THIS SURVEY

The soil exploration work was started on the 29th January, 1965, and about 40% of the work was completed at the time the first Party of the Mission left for Japan and finally the work completed on the 23rd March, 1965, the Historic Day of Pakistan. The undisturbed soil sample will be taken with us for the purpose of further detailed soil analysis and test to be made in Japan as this is not possible here due to inadequate availability of relevant soil test apparatus.

* "each having the depth of" should be read:
"into a depth totalled"

According to the result of boring work and soil test so far done by us we have come to the tentative conclusion that the geological condition of the bridge site consists of entire alluvial layer. We made the deepest boring into the middle of the river upto 100 meter depth but upto that extent there was no sign of delluvial layer or Rock bed. The geological condition of the site shows that the ground consists mostly of alternate layer of fine sand and medium sands. The clay or silt was found upto 2 to 3 meter depth from the surface and also thin layer found among the sand layers. Gravel was found in the depth of 40 meters or more as thin layer or mixed among the sand layer but all of these gravels are of about 1 (one) centi-meter dia and not bigger than that.

In the light of aforesaid observations we can conclude that the geological condition of the site is suitable for the foundation of the bridge. During the time of soil exploration we have made water level observation and collection of concerned data with successful result as well. However, the design of the bridge foundation will be made later on the basis of final detailed test result to be made in Japan. Along with this report we mention that we leave herewith under C. D. A. 's custody the following data:

1. Soil sample in 8 wooden cases.
2. Result of laboratory soil test shown in columnal chart - 1 sheet.

In fine before I finish this report I would like to once again thank for CDA's kind and active co-operation to the Mission during their survey work.

Thank you

Encl.: As above.

Yours faithfully,

for JAPANESE BRIDGE SURVEY MISSION FOR KARNAPHULI
RIVER BRIDGE, EAST PAKISATAN, 1965

signed

(Y. ISHII)

