

東パキスタン
ダッカーファリドプール道路建設計画
第二次調査報告書

昭和46年3月

海外技術協力事業団

101
614
KE
RY

JICA LIBRARY



1011744183

RESEARCH CENTER FOR
SUSTAINABLE
DEVELOPMENT
1011744183

国際協力事業団

| | | |
|----------|------------|-----------|
| 受入 月日 | '86. 3. 12 | 101 |
| 登録No. | 11128 | 614 KE |

は し が き

日本政府はパキスタン共和国政府の要請に応じて、同国東パキスタン州ダッカフアリドプール道路建設計画調査を行なうこととし、その実施を海外技術協力事業団に委託していた。事業団は日本道路公団維持施設部長 早生隆彦氏を団長とする調査団を編成し、二度にわたって現地調査を実施した。すなわち、1970年2月、3月における道路計画、橋梁計画のための技術調査ならびに経済調査の実施であつて、その結果はダッカフアリドプール道路建設計画調査報告書として1970年8月に提出された。その結果パドマ河をはじめとする大河川の雨期における状況等についての再調査の必要性が認識され、1970年10月、11月に雨期調査団が派遣された。その調査結果をとりまとめたのが本報告書である。

幸いにもパキスタン共和国政府関係各位の絶大な協力によつて調査は円滑に運び、ここに報告書を提出できることとなつた。両調査の結果が東パキスタン州の開発に寄与するとともに日本・パキスタン共和国両国の友好親善に役立つならばこれにまさる喜びはない。

終りに現地調査の実施および報告書の作成に御協力いただいた外務省、在パキスタン日本大使館、在ダッカ日本総領事館、日本道路公団、(株)道路技術研究所の他、関係団体にたいして深甚なる謝意を表すものである。

1971年6月

海外技術協力事業団

理事長 田 付 景 一

目 次

| | |
|------------------------------|----|
| 第 I 部 調査概要 | 1 |
| 1. 調査の背景 | 1 |
| 2. 結論と勧告 | 1 |
| 3. 調査団の編成と日程 | 3 |
| 第 II 部 詳 論 | 6 |
| 1. 河川の概要 | 6 |
| 2. 洪水の状況 | 9 |
| 3. 水位と流量 | 10 |
| 3-1 水 位 | 10 |
| 3-2 洪水防御堤防による高水位の変化 | 15 |
| 3-3 流 量 | 21 |
| 4. バドマ河計画橋梁に対する考察 | 21 |
| 4-1 計画架橋地点の河岸の状況 | 21 |
| 4-2 橋梁桁下高 | 24 |
| 4-3 橋 長 | 26 |
| 4-4 河床の変動 | 27 |
| 4-5 河床の局所洗掘 | 30 |
| 5. ダレスワリ及びアリアルカーン河計画橋梁に対する考察 | 34 |
| 5-1 ダレスワリ橋 | 34 |
| 5-2 アリアルカーン橋 | 34 |
| 6. 今後必要とする調査 | 35 |
| 附 録 収集参考資料一覧 | 37 |
| 第 III 部 図 面 集 | |
| 1. 計画路線図 | |
| 2. 年平均等雨量線図 | |
| 3. ガンジス河流域図 | |
| 4. 年間水位変動図 チヤンドプール | |
| 6. 「 ゴーランド | |
| 6. ハイドログラフ(1954年~1963年) | |
| 7. 洪水浸水図 | |
| 8. 等確率水位縦断図 | |
| 9. 計画流量配分図 | |
| 10. 河道変せん図 | |

11. ボルダ - 計画図
12. 河川横断図 P - # 3
13. / P - # 3 - 1
14. / P - # 5
15. 測 深 図 (1 9 6 9 年)
16. / (1 9 6 5 年)
17. / (1 9 6 4 年 5 月)
18. / (1 9 6 4 年 1 1 月)

東パキスタン道路局関係者との打合せ

Discussion with engineers of
R & H, the government of
East Pakistan



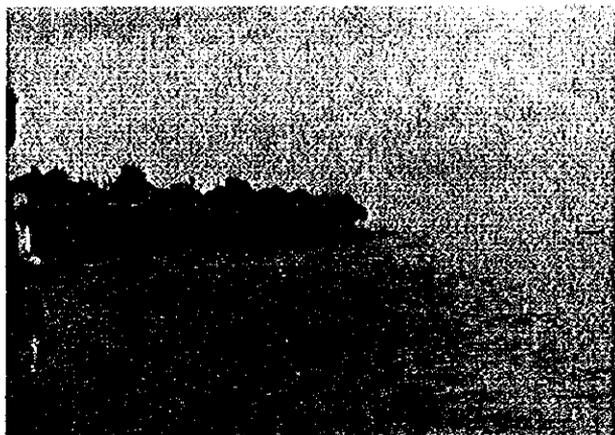
パドマ河計画架橋地点左岸の状況

Left bank of the Padma at the
proposed bridge site

パドマ河計画架橋地点付近より

下流を望む

View of down stream of the
Padma from the proposed bridge
site



パドマ河現地で状況聴取

Reconnaissance survey
along the Padma

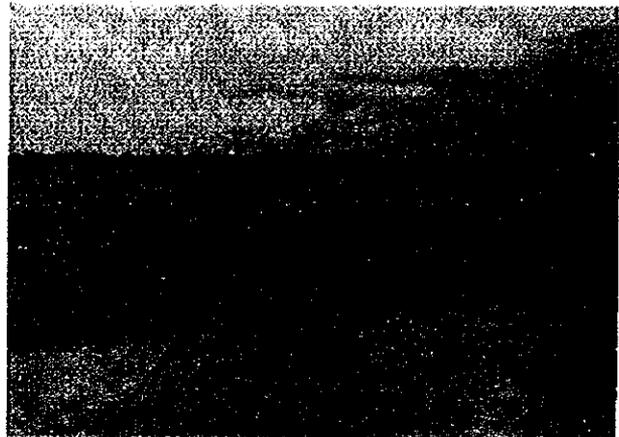


パドマ河河岸欠蝕状況

River bank being scoured

ダレスワリ河計画架橋地点左岸の状況

Left bank of the proposed bridge
site of the Dhaleswari



第 I 部 調 査 概 要

第 I 部 調 査 概 要

1. 調査の背景

パキスタン政府は、1969年4月、日本政府に対して、東パキスタンのダツカーフアリドプール間道路計画の調査を、日本政府の手によつて行なうよう依頼した。日本政府はこの要請に答え、1970年2月に調査団を派遣した。この第一次調査団は約1カ月にわたり資料収集、現地踏査等を行なつて帰国した。帰国後も資料の整理、概略設計を行なつて、計画道路の概略のフィージビリティについて報告書をまとめ、同年10月に正式にパキスタン政府に報告した。

この報告書においては、新しい道路計画は、技術的に可能なだけでなく、経済的にも妥当性をもつものであること、バドマ河の渡河施設については、フェリーによる連絡よりは、橋梁を架ける方が経済的に有利であること、しかしながら、バドマ河の橋梁計画は今回の調査では十分な調査ができなかつたので、WAPDAによつて計画されている堤防計画との調整等を含め、今後、河川技術者、水理専門家による調査によつて、さらに検討をすゝめるべきものであることを結論づけている。

今回の調査では、第一次調査団による調査結果をうけて、先に提案されたいくつかの橋梁、特にバドマ河橋梁について、水文学的、河川工学的見地から、その技術的可能性の検討を行なうこととなつたものである。

なお、今回の調査をまつまでもなく、バドマ河橋梁のような重要な構造物については、既往の数少ない資料のみによつて安易に結論を出すべきものではなく、今後もさらに詳細な現地調査等を行なつた上で、慎重に検討を加え、最終的結論を求めなければならないものと考えられる。

2. 結論と勧告

ダツカとフアリドプールを結ぶ新しい道路計画は、第一次調査報告書にも指摘されている如く、東パキスタンの経済、社会の発展に寄与するだけでなく、アジアハイウェイ1号線をより完全なものとする事により、アジア地域の道路交通の改善に少なからぬ貢献をもたらすものである。しかし、その実現のための最大難関はバドマ河の横断橋梁の可否であることも前回指摘のとおりである。

われわれは既存の資料によつて知りうる範囲で、種々検討を加え、あわせて現地の踏査、空中よりの観察によりいくつかの問題点を明らかにしたので以下に列举する。

- (1) 河岸の状況は前回調査のとおりであり、架橋地点としては他により良好な地点は見出せなかつたので、前回提案した地点は適当であると考えられる。
- (2) 前回調査のとおり、架橋地点の左岸は安定しているが、それでも多少の侵蝕がみられる。右岸は不安定である。全般的に河岸の変動は過去10年の間でも相当激しいものがあり、今後も十分調査検討を要するものと思われる。
- (3) 計画架橋地点のバドマ河の計画高水位は、ボルダー計画による洪水防御堤防が完成した時点で7.82m PWD (25.7フイートPWD) と考えてよい。従つてこれにIWTAの航路限界を考慮しても、前回提案の橋梁桁下高で十分であると考えられる。

- (4) 橋長はWAPDAによるボルダー計画の堤防法線に合せることとした前回の提案は最善のものであると考える。左岸のダツカ南西プロジェクト、右岸のジュレスワルプロジェクトの現段階での計画によれば、橋長の全長は約8 km (5哩)とする必要があるが、今後さらにボルダー計画の具体化に伴って、橋長についての詳細な検討を進める必要がある。
- (5) 計画架橋地点附近には最大深さ-3.6 m PWD (-12.0フィートPWD)、巾約40.0 m (130.0フィート)以上の谷が存在し、年々移動していることが判明した。全般的に河床の経年変動は著しいものがあるので、橋脚の根入れを十分深くするよう再検討するとともに、センタースパンを拡大することについても比較検討が必要となる。
- (6) 橋脚の設置にとまなり局所洗掘については、概略の推定値としては、2.0 m (6.6フィート)以上を考慮すべきものと思われるが、詳細な検討はさらに模型実験等によつてつめる必要がある。
- (7) 以上のように橋梁の規模を大きくする必要が生じてきた。この点に関してはさらに長期間にわたる調査、観測により慎重に検討されるべきであるが、いずれにしろ橋梁の実現には相当の困難を伴ない、かつ年月もかゝることが予想される。従つて段階的な措置として、左岸のごく一部と右岸の不安定な河岸についてのみ短スパンの橋梁とし、中間の水深の深い部分についてはフェリーとする中間案の検討が十分価値あるものとなつてこよう。
- (8) ダレスワリ、アリアルカーン橋については、これらの河川は比較的安定しているので、今後さらに河川横断の実測、地質調査等を必要とするとはいえ、提案された橋梁で特に支障はないと考えられる。バドマ橋と同様にボルダー計画の詳細な内容が決定されるのにあわせて具体的に構造を決定するのが望ましい。特にアリアルカーン橋については、現時点でのボルダー計画においては制水門を設置して洪水の流入をコントロールすることを考えているので、橋長は相当短かくすることが可能とならう。さらに工費の節減をはかるため制水門と橋梁の兼用構造物とすることが最も望ましい。

バドマ河は世界有数の河川であり、しかも極めて不安定な河川である。このような河川を横断する橋梁については安易に計画を進めることは許されるべきではない。以上に述べた結論はあくまでも現段階での概略的な観察によるものであり、今後相当長期的に各種水文資料の解析、地質調査、洪水時を含めた横断形の実測及び河岸変動の調査を行ない、さらに模型実験等によつて慎重に橋梁の安全性、技術的可能性をたしかめることは極めて重要なことと考えられる。

また、これらの橋梁の計画は単に道路当局のみならず、河川関係、測量関係その他関連ある行政機関と密接な連絡と調整が計られねばならない。特にボルダー計画を含めて洪水防御の事業実施機関とは共同施工の方途も考えるべきである。そのためにはこれら関係当局の間で、委員会などの特別な調整機関を組織することが考慮されてよい。その組織は架橋計画だけでなく、ボルダー計画と道路計画の調整にも役立つであろう。

3. 調査団の編成と日程

本調査は、第一次調査団の場合と同じく、日本道路公団維持施設部長、早生隆彦を団長とし、4名からなる調査団により行なわれた。調査団の編成は次のとおりである。

| | | |
|-----|---------|----------------------|
| 団 長 | 早 生 隆 彦 | 日本道路公団維持施設部長 |
| 団 員 | 川 本 正 知 | 建設省関東地方建設局技術管理官 |
| 〃 | 倉 沢 真 也 | 日本道路公団計画第一課 |
| 〃 | 今 岡 亮 司 | 建設省関東地方建設局利根川上流工事々務所 |

調査は現地における資料収集および踏査、帰国後の資料の整理、解析の2段階にわけられる。

現地調査は雨期の状況があるていど把握できて、しかも水位が下がり始めて河岸の状況が確認できるように、1970年10月18日から11月13日までの27日間行なわれた。資料収集は調査の性格上、専らWAPDA、IWTAおよび測量局を対象に、調査団全員で行なつた。現地踏査はマイクロバスによる陸上踏査のほか、特に架橋地点には陸上から接近することは不可能であつたので、船による河川上からの観察、東パキスタン政府の水上飛行機による上空からの観察により行なつた。

東パキスタンにおける現地調査は概略次のとおりであつた。

| | | |
|------|---------|-----------------------------------------------------------|
| 1970 | 10月14日 | 早生団長東京発 |
| | 10月16日 | 早生団長パキスタン中央政府関係者、園大使に第一次調査報告 |
| | 10月17日 | 調査団員3名東京発 |
| | 10月19日 | K, ALI氏, M, RAHMAN氏ら政府関係者、檜垣総領事、船越副領事に第一次調査報告及び今回の調査内容打合せ |
| | 10月20日 | シタラケヤの橋梁建設工事及びメグナ河視察 |
| | 10月21日 | ダッカーアリチャ視察 |
| | 10月23日 | 水文資料、航空写真、地図等の収集 |
| | ~ 27日 | |
| | 10月28日 | マイクロバス、ボートにて現地踏査 |
| | ~11月 2日 | ダッカーフアリドプール-バドマ河-バンガークスチアーハーディングブリッジ-ジェソール-クルナ |
| | 11月 3日 | 水上飛行機による空中視察 |
| | 11月 4日 | 水文資料、ポルター計画資料の収集、 |
| | ~ 9日 | 中間報告書作成 |
| | 11月10日 | ダレスワリ河、ブリガンガ河をランチにより現地調査 |
| | 11月12日 | Q, J, AHMED氏に中間報告 |
| | 11月13日 | 東パキスタンを去る。 |

なお、現地調査中、調査団は東パキスタン政府関係者から熱心な協力を得た。ここに芳名を記し感謝の意を表する次第である。

1) Government of East Pakistan

Mr. M. Keramat Ali
Deputy Chief Secretary, CSP, ACS (P&D)

Mr. Q. J. Ahmed TQA, CSP
Secretary, Railways, Waterways and Road Transportation
Department

Mr. Ahmed Abdur Rouf CSP
Deputy Chief, Roads and Highways Planning Division
Development

2) Roads and Highways

Mr. M. Rahman
Chief Engineer

Mr. A. R. Choudhury
Superintending Engineer, Planning

Mr. Haque
S. E.

Mr. M. A. Samad
Executive Engineer, Structural Designer

Mr. Md. Fahad Hossain Khan
E. E.

Mr. Ali Reza Khan
E. E., Planning Circle

3) Division, Sub Division (R & H)

Mr. S. Hasan Imam
S. E., Jessore

Mr. M. A. Wadud
Sub Divisional Engineer, Jessore

Mr. Md. Abdur Rauf
S. D. E., Kushtia

Mr. Mukhtar Ahmed
S. D. E., Khulna

Mr. S. K. Habibur Rahman
E. E., Faridpur

Mr. Md. Mostafa
S. D. E., Faridpur

Mr. Md. Salehuddin
E. E., Kalayanpur

Mr. A. S. M. Manzoor
S. D. E., Manikganj

4) Survey of Pakistan

Mr. M. Abbas
Deputy Surveyor General

Mr. Waheduddin Ahmad
Head Draft man

5) Water and Power Development Authority

Mr. Md. I. H. Talkoar
Chief Engineer of Hydrology

Mr. G. R. Chowdry
Chief Engineer, Water Investigation Organization

Mr. M. L. Rasul
S. E., Brahmaputra Circle

Mr. Serajul Islam
Director of Planning, Flood Control

Mr. Hassan Ali
Director of Planning (General), Water Development

Mr. A. R. Khan
Director Surface Water Hydrology

Mr. M. A. Rahman
Director, Hydraulic Research Laboratory

Mr. A. Matin
Deputy Director, Hydrological Training Institute

Mr. A. M. Z. Islam
Technical Officer, Hydraulic Research Laboratory

Mr. A. Ausari
Assistant Technical Officer

6) Inland Water Traffic Authority

Mr. A. K. Md. Gholam Kibria
Chief Engineer

Mr. M. A. Malick
Senior Engineer

Mr. M. A. Hena
Chief Hydrographer

Mr. I. Ahmed
Senior Hydrographer

Mr. Nurul Alam
Hydrographer

第 Ⅱ 部 詳 論

第 II 部 詳 論

1. 河川の概要

東パキスタンは、河に浮ぶ国とも言われているように、その大部分は世界的な大河川が、ベンガル湾に注ぐ付近に発達した沖積地の上にある。

東パキスタンに流入するこれらの河は、東パキスタンの北西部から流入するガンジス河、北東部から流入するブラマプトラ河、東方から流入するメグナ河である。これら三大河川が、東パキスタンに入る地点での流域面積の総計は、約 $1,530,000 \text{ km}^2$ ($590,400 \text{ mile}^2$) であり、東パキスタンの国土面積の約 1.1 倍におよんでいる。

これらの三大河川の概要は、次のとおりである。

(I) ガンジス河

ガンジス河は、ヒマラヤの南部を流域とし、それは、西パキスタンに接する付近から、ベンガル湾に到る広大な地域に広がっている。

本河川は、インド-チベット国境付近と、北部インドに端を発し、南東に流れて、東パキスタンに入るまでに、ヒンドスタン平原の多くの支川を合流させる。これは、下流部においては、数多くの派川を生ずるが、その主流は、アリチャ付近でブラマプトラ河と合流し、パドマ河となる。

本河川の下流部においては、流路の変遷が著しい。一時期においては、本川は、インドのカルカッタに流れていた。現在なお、数多くの旧河川が、フーグリ河と、現在のパドマ河の間に存在している。

ガンジス河の主な諸元をあげれば次のとおりである。

流域面積

| | |
|------------------|-----------------------------------------------------|
| 水源からフアラツカまで | $952,000 \text{ km}^2$ ($367,400 \text{ mile}^2$) |
| 水源からハーディング橋まで | $976,000$ ($376,900$) |
| 水源からゴーランドまで | $977,000$ ($377,400$) |
| パドマ河 | $13,000$ ($5,000$) |
| 合計 (水源からメグナ河口まで) | $990,000$ ($382,400$) |

本川の長さ

| | |
|-------------|---------------------------------------------|
| 水源からゴーランドまで | $2,200 \text{ km}$ ($1,370 \text{ mile}$) |
| 水源からベンガル湾まで | $2,530$ ($1,570$) |

流域年平均降水量

| | |
|-------|--------------------------------------------|
| 上流部 | $1,270 \text{ mm}$ (50 inches) |
| 中流部 | 760 (30) |
| デルタ地帯 | $1,730 \sim 2,160$ ($68 \sim 85$) |

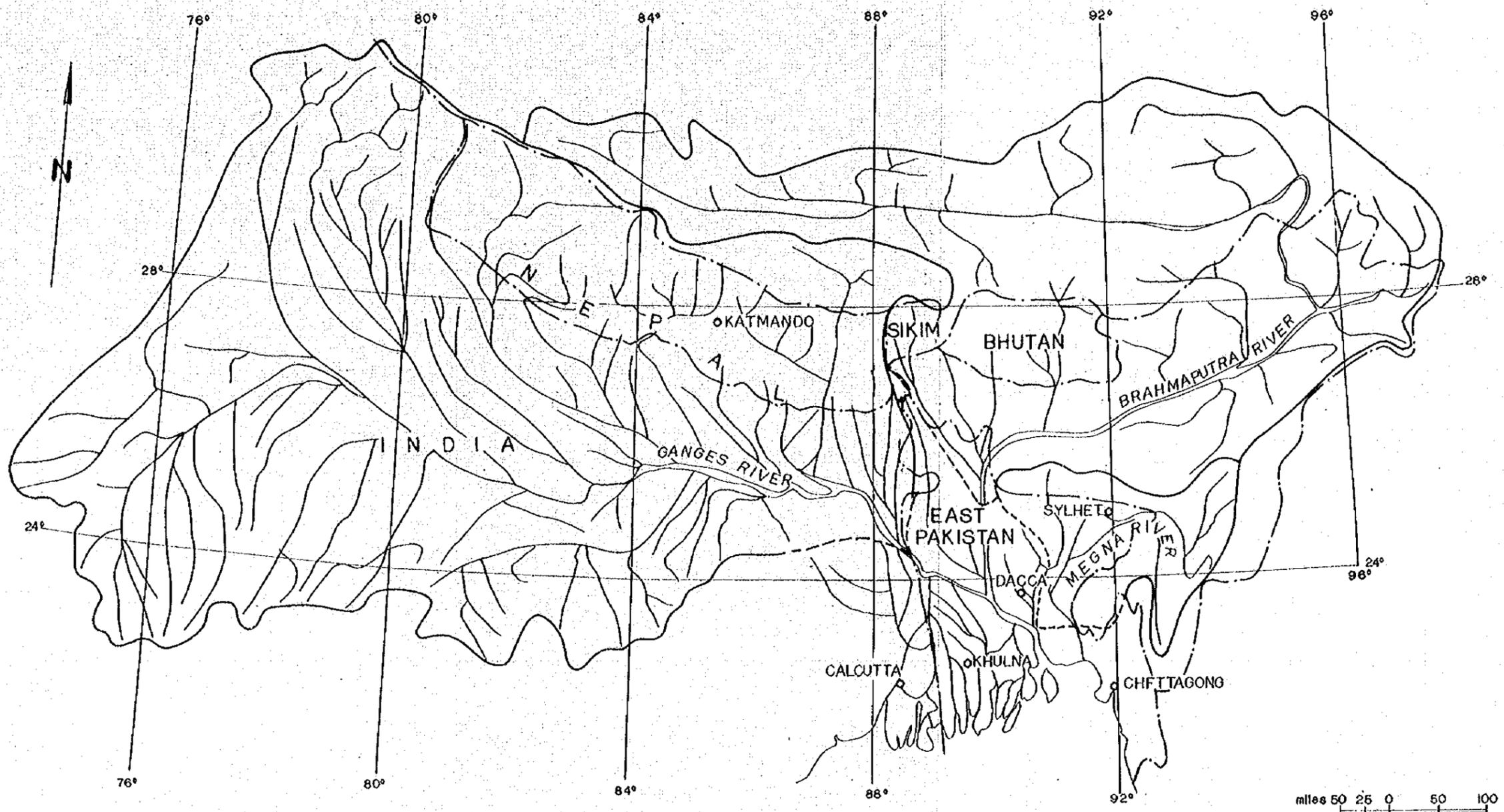


Fig. - I BASIN MAP GANGES, BRAHMAPOTRA AND MEGNA RIVER

年平均流量

ハーディング橋 $11,600 \text{ m}^3/\text{S} (410,000 \text{ cfs})$
(1934~1962)

(2) ブラマプトラ河

ブラマプトラ河は、標高5,100mに達するヒマラヤ山脈の氷河に源を発する。そして、ヒマラヤの北斜面から、数多くの支川を集めながら東方に流れる。その流れは、インド-中国の国境付近で急転回して南西に向い、インドのアッサム地方に入る。これはインドのサディヤ付近で、ダイバングとラヒットの二つの大きな支川を合わせて、ブラマプトラ河と呼ばれるようになる。本川はさらに、アッサム山地のふもとをめぐって南流し、東パキスタンの沖積平野に入り、アリチャ付近でガンジス河と合流する。

歴史的には、本川は昔、バハドラバッド付近から南東に向い、マイメンソンの中心を流れ、バイラプバザール付近で、メグナ河に合流していた。しかし、18世紀の終り頃から、徐々にジャムナ河に本流が移り、現状の姿となり、旧ブラマプトラ河は洪水時の派川となっている。

本流域の諸元は、次のとおりである。

流域面積

| | |
|----------|-------------------------------------------------|
| チベット | $292,000 \text{ km}^2 (113,000 \text{ mile}^2)$ |
| インド、ブータン | 241,000 (93,000) |
| 東パキスタン | 47,000 (18,000) |
| 合計 | 580,000 (224,000) |

本川の長さ

水源からゴーランドまで $2,600 \text{ km} (1,600 \text{ mile})$

流域年平均降水量

| | |
|---------|----------------------------------------|
| 全流域 | $2,130 \text{ mm} (84 \text{ inches})$ |
| 東パキスタン内 | 1,750~2,260 (69~89) |

年平均流量

バハドラバッド $19,200 \text{ m}^3/\text{S} (678,000 \text{ cfs})$
(1956~1962)

(3) メグナ河

東パキスタンの東部、および、アッサム山地から生ずる多くの小河川が、バイラプバザール付近で合流して、メグナ河となっている。これは南西に流れて、チャンドプール付近でパドマ河と合流し、巨大な河口部となり、多くの派川、沖積地を生じながらベンガル湾に注いでいる。

本流域の諸元は、次のとおりである。

流域面積

| | |
|----------------|-----------------------------------------------|
| 水源からバイラプバザールまで | $65,000 \text{ km}^2 (25,000 \text{ mile}^2)$ |
| バイラプバザールから | |
| チャンドプールまで | 15,000 (6,000) |

| | |
|----------------------------|-----------------------------------------------------|
| 合計 | 80,000 km ² (31,000 mile ²) |
| チャンドプールでの東パキスタン 内での流域面積 | 36,000 (14,000) |
| 本川の長さ | |
| 水源から、インド東パキスタン 国境まで | 400 km (250 mile) |
| 国境からバイラブバザールまで | 280 (176) |
| バイラブバザールからチャンド プールまで | 140 (84) |
| チャンドプールから、ベンガル 湾まで | 130 (80) |
| 合計 | 950 (590) |
| 流域年平均降水量 | |
| 全流域 | 3,610 mm (138 inches) |
| アッサム高地で | 3,990~5,000 (157~197) |
| 東パキスタンの平野部で | 2,010~3,000 (79~118) |
| 年平均流量 | |
| バイラブバザールで | 3,500 m ³ /S (124,000 cfs) |

以上述べたように、ガンジス河と、ブラマプトラ河はアリチャ付近で合流し、その名をバドマ河と変えて、南東へ向けて流下する。合流点付近におけるその流域面積は、約1,660,000 km²に達する。

バドマ河は、アリチャから約100 km下流チャンドプール付近でメグナ河と合流し、ベンガル湾に注ぐ。

これら三大河川の総流域面積は、約1,650,000 km²で、そのうち東パキスタン領内の流域は、全体のわずか7.5%にすぎない。

2. 洪水の状況

東パキスタンの地形は、東部のチッタゴンヒルを除いて、ガンジス、ブラマプトラ、メグナの三大河川の流域については極めて標高の低い世界最大のデルタ地帯である。標高は北端で76 m (250フィート)、海から480 km (300哩)の地点で46 m (150フィート)、同じく320 km (200哩)の地点で15 m (50フィート)、海岸近くでは3 m (10フィート)又はそれ以下であり、ほとんどの土地は平均して6 m (20フィート)から15 m (50フィート)の間にある。

この国の年平均降雨量はシルエットの220インチからラジシヤヒの56インチまで大きな変化があるが、その80%は6月から9月に至る雨季に降る。これがヒマラヤの雪どけと一緒にあって毎年洪水をもたらす。従つてパドマ河における出水は、図-2, 3の例に見るように、毎年7月~9月に高水のピークを生じ、3月~4月に最低流量となる出水パターンをもっている。

洪水防弊のための築堤は、ブラマブトラ河右岸に一部施工されているが、全体として治水事業がほとんど行なわれていない東パキスタンでは、毎年その国土の20%以上が浸水する状態であり、パドマ河の両岸においてもその土地の約80%近くが浸水している。

各年の浸水面積を表-1に示す。

表 - 1 *

| 年 | 浸水面積 平方哩 | 国土に対する比率 |
|------|-------------|----------|
| 1964 | 14,200 | 26.7% |
| 1965 | 15,000 | 27.2 |
| 1966 | 13,700 | 24.8 |
| 1960 | 1,186 | 2.5 |
| 1961 | 2,440 | 4.4 |
| 1962 | 14,400 | 26.1 |

| 年 | 浸水面積 平方哩 | 国土に対する比率 |
|------|-------------|----------|
| 1963 | 13,600 | 24.6% |
| 1964 | 12,000 | 21.7 |
| 1965 | 11,000 | 20.0 |
| 1966 | 12,900 | 23.4 |
| 1967 | 9,900 | 17.9 |
| 1968 | 14,400 | 26.1 |
| 平均 | 11,200 | 20.3 |

洪水期における河川の水面勾配は、ゴラランドから下流において約1/25,000である。

パドマ河沿川地区においては、これらの洪水に対して築堤を中心とし、あわせて灌漑計画まで含めた総合的なボルダー計画がWAPDAの手によつて立案中であり、一部には着工したところもある。これらの計画の実現によつて、河川に関する自然状況はかなり変化するものと考えられる。

3. 水位と流量

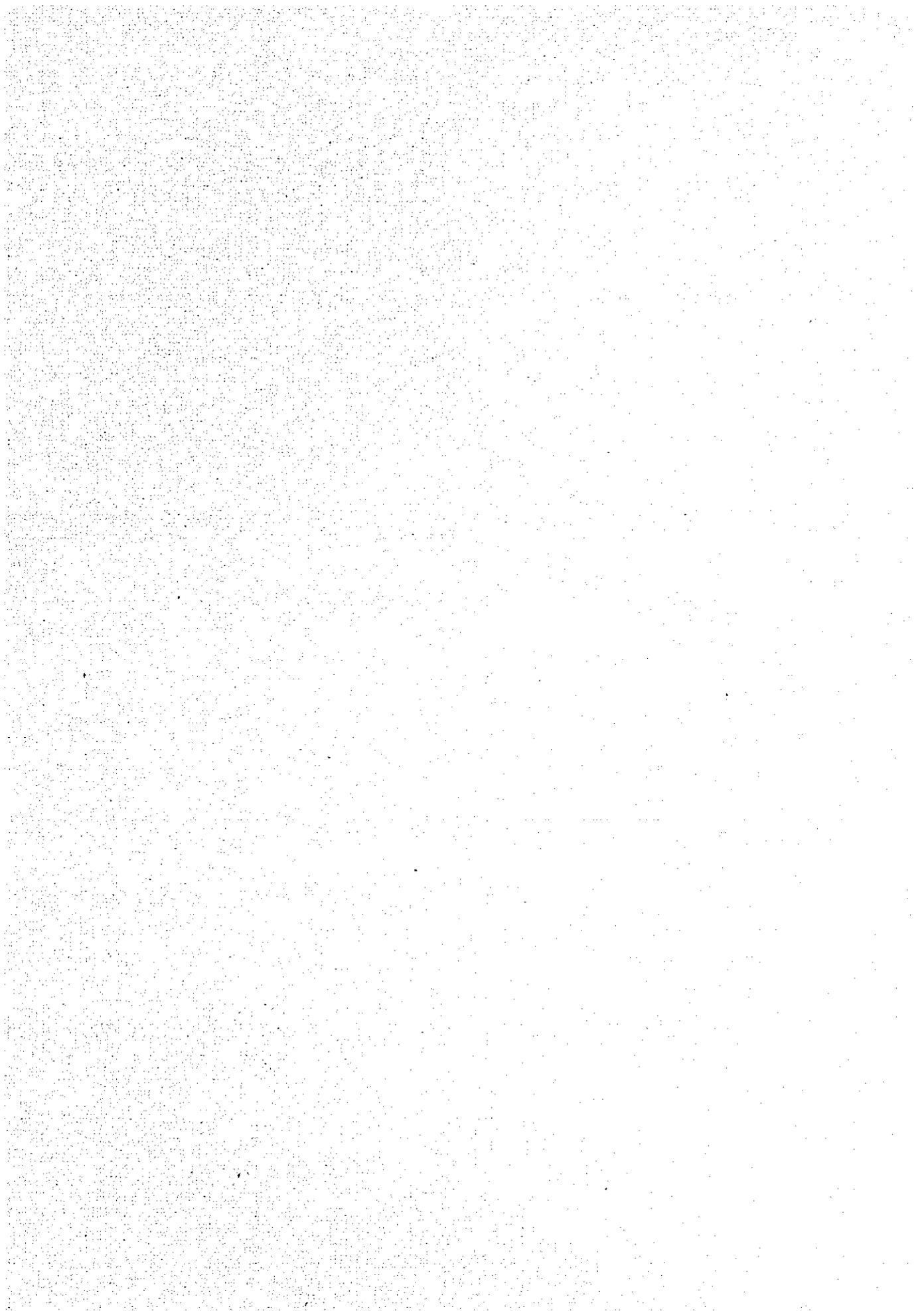
3-1 水 位

東パキスタンにおける、水位および流量の観測は、WAPDA, IWT Aによつて行なわれている。ガンジス河、ブラマブトラ河、パドマ河等の主要な地点における観測は、比較的長い記録はあるが、信頼性については問題のあるものもある。1964年以降におけるWAPDAの観測結果は、WATER-YEARBOOKにまとめられている。

主要な地点における、年最高水位の記録は、表-2のとおりである。**

* 末尾参考資料No 1 1

** 末尾参考資料No 4 及びNo 8



P.W.D
feet

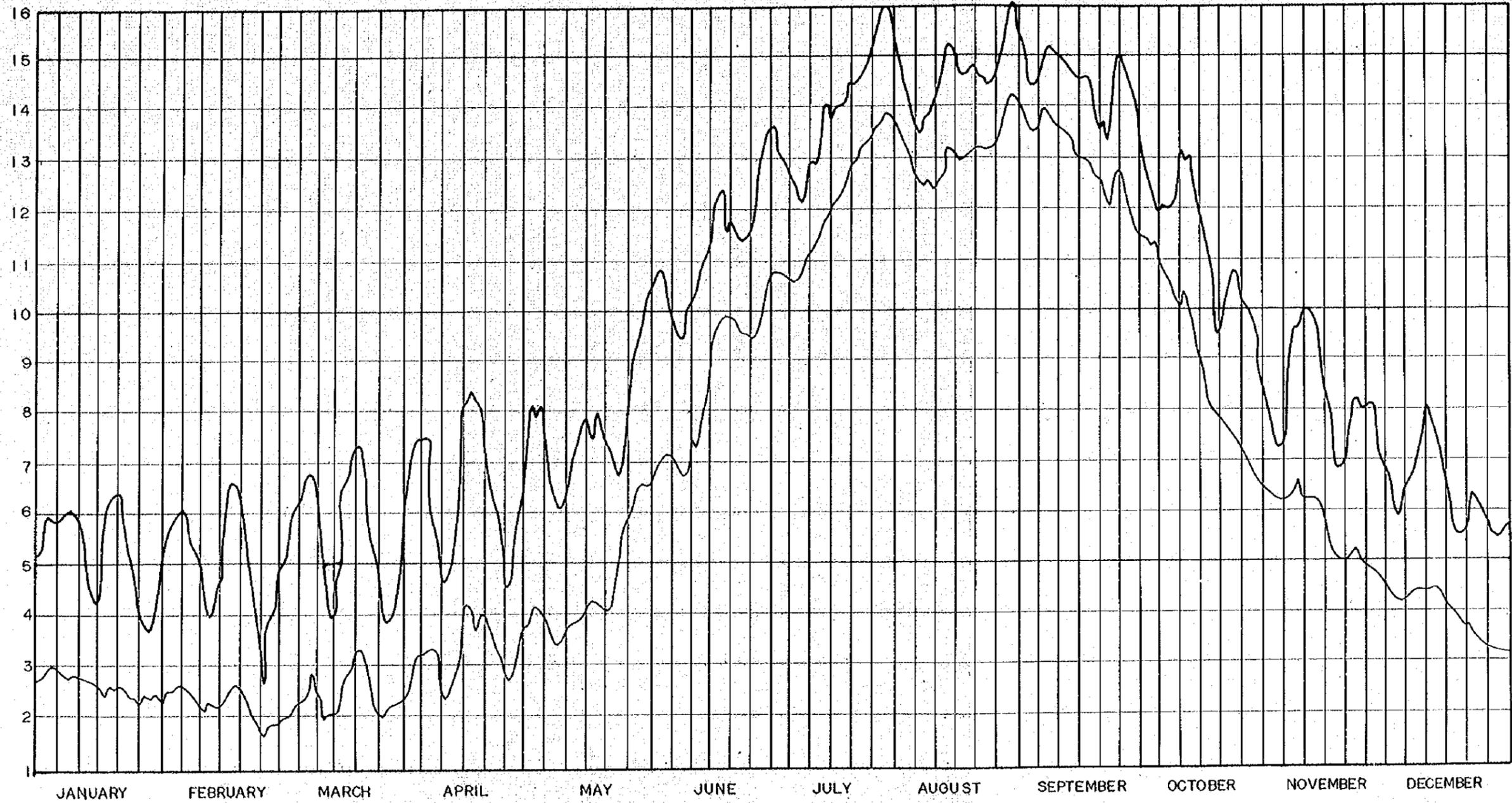


Fig. - 2 YEARLY HYDROGRAPH OF CHANDPUR 1969

P.W.D
feet

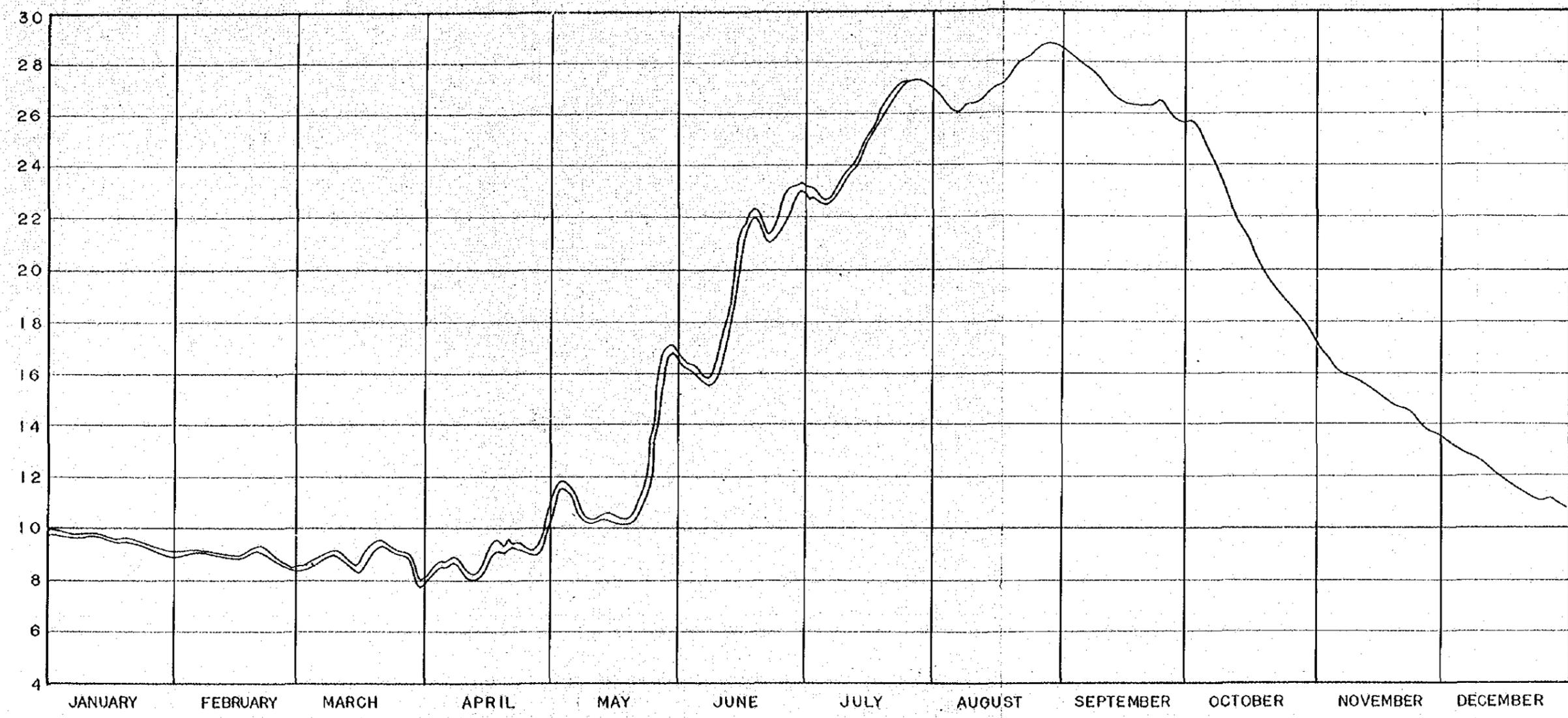
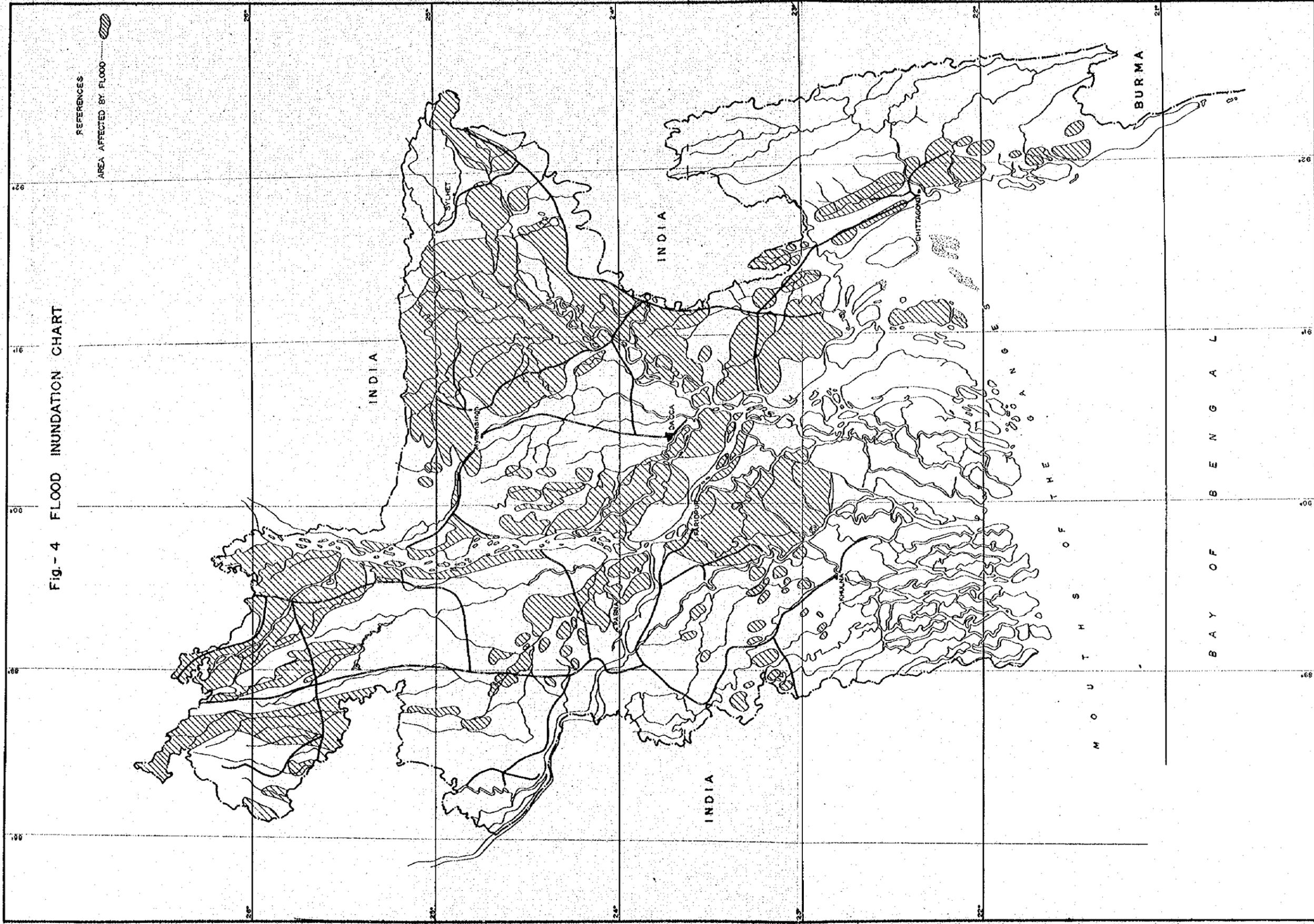


Fig.- 3 YEARLY HYDROGRAPH OF GOALUNDO 1969

Fig. - 4 FLOOD INUNDATION CHART



これらの記録をもとに、次式によるトーマスプロットのプロットイングバリュを求め、正規確率紙にプロットすれば、図5、6、7、8のとおりである。

$$P_N = \frac{i}{N+1}$$

N : 資料の全数

i : 資料を大きさの順に並べた時の順序

これらの図より、50年、100年、200年のリターンペリオッドに対応する水位を求めれば、次のようになる。

| 観測点番号 | 観測点 | 50年 | 100年 | 200年 |
|-------|-----------------|-------|-------|-------|
| 9 4 | TARPASHA | 21.85 | 22.18 | 22.50 |
| 9 3 | KUSHUMHATI | 28.54 | 29.06 | 29.51 |
| 9 2 | GOALUNDO | 31.50 | 31.80 | 32.08 |
| 9 0 | HARDINGE BRIDGE | 49.32 | 49.65 | 49.95 |

(フイート P,W,D)

これから100年に対する等確率水位縦断図をかけば、図-9のとおりであり、これによればバギヤクールにおける100年確率水位は7.22 m P,W,D (23.7フイート, P,W,D)となる。

また、これらの図から分るように、リターンペリオッドの変化に対する、水位の変化はわずかであり、例えばクシュマハティにおける例をとれば、50年、100年の水位差は、0.16 mであり、その差は大きくない。

3-2 洪水防御堤防による高水位の変化

東パキスタンでは、現在WAPDAによつて洪水対策を中心とするボルダー計画を立案中である。これらの計画によれば、パドマ河の両岸に築堤が行なわれる。従つて、自然状態に比して、洪水の氾濫が減少することから、高水位の上昇が考えられる。しかし、ボルダー計画の計画書^{*}によれば、上昇量はそれ程大きくはないとされ、100年確率の水位上昇は約0.60 mと計算されている。

ANNUAL DISCHARGE RECORD

feet³/sec

| Station & No. / Year | Hardingo Bridge 90 | Baruria Transit 91,9L | Goalundo Transit 91,9L | 91,9L+91,9R | Bhagyakul (Mawa) 93,5L |
|----------------------|--------------------|-----------------------|------------------------|-------------|------------------------|
| 1965 | 1,300,000 | | | 2,773,000 | 3,026,904 |
| 1966 | 1,480,000 | 2,874,000 | 376,000 | 3,250,000 | 3,012,000 |
| 1967 | 1,768,000 | 2,320,000 | 33,100 | 2,353,100 | 2,460,000 |

* 末尾参考文献No 1

Fig. - 5 WATER LEVEL PROBABILITY CHART

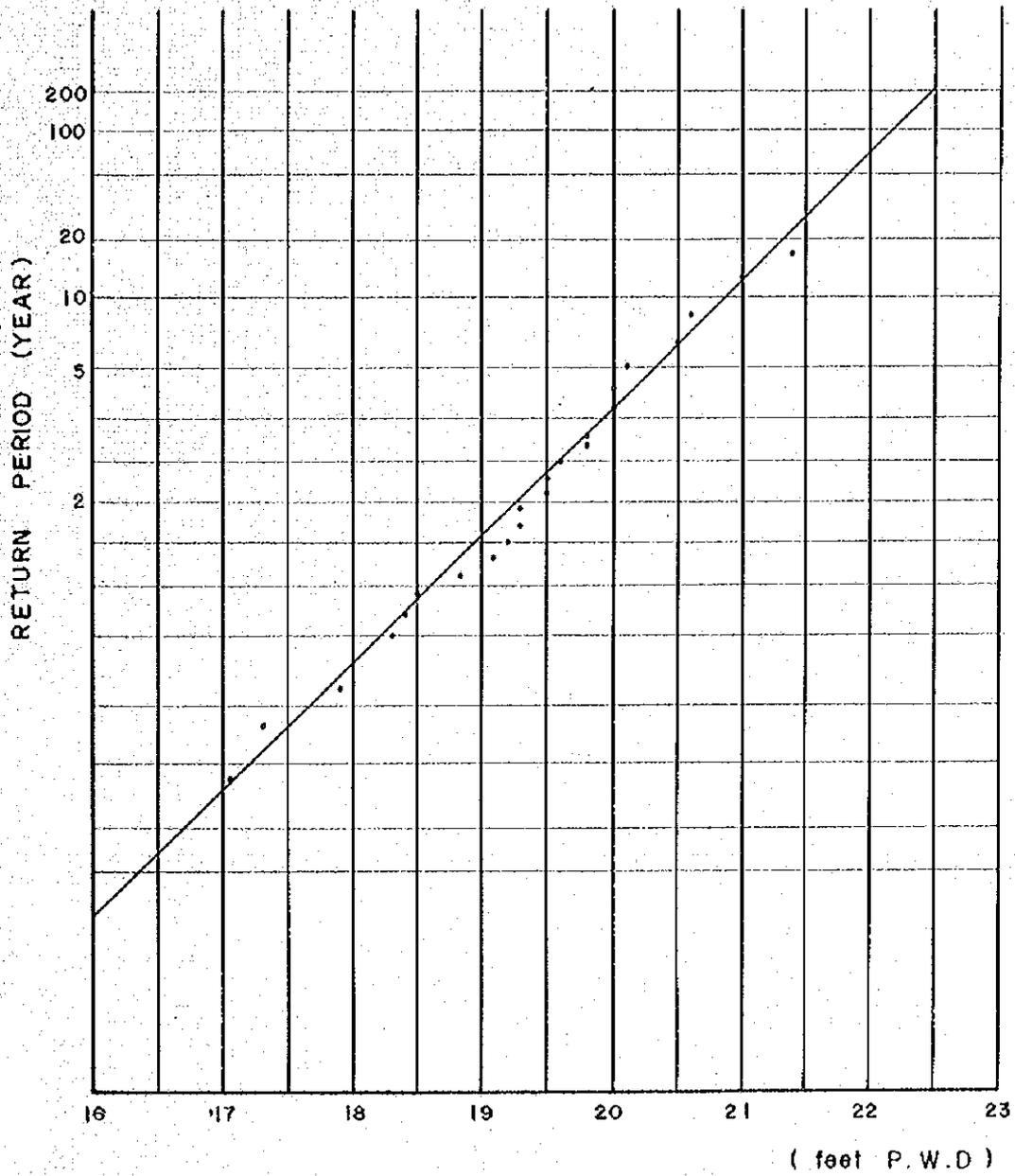


Fig. - 6 WATER LEVEL PROBABILITY CHART

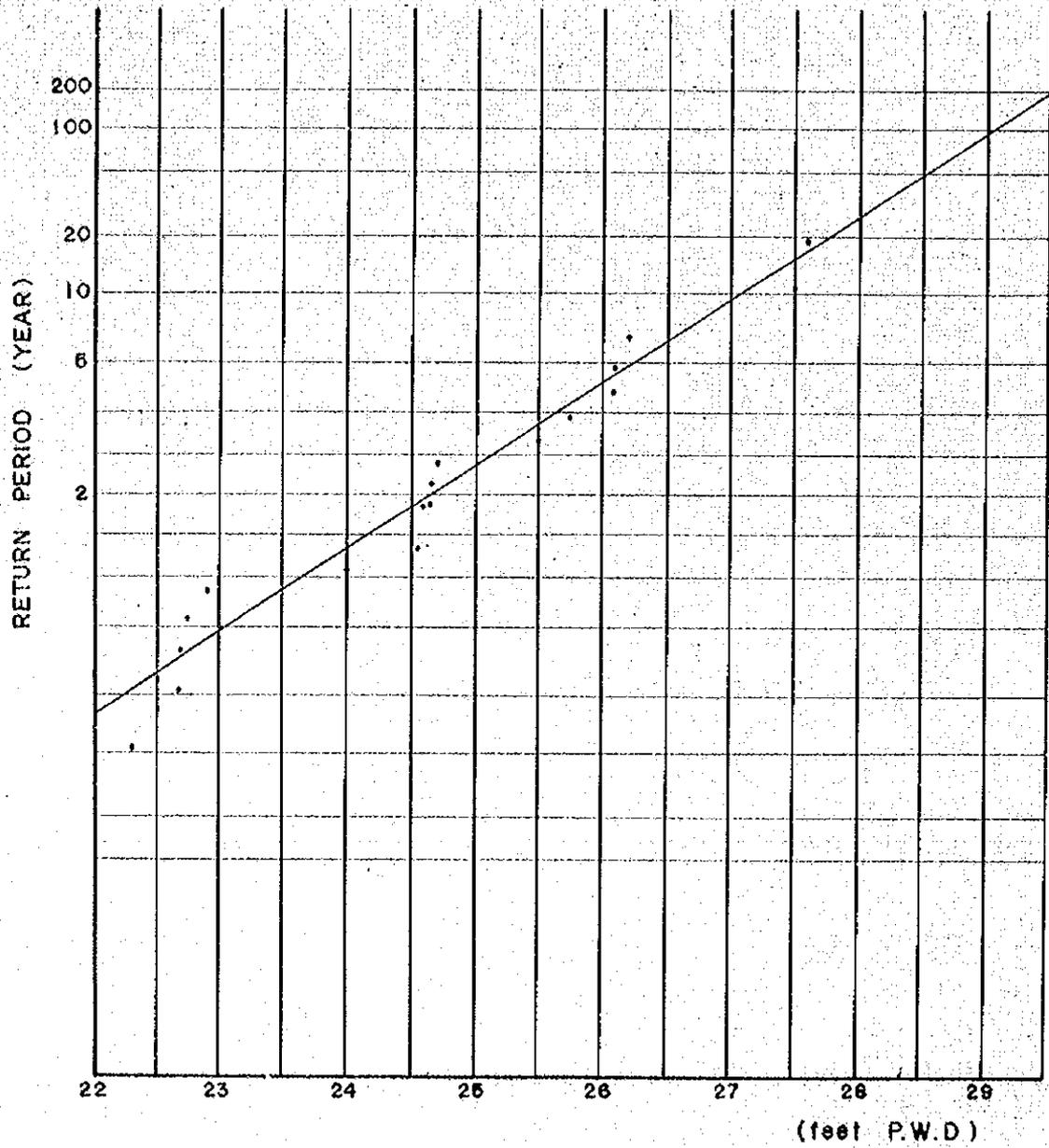


Fig. - 7 WATER LEVEL PROBABILITY CHART

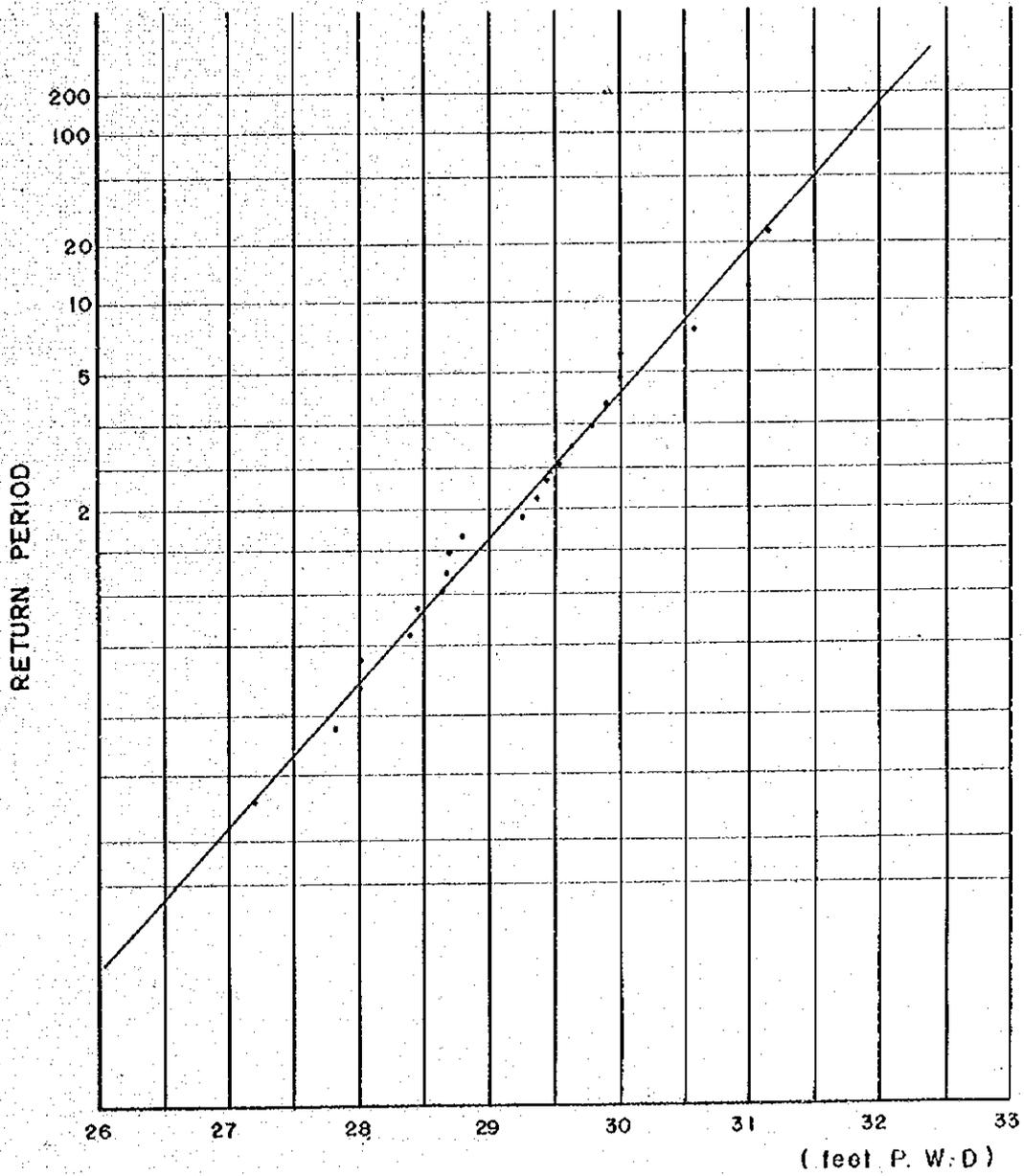


Fig. -8 WATER LEVEL PROBABILITY CHART

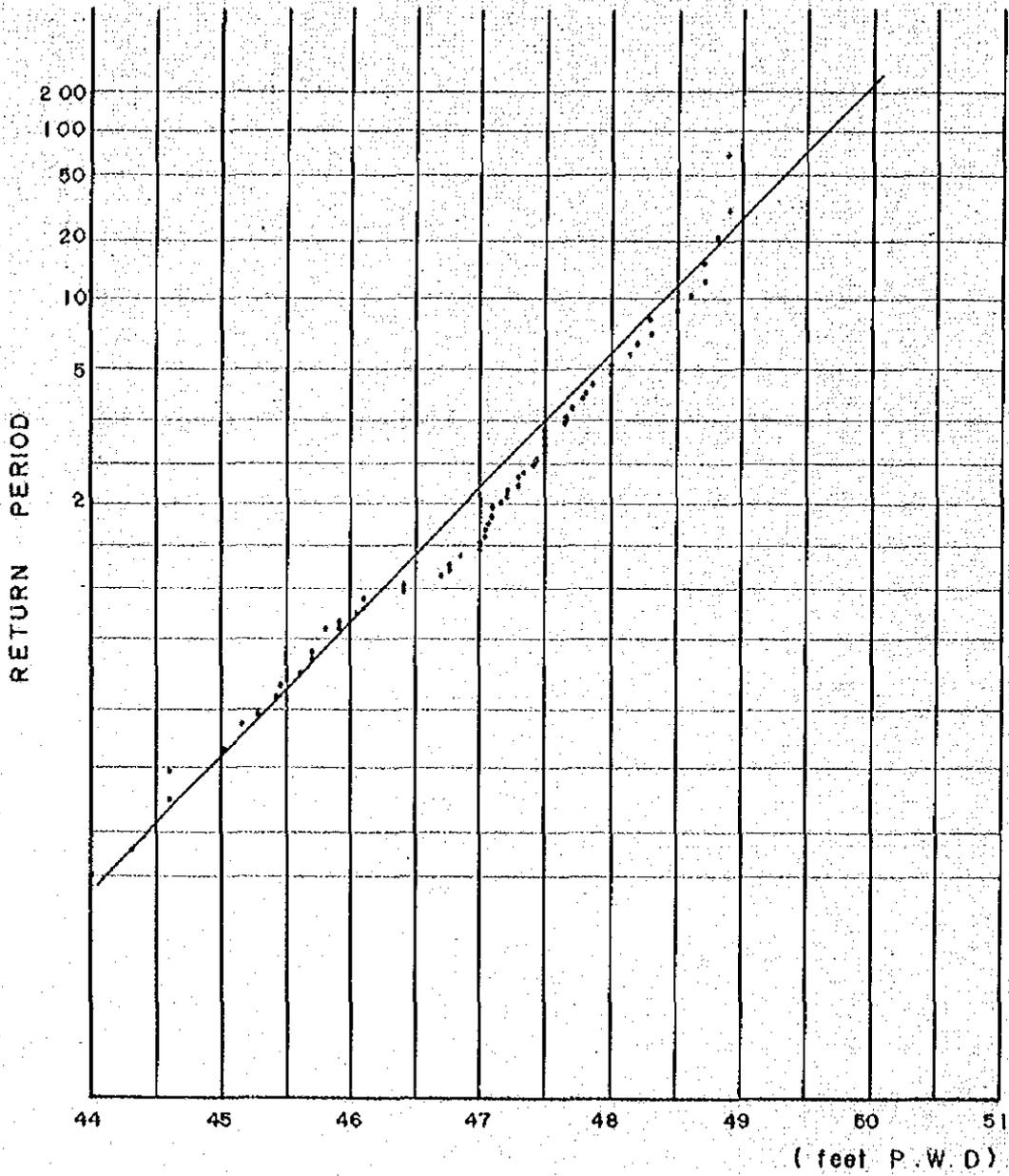
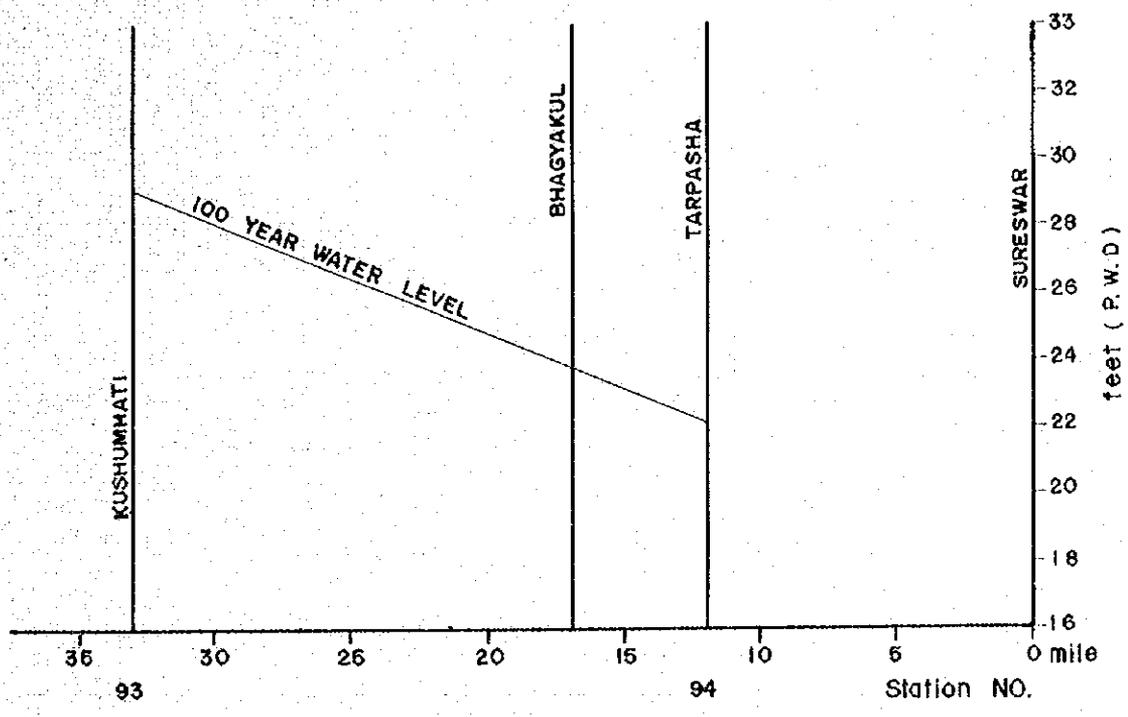


Fig. - 9 PROFILE OF LEVEL WITH EQUAL PROBABILITY



3-3 流 量

パドマ河の主要地点における、年最大流量の記録は表-3のとおりである。^{*}観測資料数も少なく、氾濫量に関する補正もされていないので、数値をかかげるにとどめておくが、FAOの行なった調査によれば、洪水の氾濫流量は、ピーク流量に比較すると、きわめてわずかであり、1967年の洪水では2.1%であったとされている。^{**}

WAPDAによつて作成されている東パキスタンの計画流量配分図は、図-10のとおりであり、パドマ河のゴランドにおける計画流量は $147,000 \text{ m}^3/\text{S}$ (5,200,000立方フィート/秒)となつている。^{***}

4. パドマ河計画橋梁に対する考察

4-1 計画架橋地点の河岸の状況

パドマ河の河道は第一次調査報告書でも述べているように、年々大きく変動している。侵蝕の進行している河岸があるかと思えば、一方では堆積して舟航に支障を来しているところもあり、中の島の位置や大きさも年ごとに変化している。WAPDAの技術者はこの変動は“ファンタスティック”であると表現した。この変動は相当長年月にわたつて計画的な河道安定対策を講じない限り、続くものと考えられる。従つて現時点で橋梁の架設を計画する場合には、相当の安全度をもつて慎重に検討する必要がある。

パドマ河全体の河岸の状態については、第一次調査団による調査結果が概ね正しいことを今回確認した。特にダツカからニアリドプールに至る計画道路の路線全体を考えると、後述するよういくつかの問題点があるとはいえ、架橋地点としてはこれ以外により良好な地点は見出せなかつた。従つて前回計画した架橋地点についてより詳しくふれてみたい。

(a) 左 岸

バギヤクールからマワに至る間の河岸は、パドマ河のなかでも最も安定した状況を示している。図-11に近年の河道変遷を示してあるが、^{****}左岸側についてはあまり変動がない。しかし、年々少しずつではあるが侵蝕されている河岸であり、特に後で述べるようにこの左岸寄りに30m(100フィート)以上の深い谷部が存在し、しかも年々左へ移動しつつあるので、今後も十分調査をつづけることが必要である。

(b) 右 岸

右岸は左岸に比べて相当不安定である。図-11でもわかるように現在はマワ付近が河中

* 末尾参考資料No 5

** " Na 9

*** " Na 6

**** 末尾参考資料No 12及びNo 13

Fig.- 10 FLOOD WATER BALANCE

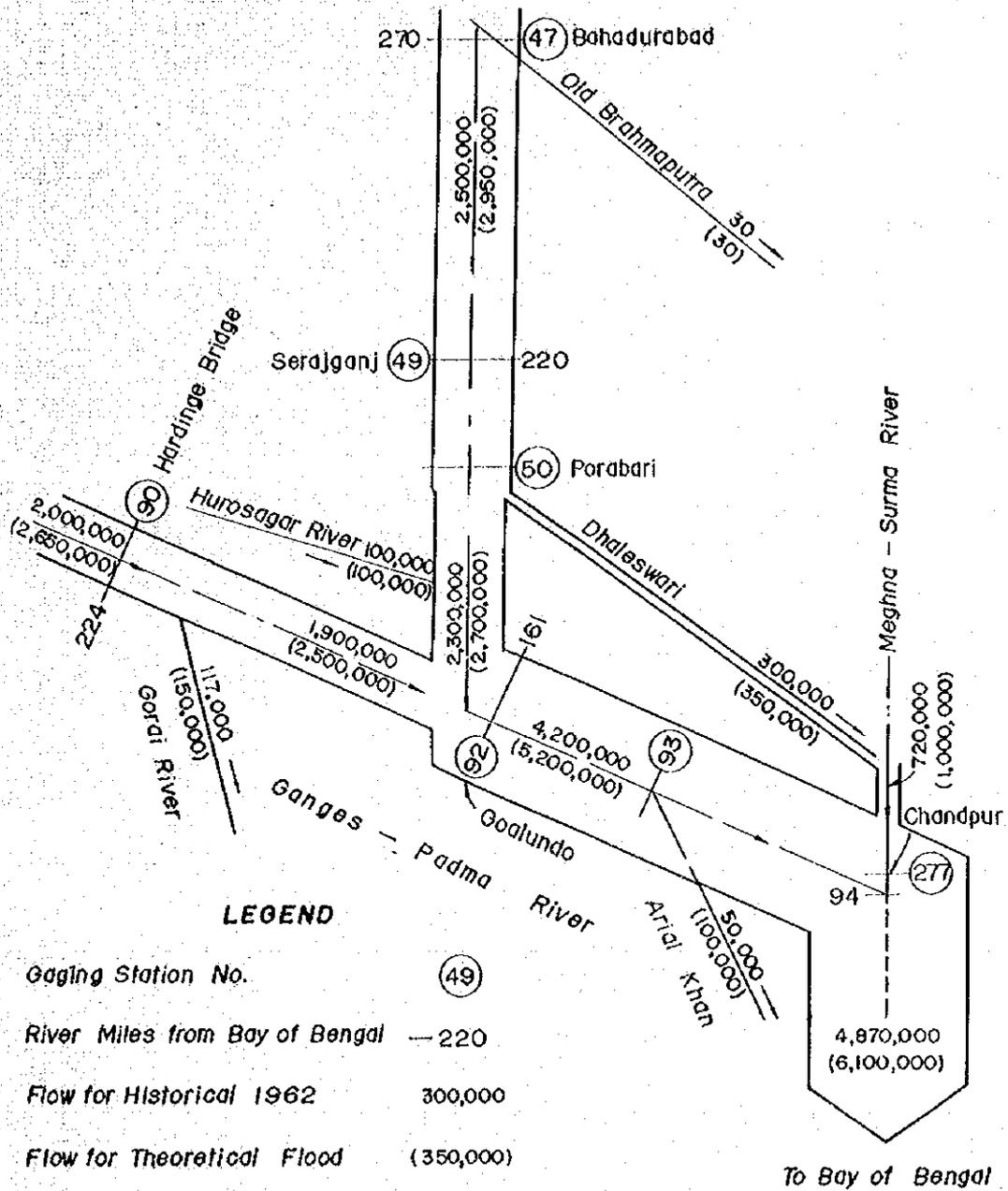
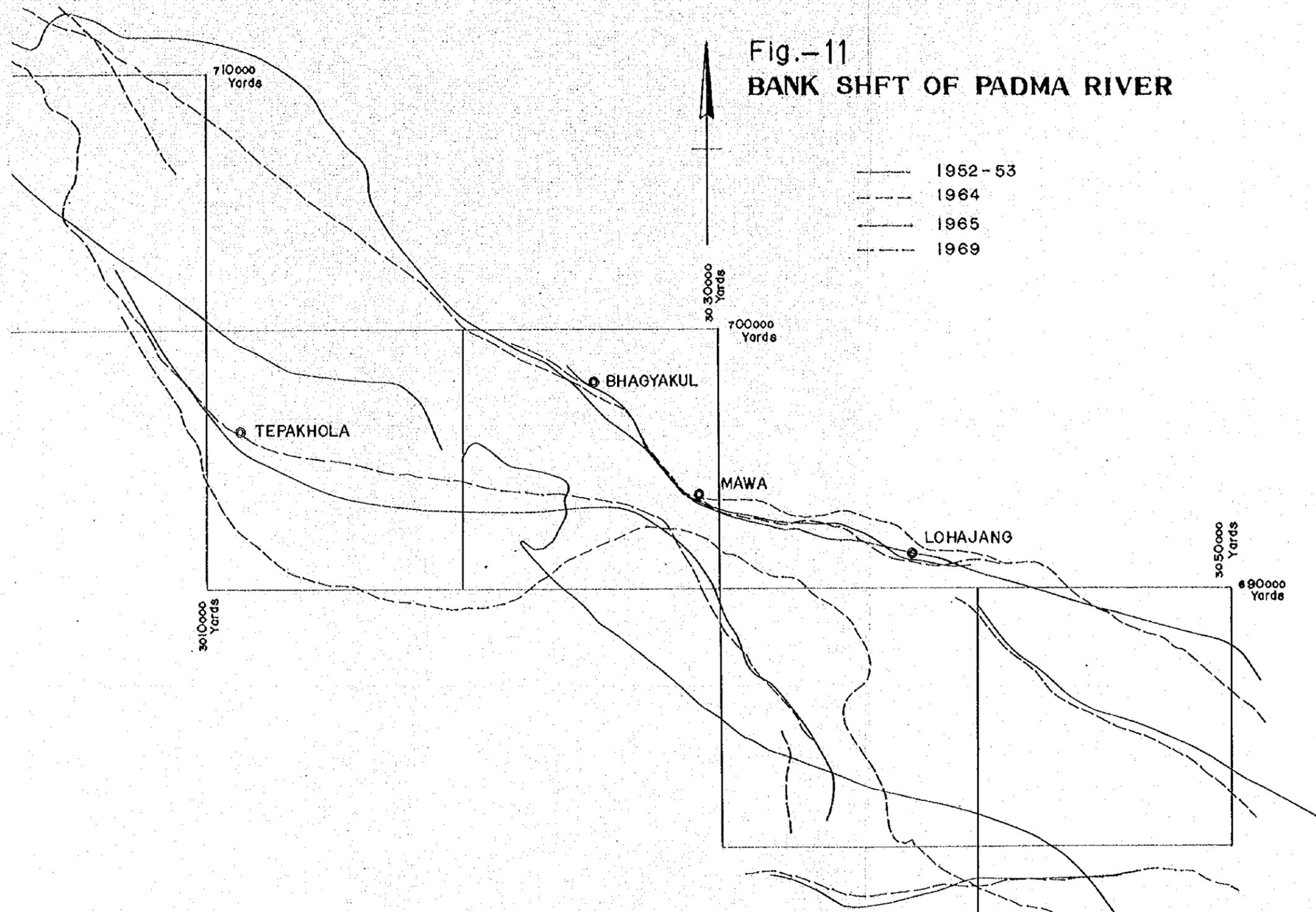


Fig.-11
BANK SHFT OF PADMA RIVER



| | |
|----------------------------------------------|----------------|
| OVERSEAS TECHNICAL COOPERATION AGENCY, JAPAN | |
| HIGHWAY ENGINEERING INSTITUTE, TOKYO | |
| EAST PAKISTAN | |
| DACCA-FARIDPUR ROAD PROJECT | |
| BANK SHFT OF PADMA RIVER | |
| CHEF ENG <i>[Signature]</i> | SCALE |
| CHECKED BY <i>[Signature]</i> | SHEET NO. 10 |
| DESIGNED BY <i>[Signature]</i> | DATE Jan. 1971 |
| DRAWN <i>[Signature]</i> | |

の最もせまい地点であるが、10年前はバギヤクール付近が河巾が最小であり、マワ付近は右岸側が大きく後退していた。現在でも右岸は低く、乾季には陸地となるが雨季には数多くの河川となる地域が多く、溢水して網のように流れた水の痕跡が多く見うけられた。

河巾の最小の地点及び最大の地点は、蛇が卵をのんだように、年々下流側へ平行移動していく傾向にあり、右岸は上流部分から侵蝕をうけ下流側に堆積している。従って現在の右岸陸地を信頼することは危険であるので注意を要する。

4-2 橋梁桁下高

バドマ河に架橋する場合、橋梁の桁下空間は次の条件を満足しなければならない。

1. 洪水の流下に支障をきたさないこと。
2. 船舶の通行に支障をきたさないこと。

これらの条件を満足するために、次の点について考慮する。

(a) 計画高水位

3. 水位と流量の項で述べたように、バドマ河における年最高水位と、その超過確率の関係は、図-5、6、7、8のとおりであり、頻度の減少に対して、水位の上昇はそれ程大きくはない。またWAPDAによつて行なわれている洪水防御堤防の高さを決定するための計画高水位は100年確率水位が採用されている。^{*}

今回の調査からは、架橋地点の100年確率水位は、 $H = 7.22 \text{ m}$ (23.7フィート、P.W.D)と推定される。また、洪水防御堤防による水位の上昇は、0.60mとされているから、これを加えると、架橋地点における洪水防御堤防完成時の100年確率水位は $H = 7.82 \text{ m}$ (25.7フィートP.W.D)となる。

(b) 一時的な水位の上昇

(a)で述べた、流量の増加による河川水位の上昇の他に、一時的な水位の上昇が考えられる。その一つは、ベンガル湾岸に発生する高潮によつてもたらされる。東パキスタンの海岸部においては、サイクロンによつて高潮が発生し、それによつて、バドマ河の水位が上昇する。WAPDAのホルダー計画の資料によれば、海岸部で発生した高潮は、内陸に入るに従い、急激に減少する。既往の観測データのうち、最も内陸のものは、河口から約96km地点バグルハトで、約0.76mの水位上昇が観測されている。^{**}しかし、計画架橋地点においては、この水位上昇はさらに減衰して無視できるほどのものであると考えられる。

他の一つは、風によつて生ずる波の影響である。本報告書においては、地形、気象等の条件から、架橋地点に生ずる波を推定する。

架橋地点における対岸距離は、中州などを除いて、直線対岸距離としては25kmとする。風速が10m/S、20m/S、45m/S、60m/Sの場合については、MOLITORの方法によつて、波高を推定すれば、次の値がえられる。

* 末尾参考資料No 1, No 2 及びNo 3

** 末尾参考資料No 1

| 風速 | m/S | 波高 |
|----|-----|------|
| 10 | | 1.12 |
| 20 | | 1.52 |
| 45 | | 2.10 |
| 60 | | 2.37 |

調査団が、現地にいるときに発生したサイクロンは、新聞報道によれば、最大風速は約4.5 m/S程度であつたが、アリチャ付近においては、2 m程度の波であつたとされている。

(c) 桁下高の決定

先に述べた桁下空間の満足すべき各々の条件について考える。

洪水の流下に対して支障をきたさないためには、計画高水位上、一定の余裕高をとらなければならない。余裕高は、ボルダー計画においては、波の作用に対して0.9 m (3フット)、さらに0.6 m (2フット)の余裕を見て、全体で1.5 m (5フット)としている。^{*}ところで、パドマ河における出水は、ヒマラヤの雪どけが主であり、水位のピークは、8月～9月に生ずる。一方、波浪の原因となる風は、サイクロンによる場合がほとんどであり、これは、5月～6月、10月～11月に発生している。これらは、その発生源から見ると、完全な独立事象と考えられる。従つて、河川水位がピーク付近のときに、同時に高い波が発生する可能性は、きわめて少ないものと考えられるので、次の組み合わせについて検討する。この場合5～6月、10～11月の水位は図-2, 3, 4より計画高水位より1.5 m低いものとする。また波の頂上は、水位に計算波高の1/2を加えたものとする。

(i) サイクロンの発生時期 (5～6月, 10～11月)

| | |
|---------------------|--------|
| 河川水位 | 6.32 |
| 風速60 m/Sとした時の波高の1/2 | 1.19 |
| 全体での水位 | 7.51 m |

(ii) 洪水のピークの時期 (8～9月)

| | |
|---------------------|--------|
| 河川水位 (計画高水位) | 7.82 |
| 風速10 m/Sとした時の波高の1/2 | 0.56 |
| 全体での水位 | 8.38 m |

これらのことから(ii)のケースについて考えればよく、また余裕高は、ボルダー計画におけると同様1.5 m (5フット)としておけば十分である。

次に、船舶の航行に支障をきたさないためには、I W T Aの規定による航路限界を守ることとする。

| | | 水平限界 | 垂直限界 |
|------|-----|---------|---------|
| パドマ河 | I等級 | 7.625 m | 1.830 m |

* 末尾参考資料No 1, No 2及びNo 3

この航路限界は、センタースパンにおいて確保する。垂直限界は、洪水防御堤防の完成した時点における計画高水位を基準とするものとする。

以上のことを考慮して、本計画橋梁の桁下高としては、センタースパンでは、計画高水位上18.3 m以上、その他のスパンでは、少なくとも1.5 m以上の高さを確保することとする。

これらの桁下高は、先のレポートで提案された橋梁計画において、十分満足されている。

4-3 橋 長

先にも述べたように、バドマ河は全体として河道変動がはなはだしく、橋梁のアバットの位置については十分な調査検討の上、決定されるべきである。過去十数年という短い期間の資料から判断することは危険であるが、また一方、東パキスタンの国土開発の見地からみて、このまゝ河川を放置しておいてよいものではない。今後積極的に河道安定、洪水防御のための対策を実施に移すことが必要である。

この意味で第一次調査報告がWAPDAによるボルダー計画を大前提として橋梁計画を立案したことは全く正しい。しかも、ボルダー計画で計画された堤防にあわせて橋長を定めることとしたことは、安全性の点からいつて最善のものであると考える。

バドマ河の沿岸には左岸側にダツカ南西プロジェクト、右岸側にフアリドブールプロジェクト及びシュレスワールプロジェクトの計画がある。それぞれについて簡単に述べてみる。^{*}

ダツカ南西プロジェクトは、全体としてはダレスワリ、プリガンガ河とバドマ河とに囲まれた地域について計画がたてられているが、1970年8月の報告書によれば、そのうちカリガンガ、ダレスワリ河とバドマ河に囲まれた最も大きい地域を先ずとりあげている。総延長250 km (165哩)の堤防によつて囲まれた135,000ヘクタール(334,100エーカー)の土地の洪水防御と灌漑を目的としており、1970年に着工し、1976年に完成の予定であり、三つのプロジェクトのうちでは最も完成が早いと期待されるものである。

フアリドブールプロジェクトは、バドマ河とゴライ河にはさまれた264,000ヘクタール(653,000エーカー)の広大な土地について計画されており、1970年7月に報告書がまとめられている。工事の実施は未定であるが、われわれの橋梁計画に密接な関係をもっているのは、アリアルカーン河に対する計画である。アリアルカーン河は現在 $1,400 \text{ m}^3/\text{S}$ ($50,000 \text{ ft}^3/\text{S}$)の計画流量とされているが、これをバドマ河の分派点に近いところで締切り、全長40m (130フィート)の制水門で洪水量を $700 \text{ m}^3/\text{S}$ ($25,000 \text{ ft}^3/\text{S}$)におさえることとしている。

シュレスワールプロジェクトは、計画架橋地点の右岸側に計画されているものであるが、1970年7月に報告書が出され、77,000ヘクタール(190,000エーカー)の土地に延長230 km (142哩)の堤防を建設することになっている。主要な工事については9年間で概成すること

* 末尾参考資料No 1, No 2 及び No 3

としているが、その着工は全く未定である。

一般的に、ボルダー計画の堤防法線は、過去の記録にある河岸線を包絡した線より約1哩後退させることを原則としている。上記三つのボルダー計画の堤防法線を示したのが図-12であり、これによれば架橋地点の兩岸の堤防間距離は約8km(5哩)となる。第一次調査の時点では、ボルダー計画、特にシュレスワルプロジェクトの詳細な内容が不明であったので、前回の報告書で与えられている橋長3kmは、右岸の不安定な状況から考えても再検討を必要とする。

今後ボルダー計画の具体化にともなつて、橋長については、さらに慎重に検討することが必要であるが、後述するように河床の変動に対する橋脚の安全性の問題点もあるので、全長を橋梁とする将来計画を前提として、暫定的に右岸の不安定な低地についてのみ短スパンの橋梁とし、水深の深い部分はフェリーとするステージコンストラクションも十分検討に値する問題であると考えられる。

4-4 河床の変動

計画架橋地点の河巾は、平水時において約2kmであり、この上下流各50kmにわたる区域においては最も狭い地点である。通常の場合、河巾が狭いことは水深が深いことを意味するが、この地点においても同じ状況であることは第一次調査の際にも推定されていた。従つて航路の水平限界260フィートを確保するとともに、河床の最深部の移動を考慮して橋梁基礎の安全を確保するために、センタースパンは300mとして計画していた。しかし、今回の調査により入手したWAPDAの河川横断測量資料及びIWT Aの深淺測量資料を検討した結果、河床の変動は全般的に極めて著しいこと、またこの地点の河床は意外に深く、かつ深い部分の中も広いことが判明した。*

図-13は計画地点にごく近接した測線についての横断図である。この測線は橋梁の中心線と一致していないので、これをもつてそのまま架橋地点の横断図とすることはできないが、大体の傾向はつかむことができる。この図からもわかるように最も深いところでは河床が約-36m P.W.D(-120フィートP.W.D)に達しており、-18m P.W.D(-60フィートP.W.D)以上の深さの部分は巾360m(1,200フィート)に及んでいる。しかもこの谷は年々移動しており、最近では左の方へ移動する傾向にある。その移動距離は1968年から1970年までの間に約240m(800フィート)にも及んでいることは注目すべき事実である。また、最深部の移動のみならず、河床の上下変動は著しく、僅か2年間に約7.5m(25フィート)となつており、この付近では12m(40フィート)以上の上下変動を示している地点もあり、長年月の間にはさらに大きい変動があることも考えられる。

この付近の河床は極めて微粒子のシルトであり、その平均粒径は0.05ミリメートルと考えられる。また架橋地点の洪水時の最大流速は3m/S(10フィート/S)をこえているので、洪水時の河床が容易に洗掘されるであろうことは十分想像される。また将来ボルダー計画が完成した

* 末尾参考資料No 13及びNo 15

Fig.-12 POLDER PLAN

LEGEND

- Proposed Road
- Existing Road

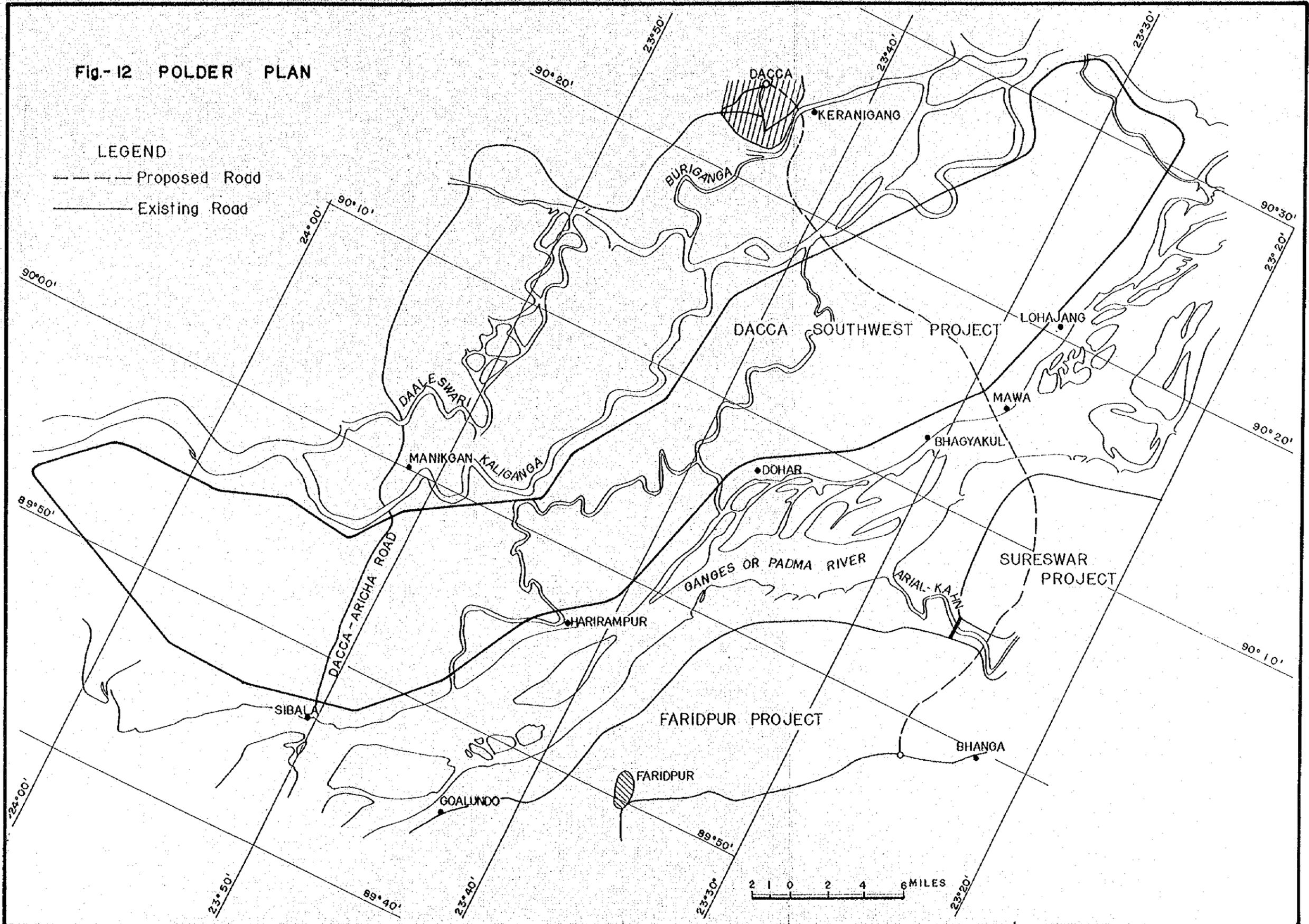
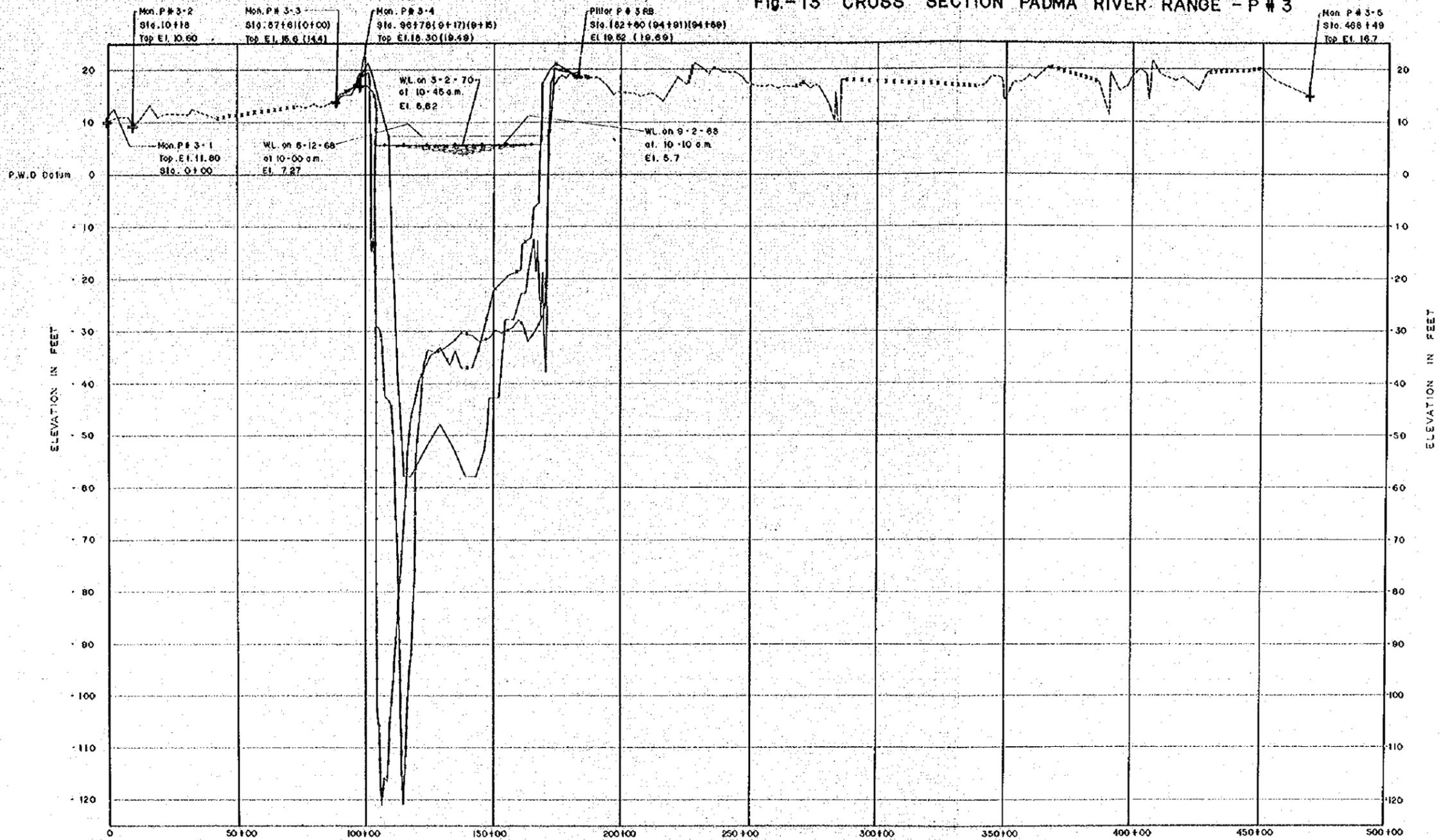


Fig.-13 CROSS SECTION PADMA RIVER RANGE - P # 3



LEGEND

- Indicating Survey of Feb. 1968
- Indicating Survey of Dec. 1968
- Concrete Pillar 12"x12" Placed Jan. 1968
- Concrete Mon. 6"x6" Placed Feb. 1968
- Village on Section line
- Indicating Survey of Feb. 1970



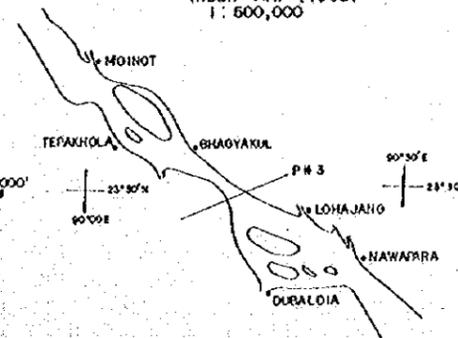
Co-ordinates of Pillars and Monuments

| | | |
|------------------|----------------|----------------|
| Mon. P# 3-1 | N 23°29'28.4" | E 90°18'38.8" |
| Mon. P# 3-2 | N 23°29'22.1" | E 90°16'30.2" |
| Mon. P# 3-3 | N 23°29'10.6" | E 90°15'24.17" |
| Mon. P# 3-4 | N 23°28'58.20" | E 90°15'16.35" |
| Mon. P# 3-5 | N 23°24'31.4" | E 90°10'19.4" |
| Pillar P# 3 R.B. | N 23°28'31.42" | E 90°14'03.27" |

SCALE
0 1 2 3 4 5000'

SCALE (Hvy. 1" = 2000'
Vert. 1" = 10')

INDEX MAP (1962)
1" = 600,000



時点においては、流速はさらに増大することも考慮しておくべきである。従つて橋梁基礎の安定を確保するためには、河床の変動に対して充分余裕をもつことが必要であり、このためには橋脚とくにセンタースパンの橋脚の根入れを十分深くするよう再検討するとともに、センタースパンの長さを700m(2,300フィート)以上に拡大させる案についても比較検討が必要となる。このことについては、今後さらに綿密な調査を行なつた上で、最終的に決定すべき問題であり、架橋地点の詳細測量、今後の河床変動の経年変化に関する長期的観測等の結果にもとづいて、慎重に判断されるべきものである。

4-5 河床の局所洗掘

次に橋脚の設置にともなう河床洗掘について述べる。

本地点に橋脚をたてる場合、その影響を受けて河床が洗掘され、低下することが考えられる。しかし、これを定量的にとらえることは、現段階では困難である。

また、橋脚付近においては、特に局所洗掘が生ずることが考えられ、橋脚自体の設計に当つては、これを把握しなければならないが、橋脚周辺の洗掘深の推定法は、現在のところ十分信頼出来るものはない。特に本地点のように、大河川でしかも水深がかなり大きいような場合については、十分慎重に検討することが必要である。

計画架橋地点の水深は図-13からわかるように平均的には計画高水面以下20m程度と考える必要がある。

また先の報告書においては、主スパンでは、直径12mのケーソン基礎の上に巾3.5mのウォール式の橋脚を計画している。

これらの条件のもとで2.3の洗掘深推定法によつて、洗掘深を計算すれば、以下のとおりである。

(a) Andruの研究

Andruの研究によれば、橋脚頭部の最大洗掘深 D_s と、平均河床からの平均水深 h との比は、河床材料その他に無関係に

$$\frac{D_s}{h} = 1.8$$

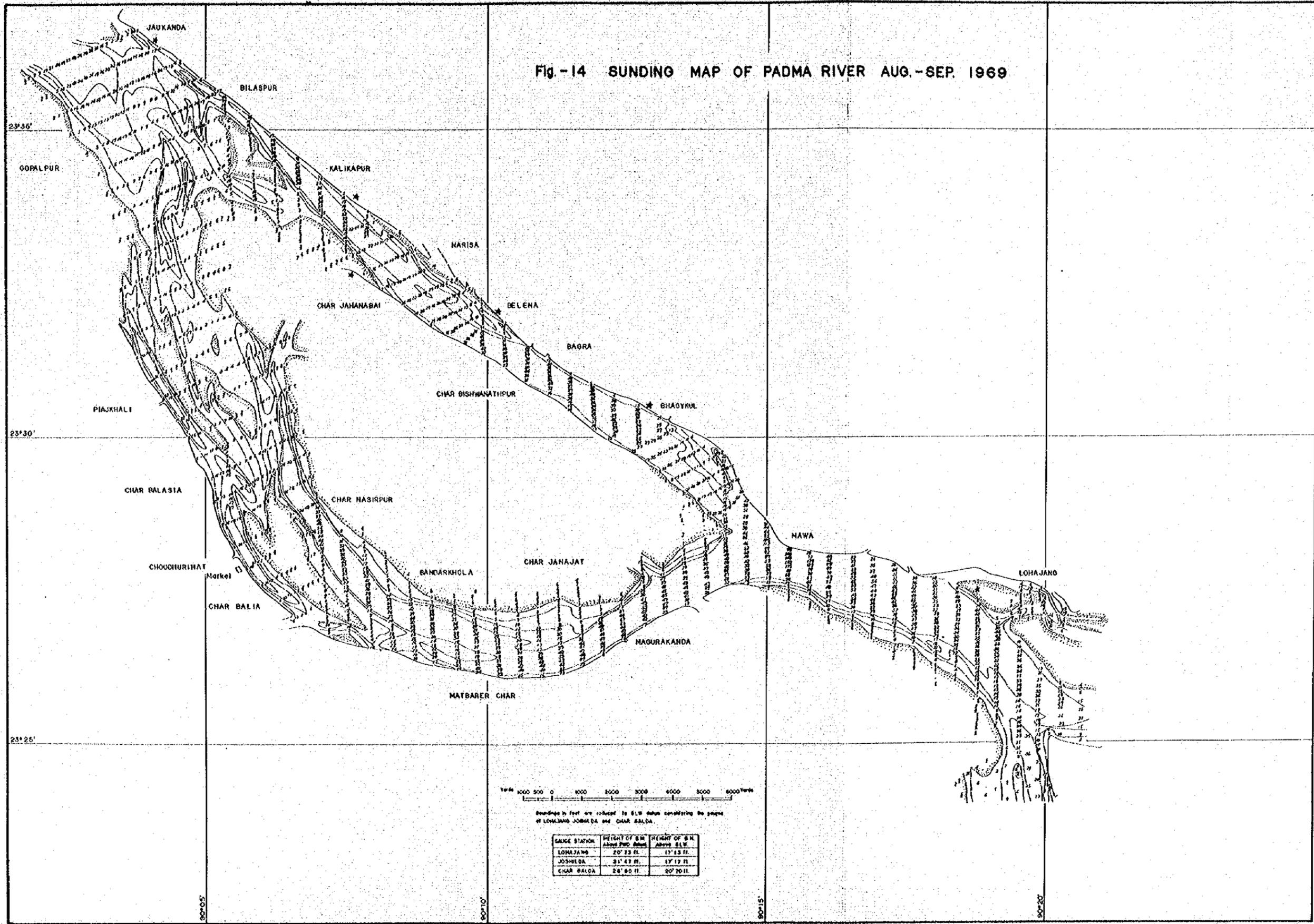
であると発表されている。これによれば、平均河床以下の洗掘深は1.6m(5.3フィート)と計算される。

(b) Laursenの研究

Laursenの研究によれば、平均河床以下の洗掘深 d_s と水深 h が、橋脚の巾 b によつて無次元化され、その関係が図-16のように表わされる。

今、橋脚の巾として、ケーソンの直径12mをとれば図-16より21.6m(72フィート)の洗掘深がえられ、これに橋脚頭部の形状、河床材料等による補正を加えると洗掘深は2.4m(8.0フィート)と計算される。

Fig. - 14 SUNDING MAP OF PADMA RIVER AUG.-SEP. 1969

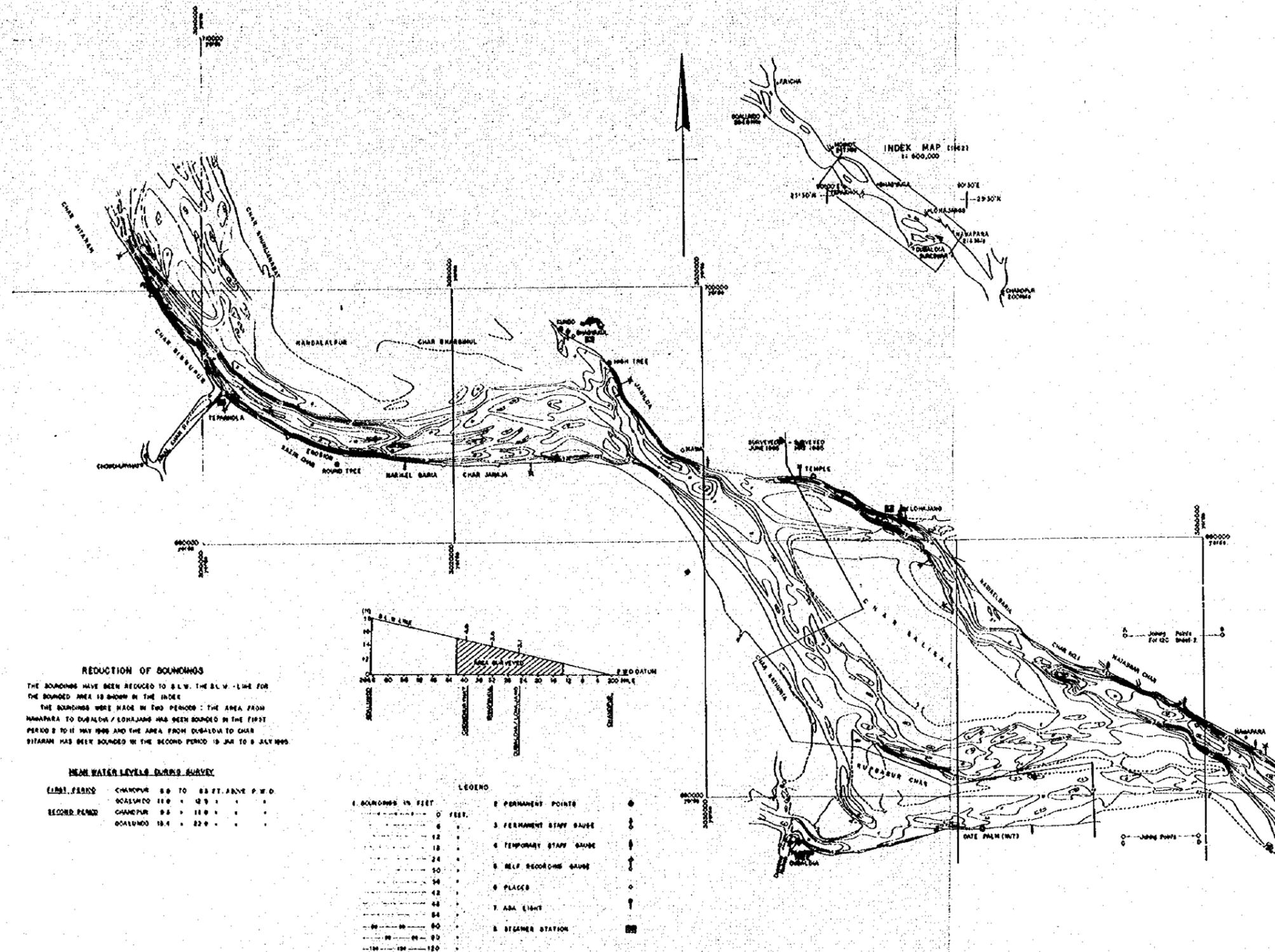


Scale 1000 500 0 1000 2000 3000 4000 5000 6000 Feet

Distances in Feet are reduced to S.L.W. datum considering the slope of LOHAJANO JOBARDA and CHAR BALIA.

| Gauge Station | Height of B.M. Above P.M.D. Datum | Height of B.M. Above S.L.W. |
|---------------|-----------------------------------|-----------------------------|
| LOHAJANO | 20' 23" ft. | 17' 23" ft. |
| JOSHILBA | 21' 43" ft. | 17' 17" ft. |
| CHAR BALIA | 28' 00" ft. | 20' 70" ft. |

Fig. -15 SUNDING MAP OF PADMA RIVER MAY - JUNE 1965

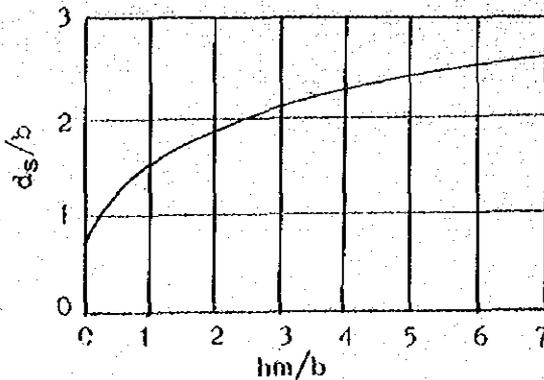


また、橋脚の巾として、ウオール部の厚さ 3.5 m をとれば、洗掘深は 1.0 m (3.3 フィート) と計算される。

以上計算したように、各方法による結果は、互にかなり異なった値となり、洗掘深を確実に推定することは出来ないが、ハーディング橋においては過去に相当の深さまで洗掘された旨の報告があるようであり、少なくとも 2.0 m (6.7 フィート) 以上の洗掘深は考慮すべきものと考えられる。

以上述べてきたように、橋脚の設置による河床全体の低下、橋脚の局所洗掘などを中心とする河床形状の変化については、模型実験、類似例の実測などによってさらに検討する必要がある。

図 - 1.6 Laursen の洗掘深推定図



ds : 平均河床からの洗掘深

hm : 平均河床からの水深

b : 橋脚巾

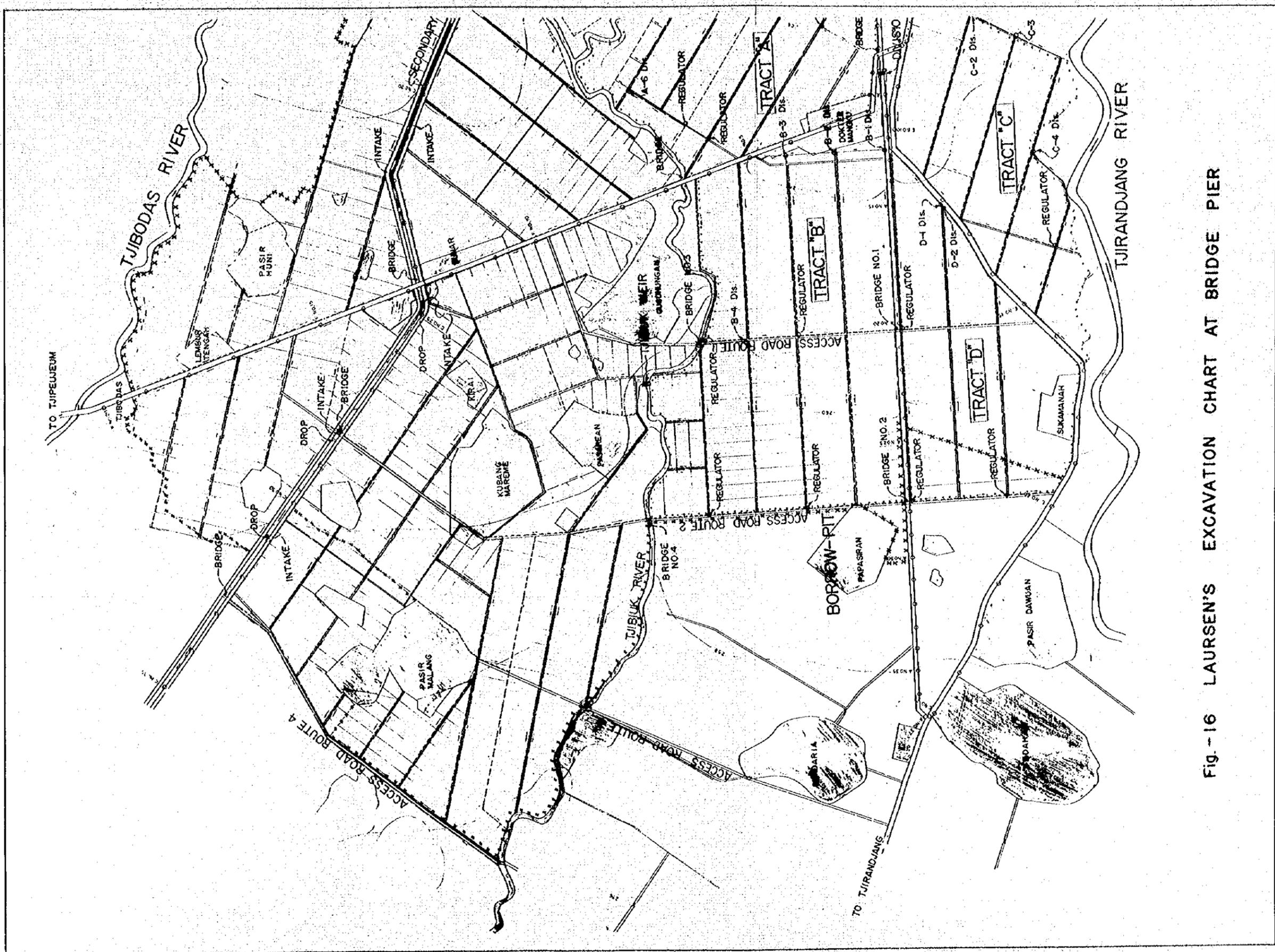


Fig. - 16 LAURSEN'S EXCAVATION CHART AT BRIDGE PIER

5. ダレスワリ及びアリアルカーン河計画橋梁に対する考察

5-1 ダレスワリ橋

ダレスワリ河はパドマ河に比べてはるかに安定した河川である。局部的に河岸の侵蝕は多少見られるが、全体として河岸は安定しており、特に計画架橋地点の河岸は安定している。この地点の左右岸は低く、雨期には1.5～2m(5～7フィート)は冠水するものと思われるが、流勢は弱く、河岸が欠潰するほどのものではない。従つて橋長は第一次調査で提案されたもので十分であると考えられるが、この兩岸の土地についてもボルダー計画があるので、その詳細が決定すれば橋長もその計画堤防法線を検討して決定するのが望ましい。

また、河床は河川の曲線部や、水の強くあたる箇所には局部的に深掘れを生じていることもあるが、計画架橋地点は概ね直線部であり、河床も平均低水位以下約3m(10フィート)であつて、さして大きい変動はないように思われる。^{*} 従つて提案された橋脚根入れの深さは支障ないほどのものであると考えられる。

しかし、上に述べた計画橋梁の妥当性は、現段階で入手できた資料のみによつて推論したものであり、この橋梁についても今後の現地測量、地質調査、水文観測及びその解析等を十分行ない、慎重に検討することが必要であることはパドマ橋梁と同様である。

5-2 アリアルカーン橋

アリアルカーン河は、パドマ橋の計画架橋地点の約16km(10マイル)上流の地点でパドマ河から分派する河川であるが、近年この分派点付近では、アリアルカーン河は閉塞していく傾向にあるといわれている。この河もパドマ河に比べるとはるかに安定した河川であり、河川の形状も分派点付近を除き、近年ほとんど変化はない。

ソアリッドプールプロジェクト(ボルダー計画)においては、アリアルカーン河の分派点近くに制水門を設置し、現在1,400m³/Sの分派流量をこの制水門で洪水時には700m³/Sまで制限する計画としている。^{**} この制水門の長さは約40m(130フィート)であり、これに応じてアリアルカーン河の兩岸計画堤防間距離は、相当短くなることが予想される。従つてアリアルカーン橋の橋長は、提案されたものより相当短縮することが可能となるであろうし、さらにはボルダー計画とこの道路建設計画を調整して、制水門と道路橋を兼用する構造物が設置できるより、その構造物及び位置を検討することが望ましい。

アリアルカーン河は屈曲の多い河川であり、屈曲部においては河床の洗掘も著しい。しかし直線部に橋梁をかけるとすれば、河床は比較的安定しているので橋脚に対する危険はない。計画架橋地点は概ね直線部に属し、河床も平均低水位以下約1.5m(5フィート)で安定している模様であるので、^{***} 特別に河川工学的な問題点はないように思われるが、ダレスワリ河と同様、今後の調査検討は必要である。

* 末尾参考資料No14

** 末尾参考資料No4

*** / No14

6. 今後必要とする調査

今回の調査はバドマ河をはじめ、ダレスワリ河及びアリアルカーン河に計画されている橋梁について、現地踏査と共に既存の資料を収集解析してその技術的可能性について検討を加えたものであるが、各章においてふれているようにその調査はあくまでも第一段階としての予備調査の域を出ず、今後の本格的調査の進展によつてさらに詳細に検討すべき点が多い。特にバドマ河のように世界有数の河川でありながら、河川改修の手がほとんど入っていない河川については、未知の要素が多く今後の長年月の観測、調査を必要とするものである。

そこで今後必要であろうと思われる調査について、既に実施中のもの及び新たに実施すべきものにおいて、その主なものを列挙しておく。

(A) 既に実施している調査で今後も継続すべきもの

(1) 水文及び気象調査

調査項目としては、水位、流速、流量、風向、風速とするが、水位、流速、流量については既にWAPDAが実施している地点で観測すればよい。風向、風速については、従来の観測資料はないと思われるが、橋梁の構造設計や、施工計画に必要な資料であるので、バギヤクールカマワで連続的に観測することが望ましい。

(2) バドマ河の定期横断測量

年に少くとも1回、できれば洪水前及び後に2回一定地点の横断測量を実施する。すでにWAPDAによつてメグナ合流点からブラマブトラ、カンジス合流点まで、P-0からP-7までの横断測量を実施中であるので、これを継続すればよい。計画架橋地点についてはさらに詳細に実施する必要があるが、これは後に述べる。

(3) バドマ河の河床土及び浮遊土質調査

河床土及び浮遊土の種類、粒径、粒度分布について、現在WAPDAが調査している地点で、観測を継続する。

(4) 計画架橋地点付近の深淺測量

現在IWTAで実施しているものを少くとも年1回、定期的に継続実施して深淺コンターマップを作成する。

(B) 今後新たに実施すべきもの

(1) バドマ河の全長にわたる河岸の変動状況調査

全般的には航空写真により調査する。航空写真は少くとも乾期の定時期に1回、できれば雨期のうち水位の最も高い時期に1回、計2回撮影することが望ましい。

(2) 計画架橋地点付近の定期横断測量

計画架橋地点の上下流各10km(約6哩)の区間については、1km(0.6哩)間隔に少くとも年1回、できれば洪水前及び後に2回、定期的に横断測量を実施する。これは(A)(2)で述べたバドマ河全長の定期横断測量と重複する地点があれば、もちろん省略して差し支えない。

(3) 計画架橋地点の地質調査

とりあえず計画架橋地点の左右両河岸に各1カ所ボーリングによる地質調査を行なう。河中部分については音波探査によつて調査するのがよいが、この調査結果のチェックのため河中に1カ所ボーリングを実施することが望ましい。架橋計画が具体化すれば、さらに詳細なボーリング調査が必要となつてくる。

(4) 橋脚による洗掘に関する模型実験

橋脚を設置したために、橋脚の周囲におこる局部洗掘は、この報告でのべたようにいくつかの経験式が与えられているが、河床土質、橋脚形状等により異なるので、模型実験を行なうのがよい。

(5) 橋梁設置に伴なう河川への影響調査

—河川の三次元模型実験—

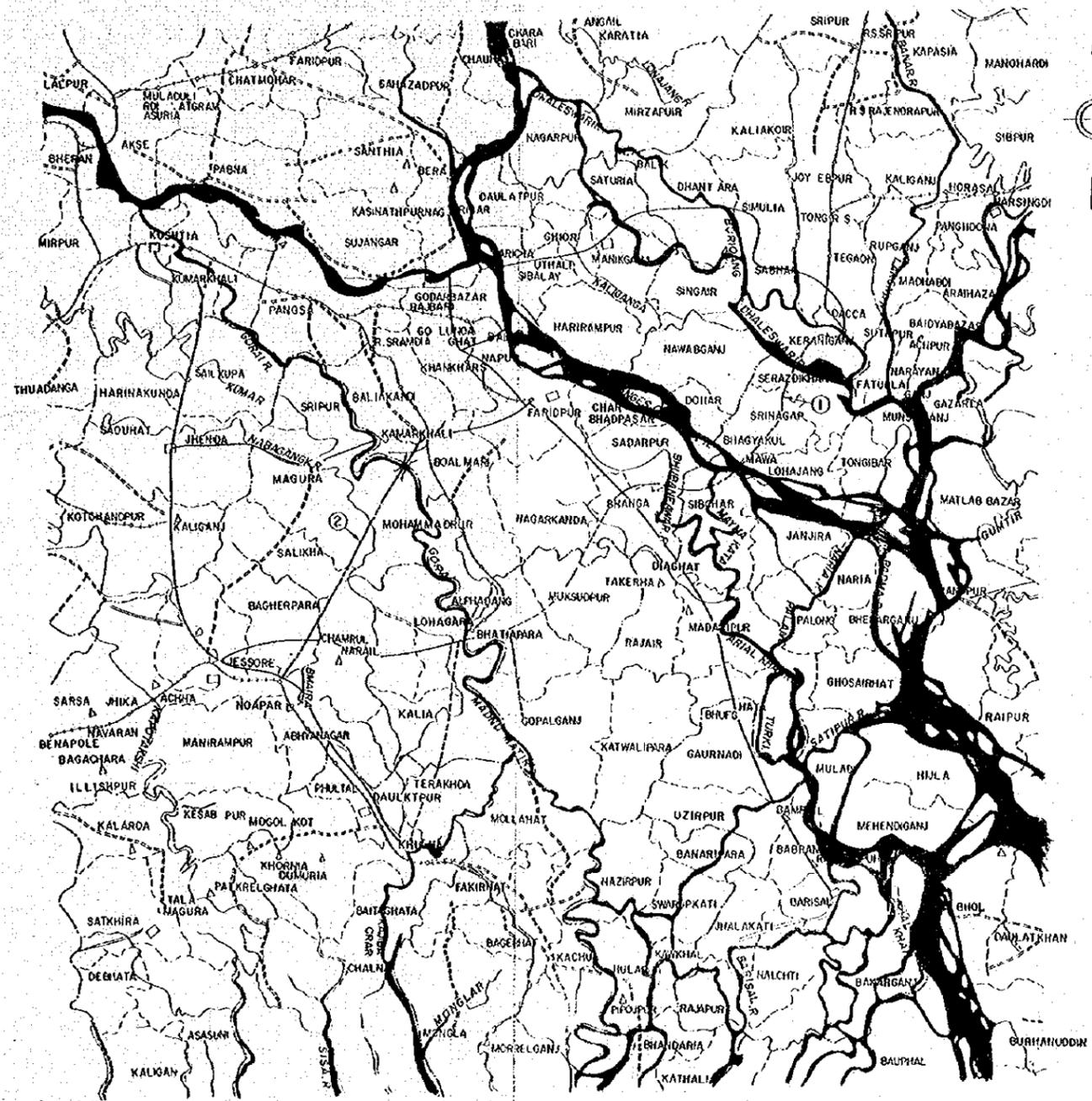
自然状態の河川に橋梁を架設すると、水流の変化により橋梁の上下流の河岸、河床等に影響を及ぼすことがある。大規模な橋梁については、架橋計画が具体化した時点で、三次元の河川模型による実験を行なつて慎重にこの影響を検討しておく必要がある。

附錄 收集參考資料一覽

1. DACCA SOUTHWEST PROJECT August 1970
2. FEASIBILITY REPORT (Draft)
SURESWAR PROJECT July 1970
3. FEASIBILITY REPORT (Draft)
FARIDPUR PROJECT July 1970
4. WATER YEAR BOOK Volume II (WATER LEVEL)
1964, 1965, 1966, 1967
5. WATER YEAR BOOK Volume III (DISCHARGE)
1964, 1965, 1966, 1967
6. FLOOD CONTROL PLAN FOR EAST PAKISTAN
FIRST STAGE EPWAPDA OCTOBER 1964
7. FLOOD PROTECTION PLAN FOR EAST PAKISTAN
EPWAPDA MARCH 1967
8. HYDROLOGICAL DATA COMPILED FOR MASTER PLAN
DEC. 1964 IECO
9. FAO-SF SECOND HYDROLOGICAL SURVEY IN EAST PAKISTAN FLOOD
FLOWS BETWEEN GOALUNDO AND BHAGYAKUL
1966 AND 1967
10. REPORT OF THE ANALYSIS OF SUSPENDED AND BED MATERIALS OF
DIFFERENT RIVERS OF EAST PAKISTAN
EPWAPDA
11. ANNUAL FLOOD REPORT (1960~1968)
12. TOPOGRAPHIC MAP 1/250,000, 1/40,000, 1/16,000, 1/8,000
13. HYDROGRAPHIC CHART IWTA 1964, 1965, 1969
14. ROUTE MAP IWTA
15. CROSS SECTION EPWAPDA

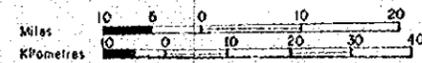
第 Ⅲ 部 圖 面 集

ROUTE LOCATION MAP FOR PROJECT AREA



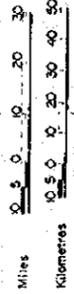
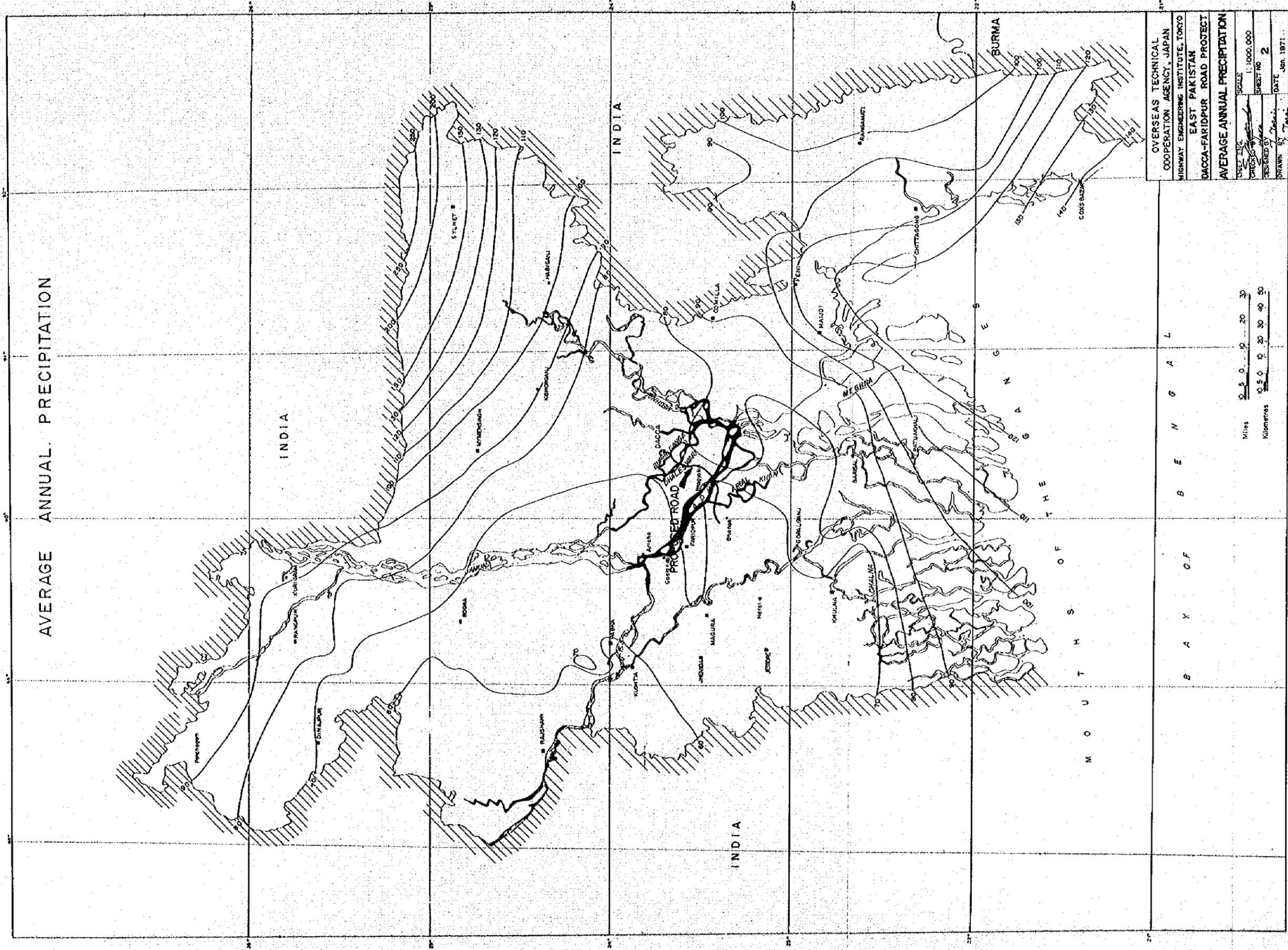
REFERENCES

- Existing road
- - - Proposed road
- · · Future road
- ① Dacca-Faridpur road
- ② Jessore-Moulvibazar road



| | |
|----------------------------------------------|--------------------|
| OVERSEAS TECHNICAL COOPERATION AGENCY, JAPAN | |
| HIGHWAY ENGINEERING INSTITUTE, TOKYO | |
| EAST PAKISTAN | |
| DACCAs-FARIDPUR ROAD PROJECT | |
| ROUTE LOCATION MAP FOR PROJECT AREA | |
| CHECKED BY <i>[Signature]</i> | SCALE 1:500,000 |
| DESIGNED BY <i>[Signature]</i> | SHEET NO. 1 |
| DRAWN BY <i>[Signature]</i> | DATE Jan. 1971 |

AVERAGE ANNUAL PRECIPITATION



OVERSEAS TECHNICAL
 COOPERATION AGENCY, JAPAN
 HIGHWAY ENGINEERING INSTITUTE, TOKYO
 EAST PAKISTAN
 DACCA-FARIDPUR ROAD PROJECT
 AVERAGE ANNUAL PRECIPITATION
 SHEET NO. 2
 DATE: JUN. 1971

B A X O F B E N G A L

M O U T H S O F T H E

C O A S T A L

S E A

B A R I S A L

M E G H A

C O C H I N

C H I T T A G O N G

D H A K A

R A J S H A H I

C O M I L L A

S Y L H E T

P A T U A

D I N A S H A

P A T U A

P A T U A

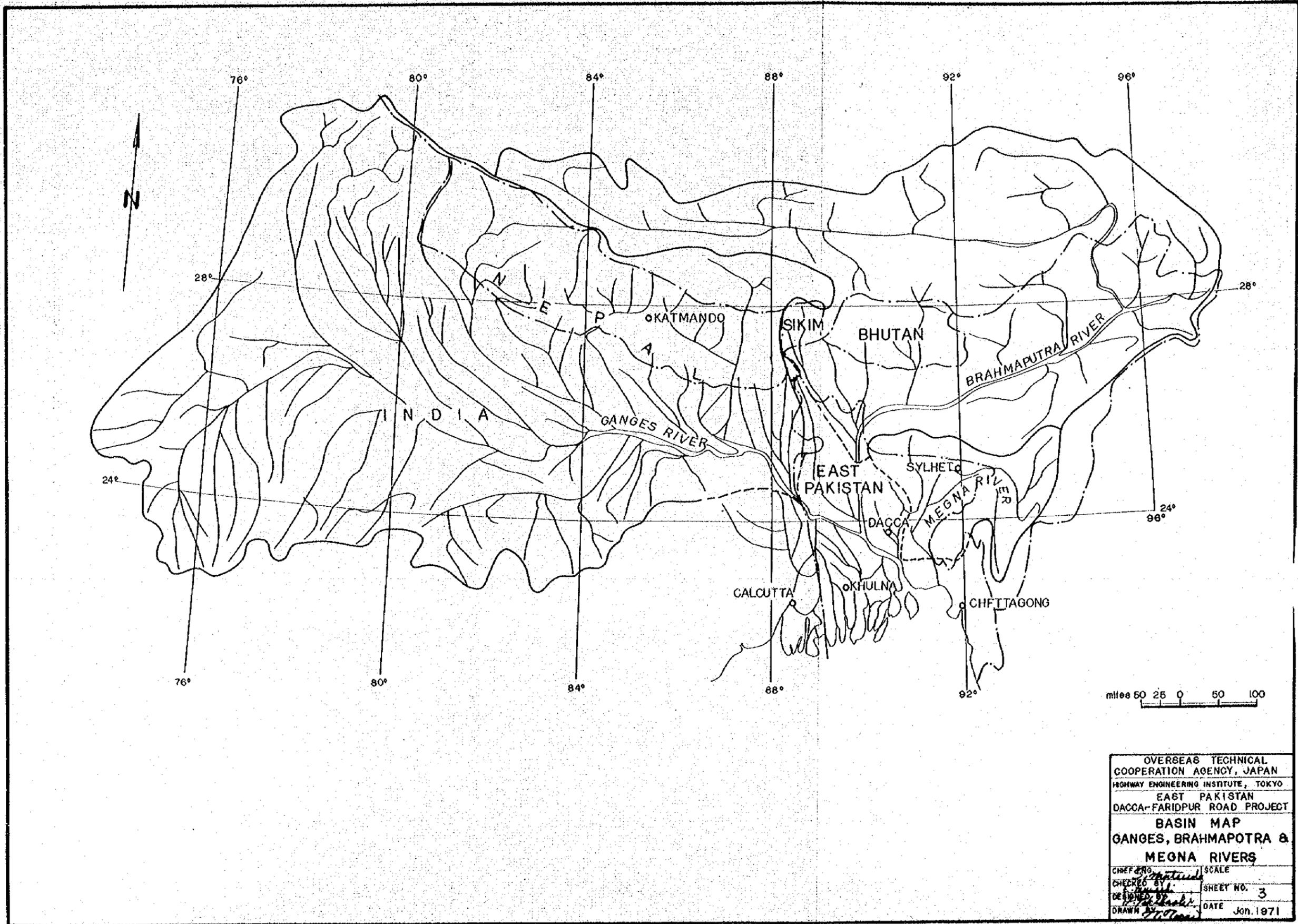
P A T U A

P A T U A

P A T U A

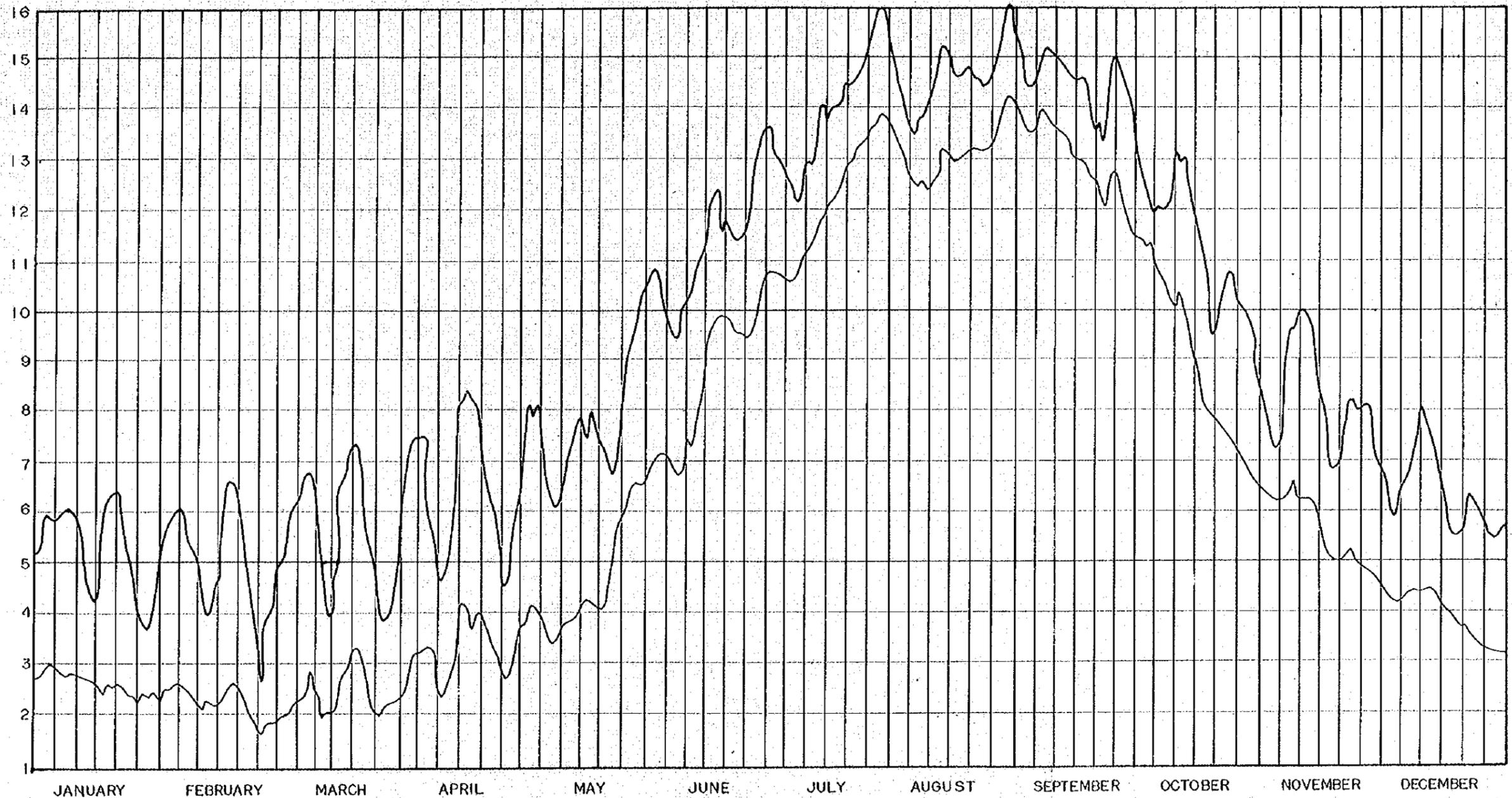
P A T U A

P A T U A



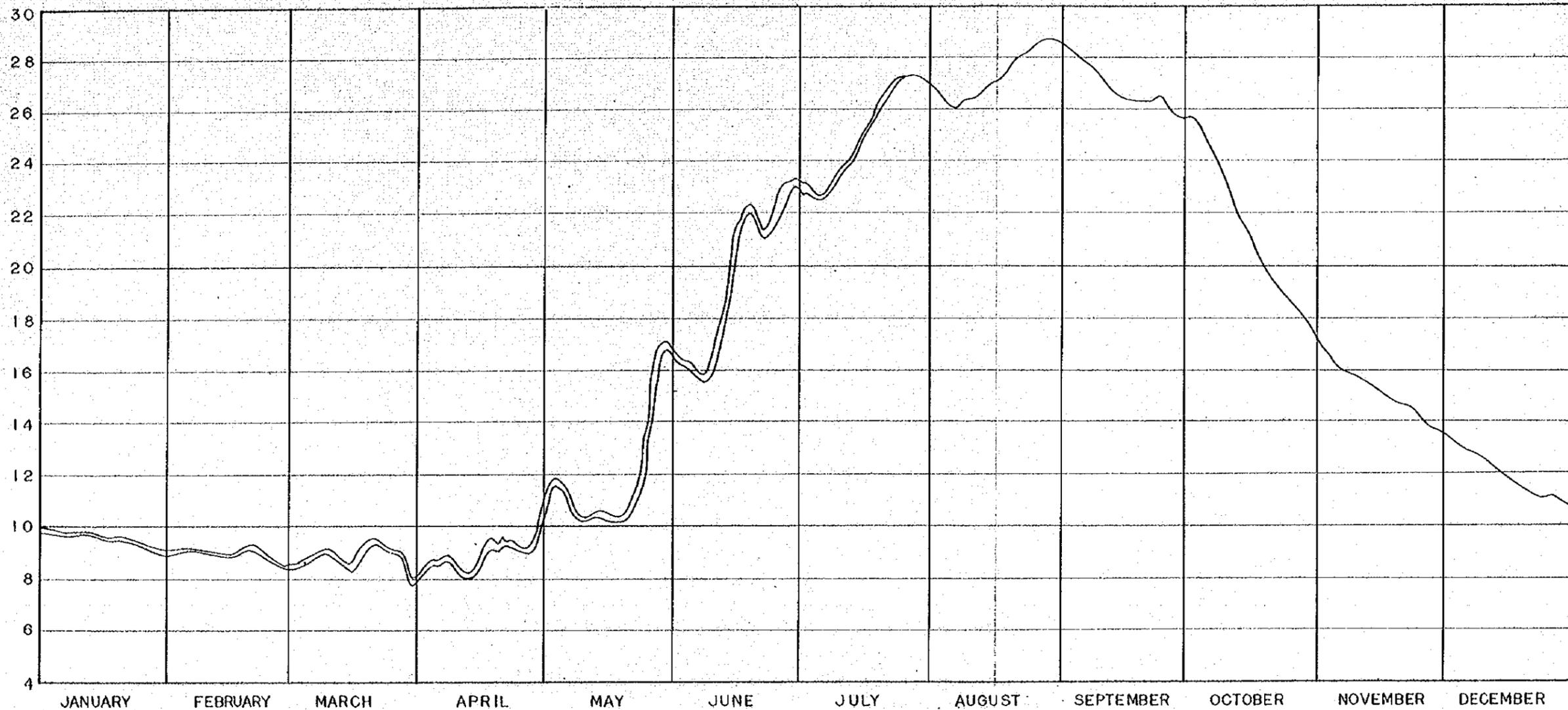
| | |
|----------------------------------------------|----------------|
| OVERSEAS TECHNICAL COOPERATION AGENCY, JAPAN | |
| HIGHWAY ENGINEERING INSTITUTE, TOKYO | |
| EAST PAKISTAN | |
| DACCA-FARIDPUR ROAD PROJECT | |
| BASIN MAP | |
| GANGES, BRAHMAPOTRA & MEGHNA RIVERS | |
| CHECKED BY: <i>[Signature]</i> | SCALE |
| DESIGNED BY: <i>[Signature]</i> | SHEET NO. 3 |
| DRAWN BY: <i>[Signature]</i> | DATE Jan. 1971 |

P.W.D
feet



OVERSEAS TECHNICAL
COOPERATION AGENCY, JAPAN
HIGHWAY ENGINEERING INSTITUTE, TOKYO
EAST PAKISTAN
Dacca-FARIOPUR ROAD PROJECT
YEARLY HYDROGRAPH OF
CHANDPUR 1969
CHIEF ENG. *[Signature]* SCALE
CHECKED BY *[Signature]* SHEET NO. 4
DESIGNED BY *[Signature]*
DRAWN BY *[Signature]* DATE Jan. 1971

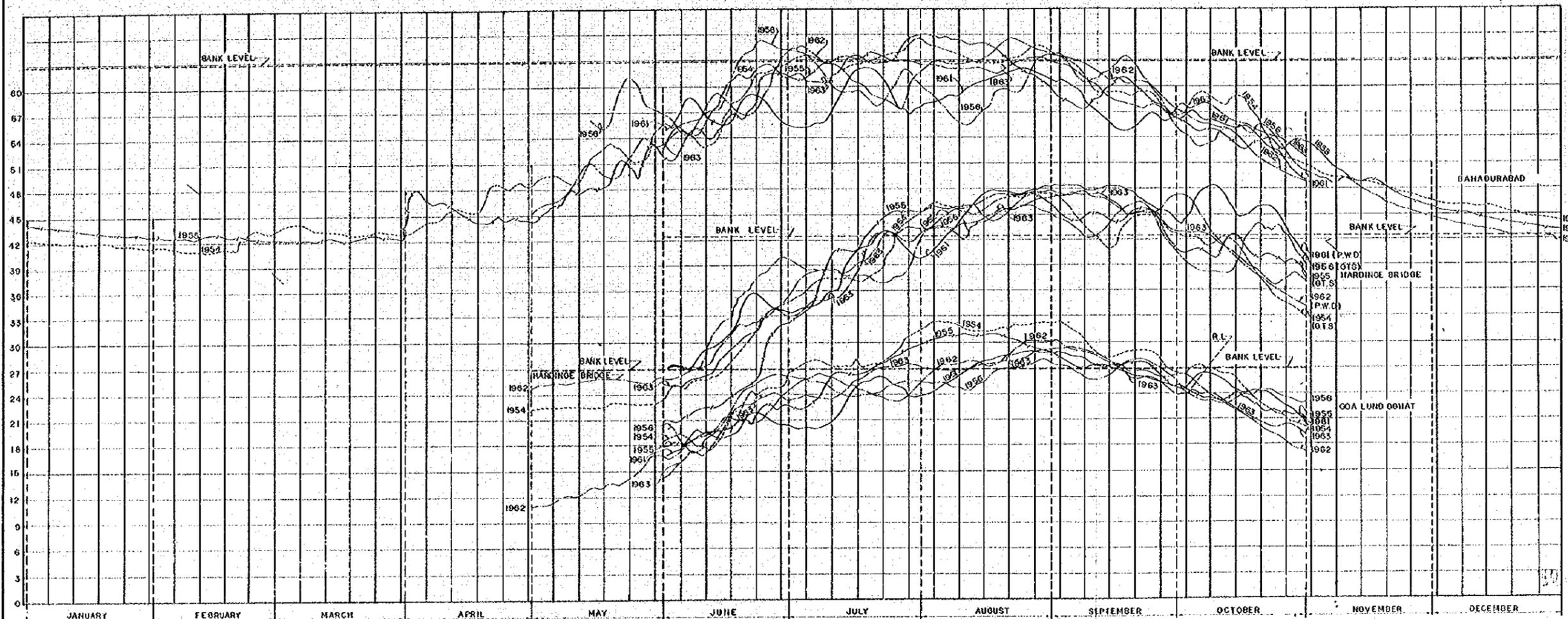
P.W.D
feet



OVERSEAS TECHNICAL
COOPERATION AGENCY, JAPAN
HIGHWAY ENGINEERING INSTITUTE, TOKYO
EAST PAKISTAN
DACCA-FARIDPUR ROAD PROJECT

YEARLY HYDROGRAPH OF
GOALUNDO 1969

| | |
|---------------------------------|----------------|
| CHECKED BY: <i>[Signature]</i> | SCALE |
| DESIGNED BY: <i>[Signature]</i> | SHEET NO. 5 |
| DRAWN BY: <i>[Signature]</i> | DATE Jan. 1971 |

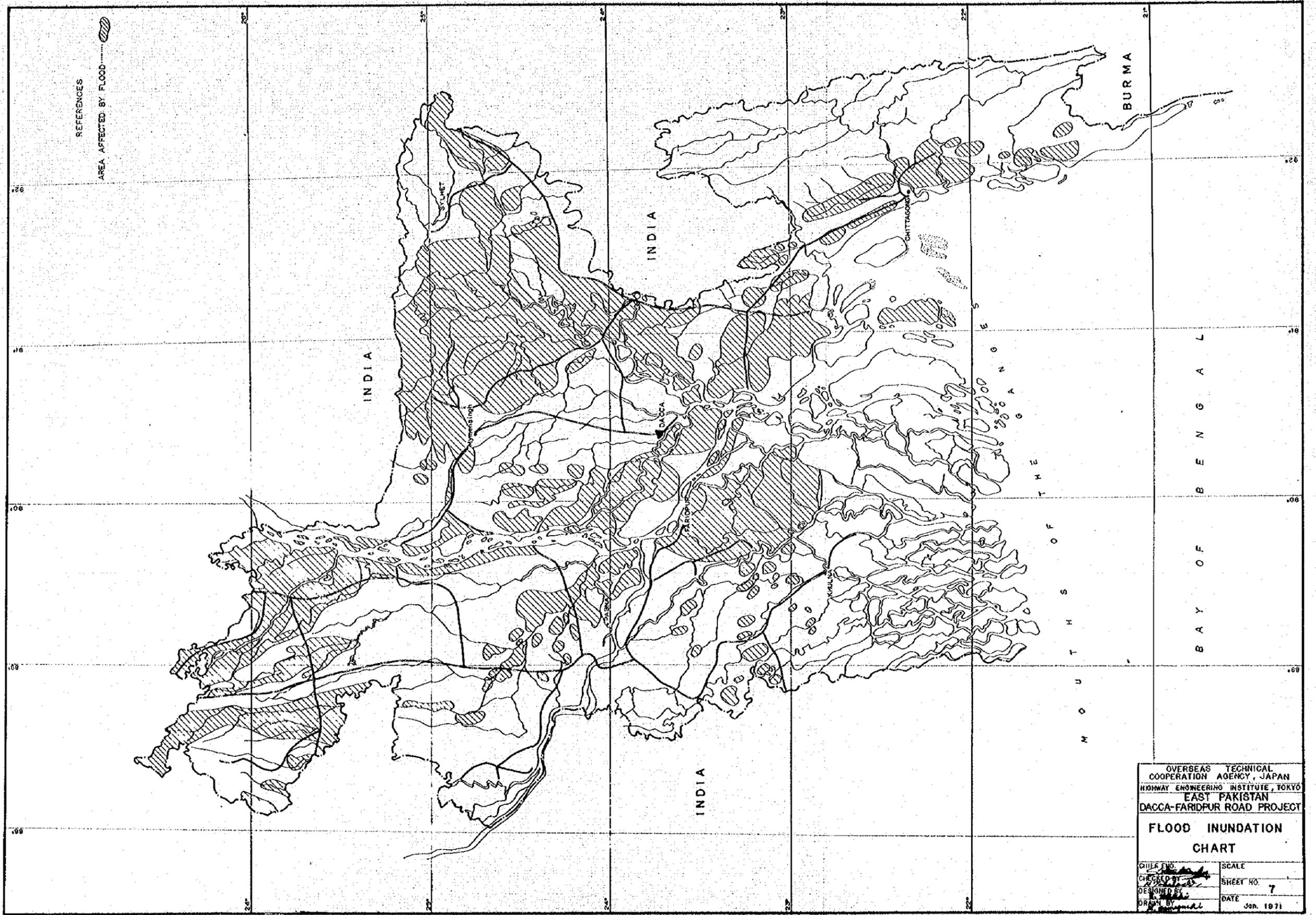


- LEGEND**
- 1. - - - - - 1954
 - 2. - - - - - 1955
 - 3. - - - - - 1956
 - 4. - - - - - 1961
 - 5. - - - - - 1962
 - 6. - - - - - 1963

OVERSEAS TECHNICAL
 COOPERATION AGENCY, JAPAN
 HIGHWAY ENGINEERING INSTITUTE, TOKYO
 EAST PAKISTAN
 DACCA-FARIDPUR ROAD PROJECT
 SUPERIMPOSED FLOOD
 HYDROGRAPH OF GANGES
 AND BRAHMAPUTRA RIVERS

CHECKED BY: *[Signature]*
 DESIGNED BY: *[Signature]*
 DRAWN BY: *[Signature]*

SCALE: _____
 SHEET NO. 6
 DATE: Jan. 1971



REFERENCES
 AREA AFFECTED BY FLOOD

OVERSEAS TECHNICAL
 COOPERATION AGENCY, JAPAN
 HIGHWAY ENGINEERING INSTITUTE, TOKYO
 EAST PAKISTAN
 Dacca-FARIDPUR ROAD PROJECT

**FLOOD INUNDATION
 CHART**

| | |
|-------------|-------------|
| CHECKED BY | SCALE |
| DESIGNED BY | SHEET NO. 7 |
| DRAWN BY | DATE |
| | Jan. 1971 |

B A Y O F B E N G A L

M O U T H S O F

G A N G E S

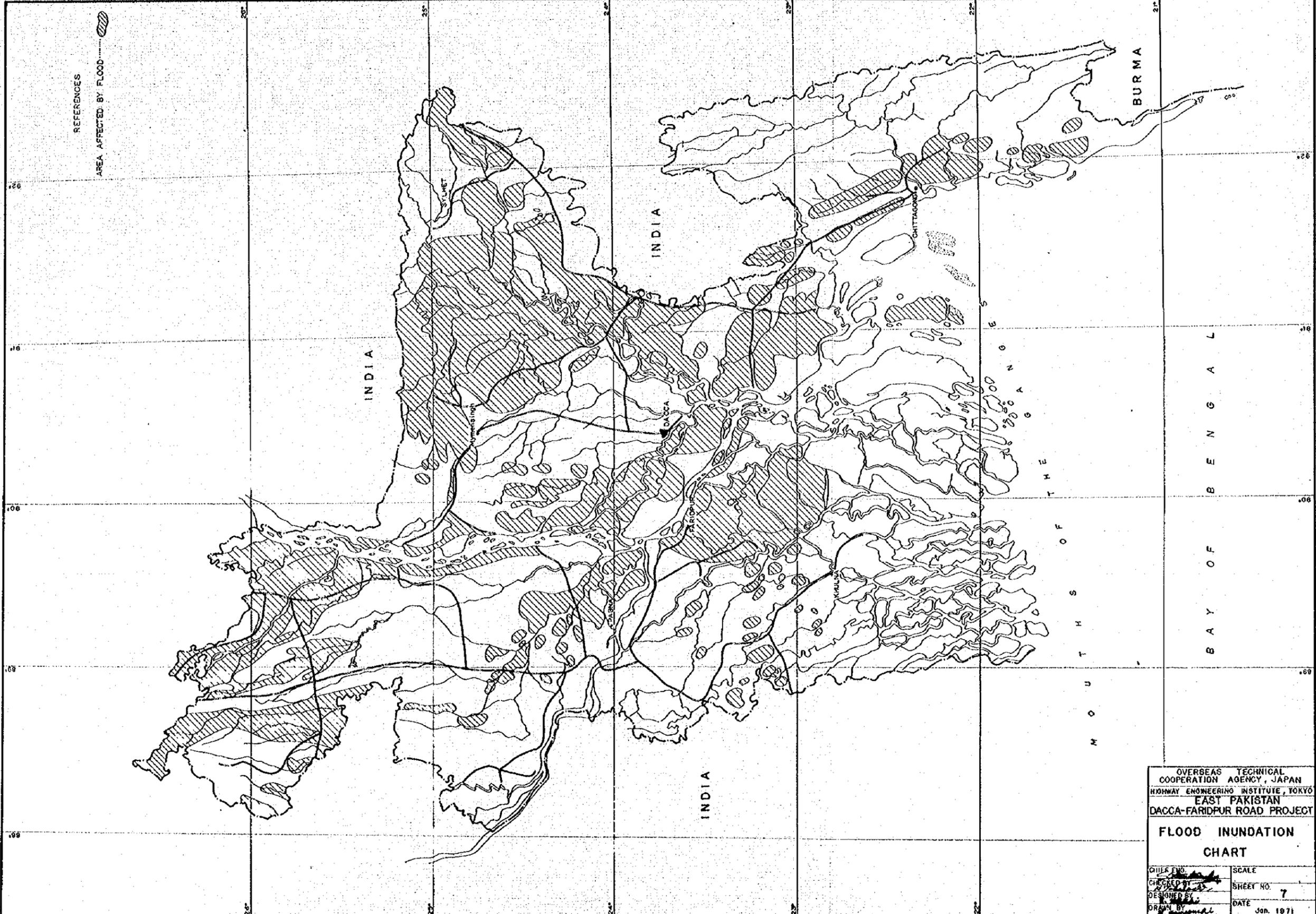
INDIA

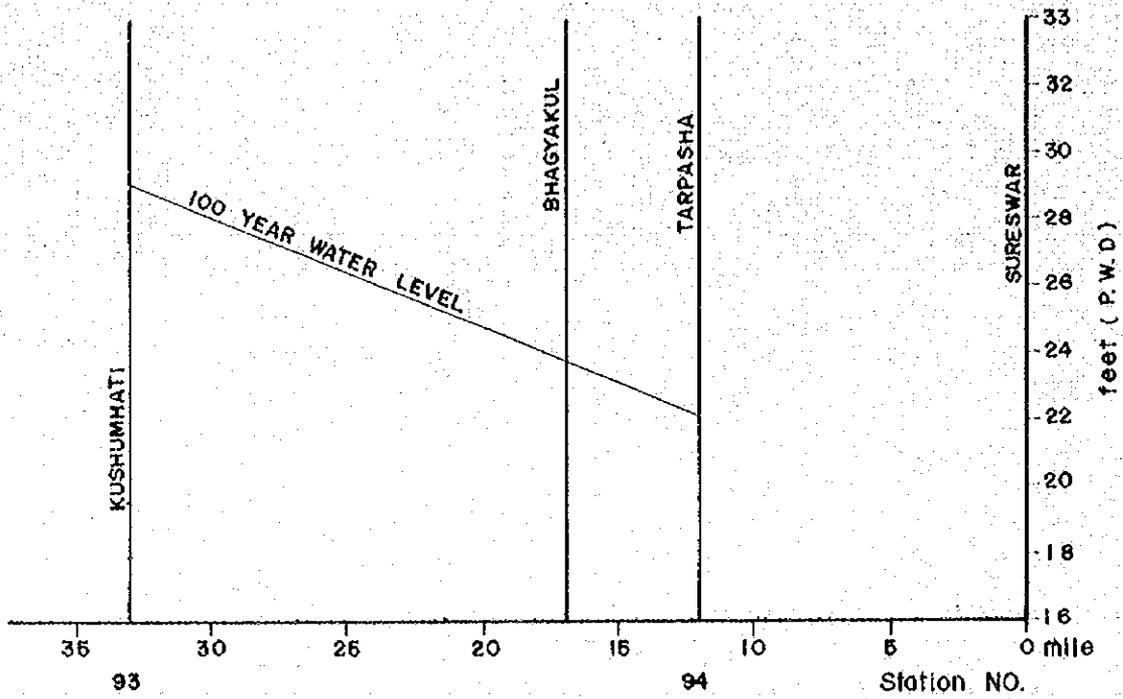
INDIA

BURMA

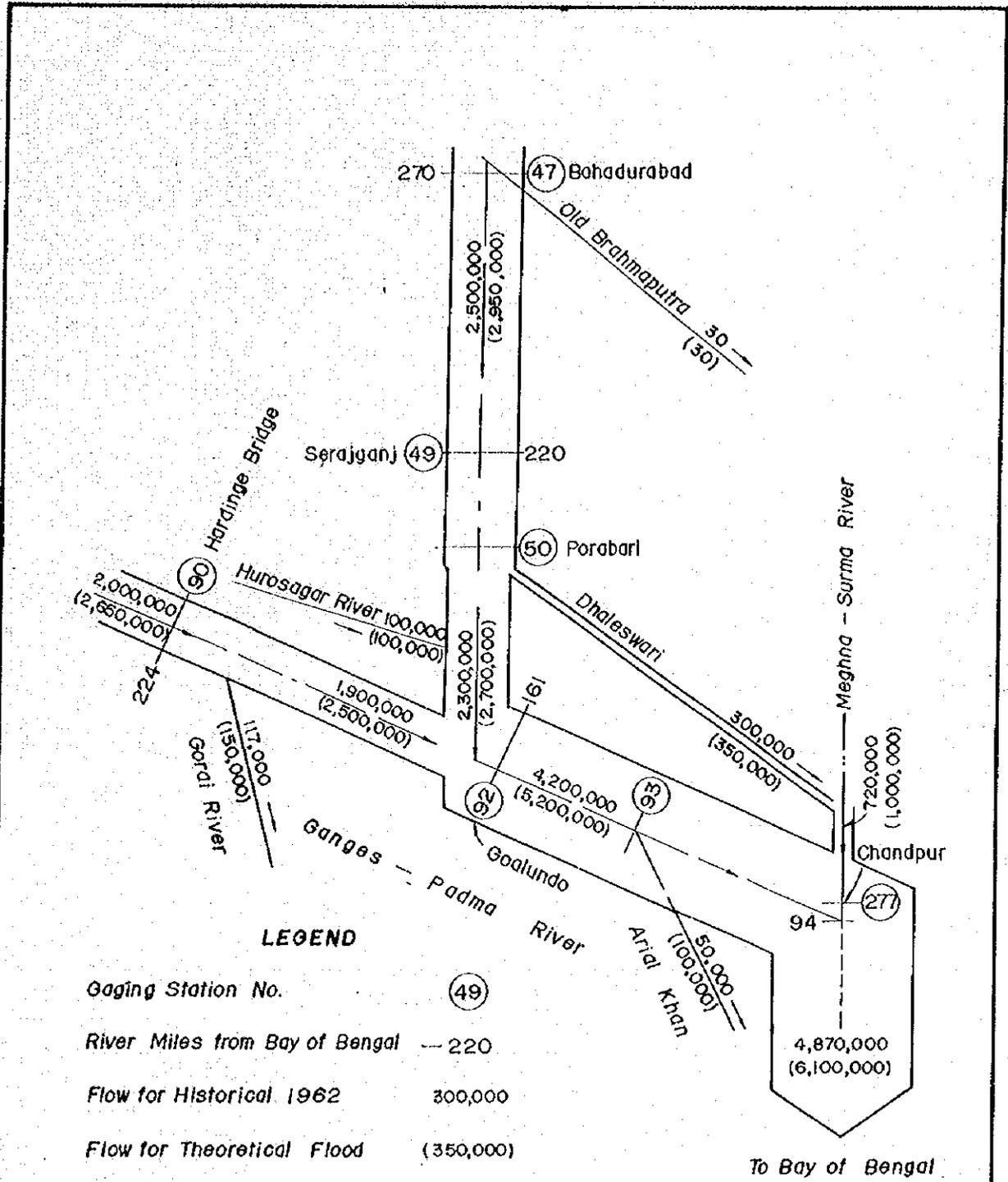
CHITTAGONG

DACCA



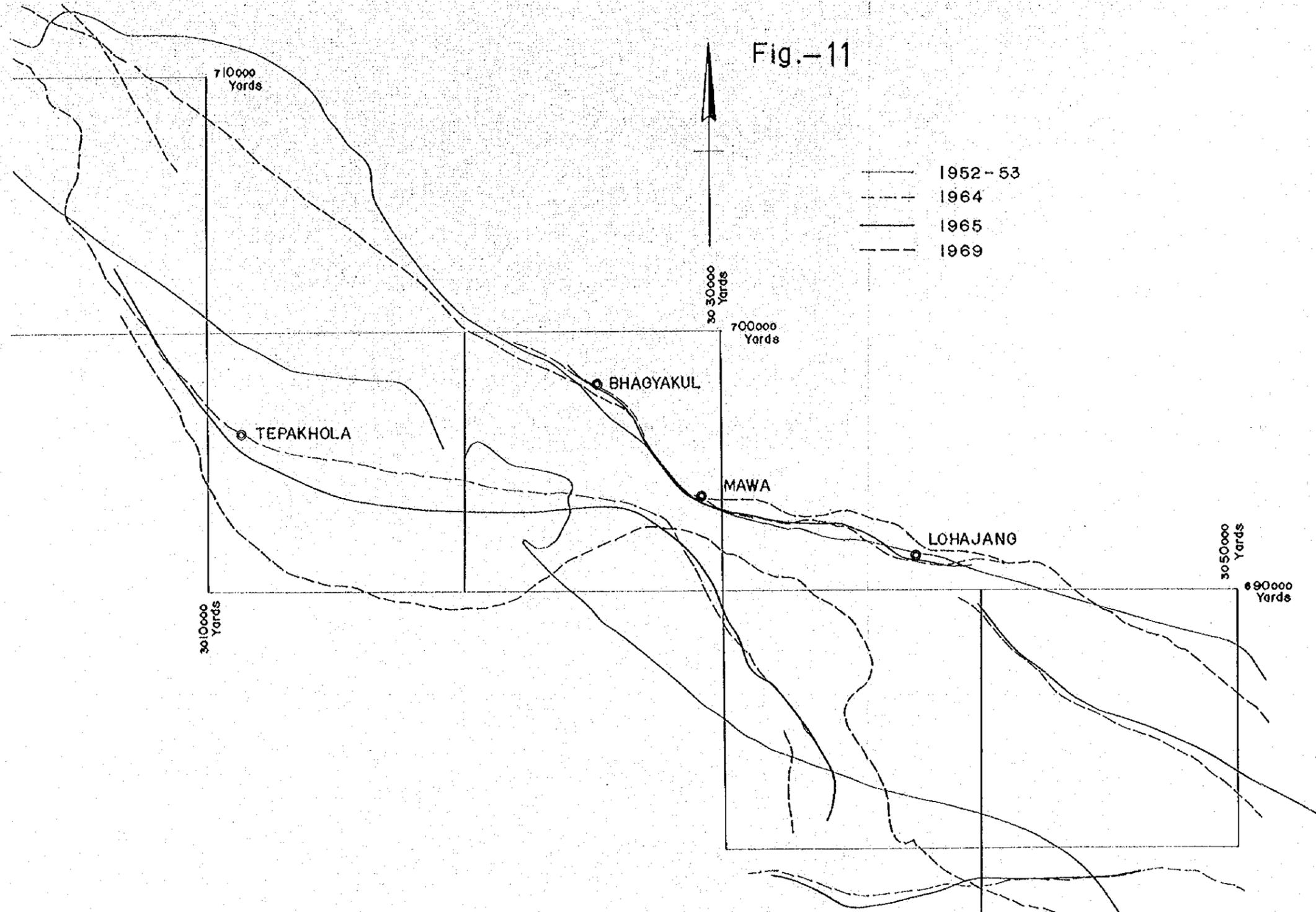


| | |
|-----------------------------------------------------|----------------|
| OVERSEAS TECHNICAL COOPERATION AGENCY, JAPAN | |
| HIGHWAY ENGINEERING INSTITUTE, TOKYO | |
| EAST PAKISTAN DACCA-FARIDPUR ROAD PROJECT | |
| PROFILE OF WATER LEVEL WITH EQUAL PROBABILITY | |
| CHECKED BY: <i>[Signature]</i> | SCALE |
| DESIGNED BY: <i>[Signature]</i> | SHEET NO. 8 |
| DRAWN BY: <i>[Signature]</i> | DATE Jan. 1971 |



| | |
|----------------------------------------------|----------------|
| OVERSEAS TECHNICAL COOPERATION AGENCY, JAPAN | |
| HIGHWAY ENGINEERING INSTITUTE, TOKYO | |
| EAST PAKISTAN Dacca-FARIDPUR ROAD PROJECT | |
| FLOOD WATER BALANCE | |
| CHIEF ENGR. <i>[Signature]</i> | SCALE |
| CHECKED <i>[Signature]</i> | SHEET NO. 9 |
| DESIGNED BY <i>[Signature]</i> | DATE Jan. 1971 |
| DRAWN BY <i>[Signature]</i> | |

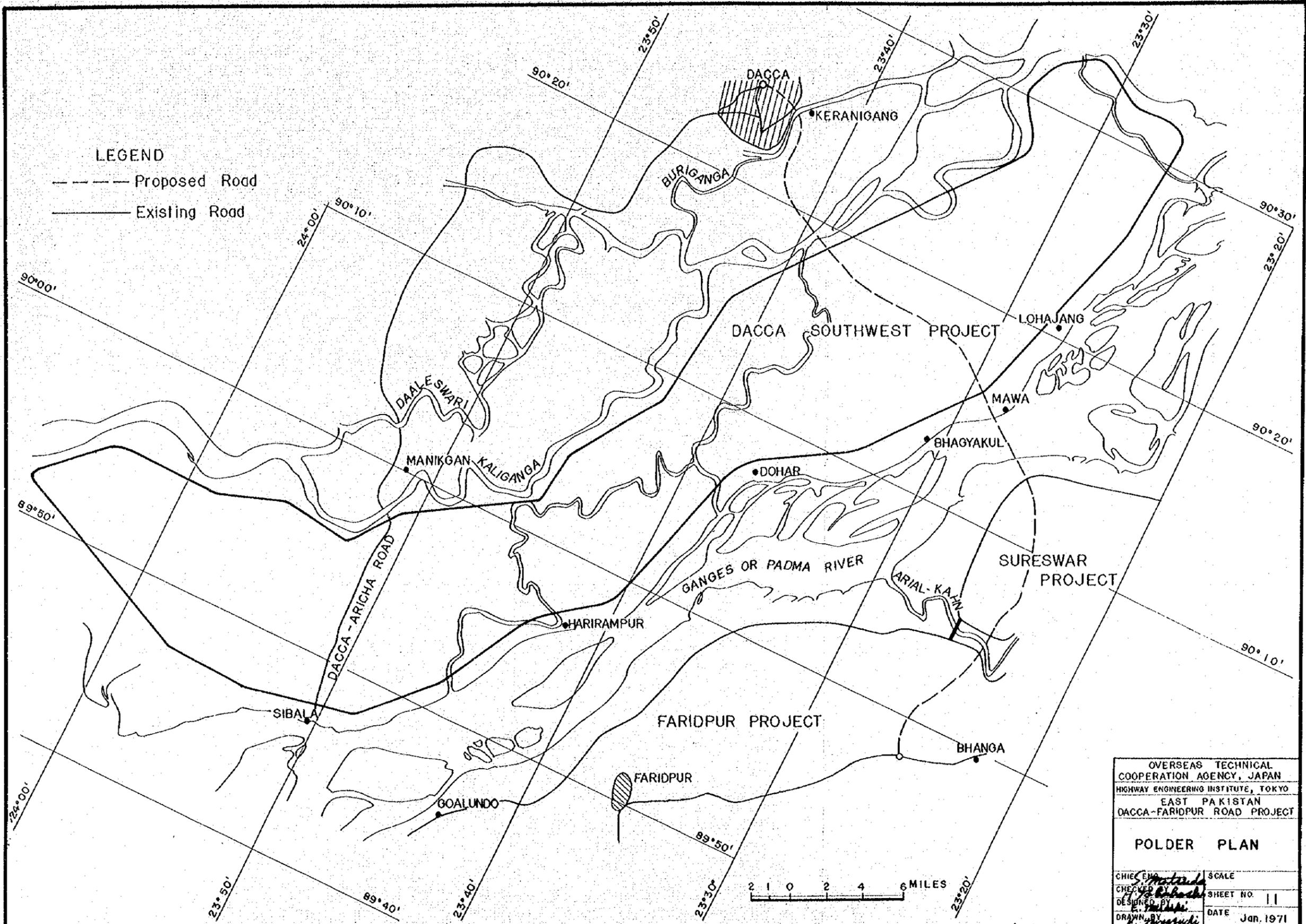
Fig.-11



OVERSEAS TECHNICAL
COOPERATION AGENCY, JAPAN
HIGHWAY ENGINEERING INSTITUTE, TOKYO
EAST PAKISTAN
DACCA-FARIDPUR ROAD PROJECT

BANK SHFT OF PADMA
RIVER

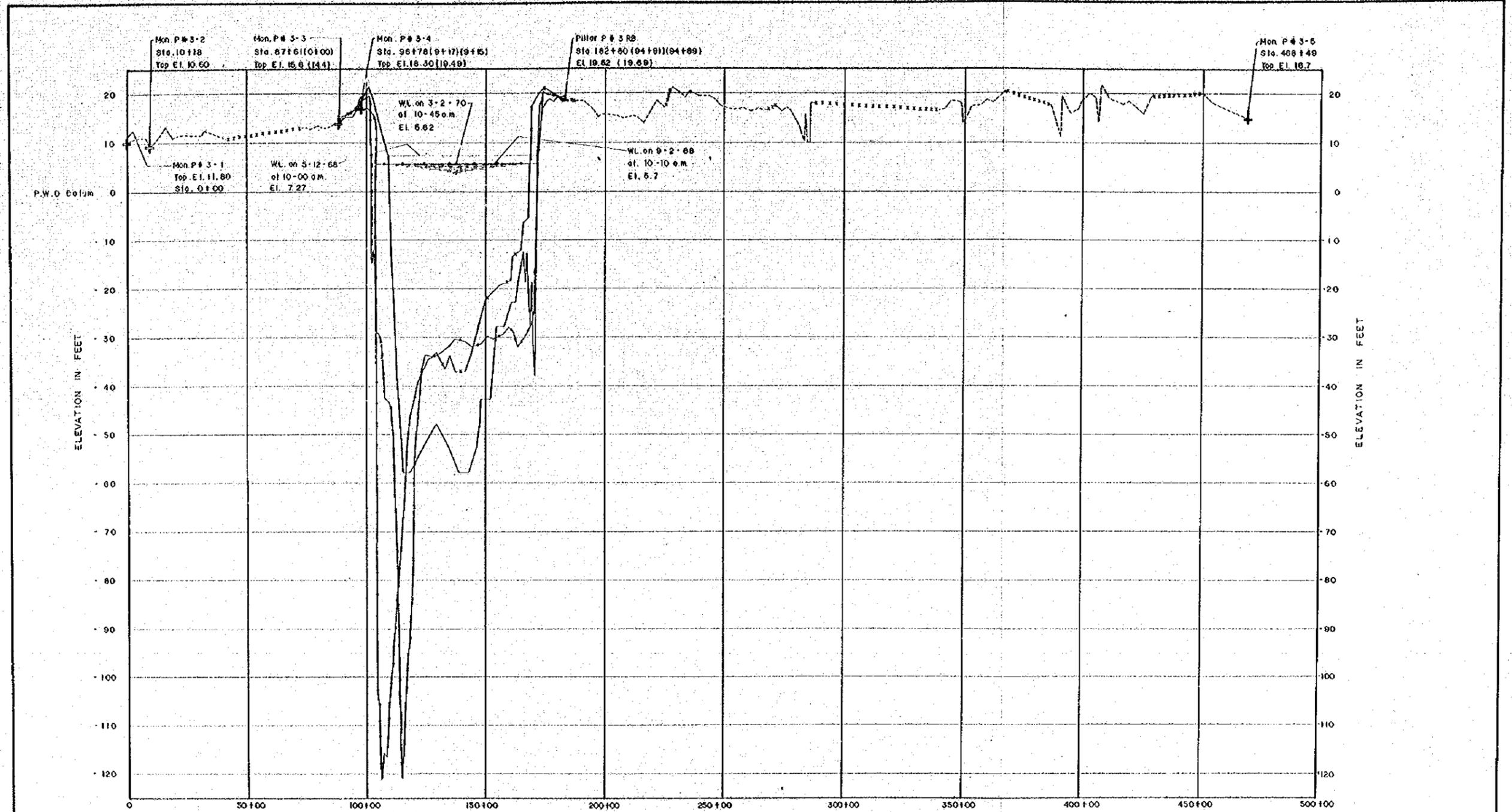
| | |
|-----------------------------------|----------------|
| CHEF ENG <i>[Signature]</i> | SCALE |
| CHECKED BY <i>[Signature]</i> | SHEET NO. 10 |
| DESIGNED BY <i>[Signature]</i> | DATE Jan. 1971 |
| DRAWN BY <i>[Signature]</i> | |



LEGEND

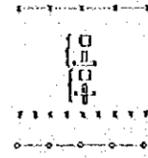
- Proposed Road
- Existing Road

| | |
|----------------------------------------------|----------------|
| OVERSEAS TECHNICAL COOPERATION AGENCY, JAPAN | |
| HIGHWAY ENGINEERING INSTITUTE, TOKYO | |
| EAST PAKISTAN | |
| DACCА-FARIDPUR ROAD PROJECT | |
| POLDER PLAN | |
| CHIEF ENGINEER <i>S. Matsumoto</i> | SCALE |
| CHECKED BY <i>H. Kishimoto</i> | SHEET NO. 11 |
| DESIGNED BY <i>K. Hasegawa</i> | DATE Jan. 1971 |
| DRAWN BY <i>K. Hasegawa</i> | |



LEGEND

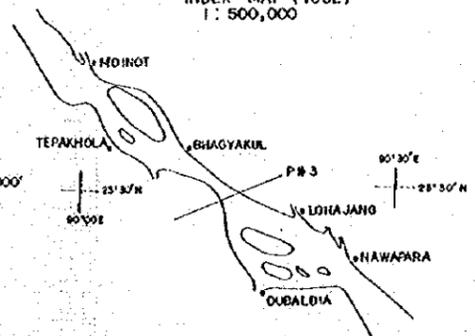
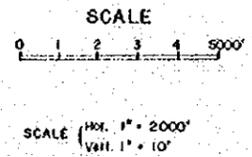
Indicating Survey of Feb. 1968
 Indicating Survey of Dec. 1968
 Concrete Pillar 12"x12" Placed Jan. 1965
 Concrete Mon. 0"x0" Placed Feb. 1960
 Village on Section line
 Indicating Survey of Feb. 1970



Co-ordinates of Pillars and Monuments:

| | | |
|------------------|------------------|------------------|
| Mon. P# 3-1 | N 23° 29' 28.4" | E 90° 16' 38.8" |
| Mon. P# 3-2 | N 23° 29' 22.1" | E 90° 16' 30.2" |
| Mon. P# 3-3 | N 23° 29' 10.9" | E 90° 16' 24.17" |
| Mon. P# 3-4 | N 23° 28' 58.20" | E 90° 16' 18.35" |
| Mon. P# 3-5 | N 23° 24' 31.4" | E 90° 10' 19.4" |
| Pillar P# 3 R.B. | N 23° 28' 31.42" | E 90° 14' 03.27" |

INDEX MAP (1962)
1 : 500,000

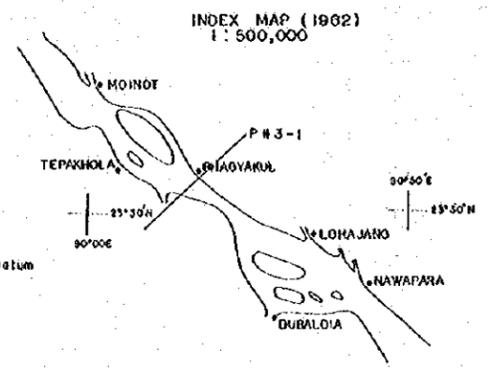
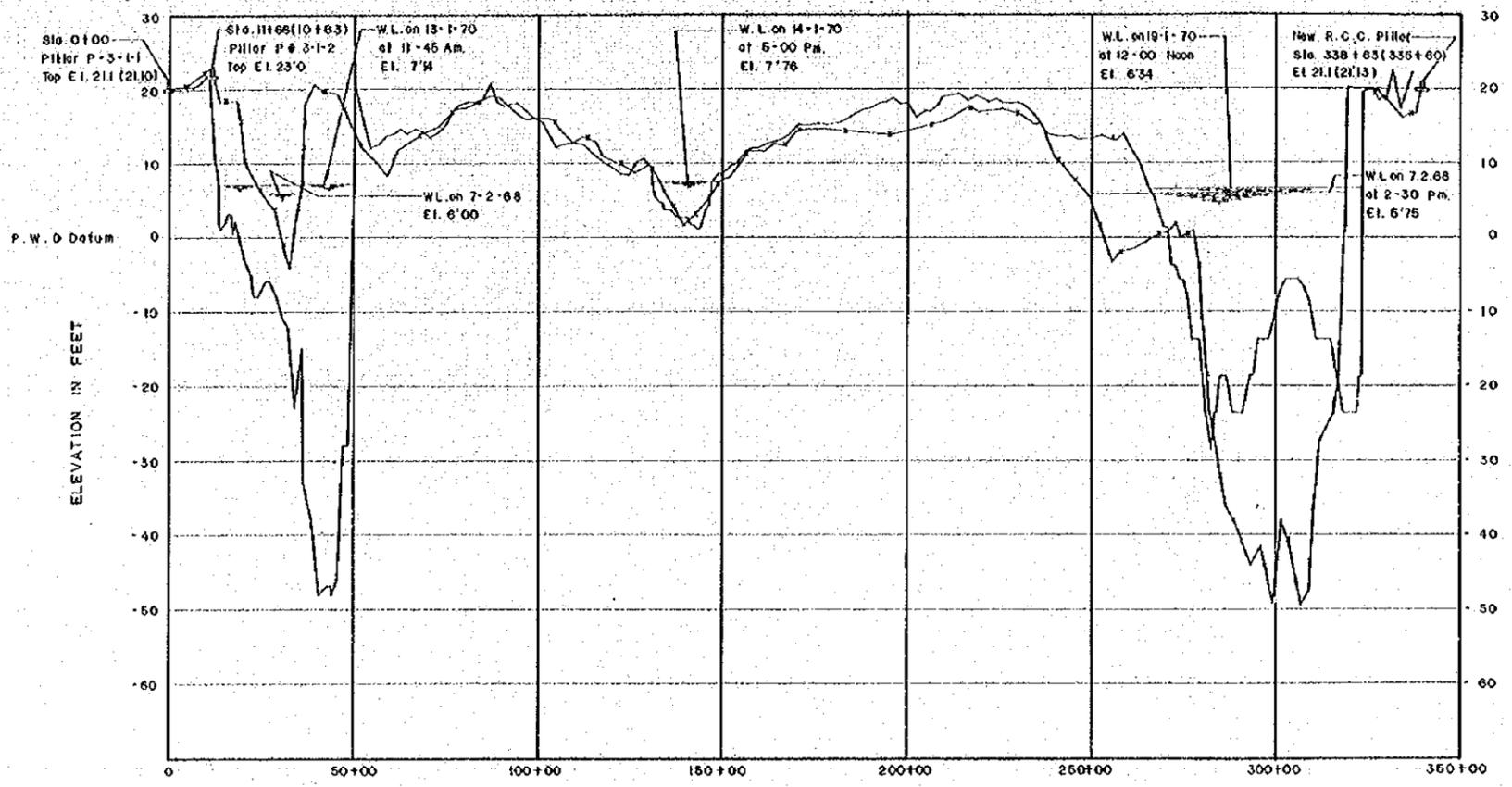


OVERSEAS TECHNICAL COOPERATION AGENCY, JAPAN
 HIGHWAY ENGINEERING INSTITUTE, TOKYO
 EAST PAKISTAN
 DACCA-FARIDPUR ROAD PROJECT

**CROSS SECTION
 PADMA RIVER RANGE-P#3**

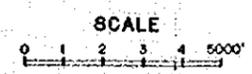
SCALE _____
 SHEET NO. 12
 DATE Jan. 1971

DESIGNED BY _____
 DRAWN BY _____



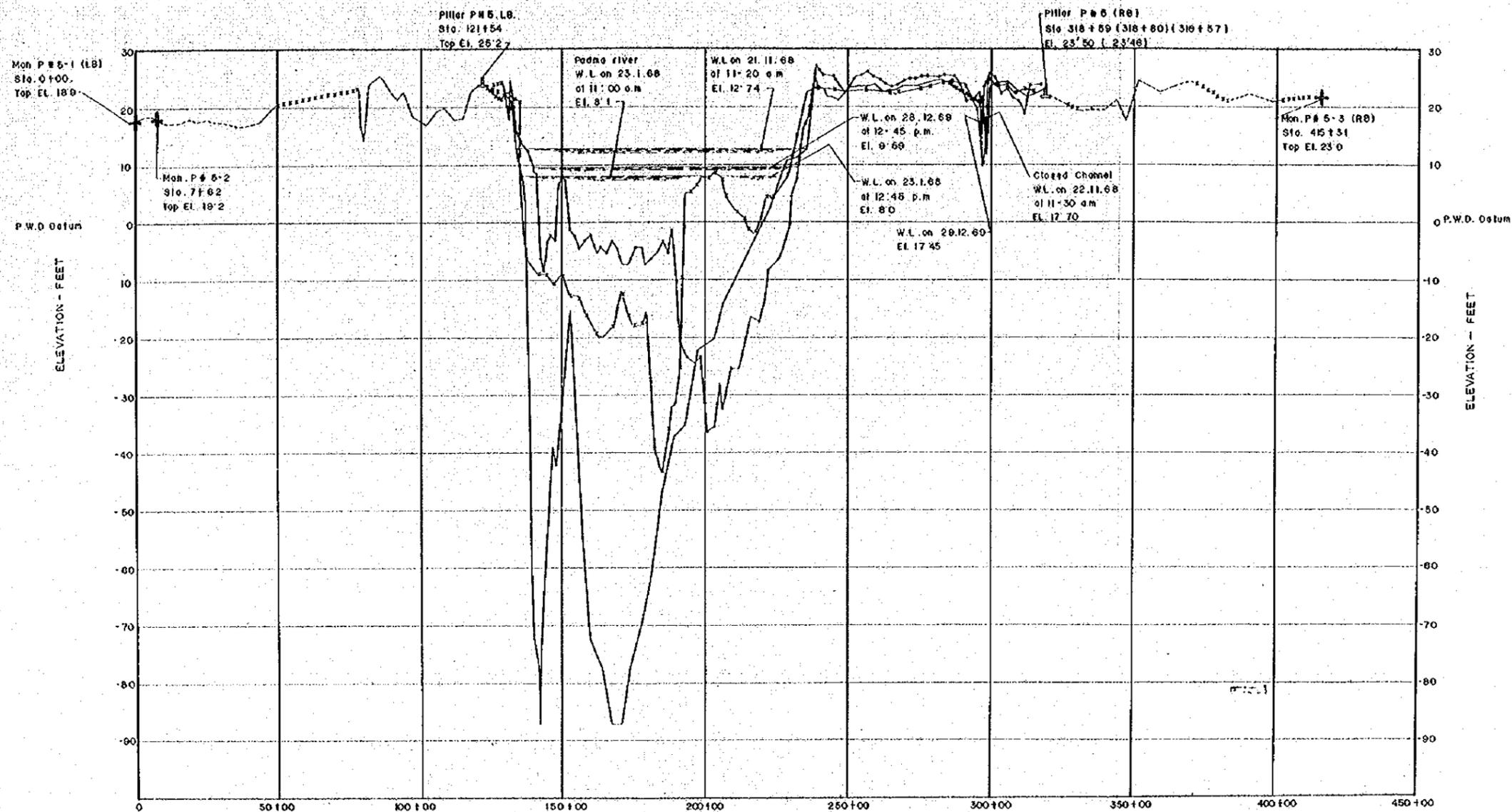
LEGEND

Indicating Survey of Feb 1968
 oo of Jan. 1970
 oo R.C.C. pillar



SCALE (Hor. 1" = 2000'
 Vert. 1" = 10')

| | |
|----------------------------------------------|---------------------|
| OVERSEAS TECHNICAL COOPERATION AGENCY, JAPAN | |
| HIGHWAY ENGINEERING INSTITUTE, TOKYO | |
| EAST PAKISTAN | |
| DACCA-FARIDPUR ROAD PROJECT | |
| CROSS SECTION | |
| PADMA RIVER RANGE - P # 3-1 | |
| CHECKED BY | SCALE |
| DESIGNED BY | SHEET NO. 13 |
| DRAWN BY | DATE |
| | JAN. 1971 |

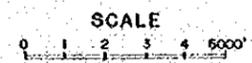


LEGEND

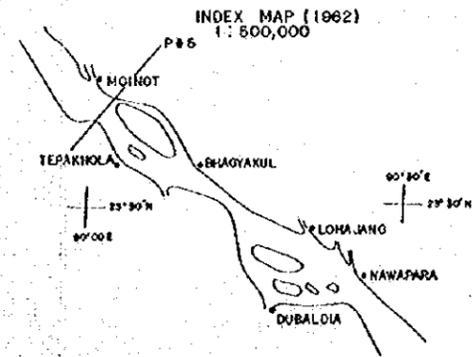
- Indicating Survey of Jan. 1968
- Indicating Survey of Nov. 1968
- Concrete pillar 12'x12'
- Concrete Monument 6'x6'
- Village on Section line
- Indicating Survey of Dec 1969

Co-ordinated of Pillars and Monuments

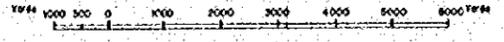
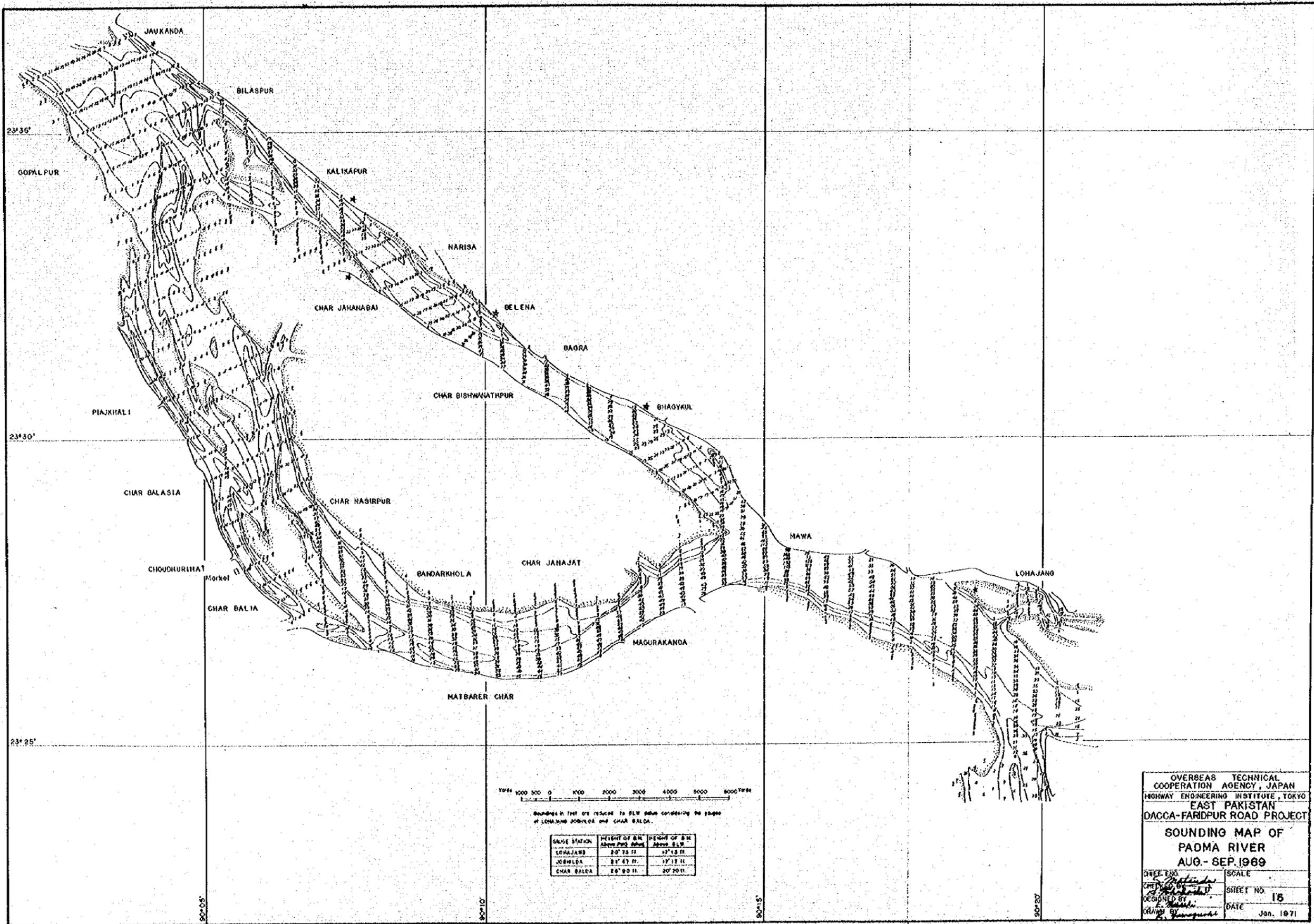
| | |
|---------------|-----------------|
| Mon. P#5-1 | N 23°-30'-42.0" |
| | E 90°-02'-30.0" |
| Mon. P#5-2 | N 23°-36'-35.7" |
| | E 90°-02'-26.6" |
| Mon. P#5-3 | N 23°-33'-34.9" |
| | E 89°-58'-43.4" |
| Pillar P-5 LB | N 23°-37'-59.7" |
| | E 90°-01'-20.2" |
| Pillar P-6 RB | N 23°-35'-13.4" |
| | E 89°-59'-27.4" |



SCALE Hor. 1" = 2000'
Vert. 1" = 50'



| | |
|----------------------------------------------|-------------|
| OVERSEAS TECHNICAL COOPERATION AGENCY, JAPAN | |
| HIGHWAY ENGINEERING INSTITUTE, TOKYO | |
| EAST PAKISTAN | |
| DACCA-FARIDPUR ROAD PROJECT | |
| CROSS SECTION | |
| PADMA RIVER RANGE-P#6 | |
| CHECKED BY | SCALE |
| CHECKED BY | SHEET NO 14 |
| DESIGNED BY | DATE |
| DRAWN BY | JAN. 1971 |



Boundaries in feet are reduced to PLW datum considering the stages of LOHANG and JOBHOLA and CHAR BALDA.

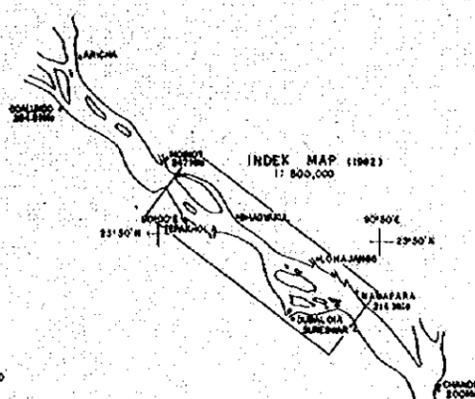
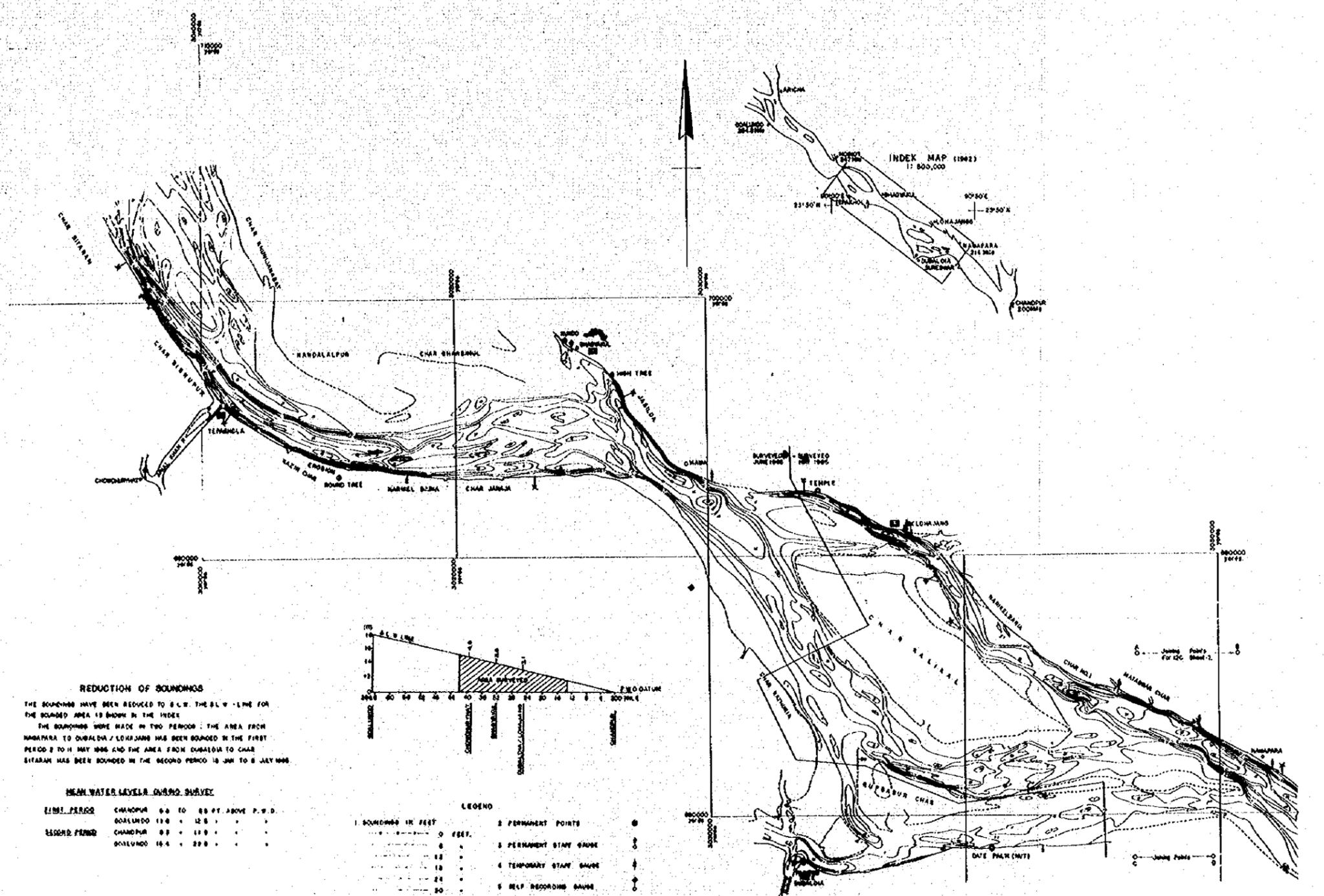
| GAUGE STATION | HEIGHT OF BR Above P.W. datum | DEPTH OF BR Above P.W. datum |
|---------------|-------------------------------|------------------------------|
| LOHANG | 20' 75.00 | 17' 1.50 |
| JOBHOLA | 20' 67.00 | 17' 11.00 |
| CHAR BALDA | 20' 80.00 | 20' 70.00 |

OVERSEAS TECHNICAL COOPERATION AGENCY, JAPAN
HIGHWAY ENGINEERING INSTITUTE, TOKYO
EAST PAKISTAN
DACC-A-FARIDPUR ROAD PROJECT

SOUNDING MAP OF PADMA RIVER
AUG - SEP. 1969

DESIGNED BY: *[Signature]*
DRAWN BY: *[Signature]*

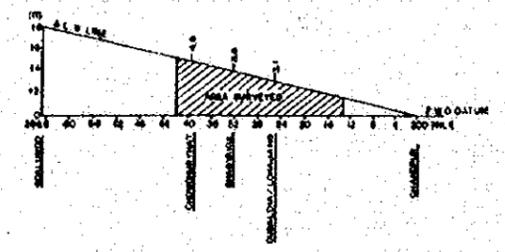
SCALE: _____
SHEET NO. 15
DATE: Jan. 1971



REDUCTION OF SOUNDINGS
 THE SOUNDINGS HAVE BEEN REDUCED TO S.L.W. THE S.L.W. LINE FOR THE SOUNDED AREA IS SHOWN IN THE INDEX.
 THE SOUNDINGS WERE MADE IN TWO PERIODS: THE AREA FROM NABAFARA TO DUBALDA / LOHJANG HAS BEEN SOUNDED IN THE FIRST PERIOD 2 TO 11 MAY 1966 AND THE AREA FROM DUBALDA TO CHAR SITARAH HAS BEEN SOUNDED IN THE SECOND PERIOD 18 JUN TO 8 JULY 1966.

MEAN WATER LEVELS OVERNO. SURVEY

| LINE PERIOD | CHANDPUR | DAULKANDI |
|---------------|-----------------------------|-----------|
| FIRST PERIOD | 6.6 TO 8.8 FT. ABOVE P.W.D. | |
| SECOND PERIOD | 9.8 TO 11.8 " | |
| | 16.4 TO 22.8 " | |

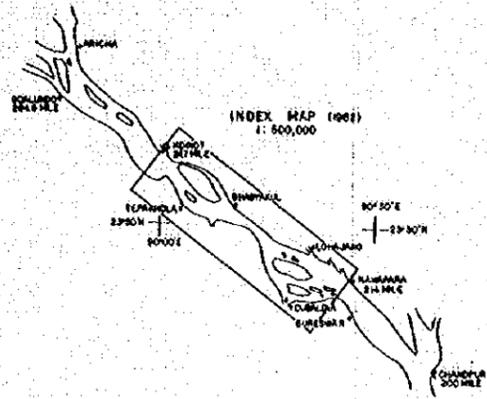
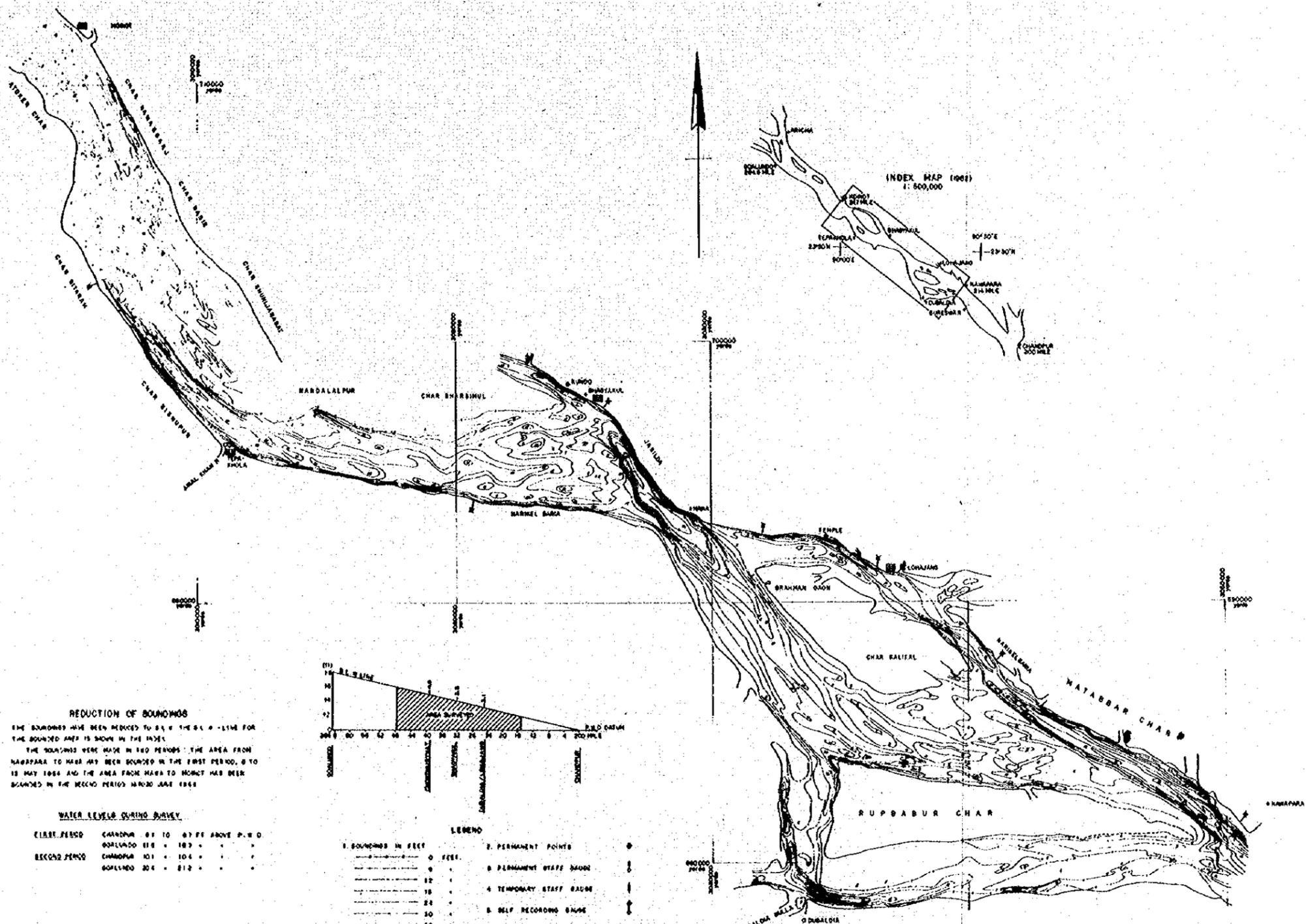


LEGEND

| | |
|--------------------|-------------------------|
| 1 SOUNDING IN FEET | 2 PERMANENT POINTS |
| 0 | 3 PERMANENT STAFF GAUGE |
| 1 | 4 TEMPORARY STAFF GAUGE |
| 2 | 5 SELF RECORDING GAUGE |
| 3 | 6 PLACED |
| 4 | 7 ABA LIGHT |
| 5 | 8 STEAMER STATION |
| 6 | |
| 7 | |
| 8 | |
| 9 | |
| 10 | |
| 11 | |
| 12 | |
| 13 | |
| 14 | |
| 15 | |
| 16 | |

OVERSEAS TECHNICAL COOPERATION AGENCY, JAPAN
 INTERNATIONAL ENGINEERING INSTITUTE, TOKYO
 EAST PAKISTAN
 Dacca-Faridpur Road Project
SOUNDING MAP OF PADMA RIVER
 MAY - JUNE 1966

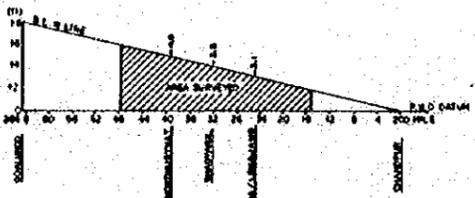
| | |
|-----------|-----------|
| SCALE | 1:800,000 |
| SHEET NO. | 19 |
| DATE | JUN 1971 |



REDUCTION OF SOUNDINGS
 THE SOUNDINGS HAVE BEEN REDUCED TO S.E. OF THE S.L. A LINE FOR THE BOUNDED AREA IS SHOWN IN THE INDEX.
 THE SOUNDINGS WERE MADE IN TWO PERIODS. THE AREA FROM NARAPARA TO HARA HAS BEEN SOUNDING IN THE FIRST PERIOD, 8 TO 13 MAY 1964 AND THE AREA FROM HARA TO MOUNT HAS BEEN SOUNDING IN THE SECOND PERIOD 14 AND 15 JUNE 1964.

WATER LEVELS DURING SURVEY

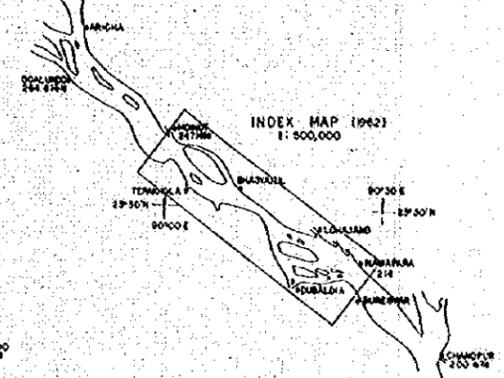
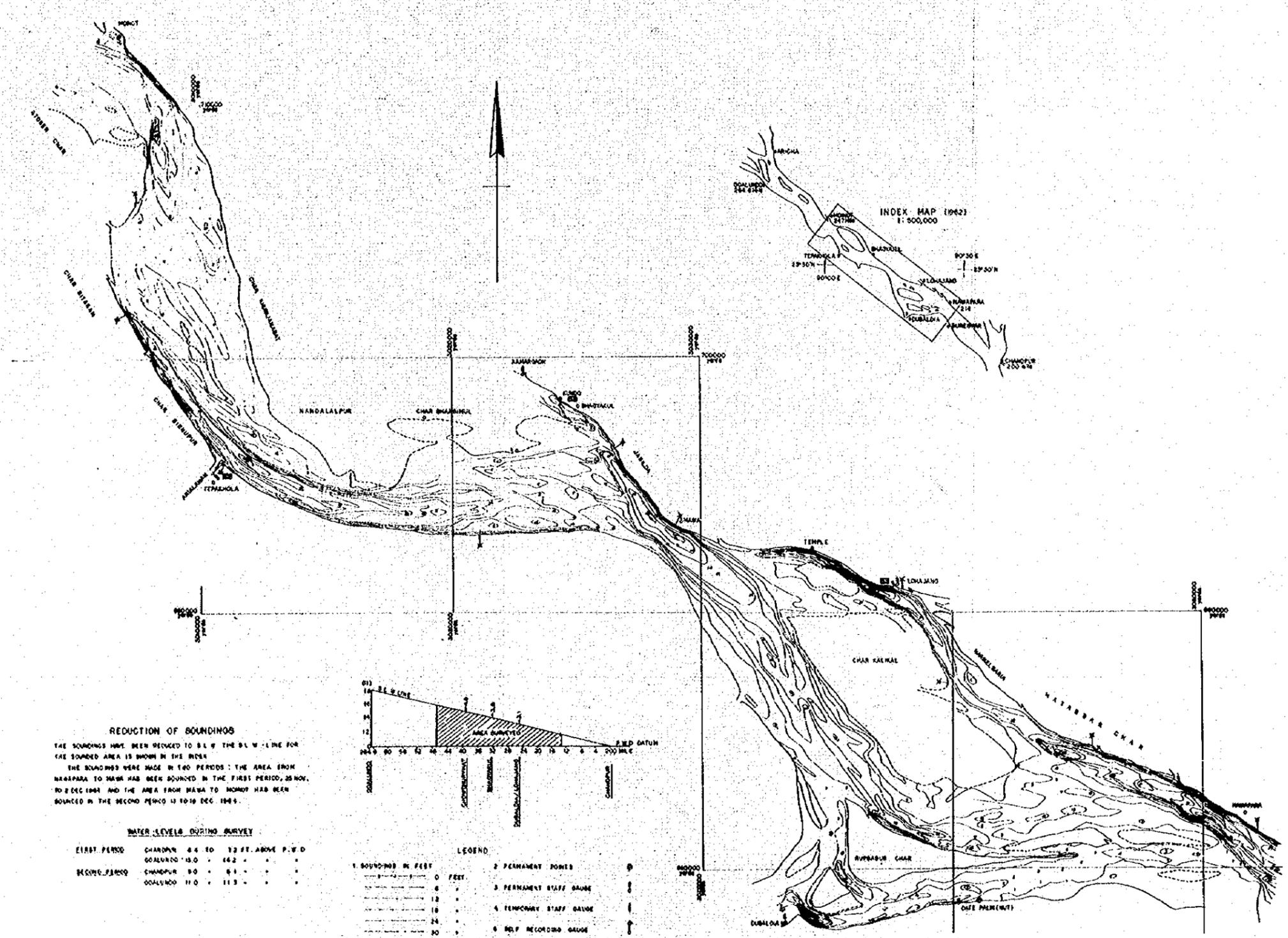
| | | |
|---------------|----------|----------------------------|
| CLARE PERIOD | CHANDRA | 81 TO 87 FEET ABOVE P.W.D. |
| SECOND PERIOD | CHANDRA | 101 TO 104 " " " " |
| | GOALLAND | 204 TO 212 " " " " |



LEGEND

| | |
|----------------------|--------------------------|
| 1. SOUNDINGS IN FEET | 2. PERMANENT POINTS |
| 0 FEET | 3. PERMANENT STAFF GAUGE |
| 12 " | 4. TEMPORARY STAFF GAUGE |
| 18 " | 5. SELF RECORDING GAUGE |
| 24 " | 6. PLACES |
| 30 " | 7. ADA LIGHT |
| 36 " | 8. STEAMER STATION |
| 42 " | |
| 48 " | |
| 54 " | |
| 60 " | |
| 66 " | |
| 72 " | |
| 78 " | |
| 84 " | |
| 90 " | |
| 96 " | |
| 102 " | |
| 108 " | |
| 114 " | |
| 120 " | |

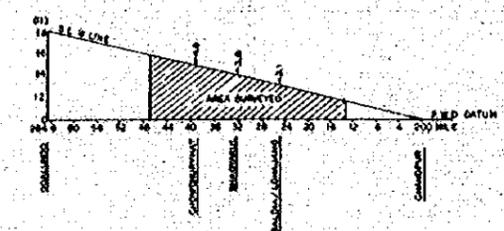
OVERSEAS TECHNICAL COOPERATION AGENCY, JAPAN
 HEADQUARTERS ENGINEERING INSTITUTE, TOKYO
 EAST PAKISTAN
 DACCA-FARIDPUR ROAD PROJECT
SOUNDING MAP OF PADMA RIVER
 MAY - JUNE 1964
 SHEET NO. 17
 DATE: JUN. 1974



REDUCTION OF SOUNDINGS
 THE SOUNDINGS HAVE BEEN REDUCED TO S.L.W. THE S.L.W. LINE FOR THE SOUNDED AREA IS SHOWN IN THE RISK.
 THE SOUNDINGS WERE MADE IN TWO PERIODS: THE AREA FROM NARAIL TO MAWA HAS BEEN SOUNDED IN THE FIRST PERIOD, 25 NOV. TO 2 DEC. 1964 AND THE AREA FROM MAWA TO MONDOL HAS BEEN SOUNDED IN THE SECOND PERIOD 13 TO 19 DEC. 1964.

WATER LEVELS DURING SURVEY

| PERIOD | CHANDPUR | GOALUNDO |
|---------------|------------------------------|--------------|
| FIRST PERIOD | 8.4 TO 12.2 FT. ABOVE P.W.D. | |
| SECOND PERIOD | 9.0 TO 9.1 | 11.0 TO 11.3 |



LEGEND

| 1. SOUNDINGS IN FEET | 2. PERMANENT PONES |
|----------------------|--------------------|
| 0 | ○ |
| 6 | ● |
| 12 | ■ |
| 18 | □ |
| 24 | ◇ |
| 30 | △ |
| 36 | ▽ |
| 42 | ◇ |
| 48 | △ |
| 54 | ▽ |
| 60 | ◇ |
| 66 | △ |
| 72 | ▽ |
| 78 | ◇ |
| 84 | △ |
| 90 | ▽ |
| 96 | ◇ |
| 102 | △ |
| 108 | ▽ |
| 114 | ◇ |
| 120 | △ |

OVERSEAS TECHNICAL COOPERATION AGENCY, JAPAN
 EAST PAKISTAN
 DACCAs FARMER ROAD PROJECT
 SOUNDING MAP OF PADMA RIVER
 NOV. - DEC. 1964
 SCALE
 SHEET NO. 19
 DATE Jan 1971

