No. 1

国際協力事業団

バングラデシュ人民共和国
運輸通信省道路局

バングラデシュ人民共和国

メグナ河護岸対策計画

基本設計調査報告書

平成4年11月

株式会社 パシフィック コンサルタンツ インターナショナル
日本工営株式会社

バングラデシュ人民共和国　メグナ河護岸対策計画基本設計調査報告書　平成4年11月

国際協力事業団
JICA
101
61.7
GRS
LIBRARY
92-179

無調二
CR(1)
92－179

JICA LIBRARY
1103398[2]
24717

国際協力事業団

バングラデシュ人民共和国
運輸通信省道路局

バングラデシュ人民共和国

メグナ河護岸対策計画

基本設計調査報告書

平成4年11月

株式会社 パシフィック コンサルタンツ インターナショナル
日本工営株式会社

国際協力事業団
24717

序　文

日本国政府は、バングラデシュ人民共和国政府の要請に基づき、同国のメグナ河護岸対策計画にかかる基本設計調査を行なうことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施いたしました。

当事業団は、平成４年６月１３日から７月３日まで国際協力事業団・国際協力総合研修所・国際協力専門員の渡辺　正幸を団長とし、株式会社 パシフィック コンサルタンツ インターナショナル・日本工営株式会社 共同企業体の団員から構成される基本設計調査団を現地に派遣しました。

調査団は、バングラデシュ政府関係者と協議を行なうとともに、計画対象地域における現地調査を実施いたしました。帰国後の国内作業の後、平成４年９月１日から９月２１日まで実施された中間報告書の現地説明を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終わりに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成４年１１月

国際協力事業団
総裁　柳谷　謙介

伝　達　状

国際協力事業団
総裁　柳谷　謙介　殿

今般、バングラデシュ人民共和国におけるメグナ河護岸対策計画 基本設計調査が終了いたしましたので、ここに最終報告書を提出致します。

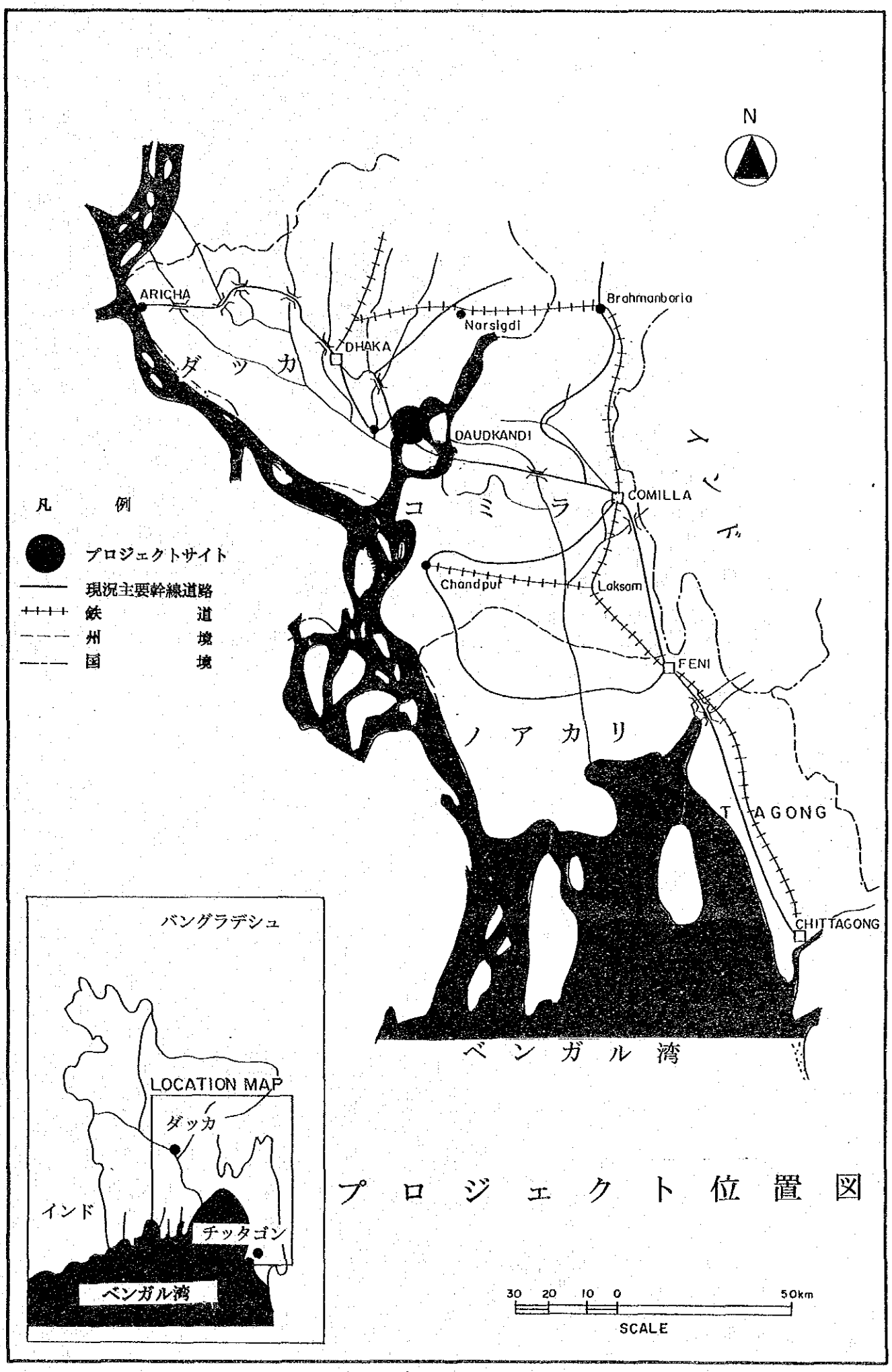
本調査は、貴事業団との契約により、弊社が平成４年６月１日より平成４年１１月３０日までの６ヶ月にわたり実施してまいりました。今回の調査に際しましては、バングラデシュ人民共和国の現状を十分に踏まえ、本計画の妥当性を検討するとともに、日本の無償資金協力の枠組に最も適した計画の策定に努めてまいりました。

なお、同期間中、貴事業団を始め、外務省関係者には多大のご理解ならびにご協力を賜り、お礼を申し上げます。また、バングラデシュにおいては、運輸通信省道路局関係者、ＪＩＣＡバングラデシュ事務所、在バングラデシュ日本大使館の貴重な助言とご協力を賜ったことも付け加えさせていただきます。

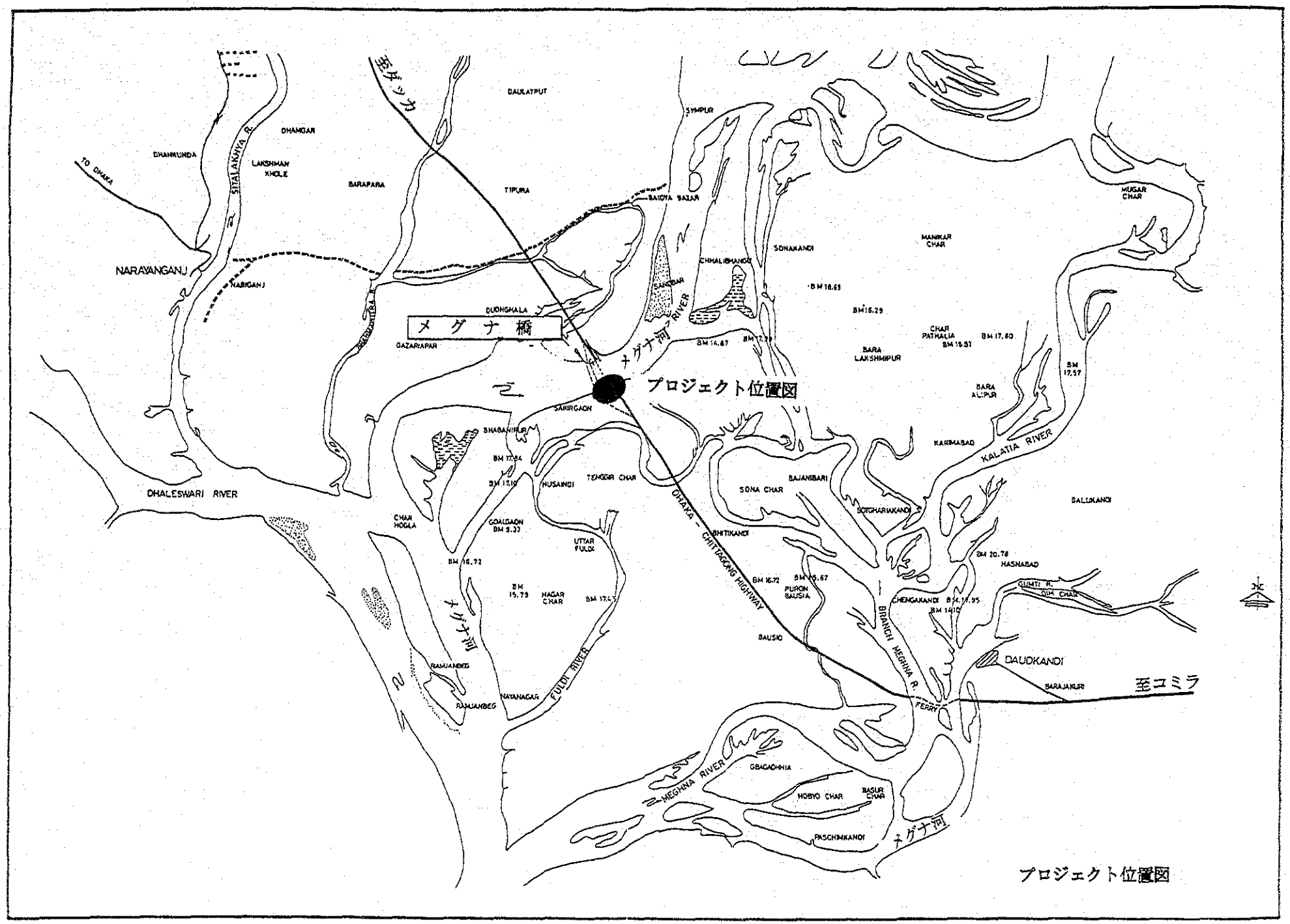
貴事業団におかれましては、計画の推進に向けて、本報告書を大いに活用されることを切望致す次第です。

平成４年１１月

株式会社 ﾊﾟｼﾌｨｯｸ ｺﾝｻﾙﾀﾝﾂ ｲﾝﾀｰﾅｼｮﾅﾙ
日本工営 株式会社
共同企業体
メグナ護岸対策計画基本設計調査団
業務主任　中山　武志

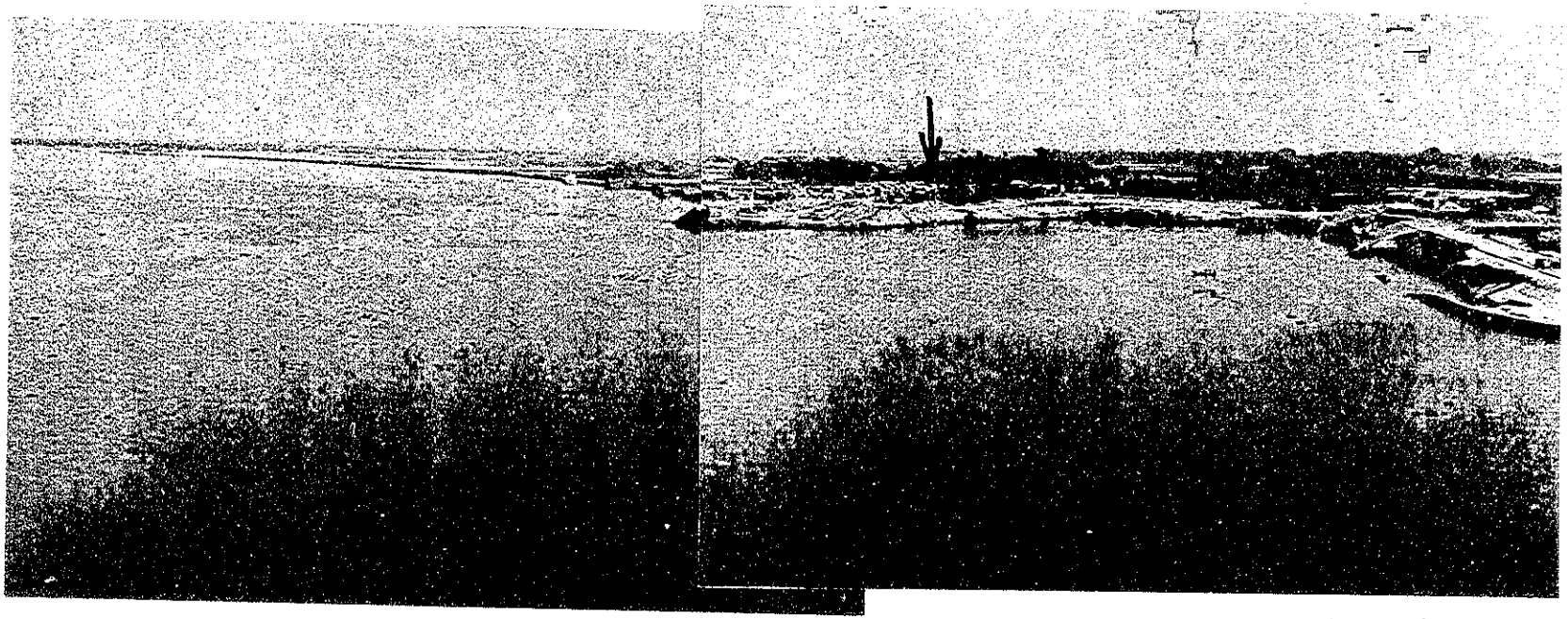

N
ARICHA
Brahmanboria
Narsigdi
DHAKA
ダッカ
DAUDKANDI
COMILLA
コミラ
インド
凡例
プロジェクトサイト
現況主要幹線道路
鉄道
州境
国境
Chandpur
Laksam
FENI
ノアカリ
CHITTAGONG
ベンガル湾
バングラデシュ
LOCATION MAP
ダッカ
インド
チッタゴン
ベンガル湾
30 20 10 0 50km
SCALE

プロジェクト位置図


至ダッカ
DAULATPUT
SYMPUR
DHAMGAR
DHANMUNDA
LAKSHMAN KHOLE
TO DHAKA
SITALAKURYA R.
BARAPARA
TIPURA
BAIDYA BAZAR
MUGAR CHAR
NARAYANGANJ
NABIGANJ
SONAKANDI
MANIKAR CHAR
CHHALIBHANDI
SANDAR
BM 18.63
BM 15.29
DUDHGHALA
メグナ橋
GAZARIAPAR
メグナ河 RIVER
BM 14.87
BM 17.39
CHAR PATHALIA
BM 17.80
BARA LAKSHMIPUR
BM 17.57
プロジェクト位置図
BARA ALIPUR
SAKIRGAON
BHABANIPUR
KARIMABAD
KALATIA RIVER
BM 17.84
BM 17.10
HUSAINDI
TENGGIR CHAR
BAJANIBARI
SONA CHAR
DHALESWARI RIVER
SOTGHARIAKANDI
BALUKANDI
CHAR HOGLA
GOALGAON BM 3.33
DHAKA - CHITTAGONG HIGHWAY
BHITIKANDI
UTTAR FULDI
BM 16.72
BM 20.78
HASNABAD
BM 15.79
NAGAR CHAR
BM 17.45
BM 16.72
BM 15.67
PURON BAUSIA
CHENGAKANDI
BM 14.10
GUMTI R.
GIM CHAR
メグナ河
BAUSIO
BRANCH MEGHNA R.
DAUDKANDI
RAMJANBEG
NAYANAGAR
FULDI RIVER
BARAJAKUR
至コミラ
FERRY
MEGHNA RIVER
GBAGADHIA
NOBYO CHAR
BASUR CHAR
PASCHIMKANDI
メグナ河
プロジェクト位置図

ダッカ側

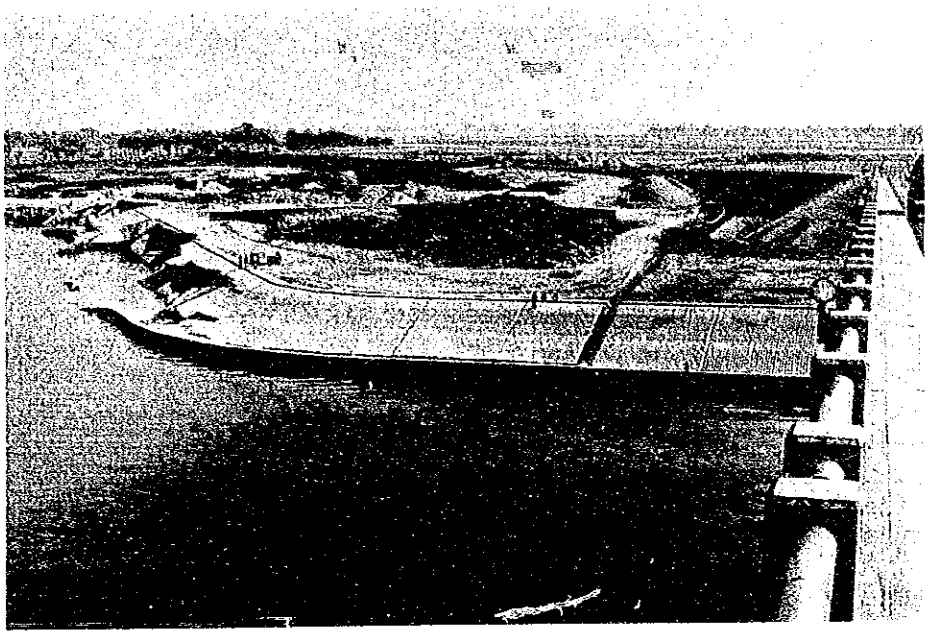
コミラ側



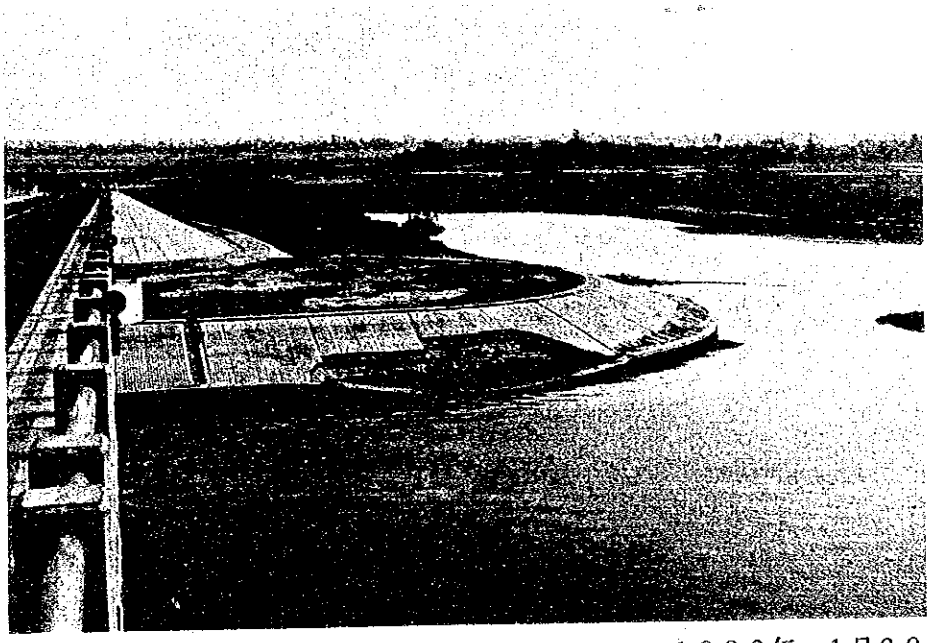
1992年 1月20日

上　流　側

写　真（1）



上　流　側

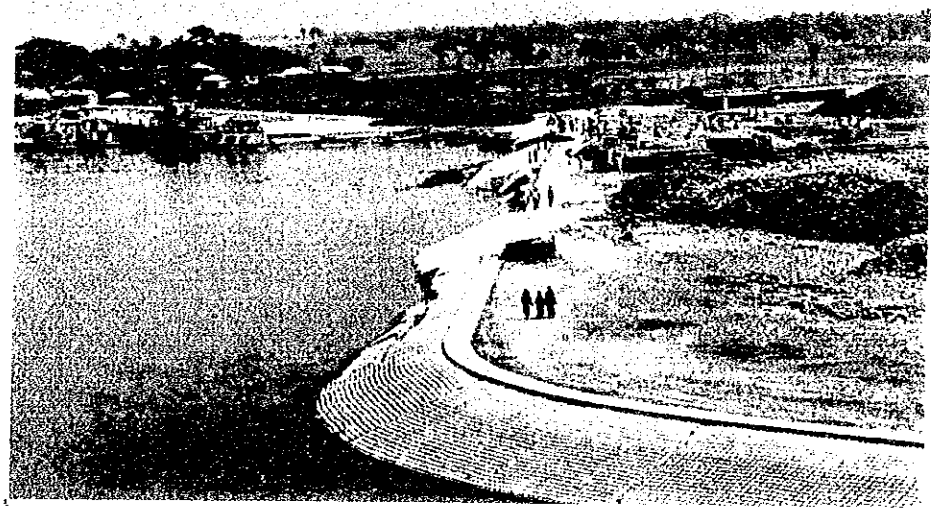


1992年　1月20日

下　流　側

写　　真（2）

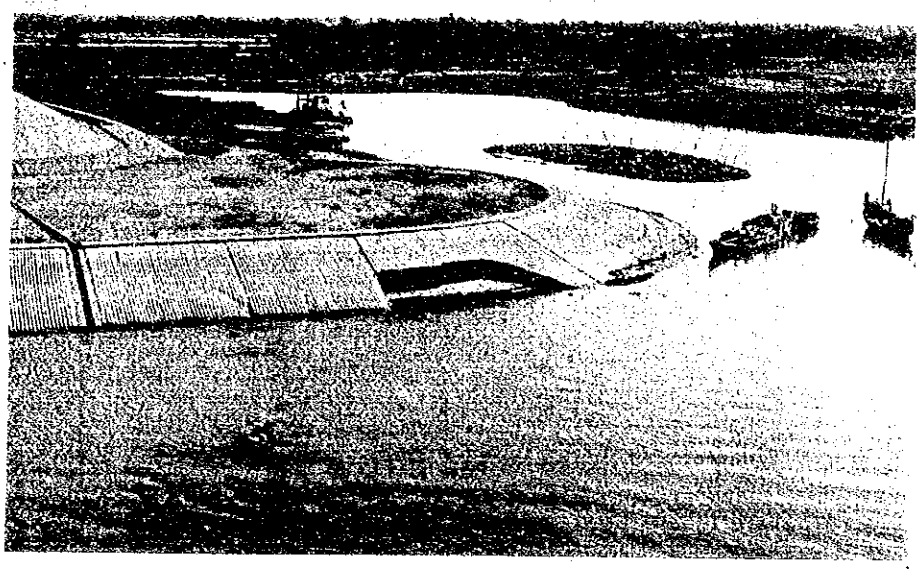
No.1



1991年10月20日

No.2

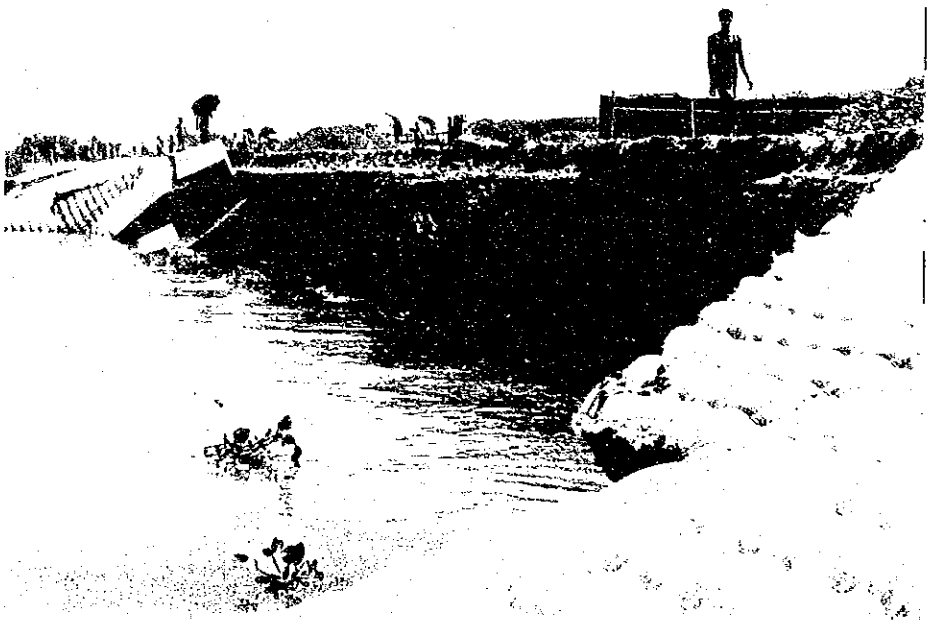
写　　真（3）



No.3

No.4

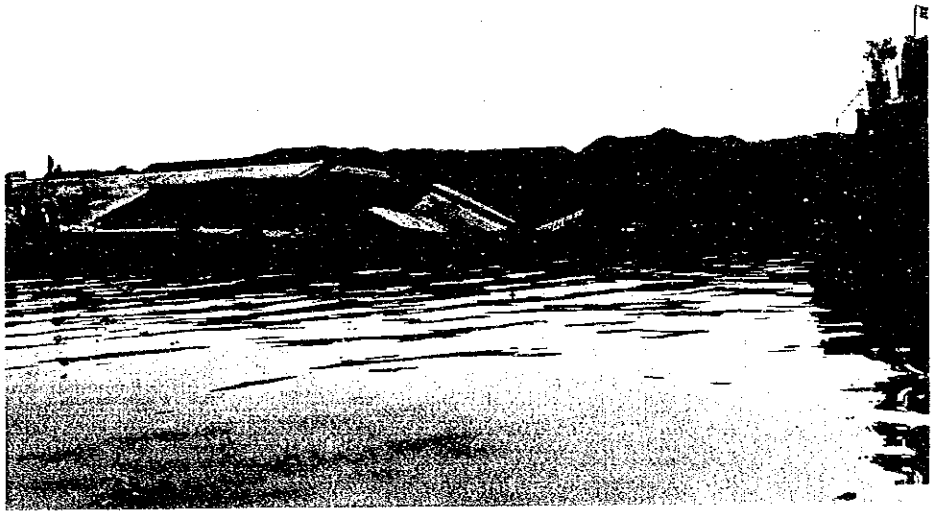
写　　真（4）



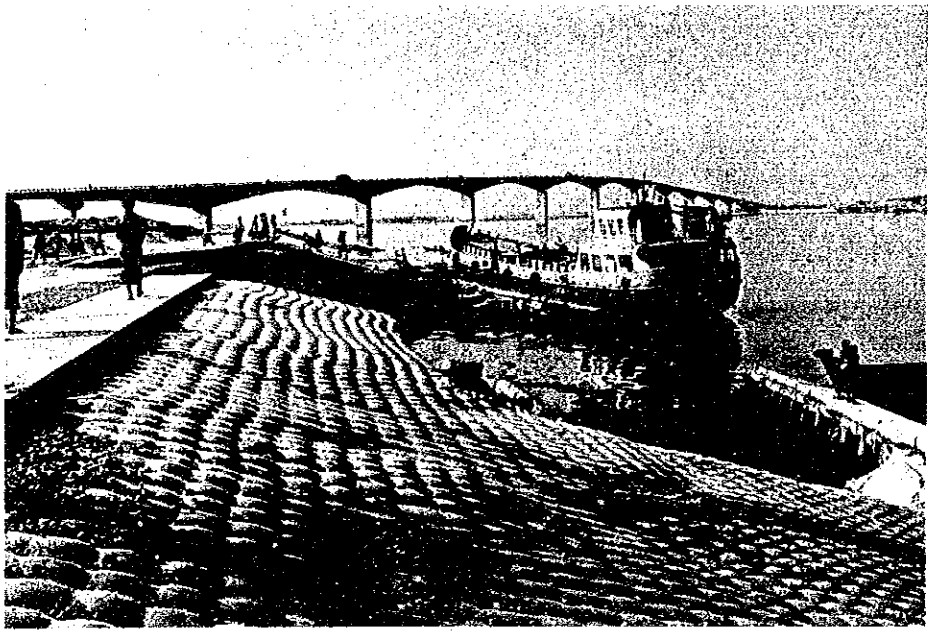
No.5

No.6

写　　真（5）



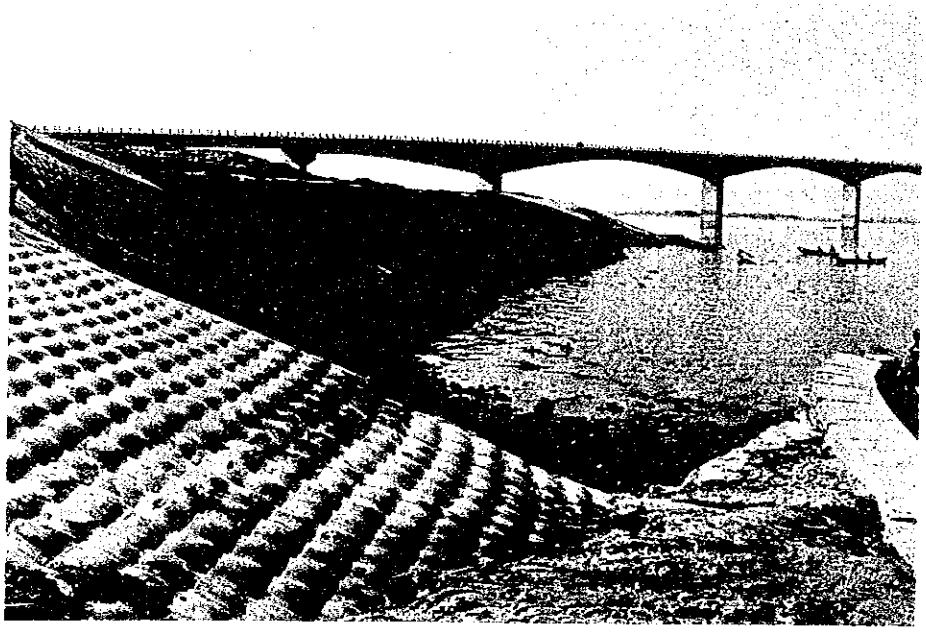
No.7



No.8　　1992年　1月　7日

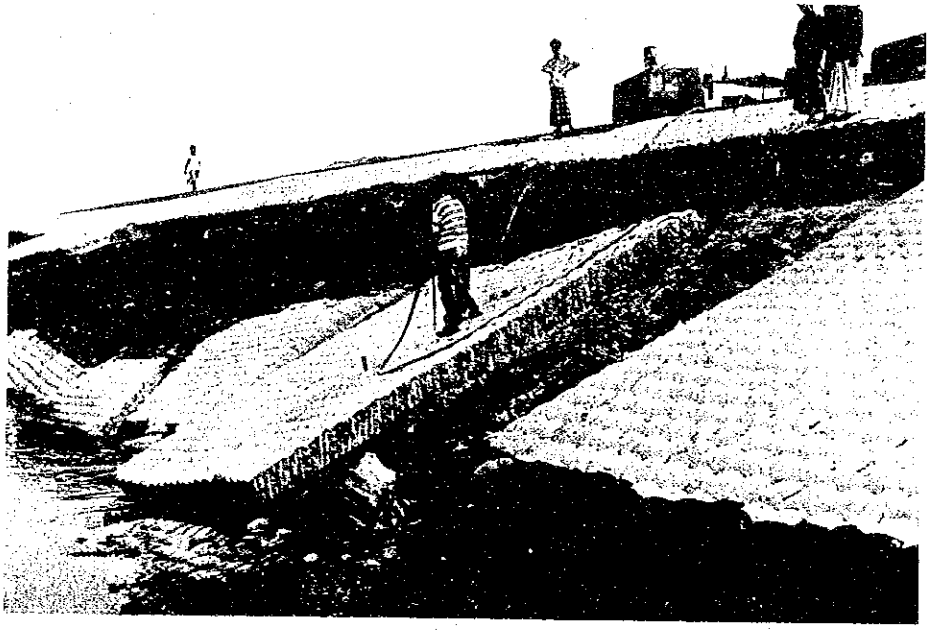
写　　真（6）

No.9

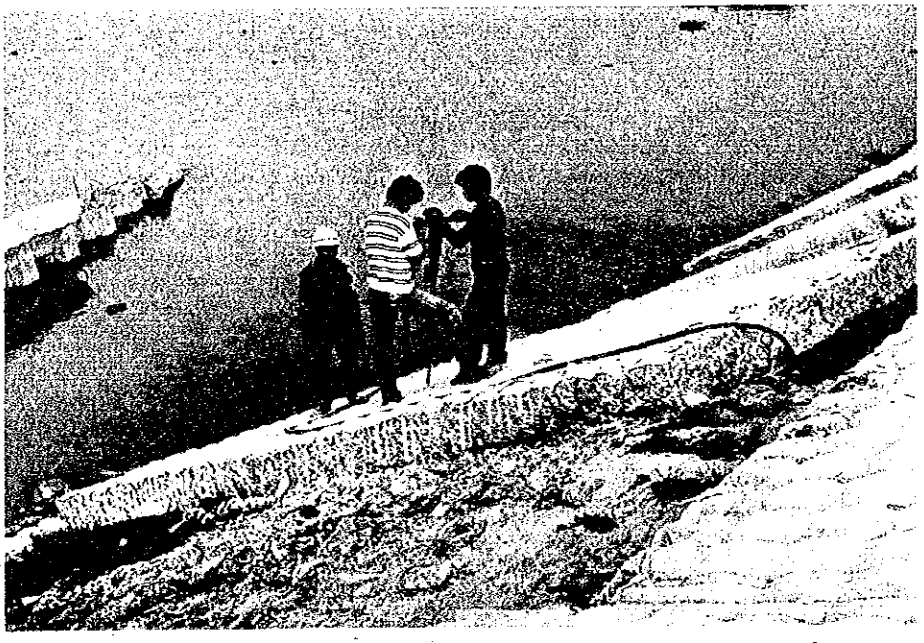


No.10　　1992年 1月 7日

写　　真（7）



No.11



No.12　　1992年 1月

写　　真（8）

要　　約

要　約

バングラデシュ国政治経済の中心である首都ダッカと、第２の都市であり工業の中心かつ最大の貿易港を擁するチッタゴン市を含む東南部経済圏は、最も人口集中が進み、同国の最重要地域を形成している。上記地域を縦断するダッカ－チッタゴン道路（延長約２４６km、国道１号線）は、同国の最重要道路である。

ダッカ－チッタゴン道路には、円滑な交通の障害となるフェリー渡河をよぎなくされている場所が２箇所あった。この障害を除くため、メグナ河に架かる橋梁が、我が国の無償資金協力により着工され、現在はすでに完成して、バングラデシュ政府に引き渡されている。また、残る１箇所のフェリー渡河に替わるメグナグムティ橋も、現在メグナ橋同様、我が国の無償資金協力により工事を実施しつつある。

こうした中で、昭和６２年に４０年ぶりの、翌６３年には史上最大の洪水がバングラデシュに襲来した。このような洪水による急激な河道変化によって、メグナ河周辺の護岸は大きく侵食されてきた。さらに、平成３年には、メグナ橋の上流が洗掘により崩壊を起こし、新設のメグナ橋まで侵食が拡大する危険性が生じてきた。

ダッカ－チッタゴン道路は、バングラデシュ国にとり生命線とも言われる重要なルートであり、メグナ橋の保全は、現在、同国にとり、道路運営上最優先の課題となっている。かかる現状に鑑み、バングラデシュ国政府は、メグナ橋の護岸対策について、我が国に対し無償資金協力の要請をしてきた。

日本国政府は、バングラデシュ国の要請に応え基本設計調査を行なうことを決定し、国際協力事業団が要請内容の確認とともに、無償資金協力対象として適正かつ妥当な協力内容を検討するため、平成４年６月１３日から同年７月３日まで基本設計調査団を派遣した。

調査団は、バングラデシュ国における協議および現地調査を踏まえ、基本設計を下記のとおり行なった。

（１）設計方針

メグナ河は大河川であり、将来の河道予測の難しい河川であるが、メグナ河護岸対策計画の基本設計は以下の設計方針にしたがって行なうことにした。

・　護岸構造物は、今日までのメグナ河の河川資料および基本設計時の現場調査結果やその解析結果を前提として設計する。

・　本構造物は、短期的対策として位置づける。

・　本計画の目的はメグナ橋コミラ側の橋台・橋脚や取付道路を保護することであり、護岸構造物の範囲や規模は最小限、すなわち重点部の対策とする。

・　護岸構造物は、建設費やバングラデシュ国による維持管理費の低減を図るために、現地調達資材を主体にし、また技術的には難解なものを避ける設計とする。また、バングラデシュ国側による中長期対策も念頭におくこととする。

・　本計画の護岸構造物は、雨期の増水による現護岸の崩落を防ぐために、今乾期の短期間に施工を終了しなければならない。

（２）工法・材料の比較

護岸工法としては、（Ａ）鋼管矢板壁防護工、（Ｂ）捨石堤工、（Ｃ）鋼管矢板壁防護工＋捨石堤工の３案を比較検討（技術面、経済面等）した結果、一般的現地施工法である（Ｂ）案を採用した。

材料は現地産の石材が主体であるが、土砂の吸い出し防止シートは、日本からの調達による不腐食組織のものとした。また、築堤の後背地の埋立土は土取場がないので、河岸からの浚渫土とした。

基本設計の結果、プロジェクトの概要は下記のとおりである。

（１）場所

バングラデシュ国、ダッカ－チッタゴン道路
メグナ橋付近のメグナ河左岸（コミラ側）

（２）施設

捨石堤による護岸、その概要は下記に示すとおりである。

堤　長　：　約７００ｍ　（左岸橋台の下流側から旧船付き場までの区間）
堤　高　：　　約１８ｍ
天端高　：　ＲＬ＋６.０ｍ
構　造　：　ＲＬ＋２.０ｍ以下（乾期水中部）は捨石工および石積工
　　ＲＬ＋２.０ｍ以上（乾期陸上部）は蛇籠工
　　築堤の後背地は埋立土

（3）主要資材

本プロジェクトは現地材使用による護岸であり、その主要資材は石材約７７,０００m^3（ロス率２０％を含む）である。

本計画に必要な事業費は、総額１１.２７億円（日本側援助額約１１.２７億円、バングラデシュ側負担額０.０億円）と見込まれている。

本計画の実施に必要な期間は、日本国政府とバングラデシュ国政府との交換公文締結後、コンサルタント契約を締結し、実施設計、入札図書作成、入札審査、工事契約締結まで２ヶ月を予定し、工事期間は８ヶ月を必要とする。

本プロジェクトの妥当性、具体的効果や問題点は下記のとおりである。

（1）妥当性、具体的効果

本プロジェクトの位置するメグナ橋は、ダッカーチッタゴン道路の重要な施設である。さらに、この道路は既存幹線道路の中で最も交通量が多く、バングラデシュ国の社会・経済において最重要な路線であるので、他の路線より優先的に整備されてきている。このような状況において、メグナ河の拡大する河岸侵食からメグナ橋梁地点を防護することは、橋梁を含む道路の機能保持に寄与するので、本プロジェクトの妥当性は高い。また、本プロジェクトの実施による具体的効果は下記のとおりである。

- 橋梁地点の河岸侵食の防止
- 捨石堤による護岸は維持管理を必要とするが、その管理計画の確立によって今後発生する他の類似プロジェクトに対応出来る。
- 現地資機材を主体とする本プロジェクトの実施は現地貢献度が高い。

（2）問題点

本プロジェクトは、次雨期までに主な工事を完成するために、詳細設計・入札等の期間および工事期間が限定される。したがって、バングラデシュ国政府には、本プロジェクトの特異性を認識させ、その実施に伴う事務手続き等を円滑に行なうように要請する。一方、コンサルタントや施工業者は、施工計画の立案（特に大量な石材調達）や施工管理に充分に配慮する。

以上の点から、本計画の無償資金協力により実施する意義はきわめて高く、本計画の早期実現が望まれる。

さらに、前述したとおり、メグナ河は河道変化の非常に激しい大河であり、しかも蛇行の水衡部は、橋梁地点付近に移動している。過去の地形測量結果および平面二次元流のシミュレーション結果から、コミラ側護岸箇所より上流の河岸は、今後、洗掘がさらに進むと予想される。したがって、今回提案する護岸工事の成否は、完成後の安全性に関する継続的な観測と、必要に応じて予知できない洗掘に対応すべく迅速な防護策を講ずることにある。バングラデシュ国政府の手による、この目的を達成し得る観測と維持管理のための組織・体制作りの確立が重要となる。

バングラデシュ人民共和国
メグナ河護岸対策計画基本設計調査
報告書 目次

・ 序 文
・ 伝達状
・ 位置図
・ 写 真
・ 要 約

第1章 緒 論 …… 1
1.1 調査の目的 …… 1
1.2 調査団の派遣 …… 1
1.3 調査の内容 …… 1

第2章 計画の背景 …… 3
2.1 要請の経緯 …… 3
2.2 要請の内容 …… 4

第3章 計画の内容 …… 5
3.1 目的 …… 5
3.2 要請内容の検討 …… 5
3.2.1 本計画の位置付け …… 5
3.2.2 計画の構成要素 …… 6
3.2.3 計画の妥当性と必要性 …… 6
3.3 計画の概要 …… 7
3.3.1 実施機関および運営体制 …… 7
3.3.2 事業計画 …… 7
3.3.3 計画の位置および状況 …… 7
3.3.4 維持管理計画 …… 9

第4章 水文および水理 …… 10
4.1 メグナ河の概況 …… 10
4.2 バイラブ・バザールの水位・流量データ …… 10
4.3 メグナ橋における水位・流量データ …… 19
4.4 メグナ橋における流量算定 …… 22

第５章　メグナ橋周辺の河道現況 …… 25
5.1　１９９２年の河川測量 …… 25
5.1.1　１９９２年６月の河川測量 …… 25
5.1.2　１９９２年９月の河川測量 …… 26
5.2　メグナ橋周辺の河道変遷と河岸侵食 …… 26
5.2.1　ランドサット映像 …… 26
5.2.2　メグナ河の河道変遷 …… 30
5.2.3　メグナ河の洗掘および堆砂状況 …… 35
5.3　メグナ橋コミラ側護岸の洗掘に関する特記すべき事象 …… 45
5.3.1　１９８８年の洪水の影響 …… 45
5.3.2　１９８９年後半の洗掘と地滑り …… 45
5.3.3　１９９１年の洗掘 …… 46
5.3.4　１９９１年のコミラ側護岸の崩壊 …… 46
5.4　旧船付き場周辺の局所洗掘 …… 46
5.5　メグナ橋地点の河床状況 …… 52
5.6　河岸・河床および砂洲上の土砂の粒度特性 …… 52
5.7　コミラ側護岸の計画法線と計画区域 …… 56
5.8　護岸の設計値 …… 57
5.8.1　設計流速 …… 57
5.8.2　捨石工の粒径 …… 58
5.8.3　設計最大洗掘深 …… 59

第６章　平面二次元モデルによるメグナ橋周辺の洪水流況解析 …… 60
6.1　解析の目的 …… 60
6.2　平面二次元流解析の概要 …… 60
6.2.1　基礎方程式 …… 60
6.2.2　解法 …… 61
6.3　解析条件および解析結果 …… 62
6.3.1　解析条件 …… 63
6.3.2　解析結果 …… 65
6.4　解析結果の評価 …… 65
6.5　流向・流速調査結果 …… 68

第７章　基本設計 …… 77
7.1　設計方針 …… 77
7.2　設計条件の設定 …… 77
7.3　基本計画 …… 80
7.3.1　工法比較案の検討 …… 80

7.3.2 護岸の安定計算 …… 100
7.3.3 基本設計図および概算設計数量 …… 103
7.4 施工計画 …… 106
7.4.1 施工方針 …… 106
7.4.2 施工上の留意事項 …… 106
7.4.3 施工・管理計画 …… 107
7.4.4 資機材調達計画 …… 113
7.4.5 実施工程 …… 114
7.4.6 バングラデシュ国政府の負担行為 …… 116
7.4.7 概算事業費 …… 116

第８章 護岸の観測および維持管理に関する提言 …… 118
8.1 概要 …… 118
8.2 護岸建設後の必要な観測・維持管理 …… 119
8.2.1 コミラ側護岸の観測 …… 119
8.2.2 河道状況の観測 …… 119
8.2.3 維持管理に関する提言 …… 120
8.3 事業の効果 …… 121

【資料編】

表　目次

		頁
表3.1	ＲＨＤの運営・維持・管理予算の推移	9
表3.1	ＲＨＤの運営・維持・管理予算の推移	18
表4.1	バイラブ・バザールにおける年最大流出量	18
表5.1	基準点の座標と標高	28
表5.2	河川測量結果（１９９２年）	29
表6.1	流速の観測値と計算値との比較表	71
表7.1	土の湿潤密度	79
表7.2	メグナ側護岸の工法検討	82
表7.3	法線の比較表	93

図　目次

		頁
図3.1	ＲＨＤの組織図	8
図4.1	メグナ河流域図	11
図4.2	気象水文観測所の位置図	12
図4.3	メグナ橋付近の水位・流量データーの記録期間	14
図4.4	バイラブ・バザールにおける水位の日変動	15
図4.5	バイラブ・バザールにおける流量日変動	16
図4.6	メグナ橋における水位の日変動図	20
図4.7	メグナ橋における流速の日変動図	21
図4.8	メグナ橋における水位と流速の関係図	23
図5.1	基準点と横断測量の位置図	27
図5.2	メグナ河の河岸線	31
図5.3	メグナ河の河岸線の比較	32
図5.4	河川横断図	36
図5.5	メグナ橋付近の河床等高線図	43
図5.6	コミラ側橋台付近の護岸の崩壊状況	48
図5.7	コミラ側の局所洗掘部の等高線図（船付き場）	49
図5.8	メグナ橋付近の最深洗掘部の横断図（断面Ａ－Ａ）	50

頁

図5.9　船付き場付近の等高線図（１９８４）……51

図5.10　メグナ橋の横断図（１９９２年６月）……53

図5.11　土砂採取地点の位置図……54

図5.12　粒度分布図……54

図5.13　土砂の平均粒径と分散値との関係図……55

図6.1　有限要素分割図……64

図6.2　解析結果（Hbg＝４.００m）……66

図6.3　解析結果（Hbg＝６.２９m）……67

図6.4　シュミレーションによる流速分布……69

図6.5　流速と流向の計測値（１９９２年９月）……70

図6.6　鉛直方向の流速観測結果……74

図7.1　N値と内部摩擦角との関係図……79

図7.2(A)　鋼管矢板壁防護工案（平面図）……83

図7.3　鋼管矢板壁防護工案（タイプ１）……84

図7.4　鋼管矢板壁防護工案（タイプ２）……85

図7.5　鋼管矢板壁防護工案（タイプ３）……86

図7.6(B)　捨石根固め工案（平面図）……87

図7.7　捨石根固め工案……88

頁

図7.8(C)　併用案（鋼管矢板壁防護工案（ﾀｲﾌﾟ１）＋捨石根固め工案）　……　89

図7.9　ＰＣ桁側径間延長案　……　90

図7.10　ＡＬＴ－１ 計画案　……　94

図7.11　ＡＬＴ－１ 防護工図　……　95

図7.12　ＡＬＴ－２ 計画案　……　96

図7.13　ＡＬＴ－２ 防護工図　……　97

図7.14　ＡＬＴ－３ 計画案　……　98

図7.15　ＡＬＴ－３ 防護工図　……　99

図7.16　法面安定計算結果（Case－１）　……　101

図7.17　法面安定計算結果（Case－２）　……　102

図7.18　計画平面図　……　104

図7.19　計画横断図　……　105

図7.20　キャンプヤード計画図　……　109

図7.21　事業実施工程　……　115

第1章　緒　論

第１章　緒　　論

１．１　調査の目的

バングラデシュ国政府は、メグナ河護岸対策建設のための無償資金協力を日本政府に対して要請した。本調査の目的は、「メグナ河護岸対策計画基本設計調査」に関するバングラデシュ国政府要請の具体的内容および背景を把握し、本調査の無償資金協力案件としての妥当性を検討するとともに、計画に必要かつ最適な対策の基本設計を行なうものである。なお、本調査は短期的な観点からの基本設計であり、中、長期的な観点からの立案は行なわない。

１．２　調査団の派遣

バングラデシュ国政府の要請に基づき、日本国政府は基本設計調査の実施を決定し、国際協力事業団が国際協力事業団国際協力総合研究所国際協力専門員渡辺正幸氏を団長とする基本設計調査団を平成４年６月１３日から同年６月１９日までバングラデシュ国に派遣して協議議事録を取り交わした。その後、国内解析および検討作業を行ない、本計画の基本的な考え方をインテリムレポートにまとめ、その説明および協議を、平成４年９月４日から９月１１日まで、バングラデシュにおいて行なった。
なお、調査団の団員構成、調査日程、協議議事録の写しおよびバングラデシュ国関係者リストを巻末に添付する。

１．３　調査の内容

基本設計調査団は、バングラデシュ国政府関係機関からメグナ橋およびメグナ河護岸の現況について聴取し、協議、資料収集等を通じて要請の内容を把握したほか、下記の現地調査を実施した。

- 本計画の技術的妥当性検討のため、プロジェクト・サイトの現状、土質、地形、水文等の立地条件に関する調査。

- 建設費の積算および建設工程計画立案に必要なバングラデシュの建設事情、関連法規および現地における施工方法等の調査。

- 本計画の施工計画および工事実施体制の調査。

- バングラデシュ国政府の維持管理体制・能力の確認。

・ バングラデシュ国政府負担工事範囲の確認および工事実施体制に係わる調査。

・ 本計画の妥当性についての検討。

第２章　計画の背景

第２章　計画の内容

２．１　要請の経緯

バングラデシュ国政治経済の中心である首都ダッカと、第２の都市であり工業の中心かつ最大の貿易港を擁するチッタゴン市を含む東南部経済圏は、最も人口集中が進み、同国の最重要地域を形成している。

ダッカ―チッタゴン道路（延長約２４６km、国道１号線）は、上記地域を縦断する同国の最重要道路で、対象地域における人口とＧＮＰはそれぞれ全国の約３０％（１９８１年人口調）と約３２％（１９８７―８８年実績）を占めている。

このため、バングラデシュの陸上交通は、ダッカ、チッタゴンを中心に発生し移動している。トラックによる貨物輸送の５０％がダッカ、３０％がチッタゴンを起終点としており、この２都市間での貨物輸送は、バングラデシュ全体の３０％におよんでいる（１９８５年ＡＤＢ援助調査）。

ダッカ―チッタゴン道路における最大のネックは、メグナ河の本支流２ケ所で余儀なくされているフェリー渡河である。バングラデシュ政府は、この隘路を打開するため同フェリー渡河地点での架橋を計画し、メグナ橋およびメグナグムティ橋の建設計画調査を昭和５８年日本国政府に要請した。

日本国政府はバングラデシュ国政府の要請に基づき、計画調査の実施を決定し、国際協力事業団は、１９８４年３月から１９８５年２月まで上記２橋の建設にかかわるフィージビリティ調査を実施した。調査の結果、同計画の妥当性が判明、日本国政府は昭和６１年度よりメグナ橋架橋計画に対し、無償資金協力で平成２年６月に工事が完工し、メグナグムティ橋についても平成２年度より無償資金協力を実施中である。

しかしながら、メグナ河の流路変動の事態については、Ｆ／Ｓ時において種々の自然条件調査を行なっているものの、現在の河川工学の知識をもってしても分析的な解明が不可能である。

こうした中で、昭和６２年には４０年ぶりの、翌６３年には史上最大の洪水がバングラデシュに襲来した。このような洪水による急激な河道変化によってメグナ河周辺の護岸は大きく侵食されており、昭和６３年１１月には近傍のフェリー突堤で崩落が発生し、丸１日フェリーの運航が停止する等、メグナ河の侵食がバングラデシュ国の交通に及ぼす影響は極めて深刻である。

今後、メグナ河の河岸侵食が拡大し、橋梁地点に波及する危険性が考えられ、早急の調査とメグナ河護岸対策計画を策定するため、バングラデシュ国政府は、日本国政府に無償資金協力援助を要請してきた。

2.2 要請の内容

要請の内容は次のとおりである。

(1) プロジェクトの目的

本プロジェクトの目的は、メグナ橋近傍のコミラ側の既存の護岸を洗掘から守るため必要な対策を実施することである。

(2) プロジェクト地域

ダッカ－チッタゴン道路メグナ橋付近のメグナ河左岸（コミラ側）

第３章　計画の内容

第３章　計画の内容

３.１　目　的

本計画は、メグナ橋近傍のコミラ側の既存の護岸を洗掘から守るため、必要な対策を実施することであり、ダッカーチッタゴン道路の交通流の円滑化確保を通じて、バングラデシュ国経済の発展に寄与することを目的とする。

３.２　要請内容の検討

３.２.１　本計画の位置付け

交通モード別輸送量は、過去１０年間に旅客輸送の場合、道路と内陸水運が年平均それぞれ約７％ および８％ と著しい伸びを示している反面、鉄道輸送は、約５％と低い。１９８９年度の場合、旅客輸送における道路、内陸水運、鉄道のそれぞれのシェアは、５４％、２３％、２３％ である。一方、貨物輸送の場合、鉄道の停滞ぶりは著しく、各モードのシェアは、道路、内陸水運、鉄道の順に４９％、３４％、１７％ となっている。第３次５ヶ年計画における上記モード順の総投資額に対するシェアは、４２％、２３％、３５％ となっている。

第３次５ヶ年計画の中で、道路セクターの場合、既存幹線道路網の改良に最優先順位をあたえていた。ダッカーチッタゴン道路は、既存幹線道路の中でも最も交通量が多く、バングラデシュの社会・経済にとって最重要の路線であり、これの整備を他に優先して開始した。また、他の幹線道路網の未だ多くのフェリーが存在し、優先順位の高いものは、早急に橋梁に置き換える計画で、ダッカーチッタゴン道路はメグナ橋の完成した現在、建設中のメグナグムティ橋の完成により陸路で連結されることになる。

大河川が多く存在するバングラデシュにおいて、内陸水運は、輸送の重要な役割を果たしてきた。しかし、最近では、上流地域の大規模な森林伐採、ダムの建設等の影響が著しく、河川の増水と河床の土砂堆積を引き起こす結果をきたしている。

このため、メグナ河の河岸侵食が拡大し、バングラデシュ国のライフラインとも言うべきメグナ橋の橋梁地点に波及する危険性が考えられるため、早急の護岸対策を実施することが重要である。

3.2.2 計画の構成要素

本計画は以下の主要構成要素からなる。

- ダッカーチッタゴン道路　メグナ橋付近のメグナ河左岸護岸対策（コミラ側、延長約７００m）
- 河床均し工
- 石積工
- 埋土工
- 捨石工（水面下）
- 蛇籠工
- 埋土均し工
- 吸い出し防止工

3.2.3 計画の妥当性と必要性

ダッカーチッタゴン道路の重要性は、３.２.１ 本計画の位置付けに記述したとおりである。

メグナ橋は、１９９０年６月全面開通し、護岸等の付帯工事は１９９１年３月に完工した。メグナグムティ橋は、現在施工中で１９９６年の完成を予定している。メグナグムティ橋完成の暁には、ダッカーチッタゴン道路は、交通のネックとなっているフェリーによる渡河の必要はなくなる。メグナグムティ橋コミラ側終点からチッタゴンに向かうダウドカンディーフェニ間約７６kmはＡＤＢの援助で１９８８年に工事を開始し、近々、工事完了を目指している。また、ダウドカンディーフェニ間を除く他の道路区間は、同じく、ＡＤＢ援助による道路第２次改良計画の枠組の中に収められている。

このように、ダッカーチッタゴン道路の道路整備計画は着々と進んでおり、この道路の機能を保つことは、必要欠くべからざる要素となっている。このため、バングラデシュ国にとって、メグナ橋周辺護岸の機能回復は、妥当であり、かつ、必要である。

3.3 計画の概要

3.3.1 実施機関および運営体制

本計画の実施運営機関は、バングラデシュ国政府大蔵省、経済局および、運輸省（MOC）、道路交通総局（RRTD）、道路局（RHD）である。

RHD（Road and Highway Department）は、国内の主要道路網（国道、地域道、クラスA地方道）の行政、計画、建築、運営、維持管理のすべての責任を担う政府行政機関である。RHDの長はChief Engineer（1人）で、その下にAdditinal Chief Engineer（11人）がおり、その内訳は、外国援助機関担当3人、地域担当5人、残る3人は、ダッカ本部で総括、計画、開発とフェリーを担当している。機関別に見ると、600人の土木および機械技術者、624人の技師、そして21,713人の他の技術職員や一般職員となっている。
バングラデシュにおける実施機関である道路局（RHD）の組織を図3.1に示す。

3.3.2 事業計画

1991年10月11、20日の両日にわたって崩落したファブリマット護岸約150mに対し、メグナ橋建設計画プロジェクトで短期的復旧工事が実施され、現在ほぼ完了している。しかし、これはあくまで応急工事であるため、今後、中、長期的に考えた場合、河岸の侵食が拡大し、橋梁地点に侵食による危険が波及しないよう実施するプロジェクトである。

さらに、このプロジェクトは長期にわたって専門的な維持管理が必要となる事が考えられるため、現地の安価な材料を使用し、現地の技術で対応可能な施工方法を採用して、プロジェクトを実施する事が極めて重要であり、自然と協調しつつ、バングラデシュ国の発展を図るための事業計画である。

3.3.3 計画の位置および状況

（1）計画地の位置

メグナ河（幅約900m）は、ダッカの南東約25kmの地点でダッカーチッタゴン道路を横切っており、メグナ橋によって渡河されている。

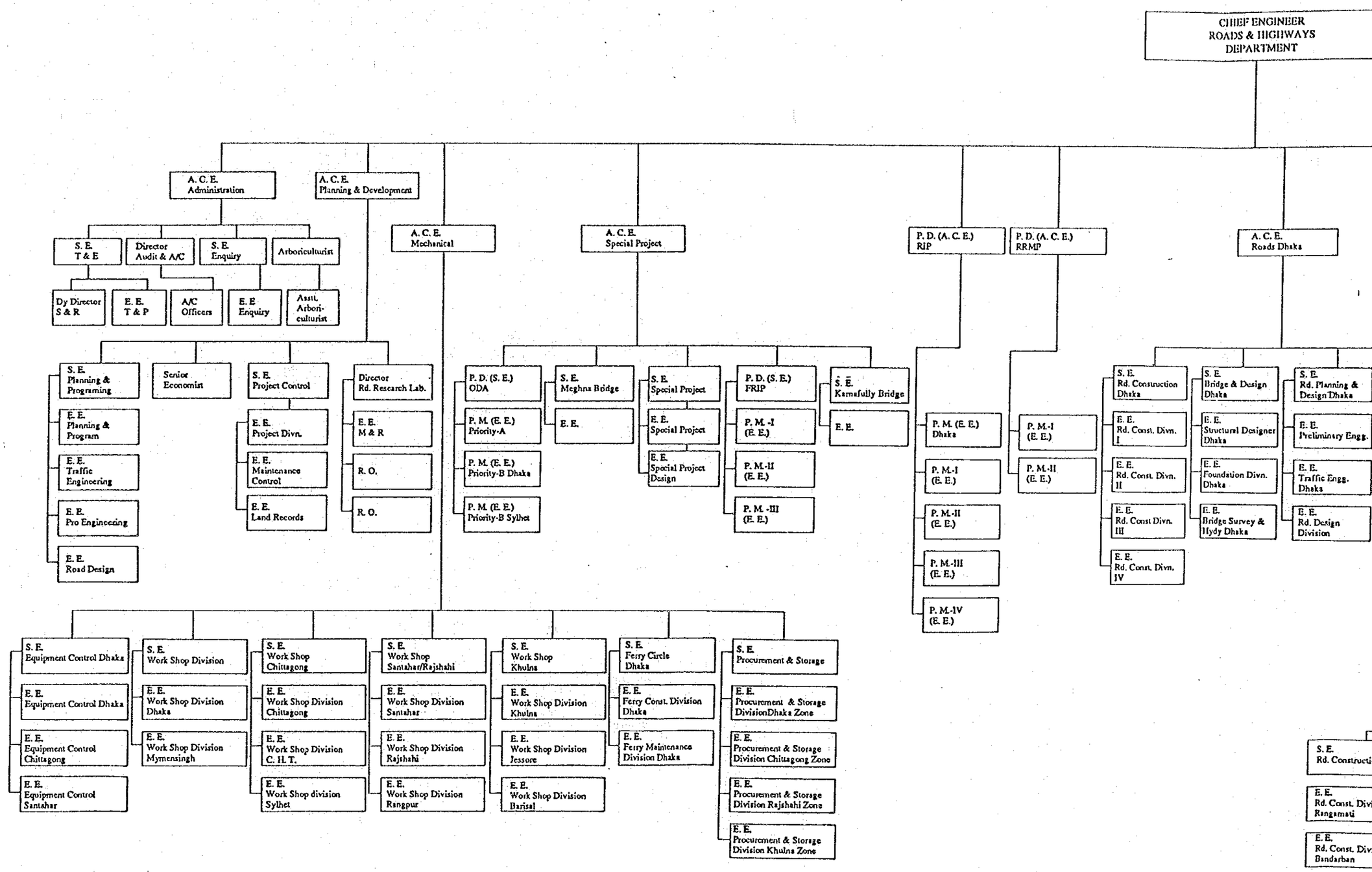

CHIEF ENGINEER
ROADS & HIGHWAYS
DEPARTMENT
A. C. E. Administration
A. C. E. Planning & Development
A. C. E. Mechanical
A. C. E. Special Project
P. D. (A. C. E.) RIP
P. D. (A. C. E.) RRMP
A. C. E. Roads Dhaka
S. E. T & E
Director Audit & A/C
S. E. Enquiry
Arboriculturist
Dy Director S & R
E. E. T & P
A/C Officers
E. E Enquiry
Asstt. Arboriculturist
S. E. Planning & Programing
Senior Economist
S. E. Project Control
Director Rd. Research Lab.
E. E. Planning & Program
E. E. Traffic Engineering
E. E. Pro Engineering
E. E. Road Design
E. E. Project Divn.
E. E. Maintenance Control
E. E. Land Records
E. E. M & R
R. O.
R. O.
P. D. (S. E.) ODA
P. M. (E. E.) Priority-A
P. M. (E. E.) Priority-B Dhaka
P. M. (E. E.) Priority-B Sylhet
S. E. Meghna Bridge
E. E.
S. E. Special Project
E. E. Special Project
E. E. Special Project Design
P. D. (S. E.) FRIP
P. M. -I (E. E.)
P. M.-II (E. E.)
P. M. -III (E. E.)
S. E. Karnafully Bridge
E. E.
P. M. (E. E.) Dhaka
P. M.-I (E. E.)
P. M.-II (E. E.)
P. M.-III (E. E.)
P. M.-IV (E. E.)
P. M.-I (E. E.)
P. M.-II (E. E.)
S. E. Rd. Construction Dhaka
E. E. Rd. Const. Divn. I
E. E. Rd. Const. Divn. II
E. E. Rd. Const Divn. III
E. E. Rd. Const. Divn. IV
S. E. Bridge & Design Dhaka
E. E. Structural Designer Dhaka
E. E. Foundation Divn. Dhaka
E. E. Bridge Survey & Hydy Dhaka
S. E. Rd. Planning & Design Dhaka
E. E. Preliminary Engg.
E. E. Traffic Engg. Dhaka
E. E. Rd. Design Division
S. E. Equipment Control Dhaka
E. E. Equipment Control Dhaka
E. E. Equipment Control Chittagong
E. E. Equipment Control Santahar
S. E. Work Shop Division
E. E. Work Shop Division Dhaka
E. E. Work Shop Division Mymensingh
S. E. Work Shop Chittagong
E. E. Work Shop Division Chittagong
E. E. Work Shop Division C. H. T.
E. E. Work Shop division Sylhet
S. E. Work Shop Santahar/Rajshahi
E. E. Work Shop Division Santahar
E. E. Work Shop Division Rajshahi
E. E. Work Shop Division Rangpur
S. E. Work Shop Khulna
E. E. Work Shop Division Khulna
E. E. Work Shop Division Jessore
E. E. Work Shop Division Barisal
S. E. Ferry Circle Dhaka
E. E. Ferry Const. Division Dhaka
E. E. Ferry Maintenance Division Dhaka
S. E. Procurement & Storage
E. E. Procurement & Storage DivisionDhaka Zone
E. E. Procurement & Storage Division Chittagong Zone
E. E. Procurement & Storage Division Rajshahi Zone
E. E. Procurement & Storage Division Khulna Zone
S. E. Rd. Constructi
E. E. Rd. Const. Divi Rangamati
E. E. Rd. Const. Div Bandarban

図 3-1　R H D の組

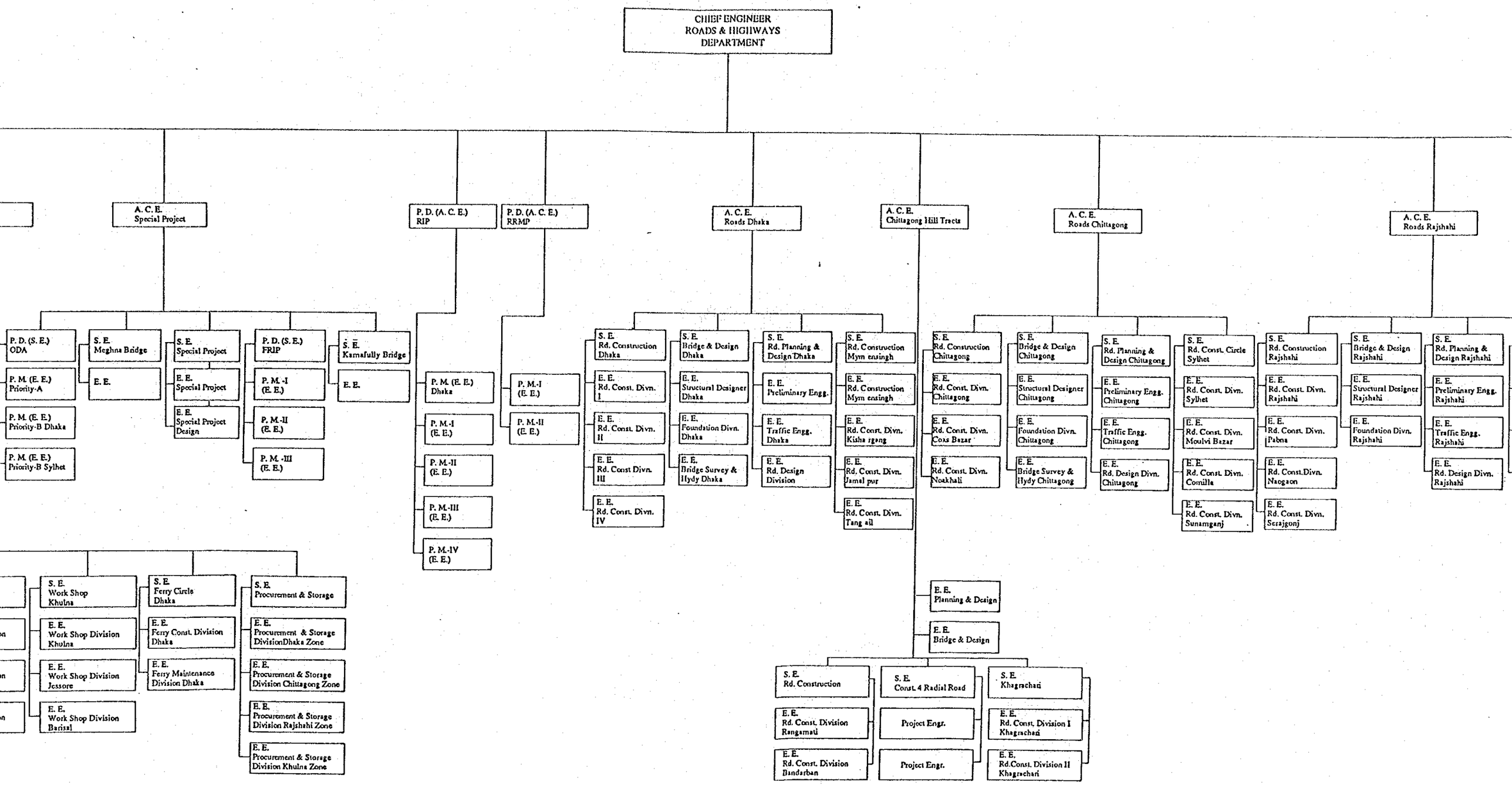
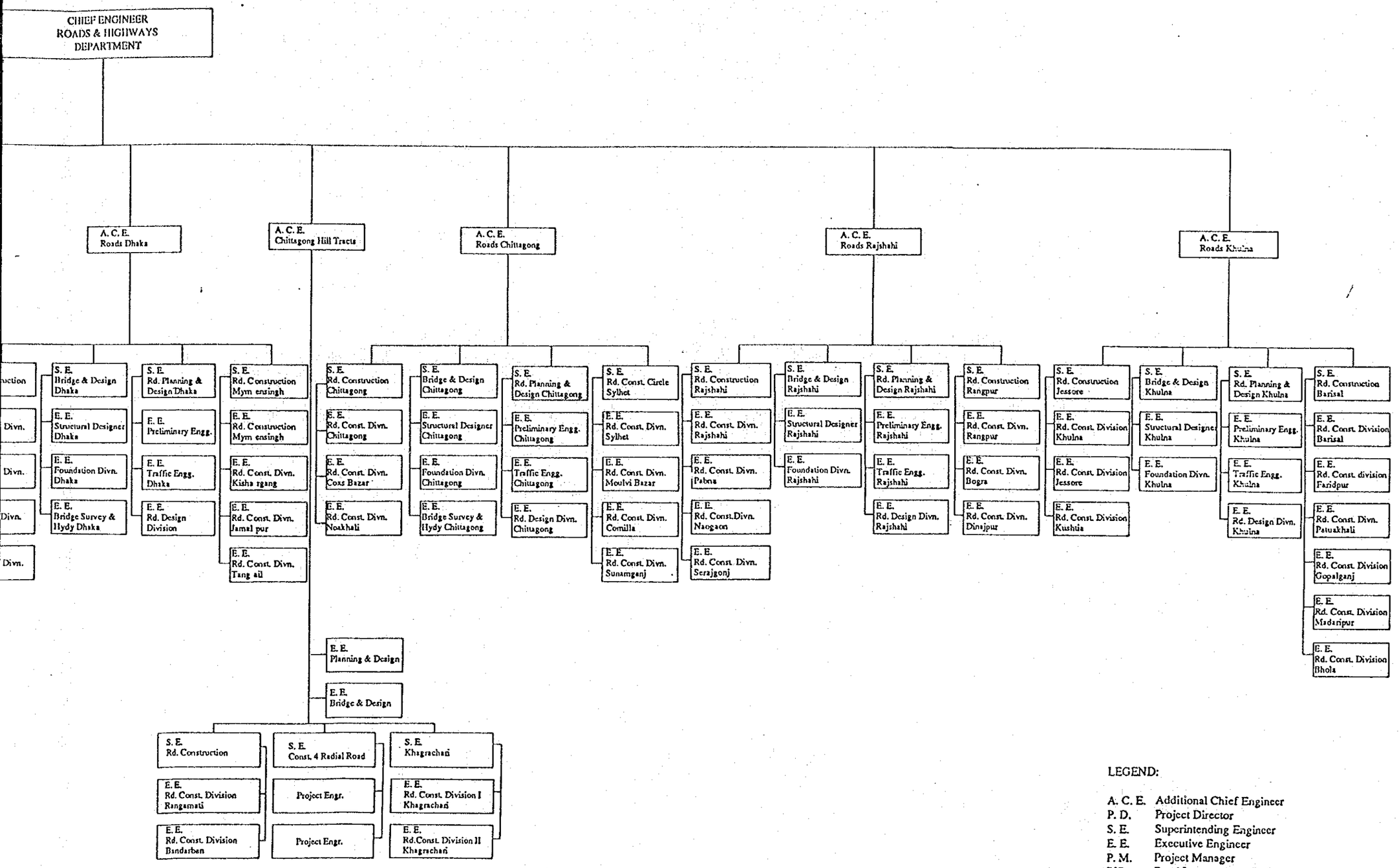

CHIEF ENGINEER
ROADS & HIGHWAYS
DEPARTMENT
A. C. E.
Special Project
P. D. (A. C. E.)
RIP
P. D. (A. C. E.)
RRMP
A. C. E.
Roads Dhaka
A. C. E.
Chittagong Hill Tracts
A. C. E.
Roads Chittagong
A. C. E.
Roads Rajshahi
P. D. (S. E.)
ODA
P. M. (E. E.)
Priority-A
P. M. (E. E.)
Priority-B Dhaka
P. M. (E. E.)
Priority-B Sylhet
S. E.
Meghna Bridge
E. E.
S. E.
Special Project
E. E.
Special Project
E. E.
Special Project
Design
P. D. (S. E.)
FRIP
P. M.-I
(E. E.)
P. M.-II
(E. E.)
P. M.-III
(E. E.)
S. E.
Kamafully Bridge
E. E.
P. M. (E. E.)
Dhaka
P. M.-I
(E. E.)
P. M.-II
(E. E.)
P. M.-III
(E. E.)
P. M.-IV
(E. E.)
P. M.-I
(E. E.)
P. M.-II
(E. E.)
S. E.
Rd. Construction
Dhaka
E. E.
Rd. Const. Divn.
I
E. E.
Rd. Const. Divn.
II
E. E.
Rd. Const Divn.
III
E. E.
Rd. Const. Divn.
IV
S. E.
Bridge & Design
Dhaka
E. E.
Structural Designer
Dhaka
E. E.
Foundation Divn.
Dhaka
E. E.
Bridge Survey &
Hydy Dhaka
S. E.
Rd. Planning &
Design Dhaka
E. E.
Preliminary Engg.
E. E.
Traffic Engg.
Dhaka
E. E.
Rd. Design
Division
S. E.
Rd. Construction
Mym ensingh
E. E.
Rd. Construction
Mym ensingh
E. E.
Rd. Const. Divn.
Kisha rgeng
E. E.
Rd. Const. Divn.
Jamal pur
E. E.
Rd. Const. Divn.
Tang ail
S. E.
Rd. Construction
Chittagong
E. E.
Rd. Const. Divn.
Chittagong
E. E.
Rd. Const. Divn.
Cox's Bazar
E. E.
Rd. Const. Divn.
Noakhali
S. E.
Bridge & Design
Chittagong
E. E.
Structural Designer
Chittagong
E. E.
Foundation Divn.
Chittagong
E. E.
Bridge Survey &
Hydy Chittagong
S. E.
Rd. Planning &
Design Chittagong
E. E.
Preliminary Engg.
Chittagong
E. E.
Traffic Engg.
Chittagong
E. E.
Rd. Design Divn.
Chittagong
S. E.
Rd. Const. Circle
Sylhet
E. E.
Rd. Const. Divn.
Sylhet
E. E.
Rd. Const. Divn.
Moulvi Bazar
E. E.
Rd. Const. Divn.
Comilla
E. E.
Rd. Const. Divn.
Sunamganj
S. E.
Rd. Construction
Rajshahi
E. E.
Rd. Const. Divn.
Rajshahi
E. E.
Rd. Const. Divn.
Pabna
E. E.
Rd. Const.Divn.
Naogaon
E. E.
Rd. Const. Divn.
Serajgonj
S. E.
Bridge & Design
Rajshahi
E. E.
Structural Designer
Rajshahi
E. E.
Foundation Divn.
Rajshahi
S. E.
Rd. Planning &
Design Rajshahi
E. E.
Preliminary Engg.
Rajshahi
E. E.
Traffic Engg.
Rajshahi
E. E.
Rd. Design Divn.
Rajshahi
S. E.
Work Shop
Khulna
E. E.
Work Shop Division
Khulna
E. E.
Work Shop Division
Jessore
E. E.
Work Shop Division
Barisal
S. E.
Ferry Circle
Dhaka
E. E.
Ferry Const. Division
Dhaka
E. E.
Ferry Maintenance
Division Dhaka
S. E.
Procurement & Storage
E. E.
Procurement & Storage
DivisionDhaka Zone
E. E.
Procurement & Storage
Division Chittagong Zone
E. E.
Procurement & Storage
Division Rajshahi Zone
E. E.
Procurement & Storage
Division Khulna Zone
E. E.
Planning & Design
E. E.
Bridge & Design
S. E.
Rd. Construction
E. E.
Rd. Const. Division
Rangamati
E. E.
Rd. Const. Division
Bandarban
S. E.
Const. 4 Radial Road
Project Engr.
Project Engr.
S. E.
Khagrachari
E. E.
Rd. Const. Division I
Khagrachari
E. E.
Rd.Const. Division II
Khagrachari

図 3-1　　R H D の 組 織 図



LEGEND:

A. C. E.	Additional Chief Engineer
P. D.	Project Director
S. E.	Superintending Engineer
E. E.	Executive Engineer
P. M.	Project Manager
RIP	Road Improvement Project
RRMP	Road Rehabilitqation and Maintenance Project
FRIP	Feeder Road Improvement Administration
ODA	Overseas Development Administration

R H D の 組 織 図

（2）計画地の地形

周囲の地形は、まったく平坦な洪水平地（Flood plain）で、標高６ｍ以下、雨期における高水位時には、主要道路と集落を除き水没する。

（3）計画地点の河川状況

第４章　水文および水理、第５章　メグナ橋周辺の河道現況を参照。

（4）施設の概要

堤　長　　約７００ｍ
提　高　　ＲＬ＋６.０ｍ
陸上部　　蛇籠（ｈ×ｗ×Ｉ）＝０.６×１６×７００ｍ
水中部　　捨石および石積

注）詳細については、７.３.３　基本設計図を参照。

３.３.４　維持管理計画

本計画は護岸の建設であり、完工後、その維持・管理が重要となる。
ＲＨＤの過去４年間における運営・維持・管理予算の推移を「表３－１」に示す、これを見ると、総予算の約７５％が道路維持・管理費用で、残りがフェリーシステムの運営・維持・管理費用となっている。１９８８－１９８９年度における運営・維持・管理予算は、円貨に換算すると約３２億円である。

表３－１　ＲＨＤの運営・維持・管理予算の推移

単位：百万タカ

	道路関連			フェリー関連			
年度	維持・管理	事務費	計	維持・管理	事務費	計	合計
1985-86	206	99	305	25	80	105	410
1986-87	235	121	356	37	97	134	490
1987-88	328	130	458	55	102	157	615
1988-89	365	180	545	92	113	205	750

第４章　水文および水理

第４章　水文および水理

４．１　メグナ河の概況

メグナ河は、ヒマラヤ山脈を源流とするブラマプトラ（別名ジャムナ）河や、ガンジス（別名パドゥマ）河とともに、バングラデシュの大デルタを形成し、ベンガル湾に注ぐ三大河川の１つである。

メグナ河には、インドの丘陵地メガラヤ州を流れるJadukata川とRonga川、同じくインドのアッサム州を流れるSurma川とKalni川、同じくインドのトリプラ州を流れるBimyana川等が流入し、流域面積はメグナ橋地点で約７万km^2。流域面積の６３％はインドに属しているため、インドのメガラヤ、アッサム、トリプラ等の丘陵地の州の気候の影響を受けている。これら丘陵地では６月～９月がモンスーンの季節で多雨。バングラデシュのメグナ橋地点では、上流のモンスーン時期より１～２週間遅れて河川水位の上昇、洪水の発生するケースが多い。

メグナ河の河道勾配は約1/20,000と極めて緩く、また標高も低いために、低水期（乾期）にはベンガル湾の潮位変動の影響から橋梁地点では流れが遡上する。メグナ河の河道系統は複雑で蛇行が激しく、ある所ではブラマプトラとメグナが支川（オールド・ブラマプトラ川）で繋がっているのは、約２００年前にブラマプトラ河の本流が現在のメグナ河を流れていたためであると言われている。

さらに、メグナ河の河床は粒子の極めて細かい砂やシルトで覆われているため、洪水時に洗掘とか護岸の侵食を受けやすい性格を有している。メグナ河流域図は、添付図４．１に示す。

４．２　バイラブ・バザールの水位・流量データ

メグナ橋における水位・流量の季節変動を調べる上で、最も橋梁地点に近い約４０km上流にあるバイラブ・バザールにある水位観測所の記録は重要である。添付図４．２にバングラデシュの気象水文観測所の位置を示す。

橋梁地点とバイラブ・バザールにおける流域面積は以下のとおりである。

単位：km^2

位置	バングラデシュ国外	バングラデシュ国内	総計
ﾊﾞｲﾗﾌﾞ・ﾊﾞｻﾞｰﾙ観測所	41,390	21,570	62,960
他流域	2,760	4,170	6,930
メグナ橋	44,150	25,740	69,890

原典：メグナ・メグナグムティ橋建設調査報告書　1985年３月

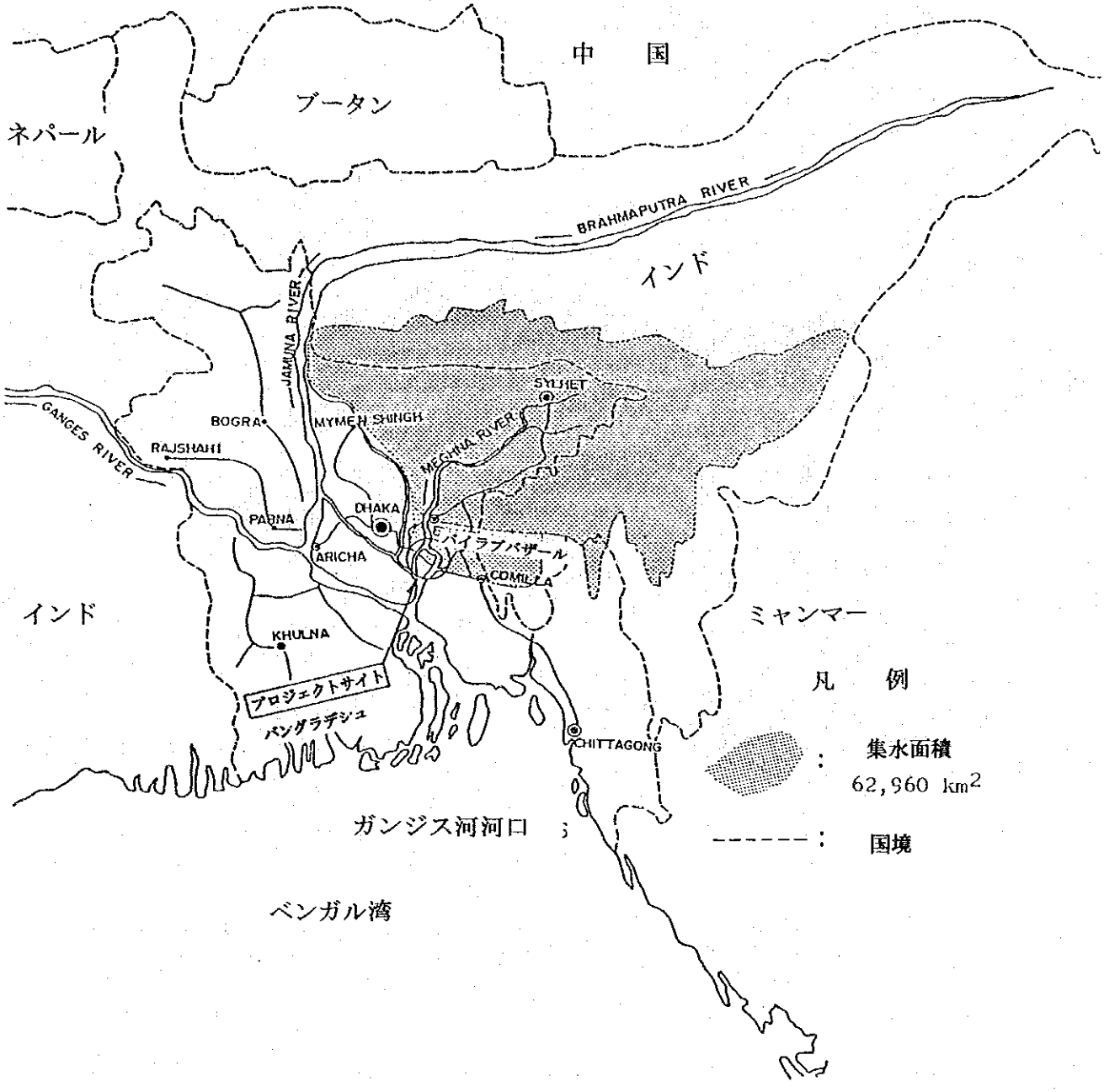

中　国
ブータン
ネパール
BRAHMAPUTRA RIVER
インド
JAMUNA RIVER
SYLHET
GANGES RIVER
BOGRA
MYMENSHINGH
RAJSHAHI
MEGHNA RIVER
DHAKA
PABNA
バイラブバザール
ARICHA
COMILLA
インド
ミャンマー
KHULNA
プロジェクトサイト
バングラデシュ
CHITTAGONG
凡　例
：集水面積
62,960 km2
------：国境
ガンジス河河口
ベンガル湾

図4.1　　メグナ河流域図

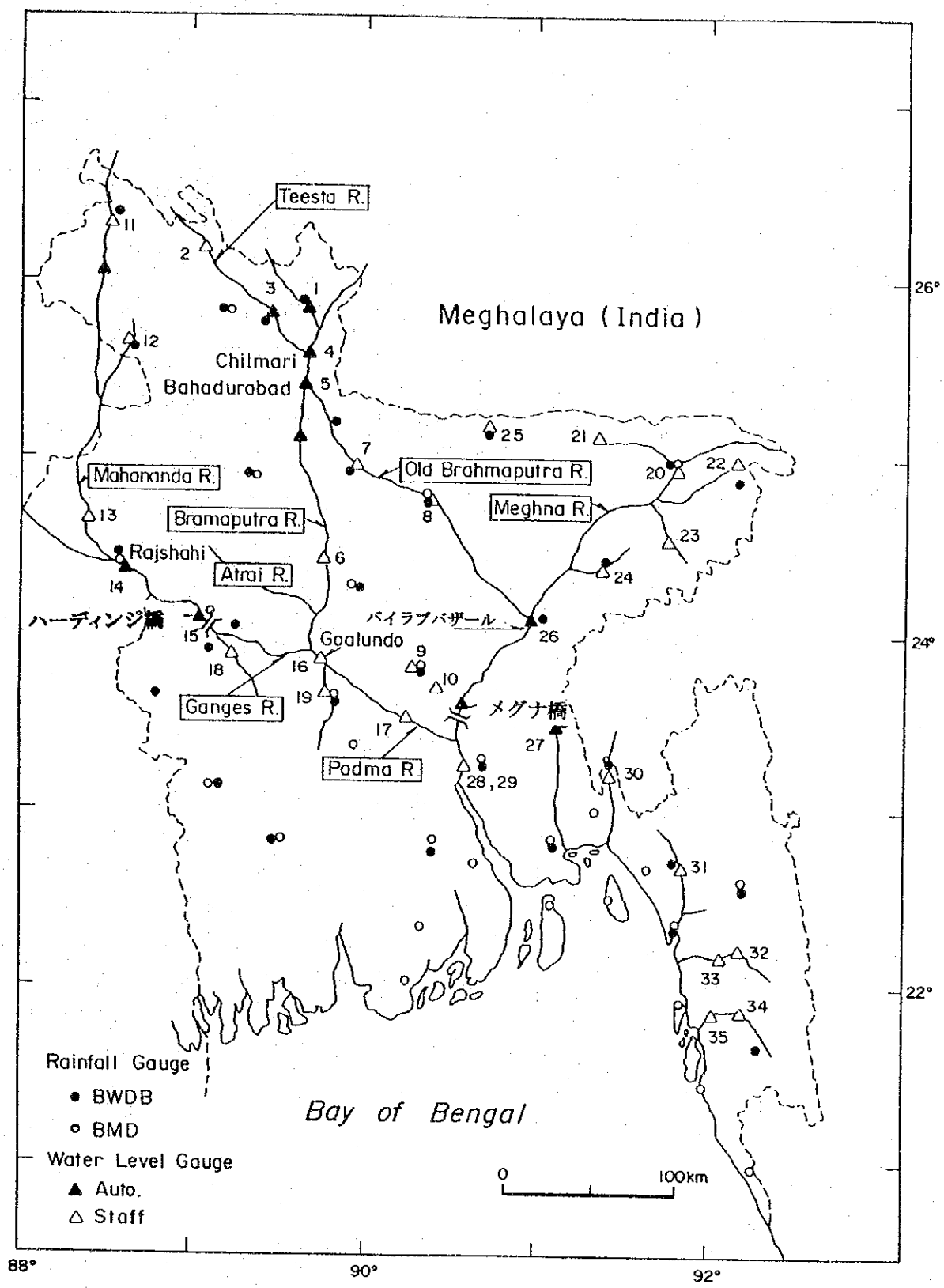


図4.2　　気象水文観測所の位置図

バイラブ・バザールでは、毎日の最高水位と最低水位がその範囲とともに記録されており、その記録期間は添付図４．３にバーチャートで表示したとおりである。

バイラブ・バザールにおける水位・流量の変動記録は図４．４および４．５にそれぞれ図示した。

各年の洪水規模を見ると、特にその流量において１９８８年の洪水は大出水であったことが分かる。15,000m³／秒以上を記録した期間を最高水位とピーク流量とともに以下に示す。

年	期間（日数）	水位（R.L.m）	ピーク流量（m³／秒）
1970	1	記録なし	16,400
1974	23	同上	19,500
1976	20	同上	16,700
1983	28	同上	16,000
1987	7	6.88	15,200
1988	57	7.24	19,800

最高水位は１９８８年９月１０日と１１日にR.L.７.６６mが記録されており、その時の流量は17,600m³／秒および17,800m³／秒である。一方、最大流量は19,800m³／秒で、その時の水位はR.L.７.２４mである。したがって、このような高水位においては、水位と流量との間の関係が一貫していないことが分かる。バイラブ・バザールにおける水位・流量および水面形の相関関係を明らかにすることは困難である。この現象の理由は、将来、現地観測と相関分析を通じてさらに検討を加える必要がある。

表４．１に示す様に、総計２３個の年最大流量記録が利用可能である。最大流量19,800m³／秒は１９８８年７月１１日に、２番目の19,500m³／秒は１９７４年８月７日および８日に、それぞれ記録されている。それらの算術平均は14,000m³／秒。これらの記録をもとに確率解析を行ない、ガンベル分布で求めた確率洪水流量は下記のとおりである。

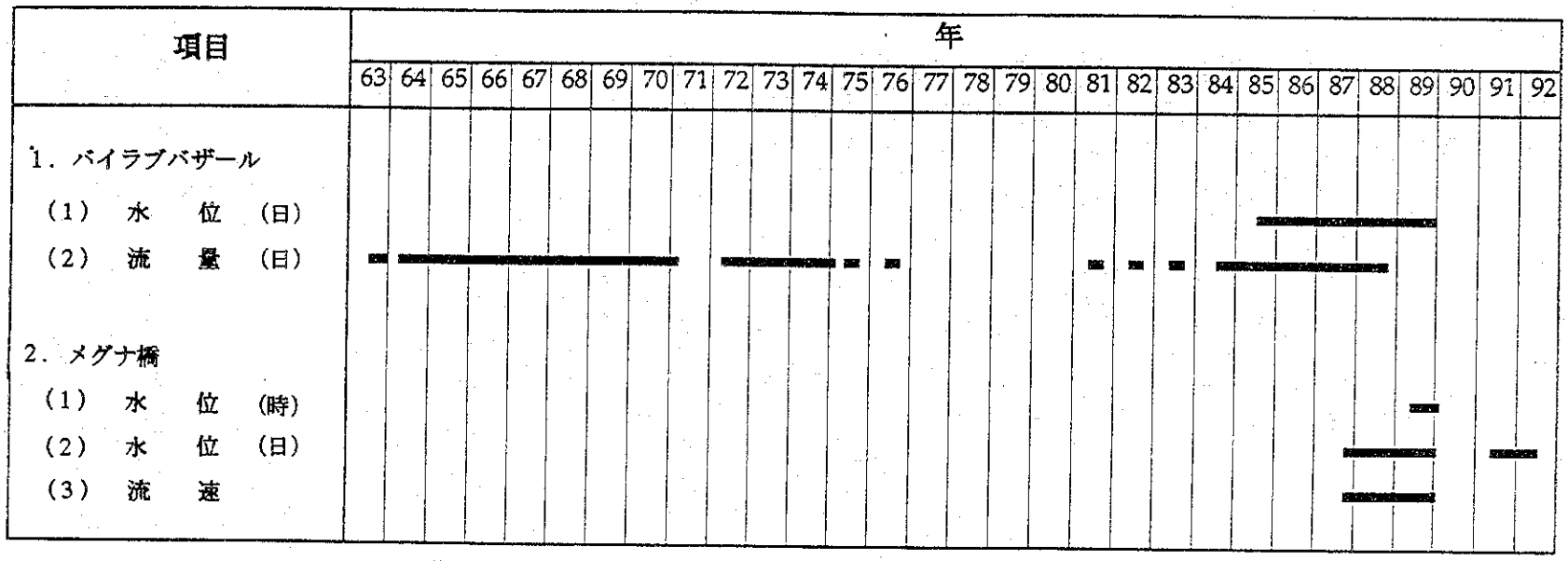


図4.3　　メグナ橋付近の水位・流量データーの記録期間

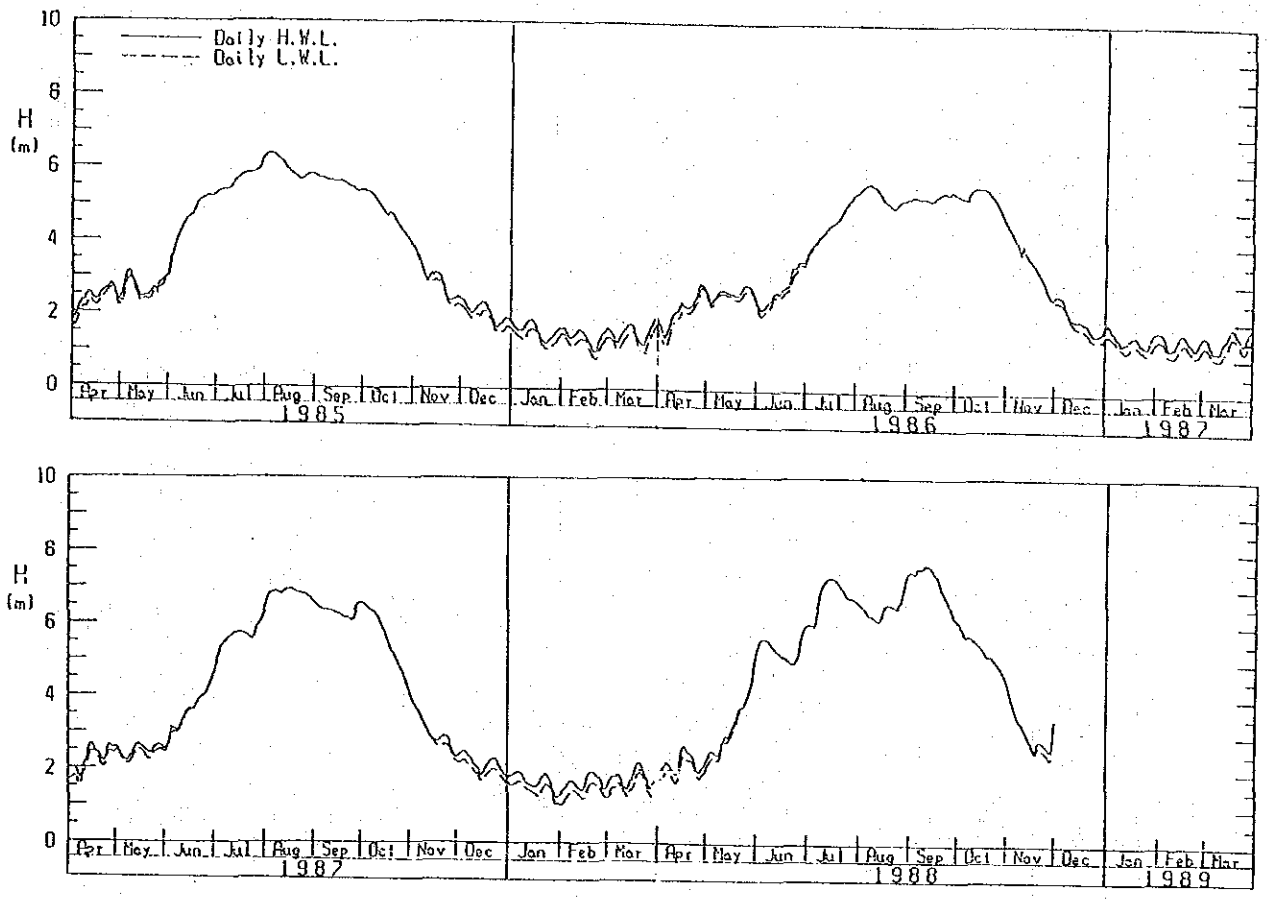


図4.4　　バイラブ・バザールにおける水位の日変動

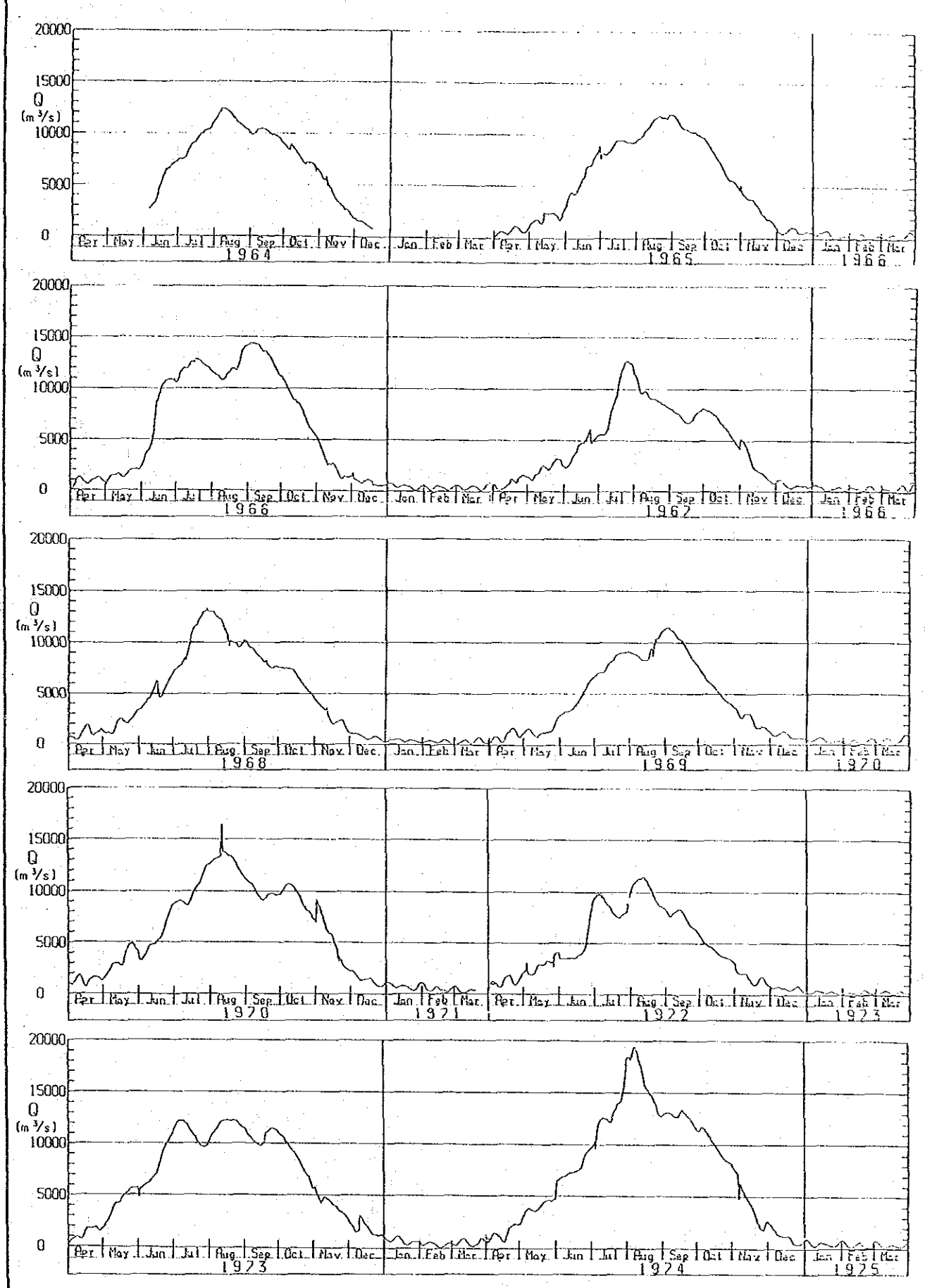


図4.5　　バイラブ・バザールにおける流量日変動（1／2）

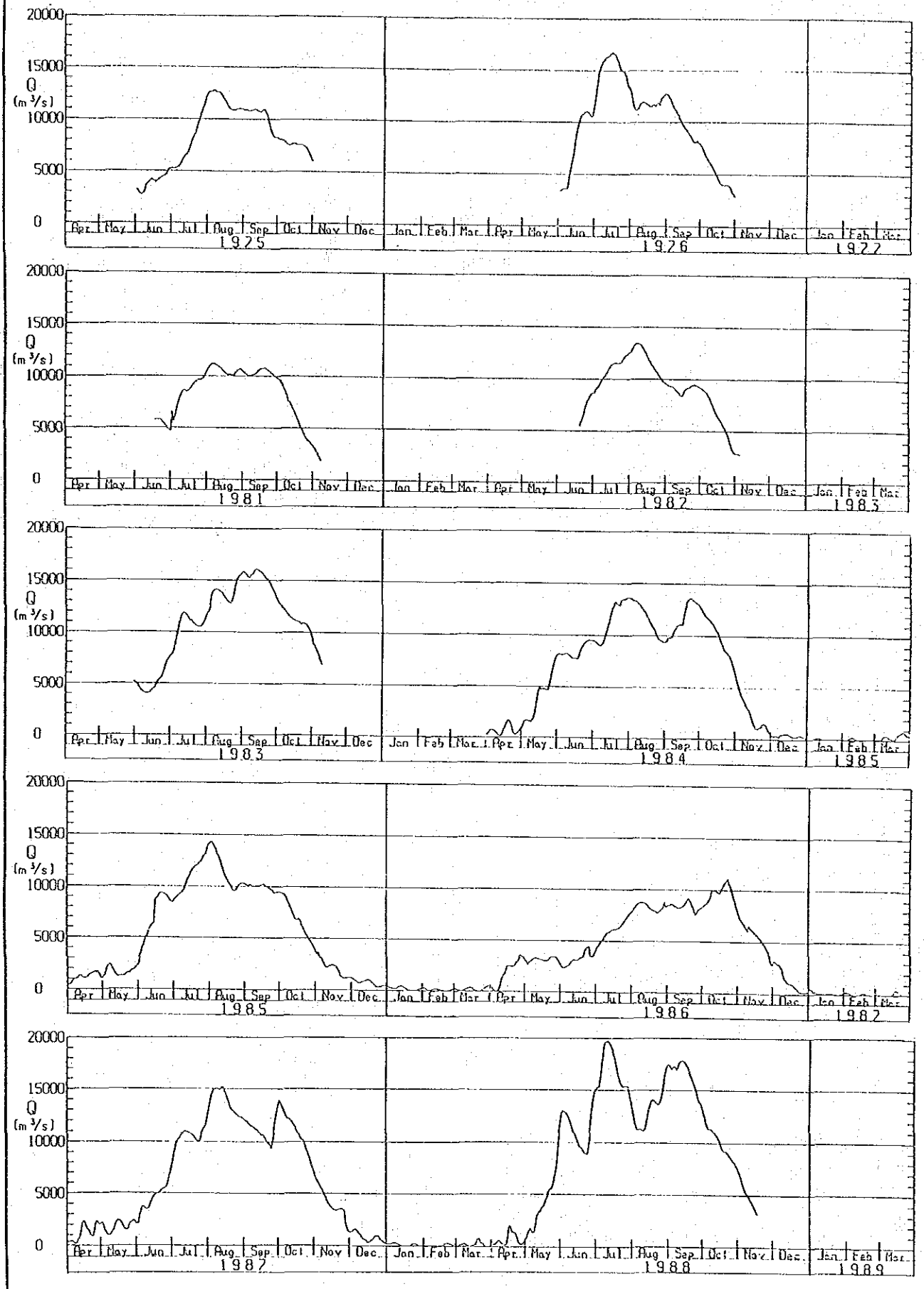


図4.5　　バイラブ・バザールにおける流量日変動（2／2）

表4.1　バイラブ・バザールにおける年最大流出量

年	流量 (m3/sec)
1964	12,300
1965	12,100
1966	14,400
1967	12,700
1968	13,300
1969	11,500
1970	16,400
1971	N.A.
1972	11,500
1973	12,400
1974	19,500
1975	12,700
1976	16,700
1977	N.A.
1978	N.A.
1979	N.A.
1980	N.A.
1981	11,200
1982	13,500
1983	16,000
1984	13,600
1985	14,300
1986	11,100
1987	15,100
1988	19,800
1989	15,500
1990	11,700
1991	14,100
Average	13,974

出典　: Surface Water Hydrology
Bangladesh Water Development Board, Dahka

生起年	確率流量（m^3／秒）
1.01	9,410
2	13,620
5	16,130
10	17,790
20	19,390
30	20,300
50	21,450
100	23,000
200	24,550

上記の結果は、１９８８年洪水がおよそ２５年確率洪水に匹敵することを示している。１００年確率流量は、今回の算定では上記に示すとおり23,000m^3／秒という結果を得たが、メグナ・メグナグムティ橋建設調査報告書によると１２個の記録を用いて23,700m^3／秒と推定している。

4.3　メグナ橋における水位・流量データ

メグナ橋の建設工事を通じて、橋梁地点の水位と流速の観測は１９８７年9月から開始された。観測は、橋梁上流の任意点で毎日８：００AMに行なわれている。

メグナ橋における水位・流量データの記録期間は添付図4.3に示した。
水位・流量データの日変動をそれぞれ添付図4.6および4.7に示した。両者の相関を調べるために、添付図4.8にすべての観測値をプロットした。

これらのデータから、メグナ橋において以下のような水理的特徴が明らかになった。

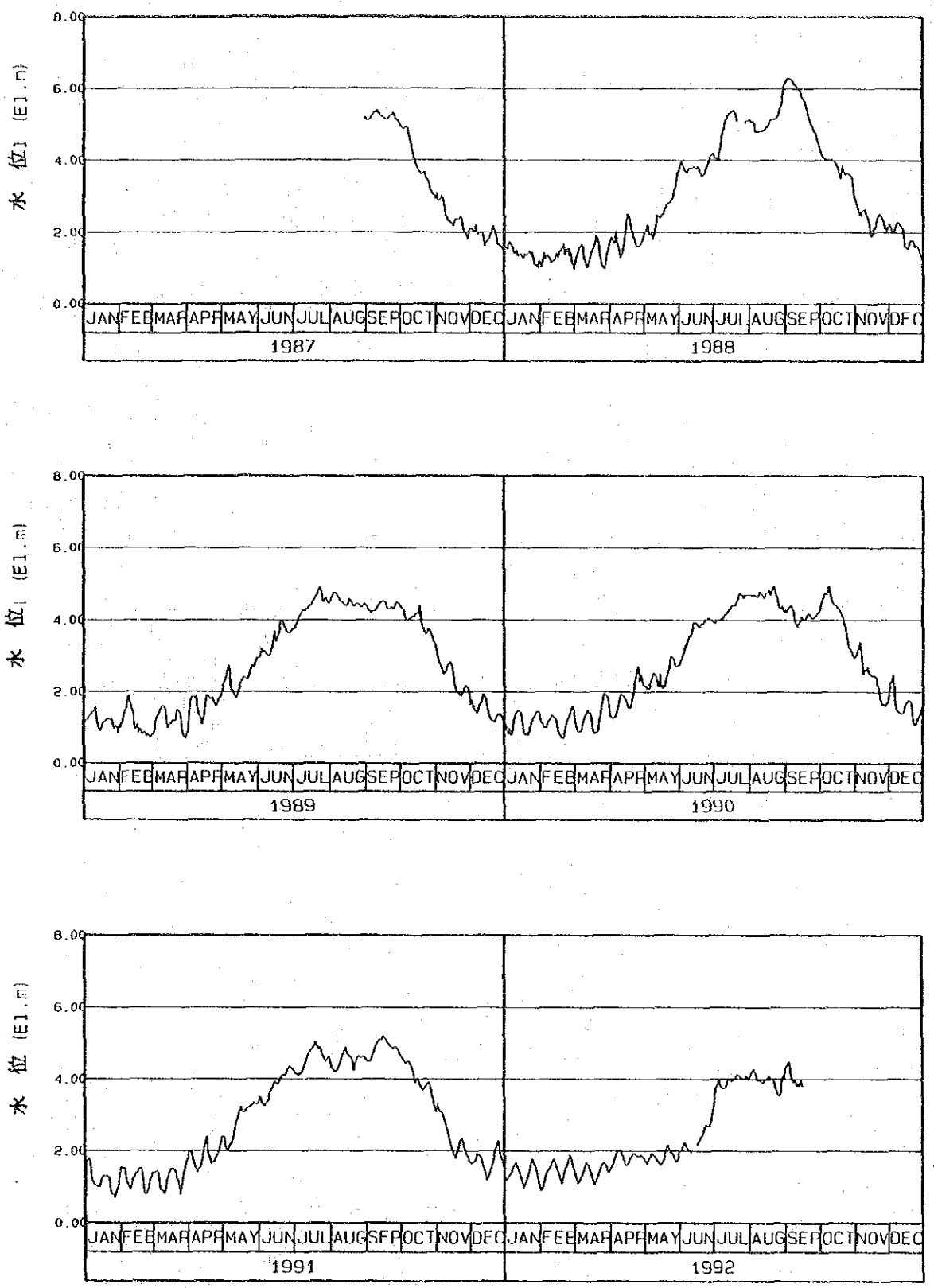


図4.6　　メグナ橋における水位の日変動図

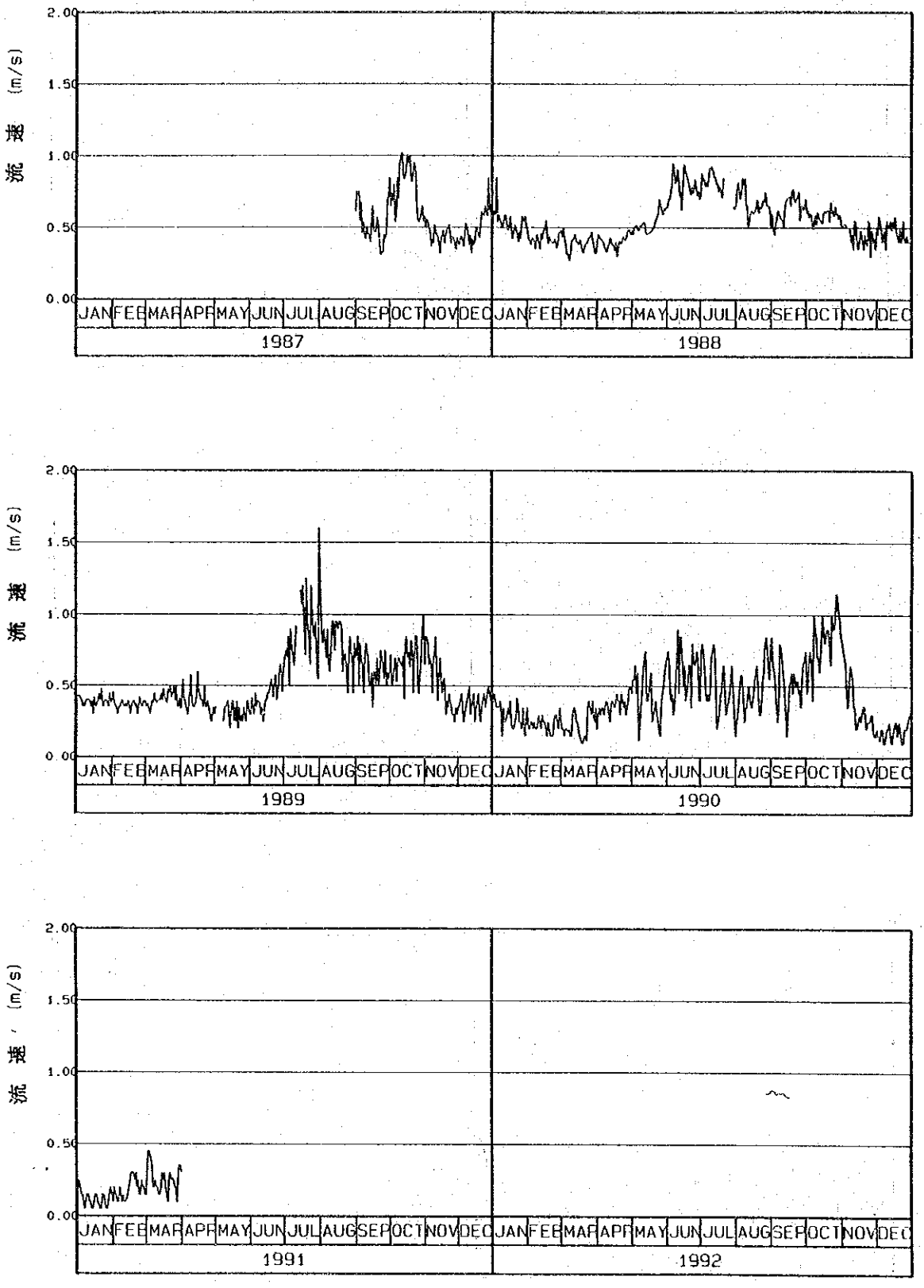


図4.7　　メグナ橋における流速の日変動図

（1）最大流速は、１９８９年８月１日に記録された１.６m／secである。

（2）高流速値は、ほぼ大規模な洪水生起時に発生しているが、必ずしも高水位時に発生しているとは限らない。潮位変動による海水の遡上が、この現象を支配しているものと思われる。全体的に見ると、水位がR.L.３.００mから５.００m付近で高流速が発生している。この現象は、このメグナ橋付近の河道が持つ水理特性と考えられる。

（3）各水位において、流速値は、低流速から高流速まで広範囲に分布している。

4.4　メグナ橋における流量算定

利用可能な水文資料は少ないが、第６章で述べられる数値解析のための境界条件を与えるため、メグナ橋付近の水理特性を検討しておく必要がある。

「メグナ・メグナグムティ橋建設計画調査報告書　１９８５年３月」によれば、両橋梁地点で１９８４年７月に行なわれた流量観測記録は次のとおりである。

- 9,020m^3／秒　　メグナ橋地点
- 4,840m^3／秒　　メグナグムティ橋地点

一方同じ月のバイラブ・バザールにおける流量は9,000～14,000m^3／秒まで増水している。したがって、メグナ橋地点では、バイラブ・バザールの約２／3の流量が流れたと想定される。この比率を用いれば、バイラブ・バザールにおける１９８８年７月１１日に記録された最大流量19,800m^3／秒は橋梁地点で13,000～14,000m^3／秒程度と算定される。

また、上記の調査報告書に示された流量観測の結果によれば、１９８４年７月に水位４.００mの時、平均流速１.１０m／秒、最大流速１.５４m／秒が橋梁地点で記録されている。水位４.００mは、１９８７年１０月の洪水の低減時、および、１９８８年６月の洪水の増水時に出現した最大流量をもたらした代表的な水位である。つまり、これらの観測値はメグナ橋周辺の高水位時の特性を表しているものと考えられる。

さらに、１９８８年７月１１日、水位が５.１０mの時に橋梁地点では最大流量を記録している。１９９２年６月の測量結果によれば、流水断面は橋梁地点で約11,000m^2である。もし、代表的な流速値として１.１０m／秒を用いれば橋梁地点の流量は12,000m^3／秒程度と算定される。

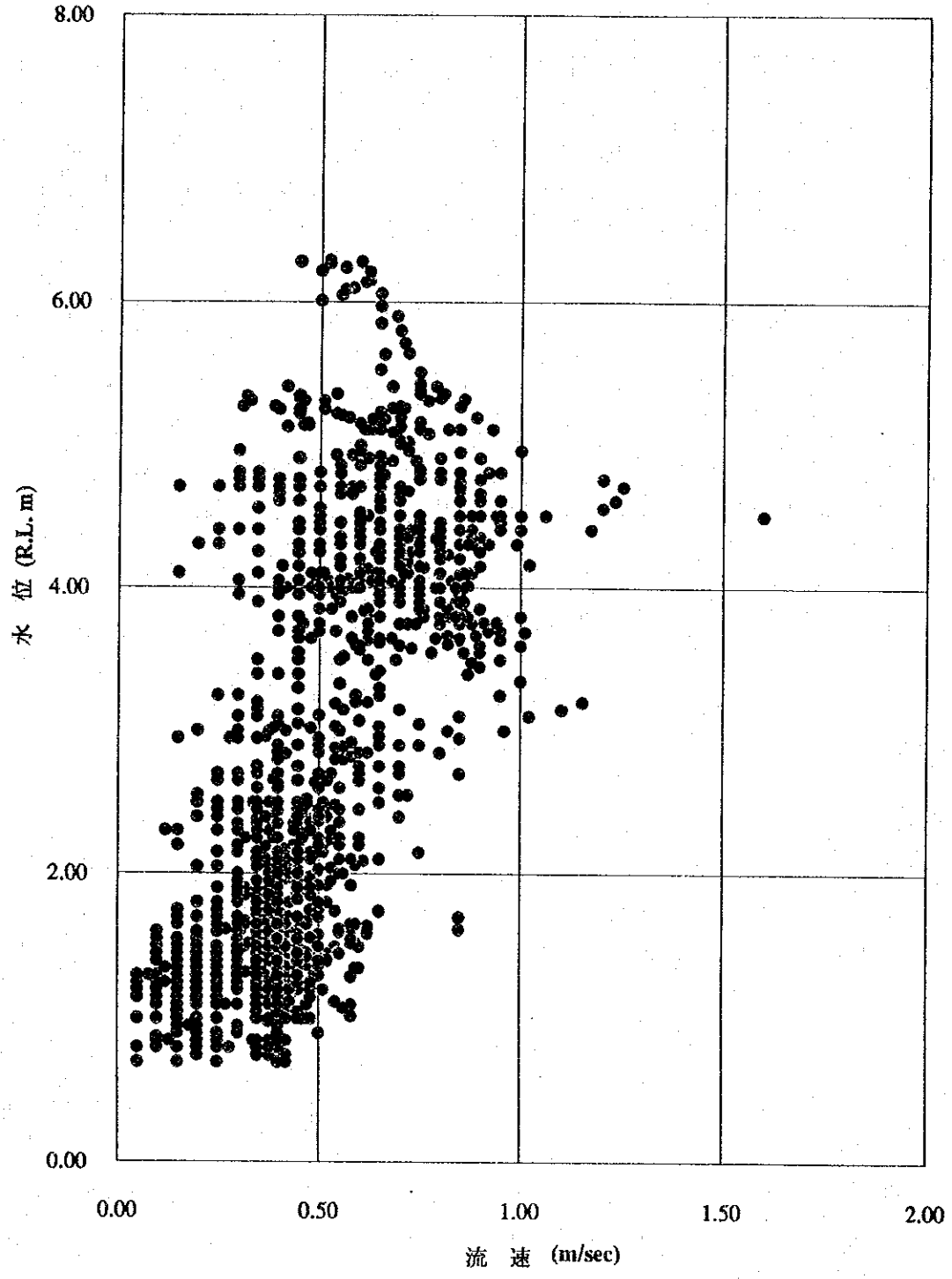


図4.8　　メグナ橋における水位と流速の関係図

平面二次元流モデルによる解析では、流量を12,000m^3／秒として、水位がH＝4.0 0mとH＝6.2 9mの２ケースについて行なうことにした。

第５章　メグナ橋周辺の河道現況

第５章　メグナ橋周辺の河道現況

５.１　１９９２年の河川測量

５.１.１　１９９２年６月の河川測量

メグナ橋護岸対策基本設計調査において、１９９２年６月、メグナ橋周辺の河道現況を把握するため河川測量を実施した。測量作業の数量は下記のとおりである。

（１）地形測量と河川横断測量

- 基準点の数　：　２８地点
- 　：　8 km^2
- 平板測量　：　９５,０００ m^2 両河岸
- 地形測量と図化範囲　：　９６０ha
- 河川横断測量　：　１５断面（約５００m間隔）

（２）深浅測量

対象区域はメグナ橋コミラ側。数量は以下のとおり。

- 測量線の幅　：　平均　７００m
- 測量線の数　：　４６　断面

上記の測量作業に先立って１９８９年4月、１９９０年1月、１９９２年1月にも河川横断測量が行なわれている。場所が移動していたり、河岸が洗掘を受け消失している点については新たに基準点を設けたが、基本的には同じ基準点を利用した。添付図５.１に基準点と横断測量線の位置を図示した。基準点の座標は過去の２回の測量結果とともに添付表５.１に載せた。なお、１９９２年１月に用いられた基準点座標は詳細が不明である。

（３）測量結果

測量結果は添付表５.２に示すとおり、２８枚の図面としてまとめられた。

5.1.2　1992年9月の河川測量

第一次現地調査期間中の1992年6月に行なわれた測量に引き続き、第二次現地調査期間中の同年9月に追加の河川測量が行なわれた。測量項目および結果は以下のとおりである。

（1）流向・流速調査

第一回目の調査で設置された横断測量線に沿って、表面流速と流向を測定した。各々の観測線上の観測点の間隔は約100mである。測線No.PとNo.U1の間に3測線（A1、A2およびA3）が追加された。流向はトランシットと浮子を用い、流速は流速計で測定した。

（2）河川横断測量

河川横断測量は、15測線のうちの7測線（No.D3、D1、U2、U4、U6、U8およびU10）で1992年6月の第一回目の調査と同様の手法で行なわれた。

（3）鉛直方向の流速分布

表面流速の測定に加え、5測線No.P、A1、A2、A3およびU1に沿って、鉛直方向の流速が観測された。点流速の測点間隔は1.5mである。

5.2　メグナ橋周辺の河道変遷と河岸侵食

5.2.1　ランドサット映像

ランドサットによる衛星写真を8年分SPARRSO（Space Research and Remote Sensing Organization）より入手した。写真が撮影された日付は下記のとおり。

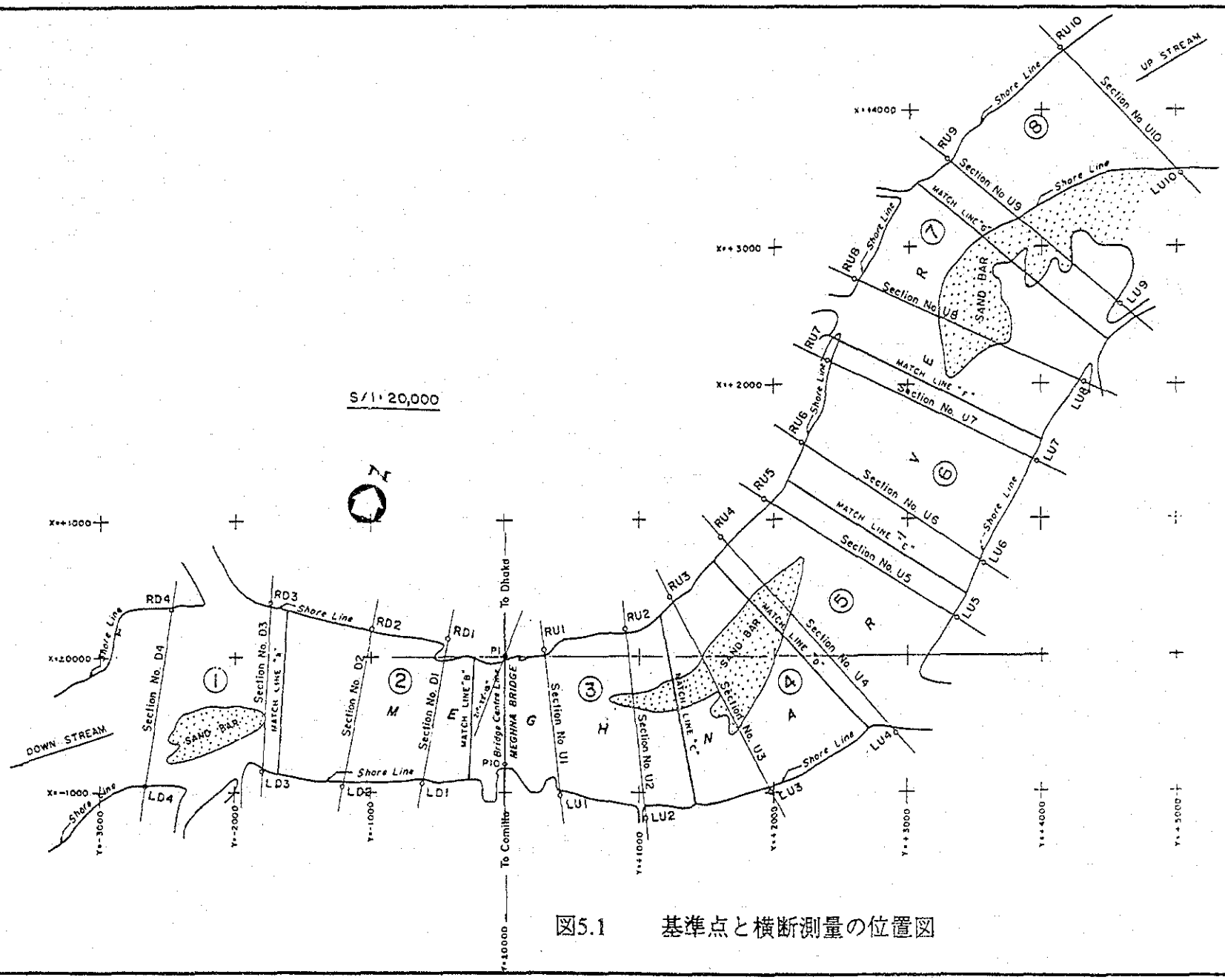


図5.1　　基準点と横断測量の位置図

表5.1　基準点の座標と標高

Point No.	(A) 1989年4月 Xi (m)	(B) Yi(m)	(C) Elev. (m)	(D) 1990年1月 Xi (m)	(E) Yi(m)	(F) Elev. (m)	(G) 1992年6月 Xi (m)	(H) Yi(m)	(I) Elev. (m)	(J) Horizontal length (m)	(K) Horizontal difference(m)	(I)-(C) Vertical difference(m)
P1	0.000	0.000	18.300				0.000	0.000	18.300	783	0.0	0.000
R1	291.501	49.189	6.568				296.053	38.056	6.568	951	12.0	0.000
R2	911.582	24.377	2.242	897.859	137.163		865.433	207.659	8.600	1,402	189.0	6.358
R3	1,245.210	366.761	5.338				1,279.936	476.054	4.220	1,604	114.7	-1.118
R4	1,585.001	885.577	4.684				1,609.045	900.046	4.684	1,869	28.1	0.000
R5	1,904.734	1,181.618	4.851				1,955.948	1,171.002	4.560	1,645	52.3	-0.291
R6	2,328.469	1,537.385	5.028	2,282.203	1,568.533		2,269.322	1,626.837	4.520	1,569	107.2	-0.508
R7	2,509.012	2,175.720	4.485	2,484.902	2,203.831		2,419.579	2,283.292	3.050	1,735	139.9	-1.435
R8	2,674.469	2,789.905	3.750	2,673.366	2,789.706		2,656.184	2,912.675	3.950	1,875	124.1	0.200
R9	3,331.269	3,672.304	5.547	3,320.725	3,682.816		3,354.778	3,772.100	5.397	1,657	102.5	-0.150
R10	4,170.892	4,498.555	4.878				4,377.711	4,631.146	4.878	1,221	245.7	0.000
RD1	-421.276	128.491	5.492			5.548	-421.729	128.328	5.992	1,041	0.5	0.500
RD2	-996.655	170.023	4.084			3.072	-991.718	202.154	4.057	1,175	32.5	-0.027
RD3	-1,749.020	320.417	3.765			3.364	-1,739.850	389.555	3.480	1,278	69.7	-0.285
RD4	-2,494.827	348.000	3.732			3.054	-2,486.502	394.699	4.035	1,393	47.4	0.303
P10	0.000	-783.000	18.333				0.000	-783.000	18.333		0.0	0.000
L1	392.075	-819.068	5.837	391.742	-821.102	5.774	369.979	-909.985	5.837		93.6	0.000
L2	1,036.405	-1,057.237	3.497	1,039.268	-1,071.649		1,057.785	-1,181.142	3.497		125.7	0.000
L3	1,932.334	-897.063	5.037	1,918.364	-918.705		1,866.048	-1,017.137	3.800		137.2	-1.237
L4	2,846.362	-459.304	3.291	2,838.093	-461.202		2,859.376	-489.515	3.290		32.9	-0.001
L5	3,367.169	315.735	2.344	3,359.622	313.855		3,360.083	313.481	3.344		7.4	1.000
L6	3,559.714	737.433	2.218	3,552.569	735.546		3,558.158	732.586	3.052		5.1	0.834
L7	3,960.175	1,476.485	3.993	3,953.634	1,475.298	4.300	3,954.252	1,474.922	3.993		6.1	0.000
L8	4,320.140	2,058.610	2.853	4,314.057	2,057.542		4,300.399	2,010.551	3.300		52.0	0.447
L9	4,572.445	2,647.174	3.262	4,566.721	2,646.168		4,573.116	2,649.113	3.262		2.1	0.000
L10	4,979.390	3,645.682	4.470				4,969.313	3,563.518	4.470		82.8	0.000
LD1	-607.771	-888.494	5.701			4.165	-601.609	-897.008	4.305		10.5	-1.396
LD2	-1,195.726	-901.720	4.322			4.322	-1,232.468	-948.346	4.115		59.4	-0.207
LD3	-1,806.671	-839.105	5.494			5.550	-1,837.263	-885.226	5.494		55.3	0.000
LD4	-2,686.262	-951.666	4.006			4.006	-2,688.796	-983.154	4.370		31.6	0.364
S1	1,872.677	-36.326	3.390									
S2	2,163.344	329.747	3.886									
S3	2,285.533	941.318	4.667				3,514.782	2,595.335				
S4	3,540.105	2,406.281	3.400		2,405.615		3,586.078	2,974.166				
S5	3,855.404	3,155.971	5.279		3,155.265							
S6	4,324.559	3,257.568	4.332		3,256.100		4,235.166	3,399.231				
S7	7,021.709	4,224.535	2.026									

表5.2　河川測量結果（１９９２年）

No.	タイトル	縮　尺	備　考
1	KEY PLAN	1:20,000	
2	PLAN AND CONTOUR	1:1,500	Result of echo sounding
3	PLAN OF MEGHNA RIVER	1:10,000	Comparison with result of Jan.1992
4	CONTOUR MAP SHEET NO.1	1:3,000	
5	CONTOUR MAP SHEET NO.2	1:3,000	
6	CONTOUR MAP SHEET NO.3	1:3,000	
7	CONTOUR MAP SHEET NO.4	1:3,000	
8	CONTOUR MAP SHEET NO.5	1:3,000	
9	CONTOUR MAP SHEET NO.6	1:3,000	
10	CONTOUR MAP SHEET NO.7	1:3,000	
11	CONTOUR MAP SHEET NO.8	1:3,000	
12	RIVER CROSS SECTION NO.1	V=1:300,H=1:3,000	
13	RIVER CROSS SECTION NO.2	V=1:300,H=1:3,000	
14	RIVER CROSS SECTION NO.3	V=1:300,H=1:3,000	
15	RIVER CROSS SECTION NO.4	V=1:300,H=1:3,000	
16	RIVER CROSS SECTION NO.5	V=1:300,H=1:3,000	
17	PROFILE OF MEGHNA BRIDGE	1:1,000	
18	CROSS SECTION NO.1	V=1:200,H=1:2,500	Cross sections near old ferry ghat
19	CROSS SECTION NO.2	V=1:200,H=1:2,500	- do -
20	CROSS SECTION NO.3	V=1:200,H=1:2,500	- do -
21	CROSS SECTION NO.4	V=1:200,H=1:2,500	- do -
22	CROSS SECTION NO.5	V=1:200,H=1:2,500	- do -
23	CROSS SECTION NO.6	V=1:200,H=1:2,500	- do -
24	CROSS SECTION NO.7	V=1:200,H=1:2,500	- do -
25	CROSS SECTION NO.8	V=1:200,H=1:2,500	- do -
26	CROSS SECTION NO.9	V=1:200,H=1:2,500	- do -
27	CROSS SECTION NO.10	V=1:200,H=1:2,500	- do -
28	PROFILE OF APPROACH ROAD	1:1,000	

（1）１９７３年１１月２２日
（2）１９７６年　１月２７日
（3）１９８０年　２月　２日
（4）１９８４年　３月１９日
（5）１９８８年　２月１９日
（6）１９８９年　２月　５日
（7）１９９０年　１月３０日
（8）１９９１年　１月２６日

緩い勾配を持った砂洲や河岸線をこれらの映像で比較することは、水位の違いがあるため誤差を含むと考えられる。しかしながら、これらの写真は１１月から３月までの乾期に撮られたものであるため、メグナ橋周辺の河道変遷を調べる上で、水位の違いが映像に及ぼす影響は、無視できる程度のものと判断する。したがって、より詳細な検討を前提として、河道変遷の地形学上の概要と傾向を探るための映像の解読は価値あるものと言える。その結果は以下の節に述べるとおりである。

5.2.2　メグナ河の河道変遷

ランドサット映像をもとに、河道の変化を調べるため、メグナ橋の上流約１５km地点から下流約８km地点までの河岸線を添付図5.2のとおり描いてみた。２枚づつの映像を比較した結果、洗掘と堆砂の地域は添付図5.3に示したとおりとなる。なお、添付図5.3（2／2）の最後の図は、１９７３年と１９９１年の河岸線の比較である。河岸侵食の特徴を時系列的に述べると下記のとおりになる。

（1）メグナ橋直上流の右岸側砂洲は１９７３年から１９７６年の間に下流側に伸びている。

（2）右岸側No.Ｕ１０からNo.Ｕ６および左岸側No.Ｕ４からNo.Ｕ１にかけて、１９７６年から１９８４年までの間に激しく侵食を受けている。

（3）メグナ橋直上流の砂洲横の右岸側分水路は１９８４年から１９８８年までの間に形成された。

（4）右岸側No.Ｕ１０からNo.Ｕ６における侵食が進むにつれ、砂洲横の分水路は１９８８年以降拡幅されている。

（5）砂洲は、下流および左岸に向けて伸びる傾向にある。

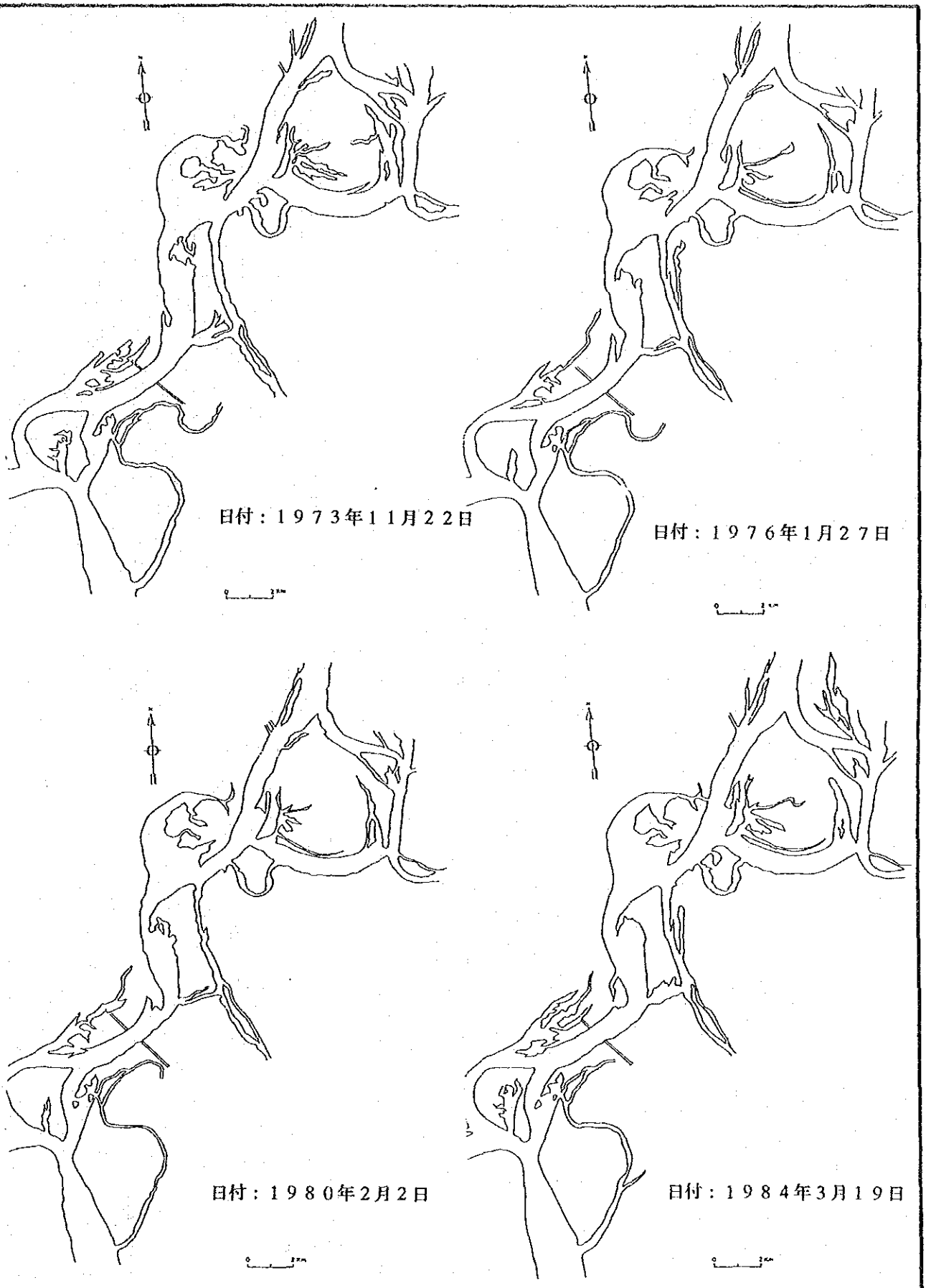
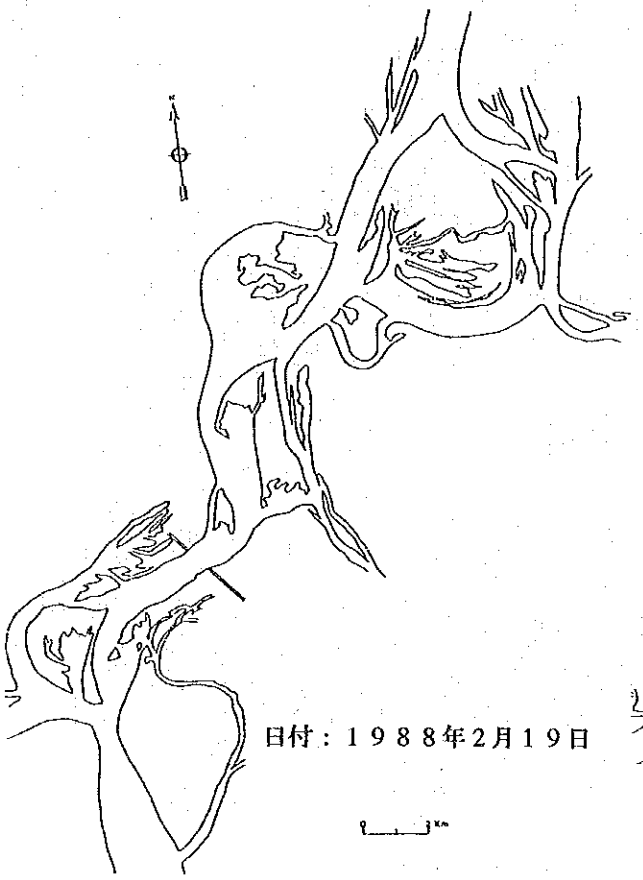
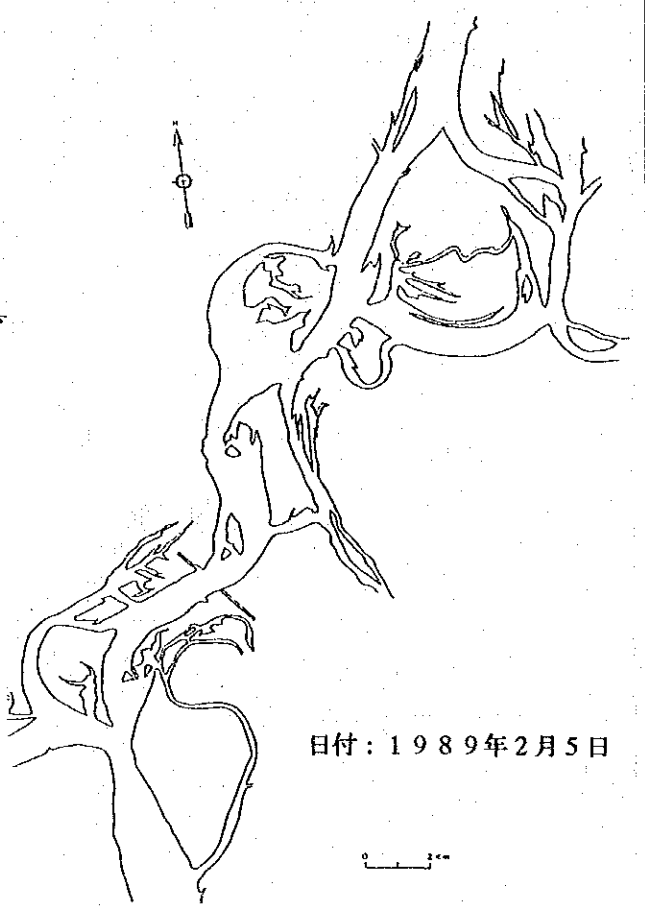
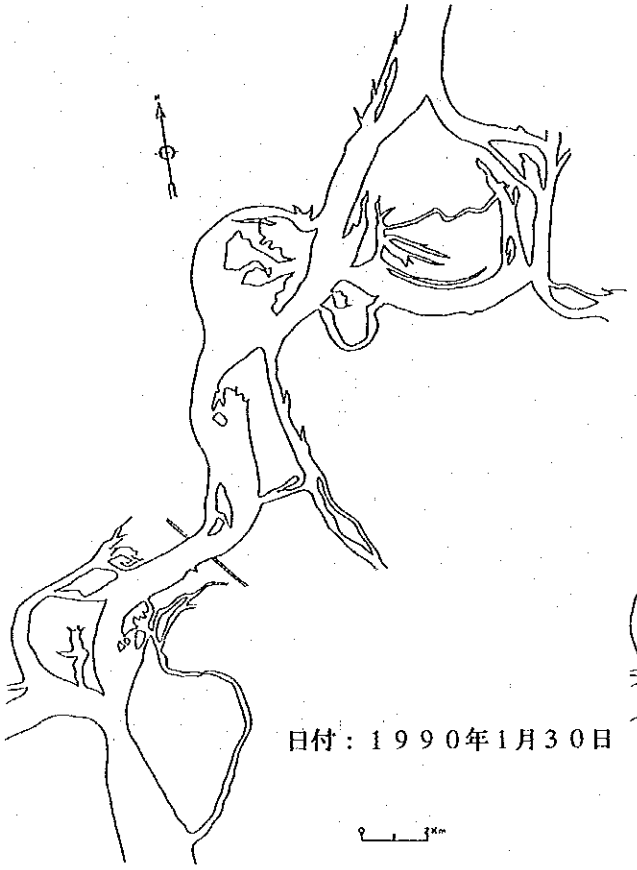


図5.2　　メグナ河の河岸線（1／2）







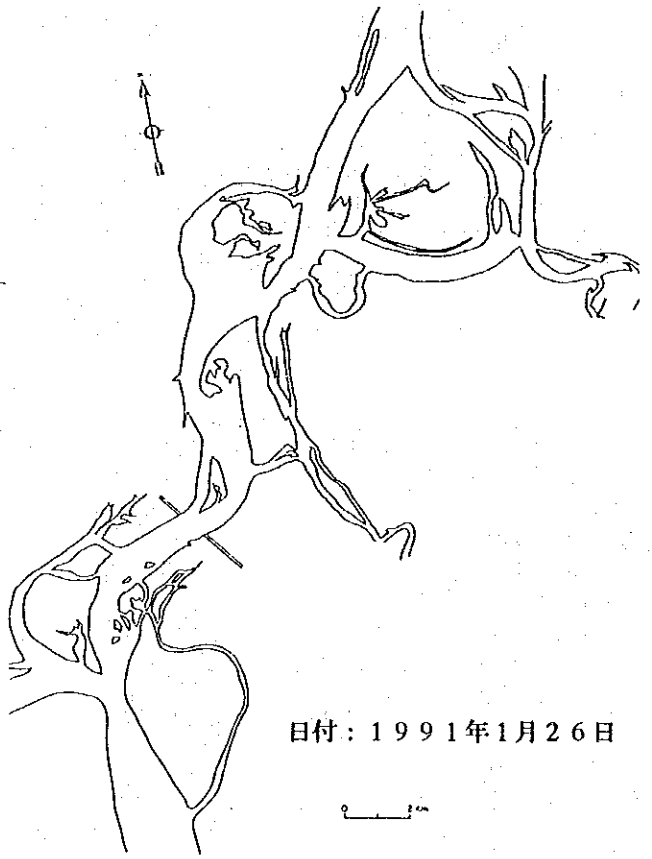


図5.2　　メグナ河の河岸線　（2／2）

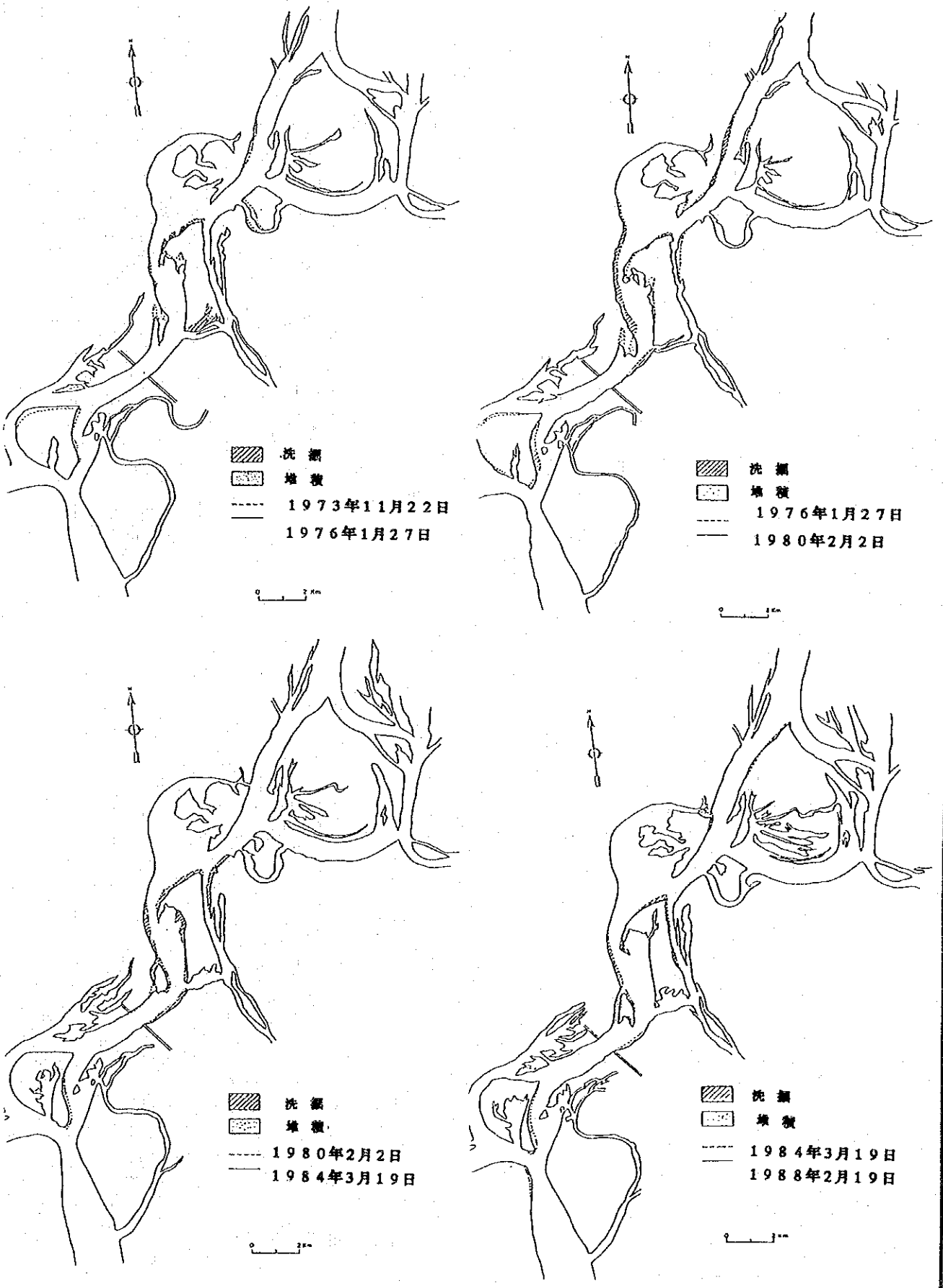


図5.3　　メグナ河の河岸線の比較（1／2）

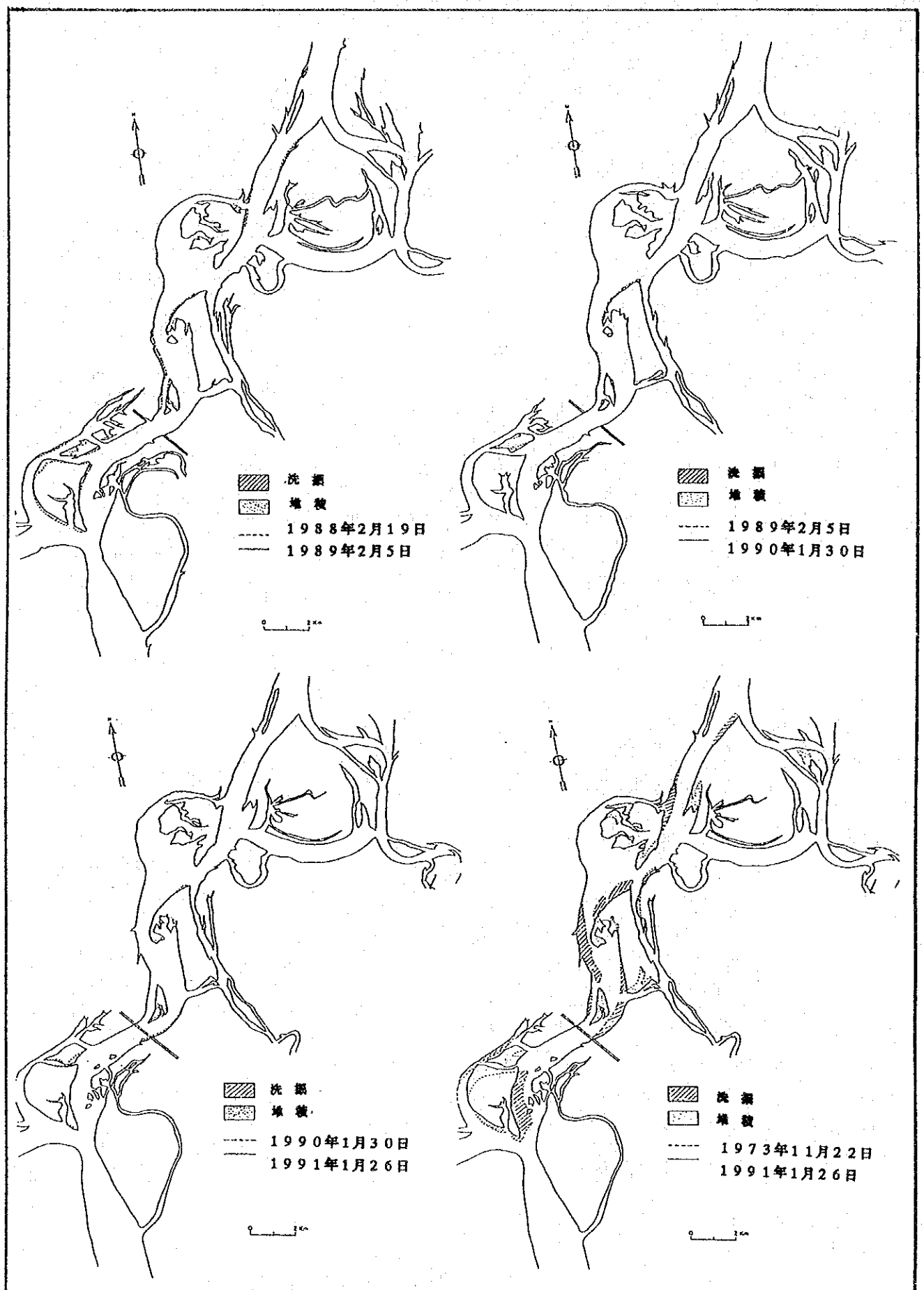


図5.3　　メグナ河の河岸線の比較（2／2）

5.2.3 メグナ河の洗掘および堆砂状況

ランドサット映像の解読に加え、過去の測量を通じて得られた河川横断図をもとに、河岸の洗掘および堆砂の状況を検討した。添付図5.4は、1989年4月と1992年6月の2回の測量結果を比較し、洗掘と堆砂の横断図を示している。この横断図を参考とし、河道の最深部（零筋）を等高線とともに添付図5.5に描いた。零筋の変化は水衝部の変化と砂洲の発展に密接に関係している。No.U10からNo.D4までの河道区間毎にその特徴を以下に述べる。

（1）No.U10～No.U9　　河道および河床とも変化が見られない。

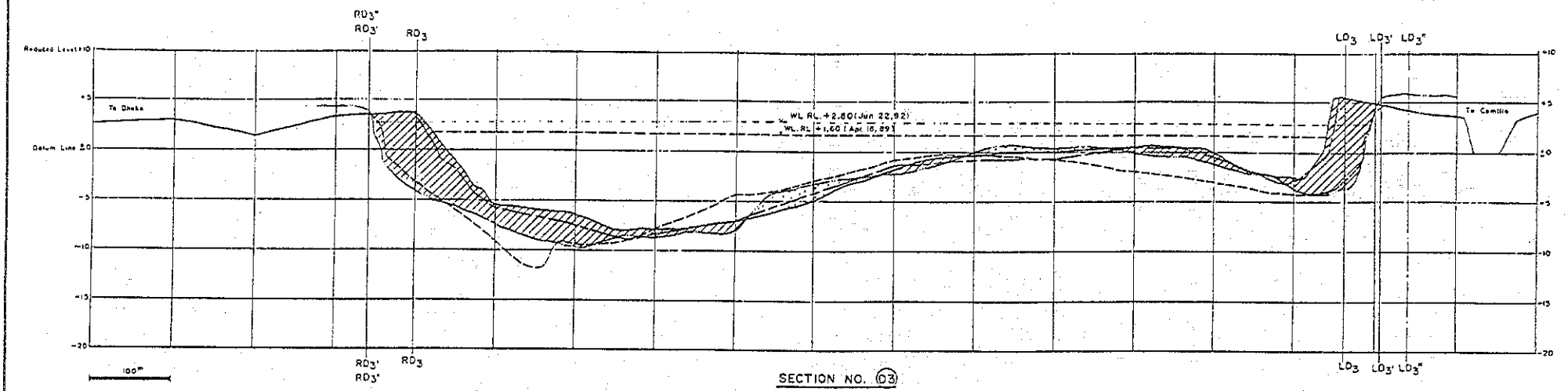
（2）No.U9～ No.U8　　No.U8で、右岸側の水面化の斜面で洗掘が著しい。右岸の肩の部分は約90m後退している。

（3）No.U8～No.U7　　砂洲の上流先端部が下流に移動している。No.U9～No.U8の河道区間と同様、1989年4月以降No.U7の右岸で最高約10mも洗掘が進んでいる。零筋は右岸よりに約100m移動している。右岸の肩はNo.U7で約160m後退した。

（4）No.U7～No.U6　　この河道区間内で最深河床部分は砂洲の下流、左岸に向かって移動している。

（5）No.U6～No.U5　　この河道区間内で、主流の向きは右岸に向かう。1989年4月に見られたNo.U5における幅約60m（R.L.20m）の砂洲はこの地点では消失している。

（6）No.U5～No.U4　　三角形の砂洲の頂点は洗掘を受け、この河道区間内で約400mから500m下流に移動している。No.U4の直上流でメグナ河分支川が左岸側で合流している。現在、上流からの主流線は、合流点でメグナ河分支川からの流水とぶつかっている。このため、流水の乱れが生じ、これが河岸に添って発達している局所洗掘の原因と考えられる。


RD3"
RD3'
RD3
LD3
LD3'
LD3"
Reduced Level (×10)
+5
Datum Line ±0
-5
-10
-15
-20
To Dhaka
To Comilla
WL RL +2.80 (Jun 22,92)
WL RL +1.60 (Apr 16,89)
100m
SECTION NO. D3

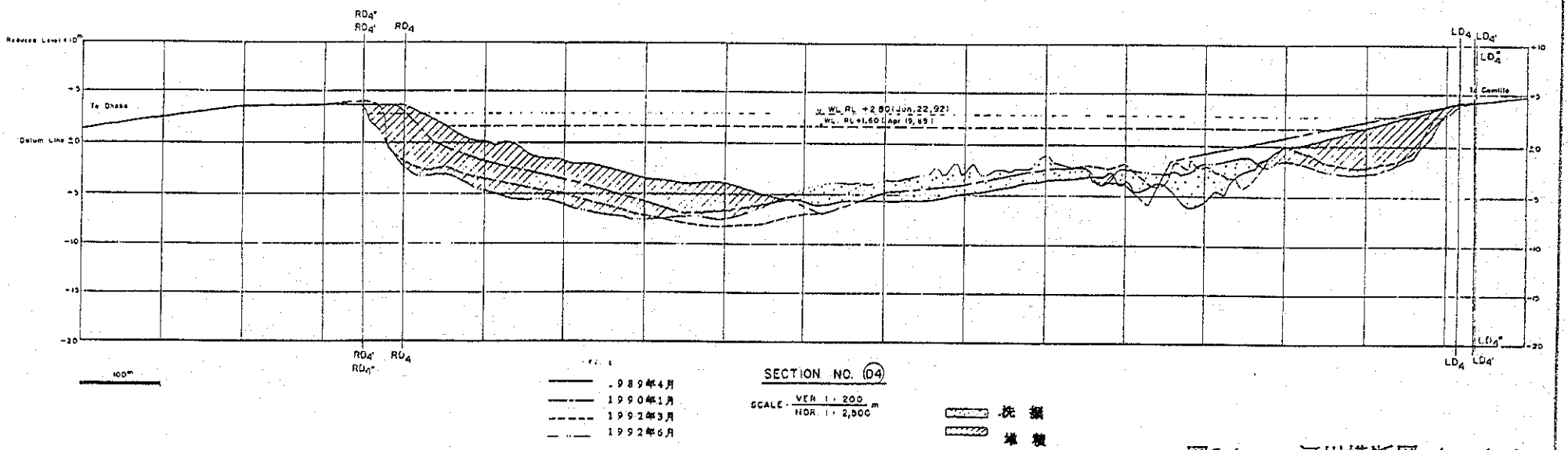
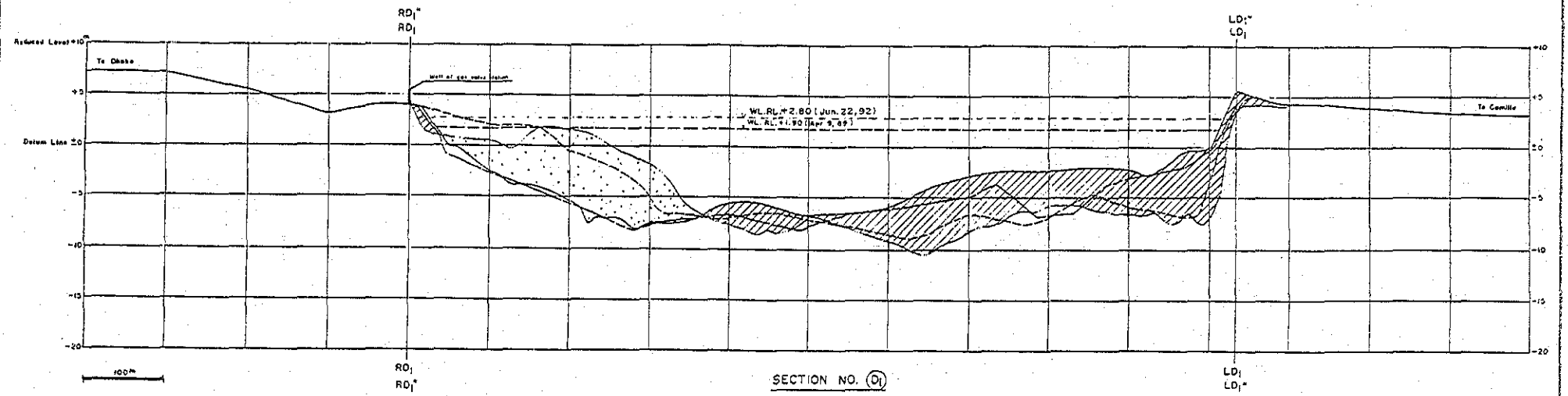
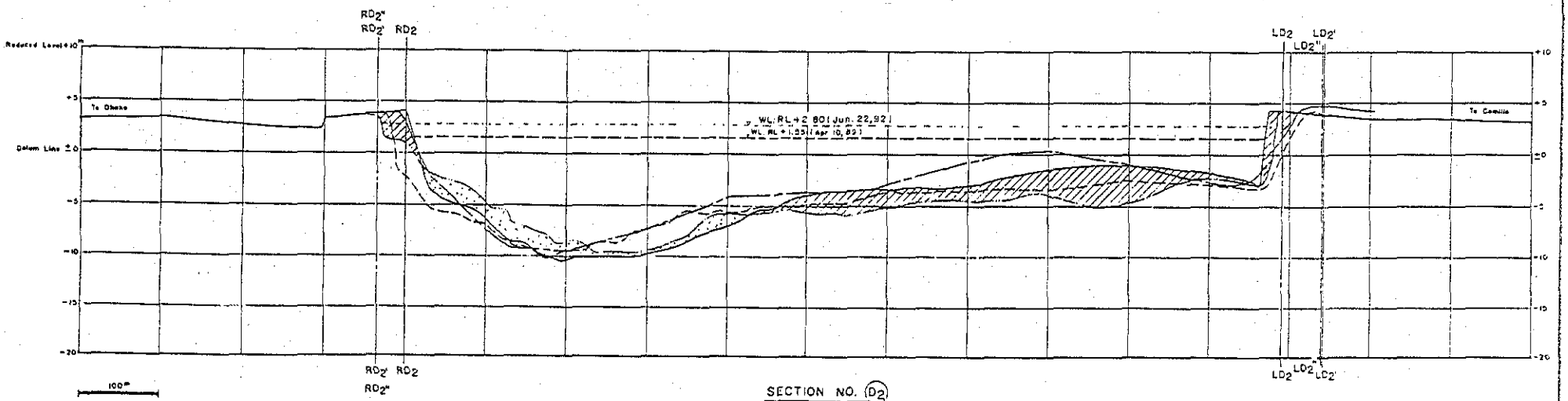

RD4"
RD4'
RD4
LD4
LD4'
LD4"
Reduced Level (×10)
+5
Datum Line ±0
-5
-10
-15
-20
To Dhaka
To Comilla
WL RL +2.80 (Jun 22,92)
WL RL +1.60 (Apr 19,89)
100m
1989年4月
1990年1月
1992年3月
1992年6月
SECTION NO. D4
SCALE: VER 1:200 / HOR. 1:2,500 m
洗掘
堆積

図5.4　河川横断図（1／7）



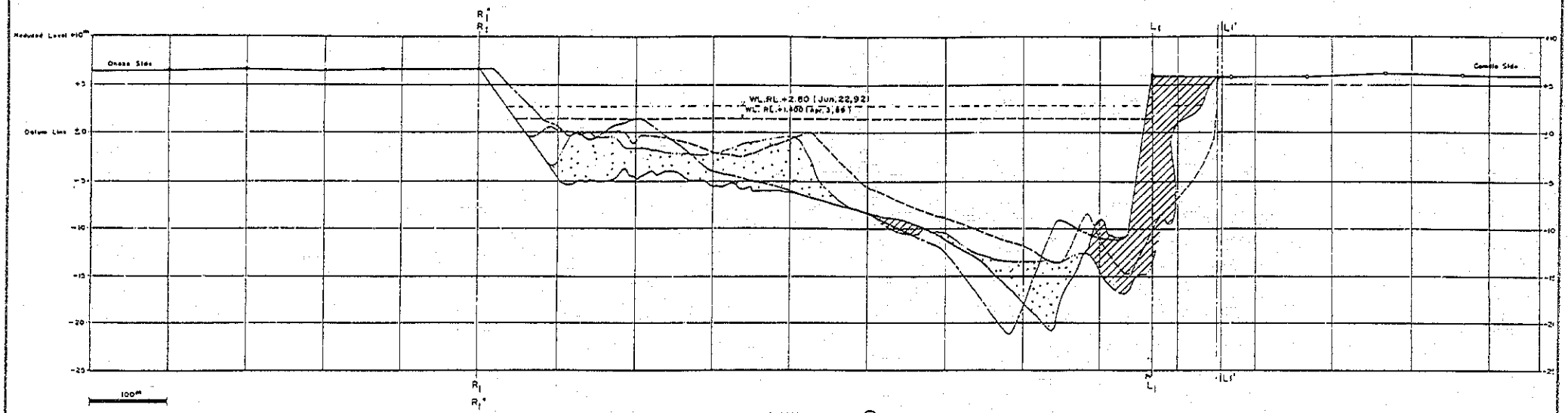


SCALE: VER. 1:200 / HOR. 1:2,500 m

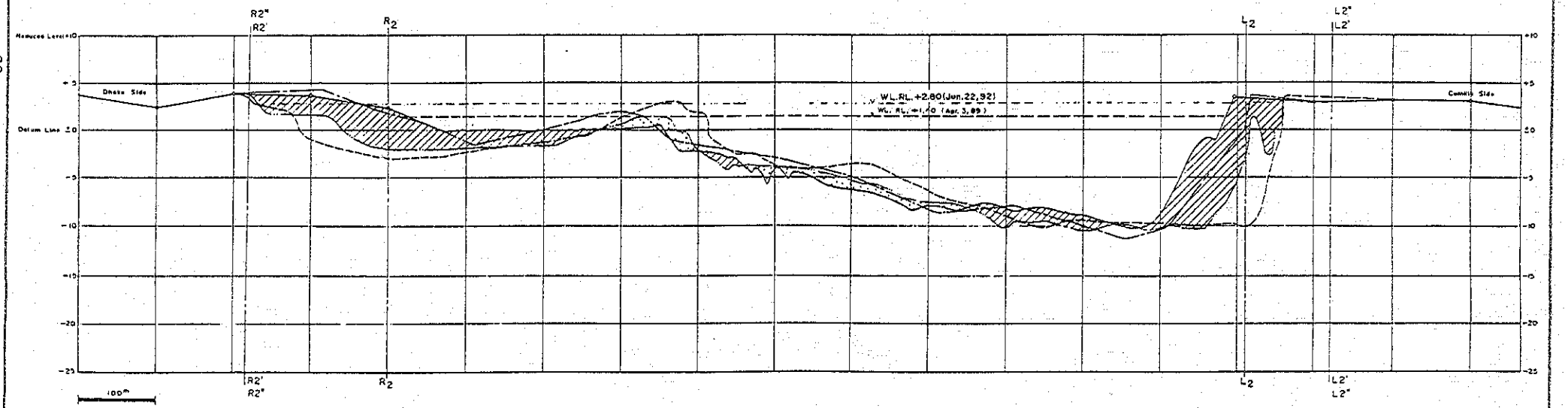
1989年4月
1990年1月
1992年3月
1992年6月

浚渫
埋戻

図5.4　河川横断図（2／7）



SECTION NO. ①



SECTION NO. ②

SCALE : HOR. 1 : 2,500 / VER. 1 : 200 m

1989年4月
1990年1月
1992年3月
1992年6月

洗掘
堆積

図5.4　河川横断図（3／7）

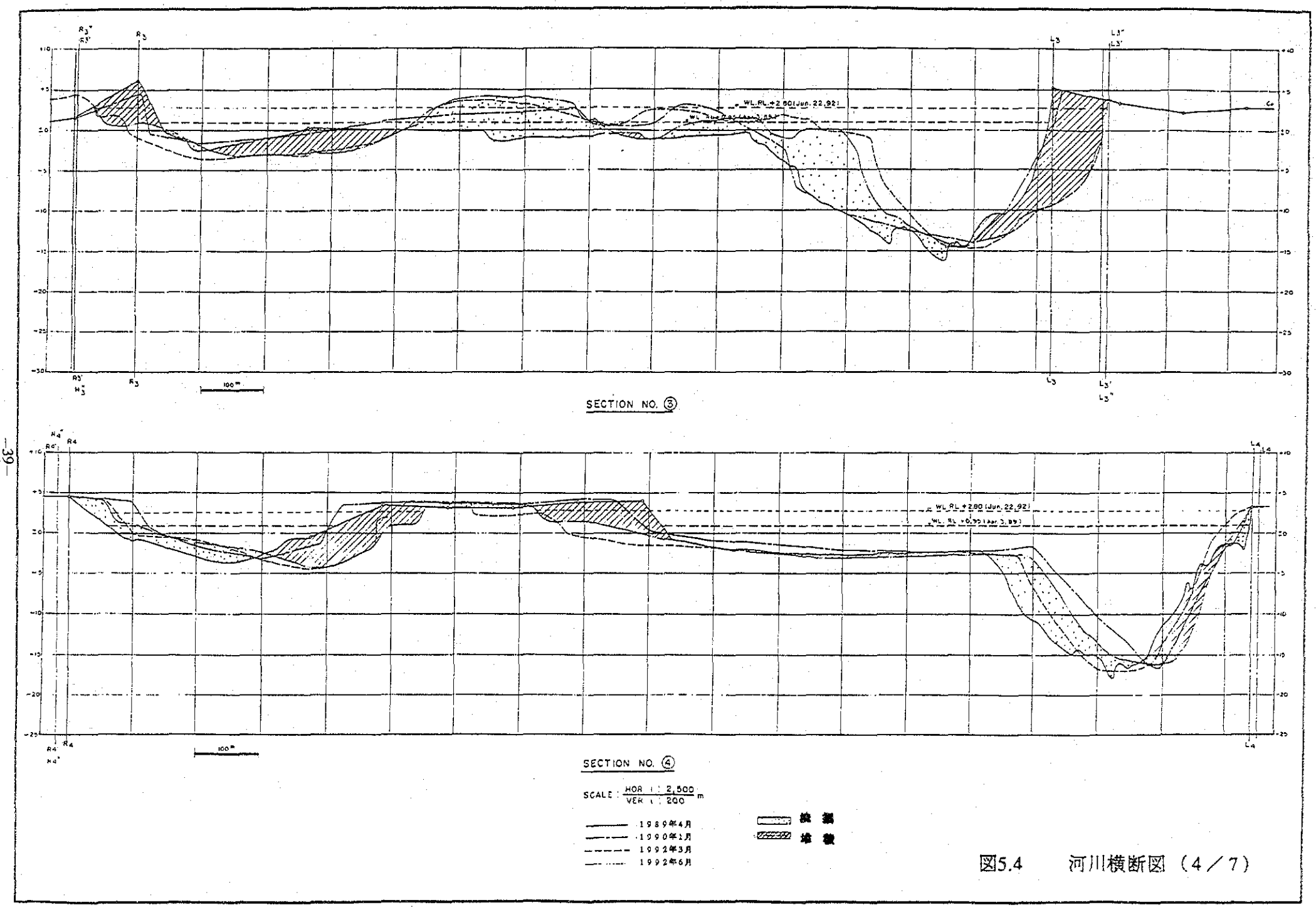
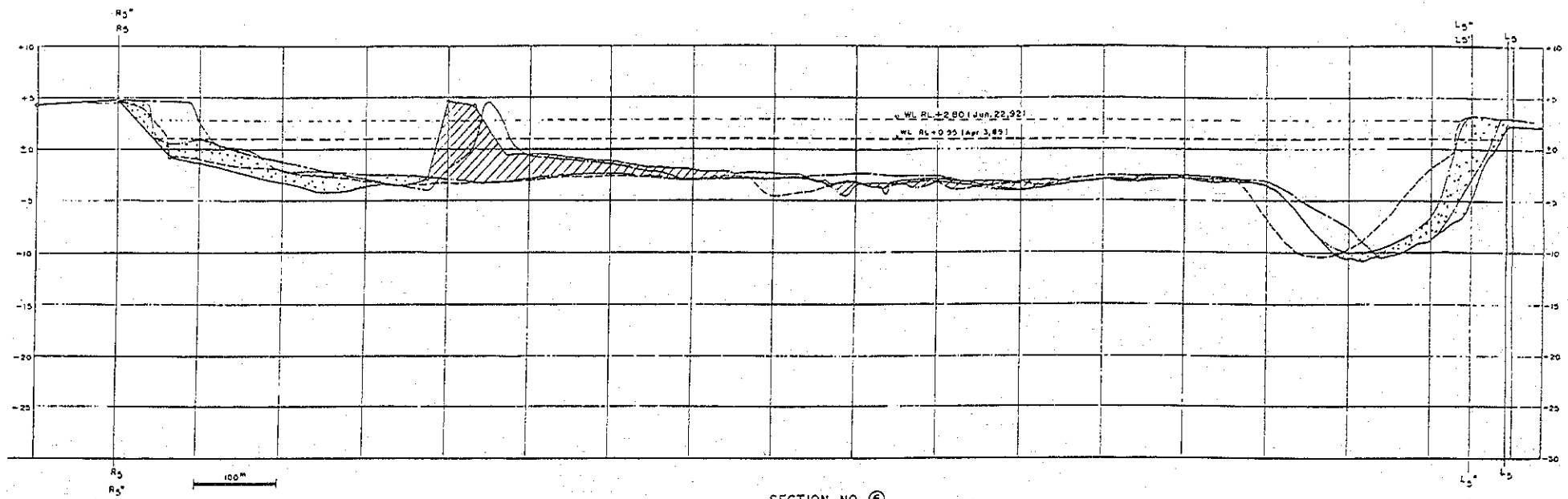
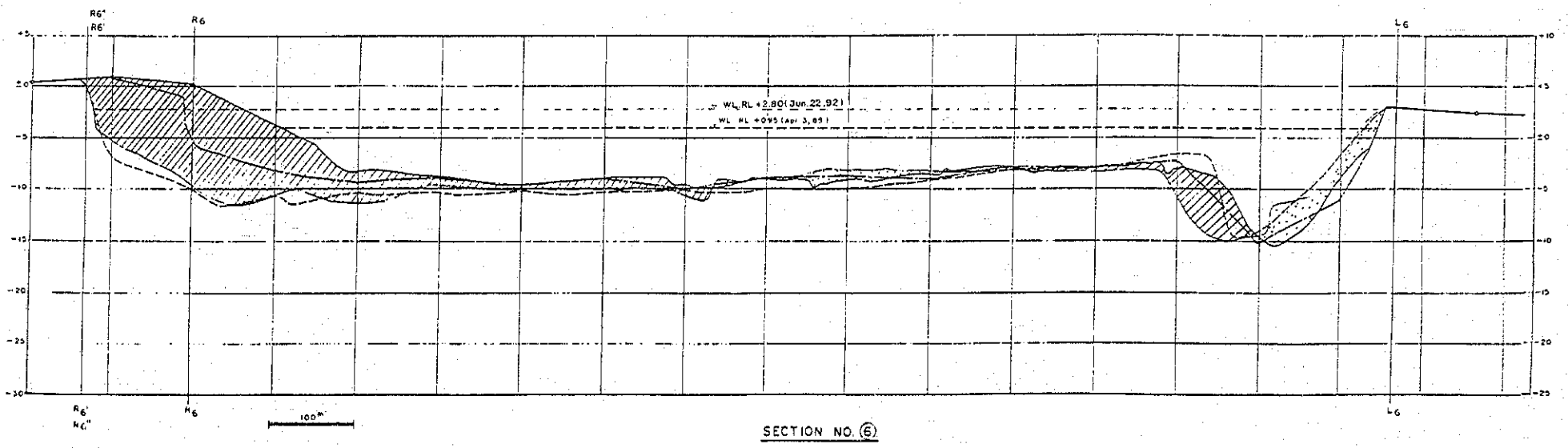

SECTION NO. ③
SECTION NO. ④
SCALE : HOR 1 : 2,500 / VER 1 : 200 m
1989年4月
1990年1月
1992年3月
1992年6月
侵 蝕
堆 積

図5.4　河川横断図（4／7）



SECTION NO. ⑤



SECTION NO. ⑥

SCALE HOR 1 : 2,500 / VER. 1 : 200 m

1989年4月
1990年1月
1992年3月
1992年6月

洗掘
堆積

図5.4　河川横断図　(5／7)

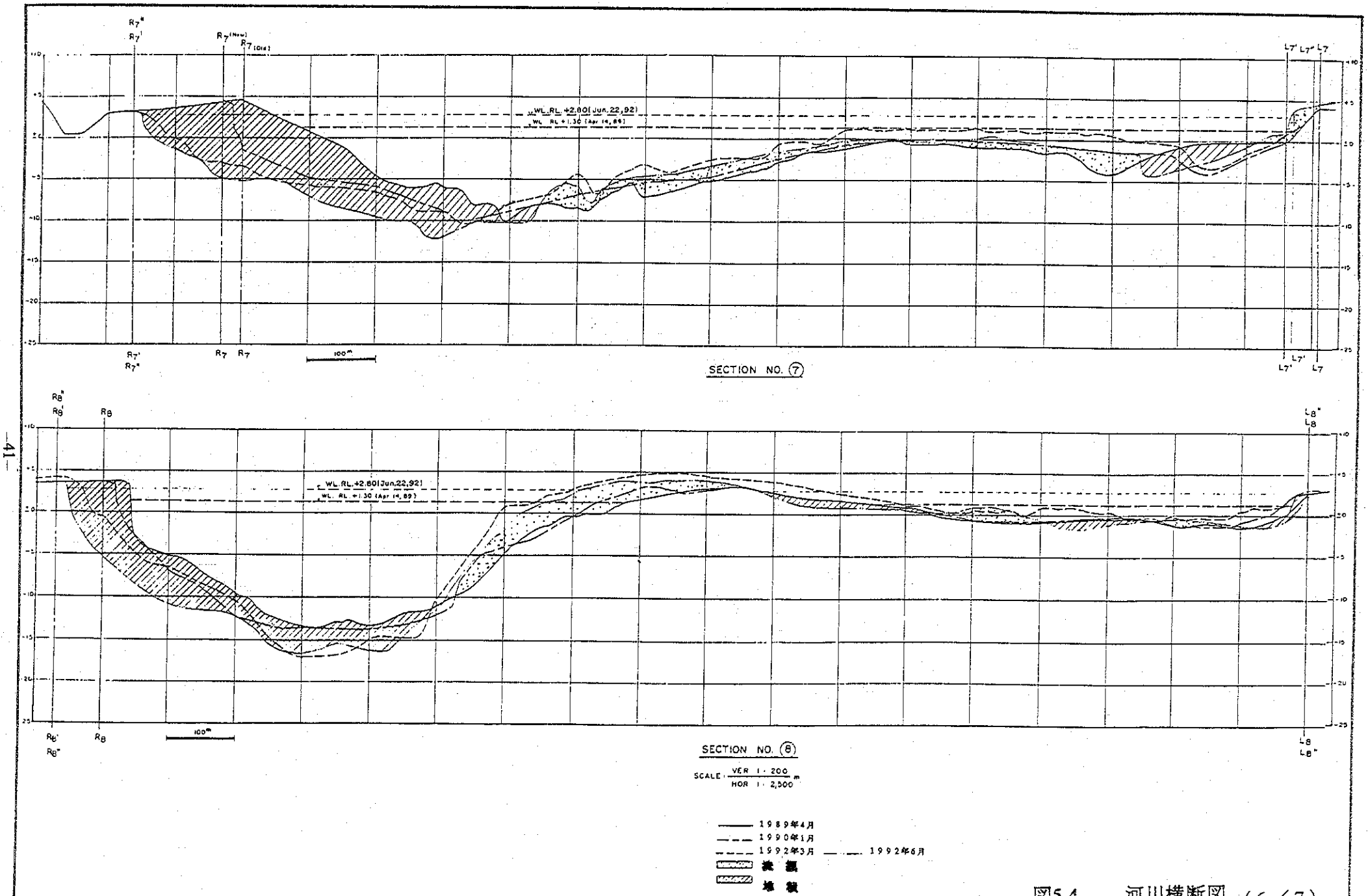

WL. RL. +2.80 (Jun. 22, 92)
WL. RL. +1.30 (Apr. 14, 89)
100m
SECTION NO. 7
SECTION NO. 8
SCALE: VER 1 : 200 / HOR 1 : 2,500 m
1989年4月
1990年1月
1992年3月
1992年6月
洗掘
堆積

図5.4　河川横断図（6／7）

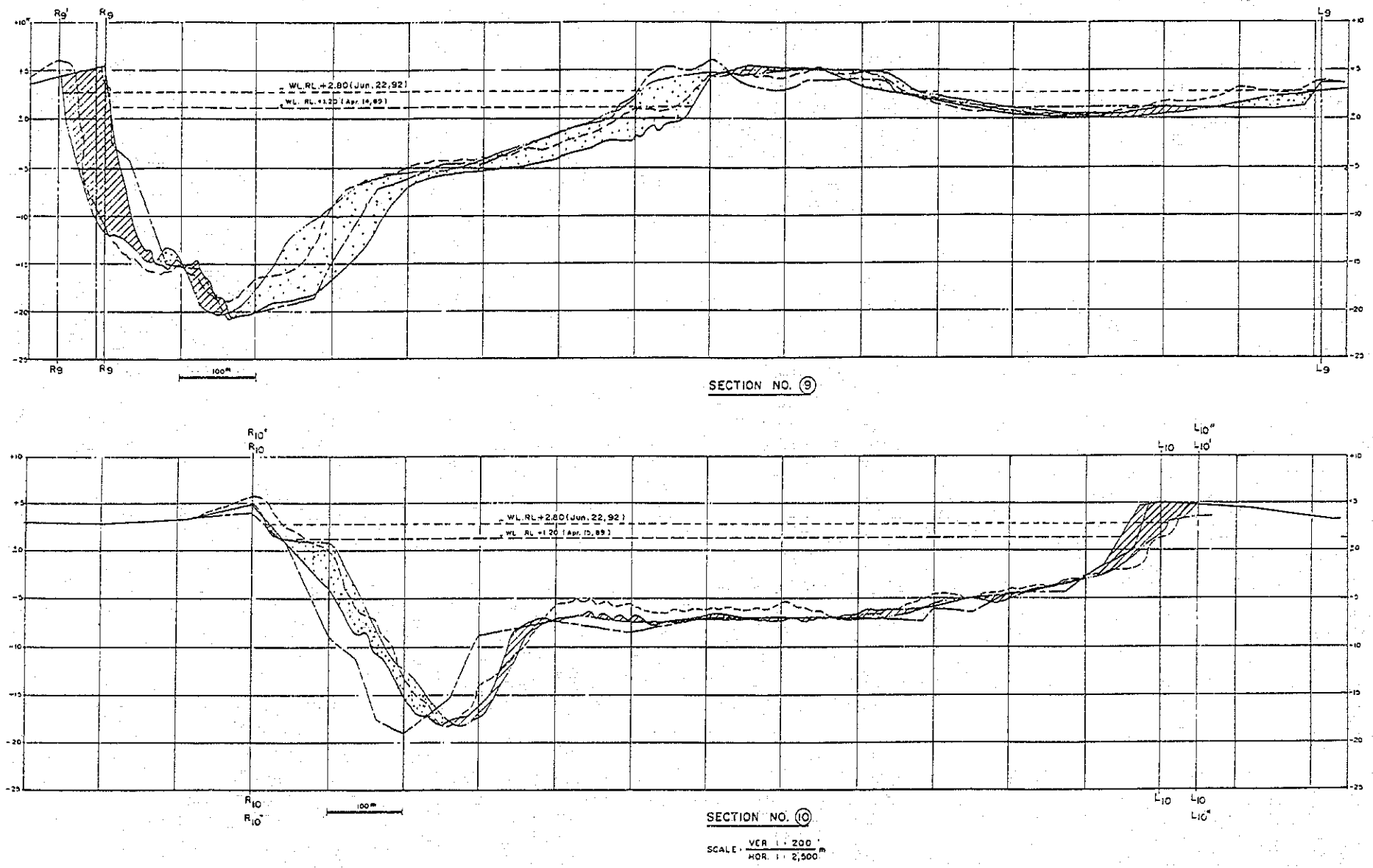

R9'
R9
L9
WL.RL.+2.80(Jun.22,92)
WL. RL.+1.20 (Apr.15,89)
100m
SECTION NO. 9
R10"
R10
L10
L10"
L10'
WL.RL.+2.80(Jun.22,92)
WL. RL.+1.20 (Apr.15,89)
100m
SECTION NO. 10
SCALE: VER 1:200 / HOR. 1:2,500 m
1989年4月
1990年1月
1992年3月
1992年6月
洗掘
堆積

図5.4　河川横断図（7／7）

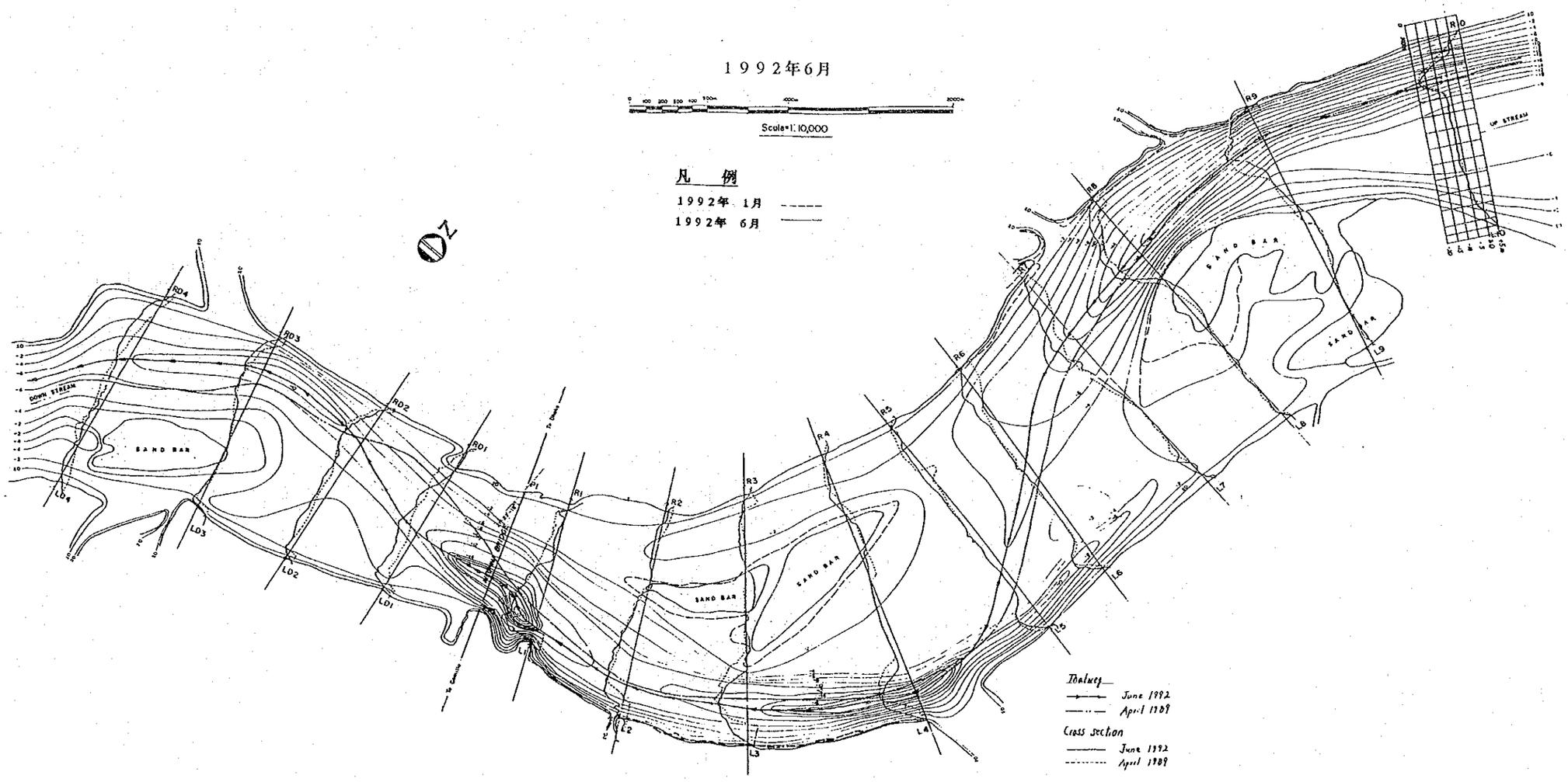


図5.5　　メグナ橋付近の河床等高線図

(7) No.U4～No.U3	左岸から約200m離れた地点で最大水深R.L.−18mの局所洗掘が確認される。1989年4月以降、左岸側は約80m後退。No.U3の横断面に見られる様に、最深部の左岸斜面上の堆砂は、砂洲が左岸側に発達していることを意味する。
(8) No.U3～No.U2	砂洲の移動のため、右岸側が約60mから80m程度後退している。
(9) No.U2～No.U1	No.U2とNo.U1では、右岸でほとんど同様な洗掘状況が見られる。No.U1付近の旧船付き場は、すべりが生じ1992年6月までに河岸の肩が約80m移動している。
(10) No. U1～メグナ橋地点	旧船付き場と左岸側橋台があるため、零筋は橋脚No.7とNo.8の間、橋梁中心部に向かって移動している。No.U10からNo.D4までのすべての河道区間で、最深の河床高R.L.−26mは旧船付き場に見られる。
(11) メグナ橋地点～No.D1	橋梁地点での河床は、橋脚No.1からNo.5にかけて上昇傾向にある。また、No.5からNo. 10にかけては顕著には変動していない。著しい河道断面の変化がNo. D1で見られる。深さ6mから8mの洗掘が河床の左岸部で生じ、同規模の堆砂が右岸周辺で生じている。
(12) No.D1～No.D2	No.D1で見られる洗掘および堆砂の規模ほどではないが、同じ傾向がNo.D2でも確認できる。
(13) No.D2～No.D3	No.D3では、両岸とも50mから60m河岸が後退。堆積は顕著ではない。
(14) No.D3～No.D4	No.D4に沿った洗掘と堆砂分布はNo.D3と似通っている。この河道区間で最深部の河床は約2m下がっている。

5.3　メグナ橋コミラ側護岸の洗掘に関する特記すべき事象

メグナ橋の建設工事中、メグナ河の大洪水のため、左岸側に著しい洗掘が発生した。現実的な対策案を立案するため、旧船付き場のコミラ側河岸の後退および上流の砂洲の動きに関し、その特徴を明らかにする必要がある。この点において、特記すべき事象を時系列的に述べる。

5.3.1　１９８８年の洪水の影響

１９８７年と１９８８年に連続して発生した未曾有の洪水は、国中に人命や社会資産に甚大な被害をもたらした。多くの公共施設が半壊または全壊した。この破壊的な洪水の後、１９８８年１１月１４日に、メグナ河の洪水後の特性を検討するために、メグナ橋上流部の予備的な測量が実施された。

この調査で、コミラ側護岸から約５３５m離れた地点にダッカ側に向かって、面積496,000m^{2}の新しい砂洲が形成された事が明らかになった。この新しい砂洲に隣接して、面積約1,000,000m^{2}のもう一つの砂洲が、水面下で形成された。これらの新しい砂洲の形成のための土砂は数百万m^{3}程度と推定される。メグナ河の洗掘作用のため砂洲の岸は約５０mコミラ側に移動したことが確認された。

この点に関連して、ダッカ側上流の船付き場およびメグナ橋橋脚 No. １０ の下流側付近にも水中砂洲が出現している。

5.3.2　１９８９年後半の洗掘と地滑り

２回に渡る破壊的な洪水の後、１９８９年は顕著な洪水はなかった。しかしながら、特にメグナ橋の安全に関する上での別の問題があった。橋梁付近の砂洲の発達のために河道がそれ、流れが直接メグナ河左岸側に当たるようになった。

１９８９年１２月３１日、メグナ河の左岸に沿って、メグナ橋の上流側に大きな被害をもたらす激しい地滑りが発生した。この事故のため、船付き場とポンツーンは破壊され、著しい交通の阻害となった。船付き場前面の約２００m地点に大きな深掘れ部が形成された。この事故で、船付き場と橋梁の間に小さな湾が出来上がった。このために、コミラ側、橋台周辺の護岸の法線原案は、河岸を守るため、変更を余儀なくされた。