

インドネシア共和国

マディウン河緊急治水計画
フィージビリティ調査

主 報 告 書

JICA LIBRARY



1054974[9]

昭和55年12月



国際協力事業団

国際協力事業団	
受入 月日	84. 4. 30
登録No.	04149
	108
	61.7
	SPS

序 文

インドネシア共和国政府はマデイウン河緊急治水計画のフイージビリティ調査の実施を日本国政府に要請した。

これに対し、日本国政府は国際協力事業団を通じ、昭和55年3月から昭和55年7月までの4ヶ月間に亘り、日本工営株式会社、西川龍三氏を団長とする調査団を派遣した。

調査団は、インドネシア国政府関係者と意見を交換し、またマデイウン河の計画対象地域に於ける現地調査を実施した。

この報告書は、帰国後多岐にわたる解析および検討を行い、プロジェクトの妥当性についての検討結果をとりまとめたものである。

この報告書が、プロジェクトの発展に役立ち、また日・伊两国間の友好関係の一層の促進に寄与することを願うものである。

最後に、本調査の実施に際し御協力をいただいたインドネシア国政府関係者に対し、ここに深く感謝する次第である。

昭和55年12月

国 際 協 力 事 業 団

総 裁 有 田 圭 輔

要 約

A 調査の背景

マディウン河の改修計画に関しては、1974年にソロ河流域開発計画の一環として40年確率洪水を対象流量とする全体改修計画が策定された。然しながら、その後の1975、1978、1979年に未曽有の大洪水がひき続いて発生し、これらの洪水は、マディウン市及びその周辺地域に多大の被害をもたらした。

こうした経験からインドネシア政府は日本政府に対し、マディウン河の緊急治水計画のフィージビリティ調査を行うよう要望した。日本政府はこれに応え、国際協力事業団より調査団を派遣することに同意した。調査は下記のような了解事項のもとに行われることになった。

フィージビリティ調査の目的は、ソロ河の全体計画に盛り込まれた洪水防禦計画の見直しをしたりえて、マディウン市及びその周辺地域を洪水被害から防ぐための最適な緊急治水計画案を策定し、さらにこの案が実施された場合、下流域に与える影響を推定することにある。

また緊急治水計画の対象地域は、ジュロワン川との合流点から上流チャトゥル川との合流点に至るマディウン河沿いの氾濫常襲地域とする。

調査をすすめるにあたり、緊急治水計画が、全体計画の第一段階となるように考慮を払う。すなわち、緊急治水のための工事は将来の改修の計画・実施に対して有効で、少なくとも無駄にならないように考慮する。

調査団は1980年3月派遣され全体改修計画の概念的見直しをもって調査を開始した。ここに全体改修計画の主たる要素は次のようなものである。

- a) 洪水流出を制御するために上流に二つのダムを建設する。
- b) 洪水流をマディウンの市街地から迂回させるため、500メートル幅の分水路を建設する。
- c) 川沿いに連続堤を建設する。
- d) ソロ本流に流入する増大した尖頭洪水流を吸収し、またソロ河下流域の洪水防禦のためにジバシダムを建設する。

全体計画の見直しの結果、緊急計画策定にとって重要な次のような事柄が明らかになった。

- a) 提案された上流の二つのダムは、ボノロゴ地域を含むマディウン河の上流部に於て洪水防禦の効果を発揮する。しかし、マディウン地域に対してはあまり有効でない。またこれらのダムの建設にはかなりの期間を要する。
- b) 分水路を建設するためには、比較的都市化した土地も含め約350町歩の用地が必要である。これらの土地の購入には長い時間と、かなりの資金が必要であり、深刻な社会問題をひき起すおそれがある。
- c) 連続堤によって然るべき流積を河道に与えるためには、やはりかなりの農地の購入が必要となる。また支流の排水に関して悪影響が生ずる。

d) 社会、経済、その他もろもろの問題を考慮すると、ジバダム建設には相当の期間を要するであろう。ジバダムなしでのマディウン河の改修計画はある程度限定されたものとせざるを得ない。

これらの結果に鑑み、また緊急治水の目的を考慮して次のような計画策定のための基本的指針を設けた。

- a) 計画対象洪水は、対象地域の開発現況によって変えるべきであるが、どの地域に於ても最低5年確率洪水以上であるべきである。
- b) 家屋の移転は出来るだけ少なくするべきである。
- c) 改修の結果生ずる洪水水位の上昇は、それがどこであっても最小化、出来れば防がねばならない。
- d) 生産地を意識的に遊水地とすることは避ける。

現地調査は4ヶ月にわたって実施され1980年7月に終了した。更に調査団は、国内作業を続行した。

B 結 論

1. 最近5年間に2回生起した最大洪水量であることから、ヤニ観測所地点に於ける毎秒1,200立方メートルの洪水を計画対象流量とした。グンベル法によるとこの洪水は、17年確率洪水に相当する。
2. 河川改修の基本的な方法として、現堤の嵩上げ、河道の拡張、河床の浚渫、捷水路あるいは分水路の建設を検討した。その結果として現堤の嵩上げ及び捷水路の建設が、事業の性質上最も現実的な方法であると判断した。
3. ジェロワ川左岸にある氾濫常襲地域に対しては、二つの案すなわちここを堤防で囲う案と、囲わず現状のままにとどめる案を代替案として検討した。
4. 上に述べたような条件を考慮して次の5案を代替案とした。

代替案	ジェロワ川浸水域	捷水路
I-1	囲わない	なし
I-2	"	Part-1 及び Part-2
II-1	囲う	なし
II-2	"	Part-1 及び Part-2
II-3	"	Part-1, 2, 3, 4 及び 5

各代替案に対し、土堰堤、特殊堤、捷水路、制水工、練石積みによる護岸工、水門、橋梁、サイフォン、灌漑水路及び排水施設を設計した。

5. 事業実施に必要となる、用地及び補償を下記のように推定した。

代替案	購入するべき 土地(町歩)	借入するべき 土地(町歩)	移転するべき 家屋(戸)
代替案Ⅰ-1	47	108	357
Ⅰ-2	72	41	454
Ⅱ-1	64	151	357
Ⅱ-2	88	93	454
Ⅱ-3	109	54	482

6. 事業の建設費を下記の仮定を設けて推定した。

- (1) 事業の緊急性に鑑み、機械化施工の導入によって出来るだけ工期は短縮する。
- (2) 工事は落札した建設業者によってなされるものとする。
- (3) 施工機械とその予備部品、及び水門等の鉄鋼製品は政府が業者に提供するものとする。

7. 事業の財務、経済費用は夫々次のようになった。

ここに換算レートを1米ドル=240円=625ルピアと仮定した。

通 貨	代 替 案				
	Ⅰ-1	Ⅰ-2	Ⅱ-1	Ⅱ-2	Ⅱ-3
<u>財務費用</u>					
外貨 (10 ⁶ 円)	3,063	2,580	3,689	3,200	3,200
(等価10 ³ 米ドル)	12,764	10,751	15,369	13,335	13,335
内貨 (10 ⁶ ルピア)	9,486	8,895	10,951	10,347	11,560
(等価10 ³ 米ドル)	15,178	14,233	17,522	16,555	18,496
合計 (10 ³ 米ドル)	27,942	24,984	32,891	29,890	31,831
<u>経済費用</u>					
外貨 (10 ⁶ 円)	1,954	1,531	2,136	1,711	1,747
(等価10 ³ 米ドル)	8,140	6,379	8,899	7,130	7,281
内貨 (10 ⁶ ルピア)	7,427	7,072	8,593	8,230	9,195
(等価10 ³ 米ドル)	11,883	11,315	13,750	13,168	14,713
合計 (10 ³ 米ドル)	20,023	17,694	22,649	20,298	21,994

8. 事業により得られる年間便益は、住宅地と農地に於ける洪水被害減少の期待値として算出した。

便 益	代 替 案				
	I - 1	I - 2	II - 1	II - 2	II - 3
(100 万ルピア)	1, 670	1, 670	1, 740	1, 740	1, 740
(等価 10 ³ 米ドル)	(2, 672)	(2, 672)	(2, 784)	(2, 784)	(2, 784)

9. 事業の耐用年数は 50 年と仮定した。そして費用、便益共にこの期間に配分した。配分した費用・便益を種々の割引き率で割り引き、現在価値を求めた。費用・便益の現価より求めた費用・便益係数及び内部収益率は次のとおり。

代 替 案	割 り 引 き 率 (%)			内部収益率 (%)
	7	10	12	
代替案 I - 1	1. 61	1. 15	0. 95	11. 3
I - 2	1. 81	1. 28	1. 05	12. 6
II - 1	1. 48	1. 05	1. 87	10. 5
II - 2	1. 64	1. 16	0. 94	11. 5
II - 3	1. 51	1. 07	0. 88	10. 6

10. 各代替案はほぼ等しい経済性を示している。然しながら代替案の最終的選定に際し、代替案グループ I は次のような観点から除いて考えた。

- ジェロワン地域はすでに農業生産地として開発されており、土地改良計画は、現在も進行中である。
- ジェロワン地域から得られるべき便益は、この地域の洪水防禦によって現在推定されているものより増加することが期待できる。
- 近い将来に於て一層効率的な土地利用が予想される。

代替案グループ II の中で最大の内部収益率が算出されておりまた、投資額も最少であることから代替案 II - 2 で最も適当なものであると判断した。

11. 代替案 II - 2 に要する主たる工事数量を下に示す。

堤防のための盛土	9,308,000 立方米
捷水路のための堀削	525,000 "
石張り	44,000 平方米
橋梁の建設	3 橋
" の嵩上げ	2 "
水門の建設	4
土捨場の処理	210,000 平方米

土地の購入

88町歩

● 借入

93 ●

家屋の移転

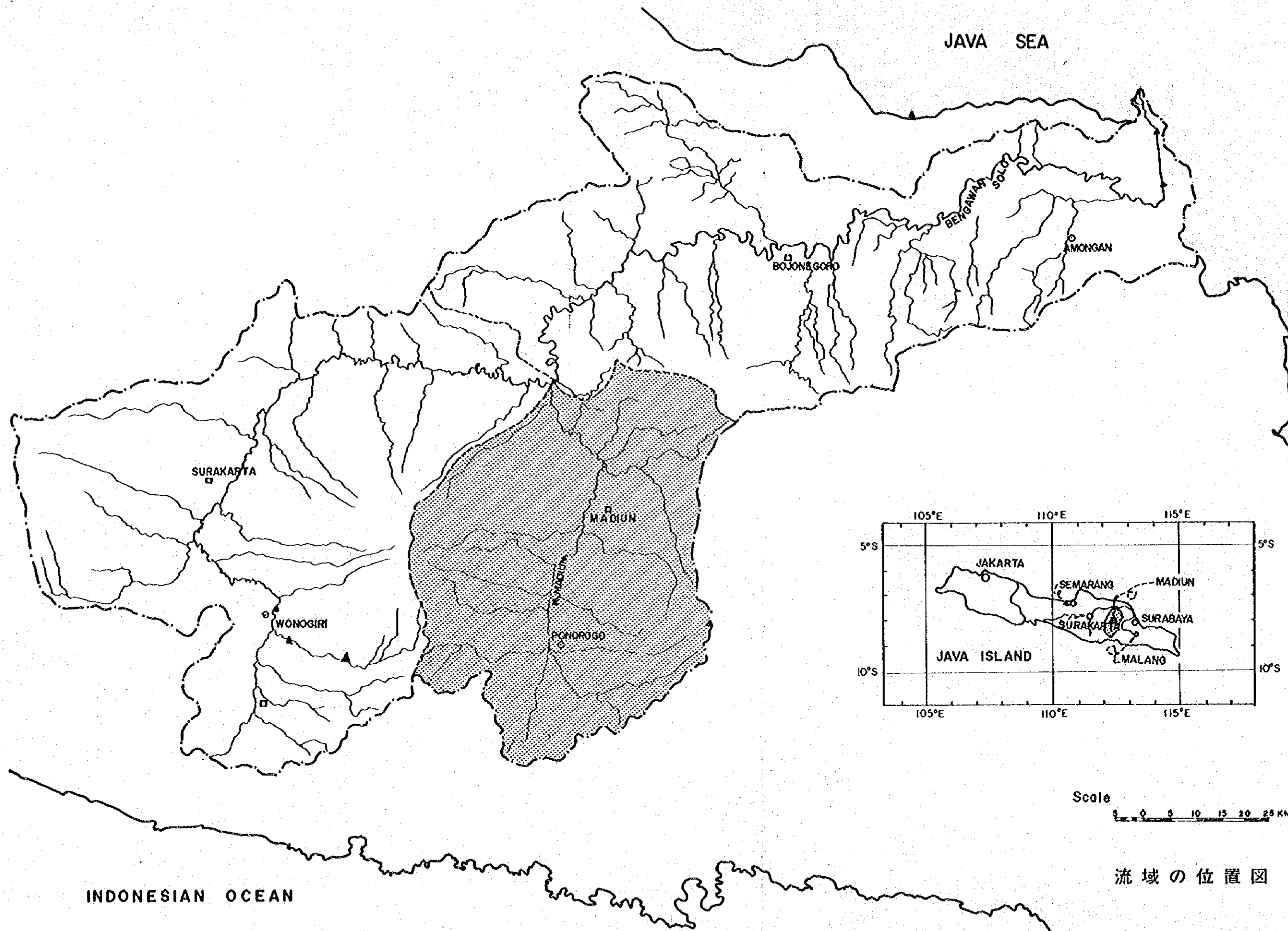
454戸

12. これらの工事を実施するにあたり、詳細設計及び準備工事に約1年半、また本工事に約2年を要する。従ってその他諸手続に要する期間を加えると事業の完成までには約4年間の歳月を要しよう。
13. 代替案Ⅱ-2の実施に伴う、ジェロワン氾濫域の下流マディオン河沿いの地域に於ける洪水水位の上昇について検討を行った。推定した結果、計画洪水に対応する水位の上昇は約20センチであった。この水位の上昇は、面積にして2・3パーセントの氾濫面積増に対応する。
14. 現状に於て、計画洪水量に対応するソロ河下流部への流出量は毎秒900立方メートルと推定された。本事業による流量増は毎秒75立方メートルあるいは、約8%と推定された。この増分はソロ河の流量の2・3パーセントにすぎない。
15. 捷水路の工事によって引き起こされる河床の洗掘は、最大1.2メートルと推定した。河床の洗掘が生ずるのは、捷水路の直上流に限られると思われるが、堤防その他河川構造物の基礎洗掘防止のための適当な工事が必要であろう。

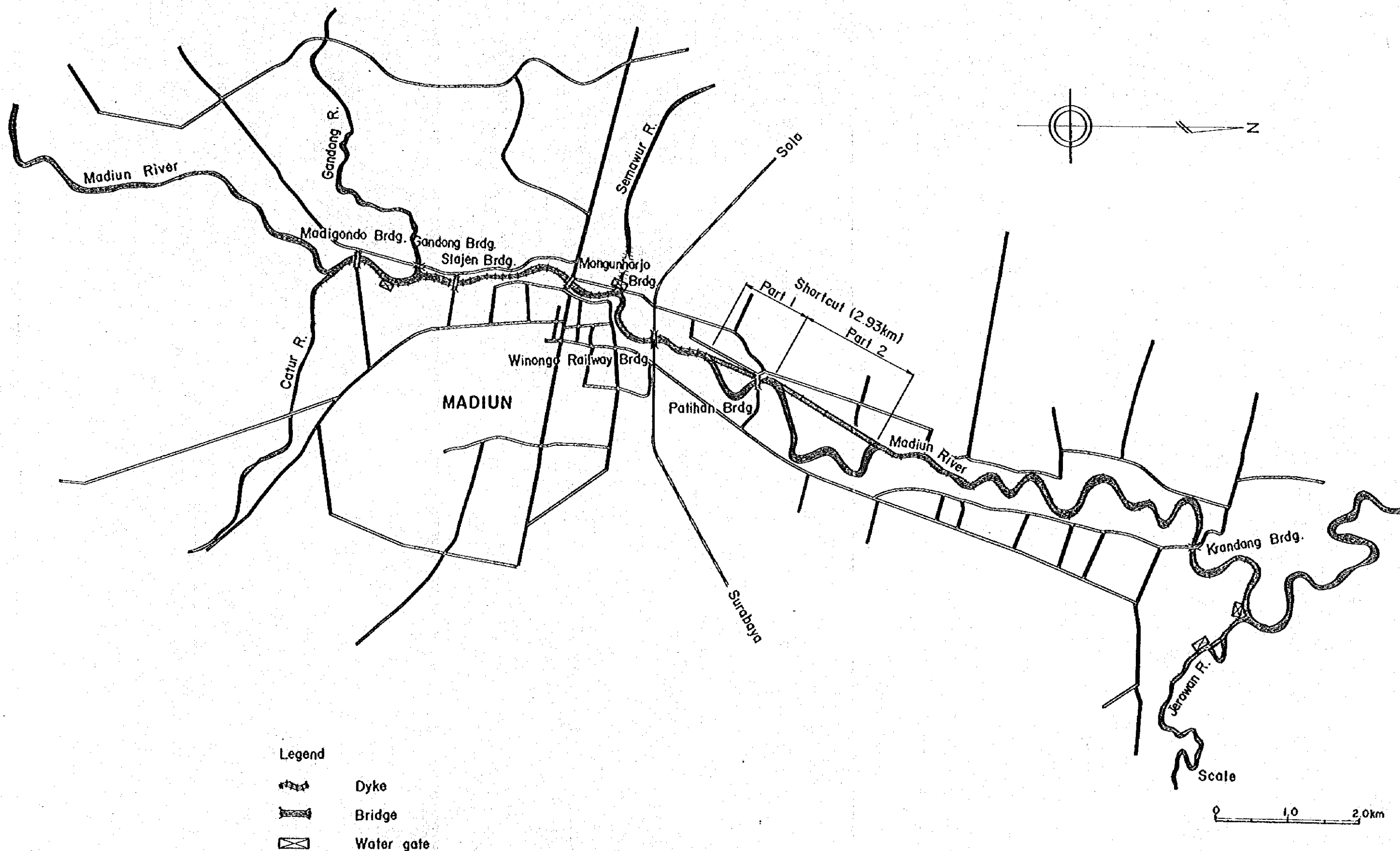
C 勸 告

1. 本事業が河川改修の一般原則からみて決して理想的なものでないことは銘記する必要がある。すべての中流域の改修計画が、下流の洪水現象に対し、何らかの悪影響をもたらすことは避けられない。従ってこれらの影響を補う適当な処置を構ることが望ましい。
2. ここに提案した緊急治水計画が及ぼすジェロワン川との合流点下流への影響は前述のように小さい。従って下流への影響を緩和するための具体的な下流部の改修策について本調査では述べていない。然しながらこの下流部の改修は、本事業に引き続く最優先事業として取り上げられるべきであろう。これに関してはこの地域に於て捷水路を建設することが最も適当な方法であろうと思われる。
3. ソロ河下流部への流入洪水量の増加については、更に精度の良い地形図等必要な資料を用いて詳細に検討する必要がある。これに関しては、近く実施が予定されているソロ河上流部の改修に伴う流況の変化と合せて検討する必要がある。
4. 今回の計画では、ヤニ観測所に於ける毎秒1,200立方メートルの洪水をもって設計洪水量とした。詳細設計の段階では、各構造物毎に現場に適した流量を採用する必要がある。
5. より高い安全性と、より広い改修区域を対象としたマディオン河改修のための将来計画に関し次に掲げる各項を調査検討することは、きわめて有意義であると思われる。
 - a) バデガン及びブンドダムの建設

- b) マディウン河下流部に於ける捷水路の建設
 - c) 適当な規模の分水路の建設
 - d) マディウン市内を迂回してガンドン川の洪水を流すための流域変更工事
 - e) 支流域に於ける土砂流失防止工事
 - f) 洪水予警報システムの設計
6. 河床変動の監視は下記の項目に注目して実施するべきであろう。
- a) 洪水期の終りに河床の横断測量を行う。測量を行うべき場所は、捷水路の上流部を主体に、支流を含むその他重要な箇所。
 - b) 河床材のサンプリングとその試験を定期的の実施する。
 - c) 適当な箇所での浮遊砂の調査。



流域の位置図



緊急治水計画

目 次

要 約

1. 用語及び略語	1-1
1.1 流域の概要	1-1
1.2 プロジェクトの経緯	1-1
1.3 調査の目的	1-2
1.4 謝 辞	1-3
2. 自然条件	2-1
2.1 地 形	2-1
2.1.1 一 般	2-1
2.1.2 測 量	2-1
2.2 土質及び地質	2-2
2.2.1 一 般	2-2
2.2.2 土質及び地質	2-2
2.2.3 材料調査	2-2
2.3 水 文	2-3
2.3.1 一 般	2-3
2.3.2 確率洪水量	2-4
2.3.3 ジェロワン氾濫域	2-5
2.3.4 流 砂	2-5
3. 河川の現況	3-1
3.1 河 道	3-1
3.1.1 線 形	3-1
3.1.2 縦断線形	3-1
3.1.3 河川横断	3-1
3.1.4 支川及び排水路	3-2
3.1.5 通水能力	3-3
3.2 氾 濫	3-3
3.3 既存構造物	3-4
3.3.1 堤 防	3-4
3.3.2 水 制 工	3-5

3.3.3 護 岸	3-5
3.3.4 捷水路	3-5
3.3.5 ポンプ施設	3-5
3.3.6 橋 梁	3-6
3.4 構造物によらない洪水防禦	3-6
4. 河川改修計画	4-1
4.1 基本概念	4-1
4.2 計画流量	4-2
4.3 河川改修代替案	4-3
4.3.1 改修方法	4-3
4.3.2 代替案	4-4
4.3.3 内水排除計画	4-4
4.4 基本設計	4-5
4.4.1 平面線形及び横断	4-5
4.4.2 堤 防	4-6
4.4.3 捷水路	4-6
4.4.4 樋門・樋管	4-7
4.4.5 護 岸	4-7
4.4.6 水制工	4-7
4.4.7 橋 梁	4-8
4.4.8 灌漑・排水施設	4-9
5. 施工計画	5-1
5.1 一 般	5-1
5.2 工事数量	5-1
5.3 工事工程	5-2
5.4 土捨て場	5-2
5.5 土取り場	5-2
5.6 骨材採取場	5-2
5.7 施 工 法	5-3
5.7.1 準備工事	5-3
5.7.2 測量と調査	5-3
5.7.3 補 償	5-3

5.7.4	築堤	5-3
5.7.5	捷水路	5-3
5.7.6	護岸	5-4
5.7.7	新橋梁と水門	5-4
5.7.8	橋梁の嵩上げ	5-4
5.8	土捨て場処理	5-4
5.9	建設機械転用の可能性	5-4
5.10	請負業者の能力	5-5
5.11	必要な建設機械	5-5
6.	工事費積算	6-1
6.1	一般	6-1
6.2	工事費	6-1
6.2.1	財務費用	6-1
6.2.2	経済費用	6-1
6.2.3	工事費の年間配賦	6-2
6.3	運転・保守・修繕費用	6-2
7.	洪水被害の推定	7-1
7.1	社会・経済状況	7-1
7.2	氾濫被害の記録	7-2
7.2.1	一般	7-2
7.2.2	1978年の洪水被害	7-2
7.3	被害額推定の概念	7-3
7.3.1	想定氾濫	7-3
7.3.2	氾濫被害の推定	7-4
7.3.3	被害推定のための価値及び被害率	7-4
7.4	確率洪水被害	7-9
7.4.1	被害額推定のための仮定	7-9
7.4.2	想定氾濫域と被害額の推定	7-9
8.	経済評価	8-1
9.	結論及び勧告	9-1

0

添付資料-1

添付資料-2

0

0

0

付 表

	頁
表 2.1 年最高水位及び流量	2 - 6
" 2.2 流量配分	2 - 7
" 3.1 既存河川構造物	3 - 8
" 3.2 交通量	3 - 10
" 4.1 ジャワ島に於ける河川改修計画のための計画流量	4 - 10
" 4.2 水 門	4 - 11
" 4.3 捷水路	4 - 11
" 4.4 計画高水位に対する橋梁の余裕高	4 - 12
" 4.5 橋梁関連工事	4 - 13
" 5.1 施工機械台数	5 - 6
" 6.1 材料費及び労務費	6 - 3
" 6.2 単 価	6 - 4
" 6.3 建設費（財務費用）	6 - 7
" 6.4 建設費（経済費用）	6 - 9
" 6.5 建設費の年次配賦	6 - 11
" 7.1 人口及び土地利用	7 - 10
" 7.2 対象地域内の戸数	7 - 11
" 7.3 近年発生した洪水被害	7 - 12
" 7.4 1978年6月30日の洪水による被害記録	7 - 13
" 7.5 家屋の価値	7 - 16
" 7.6 被害係数の推定	7 - 17
" 7.7 店舗及び商品の価値	7 - 18
" 7.8 マディウン地区内の推定植付面積	7 - 20
" 7.9 氾濫域内の人工及び土地利用	7 - 21
" 7.10 氾濫域内の家屋数	7 - 24
" 7.11 マディウン市に於ける商業活動	7 - 25
" 7.12 推定洪水被害（マディウン河）	7 - 26
" 7.13 推定洪水被害（ジェロワン河）	7 - 27
" 7.14 便益の推定	7 - 28
" 8.1 年平均便益	8 - 2
" 8.2 年度別工事費	8 - 2
" 8.3 保守・運転費の増分	8 - 3

■ 8.4	耐用期間中の代替案別費用及び便益	8-3
■ 8.5	便益及び費用の現在価値	8-4

付 図

		頁
図 2.1	東部ジャワの地質図	2 - 8
" 2.2	マディウン河流域の地質模式図	2 - 8
" 2.3	マディウン河流域の横断図	2 - 8
" 2.4	捷水路区間の土質横断図 (Part-1)	2 - 9
" 2.5	" (Part-2)	2 - 10
" 2.6	" (Part-3)	2 - 11
" 2.7	" (Part-4)	2 - 12
" 2.8	" (Part-5)	2 - 13
" 2.9	新パティアン橋地点の土質横断図	2 - 14
" 2.10	新克蘭ダン橋地点 "	2 - 15
" 2.11	土質横断図 (Part-5)	2 - 16
" 2.12	国有鉄道橋地点の土質横断図	2 - 17
" 2.13	粒度分布図	2 - 18
" 2.14	土の基本的物理特性	2 - 19
" 2.15	コンクリート用骨材の特性	2 - 20
" 2.16	河床砂礫の堆積分布図	2 - 21
" 2.17	水文観測所配置図	2 - 22
" 2.18	確率洪水	2 - 23
" 2.19	ジェロワン氾濫域からの流入・流出量 (17- 年洪水の場合)	2 - 24
" 2.20	" " " (10- 年 ")	2 - 25
" 2.21	" " " (5- 年 ")	2 - 26
" 3.1	マディウン河の平面線形	3 - 11
" 3.2	" の縦断線形	3 - 12
" 3.3	マディウン河の河幅	3 - 13
" 3.4	ヤニ観測所の水位・流量曲線	3 - 14
" 3.5	大洪水時の水位	3 - 15
" 3.6	現河道の通水能力	3 - 16
" 3.7	氾濫域	3 - 17
" 3.8	既存河川構造物の位置	3 - 18
" 4.1.1	代替案 I - 1	4 - 14
" 4.1.2	" I - 2	4 - 15
" 4.1.3	" II - 1	4 - 16

4.1.4	代替案Ⅱ-2	4-17
4.1.5	Ⅱ-3	4-18
4.2.1	代替案Ⅰ-1及びⅡ-1の場合の計画高水位	4-19
4.2.2	Ⅰ-2 Ⅱ-2	4-20
4.2.3	Ⅱ-3の場合の計画高水位	4-21
4.3.1	チャトゥル川の計画高水位	4-22
4.3.2	ガンドン川	4-23
4.3.3	ジェロワン川	4-24
4.4	水門位置図	4-25
4.5.1	マディウン河の横断図 (1)	4-26
4.5.2	(2)	4-27
4.6.1	チャトゥル川の	4-28
4.6.2	ガンドン川の	4-29
4.6.3	ジェロワン川の (1)	4-30
4.6.4	(2)	4-31
4.7.1	捷水路の横断図 (1)	4-32
4.7.2	(2)	4-33
4.8	構造物位置図 (1)	4-34
4.9	(2)	4-35
4.10	(3)	4-36
4.11	(4)	4-37
4.12	堤防の標準断面	4-38
4.13	特殊堤の嵩上げ	4-39
4.14	護岸工の標準断面	4-40
4.15	水制工の配置	4-41
4.16	マディゴンド橋の嵩上げ	4-42
4.17	ガンドン橋の嵩上げ	4-43
4.18	パティアン橋	4-44
4.19	克蘭ダン橋	4-45
4.20	水門の標準図	4-46
4.21	サイフォンの標準断面	4-47
5.1	工事工程	5-8
7.1	流域内の地域区分	7-29
7.2.a	想定氾濫(現状)	7-30

■	7. 2. b	想定氾濫（現状）	7 - 31
■	7. 3. a	■ （代替案Ⅰ - 1 及びⅠ - 2）	7 - 32
■	7. 3. b	■ （ ■ ■ ）	7 - 33
■	7. 4. a	■ （代替案Ⅱ - 1, Ⅱ - 2 及びⅡ - 3）	7 - 34
■	7. 4. b	■ （ ■ ■ ）	7 - 35

0

0

0

0

用 語 及 び 略 語

1. 行政区域または組織に関する現地用語

ビナマルガ	道路総局
チャマット	町 長
ドゥサ	村又は丁
DGWRD	水資源総局
DPMA	水工研究所
カブパテン	県
ケチャマタン	町又は郡
コクマディヤ	市
LPMA	水工研究所
P2AT	地下水開発局
PBS	河川局ソロ河総合管理事務所
PG	精糖工場
Propinsi	州

2. 自然現象

Air	水
Banjir	洪水
Gunung	山
Hujan	雨
Kali	川

3. 単位

cm	センチメートル
cm ²	平方センチメートル
ha	ヘクタール
Km	キロメートル
Km ²	平方キロメートル
L. S.	一 式
m	メートル
m ²	平方メートル
m ³	立方メートル
mm	ミリメートル
Pes	個

Rp	ルピア
Sec	秒
4. その他	
Alt	代替案
B	水路，道路等の幅
BM	ベンチマーク
br. 及び brdg	橋
El.	標 高
Fig.	付 図
g	重力の加速度
JICA 又は J.I.C.A.	国際協力事業団
OECD	海外経済協力基金
OMR	運転，保守及び修繕
OTCA	海外技術協力事業団
St.	測点，観測所

1. 序 論

1.1 流域の概要

ジャワ島の東部ジャワ州西端にあるマディウン河流域はほぼ南緯7度15分と8度10分及び東経111度10分と同45分の間に位置する。

ソロ河随一の支流であるマディウン河は、南部の山地にその源を発する。

マディウン河は南から北にのびるマディウン盆地をほぼ100キロメートル程流れ、ガウイの町でソロ本流に合する。流域面積は約3800平方キロメートルで、大小の支流と合流している。

流域は農地として開発されており、昔よりこの国の最も重要な穀倉地帯に数えられてきた。

低平地には、灌漑水路と排水施設がくまなく敷設されており、米作用水田、砂糖きび島として利用されている。

丘陵地では主として、とうもろこし、豆類が育生されているが、場所によっては小規模の水田が連なっているところも希ではない。

土地は10年前迄に開発しつくされ、流域面積の70%以上が農地として利用されている。

従ってこの流域は人口密度の最も高い地域となっている。

この地域で人口密度の最も高いのは流域の中央に位置するマディウン市で、約20万人の人口を擁する。人口5万人のボノログ市は南部の中心で、北部の中心地はガウイ市である。

これらの都市地域は地方行政の中心地であるとともに農産物取引の中心であり、砂糖精製等の工業の中心地ともなっている。ガウイを除き、これらの都市は従来よりマディウン河の洪水によって平均6,000 haの冠水域、16,000戸の浸水家屋の被害をこうむってきた。

洪水発生の最大の原因は、開発された斜面に降る、雨量強度の大きい豪雨に帰せられよう。

流域のこうした社会経済的、地形、水文的条件を変えて、洪水量を減少せしめるためにはきわめて永い年月を要する。従って河川改修によってマディウン市及びその周辺地域の洪水被害を防ぐことが最も有効な手段となろう。

1.2 プロジェクトの経緯

マディウン河のこうした状況を考慮して、これまでにも、各関係機関による洪水被害を減少させるための調査がすすめられてきた。海外技術協力事業団は1974年にソロ河全体の河川改修計画を流域開発のマスタープランの一環として樹立した。マディウン市を洪水被害から防ぐために、このマスタープランの中では、洪水流の一部を迂回して流すための放水路が提案されている。マスタープランはPBSによって引きつがれ放水路計画の基本調査が実施された。PBSの調査は、ガジャマダ大学の調査に引き継がれ、プレフィージビリティ報告書が作成されている。

前述のマスタープランでは、ベンドー及びパデガンダム建設がボノロゴ市を氾濫から防ぐ目的で提言された。両ダムは、その後P2ATが多目的ダムとして再度調査している。

放水路計画、ダム計画共に全体計画の一環をなすものであり、大規模な構造物を対象としているので工事数量も大きなものとなっている。従って事業の経済性は比較的低くなっている。

1974年以前のマディウン河には、堤防は建設されていなかった。従ってマディウン市の大部分は1968年及び1975年の洪水によって冠水した。ガンドン河との合流点より少し上流部分から溢流した洪水は、市の大部分に浸水し、多大の被害をもたらした。

1975年以後PBSは河川改修に従事し、特にマディウン市の上・下流に堤防を建設した。

1978年6月30日に発生した洪水はパティアンに於て堤防から溢流し、堤防をその基礎まで流亡せしめた。氾濫はマディウン市の北部郊外に被害を及ぼした。

1979年4月30日及び5月5日に発生した洪水は、相ついでパティアンから溢流し、再建された堤防を流失せしめた。

このような事情を考慮して、インドネシア政府は、マディウン河の洪水防御に本格的に取り組むこととし、特にマディウン市及びその近郊の洪水防御をもってその第一歩をふみ出した。こうしてマディウン河緊急治水計画が発足することとなった。

政府は、日本政府に対し、緊急治水計画に関するフィージビリティ調査を行うための技術援助を依頼した。

日本政府はこれに対し、インドネシアに萩原団長以下の事前調査団を派遣した。調査団は、フィージビリティ調査に盛り込まれるべき項目に関しインドネシア国政府と意見を交換した。両者合意に達し、巻末に添付するような作業項目に関する合意書を作成した。

事前調査団に引き続き、我が国の技術協力に関する実施機関である国際協力事業団は、9名のコンサルタントよりなるフィージビリティ調査団を昭和55年3月20日現地に派遣した。

調査団は3月20日より7月18日の期間現地調査を実施し、その成果として、契約に基づき中間報告書を作成した。

日本に帰国後調査団は更に検討を加え、最終的結論として本報告書を作成したものである。報告書は主報告書と付録とよりなる。前者には検討の結果と結論が、後者には調査と解析の詳細が記載されている。

1.3 調査の目的

さきに作成された両国政府の合意書には、本調査の目的は以下のように記述されている。

「マディウン市及びその近郊をマディウン河の洪水から守る最適計画を策定し、その技術的、経済的評価を行う。」

「調査検討の対象は、流路延長 100 キロメートル、流域面積 3,800 方キロのマディウン河流域全体とし、緊急治水の対象地域はマディウン市とその近郊に限る。」

調査団は、調査開始半月後に作業計画書を作成し事業団に提出した。

両国政府は調査団を含め、昭和 55 年 4 月 3 日ジャカルタ市に於て上述作業計画書に関する会議を行い作業の基本方針及び項目についての討議を行った。両国政府は合意に達し、昭和 55 年 4 月に「マディウン河緊急治水計画に関するフィージビリティ調査のための作業計画書」としてこれをまとめた。

この会議によってマディウン市及びその近郊とは、チャトゥル川との合流点から、ジェロワン川との合流点までの地域であることが確認された。

1.4 謝 辞

調査団が現地に到着し、作業を開始して以来、多くの関係者から暖い、きわめて有効な協力の手がさしのべられた。そのお蔭をもって調査団は、その任務を成功裏に予定通りに全うすることができた。広範な資料と情報を入手することが出来、活用することができた。両国政府の合意書にもとづきインドネシア政府が実施した追加調査は量、質共に満足のいくものであった。

会議は常に効率よく、調査団にとって有効であった。

協力をいただいた役所、会議の出席者を表にまとめて巻末に添付した。

調査団はこの紙面を借りてこれらの役所及び人々に深く謝意を表するものである。

特に種々の面で調査団に支援をいただいたスミント所長以下 PBS の諸氏、調査期間を通じて日々の作業をすゝめてくれたイマムヒダヤット氏以下のカウンターパートの面々に対しその努力を高く評価すると共に深く感謝の意を表するものである。

調査団はまた、在ジャカルタ日本大使館、事業団ジャカルタ事務所、作業管理委員会及び在ジャカルタ及び在スラカルタのコロンボプラン専門家より受けた御指導と御協力に対し心からの感謝の気持を述べるものである。

0

0

0

0

2 自然条件

2.1 地形

2.1.1 一般

マディウン河流域中流部の西端には、標高 3,265メートルのラウ山がそびえ、東端には、2,362メートルのドロウティと 2,169メートルのウイリスが連なる。一方河に沿った平野部の標高は、わずか 50メートルにすぎない。

流域の南側で上流部に位置する山地は、標高 200 から 500メートルの山々が連なって構成している。

マディウン河本流の縦断線形は比較的緩やかで勾配は 1,500 分の 1 から 3,000 分の 1 である。一方、ほとんどの支流は急峻で、その勾配は下流部に於ても 200 分の 1 以下になることはめずらしい。

上流の山地部ではマディウン河はいくつかの支流と合流する。それらの主なものとして、ケヤン、アニヤル及びムンクンガン川がある。

山地部をぬけ、平野部に入ると、マディウン本流は、東西の高い山地に源を発する支流、アシン、チャトゥル、ガンドン川と合流する。ガンドン川との合流点の下流では、ジェロワン川と合流するまで、特に注目に値するような支流には出合わない。ジェロワン川は 453 平方キロメートルという大きな流域面積をもち、勾配はその下流部では 1,500 分の 1 になっている。

マディウン河の右岸、ジェロワン川に挟まれた部分に低平な土地がある。この土地は従来より、マディウン本流及びジェロワン川からの洪水に対する自然遊水池のような役割をはたしてきた。然しながらこの土地は、現在肥沃な農耕地として開発されており、更に高度な土地利用をすすめるための計画もたてられている。

ジェロワン川との合流点の下流にはなだらかな平地が広がる。この地域でのマディウン河の河床勾配は 3,000 分の 1 を下まわり、河道の通水能力は 200 から 300 m³/sec に減少する。この地域の流水は、ソロ河本流の背水の影響を少なからずうけている。

2.1.2 測量

PBS はマディウン河に沿って氾濫域の測量を行った。対象となったのはチャトゥル川との合流点からソロ河との合流点に至る区間で、10,000 分の 1 の氾濫図がその成果である。後述する想定氾濫域は、この氾濫図を参考としている。PROSIDA はマディウン河流域で航空写真測量を行っており、5,000 分の 1 の航測図を作成した。今回の調査に於て図は対象地域の土地利用調査に活用された。特に移転家屋数の検討にはきわめて有効であった。

PBS は本調査の開始にさきだち、ボノロゴからガウイに至る区間の地形測量を 1979

年より1980年にかけて実施している。その成果として1,000分の1の地形図が作成された。本フィージビリティ調査のための主たる地形データはこの調査から得られた縦・横断測量図によっている。

この測量に用いられた基準標高は、標準基準標高よりも1メートル低かった。従って地形図中の標高値は、他の地形図の標高値にくらべ1メートル小さく表示されている。本報告書の中の各標高値は、1,000分の1地形図の基準標高にもとずいている。

2.2 土質及び地質

2.2.1 一般

マディウン河流域は、地質上から三つの地域に分割することができる。

南部の山地部は、第三紀の海成沖積層で、石灰岩、砂岩及び泥岩等で構成されている。北部の丘陵地は、やはり第三紀、及び四紀の海成沖積層よりなっている。

流域の東西に位置する山の斜面は第4紀の火山岩及び火山砕屑岩類で熔岩、泥流及び軽石流堆積層、角礫凝灰岩等から構成されている。

マディウン河沿いの平野部では河川が運んだ堆積物が沖積層、洪積層を覆っている。対象地域は、これら第三番目の地域に属しており、火山の噴出物が沖積層、洪積層のうえに堆積している。

対象地域の一般的地質状況を付図2.1、2.2及び2.3に示した。

2.2.2 土質及び地質

対象地域内の各構造物地点の基礎は、茶褐色粘土、粘土、段丘砂、ゆるくしまった砂及び強く締った砂からなっている。よくしまった砂の標準貫入試験のN値は30以上、またダッチョーン貫入試験のqcは100 kg/cm以上であった。また既存のコンクリート構造物は、表土を剥ぎさえすれば特に問題を生ずることなく建設し得ることを示している。

全ての橋梁建設予定地点に於て、現河床から10メートル内外の深さによく締った砂または礫が表れる。従って少くとも基礎に関しては、橋梁建設に関し、特別な問題は生じないと判断している。

捷水路及び橋梁予定地点の地質横断図を作成し付図2.4から2.12までに示した。

2.2.3 材料

盛土材については、60サンプルほど採取し、試験を行った。試験としては自然含水比、比重、フッターベルグ限界及び粒度分布について実施した。一軸及び三軸圧縮試験もあわせて実施した。試験用の試料は、主として、捷水路予定地点で採取した。

試験結果によって、土質は、茶褐色粘土、粘土、段丘砂、締りのゆるい砂、よく締った砂によって構成されていることを確認した。粒土分布に関しては、0.075 mmを80%通過する粘土が大勢を占めるということがいえよう。自然含水比は、ほとんどの30パーセント

と 50 パーセントの間にある。また比重は 2.4 から 2.6 の間にある。密度はほとんどのものが 1.7 g/cm^3 と 2.0 g/cm^3 の間に入る。

粒度分布試験の結果を付図 2.13 に、また土質の基本的な性状を付図 2.14 に示す。

試験の結果からこれらの土は、堤防の盛土材として利用することが出来ると判断した。

但し、盛土が 3メートル以上に及ぶ場合は十分な締め固めが必要となる。

対象地域の近傍では、コンクリートの骨材として、河床砂礫が利用されている。しかし、河床砂礫を利用したことが特に問題を起した実績はない。河床には、この緊急治水事業を実施するに、十分な砂が堆積している。

対象地域内では、チャトゥル及びガンドン川に礫が堆積している。現在 PROSIDA の建設現場でやっているように、これらの礫は適当な大きさに破砕すれば、コンクリート骨材として用いることができよう。

河床砂の粒土分布を付図 2.15 に、また礫の堆積位置を付図 2.16 に示した。

2.3 水 文

2.3.1 一 般

マディウン河の流域は南洋に属し、気候は、南方性季節風の影響を顕著に受けている。

11月から4月にかけては北西風が卓越し流域に雨季をもたらす。一方5月から10月にかけては南東の風が支配的となる。

年降雨量の平均は約 1,900 ミリメートルで、80 % が雨季に集中する。尤も、乾季から雨季にかけての転移期に豪雨を経験することもしばしばある。従って異常洪水と思われるような洪水が 5・6 月に発生することもある。

ひとつの地点の雨量強度はきわめて高い。日雨量が 150 mm をこえることは決して希ではない。更にこれらの雨は、午後から夕方にかけての 6 時間ぐらいの間に集中することが多い。

高い強度の雨が急峻な山腹に降り、高い尖頭流出を伴った支流の洪水となる。こうした支流の洪水が、勾配のゆるい本流に注ぐと、その通水能力を越え、たちまち氾濫がおこる。対象区間の河道は激しく蛇行しており、それによって通水能力は低められている。従って、チャトゥル川、ガンドン川からの流入によってマディウン河はしばしば洪水に見舞われる。

対象区域と、その上流部の地形はやや急な勾配をもっている。河道の勾配もマディウン河で 1500 分の 1、支流ではすくなくとも 200 分の 1 はあろう。しかし、対象区域から下流部では、本流、支流ともに、2000 分の 1 から 3000 分の 1 の勾配になる。

マディウン河の上流部、ボノロゴ市の近傍に氾濫常襲地がある。その下流では、ジェラウン川との合流点に達するまでの間、マディウン河は特別な氾濫域をもたない。

マディウン河の上流部、下流部の河岸は自然堤防をなす。然し、対象区域内では、堤防が造られ、断面は整形されている。

マディウン河の右岸、ジェロワン川との合流点近傍にある低平な土地は、マディウン河及びジェロワン川からの洪水によって、しばしば氾濫に見舞われている。この低平地は、これらの洪水の自然遊水地となっている。

ジェロワン川との合流点より下流に於けるマディウン河の通水能力は、200から300 m^3/sec と小さい。河道を溢れた流水は、広大な平地を幅広い洪水となって流れる。

マディウン河の上・中流域に於ける10年確率洪水流出の比流量は、方キロあたり毎秒0.4 m^3 をやゝ上まわる程度、また下流域では、約0.2 m^3 と想定された。

2.3.2 確率洪水

ソロ河流域には水位観測所が比較的に多く設置されている。これらの観測所の所在位置を付図2.17に示した。この中で、マディウン河についてはスカユ、ダムジャティ及びヤニ観測所が、最も信頼のおけるものである。スカユには自記水位計も設置されている。この観測所は1975年以後PBSによって設立、管理されている。ダムジャティ及びヤニ観測所には、通常の水位標が設置されている。これらの観測所は共に地方灌漑事務所が管轄している。ダムジャティ観測所の水位計は数回その設置場所を移転した。最新のもののは、ヤニ観測所のものと同時、1952年に設置されたものである。灌漑事務所では、洪水期の時間水位観測をこれらの観測所に於て実施している。

ヤニ観測所は、対象区域内にあり、ここでの観測値は、対象地域を代表するものと考えてよからう。この観測所に於て、既述最大洪水の1,200 m^3/sec が1975年4月19日と、1978年6月30日の2回記録された。この観測所に於ける年最大流量データを付表2.1に示した。

上記三観測所に於ける確率洪水量をグンベル法によって下のように推定した。

観測所名	流域面積 (Km^2)	再 起 年			
		2	10	20	50
スカユ	1,056	320	385	405	445
ダムジャティ	1,714	440	630	740	840
ヤニ	2,294	757	1,110	1,245	1,419

ヤニ観測所地点に於ける洪水の確率分布を図化し、グンベルの回帰直線と共に付図2.18に示した。これによりヤニ観測所地点に於ける既往最大洪水の再起年を17年と推定した。また750 m^3/sec 以上の洪水は、2年に1回は発生するといえる。

2.3.3 ジェロワン氾濫域

マディウン河の右岸でジェロワン川との合流点近傍の低平地は、自然遊水池を形成している。マディウンとジェロワンからの洪水は、一度この遊水池に貯留された後下流に流れ出す。その上下流とも水位は、遊水池での調整効果の影響を受ける。

自然遊水池となってきたにもかかわらず、現在この低平な土地は、肥沃な耕地として開墾がすすんでいる。これまでのところこの遊水池のもつ水理的特性に関する観測は行われていない。そこでこの遊水池の上下流に及ぼす影響は理論的な方法を用いて推定した。水理計算と、地形測量データを用いて貯留量・水位曲線、及び水位・流出量曲線を作成した。

大きさの異なる洪水の遊水池に対する流入・流出量を推定し、付図2.19, 20, 21に示した。推定結果によれば、 $1,490 \text{ m}^3/\text{sec}$ の尖頭流量が流入すると遊水池からの尖頭流出は $1,190 \text{ m}^3/\text{sec}$ となる。すなわち、遊水池の調整効果によって、尖頭流出が $300 \text{ m}^3/\text{sec}$ 下ることになる。

2.3.4 流 砂

ジャワ島の河川一般にいえることであるが、マディウン河の濁度は高い。P2ATが行ったマディウン地下水開発プロジェクトの報告によれば、年平均土砂流出量は、流域面積1平方キロあたり、約1,600立方メートルとなっている。急勾配で、開発のすすんだ斜面の土砂生産量はかなりのものであろう。また支流の急流は、これらの土砂を容易にマディウン本流に運びこむ。

マングンハルジョ旧橋地点で行った横断測量データによれば、1890年以來の河床の上昇は、ところによって5メートルから10メートルに及ぶ。こうした上昇傾向は1975年以來減少し、現在の河床は、むしろ安定しているといえよう。同様の傾向はヤニ観測地点についてもいえる。この地点では、流量観測にさきだち、度々横断測量が行われているが、1973年以後、河床の変形は、ほとんど見られない。1973年以來一本の水位・流量曲線が、流量観測データによく合うのはこうした事情によるものと思われる。すなわちヤニ観測所地点に於ても河床は平衡勾配にあるといえよう。

河道中の数断面に対し、佐藤・吉川・芦田の式を用いて掃流砂量の推定を行った。流量 $760 \text{ m}^3/\text{sec}$ に対する平均流砂量は $0.01 \text{ m}^3/\text{sec}$ であり、各断面間に特別な有意差は認められなかった。この事は、ある断面の上流からの流入砂量は、この断面から下流に流出する砂量にはほぼ等しいことを示しているといえる。流入と流出の収支が、河床の動的平衡を保っていると判断される。

表 2.1 年最高水位及び流量
(ヤ=観測所)

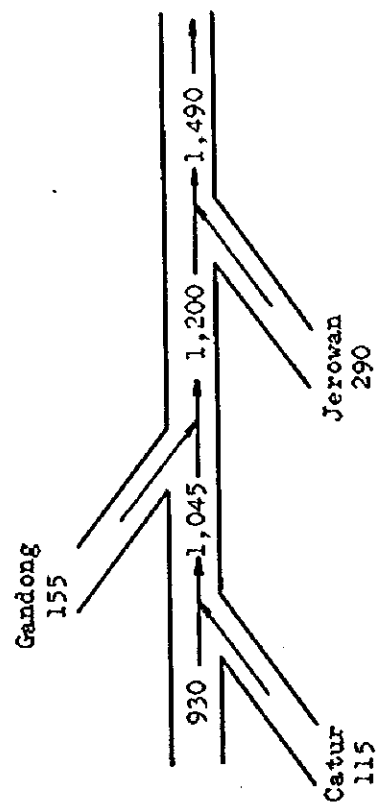
Date	Water Level (m)	Discharge (m ³ /sec)
1) Jan 6, 1963	8.30	750
1) Mar 3, 1964	8.60	620
1) Apr 9, 1965	8.60	620
1) Mar 16, 1966	8.85	800
1) Jan 26, 1967	8.50	570
1) Mar 26, 1968	8.80	750
1) Apr 3, 1969	8.95	880
1) Feb 12, 1970	8.45	560
1) Mar 26, 1971	8.60	620
1) Mar 29, 1972	8.80	750
1) Mar 28, 1973	8.70	680
1) May 6, 1974	8.90	850
1) Apr 19, 1975	9.30	1,200
2) Dec 1, 1976	8.80	700
2) Jan 9, 1977	9.00	790
3) June 30, 1978	9.50	1,200
3) May 5, 1979	9.25	1,010

Note 1) : Rating curve established by OTCA and LPMA was used.
 2) : Rating curve established by PBS was used.
 3) : Estimated by hydraulic calculation.

表 2.2 流量配分

Catchment area (Km ²)	Probable flood at		Specific discharge (m ³ /sec/km ²)	Local inflow		Gandong & others Jerowan	
	A. Yani (m ³ /sec)			Catur (m ³ /sec)		(m ³ /sec)	(m ³ /sec)
-	-	-	-	180	240	453	
Return period							
17	1,200		0.64	115	155	290	
10	1,110		0.59	105	140	270	
5.	969		0.52	95	125	235	
2	757		0.40	70	95	180	

Schematic Diagram
(A. Yani 1,200 m³/sec)



0

0

0

0

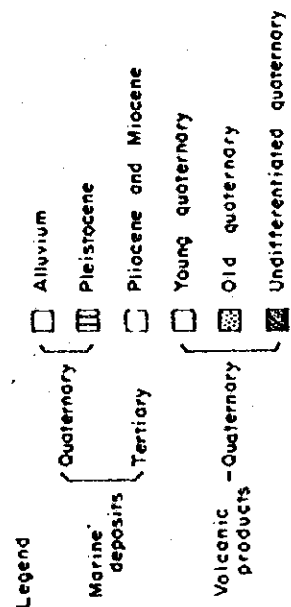
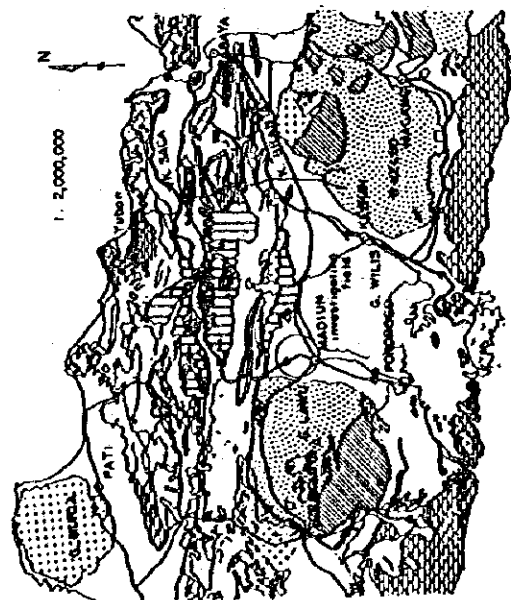


図 2.1 東部ジャバの地質図

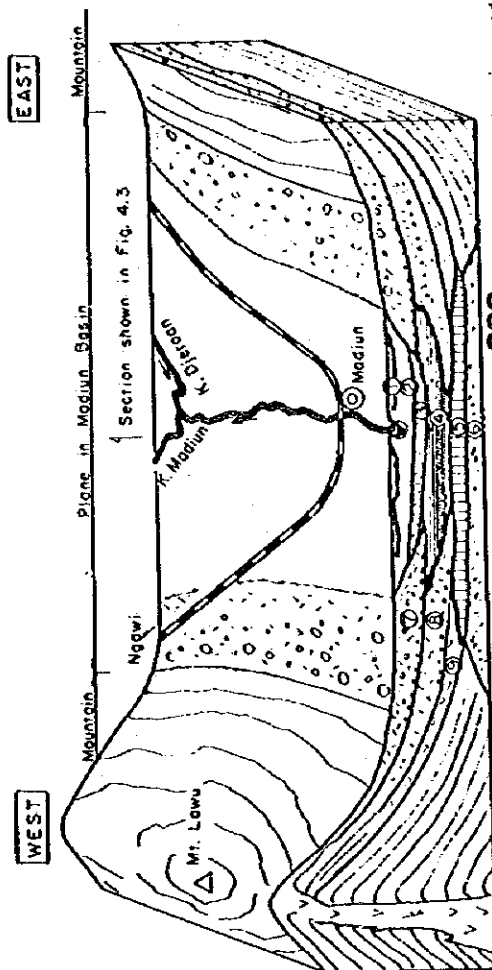


図 2.2 マデイクン河流域の地質模式図

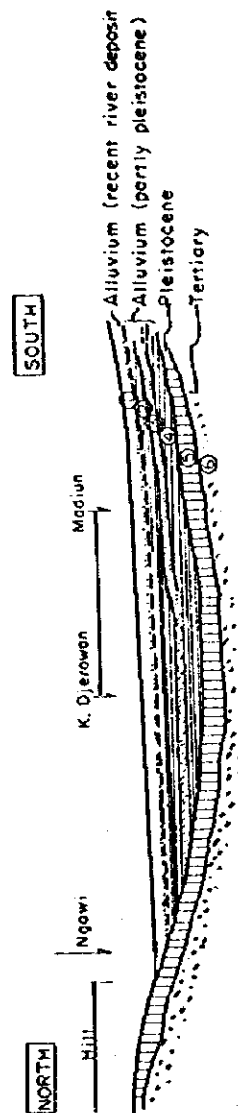


図 2.3 マデイクン河流域の横断図

①

②

③

④

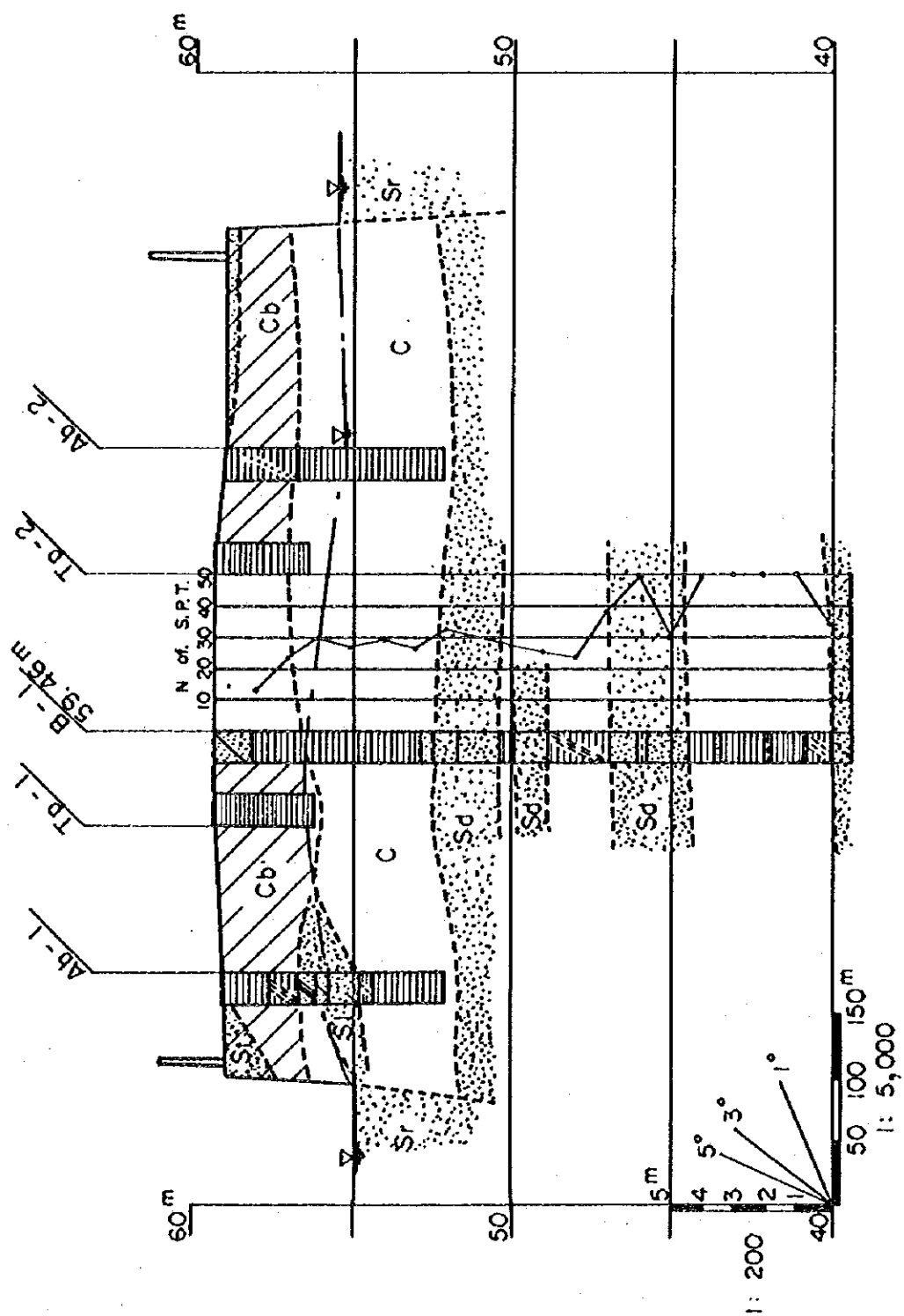


図 2.4 捷水路区間の土質横断面図 (Part-1)

0

()

0

()

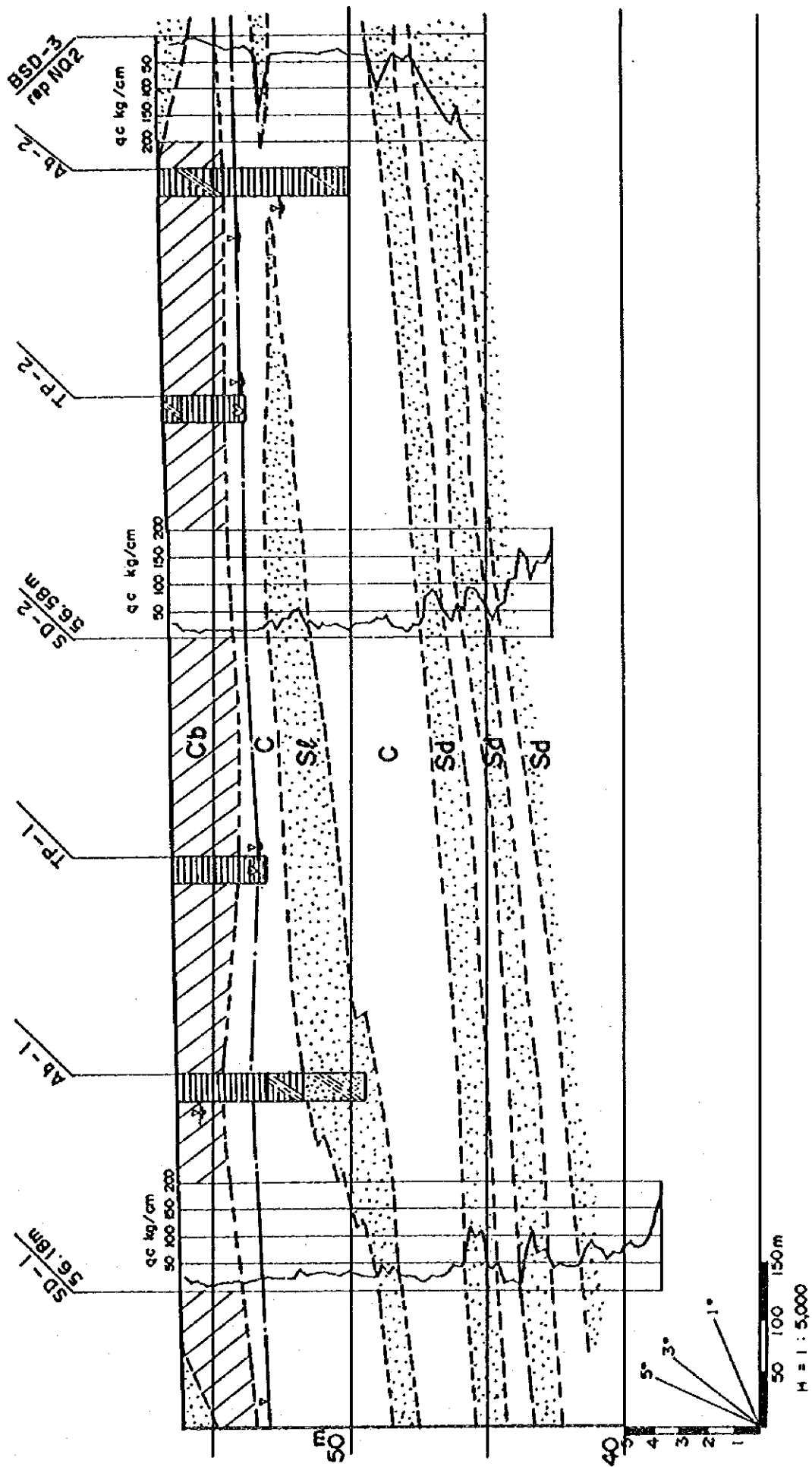


図 2.5 捷水路区間の土質横断面図 (Part-2)

0

0

0

0

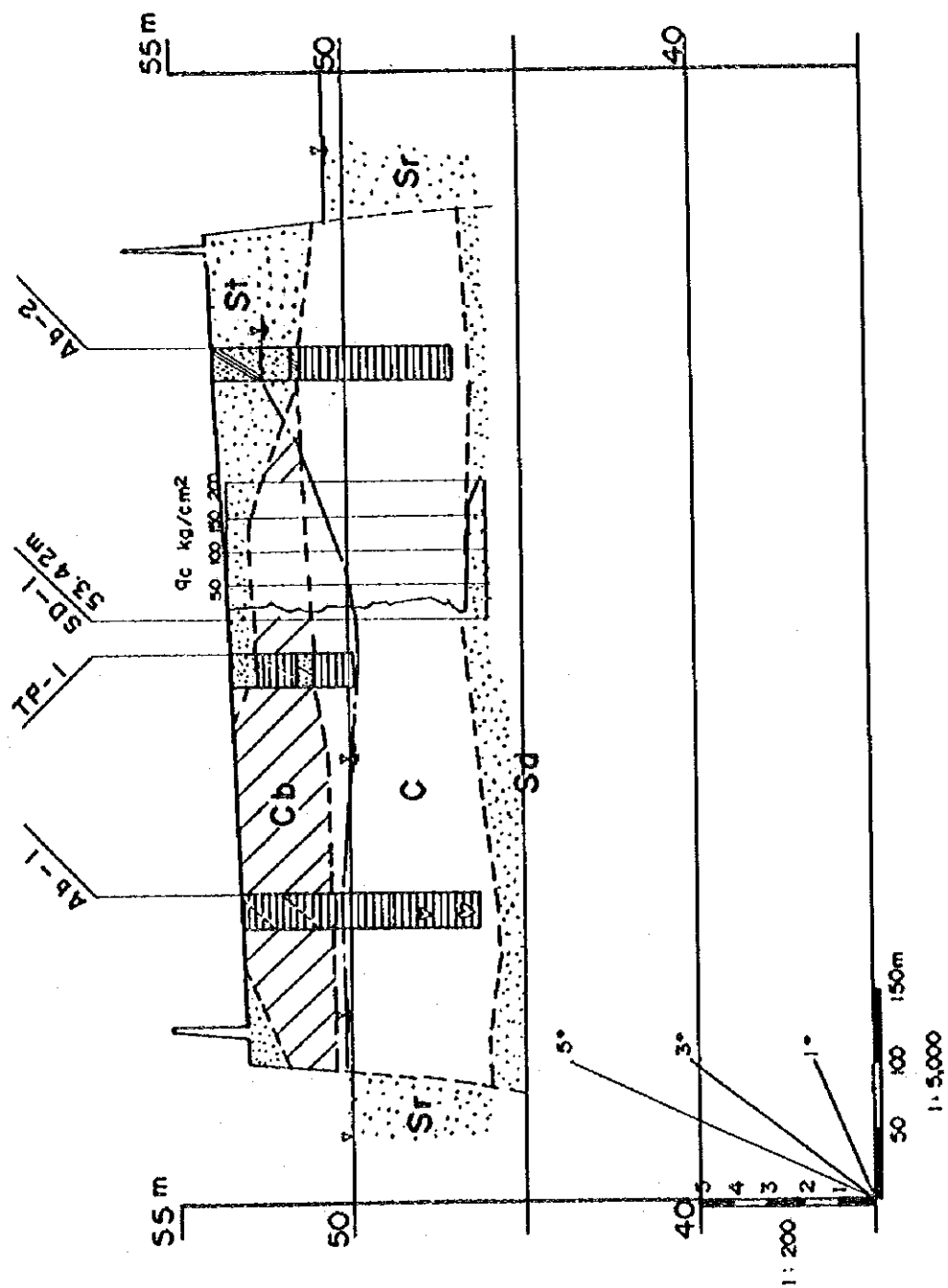


図 2.6 渡水路区間の土質横断面図 (Part-3)

0

()

0

()

Part 4(D)

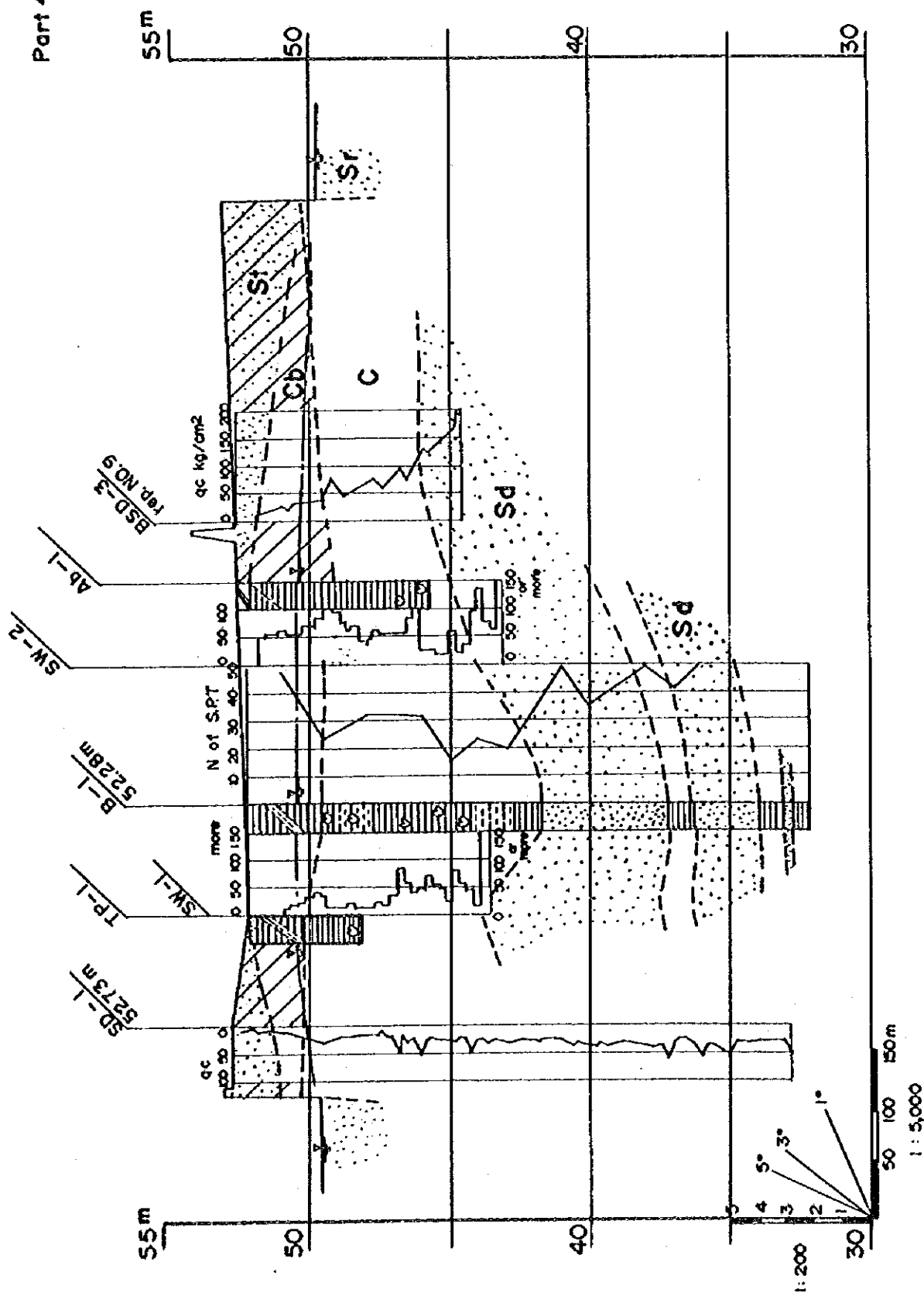


図 2.7 決水路区間の土質横断面図 (Part-4)

0

()

0

()

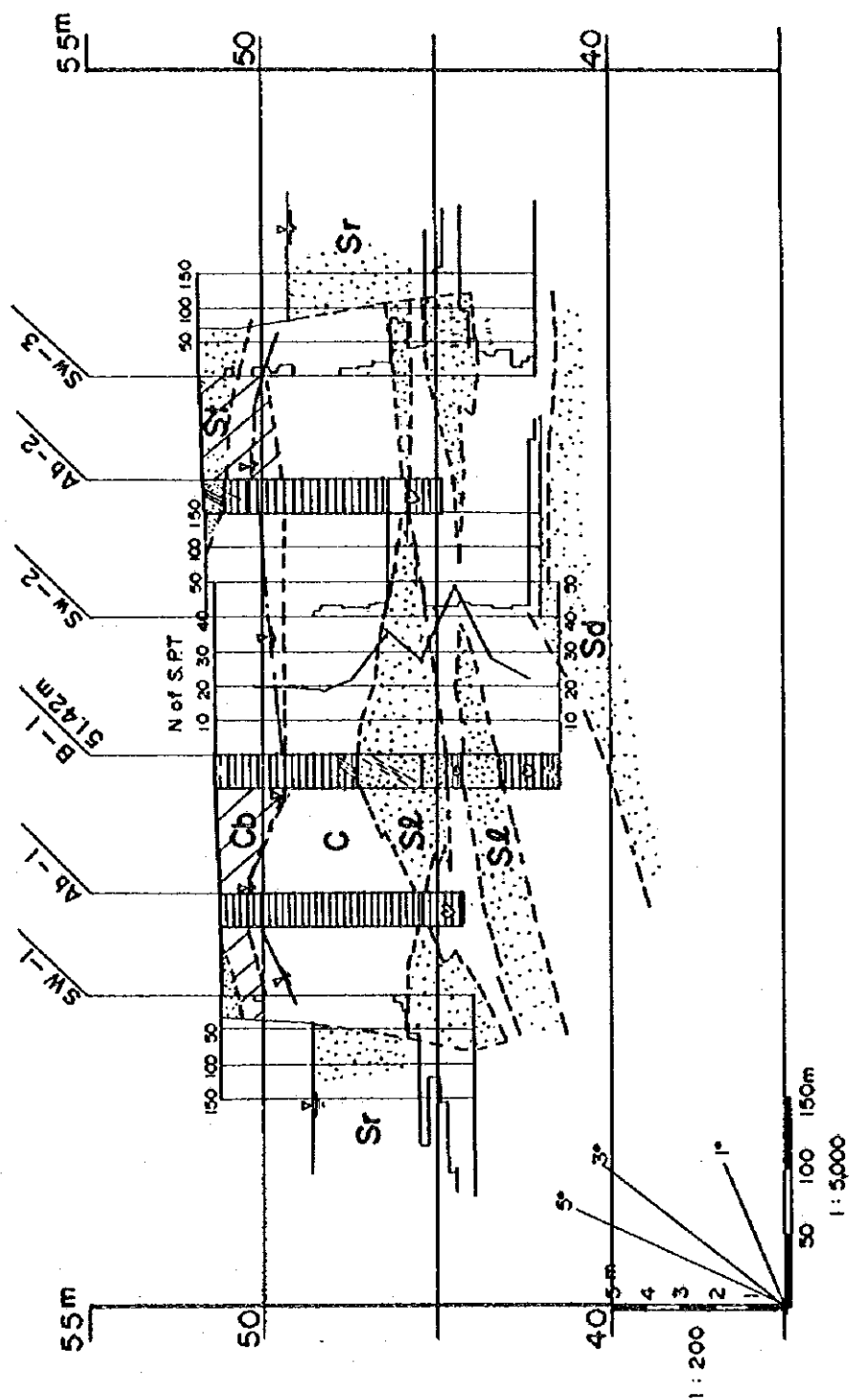


図 2.8 捷水路区間の土質横断面図 (Part-5)

0

()

0

()

The diagram is a geological cross-section showing a soil profile with various layers and data points. The vertical axis represents depth in meters (0 to 60m). The horizontal axis represents SPT (N) and qc (kg/cm²). The profile shows layers of sand (Sd), clay (Cb), and gravel (G). A scale bar at the bottom indicates 1:200 and 1:600.

Key features and data points:

- Vertical Axis:** Depth in meters (0 to 60m).
- Horizontal Axis:** SPT (N) and qc (kg/cm²).
- Soil Layers:**
 - Sd (Sand):** Indicated by dashed lines.
 - Cb (Clay):** Indicated by diagonal hatching.
 - G (Gravel):** Indicated by a dotted pattern.
- Data Points:**
 - SPT (N):** Values range from 10 to 50.
 - qc (kg/cm²):** Values range from 50 to 200.
- Scale:** 1:200 and 1:600.

図2.9 新パイアソン橋地点の土質横断面図

0

00

0

0

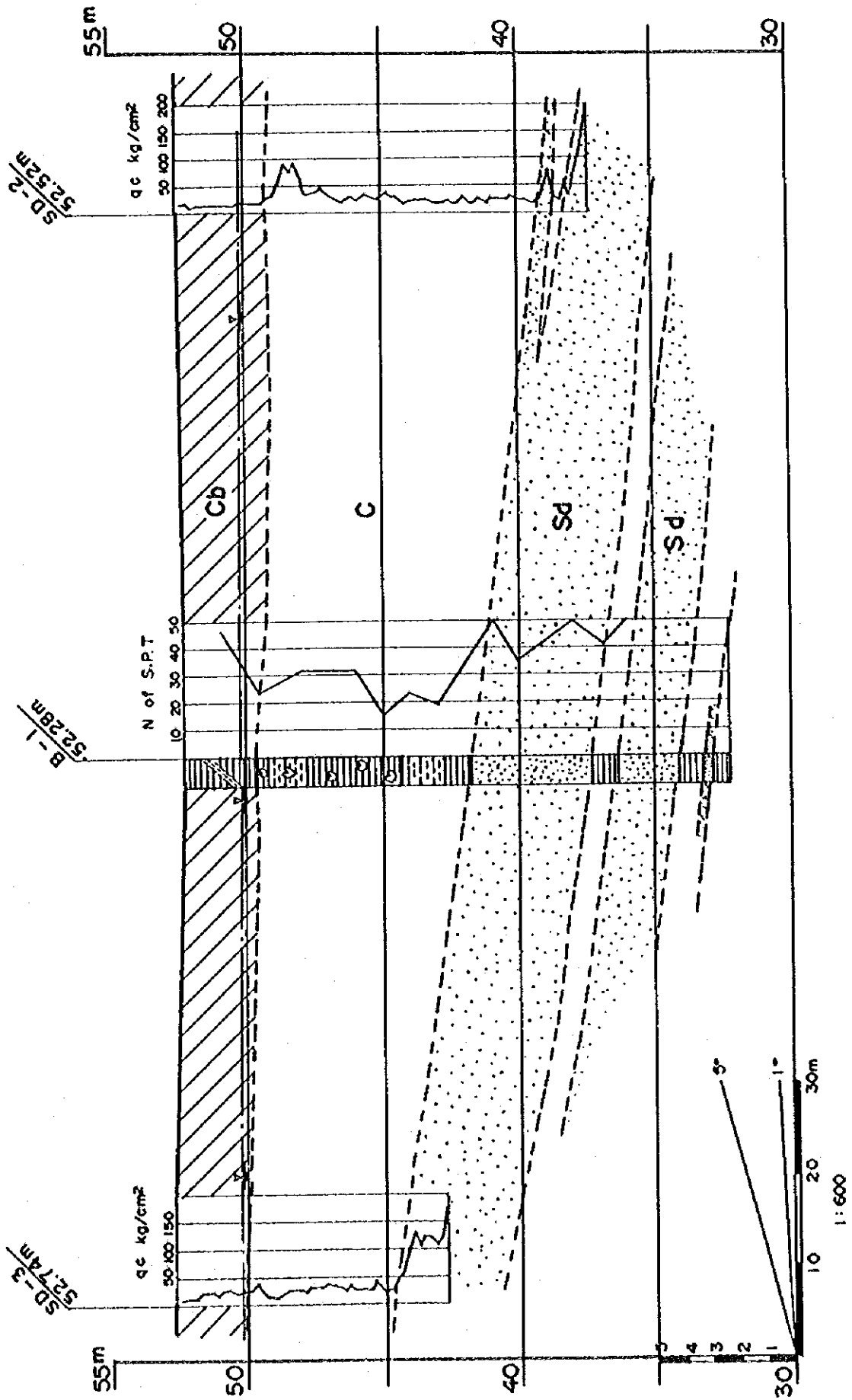


図 2.10 新クランダン橋地点の土質横断面図

0

()

0

()

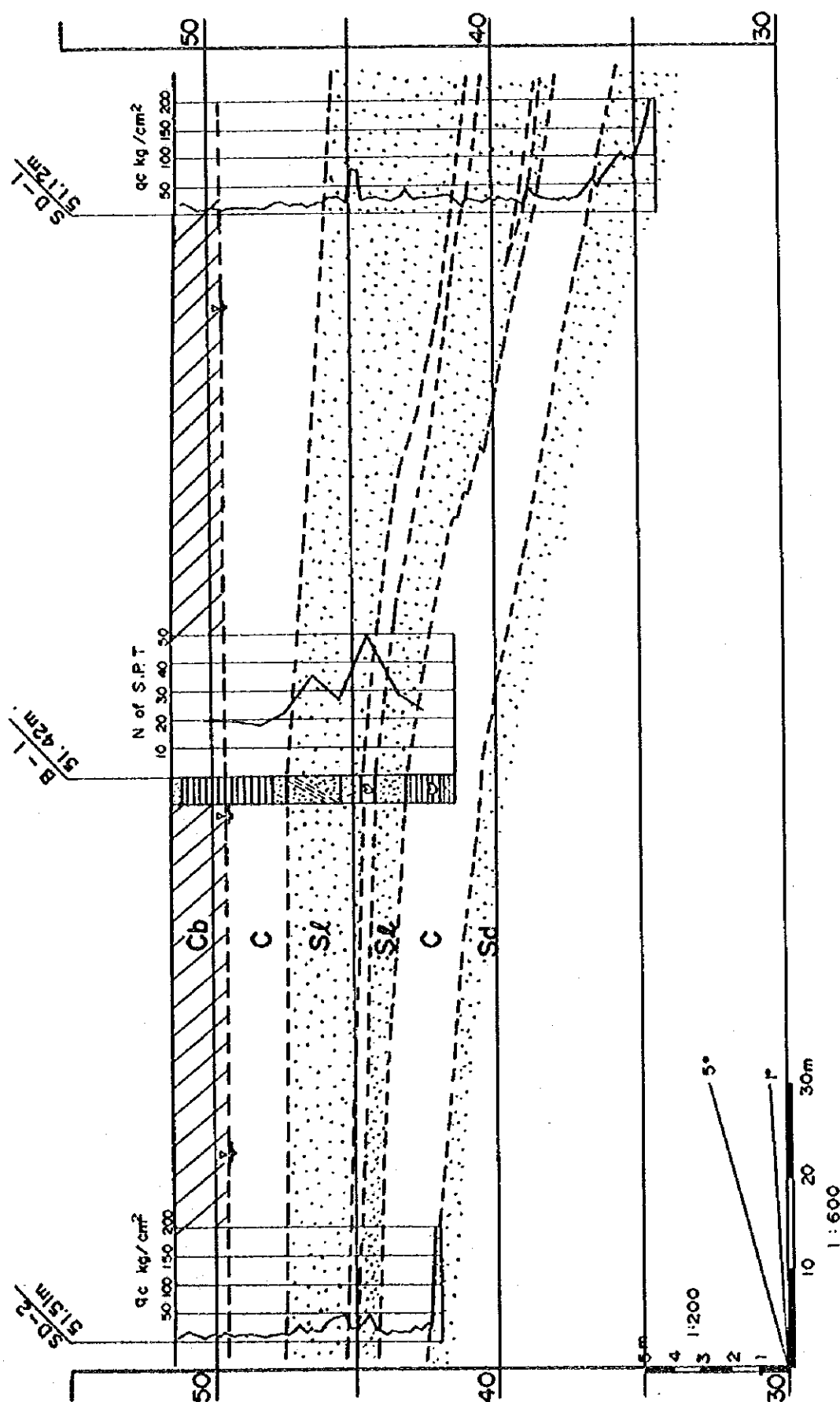


图 2.11 土質横断面图 (Part-5)

0

0

0

0

Rail way bridge

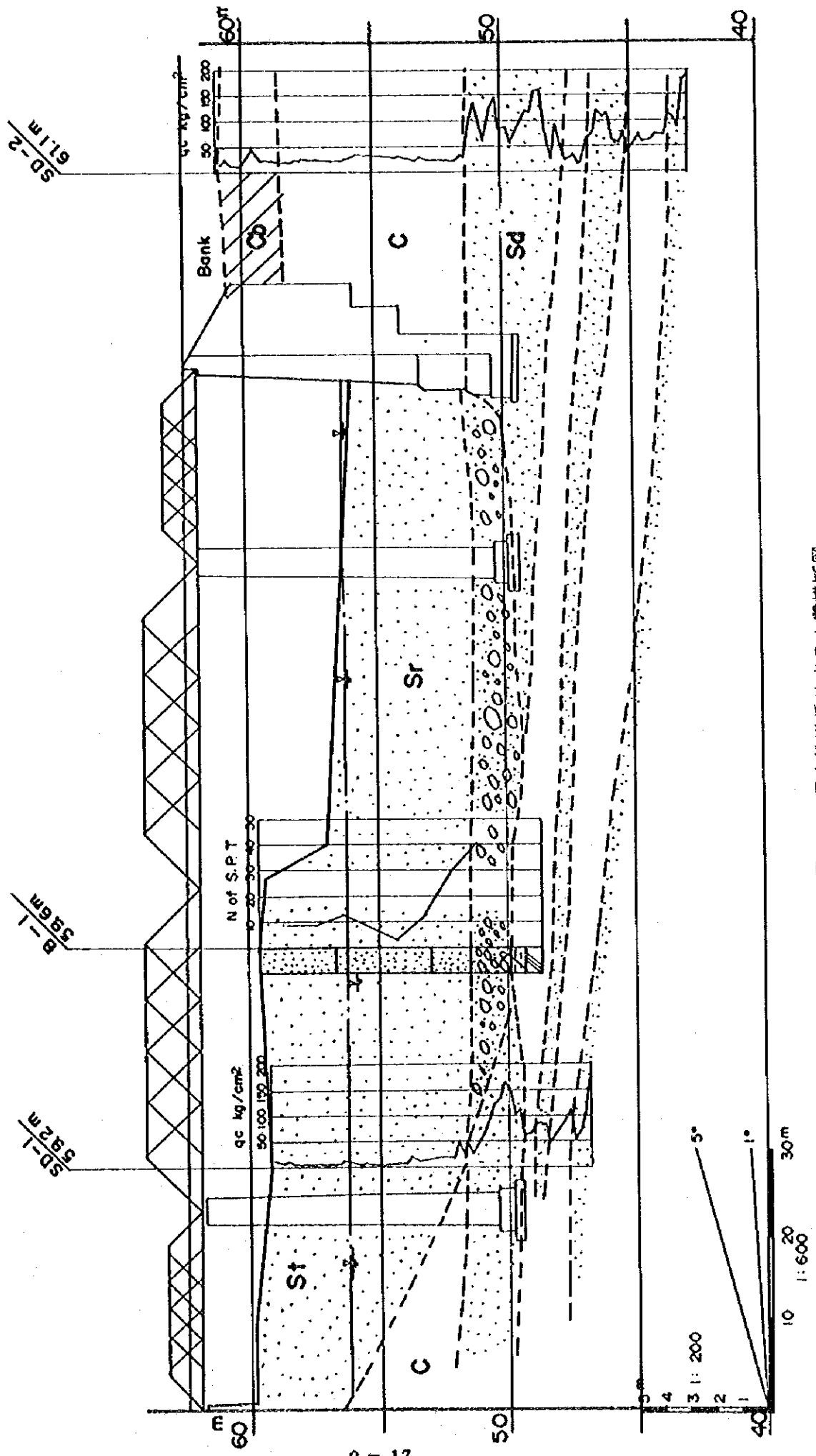


図 2.12 国有鉄道橋地点の土質横断面図

0

0

0

0

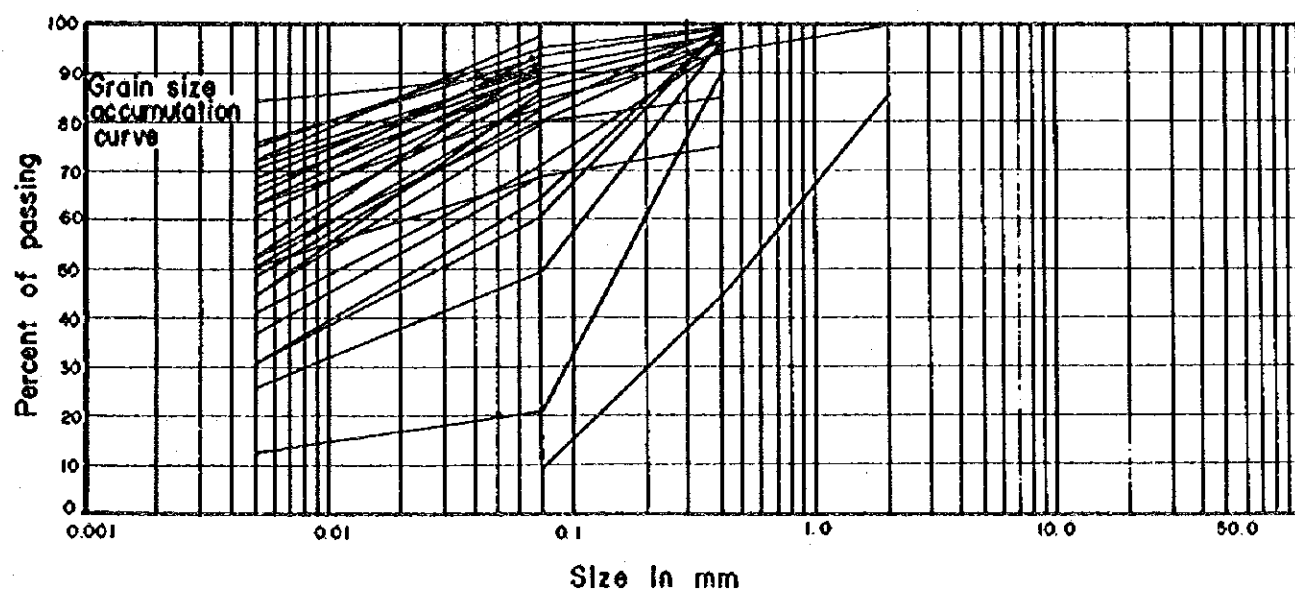
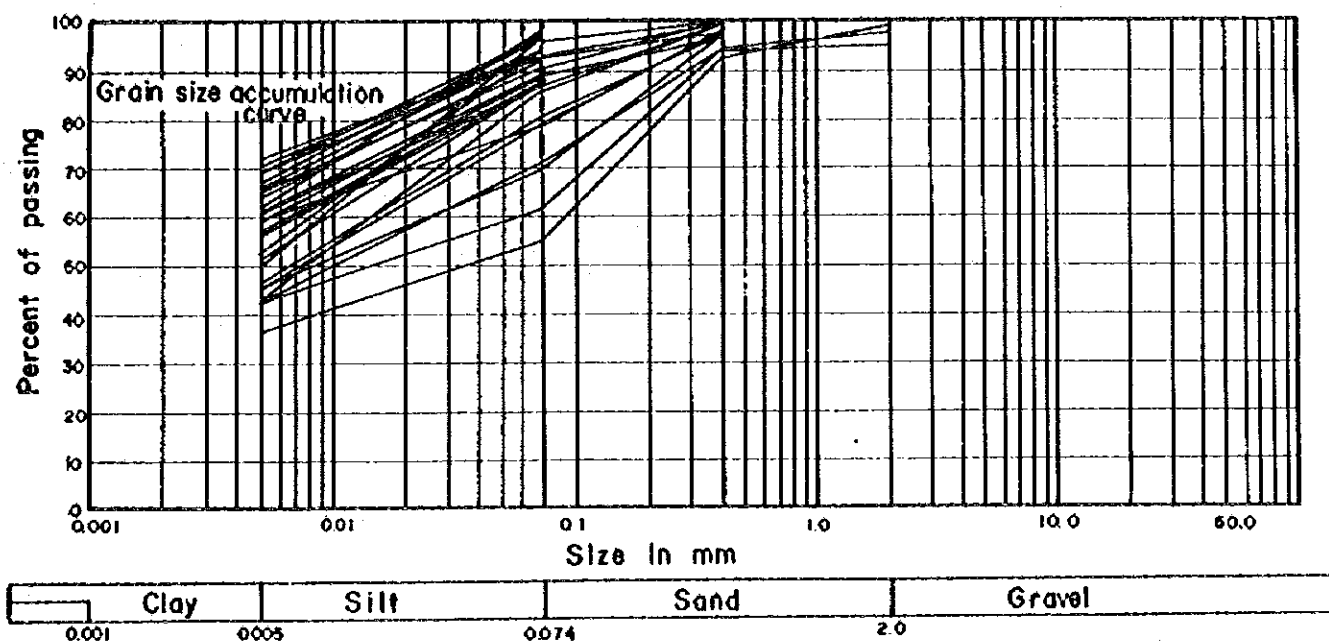


图2.13 粒度分布图

0

()

0

()

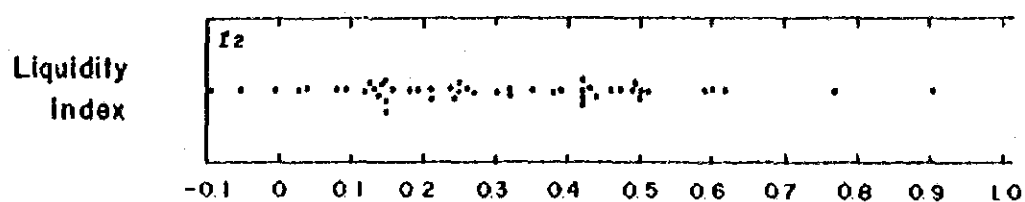
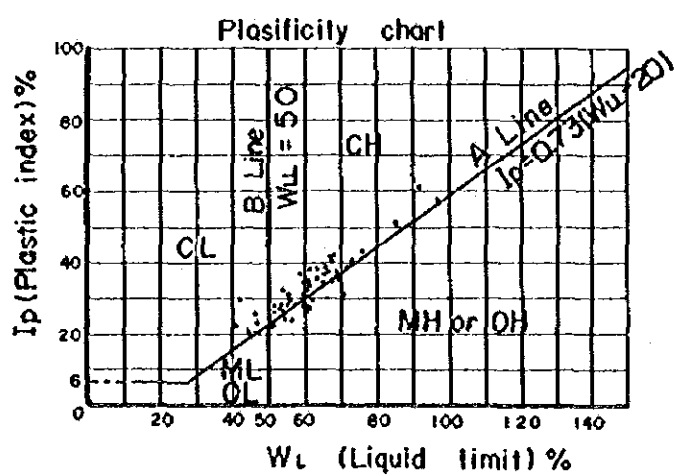
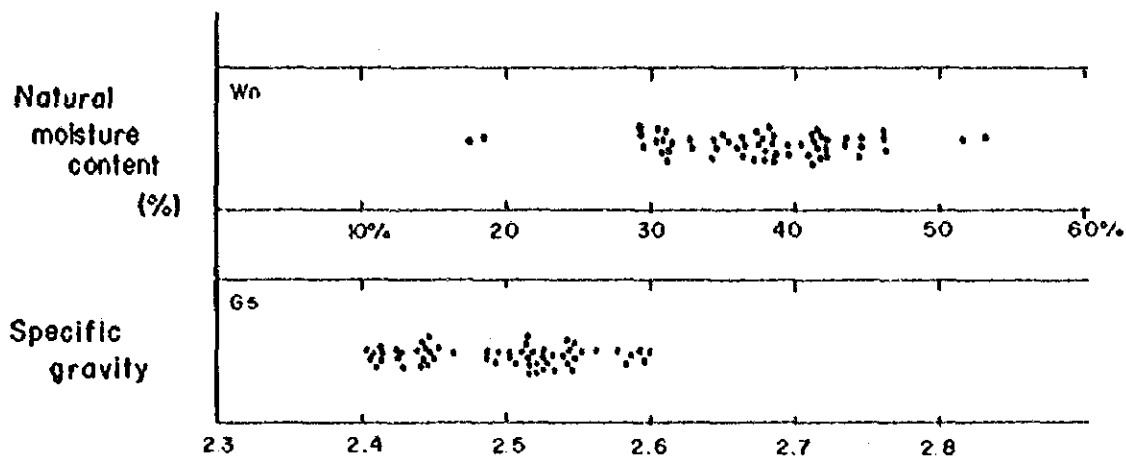


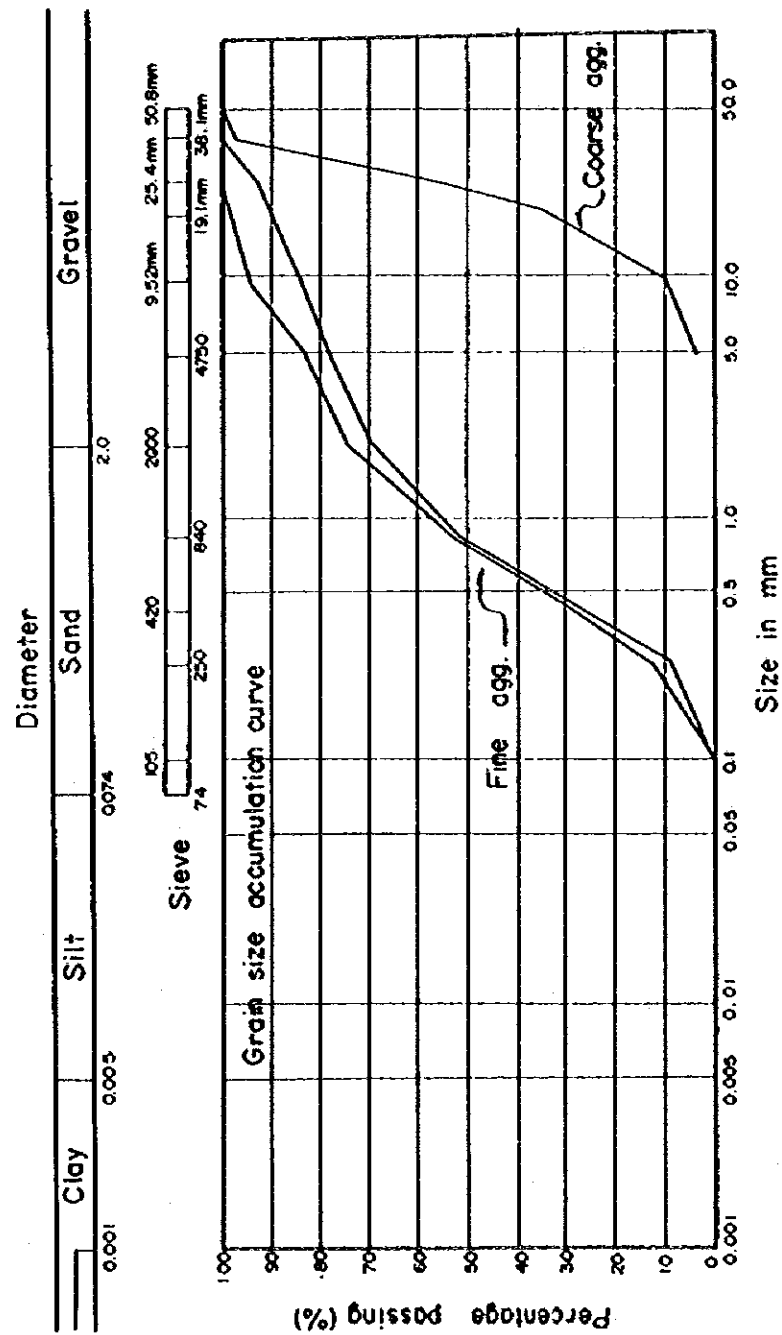
図 2.14 土の基本的物理特性

○

○

○

○



Note : — Natural river bed sand used for concret aggregate
 - Coarse aggregate made by manual crushing

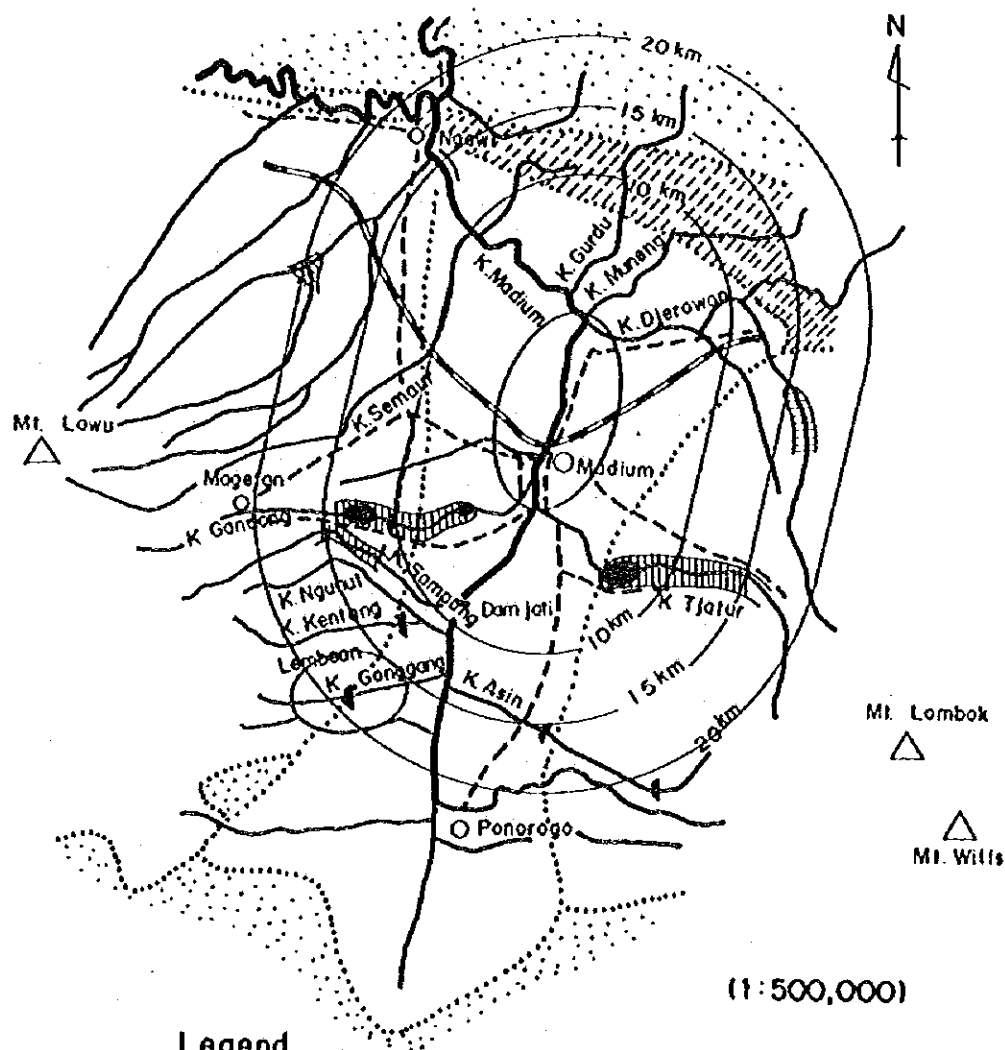
図 2.15 コングリート骨材の特性

0

()

()

()



Legend

- Project area
- Existing gravels along the river usable as concrete coarse aggregate
- Existing quarry site for coarse aggregate
- Existing check dam

Geology

- Alluvium
- Pleistocene
- Tertiary
- Quaternary volcanic products

図 2.16 河床砂礫の堆積分布図

0

()

0

0

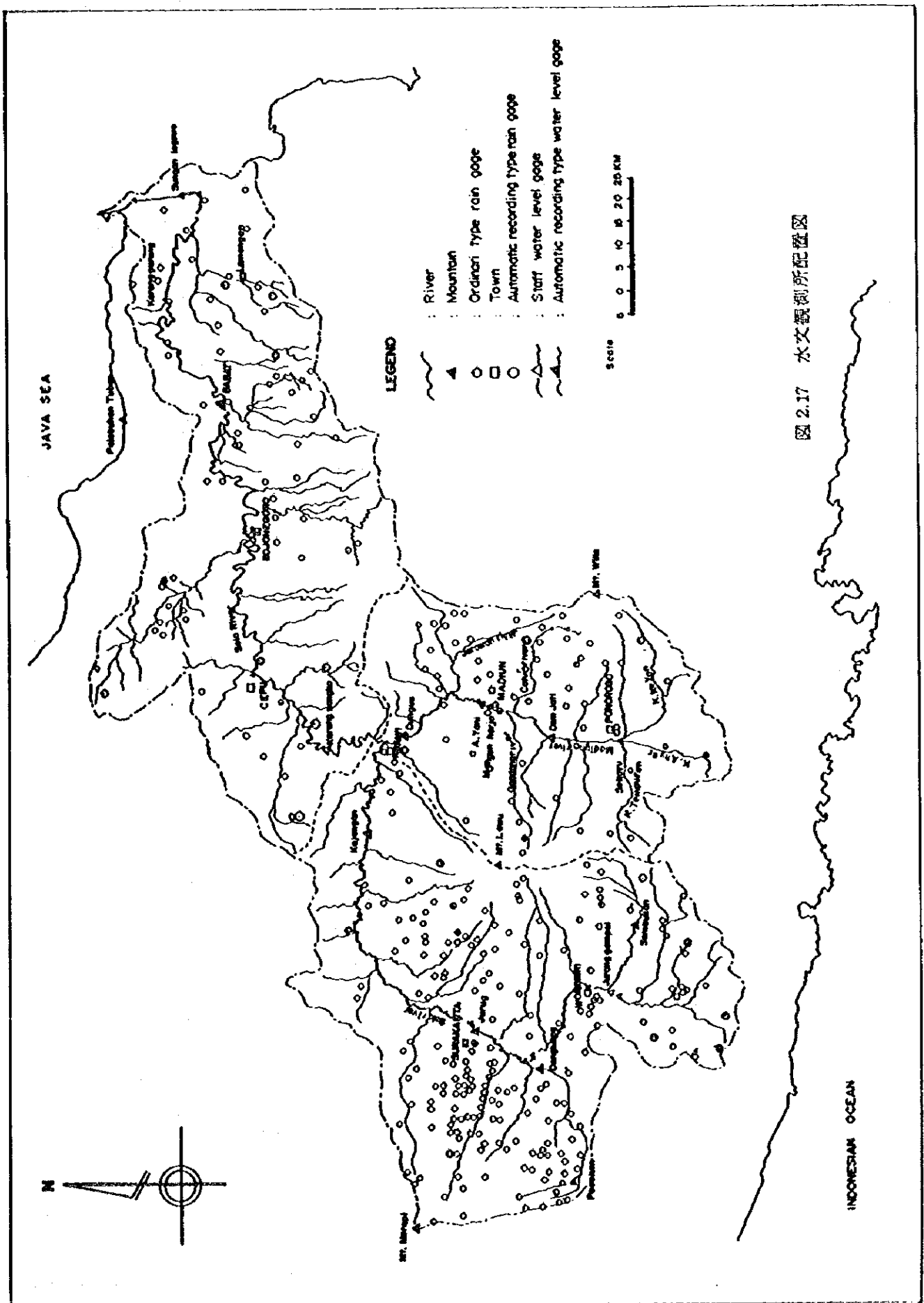


图 2.17 水文观测所配置图

0

()

0

()

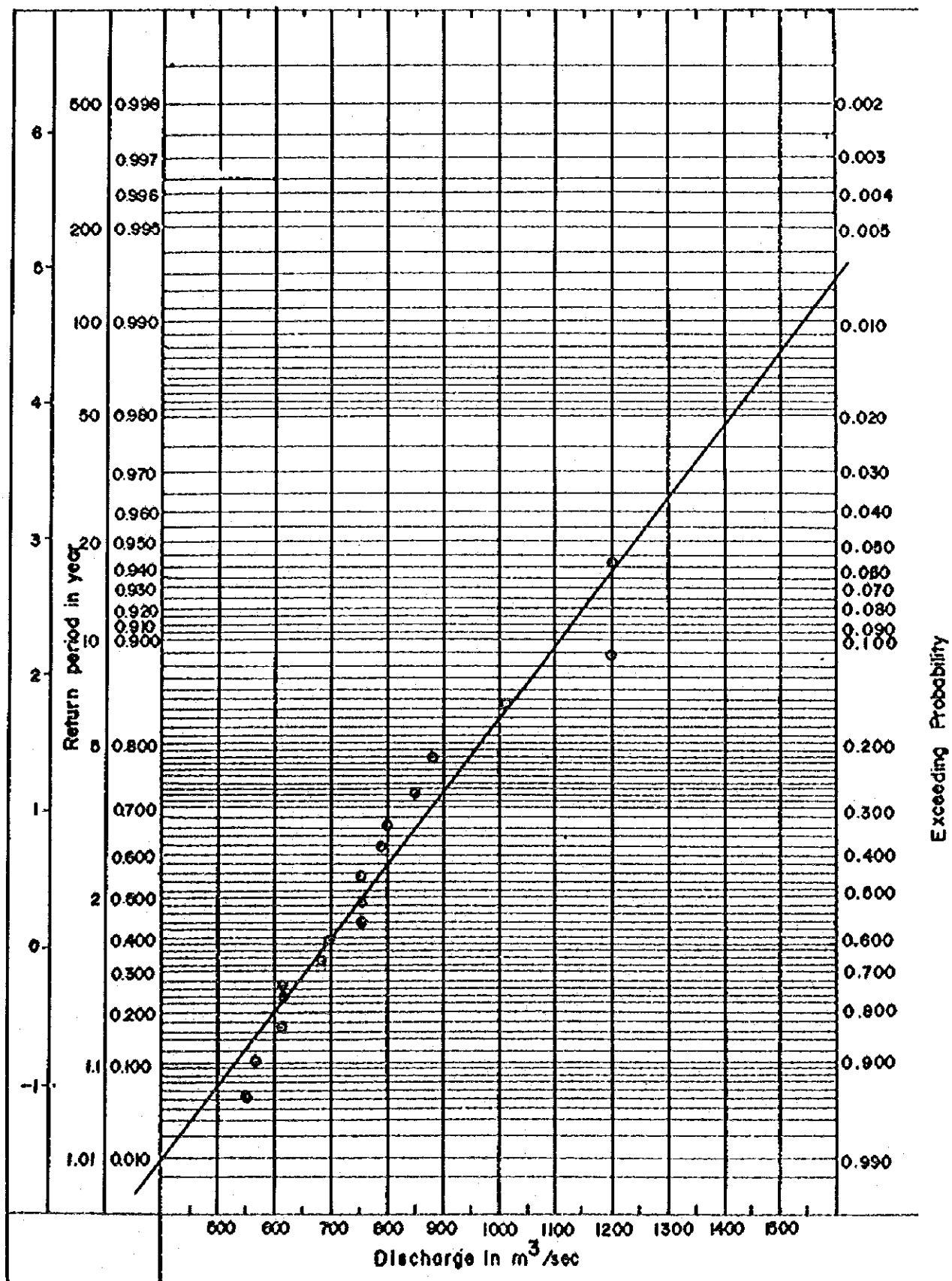


圖 2.18 確率洪水

10

11

12

13

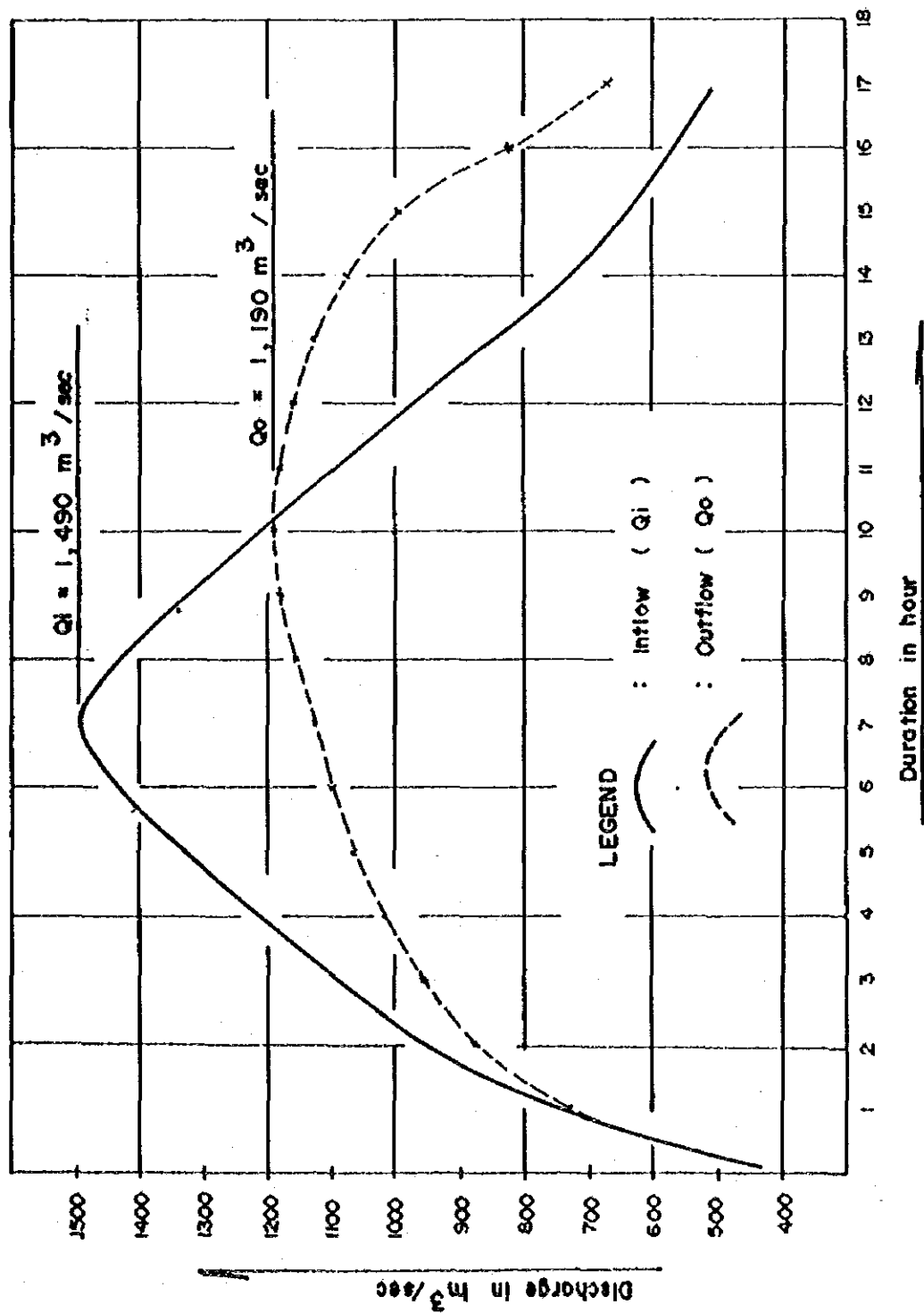


図 2.19 シェロワソフ氾濫域への流入・流出量 (17-年洪水の場合)

0

0

0

0

2000

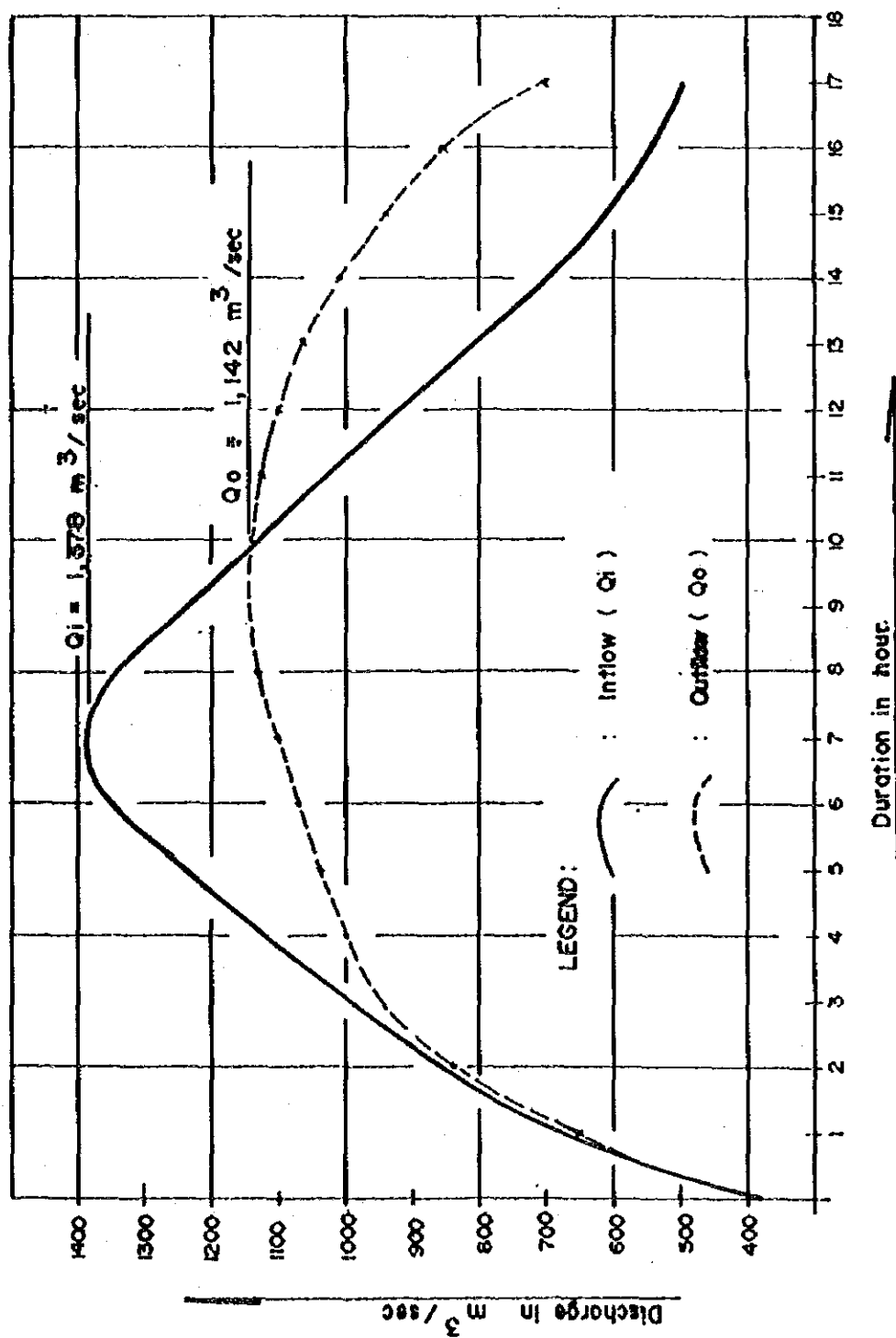


図 2.20 ジェロワンプラザへの流入・流出量 (10 年洪水の場合)

0

0

0

0

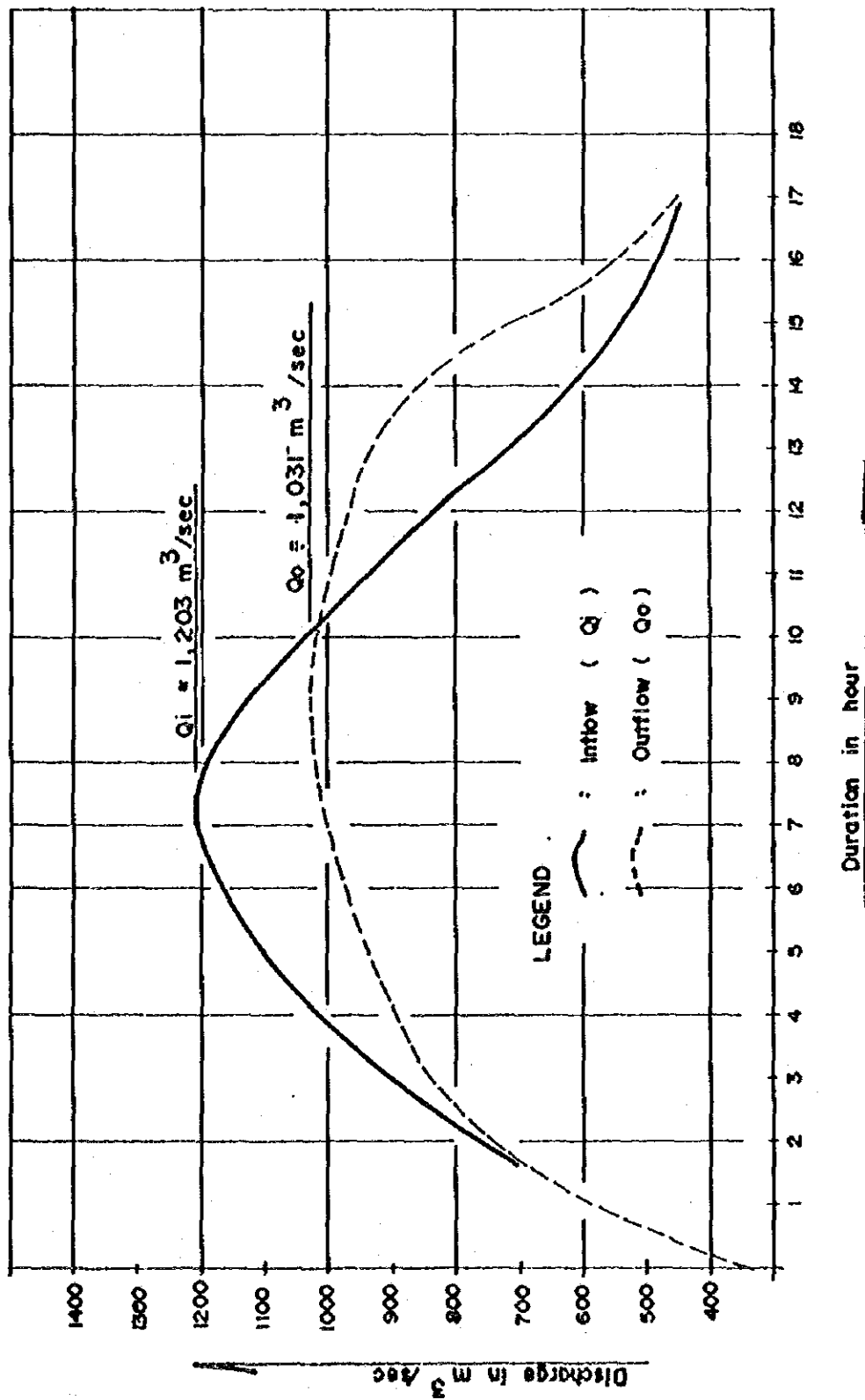


図 2.21 ジェロワソン氾濫域への流入・流出量 (5 年洪水の場合)

0

0

0

0

3 河川の現況

3.1 河 道

3.1.1 線 形

マディウン河の現河道は付図 3.1 に見られるとおり、蛇行が著るしい。ジェロワン川との合流点からチャトゥル川との合流点までの河道距離は約 20 キロメートルであるが、この間の直線距離はわずか 14 キロメートルにすぎない。

河川が蛇行していることは、水理学的見地から、いくつかの問題を生ずる。例えば曲がりによって流れをさまたげられる。従って流速がおち、土砂の堆積をまねく。曲がりの部分で流積をせばめられている主な原因はこうした土砂の堆積によるものである。またその結果として洪水位は高められる。更に曲率部の堤防は流水や時には流木による衝撃で、危険な事態を招くこともある。

日本に於ける経験によれば、蛇行率 R/B (R : 曲率半径 B : 横断方向の川幅) は 10 から 20 位の範囲にするのが良い。また曲りは 60 度以上であるのが望ましい。上述の問題を避けるためには、蛇行率は少くとも 3 以上でなければならないとしている。

3.1.2 縦断線形

1979 年から 1980 年にかけて、実施された河川の縦横断測量の結果から河床勾配を下に示すように推定した。

ダムジャティ	— チャトゥル川合流点	1 対	1,000
チャトゥル川合流点	— ジェロワン川合流点	1 対	1,800
ジェロワン川合流点	— ガウイ	1 対	3,500

付図 3.2 にチャトゥル川合流点からジェロワン川合流点までの縦断図を示す。洪水時に運ばれた掃流土砂は橋の基礎部に堆積しがちであるが、マディウン河ではその傾向があまり顕著ではない。

3.1.3 河川横断

各地点に於ける横断線形を付図 3.3 に示す。大部分の横断は、高水敷、低水敷の幅が夫々 120 及び 80 メートル程であることがわかる。

日本に於ては河川の水路幅に対する設計流量の標準値を下記のようにとっている。

設計流量	河 幅
500 m^3/sec	60 ~ 80 m
1,000 "	90 ~ 120 "
2,000 "	160 ~ 220 "

この設計流量、水路幅の関係を、河川の縦断線形、土地利用その他を斟酌したうえで

日本に於ける河川計画に参照している。

上記の標準値を参照すると、設計洪水量を $1,000 \text{ m}^3/\text{sec}$ とした場合、マディウン河はほぼ充分な河幅を有するといえる。

ところがこの河の場合、高水敷の大部分が個人所有の土地となっており、居住地、水田等農耕用地として利用されている。

近年 PBS は新たにひき堤のかたちで堤防を建設してきた。今日でも旧堤はそのまま残し、新堤との間に残された田畑を洪水から守るためまた蛇行部では新堤を洗掘から守るために利用している。今回の緊急治水計画では、旧堤を除去すべきであろう。

高水敷内の田畑、家屋、その他の構造物は、流水に対する障害物となっており、かなりの死水域を構成しているものと思われ、好ましくない状態にある。

3.1.4 支川及び排水路

対象区域に於ける主要な支流は四川ある。これらの支川流域面積等を下に述べる。

支 川	流域面積 (平方キロ)	流路延長 (キロメートル)	堤 防
チャドゥル	180	35	なし
ガンドン	138	25	なし
スマウル	48	17	あり
ジェロワン	453	45	なし

スマウル川を除くとどの支川にも堤防は建設されていない。スマウル川にはその両岸に堤防が建設されており合流点付近の密集地帯を支川の洪水及びマディウン本流の洪水から防いでいる。

マディウン河の両岸には水路が建設されている。右岸側にある水路はジェロワン川に流れ込む。左岸側の水路は、グラン川に合流する。プロジェクトの対象地域の大部分はこれらの水路を排水路としている。

残りの地域には中小の排水路が設けられておりそれらは樋管を通じてマディウン河に直接排出している。

樋管による排水が困難な場所はポンプによって排水をしている。域内には3ヶ所ポンプ場が施けられている。ヤニ観測所にある排水ポンプは $0.7 \text{ m}^3/\text{sec}$ の能力をもっている。このポンプ場の支配面積は144ヘクタールで現在、 $4 \text{ m}^3/\text{sec}$ に拡張する工事が進行中である。

3.1.5 通水能力

不等流計算と、観測結果から粗度係数の推定を行った。付図 3.4 及び 3.5 に示す通り、粗度係数を 0.03 とすると計算結果が、観測結果に最も近くなる。こうしたことから平均的粗度係数を 0.03 とし、検討の全般にわたってこれを用いた。

粗度係数を 0.03 とし、いくつかの流量に対して行った不等流計算の結果から求めた水位を付図 3.6 に示した。

求めた水位をもとに、余裕高を 1メートルとった場合の対象区間流下能力を求めた。堤防の余裕高をきめるにあたっては日本の基準を適用した。

求めた通水能力は、下流部無堤区間は $200 \text{ m}^3/\text{sec}$ 、中流部は 600 から $700 \text{ m}^3/\text{sec}$ 、また上流部の無堤区間は、400 から $500 \text{ m}^3/\text{sec}$ であった。

3.2 氾 濫

マディウン河畔は各所で、氾濫を繰り返してきた。

テンブラン、アニヤル及びケヤン川は、ボノロゴ市の直上流、ほぼ同一地点で合流する。これらの支流域が同時に豪雨に見舞われることも希ではない。お互いに似かよった地形故に、集中時間も、ほぼ等しくなり、従ってこれらの支流からの洪水が、同時にマディウン本流に集中することが度々ある。

こうして、重なり合った尖頭流出量は、河道の通水能力を越えて溢水し、ボノロゴ地域で氾濫を繰り返してきた。

マディウン河は、マディウン市の上流から下流にかけて激しく蛇行し、通水能力を減じている。

上流からの高水は、この区間で水位を一層高め、河道から溢れる。マディウン市の氾濫はチャトゥル川及びガンドン川からの洪水流入によって更に拡大される。その典型的な例が 1978 年に出現した。

マディウン河の右岸、ジェロワン川との合流点直上流部に氾濫原がある。ジェロワン川の合流点より約 10km 区間の勾配は約 2000 分の 1 で、マディウン河の高水は、背水となってジェロワン川を逆上ぼる。ジェロワン川の流量とマディウン川の背水は氾濫原に流れこみ、滞留する。

ジェロワン川との合流点を通過後、マディウン河の洪水は、平坦な平野部を、ソロ河本流との合流点から約 10 キロメートル上流までの間ゆらくりと流れる。河道を溢れた洪水は広大な土地、特に左岸側の平野を没す。

ソロ川に合する最後の 10 キロメートルでは、比較的高台の間を縫って流れる。河道は狭くなり、河岸は小さな崖を形成する。氾濫し、拡散していた洪水は、この区間に全て集中し、ソロ河に流れ込む。

ジェロワン川との合流点の下流では、マディウン河の勾配は一層緩くなり、3,000 分

の1以下にもなる。ソロ河の背水はマディウン河に数10キロメートルにわたり影響する。

前述のマスタープランの調査では、1972年以前の資料から、マディウン河流域の年平均氾濫面積を6,500ヘクタールと推定している。1975年の洪水により、マディウン市及びその周辺では約3,000ヘクタールの土地が浸水した。

流域の氾濫域を付図3.7に示した。

3.3 既存構造物

3.3.1 堤防

PBSは1975年以来、マディウン市の上下流部に堤防を建設してきた。全ての堤防は対象区域内にある。土堰堤は主として農村地域に、また家屋の密集している都市区域には胸壁式特殊堤が建設されており、この地域では堤防建設の余地はほとんど残されていない。

ほとんどの土堰堤の法勾配は大きく、両面とも1対1、ときには1対0.75のものもある。

堤防の高さは現地盤高より3メートルから5メートルの範囲にある。マディウン河の中間部には7メートルの高さのものもある。この場合は石張の法面保護工が河川側の斜面に施されている。

石張及び芝張が最も一般的に見られる堤防の法面保護工である。特に石張は、河道の曲りの水衝部に施工されている例が多い。

天頂幅は2から3メートルの範囲にある。ほとんどの盛土材は、高水敷から採取されたもので、比較的シルト分を多く含んでいる。

転圧を含めた主たる土工はほとんど人力で施工された。但し、運搬は、ダンプトラックによった。これまでに堤防建設に重機が用いられたことはない。

堤防の維持管理は、充分に行われており、破損箇所は完全に旧に復している。堤防基礎の沈下はみられない。堤防法面の崩落は未だ起っていない。然し法面のひびわれが一部にみられる。これは、盛土の含水量不足によって生じたものであろう。

堤防は1978年及び1978年の2度にわたりベチアンの近傍で破堤した。洪水報告書によれば破堤は溢流によって洗い流されたことになっている。

重力式壁の特殊堤が都市部に建設されている。壁は石積み式である。天頂幅は50センチメートルで、河川側の法面は1対0.4の勾配。内面は垂直となっている。

L字型擁壁が特殊堤として施けられているところもある。材料は煉瓦又は鉄筋コンクリートである。天頂幅は25センチメートル、高さは3メートル以下、平均2.5メートルである。

これら特殊堤の維持管理状況は良好である。

既存堤防の主なる仕様を付表3.1に示した。

3.3.2 水制工

対象区域の河道は激しく蛇行しており、河岸の洗掘は著しい。これに対し、PBSは、蛇行の凹部に水制工を建設し、維持管理をしてきた。水制工としては蛇籠またはコンクリート柱を用いている。

蛇籠はお互いに結さくされ河岸より流心に向って30メートル程度突き出すように並べている。蛇籠式の水制工の高さは約3メートルである。

水制工には特に河岸沿いに堆砂がみられ、その有効なことは顕著である。また水制工の作用によって河岸の洗掘が防がれていることは明らかである。然しながら水制工の流心側の基礎は洗掘されており、一部にねじれが生じているものもある。

コンクリート製の柱を適当な間隔で慣入せしめ、水制工としているものもある。柱の河床上の高さは約5メートルで、およそ、洪水位に等しくなるように作られている。この型の水制工の効果もやはり明らかである。

これまでのところ水制工に対する特別な維持管理はなされていない。

既存水制工の配置を付図3.8に示した。

3.3.3 護岸

河道の曲りの部分には護岸工が施されている。この場合の全ての護岸工は石張りでなされている。

石張りの護岸工は河床から高水位まで、時には堤防の天頂まで施工されている。木杭で固定された蛇籠を護岸工の基礎部に並べ石張の基礎保護としている。保護されている堤防の法面は1対1の勾配のものがほとんどである。

石張りの裏込めには土砂を用いている。また、竹パイプを石張に配し、排水に用いている。

堤防の沈下によって石張にひび割れが生じているところもある。

既存の護岸工の位置を付図3.8に示した。

3.3.4 捷水路

現在、捷水路は、マディウン本流ではジェロワン川との合流点の下流に建設されており、またジェロワン川の蛇行部分にも建設している。

捷水路の横断形状は台形単断面で、兩岸の勾配は1対2となっている。河床の勾配は、上・下流端を直線で結んだ勾配になっている。

既存捷水路の位置を付図3.8に示す。

3.3.5 ポンプ施設

対象区域内には、マディウン市内の内水排除のため4つのポンプ場が建設されている。

汲み上げられた水はパイプを通じて直接マディウン河に放流されるようになっている。

ヤニポンプ場のパイプは直接特殊堤の中を貫通しているが、パイプの振動がコンクリ

ート壁に害を与えた形跡はない。

既存ポンプ場の位置を付図 3.8 に示した。

3.3.6 橋 梁

対象区域内には多くの橋梁、カルバートが建設されている。既存のものうち、木河川改修の経済的、技術的フィージビリティにとって問題となるのは、次の 7 橋梁である。それらは、マディゴンド、ガンドン、スラジェン、マングンハルジョ、ウイノンゴ、パティアン及び克蘭ダン橋である。これらの橋梁の主なる仕様を付表 3.1 に示した。

マングンハルジョ橋とウイノンゴ橋に関してはきわめて高い交通量が記録されている。もし、これらの橋の交通が規制された場合マディオン市及び近郊で、深刻な問題が生ずるものと想像される。これらの橋の交通量を付表 3.2 に示した。

パティアン橋を除き他の全ての橋は、径間長が 30 メートル以上ある。パティアン橋の径間長は 16 メートルで、河川流水条件よりみて、不十分である。

パティアン橋及び克蘭ダン橋の部材は一部腐蝕しており、これの修理は近々必要である。この 2 橋以外は、全て、上部・下部工ともに問題ない。

これらの橋の位置を付図 3.8 に示した。

3.4 構造物によらない洪水防禦

水防団の活動が、この地域での唯一の非構造物的洪水防禦手段である。

水防団は州政府の長の指揮のもとに組織される。

水防団の主たる活動は、

- I) 各地点で水位を観測し、その結果を関係者に連絡する。
- II) 住民に対し警報を出す。
- III) 土のうを確保し、堤防保全の準備をする。
- IV) 必要な箇所に土のうを積む。

これらの活動中、PBS 及び各州の灌漑局職員は、技術分野の核となって働く。

上の作業は、水位観測所よりの水位情報に従って実施される。ヤニ水位観測所の水位の 8.0 メートルをマディオン市への警戒水位ときめ、この水位を越えた時点で水防団の活動が開始される。

観測所の観測員と、灌漑局又は PBS との連絡は、公衆回線又はオートバイ等による手渡しで行われているがこの両方法とも長い時間を要する。

河の堤防沿いに土のう保管用の小屋が一定の間隔で築造されており、雨季には、砂又は土を詰めた土のうを、ここに保管する。洪水水位が堤防天頂を越える可能性が生じた場合、水防団は土のうを堤防上に積んで溢流を防ぐ。然しながら、水防活動は、連絡通信の不便さから度々後手に回っている。

堤防高が頒発する洪水水位に合わせて建造されていることも、水防活動の効果を減ずる一

因となっている。もし堤防が適当な余裕高をもつように建造されていれば、水防活動は更に有効なものとなろう。

表 3.1 既存河川構造物(1)

Kind of Structure	Notes
- Dykes	dykes without revetment L = 22.6 km, h = 5 m dykes with revetment L = 3.1 km, h = 6 to 7 m parapet wall L = 1.9 km, h = 2.5 to 3 m
- Bridges	
MADIGONDO BR.	rail way br. for sugar factory, W = single track, L = 82 m, 3 spans, I-beam girder br., truss br.
GANDONG BR.	road way, BINA - MARGA loading class A, W = 9 m, L = 41 m, truss br., single span, R.C. pile foundation
SLAJEN BR.	rail way br. for sugar factory, W = single track, L = 82 m, 2 - spans, truss br.
MANGUHARDJO BR.	road way, BINA - MARGA loading class A, W = 10 m, L = 107 m, 3 - spans, T - shaped prestressed concrete girder br., open caisson foundation
WINONGO BR.	rail way br. for National Rail Way, W = single track, L = 123 m, 4 - spans, truss br., direct foundation
PATIHAN BR.	rail way br. for sugar factory, W = single track, L = 98 m, 6 - spans, I-beam girder br.

表 3.1 既存河川构造物(2)

Kind of Structure	Notes
KRANDANG BR.	road way br. W = 4.5 m, L = 80 m, 3 - spans, I-beam girder br., truss br.
- Pump Facilities (with water gate)	
TAMAN PANCASILA	Q = 13.7 m ³ /min, A = 55 ha
A. YANI	Q = 18.3 m ³ /min, A = 144 ha (new pumping facilities with capacity Q = 4 m ³ /sec are under construction)
BETENG	Q = 2.1 m ³ /min, A = 7 ha
MADIUN LOR	Q = 3.0 m ³ /min, A = 7 ha
- Groyne	
	made of gabion mattress made of reinforced concrete piles
- Short cut	
	natural short cut artificial short cut

表 3.2 交 通 量

- WINONGO BRIDGE (National Rail Way) as of May, 1980.
 traffic volume = 33 trains/day
 maximum interval of train traffic = 2.5 hours
 * These numbers were counted by using the traffic schedule diagram.

- MANGUNHARJO BRIDGE (road way) Apr., 20th, 1980

Kind of vehicle	heavy vehicle	light vehicle	others
Volume / day	1,870	3,223	7,503

- * heavy vehicle ; trailer trucks, trucks, buses, etc.
 * light vehicle ; micro tracks, passenger cars, etc.
 * others ; motor bicycles, bicycles, persons on foot, etc.

- Bridge of sugar factory as of 1979

Name month	MADIGONDO	SLAJEN	PATIHAN
Jan.	2 @ 4	2 @ 62	2 @ 17
Feb.	" 4	" 58	" 17
Mar.	" 3	" 62	" 17
Apr.	" 3	" 60	" 17
May.	" 8	" 124	" 17
Jun.	" 10	" 150	" 420
Jul.	" 11	" 186	" 420
Aug.	" 12	" 186	" 420
Sept.	" 8	" 150	" 420
Oct.	" 8	" 62	" 17
Nov.	" 5	" 60	" 17
Dec.	" 5	" 62	" 17

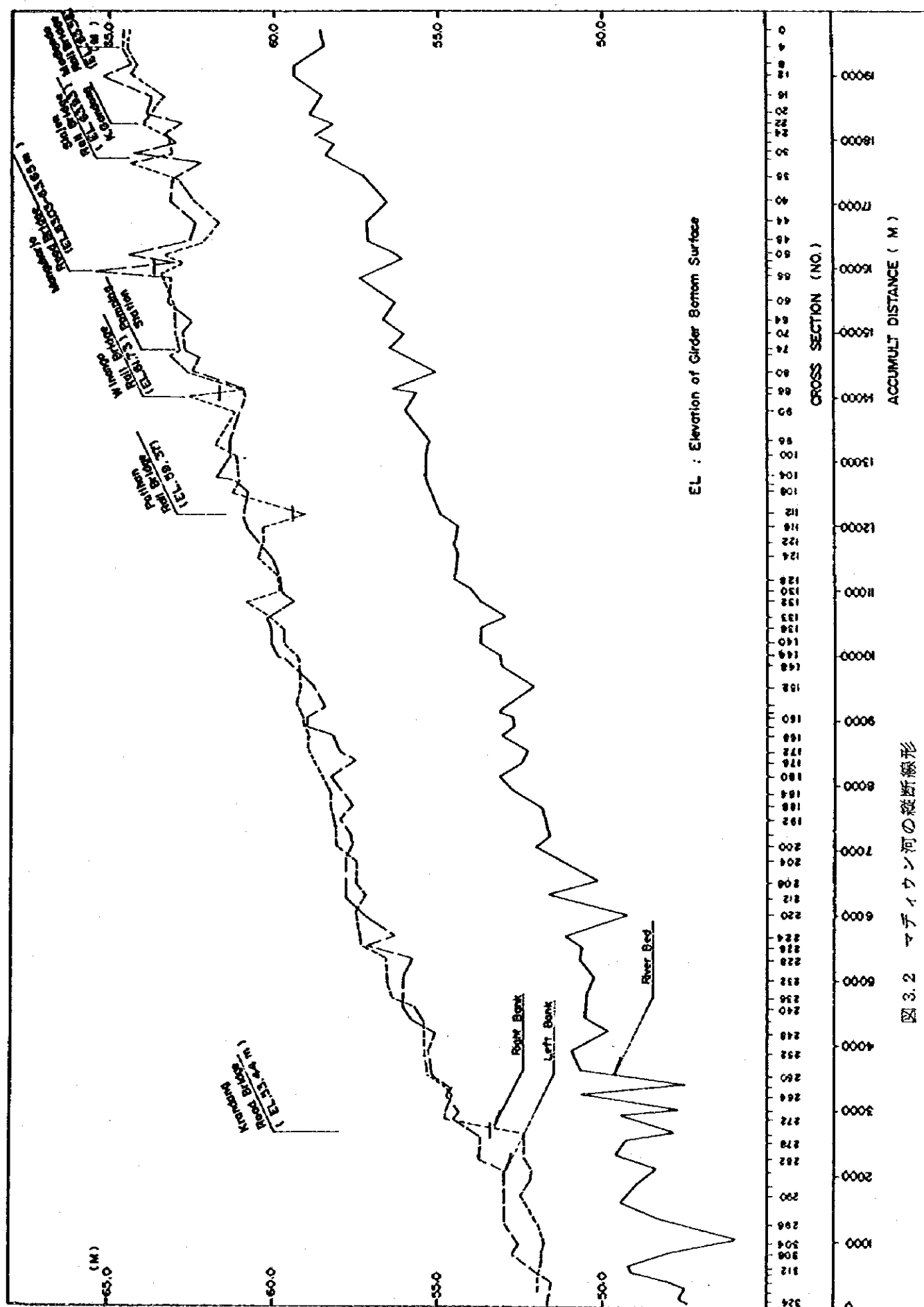
- * unit ; trains/month
 * In case of PATIHAN BRIDGE, it is supposed that one train consists of 30 trollees.
 * MADIGONDO BR. is used mainly for transportation of sugar and sub-materials.

0

0

0

0



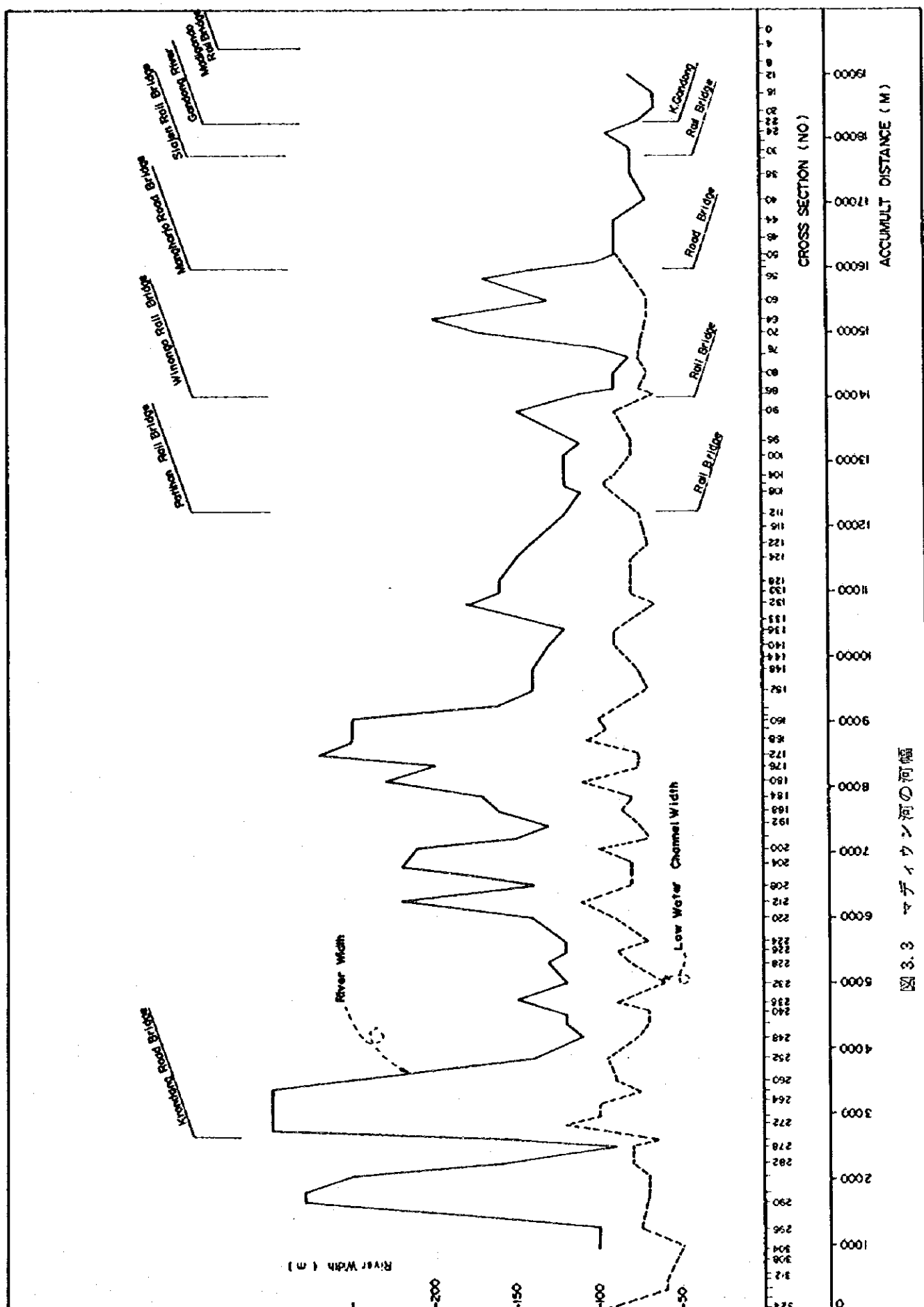
0

0

0

0

図 3.3 マディアン河の河幅



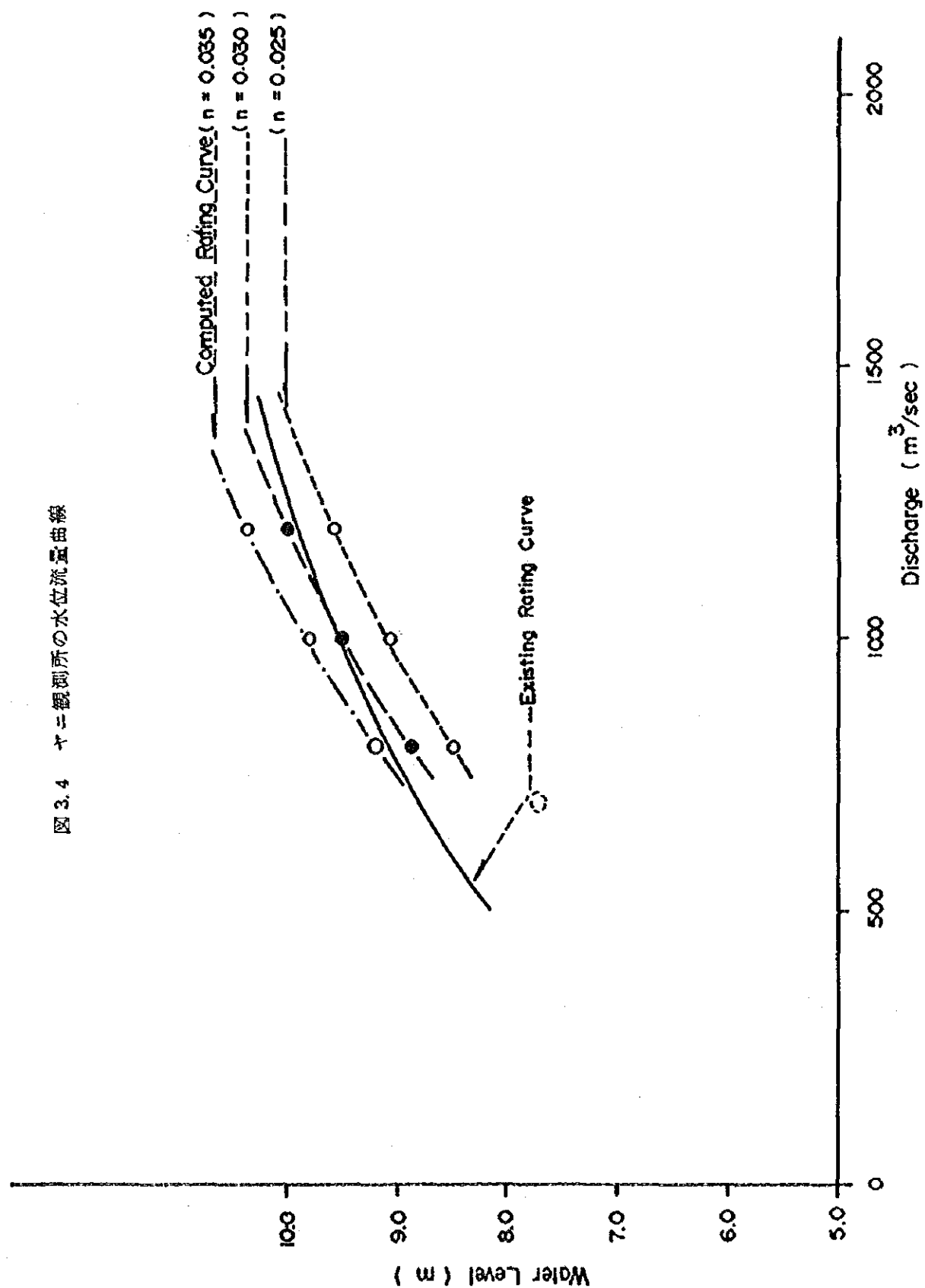
0

0

0

0

図 3.4 ヤニ観測所の水位流量曲線

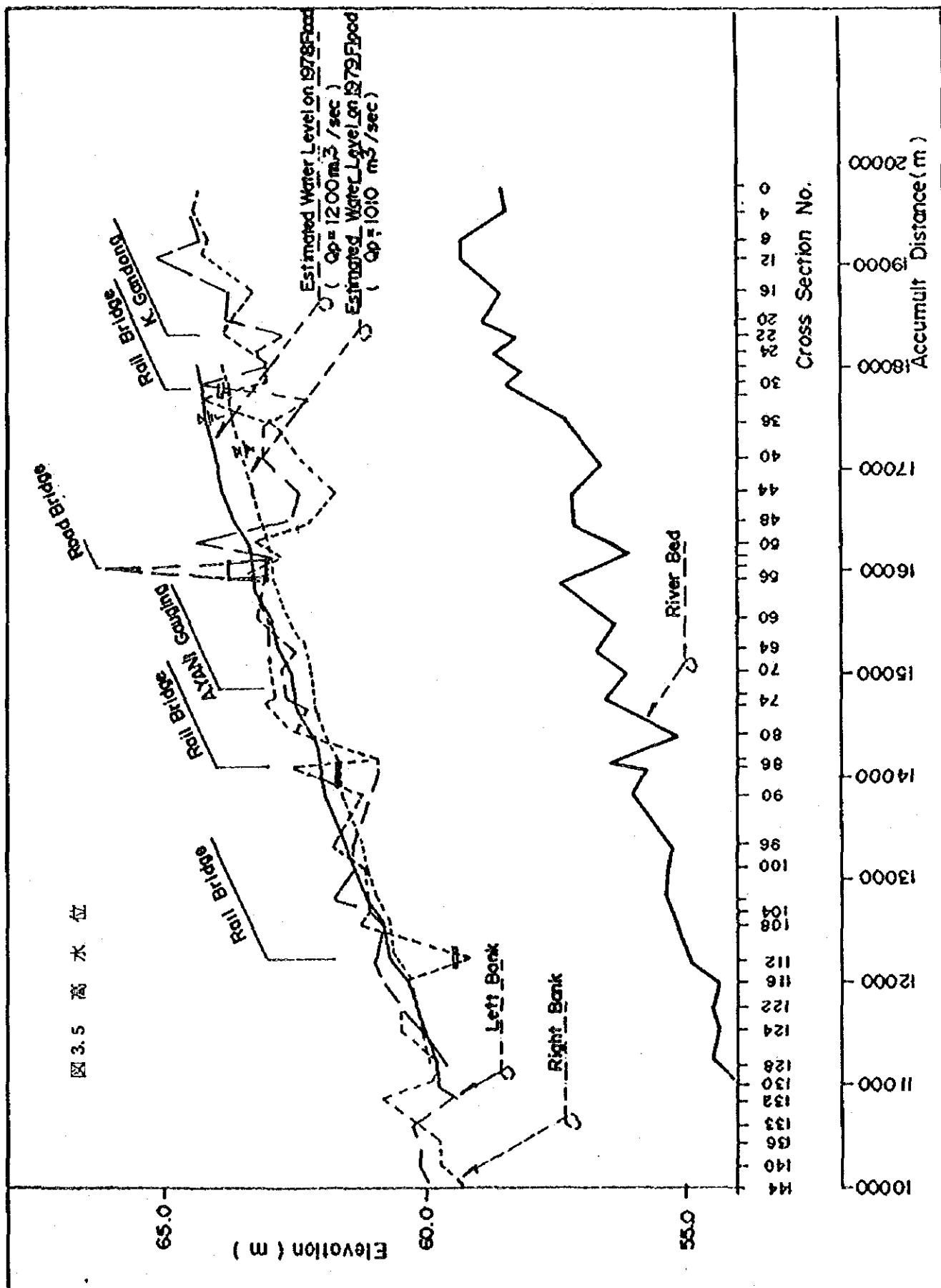


○

○

○

○

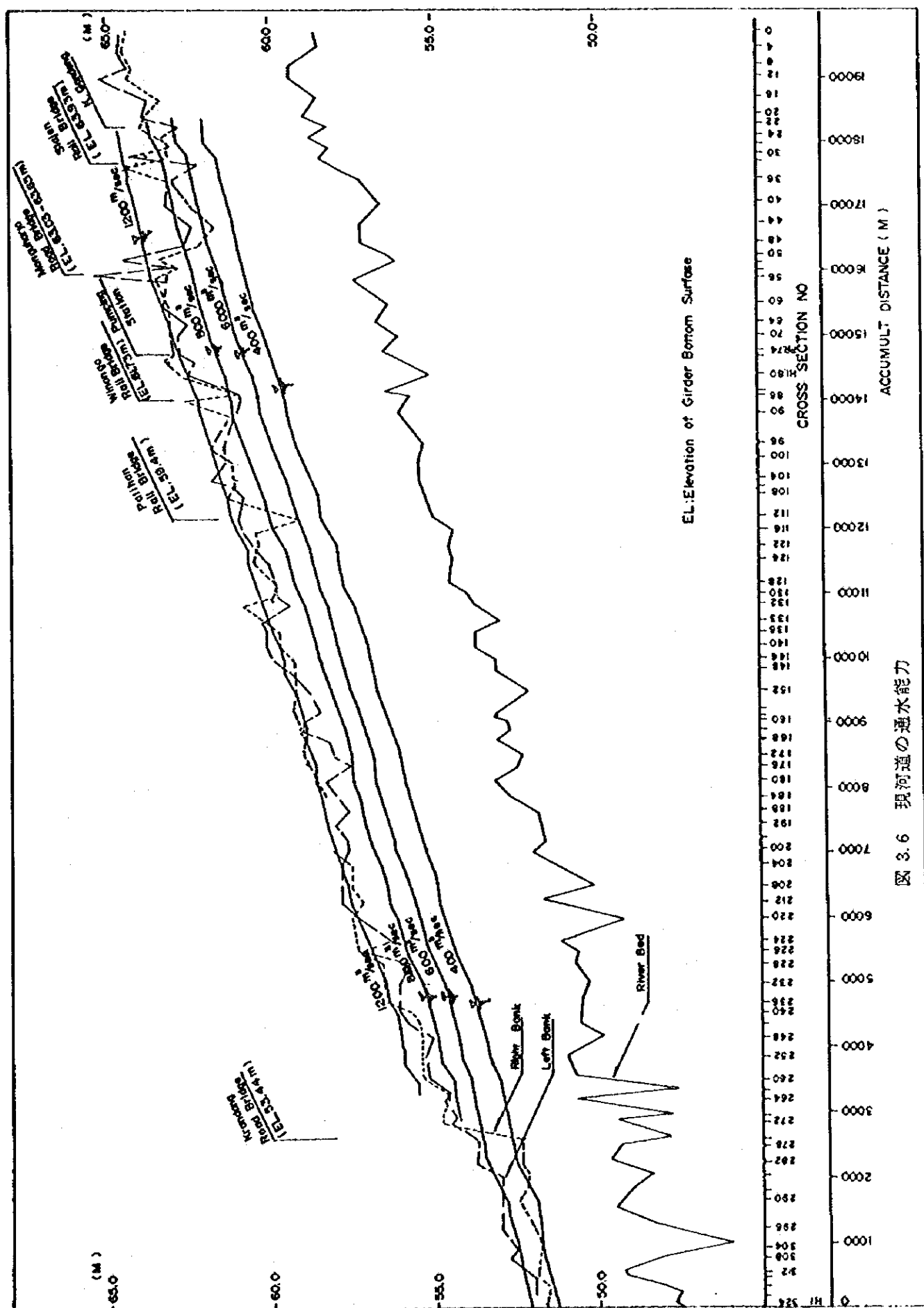


0

0

0

0



0

()

0

()

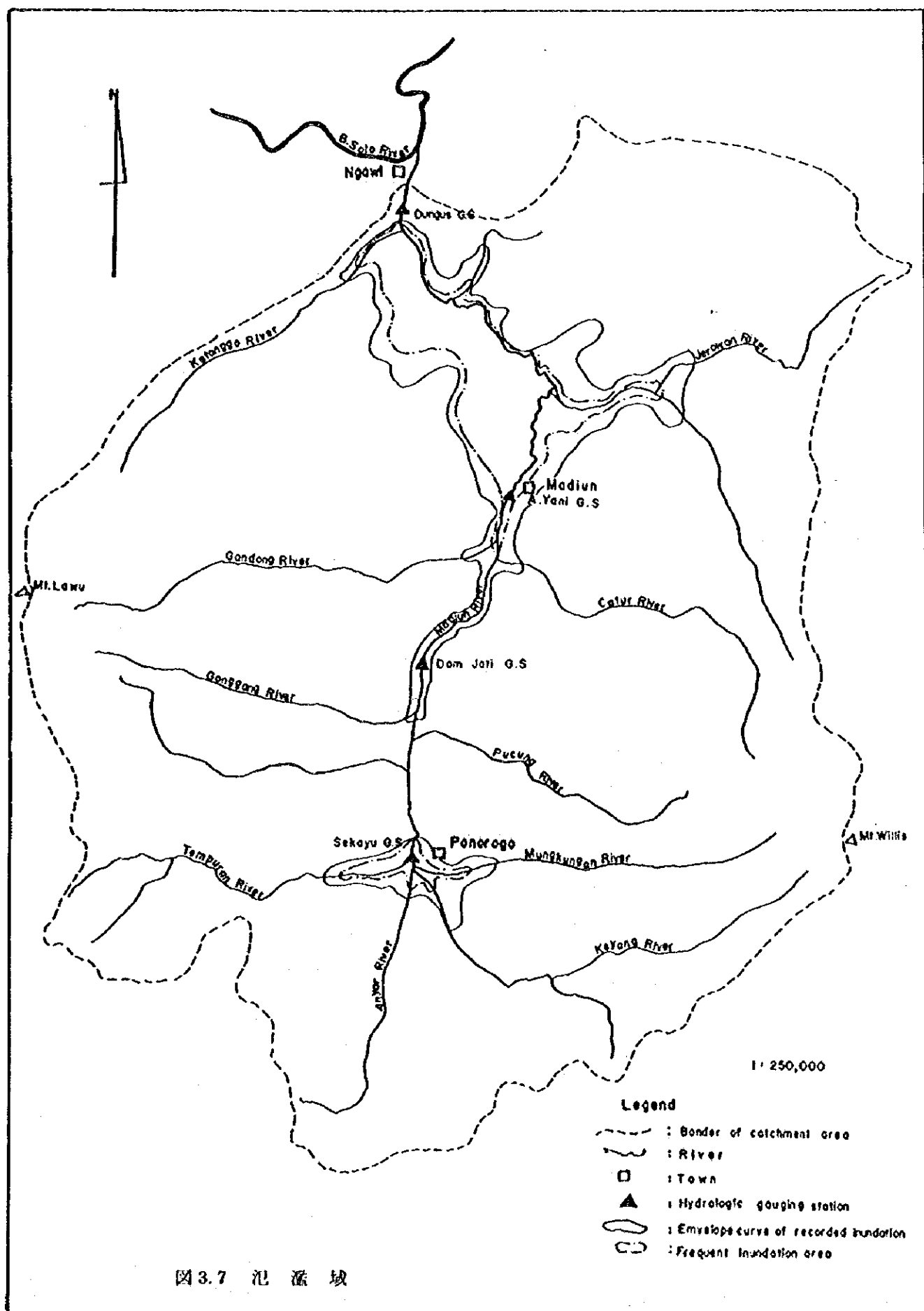


图3.7 沱 滙 域

0

0

0

0

0

0

0

0

4 河川改修計画

4.1 改修の基本方針

前述のように緊急治水計画の目的は、マディウン市及びその周辺地域を、河川の部分的改修によって頒発する洪水から防ごうとするものである。また河川改修の全体計画は、本緊急計画にひき続いて実施されるものと想定される。従って、本緊急治水にもりこまれた工事、構造物は、将来の改修案の中でも十分に機能するように計画する必要がある。

1974年海外技術協力事業団が行った全体計画の下記の要点に対し、概念的な検討を行った。

- a) マディウン河の洪水防禦のために、上流部に二つのダムを建設すること。
- b) 洪水をマディウンの市街地から分流せしめるために、幅500メートルの分水路を建設すること。
- c) 連続堤により、洪水を河道内に封じこむこと。
- d) シバン・ダムを建設し、ソロ河への流入量増加を吸収するとともに、ソロ河下流域の洪水防禦に資すること。

検討の結果、次のような事柄が明らかとなった。

- a) 二つのダムは、上流域の洪水防禦には相当に有効であるが、マディウン市の近傍ではあまり効果を発揮しない。ダムの建設にはかなりの年月を要する。
- b) 分水路の建設には、都市化された土地、農耕地合わせて350ヘクタールの用地を要する。この用地買収には、かなりの費用と時間を要し、また深刻な社会問題をひきおこす恐れがある。
- c) 必要な流積を連続堤を建設することによって得るためには河道を幅広くとらねばならずやはり相当な耕地面積を買収する必要がある。また連続堤を建設すると、支流の排水条件を悪化せしめることは避けられない。
- d) シバンダムの建設は、そのもつ社会的、財政的その他の影響があまりにも大きく、相当の年月を要するであろう。シバンダムをねきにした場合、マディウン河の改修は、その計画規模を低くとらざるを得ない。

これらの検討結果を考慮し、緊急治水計画の立案にあたって、次のような基本方針をたてた。

- a) 計画流量は、対象地域の現状により異なる。しかしながら、全ての地域で5年確率洪水以上のものとする。
- b) 移転家屋数は出来得るかぎり少くする。
- c) いかなる場所に於ても、改修の結果としておこる流量増はできるだけ小さくなるよう努力する。
- d) 利用効率の高い土地を遊水池として利用する案は避ける。

4.2 計画流量

元来最適な計画流量は、一般的に対象地域の社会・経済的条件、技術的条件によっておのずからきまるものである。社会・経済条件の基本的なものは、対象地域の人口、産業、住民の洪水被害に対する感度、及び経済、財務上のフィージビリティであろう。技術的条件としては、地形、地質、降雨や流量といった水文及び河川の状態等である。

既存の改修計画に採用された計画流量は、これらの諸条件を十分に考慮したうえで決定されたものと考えられる。従って既存の改修計画の計画流量は、行政的、技術的な判断基準を暗に示すものと考えてよからう。

ソロ河及びクルンフチェ河の計画流量は夫々 $1,500 \text{ m}^3/\text{sec}$ 及び $1,300 \text{ m}^3/\text{sec}$ である。この流量は付表 4.1 に示されているように比流量に直すと夫々 0.45 及び $0.73 \text{ m}^3/\text{sec}/\text{km}^2$ になる。マディウン河の場合は、その流域面積から $0.5 \text{ m}^3/\text{sec}/\text{km}^2$ ぐらいが計画流量の比流量として考えられる。

同様に、本事業の緊急性及び対象地域の重要性を考慮して、これら既存治水計画と比較すると、計画流量は再起年 10 年から 20 年位の流量をとることが適当と思われる。

20 年以上のデータがある場合、緊急治水の計画流量として、既往第 2 位以上の洪水をとる国が多い。日本に於ける河川計画では既往第 2 位の洪水を計画流量にとるのがひとつの慣例となっている。

対象地域の水文資料によれば、最近 5 年間に $1,200 \text{ m}^3/\text{sec}$ の洪水が、2 度起っている。これらは、1963 年以來、17 年間の第 1 及び第 2 位の洪水である。この第 2 位の洪水、 $1,200 \text{ m}^3/\text{sec}$ は比流量でいえば $0.52 \text{ m}^3/\text{sec}/\text{km}^2$ にあたる。またこの洪水の再起年は 17 年である。

更に、以下に述べるように、本プロジェクトに付随したいくつかの特殊事情がある。

対象地域の土地利用は高度なものとなっており、既存の堤防をひき堤するだけの土地の余裕はない。従って改修計画は、現在の河幅を基本的条件として策定せざるを得ない。対象地域の通水能力は、余裕高をとらなければ $> 1,000 \text{ m}^3/\text{sec}$ から $1,200 \text{ m}^3/\text{sec}$ である。その一方で、既存の堤防の安定性は、増強する必要がある。破堤による被害を防ぐために、既存の堤防の強化は、改修計画として、どうしても必要である。

本河川改修計画に於て最も困難な問題のひとつは、橋梁の付替と、嵩上げである。後述するように $1,200 \text{ m}^3/\text{sec}$ はマングンハルジョ及びウイノゴ鉄道橋に手を加えずに流せる流量である。

以上述べてきた諸条件を勘案し、緊急治水計画の計画流量としては毎秒 1,200 立方メートルが適当であると判断した。全体計画に於ては、これを越える流量を、分水路その他の手段で分流せしめるべきであろう。一方、全体改修計画にあっては今回の計画流量が一部を分担することになる。

4.3 代替案

4.3.1 改修の方法

前述のマスタープランによると、ボノログ市とその近傍の洪水は、調整ダムと河道の改修によって防ぐことになっている。一方、マディウン市とその近傍の洪水は、分水路によって防ぐ。マディウン河の全体改修計画は、このマスタープランの改修案にもとづいて策定されるであろう。本緊急治水計画は全体計画の一要素として有効に働くよう計画するものとする。

現況河道の平均的流下能力は前述した如く、ほぼ $700 \text{ m}^3/\text{sec}$ であり、これに対し緊急河川改修の計画高水流量として $1200 \text{ m}^3/\text{sec}$ が採用された。この計画流量は既設の堤防を 1 m 程度嵩上げすれば安全に流下することができる。

このような状況において、放水路や洪水調節ダムなどの大規模でかつ長期の施行期間を必要とする手段は緊急計画から除外した。また、限られた区間の河床浚渫や引堤は、家屋密集地帯の用地買収等多くの問題を伴う。

一方、既設堤防の嵩上げは、同時に構造的に問題のある堤防を補強することにもなり、即効性もある。また水理的観点から、対象河道区間における極端な蛇行はこれによる水位上昇を防ぎ堤防水衝部の危険性を避けるために捷水路を設ける必要がある。

上記理由から、マディウン河緊急河川改修計画として、堤防嵩上げ及び捷水路建設による現河道改修案を基本として代替案を策定した。

（1）堤防の補強及び嵩上げの方法

既設堤防の補強及び嵩上げの方法については、次節で詳説することとして、ここでは改修計画案に対する堤防設置位置について記述した。

マディウン市及びその周辺である今回の対象地域を洪水から防禦するには、現在無堤であるマディウン河のマングンハルジョ橋上流区間、右支川チャトウル川の右岸及び左支川ガンドン川の左岸に新規堤防を建設する必要がある。

対象区間の下流部ジェロワン川合流点直上流右岸側は現在無堤であり、この周辺の土地の利用によって2つの代替案を検討した。

その1つはこの周辺を自然遊水池として利用するもので、この場合には上記無堤区間をそのまま残し、洪水の一部を流入させて貯留し、上下流側の水位低減を図るとともに、対象区間より下流地域に対して河川改修による影響を極力減少しようとするものである。

他の1つは、この周辺を農業用地として利用するもので、この場合には、マディウン河の左・右岸ともジェロワン川合流点まで、築堤を行うとともにジェロワン川左岸にも築堤する。

捷水路

河川特性、河川周辺の土地利用状況さらに河川構造物の状況を検討して、捷水路地点を決定した。

捷水路 Part 1 と Part 2 はウィノゴ鉄道橋及びマングンハルジョ道路橋の嵩上げの代替対策として検討されたもので、上記2つの橋梁は嵩上げするには交通量が非常に多く工事期間中の代替施設が必要となり、さらに付替えるには、その工事規模からすれば多大な費用が必要となる。

さらに、洪水を安全に流下させ洪水水位の低減をさせるため対象区間の中・下流部のわん曲部において、捷水路 Part 3, 4, 5 を計画した。

4.3.2 代替案

代替案は、堤防新設を含む嵩上げ及び捷水路の組合せにより策定した。

代替案は大別して2つのグループに分けられる。

その1つは、ジェロワン川合流地点直上流右岸側一部区間を除き、堤防嵩上げ及び新設を行うもの。(代替案Ⅰ)

他の1つは、上記区間を含めた対象区間に連続堤をジェロワン川の左岸も含めて築造するもの。(代替案Ⅱ)

上記2つの代替案は、さらに2つのカテゴリーに分類される。

その1つは、捷水路を建設せずに堤防のみで対処する。(代替案Ⅰ-1, 同Ⅱ-1)

他のカテゴリーは、堤防と捷水路の組合せとする。(代替案Ⅰ-2, 同Ⅱ-2, 同Ⅱ-3)

代替案Ⅰ-2 及びⅡ-2 は、捷水路地点として Part 1 及び Part 2 とし、代替案Ⅱ-3 はさらに Part 3, 4, 5 を含める。

各代替案を付図 4.1.1 から付図 4.1.5 に図示した。

計画高水位

策定した各代替案についての計画高水位を不等流計算結果をもとに決定した。

決定した計画高水位を付図 4.2.1 から 4.2.3 までに示した。

代替案(Ⅰ-1, Ⅱ-1)において、各橋梁の桁下高はすべて計画水位以下となる。

代替案(Ⅰ-2, Ⅱ-2, Ⅱ-3)においては、マングンハルジョ道路橋及びウィノゴ鉄道橋において、それぞれ 0.6 m 及び 0.2 m 程度の余裕高が得られる。

マディウン河の主要支川チャトゥル川、ガンドン川、ジェロワン川の計画高水位も同じく不等流計算にもとずき決定した。

支川の堤防は、右岸あるいは左岸の片側のみ建設されるため、不等流計算は、河川測量成果をもとに、河川沿いの氾濫域を加味して行った。

計画流量は前述のように決定された流量配分を採用した。

各支流の計画高水位を付図 4.3.1, 4.3.2 及び 4.3.3 に示した。

4.3.3 内水排除計画

対象地域の内水の排除と本川からの逆流を防ぐための内水排除計画を検討した。この計画検討は前述の各代替案に従って、地形特性、水文特性を考慮して行った。

マディウン河右岸側のチャトゥル川合流点直下流には樋門を設置し、スマウル川の河口部には本川の逆流を防ぐため水門を設置することとした。この計画は全ての代替案に適用するものとする。

代替案Ⅰ-1、Ⅰ-2及びⅠ-3においては、マディウン河のジェロワン川合流点上流に、周辺の低湿地区域の排水のための樋門を設置する。

また、ジェロワン川下流部にはマディウン河右岸側の対象地域の大部分の排水をうけもつ水門を設置する。

マディウン河の兩岸にある既設の排水施設は、そのまま今回の改修計画に利用する。計画した水門及び樋門の位置を付図4.4に示した。

排水施設の規模は、排水地区からの流出量、既設排水路の状況、さらに排水区域の土地利用状況を検討の上決定した。

各水門及び樋門の規模を付表4.2に記載した。

4.4 基本設計

4.4.1 平面線形及び横断

通常河道法線は、河道周辺の土地利用、河道現況及び河川構造物の状況さらに改修工事費などを検討した上で決定される。

今回の改修計画においても、上記条件をもとに法線を検討し、河道法線に関して3ケースの代替案を立案した。

代替案Ⅰ-1及びⅠ-1は現況河道法線を採用するもの。

代替案Ⅰ-2及びⅠ-2は中流部の蛇行した法線を捷水路Part 1及び2により修正しようとするものである。

代替案Ⅰ-3は、さらに中・下流部の法線を捷水路Part 3.4及び5により修正した場合の線形を得ようとするものである。

捷水路Part 1からPart 5までの予定地点は付図4.3.3に示した。

河道横断形状についても上述した条件をもとに、検討した結果、捷水路区間を除く現況河道は全ての代替案において、現状の横断形状をそのまま採用することとした。

対象河道区間の横断は、堤防によって整形されている。堤防は、計画洪水位に余裕高をもたせるように設計している。日本に於いては余裕高をきめるための標準が計画流量別につくられており、この標準をあてはめると本計画の余裕高は1メートルになる。また支川のチャトゥル、ガンドン及びジェロワン川に対しては、0.6メートルの余裕高をとった。これらの堤防の天頂高は付図4.2.1、4.2.2、4.2.3及び付図4.3.1、4.3.2、

4.3.3に示してある。

対象区域内、マディウン河の標準断面を付図4.5.1、4.5.2にまた支川の標準断面を付図4.6.1から4.6.4までに示した。

4.4.2 堤 防

前述のように堤防の余裕高を計画流量 $1,200 \text{ m}^3/\text{sec}$ を条件として決定した。こうして本川の余裕高を1メートル、支川のそれを0.6メートルとした。

本計画に於ける堤防は、土堰堤を基本として、設計した。然し、重力式擁壁型の堤防も、家屋密集地帯で、土堰堤建設用地の取得が困難な場合には、計画に加えた。

既存の堤防が、壁式のもので、これの嵩上げが可能な場合には、これを実施することとした。

土堰堤の設計値は下記の如くなる。

堤防天頂幅は4メートルとする。

法面勾配は1対2。(両面)。

シルト含み粘土の単純盛土とする。

水位の急降下時に於ける法面の安定性を1.1と推定した。

堤防の計画断面を付図4.12及び4.13に示した。また各堤防の計画地点は付図4.8、4.9、4.10及び4.11に示した。

4.4.3 捷水路

対象区間において、5箇所の捷水路を計画した。各捷水路の法線は人家の密集した区域を避け、現況の河道となめらかに接合するよう決定した。

各捷水路区間の水路勾配は、各区間の上流端及び下流端付近の現況河道の河床高を基本として、この間を直線で結んだものとする。また現況河道に比べて、捷水路区間の勾配が急すぎて、この区間及び周辺において、洗掘が生じないように考慮した。

捷水路の巾は、現況河道の形状をもとにして120 mとした。

低水路断面は、確率1.2年、 $530 \text{ m}^3/\text{sec}$ 程度が流下できるものとして低水路巾80 m 高さ3メートルとした。なお低水路巾80メートルはほぼ現況河道の平均的低水路巾に相当する。

計画した捷水路の諸元は、計画流量に対して、かなりの水位低下をもたらし、この区間の流速はその上・下流の現況可道区間の流速と大きな差がないことを水理解析により確認した。

捷水路区間の主要地点の横断図を付図4.7.1及び4.7.2で図示した。また捷水路の計画勾配を付表4.3にまとめて示してある。

4.4.4 樋門・樋管

マディウ河の対象区域では、多くの小河川又は排水路が合流している。これらの河川や水路は、マディウ河の背水の影響を強く受けている。

これら背水の影響をうける河川、水路等には、水門施設を設けるものとする。樋門は比較的大きい流域面積の支流に、又樋管はその他主として排水路に設けるものとする。

水門の大きさ及び、操作条件を考慮して、電動及び人力ゲートを検討した。これらは全て鋼構造物とし、水門のための支壁、柱等は鉄筋コンクリートとした。

水門の設計にあたっては、現河川の流積を減じないように注意した。川岸や、構造物上下流の河床を保護するため、翼壁及びエプロンを設けた。地質調査の結果、構造物計画地点の支持力係数は、いずれも15以上また透水係数は 10^{-5} の程度であった。従って特別な基礎処理は行わない。

4.4.5 護 岸

次の部分に対し、盛土及びその他の表土面を保護するために、護岸工を設ける。

- I) 河道の凸部。
- II) 堤防の法面で、勾配が1:2よりよりも急で且、2メートル以上の高さをもつ、水側の部分。
- III) 河川構造物の上・下流部。
- IV) ショートカット部と自然河川との接続箇所。

護岸構造物としては、石張構造を考えた。またその埋戻しには、栗石及び捨てコンクリートによるものとする。護岸は、法面の高水位以下に設けられ、それより上に関しては芝張によって保護するものとする。護岸工の基礎部には、その保護のために蛇籠又は木杭で固定する。

掃流砂に関する解析の結果によれば、捷水路の上流に洗掘が生ずる。そのために護岸工を洗掘深に応じて施行するように設計した。護岸工の予定地点を付図4.8, 4.9, 4.10及び4.11に、また護岸工の標準断面を付図4.14に示した。

4.4.6 水制工

既存堤防の一部に、その基礎を洗掘されているものもある。基礎保護のため、水制工が設けられている。水制工の効果については現在検討中であるが、その上流面に、堆砂がみられるので経験的に有効なことは証明できよう。

本計画では、コンクリート杭による水制工を設けるものとした。

既設の水制工を参考にして次のような設計基準をもうけた。

長さ	:	河幅の1割。
水制工の間隔	:	長さの4割から8割まし。
水制工の高さ	:	間隔の3分から1割。
杭の本数	:	6本。

水制工の計画地点を付図 4.8, 4.9, 4.10 及び 4.11 に、また標準図を付図 4.15 に示した。

4.4.7 橋 梁

前述のように橋梁の設計高水に対する余裕高は、付表 4.4 に示すとうりである。これらの余裕高にもとずいて、各代替案毎に必要な橋梁工事を設定した。必要となる工事は付表 4.5 にまとめている。

主たる必要工事は、既存橋梁の付替え及び、現場に於ける嵩上げ工事である。

橋梁の設計にあたっては、ビナマルガ及び国有鉄道等によって作成された設計基準を考慮した。

各橋梁毎の設計概要は下記のとうりである。

スラジェン橋（製糖工場用鉄道橋）

単線を幅 2.75 メートルに拡張する。4 スパン 126 メートルで、スパン長を 31.5 メートルとする。設計荷重は、汽関車及び砂糖きび積載中の荷車をもって決定した。単位メートルあたりの汽関車は 18 トン、又、荷車は 2 トンである。

最大縦断勾配は 1 パーセントとした。

上部工の高さを出来るだけ低くするために床版橋とする。橋台は鉄筋コンクリートとし、基礎には、よく締った沖積層の砂に達する鋼管坑を配置する。

ガンドン橋（道路橋）

油圧ジャッキを用い既設橋上部工を 2.1 メートル嵩上げする。

鉄筋コンクリートの床版は、嵩上げ工事前に取りはずすものとする。これによって、死荷量は 300 トンから 80 トンに減少する。

その他の主たる工事は、油圧ジャッキの台座の建設及び除去、工事用道路の建設である。架橋前にあった道路が現在利用可能であるから工事中の付替道路を特別に建設する必要は特にない。

マディゴンド橋（製糖工場用鉄道橋）

油圧ジャッキを用いて既設橋の上部工を 1.4 メートル嵩上げする。

死荷重は 50 トンと推定される。

橋台の嵩上げ及び油圧ジャッキの台座の建設及び除去が主たる工事となる。

上部工は、油圧ジャッキによって嵩上げできるものと判断しているが、本橋梁に関する詳細な情報を入手出来なかったため、詳細設計にあたっては更に検討する必要がある。

この橋の交通量の主たるものは、製糖工場の製品で最盛期に於いては 1 日 1,800 トンである。これに対し既存の道路で十分に代替し得るので工事中の付替道路は不要と判断した。

克蘭ダン橋（道路橋）

交通量の増加が予想されるので、既存 4.5 メートルの有効幅員を 6 メートルに拡張し、

2車線とする。

長さ120メートルを3スパンにし、スパン長を40メートルに設計した。ビナマルガの2等橋の標準を設計荷重とする。

上部工としては、合成鋼桁橋とする。

鉄筋コンクリート橋台を、直接または、コンクリート杭基礎上に設置するものとする。

設計した橋梁の一般図を付図4.16、4.17、4.18及び4.19に図示した。

4.4.8 灌漑、排水施設

捷水路を建設することにより、現河道と新水路の間に挟まれる43町歩の土地が既設取・排水路から孤立することになる。

捷水路の下をくぐるかたちで、カルバート・ボックスのサイフォンをもうけ、取水路に接続させる。サイフォンの能力として $1.5 \text{ m}^3/\text{sec}$ を仮定し、断面を1メートル四方の正方形断面とした。また、カルバートボックスの長さを、150メートルと仮定し、数量計算の基礎とした。

孤立した土地の排水システムを集めて排水路につなげる。排水路は、既存の河道に引き込む。

以上はきわめて多くの仮定にもとずいて行った設計である。孤立する土地の給・排水施設計画が明確なものとなっていない現状では、やむをえないが、詳細設計時には、更に検討をする必要がある。

○

○

○

○

表 4.1 ジャワ島に於ける河川改修計画のための計画流量

No.	Name of River	Catchment Area (Km ²)	Ultimate Plan		Urgent Plan	
			Design Flood (m ³ /sec)	Specific Discharge (m ³ /sec/Km ²)	Design Flood (m ³ /sec)	Specific Discharge (m ³ /sec/Km ²)
1.	Sungai Cimanuk	3,006	1,440	0.48		
2.	Kali Serang	937	900	0.96		
3.	Sungai Citandui	3,680	1,900	0.52		
4.	Kali Pemali	1,228	1,300	1.06		
5.	Sungai Cipenas	220	385	1.75		
6.	Bengawan Solo	3,320	2,000	0.60	1,500	0.45
7.	Kali Brantas	10,000	1,500	0.15		
Sumatra						
	Sungai Krung Aceh	1,775	-	-	1,300	0.73
Kali Madiun						
		2,294	2,300	1.00	1,200	0.52

表 4.2 水 門

Number	Location	Type	Drainage Area	Size	Remarks
WG 1	Right side of upper reach	Sluice	3 km ²	1.75 ^m x 1.75 ^m	
WG 2	River mouth of Semawur river	Water gate	48 km ²	15 ^m (W) x 3 ^m (H)	
WG 3	Right side of lower reach	Sluice	9 km ²	2.25 ^m x 2.25 ^m	
WG 4	Left side of Jerowan river	Water gate	98 km ²	14 ^m (W) x 4 ^m (H)	

表 4.3 攔水路

Number	Section	Distance	Slope	Remarks
Part 1 and Part 2	HI 96 to HI 168	2.93 km	1/1200	For Alternative I-2, II-2 & II-3
Part 3	HI 210 to HI 240	1.01 km	1/1450	For Alternative II-3
Part 4 and Part 5	HI 252 to HI 324	2.19 km	1/1450	For Alternative II-3

表 4.4 計画洪水水位に対する橋梁の余裕高

Name of Bridge	Elevation of Girder Bottom (m)	High Water Level (m)				Clearance (m)					
		Alternative				Alternative					
		I-1	I-2	II-1	II-2	II-3	I-1	I-2	II-1	II-2	II-3
MADIGONDO	65.58	65.99	65.99	65.99	65.99	65.92	-0.41	-0.41	-0.41	-0.41	-0.34
GANDONG	63.78	64.89	64.88	64.89	64.88	64.77	-1.11	-1.10	-1.11	-1.10	-0.99
SLAJEN	63.93	64.61	64.52	64.61	64.52	64.40	-0.68	-0.59	-0.68	-0.59	-0.47
MANGUEARDJO	63.03	63.49	63.09	63.49	63.09	62.95	-0.46 _s	-0.06 _s	-0.46 _s	-0.06 _s	+0.08 _s
	63.65						+0.16	+0.56	+0.16	+0.56	+0.70
WINONGO	61.73	62.27	61.53	62.27	61.53	61.38	-0.54	+0.20	-0.54	+0.20	+0.35
PATIEAN	59.37	61.10	60.46	61.10	60.46	60.33	-1.73	-	-1.73	-	-
KRANDANG	53.44	54.19	54.19	55.47	55.47	54.85	-0.75	-0.75	-2.03	-2.03	-

表 4.5 橋梁関連工事

<u>Jerowan area</u>	<u>no dyke</u>		<u>protection dyke</u>		
<u>Short cut</u>	<u>none</u>	<u>Part 1,2</u>	<u>none</u>	<u>Part 1,2</u>	<u>Part 1-5</u>
<u>Alternative</u>	<u>I - 1</u>	<u>I - 2</u>	<u>II - 1</u>	<u>II - 2</u>	<u>II - 3</u>
MADIGONDO BR.	†1.41	†1.41	† 1.41	†1.41	†1.34
GANDONG BR.	†2.11	†2.10	† 2.11	†2.10	†1.99
SLAJEN BR.	x	x	x	x	x
MANGU HARDJO BR.	x	0	x	0	0
WINONGO BR.	x	0	x	0	0
PATIHAN BR.	x	new	x	new	new
KRANDANG BR.	x	x	x	x	new

Notes	↑ *.* ; heightening work (*.* m or more)
	x ; relocation work near the existing bridge
	O ; no work
	new ; new bridge across the short cut portion (no work for the existing bridge)

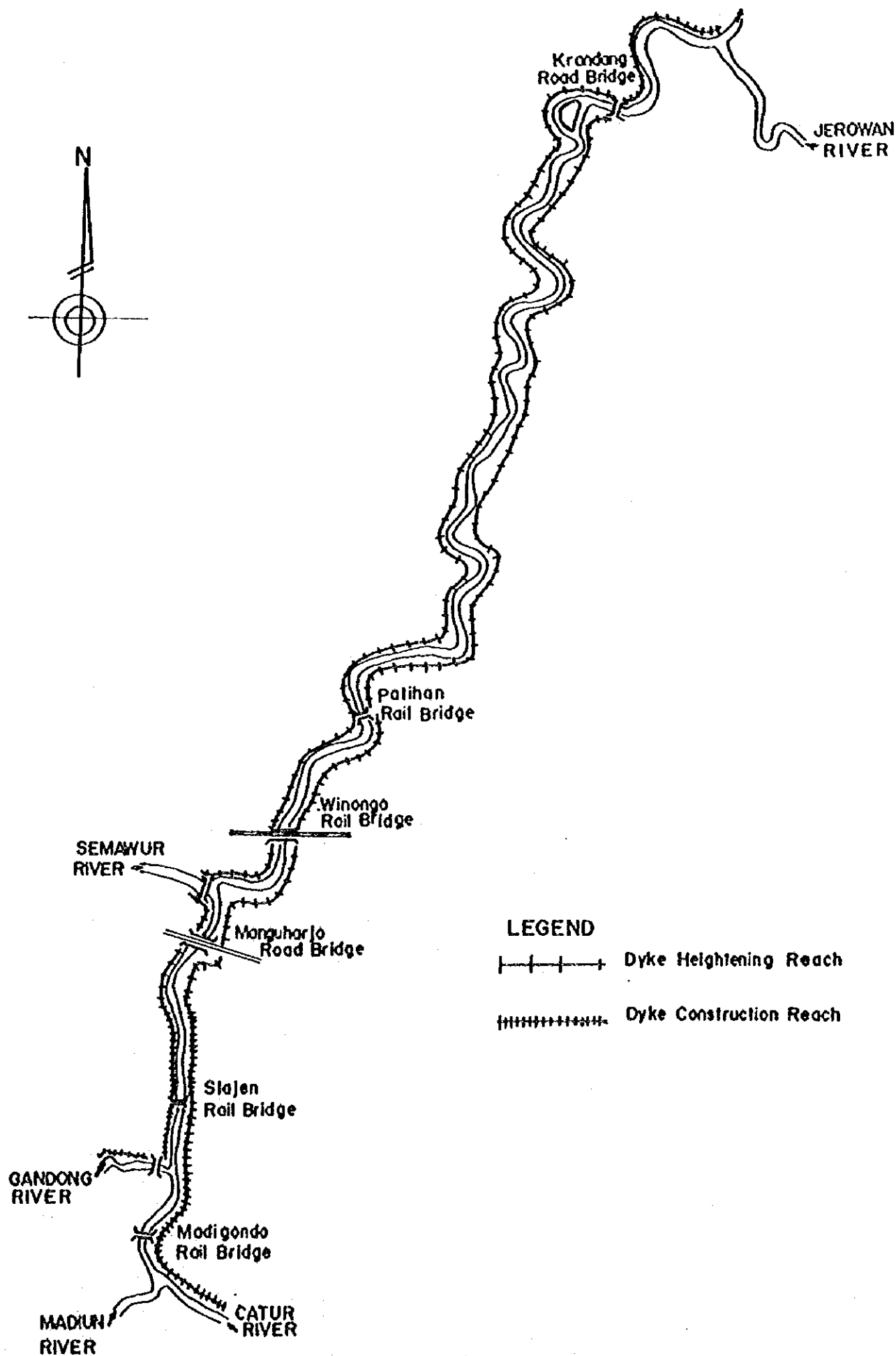


图 4.1.1 代替案 1-1

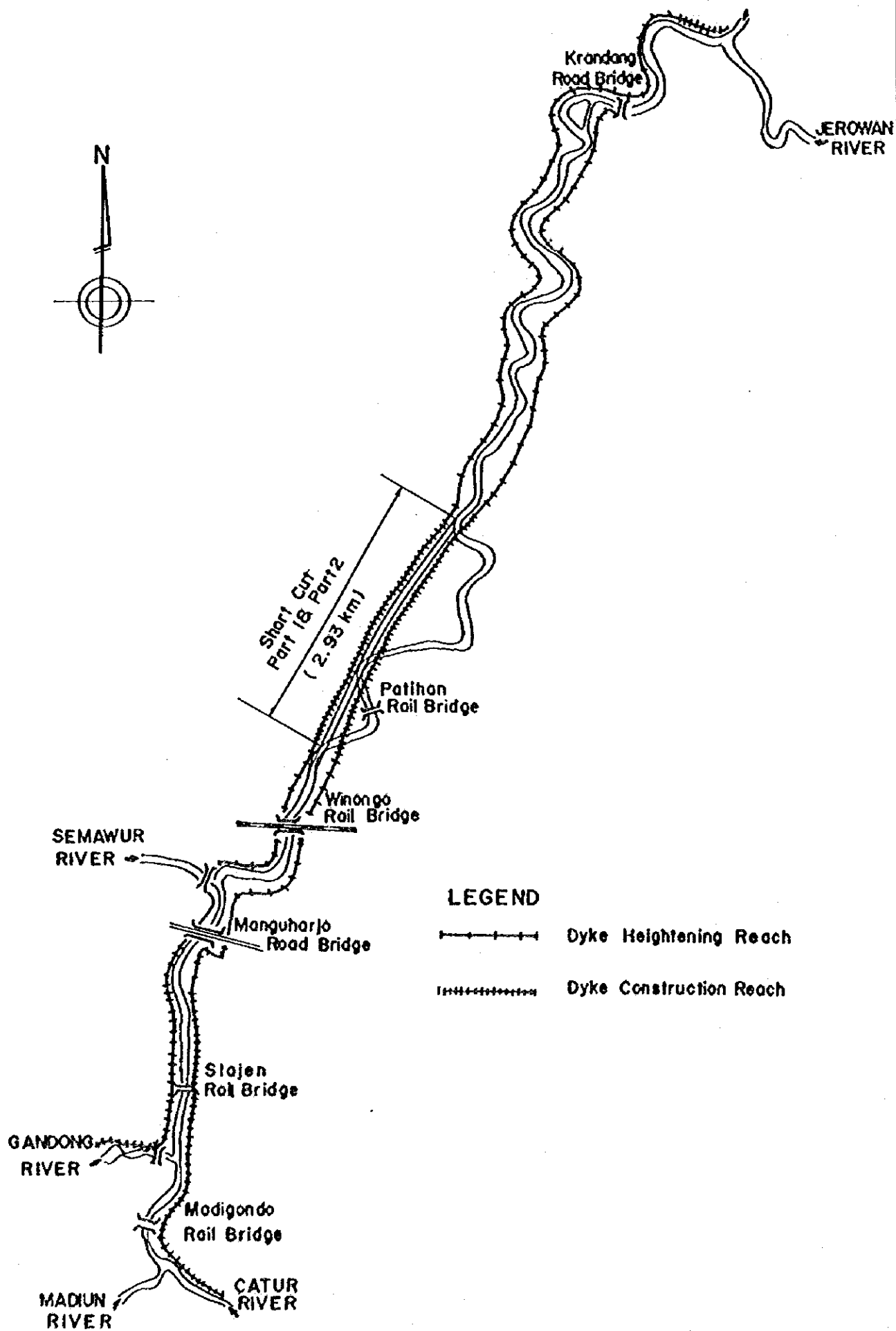


图 4.1.2 代替案 1-2

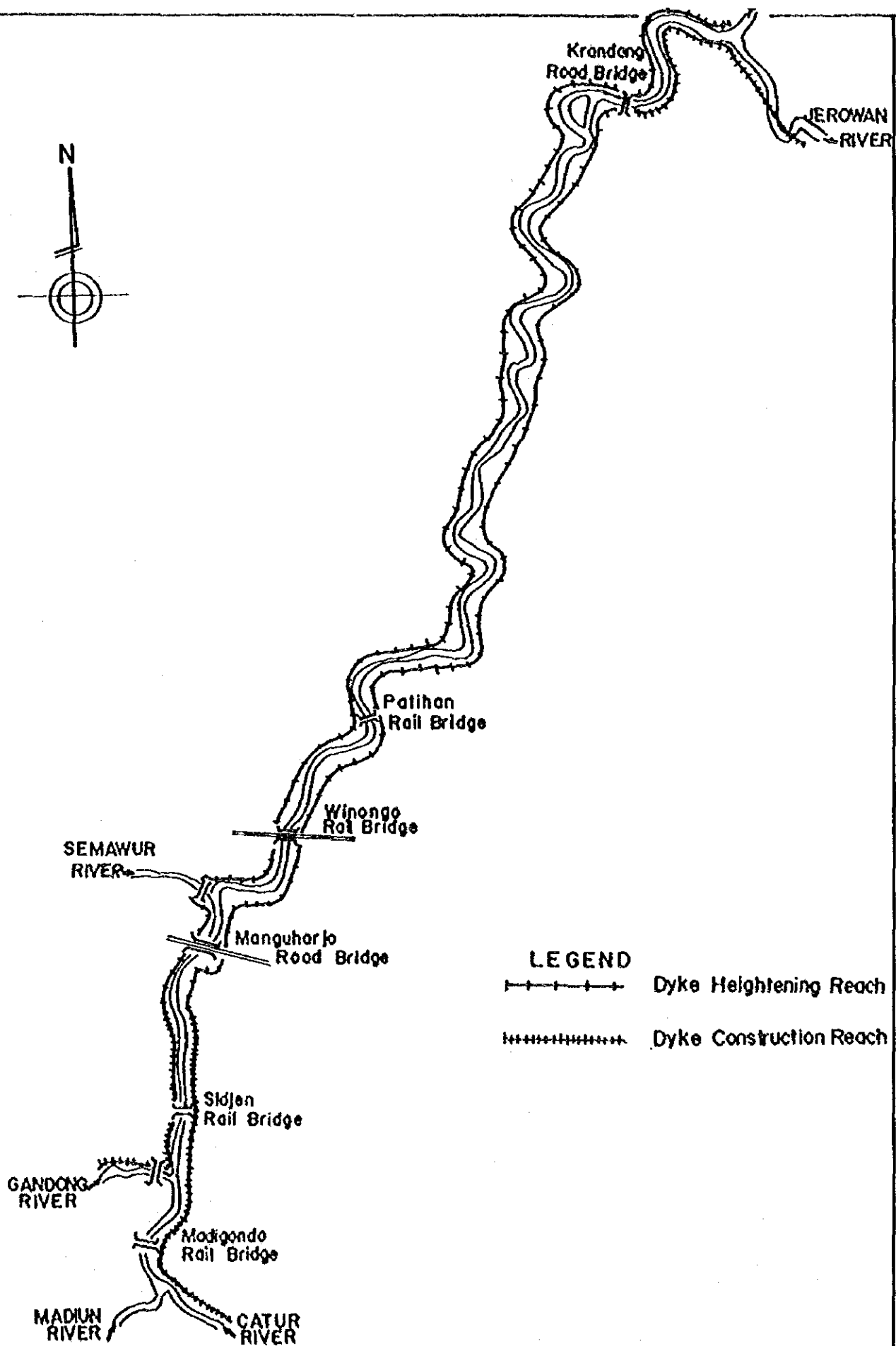


图 4.1.3 代替案 II-1

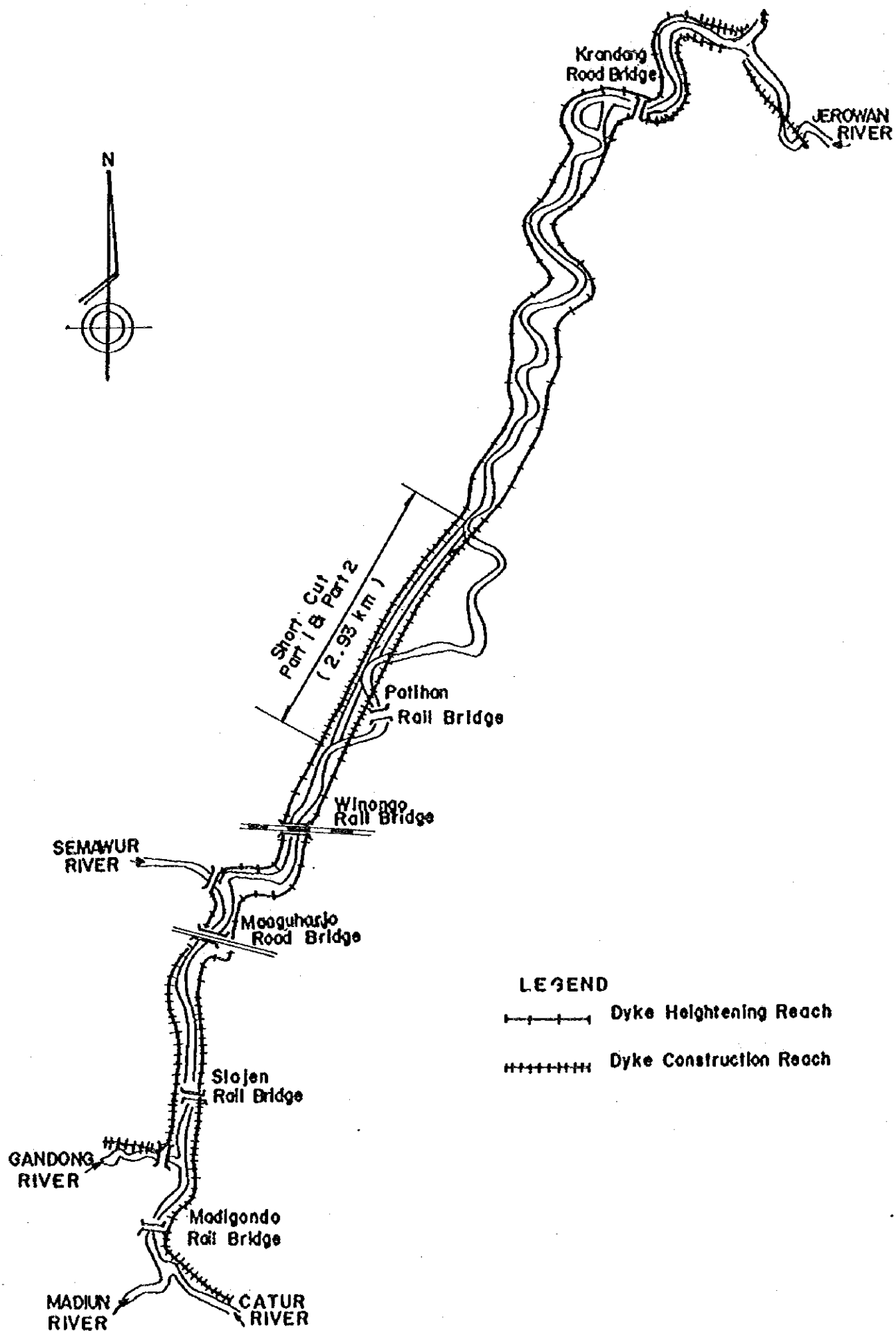


图 4.1.4 代替案 II - 2

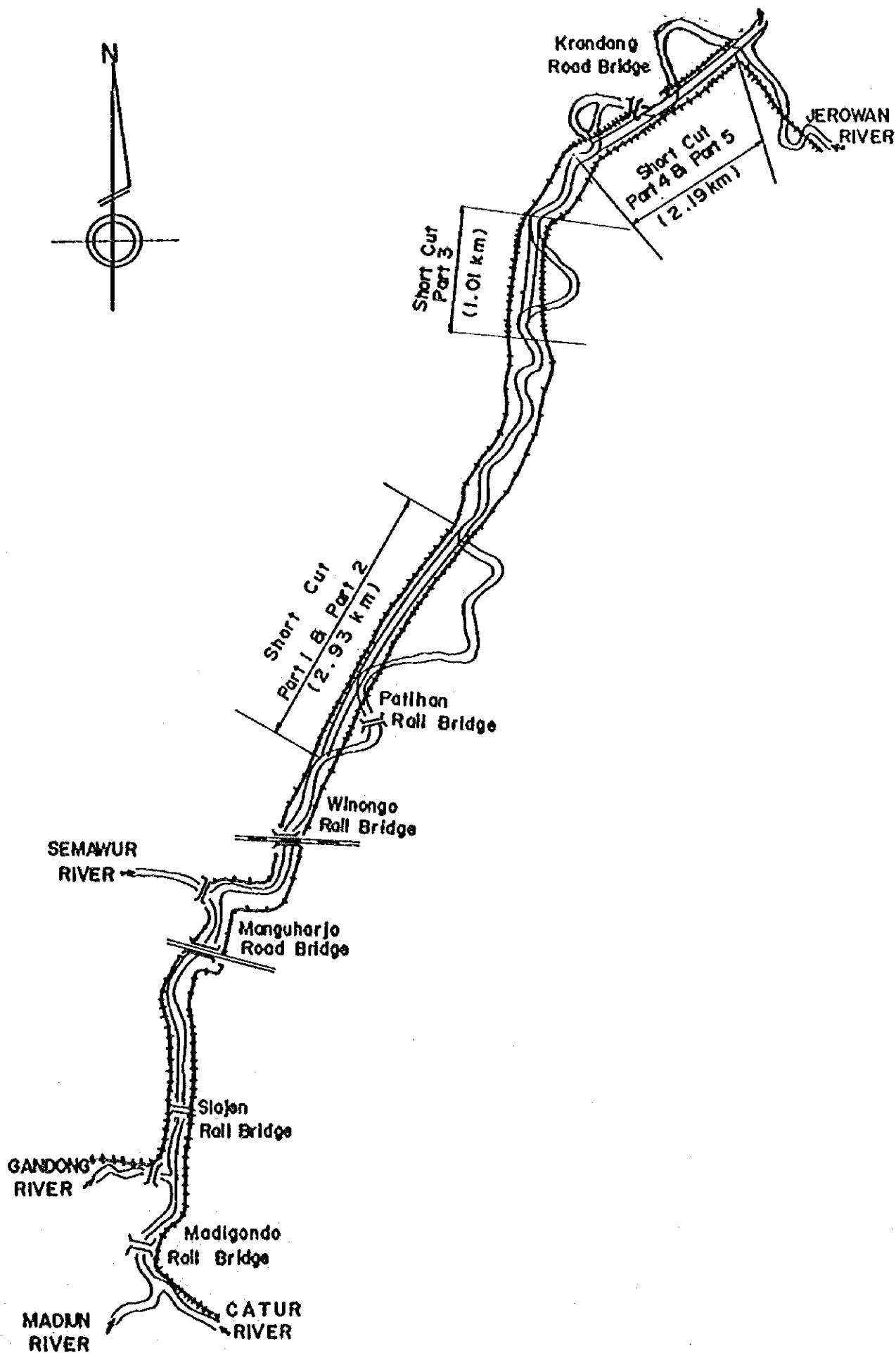
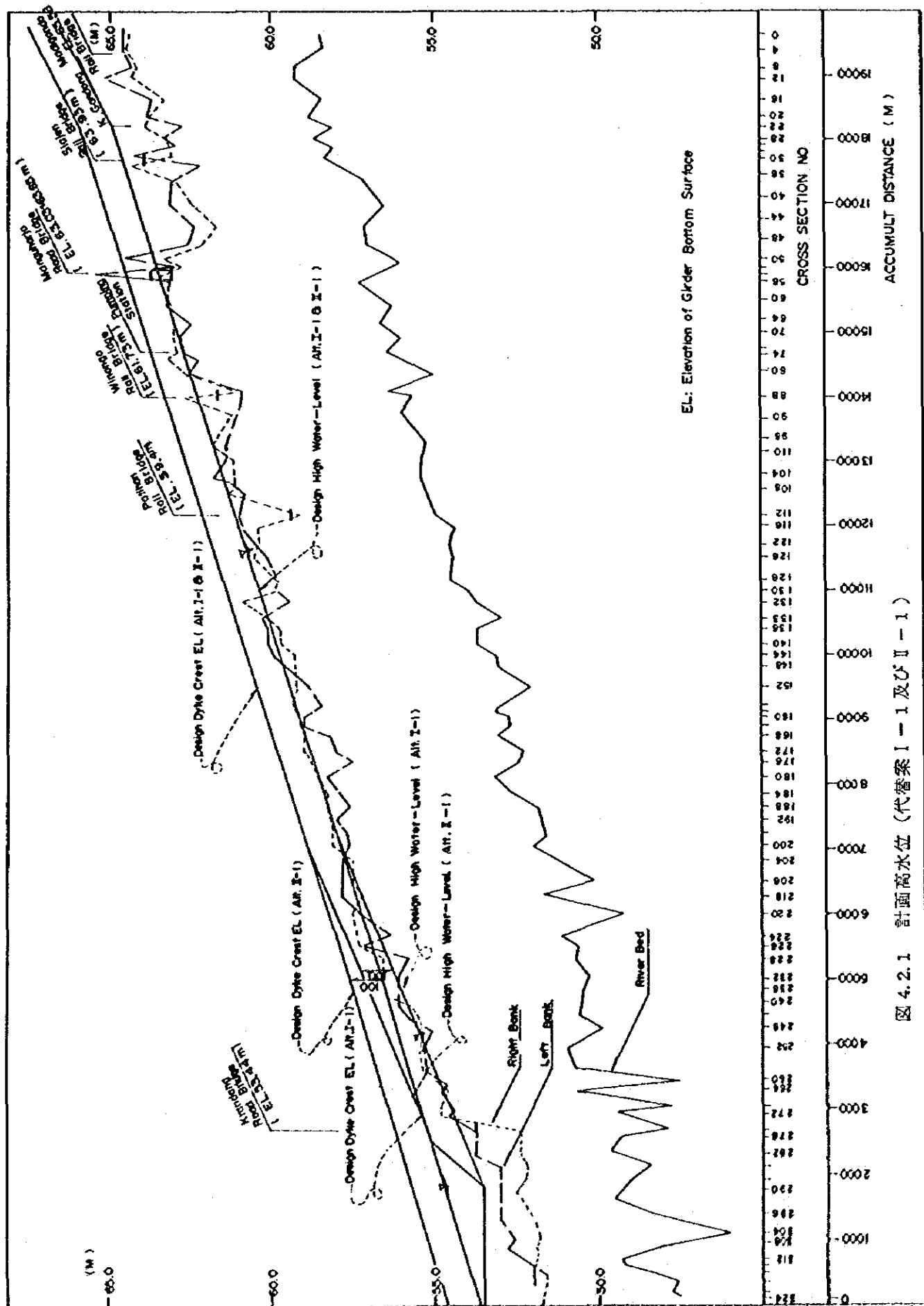


图 4.1.5 代替案 II - 3



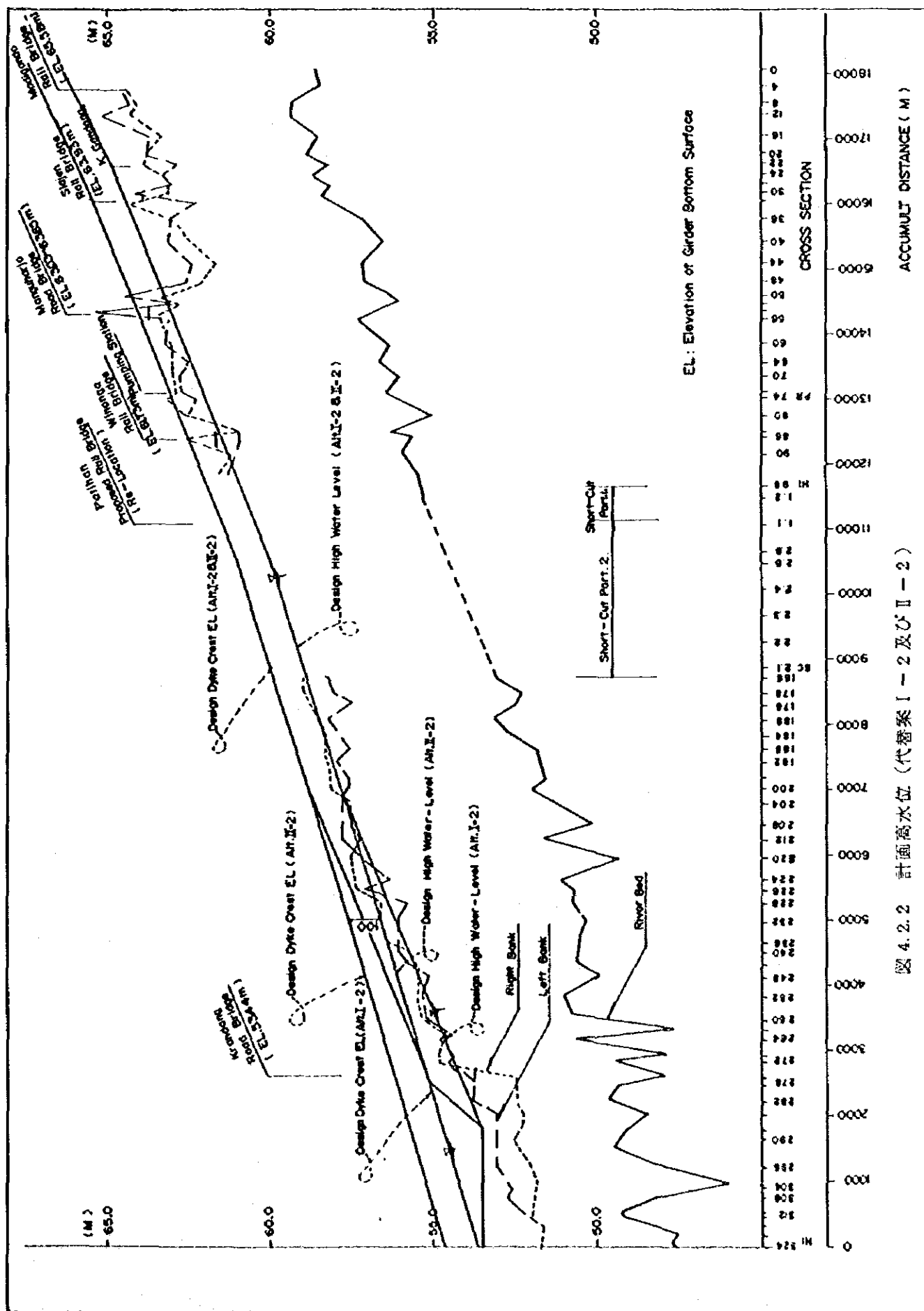


図 4.2.2 計画高水位 (代替案 I-2 及び II-2)

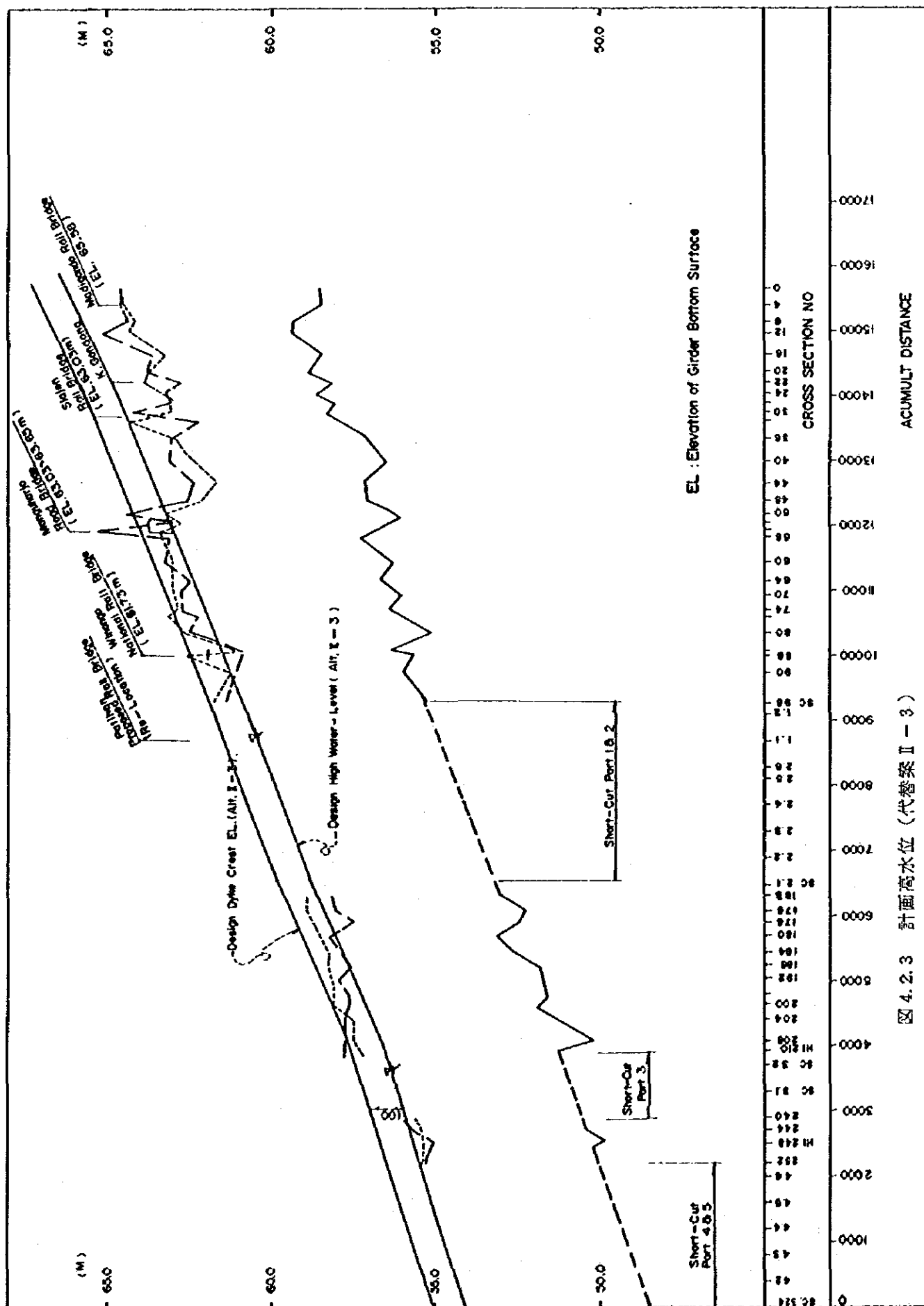


図 4.2.3 計画高水位 (代替案 II - 3)

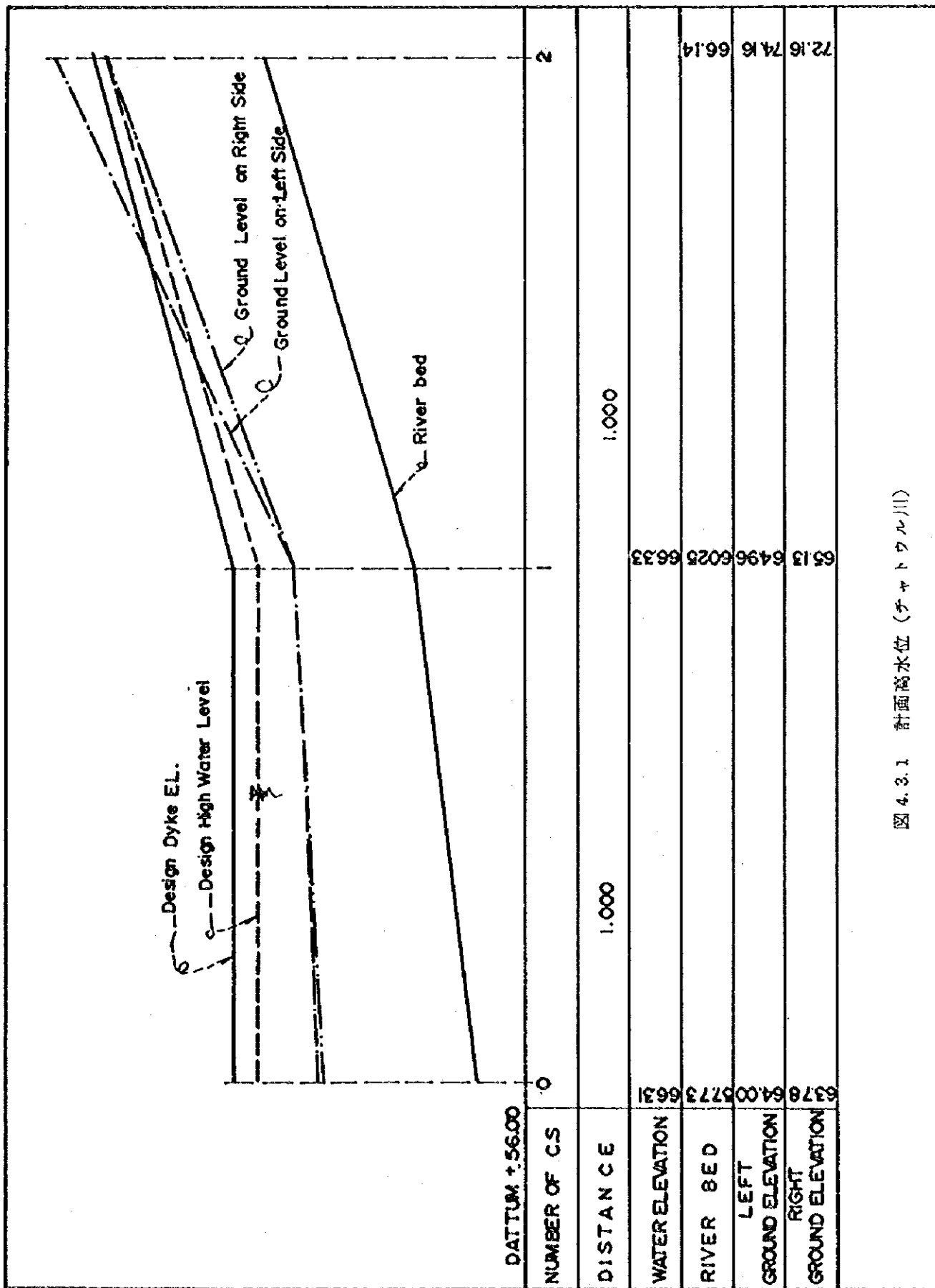


図 4.3.1 計画高水位 (チャトゥル川)

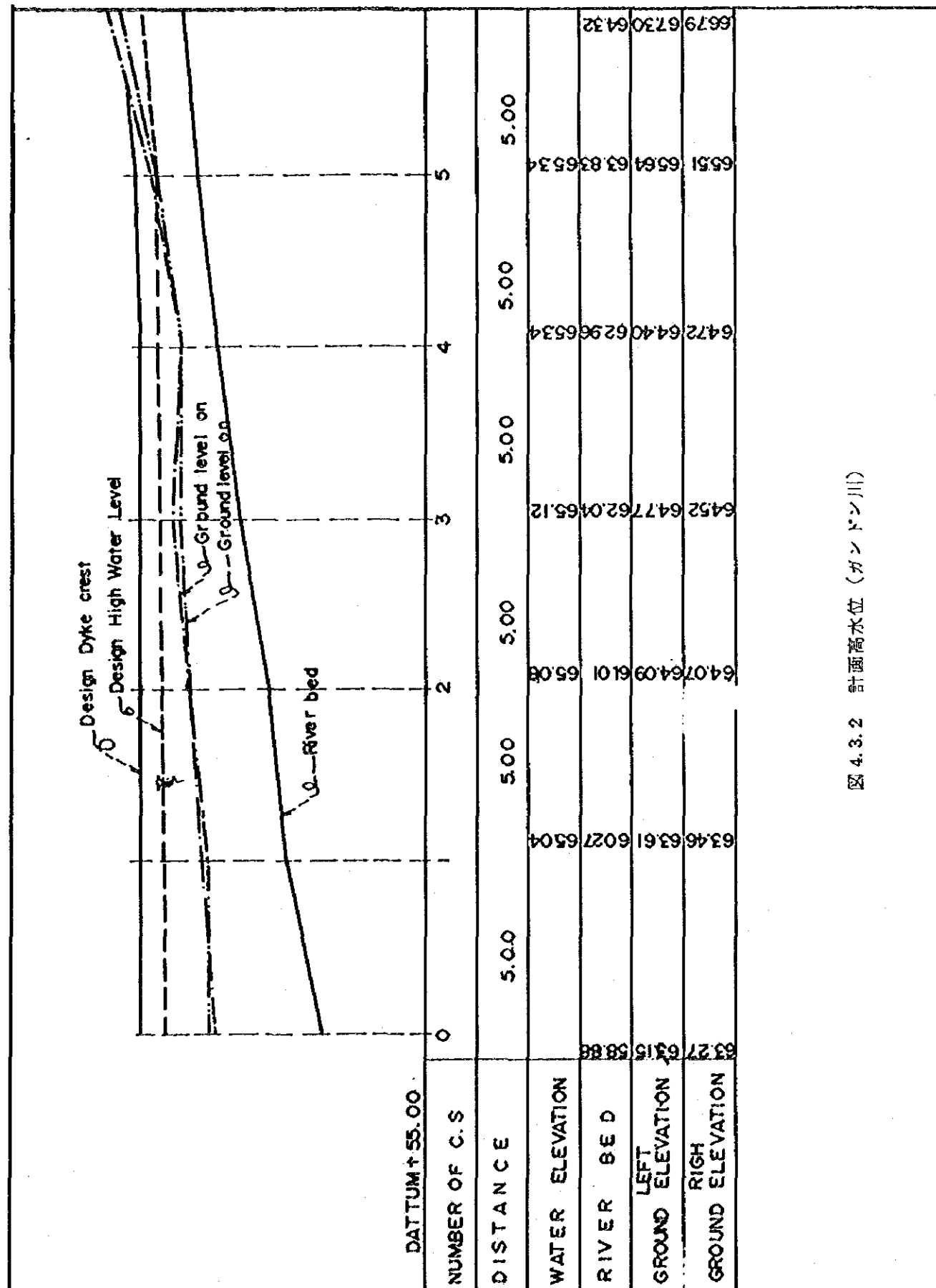


図 4.3.2 計画高水位 (ガンドン川)

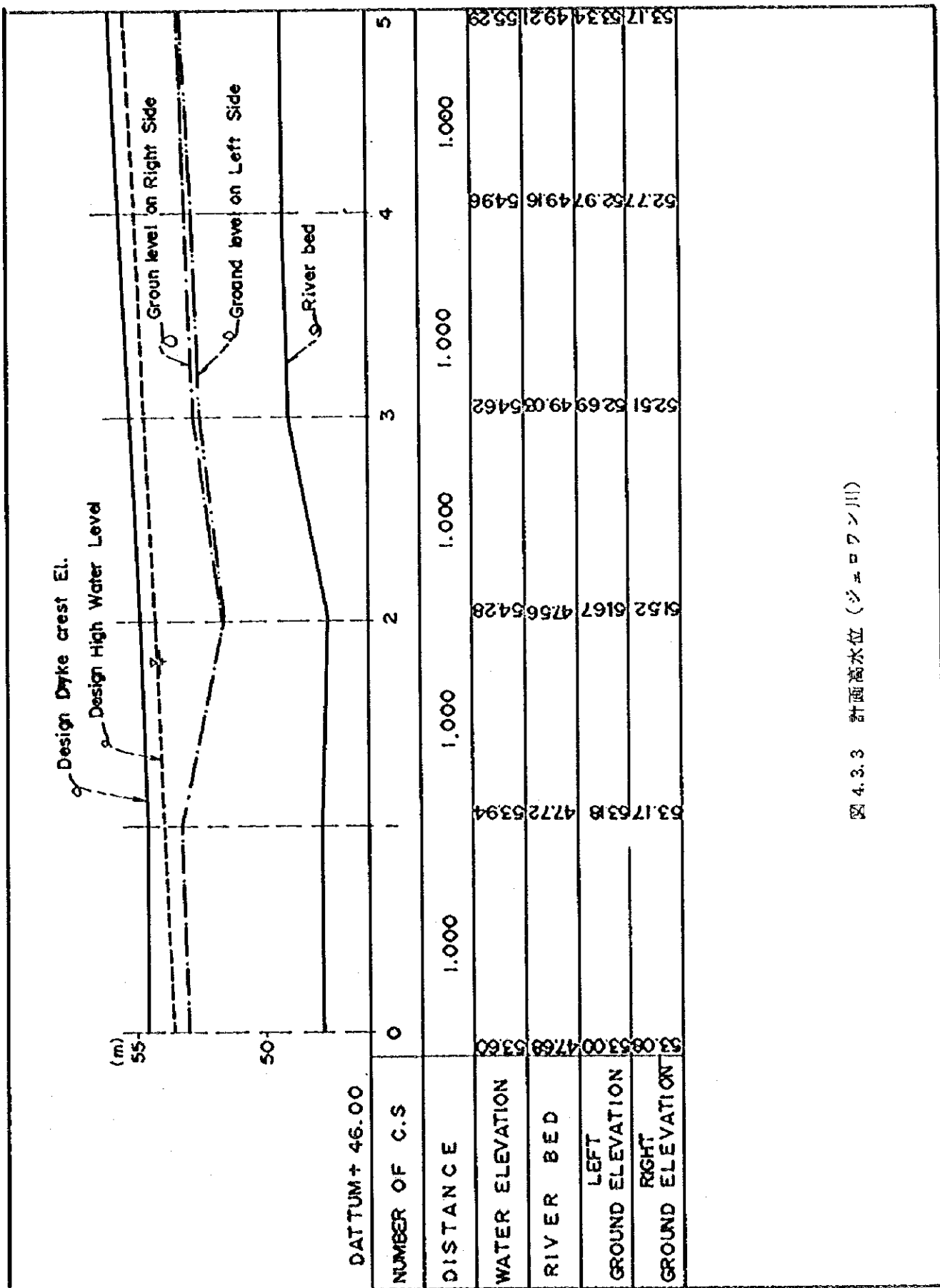


図 4.3.3 計画高水位 (ジュロフン川)

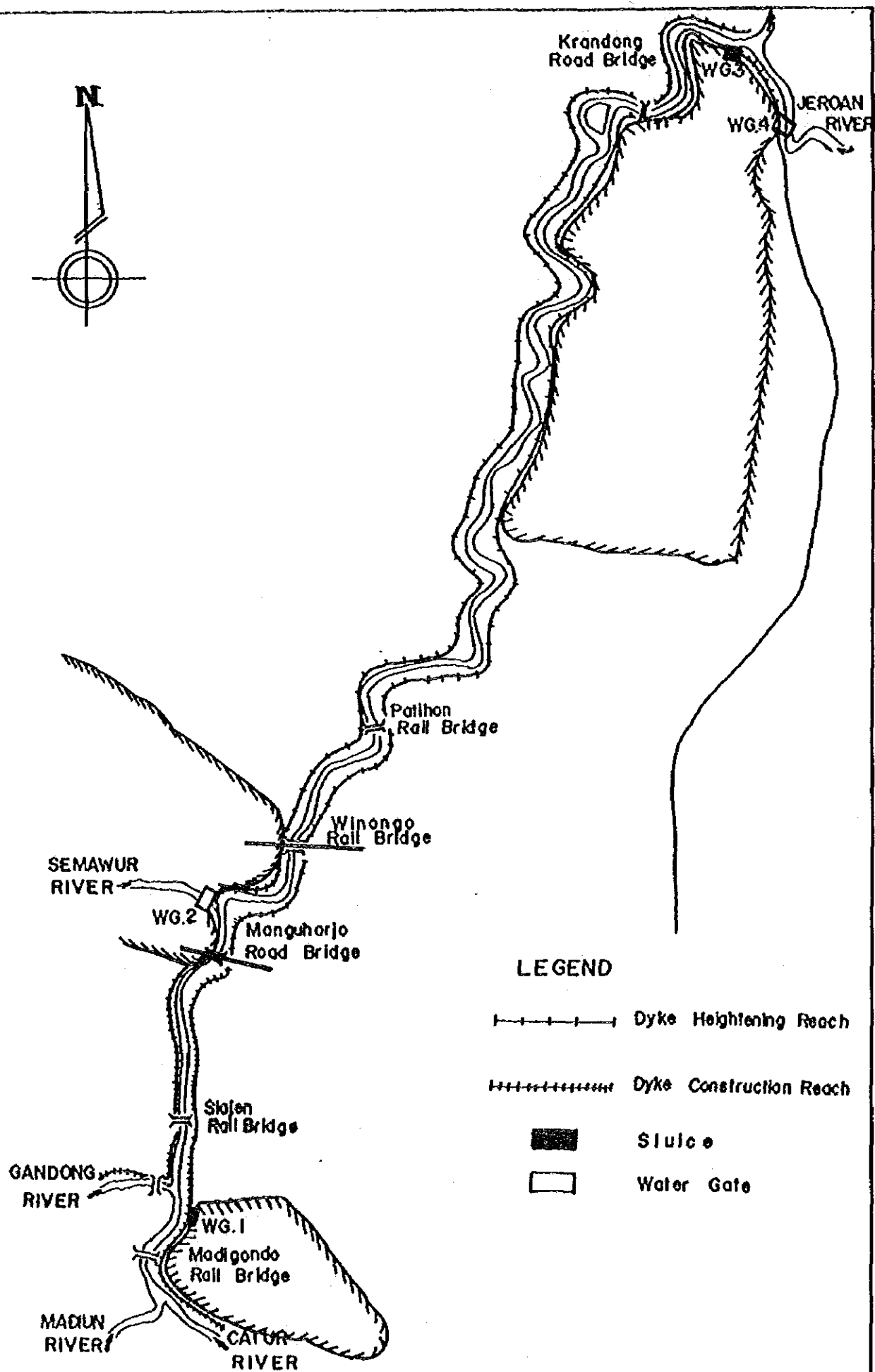


図 4.4 水門位置図

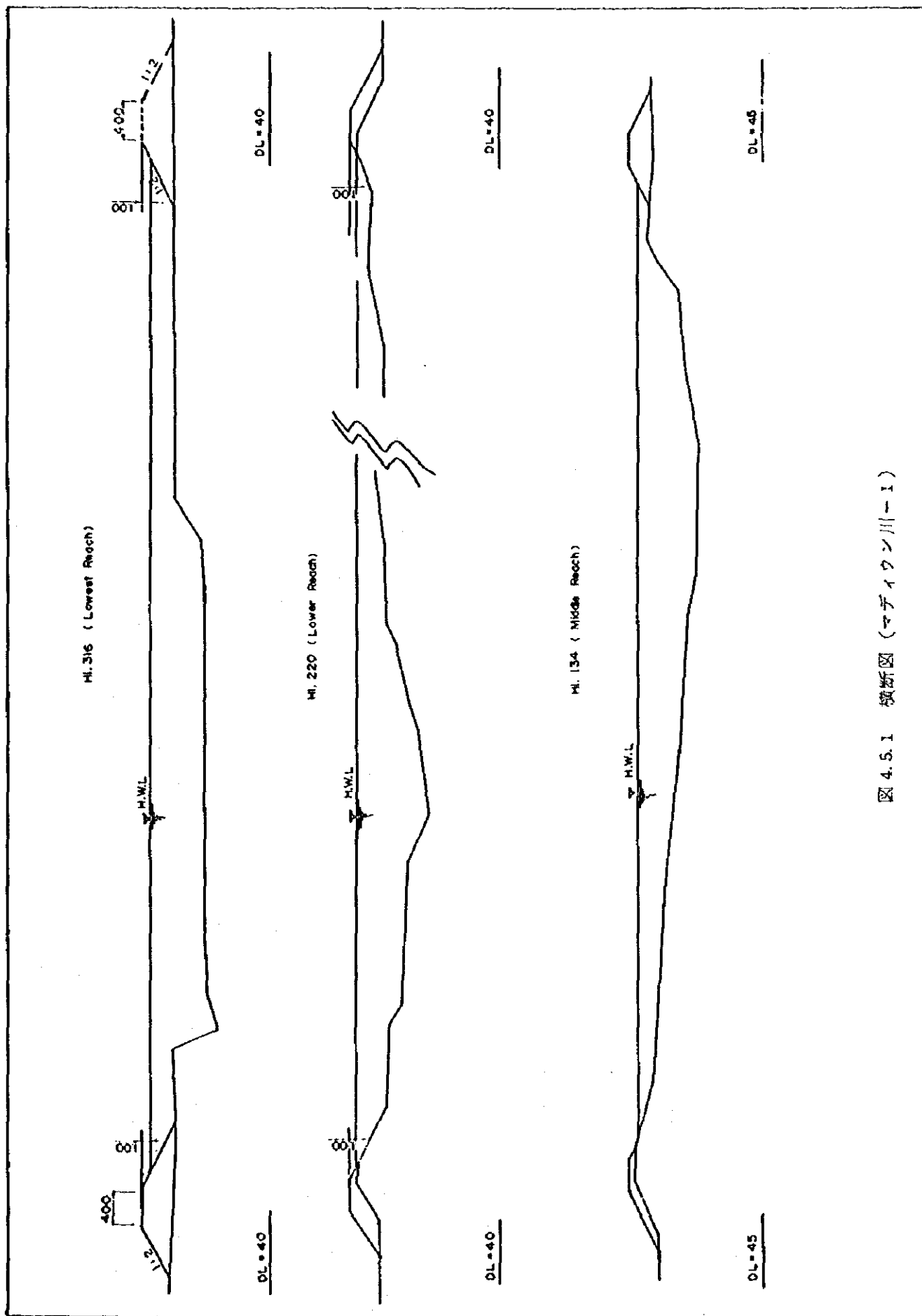


図 4.5.1 横断面 (マディウン川-1)

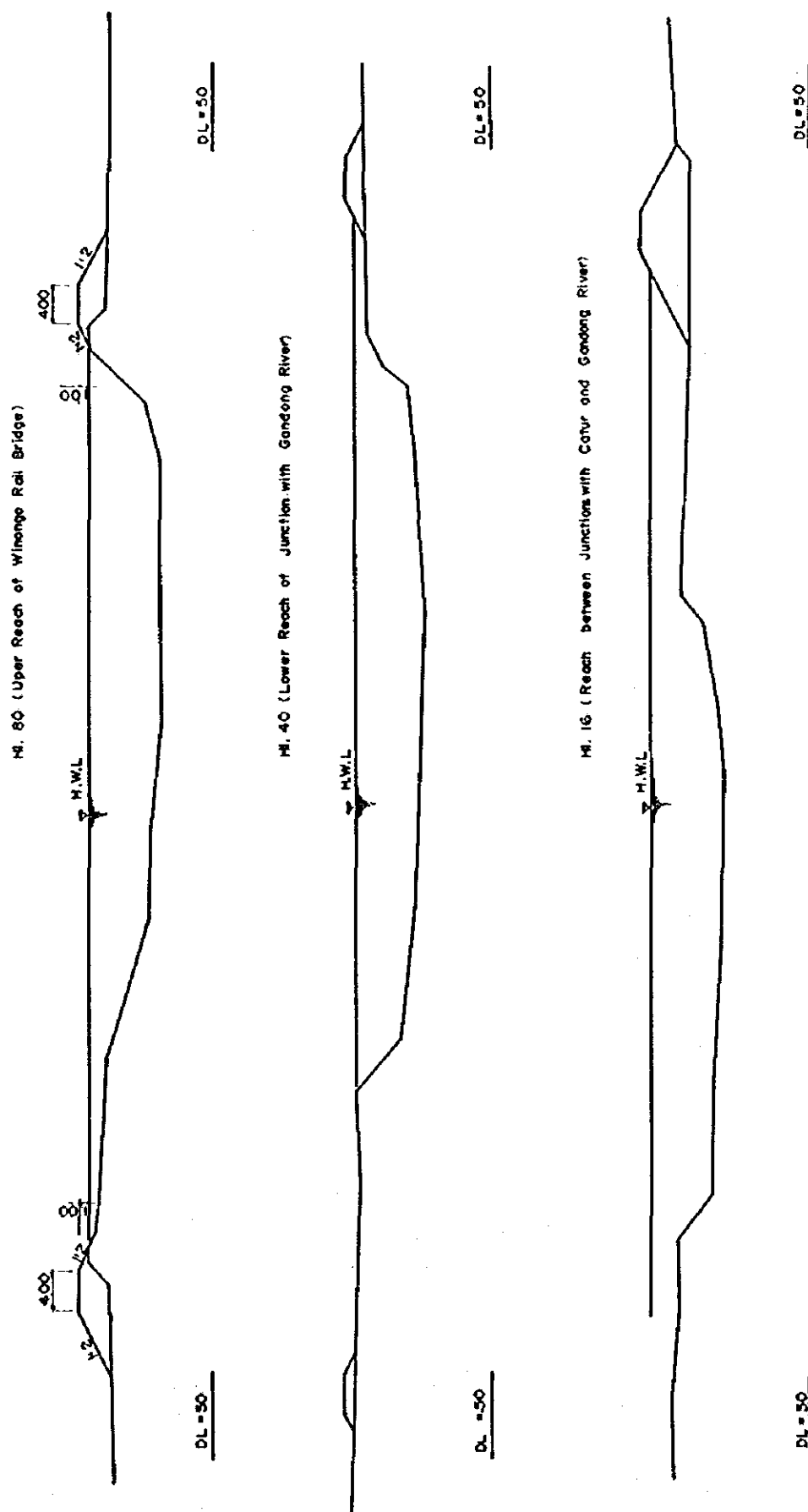


図 4.5.2 横断面 (マデイン川-2)

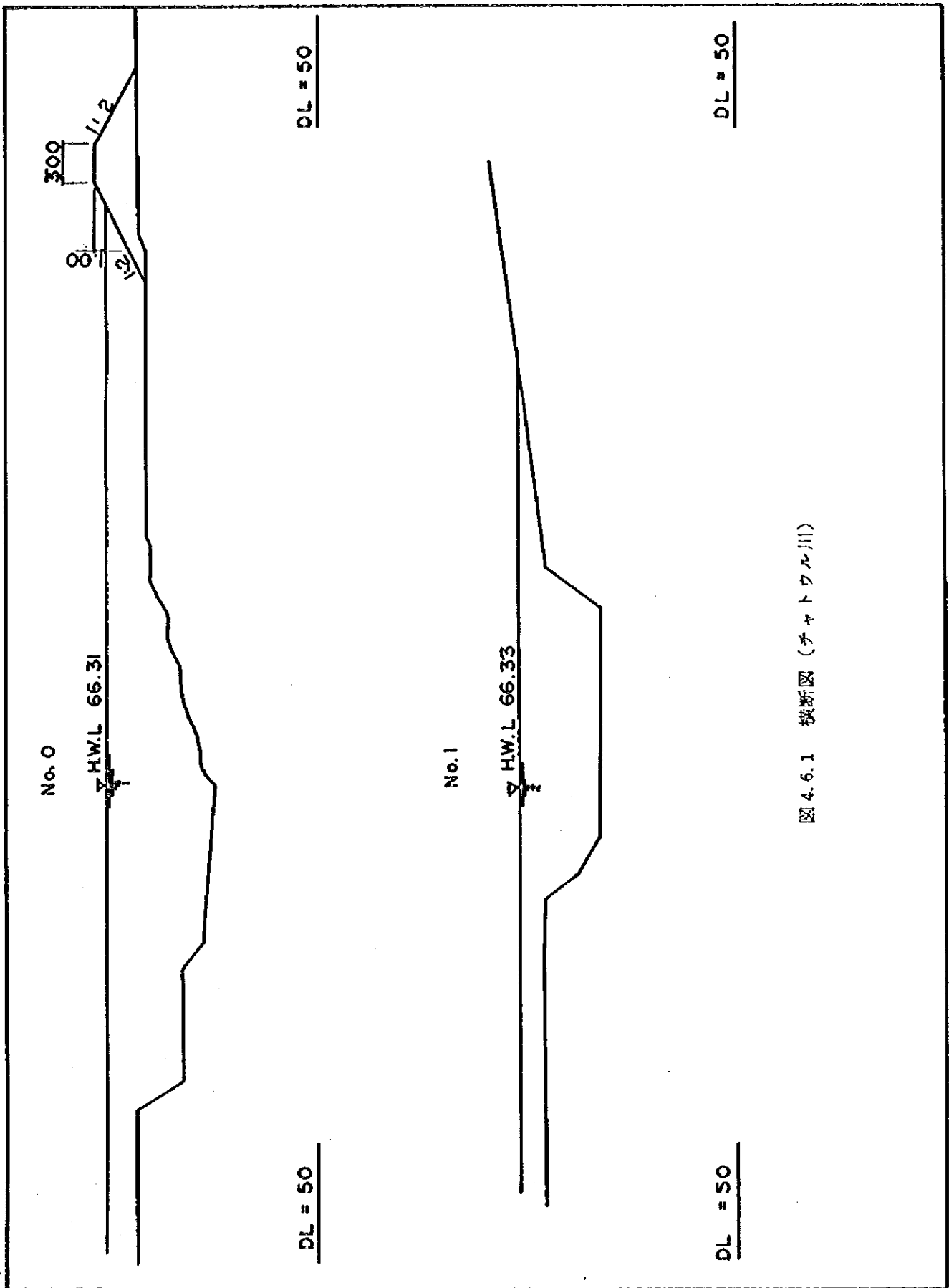


図 4. 6. 1 横断面 (チャトウル川)

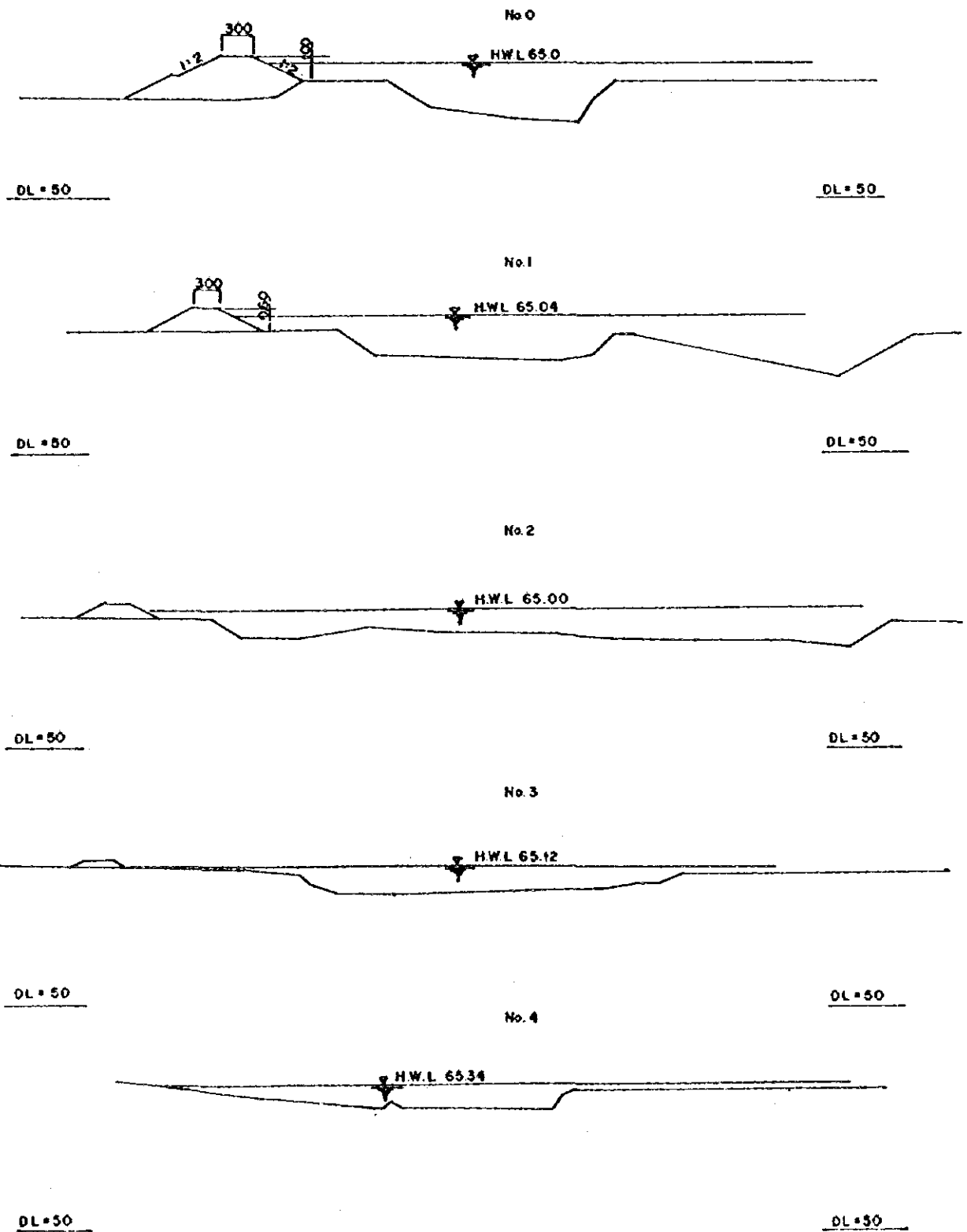


図 4.6.2 横断図 (ガンドン川)

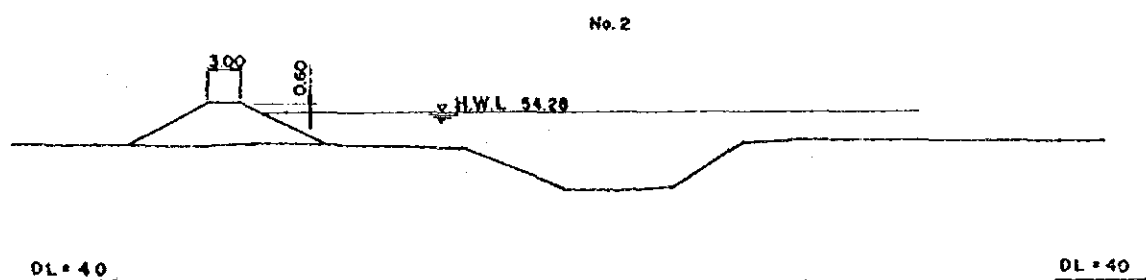
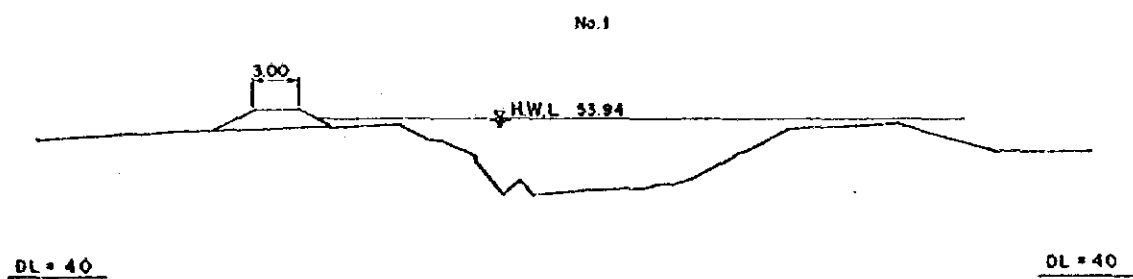
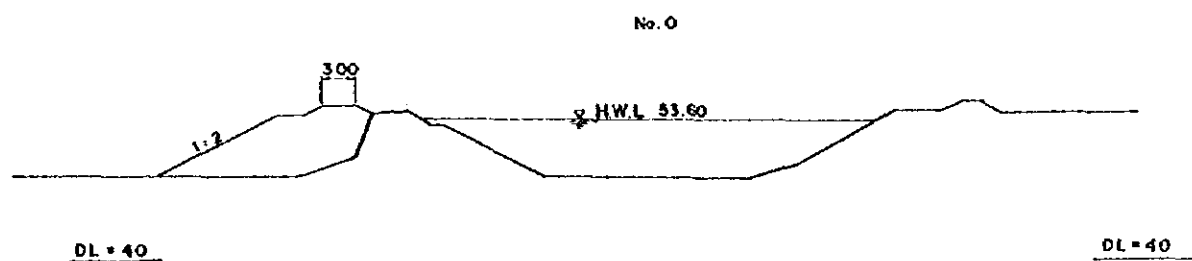


図 4.6.3 横断図 (ジェロワン川-1)

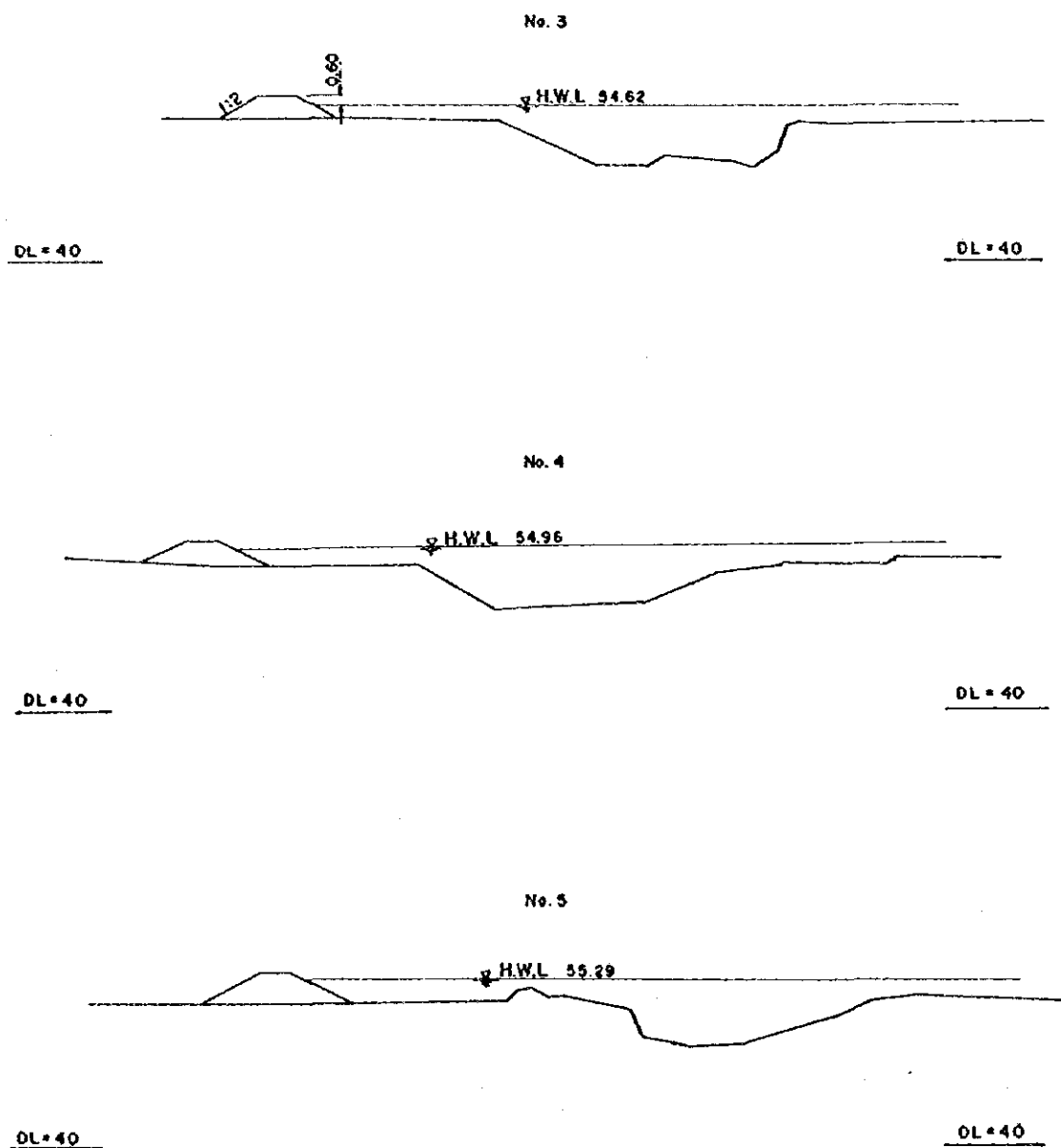
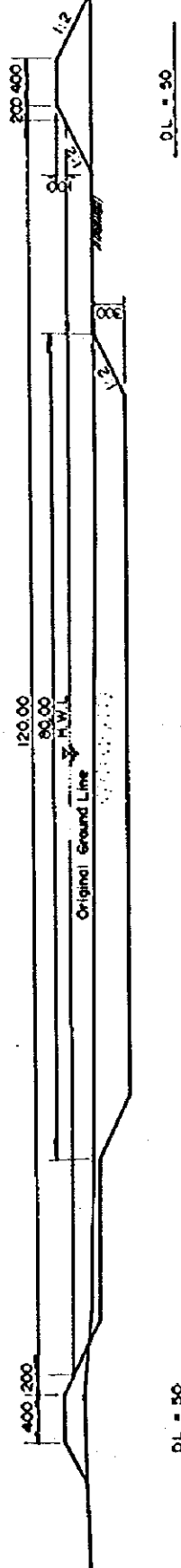
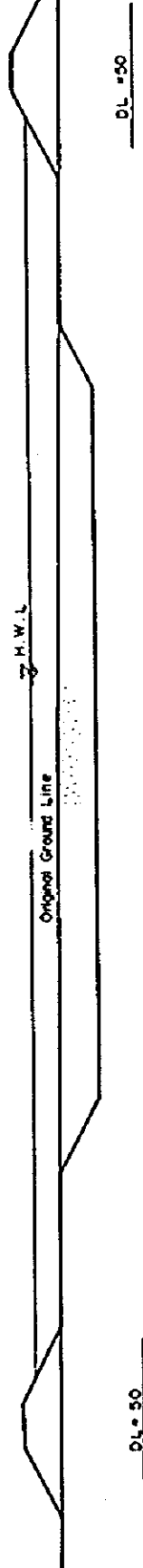


図 4.6.4 横断面図 (ジェロワソ川-2)

SHORT CUT PART. 1



SHORT CUT PART. 2



SHORT CUT PART. 3

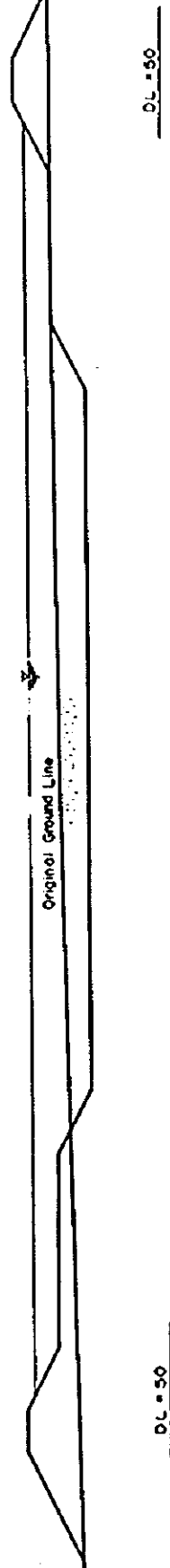


図 4.7.1 横断面 (捷水路-1)

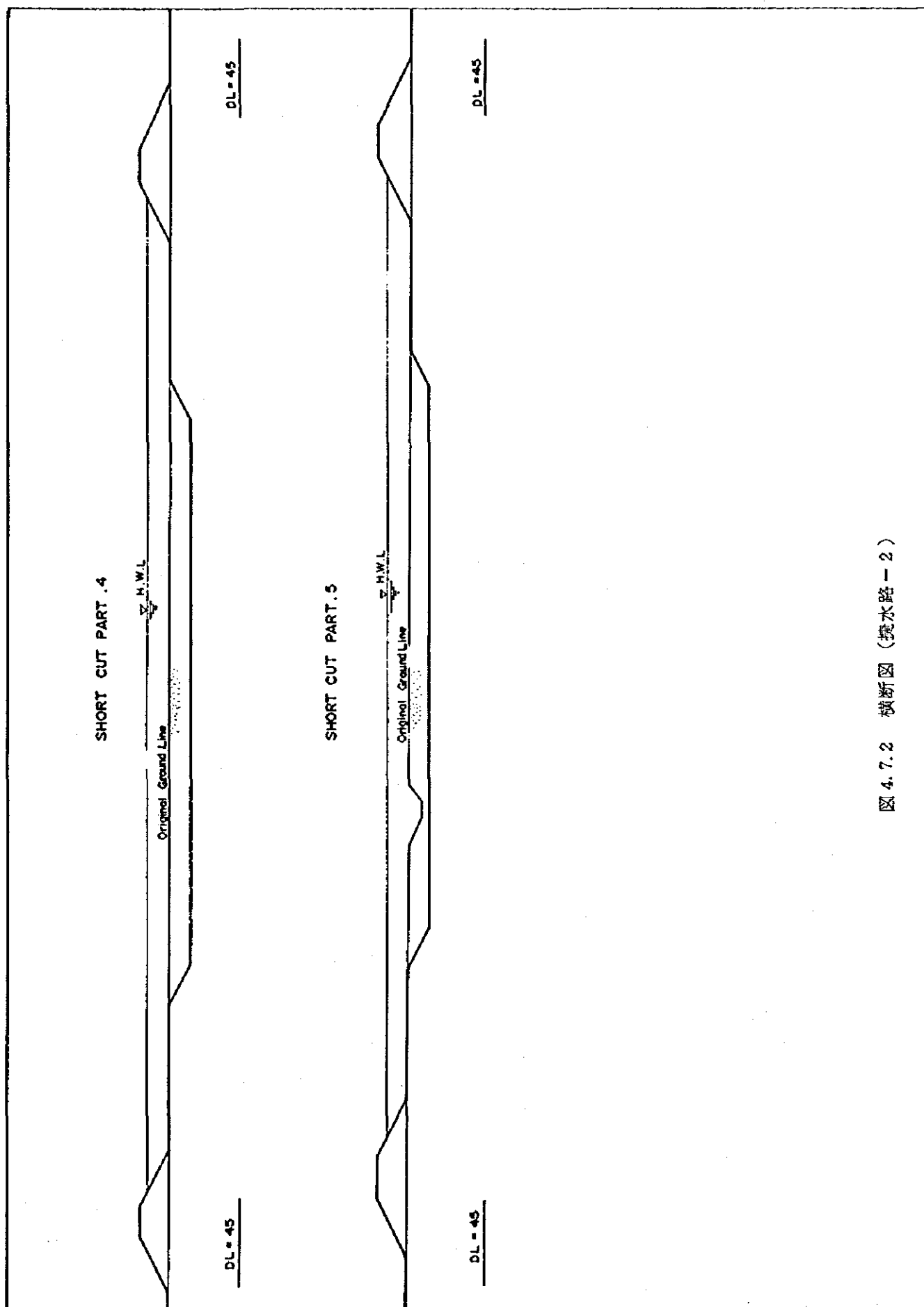


图 4.7.2 横断面 (提水路 - 2)

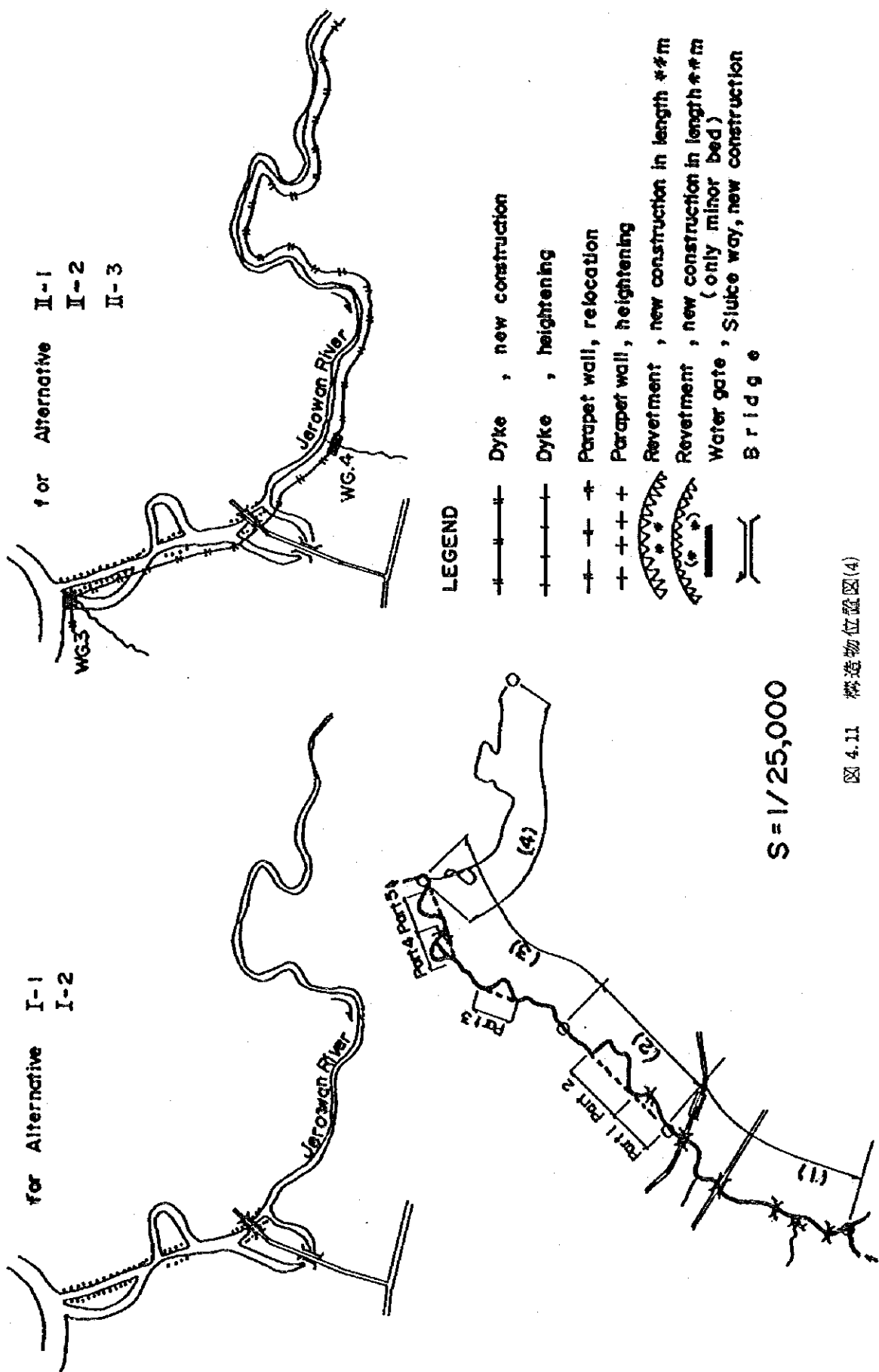


图 4.11 桥造物位置图(4)

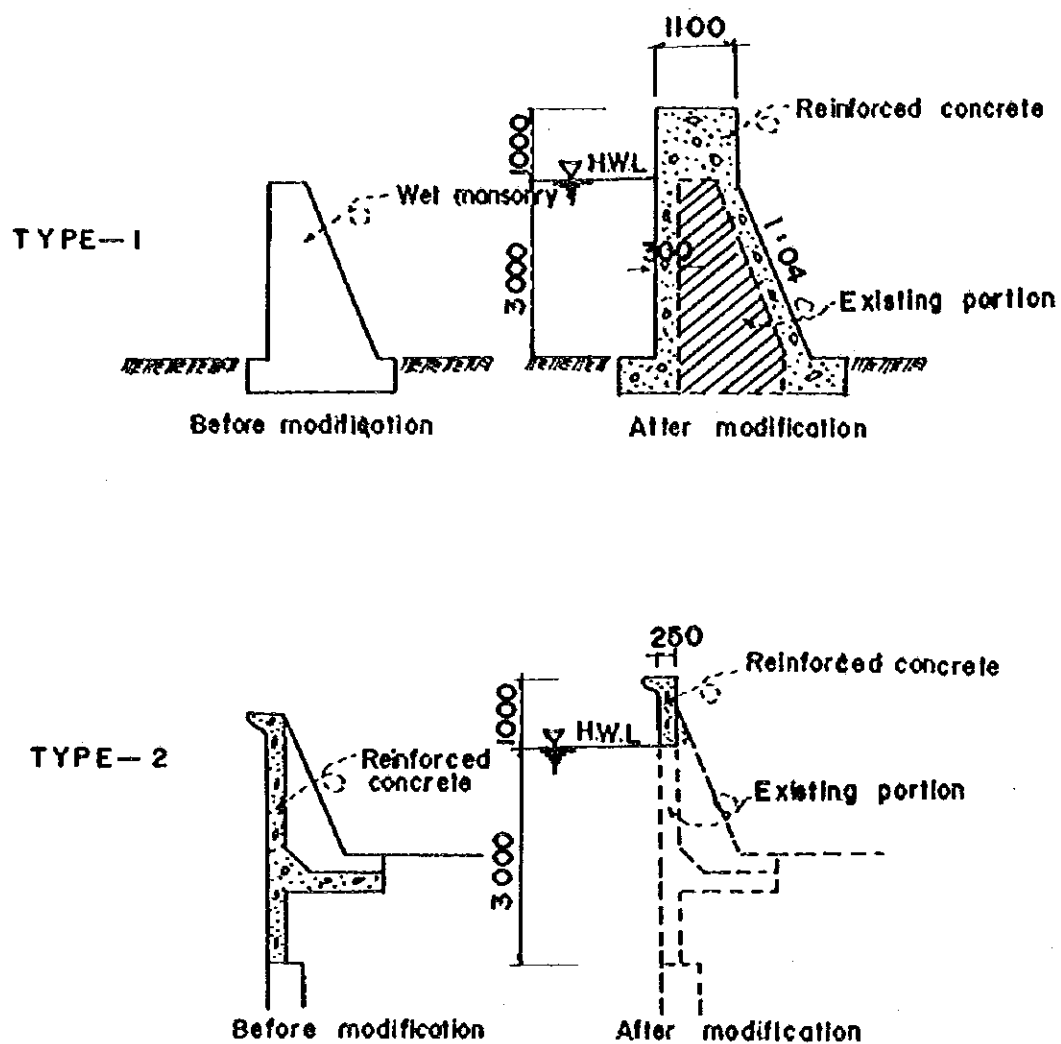
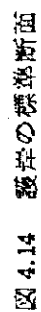


図 4.13 特殊堤の嵩上げ



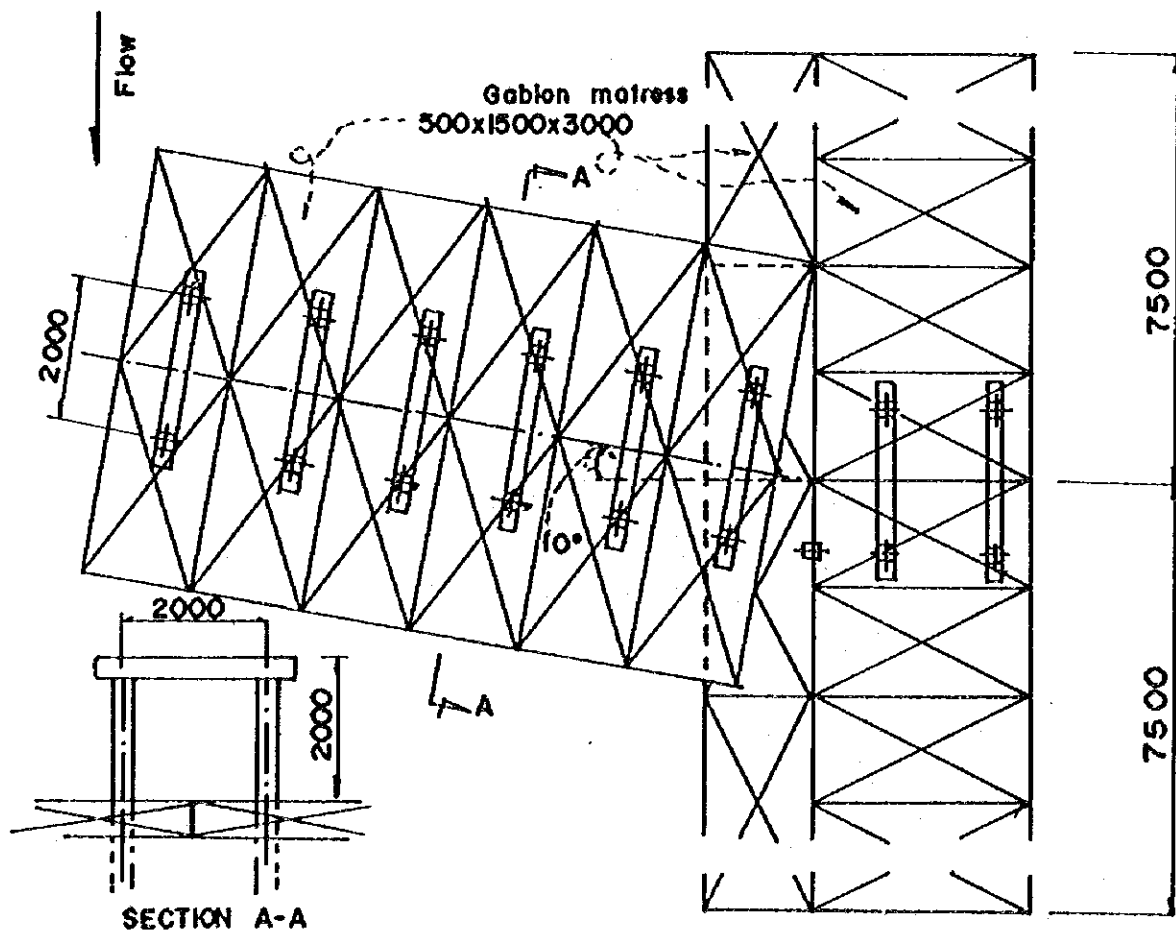
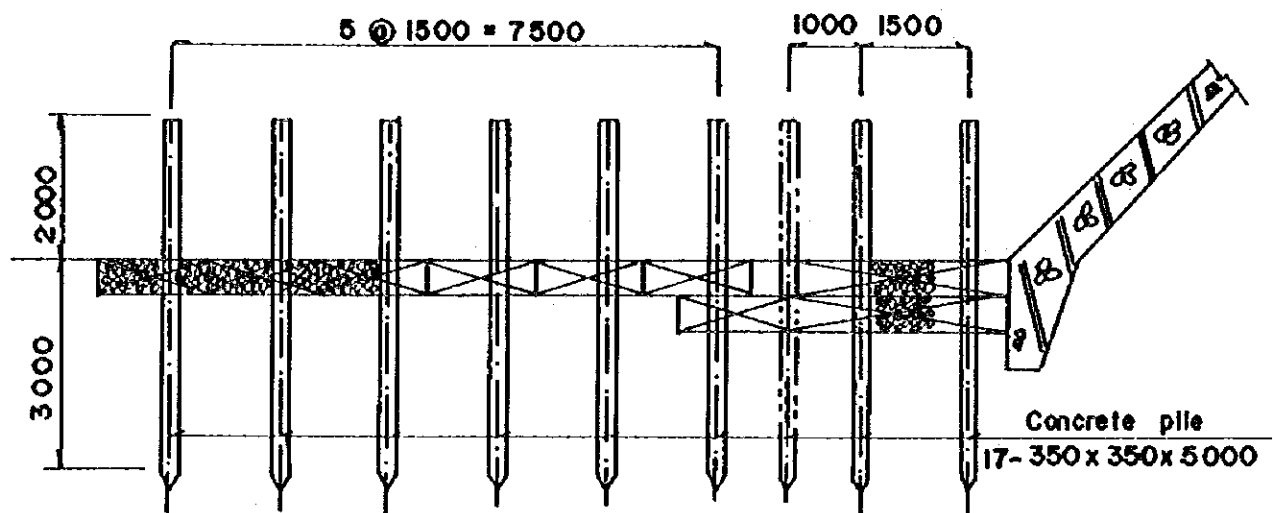


圖 4.15 水 制 工

S=1/100

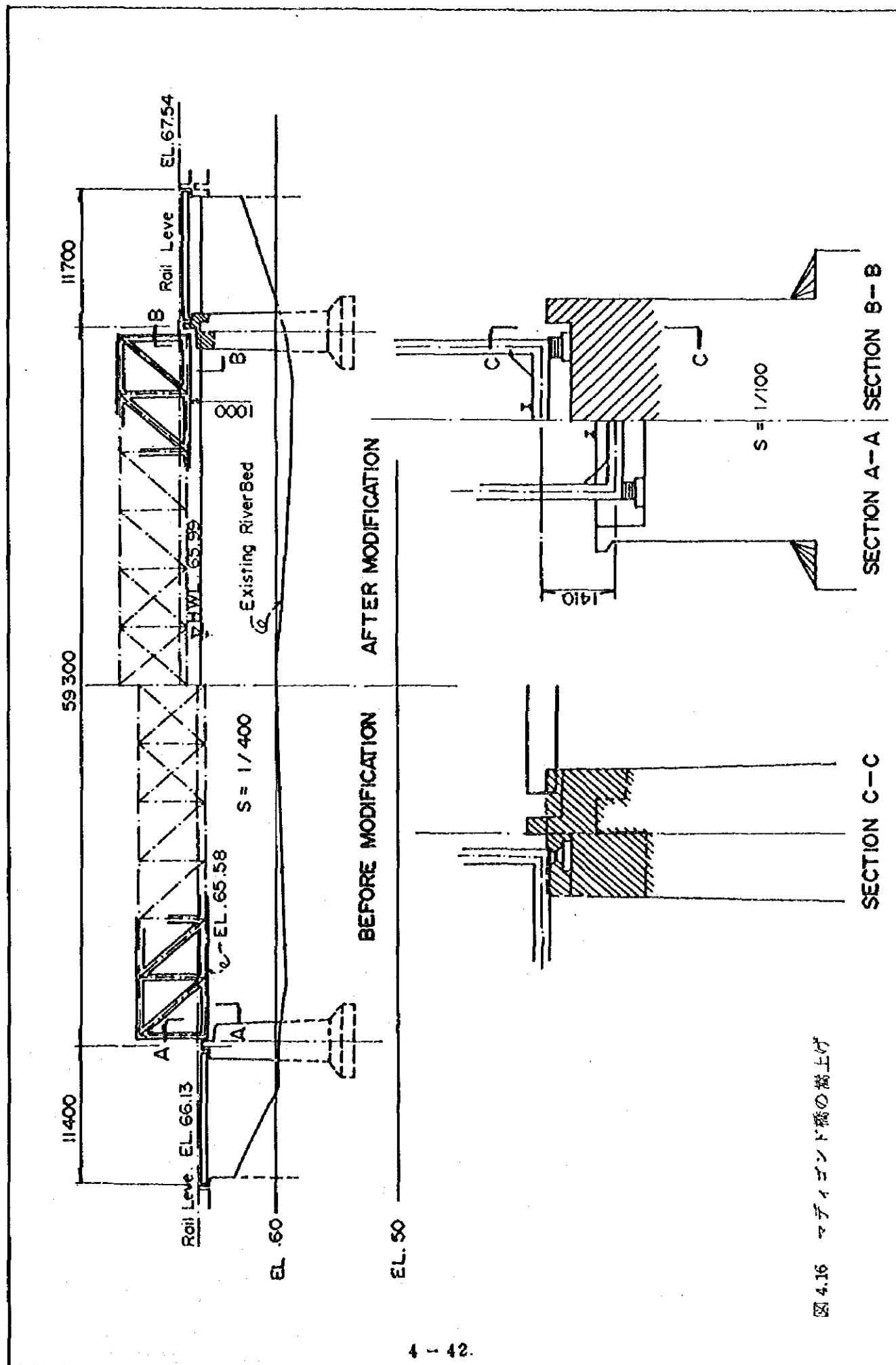


図 4.16 マディゴンド橋の橋上げ

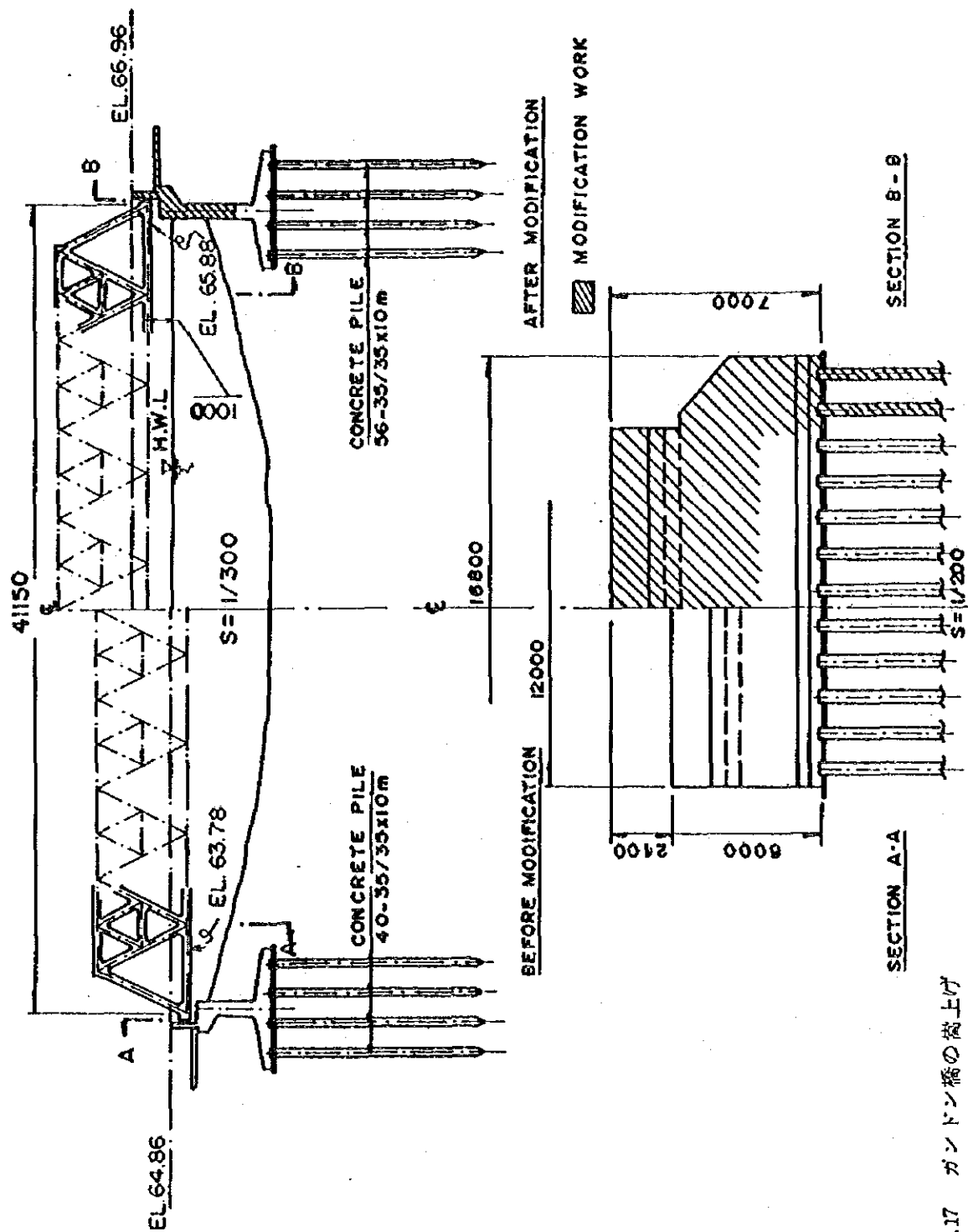


図 4.17 ガン ドン 橋 の 嵩 上 げ

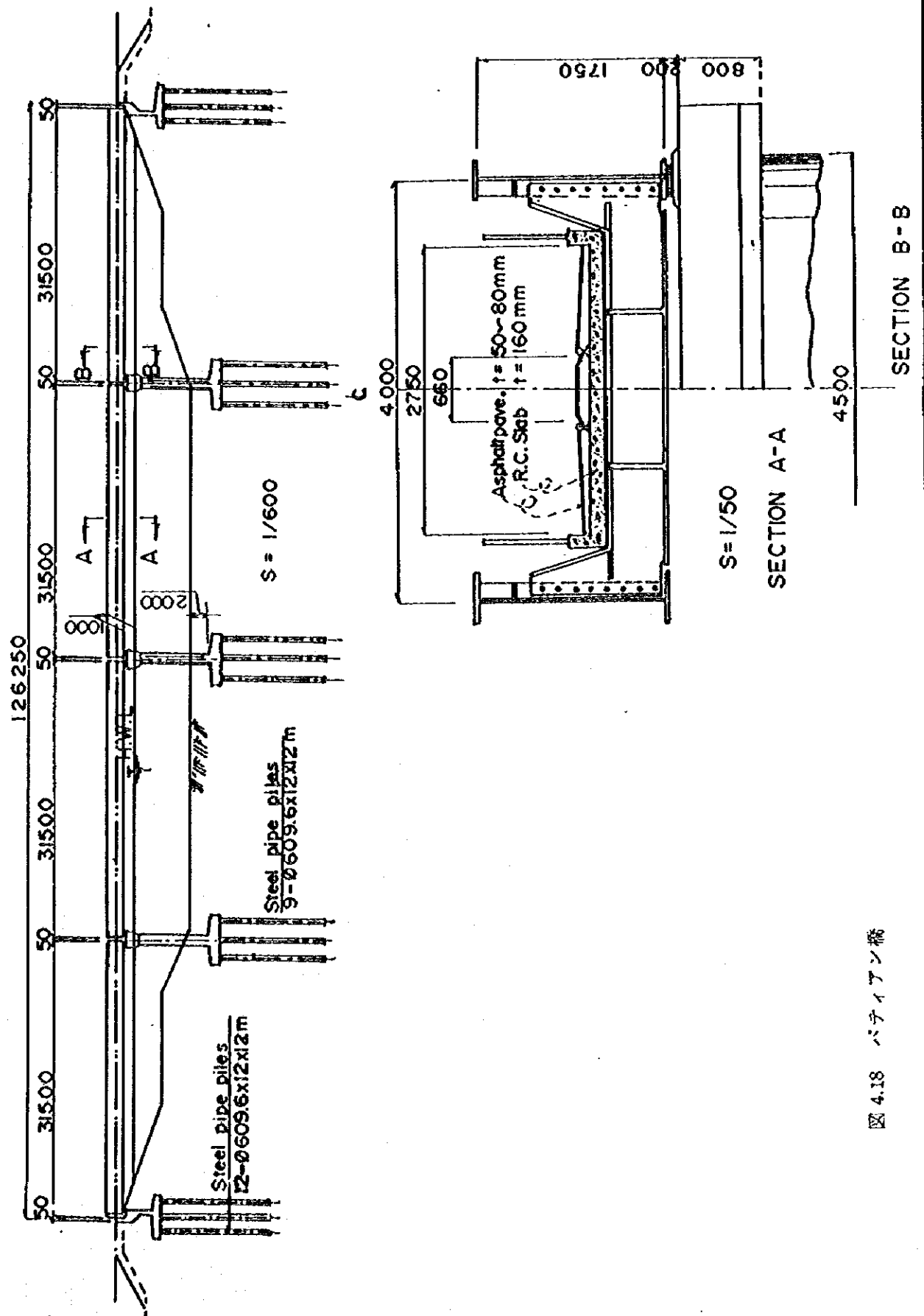
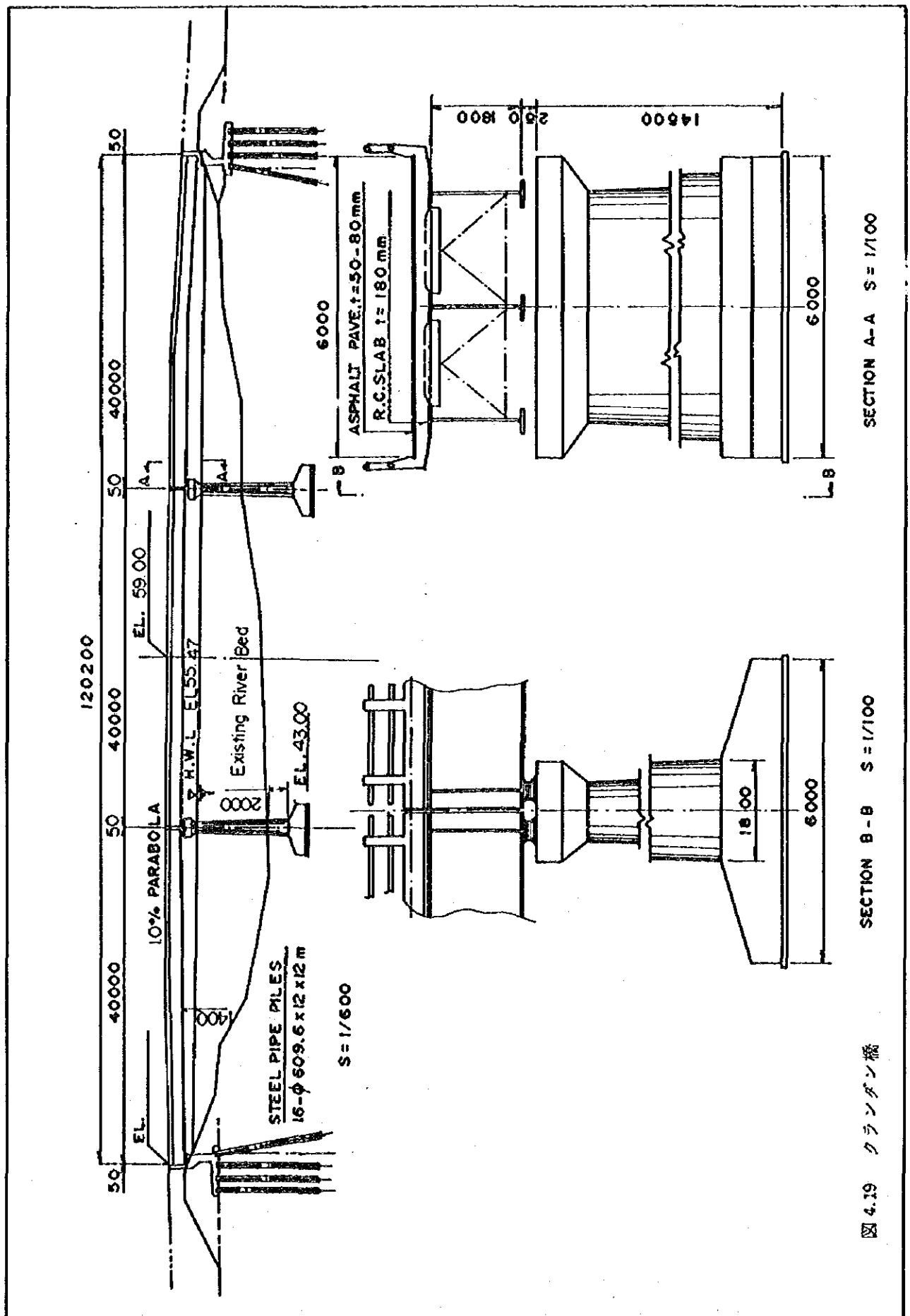


図 4.18 バイアン橋



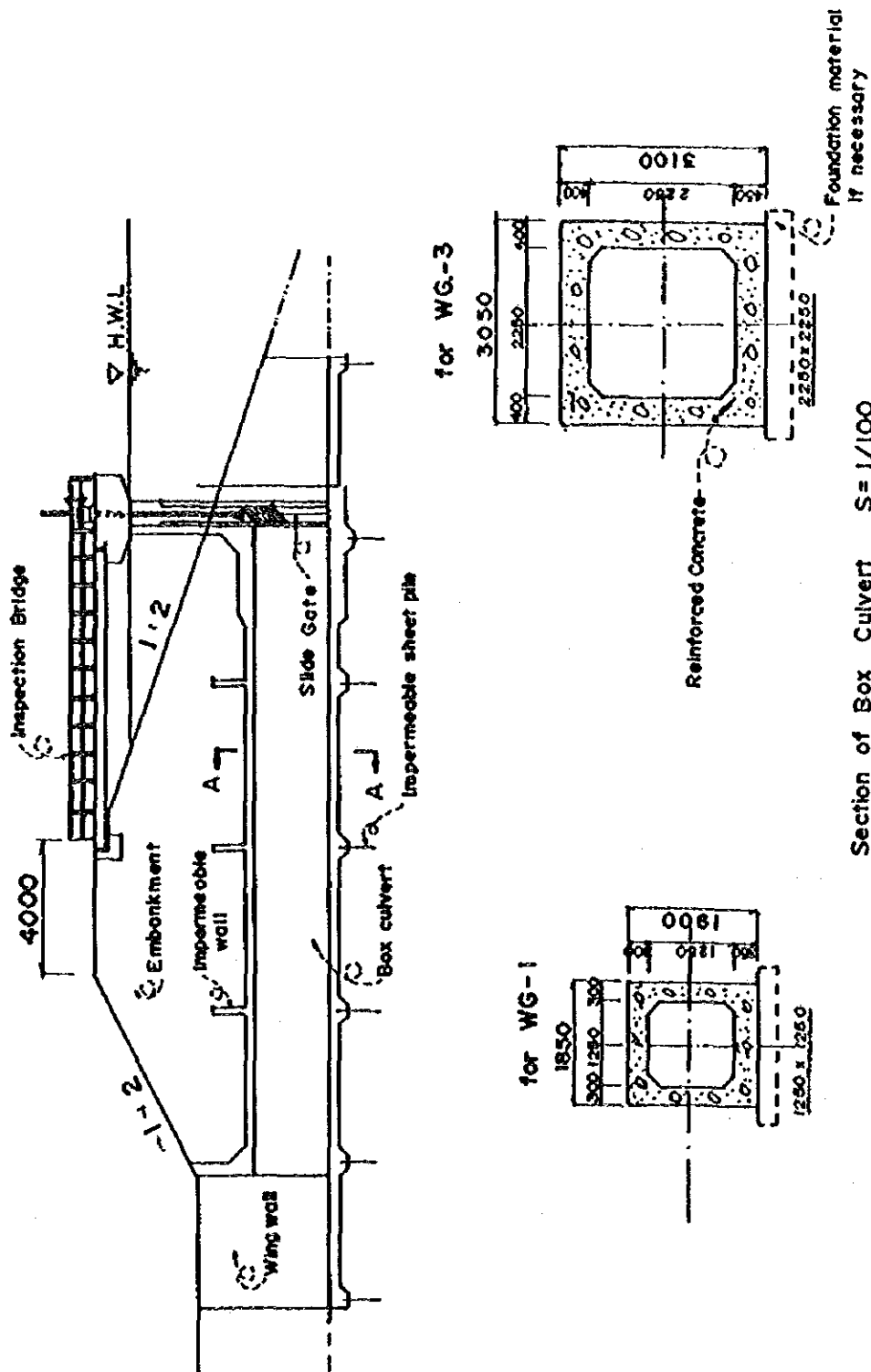


図 4.20 水 門

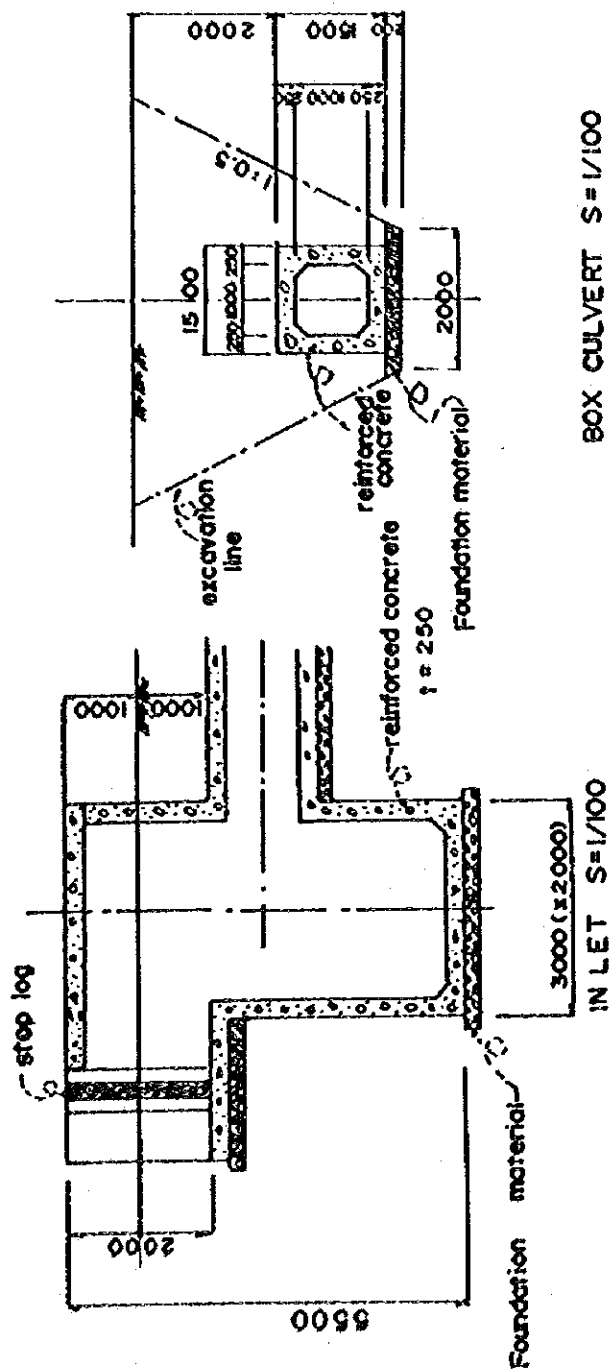
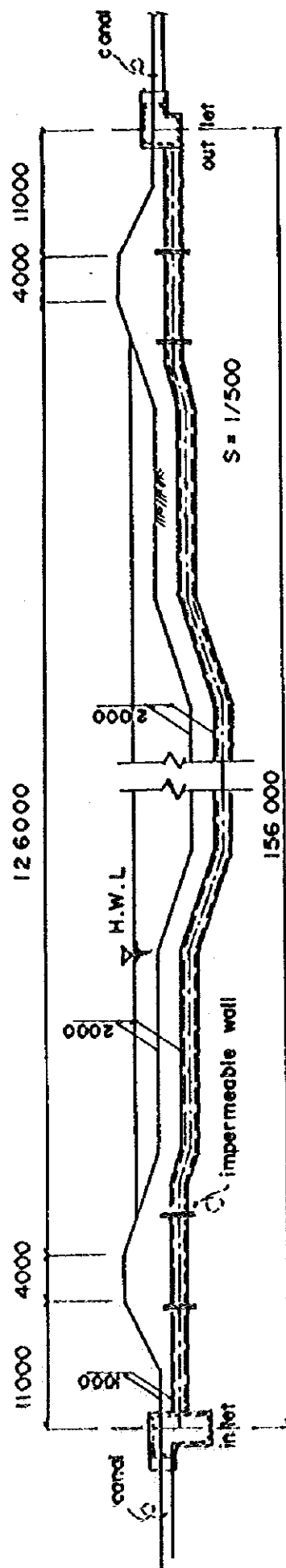


図 4.21 サイフォン

5. 施工計画

5.1 一般

マディウン河緊急治水計画の工事は、準備工事、測量と調査、補償、築堤、捷水路建設、護岸工、新橋梁と水門、補修工事及び土捨て場処理工事からなっている。

全ての作業は、2年間の詳細設計と入札書の準備期間を含めて4年間で完成するよう計画した。

プロジェクトの建設工事の実施は、公共事業省河川局のボンガワンソロプロジェクト、事務所が担当する事になっている。

建設工事は、主に政府が調達する建設機械を使用して機械化方式で行うものとした。

準備工事は、分割請負で現地業者により1982/1983年に施工されるという前提条件をもうけた。

主要土木工事、新橋梁と水門、補修工事及び土捨て場の処理は、請負で現地業者が、1983/1984年から1984/1985年にかけて施工するものとする。請負業者は、入札により選定される。

施工機械、鋼材料、保守用部品等は、政府が調達し、業者に支給する。

計画・設計・施工に経験のあるコンサルタントを指名し、この助力を得て施工をすゝめるものとする。

5.2 工事数量

現場調査の結果を参照し、工事数量を以下のように見積った。

項 目	代 替 案				
	I - 1	I - 2	II - 1	II - 2	II - 3
堤防の盛土 (m ³)	971,000	894,000	1,385,000	1,308,000	1,308,000
捷水路の掘削 (m ³)	0	525,000	0	525,000	837,000
練り石張 (m ²)	41,500	40,960	44,300	44,000	51,200
橋梁の付け替え (橋)	5	3	5	3	3
橋梁の嵩上げ (橋)	2	2	2	2	2
水門の建設 (門)	2	2	4	4	4
土捨て場の処理 (m ³)	70,000	210,000	70,000	210,000	525,000
用地買収 (町歩)	47	72	64	88	109
用地借上げ (町歩)	108	41	151	93	54
家屋の移転 (戸)	357	454	357	454	482

上記の主要工事の他に下記のような準備工事及び測量・土質調査が必要である。

(i) 準備工事

(a) 工事用道路	:	20 Km
(b) 現場事務所	:	400 m^2
(c) 修理工場	:	1,800 m^2
(d) 倉庫	:	400 m^2
(e) 臨時保管倉庫	:	2,000 m^2

(ii) 測量及び調査

(a) 地形測量	:	L.S.
(b) 河川測量	:	L.S.
(c) 道路	:	L.S.
(d) 土質試験	:	L.S.
(e) コシクリート試験	:	L.S.

5.3 工事工程

工事工程を作成した。工程は付図 5.1 に示すとうりである。

全ての作業は、詳細設計と入札書の準備期間 2 年間を含めて 4 年間で完成するよう計画した。

準備工事は、分割請負で現地業者により 1982/1983 年に施工されたものとする。

主たる工事は築堤、捷水路の建設、練石張り、胸壁、水制、新橋梁と水門、補修及び土捨て場処理からなり 1983/1984 年から 1984/1985 年にかけて 2 年間で実施する。

5.4 土捨て場

マデノウ河の川沿いは、人口が密集しているので土捨て場を現場内に選ぶ事は困難である。それ故土捨て場は、ショートカットの建設が計画されている川の蛇行している場所を選定した。土捨て場へ輸送する土捨て材料は、川の切替えが終わってから行うものとする。

5.5 土取り場

必要な盛土量は、例えば代替案 II - 2 については 1,308,000 m^3 であり、捷水路の掘削土及び築堤場所から 1 Km 以内の畑からの掘削土からなっている。捷水路から掘削される量は、525,000 m^3 であり残りの 783,000 m^3 は、畑を掘削し供給する。これに必要な畑面積は、平均 1 m 掘削深として約 783,000 m^2 である。

5.6 骨材採取場

舗装、護岸、水門等コンクリート工事実施の為に、次の骨材採取場を現場調査の結果選定した。