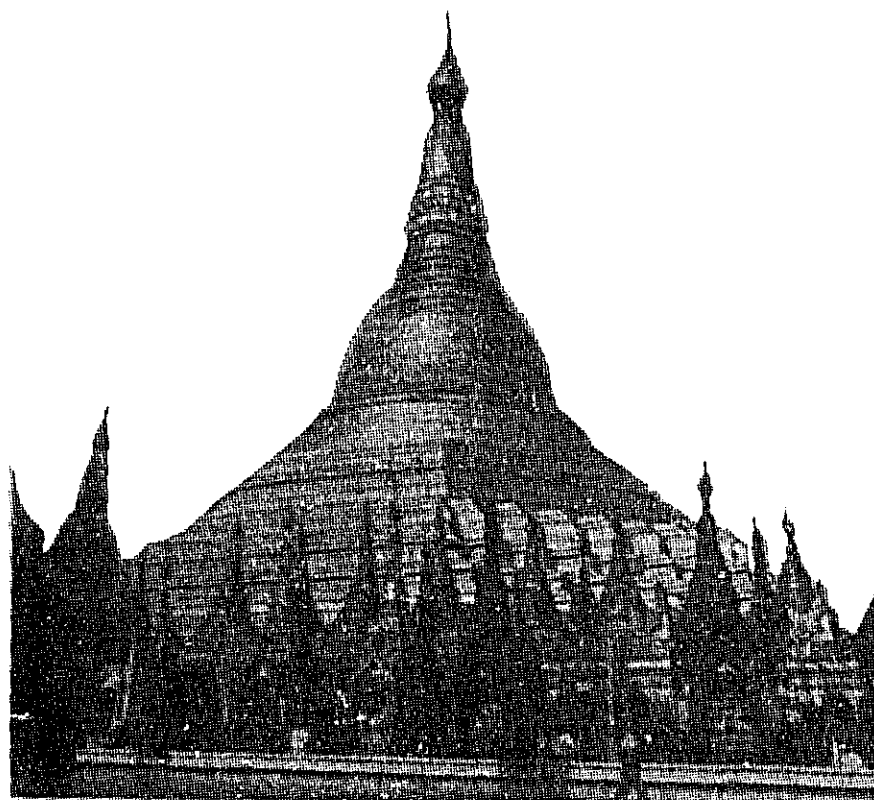
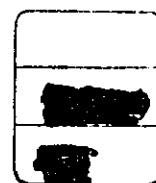


ビルマ連邦社会主義共和国
イラワジ河架橋計画調査
報 告 書



昭和 50 年 11 月

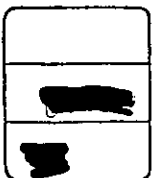
国際協力事業団



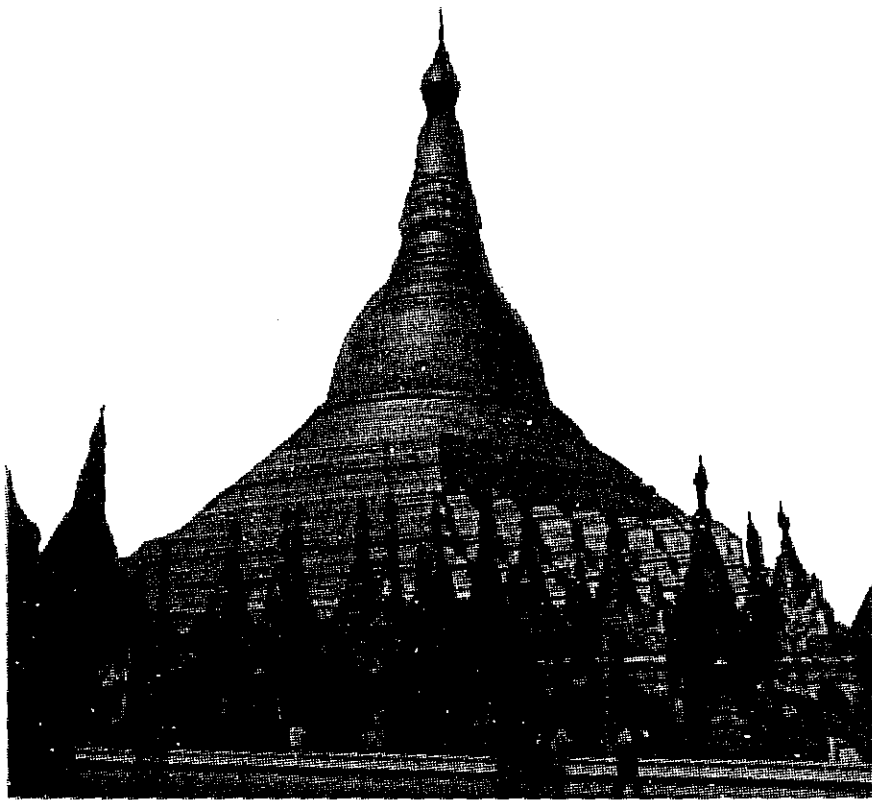
JICA LIBRARY



1016107[3]



ビルマ連邦社会主義共和国
イラワジ河架橋計画調査
報 告 書



昭和 50 年 11 月

国際協力事業団

国際協力事業団	
受入 月日 '84. 3. 19	104
貸付 No. 00000	61.5
	KE

は し が き

日本国政府は、ビルマ連邦社会主義共和国の要請にもとづき、同国のイラワジ河架橋計画調査を行なうこととし、国際協力事業団がこの調査を実施した。

当事業団は、このイラワジ河橋梁の完成がビルマ連邦社会主義共和国の社会的・経済的發展に与える重要性を考慮し、1974年2月橋梁、鉄道、道路、交通経済、地域経済関係の専門家により編成された調査団を現地に派遣した。

現地においては、ビルマ連邦社会主義共和国の絶大なる協力により現地調査は極めて円滑に行なわれ、1974年12月の中間報告書提出説明、及び1975年9月のドラフトファイナルレポート提出説明を経て、今般、国内作業の全てを終了し、ここに報告書提出の運びとなった。

本報告書は、ルート選定、交通需要予測、概略設計、経済評価を行ない、イラワジ河中流部の西岸域開発を図るために、立案された道路鉄道併用橋建設のプロジェクトの技術的、経済的可能性について調査したものである。

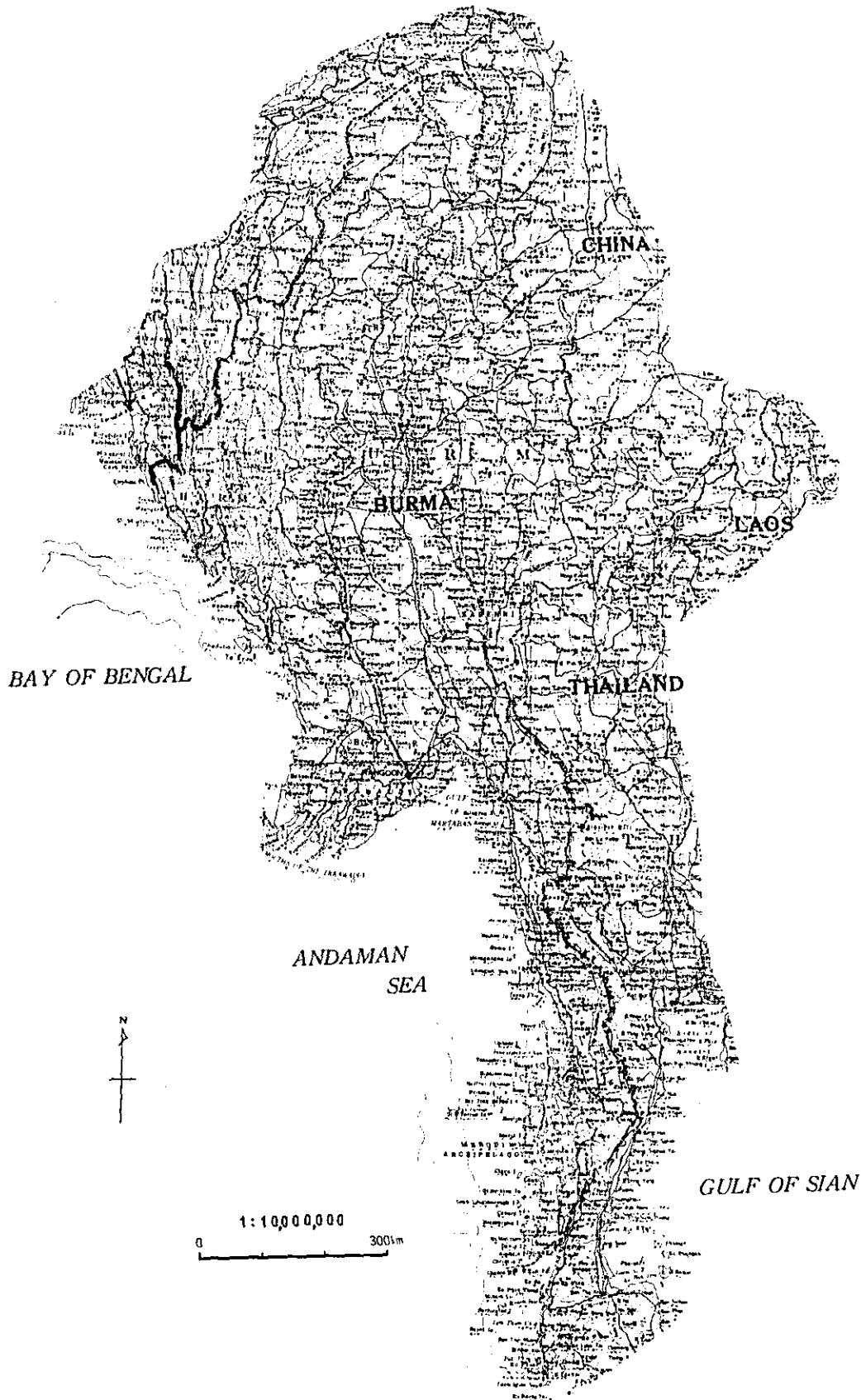
本報告書が本プロジェクトの進展に寄与し、ビルマ国と我が国との友好親善の発展に役立つことを願うものである。

終りに、本件調査に御協力と御支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝の意を表するものである。

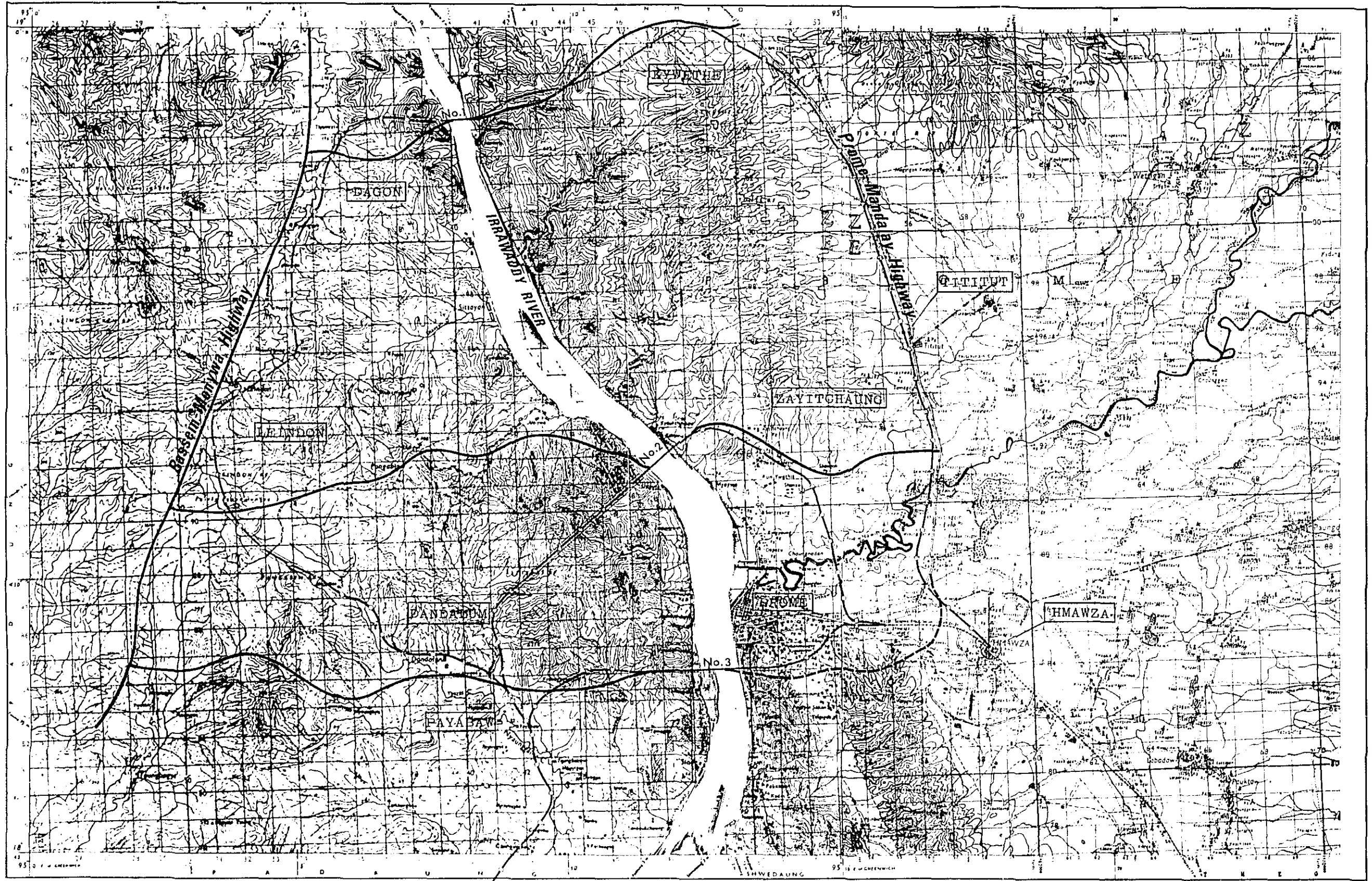
昭和50年11月

国際協力事業団
総裁 法眼晋作

Map of Burma



Project Location Map



SINDE



Proposed Irrawaddy River Bridge at Site NO.3

要約・結論及び勧告

要約，結論及び勧告

1. 要約

ビルマ国政府より提示された，鉄道・道路併用橋の比較3地点（以下 Irrawaddy 河の上流側より，第1，第2，第3地点とする。）の中から1地点を選定するために，技術的な研究にもとづく経済分析が行なわれた。

技術的研究にあたっては，まず3地点の各々を通過し，Sinde と既設鉄道の Prome 線を結ぶ取付鉄道の路線が検討され，さらに Sinde から Kyangin に向って鉄道が延長されることも考慮された。鉄道路線が決定された上で，土質および水理学的条件を入れて，鉄道・道路併用橋の技術的研究が行なわれ，同時に取付道路が将来の道路計画を念頭に置いて計画された。

ビルマ国政府から要望された，設計基準には，多くの疑問点，批判があり，討論が行なわれたが，下記の設計条件が一般原則として承認されることとなった。

(1) 橋梁

- (a) 道路橋設計には AASHO の規定が適用される。活荷重は HS 20-44 および群集荷重よりなる。
- (b) 床組や床版の設計にあたっては，重荷重運搬用トレーラトラック（総重量 60 t）を考慮すること。
- (c) 鉄道・道路併用橋の活荷重は，道路橋に規定された活荷重とインド鉄道省の規定する列車荷重（標準軌間）とによる。但し，衝撃に対する余裕を考慮しなくてはならない。
- (d) 両側径間を除き，最小純径間は 350 ft を確保する。
- (e) 計画高水位上の最小桁下空間は 55 ft とする。
- (f) 標準設計水平震度を 0.12 と推定し，高橋脚による影響を考慮し，修正震度法を適用して，25% の割増しを行う。但し，地震時許容応力度の割増しを 50% 考慮する。

(2) 鉄道

- (a) Prome 線の鉄道規格を取付鉄道および Kyangin - Sinde 間鉄道に適用する。
- (b) 軌間は 1 m とする。
- (c) 最小曲線半径は 300 m とする。

(d) 最急勾配は 5/1,000 とする。

(3) 取付道路

(a) 設計速度は 80 Km/hr とする。

(b) 各 3.6 m の巾をもつ 2 車線と，両側の路肩各 2.4 m よりなる。

(c) 最小曲線半径は 500 m とする。

(d) 最急勾配は 4 % とする。

技術的研究では，多くの比較案が検討されたが，次のような技術上の要点が得られた。

	第 1 地点	第 2 地点	第 3 地点
Irrawaddy 主橋梁延長 (Km)	0.72	1.07	1.25
取付鉄道 (Km)	70.2	30.8	20.0
取付道路 (Km)	14.2	26.4	23.7
(注) Kyangin-Sinde 間鉄道：約 7.4 Km			

鉄道・道路併用橋，取付鉄道，取付道路を含んだ，本プロジェクトの総工事費は下表のとおりである。但し計算には，1974年の労務費，資材費を用い，また次の交換率を用いた。

US \$ 1 = Kyat 4.81 = 308 円

総 工 事 費

ケース	鋼 橋			P C 橋		
	内 貨	外 貨	合 計	内 貨	外 貨	合 計
第 1 地点	183.7	396.0 (82.3)	579.7	204.4	440.4 (91.6)	644.8
第 2 地点	161.8	403.6 (83.9)	565.4	191.9	468.1 (97.3)	660.0
第 3 地点	148.2	390.4 (81.2)	538.6	171.9	427.6 (88.9)	599.5

(注) 1. 単位は 100 万 Kyats

2. () 内数字は相当外貨を 100 万 US\$ で表したもの

3. 総工事費は下記の合計である。

a. 15% の管理費を含む直接工事費

b. a 項の 10% と見積った技術費用

c. a および b 項の合計の 15% と見積った予備費

第3地点で段階施行の1例を考慮した総工事費は下記のとおりである。この場合、第1段階では、橋梁下部構造、道路橋上部構造、取付道路が施工され、第2段階には既設の下部構造上に鉄道橋上部構造が作られ、同時に取付鉄道が建設されるものとした。

第3地点で段階施工を行なうときの総工事費

ケース	通貨	橋梁下部構造、道路橋上部構造および取付道路			鉄道橋上部構造および取付鉄道		
		内貨	外貨	合計	内貨	外貨	合計
鋼橋		104.0	292.8 (60.9)	396.8	47.3	110.7 (23.0)	158.0
P C 橋		134.6	373.1 (77.6)	507.7	48.3	89.7 (18.6)	138.0

(注) 1. 単位は100万Kyat

2. ()内数字は相当外貨を100万US\$で表わしたもの。

現地調査結果とビルマ政府より提供されたデータにより、交通の将来予測とIrrawaddy橋梁建設により期待される経済成長が研究された。将来の地域間貨客交通分析の結果次のことが明らかとなった。

橋梁完成によってもたらされる便益から判断すると、第3地点が最も有利であり以下第2地点、第1地点の順である。従って、鉄道・道路併用橋を建設する限りにおいて、第3地点が最適であると考えられる。

橋梁完成日時は、技術的観点から可能である最も早期の完成日時である1983年を仮定した。しかし道路橋と鉄道橋の同時開通の必要性は必ずしもなく、段階施工による道路橋ならびに鉄道橋のそれぞれの最も経済的な開通日時の分析を行なうため、下記の3つのケースが、最も効果的なタイム・ラグを見出す目的で検討された。

ケース1. 鉄道・道路併用橋が1983年開通の場合

ケース2. 道路橋が1983年、鉄道橋が1988年開通の場合

ケース3. 道路橋が1983年、鉄道橋が1993年開通の場合

Kyangin-Sinde間鉄道建設は元来本プロジェクトとは別のプロジェクトであるが、この鉄道をIrrawaddy橋梁プロジェクトと併合させた経済分析(ケース1, 2, 3)ならびに、別プロジェクトとして切離すが、この鉄道が1988年(ケース2-2)および1993年

(ケース 3 - 2) 完成したときの経済分析がなされた。

本調査では金銭的に評価しうる下記の直接便益のみが計上された。

- a. 転換旅客輸送による便益
- b. 発生旅客輸送による便益
- c. 転換貨物輸送による便益
- d. 発生貨物輸送による便益
- e. 転換自動車交通による便益
- f. ビルマ国鉄の現在線 Bassein - Kyangin 間の運転費減少
- g. Kyangin - Sinda 間鉄道の完成による便益

第 3 地点について行なわれた費用・便益分析の全体的結果のあらまはは次のとおりである。

- 1) 橋梁種類，各種外貨交換率，各種段階施工案を組合せて計算した内部収益率は下記のとおりである。

内 部 収 益 率 (%)

外 貨 交 換 率	ケ ー ス	鋼 橋	P C 橋
公 定 レ ー ト	1	2. 4 4	2. 3 2
	2	2. 6 0	2. 3 3
	3	2. 8 1	2. 4 8
	2 - 2	3. 3 0	2. 8 9
	3 - 2	3. 3 8	2. 9 2
シャドー・レート (1. 5 倍)	1	1. 6 3	1. 5 6
	2	1. 7 5	1. 5 6
	3	1. 9 1	1. 6 7
	2 - 2	2. 4 1	2. 0 9
	3 - 2	2. 4 9	2. 1 2
シャドー・レート (1. 7 5 倍)	1	1. 3 6	1. 3 1
	2	1. 4 6	1. 3 1
	3	1. 6 2	1. 4 1
	2 - 2	2. 0 7	1. 7 4
	3 - 2	2. 1 5	1. 7 6

- 2) 全体的に直接便益の上での経済効果は高いとはいえない。
- 3) 鋼橋の方がPC橋よりも有利である。
- 4) シャドー・レートを25%増すごとに、便益・費用比率が約10%低下する。
- 5) 鉄道橋、道路橋の同時開通は、特に鋼橋の場合有利ではない。
- 6) Kyangin - Sinda 間鉄道を本プロジェクトと切離して建設すれば、本プロジェクト自体の経済効果は若干高くなる。

2 結論および勧告

2.1 結論

下記の結論は前節に要約をまとめた、フィジビリティ・スタディーの結果にもとづくものである。

- 1) 鉄道・道路併用橋が建設される場合、建設費、便益の上で第3地点が最適である。
- 2) 建設費から判断する限りにおいて、鋼橋がPC橋よりも有利である。
- 3) 本調査では、橋梁建設によりもたらされる社会的波及効果は金銭的に評価しなかった。本プロジェクト実現による直接便益のみを取上げれば、必要な建設費用に対比して経済効果が大きいではない。
- 4) Kyangin - Sinda 間鉄道を含め、このプロジェクトが将来実現するとしても、投資経済効果の上では鉄道橋と道路橋の同時開通は有利でない。
- 5) ビルマ国政府より提示された設計条件による技術的検討の結果、工学的観点からの橋の建設は可能である。

2.2 勧告

下記の勧告は今回の調査結果全体にもとずいて提示されるものである。

- 1) 技術的観点からは、本橋は建設可能である。しかし建設費の低減を図るため、荷重、特に鉄道荷重ならびに鉄道の最急勾配、建築限界などの設計基準を再考することが望ましい。
- 2) 水理的調査結果では、Sinda 下流に比して、第3地点の河道はかなり安定している。従って、橋梁下のどこでも船が通れるように、設計高水位上最小桁下空間55ft及び最小純径間350ftを全長にわたって取る必要はないであろう。今後の調査によ

り、船舶航行の配慮の不要な部分での桁下空間及び純径間減少の可能性を再考することが望ましい。

- 3) 直接工事費を低減するため、日本人熟練労務者をビルマ人に転換し、工期を延伸することを提案する。
- 4) 直接影響地域での産業開発のマスタープランがほとんどないので、直接便益が低目に見積られているかも知れない。従って、このようなプランの確立が望まれる。
- 5) 鉄道・道路併用橋建設プロジェクトに限らず、Irrawaddy 河渡河について、より実際的な方策を立てるべきである。
- 6) 鉄道・道路併用橋建設に関しては、周辺地域の全般的産業開発レベルが高くなるまで見合せることが望ましい。その間下記の渡河交通手段が適当であると思われる。
 - a) 現在のフェリーの強化
 - b) 道路橋の建設

これらについて更に検討することが望ましい。

追 記

SDRに対するビルマKyatの公定レートが、1975年1月25日25%切下げられた。従って工事費、便益・費用比率、内部収益率が新レートにより再計算された。これらの結果は下表に示される。

総 工 事 費

単位：100万Kyats

	鋼 橋	P C 橋
第 1 地 点	6 9 6.6	7 7 4.9
第 2 地 点	6 8 4.5	7 9 8.2
第 3 地 点	6 5 3.9	7 2 5.8

第3地点で段階施工を行なうときの総工事費

単位：100万Kyats

	橋梁下部構造，道路橋上部構造および取付道路	鉄道橋上部構造および取付鉄道
鋼橋	483.2	190.7
P C 橋	617.8	164.5

便益費用比率及び内部収益率

為替		項目 ケース	鋼橋		P C 橋	
			割引率9%の便益費用比率	内部収益率(%)	割引率9%の便益費用比率	内部収益率(%)
公定レート		1	0.210	1.82	0.195	1.80
		2	0.231	2.01	0.201	1.80
		3	0.252	2.21	0.212	1.92
		2-2	0.275	2.71	0.231	2.32
		3-2	0.282	2.80	0.232	2.35
シャドウレート	1.50	1	0.157	1.19	0.146	1.15
		2	0.173	1.27	0.150	1.15
		3	0.188	1.42	0.158	1.24
		2-2	0.204	1.79	0.171	1.55
		3-2	0.209	1.86	0.172	1.60
	1.75	1	0.140	0.94	0.130	0.93
		2	0.154	1.02	0.133	0.93
		3	0.167	1.16	0.141	1.01
		2-2	0.181	1.49	0.152	1.30
		3-2	0.186	1.55	0.153	1.32

プロジェクトの背景及び経過

プロジェクトの背景及び経過

ビルマ社会主義連邦共和国は、かねて Irrawaddy 河西岸域開発のため、Prome に Irrawaddy 河を渡る橋の建設を考慮していたが、1973年になって閣議で計画が承認され、本件のフィジビリティ調査を日本国に要請することとなった。

1973年2月20日、ビルマ国外務省より在ビルマ日本大使館に、専門家派遣についてのA-1フォームを付けた本件の調査の要請状が出された。当時の鈴木大使は本状を直ちに、日本政府に送達し、日本政府はビルマ政府の要請を受け入れることとなった。海外技術協力事業団（現国際協力事業団）が本件の実施機関として、フィジビリティ調査を担当することとなった。

海外技術協力事業団は1973年8月に本プロジェクトの予備調査団を現地に派遣した。調査団の団員は次のとおりであった。

団長	官 沢 吉 弘	海外鉄道技術協力協会常務理事
団員	嵯峨野 福 次	運輸省大臣官房政策課国際協力室補佐官
同	茂 木 幸	運輸省東京陸運局鉄道部運転保安課専門官
同	笹 沼 充 弘	建設省計画局建設振興課国際協力室海外協力官
同	大河原 満	建設省河川局開発課課長補佐
同	桐 生 稔	アジア経済研究所動向分析部
同	木 谷 幸 雄	建設省国土地理院地理調査部地理第1課課長補佐
同	松 岡 和 久	海外技術協力事業団開発調査部実施第2課

予備調査団は、フィジビリティ調査の効率の良い施行のため、橋梁候補地点の調査、各種データの収集、関係者との打合せを行なった。帰国後、和文報告書をまとめて事業団より、国内関係者に配付されたが、これは爾後の調査に大そう役立つものであった。

事業団はついで、本プロジェクトの監理委員会を組織し、第1回の委員会は1973年11月19日に開かれた。委員会のメンバーは次の諸氏である。

委員長	横 山 義 一	運輸省鉄道監督局土木電気課長
委員	川 口 武	同上 鉄道監督局車両工業課課長補佐
"	嵯峨野 福 次	運輸省大臣官房政策課国際協力室補佐官

- 委員 笹 沼 充 弘 建設省計画局建設振興課国際協力室海外協力官
 (後に、小室 彬 建設省計画局建設振興課国際協力室海外協力官)と交代
- ” 加 藤 正 明 首都高速道路公団工務部設計技術課調査役
- ” 大 河 原 満 建設省河川局開発課課長補佐
- ” 木 谷 幸 雄 建設省国土地理院地理調査部地理第1課課長補佐
 (後に、佐々波 清夫 建設省国土地理院測図部検査課課長)と交代
- ” 桐 生 稔 アジア経済研究所動向分析部

監理委員会は本プロジェクトのフィジビリティ調査の調査団員を選定し、事業団は1974年1月7日に各団員の所属する5社・1法人が結成したコンソーシアムとの間に請負ベースにより調査の施行を契約した。

調査団は次の14名で組織された。

- 団 長 猪 股 俊 司 総括(株式会社日本構造橋梁研究所)
- 副団長 塚 原 重 利 運輸経済(財団法人運輸調査局)
- ” 島 宏 鉄道(日本交通技術株式会社)
- 団 員 中 内 銑 也 橋梁(株式会社日本構造橋梁研究所)
- ” 鶴 田 宣 久 ” (日本海外コンサルタント株式会社)
- ” 相 川 晴 治 鉄道(日本交通技術株式会社)
- ” 小 山 正 直 ” (”)
- ” 吉 田 恵 吉 道路(パシフィックコンサルタンツ株式会社)
- ” 大 沼 茂 夫 河川(日本工営株式会社)
- ” 白 井 義 男 材料(”)
- ” 朝 日 輝 地域経済(日本海外コンサルタント株式会社)
- ” 鈴 木 一 正 土質(”)
- ” 渡 辺 求 ボーリング(”)
- ” 杉 本 実 コーディネーター(株式会社日本構造橋梁研究所)

フィジビリティ・スタディーの調査団は、1974年2月11日現地に出発した。派遣期間は団員により長短があるが、その主体はほぼ4月末までの間調査を行なった。調査の開始にあたって、全員で橋梁予定地点の一般状況を調査し、ビルマ側関係者と設計条件および今後の

調査項目について打合せた。

これら初期の一般状況調査ならびに会議には、監理委員会より横山委員長、川口、加藤、桐生、佐々波の各委員が参加し調査団に対し各種の指示を与え、また会議の討論で有益な発言をされた。

ビルマ側でも、本プロジェクトのため監理委員会と調査団を組織し、日本側に協力した。ビルマ側の団員の氏名は次のとおりである。

監理委員会

委員長	U Aye Maung
副委員長	U Aye Pe
同 上	U Myint Swe
委 員	U Ba Yin
同 上	U Than Aye
秘 書	U Sin Han

調 査 団

団 長	Mr. C.X.de Souza	
団 員	U Kyaw Myint	鉄 道
同 上	U Saw David	橋 梁
同 上	U Sin Han	同 上
同 上	U Tin Ohn	鉄 道
同 上	U Kyi	道 路
同 上	Com. Khin Mg Myint	河 川
同 上	Dr. Chit Aung	同 上
同 上	U Thein Nyunt	同 上
同 上	U Tun Zan Kyaw	同 上
同 上	U Kyaw Zaw	材 料
同 上	U Shwe Tun Mg	土 質
同 上	U Than Aung	同 上
同 上	U Zaw Moe	同 上

団 員	U Tin Tun	ボーリング
同 上	U Aung Nyunt Hlaing	測 量
同 上	Cap. Win Myint	同 上
同 上	U Nyunt	コーディネーター
同 上	U Tin Htwe	同 上
同 上	Daw Mya Mya Kyi	経 済

これら2つの組織のビルマ側メンバーは、日本側メンバーと共に調査および資料収集を行なった。ビルマ側メンバーの協力なくしては、本調査団は十分な現地調査を行ない得なかったであろう。ここに彼等に対して、調査団は、敬意と感謝を表明するものである。

調査団の団員は帰国後監理委員と十分連絡をとって、中間レポートを作成した。この間6月26日に、OTCA(当時)の特別研修生として、U Aye Maung, U Kyaw Myint, U Saw David, U Sin Han の4氏が来日した。U Aye Maung は約1ヶ月、他3氏は約2ヶ月滞在し、日本各地の橋梁建設現場、主要完成橋梁、橋梁製作工場などを見学し、監理委員、調査団員が随行した。見学旅行には、外務省、建設省、運輸省、日本道路公団、国鉄、首都高速道路公団、阪神高速道路公団、三菱重工業、石川島播磨重工、新日本製鉄、東洋工業、小松製作所、日綿実業、金商又一、三菱商事、その他の協力があつた。4氏の滞在中イラワジプロジェクトについての会議が調査団の間で、監理委員の出席の下で数回開かれた。

中間報告書は11月初旬に完成し、ビルマ側に提出された。中間報告書の説明のチームが12月にラングーンに出発した。団員は管理委員会より横山委員長、桐生、小室の各委員、調査団より猪股団長、島副団長、中内、朝日の各団員であつた。説明は12月3日より6日まで行なわれ、同時に最終報告書をまとめるために決定すべき問題点についても討論した。会議の最終日の昭和49年12月6日にビルマ側監理委員会のU Aye Maung 委員長と猪股団長が議事録に署名して会議を終えた。

会議で日本側は、直接工事費を減少させる方策として下記の4項目を提案した。

- (a) Simalaik 造船所で、鋼ケーソンを組立ること。
- (b) 同造船所で鋼橋の二次部材を組立ること。
- (c) Promé 周辺に新設する工場で、鋼橋の二次部材を組立ること。
- (d) 3年間工期を延長し、日本人技能者として計画した職種を、訓練により熟練したビルマ人

技能者に代えること。

このうち(a)は、Simalaikの施設不足のため適切でないとの結論が出された。残り3つのうち(d)が一番可能性が強いとの意見が出されたが、ビルマ側はこの問題は閣議にかけないと返答できぬため、1975年1月中旬までに日本大使館を通じ返答すると約束した。

而し、結局返事は来なかったため、調査団は、従前通りの基本方針にもとづいてFinal Draft Reportの作成を行なうこととなった。

監理委員長横山、調査団長猪股兩名よりなるFinal Draft Report説明団は、9月5日出発し9月6日Rangoonに到着した。9月8日に大使館で打合せならびに建設省、計画省に表敬した後、9月9日Construction Corporationで報告書の説明ならびに討議を行なった。席上、若干の訂正要求や、誤植の指摘はあったが、基本的な点では問題がなく、同日中に会議録に署名が行なわれ、9月11日説明団は帰国した。

帰国後、監理委員会が10月3日開かれ、説明団より経過と会議内容が説明され、若干の字句訂正を行なうことで、Final Reportを印刷することが承認された。

目 次

は し が き

要約，結論及び勧告	1
1. 要 約	1
2. 結論および勧告	5

プロジェクトの背景及び経過

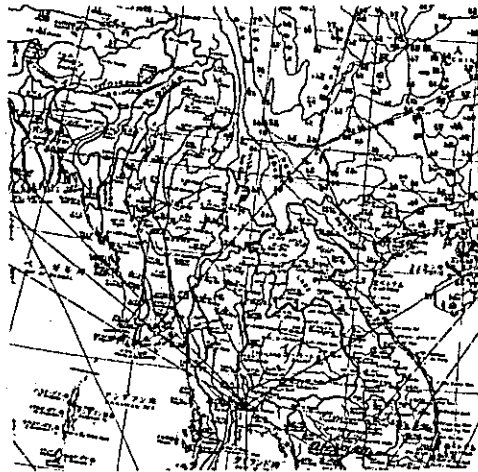
1 総 論	1
1.1 目 的	1.1
1.2 調査範囲	1.1
1.3 報告書の内容	1.1
1.4 プロジェクト地域の概説	1.2
1.5 交通，運輸の現況	1.3
2 地域経済	2
2.1 地域経済調査の内容	2.1
2.2 調査対象地域の状況	2.2
2.3 国民経済予測（橋のない場合）	2.12
2.4 直接影響圏の将来予測（橋のない場合）	2.18
2.5 架橋による開発効果	2.19
3 運輸経済	3
3.1 輸送需要の予測	3.1
3.2 輸送機関別輸送費の分析	3.7
4 土質および地質	4
4.1 概 説	4.1

4.2	現場調査	4.1
4.3	現位置試験および室内試験結果	4.3
4.4	構造物の基礎	4.3
5	水 文	5
5.1	概 説	5.1
5.2	橋梁上部構造の下限標高	5.2
5.3	流 速 分 布	5.5
5.4	河道の安定性	5.6
5.5	橋脚周辺の洗掘	5.8
5.6	架橋候補地点の評価	5.9
5.7	河 川 工 事	5.10
6	取 付 道 路	6
6.1	概 説	6.1
6.2	設 計 基 準	6.4
6.3	取付道路の位置	6.5
6.4	取付道路の構造設計	6.6
6.5	建 設 工 期	6.7
7	取 付 鉄 道	7
7.1	概 説	7.1
7.2	設 計 基 準	7.1
7.3	各橋梁比較地点を通る路線	7.4
7.4	Kyangin-Sinde 間鉄道計画	7.11
7.5	運 転 計 画	7.12

8	橋梁計画	8
8.1	設計条件	8.1
8.2	第3地点における併用橋の予備設計	8.4
8.3	第3地点における併用橋	8.5
8.4	第3地点における上部構造の段階施工	8.6
8.5	第1地点の併用橋	8.7
8.6	第2地点の併用橋	8.7
8.7	第3地点における勸告架設工法	8.7
8.8	工程	8.9
9	建設資材	9
9.1	建設資材数量	9.1
9.2	建設資材の品質	9.3
9.3	コンクリート配合比の設計条件	9.5
10	建設費算定	10
10.1	概論	10.1
10.2	単価	10.1
10.3	各ルートでの建設費見積	10.2
11	経済分析	11
11.1	概論	11.1
11.2	建設工程	11.3
11.3	プロジェクト費用の経済的評価	11.4
11.4	直接便益の推計	11.5
11.5	間接便益	11.10
11.6	費用、便益の総合分析とプロジェクトの経済評価	11.11

別冊 第6, 7, 8章図面集

1. 総論



1. 総 論

1.1 目 的

本調査の目的は、Prome・Sinde間を結ぶIrrawaddy河を横断する橋梁ならびに取付鉄道・道路の技術的、経済的フィジビリティを確めることにある。また同時に、ビルマ政府より提案された3ヶ所の比較地点から、最適の1ヶ所を答申することも目的である。

1.2 調 査 範 囲

本調査には上記目的達成に必要な現地調査、技術的・経済的および輸送需要調査がすべて含まれている。

調査はIrrawaddy河横断橋梁建設の技術および経済的フィジビリティについて2つの段階に分けられた。

第1段階には、上流、中流、下流の各地点（以下第1、第2、第3地点とする）をそれぞれ通過するProme、Sinde間の取付鉄道を、将来Sindeより更にKyanginに延長することならびにIrrawaddy西岸沿いに北上する鉄道建設をも考慮して最適な路線選定することが含まれていた。各地点についての最適鉄道路線が決定された後、土質および水理学的条件を考えに入れて、主橋梁の検討が行なわれた。同時に取付道路が、人文、自然的要素と道路網の将来計画を考慮の上設計された。現地調査結果にもとづき、輸送量予測と橋梁建設に関連ある地域の経済が研究された。ついで、最適橋梁地点を提案するため、概略工事算定と概略経済分析がなされた。

第2段階では、前段階で選定された最適地点について、やや詳細な設計ならびにこれにもとづく経済分析が行なわれた。本報告書には、工程表、各工種毎の年次別投資額、全体の年次別投資額およびその現在価値が含まれている。これらの計算にもとづき、仮定条件を入れて費用・便益比と内部収益率を計算した。

1.3 報 告 書 の 内 容

第1章には本報告書の概要とプロジェクトの地域の一般状況が述べられている。

第2章は地域経済調査に関連した調査結果の概要である。

第3章では、輸送需要の検討と予測を述べた。

第4章は、土質および地質についての工学的研究のすべてが内容である。

第5章には、橋梁計画に必要な水理学的所見が述べられている。

第6章は、取付道路の工学的研究について述べている。

第7章は、各橋梁地点ごとの取付鉄道の研究結果ならびに Sinde-Kyangin 間鉄道計画であり、運転計画も含まれている。

第8章は、各地点ごとの橋梁建設についての、技術的研究のすべてについて述べており、建設方法についても言及している。

第9章には、建設資材の量と単価の概略ならびに、ビルマ産資材の供給可能量の記述がある。

第10章は、各工事項目単価と全工事費計算について述べている。

第11章は、第10章の結果ならびに経済学的検討からどのようにして最適地点が選定されたかについて明らかにし、同時に最適地点についての詳細な経済的考察がなされている。

1.4 プロジェクト地域の概説

Irrawaddy河横断架橋地点は Irrawaddy 河口より約 410 Km 上流で、Prome 附近に位置する。図1-1に架橋予定地点の位置が示される。

Irrawaddy 河流域は東経 $93^{\circ}37'$ と $98^{\circ}43'$ および北緯 $15^{\circ}42'$ と $28^{\circ}26'$ の間にある。流域面積は $376,200 \text{ Km}^2$ でビルマ全域の約 55% を占め、また Irrawaddy 河の全長は 1,820 Km である。地形的には次の 5 区域に分類される。

分 類	高 度 (ft)
1. 山 地	500 以上
2. 丘 稜 地	250~500
3. 高 地	100~250
4. 低 地	100 以下
5. Irrawaddy 河床	—

図1-1には上記分類が示されている。

Prome 観測所より上流の関連地域 340,000 Km² における年平均雨量は約 2,200 mm と見積られる。

1954-1973年の17観測地での平均月別雨量の記録から、1つの雨季、1つの乾季が明らかに定義しうる。雨季は5月より10月まで、6ヶ月続き、その間の降雨量は年雨量の約94%である。乾季は11月より始まり翌年4月に終る。

流域内の年平均気温は、北部の山岳地域では23.9℃、中流地域では27.8℃と地域差が大きい。年最高気温は5月に、最低気温は1月に記録される。月平均気温の年較差は平地では6.4℃、山地では12.7℃である。

中流の乾燥地域を除き、相対湿度は年間を通じかなり高い。湿度は8月に最高となり、3月と4月が比較的低い。年平均湿度は平地で61%、北部山岳地域では91%である。

Prome 観測所の1956-70年の月間平均風向観測記録によれば、流域地域は明らかにモンスーンの影響下にある。すなわち11月より翌2月まで続く北ないし北東風は3月より11月まで南ないし、南東風に変化する。Mandalay, Minbu および Prome の各観測所で1960-72年に記録された月間最高風速は、4月、5月、6月に年間最高風速が生ずることを示す。上記観測期間での Prome で記録された最大風速は8.5 m/sec であった。

1.5 交通，運輸の現況

ビルマの長期計画では、農業、漁業、家畜業などの生産拡大、輸出の振興輸入代替のための消費財生産工業の確立、鉱物資源の有効利用と重工業の振興などに計画の目標が重点的に置かれているので、これらの目標を達成するためには交通、運輸関係部門の改良、整備が急務とされる。したがって合理的な輸送計画の実施、現在の公共輸送能力の完全利用、生産者、消費者に属する運搬手段の最大限の利用などが必要となってくる。

次に、交通、運輸機関の以上のような重要性を念頭におきつつ、ビルマの交通、運輸の現況について述べることにする。

ビルマ全国の総輸送需要量（総生産量から、生産地における消費・利用量および輸送需要のない物資を差し引いたものと輸入量の合計）は表1-1に示されているように、1961-62年の32.3百万トンから1973-74年には44.4百万トンに年2.7%割合で伸び

ている。輸送需要の構成をみると農業、畜産、林業、漁業部門が全体の7割程度、残り3割が鉱工業部門でこの間の構成の著しい変化は見受けられない。

短距離、中距離、長距離の1973-74年における構成比は各々60.0%、20.5%、19.5%で、これらの構成比も経年的変化は殆んど見受けられない。

ビルマの交通機関はビルマ鉄道公社、内陸水運公社、道路公社、Rangoon港管理局、ビルマ航空公社、ファイブ・スター・ラインおよび海運公社などの経営する公共輸送機関と民間の経営する輸送機関とからなっている。

民間の経営する輸送機関の輸送量も少ないとはいえないが短距離輸送が主体であり、実態はほとんど把握されていない。輸送量が明らかである公共輸送機関の分担についてみると、旅客輸送では人・マイルにおいて鉄道輸送が58%近くを占め、道路輸送が28%、内陸水運が8%前後、残りの6%近くが航空となっている。

航空輸送の割合が内陸水運に比較して大差ないのは、国内航空の平均輸送距離が内陸水運に比較して約9倍の210マイル近い長距離であることによる。

貨物輸送はton-mileにおいては鉄道輸送が50%、内陸水運輸送が40%近くを占め、残りは道路輸送の10%、航空の0.3%となっている。したがって旅客輸送では鉄道、道路が主要な役割を演じ、貨物輸送では鉄道、内陸水運が重要な役割をはたして、特にビルマにおいては内陸水運による貨物輸送量の大きい事が特徴となっている。

旅客の平均輸送距離は表1-2に示されているように道路が最も短い3マイル、鉄道と内陸水運がほぼ等しい20~30マイル前後、国内航空が200マイル、国際航空が500~650マイルであり、航空部門を除いて輸送距離の経年変化は大きくなくほぼ一定である。

航空機の輸送距離は年々、伸びつつあり、特に国際線の伸びが年4.0%（1971-72~1973-74）と著しく、このことは諸外国との航空機による交通が拡大化しつつあることを物語っている。

貨物の平均輸送距離は道路が50マイル近くで最も短く、次に鉄道の160マイル、内陸水運の200マイル、国内航空の250~350マイルが続き、国際航空は800マイルで最も長い。全般的に貨物の輸送距離が旅客の輸送距離を大巾に上回っている。

鉄道による貨物輸送は、1961-62年~1965-66年まで年率4.5%で増加したが、以後は年率6%の伸びを示した旅客に押されて低減している。

長距離輸送，旅客輸送の伸びに比べて，Rangoon市内の環状線における旅客輸送は機材更新のための外貨不足により，維持サービスが低下しているため，減少傾向にある。

表 1 - 1 ビルマ全国における総輸送需要量

Unit: 1,000 tons

Particulars	Year			
	1961/62	1971/72	1972/73	1973/74 *
1. Domestic Output for Transport	31,099	42,373 (3.1)	41,335 (-2.5)	43,687 (5.7)
2. Import	1,174	798 (-3.8)	589 (-26.2)	703 (19.4)
3. Total	32,273	43,171 (3.0)	41,924 (-2.9)	44,390 (5.9)
4. Short Haulage (up to 25 miles)	19,701	25,771 (2.7)	24,769 (-4.0)	26,653 (7.6)
5. Medium Haulage (up to 50 miles)	7,011	8,868 (2.4)	8,616 (-2.9)	9,096 (5.6)
6. Long Haulage (50 miles or more)	5,561	8,532 (4.4)	8,539 (0.0)	8,641 (1.2)
7. Transport by State Transport Organizations	4,221	6,931 (5.1)	6,025 (-13.1)	6,474 (7.5)
8. Transport by other Organizations	28,052	36,240 (2.6)	35,899 (-0.9)	37,916 (5.6)

注) : ()内の数値は年平均伸び率(%)

出所 : Report to the Pyithu Hluttaw, 1974-75

表 1 - 2 輸送機関別輸送量及び割合

I Passenger Transport

Description	Transport Means	Year			
		1961/62	1971/72	1972/73	1973/74*
No. of Passengers (1,000 passengers)	1. Railway	43,078	53,389 (2.2)	55,060 (3.1)	42,334 (-23.1)
	2. Roadway	-	310,812	219,627 (-29.3)	243,395 (10.8)
	3. Inland Waterway	5,260	9,834 (6.5)	9,650 (-1.9)	9,462 (-2.0)
	4. Marine Transport (Coastal lines inclusive)	13.0	28.5 (8.2)	26.6 (-6.7)	16.1 (-39.5)
	5. Domestic Airway	133	399 (13.4)	409 (2.5)	472 (15.4)
	6. International Airway	34	50 (3.9)	55 (10.0)	74 (34.5)
	7. Total	48,518	374,512.5	284,827.6 (-23.9)	295,753.1 (3.8)
Passenger Transport (Million passenger-mile)	1. Railway	953	1,625	1,887	1,264
	2. Roadway	-	777	691	798
	3. Inland Waterway	147	231	214	210
	4. Marine Transport (Coastal line incl.)	-	-	-	-
	5. Domestic Airway	26	84	88	100
	6. International Airway	17	30 (1.0)	35 (1.2)	48 (2.0)
	7. Total	1,143	2,747 (100)	2,915 (100)	2,420 (100)
Average Transport Mileage (Mile)	1. Railway	22	30	34	30
	2. Roadway	-	3	3	3
	3. Inland Waterway	28	24	22	22
	4. Marine Transport (Coastal Line incl.)	-	-	-	-
	5. Domestic Airway	196	211	215	212
	6. International Airway	500	600	636	649

II Cargo Transport

Description	Year Transport Means	1961/62	1971/72	1972/73	1973/74*
Tonnage Transported (1,000 tons)	1. Railway	2,938	2,925 (-0.0)	2,486 (-15.0)	2,893 (16.4)
	2. Roadway	-	1,844	1,651 (-10.5)	1,595 (-3.4)
	3. Inland Waterway	1,283	2,162 (5.4)	1,888 (-12.7)	1,986 (5.2)
	4. Marine Transport (Coastal Line incl.)	527	834 (4.7)	627 (-24.8)	489 (-22.0)
	5. Domestic Airway	2.9	6.5 (8.4)	5.9 (-9.2)	8.2 (39.0)
	6. International Airway	0.3	0.9 (11.6)	1.0 (11.1)	1.0 (0)
	7. Total	4,751.2	7,772.4	6,658.9 (-14.3)	6,972.2 (4.7)
Cargo Transport Volume (Million ton-mile)	1. Railway	458	484	388	390
	2. Roadway	-	81	84	78
	3. Inland Waterway	244	412	376	255
	4. Marine Transport (Coastal Line incl.)	-	-	-	-
	5. Domestic Airway	1	1.6	1.5	2.0
	6. International Airway	0.2	0.7	0.8	0.8
	7. Total	703.2	979.3	850.3	725.8
Average Transport Mileage (Mile)	1. Railway	156	166	156	135
	2. Roadway	-	44	51	49
	3. Inland Waterway	190	191	199	128
	4. Marine Transport (Coastal Line incl.)	-	-	-	-
	5. Domestic Airway	345	246	254	244
	6. International Airway	667	779	800	800

Notes: * Provisional

ビルマ鉄道公社の経営する路線延長は1973年9月末現在、1950 mileでその各
路線別内訳は表1-3に示す通りである。

表1-3 鉄 道 延 長 (マ イ ル)

Section	Date put into Public Service	Single Line	Double Line	Triple Line*	Total
Prome - Wanetchaung	1-5-1877				
Wanetchaung - Kyungon	1-5-1888	380.75	164.50	1.50	546.75
Kyungon - Mandalay	1-3-1889				
Pegu - Moulmein (up to Ye)**	25-9-1907	219.50	—	—	219.50
Nyaunglebin-Madauk	15-8-1929	11.25	—	—	11.25
Pyinmana-Kyaukpadaung	17-7-1930	139.00	—	—	139.00
Kyaukpadaung - Kyeni	1-3-1969	24.50	—	—	24.50
Thazi - Myingyan	15-11-1899	70.00	—	—	70.00
Thazi - Heho (Southern Shan)	10-3-1921	98.00	—	—	98.00
Heho - Shwenyaung (State Branch)	2-5-1928				
(Northern Shan States Branch)	1-3-1903	178.00	—	—	178.00
Mandalay - Madaya	5-2-1927	17.00	—	—	17.00
Paleik - Jada U	5-10-1929	7.00	—	—	7.00
Myohaung - Myitkyina	1-1-1898	340.00	—	—	340.00
Katha - Naba	2-10-1895	15.00	—	—	15.00
Letpadan' - Tharrawaw Shore	20-3-1903	108.50	—	—	108.50
Henzada - Bassein	15-12-1902				
Henzada - Kyangin	14-12-1908	64.75	—	—	64.75
Ywataung - Ye U (Up to Buddalin)	1-7-1926	85.00	—	—	85.00
Mahlwagon - Mingaladon Cantonment	6-3-1926	—	8.75	—	8.75
Rangoon - Suburban Line	15-7-1890	9.00	—	—	9.00
Mandalay - Shore Line	13-4-1889	3.00	—	—	3.00

Section	Date put into Public Service	Single Line	Double Line	Triple Line*	Total
Circular Railway (Mingaladon Cantt to Danyingon)	1-5-1959	—	4.25	—	4.25
Total		1,770.25	177.50	1.50	1,949.25

* Quadruplicate Line

** Abya·Nyaungkashe 間 4.01 mile を含む。

なお、ビルマ全国の鉄道網は図 2-1 に示されている。

表 1-3 によると全延長の 91% が単線であり、複線以上は 9% の約 179 mile にすぎない。軌間は 1 m で、動力は蒸気が主体であり、ディーゼル化に努力を傾注している。

停車場、停留場を含めた駅の数は 499 である。

旅客運賃は普通運賃と上級運賃とに分かれていて、普通運賃は 1 mile 当り $4\frac{2}{3}$ Pyas、上級運賃は 13.5 Pyas で普通運賃の約 3 倍となっている。

貨物制度は等級別運賃とスケジュール別運賃とに大別されている。等級別運賃は全ての商品を 5 等級に分け、表 1-4 に示すように遠距離運賃制度を実施している。

スケジュール別運賃は等級別運賃より低いベースで運賃が決められており、等級別運賃と同様に遠距離運賃制度が採用されている。

表 1-4 貨物運賃表

Unit: 100 Viss·Pyas

Mileage \ Class	1	2	3	4	5
1-20	32	40	46	58	74
21-80	24	32	38	50	64
81-200	18	24	30	40	52
201 and more	14	20	22	28	40

1963年道路公社が設立されて以来道路公社の取扱う貨物量，旅客数は過去6年間に各々4.4%，2.9%の伸びを示した。しかし，1969-70年から1972-73年までの貨物量，旅客数は近年，長距離輸送にも手を伸ばしているにもかかわらず，それぞれ年率8.6%，5.0%の割合で減少しつつあり，これは交通需要の低下というより，むしろ取扱能力の低下，特に施設，車輛，備品の維持更新能力の低下に起因するものと思われる。

道路開発は年間ほぼ150マイルにおよぶ2級道路建設および改良が主な事業内容であり，主要道路の改良は建設機材不足のため実行に移されていない。

道路網を段階に応じて分けると，次の4つの段階に分類される。

1. 舗装道路
2. 砂利道路（乾季には自動車の通行が可能である。）
3. 土道（一部分，牛車によって通行が可能である。）
4. 未改良道路

表1-5はビルマ全国の段階別道路延長を示したものである。

表1-5 ビルマの道路延長

Unit: km

Year \ Grade	1965	1966	1967	1968	1969	1970
Bitumen	6,568	6,693	7,230	7,392	7,529	7,800
Gravel	8,069	8,698	9,106	9,333	9,229	8,915
Earth	7,279	6,702	7,381	7,213	7,375	7,693
Minor	760	1,005	1,827	1,504	1,460	1,575
Total	22,676	23,098	25,044	25,442	25,593	25,882

なお，ビルマ全国の道路網は 図 2-1 に示されている。

全道路延長の85%が1車線道路で道路幅は殆んど14ft以下であり，橋梁も設計荷重が6t程度のものである。

ビルマ全国の1973年における自動車の保有状況は表1-6に示す通りであり，1964年から1973年まで各車種はほぼ直線的に増加している。

表1-6 ビルマの自動車保有台数(1973年)

Unit: Vehicles

No. of Vehicles	Type of Vehicle	Car	Truck	Bus	Motor cycle	Others	Total
	District						
Registered No.	Burma, whole country	21,606	29,130	9,488	7,803	22,258	90,285
	Percentage (%) of each types	23.9	32.3	10.5	8.6	24.7	100.0
	Rangoon	15,561	12,126	3,868	3,151	10,437	45,143
	Percentage (%) of each type	34.5	26.9	8.6	7.0	23.0	100.0
No. in use	Burma, whole country	18,523	22,487	7,321	6,182	17,691	72,204
	Rangoon	14,439	11,251	3,590	2,925	9,684	41,889
Ratio of No. of vehicles in operation; (%) Rangoon/Burma, whole country		78	50	49	47	55	58
Operation ratio (%) (average for 1962/1973)		85	70	76	82	82	78

出所: Department of Road Transport Administration, Rangoon.

表1-6からもわかるようにビルマの自動車保有台数は全国で72,204台であり、そのうちの約58%近くがRangoonに集中している。1971年の保有率は0.0022台/人で非常に低く、インドのそれとほぼ等しく、フィリピンの約 $\frac{1}{5}$ である。

1962-73年の12年間の全車種平均稼働率(稼働台数/登録台数)は78%であり、そのうち乗用車の稼働率が最も高く、85%を示し、トラックは最も低く70%の稼働率を示している。

ビルマの自動車の車令は非常に古く、車令16年~19年以上が全保有台数の46.6%、車令32年~35年が7%近くもある。

ビルマの主な幹線道路上の日平均交通量は表1-7に示されているように1966年より2年毎に観測されている。

表 1-7

ビルマの主要幹線道路の日平均交通量(台/日)

Unit: No. of Vehicles/day

Year	Rangoon § Pegu	Pegu § Toungoo	Rangoon § Tharrawaddy	Tharrawaddy § Prome	Prome § Thayet	Thayet § Magwe	Mandalay § Ava Bridge
1966	612	749	813	1,051	945	441	2,869
1968	321	593	663	747	703	394	2,718
1970	538	692	1,229	1,163	1,316	2,335	2,635
1972	1,448	1,712	1,177	1,554	1,298	860	2,743

なお、表 1-7 の数値は乗用車換算台数で示されており、乗用車=1、軽トラック=2、重トラックおよびバス=3、自転車=0.5、牛車=8.0、馬車=6.0としている。ビルマでは車の保有台数が非常に少なく、牛車、馬車が農村における主要な交通手段になっているので、表 1-7 の数値は実際の数値よりかなり大きめにでている。

ビルマの内陸水運交通は鉄道と共に、重要な輸送機関である。

内陸水運公社(IWTC)は、Irrawaddy河を中心としたデルタ地帯および、主として次のルートのサービスを行なっている。

1. Rangoon ~ Mandalay (Irrawaddy河) 9 6 0 Km
2. Mandalay ~ Bhamo (同上) 4 4 0 Km
3. Bhamo ~ Sinbo (同上) 3 7 Km
(但し 1月のみ就航)
4. Sinbo ~ Myitkyina (同上) 1 3 0 Km
5. Pakokku ~ Homalin (Chindwin河) 6 4 0 Km
6. Moulmein ~ Shwegoon (Salween河, Dondami河) 9 0 Km
7. Moulmein ~ Kya-in (Ataran河) 1 2 0 Km
8. Moulmein ~ Kyondo (Gyaing河) 7 0 Km
9. Moulmein ~ Moulmein河河口 (Moulmein河)

以上のサービスを含めた全ルート延長は 5,440 Km であり、全サービス延長は 11,600 Km にもおよび。

航行可能な水路延長は雨季の高水位で 8,050 Km, 乾季の低水位で 6,000 Km である。
全サービス路線中の寄港基地は 411 である。

IWTC は 1972-73 年 11,732 人の職員で, 867 隻の船舶 (Powered 364 ,
Dumb 374, Station flat 129) を保有し, 9,650 千人の旅客と 1,086 千トンの
石油, 185 千トンのセメント, 617 千トンの雑貨を運搬している。

船舶の燃料, 乗組員の給料, 船の維持, 管理費などを含む全支出は 50,949 百万
Kyats であり, 貨物 1 ton-mile および旅客 1 人・mile あたりの収入はそれぞれ 10.1
Pyas, 6.8 Pyas となっている。

その他 Nautical Department に登録された個人所有の船舶は 1,496 隻で, その殆ん
どが 50 ft から 80 ft までの長さである。

30 ft 以下の小船は上記の隻数の内には含まれていない。以上の私有船舶による推定貨物
運搬容量は 56,050 t である。IWTC は Irrawaddy 河の横断輸送は行なっておらず, フ
ェリー輸送はビルマ鉄道公社の輸送を除いては民間の輸送業者が実施している。

Rangoon 港は, 港湾通過交通量の 8 割を取り扱っているが, 1961-62 年~1968-
69 年の間は輸出の低下により交通量は年平均 8.4 % で減少している。以後, 米の輸出増
加に伴って取扱い量は増加しつつある。

Rangoon 港での各品目別輸出入量は表 1-8 に示す通りである。これらの輸出入量の
うちには, 外国に対する輸出入量ばかりでなく, Akyab, Kyaukpyu, Sandoway,
Bassein, Moulmein, Tavoy, Mergui および Kawthaung などの港への国内輸出入
量も含んでいる。

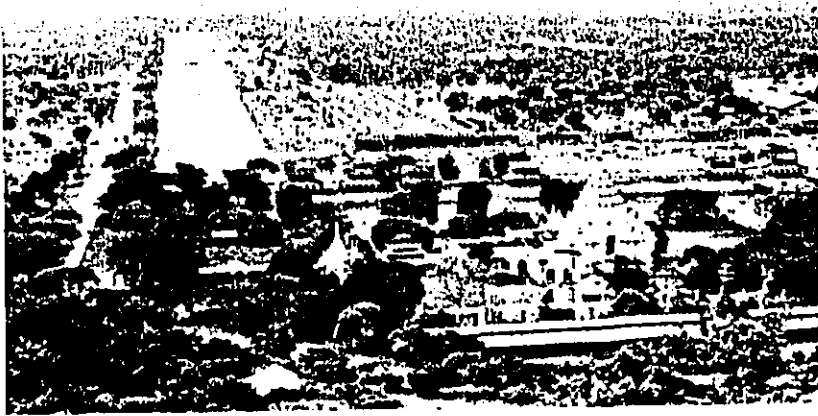
表 1 - 8

Rangoon 港における貨物取扱量

Unit: Tons

Items \ Year	1968/69	1969/70	1970/71	1971/72	1972/73
<u>Export</u>					
P.O.L.	73,033	69,417	69,231	78,254	64,448
Rice & Rice Products	319,175	572,504	697,316	763,114	321,569
Mineral	21,468	13,252	15,466	17,134	21,893
Timber	126,430	102,633	90,099	142,704	288,936
General Cargo	215,448	263,697	310,172	427,672	428,624
Total for Export	755,554	1,021,503	1,182,284	1,428,882	1,125,470
<u>Import</u>					
Coal & Coke	265,275	241,333	254,046	150,847	142,331
P.O.L.	123,811	307,200	285,872	285,177	98,376
Salt	24,387	29,105	24,297	24,705	34,674
General Cargo	584,016	505,022	486,130	424,509	396,862
Total for Import	997,489	1,082,660	1,050,345	885,238	672,243
Total* of Export & Import	1,753,000	2,104,000	2,233,000	2,314,000	1,798,000

2. 地 域 經 済



2. 地 域 経 済

2.1 地域経済調査の内容

2.1.1 調査の目的

地域経済調査では架橋の直接影響圏と考えられる行政上の7のRegion (Magwe, Minbu, Thayet, Prome, Tharrawaddy, Sandoway, Henzada, 図2-1参照) およびビルマ全国の過去および現況パターンを分析した上で、ビルマ全国の国民経済予測および直接影響圏のIrrawaddy河の架橋による経済発展の将来予測を行なうことを目的とする。

これらの将来予測結果と架橋地点付近のフェリー交通調査結果およびその他の資料とからプロジェクトの評価を運輸経済調査の分野において行なった。

2.1.2 調査方法

図2-2 イラワジ河架橋計画地域経済調査思考フローに示されているようなフローによって架橋による直接影響圏およびビルマ全国の将来の産業、経済の発展パターンを予測した。

将来予測にあたってはRegion, State, 全国の各レベルにおける産業、経済の経年変化のパターンおよび将来計画の具体的な数値が必要であるが、種々な事情により十分な資料を収集することができず、またその信ぴょう性についても問題のある資料もあったので予測のある部分については概略的に推定せざるを得なかった。

直接影響圏の現況パターンは人口、労働力、農業、林業、鉱業、工業、運輸、通信、流通などの各分野について分析すると同時にそれらの項目相互間の相関性を多変量解析の手法を用いて定量的に解析し、それらの解析とあわせて定性的検討を行なった。しかし本プロジェクトの直接影響圏のみをとりあげてその経済、産業の現在および将来パターンを分析することは不十分であり、直接影響圏のパターン分析と同時に、それらの分析結果を全国的視点から検討する必要がある。そこでビルマ全国の現況パターンを人口、労働力、農業、林業、鉱業、工業、運輸、通信、流通などの各分野について定量的、定性的に分析した。

直接影響圏の開発パターンの検討は橋梁のある場合と橋梁のない場合とのそれらの開発パターンの差が、架橋の効果に直接的に結びつくので非常に重要である。

直接影響圏の開発パターンの検討を直接影響圏のみを対象にして、ミクロ的視点から判断することは危険があるのでビルマ全国の国民経済予測を行なって、それらの解析結果を直接影響圏の開発パターン推定のチェックポイントとした。

また、ビルマ全国の国民経済予測をチェックする目的でビルマと産業、経済構造が類似していると思われる他の東南アジア諸国の産業、経済の現況パターンおよび将来パターンの分析を行なった。

架橋による直接影響圏の将来予測は橋梁のある場合と橋梁のない場合とに分けてミクロ的、マクロ的観点から定量的定性的に行なった。

現在の所、Irrawaddy 西岸地域の定量的に裏付された明確な開発計画はなく、ビルマの4ヶ年計画、20ヶ年計画も各産業部門別に計画目標（目標成長率）を定めたものである。将来予測にあたっては考えられる種々な発展のパターン（目標成長率による将来パターン、過去のパターンを多変量解析、重回帰分析などの手法を使用して予測した将来パターン、地域比較法による将来パターン、国連などの他の機関による予測値など）を総合的に検討した結果、各産業についての将来パターンを予測して橋梁のある場合とない場合との差を架橋の開発効果に結びつけた。

2.2 調査対象地域の状況

2.2.1 人口

1973年のセンサスによれば全国人口2,890万人の15%にあたる436万人が前述の7のRegionに居住している。

全国面積の9.4%にあたる63,687km²を占める7のRegionのうちで、特に人口密度の高いのはIrrawaddy河東岸地域のProme, Tharrawaddy および西岸のHenzadaであり、一般的にIrrawaddy河東岸地域および下ビルマの人口密度が高くなっている。人口が最も希薄なのは西岸地域のSandowayであり、その人口密度はHenzadaの約1/7にあたる19.1人/km²である。

一般的な傾向として東岸地域は一部山岳地帯を除いてほぼ全域にわたって人口が分散しているが、西岸地域ではIrrawaddy河支流を始めとする中小河川流域に人口が密集している。

表 2 - 1 関連 7 Regions の人口

Region	Population	Area (km ²)	Density (Persons/km ²)
Magwe	866,435	9,630	89.9
Minbu	432,222	9,314	46.4
Thayet (east)	199,622	4,727	42.2
Thayet (west)	247,899	7,268	34.1
Prome (east)	532,338	5,136	103.6
Prome (west)	101,962	2,507	40.7
Tharrawaddy	821,000	7,260	113.1
Sandoway	206,082	10,754	19.2
Henzada	956,141	7,091	134.8
Total of 7 Regions	4,363,701	63,687	68.5 (Average)
Whole Country	28,885,867	676,570	42.7

(出所 : 1973年人口センサス)

2.2.2 土地 利 用

7 の Region における用途別土地利用は図 2 - 3 に示されていて、さらにそれらの土地利用から農業用地だけをとり出して用途別に細分すると図 2 - 4 のようになる。

図 2 - 3 からわかるように各 Region ごとにその土地利用形態には明確な特性があり、Sandoway, Thayet(west), Thayet(east), Minbu の全面積に占める森林面積は各々、81%、83%、80%、62%であり、それらの森林面積のうちでも非保護林地域は Sandoway が最も大きい 191 万 acres を示し、次に Thayet(west) の 120 万 acres が続き、全般的に Irrawaddy 西岸地域の Arakan 山脈一帯付近に非保護林地域が集中している。東岸地域では森林開発が西岸地域に比べて進んでいる点もあって、保護林の割合が大きくなっている。乾燥地域である Magwe, Minbu では Ya land が各々、Region の 35%、9% を占めているのが特徴的であり、この付近

一帯では乾燥地域に適した綿花、落花生、胡麻、豆類などが生産されている。

一方、下ビルマの Tharrawaddy, Henzada では Irrawaddy 河によって運搬されてきたデルタ地帯の肥沃な土壌と豊富な Irrawaddy 河の水量とを生かして広大な水田地帯が広がっている。

Tharrawaddy, Henzada における水田の占める割合は、それぞれ 36%, 35% であり、この 2 つの Region だけでもその米の生産量は全国の米の総生産量の 12% (1973-74年) を占め、Irrawaddy 河のデルタ地帯が米の主要生産地帯であることがうかがえる。

Tharrawaddy, Henzada では非保護林地帯はそれぞれ全面積の 5%, 2% を占めるにすぎず、保護林が各々 39%, 33% を占めていて Arakn 山脈周辺地域より森林開発が進んでいる状況がうかがえる。

Prome の東岸では現在、農地として利用されている土地以外に、耕作可能な面積が Prome 東岸地域の全面積の 22% の 277,833 acres を占めているのが目立っている。図 2-4 からもうかがえるように農業用地だけの土地利用形態をみると、北方の Magwe, Minbu では Ya land が 1971-72 年現在、各々、全農業用地の 79%, 46% の 860,489 acres, 206,607 acres を占めている。それらの Ya land のうち実際に耕作されているのは 65% 前後で、あとの 35% 近くは休閑地となっている。

Tharrawaddy, Henzada および Prome の東岸地域では圧倒的に水田が多く、それぞれ全農業用地の 88%, 78%, 88% の 652,690, 599,873 および 352,376 acres を占めている。またそれらの水田のうち実際に耕作されているのは、それぞれ 90.5%, 96.5%, 97.6% であり、残りの 9.5%, 3.5% および 2.4% が休閑地となっている。

2.2.3 産業と経済

調査対象地域 (7 Regions) はその東側には Pegu 山脈、西側は Arakan 山脈によって他地域との交通をはばまれ、Irrawaddy 河がこれらの地域間の円滑な交流に対して大きな障害になっている。

Irrawaddy 河の東岸地域と西岸地域とでは地理的状況も若干差異があり、高温多雨の西岸に対し東岸では若干雨量が少なくなっている。南部は両岸域共に平野部が続き、

水田，ジュート畑が多いが，北部では両岸域共になだらかな山地となっており，畑作が多く，低地でわずかに水田が見られる。

Arakan 山脈寄りの西岸地域では高度も高く森林地帯が続き，山地農業として，とうもろこし，砂糖きび，しゃか糖などが栽培されている。

次に，調査対象地域の農業，林業および鉱工業について述べる。

1) 農 業

調査対象地域の 1973-74 年の主要農業生産物の生産量を表 2-2 に示す。

米の生産量は下ビルマの Irrawaddy 河デルタ地帯の Tharrawaddy, Henzada が大きく，Tharrawaddy, Henzada だけでも全国の米の生産量の 12% 近くを占めるほど水田地帯が発達している。落花生の生産量は Magwe が圧倒的に大きく，57,127 t の生産量をあげ，次に Tharrawaddy, Henzada の 24,783 t, 22,630 t が続いている。

胡麻の生産は Magwe, Minbu が多く各々 18,800 t, 6,402 t の生産量をあげ，胡麻，棉花については一般的に 7 の Region のうちでも北部地域の生産量の方が南部地域よりも大きい。

豆類の生産は北方の Minbu, Magwe と南方の Tharrawaddy, Henzada が大きく，中間地帯の Theyet, Prome の生産量はそれぞれ Minbu の生産量の 18%, 12% で非常に低くなっている。全般的には Tharrawaddy, Henzada の農業開発が 7 Regions のその他の地域より発達している。

表 2 - 2 主要農業生産物の生産量 (1 9 7 3 - 7 4)

Unit: tons

Region \ Crop	Rice	Groundnut	Sesame	Cotton	Pulses	Maize Seed
Magwe	46,535	57,127	18,800	1,498	7,378	5,985
Minbu	117,743	8,125	6,402	4,257	19,319	2
Thayet (east)	16,513	5,586	3,268	1,489	1,482	11
Thayet (west)	32,494	5,661	3,792	1,496	2,032	40
Prome (east)	269,746	7,740	1,267	1,011	1,995	27
Prome (west)	33,761	3,386	163	57	496	678
Tharrawaddy	544,169	24,783	278	6	16,919	1,466
Sandoway	67,148	1,316	27	4	28	-
Henzada	489,435	22,630	242	-	16,165	4,534
Total	1,617,544	136,354	34,239	9,818	65,814	12,743
Whole Country (Production)	8,583,000	452,000	166,000	40,000	210,000	84,000
7 Regions/ Whole Country (%)	18.8	30.2	20.6	24.5	31.3	15.2

注) 出所: Whole country: Report to the Pyithu Hluttaw, 1974-75

7 Regions: Planning Department, Ministry of Planning and Finance, 1974

2) 林業

チークの生産は Tharrawaddy, Thayet の西岸地域が最も大きく、それぞれ 40,800 t と 22,000 t の生産量をあげ、Prome の東岸地域が 15,200 t で次に続いている。しかし西岸地域におけるチーク材資源は殆んど開発されておらず、特に Arakan 山脈東麓におけるチーク、西麓における竹は輸送手段と搬出体制が整備されれば、ビルマの林業開発に大きく寄与するものと思われる。

Arakan 地域における堅木材、竹の賦存量はそれぞれ 1,176,000 t, 205,440,000 t

あり，将来の林業開発が期待できる。

1973-74年の堅木材の生産量では Sandoway, Tharrawaddy が最も多い 21,900 t, 21,000 t をそれぞれ示し，次に Prome の東岸地域の 12,700 t, Magwe の 12,000 t が続いている。

竹の生産量では Thayet の西岸地域が 17,620 千本で最も高く， Sandoway の生産量は 230 千本で非常に少いが，将来のイラワジ西岸地域の開発に伴ってその生産量が拡大化してくるものと思われる。

表 2-3 主要林業生産物の生産量 (1973-74)

Unit: tons

Region \ Product	Teak	Hardwood	Bamboo (1,000 Nos.)	Charcoal	Firewood
Magwe	7,000	12,000	1,150	-	11,900
Minbu	5,000	-	3,300	1,000	2,500
Thayet (east)	4,000	3,000	2,000	-	-
Thayet (west)	22,000	3,000	17,620	-	3,500
Prome (east)	15,200	12,700	1,350	830	19,000
Prome (west)	8,400	4,000	-	-	-
Tharrawaddy	40,800	21,000	3,412	-	13,050
Sandoway	-	21,900	230	-	160
Henzada	5,000	2,000	-	-	-
Total	107,400	79,600	29,062	1,830	50,110
Whole Country	345,000	1,035,000	-	-	-
7 Regions/Whole Country (%)	31.1	7.7			

注) 出所: Whole country ; Report to the Pyithu Hluttaw,

1974-75

7 Regions ; Planning Department, Ministry of Planning
and Finance, 1974

3) 鉱工業

7 の Region のうち Magwe 地域には Yenangyaung (1889年発見), Chauk (1901年発見) の二大油田があり, 1972 現在, それぞれ日産 4,226 バレル, 日産 2,400 バレルの原油を産出している。

その他 Myanaung 油田 (1964年発見), Prome 油田 (1965年発見), Mann 油田 (1967年発見) の各油田があり, それぞれ日産 6,734 バレル, 2,114 バレル, 4,100 バレルの原油を産出している。これらの原油はすべて Irrawaddy 河を中心とする南北に発達した第3紀層から得られるもので, Chauk と Syriam の各精油所で精製され, 全国の 23 の Installation depots, 2万~3万ガロンの貯蔵能力を有する 83 の Filling station, 58 の F・S/P・S (Filling station と Packed shop の組み合わせ) および 128 の Packed shop に道路, 鉄道あるいは内陸水運によって分散されている。

Sandoway, Akyab, Moulmein, Tavoy, Mergui などへは Syriam から海運によって石油が運搬されている。

Syriam と Chauk の精製能力はそれぞれ 17,500 US バレル/日, 6,750 US バレル/日であり, 1972年現在, 2億 1,700万ガロンを生産し, 1974-75年には 5,600万ガロンの石油, 8,990万ガロンのケロシン, 9,210万ガロンの重油, 5,070万ガロンの燃料油, 計 2億 8,870万ガロンの石油製品を精製し, 自給体制に近づきつつある。

原油の生産量を表 2-4 に示す。

表 2 - 4 原油生産量

Unit: US barrels

No.	Oil Field	1970-1971	1971-1972	1972-1973
1	Chauk/Lanywa	785,392	660,000	565,562
2	Yenangyaung	1,556,117	1,480,000	1,453,817
3	Myanaung	2,442,462	1,990,000	1,240,841
4	Prome	795,862	740,000	720,972
5	Mann & Others	649,806	2,330,000	3,484,902
	Total	6,229,639	7,200,000	7,466,094

表 2 - 4 の 5 ケ所の油田だけでも全国の原油生産量の 96% 以上を生産し、主要な油田はイラワジ河沿の中ビルマの Chauk から Myanaung に集中している。しかし、ここ数年来、ラングーン沖合の Martaban 湾から Andaman 海一帯、ビルマ西部 Akyab 沖の Arakan 海一帯は海底油田がきわめて有望であることで注目され、試掘もすでに開始されている。

天然ガスの生産利用状況は表 2 - 5 に示されている通りである。

表 2 - 5 天然ガスの生産および消費

Unit: Million ft³/day

Production & Utilisation	Place	Chauk	Ayadaw	Yenang- yaung	Mann	Prome	Myanaung	Shwe Pyitha
1. Production		8.0-8.5	4.0-5.0	2.7-3.0	20.0	5.0	3.5-4.0	
2. Utilisation								
1) Fertiliser Plant		4.0-5.0	4.0-5.0	-	-	-	-	Shut is Temporary Potential
2) Refinery		2.0	-	-	-	-	-	
3) Power Station		1.0	-	0.85	-	-	-	10.0 MC-FD for Cement
4) Workshop		0.3	-	-	-	-	-	
5) Domestic		0.2	About 0.05	0.1	0.1	0.15	0.1	Mill and EPC Power Station
6) Field Boiler Rest is Flared		-	-	0.20	0.2 (About 19.7)	-	0.4	
7) Injection		-	-	-	-	-	2.5	

現在、ほぼ全長 200 マイルの Irrawaddy 中流域における工業ベルトが確立されつつあり、工業プロジェクトのほとんどが Irrawaddy 西岸地域に建設されている。

イラワジ中流域の工業プロジェクトは表 2 - 6 に示す通りである。

表 2 - 6 Irrawaddy 中流地域の工業プロジェクト

Project Name		Industrial Products
1	Pakokku Cigarette Factory	Tobacco
2	Kyungchaung Gas Generating	Natural gas
3	Kyungchaung Chemical Fertiliser	Chemical fertilizers
4	Waji Project	Minting
5	Sale Chemical Fertiliser	Chemical fertilisers
6	Malun Tractor Project	Large-size tractors and trailers
7	Sinde Project	Motors, diesel engines, farming equipment, electrical appliances and small-size vehicles
8	Tonbo Project	Small-size vehicles, plastics and electrical appliances
9	Kyangin Cement	Cement
10	Myanaung Gas Generating	Natural gas and power generation

このような Irrawaddy 中流域における工業化の進展は工業立地論的に言えば、原料およびエネルギー供給地であること以外には優位性はないように思われる。しかし、工業化の基本的考え方が国内資源の有効利用と国内消費財輸入代替産業の振興である事を考えると、輸出入を意識しない内陸部での工業立地も成立する。

Irrawaddy 中流域に工業地帯を進展させるメリットとしては、主として次の 3 項目が考えられる。

1. 原料およびエネルギーの供給が容易で、それらの輸送費および輸送時間が節減できること。

2. 労働力の供給の容易であること。
3. 将来の Irrawaddy 西岸地域の総合開発の布石となること。

2.3 国民経済予測（橋がない場合）

2.3.1 概要

図 2-5 に示されるようなフローによって「橋がない場合」の国民経済の将来予測を行なった。基本的な考え方は次のように要約される。

“ビルマ全国の統計資料（主に REPORT TO THE PEOPLE BOOK 1 1973-74, 1972-73）をもとにして主要と思われる 200 個近い経済産業指標を選定した。選定された経済産業指標は次のような指標である。

人口，産業部門別労働人口，総生産，純生産（合計および部門別），所得，消費，投資，公共部門経費の変化，主要農業生産量，生産高，各主要農業生産物の作付面積，耕作面積の過程，土地利用，畜産，林業生産量，生産高，鉱業生産量，生産高，工業生産高，品目別輸出入量，輸出入高，車種別稼働台数，保有台数，国内輸送量（旅客および貨物），以上のような経済産業指標間の相関性を分析する目的で経済産業指標間の単相関マトリックスを作成して，指標相互間の定量的な関係を把握した後，定性的な検討を加え，多変量解析（主成分分析，重回帰分析など）その他の手法によって将来推計を行なった。さらにこれらの推計値をマクロ的（近隣東南アジア諸国との比較分析，需給バランスなど），およびミクロ的（単位収穫高，労働生産性などの原単位分析）観点から多面的に検討して補正を行なった。”

図 2-6 はビルマにおける経済指標間の連鎖関係したもので 1 次産業がベースとなって，2 次および 3 次産業が発展し，その結果，貿易規模が拡大し，輸入制限が緩和されるといふビルマ国民経済の発展のプロセスをあらわしている。

図 2-6 の連鎖関係にもとづいて，図 2-5 のフローに示される手法により将来予測を行なった。

2.3.2 ビルマ全国の将来人口予測

ビルマ全国の将来人口予測にあたっては図 2-7 に示されるような推計フローによって，その将来予測を行なった。1962 年から 1972 年までの過去 10 年間の人口の経年変

化はほぼ直線的（人口の経年変化の相関係数：0.9987）であり，将来も過去のパターンで伸びることが予想される。しかし人口の対前年比（1961年～62年：2.07%，1972年～73年：2.38%）は年々伸びる傾向にあり，ピラミッド型の年令別人口構造，産児制限の普及度などを考慮すると，過去の直線的な人口成長のパターンをそのまま将来に伸ばすことは不適當と考えられる。そこで全国および各州の過去の人口成長のパターンを等比的等差的に把握し，国連などの他の機関で推計されている結果とも照合した上でビルマ全国人口の将来予測を行なった。

2.3.3 主要生産物の将来予測

1) 農業生産物

主要と思われる米，落花生，胡麻，綿花，豆類，とうもろこしの6品目について，生産量の予測を行なった。基本的な考え方は，図2-8のフローに示す通りである。

過去の生産量のパターンをみると，近年の5年ないし6年間は，ほとどの品目についても安定した漸増的なパターンを示している。したがって，将来においても，当分の間はこのパターンで伸びると想定した。その後の長期的なトレンドの推定に対しては，次のような要因を総合的に勘案し，生産量は増加傾向を維持していくものと想定した。

- a) 灌漑の促進
- b) 高収量品種導入及び技術の進歩にともなう単位収穫高の増大
- c) 需要量の伸び
- d) 基幹産業としての農業生産物の重要性

各品目別の推計結果は，表2-7，及び図2-9に示す通りである。

表2-7 主要農業生産物の将来予測（全国）

Unit: 1,000 tons

Fiscal Year \ Item	1974	1978	1983	1988	1993	2003	2012
Paddy	8,411	8,846	9,861	10,994	12,293	15,525	19,372
Groundnut	551	687	825	1,003	1,187	1,583	2,000
Sesame	114	124	133	150	164	207	256
Cotton	49	59	70	88	110	172	260
Pulses	348	417	502	624	766	1,028	1,285
Maize Seed	71	87	106	134	165	273	370

2) 林業産出物

ここでは、輸出の主力を占めるチーク及び硬木の産出量予測について述べる。

推計の基本的な考え方は、図2-10のフローに示す通りである。

チーク及び硬木については、以下の要因を勘案して将来のトレンドを想定した。

- a) 豊富な資源量
- b) 伐採能力の増大
- c) 輸送施設の整備，改善
- d) 治安の維持
- e) 外貨獲得のための輸出拡大

これらの条件が満足されるならば、チーク及び硬木の産出量は将来大きな伸びを示すと考えられる。推計結果は、表2-8に示す通りである。

表2-8 林業産出量の将来予測

Unit: 1,000 tons

Fiscal Year / Item	1971	1978	1983	1988	1993	2003	2012
Teak	362	500	589	701	813	1,037	1,238
Hardwood	928	1,077	1,152	1,246	1,339	1,526	1,694

なお、鉱業産出物については、資源の分布状況，埋蔵量，開発計画等に関する情報が十分でなく、将来の産出量の予測は断念せざるを得なかった。

ただ、原油については、現在、行なわれている開発努力が実を結べば、将来国内消費量を十分まかなった上で、さらに、輸出余力が生じるという状況が考えられる。

また、その他の鉱物資源については、需要量の増大にともなって、産出量が上昇していくというトレンドが想定される。

2.3.4 国民純生産その他の将来予測

ここでは、国民純生産を中心として、これに関連の深い経済産業指標の推計をマクロな観点から行なった。推計の基本的な考え方は図2-11のフローに示す通りである。

1) 国民純生産

将来の成長パターンに関して、以下のような2ケースを想定した。

- a) 過去の成長パターンが持続する場合（低成長の場合）
- b) ビルマよりも高い成長率を示している他の東南アジア諸国の種々のレベルに、低レベルから高レベルへという形で段階的に到達していく場合（高成長の場合）

ビルマの過去10年のトレンドをみると、絶対量においてもまた伸び率においても他の東南アジア諸国に比べて、かなり低い値を示しており、これはビルマの特異な経済構造ないしは、経済体制に起因するものと考えられる。

従って、当面は過去のパターンで、すなわち a) のパターンで成長を続けるという想定が妥当であろうと思われる。その後のトレンドについては、20ヶ年計画のターゲットに見られるような積極的な投資（外債を含む）、および経済体制の変移（閉鎖→開放）といったような要因の相乗効果によって、過去のパターンを脱し、新たな成長段階、すなわち b) のパターンに移行すると想定した。

推計結果は表2-9に示す通りである。

2) 部門別純生産高

部門別の発展のトレンドをマクロな観点から次のようなステップでとらえた。

- a) 農業、林業、鉱業、牧畜業、漁業などの基礎産業の開発促進による輸出余力の拡大。
- b) a) の輸出余力をベースとして、工業部門の振興を図る。
- c) 1次及び2次産業部門の発展にともなう、サービス部門の発展

したがって、当初は1次産業の国民純生産に占める比重は大きいですが、徐々に工業部門との格差は減少し、やがて経済構造の変換期をむかえることが想定される。

推計結果は表2-9に示す通りである。

3) 就業率

諸産業の発展にともなって必然的に雇用規模も拡大される。ここでは、主に以下の要因を勘案して、就業人口及び就業率の予測を行なった。

- a) 将来の経済発展パターン
- b) 労働生産性の上昇
- c) 労働年令人口の推移

推計結果は表 2 - 1 0 に示す通りである。

表 2 - 9 国民純生産及び部門別純生産推計値

Unit: 100,000 Kyats

	1974	1978	1983	1988	1993	2003	2012
Net output of the nation	114,586	130,477	148,571	179,070	215,954	343,654	560,823
Agriculture	30,743	34,761	39,436	46,964	56,382	76,389	103,024
Livestock & Fishery	9,121	10,919	12,809	15,976	19,753	26,315	34,751
Forestry	2,933	3,207	3,525	4,147	4,883	6,085	7,551
Mining	1,948	2,490	2,965	3,614	4,417	6,074	8,086
Processing & Manufacturing	13,180	15,467	18,252	22,403	27,442	46,768	84,455
Power	859	1,091	1,380	1,927	2,518	4,292	7,751
Rental & Other Service	8,454	9,565	10,989	13,726	16,865	28,741	51,903
Construction	2,076	2,408	2,748	3,280	3,946	7,056	12,742
Trade	26,162	28,162	30,061	33,058	37,220	65,157	117,663
Transportation	6,432	7,189	8,043	9,653	11,579	20,708	31,645
Communication	339	382	426	501	594	1,012	1,827
Financial Institution	1,483	1,709	1,945	2,328	2,806	4,781	8,635
Social & Administrative Service	10,856	13,127	15,992	21,493	27,549	50,276	90,790
Average per Capita Net Output(Kyats)	371	398	417	451	489	622	818

表 2 - 1 0 就業人口及び就業率推計値

	1974	1978	1983	1988	1993	2003	2012
Working people (Unit: 1000)	11,675	12,752	13,928	15,552	17,365	21,889	26,977
Percentage of employment (%)	38.8	38.9	39.1	39.2	39.3	39.6	39.4

2.3.5 車種別稼働台数の将来予測

稼働台数について過去のトレンドを見る時、時系列的に非常に安定した増加パターンを示しているが、経済の発展にともない、輸入制限はあっても国内の生産力は漸増的に増大していくことが想定される。

したがってここでは、国民純生産およびその他の経済指標と稼働台数との相関分析を行ない、将来の車種別稼働台数を推計した。

稼働台数の推計にあたっては現在の輸入制限が今後も続けられる場合と、将来のある時期に輸入制限がしだいに緩和され最終的に撤廃される場合とが考えられる。しかし、輸入制限の緩和時期は政策的に決定される度合が大きく、単なる産業および経済に関する分析のアプローチからでは、輸入制限の緩和時期を想定することは非常に困難な問題である。

そこで、ここでは輸入制限が緩和されない場合、輸入制限が1988年および1978年から緩和の方向に向かった場合の数ケースについて車種別稼働台数の試算をくり返し行ない、それらの試算結果がビルマの交通状況を反映した交通需要と斉合性がとれているか否かの検討を行なった。

その他、ビルマの国内条件を考慮して、車種構成比と経済指標との相関分析を行ない、将来の車種構成のパターンを推測し、稼働台数の推計値に対する検討資料とした。

以上のような個々の推計値を総合的に判定した上で、表2-11、将来の車種別稼働台数に示されている推計値を得た。推計の基本的な考え方は、図2-12に示す通りである。

なお、ここで推計された車種別稼働台数は第3章の将来交通量の推計、つまり具体的に言えばZ-Craftと称するProme-Sinde間のフェリーを利用する将来交通量の推計値、および将来、橋梁を利用するバス交通とそれ以外の自動車交通の旅客バランスの検討に使用されたのみで、車種別稼働台数推計値の便益におよぼす感度は小さい。

表 2-11 将来の車種別稼働台数

Unit: 1,000 Vehicles

Year Type	1974	1978	1983	1988	1993	2003	2012	2012/ 1974
Car	18.9	19.8	24.4	29.6	39.4	79.7	174.6	9.2
Bus	7.5	8.3	9.3	10.8	13.4	24.7	44.9	6.0
Lorry	23.2	26.7	30.6	37.5	45.8	75.3	127.4	5.5
Others	23.6	24.8	26.2	28.4	34.1	61.1	101.1	4.3
Total	73.2	79.6	90.5	106.3	132.7	240.8	448.0	6.1

注：「その他」には自動2輪，ジープ，ステーションワゴン，バン，3輪車を含む。

上記の推計値の中には軍用自動車，農業用トラクターおよび特殊車は含まれていない。

2.4 直接影響圏の将来予測（橋のない場合）

2.4.1 概要

直接影響圏（Magwe, Minbu, Thayet, Prome, Tharrawaddy, Henzada, Sandoway の7のRegion）の西岸地域は，豊富な森林資源を有し，また，Lower Burma では農業，特に米の生産量が大きい。これらの地域特性を持つ直接影響圏の将来予測は，直接影響圏のデータを主体的に使用して推計することが望ましいと考えられる。しかし，主に Planning Department, Ministry of Planning and Finance より入手した資料は，1973/74の単年度しかなく，直接影響圏独自での将来予測は不可能であった。このため，全国値および各14州の資料を考慮して予測を行なわねばならなかった。しかし，州レベルの資料は，全国値との整合性に乏しいため，全国値を主体として将来予測を行ない，直接影響圏および各州の資料で定性的また定量的にチェックを行なった。

入手した資料から主要と思われる経済産業指標——産業部門別品目別生産量および消費量，人口，土地利用，その他——を直接影響圏で約240，州レベルで約100選出し，直接影響圏とその東岸地域，西岸地域，州レベルについて，相関分析，多変量解析および

その他の手法を用いて経済産業指標相互間の相関性を把握し、これをベースとして将来人口および産業部門別生産量を算定した。将来人口は、全国人口将来推計値のトレンドを用い、1973年の人口センサスを考慮し、現況の直接影響圏および州レベルの人口で定性的、定量的にチェックし、算定した。

また、産業部門別生産量についても同様に、経済産業指標相互間の相関性をベースとして、直接影響圏また州レベルの地域特性を考慮しながら、生産原単位を将来人口に乗じて産業部門別生産量を算出し、現在の生産量でチェックを行なった上で将来値を決定した。

2.4.2 Region 別将来人口の推定

橋のない場合における直接影響圏の各 Region の将来人口は、次の2点の理由から全国レベルで推計した将来人口を1973年の人口センサスを考慮して、ブレイクダウンした。

- 1) Region レベルで、人口に関して入手したデータが1973/74の単年度しかないので、直接影響圏独自での将来人口推計は不可能である。
- 2) State (Division) レベルにおいては、人口データが経年的に得られているが、全国レベルとの整合性がとれていないと判断できる。

各 Region の推計結果を図2-13に示す。

2.4.3 各Region における産業部門別生産量の推計

図2-14「橋のない場合の人口および産業部門別生産量の推定フロー」に示したように原単位分析を行ない、その結果を各 Region の将来人口に乗じて産業部門別生産量を推定した。

原単位は、先に述べたように多変量解析および他の統計解析の手法を用い、更に、他の東南アジア諸国と定性的かつ定量的にチェックして得られた全国レベルの産業部門別生産量と将来人口から、求めている。

また、図2-15に主要農業生産物および主要林業生産物の将来推計値を示す。

2.5 架橋による開発効果

ここでいう開発効果とは、直接、橋梁を利用するものが享受する便益、すなわち直接効果ではなく、橋梁建設を契機として各産業部門へ新投資が行なわれることによって生じるであろう経済効果、すなわち間接効果である。

このとき、直接影響圏において発生する開発効果については、次のように考えた。

“もし、橋梁が建設されなければ未利用ないしは不完全な形でしか利用されなかったと思われる経済資源（土地、森林資源等）が、橋梁建設を契機とする輸送体系の整備、労働力、人口の再配置（直接影響圏への集中）によって新たに開発、ないしは、より集約的に利用されることによって直接影響圏に純効果をもたらされる。”

しかし、これらの開発効果を定性的に検討できても、乏しい資料をベースにして定量化することはむづかしく、また、資料が相当整備されていても開発効果を定量化することは困難である。架橋による開発効果は農業、林業、鉱業などの直接的波及効果とそれらの直接的波及効果から派生する二次的および三次的波及効果とに、理論的には分けて考えられるが、実際の問題として、それらの一次から二次への波及効果、二次から三次への波及効果などの一連の連鎖反動的波及効果の定量的追跡は困難である。また、かりにこれらの波及効果を定量的に解析したとしても、それらの波及効果（便益）を橋梁の投資に帰属する便益と、橋梁以外の便益とに分ける事は理論的にも無理がある。

架橋による便益を、橋梁の投資に帰属する便益とそれ以外の投資に帰属する便益とに二分する便法的手法として、開発便益をそれぞれの投資量、すなわち橋梁への投資量とそれ以外の投資量との比に応じて分ける手法もあるが、信ぴょう性に乏しい。

また、以上の手法は単位投資量によって生起する便益が、投資の質に関係なく同一であることを前提としているので現実性に乏しい。

架橋の直接影響地域における便益、つまり架橋による純生産の増加分のうちには橋梁が建設されなかった場合、他の部門あるいは他の地域への投資によって生じたであろう純生産の単なる転移した結果が含まれている場合がある。このような転移された純生産を架橋による全純生産から分離することは理論的にも無理がある。

以上のような開発便益の計測の困難性を考えると、その定量化は断念せざるを得ないが、本章ではその信ぴょう性に多くの疑問を持ちつつ、参考資料程度に止めることを前提として、あえて定量化を試みた。

定量化の概要は次の通りである。

架橋の直接関連地域のうちでも、下ビルマのHenzada および Tharrawaddy Region および Irrawaddy 河東岸地域は、相対的に Irrawaddy 西岸地域より産業および経済の面

で発展している。そこで、これらの経済発展の地域格差、とくに Irrawaddy 西岸地域と東岸地域との経済格差に着目して架橋された場合には、橋という交通施設を通じて相対的に未発達な Irrawaddy 西岸地域の開発が促進されるものとして、橋がある場合と橋がない場合との経済格差を純生産の形で表示して、橋梁による開発便益に結びつけた。各地域の経済指標として各地域の純生産を採用できることが望ましいが、各地域の純生産に関する資料もその他の適切な経済指標もないので、やむを得ず、各地域の人口密度を経済発展のパロメーターとみなした。架橋によって Irrawaddy 西岸地域に人口が流入し、流入した人口によって農業、林業、鉱業が開発され、それらの一次産業の開発が最も直接的な波及部門である商業および運輸部門に波及するものとみなした。

計測された開発便益は第 11 章の 5.1 に示されているので、ここでは省略する。

これらの開発便益の計測には多大の労力と時間および多くの試行錯誤とを要したが、満足はいく信ぴょう性のあるものが得られなかったので、計測された開発便益は単なる参考程度に止めたい。

次に架橋による開発効果を定性的に検討する。

架橋の開発効果は図 2-16 に示されているように、ただ単なる走行便益、時間便益などの直接便益のみならず、農業、林業、鉱業および工業などの開発促進による開発効果が考えられる。とくに、Irrawaddy 西岸地域の現在進行している工業化開発は、架橋によりその開発のテンポが早められ、工業開発によって生起する効果としては次の事項が考えられる。

- ① 工業原材料の開発
- ② 流通機構の合理化
- ③ 雇用機会の増大
- ④ 工業労働者および技術者の熟練度の上昇と、その熟練労働者および技術者の他の工業部門への流用による関連工業の発達
- ⑤ 国内資源の有効利用
- ⑥ 輸入代替工業の進展による外貨の節約
- ⑦ 輸出指向型工業の開発による経済水準の上昇
- ⑧ Irrawaddy 西岸地域への工業の集中化による相乗効果および関連産業部門への波及効果

以上のような工業開発および工業開発により派生してくる、まだ十分に顕在化されない種

々な潜在的効果を顕在化させるためには、インフラ部門、特に Irrawaddy 西岸地域と東岸地域とを分断し、円滑な交流に多大な支障を与えている Irrawaddy 河に橋梁を架ける事が第一要件となってくる。

Irrawaddy 西岸地域の開発は橋梁を前提として策定される場合も考えられ、農業、林業、鉱業および工業部門に対する投資と橋梁とが有機的に結びつくことにより、産業開発が促進される。

今回、架橋の予定地点となった Prome は、上ビルマと下ビルマおよび Irrawaddy 西岸地域と東岸地域との物流の重要中継地点である。もし Prome に橋梁が完成すると南北方向に比較的発達している交通流を東西方向に分散させることになり、東西方向の交通の円滑化により特に未開発地域の多い Irrawaddy 西岸地域の潜在的ポテンシャルティーを序々に顕在化させることになる。また、架橋により Sandoway ~ Taungup ~ Sinde ~ Prome ~ Toungoo の東西幹線が形成され、今まで中ビルマから Rangoon に一度運搬されて再び海運によって Sandoway, Akyab 方向へ分散されていた貨物は、Prome から Sandoway への最短ルートを通ることになり、輸送費用の節減、流通機構の合理化などの国民経済的見地からみても好ましい効果が生じてくる。

ただし、架橋の効果を十分発揮させるためには、Sandoway ~ Taungup ~ Sinde の山岳道路の平面および縦断線形の改良、拡巾および舗装、現在フェリーで渡河している中小河川上の架橋、Irrawaddy 西岸地域および東岸地域の関連道路の整備および改良が必要である。

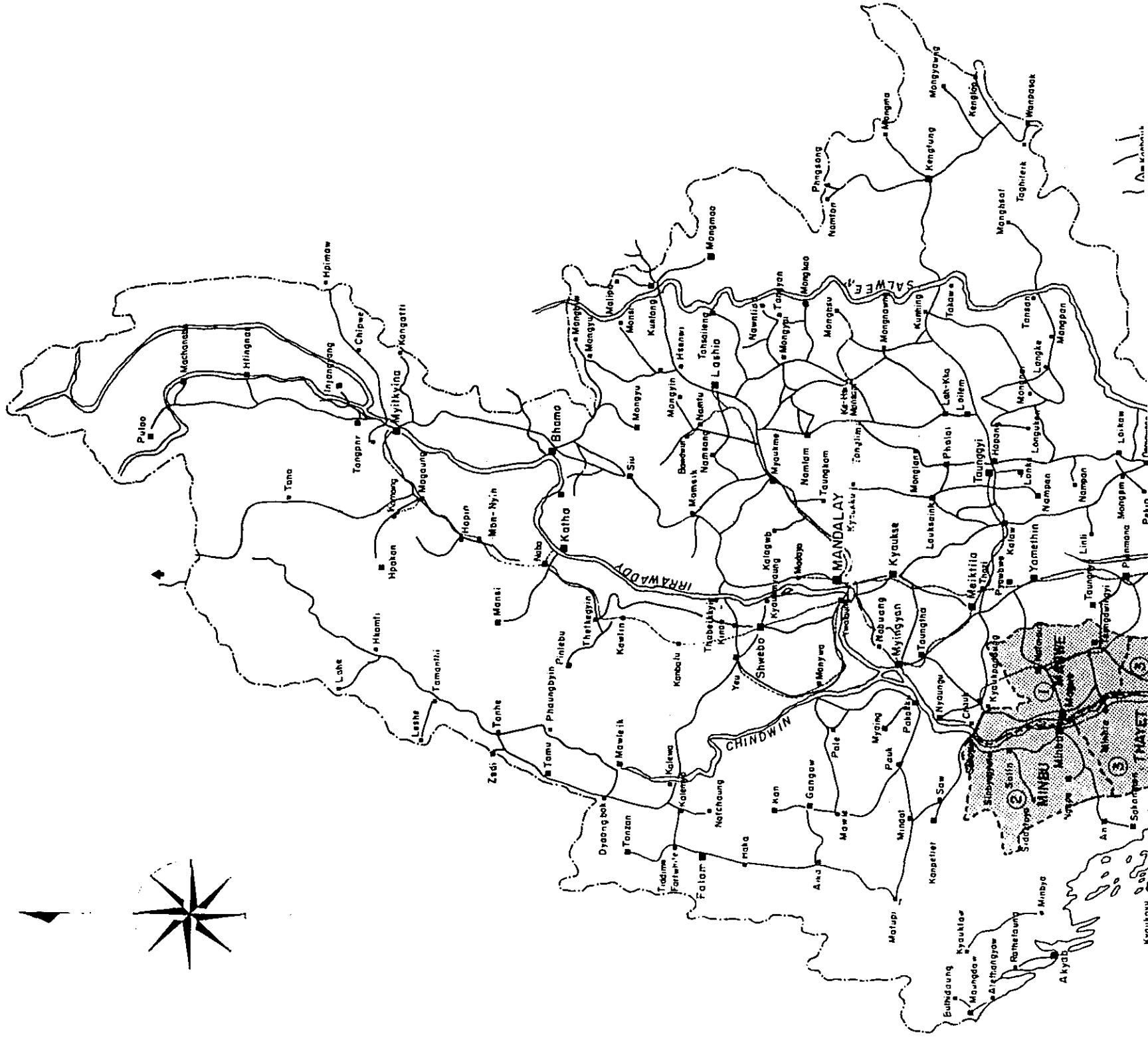
以上のように Irrawaddy 河の架橋は国民経済的見地から推測しても非常に好ましく、また必要であると考えられるが、特に本プロジェクトのように投資量が非常に多い場合には、同じ投資量をその他のプロジェクトに投資したらどの程度の投資効果が期待できるかを、多くの有望プロジェクトを総合的に評価し、さらに他のプロジェクトとの関連性を十分考慮した上で、本プロジェクトを再評価する必要がある。

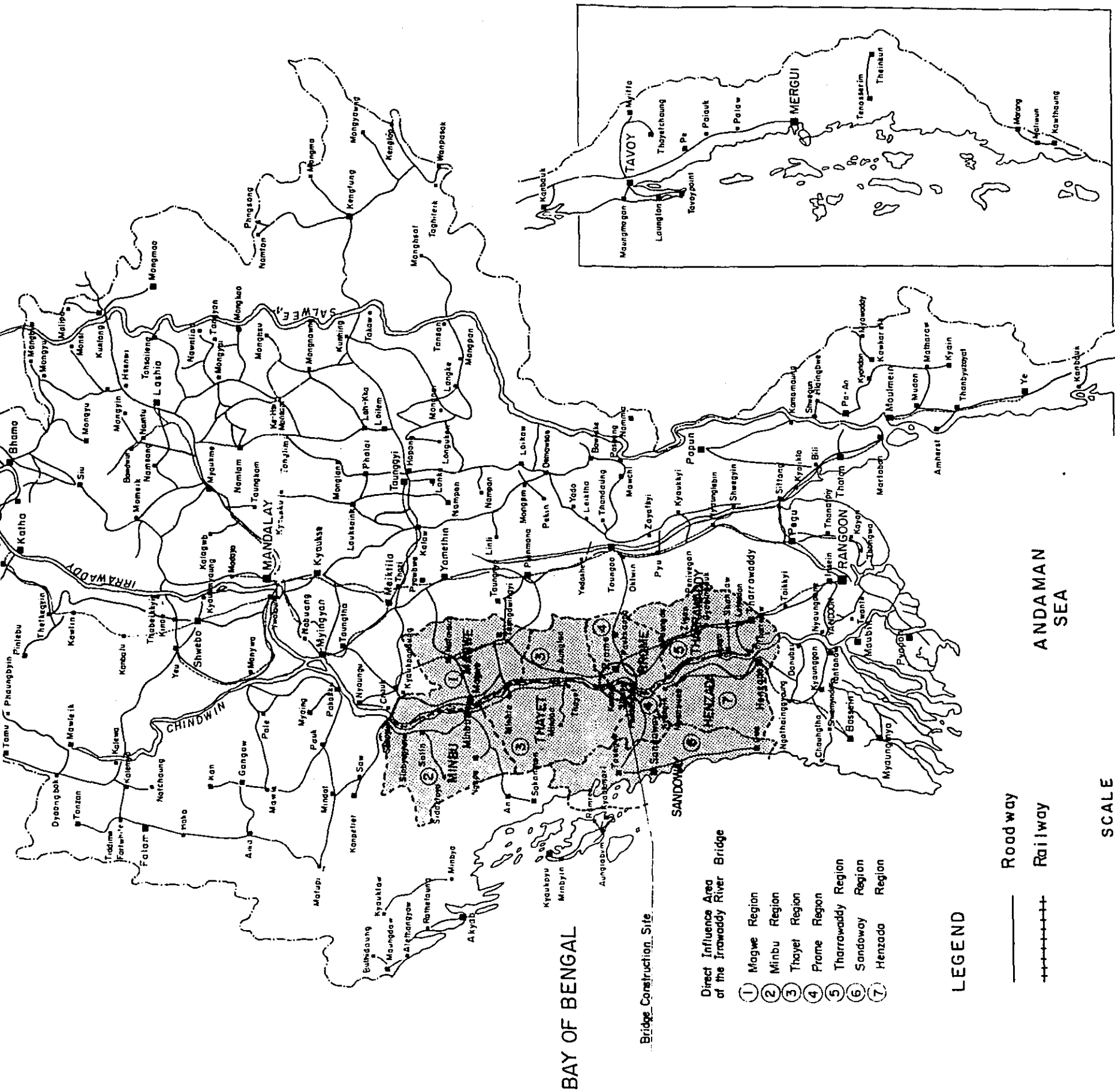
また、本プロジェクトを選択したがために犠牲になった他のプロジェクトからの利益、言いかえれば機会費用をも考慮することが望ましい。

本プロジェクトの評価にあたっては、ただ単に経済的側面からのみでなく、技術、経営管理、運営組織、財務、国家開発における位置づけ、社会および環境などの側面からも総合的

に評価する必要がある。

Fig. 2-1 BRIDGE CONSTRUCTION SITE AND TRANSPORT NETWORK





BAY OF BENGAL

Bridge Construction Site

Direct Influence Area of the Irrawaddy River Bridge

- ① Magwe Region
- ② Minbu Region
- ③ Thayet Region
- ④ Prame Region
- ⑤ Tharrawaddy Region
- ⑥ Sandoway Region
- ⑦ Henzada Region

LEGEND

- Road way
- +++++ Railway

SCALE



ANDAMAN SEA

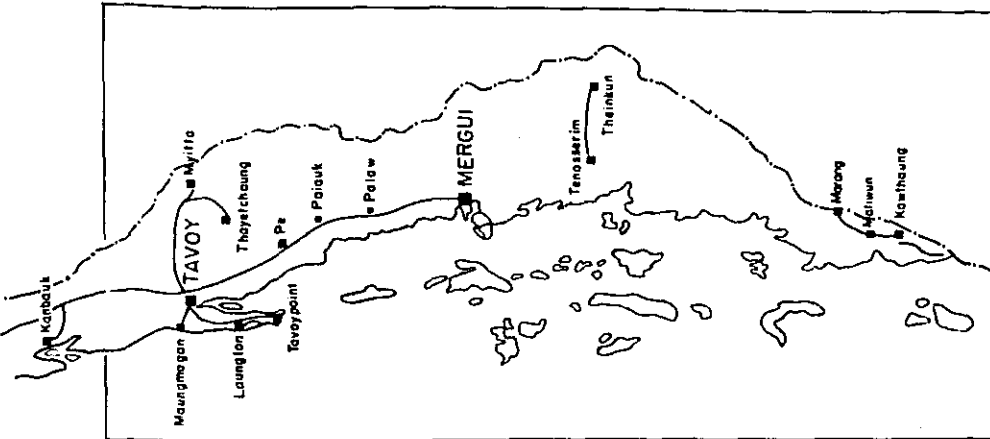


Fig-2-2 CONSIDERATION FLOW OF REGIONAL ECONOMIC SURVEY

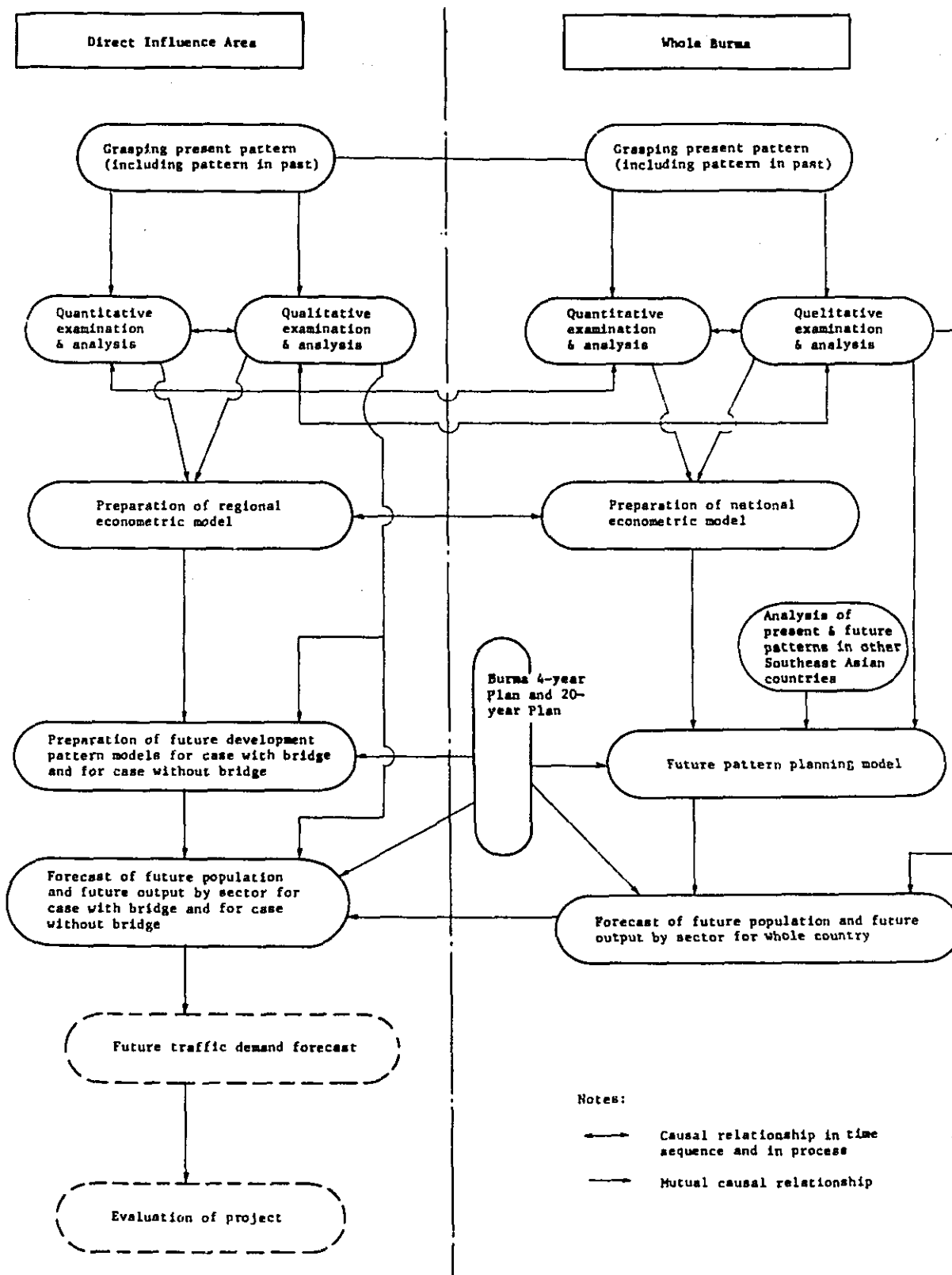


Fig.2- 3 LAND UTILISATION OF 7 REGIONS
 ——— TOTAL LAND STOCK ——— (YEAR 1971-72)

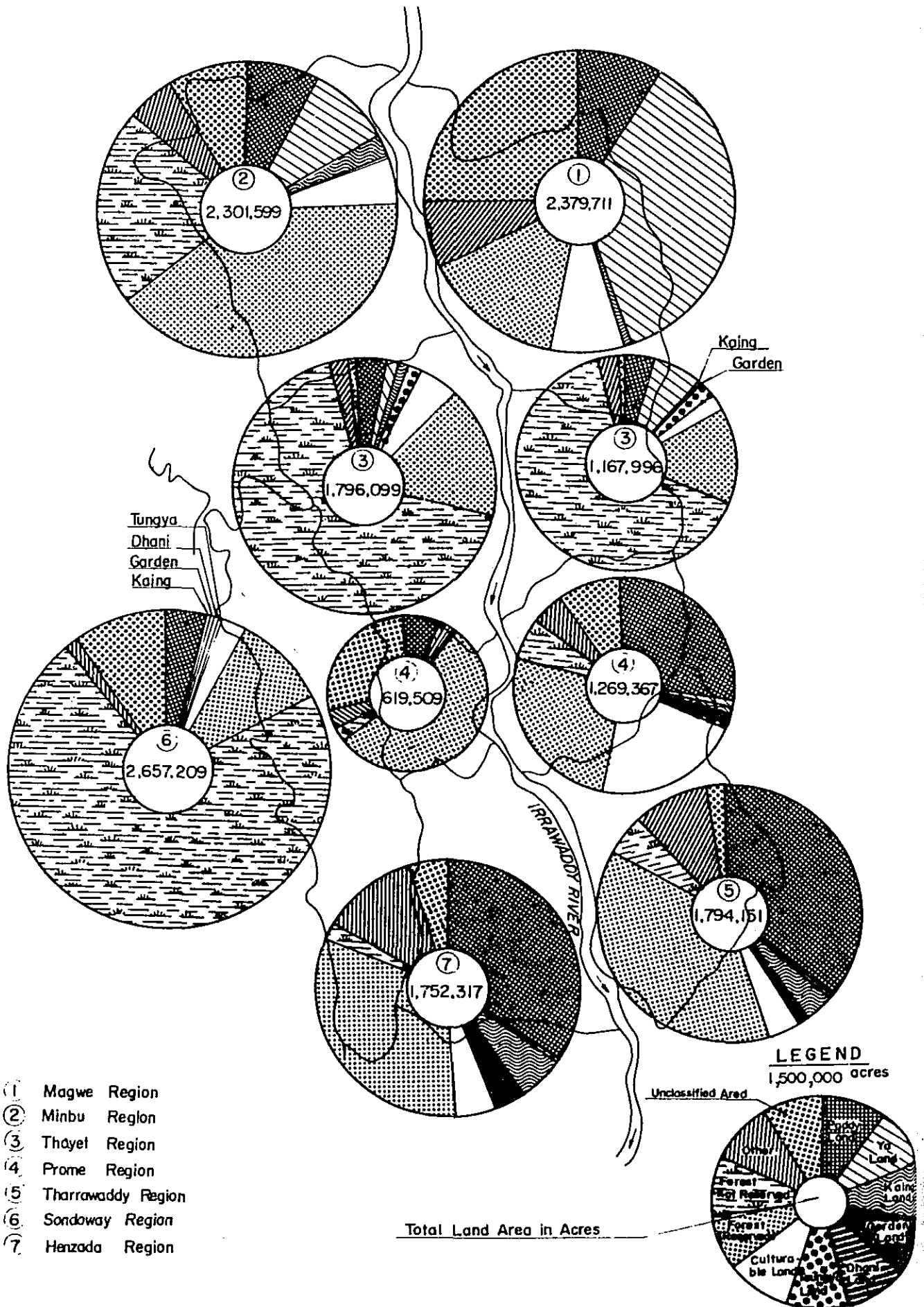
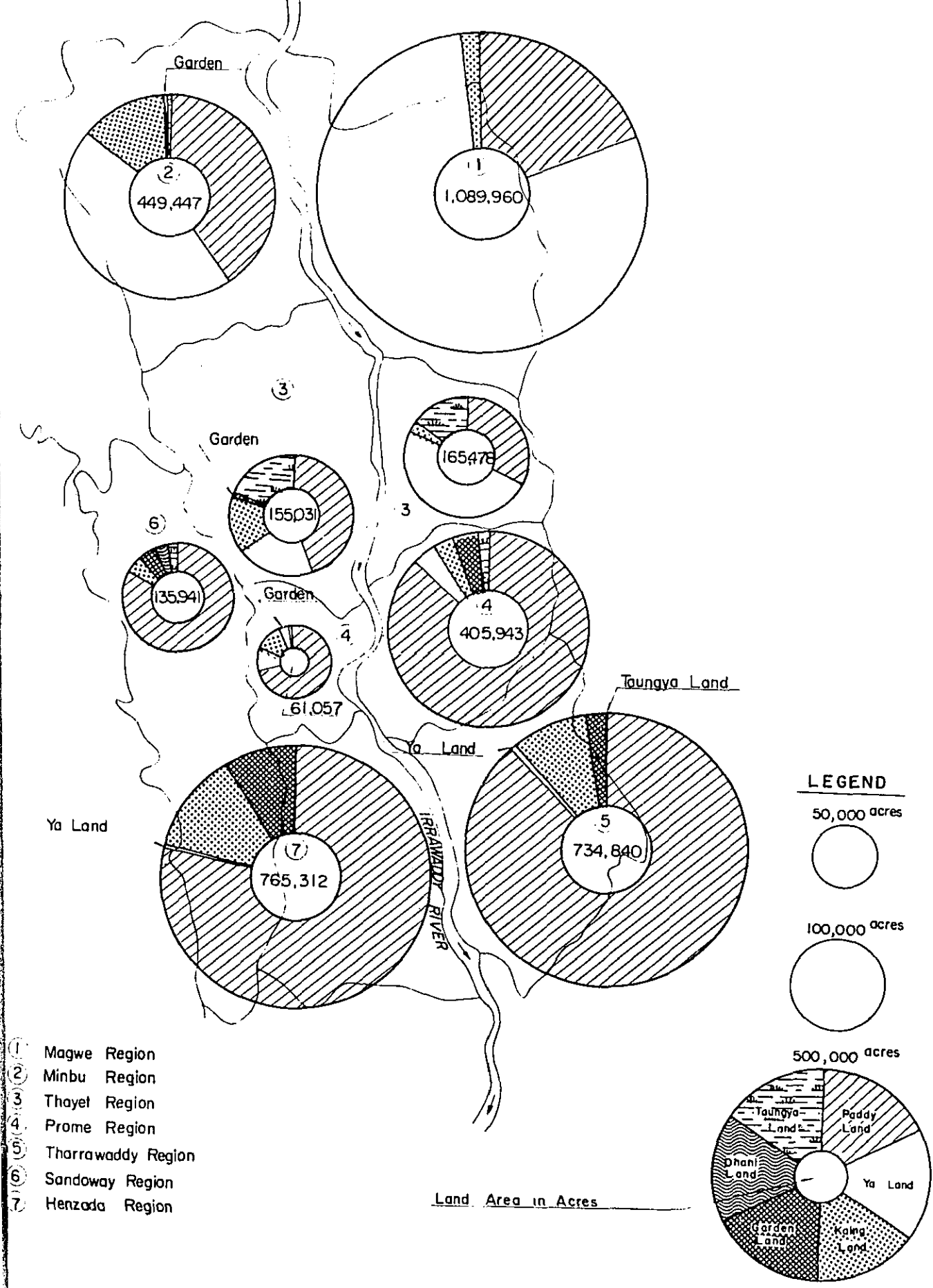


Fig.2-4 LAND UTILISATION OF 7 REGIONS

AREA OCCUPIED (YEAR 1971-72)



- ① Magwe Region
- ② Minbu Region
- ③ Thayet Region
- ④ Prome Region
- ⑤ Tharrawaddy Region
- ⑥ Sandoway Region
- ⑦ Henzada Region

Land Area in Acres

Fig. 2-5 FUTURE ESTIMATION FLOW CHART OF WHOLE BURMA (CASE WITHOUT BRIDGE)

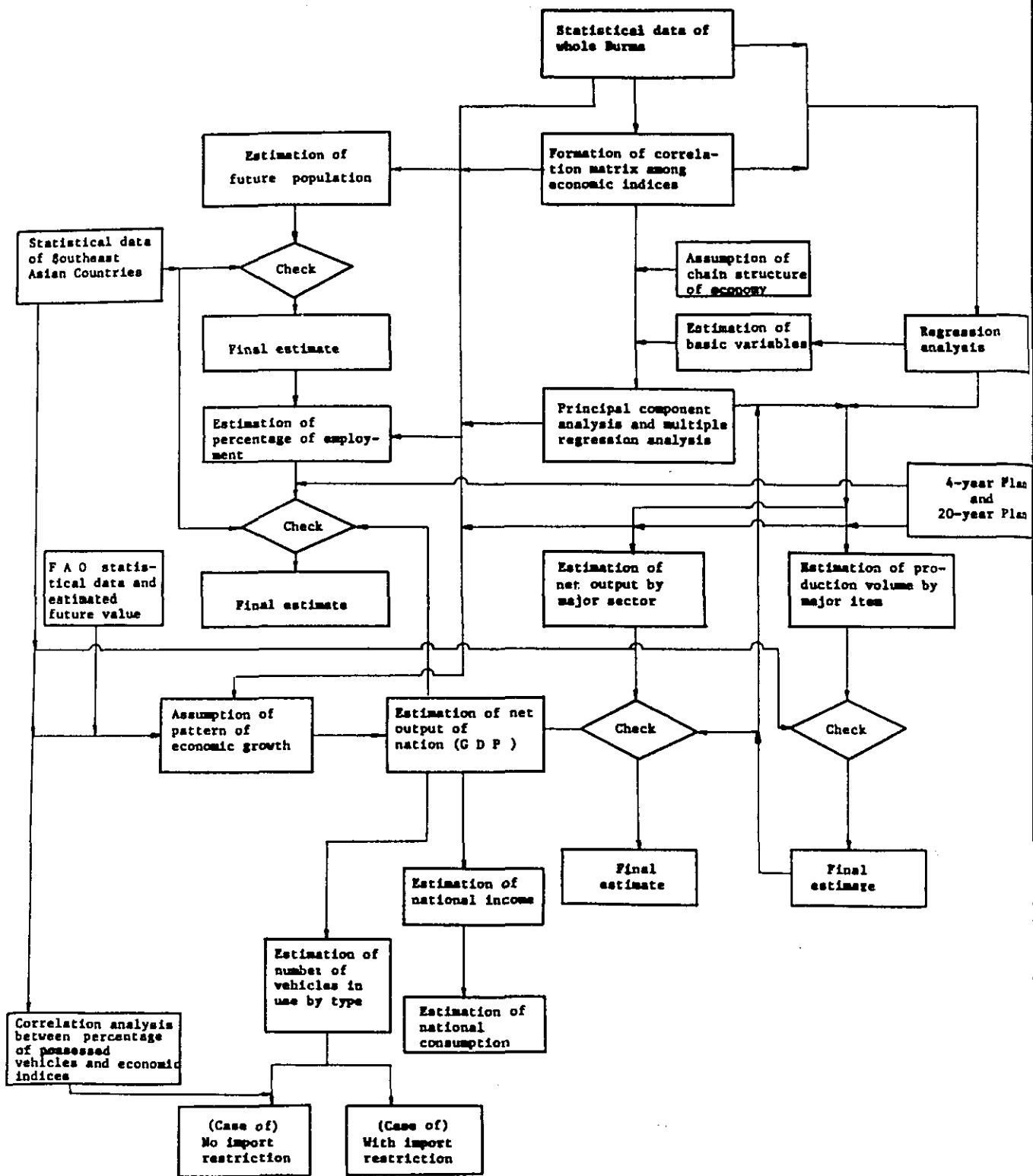


Fig. 2-6 ASSUMPTION ON ECONOMIC STRUCTURE OF BURMA IN FORECASTING PURPOSE

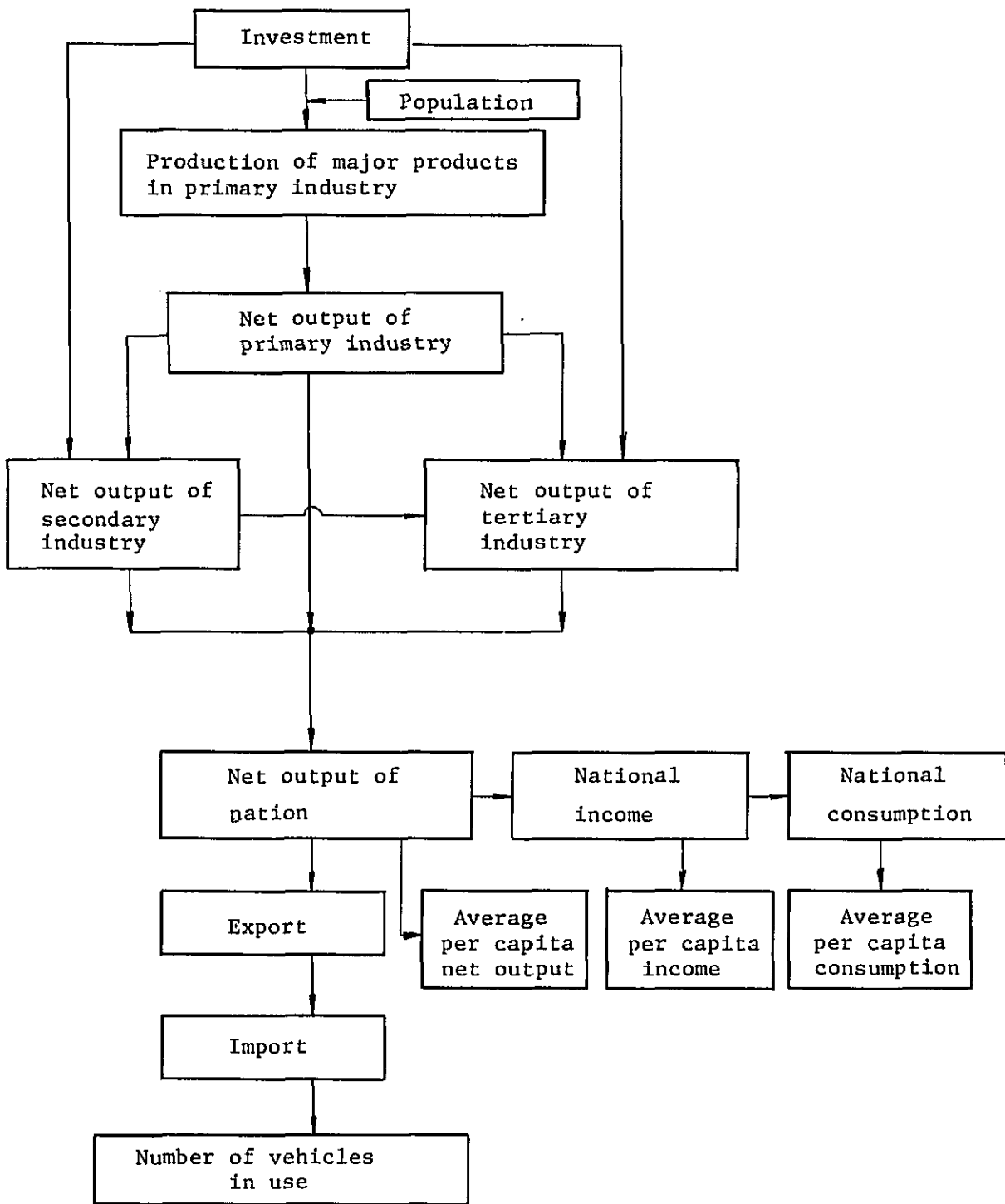


Fig. 2-7 FLOW CHART OF FUTURE POPULATION ESTIMATION

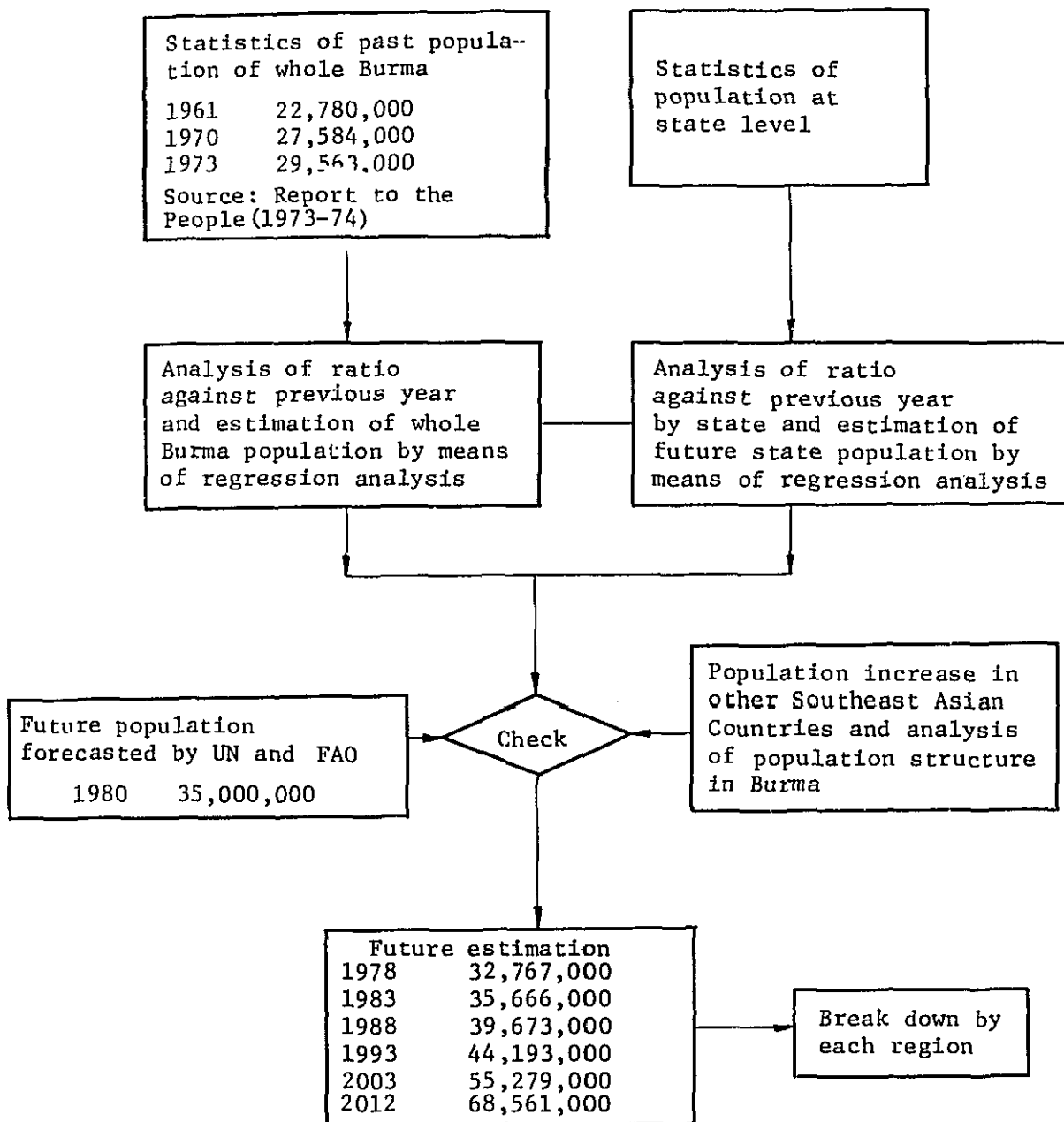


Fig. 2-8 FORECAST FLOW OF PRODUCTION OF AGRICULTURAL PRODUCTS

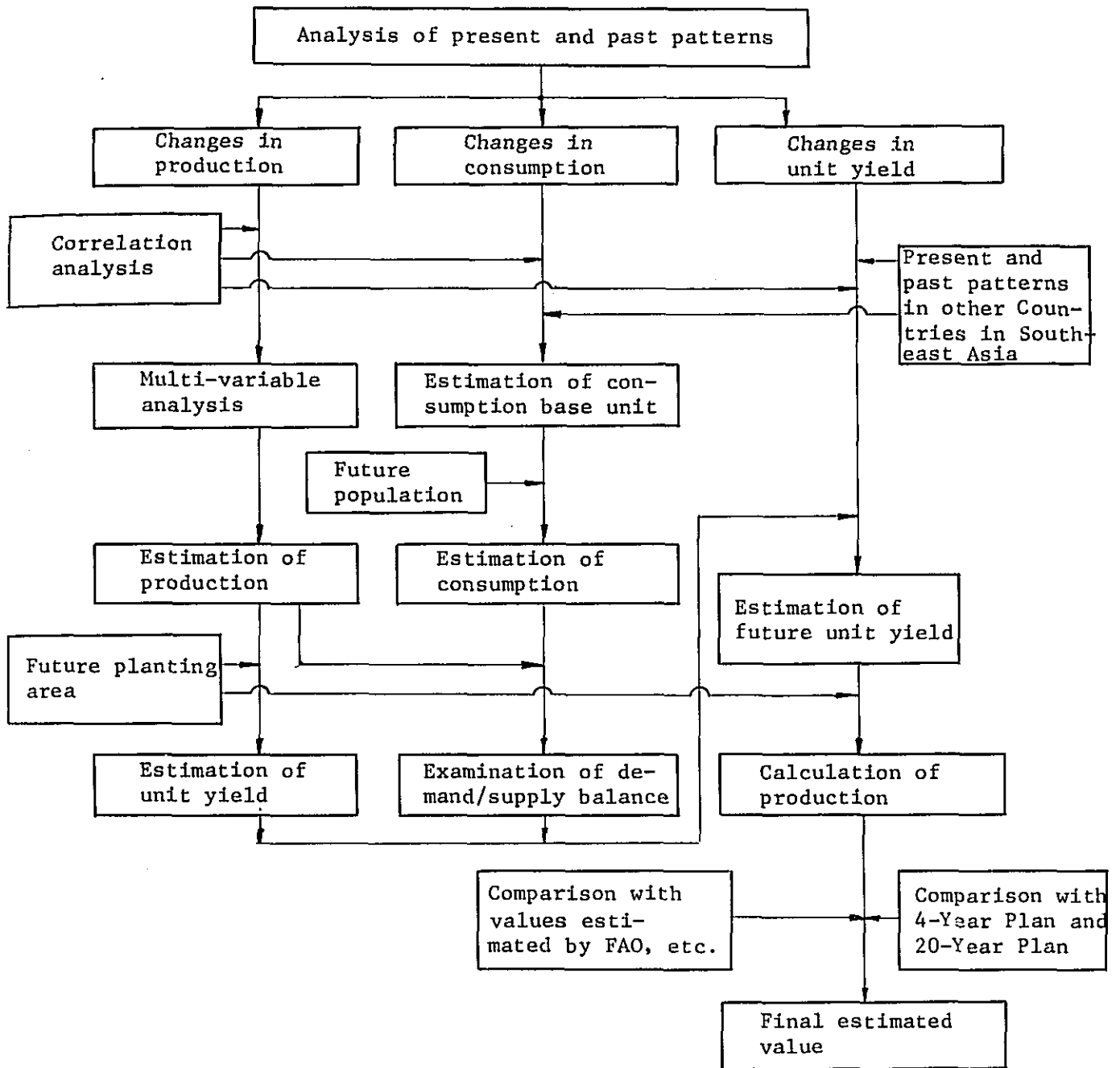


Fig. 2-9 ESTIMATE OF AGRICULTURAL PRODUCTION OF WHOLE COUNTRY

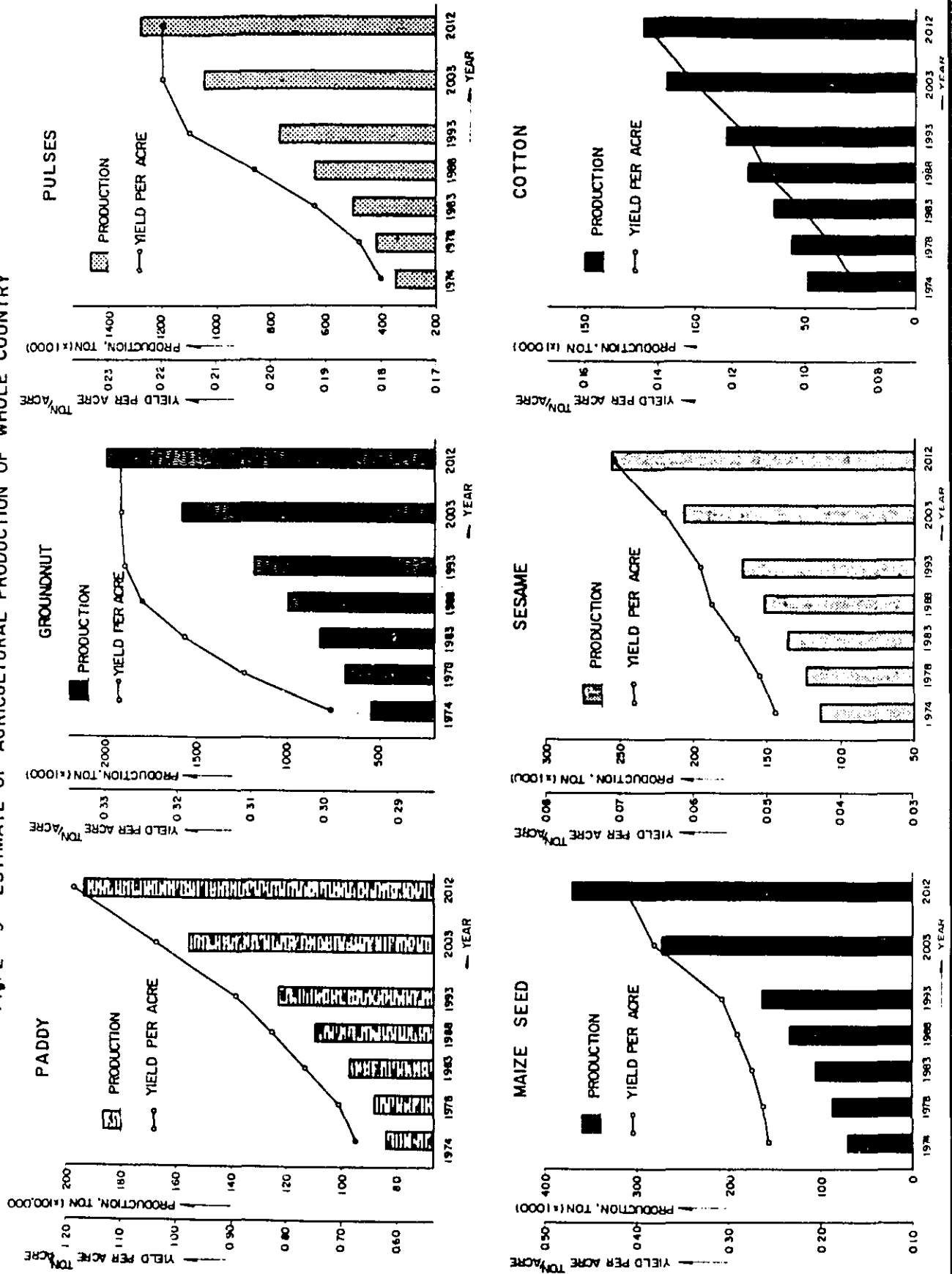


Fig. 2-10 FORECAST FLOW OF FORESTRY PRODUCTS

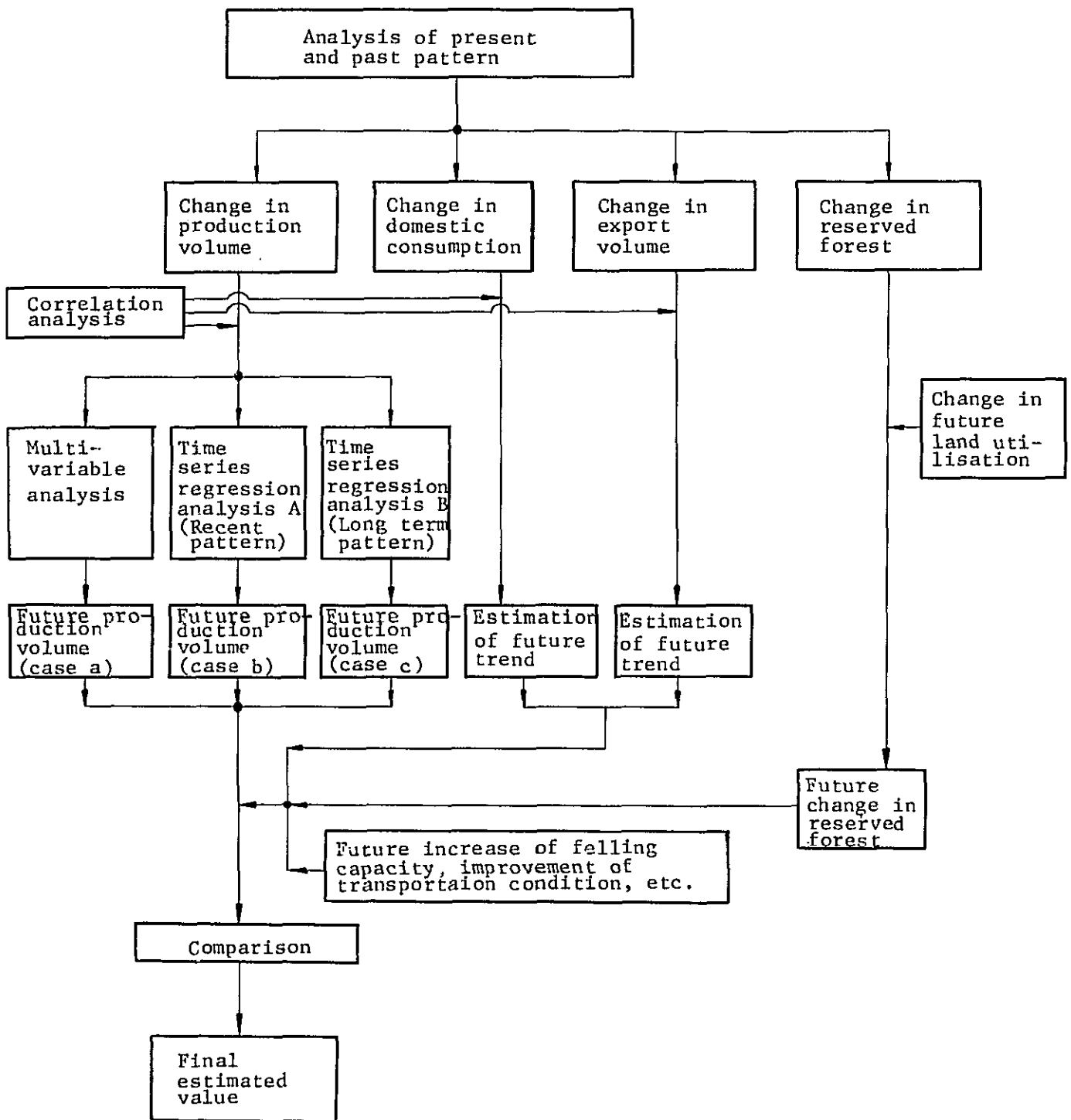


Fig. 2-11 ESTIMATION FLOW OF NET OUTPUT OF NATION AND OTHERS

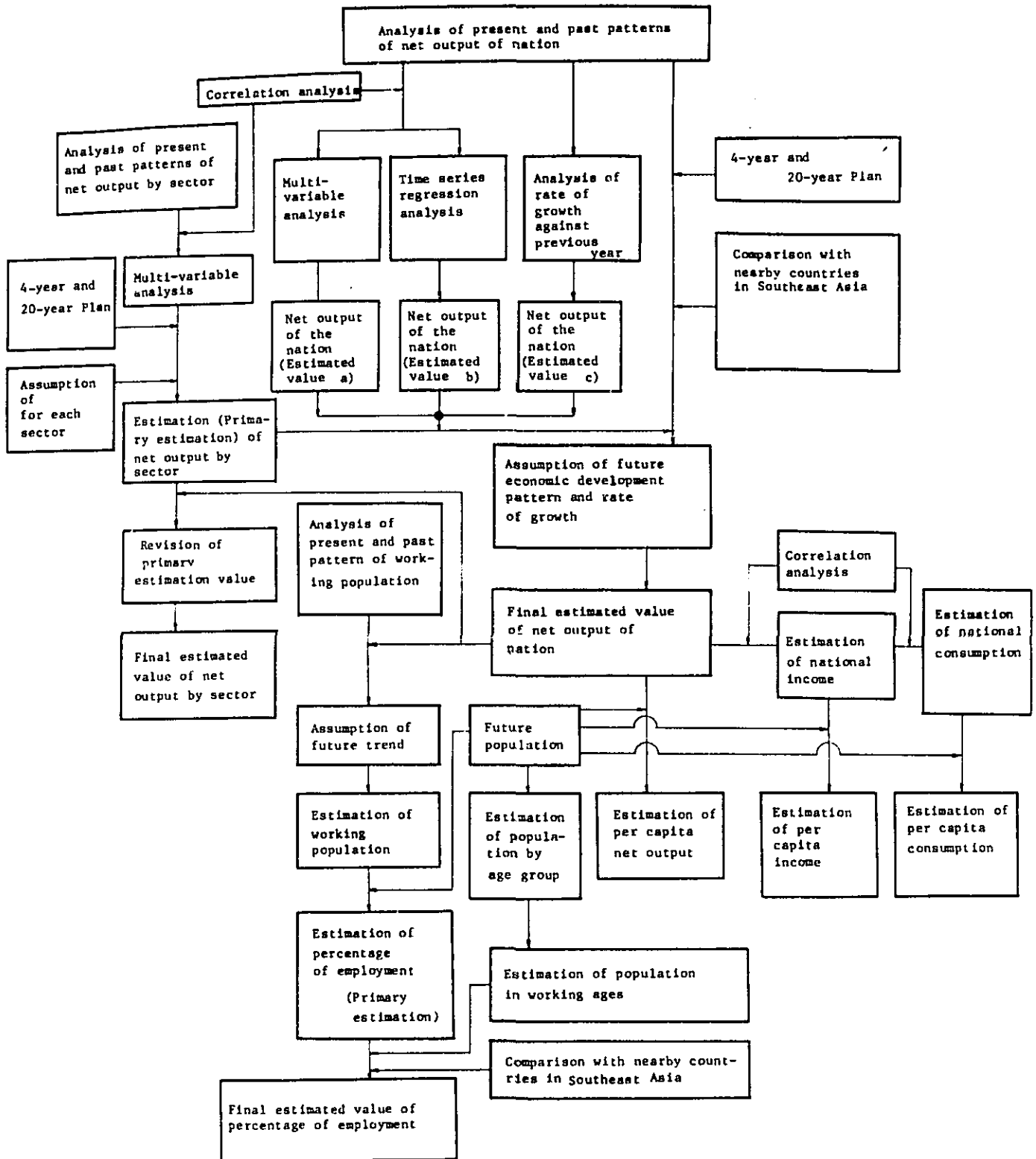
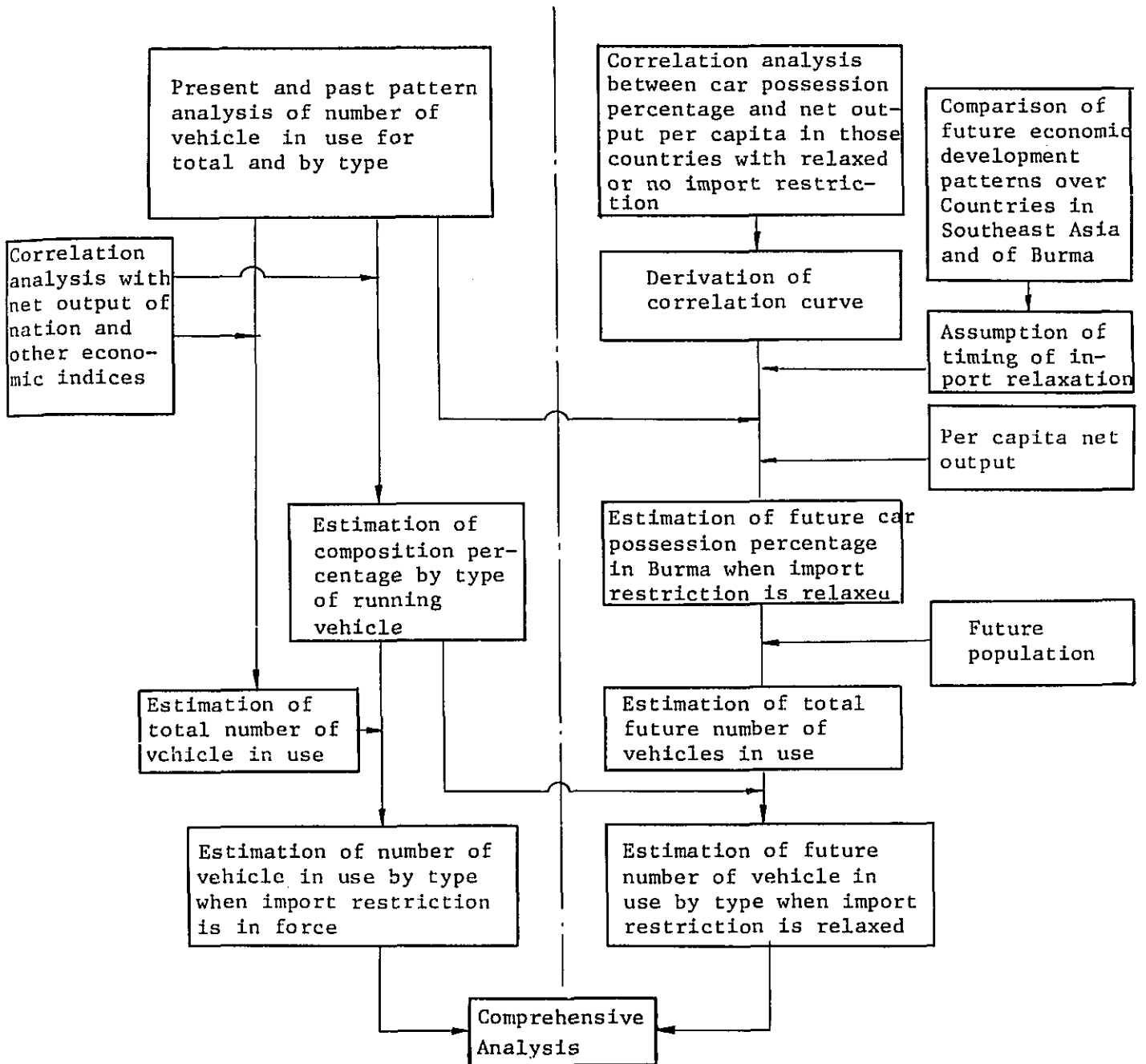
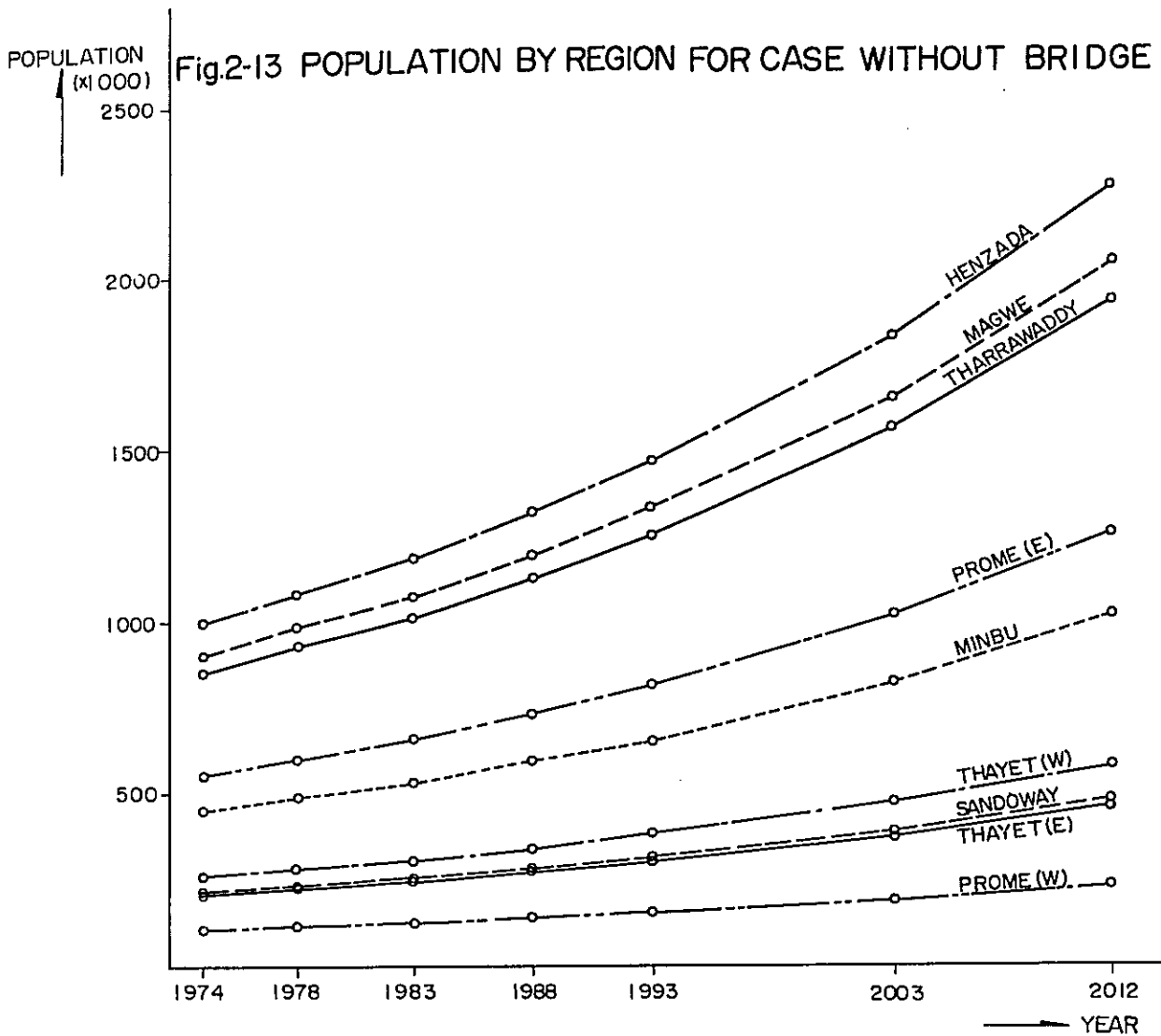


Fig. 2-12 ESTIMATION FLOW OF FUTURE NUMBER OF VEHICLE IN USE BY TYPE





Unit : Person

REGION \ YEAR	1974	1978	1983	1988	1993	2003	2012
MAGWE	902 600	982 800	1 069 700	1 189 800	1 325 500	1 657 800	2 056 300
MINBU	450 300	490 300	533 700	593 600	652 200	827 100	1 025 900
THAYET (E)	207 900	226 400	246 400	274 100	305 400	381 900	473 700
THAYET (W)	258 300	281 200	306 200	340 500	380 200	474 400	588 300
PROME (E)	554 600	603 800	657 300	731 000	814 300	1 018 500	1 263 200
PROME (W)	106 200	115 600	125 900	140 000	156 000	195 100	242 000
THARRAWADDY	852 200	927 900	1 009 900	1 123 400	1 251 400	1 565 300	1 941 400
SANDOWAY	214 700	233 700	254 400	283 000	315 300	394 200	489 000
HENZADA	996 200	1 084 600	1 180 500	1 313 200	1 462 600	1 829 600	2 269 100
TOTAL	4543 000	4946 300	5 384 000	5 988 600	6 662 900	8 343 900	10 348 900

Fig. 2-14 ESTIMATION FLOW OF POPULATION AND PRODUCTION VOLUME BY SECTOR WITHOUT BRIDGE

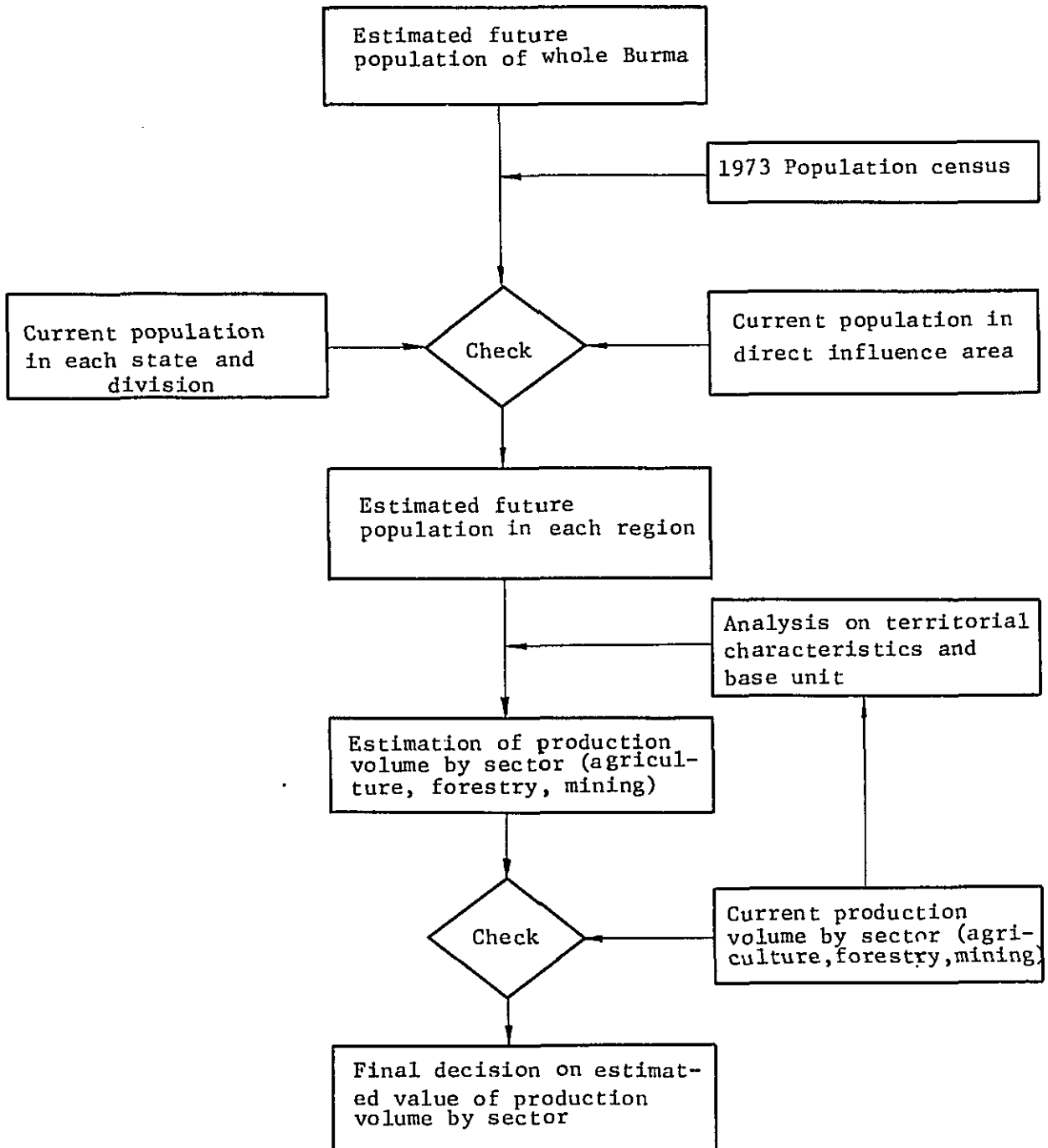


Fig. 2-15 ESTIMATE OF AGGREGATE VOLUME OF MAJOR AGRICULTURAL AND FORESTRY PRODUCTS IN 7 REGIONS

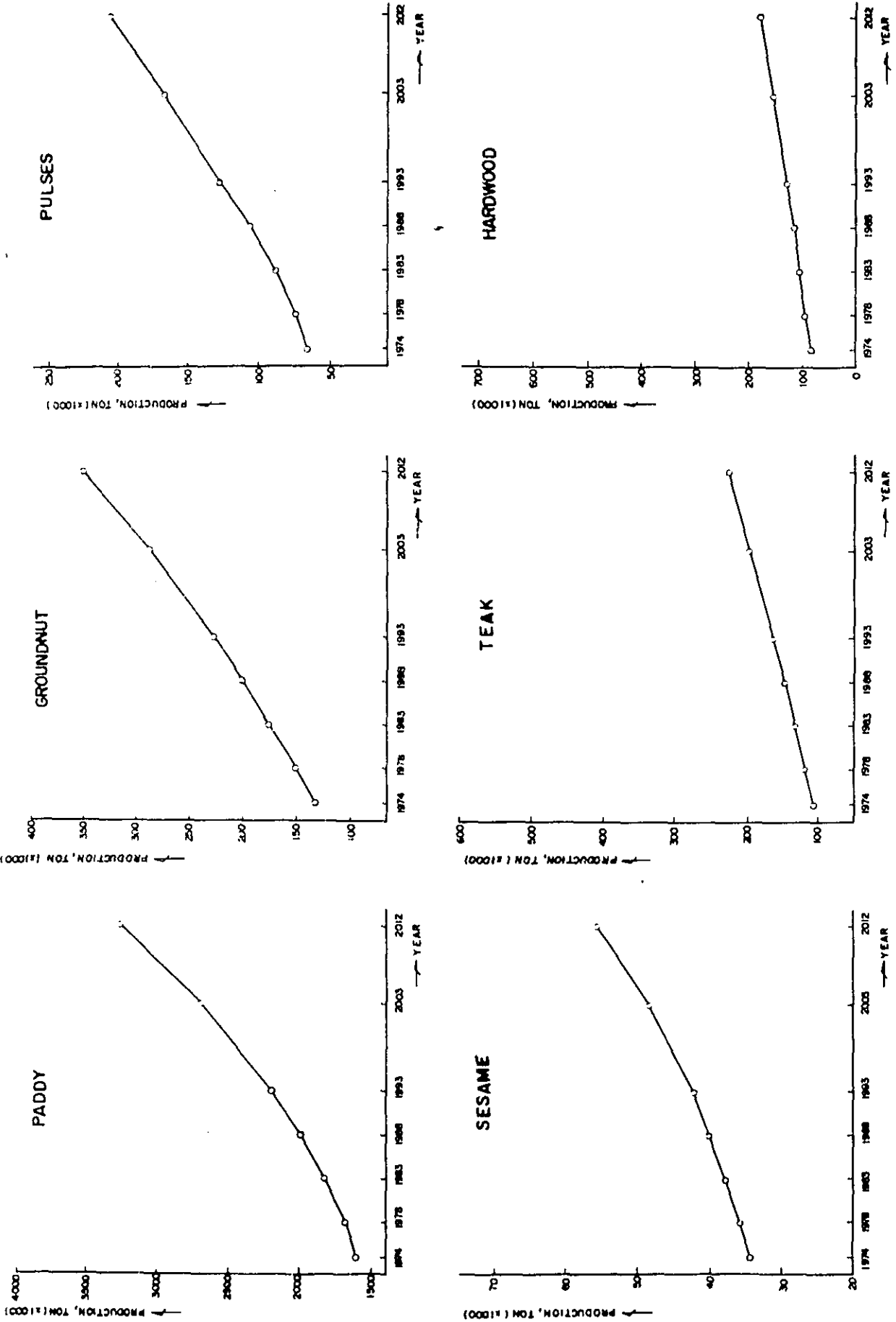
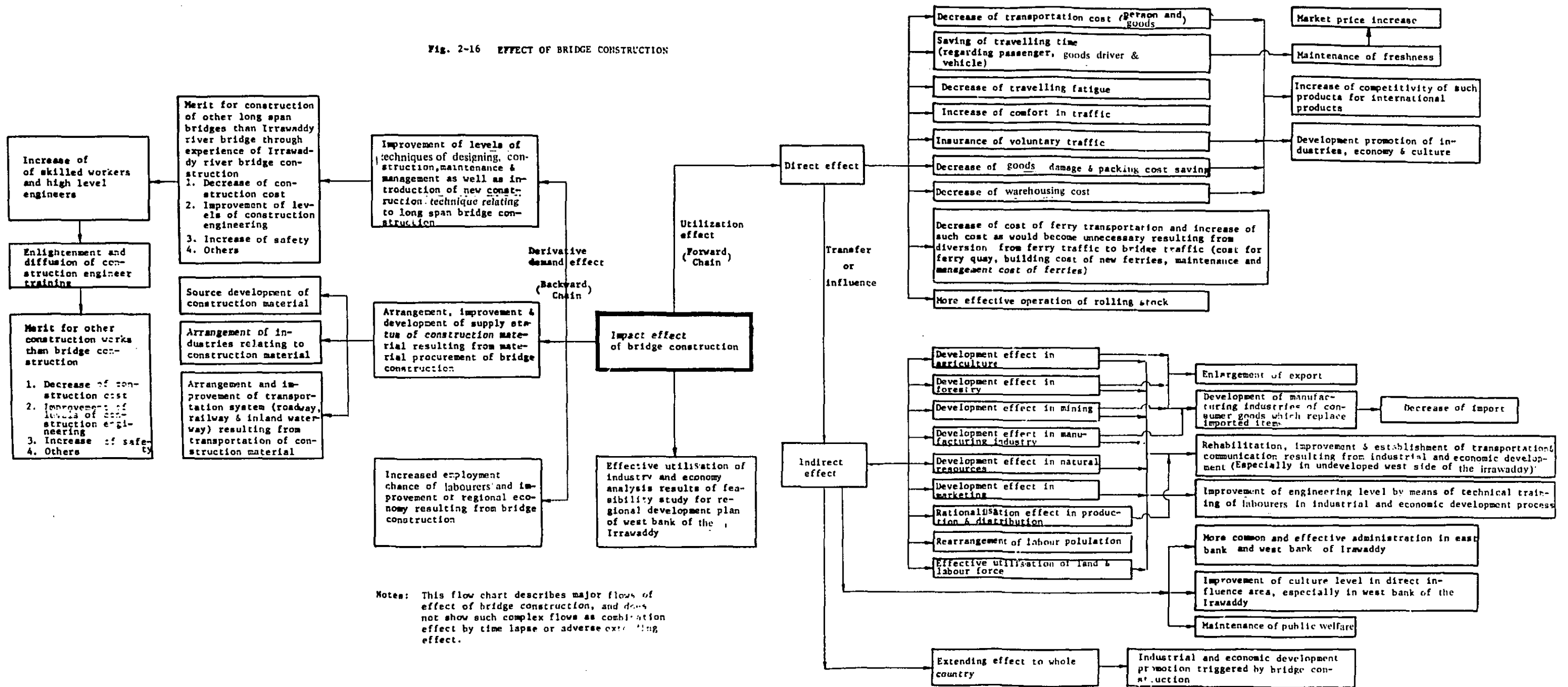
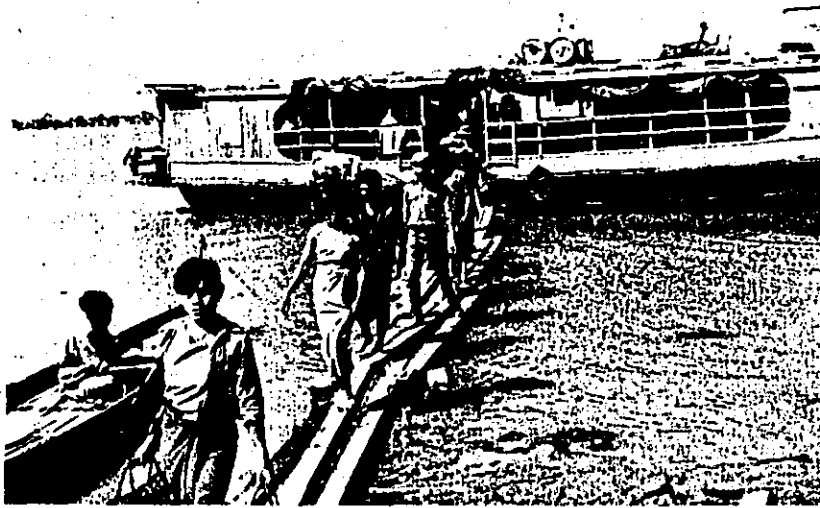


Fig. 2-16 EFFECT OF BRIDGE CONSTRUCTION



3. 運輸經濟



3. 運輸 経済

3.1 輸送需要の予測

3.1.1 輸送の現状パターンの調査と分析

対象とする橋梁の輸送需要を予測するための基礎データとするために、現在 Irrawaddy 河を横断して輸送されている旅客、貨物および自動車について、現状の輸送パターンの調査が行なわれ、将来予測のために必要な分析がなされた。

3.1.1.1 現状パターンの推計

1974年3月に行なわれた実地調査の結果と、ビルマ国内で収集された関係データとから、1973年1～12月の期間についての現状パターンが作成された。

A 旅客輸送

この調査のために必要と思われる発着地域 (OD) 別の旅客人員は表3-1に示すとおりである。

B 貨物輸送

この調査に関係すると思われるジェティ相互間の、品目別の貨物輸送量が推計された。

表3-2-Aおよび表3-2-Bは、ジェティ相互間の全貨物の輸送量を、また、表3-3はその品目別輸送量を示す。

C フェリーによる自動車輸送

Prome - Sinda 間を Z-craft と称するフェリーによって輸送されている自動車の、車種別OD別台数は表3-4に示すとおりである。

3.1.1.2 現状パターンの分析

輸送需要の将来予測のための準備作業として、現状パターンに基づいて、次のような分析がなされた。

A 旅客輸送

将来のOD別輸送需要を予測するためのモデルとして、種々のモデルについて検討の結果、次の引力モデルが選ばれた。

$$T_{ij} = 0.2426 Y^{0.764} \cdot \frac{P_i \cdot P_j}{P} \cdot D_{ij}^{-1.63} \cdot Q_k \quad (3.1)$$

ただし、

T_{ij} : i, j 両地域間の旅客輸送需要 (千人)

Y : 人口1人当り純生産 (1969-70年基準の固定価格)
(Kyat)

P_i, P_j, P : i 地域, j 地域および全国の人口 (千人)

D_{ij} : i, j 両地域間における, 最も速い交通機関による平均所要
時間 (時間)

Q_k : 下記のODの種別毎に異なるダミー変数 ($K = 1 \sim 4$)

$Q_1 = 1.00$ (ローカルの都市圏相互間のOD)

$Q_2 = 1.4458$ (ローカル地域の中心都市とその周辺地区との間の
OD)

$Q_3 = 3.94$ (Rangoonを発地もしくは目的地とするOD)

$Q_4 = 4.54$ (その他のOD)

B 貨物輸送

先に示した貨物の現状輸送パターンは、ジェティ相互間の輸送量を示しているけれども、これらのジェティは必ずしも貨物の生産または消費の地点を意味する真の発地または着地ではない。そこで、ジェティ間の輸送量と、真の発着地間の流通量との関係についての分析が、予測の作業に先立って行なわれた。この分析には、各ジェティの関係者との面接によって得られた情報と、商品の地域別生産ならびに消費に関するデータが使用された。

ビルマにおける主要産物である米の1973年の輸送パターンについては、その生産と政府の買入れとが、計画通りに達成された場合を仮定して、現実のパターンに調整が加えられた。

C フェリーによる自動車輸送

Prome - Sinda間のZ-Craftによる自動車輸送は、そのほとんど全部が軍および防衛産業用のものによって占められている。それで、これらの将来の輸送需要について、予測に必要なデータを入手することは困難があった。ただ、Z-Craftによって輸送された自動車台数の最近の記録によれば、1973年には1972年に

比較して、約 37% の増加となっており、このような増加の傾向は、現在も更に続いていることが判明した。

3.1.2 橋梁完成後の輸送需要の予測

3.1.2.1 総 説

ここで求めようとする輸送需要は、第 11 章で取扱われる、費用便益分析の基礎とすることを目的とする。費用便益分析は、次の 3 つのケースについて行なわれるので、輸送需要の予測も同様のケースについて行なわれた。

- a) 鉄道、道路の併用橋が、1983 年に供用開始されるものと仮定した場合（ケース 1）
- b) 道路橋は 1983 年に、鉄道橋は 1988 年に、供用開始されるものと仮定した場合（ケース 2）
- c) 道路橋は 1983 年に、鉄道橋は 1993 年に、供用開始されるものと仮定した場合（ケース 3）

また、費用便益分析は、橋梁の供用開始後 30 年間の期間を対象として行うことが予定されているので、輸送需要の予測を行なう年次は、1983、1988、1993、2003 および 2012 の各年とした。

なお、予測される輸送量は、橋梁の位置が第 1～第 3 地点の何れに定まるかによって、若干の差異があるかも知れない。しかし、その差は余り大きくはないものと思われるので、予測は、第 3 地点の場合の諸条件を前提として行なわれた。

3.1.2.2 予 測 方 法

予測作業は、旅客、貨物および Z-Craft によって輸送されている自動車の、3 種類の対象に分けてそれぞれについて行われた。

輸送需要は、単に道路橋ならびに鉄道橋を利用する総輸送量としてだけでなく、この橋梁によってもたらされる便益の推計のために、OD 別にそれぞれ次の内容に区分して求められた。

- a) 他の輸送ルートから転移する輸送需要（転換輸送量）
- b) 橋梁の完成によって、新たに発生する輸送需要（発生輸送量）

予測方法の概要は以下に示すとおりである。

A 旅 客

(1) 転換輸送量

予測は次の手順に従って行なわれた。

- a) 橋梁がないものと仮定した場合の、O D別輸送需要の予測。
- b) 上記の予測値のうち、橋梁を利用するルートへ転移するであろう輸送需要の推計。
- c) b) で推計された輸送需要の、鉄道橋と道路橋への配分。

ステップ a) の輸送需要は、3.1式に、変数 Y 、 P 、 P_i 、 P_j および D_{ij} の推計値を与えることによって求められる。

ステップ b) の転換率およびステップ c) の配分率は、将来、交通手段の供給面についてとられる、政府の政策のいかんによって、異なったものになるかも知れない。今回の作業では、各 O D についての輸送需要の利用輸送手段別配分は、輸送のための費用と、時間の損失の価値評価額との合計が、最小となるような交通手段が選ばれるものとして推計された。

旅客についての 1 人平均の純生産額は、旅客中に占める幼児、老人等の非労働対象の比率が、全人口におけるそれよりも小さいことが想像されるから、人口 1 人当りの純生産額よりも高いものと思われる。

この作業では、旅客の 1 人 1 時間平均の純生産額の推計値は、1 日の労働時間を 7 時間と仮定して、次の式による計算値とした。

$$\frac{\text{Net Output}}{P_1 - 0.5 P_2} \times \frac{1}{365 \times 7} \quad (3.2)$$

ただし P_1 : ビルマの全人口。

P_2 : 15才以下および65才以上の人口。

そして、旅客の時間損失 1 時間の平均価値評価額は、3.2式から得られる値の 50%と仮定された。その理由は、ビルマでは完全雇傭の状態となることは当分困難と思われるから、限界的に追加される労働力の所得可能性は、平均の所得よりは低いであろうことと、旅行時間は、そのすべてが必ずしも労働に振り向けることができないことによる。

(2) 発生輸送量

OD別の発生輸送需要は、橋梁が完成された場合のOD別輸送需要から、OD別の転換輸送量を差引いて求められる。橋梁が完成された場合のOD別輸送需要は、3.1式に入れる変数の値が異なること以外は、転換輸送量の推計と同様の方法によって求められた。

今回の作業では、旅客の道路輸送はバス輸送によって代表させた。しかし、橋梁を通過する自動車台数の推計に当っては、旅客自動車はバスと、公共機関等の所有のジープを主体とするバス以外の自動車に区分された。

この調査の対象期間においては、バス以外に旅客の利用する自動車としては、政府機関または政府の管理下にある事業所が、業務のために使用するものがほとんどで、個人的用務のために使用されるものは、都市内交通の場合を除いては、稀なものと判断される。そこで、バス以外の自動車を利用する旅客の推計は、現在の自動車の保有状態では、「業務旅客」(1974年の実施調査の結果から、全旅客の17.1%と推計される)の $\frac{1}{4}$ ~ $\frac{1}{3}$ 程度と見て、1974年現在では道路利用旅客の5%を見込み、予測の対象とした各年次については、バスとバス以外の旅客自動車との、その後の保有台数の増加倍率が考慮された。

橋梁を通過する旅客輸送量の推計作業のフローチャートは、図3.1に示すとおりである。

B 貨物

貨物の輸送需要は、以下に述べる相異点を除いては、旅客輸送におけると同様の手順と方法によって、主要品目毎に予測された。

(1) OD別輸送需要の予測

この予測には、現状の輸送パターンに関するデータと、将来の地域別生産および消費に関する予測値とが使われた。

第2章に示されたように、貨物の将来の生産および消費が地域別に推計され、かつ、その地域別の比重が、現状に比べて極端な変化がないような商品については、将来のOD別流通量とそれに伴う輸送量は、現状のパターンに、地域別の生産および消費の変化を見込むことによって、比較的容易に将来の輸送需要を予測

することができる。

この種の貨物については、特殊な条件を無視すれば、次の式が成り立つであろう。

$$T_{ij}^t = T_{ij}^o \cdot \frac{K_i \cdot K_j}{K} \quad (3.3)$$

- ただし、 T_{ij}^o : 1973年におけるi地域からj地域への流通量
 T_{ij}^t : 予測する年次における同上の流通量
 K : 1973年に対する予測年次の、全国流通総量の変化倍率
 K_i : 1973年に対する予測年次の、i地域の生産量の変化倍率
 K_j : 1973年に対する予測年次の、j地域の消費量の変化倍率

この予測方法は、米、穀物、野菜果物、水産品、その他の食品、家畜、葉たばこおよび繊維に対して適用された。

石油、セメント、その他の工業製品および木材のように、現状輸送パターンがないか、あるいは近い将来に現状のパターンに著しい変化が予想されるものについては、将来の特定の時点におけるOD別の流通および輸送のパターンを想定して、これを現状のパターンに代えて、予測の基礎とした。

なお、工業製品については、地域別生産の長期予測が不可能なので、上記で想定されたパターンを、関連する全国的な指標に比例して変化させる方法をとるとどめざるを得なかった。

(2) 時間損失の価値評価

貨物の輸送に費やされる時間は、それだけ資源の活用をおくらせることになる。貨物の1トン1日当りのこの時間の損失は、次式のように評価される。

$$\text{貨物のトン当り価格} \times \text{利子率} \div 365 \quad (3.4)$$

同一品目の中に、価格の異なる種々の品物が含まれている場合には、それらの正確な平均価格はわからないが、このような場合には、代表的な品物の平均価格によった。

この評価のために使用された商品の価格は、Rangoonにおける1974年の市場価格もしくはこれに準ずるものによった。ただし、米については、最近の国際価格により、トン当りUS\$400とした。

(3) 自動車の車種と積載率

公称積載荷重5トンのディーゼル車が計算の基準とされた。現状においては、かなり大巾な過積が行なわれるのが通例であるが、将来は、輸送手段の供給面の改善を見込んで、平均の積載率を、公称積載荷重の100パーセントと仮定した。橋梁を通過する貨物輸送量の推計作業のフローチャートは、図3.2に示すとおりである。

C フェリーによる自動車輸送

現在、Prome - Sinde間を、フェリーによって輸送されている自動車は、Irrawaddy橋梁が完成したときには、そのまま、道路橋に移すものと思われる。しかし、将来におけるこの種の輸送需要を予測するための根拠として、有効なデータを入手することが困難であったので、将来の輸送需要は、次に示すラフな仮定に従って推計された。

- a) Sindeの工業地域における施設の増設に伴って、今後若干年は、輸送量の最近の増加傾向が続くものと見て、1977年の輸送需要を1973年の3倍と仮定した。
- b) 1977年以降については、ビルマの自動車の保有台数(第2章に想定)の増加に見合う程度の輸送需要の増加があるものと仮定した。

3.1.2.3 予測結果

以上の作業によって得られた、予測対象年次に橋梁を通過する輸送量は、表3-5に示すとおりである。

3.2 輸送機関別輸送費の分析

鉄道、内陸水路および道路輸送(トラックおよびバス)の、現状の輸送コストについ

てのデータは、それぞれ BRC, IWTC および RTC によって提供された。

これらのデータは、費用便益分析の対象とする将来の各年次について、輸送量に対応して増減する経済的な費用の基礎とするためには、以下のような分析と修正が必要とされた。

A 経済的費用の範ちゆうに属さない費用の除外

ビルマの政府機関から提供された輸送費用のデータは、財務計算に基づくもので、その中には、経済的な意味での費用とは見なされない支払利子、登録料、保険料および税金などの費用が含まれているので、これらは除外された。

B 将来の状況変化を考慮した修正

a) 列車の運転費

BRCは、予備部品の不足のために、多数の遊休ディーゼル機関車を保有している。将来、これらを活用して、蒸気機関車に置き換えることが考えられている。そこで、現在は全体の49%を占めているディーゼル機関車運転の割合が、将来は70%程度に増加するものとして、列車の運転費に所要の修正が加えられた。

b) 改良道路における自動車の輸送費

自動車の輸送費に関するデータは、現在の道路の条件を前提としたものなので、将来建設もしくは改良を計画されている道路における輸送費は、路面の改善と運転速度の向上とを考慮して、必要な修正が加えられた。この修正において、現状の道路ならびに建設もしくは改良が計画されている将来の道路における、自動車の平均速度は次のように仮定された。

自動車の平均速度 (mile/hr)		
	現 状	将 来
バ ス	25	40
貨物自動車	30	45

c) 貨物自動車の積載率

提供された貨物自動車の輸送原価のデータは、平均公称積載量の140%という大巾な過積が行なわれている現状を基礎としたものである。しかし、将来輸送力の

供給がより潤沢になれば、輸送需要に即応したサービスを行う上でも、この異状な状態は改善されるものと思われる。

そこで、将来の貨物自動車の平均積載率は、公称積載荷重の100%程度に改善されるものとして、必要な修正が加えられた。

C 輸送量の増減に伴って増減する変動費

各輸送機関の輸送原価は、それぞれ次のように区分することができる。

(a) 固定費

一般管理費、建物の保守費等の固定的な費用

(b) 発着費

輸送する旅客の人員および貨物のトン数に伴って変動する費用

(c) 走行費

輸送される旅客または貨物の量と輸送距離とに伴って変動する費用

輸送原価は、費用の内容に従って、それぞれ上記の3つの分類に振り分けられた。費用の内容によって3種の費用の一つに属させることのできない一部の費用については、日本における分析例を参考として分割がなされた。

D 1974年価格への修正

提供された輸送原価のデータは、1973年現在のものであるが、最近のインフレーションの進行によって、1974年現在では若干高騰しているものと思われる。

第11章で取扱われる費用便益分析では、すべての価格の基準を1974年現在にしているので、求められた1973年価格による輸送原価は、最終的には、1974年価格基準のものに修正された。

この修正を行なうための十分なデータは入手できなかったため、修正は次のラフな方法によって行なわれた。

(1) 人件費については変化がないものとする。

(2) 物件費については、そのすべての費目について、REPORT TO THE PEOPLE 1974-75に掲載されている“Value of Goods and Services, Consumption and Investment of the Nation”の資料から計算される、国民総生産についてのインプリシット・デフレーターを用いて、一様の修正を行なう。

以上の作業の結果推計された各輸送機関の発着費および走行費は次のとおりである。

項 目		単 位	鉄 道	道 路	内水路
旅客	発 着 費	Pias/人	29.47	5.44	15.47
	走 行 費	Pias/人マイル	1.75	3.23	6.21
貨物	発 着 費	Pias/トン	974.48	143.08	567.19
	走 行 費	Pias/トンマイル	4.76	23.41	5.28

内水路における貨物輸送の発着費および走行費は、いわゆるオイルリフト、セメントリフト等と呼ばれる、専用バージを使用した大量輸送と、定期貨客船による小量輸送との間に、大巾な差異があるものと思われる。しかし、これに関するデータが得られなかったので、専用バージによる輸送費は、上記の平均原価の95%、小量輸送の輸送費は、平均原価の3倍と想定した。

Table 3 - 1 Estimates of Passenger Traffic by Inter-Regional Origin - Destination in 1973

West Side of the Irrawaddy	Side of the Irrawaddy										TOTAL		
	OHIN PAKOKKU	MINBU	MINHLA	THAYEMGO	KAMMA	AKYAB KYAUPYU	SANDOWAY	PADAUNG	KYANGIN	MYANAUNG		HENZADA	BASSHIN
KYANGIN		2,742			868		210	13,664					17,484
MYANAUNG		1,224	4,300	56	641		2,677	8,953					17,851
HENZADA		4,393	1,920	1,233			1,920	857					10,323
BASSHIN		3,942	956					299					5,197
SUB-TOTAL		12,301	7,176	1,289	1,509		4,807	23,773					50,855
KAOHIN													
SAGAIN		4,113	881						2,412	6,050	210		13,666
SHAN		2,057		1,170									3,227
MANDALAY		37,770	2,530	1,729			893	387	278	279	1,511	179	45,556
MAGWE		214,212	88,966	12,650	868			10,713	4,534	11,982	60		343,985
AUNGLAN		2,651	32,787	212,389	868		387	242	1,162	837	156		251,479
KAYAH													
PROME		22,873	7,933	90,236	284,270		6,990	787,227	31,212	41,135	30,326	7,252	1,309,454
THARRAWADDY		5,027	4,175	3,120	4,715			1,165	5,533	39,826	146,685	18,356	228,602
TOUNGOO		4,113											4,113
PEGU		3,153		390				204			1,234		4,981
RANGOON		22,826	3,884	13,701	3,471		2,768	26,979	18,343	38,462	281,661	101,403	513,498
KAREN													
MON TENASSERIM													
SUB-TOTAL		318,795	141,156	335,385	294,192		11,038	826,917	63,474	138,571	461,843	127,190	2,718,561
TOTAL		331,096	148,332	336,674	295,701		15,845	850,690	63,471	138,571	461,843	127,190	2,768,416

Note: Only those sites which are directly affected through construction of the Irrawaddy Bridge and the railway between Kyangin and Sinda are mentioned herein.

Table 3-2-A Traffic Volume of Goods from East Side Jetties to West Side Jetties of the Irrawaddy in 1973

		Unit: ton												
TO	FROM	NYAUNG	SINBYU- GYUN	MINBU	MINHLA	THAYET	KAMMA	SINDE	PADAUNG	TONBO	KYANGIN	MYAN- AUNG	HENZADA	TOTAL
	MANDALAY			1,042.01	172.39	52.27					75.60	131.10	21.08	1,494.45
	CHAUK			105.35	3.99	47,390.89						110.73	2.77	47,613.73
	SALU			7.56	6.88	1.41						14.68	52.67	83.20
	YENANGYANG		2.73	573.51	6.75	3.18					4.58	15.89	0.81	607.45
	MAGWE	9.33	10.02	95.02	35.12						153.91	15.55	5.89	130.14
	MINOUN			22.21	18.08	174.70								409.69
	MIGYAUNGYE	0.07	0.31	0.74	10.80	2.05					0.29	0.19	0.72	15.17
	SINBAUNGWE	0.19	0.05	0.08	0.03							0.01	0.24	0.60
	AUNGLAN	82.78	10.13	26.21	169.62	1,551.60					0.02	0.81	15.31	1,721.22
	PROME	121.05	145.11	307.03	32.34	201.39		195.99	3,925.87	293.92	311.04	563.35	652.85	10,947.50
	MONYO				198.43	145.88						308.60	120.84	2,303.31
	THARRAWAR												280.86	129.44
	RANUNION			1,708.70	439.00	211.53					1,506.37	1,883.57	1,202.42	280.86
	TOTAL	213.42	168.65	95.02	229.63	1,551.60	195.99	5,657.33	3,925.87	293.92	311.04	871.95	401.70	13,531.05
				3,793.40	888.69	48,203.30					2,183.85	2,462.11	1,954.76	59,868.18

Note: Figures in the lower row show goods traffic volume by IWTC, the upper row by others.

Table 3-2-B Traffic Volume of Goods from West Side Jetties to East Side Jetties of the Irrawaddy in 1973

Unit: ton

FROM TO	NYAUNG	SINBYU- GYUN	MINDU	MINHLA	THAYET	KAMMA	SINDE	PADAUNG	TONBO	KYANGIN	MYAN- AUNG	HENZADA	TOTAL
MANDALAY			75.25	1.75	14,184.83					0.61	58.36	127.31	14,448.11
OHAUK			6,588.43	1.20	51,462.85					0.47	2.50	10.30	58,065.75
SALU			3.30	1.57	1,902.37					4.87		24.50	1,936.61
YENANGYANG			12.71	5.17	772.35					16.63	34.69	9.18	850.73
MAOWE	0.64	1.88	104.52 0.37	25.16 26.39	1,171.68						31.02	8.66	1,240.84
MINGUN				29.15									29.15
MIOYAUNOYE	0.02	0.05	0.01	1.68	0.03						0.09	0.37	2.25
SINBAUNGWE	0.27	0.07		8.78	0.12					0.47		0.01	9.72
AUNGLAN	42.23	23.21	12.05	68.18 3.46	1,571.22 1,133.88					58.49	2.91	36.72	1,639.40 1,312.96
PROME	176.21	172.34	385.23	73.91	9,613.50	88.18	7,535.66	981.72	431.08	400.04 128.70	481.71 444.93	671.08	9,918.39 11,665.90
MONYO											253.14	101.23	354.37
THARRAWAW												702.18	702.18
BLANUONIN			181.80	105.77	47,370.88					516.12	83,217.77	830.49	132,505.83
TOTAL	219.37	197.58	101.52 7,512.15	122.49 229.68	1,571.22 127,612.49	88.18	7,535.66	981.72	431.08	400.04 726.36	734.85 83,792.27	803.41 1,718.62	12,773.17 222,038.52

Note: Figures in the lower row show goods traffic volume by IWTC, the upper row by others.

Table 3-3 Estimated Traffic Volume by Commodity between East Side
and West Side of the Irrawaddy in 1973 Unit: ton

COMMODITY	From East to West			From West to East		
	IWTC	OTHERS	TOTAL	IWTC	OTHERS	TOTAL
RICE & RICE PRODUCT	520.92	754.21	1,275.13	837.08	431.75	1,268.83
GRAIN	626.77	570.14	1,196.91	1,096.76	4,847.99	5,944.75
VEGETABLE & FRUIT	1,837.17	4,081.71	5,918.88	979.03	646.89	1,625.92
ACUATIC PRODUCT	1,425.48	1,297.52	2,723.00	637.52	533.68	1,171.20
OTHER FOODSTUFF	2,904.51	2,669.14	5,573.65	632.41	1,009.72	1,642.13
TOBACCO LEAVES	393.93	75.69	469.62	256.12	740.32	996.44
PETROLEUM	47,412.54	1,035.39	48,447.93	88,982.61	101.70	89,084.31
CEMENT				126,482.84		126,482.84
TEXTILES	562.44	603.15	1,165.59	169.75	189.76	659.51
SALT	603.17	396.69	999.86		1,308.65	1,308.65
LIVESTOCK	36.85	131.18	168.03	446.23	1,836.44	2,282.67
OTHERS	3,544.40	1,919.23	5,463.63	1,218.17	1,126.27	2,344.44
TOTAL	59,868.18	13,534.05	73,402.23	222,038.52	12,773.17	234,811.69

Table 3-4 Inter-Regional OD Estimate of Motor
Vehicle Traffic carried by Ferryboat
between SINDE and PROME (1973)


TYPE OF MOTOR VEHICLE	LORRY	JEEP
	S I N D E	
AUNGLAN	42	
PROME	4,753	5,052
PEGU	42	
RANGOON	782	489
TOTAL	5,619	5,541

Table 3 - 5 Forecast of Traffic Volume Crossing over Bridge

Item	1983		1988		1993		2003		2012	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
Number of Passengers (in thousand)	Diverted	392.6					451.0		760.7	905.5
	Generated	1,189.0		438.2			1,754.5		2,347.6	2,860.3
	Total	1,581.6		1,828.8			2,205.5		3,108.3	3,765.8
Highway	Diverted	1,387.2	1,563.3	1,657.8	1,856.4	2,080.3	2,354.9	3,347.3	5,692.4	
	Generated	5,767.2	6,612.7	7,799.0	8,687.1	10,863.8	12,120.6	23,583.3	46,894.3	
	Total	7,154.4	8,176.0	9,456.8	10,543.5	12,944.1	14,475.5	26,930.6	52,586.7	
Goods Tonnage (in ton)	Diverted	80,521		93,543		111,174		177,146	294,803	
	Generated			18,990		22,457		32,690	46,507	
	Total	80,521		112,533		133,631		209,836	341,310	
Number of Motor vehicles (per one way, day)	Diverted	28,290	39,012	31,951	44,091	36,820	50,794	48,282	54,335	
	Generated			54,747	59,215	68,509	72,252	98,529	142,326	
	Total	28,290	39,012	86,698	103,306	105,329	123,046	146,811	196,661	
Number of Motor vehicles (per one way, day)	Lorry	27	27	32	32	40	40	65	110	
	Jeep	24	24	26	26	31	31	56	93	
	Used for the Carriage of Passengers and Goods predicted above	8	11	24	28	29	34	40	54	
Total	Bus	309	353	408	455	556	622	1,150	2,216	
	Jeep, etc.	130	149	180	200	263	294	597	1,387	
	Total	498	564	670	741	919	1,021	1,908	3,860	

Note : 1) "A" represents a Railway - Highway Bridge, and "B" represents a Highway Bridge.

Fig. 3-1 Forecast Flow of Inter-Regional Passenger Traffic

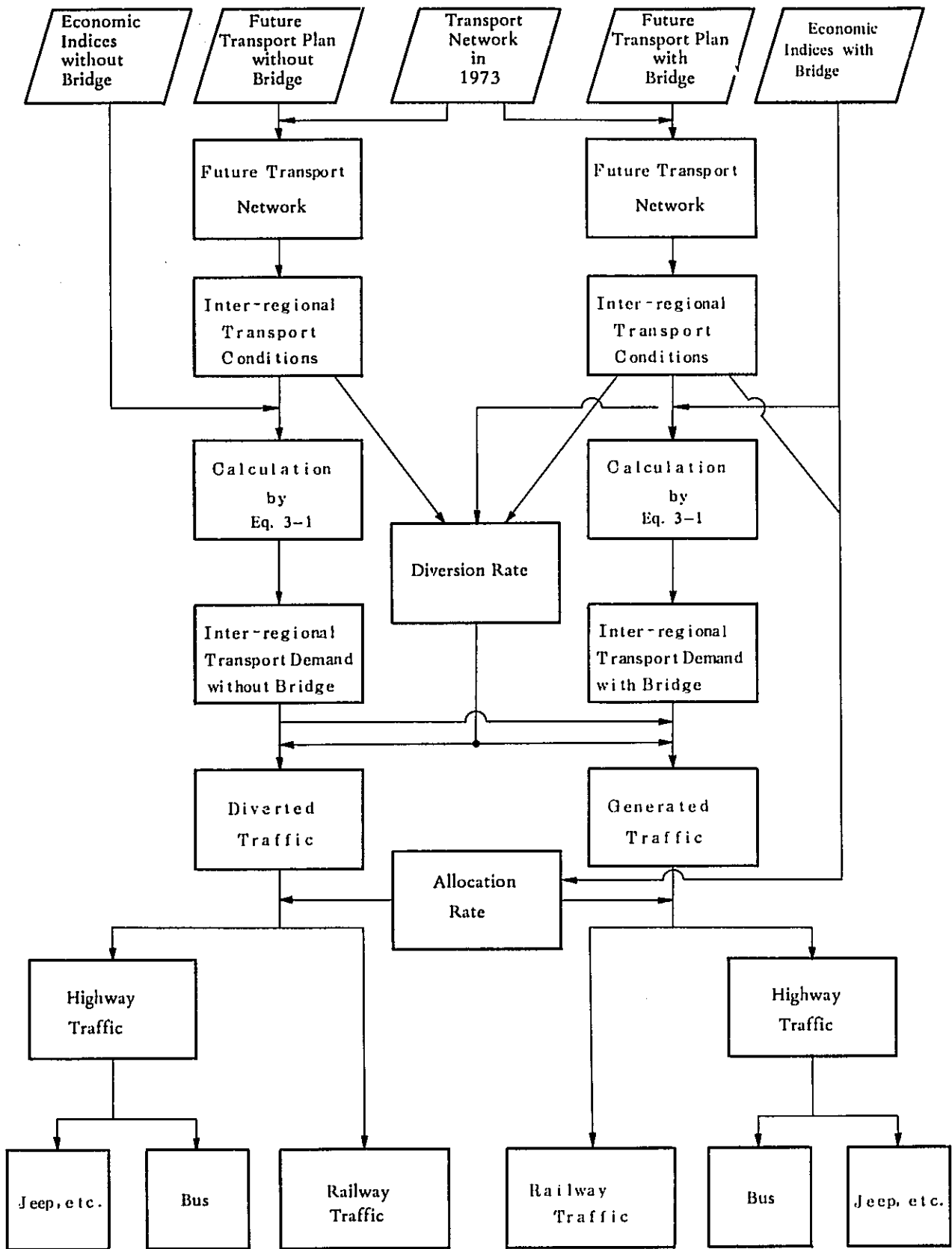
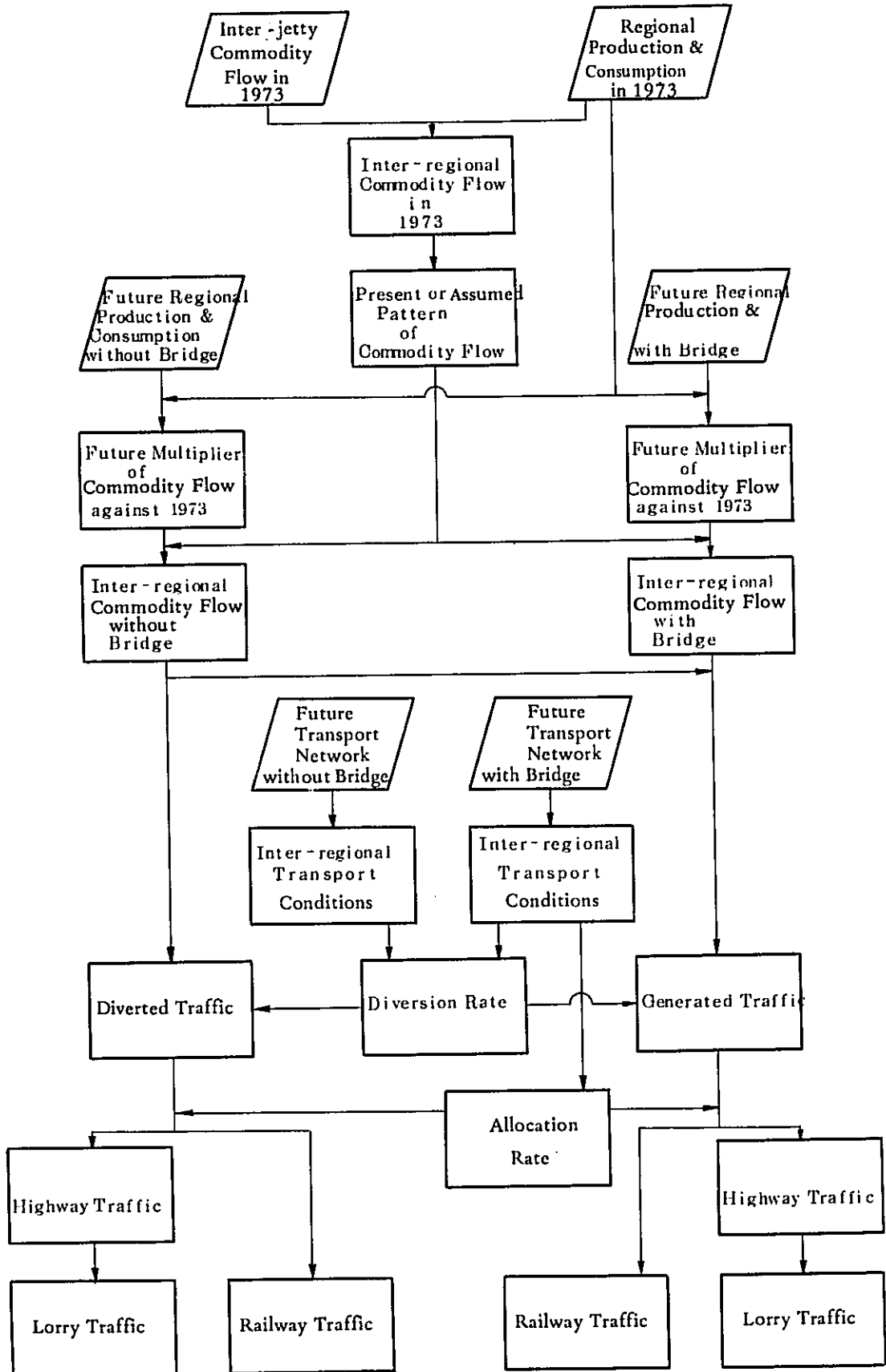


Fig. 3-2 Forecast Flow of Inter-Regional Goods Traffic



4. 土質および地質



4. 土質および地質

4.1 概 説

1974年2月から5月の終りにかけて、種々の土質および地質の調査を現地で実施した。現場調査および室内試験の結果は土質調査報告書としてビルマよりの帰国に際して提出した。

ここでは基礎の設計についての提案も含めて橋梁予定3地点および関連地域の状況を以下に述べる。

政府刊行物を含めて、利用し得る資料に基づき作成した関連地域の地質図を図4.1に示す。

4.2 現 場 調 査

4.2.1 計画鉄道路線に沿う調査

図4-2に示すように、鉄道路線に沿う27箇所においてハンドオーガーボーリング調査および3箇所においてスウェーデン式サウンディング試験を実施し、その結果を図4-3に示した。この調査の後、各々の路線の線形は若干修正されている。これらの調査法は一般的に軟弱地盤に対して適切なものであり、したがって調査は軟弱地盤の分布するイラワジ川東岸についてのみ行なわれている。

調査期間中に測定したオーガーボーリング孔および路線近くの井戸における自由地下水面の深度も図4-3に示した。低地部および高地部の一部分の土質は以下に述べるように明らかに2つの地層に区分できる。

1. 少量の砂を挟んだ褐灰色ないし青灰色の粘性土（沖積層）
2. 少量の円礫を含んだまだらの黄褐色ないし赤褐色の砂質土ないし粘性土（Irrawaddy層）

谷を除く高地部のほとんどにはIrrawaddy層が多く分布している。Nawin河の自然堤防および河床の調査結果に基づく横断面図を図4-4に示す。Nawin河河床には多くの場合細粒ないし中粒の砂が分布するが、黄褐色ないし暗灰色の頁岩も一部に露出している。

4.2.2 各橋梁地点における地盤の状況

3台のボーリング機械を用い、図4-2に示す地点で9本のボーリングを行なった。

ボーリング調査の結果に加えて現場調査、地質に関する資料および情報の検討により、各地点の地質図および横断面図を作成した。

第1地点について図4-5および4-6に示す。

第2地点について図4-7および4-8に示す。

第3地点について図4-9および4-10に示す。

4.2.2.1 橋台箇所

(i) 第1地点

(a) 東岸 …… 塊状均質の中粒ないし細粒砂岩であり、砕け易くかつやや軟質である。東側（河の反対方向）に 25° ないし 30° で傾斜している。

(b) 西岸 …… 砂岩及び頁岩の互層であり、その硬さ又は固結度は上流に向かって 22° ないし 26° 傾斜する断層に伴い変化する。

(ii) 第2地点

(a) 東岸 …… この付近には露頭は見られず、また表土の4m下までにも硬い岩石は全く見あたらない。

(b) 西岸 …… 岩石はサイト161の西岸に露出しているものにほぼ類似しており、 30° ないし 35° 河に向かって傾斜している。

(iii) 第3地点

(a) 東岸 …… 砂質頁岩ないし円礫質の砂岩であり、やや軟かく、あるいはやや硬くないし硬い。 45° ないし 55° 河の反対方向に傾斜している。

(b) 西岸 …… やや硬く若干変成された頁岩とやや硬い、ないし硬い砂岩との互層であって、 45° ないし 50° 河に向かって傾斜している。

4.2.2.2 河床

河川堆積物下の基盤をボーリングにより第2地点と第3地点において確認した。両サイトの基盤は青灰色ないし灰色の泥岩である。第1地点では海面下40mの深度に至っても基盤に到達していない。従って古い河川の河床はこれよりもっと低かつ

たと推定される。

基盤より上位に堆積する地層は主として、多くは小円礫を含む砂質土からなり、層厚は30mないし50m以上である。

4.3 現位置試験および室内試験結果

4.3.1 現位置試験

計画鉄道路線上でオーガーボーリングによって採取した2個の典型的な土質試料についての試験結果を表4-1に示す。

標準貫入試験およびプレシオメーター試験を実施した。標準貫入試験の結果は図4-6、4-8および4-10に示す。プレシオメーター試験は第3地点においてボーリング孔4孔について実施しており、その結果を表4-2に示す。

4.3.2 室内試験

ボーリングにより採取したコアおよび露頭から採取した岩石試料について実施した、室内試験の結果を各々表4-3および4-4に示す。

日本に持ち帰り実施した岩石コアの超音波速度測定結果を含む試験結果を表4-5に示す。

比重およびフルイ分析試験は、スプリットスプーン サンプラーで採取された砂質土の乱した試料に対して実施した。土粒子の比重は2.62ないし2.66であり、フルイ分析による砂の含有率は90%を越える。地表から深度20mに至る砂質土の粒度分布は図4-11に示すように、地震時にきわめて液化し易い。

4.4 構造物の基礎

4.4.1 計画鉄道路線上の盛土構造物

4.2.1で述べたように、現場調査はハンドオーガーおよびスウェーデン式サウンディング試験器を用いて実施した。現場調査および室内試験から得られた情報は盛土地盤の解析に十分でなく、したがって盛土を支持する地盤の一般的な傾向についてのみ次に示す。

	Height of Embankment	Low Land Area		High Land Area excluding Valleys
		mostly	partly	
Swelling	5 ^m >	Medium	Questionable	Low
	5 ^m <	Low	Medium	
Settlement	5 ^m >	Negligible	Questionable	Negligible
	5 ^m <	Small amount	Questionable	
Stability	5 ^m >	Safe	Safe	Safe
	5 ^m <	Safe	Questionable	

4.4.2 橋梁箇所

4.4.2.1 橋台箇所

第2地点の東岸を除く各地点の橋台部は直接基礎が予想される。これら各地点は風化岩を除去するために少なくとも次に示す深度まで掘削する必要がある。

地表からの掘削深度

Site	Abutment	
	East side	West side
No. 1	To depth of basement	10 ^m
No. 2	Not confirmed	5 ^m
No. 3	To depth of basement	9 ^m

現場調査と室内試験の結果から判断すると、各橋台部における掘削後の岩盤支持力は基礎の構造から推定される荷重強度より十分に大きいと判断される。

4.4.2.2 橋脚箇所

ここで用いる地盤の“液状化”とは地震の振動によって結合のない飽和された土が流動体となる現象を言う。この現象は基礎の設計において、地盤を弱く見積るべき要素となる。液状化により表層土は数インチから数10フィートの動きを起す。

液状化の起るために必要な3つの条件は次のとおりである。

- a) 全体として結合力のない土
- b) 地下水
- c) 地震

これらの条件下で液状化が起るには、土の抵抗力を超える剪断力が地震によって生じなければならない。従ってより密な土が液状化するためには、更に激しい地震が起らなければならない。

計画地域において、地盤の液状化を起こす可能性は Seed と Idriss の方法によって検討した。(参照;土の液状化の可能性を評価する簡便法, Journal of SMFD, Proc. of ASCE., Sep., 1971)

各ボーリング調査結果から液状化が予想される深度を次に示す。

Location	B1-2	B2-2	B3-1	B3-2	B3-3
Depth below Ground Surface (m)	2.0	6.0	7.0	12.0	4.0

4.4.2.3 設計土質常数

プレシオメーター法による基礎の設計の一般的な手順を図4-12に示す。プレシオメーターによる測定は第3地点についてのみ行った。標準貫入試験のN値とプレシオメーター試験による土質常数の相互比較によって、図4-13に示すような設計土質常数を決定した。

基礎は十分な支持力と横方向の抵抗力を得るためにIV層の深度まで下げる必要がある。この条件下で下記の許容支持力と横方向地盤反力が提案される。

Foundation Type	Allowable Bearing Capacity (Zone IV)	Modules of Horizontal Reaction (kg/cm ³)	
		Zone	
Steel Pipe Pile φ 1200mm	450 t/one	II	3.0
		III	4.3
Caisson 25m x 11m or 22m x 14m	100 t/m ²	II	0.80
		III	1.00
		IV	2.10

載荷によるケーソンの沈下量は微量と予測される。ほとんどの沈下は基礎の施工中に生ずるであろうから、基礎の施工完了後は無視してさしつかえないだろう。

表 4-1 低地部における土質の室内試験結果

	Clayey soils (Upper layer)	Sandy soils (Lower layer)
Main Distribution Area	Low land	High land
Colour	Bluish grey to dark grey	Yellowish brown to reddish brown
Natural Water Content (%)	above water level 15 - 20 (35) below water level 30 - 35 (40)	6 - 18 17 - 28
Liquid Limit (%)	40 - 60 (70)	28 - 35
Plastic Limit (%)	18 - 30 (30)	17 - 21
Plasticity Index	20 - 30 (40)	10 - 18
Specific Gravity	2.64 - 2.68	2.62 - 2.69
Wet Density (t/m ³)	1.9 - 2.1	
Void Ratio	above water level 0.5 - 0.7 below water level * 0.9	
Percent of Sand Particle (%)	< 25	40 <
Unconfined Compression Strength (kg/cm ²)	above water level 1.6 - 3.6 below water level * 0.83	

備考： 括弧内に示す値は Nawin 河と高地部の間にある灌木地域の近くの A2-7 と A2-8 地点の結果である。

*) A1-1 についての測定値のみ。

表 4-2 プレシオメーター試験結果

Bore Hole No.	Sampling		Soil Type	N (blows/ft)	Ep (kg/cm ²)	P (kg/cm ²)	P _f (kg/cm ²)
	Depth (m)	Elevation (m)					
3-2	25.0	-10.9	Sand	27	198.5	3.40	18.20
	30.0	-15.9	"	40	885.6	4.00	36.10
	35.0	-20.9	"	41	193.8	1.70	9.80
	41.0	-26.9	Siltstone	70	275.3	1.60	18.10
3-3	5.0	17.5	Sand	7	93.3	1.10	5.14
	10.0	12.5	"	12	94.2	1.67	5.97
	14.5	8.0	"	16	47.2	0.30	4.10
	20.0	2.5	"	21	111.1	1.00	8.55
	25.0	-2.5	"	19	125.9	0.93	10.77
	30.0	-7.5	"	24	143.5	1.35	11.60
	35.0	-12.5	"	33	85.1	1.70	7.30
3-4	13.8	59.7	Sandstone		4,689.0	1.10	22.00
	15.0	58.5	"		4,675.0	3.60	27.60
	17.0	56.5	"		8,650.0	5.10	59.50
	19.2	54.3	"		26,250.0	5.50	50.50
3-5	7.2		Sandstone		4,225.0	3.60	31.80
	10.8		"		1,080.0	6.90	30.30
	16.2		Sandy Shale		5,379.0	4.20	34.22
	19.5		"		4,896.0	4.41	28.35

表 4 - 3

コア - 試験結果

Sample No.	Bore Hole No.	Depth (m)	Moisture Content (%)	Dry Density (t/m ³)	Specific Gravity	Void Ratio	Degree of Saturation (%)	Strain (%)	U.C.S.* (kg/cm ²)	E50 (kg/cm ²)
1	1-1	12.92-13.22	6.6	2.17	2.67	.229	58	3.3	8.7	1098
2	2-1	12.02-12.32	7.0	2.29	2.66	.198	68	2.3	8.3	488
3	2-1	15.22-16.22	4.7	2.22	2.67	.167	52	0.7	23.1	4154
4	2-2	38.20-38.40	15.7	1.95	2.63	.361	97	3.8	8.7	283
5	2-2	40.00-42.00	12.1	1.93	2.63	.287	87	3.5	12.7	575
6	3-1	42.00-43.00	20.6	1.65	2.62	.580	98	4.6	2.2	75
7	3-1	46.00-47.00	19.4		2.62			6.9	3.0	125
8	3-4	5.25- 7.42	5.9	2.15	2.65	.313	40	1.5	11.5	767
9	3-4	16.80-17.10	1.8	1.90	2.64	.393	10	1.5	19.4	1617
10	3-4	17.42-17.72	2.8	1.81	2.67	.475	14	0.5	8.6	1433
11	3-4	19.52-19.72	1.4	1.92	2.66	.387	8	1.0	14.5	1813
12	3-5	12.02-12.32	8.3	2.06	2.64	.287	61	0.8	7.6	1584
13	3-5	15.52-15.82	6.9	2.12	2.66	.253	55	1.5	17.5	2917
14	3-5	17.72-18.02	5.2	2.19	2.64	.209	48	1.5	32.0	2286
15	3-5	19.82-20.12	4.3	2.22	2.65	.189	43	1.3	35.5	3944

Sample No.	Consistency			Percentage of Sand (%)
	LL (%)	PL (%)	PI	
5				40
6	75	26	49	2

Remark: * Unconfined Compression Strength

表 4 - 4 岩石の室内試験結果

Sample No.	Site No.	Source	Compressive Strength (kg/cm ²)	Apparent Specific Gravity	Bulk Specific Gravity
A ₁	1	East Abutment	27.4	2.46	1.95
A ₂	"	- do -	22.5	2.50	1.99
A ₃	"	"	16.9	2.48	1.97
A ₄	"	"	23.6	2.51	2.00
A ₅	"	"	16.5	2.45	1.95
A ₆	"	"	27.4	2.49	1.97
B ₁	"	West Abutment	158.5	2.68	2.30
C ₁	"	East Abutment	164.5	2.75	2.40
C ₂	"	"	119.5	2.68	2.36
C ₃	"	"	147.6	2.67	2.37
C ₄	"	"	147.6	2.70	2.32
C ₅	"	"	159.6	2.73	2.42
C ₆	"	"	161.0	2.72	2.38

表 4 - 5 岩石コア試験結果

Point	Depth (ft)	Rock Type	Elastic Wave Velocity		Dynamic Poisson's Ratio	Bulk Density (g/cm ³)	Compressive Strength (kg/cm ²)	Modulus of Elasticity (kg/cm ²)	
			(m/sec) ^P	(m/sec) ^S				Dynamic	Static
B.1-1	38.5	Silty Stone	1670	810	0.35	2.32	37.4	4.2x10 ⁴	
B.2-1	47.2	Very Fine Sandstone	1810	780	0.39	2.15	82.1	3.7x10 ⁴	2.9x10 ⁴
B.3-2	40.4	Mudstone	1580	750	0.35	2.35	31.7	3.7x10 ⁴	
B.3-4	61.0	Medium Grained Sandstone	1760	700	0.41	1.94	38.8	2.7x10 ⁴	
B.3-5	34.7	Silty Stone	2810	1540	0.29	2.46	153.5	1.5x10 ⁵	9.0x10 ⁴
	41.4	Silty Stone	2680	1560	0.24	2.47	154.6	1.5x10 ⁵	3.8x10 ⁴
	58.5	Silty Stone	1750	700	0.40	2.49	111.4	3.5x10 ⁴	6.9x10 ⁴
Site No.1 East bank	(1)	Fine Grained Sandstone	1360	600	0.38	2.15	16.8	2.3x10 ⁴	2.4x10 ³
	(2)	"	1320	710	0.30	2.09	13.9	2.8x10 ⁴	2.8x10 ³
	(3)	"	1320	670	0.33	2.13	18.5	2.6x10 ⁴	1.7x10 ³
	(4)	"	1440	660	0.37	2.03	22.1	2.5x10 ⁴	7.9x10 ³
	(5)	"	1550	720	0.36	2.09	18.3	3.0x10 ⁴	5.9x10 ³
Site No.3 West Bank		Fine to Medium Grained Sandstone	5030	2900	0.25	2.63	757.2	5.7x10 ⁵	3.6x10 ⁵

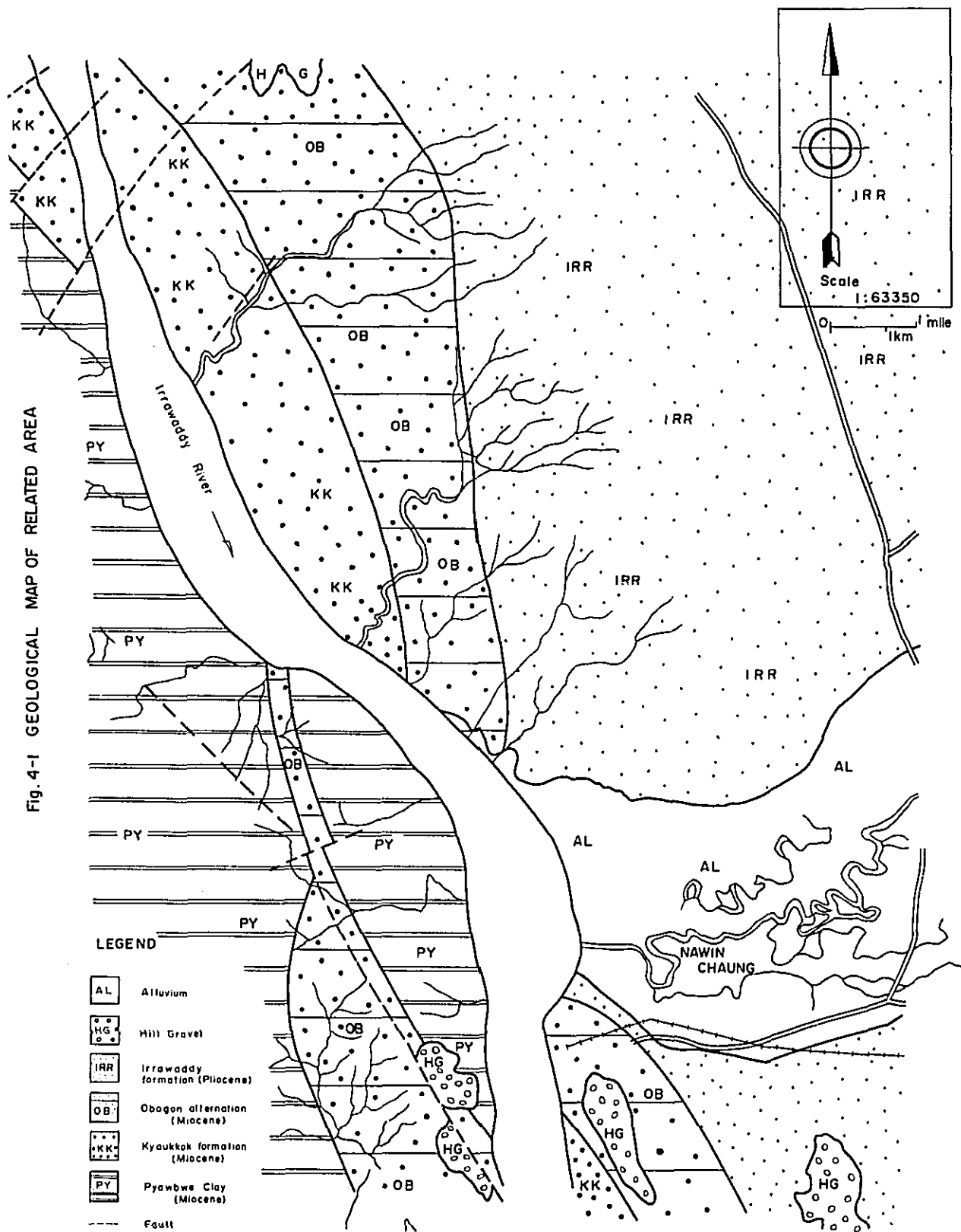


Fig. 4-2 LOCATION MAP OF BOREHOLES AND SWEDISH SOUNDING TESTS

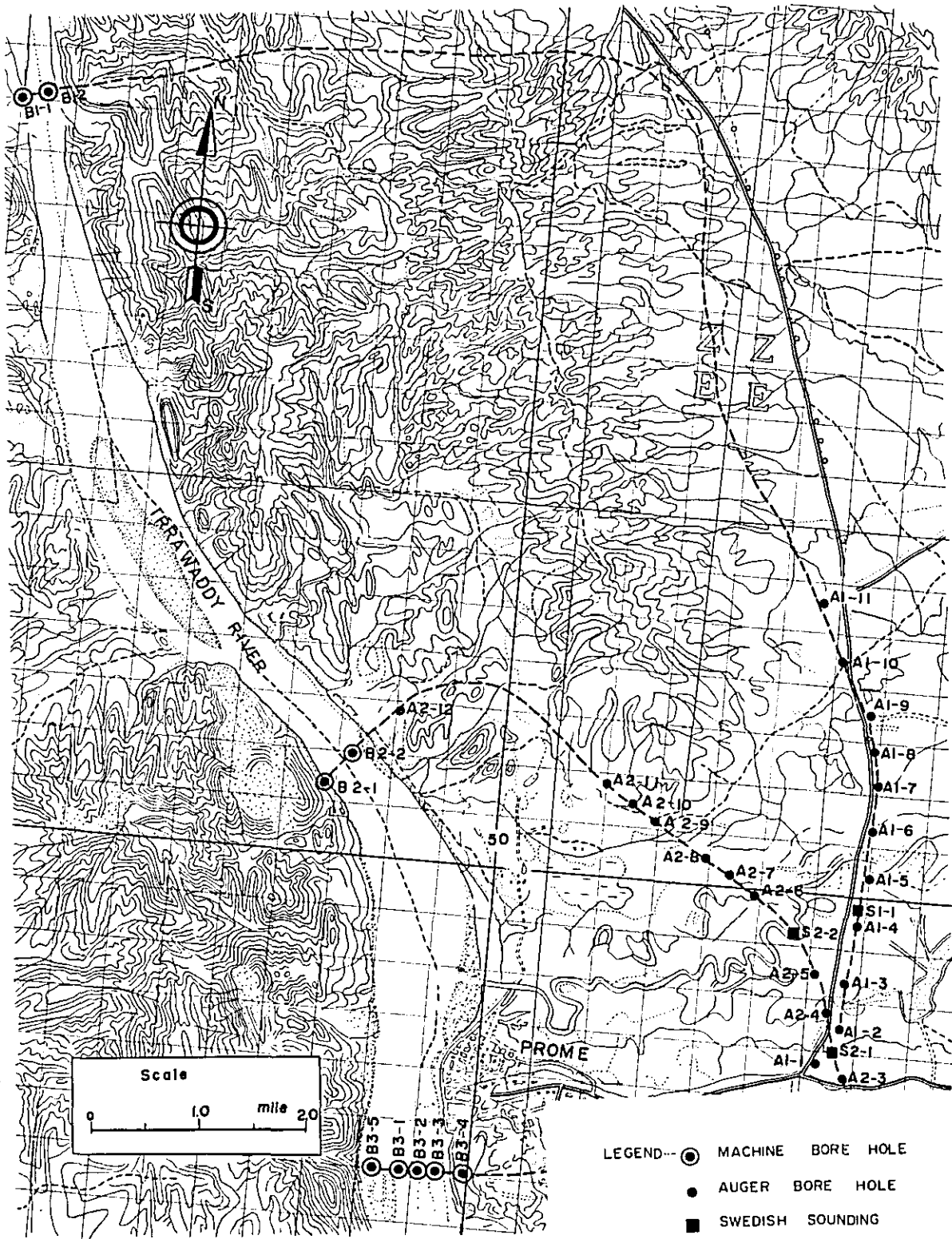


Fig. 4-3 SOIL PROFILES ALONG ORIGINAL ACCESS RAILWAY LINES

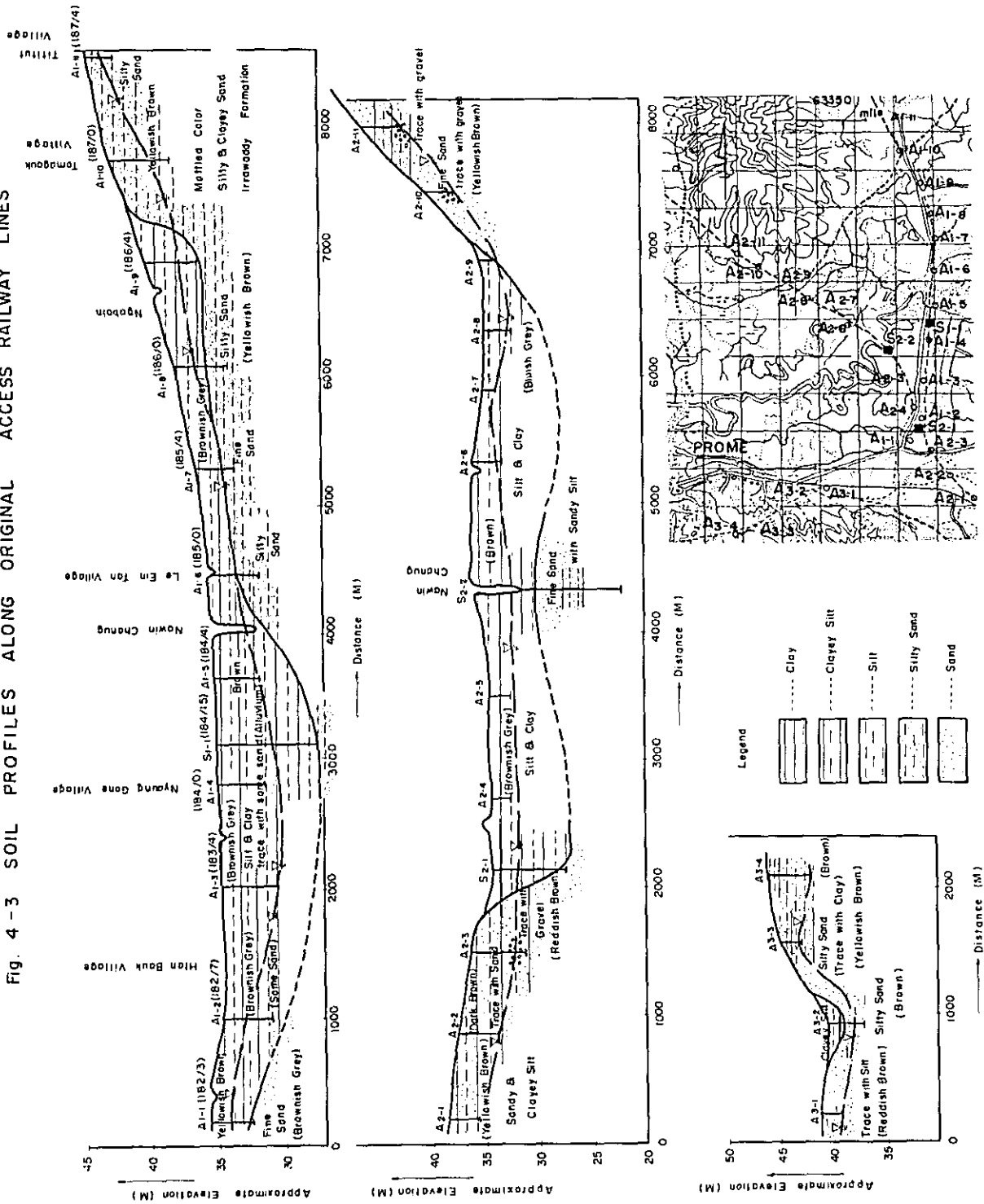


Fig. 4-4 CROSS SECTIONS OF NAWIN RIVER BED

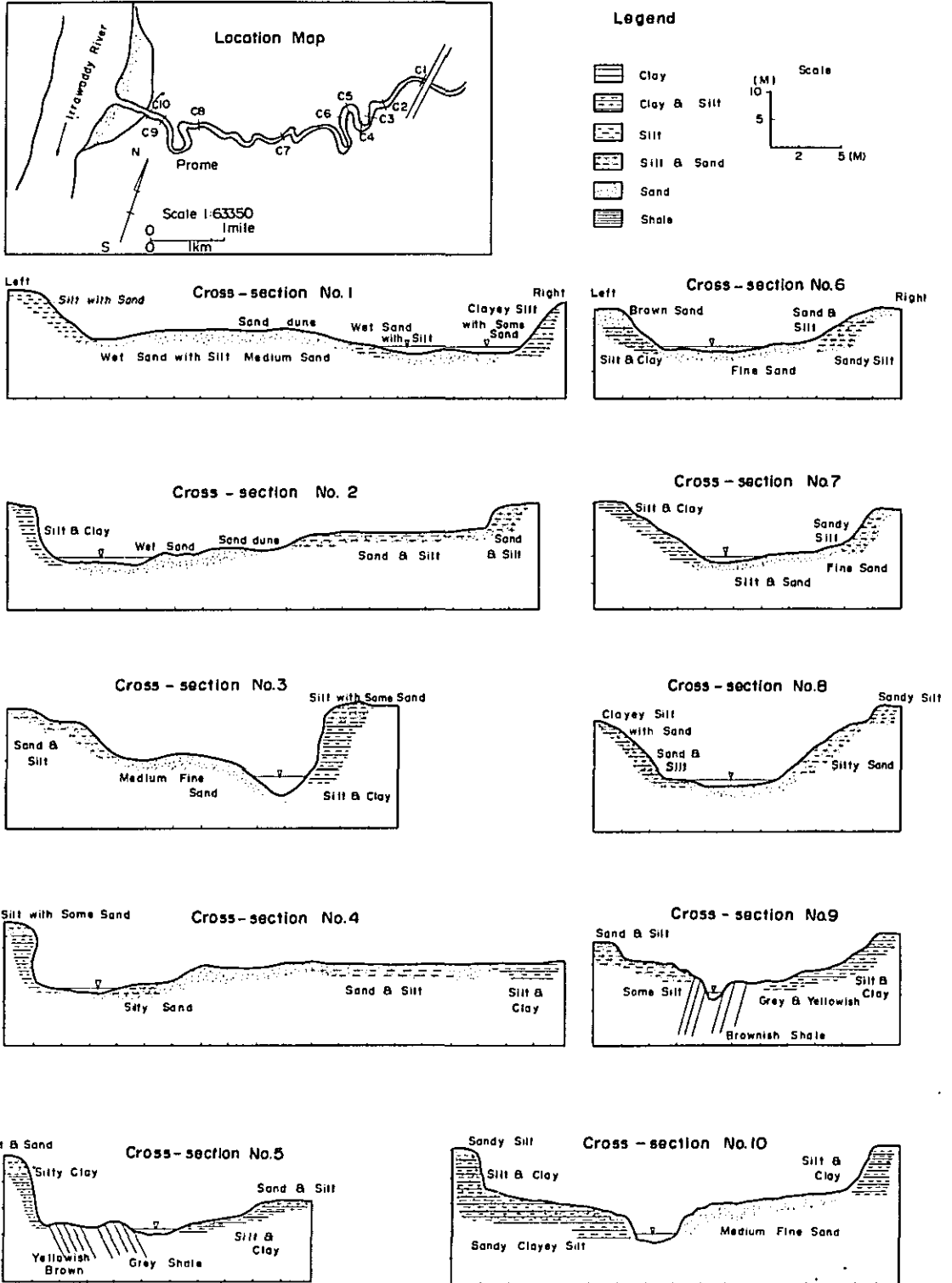


Fig.4-5 GEOLOGICAL MAP OF SITE NO.1

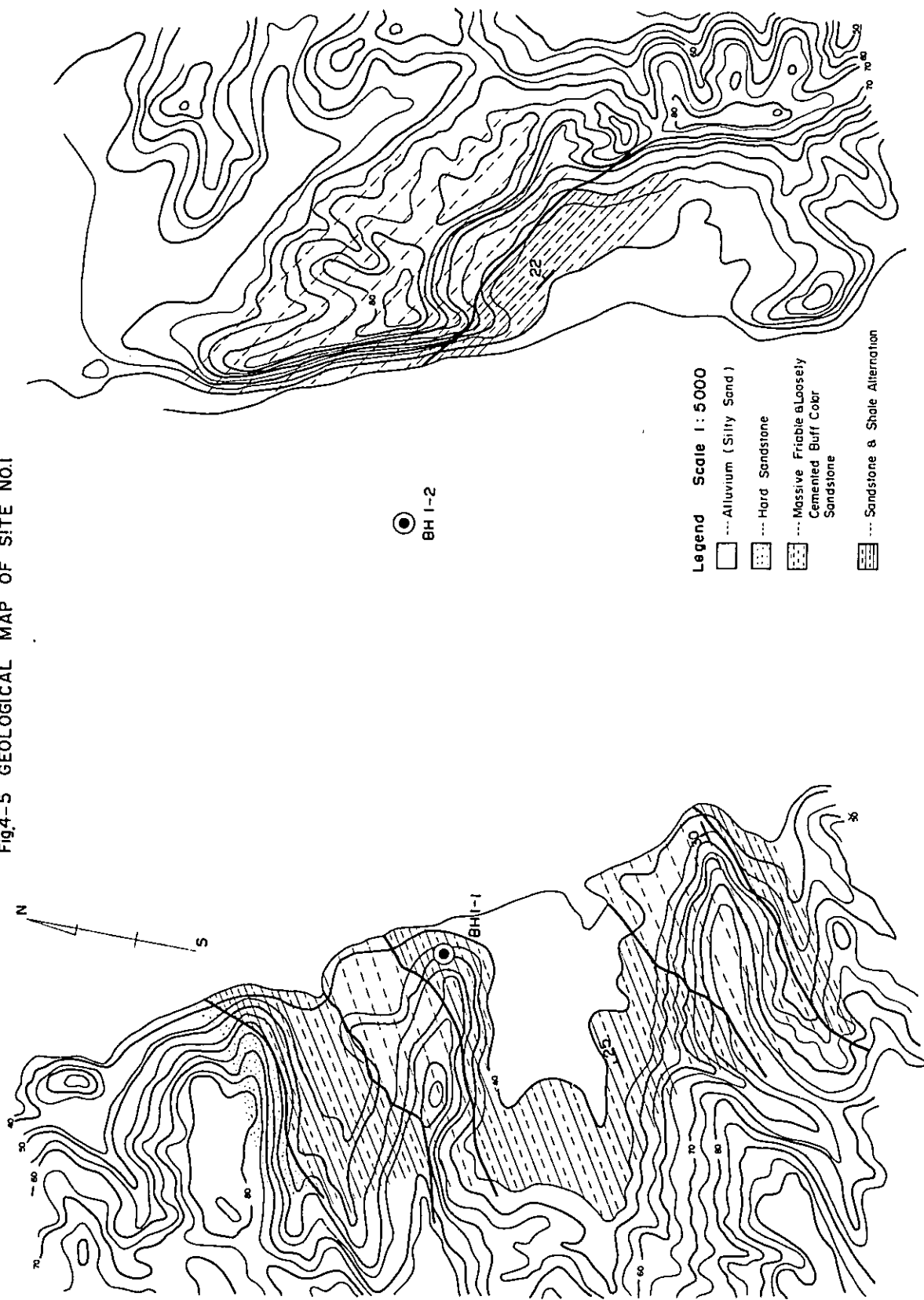


Fig. 4-6 CROSS SECTION OF SITE NO.1

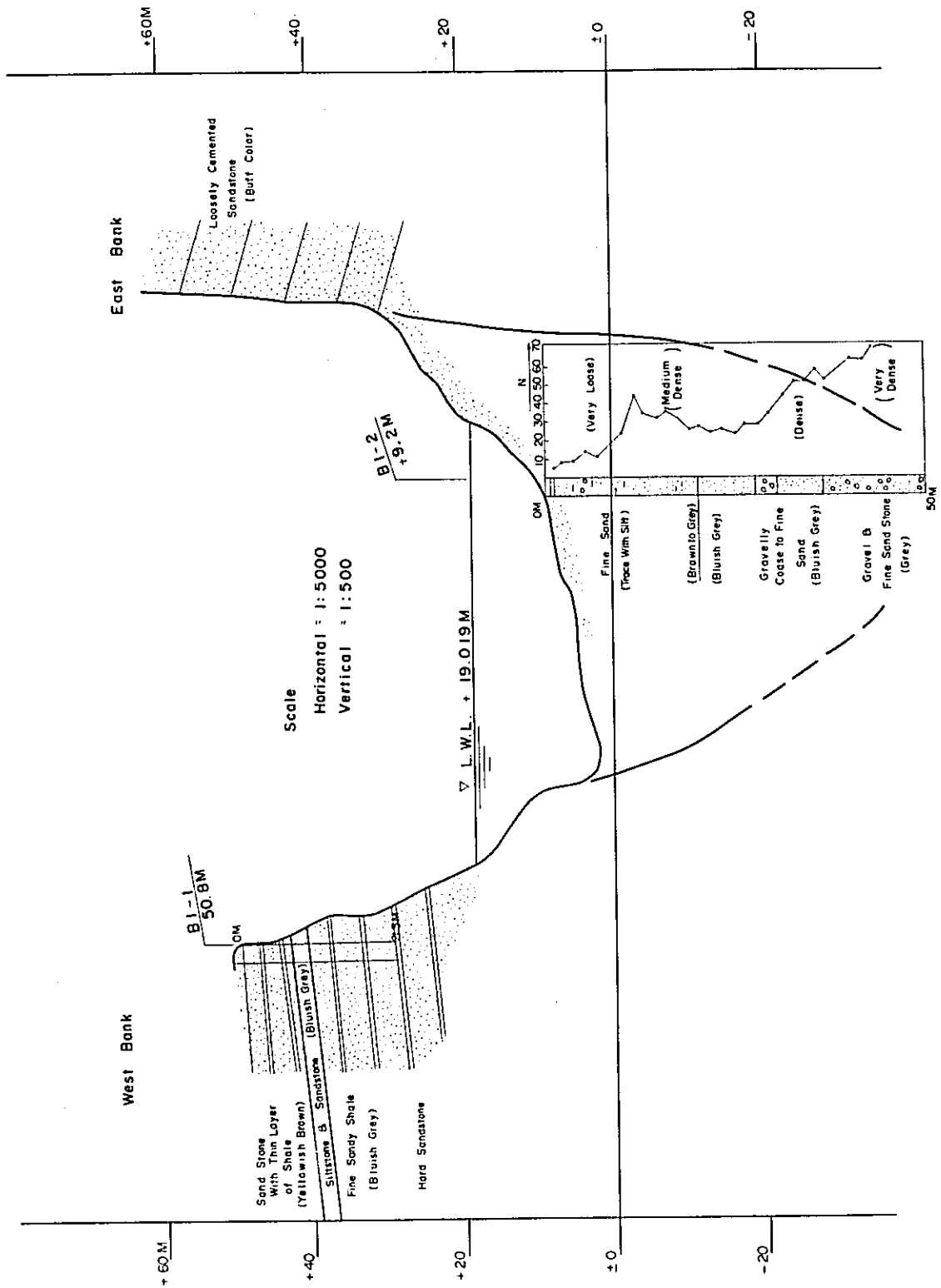


Fig. 4-7 GEOLOGICAL MAP OF SITE NO.2

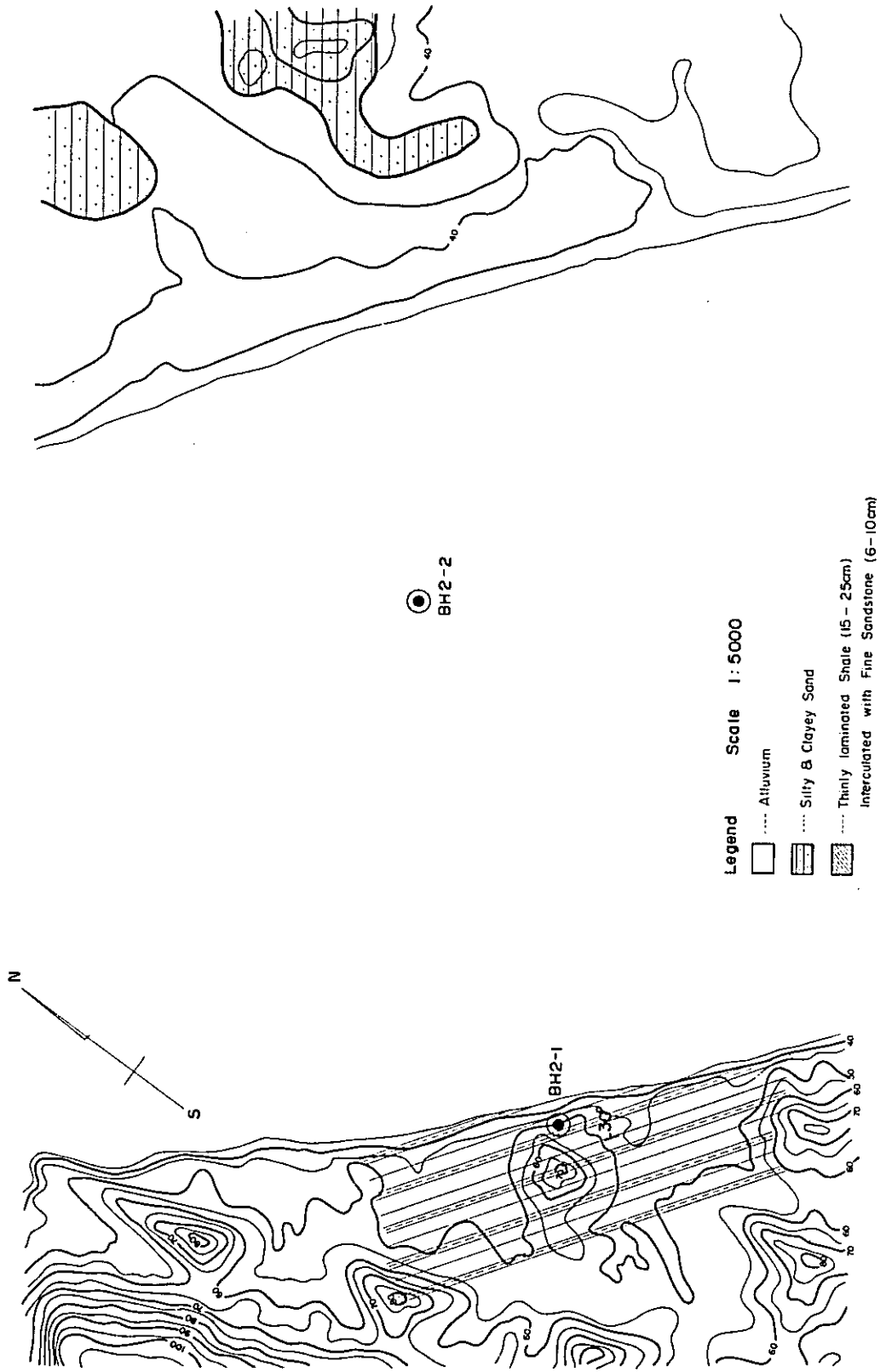


Fig. 4-8 CROSS SECTION OF SITE NO.2

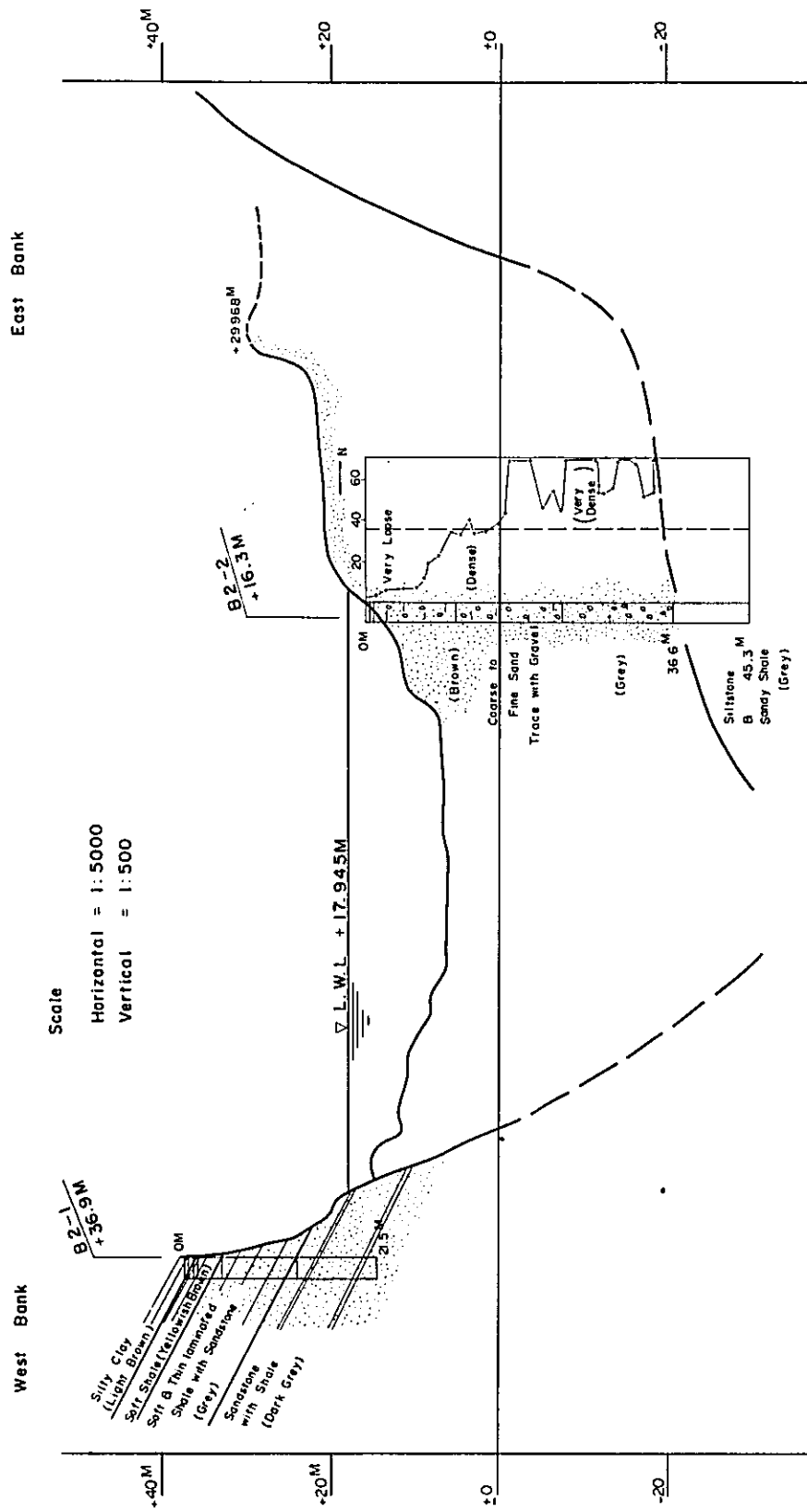
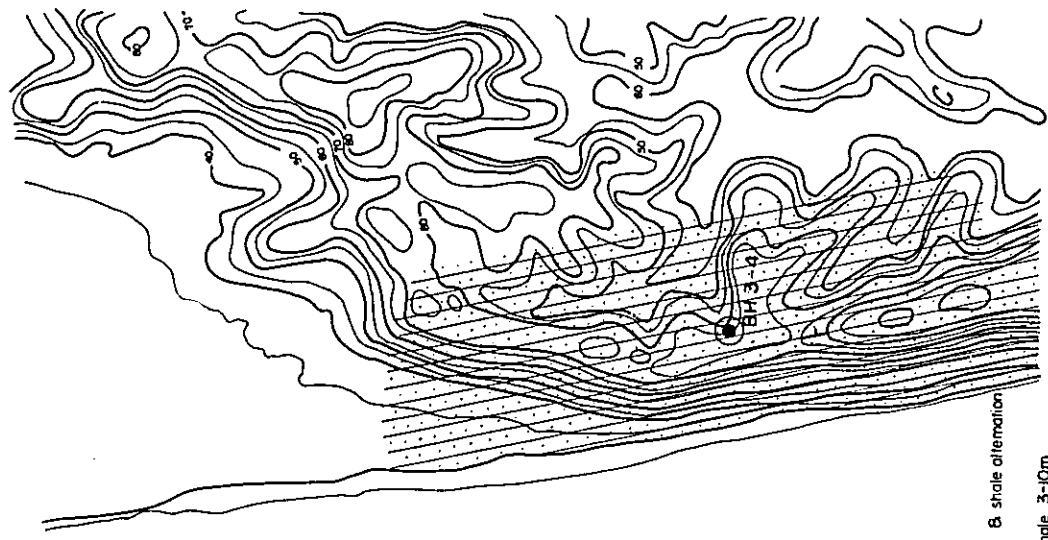
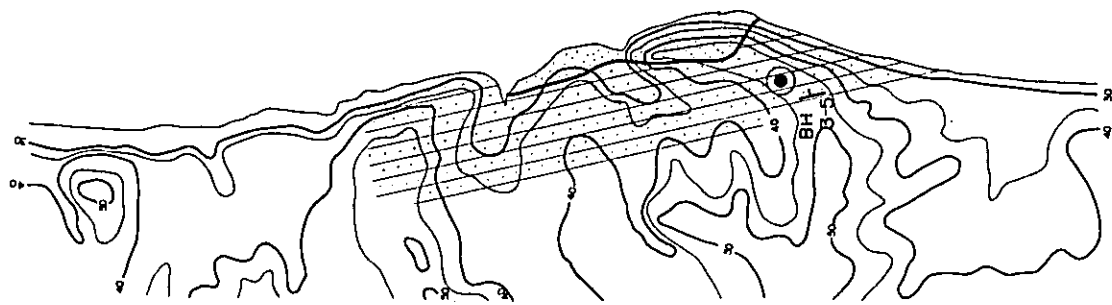
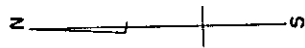


Fig. 4-9 GEOLOGICAL MAP OF SITE NO.3



BH 3-1 BH 3-2 BH 3-3

Legend Scale 1:5000




-  Alluvium
-  Slush grey thinly bedded east bank and jointed shale thin laminated sandy shale sandstone & shale alternation
-  Buff color bedded sandstone gritty sandstone and grit conglomerate 4-15m thick sandstone 3-5-10m, shale 3-10m

Fig. 4-10 CROSS SECTION OF SITE NO.3

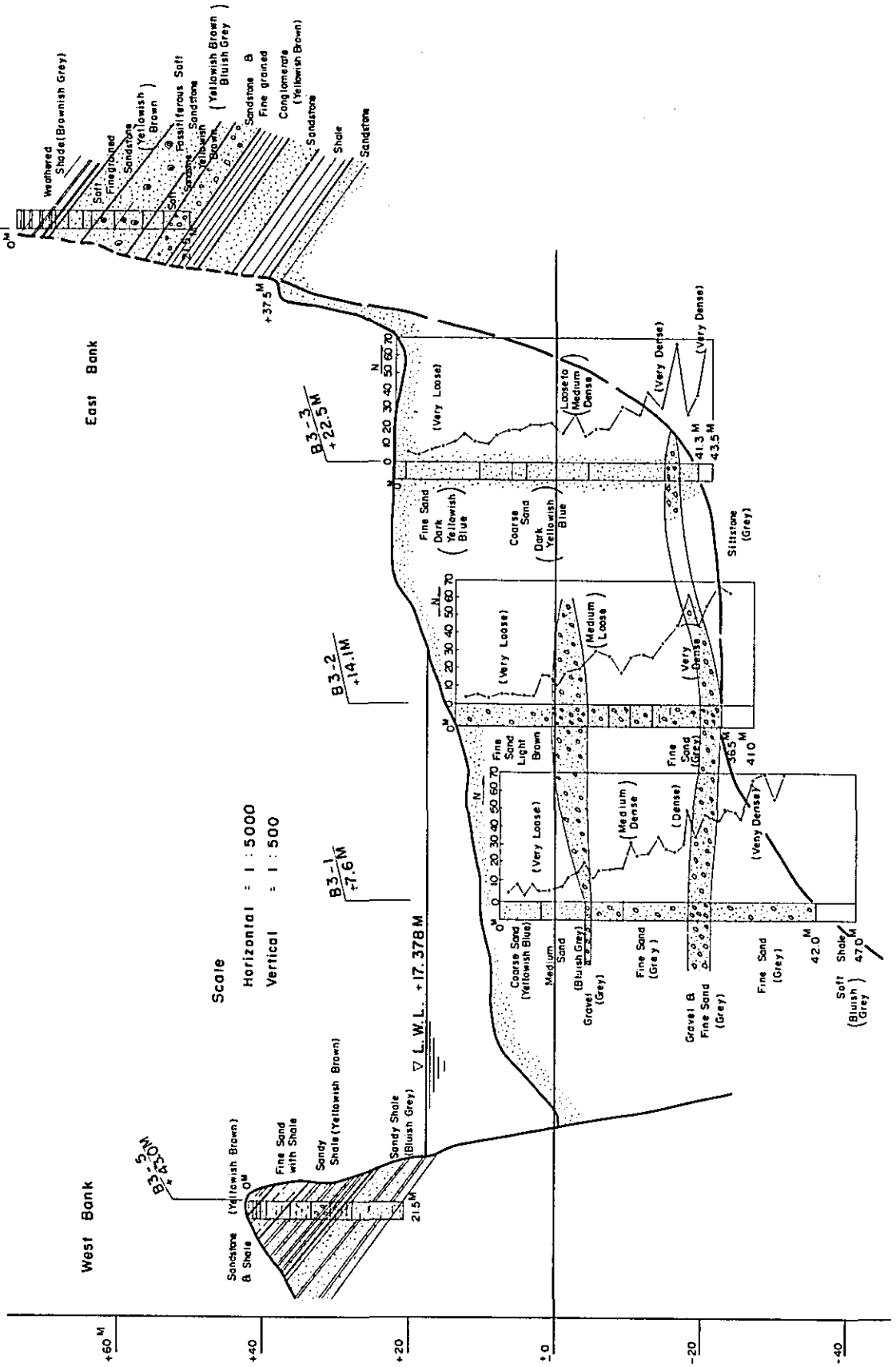
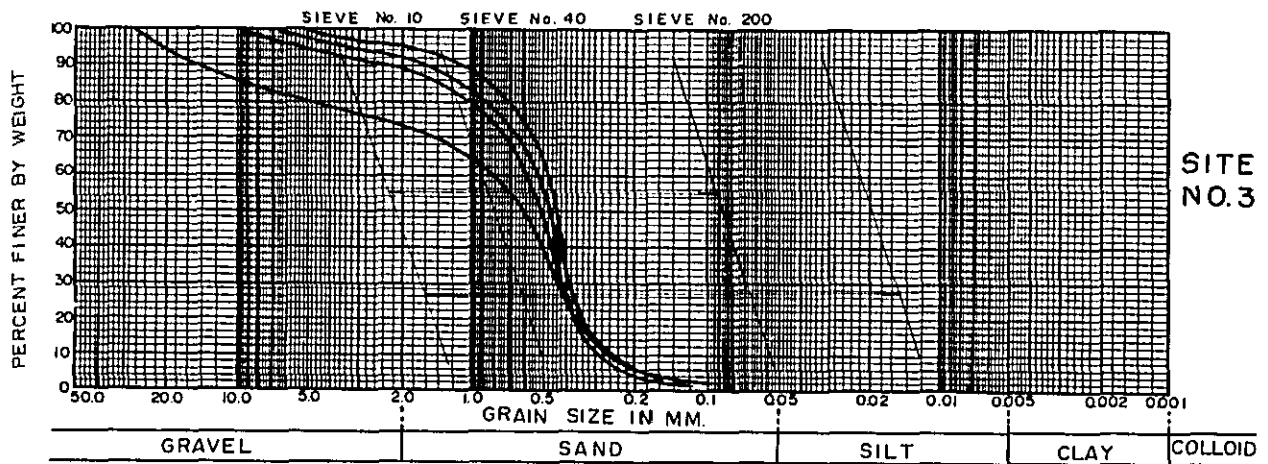
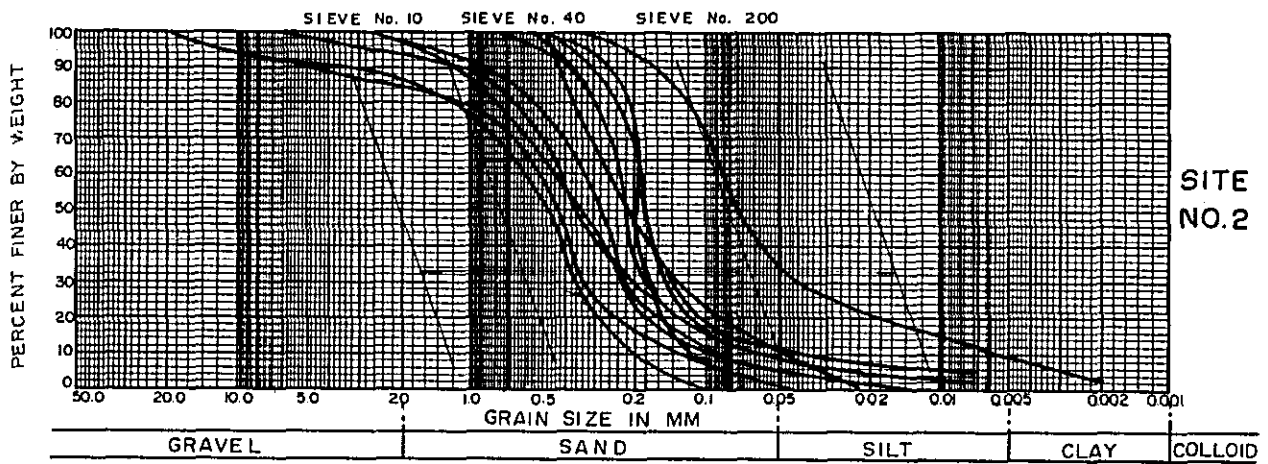
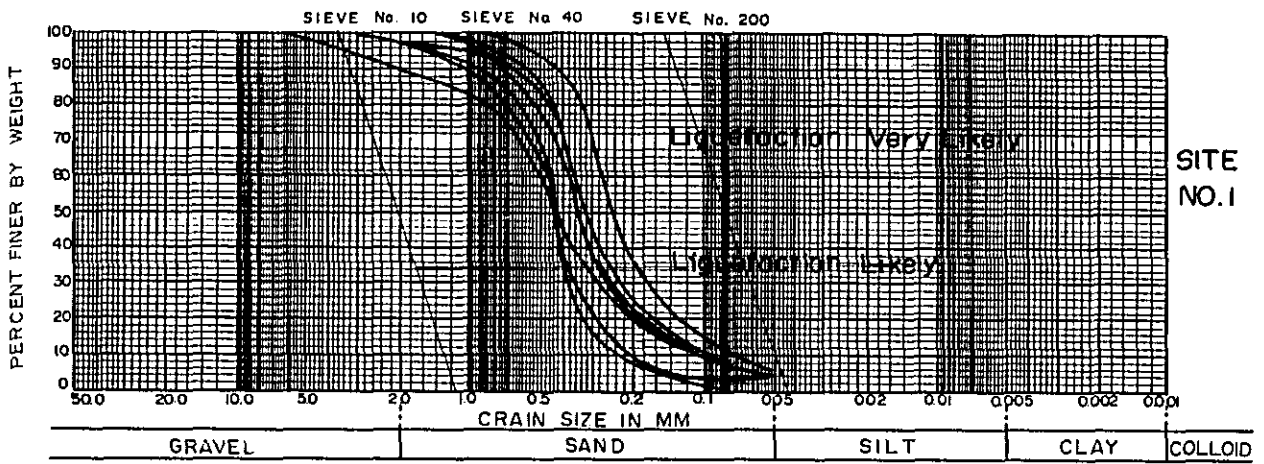


Fig 4-II GRAIN SIZE DISTRIBUTION CURVES



Note: For Soils up to 20 meters below Ground Surface in River Bed

Fig. 4-12 DESIGN PROCEDURE WITH PRESSIO METER METHOD FOR FOUNDATION

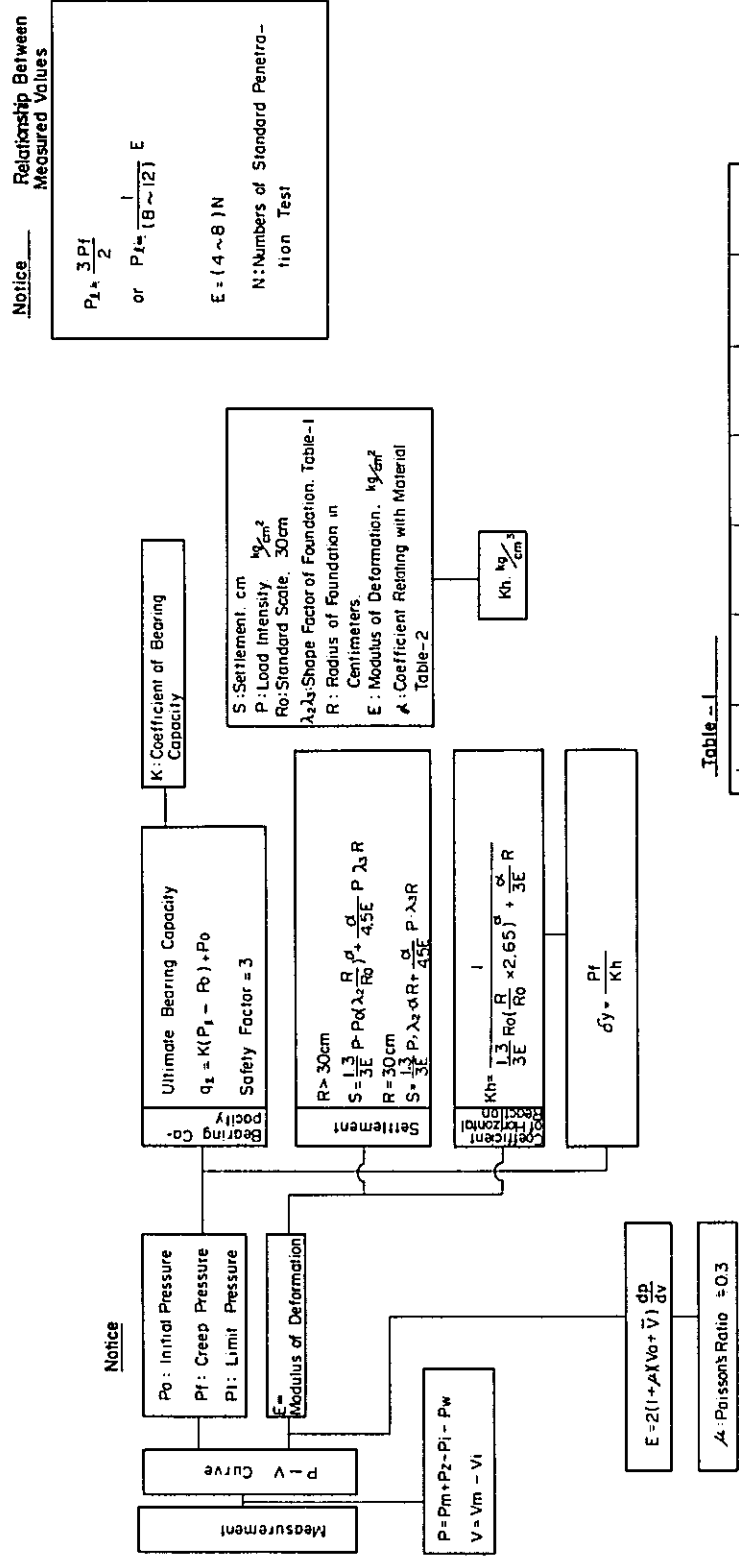
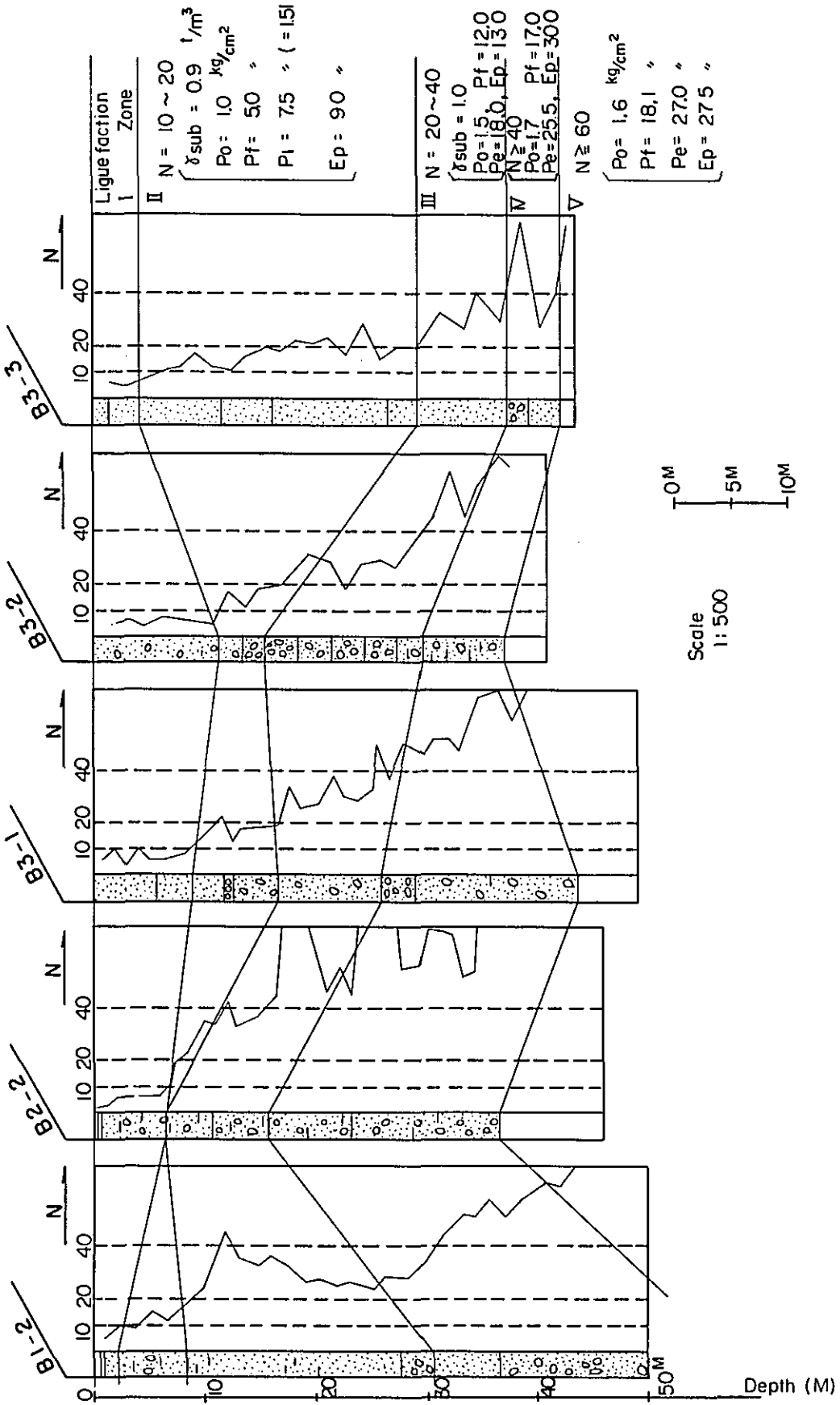
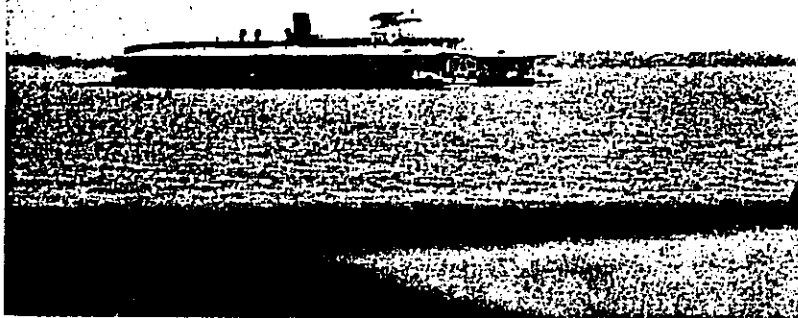


Fig.4-13 DESIGN SOIL PARAMETERS FOR PIER FOUNDATIONS



5. 水 文



5. 水 文

5.1 概 説

流域面積 $376,200\text{Km}^2$ に及ぶ Irrawaddy 河は、モンスーン気候の影響をかなり受けている。モンスーン期間の河川流量は多く、デルタ地帯では、高潮に伴って広大な地域の洪水を引き起している。Prome における8月の洪水流量は、平均で約 $35,500\text{m}^3/\text{sec}$ 、最大で $63,800\text{m}^3/\text{sec}$ 内外である。下流デルタ地帯における高潮位は 2.2m から 1.07m の範囲で変化し、堤防により防禦されていない地域は定常的な洪水に見舞われている。モンスーン期間の終りには、河川流量の減少に伴い、海水による高潮洪水が海岸地域に生じている。堤防による洪水制禦工事は、海岸地域に集中して行なわれている。Prome 上流域においては、現在洪水制禦計画はない。

Irrawaddy 河本流および支流における河川水位および流量観測は、気象水文局により14水位観測所および4流量観測所において行なわれている。これらの観測所の位置は図5-1に示す通りである。

Prome 観測所は、1868年に設立され、架橋候補第2地点と第3地点の間に位置しており、観測所より上流側に Irrawaddy 河は、 $340,390\text{Km}^2$ の流域面積と $1,412\text{Km}$ の流路長を有している。水位、河川流量、流砂、水温等の水文観測作業が、気象水文局によって定常的に行なわれている。図5-2は、1963-73年の間の Prome 観測所における日平均水位に加えて、Irrawaddy 河および Chindwin 河流域の他観測所の観測結果を示している。14水位観測所のうち、水位-流量曲線は、Chindwin 河流域においては、Hkamti および Kalewa 観測所で、イラワジ河流域では Sagaing および Prome 観測所のものが得られた。図5-3は、これらの観測所における水位観測結果に、それぞれの水位-流量曲線を適用して推定した1965-73年における流量ハイドログラフを示す。

イラワジ河の河道巾は、年々大きく変動するのみならず場所によって大きく異なり、特に屈曲部あるいは支流との合流部における河道巾は数Kmから数十Kmにも及んでいる。また、Bhamo より下流部の河道全般に亘って、河道内に多くの砂州が発生しており、この砂州部で河水は、数条に分割された網目状の流路により流下している。いったん洪水が発生すると、その砂州の消失とともに、河道は再び変動し、河岸の浸食、堆積が繰り返されてい

る。

Sagaing, Chauk および Prome における河川横断図が、河床変動の検討のために利用可能である。また、水路局により作成された水路図中の水深に基づいて作成された Kyangin および Thayet 附近の河川横断図も検討資料に加えられた。しかしながら、これらの調査の観測期間がほとんど乾季に集中しているため、雨季の洪水期に発生するであろう河床の最大低下値あるいは上昇値については不明である。

上記の各地点における河川横断図によれば、Irrawaddy 河の河床はかなり大幅に変動している。特に Thayet 附近での大規模な河床変動は主として、砂州の移動によって主水路位置が変わった事その原因となっている。測定期間内での Irrawaddy 河の最大河床変動値は、7～8 m のオーダーと考えられる。

・水文学的および河川工学的検討のために利用可能な資料および記録は、流域の広さ、および複雑な水文機構、特に降雨・流出機構と河床機構とに比較して不足している。本章の検討に使用された資料および記録は、表 5-1 に別挙した通りである。

5.2 橋梁上部構造の下限標高

橋梁上部構造の下限標高の決定には、設計高水位と桁下余裕高を決定する必要がある。

5.2.1 設計高水位

Prome 観測所に関連する水文学的条件は、図 5-2 および図 5-3 の検討に基づいて次の様に記述できよう。

- 1) Prome 観測所における河川水位は、年間を通じて海拔標高 17 m より 30 m と大きく変動している。水位は通常 8 月ないし 9 月に最高値に達し、3 月に最低値となる。この河川水位変動状況を Prome 地点より上流部に位置する観測所における降雨状況、すなわち月降雨量は一般に 6 月より 8 月にかけて最も多く、2 月頃最少となっていることを比較してみると、特に雨季の初めには降雨量のほとんどが流域内に一たん貯留され、それが次第に支流を通じて Irrawaddy 河に流出しているものと考えられる。
- 2) Chindwin 河は、Sagaing 観測所下流で Irrawaddy 河と合流している。

Chindwin 河下流部に位置する Monywa 観測所の河川最高水位発生時期が、Sagaing

より下流にあるイラワジ河沿いの観測所のものとほぼ一致している。さらに Sagaing 観測所における河川水位及び流量変動のパターンが洪水期においては、Sagaing より下流の Irrawaddy 河沿いの観測所のものとほぼ一致している。この様な状況から判断すると、Irrawaddy 河の高水位は主として Irrawaddy 河本流自体の洪水によって引き起こされ、これからさらに Chindwin 河の洪水によって高められていると 言うことができる。

3) Nyaung Oo, Kathe 及び Bhamo 観測所における河川水位の減衰曲線が、他の Irrawaddy 河沿いの観測所のそれに比べややゆるやかとなっている様に思われる。この現象は次の様に説明できるものと思われる。すなわち、Nyaung Oo, Sagaing 地点間及び Katha, Myitkina 地点間にかなり大規模な定常的冠水地区があるものと考えられ、雨季の洪水は一たんこの冠水地区で貯留された後 Irrawaddy 河の洪水減水期に除々に Irrawaddy 河本流に流出してくるものと思われる。ここで 1 インチ 4 マイルの地形図をもとに Prome より上流に発生すると考えられる常習冠水地区の面積を概略求めてみた。その結果推定される冠水地区合計面積は約 30,000 ha と見積られる。

4) 洪水ピーク時の特性を把握するために、Prome 観測所における自記水位計により観測された 1966~71 年間の洪水期の時間水位記録の解析検討を行なった。この解析結果によると Prome 地点における洪水ピーク時の河川水位は極めてなだらかな線形をなしており、洪水ピーク継続時間は殆んどの場合 24 時間以上となっている。このようなことから見て洪水時における日平均水位は時間最大水位とほぼ同じ値であると考えられる。

計画高水位の推定は、原則として降雨一流出数値モデルを確立して、関連する水文量の確率解析に基づくべきである。しかしながら、この手法を Irrawaddy 河に適用することは困難である。その理由の一部は、降雨、流量等の水文量の連続観測資料の不足であり、他に Prome 観測所は上流における広大な冠水地域、下流の潮汐の影響および大きな河床変動という複雑な水文機構に影響されていることがあげられる。

従って、既往最高水位を計画高水位として採ることは、実際的かつ合理的と考えられる。計画高水位決定のために次の事項が検討された。

- (1) Prome 観測所のこれまでの年最高水位のうち入手できたものは、表 5-2 に列挙した通りである。一般に比較的大きな洪水が発生した時の洪水水位は、将来の検討用として記録されるのが常と考えられる。この考え方からすれば、1875-1974 年の 100 年間の記録は比較的大きな洪水水位と考えられる。換言するならば、記録のない年における水位の値は、記録のある年に比して小さかったと言えよう。この仮定にたてば、100 年間における Prome 観測地点の最高水位は、1974 年の 30.25 m と言えよう。
- (2) 河川水路の行政機関である水路局および灌漑局によれば、これらの機関は、Mandalay 附近の小規模な計画を除いては、Prome Mandalay 間の流域の大規模な洪水コントロールに対して計画を持っていないようである。従って、この事実より Irrawaddy 河上流域の現在の流出機構は、Prome 観測所の水位を上昇させるほどには当面変化しないと判断される。
- (3) 表 5-3 より、雨季における Prome 観測所の河床標高は過去 100 年間、長期的な上昇傾向はなかったものと考えられる。従って、雨季における河床標高は将来とも安定的であると考えられる。
- (4) 次節で述べるように、計画高水位上に、かなり大きな余裕高を取ることが計画されている。さらに、洪水ピークの継続期間は短かく、1~2 日である。従って、もし、計画高水位が 0.5 m も過小評価されていたとしても、舟運活動に対する妨害はないと考えられる。

上記各事項を考慮して、Prome 観測所における最高水位 30.25 m を各架橋候補地点における計画高水位推定の基礎として採用することは、適切と考えられる。図 5-4 に示される架橋候補地点と Prome 観測地点間の水面勾配測定結果を使用して、計画高水位は下記のように推定された。

Site	No.1	No.2	No.3
Design high water level (m)	31.29	30.81	30.22

5.2.2 計画高水位上の余裕高

I. W. T. C. は下記の設計基準を舟運のための余裕高に適用している。

- 1) 橋梁両端部のアプローチ・スパンを除いた部分の橋脚の内面間の水平間隔は、現在 Irrawaddy 河で使用されている最大の動力船プラス載荷船の全体幅に対して約 3 倍の余裕を考慮して 350 ft 以上とする。
- 2) Prome 地点における架橋計画に対する鉛直方向の余裕高は、現在 Irrawaddy 河における最大の動力船の吃水上の最大高に約 10 ft の余裕を考慮して 55 ft 以上とする。

現在の舟運状況の改善のための I. W. T. C. の長期的政策によれば、自航のためのエンジンとプロペラを附加することにより、載荷船を除々に改良することを企画している。このことは、動力船+載荷船の全体幅が将来の舟運活動のために現在以上には拡大されないことを示している。従って、上記の設計基準は、架橋計画に適用可能と考えられる。

5.2.3 橋梁上部構造の下限標高

橋梁上部構造の下限標高は、ピアの堰上げ効果を含めた設計高水位に、余裕高 55 ft (16.78 m) を加えて求めることができる。結果は次の通りである。

(Unit: m)

Site	No.1	No.2	No.3
Lowest Elevation of Superstructure	48.50	48.02	47.43

5.3 流速分布

各架橋候補地点ならびに Prome 観測所における流速を、1974年の調査期間中に計測した。これに加えて1970年の高水位と低水位両時期における Prome 観測所の流速測定資料が利用可能である。流速分布は、これらの測定資料に基づいて作成された。この流速分布図より計算された平均流速は、1974年の乾季では各架橋候補地点で0.3～0.4 m/secで、また1970年8月の高水期における Prome 地点のそれは、2.2～2.3 m/secとなった。

一方、架橋候補地点における橋梁下部構造の設計に対し、各地点での最大流速を推定す

る必要がある。各架橋候補地点における洪水流量は Prome 観測所地点のものと同一であると仮定し、図 5-5 の河川横断図をもとに、5.2.1 で述べられている設計高水位が各架橋候補地点に発生した場合の最大平均流速を計算した。その結果、最大平均流速は、第 1 地点では 3.0 m/sec 、第 2 地点で 2.8 m/sec 、第 3 地点で 2.7 m/sec となった。

5.4 河岸の安定性

5.4.1 河岸の安定性

架橋候補 3 地点とも比較的直線部にあり、しかも兩岸に低い丘陵地が迫った狭谷部に位置している。図 5-5 に示される各地点の河川横断図により、河岸が 1973~74 年の間に移動しなかったことが示されている。さらに、1966~74 年間の Prome 観測所における河川横断図は、河岸移動がなかったことを明らかにしている。上記 2 つの事実より、各架橋候補地点の河岸は、河流の側方侵蝕に対して安定的であると考えられる。

5.4.2 河床変動

第 1 および第 2 地点における河床変動は、図 5-5 に示される河川横断図を基にして検討された。両地点における 1973 年と 1974 年に測定された河川横断図を比較すると、河床変動状況は表 5-2 に示されるように述べることができる。表 5-3 および図 5-5 は、第 1 および第 2 地点における部分的な河床上昇および低下が、水位上昇期に発生することを示している。

第 3 地点における河床変動は、この地点における河川横断が 1974 年に只 1 回のみ測定されたにすぎないので明確でない。しかし、第 3 地点の河川流路状況が、最深部の状況を除いて、ほぼ同等の第 2 地点の河床変動状況と、第 3 地点の地質調査結果とから判断して、第 3 地点の河床の部分的上昇および低下は第 2 地点と同程度に生じていると考えられ、また、第 3 地点の最深部は Sinde 側へは移動しないと考えられる。

5.4.3 河床物質および流砂

1) 河床物質

イラワジ河における河床物質の特性を調査するために、第 3 地点における河床物質サンプルをスプレッド・スプーンにより採取した。図 5-6 は採取した河床物質の粒度分析結果を示す。この図にみられる様に、河床物質の粒径は、 0.002 mm より 0.9 mm 間に分布している。図 5-6 の粒度加積曲線を基に計算した平均粒径 (d_m) 及び中

中央粒径 (D_{50}) はそれぞれ 0.18 mm , 0.054 mm となった。また、サンプルの比重は平均 2.62 と見積られた。

2) 流 砂

河川流砂は、一般に2つのグループに分けられる。すなわち掃流砂と浮遊砂である。掃流砂は河床および河水中に見られ、その移動は、その地点の流量に依って、河床の上昇あるいは低下をもたらす。浮遊砂の殆んどは河水中に見い出され、河床上では殆んど無視できる程度に存在するだけである。

図5-6に示された粒度曲線によれば、粒径 0.002 mm 以下の流砂は河床材の中に見い出されない。従ってここでは粒径 0.002 mm 以下の流砂を浮遊砂とみなすこととする。

Irrawaddy 河における流砂測定は、1966年以降 Prome 観測所においてのみ実施されている。1974年度の調査期間中に1968～72年間の Prome 観測所の流砂サンプリング資料を Rangoon の気象水文局より提供された。

上記資料に示された流砂量は、掃流砂と浮遊砂により構成されているが、これらの流砂に対する粒度分析結果が得られなかったため、その構成比は未知である。ここで、これらの資料の流砂の全てが掃流砂によって構成されているものと仮定して、掃流砂、水理条件および河床物質の特性間の関連を、Kalinske - Brown 公式 を適用することによって検討した。

Prome 観測所における河床物質の特性を第3地点のそれと同一と仮定して、同観測地点における掃流力と掃流砂との関係が求められた。但し、この計算では各地点間の平均河川勾配を $1/21,000$ に仮定してある。(水理公式集(土木学会)参照)

各架橋候補地点で河道断面を通じて運ばれた年間流砂量は、各地点での径深およびその継続期間を知ることにより、これを上記で求めた掃流力と掃流砂との関係式に適用することにより算出できる。ここで1960～70年間の Prome 観測所の水位記録にもとづいて、同地点での水位継続曲線を作成し、一方 Prome 観測所における任意の水位継続期間の水位に相当する各架橋候補地点のそれは、図5-4に示される各架橋

候補地点間の水面勾配にもとづいて算出された。ここで求められた各水位に相当する水深および径深は、各架橋候補地点の河川横断面図によって計算した。但し、この計算では河床標高を、1974年度に測定されたものを使用しており、各架橋候補地点での流量は Prome 観測所のそれと同一とした。

表5-4は、各架橋候補地点の河道を通して運搬された年間流砂量を示す。この表によれば、第2および第3地点間の河道における流砂量は年間 $45\sim90\times 10^6$ m³の範囲内にあるが、一方第1地点のそれは、第2地点の約10倍、第3地点の約20倍とかなり大きな値を示している。この事は、上流部からの補給土砂量が減少した場合には、第1地点の河床は洗掘され易い事を意味しているものと考えられる。

5.5 橋脚周辺の洗掘

橋脚周辺の最大洗掘深を推定する方法としては、Andru および Laursen の2つの方法がある。

Andru の方法では、水面より測定された洗掘深は、河道単位巾当りの流量との関係で示されている。ここで、各架橋候補地点での水位が、設計高水位に達した場合の水深を Andru の公式に適用して図5-7に示す最大洗掘深を得た。この図によれば、架橋候補3地点での最大洗掘深は、1.7 mより2.5 mの範囲に亘っている。

一方、Laursen の方法では、橋脚周辺における洗掘深は橋脚幅、橋脚の流向方向の長さ、摩擦速度および橋脚形状等の関係によって表わされている。ここで、橋脚幅を4 mおよび6 m、橋脚前頭部の形状に関する摩擦補正係数を0.9と仮定すれば、各架橋候補地点の洗掘深は、Andru の公式に適用されたと同じ河川状況を適用することにより求められる。結果は図5-7に示す通りである。

上記で述べた2種の計算方法の適用性を検討するために、Prome の上流480 Kmの Irrwaddy 河にかかる既存のAba 橋地点での過去の洗掘深の記録と、2つの計算方法により推定された最大洗掘深の比較を次の様に行なった。

現在、Ava 橋の中心線に沿った河川横断面図はないので、Sagaing 観測所において、1966、1967および1974年に測定された河川横断面図を適用することによって、Aba 橋地点における橋脚による洗掘状況を推定することとした。河川縦断面図から判断し、また

Sagaing 観測所における局所的な河床変動が、Aba 橋における橋脚による洗掘であると仮定すれば、過去に発生した Ava 橋地点における洗掘深は、最大 11～13 m のオーダーと推定される。

一方、Ava 橋地点における最大洗掘深は、同地点における水理条件、橋脚幅および河川横断図がわかると、これらを Andru および Laursen の公式に適用することによって推定することが可能であり、洪水期における Ava 橋地点の最大水深は、Sagaing 観測所における 1965～72 年間の水位記録より算出できる。ここで、Aba 橋の橋脚幅を 4 m、洪水ピーク時前の河川横断図を 1967 年 8 月に測定したそれに仮定すると、最大洗掘深は Andru の方法で 14～16 m、Laursen の方法では 10～12 m 程度と推定された。

上記の比較に加え、Ava 橋および第 3 地点における推定洗掘深と河状との関連を検討した。洪水時における Ava 橋地点の河川水深と河川幅との比は約 1：7.0 と思われ、一方第 3 地点での比も 1：7.0 である。Ava 橋地点における洗掘推定計算では、Laursen の方法による最大洗掘深が河床変動値より推定した洗掘深とほぼ一致している。Ava 橋地点での推定最大洗掘深は、10～12 m のオーダーであり、一方第 3 地点での推定最大洗掘深は、橋脚幅を 4 m として Laursen の方法で求めた場合 11～12 m のオーダーであった。上記の計算値および推定値より判断すると、架橋候補地点における下部構造の設計に対しては、Laursen の方法で得られた最大洗掘深を適用するのが適当であろうと考えられる。

5.6 架橋候補地点の評価

架橋候補地点の評価に影響する幾つかの要素について、水文学的、河川工学的、舟運上等の観点より検討を前節までに行なって来た。下表は、検討結果の要約を示す。この表の結果より見れば、有利な架橋地点としては第 1 もしくは第 3 地点と結論づけられよう。

要 素	順 位
1. 河道の安定性	第1, 第2, 第3
2. 河床の安定性	第2, 第3, 第1
3. 橋梁建設に対する難度	第1, 第2, 第3
4. 舟運活動の安全性	第1, 第2, 第3
5. 地形条件	第1, 第3, 第2

注： 棒線は同順位を意味する。

5.7 河川工事

5.7.1 河床の低下に伴う追加洗掘と護床工の設置

各架橋候補地点における河床変動状況に対する検討では、1973年の初頭よりの1年間に河床は5～8m変動することが明らかにされている。この様な状況より判断すると橋脚が設置される地点の河床は、橋脚による洗掘とは無関係に低下あるいは上昇を繰り返すものと考えられる。

そこで橋脚による河床の局部洗掘に加え、洪水により河床が低下することによってさらに生じる橋脚周辺の洗掘より橋脚基礎を防護するためには、橋脚部周辺の河床上に護床工を設置する必要がある。この架橋計画の場合、護床工法として蛇籠を設置することが、最も現実的な方法と考えられる。図5-8はこれの標準工法を示す。護床工法に対する所要玉石は、コンクリート橋に対し約41,000 m^3 、鋼トラス橋に対し30,000 m^3 と見積られている。

また、この場合護床工が設置された後においても護床工下部の河床が洗掘されることにより、護床工それ自身が年々低下するものと思われる。この様な護床工低下に対処するために、乾季中にこの護床工上部に玉石を積み上げることにより、護床工を補強する必要がある。この様な補強作業のための所要年間玉石量は、玉石積み上げ高を平均0.4mと仮定すると、PC橋の場合約10,000 m^3 、鋼トラス橋の場合8,000 m^3 と見積られる。

5.7.2 護岸工事

洪水による洗掘より橋梁躯体基礎を防護するため、法覆工、法留工および根固工より成る護岸工事により架橋地点の兩岸を保護する必要がある。護岸工計画の設計基準は、架橋地点における地形、水文条件と、洗掘に対する河岸の安定性を考慮して決定することが実際的と考えられる。

河岸の安定性に影響する要素は、架橋地点の水文および地質条件である。各架橋候補地点は、比較的直線的な水路に位置しており、その河岸が、雨季の乱流により直接浸蝕されるとはほとんど考えられない。しかしながら、河道兩岸部の殆んどがある厚さの砂あるいは泥土で覆われているものとみられるので、水流あるいは通行船舶により発生する波浪等により、局部的な河岸浸蝕が発生する可能性もある。従ってこの様な状況に対

処するためには、法覆工前頭部を適当な方法で防護する必要がある。

一般に河道はその水面勾配によって緩流河道と急流河道に大別される。緩流河道では、その水面勾配は、 $1/5.000$ 以下と定義されており、一方これより急勾配の河道を急流河道としている。緩流河道においては、治水に対する護岸工事は水理上の観点より必ずしも設置する必要はないとされており、このため経済的見地よりその施工範囲は一般に最少限に限定されている。第3地点での水面勾配は約 $1/20.000$ で緩流河道に属し、河道における平均流速も乾季では約 $0.3 \sim 0.4 \text{ m/sec}$ 、雨季の洪水期でも $2 \sim 2.4 \text{ m/sec}$ 程度である。

上記の各条件を勘案して、護岸計画に対する設計基準を下記のごとく設定した。

- (1) 法覆工は現在の河岸に沿って設置する。
- (2) 法覆工の横断上の範囲としては、計画高水位以下の適当な位置より橋梁躯体基礎部までの区間とする。
- (3) 法覆工の河川縦断上の範囲は橋梁躯体部より上、下流に対しそれぞれ 10 m の区間とする。
- (4) 法覆工の建設工法として、Sinde側にはコンクリート・ブロック工法、Promé側には練石積工法を適用することとする。
- (5) 法覆工の法先部を洗掘より防護するために、法先部に沿って長さ 5 m の鋼矢板を設置することとする。
- (6) 法覆工の基礎防護策として玉石を法先部に積み重ねることとする。

上記の設計基準に従って計画された第3地点における護岸工法の詳細は図5-9に示される。これら護岸工事の工事数量および所要材料は次のごとく見積られる。

Item	Unit	Quantity
<u>Construction quantity</u>		
Concrete block work	m^2	1,500
Wet masonry work	m^2	1,000
<u>Construction material</u>		
Cobble	m^3	2,000
Gravel	m^3	3,000
Sheet pile	ton	40

Table 5-1 Data and Records used for Hydrological Study

Subject	Contents	Period	Prepared by	Related Table or Fig.
Water Level and Discharge	1. Daily mean water level records at 14 gauges	1966 - 1973	Dept. of Meteorology and Hydrology	Fig. 5-2
	2. Daily mean discharge records at 4 gauges	1965 - 1973	- do -	Fig. 5-3
	3. Annual maximum water level records at the Prome gauge	1875 - 1958		
	4. Map showing the hourly water level at highest flooding time at the Prome gauge	1966 - 1971	Dept. of Meteorology and Hydrology	
	5. Flow velocity survey record at the Prome gauge	1970	- do -	
	6. Flow velocity survey record at the Prome gauge	1974	JICA Team	
	7. Water surface slope survey record	1974	JICA Team	Fig. 5-4
River Cross Section	1. River cross section at Thayet, Kyangin, Chank	1965 -	Dept. of Waterway	
	2. River cross section at Sagaing, Chank, Prome	1966-1974	Dept. of Meteorology and Hydrology	
	3. River cross section at alternative bridge sites (Water depth survey by echo sounder)	1973, 1974	JICA Team	Fig. 5-5
Sedimentation	1. Sediment load survey at Prome gauge	1968 - 1972	Dept. of Meteorology and Hydrology	Fig. 5-6
	2. Sampling survey of bed material at No.3	1974	JICA Team	Fig. 5-6
Navigation	1. Investment program "Inland Water Transport Requirements by World Bank"	1972	I.W.T.C.	

Table 5-2 Maximum Water Level
During 1875 - 1974 Period

<u>Order</u>	<u>Year</u>	<u>W.L. (m)</u>	<u>Month</u>
1	1875	29.44	
2	1877	30.08	
3	1880	30.05	
4	1886	29.25	
5	1890	29.54	
6	1905	29.06	
7	1939	29.57	
8	1947	29.63	
9	1952	29.63	
10	1953	29.14	
11	1955	29.38	
12	1958	29.08	
13	1966	29.90	Sep.
14	1967	27.82	Oct.
15	1968	29.46	Aug.
16	1969	28.32	Aug.
17	1970	29.37	Aug.
18	1971	29.82	Sep.
19	1972	28.21	Aug.
20	1973	29.78	Aug.
21	1974	30.25	Aug.

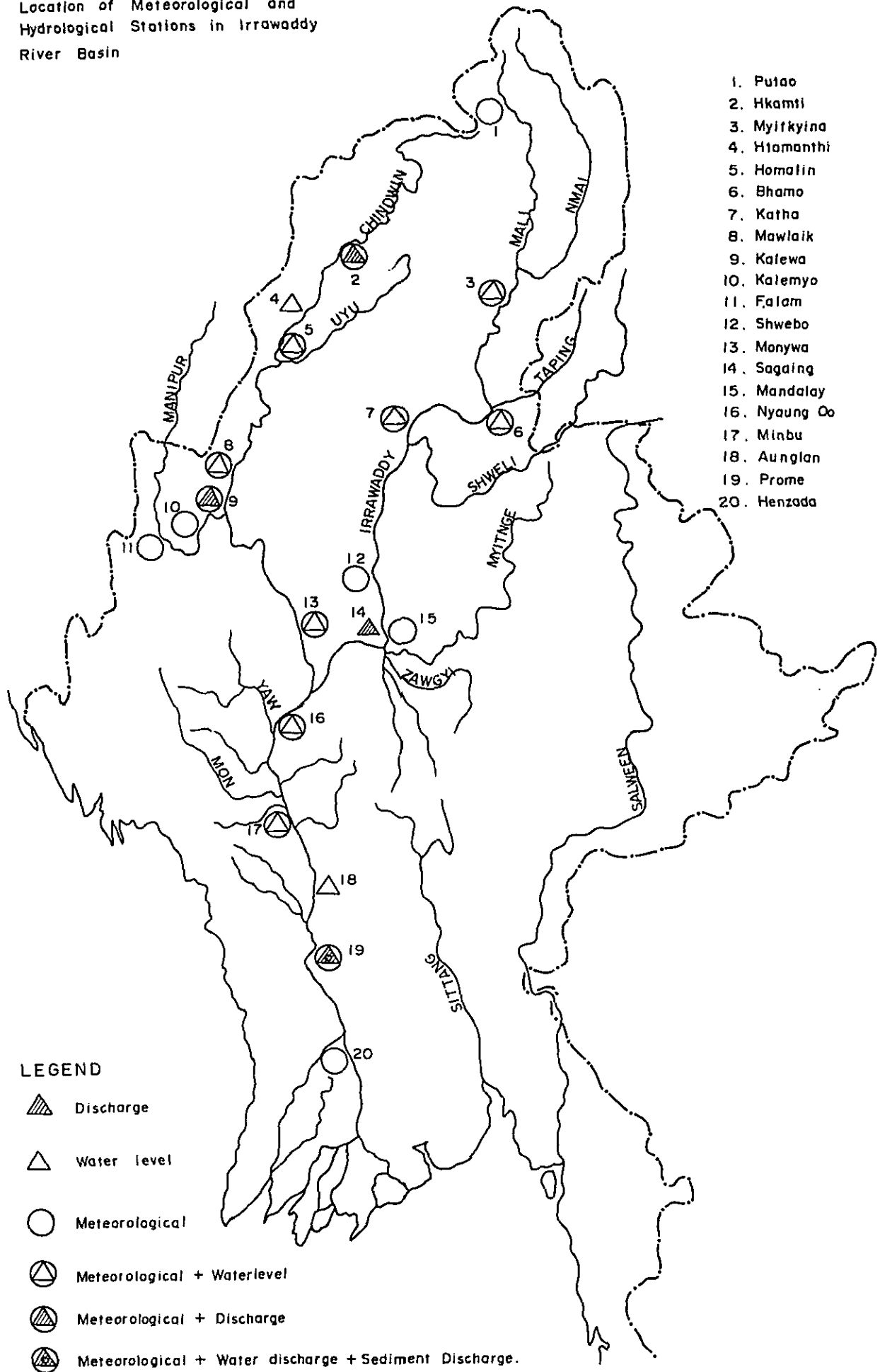
Table 5-3 River Bed Movement at Site No.1 and No.2

Site	From Jan., 1973 to Aug., 1973	From Aug., 1973 to Feb. or Mar., 1974
No.1	Degradation at centre portion and right side. Degradation is about 5 m at maximum. Aggradation at left side. Aggradation is about 5 m at maximum.	Aggradation through whole river channel. Aggradation is about 7 m at maximum.
No.2	Degradation at both sides. Degradation is about 4 m at maximum. Aggradation at centre portion. Aggradation is about 3.5 m at maximum.	Aggradation at right side. Maximum aggradation is about 3 m. Almost no movement at centre portion and left side.

Table 5-4 Annual Sediment Discharge Transported
Through Each Bridge Site

<u>Prome gauge</u>									Total
W.L. (m)	28.867	27.467	25.617	22.617	19.867	18.167	17.167		
Duration (day)	15.2	51.2	46.1	46.1	41	150.8	14.6	365	
<u>Site No.1</u>									
U_*	0.1028	0.0995	0.0986	0.0917	0.0860	0.0815	0.0787		
q_B ($m^3/sec/m$)	17.518×10^{-2}	11.264×10^{-2}	9.961×10^{-2}	37.317×10^{-3}	15.659×10^{-3}	7.565×10^{-3}	4.713×10^{-3}		
Q_B ($10^6 m^3$)	161.9	348.8	277.7	102.6	37.8	66.5	4.0	999.3	
<u>Site No.2</u>									
U_*	0.0858	0.0821	0.0785	0.0691	0.0692	0.0651	0.0612		
q_B ($m^3/sec/m$)	15.168×10^{-3}	8.353×10^{-3}	4.556×10^{-3}	8.106×10^{-4}	8.267×10^{-4}	36.159×10^{-5}	15.672×10^{-5}		
Q_B ($10^6 m^3$)	21.8	40.1	19.6	3.4	2.3	3.5	0.1	90.8	
<u>Site No.3</u>									
U_*	0.0819	0.0778	0.0722	0.0646	0.0652	0.0626	0.0585		
q_B ($m^3/sec/m$)	8.085×10^{-3}	40.339×10^{-4}	14.678×10^{-4}	32.576×10^{-5}	36.917×10^{-5}	21.283×10^{-5}	8.510×10^{-5}		
Q_B ($10^6 m^3$)	12.7	21.3	6.9	1.5	1.0	2.0	0.1	45.5	

Fig 5 - 1 Location of Meteorological and Hydrological Stations in Irrawaddy River Basin



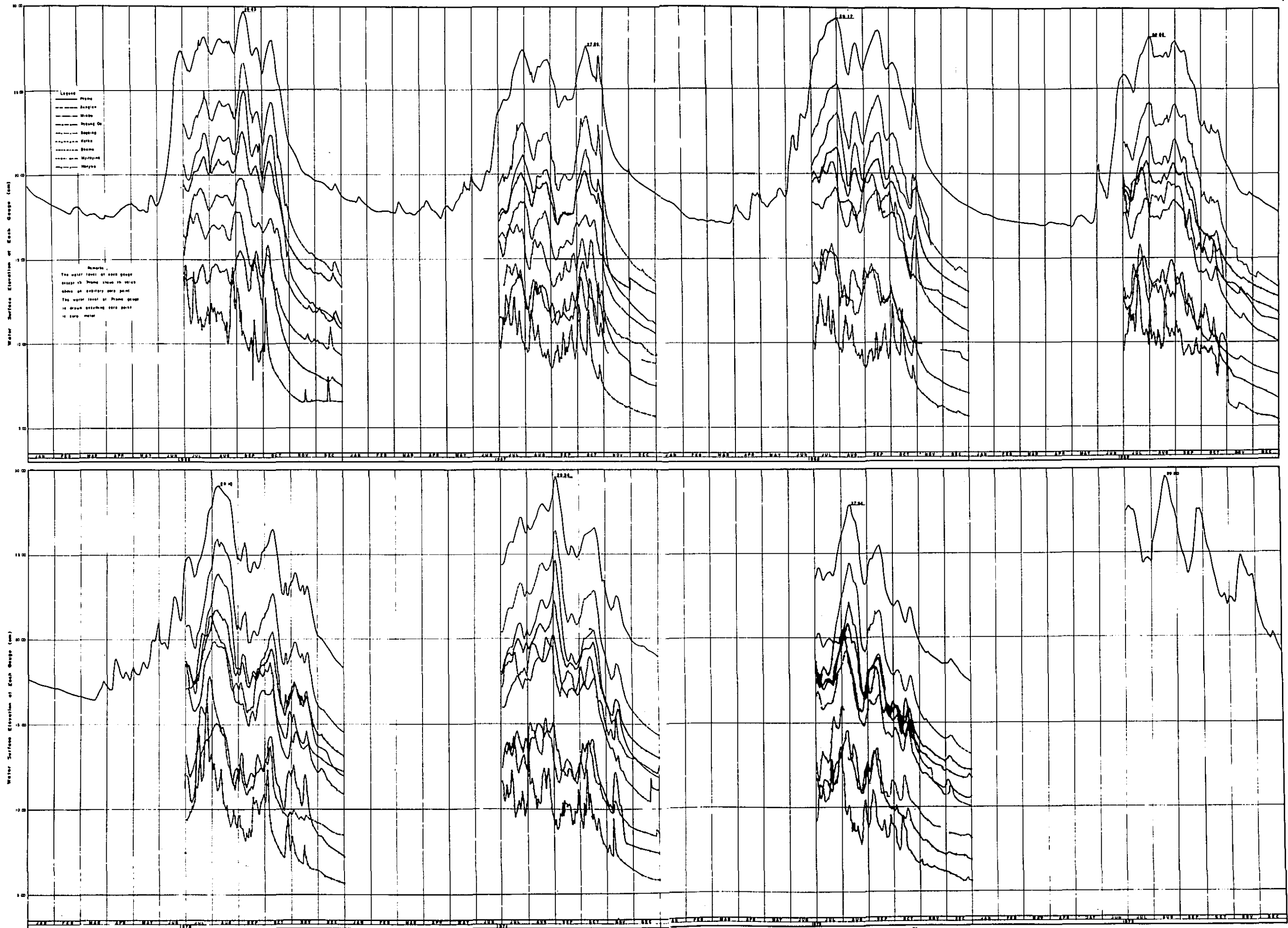


Fig. 5-2 Water Level at Each Gauge

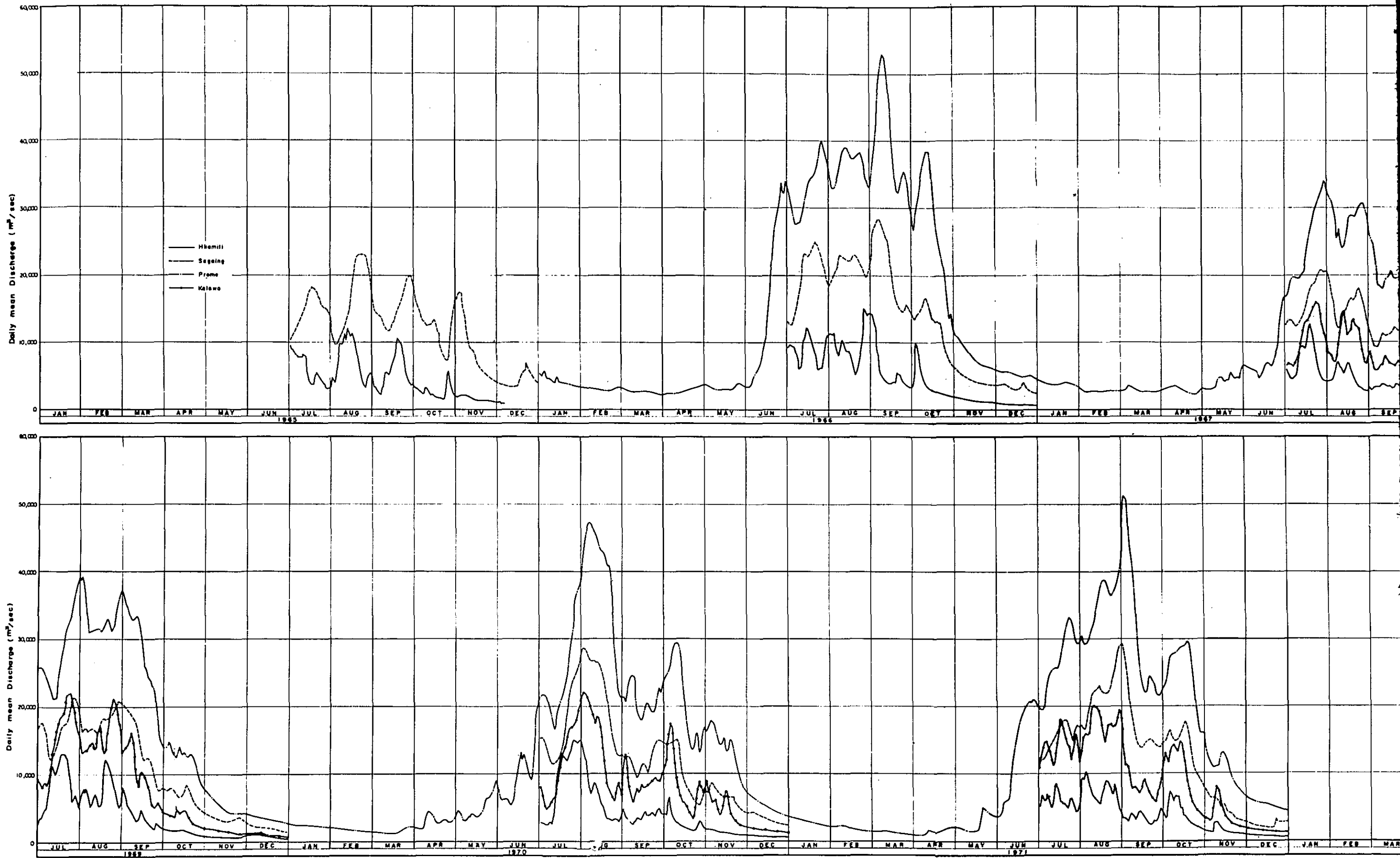
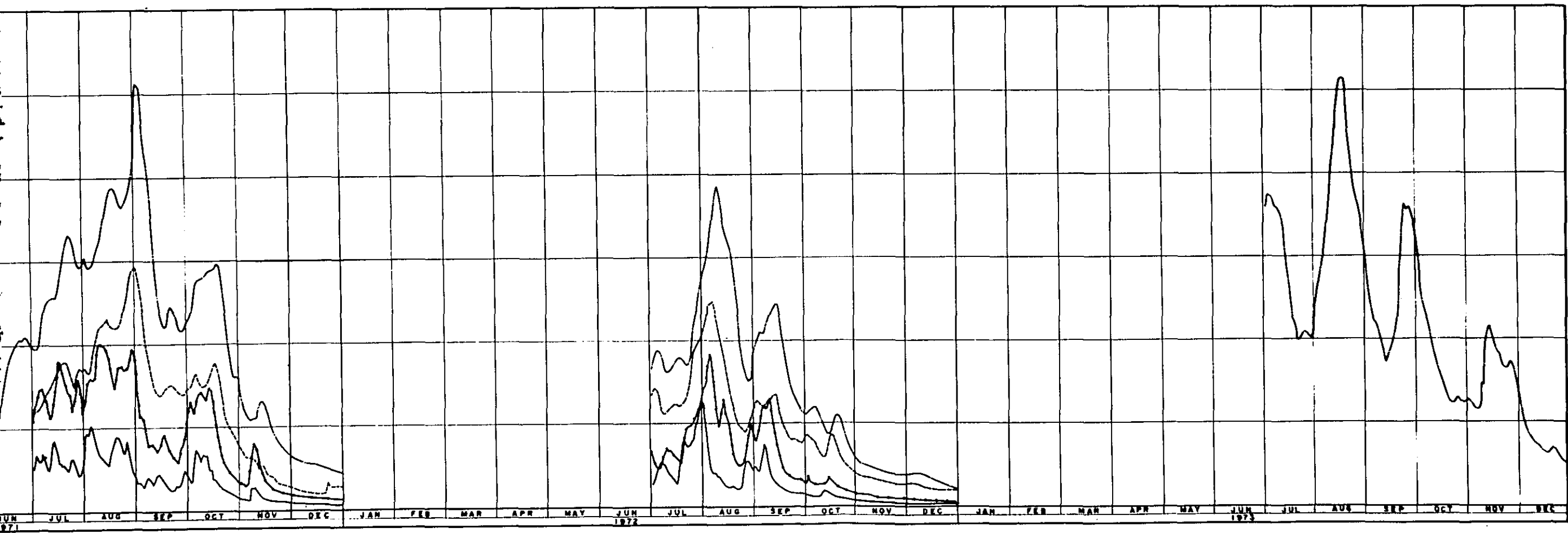
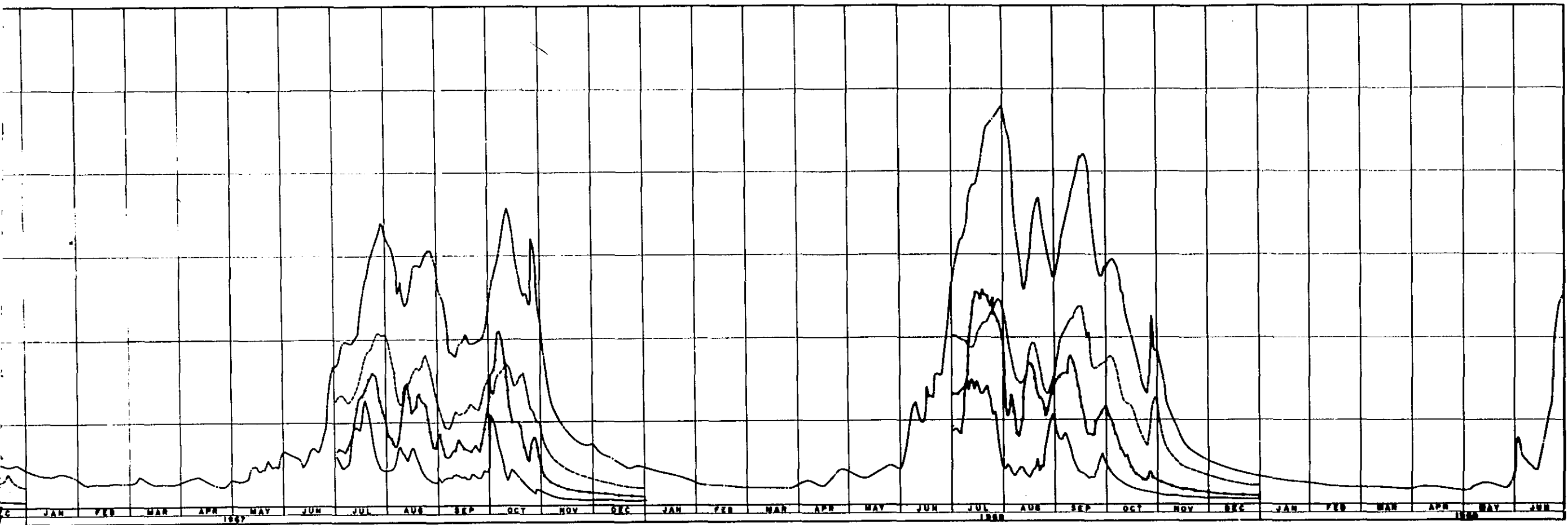


Fig 5-3 Discharge Hydrograph at Hkamti, Kalewa, Sagaing and Prome



Hydrograph at Hkamti, Kalewa, Sagaing and Proms

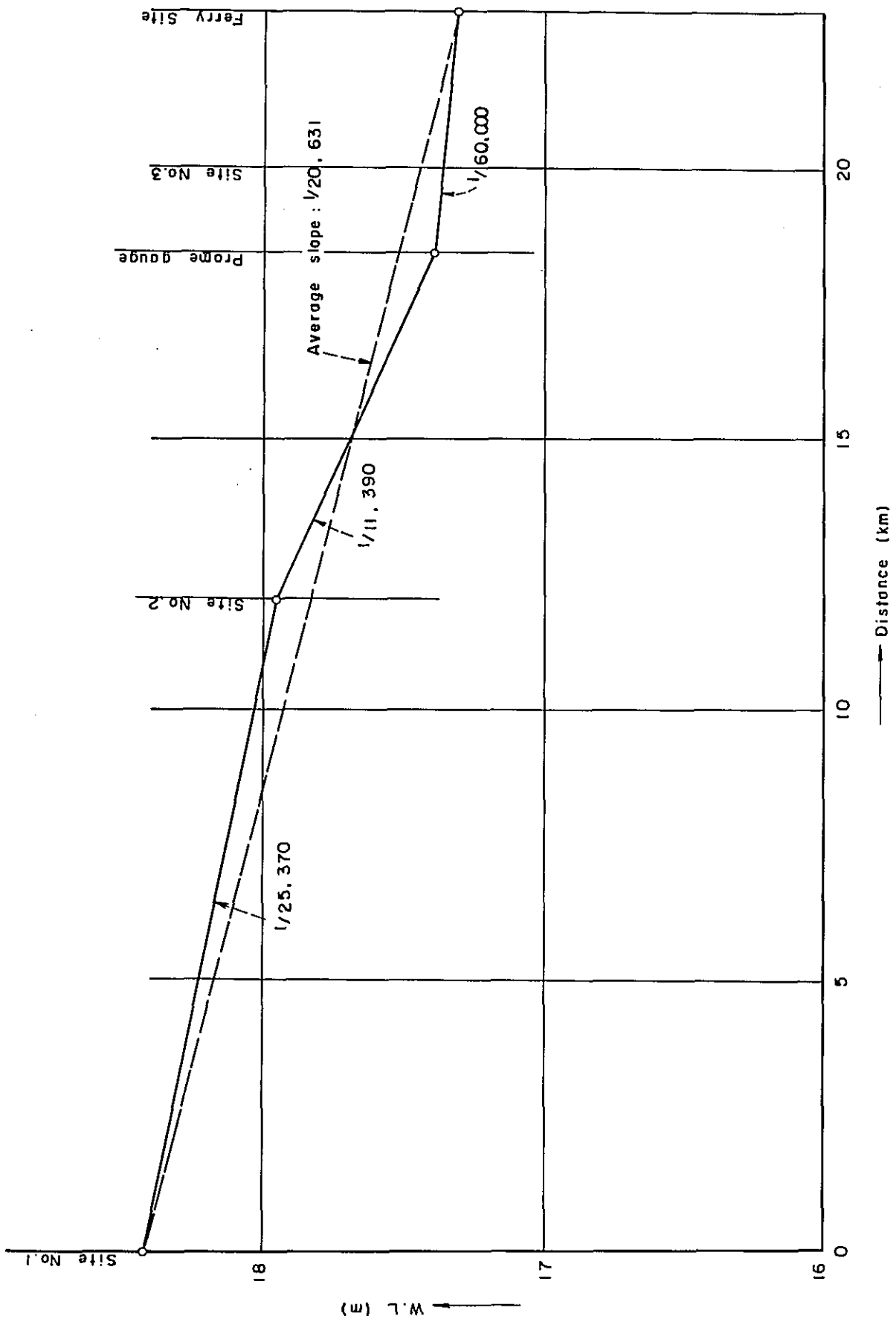
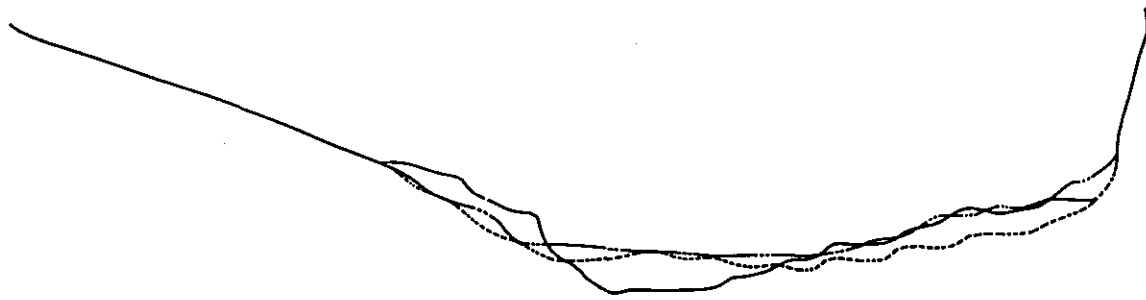


Fig 5-4 Water Surface Profile

Site No.1



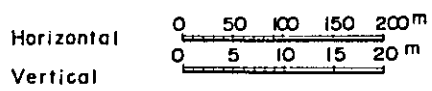
Site No.2



Site No.3



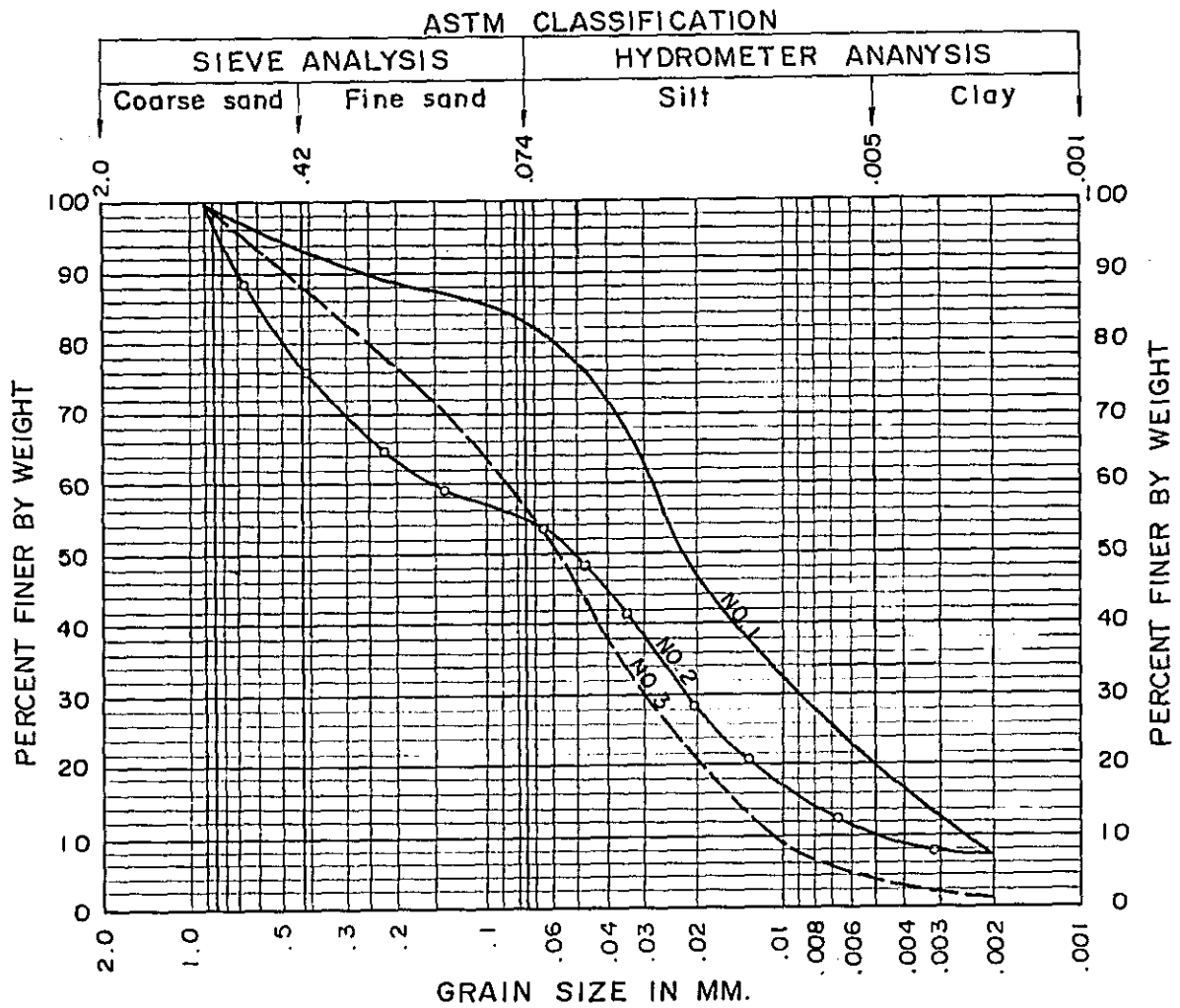
Scale



Legend :

— Measured on 21st, Jan. 1973
- - - ' on 22nd, Aug. 1973
- · - · ' on 28th, Feb. 1974

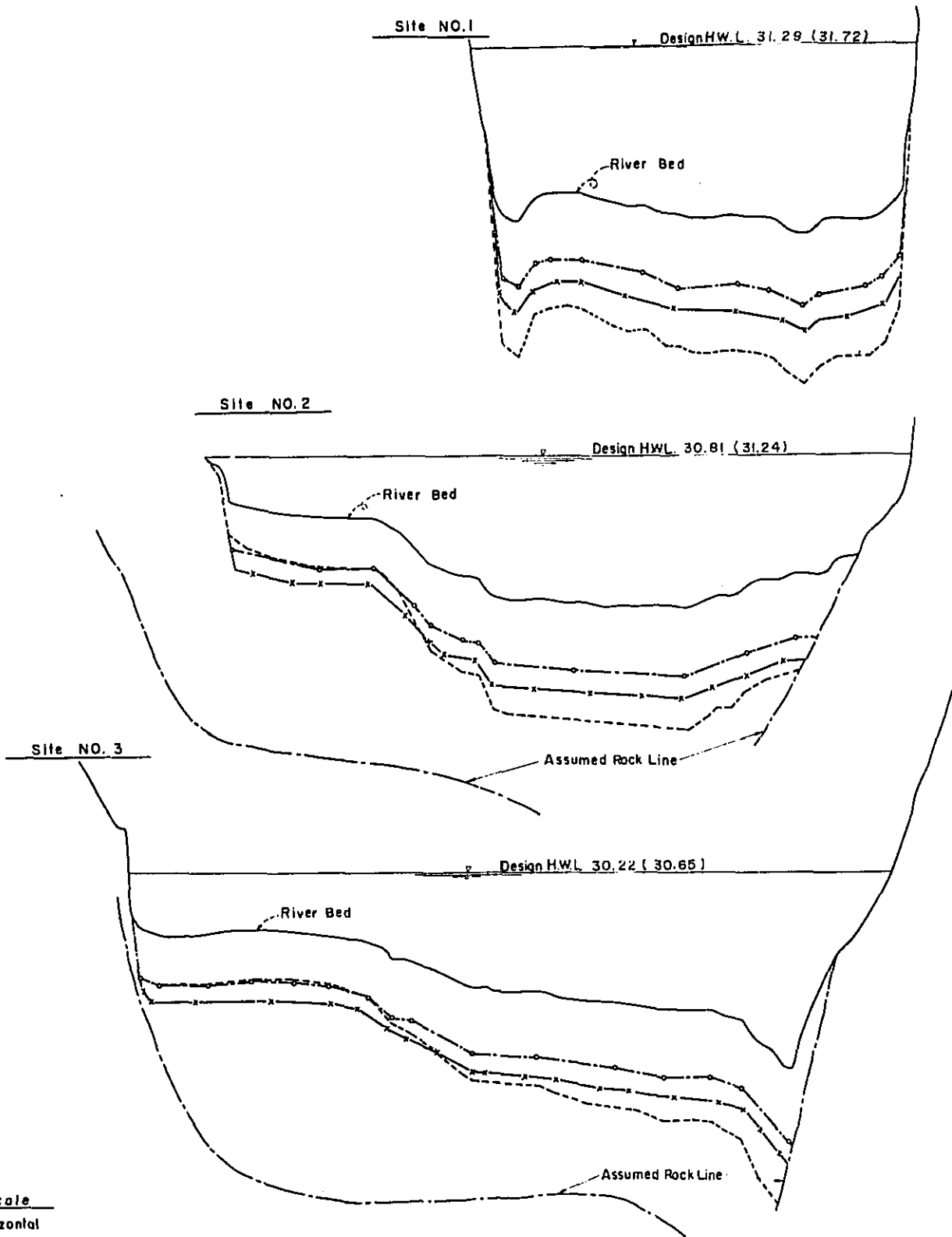
Fig. 5-5 River Cross Section at Alternative Bridge Site



DATE	LEGEND	DEPTH (ft)	D ₆₅ (mm.)	D ₅₀ (mm.)	D ₃₅ (mm.)
7 3 1974	—————	30	0.03	0.021	0.011
'	- - - - -	25	0.10	0.054	0.033
'	—○—	15	0.26	0.054	0.026

Fig 5 - 6 Result of Grading Analysis

Fig. 5-7 PROBABLE SCOURING DEPTH DUE TO PIER STRUCTURE



Scale
 Horizontal
 0 50 100 200M
 Vertical
 0 5 10 20M

Remarks:

- Scouring Depth obtained by Andru's Method
- - - - - Scouring Depth in case that the Pier Width is 4m obtained by Laursen's Method.
- Scouring Depth in case that the Pier Width is 6m obtained by Laursen's Method

Fig. 5 - 8 TYPICAL STRUCTURE OF MATTRESS WORK

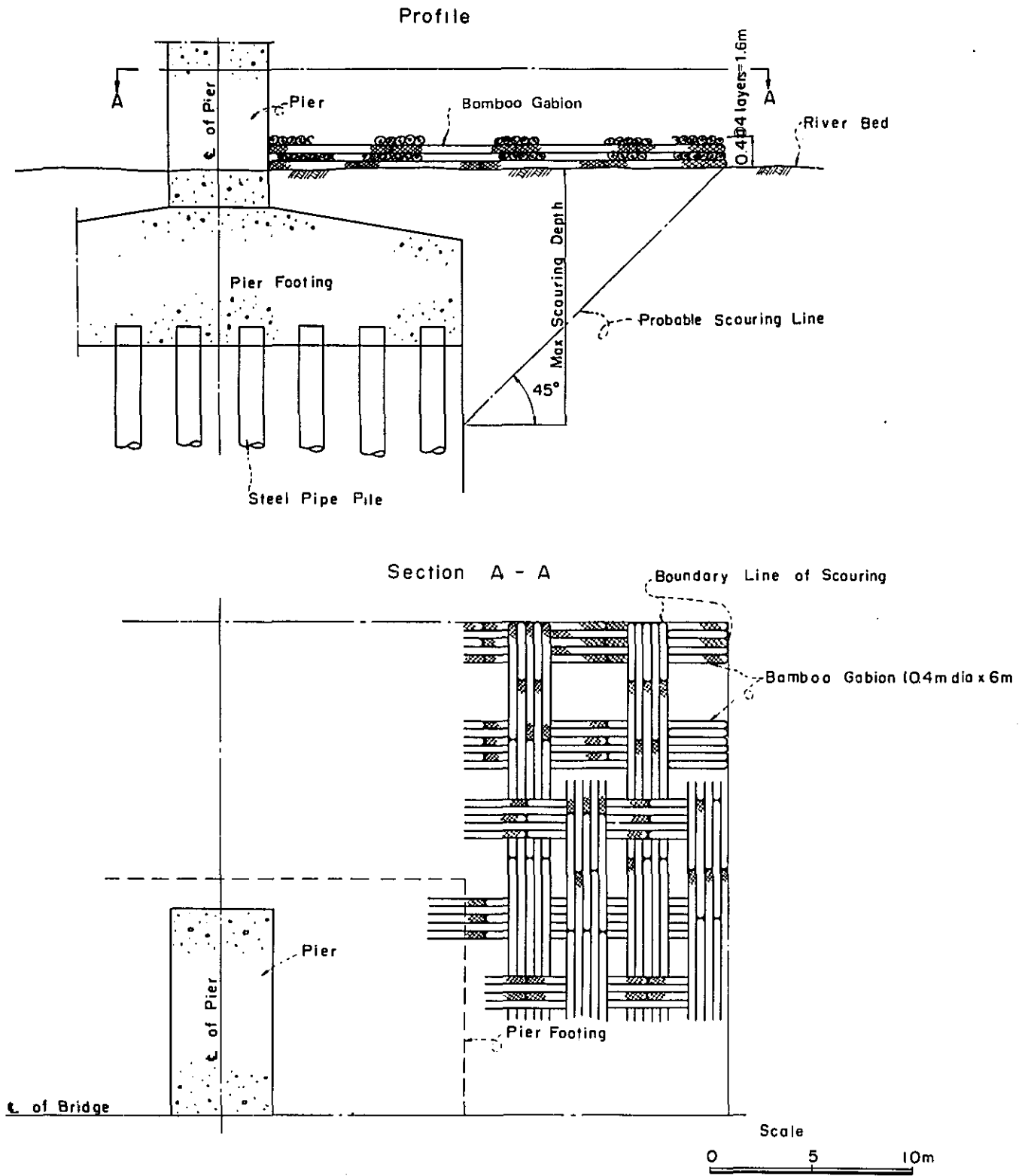
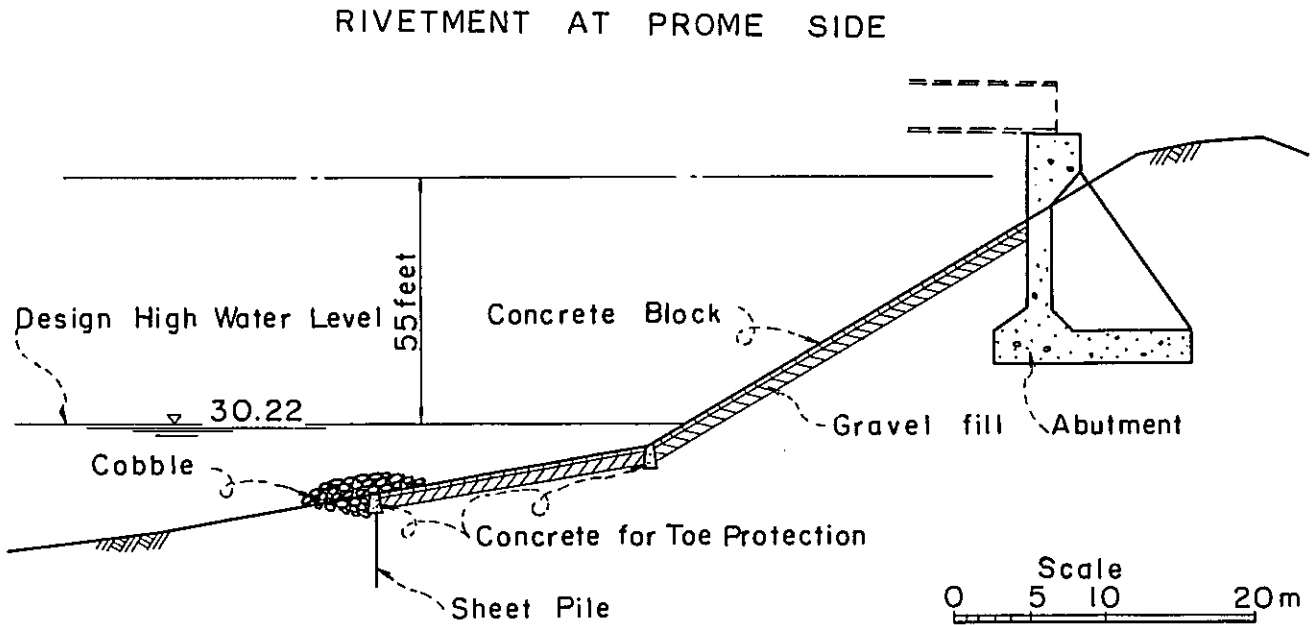
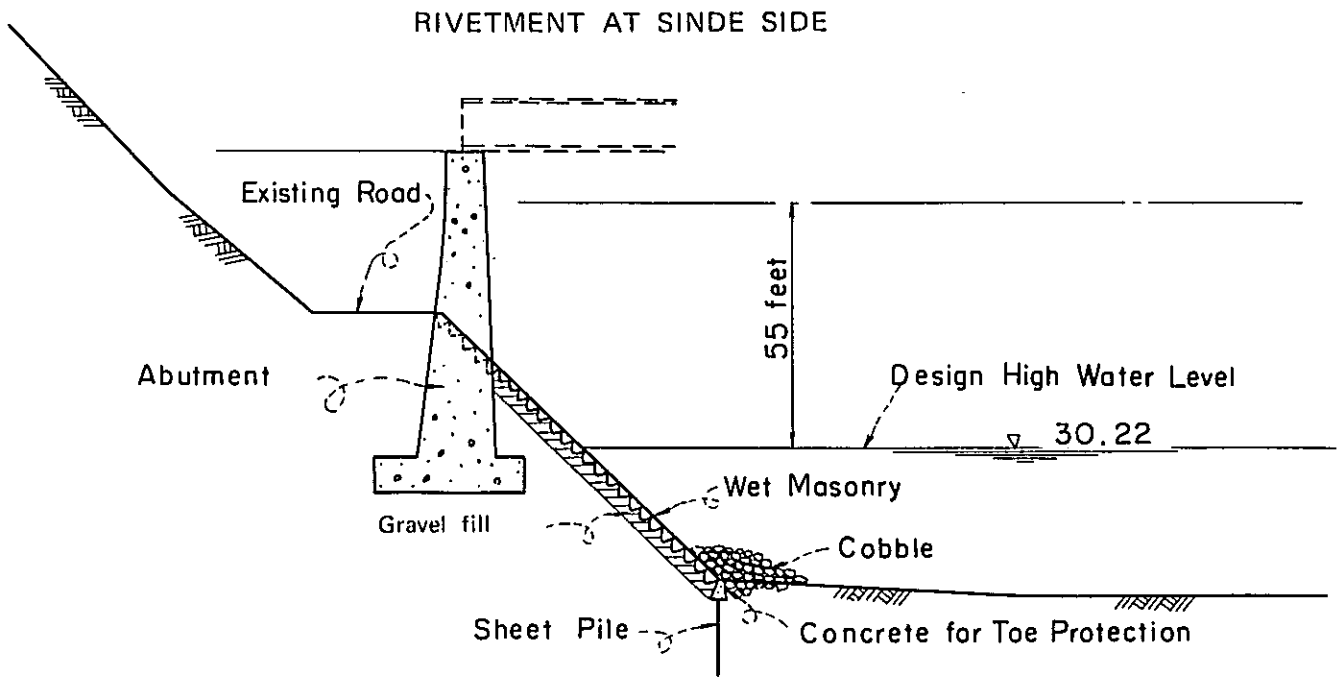


Fig. 5-9 RIVETMENT AT SITE NO. 3



6. 取付道路



6. 取 付 道 路

6.1 概 況

ビルマ政府は、本プロジェクトの影響圏内に道路の新設及び、改良計画を持っている。
それらは、下記の通りである。

(1) 4年計画

Prome - Toungoo	(新 設)
Myanaung - Okshitpim	(")
Shandaw - Irrawaddy River Side	(")
Bassein - Monywa	(")
Nyaungdon - Rangoon	(")
Maputi - Ranpetlet	(")
Maputi - Hara	(")
Gangaw - Monywa	(")
Prome - Rangoon	(改 良)
Myanaung - Henzada	(")

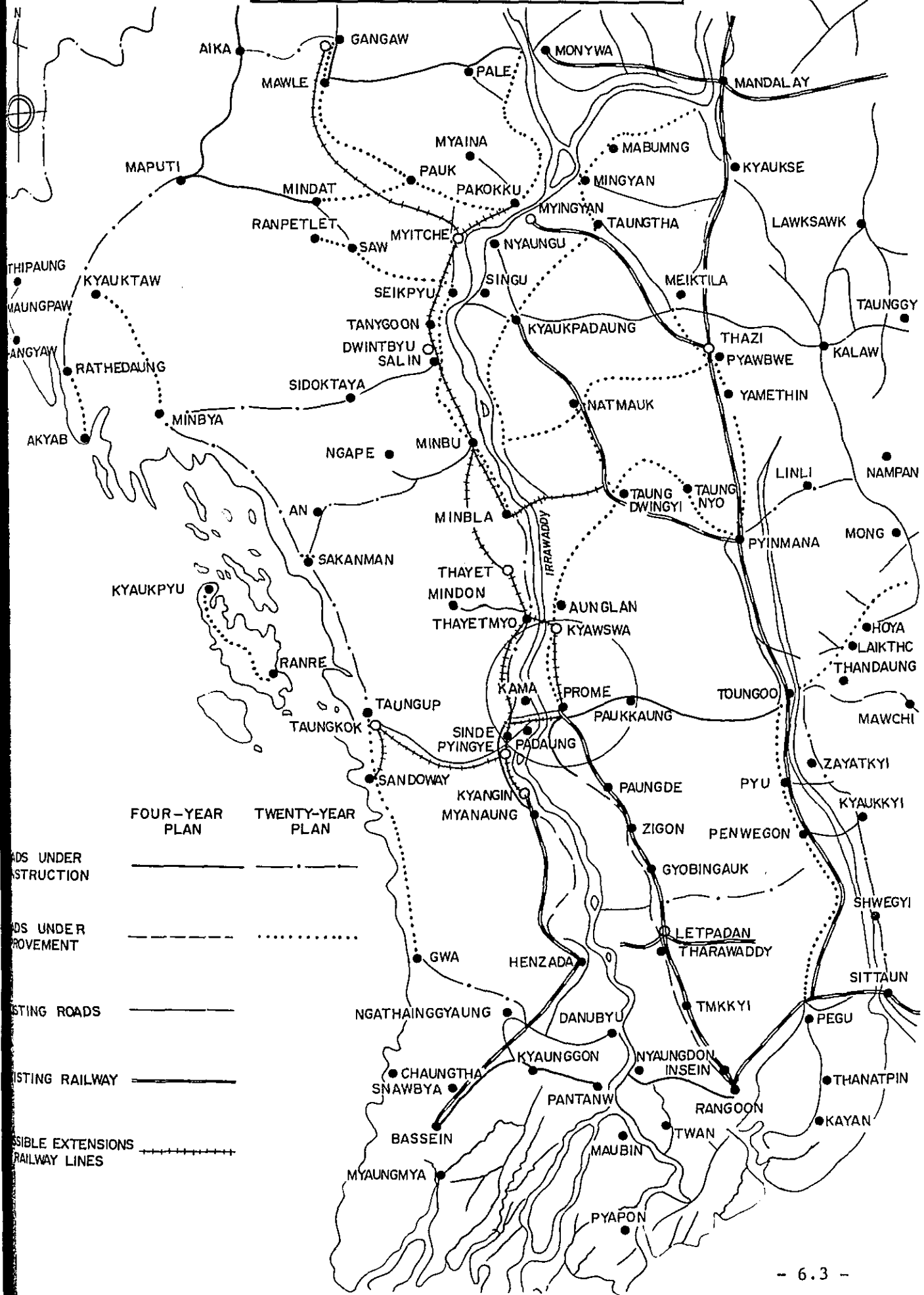
(2) 20年計画

Okshitpim - Minbla	(新 設)
Takngup - Sakanman - Minbya	(")
Sakanman - Ngape	(")
Minbya - Sidortaya	(")
Rathedaung - Mapute	(")
Aika - Gangaw	(")
Toungoo - Sittaung	(")
Shandaw - Penwegon	(")
Prome - Taungdwingyi - Meiktila	(改 良)
Taungdwingyi - Myingyan	(")
Toungoo - Pegu	(")

Minkla - Ranpetlet	(改 良)
Tahngup - Gwa	(")
Minbya - Kyauktaw	(")
Ranpetlet - Monywa	(")

IMPROVEMENT PLAN OF ROADS AND POSSIBLE NETWORK PLAN OF RAILWAY AT THE PROJECT AREA

SCALE = 1 INCH TO 40 MILES



6.2 設計基準

6.2.1 地勢

当該地域は大部分、丘陵及び高地地域から形成されている。山岳地域は2地点と3地点の西側に位置している。

次表は各取付け道路の地勢を示すものである。

a) 第1地点	延長	地勢
Prome 側 (現在道路へ)	9.8 Km	丘陵
Sinde 側 (計画道路へ)	4.4 Km	丘陵
b) 第2地点		
Prome 側 (現在道路へ)	9.2 Km	高地
Sinde 側 (計画道路へ)	17.2 Km	高地一部山岳
c) 第3地点		
Prome 側 (現在道路へ)	A 8.7 Km	高地
(近くの現在道路へ)	B 1.5 Km	高地一部山岳
Sinde 側 (計画道路へ)	A 19.5 Km	高地一部山岳
(現在道路へ)	B 2.7 Km	高地一部山岳

6.2.2 設計条件

本設計業務ではビルマの道路設計基準を基本的に使用したが、一部は本プロジェクトの技術的、経済的見地より修正して使用した。

a) 設計速度

取付け道路の建設費と車輛の走行費用の総計を長期的に考えて最少にするために80 Km/時の設計速度が採用された。

b) 標準横断

取付道路の車線巾はビルマの道路基準に従って3.6 mとした。この巾員は採用した設計速度に適合している。停車中の車が車線を束縛しないように十分な路肩巾として2.4 mを採用した。

c) 平面線形

平面曲線の設計では、本プロジェクトでは採用された設計速度と、最大6%の片勾

配を考慮して最少曲線半径は500mとした。

d) 縦断線形

本設計では、地勢、設計速度を考慮して最大縦断勾配4%を採用した。停止視距に決定される縦断曲線長は、安全、快適、外観の点からも決められる。凸形縦断曲線及び凹形縦断曲線に対して400mの最少縦断曲線が採用された。

e) その他の設計条件

その他の設計条件として排水設計については、小橋梁については25年確率が、カルバートについては10年確率が推薦される。路面排水については5年確率が使用される。ガードレールはその必要な場所に考慮され、マーキングや標識や分合流施設などの交通制御施設は取付け道路上の交通を統制するために設置される。

6.3 取付道路の位置

取付道路の最も有効な設計及び建設基準を設定するために広範囲な現地踏査と入手した資料の再調査が行なわれた。又それら実情調査を基礎として、路線調査は地形図、写真図を使用して行なった。本調査で提案された線形は次に述べる点を考慮して設定した。

第3地点に関しては、AとB路線が本調査で考慮された。A路線はSinde側の計画道路に直接連絡し、Prome側では建てこんだ地域をバイパスする目的を持っている。B路線は現在道路への最短距離路線である。

本プロジェクト地域のProme側では、ビルマの首都Rangoonを出発してMandalayに至る国道はかなり良い状態である。計画されている橋梁と現在道路の連絡については、国道に直結する方法（B路線）Promeの建てこみ地域を避けるバイパスの方法（A路線）の2種類の取付け道路が考えられる。将来取付け道路の交通量が増加した場合には、両方の連絡は必要となるかもしれないが、当初は一つあれば交通を処理するに充分であろう。本業務の交通調査によれば、Mandalay方向への交通量は全体交通量で7～8%、貨物交通量で15～16%の全体のわずかな部分を占めているにすぎない。Sinde側においては計画道路がビルマ政府によって計画されている。現在道路の改良による連絡（B路線）と計画道路への直接の連絡（A路線）が考慮された。交通調査によれば、直接連絡は長距離交通に有効であり、一方現道の改良は短距離交通に必要であろう。

6.4 取付道路の構造設計

6.4.1 舗装

初期投資を軽減するために段階施工を考慮に入れ、アスファルト コンクリート舗装が、本プロジェクトにとって最も実用的であり、経済的であると考えられる。最終的なアスファルト コンクリートの厚さは将来交通量によって増加するであろう。本プロジェクト地域の土質条件の視覚調査によって路床は評価された。高地地域においては、路床は大部分砂であり、15以上のCBR値は期待出来よう。泥岩から形成されている地域では、建設期間中に路床の膨脹が問題になるかもしれない。土の浸透と膨脹は、路床の強度を減じる。本概略設計においては、CBR値10が舗装設計に多少ひかえめであるが使用された。サブベースはプロジェクト地域の近くで入手可能な砂利の締め固めた層で建設すべきである。又碎石がベースコースに使用される。

6.4.2 中小橋梁

構造物の形式選定において、次の事項が経済的、技術的な見地から一般的に望ましいと考えられる。

—約15～30Mの中橋梁はプレストレス コンクリート形式である。

—将来鉄道に対する立体交差の橋梁はプレストレス コンクリート形式である。

—約7～15Mの小橋梁は鉄筋コンクリート形式である。

必要な場合には、杭基礎が橋梁の下部構造に使用される。

6.4.3 排水及び浸食作用対策

カルバートに対しては、10年確率流量、路面には5年確率流量が水文学的な状況結果より決定された。流域は縮尺1インチ 1マイルの地形図で決定された。流出量が同じ場合にはボックスカルバートよりパイプカルバートの方が安く、通常盛土厚が最少0.5mのとき使用されている。しばしば集合体で使用される。維持上の問題から、直径0.6m以下のパイプカルバートは使用されない。経済的、技術的な点から、パイプカルバートの集合体が適当でない場合には、ボックスカルバートが小河川や水路の地点に計画された。

適当な水路がない場合、高地において破壊及び浸食作用が最もひどい。泥岩地域では盛土においても切土においても法面破壊がおきる。これらの破壊は本質的には地質条件

に左右されるが、又地殻構造上の条件に左右される。それら破壊は大雨の後おきる。それ故に適当な法面保護が必要な地域に用意された。浸食がおきにくい土質の場合には芝をはった排水溝が設置される。非常に浸食されやすい土質の場合には石積で建設される。浸食作用を妨げるために排水の出口に特別な注意がはられる。切工区間で、本来地形が凹形の場合、切土法面はコンクリート又は石張りの射水路で保護すべきである。側溝は舗装、路肩、切土法面、射水路の集水、排水に使用される。地質条件によって、排水は石積をするか、浸食がおきそうもない地区は設置しない。排水口の建設、側溝の射水路に特別注意をばらう。排水口、射水路は自然状態の上に位置すべきである。それらは浸食されやすい盛土法面を良い状態にし、そして排水溝に対して浸食を保護する目的を持つ。

上部の法面から落下や地すべりによる排水封鎖をふせぐために、小段が通常排水と切土の底面の間に用意される。小段は又時に浸食されやすい高い切土法面にも用意される。それら小段は又補足の側溝やみぞを備える。

大盛土区間は少なく、高地においては一般に切土、盛土材は岩である。又高地においては、切土区間からの掘削材は盛土量をこえているので、土捨場の盛土を保護するように計画すべきである。一方、建設期間中、又建設直後浸食が起こるかもしれないが、このことは盛土を適正に締め固めることによって、範囲を狭めることが出来る。カルバート出入口の保護として、盛土はコンクリート翼壁、上部壁、エプロンスラブによって保護されるべきである。時に浸食されやすい地区においては、排水口の近くは石張りされるべきである。

6.5 建設工期

取付け道路の建設工期を用意するに当り指針として次の事項を考慮した。建設工期はPromo地域の気候条件を考慮に入れて、土工工事、舗装工事は時に雨の強さと度数に左右される。年約200日間舗装工事期間として決定した。土工工事については、岩石掘削は雨季にも行なうことが出来るので、一年を通じて考えた。

本調査においては、建設工期は取付け道路のため用意される建設機械の償却期間を考慮して決定した。工事期間中、土木工事の機械は完全償却され、舗装工事の機械は、本工事

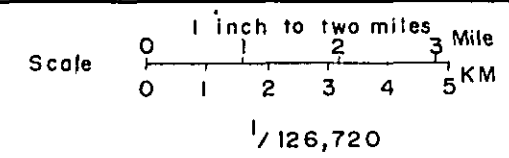
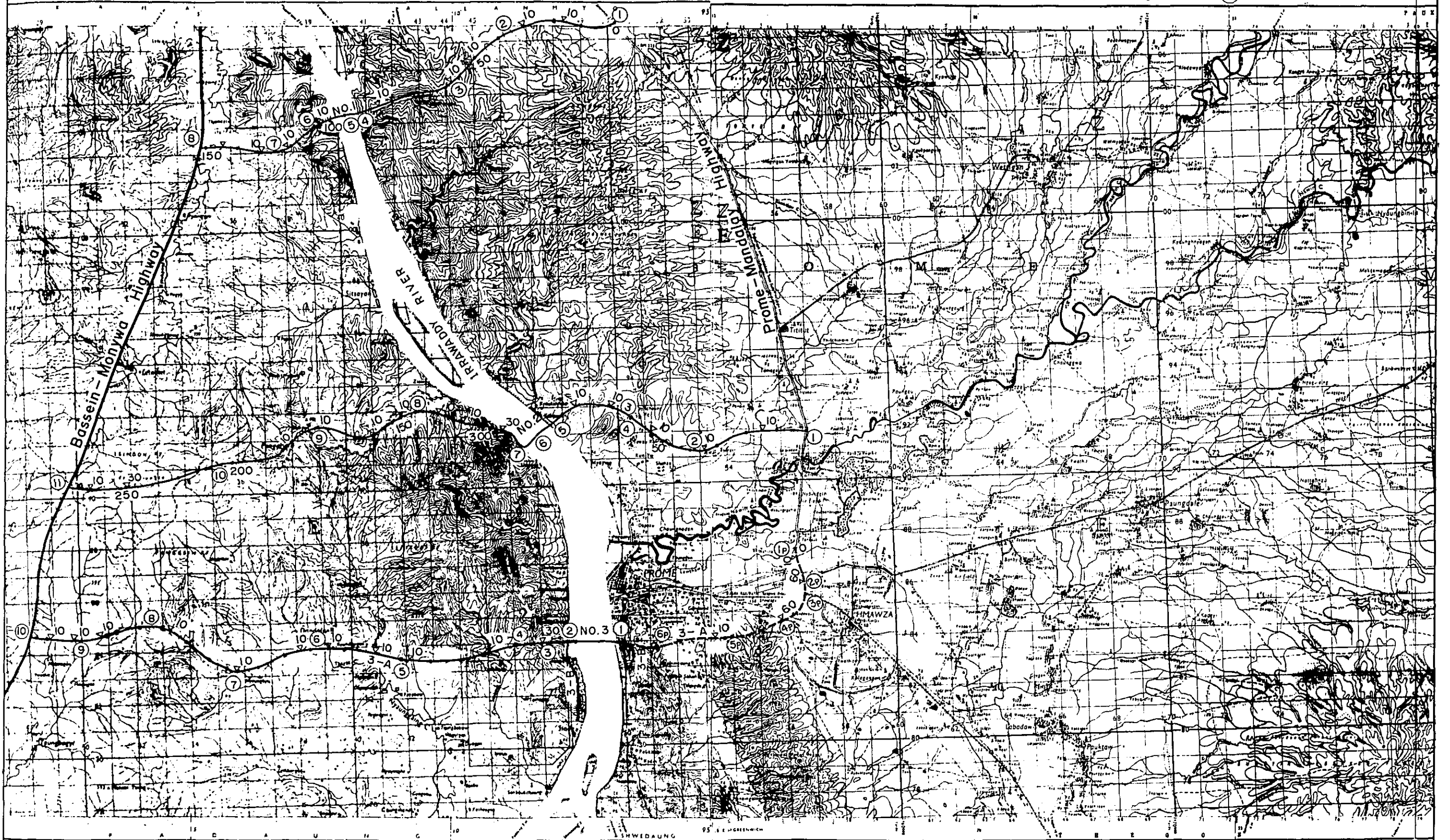
が小規模なので部分償却される。

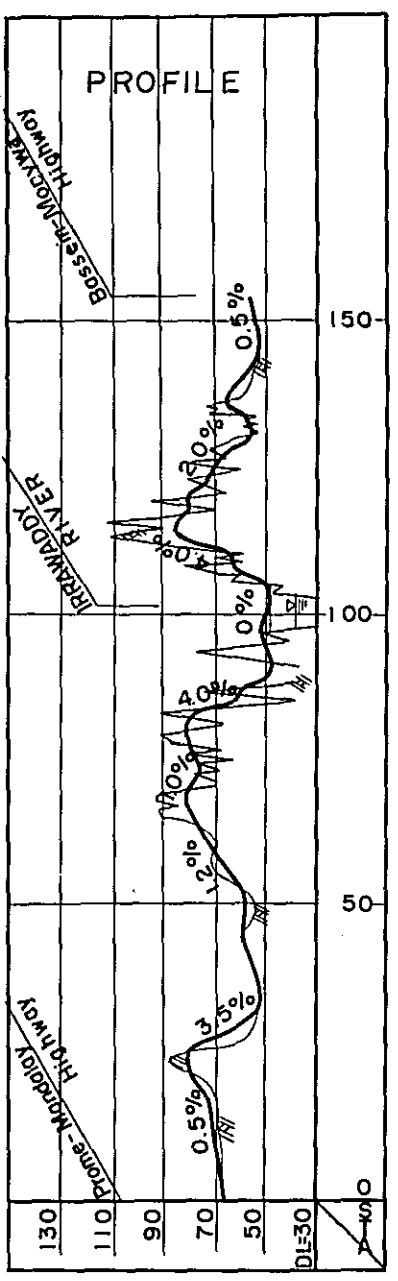
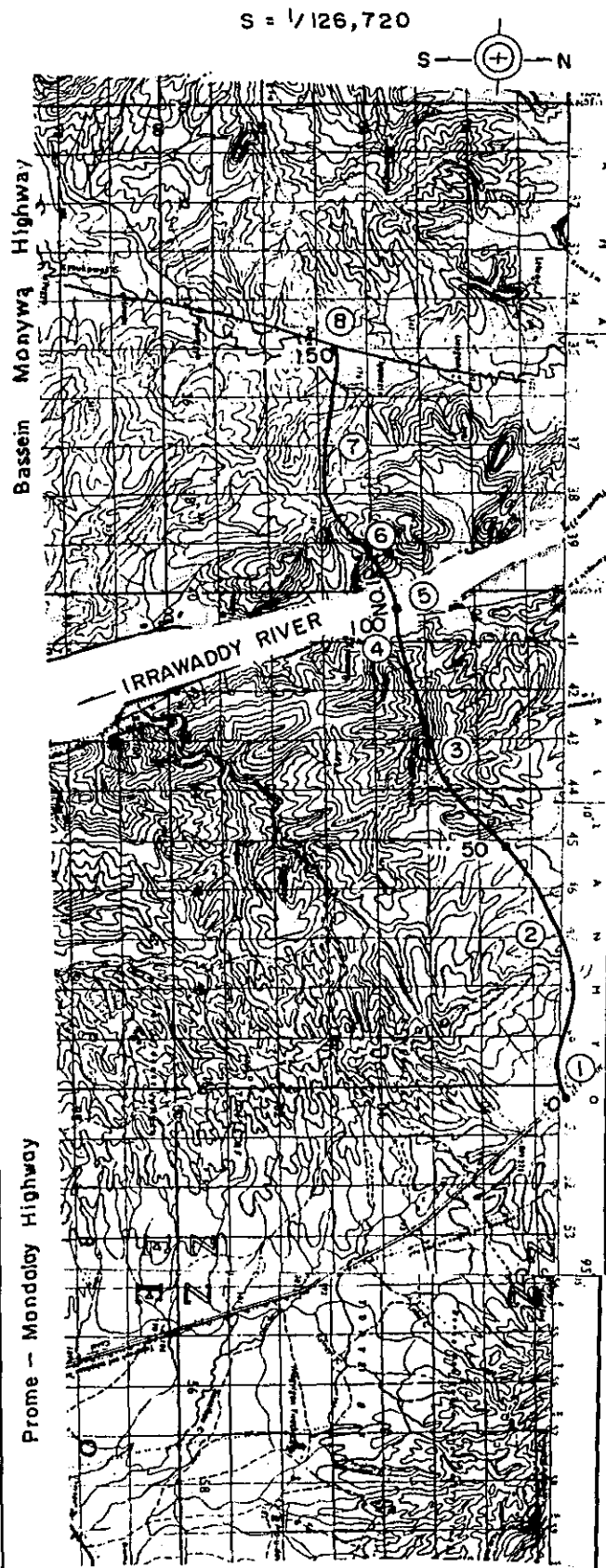
Fig. 6-2 LOCATION MAP

SYMBOL

▽ (Length)
: Bridge

⊙ : Control Point





SITE No. 1

Outlines of Route

Sinde Side

Prome Side

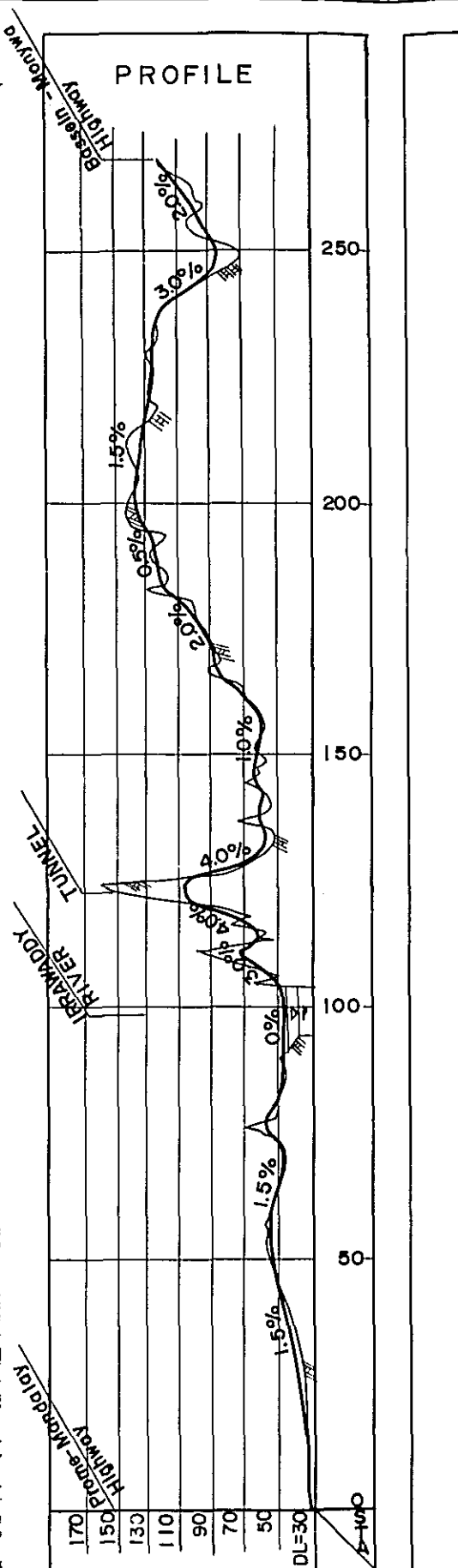
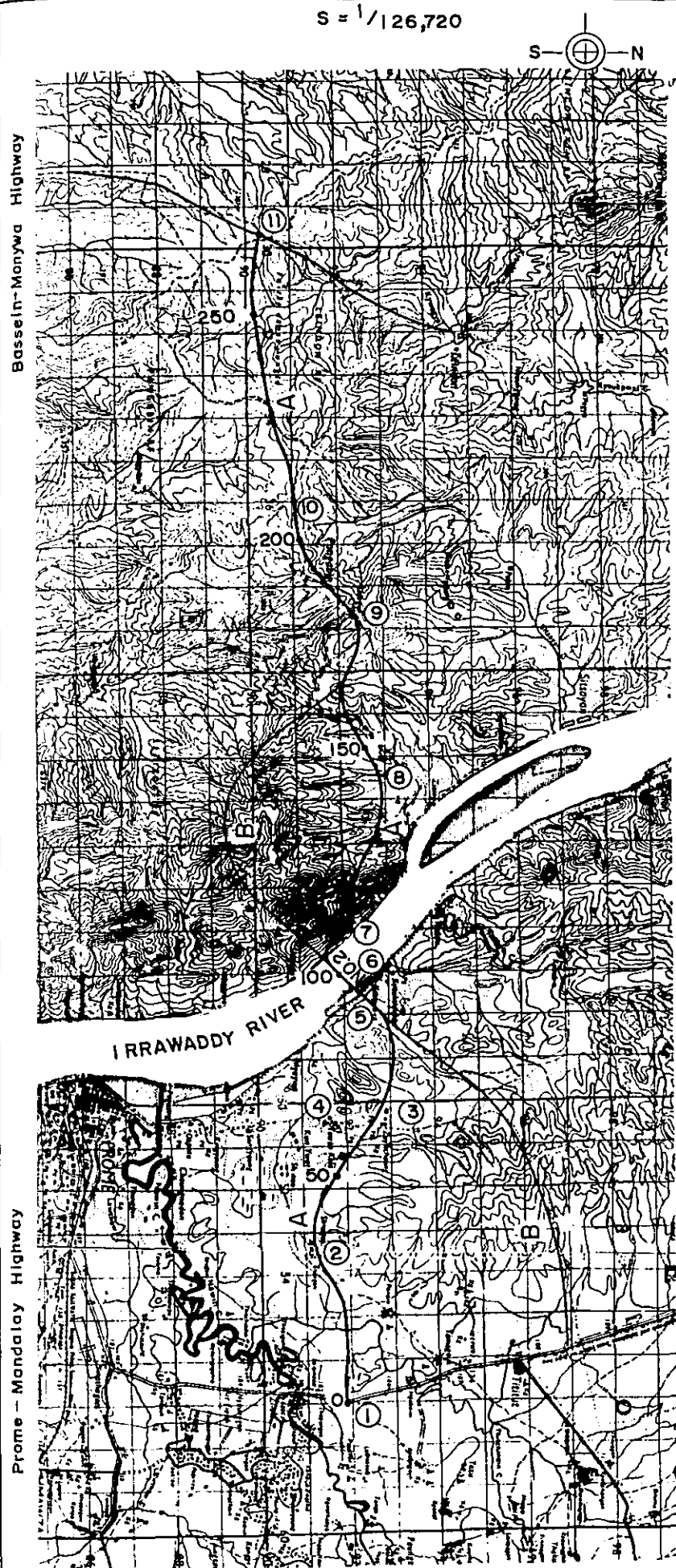
The route was selected to pass through the region of 60-80 meters above sea level in the south side of the mountain, taking into account terrain conditions and alignment as the first consideration.

The route was planned to meet topography taking into consideration the connection of Kyawzwa and Kyaukogyi.

8. To connect with the future highway in the midway between Dogo and Thjemezi.
7. To go through the region of 60-80 meters high above sea level in order to avoid tunnel.
6. To pass through the south portion on the hillside.
5. Vertical alignment continues up to 50 meters high at the proposed site.

4. To pass the northern part of Kyawzwa and connect with Kyaukogyi by the existing road.
3. To pass the northern part of Kyaukogyi giving attention to the connection between the village and the paddy field.
2. To pass the northside of the hill.
1. To connect with the Prome-Mandalay highway.

S = 1/126,720



SITE No. 2

Sinde Side

Prome Side

Comparative study between A and B route

A route is possible to be constructed by cutting construction.

B route has a gentle horizontal alignment, but passes through mostly high land area as far as Pangabin with tunnel about one kilometer long.

In conclusion, B route is less advantageous than A from the points of land utilization and the connection with the existing villages. Also construction cost of B is higher than A because B passes through mostly mountainous area.

A route was passed through mostly paddy area via Zayitchang and Shangon taking into consideration the relation of the village.

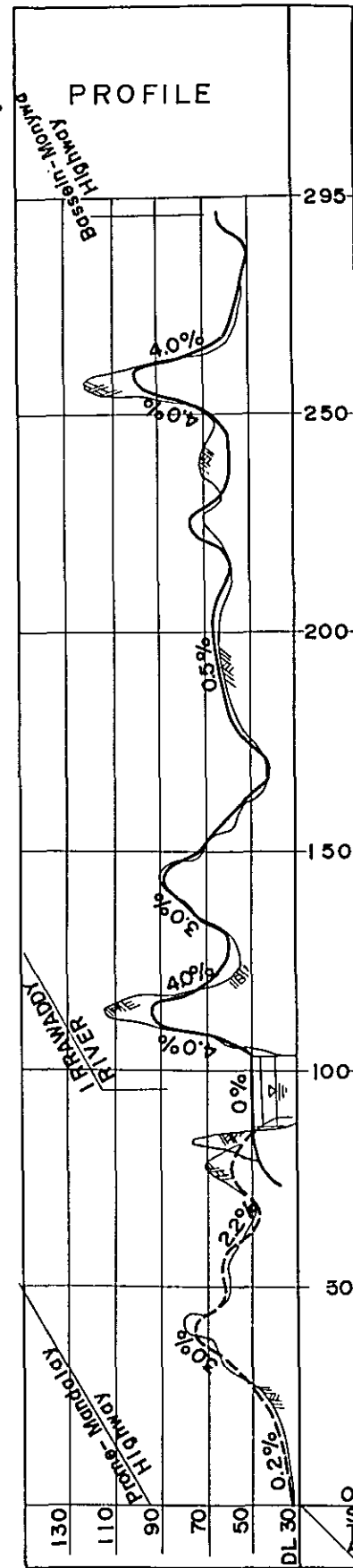
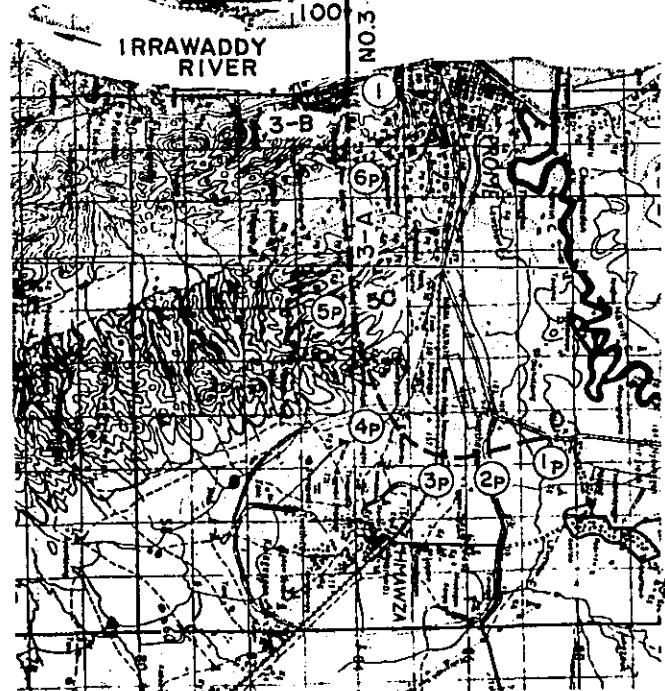
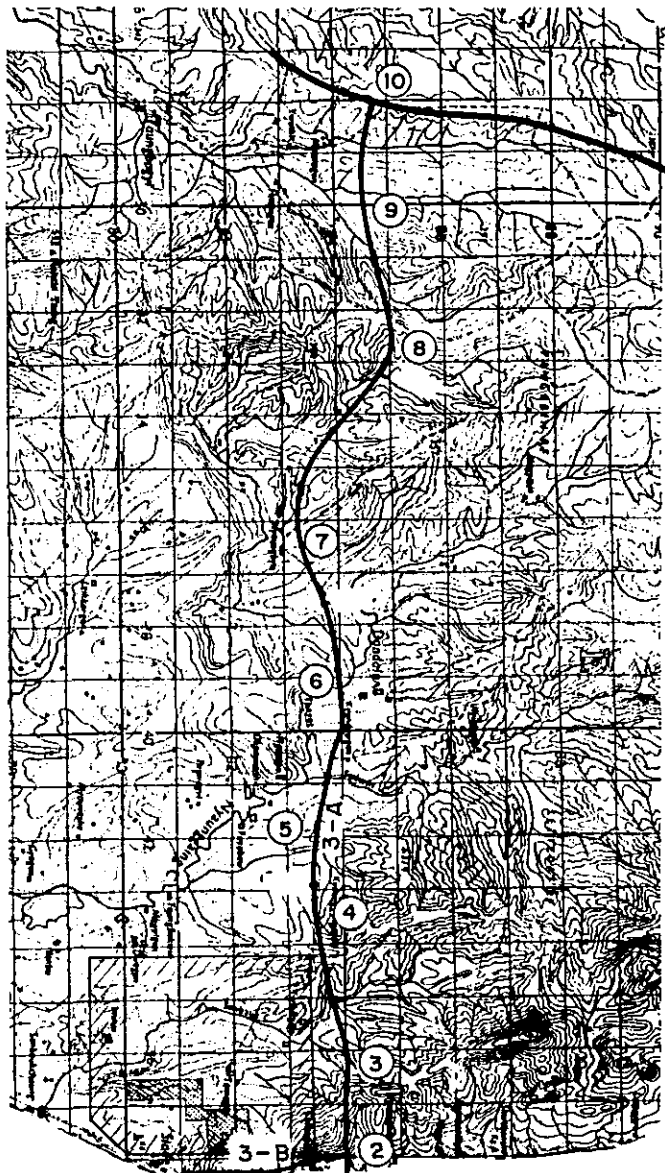
B route was gone through the high land area, taking the shortest route.

Outlines of A Route

The route takes a little long way around the northern part of hillside taking into account connection with Yatnaya and Pangabin, and conformation of the terrain conditions.

The route passes through between paddy and high land area via Zayitchang and Shangon taking into account the connection with the villages.

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> 11. To connect with the future highway. 10. To be planned along the existing road. 9. To pass the southern side of Pangabin. 8. To pass between mountainous and paddy area. 7. Horizontal radius is 500 meters near the bridge site. | <ul style="list-style-type: none"> 6. Proposed hight is 50 meters at the bridge site. 5. To pass the southern side of Konymain. 4.,3. To connect with Kun Yuathit and Zayitchang by the existing road. 2. To pass the north side of Shangon. 1. To connect with the Prome-Mandalay highway. |
|--|--|



SITE No.3

Sinde Side

Outlines of A Route

A route connects with the future highway along the west side of the river.

- 10. To connect with the future highway.
- 9.
- 8. To be planned in order to take account
- 7. of terrain conditions as the first
- 6. consideration.
- 5.
- 4. To avoid to pass the village and
- the pound as controls.
- 3. To be planned grade separation with
- the future railway.
- 2. To pass the north side of 100 meters
- from electric tower.

Outlines of B Route

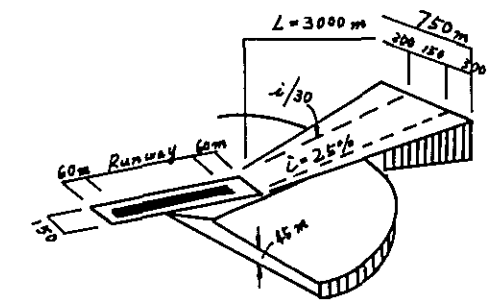
B route is the connection to the existing road which passes along the west side of the river.

Prome Side

Outlines of A Route

A route has the purpose of bypass of built-up area on Prome side.

- 6p. To connect with the existing road avoiding
- 5p. temple and pagoda.
- 4p. To hit at a right angle to the river.
- 3p. To cross the existing railroad. A grade
- separation would be planned in accordance
- with the future traffic requirements.
- 2p. To be satisfied with restriction of the
- airport. (refer to the following figure)



Obstruction & Restriction of Airport

- 1p. To connect with the Prome-Mandalay highway.

Outlines of B Route

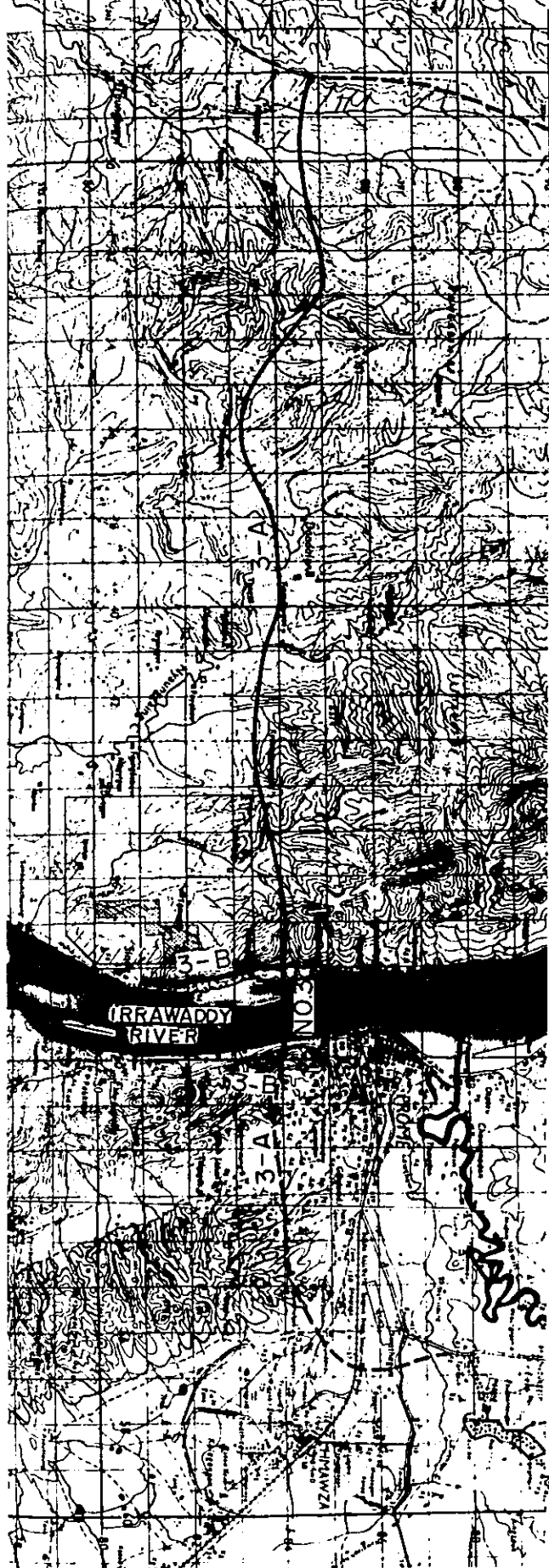
This route is the shortest connection to the existing national highway.

- 1. To pass no influence with the electric tower for cutting earth work.

Bassein-Monywa Highway S = 1/126 720

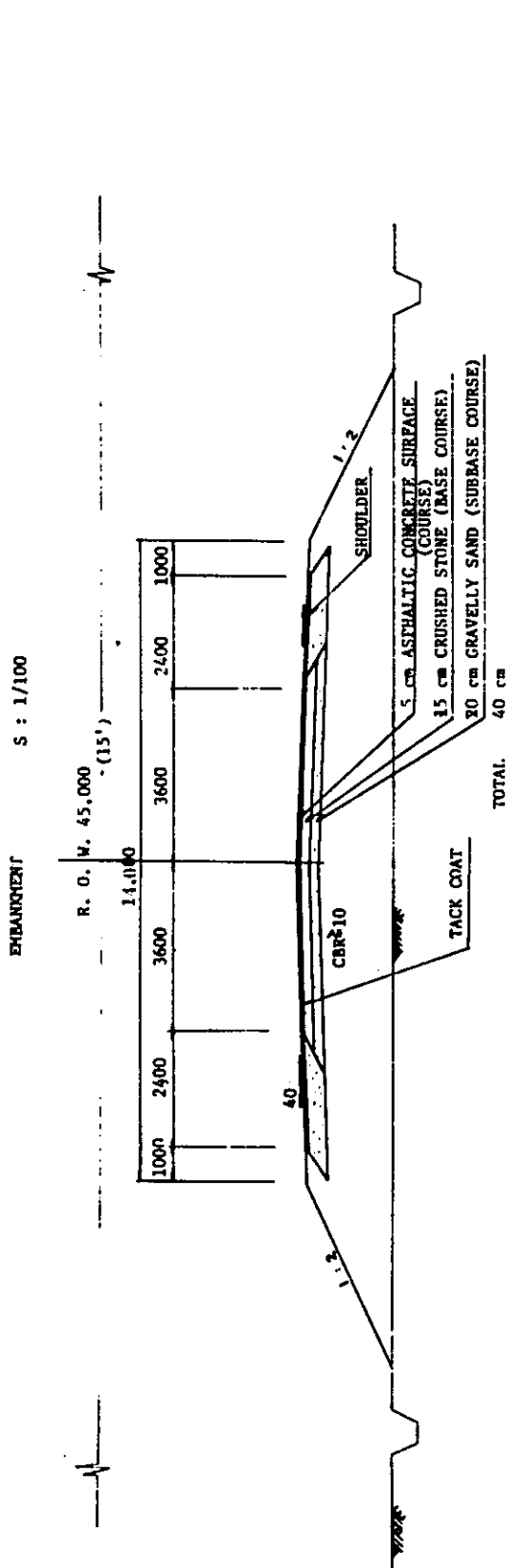
PROME SIDE - B
SITE NO.3 SINDE SIDE - A,B

CONSTRUCTION SCHEDULE

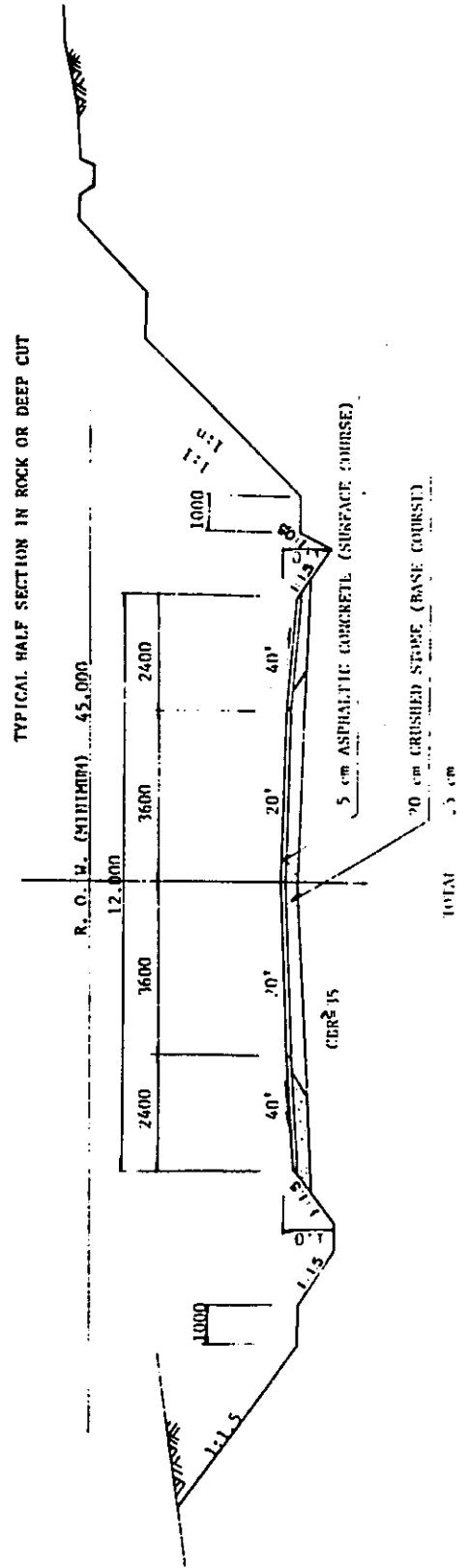


Description	Year & Month		2nd										3rd										4th										5th										6th										7th										8th																																																																																																																																									
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																																																																																																								
Clearing and Grubbing																																									55 Months																																																																																																																																																															
Earthwork																																									56 Months																																																																																																																																																															
Drainage Structure Pipe ϕ 0.6 595m ϕ 1.0 675m																																									52 Months																																																																																																																																																															
R.C.Box Culvert 1.5x1.5 175m 2.0x2.0 125m																																									52 Months																																																																																																																																																															
Bridge RC.Bridge 110 m P.C.Bridge 30 m																																									30 Months																																																																																																																																																															
Pavement																																																																																	Subbase Course and Base Course 15 Months																																																																																																																							
																																																																																																																									Surface 9 Months																																																																															
Slope Protection and Erosion Control																																									40 Months																																																																																																																																																															
Excavation Work $\times 10\ 000\ m^3/\text{Month}$																					3	3	3	4	3	1	2	1	1	1	3	3	3	4	3	1	2	1	1	1	3	3	3	4	3	1	2	1	1	3	3	3	4	3	1	1	3	3	3	4	3	1	1																																																																																																																																									
																																									$\Sigma = 1\ 141\ 000\ m^3$																																																																																																																																																															
Pavement Work $\times 10\ 000\ m^2/\text{Month}$																																																																																																																																																																																																								
																																																																																	$\Sigma = 336\ 000\ m^2$																																																																																																																							
																																																																																	$\Sigma = 151\ 600\ m^2$																																																																																																																							
Working Days																					22	21	15	21	23	22	12	15	16	12	15	12	22	21	15	21	23	22	12	15	16	12	15	12	22	21	15	21	23	22	12	15	16	12	15	12	22	21	15	21	23	22	12	15	16	12	15	12																																																																																																																																				
Buldozer																					32	†																					2																																																																																																																																																													
Buldozer																					21	†																					3																																																																																																																																																													
Buldozer																					11	†																					1																																																																																																																																																													
Tractor Shovel																					1.7	m^3																					6																																																																																																																																																													
Dump Truck																					8	†																					21																																																																																																																																																													
Tyre Roller																					15	†																					2																																																																																																																																																													
Motor Grader																					3.7	m^3																					1																																																																																																																																																													
Macadam Roller																					15	†																					2																																																																																																																																																													
Distributor																					5	000																					1																																																																																																																																																													
Finisher																					3-4	m^3																					1																																																																																																																																																													
Asphalt Plant																					30	†																					1																																																																																																																																																													
Water Tank																					6	000																					1																																																																																																																																																													

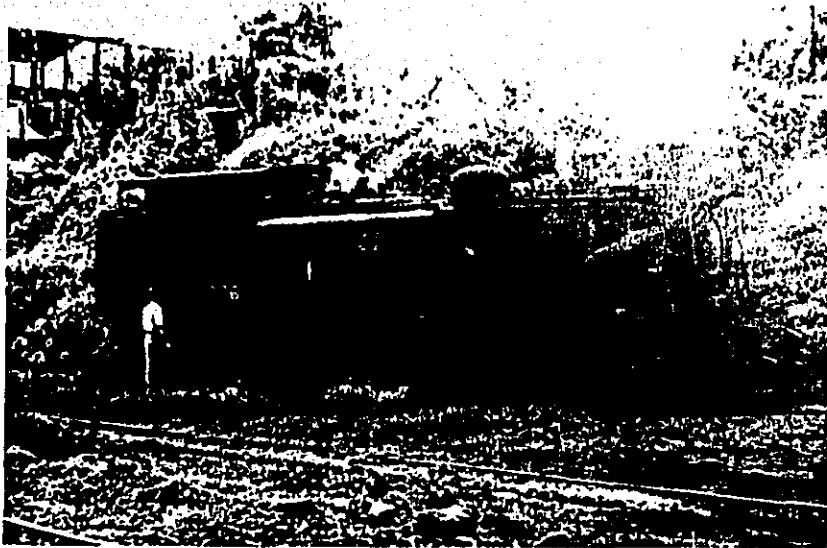
Fig. 6-3 TYPICAL CROSS SECTION



CUTTING (GRANULAR SUBRADE) s : 1/100



7. 取 付 鉄 道



7. 取 付 鉄 道

7.1 概 説

ビルマ国鉄 (Burma Railway Corporation 略称 B R C) は現在3つのシステムに分断されている。Prome 線, Mondalay 線, Moulmein 線の3幹線を含んだ1つのシステムは, Irrawaddy 河東岸の Rangoon を含んだ地域を結んでおり, 最重要なシステムである。Irrawaddy 西岸の鉄道システムは, Irrawaddy 橋梁の建設と, Prome-Sinde 間の取付鉄道ならびに Sinde-Kyangin 間鉄道の建設によって, 主要システムと併合される。現在西岸のシステムは孤立している上に, 鉄道工場がないので, 車輛の大修理は分解した上で Irrawaddy 河をフェリーで渡し, 主システム内の Insein, Myitnge の両工場場で修理するなどの不便がある。もう一つのシステムは, Salween 河で分断されているが, 将来 Martaban-Moulmein 間に長大橋を建設することで主システムに併合しうる。

国鉄の総延長は約 3,137 Km, このうち Irrawaddy 東岸の主システムに属す路線が約 2,358 Km である。Salween 河南岸の Moulmein Southye 間の距離は主システムに加えられている。Irrawaddy 西岸のシステムは 279 Km である。

7.2 設 計 基 準

7.2.1 地 形 条 件

橋梁建設の候補3地点は共に丘陵地にあり, Irrawaddy 河は峡谷状をなして流れている。Prome および Sinde は共に低い河岸段丘上にある。現 Prome 駅の高度は海拔 30 m であり, 第8章で述べられる如く, 橋梁上のレールの高さはスパンによっても, また鋼橋か PC 橋かによっても変わるが, いずれも 50 m 以上で, たとえばある型式の鋼橋では 51.8 m である。

3 橋梁候補地点を通る鉄道計画の各比較線は, 現 Prome 線より分岐した後, 丘陵地または支流の沖積低地を通って Irrawaddy 橋梁地点の東岸に達する。Irrawaddy を渡ってから, いずれも再び丘陵地を通過する。Sinde の工業地域の拡大の構想があり, この敷地が鉄道の線形をかなり支配し, 各比較線共将来拡張地の外を迂回することとなる。この迂回部が丘陵地のため, 1000分の5の最急勾配で下るには相当な路線距離が必要となり, Sinde 駅は工業用地の中心から西南 7 Km の所となる。このことはま

7.2.2.2 停車場

- (a) 停車場内本線および第1副本線有効長 : 550 m
- (b) 停車場内最急勾配 : 1000分の2.5, たゞしなるべく平坦とする。
- (c) 客扱線と隣接線の線路中心間最小距離 : 4.20 m
客扱線以外の線路中心間距離 : 4.00 m
- (d) プラットフォーム : 原則として, 1線にのみ客用フォームを設ける。
- (e) 工場側線 : 工場側の出費により設置する。
- (f) 操車場を含み, 駅構内の配線は開通後当分の間に取扱う輸送量に対して充分かつ過大ではない大きさであること。
- (g) 駅本屋, 倉庫, 職員住宅などの駅付属建物は, ビルマ国鉄の木造規格による。

7.2.2.3 建築限界および車輻限界

インド国鉄の規格をビルマ国鉄が現在使用しており, この規格中の“Recommended Dimensions for Tunnels, Overbridges, Through and Semi-Through Girder Bridge for Meter Gauge”を使用する。これを図7-3に示す。

7.2.2.4 列車運転および信号方式

- (a) 機関車: 現在 Prome 線の主要列車に使用されている, 1,200馬力級のディーゼル機関車が, 新線および西域の現在線終点の Bassein まで主要列車に使用されることになる。而し現在 Bassein - Kyangin 間および Prome 線のローカル列車の1部に使用されている蒸気機関車も, 新線開通後の数年はローカル列車に残るであろう。
- (b) シグナル: Prome 線で用いられている, タブレット閉そく装置が新線にも用いられ, 信号装置も Prome 線と同様のものを使用する。連動装置は本線と第1副本線間の分岐器および関係信号機のみで, 機械的連動とする。

7.2.2.5 標準軌間への改軌準備

ビルマ国鉄は, 長期計画として現在の1m軌間を, 標準軌間へ改軌することと, その第1着手としては, Irrawaddy 西岸区域のシステムを考えていることを調査団に表明した。鉄道システム内のすべての路線が同一規格であるべきこと, 特に軌間については同一とし, 全路線を積替なしに直通運転しうることが強調されるべきである。

た後に詳細に述べる。

ビルマは、パゴダ、僧院など仏教上の建物が多く、これらは絶対不可侵である。特に Prome の南側の丘にはこれらが密集し、路線の形態に大きく影響する。

7.2.2 設計条件

現 Prome 線に用いられている鉄道規格が、Prome-Sinde 間の取付鉄道にも、Sinde-Kyangin 間の新線にも用いられるべきである。これは将来、これらの線を経由し、さらに Kyangin より現在線を通して Bassein に向う直通列車が運転されることを想定するためであるが、もちろん必要あれば規格の若干の変更はありうる。

7.2.2.1 軌道

(a) 軌間 : 1 m

(b) 最小曲線半径 : 300 m

ビルマ国鉄は現在曲線を弧長 100 ft に対する中心角の度数で表わしているが、本プロジェクトでは、半径で表わすこととする。Prome 線の最小許容半径は 6 度であり、換算すると 291.2 m となるので、300 m とした。しかし、曲線半径が大きい方が安全であり、また列車速度向上ができるから実際には、取付鉄道、Sinde-Kyangin 間鉄道共 500 m 以上の半径の曲線を用いて路線を選定した。唯一の例外は、Kyangin より Sinde に向う最初のカーブで、ここでは 300 m の曲線が不可避である。

(c) 最急勾配 : $5/1000$

ビルマ国鉄は $1/200$ 、 $1/300$ 、 $1/250$ 等の分数表示で、常に分子が 1 となるようにして勾配を決めている。最急勾配は Prome 線で $1/200$ 、つまり $5/1000$ である。本プロジェクトでは千分率で表現する。報告書中の縦断面図では千分率の分子のみで表現してある。

一般に勾配が緩な方が列車運転上有利ではあるが、土工量が大きく、建設費が高くなることが多い。本プロジェクト路線では、強力なディーゼル機関車の導入が可能であると思われるから、詳細設計を行なう段階には、2000 馬力機関車による最急勾配 $10/1000$ の路線についての経済比較を行なうことを提案する。

軌道断面と土工定規を図 7-1 および図 7-2 にそれぞれ示した。

もし Bassein - Henzada - Kyangin 路線と、Kyangin - Sinda 間新線が、Irrawaddy 橋梁の建設なしに独立システムのまま残置されるならば、改軌は輸送力強化の一手段であるかも知れない。而し橋梁と取付鉄道が完成し2つのシステムが合体するとすれば、Irrawaddy 橋梁を横断する輸送は、乗客と貨物荷送、荷受人の便利さの向上のみではなく、ビルマの経済成長に大きく寄与することとなる。

本調査では、ビルマ国鉄の用いているインド鉄道の限界を前述の如く使用するが、実際には“Maximum”“Minimum”“Recommend”の3規格があり、Prome 線等の幹線には“Maximum”が、支線には主として“Minimum”が現在用いられ、今回使用する“Recommended”は実際には現在用いられていない。この建築限界は十分に広く、非電化区間であれば標準軌の車輛も十分に通過しうるものである。この限界にもとづくトンネル断面の1例を図7-4に、小スパンの橋梁一般図を図7-5に示した。

上記の理由により、改軌に関しては再考することを要望するが、もしビルマ国鉄がなお将来改軌を志さずならば、まず独自の適切な建築・車輛限界を設計すべきである。調査団に示された、標準軌間用の限界は過大である。もし今回の路線の限界を用いて、将来改軌の上電化するときは、運転を中止することなくトンネル断面を下方に拡大することができよう。また小橋梁は、軸重17トンとして計画したが、標準軌間の上を巨大な蒸気機関車を運転するようなことは考える必要はあるまいから、この点も十分と考えられる。

7.3 各橋梁比較地点を通る路線

7.3.1 各橋梁比較地点を通る鉄道路線の比較

各ルート of 得失を対比し、最適ルートを作業初期に撰択するため、1インチ/1マイルの地図(以下1インチ図と略称する。)で3つの橋梁候補地点を通る鉄道路線を選定した。この結果を、橋梁、道路などの建設費用と共に、第11章で述べられているように経済分析を行ない第3地点の橋梁地点が総合的に最適と判断された。従って鉄道は第3地点を通る取付鉄道が最適路線であると決定した。この決定に伴って、第3地点を通る路線について1/2,500のフォトマップにより更に詳細な路線選定が行なった。これと同時に第1および第2地点を通る路線についても、重要部は1/2,500または1/5,000

フォトマップでチェックを行ない、特にトンネル延長について再調査した。対比表の数字に中間報告書と異なるものがあるのは、チェックにより精度が向上したためである。

図7-6は各比較線の概略図、図7-7は、これを1インチ図上に示したものである。大縮尺図での作業結果の一部が、1インチ図上に加えられている。トンネル長、全体長などがそれで、1インチ図の等高線に対するトンネルの関係が正しく見えないのはこのためである。取付鉄道の計画はすべて、橋梁上のレール高を51.80mとした。これは鋼橋の1例のものである。

下表は各路線の主な数量を対比したものである。

Route	Via Site No. 1	Via Site No. 2	Via Site No. 3
Route length (km)	70.2	30.8	20.0
Tunnel (Number)	8	2	5
(Total length, m)	6,735	6,370	3,115
(Length of longest tunnel, m)	2,830	6,240	1,350
Bridge (Number)	47	19	12
(Total length, m)	855	645	179
Culvert, etc. (Number)	53	19	23
(Total length, m)	865	246	269
Retaining wall (m ²)	20,400	6,300	6,500
Cut and embankment (m ³)	4,764,000	1,034,000	556,000
Station (Number)	8	4	2

7.3.2 第1地点經由取付鉄道

第1地点經由路線の平面図は、既述した図7-7に、縦断面図は図7-8に示す。路線決定上の主要条件は、橋梁地点と兩岸背後の地形を考慮の上で、橋梁長を最小にすることである。

この取付鉄道の分岐点はProme線の既設駅Hmawzaである。路線は現国道沿いに2.4Km地点まで北上してから西に転向する。¹/5000フォトマップによるチェックによれば、路線は850m、300m、210m、825m、200mの各延長の5つの

トンネルを通過して第1地点の東岸に達する。Irrawaddy 橋梁を渡ってから、鉄道は 1,420 m と 1,000 m の2本のトンネルを通過し、ここで南に向かいなお丘陵地帯を通過し、5.2 Km 地点付近に延長 2,830 m のトンネルがある。ここより、Sinde 工業地帯の境界沿いに丘陵を下り、Sinde 駅に達する。

この路線の延長は、約 70 Km で第3地点経由の3倍もある。トンネルは8箇所、合計延長 6,735 m である。Prome-Sinde 間を結ぶ取付鉄道という観点からは、この路線は速きに過ぎる。而し、図 6-1 で示されるビルマ国鉄の将来鉄道網に含まれている、Irrawaddy 西岸を北上する路線の一部として、本路線の Irrawaddy 西部の線形は参考資料となりうるであろう。

この路線をとる場合、Hmawza と現 Prome 駅間の現路線は支線として用いられることとなる。Hmawza は Prome から約 7 Km あり、もし主要列車が取付鉄道経由となれば、Prome 着発旅客にとって不便なものとなる。この解決には、支線としての列車運転かバス連絡が一つの解決策である。現在線の北側に接して、Prome 空港があるので、分岐点を Prome 側に移すことはできない。唯一の代替案としては、次にのべる第2および第3地点を通る路線の分岐駅 New Prome から分岐して S 字曲線をもって今問題としている第1地点経由の原案に結ぶ方法であるが、この路線は Nawin Chaung 河の低い洪水地帯を通過する点に問題がある。第1地点経由の路線は推奨路線ではないので、分岐点問題はこれ以上の論議は避けることとしたい。

7.3.3 第2地点経由取付鉄道

この路線の平面は図 7-7 を、縦断面図は図 7-9 を参照していただきたい。路線決定の条件は、第1地点経由の場合と同じく、地形を考慮して、第2地点の付近で最も橋梁長を短くすることにある。

現 Prome 駅から、第2地点へ路線を延長することは、地形的にも、また市街地の状況からも困難である。従って New Prome 駅が、現在線上 Hmawza に向って Prome より 5 Km の所に新設されるべきである。Prome 空港が Prome 線に近接しているため ICAO の空港に関する規制が New Prome 駅の位置決定に考慮されなくてはならない。ここより路線は北または北西に向って、低い沖積地を横断してから丘陵地に入る。約 1.1 Km 地点から西に偏向して、第2地点東岸に達する。Irrawaddy 橋梁横断直後、丘

陵の最も高い部分を通過するため、延長 6,240 m の長大トンネルとなる。ついでもう 1 つ 130 m のトンネルがある。最後の 7.5 Km は第 1 地点經由取付鉄道と同じである。

この路線の延長は約 3.1 Km であり、第 1 地点經由に比べればはるかに短いが、第 3 地点經由に対比すればなお 1.5 倍ある。その上、本路線は東岸部で、Nawin Chaung 河の洪水域を通過し、西岸部では、多額の建設費を必要とし、また建設に困難を伴うであろう、長大トンネルがある。これらを考慮すれば、本路線が第 3 地点經由路線と比肩することは到底できない。

7.3.4 第 3 地点經由取付鉄道

1 インチ図上の路線は図 7-7 に、縦 $1/2,000$ 横 $1/25,000$ の縦断図は図 7-10 に示される。 $1/2,500$ の平面図と縦 $1/1,000$ 横 $1/2,500$ の縦断図は図 7-11 ~ 21 に示した。New Prome と Sinda の両駅の配線図は図 7-22 に、主要断面は図 7-23 ~ 27 に示される。

この路線の場合も、第 2 地点經由のときと同様、現 Prome 駅から鉄道を延長して第 3 地点に達することは困難である。この主要理由を列挙すれば、人口稠密な市街地を通過すること、 $1/1,000$ の最急勾配を守るには長大で、かつ高い高架橋が延長部のみでなく、現在線の 1 部にもできること、従ってこの場合でも現 Prome 駅の移転か高架駅が必要なこと、これにはかなりの建設費が必要となることなどがあげられる。

故に New Prome 駅が、現駅から Hmawza に向って 5 Km の地点に建設されることとなるが、この位置は第 2 地点經由路線と同じである。旅客及荷送、荷受人にとっては、New Prome 駅が市街に近いことが望ましい。而し前述の如く Prome 空港が現在線に非常に近接しており、建築高度と照明についての制約がある。New Prome の位置は ICAO の規制に合った上で、Prome に最も近い所に決めた。また Prome の市街は東に向って急速に発展しつつあり、新住居地域が New Prome 駅の南に接している。

路線は ICAO 規制で駅が作れないため、New Prome から 2 Km 間を現在線と平行して進む。ここから分かれて丘陵地に入り 240 m のトンネルを通過する。この付近には仏教上の信仰の建物が多く、これらを曲線で避けている。Irrawaddy 橋梁を通過して、本線は西向きの方角を持続し、延長 1,350 m, 290 m, 960 m, 275 m の 4 本のトンネルを通過する。路線は工業地域の拡張予定域の最北端沿いに進む。第 3 橋梁地

点は、ビルマ側の提案に対してかなり北に移動したが、これは調査期間中に軍需工場関係者より将来拡張のプランが示されたためである。

ついで鉄道は、拡張予定地の西端沿いに方向を南転する。丘陵地内を迂回路が通過しており、Sinde に下るには $5/1000$ の勾配を保つためかなりの距離が必要である。従って、Sinde 駅は実際には Natmuk の部落の近くで、Sinde 工業地域中心部から南西約 7 Kmにある。工業地域内の各工場はその支出において Sinde 駅の操車場まで工場側線を設置しなくてはならない。本路線の最後の 5.5 Kmは第 1 および第 2 地点経由路線と同一である。

第 3 地点経由路線は延長 20 Kmで 3つの比較路線中の最短である。Irrawaddy 橋梁以外の橋梁は 12ヶ所でやはり 3路線中最少である。丘陵地を通過するから、トンネルは 5ヶ所あるが、総延長は 3路線中最低の 3,115 mで、かつ最長トンネルは 1,350 mであって、決して長いとはいえず、現在のトンネル工法をもってすれば施工は困難とはいえない。

New Prome 駅と現 Prome 駅を含む現在線は支線として使用し、いくつかの列車が走行することとなる。

開業時には、New Prome - Sinde 間には列車交換駅は設置されない。而し将来の輸送増に対しての駅設置の構想はもっているべきであり、約 10 Km地点の $2.5/1,000$ 勾配の地点は若干の工事により駅新設が可能であろう。而し、この中間駅の将来の増設費用は第 10 章および第 11 章のコストには入っていない。

7.3.5 第 3 地点経由取付鉄道の建設計画

この路線の工事数量の概数は次のとおりである。

Item	Unit	Quantity	Note
1. Earthwork			
Cut and embankment	m ³	556,000	Main line only
Retaining wall, etc.	m ²	6,500	"
2. Bridge			
Bridge, concrete	m ³	2,720	12 bridges, total 179 m
Culvert, concrete	m ³	1,200	23 sites

Item	Unit	Quantity	Note
3. Tunnel			
Excavation	m ³	96,600	5 tunnels, total 3,115 m
Lining, concrete	m ³	28,100	
4. Track			
Main track	m	20,000	Main track
Siding	m	6,000	incl. marshalling yard
5. Station			
Cut and embankment	m ³	334,000	2 stations
Platform	m	360	"
Pavement	m ²	3,080	"
Station building, etc.	unit	2	"
Roofing of platform, etc.	m ²	850	
6. Telecommunications line, etc.	km	22	
7. Signal system	set	2	2 stations
8. Common facilities			
9. Miscellaneous works			

この路線の総延長は20kmである。トンネル工事は、工事の主要部分で、5ヶ所延長3,115m、換言すれば全延長の約16%を占める。Irrawaddy 橋梁以外の12橋梁は路線全体に散在しているが、すべて短径間で全長で180m、全距離の1%以下である。トンネルと橋梁に加えて土工量は切取り盛土合計で556,000m³あり、他に Prome と Sinda 2 駅のための土工量が334,000m³ある。トンネル、橋梁および土工が終了するか、終了の直前から軌道の敷設、駅舎の建設、信号・保安設備、通信設備などを行なうが、よう壁の建設の如きものは本線土工と同時に進行する。

土工事はブルドーザー、パワー・ショベルなどによる機械施工とする。橋梁およびカルバートは全部短スパンであり、特別の工法は不要である。これらはトンネル工事の中の時期にでも、またどのような順番でも建設しうる。軌道敷設、信号建植、駅舎建築など他のすべての工事は、開業準備工事として1年内外で完成させうる。

このルートでの最長トンネルは1,350mである。トンネル内は $5/1,000$ の片勾配のため、排水上東側坑口よりのみの片押し施工となろう。トンネル工事に必要な期間は次の条件により異なる。

- (1) ビルマでは、時間外労働は緊急事態発生の際に限られ、トンネル工事で定常的な時間外労働を考慮することはできない。従って工事期間短縮には、8時間2シフトによる1日16時間作業または8時間3シフトの24時間継続作業を考慮しなくてはならない。
- (2) 第3地点経由路線には5つのトンネルがあるが、同時に2トンネル施工とするか、1トンネルずつの施工とするかが、工期を支配し、(1)の条件が(2)の条件を二重に支配する。
- (3) 労働集約的施工により、機械費を低下することができるが、当然工期は長くなる。これらの3条件ならびに施工法を考慮して次の3つの計画を作った。

	A 案	B 案	C 案
取付鉄道建設工期(年)	3.5	5.0	10.0
トンネルを含む土工の工期(年)	2.5	3.6	7.8
トンネル工事のシフト	3	2	2
トンネルの同時施工箇所	2	2	1
土工以外の工期(年)	1.0	1.4	1.8

上記3案について、それぞれの工事費概算を行ない、調査団のエコノミストに伝えられた。工事費絶対額はA案が高く、以下B案、C案の順となる。而し工事費の差は目立って大きくはない。エコノミストの分析によれば、鉄道の完成が、橋の完成と同時になるように考慮すれば、A案では着工が最も遅れることになるので、現在価値で評価する経済コストでは割引率を6%以上にする限りA案が逆に1番安く、C案が1番高い。この関係は第11章で、鉄道の開通を橋梁完成後5年後または10年後としたケース2、ケース3でも、それぞれの開通時に鉄道が完成する施工とすれば同一の関係となる。開発途上国のプロジェクトで便益およびコストを計算する際の割引率を6%以下とすることはありえないので、今後はA案についてのみ考慮することとしたい。図7-28に工程表を示した。

トンネルの掘削方法は、今後の地質調査によって決定されるべきであるが、現段階での概略的な考えとしては次のとおりである。地質は砂岩、頁岩、粘板の互層で、割目がありまた軟層が介在するので、上半断面掘削法が適切と思われる。支保工は鉄とし、掘削は削岩機と火薬による。ズリの排出は、トロ線を引き、トロッコをディーゼル機関車で牽引して行なう。覆工は、トロ線上にアジテーターとコンクリートポンプを移動させて行なう。

地上設備の動力は、イラワジ主橋梁工事用などと共に、ビルマ電力公社より供給されることも考えられるが、ディーゼル・コンプレッサーの使用をここでは考えた。

7.4 Kyangin - Sinda 間鉄道計画

Kyangin-Sinda 間鉄道計画は、大縮尺地図が利用できないので、1インチ図による概略選定にとどめる。この鉄道の建設は、取付鉄道建設と共に Irrawaddy 西岸地域で孤立している鉄道システムを東岸の主システムに結びつけることになる点で、重要なものである。

Kyangin-Tonbo 間には2つのルートが考えられる。一つは、Irrawaddy 西岸沿いのもので、距離は短かいが、Tonbo の南に多額の工事費を要する長大トンネルが不可避である。また、鉄道の開通が農業、工業の発展に波及効果があるという観点に立つと丘陵地を通過するもう1つのルート沿いに、これら産業発展の可能性が各所に見られることから、後者のルートが推賞される。更に後者は、数年後には開通する国道沿いであり、道路が鉄道建設資材輸送に利用できる。この後者の1インチ図上のルートが図7-29に、縦断面図が図7-30に示される。

Tonbo より路線は、Irrawaddy 河西岸の丘陵の裾を通過して、取付鉄道の終点 Sinda に到達する。

ごくあらましの工事数量は次のとおりである。

路線延長 (Km)	7 4
トンネル (ケ所)	3
(全長) (m)	2,000
橋 梁 (ケ所)	4 4

橋 梁 (全長) (m)	1,160
カルバート他 (数)	29
よう壁その他 (m ²)	62,700
土工量 (m ³)	2,120,000
停 車 場	8 (Kyangin, Sinda 両駅は除く)

Kyangin 駅の改良レイアウトおよび中間駅の標準レイアウトは図 7-31 に示される。

7.5 運 転 計 画

7.5.1 列 車 計 画

7.5.1.1 一 般 条 件

計画の基礎条件として、鉄道が当該橋梁と同時に完成する場合、あるいは5年後もしくは10年後に完成する場合等いくつかのケースが考えられるが、ここでは1983年の橋梁完成と同時に橋梁に附帯する New Prome - Sinda 間の取付鉄道ならびに Kyangin - Sinda 間の鉄道が営業開始するという仮定で分析を行なった。後者の鉄道は本来本プロジェクトには含まれていないが、これはその時点までにビルマ国鉄によって建設されるであろう。従って、この場合 Rangoon - Bassein 間の直通列車が New Prome, Sinda, Kyangin, Henzada 経由で運転されることが可能となる。

7.5.1.2 運 転 経 路

取付鉄道としては、第3地点を経由する経路のみを考える。取付鉄道および Kyangin - Sinda 間の新線の規格は7.2.2に、また、これらの鉄道の概要はそれぞれ7.3.4および7.4に述べられている。また、現在の Prome 線および Bassein - Henzada - Kyangin 線の状況は新線開業時において現在と大差ないものとする。

7.5.1.3 列 車 速 度

現在の Prome 線および Bassein - Henzada - Kyangin 線の許容最高速度は次のとおりである。

急行列車 : 65 Km / hr (40 mile / hr)

その他の列車 : 40 Km / hr (25 mile / hr)

将来、軌道および車両の保守が適切に行なわれれば、最高速度は向上され得るであ

ろう。しかし、現在ビルマ国鉄にはこれについての確たる計画がないので、運転計画は上記の速度を基礎として行なわれている。

7. 5. 1. 4 運転時分および線路容量

最高速度および現行の Prome 線の列車ダイヤを基礎として取付鉄道に対する平均速度を計算すると次のとおりとなる。

急行列車 5 0 Km / hr

その他の列車 3 2 Km / hr

従って、New Prome - Sinde 間の運転時分は次のようになる。

急行列車 2 4 分

その他の列車 3 7. 5 分

また、開業時にはこの区間に停車場を設けないから、1日当り最大列車回数は7～8往復となろう。

7. 5. 1. 5 1983年における輸送需要

1) 旅 客

Irrawaddy 橋梁を含む取付鉄道ならびに Kyangin - Sinde 間の鉄道が開業したときの転換および発生旅客輸送量は、本プロジェクトチームの経済専門家によって表7-1のように与えられている。この表から、各区间別の転換および発生旅客の通過輸送量は表7-2のとおりになる。

これらの旅客輸送の増大に対応し、Prome 線、取付鉄道、Kyangin - Sinde 線ならびに Bassein - Henzada - Kyangin 線を経由する Rangoon - Bassein 間の直通急行列車が必要となろう。なぜならば上述の線区は Mandalay 線 Moulmein 線と同様、ビルマにおける幹線を形成することとなるからである。普通列車は前述の輸送増大量に対応して急行列車に加えて計画される。普通列車に対しては1両当りの座席定員80に乗車効率125%を仮定し、1両当りの輸送人員を100として列車計画を行なう。

2) 貨 物

転換および発生貨物輸送量について主要駅に集約したOD別輸送量を示したのが表7-3である。これは本プロジェクトチームの経済専門家から提出されたもので

ある。この表から、各区间別の転換および発生貨物の通過輸送量を求めたのが表7-4である。

貨物輸送のための列車計画においては、1列車当りの許容牽引荷重と輸送波動が大きい問題である。本調査においては積荷を含む貨車総重量は荷重の150%、波動率の最大は200%とした。これらの数値を基礎として、列車本数は表7-4の数量によって換算した。

なお、Henzada-BaSSein間では旅客、貨物の転換および発生輸送量が小さいので、この区間には急行旅客列車のほかに1本の混合列車を増発するにとどめた。したがって、この区間の転換および発生貨物輸送量に対応する貨車は混合列車に連結されることになる。

7.5.1.6 1983年の列車ダイヤ

7.5.1.5に述べられた1983年の旅客および貨物輸送需要に対して下記の列車が現行の列車に追加される。

表7-1 転換および発生旅客輸送量

(1,000 persons)

	Kyangin	Henzada	Nassein	Prome	Letpadan	Rangoon and beyond
Sinde	40.8	381.5	143.3		1.4	53.3
Kyangin				726.8	530.2	178.9
Henzada				72.3		
Bassein				18.7		

表 7 - 2 区間別転関および発生旅客通過量 (1983)

	Number of passengers per year in both directions (1,000 persons)	Number of passengers per year in each direction (1,000 persons)	Number of passengers per day in each direction (persons)
Bassein	1 6 2.0	8 1.0	2 2 2
Henzada	6 1 5.8	3 0 7.9	8 4 4
Kyangin	2,0 9 2.5	1,0 4 6.3	2,8 6 7
Sinde	1,5 8 1.6	7 9 0.8	2,1 6 7
Prome	7 6 3.8	3 8 1.9	1,0 4 6
Letpadan	2 3 2.2	1 1 6.1	3 1 8
Rangoon			

表 7 - 3 転関および発生貨物輸送量 (1983)

(tons)

Destination Origin	BASSEIN	HENZADA	SINDE	PROME	LETPADAN	RANGOON
BASSEIN		-	-	1,671	37	1,579
HENZADA	-		-	1,167	1,943	1,079
SINDE	-	-		223	8,721	9,316
PROME	167	477	278		-	-
LETPADAN	4	99	-	-		-
RANGOON	27,066	5,542	21,217	-	-	

表 7 - 4 区間別転関および発生貨物通過量 (1983)

Traffic Demand (tons/year)	Traffic Demand (tons/day)		Traffic Demand (tons/year)	Traffic Demand (tons/day)
3,287	9	Bassein	27,237	75
7,476	20	Henzada	33,355	91
25,736	71	Sinde	54,850	150
22,675	62	Prome	53,928	148
11,974	33	Letpadan	53,825	147
		Rangoon		

旅客列車

急行列車

Rangoon - Bassein 間 1 往復

普通列車

Rangoon-Kyangin 間 1 往復

New Prome - Kyangin 間 1 往復

混合列車

New Prome - Bassein 間 1 往復

貨物列車

Rangoon - Sinde 間 1 往復

Sinde - Henzada 間 1 往復

上記の列車のほか、New Prome と現在の Prome 間には区間貨物列車が 2 往復運転され、また、必要に応じて New Prome 始発あるいは終着となる列車のための回送列車が運転される。

列車ダイヤの一例を図 7 - 3 2 に示す。これは多少の修正を加えた現行列車ダイヤ

に増発列車を加えて作成したものである。このダイヤに用いた列車の平均速度いいかえれば運転時分は7.5.1.4に述べた数値を基礎としている。新しく建設されるNew Prome-Sinde間およびSinde-Kyangin間については現在のProme線の数値を適用した。

7.5.1.6 列車編成

許容列車荷重は次のとおりとする。

旅客列車，混合列車

換算 40， 現車 40

貨物列車

換算 85， 現車 60

換算は10トンをもととした数値，現車は2軸に置き替えた数値である。

上述の数値に基づき，7.5.1.5に述べた列車の編成を次のとおりとする。

旅客列車

急行列車

上級客車	1
普通客車	7
食堂車	1
緩急車	1

普通列車

普通客車	9
緩急車	1

混合列車

普通客車	6
緩急車	1

このほかに貨車を連結

7.5.2 車輛

7.5.2.1 機関車

増発する列車はビルマ鉄道公社のディーゼル化の線に沿ってディーゼル牽引とする

のを原則とするが、主として Irrawaddy 河西岸を運行する短区間の列車はディーゼル化によって生じる余剰の蒸気機関車によって牽引されるものとする。これにより、各列車の機関車を次のとおりとする。

急行列車，Rangoon - Kyangin 間旅客列車， Rangoon - Sinda
間貨物列車，New Prome - Bassein 間混合列車 ；

1,200 PS ディーゼル機関車

New Prome - Kyangin 間旅客列車， Sinda - Henzada 間貨物列車，
New Prome - Prome 間貨物列車 ；

蒸気機関車 Y B 形式その他

必要とされる機関車数は次のとおりである。

ディーゼル機関車

必要両数	8
予 備	1
計	9

蒸気機関車

必要両数	3
予 備	1
計	4

7. 5. 2. 2 機 関 区

機関車および乗務員は下記の機関区に配置される。

ディーゼル機関車

Malagon 機関区

蒸気機関車

Henzada 機関区

7. 5. 2. 3 機関車の検査・修繕

機関車の検査および小修繕はその配置区で行ない、ディーゼル機関車の大修繕は Ywataung 工場、蒸気機関車の大修繕は Insein 工場で行なう。

7.5.2.4 運転に関する設備

給油設備は、取付鉄道については現在の Prome の設備が利用できるもので新たに必要としないが、Rangoon Bassein 間の急行列車、Rangoon-Kyangin 間の普通列車のために、Bassein および Kyangin に給油設備を新設する必要がある。

蒸気機関車のための給水設備は新設する必要がない。Prome および Kyangin にある現在設備は新線開業後も使用される。

蒸気機関車の転向設備は現在の Prome の転車台および Kyangin の三角線が利用される。このほかに Sinda に三角線が新設される。

7.5.2.5 客 車

各列車に必要とされる客車は7.5.1.6に述べた。種別毎の客車の所要両数は次のとおりである。

種 別	必要両数	予 備	計
上 級 客 車	2	—	2
普 通 客 車	53	5	58
食 堂 車	2	—	2
緩 急 車	8	2	10

上記客車が現有車両に追加されるものである。上級客車および食堂車の予備は現有車両の予備が充当され得るものとする。

7.5.2.6 貨 車

1983年の転換および発生貨物の輸送トンキロは、7.5.1.5により Irrawaddy 河西岸から東岸に6,734,533トンキロ、東岸から西岸に2,436,834トンキロ、合計3,102,875トンキロである。この数値は1972/73年度のビルマ鉄道全体の輸送トンキロ624,015,000トンキロの4.98%にあたる。1973年9月30日における2軸車換算の貨車運用両数は10,462両であるから、上述の増大する貨物のトンキロに必要とされる貨車両数は2軸車換算で521両、予備率を10%とすれば、合計573両となる。

7.5.3 信号および保安設備

新線に隣接する現在線の閉そく方式は次のとおりである。

Prome 線

通票式 (Tyre 式通票閉そく器)

Kyangin-Henzada-Bassein 線

票券式 (モールス電信または電話による開通確認)

一般に、本プロジェクトに導入され得る単線閉そく方式としては、自動閉そく式、通票閉そく式/票券閉そく式が考えられる。これらについて本プロジェクトへの適用の適否を検討すると次のようになる。

自動閉そく式 : この方式は高度の保安度を有しているが、隣接区間が通票閉そく式、あるいは票券閉そく式であり、この区間のみ保安度を向上する特別の理由がない。

票券閉そく式 : この方式は運転安全保持の上から列車回数の極めて少ない区間以外に使用することは望ましくない。

通票閉そく式 : この方式は Prome 線で使用されてきており、取付鉄道および Sinda-Kyangin 間新線で同一の方式を採用することは妥当であると考えられる。

上述の理由により、通票閉そく式が取付鉄道ならびに Kyangin-Sinda 間に最も適するものと考えられる。

7.5.3.1 信号設備

New Prome-Sinda 間ならびに Kyangin-Sinda 間に使用されるべき信号は、これらの区間の閉そく方式が通票閉そく式であること、信号機の種類および建植位置は現 Prome 線と同様にすることを考慮して選定するものとし、次のごときものとする。

信号機は場内信号機および遠方信号機の 2 種類とし、図 7-33 に示す位置に建植される。出発信号機はビルマの鉄道の他の線区と同様にこれを設けない。

信号機の構造は腕木式信号機とし、場内信号機は停車場内のそれぞれの線に対して設置される。

信号現示は、場内信号機は「進行」および「停止」、遠方信号機は「進行」および「注意」とする。

7. 5. 3. 2 連 動

分岐器と場内信号機，場内信号機と遠方信号機は，それぞれたがいに連動し，連動機構は機械式とする。

Fig. 7-1 STANDARD BALLAST SECTION & TRACK

S = 1/50

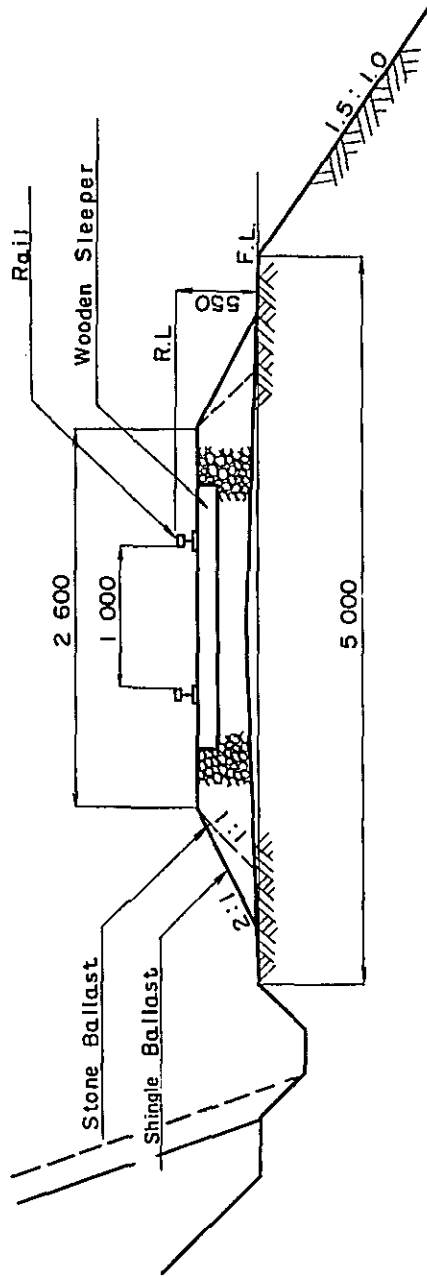
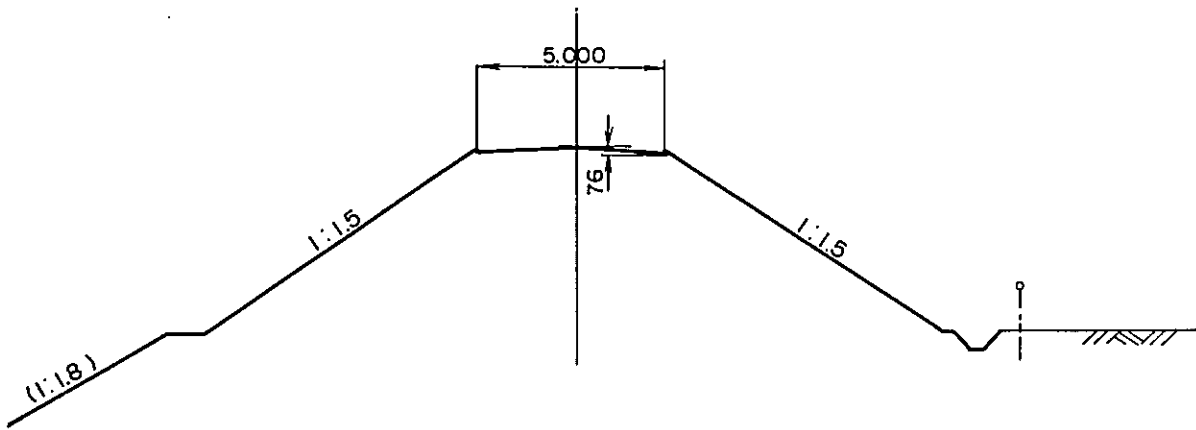
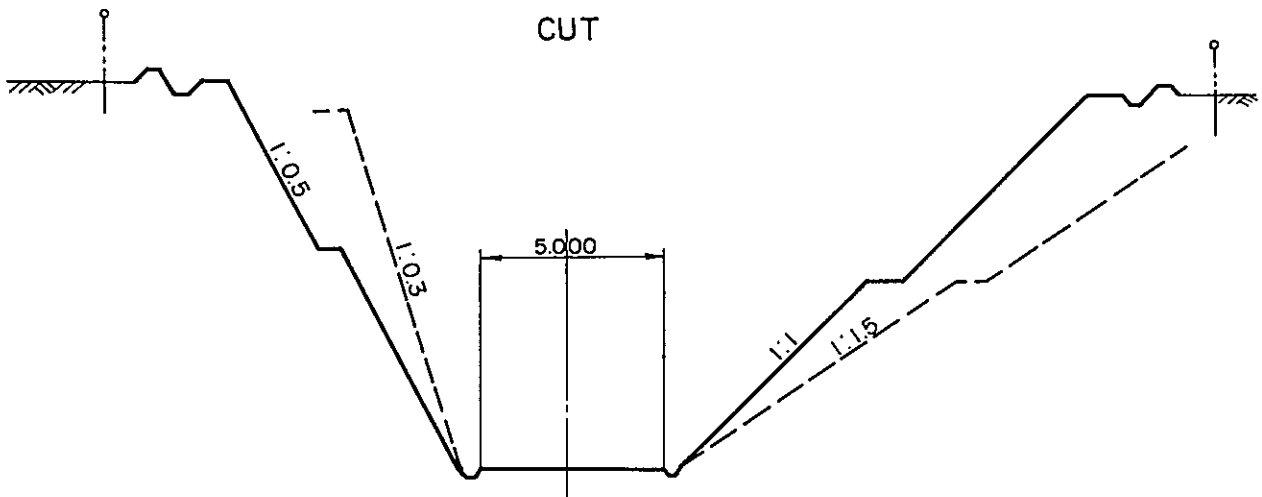


Fig. 7-2 TYPICAL EARTHWORK SECTION

EMBANKMENT

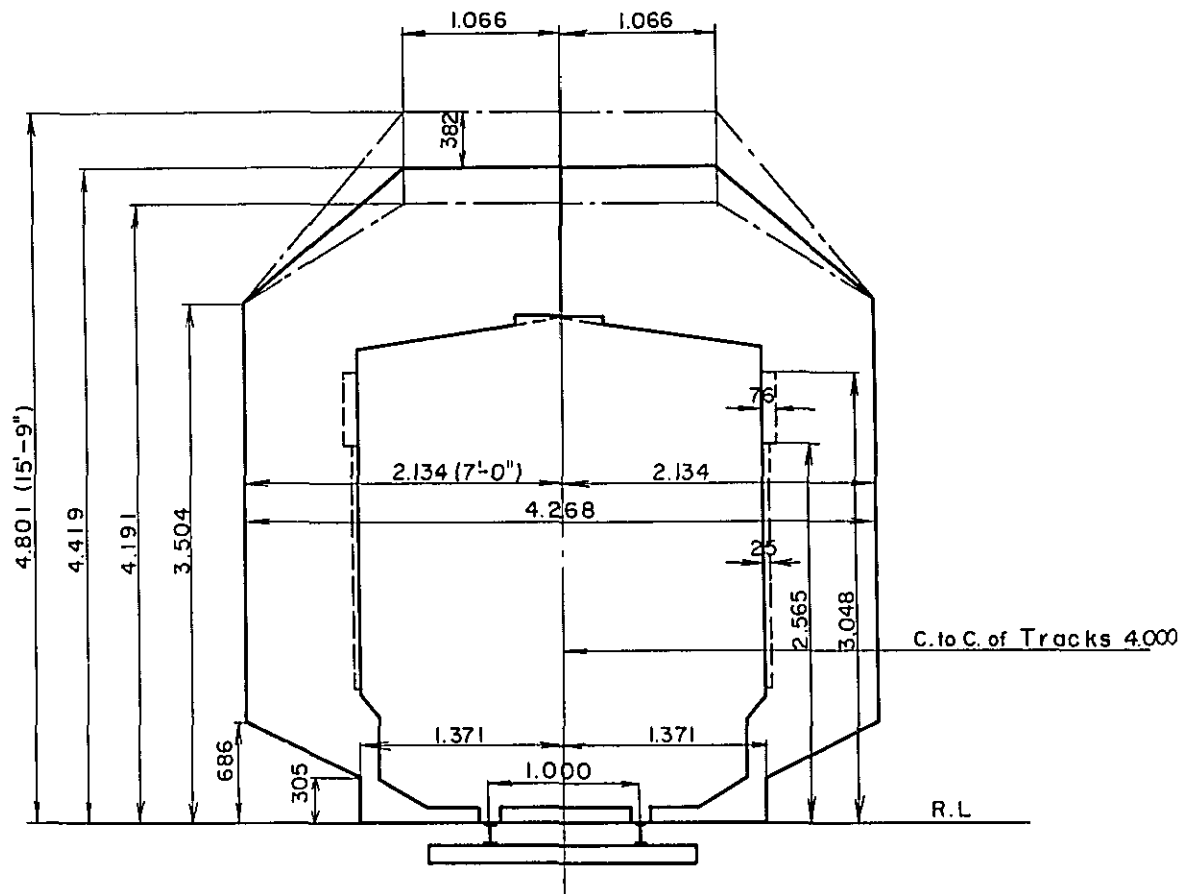


CUT



UNIT : MM

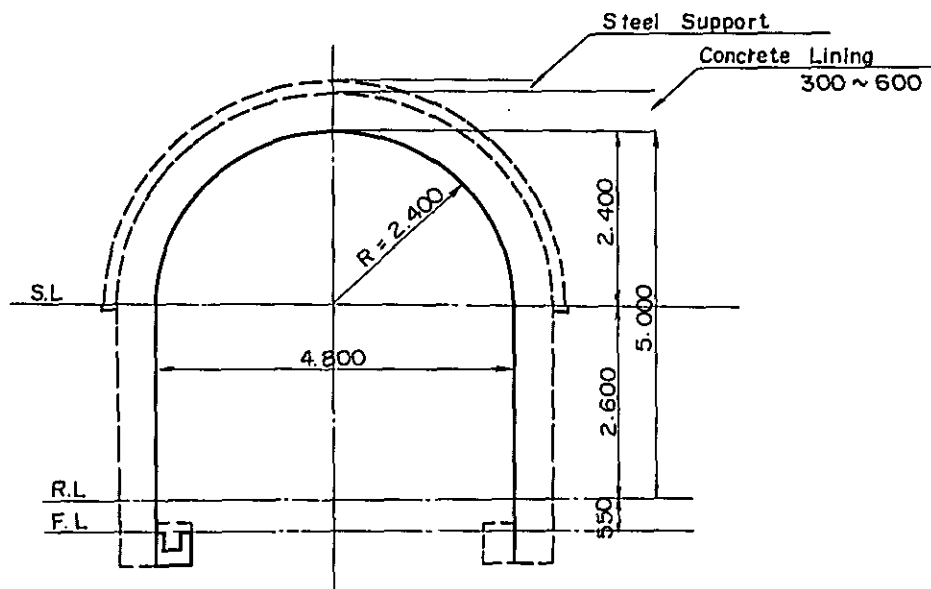
Fig.7-3 RECOMMENDED DIMENSION
FOR CONSTRUCTION GAUGE - METER GAUGE



Note: "RECOMMENDED" is a kind of gauge specified in the BRC. Therefore, it does not mean Japanese Team's recommended gauge.

UNIT : MM

Fig 7-4 TUNNEL SECTION



UNIT : mm

Scale : 1/250

Fig. 7-5 TYPICAL SHORT-SPAN RAILWAY BRIDGE

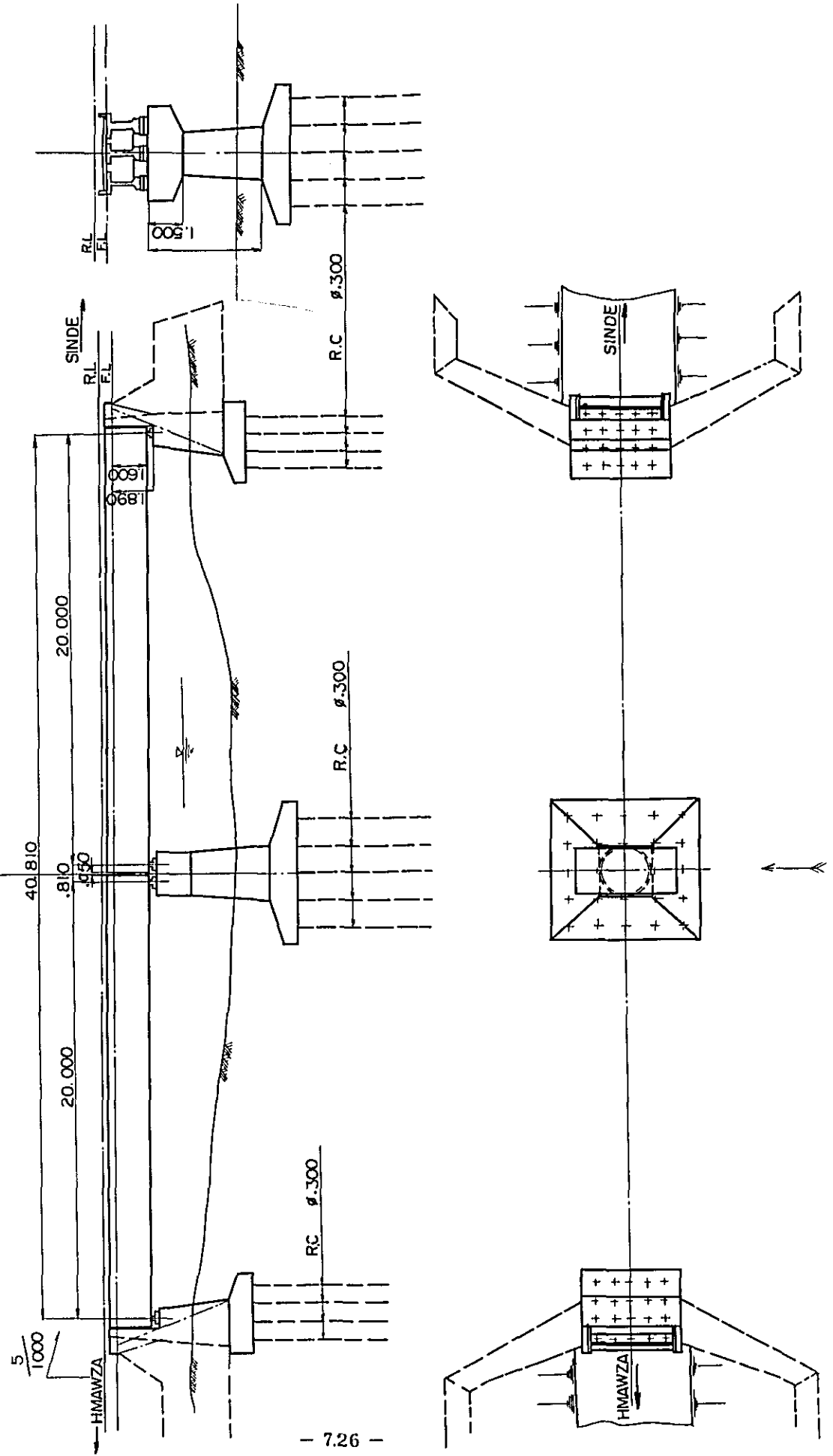
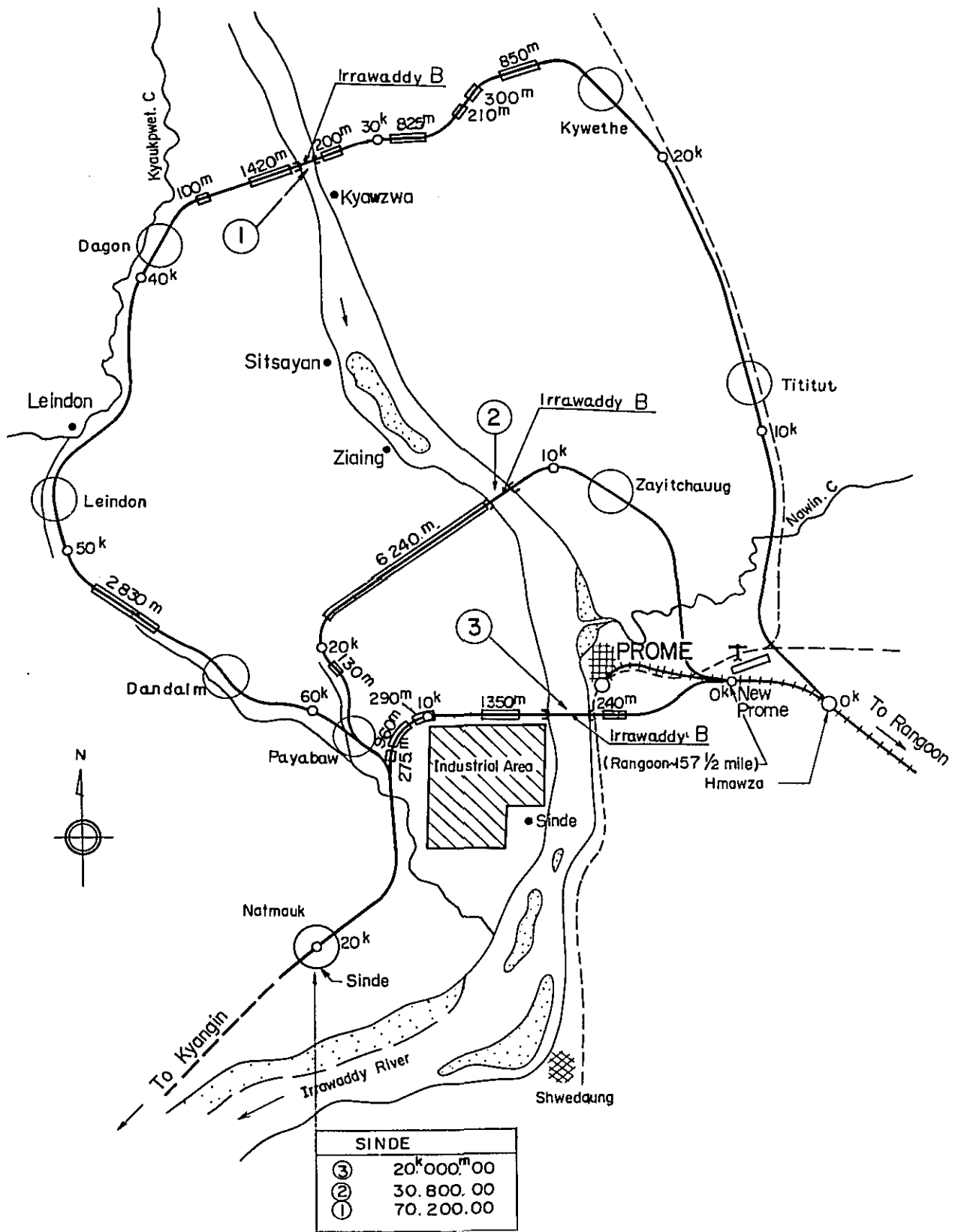


Fig. 7-6 ILLUSTRATING MAP OF ALTERNATIVE LINES



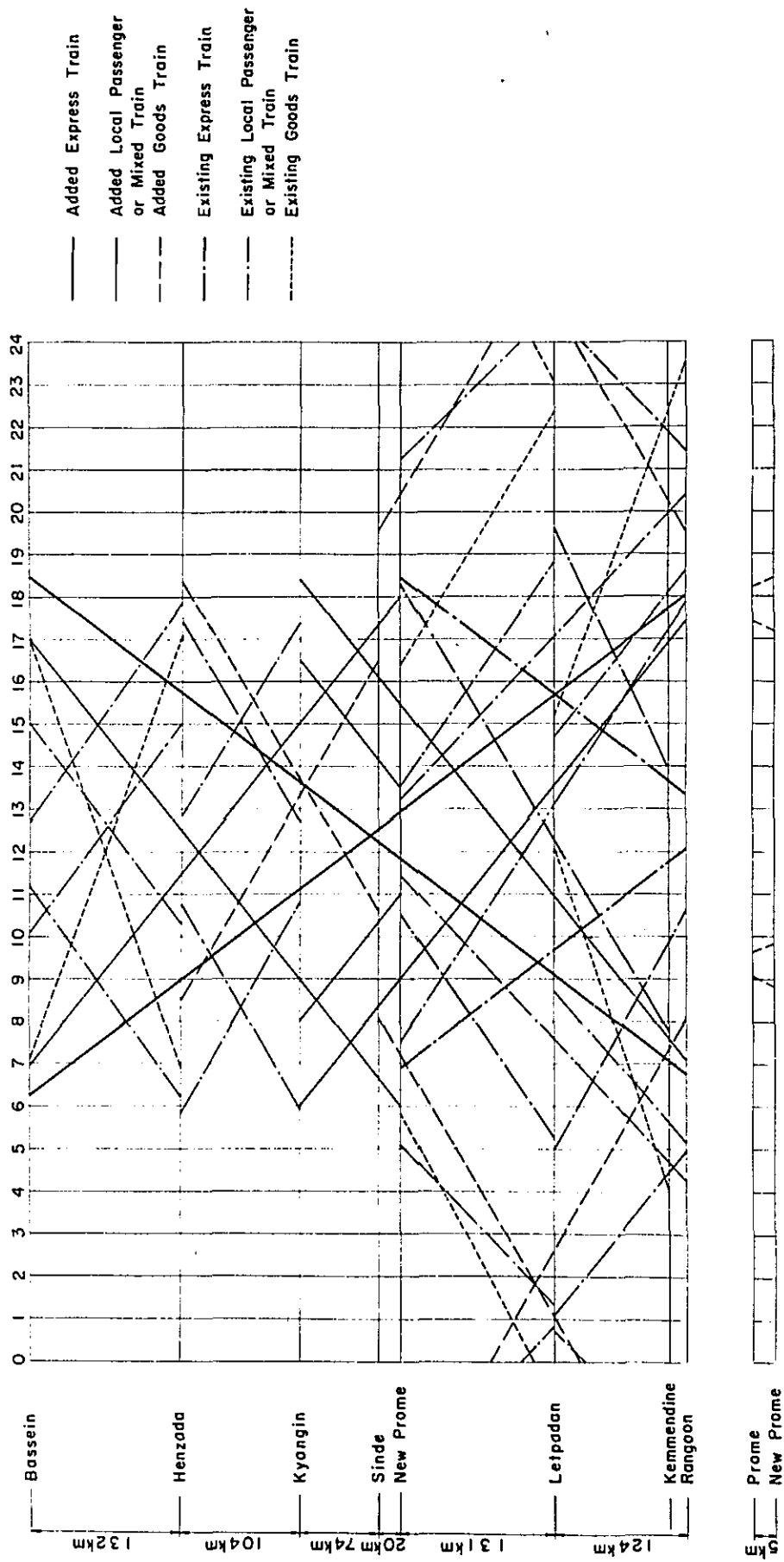
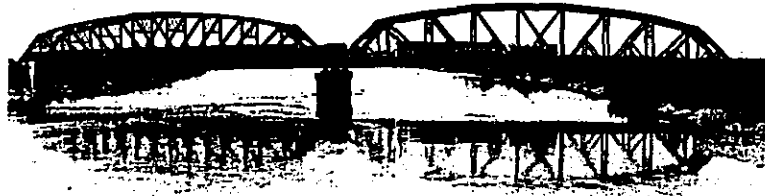


Fig 7 - 32 Proposed Train Diagramme Between Bassein and Rangoon (1983)

8. 橋 梁 計 画



8. 橋 梁 計 画

8.1 設 計 条 件

8.1.1 一般条件及び留意点

8.1.1.1. 上 部 工

橋梁上部工の型式選定は次の条件に基づいて行なった。

- 最小純径間は、兩岸の第一径間を除いては、350 ft を確保する。
- 計画高水位上の最小桁下空間は55 ft とする。
支間割は最も経済的なものとする。
- 上下部工施工時の技術的便宜を考慮する。
- 使用材料はビルマ国内情勢に応じたものであるのは勿論のこと、維持管理を考慮した上で決定する。
- 美観上の考慮を払う。

(1) 鋼 橋

構造型式としては、連続箱桁、アーチ系、トラス等が考えられるが、連続鋼床版箱桁橋として、死荷重を減少させても、中間支点上の桁高は、支間110 mに対して約5.0 m必要であり、他方アーチ系あるいはトラス橋の場合には、支間110 mに対して下弦材も含めた床組の必要高さは、約1.8 mである。これらの高さはレール面の高さを決定する支配的要因であり、取付け鉄道の路線決定の重要な要素である。又、支間100 mを越えると、連続箱桁橋では鉄道橋に許容されない大きな撓みを生じる。又、一般に支間70 mを越えるとアーチ系、トラス等よりも建設費が高くなるのは明らかである。従って連続箱桁型式は道路橋のみ考える事とした。

アーチ系は本計画の支間の範囲では、連続トラス橋より一般に安くなるはずであるが、本橋の場合、架設時に河中に数箇所を支保工を設けるか、あるいは、ケーブルエクシジョン工法を採用するかしなければならない。しかし、Irrawaddy 河の水深は深く、地質も悪く、且つ年間の架設期間が限られているので支保工を設けるのは現実的ではなく、ケーブルエクシジョン工法についても長期間の工期を必要とし、且つ多額の工事費を必要とするのが面倒である。

それに比べ連続トラス橋は張出式工法或いは、フローティングクレーン工法によ

れば比較的容易に架設する事が出来る。

以上の理由から、トラス型式が併用橋には最も適した型式であると言える。しかし段階施工の可能性を考える場合、鉄道橋を道路橋とを別々に同一の下部工に架設する方法を考慮されるべきであり、この場合鉄道橋には、たわみ制限の関係上連続トラス型式が適用されるであろうが、道路橋については、連続箱桁型式も連続トラス型式と同様に優れた型式と言えよう。

(2) プレストレスコンクリート橋

Irrawaddy 河の流水中に支保工を設ける事は困難であり、PC 橋の施工法としては、片持梁式架設工法が適当であると言える。

片持梁式架設工法には、場所打ちコンクリートにより張出し架設を行なう普通の方法と、あらかじめ製作しておいたセグメント（プレキャストセグメント）をプレスとエポキシ樹脂により一体化しつつ、張出し架設を行なう二通りの方法がある。

この後者の比較的新らしい施工技術は工期を短縮することを目的として、広く用いられているが、しかし現場に於て各セグメントをうまく組立てるために、セグメントは正確に製作されなければならないし、そのためには厳格な施工管理が必要となる。

従って本計画の施工法には、架設作業車と、場所打ちコンクリートによる片持梁式架設工法を選定するものとする。

8.1.1.2 下部工

下部工の型式は次の条件を考慮して選定すべきである。

- 雨季の河川水位は、乾季水位より約 1.45 m 上昇し、その時の最大流速は約 3.3 m/sec である。従って一基の下部工の準備工を重複させないためにも、一乾季中に一基以上の下部工を完成させる必要が生じる。
- 乾季中でも水深は深い。乾季には第 2 および第 3 地点で河幅の約 1/3 以上に砂州が現われる。
- 支持層として期待出来る層は、河床下約 3.0 m 以下と推定される。
- 推定洗堀深度を下部工設計に考慮するが、その最大洗堀量はかなり深いことが予想される。

幾つかの下部工予備設計を行ない、その施工方法の検討を行なった結果、鋼管杭、ニューマチックケーソン、オープンケーソン及び直接基礎工法がそれぞれ選定された。鋼管杭工法は鋼ケーソンによるフーチングを用い、水深の深い基礎に用いられ、オープンケーソン工法は砂州の基礎に、ニューマチックケーソン工法は西岸の第一橋脚に、そして、直接基礎工法は兩岸の橋台に夫々採用した。

第3地点の砂州の基礎工を鋼管杭で行う場合、フーチング施工の際、掘削時の排水に非常に多額の費用を要するため採用しなかった。鋼管杭基礎の鋼ケーソンは国外で組立て現地に運搬するか、或いは、部材のみ輸入し現地で組立てるかの二通りが考えられるが、比較検討の結果では前者の場合が有利な結果が得られた。

8.1.2 設 計 条 件

- (1) 原則として道路橋の設計にはAASHO仕様を用いる。
但し、活荷重はHS20-44を群集荷重とする。
- (2) 併用橋の活荷重は道路橋活荷重及びインド鉄道省規定の列車荷重とする。(ML Standard Gauge)
- (3) 重荷重運搬用トレーラー荷重(総重量60t)を床組や床版の設計で考慮する。この時、許容応力度は30%割増しとする。
- (4) 衝撃係数は次の式による。(L: ft)

$$\text{道路荷重} \dots\dots\dots i = \frac{50}{125 + L} \leq 0.3$$

$$\text{鉄道荷重} \dots\dots\dots i = \frac{65}{45 + L}$$

併用橋の主桁やトラス主構造の設計では鉄道荷重の衝撃のみとし、道路荷重の衝撃は考慮しない。但し、床組の設計に於いては両者の衝撃を夫々に用いるものとする。

- (5) 併用橋及び単独並列橋の建築限界は図8-1(a) (b)に示す通りである。
- (6) 橋脚については流水圧を考える。
- (7) 船舶の橋脚への衝突作用については次の様に行なう。即ち、衝突力の橋脚への影響は、船舶の自重と速度、河川の流速や、船舶停止距離から決定されるが、船舶(3,100^t)

の計算水平力の影響は，地震時水平力より小さい結果を得たので，この影響は無視するものとする。

- (8) 標準設計水平震度は栗林栄一氏（建設省土木研究所）の「 Preliminary Survey on Seismology and Earthquake Engineering in the Union of Burma」より $K_{II} = 0.12$ と推定され，更に高橋脚なので修正震度法を適用し 25% の割増を行なう。この場合，許容応力度の割増しを 50% 考慮する。
- (9) 河中の橋脚建設による河積阻害率は現河積の 6% を超えてはならない。
- (10) 基礎は総て岩着とし，フーチング底面は，何らかの洗堀防止策がなされていない限り，予想洗堀面以下に設置しなければならない。フーチング底面が予想洗堀面以上の場合には鋼矢板をフーチングの周囲に設計しなければならない。
- (11) AASHO の仕様書に規定されていない特殊なディテールについては日本の仕様に基づくものとする。

8.2 第3地点における併用橋の予備設計

これについては図 8-2 を参照していただきたい。

8.2.1 ブレストレストコンクリート橋

8.2.1.1 構造系

地震の影響が非常に大きいので，地震力の分散に優れた耐震的な構造，即ち，各橋脚自重と各橋脚が支持している上部工の死荷重による地震力に夫々の橋脚が抵抗し得るような構造が最適であると言える。

従って，この様な意味合いから，T形をした構造が基本的に選定されることになる。

このT型をした構造の各橋脚は，夫々の基礎構造に固定されており，これらのT型構造に作用する地震力は直接それらの基礎構造に伝達されるものである。

第3地点における併用橋の最適支間を決定するために，二つの比較案について検討した。

8.2.1.2 二案についての比較検討結果

所要材料の数量と各材料の単価を仮定し，概算工費を算出した結果が，表 8-1 に示してある。この表 8-1 に示してある工費は，最終的な実際の工費ではなく，二つ

の比較案の優劣を判定し、どちらか一方に決定するための、便宜的な工費を示すものであり、たゞの指標にすぎないものである。この表に見る限り、各比較案の直接工事費には差がないと結論し得るが、各比較案の構造特性、施工上の問題等を配慮して、第一案を本橋梁計画のプレストレストコンクリート橋案に選定するものとする。

8.2.2 鋼 橋

8.2.2.1 構 造 系

架設及びたわみ制限等より連続トラス橋が選定され、その架設工法は下記の二通りが考えられる。

(A) トラベラークレーンによる張出式工法

第一の工法としては、デッキバージでトラス部材を現地に運搬し、ポストクレーンにより、部材を吊上げ、トラベラークレーンを用いて架設する張出式工法であり、トラスの全部材をストックヤードから現地に運搬し、所定の位置に吊上げてトラス部材に連結させる。

(B) フローティングクレーンによる大ブロック工法

ヤードで大ブロックにトラス部材を組立て、デッキバージにより現地へ運搬し、フローティングクレーンにより吊上げ架設する。

第3地点では最適支間割りの選定のために三案の併用橋についての検討を行なった。

8.2.2.2 三案についての比較検討結果

各案の所要材料と総工費を架設工法別に算出した結果を表8-1に示す。

この表より第Ⅲ案を除いては、直接工事費において、各案共大差はなく、むしろ架設上の優劣を考慮して、第Ⅳ案が最も安全且つ経済的な案と考えられる。又、フローティングクレーンによる(B)架設工法の場合、取扱うトラス橋の1ブロック重量が約700tとなり、これを安全、確実に取扱うには、多少不安が残る。従ってこゝでは、張出式による(A)架設工法を採用することとした。

8.3 第3地点における併用橋

8.2に於て橋梁の最適支間割りが選定され、こゝで更に詳しい検討を行なった結果、第Ⅰ案のPC橋については難工事と思われる水深の深い場所での基礎工の施工を避けるため、

Sinde 側から第二支間を 143 m 以上にするのが妥当であろう。この支間の型式は吊桁を有する有鉸ラーメン橋であり、PC 橋の採用案は図 8-3 に示す通りである。又、所要材料は表 8-2 に示す。

鋼橋の採用案である第 IV 案では、PC 橋で述べた理由による基礎工位置変更の必要はなく、その所要材料を表 8-3 に示す。

8.4 第 3 地点における上部構造の段階施工

下部工一体施工の道路橋及び鉄道橋において鉄道橋上部工の建設が経済的財政的理由で数年間遅れる可能性を考えると、同一下部工に別々に架設される鉄道橋と、道路橋の案が考えられる。ここで支間割については、特別単独橋としての検討を行わず、併用橋で有利とされた支間をそのまま採用することとした。隣接する道路、鉄道橋の間隔は架設可能な限り、最小間隔で設置する。

この間隔により下部工の天端巾が決められ設計されるが、偏心の影響を考慮して道路橋のみの場合についても照査するべきである。PC 並列橋の場合については、その構造系及び施工法は 8.3 で述べた併用橋の場合と同じであり、中間支点上で道路橋の桁高は併用橋の桁高に比べ約 1.0 m 低く出来る。図 8-5 には分離施工の道路及び鉄道並列橋を示し、表 8-2 には所要材料を示す。

鋼道路橋では、3 径間連続鋼床版箱桁及び 3 径間連続トラスの 2 種類について比較検討する事とした。その結果を次表に示す。

鋼道路橋の 2 型式の比較

	Total Steel Weight (t)	Max. Reaction (t)	Depth or Height (m)
Box Girder	6960	1720	5 (Constant)
Truss	4960	2100	14 (End Support) 21 (Intermediate Support)

下部工の自重が大きいため箱桁橋の反力が小さいにもかかわらず、下部工寸法はほとんど変わらない。従って、ここでは下部工工費は同じと仮定できる。箱桁橋の場合トラス橋よ

より維持管理が容易であるにもかかわらず、2,000tの鋼重増による不利はまぬがれる事は出来ない。従って、ここではトラス橋のみを考える事にした。鉄道橋についてはたわみ制限を満すようにトラス案のみとした。

図8-6には分離施工の道路、鉄道橋を示し、表8-3にその所要材料を示す。

8.5 第1地点の併用橋

第3地点の併用橋の構造系及び支間割りを橋長と基礎工の条件を考慮して、多少修正して第1地点に用いた。

図8-7、図8-8にPC橋、鋼橋の夫々の一般図を示し、所要材料の概算を表8-2、表8-3に示す。

8.6 第2地点の併用橋

第1地点の設計方針をここでも適用し、図8-9、図8-10にPC橋、鋼橋の夫々の一般図を示す。所要材料は表8-2、8-3に示す。

8.7 第3地点における勸奨架工法

8.7.1 上部工

8.7.1.1 プレストレストコンクリート橋

すでに8.1で述べた様に場所打ちコンクリートによる張出式工法を適用し、一乾季内に4基の橋脚を完成させ、各橋脚、天端より対称に張出して架設工事を進めて行くためには8台のワーゲンが必要である。

ワーゲン重量は約50t、一回のコンクリート打設ブロック長は2.5m～3.5mである。

一ブロックの標準施工サイクルはコンクリートの養生期間から決められ、コンクリートがプレストレス導入時にも必要な圧縮強度に達する最小養生期間は、普通7日間であるが、安全をみて12日間として工程を作成した。

張出式工法による施工は、雨季間の能率低下を見込んで年間9ヶ月可能であると考えた。

8.7.1.2 鋼トラス橋

鋼トラス橋の架設は張出式工法で行ない、一ヶ月後の架設鋼重を約500tと仮定した。下部工完成後ポストクレーンを橋脚上に建てヤードで組立てられた2パネルのトラス部材を台船で現地に運び、ポストクレーンで吊上げ仮受け上に設置し、その後トラベラークレーンにより順次対称に張出して行く。

両側径間については橋脚から径間中央付近まで張出し工法とし、橋台側は支保工を設け、その上で組立てるものとする。

8.7.2 下部工

(1) 両橋台及びPromc側の第一橋脚

基礎工は通常のオープンカット工法とする。

(2) 砂州部橋脚

オープンケーソンの堀削、沈下は2基の大クラムシェルを用いて行い、一ロッドを約5.0mとし、沈下終了後橋脚は、PC橋の場合にはスリップフォームを用い、鋼橋の場合には、オープンケーソン上に足場工を設けコンクリートを打設する。

(3) 水中部橋脚(図 8-11)

- (i) 基礎工の上流側に鋼管を打込んで水制工を施す。
- (ii) 同時にクラブ浚渫船にてフーチング底面の深さまで堀削する。
- (iii) 鋼管で作った定規型枠を建て込んで、スカート鋼矢板を洗掘防止のためにフーチング周辺に打ち込む。
- (iv) フーチングを橋脚下部との型枠の役目をする鋼ケーソンを所定の位置まで曳航し、ケーソン内に水かコンクリートを入れて沈下させる。ケーソンの位置は導枠により調整し、ケーソン沈設後、残りのケーソン空間はコンクリートで充填する。
- (v) 鋼管杭頭部の処理はドライ状態で行なわれ、その後、その作業室はコンクリートで充填し、鋼ケーソンとスカート矢板との連結は、水中コンクリートにて行なう。第一、第二の建設年度に於ては無理のないように、3年目以降は一乾季内で行われるべき工程を、二乾季に分けて行なう。即ち、第一建設年度は鋼管及びスカート矢板の打ち込みのみ当て、杭頭を雨季中の被害から防護するために、鋼管の頭部約5.0mをコンクリートで充填する。

第2年度は沈澱堆積物を取り除いて、ケーソン沈下と橋脚の建設とを行うことになる。鋼杭基礎工に対する十分な経験を、第1、第2年度で積み、それ以後は鋼杭及び基礎工共一乾季中に完成する事ができるであろう。

(4) Sinda 側の橋脚 (図 8 - 1 1)

この橋脚は水中の傾斜した岩盤面に直接施工されるため、基礎工はニューマティックケーソン工法とする。

PC 橋の場合橋脚の位置が西岸に近く、水深は比較的浅いので築堤後岩盤を穿孔機で穿孔して爆破し、鉄筋コンクリートのケーソンを堤防上で作り、通常のニューマティックケーソン工法により沈下する。

鋼橋の場合、橋脚の位置が西岸からやや離れており、水深は比較的深いので、PC 橋とは別の工法を採用し、岩盤を穿孔して爆破した後、クラブ浚渫船にて堀削し、鋼ケーソンを所定の位置に曳航する。

8.8 工 程

本計画の建設工期は主として橋梁架設工期に左右される。従って橋梁架設工期は本計画及びその社会的要請の重要性から、出来る限り短縮されるのが望ましい。

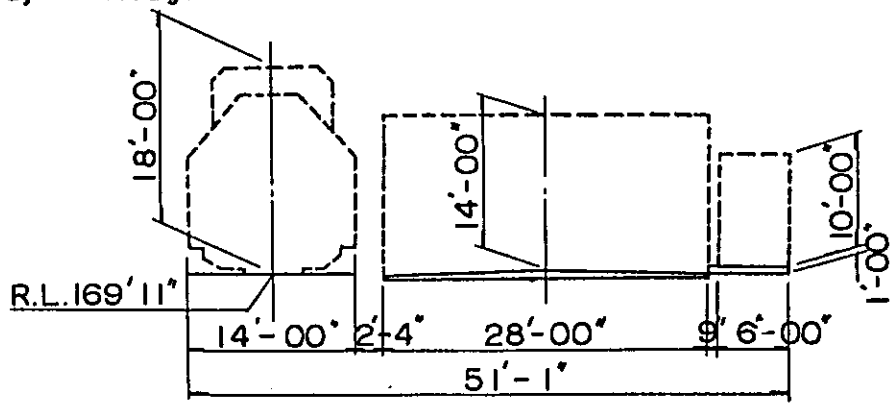
第3地点の併用橋の架設工程は上記の要請、工事の安全性及び地理的、気象的特性を考慮して決定された。即ち、技術的可能性で決定されたのである。

図 8 - 1 2 , 図 8 - 1 3 に鋼橋及び PC 橋の夫々の場合について示す。

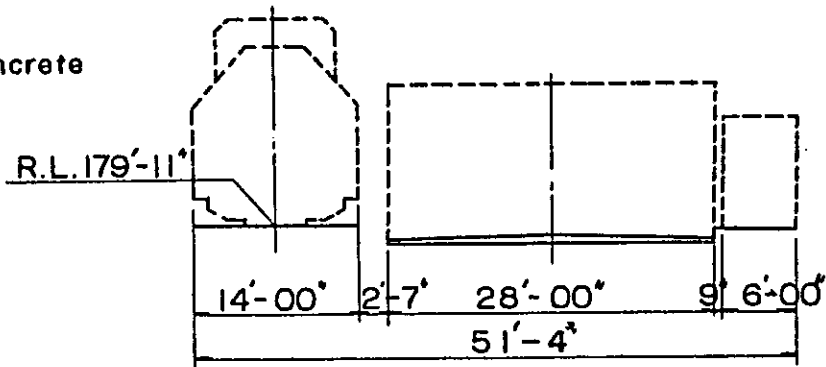
Fig 8-1 Clearance Diagram

a) Railway—Highway Bridge

Steel Bridge

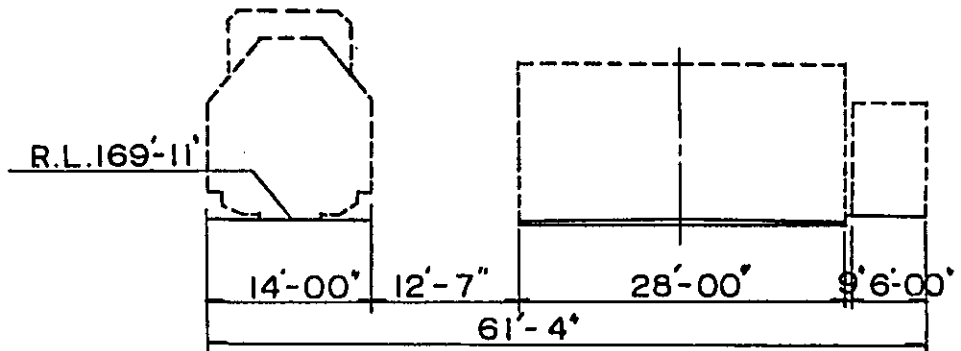


Prestressed Concrete Bridge



b) Highway and Railway Bridge separately Constructed on same Substructure

Steel Bridge



Prestressed Concrete Bridge

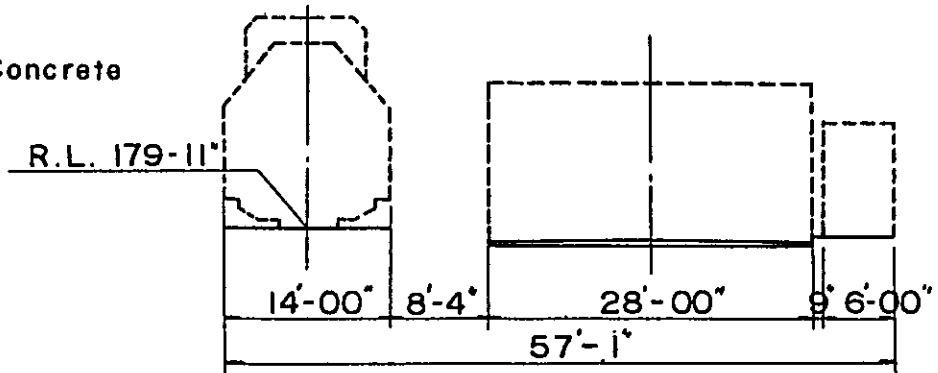


Fig. 8-2 Alternatives

	Alternative	Span Length (m)	Side View (mm)	Note
Prestressed Concrete Bridge	I	119.0	<p>1,253,000 9 x 119,000 = 1,071,000 81,000 20,000 SF SF CF CF CF CF CF CF CF SF PNF SF</p>	Type of Foundation SF = Spread Foundation CF = Caisson Foundation PF = Pile Foundation PNF = Pneumatic Caisson Foundation
	II	135.5	<p>1,259,500 7 x 135,500 = 948,500 81,000 87,500 SF CF CF CF CF CF SF PNF SF</p>	
Steel Truss Bridge	III	112.0	<p>1,268,700 3 x 112,000 = 336,000 30,000 400 SF SF CF CF CF SF PNF SF</p>	
	IV	135.8	<p>1,249,400 3 x 135,800 = 407,400 22,000 400 SF SF CF CF CF SF PNF SF</p>	
	V	158.2	<p>1,270,900 2 x 158,200 = 316,400 1,200 SF CF CF SF PNF SF</p>	

Table 8-1 Comparison of Direct Construction Cost
between Various Alternatives

	Erection* Method	Alternative	Span Length (ft)	Super- structure (million Kyats)	Sub- structure (million Kyats)	Total (million Kyats)
Prestressed Concrete Bridge		I	390	53.7	251.3	305.0
		II	442	56.6	260.2	316.8
Steel Truss Bridge	A	III	367	95.3	237.4	332.7
		IV	446	110.4	188.1	298.5
		V	519	131.6	180.0	311.6
	B	III	367	94.6	237.4	332.0
		IV	446	108.2	188.1	296.3
		V	519	128.5	180.0	308.5

Direct construction cost was calculated using the unit costs described in Chapter 10.

Note: * Erection Method

A = Cantilever Erection with Traveller Crane

B = Large Block Erection with Floating Crane

Table 8-2 Quantities of Construction Materials for Prestressed Concrete Bridge

Site No.	Structure	Item	Concrete (m ³)			Form Works (m ²)		Reinforcement (t)	Tendon			Steel* (t)	Steel Pipe Pile (t)	Steel Sheet Pile (t)	Pavement (m ³)	
			Class A	Class A	Class C1 & C2	Metal	Timber		12T13		1207					
									Wire (t)	Anchorage (set)	Wire (t)					Anchorage (set)
1	Highway-Railway Bridge	Superstructure	11,613	588	23,468	12,389	781	494	1,640	77	2,608	102			440	
		Substructure		8,608	48,656	19,190	2,746						2,685	10,185	1,199	
		Total	11,613	8,608	49,244	42,658	12,389	3,527	494	1,640	77	2,608	2,787	10,185	1,199	440
2	Highway-Railway Bridge	Superstructure	19,555		974	41,017	1,315	877	3,200	128	4,320	30			729	
		Substructure		14,921	74,497	44,519	5,023						4,436	8,279	1,062	
		Total	19,555	14,921	75,471	85,708	18,708	6,338	877	3,200	128	4,320	4,466	8,279	1,062	729
3	Highway-Railway Bridge	Superstructure	22,253		1,113	45,901	1,497	974	3,540	156	5,188	191			942	
		Substructure		22,893	71,665	50,029	5,608						2,799	7,099	1,061	
		Total	22,253	22,893	72,778	95,930	22,192	7,105	974	3,540	156	5,188	2,990	7,099	1,061	942
Highway and Railway Bridge	Superstructure	Superstructure	12,467		550	31,273	16,294	849	734	2,444	104				942	
		Substructure	10,132		694	26,568	18,453	701	655	2,400	65					
		Total	30,776		80,313	61,156	6,360									
Total	22,599	30,776	81,557	118,997	34,747	7,910	1,389	4,844	169	10,112	3,439	7,710	1,101	942		

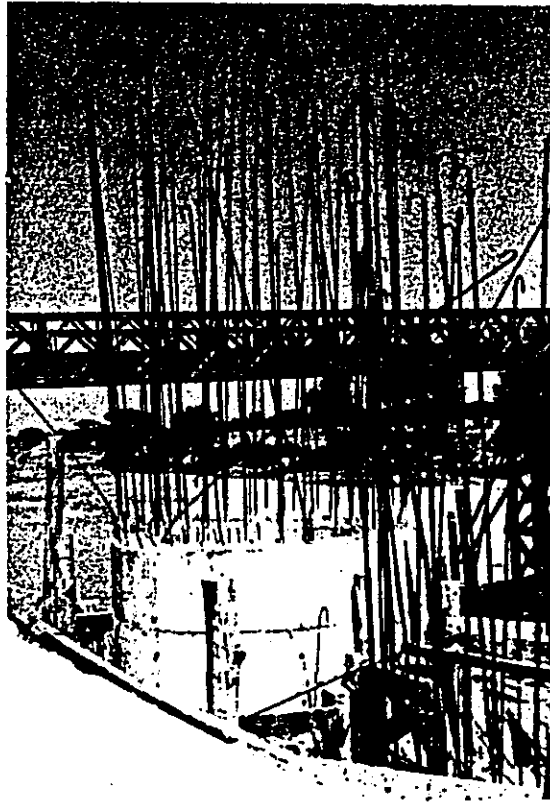
Note : * Shoes, Railing, Drainage, Expansion, etc. for Superstructure and Steel Caisson for Substructure

Table 8-3 Quantities of Construction Materials for Steel Bridge

Site No.	Structure	Item	Steel		Steel Shape (t)	Others* (t)	Steel Pipe Pile (t)	Reinforcement (t)	Concrete Class C1 & C2	Form Works		Pavement (m ³)	Paint (m ²)	
			Plate (t)	Steel (t)						Metal (m ²)	Timber (m ²)			
														Steel (t)
1	Highway-Railway Bridge	Superstructure	4,100	689	369			573	2,291		8,857	371	103,160	
		Substructure	579	2,401		6,598	790	1,729	36,076	12,507				
		Total	4,679	3,090	369	6,598	790	2,302	38,367	12,507	8,857	371	103,160	
2	Highway-Railway Bridge	Superstructure	6,151	1,029	556			856	3,424		13,250	555	154,720	
		Substructure	682	2,864		7,282	885	3,113	60,123	33,967				
		Total	6,833	3,893	556	7,282	885	3,969	63,547	33,967	13,250	555	154,720	
Highway-Railway Bridge	Superstructure	Superstructure	7,060	1,203	572			1,001	4,003		15,480	648	176,700	
		Substructure	726	3,297		4,769	637	3,950	67,608	44,460				
		Total	7,786	4,500	572	4,769	637	4,951	71,611	44,460	15,480	648	176,700	
Highway and Railway Bridge	Superstructure	Superstructure	3,761	766	435			1,001	4,003		15,480	648	99,240	
		Substructure	4,329	413	39									
		Total	727	3,332	474	4,769	637	4,031	63,651	45,769	15,480	648	99,240	
Total	8,817	4,511	474	4,769	637	5,032	67,654	45,769	15,480	648	194,860			

Note: * Shoes, Railing, Drainage, Expansion, etc. for Superstructure

9. 建設資材



9. 建設資材

9.1 建設資材数量

橋梁建設プロジェクトに必要となるセメント，砂，砂利，石材，鋼材等の現地での入手の可能性ならびに可能量を確認するため，建設資材に関する調査が行なわれた。

砂，砂利，石材のような原材料の採取地調査は，経済的な運搬距離範囲のことを考えに入れたので，主として Prome より 30 mile 以内で集中的に行なわれた。これら原材料の採取可能量は，現地踏査の結果により計算されたが，ボーリングやテストピットによって確認されてはいない。

セメントおよび鋼材の現地調達の可能性の調査にあたっては，現存する工場ならびに建設中のセメント工場の稼働後の潜在生産量をも考慮した。

9.1.2 全工事数量

各橋梁予定地点ごとの，橋梁建設，取付鉄道および道路建設に必要な全工事数量の概要を表 9-1 に示した。表 9-1 の数字から，各地点ごとの建設資材必要量が，表 9-2 で示されるように計算された。

比較 3 地点のうち，詳細な研究は第 3 地点のみで行なわれた。図 11-2 の工事工程表をもとにして，第 3 地点での工期中の各年ごとの工事数量が推定され，表 9-3 に示されている。さらに表 9-3 より，第 3 地点についての，年次別必要資材量が計算され，これを表 9-4 に示す。

表 9-8 に示したコンクリート配合比を用いて，普通ポートルランドセメント，細骨材，粗骨材の量の見積りが行なわれた。コンクリート配合比設計の詳細は後段で述べる。

9.1.3 ビルマ産資材の利用可能量

表 9-2 中の建設資材のうち，普通ポートルランドセメント，細骨材，粗骨材，砕石，切込砕石，栗石はビルマ産のものが利用しうる。これらの量的な研究の結果は以下の通りである。

(1) 普通セメント

既存の Thayetmyo 工場および建設中の Kyangin 工場で生産される普通ポートルランドセメントが本プロジェクトで利用できる。Thayentmyo セメント工場は Prome の北約 36 Km にある。この工場には 3 基の湿式ロータリー・キルンの設備があり，年

産約30万tである。Kyanginセメント工場は、Promeの南約35mileにあり、1975年度竣工の予定で、約24万tの年産量をもくろんでいる。両工場の位置は図9-1に示されている。

第3地点での橋梁建設に必要な普通セメントの総量は、5%のロスを加えて41,500tであると見積った。年次別必要量としての最大量は表9-4から分るように約17,500tである。年間最大必要量と両工場の年間セメント生産量を対比する限りでは、本プロジェクトで使用するセメントの全量を両工場から供給可能であるといいうる。すなわち、本プロジェクトの年間最大必要量は、Thayetmyo工場生産量の6%に過ぎず、Kyangin工場が完成しフル生産を行なうと、両工場生産量に対しては、3.2%に低下する。

(2) 粗骨材および細骨材

Promeの北18mile、Irrawaddy河東岸にあるKamagaleの周辺の河床堆積物ならびにIrrawaddy河の小支流Mindon河沿のTaungdi周辺の河床堆積物が粗骨材のための砂利採取場として提案された。両地点の粗骨材は石英安山岩および砂岩よりなる。両砂利採取場の位置は図9-1に示す。Kamagaleの堆積物の量は約200,000m³でこのうち約80,000tが橋梁建設の粗骨材として利用可能と思われる。

Taungdiでの河床堆積物は厚さ1~2m、巾30mと見られた。全量は360,000m³このうち300,000m³が粗骨材として利用可能と思われる。

本プロジェクトでの粗骨材全必要量は、15%のロスを考慮して108,500m³と見込まれた。2地点のうち、量的に見ても、また後節で説明する質的な面から見てもTaungdi地点が最適と考えられる。

本プロジェクトの細骨材必要量に見合うだけの量はIrrawaddy河のProme周辺どこでも採取可能である。Irrawaddy河の河床堆積物中の細骨材は石英安山岩か砂岩よりなる。

(3) 砕石、切込砕石、栗石

砕石、切込砕石、栗石の生産のための採石場選定調査はNgaung Chi Dauk、Akauk Taung、Kamyaingの3地点で行なわれた。3地点の位置は図9-1に示される。3地点の内、Ngaung Chi Dauk地点が、位置ならびに品質の点から採石場として最適と考えられる。

Ngaung Chi Dauk の採石場予定地は、Sinde と Taungup を結ぶ既存道路沿いという絶好の位置にあり、採掘可能石材量は約 $300,000 m^3$ と思われる。碎石、切込碎石、栗石の全必要量は、25% のロスを考慮して $229,000 m^3$ と見積られたので、Ngaung Chi Dauk の採石場から充分供給しうる。

9.1.4 輸入資材数量

表 9-4 で示した建設資材のうち、早強セメントならびに鉄筋、形鋼などの鋼製品は下記の理由により外国より輸入すべきである。

(1) 現在ビルマ国では早強セメントは生産されていない。本プロジェクトで必要な早強セメントは約 $4,000 t$ 、年間最大使用量は $2,000 t$ と見られる。既存工場で早強セメントの生産は、技術的には可能であるが、その結果普通セメントの生産量が大幅に減退し、その上設備増設が生産上必要となるので早強セメントの生産コストは相当高価のものとなるに相異なる。

(2) 現在ビルマ国には、製鉄所が只 1 つしかない。而もその年産量は僅かに $30,000 t$ で丸鋼と小鉄板の 2 種類のみを生産している。一方本プロジェクトで必要な鋼材は、異径鉄筋、緊鋼材、形鋼等である。故に生産量的にも、生産種類の上でも、本プロジェクトの必要とするものを満し得ない。

上記の状況により、輸入すべき資材とその数量を見積り、表 9-5 に示した。

9.2 建設資材の品質

9.2.1 概 説

ビルマ産建設資材の品質試験は Rangoon の試験室で行なわれた。

サンプルとして採取されたものは、セメント、砂、礫、岩石、Irrawaddy 河の水である。品質試験の結果、ビルマ産建設資材は本プロジェクトに十分な品質であることが明らかとなった。

9.2.2 品質試験および結果

試験の種類と結果は次の通りである。

(1) セメント

既存セメント工場の普通セメントの品質管理試験は英国規格 BS-12 でなされて

おり、その結果は常に英国規格 BS-12 で規定する数値を満している。これらの結果より判断して既存工場で生産する普通セメントは、橋梁プロジェクトに十分なものであると判断する。

(2) 粗骨材ならびに細骨材

粗骨材のサンプルは、Kamagale の砂礫層ならびに Taungdi の河床堆積物から採取された。これらのサンプルに対する試験の種類ならびにその結果を表 9-6 に示す。調査結果の上では Kamagale の試料に対する比重、吸水比、粒度分布、単位体積重量は Taungdi のものと大差ない。而し、すりへり試験では Kamagale のサンプルの方がはるかに Taungdi のものより大きく、明らかな差がある。このことは、Kamagale の粗骨材はかなり風化しており、品質上建設資材として不適なことを意味している。上記状況に照して、Kamagale の砂利採取場は、本プロジェクトからは除去された。

細骨材サンプルは Prome で Irrawaddy 河の河床堆積物から採取された。図 9-6 で示される結果から、Irrawaddy 河の河床砂は本プロジェクトの細骨材として十分なものであると考えられる。

(3) 石 材

砕石、切込砕石、栗石として用いられる石材サンプルは、Ngaung Chi Dauk, Akauk Taung, Kamyaing の採石場予定地で採取された。Akauk Taung のサンプルは、砂岩とラテライトであり、Ngaung Chi Dauk および Kamyaing のサンプルは共に砂岩である。試験結果では Ngaung Chi Dauk のサンプルの比重と吸水比は他の 2 地点のサンプルのそれらとほぼ同じであるが、Ngaung Chi Dauk のサンプルのすりへり試験と圧縮試験結果は他の 2 地点のサンプルでの試験結果よりも勝れている。これら試験結果より、Ngaung Chi Dauk の採石場より採取された石材を建設用に用いることが適当であると考えられる。

(4) 水

Irrawaddy 河の河水が、コンクリート配合に使用しうるかどうかを判断するため、河水の化学試験が行なわれた。コンクリートに有害な、有機物および硫化マグネシウムが河水中に含まれていないので、河水はコンクリート配合に使用できる。

9.3 コンクリート配合比の設計条件

コンクリート配合比設計の前に、セメントの28日圧縮強度を、セメントの品質管理試験結果をもとに推定した。この推定したセメント圧縮強度は320 Kg/cm²であった。

コンクリートの28日圧縮強度(δ_{28})は、セメント28日圧縮強度(K_{28})とセメント-水比(C/W)の関数として表わされる。

$$\delta_{28} = K_{28} (0.61 C/W - 0.34) \dots\dots\dots (1)$$

セメント28日圧縮強度推定値を(1)式に代入して、次の関係が得られる。

$$T_{28} = 195.2 C/W - 108.8 \dots\dots\dots (2)$$

28日設計圧縮強度にもとづき、4種の配合が次表のように定められた。

Class	Design Comp. Strength (Kg/cm ²)	Slump (cm)	Structure or Member
A	400	5.0~8.0	Prestressed Concrete Girder
B	300	10.0 ~ 12.0	Upper Part of Pier Shaft for P.C. Bridge, Reinforced Concrete Bridge, etc.
C *	240	15.0 ~ 18.0	Pier Shaft for Steel Bridge (C ₂) Tunnel Lining (C ₂), Box Curvert (C ₂), etc. Wall of Open Caisson (C ₁)
D	180	10.0 ~ 12.0	Base-slab, Retaining Wall, Foundation for Minor Structure, etc.

* CのうちC₁は配合に普通セメント使用、C₂は早強セメント使用

コンクリート作業能力向上のため、混和材を配合に用いるべきである。

(2)式を用いて、各級の必要圧縮強度をうるためのC/Wが決定され、各級のコンクリート配合比が表9-8に示される。

Table 9-1 Total Construction Quantity

Item	Unit	Site No. 1		Site No. 2		Site No. 3	
		Steel Bridge	P.C.Bridge	Steel Bridge	P.C.Bridge	Steel Bridge	P.C.Bridge
A) Bridge							
(1) Substructure							
Concrete class B	³ m	408	8,608	498	14,921	390	19,893
" C ₁	"	31,476	48,656	44,504	67,610	50,009	60,426
" C ₂	"			4,941	6,887	5,012	11,239
Reinforcing Bar	t	1,510	2,746	2,812	5,022	3,887	5,608
Steel Pipe Pile	"	5,815	10,184	6,205	8,279	4,062	7,099
Steel Sheet Pile	"	755	1,199	870	1,062	593	1,061
Steel Shape & Plate	"	2,446	2,685	2,947	4,536	2,609	2,799
Steel Form	² m	5,127	10,480	9,899	18,948	11,741	29,479
Timber Form	"	2,348	8,710	13,594	26,222	20,384	20,550
Earthwork	³ m	85,336	167,272	126,129	203,318	124,816	222,086
(2) Superstructure							
Concrete Class A	³ m		11,613		19,555		22,253
" C ₁	"	2,291	588	3,424	974	4,008	1,113
Reinforcing Bar	t	573	781	856	1,315	1,001	1,497
Prestressing Strand	"		494		877		974
Prestressing Wire	"		77		128		156
Steel Shape & Plate	"	5,158	102	7,736	30	12,289	191
Steel Form	² m		23,468		41,017		45,901
Timber Form	"	8,857	12,389	13,250	18,708	15,480	22,192
Asphalt Concrete	"	7,420	8,800	11,100	14,580	12,920	16,660
B) Access Road							
Clearling & Grubbing	² m		368,000		802,000		867,000

Item	Unit	Site No. 1		Site No. 2		Site No. 3	
		Steel Bridge	P.C.Bridge	Steel Bridge	P.C.Bridge	Steel Bridge	P.C.Bridge
Earthwork	m ³	880,000		2,440,000		2,835,000	
Slope Protection	m ²	193,000		416,000		468,900	
Drainage Structure							
R.C. Pipe ø 1,000	m	450		850		750	
R.C. Pipe ø 600	"	450		850		655	
Bridge & Box Culvert							
Concrete Class B	m ³	3,686		7,852		8,513	
" C ₁	"	888		1,107		1,107	
Reinforcing Bar	t	124		213		252	
Pavement							
Subbase	m ²	117,500		220,800		197,500	
Base	"	109,400		205,600		184,400	
Shoulder	"	68,000		128,200		114,600	
Asphalt Concrete	"	102,300		192,200		172,400	
Seal Coat	"	68,000		128,200		114,600	
C) Access Railway							
Earthwork	m ³	2,927,000		821,000		488,800	
Excavation	m ³	11,220		3,465		3,575	
Concrete Class D							
Tunnel Work							
Excavation	m ³	163,700		144,500		104,800	
Concrete Class C ₁	"	45,900		39,800		29,400	
Bridge & Box Culvert							
Concrete Class A	m ³	1,334		1,576		56	
" B	"	12,369		5,115		2,655	

Item	Unit	Site No. 1		Site No. 2		Site No. 3	
		Steel Bridge	P.C.Bridge	Steel Bridge	P.C.Bridge	Steel Bridge	P.C.Bridge
Concrete Class C ₁	m ³	3,532		1,106		1,204	
Reinforcing Bar	t	1,202		517		341	
Prestressing Bar	"	4.5		5.4		0.2	
Prestressing Wire	"	71.5		89.2		3.2	
Track Structure							
Roadbed, Ballast	m ³	111,200		48,800		32,000	
Railing	m	69,500		30,500		20,000	
D) River Work							
(1) Mattress Work							
Rubble Stone	m ³	41,000		41,000		41,000	
(2) Rivetment Work							
Concrete Block	m ²	1,500		1,500		1,500	
Wet Masonry	m ²	1,000		1,000		1,000	

Table 9-2 Total Quantity of Construction Material

(Including Bridge, Access Road, Access Railway and River Works)

Item	Unit	Site No.1		Site No.2		Site No.3	
		Steel Bridge	P.C. Bridge	Steel Bridge	P.C. Bridge	Steel Bridge	P.C. Bridge
Normal Cement	t	37,046	50,153	36,013	56,527	33,305	39,472
High-early Strength Cement	"			1,626	2,266	1,649	3,668
Coarse Aggregate	m ³	78,862	93,736	78,897	118,822	73,660	94,212
Fine Aggregate	"	45,911	59,488	45,694	60,252	45,623	53,598
Admixture	t	112	151	112	177	104	129
Crushed stone	m ³	153,067	153,105	122,251	122,347	102,192	102,299
Crusher Run	"	23,500	23,500	44,160	44,160	39,500	39,500
Rubble Stone	"	41,000	41,000	41,000	41,000	41,000	41,000
Reinforcing Bar	t	3,628	4,853	5,021	7,067	5,481	7,698
Prestressing Bar	"	4.5	4.5	5.4	5.4	0.2	0.2
Prestressing Strand	"		494		877		974
Prestressing Wire	"	71.5	148.5	89.2	217.2	3.2	159.2
Steel Pipe Pile	"	6,598	10,184	7,383	9,035	4,062	7,099
Steel Sheet Pile	"	790	1,199	885	1,062	593	1,061
Steel Shape & Plate	"	8,156	2,787	11,330	4,566	11,444	2,990
R.C. Pipe	m	900	900	1,810	1,810	1,405	1,405
Asphalt	t	412	417	763	776	555	566
Filler	"	856	867	1,586	1,613	648	661
Seal Coat	"	102	102	192	192	191	197
Rail	m	139,000	139,000	61,000	61,000	40,000	40,000

Table 9-3 Construction Quantity of Highway-Railway Bridge at Site No.3

Item	Unit	Construction Year								Total	
		3rd	4th	5th	6th	7th	8th				
In case of Prestressed Concrete Bridge											
A) Bridge											
(1) Substructure											
Concrete Class B	m ³		8,777	8,543	5,573						19,893
" C ₁	"	803	19,642	21,131							60,426
" C ₂	"		5,690	5,549							11,239
Reinforcing Bar	t		2,215	2,185	1,208						5,608
Steel Pipe Pile	"	2,970		2,864	1,265						7,099
Steel Sheet Pile	"	437		429	195						1,061
Steel Shape & Plate	"		1,104	1,153	542						2,799
Steel Form	m ²		12,026	11,528	5,925						29,479
Timber Form	"		7,776	7,647	5,127						20,550
Earthwork	m ³	51,870	26,339	75,665	68,212						222,086
(2) Superstructure											
Concrete Class A	m ³			4,900	9,558	5,570	2,225				22,253
" C ₁	"			247	478	278	110				1,113
Reinforcing Bar	t			329	644	374	150				1,497
Prestressing Strand	"			214	420	243	97				974
Prestressing Wire	"			34	67	39	16				156
Steel Shape & Plate	"			47	86	44	14				191
Asphalt Concrete	m ²						16,660				16,660
Steel Form	"			10,100	19,761	11,450	4,590				45,901
Timber Form	"			4,880	9,542	5,550	2,220				22,192
B) Access Road											

Item	Unit	Construction Year						Total
		3rd	4th	5th	6th	7th	8th	
Clearling & Grubbing	m ²	189,160	189,160	189,160	189,160	110,360	867,000	
Earthwork	m ³	607,500	607,500	607,500	607,500	405,000	2,835,000	
Slope Protection	m ²	90,170	108,200	108,200	108,200	54,130	468,900	
Drainage Structure								
R.C.Pipe ø 1,000	m	140	170	170	170	100	750	
R.C.Pipe ø 600	"	125	150	150	150	80	655	
Bridge & Box Culvert								
Concrete Class B	m ³		3,400	3,400	1,713		8,513	
" C ₁	"	210	260	260	260	117	1,107	
Reinforcing Bar	t	30	70	70	70	12	252	
Pavement								
Subbase	m ²				13,200	158,000	197,500	
Base	"				12,300	147,200	184,000	
Shoulder	"				7,660	91,900	114,850	
Asphalt Concrete	"					114,700	172,100	
Seal Coat	"					76,400	114,700	
C) Access Railway								
Earthwork								
Excavation	m ³			179,100	130,400	130,400	488,800	
Concrete Class D	"			1,300	960	960	3,575	
Tunnel Work								
Excavation	m ³			23,000	33,200	33,200	104,800	
Concrete Class C ₁	"			7,800	9,350	9,350	29,400	
Bridge & Box Culvert								
Concrete Class A	m ³				56		56	

Item	Unit	Construction Year								Total
		3rd	4th	5th	6th	7th	8th			
Concrete Class B	m ³			1,330	1,325					2,655
" C ₁	"			602	602					1,204
Reinforcing Bar	t			171	170					341
Prestressing Bar	"			0.2						0.2
Prestressing Wire	"			3.2						3.2
Track Structure										
Roadbed, Ballast	m ³				10,000	22,000				32,000
Railing	m				15,000	25,000				40,000
D) River Work										
(1) Mattress Work	m ³					20,000			21,000	41,000
Rubble Stone										
(2) Rivetment Work	m ²								1,500	1,500
Concrete Block	"								1,000	1,000
Wet Masonry										
In case of Steel Truss Bridge										
A) Bridge										
(1) Substructure										
Concrete Class B	m ³		96	198	96					390
" C ₁	"	7,868	23,011	12,886	6,244					50,009
" C ₂	"	3,420	1,592							5,012
Reinforcing Bar	t	1,060	1,777	679	371					3,887
Steel Pipe Pile	"	1,045		2,202	815					4,062
Steel Sheet Pile	"	150		293	150					593
Steel Shape & Plate	"	128	1,086	1,004	391					2,609
Steel Form Work	m ²	3,399	4,755	2,482	1,105					11,741

Item	Unit	Construction Year						Total
		3rd	4th	5th	6th	7th	8th	
Wooden Formwork	m ²	9,220	10,386		778			20,384
Earthwork	m ³	16,434	52,011	37,052	19,319			124,816
(2) Superstructure								
Erection Work of Truss	t			2,945	2,945		2,945	8,835
Deck Slab								
Concrete Class C1	m ³				2,004		2,004	4,008
Reinforcing Bar	t				501		500	1,001
Timber Form	m ²				7,740		7,740	15,480
Asphalt Concrete	"						12,920	12,920
B) Access Road		Same quantity as for prestressed concrete bridge						
C) Access Railway		Same quantity as for prestressed concrete bridge						
D) River Work		Same quantity as for prestressed concrete bridge						

Table 9-4 Construction Material Required
(In case of Highway-Railway Bridge at Site No. 3)

Item	Unit	Construction Year								Total
		3rd	4th	5th	6th	7th	8th			
In case of Prestressed Concrete Bridge										
Normal Cement	t	333	10,873	17,130	6,730	3,361	1,045			39,472
High-early Strength Cement	"		1,842	1,826						3,668
Coarse Aggregate	m ³	702	26,196	38,521	13,911	10,510	4,372			94,212
Fine Aggregate	"	409	14,967	21,871	7,929	5,979	2,443			53,598
Admixture	t	1	38	57	20	10	3			129
Crushed Stone	m ³				14,373	78,995	8,931			102,299
Crusher Run	"				2,640	31,600	5,260			39,500
Rubble Stone	"					20,000	21,000			41,000
Reinforcing Bar	t	30	2,285	2,755	2,092	386	150			7,698
Prestressing Bar	"				0.2					0.2
Prestressing Strand	"			238	438	223	75			974
Prestressing Wire	"			38	73.2	36	12			159.2
Steel Pipe Pile	"	2,970		2,864	1,265					7,099
Steel Sheet Pile	"	437		429	195					1,061
Steel Shape & Plate	"		1,104	1,200	628	44	14			2,990
R.C. Pipe	m	265	320	320	320	180				1,405
Asphalt	t					344	222			566
Filler	"					402	259			661
Seal Coat	"					115	82			197
Rail	m				4,500	14,500	21,000			40,000

Item	Unit	Construction Year							Total
		3rd	4th	5th	6th	7th	8th		
In case of Steel Truss Bridge									
Normal Cement	t	2,658	8,915	9,196	7,471	4,020	1,045	33,305	
High-early Strength Cement	"	1,125	524					1,649	
Coarse Aggregate	m ³	7,968	19,712	19,352	15,738	8,629	2,261	73,660	
Fine Aggregate	"	4,646	11,405	11,268	9,130	6,981	2,193	45,623	
Admixture	t	11	28	28	22	12	3	104	
Crushed Stone	m ³				14,373	79,363	8,456	102,192	
Crusher Rur.	"				2,640	31,600	5,260	39,500	
Rubble Stone	"					20,000	21,000	41,000	
Reinforcing Bar	t	1,090	1,847	920	1,112	512		5,481	
Prestressing Bar	"				0.2			0.2	
Prestressing Wire	"				3.2			3.2	
Steel Pipe Pile	"	1,045		2,202	815			4,062	
Steel Sheet Pile	"	150		293	150			593	
Steel Shape & Plate	"	128	1,086	3,949	3,336	2,945		11,444	
R.C. Pipe	m	265	320	320	320	180		1,405	
Asphalt	t					383	172	555	
Filler	"					447	201	648	
Seal Coat	"					134	57	191	
Rail	m				4,500	14,500	21,000	40,000	

Table 9-5 Construction Materials to be Imported and their Quantities

Item	Unit	Construction Year								Total	
		3rd	4th	5th	6th	7th	8th				
1) In Case of Prestressed Concrete Bridge											
High-early Strength Cement	t		1,842	1,826							3,668
Admixture	"	1	38	57	20	10	3				129
Reinforcing Bar	"	30	2,285	2,755	2,092	386	150				7,698
Prestressing Strand	"			238	438	223	75				974
Prestressing Wire	"			38	73.2	36	12				159.2
Steel Pipe Pile	"	2,970		2,864	1,265						7,099
Steel Sheet Pile	"	437		429	195						1,061
Steel Shape & Plate	"		1,104	1,200	628	44	14				2,990
Rail	m				4,500	14,500	21,000				40,000
Asphalt	t					344	222				566
Filler	"					402	259				661
Seal Coat	"					115	82				197

Item	Unit	Construction Year								Total	
		3rd	4th	5th	6th	7th	8th				
2) In Case of Steel Truss Bridge											
High-early Strength Cement	t	1,125	524								1,649
Admixture	"	11	28	28	22	12	3				104
Reinforcing Bar	"	1,090	1,847	920	1,112	512					5,481
Prestressing Bar	"				0.2						0.2
Prestressing Wire	"				3.2						3.2
Steel Pipe Pile	"	1,045		2,202	815						4,062
Steel Sheet Pile	"	150		293	150						593
Steel Shape & Plate	"	128	1,086	3,949	3,336	2,945					11,444
Rail	m				4,500	14,500	21,000				40,000
Asphalt	t					383	172				555
Filler	"					447	201				648
Seal Coat	"					134	57				191

Table 9-6 Test Results on Raw Materials

Kind of Raw Material	Coarse Aggregate		Fine Aggregate	Crushed Stone			
	Taungdi	Kamagale		Akawk Taung No. 1	Akawk Taung No. 2	Ngaung Chi Dauk	Kamyaing
Site			Prome				
Kind of Test							
Maximum Size (mm)	40	40	1.2				
Finess Modulus (FM)	6.66	6.64	1.76				
Specific Gravity	2.67	2.66	2.65	2.62	2.63	2.64	2.63
Absorption (%)	0.21	0.26	4.00	0.25	0.15	0.20	0.20
Unit Weight (kg/m ³)	1,720	1,656	1,608				
Abrasion (%) (Los Angeles)	33	46		35	33	28	35
Compressive Strength (kg/cm ²)				214	200	423	314
Rock Type				Laterite	Sandstone	Sandstone	Sandstone
Quality	Good	Poor	Fair	Poor	Poor	Good	Fair

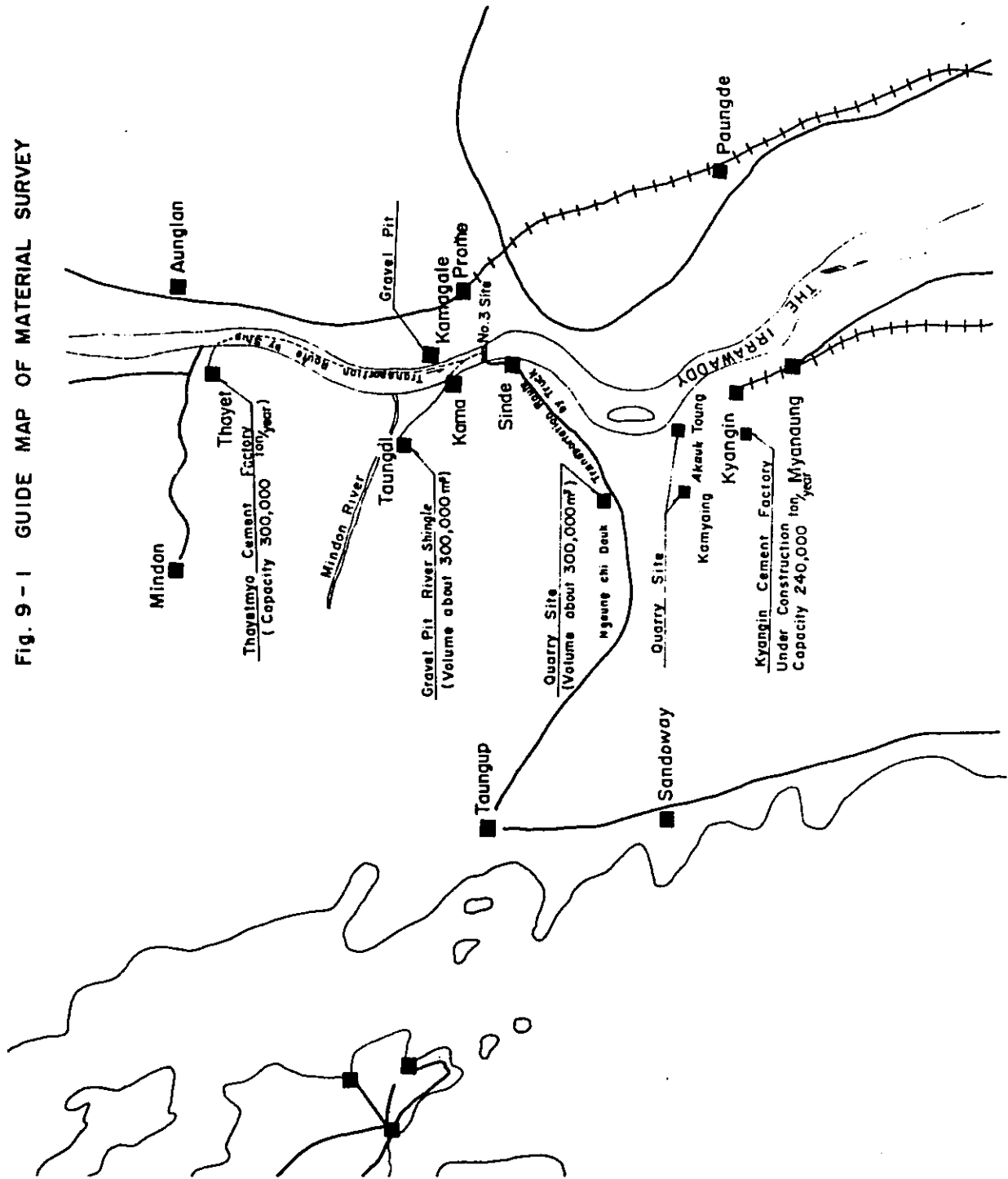
Table 9-7 Test Result on Water of the Irrawaddy

Item	Water of the Irrawaddy at Prome	Average Value of River Water in Japan
Total Solids	174.0 (mg/l)	88.1 (mg/l)
Dissolved Solids	44.0 "	
Total Hardness as CaCO ₃	106.0 "	22.4 "
Total Alkalinity as CaCO ₃	108.0 "	
Calcium as Ca ²⁺	24.7 "	10.3 "
Magnesium as Mg ²⁺	11.6 "	2.5 "
Chlorides as NaCl	18.2 "	
Sulphates as SO ₄ ²⁻	6.0 "	17.4 "
Sediment	130.0 "	
Turbidity as SiO ₂	26.0 "	21.9 "
Organic Impurities	NIL	0.1 "
PH	8.6	6.9 "

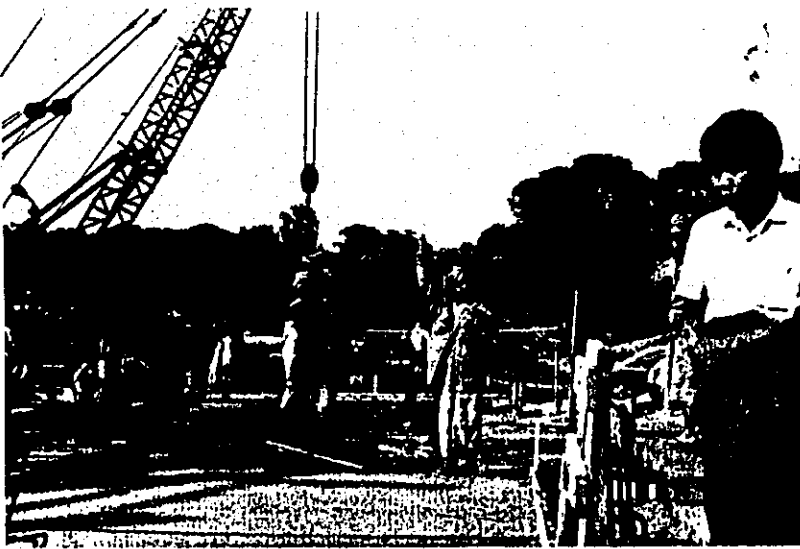
Table 9-8. Concrete Mix Proportion

Description		unit	Class A	Class B	Class C ₁	Class C ₂	Class D
Design Strength σ_{ck}		kg/cm ²	400	300	240	240	180
Target Strength σ_c		kg/cm ²	440	330	260	260	200
Slump		cm	5.0-8.0	10.0-12.0	15.0-18.0	15.0-18.0	10.0-12.0
Mix Proportion	Water-Cement Ratio	%	35.5	44.5	52.0	52.0	62.5
	Sand-Aggregate Ratio	%	32.0	34.0	35.5	35.5	37.5
	Cement	kg/m ³	436	360	329	329	256
	Water	kg/m ³	150	160	171	171	160
	Sand	m ³ /m ³	0.356	0.389	0.404	0.404	0.451
	Gravel	m ³ /m ³	0.717	0.710	0.693	0.693	0.708
	Admixture	kg/m ³	1.31	1.08	1.00	0.99	0.77

Fig. 9 - 1 GUIDE MAP OF MATERIAL SURVEY



10. 建設費算定



10. 建設費算定

10.1 概 論

本報告書で算定した建設費は、1974年の経済状況のもとで計算したものである。外貨交換レートは、US \$ 1に対してビルマ貨は、4.81 Khat、日本貨は308円とした。

建設費算出は本プロジェクトの便益、コスト計算を行なうことに必要な訳であるが、同時に各種建設項目の単価と総工事費をなるべく正確に出すことを目的とした。

運賃、保険料を含んだ、建設機械ならびに輸入資材のコストは、日本のサプライヤーから直接得たデータを参考にして決めた。

各種工事項目の建設費単価は、材料費、機械費、労務費、技術援助費などの基礎科目を積上げ、現地人と外人労務者の人数の組合せを仮定して検討した。

外貨、内貨の分割は、基本的なものからこれを行なった上、全体費用の検討に及ぼした。

各比較ルートについての全建設費は次の項目の組合せとして示される。

(a) 直接工事費

建設単価に工事数量を掛けて求めた、各工事科目毎の工事費を合計した。この中には15%の管理費が含まれる。

(b) 技 術 費

(a)項の10%

(c) 予 備 費

(a)および(b)項の合計の15%

技術的または／および経済的観点から可能な工期をもとに、各比較ルートの総建設費が検討された。

10.2 単 価

10.2.1 基本項目の価額

10.2.1.1 原材料単価

橋梁、取付道路および鉄道建設に必要な骨材、砕石は大量であるので、製造プラントを新に建造すべきである。新設すべき、各機械の容量は年間必要供給量、貯蔵可能量および貯蔵分放出によるピークの緩和、稼働可能日数によって決められた。運賃を

を含んだ骨材と砕石単価は、機械費、労務費、材料費をもととして見積った。

各種等級のコンクリート単価は、必要とされる圧縮強度を満す原料の必要量、機械費、および労務費から計算された。

原料費とコンクリート費は表 10 - 1 に示す。

10.2.1.2 現地人労務者および外国人技能者の賃金

現地人労務者の法定労働時間に当する 1 日当り賃金ならびに各種外国人技術者の月俸を表 10 - 2 に示す。

10.2.2 機 械 器 具

本プロジェクトに使用する各種建設機械器具は表 10 - 3 に示される。

10.2.3 建設単価見積

各種科目毎の建設単価は、構成内容の詳細な積算により研究した上、建設費に関する諸表上に示した。

10.3 各ルート of 建設費見積

10.3.1 総 則

下記の建設費は、必要とする建設項目とその単価、ならびに工期により出された。管理費、技術費、予備費その他も含まれる。

10.3.2 鉄道・道路併用橋における、各地点の建設費

各地点毎の建設費のまとめは表 10 - 4 から 10 - 6 に示される。

10.3.3 道路橋、鉄道橋建設を異った時期に行なうときの、第 3 地点の建設費

道路橋と取付道路の建設費は表 10 - 7 に、鉄道橋と取付鉄道については表 10 - 8 に示す。鉄道橋の下部構造の建設費は道路橋建設費中に含まれる。

10.3.4 Kyangin - Sinda 間鉄道建設費

Kyangin - Sinda 間鉄道の建設費は表 10 - 9 に示す。

Table 10-1 Costs of Raw Materials and Concrete

(1974 Basis at Prome)

Item	Unit	Unit Cost (Kyats)		
		Foreign Component	Local Component	Total
Concrete Class A	m ³	23	114	137
" B	"	22	96	118
" C ₁	"	22	89	111
" C ₂	"	99	17	116
" D	"	21	74	95
Normal Portland Cement	t		220	220
High-early Strength Cement	"	235		235
Admixture (Retarder)	kg	6		6
Fine Aggregate	m ³	7	2	9
Coarse Aggregate	"	4	22	26
Rubble Stone	"	10	3	13
Crusher Run	"	18	6	24
Crushed Stone	"	23	6	29
Reinforcing Bar (Deformed)	t	1,778		1,778
Prestressing Strand (ϕ12.7mm)	"	3,810		3,810
Prestressing Wire (ϕ7mm)	"	3,629		3,629
Prestressing Bar	"	3,431		3,431
Steel Pipe Pile	"	1,663		1,663
Steel Sheet Pile	"	1,618		1,618
Steel Shape H-400x400x13/21	"	1,266		1,266
" " H-300x300x10/15	"	1,266		1,266
" " H-150x150x7/10	"	1,266		1,266
" " I-250x90x9	"	1,681		1,681
" " L-150x150x12	"	1,680		1,680
Steel Plate	"	1,183		1,183
Rail 40 kg/m 10 meter long	pcs	592		592
" 30 "	"	655		655
*Reinforced Concrete Pipe ϕ1,000mm	m		190	190
* " " ϕ 600mm	"		120	120

Item	Unit	Unit Cost (Kyats)		
		Foreign Component	Local Component	Total
Timber 30 ^{cm} x 30 ^{cm} x 3 ^m	pcs	217		217
* " Scantling (Hard Wood)	m ³		530	530
* " " (Jungle Wood)	"		283	283
Sleeper 20 ^{cm} x 20 ^{cm} x 2 ^m	pcs	45		45
Log 7 ^m	"	33		33
*Plywood 3 - Ply (Jungle Wood)	"		13	13
* " 5 - Ply (")	"		25	25
Asphalt (Foreign)	t	370		370
* " (Local)	"		450	450
Filler	"	78		78
*Gasoline	gal		4	4
*Kerosene	"		3	3
*Lubricants	"		10	10
*Grease	lb		3	3
Diesel Oil	gal	4		4
*Gelnignite	lb		6	6
*Detonator	pcs		0.5	0.5
*Safety Fuse	Rft		30	30
*Cordex Wire	"		1.5	1.5
Seal Coat	t	903		903
Guardrail	m	119		119

Note: High-early strength cement is only used for the mixture of concrete C₂.

* The unit cost is based on the information obtained in Burma.

Table 10-2 Wages of Local Labour and
Monthly Fee for Japanese
Skilled Technician

Unit:Kyats

Classification	Labour Wages	Remarks
Local Labour	Daily	
1. Foreman	10	
2. Carpenter	10	Grade I
3. Steel Worker	10	"
4. Mason	10	"
5. Blacksmith	10	"
6. Labourer	4	
7. Welder	7	Ordinary
8. Certified Welder	10	Qualified
9. Structural Steel Erector	15	Skilled
10. Concrete Placer	5	
11. Batching, Mixer Operator	8	
12. Crushing, Screening Plant Operator	8	
13. Heavy Equipment Operator	12	Bulldozer, etc.
14. Light Equipment Operator	6	Pump Driver, etc.
15. Driver	8	Truck
16. Repairman (Machinery)	10	Grade I
17. Electrician	9	
18. Power Man	8	Drilling & Blasting
Japanese Skilled Technician	Monthly	
1. Spider Man (Bridge)	16,835	Highly Skilled
2. " " (")	14,430	Skilled
3. Electric Welder	14,430	Qualified
4. Tunnel Foreman	14,430	Specialised
5. Electrician	14,430	"
6. Mechanic	14,430	"
7. Operator	16,835	"
8. Diver	19,240	"
9. Caisson Worker	19,240	"

Table 10-3-1. Machine and Equipment (in case where steel truss bridge is adopted)

Description	Capacity or Model No.	Q'ty	*	Description	Capacity or Model No.	Q'ty	*	Description	Capacity or Model No.	Q'ty	*
Derrick Crane	30 t	2	Bu	Compressor	55 PS	3	R	Winch	15-30 PS	9	R
"	200 tm	4	Bf	"	50 PS	4	Bu	Diesel Locomotive	89 PS	6	R
Traveller Crane (Truss)	20 t	4	Bu	Pump Car	90m ³ /hr	2	Bf	Diesel Engine	220 KW	2	R
" (Yard)	20 t	2	Bu	Turbine Pump	φ40-80mm	13	R	Mucking Car	30 t	70	R
Post Crane	20 t	4	Bu	Concrete Pump (hydraulic)	1.2m ³ /hr	3	R	Batcher Plant	60-90 m ³ /hr	1	M
Crawler Crane	100 t	4	Bf	Agitator Car	4.5 m ³	12	Bf	"	21 m ³ /hr	3	R
Bulldozer	32 t	6	Bf2,R2 H2	"	3.0 m ³	3	R	Portable Crushing Plant	50 m ³ /hr	1	M
"	21 t	9	Bf2,R4 H3	Diesel Generator	500 KVA	1	C	Asphalt Plant	30 t	1	H
"	15 t	2	Bu	"	220 KVA	2	Bf	Tractor Shovel	1.7m ³	12	R3,H9
"	11 t	6	R3,M2 H1	"	200 KVA	1	M	Tunnel Shovel (Air Type)	0.2m ³	4	R
Dump Truck	15 t	8	Bf	"	175 KVA	2	Bf	Rocket Shovel	RS 85,0.4m ³	4	R
"	8 t	68	R22,M20 H21	O.D. Drilling Machine	3 1/2"	3	Bf	Crawler Shovel	1.2m ³	3	M
Truck	12 t	4	Bf	Clamshell	3 m ³	4	Bf	Tyre Roller	15 t	3	R1,H2
"	11 t	2	Bu	Deck Barge	500 t	4	Bu	Macadam Roller	15 t	2	H
"	4 t	2	Bf	Tug Boat	60 t	1	Bu	Leg Jumbo	8.5 t	4	R
Trailer	15 t	2	Bu	Anchor Boat	20 t	1	Bu	Crawler Drill	φ65 mm	2	M
Jeep	6 person	2	Bf	Hydraulic Jack	200 t	8	Bu	Portable Dredger	30 m ³ /hr	1	M
Compressor	200 PS	1	R	File Driver	M23,85PS	1	Bu	Moter Grader	3.7 m ³	1	H
"	170 PS	5	Bf	Trolley	30 t	10	Bu	Finisher	3-4 m	1	H
"	110 PS	1	M	Winch	50 PS	16	Bu	Distributor	5,000 L	1	H
"	100 PS	4	R	"	30 PS	8	Bu	Water Tank	6,000 L	1	H

Note. * Construction Item C: Common Equipment Bu: Bridge Superstructure Bf: Bridge Substructure
H: Access Road R: Access Railway M: Production of Construction Material

Table. 10-3-2. Machine and Equipment (in case where prestressed concrete bridge is adopted)

Description	Capacity or Model No.	Q'ty	*	Description	Capacity or Model No.	Q'ty	*	Description	Capacity or Model No.	Q'ty	*
Derrick Crane	2000lb	4	Bf	Pump Car	90 m ³ /hr	2	Bf	Diesel Locomotive	89 FS	6	R
Tower Crane	4 t	4	Bu	Turbine Pump	φ50mm-2	7	Bu	Diesel Engine	220 KW	2	R
Crawler Crane	100 t	4	Bf	"	φ40-80mm	13	R	Mucking Car	30 t	70	R
"	35 t	1	Bu	Concrete Pump(hydraulic)	12m ³ /hr	3	R	Batcher Plant:	60-90m ³ /hr	1	M
Hydraulic Crane	10 t	2	Bu	Agitator Car	4.5 m ³	20	Bf	"	21 m ³ /hr	3	R
Bulldozer	32 t	6	Bf2, R2, H2	"	3.0 m ³	3	R	Portable Crushing Plant	50 m ³ /hr	1	M
"	21 t	9	Bf2, R4, H3	Diesel Generator	500 KVA	1	C	Asphalt Plant	30 t	1	H
"	11 t	6	R3, H1, M2	"	200 KVA	2	Bf	Tractor Shovel	1.7 m ³	12	R3, H9
Dump Truck	15 t	8	BL	"	200 KVA	1	M	Tunnel Shovel (Air Type)	0.2 m ³	4	R
"	8 t	68	R27, H21, M20	"	175 KVA	2	Bf	Rocker Shovel	RS85, 0.4m ³	4	R
"	4 t	2	Bu	Slip Form	Girth Length 70m	4	Bf	Tyre Roller	15 t	3	R1, H2
Truck	12 t	4	Bf	O.D. Drilling Machine	3 1/2"	3	Bf	Macadam Roller	15 t	2	H
"	8 t	1	Bu	Clamshell	3 m ³	4	Bf	Leg Jambo	8.5 t	4	R
"	6 t	2	Bf	Power Reach	4 t	4	Bu	Crawler Drill	φ65 mm	2	M
"	4 t	3	Bu1, Bf2	Vagon	200 tm	8	Bu	Portable Dredger	30 m ³ hr	1	M
Jeep	6 person	2	Bf	Deck Barge	600 t	1	Bu	Motor Grader	3.7 m ³	1	M
Compressor	200 PS	1	R	"	100 t	2	Bu	Finisher	3 - 4 m	1	H
"	170 PS	5	Bf	"	30 t	2	Bu	Distributor	5,000 L	1	H
"	110 PS	1	M	Tug Boat	60 t	1	Bu	Water Tank	6,000 L	1	H
"	100 PS	14	Bu10, R4	Z-Craft	50 t	2	Bu				
"	55 PS	3	R	Winch	15-30 FS	9	R				

Note. * Construction Item C: Common Equipment Bu: Bridge Superstructure Bf: Bridge Substructure, H: Access Road R: Access Railway M: Production of Construction Material

Table 10-4 Summary of Construction Cost for Site No. 1

Unit: 1,000 Kyats

Item	Prestressed Concrete Bridge	Steel Bridge
I. Common Facilities	3,357	3,357
II. Bridge	273,775	222,287
III. Access Road	24,837	24,837
IV. Access Railway	206,723	206,723
V. River Works	1,059	1,059
Total Direct Construction Cost	509,751	458,263
Engineering Fee	50,975	45,826
Contingency	84,109	75,613
Total Construction Cost	644,835	579,702

Table 10-5 Summary of Construction Cost for Site No. 2

Unit: 1,000 Kyats

Item	Prestressed Concrete Bridge	Steel Bridge
I. Common Facilities	3,357	3,357
II. Bridge	352,829	278,042
III. Access Road	56,212	56,212
IV. Access Railway	108,259	108,259
V. River Works	1,059	1,059
Total Direct Construction Cost	521,716	446,929
Engineering Fee	52,172	44,693
Contingency	86,083	73,743
Total Construction Cost	659,971	565,365

Table 10-6 Summary of Construction Cost for Site No. 3

Unit: 1,000 Kyats

Item	Prestressed Concrete Bridge	Steel Bridge
I. Common Facilities	3,357	3,357
II. Bridge	332,337	284,161
III. Access Road	65,257	65,257
IV. Access Railway	71,974	71,974
V. River Works	1,059	1,059
Total Direct Construction Cost	473,984	425,808
Engineering Fee	47,398	42,581
Contingency	78,207	70,258
Total Construction Cost	599,589	538,647

Table 1-7 Summary of Construction Cost for Site No. 3
In the Case of Highway Bridge

Unit: 1,000 Kyats

Item	Prestressed Concrete Bridge	Steel Bridge
I. Common Facilities	3,357	3,357
II. Bridge	Superstructure	57,027
	Substructure	186,924
III. Access Road Construction	65,257	65,257
IV. River Works	1,059	1,059
Total Direct Construction Cost	401,310	313,624
Engineering Fee	40,131	31,362
Contingency	66,216	51,748
Total Construction Cost	507,657	396,734

Table 10-8 Summary of Construction Cost for Site No. 3
Railway Bridge and Access Railway

Unit: 1,000 Kyats

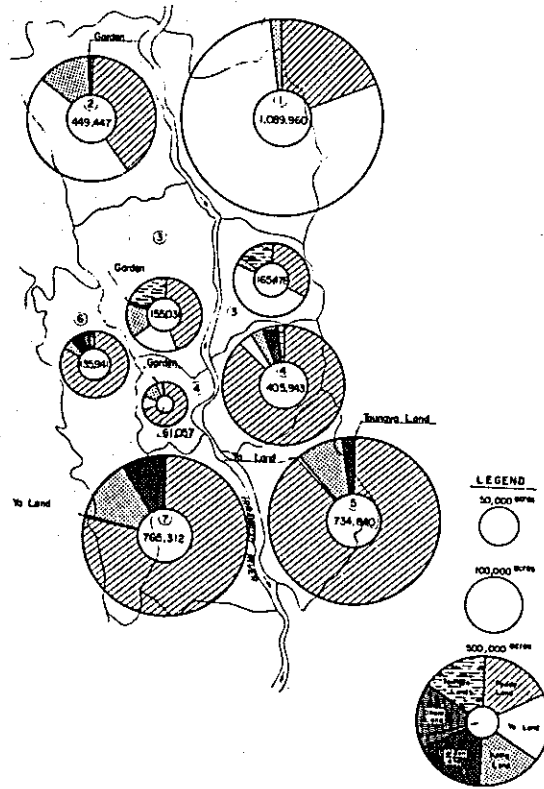
Item	Prestressed Concrete Bridge	Steel Bridge
I. Common Facilities	1,339	1,339
II. Bridge Superstructure	35,795	51,578
III. Access Railway	71,974	71,974
Total Direct Construction Cost	109,108	124,891
Engineering Fee	10,911	12,489
Contingency	18,003	20,607
Total Construction Cost	138,022	157,987

Table 10-9 Summary of Construction Cost for Railway
between Kyangin and Sinda

Unit: 1,000 Kyats

Total Direct Construction Cost	167,380
Engineering Fee	16,738
Contingency	27,618
Total Construction Cost	211,736

11. 經濟分析



11. 経 済 分 析

11.1 概 論

11.1.1 橋梁の位置

第10章に述べたように、取付道路および取付鉄道をも含めた橋梁の建設費の面では、第3地点が他の2つの地点よりも有利なものと判断された。

また一方、橋梁の完成によってもたらされるであろう便益の面では、第3地点が最も有利で、ついで第2地点、第1地点の順となることが容易に想像される。このことは、将来橋梁を利用して輸送される旅客および貨物の地域間のフローを、次の3つのタイプに分けて検討することによって明らかである。

第1のタイプ： Prome-Sinde 間の輸送およびこの両地点を経由する輸送

この種の輸送は、現状の輸送需要においてもかなり大きな比重を持っており、将来の交通ネットワークにおいても、主要なルートとなるに違いない。そして、この種の輸送については、3つの地点のうち最も距離の短い第3地点が、輸送コストおよび所要時間の面で最も有利である。

第2のタイプ： Prome より上流の Irrawaddy 河東岸地域と Sinde より下流の西岸地域との間の輸送、および、Prome より下流の東岸地域と Sinde より上流の西岸地域との間の輸送

この種の輸送については、橋梁が多少上流または下流に建設されても、輸送距離に大きな差は生じない。したがって、3つの地点についての便益の差異はないものと考えられる。

第3のタイプ： Prome より上流の Irrawaddy 東岸地域と Sinde より上流の西岸地域との間の輸送、および、Prome より下流の地域と Sinde より下流の地域との間の輸送

上記のうち、前者についてはより上流の地点が有利であり、後者についてはより下流の地点が勝る。したがって、この種の輸送に関する橋梁の位置の経済的な優劣は、前者と後者との輸送量の比較によって定まる。

ビルマ国における人口、産業の集積が、北部地域よりは南部地域においてより高いことを考えると、この種の輸送についての便益も、総体としては、より下流

の地点に橋梁が建設された場合の方がより大きいものと思われる。

以上の検討の結果、鉄道、道路の併用橋の建設を前提とする限りにおいては、第3地点が最適な建設位置であるものと判断された。

そこで、以下における経済分析は、第3地点の場合についてのみ行なうこととした。

1.1.1.2 橋梁の型式

第10章に掲げたように、第3地点におけるPC橋の財政的な意味における建設費は、鋼橋のそれに比して16%強も割高である。しかし、これら2つのタイプでは、建設費中内貨と外貨との依存割合も異なるし、建設工程にも差異があるであろうから、財政的な費用の差は必ずしも経済的な費用の差を意味しない。そればかりではなく、このプロジェクトに従事する労働者の技術水準の問題、このプロジェクトの経験の結果期待される技術向上の効果など、貨幣タームでは計測しがたく、また、ビルマの実情に即した現実的な判断を必要とされるような、橋梁の型式の選択上考慮すべき問題がある。

以上の理由から、この報告書では、この両者の選択のための参考材料を提供する目的で、両者のそれぞれについての分析結果を提示するにとどめた。

1.1.1.3 橋梁の完成時期

この分析では、鉄道、道路の併用橋の建設が前提とされた。そして、橋の供用開始は、技術的に見て可能な範囲において最も早い時期として、1983年を仮定した。

しかし、鉄道橋と道路橋が同時に供用開始される必要があるかどうか、また、鉄道橋ならびに道路橋の供用開始について、最も経済的な時期は何時かという点については検討の必要がある。

そこで、最適なタイムラグによる段階的施工の可能性を検討するために、次の3つのケースについて分析を行なった。

ケース1 : 鉄道、道路併用橋が1983年に供用開始

ケース2 : 道路橋は1983年、鉄道橋は1988年に供用開始

ケース3 : 道路橋は1983年、鉄道橋は1993年に供用開始

ケース2、ケース3において、段階的施工を行なう場合に、まず道路橋が建設され、次いで鉄道橋が建設される場合のみについて分析がなされたが、その主な理由は、鉄道橋と取付鉄道の建設費が、道路橋と取付道路の建設費よりも高いことと、鉄道橋の建設

を遅らせることによって失なわれる便益の大きさが、道路橋の建設を遅らせることによって失なわれる便益より小さいと判断されたからである。

11.1.4 Kyangin-Sinde 間の鉄道

鉄道橋が建設される場合、それによる効果を期待するためには、Kyangin-Sinde 間の鉄道が完成していることが不可欠の条件である。そこで、この鉄道は鉄道橋と同時に完成されるものと仮定された。

この鉄道の建設は、本来この橋梁建設のプロジェクトとは別個のものであるが、この経済分析に関しては、Irrawaddy 橋梁の建設プロジェクトと一体のものとした場合（前記のケース 1、ケース 2 およびケース 3 について）と、全く別個のプロジェクトとして、1988 年に完成されるものと仮定した場合（ケース 2-2）ならびに 1993 年に完成されるものと仮定した場合（ケース 3-2）とについて分析が行なわれた。

11.1.5 その他の前提条件

この分析に適用されたその他の前提条件は次のとおりである。

- (a) この分析における便益および費用の計測期間は、橋梁およびその付帯設備の建設工事期間と、橋梁の供用開始後 30 年間の期間とする。
- (b) 費用および便益の計測に使用される諸価格は、すべて 1974 年現在の価格とし、将来の価格変動は考慮されない。
- (c) この分析で計算される「現在価値」は、すべて 1975 年現在の価値に割引かれた価値である。

11.2 建設工程

橋梁下部構造、上部構造、取付鉄道、取付道路および河川工事の各部門毎に検討された工程に基づいて、プロジェクト全体の建設工程が作成された。

この全体計画は、最も長い工期を要する橋梁部門の工程をベースとして、その他の部門の工事は、橋梁の工事が完了する時までに工事が完了するように配慮された。

鉄道橋と道路橋との同時完成を目指したケース 1 の全体の工程表は、鋼橋については図 11-1 に、PC 橋については図 11-2 に示されている。

ケース 1 の場合についてのこの工程表は、橋梁上部構の鉄道橋部分および取付鉄道の工

程を5年および10年遅らせることによって、鉄道橋の供用開始を遅らせたケース2およびケース3にも適用された。

11.3 プロジェクト費用の経済的評価

11.3.1 建設工事の経済的費用

第10章に掲げた建設工事費は財政的な意味における費用であるが、これは次のような理由によって、経済的な立場における費用とするための修正が加えられるべきである。

(a) 建設費中の外貨依存分に対するシャドウレート

建設資材、機器類、設備および熟練技術者は、そのかなり大きな部分を外国に依存しなければならない。

第10章における建設費中のこれらの外貨依存分は、公定の為替レートに基づいて計算されている。しかし、他のフィジビリティスタディにおいても行なわれているように、これを他の必要な物資の輸入に充てた場合に得られる便益に置きかえて考えると、これらの外貨依存分については、公定為替レートよりも高いシャドウレートによって見積られるべきであろう。

そこで、為替レートを公定レートによった場合のほかに、シャドウレートを公定レートの1.5倍ならびに1.75倍と仮定した場合についても分析がなされた。

(b) 間接的費用

第10章における建設費には、直接的建設費のほかに、間接費として技術料および予備費が含まれている。

このうち、予備費は不確定な費用なので、この分析における建設費からは除外された。

財政的な建設費に以上の修正が加えられた建設の経済的費用は、表11-1ないし表11-3に掲げてある。

11.3.2 建設費の現在価値

1983年に橋の供用が開始されるものとして、図11-1および図11-2の工程表に基づいて求めた建設の経済的費用の年次別必要額は、表11-4ないし表11-6に示すとおりである。

表 1 1 - 7 は鋼橋について、また表 1 1 - 8 は P C 橋について、ケース 1, 2, 3, 2 - 2 および 3 - 2 の各場合の建設費の 1 9 7 5 年現在の価値を示す。

これらの表において、建設費の外貨依存分については、公定為替レートおよびその 1.5 倍ならびに 1.7 5 倍の 3 種類のレートによって評価されている。また現在価値の計算のための割引率は、年率 3, 6, 9, 1 2 および 1 5 % が用いられている。

1 1. 3. 3 資産の残存価値

橋梁、取付道路および取付鉄道は、この分析の対象期間の後においてもなお使用可能である。2 0 1 3 年におけるこれら資産の残存価値は、表 1 1 - 7 および 1 1 - 8 に求めた建設費から控除されるべきである。何となれば、資産の残存価値は計測の対象期間に割当てられる費用として見積られるべきではないからである。

表 1 1 - 9 は 2 0 1 3 年における資産の残存価値を、また表 1 1 - 1 0 はその 1 9 7 5 年現在の価値を示す。

1 1. 3. 4 維持費

このプロジェクトによって建設された橋梁、道路、鉄道および河川工事の維持費の年額は表 1 1 - 1 1 のように見積られた。

1 9 7 5 年現在の価値に割引きされた計測期間中の維持費の合計額は表 1 1 - 1 2 に示すとおりである。

1 1. 3. 5 プロジェクトのネットの経済的費用

建設費、維持費および資産の残存価値（控除）を総合して、1 9 7 5 年の現在価値で表わしたプロジェクトのネットの費用は、鋼橋については表 1 1 - 1 3, P C 橋については表 1 1 - 1 4 にそれぞれ示してある。

1 1. 4 直接便益の推計

1 1. 4. 1 総 説

この調査では、経済的に評価可能ないわゆる直接便益のみが計測された。その内容は図 1 1 - 3 に示す通りである。

これらの便益の推計は、いずれも第 3 章で推計された輸送需要が基礎とされている。

1.1.4.2 転換旅客輸送に伴う便益

この便益には、費用節約の便益と時間節約の便益とが含まれる。

費用節約の便益は、橋を利用する新ルートと、橋がない場合のルートとの輸送費の差として、各OD毎に計算された。そして、この計算には、第3章で推計された各輸送機関の輸送費が用いられた。

時間節約の便益は、OD別に計算された節約時間の総和に、旅行時間1時間当り経済価値を乗じて求められた。

表11-15は、1983、1988、1993、2003および2012年における、費用節約ならびに時間節約による便益の年額を、また表11-16は、計測期間中におけるこれら便益の、1975年の現在価値に割引かれた総額を示す。

現在価値の総額の計算は、計測期間を1983-87、1988-92、1993-2002、2003-2012年の4つの期間に区分して、それぞれの期間内における各年次の便益が、一定のトレンドで変化するものとして推計された。

この割引きされた現在価値の総額の計算方法は、以下に取り上げる他の便益についても適用された。この場合、各期間内の便益の変化のトレンドは、1983、1988、1993、2003および2012年の便益額の変化の状態に応じて、年々一定の比率で変化するものとし、あるいは年々一定額の差をもって変化するものと仮定された。

1.1.4.3 発生旅客輸送に伴う便益

橋梁の完成によって新たに発生する旅客の輸送に伴う便益は、各OD毎の1人平均の便益が、同一ODの転換旅客についての、費用節約と時間節約とを合わせた1人当りの便益の半額として推計された。

表11-17は旅客の発生輸送に伴う便益の年額を示し、表11-18は1983年から2012年までの間の、この種便益の割引きされた現在価値の総額を示す。

1.1.4.4 転換貨物輸送に伴う便益

貨物の転換輸送に伴う便益は、旅客の場合と同様に、費用と時間の節約とについて推計された。この計算には、第3章の輸送機関別の輸送費と時間損失の評価基準が使用された。

表11-19は便益の年次別計測値を、また表11-20は、1983年から2012年

までの割引きされた現在価値の総額を示す。

1 1. 4. 5 発生貨物輸送に伴う便益

橋梁の建設による新規の貨物輸送需要は、関連地域における物資の生産および消費の増大によるものである。

物資の生産、消費が増大すること自体の便益については、別に 1 1. 5. 1 で論ぜられるが、これによって増加する貨物輸送について見るならば、転換輸送による場合と同様に、その便益は費用と時間の節約である。

表 1 1 - 2 1 および 1 1 - 2 2 は、それぞれ、この種の便益についての年次別計測値および割引きされた現在価値の総額を示す。

1 1. 4. 6 Z - Craft により輸送されている自動車の転換による便益

(a) 費用の節約

橋梁が完成した場合には、現在 Z - Craft によって輸送されている自動車は、すべて、橋梁を通過する自走に転換することとなろう。その結果 Z - Craft の運営費は節約されるが、他方、走行距離が約 1 マイル長くなることにより、自動車の走行費が増加する。

Z - Craft の運営費の節約額と自動車の走行費の増加額は表 1 1 - 2 3 に示すように推計された。この両者の差額が運営費についての便益となる。

この便益の割引きされた現在価値の総額は表 1 1 - 2 4 中に掲げてある。

上記の費用節約の便益のほかに、現在使用中の Z - Craft が、他の必要な場所に転用されることによる便益と、もし橋がなかったならば必要な、更新のための投資および将来の輸送需要の増加に対応する追加投資が、不必要となることの便益とがある。

このうち、前者については、現在使用中の Z - Craft の、1 9 8 3 年における残存価値として評価された。現在使用中の Z - Craft は、1 9 7 0 年および 1 9 7 2 年に購入された 5 0 トン級および 1 0 0 トン級各 1 隻で、その評価額は次のとおりである。

Unit: 1,000 kyats

	50-ton Class	100-ton Class	Total
Purchase price at 1974 level (Official rate)	2,561	3,826	6,387
Remaining value in 1983 (Official rate)	711	1,488	2,199
Do (Shadow rate: 1.5 times official rate)	1,067	2,232	3,299
Do (Shadow rate: 1.75 times official rate)	1,244	2,604	3,848

この計算において、Z-Craft の耐用年数は18年とされている。

この便益の1975年現在価値は、表11-24の中に掲げてある。

将来Z-Craft の更新および増備が不要となることによる節約額は、1988年に50トン級の更新、1990年および2008年に100トン級の更新、1995年に50トン級1隻の増備および2006年に100トン級1隻の増備を想定したものに基いている。このうち2006年における100トン級の増備は、現実には50トン級の更新時に、大型船に格上げを行なったものである。

これら更新および増備のために必要な投資は1975年現在の価値に割引きされ、その合計額から2013年のZ-Craft の残存価値の1975年現在価値が差引かれた。この最終結果は表11-24に示されている。

(b) 時間節約

輸送ルートがZ-Craft から橋梁を通過する自走に転換したことによる自動車の時間節約は約1時間と判断される。1974年3月に行なわれた実地調査によれば、ジープの平均乗車人員は4人であった。また、トラックはある場合には人だけ、あるいは貨物だけの輸送に用いられ、また場合によっては人と貨物の双方の輸送に使用されていたが、その平均積載量は人が9.3人と貨物が約3トンと推計された。

第3章に述べたZ-Craft による輸送から自動車の自走に転移した自動車台数に基づいて、自動車輸送による旅客および貨物の延節約時間が次のように推計された。

Unit: Passenger: 1,000 man-hr
 Goods : 1,000 ton-hr

Year	Jeep Passenger	Lorry	
		Passenger	Goods
1983	70.6	179.7	58.0
1988	76.1	220.2	71.0
1993	91.4	268.9	86.7
2003	163.8	442.1	142.6
2012	271.1	748.0	241.3

第3章における旅客および貨物の時間損失に対する1時間当りの評価額と同一の基準に基づいて推計された旅客および貨物の時間節約便益は、表11-23に示されている。また、現在価値に割引かれた合計額は表11-24中に示すとおりである。

この計算において、貨物の平均価格はトン当り5,000 Kyatと仮定された。

1.1.4.7 その他の直接便益

これまでに述べた直接便益は、橋梁を利用する輸送によってもたらされるものであった。このほかに、橋梁を通過する輸送以外から発生する便益として、次のものが挙げられる。

(a) Bassein-Kyangin 間の既存の鉄道における運営費の節約

橋梁、取付鉄道およびKyangin-Sinde間の鉄道が完成すれば、Bassein-Kyangin間の鉄道で、現在使用されている蒸気機関車は、ディーゼル機関車に切り換えられることが可能となる。この牽引方式の変更は、既存鉄道の中における輸送についても輸送費を減少させるかも知れない。

更に、長距離列車の運転によって、車両の運用効率の向上による便益等も考えられる。

しかし、このような便益は、具体的な計画を想定することが困難なために、計測はなされなかった。

ただ、Irrawaddy河の東側にある工場で修理される車両の輸送のための、船による輸送費および積卸の費用は、明らかに節減される。現在、この種の費用は、年間約

9 1,000 Kyat と見積られている。

表 11-25 は、将来における輸送需要の増加に伴って、この種の費用も増加するものとして推計された、年次別の費用節約額を示す。また、表 11-26 は割引された現在価値の計測期間の合計額を示す。

(b) Kyangin-Sinde 間の鉄道による便益

Kyangin-Sinde 間の鉄道は、もちろん、橋梁を通過する旅客、貨物の輸送にも利用されるが、Irrawaddy 西岸の地域相互間の輸送にも利用される。この後者の場合の輸送需要と便益は、前者の輸送需要と便益と同時に、同一の方法によって推計された。その結果は、貨物輸送の輸送需要および便益は極くわずかな数量であったが、旅客についてはかなりの輸送需要と便益とが見込まれた。

旅客輸送の便益は、転換旅客についての費用と時間の節約および発生旅客の便益である。

表 11-27 はこれらの便益の年間金額を示し、その 1975 年現在価値の合計は表 11-28 に示してある。

この便益は、ケース 2-2, 3-2 の場合には除外される。

11.4.8 直接便益の現在価値の合計

3 種の為替レートと 5 種の割引率に応ずる、直接便益の現在価値の合計額をケース別に示せば表 11-29 のとおりである。

11.5 間 接 便 益

11.5.1 産業開発の便益

橋梁の完成によって、直接関連地域にもたらされる純生産の年次別増加が、第 2 章において試算された。

この試算の結果に基づいて推算すると、計測期間におけるその現在価値の合計額は、次に示すようにながりの多額にのぼる。

Price as of 1974
Unit : Million Kyats

	0.03	0.06	0.09	0.12	0.15
Case 1	3,457	1,523	710	349	181
Case 2	3,056	1,333	614	299	153
Case 3	2,904	1,265	583	283	145

このような効果を、便益としていかに見るべきかについては、多くの論議がなされた。しかし、直接関連地域における純生産の増加のうちのある部分は、もし橋が建設されなかった場合には、他の地域においてもしくは他の部門において、実現したであろう生産の単なる転移の結果であるかも知れない。また、これらの純生産の増加は、橋梁の建設がその誘因であったとしても、単に橋梁に対する投資のみによって実現するものではなく、生産に関連する他の多くの投資が必要とされるであろう。

もし、この橋梁が建設されない場合には実現しなかったであろう全国ベースでのネットの純生産の増加が推計され、かつ、このうち他の必要な投資に帰属すべき部分が除かれて、橋に対する投資のみに帰属すべき部分が推計され得るならば、それはこのプロジェクトによりもたらされる便益として計上されるべきである。

しかし、このような推計は、第2章にも述べたように、事実上極めて困難なために、この便益を計量化することは断念された。

1 1.5.2 その他の間接便益

Irrawaddy 橋梁の建設は、単に経済的な便益のみにとどまらず、軍事、治安、教育、文化等多方面にわたって便益をもたらすであろう。しかし、これらの便益については経済的な評価をすることができないので、この章での分析の対象には含まれていない。

11.6 費用、便益の総合分析とプロジェクトの経済評価

1 1.3に掲げたプロジェクトの経済的なコストと、1 1.4に推計されたプロジェクトによってもたらされる便益とを、総合的に分析した結果は、鋼橋については表1 1 - 3 0、PC橋については表1 1 - 3 1に示すとおりである。

これらの表では、プロジェクトの経済的評価の基準として、割引率を3、6、9、12

および15%としたときの便益費用比率と、内部経済収益率とが計算されている。

この分析結果の概要は次のとおりである。

Exchange Rate		Item Case	Steel Bridge		Prestressed Concrete Bridge			
			Ratio of cost and benefit (discount rate :9%)	Internal rate return (%)	Ratio of cost and benefit (discount rate :9%)	Internal rate of return (%)		
Official rate		1	0.249	2.44	0.231	2.32		
		2	0.275	2.60	0.239	2.33		
		3	0.300	2.81	0.254	2.48		
		2-2	0.330	3.30	0.277	2.89		
		3-2	0.338	3.38	0.278	2.92		
Shadow rate		1.50		1	0.189	1.63	0.176	1.56
				2	0.208	1.75	0.181	1.56
				3	0.227	1.91	0.191	1.67
				2-2	0.249	2.41	0.200	2.09
				3-2	0.254	2.49	0.209	2.12
		1.75		1	0.170	1.36	0.157	1.31
				2	0.186	1.46	0.162	1.31
				3	0.203	1.62	0.171	1.41
				2-2	0.220	2.07	0.185	1.74
				3-2	0.226	2.15	0.186	1.76

この結果から、このプロジェクトの経済的な有効性を判断する上では、次のことが考慮されなければならないであろう。

- (a) ビルマの経済の将来計画、特に工業の発展計画とこれに伴う関係地域への工業立地計画が不明なために、推計された直接便益は若干過小に評価されているかも知れないこと。
 - (b) 1.1.5に述べたような経済評価ができない便益を、かなり重視しなければならないであろうこと。
 - (c) 一般に、発展途上国におけるインフラストラクチャーに対する投資については、余り高い直接効果を期待できる場合が少ないこと。
- 前掲の経済分析の結果から、凡そ次のことが指摘できる。
- (1) 直接便益を対象とした経済効率は全般的に余り高くはない。

- (2) 鋼橋とPC橋とでは、この分析の範囲では、鋼橋が有利である。
- (3) シャドウレートを見かかるとは、外貨の重要性についての判断の如何によるが、シャドウレートとして、公定レートの25パーセントを増す毎に、便益費用比率は10パーセント強低下する。
- (4) このプロジェクトに、Kyangin-Sinde 間の鉄道の建設をも含めて考えた場合には、鉄道橋を道路橋と同時に建設することは、特に鋼橋の場合には得策ではない。
- (5) Kyangin - Sinde 間の鉄道が、このプロジェクトとは別個に建設されることを前提とすれば、このプロジェクトの経済効率は若干高くなる。
- また、この場合には、鉄道橋と道路橋とを同時に建設することと、段階的に建設することとの、経済効率の差はほとんどない。

注 ビルマ貨のKyatは対SDR 25%の切下げが行なわれた。しかし、この分析では、第10章に明示してあるように、この為替レートの切り下げに関する補正は行なっていない。

Fig. 11-3 Benefit to be Measured

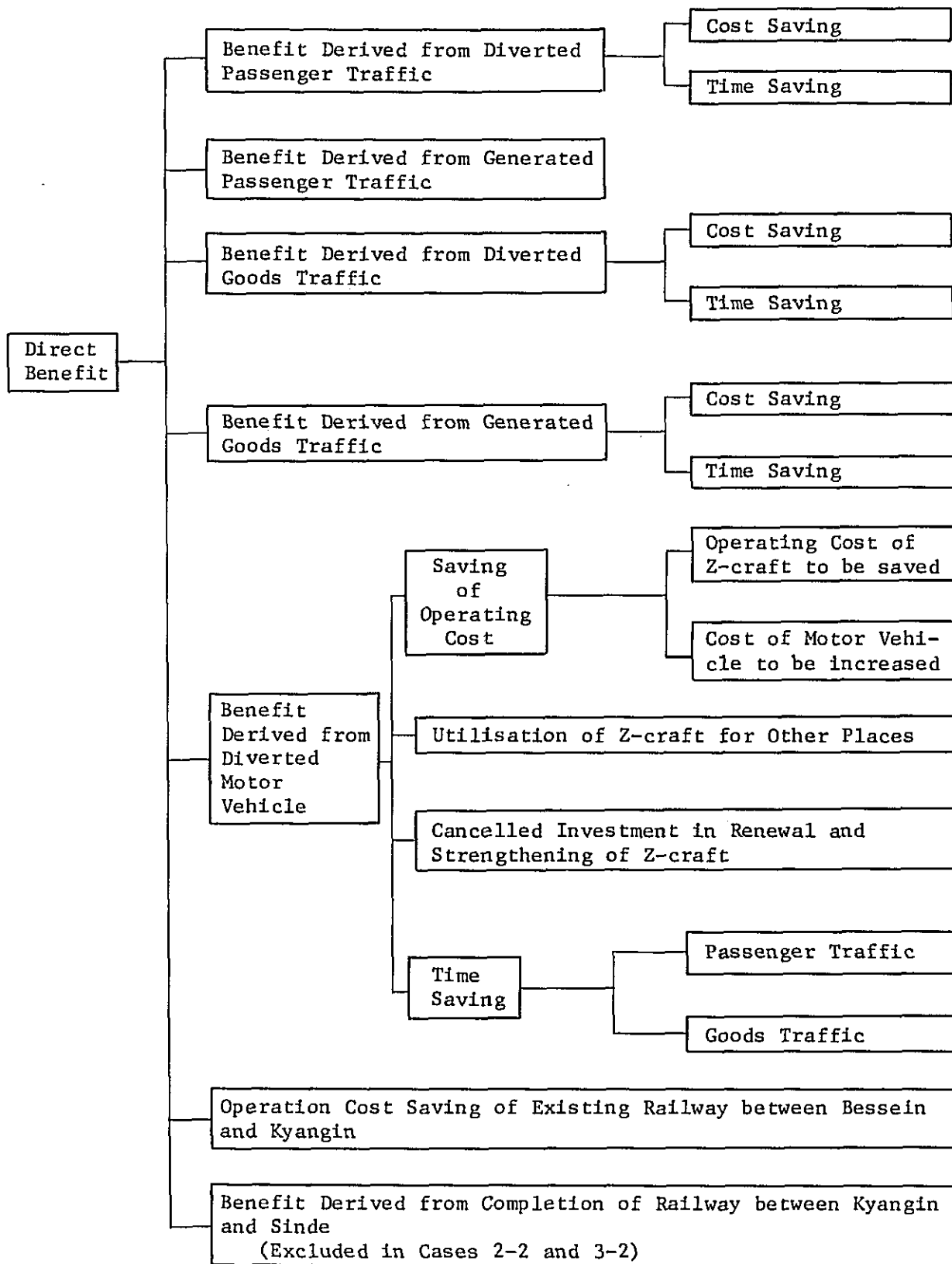


Table 11-1 Economic Construction Cost of Steel Bridge

Unit: 1,000 Kyats

Case	Kind of Bridge	Item	Local Comp.	Foreign Comp.		Total			
				Official Rate	Shadow Rate	Official Rate	Shadow Rate		
								1.50	1.75
1	Railway - Highway Bridge	Common Facility	1,895	1,798	2,697	3,147	3,693	4,592	5,042
		Bridge	60,208	252,369	378,554	441,645	312,577	438,762	501,853
		Highway	33,316	38,467	57,701	67,317	71,783	91,017	100,633
		Railway	32,951	46,234	69,351	80,910	79,185	102,302	113,861
		River Works	556	609	913	1,066	1,165	1,469	1,622
		Total	128,926	339,477	509,216	594,085	468,403	638,142	723,011
2, 3	Highway Bridge	Common Facility	1,895	1,798	2,697	3,147	3,693	4,592	5,042
		Bridge	54,647	213,698	320,548	373,971	268,345	375,195	428,618
		Highway	33,316	38,467	57,701	67,317	71,783	91,017	100,633
		River Works	556	609	913	1,066	1,165	1,469	1,622
		Total	90,414	254,572	381,859	445,501	344,986	472,273	535,915
2, 3	Railway Bridge	Common Facility	705	768	1,152	1,344	1,473	1,857	2,049
		Bridge	7,450	49,286	73,929	86,251	56,736	81,379	93,701
		Railway	32,951	46,234	69,351	80,910	79,185	102,302	113,861
		Total	41,106	96,288	144,432	168,505	137,394	185,538	209,611

Note: * Cost for the substructure is not included.

Table 11-2 Economic Construction Cost of Prestressed Concrete Bridge

Unit: 1,000 Kyats

Case	Kind of Bridge	Item	Local Comp.	Foreign Comp.		Total			
				Official Rate	Shadow Rate	Official Rate	Shadow Rate		
								1.50	1.75
1	Railway - Highway Bridge	Common Facility	1,895	1,798	2,697	3,147	3,693	4,592	5,042
		Bridge	80,812	284,758	427,137	498,326	365,570	507,949	579,138
		Highway	33,316	38,467	57,701	67,317	71,783	91,017	100,633
		Railway	32,951	46,234	69,351	80,910	79,185	102,302	113,861
		River Works	556	609	913	1,066	1,165	1,469	1,622
		Total	149,530	371,866	557,799	650,766	521,396	707,329	800,296
2, 3	Highway Bridge	Common Facility	1,895	1,798	2,697	3,147	3,693	4,592	5,042
		Bridge	81,260	283,540	425,310	496,195	364,800	506,570	577,455
		Highway	33,316	38,467	57,701	67,317	71,783	91,017	100,633
		River Works	556	609	913	1,066	1,165	1,469	1,622
		Total	117,027	324,414	486,621	567,725	441,441	603,648	684,752
2, 3	Railway Bridge	Common Facility	705	768	1,152	1,344	1,473	1,857	2,049
		Bridge	8,352	31,023	46,535	54,290	39,375	54,887	62,642
		Railway	32,951	46,234	69,351	80,910	79,185	102,302	113,861
		Total	42,008	78,025	117,038	136,544	120,033	159,046	178,552

Note: * Cost for the substructure is not included.

Table 11-3 Economic Construction Cost of Railway between Kyangin and Sinda

Unit: 1,000 Kyats

Local Comp.	Official Rate	Foreign Comp.		Total	
		Official Rate	Shadow Rate	Official Rate	Shadow Rate
77,894	106,254	159,381	185,945	237,275	263,839

Table 11-4 Annual Outlay for Economic Construction Cost of Steel Bridge

Unit: 1,000 Kyats

Case	Item Kind of Bridge	Exchange Year Rate	Common Facility			Bridge			Access Road			Access Railway			Total		
			Official Rate	Shadow Rate		Official Rate	Shadow Rate		Official Rate	Shadow Rate		Official Rate	Shadow Rate		Official Rate	Shadow Rate	
				1.50	1.75		1.50	1.75		1.50	1.75		1.50	1.75			
1	Railway - Highway Bridge	1976	3,693	4,592	5,042	5,602	8,016	9,222							9,295	12,608	14,264
		1977				18,476	25,597	29,158	4,944	6,398	7,125				23,420	31,995	36,283
		1978				54,371	75,182	85,587	13,881	17,767	19,710				68,252	92,949	105,297
		1979				93,268	130,631	149,313	15,645	19,856	21,961	14,741	19,101	21,281	123,654	169,588	192,555
		1980				80,859	114,012	130,588	15,646	19,858	21,963	31,825	41,222	45,921	128,330	175,092	198,472
		1981				53,571	76,200	87,515	13,253	16,934	18,775	25,116	32,293	35,881	91,940	125,427	142,171
		1982				7,595	10,593	12,092	8,414	10,204	11,099	7,503	9,686	10,778	23,512	30,483	33,969
		Total		3,693	4,592	5,042	313,742	440,231	503,475	71,783	91,017	100,633	79,185	102,302	113,861	468,403	638,142
2, 3	Highway Bridge	1976	3,693	4,592	5,042	5,602	8,016	9,222							9,295	12,608	14,264
		1977				18,522	25,654	29,220	4,944	6,398	7,125				23,466	32,052	36,345
		1978				51,204	70,546	80,218	13,881	17,767	19,710				65,085	88,313	99,928
		1979				82,089	114,339	130,464	15,645	19,856	21,961				97,734	134,195	152,425
		1980				68,246	96,068	109,979	15,646	19,858	21,963				83,892	115,926	131,942
		1981				38,863	55,178	63,335	13,253	16,934	18,775				52,116	72,112	82,110
		1982				4,984	6,863	7,802	8,414	10,204	11,099				13,398	17,067	18,901
		Total		3,693	4,592	5,042	269,510	376,664	430,240	71,783	91,017	100,633				344,986	472,273
2, 3	Railway Bridge	1982 (1987)	1,473	1,857	2,049										1,473	1,857	2,049
		1983 (1988)				5,564	7,958	9,154							5,564	7,958	9,154
		1984 (1989)				15,874	22,793	26,253				14,741	19,101	21,281	30,615	41,894	47,534
		1985 (1990)				14,582	20,913	24,078				31,825	41,222	45,921	46,407	62,135	69,999
		1986 (1991)				17,537	25,158	28,969				25,116	32,293	35,881	42,653	57,451	64,850
		1987 (1992)				3,179	4,557	5,247				7,503	9,686	10,778	10,682	14,243	16,025
		Total		1,473	1,857	2,049	56,736	81,379	93,701				79,185	102,302	113,861	137,394	185,538

Note: 1) Cost of "River Works" is included in Item "Bridge Construction".

2) Years in Parenthesis for Railway Bridge are for Case 3 and those without parenthesis are for Case 2.

Table 11-5 Annual Outlay for Economic Construction Cost of Prestressed Concrete Bridge

Unit: 1,000 Kyats

Case	Kind of Bridge	Item Exchange Rate Year	Common Facility			Bridge			Access Road			Access Railway			Total		
			Official Rate	Shadow Rate		Official Rate	Shadow Rate		Official Rate	Shadow Rate		Official Rate	Shadow Rate		Official Rate	Shadow Rate	
				1.50	1.75		1.50	1.75		1.50	1.75		1.50	1.75			
1	Railway - Highway Bridge	1976	3,693	4,592	5,042										3,693	4,592	5,042
		1977				28,415	40,000	45,793	4,945	6,400	7,127				33,360	46,400	52,920
		1978				70,369	97,602	111,218	13,881	17,767	19,710				84,250	115,369	130,928
		1979				100,849	139,490	158,811	15,645	19,856	21,962	14,741	19,101	21,281	131,235	178,447	202,054
		1980				108,305	150,559	171,686	15,645	19,856	21,961	31,825	41,222	45,921	155,775	211,637	239,568
		1981				43,194	60,175	68,666	13,253	16,934	18,774	25,116	32,293	35,882	81,563	109,402	123,322
		1982				15,145	20,952	23,856	8,414	10,204	11,099	7,503	9,686	10,777	31,062	40,842	45,732
		1983				458	640	730							458	640	730
		Total		3,693	4,592	5,042	366,735	509,418	580,760	71,783	91,017	100,633	79,185	102,302	113,861	521,396	707,329
2, 3	Highway Bridge	1976	3,693	4,592	5,042										3,693	4,592	5,042
		1977				29,642	41,738	47,786	4,945	6,400	7,127				34,587	48,138	54,913
		1978				74,736	103,612	118,050	13,881	17,767	19,710				88,617	121,379	137,760
		1979				106,781	147,646	168,079	15,645	19,856	21,962				122,426	167,502	190,041
		1980				107,051	148,768	169,627	15,645	19,856	21,961				122,696	168,624	191,588
		1981				37,285	51,858	59,145	13,253	16,934	18,774				50,538	68,792	77,919
		1982				10,175	14,005	15,920	8,414	10,204	11,099				18,589	24,209	27,019
		1983				295	412	470							295	412	470
		Total		3,693	4,592	5,042	365,965	508,039	579,077	71,783	91,017	100,633				441,441	603,648
	Railway Bridge	1982 (1987)	1,473	1,857	2,049										1,473	1,857	2,049
		1983 (1988)				1,263	1,761	2,009				14,741	19,101	21,281	1,263	1,761	2,009
		1984 (1989)				5,552	7,739	8,834				31,825	41,222	45,921	20,293	26,840	30,115
		1985 (1990)				14,386	20,053	22,886				25,116	32,293	35,882	46,211	61,275	68,807
		1986 (1991)				10,349	14,426	16,464				7,503	9,686	10,777	35,465	46,719	52,346
		1987 (1992)				7,573	10,557	12,048							15,076	20,243	22,825
		1988 (1993)				252	351	401							252	351	401
		Total		1,473	1,857	2,049	39,375	54,887	62,642				79,185	102,302	113,861	120,033	159,046

Note: 1) Cost of "River Works" is included in Item "Bridge Construction".

2) Years in parenthesis for Railway Bridge are for Case 3 and those without parenthesis are for Case 2.

Table 11-6 Annual Outlay for Economic Construction Cost of Railway between Kyangin and Sinda

Unit: 1,000 Kyats

Year	Exchange Rate			Official Rate	Shadow Rate	
	(Case 1)	(Case 2)	(Case 3)		1.50	1.75
1978		1983	1988	27,503	35,575	39,611
1979		1984	1989	41,501	53,633	59,699
1980		1985	1990	40,868	52,819	58,795
1981		1986	1991	52,309	67,060	74,435
1982		1987	1992	21,967	28,188	31,299
Total				184,148	237,275	263,839

Table 11-7 Present Value of Construction Cost of Steel Bridge

Case	Discount Rate		Exchange Rate	0.03	0.06	0.09	0.12	0.15
	Official Rate	Shadow Rate						
1	Official Rate			569,629	499,199	440,037	389,746	346,761
	Shadow Rate	1.50	764,279	670,116	590,872	523,489	465,876	418,254
2	Official Rate			543,460	449,451	376,580	319,318	273,227
	Shadow Rate	1.50	731,104	605,638	508,225	431,553	369,912	317,022
3	Official Rate			510,623	404,108	329,014	274,411	233,028
	Shadow Rate	1.75	824,924	683,731	574,045	487,668	418,254	359,017
2-2	Official Rate			406,337	346,336	298,324	259,408	226,988
	Shadow Rate	1.50	554,399	472,741	407,355	354,322	310,298	273,227
3-2	Official Rate			392,339	327,056	278,153	240,418	210,040
	Shadow Rate	1.75	607,066	506,510	431,066	372,770	326,055	287,384

Unit: 1,000 Kyats

Table 11-8 Present Value of Construction Cost of Prestressed Concrete Bridge

Case	Discount Rate		Exchange Rate	0.03	0.06	0.09	0.12	0.15
	Official Rate	Shadow Rate						
1	Official Rate			615,994	540,699	476,997	422,789	376,406
	Shadow Rate	1.50	825,069	724,519	639,415	566,966	504,950	451,821
2	Official Rate			615,190	514,499	435,600	372,907	322,441
	Shadow Rate	1.75	932,559	781,946	663,616	569,347	493,271	436,327
3	Official Rate			584,193	471,784	390,879	330,772	284,792
	Shadow Rate	1.50	786,385	637,146	529,349	448,976	387,282	337,822
2-2	Official Rate			478,067	411,384	357,344	312,997	276,202
	Shadow Rate	1.75	736,063	634,159	551,440	483,456	426,969	376,713
3-2	Official Rate			465,909	394,732	340,018	296,779	261,804
	Shadow Rate	1.50	633,957	537,840	463,791	405,155	357,644	317,644
		1.75	717,981	609,394	525,678	459,342	405,563	361,804

Unit: 1,000 Kyats

Table 11-9 Estimated Value of Asset in 2013

Unit: 1,000 Kyats

Kind of Bridge	Item	Bridge Type		Steel Bridge								Prestressed Concrete Bridge							
		Average Durable Years	Comp	100	90	60	50	35	30	∞	Total	100	90	60	50	35	30	∞	Total
Railway-Highway Bridge	Value in year of completion	1	Local	88,068	6,674	20,332	8,087	4,825	926	9	128,921	124,665	6,674	4,339	8,087	4,825	926	9	149,525
			Foreign	222,427	5,131	100,503	7,529	2,560	1,327		339,477	348,797	5,131	6,522	7,529	2,560	1,327		371,866
	Value in 2013	1	Local	61,648	4,449	10,166	3,235	689	31	9	80,227	87,266	4,449	2,170	3,235	689		9	97,818
Highway Bridge	Value in year of completion	2,3 2-2 3-2	Local	65,621	5,148	9,743	5,077	4,825			90,414	101,977	5,148		5,077	4,825			117,027
			Foreign	190,426	2,840	53,849	4,897	2,560			254,572	314,117	2,840		4,897	2,560			324,414
	Value in 2013	2,3 2-2 3-2	Local	45,935	3,432	4,872	2,031	689			56,959	71,384	3,432		2,031	689			77,536
			Foreign	133,298	1,893	26,925	1,959	366			164,441	219,882	1,893		1,959	366			224,100
Railway Bridge	Value in year of completion	2,3 2-2 3-2	Local	23,136	1,526	12,494	3,010		926	9	41,101	32,193	1,526	4,339	3,010		926	9	42,003
			Foreign	33,462	2,291	56,576	2,632		1,327		96,288	65,253	2,291	6,522	2,632		1,327		78,025
	Value in 2013	2 2-2	Local	17,352	1,102	7,288	1,505		154	9	27,410	24,145	1,102	2,531	1,505		154	9	29,446
			Foreign	25,097	1,655	33,003	1,316		221		61,292	48,940	1,655	3,804	1,316		221		55,936
Railway between Kyangin and Sinda	Value in year of completion	1,2,3	Local	43,692	9,161	15,167	6,905		2,939	30	77,894	43,692	9,161	15,167	6,905		2,939	30	77,894
			Foreign	59,821	14,753	21,293	6,482		3,905		106,254	59,821	14,753	21,293	6,482		3,905		106,254
	Value in 2013	1	Local	30,584	6,107	7,584	2,762		98	30	47,165	30,584	6,107	7,584	2,762		98	30	47,165
			Foreign	41,875	9,835	10,647	2,593		130		65,080	41,875	9,835	10,647	2,593		130		65,080
Value in 2013	2	Local	32,769	6,616	8,847	3,453		490	30	52,206	32,769	6,616	8,847	3,453		490	30	52,206	
		Foreign	44,866	10,655	12,421	3,241		651		71,834	44,866	10,655	12,421	3,241		651		71,834	
Value in 2013	3	Local	34,954	7,125	10,111	4,143		980	30	57,343	34,954	7,125	10,111	4,143		980	30	57,343	
		Foreign	47,857	11,475	14,195	3,889		1,302		78,718	47,857	11,475	14,195	3,889		1,302		78,718	

Note: The value of the foreign component is based on the official exchange rate.

Table 11-10 Present Value of Asset in 2013

Unit: 1,000 Kyats

Case	Bridge Type		Steel Bridge						Prestressed Concrete Bridge								
	Exchange Rate	Discount Rate	0.03	0.06	0.09	0.12	0.15	0.03	0.06	0.09	0.12	0.15	0.03	0.06	0.09	0.12	0.15
1	Official Rate		131,803	44,270	15,330	5,464	2,001	150,996	50,717	17,562	6,259	2,292					
	Shadow Rate	1.50 1.75	176,989 199,583	59,448 67,036	20,586 23,214	7,338 8,274	2,688 3,030	202,918 228,880	68,157 76,877	23,601 26,621	8,412 9,487	3,081 3,474					
2	Official Rate		141,195	47,424	16,422	5,853	2,144	166,210	55,827	19,332	6,889	2,523					
	Shadow Rate	1.50 1.75	189,584 213,779	63,678 71,802	22,050 24,864	7,859 8,862	2,880 3,246	223,429 252,038	75,046 84,655	25,988 29,315	9,261 10,446	3,392 3,826					
3	Official Rate		148,271	49,801	17,245	6,146	2,251	172,372	57,897	20,049	7,145	2,617					
	Shadow Rate	1.50 1.75	198,918 224,241	66,823 75,317	23,136 26,081	8,247 9,296	3,021 3,405	231,429 260,956	77,734 87,651	26,918 30,353	9,594 10,817	3,514 3,962					
2-2	Official Rate		100,854	33,874	11,730	4,181	1,531	125,869	42,277	14,640	5,217	1,910					
	Shadow Rate	1.50 1.75	137,562 155,916	46,204 52,367	15,999 18,134	5,703 6,464	2,089 2,367	171,407 194,175	57,572 65,220	19,937 22,585	7,105 8,048	2,601 2,947					
3-2	Official Rate		104,021	34,938	12,098	4,312	1,579	128,122	43,034	14,902	5,311	1,945					
	Shadow Rate	1.50 1.75	141,867 160,790	47,660 54,005	16,500 18,700	5,882 6,666	2,154 2,441	174,378 197,505	58,571 66,339	20,282 22,972	7,229 8,187	2,647 2,998					

Table 11-11 Annual Amount of Maintenance Cost

Unit: 1,000 Kyats

Item	Bridge Type	Steel Bridge						Prestressed Concrete Bridge									
		Years after Completion						Years after Completion									
		1-3	4-10	11-13	14-23	24--	1-3	4-10	11-13	14-23	24--	1-3	4-10	11-13	14-23	24--	
Superstructure of Bridge	Railway-Highway Bridge	-	162		312	462	-				12				12		12
	Highway Bridge	-	98		188	278	-				8				8		8
	Railway Bridge	-	94		184	274	-				4				4		4
Access Road		230			345			230			345						
Access Railway		150			100			150			100						
River Works		-			160			-			160						
Railway between Kyangin and Sinda		550			370			150			370						

Table 11-12 Present Value of Maintenance Cost

Unit: 1,000 Kyats

Case	Bridge Type		Steel Bridge						Prestressed Concrete Bridge								
	Exchange Rate	Discount Rate	0.03	0.06	0.09	0.12	0.15	0.03	0.06	0.09	0.12	0.15	0.03	0.06	0.09	0.12	0.15
1			18,792	11,545	6,345	4,049	2,711	15,267	9,802	5,424	3,532	2,404					
2			16,957	9,067	5,174	3,123	1,979	13,431	7,373	4,306	2,652	1,709					
3			14,848	7,732	4,303	2,542	1,587	11,846	6,305	3,580	2,153	1,364					
2-2			12,081	6,477	3,720	2,267	1,455	8,555	4,783	2,852	1,796	1,185					
3-2			11,210	5,977	3,417	2,077	1,333	8,208	4,550	2,694	1,688	1,110					

Table 11-13 Present Value of Net Cost for Steel Bridge

Unit: 1,000 Kyats

Exchange Rate	Case	Discount Rate Item	Discount Rate				
			0.03	0.06	0.09	0.12	0.15
Official Rate	1	Construction Cost	569,629	499,199	440,037	389,746	346,761
		Maintenance Cost	18,792	11,545	6,345	4,049	2,711
		(-) Asset Value in 2013	131,803	44,270	15,330	5,464	2,001
		Net Cost	456,618	466,474	431,052	388,331	347,471
	2	Construction Cost	543,460	449,451	376,580	319,318	273,227
		Maintenance Cost	16,957	9,067	5,174	3,123	1,979
		(-) Asset Value in 2013	141,195	47,424	16,422	5,853	2,144
		Net Cost	419,222	411,094	365,332	316,588	273,062
	3	Construction Cost	510,623	404,108	329,014	274,411	233,028
		Maintenance Cost	14,848	7,732	4,303	2,542	1,587
		(-) Asset Value in 2013	148,271	49,801	17,245	6,146	2,251
		Net Cost	377,200	362,039	316,072	270,807	232,364
2-2	Construction Cost	406,337	346,336	298,324	259,408	226,988	
	Maintenance Cost	12,081	6,477	3,720	2,267	1,455	
	(-) Asset Value in 2013	100,854	33,874	11,730	4,181	1,531	
	Net Cost	317,564	318,939	290,314	257,494	226,912	
3-2	Construction Cost	392,339	327,056	278,153	240,418	210,040	
	Maintenance Cost	11,210	5,977	3,417	2,077	1,333	
	(-) Asset Value in 2013	104,021	34,938	12,098	4,312	1,579	
	Net Cost	299,528	298,095	269,472	238,183	209,794	
Shadow Rate	1	Construction Cost	764,279	670,116	590,872	523,489	465,876
		Maintenance Cost	18,792	11,545	6,345	4,049	2,711
		(-) Asset Value in 2013	176,989	59,448	20,586	7,338	2,688
		Net Cost	606,082	622,213	576,631	520,200	465,899
	2	Construction Cost	731,104	605,638	508,225	431,553	369,912
		Maintenance Cost	16,957	9,067	5,174	3,123	1,979
		(-) Asset Value in 2013	189,584	63,678	22,050	7,859	2,880
		Net Cost	558,477	551,027	491,349	426,817	369,011
	3	Construction Cost	687,919	545,998	445,654	372,474	317,022
		Maintenance Cost	14,848	7,732	4,303	2,542	1,587
		(-) Asset Value in 2013	198,918	66,823	23,136	8,247	3,021
		Net Cost	503,849	486,907	426,821	366,769	315,588
2-2	Construction Cost	554,399	472,741	407,355	354,322	310,298	
	Maintenance Cost	12,081	6,477	3,720	2,267	1,455	
	(-) Asset Value in 2013	137,562	46,204	15,999	5,703	2,089	
	Net Cost	428,918	433,014	395,076	350,886	309,664	
3-2	Construction Cost	535,491	446,692	380,096	328,653	287,384	
	Maintenance Cost	11,210	5,977	3,417	2,077	1,333	
	(-) Asset Value in 2013	141,867	47,660	16,500	5,882	2,154	
	Net Cost	404,834	405,009	367,013	324,848	286,563	
1.75	1	Construction Cost	861,604	755,574	666,288	590,359	525,433
		Maintenance Cost	18,792	11,545	6,345	4,049	2,711
		(-) Asset Value in 2013	199,583	67,036	23,214	8,274	3,030
		Net Cost	680,813	700,083	649,419	586,134	525,114
	2	Construction Cost	824,924	683,731	574,045	487,668	418,254
		Maintenance Cost	16,957	9,067	5,174	3,123	1,979
		(-) Asset Value in 2013	213,779	71,802	24,864	8,862	3,246
		Net Cost	628,102	620,996	554,355	481,929	416,987
	3	Construction Cost	776,566	616,943	503,973	421,505	359,017
		Maintenance Cost	14,848	7,732	4,303	2,542	1,587
		(-) Asset Value in 2013	224,241	75,317	26,081	9,296	3,405
		Net Cost	567,173	549,358	482,195	414,751	357,199
2-2	Construction Cost	628,428	535,944	461,869	401,777	351,952	
	Maintenance Cost	12,081	6,477	3,720	2,267	1,455	
	(-) Asset Value in 2013	155,916	52,367	18,134	6,464	2,367	
	Net Cost	484,593	490,054	447,455	397,580	351,040	
3-2	Construction Cost	607,066	506,510	431,066	372,770	326,055	
	Maintenance Cost	11,210	5,977	3,417	2,077	1,333	
	(-) Asset Value in 2013	160,790	54,005	18,700	6,666	2,441	
	Net Cost	457,486	458,482	415,783	368,181	324,947	

Table 11-14 Present Value of Net Cost for Prestressed Concrete Bridge

Unit: 1,000 Kyats

Exchange Rate	Case	Discount Rate	Item	Discount Rate				
				0.03	0.06	0.09	0.12	0.15
Official Rate	1	Construction Cost	615,994	540,699	476,997	422,789	376,406	
			Maintenance Cost	15,267	9,802	5,424	3,532	2,404
			(-) Asset Value in 2013	150,996	50,717	17,562	6,259	2,292
			Net Cost	480,265	499,784	464,859	420,062	376,518
	2	Construction Cost	615,190	514,499	435,600	372,907	322,441	
			Maintenance Cost	13,431	7,373	4,306	2,652	1,709
			(-) Asset Value in 2013	166,210	55,827	19,332	6,889	2,523
			Net Cost	462,411	466,045	420,574	368,670	321,627
	3	Construction Cost	584,193	471,784	390,879	330,772	284,792	
			Maintenance Cost	11,846	6,305	3,580	2,153	1,364
			(-) Asset Value in 2013	172,372	57,897	20,049	7,145	2,617
			Net Cost	423,667	420,192	374,410	325,780	283,539
2-2	Construction Cost	478,067	411,384	357,344	312,997	276,202		
		Maintenance Cost	8,555	4,783	2,852	1,796	1,185	
		(-) Asset Value in 2013	125,869	42,277	14,640	5,217	1,910	
		Net Cost	360,753	373,890	345,556	309,576	275,477	
3-2	Construction Cost	465,909	394,732	340,018	296,779	261,804		
		Maintenance Cost	8,208	4,550	2,694	1,688	1,110	
		(-) Asset Value in 2013	128,122	43,034	14,902	5,311	1,945	
		Net Cost	345,995	356,248	327,810	293,156	260,969	
1.50	1	Construction Cost	825,069	724,519	639,415	566,966	504,950	
			Maintenance Cost	15,267	9,802	5,424	3,532	2,404
			(-) Asset Value in 2013	202,918	68,157	23,601	8,412	3,081
			Net Cost	637,418	666,164	621,238	562,086	504,273
	2	Construction Cost	826,770	692,798	587,612	503,868	436,327	
			Maintenance Cost	13,431	7,373	4,306	2,652	1,709
			(-) Asset Value in 2013	223,429	75,046	25,988	9,261	3,392
			Net Cost	616,772	625,125	565,930	497,259	434,644
	3	Construction Cost	786,385	637,146	529,349	448,976	387,282	
			Maintenance Cost	11,846	6,305	3,580	2,153	1,364
			(-) Asset Value in 2013	231,429	77,734	26,918	9,594	3,514
			Net Cost	566,802	565,717	506,011	441,535	385,132
2-2	Construction Cost	650,065	559,901	486,742	426,637	376,713		
		Maintenance Cost	8,555	4,783	2,852	1,796	1,185	
		(-) Asset Value in 2013	171,407	57,572	19,937	7,105	2,601	
		Net Cost	487,213	507,112	469,657	421,328	375,297	
3-2	Construction Cost	633,957	537,840	463,791	405,155	357,644		
		Maintenance Cost	8,208	4,550	2,694	1,688	1,110	
		(-) Asset Value in 2013	174,378	58,571	20,282	7,229	2,647	
		Net Cost	467,787	483,819	446,203	399,614	356,107	
Shadow Rate	1	Construction Cost	929,606	816,427	720,622	639,053	569,221	
			Maintenance Cost	15,267	9,802	5,424	3,532	2,404
			(-) Asset Value in 2013	228,880	76,877	26,621	9,487	3,474
			Net Cost	715,993	749,352	699,425	633,098	568,151
	2	Construction Cost	932,559	781,946	663,616	569,347	493,271	
			Maintenance Cost	13,431	7,373	4,306	2,652	1,709
			(-) Asset Value in 2013	252,038	84,655	29,315	10,446	3,826
			Net Cost	693,952	704,664	638,607	561,553	491,154
	3	Construction Cost	887,481	719,827	598,585	508,077	438,525	
			Maintenance Cost	11,846	6,305	3,580	2,153	1,364
			(-) Asset Value in 2013	260,956	87,651	30,353	10,817	3,962
			Net Cost	638,371	638,481	571,812	499,413	435,927
2-2	Construction Cost	736,063	634,159	551,440	483,456	426,969		
		Maintenance Cost	8,555	4,783	2,852	1,796	1,185	
		(-) Asset Value in 2013	194,175	65,220	22,585	8,048	2,947	
		Net Cost	550,443	573,722	531,707	477,204	425,207	
3-2	Construction Cost	717,981	609,394	525,678	459,342	405,563		
		Maintenance Cost	8,208	4,550	2,694	1,688	1,110	
		(-) Asset Value in 2013	197,505	66,339	22,972	8,187	2,998	
		Net Cost	528,684	547,605	505,400	452,843	403,675	

Table 11-15 Annual Benefit Derived from Diverted Passenger Traffic

Unit: 1,000 Kyats

Item	1983	1988	1993	2003	2012
Railway-Highway Bridge					
Cost Saving	946.7	1,127.9	1,443.9	2,032.0	2,929.2
Time Saving	812.3	950.4	1,531.5	3,086.5	7,126.2
Total	1,759.0	2,078.3	2,975.4	5,118.5	10,055.4
Highway Bridge					
Cost Saving	896.3	1,068.7	1,383.0		
Time Saving	766.3	901.0	1,508.9		
Total	1,662.6	1,969.7	2,891.9		

Table 11-16 Present Value of Benefit Derived from Diverted Passenger Traffic

Unit: 1,000 Kyats

Case	Discount Rate	0.03	0.06	0.09	0.12	0.15
Case 1		61,975	31,307	17,124	10,065	6,295
Case 2		61,599	31,024	16,910	9,901	6,158
Case 3		61,273	30,812	16,769	9,806	6,104

Table 11-17 Annual Benefit Derived from Generated Passenger Traffic

Unit: 1,000 Kyats

Item	1983	1988	1993	2003	2012
Railway-Highway Bridge	4,606.9	6,075.7	8,597.4	18,112.2	37,492.4
Highway Bridge	4,540.2	5,988.3	8,450.3		

Table 11-18 Present Value of Benefit Derived from Generated Passenger Traffic

Unit: 1,000 Kyats

Case	Discount Rate	0.03	0.06	0.09	0.12	0.15
Case 1		204,737	100,678	53,605	30,729	18,802
Case 2		204,460	100,470	53,448	30,609	18,709
Case 3		204,112	100,245	53,300	30,510	18,643

Table 11-19 Annual Benefit Derived from Diverted Goods Traffic

Unit: 1,000 Kyats

Item	1983	1988	1993	2003	2012
Railway-Highway Bridge					
Cost Saving	1,925.3	2,126.5	2,479.6	3,256.8	4,154.8
Time Saving	436.6	490.3	527.3	649.4	714.1
Total	2,361.9	2,616.8	3,006.9	3,906.2	4,868.9
Highway Bridge					
Cost Saving	339.0	390.7	490.8		
Time Saving	128.6	146.9	157.9		
Total	467.6	537.6	648.7		

Table 11-20 Present Value of Benefit Derived from Diverted Goods Traffic

Unit: 1,000 Kyats

Case	Discount Rate	0.03	0.06	0.09	0.12	0.15
Case 1		52,118	28,408	16,660	10,399	6,832
Case 2		44,802	22,910	12,488	7,205	4,366
Case 3		37,784	18,342	9,475	5,192	3,005

Table 11-21 Annual Direct Benefit Derived from Generated Goods Traffic

Unit: 1,000 Kyats

Item		1983	1988	1993	2003	2012
Railway-Highway Bridge	Cost Saving	-	1,249.5	1,524.2	1,895.7	2,247.1
	Time Saving Total	-	288.1 1,537.6	324.1 1,848.3	378.0 2,273.7	386.2 2,633.3
Highway Bridge	Cost Saving	-	524.8	698.1		
	Time Saving Total	-	197.3 722.1	224.6 922.7		

Table 11-22 Present Value of Direct Benefit Derived from Generated Goods Traffic

Unit: 1,000 Kyats

Case	Discount Rate	0.03	0.06	0.09	0.12	0.15
Case 1		28,494	15,208	8,702	5,291	3,387
Case 2		26,691	13,840	7,655	4,484	2,859
Case 3		23,934	12,086	6,472	3,693	2,325

Table 11-23 Annual Benefit Derived from Diverted Motor Vehicles Carried by Z-craft

Unit: 1,000 Kyats

Item	1983	1988	1993	2003	2012
(A) Saving of Operating Cost of Z-Craft	120.9	135.2	155.3	253.0	385.7
(B) Increase of Driving Cost of Motor Vehicle	32.9	38.8	47.2	79.6	133.8
Cost Saving (A - B)	88.0	96.4	108.1	173.4	251.9
Time Saving	36.1	46.4	60.8	128.7	282.8

Table 11-24 Present Value of Benefit Derived from Diverted Motor Vehicles Carried by Z-craft

Unit: 1,000 Kyats

Exchange Rate	Discount Rate	0.03	0.06	0.09	0.12	0.15
Official Rate	(A) Utilisation of Existing Z-craft for Other Purposes	1,736	1,380	1,104	888	719
	(B) Discontinued Investment in New Craft	7,208	4,319	2,669	1,699	1,110
	(C) Cost Saving Shown in Table 11-23	2,152	1,142	654	401	260
	(D) Time Saving Total	1,497 12,593	737 7,578	394 4,821	227 3,215	140 2,229
Shadow Rate	(A) Utilisation of Existing Z-craft for Other Purposes	2,604	2,070	1,656	1,332	1,079
	(B) Discontinued Investment in New Craft	10,812	6,478	4,004	2,549	1,665
	(C) Cost Saving Shown in Table 11-23	2,152	1,142	654	401	260
	(D) Time Saving Total	1,497 17,065	737 10,427	394 6,708	227 4,509	140 3,144
1.50	(A) Utilisation of Existing Z-craft for Other Purposes	3,038	2,415	1,932	1,555	1,258
	(B) Discontinued Investment in New Craft	12,615	7,558	4,671	2,973	1,943
	(C) Cost Saving Shown in Table 11-23	2,152	1,142	654	401	260
	(D) Time Saving Total	1,497 19,302	737 11,852	394 7,651	227 5,156	140 3,601
1.75	(A) Utilisation of Existing Z-craft for Other Purposes	3,038	2,415	1,932	1,555	1,258
	(B) Discontinued Investment in New Craft	12,615	7,558	4,671	2,973	1,943
	(C) Cost Saving Shown in Table 11-23	2,152	1,142	654	401	260
	(D) Time Saving Total	1,497 19,302	737 11,852	394 7,651	227 5,156	140 3,601

Table 11-25 Annual Cost Saving in Transport of Rolling Stock used on Bassein-Kyangin Railway

Unit: 1,000 Kyats					
	1983	1988	1993	2003	2012
Annual Amount	91.0	98.8	112.9	177.5	244.2

Table 11-26 Present Value of Cost Saving in Transport of Rolling Stock used on Bassein-Kyangin Railway

Unit: 1,000 Kyats						
Case	Discount Rate	0.03	0.06	0.09	0.12	0.15
Case 1		2,194	1,168	672	413	268
Case 2		1,844	905	472	260	150
Case 3		1,509	687	329	164	85

Table 11-27 Annual Benefit Derived from Construction of Railway between Kyangin and Sinda (Passenger Traffic Only)

Unit: 1,000 Kyats					
Item	1983	1988	1993	2003	2012
Diverted Traffic					
Cost Saving	92.6	110.4	125.7	181.8	259.2
Time Saving	168.8	200.2	346.4	720.2	1,402.2
Generated Traffic	190.0	222.9	457.2	1,176.3	2,753.3
Total	451.4	533.5	929.3	2,078.3	4,414.7

Note: Benefit of passenger traffic passing over the Bridge is excluded.

Table 11-28 Present Value of Benefit Derived from Construction of Railway between Kyangin and Sinda (Passenger Traffic Only)

Unit: 1,000 Kyats						
Case	Discount Rate	0.03	0.06	0.09	0.12	0.15
Case 1		22,617	10,918	5,698	3,202	1,923
Case 2		20,821	9,570	4,676	2,420	1,320
Case 3		18,669	8,177	3,761	1,812	910

Note: Benefit of passenger traffic passing over the Bridge is excluded.

Table 11-29 Total of Present Value of Direct Benefits

Unit: 1,000 Kyats

Case	Item	Discount Rate	No.				
			0.03	0.06	0.09	0.12	0.15
1	Traffic Passing Over the Bridge	Passenger	1	31,307	17,124	10,065	6,295
			2	100,678	53,605	30,729	18,802
	Goods	Diverted Traffic Generated Traffic	3	28,408	16,660	10,399	6,832
			4	15,208	8,702	5,291	3,387
	Motor Vehicle Diverted from Z-Craft	Official Rate Shadow Rate (1.5) Shadow Rate (1.75)	5-A	7,578	4,821	3,215	2,229
			5-B	10,427	6,708	4,509	3,144
			5-C	11,852	7,651	5,156	3,601
	Others	Cost Saving in Bassein-Kyangin Railway Benefit Derived from Construction of Kyangin-Sinde Railway	6	1,168	672	413	268
			7	10,918	5,698	3,202	1,923
	2	Total	Official Rate Shadow Rate (1.5) Shadow Rate (1.75)	8-A	195,265	107,282	63,314
8-B				198,114	109,169	64,608	40,651
8-C				199,539	110,112	65,255	41,108
Traffic Passing over the Bridge		Passenger	1	31,024	16,910	9,901	6,168
			2	100,470	53,448	30,609	18,709
Motor Vehicle Diverted from Z-Craft		Diverted Traffic Generated Traffic	3	22,910	12,488	7,205	4,366
			4	13,840	7,655	4,484	2,859
			5-A	7,578	4,821	3,215	2,229
Cost Saving in Bassein-Kyangin Railway Benefit Derived from Construction of Kyangin-Sinde Railway		Official Rate Shadow Rate (1.5) Shadow Rate (1.75)	5-B	10,427	6,708	4,509	3,144
			5-C	11,852	7,651	5,156	3,601
	6		905	472	260	150	
3	Total I (No. 7 Included)	Official Rate Shadow Rate (1.5) Shadow Rate (1.75)	7	9,570	4,676	2,420	1,320
			8-A	186,297	100,470	58,094	35,801
			8-B	189,146	102,357	59,388	36,716
	Total II (No. 7 Excluded)	Official Rate Shadow Rate (1.5) Shadow Rate (1.75)	8-C	197,571	103,300	60,035	37,173
			9-A	176,727	95,794	55,674	34,481
			9-B	179,576	97,681	56,968	35,396
	Traffic Passing Over the Bridge	Passenger	9-C	181,001	98,624	57,615	35,853
			1	30,812	16,769	9,806	6,104
			2	100,245	53,300	30,510	18,643
	Motor Vehicle Diverted from Z-Craft	Diverted Traffic Generated Traffic	3	18,342	9,475	5,192	3,005
4			12,086	6,472	3,693	2,325	
5-A			7,578	4,821	3,215	2,229	
Cost Saving in Bassein-Kyangin Railway Benefit Derived from Construction of Railway	Official Rate Shadow Rate (1.5) Shadow Rate (1.75)	5-B	10,427	6,708	4,509	3,144	
		5-C	11,852	7,651	5,156	3,601	
		6	687	329	164	85	
Others	Total I (No. 7 Included)	Official Rate Shadow Rate (1.5) Shadow Rate (1.75)	7	8,177	3,761	1,812	910
			8-A	177,927	94,927	54,392	33,301
			8-B	180,776	96,814	55,686	34,216
	Total II (No. 7 Excluded)	Official Rate Shadow Rate (1.5) Shadow Rate (1.75)	8-C	182,201	97,757	56,333	34,673
			9-A	169,750	91,166	52,580	32,391
			9-B	172,599	93,053	53,874	33,306
	Cost Saving in Bassein-Kyangin Railway Benefit Derived from Construction of Railway	Official Rate Shadow Rate (1.5) Shadow Rate (1.75)	9-C	174,024	93,996	54,521	33,763

Table 11-30 Overall Analysis of Cost and Benefit (Steel Bridge)

Unit: 1,000 Kyats

Exchange Rate	Case	Item	Discount Rate				
			0.03	0.06	0.09	0.12	0.15
Official Rate	1	Present Value of Net Cost	456,618	466,474	431,052	388,331	347,471
		Present Value of Direct Benefit	384,728	195,265	107,282	63,314	39,736
		Benefit Cost Ratio	0.843	0.419	0.249	0.163	0.114
		Internal Rate of Return (%)	2.44				
	2	Present Value of Net Cost	419,222	411,094	365,332	316,588	273,062
		Present Value of Direct Benefit	372,810	186,297	100,470	58,094	35,801
		Benefit Cost Ratio	0.889	0.453	0.275	0.184	0.131
		Internal Rate of Return (%)	2.60				
	3	Present Value of Net Cost	377,200	362,039	316,072	270,807	232,364
		Present Value of Direct Benefit	359,874	177,927	94,927	54,392	33,301
		Benefit Cost Ratio	0.954	0.491	0.300	0.201	0.143
		Internal Rate of Return (%)	2.81				
2-2	Present Value of Net Cost	317,564	318,939	290,314	257,494	226,912	
	Present Value of Direct Benefit	351,989	176,727	95,794	55,674	34,481	
	Benefit Cost Ratio	1.108	0.554	0.330	0.216	0.152	
	Internal Rate of Return (%)	3.30					
3-2	Present Value of Net Cost	299,528	298,095	269,472	238,183	209,794	
	Present Value of Direct Benefit	341,205	169,750	91,166	52,580	32,391	
	Benefit Cost Ratio	1.139	0.569	0.338	0.221	0.154	
	Internal Rate of Return (%)	3.38					
Shadow Rate	1	Present Value of Net Cost	606,082	622,213	576,631	520,200	465,899
		Present Value of Direct Benefit	389,200	198,114	109,169	64,608	40,651
		Benefit Cost Ratio	0.642	0.318	0.189	0.124	0.087
		Internal Rate of Return (%)	1.63				
	2	Present Value of Net Cost	558,477	551,027	491,349	426,817	369,011
		Present Value of Direct Benefit	377,282	189,146	102,357	59,388	36,716
		Benefit Cost Ratio	0.676	0.343	0.208	0.139	0.099
		Internal Rate of Return (%)	1.75				
	3	Present Value of Net Cost	503,849	486,907	426,821	366,769	315,588
		Present Value of Direct Benefit	364,346	180,776	96,814	55,686	34,216
		Benefit Cost Ratio	0.723	0.371	0.227	0.152	0.108
		Internal Rate of Return (%)	1.91				
2-2	Present Value of Net Cost	428,918	433,014	395,076	350,886	309,664	
	Present Value of Direct Benefit	356,461	179,576	97,681	56,968	35,396	
	Benefit Cost Ratio	0.831	0.415	0.247	0.162	0.114	
	Internal Rate of Return (%)	2.41					
3-2	Present Value of Net Cost	404,834	405,009	367,013	324,848	286,563	
	Present Value of Direct Benefit	345,677	172,599	93,053	53,874	33,306	
	Benefit Cost Ratio	0.854	0.426	0.254	0.166	0.116	
	Internal Rate of Return (%)	2.49					
1.50	1	Present Value of Net Cost	680,813	700,083	649,419	586,134	525,114
		Present Value of Direct Benefit	391,437	199,539	110,112	65,255	41,108
		Benefit Cost Ratio	0.575	0.285	0.170	0.111	0.078
		Internal Rate of Return (%)	1.36				
	2	Present Value of Net Cost	628,102	620,996	554,355	481,929	416,987
		Present Value of Direct Benefit	379,519	197,571	103,300	60,035	37,173
		Benefit Cost Ratio	0.604	0.318	0.186	0.125	0.089
		Internal Rate of Return (%)	1.46				
	3	Present Value of Net Cost	567,173	549,358	482,195	414,751	357,199
		Present Value of Direct Benefit	366,583	182,201	97,757	56,333	34,673
		Benefit Cost Ratio	0.646	0.332	0.203	0.136	0.097
		Internal Rate of Return (%)	1.62				
2-2	Present Value of Net Cost	484,593	490,054	447,455	397,580	351,040	
	Present Value of Direct Benefit	358,698	181,001	98,624	57,615	35,853	
	Benefit Cost Ratio	0.740	0.369	0.220	0.145	0.102	
	Internal Rate of Return (%)	2.07					
3-2	Present Value of Net Cost	457,486	458,482	415,783	368,181	324,947	
	Present Value of Direct Benefit	347,914	174,024	93,996	54,521	33,763	
	Benefit Cost Ratio	0.760	0.380	0.226	0.148	0.104	
	Internal Rate of Return (%)	2.15					

Table 11-31 Overall Analysis of Cost and Benefit (Prestressed Concrete Bridge)

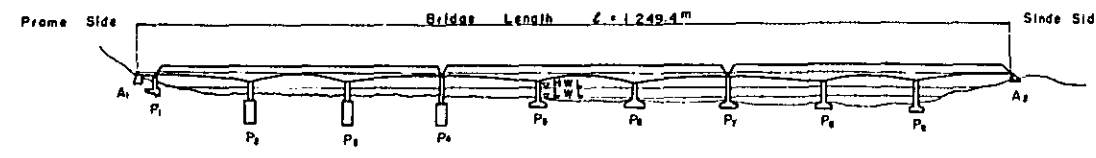
Unit: 1,000 Kyats

Exchange Rate	Case	Discount Rate Item	Discount Rate				
			0.03	0.06	0.09	0.12	0.15
Official Rate	1	Present Value of Net Cost	480,265	499,784	464,859	420,062	376,518
		Present Value of Direct Benefit	384,728	195,265	107,282	63,314	39,736
		Benefit Cost Ratio	0.801	0.391	0.231	0.151	0.106
		Internal Rate of Return (%)	2.32				
	2	Present Value of Net Cost	462,411	466,045	420,574	368,670	321,627
		Present Value of Direct Benefit	372,810	186,297	100,470	58,094	35,801
		Benefit Cost Ratio	0.806	0.400	0.239	0.158	0.111
		Internal Rate of Return (%)	2.33				
	3	Present Value of Net Cost	423,667	420,192	374,410	325,780	283,539
		Present Value of Direct Benefit	359,874	177,927	94,927	54,392	33,301
		Benefit Cost Ratio	0.849	0.423	0.254	0.167	0.117
		Internal Rate of Return (%)	2.48				
2-2	Present Value of Net Cost	360,753	373,890	345,556	309,576	275,477	
	Present Value of Direct Benefit	351,989	176,727	95,794	55,674	34,481	
	Benefit Cost Ratio	0.976	0.473	0.277	0.180	0.125	
	Internal Rate of Return (%)	2.89					
3-2	Present Value of Net Cost	345,995	356,248	327,810	293,156	260,969	
	Present Value of Direct Benefit	341,205	169,750	91,166	52,580	32,391	
	Benefit Cost Ratio	0.986	0.476	0.278	0.179	0.124	
	Internal Rate of Return (%)	2.92					
1.50	1	Present Value of Net Cost	637,418	666,164	621,238	562,086	504,273
		Present Value of Direct Benefit	389,200	198,114	109,169	64,608	40,651
		Benefit Cost Ratio	0.611	0.297	0.176	0.115	0.081
		Internal Rate of Return (%)	1.56				
	2	Present Value of Net Cost	616,772	625,125	565,930	497,259	434,644
		Present Value of Direct Benefit	377,282	189,146	102,357	59,388	36,716
		Benefit Cost Ratio	0.612	0.303	0.181	0.119	0.084
		Internal Rate of Return (%)	1.56				
	3	Present Value of Net Cost	566,802	565,717	506,011	441,535	385,132
		Present Value of Direct Benefit	364,346	180,776	96,814	55,686	34,216
		Benefit Cost Ratio	0.643	0.320	0.191	0.126	0.089
		Internal Rate of Return (%)	1.67				
2-2	Present Value of Net Cost	487,213	507,112	469,657	421,328	375,297	
	Present Value of Direct Benefit	356,461	179,576	97,681	56,968	35,396	
	Benefit Cost Ratio	0.732	0.354	0.208	0.135	0.094	
	Internal Rate of Return (%)	2.09					
3-2	Present Value of Net Cost	467,787	483,819	446,203	399,614	356,107	
	Present Value of Direct Benefit	345,677	172,599	93,053	53,874	33,306	
	Benefit Cost Ratio	0.739	0.357	0.209	0.135	0.094	
	Internal Rate of Return (%)	2.12					
Shadow Rate	1	Present Value of Net Cost	715,993	749,352	699,425	633,098	568,151
		Present Value of Direct Benefit	391,437	199,539	110,112	65,255	41,108
		Benefit Cost Ratio	0.547	0.266	0.157	0.103	0.072
		Internal Rate of Return (%)	1.31				
	2	Present Value of Net Cost	693,952	704,664	638,607	561,553	491,154
		Present Value of Direct Benefit	379,519	197,571	103,300	60,035	37,173
		Benefit Cost Ratio	0.547	0.280	0.162	0.107	0.076
		Internal Rate of Return (%)	1.31				
	3	Present Value of Net Cost	638,371	638,481	571,812	499,413	435,927
		Present Value of Direct Benefit	366,583	182,201	97,757	56,333	34,673
		Benefit Cost Ratio	0.574	0.285	0.171	0.113	0.080
		Internal Rate of Return (%)	1.41				
2-2	Present Value of Net Cost	550,443	573,722	531,707	477,204	425,207	
	Present Value of Direct Benefit	358,698	181,001	98,624	57,615	35,853	
	Benefit Cost Ratio	0.652	0.315	0.185	0.121	0.084	
	Internal Rate of Return (%)	1.74					
3-2	Present Value of Net Cost	528,684	547,605	505,400	452,843	403,675	
	Present Value of Direct Benefit	347,914	174,024	93,996	54,521	33,763	
	Benefit Cost Ratio	0.658	0.318	0.186	0.120	0.084	
	Internal Rate of Return (%)	1.76					

CONSTRUCTION SCHEDULE (STEEL BRIDGE)

IRRAWADDY RIVER BRIDGE PROJECT

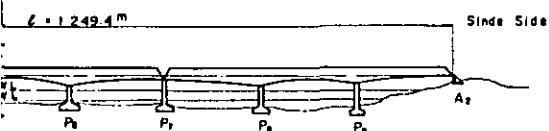
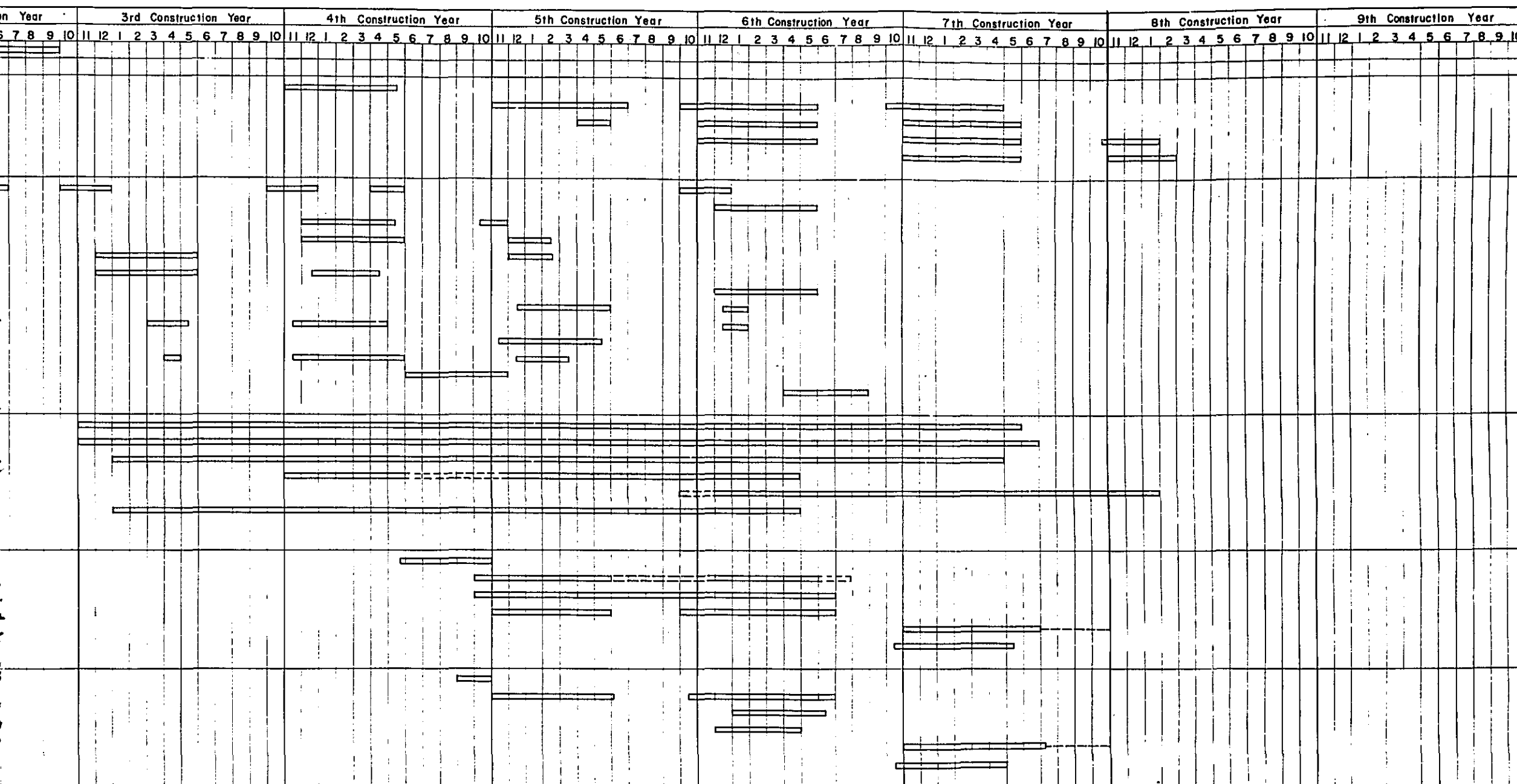
TERM			1st Construction Year										2nd Construction Year										3rd Construction Year										4th Construction Year										5th Construction Year										6th Construction Year										7th Construction Year																	
			11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4
Arrangement of Equipment			[Gantt chart bars for equipment arrangement]																																																																													
General Preparatory Works			[Gantt chart bars for general preparatory works]																																																																													
BRIDGE	SUPER-STRUCTURE	Preparatory Works	[Gantt chart bars]																																																																													
		Erection	[Gantt chart bars]																																																																													
Slab and Pavement		[Gantt chart bars]																																																																														
Painting		[Gantt chart bars]																																																																														
BRIDGE	SUB-STRUCTURE	Clearing out Job Site	[Gantt chart bars]																																																																													
		Preparatory Works	[Gantt chart bars]																																																																													
		A1	[Gantt chart bars]																																																																													
		P1	[Gantt chart bars]																																																																													
		P2	[Gantt chart bars]																																																																													
		P3	[Gantt chart bars]																																																																													
		P4	[Gantt chart bars]																																																																													
		P5	[Gantt chart bars]																																																																													
		P6	[Gantt chart bars]																																																																													
	A2	[Gantt chart bars]																																																																														
ACCESS ROAD	Clearing and Grubbing		[Gantt chart bars]																																																																													
	Earthwork		[Gantt chart bars]																																																																													
	Drainage Structures		[Gantt chart bars]																																																																													
	Bridges		[Gantt chart bars]																																																																													
	Pavement		[Gantt chart bars]																																																																													
ACCESS RAILWAY	SINDE SIDE	Preparatory Work	[Gantt chart bars]																																																																													
		Subgrade Construction	[Gantt chart bars]																																																																													
	PROME SIDE	Tunnel	[Gantt chart bars]																																																																													
		Bridge	[Gantt chart bars]																																																																													
		Track	[Gantt chart bars]																																																																													
Station Facility		[Gantt chart bars]																																																																														



- Legend**
- 1 — January
 - 2 — February
 - ...
 - 12 — December

- Notes**
1. Arrangement of Equipment includes Purchase, Shipment, etc.
 2. General Preparatory Works includes Office, Residence, Water Supply, Electricity, Repair Shop, Stock Yard, Roadway used by Wheeled Traffic, Installation of Quarry, etc.
 3. The dry season is from the middle of October to the middle of May of next year. Any other months are in wet season.

CONSTRUCTION SCHEDULE (STEEL BRIDGE)



Legend

- 1 — January
- 2 — February
- 12 — December

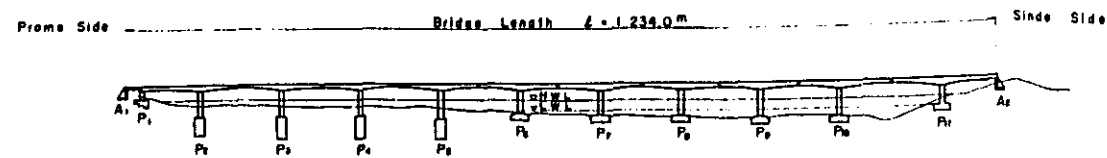
Notes

1. Arrangement of Equipment includes Purchase, Shipment, etc.
2. General Preparatory Works includes Office, Residence, Water Supply, Electricity, Repair Shop, Stock Yard, Roadway used by Wheeled Traffic, Installation of Quarry, etc.
3. The dry season is from the middle of October to the middle of May of next year. Any other months are in wet season.

IRRAWADDY RIVER BRIDGE PROJECT

CONSTRUCTION SCHEDULE (PRESTRESSED CONCRETE BRIDGE)

TERM	1st Construction Year										2nd Construction Year										3rd Construction Year										4th Construction Year										5th Construction Year										6th Construction Year										7th Construction																		
	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5
Arrangement of Equipment																																																																															
General Preparatory Works																																																																															
BRIDGE	SUPER-STRUCTURE	Preparatory Works																																																																													
		A ₁ - P ₁																																																																													
		P ₂																																																																													
		P ₃																																																																													
		P ₄																																																																													
		P ₅																																																																													
		P ₆																																																																													
		P ₇																																																																													
		P ₈																																																																													
		P ₉																																																																													
BRIDGE	SUB-STRUCTURE	Preparatory Works																																																																													
		A ₁																																																																													
BRIDGE	SUB-STRUCTURE	P ₁																																																																													
		P ₂																																																																													
		P ₃																																																																													
		P ₄																																																																													
		P ₅																																																																													
		P ₆																																																																													
		P ₇																																																																													
		P ₈																																																																													
		P ₉																																																																													
		P ₁₀																																																																													
ACCESS ROAD		Clearing and Grubbing																																																																													
		Earthwork																																																																													
		Drainage Structures																																																																													
		Bridges																																																																													
		Pavement																																																																													
ACCESS RAILWAY	SINDE SIDE	Preparatory Work																																																																													
		Subgrade Construction																																																																													
		Tunnel																																																																													
		Bridge																																																																													
		Track																																																																													
ACCESS RAILWAY	PROME SIDE	Preparatory Work																																																																													
		Subgrade Construction																																																																													
		Tunnel																																																																													
		Bridge																																																																													
		Track																																																																													

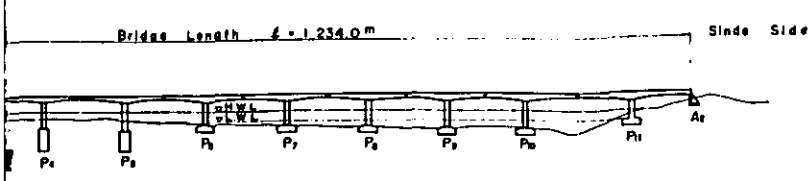
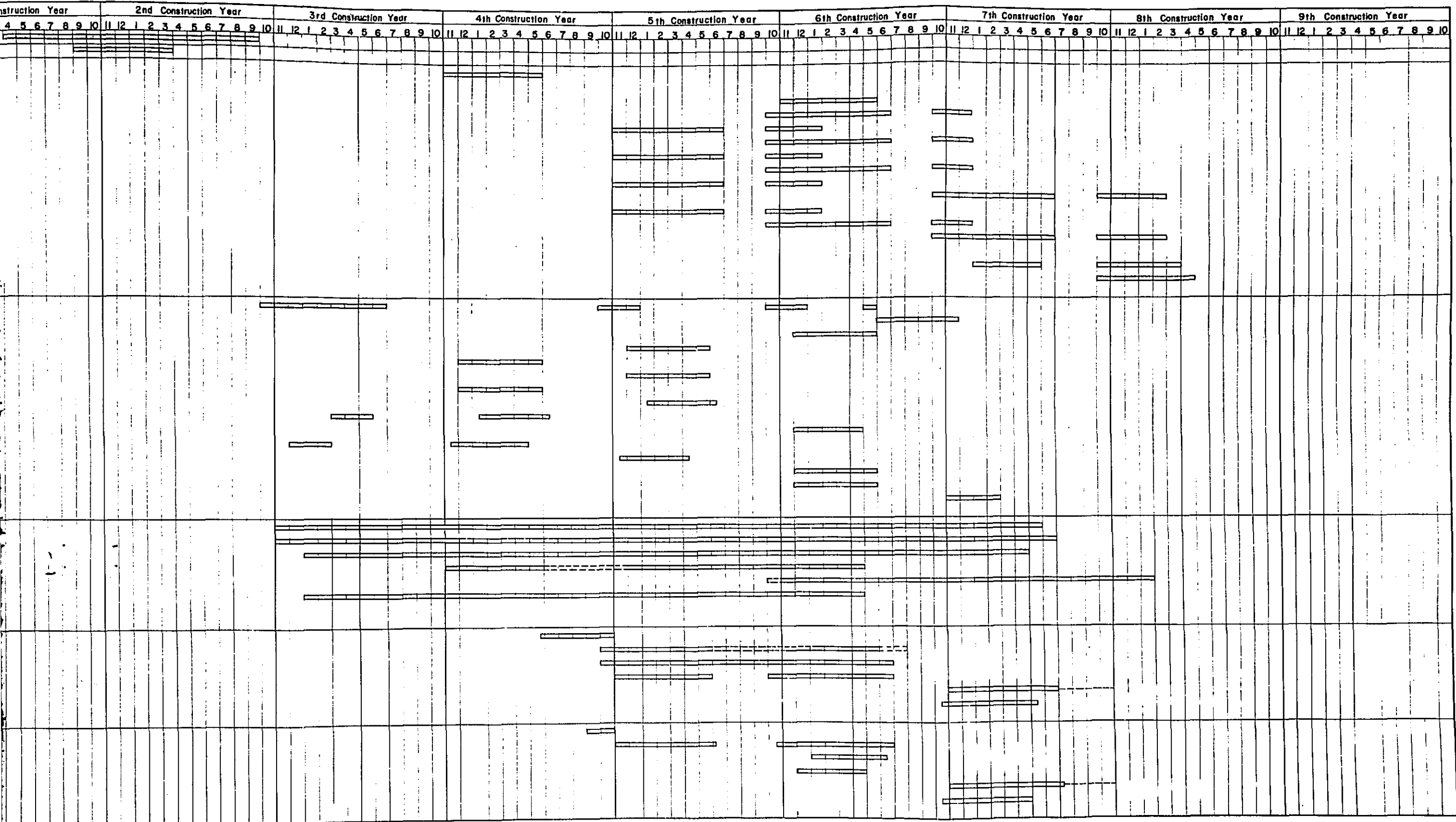


- Legend
- 1 — January
 - 2 — February
 - 12 — December

- Notes
- 1 Arrangement of Equipment includes Purchase, Shipment, etc.
 - 2 General Preparatory Works includes Office, Residence, Water Supply, Electricity, Repair Stock Yard, Roadway used by Wheeled Traffic, Installation of Quarry, etc.
 - 3 The dry season is from the middle of October to the middle of May of next year. other months are in wet season

PROJECT

CONSTRUCTION SCHEDULE (PRESTRESSED CONCRETE BRIDGE)



Legend
 1 — January
 2 — February
 . . .
 12 — December

Notes
 1 Arrangement of Equipment includes Purchase, Shipment, etc
 2 General Preparatory Works includes Office, Residence, Water Supply, Electricity, Repair Shop, Stock Yard, Roadway used by Wheeled Traffic, Installation of Quarry, etc.
 3 The dry season is from the middle of October to the middle of May of next year. Any other months are in wet season

