

5.3.4 上部工の設計

(1) 設計基準

上部工設計のために適用される設計基準は、前回の基本設計調査報告書（フェーズⅢ）と同様である。

(2) 上部工の設計結果

アポロ橋の設計計算結果を下表に示す。

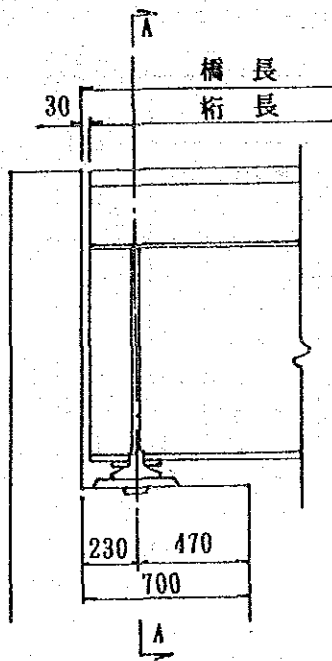
表 5.3-5 主桁サイズと応力度

支 間 (m)		18
車 道 幅 員 (m)		6.7
形 式		H-beam
桁 高		H700×300
材 質		SMA50
断 面 諸 元	断面二次モーメント (cm ⁴)	254,000
	断面積 (cm ²)	243.4
	断面係数 (cm ³)	6,410
作用荷重 (t・m)		153.2
曲 応 げ 力	発生応力度 (kg/cm ²)	1,991
	許容応力度 (kg/cm ²)	2,100
せ 断 ん 力	作用荷重 (t)	35.6
せ 応 ん 断 力	発生応力度 (kg/cm ²)	340
	許容応力度 (kg/cm ²)	1,200
た わ み	発生たわみ	$\frac{1}{1,208}$
	許容たわみ	$\frac{1}{1,111}$

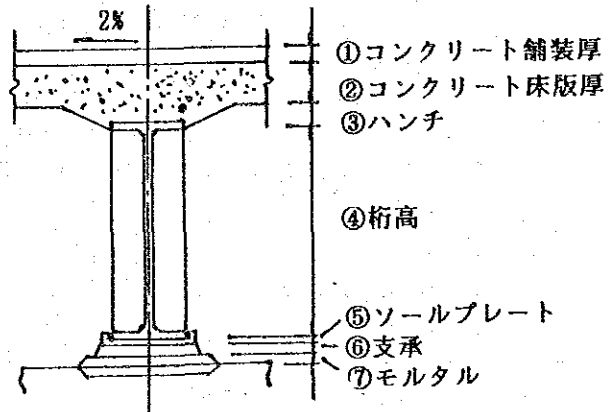
表 5.3-6 上部工部材高 (床版厚、桁高、支承厚)

径間長 (m)	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	沓 (t)	構造高 (mm)
18	50	180	70+(20)90	792	22	63	50	45	1.247

注：構造高は橋梁の中心の寸法を示す。



側面図



A-A断面

上部工部材高詳細図

5.3.5 下部工の設計

(1) 設計基準

下部工設計のために適用される設計基準は、前回の報告書と同様とする。

(2) 下部工の設計計算結果

アポロ橋の形式別下部工、及びくい反力（橋台）の計算結果を表 5.3-7に示す。

表 5.3-7 形式別下部工、及びくい反力（橋台） (1/1)

橋梁名 番号	橋台名	橋長	支承 条件	橋台 高さ H (m)	橋台 幅 B (m)	くい 本数	くい反力						くい頭部 N値	タイプ	許容水平力 (t)	
							常時 (1/本)			地震時 (1/本)					常時 Ha	地震時 H1
							Nmax	Nmin	H	Nmax	Nmin	H				
アポロ橋 03.5	A	18	Exp	4.5	2.5	10	33.4	25.6	5.3	43.9	0.7	8.6	5	A	45	63
	P	18	Fix Exp	5.5	3.0	8	42.9	-	-	43.3	11.4	3.4	5	B	45	63
	B	18	Fix	4.0	2.5	10	29.2	25.6	4.1	26.1	15.2	7.6	5	A	40	61

注) くい種: タイプA φ30使用 タイプB φ25使用

5.3.6 取付道路の設計

(1) 設計基準

道路設計に適用される設計基準は、前回の報告書記述と同様である。

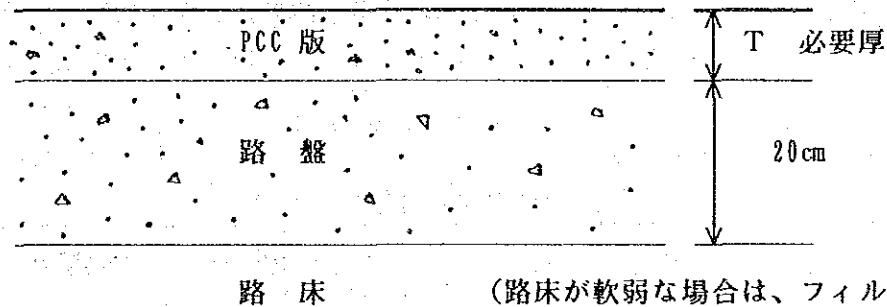
5.3.7 舗装工の設計

(1) 設計基準及び舗装形式

舗装工の設計基準および舗装形式は前回提出の基本設計調査報告書の記載事項と同様とする。

(2) 舗装形式

アポロ橋の取付道路長は短かく小工事であるので、アスファルト舗装のようにプラントの建設が必要となる形式は適当ではない。したがって図 5.3-4 に示すような、セメントコンクリート舗装を採用した。



(路床が軟弱な場合は、フィルター層、または置換工法などの改良工法を行うこと。)

図 5.3-4 コンクリート舗装の標準断面

5.3.8 護岸の設計

(1) 河川必要断面

アポロ橋は橋梁が河川の屈折部に位置し、一部河幅が狭くなっている。火山泥流をスムーズに流下させる為に橋梁上流の一部を掘削する。

(2) 護岸形式

護岸形式については前回の基本設計調査報告書記載事項と同様とする。

5.3.9 施工計画

5.3.9.1 施工方針

(a) 鋼材輸送計画

日本調達の資材は、日本からフィリピン共和国の荷上港まで船積み輸送され、そこからさらに、橋梁建設地点まで内陸輸送される。その輸送経路及びその現状は表 5.3-8 に示すとおりである。

ミニッツに記載されているとおり、フィリピン共和国側は資機材の輸送路を通行可能な状態に維持する責任を有する。したがって、フィリピン共和国側には、特に下記の輸送路上にある橋梁等を補修し、通行可能な状態にすることが望まれる。

表 5.3-8 輸送経路とその現状

橋梁番号	橋梁名	荷揚港	内陸輸送経路		陸上輸送経路の現状
			海上輸送	陸上輸送	
03.S	アポロ橋	マニラ	なし	・マニラ港→建設地点 ・全長 101km	・全線舗装道路, 良好

(b) 鋼桁架設計画

鋼桁架設工法としては、堤外地からのクローラクレーンによる直接架設工法、道路上からのクローラクレーンによる直接架設工法、ケーブル引出し工法等が考えられるが、建設規模、建設時点の状況等を考慮して、堤外地からクレーンによる直接架設工法を採用した。本工法の概念図は図 5.3-5に示した。

本工法は、クローラクレーンを堤外地に侵入させる必要があるため、その工事用ヤードは基本的に築島式を採用し、平常水位の比較的高い場合、あるいは河川幅が広い場合は、工事用仮棧橋で建設することとした。築島、及び仮棧橋の高さは、雨期を考慮して、平常水位より1 m程度高くした。

また、本工法は一時的に鋼桁を支持するベントが必要となるが、鋼製ベントの使用を避け、現地で入手可能なココナツの木を利用することとした。雨期には河床からココナツの木のサンドルを組む事が困難であるため、乾期にココナツの杭を打設しておき、これをベントとして使用し、雨期にも桁架設施工が可能となるように考慮した。

表 5.3-9に計画した鋼桁架設工法、及び工事用ヤードの計画を、図 5.3-5に鋼桁架設工法概念図を、図 5.3-6に木製仮棧橋標準図、及び図 5.3-7に木製ベント標準図を示す。

表 5.3-9 鋼桁架設工法、及び工事用ヤードの計画

橋梁番号	橋梁名	鋼 桁		架 設 工 法	ベント型式	工事用ヤード型式	備 考
		型 式	継 手				
03.5	アボロ橋	H鋼桁 L=2618m=36m	6ヶ所	自走クレーン車による ベント工法	木製くい基礎ベント	木製仮棧橋	一部現橋利用

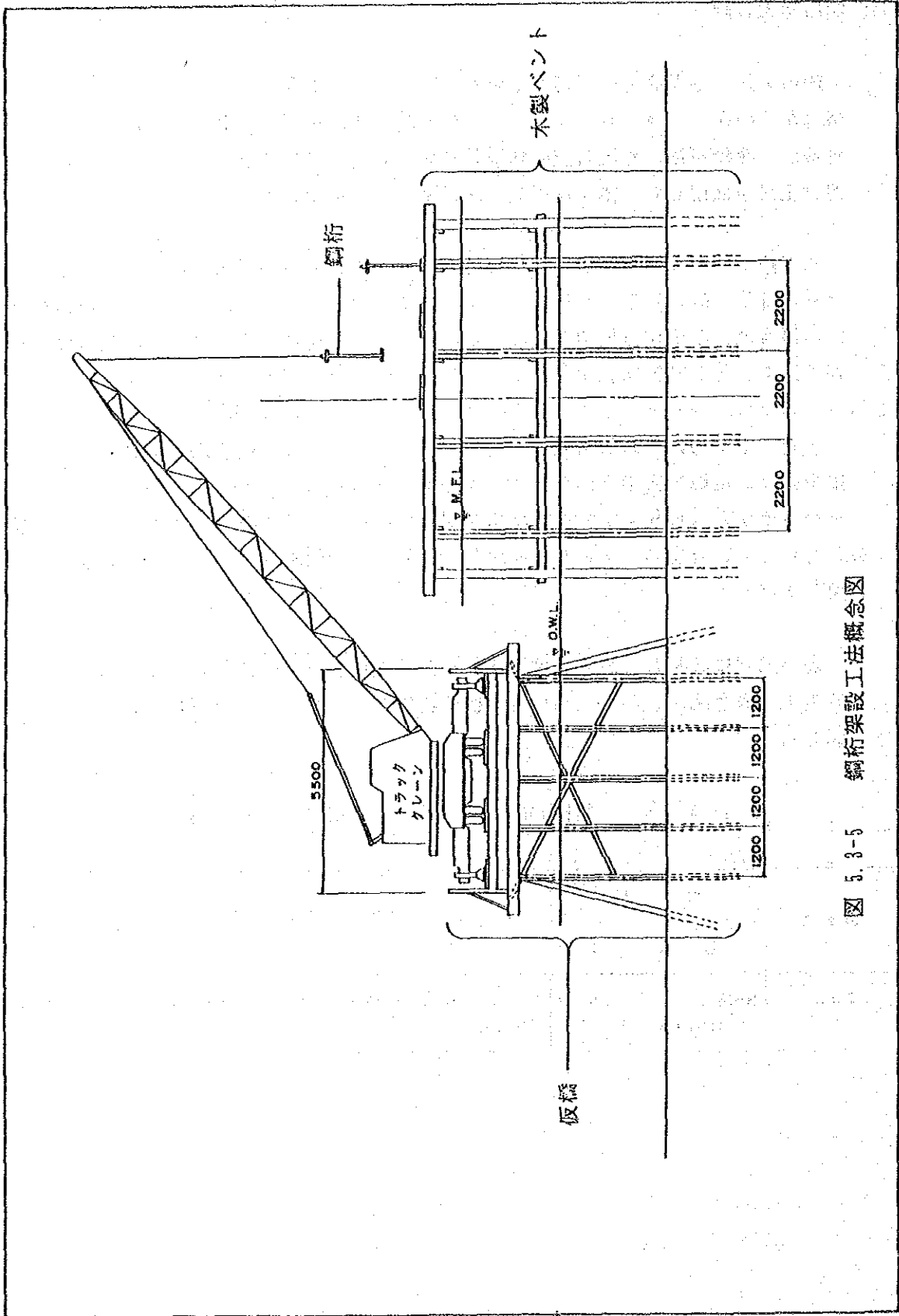


図 5.3-5 鋼桁架設工法概念図

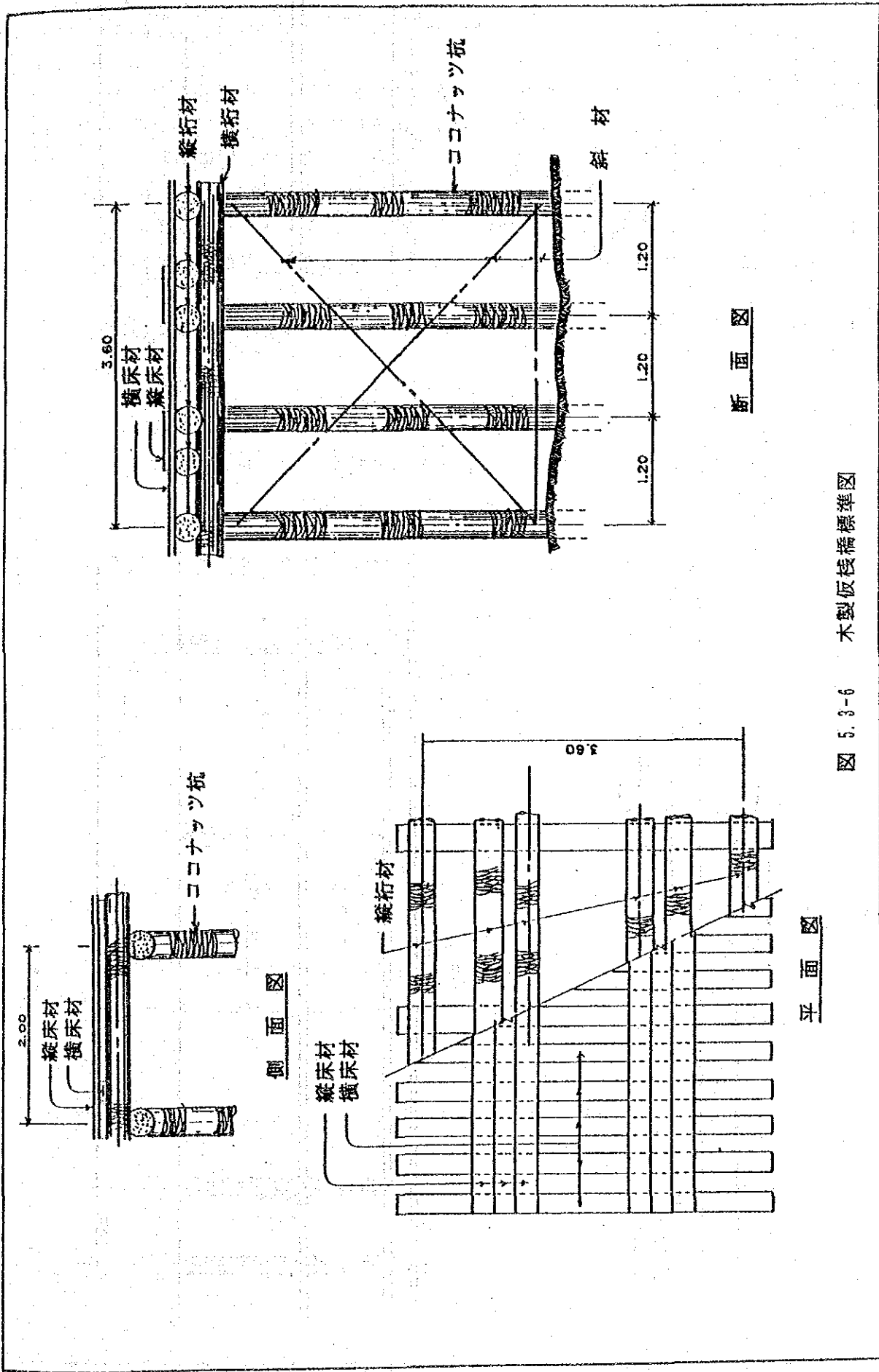
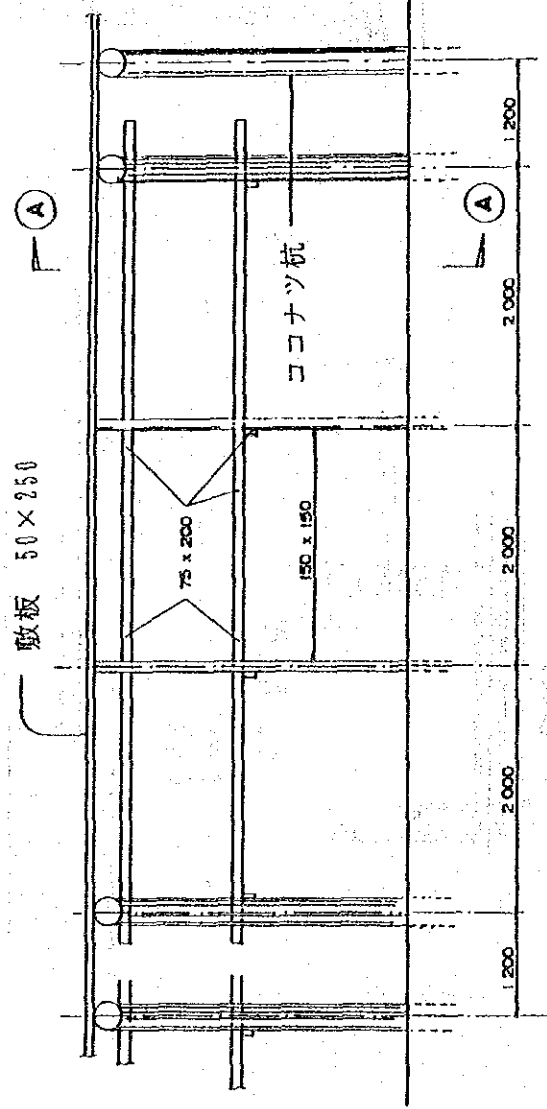
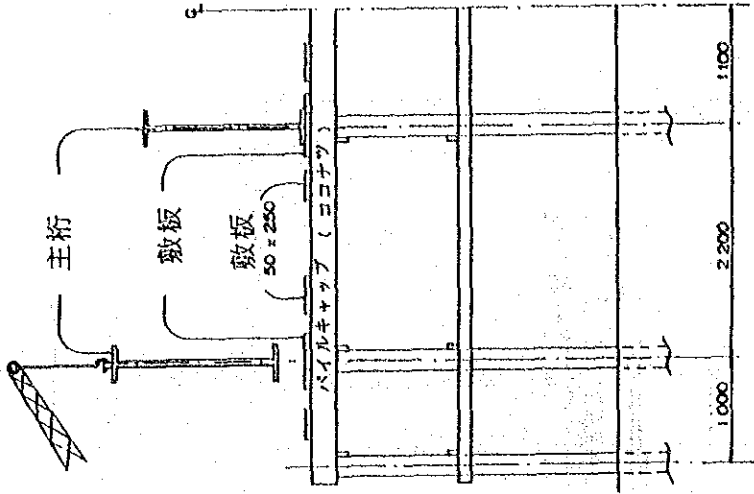
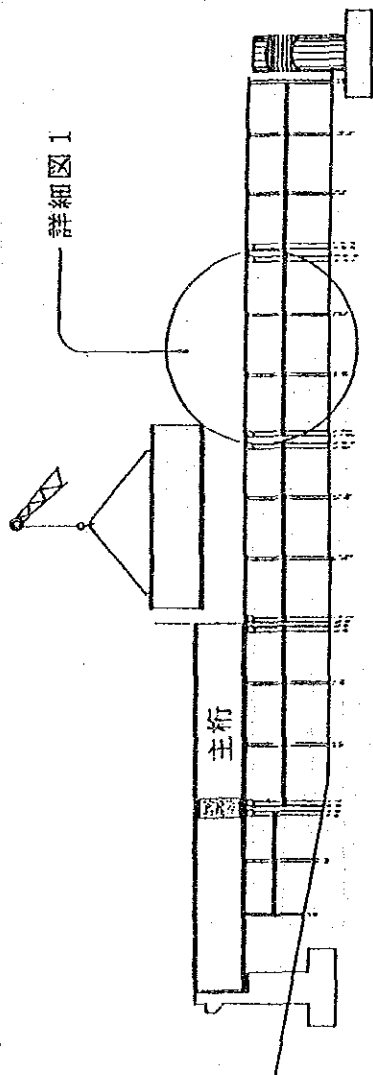


図 5.3-6 木製仮橋標準図

木製ベント材数量表 (7m当り)

名	称	数	量	規	格	長	さ	数	量
ココナツ杭		12		φ	200	5.000		1.284	㎡
パイルキャップ		2		φ	200	9.200		0.576	㎡
水平筋造		12		75 × 200		7.000		1.260	㎡
水平筋造		4		75 × 200		9.200		0.552	㎡
敷板		16		50 × 250		7.000		1.400	㎡
角材		16		150 × 150		5.000		1.200	㎡



断面図 A-A

図 5.3-7 木製ベント標準図

詳細図 1

(c) 仮締切工計画

下部工、及び護岸工工事は乾期に施工するのが望ましい。これは単に工費の節減を計るばかりでなく、工事中の安全確保、品質管理に対して重要である。アポロ橋に関しては仮締切工が必要である。

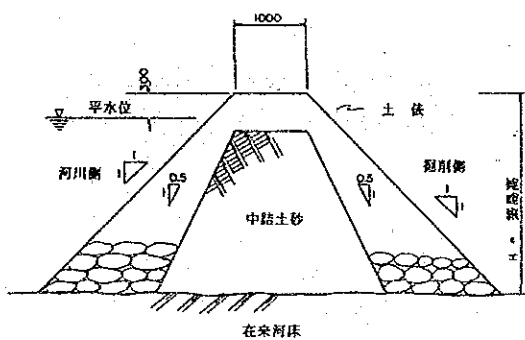
仮締切工のタイプとしては、築島による仮締切工を計画した。

図 5.3-8 に築島による仮締切工の概略図を示す。

仮締切工を必要とする下部工、及び護岸工の仮締切工の計画は、表 5.3-10 に示す。

表 5.3-10 仮締切工の計画

橋梁番号	橋台 A	橋台 B	橋脚 P	護岸 A	護岸 B
03. S	築 島	築 島	築 島	築 島	築 島



築島の仮締切資料一覧表
(延長 1m 当り)

築島高 x (mm)	土 依	
	(m ³)	(m ³)
500	0.75	0
1,000	1.38	0.63
1,100	1.53	1.76
1,200	1.70	0.95
1,300	1.87	1.12

図 5.3-8 築島による仮締切工の概略図

(d) 工事中の交通確保

本計画において、新橋は現橋位置よりも下流側にずらして計画される。そのため建設期間中の交通は現橋を使用するものとする。

(e) 現橋の撤去

現橋の撤去は、橋梁建設に障害となる場合は電気、水道管等の附帯設備の移設も含めてフィリピン共和国側の負担工事にて行う。現アポロ橋は橋梁建設後にフィリピン共和国側の責任に於て撤去するものとする。

5.3.9.2 建設事情及び施工上の留意事項

本橋梁建設工事に関する当該地域での一般事情、地域的特性、および施工上の留意事項は下記に示す通りである。

・橋梁建設地域の気象条件

橋梁建設地点は、マニラより北西方面に位置している。気象条件の概要は以下のとおりである。

- ・乾季（11月～4月）と雨季（5月～10月）がはっきりしている。
- ・台風の頻度は年10～11回である。

本橋梁建設工事は堤外地施工があるため、工事の稼働率は、現地の気象条件（特に降雨量、降雨日数および日最大降雨量）の影響を受ける。従って、降雨による影響の大きい下部工、護岸工、取付道路工はなるべく乾季に施工することが望ましい。

・橋梁計画位置

本橋梁建設計画の架橋位置は、現橋の線形、車輛の走行の安全性、および用地買収について検討の結果、現橋下流側に新橋を建設することとした。

従って、施工上必要な留意事項は下記の通りである。

- ・工事中迂回路は現橋を供用する。
- ・工事終了後現橋撤去が必要である。

5.4 実施工程

本事業実施にあたっては、特に雨季（5月～10月）、乾季（11月～4月）を考慮して事業実施スケジュールを作成した。

フェーズⅢ、グループ2対象橋梁10橋の工事工程については、特に河川流域内の橋脚の施工時期を仮締切工の不要な乾季となる様に配慮すると同時に、橋梁取付道路の盛土工も土の締め固めを考慮して、乾季中となる様に計画した。

乾季は地域によって若干相違するが、おおむね11月から4月であり、この時期が工事に最適である。

以上の事項を考慮して、グループ2対象橋梁10橋の事業実施工程計画表を作成した。

- ・実施設計業務所要期間 : 5.5ヶ月
- ・建設工期 : 12ヶ月
- ・乾季 : 11月～4月
- ・雨季 : 5月～10月
- ・工事時期 : 堤外地となる橋台工、橋脚工、護岸工および取付道路の土工事は可能な限り乾季に施工するものとして計画した。

以上の諸条件を考慮した事業実施工程表は下記の表 5.4-1に示す通りである。

表 5.4-1 事業実施工程表

項目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
実施設計	■ (現地調査)											
		■ (国内作業)										
					■ (現地確認)							
						(計 5.5ヶ月)						
施工	■ (準備工)											
		■ (下部工)										
	■ (鋼材調達)											
						■ (上部工)						
								■ (護岸工)				
							■ (取付道路)					
									■ (跡片付工)			

5.5 概算事業費

アポロ橋も含めたフェーズⅢ、グループ2対象橋梁10橋を日本の無償資金協力により実施する場合に必要な事業費総額は、14.46億円となり、前述の日本国とフィリピン共和国との負担区分に基づく双方の経費内訳は、下記に示す積算条件によれば次のように見積られる。

(1) 日本国側負担経費

日本国側負担の概算事業費は表 5.5-1に示す通りである。

表 5.5-1 日本国側負担概算事業費

事業費区分	事業費
1. 建設費	13.30億円
直接工事費	7.75億円
直接仮設費	0.37億円
共通仮設費	0.98億円
現場経費	2.37億円
梱包輸送費	1.02億円
一般管理費	0.81億円
2. 設計管理費	1.16億円
合 計	14.46億円

(2) フィリピン共和国側負担経費

- ・負担経費 : 719万フィリピン・ペソ (約36.0百万円)
(詳細は、付属資料9 参照)

負担経費の内容は下記の通りである。

- ・輸送路の維持補修 415万フィリピン・ペソ (約20.8百万円)
- ・仮設用地整地、提供 190万フィリピン・ペソ (約 9.5百万円)
- ・用地内障害物撤去、移設 114万フィリピン・ペソ (約 5.7百万円)

積算条件

- 1) 積算時点 平成3年11月
- 2) 為替交換レート 1 USドル = 137.32円
1 ペソ = 5.01円
- 3) 施工期間 12ヶ月（実施設計、入札関連業務期間は表 5.4-1に示した通りである。）
- 4) その他 本計画は、日本国政府の無償資金協力の制度に従い実施されるものとする。

第6章 事業の効果と結論

第6章 事業の効果と結論

地方道路橋梁建設計画（フェーズⅢ）は昭和63年1月の地方道路橋梁建設計画（フェーズⅠ）と昭和63年6月の地方道路橋梁建設計画（フェーズⅡ）の継続事業として、地方部貧困地域の活性化を推進する社会基盤の整備を目的としたものであり、フィリピン共和国政府としては是非とも実行しなければならない事業として位置付けている。

当初計画ドロレス橋の代替橋梁であるアポロ橋についての直接・間接的な効果及び現状改善の見通しは次のように評価されている。

表 6-1 アポロ橋計画実施による効果と現状改善の程度

現状と問題点	本計画での対策	計画の効果、改善の見通し
1. プロジェクト道路は農業・市場間接統道路、生活道路として重要であるにもかかわらず、現橋は木橋で、交通障害障害となっている。	・永久橋に架け替える。	・安全で信頼性のある交通手段を確保。農産物、生活必需品などを常時、安全、迅速に輸送できる。
2. 洪水による橋梁損傷、流失の危険がある。	・永久橋に架け替え、橋脚 ・橋台の洪水対策設計を行い、護岸を設置する。	・非時に異常な洪水以外に対して、安全で強固な構造物を提供できる。
3. 道路・橋梁整備の遅延のため、住民の生活水準向上、地域産業活性化を阻害している。	・橋梁架け替えを実施することにより、フィリピンの自助努力として隣接道路の整備実施を誘発させる。	・生活水準の向上、農業振興、社会経済活動の活性化に寄与する。 本橋の受益者は15,000人、範囲は400km ² である。

上記のように、本計画は広く住民の生活向上に寄与し、生産性を促進するなど多大の効果が期待されるものであり、本計画を無償資金協力で実施することは妥当であると判断される。さらに、橋梁建設後の運営・管理についてもフェーズⅠ及びフェーズⅡの実施状況からしてフィリピン共和国側体制により十分対応可能と考えられる。

付 属 資 料 編

1. 調査団氏名
2. 調査日程
3. 相手国関係者リスト
4. 討議議事録
5. 要請橋梁リスト
6. 収集資料リスト
7. カントリーデータ
8. 河川水理解析
9. 河川・砂防検討
10. フィリピン国側負担概算費用
11. グループ1に対する提言
12. 測量調査
13. 地質調査
14. 橋梁一般図
15. 写真集

付屬資料 1

調查団氏名

1. 基本設計現地調査団氏名

日本側調査団メンバー

担 当 業 務	氏 名	現 職
総 括	岡原美知夫	建設省 土木研究所構造橋梁部 基礎研究室
計 画 管 理	渡 辺 学	国際協力事業団 無償資金協力調査部 基本設計調査二課
橋梁計画（業務主任）	戸 次 庸 夫	（株）片平エンジニアリング インターナショナル
橋 梁 設 計	三 谷 光 正	（株）片平エンジニアリング インターナショナル
河川／砂防計画	佐々部圭二	（株）建設技術研究所
施 工 計 画	角 谷 効 一	（株）片平エンジニアリング インターナショナル
土質／測量調査	菅 原 健 二	（株）片平エンジニアリング インターナショナル

付 属 资 料 2

调 查 日 程

1. 基本设计现地调查日程

現地調査日程

平成3年9月18日より同年11月1日まで実施した、本調査団の現地調査日程は下記のとおりである。

順	月	日	曜	調査団	地質調査	測量調査
1	平成3年	9月18日	水	<ul style="list-style-type: none"> ・三谷光正（橋梁設計）、佐々部圭二（河川／砂防計画）、菅原健二（土質／測量調査）、東京発、マニラ到着 ・JICAマニラ事務所において会議 ・在マニラ日本大使館において会議 	—	—
2	〃	9月19日	木	<ul style="list-style-type: none"> ・DPWHにおいて会議 インセプション・レポートの説明・協議 調査日程の説明 資料収集 	—	—
3	〃	9月20日	金	<ul style="list-style-type: none"> ・現地調査 03.10 ドロレス橋（フェーズⅢ、グループ2） 03.08 ピアス橋（フェーズⅢ、グループ1） 03.11 プロ橋（フェーズⅢ、グループ1） 03.03 バコン橋（フェーズⅢ、グループ2） 03.02 アエタ・キナランガン橋 （代替候補橋梁） 	—	—
4	〃	9月21日	土	<ul style="list-style-type: none"> ・現地調査 03.18 シンドル橋（フェーズⅢ、グループ1） 01.02 マフィルインド橋（フェーズⅢ、グループ2） 03.17 スラ橋（フェーズⅢ、グループ2） 	—	—
5	〃	9月22日	日	<ul style="list-style-type: none"> ・現地調査 アンヘレス市、サンフェルナンド市において災害状況視察 	—	—

順	月	日	曜	調 査 団	地 質 調 査	測 量 調 査
6	平成3年	9月23日	月	<ul style="list-style-type: none"> ・現地調査 03.05 ダガットダガッタン橋 (代替候補橋梁) 03.8 アボロ橋 (代替候補橋梁) ・調査団内打合せ 	-	-
7	"	9月24日	火	<ul style="list-style-type: none"> ・収集資料の収集照査、解析 ・調査団内打合せ 	-	-
8	"	9月25日	水	<ul style="list-style-type: none"> ・現地調査 03.07 サンロケ橋 (フェーズⅢ、カ-72) ・調査団内打合せ ・収集資料の照査、解析 ・JICA事務所にて打合せ 	-	-
9	"	9月26日	木	<ul style="list-style-type: none"> ・調査団内打合せ ・収集資料の照査、解析 ・河川・水理解析 	-	-
10	"	9月27日	金	<ul style="list-style-type: none"> ・調査団内打合せ ・収集資料の解析 ・河川・水理解析 ・自然条件調査現地委託業者契約 	-	-
11	"	9月28日	土	<ul style="list-style-type: none"> ・現地調査 04.15a キナラパン橋 (代替候補橋梁) ・収集資料の解析・検討 ・河川・水理解析 	-	-
12	"	9月29日	日	<ul style="list-style-type: none"> ・収集資料の解析・検討 ・調査団内打合せ ・河川・水理解析 	-	-

日	月	日	曜	調 査 団	地 質 調 査	測 量 調 査
13	平成3年	9月30日	月	<ul style="list-style-type: none"> ・収集資料の解析 ・調査団内打合せ ・河川・水理解析 	—	—
14	〃	10月1日	火	<ul style="list-style-type: none"> ・現地調査 04.03a パウルンガン橋 (代替橋) ・資料収集の解析 ・河川・水理解析 	—	—
15	〃	10月2日	水	<ul style="list-style-type: none"> ・収集資料の解析 ・三谷、佐々部、菅原 現地調査 03.S アポロ橋監督指示 ・河川・水理解析 	<ul style="list-style-type: none"> ・04.12a トゥマリノ橋 ・03.05 ダガット ダガッタン橋 作業開始 ・03.S アポロ橋 	<ul style="list-style-type: none"> ・03.S アポロ橋 開始
16	〃	10月3日	木	<ul style="list-style-type: none"> ・収集資料の解析 ・三谷、佐々部、菅原 現地調査 03.05 ダガットダガッタン橋監督指示 ・河川・水理解析 	<ul style="list-style-type: none"> ・04.12a トゥマリノ橋 ・03.05 ダガット ダガッタン橋 ・03.S アポロ橋 	<ul style="list-style-type: none"> ・03.S アポロ橋
17	〃	10月4日	金	<ul style="list-style-type: none"> ・三谷、佐々部、菅原現地調査 04.12a トゥマリノ橋監督指示 ・収集資料の解析 ・河川・水理解析 	<ul style="list-style-type: none"> ・04.12a トゥマリノ橋 ・03.05 ダガット ダガッタン橋 ・03.S アポロ橋 	<ul style="list-style-type: none"> ・03.S アポロ橋 ・03.05 ダガットダガッ タン橋開始
18	〃	10月5日	土	<ul style="list-style-type: none"> ・橋梁形式の検討 ・菅原、測量調査 03.S 橋終了確認 ・河川・水理解析 	<ul style="list-style-type: none"> ・04.12a トゥマリノ橋 ・03.05 ダガット ダガッタン橋 ・03.S アポロ橋 	<ul style="list-style-type: none"> ・03.S アポロ橋 終了 ・03.05 ダガット ダガッタン橋
19	〃	10月6日	日	<ul style="list-style-type: none"> ・橋梁形式の検討 ・菅原、地質調査・測量調査 03.05 橋監督指示 ・河川・水理解析 	<ul style="list-style-type: none"> ・04.12a トゥマリノ橋 ・03.05 ダガット ダガッタン橋 ・03.S アポロ橋 	<ul style="list-style-type: none"> ・03.05 ダガット ダガッタン橋

日 順	月 日	曜 日	調 査 団	地 質 調 査	測 量 調 査
20	平成3年 10月7日	月	<ul style="list-style-type: none"> ・橋梁形式の検討 ・菅原、地質調査・測量調査 04.12a橋監督指示 ・河川・水理解析 	<ul style="list-style-type: none"> ・04.12a トマリソ橋 ・03.05 ダガット ダガッタン橋 ・03.S アポロ橋 	<ul style="list-style-type: none"> ・03.05 ダガット ダガッタン橋 ・04.12a トマリソ橋 開始
21	" 10月8日	火	<ul style="list-style-type: none"> ・橋梁形式の検討 ・菅原、地質調査 03.05橋監督指示及 び測量調査 03.05 橋終了確認 ・河川・水理解析 	<ul style="list-style-type: none"> ・04.12a トマリソ橋 ・03.05 ダガット ダガッタン橋 ・03.S アポロ橋 	<ul style="list-style-type: none"> ・03.05 ダガット ダガッタン橋 終了 ・04.12a トマリソ橋
22	" 10月9日	水	<ul style="list-style-type: none"> ・橋梁形式の検討 ・菅原、地質調査 03.05橋終了確認 ・河川・水理解析 	<ul style="list-style-type: none"> ・04.12a トマリソ橋 ・03.05 ダガット ダガッタン橋 ・03.S アポロ橋 	<ul style="list-style-type: none"> ・04.12a トマリソ橋
23	" 10月10日	木	<ul style="list-style-type: none"> ・戸次庸夫（橋梁計画） 東京発、マニラ着 ・橋梁形式の検討 ・菅原、地質調査 03.S橋終了確認 ・地質調査、測量調査結果の照査、 解析 ・河川・水理解析 		<ul style="list-style-type: none"> ・04.12a トマリソ橋 終了
24	" 10月11日	金	<ul style="list-style-type: none"> ・橋梁形式の検討 ・地質調査・測量調査結果の照査、 解析 04.12a橋監督指示 ・河川・水理解析 		
25	" 10月12日	土	<ul style="list-style-type: none"> ・代替候補橋梁一般図作成 ・地質調査・測量調査結果の照査、 解析 ・河川・水理解析 		

順	月 日	曜	調 査 団	地 質 調 査	測 量 調 査
26	平成3年 10月13日	日	<ul style="list-style-type: none"> ・代替候補橋梁一般図作成 ・地質調査・測量調査結果の照査、解析 ・河川・水理解析 	-	-
27	" 10月14日	月	<ul style="list-style-type: none"> ・代替候補橋梁一般図作成 ・地質調査・測量調査結果の照査、解析 ・河川・水理解析 	-	-
28	" 10月15日	火	<ul style="list-style-type: none"> ・代替候補橋梁一般図作成 ・地質調査・測量調査結果の照査、解析 ・河川・水理解析 	-	-
29	" 10月16日	水	<ul style="list-style-type: none"> ・調査団打合せ ・代替候補橋梁一般図作成 ・地質調査・測量調査結果の照査、解析 ・河川・水理解析 	-	-
30	" 10月17日	木	<ul style="list-style-type: none"> ・佐々部圭二（河川・砂防計画）帰国 ・代替候補橋梁一般図作成 ・地質調査・測量調査結果の照査、解析 	-	-
31	" 10月18日	金	<ul style="list-style-type: none"> ・角谷効一（施工計画）マニラ到着 ・調査団打合せ ・代替候補橋梁一般図作成 ・地質調査・測量調査結果の照査、解析 	-	-

順	月	日	曜	調 査 団	地 質 調 査	測 量 調 査
32	平成3年	10月19日	土	<ul style="list-style-type: none"> ・調査団打合せ ・収集資料の照査、解析 ・代替候補橋梁一般図作成 ・施工計画の検討 ・地質調査、測量調査結果の照査、解析 	-	-
33	"	10月20日	日	<ul style="list-style-type: none"> ・収集資料の照査、解析 ・代替候補橋梁一般図作成 ・施工計画の検討 ・地質調査、測量調査結果の照査、解析 	-	-
34	"	10月21日	月	<ul style="list-style-type: none"> ・収集資料の照査、解析 ・代替候補橋梁一般図作成 ・施工計画の検討 ・地質調査、測量調査結果の照査、解析 	-	-
35	"	10月22日	火	<ul style="list-style-type: none"> ・収集資料の照査、解析 ・代替候補橋梁一般図作成 ・施工計画の検討 ・地質調査、測量調査結果の照査、解析 	-	-
36	"	10月23日	水	<ul style="list-style-type: none"> ・岡原美知夫（総括）、渡辺 学（計画管理）マニラ到着 ・JICAにて打合せ ・調査団内打合せ ・施工計画の検討 ・地質調査、測量調査結果の照査、解析 	-	-

日	月	日	曜	調 査 団	地 質 調 査	測 量 調 査
37	10月24日	木	木	<ul style="list-style-type: none"> ・DPWHにて打合せ ・現地調査 ドロレス橋 (フェーズⅢ、グループ2) バコン橋 (フェーズⅢ、グループ2) アエタ・キナランガン橋 (代替候補) ピアス橋 (フェーズⅢ、グループ1) プロ橋 (フェーズⅢ、グループ1) ・地質調査、測量調査結果の照査、解析 	—	—
38	平成3年 10月25日	金	金	<ul style="list-style-type: none"> ・菅原 (土質/測量調査) 帰国 ・現地調査 シンドル橋 (フェーズⅢ、グループ1) マフィルインド橋 (フェーズⅢ、グループ2) スラ橋 (フェーズⅢ、グループ2) 	—	—
39	10月26日	土	土	<ul style="list-style-type: none"> ・現地調査 サンロケ橋 (フェーズⅢ、グループ2) ダガットダガッタン橋 (代替候補) アポロ橋 (代替候補橋梁) 	—	—
40	10月27日	日	日	<ul style="list-style-type: none"> ・現地調査 トゥマリン橋 (代替候補橋梁) パウルンガン橋 (代替候補橋梁) ・調査団内打合せ 	—	—
41	10月28日	月	月	<ul style="list-style-type: none"> ・調査団内打合せ ・DPWH関係者と打合せ ・施工計画の検討 	—	—
42	10月29日	火	火	<ul style="list-style-type: none"> ・DPWH関係者との打合せ ・調査団内打合せ ・協議議事録案作成 ・施工計画の検討 	—	—

順	月 日	曜	調 査 団	地 質 調 査	測 量 調 査
43	" 10月30日	水	<ul style="list-style-type: none"> • DPWH関係者と打合せ • 協議議事録署名 • 施工計画の検討 	—	—
44	" 10月31日	木	<ul style="list-style-type: none"> • JICAへ挨拶 • 施工計画の検討 	—	—
45	" 11月1日	金	<ul style="list-style-type: none"> • 岡原美知夫（総括）、渡辺 学（計画管理）、戸次庸夫（橋梁計画）、角谷効一（施工計画）帰国 	—	—

付 属 資 料 3

相手国関係者リスト

1. 基本設計現地調査

フィリピン側主要協議メンバー

所属及び氏名	地 位
<p><u>公共事業道路省</u></p> <p>MR. TEODORO T. ENCARNACION MR. MANUEL M. BONOAN MR. EDILLO MONTEMAYOR MR. ANTONINO T. NAGUIT, JR. MISS LINDA M TEMPLO MR. JUANITO S ZULUETA MR. JAIME S MAGNAYE MR. DACIANO D TUBAL MR. ADRIANO DOROY 萩原良二</p>	<p>Under secretary Asst Secretary for Planning Assistant Director, Bureau of Construction OIC, Engineer V Bureau of Construction Engineer V Development Planning Div. Planning Service Engineer V Bureau of Construction Engineer IV Planning Service Engineer IV Bureau of Construction Engineer IV Bureau of Design JICA派遣専門家</p>
<p><u>在フィリピン日本大使館</u></p> <p>池田拓哉氏</p>	<p>一等書記官</p>
<p><u>国際協力事業団フィリピン事務所</u></p> <p>飯島正孝氏 松本賢二氏</p>	<p>所長 所員</p>

付屬資料 4

討義議事録

1. 基本設計現地調査

MINUTES OF DISCUSSIONS

THE SUPPLEMENTARY BASIC DESIGN STUDY ON THE PROJECT

FOR CONSTRUCTING BRIDGES ALONG RURAL ROADS

(PHASE III)

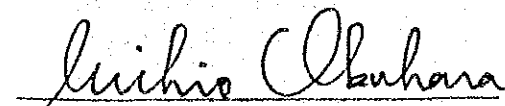
IN THE REPUBLIC OF THE PHILIPPINES

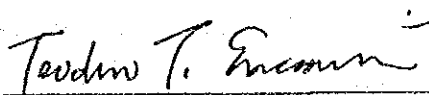
In response to the request of the Government of the Republic of the Philippines, the Government of Japan decided to conduct a Supplementary Basic Design Study on the Project for Constructing Bridges along Rural Roads (Phase III) (hereinafter referred to as "the Project"), and the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA") sent the study team, headed by Dr. Michio Okahara, Chief of Foundation Engineering Division, Structure and Bridge Department, Public Works Research Institute, Ministry of Construction, from 19th September to 1st November 1991.

The team had a series of discussions with the authorities concerned of the Government of the Philippines and conducted a field survey.

As a result of the discussions and field survey, both parties confirmed the main items described on the attached sheets. The team will proceed to the works and prepare the Supplementary Basic Design Study Report.

Manila, 30th October, 1991


DR. MICHIO OKAHARA
Leader
Basic Design Study Team
JICA


MR. TEODORO T. ENCARNACION
Undersecretary
Department of Public Works
and Highways
The Republic of the Philippines

ATTACHMENT

1. Objective of the Supplementary Basic Design Study

The objectives of the study are to re-study 10 bridges under Phase III, Group 2 described in the Basic Design Study Report (March, 1989), particularly 5 bridges which were affected due to the eruption of Mt. Pinatubo, to study 6 candidate bridges requested by the Government of the Philippines, and finally to plan the basic design of bridges under Phase III, Group 2 for Japan's Grant Aid.

2. Executing and Coordinating Agency

The executing agency is the Department of Public Works and Highways.

3. Bridges and Sites under Phase III, Group 2 requested by the Government of the Philippines.

After discussions on the Project, the Dolores Bridge was judged to be excluded because of the effects and/or potential risk of the eruption of Mt. Pinatubo. Instead, the Apollo Bridge was selected among the 6 candidate bridges to replace the Dolores Bridge.

The bridges finally selected under Phase III, Group 2 are shown in Annex 1 and these sites are shown in Annex 2.

However, the final components of the Project may differ from the above, if it is judged necessary after further studies.

4. Grant Aid Programme extended by Japan

1) The Government of the Philippines has understood the system of Japan's Grant Aid explained by the team.

2) The Government of the Philippines will take necessary measures described in Annex 3, for smooth implementation of the Project on condition that the Grant Aid assistance by the Government of Japan will be extended to the Project.

5. Bridges under Group 1

1) Both parties agreed that the Government of the Philippines shall complete the construction of the Bridges under Group 1 before July, 1992.

2) The team will recommend the technical advices for the construction of all Bridges under Group 1 affected by the eruption of Mt. Pinatubo in the report of Supplementary Study.

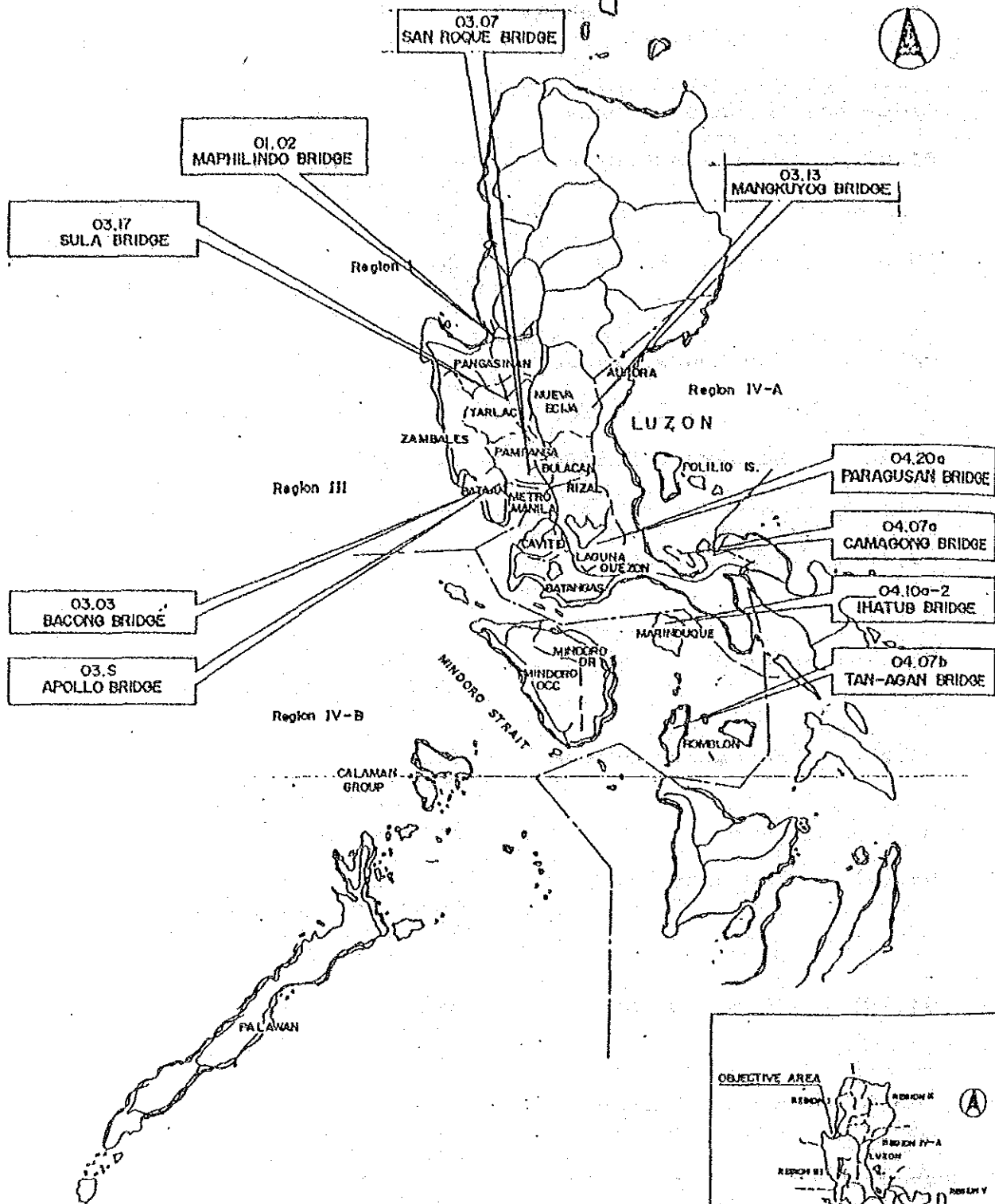
6. Reporting

JICA will complete the final report and send it to the Government of the Philippines by February in 1992.

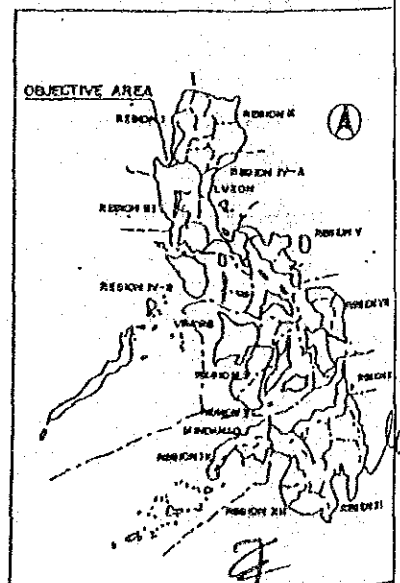
ANNEX 1

No.	Bridge No.	Name of Bridge	Location
1	01.02	Maphilindo Bridge	Km. 220 + 900 Biec-Lomboy Road Binmaley, Pangasinan
2	03.03	Bacong Bridge	Km. 105 + 360 Luacan-Bacong Road Bacong, Bataan
3	03.07	San Roque Bridge	Km. 57 + 284 San Roque Barangay Road Hagonoy, Bulacan
4	03.13	Mangkuyog Bridge	Km. 169 + 000 Camachile-Bantug Road Nueva Ecija
5	03.17	Sula Bridge	Km. 150 + 000 Tarlac-Sula Road Sula, Tarlac
6	04.07a	Camagong Bridge	Km. 023 + 700 Quezon-Alabat Perez Road Alabat, Quezon
7	04.20a	Paragusan Bridge	Km. 91 + 084 San Pablo-San Isidro Road San Isidro, San Pablo City Laguna
8	04.07b	Tan-Agan Bridge	Km. 11 + 100 Odiongan-San Andres Road Tan-Agan, San Andres Romblon
9	04.10b-2	Ihatub Bridge	Km. 116 + 832.85 Boac-Gasan Road Ihatub, Boac, Marinduque
10	03.S	Apollo Bridge	Brgy. Apollo-St. Joseph Road Brgy. Apollo Orani, Bataan

7
no



ANNEX 2
LOCATION MAP



ANNEX 3

NECESSARY MEASURES TO BE TAKEN BY THE
GOVERNMENT OF THE PHILIPPINES

1. To acquire the right-of-way and to provide necessary land area for the construction works.
2. To demolish obstacles including houses within the right-of-way that affect the implementation of the Project.
3. To make passable all roads and bridges leading to the Project sites for the transportation of materials and equipment provided under Japan's Grant Aid.
4. To bear the commissions to the Japanese foreign exchange bank for the banking services based upon the Banking Arrangement.
5. To exempt taxes and to take necessary measures for customs clearance of the materials and equipment brought for the Project at the port of disembarkation.
6. To accord Japanese nationals whose services may be required in connection with the supply of products and the services under the verified contract such facilities as may be necessary for their entry into the Philippines and stay therein for the performance of their work.
7. To exempt Japanese nationals engaged in the Project from customs duties, internal tax, other fiscal levies and other administrative requirements which may be imposed in the Philippines with respect to the supply of material and services under the verified contracts.
8. To maintain and use properly and effectively facilities constructed under the Grant Aid.
9. To bear all the expenses, other than those to be borne by the Grant, necessary for the construction of the facilities.

7

MO

ANNEX 4

LIST OF PARTICIPANTS

I. BASIC DESIGN STUDY TEAM

1. Dr. MICHIO OKAHARA - Team Leader
2. Mr. SATORU WATANABE - Project Coordinator
3. Mr. TSUNEO BEKKI - Bridge Planner
4. Mr. KOICHI KADOYA - Construction Planner

II. DEWH PANEL

1. Mr. TEODORO T. ENCARNACION - Undersecretary
2. Mr. MANUEL M. BONOAN - Assistant Secretary
for Planning
3. Mr. EDILLO MONTEMAYOR - Assistant Director,
Bureau of Construction
4. Mr. ANTONINO T. NAGUIT, JR. - OIC, Engineer V
Bureau of Construction
5. Ms. LINDA M. TEMPLO - Engineer V
Planning Service
6. Mr. JAIME S. MAGNAYE - Engineer IV
Planning Service
7. Mr. ADRIANO DOROY - Engineer IV
Bureau of Design



付属資料 5

要請橋梁リスト

LIST OF CANDIDATE BRIDGES FOR SUBSTITUTION

No.	Bridge Number	Name of Bridge	Location	Existing Bridge		Proposed Bridge	
				Length (m)	Type	Length (m)	Type
1	03.05	Dagat-dagatan Bridge	Km. 62+500 San Rafael-Bustos Road San Rafael, Bulacan	46.00	Bailey Bridge	60.00	Bailey Bridge
2	03.02	Aeta-Kinarangan Bridge	Km. 143+654 Aeta-Kinarangan Road Limay, Bataan	18.40	Bailey Bridge	24.00	Bailey Bridge
3	04.12a	Tumalim Bridge	Km. 91+750 Nasugbu-Tagaytay Road Nasugbu, Batangas	53.10	Bailey Bridge	57.00	Bailey Bridge
4	04.15a	Kinalapan Bridge	Km. 233+033 Baler-Aurora Road Pingit, Baler, Aurora	60.00	Timber Bridge	60.00	Timber Bridge
5	04.03a	Paurungan Bridge	Km. 29+118 Zapote-Salawag- Salitran Road Dasmariñas, Cavite	61.55	Bailey Bridge	65.00	Bailey Bridge

LIST OF BRIDGES AFFECTED BY ERUPTION OF MT. PINATUBO

No.	Bridge Number	Name of Bridge	Location	Existing Bridge		Basic Design	
				Length (m)	Type	Length (m)	
1	03.10	Dolores Bridge	Km. 76+870 Dolores-Del Rosario Road Bacolor Pampanga	24.65	Timber Bridge	24+24=48	
2	03.17	Sula Bridge	Km. 143+104 Tarlac-Sula Road Sula, Tarlac, Tarlac	(50.00)	No Existing Bridge	20+20+20=60	
3	03.03	Bacong Bridge	Km. 105+360 Luacan-Bacong Road Bacong, Bataan	46.00	Bailey Bridge	26+26=52	
4	03.07	San Roque Bridge	Km. 57+284 San Roque Brgy. Road Hagonoy, Bulacan	63.30	Timber Bridge	18+18+18=54	
5	01.02	Maphilindo Bridge	Km. 220+900 Biec-Lomboy Road Binmaley, Pangasinan	128.35	Bailey Bridge	32+32+32+32=160	

付属资料 6

収集资料リスト

LIST OF DATA COLLECTED FOR SUPPLEMENTARY BASIC DESIGN STUDY

1. Assessment of Damages to Infrastructure caused by the June 1991 Eruption of Mt. Pinatubo. September 1991 DPWH
2. Damages (June 25 1991) DPWH
3. Main Points of Finding/Recommendation for Urgent Works September 11 DPWH
4. Mount Pinatubo Rehabilitation Projects Action Program for River Systems, September 10 DPWH
5. Mt. Pinatubo Operations (Status Report as of 25 August 1991) DPWH
6. Mt. Pinatubo Update
7. Operation Pinatubo : Status Report as of August 26, 1991 DPWH
8. Operation Pinatubo : Status Report as of September 16, 1991 DPWH
9. Rehabilitation and Reconstruction Plan for Mt. Pinatubo Eruption Affected Areas (committee on Infrastructure), DPWH, Region III
10. Pinatubo Lahar Hazards Taskforce : PHILVOCS-MGB-UPNINGS-UICDoGS, September 6, 1991
11. Report on the Lahar Warning System in the Areas of Mt. Pinatubo, August 1991 JICA
12. Report on the Lahar Warning System in the Areas of Mt. Pinatubo, September 1991 JICA
13. Situation Update on Mt. Pinatubo (As of 240900 H September 1991), RDCC
14. Synopsis of Excess Sedimentation Problem, Mt. Pinatubo Drainages
15. Action Program of DPWH-RECIION III on the damages made by Mt. Pinatubo eruption As of September 24, 1991
16. Organizational chart (Staff of DPWH task force of Mt. Pinatubo rehabilitation program 1991)
17. Implementing Agency and Organization
18. Socio-economic condition of the project area
19. Construction condition of the project area
20. Study Report related to Eruption of Mt. Pinatubo
21. 1990 Philippine Statistical Yearbook
22. 1990 Philippine almanac

付属资料 7

カントリーデータ

表 7-1 主要経済指標 (1/2)

首都 マニラ
 主要言語 ピリピノ語, 英語
 1人当りGNP 590ドル

人口 5,736千人
 面積 300千km²
 通貨 Philippine Peso

一般概要 フィリピン共和国 (Republic of the Philippines)

項目 単 年	GDP 十億 ペソ	農 林	鉱工業	うち	GNP デフレ ーター 1980年 =100	財政収支 百 万 ペ ソ	同 対 GDP %	公 定 歩 合 比 %	外国為替 相 場 ペ ソ =\$ 1
		水産業		製造業					
		経済活動別構成比 (%)							
1970	41.5	37.1	20.8	18.6	29.2	-943.7	-2.27	10.00	5.9044
1975	114.7	28.8	126.7	24.9	58.3	-2,449.0	-2.13	6.00	7.2479
1980	264.6	23.3	27.5	24.4	100.0	1,812.0	0.68	4.54	7.5110
1984	540.5	25.8	27.2	25.4	200.3	3,714.0	0.68	12.11	16.6990
1985	609.5	26.7	26.6	24.7	235.4	4,493.0	0.74	11.50	18.6070
1986	626.7	26.1	26.3	24.7	246.1	-4,313.0	-0.69	9.63	20.3860
1987	259.4	-6,920.0	...	9.08	20.5680

表 7-1 主要経済指標 (2/2)

項目 単 年	輸 出	輸 入	経常収支	貿易収支	長期資本 収 支	基礎収支	総合収支	外 準 貨 備	消費者 物 価 指 数
	百万米ドル		百万米ドル		百万米ドル				1980年 =100
1970	1,142	1,286	-48	-26	130	87	83	251	28.4
1975	2,294	3,776	-923	-1,196	517	-407	-12	1,359	59.2
1980	5,788	8,295	-1,928	-1,939	878	-1,050	891	3,140	100.0
1984	5,322	6,051	-1,268	-679	291	-977	-403	890	206.2
1985	4,544	5,261	-18	-482	3,068	3,050	952	1,116	253.8
1986	4,842	5,394	996	-202	1,298	2,294	1,131	2,527	255.7
1988	5,565	6,811	-539	-1,017	455	-84	-268	2,014	265.4

出 典 : 海外経済協力便覧 1989

表7-3 諸外国の経済協力（ネット・ディスパースメント）
（単位：百万ドル）

区分	年	1983	1984	1985	1986
政府開発援助 (ODA)	2国間	358.0	355.4	437.0	886.6
	うち最大供与国	(日 147.0)	(日 160.1)	(日 240.0)	(日 438.0)
	多国間機関	71.0	41.5	49.3	69.3
	うち最大供与国	ARAB 13.1)	(IDA 10.0)	(IDA 13.0)	(AsDB 29.9)
総計 (2国間政府・民間、多国間機関)		1,542.0	945.9	635.2	1,118.4

表 7-4 日本の経済協力・貿易
（単位：百万ドル）

区分	年	1983	1984	1985	1986	1987
経済 協 力	贈与 (技術協力)	61.97	57.68	69.71	80.37	111.79
	ODA (ネット)	(26.13)	(31.30)	(29.75)	(39.30)	(44.90)
	借 款	85.05	102.39	170.29	357.58	267.59
	計	147.02	160.07	240.00	437.96	379.38
	その他政府・民間 (ネット)	194.19	40.95	-126.26	24.46	-15.76
	総計 (ネット)	341.21	201.02	113.74	462.42	363.62
貿易	日本からの輸出	36.76	46.46	70.34	64.93	71.33
	日本の輸入	61.42	48.93	100.09	63.05	63.47

出典：海外経済協力便覧 1989

表 7-5 国土面積・人口

(1990年統計)

行政区分	面積 (km ²)	人口 (千人)	人口密度 (人/km ²)
マニラ首都圏	636.0	7,929	12,467.0
CAR	18,293.6	1,146	62.6
リージョン 1	12,840.2	3,551	276.6
リージョン 2	26,837.6	2,341	87.2
リージョン 3	18,230.8	6,199	340.0
リージョン 4	46,924.2	8,266	176.2
リージョン 5	17,632.5	3,910	221.7
リージョン 6	20,223.2	5,392	266.6
リージョン 7	14,951.4	4,593	307.2
リージョン 8	21,432.7	3,055	142.5
リージョン 9	18,730.1	3,159	168.7
リージョン 10	28,327.7	3,159	168.7
リージョン 11	31,692.8	4,457	140.6
リージョン 12	23,323.2	3,171	136.0
全 国	300,000.0	60,685	202.3

出所：フィリピン統計1990年版

表 7-6 産業別就業人口

(1990年統計)

産 業	就 業 人 口 (%)	
農業、林業、漁業	10,185	(45.2)
鉱業、採石	133	(0.6)
手工業	2,188	(9.7)
建設	974	(4.3)
電気、ガス、水道	91	(0.4)
運輸、保管、通信	1,137	(5.0)
卸売、小売	3,145	(14.0)
金融部門	444	(2.0)
各種サービス	4,220	(18.7)
合計就業人口	22,532	(100%)

出所：フィリピン統計1990年版

表 7-7 地域別主要産業従事者数 (1989年10月)

[単位：1,000人]

業種名	リージョン III	リージョン IV	フィリピン全土
農林水産業	749	1,019	9,852
鉱業、採鉱業	11	10	154
製造業	275	436	2,298
電気水道ガス	6	13	83
建設業	136	172	911
小売・卸売業	301	417	3,074
輸送業	154	181	1,095
金融業	38	49	398
サービス業	405	489	3,972
その他	6	0	13
計	2,082	2,786	21,849

出典： 国家統計事務所

表 7-8 産業別国内総生産

[単位：百万ペソ]

	1985	1986	1987	1988	1989
農林漁業	26,252	27,110	26,834	27,793	28,986
鉱業	1,768	1,574	1,547	1,615	1,563
製造業	21,541	21,717	23,076	25,281	26,886
建設業	4,258	3,382	3,967	4,344	4,947
電気水道ガス	1,433	1,723	1,908	1,995	2,137
運送業	4,953	5,105	5,251	5,487	5,761
貿易業	14,066	14,337	15,153	15,998	16,795
金融業	4,286	4,831	5,832	6,250	6,843
サービス業	6,094	6,039	6,106	6,445	6,767
公共	5,253	5,362	5,697	6,242	6,458
計	89,904	91,180	95,371	101,450	107,143

表 7-9 主 要 農 産 物

[単位：百万ペソ]

	1985	1986	1987	1988	1989
米	4,665	4,899	4,513	4,741	4,998
とうもろこし	1,698	1,798	1,872	1,938	1,979
ココナツ	1,420	1,821	1,803	1,634	1,551
さとうきび	829	775	701	799	894
バナナ	931	935	878	853	887
その他の穀物	6,81	6,847	6,607	6,579	6,710
畜産	2,114	2,283	2,432	2,666	2,942
養鶏	2,576	2,547	2,742	3,055	3,347
水産物	4,422	4,551	4,638	4,834	5,046
林産物	706	654	648	689	632
計	26,252	27,110	26,834	27,793	28,986

表 7-10 主要製造業生産額

[単位：百万ペソ]

	1985	1986	1987	1988	1989
食品製造業	8,646	8,738	9,368	9,995	10,427
飲料製造業	796	733	808	844	937
タバコ産業	970	713	631	717	703
織物業	734	891	990	1,001	1,005
はきもの産業	1,213	1,378	1,412	1,557	1,837
コルク産業	536	388	416	458	487
家具、建具	109	120	138	155	164
紙産業	158	172	187	232	292
印刷業	389	430	460	496	552
皮産業	69	63	68	79	96
ゴム産業	281	290	305	346	358
化学産業	1,704	1,584	1,328	1,792	1,804
油脂産業	1,153	1,156	1,230	1,369	1,409
非鉄金属産業	375	377	399	488	586
金属産業	1,070	1,018	1,140	1,312	1,481
製鉄業	746	725	793	885	998
機械産業	409	445	480	537	626
電気産業	1,600	1,913	2,000	2,355	2,364
輸送機器	136	135	162	149	267
その他	447	448	461	479	492
計	21,541	21,717	23,076	25,281	26,886

表 7-11 通 信 施 設

リージョン	電 話		電 報 局	テ レ ッ ク ス 局	フ ァ ク シ ミ リ 局	ラ ジ オ 電 話 局	ラ ジ オ 局
	電 話 回 線 数	交 換 局					
マニラ首都圏	62,818	-	21	-	-	1	18,387
リージョン I	27,924	21	151	5	1	8	1,824
II	4,278	8	114	3	-	1	440
III	35,564	84	109	9	-	5	1,757
IV	33,925	45	219	5	-	32	1,589
V	7,500	15	129	6	1	13	1,763
VI	32,162	16	132	7	2	1	3,107
VII	23,319	10	127	5	1	1	3,962
VIII	4,700	10	145	3	1	6	605
IX	5,737	6	87	3	1	1	1,941
X	6,946	9	111	7	1	8	2,246
XI	20,895	18	96	3	1	-	2,924
XII	1,950	6	103	6	-	-	790
フィリピン全土	51,818	248	1,544	62	9	76	40,435

表 7-12 國際收支

項 目	1 9 8 8	1 9 8 9	1 9 9 0 (預測)
1. 經常取引			
A. 貿易取引			
輸 出	7,074	7,821	8,186
輸 入	8,159	10,419	12,206
B. 非商品貿易			
流 入	3,592	4,586	4,836
流 出	3,672	4,283	4,218
C. 移転収支			
歳 入	778	832	717
歳 出	3	2	3
当期純収益 (計)	-390	-1,465	-2,688
2. 非金融資本			
D. 長期資本	-519	379	392
E. 直接投資	986	854	469
F. 短期資本	479	385	620
非金融資本合計	643	1,527	1,490
G. 金資本	314	288	218
H. 価格復旧	83	101	797
總 計	650	451	183

表 7-13 主要相手国別輸出入額

国名	1988		1989		1990	
	輸出	輸入	輸出	輸入	輸出	輸入
アメリカ合衆国	1,715,032	2,432,431	1,978,990	2,796,273	2,365,532	3,094,588
日本	1,421,309	1,420,374	2,043,224	1,585,856	2,232,046	1,615,978
フランス	121,454	165,309	165,995	152,154	151,222	143,946
西ドイツ	320,334	297,886	408,287	334,855	532,132	390,373
オランダ	127,634	316,051	203,112	329,224	170,221	357,081
イギリス	161,347	327,649	170,817	328,600	247,886	350,531
キューバ	182,166	6,702	172,272	8,937	194,295	5,507
サウジアラビア	111,231	49,137	250,839	57,099	546,238	63,951
インドネシア	84,069	27,165	157,826	56,182	181,563	60,937
マレーシア	249,125	116,893	150,272	98,993	272,461	126,805
シンガポール	335,120	223,949	492,550	220,795	486,660	239,632
タイ	51,659	123,344	82,114	154,978	137,176	156,449
中国	242,282	66,802	221,105	50,235	162,102	61,764
オーストラリア	282,782	110,601	347,331	124,338	369,435	96,382
香港	373,863	346,368	481,130	304,784	554,578	330,470
韓国	330,899	160,548	422,859	175,246	477,993	229,504
台湾	510,738	200,834	701,799	210,298	805,570	209,263
カナダ	80,927	107,712	158,184	127,424	167,490	122,895
その他	3,109,936	574,435	1,810,115	704,811	2,151,560	529,971
総計	8,159,378	7,074,190	10,418,821	7,821,082	12,206,160	8,186,027

Source : 1991 Philippine Statistic Year Book

表 7-14 歳出構成比 1987 ~ 1992

(単位：%)

	年平均		予 算					年平均 1987~92	
	1876~85	1986	1987	1988	1989	1990	1991		1992
経済部門	33.9	17.3	19.0	21.6	23.9	26.3	28.4	30.3	25.1
農業	7.3	3.2	3.0	5.7	6.5	7.4	8.2	9.1	6.8
工業、貿易、観光	3.1	0.7	1.4	1.9	2.4	2.8	3.0	3.3	2.5
社会基盤	23.6	13.4	14.6	14.0	15.0	16.1	17.2	17.9	15.8
社会部門	20.2	18.3	21.5	24.5	28.4	31.4	35.7	39.2	30.1
教育	12.3	10.2	11.5	13.2	14.1	14.9	17.1	18.7	15.0
保健、衛生	3.9	3.0	3.4	4.2	5.0	6.6	8.2	9.6	6.3
社会福祉	2.1	4.7	6.2	6.2	6.2	6.3	6.4	6.4	6.2
住宅、通信	1.9	0.4	0.4	0.0	2.2	3.6	4.0	4.5	2.7
防衛部門	14.0	8.9	7.3	7.4	8.0	8.4	8.5	8.9	8.1
一般部門	20.0	10.0	11.3	15.7	14.7	13.7	12.3	9.6	12.9
債務基金および純貸付け部門	11.9	47.5	40.0	30.8	25.0	20.2	15.1	12.0	23.9
合 計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

出典：MBM and NEDA

付屬資料 8

河川・水理解析

1. 計画河川断面の水理解析

水理解析は計画橋梁位置での洪水時の流量およびそれを排出するに必要な河川断面を決定する目的で行なった。この洪水水位はマンニング公式による流量計算によって決定した。(単位：メートル)

$$Q = \frac{1}{n} A R^{2/3} S^{1/2}$$

ここに；

Q = 排水量 (m³/s)

n = マニングの粗度係数

A = 河川の通水断面積 (m²)

R = 径深 (= A/P ; A : 通水断面積、P : 潤辺長)

S = 水面勾配 (あるいは流路勾配)

粗度係数 n は、流路の状態によって定まる定数である。水面勾配 (あるいは流路勾配) S は、平均水路床の勾配に等しいと仮定した。

河川断面は橋梁位置での最小断面を計算に用いた。

水理計算の結果は表1に、計算詳細は別冊に示した。

表1に示されている様に、電算による最高高水位と現地でのインタビュー調査による最高高水位は、トゥマリン橋を除くと大差がない。

表1 水理解析結果

橋梁番号	橋 梁 名	D A (km ²)	Q (計画) (m ³ /s)	V (平均) (m/s)	MFL (計算) (m)	MFL (インタビュー) (m)	MFL (計画) (m)
03.05	ダガットダガットン	4.53	116.8	1.94	6.08	6.25	6.25
03.S	アポロ	18.8	191.4	2.16	17.50	18.00	18.00
04.12a	トゥマリン	2.30	104.6	1.72	10.25	11.73	11.73

注； DA = 集水面積 (km²)
 Q (計画) = 計画高水流量 (m³/s)
 V (平均) = 橋梁付近での平均流速 (m/s)
 MFL (計算) = 最高高水位 (50年確立) (m)
 MFL (インタビュー調査) = インタビュー調査による最高高水位 (m)

表2 水理データ

橋梁番号	橋梁名	橋梁位置	HWL/MFL (m)		LWL/OWL (m)		最高潮位 (m)	仮水準点による差異 (m) (調査団)
			DPWH (1)	調査団 (2)	DPWH (1)	調査団 (2)		
03.05	ダガット ダガッタン	サンラファエル-ブストス 道路 サンラファエル、ブラカン	7.65	6.25	5.5	-	-	
03.S	アポロ	オラニ町近郊 オラニ、バターン	-	18.00	-	-	-	
04.12a	トゥマリ	バニラドートクマリ インドング道路 ナスグア、バタンガス	-	11.73	-	-	-	

注：(1) 公共事業道路省 (DPWH) による数値

(2) 調査団の仮水準点からの設定数値

MFL = 最高高水位
 OWL = 平常高水位
 HWL = 最高高水位
 LWL = 最低低水位

付屬資料 9

河川・砂防検討

1. 検討内容

検討対象橋梁は以下の14橋である。

(1) 影響を受けた橋梁（フェーズⅢ、グループ2）

- 03.10 ドロレス橋
- 03.17 スラ橋
- 03.03 バコン橋
- 03.07 サンロケ橋
- 01.02 マフィルインド橋

(2) 代替候補橋梁（グループ2）

- 03.05 ダガットダガッタン橋
- 03.02 アエタキナランガン橋
- 04.12a トゥマリン橋
- 04.15a キナラパン橋
- 04.03a パウルンガン橋
- 03.s アポロ橋

(3) 影響を受けた橋梁（フェーズⅢ、グループ1）

- 03.08 ピアス橋
- 03.11 プロ橋
- 03.18 シンドル橋

上記代替候補橋梁（グループ2）6橋のうち、ピナトゥボ火山による影響を全く、或いは、殆ど受けていないと見られる、03.02 アエタキナランガン、04.12a トゥマリン、04.15a キナラパン及び、04.03a パウルンガン橋の4橋については河川諸元の記述に止め、詳細な検討からは除外した。それ以外の橋について、以下に河川・砂防の観点から技術的検討を加える。検討の方法は図-1、河川・砂防検討フローチャートに示すとおりである。フローチャートにあるように検討は大きく次の2つの観点から行う。

2. 橋梁地点毎の河川諸元

検討の前提条件となる河川及び流域の諸元は表-1、橋梁地点別河川諸元に示すとおりである。流域図(1/50,000)は図-2に、低平地河川を除く河川の河川縦断図は図-3に示すとおりである。橋梁地点毎の河川の特徴を述べると以下のとおりである。

(1) ドロレス：ググクreek

ピナトゥポ山頂地域に水源を発するアバカン川とパシグポトレロ川が形成する扇状地のはぼ中央に位置する小河川である。ググクreekは、この扇状地の扇頂部に源を発し、架橋地点における流域面積が約28.9km²、流路延長が約19kmで、流域は河川沿いに幅約1~3kmの細長い形状である。河川は、扇状地を掘り込み河道を形成しながら流下し、河床勾配は水源部で約1/60、架橋地点で約1/470である。

(2) スラ橋：スラ川

スラ川はピナトゥポ山北側斜面を流下するオードネル川の北側に位置するブルサ川の左支川である。ブルサ川はピナトゥポ山には水源を発しておらず、ピナトゥポ山頂から約10km北側のガタス山を水源とする。スラ川は、西から東へ緩い円弧状に流下する山地河川で、延長約30kmの河川沿いに約3kmの幅を持つ細長い形状である。架橋地点での流域面積は50.8km²である。河床勾配は水源部で1/10以上、ブルサ川合流点の500m上流に位置する架橋地点で約1/120である。スラ川流域はピナトゥポ山頂から約35kmの距離にあり、フィリピン地震火山研究所のデータによると流域の降灰量は1cm以下であるが、架橋地点から上流域を望むとブルサ川流域に火山灰の堆積が目につく。また、現地調査の結果によると、ブルサ川のスラ川合流地点付近は河床勾配が緩いことから火山灰を生産源とした砂の堆積が目だつ。

(3) バコン橋：ピヌロット川

ピナトゥポ火山山の南側に位置し、バターン半島の付け根を東西に走る国道7号線を挟む形で北側はビットヌン山系、南側はサンタローザ山に水源を発する山地河川である。流域は、国道7号線の南北流域それぞれが多数の細長い小流域で構成され、今回対象の河川の中では、河道延長(約18km)に比較して最も流域面積(122.8km²)が大きい。河床勾配は、水源付近で1/10以上、架橋地点上流約8kmで山地部をでるが、ここから架橋地点までの勾配が約1/250、架橋地点で1/300である。ピヌロット川流域はピナトゥポ山から25~44kmの距離にあり、降灰量は平均約10cm、流域全体で約12百万m³である。

(4) サンロケ橋：ハゴノイ川

サンロケ橋はピナトゥポ山の東南側に位置し、パンパンガ川水系のマニラ湾河口部派川のハゴノイ川に架かる。ハゴノイ川はパンパンガ川からサントルシア地点で分派した派川で自己流域は約20km²弱であるが、低湿地に位置し流路が複雑に分派、合流しており明確ではなく、水流の大部分はパンパンガ川からサントルシア地点で分派したものである。架橋地点付近のハゴノイ川は河口低湿地部を流れる感潮区間で、周辺にはフィッシュ・ポンドが広がる。現地での聞き込みによると、ハゴノイ川に洪水が流下したことはないが、高潮により冠水することがしばしばあるとのことである。架橋地点周辺の降灰量は約2cmとされている。

(5) マフィルインド橋：バシナ川

マフィルインド橋はサンロケ橋と同様に河口低平地に位置する。架橋対象のバシナ川はアグノ川水系に属し、アグノ川本川の東側に隣接するカルマイ川の派川で、アグノ川の河口から約1km上流でアグノ川に合流する。カルマイ川は、アグノ川の旧河道低湿平地を激しく蛇行しながら流下するサンフォアン川、同河川が流下しながら名称を変えたカマンボガン川の更に下流部の名称である。バシナ川はカルマイ川の河口から約10km上流で分派するが、流量の殆どはカルマイ川に流れ、バシナ川の流量は通常少ない。バシナ川の架橋地点は感潮区間である。架橋地点はピナトゥポ山頂から約100km北に位置し、現地での聞き込みによると噴火時に若干の降灰があったとのことであるが、現在は火山灰の堆積は全く見られない。

(6) ダガットダガッタン橋：ダガットダガッタン川

ダガットダガッタン川はパンパンガ川流域マーシン川の支流に注ぐかんがい排水路状の小河川である。周囲は殆ど平坦な丘陵地域で、ダガットダガッタン橋周辺の地域は水田として利用されている。河川勾配は緩く、常時の流速は遅い。ピナトゥポ山から東に約60km離れており、フィリピン地震火山研究所のデータによると降灰量は1cm弱となっているが、堆積は殆どみられない。

(7) アエタキナランガン橋：デュアテ川

デュアテ川はバターン半島先端部のマリベレス山東側の山地河川で、リマイ町で直接マニラ湾に注ぐ。架橋地点における流域面積は約12km²、河床勾配は1/50で、転石の多い谷を溪流状に流下する。フィリピン地震火山研究所のデータによると降灰量は1cm弱となっているが、現地調査の結果では、降灰の影響は全く見られない。

(8) トゥマリン橋：トゥマリン川左支川

トゥマリン川はバタンガス県タール湖流域の西側に流域を持ち、西流して東シナ海に注ぐ。トゥマリン橋の架かる川はこのトゥマリンの左支川で、流域面積約 1.5 km²の小河川である。架橋地点では深さ約15mの谷を形成して溪流状に流下する。ピナトゥッポ火山の影響は全くない。

(9) キナラパン橋：ピンギット川

ピンギット川は、ルソン島東側太平洋岸のオーロラ県内バーレー湾に流入するサンルイス川の派川である。河口低平地の河川で感潮区間である。ピナトゥッポ火山の影響は全くない。

(10) パウルンガン橋：サラワグ川

サラワグ川は、カビテ県にあり、タール湖の北西斜面を流下してマニラ湾に注ぐ無数の川の中の1本で、架橋地点はなだらかな山地斜面から低地に出た部分である。ピナトゥッポ火山の影響は全くない。

(11) アポロ橋：オラニ川

オラニ川はバターン半島にあるナティブ山に水源を発し、北東方向に流下してパンパンガ湾（マニラ湾の一部でマニラ湾の最北部）に注ぐ。同河川はナティブ山から流出する数多くの溪谷の中の1つで、流路延長は約20km、ナティブ山北東斜面の水を集め、幅約 700mの細長い溪谷を形成している。架橋地点での流域面積は18.8 km²である。河床勾配は全般に比較的急俊で、架橋地点で 1/250である。降灰量は流域平均6 cm、流域全体で約 1.1百万 m³と見積もられるが、現地調査結果によると火山灰堆積はそれ程目だつものではなかった。

(12) ピアス橋：カラノ川支流

ピナトゥッポ山の東南面扇状地内を、パシグポトレロ川とボラック川に挟まれる形で流下する小河川である。現在までのところ火山泥流の影響は受けていない。

(13) プロ橋：グマイン川支流

プロ橋架橋対象河川は、グマイン川がパサグ川に合流する手前の左支川である。架橋地点は河口低湿地でパサグ川の氾濫地帯である。現在までのところ火山泥流の影響は受けていない。

(14) シナドル橋：マロマ川支流

架橋対象はピナトゥボ山西側斜面を流下するマロマ川の派川である。河川は海岸線より約 500mの地点を海岸線とほぼ平行に走る旧河道跡の細長い池状のもので、流水は殆どない。周辺地域にはマロマ川の火山泥流が氾濫しているが、架橋地点の微地形の影響で架橋地点には泥流は到達していない。

表-1 橋梁地点別河川諸元

橋梁名	ドリス	スラ	バコン	サンロケ	マフイルインド	ダガット	アボロ
橋梁 No.	03.10	03.17	03.03	03.07	01.02	03.05	
河川名	ダゲケリーク	スラ川	ピヌロット川	ハゴノイ川	バシナ川	ダガット ダガット川	オラニ川
流域面積	28.9	50.8	112.8	- *1	- *1	4.53	18.8
架橋地点河床勾配	1/470	1/120	1/300	>1/1000	>1/1000	1/500	1/250
有効河床幅	30	30	40	45	160	30	20
流域平均降灰高	13	1	10	2	0	1	6
流域内降灰量	3.8	0.5	12.3	-	-	-	1.1

注 : *1 自己流域は明確でない

3. 火山泥流（ラハール）の影響検討

検討対象橋梁の内、火山泥流の影響を既に直接受けている地点はない。ここでは、対象橋梁地点が今後火山泥流の影響を受ける可能性があるか否かを検討する。

火山泥流の定義をまず明確にする。火山泥流とは、活火山地帯で発生する火山灰を含んだ流れであり、先端部に段波を持ち、流速は10~15 m/sと土石流の2から数倍のオーダーを持つ。先端部に石レキの集中にない場合もある。堆積構造は層状を呈する場合と呈さない場合がある。これは流れの濃度、流量、材料及び地点の勾配等によって変わる。泥流の衝撃力は先端の段波部に集中しており、後から続いて流れる泥流による摩擦の力も大きい。流れは比較的導流しやすく、土石流に比して緩勾配の地域まで流下する。降雨との関係については、噴火直後のフレッシュな火山灰に覆われた斜面の流出率は極めて大きく、非火山山地の場合と比べて比流量が100倍以上の値を示すことも珍しいことではない。火山灰が地表面を覆って表流水の浸透を妨げるため、しかもその被膜はモルタルのように固結して割れにくいためである。しかし一度侵食されると側方からの侵食は容易である。泥流と土石流の相違は以下のとおりである。

	先端流速 (m/s)	単位堆積重量 (kg/m ²)	粒径 (mm)
泥流	10~15	1,800~2,500	0.02~10
土石流	3~6	1,300~1,600	300以上

既に述べたとおり、現在までに火山泥流が起きている河川はピナトゥポ山の頂上地域を水源とする河川で、火山泥流の生産源は火口を中心に直径15km圏の主要河川の最上流部に堆積する火砕流堆積物、及びこの範囲に30cm~50cm、或いはそれ以上の厚さで堆積する火山噴出物（火山灰、火山レキ）である。従って、火山活動がこのまま沈静化に向かうとすれば、これら以外の河川で今後新たに火山泥流が起きる可能性はまずないと思つてよい。他の類似火山でもこのことは明確である。

この意味で、今回の検討対象河川のうち比較的ピナトゥポ火山に近いググクリーク（ドロレス橋）、スラ川（スラ橋）、ピヌロット川（バコン橋）、オラニ川（アポロ橋）の4河川についても生産源を持っていないという点で新規に自己流域だけで火山泥流が起きる可能性はないといえる。

次に、現在起きている火山泥流が今後どのような動きをするかについて検討する。火山泥流の生産源である火砕流堆積物、火山噴火物の量については色々な方法で推定されているが、現在までに火山泥流の形で流出した量は堆積量の一割にも満たないとされている。今後10年から数10年にわたってこれらの堆積物が火山泥流という形で流出するのは確実である。現在までに火山泥流が起きている河川で今後これが続いた場合、架橋地点に影響を与える可能性があるかを検討するが、ここで対象となる架橋地点はドロレス橋、及びグループ1のピアス橋、プロ橋、シンドル橋とする。その他の橋梁地点は火山泥流の影響はないと言って良い。

ドロレス橋及びピアス橋地点を含む地域の地形図は図-4に示すとおりである。図に見るとおり、この地域は北はバンバン川から南はポラック川までの広い範囲で扇状地が形成されている。この中にアバカン川及びパシグポトレロ川が流れる。これら4河川の縦断図を図-5に示す。これらの河川につき、現地調査の結果を基に侵食・堆積状況をまとめると以下のとおりである。

バンバン川

- ・サンフランシスコ橋地点（国道329号線の橋）： 堆積
- ・バンバン橋地点（国道3号線の橋）： 堆積

アバカン川

- ・カバヤ橋地点（北方高速道路の橋）： 堆積
- ・パンダン橋地点（国道313号線の橋）： 堆積
- ・アバカン橋地点（国道3号線の橋）： 侵食
- ・サパンバト橋地点（Abacan橋から12km上流）： 侵食

パシグポトレロ川

- ・マンカティアン橋地点（アンヘレス・ポラック道路の橋）： 侵食

この河川の侵食・堆積状況と、河川縦断図を比較すると今回の火山泥流はほぼ勾配1/100を堺に、これより急な部分で侵食、これより緩い部分で堆積という状況となっている。洗掘の激しいアバカン川サパンバト地点、パシグポトレロ川マンカティアン橋地点の河床勾配は約1/50である。また、いずれの河川についても1/500より緩勾配の区間まで泥流は流下しており、泥流は土石流（一般に、勾配1/5～1/60が停止区域）と比較し緩勾配まで流下することがよくわかる。

これまでは架橋地点に直接的な影響を与えていなかった上記4 泥流河川が影響を与えるとすると、次の2点が考えられる。

1. 扇頂部での首振り現象

扇状地河川は扇頂部で流れを側方に変える傾向が見られる。方向の変換は以前の流路に対して断絶的であって、漸移的でない。これを扇頂部での首振り現象という。首振りの契機としては、上流の谷のなかで既に流れの形式や方向が決まっていたり、谷口で土石流の運搬力が減衰して、土砂の残留が始まる為に移動したり、残留した巨レキ等の局地的障害物により流れが妨げられて流れの方向が変わることが考えられ、このようにして扇頂部で流路が変わると下流へ流下するにつれて、新しい流路が以前の流路から離れていく。

2. インター・セクション・ポイント（河床勾配と扇状地表面の勾配とが交差する地点：下図）における氾濫、破堤、河道の変遷

泥流がインター・セクション・ポイントを通過する時堆積が生じ、流れが継続するに従って、インター・セクション・ポイントの標高が上昇して、氾濫、破堤を招き、河床の祖度の変化があると流下方向を変える。

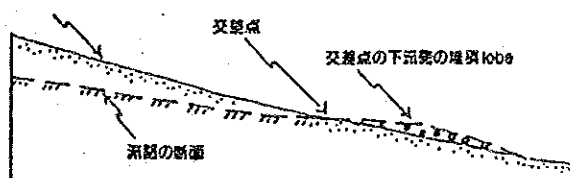


図-6 インター・セクション・ポイント説明図

今回の検討地点に関して、扇頂部での首振りについては、パシグポトレロ川、及び、ポラック川では谷がかなり深く掘られていることから考え難いが、アバカン川支流のサパンバトクリーグでは起こり得る現象である。

インター・セクション・ポイントでの河道変遷の危険性が高い河川はパシグポトレロ川である。既存の1/50,000地形図によると標高140m地点付近がインター・セクション・ポイントと見られるが、現地調査の結果によるとこの付近は泥流により激しく洗掘されており、泥流の氾濫状況から見て標高80m付近がインター・セクション・ポイントとなっていると思われる、この付近からの河道変遷の可能性が考えられる。より確実な予測をするには火山泥流発生後の現地の地形図を作成し、これを基にした詳細な検討が必要であるが、以上の概略検討結果から、ドロレス橋及びピアス橋（グループ1）は火山泥流の影響を受ける可能性があり、河川的な観点からは建設を避けることが望ましい。

プロ橋（グループ1）についてはパシグポトレロ川、或いはポラック川が首振りした場合の泥流影響範囲内であるが、影響の度合いは上記ピアス橋より小さい。また、シンドル橋については、周辺のマロマ川沿いに既に泥流が氾濫しているが、架橋地点の微地形の影響で架橋地点には泥流は到達しておらず、今後もこの現状が維持されるものと考えられる。

4. 流域堆積火山灰の影響検討

前節の検討結果よりドロレス橋及びグループ1のピアス、プロ、シンドルの4橋は火山泥流の影響を受ける可能性があるとしたが、これ以外の6橋につき、流域に堆積した火山灰が与える影響を予測する。流域火山灰の流出機構はつぎのとおりとなろう。

- ・生産 : 流域全体に面的に堆積した火山灰が降雨の作用で谷に通じて、川へ流出する。砂防でいうところの生産土砂
- ・流送 : 河川に流出した火山灰が流水により下流へ運搬される。砂防でいうところの流送土砂
- ・堆積 : 計画対象地点に上流から運搬される火山灰のうち、その地点の可能流送土砂量を超過してその地点に堆積する土砂

ここで問題となるのは、まず、火山灰を生産源とした土砂生産が起きるかどうかという点と、次に土砂生産が起こった場合架橋地点における可能流送土砂量とのバランスで土砂が架橋地点に堆積するか否かという点である。この順に以下のとおり検討する。

(1) 生産土砂

生産土砂量を決定する主なパラメーターとしては、

- ・流域面積
- ・流域の被覆状況
- ・堆積火山灰量（流域面積×平均堆積深）
- ・流域の起伏量比（平均勾配）

が考えられるが、検討対象6橋のうち、マフィルインド橋、サンロケ橋及びダガットダガタン橋の3橋については、

- ・堆積降灰量そのものが小さく
- ・流域がフラットな低平地であり、土砂生産の要素である流域の起伏量比が極めて小さい

ことから、堆積火山灰を生産源とした土砂生産は無視できる程度のもものと見られる。従って、この3橋については、流域堆積火山灰の影響はないと判断する。残りの3橋については、生産土砂量を推定する。

生産土砂量の推定については種々の方法が提案されているが、火山灰地域における生産土砂量については資料が少ない。ここでは、図-7より、年間比生産土砂量は次式によることとした。

$$q_s = 60,000 \cdot A^{-0.7}$$

ここに、

q_s : 年間比生産土砂量 ($m^3/年/km^2$)

A : 流域面積 (km^2)

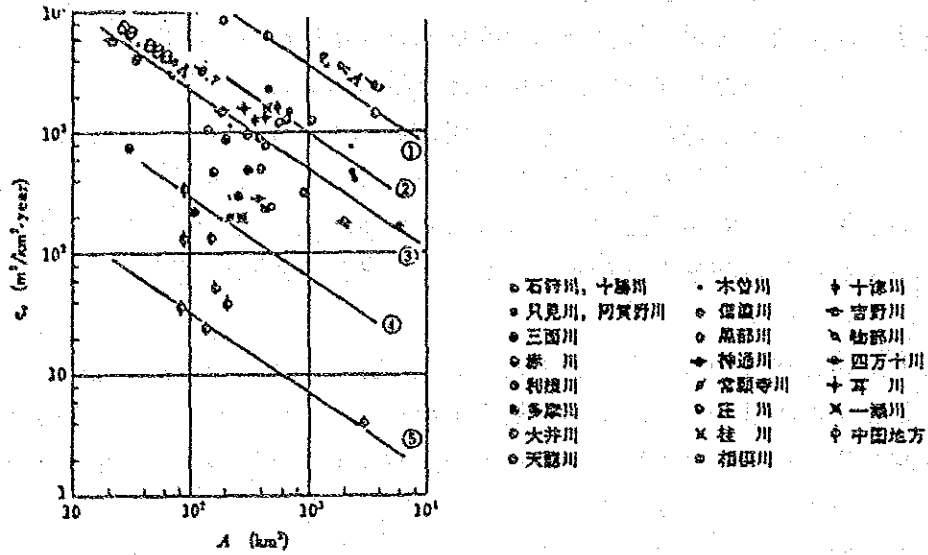


図-7 比生産土砂量図

上式を用い、残りの検討対象3橋について生産土砂量を計算すると表-2のとおりとなる。

表-2 想定生産土砂量

	スラ橋	バコン橋	アポロ橋
流域面積 (km^2)	50.8	122.8	18.8
比生産土砂量 ($m^3/年/km^2$)	3,840	2,070	7,700
年生産土砂量 ($1000 m^3/年$)	195.1	254.2	144.8

(2) 流送土砂

河道における流送土砂量は、ブラウンの式で推定する。流量については、流送土砂は洪水流に支配されることから年間5%及び10%保証流量により年間の土砂流送が行われると仮定した。

計算の手順は、まず、年間5%及び10%保証流量を、それぞれの比流量0.2963及び0.1481m³/s/km (River Dredging II, DPWH) から計算し、与えられた流量を基に Manning式より幅広水路を仮定して水深を求める。

$$Q = A * (1/n) * R^{2/3} * I^{1/2}$$

ここに、

Q : 流量 (m³/s)

A : 流水面積 (m²)

B : 流水幅 (m)

h : 水深 (m)

R : 径深 (m)、= A/P

P : 潤辺 (m)

I : エネルギー勾配

幅広水路と仮定すると、潤辺：Pは流水幅：Bに等しいので、上式から次の式を導くことができる。

$$Q = B * h * (1/n) * h^{2/3} * I^{1/2}$$

従って、水深：hは、次のとおり流量：Qの関数となる。

$$h = \{ (Q/n) / (B * I^{1/2}) \}^{0.6}$$

上式で計算される水深：h及びエネルギー勾配：Iを基に、下に示す式から摩擦速度を求める。

$$u^* = (g * h * I)^{1/2}$$

ここに、

u* : 摩擦速度

g : 重力の加速度

I : エネルギー勾配

単位幅・単位時間当たりの全流砂量を求めるブラウンの式は次のとおりである。

$$qB / (u^* * d) = 10 \{ u^*{}^2 / (\sigma/p - 1) / g / d \}^{0.2}$$

ここに、

qB : 単位幅、単位時間当たりの全流砂量

u* : 摩擦速度

d : 河床材料の平均粒径

σ/P : 河床材料の比重 (=2.5)

g : 重力の加速度

河床材料の平均粒径は 0.3mm と仮定した。流量に対応する単位幅・単位時間当たりの全流砂量が計算されると、年間可能流送土砂量は以下のとおり計算される。

$$Q_s = (q_{B5} * 0.05 + q_{B10} * 0.10) * 86400 * 365 * W$$

ここに、

- Q_s : 年間可能流送土砂量
- q_{B5} : 5%保証流量による単位幅・単位時間流送土砂量
- q_{B10} : 10%保証流量による単位幅・単位時間流送土砂量
- W : 川幅

検討対象3橋について、橋梁地点別の年間可能流送土砂量を計算すると以下の表に示すとおりとなる。

表-3 年間可能流送土砂量計算表

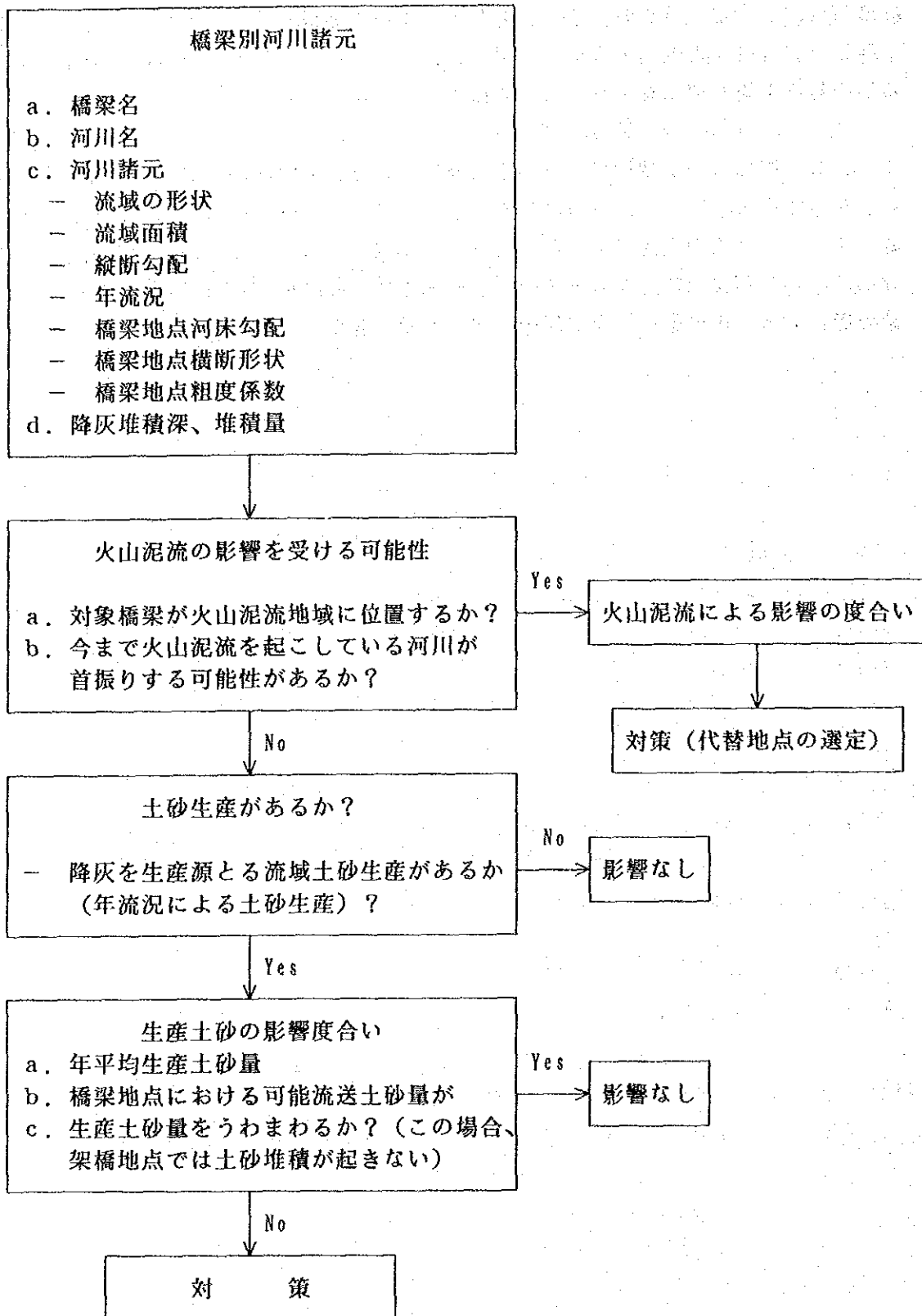
		スラ橋	バコン橋	アポロ橋
流量面積	(km ²)	50.8	122.8	18.8
年生産土砂量	(1000m ³)	195.1	254.2	144.8
平均流路幅	(m)	30.0	40.0	20.0
架橋地点河床勾配		1/120	1/300	1/250
マンニングの粗度係数		0.035	0.035	0.035
年間5%保証流量	(m ³ /s)	15.2	36.8	5.6
平均水深	(m)	0.374	0.704	0.327
摩擦速度		0.175	0.152	0.123
単位幅・時間当り全流砂量	(m ³ /m/s)	0.02530	0.01250	0.00284
年間10%保証流量	(m ³ /s)	7.6	18.4	2.8
平均水深	(m)	0.247	0.465	0.216
摩擦速度		0.142	0.123	0.092
単位幅・時間当り全流砂量	(m ³ /m/s)	0.00891	0.00434	0.00102
年間可能流送土砂量	(1000m ³)	2,040	1,336	154

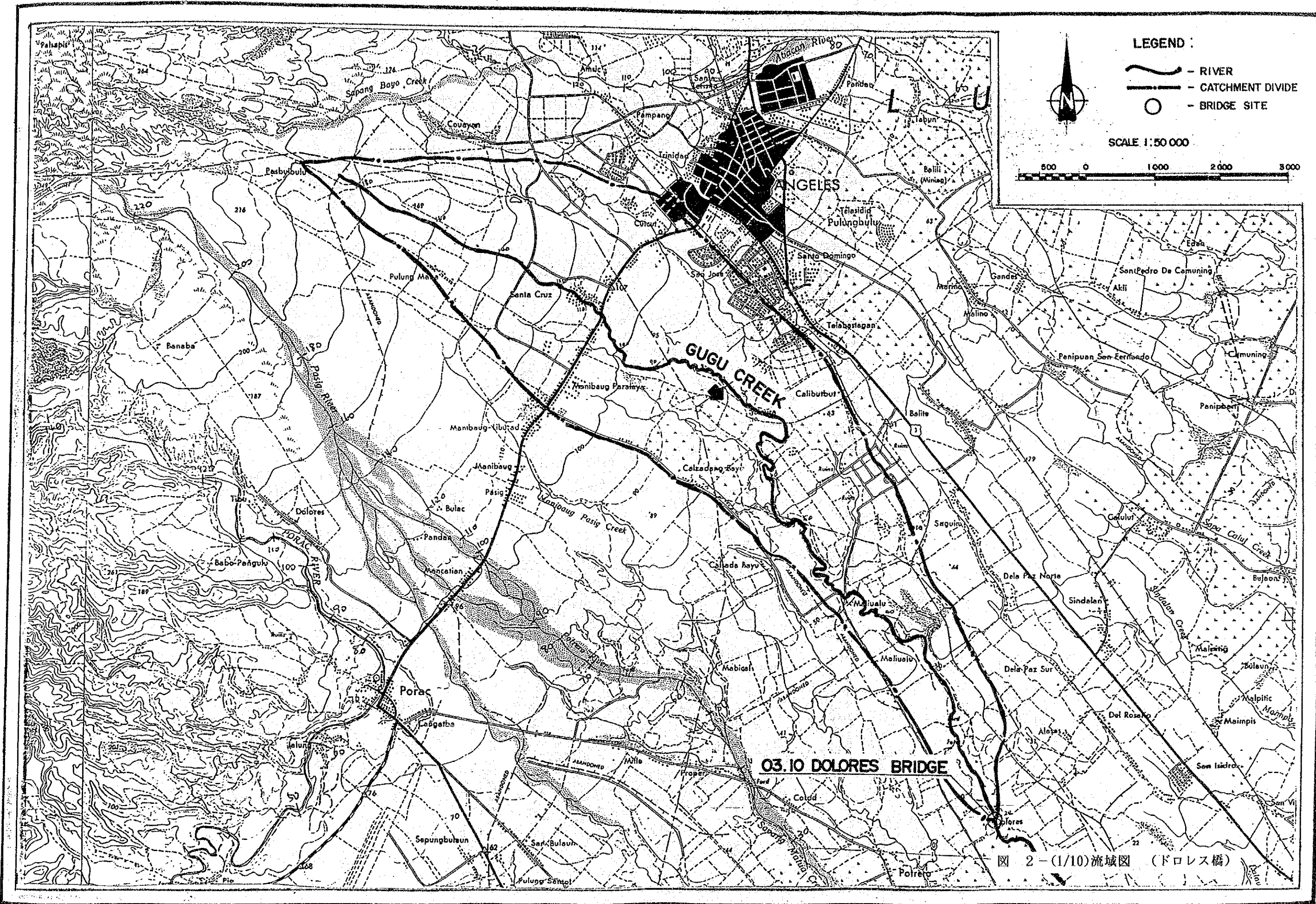
橋については、架橋地点における流域堆積火山灰を生産源とした生産土砂量は無視できる程度のものであり、流域堆積火山灰の影響はないといえる。

スラ橋、バコン橋、アポロ橋については、いずれの橋についても年間可能流送土砂量が年生産土砂量を上回っていることから、架橋地点における火山灰を生産源とした土砂堆積は起こらないと判断できる。但し、年生産土砂量 144,800 m³に対して可能流送土砂量 154,000 m³と余裕の少ないアポロ橋については、架橋地点付近の河道を整形する等の対策を講じ流水をよりスムーズにすることが望ましい。




また、スラ川については以下の点から架橋地点において河床が上昇する可能性があることから注意を要する。スラ川はピナトゥポ山頂から10kmの距離にあるガタス山を水源とするブルサ川の支流であるが、現地調査結果によるとブルサ川のスラ川合流点付近は河床勾配が緩いことから火山灰を生産源とする砂の堆積が目だち、これによる背砂の影響でスラ川の架橋地点で河床上昇、水位上昇が予想される。

図-1 河川・砂防検討フローチャート



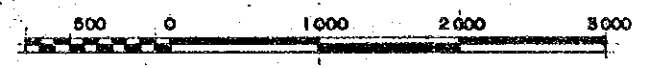


LEGEND :

-  - RIVER
-  - CATCHMENT DIVIDE
-  - BRIDGE SITE



SCALE 1:50 000



03.10 DOLORES BRIDGE

図 2-(1/10)流域図 (ドロレス橋)

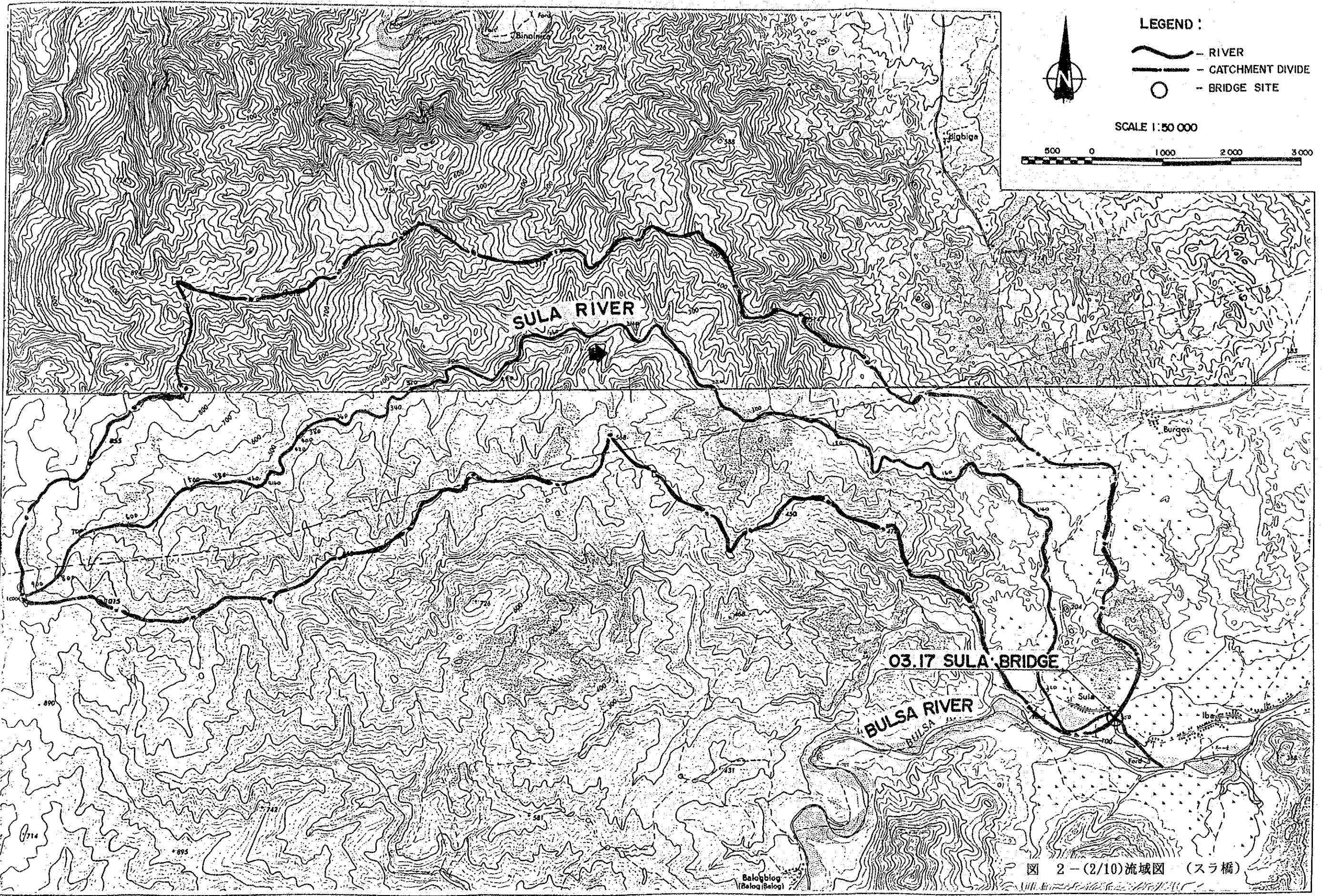


図 2-(2/10)流域図 (スラ橋)