

第6章 道路改良計画の技術的検討

第6章 道路改良計画の技術的検討

1 調査の概要

過去においてペルー政府の行った道路調査としては先ず1972年ミネロペルーによって3つのルート即ち、ASARCO、8号線改良、ミネロペルールートの方々についてノブラカピラン峠からミチキジャイ鉱山入口に至る区間についてツイジイビリテイスタディーが検討されている。各ルートの延長及び見積工事費は次のとおりである。

	延長 (Km)	見積工事費 (1972年価格)
ASARCO	5.4.6	145,000千ソレス (986,000円) 18,069円/KM
8号線	5.6.0	50,000千ソレス (340,000円) 6,071円/KM
ミネロペルー	5.3.0	80,000千ソレス (544,000円) 10,264円/KM

一方、運輸省は独自のルート案を持っており、計画は国道8号線の6KM地点から分岐して鉱山入口に至るルートである。延長及び見積工事費は下記に示すとおりである。

	延長 (Km)	見積工事費 (1972年価格)
運輸省ルート	3.3.6	115,700千ソレス (786,760円) 23,416円/KM

ミネロペルーの行った調査は縮尺1/25,000の地形図をベースとして工事費を見積っているのに対し、運輸省ルートは1/2,000の実測図を基に設計業務を行って工事費を見積っており精度は遙かに高いものである。

上記のミチキジャイ鉱山開発に関連した道路改良計画の他にペルー政府の機関の一つである国家開発公団(SINAMOS)の手で国道8号線の6.00Km~19.68Km、41.00Km~56.50Kmの区間について3級国道の規格で現道改良の実施設計が終了している。この計画はあくまでカハマルカ地域の社会開発、地域開発を目的としたもので鉱山開発計画とは直接関係はない。見積工事費は1970年価格で下記表6-1に示すとおりである。

	表6-1	見積工事費 (1970年価格)
6.00Km~19.68Km区間		15,313千ソレス (107,200円/Km)
Km当り工事費		1,120千ソレス (7,840円/Km)
41.00Km~57.00Km区間		30,100千ソレス (210,700円/Km)
Km当り工事費		1,940千ソレス (13,580円/Km)

本調査においては現地踏査は国道8号線、ミネロペルールート、運輸省ルートについて行ったが各々の概要は下記のとおりである。

a) 国道8号線

1/5,000の地形図をペルー政府・農林省より入手し現地踏査を行った。踏査期間中運輸省より2名の技術者が現地参加し、改良計画に対する種々の意見を交換した。地形、

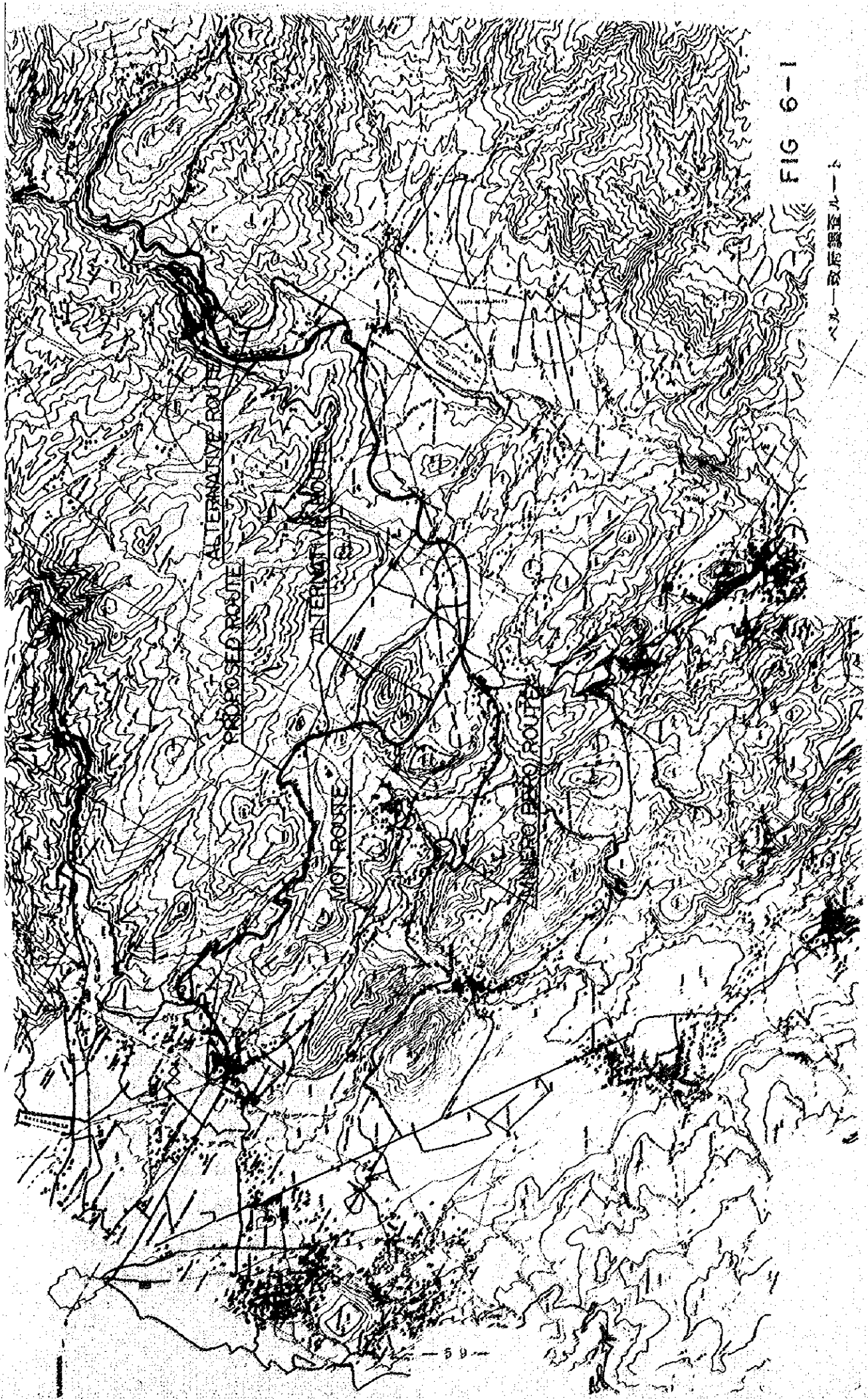


FIG 6-1

ベニ一政后編五ル一ト

地質的にはキレテ〜カハマルカ間とカハマルカ〜ミチキジャイ間を比較した場合、本調査の対象区間であるカハマルカ〜ミチキジャイ間の方が概して良好といえる。

b) ミネロベルールート

ミネロベルーの計画線沿いに現地踏査を行った。アブラカビランからチャカノウラに至る区間は一部地形的に急峻である。

本ルートが建設された場合カハマルカを経由せずに鉱山へ連絡されることになり鉱山開発に関係のある交通には便利となる。しかしながら一般の交通はトラック・バスを含めて、たとえこのルートが建設されてもこれを利用することは少なく、従来通り市場・流通の中心であるカハマルカを経由するものが大部分であると考えられる。

c) 運輸省ルート

地形、地質的には道路建設上特に問題はないが、国道8号線に平行に計画されているので、地域の社会開発的な見地からは国道8号線改良と比較して特に意義のあるルートとは考えられない。したがって、国道8号線の改良が良いか運輸省ルートが良いかは建設費の比較によって決定することができよう。

2 改良計画の基本概念

前記したごとく、ミチキジャイ鉱山開発計画に関する道路改良計画はミネロベルー、運輸省がそれぞれ独自に計画を持っていた。両方の計画は共に鉱山からの鉱石運送はトラック輸送を考えており、したがって一般交通と鉱山からの開発交通を分離するという考え方に立脚している。鉱石輸送がパイプライン輸送に計画が変わった現在では新たに鉱山輸送だけのために建設することは不経済であることは明白である。

この地域での鉱山開発以外の地域計画との関連を考えるに、ORDEN の計画によればカハマルカ地域の農業牧畜業の開発振興の中心地域として2ヶ所が考えられている。一つはミチキジャイ鉱山からさらに国道8号線沿いに約70 Km東方のセレンデイン（人口約8,000人）を中心とした地域と、もう一つは国道3号線沿いのカハマルカからカハバンバに至る地域である。鉱山都市（サンタルガリータ）の農業生産地域としてセレンデイン地域がカハマルカ市の生産地域として国道3号線沿いの地域が考えられている。したがって農業牧畜の開発にとって国道8号線、国道3号線の改良は重要な影響力を持つ。

鉱山開発用ルートとしては現在、国道8号線改良、ミネロベルールート及び運輸省ルートの3案があるが総合的な見地からいずれか一つのルートを選び出し、建設することが当面の目標である。前記したごとく鉱石がパイプ輸送になったこと、ORDEN 計画との関連及び建設費を比較した場合国道8号線改良が最適なものであることは明らかであろう。したがって本調査も現地調査以前に日本政府と打合せたとおり国道8号線の改良計画に絞って

概略設計を行った。

3 改良計画の概要

パカスマヨ市より東方160KMのところにミチキジャイ鉱山は位置し、国道8号線により結ばれている。

本計画においては、パカスマヨにおいてバイパス約3.2KM、ミチキジャイ地区においてはカハマルカバイパス約3.7KMと国道8号線沿いにカハマルカからミチキジャイ鉱山に至る約40KMの改良計画を行った。

3.1 パカスマヨバイパス

パンアメリカンハイウェイは現在、パカスマヨ市の中心部を通過している。増大する将来交通量に対処するため通過交通をバイパスにより処理することを目的として計画した。

3.2 カハマルカバイパス

現在の国道8号線は、カハマルカ市の一部を通過している。

バイパス計画はカハマルカ市が計画しているリング道路の一環とし計画した。原案のリング道路の計画は国道8号線との交差点においては縦断線形がわるく、通過交通を処理するには不適當であるため国道8号線との交差部分でバイパス計画は若干の線形計画の修正を行った。

3.3 パアノス デル インカ〜ミチキジャイ間

カハマルカ〜パノスデルインカ間約5Kmは舗装が完成されているため、改良計画の必要はない。

改良計画区間は、現道改良を原則とし、可能なかぎり現道に一致させることを主目的とし、現道の平面及び縦断線形が悪い区間は線形改良を行った。現道が鉱山開発により廃棄物ダム及び土捨場により通行不可能となる個所については新設ルートを計画した。これらの割合は表6-1に示す通りである。

表6-1 設計区間における各割合

現 道	改 良	新 設 ル ー ト
現道に一致する区間	線形改良区間	
6K ~ 8K L=2.0KM	8K ~ 13K L=5.0KM	19K7 ~ 30K3 L=10.6KM (廃棄物ダム)
13K ~ 15K4 L=2.4	15K4 ~ 17K L=1.6	38K2 ~ 40K5 L=2.3
17K ~ 18K4 L=1.4	18K4 ~ 19K7 L=1.3	42K8 ~ 51K3 L=8.6 (土捨場)
30K3 ~ 38K2 L=7.9	40K5 ~ 42K5 L=2.0	
41K1 ~ 41K9 L=0.8	41K9 ~ 45K00L=3.1	
計 14.5 KM	計 13.0 KM	計 21.5 KM

FIG 6-2 位置圖

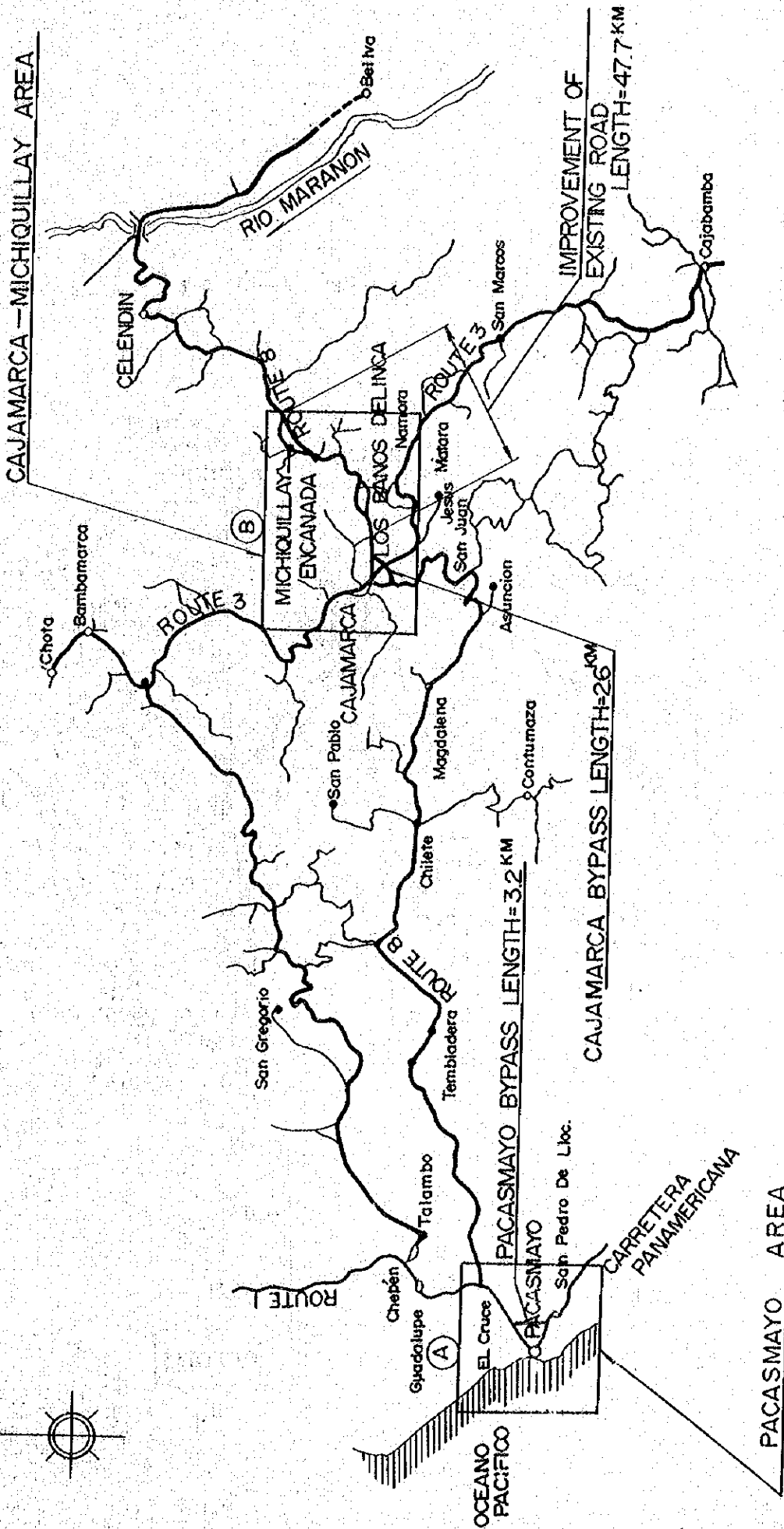
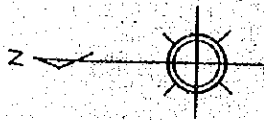


FIG 6-3 パカスマヨ バイパス

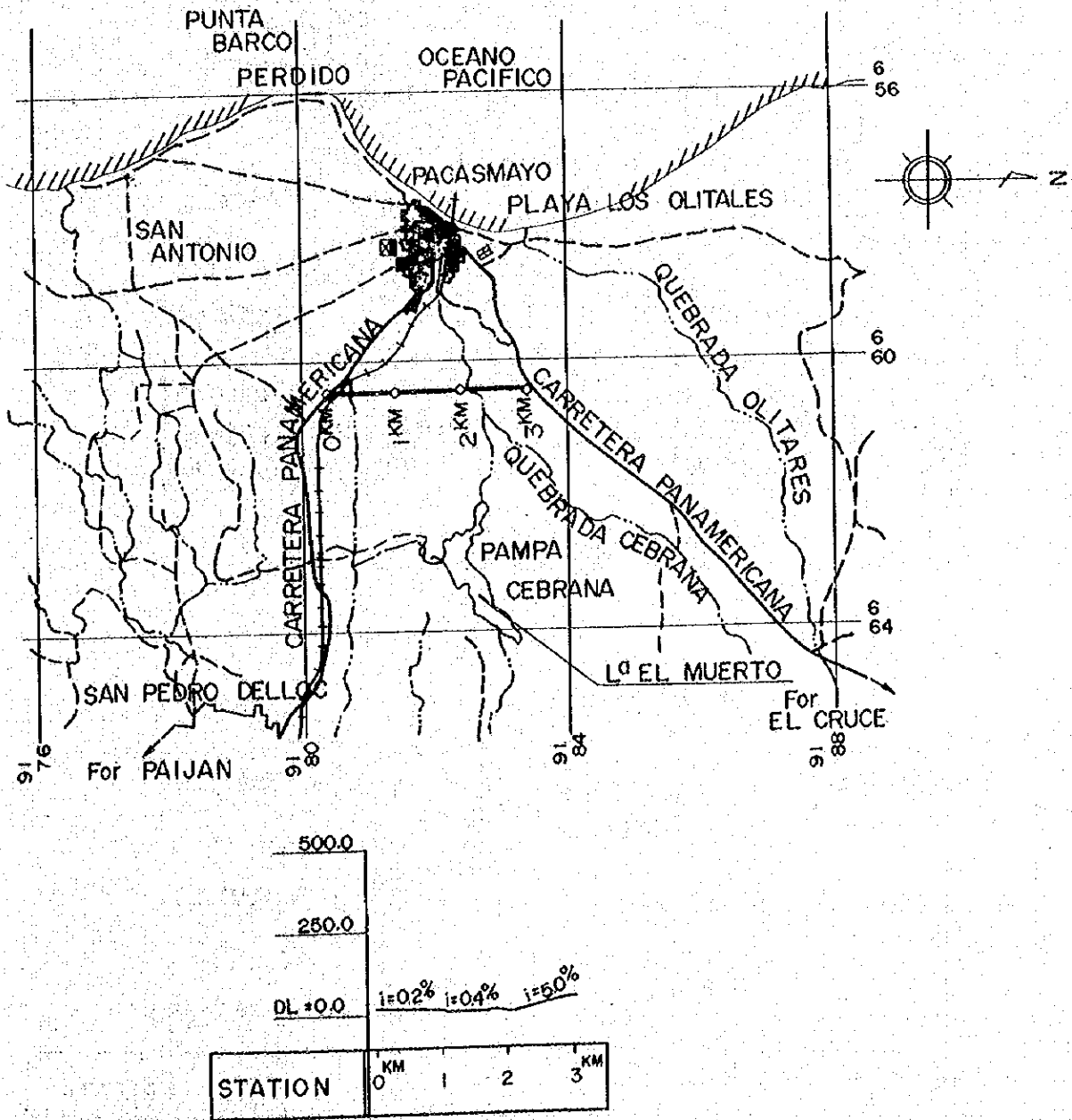
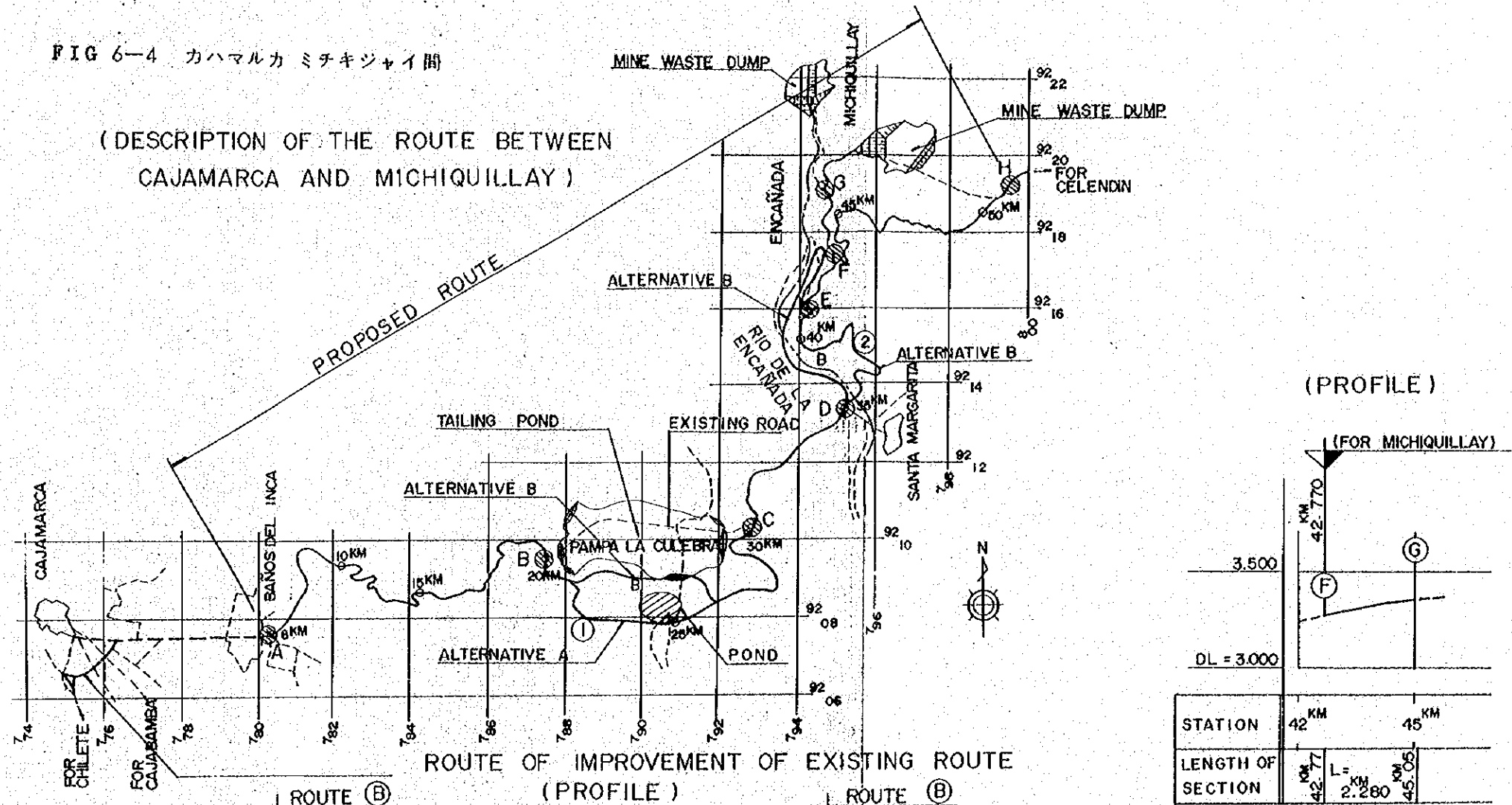
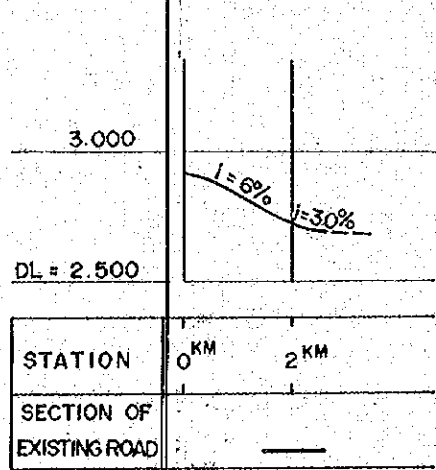


FIG 6-4 カハマルカ ミチキジャイ間

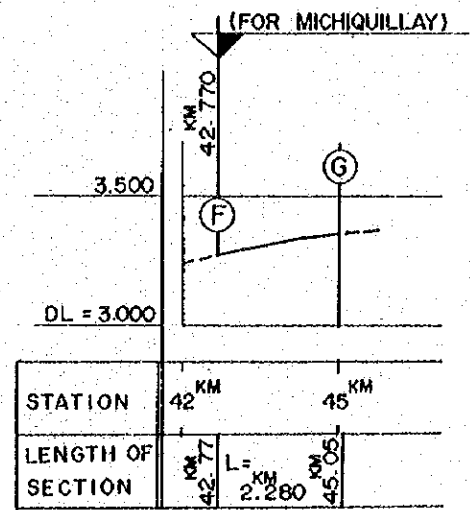
(DESCRIPTION OF THE ROUTE BETWEEN CAJAMARCA AND MICHICUILLAY)



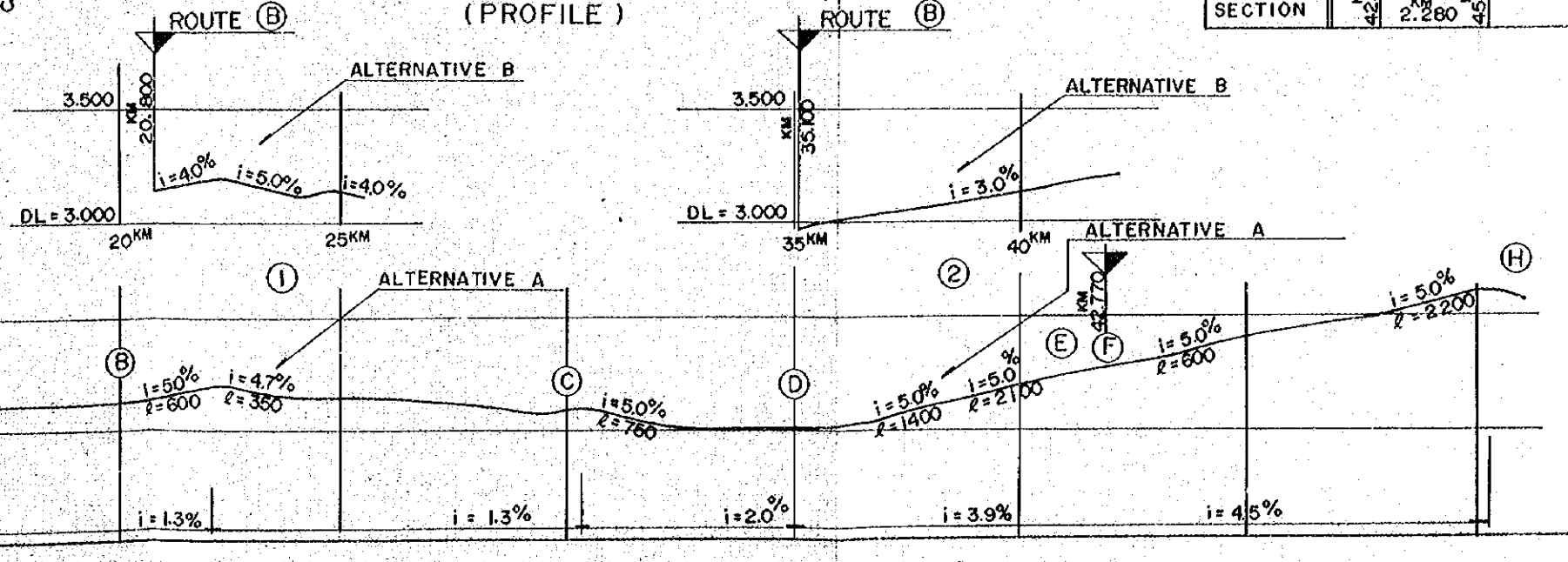
CAJAMARCA BYPASS (PROFILE)



(PROFILE)



ROUTE OF IMPROVEMENT OF EXISTING ROUTE (PROFILE)



STATION	6 KM	10 KM	15 KM	20 KM	25 KM	30 KM	35 KM	40 KM	45 KM	50 KM
LENGTH OF SECTION	L = 2.0 KM	L = 13.700 KM	L = 2.4 KM	L = 1.4 KM	L = 10.600 KM	L = 4.800 KM	L = 3.1 KM	L = 6.000 KM	L = 8.600 KM	L = 51.37 KM
SECTION OF EXISTING ROAD	L = 2.0 KM	L = 2.4 KM	L = 1.4 KM	L = 4.8 KM	L = 3.1 KM	L = 2.0 KM	L = 0.8 KM			

現道改良に対する基本的な考え方は現在の交通を通しながら工事を実施しうること、現道を工事用道路としても使用できるより配慮したことである。

1. 現道切下げ及び盛土は最大 1.5 m までとする。
2. 拡幅の際にはすべて山側に道路を切り広げる。
3. 新設改良部分の現道への接続は無理なく接続できるものであること。

A～B 区間 (L=13.7Km)

本区間は、現道利用を基本としている。8K～10K においては現道の縦断線形(勾配 7%)が悪いので改良案は山の北側を通過している 11K～13K 地点のヘアピンカーブ部においては、現道平面線形(最小曲線半径 R=10m)及び縦断線形(勾配 10%)もともによくないので新設改良を行い、縦断勾配を 5%に緩め、最小曲線半径を 35M にした。

B～C 区間 (L=10.6Km)

現道はパンバクレブラのなだらかな丘陵地帯を通過しているが、鉱山開発の廃棄物ダムにより現道は埋没するために新ルートを計画している。

このダムの計画水面高は 3,150m であり、道路はこれより 25m 高い 3,175m の位置を通過してダムの天端を利用する A 案と、山の南側を通る B 案の 2 案につき検討した。この 2 案の比較は表 6-2 に示されるように山の南側を通る A 案が経済的である。

C～D 区間 (L=4.8Km)

現道は標高 3,000m～3,100m のなだらかな丘陵地帯を通り、平面縦断線形ともによいため計画は現道と全く一致している。34K500 のホダボジョック (HDA POLLEC) 地点では、鉱山開発によって出来る町サンタマルガリータ (SANTA MARGARITA) との分岐点となる。

D～E 区間 (L=6.0Km)

現道はエンカナダの町を通過しているが、鉱山開発による交通量の増加を考慮してバイパスを計画をした。

ホダボジョック新設ルートを計画し、ローロバンバ山の現道へ取付く A 案とエンカナダの町の手前までは現道を利用し、エンカナダ川東側の川にそって現道に取付ける B 案が考えられる。この 2 案の検討結果は表 6-3 に示す。建設費は B 案の方が安く経済的である。

E～F～G 区間 (L=3.9Km)

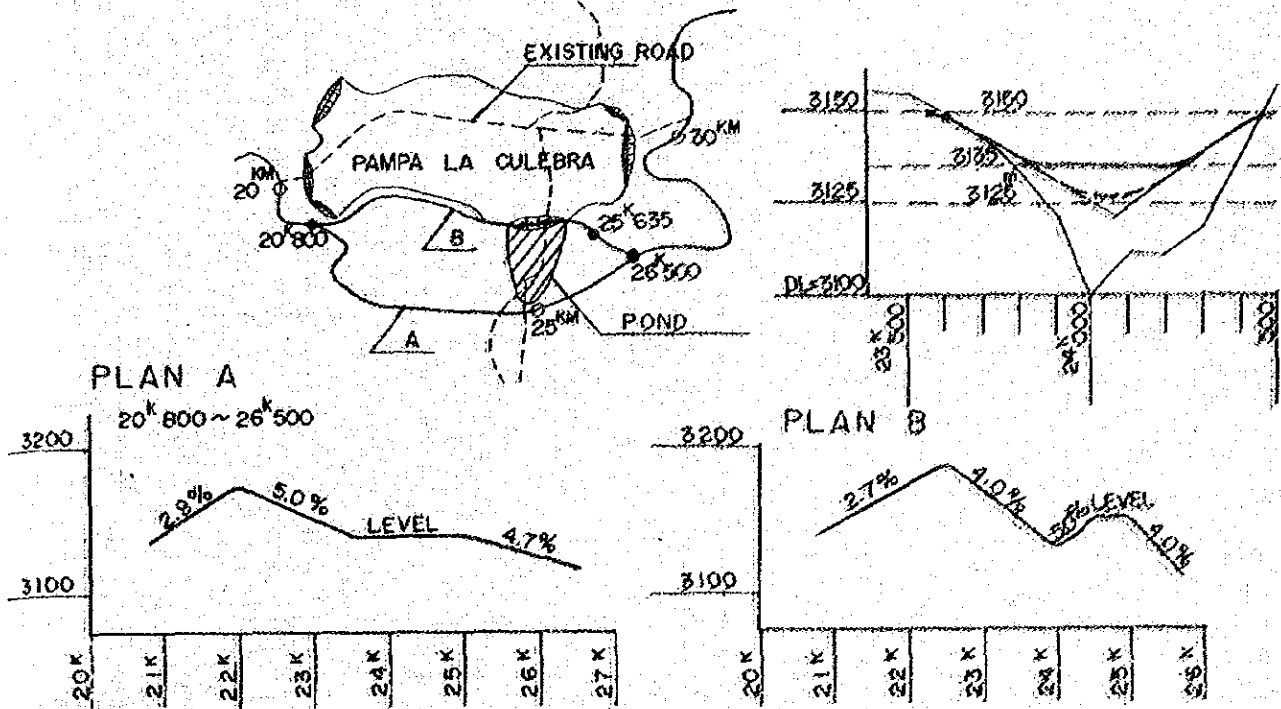
現道は平面及び縦断線形が悪いため、部分的に線形を改良した。

F～H 区間 (L=8.6Km)

現道はチュールバンバ付近で鉱山開発の土捨により 4～5 年後には埋没するため新設

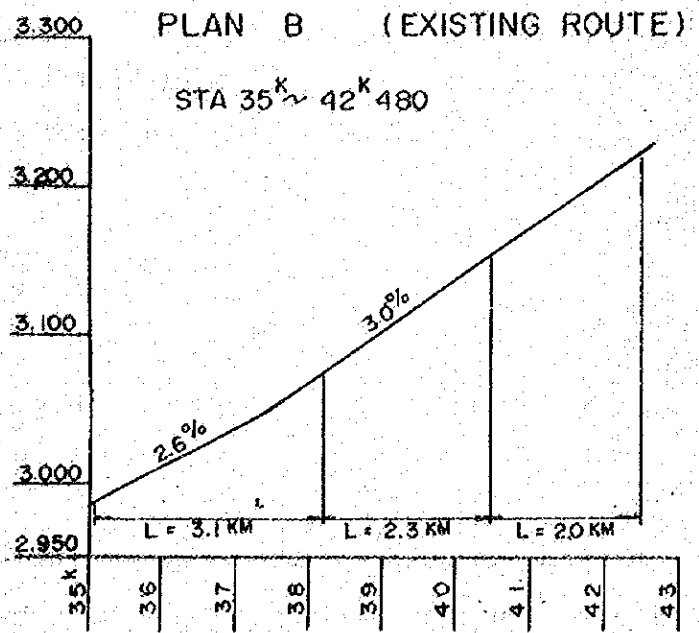
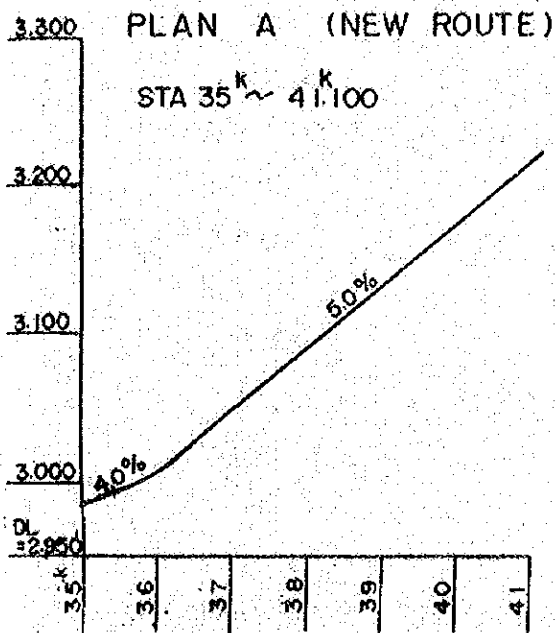
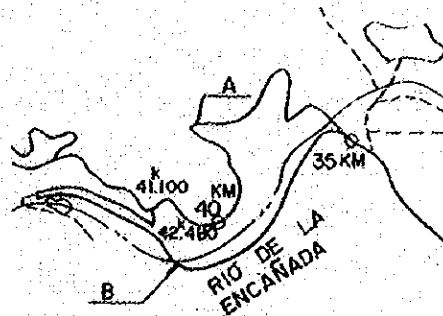
道路を計画した。オギジュロ山の南側を通り、キスカマロ町の現道に取付けている。この区間は急峻な山地であり、又新設道路のため他区間にくらべkm当りの土工量は多い。

表 6 - 2



A 路線概要 L=5.7km		B 路線概要 L=4.8km																			
<p>チャロ山 (Cerro El Chorro) の南側を通り、ラグナ (La Laguna) の町の北側丘陵部を通る。</p> <p>1. チャロ山 (Cerro El Chorro) の東側は一部複雑な地形であるが、大部分は平面、縦断線形とも地形に一致している。</p> <p>2. 丘陵部を通してはいるのは、ダムによる水不足ができるのでさけるためである。</p> <p>3. B路線にくらべ約900m長くなる。</p>		<p>チャロ山 (Cerro El Chorro) の北側ダムサイドを通り一部ダム天端を利用する。</p> <p>1. ダムは現在段階による施工を予定している。</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th rowspan="2">ダム計画高</th> <th colspan="2">土工量</th> </tr> <tr> <th>ダムのみの土工量</th> <th>道路取付部分</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>第1期</td> <td>3,125 (m)</td> <td>343,000 (m³)</td> <td>245,000 (m³)</td> </tr> <tr> <td>第2期</td> <td>3,125</td> <td>767,000</td> <td>103,000</td> </tr> <tr> <td>第3期</td> <td>3,150</td> <td>1,963,000</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table> <p>2. 第1期天端にのせると縦断勾配が悪く、ダム天端の利用がなくなるため、第3期天端にのせている。</p> <p>3. このルートの方が先行数量の金額が多い。</p>			ダム計画高	土工量		ダムのみの土工量	道路取付部分	第1期	3,125 (m)	343,000 (m ³)	245,000 (m ³)	第2期	3,125	767,000	103,000	第3期	3,150	1,963,000	0
	ダム計画高	土工量																			
		ダムのみの土工量	道路取付部分																		
第1期	3,125 (m)	343,000 (m ³)	245,000 (m ³)																		
第2期	3,125	767,000	103,000																		
第3期	3,150	1,963,000	0																		

(表 6 - 3)



A 路線概要 L=6.1Km	B 路線概要 L=7.5Km
<p>ホダボレック (Hda Pollec) よりローロパムバ山 (Co. Rollo Pampa) の南側から国道 8 号線現道に接続す。計画される最短距離を結ぶ。</p> <p>1. 最短距離で結んでいるため縦断勾配は 5% である。</p> <p>2. B 路線に比べ約 1.4 Km 短縮される。</p>	<p>最大限現道利用を考えている。</p> <p>1. 全長 7,500m のうち現道利用 5,200m、新設道路 2,300m である。</p> <p>2. 距離は A 路線に比べ長いが建設費は安い。</p> <p>3. エンカナータ川 (Rio De Le Encanada) 沿いに道路計画があるため、盛土法尻は水による洗掘のおそれがあるため石積み工で法尻を保護している。</p>

4 概 略 設 計

4.1 道路設計基準

本設計業務では、ベルーの道路設計基準を基本的に使用したが、一部、本プロジェクトの技術的、経済的特質を考慮して修正して使用した。ベルー政府の道路設計基準は表6-4に示す通りである。

1) 設計速度

地形的条件、交通量、本プロジェクトの特殊性を考慮し、標準部では40km/h、ヘアピンカーブでは30km/hとしている。

2) 標準横断

車線幅員はベルー道路基準及び交通量、設計速度などを考慮し、3.0mとし、車線数は2車線とする。保護路肩は路体の保護及び舗装の保護などにより1.2mを採用した。

3) 平面線形

標準部は、最小半径を50mとし、ヘアピンカーブは最小曲線半径35mとした。

4) 縦断線形

原則的には5%を上限の縦断勾配と考え、地形的にやむをえない箇所については工事費等を配慮し、6.2%を一部使用している。

5) その他

車道の曲線部においては、設計車両及び曲線半径に応じ、視距が充分確保され、安全性、快適性を保つために車線幅員を考慮した。(表6-5)

表6-4 道 路 設 計 基 準

項 目		基 準 値	使 用 値
標 準 部		設計速度 40km/h	ヘアピンカーブ部 30km/h
車 線 幅 員 (m)		2.75 3.00	3.00
最 小 路 肩 幅 (m)		0.75 1.20	1.20
最 小 平 面 曲 線 半 径 (m)	標 準 部	60 (45)	50
	ヘアピン部	25	35
最 大 縦 断 勾 配 (%)		6.0 (10.0)	5.0 (6.2)
最 大 片 勾 配 (%)		10	10

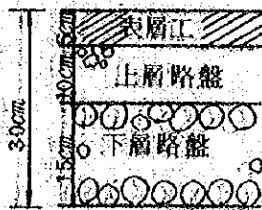
※ ()は特例値

4.2 道路構造

a. 舗装

舗装構成は、図6-6のように設計した。

図6-6



コールドアスファルトコンクリート(厚5cm)

砕石(厚10cm)

現地発生機(厚15cm)

1. 表層工はコールドアスファルトコンクリートで設計した。

AASHO 舗装基準によれば1990年度交通量では舗装厚は不足するが、交通量の増加に伴い、オーバーレイをする方針とした。

2. 下層、上層路盤とも現道改良計画(1970年度)、国道8号バイパス計画(1972年度)では現地発生材を使用しているが、本設計では上層路盤に関しては、一度粗骨材を破砕機に通し、粒度のよい砕石路盤とする。しかし、下層路盤においては現地発生材を使用する計画とした。

3. 舗装厚の算出

1990年推定日交通量

項目	乗用車	バス(46人乗)	大型トラック	小型トラック	計
国道8号 通過交通量	45(台)	6(台)	29(台)	27(台)	107(台)
鉾山開発 発生交通量	81	122	16	20	239
計	126	128	45	47	346

路床CBR=10%

以上の条件をもとに18-Kipシングル輪荷重へ換算すれば計12.2となる。

舗装厚指数の計算

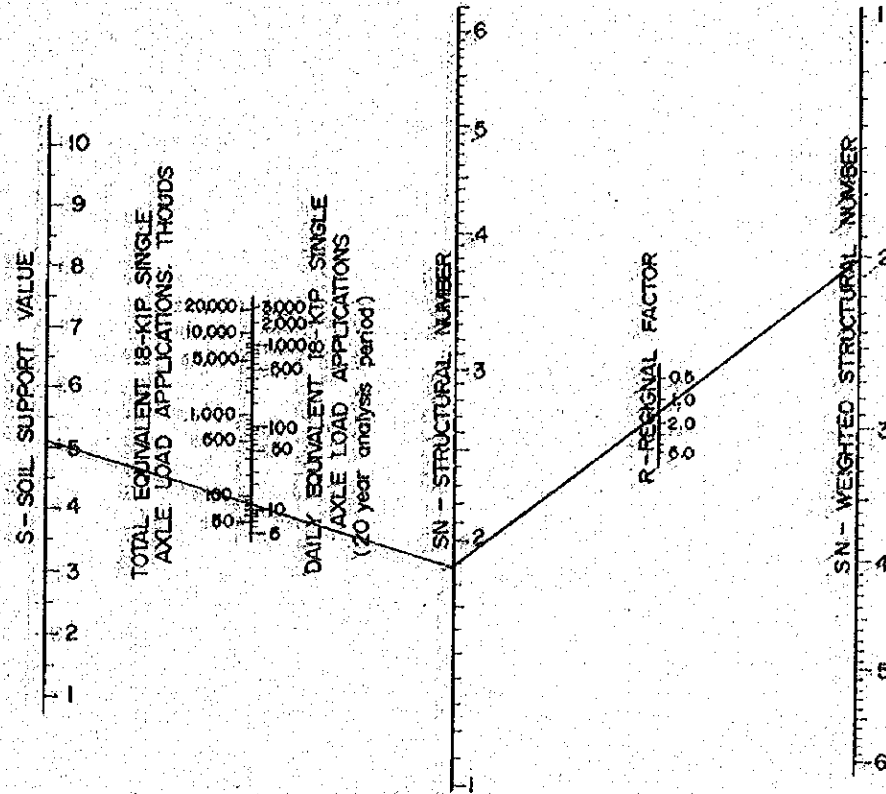


Figure 11-2. Design Chart for Flexible Pavements, $p_1 = 2.0$

- i) 18-Kip シングル 輪荷重への換算 1.2.2
- ii) 土の支持力比 5.1
- iii) 地盤係数 1.5

舗装厚指数 = 2.01

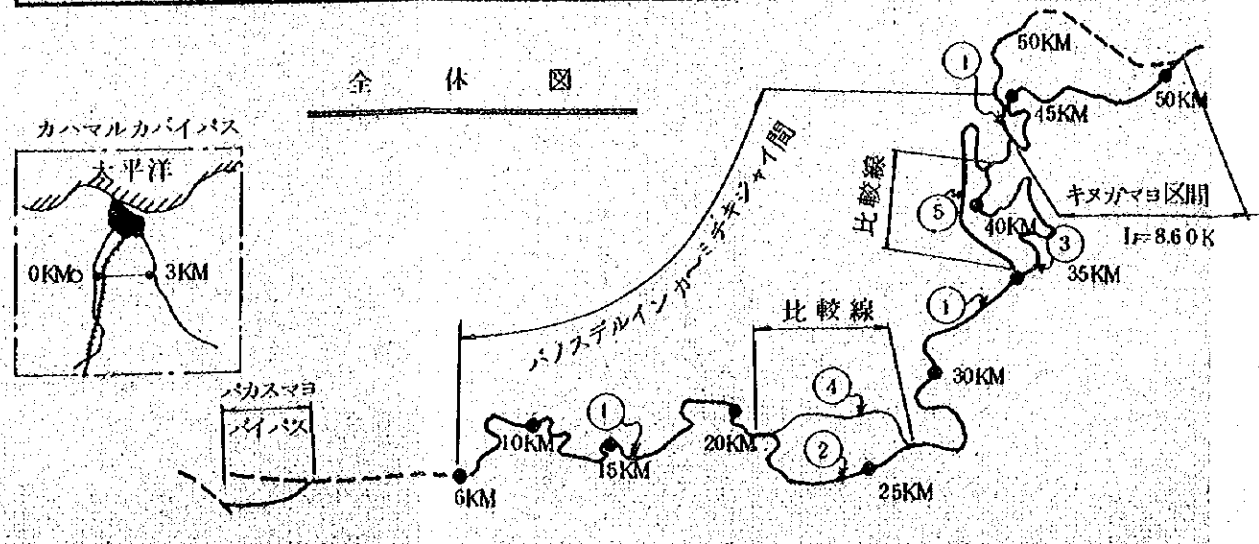
舗装厚決定

構成層	コールドアスファルト舗装			加熱混合アスファルトコンクリート舗装		
	厚	構成層指数	舗装厚指数	厚	構成層指数	舗装厚指数
表層工	2インチ (5cm)	0.20	0.40	2インチ (5cm)	0.40	0.80
上層路盤工	4インチ (10cm)	0.14	0.56	4インチ (10cm)	0.14	0.56
下層路盤工	6インチ (15cm)	0.11	0.66	6インチ (15cm)	0.11	0.66
舗装厚指数計			1.62 ≤ 2.01			2.02 ≥ 2.01

5 施工計画

5-1 数量総括表

工種	区分	単位	パカスマヨ バイパス	カハマルカ バイパス	60K~208K 26.45~35.10 41.10~45.06	パノステルインカ~ミナキジャイ間								ミナキジャイ区間 42.770K ~51.370K
						K 208~264.5	K 35.1~41.1	K 208~25.6	K 35.1~42.48	①+②+③	①+④+⑥	①+②+⑥	①+④+③	
					①	②	③	④	⑤					
土	土工量													
	切土	M ³	43,580	75,295	473,399	67,131	246,600	80,500	145,000	787,130	1,012,626	685,530	800,495	274,474
	土砂	#	10,895	9,788	45,458	7,384	9,864	12,075	14,500	62,706	89,281	67,342	67,397	10,978
	軟岩	#	30,506	57,977	354,456	51,691	152,892	60,375	116,000	559,039	735,414	522,147	567,723	170,174
	硬岩	#	1,179	7,530	73,485	8,056	83,844	8,050	14,500	165,385	187,935	96,041	165,379	93,322
工	盛土(運搬1km以内)	#	10,000	20,000	34,000	20,000	5,000	110,000	29,000	59,000	173,000	83,000	149,000	5,000
	(運搬0.5km)	#	8,972	10,051	87,596	19,453	73,725	4,400	30,000	180,774	240,174	37,049	165,721	51,514
舗装工	舗装下層路盤	M ²	28,600	31,400	262,187	51,533	55,880	43,800	68,014	369,600	481,414	381,734	361,867	80,000
	上層路盤	#	27,400	30,100	251,855	49,415	53,630	42,000	65,246	354,900	462,146	366,516	347,485	76,800
	表層工	#	18,900	20,800	177,910	34,160	37,430	29,040	45,320	249,500	323,860	257,390	244,380	53,600
構造物	構造物													
	PC橋	M ²	97.5	0	228	0	195	0	195	423	423	423	423	0
	RC橋	#	0	0	182	0	280	0	0	462	462	182	462	0
	コルゲートパイプ φ100	M	435	0	134.5	0	56	28.0	54.0	190.5	272.5	188.5	218.5	34.0
	φ150	#	0	0	30.0	25.0	0	0	0	55.0	55.0	55.0	30.0	20.0
	φ180	#	0	0	62.0	37.0	32.5	0	0	131.5	131.5	99.0	94.5	0
石積み工	M ²	0	0	0	0	0	0	990	0	990.0	990	0	0	
標識工	標識													
	KM標識	個	4	3	28	6	6	5	8	40	41	42	39	10
	注意標識	#	2	6	103	12	17	16	9	132	128	124	136	54
ダム盛土	M ³	0	0	0	0	0	0	767,000	0	0	767,000	0	767,000	0



b. 橋 梁

地形及び流量により橋長15~30mの橋梁を計画した。

橋梁はプレストレストコンクリート桁橋とした。

15m以下の橋梁に関しては、鉄筋コンクリート床版橋を採用した。

c. 排 水

パイプは運搬、経済性等を考慮しコルゲートパイプを採用し、流量計算に基づき、その径を決定した。

本設計では、維持管理上の観点から最小φ1.00とし、標準サイズのφ1.00、φ1.50、φ1.80の3種類としている。

5.2 施 工 条 件

a. 工 期

工期算定にあたっては、歙山開始が1978年予定され、それまでに国道8号線の改良が完了されていた方が望ましいので、これらを前提として工期を2年と予定した。

b. 稼働率

表6-6を参照

c. 使用機械

1972年度国道8号線バイパス計画による機械を参考にし作業量、組合せ機械などは本プロジェクトが修正を加えている機械使用計画集計は表6-7に示している。

d. 稼働率

表6-6 稼働日数計算表

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平均又は計 合
月降雨量(mm)	1125	131.9	1188	1182	349	303	151	160	41.0	1598	1211	906	9897
休日(土・日)	8	8	10	8	9	9	8	10	8	9	10	8	105日
国民休暇													10日
稼働日数	22	19	20	21	21	20	23	21	21	21	20	22	250日
最高気温の 平均(℃)	18.0	17.1	16.9	16.9	16.6	17.6	16.6	16.4	17.1	17.3	19.1	18.6	
平均気温(℃)	9.9	9.5	9.3	9.5	9.0	8.7	8.2	8.1	9.1	9.7	9.7	9.5	9.2
最低気温の 平均(℃)	1.6	1.8	1.9	1.5	0.3	0.4	0.6	0.4	0.8	2.0	0.1	0.1	

※ 年間稼働率

休日と雨日の大きい方を工事可能日とする。

$$D = \frac{250}{360} = 68.5 \text{ (稼働可能日)}$$

表6-7 機械使用計画集計表

工種	作業内容	機械名	仕様	単位	台数	在場日数
土工事	掘削・押土	ブルドーザー	D6C	台	12	7536
	掘削	削岩機	24K	"	14	8792
	"	コンプレッサー		"	6	3768
	"	ピックハンマー		"	12	7536
	積込	トラクターショベル	922	"	1	628
	運搬	ダンプトラック	8t	"	2	1256
路盤工事	整地	モーターグレーダー	112	台	3	609
	"	振動ローラー	12t	"	5	1015
	転圧	タイヤローラー	14t	"	2	406
	"	タンデムローラー	12t	"	3	609
	"	散水車	5500ℓ	"	3	609
	骨材集積	トラクターショベル	922	"	3	609
	"	ダンプトラック	8t	"	11	2233
	コンクリート混合	アスファルトコンクリートプラント	50t/h	"	1	143
	骨材運搬	トラクターショベル	D6B	"	1	143
	乳剤運搬	乳剤用タンク車	2000	"	1	143
	乳剤散布	エンジンブレイヤー		"	1	143
	合材運搬	ダンプトラック	8t	"	11	1573
	舗設	フィニッシャー	SA-35	"	1	143
	転圧	タイヤローラー	14t	"	1	143
"	タンデムローラー	12t	"	1	143	
骨材プラント	骨材生産	ジョークラッシャー		台	1	352
	"	コーンクラッシャー		"	1	352
	"	バイブレイティングスクリーン	60~80t/h	"	1	352
	"	スパラルクラッシュファイヤー	25t/h	"	1	352
	"	振動フィーダー	60~80t/h	"	2	704
	"	ベルトコンベヤー	B=500 B=400	"	5	1760
	"	タービンポンプ	φ5.0	"	1	352
	"	トラクターショベル	CAT D6B	"	1	352
	"	ダンプトラック	8t	"	2	704

第7章 橋梁改良計画の技術的検討

第7章 橋梁改良計画の技術的検討

1 調査の概要

パンアメリカンハイウェイ分岐点からカハマルカ市に至る国道8号線上の橋梁の改良計画に関しては表7-1に示す橋梁について現地調査及び資料の収集を行った。現橋24橋の内Yanan橋、La Muyan橋、Chetilla橋の3橋はヘクテベケ河を横断して架設されている比較的大きな橋梁である。その他の橋梁は何れもヘクテベケ河の支流及び谷間の沢を横断して架設されている。これらの橋梁は規格幅員共まちまちで統一されていない。スパン長30~60Mの橋梁はトラス形式の鋼橋であるがYanan橋以上は何れも老朽橋でトラックは除行して通過しているような状態である。スパン長の短い橋梁はコンクリート又は木製の単純桁橋である。コンクリート橋は概ねしっかりしているが、木橋は一般に老朽化しており、架け換えが必要となろう。橋梁の改良計画は2級国道の規格を満足すると共にミテキジャイ銅鉾山開発に関連する重量車にたえる構造が望まれる。したがって改良計画は技術的な問題点ばかりでなく道路利用者の受ける利益、安全性、快適性等を勘案して検討した。

1.2 改良計画の基本概念

現地調査及び資料収集の結果に基づいて、各橋梁の老朽度、腐食度、耐用年数等を検討し、改良計画に対する基本的な考え方を設定した。

- A) 2級国道としての設計荷重H-20に耐える強度を持たぬ理由で改良工事を必要とするもの。
- B) 鉾山開発用の機材輸送用大型車の通過に強度的には耐えうるが、幅員が狭すぎて通過不可能なもの。
- C) 上記B)の条件の橋梁の内乾季には迂回が可能であるもの。

鉾山開発に伴って発生する設備機材輸送の大型車は60~80トントレーラーが考えられている。しかしこれらの荷重は我々の検討によれば荷重的にはH-20の設計荷重と同程度と考えてよい。したがって2級国道の条件を満足する橋梁に改良すれば鉾山開発用の大型車荷重の通過は強度的には問題ない。又開発用輸送車の車輛限界は5.1メートルであり、この条件を満足しないものは4橋である。しかしながら上記の輸送大型車の通過は一時的なものであり、乾季に迂回可能なものはつとめて迂回することになれば車輛限界の要請のみで橋梁を架け換えることは避けられることであり、且つこうすることが望ましい。一方ペルー政府の2級国道の規格と照合すると、幅員条件を満足しないものが12橋もあるが、本条件のみで橋梁を改良することは交通量等を勘案した場合不経済である。現橋24橋について現地調査を行った結果、上記のA、B、Cの各条件をあてはめ検討すると表7-1のようになる。

橋梁現地調査表

表 7 - 1

番号	Pan Am への距離	名称	橋長	巾	設計荷重	構造形式	備考	現況調査結果の全体的評価	A	B	C
1	50.5km	Yazonan	68.4m	4.4m	H-20	鋼製トラス Floor - Conc		一般的に良好であるが、 一部強度不足		○	○
2	53.7	Pampa Large	9.0	8.0	"	R-C slab		一般的に良好			
3	55.3	Chuqui Mango	19.2	3.8	H-15	鋼製トラス 木製床		老朽橋で強度不足	○		
4	80.7	La Monica	25.0	3.6	"	鋼製トラス R-C slab		"	○		
5	88.6	Huerfas	46.8	6.6	H-20	R-C slab Cont(145+174+145)		一般的に良好			
6	95.0	La Muyana	51.0	4.7	"	鋼製トラス 木製床		床組・部材一部強度不足		○	○
7	100.2	Cbetilla	31.4	3.7	"	鋼製トラス 木製床		各部材の変形甚し	○		
8	106.2	La Viffa	5.3	8.5	"	R-C slab		一般的に良好			
9	110.5	Amillas	12.0	10.0	"	Conc arch		"			
10	112.2	Chilango	18.4	7.4	"	合成桁		"			
11	116.4	El Mirme	26.8	8.6	"	R-Cゲルバー (73+117+73)		"			

番号	Pan Am 工場の距離	名称	橋長	巾	真	設計荷重	構造形式	備考	現況調査結果の全体的評価	A	B	C
12	118.0 km	El Mirmechico	5.9 ^m	8.0 ^m	H-20	R-C arch	'72年11月24日 竣工	一般的に良好				
13	120.0	Huana Huana	4.4	9.3	"	R-C slab (carved)(180+260)		"				
14	123.4	Lla Gaden	9.0	5.0	H-15	I beam 木製床		床組・部材一部強度不足		○		○
15	128.6	Les Naranjes	9.7	11.8	H-20	R-C slab (Curved)		一般的に良好				
16	130.8	Bag Lle	3.6.8	4.4	H-15	ベイリ一橋		Cajamarca 側の Abut は 耐用・拡張不可能		○		
17	131.2	El Tingo	1.2.0	1.0.6	H-20	R-C arch (Curved)		一般的に良好				
18	150.4	Yu Magual	4.5	4.5	H-15	木橋		桁は危険、abut も石積 で危険甚大		○		
19	152.2	Choteb	6.5	4.0	H-20	R-C-T beam		一部強度不足			○	○
20	157.9		5.0	4.5	H-15	木橋		カルバート破損のため一 時的に仮橋が架けられている				
21	162.6	Shingolcaga	4.5	4.0	H-20	R-C slab	コンクリート管 にて拡張可能	一部強度不足			○	○
22	167.6	Luinua Mayo	5.0	5.4	"	"		一般的に良好				
23	173.3	Cruz Blanca	8.7	9.4	"	"	"	"				
24	175.2	Carita	6.5	8.5	"	"		"				

改良又は架け替えが必要な橋梁表

表 7 - 2

番号	名称	強度		車道幅員 (M)	建設限界 (鉸山開突輸送車)	摘	要
		橋体	床組				
1	Yonan 橋	良	可	3.2	不可能	迂回可能	
③	Chuqui Mango 橋	不良	不良 (木製)	2.8	不可能	架け替え	
④	La Momica 橋	不良	可	3.6	不可能	架け替え	
6	La Muyana 橋	可	不良 (木製)	3.7	不可能	迂回可能	
⑦	Chetille 橋	不良	不良 (木製)	2.7	不可能	架け替え	
⑬	Liagaden 橋	可	不良 (木製)	4.0	可能	迂回可能	
16	Baylle 橋	不良	不良 (木製)	2.6	不可能	架け替え	
18	Yamagual 橋	不良	不良 (木製)	3.5	不可能	架け替え	
19	Choten 橋	可	可	4.0	可能	迂回可能	
21	Shingalcaga 橋	良	良	4.0	可能	迂回可能	

但し③、Chuqui Mango 橋、④ La Monica 橋、⑦ Chetille 橋、⑬ Liagaden 橋の 4 橋についてはペルー政府が改良計画を持っている。

3 各橋梁の改良計画

表7-1に示したごとくペルーにおける2級国道の設計荷重条件H-20を満足せず改良が必要となる橋梁は、Chuqui Mango 橋、La Monica 橋、Chetilla 橋、Baylle 橋、Yu Magual 橋、Ilagaden 橋の6橋である。(グループA)

a) Chuqui Mango 橋

(i) 現 況

本橋の構造形式は鋼板によって組立てられたデックトラスである。設計荷重は3級国道の荷重H-15である。構造概要は次に示す通り。

設計荷重	H-15 荷重
床版構造	木 製
構造型式	プラットトラス
径 間 長	19.2 M

(ii) 改 良 計 画

上部構造の部材はかなり疲労の度が進んでおり、単なる補強で済まされる可能性はない。したがって新設が必要となる。新設橋梁の橋長は約30Mであるので、鋼製合成桁が建設期間、建設のし易さ、経済等の諸要素を考慮して採用された。新設橋梁の概要は下記の通りである。

設計荷重	H-20 荷重
構造型式	単純活荷重合成桁
径 間 長	28.0 M
橋 台	重力式橋台

新設アバットの設置は、建設期間中の車輛の通行に影響が出ないように、現存のアバットの背後に建設する。上部構造の建設は4主桁になるので、まず片側2本の主桁を現場で組立て、これを現存の橋梁上を移動して建設重機を利用して架設する。

b) La Monica 橋

(i) 現 況

現橋は鋼板によって組立てられた上路トラスであり、設計荷重はH-15である。構造概要は以下に示す通りである。

設計荷重	H-15 荷重
床版構造	コンクリート
構造型式	プラットトラス
径 間 長	25.0 M

(II) 改良計画

現橋の上部構造部材は強度不足であり、又構造上からは補強が困難で架け替えが必要である。新設橋梁としては活荷重合成桁が適当であろう。新設の橋梁の概要は以下の通りである。

設計荷重	H-20 荷重
構造型式	単純活荷重合成桁
径間長	27.7M
橋台	重力式橋台

施工方法は前記の Chuqui Mango 橋と同様である。

c) Baylo 橋

(I) 現況

現橋は下路トラス橋で木床版であり、設計荷重 H-20 の橋梁として永久的なものでなく強度も不足している。

本橋は断崖地形に架設されていて地形上から迂回道路の建設は不可能である。

Pacasmayo 側の橋台は露出岩に定着しているが、Cajamarca 側の橋台は岩盤に定着しておらずきわめて不安定である。構造概要は以下に示す通りである。

設計荷重	H-15 荷重
床版構造	木製
構造型式	ボニートラス
径間長	27.64M

(II) 改良計画

現橋は仮設用橋梁と見られ、部材もきわめて薄く、永久構造物としては不適當である。したがって新設計画を考える。新設橋梁としては、現場の諸条件特に工事期間中の迂回が不可能なこと、したがって建設期間ではできるだけ短期間に切りつめる必要があること等を勘案して、橋体をできるだけ工場で製作し、現場での架設期間を短縮できる活荷重合成桁橋とした。新設橋梁の概要は以下の通りである。

設計荷重	H-20 荷重
構造型式	単純活荷重合成桁
径間長	34.0M

施工方法としてはできるだけ交通に支障をきたさぬような方法として、現橋の谷側にまず新しく橋台を建設し、旧桁を先ず谷側に移動させ道路の切替えを行う。その後で在来橋の位置に両橋台とも強固な岩盤上に設置する。上部構造物の施工は前記した Chuqui Mango、La Monica 橋と同様である。

d) Chetille 橋

(i) 現 況

現橋は鋼製ボニー型ワーレントラス橋で幅員は非常に狭く、車輛の通過により接触して多数の部材が損傷を受けている。一般にトラス橋で圧縮材の変形は極めて危険である。しかも床版は木製で腐蝕している。構造概要は以下に示す通りである。

設計荷重	H-15 荷重
床版構造	木 製
構造型式	ボニー製ワーレントラス
径間長	27.4 M

(ii) 改良計画

現橋の部材の損傷度から考えて補強は困難であろう。したがって架け替えが望ましい。新設橋梁としては活荷重合成桁が適当であろう。新設計面の橋梁の概要は以下の通りである。

設計荷重	H-20 荷重
構造型式	単純活荷重合成桁
径間長	32.0 M
橋 台	重力式橋台

e) Yamaguchi 橋

(i) 現 況

現橋は木製の仮設橋梁であり、現橋に平行に新設の橋梁をベルー政府は計画中であり、橋台はすでに完成しているが、上部構造は未完のまま放置されている。構造概要は以下に示す通りである。

設計荷重	H-15 荷重
構造型式	丸太材による単純桁橋
橋 台	石 積

(ii) 改良計画

現状より判断して新設が必要である構造型式は鉄筋コンクリートスラブ橋とする。新設計面の橋梁の概要は以下の通りである。

設計荷重	H-20 荷重
構造型式	コンクリートスラブ橋
径間長	7.5 M
橋 台	新設されている現存橋台利用

f) Llagaden 橋

(I) 現 況

現橋は工型鋼単純桁で一部古レールを用いてその上に丸太、角材を並べた仮設橋梁である。設計荷重はH-15である。現橋の構造概要は以下に示す通りである。

設計荷重	H-15 荷重
構造型式	工型鋼単純桁
径間長	8.0M
橋台	石積

(II) 改良計画

工事期間中の交通に支障ないように在来橋の川下側にまず一車線分の新橋を建設し、できあがった時点で現橋のある地点にさらに一車線分の橋梁を新設する。新設橋梁の概要は以下の通りである。

設計荷重	H-20 荷重
構造型式	鉄筋コンクリートスラブ
径間長	7.6M
橋台	重力式橋台

次に鉾山開発用大型車の通過が不可能な橋梁は下記のとおりである。(グループB)

a) Yonan 橋

現橋は元鉄道局でK8荷重で設計されている。したがって強度的には充分であるが、幅員は4.4Mと狭く鉾山開発の建設資機材の運搬には建築限界の点で問題がある。しかし乾期には迂回が可能であろうし、現況の状況から判断すると未だ充分使用に耐えうるので新設する必要はなからう。

b) La Muyuna 橋

(I) 現 況

現橋は鋼製トラスで設計荷重はH-20である。構造概要は以下に示す通り。

設計荷重	H-20 荷重
床版構造	木製
構造型式	下路型ローレン曲弦トラス
径間長	49.4M

(II) 改良計画

上部構造部材は一部損傷を受けている。又床構造は木製で強度が不足しており、鉄筋コンクリート床版に改良した場合は自重の増加による主構材の過負荷々重が心配であり、一方車輛限界も少さへ。よって補強でなくむしろ新設計画を考慮すべきである

う。新設橋梁の型式としては経済的観点より河川中央に橋脚を一基新たに設けて2連単純桁橋とした。新設の橋梁の概要は以下の通りである。

設計荷重	H-20 荷重
構造型式	単純活荷重合成桁 2連
径間長	27.7M×2
橋台	重力式橋台

建設資機材の運搬だけのために橋梁を新設することは不経済であるので、1車線で2級国道とし幅員構成は不十分であるが、交通量も少ないので当分現橋を利用するものとする。

c) Choten 橋、Shingalcaga 橋

その他 Choten 橋、Shingalcaga 橋に関しては、H-20 或いは鉱山開発の重量車に耐えうるが、上記の橋梁同様2級国道として幅員構成上問題がある。したがってできれば橋梁の新設が望ましいが、経済上から考えて将来の交通量の増加に合わせて改良計画は考えるべきであろう。

4 施 工 計 画

4.1 工 事 数 量

改良が必要と考えられる橋梁及び改良した方が良く考えられる橋梁の主要材料の数量は表7-3に示すとおりである。

表7-3 概算工事数量総括表

記号	名 称	上部工 鋼材 t	下部工 コンクリート m ³	擁壁 コンクリート m ³	取付道路	記事
No. 1	Yonan Bridge	180	320	-	一式	
No. 3	Chuqui Mango Bridge	45	200	100	"	
No. 4	La Monica Bridge	45	150	80	"	
No. 6	La Muyuna Bridge	86	350	120	"	
No. 7	Chetille Bridge	55	200	100	"	
No. 14	Llagaden Bridge	^{1.6} (30m ³)	200	-	"	
No. 16	Baylle Bridge	116	100	150	"	
No. 18	Yamagual Bridge	^{1.6} (30m ³)	20	-	"	
No. 19	Choten Bridge	^{1.6} (30m ³)	250	-	"	
No. 21	Shingalcaga Bridge	^{1.6} (10m ³)	60	-	"	

但し()数字はスラブコンクリート数量

合 計 531.8=540 t
100m³ 1850m³ 550m³

4.2 施 工 条 件

本プロジェクトの橋梁改良工事は現道の交通通過に支障をきたさぬように工事期間を短縮すべきであろう。又架設工事も建設機械を利用することにより短期間に効率的に工事を進めるべきである。したがって本プロジェクトでは橋梁の改良計画は鋼構造で考えた。

4.3 建 設 工 程

前記したごとく改良が必要となる橋梁は鋼構造で工事期間を短縮する方向で計画されている。各橋とも工事期間としては4～6ヶ月であり、工程表の一例を次に示す。

建 設 工 程 表

工種	月	1	2	3	4	5	6
取付け道路		■					
下部構造		■					
上部構造			■				
床版							■

第8章 対象プロジェクトの工事費の検討

第8章 対象プロジェクトの工事費の検討

1 工事費見積の前提条件

1) 単価の算定

単価算定にあたっては1972年度運輸省ルート単価を参考にし、物価上昇率を平均30%見込み積算した。歩掛りについてはペルーの設計を基本としている。労務単価、機械損料、材料単価は表8-1～3に掲げる。

表8-1 労務単価一覧表

	運輸省ルート単価(1972年)		本計画単価(1.3倍)	
	ソーレス	円	ソーレス	円
職人	246.67	1,677	320.0	2,176
準職人	216.70	1,474	281.00	1,911
人夫	186.63	1,296	243.00	1,652
監督	374.00	2,543	486.00	3,305

(1ソーレス=6.8円)

表8-2 材料単価一覧表

名称	単位	運輸省ルート単価(1972年)		本計画単価(1.3倍)	
		ソーレス	円	ソーレス	円
ダイナマイト	Kg	45	306	59	401
基礎栗石	m ³			650	4,420
砕石	"	250	1,700	325	2,210
砂	"	150	1,020	195	1,326
鉄筋	t			20,000	136,000
P.C鋼棒	"			140,000	952,000
セメント	袋	60	408	78	530

(1ソーレス=6.8円)

表 8-3 使用機械一覧表

1ソールス=6.8円

工種	機械名・仕様	運輸省ルート単価(1972年)		本計画単価(1.3倍)	
		ソールス	円	ソールス	円
土 工 車	ブルドーザー D6C	6,137	41,732	7,978	54,250
	削岩機 24K	415	2,822	539	3,665
	コンプレッサー 125 P.S	1,510	10,268	1,963	13,348
	ピックハンマー			10	68
	トラクターショベル 922	4,535	30,838	5,895	40,086
	ダンプトラック 8t	4,824	32,803	6,271	42,643
路 盤 工 車	モーターグレーダー 112	3,535	24,038	4,595	31,246
	振動ローラー 12t	1,785	12,138	2,320	15,776
	タイヤローラー 14t	2,318	15,762	3,013	20,488
	タンデムローラー 12t	2,100	14,280	2,730	18,564
	散水車 5,500ℓ	2,704	18,387	3,515	23,902
	トラクターショベル 922	4,535	30,838	5,895	40,086
	ダンプトラック 8t	4,824	32,803	6,271	42,643
	アスファルトコンクリート プラーント 50t/h	13,709	93,221	17,821	121,183
	トラクターショベル D6B	4,535	30,838	5,895	40,086
	乳剤用タンク車 2000			10,455	11,094
	エンジンブレイヤー			755	5,134
	ダンプトラック 8t	4,824	32,803	6,271	42,643
	フィニッシャー SA-35	5,152	35,034	6,697	45,540
	タイヤローラー 14t	2,318	15,762	3,013	20,488
	タンデムローラー 12t	2,100	14,280	2,730	18,564
骨 材 プ ラ ン ト	ジョークラッシャー コークラッシャー			11,511	78,275
	バイブレイティングスクリーン 60~80t/h			1,100	7,480
	スバルクラッシュファイヤー 25t/h			1,900	12,920
	振動ファイダー 60~80t/h			400	2,720
	ベルトコンベヤー B=500 B=400			140	952
	タービンポンプ φ50			70	476
	トラクターショベル D6B	4,535	30,838	5,895	40,086
	ダンプトラック 8t	4,824	32,803	6,271	42,643

損料には運転手及び燃料費を含んでいる。

II) 歩 掛 り

本調査では運輸省の歩掛りを基本とし、積算を行った。本調査の工種別単価で運輸省の単価と違っているものについては次に述べるとおりである。

1. 盛土構築において運輸省の計画ではモーターグレーダーで敷均しを行い、各転圧機械を使用し、盛土転圧を行っているが本プロジェクトでは盛土材の多くは軟岩であり、モーターグレーダーで敷均すことは不可能と考え、ブルドーザー（D6C）による敷均しを行い転圧機械もブルドーザーで行うことにした。このため1日の作業量が大幅に違うため、本プロジェクトの方が単価が高くなっている。又1Km以内の運搬を必要とする盛土工事についても同様のことがいえる。

表 8 - 4

		運輸省ルート (1972年)	本 計 画
運盛 搬土 なし の量	1 日 の 作 業 量	2,000 m ³	350 m ³
	単 価 (ソーレス)	1972年×1.3=7.8	27
1Kmを 以必要 内盛土 運と量 搬す	1 日 の 作 業 量	2,000 m ³	400 m ³
	単 価 (ソーレス)	1972年×1.3=33.8	81

2. 下層路盤は、現地発生材を使用するため、運輸省ルートの場合と単価は同じであるが、上層路盤において今計画は砕石を破砕機に入れ粒度分布をよくした路盤材を考慮したので単価は高くなっている。
3. 表層工はアスファルトプラントで混合し、フィニシャーで敷均しを考えている。運輸省ルートより単価が高くなっているのは合材プラントより現場での輸送距離が違うためである。

本調査ではプラント1台であるから全長3.9 Kmにより平均輸送距離は1.0 Kmとなる。運輸省ルートでは全長3.3.6 Km、平均輸送距離は5 Kmとし積算を行っていること。又破砕機により粒度分布を細分化しているため単価が違っている。なお工事費は建設資機材の内Peru 国内で調達可能な内価分（表8-6）外国から調達しなければならぬ外価分（表8-7）も求めた。

2 道 路

表 8 - 5 道 路 工 事 費

単価 千Soles

区分	項目	直接工事費	* 技術費	** 予備費	計
	バカスマヨバイパス	10,011	1,000	1,500	12,511
	カハマルカバイパス	12,365	1,200	1,800	15,365
	パノスデルインカ〜 ミチキジャイ間	130,835	13,100	19,600	163,535
	キヌガマヨバイパス	38,274	3,800	5,700	47,774
	合 計	191,485	19,100	28,600	239,185

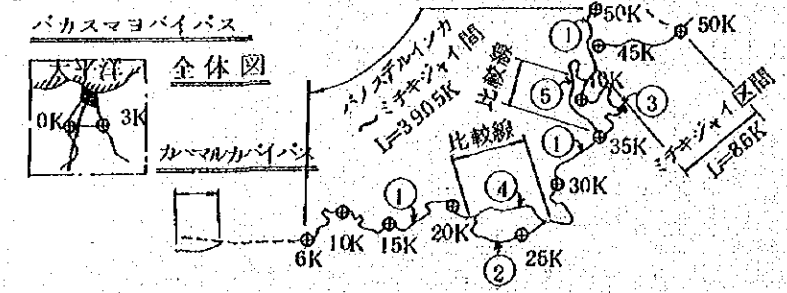
* 技術費は直接工事費の10%、

** 予備費は直接工事費の15%を見込んだ。

直接工事費内訳

表 8 - 5

区 分 種	単 位	単 価	バカスマヨバイパス		カハマルカバイパス		パノスデルインカ～ミチキジャイ間								キヌガマヨ区間		
			数 量	金 額	数 量	金 額	①+②+③		①+④+⑥		①+②+⑤		①+④+③		数 量	金 額	
							数 量	金 額	数 量	金 額	数 量	金 額	数 量	金 額			
土	土工	(千ソール)		(千ソール)		(千ソール)		(千ソール)		(千ソール)		(千ソール)		(千ソール)		(千ソール)	
	切土			2,721		5,207		59,102		74,813		49,272		59,859		22,303	
	土砂	M³	10,895	326	9,788	293	62,706	1,881	89,281	2,678	67,392	2,020	67,397	2,021	10,978	329	
	軟岩	"	30,506	2,165	57,977	4,116	559,039	39,691	735,414	52,214	522,147	37,072	567,723	40,308	170,174	12,082	
	硬岩	"	2,179	230	7,530	798	165,385	17,530	187,935	19,921	96,091	10,180	165,379	17,530	93,322	9,892	
	盛土			1,052		1,891		9,659		20,497		7,723		16,543		1,795	
工	運搬 1.0以内	M³	81	10,000	810	20,000	1,620	59,000	4,779	173,000	14,013	83,000	6,723	149,000	12,069	6,000	405
	〃 0.03以内	"	27	8,972	242	10,051	271	180,774	4,880	240,174	6,484	37,049	1,000	165,721	4,474	51,514	1,390
舗	舗装			4,252		4,673		55,516		72,195		57,307		54,364		11,975	
	下層路盤	M²	37	28,600	1,058	31,400	1,161	369,600	13,675	481,414	17,812	381,734	14,124	361,867	13,389	80,000	2,960
	上層路盤	"	49	27,400	1,342	30,100	1,474	354,900	17,390	462,146	22,645	366,516	17,959	347,485	17,026	76,800	3,763
装	表層工	"	98	18,700	1,852	20,800	2,038	249,500	24,451	323,860	31,738	257,390	25,224	244,380	23,949	53,600	5,252
構	構造物			1,507		0		12,319		12,972		10,169		11,630		331	
	PC橋	M²	13,730	97.5	1,340	0	0	423.0	5,807	423.0	5,807	423.0	5,807	423.0	5,807	0	0
	RC橋	"	7,200	0	0	0	0	462.0	3,326	462.0	3,326	182.0	1,310	462.0	3,326	0	0
造	コルゲートパイプ φ1.00	M	3,737	43.5	162	0	0	190.5	711	272.5	1,018	188.5	704	218.5	816	34.0	127
	〃 φ1.50	"	10,241	0	0	0	0	55.0	563	55.0	563	55.0	563	30.0	307	20.0	204
	〃 φ1.80	"	14,542	0	0	0	0	131.5	1,912	131.5	1,912	99.0	1,439	94.5	1,374	0	0
物	石積み工	M²	350	0	0	0	0	0	0	990.0	346	990.0	346	0	0	0	0
標	標識			6		6		137		136		134		138		48	
	KM標識	個	1,300	4	5	3	3	40	52	41.0	53	42	54	39	50	10	13
	注意標識	"	650	2	1	6	3	132	85	128	83	124	80	136	88	54	35
ダ	ダム構築(第2期)	M³	152	0	0	0	0	0	0	767,000	(116,584)	0	0	767,000	(116,584)	0	0
小	小計			9,534		11,777		136,733		180,613 (297,197)		124,605		142,534 (259,118)		36,452	
機	機材運搬		5%	477		588		6,836		9,030 (14,859)		6,230		7,126 (12,955)		1,822	
合	合計	1,000 Soles		10,011		12,365		143,569		189,643 (312,056)		130,835		149,660 (272,073)		38,274	
道	道路延長	KM		K 3.17		K 3.665		K 3.905		K 3.958		K 4.043		K 3.82		K 8.6	
K	KM当り単価	1,000 Soles /KM		3,158		3,374		3,676		4,791 (7,884)		3,236		3,917 (7,122)		4,450	



- 記号説明
- ①: 60K~20.8K, 26.45K~35.10K, 41.10K~45.05K
 - ②: 20.80K~26.45K (ROUTE A)
 - ③: 35.10K~41.10K (# #)
 - ④: 20.80K~25.60K (# B)
 - ⑤: 35.10K~42.48K (# #)

(注) (.)内はダム構築第2期施工高を含む。

外 貨 費 内 訳

表 8 - 6

工 種	区 分	単 価	パカスマヨバイパス		カハマルカバイパス		パノスデルインカ〜ミチキジャイ間								キマカマヨ区間		
			数 量	金 額	数 量	金 額	① + ② + ③		① + ④ + ⑤		① + ② + ⑤		① + ④ + ③		数 量	金 額	
							数 量	金 額	数 量	金 額	数 量	金 額	数 量	金 額			数 量
土 工	切 土	M ³		(千ソールズ) 1,693		(千ソールズ) 3,146		(千ソールズ) 29,380		(千ソールズ) 41,472		(千ソールズ) 24,494		(千ソールズ) 33,186		(千ソールズ) 10,011	
				1,157		2,185		24,430		31,017		20,572		24,757		9,085	
土 工	盛 土	M ³	14	10,895	153	9,788	137	62,706	878	89,281	1,250	69,342	971	67,397	944	10,978	154
			30	30,506	915	57,977	1,739	559,039	16,771	735,414	22,062	622,147	15,664	567,723	17,032	170,174	5,105
			41	2,179	89	7,530	309	165,385	6,781	187,935	7,705	96,014	3,937	165,379	6,781	93,322	3,826
					536		961		4,950		10,455		3,922		8,429		926
土 工	運搬 1.0K以内	M ³	41	10,000	410	20,000	820	59,000	2,419	173,000	7,093	83,000	3,403	149,000	6,109	5,000	205
			14	8,972	126	10,051	141	180,774	2,531	240,174	3,362	37,049	519	165,721	2,320	51,514	721
舗 装	舗 装	M ²			1,779		1,954		23,203		30,178		23,952		22,721		5,007
			16	28,600	458	31,400	502	369,600	5,914	481,414	7,703	381,734	6,108	361,867	5,790	80,000	1,280
			22	27,400	603	30,100	662	354,900	7,808	462,146	10,163	366,516	8,063	347,485	7,645	76,800	1,690
構 造 物	表 層 工	M ²	38	18,900	718	20,800	790	249,500	9,481	323,860	12,307	257,390	9,781	244,380	9,286	53,600	2,037
					291		0		1,841		1,907		1,626		1,773		33
			2,814	97.5	274	0	0	4,230	1,190	4,230	1,190	4,230	1,190	4,230	1,190	4,230	1,190
構 造 物	P C 橋	M ²	720	0	0	0	0	4,620	333	4,620	333	1,820	131	4,620	333	0	0
			374	43.5	16	0	0	1,905	71	2,725	102	1,885	70	2,185	82	34.0	13
			1,024	0	0	0	0	55.0	56	55.0	56	55.0	56	3.00	31	2.00	20
			1,454	0	0	0	0	131.5	191	131.5	191	99.0	144	94.5	137	0	0
標 識	石 積 み 工	M ²	35	0	0	0	0	0	990.0	35	990.0	35	0	0	0	0	0
					1		2		22		22		21		23		8
			130	4	1	3	1	40	5	41.0	5	42	5	39	5	10	1
標 識	Km 標 識	個	130	2	0	6	1	132	17	128	17	124	16	136	18	54	7
					1		3		1		5		4		5		1
			130	2	0	6	1	132	17	128	17	124	16	136	18	54	7
タ ム 盛 土	M ³	69	0	0	0	0	0	0	767,000	(52,923)	0	0	767,000	(52,923)	0	0	
小 計				3,763	(39.5%)	5,100	(43.3%)	54,446	(39.8%)	73,579	(40.7%)	50,093	(39.3%)	57,703	(40.5%)	15,059	(41.3%)
機 材 運 搬				0		0		0		0		0		0		0	
合 計				3,763	(37.6%)	5,100	(41.2%)	54,446	(37.9%)	73,579	(38.8%)	50,093	(37.5%)	57,703	(38.6%)	15,059	(39.3%)
道 路 延 長				3.17K		3.665K		39.05K		39.58K		40.43K		38.2K		8.6K	
Km 当 り 単 価				1,187		1,392		1,394		1,859	(3,196)	1,239		1,510	(2,896)	1,751	

内 貨 内 訳

表 8 - 7

工 種	区 分	単 位	単 価	パカスマヨパイパス		カハマルカパイパス		パノステルインカ〜ミチキジャイ間								キヌガマヨ区間		
				数 量	金 額	数 量	金 額	① + ② + ③		① + ④ + ⑤		① + ② + ⑤		① + ④ + ③		数 量	金 額	
								数 量	金 額	数 量	金 額	数 量	金 額	数 量	金 額			
土 工	土 工				2,080		3,952		39,381		53,838		32,501		43,216		14,087	
	切 土				1,564		3,022		34,672		43,796		28,700		35,102		13,218	
	土 砂	M³	17	10,895	173	9,788	156	62,706	1,003	89,281	1,428	69,342	1,049	67,397	1,077	10,978	175	
	軟 岩	"	43	30,506	1,250	57,977	2,377	559,039	22,920	735,414	30,152	522,147	21,408	567,723	23,276	170,174	6,977	
	硬 岩	"	67	2,179	141	7,530	489	165,385	10,749	187,935	12,216	96,014	6,243	165,379	10,749	93,322	6,066	
	盛 土					516		930		4,709		10,042		3,801		8,114		869
	運搬 1.0K以内	M³	40	10,000	400	20,000	800	59,000	2,360	173,000	6,920	83,000	3,320	149,000	5,960	5,000	200	
" 0.3K以内	"	13	8,972	116	10,051	130	180,774	2,349	240,174	3,122	370,49	481	165,721	2,154	51,514	669		
舗 装	舗 装				2,473		2,719		32,313		42,017		33,355		31,643		6,968	
	下 層 路 盤	M²	21	28,600	600	31,400	659	369,600	7,761	481,414	10,109	381,734	8,016	361,867	7,599	80,000	1,680	
	上 層 路 盤	"	27	27,400	739	30,100	812	354,900	9,582	462,146	12,477	366,516	9,896	347,485	9,381	76,800	2,073	
	表 層 工	"	64	18,900	1,134	20,800	1,248	249,500	14,970	323,860	19,431	257,390	15,443	244,380	14,663	53,600	3,215	
構 造 物	構 造 物				1,212		0		10,478		11,065		8,543		9,857		298	
	P C 橋	M₂	10,916	975	1,066	0	0	4230	4,617	4230	4,617	4230	4,617	4230	4,617	0	0	
	R C 橋	"	6,885	0	0	0	0	4620	2,993	4620	2,993	1820	1,179	4620	2,993	0	0	
	コルグートパイプ φ1.00	M	3,363	435	146	0	0	1905	640	2725	916	1885	634	2185	734	340	114	
	φ1.50	"	9,217	0	0	0	0	550	507	550	507	550	507	300	276	200	184	
	φ1.80	"	13,088	0	0	0	0	1315	1,721	1315	1,721	990	1,295	945	1,237	0	0	
	石 積 み 工	M²	315	0	0	0	0	0	0	9900	311	9900	311	0	0	0	0	
標 識	標 識				5		7		115		114		113		115		40	
	Km 標 識	個	1,170	4	4	3	2	40	47	410	48	42	49	39	45	10	12	
	注 意 標 識	"	520	2	1	6	5	132	68	128	66	124	64	136	70	54	28	
ダ ム 盛 土 小 計 機 材 運 搬 合 計 道 路 延 長 Km 当 り 単 価	ダ ム 盛 土	M³	83	0	0	0	0	0	0	767,000	(63,661)	0	0	767,000	(63,661)	0	0	
	小 計				5,771	(60.5%)	6,677	(56.7%)	82,287	(60.2%)	107,034 (170,695)	(59.3%) (57.4%)	74,512	(60.7%)	84,831 (148,492)	(59.5%) (57.3%)	21,393 (58.7%)	
	機 材 運 搬				477		588		6,836		9,030 (14,859)		6,349		7,125 (12,955)		1,822	
	合 計				6,248	(62.4%)	7,265	(58.8%)	89,123	(62.1%)	116,064 (185,554)	(61.2%) (59.5%)	80,742	(62.5%)	91,957 (161,447)	(61.4%) (59.3%)	23,215 (60.7%)	
	道 路 延 長 Km 当 り 単 価				3.17K		3,665K		39,0515		39,58K		40,43K		38.2K		8.6K	
				1,971		1,982		2,282		2,932 (4,088)		1,997		2,407 (4,226)		2,699		

3 橋 梁

橋梁の改良計画に伴う概略工事費は次表のとおりである。

表 8 - 6 橋 梁 工 事 費

項目 橋梁名	千 Soles			計
	直接工事費	*技術費	**予備費	
Yonan	24,660	2,400	3,700	30,760
Chuqui Mango	7,330	700	1,100	9,130
La Monica	8,460	800	1,300	10,560
La Muyuna	15,620	1,500	2,300	19,420
Chetilla	11,250	1,100	1,700	14,050
Llagaden	4,450	400	700	5,550
Baylle	15,280	1,500	2,300	19,080
Yamagual	2,450	200	400	3,050
Choten	5,250	500	800	6,550
Shingalcaga	2,640	300	400	3,340
合 計	97,390	9,400	14,700	121,490

* 技術費は直接工事費の10%

** 予備費は直接工事費の15%を見込んだ。

表 8 - 7 橋 梁 直 接 工 事 費 内 訳

項目 橋梁名	千 Soles			直接工事費 合 計
	上部工	下部工	仮設道路	
Yonan	18,300	3,360	3,000	24,660
Chuqui Mango	3,900	3,430	0	7,330
La Monica	3,800	4,660	0	8,460
La Muyuna	7,300	6,800	1,520	15,620
Chetilla	6,100	4,400	1,750	11,250
Llagaden	1,360	2,600	490	4,450
Baylle	10,000	5,280	0	15,280
Yamagual	1,000	200	1,250	2,450
Choten	960	3,500	790	5,250
Shingalcaga	400	1,760	480	2,640
合 計	52,120	35,990	9,280	97,390

第9章 経済評価

第9章 経済評価

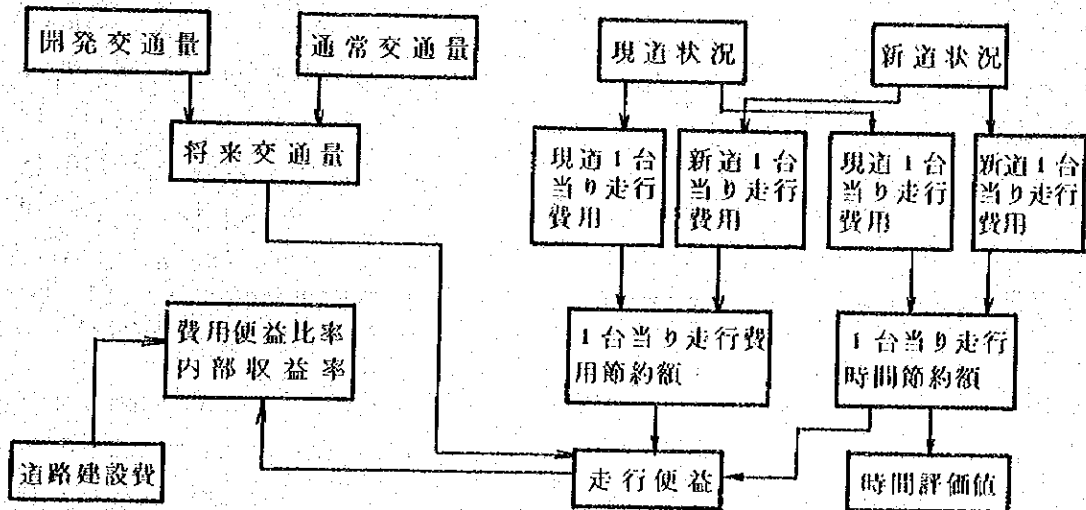
1 評価の方法

本項ではこのプロジェクトに用いられた費用、便益計算の方法について述べる。道路改良がある場合とない場合について、毎年の便益と費用を計測期間にわたって計算し、道路供用開始初年度の現在価値に割引いたものを、当プロジェクトの費用及び便益とする。

費用便益比率は、この割引かれた便益を費用で除することによって求められ、内部収益率はこの便益と費用を等しくする割引率を求めることによって得られる。そして、当プロジェクトに対して適用される割引率のもとで費用、便益比率が1.0以上であれば、当プロジェクトの投資は妥当とされる。同様に求められた内部収益率が当該国での資本の機会費用を上まわれれば、当プロジェクトの投資は妥当とされる。

この分析の過程は、次図のフローチャートに示されるものである。

図9-1 費用便益分析の過程



同時に本プロジェクトのスタビリティをチェックするために感度分析を行った。感度分析の対象したファクターは次の通りである。

- a) 建設費： 推定された建設費より10%及び20%高くなった場合
- b) 便益： 時間節約便益を除いた場合と含めた場合
- c) 割引率： 10%、12%、15%

2 分析の条件となるデータ

以下にこれまでで検討されていない費用便益分析に必要な諸条件について触れることとする。将来交通量については5-2-2及び5-2-3項で既に検討されているので、これを

参照されたい。

2.1 走行費用

走行費用を算出するために必要なデータは、十分に収集できなかったため、ここでは Peru 政府運輸省より入手された Pacasmayo - Michiquillay 間の車種別；Km 当り輸送費用及びその他のデータを参考に推定した。

車種は、大型トラックとバスの輸送費用に大差がないところから Light Vehicle と Heavy Vehicle の 2 種に分けた。平坦な（縦断勾配 0～3%）、路面状況の良い舗装道路上の、台、キロ当りの輸送費用は、次表 9-1 に示される。尚、輸送費用は、関税、税金を含まない、経済的費用を表わすものである。

表 9-1 走行費用

	[Soles/km]	
	<u>Light vehicle</u>	<u>Heavy vehicle</u>
1. Running cost		
1) Depreciation & interest	0.44	1.12
2) Fuel	0.27	0.78
3) Oil and lubricants	0.05	0.09
4) Tires and tubes	0.08	0.51
5) Maintenance	0.48	0.67
<hr/> Subtotal	<hr/> 1.32	<hr/> 3.17
2. Fixed cost		
1) Depreciation & Interest	0.44	1.12
2) Insurance	0.30	0.32
3) Driver and assistant	1.64	2.25
4) Overhead	1.06	0.88
<hr/> Subtotal	<hr/> 3.44	<hr/> 4.57
3. Total operating cost	4.76	7.74

表 9-2 道路狀況別車種別輸送費用補正係數

<u>Type</u>	<u>Condition</u>	<u>Light vehicles</u>	<u>Buses/Trucks</u>
Paved	Good	100	100
	Fair	115	125
	Bad	140	170
Gravel	Good	115	125
	Fair	130	150
	Bad	150	180
Earth	Good	} 130	} 150
	Fair		
	Bad	200	280

* Good : no potholes or corrugation
 Fair : some potholes
 Bad : corrugated surface or rutted surface

<u>Terrain</u>	<u>Light vehicles</u>	<u>Buses/Trucks</u>
Flat	100	100
Rolling	110	120
Mountainous	130	140

Flat : gradient = 0 ~ 3%
 Rolling : gradient = 3 ~ 5%
 Mountainous: gradient = over 5%

** These figures were cited from IBRD report

2.2 対象道路状況

道路改良のある場合とない場合についての道路状況は、技術的に検討された結果から走行費用に直接影響する項目について、次9-3及び(9-4)にとりまとめた。

表(9-3) 対象道路状況表 (改良なしの場合)

Key point	Distance (km)	Surfacing	Surface condition	Distance by gradients(km)		
				0-3%	3-5%	5% up
Cajamarca	5	Paved	Good	5.0	0	0
Banos de Inca	2	Gravel	Fair	11.4	2.4	6.2
Banos del Inca + 2 km	3	Gravel	Fair	2.2	0.6	0.2
Polloc	5	Gravel	Fair	3.0	0.6	1.4
Encanada	8	Gravel	Fair	3.7	1.6	2.7
Michiquillay			Bad			

Table 9-4 Road conditions (Improved)

Key point	Distance (km)	Surfacing	Surface condition	Distance by gradients(km)		
				0-3%	3-5%	5% up
Cajamarca	5	Paved	Good	5.0	0	0
Banos del Inca	2	Paved	Good	11.4	8.6	0
Banos del Inca + 2 km	3	Paved	Good	2.2	0.8	0
Polloc	5	Paved	Good	3.0	2.0	0
Encanada	8	Paved	Good	3.7	4.3	0
Michiquillay						

2.3 走行時間節約による1台当り便益額

走行時間節約による便益を加えるについては多くの議論があるが、これは時間評価値を推定することが極めて困難であることが最大の理由である。しかし走行時間の節約が何らかの便益をもたらすことは疑いないことから、ここでは幾つかの仮定のもとにこれを算定した。

ベースとなる車種別の時間評価値は日本における計測値を用い、これを所得比によって補正し、当プロジェクト地域における時間評価値とした。

当プロジェクトでの時間評価値

$$= \text{日本における時間評価値} \times \frac{\text{ペルーの1人当り所得}}{\text{日本の1人当り所得}}$$

$$\text{小型車の時間評価値} = 8.41 \text{円/分} \times \frac{\text{US\$ } 435}{\text{US\$ } 2400} = 1.52 \text{円/分} = 0.224 \text{s/分}$$

$$\text{大型車の} \quad \quad = 16.41 \text{円/分} \times \quad \quad = 2.97 \text{円/分} = 0.437 \text{s/分}$$

この中で、所得は1972年国連統計によるものを用い、通貨換算レートは1ソール = 6.8円とした。

対象区間4.1Kmの改良による時間短縮は改良なしの場合の平均走行速度を35Km～4.0Km/時、改良有の場合のそれを60Km/時とすれば、約20分の時間短縮が当プロジェクトによってもたらされる。従って1台キロ当りの時間節約便益は次のようになる。

$$\text{小型車} : 0.224 \text{s/分} \times 20 \text{分} \times \frac{1}{4.1 \text{Km}} = 0.109 \text{s/Km}$$

$$\text{大型車} : 0.437 \text{s/分} \times 20 \text{分} \times \frac{1}{4.1 \text{Km}} = 0.213 \text{s/Km}$$

2.4 その他の条件

その他の条件は下記の通りとする。

1) 道路建設費

費用便益計算に使用する道路建設費は直接建設費と技術費を合計したもので、予備費は除外した。したがって Banos Del Inca から Michiquillay 鉱山入口までカハマルカバイパスを含んだ建設費は157,500千Solesである。この建設費は1978年の道路供用開始初年度に全額発生するものとする。

2) 計測期間及び道路の耐用年数

便益の計測期間及び道路の耐用年数は20年間とし、道路の残存価値は0とする。

3 費用便益分析の結果

前項までの諸条件のもとでの当プロジェクトに対する費用便益分析の結果は以下の通りである。

1) 費用便益比率

道路の供用開始初年度に割引いた便益の現在価値は異った割引率のもとで次のようになる。

表 9 - 5 便 益 表 (百万ソール)

割引率	通常交通		開発交通 (直接関連)		開発交通 (生活関連)		誘発交通		合 計	
	総便益	除時間節約	総便益	除時間節約	総便益	除時間節約	総便益	除時間節約	総便益	除時間節約
10%	123.4	112.6	93.8	90.3	52.0	49.9	123	11.2	281.5	264.0
12%	104.5	95.5	80.4	77.4	43.3	41.5	10.4	9.6	238.6	224.0
15%	83.5	76.3	65.2	62.8	33.6	32.3	8.3	7.6	190.6	179.0

上表における便益を建設費で除した結果求められた費用便益比率は以下の通りである。

表 9 - 6 費 用 便 益 比 表

割引率	予定建設費(C)		C × 1.10		C × 1.20	
	B / C	B / C (除時間便益)	B / C	B / C (除時間便益)	B / C	B / C (除時間便益)
10%	1.79	1.67	1.62	1.52	1.49	1.39
12%	1.51	1.42	1.37	1.29	1.26	1.18
15%	1.21	1.13	1.10	1.03	1.01	0.94

II) 内部収益率

走行費用節約便益及び時間節約便益を含む総便益と建設費とから内部収益率を求めると以下のようなになる。

建設費が157.5百万ソールの場合 16.8%

建設費が10%アップした場合 15.3%

建設費が20%アップした場合 14.3%

III) 結果の考察

表9-6に費用便益比率の結果が一覧されるが、これによれば割引率が15%でかつ建設費が予定より10%以上高くなった場合についてのみ、費用便益比率が1.0以下になる。割引率が12%以下の場合には建設費が見積額より20%高くなったとしても、費用便益比は1.0以上である。

当該プロジェクトに対する適当な割引率を正確に推定することは非常に困難であるが、ペルーにおける道路プロジェクトに対して、従来、国際機関等において適用される割引率は10~12%が一般的である。

同様に内部収益率は建設費が20%アップした場合でも14.3%となり、前記10~12%を超えるものである。従って、当プロジェクトの投資効果は十分に期待できるものと考えよう。

4 その他の定性的諸効果

以上のような計量可能な便益の他、費用・便益分析の対象となり難い定性的諸効果及び前記費用便益分析には含まれていない便益について列挙する。

- ・道路の改良は、旅行の快適性、線形改良による交通事故の減少、荷積みの減少、舗装されて路面が強化されることによって大型車の使用が可能になり、その結果積載効率が増加することで発生する便益等をもたらすであろう。
- ・更に道路改良は沿道住民のコミュニケーション活動、沿道の経済活動を刺激し、誘発交通をもたらす。
- ・又当地方のように潜在的失業者が多数存在する地域において、道路建設による雇用機会の増大によってもたらされる便益も考えられる。
- ・道路の舗装によって、定期的に必要となる道路の維持費が現道の維持費より低くなりこの節約によって便益が発生する。

以上のような便益は当然のこととして、当プロジェクトの投資効果をより大きくするものである。

ミチキジャイ鉱山に関する水資源について

§ 1. 水資源開発計画調査の目的

表記の鉱山開発事業のために必要な電力、道路、水資源、港湾、都市等の関連施設のうち、今回は、水資源関係について、ペルー政府が立案した計画や実際に行った調査の内容を把握検討し更に現地の状況等を確認して、引き続き次の段階で取り上げなければならない問題点についての予備的な調査を行った。

§ 2. 従来の計画

此の地域の水資源開発計画については、ペルー政府の鉱業公社によるミチキジャイ鉱山に対する用水供給計画と農林省の灌漑委員会による地域全体の総合開発計画とが有ってその概要は次のとおりである。

(1) ミチキジャイ鉱山専用計画

鉱業公社によって計画された案を列举すれば(次ページの位置図参照)

- ① ボジョック川のナモラ峡谷地点に貯水池を設ける。(ナモラ案)
- ② ナモラ峡谷に調整ダムを設け、これよりボジョック川河水を上流の支流タンボマヨ川に設けた貯水池に貯溜する。(ボジョック-タンボマヨ案)
- ③ カハマルカの一支流、グランデ川に貯水池を設ける。(リオ・グランデ案)
- ④ サンタ・マルガリータ地区等の地下水を利用する。(地下水案)

これら4案のうち建設費及び水量確保の点で、①のナモラ案が最適と考えられている。

(2) 農林省灌漑委員会の水資源総合開発計画

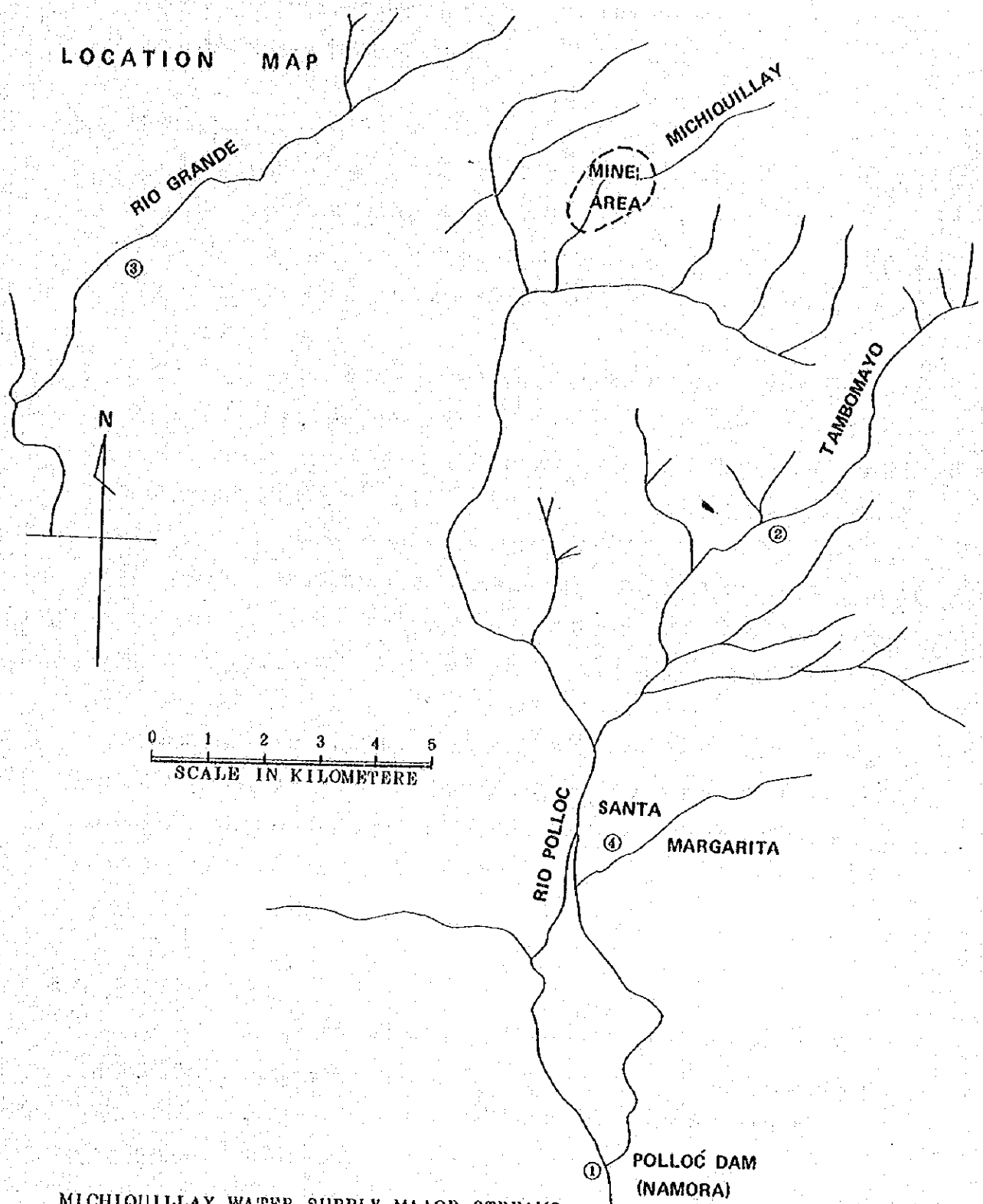
太平洋沿岸地域の灌漑及び発電を目的とした。この地域の水資源総合開発計画としては、ヘクテベケ サニヤ計画があり、第1期計画は既に西ドイツの援助により実施の段階に入っており、第2期計画はカハマルカ川及びナモラ川(ボジョック川下流の名称)河水の太平洋岸への導入計画であり、これは、発電、灌漑並びにミチキジャイ鉱山用水供給のための多目的貯水池案であって、次の2案があった。

- ① ナモラ峡谷に取水堰を設け、その南西約7kmに位置するサンニコラス湖を多目的貯水池にする案(サンニコラス湖案)
- ② ナモラ峡谷に多目的ダムを建設する案(ボジョックダム案)

第1案については、ダムサイトの予定地で地質調査が行なわれ、その結果、地質条件が悪いため、この計画は放棄された。(1974)

第2案では、試錐が3ヶ所で実施された地形・地質図の作成も行なわれたが、こ

LOCATION MAP



MICHIOQUILLAY WATER SUPPLY MAJOR STREAMS

これは途中で中断されて、その後農林省から動力鉱山省に移管されたが実際の調査は、再開されていない模様である。

§ 3. 水資源開発計画の促進

ミチキジャイ鉱山の開発は、ペルー共和国としては、緊急な施策であるが、鉱山用水供給計画については具体的な進展をみていない。

その理由の一端としては、この国の水資源開発の決定権が農林省にあって、鉱業公社は用水供給を受けるのみであるから地域開発のヘケテベケ サニヤ計画が優先しているためと思われる。

最近ミチキジャイ鉱山開発委員会が発足し、関係各省により総合的な検討が行なわれることになり水資源開発計画も含まれている。

しかし、サンニコラス湖案の場合、透水性の高いことが、計画放棄の大きな理由なので現在有力な候補地点であるところのボジョックダムサイトについてもこれまでの調査結果によれば、透水性が高いことが問題である。

仮りに今後の調査の結果でサンニコラス湖の場合と同じ悪条件のために不適当になったとすれば、ヘケラベケーサンヤ第2期計画の実現は、困難になるであろう。従って、ナモラ峡谷に多目的ダム建設の適否を検討するためには出来る限り早急な調査の再開が望ましい。

尚、政府機関の方々には今後大規模なダムの建設を実現する場合でもその工期はおおよそ2～3年程度で竣功するような感触を持っておられるように見受けられた。それゆえにミチキジャイ鉱山の開発計画に適合させるためには今後相当綿密な調査が必要不可欠でそのためには可成り期間の年限のかかることを再認識していただく必要がある。

§ 4. 調査方針の提案

今後の調査方法として広い範囲に対して弾性波探査を実施して、改めてダムサイト候補地の選定並びに試錐調査計画の再検討を行うべきものとする。尚、現地踏査の結果から得た感じでは、現ダムサイト候補地の上流側の不透水性湖沼堆積層が分布している地域は、比較的透水性の問題が軽減される見通しである。

現ダムサイト候補地に関するこれまでの調査結果では、透水性が高いことが特に問題である。従って今後は、その探求のために弾性波探査の状況を判断しながら試錐テストに加えて試掘横杭による調査も必要と認められる。

さらに施工性その他の検討のために、ダムに関する専門技術家による調査が必要で

ある。

ミチキジャイ鉱山用水のための専用小規模ダム建設あるいは、地下水利用のための揚水井設置のための工期と多目的ダム建設のための予想工期の比較は次表のとおりであるが、多目的ダムを建設する場合には、その方針を早急に決定しなければ、ミチキジャイ鉱山操業開始時期（1981 or 1982年）に間に合はない恐れがある。

なお工期については、現地事情を考慮して例えば建設機械の発注から入手に必要な準備期間等の問題などにも相応の余裕は考慮した。

予想工期比較表

項 目		多目的ダム		鉱山専用ダム		
		現 候 補 地	上 流 案	小規模ダム	地下水利用	
基本調査期間（一・二ケ年）	第一期	弾性波探査 （地表踏査を含む）	人員 6 名 測線延長 約1.5km	現地観測 50日 国内解析 40日	揚水井 55ヶ所 各井深度 300m	
	第二期	試 錐 （透水試験を含む）	3 箇 所 延長 400m	X		3 箇 所 延長 200m
		横 杭 掘 削	2 箇 所 延長 60m			X
		試 錐 （透水試験を含む）	X			
精査及び実施設計期間		2ケ年		2ケ年	0.5ケ年	
準備期間		1ケ年	1ケ年	0.5ケ年		
本工事期間		3ケ年	3ケ年	1ケ年		
予想完成時期		7年目	8年目	3年目	（2年目）	
記 事		弾性波探査の結果が悪ければ試錐により確認し横杭掘削は中止	基本調査第二期を現候補地と同時に実施すれば工期は短縮できる。		工期は掘削の台数による。	

（注；上記の計画実施に当り必要な経費の算定は別途に試算した。）

即ち、今後の計画として多目的ダムか或いはミチキジャイ嶽山専用小規模ダムを建設するとしても現状の調査は充分である。

特に多目的ダムのボジョックについては、次の事項を主眼に基本調査を実施する必要がある。

- ① ダムサイト及び湛水域の漏水防止対策
- ② 基盤岩の劣化程度即ち期待出きる強度の確認
- ③ ダム建設の施工に係る総合的問題

尚、調査の方針としては、現ダムサイト候補地のみにとらわれず、その上流側の不透水性の把握も必要なので広い視野から実施する必要がある。又、施工性の検討はダムタイプ、ダム軸の位置等を決定するために密切不可分な問題である。

以上の基本調査の結果建設の可能性が確認されるならば詳細調査及び実施設計の段階に移ることになる。

その他湛水後に発生すると思われる崩壊や土砂流堆積に備えての砂防、治山対策についても充分なる調査と実際的な対策の確立が極めて重要な問題である。

§ 5 参 考

◎ ボジョックダムサイトの現地概要

地表踏査を行い、地質調査報告(1974)とそのコア写真及び地下水利用のための揚水試験井の掘削資料等をもとに検討した。

(1) 地 形

ナモラ峡谷の上流のPOLLOC盆地(南北約8Km×東西約4Km)の東側及び北側の標高3,100m附近により高所は、斜面の急な山地で、表土少なく岩石が露出し、河床勾配は急である。その山麓標高3,000m附近までは、丘陵性の地形である。

盆地の西側は丘陵性の地形であるが、東側及び北側の山麓地帯よりも高い丘陵性の山地となっている。盆地の南側は、ナモラ峡谷をつくる山塊である。東側、北側の丘陵地帯及び西側の丘陵性山地には紅土が分布し、そこにはがり一侵蝕が随所にみられ、それが発達し、その両岸に崩壊が発生していることも珍しくない。

盆地の中央は広大な皿状の地形で、そのほぼ真中をPOLLOC川が南下し、両岸は段丘状になっている。

POLLOC川は、ミチキジャイ嶽山地区の標高約3,800mにその源を発するミチキジャイ川の下流の名称である。ナモラ峡谷地点におけるPOLLOC川の流域面積は241Km²である。

この地域は大体森林地帯の上部にあり、高所には岩石が露出して植生がまばらであり、山麓の紅土が主に分布する丘陵地帯は、主として草原になっており、河川は全くの自然河川である。

従って降雨時には所謂鉄飽水となって土砂を流出している。

ダムサイト候補地であるナモラ峡谷は河床巾（標高約2800m）の狭い河（最狭巾10m程度）で兩岸は傾斜60°~70°、高さ約150mの断崖となっており、典型形なV字谷である。

(2) 地 質

ボジョック盆地の基盤岩は周囲の高所と同じ、白亜紀の堆積岩で東側及び北側の丘陵地帯は、風化残留土である紅土がかなりの厚さで分布し、ここには著しく風化した基盤岩が露出しているところもある。西側の丘陵性山地には風化した基盤が露出しているが、紅土の分布も多く、山腹の凹所ではかなり上部まで分布している。

ボジョック盆地の中央は不透水性の湖沼堆積物と思われる。

堆積層が約170m以上の厚さで広大な面積を占めて分布している。ボジョック川河床で基盤岩が露出するのは、ダムサイト候補地より約1km上流の流量観測所附近より下流であるが、その地質は次のとおりである。

地層はこの地域では最下部層とされている白色・堅硬な珪質砂岩が主であって、ナモラ峡谷には、走向西北西の軸をもち、東にゆるく沈む大きな背斜構造が存在する。またダムサイト予定地の左岸には走向北々東のナモラ断層と称される大断層の存在が推定されている。

この断層はその両側の地層の不連続性と地形から推定されたと考えられる。ダムサイト候補地は、背斜構造の北翼に位置し、地層の走向はほぼ東西で、北に20°~30°傾斜している。

V字形のボジョック峡谷の断崖をつくるこの岩石には、層理面に沿うもの、あるいはこれに直交するものなど、断層をはじめ大小の亀裂が著しく発達している。これが後述する基盤岩の透水性を著しく高いものにしており、さらに左岸に推定されているナモラ断層の性状解明もダム建設には重要な課題である。

(3) 基盤岩の透水性

ボジョックダム地質調査報告によると、実施された3本の試錐のうちPⅣ孔以外は透水帯内で中止され、不透水~難透水帯は確認されておらず、ルジョン値が70以上の部分がある。なおPⅣ孔では、孔底附近（深度65.0m）でルジョン値1以下になっているが、これもさらに掘進して充分確認しておく必要がある。

このダムサイト候補地の上流5~6km附近の左岸台地（標高2985m~2990m）

の揚水試験井の掘削状況によれば、主要な滞水帯は、基盤岩であって、ダムサイト候補地との岩種多異なるが、最も深く基盤岩を掘削した井戸では、その深さが200m以上である。

このことは基盤岩中の亀裂の発達が深度200m以上に達していることを意味している。ダムの基盤岩のルジョン値はダム型にもよるが、4～5以下になる必要があり、かなり深いカーテングラウトが必要になる。基盤岩の透水性の高いことは、ボジョック現ダムサイト候補地の大きな問題であり、今後の調査如向によっては、上流側の不透水性である湖沼堆積層の分布地域にダムサイト候補地を求める必要が生じることになる。

(4) 基盤岩の劣化

上記揚水試験井中の基盤岩のうち、石灰岩及び、珪質砂岩は、あまり変化していないが頁岩は孔底(深度294.13m)まで粘土化している。この点でナモラ峡谷の基盤岩は、この地域の最下部層の珪質砂岩であるとされているので、あまり問題はないと考えるが、頁岩層が夾在しそれが粘土化していることもありうるので、充分調査しておく必要がある。

またナモラ推定断層の影響による基盤岩の劣化も考えられるので、留意する必要がある。

(5) 貯水池における土砂推砂量

地形の項で述べたように、降雨時の土砂の流出によりかなりの推砂が発生すると考えられる。これは、湖沼堆積物と考えられる堆積層の厚さが揚水試験井では、170m以上に達している部分があることから想像されることである。しかし比流量を算出するために、利用する資料がない。

前回の報告では、比流砂量は、年間 $150\text{m}^3/\text{km}^2$ と仮定し、貯水池の耐用年数を50年に想定して、無効貯水量を $2,000,000\text{m}^3$ に設定してある。しかし前述してきたような地形、地質及び河川の状態等の理由から、この仮定は小さすぎるように思われ、日本の例から考え、比流砂量は年間 $600\text{m}^3/\text{km}^2$ 以上はあるのではないかと想像される。

従ってその対策として、ダム規模の決定には多量の堆砂を想定したものが必要がある。

LIST OF DATA

AMERICAN SMELTING AND REFINING COMPANY:

"WATER SUPPLY FROM SUBSURFACE SOURCES MICHICUILLAY, PERU" 1967

MINERO-PERU, DIVISION DE INGENIERIA, DEPARTMENT DE HIDRAULICA

"ESTUDIO DE ELECCION DE LA ALTERNATIVA OPTIMA PARA EL
ABASTECIMIENTO DE AGUA AL YACIMIENTO MICHICUILLAY" 1971

"ESTUDIO DE DESCARTE DE LOS PROYECTOS DE AGUA
SUBTERRANEA Y RIO GRAND" 1971

"ESTUDIO DE PRE-FACTIBILIDAD PROYECTO-NAMORA" 1971

"ESTUDIO DE PRE-FACTIBILIDAD DELA DERIVACION DEL RIO
MICHICUILLAY" 1971

"ESTUDIO DE PRE-FACTIBILIDAD DEL PROYECTO
POLLOC-TAMBOMAYO" 1971

MINISTERIO DE AGRICULTURA, OFICINA GENERAL DE INGENIERA Y PROYECTOS

"ESTUDIO GEOLOGICO DEL RESERVORIO POLLOC" 1974

"ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS Y GEOLOGIA DEL VASO
SAN NICOLAS" 1974

