

の一時的な構造で、雨季にはその大部分が冠水、又は流失する恐れがある。Table5 - 9はルートCの道路インベントリー、Table5 - 10は橋梁構造物のインベントリーを示す。

5.3 鉞山道路

調査対象道路は、鉞山開発地域の周辺道路で、現道3路線がその対象であり、各々のルートは、Fig 5-3 に示す通りである。

Golden Sand 鉞山(以下Camp Siteと称す)～Ban Bo Kaeo(国営鉞山附近)区間(A-B-C)をルートI、Camp Siteより現道(Huai Khaminルート)に沿って北西へ約1.6 Km行つた地点を始点とする現道路線(D-C)をルートII、Camp site～Huai Khamin区間(A-D-E-F)をルートIIIと仮称する。

5.3.1 (Golden Sand Mine～Ban Bo Kaeo) ルートI, IIの現況

鉞山道路の現況調査は、道路の幾何構造、道路構造との両面から実施した。ここで幾何構造の現況は、平面線形、縦断線形、幅員構成に関するものとし、道路構造の現況は、路面、舗装、排水施設に関するものとした。

(I) ルートI(A～B～C)延長：3.6 Km

Photo 5-4 Sharply Curved Road



Photo 5-4はBo Kaeoより鉞山へむかう途中であるが、曲線半径の小さなカーブが連続している。

本ルートは、Aルートの一部でBan Bo Kaeoから国営鉞山を通り、Camp Siteに至る道路であるが、このルートはBo KaeoとMae Haeを結ぶ道路の一部でもある。区間延長3.6 Kmのうち、Camp Site～国営鉞山区間が2.3 Km、国営鉞山～Camp Si-

te が 1.3 Km である。ルート I の現況を幾何構造，道路構造より述べると次のとおりである。

平面線形……地形的には，標高約 1,100～1,400m の山地部を通る山岳道路であり，概して地形にそって建設されているため，曲線半径 ($R = 10 \sim 30 m$) が比較的小さい Sカーブの連続する区間が多い。

縦断線形……山地部における道路であるために急勾配の区間が多く，縦断勾配 10% 以上の区間が約 2.2 Km あり，平均縦断勾配は約 12.8% となっている。Fig 5-4，はルート I の現道縦断図である。

横断構成……現道の横断構成は，道路が地形に沿っているため，片側切土部の構成が大部分を占めている。道路巾は，区間によって多様に変化しているが，平均 4～5 m であり，区間によっては 3 m 程度の箇所もある。

法面……山側切土部は，1 : 0.3～1 : 0.8 の範囲の勾配で切り取られている。

谷川は自然勾配で安定しているが，道路は急斜面の箇所でも安全対策がなされておらず，土質が粘土質であることから，降雨時に表面がゆるみ，タイヤがスリップしやすくなり危険である。

このルートは国営鉾山の廃さいダムを渡るため，雨季には通行が途絶することがある。

Photo 5-5 Government Mine in Ban Bo Kaeo

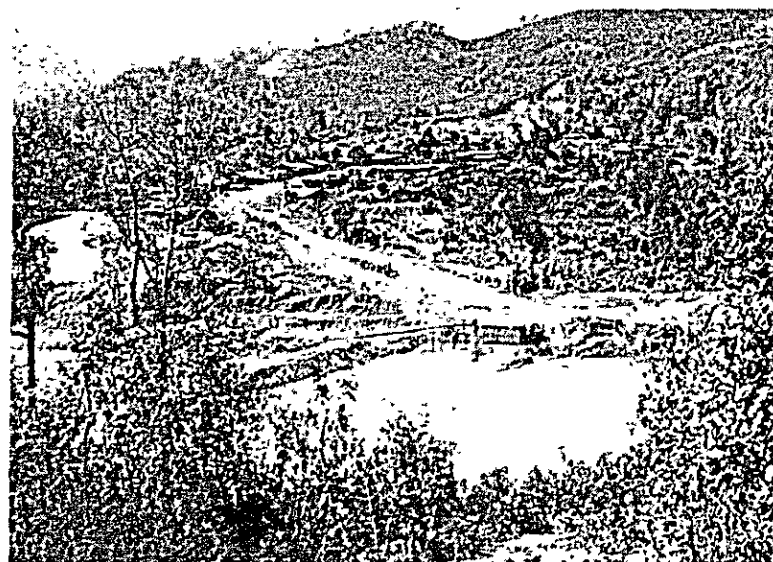


Photo 5-5 ルート II の終点附近から，現道ルート I を写したものである。ルート I は，写真下側に見る沈澱池の提体を渡り，Camp Site に至る。写真上側に見える住宅が政府鉾山である。

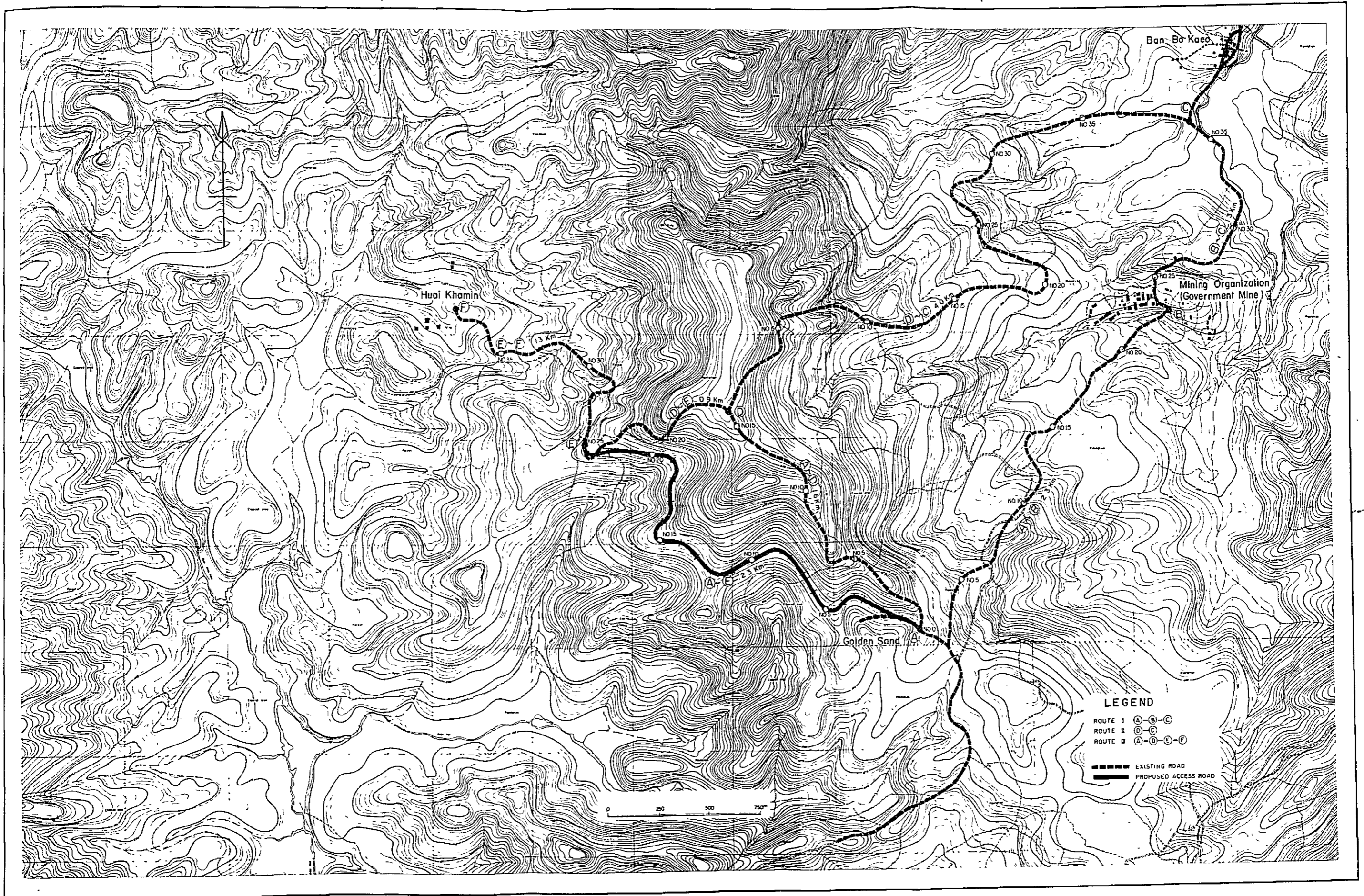


Fig. 5-3 Existing Road in the TTC Mine Area

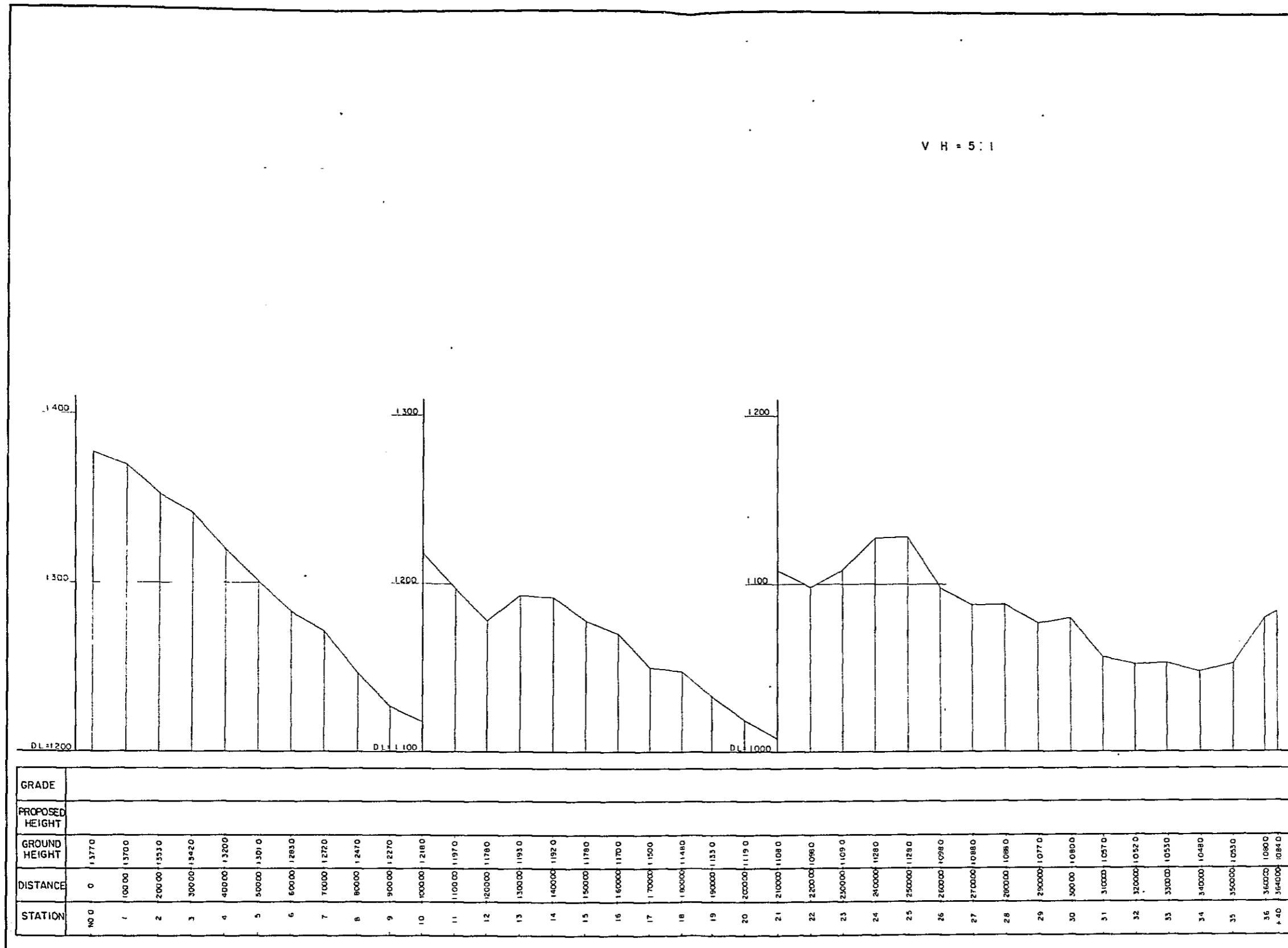


Fig. 5-4 Profile of the Existing Road (Route I)



(2) ルートⅡ (D - C) 延長 : 4 Km

Photo 5-6 Narrow and Sharply Curved Road with Inclined Cross Section



Photo 5-6 はルートⅡの途中で、縦断勾配のかなり急な一例を示している。

本ルートは、現道 (Camp Site ~ Huai Khamin) の途中から、北東に下る現道路線で政府鉸山を結ぶ道路と、政府鉸山の北側を迂回し、ルートⅠに合流する路線である。区間延長は約 4 Km であるが、山地を切開いて早急に建設された道路であるため、部分的にはあるが、一般車輛の通行が困難と思われる区間があり、改良が必要とされる。また本路線始点が、Huai Khamin 鉸山および鉸山都市計画予定地に近く、将来、Huai Khamin 鉸山の操業が開始されれば、鉸山都市も建設され、本路線が Ban Bo Kaeo へ通じる幹線道路になる。ルートⅡの現況を幾何構造、道路構造より述べると次のとおりである。

平面線形……山地部を切り開いて建設された道路で、地形が急峻であり、曲線半径は平均 $R = 15 \sim 25 m$ 、Sカーブの連続する区間が多い。

縦断線形……急勾配の区間が多く、縦断勾配 10 % 以上の区間が約 2.2 Km あり、平均縦断勾配は約 14 % となっている、Fig 5-5 は現道縦断図である。

道路幅は、平均 3 ~ 4 m であるが、区間によっては 3 m 以下の箇所もあり狭小な区間がある。

法面……谷側では自然勾配 (1 : 1.0 ~ 1 : 1.5) で安定しており、山側は切土勾

配 1 : 0.5 ~ 1 : 0.8 で切り取られている。

5.3.2 鉦山場内道路の現況（ルートⅢ，A-D-E-F）延長：3.8 Km

Photo 5-7 Typical Existing Road



Photo 5-7 は道路の標準的な状態を示す。幅員もかなり広く、自動車通行は十分である。

本ルートは、Camp Site ~ Huai khamin 鉦山へ連絡する道路で全延長は 3.8 Km である。車輛の通行は十分可能であり、この道路の途中で鉦山都市計画予定地がある。

平面線形……路線の大部分が、尾根づたいに走っており、尾根を切り下げて平坦にしたため、比較的曲率半径の小さい ($R=10\sim15\text{ m}$) Sカーブの連続する区間が多い。谷の深い箇所には防護柵が設置されている。

縦断線形……急勾配の区間が多く、縦断勾配 10 % 以上の区間が 2.3 Km あり、平均縦断勾配は約 16 % となっている。

道路幅は、平均 4 ~ 5 m で車輛の通行は十分である。

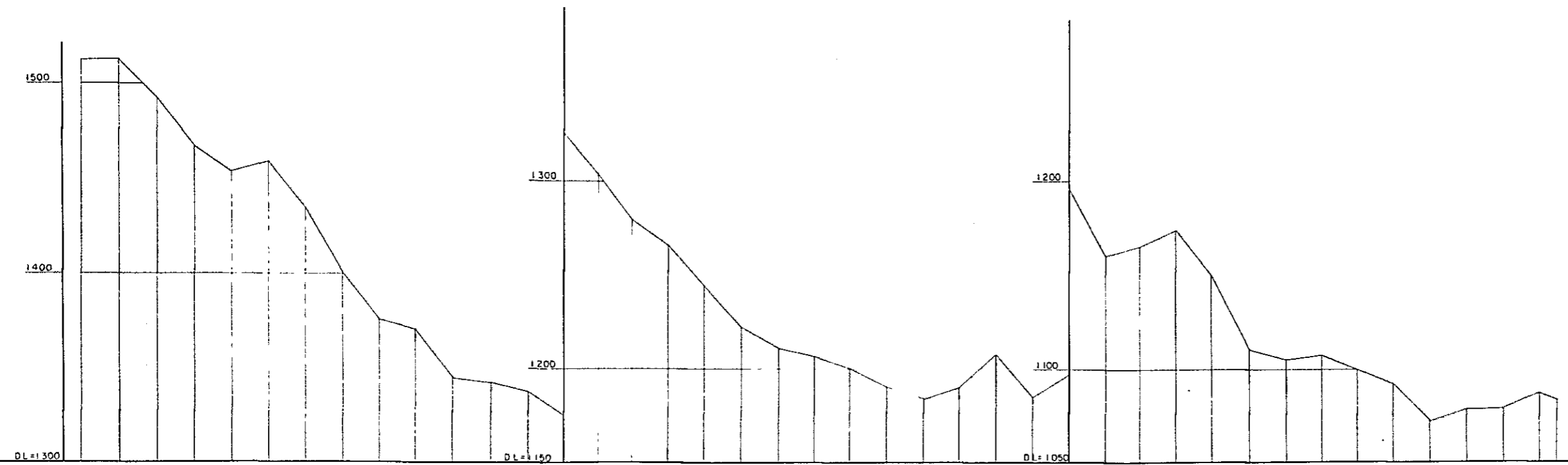
法面……谷側部では自然勾配 ($1 : 1.0\sim1 : 1.5$) で安定しており、谷の各所に岩盤の露出が見られる。山側は切土勾配 $1 : 0.5\sim1 : 0.8$ で切り取られている。

5.4.4 鉦山道路改良

道路改良計画を行なうに際して、本道路計画の技術的、経済的特質および現地事情を十分考慮して設計を行なう。

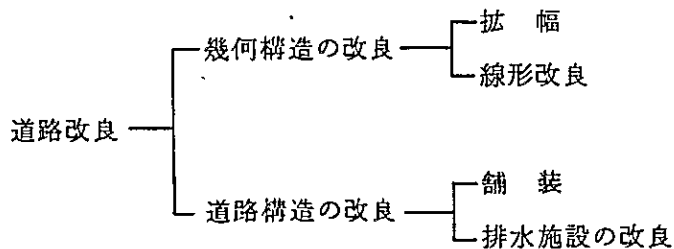
道路の改良内容は、大別すれば次の通りである。

V. H = 5 1



GRADE																																										
PROPOSED HEIGHT																																										
GROUND HEIGHT	1512.0	1513.0	1493.0	1487.0	1454.0	1460.0	1435.0	1400.0	1375.0	1370.0	1344.0	1342.0	1337.0	1324.0	1304.0	1280.0	1260.0	1245.0	1225.0	1211.0	1207.0	1200.0	1189.0	1184.0	1190.0	1208.0	1184.0	1197.0	1199.0	1165.0	1175.0	1150.0	1110.0	1105.0	1107.0	1098.0	1092.0	1072.0	1078.0	1078.0	1087.0	1083.0
DISTANCE	0	100.00	200.00	300.00	400.00	500.00	600.00	700.00	800.00	900.00	1000.00	1100.00	1200.00	1300.00	1400.00	1500.00	1600.00	1700.00	1800.00	1900.00	2000.00	2100.00	2200.00	2300.00	2400.00	2500.00	2600.00	2700.00	2800.00	2900.00	3000.00	3100.00	3200.00	3300.00	3400.00	3500.00	3600.00	3700.00	3800.00	3900.00	4000.00	EP
STATION	NO 0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	EP

Fig. 5-5 Profile of the Existing Road (Route II)



1) Ban Bo Kaeo ~ Golden Sand 鉦山の現道改良計画

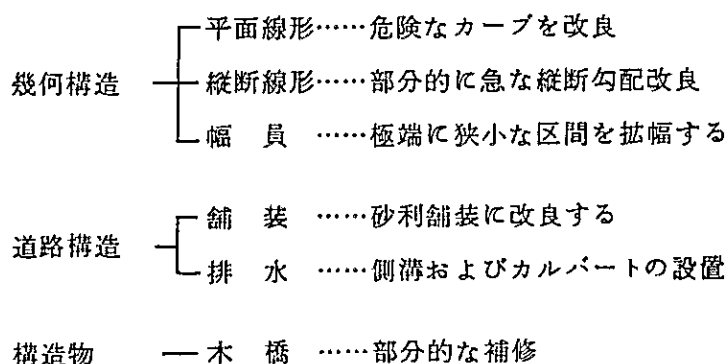
Ban Bo Kaeo ~ 鉦山周辺までの各区間ルート I, II と Camp Site ~ Huai Khamin 鉦山区間ルート III の改良計画であるが, 5.3.1 項で述べたとおり, 将来幹線道路となるルート II が道路改良の対象となる。ルート I, III は, 現在, 利用されていることから局所的な最小限の改良にとどめることにする。改良計画については, 曲線半径の極めて小さい区間や縦断勾配の急な区間を除くと根本的な道路改良は不必要である。また, 幾何構造上の問題点で部分改良と新設計画等が考えられるが, 本道路のような立地条件の場合, 新設路線計画を行なうにしても, 地形が急峻であるため, 現道路線と同様な路線を計画せざるを得ない。従って, 大幅な改良は現道の状況, 地形的な面から見ても困難である。

このような総合的な判断に基づき, ルート II の改良については, 将来交通が処理可能な範囲内の部分的改良とする。ルート I については, Golden Sand 鉦山側の操業時には乾季に運搬路線として利用することがあるため, 最小限の局部改良とする。ルート III は鉦山都市 ~ ルート II の始点までの区間延長 1.3 Km の局所的な改良とする。

以上の様な改良計画が本調査の目的に合致すると思われる。本道路の問題点は, 排水処理と安全性にあり, 排水処理施設が, ほとんど整備されていないので降雨時に極度に路面状態を悪化させる原因となっている。

構造物は全般的に少ないが, 現在架設されている既設構造物は, かなり老朽化しており, 補修が必要である。

改良項目は以下の順序で検討する。



1) 幾何構造

平面線形，縦断線形について，問題のある箇所は曲線半径が極小で，縦断勾配の急な区間が改良の対象となる。

曲線半径の小さい区間は，山側をカットすることにより，曲線半径を大きくすることが十分可能である。

縦断勾配の急な区間が多いのは，当初本道路が車輛の通行を目的として道路整備されたものでなく，地形にそって建設されたため，局部的に急な勾配区間がある。これを全区間にわたって改良することは可能であるが，本道路のように走行速度を増加させるのが目的ではなく，かつ，交通量が少ないことから，幾何構造の大幅な改良を行なうことよりは，安全性と走行性を十分重視すると共に，経済性をも考慮して部分的な縦断線形の改良にとどめることにした。

改良区間は次の通りである。

Table 5-11 Length of Each Route

Route	Whole Length (A) (km)	Length to be Improved (B) (km)	Ratio (B)/(A)×100%
Route I	3.6	1.3	36%
Route II	4.0	2.2	55%
Route III	1.3	0.8	61%
Total	8.9	4.3	48%

・幅員については，現道3～5 m程度が平均幅であるが，可能な範囲で現道を利用して拡幅を行ない，かつ工事費の節減を計る。

2) 道路構造

舗装は，路床支持力，交通量，耐用年数と路面状況および地域状況の要素等により決定されるものである。

本道路の場合，交通量の面だけで判断すると，舗装の必要性はなく，現在の土工仕上でも十分であると思われる。しかし現道改良は，縦断線形の急な箇所の局部的な改良にとどめている点から，より安全性を高めるため，改良区間だけについて砂利舗装をする。

3) 排水

対象区間において排水側溝がほとんど整備されてなく，雨水は路面上の窪地にたん水し，路面を悪化させる原因となっている。また沢に対する整備がなされていないので水が路面を横切って流れ，このため路面が悪化し，走行に支障をきたすと

ともに維持管理費も増大している。

道路破壊の原因は、直接、間接に水が原因であり排水処理の整備が急務である。

・排水処理の整備項目

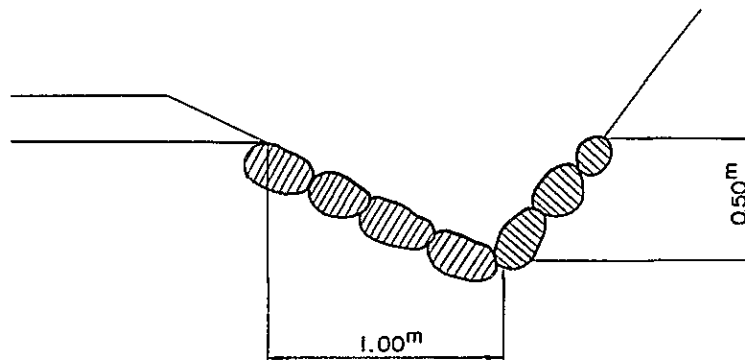
- 切土区間の路肩に素堀側溝を設ける。
- 素堀側溝の水を谷側に排水する横断管を設置する。

① 側溝

路面、道路敷内の排水施設として、素堀側溝を設ける。

素堀側溝断面は下記の様にする。

Fig 5-6 Typical Section of Side Ditch



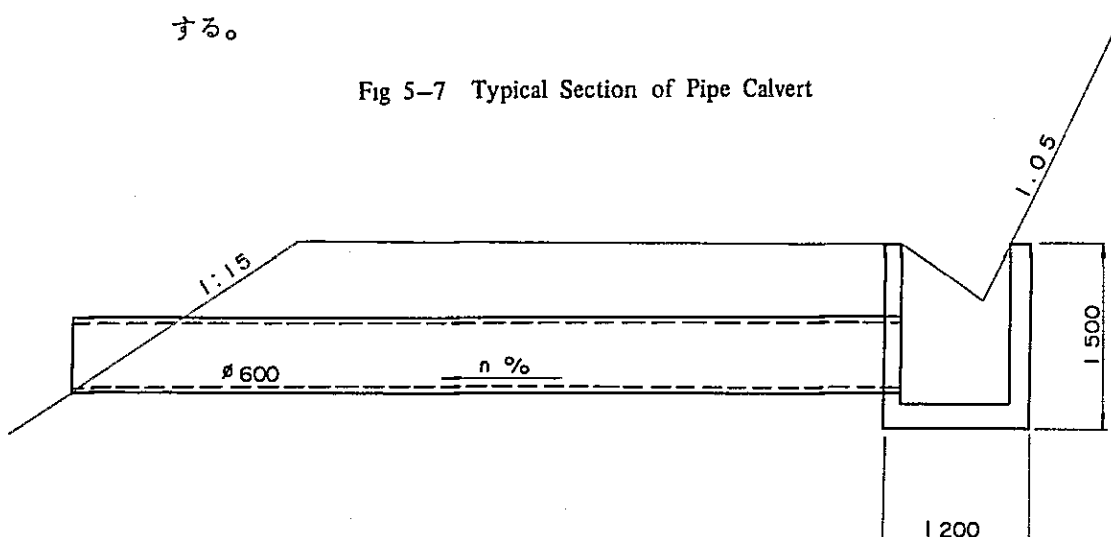
- 設置区間は、山側切土部全線に設置する。

② 横断管の設置

横断管は、素堀側溝を流れてきた水を、谷側に横断させる構造物である。横断管配置間隔は素堀側溝が満水になった時点で、横断させればよい。しかし、法面が無処理であり、粘土質であることから、降雨には泥水化し所定の流量は処理できないと思われるので、この様な点を考慮して、300m毎に配置する。

なお、横断管はヒューム管とし、直径600mmとする。計画断面は下図の通りとする。

Fig 5-7 Typical Section of Pipe Calvert



③ 安全対策

対象路線を調査した結果、安全性に対する対策がなされていない。安全対策の具体的な内容として、道路巾が狭く、かつ谷側の法面勾配が急な区間および曲線半径の小さい区間について防護柵を設置するのが望ましい。

(2) 場内道路新設計画

起点は、Golden Sand 鉱山の Camp Site で、北西へ等高線に沿って約 2.3 Km 新設するもの。終点は Golden Sand から Huai Khamin に至る現道である。

1) 幾何構造

現地状況を勘案の上設計速度を $V = 30 \text{ Km/H}$ とした。これによる線形の限界値は次の通りである。

最小曲線半径 25 m

最急縦断勾配 10 %

2) 路線選定

路線選定に当たり、基本的な問題点およびコントロールポイントは次の通りである。

- 鉱山開発計画との適合
- 施工性、経済性
- 鉱床との適合

これらの問題点を十分満足できる路線を計画する。計画路線は現道ルートⅢと、ほぼ平行する路線であるが、現道路線では、現在 T T C 鉱山が予測している鉱床からかなり離れており、急傾斜で運搬に困難が生じるので鉱床付近を通る路線が必要である。

3) 概略設計

Fig 5-3 に示すとおり、Camp Site より北西へ約 2.3 Km 地点 (Huai Khamin 鉱山附近) が、現道ルートⅢとの交叉部である。

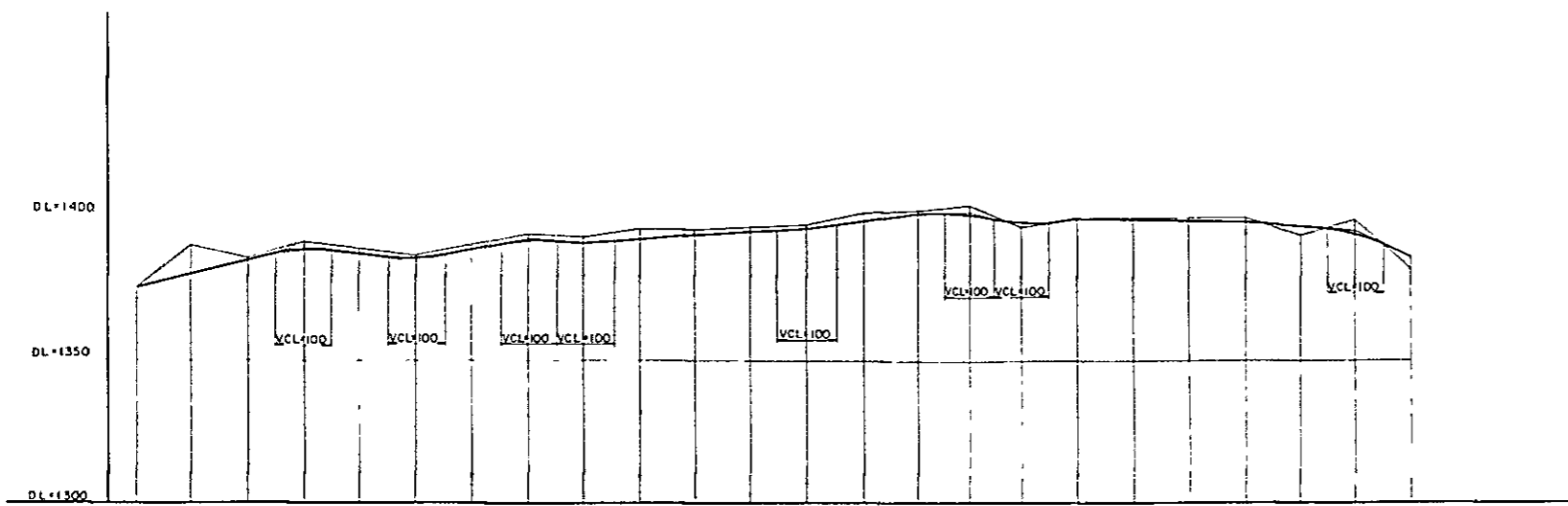
平面線形……地形に沿ったものとし、標高約 1,400 m 等高線上を目標にして計画を行なった。途中岩盤の露出している区間が数箇所あるが、路線は施工性との関係から岩盤箇所を迂回することにし、曲線半径も可能なかぎり大きくした。

縦断線形……ほぼ標高 1,400 m の等高線沿いの計画であるから、非常に緩やかな縦断勾配を示す。Fig 5-8 に示すのが新設道路縦断図である。

幅員……大型車の通行を考慮して、幅員は 6.0 m を確保した。Fig 5-9 は標準断面図である。また本計画において、新設道路と平行して、標高 1,425 m 地点に水路計画があり、もし大雨で水路が満水となった場合、道路に及ぼす影響が懸念され

HUAI KHAMIN ~ GOLDEN SAND

V'H = 5'1

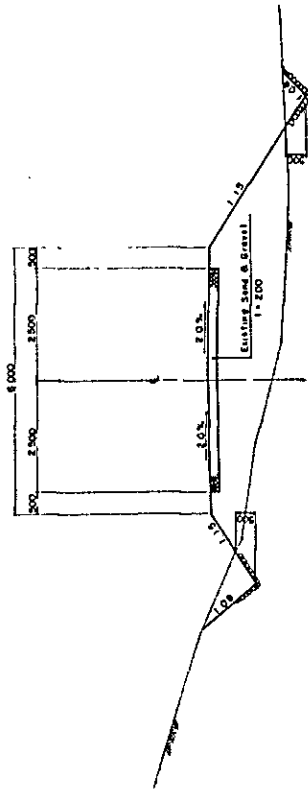


GRADE																										
PROPOSED HEIGHT	1375.00	1379.67	1384.34	1388.86	1387.00	1385.75	1389.00	1392.25	1391.48	1392.50	1392.50	1394.00	1395.00	1396.25	1399.00	1402.00	1401.875	1396.583	1399.50	1399.40	1399.30	1399.20	1396.60	1393.325	1386.00	
GROUND HEIGHT	1375.00	1390.00	1385.00	1390.00	1390.00	1385.00	1387.50	1395.00	1392.50	1395.00	1395.00	1394.00	1395.00	1398.00	1400.00	1402.00	1404.00	1400.00	1398.00	1400.00	1400.00	1400.00	1395.00	1393.00	1393.00	1386.00
DISTANCE	0.00	100.00	200.00	300.00	400.00	500.00	600.00	700.00	800.00	900.00	1000.00	1100.00	1200.00	1300.00	1400.00	1500.00	1600.00	1700.00	1800.00	1900.00	2000.00	2100.00	2200.00	2300.00		
STATION	NO 0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23		

Fig. 5-8 Profile of the Proposed Road

GRAVEL ROAD

EMBANKMENT SECTION



CUT SECTION

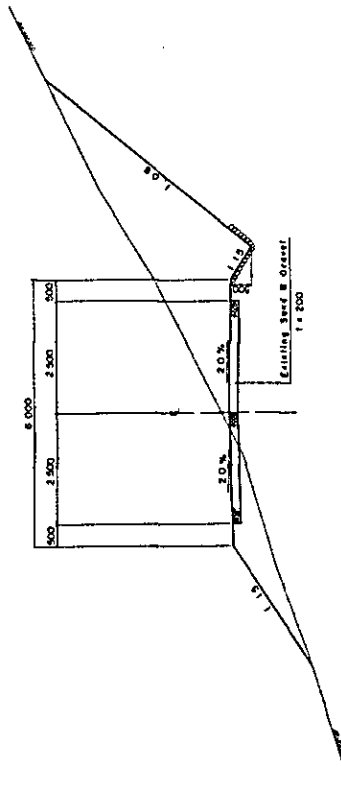


Fig. 5-9 Typical Cross Sections

る。しかし、新設道路は、Fig 5-9 に示すとおり山側切土部の路肩に全区間側溝を設け、かつ、横断管を300 m毎に配置する計画であり、各々の集水桝より、管渠をへて谷側に放流する。もし水路が満水し、水が水路より溢れでて山側に設置された道路側溝で受けることになり、直接道路に及ぼす影響はない。本計画のとおり道路より上側に水路計画がなされていても十分安全である。

5.4 道路改良計画

5.4.1 将来交通量の推計

道路の設計基準は、将来交通量及びその質に応じて決定されるべきであろう。そのためには、将来交通需要の推計が必要である。将来交通量の推計方法は改良計画をしようとする路線の性格、地域特性等により種々の方法が考えられるが、本プロジェクトは鉾山開発に伴う交通量推計と調査地域が比較的限られているため、調査対象地域の経済活動、土地利用等をマクロ的にとらえ、交通量調査のデータを基に交通量を推計した。

交通量調査としては、DOHが管理している道路に関しては、DOHの計画局の資料 Traffic Volumes & Flow Maps, National Highways (1978年)および Traffic Volume & Flow Maps, Provincial Highways (1978年)の交通量観測調査結果を基礎資料とし、Bo Kaeo~Samoeng間は観測調査を行った。

将来交通量の予測は、本プロジェクトの場合鉾山へのアクセス道路が限られているため、特に網として交通量を調査し推定する必要が少ないので、それらの路線の交通量を調査し、交通量の伸び率を設定、将来交通量の推定を行った。交通量の伸び率に関しては、DOHが現在調査を行っている Studies of National and Provincial Road Network in Thailand (IBRD)による本調査地域の伸び率6.9%を採用し通常交通量を推計、それに鉾山開発による発生交通量を推計して将来交通量の予測を行った。尚、道路を改良した場合転換交通量も一般的には考えられるが、本調査では地域特性から多くは望めぬため省略した。

a) 通常交通量

DOHが毎年全国的に行っている交通量調査を基礎とし、Samoeng~Bo Kaeo間は調査期間中2月19日に観測を行った。Table 5-12は調査資料を基に推計した各路線の通常交通量を示す。

b) 発生交通量

鉾山開発による発生交通の流れは次の4つに分かれる。

I) 鉾山から Chiang Mai 間

II) 鉾山から Samoeng 間

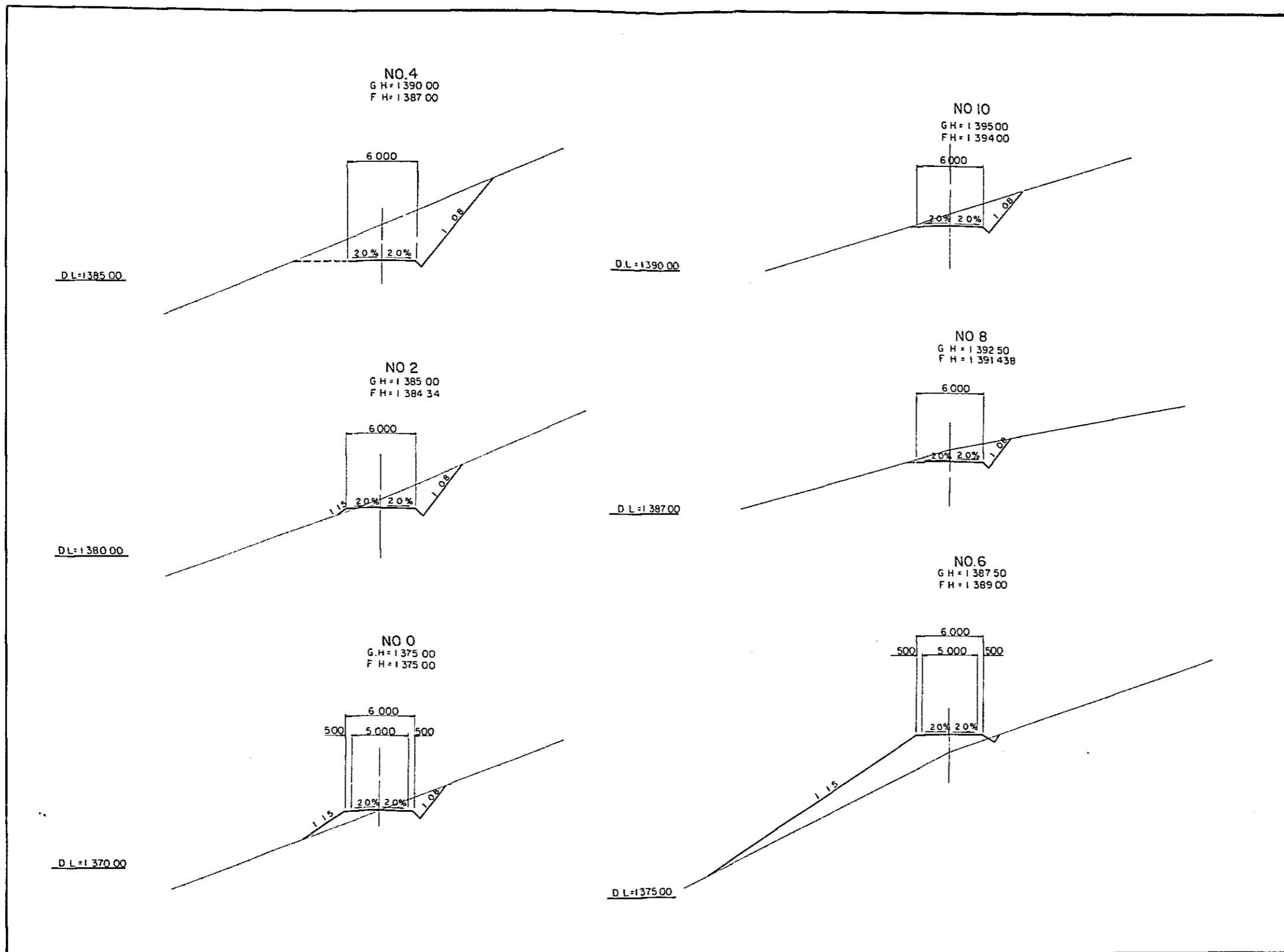


Fig. 5-10 Cross Sections of the Proposed Access Road (1)

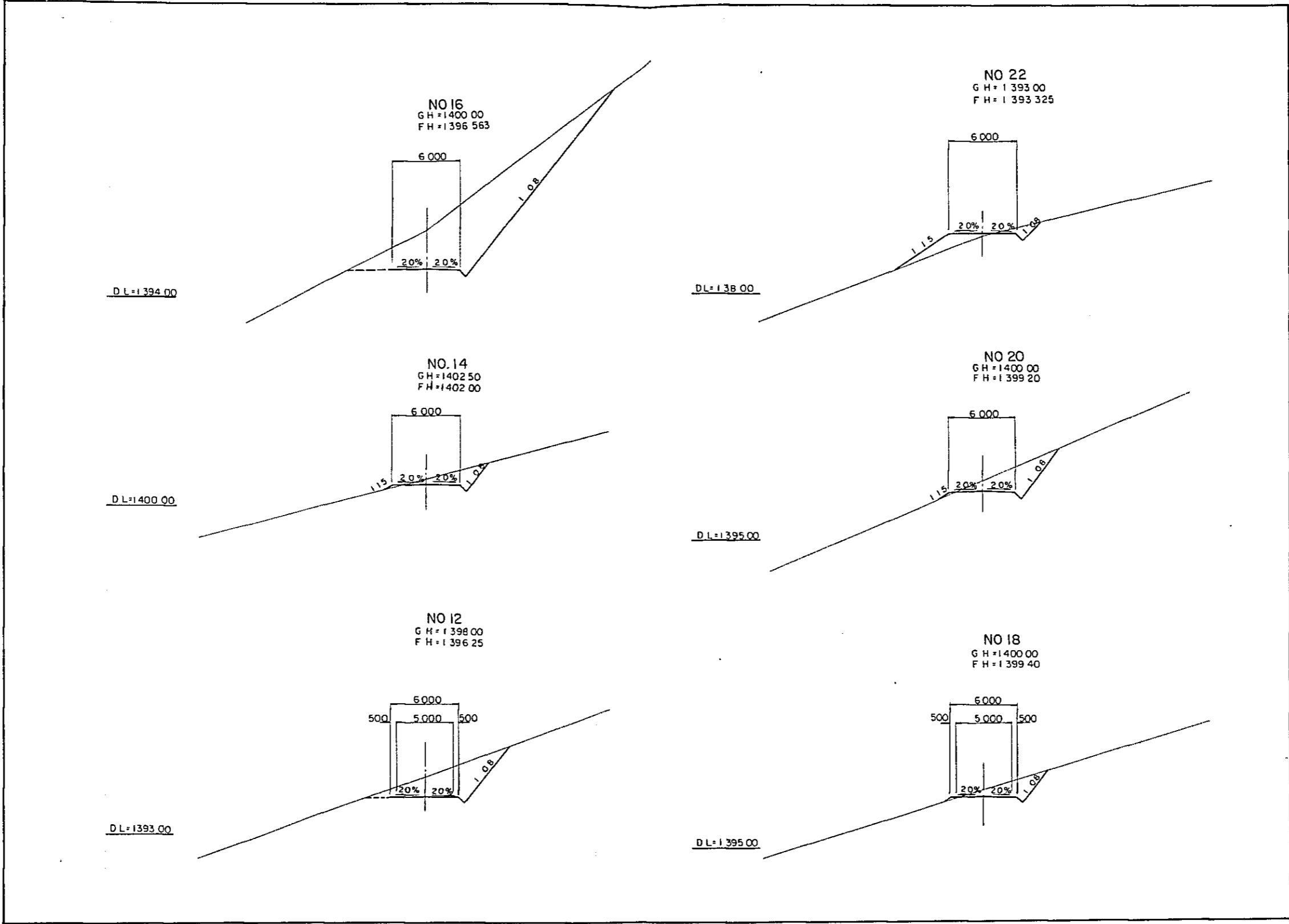


Fig. 5-11 Cross Section of the Proposed Access Road (2)

Photo 5-8 Topography and Proposed Road in TTC Mine Area

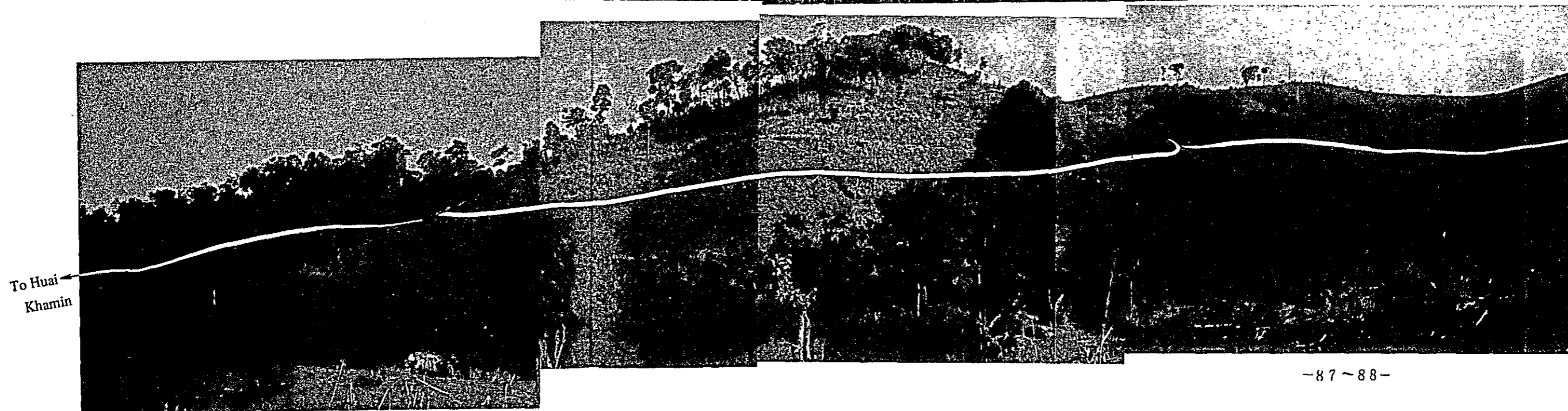
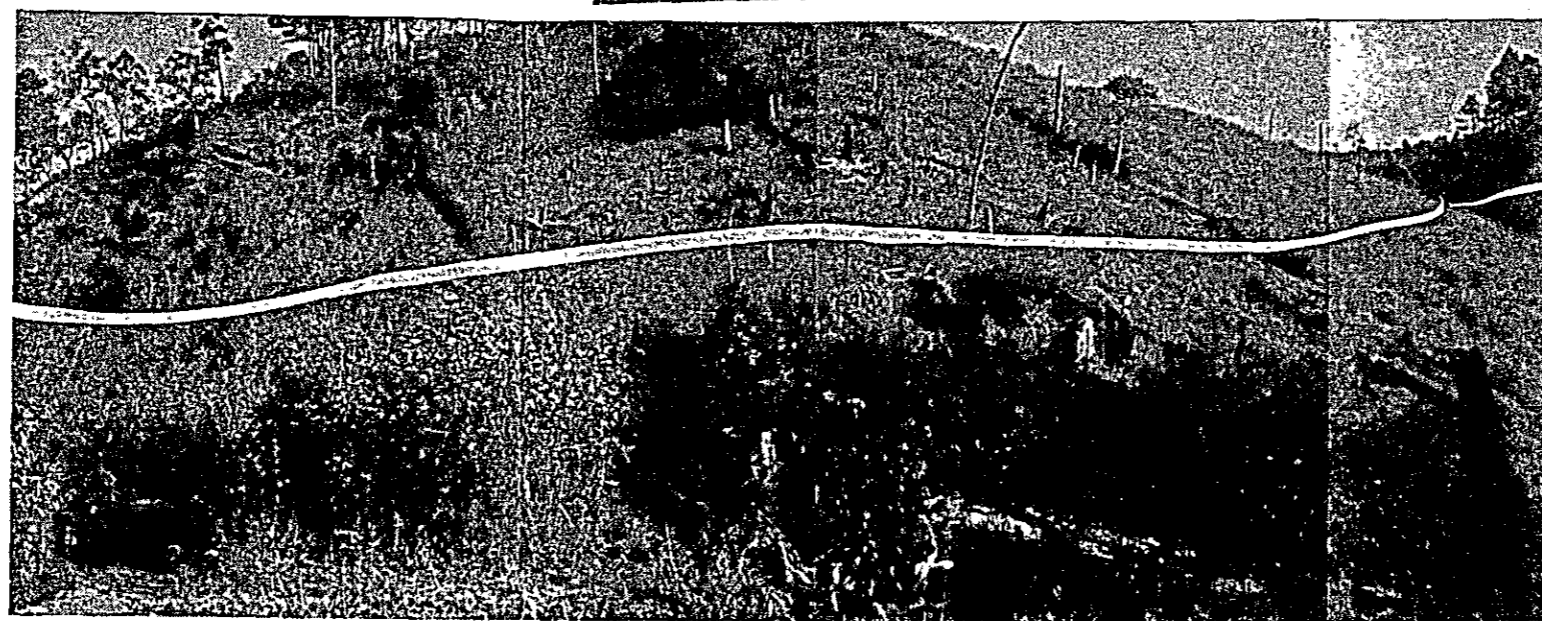
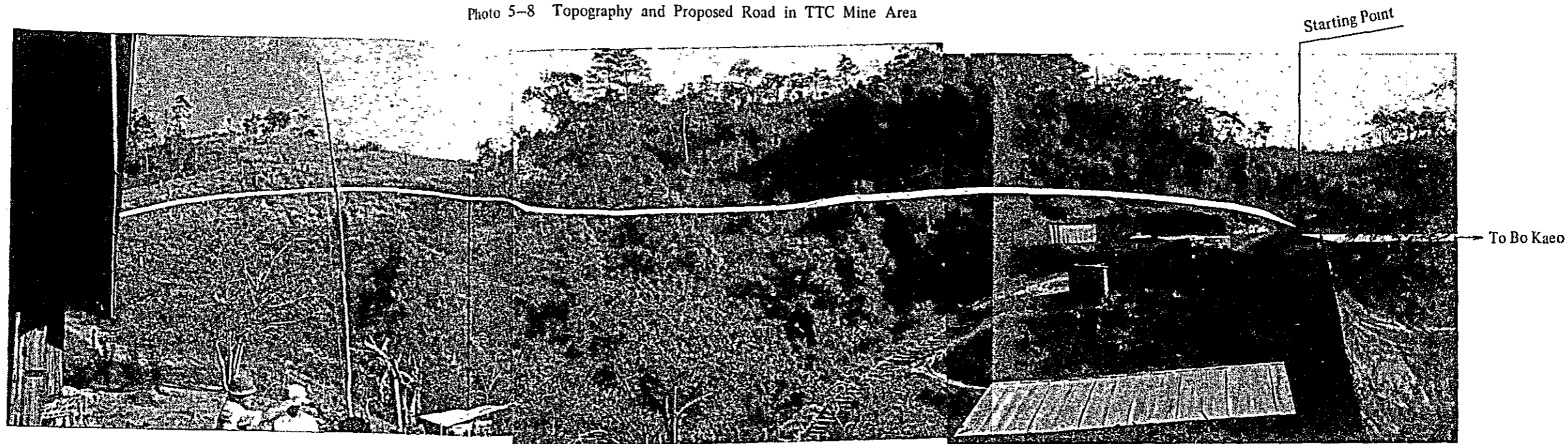


Table 5-12 Traffic Projection on Route A, B & C (Normal)

Route	Link	ADT (1978)	ADT (1990)	ADT (1995)
Route A	Mae Rim ~ Mae Sa	243	579	807
	Mae Sa ~ Samoeng	162	386	538
	Samoeng ~ Bo Kaeo	* 93	221	309
	Bo Kaeo ~ TTC Mine	—	—	—
Route B	Hang Dong ~ Samoeng	162	386	538
Route C	Sam Pa Tong~ Ban Kat	845	2,012	2,808
	Ban Kat ~ Ban Huai Rim	45	107	150
	Ban Huai Rim ~ TTC Mine	—	—	—

Note: * Traffic count has been conducted on 19th Feb. 1980

Ⅲ) 鉦山から Bo Kaeo 間

Ⅳ) 鉦山内部

この内Ⅳ)鉦山内部の交通量は公共による道路整備には関係ない。鉦山-Chiang Mai 間, 鉦山-Samoeng 間, 鉦山-Bo Kaeo 間の発生交通量は主にトラック, 乗用車, バス等の人的交通である。これら人的交通の基礎となる鉦山関係人口は次のように要約できよう。

Hoi Kuamin 側 (総人口 270 人)

家族持ち労務者	$35 \times 5 = 175$
単身労務者	69
サービス業	$5 \times 5 = 25$
計	269 \approx 270 人

Golden Sand 側 (総人口 130 人)

家族持ち労務者	$16 \times 5 = 80$
単身労務者	33
サービス業	$5 \times 2 = 10$
計	123 \approx 130 人

以上の人口を基にして鉦山-Bo Kaeo-Samoeng-Chiang Mai 間の1日当りの発生交通量を以下の通り推定した。

Table 5-13 Mine Traffic Projection

	Mini Bus	Jeep	Light Truck	Heavy Truck
Mine ~ Bo Keo	4 ¹⁾	4 ²⁾	8 ³⁾	-
Mine ~ Samoeng	2 ⁴⁾	2 ⁵⁾	4 ⁶⁾	2 ⁷⁾
Mine ~ Chiang Mai	2 ⁸⁾	2 ⁹⁾	2 ¹⁰⁾	2 ¹¹⁾

計算の根拠は次の通りである。

- 1) 日常生活 1台×2往復=4台
- 2) 業務用 2台×1"=4台
- 3) " 2台×2往復=8台
- 4) 日常生活 1台×1往復=2台
- 5) 業務用 1台×1"=2台
- 6) " 1台×2"=4台
- 7) " 1台×1"=2台
- 8) 日常生活 月に1回全人口が平均1回バスでChiang Maiに行くとして

$$400 \text{ 人} \div 15 = 27 \text{ 台} \quad 27 \text{ 台} \div 30 \text{ 日} = 1 \text{ 往復}$$

9) 業務用 1台×1往復=2台

10) " 1台×1 " =2台

11) " 1台×1 " =2台

鉾山へのアクセス道路は現在3ルートあるが年間を通じて通行可能なのはルートAと考えられるので発生交通量はルートAに加算し将来交通量を推計する。Table 5-14はその結果を示す。

Table 5-14 Traffic Projection on Route A, B & C
(Normal + Mine Development)

Route	Link	ADT (1990)	ADT (1995)
Route A	Mae Rim ~ Mae Sa	587	815
	Mae Sa ~ Samoeng	394	546
	Samoeng ~ Bo Kaeo	231	327
	Bo Kaeo ~ TTC Mine	30	30
Route B	Hang Dong ~ Samoeng	386	538
Route C	Sam Pa Tong ~ Ban Kat	2,012	2,808
	Ban Kat ~ Ban Huai Rim	107	150
	Ban Huai Rim ~ TTC Mine	-	-

5.4.2 設計基準

道路の構造は、当該道路の存する地域の地形、地質、気象その多の状況および当該道路の交通状況を考慮し、安全かつ円滑な交通を確保することが不可欠である。したがって道路の改良にはその道路の機能に応じた設計基準の設定が必要である。設計基準の主なものは道路の幅員、線形、視距、舗装構造、橋梁構造等であり、改良された道路の最も重要な要素を包含するものである。

タイ国DOHは道路基準としてMinimum Design Standards for Primary Highway (Rural)を地方道路に適用している。同基準にはPrimary, Secondary Provincialの3種類があり、地域特性、交通量等で適用規定が選ばれる。本プロジェクトの場合、対象道路はほとんど山岳地を通過するため上記3種の内、Provincialの基準を適用する。Table 5-15はその基準を示す。

5.4.3 アクセス道路の改良計画

5.2で述べた如く、ルートCはRoyal Project関連で急造した道路で、橋梁が極端に少ない。これは道路の縦断線形を犠牲にして急峻な縦断勾配をとり入れた結果でルートCをルートA及びBと同等の設計基準で改良した場合、線形改良による土工々事、橋梁建設等、かなりの工事量が見込まれ、交通量的にみても現時点で改良が必要とは考えられない。

ルートAのMae Rim ~ Mae Sa間と、ルートBのHang Dong ~ Samoeng間はDOHが実施中のStudies of National and Provincial Road Networks in Thailand (IBRD)に調査対象道路として取り上げられており、DOHの意向では、調査結果によって決定されるが、Royal Projectとの関連もあって現道改良が実施される計画である。交通量的にみても、1990年次815台/日、538台/日とDOHのStandardから考えても拮据、舗装改良が実施されるべきである。

Samoeng ~ Bo Kaeo間はDOHに交通量観測のデータがないため、2月19日調査団によって観測を実施した。結果は、

小型乗用車	0台
ジープ	13台
トラック(小型)	9台
〃(大型)	0台
バス(小型ピックアップ)	71台

の計93台であった。小型バスが多く観測されたが、これはSamoeng地域内の地域内交通も計上されたため、その全てのバスがBo Kaeo方向に向うと考えられぬが、一応この観測結果を基に将来交通量を推計した。結果は1990年231台/日、1995年327台/日となり、DOHの県道用のMinimum Design Standardを適応しても現段階での改良計画は考え難い。

本区間の維持管理は現在国営鉱山が行っているが、必ずしも十分とはいえない。TTC鉱山が操業を開始した場合、国営鉱山とTTC鉱山が共同で、この区間の維持管理を受け持つことになろうが、定期的かつ組織的方法が望まれる。なおBo Kaeo ~ Samoeng間24kmの維持管理費用は年間約250,000バーツが見込まれる。

以上のような状況から、A(B)ルートのうちBo Kaeo ~ Chiang Mai間の道路につ

Table 5-15 Minimum Design Standards for Provincial Roads

1. Access control : When designated under the Highway Law.
2. Highway Crossing : Grade Separation only after proven viable by economic feasibility calculations.
3. Railroad crossing : Grade Separation only after proven viable by economic feasibility calculations.
4. Bridge width (1) : 8 m. for F₁ & F₂, 7 m. for F₃ to F₆
5. Vertical clearance = 4.50
6. Design bridge loading = HS 20
7. Pavement design shall be based on the accumulated number of equivalent axle load predicted during the first 7-year after construction.
8. Follow AASHO recommendation for any design details not separately specified.

Class (5)	FD	F1	F2	F3	F4	F5	F6
Average Daily Traffic (5)	Above 8,000	4,000-8,000	2,000-4,000	1,000-2,000	300-1,000	Below 300	
Design Speed k.p.h. (2)		70-90			60-80		
Flat and moderately rolling		55-70			45-60		
Rolling and hilly		40-55			30-45		
Mountainous							
Maximum Gradient % (3)		6			8		
Flat and moderately rolling		8			10		
Rolling and hilly		10			10		
Mountainous							
Suggested Surface Type	High	Intermediate			Low		
Width of Carriageway m.	Divided 2@ 7.00	7.00	6.50	6.00	5.50	9.00	6.00
Width of Shoulder m.	2.50	2.50	2.25	2.00	1.75	Travelled way	Travelled way
Right of Way m. (4)		40-60				20-40	

Explanatory Notes

1. Any FD, F₁ or F₂ road that planned to be raised to national highway system in the future, bridges less than 15 m. long shall be to the full roadbed width.
2. Design speed may be relaxed in exceptional circumstances on account of right of way difficulties or mountainous terrain.
3. Refer to the AASHO Policy on Geometric Design of Rural Highways to relate desirable grade lengths, climbing lanes, etc.
4. May be reduced in urban or semi-urban conditions at the discretion of the Department provided that a suitable cross section including service roads, where necessary, is obtainable.
5. Class FD roads are required on the basis of a 7-year ADT projection or be justified by economic feasibility calculations. Class F₁ to F₃ roads are required on the basis of a 15-year ADT projection. Class F₄ roads have a projected ADT more than 300 in 7-years and less than 1,000 in 15 years. Class F₅ roads have a projected

ADT less than 300 in 7 years and more than 300 in 15 years. Class F₆ roads have a projected ADT less than 300 in 15-years.

Remark

In special cases, the Department may reduce the carriageway width to 3.5, 4, 4.5 or 5 m. on various roadbed widths, i.e. 5 m. on 7 m. roadbed width. Such the case the class of the road will be defined as class F₄ (5/7). If the geometric standard of the road class will be defined as F₄ (5/7).

For laterite road the travelled way width may be reduced from 9 m. to 7 m. and the standard will be defined as class F₅ (0/7).

いては今回の改良計画から除外した。

5.5 施工計画

5.5.1 工事数量

Table 5-16 Quantity of Works

Work		Unit	Construction of Proposed Road	Improvement of Existing Road		
				Route I	Route II	Route III
Earth Works	Cutting	M ³	40,420.0	24,000.0	40,700.0	14,800.0
	Embankment	M ³	2,190.0			
Graveling		M ²	11,500.0	5,200.0	8,800.0	3,200.0
Sewerage Works	Side Ditch (V-Shaped)	M	2,300.0	1,300.0	4,000.0	800.0
	Culvert (Hume Pipeφ400)	M	54.0	30.0	51.0	19.0
	Inlet & Outlet	Site	7	4	7	3

今回提案する改良および新設道路の工事量は Table 5-16 の通りである。

5.5.2 必要資材と施工内容

(1) 必要資材

1) 路体材

掘削のほとんどが粘性土である。切取りで発生した土量は盛土に転用する。

2) 路面材

当該地域の山で、砕石を有している場所が認められているが、粒度分布が明確でないため、Chiang Mai 周辺より搬入する。

3) セメント

現場で使用するセメントは、Chiang Mai より搬入する。

4) 管渠工

現場で使用するプレキャスト製品は、セメント同様、Chiang Maiより搬入する。

5) 型 枠

木材資源は豊富なので、木製形枠を使用する。

(2) 施工内容

1) 土 工

土工工事では前述のように掘削材はほとんどが粘性土である。残土は場内処理とし、附近に押土敷均する。敷均、転圧はブルドーザで行なう事とした。

2) 路面工

路面仕上げとしては、車線巾を砂利で仕上げ、ダンプ運搬後モーターグレーダで敷均、タイヤローラで転圧する。路面工の仕上り厚は20 cmとする。

3) 管渠工

道路横断暗渠として、φ300~φ600mmの管渠を埋設し排水を考慮する。

4) 集水柵

側溝と管渠の接続部には集水柵を設ける。

5) 法面工

切土法面勾配は1:0.8、盛土法面勾配は1:1.5とした。対象路線周辺の植性、自然状況と周辺の既設道路の法面調査の結果、法面保護は行なわない。

6) 排水工

路面排水は、山側切土部法尻にV形の側溝を設け玉石にて保護をする。

(3) 建設機械

Table 5-17 Main Equipment of Earthworks

	Work	Item	Capacity	Unit	Number
Earth-works	Cutting Grading	Bulldozer	19t	pc	1
		Motor Grader	2.5m Class	pc	1
Pavement	Grading	Motor Grader	2.5m Class	pc	1
	Compaction	Tire Roller	10t	pc	1
		Macadam Roller	11t	pc	1
Transportation	Dump Truck	8t	pc	2	

5.5.3 建設工程

場内新設道の工程表をTable 5-18に、現道ルートⅠ、Ⅱ、Ⅲの改良工程表をそれぞれTable 5-19, 5-20, 5-21に示す。

Table 5-18 Construction Schedule of the Proposed Road

Month Work	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Preparation		Survey & Preparation 15 days										
Earthworks		Cutting 40,420m ³ 113 days										
Graveling				Graveling 11,500m ² 10 days								
Sewerage				V-shaped Side Ditch (2,300m), ϕ 400 (54m) Inlet, Outlet (7 Sites) 30 days								
Miscellaneous					Miscellaneous 10 days							

Table 5-19 Construction Schedule of Route I

Month Work	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Preparation	Survey & Preparation 10 days											
Earthworks	Earthworks (24,000m ³) 63 days											
Pavement			Pavement (5,200m ²) 5 days									
Sewerage			V-Shaped Side Ditch (1,300m) 17 days									
Miscellaneous			Miscellaneous 10 days									

Table 5-20 Construction Schedule of Route II

Month Work	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Preparation	Survey & Preparation 15 days											
Earthworks	Earthworks (40,700m ³) 108 days											
Pavement				Pavement (8,800m ²) 8 days								
Sewerage				V-shaped Side Ditch (4,000m) 50 days								
Miscellaneous							Miscellaneous 10 days					

Table 5-21 Construction Schedule of Route III

Month Work	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Preparation		Survey & Preparation 5 days										
Earthworks		Earthworks (14,800m ³) 39 days										
Pavement		Pavement (3,200m ²) 3 days										
Sewerage		V-Shaped Side Ditch (800m), ϕ 400 (19m), Inlet & Outlet (3 Sites) 10 days										
Miscellaneous		Miscellaneous 10 days										

5.5.4 作業能力

(1) 土工事

Table 5-22 Capacities of Equipment for Cutting and Grading

Work	Equipment	Capacity
Cutting Compaction & Grading	Bulldozer (19T)	$Q = 376\text{m}^3/\text{day}$
Grading	Motor Grader (2.5m)	$A = 2,416\text{m}^2/\text{day}$

但し，1日作業時間を8時間とした。

(2) 舗装工事

敷均後の路床は，10t級タイヤローラにより締固め転圧する。舗装は砂利舗装とし，2.5m級モータグレーダにより敷均し，11t級マカダムローラにより転圧する。舗装材は8tダンプトラックにより搬入する。

Table 5-23 Capacities of the Equipment for Compaction

Work	Equipment	No. of Passing	Capacity
Rolling	Tire Roller	$P = 5$	$A = 4,320\text{m}^2/\text{day}$
Transportion of Pavement Material	Dump, Truck (8T)	$P = 8$	$Q = 32\text{m}^3/\text{day}$
Grading	Motor Grader (2.5m)		$A = 2,416\text{m}^2/\text{day}$
Rolling	Macadam Roller (11T)	$P = 5$	$A = 1,600\text{m}^2/\text{day}$

(3) 各建設機械の作業能力

1) ブルドーザ(19t級)

$$Q = \frac{60 \cdot \varepsilon \cdot f \cdot E}{C_m}$$

ここに Q : 運転時間当り作業量 (m^3/h)

ε : 1回の掘削押土量(m^3) ($\varepsilon = \varepsilon_0 \times p$)

f : 土量換算係数

E : 作業効率

C_m : サイクルタイム (min)

ε : $4.13 \times 0.87 = 3.63$, f : 1 (標準)

E : 0.37 (平均), C_m : 1.73 (標準)

$$Q = \frac{60 \times 3.63 \times 1 \times 0.37}{1.73} = 46.581$$

$$\approx 47 \quad (m^3/h)$$

2) モータグレーダ (2.5 m 級)

$$A = \frac{W \times V \times E}{P}$$

ここに A : 一層時間当りの能力 (m^2/h)

W : 作業有効巾

E : " 効率

P : " 回数

V : " 速度

○路床工 (整地, 敷均)

W = 2.2 m, E = 0.6 (標準), P = 4 回 (平均)

V = 2500 m/h (平均)

$$\therefore A = \frac{2.2 \times 2500 \times 0.6}{4} = 825 m^2/h$$

○舗装工 (敷均)

W = 2.2 m, E = 0.55 (標準), P = 8 回 (平均)

V = 2000 m/h (平均)

$$\therefore A = \frac{2.2 \times 2000 \times 0.55}{8} = 302.5$$

$\approx 302 \quad m^2/h$

3) タイヤローラ (10 t 級)

$$A = \frac{W \times V \times E}{P}$$

ここに A : 時間当り作業能力

W : 1 回の有効幅

V : 作業速度

P : 締固の回数

路床工

W = 1.8 m, E = 0.6 (標準)

P = 5 回, V = 2500 m/h

$$\therefore A = \frac{1.8 \times 2500 \times 0.6}{5} = 540 m^2/h$$

4) マカダムローラ (10 t 級)

$$A = \frac{W \times V \times E}{P}$$

ここに W : 転圧有効幅

V : 作業速度

E : # 効率

P : # 回数

$$W = 0.8 \text{ m}, V = 2500 \text{ m/h}$$

$$E = 0.5 \text{ (標準)}, P = 5 \text{ 回}$$

$$\therefore A = \frac{0.8 \times 2500 \times 0.5}{5} = 200 \text{ m}^2/\text{h}$$

5.6 工事費積算

5.6.1 積算条件

- (1) 建設資材の単価は、Chiang Mai より入手した調査資料を使用する。
- (2) 建設機械はすべてタイ国内のリースによって行なうものとする。
- (3) 入手できなかった資材単価については、同様な資材について日本の単価とタイの単価とを比較して定める。
- (4) 人件費については、タイ道路局より入手した資料および、TTC Camp Site で現在支払れている賃金様式も参考とする。

5.6.2 工事費

ルート毎の工事費をまとめると Table 5-24 のようになる。

Table 5-24 Construction Cost of Each Route

Route \ Cost	Construction Cost	Engineering Cost	Contingency	Total Cost
Proposed Road	1,220,741	122,074	183,111	1,525,926
Route I	613,800	61,380	92,070	767,250
Route II	1,139,084	113,908	170,862	1,423,854
Route III	379,096	37,909	56,864	473,869

技術費は、純工事費の 10 % とする。

予備費は、純工事費の 15 % とする。

各ルート工事費の明細は Table 5-25, 5-26 に示されている。

Table 5-25 Construction Cost of the Proposed Road

(Baht)

Kind of Works		Unit	Unit Price	Quantity	Amount
Earth Works	Cutting	M ³	10	40,420.0	404,200.0
	Enbankment	M ³	13	2,190.0	28,470.0
Pavement		M ²	55	11,500.0	632,500.0
Sewerage Works	Earth Ditch (Stone Masonry)	M	5	2,300.0	126,500.0
	Culvert (Hume Pipe ϕ 400)	M	329	54.0	17,766.0
	Inlet & Outlet	Site	1615	7	11,305.0
					1,220,741.0

Table 5-26 Construction Cost of the Existing Roads to be Improved

(Baht)

Kind of Works	Unit	Unit Price	Route I		Route II		Route III	
			Quantity	Amount	Quantity	Amount	Quantity	Amount
Earth Works	m ³	10	24,000	240,000	40,700	407,000	14,800	148,000
Pavement	m ²	55	5,200	286,000	8,800	484,000	3,200	176,000
Side Ditch	m	55	1,300	71,500	4,000	220,000	800	44,000
Culvert	m	329	30	9,870	51	16,779	19	6,251
Inlet & Outlet	Site	1615	4	6,460	7	11,305	3	4,845
Total				613,800		1,139,084		379,096

改良工事の土工量算出方法は、前 5.4 項で述べているとおり、部分区間の改良として
 ていることから、新設道路計画（概略設計）で算出した土量を、Km 当りに換算して、
 改良工事土工量に用いる。

ルート I …… 1.3 Km

改良区間延長は ルート II …… 2.2 Km

ルート III …… 0.8 Km

この内、ルート III の全長が T T C 鉱山の鉱区内であり、ルート II については改良区
 間延長 2.2 Km の内 0.7 Km（改良費 453,000 バーツ……技術費予備費とも）が鉱区
 内、ルート I は全長が鉱区外である。

Ⅲ 用 水



第6章 用水計画

6.1 用水計画の目的と前提条件

6.1.1 調査目的

TTC 鉦山では、現在 Golden Sand および Huai Khamin の両地区で探鉦を実施中であるが、これと平行して具体的な鉦山開発計画が検討されつつある。

通常の鉦山に於いて、水は採掘、選鉦、生活用水として重要な役割を持つが、この鉦山では採掘コストの安い水力採掘法を採用することが出来るので、水の確保は極めて重要な問題と言える。

今回の用水計画には鉦山地区内の用水計画と、水源地と鉦山地区を結ぶ導水計画が含まれているが、最も重要な水源地の選定には、

- (1) 乾季でも必要量の水が確保でき、かつ水量の安定性が得られること。
- (2) 鉦山への導水が技術的、経済的に可能であること。
- (3) 既存水利権あるいは周辺地域住民の用水に影響を及ぼさないこと。

を条件とした。

6.1.2 地形・地質

TTC 鉦山地域は標高 1,200～1,700 m の山岳地帯で、その中央を Samoeng と Mae Chaem の両郡の郡界となっている山稜が NW-S E 方向に走っている。この山稜の東斜面は全般に急傾斜（平均 20°～25°）をなし、岩石がよく露出している。西斜面は比較的緩傾斜（平均 10°程度）で、沢沿いに多少岩石が露出しているに過ぎない。

地質は大部分黒雲母花崗岩から成り、風化作用はかなり深部まで及んでいる。風化の程度は場所によって異なると考えられるが、過去のボーリング探査によると、鉦床地域では、地表から 80 m 以深まで風化した軟弱岩が連続している。花崗岩は地表付近では、赤褐色の土壤に変わっており、かなり粘土化している。更に深部は「マサ」状の花崗岩になっている。

6.1.3 気象

TTC 鉦山地域は Chiang Mai 地域（標高 310m）に比べると、標高が約 1,000 m 高いので、気温、雨量とも非常に異なる。TTC 鉦山地域内の観測データはないが、同鉦山の南方約 15 km の Ban Khun Wang と、Chiang Mai の両観測所のデータを示せば、Table 6-1, Table 6-2 の通りである。

Table 6--1 Temperature and Rainfall in Khun Wang : 1976 -- 1979

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Mean	
Temperature °C	1976	10.3	15.5	19.4	25.1	19.9	22.0	20.3	18.2	16.3	16.2	18.0	14.2	18.0
	1977	12.1	13.7	18.1	19.3	18.9	20.0	20.3	18.7	16.2	18.0	17.2	9.9	16.9
	1978	12.4	15.1	19.3	22.1	20.6	20.3	19.8	19.4	18.8	18.3	14.9	12.6	16.3
	1979	13.3	15.9	20.2	22.4	21.2	20.0	22.6	20.1	19.1	16.7	15.1	13.1	18.3
No. of Rainy Days	1976	0	0	0	2	15	17	24	29	22	21	4	3	137
	1977	3	1	3	6	16	13	24	22	23	17	2	3	133
	1978	3	2	0	3	12	21	25	28	26	15	2	2	139
	1979	0	1	0	1	12	25	27	28	22	12	0	0	128
Total Rainfall m/m	1976	0	0	0	66.3	364.0	226.2	360.5	520.2	698.0	483.9	91.5	23.6	2834.2
	1977	137.8	7.5	43.3	131.0	439.8	261.3	342.8	413.4	903.7	456.1	0	87.5	3224.2
	1978	81.5	83.0	0	173.6	246.7	314.0	681.8	450.8	477.6	231.0	29.1	20.7	2789.8
	1979	0	20.1	0	6.7	291.3	616.6	436.3	309.1	631.7	472.6	0	0	2784.4

Source : Royal Forest Department Khun Wang Station

Table 6-2 Temperature and Rainfall in Chiang Mai : 1951 - 1977

	Year		Month												Mean
	1951~1975	1976	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Temperature oC	1951~1975	1976	20.0	22.2	25.6	28.3	28.0	27.1	26.7	26.2	26.2	25.5	23.4	20.6	25.0
	1977		18.7	21.7	25.6	27.9	27.4	26.9	27.6	26.2	27.4	26.3	25.0	21.4	25.2
	1977		21.7	21.5	24.5	25.5	25.9	26.6	26.1	25.8	24.5	24.8	21.9	20.0	24.1
Humidity %	1951~1975		74.0	65.0	58.0	60.0	72.0	79.0	80.0	84.0	84.0	82.0	80.0	77.0	75.0
	1976		78.9	74.5	72.4	70.9	83.2	83.8	83.2	88.4	82.0	81.6	74.5	72.6	78.9
	1977		73.3	77.3	75.7	77.5	82.8	80.8	85.7	86.2	88.7	85.6	82.5	82.1	81.5
No. of Raining Days	1951~1975		1.5	0.9	2.2	5.5	15.4	17.4	19.7	23.3	18.2	11.2	5.0	2.2	122.5
	1976		0	1	5	5	13	13	14	21	16	12	3	2	105
	1977		3	1	3	9	17	11	19	17	17	16	1	6	120
Total Rainfall m/m	1951~1975		10.8	7.2	20.2	51.1	162.0	152.3	172.4	248.9	262.3	128.1	40.0	15.6	1270.9
	1976		0	5.4	6.5	20.8	188.3	76.5	97.3	209.7	198.1	223.8	3.1	8.1	1057.6
	1977		63.2	2.2	35.0	90.2	121.0	98.3	108.9	222.5	303.6	164.2	3.0	49.2	1261.3

Source: Royal Forest Department Chiang Mai Station

Table 6-3 Temperature (°C) and Rainfall (mm) in Chiang Mai ; 1974

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Remarks
Temperature	Mean	18.6	21.3	25.6	28.2	27.9	27.5	27.6	27.0	26.7	26.8	24.3	21.8	25.3
	Maximum	31.1	34.2	36.4	38.2	35.7	33.8	34.9	33.1	33.0	33.3	32.3	30.9	
	Minimum	3.7	7.3	12.2	18.5	21.4	21.6	21.4	21.4	21.3	18.8	14.8	11.0	
Rainfall	Total	0	0	13.8	51.6	88.4	106.6	159.9	203.3	278.6	175.1	90.8	5.0	Total 1173.1/Year
	Max in 24 Hours	0	0	6.4	22.2	22.7	40.6	42.6	45.5	66.4	70.8	41.8	5.0	-
	No. of Rainy Days	0	0	5	10	13	11	16	19	20	11	8	1	114 Days

Table 6-4 Meteorological Data in Chiang Mai ; 1964 - 1974

Average Temperature			Average Rainfall		Average Humidity (%)
Max	Min	Mean	Rainfall	Days	
31.7	19.6	25.7	1,219.6	120	73.5

これらの諸表から次の事が明らかである。

1. 両地域とも雨季・乾季の区別が明瞭であるが、その期間に1ヶ月のズレが見られる。

	雨季	乾季
Chiang Mai	4 - 11月	12 - 3月
Khun Wang	5 - 10月	11 - 4月

2. 雨量はKhun Wangでは雨季に300~450mm/月(まれに900mm)集中的に降り、Chiang Maiの100~200mmを遙かに超えている。年間降雨量は前者が2,800mmでChiang Maiの約3倍である。

乾季には両地域とも全く降雨をみない日が2~3ヶ月続いている。

3. 気温は、Khun WangがChiang Maiに比し6~10°C低い。

地元住民によると、TTC鉱山付近では、雨季の後の乾季の初め(11月~2月)に寒冷期があり、3月~4月の暖暑期を経て再び雨季が始まっている。この暖暑期に、霧が発生することがある。

6.1.4 植生

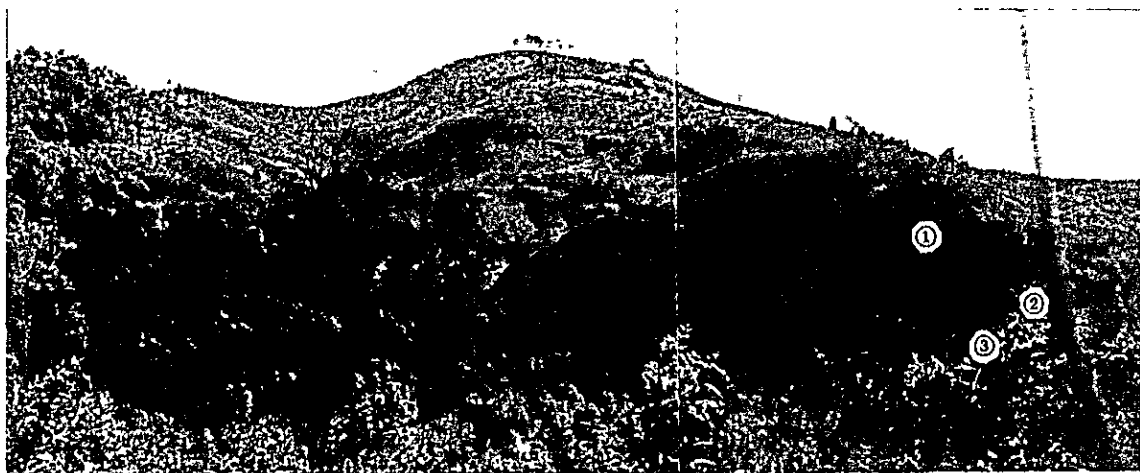
この地方は熱帯モンスーン森林地帯に属し、主として乾季落葉林から成る。その他には竹乾燥林とイバラ乾燥林のアカシア類と針葉樹が分布している。前述のようにRoyal Project地域では松の植林が進められているが、一部の住民は、相変らず焼畑農業を行なっているので、森林地帯が年毎に減少していると警告が発せられている。

6.1.5 国営鉱山の用水の概要

国営鉱山は、採掘、選鉱および生活用水の大部分をMae Hae 川の支流から採水し、ほぼ等高線に沿って設けた水路のよって導水している。その概要は次の通りである。

- 水源池 標高 1,400 m
取水 流れ込み式
- 取水量 乾季 1.2 m³/分 ~ 1.5 m³/分
雨季 4.0 m³/分 ~ 5.0 m³/分
年平均 3.0 m³/分
- 用水路 延長 8.0 km
構造 素掘 巾60 cm×深50 cm⁺
パイプ φ300 mm
勾配 3/1,000 ~ 5/1,000
- 用途 採掘(24 T/月 精鉱) 年平均 2.0 m³/分
選鉱 " 0.5 m³/分
生活用水 " 0.5 m³/分

Photo 6-1 Waterways of Government, Private and TTC Mines



① : Private Mine, ② : Government Mine, ③ : TTC Mine

この鉱山では、乾季の2~3月には用水量が不足するため、採掘のペースを落とし、機械の整備に当てている。

6.1.6 必要用水量

前述のTTC鉱山の開発規模から、国営鉱山を参考にしながら必要用水量を検討した。その結果は次の通りである。

A 採掘用水量

○ Golden Sand

採掘量 2,500 T/月 ÷ 25 日 = 100 T/日

$$100 \text{ T} \div 1.6 (\text{比重}) = 62.5 \text{ m}^3$$

水量は普通、採掘量の 6 ~ 10 倍を要するが、現場の土質、岩質から 8 倍とみて差支えない。従って一日に要する水量は、

$$62.5 \text{ m}^3 \times 8 = 500 \text{ m}^3/\text{日} \dots\dots\dots \textcircled{1}$$

○ Huai Khamin

採掘量 5,000 T/月 ÷ 25 日 = 200 T/日

$$200 \text{ T} \div 1.6 (\text{比重}) = 125 \text{ m}^3$$

$$125 \text{ m}^3 \times 8 = 1,000 \text{ m}^3/\text{日} \dots\dots\dots \textcircled{2}$$

合計 ①+② = 1,500 m³/日 (= 1.04 m³/分)

B 選鉱用水量

選鉱場の床は強固なものが望ましいので、コンクリート構造になっている現存の Huai Khamin 選鉱場を整備した方が得策である。

採掘切羽でバロンで粗選した準精鉱を、テーブル、ランシュートを使って精選する。

○ テーブル 2 台 必要水量 0.2 m³/分 (0.1 m³/台/分)

○ ランシュート 1 台 " 0.1 m³/分

従って選鉱用水として 0.3 m³/分 が必要となる。

C 生活用水量

TTC 鉱山の操業規模から、計画給水人口 (後述) を 400 人とする。

タイの基準では 1 人 1 日当りの平均使用水量は 180ℓ となっているが、この量は現地の状況から少ないと思われるので、日本の厚生省環境衛生局の基準に従った水量を生活用水必要量とする。

Table 6-5 Water Quantity required in TTC Mine Town

	No. of person	Required Water Quantity	Water Quantity
Workers' Family	400 persons	240 ℓ/person	96.0m ³ /day
School	Capacity 30	100	3.0
Guest House	Capacity 10	300	3.0
Mine Office	Workers 60	120	7.2
Total			109.2

この表から 1 日当りの最大給水量は 109.2 m³/日となり、0.076 m³/分 が必要となる。

従って鉱山全体の必要用水量は、

$$A + B + C = 1.04 \text{ m}^3/\text{分} + 0.3 \text{ m}^3/\text{分} + 0.076 \text{ m}^3/\text{分}$$

$$= 1.416 \text{ m}^3/\text{分}$$

となるが、損失等を考慮して係数 1.3 を乗ずれば、鉸山必要用水量 = $1.416 \text{ m}^3/\text{分} \times 1.3 \approx 1.84 \text{ m}^3/\text{分}$ となる。

この外 Huai Khamin 部落民 (約 100 名) の生活用水と農業用水を $0.5 \text{ m}^3/\text{分}$ を見込めば必要用水量は $2.3 \text{ m}^3/\text{分}$ になる。

6.2 水源地

6.2.1 現況

現在 T T C 鉸山で取水している水源地は Samoeng と Mae Chaem の郡境の西側、Mae Hae 川の支流 Paraty 川の標高 1345 m の所にある。この水源地は、前鉸業権者が Huai Khamin で使っていた水利権をそのまま継承したもので、乾季には水力採掘に十分な水量が得られなかったため、断続的な操業を行っていた由である。

郡境の西側には比較的水量の多い川が多いので、国営鉸山や私有鉸山の用水もここから導水している。すなわち上記 Paraty 川上流の標高 1430 m に私有鉸山の水源地、この川より更に北側に約 1.5 km 進んだ標高 1390 m の支流には、国営鉸山の水源地がある。従って T T C 鉸山 (水源地標高 1345 m) は現在、私有鉸山 (1430 m)、国有鉸山 (1390 m) で取水した余り水を利用していることになる。

タイ鉸業法によると、既設水利権が優先する (第 10 章) ため、新しく水源地を設けるには、水利権が設定されている場所では、より低い地点を選ぶか、全く水利権のない地点を選ぶ必要がある。

T T C 鉸山のデータによれば現水源地の水量は、乾季で $1.0 \text{ m}^3/\text{分}$ 、雨季には $3.0 \text{ m}^3/\text{分}$ になっているが、調査団が直角三角堰法によって実測した水量は $1.2 \text{ m}^3/\text{分}$ であった。今回の測定地点を Fig 6-1 に、測定データを Table 6-6 に示す。

Table 6-6 Some Observations on Running Water

Locality	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Date	Feb. 11											
Temperature (°C)	23.0	13.0	12.0	13.0	21.0	22.0	20.0	22.0	22.0	22.0	24.0	24.0
Temperature of Water	13.0	13.0	13.0	14.0	14.0	15.0	15.0	15.0	15.0	16.0	17.0	16.0
p.H	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Quantity of Water (m ³)		0.419	0.419	0.419	0.419	0.419	0.204	0.204	0.204	0.204	0.419	0.419

Photo 6-2 Measurement of Water Quantity using a Rectangular Notch



6.2.2 新水源池

今回の調査（2月下旬）では，現水源池の水量は約 $1.2 \text{ m}^3/\text{分}$ であったが，3～4月には更に減少して $1.0 \text{ m}^3/\text{分}$ 程度になることが予想される。6.1.6 で述べたように，TTC 鉱山の必要用水量は $1.8 \text{ m}^3/\text{分}$ であるので，現在の状況では，鉱山操業上 $0.8 \text{ m}^3/\text{分}$ の水量が不足することになる。

解決策として，①他の鉱山で実施しているように一度採掘に使用した用水を貯水池にたくわえて，再度採掘用水として繰返し使用する方法と，②新水源地を確保する方法がある。この両者の長短は次の通りである。

Table 6-7 Comparison of Existing and New Water Sources

	Existing Water Source	New Water Source
Quantity of Water	$1.0 \text{ m}^3/\text{min}$	$2.3 \text{ m}^3/\text{min}$
Length of Waterway	2.0km	10.5km
Pumping	Need	No Need
Drinking Water	Usable	Usable
Reservoir	Need	No Need
Mining Monitor	Easy to chake	No Problem

両者の経費の比較は後述するので，ここでは新水源地の調査結果について検討する。

Fig 6-1 に示すように，新水源地の候補地として山稜の東側の Doi Mok 川（今回実

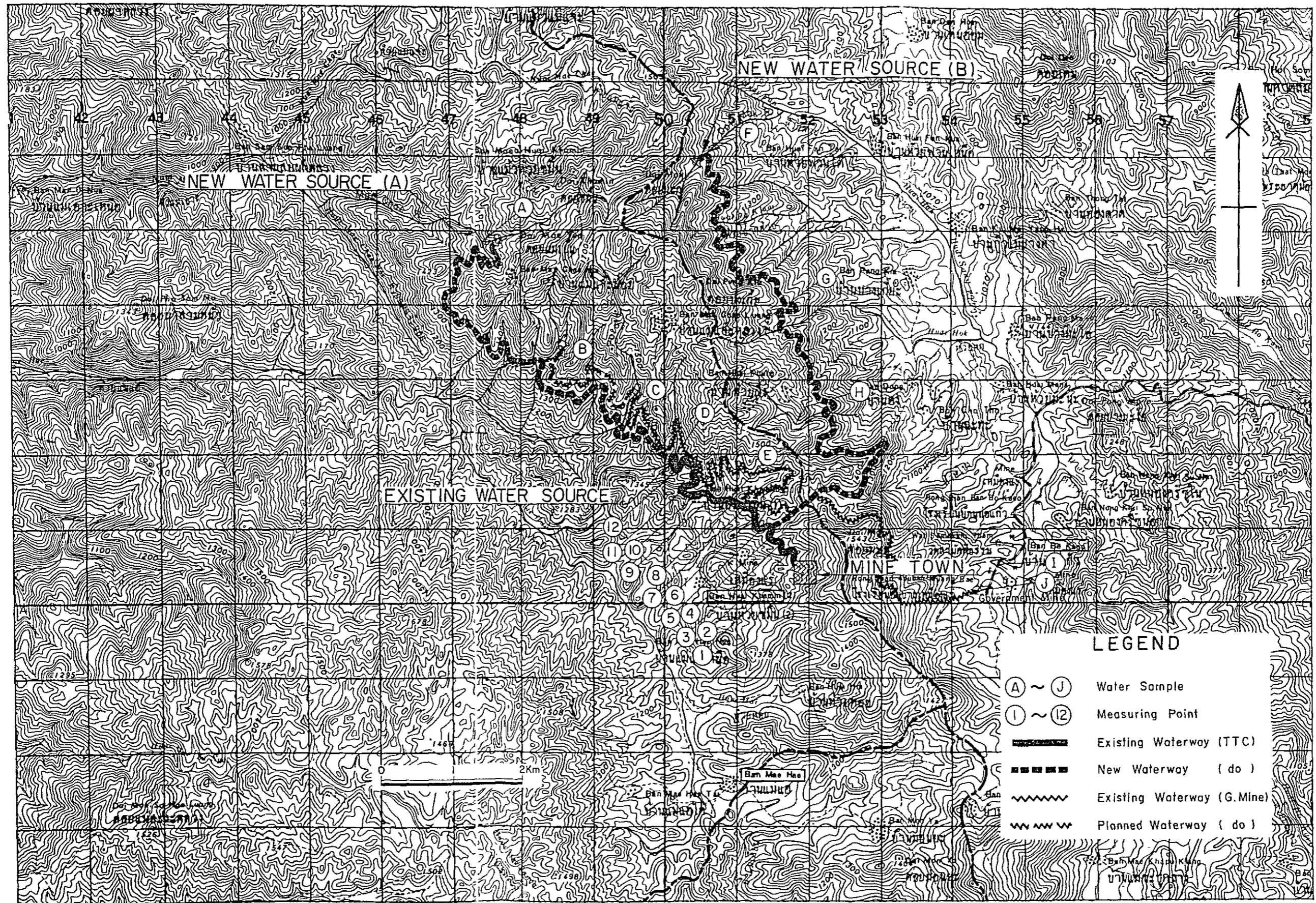


Fig. 6-1 Location Map of Water Samples, Measuring Points, and Proposed Waterway

測値 $1.78 \text{ m}^3/\text{分}$ ^{*}と、西側のMae Chaem川第2支流 ($1.32 \text{ m}^3/\text{分}$ ^{*})の2ヶ所があげられる(この他にTTC鉦山により近い所で、適当な沢があり、現地で導水計画の検討まで行なったが、後に水利権が設定されていることが判明、最終的にはこの2候補地にしぼられた)。

新水源地の標高は、鉦床の賦存する高さ、導水する途中の地形、湧水地点等から、1,400 m付近が適当と考えられるが、この場合、Doi Mok, Mae Chaem川とも、流域面積は 1.2 km^2 となる。

Table 6-8 Characteristics of Two Sources

	Doi Mok River	Mae Choem River
Volume of Water	$1.78 \text{ m}^3/\text{min}$	$1.32 \text{ m}^3/\text{min}$
Quality of Water	Good for Drinking	Good for Drinking
Length of Waterway to be needed	9.5km	10.5km
Construction of Waterway	Difficult	Easy
Influence on Inhabitants	None	None

現地調査を行なった乾季の最中でも、両水系が $1.32 \text{ m}^3/\text{分} \sim 1.78 \text{ m}^3/\text{分}$ の水量をもっていることは、現地の地質および植生が湧水緩和の機能を十分備えていることを物語っている。

現地の地質状況、植生、地形から雨水の流出係数を推定してみると、

$$\text{水量} = \frac{\text{流域面積}(\text{m}^2) \times \text{流出係数} \times \text{年間雨量}(\text{mm})}{\text{乾季}(\text{分})}$$

ここで水量 $1.32 \text{ m}^3/\text{分}$ 、年間雨量 $2,500 \text{ mm}$ とすると

$$1.32 = \frac{1,200,000 \text{ m}^2 \times X \times 2,500 \text{ mm}}{180 \text{ 日} \times 24 \text{ 時間} \times 60 \text{ 分}}$$

$$X = 0.114$$

経験的に言ってこの値は妥当と思われる。

6.2.3 水質

6.1.6で述べたように、鉦山都市居住者用として、 $0.076 \text{ m}^3/\text{分}$ の水が生活用水として使用される。また同じ水を使用して水力採掘を行なった場合、水質による鉦害問題の生ずる可能性を検討するため、取水が予定される沢水と、国营鉦山の採掘後の廃水^{**}をタイの水

* いずれも標高 $1,400 \text{ m}$ における水量

** TTC鉦山、国营鉦山とも地質、鉦床的条件が同じであるので、TTCの廃水も国营と同質と考えられる。

Table 6-9 Results of Water Analyses

Sample No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Maximum Acceptable
Physical Property											
Turbidity (silice, scale) (ppm)	2.00	5.00	5.00	5.00	8.00	5.00	5.00	5.00	3.00	40.0	5
Color	none	none	none	none	none	none	none	none	none	none	none
Taste	none	none	none	none	none	none	none	none	none	none	none
Odor	none	none	none	none	none	none	none	none	none	none	none
pH	7.40	7.05	7.10	7.0	6.90	7.50	6.90	7.00	7.90	6.70	6.5~8.5
Chemical Property											
Total solid	84.0	64.0	88.0	52.0	68.0	72.0	88.0	68.00	204.0	148.0	500
Soluble silica (SiO ₂)	20.0	10.0	20.0	20.0	20.0	30.0	30.0	20.0	35.0	15.0	
Total, Iron (Fe)	0.10	0.20	0.20	0.10	0.50	0.20	0.30	0.30	tr	nil	0.5
Manganese (Mn)	nil	nil	nil	nil	nil	nil	nil	nil	nil	nil	0.3
Total hardness (CaCO ₃)	44.0	tr	12.0	tr	4.0	24.0	16.0	4.0	144.0	72.0	
Temporary hardness (Ca)	32.0	tr	nil	tr	nil	12.0	8.0	4.0	100.0	44.0	75
Permanent hardness (Mg)	12.0	tr	12.0	tr	tr	12.0	8.0	nil	44.0	28.0	50
Alkaline carbonate (CO ₃)	nil	nil	nil	nil	nil	nil	nil	nil	nil	nil	
Alkaline, bicarbonate (HCO ₃)	102.6	29.30	44.0	29.30	29.30	44.0	44.0	22.0	3.60	3.67	
Hydroxyl (OH)	nil	nil	nil	nil	nil	nil	nil	nil	nil	nil	
Sulphate (SO ₄)	0.10<	0.10<	0.10<	0.10<	0.10<	0.10<	0.10<	0.10<	0.10<	0.10<	200
Chloride (Cl)	3.54	tr	3.54	3.54	tr	tr	tr	tr	3.54	3.54	250
Chloride as sodium chloride (NaCl)	5.84	tr	5.84	5.84	5.84	tr	tr	tr	5.84	5.84	

Sampling Date, No. 1 ~ No. 5 : Feb. 6, 1980, No. 6 ~ No. 10 : Feb. 25, 1980

Table 6-10 Drinking Water Standards in Thailand

	Maximum Acceptable Concentration	Maximum Allowable Concentration
<u>Physical Characteristics</u>		
Turbidity	5ppm (silica scale)	20ppm (silica scale)
Color	5 (std cobalt scale)	15 (std cobalt scale)
Taste	Not objectionable	Not objectionable
Odor	Not objectionable	Not objectionable
pH range	. 6.5 ~ 8.5	9.2
<u>Chemical Characteristics</u>		
Total solids	500 ppm	1,500 ppm
Iron (Fe)	0.5	1.0
Manganese (Mn)	0.3	0.5
Copper (Cu)	1.0	1.5
Zinc (Zn)	5.0	15
Calcium (Ca)	75	200
Magnesium (Mg)	50	150
Sulfate (SO ₄)	200	250
Chloride (Cl)	250	600
Fluoride (F)	0.7	1.0
Ammonia (NH ₃)	45	45
Alkyl benzyl sulfonates (ABS)	0.5	1.0
Phenolic substances as phenol	0.001	0.002

質基準に基づき分析を行なった。その結果を Table 6-9 に、水質基準を Table 6-10 に示す。Table 6-9 で Sample No. 1~8 は沢水であり、No. 9 は同じ水系から導水して貯えた国営鉸山の貯水池の水、No. 10 は同鉸山の廃水である。

この表から明らかなように、沢水は、物理的、化学的にも飲料水に適しており、廃水も問題はない。ここで No. 10 の廃水の濁度が高いのは、廃さいダム流入直前の未処理の廃水を採水したためである。

6.3 用水路

6.3.1 現況

Huai Khamin の場合現在の水源地から鉸山迄の用水路を山腹沿いの素掘水路である。また沢の谷間で素掘水路の施工困難な場所、または狭谷を横切る場所ではパイプ水路あるいは木樋によるショートカットで水路を短縮している。素掘水路は山腹の表土を掘削したもので、表土は花崗岩が風化して粘土質になっているため、水量測定結果からも明らかな様に漏水が極めて少ない (Photo 6-4, 6-5, 6-6)。

現在の用水路レベルは水源地の項でも述べた通り、水利権の関係から標高 1,350 m 以下となっており、鉸山附近では、用水路の勾配が急 (7/1000~10/1000) のため、標高 1,300 m となっている。

現在の用水路の仕様は次の通りである。

- ・素掘水路 巾 40cm~60cm, 深さ 40cm~50cm
- ・パイプ水路 ϕ 250% 又は 300% (鉄製)
- ・木樋 巾 50cm, 深さ 50cm (底板に粘土敷き)
- ・ドロ落し 素掘水路で延長 500m 毎に水路途中に巾 1.00 × 深さ 1.00 の泥貯めを作成し時折掃除を行っている。

6.3.2 用水断面の検討

用水路の大きさは必要な水量をいかに Head (水圧, 標高) を落さないで、水源地から鉸山迄流すかを考慮して決定しなければならない。即ち許容最大流速と許容最小流速の間で満足できるものを求める。

許容最大流速……水路を構成している土壌が流水によって洗掘されない程度の流速;
2.00 m/sec (粘土質)

許容最小流速……水路内に雑草が繁茂したり土砂が沈澱しない程度の流速; 0.12 m/sec (粘土質)

現況の水路を参考にその断面を検討すると、

マンニングの公式により

Photo 6-3 General View of TTC's Waterway



Photo 6-4 Waterway of TTC Mine



Photo 6-5 Wooden Conduit of Waterway

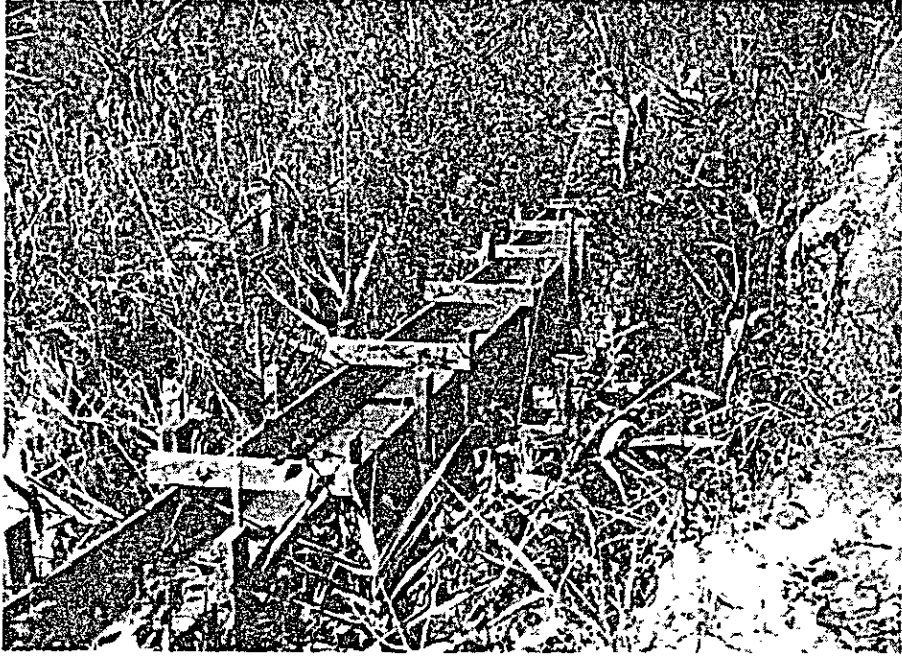
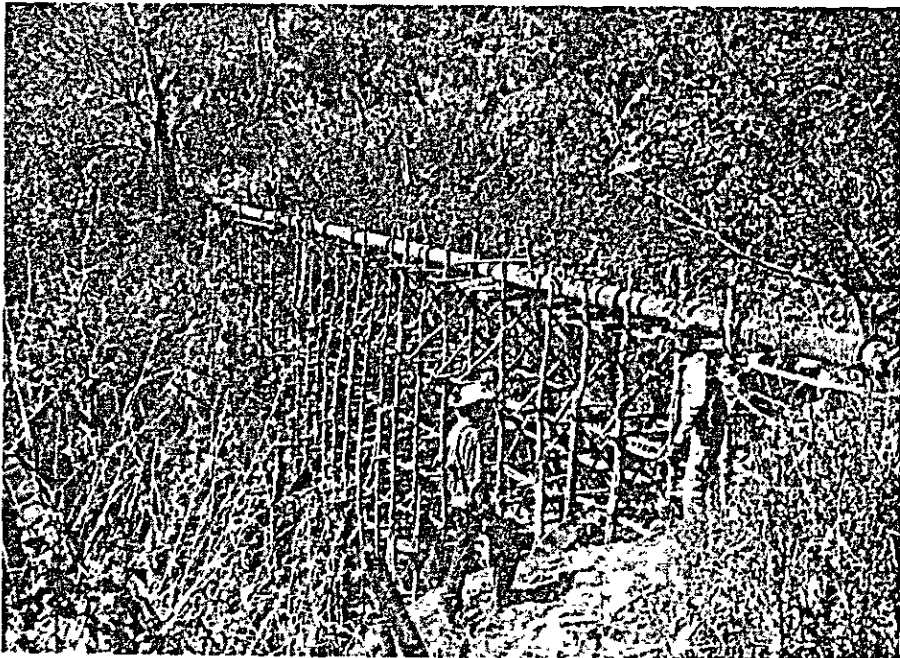


Photo 6-6 Iron Pipe of Waterway



$$Q = A V$$

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot I^{\frac{1}{2}}$$

ここで

Q : 流量 m^3/sec

V : 平均流速 m/sec

R : 径深 = $\frac{A}{P}$ (P : 潤辺, A : 水路断面積)

I : 勾配

n : 粗度係数

1) 素掘水路及び木樋の場合

$$Q = 2.30 m^3/min \text{ 以上}$$

$$V = 0.12 \sim 2.00 m/sec$$

$$I = \frac{3}{1000} \dots \dots \text{施工上可能で所要の流速を満足できる最小の勾配である。}$$

$$n = 0.025 \text{ (粘土質の土, 木樋は底に粘土を敷くので} 0.025 \text{とした。)}$$

現地の状況から水路の巾は 400 ~ 500 mm が適当と思われる。

Q = 2.3 m^3/min の水量を流すに必要な用水路の深さは,

a) 巾 400 mm の場合

$$Q = A \cdot \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot I^{\frac{1}{2}}$$

$$Q = 2.30, A = 0.4X, P = 0.4 + 2X$$

$$P = \frac{A}{R} = \frac{0.4X}{0.4 + 2X}, \quad I = 0.025 \text{ を代入}$$

$$X = 203 \text{ mm (この場合 } V = 0.471 m/sec \text{)}$$

b) 巾 500 mm の場合

$$Q = 2.30, A = 0.5X, P = 0.5 + 2X$$

$$R = \frac{A}{P} = \frac{0.5X}{0.5 + 2X}, \quad I = 0.025 \text{ を代入}$$

$$X = 165 \text{ mm (この場合 } V = 0.469 m/sec \text{)}$$

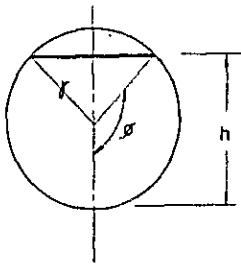
以上から水量 2.30 m^3/min を通すに十分な用水路は, 巾 400 mm の場合 203 mm 以上,

500 mm の場合 165 mm あれば十分である。

2) パイプ(鉄製)の場合

$$Q = 2.30 m^3/min, V = 0.12 \sim 2.00 m/sec$$

$$h = r (1 - \cos \phi)$$



$$A = r^2 (\phi - \sin\phi \cdot \cos\phi)$$

$$R = \frac{A}{2r\phi} = \frac{r}{2} \left(1 - \frac{\sin\phi \cdot \cos\phi}{\phi} \right)$$

$$n = \text{粗度係数} = 0.011 \text{ (鉄)}$$

$$I = \frac{3}{1000}$$

とする。

パイプの場合、流量の最大となる水深は管径の約93%の場合で、管径を12吋(300%)、水深280%とすると、

上記式から

$$V = 0.5568 \text{ m/秒}$$

$$Q = 2.3 \text{ m}^3/\text{秒}$$

となる。

結論として2.3 m³/分の水量を流すのに必要な水路の仕様は次のようになる。

傾斜 3/1000

○ 素掘水路および木樋

巾 400% × 深さ 203% 以上

巾 500% × 深さ 165% 以上

○ パイプ(鉄製)

管径 300%(12吋) 以上

この仕様は現況の用水路とほぼ一致している。なお、現在使われている泥落しは同じ大きさのものを使用すると良い。

6.3.3 用水有効利用の施設計画

水源地より採掘予定地区内へ有効に導水し、その水を効率よく利用するため次の施設を計画する。

施設計画の概要は Fig 6-3 に示す。

a) 新設水路計画

新水源地からの水は新設水路により現在の水源地へ導水する。

b) 切替水路計画

Huai Khamin 鉞山には、前鉞業権者が採掘用に設置した水路があり、現水源地から Huai Khamin 鉞床迄導水している。この水路は勾配が急で、平均勾配 7/1,000 となっている。

水力採掘法は、自然水圧のみで採掘するのが理想的であり、このために水源地から

出来るだけ Head (高さ)を保ちながら導水する事が望ましい。

経費的検討は後述するが、現在の水路を改良して、勾配 3/1,000 の切替水路を作れば、Huai Khamin 鉞床付近で、現在より 25 m 高い標高 1,325 m の水路が得られる。

c) Huai Khamin および Golden Sand 用水計画

Huai Khamin 鉞床は、標高 1,200 ~ 1,370 m, Golden Sand 鉞床は 1,300 ~ 1,400 m にあるため、b) の切替水路を設けても、自然水圧だけでは採掘できない。

従って次の用水計画が必要である。

1. ポンプアップ……水源地から用水路で導かれた用水を Golden Sand 鉞床

(1,400 m) より高い水路 (1,425 m) にポンプアップする。両水路間はパイプ水路となる。また、1,425 m 準の水路を山腹に沿って北へ約 1 Km 延長しておけば、雨季に集水量が増加するので、ポンプアップが軽減できるし、後述の鉞山都市の地滑防止にも役立つ。

2. 鉞床内用水路……ポンプアップした用水を Huai Khamin と Golden Sand

鉞床採掘のために導水する水路である。

このポンプアップおよび鉞区内用水路計画は、鉞床区域内を通過して採掘に支障ないようにし、また鉞区内道路に出来るだけ近い箇所に設置し、管理が容易にできるように留意した。

d) 貯水池

ポンプアップした用水は採掘や生活用として使用されるが、ポンプの故障やポンプの有効利用、ポンプアップした水の有効使用の面から、貯水池を設置する必要がある。貯水池の設置箇所は Fig 6-3 の通りである。

貯水池の容量は前記した事項を考慮し、Golden Sand の採掘用水の一日当り 500 m³ 程度は最低必要と考えられる。すなわち貯水池の大きさは 16 m × 16 m × 2 m (深さ) 程度にした。貯水池予定位置でオーガドリルにより土質調査の結果深度 2 m 程度までは粘土質土壌のため素掘りでも漏水は少ないが、それ以降の深さになると漏水する事が考えられる。これは Huai Khamin 鉞山で使用されている貯水池が深度 2 m を超えていないことから裏付けられる。貯水池の深さを 2 m とした場合漏水の心配はないが、貯水池の壁の保護、水質の保守さらに貯水池の沈下防止の点から、床および壁をコンクリート製とした方がよい。

以上用水路計画を整理すると次のようになる。

Table 6-11 Proposed Plan of Waterway

Item	Specification	Quantity
New Waterway	Width 400 x Depth 203mm+ Inclination 3/1000 500 165mm+	Length 9.5km Bare Ditch, Pipe
Improved Waterway	do do do	Length 2.0km do, do
Waterway in Mine Site	do do do	Length 2.5km do, do
Reservoir	16m x 16m x 2.0m (= 500m ³)	Concrete-made 2 pcs

6.4 ダム計画

鉈山の採掘および選鉈に多量の水を使用するが、その廃水は泥水化しており、そのまま沢の下流へ放出することは出来ない。鉈山のすぐ下流には川水を利用して雨季に水田を耕作している部落があり、また泥水をそのまま放流すれば自然環境が破壊され、重大な社会問題に発展する可能性がある。これを防ぐため泥水をダムに導いて泥を沈澱させ、廃水を下流へ放出する。

6.4.1 ダムの規模

ダムの規模は、鉈山で採掘する土砂の量によって決められる。第4章で記述した鉈山の開発規模と他の類似鉈山のダムを参考にしてFig 6-3に示す位置に次の様なダムを計画した。ダムの提体、設計および安定については後述する。

Table 6-12 Dimensions of Each Dam

No.	Length	Height	Capacity	Remarks
1	80.0m	10.0m	80,000m ³	Improvement
2	50.0	6.0m	110,000	do
3	110.0	6.0m	350,000	New Construction
4	90.0	10.0m	130,000	do

一般的には、ダムを1ヶ所に設置し、集中管理を実施することが望ましいが、TTC鉈山の場合は、鉈床が分散していること、地形上大きなダムの設置が不可能であること、1ヶ所に泥水を集めるにはポンプによる流送が必要である等困難な点が多いので、上記の様に4ヶ所のダムを計画した。

6.4.2 ダムの設計について

国営鉈山は30年以上操業を続けているが、そのダムは、フィルダムで均一型を採用し

ている。このような簡単な構造でも、長期間の豪雨に耐えられるので、TTC 鉱山でも同じタイプのものを考える。ダムの築堤材料は現場の花崗岩の風化により生成した粘土質土壌を使用し、ダムサイトは谷の広さが上流に向かって開けている箇所を選定して、ダムの容量ができるだけ大きくなるようにする。

廃さいは一般に岩石の粉末と多量の水との混合泥水から成るが、これを一定の場所にてできるだけ多量に、かつ安定した状態で堆積するためには、その含有している水をできるだけ除去し、締まった状態にする必要がある。

またダムの堤体で問題になるのにパイピング現象があるが、この現象が起こるのは、浸透水圧に対する土粒子の抵抗力（粘着力、重量および流動化するのを止める下流フィルター効果など）が小さい場合である。従ってパイピングの原因としては、下記要素が考えられる。

- i) 土質PI (Plasticity Index) > 15 の高塑性粘土が、パイピングに対しては最大の抵抗力を有している。現地の土壌の土質試験 (Mine Site No. 1) では、PI = 28.8 で非常に良い結果が得られた。
- ii) 締固め不十分……盛土の締固め不十分のほか、余水吐のコンクリート構造物周辺の締固め不十分がしばしばパイピング誘発の原因となっている。現地では十分固まっていたこの心配はなかった。
- iii) クラック……盛土の不同沈下によるクラック、盛土の乾燥による沈下がある。施工時十分締固めしてクラックを生じないようにしなければならない。

6.4.3 ダムの安定

上記事項を勘案し、ダムの必要容量から各々のダム堤体の形状を考えると次のようになる。

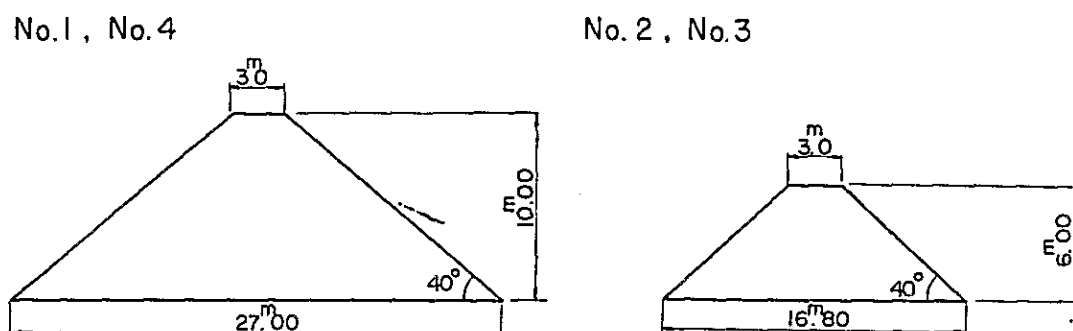
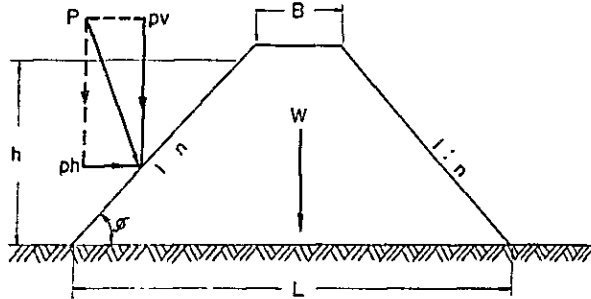


Fig. 6-2 Proposed Shape of Each Dam

構造物の安定は、転倒、滑動、支持力について調べるものであるが、ダムのように底部の広い台形断面をなすものは、転倒に対する安定や支持力を検討する必要がほとんどなく、滑動に対する安定だけを検討すればよい。^{*}



P = 静水圧 (kg または t)

W = 水の単位容積重量 ($1,000 kg/m^3$ または $1 t/m^3$)

Ph = 静水圧の水平分力 (kg または t)

Pv = 静水圧の鉛直分力 (kg または t)

h = 最大貯水深 (m)

W = 延長 $1 m$ 当りの堰堤断面の土の重量 (kg または t)

f = 堤土と地盤との間の摩擦係数 ($0.8 \sim 0.7$)

ϕ = 法こう配の角度 ($\tan \phi = \frac{1}{n}$)

とすれば、

$$P = \frac{W \cdot h^2}{2 \cdot \sin \phi}$$

$$Ph = \frac{W \cdot h^2 \cdot \cos(90^\circ - \phi)}{2 \cdot \sin \phi} = \frac{W \cdot h^2 \cdot \sin \phi}{2 \sin \phi} = \frac{W \cdot h^2}{2}$$

$$Pv = \frac{W \cdot h^2 \cdot \sin(90^\circ - \phi)}{2 \sin \phi} = \frac{W \cdot h^2 \cdot \cos \phi}{2 \sin \phi}$$

堤体が滑動に対して安全であるための安定条件式は

$$Ph < f(W + Pv)$$

上式において堤土の $\frac{2}{3}$ ままでが水で浸潤し、その空げきを 40% と仮定し、その比重を 1.6 とすれば、湿った土の重量は $1.6 + 0.4 = 2 t/m^3$ となる。つぎに堤土断面の長さ $1 m$ 当りの体積を V とすれば、浮力を減じた実際の堤土重量 W (kg または t) は、つぎのよ

* タイ国では激しい地震がないので、地震は考慮する必要はない。

うになる。

$$W = \left\{ \frac{2}{3}(2-1) + \frac{1}{3} \times 1.6 \right\} \cdot V = 1.2V$$

従って上記の安定条件式は、

$$Ph < f(1.2V + Pv)$$

滑動に対する安全率を3以上とすれば、

$$\frac{f \cdot (1.2V + Pv)}{Ph} > 3$$

(A) No. 1, No. 4 ダムの場合を当てはめてみると、

$$V = \frac{30 + 27.0}{2} \times 10.0 = 150.0$$

ここで $h = 9.0 \text{ m}$

$$f = 0.7 \text{ とすると}$$

安定式は

$$\frac{0.7 \left(1.2 \times 150 + \frac{1 \times 9^2 \times \text{Cos } 40^\circ}{2 \times \text{Sin } 40^\circ} \right)}{\frac{1 \times 9^2}{2}} = 3.9 > 3$$

(B) No. 2, No. 3 ダムの場合は、

$$V = \frac{3 + 16.8}{2} \times 6 = 59.4$$

ここで $h = 5.0$

$$f = 0.7 \text{ とすると}$$

安定式は

$$\frac{0.7 \times \left(1.2 \times 59.4 + \frac{1 \times 5^2 \times \text{Cos } 40^\circ}{2 \times \text{Sin } 40^\circ} \right)}{\frac{1 \times 5^2}{2}} = 4.82 > 3$$

いずれも安定率は3以上となり、ダムの形状はFig 6-2に示した通りで十分である。

6.4.4 ダムの山腹水路

ダムには、その周辺から雨季に多量の雨水が流入し、ダム崩壊の原因となるので、雨水の流入を極力防止するのが望ましい。対策として、ダムの計画高さで、ダムをとりまく山の斜面に山腹水路を設け、雨水を集めダムの堤体より下流へ放出することが考えられる。

6.5 用水路計画の工事費概算と計画決定

6.5.1 工事費の積算

(1) 積算の条件

- a) 1976年を100とした場合の1979年の物価指数は125であったが、1980年にかけての物価上昇は急激で、1979年から約2倍の上昇を示したと云われる。今後の予測は非常に難かしいので、ここでは1980年3月現地で得たデータに基づいて工事費を算出する。
- b) 建設資材等の単価は現地（Chiang Mai, Samoeng）で得た資料を使用する。
- c) 工事の施工は、現地TTC鉱山が行なうものとする。
- d) 人件費は、タイ国のMinistry of Interiorの省令と、山許で得た資料を使用する。
- e) 工事単価は、現地で入手した積算資料を基礎として算出する。

(2) 資材の購入

資材はChiang MaiおよびSamoengから購入する。

Chiang Mai ……セメント, パイプ類, 木材(板), 鉄筋類

Samoeng ……砂, 骨材, 木材

現地…… ……重機器(ブルドーザー, バックホウ, トラック), 山地からの木材(雑木類)

Table 6-13 Unit Prices of Principal Materials (as of March, 1980)

1 B = ¥ 12.5 (1\$ = 20.3 B)

Item	Unit Size	Unit Price (Chiang Mai)	Unit Price (Japan)	Remarks
Cement	50kg/bag	65B/bag (¥813)	¥750 /bag	Transportation Fee: Not included
Sand	coarse	200B/m ³ (¥2500)	¥3300 /m ³	
Iron Pipe	1" x 6m	23.3B/m (¥291)	¥115 /m	
do	2" x 6m	44.2B/m (¥552)	¥368 /m	
do	4" x 6m	116.6B/m (¥1,458)	¥920 /m	
do	8" x 6m	933.3B/m (¥11,666)	¥2,303 /m	
Vinyl Pipe	1" x 4m (hard)	15.5B/m (¥193)	¥117 /m	
do	2" x 4m	40.25B/m (¥503)	¥356 /m	
Iron Bar	9m/m x 10m	88.20B/t (¥110,000)	¥72,000 /t	
Nail	4" x 8#	12B/kg (¥150)	¥110 /kg	

Transportation Fee : Chiang Mai Bu Kaew 8T Truck 3,000B/day (¥37,500), 2T Truck 1,500B/day (¥18,750)

但し木材関係は、後述都市計画の工事費積算項を参照。

(4) 労務者賃金

タイ国のMinistry of Interior の省令でChiang Mai県に於て、最低賃金は35バーツ/工となっている。

現地および近隣の国営鉱山の労賃は、

- a) 一般労務者 35～60バーツ/工
- b) 熟練労働者 50～100バーツ/工（大工等）
- c) 一般管理者 80～200バーツ/工（職長、係員）

である。

6.5.2 各用水計画の工事費による比較

6.5.1の積算基準に従って、6.2,6.3項で述べた水源地および用水計画について工事費を概算し、他の要因と共に比較検討して最終案を決定する。

(1) 新水源地の場合

6.2項で、新水源地の候補地を2ヶ所あげたが、その夫々の工事費の概算は次の通りである。

Table 6-14 Construction Cost of Waterways

Water Source	Item	Construction Cost
(A) Mae Chaem River	Length of Waterway 8.0km	78,000฿
	Length of Pipe Waterway 0.8km	907,500
	Intake	7,000
	Total	992,500
(B) Doi Mok River	Length of Waterway 9.7km	95,000฿
	Length of Pipe Waterway 1.5km	1,800,000
	Intake	7,000
	Total	1,902,000

この表から明らかなように、新水源地をMae Chaem川に求めた方が、工事費が $\frac{1}{2}$ ですみ経済的である。

(2) 繰返し用水使用の場合

新水源池を求めれば、素堀水路8.0Km+パイプ水路0.8Kmが必要となり、約100万バーツの経費がかかるので、現有の水量を繰返し使用した場合の経費と比較してみる。この場合採掘場近くにポンプを設置し、採掘用水を繰返し使用することになる。

Table 6-15 Comparison of New and Existing Water Sources

Item	New Water Source		Existing Water Source	
	Quantity	Construction Cost	Quantity	Construction Cost
Waterway	8.8km	992,500฿	2.0km	40,000฿
Pump	-	-	2pcs	300,000
Fuel	-	-	6months	500,000
Reservoir	-	-	2pcs	200,000
Total		992,500		1,040,000

但し現水源地のみ使用する場合は、乾季だけ必要とし、一部採掘済み鉱床も生ずるため、山命10年の内5年分を計上した。

この比較表だけからでも新水源地の方が有利であるが、前にも指摘したように、採掘が進むにつれて生ずる、貯水池内の堆積泥の除去の問題、泥水使用によるモニターの目づまりの問題など考え合わせると、維持費のほとんど掛らない新水源地が最善と考えられる。

以上用水計画の最良案をまとめると、次の通りである。

用水路工事

- (1) 新水源地 → 現水源地新設水路 8.8 Km
(素掘水路 8.0 Km, パイプ水路 0.8 Km)
- (2) 現水源地 → (Huai Khamin) 切替水路 (素掘) 2.0 Km
- (3) 鉱山内新設水路 (Huai Khamin → Golden Sand) 2.5 Km
(素掘水路 2.5 Km, パイプ 7.0 m)

貯水池工事

- 500 m³ × 2ヶ (採掘用)
- 200 m³ × 2ヶ (飲料水用)

ポンプ, 配管工事

ℓ = 120 m

ダム工事 (No 1 ~ No 4) 4箇所 (盛土 10,000 m³, 山腹水路 300 m 他)

6.5.3 用水路計画工事費

前項で決定した最終計画案に沿って積算した工事費の概算金額は下記の通りである。

用水路工事	1,112,500	バーツ
貯水池工事	306,600	
ポンプ, 配管工事	179,000	

ダム工事	604,000
計	2,202,100 パーツ

但し、上記概算工事費は直接工事費のみで金利、維持費、運転費等は含まれていない。

6.5.4 工事工程

鉱山を操業する上で、水は必要欠くべからざるものであるが、TTC鉱山で現在確保している水源地だけでは、乾季に水不足を来たしてろう。従って年間を通じて安定した操業を行なうには、用水計画を最優先しなければならない。

用水計画に関する工事の工程は、労働者の雇用数に左右されるが、労働者の臨時雇用の困難な鉱山地域では、用水計画だけで労働者数を定めるべきでなく、鉱山開発の総合計画の中で決定しなければならない。

こゝでは、用水工事に要する労働者数と所要月数の一例を示す。

	労働者数	所要月数
水路工事	30人	4ヶ月
貯水池	10	2
配管、ポンプ	20	3
ダム	20	2

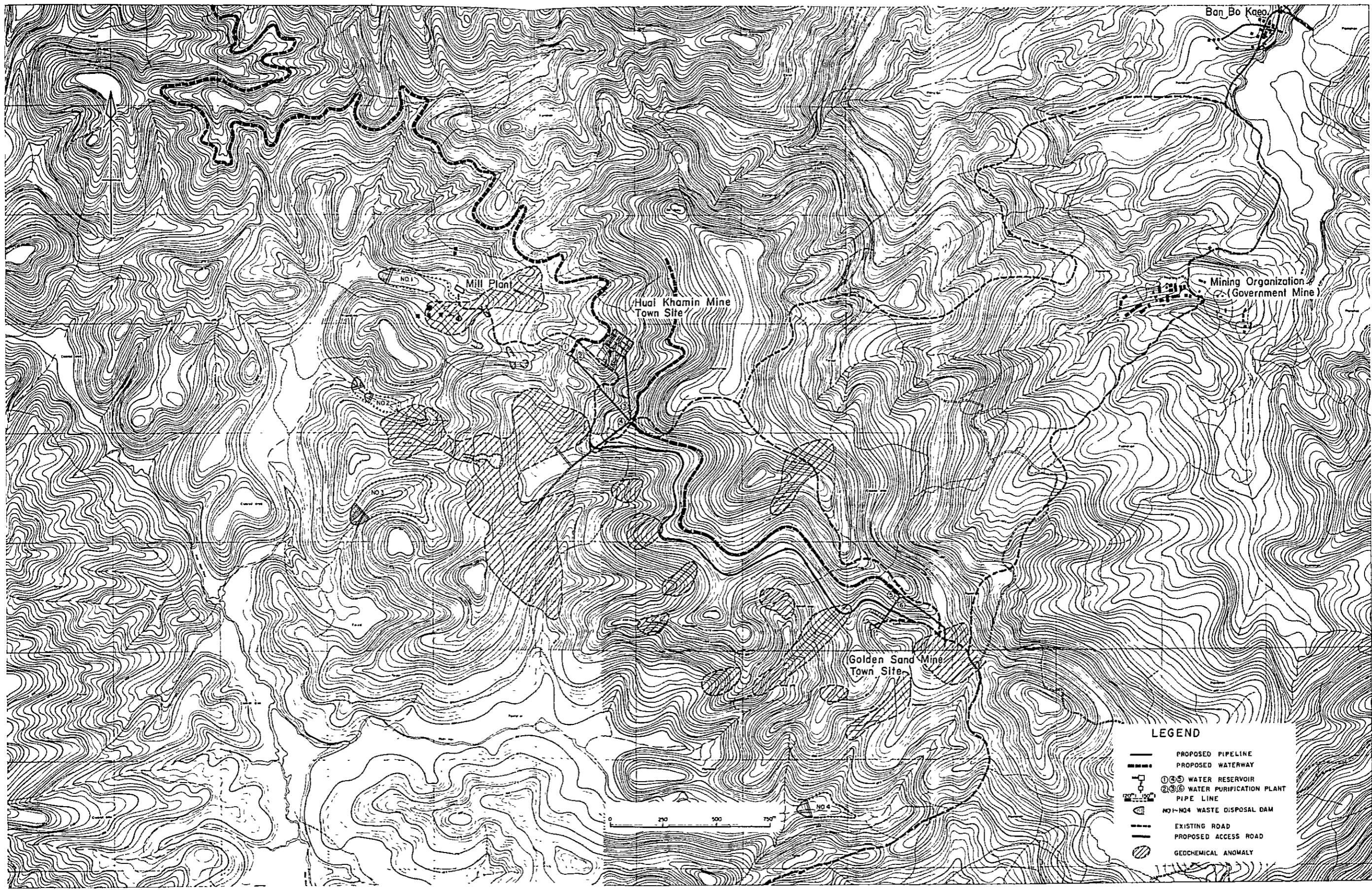


Fig. 6-3 Proposed Mine Town, Waterway, Dam and Road

