

ビルマ連邦社会主義共和国モニワ地区

鉱物資源開発基礎調査報告書

(剝土および坑道探鉱
パイロットプラント建設
選 鉱 試 験)

第 五 卷

(第四年次)

昭和51年7月

国際協力事業団
金属鉱業事業団

ビルマ連邦社会主義共和国モニワ地区鉱物資源開発基礎調査報告書

第五卷(第四年次)

国際協力
金属鉱業

104
601
MP

LA 20
(1)
K-5

ビルマ連邦社会主義共和国モニワ地区

鉱物資源開発基礎調査報告書

(剥土および坑道探鉱
パイロットプラント建設
選 鉱 試 験)

第 五 卷
(第四年次)

JICA LIBRARY



1034001[6]

昭和51年7月

国際協力事業団
金属鉱業事業団

SC
76

国際協力事業団		
受入 期	84.8.28	104
登録No.	14225	66.1
		MP

マイクロ
フィッシュ作成

は し が き

日本政府は1972年にビルマ連邦社会主義共和国の要請に応え、同国モニワ地区の鉱物資源賦存の可能性を確認するため、地質等の調査を実施することとし、この調査を海外技術協力団（現国際協力事業団）に委託した。

同事業団は、本調査の内容が地質および鉱物資源開発にかかわる専門的な分野に属することから、調査の実施を金属鉱業事業団に依頼することとした。

本調査は1972年度を第1年次とし、1975年度の第4年次に至るまで、三井金属エンジニアリング株式会社ならびにビルマ連邦政府関係機関の協力を得て実施され、1976年3月に現地調査を完了した。

本報告書は、この内、第3年次に始まり、第4年次にひきついで実施された鉱化帯剝土・坑道探鉱工事、パイロットプラント建設工事、ならびに選鉱試験の経過ならびに結果をまとめたものである。

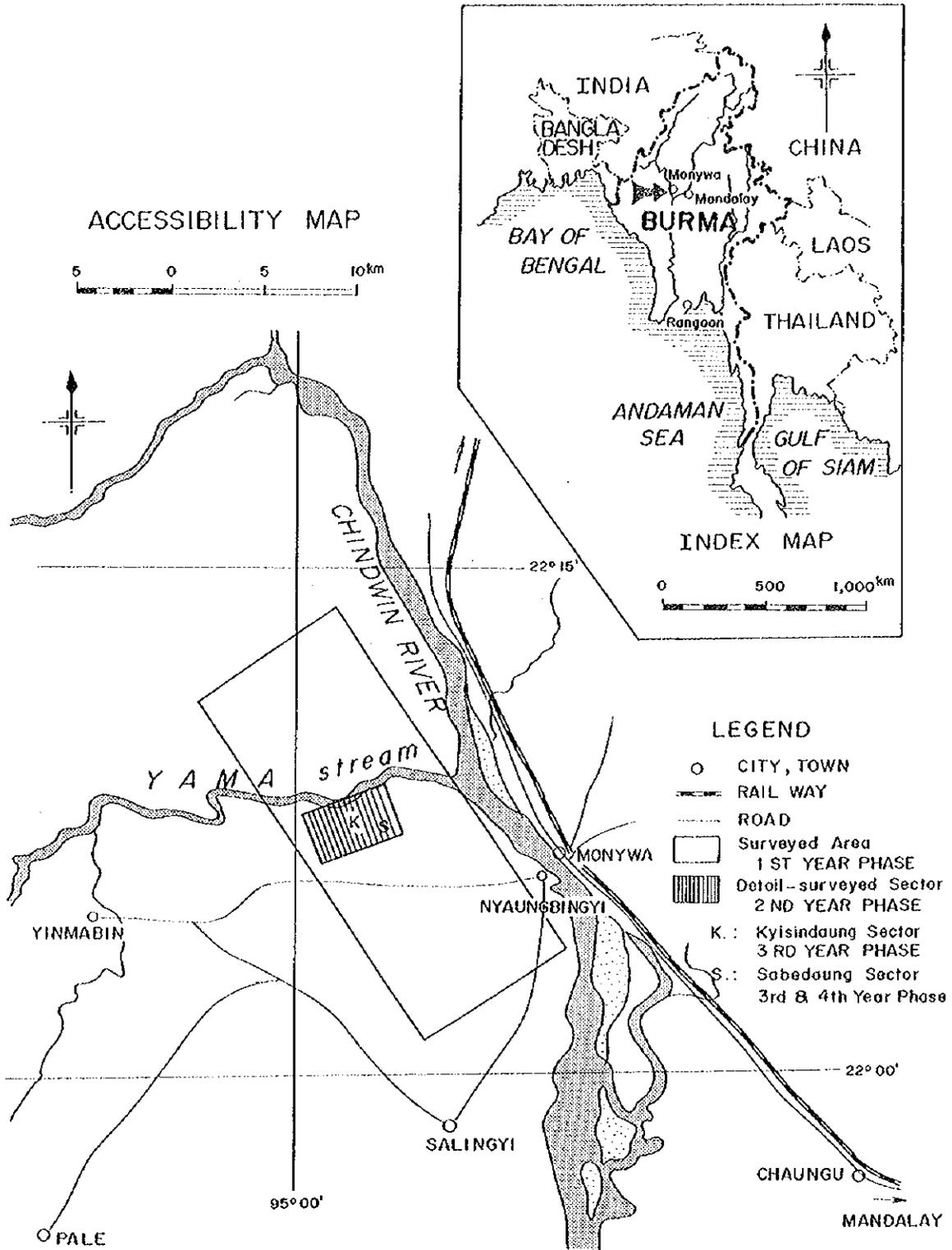
おわりに本調査の実施にあたって御協力をいただいたビルマ連邦政府機関ならびに通商産業省、外務省、金属鉱業事業団および関係各社の方々に衷心より感謝の意を表するものである。

1976年7月

国際協力事業団
総 裁 法 眼 晋 作

Fig. 1

LOCATION MAP OF THE SURVEYED AREA



要 約

1972 年を第一年次としてビルマ連邦社会主義共和国モエワ地区において鉱物資源開発協力基礎調査を開始し、Sabedaung（サブドン）、Kyisindaung（チンドン）およびLetpadaung（レパドン）を含む調査地に対し、地質調査、物理探査（IP法）および一部試錐調査をそれぞれ実施した。さらにSabedaung試錐コアを用いての鉱質テストを行い、選鉱方法に対する見通しを得たので、第三年次にはSabedaung鉱床を被う表土の一部を剝土し、採掘上の諸特性を得るとともにKyisindaung 東北部において粗鉱処理能力 50 t/日のパイロットプラントを建設した。

第四年次にはこのプラントを用いて鉱石の選鉱上の特性を把握し、操業方式決定のために必要なデータを得ることを目的として、11月11日から1976年2月14日まで選鉱試験を実施した。

一方、鉱石の採掘に関しては、第三年次に実施のSabedaung鉱床南西部の試錐孔JS-9付近の切開開さく最奥部から工期、調達可能な爆薬を勘案して10月15日に坑道探鉱工事を開始し、1976年2月10日まで継続実施した。この間の主な工事量・選鉱成績はつぎのとおりである。

坑道掘進	91.7m	
坑道掘進による採掘鉱量	1,758t	
坑道幅幅による採掘鉱量	2,085#	
採掘鉱量合計	3,843t	
坑口への搬出鉱量	3,556t	
# # # 量	232#	
搬出量合計	3,788t	
パイロットプラントへの送鉱量	2,738t	
選鉱処理鉱量	2,138t	
操業日数	68日	
平均処理鉱量	31.4t/日	
浮選採取率（粗鉱品位 Cu 0.9%での推定）		
	採 取 率	精 鉱 品 位
Conventional 法	70.7%	30%
Scavenger Cleaner 法	75.0#	30#
		尾 鉱 品 位
		0.27%
		0.23#

また、主なる使用機械は、以下のとおりである。

ブルドーザー	1台	ジープ	1台
ショベルローダー	1台	コンプレッサー(17 m ³ /分)	1台
ダンプトラック	2台	レッグさく岩機	4台
シングルトルクラッシャー	2台	コンディショナー	2台
チューブミル	2台	ネカクロン	4台
フローテーター	22槽	ディーゼル発電機 250 KVA	1台

以上による操業試験の結果、主としてつぎの事項が明らかになった。

1. 鉱体および周辺の岩盤はさく岩し易く、発破もよく効き、しかも坑内においては坑道幅7 m程度に拡張をしても天盤、側壁の剝離落下はほとんど発生せず、無支保での開さくができる。
2. Sabedaung 鉱床の鉱石は浮遊選鉱によって銅鉱物を有利に回収できるとの結論を得た。すなわち、浮選試験によって当初の目標を上廻る精鉱品位30%が達成でき、その時の採取率を75%に見込めることが判った。
3. Mounywa の銅鉱石は採選鉱の過程において、ある程度の経時的な酸化を考慮すべきであろう。

以上

第 I 部

剝土および坑道探鉱工事

第 1 部 剝土および坑道探鉱工事

目 次

第 1 章 序 論	1
1-1 調査目的	1
1-2 調査の概要	1
1-3 調査員の構成	2
第 2 章 調査個所の選定	7
2-1 対象鉱床の選定	7
2-2 調査個所の選定	7
第 3 章 工事方法	8
3-1 当初の考え方	8
3-2 その後の検討経緯	8
3-3 実際の工事方法	10
第 4 章 機器使用状況	11
4-1 使用機械	11
4-2 使用機材	11
4-3 圧気管・給水管の布設	12
第 5 章 工事の経過	13
5-1 月別工事内容	13
5-2 作業員の編成と作業時間	13
5-3 鉱山保安への配慮	13
5-4 火薬類・燃料の補給とその品質	15
第 6 章 工事の内容	16
6-1 作業場の確定	16
6-2 表土の剝土	16
6-3 軟岩の除去	16
6-4 切割開さく (Open Channel Cut)	17
6-5 坑道掘進	18
6-6 拡幅探鉱	19

6-7	鉄石の運搬および貯鉄	27
6-8	鉄山道路の補強工事	27
6-9	工事実績の概要	27
第7章	剝土・採掘上の諸特性	33
7-1	表土・岩盤の状況	33
7-2	ブルドーザーによる押土	33
7-3	さく岩	33
7-4	発破	35
7-5	積込みと運搬	35
7-6	坑道および採掘鉄石の酸化	40
第8章	地質調査	41
8-1	地質調査概要	41
8-2	鉄床概況	41
8-3	Sabedaung 鉄床	42
8-4	坑道地質	42
8-5	坑道品位	44
第9章	まとめ	54

List of Plates

PL. I-8-1	Geological Map of Sabedaung Tunnel
PL. I-8-2	Assay Map of Sabedaung Tunnel
PL. I-8-3	Geological Sketch of Mine Site at Sabedaung

List of Figures

Fig. I-1-1	Location Map of Mine Site
Fig. I-1-2	Layout of Sabedaung Mine Site
Fig. I-1-3	Detailed Map of Sabedaung Tunnel
Fig. I-3-1	Conceptual Design of Open Pit with Channel Cut
Fig. I-6-1	A Section Along Center Line, 0 -- 0'
Fig. I-6-2	Relation of Open Channel and Tunnel
Fig. I-6-3	Normal Drill Hole Pattern
Fig. I-8-1	Fissure and Ore Veinlet in Sabedaung Tunnel
Fig. I-8-2	Ore Grade Comparison on JS-9 Hole between Cores and Tunnel-Wall Samples

List of Tables

Table I-5-1	Trend of Field Works, Phase III & IV
Table I-6-1	Channel Cutting in Review
Table I-6-2	Tunneling in Review
Table I-6-3	Wall Cutting in Review
Table I-6-4	Balance Sheet of Ore Production
Table I-6-5	Mining and Ore Haulage
Table I-6-6	Main Data on Stripping & Underground Mining
Table I-6-7	Working Efficiency
Table I-7-1	Data on Drilling
Table I-7-2	Consumption of Explosives
Table I-7-3	Shovel Loader Performance
Table I-7-4	Dump Truck Performance
Table I-8-1	Chemical Analysis of Ore Sample in Sabedaung Tunnel
Table I-8-2	Microphotographs
Table I-8-3	List of Rack and Ore Sample in Sabedaung Sample
Reference	Comparison of Tunneling Data

第 1 章 序 論

1-1 調査目的

1972年を第1年次として開始されたモニツ地区の地質調査、物理探査および試錐調査の結果にもとずき、第3年次には試錐調査のほか、現地に50t/日のパイロットプラントを建設し、あわせてSabedaung 鈹化帯の剝土、採鈹を行うこととなった。

ここでは、この剝土・採鈹工事とこれにひきつづく第4年次の坑道探鈹工事について報告する。

これらの工事はSabedaung 鈹床の地質構造、鈹化帯の状況把握、鈹体採掘上の諸特性の解明ならびに選鈹試験に供する鈹石の確保等を目的として実施したものである。

1-2 調査の概要

1-2-1 調査箇所 (Fig 1-1-1 参照)

Sabedaung (サベドン) 鈹床南西部において、第2年次に日本調査隊が実施の試錐孔JS-9を中心とする区域。

作業場の底面は付近を通過する鈹山道路より約5m高い海拔108m準に設定した。

1-2-2 調査状況 (Fig 1-1-2 参照)

ブルドーザーによる表土除去、軟岩切削除去を行ない、引続きさく孔・発破を併用して、早期に鈹石の採掘を可能とするため切削開さく (Channel Cut) を実施、ついでこの切削開さくの最奥部より試錐孔JS-9に向け坑道掘進を開始、坑口から27.4mの地点でJS-9孔に貫通、さらに直進した。その後、JS-9孔貫通地点より試錐孔DH-30に向い分岐坑道を掘進し、奥部で両者を連絡坑道により連結した。ついで、鈹石部分の拡幅追切りによる採鈹に移行し、選鈹試験用鈹石を確保した。

その過程で、坑内地質調査による鈹化帯の状況の把握、ならびに鈹体採掘上の諸特性の解明に要するデータの収集を行った。

1-2-3 工事量 (Fig 1-1-2 および 1-1-3 参照)

ブルドーザーによる表土除去	3,900 ^{m³}
" " 軟岩切削除去	5,200 ["]
切削開さく	1,138 ["] (2,844 ^t)
小 計	10,238 ^{m³}
JS-9孔向直進坑道	48.3 ^m (加背 3 ^m × 3 ^m)
DH-30孔向分岐坑道	19.0 ["] (" " ")
連絡坑道	8.6 ["] (" 2 ^m × 2 ^m)

坑幅用切込坑道	15.8m (加背 2m × 2m)
小計	91.7m
坑道掘進による採掘鉱量	1,758t
坑道坑幅による採掘鉱量	2,085#
採掘量合計	3,843t
坑口搬出鉱量	3,556t
切羽残鉱	55#
廃棄併量	232#
小計	3,843t
選鉱送鉱量	2,738t

1-2-4 調査期間

山元における調査期間は1975年3月31日から1976年2月15日までの10.5ヶ月間であるが、後述のごとく現場における作業計画調整等のため実際の作業は1975年5月13日から開始されており、正味9ヶ月間である。

1-3 調査員の構成

現地調査および解析作業は、ビルマ国鉱山省鉱物開発公社(Myanmar Mineral Development Corporation, 略称MMDC)の協力を得て三井金属エンジニアリング株式会社(略称MESCO)により実施された。現地調査員はつぎのとおりである。

1) 渉外総括

大倉 長喜	MESCO
佐々木英憲	"
長田 信夫	"
U Kyaw Aung	MMDC
U Ko Ko	"
U Thein Aung	"
U Kyi	"
U Ye Win	"

2) 剝上, 坑道探鉱

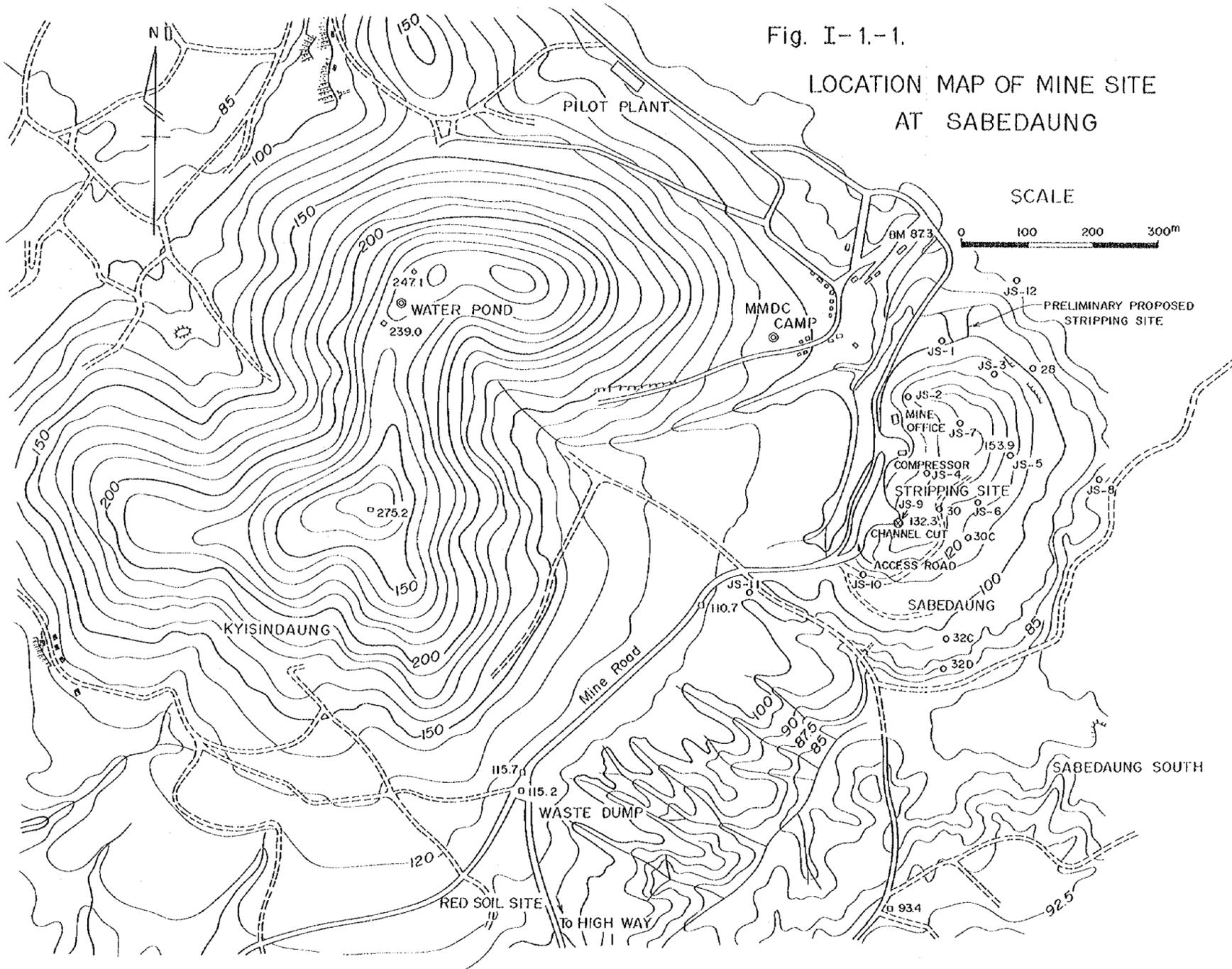
田中 道夫	MESCO
U Tin Maung	MMDC
U Saw Htu Tha	"
U Aye	"

U Win Maung	MMDC
3) 地質調査, 分析	
大坪 勉	MESCO
U Myo Myint	MMDC
U Sein Thaik	"
U Myint Thein	"
U Tin Oo	"
U Than Maung	"
U Toe Maung	"
U Aunt Kyaw	"
U Maung Maung Latt	"

なお、上記の他、長田信夫、大坪勉の両名は1975年3月からそれぞれ6ヶ月、4ヶ月間をわたり、コロンボ計画による鉱山専門家、測量専門家としてJapan International Cooperation Agency(略称JICA)から本調査に協力のため派遣されたことを付記する。

Fig. I-1-1.

LOCATION MAP OF MINE SITE
AT SABEDAUNG



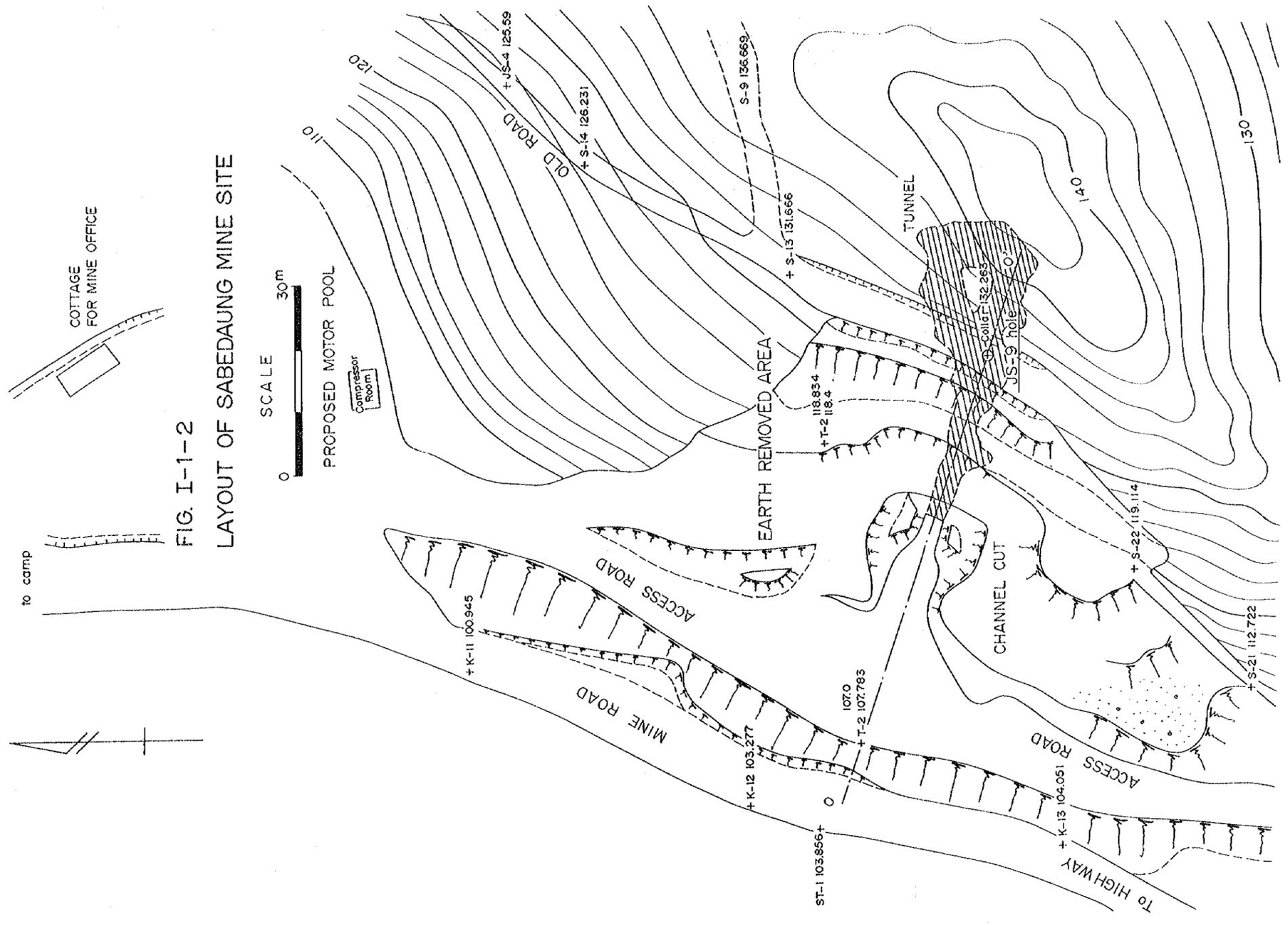
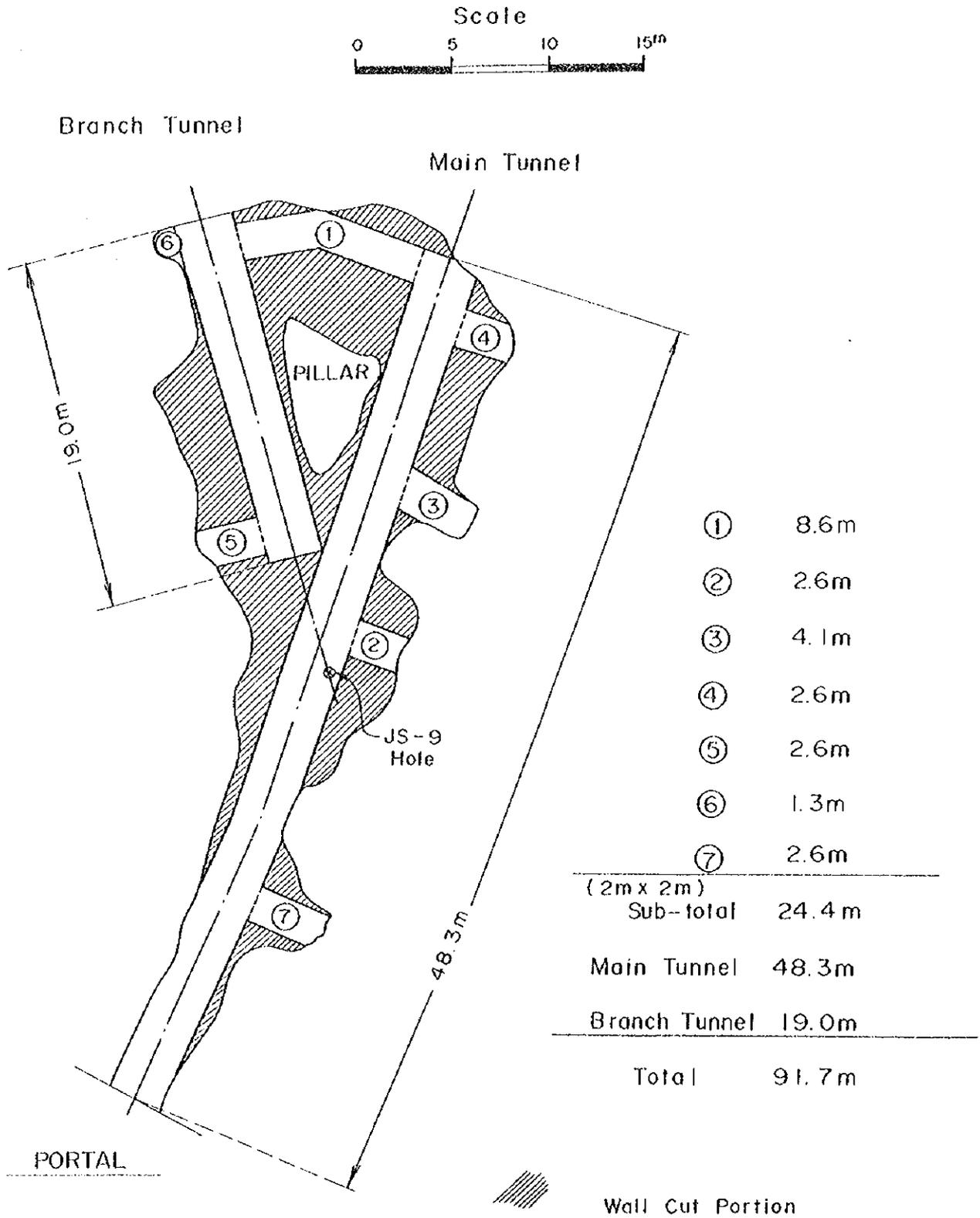


FIG. I-1-2
LAYOUT OF SABEDAUNG MINE SITE

Fig. I-1-3

Detailed Map of Sabedaung Tunnel



第 2 章 調査箇所の選定

2-1 対象鉱床の選定

これまでの試錐および地質調査の経緯とその結果からみて、各鉱床はつぎのように特徴づけられよう。

Sabedaung 鉱床 …………… 表土が比較的うすく高品位

Kyisindaung 鉱床 …………… 表土が厚く比較的低位

Sabedaung South 鉱床 …………… (概査の段階にて探鉱中)

これより、調査期間、工事費がもっとも少なくて済み、かつ開発段階において最初に開発の対象として選ばれる可能性の強い Sabedaung 鉱床を今回の対象鉱床として選定した。

2-2 調査箇所の選定 (Fig 1-1-1)

当初、表土がもっともうすくかつパイロットプラントにもっとも近い場所として Sabedaung 鉱床北部を選定し、若干の予備的な剝土を実施したところ、岩石の風化が著しく、白色粘土を多量に含有する低位酸化鉄帯であることが判明した。選鉱場に給鉱する試験鉱石は、Sabedaung 鉱床の平均品位ならびに平均鉄質であることが望ましく、この場所における鉄石は試験給鉱用として適当でないものと判断されるに至った。さらにこの場所より給鉱に適する鉄石を得ようとするれば、剝土量が著しく増大することになり、工期、機材の諸点においても難点があることが判明したため、この地点における剝土はとりやめることとした。

あらたな候補地として、次の三区域が挙げられた、すなわち、

Sabedaung 東部 …………… 試錐孔 DH-28, JS-8 付近

Sabedaung 南部 …………… 試錐孔 DH-39G, 32D 付近

Sabedaung 南西部 …………… 試錐孔 DH-30, 30C, JS-9 付近

これらに対し、次の基準を満たすものを選ぶこととした。

- 1) 表土がもっともうすく、かつ試錐調査により鉄床分布状況の信頼性に富むこと。
- 2) 既存の鉄山道路にもっとも近接しており、鉄石、研および人員・資材の運搬に便利なこと。
- 3) 試錐孔の岩芯採取率が充分高く、鉄石がフレッシュで、かつ Sabedaung 鉄床の平均品位を充たす銅品位をもち、銅/硫黄比も Sabedaung 鉄床の平均値に近いこと。

以上を前提に、慎重かつ現実的な選択を行なった結果、新しい調査箇所を Sabedaung 鉄床南西部の試錐孔 JS-9 付近に決定した。なお、JS-9 孔の Collar elevation は海拔 132.3 m、着鉄深度が 19.1 mであることを考慮し、作業場の底面レベルは海拔 108 m 準に定めた。

第 3 章 工 事 方 法

3-1 当初の考え方 (Fig 1-3-1 参照)

全面的に表土・軟岩を剝土し、露天採鉱を行うものとした。Sabedaung 南西麓の鉱山道路から、JS-9 孔に至る全長 5.1 m、底幅 5 m の切削り (Channel Cut) を海拔 110 m 準に開さくし、さらに JS-9 孔から 1.2 m 手前の地点を中心に半径 1.0 m の円形掀幅を実施し、これをピット底として傾斜 45° で半円状のオープンピットを形成するものと考えた。この工事方法によると、鉱石部分を含む総掘さく土量は 22,000 m³、推定爆薬所要量は約 1.2 t、同雷管所要量 20,000 発以上となり、また鉱石の採掘を始めるまでの推定所要工期は順調に実施できたとしても最低 4 ケ月となる。

3-2 その後の検討経緯

上述の当初の考え方については、

- 1) 第 3 年次工事予算量に比べ、工事量が過大である。
- 2) MMDC よりの当座、入手可能な爆薬は 1.72 t、うち 1.07 t は 1968 年製の硝安爆薬であり、すでに吸湿して使用に耐えない状態であり、かつ雷管は 2,000 発にすぎず、量的に大幅に不足しており、かつビルマ国内での追加調達は困難である。
- 3) 実質的な剝土作業の開始が 5 月中旬であり、所要工期が最低 4 ケ月かかるのでは、給鉱開始予定期限の 9 月初めに間に合わなくなる公算が大きい。
- 4) 土木・さく孔機械の能力が不足で、追加調達が必要となる可能性が大きく、予算・納期面で困難が予想される。

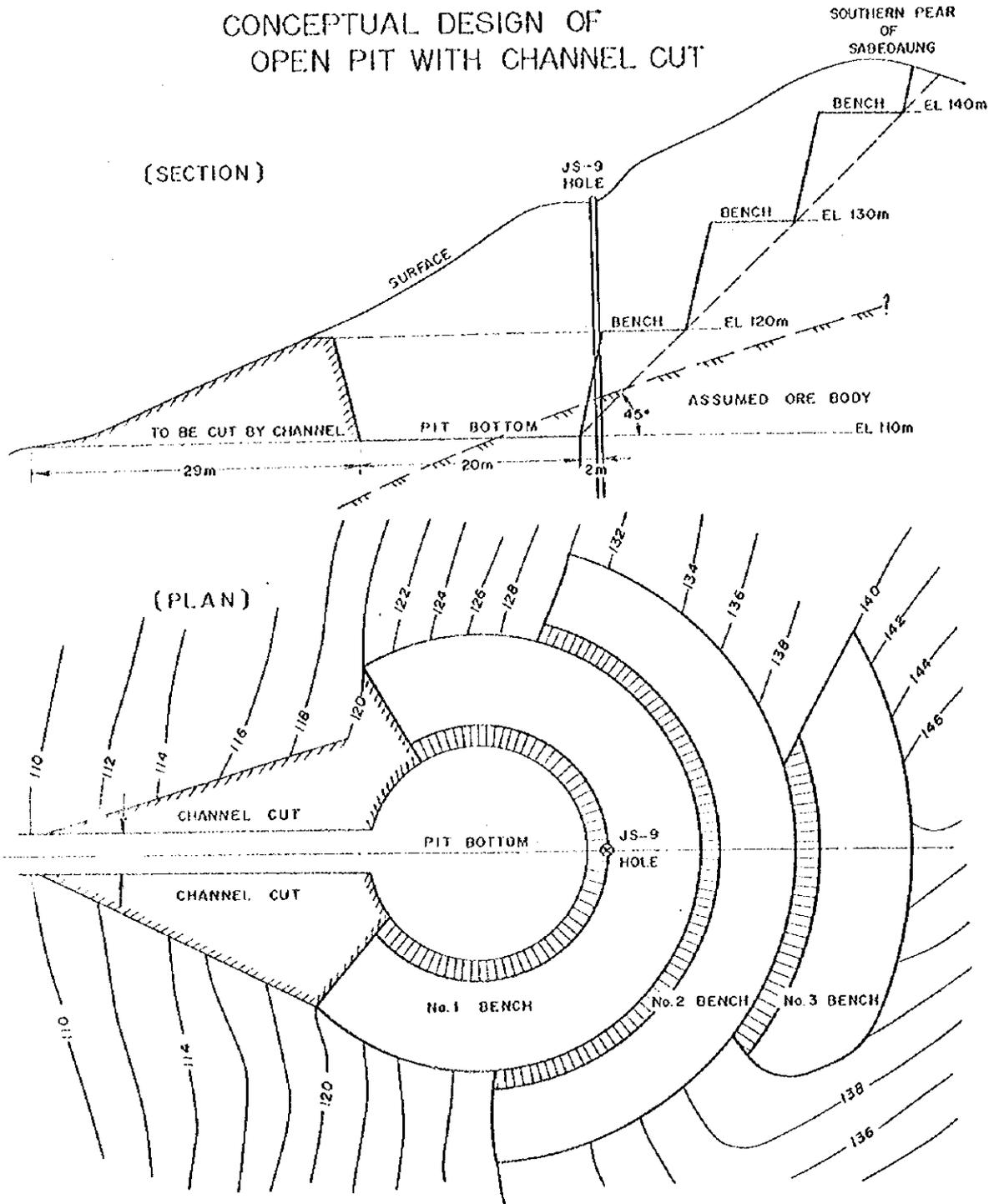
等の諸点が懸念され、かつ爆破を行うことなく切削できる表土・軟岩の厚さ、硬岩に対するさく孔の難易度、単位 Volume 当りの所要爆薬量、労務者の熟練度等、未知の要素が多かったので、パイロットプラント竣工後の供試鉱石の確実な供給を優先させることとした。具体的な方策として、

- 1) 露天剝土を開始し、調査個所の表土・軟岩を出来るだけ除去する。
- 2) 硬岩が露出した時点でさく岩発破による切削開さく作業に着手し、できるだけ JS-9 孔に近づくようにする。なお、その際作業場床面レベルは、鉱体上端部の起伏に対する安全をみて海拔 108 m とする。
- 3) その過程で、上述の未知の諸要素が明らかになるので、これとともに工期・機材を勘案の上、
 - a. 露天剝土・露天採鉱を続行する。
 - b. 露天剝土を途中で打ち切り、坑道掘進を主体とする坑内採鉱に切り換える。

のいずれかの工事方法をとることとし、関係者協議の必要もあり決定は後日に廻した。

FIG. I-3-1

CONCEPTUAL DESIGN OF
OPEN PIT WITH CHANNEL CUT



3-3 実際の工事方法 (Fig 1-6-1 参照)

JS-9 孔の孔口と道路上の測点 ST-1 をむすぶ中心線の周辺をブルドーザーにより、海拔 110 m, 115 m, 120 m 付近で南北に向け主に水平方向に押土を行い下方レベルでは約 100 m, 上方レベルで 50 m 程度にわたり地表を整地し中央部では軟岩が露出するよう排土した。この作業により、地形を JS-9 孔に向かって中心線が伸びる大きな半腕状の凹みとすることができた。

ついで JS-9 孔への中心線の左右約 20 m ~ 30 m の範囲内の軟岩をブルドーザーのブレード角による爪立てで切削除去し、上述の凹みの中央部を深くえぐった。

その上で JS-9 孔に向い発破を用いる切削開さくを始めた。すなわち幅 15 ~ 20 m の硬岩部分にさく孔・発破を繰り返して、切削りの床面が底幅約 6 m で海拔 108 m 準に達するようにした。この段階では一部地表が切り立った崖となり、落石事故が懸念されたので不安定な転石の掻き落しを行い、かつ切削開さくの最奥部上方の岩盤に中古ロッド・厚板を利用して転石止めのさく開いを設けた。

この時、切削りの先端には JS-9 孔への中心線にほぼ直交する大きな鏡肌をもつ岩目が広く露出し、そこから奥は岩盤がさらに堅硬とすることが期待出来たので、露天作業を中止し坑道探鉱工事に切りかえた。

坑道探鉱工事では実幅 2.2 m, 実効高 2.5 m のショベルローダーによる研とり、鉱石搬出を行うため、坑道の加背を 3 m × 3 m とし、鉱石賦存およびその品位が確かめられている JS-9 孔より奥部の鉱体に向かって直進坑道を伸ばす一方、JS-9 孔付近から同じく鉱石の確かめられている DH-30 孔へ向う分岐坑道を掘進し、起砕鉱石を搬出する一方、鉱況・地質の調査を行い、拡幅探鉱を実施した。

第 4 章 機器使用状況

4-1 使用機械

工事に使用した車輛・土木・掘さく等の機械はつぎのとおりである。

機 械 名 称	型 式 ・ 仕 様	数 量	備 考
ブルドーザー	小松D-80-12	1	
ブルドーザー	小松D-85AH-12	1	
ショベルローダー	三井HL-8, バケット容量0.8 ^{m³}	1	
ショベルローダー	チェコ製, バケット容量	1	補助的に使用
ダンプトラック	いすゞTSD-43, 6.5t積	1	
ダンプトラック	日野 6.5t積	1	
ジ ー プ	トヨタランドクルーザー	1	
モーターグレーダー	5t級	1	
ロードローラー	マカダム3t級	1	老朽品
可搬式空気圧縮機	北越PDR-600, 17 ^{m³} /分	1	
レッグさく岩機	古河317-D	4	
シ ン カ ー	英国製	1	補助的に稀に使用
ビット研庄機	アトラスコブコ, ビーパーLSD-61	1	
小型扇風機	3.5HP	2	坑内通気用
ガソリン発電機	100V, 1KW	1	小型, 照明用

4-2 使用器材

工事に使用した主な器具・資材はつぎのとおりである。

器材名称	型式・仕様	数量	備考
ロックビット	3.2%および3.4%径テーパーカービット	31	
ロッド	2.2%中空六角, 1.8m長	25	
インサートビット	3.2%径カービット付, 2.2%中空六角2.4m	3	
ビット研磨砥石	梳型カーボレックス	7	
ホース	内径1.9%	160m	圧気用
ホース	内径1.2%	160m	給水用
爆薬	ジュリグナイトNG4 2%, 2.2%径	2,173.79kg	ドイツ WASAG CHEMIE製
電気雷管	DS 10段 脚線表1.8m	4.334ク	英国 ICI製
発破器	日本化薬製 50発掛	2	予備含む
導通試験器	100オーム型	2	"
導通試験器	光電池式 簡易テスター	1	
発破母線	0.75sq%, 二芯平打ビニールコード	640m	
発破補助線	0.45%径, 二芯ビニールコード	1式	
携帯サイレン	6B, 手廻式	2	
燃料油	ディーゼル油, ガソリン	1式	
油脂類	潤滑油, グリース その他	"	
木材	角材・板材 各種	"	
屋根材料		"	格納庫・物置他用
ガス管および継手	1" $\frac{1}{2}$	1,200	
ポリエチレン管および継手	1" $\frac{1}{2}$	500	
採鉱用工器具	土工具, 一般工具, 発破用具 他	1式	
測量用器材	トランシット, レベル, コンパス等	"	
照明器材	ホンダエンジン発電機, クロシンランプその他	"	
分析用具	湿式化学分析用品, サンドバス 他	"	
その他	込物, スーパーサー 他 雑品	"	

4-3 圧気管・給水管の布設

さく岩機用圧縮空気は、当初さく岩地点付近に可搬式空気圧縮機を移動し、そのつど簡単な配管を実施していたが、発破研の飛散による危険が少くなる掘進の開発に先立ち、坑口より約90m北側の地点に小屋を新設して圧縮機の位置を固定し、それより径1" $\frac{1}{2}$ の鉄管を坑内まで布設、専用の圧気管とした。

また給水については、さく岩時の注水に必要な定常圧力を得るため、Kyisindaung山頂の既設貯水池より直接引水することとし、同貯水池よりKyisindaung東南麓に布設済みの配管を約600m延長、布設した。そして必要のつどSabedaung坑口にてバルブ操作により3%程度に減圧の上、坑内に給水した。

なお、切削開さくは露天作業であったので、さく岩用水は使用せず乾式でさく岩した。

第 5 章 工事の経過

5-1 月別工事内容

1975年5月13日からブルドーザーによる剝土作業を開始し、6月18日には押土・軟岩切削作業をほぼ終了、19日にはさく岩発破による切削開さく作業を始めた。そして7月11日から坑道探鉱工事に移り同18日には坑口から6.6mの地点で鉱体の一部に着鉱、その約1ヶ月後には坑口から27.4mの地点でJS-9孔を貫通した。その後、10月までに通算67.3mの大加背掘進を行った後、延べ24.4mの小加背掘進を実施、これと平行的に拡幅探鉱を行い、あわせて1976年2月初めまで引続き坑口への鉱石搬出を行った。

なお、パイロットプラントへの鉱石輸送は同工場の竣工に先立ち、10月20日に開始し、1月下旬まで続けられた。

この間の主なる作業を月別に示すとTable 1-5-1のようにまとめられる。

5-2 作業員の編成と作業時間

当初ブルドーザーによる表土の剝土・軟岩除去作業の期間中はブルドーザーの運転手・助手その他2~3名およびカウンターパート技術者の計5~6名の編成であったが、さく孔・発破を伴う切削開さくついで坑道探鉱工事に移ってからはおおむね下記の編成で作業を進めた。

カウンターパート	2名
鉱員	6名
コンプレッサー要員	2名
ショベルローダー	2名
ダンプカー	2名
夜警・見張	3名
計	17名

なお、作業はおおむね午前7時30分から午後3時30分までの拘束8時間の一方制であったが、ブルドーザーの稼働率を高めるため、剝土期間中は一時、二方制を採用した。ただし、ブルドーザー運転は重労働であるため、拘束時間は実際上5時間/方程度であった。

また、原則として日曜は公休、土曜は半日であった。

5-3 鉱山保安への配慮

作業にあたっては、ビルマ側カウンターパートと充分打合わせを行ない、作業の安全、火薬類の取扱等に配慮し、災害の防止および衛生の確保に充分留意した。

幸い、全作業期間を通じ、無事故、無災害で所定の工事を完遂できたが、とくに下記事項には

Table I-5-1 TREND OF FIELD WORKS, PHASE III & IV

- SABEDAUNG -

	1975										1976		Remarks				
	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	March	April					
(MAIN WORKS)																	
Earth Removal	13	5											3,900 m ³				
Soft rock Removal		6	5										5,200 "				
Channel cut		12	10										1,138 (2,844 t)				
Tunneling			13							4		19	23	91.7 m			
Wall & Roof out										12			2	2,085 t			
Ore haulage			13										7	3,788 t			
Ore Transport to Mill Site						10							5	2,738 t			
(MISCELLANEOUS)																	
Topo & Ground Survey	13	5	16	2	11				11	19	2	15	18	14	11	28	
Geological Survey			12	13	2	12	18	7	19	6	17	12		21	24	26	26
Tunnel Sampling									1	5						23	5
Assay				6	15											18	10
Compressor Setting		14															
Mine Office Const.		14															
Air Pipe Setting		19															
Water Pipe Setting		23		8													
Debris Transport.	10																
Mine Road repair		10															
Red Soil Transport.		14															
Explosive Handling		21															
Pence for Roll-Stones			8	10													
Access Road Const.	13	16	18														
Miners Hut			14	17													

特別に注意を払った。

- (1) 火薬・雷管の受払い、取扱いおよび発破時の警戒
- (2) 発破後の跡ガスおよび切羽状況の点検と不発雷管・残留ダイナマイトの点検処理
- (3) 側壁・天盤の浮石点検と浮石払いの励行
- (4) ショベルローダー・ダンプカー等による運搬災害の絶滅
- (5) 坑口への転石、土砂流入の防止
- (6) 坑内照明および通風の確保
- (7) その他、作業方法、作業姿勢等

しかしながら、現地の実態として、保安衛生に対する関心はなお低く、今後の教育にまつところが大きい。

5-4 火薬類・燃料の補給とその品質

ビルマ国内における火薬類の調達、輸送、貯蔵および使用に対しては、ビルマ陸軍の厳重な統制が加えられている。

かつ火薬類の輸入についても厳しい手続き、許可が必要であり、任意に火薬・火工品の種類・量を選ぶことはほとんど不可能である。

今回の調査にあたっては、あらかじめビルマ側受入公社のMMDCにより火薬1,724 kg、電気雷管2,000発がモニワ市郊外のビルマ陸軍駐屯地内にある火薬庫に運び込まれていた。

しかしながら、第3章工事方法で既述のごとくこの備蓄火薬の内、1,066 kgは吸湿性の強い硝安爆薬 Polar Ajax（1968年製）であり、すでに吸湿していて使用に耐えない状態であった。

このため、残り658 kgのダイナマイト（Gelignite……NG42%，1974年製）を用いて発破作業を始めることとし、以後必要な火薬・雷管はすい時 Rangoon（ラングーン）その他の地域よりビルマ陸軍の協力により補給を受けた。なお、現地で入手出来た雷管は10段のミリセコンド遅発電気雷管であり、すべての発破は電気発破で行われた。一部の雷管は表面に緑青が見られる老朽品であり、導通試験は良好でも不発を生ずることが多く、中には回収後の不発雷管でも導通があり、明らかに点火玉が吸湿により不良となったと判断されるものも見られた。

一方、燃料については、とくにディーゼル油の補給が困難なため、コンプレッサーの運転に支障を来たすことがあった。

ガソリン・潤滑油については大きな問題はなく、必要な供給量を確保することができた。

なお、燃料油、ガソリンには水および泥が混入することもあり、車輛の運行に重大な支障を来たすことが、しばしばであった。

第6章 工事の内容 (Fig 1-1-2 参照)

6-1 作業場の確定

Sabedaung 丘の南西麓を走る既存鉱山道路で、JS-9 孔に最も近い点に石杭を設置し、これを SP-1 (標高海拔 103.856 m) と命名した。両者を結ぶ直線を作業場中心線 O-O' とし、さらにこの中心線沿いの海拔 108m 準を作業場基準床面とした。測点 SP-1 と JS-9 孔の間の水平距離は 81m であり、剝土作業はこの間で行ったが、原地形の平均傾斜は 23 度であった。

また、剝土、切開をさくにつづく坑道探鉱工事も上述の中心線に沿い、同じく海拔 108m 準を基準床面として施工した。

6-2 表土の剝土 (Fig 1-6-2 参照)

鉱山道路より海拔 108m 準の作業予定地にいたるブルドーザー進入路を作り、逐次 JS-9 孔 (孔口 132.3m 準) 付近までの剝土範囲をブルドーザー押土により表土の除去を行った。

植生はかん木および雑草のみで、とくに喬木がなかったため、ブッシュカットは行わず、ブルドーザーで表土と共に作業場両側に押し出した。

本作業の諸元は、つぎのとおりである。

1) 使用機械：D-80 および D-85A 型ブルドーザー

部品入荷まち、故障休転等のため、おおむねこの内の一台の稼働にとどまった。

2) 作業量：総除土量	3,900 m ³
平均表土厚さ	約 1.8 m
中心線沿いの断面積	118.7 m ²

3) 作業工程：ブルドーザー実稼働時間	82 hr
一時間当りの除土工程	47.6 m ³ /hr

4) 工期：1975 年 5 月 13 日から 6 月 5 日まで

但し、うち 8 日間は休日・故障等で休止しているため、実働は 16 日間であり、除土量は 244 m³/日となる。

6-3 軟岩の除去 (Fig 1-6-2)

表土直下に位置する主として粘土化変質および風化を受けた黒雲母斑岩からなる軟岩の切削除去を行なった。岩質は深部に移行するにつれ、次第に新鮮かつ硬くなってゆくが、裂縫が発達しているため、ブルドーザーのカッティングエッジによる切削は予想外にはかどった。

火薬消費量と工期を削減するために、できるだけブルドーザーによる切削を実施した。この切削により作業場床面レベル (海拔 108m 準) の形成も一部完了し、また JS-9 孔の孔口直下のべ

ンチも形ができた。なお、排石は作業場内に収容し切れなくなったので、ショベルローダー運転手の訓練終了をまって、ダンプトラックにより一部排石の積込運搬、指定堆積場への投棄作業をあわせて実施した。また一部の排石は鉱山道路の補修材として利用した。

軟岩除去作業の諸元はつぎのとおりである。

1) 使用機械：D-85AおよびD-80ブルドーザー 各1台（一時2台同時稼働）

HL-8ショベルローダー	1台
6.5t積ダンプトラック	2台

2) 作業量：総切削除去土量 5,200 m^3

平均軟岩厚さ 約 2.1 m

中心線沿いの断面積 129.5 m^2

3) 作業工程：ブルドーザー実稼働時間 117 hr

一時間当り切削除去工程 44.6 m^3/hr

4) 工期：1975年6月6日から6月18日まで

実稼働日数 10日

なお、この間に鉱山道路より108 m 準に至るダンプトラック通行可能な進入道路等を造成した。

6-4 切割開さく (Open Channel Cut) (Fig. 1-6-1および2・Table I-6-1参照)

ブルドーザーのみによる岩盤切削が不能になった時点で、中心線に沿い108 m （基準床面）を底面として、JS-9孔に向う切割開さくに着手した。すなわち、露天での硬岩のさく孔・発破による起砕物のブルドーザーによる掻き出し、ショベルローダーによる積込、ダンプトラックによる運搬の組合わせによる作業を実施した。

床面の平均幅4.5 m 、両側壁の傾斜45°ないし50°にて中心線沿いの長さ27 m の切割を開さく、その最奥部で中心線にほぼ直交する傾斜約80°の大きな鏡肌を有する手前落ちの裂くに達着したので、7月10日に切割開さく～露天剝土工事を打ち切った。

なお、中心線断面における最終ビットスロープは約45°となった。

切割開さく作業の諸元はつぎのとおりである。

1) 使用機械：ブルドーザー D-85A 1台

ショベルローダー HL-8 1台

ダンプトラック 6.5t積 2台

可搬式空気圧縮機 17 m^3/min 1台

レッグさく岩機 317-D 常時稼働2台

発破用機器 他 1式

2) 作業量：総切削除去土量 1,137.6 m^3 (2,844t)

切割長 27 m

切割平均幅	6m
切割平均深さ	4.2m
中心線沿いの断面積	113.6m ²
排石の運搬投棄量	487m ³ (195トリップ)
3) 作業工程：さく孔・発破工程	8.3m ³ /T (20.8t/T)
ブローダー実稼動時間	25 hr
同上一時間当除土工程	27.6m ³ /hr
ショベルローダー実稼動時間	29 hr
同上一時間当積込工程	23.2m ³ /hr

4) 工期：1975年6月19日から7月10日まで、実稼動日数19日

なお、本作業のさく孔は、粘土化変質を受けた岩石が主な対象であったため、ビット・ロッドの損耗率は予想にくらべ大幅に下廻り、さく孔速度も充分高く、好調に推移した。参考として、さく孔・発破に関する実績値を示すと、以下のとおりとなる。

切割開さく実績値（さく孔・発破）

総さく孔本数	471本
総さく孔長	767.2m (1.63m/本)
さく孔間隔	平均0.96m
m当り起砕量	1.48 m ³ /m (3.71t/m)
ビット事故	4件
ロッド事故	6件
空気圧力	6.7 MPa
さく孔速度	75.7 cm/min
発破回数	20
発破孔数	471
雷管使用量	485
火薬使用量	207.2kg
単位当火薬使用量	182.5g/m ³ (73g/t)
不発雷管	14
同 発生頻度	2.9%

6-5 坑道掘進 (Fig. 1-6-1・2・3, Table 1-6-2 参照)

切割開さくの最奥部に出現した大きな手前落ちの裂きに対しほぼ直交するJS-9孔への中心線O-O'沿いに坑道掘進を開始した。作業はまず坑口での口切り時、2m×2mの小加背で2発破掘進し、切込みを作った後、これを3m×3mに拡幅するため、研を足場にその切込みの側壁・

天盤に追切り孔をさく孔・発破することより始めた。なお、坑口付近の岩質が充分堅硬であることが確認されたので、その後は $3\text{ m} \times 3\text{ m}$ の大加背掘進に切換え、全加背を上下に分ける二段さく岩方式とした。

空孔用の1孔を含む42孔の標準さく孔配置はFig 1-6-3に示すとおりである。

発破は不発雷管が多発する傾向にあったので、起爆不良による失敗を避けるため、パーンカット芯抜きを最初に発破してから、残りの孔を発破する二回発破方式を採用した。この場合、芯抜きの起爆効果が充分でない時には、これに再び装薬・発破して掘進の進行率を高めるよう努めた。

各孔への標準的な装薬はダイナマイトを芯抜き4孔に計40本、中抜き6孔に42本、その他に155本、合計237本(約22.8Kg)を装てんすることとした。

(この場合、進行長1.35mのとき火薬消費量16.9Kg/m、1.30mのとき17.5Kg/mとなる)

また、発破研の積込み搬出は約30分間にわたり、コンプレッサーによる新鮮な圧縮空気を発破地点にブローさせ、かつ坑口付近および坑内に設置した扇風機と風管により粉塵、跡ガスを排出した後始めることとした。

なお、掘進の成績はTable 1-6-2のようにまとめられる。

6-6 拡幅採鉱 (Fig 1-6-1・4, Table 1-6-3)

拡幅採鉱は選鉱試験に必要な鉱石を確保するため、坑道掘進で着鉱した部分において坑道の側壁・天盤を掘り拡げる作業である。

坑道掘進の結果、岩盤は充分に堅硬であり、地表までの被りが数mから30m程度で浅く、かつ酸化変質帯の一部が含まれているにもかかわらず、支保・支柱は全く不要であり、ある程度の拡幅採鉱を実施しても保坑上の問題を生じないとの見通しを得ることができたので、採掘対象部において幅7.0m、高さ4.0mにまで拡幅することとした。すなわち、採掘対象部においては両側壁を各2.0mずつ、また天盤を1.0m削り拡げることとした。

実際の作業はまず主要坑道の先端部の小加背($2.0\text{ m} \times 2.0\text{ m}$)の連絡坑道をまず $3.0\text{ m} \times 3.0\text{ m}$ に拡幅し、あわせて6ヶ所延べ15.8mの小加背切込坑道を掘進することより始めた。

これらの切込坑道は拡幅採鉱の自由面を確保することを目的として掘さくしたものであり、拡幅さく孔は原則としてこれら切込坑道の壁面に水平間隔1.2mで平行となるように行なった。

なお、一部は主要坑道の壁面を自由面として斜めにさく孔した。

さく孔には長さ1.8mのロッドおよびチーパービットを用いたが、一部の孔は長さ2.4mのインサートビットを利用した。いずれの場合においても、まとめて数十本以上をさく孔しておき、発破は確実を期するため自由面に対し、3~4列とした。坑道の両壁で齧発する場合は、同時に6~8列、さらに天盤孔をもあわせて発破するので、一回の発破孔数は40~50孔に達した。

拡幅採鉱の装薬量は、さく孔長m当り約500g使用したが、天盤部に対してはさく孔が自由面に対し斜交し、目元部では過装薬となるため、さく孔m当り400g以下とした。

発破後の排煙・通気については坑道掘進と同様の措置をとり、かつ天盤・側壁の浮石払いにも4m長のすかし棒を特に使用する等、充分留意した。

なお、挾幅採鉱の成績はTable 1-6-3のようにまとめられる。

FIG. I-6-1

A SECTION ALONG CENTER LINE O-O'

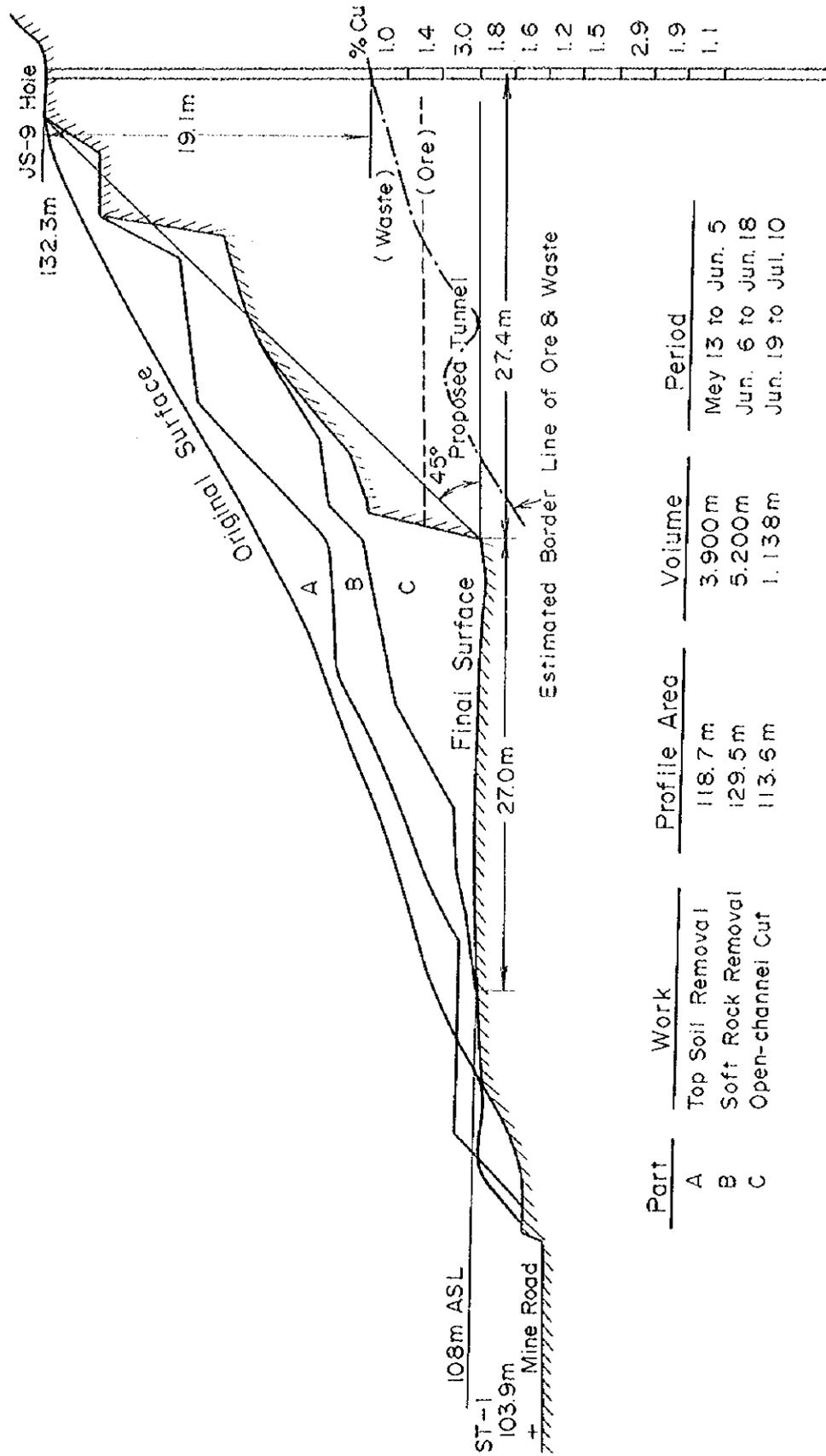
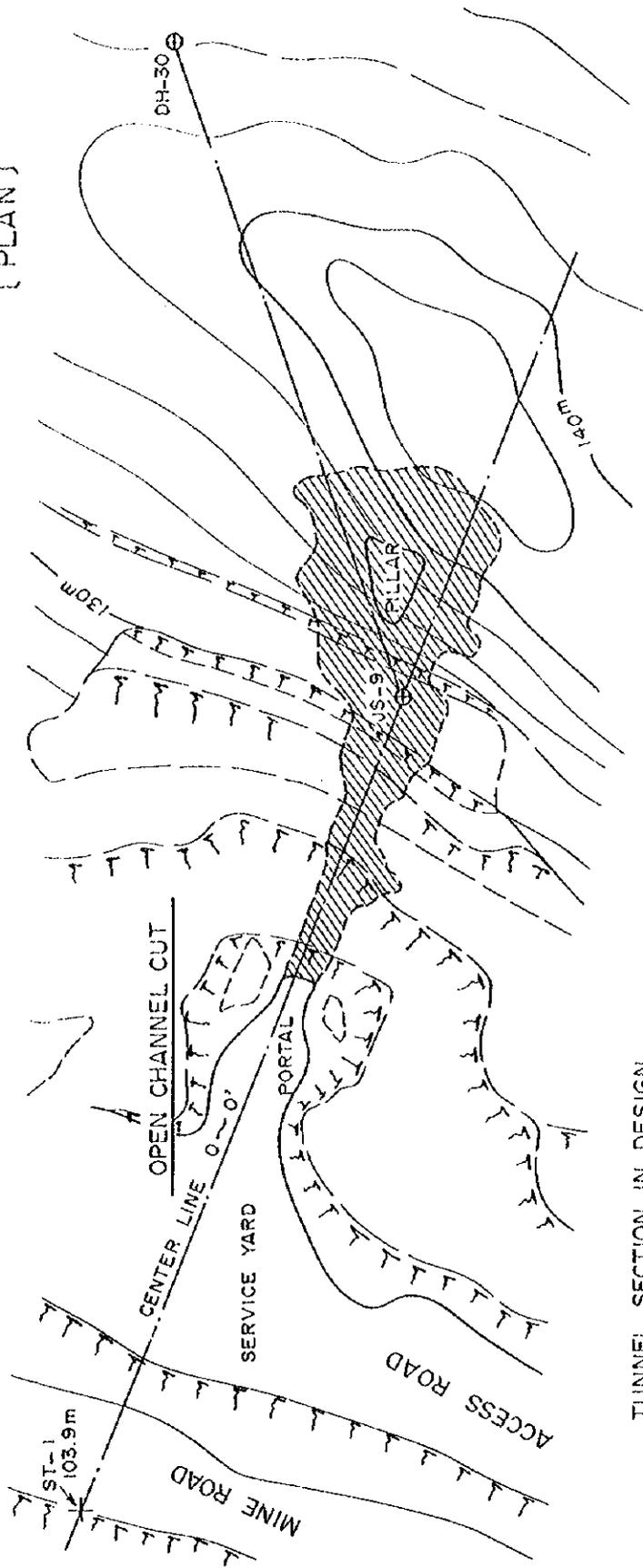


FIG. I-6-2

RELATION OF OPEN CHANNEL AND TUNNEL

(PLAN)



TUNNEL SECTION IN DESIGN

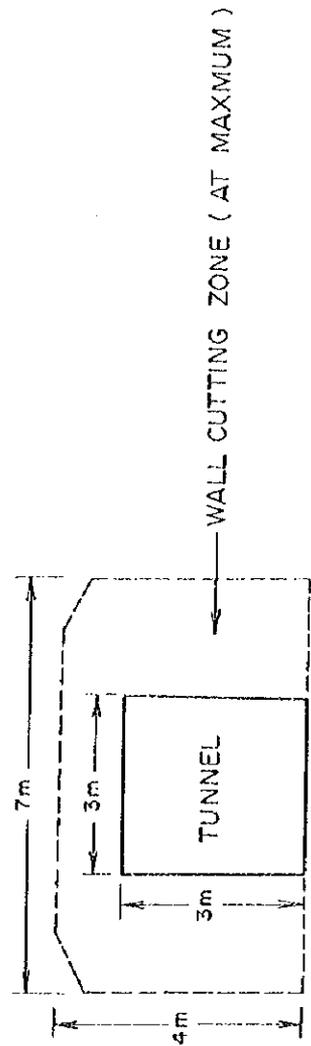
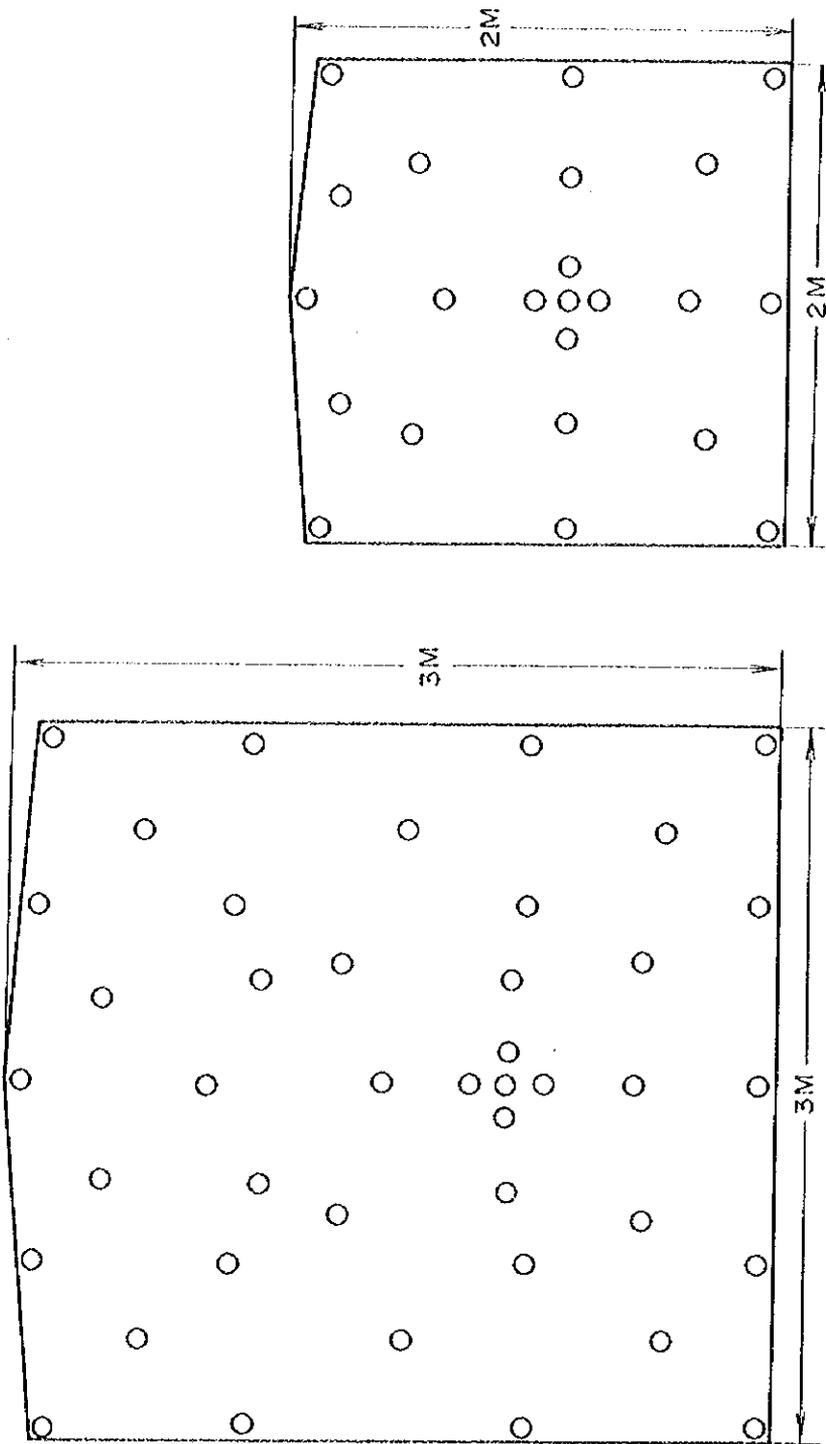


FIG. I-6-3. NORMAL DRILL HOLE PATTERN



Large Sectional Tunnel
No. of holes, 42

Small Sectional Tunnel
No. of holes, 23

Table I-6-1 Channel Cutting in Review

1975	Tonnage	Main Power		Performance		Consumption		Consumption/Meter		No. of Blasting	No. of Misfire	Drilling			No. of Drills	Remarks
		Main	Total	Main	Total	Explosive	Detonator	kg/t	pc/t			Holes	Length	Bit		
May	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
June	2,163	70	175	30.9	12.4	93.53	212	0.043	0.096	8	4	210	346.5	20	20	14
July	662	62	163	10.7	4.1	105.94	252	0.160	0.380	10	8	242	392.2	38(4)	38(6)	12
Aug.	19	5	12	3.8	1.6	7.75	21	0.408	1.105	2	2	19	28.5	2	2	2
Total	2,844	137	350	20.8	18.1	207.22	485	0.073	0.171	20	14	471	767.2	60(4)	60(6)	28

hole/t m/t pc/t
 0.166 0.270 0.021
 t/pc
 6.04 3.71 47.4

t/kg t/pc
 13.7 5.86

1.65 m/hole

Table I-6-2 Tunneling in Review

	Advance		Main Power		Performance		Consumption/Meter		No. of Blasting	No. of Misfire	Holes	Drilling		No. of Drills	Remarks
	m		Main	Total	Main	Total	Explosive	Detonator				Explosive	Detonator		
1975															
July	15.4	106	0.15	0.07	243.37	50.1	15.80	32.53	31	29	491	772.3	33(3)	28	() No damaged
Aug.	16.9	116	0.15	0.06	293.39	687	17.36	40.65	35	33	584	889.9	35(1)	40	Tunnel of 3m x 3m 67.3m
Sep.	22.6	120	0.19	0.06	367.63	840	16.27	37.17	30	9	669	1,047.1	33(2)	44	16 pieces of bits were re- ground in Oct
Oct.	12.4	83	0.15	0.04	238.43	491	19.23	39.60	9	7	486	793.6	20(3)	30	Tunnel of 2m x 2m 24.4m
Nov.	21.8	150	0.15	0.08	289.12	482	13.26	22.11	26	13	341	550.2	18(1)	29	Bit 31 used Rod 25 used
Dec. 1976	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Jan.	2.6	22	0.12	0.05	36.93	69	14.20	26.54	8	-	69	110.4	3	2	
Feb.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	91.7	597	0.15	0.06	1,468.87	3,070	16.02	33.48	139	91	2,640	4,163.5	142(2)	173	
									time/m 1.52	pcs/m 0.99	holes/m 28.8	m/m 45.4			
3m x 3m Tunnel	67.3	425	0.158	0.057	1,142.82	2,519	16.98	37.43	105	78	2,230	3,502.9	121(1)	121(9)	
									time/m 1.56	pcs/m 1.16	holes/m 33.1	m/m 52.0			
2m x 2m Tunnel	24.4	172	0.142	0.073	326.05	551	13.36	22.58	34	13	410	660.6	21(1)	21(2)	
									time/m 1.39	pcs/m 0.53	holes/m 16.8	m/m 27.1			

Average bit life 208.2 m/pc. . Average rod life 258.2 m/pc. . Regrinding 403.4 m/time

Table I-6-3 Wall Cutting in Review

	Tonnage		Main Power		Performance		Consumption		Consumption/Meter		No. of Blasting	No. of Mixture	Drilling			No. of Drills	Remarks
	Main	Total	Main	Total	Explosive	Detonator	kg	pcs	kg	pcs			Holes	Legth	Bit		
1976																	
Sep.	5	14	√main: 12.9	4.6	15.41	38	0.239	0.589	3	0	34	49.6	3	3	2		
Oct.	37	96	-	-	-	-	-	-	-	-	406	661.6	22	22	14		
Nov.	25	45	2.2	1.2	12.99	26	0.239	0.478	2	-	79	180.0	10	10	4		
Dec. 1978	221	403	5.3	2.9	279.82	387	0.239	0.380	23	8	175	297.2	17	17	17		
Jan.	145	279	5.5	2.8	189.48	328	0.239	0.413	18	1	188	298.8	13	13	13		
Feb.	5	59	-	-	-	-	-	-	-	-	23	36.8	1	1	1		
Total	438	896	4.8	2.3	497.70	779	0.239	0.374	46	9	905	1,524.0	53	53	51		

1.68 m/hole

t/kg	t/pc	pc	hole/t	m/t
4.19	2.67	231.6	0.434	0.731
t/time	t/time	t/pc	t/hole	t/m
45.3	231.6	2.30	1.87	

6-7 鉄石の運搬および貯鉄

坑道掘進，拡幅採鉄により起砕した鉄石はショベルローダーにより坑口付近の貯鉄場に搬出，見かけの鉄石品位で低品位鉄，高品位鉄に分けて貯鉄した。

一部の鉄石は数ヶ月にわたり貯鉄されたが，鉄石の酸化は貯鉄の表面のみで内部には及んでいなかった。

パイロットプラントの竣工も近い10月20日には坑口貯鉄をショベルローダーにより6.5 t ダンプトラックに積み込み選鉄場頂部の広場へ運び貯鉄する鉄石運搬を開始した。

なお，坑口および選鉄場頂部の両貯鉄場での鉄石の寄せ集め，移動には必要に応じブルドーザーの応援を求めた。

また，鉄石は両貯鉄場のいずれにおいても野積みとした。

6-8 鉄山道路の補強工事

Sabedaung から南方の舗装済み国道（high way と略称）に至る約4 kmの区間に既設の鉄山道路があるが，全般に表面は軟弱な粘土より成り，降雨後1～2日間はスリップのため自動車の通行がほとんど不能になるのが常であった。このままの状態では一般の通行はもとより，パイロットプラントの建設用機材の搬入が雨季をひかえて危ぶまれたので，第3年次の鉄化帯剝土採鉄工事に伴い，大量の砕石が発生するのを機に路面の拡幅補強作業を行った。

剝土・採鉄作業場よりダンプトラックにて搬出された砕石を路上要所に25 cm厚に撒布し，モーターグレーダー，ロードローラー各1台を用いて展圧した。さらにKyisindaung南方より礫混りて透水性の良いラテライト系赤土を採取し，砕石展圧部を含め路面に5 cm厚となるよう撒布・展圧した。

その結果，道路幅は6 m～8 mとなり，路面状況も大幅に好転し，降雨中ならびにその直後の車輛の通行も可能となった。

なお，砕石およびラテライト系赤土の撒布・展圧量は主要部分の改修をおえた7月末において，それぞれ750 m³および1,040 m³であった。その後，坑口ならびに選鉄場付近の両進入道路の改修も実施した。

6-9 工事实績の概要

主として表土・軟岩除去後の工事全体にかかわる実績数値の概要はつぎのとおりである。

1) 産出処理鉄量 Table 1-6-4 参照

全採掘鉱量 3,843 t (平均品位 0.63%) の内、パイロットプラントへ運ばれた鉱量は 2,738 t で、内 2,138 t (品位 0.70%) を選鉱試験に供した。残余の 1,105 t (一部 55 t は切羽に残留) は坑口へ搬出・貯鉱した。

なお、鉱石部は銅平均品位 0.86% と高いにもかかわらず、坑道奥部に出現した溶脱低品位部が 0.12% と低く、かつこれが産出鉱量の 2.7% を占めたので産出鉱量の平均品位は 0.66% と当初の予定よりも低くなった。

2) 採掘・搬出・選鉱送鉱量 (Table I-6-5 参照)

採掘鉱量 3,843 t の内、坑道掘進による鉱石は 1,758 t、残余の 2,085 t は御壁・天盤を拡幅採鉱した分である。

また、坑口へ搬出した鉱量は延べ 3,788 t である。一方、選鉱場への送鉱は 10 月末のパイロットプラント竣工、これに続く選鉱試験にあわせ 11 月から本格化し 2 月初めには延べ 2,738 t に達した。

3) 作業量・工数・火薬類の実績 (Table I-6-6 参照)

第 3 年次および第 4 年次に施工の総作業量は表土・軟岩の除去計 9,100 m³、切削開さく 1,138 m³ (2,844 t)、坑道掘進 91.7 m (鉱石 1,758 t)、拡幅採鉱 2,085 t であり、総所要工数 3,014 工、火薬使用量 2,173.79 kg、雷管使用量 4,334 ケに達した。

このうち、坑道掘進には 1,507 工、1,468.87 kg、3,070 ケを要し、それぞれが全体に占める比率は、工数で 50%、火薬で 68%、雷管で 71% であり、総工事量の過半は坑道掘進であったことになる。

4) 主要作業工程の実績 (Table I-6-7 参照)

今回の諸工事においてはビルマ側の事情により数多くの作業員を雇傭し、教育訓練を兼ねたため、主作業工程・総合工程とも低い結果に終わった。その詳細は主要作業工程一覧表に示すとおりである。なお、主作業とはさく岩・発破作業を、総合とは主作業の他にショベルローダー・ダンプトラック・コンプレッサーの運転員・助手・夜警員等を加えたものをさす。但し、表土・軟岩の除去においてはブルドーザー運転員および助手を主作業に計上した。

Table I-6-4 Balance Sheet of Ore Production

	Entrance Portion (10. 3m)			Ore Portion			Lesched Low Grade Portion			Total			Remarks
	Tonnage	Grade	Metal content	Tonnage	Grade	Metal content	Tonnage	Grade	Metal content	Tonnage	Grade	Metal content	
Waste	t 232	Cu % 0.10	kg 232	-	-	-	-	-	-	232	0.10	232	Roof cutting started
Piled ore (Portal)	-	-	-	586	0.75	4,246	250	0.12	300	818	0.56	4,546	of 20m from the portal
Dressed ore	-	-	-	1,611	0.89	14,334	527	0.12	633	2,138	0.70	14,967	Subtotal
Piled ore (Mill)	-	-	-	450	0.89	4,005	150	0.12	180	600	0.70	4,185	2,738 t 19,152 kg
Broken ore (Tunnel)	-	-	-	10	0.89	89	45	0.12	46	55	0.25	135	
Total	232	0.10	232	2,639	0.86	22,674	972	0.12	1,159	3,843	0.63	24,065	
For reference				2,639	0.86	22,674	972	0.12	1,159	3,611	0.66	23,833	
				73%			27%			100%			

Table I-6-5 Mining and Ore Haulage

Unit : ton

	Amount of Excavated Ore			Hauled Ore to Surface	Broken Ore left in Tunnel	Hauled Ore to Mill	Piled Ore at Mine Site	Remarks
	Tunnel	Wall cut.	Sub-total					
1975								
July	346	-	346	331	15	-	331	Tunneling started on July 11th, 1975
Aug.	380	-	380	379	16	-	710	
Sep.	509	65	574	439	151	-	1,149	
Oct.	279	-	279	376	54	11	1,514	Haulage to Mill started on Oct. 20th, 1975
Nov.	218	54	272	312	14	283	1,543	
Dec. 1976	-	1,172	1,172	894	292	1,205	1,232	
Jan.	26	794	820	822	290	866	1,188	
Feb.	-	-	-	235	55	373	1,050	
Total	1,758	2,085	3,843	3,788	55	2,738	1,050	
			3,843	Excavated ore			3,788	
							Hauled ore to Mill	

Table I-6-6 Main Data on Stripping & Underground Mining

	Earth Removal					Channel Cut					Tunneling					Wall Cutting					Total			
	Volume (m ³)	Man Power (men)	Explo- sive (kg)	Detona- tor (pcs)	Advance (m)	Man Power (men)	Explo- sive (kg)	Detona- tor (pcs)	Tonnage (t)	Man Power (men)	Explo- sive (kg)	Detona- tor (pcs)	Advance (m)	Man Power (men)	Explo- sive (kg)	Detona- tor (pcs)	Tonnage (t)	Man Power (men)	Explo- sive (kg)	Detona- tor (pcs)	Man Power (men)	Explo- sive (kg)	Detona- tor (pcs)	
1975																								
May	2,600	92	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	92	-	-	
June	6,500	169	-	-	-	175	93.53	212	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	344	93.53	212	
July	-	-	-	-	-	163	105.94	252	662	15.4	228	243.37	501	-	-	-	-	-	-	-	391	349.31	753	
Aug.	-	-	-	-	-	12	7.75	21	19	16.9	286	293.39	687	-	-	-	-	-	-	-	298	301.14	708	
Sep.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22.6	364	367.63	840	65	14	15.41	38	-	-	-	378	363.04	878	
Oct.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12.4	294	238.43	491	-	96	-	-	-	-	-	390	238.43	491	
Nov.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21.8	287	289.12	482	54	45	12.99	26	-	-	-	332	302.11	508	
Dec. 1976	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	403	279.82	387	1,172	403	279.82	403	279.82	387	
Jan.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.6	48	36.93	69	794	279	189.48	328	-	-	-	327	226.41	397	
Feb.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	59	-	-	-	-	-	59	-	-	
Total	9,100	261	-	-	-	350	207.22	485	2,844	91.7	1,507	1,468.87	3,070	2,085	896	497.70	779	3,014	2,173.79	4,334	3,014	2,173.79	4,334	

(1,138m³) (1,758 t)

Table I-6-7 Working Efficiency

Unit of Man Power : Man-shift

	Earth Removal				Channel Cut				Tunneling				Wall Cutting				Total					
	Man Power		Performance		Man Power		Performance		Man Power		Performance		Man Power		Performance		Man Power					
	Main Total	(m ³)	Main Total	(m ³)	Main Total	(t)	Main Total	(m)	Main Total	(m)	Main Total	(t)	Main Total	(m)	Main Total	(t)	Main Total	(t)				
1975																						
May	29	69.7	28.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	29	92			
June	77	84.4	38.5	2,163	70	175	30.9	12.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	147	344			
July	-	-	-	662	62	163	10.7	4.1	15.4	0.15	0.07	-	-	-	-	-	-	168	391			
Aug.	-	-	-	19	5	12	3.8	1.6	16.9	0.15	0.06	-	-	-	-	-	-	121	298			
Sep.	-	-	-	-	-	-	-	22.6	0.19	0.06	65	5	14	13.0	4.6	-	-	125	378			
Oct.	-	-	-	-	-	-	-	12.4	0.15	0.04	-	37	96	-	-	-	-	120	390			
Nov.	-	-	-	-	-	-	-	21.8	0.15	0.08	54	25	45	2.2	1.2	-	-	175	352			
Dec.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,172	221	403	5.3	2.9	-	-	221	403			
1976																						
Jan.	-	-	-	-	-	-	-	2.6	0.12	0.05	794	145	279	5.5	2.8	-	-	167	327			
Feb.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	59	-	-	-	-	5	59			
Total	9,100	106	261	85.8	34.9	2,844	137	350	20.8	8.1	91.7	597	1,507	0.15	0.06	2,085	438	896	4.8	2.3	1,278	3,014

第7章 剝土・採掘土の諸特性

7-1 表土・岩盤の状況

剝土の結果、地表から1.8 m程度は土壌、その下2.1 m程度はブルドーザーにより切削できる軟岩であることが判った。

これは地表付近の地質によって個所ごとに変化する性質のものであるが、一方使用する土工機の種類・容量およびその使用法によっても左右される。おおむね、地表から4~5 mは露岩を除き発破を必要とせず、ドーシングおよびリッピングのみで剝土可能と考えられる。

一方、坑道探鉱工事においては、当初一部に支保支柱が必要と考えられたので、工事の開始に先立ち、あらかじめ坑木、雪板をとり寄せる等の準備をしたが、実際には、坑木類は全く使用せずに坑道工事および拡幅採鉱を実施することができた。

すなわち、当地点の岩質は粘土化変質を受けた斑岩であり、かつ鉄分のヤケで特徴づけられる酸化帯の一部にもあたり、地表に近いにもかかわらず、岩盤はよくしまっていて剝げ落ち、もめ上り等の現象はほとんど見られなかった。

7-2 ブルドーザーによる押土

表土の剝土・軟岩の除去・切削開さくの発破後の処理等にブルドーザーは大きな威力を発揮した。

その工程は距離30 m~50 mの表土の剝土において、稼働一台当り244 m³/日、また一時間当りでは約48 m³に達したが、今後は必然的に排土距離が伸びることを考慮すると、ブルドーザー以外のドーシングスクレーパー、ショベルドーザーなどの重機の導入も考慮されるべきであろう。

また、ブルドーザー押土においては運転員の巧拙による排土能率の差が著しいので、実際の押土作業を通じての運転員の訓練・教育が極めて重要である。

7-3 さく岩 (Table 1-7-1 参照)

露天における切削開さく、坑道探鉱工事ともレッグさく岩機ASD-317を用い、ビットゲージ32%および34%の一字テーパービットでさく岩を行ったが、岩盤は一部に珪化を受けた硬い部分がある他は、弱い粘土化作用の変質を受けていて、さく岩は比較的容易であった。

すなわち、1.65 m程度の孔は湿式で口切り後2分30秒から3分でさく孔しおえることができた。これはさく孔速度にすると、66 cm/分から55 cm/分にあたる。

なお、ロックビット、ロッドの使用実績についてはTable 1-7-1のData on Drillingにその明細を示す。

Table I-7-1 Data on Drilling

1975 June	Channel Cut						Tunneling						Wall Cutting						Total						Remarks
	Drilling			Drilling			Drilling			Drilling			Drilling			Drilling			Drilling			Drilling			
	Tonnage (t)	Drills	Holes	Length	Bit	Rod	Advance (m)	Drills	Holes	Length	Bit	Rod	Tonnage (t)	Drills	Holes	Length	Bit	Rod	Advance (t/m)	Drills	Holes	Length	Bit	Rod	
2,163	14	210	346.5	20	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,163/-	14	210	346.5	20	20	31 bits and 25 rods were put in use.
662	12	242	392.2	38(4)	38(6)	15.4	28	491	772.3	33(1)	33(3)	-	-	-	-	-	-	-	662/15.4	40	773	1,164.5	71(5)	71(9)	()... damaged
19	2	19	28.5	2	2	16.9	40	584	889.9	35	35(1)	-	-	-	-	-	-	-	19/16.9	42	609	918.4	37	37(1)	()... damaged
-	-	-	-	-	-	22.6	44	669	1,047.1	33	33(2)	65	2	34	49.6	3	3	3	65/22.6	46	703	1,096.7	36	36(2)	"16" (3)... Resinidias
-	-	-	-	-	-	12.4	30	466	793.6	20	20(3)	-	14	406	661.6	22	22	22	- /12.4	44	892	1,455.2	42	42	
-	-	-	-	-	-	21.8	29	341	550.2	18(1)	18(2)	54	4	79	180.0	10	10	10	54/21.8	33	420	730.2	28(1)	28(2)	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,172	17	175	297.2	17	17	17	1,172/-	17	175	297.2	17	17	
-	-	-	-	-	-	2.6	2	69	110.4	3	3	794	13	186	298.8	13	13	13	794/2.6	15	257	409.2	16	16	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	23	36.8	1	1	1	-	1	23	36.8	1	1	
2,844	28	471	767.2	60(4)	60(6)	91.7	173	2,640	4,163.5	142(2)	142	2,085	51	905	1,324.0	66	66	66	4,929/91.7	252	4,016	6,454.7	268(6)	268(17)	

総さく孔 6,454.7 m に対する投入個数に対するビットロッドライフは 208 m/ケおよび 258 m/本、事故件数 1 件あたりのさく孔長は 1,076 m/ケおよび 380 m/本であり、良い結果を得た。

なお、ビットはタングステンカーバイトチップよりも、これを保持するマトリックスの磨耗が目立ったので、今後 Monywa 向けには、やや硬めのマトリックスを使用する必要がある。

一方、ロッドはシャンク部の外側数 cm 付近での折損が見られた。しかしながら、ビットロッドともその消耗は全体として僅少であり、当地域の岩盤は、一部の珪化帯以外ではさく岩に対する抵抗も小さく、さく岩は容易であるといえる。

なお、さく孔中ないしさく孔後の孔荒れ、孔詰りは少く、特に問題となることもなく、さく孔能率は高く維持することができた。

7-4 発破 (Table 1-7-2 参照)

切開さく・坑道探鉱とも発破作業は電気雷管・ダイナマイト (Gelignite) を用いて実施したが、その内訳は Table 1-7-2 の Consumption of Explosives に示すとおりである。

これより火薬類全消費量のうち火薬 1,468.87 kg、雷管 3,070 ケは坑道掘進に使用しており、6-9 で前述のごとく全消費量に対し火薬で 68%、雷管で 71% を占めることが判る。

この坑道掘進 1 m 当りの火薬消費量は 3 m × 3 m の大加背で 16.98 kg、2 m × 2 m の小加背で 13.36 kg であり、比較的少い火薬で坑道を開さくすることができた。

m 当り火薬消費は岩質・加背・さく孔発破方法・火薬の種類等により左右されるが、今回の坑道掘進実績から見て、Sabedaung 鉱床の岩質は一般的にも発破効果の比較的高いものといえる。

比較のため 1974 年度、日本における塊状鉄床諸鉱山での坑道掘進の諸元・成績を付表 Comparison of Tunneling Data に示す。

なお、発破作業実施にあたっては、工期に制約がある関係から、起爆不良を避けるために発破孔を密にし、かつ装薬量も多目にした。実作業時には採掘個所の深部移行を考えても適正装薬を行えば、装薬係数 (Powder Factor) は 100 g/l 程度によいと考えられる。

7-5 積込みと運搬 (Table 1-7-3, 1-7-4 参照)

坑道探鉱工事にともなうショベルローダー積込搬出とダンプトラックによるパイロットプラントへの鉄石運搬については、Table 1-7-3 および 4 に示すとおりである。これを要約すると、

	処理鉄量	搬出回数	稼働台数	一回当り	一台当り
ショベルローダー	3,788 t	3,505	143	1.08 t	24.5 回/台
ダンプトラック	2,738 #	484	61	5.66 #	7.9

ショベルローダーの運搬工程はふつう運転助手がつくこと、坑内設計上、鉄石をスイッチパッ

Table I-7-2 Consumption of Explosives

	Channel Cut				Tunneling				Wall Cutting				Total			
	Tonnage t	Explosive		Detonator pcs	Advance m	Explosive		Detonator pcs	Tonnage t	Explosive		Detonator pcs	Explosive kg	Detonator pcs		
		kg/t	kg			kg/t	kg			kg/t	kg				pc/t	pc
1975																
June	2.163	0.043	93.5	0.098	212	-	-	-	-	-	-	-	-	-	93.53	212
July	662	0.160	105.94	0.380	252	15.4	243.37	32.53	501	-	-	-	-	-	349.31	753
Aug.	19	0.408	7.75	1.105	21	16.9	293.39	40.05	687	-	-	-	-	-	301.14	708
Sep.	-	-	-	-	-	22.6	367.63	37.17	840	65	0.239	15.41	0.589	38	383.04	878
Oct.	-	-	-	-	-	12.4	238.43	39.60	491	-	-	-	-	-	238.43	491
Nov.	-	-	-	-	-	21.8	289.12	22.11	482	54	0.239	12.99	0.478	26	302.11	508
Dec. 1976	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,172	0.239	279.82	0.330	387	279.82	387
Jan.	-	-	-	-	-	2.6	36.93	26.54	69	794	0.239	189.48	0.413	328	226.41	397
Feb.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	2.844	0.073	207.22	0.171	485	91.7	1,468.87	33.48	3,070	2,085	0.239	497.70	0.574	779	2,173.79	4,334

[Reference] Comparison of Tunneling Data

Items	Name of Mine		Shakanaï	Monywa (Sabedaung)	Kosaka	Kamaishi	Kamioka (Tochibora)
	-	-					
Geology	-	Tuff (Kuroko type)	Altered porphyry	Rhyolite, Tuff-breccia (Kuroko type)	Porphyrite, Diorite, Slate (Skarn type)	Gneiss, Hedenbergite (Skarn type)	
Dimension of tunnel	m	2.6 x 2.4 & 3.2 x 2.8	2.0 x 2.0 & 3.0 x 3.0	2.8 x 2.5	2.1 x 1.8 & 3.0 x 2.5	2.2 x 2.2 & 3.0 x 4.2	
No. of drilling holes	holes	20 - 45	23 & 42	22 - 28	23	35 & 42	
Length of a hole	m	0.8 - 1.3	1.6	1.10 - 1.20	1.35	1.5 - 2.5	
Bit gauge	m/m	38	32 & 34 (tapered) cross type	38 can type	36 can type	27 - 32 can & 45 cross	
Rod gauge	m/m	22 hexagonal	22 hexagonal	22 hexagonal	22 hexagonal	19, 22, 32 hexagonal	
Drill in use	-	ASD-F7	ASD-317	TY-85 & 76	TY-24 LD	R-70, F-12, TY-90	
Pneumatic pressure	kg/cm ²	5.0	5 - 6	5 - 6	5 - 7.5	8.2	
Drilling speed	cm/min	80	55 - 66	40	20 - 30	100	
Blasting method	-	Pyramid cut, (elec.)	Burnt cut (elec.)	V cut (elec.)	Pyramid cut (fuse)	Burnt cut (elec.)	
Explosives	-	Kiri No. 3, AN-FO	Gelignite (NG 42%)	Kiri No. 3, AN-FO	Enoki No. 2 & No. 3	Sugi & AN-FO	
Consumed explosive	kg/m	14.3	13.4 & 17.0 (Av. 16.0)	20.1	25.4	33.6	
Main performance	m/MS	1.20	0.15	0.29	0.47	0.55	
Total performance	m/MS	0.32	0.06	0.26	0.47	0.57	

MS man shift

Table I-7-3 Shovel Loader Performance

Period	Calendar day	Advance of Tunnel, No. of S.L.	Shovel Loader		Hauled ore/month	Calendar day	Advance of Tunnel, No. of S.L.	Shovel Loader		Hauled ore/month
			Trips	Sub-total ton/trip				Trip	Sub-total ton/trip	
1975										
7/13-19	7	5.2 m	4	122		11/1	-	1	40	
20-26	7	4.4	4	103	331 t	2-8	5.4	5	80	
27-31	5	4.6	4	106		9-15	9.9	6	110	0.75
8/1-2	2	1.5	2	35		16-22	3.9	4	45	
3-9	7	3.9	4	91		23-29	2.6	5	141	
10-16	7	6.5	5	151	379 "	11/30	0	0	0	
17-23	7	3.9	5	91		12/1-6	-	6	113	
24-30	7	2.3	6	53		7-13	-	5	206	
8/31	1	-	-	-		14-20	-	5	141	688
9/1-6	6	4.1	5	90		21-27	-	4	144	
7-13	7	4.9	5	84		28-31	-	3	84	
14-20	7	6.5	6	123	439 "	1976				
21-27	7	4.7	5	142		1/1-3	-	-	-	
28-30	3	2.4	2	0		4-10	-	6	212	
10/1-4	4	-	2	81		11-17	-	6	245	632
5-11	7	6.0	6	100		18-24	2.6	4	145	
12-18	7	3.9	5	136	396	25-31	-	4	30	
19-25	7	2.5	3	79	376 "	2/1-7	-	6	182	
26-31	6	-	-	0		8-10	-	-	-	182
						Total	91.7 m	143 cars	3.505	1.081
										3.788 t

Table I-7-4 Dump Truck Performance

Period	Calendar day	No. of cars	Trips	Monthly total	ton/car	Monthly hauled ore	Remarks
1975							Used cars Ton/car
10/20-25	6	1	2	} 2	5.65	11 t	1 11.3
26-31	6	-	-				
11/1	1	1	8	} 50	5.66	283 "	$\left(\frac{11 \text{ car/day}}{50} = 4.6 \right)$ $\frac{25.7 \text{ car/day}}{11} = 2.33$
11/2 - 8	7	1	5				
9 - 15	7	2	12				
16-22	7	4	10				
23-29	7	3	15				
30	1	-	-				
12/1 - 6	6	4	78	} 213	5.66	1,205 "	$\left(\frac{17 \text{ car/day}}{213} = 12.5 \right)$ $\frac{70.9 \text{ car/day}}{17} = 4.17$
7 - 13	7	4	34				
14-20	7	2	21				
21-27	7	4	40				
28-31	4	3	40				
1976							
1/1 - 3	3	-	-	} 153	5.66	866 "	$\left(\frac{16 \text{ car/day}}{153} = 9.6 \right)$ $\frac{54.1 \text{ car/day}}{16} = 3.38$
4 - 10	7	6	61				
11-17	7	5	47				
18-24	7	3	30				
25-31	7	2	15				
2/1 - 7	7	4	66		5.66	373 "	$\left(\frac{4 \text{ car/day}}{66} = 16.5 \right)$ $\frac{93.4 \text{ car/day}}{4} = 23.35$
Total	111	49	car 484		5.66	2,738 t	$\left(\frac{49 \text{ car/day}}{484} = 9.9 \right)$ $\frac{55.9 \text{ car/day}}{49} = 1.14$

クで坑口に搬出したこと等のため14～15 t/日にとどまった。一方、ダンプトラックは資材・人員の輸送等、多目的に利用されていたので、選鉱場上の貯鉱量とその鉱質に合わせ、鉱石運搬のない日もある反面、2台で鉱石を輸送する日がある等、他の要素に影響されることが多かった。

7-6 坑道および採掘鉱石の酸化

採掘対象の輝銅鉱は短時日の内に酸化し、表面が黒色から緑青色に変化する傾向が強く、かつ水にも溶けるので坑道の壁面、採掘鉱石の表面は1～2ヶ月で変色、かつ坑道床面の水溜りが、短時日で青色を帯びる等の変化が観察された。

このことより、将来の可能性としてリーチングによる銅イオンの抽出・回収が考えられる一方、露天採掘の実施にあたっては、剥土後の露鉱期間をなるべく短くする必要があると考えられる。

第 8 章 地 質 調 査

8-1 地質調査概要

8-1-1 坑道地質調査

探鉱坑道延長 91.7 m および坑道断面分 166 m² 範囲を縮尺 1/100 で地質スケッチを行い、縮尺 1/500 PL 1-8-1 坑道地質図としてまとめた。

8-1-2 坑道サンプリング

採取サンプル数は坑道側壁から 209 個坑道天井から 66 個、計 275 個を採取し、分析は銅 (Cu) 元素について実施した。一部のサンプルについて、金 (Au)、銀 (Ag)、鉄 (Fe)、硫黄 (S)、砒素 (As)、亜鉛 (Zn) の各成分を分析した。総分析件数は 397 個に達した。

8-1-3 調査期間

自昭和 50 年 11 月 至昭和 51 年 2 月

8-1-4 解析作業

- 1) 主要岩石サンプルの薄片を作成し、顕微鏡観察により岩石および変質などについて検討した。
- 2) 主要鉱石部分の研磨片を作成し、鉱石鉱物の組合せ、鉱物組成について検討を行った。
- 3) 坑内地質研究のため縮尺 1/100 の坑道地質図および品位図を作成して鉱床の賦存状況を明らかにすると共に、海拔 110 m 準における Sabedaung 鉱床の地質図および地質断面図を縮尺 1/500 で作成し、鉱床賦存状態について検討を行った。

8-2 鉱床概況

8-2-1 概 説

Monywa 地区における地質については、第 1 年次第 2 年次報告に詳述されているので省略する。

Monywa 鉱床は Monywa ベーゼンに点在する火山性丘陵付近に主として発達した銅鉱床で Sabedaung, Kyisindaung, Letpadaung の 3 鉱床群に大別される。

これら火山性丘陵は何れも第三紀鮮新世の火山活動によって形成された黒雲母斑岩の熔岩ドームで鉱床はこの熔岩ドームおよびその周辺に貫入した流紋岩々脈に伴う浅熱水性網状鉱染銅鉱床であることが第 1 年次、第 2 年次および第 3 年次の調査によって解明された。

主なる鉱石鉱物は黄鉄鉱と天水作用による 2 次的輝銅鉱で地表下 10 m ないし 100 m にわたる酸化溶脱帯の下部にレンズ状をなしてほぼ水平に分布している。

8-2-2 鉱化作用

モニワ地区の鉱化作用と火成活動の関連は第一年次から第三年次までの調査によって、次の如き時間的順序をもって行なわれたと結論された。

- 1) Magyigon 層上位の角閃石黒雲母斑岩の活動
- 2) 黒雲母斑岩ドームの形成
- 3) 溶岩ドームおよびその周辺に対する流紋岩々脈の貫入と鈦化作用
- 4) 鈦床生成後の流紋岩体の活動

又、変質作用については溶岩ドームに貫入した流紋岩々脈群を中心として、これを取巻くハローの形をなして、内側より外側に向い、珪化作用、明ばん石化作用、粘土化作用の順で変質帯が分布しており、珪化作用の著しいところに富鈦体が形成されている。(最も普遍的に見られる鈦物は前述の通り輝銅鈦であるが)

黄鉄鈦中に未溶解の黄銅鈦が存在することから銅鈦の初生鈦物は、黄銅鈦であることが確認されている。

8-3 Sabedaung 鈦床

鈦床はMagyigon 層上位の凝灰岩を貫いて形成された黒雲母斑岩の溶岩ドーム中に発達しており、Kyisindaung Letpadaung など一連の溶岩ドームを形成した火成活動になるものゝ一つである。

Sabedaung 溶岩ドームの規模は東西中約400m、南北延長約600m、平原からの比高80mである。そして、鈦床の規模は平均南北延長500m、平均東西中350m、平均厚さ60m、地表からの2次富化帯に至る迄の酸化溶脱帯の平均厚さ260mである(本鈦床はボーリングによる探査しか行われていないので、その埋蔵鈦量も予想鈦量として分類されるが、これまでの調査によれば埋蔵鈦量2,570万トン、銅品位1.01%と計算される。これは総数53孔の試験資料によるものである)。

Sabedaung 鈦床にはドームを形成する黒雲母斑岩を貫いて、一部に斑岩角礫を含む数本の流紋岩の岩脈が認められる。この岩脈はN40°E系、N30°W系、N70°E系の3方向が顕著であり、主なものは、溶岩ドームの後々中心部に方向N40°Eを示す中20mの流紋岩の主岩脈とN30°W、N70°Eを示す中1m前後の岩脈が認められ、鈦化作用はこれら岩脈を中心として行われていることが一層明確となった。

8-4 坑道地質

8-4-1 坑道地質調査法

トランシットコンパス、エスロンテープ及び自動レベルを用いて、坑道の測量を行い縮尺1/100の坑道図を作成した。この坑道図を用いて坑内の天盤と側壁の地質スケッチを行ない、縮尺1/500にまとめた。

8-4-2 坑道地質

坑道で観察される岩石は溶岩ドームを形成している黒雲母斑岩及びこれに貫入する流紋岩々

脈である。流紋岩々脈は黒雲母斑岩の角礫を挟在しているところもみとめられる。

1) 黒雲母斑岩：構成鉱物は斑晶として径4%以下の褐色黒雲母，2%以下の融食形を示す石英及び斜長石を主とするが，長石斑晶は程んど粘土鉱物（主としてカオリン）によって交代されている。石基は石英，斜長石，粘土鉱物の微細な結晶からなっている。

2) 流紋岩々脈：坑内では2個所で観察され1つは坑口より11mの所に巾1.0mでN75°E，NS系裂によって規制されている。他の1つは坑口より35mの所に走向N40°E，西に急傾斜して出現しており脈巾は10mまで確認できる。

本岩石は変質作用を強く受けており，斜長石斑晶はほとんど粘土鉱物および石英によって交代され，石基も珪化作用により石英の等粒集合体からなっている。鏡下では2次鉱物としての緑泥石，緑簾石（大きさ0.03~0.2mm），セリサイトが観察される。

3) 角礫状流紋岩：黒雲母斑岩中に走向N70°EとN30°Wの2系統の伸長方向を示し傾斜はいずれも垂直である。脈巾は10cmから3.0mまで膨縮している。含有礫は周囲の黒雲母斑岩で斜長石は粘土化を受け，ほとんどカオリン明ばん石等の粘土鉱物に変質し，又礫の大きさは10cm以下で流紋岩中に不定形をなして挟在している。マトリックスは著しく珪化を受け微細石英粒の集合体によって構成され，原岩の構造を残す部分は少い。

8-4-3 鉄石鉄物と酸化溶脱帯

坑道で観察される鉄石鉄物は黄鉄鉄，輝銅鉄，赤鉄鉄，酸化緑色銅鉄が主であり，黄銅鉄は鏡下において，稀に輝銅鉄中に未溶解の状態で存在するものも認められる。

a) 黄鉄鉄は網状，細脈状および鉄染状をなして存在しており，形状は不定形で融蝕構造，破碎構造，粒状微粒の集合体と多種の形状を示している。サイズは5mmにおよぶ粗粒のものから1μ以下の微粒のものまで認められ平均0.3%である。

b) 輝銅鉄は黄鉄鉄の割れ目を充填し，また黄鉄鉄の一部を被膜状に或は黄鉄鉄細脈を侵蝕交代しているほか，母岩中に鉄染或は石英細脈中に微細脈として伴うなど多くの産状を示している。

c) 酸化緑色銅鉄は採掘した鉄石を数日放置していると鉄石表面に緑色を呈して観察される。これは不安定な輝銅鉄より緑色銅鉄物に変化したもので，今後開発にあたってはこのような風化速度による鉄質の変化を充分考慮する必要がある。

d) 黄銅鉄は肉眼的に坑道では認められなかったが，研磨片の観察で輝銅鉄中に未溶解のサイズ5μ~50μの不定形微粒の初生黄銅鉄が稀に認められる。

e) 赤鉄鉄は黄鉄鉄から2次的に生成したもので，酸化溶脱帯に鉄染状や細脈をなして産する。また，酸化溶脱帯と富鉄部との境界面は略地表線の起伏面にはほぼ平行であるが，裂に沿いに楔状に深部に進行しているため一部鉄床深部にも認められる。

8-4-4 網状鉄脈の分布状況

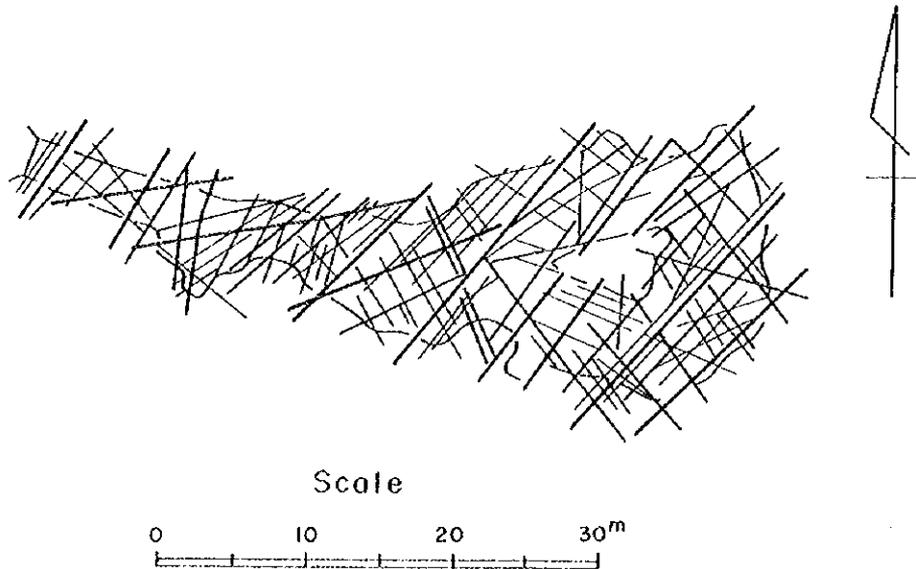
坑内での裂および網状鉄脈の分布状況はFig 1-8-1に示した如くこの地域に分布する裂と系のほとんどが観察される。この内N40°E系が最も頻繁に出現しておりN70°E，N45°W

系がこれに次ぐほか、黄鉄鉱を含む網状裂孔が無数に交錯して発達している。

このことは溶脱した銅分が移動沈殿して2次富化を行うための通路であるこれら細脈群が普遍的に存在していることを坑道においても実証され、水平方向に対する鉄床の連続性が確認された。

この結果から Kyisindaung 鉄床もこの傾向と同様なものと判断される。

Fig. I-8-1 Fissure & Ore Veinlet Map
in Sabedaung Tunnel



8-5 坑道品位

8-5-1 坑道サンプリング法

坑道における品位調査は試料採取、試料調整及び分析という工程によって行った。

1) 試料採取法：坑壁に付着している岩粉等を水ホースにて水洗除去した後、坑道の側壁、天盤2面の試料採取を行った。

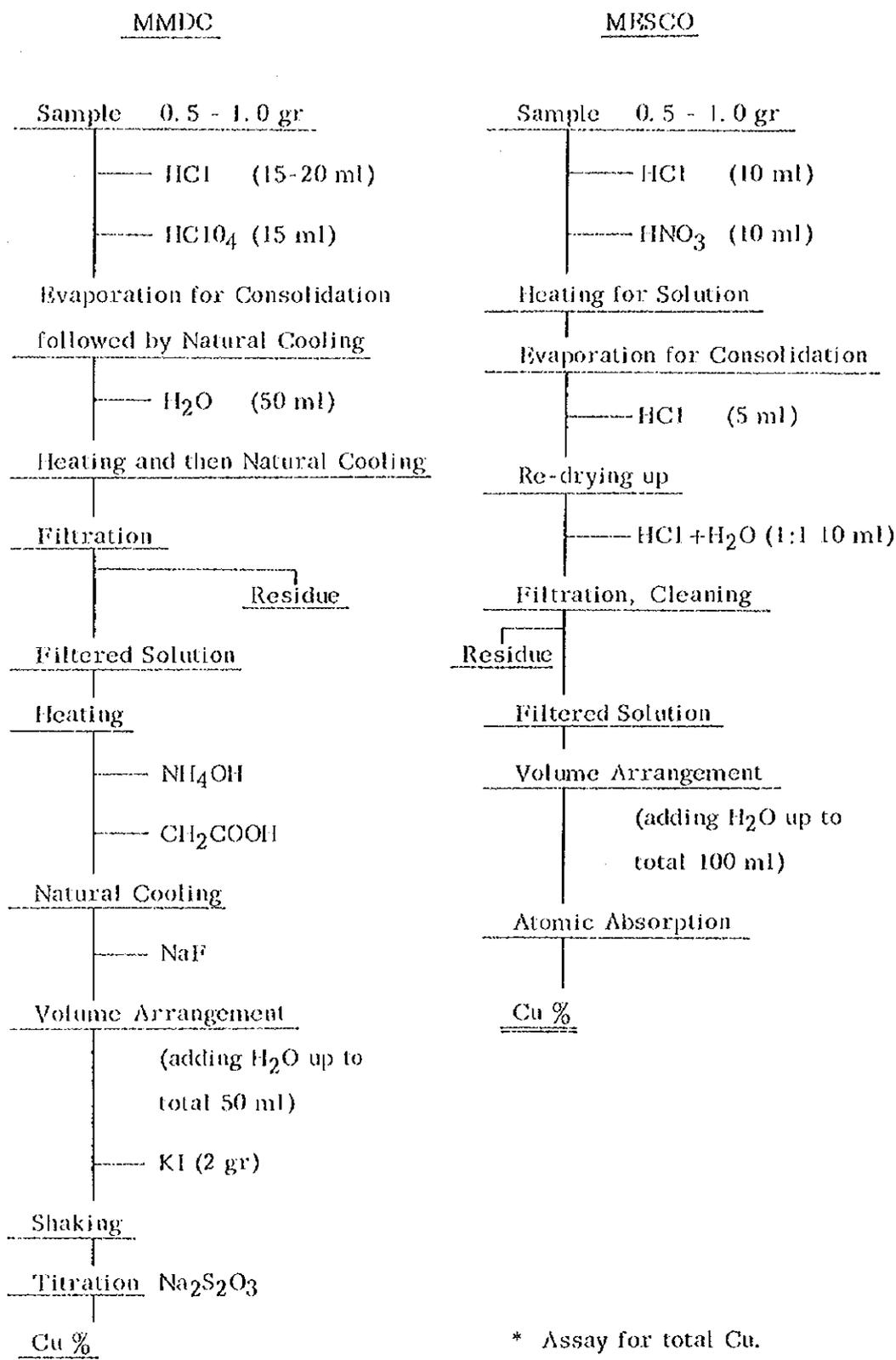
側壁の試料採取については踏前より平均1.0 mの高さの位置に長さ1.0 m、巾5 cm、深さ2 cmの採取溝をタガネとハンマーを使用して掘り、生ずる岩片および岩粉をすべて2 m×3 m大のキャンバスにて受けるという坑道の壁の長さ1 m毎の連続チャンネルサンプリング方式で行った。採取量は約2.5 Kg/mである。

天盤の試料採取では間隔1 m毎に天盤に採取位置を選び長さ50 cm、巾5 cm、深さ2 cmの採取溝を掘り、側壁のサンプリング同様キャンバスにて試料を受けた。

2) 試料調整及び分析

採取した試料は粉砕縮分をくりかえし-100メッシュに調整し、Monywa 分析所において全銅の化学分析を実施した。なお一部の試料については日本に持帰りMESCOにおいて銅、金銀、

Comparison of the Methods of Chemical Analysis
by MMDC of Burma and by MESCO in Japan



* Assay for total Cu.

硫黄，鉄，砒素，亜鉛の各元素を分析した。ピルマおよび日本における分析方法は次頁の通りである。坑道から採取した試料は側壁から209個，天盤から66ヶ，計275個である。

8-5-2 分析結果

1) 分析結果は縮尺1/100の坑道品位図PI. 1-8-2に記入した。

2) 選鉱テスト用に供した鉄石は坑口から12m以深の溶脱帯の影響の少ないところから採取使用した。

当坑道より採掘した鉄石部のみの品位は縮尺1/100品位図のごとく算術平均0.81% Cuであり，酸化溶脱帯を含めると0.61% Cuであった。

この品位の差は坑道レベルが溶脱帯と富化帯との境界に近かったため，坑道内に出現した溶脱部の比率が大きかったためである。富化帯と溶脱帯との境界は必ずしも平滑でなく，かなりの凹凸がみられることから本準より下位になるか，或は本坑道を更に延長して，地表からの深度が深くなれば鉄質は安定するものと考えられる。

3) 試錐孔JS-9は坑道に貫通している。その部分の坑道品位と試錐品位との関係はFig 1-8-1のようになる。

ただし()品位は日本での分析値

4) 坑道で採取調整した試料の一部を日本で銅(Cu)，鉄(Fe)，硫黄(S)，金(Au)，銀(Ag)亜鉛(Zn)，砒素(As)の7元素について化学分析を行った結果，Au, Ag, Zn, AsはいずれもTraceであり，銅鉄石として輝銅鉄単味として取扱えることが坑道においても実証された。

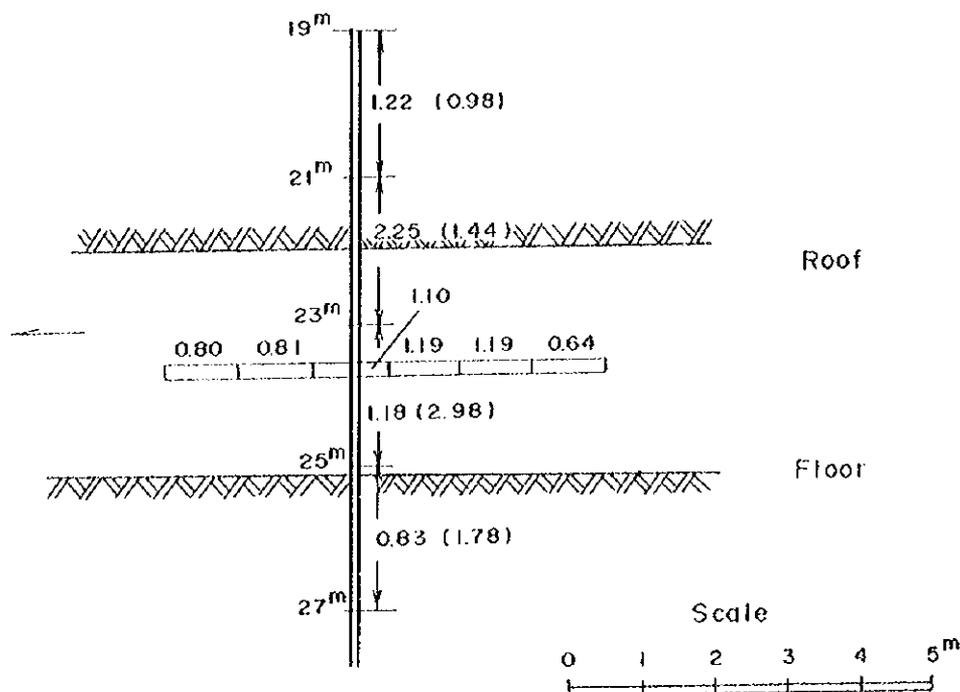


Table I-8-1 Chemical Analysis of Ore Sample in Sabedaung Tunnel

Table I-8-1 Chemical Analysis of Ore Sample in Sabedaung Tunnel

No.	Sample No.	Chemical Analysis							
		Burma	Japan						
		T-Cu %	T-Cu %	Fe %	S %	As %	Zn %	Au %	Ag %
1	AR-29	1.19	1.41	3.83	3.87	0.00	0.00	tr	tr
2	ST-177	0.82	0.96	4.78	4.73	0.00	0.00	tr	tr
3	ST-184	2.41	2.14	6.00	6.21	0.00	0.00	tr	tr
4	AR-13	0.69	0.51						
5	AR-17	1.12	0.87						
6	AR-21	0.88	0.61						
7	AR-25	0.60	0.31						
8	AR-33	0.49	0.33						
9	AR-37	0.30	0.15						
10	AR-41	2.47	1.96						
11	AR-45	0.10	0.07						
12	ST-121	0.88	0.59						
13	ST-189	0.55	0.49						
14	ST-103	0.78	0.45						
15	ST-165	1.30	1.23						
16	ST-169	0.80	0.98						
17	BL - 5	1.02	0.82						
18	BL - 11	1.95	1.72						
19	BB - 9	0.97	0.86						
20	ST-108	0.49	0.31						
Total		19.81	16.77						
Average		0.99	0.84						

Table 1-8-2 Microphotographs

No. 1

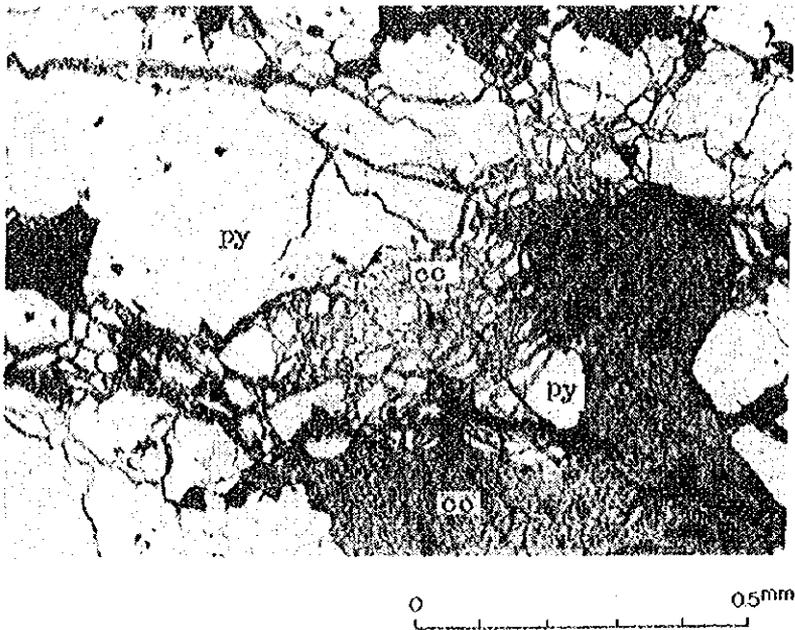
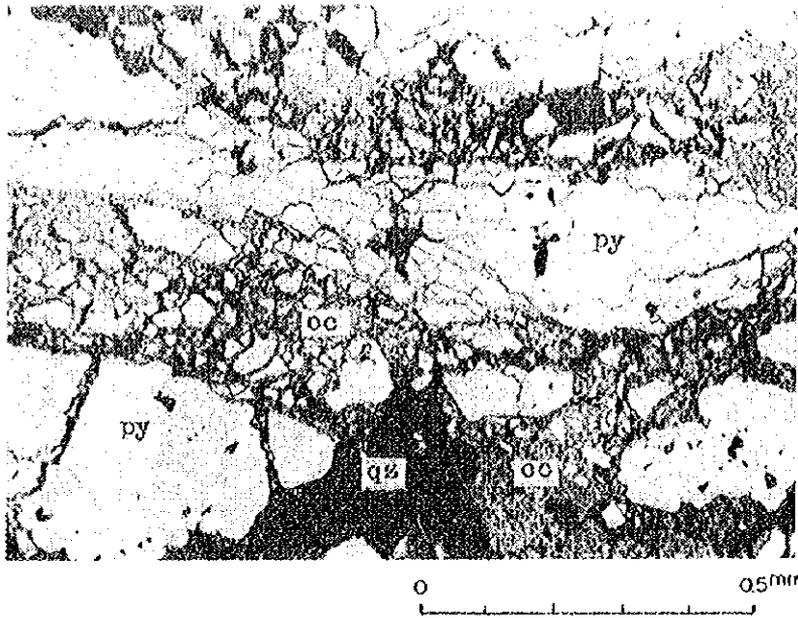
Sample No. 4

Location : Sabedaung Tunnel

py : Pyrite

cc : Chalcocite

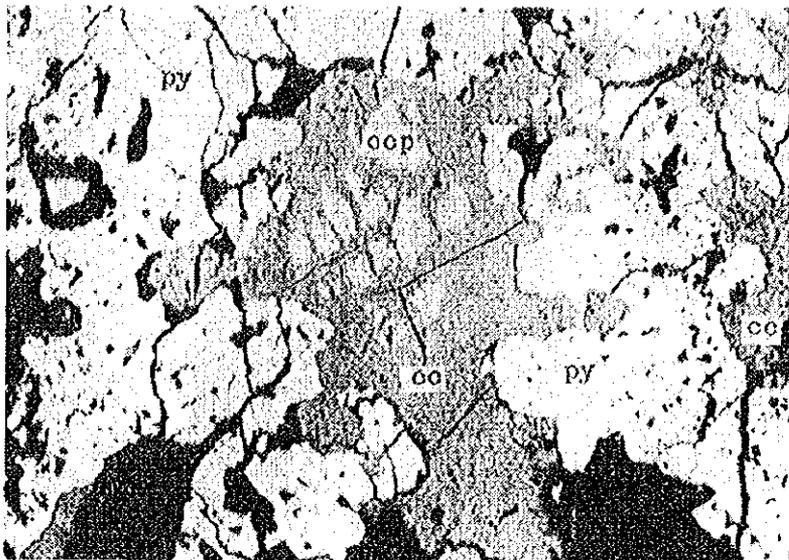
qz : Quartz



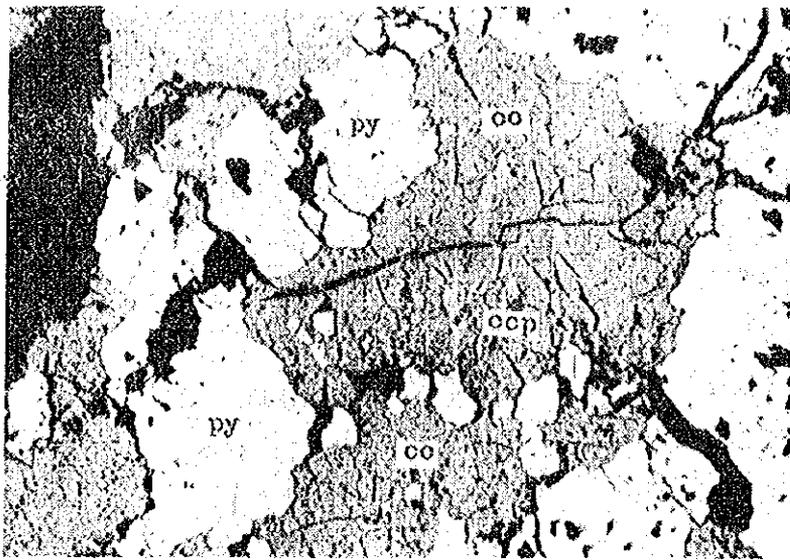
No. 2

Sample No. 7

Location : Sabedaung Tunnel



py : Pyrite
cc : Chalcocite
ccp: Chalcopyrite

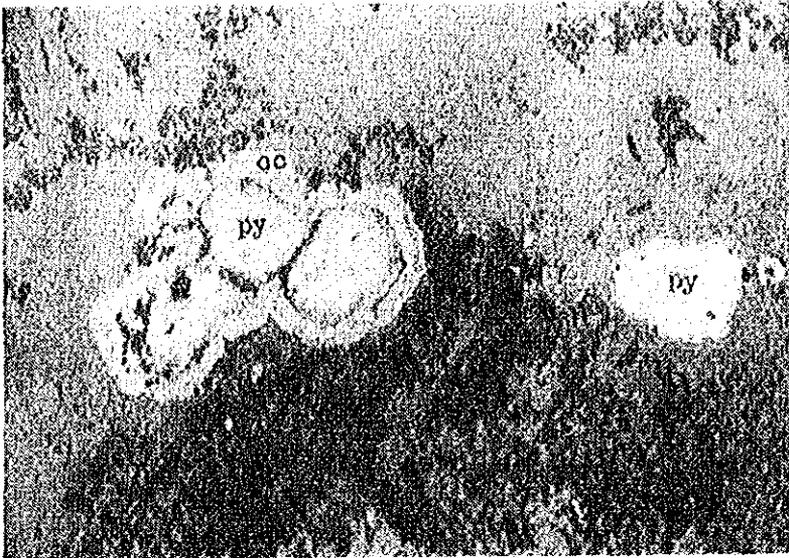


Sample No. 8

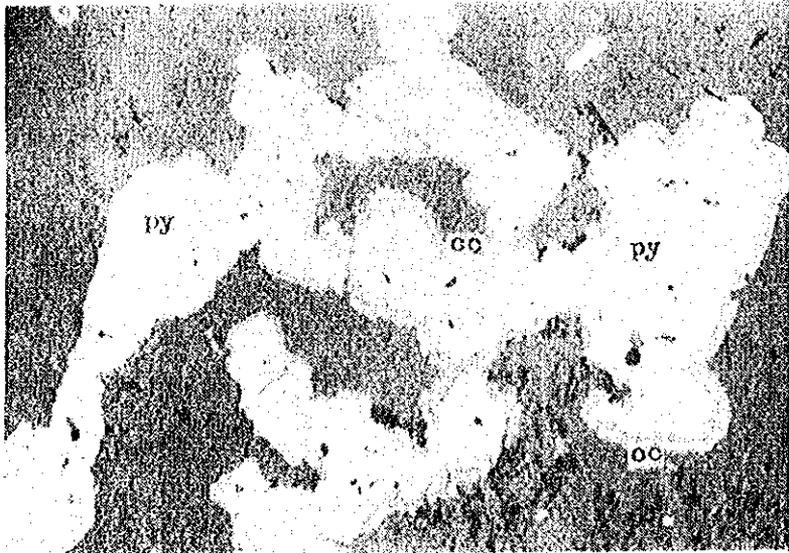
Location : Sabedaung Tunnel

py : Pyrite

cc : Chalcocite



0 0.5mm



0 0.5mm

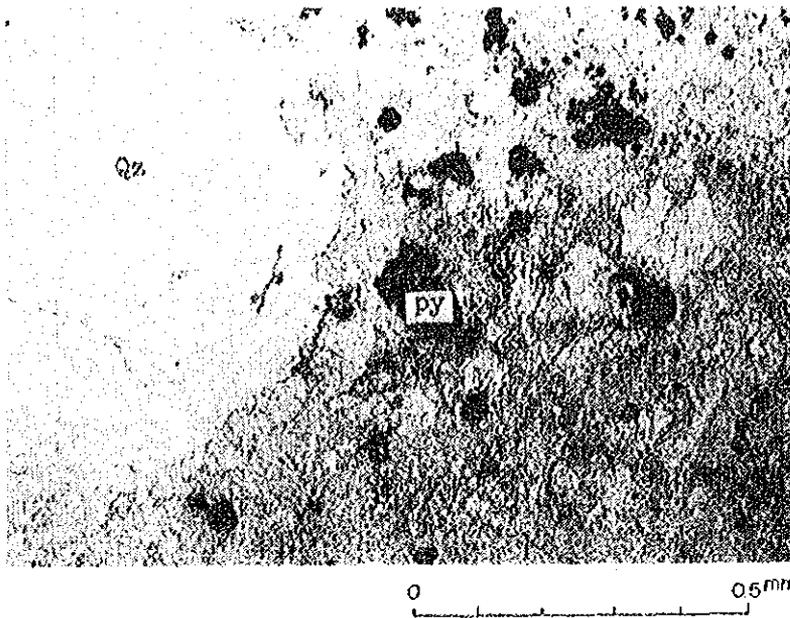
No. 4

Sample No. 7

Location : Sabedaung Tunnel

Rock Name :

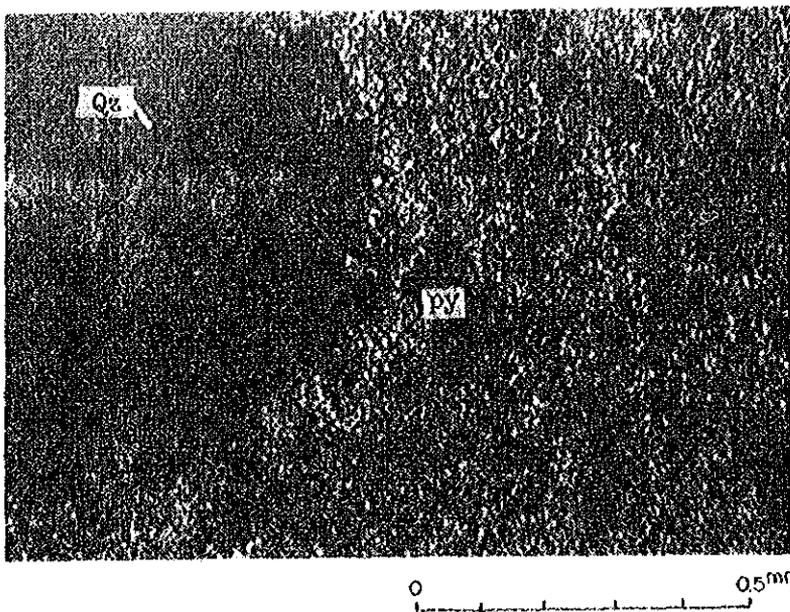
Altered Porphyry



Open Nicol

Qz : Quartz

py : Pyrite



Crossed Nicols

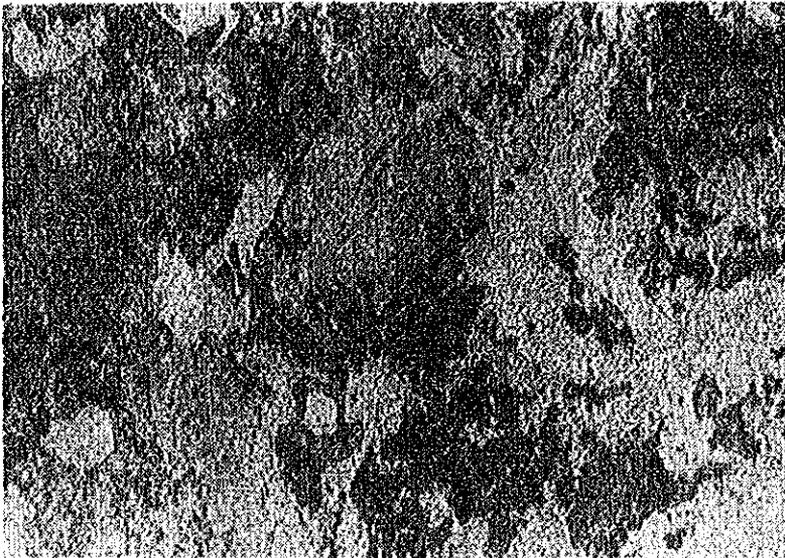
The rock shows porphyritic texture.
Groundmass is a very fine-grained equigranular rock,
which consists mainly of quartz chlorite and sphene
as secondary minerals, and pyrite as opaque mineral

Sample No. 9

Location : Sabedaung Tunnel

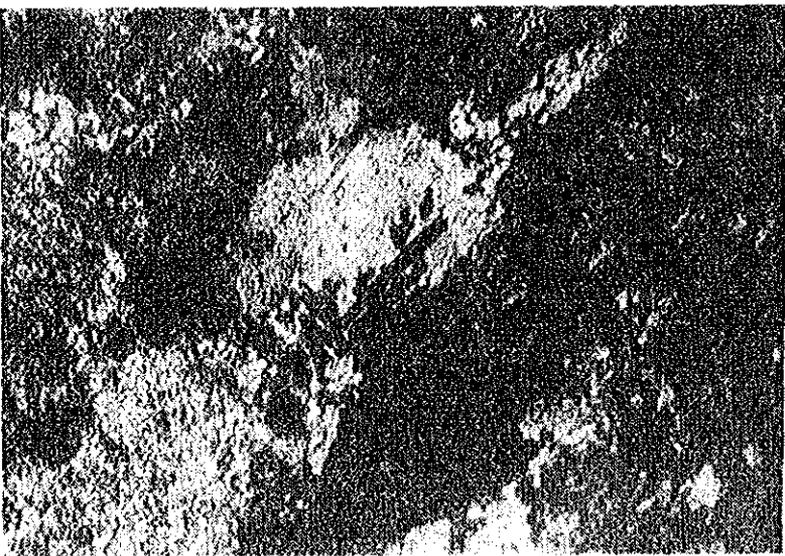
Rock Name :

Sltered Rhyolite



Open Nicol

0 0.5mm



Crossed Nicols

0 0.5mm

It consists of quartz chlorite, sericite, epidote, and sphenes as secondary minerals.

Table I-8-3 List of Rock and Ore Sample at Sabedaung Tunnel

Sample No.	Location	Rock and Ore Name	Thin Section	Polished Section	Remarks
1	Sabedaung Tunnel	Pyrite-chalcocite ore in brecciated rock			Brecciated rock is porphyry
2	"	Pyrite-chalcocite ore in altered rhyolite			Pyrite and chalcocite occurs in network veinlets and as disseminated
3	"	ditto			ditto
4	"	"		○	"
5	"	"			"
6	"	"			"
7	"	Pyrite-chalcocite ore in altered porphyry	○	○	"
8	"	ditto		○	"
9	"	Altered rhyolite with pyrite	○		Weathered, silicified rhyolite with iron oxide
10	"	Pyrite-chalcocite ore in brecciated rock			
11	"	ditto			

第 9 章 ま と め

第 3 年には Sabedaung 鉄床南西部 JS-9 孔付近の鉄体を採掘するための剝土作業 (9,100^{m³}) を開始したが、総作業量・工期・火薬類の追加調達の高難性を慎重に考慮し、途中から早期着鉄採鉄のため切割開さく (Channel Cut, 作業量 2,844 t) に切り換えた。

そして 9 月にはパイロットプラントによる選鉄試験に必要な鉄石を供給しなければならない当時の緊急な事態に対処するため、7 月中旬に入り上述の切割開さく最奥部から JS-9 孔に向かう第 4 年次見合いの坑道掘進を開始した。

坑道掘進は延べ 91.7 m 実施し、鉄鉄石 1,758 t を獲得、これにひきつづいて 2,085 t の拡幅採鉄を行い、これらの内の 3,788 t を坑外に搬出、さらに内 2,738 t を選鉄試験のためパイロットプラントに運搬した。

これらの作業を通じ Sabedaung 鉄床における採掘上の諸条件、採掘および運搬の能率、火薬雷管の原単位、ビット・ロッドの使用実績の把握、坑内地質調査による鉄床・鉄化帯の解明、鉄床品位の把握を行うことができた。

すなわち、第 3・4 両年次にまたがる今回の調査により、およそつぎの事項が明らかとなった。

- 1) Sabedaung 鉄床においては地表から 2 m は表土、その下方 3 m 程度は風化の影響の強い軟岩であり、いづれもブルドーザー等の大型重機によって能率よく剝土できるめどがついた。
- 2) 鉄床および周辺の岩盤はさく岩・発破に対する抵抗が少く、かつ地山のしまりが良いので大加背掘進はもとより、幅 10 m 程度に拡幅追切を実施してもほとんど支保を必要としない。すなわち、露天掘においても比較的少い爆薬、ビット・ロッドで高能率な採掘を有利に実施できるめどがついた。
- 3) 採掘鉄石の積込み、運搬については路面の排水・補強工事を行い、かつ適切な一次貯鉄場を準備することにより、雨期においても支障なく実施できる見通しを得た。
- 4) 坑内地質調査・鉄石サンプリング・分析により、Sabedaung 鉄床内部における酸化溶脱帯の形態、鉄床の連続状況、品位の分布を直接確認できた。

なお、今後の採掘にあたっては品位コントロール上、鉄床上部の地表近くに分布する低品位の酸化溶脱帯の一部が岩目、弱線沿いに深部まで伸長しており、注意を要する。

- 5) 採掘した鉄石を数日間放置すると、その表面にうすい酸化緑色鉄物が観察されたが、これは不安定な輝銅鉄から変化したものであり、今後の開発にあたっては、このような風化速度による経時変化には充分配慮する必要がある。

以上より、今後の課題としては、次の事項をとり挙げることを望ましいと考えられる。すなわち、

1. Sabedaung 鉄床については、試錐孔間の鉄床の連続性、酸化溶脱帯の拡がり、鉄床細部の鉄

石品位、鉄質の明確化および採掘計画の確定化を計るため、ひきつづきより深部においてチェック用の坑道掘進を実施する。

2. 主鉄石鉄物の輝銅鉄は坑内においても容易に水に溶解することが観察されており、今後、インプリースリーチング等による低品位鉄よりの銅イオンの回収を研究する。

以 上

第 II 部

パイロットプラント建設工事

第Ⅱ部 パイロットプラント建設工事

目 次

第1章 序 論	56
1-1 調査目的	56
1-2 工事の概要	56
1-3 調査員の構成	56
第2章 パイロット・プラントの主要機械および付随施設	58
2-1 パイロット・プラントを構成する主要機械	58
2-2 パイロット・プラントの付随施設	59
第3章 工事作業別進捗	60
第4章 工事の内容	61
4-1 パイロット・プラント・サイトの選定	61
4-2 敷地造成・取付道路工事	61
4-3 基礎工事	62
4-4 機材搬入	62
4-5 機械据付工事	63
4-6 その他諸工事	63

第Ⅱ部 パイロット・プラント建設工事

第 1 章 序 論

1-1 調査目的

ビルマ国モニワ地区において、昭和49年度同国政府と共同で実施する銅鉱石の選鉱試験のため、パイロット・プラントおよびその付随施設を建設することを目的とする。

1-2 工事の概要

Kyisindaung北東麓、既存鉱山道路沿いの緩傾斜面を敷地造成し、段切り、根掘り、コンクリート機械基礎工事を行なう。

日本より調達・送付した選鉱機械類一式および発電機を、機械基礎上に設置し、所要の配管、配線工事を施し、木造建家を建設し、これらの要所をその内部に納める。

また、付随する施設として、給水施設、水タンク、燃料タンク、仮設諸建家をそれぞれ設け、さらに廃さいのための沈澱池築堤工事およびパイロット・プラント周辺の道路建設工事を実施する。

パイロット・プラントの粗鉱処理能力は、設計仕様で1日(24時間操業時)当り50トンである。

現地における建設工事は昭和50年4月8日着工、同年10月28日に完了し、パイロット・プラントの試験運転に入った。

1-3 調査員の構成

清水	昭	三井金属エンジニアリング株式会社	土木建築技師
橋 積	洋	同	選鉱技師
土 垣 正 一	同	同	同
前 田 健 一	同	同	同
中 川 義 治	同	同	同
辻 本 俊 夫	同	同	機械技師
松 橋 実	同	同	同
桃 和 彦	同	同	電気技師
U THIAN MAUNG	MMDG, DEPUTY DIRECTOR		選鉱技師
U HPUN AUNG ZAW	MMDG		機械・電気技師
U KYI	同		モニワ鉱山長

U YE WIN	MMDC	モニツ湖敏山長
U KO KO	同	モニツ敏山長(後半)
U SAW LINN	同	土木建築技師
U BA OHN	同	同
U MYINT LWIN	同	同

第2章 パイロット・プラントの主要機械および付随施設

2-1 パイロット・プラントを構成する主要機械

主要機械はつぎのとおりである。

機 械 名	仕様・型番	数量	メーカー
シングルトックルクラッチャー	F 209, 18.5 KW	1	大塚鉄工
シングルトックルクラッチャー	F 158, 11.0 KW	1	大塚鉄工
チューブ・ミル	T-1515, 37.0 KW	1	大塚鉄工
チューブ・ミル	T-912, 18.5 KW	1	大塚鉄工
コンディショナー	3' ϕ \times 3', 2.2 KW	1	双葉製作
コンディショナー	4' ϕ \times 4', 3.7 KW	1	双葉製作
スパイラルクラッシュアイア	400 ϕ \times 5,000 l, 0.75 KW	1	双葉製作
ネガクローン	HN-3	2	ラサ
ネガクローン	HN-6	2	ラサ
フローテーター	FW# 15, 3.7 KW/2セル	14	川口製作
フローテーター	FW# 12, 2.2 KW/2セル	8	川口製作
サージタンク	2.5m ϕ	1	川口製作
シックナー	5m ϕ \times 2.45m, 0.75 KW	1	川口製作
シックナー	3m ϕ \times 2.40m, 0.75 KW	1	双葉製作
セントリフューゲート	T-26, 660 ϕ , 2.2 KW	1	日本アサヒ機工
振動スクリーン	2' \times 4', 0.75 KW	1	双葉製作
ベルト・フィーダー	350W \times 4,000 l, 0.4 KW	1	双葉製作
グリズリー	1m \times 1.2m \times 20mm巾	1	双葉製作
ベルト・コンベヤー	KMR 350mm \times 7m, 1 KW	6	光洋機械
タービンポンプ	GMB-CH, 3.7 KW	2	日立製作
ワーマンポンプ	3/2 EG-R/L, 4V, 3.7 KW	2	ラサ
ワーマンポンプ	1 3/4 EG-R/L, 3VR, 2.2KW	7	ラサ
スミス・オートフィーダー	GF-103, 0.2 KW	2	大盛工業
各種秤量器	1,000 K ϕ , 50 K ϕ , 5 K ϕ , 100 gr	4	-
ディーゼル発電機	NPU-300, 250 KVA, 50Hz, 200V	1	東芝
同上用エンジン	380 PS	1	キャタピラー

2-2 パイロット・プラントの付随施設

主要な付随施設はつぎのとおりである。

施設名称	仕様・記事	
ウォーター・タンク	100m ³ , コンクリート製	1
チューブ・ウェル用水井	プラントの350 m北方	2
送水用パイプライン	3"φ, チューブウェル及び用水井よりプラントまで	450 m
発電機用燃料タンク	10トン入り, コンクリート製モルタル仕上げ	1
砕飲用オアピン	コンクリートベース, 木造3.3m×3.3m×4.7mH	1
パイロット・プラント上屋	木造33.5m×8m×軒高5m, 14m×7m×軒高7m	2棟
コンクリート擁壁	巾7m, 一部レンガ積み	3段
付属建家	木造, 事務所, 控室, 倉庫等	3棟
廃さい沈澱池	35,000 m ² , 2.5m高の土えん堤で囲む	1
アクセスロード	幅員6 m以上, 砕石敷込	300 m
プラント内排水溝		1式

第 3 章 工事作業別進捗

パイロット・プラント建設工事の進捗を工事内容別に概略表示するとつぎのようになる。

工事作業別	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	記事
機材調達	15							船待 1.5ヵ月
機材海送		31	3					
機材国内輸送				19	16			通関他 0.5ヵ月
敷地造成工事	8	3						
アクセスロード建設	11 22							
廃さい沈澱池		7 10						
用水工事		5 18						
基礎工事		12			15			
機械据付工事					4 28			
建家建設工事		7 11 22 31			1 31			
配管工事							20	
電気工事							27	
付随雑工事							28	
無負荷試運転							28	

第 4 章 工 事 の 内 容

4-1 パイロット・プラント・サイトの選定

選定にあたり、つぎの諸事項を検討した。

- 1) 剣土、採鉱作業場に近接し、しかも発破による影響を受けない箇所
- 2) 既設鉱山道路に近く、資材等の運搬に便利な所
- 3) 選鉱場建設に適當な傾斜をもつ地形で、しかも充分なスペースがとれ、近傍に堆積場適地があること。
- 4) 用水の調達に便利で、しかも洪水時冠水のおそれのない所
- 5) 地盤は適當な強度をもち、軟弱でない所

その結果、適地として、Kyisindaung (キシンドン) 北東麓の既存鉱山道路沿いの緩傾斜面を選定した。この場所は鉱山キャンプより近く、剣土、採鉱作業場より約 0.7 Km はなれた所にあり、また鉱山道路川手側に堆積場適地をもつ、Yama (ヤマ) 川までの距離は 0.8 Km で、川との間の平地には豊富な地下水がある。

4-2 敷地造成、取付道路工事

4-2-1 敷地造成工事

鉱山道路山手側の傾斜平均 12 度の斜面に 5,500 ㎡ の区画を仕切り、斜面をおおう灌木を主とする植生を伐採した後、D-80 ブルドーザーを用いて荒切りおよび敷地造成工事を行なった。段切りは 5 段とした。そのレベルおよびおよその面積はつぎのとおりである。

段 別	鉱山道路面よりの高さ	面積 (法面共)
第 1 段 (基準床面)	1.00 m	1,580 ㎡
第 2 段 (No. 2 クラッシャー面)	4.80 m	590 ㎡
第 3 段 (No. 1 クラッシャー面)	5.40 m	385 ㎡
第 4 段 (上部アクセスロード面)	8.90 m	1,580 ㎡
第 5 段 (ウォーターボンド面)	12.90 m	1,365 ㎡

地表面を 2 m の厚さで風化土壌がおおっており、その下部は風化を受けた軟岩である。透水性は不良で、降雨時泥ねい化する難がある。

なお敷地造成により生じた余土は敷地西側の谷に押土し、一部は廃さい堆積沈澱池の築堤用材に使用した。

4-2-2 取付道路

鉱山道路より分岐し、パイロット・プラント・サイト第 4 段に至るアクセス・ロードを D-

80ブルドーザーを用いて建設した。延長300m、幅員は6mとし、フロント・サイトにおいては、将来の粗鉄搬入卸場とするためとくに幅員20mとした。山手側に排水用側溝を設け、路面には剣土排水を敷き、グレーダー・ロードローラーにより展圧した。

またパイロット・フロント第2,3及び5段に至る分岐道路も併せて建設した。

4-3 基礎工事

選鉱機械、タンク類、土留擁壁、建家その他付随施設の基礎は、積載物の重量に応じて、軟岩中に4~6フィートの基礎深りを行ない、捨栗敷つめ、捨コンを行なった上に鉄筋コンクリート工事を行なうことにより作成した。

工事量はつぎのとおりである。

コンクリート打込総量	516.1 m ³ (1:2:4)
セメント	170.0 t
砂	258.0 m ³
砂利	310.0 m ³
鉄筋量	17,058.0 kg
型枠面積	609.0 m ²
モルタル仕上	408.5 m ²
煉瓦積	49,860 個

セメント、砂、砂利、煉瓦および型枠材は現地調達、鉄筋は日本より調達したが、納期おくれおよび品質不良(とくに砂)になやみ、さらに鉄筋結紮用鉄線の不足、型枠用板材が厚すぎるために中面抜き作業が困難となったこと、現地技術者・作業者の経験不足等の問題があり、一部の基礎を打ちなおすこともあって基礎工事に予想外の日数を要した。

労務者は請負作業者を使い、1日8時間2方操業を原則とした。コンクリート混和は0.3 m³ミキサーで行ない、運搬はすべて人力によった。コンクリート打設能力は1方当り平均4.72 m³であった。

4-4 機材搬入

各種選鉱機械および付属器材の主要部はつぎの日程でパイロット・フロント・サイトに搬入した。

- 5 0. 4. 1 5 横浜港集積完了
(船待ちその他)
- 5 0. 5. 3 1 横浜港出港
(ビルマ FIVE STAR LINE, KALEWA 号)
- 5 0. 7. 3 ラングーン港入港

(通関、待機)

50. 7. 19	ラングーン出港 (200tクランクraft, 河川経由)	50. 8. 2	ラングーン駅出発 (ビルマ国鉄経由)
50. 7. 31	モニワ河港着	50. 8. 13	モニワ駅着
50. 8. 4	搬入終了	50. 8. 16	搬入終了

横浜港における船待ち、ラングーン港における通関および国内発送手続、国内輸送(とくにビルマ国鉄)にいずれも予想外の日数を要し、このため、これら機材の山元到着が大巾に遅延した。ビルマ国内における荷受け、国内輸送業務の担当が各公社にまたがるため、しばしば支障が起った。

モニワ到着後の山元への機械搬入は

200tクランクraft (Chindwin 河渡河用)	1
12t クレーン付35tトラック	1
3.5t クレーン	1
6.5t 積トラック	4

を使用して行なった。鉱山道路を事前に剝土工事排石等を用い改修しておいたため、降雨にもかかわらず順調に進んだ。

なお、ラングーン港に滞貨中、梱包の故意損壊、一部器材の荷抜き盗難が生じ、また、モーター類を被ふくしていたビニール・シート類は殆んど抜取られ、内容物が水濡れしていた。失した器材類の一部は再度調達補填した。

4-5 機械据付工事

3.5tクレーン、D-85ブルドーザーを使用して、開梱した機械類を所定の基礎の上に据付、固定した。

なお、機械組立時の溶接作業は、主としてラングーン調達のアセチレン、酸素を用いて行なったが、溶接工事経験者が現地で得られなかったため、日本人技術者の手で施工せざるを得なかった。

また、これとあわせて、250KVA—200V発電機及びディーゼルエンジンの据付、これに付随する配線工事ならびに場内配管工事を実施した。

4-6 その他諸工事

4-6-1 用水施設

パイロット・プラントのフル操業時(3万/日、50t/日)の所要水量は約300tである。これを給水するため、つぎの工事を実施した。

1) チューブウェル掘さく：パイロット・プラントの北方350mの水田地域にさく井機を使用して、直径100%, 深さ22mおよび直径150%, 深さ19mの計2本のさく井を行なった。豊富な地下水を得たので、これを用水源とした。

2) パイロット・プラント上方(第5段)に容量100tの用水池を設けた。

3) チューブ・ウェルよりパイロットプラント上方用水池間450mに3インチ径のバイブラインを布設、ポンプステーションを設けた。

4-6-2 廃さい沈澱池

プラント・サイトより鉱山道路をはさんで川手側の一部農地を含む荒蕪地35,000m²を収用し、D-80ブルドーザーにより内側の土をかき上げて、その周囲に築堤し、廃さい沈澱池を造成した。築堤高は2.5mとし、一部プラントサイト敷地造成時の余土を併用した。沈澱池底面はラテライト系の稠密な風化土壌が露出しており、不透水性である。

4-6-3 その他付随施設

1) 発電機用燃料タンク

10t入り、鉄筋コンクリート製モルタル内面仕上げ、フタ付き。第2段に設置し、混入水分離用に底面にドレーナージ孔を設けた。

2) 砕鉱用オアビン

鉄筋コンクリート・ベース上に設け、木造、屋根つきとする。底面積3.3m²で総高4.7mである。

3) パイロット・プラント上屋

第1段、基準床面上に33.5m×8m×軒高5mの上家、さらに第2、第3段上に14.0m×7m×軒高7mの上家をそれぞれ建設した。建設用木材・屋根材・壁面材は何れも現地仕様、現地調達である。なお上屋内床面はすべてコンクリート舗装を行ない、建家最高所に避雷針を設置した。

4) コンクリート擁壁

第4段、第3段、第2段、第1段の各段の間、粗砕あけ場、クラッシャーの位置にあたる法面に、それぞれ幅7mの土留擁壁を設けた。擁壁の構造は中央部を鉄筋コンクリート、両翼部を煉瓦積・コンクリート内詰めとした。

5) 付属建家

現場事務所・労務者控室、工作場、仮倉庫用計3棟を建設した。いずれも木造竹皮葺きの現地仕様によるものである。

6) その他

パイロット・プラントにはその他、小規模の分析室、秤量所、修理場、詰所を併設し、必要な器械・備品類を設置した。

またパイロット・プラントと鉱山キャンプ間には有線電話を設置し連絡用としている。

第 III 部

選 鋏 試 驗

第Ⅲ部 選 鉱 試 験

目 次

第1章 序 論	65
1-1 試験目的	65
1-2 試験の概要	65
1-3 調査員の構成	65
第2章 パイロットプラントの概要	67
2-1 系統および使用機械	67
2-2 用水施設	67
2-3 発電施設	67
2-4 廃さい沈澱池	67
第3章 試験の経過	71
3-1 試験の経過	71
3-2 人員配置	72
3-3 鉱山保安への配慮	72
第4章 試験結果	74
4-1 破碎産物の物性	74
4-2 水洗の必要性	75
4-3 磨鉱産物の粒度分布	75
4-4 仕事指数	77
4-5 ボールミルのボールおよびライナーの消費量	78
4-6 ボールミル給鉱量と磨鉱成績の関係	80
4-7 浮選回路と産物品位	81
4-8 チェック分析	83
4-9 選鉱成績(精鉱の品位と採取率)	83
4-10 浮選試薬の使用量	83
4-11 ビルマ産消石灰	83
4-12 粗選機給鉱と滑掃機尾鉱の簡別分析	95
4-13 銅精鉱の粒度分布と沈降速度	96
4-14 銅精鉱の化学分析	97

4-15	銅精鉱の脱水試験	98
4-16	廃さいの沈降速度	100
4-17	廃さい沈澱池の上澄水の分析	100
4-18	川水を使ったバッチ浮選試験	101
第5章	結論および今後の問題点	103
5-1	結論	103
5-2	今後の問題点	104

List of Figures

Fig. III-1-1	Location Map of Pilot Plant
Fig. III-1-2	General Arrangement of Pilot Plant
Fig. III-2-1	Flowsheet for 50 TPD PILOT PLANT
Fig. III-4-1	Schematic Flotation Circuit (at Beginning)
Fig. III-4-2	Schematic Flotation Circuit (with Modified Cleaner)
Fig. III-4-3	Schematic Flotation Circuit (Scavenger Cleaner Method)
Fig. III-4-4	Comparison of Copper Assay Values (Monywa/Japan)
Fig. III-4-5	Comparison of Feed and Concentrate/Recovery
Fig. III-4-6	Particle Size Distribution of Copper Concentrate in Semilogarithmic Plot

List of Tables

Table III-2-1	Specifications of Machineries
Table III-4-1	Sizing Test on Crushing Products
Table III-4-2	Sizing Test on Primary Grinding Products
Table III-4-3	Sizing Test on Regrinding Products (Before 10th., Jan.)
Table III-4-4	Sizing Test on Regrinding Products (After 13th., Jan.)
Table III-4-5	Operating Work Index on 1500 x 1500mm Ball Mill
Table III-4-6	Grinding Work Index
Table III-4-7	Wear of Grinding Ball
Table III-4-8	Wear of Ball Mill Liner
Table III-4-9	Effect of Feed Rate on Performance of 1500 x 1500mm Ball Mill
Table III-4-10	Assay Result of Flotation Products (Daily Samples)
Table III-4-11	Assay Result of Flotation Products (Snap Samples)
Table III-4-12	Result of Check Analysis on Flotation Products
Table III-4-13	Metallurgical Estimate
Table III-4-14	Consumption of Flotation Reagents
Table III-4-15	Sizing Test on Slaked Lime Produced in Burma
Table III-4-16	Analysis of Slaked Lime "MESCO Brand"
Table III-4-17	Typical Sizing Analysis on Rougher Feed and Scavenger Tailing
Table III-4-18	Sizing Result on Copper Concentrate by Micron Photo Sizer
Table III-4-19	Result of the Setting Test on Copper Concentrate
Table III-4-20	Chemical Analysis of Copper Concentrate
Table III-4-21	Result of Vacuum Leaf Test
Table III-4-22	Result of Filtration Test by Centrifuge
Table III-4-23	Result of Drying Test by Fluid Bed Dryer
Table III-4-24	Result of Setting Test on Tailing
Table III-4-25	Chemical Composition of Top Water at Tailing Pond
Table III-4-26	Result of Batch Flotation Test by Yama Stream Water (Hashizumi)
Table III-4-27	Result of Batch Flotation Test by River Water (USin Kyin)

第Ⅲ部 選 鉱 試 験

第1章 序 論

1-1 試験目的

Monywa 地区 Kyisindaung 北東麓に建設された粗鉱処理能力 50 t/d のパイロットプラントを使用して、1974年報告書（第Ⅱ年次第二巻）に記載された銅鉱石バッチ試験結果の確認を行なうと同時に、フィージビリティレポート作成に必要な選鉱資料の収集を行なう。（Fig. III-1-1 および、III-1-2 参照）

1-2 試験の概要

1975年4月より開始されたパイロットプラントならびに付随諸施設の建設工事の完了にひきつづき、1975年10月28日より11月10日までの期間に各機械、器具および施設の試運転ならびに調整を完了した。

次いで、1975年11月11日より試験操業を開始し、翌1976年2月14日まですべての試験操業を完了した。

試験操業の期間内に、受入粗鉱および選鉱産物の粒度組成、磨鉱仕事指数（grinding work index）、ボールミルにおけるボールおよびライナーの消耗量、磨鉱ならびに浮選の操業条件などの諸調査を実施した。

また、産出銅精鉱 200kg を日本に送付して、初過および乾燥試験を行なった。

1-3 調査員の構成

団長	大倉 長喜	三井金属エンジニアリング株式会社
選鉱	坂井源四郎	"
"	橋積 洋	"
"	上垣 正一	"
"	前田 健一	"
"	中川 義治	"
"	U Saw Ettrict San Hoo	Myanma Mineral Development Corp
"	U Sin Kyin	"
"	U Kyaw Myint	"
"	U Nyunt Htay	"
"	U Myint Thein	"

選鉱	U Than Nyunt	Myamma Mineral Development Corp.
"	U Zaw Win	"
機械	U Than Aung	"
"	U Ko Ko	"
電気	David	"

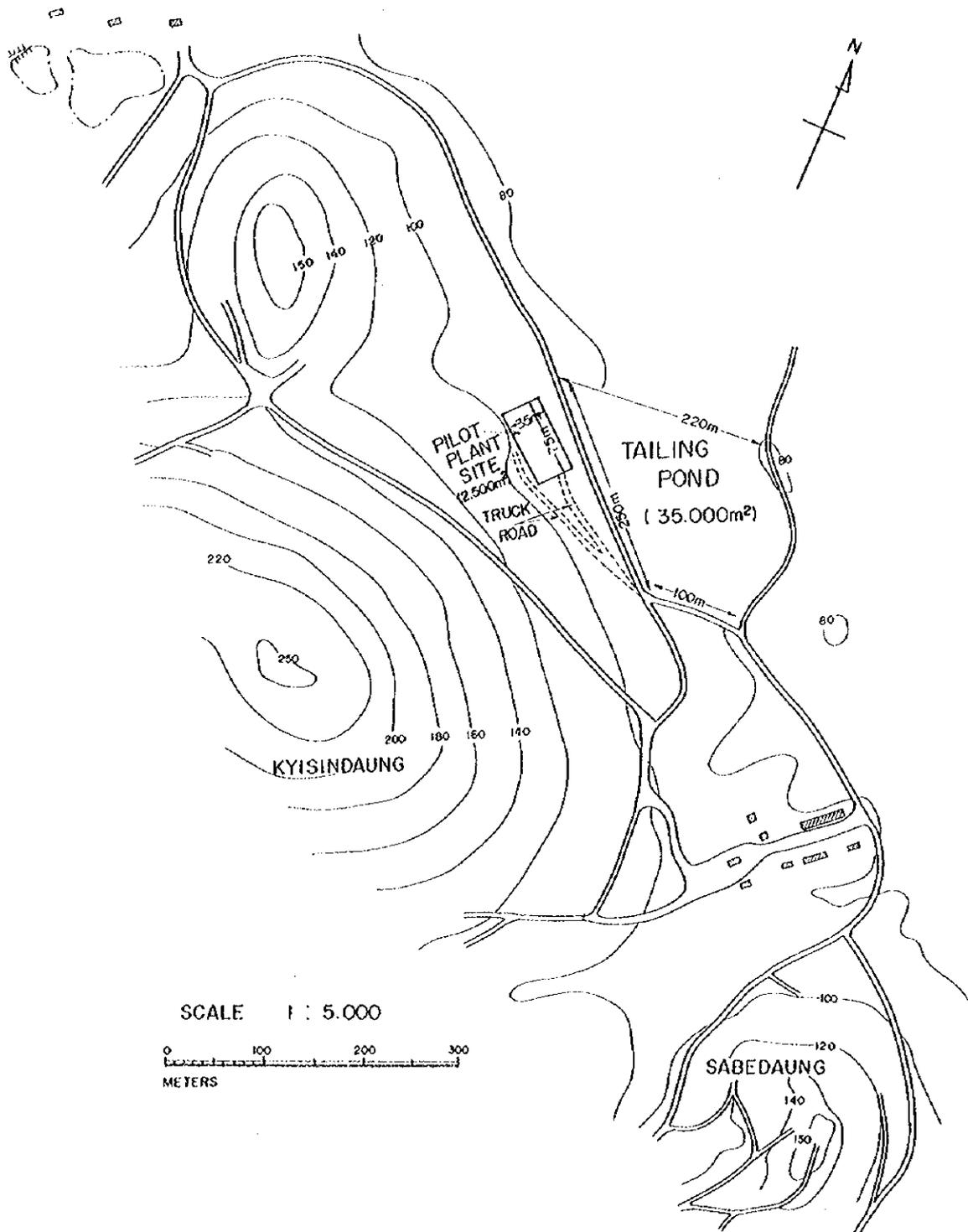
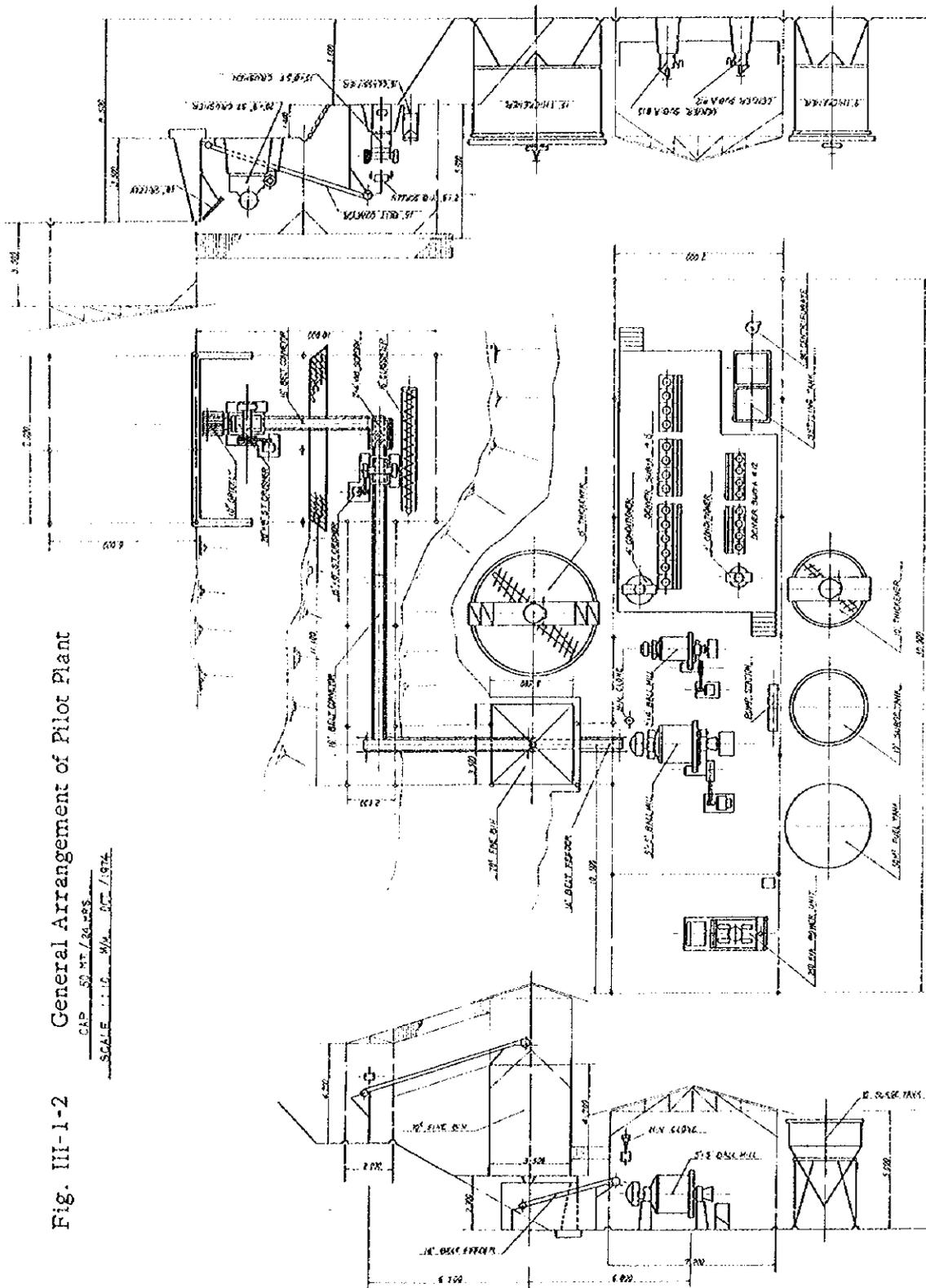


Fig. III-1-1 Location Map of Pilot Plant

Fig. III-1-2 General Arrangement of Pilot Plant

CAP. 50 MT./24 HRS.
SCALE 1/4" = 1'-0"



第2章 パイロットプラントの概要

2-1 系統および使用機械

建設工事が完了した当時のパイロットプラントの系統図と使用機械の明細は Fig. III-2-1 および Table III-2-1 の通りである。

2-2 用水施設

パイロットプラントの北方350mの畑地域にさく井機を使用して、直径100mm深さ2.2mおよび直径150mm深さ1.9mの2本のさく井を掘削して地下水を得、これをパイロットプラント用水の水源とし、2基のタービンポンプを設置した。

また、パイロットプラント碎鉱場レベルより1.0m高い、Kyisindaung中腹に容量100m³の用水槽を設置し、前記ポンプとの間（距離450m、高低差3.0m）に直径80mmのパイプラインを布設した。

プラントの使用水はすべて、この100m³用水槽より供給した。

2-3 発電施設

パイロットプラントの建家内に250KVA ジーゼル発電機1基を設置して、プラントに必要な電力の供給を行なった。

2-4 廃さい沈澱池

プラントサイトより鉱山道路をはさんで、プラントの北方の低地に、周囲を高さ2.5mに土盛りした面積35,000m²の範囲を廃さい沈澱池として使用した。

Fig.III -2-1 Flowsheet for 50tpd Pilot Plant

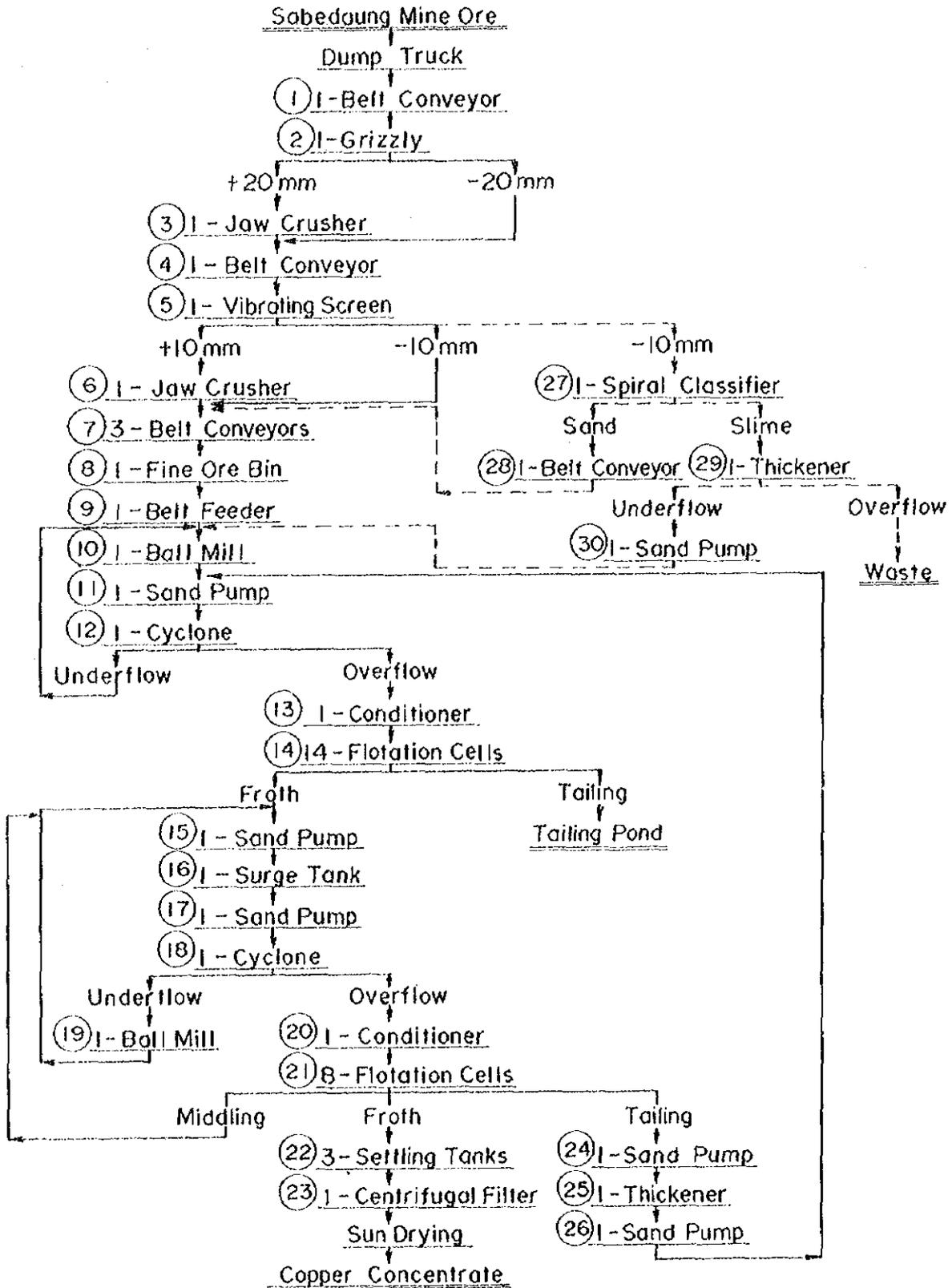


Table III-2-1 Specifications of Machineries

Item No.	Machinery and Equipment	Dimension, mm, or Capacity	RPM or Speed	Motor, Kw	Q'ty
1	Belt Conveyor	W 350 x L 7,000	38 M/Min	1	1
2	Grizzly	W 800 x L 1,200			1
3	Jaw Crusher	510 x 230	300	18.5	1
4	Belt Conveyor	W 350 x L 7,000	38 M/Min	1	1
5	Vibrating Screen	W 600 x L 1,200	900	0.75	1
6	Jaw Crusher	380 x 200	300	11	1
7	Belt Conveyor	W 350 x L 7,000	38 M/Min	1	3
8	Fine Ore Bin	70-ton			1
9	Belt Feeder	W 350 x L 4,000	10 M/Min	0.4	1
10	Ball Mill	Diam 1,500 x L 1,500	28	37	1
11	Sand Pump	Diam 75 x 50	1,560	3.7	1
12	Cyclone	Diam 150			1
13	Conditioner	Diam 1,200 x 1,200	500 M/Min	3.7	1
14	Flotation Cell	W 610 x L 610 x H 900	500 M/Min	3.7 per 2 cells	14
15	Sand Pump	Diam 25 x 20	1,990	2.2	1
16	Surge Tank	Diam 2,430 x H 4,115 with Mixer, Diam 450 x L 2,500	360	2.2	1
17	Sand Pump	Diam 25 x 20	1,990	2.2	1
18	Cyclone	Diam 75			1
19	Ball Mill	Diam 900 x L 1,200	38	18.5	1
20	Conditioner	Diam 900 x H 900	500 M/Min	2.2	1
21	Flotation Cells	W 560 x L 560 x H 900	500 M/Min	2.2 per 2 cells	8
22	Settling Tank	0.5 M ³			3
23	Centrifugal Filter	Diam 660 x H 330	1,000	2.2	1
24	Sand Pump	Diam 25 x 20	1,990	2.2	1
25	Thickener	Diam 3,000 x H 2,400	0.57	0.75	1
26	Sand Pump	Diam 25 x 20	1,990	2.2	1

- Continued -

Item No.	Machinery and Equipment	Dimension, mm, or Capacity	RPM or Speed	Motor, Kw	Q'ty
27	Spiral Classifier	Diam 400 x L 5,000	12	0.75	1
28	Belt Conveyor	W 350 x L 5,000	38 M/Min	1	1
29	Thickener	Diam 5,000 x H 2,450	0.26	0.75	1
30	Sand Pump	Diam 25 x 20	1,990	2.2	1
	Platform Scale	1,000 kg			1
	Platform Scale	50 kg			1
	Steel Yard Scale	5 kg			1
	Pulp Density Scale	1,000 ml			1
	PH Meter	Model D-5			1
	Dry Reagent Feeder	1,800 ml/Hr		0.2	2
	Milky Lime Feeder with Sand Pump	Tank Vol. 0.8 M ³ Diam 25 x 20	1,990	2.2	1
	Submersible Pump	Diam 40	3,000	0.25	1
	Handcart	0.11 M ³			1
	Stand-by:				
	Belt Conveyor	W 350 x L 7,000	38 M/Min	1	1
	Belt Conveyor	W 350 x L 5,000	38 M/Min	1	1
	Sand Pump	Diam 75 x 50	1,560	3.7	1
	Sand Pump	Diam 25 x 20	1,990	2.2	1
	Cyclone	Diam 150			1
	Cyclone	Diam 75			1
	Turbine Pump	Diam 40 x 8 stages	1,500	3.7	2
	Water Tank	100 M ³			1
	Flotation Test Machine	MS-type, 100 g and 200 g		0.2	1
	Flotation Test Machine	FW-type, 500 g		0.2	1
	Testing Sieve	26.7mm, 18.8mm ----- 44 and 37			set
	Fuel Tank	4 M ³			2
	Diesel Generator	250 kvA	1,500		1

第 3 章 試 験 の 経 過

3-1 試験の経過

現地における50ℓ/dパイロットプラントの建設工事着工から試験操業の完了までの主な経過は下記のとおりである。

1975年 4月 8日	建設工事(敷地造成)着工
5月 3日	敷地造成工事完了
5月12日～ 8月15日	機械基礎工事
7月19日～ 8月16日	機材輸送(ラングーン→山元)
8月 5日～ 9月20日	主要機械の据付工事
8月 1日～10月27日	建家建設工事
9月 2日～10月27日	用水配管工事
9月 8日～10月18日	付随機械の据付工事
9月11日～10月27日	電気工事
10月28日	建設工事完了
10月28日～11月10日	試運転及び調整
11月11日	試験操業開始
11月11日～12月20日	試験操業(1-shift, 8Hr)
12月22日～12月24日	# (2-shift, 16Hr)
12月26日～	# (3-shift, 24Hr)
1976年 1月20日	# (1-shift, 8Hr)
1月21日	浮選回路変更工事および機械の点検整備
1月22日～ 1月25日	試験操業(2-shift, 16Hr)
1月26日～ 1月31日	# (3-shift, 24Hr)
2月 2日～ 2月 7日	ボールミルのボール・ライナー消費量測定
2月 9日～ 2月11日	試験操業(2-shift, 16Hr)
2月13日～ 2月14日	試験操業完了
2月14日	

3-2 人員配置

パイロットプラントの操業および保全に従事したビルマ側人員の配置は下記のとおりであった。

	man/shift	Shift	man/day
Operation: Metallurgical Engineer			1
" "	1	3	3
" " , Assistant	1	3	3
Chief Operator	1	3	3
Crushing Operator	3	3	9
Grinding Operator	1	3	3
Flotation Operator	1	3	3
Sampler	1	3	3
Concentrate Dewatering Worker			3
	Sub-Total		32
Maintenance and Others: Mechanical Engineer			1
" " , Assistant			1
Chief Operator for Generator and Water Pump			1
Generator Operator	1	3	3
Water Pump Operator	1	3	3
Repairman (Welder)			4
Electrician			3
Watchman	1	3	3
	Sub-Total		19
	Total		51

3-3 鉱山保安への配慮

パイロットプラントの運転にあたっては十分安全に留意し、必要な安全施設を設けた。その主な点について列記すれば下記の通りである。

1. パイロットプラントの施設およびその周辺を毎作業時間に1回以上巡視した。各箇所における機械、器具および施設の異常の有無、操作、保全、修理および休止の状況、保安処置およびその結果、ならびに交替者に対する引継ぎ事項を保安日誌に記載した。
2. 火災および自然発火の防止に関し、喫煙所ならびに作業上必要な溶接作業を行なう箇所を除いて、パイロットプラントおよびその付近における火気使用を禁止した。自然発火のおそれの多

い箇所については、毎日その気温、湿度を測定し、その結果を記録し、その変化に注意した。

3. ガス溶接に使用するポンペの貯蔵に関して、転落、転倒および衝撃を防止する措置を講じ、かつ、常に温度35℃以下に保つように注意した。ガス、電弧溶接作業を行なう作業員には保護眼鏡および保護手袋を必ず着用させた。

4. 浮選部門および分析作業において使用する毒劇物試薬の貯蔵所には錠を施し、盗難の防止処置を講じた。

5. パイロットプラントに設けた電気機器の鉄台および外函は接地し、高圧変圧器のある箇所は立入を禁止し、さく開を設けて「危険」の警標を掲げた。また、パイロットプラント建家には避雷装置を設けた。

6. パイロットプラントにおいて使用する機械または装置の危険な部分にはさく開、被覆その他の保安設備を設けた。

7. パイロットプラント内の階段足場には、手すりを設け、階段の踏面、作業通路・足場の床面は縞鋼板を使用して滑りの危険がないようにした。

第 4 章 試 験 結 果

1975年11月11日より1976年2月14日までの期間、パイロット・プラントによる試験操業日数、処理鉱量などをまとめると、次の通りである。

以下、各試験項目別に調査した結果を述べる。

Period	Operating Day	Operating Hour		Ore	
		Crushing	Concentration	Treated, Tons	Assay % Cu
Nov., 1975	10	H M 50:00	H M 71:30	150.1	0.77
Dec.	29	280:30	347:30	739.7	0.71
Jan., 1976	21	321:55	422:40	890.8	0.70
Feb.	8	740:25	107:25	357.6	0.62
Total	68	792:50	1,009:05	2,138.2	0.70

4-1 破碎産物の物性

4-1-1 粒度分布

受人粗鉄、1次破碎鉄および2次破碎鉄についてそれらの粒度分布を調査した結果は Table 1-4-1 に示す通りである。

Table III-4-1 Sizing Test on Crushing Products

Size			Distribution, %		
mm	inch	mesh	Crude Ore	Primary Crushed (Screen Feed)	Secondary Crushed (Mill Bin Feed)
+152	+6		41.8		
+12.7	+1/2		49.1		
+0.21		+65	7.6		
+0.074		+200	0.3		
-0.074		-200	1.2		
+19.1	+3/4			38.3	3.2
+12.7	+1/2			18.0	24.2
+9.52	+3/8			8.3	13.9
+6.73		+3		7.4	12.3
+4.76		+4		5.7	10.9
-4.76		-4		22.3	35.5
Total			100.0	100.0	100.0
Nos. of Measurement			7	1	2

4-1-2 見掛比重

受入れ粗鉱中の-152 mm 鉱を容積 0.115 m³ の手押し車に密に積めて、秤量した結果は 214.3 kg であった。このときの鉱石の水分が 0.8 % であったので、求める見掛比重は (214.3 × 0.992 ÷ 115 ×) 1.85 である。

同様に、2次破砕鉱について見掛比重を3回、測定した結果は 1.683、1.636 および 1.706 であったので平均して 1.68 であった。

-- 152 mm Ore 1.85 t/m³

-- 19.1 mm Ore 1.68 t/m³

4-2 水洗の必要性

既出 Table III-4-1 に示す通り、粗鉱中の-200 mesh 鉱含有率は平均 1.2 % と低く、初生スライムの除去のための水洗は必要ないと考えたので、水洗試験は行なわなかった。

4-3 磨鉱産物の粒度分布

4-3-1 1次磨鉱

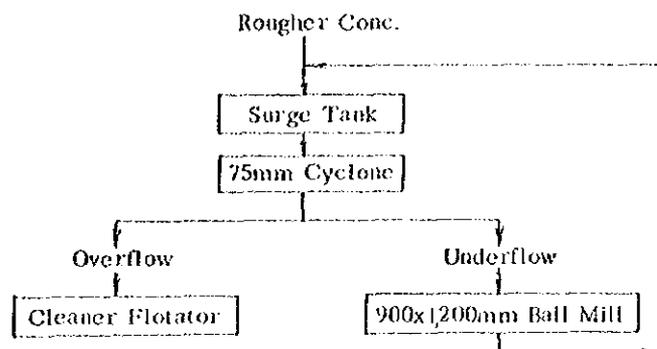
ノーマル操業のときの、各産物の粒度分布は Table III-4-2 の通りである。

Table III-4-2 Sizing Test on Primary Grinding Products

Size		Distribution, %			
mm	inch	1500 x 1500mm Ball Mill		150mm Cyclone	
		Feed	Discharge	Overflow	Underflow
+19.1		2.9			
+12.7		20.5			
+9.52		15.7			
+6.73	+3	14.4			
+4.76	+4	10.0			
-4.76	-4	36.5			
+1.19	+14		1.2		1.3
+0.59	+28		3.6		3.6
+0.42	+35		4.0		4.3
+0.297	+48		6.7		6.4
+0.210	+65		9.7	1.1	13.2
+0.149	+100		18.5	3.6	20.4
+0.105	+150		13.6	9.0	14.8
+0.074	+200		9.9	7.8	11.5
-0.074	-200		32.8	78.5	24.5
Total		100.0	100.0	100.0	100.0
Nos. of Measurements		7	7	16	7

4-3-2 再磨鉱 (1976年1月10日まで)

試験操業開始より1976年1月10日までの期間、900×1,200mmボールミルと75mmサイクロンは次記の系統で閉回路にて使用した。



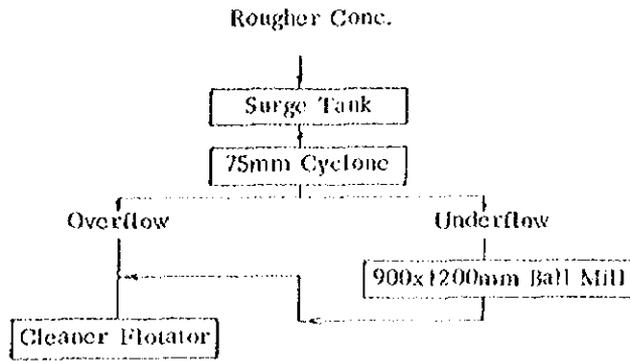
この回路における再磨産物の粒度分布を測定した結果は Table III-4-3 に示す通りである。

Table III-4-3 Sizing Test on Regrinding Products (Before 10th, Jan.)

Size		Distribution, %		
micron	mesh	Cyclone Feed	Cyclone Overflow	Cyclone U'flow (Mill Feed)
+149	+100	2.3	-	2.0
+105	+150	2.5	-	6.8
+74	+200	7.3	1.0	6.5
+53	+270	3.4	1.2	5.1
+44	+325	9.3	2.0	17.6
-44	-325	75.2	95.8	62.0
Total		100.0	100.0	100.0
Nos. of Measurements		3	5	3

4-3-3 再磨鉱 (1976年1月13日以降)

1976年1月13日より閉回路磨鉱を中止して、下図に示すようにサイクロンのアンダーフローを再磨鉱した後、直接、サイクロンのオーバーフローと共に精選機の給鉱とする系統を採用した。



この回路における産部の粒度分布は Table III-4-4 の通りである。

Table III-4-4 Sizing Test on Regrinding Products (After 13th Jan.)

Size		Distribution, %	
micron	mesh	Cyclone Overflow plus Mill Discharge	Cyclone Underflow (Ball Mill Feed)
+149	+100	-	2.3
+105	+150	-	2.9
+74	+200	1.6	4.4
+53	+270	2.5	6.5
+44	+325	2.9	10.0
-44	-325	93.0	73.9
Total		100.0	100.0
Nos. of Measurements		2	3

4-4 仕事指数 (Grinding work index) ※

1,500×1,500 mmボールミルの操業仕事指数を測定した結果は Table III-4-5 の通りであった。

Table III-4-5 Operating Work Index on 1500 x 1500mm Ball Mill

Period	Ore Treated, ton	Energy Input		80% Passing Size		Operating Work Index. Kw-hr/short ton
		Kw-hr	Kw-hr short ton	Feed, micron	Product, micron	
1st Dec. to 30th Dec.	564.0	9,261.1	14.90	13,400	91	14.33
5th Jan. to 7th Feb.	1,077.4	19,028.4	16.02	13,750	81	16.44

※ F. C. Bond の "The Third Theory of Comminution" に基づく指数。第一義的には、粉粒体の粉砕抵抗を表わし、つぎの式により定義される。

$$W = W_i \left(\frac{10}{\sqrt{P}} - \frac{10}{\sqrt{F}} \right)$$

where

- W : The motor input required for the grind in the kilowatt hours per short ton.
- W_i : The work index of the material. It is proportional to the kilowatt hours per short ton required to grind a theoretically infinite size particle to 80 percent passing 100 microns.
- P : The 80 percent passing point of product screen analysis in microns.
- F : The 80 percent passing point of feed screen analysis in microns.

F. C. Bond の述べる標準の仕事指数とは本来、直径 8 feet のボールミルで、 $4,000 \sqrt{\frac{13}{W_i}}$ ミクロン以下の給鉱を用いた時の値である。

従って上記の作業仕事指数について、ミル直径およびオーバーサイズフィードの補正が必要であるので、これらの補正を行なった。その結果は Table III-4-6 に示すようにモニツ銅鉱の仕事指数は 11.76 ~ 13.14 Kilowatt hours per short ton である。

Table III-4-6 Grinding Work Index

Period	Operating Work Index (1)	Factor		Work Index kw-hr/short ton (1) x (2) x (3)
		for Mill Size (2)	for Over-size Feed (3)	
1st to 30th, Dec.	14.33	0.901	0.911	11.76
5th Jan. to 7th Feb.	16.44	0.901	0.887	13.14
				Average 12.45

4-5 ボールミルのボールおよびライナーの消費量

各ボールミルのボールおよびライナーの消費量は Table III-4-7 および Table III-4-8 に示す通り、1,500×1,500 mm ボールミルにおいてはボール 764 g/t、ライナー 215 g/t、900×1,200 mm ボールミルにおいてはボール 212 g/t、ライナー 67 g/t の各々の平均消費量を示した。

Table III-4-7 Wear of Grinding Ball

Period : 11th Nov., 1975 to 7th Dec., 1976

Ore treated : 1,855.4 ton

Material of Ball : Cast alloy iron

Diameter of Ball, mm	Weight, kg			Consumption, g/t
	Charge	Remain	Wear	
1,500x1,500mm Ball Mill				
75	1,857.6	1,436.5	421.1	227
50	2,542.4	2,345.5	996.9	537
40	800.0			
Total	5,200.0	3,782.0	1,418.0	764
900x1,200mm Ball Mill				
40	351.2	249.0	102.2	55
30	411.6	288.0	123.6	67
25	400.0	232.0	168.0	90
Total	1,162.8	769.0	393.8	212

Table III-4-8 Wear of Ball Mill Liner

Period : 11th Nov., 1975 to 7th Feb., 1976

Ore treated : 1,855.4 ton

Material of Liner : Manganese-steel

Type of Liner	No. of Set	Unit wt., kg		Total wt., kg		Consumption	
		New	Used	New	Used	Kg	g/t
1,500x1,500mm Ball Mill							
End A	4	44.0	39.5	176.0	158.0	18.0	10
" A'	4	44.0	39.5	176.0	158.0	18.0	10
" B	8	43.0	40.2	344.0	321.6	22.4	12
" B'	8	43.0	40.7	344.0	325.6	18.4	10
Shell C	12	71.0	63.0	852.0	756.0	96.0	52
" D	12	71.0	62.2	852.0	746.4	105.6	57
" E	12	70.0	60.0	840.0	720.0	120.0	64
Total	60	-	-	3,584.0	3,185.6	398.4	215
900x1,200mm Ball Mill							
End A	4	13.0	12.0	52.0	48.0	4.0	2
" A'	4	13.0	12.1	52.0	48.4	3.6	2
" B	4	22.0	20.8	88.0	83.2	4.8	3
" B'	4	22.0	20.9	88.0	83.6	4.4	2
Shell C	8	36.0	32.0	288.0	256.0	32.0	17
" D	4	36.0	31.6	144.0	126.4	17.6	10
" E	8	55.0	47.7	440.0	381.6	58.4	31
Total	36	-	-	1,152.0	1,027.2	124.8	67

4-6 ボールミル給鉱量と磨鉱成績の関係

1,500×1,500 mmボールミルと150 mmサイクロンの閉回路操業における、ボールミル給鉱量と磨鉱成績の関係を調査した結果はTable III-4-9の通りである。

すなわち、ボールミル給鉱量が2.1~2.2 t/Hr のときサイクロンオーバーフロー（粗選機給鉱）はもっとも細かくなっている。

Table III-4-9 Effect of Feed Rate on Performance of 1,500x1,500mm Ball Mill

Date	5th Dec.		6th Dec.		4th Dec.		3rd Dec.		8th Dec.	
Feed Rate	1,700		1,898		2,203		2,066		2,544	
t/Hr	1,574		1,748		2,120		2,538		2,874	
	1,696		1,619		1,622		2,382		2,379	
	1,532		2,166		1,697		2,330		2,439	
	1,625		2,301		2,210		2,108		2,881	
	1,565		1,682		2,915		2,520		2,809	
	1,811		1,703		2,252		2,412		2,586	
Average	1,643		1,874		2,146		2,337		2,645	
Screen Analyses	Weight, %									
Mesh	MD	CO	MD	CO	MD	CO	MD	CO	MD	CO
-65	18.3	4.5	22.8	4.1	26.4	1.9	30.7	2.3	31.9	3.3
+100	13.1	7.6	17.8	6.0	17.6	4.3	16.9	7.8	17.7	6.2
+150	8.6	8.8	11.3	8.4	13.1	7.4	10.5	7.8	11.3	8.3
+200	9.5	11.6	12.1	11.5	7.4	10.4	12.9	11.1	13.1	10.2
-200	50.5	67.5	36.0	70.0	35.5	76.0	29.0	71.0	26.0	72.0
Pulp Density, % solid	49.3	30.7	50.7	28.5	59.0	26.8	60.5	26.5	59.4	24.5
Circulating Load, %	118		670		785		848		1263	
Power Consumption, kwh/t	20.52		18.39		15.81		14.77		13.03	
-200 mesh Tons Produced per kwh	0.033		0.038		0.048		0.048		0.055	

MD = Mill Discharge

CO = Cyclone Overflow

4-7 浮選回路と産物品位

4-7-1 通常の浮選回路

Fig. III-4-1に示す回路およびFig. III-4-2に示す回路（後半の精選機において、各槽の尾鉱をそれぞれ槽外に取出すようになっている点がFig. III-4-1とは異なる）の2種を採用した。

4-7-2 スカベンジャー・クリナー型の浮選回路

Fig. III-4-1およびFig. III-4-2の通常回路においては、精選機尾鉱1を1次ボールミルに繰返すため、精選回路の不調が直接、粗選機に伝わって全体の浮選操業まで混乱させることがしばしばあった。

そこで、操業の安定を図る目的で、浮選中鉱（middling）に対して専用の再処理回路を付加して、1次ボールミルへ中鉱を繰返さない方式による浮選試験を実施した。すなわち、Fig. III-4-3に示すように、再磨鉱用のボールミルを組み入れた精選回路を2つとした方式で、1つは粗選機の浮鉱（froth）だけを処理するラハークリナーであり、他は溜掃機の浮鉱とラハークリナー尾鉱1をまとめて処理するスカベンジャークリナーである。

Fig. III-4-1 Schematic Flotation Circuit (at the Beginning)

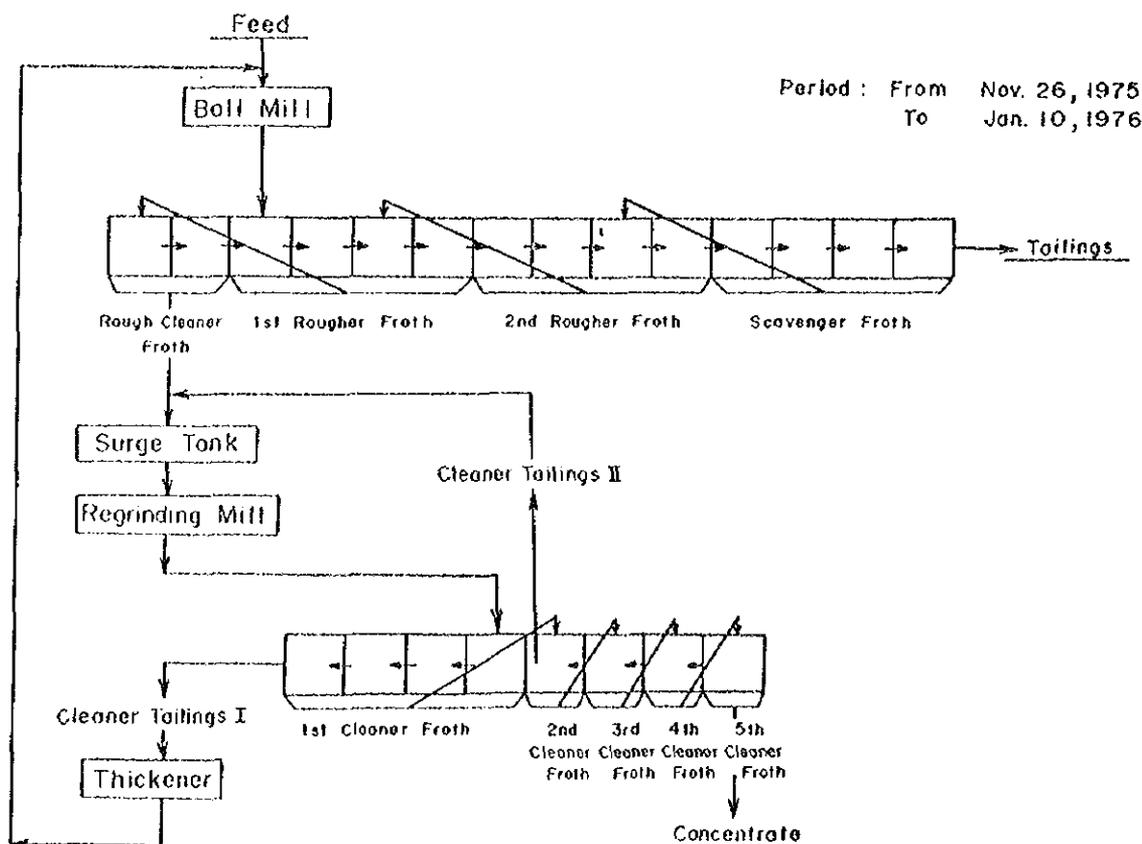


Fig. II-4-2 Schematic Flotation Circuit (with Modified Cleaner)

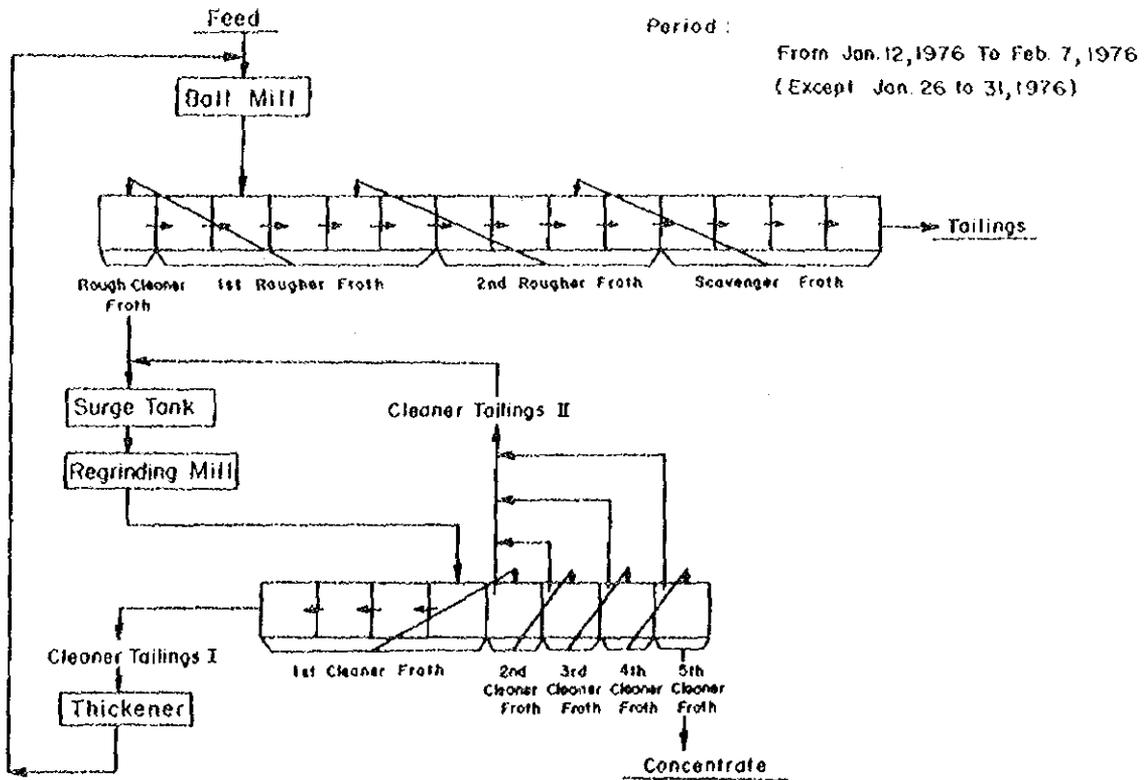
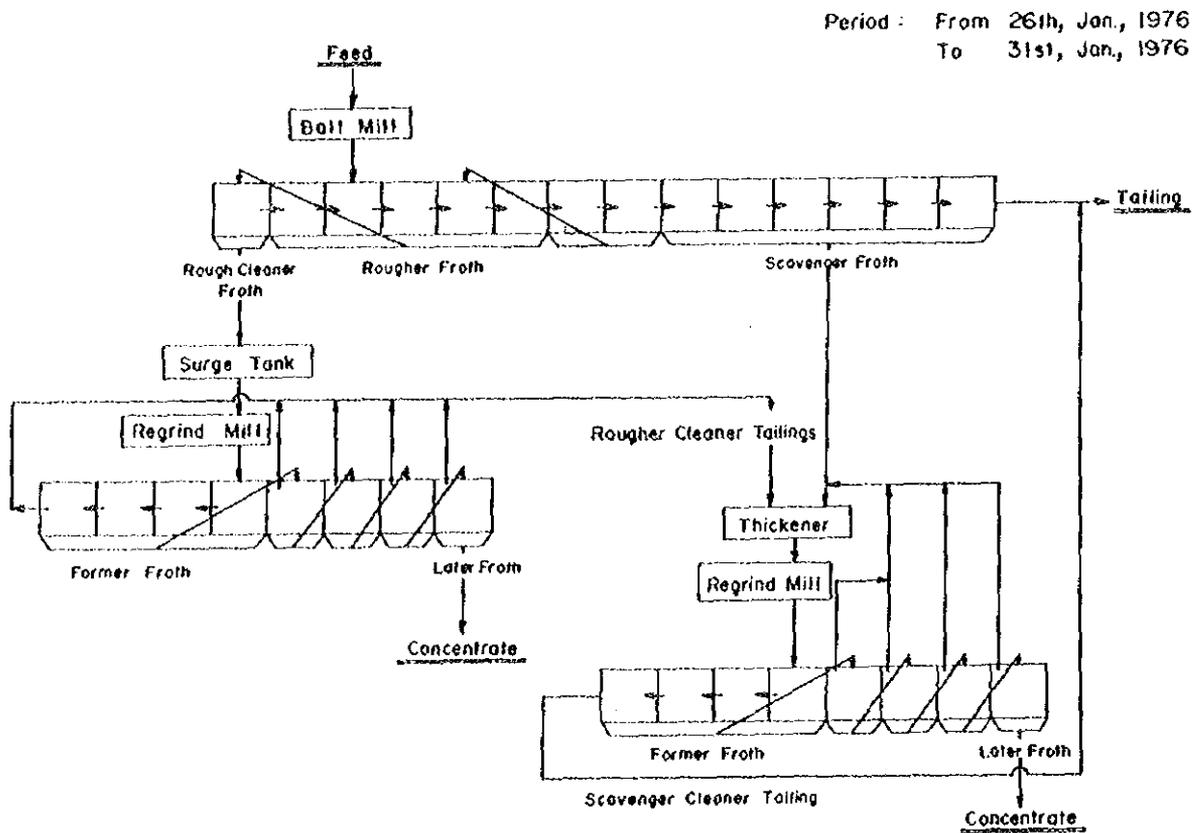


Fig. III -4-3 Schematic Flotation Circuit (Scavenger-cleaner Method)



4-7-3 産物の分析結果

試験操業で得た各産物の分析はモニリ鉱山の分析所において実施した。

分析試料は日産試料（1時間毎に採取）とスナップ試料の2種類があり、それらの分析結果はTable III-4-10およびTable III-4-11に示す。

4-8 チェック分析

現地において銅分析を行なった試料のうち、1976年1月21日より2月2日までの期間内に採取したスナップ試料について、全銅の再分析および酸溶性銅の分析を三井金属鉱業株式会社中央研究所において行なった結果はTable III-4-12の通りである。

Fig. III-4-4 はモニリおよび日本で得られた全銅の分析値の相関を示すものである。

また、全銅に対する酸溶性銅の割合は予想よりも遙かに高かったが、その原因として、試料が湿式細粉碎化されていること、さらに採取後、分析するまでに2ヶ月以上の時間を経過したことなどが考えられる。

4-9 選鉱成績（精鉱の品位と採取率）

Table III-4-10 の分析値を基にして、原鉱品位と選鉱成績の関係を調査した結果はFig. III-4-5に示す通りである。（ただし、1月26日より2月20日までの分析値は計算より除いた）

この結果と、Table III-4-12 の分析結果を利用して、精鉱銅品位を30%にした場合の採取率を原鉱品位別に推定した結果はTable III-4-13の通りである。すなわち、原鉱の銅品位が0.9%のとき、精鉱銅品位30%、採取率75%の成績を見込むことができる（1974年刊の第II年次第二巻リポートの成績は品位20%、採取率80%である）。

4-10 浮選試薬使用量

浮選試薬の使用量実績はTable III-4-14の通りであった。

4-11 ビルマ産消石灰

1976年2月6日および2月7日の両日、ビルマ産消石灰を日本製消石灰の代わりに使用したが、生燐石、砂、礫の混入が多いため、溶解タンクおよび石灰ポンプのトラブルが続出した。

Table III-4-15に、ビルマ産消石灰の粒度分布と分析の結果を示す。なお、Table III-4-16はパイロットプラントで使用した日本製品の分析結果である。

Table III-4-10 Assay Result of Flotation Products (Daily Samples)

Date	Assay, % Cu							
	Primary Mill Feed	Rougher		Scavenger Tail.	Cleaner		Cleaner	
		Feed	Conc.		Feed	Conc.	Tail. I	Tail. II
Nov. 26	0.69	0.96	-	0.33	15.09	36.25	-	-
28	0.93	1.20	-	0.36	15.30	42.68	-	-
29	0.67	1.42	-	0.46	15.90	48.15	-	-
Dec. 1	0.92	1.57	-	0.40	17.60	49.95	-	-
2	0.71	1.53	-	0.58	16.40	49.90	-	-
4	0.61	4.34	-	0.89	14.90	44.00	-	-
5	0.65	1.40	-	0.75	13.17	37.97	-	-
6	0.65	0.85	10.89	0.50	9.63	18.12	4.73	11.34
8	0.83	1.08	9.95	0.38	9.21	27.52	4.90	10.54
9	0.73	1.48	11.29	0.70	8.95	27.68	3.20	11.98
10	0.54	0.64	6.70	0.19	6.05	18.48	2.09	9.80
11	1.00	0.71	4.86	0.51	6.50	19.48	4.00	15.34
12	0.63	0.97	4.37	0.32	6.51	18.91	1.34	10.40
13	0.77	0.74	4.52	0.45	3.58	12.83	1.53	6.93
15	0.59	0.54	5.25	0.69	4.36	13.37	2.13	6.98
16	0.62	0.66	6.72	0.34	7.26	14.50	2.08	8.26
17	0.69	0.65	5.84	0.11	6.72	14.34	2.14	8.10
18	0.59	0.69	5.94	0.35	4.16	13.12	0.89	7.92
19	0.61	0.73	7.13	0.22	5.69	11.88	1.10	8.12
20	0.78	0.70	8.37	0.51	5.15	14.50	1.21	10.05
22	1.01	0.61	5.27	0.27	5.40	16.14	1.45	11.14
23	0.59	1.00	6.54	0.18	4.80	16.28	1.14	7.82
24	0.65	0.84	8.14	0.12	6.79	20.32	1.80	10.04
26	0.62	0.82	-	0.14	-	21.78	-	-
27	0.81	0.75	-	0.31	-	14.21	-	-
28	0.66	0.80	-	0.22	-	20.46	-	-
29	0.66	0.80	-	0.22	-	20.46	-	-
30	0.85	0.90	-	0.24	-	15.71	-	-

- Continued -

Date		Assay, % Cu							
		Primary Mill Feed	Rougher		Scavenger Tail.	Cleaner		Cleaner	
			Feed	Conc.		Feed	Conc.	Tail. I	Tail. II
Jan.	5	0.82	0.88	-	0.09	-	14.40	-	-
	6	0.63	0.82	-	0.12	-	15.90	-	-
	7	0.71	0.87	-	0.21	-	17.24	-	-
	8	0.80	0.92	-	0.40	-	17.68	-	-
	9	0.58	1.36	-	0.22	-	20.68	-	-
	10	0.75	0.94	-	0.14	-	18.87	-	-
	12	0.98	1.13	-	0.21	-	13.87	-	-
	13	0.54	0.85	-	0.21	-	15.32	-	-
	14	0.73	1.24	-	0.24	-	17.51	-	-
	15	0.90	1.60	-	0.36	-	29.00	-	-
	16	0.73	1.02	-	0.25	-	32.69	-	-
	17	0.70	1.03	-	0.28	-	30.36	-	-
	19	0.76	2.30	-	0.36	-	42.10	-	-
	20	0.56	2.21	-	0.35	-	42.55	-	-
	21	0.85	3.45	-	0.56	-	42.02	-	-
	26	0.58	0.79	-	0.25	-	49.20	-	-
	27	0.91	0.94	-	0.38	-	50.75	-	-
	28	0.68	0.61	-	0.38	-	19.25	-	-
	29	0.51	0.56	-	0.19	-	28.50	-	-
	30	0.48	0.68	-	0.31	-	27.70	-	-
	31	0.52	0.41	-	0.20	-	-	-	-
Feb.	2	0.56	0.85	-	0.15	-	18.35	-	-
	3	0.53	0.67	-	0.25	-	29.80	-	-
	4	0.83	0.72	-	0.33	-	27.70	-	-
	5	0.76	0.72	-	0.66	-	33.62	-	-
	6	0.43	0.68	-	0.21	-	32.76	-	-

Table III-4-11 Assay Result of Flotation Products (Snap Samples)

A. Conventional Method

Date	Assay, % Cu																					
	Rougher		1st Rougher		2nd Rougher		Scavenger		Cleaner		1st Cleaner		2nd Cleaner		3rd Cleaner		4th Cleaner		5th Cleaner		Combined Tail	
	Feed	Conc.	Froth	Tail	Froth	Tail	Froth	Tail	Froth	Tail	Froth	Tail	Froth	Tail	Froth	Tail	Froth	Tail	Conc.	Tail	3rd to 5th	2nd to 5th
Dec. 28	0.85	8.68	4.41	0.33	0.28	1.25	0.18	0.49	0.18	7.42	13.63	1.13	16.78	10.38	18.14	13.78	17.94	16.14	18.92	16.24	-	-
30	0.80	8.25	3.83	0.31	0.28	2.30	0.21	0.38	0.24	6.94	10.14	1.29	9.99	6.50	11.49	7.37	13.82	10.28	14.07	9.85	-	-
Jan. 7	0.89	9.35	4.85	0.40	0.35	1.13	0.28	0.33	0.24	8.05	10.19	1.18	11.16	9.22	10.48	10.35	11.06	10.67	11.74	10.28	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.51	12.05	2.06	15.34	11.27	15.48	16.61	14.41	15.09	18.72	15.29	-	-
9	0.76	9.50	6.58	1.20	0.68	1.25	0.40	0.52	0.26	11.90	15.68	3.28	18.72	14.50	19.99	18.13	19.89	18.82	20.97	19.40	-	-
12	0.82	6.76	2.51	0.56	0.61	1.69	0.38	1.01	0.26	8.13	11.47	2.84	11.07	8.72	10.34	11.17	10.88	9.21	11.96	10.49	-	-
13	0.63	7.99	6.27	0.45	0.26	1.79	0.22	0.75	0.28	-	9.60	-	10.58	8.82	10.00	9.65	11.76	11.76	13.57	11.61	-	-
16	1.08	11.20	-	-	1.36	-	-	-	-	15.82	25.12	8.34	26.48	22.35	-	-	-	-	32.49	-	26.53	-
17	1.38	7.96	7.72	4.85	0.66	5.58	0.40	3.50	0.30	11.83	25.22	5.14	27.60	21.97	-	-	-	-	31.59	-	23.96	-
19	1.10	12.56	12.42	11.06	0.47	8.63	0.40	2.67	0.21	16.10	39.72	14.50	38.07	32.40	-	-	-	-	40.35	-	32.11	-
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19.69	33.32	11.74	35.30	31.14	-	-	-	-	41.76	-	20.96	-
21	4.15	19.22	14.00	16.44	1.86	11.42	1.20	5.07	0.47	19.96	34.16	14.30	-	-	-	-	-	-	39.52	-	-	33.86
"	2.00	11.72	9.08	10.49	0.85	6.19	0.56	4.29	0.42	28.01	37.19	9.91	38.44	32.16	-	-	-	-	39.38	-	37.53	-
Feb. 2	0.75	10.01	-	-	-	-	-	-	0.66	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	0.64	13.92	-	-	-	-	-	-	0.29	16.66	22.04	9.78	-	-	-	-	-	-	25.03	-	-	18.95
"	0.61	12.42	-	-	-	-	-	-	0.46	15.89	18.60	5.62	-	-	-	-	-	-	25.36	-	-	19.06
7	0.87	6.67	-	-	-	-	-	-	0.81	13.26	16.54	5.84	-	-	-	-	-	-	19.56	-	-	14.10

- Continued -

B. Scavenger Cleaner Method

Date	Assay, % Cu														
	Rougher			Scavenger			Rougher Cleaner			Scavenger Cleaner					
	Feed	Conc.	Tail.	Froth	Tail	Feed	Former		Later		Feed	Former		Later	
							Froth	Tail	Conc.	Tail.		Froth	Tail	Conc.	Tail
Jan. 26	0.68	15.37	0.54	4.05	0.27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27	0.49	13.35	0.49	2.80	0.18	11.75	33.20	10.65	48.85	33.25	-	-	-	-	-
"	0.89	13.80	0.19	4.20	0.14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28	0.36	14.10	0.10	2.17	0.14	11.65	13.35	3.80	18.70	18.00	-	-	-	-	-
"	0.66	14.00	0.35	1.37	0.22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29	*	12.10	0.21	*	*	-	-	-	-	-	6.18	21.16	5.07	32.47	17.80
"	*	*	*	*	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	0.70	12.84	0.28	2.98	0.57	-	-	-	-	-	4.66	13.37	1.38	33.15	13.68
Feb. 2	-	-	-	-	-	10.62	23.45	2.87	26.05	17.65	-	-	-	-	-

* Sample missed.

Table III-4-12 Result of Check Analysis on Flotation Products

Sampling Date	Name of Sample	Assay, % Cu		
		at Monywa	at Mitsui Laboratory in Japan	
			Total *	Acid Soluble **
21st Jan.	Rougher Feed	4.15	3.54	0.51
	Rough Cleaner Conc.	19.22	18.43	1.30
	Rough Cleaner Tail.	14.00	12.97	0.89
	1st Rough Froth	16.44	17.66	1.10
	1st Rougher Tail.	1.86	1.80	0.38
	2nd Rougher Froth	11.42	11.32	1.08
	2nd Rougher Tail.	1.20	0.97	0.36
	Scavenger Froth	5.07	4.49	0.57
	Scavenger Tail.	0.47	0.39	0.33
	Cleaner Feed	19.96	19.92	1.59
	1st Cleaner Froth	34.16	34.88	2.16
	1st Cleaner Tail.	14.30	13.33	2.45
	Cleaner Conc.	39.52	39.20	1.50
	Cleaner Middling	33.86	32.85	1.94
21st Jan.	Rougher Feed	2.00	1.48	0.39
	Rough Cleaner Conc.	11.72	11.72	0.83
	Rough Cleaner Tail.	9.08	9.83	0.68
	1st Rougher Froth	10.49	10.76	0.67
	1st Rougher Tail.	0.85	0.69	0.27
	2nd Rougher Froth	6.19	6.60	0.63
	2nd Rougher Tail.	0.56	0.41	0.25
	Scavenger Forth	4.29	4.02	0.51
	Scavenger Tail.	0.42	0.33	0.23
	Cleaner Feed	28.01	21.69	1.73
	1st Cleaner Froth	37.19	37.41	2.32
	1st Cleaner Tail.	9.91	10.24	1.88
	2nd Cleaner Froth	38.44	39.66	2.18

- Continued -

Sampling Date	Name of Sample	Assay, % Cu		
		at Monywa	at Mitsui Laboratory in Japan	
			Total *	Acid Soluble **
21st Jan.	2nd Cleaner Tail.	32.16	30.80	1.82
	Cleaner Conc.	39.38	40.31	1.54
	Cleaner Middling	37.33	35.73	2.11
26th Jan.	Rougher Feed	0.68	0.51	0.22
	Rough Cleaner Conc.	15.37	15.36	1.08
	Rough Cleaner Tail.	8.83	9.59	0.66
	Rougher Froth	11.32	11.23	0.70
	Rougher Tail.	0.54	0.24	0.13
	Scavenger Froth	4.05	4.17	0.53
	Scavenger Tail.	0.27	0.17	0.11
27th Jan.	Rougher Feed	0.49	0.55	0.24
	Rough Cleaner Conc.	13.35	13.24	0.93
	Rough Cleaner Tail.	6.47	6.51	0.45
	Rougher Froth	10.60	10.47	0.65
	Rougher Tail.	0.49	0.23	0.15
	Scavenger Froth	2.80	3.42	0.44
	Scavenger Tail.	0.18	0.17	0.11
	Rougher Cleaner Feed	11.75	11.90	0.95
	Rougher Cleaner Former Froth	33.20	32.35	2.01
	Rougher Cleaner Former Tail.	10.65	8.93	1.64
	Rougher Cleaner Later Conc.	48.85	45.83	1.76
	Rougher Cleaner Later Tail.	33.25	30.93	1.83
	Rougher Feed	0.89	0.48	0.20
	Rougher Conc.	13.80	13.32	0.94
	Rougher Tail.	0.19	0.19	0.12
Scavenger Froth	4.20	5.00	0.64	
Scavenger Tail.	0.14	0.15	0.11	

- Continued -

Sampling Date	Name of Sample	Assay, % Cu		
		at Monywa	at Mitsui Laboratory in Japan	
			Total *	Acid Soluble **
28th Jan.	Rougher Feed	0.36	0.50	0.21
	Rougher Conc.	14.10	13.57	0.96
	Rougher Tail.	0.10	0.19	0.12
	Scavenger Froth	2.17	3.02	0.39
	Scavenger Tail.	0.14	0.16	0.11
	Rougher Cleaner Feed	11.65	11.21	0.90
	Rougher Cleaner Former Froth	13.35	13.25	0.83
	Rougher Cleaner Former Tail.	3.80	3.46	0.64
	Rougher Cleaner Later Conc.	18.70	19.19	0.74
	Rougher Cleaner Later Tail.	18.00	16.75	0.99
28th Jan.	Rougher Feed	0.66	0.51	0.22
	Rougher Conc.	14.00	13.48	0.95
	Rougher Tail.	0.35	0.18	0.12
	Scavenger Froth	1.37	1.42	0.18
	Scavenger Tail.	0.22	0.15	0.11
29th Jan.	Rougher Feed	Miss	0.48	0.20
	Rougher Conc.	12.10	13.12	0.93
	Rougher Tail.	0.21	0.19	0.13
	Scavenger Froth	Miss	2.81	0.36
	Scavenger Tail.	Miss	0.15	0.11
	Scavenger Cleaner Feed	6.18	6.17	0.49
	Scavenger Cleaner Former Froth	21.16	20.89	1.30
	Scavenger Cleaner Former Tail.	5.07	5.12	0.94
	Scavenger Cleaner Later Conc.	32.47	35.28	1.35
	Scavenger Cleaner Later Tail.	17.80	16.53	0.98
29th Jan.	Rougher Feed	Miss	0.51	0.21
	Rougher Conc.	Miss	13.68	0.97

- Continued -

Sampling Date	Name of Sample	Assay, % Cu		
		at Monywa	at Mitsui Laboratory in Japan	
			Total *	Acid Soluble **
29th Jan.	Rougher Tail.	Miss	0.22	0.15
	Scavenger Froth	Miss	2.52	0.32
	Scavenger Tail.	Miss	0.16	0.11
30th Jan.	Rougher Feed	0.70	0.45	0.19
	Rougher Conc.	12.84	11.18	0.79
	Rougher Tail	0.28	0.21	0.13
	Scavenger Froth	2.98	2.76	0.35
	Scavenger Tail.	0.57	0.33	0.24
	Scavenger Cleaner Feed	4.66	4.64	0.37
	Scavenger Cleaner Former Froth	13.37	13.50	0.83
	Scavenger Cleaner Former Tail.	1.38	1.30	0.24
	Scavenger Cleaner Later Conc.	33.15	35.43	1.36
	Scavenger Cleaner Later Tail	13.68	13.28	0.78
	2nd Feb.	Rougher Feed	0.75	0.62
Rougher Conc.		10.01	10.89	0.77
Scavenger Tail.		0.66	0.52	0.23
Rougher Cleaner Feed		10.62	10.70	0.85
Rougher Cleaner Former Froth		23.45	23.31	1.44
Rougher Cleaner Former Tail.		2.87	2.66	0.49
Rougher Cleaner Later Conc.		26.05	29.45	1.13
Rougher Cleaner Later Tail.	17.65	17.17	1.01	

* Based upon the Japanese Industrial Standard (JIS)

** 2 grams of ore samples are treated in 50 ml. of 5% solution of H_2SO_4 at the temperature of $80^{\circ}C$, kept in a water bath for 20 minutes. Thus, Cu content in the filtered solution is analysed quantitatively.

Fig. III-4-4 Comparison of Copper Assay Values
(Monywa / Japan)

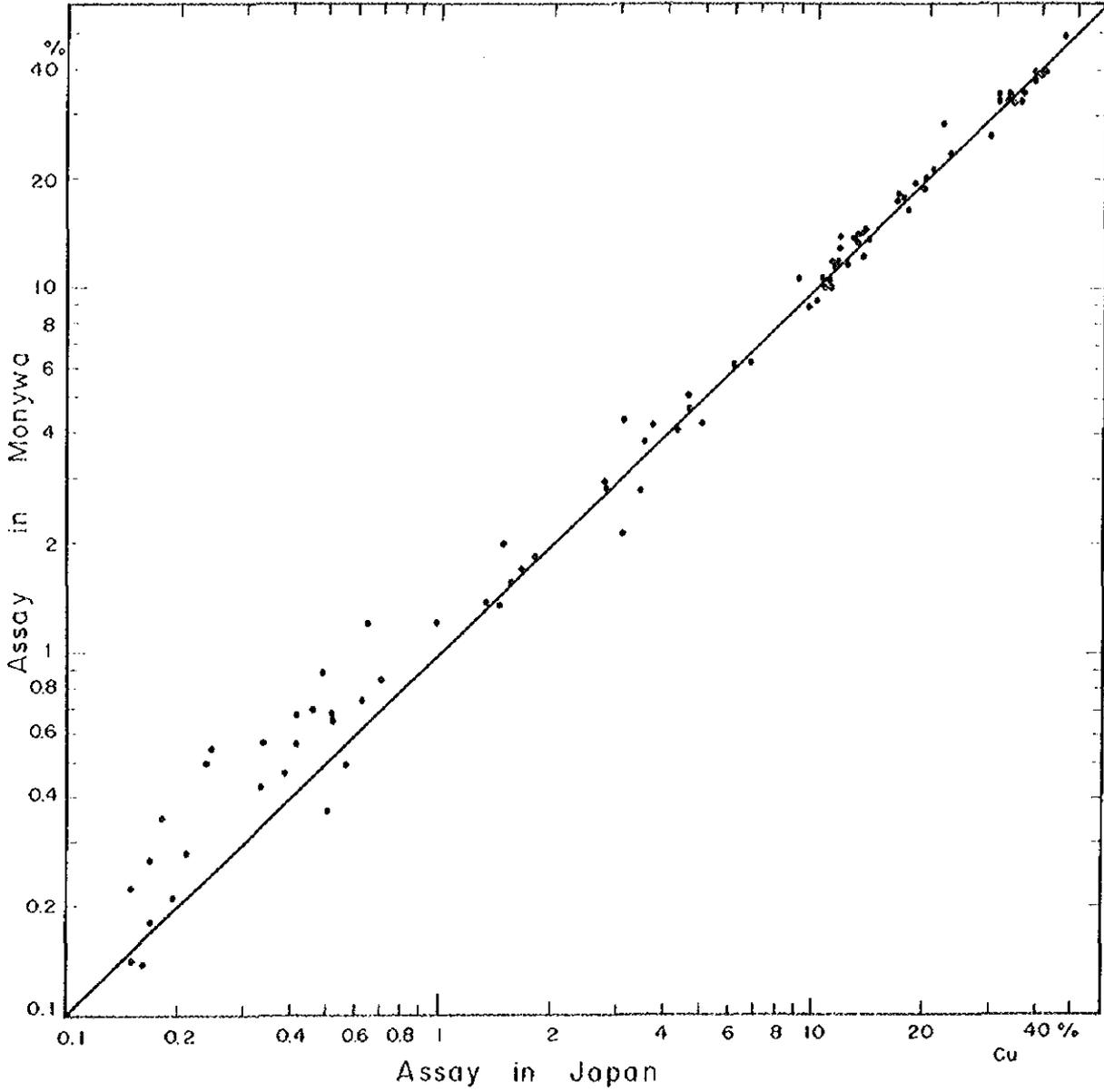


Fig. III-4-5 Comparison of Feed Grade and Concentrate / Recovery

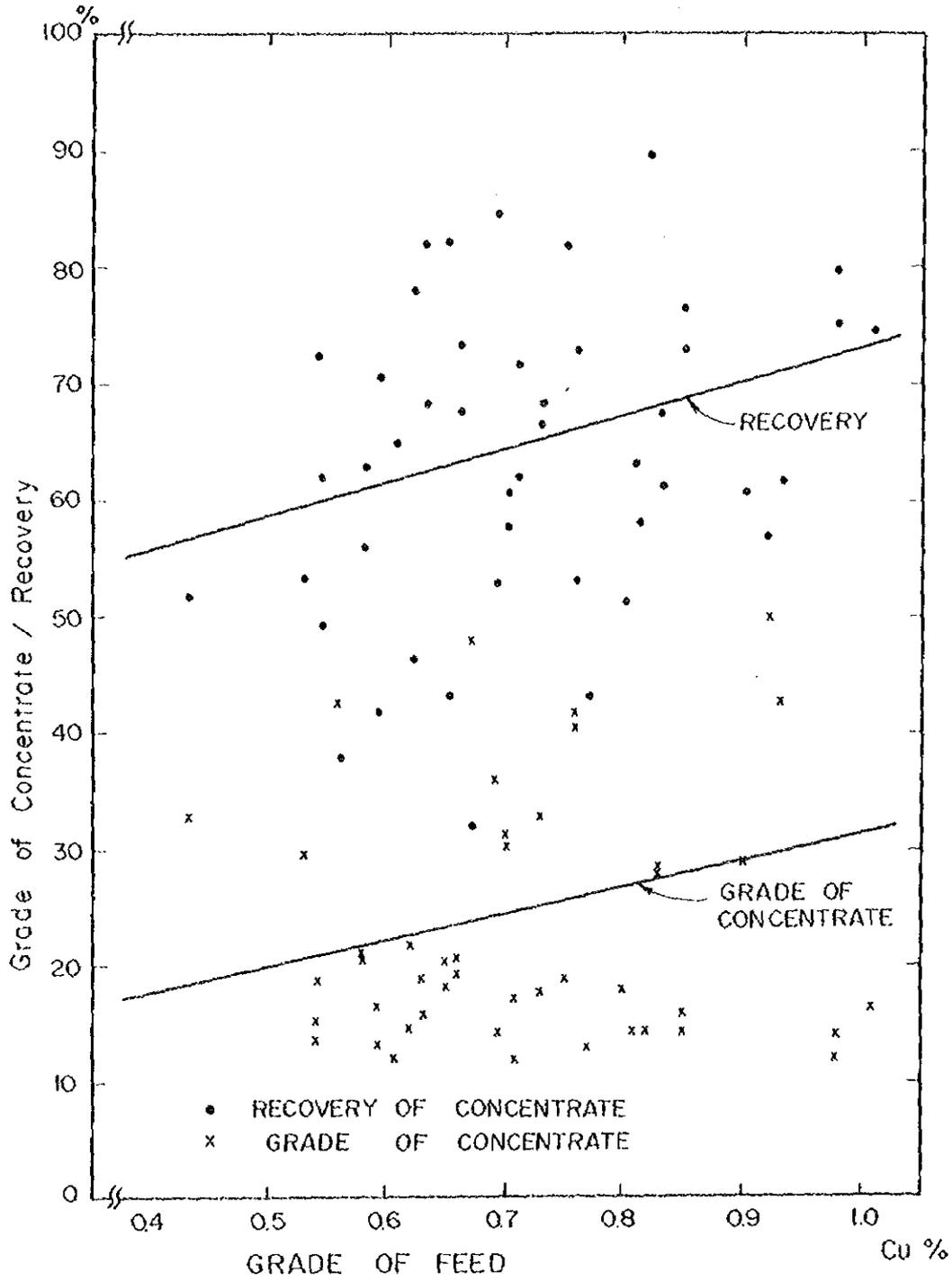


Table III-4-13 Metallurgical Estimate

Grade of Crude Ore Cu %	Conventional Method				Scavenger Cleaner Method			
	Concentrate			Tailing	Concentrate			Tailing
	Wt. , %	Assay % Cu	Recovery, % Cu	Assay % Cu	Wt. , %	Assay % Cu	Recovery, % Cu	Assay % Cu
0.5	0.85	30	51.1	0.25	0.95	30	57.0	0.22
0.6	1.15	"	57.7	0.26	1.27	"	63.5	"
0.7	1.48	"	63.3	"	1.59	"	68.3	0.23
0.8	1.80	"	67.4	0.27	1.92	"	72.0	"
0.9	2.12	"	70.7	"	2.25	"	75.0	"
1.0	2.45	"	73.5	"	2.56	"	76.8	0.24
1.1	2.77	"	75.5	0.28	2.87	"	78.2	0.25

Table III-4-14 Consumption of Flotation Reagents

Period	Tonnage, ton	Consumption, g/t					PH	
		Lime	Z11	SFA	Pine Oil	MIBC	Rougher	Cleaner
2nd to 10th, Dec.	109.6	10,036	56	50	No data	No data	11.4	11.4
15th to 30th, Dec.	369.1	6,665	109	68	72	39	11.3	11.4
5th to 14th, Jan.	382.0	9,476	82	84	58	40	11.4	11.4
15th to 31st, Jan.	438.8	10,552	52	58	60	16	11.4	11.4
2nd to 6th, Feb.	242.4	9,468	36	45	63	-	11.3	11.3

Table III-4-15 Sizing Test on Slaked Lime Produced in Burma

Size		Weight		Assay, %	
mm	mesh	gram	%	CaO	MgO
+6.73	+3	46.5	3.2	-	-
+3.36	+6	37.4	2.6	-	-
+1.68	+10	65.4	4.6	-	-
+0.84	+20	103.7	7.3	-	-
-0.84	-20	1,174.5	82.3	54.2	34.5
Total		1,427.5	100.0		

Table III-4-16 Analysis of Slaked Lime "MESCO Brand"

Assay, %					Fineness Residue	
CaO	MgO	SiO ₂	Fe ₂ O ₃ + Al ₂ O ₃	Ignition Loss	0.59mm (28 mesh)	0.149mm (100 mesh)
72.30	2.45	0.24	0.46	23.68	0	0.39

4-12 粗選機給鉱と清掃機尾鉱の篩別分析

粗選機給鉱と清掃機尾鉱の篩別分析結果の代表例は Table III-4-17 の通りである。

Table III-4-17 Typical Sizing Analysis on Rougher Feed and Scavenger Tailing

Size		Rougher Feed			Scavenger Tailing		
mm	mesh	Wt., %	Assay % Cu	Distribution, % Cu	Wt., %	Assay % Cu	Distribution, % Cu
+0.210	+65	1.1	0.20	0.3	1.4	0.28	2.3
+0.149	+100	3.6	0.19	1.0	5.0	0.17	5.0
+0.105	+150	9.0	0.27	3.5	10.2	0.14	8.3
+0.074	+200	7.8	0.45	5.0	17.3	0.11	11.1
-0.074	-200	78.5	0.80	90.2	66.1	0.19	73.3
Total		100.0	0.70	100.0	100.0	0.17	100.0

4-13 銅精鉱の粒度分布と沈降速度

4-13-1 粒度分布

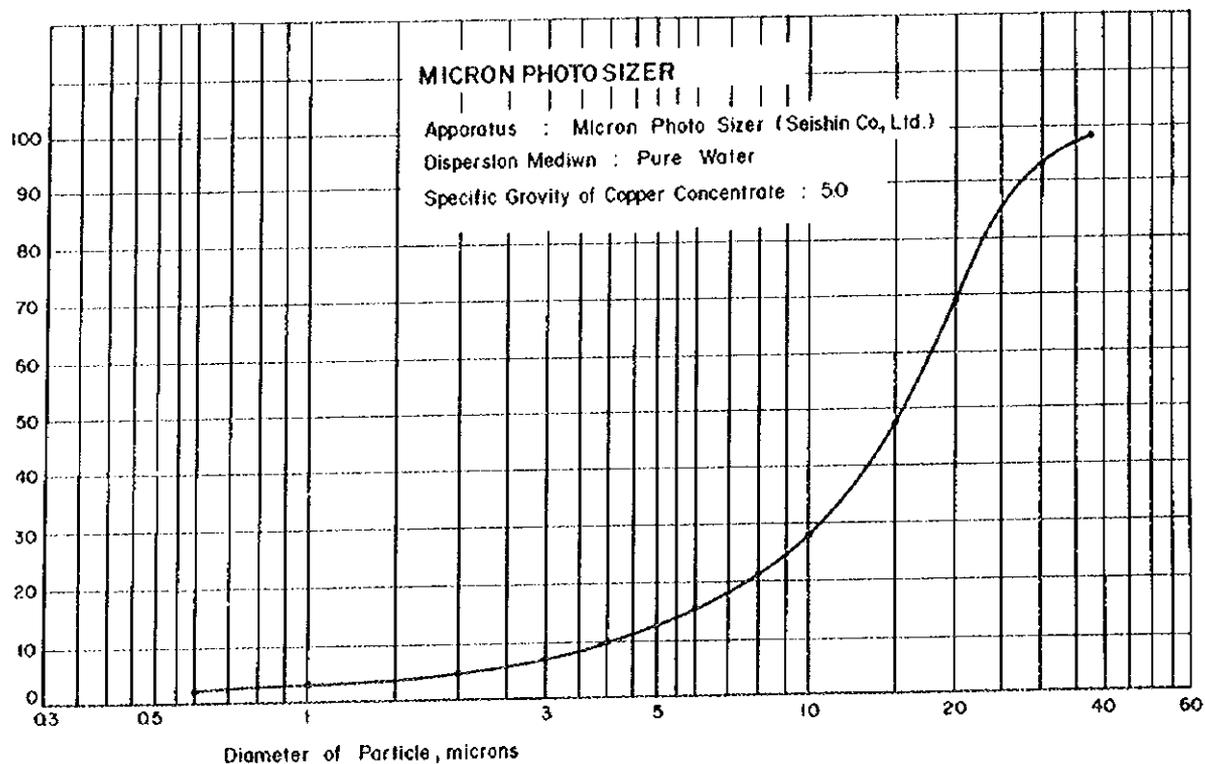
銅精鉱の粒度分布をMicron Photo Sizer によって測定した結果はTable III-4-18 に示す通りである。

Table III-4-18 Sizing Result on Copper Concentrate by Micron Photo Sizer

	Size Distribution											
Micron	+37	+30	+20	+15	+10	+8	+6	+3	+2	+1	+0.6	-0.6
%	2.1	5.9	22.8	21.5	19.7	5.7	5.6	9.8	1.6	1.7	0.9	2.7
Cum. %	2.1	8.0	30.8	52.3	72.0	77.7	83.3	93.1	94.7	96.4	97.3	

また、Fig III-4-6 は上記の結果を図示したものであり、この図より銅精鉱の80%パッシングサイズは凡そ23ミクロンであることがわかる。

Fig. III-4-6 Semilogarithmic Plot of the Particle Size Distribution of Copper Concentrate



4-13-2 沈降速度

銅精鉱の沈降速度をパルプ濃度別に測定した結果は Table III-4-19 のとおりである。

Table III-4-19 Result of the Setting Test on Copper Concentrate

Pulp Density of Feed, %	30	35	40	50
Settling Velocity, meter/hour	0.282	0.215	0.201	0.182

4-14 銅精鉱の化学分析

1974年に行なったバッチ浮選試験以来の各精鉱について行なった化学分析の結果は Table III-4-20 に示す通りである。

製煉上とくにベナルティの対象となる成分はない。

Table III-4-20 Chemical Analysis of Copper Concentrate

Element	Assay					
	June, 1974 *		17th Nov., 1975	20th Nov., 1975	15th Jan., 1976	Average
	Upper Zone	Lower Zone				
Cu, %	20.08	21.77	36.7	42.8	26.3	29.5
Pb, %	0.01	0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Zn, %	0.01	0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
S, %	41.1	41.1	34.5	31.4	40.2	37.7
Fe, %	31.5	31.2	21.6	18.5	28.0	26.2
As, %	0.03	0.12	0.02	0.01	0.01	< 0.04
Sb, %	0.04	0.04	0.001	0.001	0.01	< 0.02
Bi, %	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	< 0.01
Ni, %	0.02	0.02	0.005	0.004	0.01	< 0.02
MoS ₂ , %	< 0.01	< 0.01	< 0.001	< 0.001	< 0.01	< 0.01
SiO ₂ , %	1.7	0.9	1.5	1.1	2.0	1.4
Al ₂ O ₃ , %	1.0	0.8	1.0	0.7	0.9	0.9
Au, g/t	1.3	1.3	0.4	0.6	0.9	0.9
Ag, g/t	19	17	28	35	16	23
Hg, ppm	< 0.2	< 0.2	< 0.5	1.0	1.0	< 0.6

* Assay results of the concentrates obtained through the batch flotation tests. (See Report Vol. 2, 2nd year, 1974)

4-15 銅精鉱の脱水試験

パイロットプラントにおいて採取した銅精鉱の脱水試験，すなわちフィルターリーフ，ドライヤーおよび遠心脱水機の各テストを日本において行なったので，その結果について述べる。

4-15-1 フィルターリーフによる濾過試験

フィルターリーフによる真空濾過試験の結果はTable III-4-21に示すとおりである。17～18%の水分を含有するケーキの性状はチクソトロピック（thixotropic）であり，真空が切れた時点で水がにじみでる。従って，このようなものについては更に，乾燥処理が必要である。

Table III-4-21 Result of Vacuum Leaf Test

Diam. of a Filter-Leaf Frame: 114 mm

Filter Cloth : Nylon No. 202

Pulp Density of Feed (%)	Revolution Cycle (min/rev.)	Hourly Capacity (kg/m ²)	Cake	
			Moisture (%)	Thickness (mm)
50	2	190	16.7	4
"	4	135	17.4	6
"	6	105	17.8	7
60	2	345	13.9	6
"	4	230	16.7	9
"	6	175	18.5	12
65	2	500	15.0	10
"	4	255	12.8	11
"	6	270	15.4	14

4-15-2 遠心脱水機による濾過試験

遠心脱水機による濾過試験の結果はTable III-4-22に示すようにケーキ水分を10%以下に低下させることができるので，遠心脱水した精鉱については，さらに乾燥機による脱水処理を行なう必要はないと考えられる。

4-15-3 フィルターケーキの乾燥試験

水分含有量を18%に調整したフィルターケーキについて，流動層乾燥機（Fluid Bed Dryer）による乾燥試験を行なった。その結果はTable III-4-23に示す通りである。

この試験結果から，ケーキの含有水分を18%から8%まで下げるためには，精鉱1t当たり凡そ150,000 Kcalの熱量が必要とすることがわかる。

Table III-4-22 Result of Filtration Test by Centrifuge

Basket of Centrifuge : Diameter 375 mm
 Depth 230 mm
 Capacity 11.7 liters
 Filter Cloth : Cotton No.26
 Permeability $1.19 \text{ cm}^3/\text{sec}/\text{cm}^2$
 Feed Charging : Overflow type

Basket Speed, rpm	1,650		2,000	
Centrifugal Force, G	571		838	
Feed, Charging Time, min	$4\frac{1}{2}$		$5\frac{1}{3}$	
Weight, wet kg/min	22.7		20.5	
Pulp Density, % solid	30		30	
Dewatering Time, min	5	10	5	10
Cake, Weight, wet kg	-	18.9	-	29.5
Moisture, %	10.4	9.3	9.6	9.3
Thickness, mm	-	44	-	59
Filtrate, Weight, wet kg	-	15.85	-	10.9
Overflow, Weight, wet kg	-	67.6	-	68.2

Table III-4-23 Result of Drying Test by Fluid Bed Dryer

Size of Fluid Bed : Availabel 4, 8m²

Room Temperature, dry bulb : 17°C

wet bulb : 16°C

Feed, Weight, wet kg/Hr	300
Moisture, %	18
Apparent Specific Gravity	2.7
Temperature, °C	12
Discharge, Weight, wet kg/Hr	265
Moisture, %	7.2
Apparent Specific Gravity	2.1
Temperature, °C	48
Water evaporated, kg/Hr	35
Temperature of Hot Air, Inlet, °C	180
Exit, °C	57
Temperature of Exhaust, Dry bulb, °C	44
Wet bulb, °C	38
Drying Speed, kg/m ² /Hr	240
Drying Time, min	6

4-16 廃さいの沈降速度

パイロットプラントにおいて採取した廃さいの沈降速度を測定した結果は Table III-4-24 に示す通り、0.03m/Hr と不良であった。

Table III-4-24 Result of Settling Test on Tailing

Pulp Density of Feed : 20% solid

Time of Settling, min.	15	30	45	60	120	180
Depth of Clear Water, min	8.3	16.5	23.7	30.3	47.4	60.6

4-17 廃さい沈澱池の上澄水の分析

パイロットプラント北方の廃さい沈澱池において、その上澄水を採取し、日本で分析した結果は Table III-4-25 に示す通りで、重金属の含有は微量で公害上の問題にはならない。

Table III-4-25 Chemical Composition of Top Water at Tailing Pond

Concentration (ppm)											pH
SS*	Cu	Pb	Cd	As	Hg	Mn	Cr	Ca	So ₄	P	
21	0.05	<0.02	<0.005	<0.02	<0.005	0.03	<0.02	31	263	0.2	6.2

* Total Dissolved Solid

4-18 川水を使ったバッチ浮選試験

4-18-1 Yama川の水(1974年実施)

1974年4月上旬、HashizumiはMMDC所属研究所においてYama川の川水を使用して、バッチ浮選試験を行なった。150メッシュ以下に乾式粉砕したモニリ鉱について、乾季時のYama川の川水とRangoon市の水道水による比較浮選を行ない、その産物を日本において分析した結果はTable III-4-26に示すとおり、Yama川の川水が浮選に適していることがわかった。

Table III-4-26 Result of Batch Flotation Test by Yama Stream Water (Hashizumi)

Date tested : 8th Apr., 1974

Test Machine : 500 g Denver Type belong MMDC

Water Tested	Assay, % Cu			
	Cleaner Froth	Cleaner Tail	Scavenger Froth	Scavenger Tail
Yama Stream Water	7.65	1.26	1.72	0.20
Rangoon City Water	4.28	1.64	2.80	0.27

4-18-2 Yama川およびChindwin川の川水

前項の試験は乾季のYama川の水だけであったので、乾・雨両季のChindwin川とYama川の水を使用する試験を計画した。

1976年2月に両川の川水および川岸に沈積した雨季時の泥土を採取した。この泥土を川水に混ぜて濁度20,000ppmの水を調整し、24時間放置した後、その上澄水を沈砂池および河過池を通った雨季の川水であると仮定して乾季の川水との比較試験に供した。

パイロットプラントにおける精選機給鉱を900mm攪拌槽より採取し、脱水したのち、それぞれの供試水を加えて、バッチ浮選試験の給鉱とした。これら給鉱による比較浮選試験の結果はTable III-4-27に示すとおり、各川水の間には顕著な成績差は認められなかった。すなわち、Chindwin川およびYama川の水は年間を通じて選鉱場の工場用水として使用可能であると考えられる。

Table III-4-27 Result of Batch Flotation Test by River Water (U Sin Kyin)

Date tested : 9th Feb. , 1976

Feed : Cleaner Feed sampled at Conditioner

Test Machine : 500 g FW Type

Water Tested	Product	Weight		Assay % Cu	Recovery % Cu
		Gram	%		
Chindwin River (Rainy)	Feed	120	100.0	12.90	100.0
	Froth	30	25.0	22.34	43.3
	Tailing	90	75.0	9.75	56.7
Chindwin River (Dry)	Feed	136	100.0	13.74	100.0
	Froth	56	41.2	18.96	56.8
	Tailing	80	58.8	10.09	43.2
Yama Stream (Rainy)	Feed	130	100.0	12.54	100.0
	Froth	44	33.8	17.35	46.8
	Tailing	86	66.2	10.09	53.2
Yama Stream (Dry)	Feed	114	100.0	12.42	100.0
	Froth	40	35.1	16.27	46.0
	Tailing	74	64.9	10.34	54.0

第5章 結論および今後の問題点

5-1 結 論

Monywa 地区 Kyisindaung 北東麓に建設された50t/d 規模のパイロット・プラントを使用して、Monywa 銅鉛石 (Sabedaung 坑道よりの採掘鉱) の選鉱試験を、1975年11月11日より1976年2月14日までの期間実施した。

1974年に実施したバッチ試験の結果を連続操業において確認すると同時に、フィージビリティ・レポート作成に必要な資料を収集する目的で選鉱試験を実施して、明確化された主要事項は下記の通りである。

- (1) 1974年実施のバッチ試験結果 (原鉱品位0.9%のとき、精鉱品位20% Cu, 採取率80% Cu) は再現できなかったが、選鉱系統の改善によって精鉱品位30% Cu, 採取率75%を見込むことができる。
- (2) 原鉱中に含有される-200メッシュ鉛の量が平均1.2%と僅少であるので、原鉱の水洗処理は必要ない。
- (3) ボールミルによって仕事指数を測定した結果は、平均12.5である。すなわち、Monywa 銅鉛の粉碎抵抗は中程度であると考えられる。
- (4) 浮選において、粗選給鉱の粒度は-200メッシュ75~82%が適当である。また、精選給鉱については再磨鉱ボールミルによって-400メッシュ粉碎を行なう必要はなく、-325メッシュの重量95~100%で十分である。
- (5) 浮選回路は、在来の精選回路のほか、浮選中鉱専用の再磨鉱設備を持つ再処理回路を採用すべきである。そうすることによって、浮選操業を安定させ、採取率の向上を期待できる。
- (6) 使用する浮選試薬は消石灰、Z-11, SPA (以上二つは捕収剤)、Pine Oil およびMIBC (以上二つは起泡剤) の5種で十分と予想される。しかし、ビルマ産の消石灰を使用する場合は、その品質管理に十分の注意をすべきである。
- (7) 銅精鉱の粒度は微細で、その80%パッシングサイズは凡そ23ミクロンである。
- (8) 銅精鉱の脱水試験を日本において実施した結果、遠心脱水機によってケーキ水分を10%以下にできた。真空型濾過機を使用した試験の結果、そのケーキ水分は17~18%となり、さらに10%以下に水分を低下させるためには、乾燥機を使用する必要がある。
- (9) 銅鉛鉱の化学分析値5例の平均値によれば、Cu 29.5%のとき、S 37.7%, Fe 26.2%, Au 0.9 g/l, Ag 2.3 g/l である。その他の成分についてはいずれも含有量は僅少で、製煉上とくにペナルティの対象となるものはない。
- (10) 精鉱の沈降性は良好であるが、廃さいのそれは極めて良くない。

精 鉱 30%濃度のとき 0.28 m/hr

降さい

20%濃度るとき

0.03 m/hr

(ii) Yama および Chindwin 川の水はいずれも選鉱用水として使用し得る。

5-2 今後の問題点

選鉱試験の結果、つぎの点についての問題点が考えられる。

(1) 供試鉱は Sabedaung 鉱床の比較的、上頂部に近い部分、すなわち酸化溶脱帯と鉱床部の境界付近より、採掘された粗鉱であるため、鉱質面で不安定な面があり、品位は Sabedaung 鉱床の平均に比しやゝ低目であったこと。

従って、鉱床の他の部分、つまり鉱体の中央部・底部および周縁部とは鉱質上の差があり、採取率への影響は無視できないと考えられる。

(2) Monywa 銅鉱中の輝銅鉱は経時変化を受けて硫酸可溶の銅鉱物に変わりやすいと考えられるので、酸化防止について考慮をすべきである。

(3) Kyisindaung および Sabedaung south の2鉱床については鉱石を大量に入手できないため、選鉱試験は行なわなかった。これら鉱床の鉱石は Sabedaung 鉱床のものと、ほぼ同様の組成であると考えられるが、鉱質の微妙な差異もあり得よう。

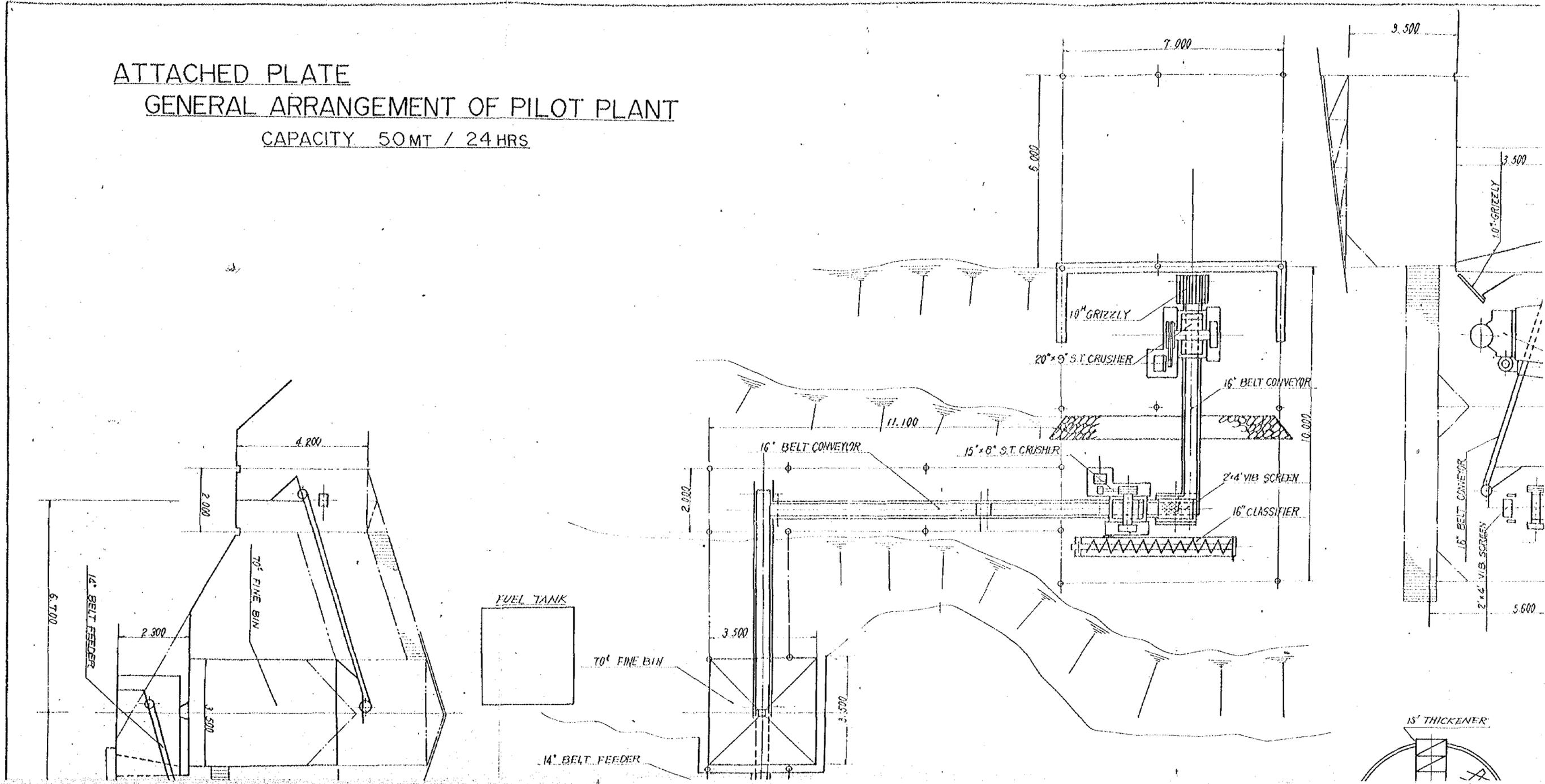
これらの諸問題について、今後の選鉱面において次の如き試験を行ない、操業の安定に寄与する資料を得ることが望ましい。

(1) Monywa 鉱山の鉱石は、パイロットプラントのフローシートに基いた浮選法によって、精鉱品位30%程度の精鉱を得ることが出来、基本的には浮選法に適した鉱石であることが明らかとなったので、さらにパイロットプラントによって繰返し連続試験を行ない、方式の安定化をはかること。

(2) Sabedaung South, Kyisindaung の各鉱床について、鉱石の浮選試験を行ない Sabedaung 鉱との差異の有無を検討すること。

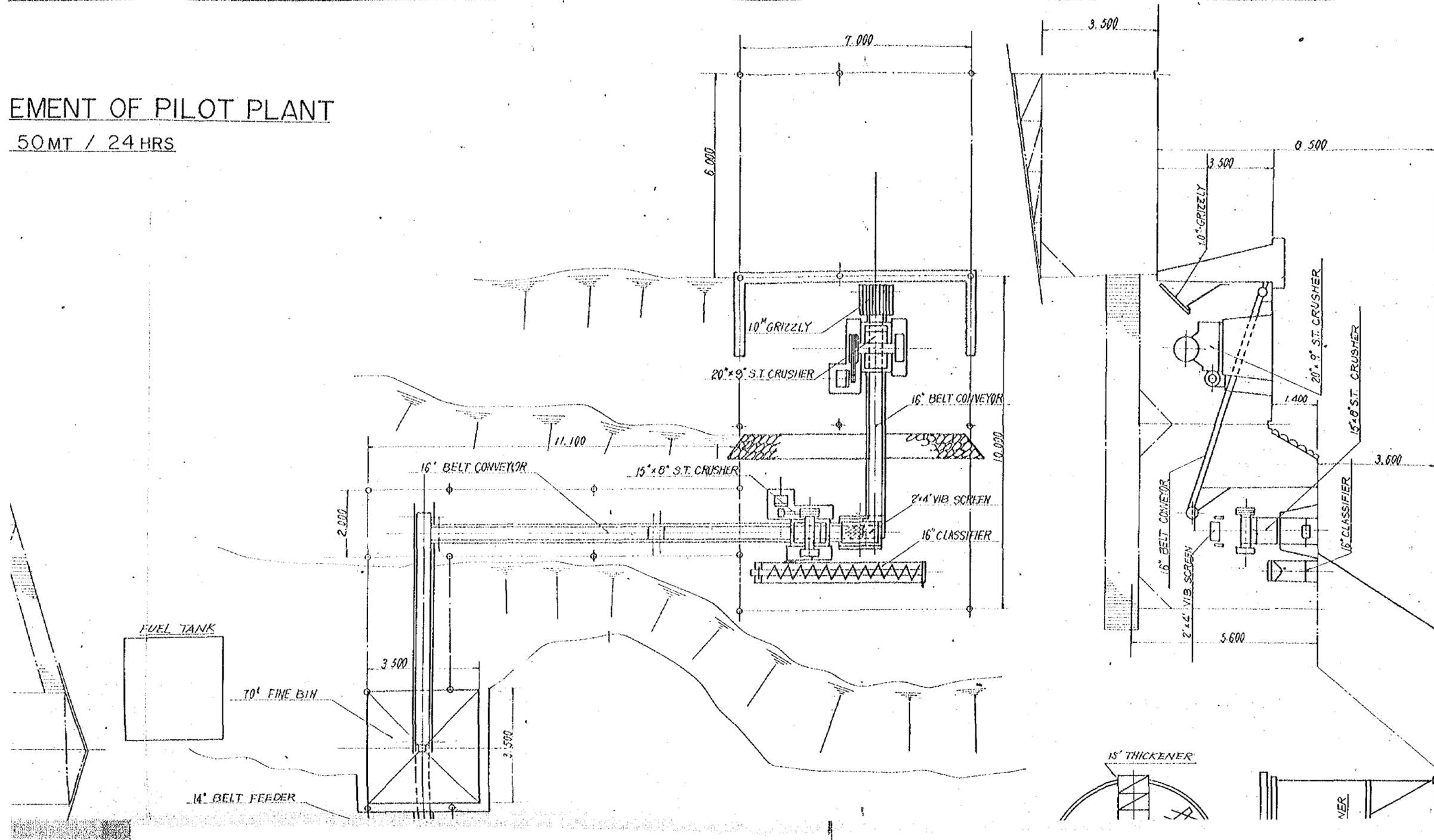
ATTACHED PLATE
GENERAL ARRANGEMENT OF PILOT PLANT

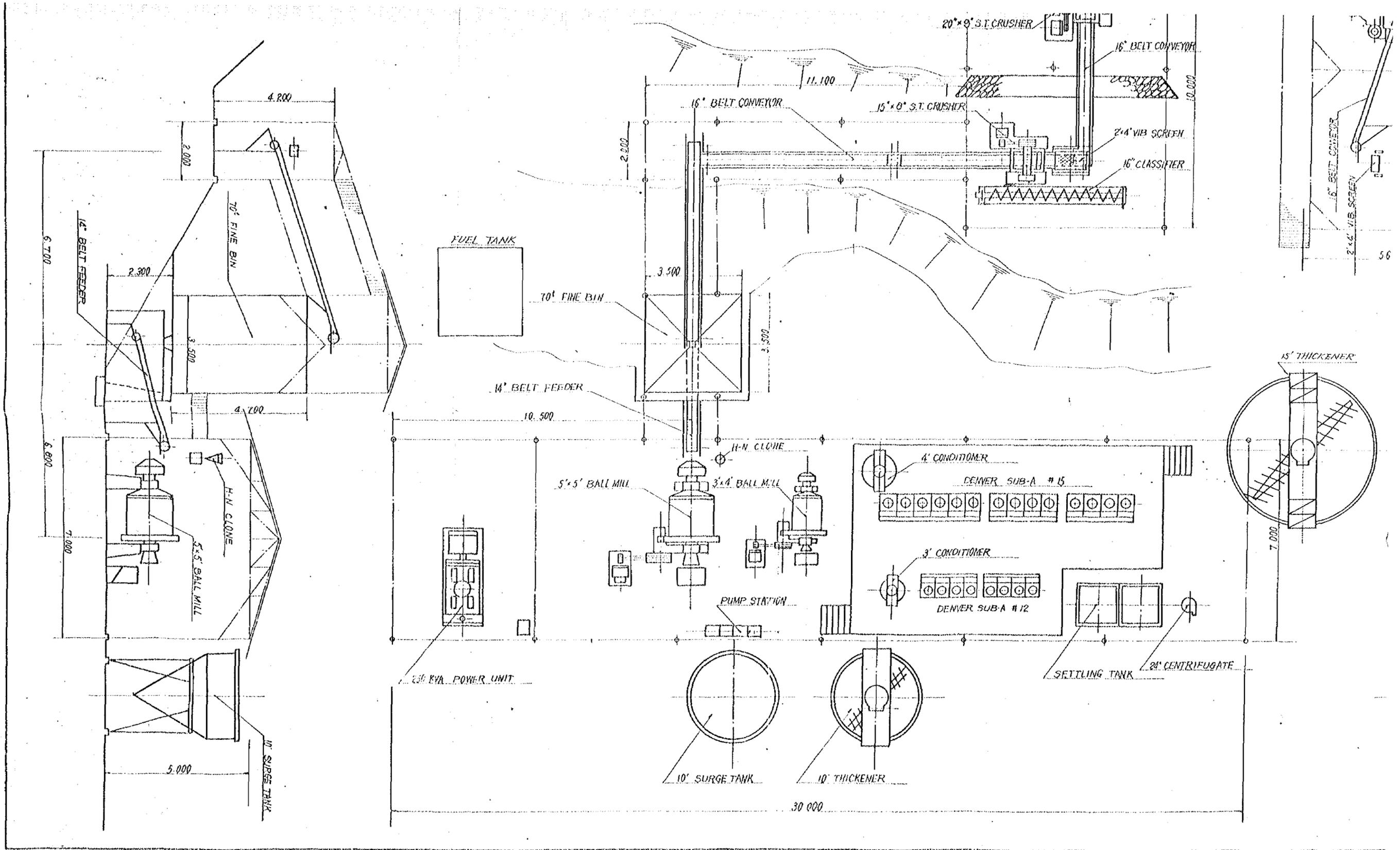
CAPACITY 50 MT / 24 HRS

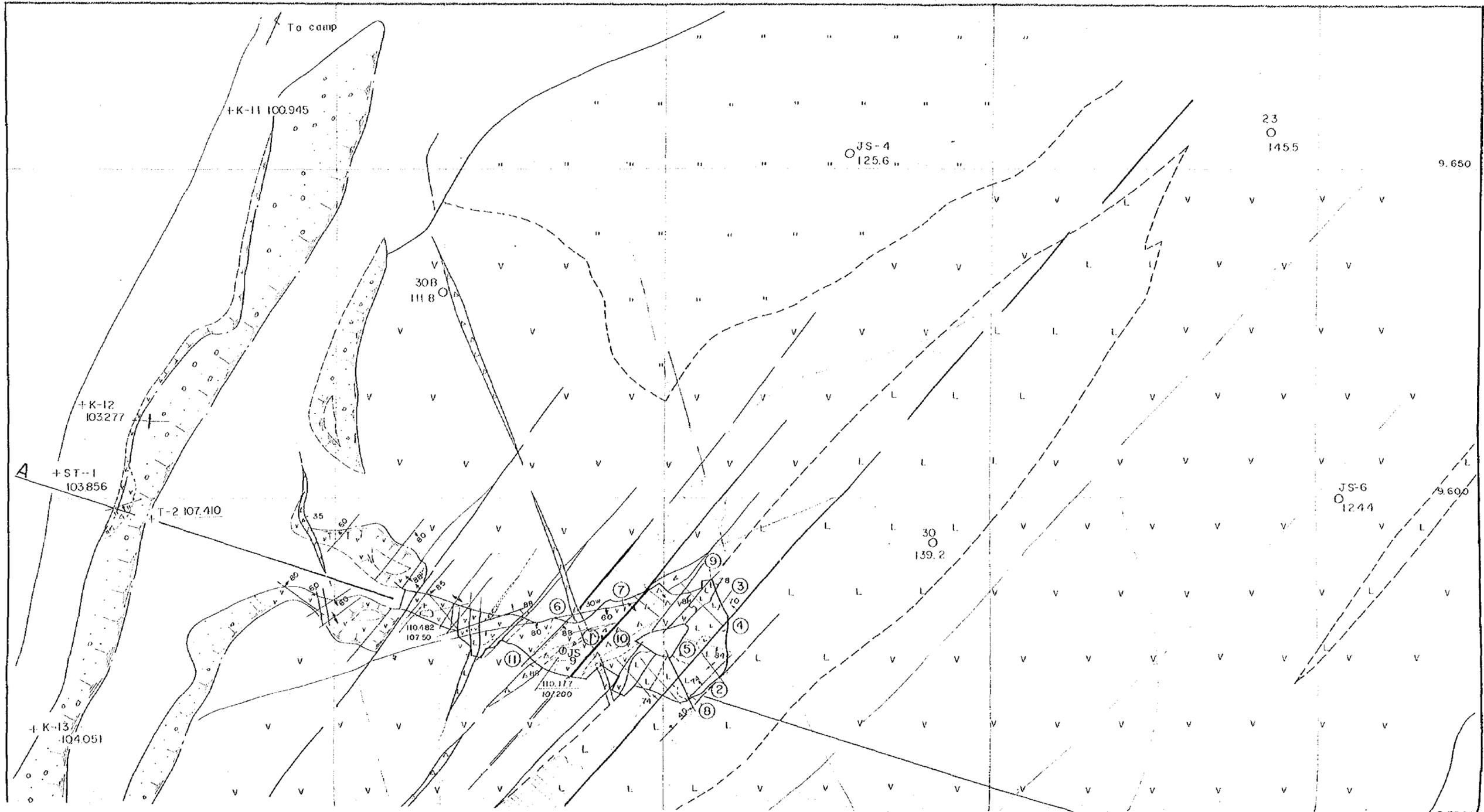


EMENT OF PILOT PLANT

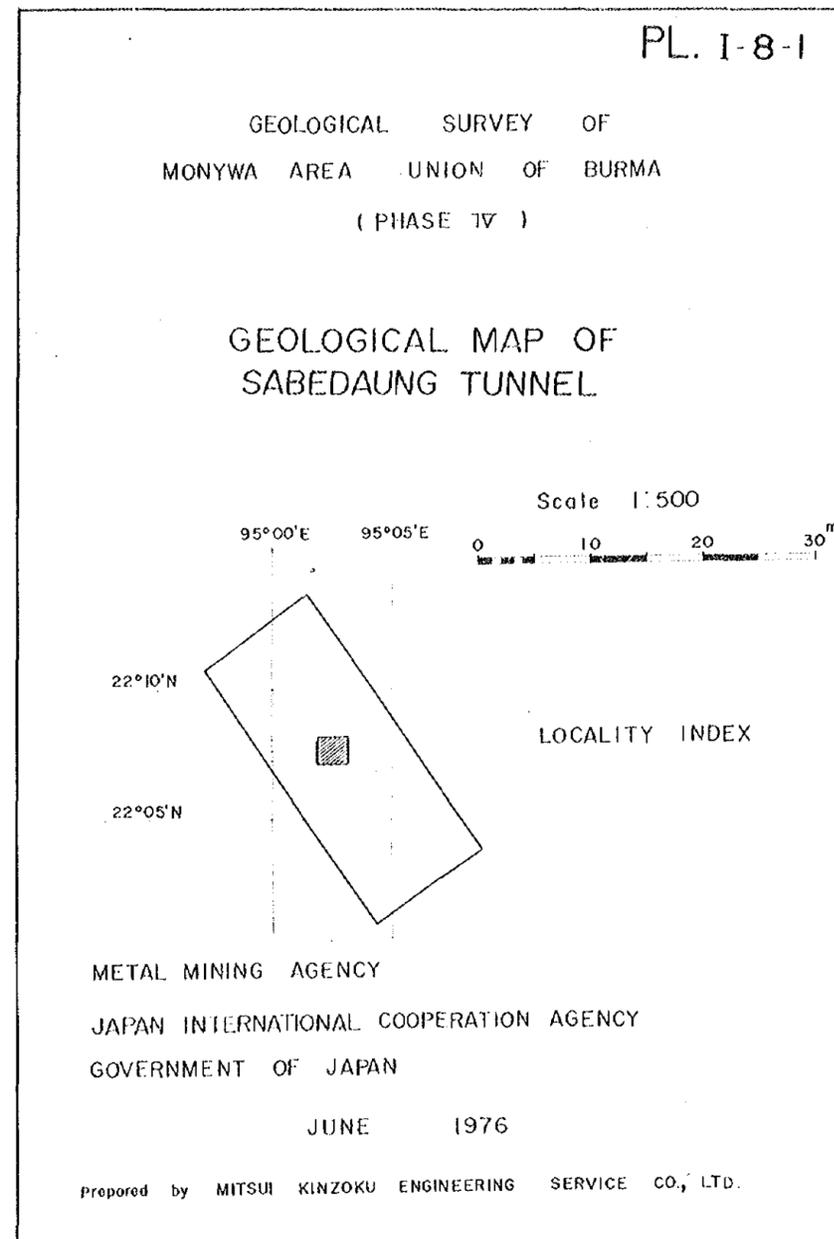
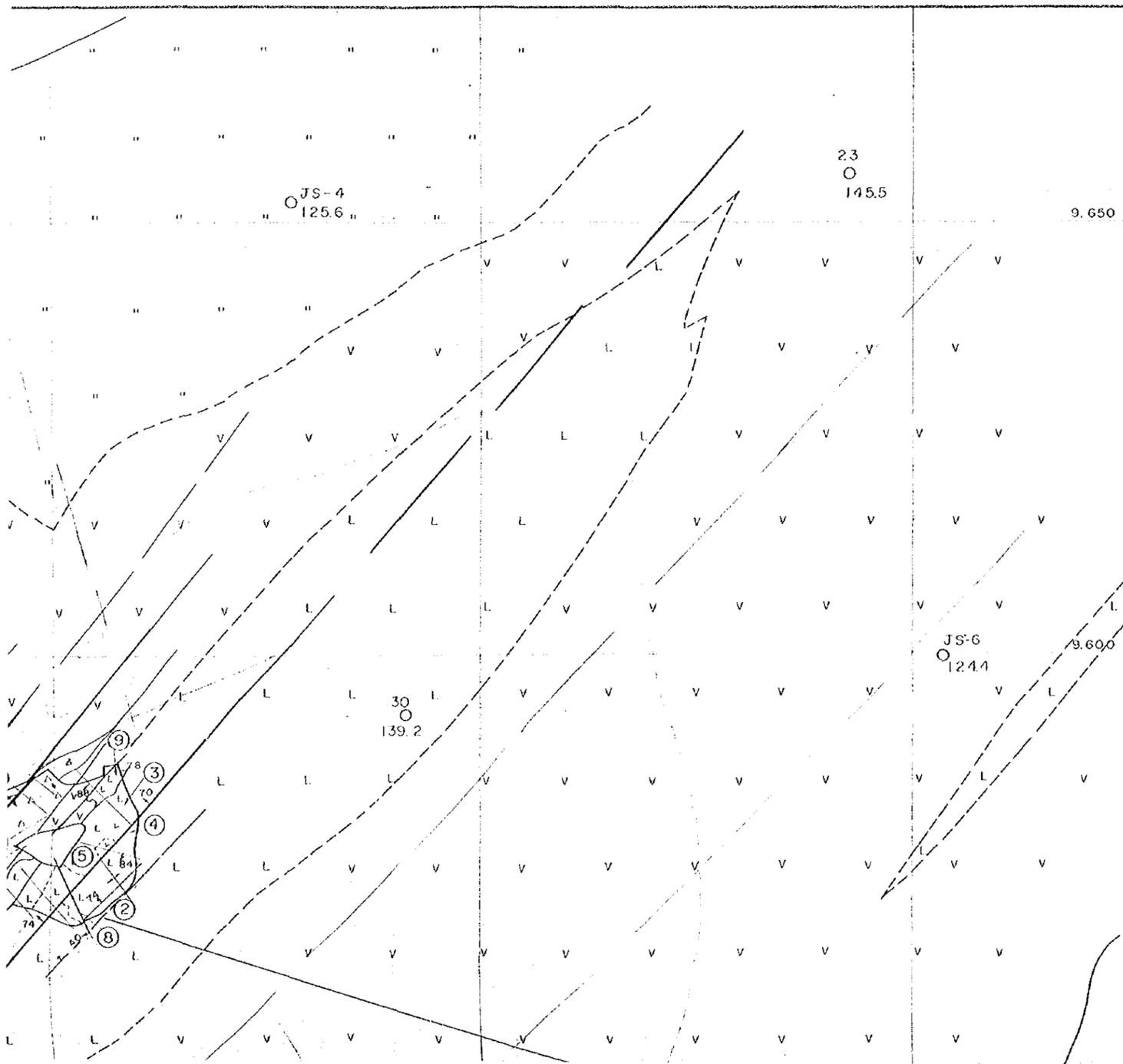
50 MT / 24 HRS

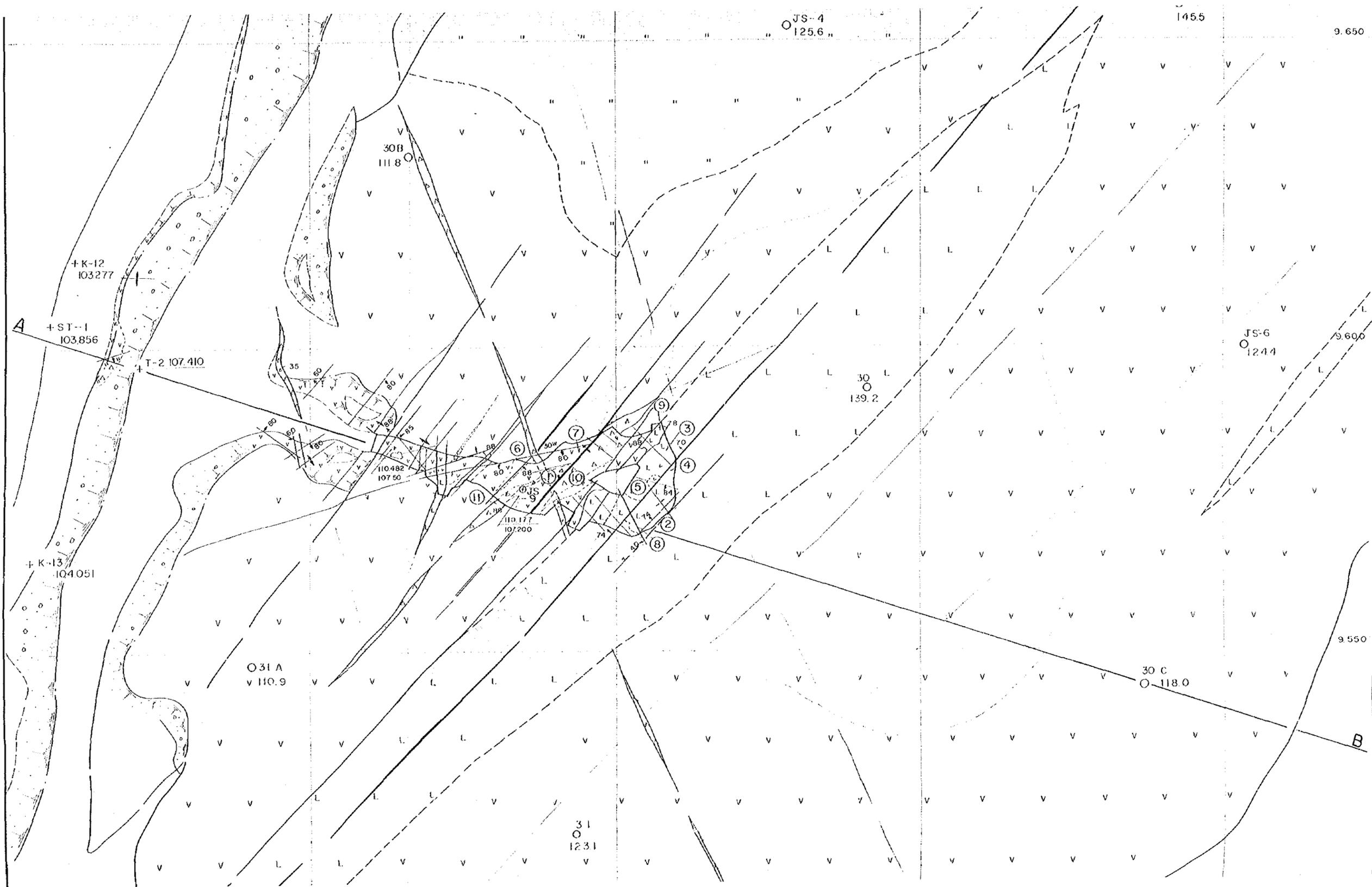






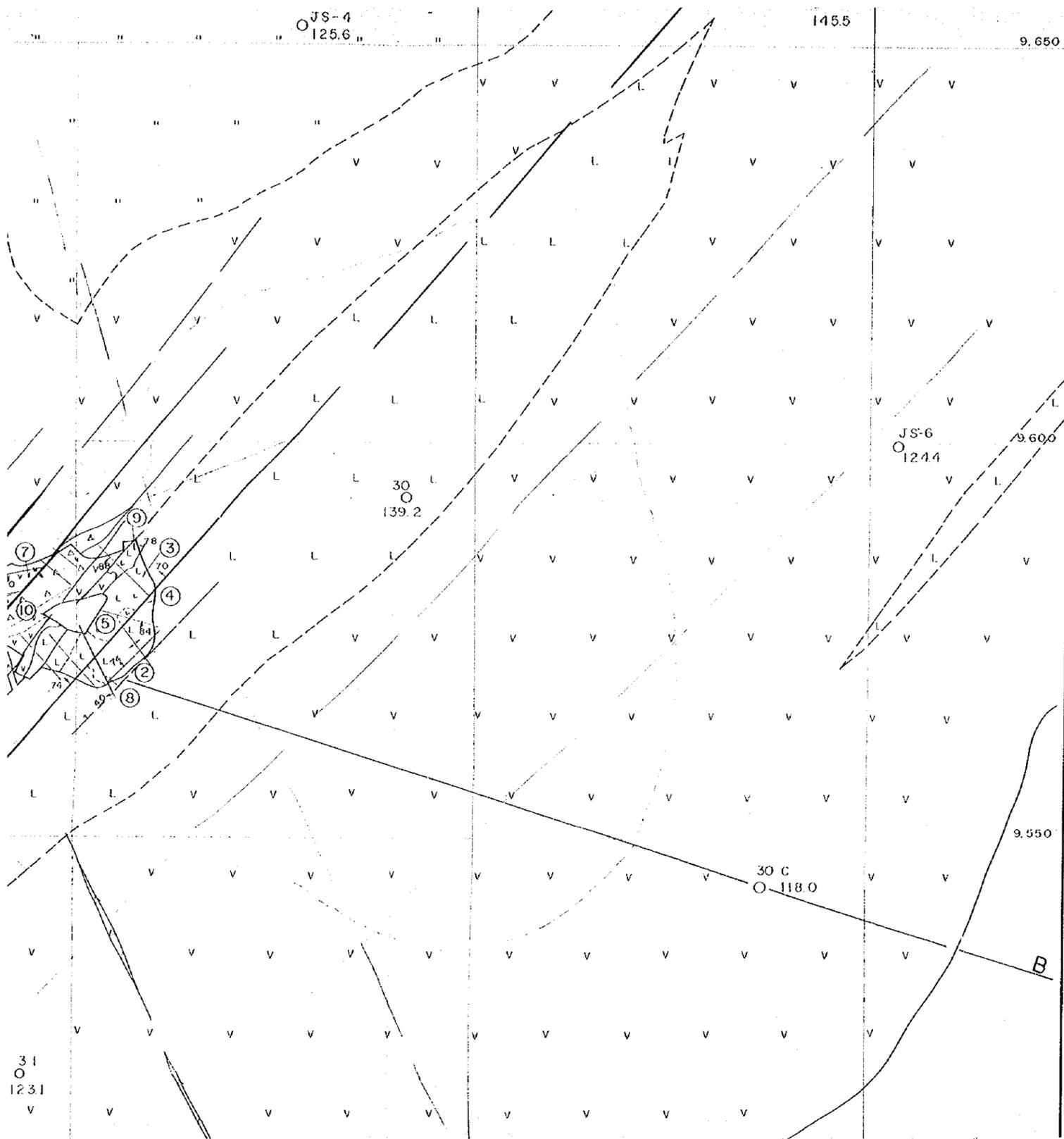
22°K
 22°0
 META
 JAPA
 GOVE
 Preporoc





ME
 JA
 GO
 Preps

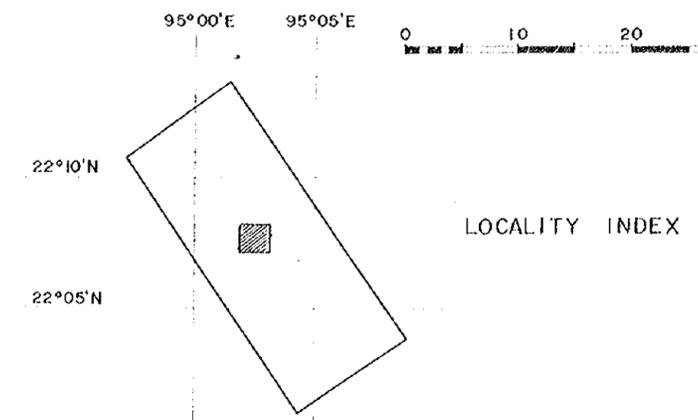
- AAA
- LL
- AAA
- AAA
- 80



(PHASE IV)

GEOLOGICAL MAP OF SABEDAUNG TUNNEL

Scale 1:500



LOCALITY INDEX

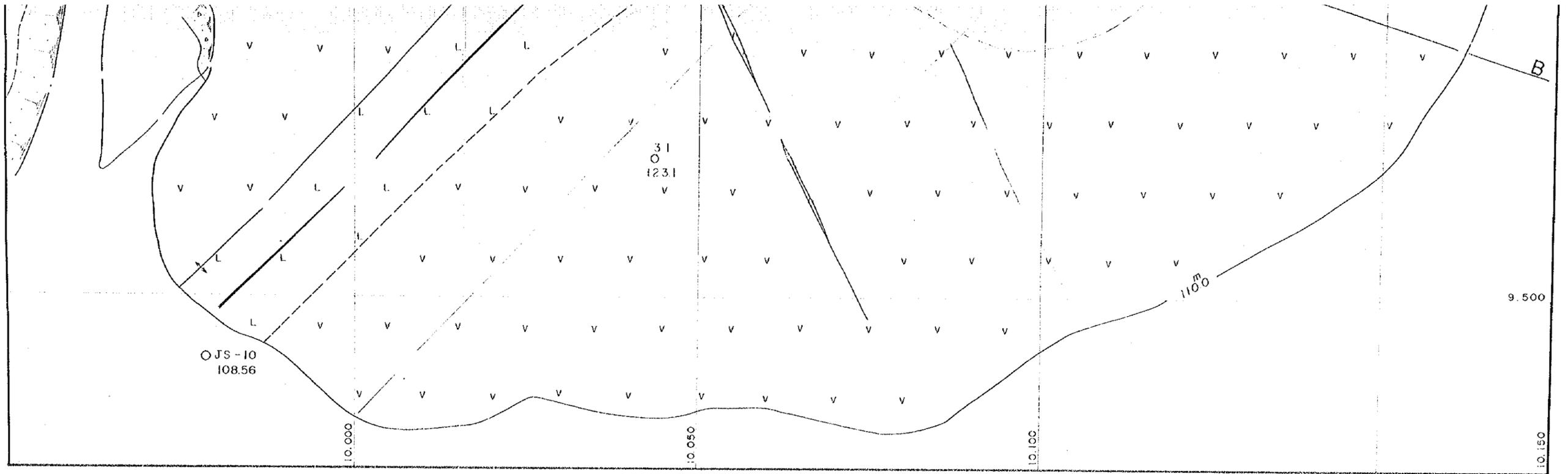
METAL MINING AGENCY
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
 GOVERNMENT OF JAPAN

JUNE 1976

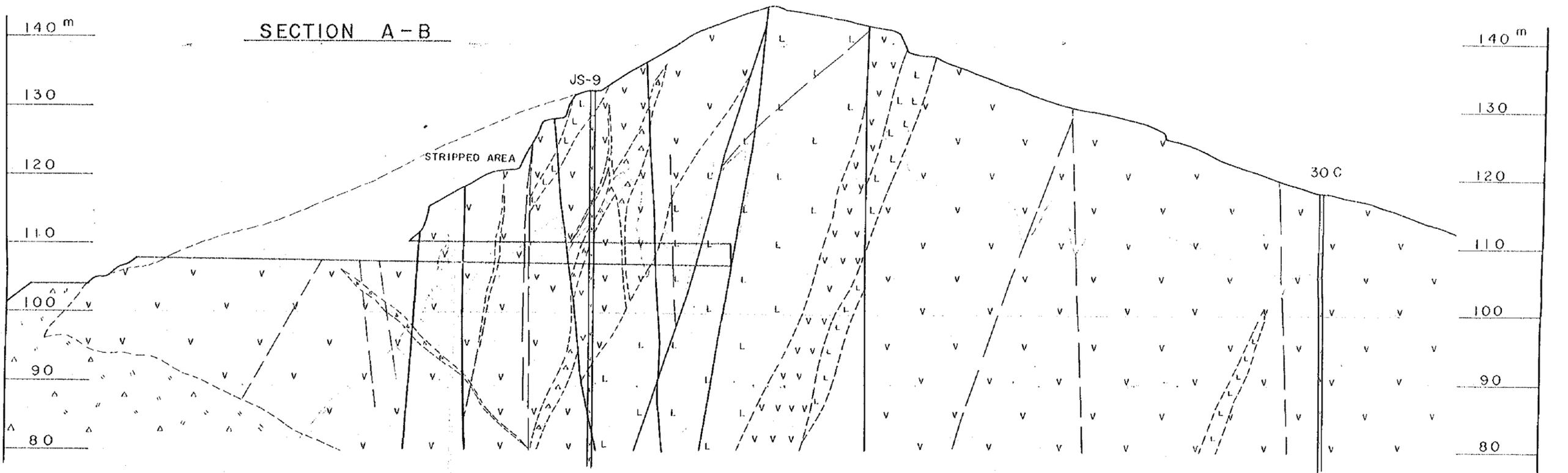
Prepared by MITSUI KINZOKU ENGINEERING SERVICE CO., LTD.

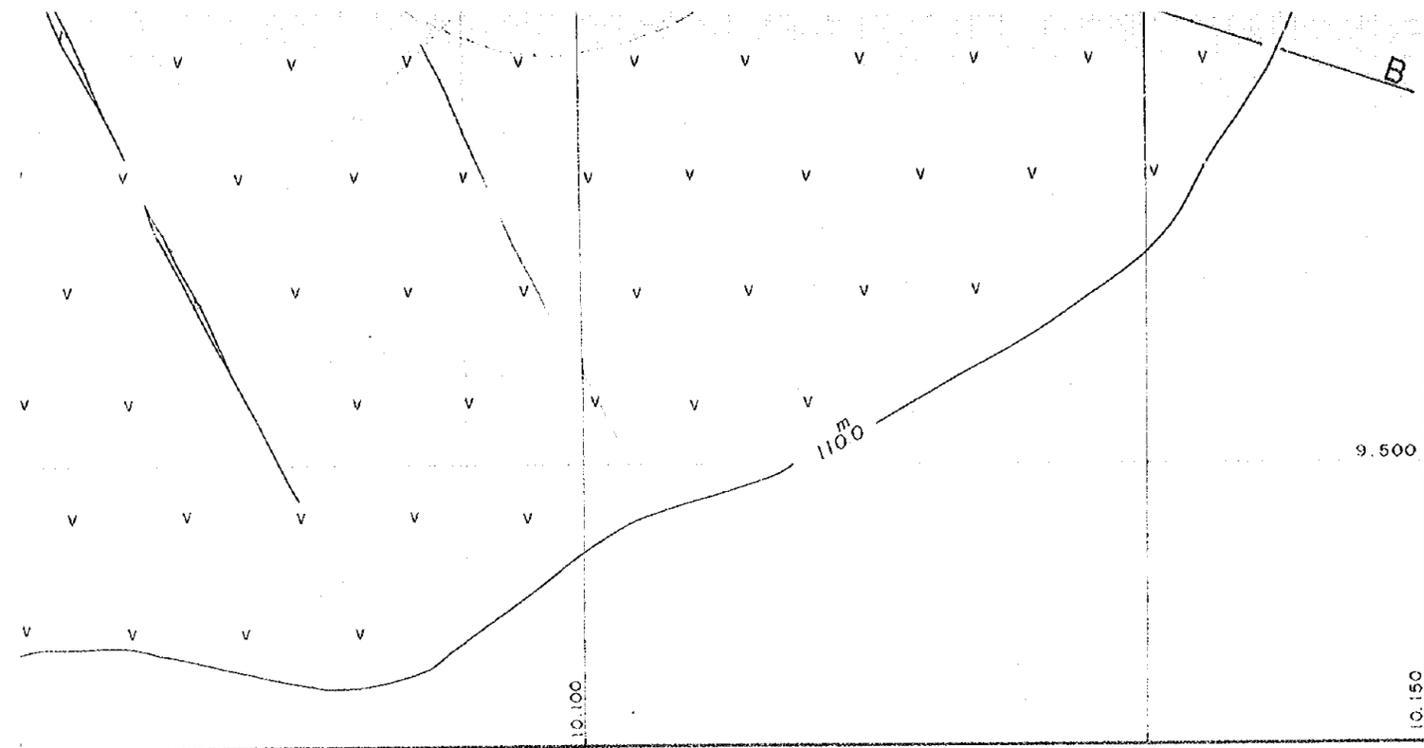
LEGEND

-  Biotite porphyry
-  Altered rhyolite
-  Brecciation
-  Tuff
-  Fissure & Joint

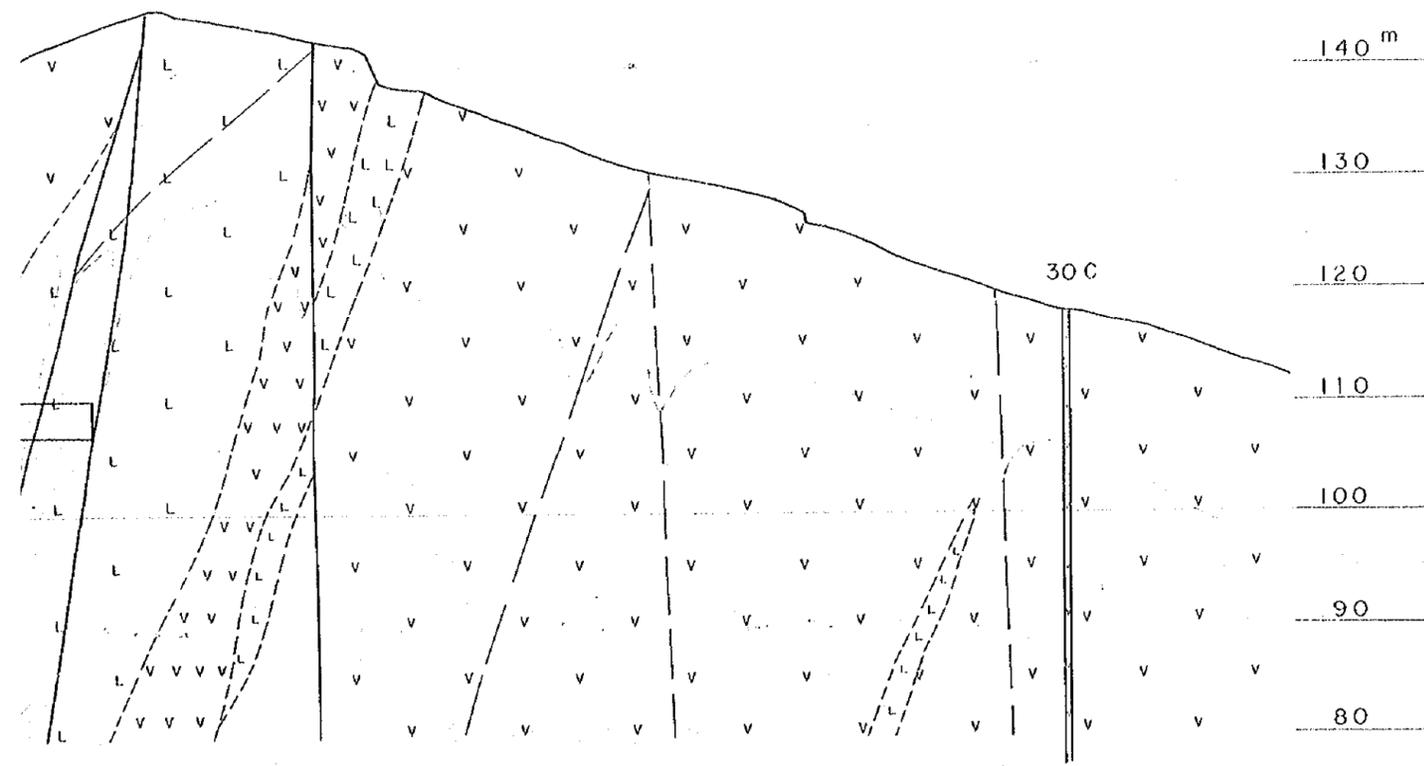


A
 L
 80
 3
 O
 (



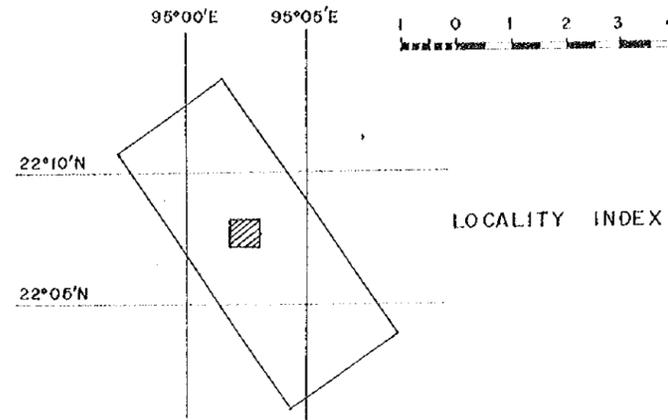


- Biotite porphyry
- Altered rhyolite
- Brecciation
- Tuff
- Fissure & Joint
- Ore body
- 31 Drilling hole (D.D.H NO. & Collar elevation)
- 123.1 Sample NO.



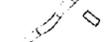
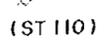
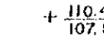
ASSAY MAP OF
SABEDAUNG TUNNEL.

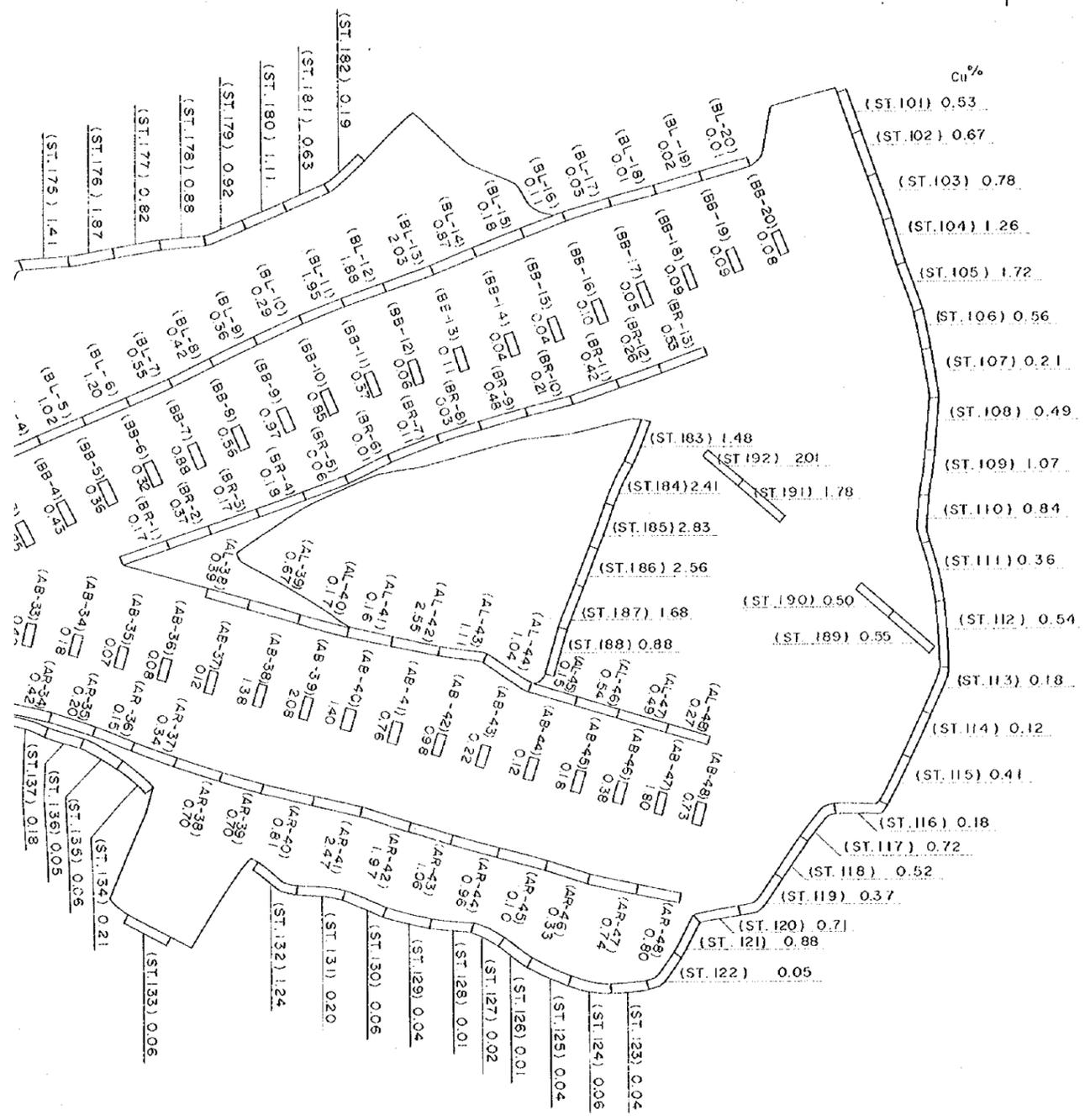
Scale 1:100
0 1 2 3 4 5m

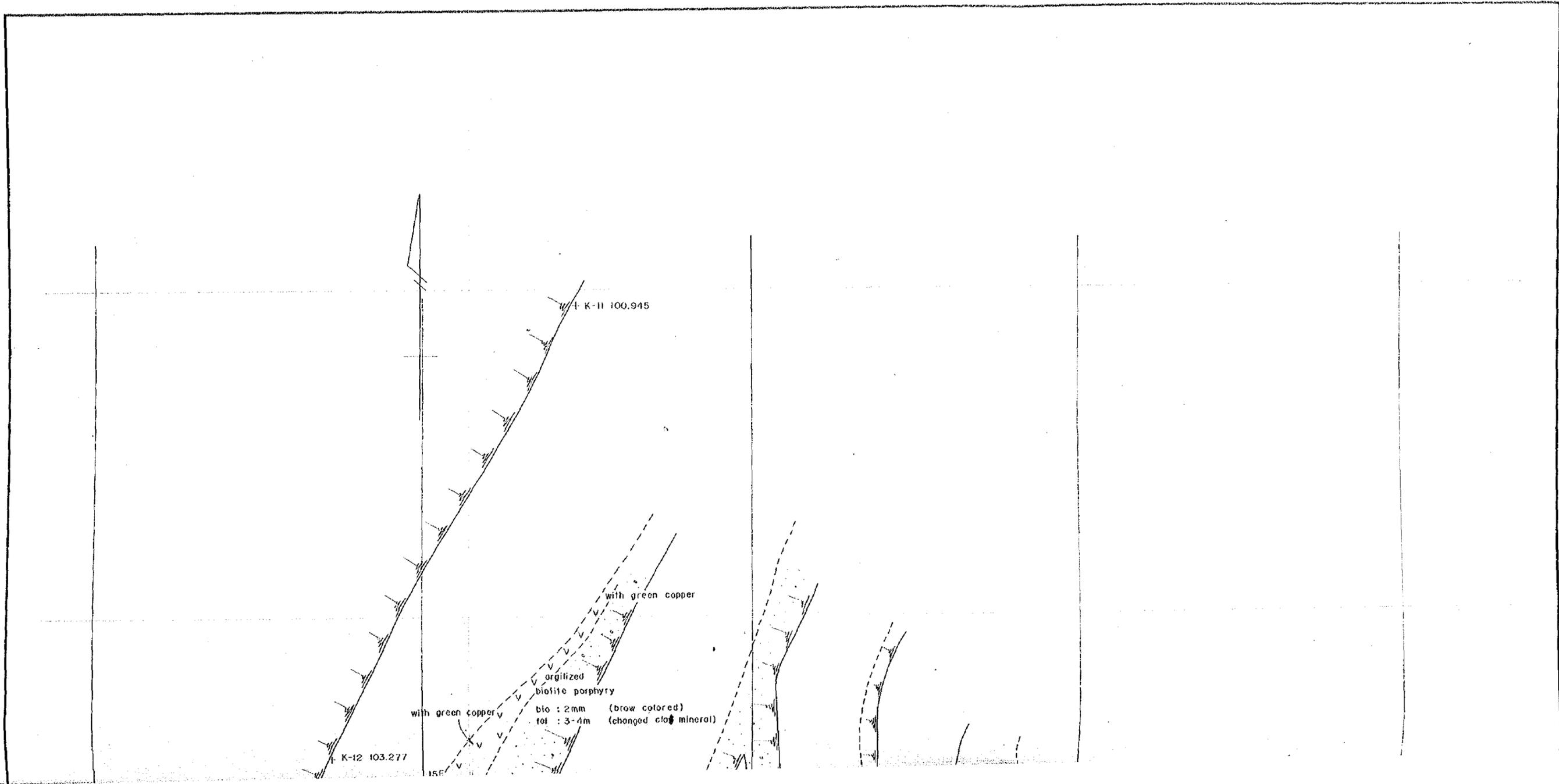


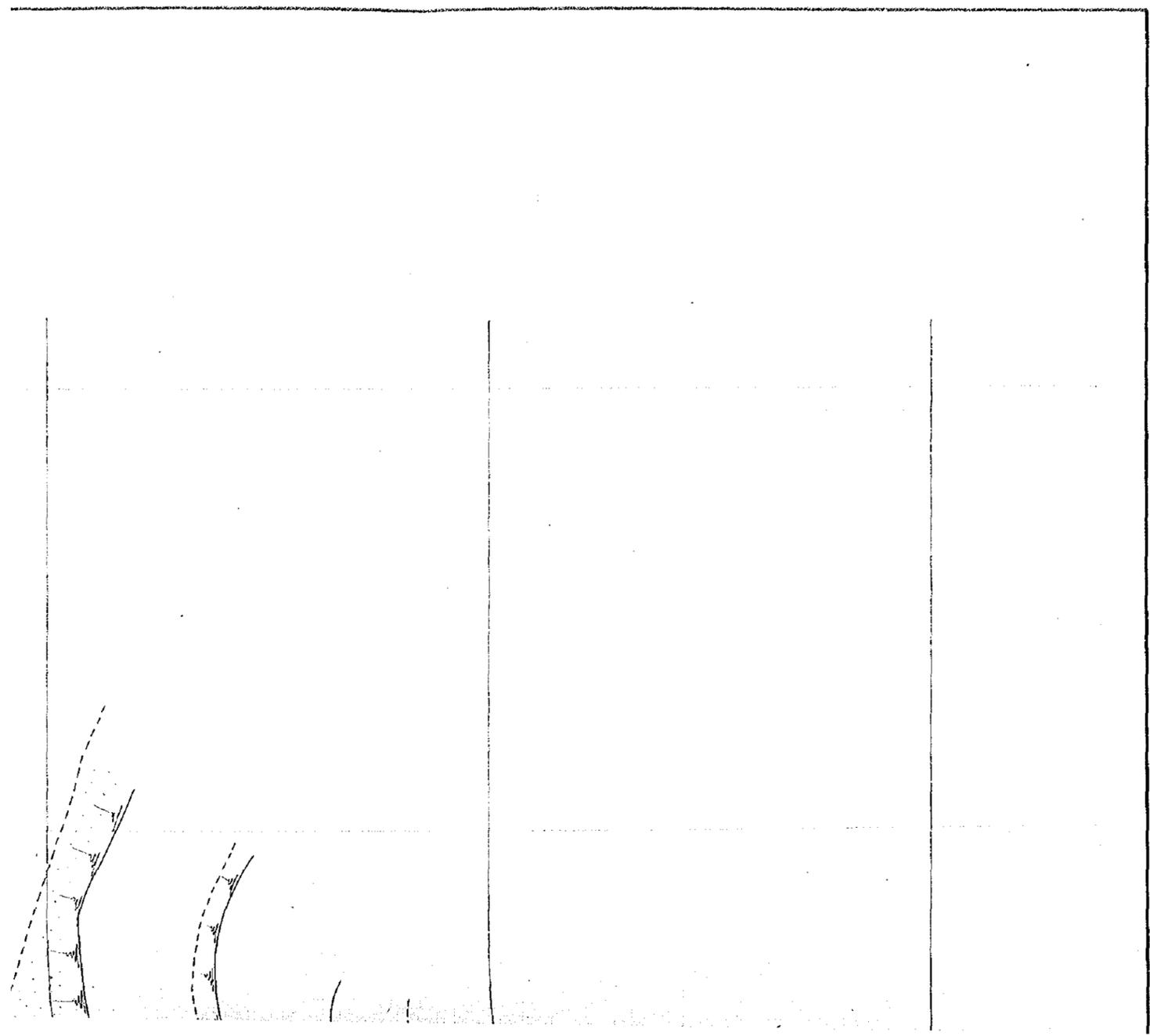
METAL MINING AGENCY
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
GOVERNMENT OF JAPAN
JUNE 1976
Prepared by MITSUI KINZOKU ENGINEERING SERVICE CO., LTD.

LEGEND

-  Sample locality (Wall and roof)
-  (ST.110) 0.84 Sample NO. and total Cu grade %
-  + 110.48 / 107.50 Survey point (Elevation of roof/floor)



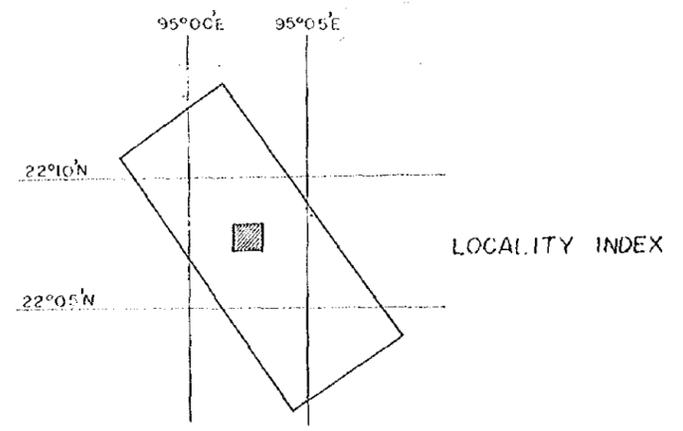
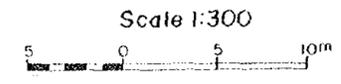




PL.I-8-3

GEOLOGICAL SURVEY OF
MONYWA AREA UNION OF BURMA
(PHASE IV)

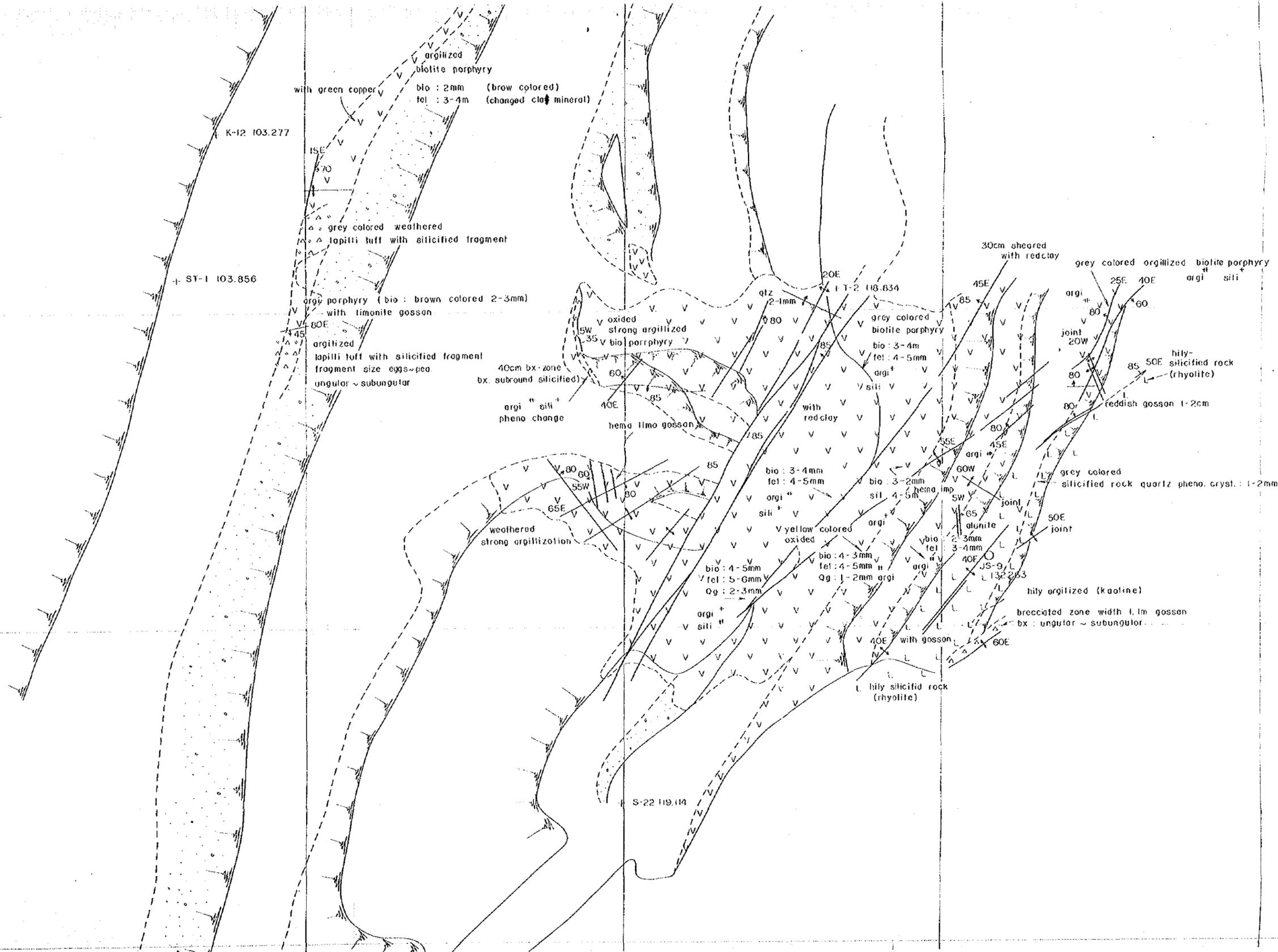
GEOLOGICAL SKETCH OF
MINE SITE AT SABEDAUNG



METAL MINING AGENCY
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
GOVERNMENT OF JAPAN

JUNE 1976

Prepared by MITSUI KINZOKU ENGINEERING SERVICE CO., LTD.



K-12 103.277

ST-1 103.856

T-2 103.834

S-22 119.114

argillized biotite porphyry
with green copper
bio: 2mm (brown colored)
fel: 3-4m (changed color mineral)

grey colored weathered
lapilli tuff with silicified fragment

argy porphyry (bio: brown colored 2-3mm)
with limonite gossan

argillized lapilli tuff with silicified fragment
fragment size eggs-pea
angular ~ subangular

40cm bx. zone
bx. subround silicified

argi + sili
pheno change

hematite gossan

weathered
strong argillization

bio: 4-5mm
fel: 5-6mm
Qg: 2-3mm

argi + sili

bio: 4-3mm
fel: 4-5mm
Qg: 1-2mm argi

highly silicified rock
(rhyolite)

30cm sheared
with red clay

grey colored argillized biotite porphyry
argi + sili

grey colored
biotite porphyry
bio: 3-4m
fel: 4-5mm
argi + sili

with red clay

bio: 3-4mm
fel: 4-5mm

bio: 3-2mm
sil: 4-5mm

yellow colored
oxidized

bio: 4-3mm
fel: 3-4mm

argi + sili

grey colored
silicified rock quartz pheno. cryst.: 1-2mm

highly argillized (kaoline)

brecciated zone width 1.1m gossan
bx: angular ~ subangular

highly silicified rock
(rhyolite)

reddish gossan 1-2cm

alunite

joint

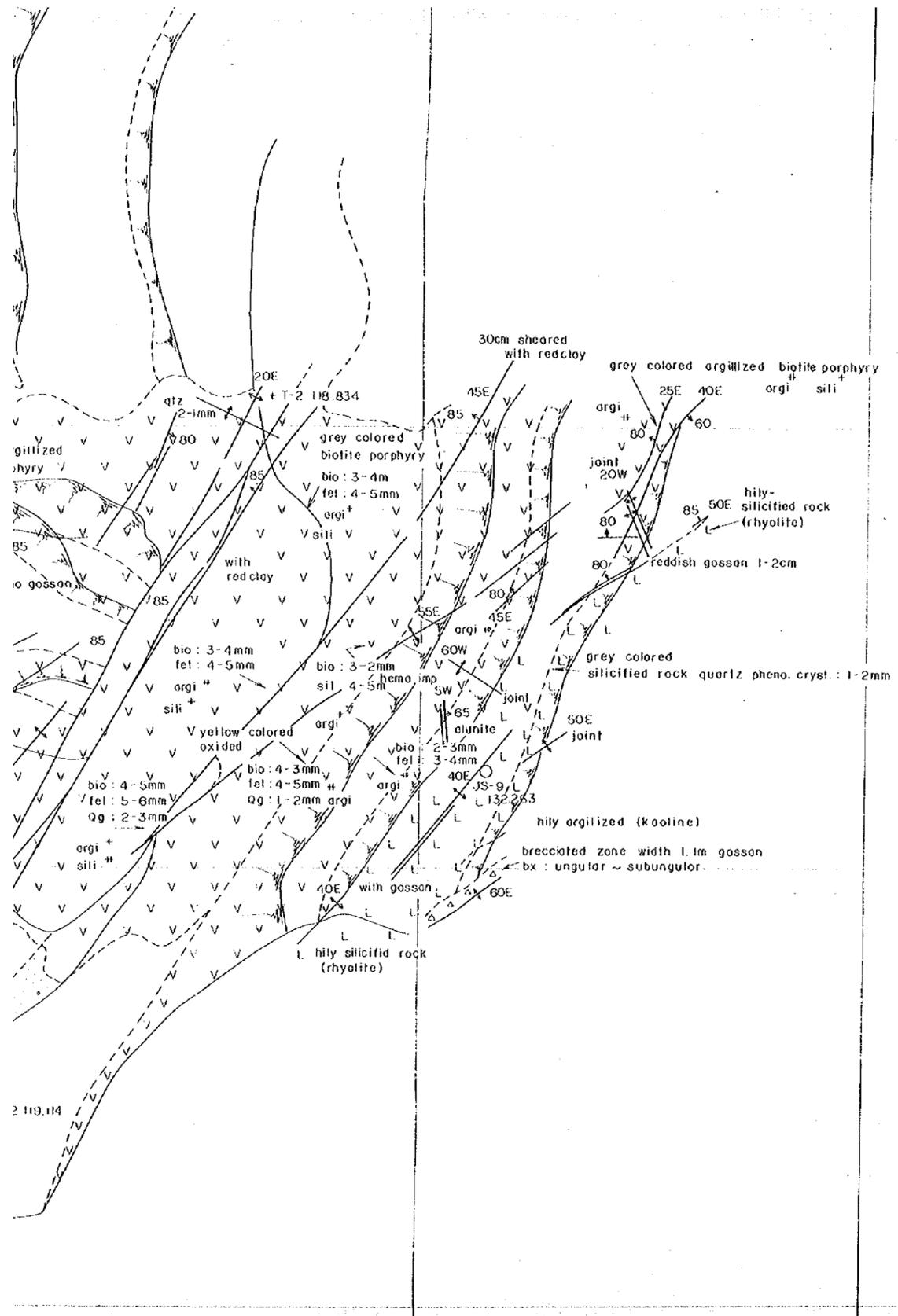
joint

with gossan

GOVERNMENT OF JAPAN

JUNE 1976

Prepared by MITSUI KINZOKU ENGINEERING SERVICE CO., LTD.

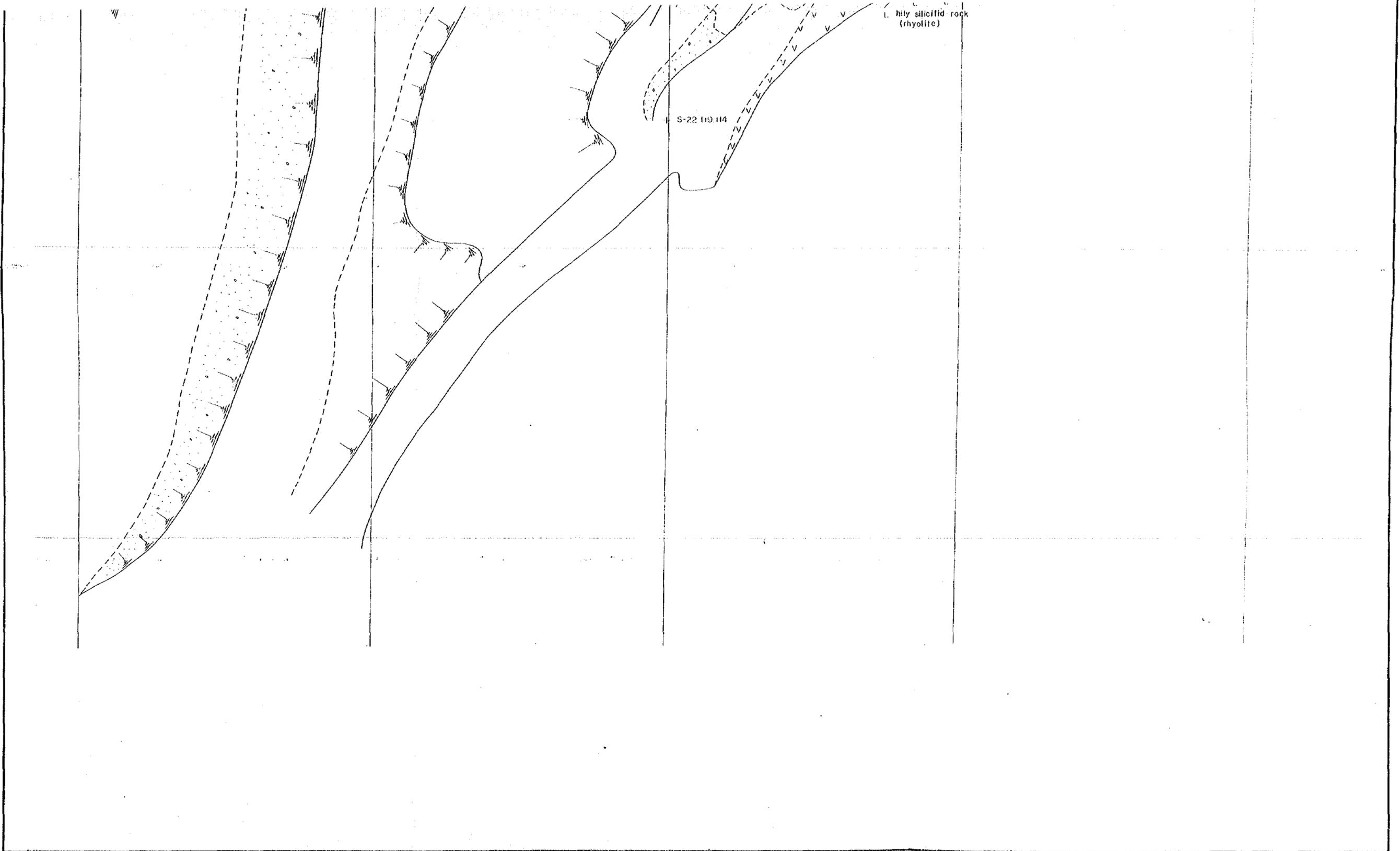


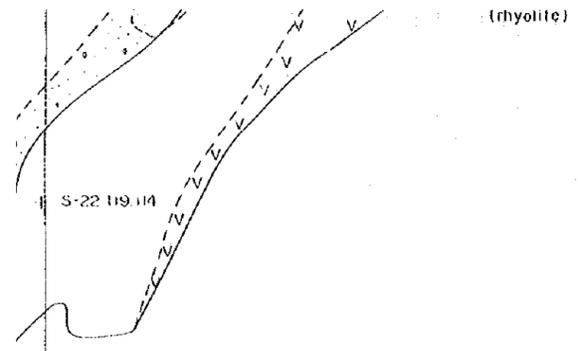
LEGEND

-  tuff, lapilli tuff
-  biotite feldspar-quartz porphyry
-  acidic rock (rhyolite)
-  brecciated zone (dyke)
-  fissure

Abbreviation

- fel : feldspar
- bio : biotite
- limo : limonite
- qtz : quartz
- argi : argillization
- sili : silicification
- hily : highly
- +++ : strong
- ++ : medium
- +





(rhyolite)

- argi : argillization
- sili : silicification
- hily : highly
- +++ : strong
- ++ : medium
- +

K-30