

インドネシア共和国
ポマラ地区ニッケル製錬所建設計画
調査報告書

昭和47年5月

海外技術協力事業団

JICA LIBRARY



1055359[2]

国際協力事業団	
受入 月日 '84. 3.19	108
登録No. 00775	66.5
	KE

ま え が き

日本政府は、インドネシア共和国政府の要請に応え、同国の国営企業であるANTAN社が同国の資源開発、工業化の推進のために計画中のスラウェシ島ボマラ地区における低品位ニッケル鉱製錬所建設計画に関し、その採鉱計画、製錬計画その他それに付帯する計画の内容を調査し、当該計画の経済性を検討することを決定し、1972年2月その業務を政府の実施機関である海外技術協力事業団に委託した。

事業団は現地調査及び報告書作成作業の万全を期し、政府関係機関その他の協力を得て次のメンバーでインドネシア共和国ボマラ地区ニッケル製錬所建設計画調査団を構成することとした。

団 長	後 藤 佐 吉	総 括
団 員	若 松 市 太 郎	生産性調査
・	竹 内 重 夫	地質・採掘
・	岩 隅 清 昭	製錬設備
・	千 綿 道 人	開発計画
・	大 竹 伸 幸	業業調整

現地調査は1972年2月29日から3月26日までの1カ月間行われた。現地調査につづいて本計画の技術的検討、経済分析等の作業が東京において行われ、その結果が本報告書として取りまとめられた。その内容は本報告書の結論に記述してあるとおり、本計画は技術的にも経済的にも実現可能なものと判定し、また建設の時期も現存の輸出向け鉱石がなくなる以前に生産開始のタイミングを合わせる必要があると、そのためには1973年1月には建設が開始されなければならないことが勧告されている。

終りにこの報告書がインドネシア国政府のニッケル製錬所建設計画の具体的な策定にあたって役立つならば、幸いと存ずる次第である。

また、本調査の遂行に当って多大の協力と支援を与えられたインドネシア国政府及び日本大使館の関係各位並びに調査団々員、関係省庁、会社の関係各位に対し深甚の謝意を表すものである。

1972年5月

海外技術協力事業団

理事長 田 付 景 一

目 次

1. 伝 達 状	1
2. 調査項目と結論	2
2-1 本調査団の調査項目	2
2-2 結 論	2
3. インドネシアにおけるニッケル開発の経緯と現状	3
3-1 経 緯	3
3-2 現 状	3
4. 日本によるインドネシア、ニッケル開発の経緯と現状	7
4-1 経 緯	7
4-2 現 状	7
5. 調査団派遣の経緯	9
5-1 製錬所建設計画の経緯	9
5-2 民間借款から外国借款へ切替えた理由	10
5-3 調査団派遣要請	10
6. ニッケル需給状況	11
6-1 ニッケルの用途	11
6-2 世界及びわが国におけるニッケル需給	11
6-3 日本のニッケル供給源	22
6-4 ニッケル資源の賦存と開発状況	22
7. P. N. ANEKA TAMBANGの概要	35
7-1 職制と従業員数	35
7-2 事 業 活 動	37
8. ポマラ鉱業所の現況	41
8-1 概 況	41
8-2 ポマラ鉱山ニッケル鉱区	41
8-3 地形及び地質	41
8-4 採 掘	44
8-5 貯鉱及び船積	46
8-6 補 助 部 門	47
8-7 人員及び労働生産性	48
9. 鉱石及び鉱量	56
9-1 探 査	56
9-2 調査団による鉱量査定	59

9-3	今後の調査計画	61
9-4	採掘計画	61
9-5	採掘についての問題点	64
10.	製錬方式	66
10-1	硫化ニッケル鉱の製錬	66
10-2	珪質鉱, ラテライト鉱の製錬	66
10-3	ボマラ地区 ガーニエライト鉱を対象とするフェロニッケル製錬方式	66
10-4	フェロニッケルの精製方法	73
10-5	本プロジェクトの方式	74
10-6	湿式製錬法によるボマラ地区鉱石の処理	74
10-7	キルナー電気炉法による適正な生産規模について	74
10-8	ボマラ地区 ガーニエライト鉱による試験操業	76
11.	製錬設備	77
11-1	生産計画	77
11-2	工場立地条件	78
11-3	工場レイアウト	80
11-4	工場建設について	80
11-5	港湾設備	81
11-6	工業用水	81
11-7	動力	89
11-8	雑副原料	90
11-9	その他の周辺状況	91
11-10	現地コントラクターについて	91
11-11	設備投資及び生産原価	98
12.	ボマラ地区における建設ならびに操業条件	100
12-1	南東スラウエシ州地区	100
12-2	南東スラウエシ州における産業	100
12-3	交通及び通信	100
12-4	気象条件	101
12-5	労働条件	103
12-6	建設時における組織	103
12-7	操業時における人員	104
13.	経 済 性	111
13-1	必要資金及びその調達	111
13-2	生産コスト	116
13-3	販売価格及び市場	123
13-4	収益性	124
13-5	損益分岐点	124

1 4.	問題点とまとめ	.....	128
1 4-1	インフラストラクチャ	.....	128
1 4-2	労働条件	.....	128
1 4-3	技術関係	.....	128
1 4-4	資金関係	.....	128
1 4-5	ニッケル需給関係	.....	128
1 4-6	将来のニッケル開発	.....	128

別表 1. 調査日程表

- 附図 1. ボマラ地区鉍区全体図
- # 2. ボマラ地区鉍床分布図
 - # 3. 第 1 鉍体断面図
 - # 4. 第 3 鉍体断面図
 - # 5. 第 7 鉍体断面図
 - # 6. ボマラ地区設備配置図
 - # 7. ボマラ・ニッケル製錬設備工場配置計画図

表 及 び 図 の 目 次

第 3-1 表	インドネシアにおけるニッケルの生産および輸出量	4
第 4-1 表	ボマラ・ニッケル鉱石輸入実績	8
第 6-1 表	ニッケルの用途別分類	12
第 6-2 表	Mine Production of Nickel	14
第 6-3 表	Smelter Production of Nickel	15
第 6-4 表	Consumption of Nickel	16
第 6-5 表	日本における特殊鋼の生産量	17
第 6-6 表	日本における特殊鋼の輸出量	17
第 6-1 図	日本における金属ニッケルの需給推移図	19
第 6-2 図	日本におけるフェロニッケルの生産と出荷推移図	19
第 6-3 図	粗鋼に対するニッケル消費の推移	20
第 6-7 表	ニッケル価格の変動	21
第 6-8 表	海外主要ニッケル生産者の状況	24
第 6-9 表	ニッケル鉱石の輸入通関実績	25
第 6-10 表	ニッケル製品の輸入通関実績	26
第 6-4 図	1970年におけるニッケル原料供給パターン	27
第 6-11 表	ニッケル鉱石の輸入価格推移	27
第 6-12 表	世界のニッケル埋蔵鉱量	28
第 6-13 表	自由世界のニッケル開発計画	29
第 7-1 表	事業所別従業員数	35
第 7-1 図	P. N. ANEKA TAMBANG の職制	36
第 7-2 表	最近の主要鉱産物の生産量の推移	37
第 7-3 表	ANTAM 社損益計算書	37
第 7-4 表	ボーキサイト生産量	38
第 7-5 表	金及び銀の生産量	39
第 8-1 図	スラウェン島ボマラ・ニッケル鉱山位置図	42
第 8-1 表	ニッケル鉱石対日輸出計画	44
第 8-2 表	ボマラ鉱業所所有探掘用機械	45
第 8-3 表	ボマラ鉱業所所有建設用機械	45
第 8-4 表	積込ベルトコンベヤー能力	46
第 8-5 表	タグポート及びバーン能力	46
第 8-6 表	ボマラ鉱業所における発電設備	47
第 8-7 表	ボマラ鉱業所の住宅設備	47
第 8-8 表	課長以上の学歴	48
第 8-9 表	Organization of Pomalaa Mines	49
第 8-10 表	ボマラ鉱業所の人員構成 (1972年2月現在)	50
写真 1	ボマラ Jetty 貯鉱ヤードよりボマラ地区を望む	52
写真 2	ボマラ貯鉱ヤードより港外を望む	53
写真 3	ボマラ鉱床, 第 9 鉱体	54
写真 4	機上よりボマラ飛行場を望む	55
写真 5	建設中のボマラ鉱業所従業員社宅	55
第 9-1 表	第 1 次調査の内容	56
第 9-2 表	第 1 次調査鉱量表	56
第 9-3 表	第 2 次調査の内容	56

第 9-4 表	第 2 次調査鉍体別内容	57
第 9-5 表	北部ポマラ地区鉍量	57
第 9-6 表	鉍体別鉍量 (第 1 次調査)	57
第 9-7 表	鉍体別鉍量 (第 2 次調査)	58
第 9-8 表	鉍量計算比較表	59
第 9-9 表	調査団査定鉍量	60
第 9-10 表	鉍体別査定鉍量	60
第 9-11 表	採掘計画表	61
第 9-12 表	採掘機械設備	62
第 9-13 表	採掘コスト表	63
第 9-14 表	採掘計画表	65
第 10-1 表	世界におけるニッケル製錬法	67
第 10-2 表	ポマラ、ガーニエライト鉍の平均組成	69
第 10-1 図	日本における Fe-Ni 製錬方式の代表例	70
第 10-3 表	日本におけるフェロニッケル製錬設備の主な変遷	71
第 10-2 図	Hanna 法工程図	73
第 10-4 表	日本の J I S 規格	73
第 10-5 表	S. L. N. 社の規格	74
第 10-3 図	電気炉容量と Fe-Ni 製造総原価、建設費および生産量	75
第 10-6 表	ニッケル鉍石品位と Fe-Ni 製造原価指数	76
第 11-1 表	ポマラ地区ニッケル鉍石の化学組成	77
第 11-2 表	製品 Fe-Ni の化学成分	77
第 11-3 表	生産プロセスにおける各種原材料とエネルギー原単位	78
第 11-1 図	生産プロセス概念図と Material Balance	79
第 11-4 表	Summary of Pomalaa Fe-Ni Project Cost Estimate	82
第 11-5 表	ポマラ・ニッケル製錬設備並びに投資額一覧表	83
第 11-6 表	Pomalaa Fe-Ni Smelting Project Tentative Construction Schedule	87
第 11-7 表	Pomalaa Fe-Ni Smelting Plant Construction Schedule	88
第 11-8 表	河川の水質	89
第 11-9 表	雑副原料所要量及び単価	90
第 11-10 表	List of Project Completed During Past 3 Years	92
第 11-11 表	P. N. Hutama Karya 1961~1971 年工事完工高	93
第 11-12 表	最近 3 年間の工事売上高及び利益	93
第 11-13 表	P. N. Hutama Karya の従業員職種別一覧表	94
第 11-14 表	P. N. Hutama Karya Tools And Equipment	95
第 11-15 表	各工場設計部門の在籍人員	96
第 11-16 表	各部門の生産能力	97
第 11-17 表	1963 年以降の主な工事受注実績	98
第 12-1 図	ポマラ附近海図	102
第 12-1 表	マカッサルに於ける気象	103
第 12-2 図	建設時における組織系統図	104
第 12-2 表	Personnel Formation	105
第 12-3 表	Training Schedule of ANTAM'S Personnel	109
第 12-4 表	操業時における組織表	110
第 13-1 表	必要資金総額	112

第 1 3 - 2 表	外貨及びルピー別必要資金	113
第 1 3 - 3 表	月別外貨資金計画（建設期間中）	114
第 1 3 - 4 表	カテゴリー区分による監督費用	115
第 1 3 - 5 表	P.N.ANEKA TAMBANG 資金収支見込表	117
第 1 3 - 6 表	電力及びその他製錬別原料費	119
第 1 3 - 7 表	製錬労務費	120
第 1 3 - 8 表	一般管理費その他	120
第 1 3 - 9 表	生産技術指導料	121
第 1 3 - 1 0 表	運転資金利子	121
第 1 3 - 1 1 表	1年当り平均生産コスト	123
第 1 3 - 1 2 表	年間平均収支見込表	124
第 1 3 - 1 3 表	操業開始後 1 0 年間生産収支見込	125
第 1 3 - 1 4 表	操業開始後 1 0 年間資金収支見込	126
第 1 3 - 1 図	損益分岐点	127

1. 伝 達 状

1972年5月

海外技術協力事業団

理事長 田 付 景 一 殿

インドネシア共和国ポマラ地区

ニッケル製錬所建設計画調査団

団 長 後 藤 佐 吉

拜啓、私はここにインドネシア共和国ポマラ地区ニッケル製錬所建設計画に関する調査報告書を提出いたします。

調査団は、1972年2月29日インドネシア共和国を訪問し、3月26日まで約1ヶ月にわたり、関係者から計画内容の聴取を行なうと共に、製錬所建設予定地であるスラウェシ (Sulawesi) 島南東スラウェシ州ポマラ (Pomalia) 地区の現地を調査しました。

現地の調査によって得られた数多くの情報及び資料、並びに現地調査の前後にわたり、関係各資料によって得られた知識にもとづき、本計画の技術的並びに経済的な評価の検討を行ない、ここにその概要をとりまとめました。

本計画は、インドネシア国営鉱山会社 P.N. ANEKA TAMBANG が中心となり、ポマラ地区に存在するニッケル低品位のガーネット鉱を原料として、年産 4,000 t (Ni+Co 純分) のフェロニッケル製錬所を作り、その全量を日本に販売しようとするものであります。従って、本計画の実現が可能であるためには、

- 1) 対象鉱石の成分が製錬方式に適し、且つ十分な量が存在すること。
- 2) 工場の立地条件が良いこと。
- 3) 建設、操業を遂行し得る技術的、経営的能力を P.N. ANEKA TAMBANG が持ち合わせていること。
- 4) 収益性があること。
- 5) 現在のニッケル需給のもとで、製品の販売が確実であること。

等の諸条件が満足されなければならないが、我々はそれらの調査に全力を挙げ、最善の努力をいたしました。

結論の項で述べているように、本計画は、技術的にも経済的にも実現可能なものであり、実現の暁には、インドネシア地域社会の開発、工業技術の発達、外貨の獲得等に大いに役立つものと思えます。

私は此の機会に、現地調査の遂行に当って示されたインドネシア政府関係者並びに P.N. ANEKA TAMBANG、その他インドネシア関係者の多大な御協力に対し、深く感謝いたします。

敬 具

2. 調査項目と結論

2-1 本調査団の調査項目

インドネシア共和国国家開発計画庁 (B A P P E N A S) の要請により、インドネシア国営鉱山会社 P.N. ANEKA TAMBANG (以下ANTAM社と略称する。) の作ったフェロニッケル 4,000 t/年 (Ni+Co純分) 製錬所計画の内容を調査し、当該計画の技術的、経済的可能性を検討することが、本調査団の目的であり、そのために次の各項目につき調査を行なった。

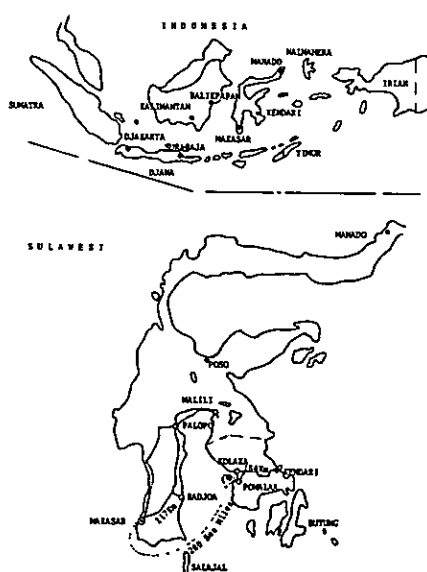
- (1) インドネシアにおけるニッケル産業の現状調査
- (2) AN T A M社の技術的・経済的内容
- (3) 対象鉱石および鉱量
- (4) 製錬方式および生産計画
- (5) 経 済 性

2-2 結 論

本調査団は、以上の各項目について調査、検討の結果、本計画は技術的にも経済的にも実現可能なものと判定する。建設後のメリットとしてはインドネシア側においては、ポメラ地区の輸出可能な鉱石がなくなったあとも、なお製錬所の操業のために鉱山を閉鎖することなく操業できること、および製錬所の建設操業には高度の技術を必要とすることから、本プロジェクトを基礎として、数多くの優秀な冶金技術者・分析技術者が巣立ち、インドネシア工業発展のために大いに貢献すること、ならびにスラウェシ地域社会を大いにうるおす事等である。

日本側にとっては、現在はニッケルの供給過剰がみられるにせよ、日本のニッケル製錬5社により設立されたスラウェシ・ニッケル開発協力会 (以下SUNIDECO。と略称する。) を窓口として、製品を引き取ることによってANTAM社とSUNIDECOとの間の友好を維持することにより、将来需要の回復の折には、共同探鉱地区に賦存する低品位ラテライト鉱の処理工場を共同で開発建設するための足がかりにもなるものと信ずる。

このプロジェクトは以下各項目で述べるように、現存の輸出向鉱石がなくなる以前に生産開始のタイミングを合わせるよう建設を進めることが必要であり、そのためには遅くとも来年(1973年)1月には建設が開始されなければならないことを付言する。



3. インドネシアにおけるニッケル開発の経緯と現状

3-1 経 緯

インドネシアにおけるニッケル鉱石の開発は、1935年にオランダの東ボルネオ会社(O.B.M.)がドイツのクルップ社に依頼して、スラウェシ島ボマラ地域一帯のニッケル鉱山の精密な調査を実施したことに始まる。約3年間の探鉱後、O.B.M.はクルップ社と共同出資でポニトラ鉱山会社(B.M.C.)を設立し、鉱区の北端にあるボマラ鉱床と、南端のタンジョン・パーカー(Tandjung Pakar)にあるパトキラ鉱床を探掘し、鉱石はドイツのクルップ社製鋼工場へ輸出した。しかし、ほどなく第二次欧州大戦が始まり、O.B.M.の単独経営となり、1939年から1941年、太平洋戦争で操業が中止となるまでに約130千トンの鉱石を日本へ輸出した。

1942年、日本海軍が上陸し、2カ月後には住友鉱山(株)が軍管理下で事業を再開し、終戦までに約120千トンの鉱石を日本へ送鉱した。住友鉱山(株)は日本向け送鉱と平行して製錬所を建設することとなり、1942年7月から約1年1カ月で乾式製錬所を完成した。この製錬所は鉱石処理能力年間70千トン、ニッケルマット(ニッケル分25%含有)生産予定量年間8,920トンであったが、製錬は火入れ後、僅か3カ月足らずで再起不能の戦禍を受け休止した。

戦争終結とともに前記オランダの会社等が再開を企画したが、インドネシアは独立を宣言し、革命戦争に入り、このためこれら会社の事業は停止された。それ以後この地域での鉱山活動は休止していたが1957年に至り、この地域の治安が回復され、現地の会社が少量のニッケル鉱石の輸出を行なった。

1962年SUNIDECOとインドネシア共和国政府機関である一般国営鉱山企業、一般指導機関(B.P.U. Perusahaan 2 Tambang Umum Negara)およびインドネシアニッケル鉱業会社(P.T.Nickel Indonesia)との間に生産分与方式の契約が結ばれるに至り、ニッケル鉱業は活況を帯びて来た。このB.P.U.とP.T.Nickel Indonesiaは1968年にANTAM社に改組された。この時点より輸出鉱石量は著るし出された鉱石量は1,200千トンに達する。

3-2 現 状

1967年に外貨導入法が施行されて以来、インドネシアにおいては現存の生産分与方式(P/S方式)以外に、資源開発に外国資本が参画することを奨励した。しかし、鉱業法によって国家のみが排他的な鉱業権(Mining Right)を保有しうることに規定され、国営企業、その他企業等は政府の名において鉱山大臣によって発給される鉱業権能(Mining Authorization)のもとに鉱業を営むことができると規定されている。

更に鉱業法は次のように規定している。即ち、未だかつてない鉱業活動をするため、あるいは鉱業権能の保持者たる政府機関もしくは国営企業によっては未だかつて実施したことがなく、または実施出来ないような鉱業活動を行なうため、鉱山大臣は必要と認めた場合、他の法人または個人(私的外国企業を含む)を請負者として指名することが出来る。

このため、外国企業は、政府との間に締結した、いわゆる“請負契約”に基き排他的に鉱物の探査および開発を行なう権利を取得することができるのである。

現在インドネシアにおいてニッケルに関する請負契約を締結している外国企業は以下に述べる3社があるが、これはいずれも調査ないし探鉱段階にあり、実際に探掘を行なっている会社はなく、従ってインドネシアから輸出されているニッケル鉱石はANTAM社とSUNIDECOが実施しているP/S契約により開発されたものである。

第3-1表 インドネシアにおけるニッケルの生産および輸出品

年	生産	輸出
1965	10,136	7,570
1966	11,242	13,630
1967	17,602	14,881
1968	26,973	24,542
1969	25,213	23,761
1970	60,000	33,452

(単位:トン)

(インドネシア鉱山省 統計による)

インドネシアにおけるニッケル開発に従事している外国請負企業は次の通りである。

- 1) P.T. International Nickel Indonesia (カナダ・インコ社の子会社) 調査費 1,500千ドル, 事業費 200,000千ドル
対象地域 東部及び南部スラウェシ
- 2) P.T. Pacific Nickel Indonesia (下記アメリカ, US Steel Corp. の国際資本連合)
 - Koninklijke Nederlandsche Hoogovens en Staalfabrieken, N.V., Netherlands.
 - Wm H. Muller & Co. N.V., Netherlands.
 - New Mount Mining Corp., U.S.A.
 - Sherritt Gordon Mines Ltd., Canada.
 調査費 3,458千ドル, 事業費 75,000千ドル
対象地域 西イリアン, サイクロップス山およびウィゲオ島周辺
- 3) Indonesia Nickel Development Co. Ltd.
(新日鉄㈱, 三井物産㈱, 三菱商事㈱, 住友商事㈱, 日本鉱業㈱, 日本冶金工業㈱, 大平洋ニッケル㈱, 住友金属鉱山㈱)
調査費 1,301千ドル, 事業費 75,000千ドル
対象地域 ハルマヘラ島とその周辺

各企業の契約概要は以下のとおりである。

- 1) International Nickelのスラウェシ・ニッケル開発計画
請負人の氏名: P.T. International Nickel Indonesia
この会社はインドネシアの法律に従って組織されたもので、カナダの International Nickel Company (INCO) の子会社である。
事業計画及び位置: ニッケル, 東部及び南部スラウェシ
契約承認年月日: 1968年7月27日
契約地域: -
東部及び南部スラウェシ地域よりなる660万ヘクタールの地域で沿岸島嶼を含み、ボマラ地区を除く。即ち次の経度、緯度、東経120度45分, 南緯30分, 東経123度30分, 南緯5度30分によって境せられた地域である。
契約の特殊条項: -
(a) P.T. International Indonesia (INI) はニッケル及びその複合鉱物に関する調査, 探査並びにその評価, 開発, 採掘, 加工, 貯蔵, 輸送, 販売を請負いこれ等に附帯する一切の活動を行う。
(b) 一般調査, 探査, 評価に5年以上を要し, 更に3年間の猶予期間があり, 費用は最小限1,500千ドルである。

(c) この事業計画の目的は、製錬工場において処理すべき低品位ニッケル鉱(平均1.5%ニッケル)を年間140万tから280万t採掘することにある。製錬工場の正確な種類は鉱石の型及び品位の輪廓によって決定される。

この事業計画設備の能力は世界のニッケル供給市場へ年間1,500t乃至23,000tの増加をもたらすことが予見されている。

(d) INIは契約承認の日から1年目、2年目、5年目と順次に原契約地域を、その75%、50%、25%以下となる様に放棄し、契約地域を縮小するものとする。

(e) 事業計画設備の費用は最小US75百万ドルが見積られている。

(f) 契約期間は営業工場の操業開始期日から30年間とし、この期間は政府、会社間、相互の合意により更新することが許される。

(g) INIは政府に対し、契約承認後30日以内にUS50万ドル、最初の生産開始後30日以内に更にUS50万ドルを前払金として支払わなければならない。これはすべて会社から政府に納付すべき地代、ローヤルティ及び法人税に対する信用貸とする。

(h) INIは適用されるべき法令の定める率に従い政府に対し、法人税、地代及びローヤルティを納付しなければならない。

(i) 追加投資奨励のため政府はINIに対し、当該投資額の8%に相当する投資税控除(Investment tax credit)を許可しなければならない。

2) Pacific Nickel の西イリアン、ニッケルの事業計画

請負人の氏名:P.T.Pacific Nickel Indonesia

この会社は、インドネシア、ジャカルタに設立された有限責任会社である。*)

※) 契約承認当日におけるこの会社の参画者は

United States Steel Corporation;Koninklijke Nederlandsche Hoogovens en Staalfabrieken,N.V.Netherlands;Wm H.Muller & Co.N.V.Netherlands;New mount Mining Corporation 及び Sherritt Gordon Mines Limitedである。

事業計画及び位置:ニッケル、西イリアンのワイゲオ島及び周辺小島及びサイクロップス山

契約承認年月日 :1969年2月17日

契約地域:-

ワイゲオ地区 総面積283,000ヘクタール(ワイゲオ島の一部及び周辺の小島Gag, Balabalak, Kawe, Dju, Menjai Fun, Batang Pele, Batanta, Fam and Greater Fam, Boui, Lawak, Manuran, Schun, Gemien, Mansuar, Kri 等)及びサイクロップス山地区100,000ヘクタールを含む。

契約の特殊条項:-

(a) P.T.Pacific Nickel Indonesia はニッケル、コバルト、鉄、クロム及びすべての複合鉱物の調査発見に関する活動を行い、又これ等鉱物の評価、開発、採掘、加工、貯蔵、輸送、販売を請負いこれ等に附帯する一切の活動を行う。

(b) 一般調査、探査、及び評価は5年間に行い、必要ある場合は3年間の延長が認められ、その費用は最小限US1,500千ドルである。

(c) この事業計画の目的は、製錬工場において処理すべき低品位ニッケル鉱(平均1.5%ニッケル)を年間250万t採掘することにある。製錬工場の正確な種類は、鉱石の型及び品位の輪廓によって決定される。この事業計画設備の能力は世界のニッケル供給市場へ年間20,000t以上の増加をもたらすことが予見されている。

- (d) Pacific Nickel Indonesia は契約承認の日から1年目、2年目、5年目と順次に原契約地域を、その75%、50%、25%以下となる様に放棄し、契約地域を縮少するものとする。
- (e) 事業計画設備の費用は最小US75百万ドルが見積られている。
- (f) 契約期間は営業工場の操業開始期日から30年間である。この期間は政府、会社間、相互の合意により更新することが許される。
- (g) 会社は適用さるべき法令の定める率に従い政府に対し、法人税、地代、ローヤルティを納付しなければならない。
- (h) 追加投資奨励のため、政府はPacific Nickel Indonesia に対し、当該投資額の8%に相当する投資税控除 (Investment tax credit) を許可しなければならない。

3) INDECOのハルマヘラ、ニッケル事業計画

請負人の氏名: The Indonesia Nickel Development Co, Ltd. (INDECO)

この会社は日本の法律に基づき設立されたものである。*)

*) 契約承認当日における参画者は、富士製鉄㈱、三菱商事㈱、三井物産㈱、日本鉱業㈱、日本冶金工業㈱、太平洋ニッケル㈱、住友金属鉱山㈱、住友商事㈱、及び八幡製鉄㈱である。

事業計画及び位置: ニッケル、ハルマヘラ島及び周辺島嶼

契約承認年月日 : 1969年7月24日

契約地域: -

ハルマヘラ島及びその近隣島嶼を含む388万ヘクタールの地域で、北緯2度40分、南緯3度50分、東経127度10分、東経129度50分によって境界とし、ハルマヘラ島、モロタイ島、ゲベ島、オビ島、セラム島、バジャン島及びこれ等の付属島嶼より成っている。

契約の特殊条項: -

- (a) INDECOはニッケル及びその複合鉱物の調査、発見、評価、開発、採掘、加工、貯蔵、輸送及びその販売並びにこれ等に付帯する関連活動に関する操業を請負うものとする。
- (b) 一般調査、探査及び評価の期間は5年に亘り、更に3年間の延長が可能であり、その費用は最小限US750千ドルとする。
- (c) この事業計画の目的は、製錬工場において処理すべき低品位ニッケル鉱(平均1.5%ニッケル)を年間150万t乃至250万t採掘することにある。製錬工場の正確な種類は鉱石の型及び品位の輪廓によって決定される。この事業計画の設備能力は、世界のニッケル供給市場へ年間12,000t乃至20,000tの増加をもたらすことが予見されている。
- (d) INDECOは建設期間開始前にインドネシア共和国の法律に基づくインドネシア法人を設立し、その事務所をインドネシア国内に登録しなければならない。
- (e) INDECOは契約承認の日から、1年目、2年目、5年目と順次に原契約地域を、その75%、50%、25%以下となるように放棄し、契約地域を縮少するものとする。
- (f) 事業設備の見積費用は最小限US75百万ドルである。
- (g) 契約期間は営業工場の操業開始期日から30年間とし、この期間は政府、会社間相互の合意により更新することが許される。
- (h) INDECOは政府に対し、契約承認後30日以内にUS15万ドルの前払金を支払うものとする。この支払は会社から政府に対して納付すべき地代、ローヤルティ及び法人税に対する信用貸とする。
- (i) 会社は適用さるべき法令の定める率に従い、政府に対し法人税、公課、地代及びローヤルティを納付しなければならない。
- (j) 追加投資奨励のため、政府は会社に対し、当該投資額の8%に相当する投資税控除 (Investment tax credit) を許可しなければならない。

4. 日本によるインドネシア・ニッケル開発の経緯と現状

4-1 経緯

3-1において述べたように、第二次大戦中、日本はスラウェシ島における開発に従事した経緯があり、インドネシア政府は独立後、立地条件の有利なわが国に対して、1956年以来再三開発援助の申入れを行ってきた。これを受けて日本側は協力体制の整備の必要を認め、政府の勧告に基づき、1957年3月ニッケル製錬5社（住友金属鉱山、日本鉱業、日本冶金工業、志村化工、太平洋金属）はインドネシアのニッケル開発を共同事業にする態度を決め、スラウェシ懇談会を結成し、以来これをスラウェシ島ニッケル鉱問題の日本側の唯一の窓口としてきた。

しかし、スラウェシ島の治安事情、ニッケル鉱開発政策に関する現地事情の不安等のため、その後交渉は遅々として進展しなかったが、1960年に至り、インドネシア政府はニッケル鉱業の国営化の体制を整えるとともに、1960年10月スラウェシ島のニッケル鉱開発に関して、日本側の協力を在インドネシア日本大使館を通じて要望してきた。

インドネシアは1960年10月鉱業に関する法律を制定、戦略鉱物開発の国営化を確立し、第1次総合開発8カ年計画のひとつにスラウェシ島のニッケル鉱開発を取り上げた関係もあり、日本側の協力を政府ベースで正式に要請してきたものである。

1961年5月スラウェシ懇談会は、SUNIDECOの設立準備委員会を設け、インドネシア政府と交渉する使節団を編成し、インドネシアへ派遣した。

1961年7月、交渉の結果、開発に関する基本的事項を取極め、一般協定を締結した。これを契機として、スラウェシ島ポマラ地区のニッケル鉱の開発は急速に具体化することになったので、1961年10月SUNIDECO（授権資本金3億円、払込75百万円）を設立した。

設立後、SUNIDECOは、一般協定にもとづき、インドネシア政府機関である一般国営鉱山企業、一般指導機関（B.P.U. Perusahaan² Tambang Umum Negara）およびインドネシアニッケル鉱業会社（P.T. Nickel Indonesia）と開発協力に関する細目事項について更に交渉を継続してきたが、1962年11月本契約を調印し、1963年3月両国政府の許可を得て発効、協力開発事業は1963年7月に開始された。

1965年に第1船が入港して以来、順調な発展を示しているが、B.P.U.とP.T. Nickel Indonesiaは1968年7月5日付政府規則第2号により、ANTAM社に一体化して改組され一切の権利義務はANTAM社に引継がれた。

4-2 現状

4-2-1 SUNIDECOによる開発の現状

SUNIDECOの主要業務は、スラウェシ島ポマラ地区におけるニッケル鉱山の開発協力事業であり、約8,700haのニッケル鉱区において1963年7月以降、現ANTAM社が開発を担当している。SUNIDECOはANTAM社に対し長期クレジット元本1,350千ドルを設定し、所要機械を提供、技術者を派遣する等協力開発を行ってきた。これによって同地域では1965年7月第一期開発計画（ニッケル鉱石出鉱/10千湿量トン/月）が達成された。この協力開発はインドネシアのP/S方式に準拠したもので、インドネシア側は生産物を全量日本に引渡すものとし、その内訳は40%はクレジット元利金の返済、SUNIDECOに対する協力報酬の支払等のため無償鉱石とし、60%は通常のL/Cベースによる有償鉱石となっている。

ANTAM社に対するクレジットの提供は、1966年3月末をもって締切り1966年4月から7年間即ち、1973年3月末までに完済することとし、現在順調に返済が行なわれている。

1968年7月ポマラの生産が著しく拡大され、年間120千トンP/S鉱石を引取ってもなおそれ以上の生

産能力を有していることが確認されるとともに、インドネシア側の強い要請もあり、SUNIDECOとしてもP/S鉱石120千トン/年、7年間返済の線を崩さないで、これと並行的に商業ベースでの買鉱を行なうことを得策と認め、1968年7月以降はP/S分鉱石と商業ベースでの鉱石を並行的に引取っている。

1970年3月末現在のボマラ、ニッケル鉱石の開発輸入実績は次のとおりである。

第4-1表 ボマラ・ニッケル鉱石輸入実績

船 積 期	輸 入 量 (W.M.T.)	
1965.1～1966.3	全量P/S分	101,850
1966.4～1967.3	"	125,398
1967.4～1968.3	"	144,673
1968.4～1969.3	P/S分	127,943
"	コマーシャル分	119,833
1969.4～1970.3	P/S分	124,980
"	コマーシャル分	163,743

ボマラ鉱山に関するP/S契約が1973年3月に完了するので高品位鉱輸入はその時点が一応の区切りとなるが、現時点での高品位鉱埋蔵量は年間600千トン輸入ベースで1974～1975年頃までの継続は可能である。

SUNIDECOはボマラ地域の低品位鉱有効利用を採り上げることとし、1968年11月より現地において低品位探鉱の作業を日本とインドネシアの共同事業として実施し1970年3月に完了した。これは現地製錬所建設のための第一段階であり、更に引続き精査およびフィージビリティ・スタディのための調査を行なう必要があり、目下インドネシア側とその実施について協議中である。

4-2-2 インドネシア・ニッケル開発㈱による開発の現状

インドネシア・ニッケル開発㈱(以下INDECOと略称する)がインドネシア政府との間でハルマヘラ地域のニッケル開発に関する協定を結んだのは、1969年7月であり、1970年1月から1971年9月まで約1年半にわたる探鉱を行ない、その結果、OBI島 80百万トン(ニッケル分1.5%)、Gebe島 50百万トン(ニッケル分1.5%以上)計 130百万トンの採掘対象鉱量の埋蔵を確認した。

5. 調査団派遣の経緯

5-1 製錬所建設計画の経緯

5-1-1 SUNIDECOとANTAMの共同探鉱事業

さきに述べたようにボマラ鉱山に関するP/S契約が1973年3月に完了するので、高品位鉱輸入は年間600千トン輸入ペースで1974～1975年までは継続可能であり、すでにSUNIDECO, ANTAM社間で高品位鉱輸入の長期契約を締結している。

SUNIDECOはボマラ地域の低品位鉱有効利用を採りあげることとし、1968年11月1969年6月までボマラ全域の探鉱を実施した。その概要は次のとおりである。

ビット探鉱	4,966カ所
ビット総延長	20,830m
ビット平均深度	4.15m
サンプル	20,211個
サンプル分析	20,211個
探鉱面積	5,458ha

その結果、次の鉱量を確認した。

Ni+Co	1.28%	Fe	31%	120百万DMT
Ni+Co	1.5%	Fe	28%	45百万DMT

この結果にもとづき、年間フェロニッケル、12千トン(Ni純分)生産の製錬所建設計画(所要資金約300億円)を作成したがANTAM社は独自の製錬所建設計画を推進することとした。

5-1-2 ANTAM社の独自製錬計画

ANTAM社がSUNIDECOと共同探鉱事業を行なったにもかかわらず、独自に製錬計画を策定した理由には次の事由があげられる。

- 1) ANTAM社はSUNIDECOとのP/S事業により既に約10年間のニッケル開発事業の経験をつみ、その間積極的に外国に職員を派遣し、技術の習得に努めており独自に製錬事業を行ないうる自信を有している。
また、インドネシアのナショナリズムの高揚により、独自に製錬所を自分達の手で建設する希望を強くもっていること。
- 2) ボマラ地区の高品位鉱石の埋蔵量に限界があり、1974～1975年以後に高品位鉱輸出に代る事業が行なわれなければ、現在の事業に従事している従業員約850名、家族を含めれば約4,000人の人員が路頭に迷うことになり、大きな社会問題、政治問題に発展するおそれがあること。
- 3) SUNIDECO計画は、約300億円という極めて多額の資金を要し、これを実施するためには、十分な事前調査が必要であり、そのためにはかなりの事前準備が必要であること。

以上の理由により、ANTAM社は、独自に製錬所建設計画に踏み切り1970年8月大平洋金属㈱に対し、フィジビリティ・スタディを依頼し、調査を行なわしめるとともにスタディの一環として9,600トンの鉱石を使用した工業試験を実施した。ANTAM社はこの工業試験の結果が極めて良好であったことが今回のPAMCO-ELKEM方式による製錬計画に踏切った大きな理由であるとしている。

ANTAM社はフィジビリティ・レポート検討後、大平洋金属㈱に対し、技術援助要請を行なったが、大平洋金属㈱はSUNIDECOの共同計画のこともあり、ANTAM社の要請を受けることにつき事前にSUNIDECOの了承を求めてきた。

SUNIDECOは大平洋金属㈱を含む関係製錬4社(日本鉱業、住友金属鉱山、日本冶金)と協議の結果、これを了承した。

ANTAM社は、その所要資金の一部をインドネシア国営銀行よりの融資を受けるために、生産物の引取り保証を大平洋金属㈱へ求めてきた。

大平洋金属㈱は、本件をSUNIDECOの場で取り上げるよう申し入れてきたので、SUNIDECOは前記製錬4社と協議の結果、本引取り保証をSUNIDECO・ANTAM社を当事者として行う方針を決定した。

製品引取り保証契約の主な内容は次の通りである。

- 1) 年間ニッケル純分4,000トンのフェロニッケルをSUNIDECOが引取る。期間は1974年前後から10年間
- 2) 価格はFOB建てとし、INCO建値マイナス α とする。

5-2 民間借款から外国借款へ切替えた理由

ANTAM社は本計画を自己資金および一部借入れ資金により取進めることで計画を進め、大平洋金属㈱との間では、基本協定書および附属協定書まで取決めたと見え、主要機器の買付け調達を取り進めてきたところ、1971年9月にインドネシア政府よりANTAM社に対して本プロジェクトに外国借款を導入するよう要請があった。

この民間借款から外国借款に切替わった理由について、インドネシア開発庁(BAPPENAS)スゲン鉱工業担当局長は次のように語っている。

これは、インドネシア政府が、国際収支上の理由から、多額の外貨を使用するプロジェクトは、一般外貨を使用することなく、出来るだけ外国借款を使用するよう決定されたことによるものである。

5-3 調査団派遣要請

インドネシア政府は、外貨獲得、地域社会の発展及び雇用の維持のために早急にニッケル製錬所建設の必要を認め、わが国に対し調査団の派遣を要請してきた。

6. ニッケル需給状況

6-1 ニッケルの用途

ニッケルには、その利用目的によって純度の高い金属ニッケルと、ニッケル品位18~28%程度のフェロニッケルがある。また最近では少量であるが酸化ニッケルの用途がひらけつつある。

金属ニッケルの用途としては、触媒、めっき、硬貨、電磁気用材料、化学工業用材料、その他であり、ニッケル合金の形で広く使用されている。

フェロニッケルは鉄合金として耐食鋼、耐熱鋼、磁石鋼、その他に用いられ、ステンレス鋼はその代表的な合金の一つで、所用品から化学工業用材料等にその用途は広い。

1968年における自由世界の用途別消費比率はステンレス鋼37.0%、ニッケルメッキ15.0%、高ニッケル合金14.0%、構造用合金鋼11.0%、鉄鋼鋳物10.0%、銅合金3.0%、その他10.0%であり、とくに近年、ステンレス鋼の伸びが大きい。

第6-1表にニッケルの用途別分類をしめす。

6-2 世界およびわが国におけるニッケル需給

わが国のニッケル需要はわが国経済の高度成長、産業構造の高度化、生産水準の向上等の要因により急激に増大して来た。

世界各国別のニッケル生産、消費の実績を第6-2~6-4表にしめす。わが国のニッケル消費は1960年の17,600トンから1970年の98,700トンとこの10年間に5.6倍に達しており、自由世界のニッケル消費に占める割合も1960年に6%、1970年には17.2%と急激に比重を高めている。この結果、1970年には、米国の25.3%につき自由世界では第2位の消費国となっている。(ソ連を含めた共産圏では22.7%)

したがって、わが国のニッケル需要の動向は世界のニッケル需給に大きな影響を与えるようになっている。

なお、金属ニッケルとフェロニッケルのわが国における最近の需給を第6-1~6-2図にしめす。また特殊鋼の生産量、輸出量の推移を第6-5~6-6表にしめす。

しかし、このように急速にのびた需要も1971年の後半から減少し、各フェロニッケルメーカーの在庫量は増加し、生産量も現在は能力の50%近くにおとしているのが現状である。特殊鋼の国内における需要減、輸出量の減少により、特殊鋼メーカーは不況カルテルによって業者間で生産制限(約50%)をきびしく実施している。このため現在、各社の経営内容は相当きびしい状態となっている。現状ではフェロニッケルの生産能力は需要を大きく超過しているが、長期的な視野に立った場合には、現状は一時の過渡現象であり、全世界の人口増加、発展途上国のレベルアップその他の要因により、世界的には需要の増加は当然考慮されなければならない。

粗鋼に対するニッケル消費の推移についてアメリカと日本を比較すれば第6-3図のようになり、未だアメリカ程ニッケルを消費していない。

しかし、最近のわが国の生産設備の増強は第10-3表にしめすように著しくなってきた。大量のステンレス鋼の輸出を含む旺盛な需要にさへえられて来たのであるが、その原因としては1966年のINCOのストライキ、1967年のニューカレドニアの風水害による鉍石の供給減、1969年には再びINCO、フアルコンブリッジのストライキ等、世界的にみたニッケル供給の不足から一時的にわが国のステンレス鋼をはじめとする含ニッケル合金鋼の輸出が大巾にのびたことによるとも考えられる。

こうした事情によって、ニッケルの価格、特にニッケル地金の価格は高騰し、1969年12月には最高370万円/tに達した。1969年1月からのニッケル価格の変動を第6-7表にしめす。

Table 6-1 Classification of Nickel and Nickel Alloys by Application Purpose

(a) Pure Nickel

Category		Application
Electro-magnetic Materials	Parts of electron tubes	Anode sleeve, getter material, grid material, anode plate, etc.
	Resistance wire	Resistance thermometer, etc.
	Magnetostriction oscillator	Ultrasonic oscillator, magnetostriction microphone, etc.
Materials for Chemical Industry		Material of bars, tubes, plates, wires, castings; and material of apparatuses resistant against dilute hydrochloric acid, organic acids, ammonia water, nitric acid, and alkalis.
Anode for Plating		Nickel plate, depolarized nickel, carbonized nickel, etc.
Welding		Cast iron assembling, flux application, etc.
Coins		Material of 50 and 100 yen coins.
Nickel Powder		Used in metallurgical production process of cemented carbide (TiC-WC-Ni alloy), permanent magnet (Al-Ni-Co alloy), sinter alloy from powder metallurgy (permalloy), bearing alloy, etc.
Nickel Oxide		Thermet (Al ₂ O ₃ -Ni group, boride of Cr and Zr-Ni group and TiC-Ni group), catalyzer for chemical synthetic processes (for hydrogenation), alkaline battery, electrode material, glass industry (various nickel compounds for glaze, decolorizer).

(b) Ferro-nickel Alloy

Classification	Name	Major Chemical Components (%)		Remarks
		Ni	Others	
Steel for structures	Ni steel	1.00-3.50	Cr 0.35-0.65	
"	Ni-Cr steel	1.00-3.50	Cr 0.35-10.0	High tensile steel and case hardening steel, JIS G4102.
"	Ni-Cr-Mo steel	0.40-4.50	Cr 0.40-35.0, Mo 0.15-0.70	High tensile steel, JIS G4103.
"	Special cementation steel	2.00-4.50	Cr 0.20-10.0, Mo 0-0.30	Gear, cam, shafts and rings, JIS G4207.
Tool alloy steel		0.70-2.00	Cr<0.5	Saw, die block, press mold, JIS G4404.
Stainless steel	SUS 27-29	8.0-13.0	Cr 17.0-20.0	Distilling pipes used in high-pressure and high temperature chemical process, and other seamless pipes, JIS G4301; Ordinary equipment for chemical industry and acid resisting equipment.
"	SUS 32-33	10.0-16.0	Cr 16.00-18.00, Mo 2.00-3.00	
"	SUS 35-36	10.0-16.0	Cr 17.0-19.0, Mo 1.2-2.75, Cu 1.0-2.5	
"	SUS 40-43	8.0-22.0	Cr 17-26	
"	SUS 62-65	10.0-15.0	Cr 17-20, Mo 3.00-4.00	
Heat resisting steel	SUH 31-34	12.0-37.0	Cr 14.0-26.0, W 2.0-3.0	JIS G4301
	Hastelloy	58	Cr 11-14, Mo 17-19	Heat and chloric acid resisting metals for heating furnace equipment, cementation chamber, annealing box, smoke tube damper, heat dissipator.
	Inconel			
Incolloy				
"	BTG metal	65	Mn 1.5	Towers for synthetic ammonia process.
Stainless cast steel		5.0- 7.0 8.0-12.0 10.0-14.0 12.0-16.0 19.0-22.0	Cr 23.0-27.0, Mo 1.5-2.5 Cr 17.0-21.0 Cr 17.0-20.0, Mo 1.75-3.0, Cu 1.0-2.5 Cr 17.0-20.0, Mo 2.0-3.0 Cr 23.0-27.0	JIS G5121
Heat resisting cast steel		4.0- 6.0 8.0-12.0 11.0-14.0 33.0-37.0	Cr 24.0-28.0 Cr 18.0-23.0 Cr 24.0-28.0 Cr 13.0-17.0	JIS G5122
Alloy cast iron		12.0-15.0 18.0-22.0 18.0 9-10 5-15	Mo 1.0-15.0, Cu 5.0-7.0 Cr < 35.0 Si 5-6, Cr 2-5 Si 2-25, Mn 5-6 Mn 4-10, Al 0.1-6.0	Anti-corrosive cast iron Non-magnetic cast iron Austenite cast iron
Alloy chilled roll cast iron		2.0- 6.0	C 30-38, Cr 0.6-1.5	For high grade finishing of tin plates and Si steel plates.
Special alloy	Invar	36	Residual Fe contained	Bimetal with little expansion coefficient Standard measure, and diapason.
	Elinvar	33-36	Cr 4-5 W 1-2	
	Coval			

Table 6-2 Mine Production of Nickel

Nickel content Thousand metric tons	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970
Finland	2,1	2,0	2,4	2,9	3,2	3,0	2,9	3,4	3,2	3,6	5,0
Greece	-	-	-	-	-	-	0,1	2,5	4,7	5,6	8,6
Europe ¹⁾	2,1	2,0	2,4	2,9	3,2	3,0	3,0	5,9	7,9	9,2	13,6
Indonesia	0,5	0,3	0,3	1,0	1,1	2,3	2,6	3,8	5,5	4,9	10,8
Burma	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	-	0,1	0,2	0,1	*0,1
Asial).....	0,6	0,4	0,5	1,1	1,2	2,4	2,6	3,9	5,7	5,0	10,9
Rep. of South Africa.	*2,9	2,8	2,5	3,0	4,0	5,2	5,4	5,7	*7,5	*9,0	11,6
Other Africa	0,3	0,3	0,4	0,4	0,6	1,1	1,1	*1,2	*1,5	4,0	11,0
Africa	3,2	3,1	2,9	3,4	4,6	6,3	6,5	6,9	9,0	13,0	22,6
United States ²⁾	11,4	10,1	10,2	10,4	11,1	12,3	12,0	13,3	13,7	14,2	14,1
Canada	194,6	211,4	210,7	196,9	207,3	235,1	202,9	225,6	239,8	193,8	279,5
Cuba	14,5	18,1	24,9	21,6	24,1	29,1	27,9	34,9	37,3	*37,0	*40,0
Other America	0,1	0,1	0,2	1,0	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,5	*2,8
America	220,6	239,7	246,0	229,9	243,6	277,6	243,9	274,9	291,9	246,5	336,4
Australia	-	-	-	-	-	-	-	2,1	4,7	11,2	27,3
New Caledonia	53,5	53,3	33,8	44,5	58,2	61,2	67,8	82,2	116,1	117,0	138,5
Australia and Oceania.	53,5	53,3	33,8	44,5	58,2	61,2	67,8	84,3	120,8	128,2	165,8
Western countries...	280,0	298,5	285,6	281,8	310,8	350,5	323,8	375,9	435,3	401,9	549,3
USSR*	58,0	75,0	80,0	80,0	80,0	80,0	85,0	95,0	103,0	105,0	110,0
Poland	1,3	1,3	1,3	1,1	1,2	1,1	*1,5	*2,0	*2,0	*2,0	*2,0
Other Eastern	2,5	3,5	4,0	3,0	3,5	3,5	4,0	4,0	5,0	5,0	5,0
countries*											
Eastern countries...	61,8	79,8	85,3	84,1	84,7	84,6	90,5	101,0	110,0	112,0	117,0
Total World	341,8	378,3	370,9	365,9	395,5	435,1	414,3	476,9	545,3	513,9	666,3

1) Excluding Eastern countries.

2) Recovered nickel content. Nickel content of ores mined was as follows:

	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970
1000 metric tons	12,8	11,9	11,9	12,2	14,0	14,7	13,6	13,9	15,7	15,5	16,3

Table 6-3 Smelter Production of Nickel¹⁾

Thousand metric tons	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970
Germany, FR	2,5	3,0	3,2	1,9	0,8	0,3	0,3	0,3	0,6	0,8	0,6
France	10,0	10,9	10,4	9,6	8,1	8,2	12,8	12,7	10,3	9,6	11,0
Italy	0,5	0,5	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-
E.E.C.	13,0	14,4	13,9	11,5	8,9	8,5	13,1	13,0	10,9	10,4	11,6
Finland	0,5	1,8	2,3	2,7	2,9	2,8	3,0	3,0	3,3	3,7	4,0
Greece	-	-	-	-	-	-	0,1	2,5	4,7	5,6	8,6
United Kingdom	34,3	38,0	38,3	38,1	38,0	40,5	37,5	38,6	41,7	29,7	36,7
Norway	30,4	32,2	29,2	26,4	30,1	31,8	32,2	28,2	32,2	35,6	38,5
Europe ²⁾	78,2	86,4	83,7	78,7	79,9	83,6	85,9	85,3	92,8	85,0	99,4
Asia (Japan).....	18,7	23,0	15,1	19,1	27,5	26,1	29,8	42,8	54,7	65,0	89,9
Rep.of South Africa.	*1,2	*1,2	*2,5	*2,5	*2,5	*3,0	*5,4	5,7	7,5	*8,0	*9,0
Other Africa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*2,0	*5,0
Africa	1,2	1,2	2,5	2,5	2,5	3,0	5,4	5,7	7,5	10,0	14,0
United States	12,2	10,5	10,6	10,8	11,5	12,6	12,4	13,4	13,8	14,5	14,3
Canada	127,5	127,1	140,5	121,2	139,5	160,4	129,7	162,0	154,5	132,2	204,0
Cuba ³⁾	14,5	18,1	24,9	21,6	24,1	25,8	25,4	30,9	35,0	35,0	*38,0
Other America	-	-	0,2	1,0	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,5	2,7
America	154,2	155,7	176,2	154,6	176,2	199,9	168,6	207,4	204,4	183,2	259,0
Oceania (New Caledonia)...	11,4	13,4	5,5	8,3	13,3	15,6	20,3	20,7	22,4	23,9	28,0
Western countries ..	263,7	279,7	283,0	263,2	299,4	328,2	310,0	361,9	381,8	367,1	490,3
USSR*.....	58,0	75,0	80,0	80,0	80,0	80,0	85,0	95,0	103,0	105,0	110,0
Poland	1,3	1,3	1,3	1,1	1,2	1,1	*1,5	2,0	2,0	2,0	2,0
Other Eastern countries*.	2,5	3,5	4,0	3,0	3,5	3,5	4,0	4,0	5,0	5,0	*5,0
Eastern countries ...	61,8	79,8	85,3	84,1	84,7	84,6	90,5	101,0	110,0	112,0	117,0
Total World	325,5	359,5	368,3	347,3	384,1	412,8	400,5	462,9	491,8	479,1	607,3

1) Primary nickel and nickel contained in ferronickel, nickel oxide sinter and monel metal smelted directly from ores.

2) Excluding Eastern countries.

3) Nickel content in oxide sinter and matte shipped to Eastern countries.

Table 6-4 Consumption of Nickel¹⁾

Thousand metric tons	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970
Germany, FR	23,0	22,0	19,2	20,3	25,6	30,7	33,6	31,0	35,4	36,8	40,9
Belgium	2,1	1,3	1,4	1,1	1,4	1,2	1,4	1,3	1,5	1,7	2,0
France	19,4	15,4	13,2	15,8	20,5	21,0	24,5	28,7	30,7	31,8	36,1
Italy	6,8	7,7	7,0	8,0	8,5	9,3	12,8	14,4	17,4	16,2	19,8
Netherlands	0,6	0,5	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,5	0,9	0,6	1,3
E.E.C.	51,9	46,9	41,2	45,7	56,6	62,9	73,1	75,9	85,9	87,1	100,1
Denmark	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Finland	0,9	0,6	0,5	0,5	0,3	0,4	0,5	0,5	0,5	0,3	0,3
United Kingdom	27,8	26,5	25,1	27,6	38,1	36,9	34,4	30,5	33,1	24,9	34,7
Yugoslavia	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,8	0,9	1,0
Norway	0,4	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	1,0
Austria	2,8	2,7	2,1	3,1	3,2	3,3	4,1	5,0	4,3	5,0	5,6
Sweden	8,7	8,9	8,1	8,4	11,6	13,1	13,5	15,5	16,5	16,1	23,1
Switzerland	1,4	1,7	1,5	1,0	1,3	1,4	1,4	1,1	1,6	2,1	2,3
Spain	0,4	0,6	0,6	0,6	1,0	1,3	1,2	1,6	2,0	2,9	3,1
Other Europe ²⁾	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Europe ²⁾	94,8	89,0	80,2	88,1	113,3	120,7	129,5	131,6	145,7	140,3	171,5
Japan	17,6	20,6	15,6	22,6	30,4	26,9	36,1	50,5	59,2	68,0	98,7
Other Asia ²⁾	0,7	1,4	1,4	1,9	1,4	0,8	1,0	1,1	1,5	2,2	3,0
Asia ²⁾	18,3	22,0	17,0	24,5	31,8	27,7	37,1	51,6	60,7	70,2	101,7
Africa	*0,3	*0,5	*0,5	*0,5	*1,0	*2,0	*3,0	*4,0	*4,0	*5,0	*5,5
United States ³⁾	98,1	107,5	107,7	112,9	133,3	156,1	170,4	157,7	144,5	128,6	145,0
Canada	4,4	4,5	4,8	5,3	6,3	8,1	7,8	7,9	10,2	11,0	12,3
Other America	0,7	1,2	1,2	1,5	1,6	1,8	2,0	1,8	2,1	2,0	3,2
America	103,2	113,2	113,7	119,7	141,2	166,0	180,2	167,4	156,8	141,6	160,5
Australia and Oceania	2,2	1,2	1,6	2,0	2,6	2,5	2,9	3,5	3,0	2,8	*3,0
Western countries...	218,8	225,9	213,0	234,8	289,9	318,9	352,7	358,1	370,2	359,9	442,2
USSR*.....	74,0	95,0	105,0	108,0	108,0	110,0	115,0	120,0	125,0	125,0	130,0
Other Eastern countries*..											
Eastern countries...	74,0	95,0	105,0	108,0	108,0	110,0	115,0	120,0	125,0	125,0	130,0
Total World	292,8	320,9	318,0	342,8	397,9	428,9	467,7	478,1	495,2	484,9	572,2

1) Including nickel content in ferro-nickel, and nickel oxide sinter.

2) Excluding Eastern countries.

3) Source US-Bureau of Mines. Consumption figures published by International Nickel Co. were as follows:

	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970
1000 metr.ts.	102,1	106,6	115,7	136,1	167,8	186,9	159,7	154,2	140,6	149,7

Table 6-5 Special Steel Production in Japan

(Unit: t)

Calendar Year	Cr Steel	Ni-Cr Steel	Heat Resisting Steel
1965	127,000	269,000	8,000
1966	172,000	281,000	10,000
1967	212,000	437,000	13,000
1968	236,000	483,000	13,000
1969	294,000	634,000	16,000
1970	381,000	849,000	20,000
1971	1,053,000		-

Table 6-6 Export of Special Steel from Japan

Year	Export amount (t)
1965	119,000
1966	120,000
1967	139,000
1968	143,000
1969	176,000
1970	256,000
1971	267,000

Fig. 6-1 Trend of Demand-Supply Situation of Metallic Nickel in Japan

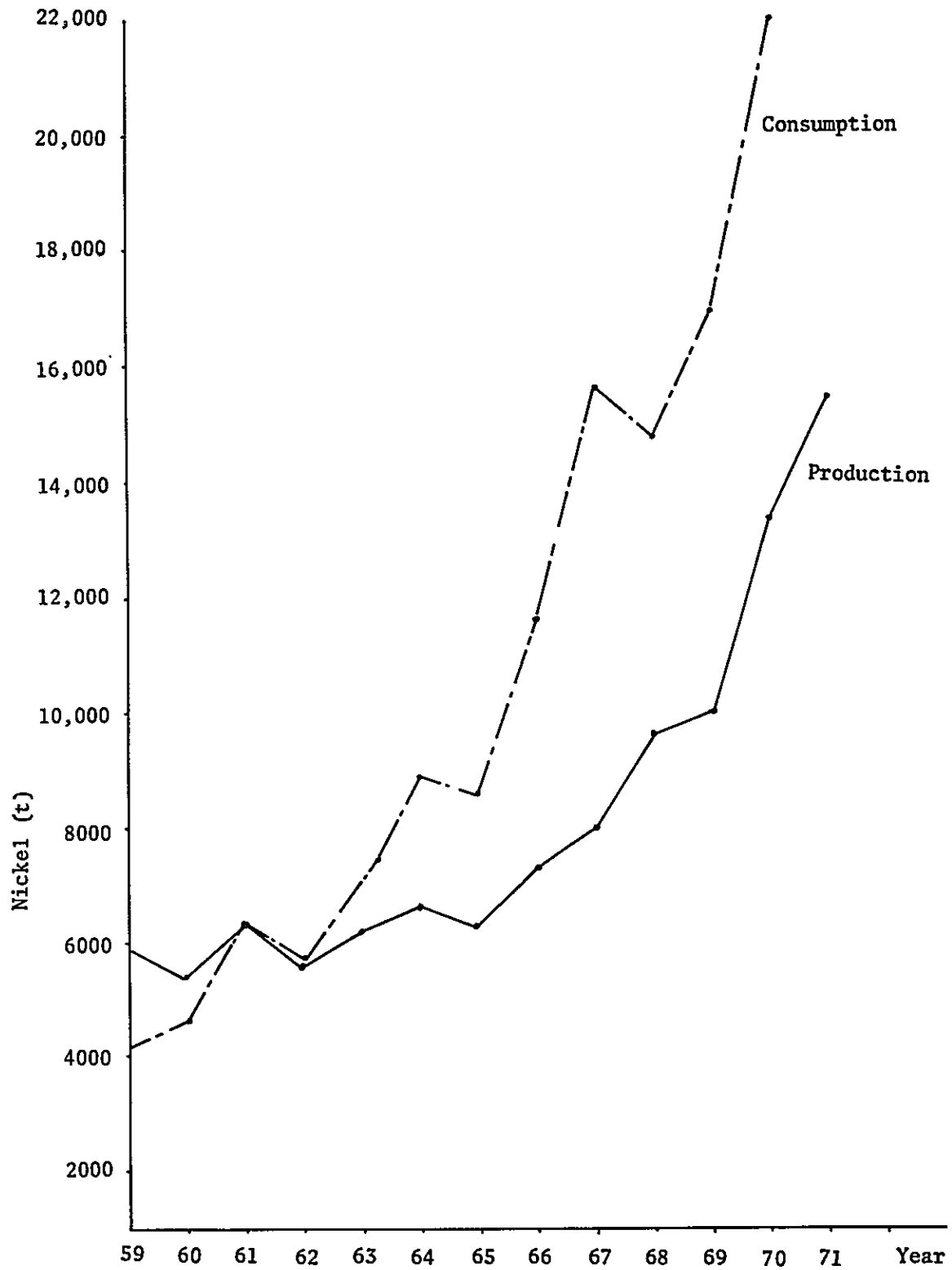


Fig. 6-2 Trend of Production and Shipment of Ferro-nickel in Japan

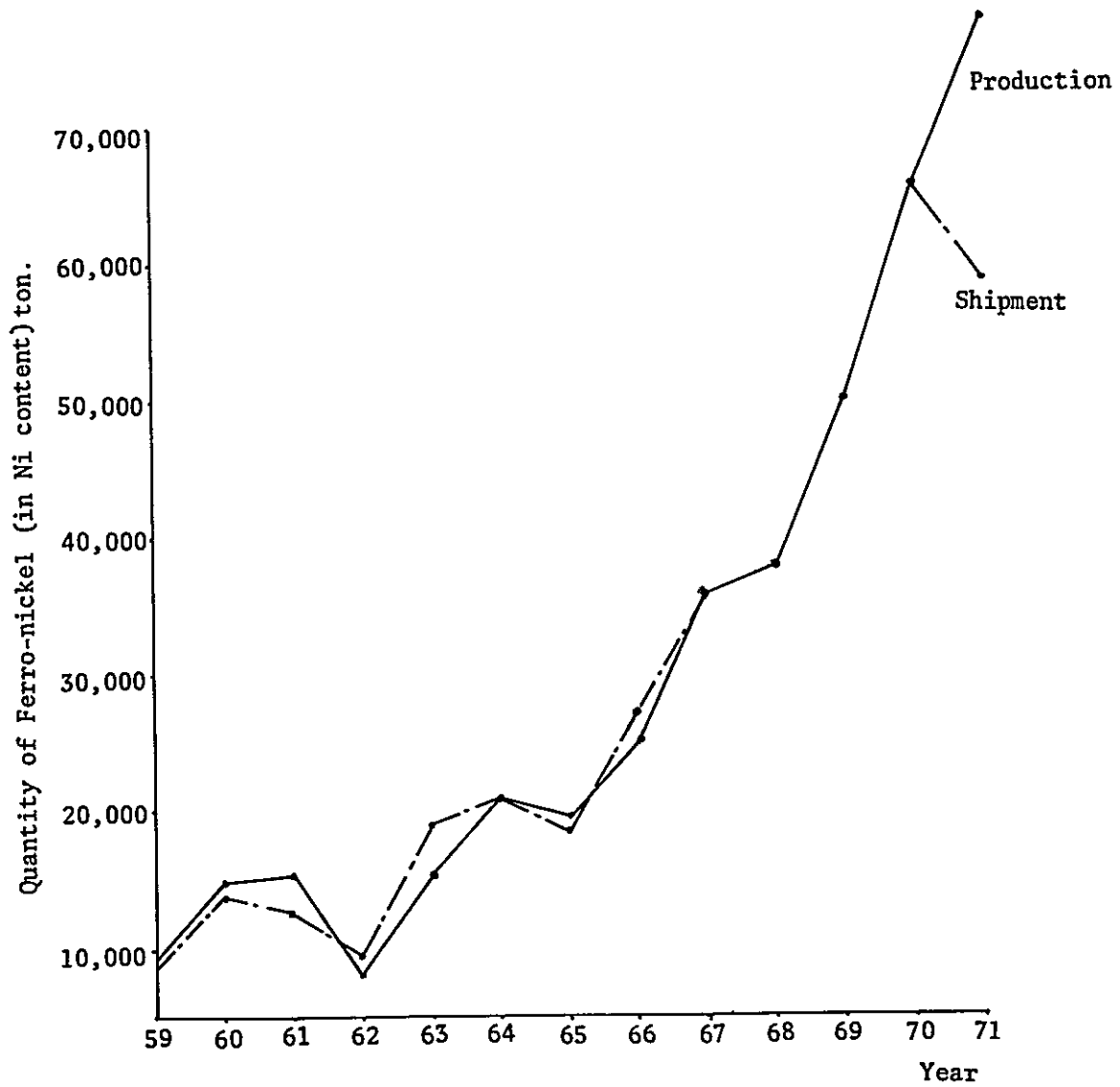


Fig. 6-3 Consumption trend of Nickel against Crude Steel

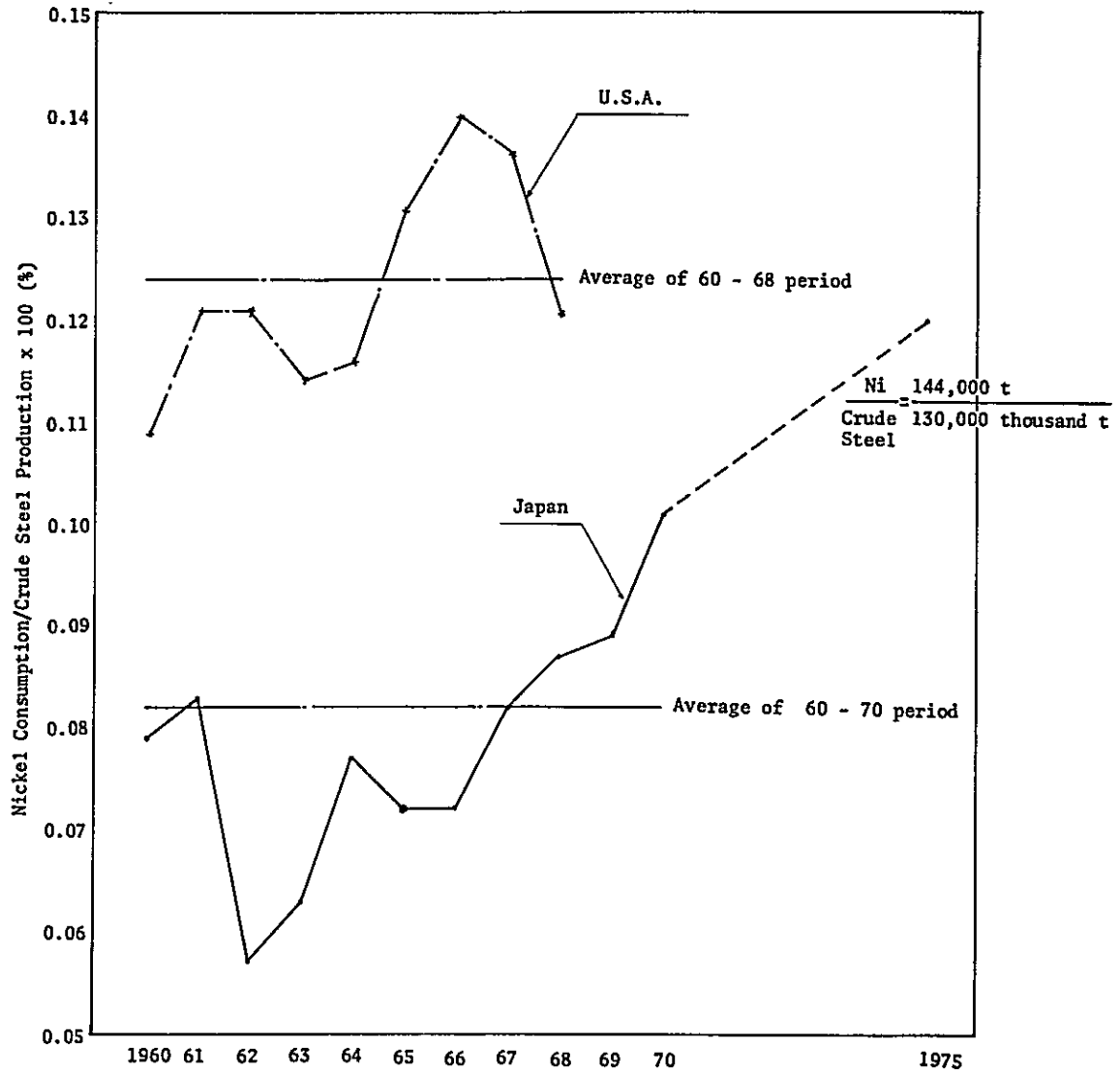


Table 6-7 Fluctuation of Nickel Price

		<u>Ingot Nickel</u> (Thousand yen/ton)	<u>FeNi (25%)</u> (Thousand yen/ton)	<u>INCO's</u> <u>Quotation</u> (Cents/lb)
1969	Jan.	1,450	880	103
	Feb.	1,580	"	"
	Mar.	1,700	"	"
	Apr.	1,750	980	"
	May	1,800	"	"
	Jun.	"	"	"
	Jul.	1,900	"	"
	Aug.	2,250	1,050	"
	Sept.	3,100	"	"
	Oct.	3,600	"	"
	Nov.	"	"	128 (Nov.24)
	Dec.	3,700	"	"
1970	Jan.	"	"	"
	Feb.	2,600	1,000	"
	Mar.	2,100	"	"
	Apr.	"	1,100	"
	May	"	"	"
	Jun.	1,900	"	"
	Jul.	"	"	"
	Aug.	"	"	"
	Sept.	"	"	"
	Oct.	1,700	1,200	133 (Oct.14)
	Nov.	1,600	"	"
	Dec.	"	"	"
1971	Jan.	1,425	"	"
	Feb.	1,345	"	"
	Mar.	1,340	"	"
	Apr.	1,350	"	"
	May	1,340	"	"
	Jun.	1,330	"	"
	Jul.	"	"	"
	Aug.	"	"	"
	Sept.	"	"	"
	Oct.	1,270	"	"
	Nov.	"	"	"
	Dec.	"	"	"
1972	Jan.	"	"	"
	Feb.	1,170	"	"
	Mar.	"	"	"

*133 cents/lb = \$2,732.14/t

このような事はニッケルの生産が、ごく数の少い大資本、即ちINCO、ファルコンブリッジ、シエリット・ゴードン、ル・ニッケルによって占められることにもよる。1968年における上記4社の経営内容を第6-8表に示す。1968年にはこの4社で299,000吨の産出をしており、自由世界生産量の約78%に相当する。

6-3 日本のニッケル供給源

わが国にはニッケル資源が皆無であり、全量を鉱石、中間製品、および製品の輸入によって満たして来ている。その輸入実績を第6-9、6-10表に示す。わが国はニューカレドニアに依存する割合が多く、他の金属の場合と同様に、その供給体制は消費地製錬を主とし、不足する一部を輸入する方式をとって来た。1970年における原料供給のパターンを図示すれば第6-4図のようになる。ニューカレドニア鉱の輸入は、ニッケル地金、フェロニッケル原料として鉱石全体の80%以上に相当する。またニッケルの資源は世界的に偏在しており、鉱石の生産状況からみれば、1970年における鉱石の生産はカナダ41.9%、ニューカレドニア20.7%、ソ連16.5%、キューバ6%で自由世界の大部分がカナダ、ニューカレドニアでしめられている。

このような資源の偏在により、一社のストライキ、一部の土地の風水害等の自然条件が世界のニッケル需給に大きく影響することになり、また鉱石の供給も不安定とならざるを得ない。

ニューカレドニアにおいては、小規模な中小鉱山から単純売鉱をしており、その鉱石の価格はINCO社の建値にスライドする方式で長期購入契約をしている。

しかし、日本の各社はニッケル資源供給の安定化と量的な拡大を図るために、インドネシア、カナダ、オーストラリア、フィリピン等において長期買鉱契約を行なうことによって供給先の分散化に極力努めつつある。

しかし、現状では、ニッケル鉱石の輸入条件は売手市場下であって、世界的にみて、高品位鉱の不足、採掘条件の悪化などによってきびしくなっている。

第6-11表に示すように、ニューカレドニア鉱の輸入価格は1962年度基準品位は3.2%で、Ni+Co 1kg当たり48セントであったのが、69年度においては品位3%でNi+Co 1kg当たり100セントと高くなっている。また買鉱契約上の最低保証品位(Rejection Point)は22%に引き下げられ、早晩さらに低下するものと予想されている。

のちにのべるように、ニッケル資源の確保を目的としたSUNIDECOがP/S方式によってインドネシアのボマラ地区の開採に当り、同所から現在は年間約60万トン～80万トンのニッケル鉱石を輸入している。同地区からの鉱石の価格も併せて第6-11表に示した。ニューカレドニア鉱より安い価格で入手出来ており資源分散化に大いに貢献して来たといえる。

鉱石品位の低下、鉱石の価格の上昇は必然的に消費地製錬方式による採算性を悪くし、現地製錬方式を指向させることになってくるが、資源保有国においては、地域開発の観点からも現地で附加価値を高めるために、鉱石の採鉱のみならず、現地製錬を要請する傾向がみられている。フランス政府は1968年に通称ピョッテ法と称する法律を制定し、ニューカレドニア島の経済社会発展計画を促進しつつあり、資源はなるべく附加価値の高い製品にして輸出する方針がすでにとられている。

本プロジェクトの場合もまさにその例の代表的なものであろう。

6-4 ニッケル資源の賦存と開発状況

世界のニッケル埋蔵量は第6-12表のとおりで、カナダが全体の約50% (硫化鉱) を占め、ついでキューバが37% (ラテライト鉱)、フィリピン6% (ラテライト鉱)、グアテマラ3% (ラテライト鉱) であるが、潜在鉱量(Potential Ore)としては、フィリピン34%、ニューカレドニア26%、キューバ23%となっており、インドネシアのポテンシャルは高く評価していない。

しかし、今後の西オーストラリアのニッケル鉱床の開発によって硫化ニッケル鉱の埋蔵量は増加するであろう。また、インドネシアにおける開発も進みつつあり、製錬技術の開発と共に、低品位鉱も一層経済的に利用されるようになるであろう。

現在、世界における会社別に見たその増産、開発計画を第6-13表に示すが、このうちすでに実行にうつされているものは、INCOの増産計画、Societe Le Nickel (SLN)の増産計画であり、SLNはニューカレドニアのドニアンボ(Doniambo)に43,000 KVAの角型電気炉2基を1970年12月に建設し、稼働し始めている。1基12,000トン(Ni+Co純分)の大型炉である。

この表のうち、実際に開発に成功して稼働されるものは少ないと思うが、相当量のニッケルが世界的に増産される事は事実である。ニッケルの需要も年々増加するとはいえ、製品価格の伸び悩み、輸出製品の減少により、ニッケル業界の歩みは今までと異なり、苦しくなるであろう。

しかし、インドネシアを含めて、東南アジアには膨大な低品位鉱の埋蔵量があり、その製錬技術の開発による現地製錬の建設は東南アジアの地域開発をともなうメリットもあり、官界、学界、業界、互いに協力して一日も早く実現させたいものである。

本プロジェクトは低品位ラテライト鉱を対象にするものではないが、Ni+Co1.8%という、現在の電気炉で処理されている鉱石より一段と低品位のものであり、以下にのべるように、現地製錬することによって初めて採算性のあるものであり、その意味においては今後のわが国の進むべき一つの方向であろう。

Table 6-8 Business Status of World's Major Nickel Makers

Maker Item	International Nickel Co. (INCO)	Falconbridge	Sherrit Gordon	Societe Le Nickel
Country	Canada	Canada	Canada	France
Total Sales	\$767,330 th.	\$105,206 th.	\$56,754 th.	Frs.463,100 th.
Net Profit	\$143,745 th.	\$ 23,953 th.	\$ 6,148 th.	Frs. 15,520 th.
Capital	\$ 91,436 th.	\$ 79,620 th.	\$11,363 th.	Frs.181,610 th.
Dividend Ratio	\$2.46/share	\$3.50/share	\$5.4/share	6%
Number of Employees	33,314	3,999	1,776	3,949
Production of Nickel Products (in Ni content)	480,840th.lb. (208 th. t)	70,712th.lb. (37 th. t)	25,133th.lb. (11 th. t.)	43,000t
Remarks				Production includes ore export.

Source: 1968 Business Report of respective companies.

Table 6-9 Nickel Ore Import on Customs Basis (In tons of wet ore)

	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970
New Caledonia	610,478	1,085,529	862,829	1,114,333	1,500,677	2,418,138	3,077,097	4,009,271
Indonesia	30,913	39,500	79,450	133,653	128,455	234,969	268,099	524,543
Canada	19,679	17,817	20,481	18,069	23,740	23,500	17,582	20,181
France	10,591	-	-	-	-	-	-	-
Australia	-	-	-	-	5,903	22,564	32,642	107,006
South Korea	556	-	-	-	-	-	-	-
South Africa	313	-	-	-	-	-	-	-
Rhodesia. Niasaland	-	382	3,982	3,888	1,812	-	-	-
Philippines	36	-	-	-	-	24	-	-
Others	-	-	-	-	-	13,022	-	-
Total	679,496	1,143,228	966,742	1,169,943	1,660,587	2,712,207	3,395,420	4,670,316
(Nickel Matte)								
New Caledonia			4,344	4,794	3,250	5,843	7,095	7,460
Canada				233	6,369	6,710	5,240	10,832
West Germany				21	-	-	-	-
Others				-	-	-	4,414	9
							(South Africa)	(USA)
Total		4,344	5,048	9,619	12,553	16,749	18,301	

Table 6-10 Import of Nickel Products on Customs Basis (In tons)

	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970
Pure Nickel:								
Canada	-	1,694	1,686	1,785	2,529	1,087	1,105	2,389
Norway	53	635	824	868	820	513	744	842
U.S.A.	94	33	2	190	191	0	150	312
U.K.	17	74	82	109	75	97	117	54
France	1	30	61	5	7	-	-	-
U.S.S.R.	-	-	-	12	5,096	1,522	4,063	4,612
Sweden	-	-	-	-	544	0	-	-
Others	-	-	-	84	781	179	353	1,927
Total	165	2,466	2,655	3,053	10,042	3,398	6,532	10,135
Ferro-nickel:								
New Caledonia	-	6,579	6,707	440	-	-	-	-
U.S.A.	-	20	-	217	1,146	297	-	164
France	-	-	-	24	145	-	-	-
U.K.	-	-	-	-	168	149	-	198
Brazil	-	-	-	-	1,065	596	313	4,216
Australia	-	-	-	-	-	105	-	-
Netherlands	-	-	-	-	123	-	-	-
Greece	-	-	-	-	180	-	-	-
								(147 from South America)
Total		6,599	6,707	681	2,827	1,147	313	4,725

Fig. 6-4 Pattern of Nickel Material Supply in 1970

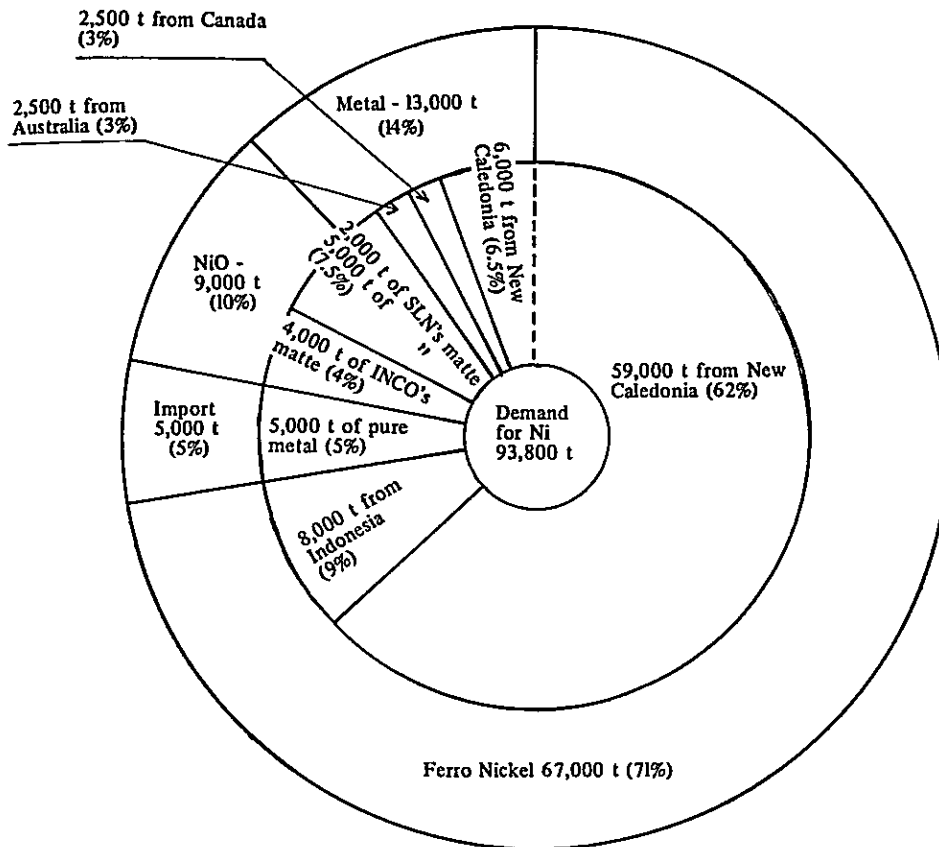


Table 6-11 Trend of Import Price of Nickel Ores

(Unit: ¢/kg of Ni + Co)

Area	New Caledonia					Pomalaa Mines
	Standard Grade %	Price	Year	Standard Grade %	Price	Price
1953	3.5	45	1962	3.2	48	45
54	3.2	29 - 35	63	3.2	47.76	45
55	3.2	29 - 44	64	3.2	47.76	45
56	3.2	44 - 67	65	3.2	47.76	45
57	3.2	67-75-63	66	3.2	47.76	39
58	3.2	63-55-48	(Nov.26)		52.37	42.52
59	3.2	48	67(Nov.9)	3.0	46.37-54.50-62.22	53.92
60	3.2	48	68	3.0	52.22-64.50	5 20
61	3.2	50	69	3.0	100	89,14
						(Jan/1970. 95.14)

Note: The standard grade of New Caledonian ores was altered to 3% in 1967, and that of Pomalaa ores to 3.1% in 1965 and then to 3% in 1966. Rejection point was 2.2% as of February 1970.

Table 6-12 Nickel Ore Reserves in the World

	Ore Reserve (1) (Confirmed)			Ore Reserve (2) (potential)			Remarks
	(Million ton)	Grade (Ni %)	Ni content (million ton)	(Million ton)	Grade (Ni %)	Ni content (million ton)	
1. Albania	-	1.0	-	-	-	-	Laterite ores containing Ni.
2. Australia	2.4	4.3	0.10	65.3	1.3	0.85	Laterite ores containing Ni, & nickel sulfide ores.
3. Brazil	-	-	-	16.0	4.5	0.72	Laterite ores containing Ni.
4. Canada	414.2	1.5	6.30	-	-	4.92	Nickel sulfide ores.
5. Cuba	356.0	1.3	4.63	10,530	0.8	13.22	Laterite ores containing Ni.
6. Dominica	-	-	-	72.4	1.6	1.12	"
7. Finland	7.0	0.8	0.06	-	-	-	Nickel sulfide ores.
8. Greece	-	-	-	10.0	0.7	0.07	Laterite ores containing Ni.
9. Guatemala	30.0	1.5	0.45	-	-	-	"
10. Indonesia	8.7	2.1	0.18	135.7	1.2	1.63	Garnierite ores and laterite ores containing Ni.
11. New Caledonia	-	2.6-3.1	-	1,400.0	1.1	15.40	"
12. Philippines	62.8	1.3	0.84	2,676.6	0.7	19.84	Laterite ores containing Ni.
13. Rhodesia	7.0	1.0	0.07	16.6	0.8	0.13	Nickel sulfide ores.
14. South Africa	-	0.3	-	-	-	-	"
15. U.S.A.	16.2	1.5	0.24	-	0.25	-	Laterite ores containing Ni.
16. Venezuela	-	-	-	58.4	1.1	0.63	Laterite ores containing Ni.
17. Yugoslavia	7.5	1.4	0.11	-	-	-	"
18. Columbia	-	-	-	-	-	-	"
Total	911.8		12.98			58.58	
Average Grade in Ni Content		1.4					

Notes: 1. U.S.S.R. and China excluded.
2. 1) indicates confirmed reserve and 2) estimated or forecast reserve.
3. Reserve in New Caledonia, as reported in The Metal Bulletin, is 80 million tons (Ni content 2.0%).

Source: "Nickel, Canada and the World Mineral Report 16," by B.W. Mackenzie, M.R.D. Dept., E.M. & R., Ottawa.

Table 6-13 - Nickel Development Plans of Free World

Name of Company	Area	Kind of Ores	Annual production (in tons of Ni)	Year of Production Commencement	Development Plan		Type of Enterprise	Other Particulars	Names of Mines and Estimated Ore Reserves	Remarks	Market
					Wgs Required (in \$10 thousand)	1967-1971					
International Nickel Co. of Canada, Ltd.	Canada	Nickel	70,000	1967-1971	20,000		INCO		Copper Cliff North	INCO's annual production capacity is planned to be increased to 270,000-	U.S.A. and Europe
	Sudbury	Sulfide Ores	(production increment)						Copper Cliff South	290,000 tons in the latter half of 1971 by-	
	Manitoba	Ores							Kirkwood	1) Ore production at nine new mines,	
	West North Ontario								Birchtree Soad Pipe Shebandowan Little Stobie	2) Expansion of existing mines, 3) Construction of new smelters, and 4) Modernization and expansion of existing smelters.	
International Nickel Co. of Canada, Ltd.	Guatemala	Laterite	Approx.	1972-1973	18,000		Development	Average Ni content of		Construction of a new smelter at Copper Cliff is planned to be completed for annual production of-	Japan, U.S.A., and Europe.
	Lake Izabal	ores	23,000				to be undertaken by INCO's subsidiary company, Exploracion Mineras de Izabal, established with Hanna's 20% capital participation.	45,000 tons of pellet (11,000 tons of powder		Negotiations are in progress between INCO and Guatemalan government for final agreement. Production is scheduled to be started in three years after commencement of smelter construction.	

Development Plan										
Name of Company	Area	Kind of Ores	Annual production (in tons of Ni)	Year of Production Commencement	Investment (in \$10 thousand)	Type of Enterprise	Other Particulars	Names of Mines and Estimated Ore Reserves	Remarks	Market
International Nickel Co. of Canada, Ltd	France New Caledonia	Laterite ores	50,000	1974	20,000 (40 million dollars for exploration activity)	Development to be undertaken by COFINPAC which was established by joint capital investment of Samipac (60%) and INCO (40%)	Ni 0.3 - 1.5%	Ore grade Plaine de Lacs	SMIPAC was established in 1967 and COFINPAC in March 1969. SMIPAC was established by the following joint investors: B.R.G.M. 30% Ugino-Kuhlman 30% French financiers 40% organizations and others COFINPAC was established with 60% of shares paid up by INCO, and marketing of its products is to be undertaken by INCO and French side at a 50:50 ratio.	U.S.A., Europe and Japan.
International Nickel Co. of Canada, Ltd.	Indonesia Malili	Laterite ores	11,000 (First production plan)	1974-1975	10,000-15,000	Development to be undertaken by INCO's Indonesian corporation, P.T. International Nickel Indonesia.		Area of mining field-66 million ha.	A 30 year mining contract was concluded with Indonesian government in July 1968. Taylor Woodrow International is to be engaged as mining contractor.	U.S.A., Europe and Japan.
Falconbridge Nickel Mines	Canada Sudbury	Nickel Sulfide ores	10,000	1970	6,500	Falconbridge		Storathcona Losiguock Lockery		U.S.A. and Europe
Falconbridge Nickel Mines	Dominica	Laterite ores (Ni 1.5%)	30,000	1971-1972	18,000	Falconbridge	Ore grade Ni 1.55%	62 million t	Production by large scale test plant operation has been in progress since March 1967 at a rate of 100 t/month on Fe basis (Ni content: 40-50%). Arco Steel Co. joined this project in March 1969 by acquisition of 16.4% of shares.	U.S.A., Europe and Japan.

Development Plan										
Name of Company	Area	Kind of Ores	Annual production (in tons of Ni)	Year of Production Commencement	Development Plan (in thousands \$10)	Type of Enterprise	Other Particulars	Names of Mines and Estimated Ore Reserves	Remarks	Market
Sherritt Gordon Mining and Industrial Co.	Philippines Surigao	Laterite ores	20,000-	1972-1973	7,500	Joint development by Sherritt Gordon Mines and Marinduque Mining.	Production of 62 million t of 7,500 t of mixed sulfide (Ni 33, Co 22, S 35%)	A minimum of 62 million t of reserve is estimated. Ni - 1.35% Co - 0.10%	Hydro-metallurgical process developed by Sherritt Gordon is applied. A pilot plant was constructed at Fort Saskatchewan in 1969, 10 thousand t of laterite ores shipped from the Philippines. Plant export made by Kobe Steel Ltd., Japan.	Japan.
			35,000								Plant construction and operation to be undertaken by Sherritt Gordon and 1,705 thousand t/a of mining by Marinduque Mining. leach residue (Ni 0.15, Fe 55%) is also planned.
Western Mining Co.	Australia Kwinana	Nickel sulfide ores	15,000-	1970-1971	18,000	Western Mining.	Agreement reached with Sherritt Gordon on the application of the ammonia leaching-H ₂ reduction method.	Ores to be mined in Kamalda area. Lunnon, Durken, Jan.	Annual production of 30 thousand t of nickel sulfide ores planned to be attained by the end of 1971. By-product-1,000 t/a of mixed sulfide with the following components: Ni 22, Co 23, Fe 0.2, Cu 0.01, S 30. % Ni 13, Co 0.4, Fe 30, Cu 0.6, S 25. %	Europe, U.S.A., and Japan.
			18,000								A joint venture is planned to be established by Western Mining (51%) and Sherritt Gordon (49%).
Sherritt Gordon Mines Ltd./Western Mining Co.	Australia Ora Banda Kunamalling Broad Arrow	Laterite ores							\$4250 thousand (approx. 1 hundred million yen) is to be borne by Sherritt Gordon at the outset for exploration activity. All the expenses incurred thereafter to be borne by the two companies according to the investment ratio.	

Name of Company	Area	Kind of Ores	Annual production (In tons of Ni)	Year of Production Commencement	Development Plan			Type of Enterprise	Other particulars	Names of Mines and Estimated Ore Reserves	Remarks	Market
					Mega Requirement (In \$10 thousand)	Mega Requirement (In \$10 thousand)	Mega Requirement (In \$10 thousand)					
Société Le Nickel	France New Caledonia	Nickel oxide ores	30,000	1968-1972	12,000	15 thousand t to be produced by St. Neo Calédonienne du Nickel, a joint venture with Kaiser Aluminum, and the remaining 15 thousand t to be exploited for Le Nickel's own production increase.			Nepoui area and Thio area.	SIN's production capacity (including that of the joint venture) is planned to be increased to about 65 thousand t/year in 1972.	Europe and U.S.A.	
Société Le Nickel	France New Caledonia	Laterite ores	50,000		20,000	Agreement 1,000 million t. reached with Sherritt Gordon on the application of the hydro-metallurgical process.						
Société Le Nickel	Venezuela	Nickel oxide ores	10,000			A development company to be established in Venezuela with SIN covering 20% of shares			Loma de Hierro.	Agreement was concluded with Venezuelan government in July 1967.		
SIN/Patino	France New Caledonia	Nickel oxide ores	40,000	1972	20,000				Poum area.	Investment ratios areas follows. SIN 51% Patino 30% Local capital 19%	Europe and Japan	

Name of Company	Area	Kind of Ores	Annual production (in tons of Ni)	Year of Production Commencement	Development Plan		Type of Enterprise	Other Particulars	Names of Mines and Estimated Ore Reserves	Remarks	Market
					Mtge Requirement (\$10 thousand)	(in thousand)					
SIN/Penarroya Group	Yugoslavia Kavadarci	Laterite ores	12,000				Development planned to be jointly carried out by five companies including Compades, Power Gas Co, St. Le Nickel, Penarroya				
Ugine/Penarroya Group	Madagascar	Nickel oxide ores					SONIDAD (mining company) was established.		Investment ratios: Ugine-Kuhlman 33.5% Penarroya 21.5% Cofimer 12.5% Madagascar Gov't 10.0% A.A.C. 7.5% Others 15.0%		
Penarroya Group	France New Caledonia	Laterite ores	50,000	1975			Joint venture.				
Morro Do Niquel S.A.	Brazil Pratapolis	Nickel oxide ores	2,000	1970-1971			Morro do Niquel	2.2% Ni-Co-800 thousand t 1.9% Ni-Co-4,400 thousand t	11.67% of shares occupied by SIN.		
Columbia Government	Columbia Cerro Matoso	Nickel oxide ores								Nickel mines planned to be developed by a joint venture established by the participation of the following Columbian and foreign concerns. Columbian Industrial Development Agency Columbian Financing Corporation Hanna Mining Standard Oil	

Development Plan										
Name of Company	Area	Kind of Ores	Annual production (In tons of Ni)	Year of Production Commencement	Wage Requirement (\$10 thousand)	Type of Enterprise	Other Particulars	Names of Mines and Estimated Ore Reserves	Remarks	Market
Japanese joint venture comprising Pacific Metals, Sumitomo Metal Mining, Nippon Mining, Nippon Yakin Kogyo, Yawata Steel, Fuji Steel, Mitsui & Co., Mitsubishi Corp, and Sumitomo Shoji	Halmahera Is. and surrounding islands.	Nickel oxide ores.	12,000 20,000	1973	7,500	Joint venture established with the participation of Japanese companies	A smelter is planned to be constructed according to the results of exploration commenced in 1969 for ferro-nickel production	Indonesian Nickel Development Co., Ltd. (INDECO) was established by Japanese participating companies.		Japan.
Anglo American Co.	South Rhodesia	Nickel sulfide ores	6,800	1969	2,800	Anglo American	Trojan Mine (1 million t) and Modziwa Mine.	Smelting plant constructed at Mlondura-Shamoa, Rhodesia.		
Rio Tinto Ltd.	Rhodesia	Nickel sulfide ores	5,000	1972		Rio Tinto				
Anasconda Group	Western Australia Widgemooltha	Nickel sulfide ores					Exploration now in progress.	Investment ratios: Anasconda Australia 60% Conjinc Rio Tinto Australia 26-2/3% New Broken Hill 13-1/3%		
Great Boulder Gold Mines/North Kalgurlii Ltd.	Western Australia Scotia Mt. Mar-tin	Nickel sulfide ores					Exploration now in progress.	Investment ratios: Great Boulder 51% North Kalgurlii 49%		
Freeport Sulphur of Australia/Metal Exploration N.L.	Western Australia Nepean	Nickel sulfide ores					Exploration now in progress.			
Freeport sulphur of Australia/Metal Exploration N.L.	Australia Queensland	Laterite ores					Exploration now in progress.	Investment ratios: 4 million t (N1 1.55%)	50 : 50	

7. P.N.ANEKA TAMBANGの概要

P.N.ANEKA TAMBANG (以下ANTAM社と略称する)は1968年政府条例No 22にもとづき、B.P.U.PERUSAHAAN² TAMBANG UMUM NEGARA を母体として発足した国営の鉱山会社である。石炭、石油、天然ガスおよび錫をのぞき、その他すべての金属、ダイヤモンド等の探鉱、採鉱、製錬、精製等を事業内容とする会社である。

現在、次の主な事業所をもつ

- (1) Kidjang のボーキサイト鉱山 (Bintan 島)
- (2) Pomalaa のニッケル鉱山 (Southeast Sulawesi)
- (3) Tjikotok の金鉱山 (West Djawa)
- (4) Djakarta の貴金属製錬所
- (5) Tjempaka のダイヤモンド鉱山 (South Kalimantan)
- (6) Tjilatjap の砂鉄鉱山 (Central Djawa)

インドネシアにおいては鉱業基本法 (1967年法律第11号) によって、鉱産物は a) 戦略的原料 (鉄、錫、ニッケルおよび合金鉄用元素、燃料) b) 重要原料 (銅、鉛、亜鉛、金、銀) c) それ以外のものの3つに分類されている。そして、a) に属する金属および鉱石に対する鉱業権は原則的には政府機関または国営企業にのみ与えられることになっている。実際にインドネシアにおいては、石油公社 (P.N.PERTAMINA)、石炭公社 (P.N.TAMBANG BATUBARA)、錫公社 (P.N.TIMAH) および鉱山公社 (P.N.ANEKA TAMBANG) の4つがあり、民間企業による鉱山はc) に属するものが小企業で僅かに存在するに過ぎない。

7-1 職制と従業員数

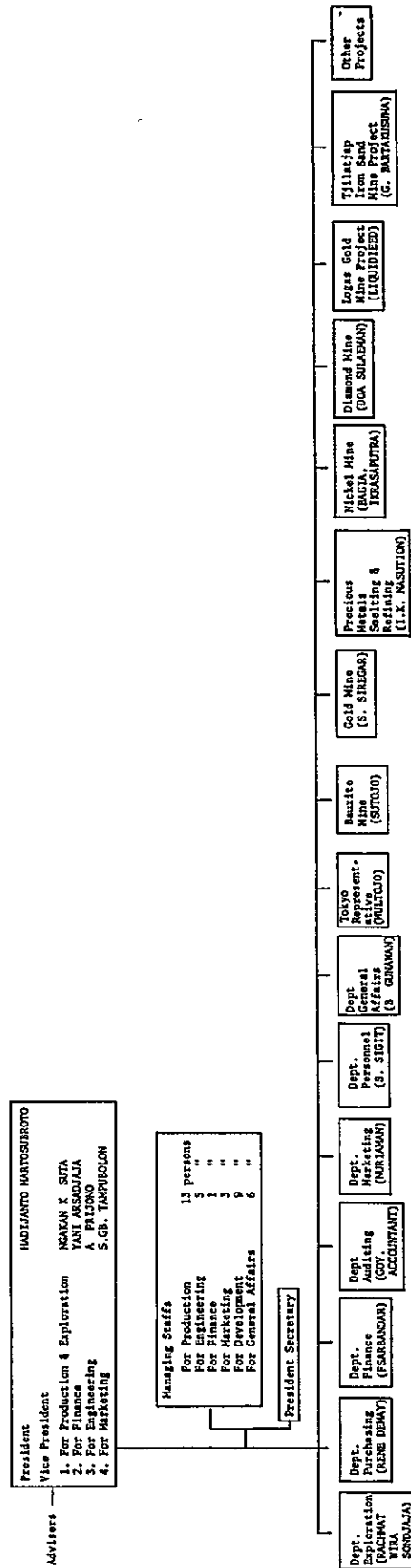
会社の職制を第7-1図にしめす。各事業所別の従業員数を第7-1表にしめす。

第7-1表 事業所別従業員数

事業所	人数	うち学卒者数		
		(大学卒)	(短大卒)	(専門高卒)
本社	197	42	16	7
ボーキサイト鉱山	762	8	8	53
ニッケル鉱山	796	16	11	29
金鉱山	726	9	3	31
貴金属製錬所	108	4	1	6
ダイヤモンド鉱山	196	3	12	27
砂鉄鉱山	87	5	2	—
東京支所、プロジェクト	188	—	—	—
計	3060	87	53	153

東京支社、プロジェクト関係の学卒者の数は不明であるが、少くとも短大卒以上は140人以上であり、高校卒は153人以上である。割合では約9.6%が高校卒以上である。日本に比べると、学卒者の数が少ないが、インドネシアではボーイの数が多く、また運転手の数も多く、実際の仕事にたづさわっている人は3060人よりさらに少ないことが予想される。

Figure 7-1 Staff Organization of P.N. ANEKA TAMBANG



7-2 事業活動

最近の主な生産量および売上高を第7-2表に示す。

第7-2表 最近の主要鉱産物の生産量の推移

年	ボーキサイト		ニッケル鉱石		金 (kg)	銀 (kg)
	(Mt)	(千\$)	(Mt)	(千\$)		
1967	888,537	4,560	145,881	1,394	241	9,611
1968	847,751	3,881	240,542	2,367	185	9,613
1969	863,626	4,364	257,761	3,344	256	10,589
1970	1,182,239	5,895	538,453	8,315	236	8,802

この表から分るように、ニッケル鉱石、ボーキサイトの占める割合は大きく、しかも全量日本へ輸出している。したがって日本における景気変動には非常に敏感にならざるを得ない。

ニッケル鉱石についてみれば、ANTAM社とSUNIDECOとの間に1971年から4年間にわたりニッケル鉱石の長期購入契約が結ばれており、当初1971年、1972年度においては年間80万トンづつの予定であったが、その後の日本における不況のため夫々60万トンに変更されている。

なお、同社の最近3年間における損益計算書一覧表を第7-3表に示す。

Table 7-3 Profit and Loss of ANTAM

Unit: US\$

	1971 (Jan-Dec)	1970 (Jan-Dec)	1969 (Jan-Dec)
Revenue:			
(1) Export and domestic sales			
Bauxite ores	5,440,953	5,009,977	3,378,240
Nickel ores	9,302,465	6,002,970	2,011,342
Iron sand	1,086,673	-	-
Silver	588,168	251,766	468,611
Gold	373,988	335,599	561,323
Diamond	23,718	-	(Lead) 20,492
Revenues of Refinery	229,115	137,940	156,890
(2) Income from other sources			
Agency fee	46,775	33,500	22,504
Dispatch money	228,745	143,320	92,038
Cooperation funds	188,219	155,683	127,183
Interest	110,000	51,134	158,596
Others	65,817	176,125	585,696
(3) Inventory of products Ending of the year	774,798	782,379	661,440
Total Revenue	18,459,434	13,080,393	8,244,355
Expenditure:			
(1) Operating cost			
Materials and supplies	1,645,795	1,352,227	1,094,412
Labour	3,703,210	2,730,083	1,939,975
Maintenance	1,255,481	1,496,435	462,523
General expenses	3,648,000	1,331,000	540,789
Miscellaneous expenses	740,521	142,148	225,491
Depreciation	3,568,632	1,409,145	1,640,722
(2) Inventory of products Beginning of the year	839,100	661,439	1,036,987
Total Expenditure	15,400,739	9,122,477	6,940,899
Gross Profit (before corporation tax)	3,058,695	3,957,916	1,303,456
Corporation tax (45%)	1,376,413	1,781,062	586,555
Net Profit	1,682,282	2,176,854	716,901

この表を見て分るように、法人税を利益の45%支払ったあとの純利益も相当額にのぼり、会社の経営状態は非常によいと云える。

現在の主な活動は、ニッケル鉱石についての南東カリマンタン (South east Kalimantan) 西イリアン (West Irian) における探鉱、ジョク・ジャカルタ (Jogjakarta) における砂鉄の開発、チコトク (Tjikotok) 選鉱場における鉛の回収、金、銀の製錬設備の合理化、キジャン (Kidjang) における低品位ボーキサイトからのアルミナの製造、砂鉄から iron sinter または銑鉄の製造等である。

7-2-1 ボーキサイト鉱山

キジャンのボーキサイト鉱山はインドネシアにおける唯一の稼働ボーキサイト鉱山であり、1935年にオランダの会社によって始められたものである。1959年にインドネシア政府のものとなり、それ以後、年々生産量を上げつつあり、大部分は日本に入っている。その生産量の推移を示せば次のとおりである。

第7-4表 ボーキサイト生産量

年	生産量 (MT)
1959	290,098
1960	348,018
1961	443,365
1962	449,205
1963	584,402
1964	656,644
1965	576,762
1966	688,185
1967	888,537
1968	847,751
1969	863,626
1970	1,182,239

キジャンにおけるボーキサイト鉱床は露天掘りで採掘されている。20~100cm厚の表土をのぞいたあと2~5mのボーキサイト層がパワーショベルで採掘される。これをダンプトラックにつみ、ウォッシング・ミル (Washing Mill) に運ばれる、1tの鉱石から0.5~0.7tの輸出鉱が得られる。ストックヤードの能力は90,000tである。

7-2-2 金鉱山

チコトク及びチロタン (Tjirotan) の2つの金鉱山が坑内掘で稼働している。鉱石はチコトクの4km西のバジール・ゴンボン (Pasir Gombong) の青化製錬所へケーブル輸送される。この鉱山は1936年オランダの鉱山会社 N.V. Mijnbouw Maatschappij Zuid Bantam (MMZB) にはじめられ、戦後1957年に再開された。生産量の推移を第7-5表にしめす。

第7-5表 金及び銀の生産量

年	生産量	
	Au (kg)	Ag (kg)
1957	44.	1,470.
1958	195.	6,541.
1959	222.	9,790.
1960	168.	9,163.
1961	179.	10,558.
1962	128.	7,230.
1963	137.	8,672.
1964	181.	7,923.
1965	209.	9,294.
1966	128.	6,867.
1967	241.	9,611.
1968	186.	9,613.
1969	257.	10,590.
1970	237.	8,801.
1971	330.	8,876.

7-2-3 貴金属製錬所 (Unit P.P. Logam Mulia)

1937年 R.T. Braakenzieck によって設立され、1957年に Bank Industri Negara に売渡された。この工場で処理される原料は

- 1) チコトク金山からの青化残物
- 2) その他の貴金属スクラップ

であり、製品は主に国内の金、銀の加工業者に売られる。

精製方法は金、銀共電解精製法であり、金の場合は25V、300Aの電流により24時間で5~6kgを折出、欽石屯当り6~8kgの金を精製している。銀の場合は100A/f t²の電流密度で精製している。

此の工場での主な製品は次の通りである。

- 1) White Gold Plate
- 2) Ag wire (0.04mmφ~0.18mmφ)
- 3) Ag合金のフューズメタル
- 4) Pt Plate
- 5) 白金ルツボ
- 6) Ag ろう及びAg Block
- 7) Au Ingot (100gr 単位, 純度99.99%以上)
- 8) Ag Nitrate (99%, 500gr 単位, 白色粉末結晶びん詰)
- 9) 金線, 歯科用金加工品, 宝石用金, 銀, 合金材料

また本工場はジャカルタにおける貴金属類の唯一の公的検定所でもある。

7-2-4 ダイヤモンド鉱山

南カリマンタンのチェンパカ (Tjempaka) 地区にあり、1965年までは私企業によって行なわれていたが、その年、TRISAKTIと名づけられた可成大きなダイヤモンドが発見されて政府に注目され、政府の所有する所となった。そして、ダイヤモンド原鉱石の水洗工場が建設されることに決定された。その後、ANTAM社の設立とともに、すべての設備責任はANTAM社に移り、1971年に水洗工場が完成した。しかし、未だ十分な生産が上るまでにはいたっていない。一般にダイヤモンドは原鉱石に、非常に不均一に分布しており鉱山としてのリスクも高いものであるが、探査の結果、本鉱山は量的には今後期待されるようである。

7-2-5 砂鉄鉱山

チラチャップ (Tjilatjap) の砂鉄鉱山は1971年に生産に入ったばかりである。1971年に300,000 tが日本に輸出された。大型船に積込む設備が不備であったので、新しいピアが建設され、また、港が浚渫され、30,000 tの鉱石船が入るようになった。この設備の設計、施工はインドネシアのコントラクターによって行なわれた。

すべての設備は一年で完成し、すべての費用はANTAM社によって支払われた。

採掘法は水力採掘法 (hydraulic mining) により、砂鉄を含んだパルプは磁力選鉱によって脈石と分離される。150万 tの粗鉱から30万 tの鉄精鉱が得られる。現在7ブロックから採掘されている。

8. ポマラ (Pomalaa) 鉍産所の現況

8-1 概 況

ポマラは前掲並びに第8-1図の地図に示すように南東スラウェシ (Sulawesi) 州コラカ (Kolaka) 郡に属している。交通としては公共的な定期交通機関 (ミニバス) がコラカとクンダリ (Kendari) の間を1日2~3回走っている。ポマラとコラカの距離は約35kmであるが、公立の交通機関は何もなくANTAM社所有の車、または個人車で往復する以外に方法はない。コラカとクンダリ間は約184kmであるが、道路は悪く約8時間かかる。インドネシアの首都ジャカルタからは空路スラバヤ (Surabaya) 経由マカッサル (Makassar) へ、マカッサルから小型チャーター機 (インドネシア空軍所属) に乗りついで行くのが一番早く着く方法である。

マカッサルから海路では約280海里で13~15ノットの貨物船で約18時間かかる。日本へのニッケル鉍石輸送用の貨物船に便乗する以外に現在定期航路はない。ANTAM社はこの鉍石船を利用して、雑貨、野菜、社員、家族等の輸送を行なっている。

この鉍山は1938年にオランダの鉍山会社 N. V. Oost Borneo Maatschappij (O.B.M.) によって始められた。第2次大戦中、日本の住友鉍山が軍の要請により、ニッケルマットの製錬所を作り、鉍石と同時にニッケルマットを日本に送ったが、連合軍の空襲により破壊された。その後、1956年までインドネシア内の革命戦争のために、開発は行なわれず、ただ小企業がマニアン (Maniang) 島で細々と採掘を行っていた。

1960年にインドネシア政府は鉍山を接収して、P. T. (Negara) Pertambangan Nikel Indonesia を設立し、マニアン島とレモ (Lemo) 島で採掘をはじめた。

その後、前項ANTAM社の概要で述べたように、日本のSUNIDECOとの共同で、ポマラ地区の開発が行なわれ、現ポマラ地区とタンジョン・パーカー (Tg. Pakar) 地区が発見され、現在にいたっている。

8-2 ポマラ鉍山ニッケル鉍区

ANTAM社が所有するスラウェシ島ポマラ地区のニッケル鉍区は南北14km、東西6kmにわたる区域であって、総面積は8,700haである。鉍区は、下記の4区域に区別される。

- (1) 北部地区・・・・・・Pomalaa 鉍床
- (2) 中央地区・・・・・・Latumbi・Tampala 鉍床
- (3) 高部地区・・・・・・Tg. Pakar・Sapolaa 鉍床
- (4) 島 地区・・・・・・Lemo・Maniang島鉍床

現在採掘されている鉍床は、北部ポマラ鉍床及び南部タンジョン・パーカー鉍床である。レモ島およびマニアン島の鉍床は、輸出用の高品位鉍石をすでに終掘し休山している。中央地区の鉍床は未開発である。

8-3 地形および地質

8-3-1 地 形

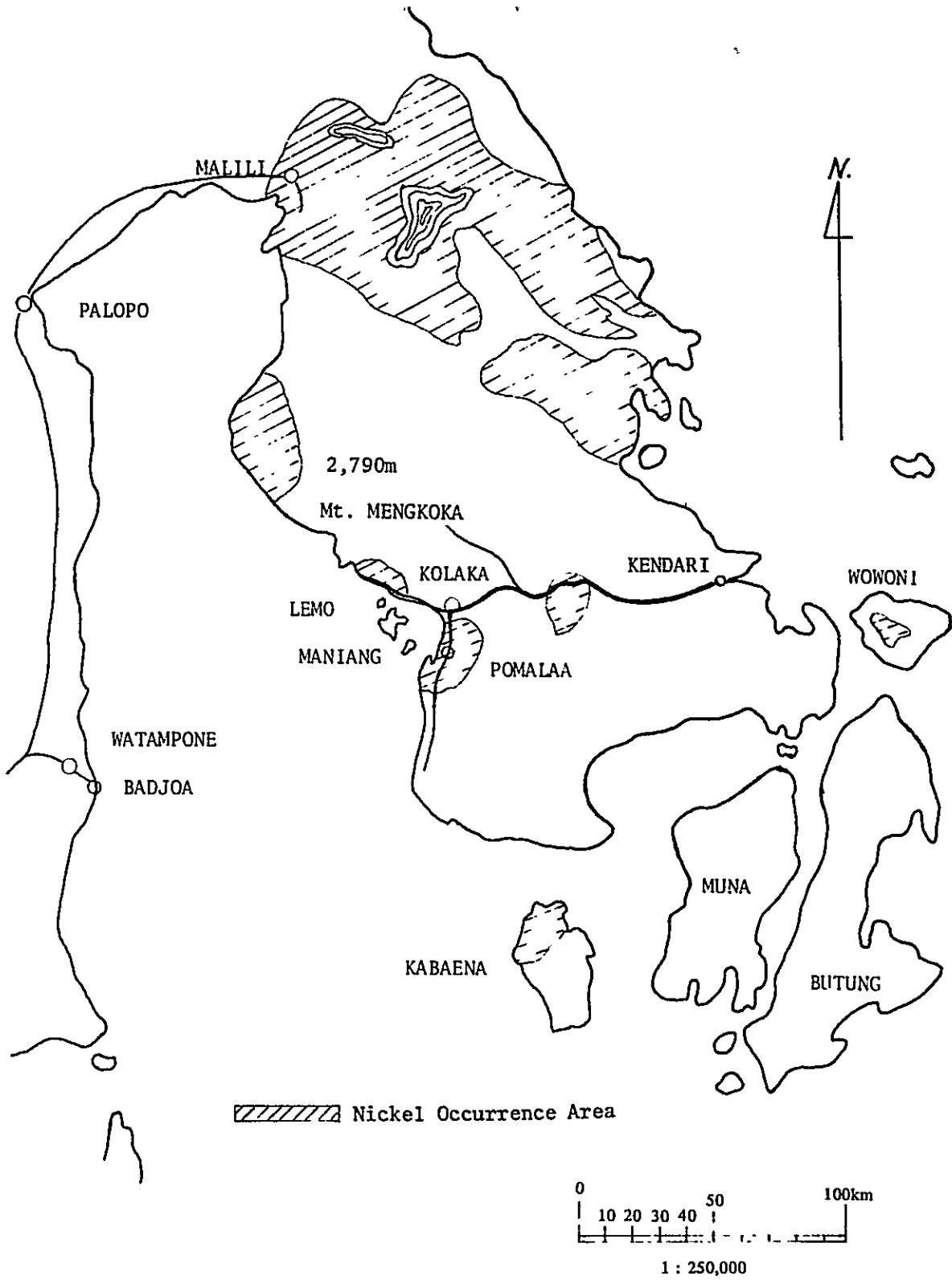
地形は一般的には、平坦で小さな丘陵をなしている。しかし、高品位ニッケル鉍石が多く分布する山頂部および基盤の蛇紋岩が露出している区域では急傾斜をなしている。

鉍区の全域は熱帯性の密林で樹令50年以上の巨木が繁茂している。鉍山設備のあるポマラ地区および採掘切羽の周辺は伐採が進んでいる。地形的には露天掘に最も適した地形である。

8-3-2 鉍体の分布

高品位のニッケル鉍体は海拔50~200mの山頂部に分布している。鉍体は0.2~2m程度の表土 (ラテライト質) におおわれていて表土層中のニッケル分は甚だ低く0.2~0.5%内外である。又ニッケル鉍体の基盤は蛇紋岩 (Serpentine) であってニッケルの含有量は0.1~0.3%程度である。

Fig. 8-1 Location Map of Pomalaa Nickel Mines; Sulawesi.

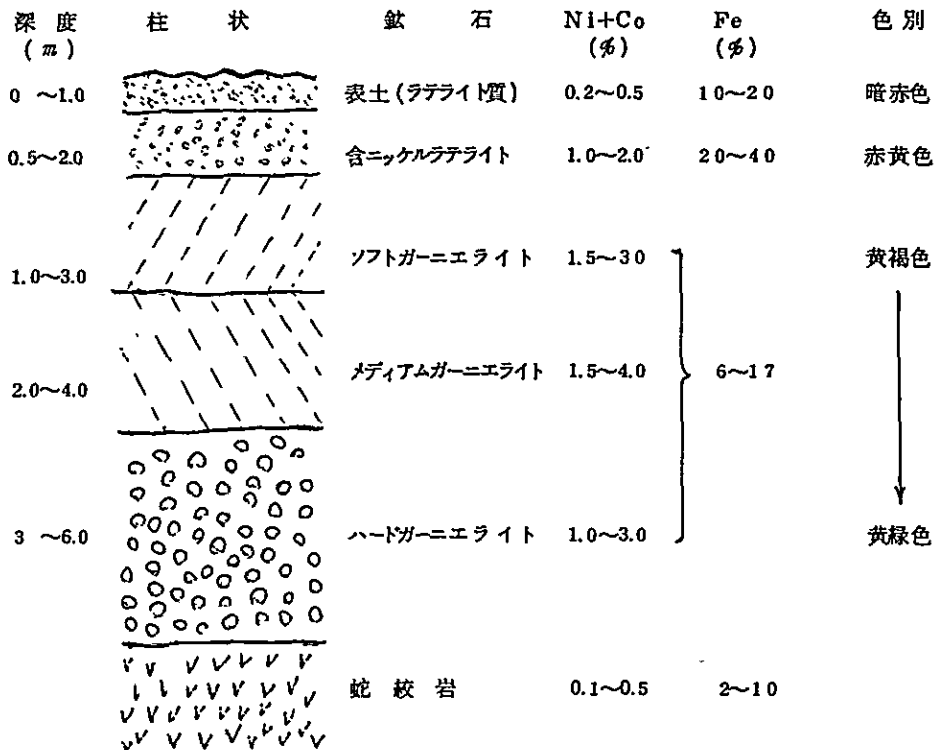


鉍床の生因は、風化作用によって蛇紋岩中のニッケル分が残留した所謂残留鉍床である。鉍床は更に熱帯性の気候によって豊化（高品位化）され、高品位のニッケル鉍石となっている。ニッケル鉍石はガーネエライト型の鉍石である。

含ニッケル、ラテライト鉍石の分布は、山頂部にあってはガーネエライト鉍石の上部に、0.5～4 m程度の厚さで分布している。ニッケル分は1.0～3%、鉄分は20～40%程度である。又、鉍体の周辺部および鉍区の全面に分布している含ニッケルラテライト鉍石は、ニッケル品位が低く、鉄品位が高いものでその生成には数種のタイプがある。

8-3-3 ポマラ鉍床

北部ポマラ鉍床の高品位ニッケル鉍石の一般的な模式図は下記の通りである。



当地区のニッケル鉍床については、一般的に次のことがいえる。

- 1) Peridotite の蛇紋化による残留鉍床である。
- 2) 地形的には、台地・山頂部および山頂部に近い自然の斜面に円形又は長円形に分布している。
- 3) 地表に近い部分ではガーネエライト鉍石は細粒であって且つ水分が多い。又、一般的にはニッケル分も鉄分も共に高品位である。
- 4) 深部に至るに従って大塊となり鉄分は大巾に低下するがニッケル分の低下は比較的少ない。
- 5) 節理およびクラックのよく発達した所では風化が良く高品位鉍石を形成する。
- 6) 比較的高品位鉍石はマグネシヤ粒子およびシリカ粒子が増加する傾向がある。

8-4 採 掘

ボマラ鉱山は現在、年間60～80万屯のニッケル鉱石を採掘しており、全量を日本に輸出している。その売上高は9,300,000US\$に達しており、ANTAM社の売上高の50%以上を占めていて、同社最大の鉱山であると共に最大の利益源でもある。

ボマラ鉱山におけるニッケル鉱石の採掘は、戦前および戦争中を通じて北部ボマラ鉱床を主に採掘されたが、戦後はボマラ地区の治安の不安定により中止されていた。

1957年頃よりマニアン島およびレモ島より年間1万屯程度生産を行っていた。しかし両島の高品位鉱石は採り尽されて現在は休山している。

1963年ボマラ地区およびタンジョン・パーカー地区の調査が終了すると共に約2ケ年の開発期間を経て、1965年より両地区の本格的な採掘が開始された。現在採掘されている鉱石の大部分は北部ボマラ地区から生産されている。最近10ケ年間の生産量は下記の通りである。

1961	15,000	(D.M.T)
1962	12,000	
1963	30,000	
1964	44,500	
1965	101,136	
1966	117,402	
1967	170,602	
1968	261,973	
1969	256,213	
1970	600,000	

対日輸出が本格化したのは1965年の後半である。その後の輸出量は年々増加をたどり、1971年には採掘能力としては100万屯に達している。一方ニッケル品位は生産量の増加に伴って年々低下の傾向を示している。

1971年度以降の対日輸出鉱石は、品位22%以上のガーニエライト鉱石で1971年の期首鉱量は300万屯を確保している。1974年までの対日輸出計画量および埋蔵鉱量は第8-1表の通りである。

第8-1表 ニッケル鉱石対日輸出計画

(単位：D.M.T)

年 度	生 産 量	生 産 累 計	期 首 鉱 量	備 考
1971	600,000	600,000	3,000,000	Ni+Co 品位 2.4 / 2.2%
1972	800,000	1,400,000	2,400,000	"
1973	800,000	2,200,000	1,600,000	"
1974	600,000	2,800,000	800,000	SUNIDECO社契約終了
1975	~		200,000	残 鉱 量

上記の生産を達成するための機械・設備および人員についてはANTAM社としては十分な設備投資を実施しており、一時的な増産に対しても余力がある。

8-4-1 採掘の方法

採掘は露天掘である。ブルドーザによる表土およびラテライト鉱石の除去を行い、露出したガーニエライト鉱石はシヨベル、ダンプトラックによって積込、搬出される。鉱石の性質から発破は必要としない。ベンチの高さは3～4mで採掘切羽の管理は良好である。高品位鉱石を採掘している切羽は第1鉱体、第3鉱体、第7鉱体および第9

Table 8-2 Mining Machines of Pomalaa Mining Station

Item	Specification	Quantity	Remarks		
			Year of Purchase	Maker	
Power shovel	0.8m ³	110HP	2	1970	Sumitomo
Power shovel	0.6m ³	100HP	3	1972	Hitachi
Dozer shovel	1.3m ³	90 HP	2	1971	Komatsu
"	2.1m ³	175HP	1	1972	"
Bull Dozer	D-80A-8	180HP	1	1968	"
"	D-80-A-12	180HP	5	1970-1972	"
"	D-30	55 HP	1	1971	"
Road Roller	12 ton	50 HP	1	1967	Sakai
Motor Greder		110HP	2	1970	Komatsu
Fork Lift		66HP	1	1969	"
Air compressor	120 cfm	50 HP	2	1971	Hokuetsu
Crushing plant	20 t/hr	37 HP	1	1964	Otsuka
Dump . Truck	8 t		18	1970-1972	Isuzu-Hino
"	7 t		13	"	"

Table 8-3 Construction Machines of Pomalaa Mining Station

Item	Specification	Quantity	Remarks		
			Year of Purchase	Maker	
Dozer shovel	2.2m ³	175 HP	1	1972	Komatsu
Wheel loader	2.3m ³	180HP	2	1972	"
Power shovel	0.6m ³	100HP	1	1971	Hitachi
Bull Dozer	D80-A	180HP	1	1972	Komatsu
Scraper	21 ton	200 HP	3	1972	International
Dump . Truck	8 ton		5	1972	Isuzu

鉱体であって船積場までの搬出距離は2～3Kmである。しかし近い将来は、第4鉱体、第5鉱体、第6鉱体および第10鉱体が主力となる。最も南にある第4鉱体より船積のJettyまでの搬出距離は5.5Km余である。

8-4-2 採掘用機械および資材

ポマラ鉱山が現有している採掘および建設用の機械、資材は第8-2、8-3表に示す如く採掘用としては小型の機械が多い。しかしその大部分は新品に近いもので機械の稼働率は80～85%は確保できるものと考えられる。

建設用機械は今回計画中の現地製錬計画にもとづき購入された土木機械である。すでに現地では工場用地の掘削、整地工事および船積用、Jettyの延長工事を実施している。

8-5 貯鉱および船積

採掘されたニッケル鉱石はダンプ・トラックにより搬出され、ポマラJettyおよびタンジョン・パーカーJettyに貯鉱される。両Jettyの貯鉱能力は

ポマラ Jetty 35,000 吨
 タンジョン・パーカー Jetty 15,000 吨

である。貯鉱された鉱石はブルドーザによって船積用ベルトコンベヤーのホッパーに投入されベルトコンベヤーでバージに積込まれる。船積作業は3交代操業である。

100吨程度のバージに積込まれた鉱石はタグボートに曳航されて約4Km沖合の本船(約15,000DWT級)に接岸し本船デリックにより積込まれる。船積部門の人員はANTAM社の従業員は104名、他に請負夫200名が常時稼働している。船積およびバージ能力は下記第8-4表及び第8-5表の通りである。

第8-4表 積込ベルトコンベヤー能力

区 別	Pomalaa Jetty	Tg-Pakar Jetty
貯 鉱 能 力	35,000 t	15,000 t
ベルトコンベヤー機長	150 m	70 m
” ベルト巾	900%	900%
” 動 力	50 KW	30 KW
” 積込能力	2,400 t/日	1,000 t/日

第8-5表 タグボート及びバージ能力

名 称	能 力	数 量
タグボート	180 HP	3 隻
	170 HP	1 ”
	120 HP	1 ”
バ ー ジ	120 吨	8 隻
	100 吨	4 ”
	80 吨	8 ”

鉱石船は15,000DWT級が配船されていて、現在の輸出货量から1ヶ月4隻程度が入港する。日本までの航海日数は10～12日間、積卸して7～10日間を必要とする。鉱石船の一航海に要する日数は約1ヶ月である。

8-6 補助部門

8-6-1 修理工場

修理工場の設備はあまり大きな規模ではない。修理の主要なものは、採掘機械の部品交換、溶接、パージの船体修理、水道および鉱山設備の補修である。人員はドック部門を入れて約290名の修理要員が稼働しているが、技術の程度は不明である。修理工場の主要設備は下記の通りである。

電気溶接器	.....	6	基
コンプレッサー	.....	3	台
ボール盤	.....	3	台
旋盤(4 ft)	.....	1	台
グラインダー	.....	1	台

8-6-2 電気設備

電気設備はすべてディーゼルによる自家発電である。採掘用には電力を必要としないので、需要の大部分は、一般用電力である。全発電能力は約470KVAであるが、電力は不足している。そのため、一般家庭では夜間のみ送電され、昼間は事務所、修理工場等の鉱山設備に送電されている。現在ANTAM社の閉山した金鉱山より発電機を移設中である。発電設備は第8-6表の通りである。

第8-6表 ポマラ鉱業所における発電設備

用途	能力	台数	備考
一般電力	100KVA	2	220V 50~
"	70 "	2	" "
"	27.5 "	1	" "
修理工場	11 "	1	" "
ポマラ Jetty	30 "	2	" " ベルトコンベヤー用
パーカー Jetty	10 "	1	" " "
水道用ポンプ	15 "	1	" "
マニアン島	5.5 "	1	100V " 電灯用
一般用	1 "	2	100V " "

8-6-3 分析設備

ANTAM社は山元に分析室を設けて鉱石の分析および研究を行なっている。しかし要員の不足から調査部門の鉱石の分析はその一部をジャワ島のバンドン工業大学(Institute Technology Bandung)に送付して、大学の研究所で実施している。ANTAM社は目下、設備の拡張、要員の教育を実施中である。

8-6-4 厚生施設

従業員の住宅は完備されており、幹部の住宅はオランダ式の天井の高い煉瓦造りのものであり、広い敷地には造園も行なわれ、立派なものである。住宅の種類および個数を第8-7表にしめす。

第8-7表 ポマラ鉱業所の住宅設備

住宅の種類	住宅数	使用電力量	建屋面積
第1種(1戸建)	7戸	1,000W	170㎡(部長)
第2種(2戸)	15	500	111~117(課長,係長)
第3種(2戸)	38	300	64~70(社員)
第4種(2戸)	74	200	63~70()
第5種(5~12戸長屋)	730	100	36~48(工員)

工場建設が始まると、日本からピーク時には100名程度の派遣員が見込まれ、また、現地の建設業者も500名以上も同時にポマラに入ることになろうが、その人達の使用する電力、水道水、雑貨等も充分確保する予定を立て、それにあわせた建設計画を作るべきであろう。

すでに工場建設用要員のための住宅の建設が一部行なわれている。

又、ポマラにはANTAM社経営の小、中学校、屋内体育場、フットボール競技場、テニスコート、映画館が設備されており、体育のコーチを1人おき社員の体育に力を入れている。

教会も回教寺院、キリスト教会の両方が附属されている。

病院のベット数は大人男子用12、女子用12で、その他、子供用、乳児用も数ベットあり、正規のドクターが2人、看護婦その他を含めて計61人が病気の治療、出産、マラリアの予防等の業務にたづさわっている。

マラリアは現在ほとんどなく、心配する必要はない。

内科診察室、外科手術室、産室、レントゲン室、歯科治療室等があるが、建設が開始された場合には特に外科関係の医師の派遣が必要と思われる。しかし、飛行機の便を良くすればマカッサルまで一時間であり、マカッサルには立派な病院もあるので、その必要もないかも知れない。

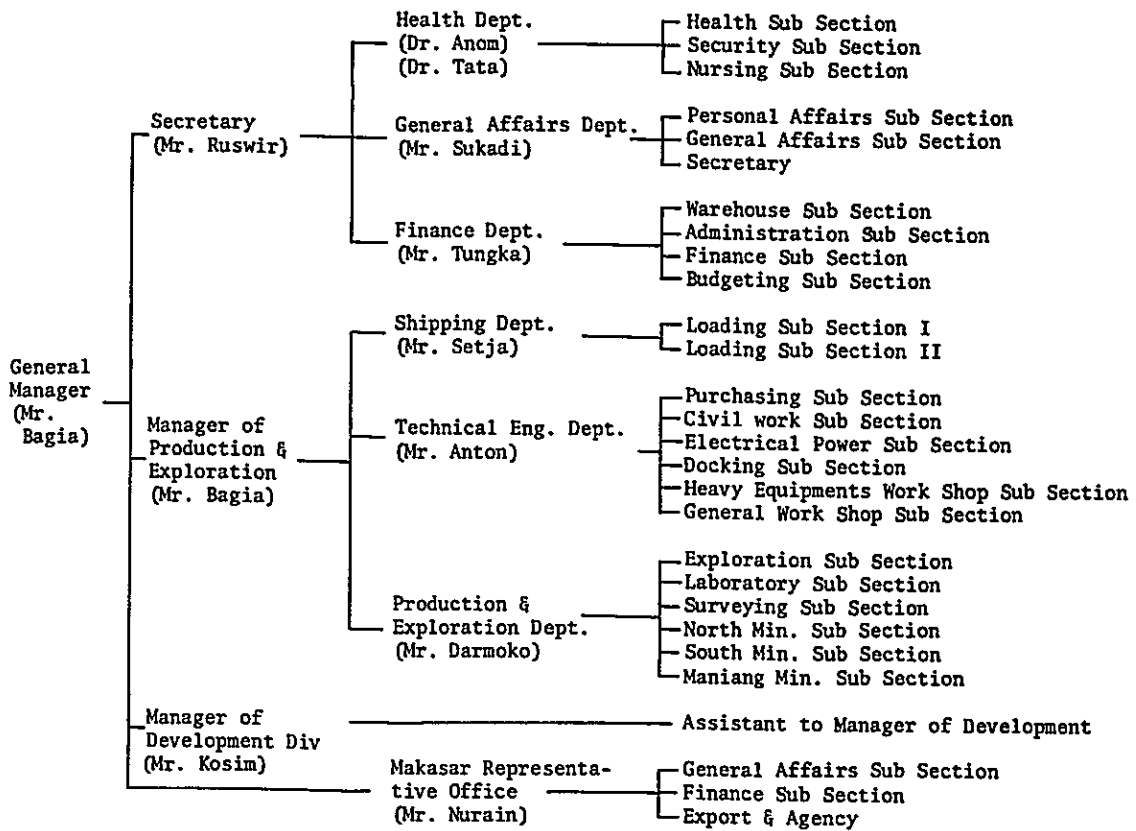
8-7 人員及び労働生産性

ポマラ鉱業所の従業員数は870名で、家族を含めた総人口は4,009名となっている。課長(Head of Department)以上の学歴を第8-8表、職制を第8-9表、家族を含めた人員構成を第8-10表にしめす。

Table 8-8 School Career of Department Heads and Staffs on Higher Levels

Post	Name	Specialized Course	Year of Graduation
General Manager	Mr. Bagia	Mining Eng.	1961
Manager of Development Div.	Mr. Kosim	Metallurgical Eng.	1963
Secretary	Mr. Ruswir	International Trade Relation	1959
Makasar Representative Office	Mr. Nurain	Business Administration (Junior college)	1967
Production & Exploration Dep.	Mr. Darmoko	Mining Eng.	1963
Staff of Production & Exploration Dep.	Mr. Rizal	"	1965
Technical Engineering Dep.	Mr. Anton	"	1957
Shipping Dept.	Mr. Setja	"	1968
Finance Dep.	Mr. Tungka	Account (Junior college)	1964
General Affairs Dep.	Mr. Sukadi	English Literature (Junior college)	1958
Health Dep.	Dr. Anom	Medical Doctor	1970
"	Dr. Tata	"	1970

Table 8-9 Organization of Pomalaa Mines



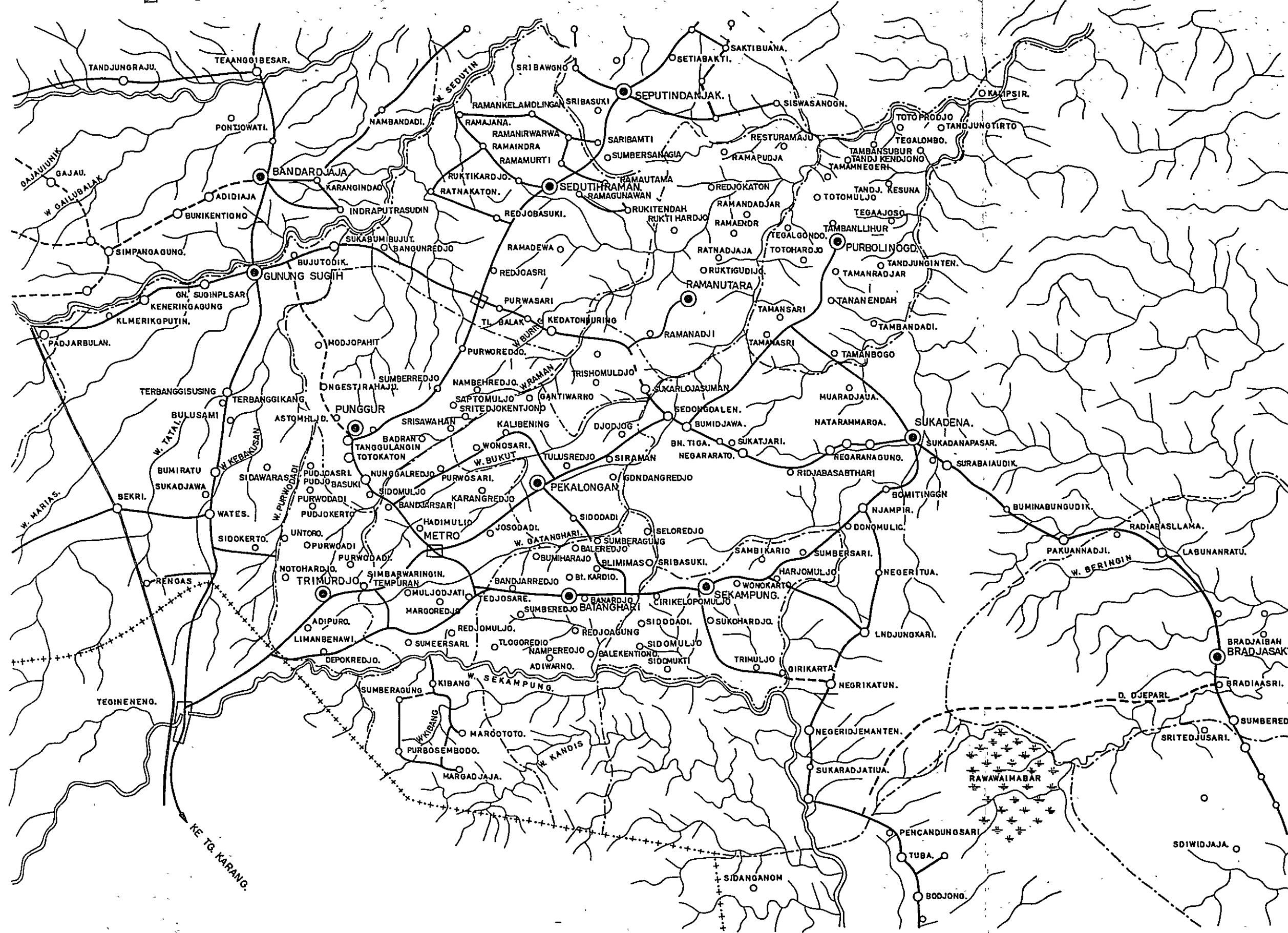


Table 8-10 Family Composition of Staff Members

Post/Section	Number of Workers	Number of Married Workers	Number of Children	Total
1 General Manager	1	1	3	5
2 Development Div.	11	7	11	29
3 Secretary	1	1	1	3
4 Management Staff	1	1	4	6
5 General Management Secretary	1	-	-	1
6 Production & Exploration Department	6	4	15	25
7 P. Maniang Mining Section	21	20	57	98
8 Southern Mining Section	38	37	91	166
9 Northern Mining Section	34	33	113	180
10 Surveying	22	22	57	101
11 Laboratory Section	16	12	37	65
12 Exploration	32	31	73	136
13 Engineering & Maintenance Department	7	7	14	28
14 Repair Shop	35	35	108	178
15 Heavy Equipment Repair Shop	155	135	361	651
16 Dockyard	44	36	115	195
17 Electrical Power Section	43	42	134	219
18 Civil Work Section	42	42	135	219
19 Purchasing	4	3	9	16
20 Shipping Department	104	53	283	480
21 Financial Department	5	5	21	31
22 Budget Section	4	4	9	17
23 Financial Section	14	10	35	59
24 Administration Section	9	9	21	39
25 Warehouse Section	25	25	85	135
26 General Affairs Department	17	9	36	62
27 Secretary Section	14	13	48	75
28 General Affairs Section	68	63	185	316
29 Personal Section	12	12	42	66
30 Health Department	9	9	25	43
31 Nursing	5	1	4	10
32 Health Section	18	16	55	89
33 Security Section	29	28	110	167
34 Makasar Representative Office	23	17	59	99
Total	870	783	2356	4009

係員の構成は、大学卒9人、短大卒13人、専門高校卒46人、普通高校卒35人となっており、従業員の学歴は相当に高い、特に本プロジェクトをあつかっているDevelopment Division においてはmanager 以下、大学卒7人、短大卒1人、専門高校卒2人と、他の部門に比べてStaffの数は多い。ManagerのMr.KosimはカナダのBritish Columbia大学の冶金卒であり、StaffのMr.Sihaanは京都大学冶金学科の修士、Mr.Hassanは東京大学冶金学科の修士であり、エリートを集めて、本プロジェクトを遂行しようとする意気込みがうかがえる。

しかし、部門別の人員構成は次の通りであり、直接部門の人員が少なく、間接部門に属する人員が甚だ多い。

管 理 部 門	.....	22人	
調 査	#	46#	地質、測量、分析
採 掘	#	93#	
修 理	#	247#	機械、電気、土木
船 積	#	148#	船舶、ドック
事 務	#	126#	会計、労務、業務
厚 生	#	146#	病院、教育、安全
マカッサル事務所	.....	23#	
そ の 他	.....	19#	
計	.....	870#	

採掘部門の生産能率は25t/人程度であり、東南アジアの鉱山としては平均的であるが、全鉱山(除く船積、マカッサル事務所)能率は3t/人となり甚だ低いといえる。

Chimney of the destroyed smelter of Sumitomo Mining Co.

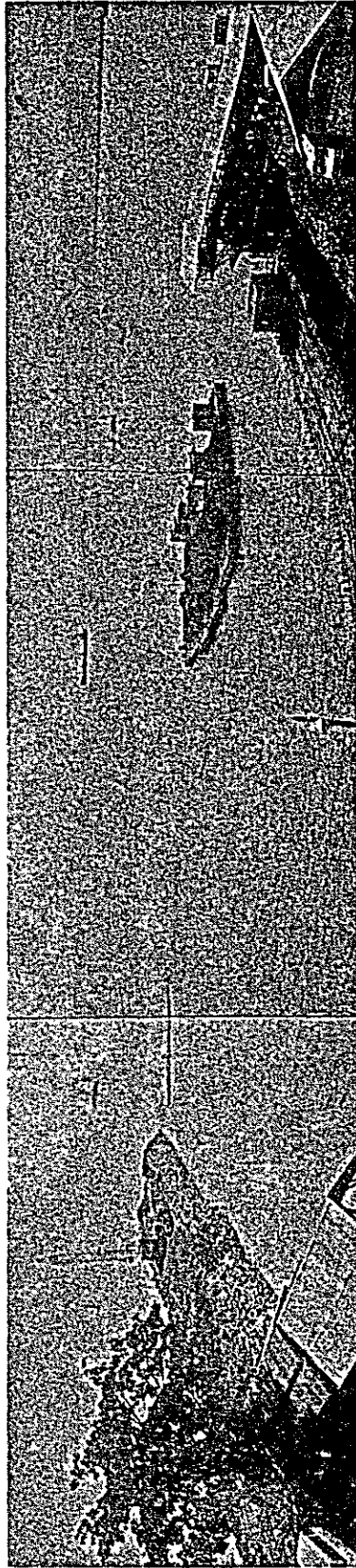
Fishing port and village of Pomalaa.

Pomalaa Mining Station of ANTAM.



Photo 1 - Pomalaa Area Viewed from Stockyard on Pomalaa Jetty

Nickel ore carrier (15,000 DWT).



Jetty extension under construction.



Barge.



Existing jetty and belt conveyor.

Photo 2 - View of Outer Sea from Pomalaa Stockyard

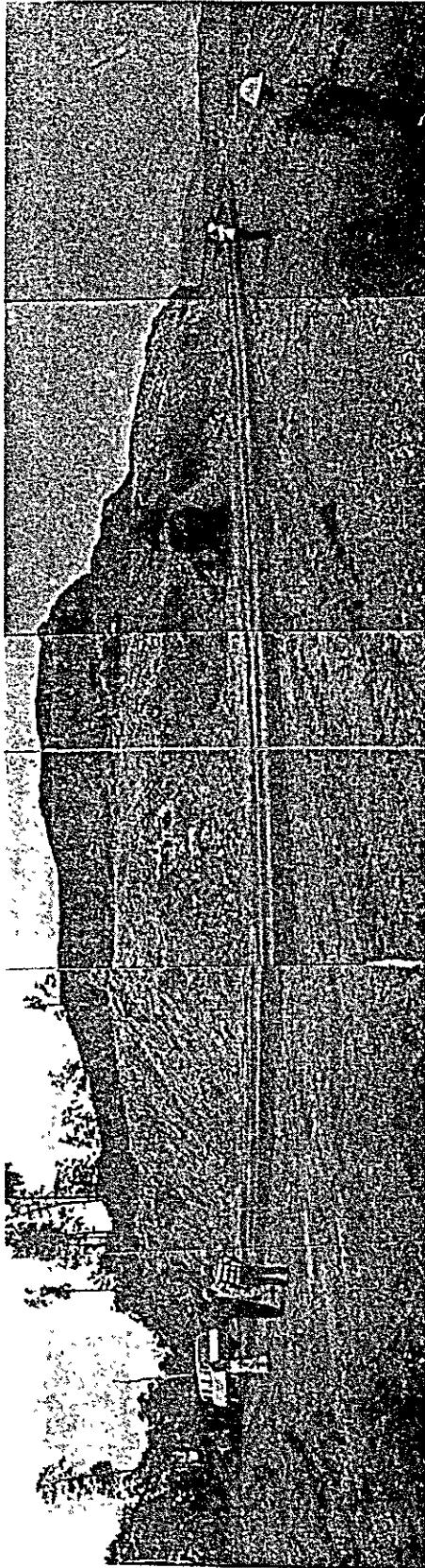
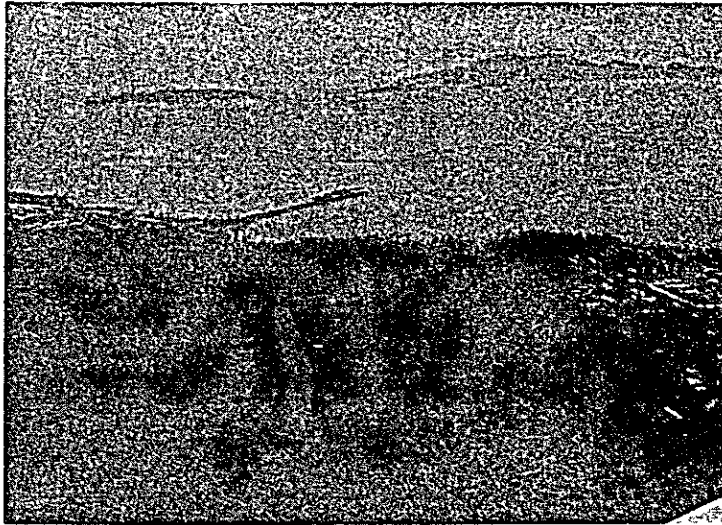


Photo 3 - Ore Body No. 9 of Pomalaa Ore Deposit.

Pomlaa jetty.

ANTAM's Pomalaa Mining Station.



Pomalaa village.

Photo 4 - Aerial View of Pomalaa Airstrip.



Photo 5 - Dormitories of Pomalaa Mining Station's Workers under Construction.

9. 鉱石および鉱量

9-1 探 査

9-1-1 第1次調査 (STAGE I)

1968年11月より1969年10月に至る1ケ年にわたり、インドネシア (ANTAM社) と日本 (SUNIDECO) との共同調査が実施された。調査の範囲は1962年度に行なった調査地域を除く鉱区の全域 (5,458ha) にわたって行なわれた。調査の主体が低品位鉱石 (Ni+Co 1.5%) に置かれ、その結果は次表に示す如く約4,500万屯のニッケル鉱石の埋蔵が判明した。

調査内容を第9-1表に、又調査鉱量を第9-2表に示す。

Table 9-1 Detail of First Stage Exploration.

Area explored	5,458 ha
Pits excavated	3,300 pits
Average depth of pit	6 m
Samples obtained	20,000 pcs.
Exploration cost	US\$217,800

Table 9-2 Ore Reserve Estimated by Exploration

Stage I

District	Area (m ²)	Depth (m)	Volume (m ³)	Ore reserve (D.M.T.)	Grade		Reserve of ore containing more than 15% of Ni+Co		
					Ni+Co (%)	Fe (%)	Ore reserve (D.M.T.)	Grade Ni+Co (%)	Fe (%)
Northern	6,422,181	5.4	34,680,043	48,552,060	1.28	33	19,604,500	1.50	29
Central	8,745,502	4.6	40,342,712	56,479,800	1.28	30	22,512,770	1.48	29
Southern	1,518,337	4.4	6,662,623	9,327,670	1.29	30	4,772,010	1.49	27
Total	16,686,020	4.9	81,685,378	114,359,530	1.28	31	46,889,280	1.49	28

9-1-2 第2次調査 (STAGE II PERIOD I)

ANTAM社の調査スタッフによって第2次調査が1970年7月に開始され、1971年1月終了した。調査は北部ボマラ鉱床のうち1969年の共同調査時に除外された区域で21の鉱体とその周辺地区で精査を行なったものである。調査目的は輸出の対象にならない低品位鉱石 (Ni+Co 2.2%以下) の埋蔵量調査である。調査の方法は第1次調査に準じ、同一の手法で行なった。第2次調査の結果は1,109万屯のニッケル鉱石の賦存が確認された。

調査内容とその結果を第9-3表及び第9-4表に示す。

第9-3表 第2次調査の内容

1) 調査期間	.....	6ヶ月
2) 調査区域	.....	北部ボマラ鉱床 250ha
3) 調査ピット	.....	新たに773のピットを掘り、314ケの旧ピットを使用した
4) ピット総数	.....	1,087ヶ所
5) ピット延長	.....	7,911m
6) ピットの平均深さ	.....	7.3m
7) サンプル数	.....	6,065ヶ
8) 調査面積	.....	250ha
9) Ni+Co 2%以上の埋蔵区域	.....	140ha

Table 9-4 Detail of Second Stage Exploration by Ore Body

Ore Body	Number of New Pit	Number of Old Pit	Total Number of Pit	Total Depth of New Pit (m)	Total Depth of Old Pit & New Pit	Number of Sample
No 1	18	49	67	448.2	521.0	508
" 2	29	21	50	313.5	388.8	367
" 3	35	12	47	243.6	532.0	471
" 4	79	58	137	606.4	976.2	590
" 5	61	37	98	289.0	508.6	366
" 6	80	16	96	391.0	399.0	370
" 7	66	-	66	405.0	406.5	380
" 8-N	45	-	45	500.8	512.0	467
" 8-S	58	-	58			
" 9-N	32	15	47	1,493.3	1,575.3	873
" 9-S	36	9	45			
" 9-W	20	12	32			
" 9-O	11	12	23			
" 10	78	40	118	521.9	693.8	652
" 11	33	5	38	235.9	352.4	187
" 12	29	15	44	341.0	373.6	314
" 15	26	-	26	176.4	196.1	157
" 18	37	13	50	314.8	475.5	363
TOTAL	773	314	1,087	6,280.8	7,911.3	6,065

Table 9-5 Ore Reserve of Northern Pomalaa Area

Location	Area m ²	Ore				Over Burden	
		W.D m	Volume m ³	Tonnage D.M.T	Assay % Ni+Co Fe	Tonnage D.M.T	Assay Ni+Co
Stage 1	803,463	3.3	2,594,844	3,677,177	1.78 17.97	1,121,627	1.00
Stage 2	1,550,451	5.2	8,176,469	11,099,357	1.91 14.55	1,359,100	1.20
Total	2,353,914	-	-	14,776,534	1.88 15.40	-	-

Table 9-6 Ore Reserve by Ore Body (Stage I)

Oer-Body	Area m ²	Ore				
		W.D m	Volume m ³	Tonnage D.M.T	Assay % Ni+Co Fe	
Pomalaa I	128,553	2.7	344,902	482,818	1.79 14.92	
" III	26,000	2.5	66,700	93,670	1.58 19.74	
" IV	121,913	3.9	473,326	669,700	1.71 19.64	
" VII	34,862	3.0	103,735	138,901	1.92 13.66	
" X	95,220	2.7	256,945	358,371	1.85 16.68	
" XII	132,695	4.2	559,523	783,333	1.76 18.18	
" XIII	46,320	2.7	124,768	174,675	1.79 17.56	
" XVII	96,650	3.2	311,775	481,271	1.86 20.26	
" XVIII	36,500	3.4	123,500	172,900	1.83 19.71	
" XX	84,750	2.7	229,670	321,538	1.68 16.93	
Total	803,463	3.3	2,594,844	3,677,177	1.78 17.97	

Table 9-7 Ore Reserve by Ore Body (Stage II)

Ore Body	Area m ²	Ore					
		W.D m	Volume m ³	Tonnage D.M.T	Assay % Ni+Co Fe		
Pomalaa	I	126,966	5.9	761,860	1,118,659	1.84	11.68
"	II	69,761	5.3	379,464	531,247	1.86	12.49
"	III	92,924	4.3	422,542	591,395	1.83	14.65
"	IV	114,617	4.0	458,705	642,800	1.95	15.93
"	V	93,140	4.6	418,350	543,140	2.02	14.03
"	VI	79,173	4.8	380,106	452,083	1.88	13.32
"	VII	122,211	6.1	788,078	1,043,703	1.96	15.23
"	VIII-N	77,747	5.8	421,486	590,295	1.66	15.98
"	VIII-S	68,460	5.4	369,560	518,447	1.77	13.58
"	IX-N	90,690	4.5	415,147	584,457	1.72	13.68
"	IX-S	85,710	6.2	533,356	695,799	2.01	17.16
"	IX-W	46,706	5.8	266,485	351,229	1.97	13.97
"	IX-O	9,267	4.9	46,147	64,606	1.86	14.24
"	X	201,985	6.1	1,194,436	1,561,598	2.04	15.19
"	XI	40,762	4.2	166,488	233,074	1.83	13.98
"	XII	107,191	5.1	501,323	659,782	2.03	17.29
"	XVIII	123,141	5.4	652,936	917,043	1.96	13.80
Total		1,550,451	5.2	8,176,469	11,099,357	1.91	14.55

採取したサンプルは0.5 kgに縮分して品位分析を実施した。

尚、分析作業は、ANTAM社の分析室およびジャワ島のバンドン大学で行なわれた。

9-1-3 鉍 量

北部ボマラ地区の埋蔵鉍量は第9-5表、第9-6表および第9-7表に示す如く第1次調査(1969) 3,677,000 吨。第2次調査(1970) 11,099,000 吨である。第1次調査3,677,000 吨の鉍量は、1968~1969年にわたるSUNIDECOとの共同調査を行なった際にANTAM社の採掘鉍体の一部を調査した時点で計上された鉍量である。この鉍量は主に鉍体の周辺部を調査したものであるためラテライト鉍石が多く、鉍石のニッケル品位は低く、鉄品位が高い。ANTAM社は今回の製錬計画の対象鉍量から一応除外して考えている。すなわち、本計画の対象鉍量としては第2次調査の鉍量11,099,000 吨、ニッケル品位1.8%以上、鉄品位12~15%程度のガーネライト鉍石である。

なお、ANTAM社が行なった鉍量計算の基準は下記の通りである。

- 1) Ni + Co品位と Fe 品位の比を1:7とし、基準とした。
- 2) Ni + Co品位を2.0%以上、1.8%以上の2つに区分して算出した。
- 3) 輸出用の高品位鉍石は除外した。
- 4) 比重は1.4を採用した。
- 5) Ni + Co品位0.9%以下は除外した。
- 6) 表土の深さは3 m以内とした。
- 7) 各々のピットを三角形のブロックに区分し一鉍画として鉍量、品位の算定を行なった。
- 8) 鉍量は推定鉍量である。
- 9) 採掘率、安全率は加味していない。

9-2 調査団による鉍量査定

当調査団はANTAM社が実施した第2次調査の全資料を現地で入手し、ANTAM社の鉍量計算の妥当性について査定を行なった。その結果を比較すると次の通りである。

第9-8表 鉍量計算比較表

区 別	埋 蔵 量 (D. M. T)	安全率 %	鉍 量 (D. M. T)	品 位		備 考
				Ni+Co	Fe	
ANTAM社	11,099,000	~	11,099,000	1.91	14.55	推 定
調 査 団	9,427,000	90	8,484,500	1.96	15.47	確定+推定

9-2-1 鉍量査定の基準

ANTAM社より入手した基礎資料は甚だ膨大なものであり、全資料を短期間に査定することは不可能であるため、調査団はANTAM社の全資料の中より約30%を任意に抽出して査定を行なった。基準としては次の通りである。

- 1) ANTAM社と同様の方法で行なった。
- 2) 横断面、平断面計算を行ない、チェックした。
- 3) 比重は1.4を採用した。
- 4) Ni + Co品位は0.9%以下は除外した。

5) Fe品位2.2%以上のラテライト鉱石は除外した。

6) 輸出用高品位鉱石(品位2.2%)は算出鉱量より差引いた。

7) 埋蔵鉱量に対して90%の安全率を見込み、採掘可能鉱量(Minable ore)とした。

9-2-2 調査団の査定鉱量

当調査団の査定鉱量は第9-9表および第9-10表に示す通りである。但し、第1次調査による鉱量3,677,000屯については資料不足につき、査定はしなかった。

第9-9表 調査団査定鉱量

区分	面積	鉱石					
		深サ	体積	埋蔵量	可採鉱量	品位(%)	
		m	m ³	D.M.T	D.M.T	Ni+Co	Fe
第1次調査	803,463	33	2,594,844	3,677,177	2,941,740 ^{※1}	1.78	17.97
第2次調査	1,550,452	59	9,134,780	12,760,250	11,484,500 ^{※2}	2.02	14.85
計	2,353,915		11,729,624	16,437,427	14,426,240	1.97	15.49

注) ※1 安全率80%

※2 この鉱量には輸出鉱石(Ni+Co2.2%以上)300万屯が含まれている。

Table 9-10 Assessed Quantity of Ore by Ore Body

Name of ore body	Area m ²	Ore						
		Depth m	Volume m ³	Reserve D.M.T	Minable Ore D.M.T	Grade (%)		
						Ni+Co	Fe	
Pomalaa	I	126,996	6.8	869,360	1,217,100	1,095,490	1.95	12.55
"	II	69,716	6.7	472,050	660,870	594,980	1.93	13.09
"	III	92,924	5.2	480,890	643,240	578,920	2.07	14.75
"	IV	114,617	4.3	492,000	689,080	620,170	1.96	15.68
"	V	93,140	5.7	531,500	744,100	669,690	2.24	15.82
"	VI	79,173	5.3	416,560	583,190	524,870	1.96	13.88
"	VII	122,211	7.0	855,060	1,197,090	1,077,360	2.09	16.01
"	VIII-N	77,747	5.8	421,500	590,300	531,270	1.78	15.98
"	VIII-S	68,460	5.4	369,560	518,450	466,600	1.72	13.58
"	IX-N	90,690	5.4	434,860	608,810	547,930	1.92	14.11
"	IX-S	85,710	7.9	682,640	955,700	860,130	2.23	17.00
"	IX-W	46,706	6.2	288,160	403,430	363,090	1.92	14.02
"	IX-O	9,267	4.9	46,150	64,600	68,140	1.86	14.27
"	X	201,985	6.4	1,302,130	1,822,980	1,640,680	2.07	15.02
"	XI	40,762	4.8	197,610	276,660	248,990	1.91	13.66
"	XII	107,191	4.9	527,360	738,300	664,470	2.12	17.39
"	XVIII	123,141	6.0	747,390	1,046,360	941,720	2.01	13.72
Total		1,550,451	5.9	9,134,780	12,760,250	11,484,500	2.02	14.85

9-3 今後の調査計画

ANTAM社は今後の調査方針として次の点を重点として計画又は実施中である。

北部ボマラ地区においては1969年の第1次調査により約367万屯、第2次調査によって1,109万屯の鉱量を確保したが、ピットの間隔が50×50m以上であるため鉱量、品位共に確定とはなっていないことを重要視し、1971年以降引き続き調査を実施中で、現在はピット間隔を25×25mに縮小、数を増加させ、鉱量、品位の確認を行なっている。又、現在のピットの掘り下げはすべて人力によっているため、10～12mの深度になると作業が困難となるのでボーリング機械を目下購入中である。

また更に第3次調査を計画中であって、タンジョン・パーカー地区を重点に精査行なう計画である。此の地区でもボーリング機械を購入して実施する計画である。

9-4 採掘計画

本計画に必要なニッケル鉱石は乾量250,000t/年であり、通常水分27%を含有しているので湿量(実採掘量)で343,000t/年となる。また、上記の採掘を行なうための表土除去量は年間54,000屯を必要とする。採掘計画は第9-11表に示す如くである。

Table 9-11 Mining Plan

				(Unit : ton)	
Division		Dry weight	Wet weight		
Mining	Quantity mined per annum		250,000	343,000	
	"	" " month	20,800	28,600	
	"	" " day	860	1,180	
	"	" " hour	148	203	
Strip-ping	Soil removed per annum		-	54,000	
	"	" " month	-	4,500	
	"	" " day	-	180	
Stripping ratio			0.22	0.16	

注)

1. 労働日数

年間の労働日数は290日として計画する。

一般休日 …………… 52日

国民休日 …………… 8日

雨期に於ける作業休止日数…………… 16日を見込む

2. 1日の労働時間

1日の労働時間は5.8時間として計算

8時間 - 1時間 × $\frac{50}{60}$ ≒ 5.8時間 (実作業時間)

9-4-1 設備投資

上記の生産量を達成するために必要な投資額をANTAM社は150万ドルと仮定している。すなわち

機械・器具	460,130 US\$
社宅・倉庫	909,580 #
道路	15,920 #
他	114,360 #

上記の投資は、現在すでに設備されているものであって、本計画の操業開始時には必要としない。採掘用の機械は年々計画的に更新される性質のものでANTAM社は年次計画を立案して投資する計画である。社宅、倉庫および道路等は現有のものを評価した額である。

年間343,000吨の粗鉱量と54,000吨の剝土量を実施するために第9-12表に示す採掘用機械をANTAM社は計画している。

第9-12表 採掘機械設備

(単位: US\$)

機 械 名	仕 様	数	単 価	金 額	耐用命数
Power shovel	0.6~0.8m ²	2	41,240	82,480	4年
Loader	1.5m ²	1	21,444	21,444	#
Bull-Dozer	D-80	3	42,059	126,177	#
Dump Truck	7t	9	10,634	95,706	2
Motor Grader	CD-31	2	24,030	48,060	4
Road Roller		1	9,957	9,957	4
Jeep		4	5,658	22,632	3
Pick-up		3	4,765	14,295	3
Motor cycle		10	827	8,270	3
Truck		1	6,507	6,507	3
Air compressor		3	8,201	24,603	4
Total				460,131	

9-4-2 人員計画

採掘部門の人員計画は、直接要員108名、間接要員160名、合計270名である。現在ボマラ鉱山の総人員は870名であって今回のANTAM社の計画では製錬部門を合わせて675名となっており約200名の余剰人員が発生する。特に船積部門、採掘部門では取扱量が減少するために、現有の人員の配置転換によって作業人員の確保は十分可能である。

9-4-3 採掘コスト

採掘コストは年間250,000吨の生産量および54,000吨の剝土量に対して1吨当たり2.85 US\$と計画されているがこれは10年間の物価上昇を十分見込んだ余裕のあるコストである。第9-13表に示す採掘コストの内容については次のことがいえる。

Table 9-13 Mining Cost

(Unit : US\$)

Cost elements		Cost Amount	Cost per ton		Remarks
			per dry weight ton	per wet weight ton	
Materials	Fuels, Oils and fats	31,030	0.125	0.091	
	Analysis, Test	6,600	0.026	0.009	
	Total	37,630	0.151	0.110	
Labour cost	Rank 1	28,422	0.114	0.083	12 persons
	Rank 2	65,368	0.262	0.191	46 "
	Rank 3	272,842	1.091	0.795	216 "
	Total	366,632	1.467	1.070	274 persons
Maintenance cost	Machines, Equipment	71,160	0.285	0.207	
	Houses, Warehouses	18,192	0.073	0.053	
	Road	1,600	0.006	0.005	
	Miscellaneous	2,108	0.008	0.006	
	Total	93,060	0.372	0.271	
Prime cost		497,322	1.990	1.451	
Administrative expenses		19,117	0.076	0.056	
Depreciation	Machines, Equipment	143,272	0.573	0.418	
	Houses, Warehouses	45,479	0.182	0.133	
	Road	1,592	0.006	0.005	
	Miscellaneous	5,718	0.023	0.017	
	Total	196,061	0.784	0.573	
Total		712,500	2.85	2.08	

Quantity of ore mined = 250,000 tons

Grade - Ni+Co = 1.8%

Fe = 18 %

Surface soil removed = 54,000 tons

1) 採掘機械設備

ボマラ鉱山の規模および採掘状態から考慮すれば機械設備は400,000US\$程度でよいと考えるが、インドネシアの国情からすれば15%UPの460,000\$は妥当である。

2) 機械設備の修理費

修理費としては全投資額の15%を計上しているが略々妥当であるとする。

3) 労務費

労務費の採掘コストに占める割合は53%であり、労務費割高のコストとなっている。その理由としては次のことがいえる。

a) 採掘人員

採掘に必要な人員を甚だ多く見込んでいる。

b) 採掘能率

採掘能率は甚だ低く、現在は25屯/人(直接要員)であるが、計画案では13屯/人となっている。

c) 労働賃金

労働賃金は、現在の一般的なインドネシアの労働賃金に比較して割高である。

採掘人員を多く計上している理由としては、インドネシアの国情および離島における共産主義者の活動等により余剰人員の整理が困難な状態にあるためANTAM社としては現在労働者の自然減耗をまっけて能率を向上する方法しかないわけである。

計画案としてはやむを得ない処理といえる。

上記の理由によって多くの人員を計画しているため労働者の社宅および附帯設備の増加が採掘コストを割高にしている。

9-5 採掘についての問題点

9-5-1 品質管理

低品位鉱石の採掘にあたって採掘の方法、採掘機械および人員の確保についてはANTAM社の能力から別に問題はない、最も重要なことは鉱石品位の調整である。

原鉱石の品位が低くなるに従って肉眼による品位の鑑定は困難となる。製錬工場へは平均した品質の鉱石を供給する必要があるため採掘現場における品質管理が重要となる。品質管理の処理としては次の点が挙げられる。

- 1) 多数の鉱体に多くの切羽を設ける。
- 2) 切羽の高さは3m以下とし、切羽長を多く取る。
- 3) 採掘切羽の品位図を作成して計画的な採掘を行なう。
- 4) 鉱体には補助ピット又はボーリングを増加し品位の確認を行なう。
- 5) プラントのストックヤードは品質別のヤードを設けて品質の配合を行なう。

9-5-2 Hard ore の採掘

ガーニエライト鉱石はその成因から鉱体の下部にhard ore が賦存している。Hard ore の採掘はパワー・ショベル(Power shovel)又はドーザー・ショベル(Dozer shovel)により作業困難な場合はブルドーザー(Bull Dozer)によるRippingを行ないローダー(Loader)で積込む方法がよいと考える。

9-5-3 現地製錬計画に基づく採掘計画

ANTAM社は1974年度中に現地製錬設備を完成させ、1975年度よりフェロニッケルの生産を計画している。この計画による原鉱石の必要量は年間25万屯(乾量)で計画品位はNi+Co・・・1.8%, Fe・・・12~15%の鉱石である。通常ボマラ地区の鉱石は平均27%の水分を含んでいるので採掘量としては年間34.3万屯となる。

1) 鉱山命数(MINE LIFE)

現地製錬計画の対象鉱量は、ANTAM社が第2次調査によって得た、北部ボマラ鉱床の1,110万屯の鉱石であって44年間の鉱山命数となる。又、調査団が査定した鉱量845万屯としても34年間となる。従って本計画案の鉱量としては十分であるといえる。ANTAM社が現在計画中の第3次調査によってタンジョン・パーカー鉱床の調査および第2次調査で除外された鉱床の周辺地区の精査によって更に鉱量の増加が考えられるのでニッケル鉱石の手当に問題はない。

2) 輸出鉱石と現地製錬との関係

ANTAM社とSUNIDE CO社との契約による対日輸出鉱石は1974年をもって終了することになっている。(歴年1975年5月)引続き1975年(歴年1975年6月)にはANTAM社計画の現地製錬用鉱石の生産に移行することとなるが、その関係は第9-14表の通りである。

第9-14表 採掘計画表 (単位: D. M. T)

年 度		1971	1972	1973	1974	1975	1976
輸 出 鉱 石	期 首 鉱 量	3,000,000	2,400,000	1,600,000	800,000	200,000	~
	生 産 量	600,000	800,000	800,000	600,000	~	
	残 在 鉱 量					(200,000)	
製 錬 鉱 石	生 産 量	~	~	~	60,000	250,000	250,000

上記に示す通り輸出用の高品位鉱石の契約は1975年5月で終了するが残存鉱量は約20万屯あり、実質的には1975年9月に終掘となりANTAM社としては現地製錬計画の完成を急ぐ理由があるわけで、輸出鉱石の枯渇する数ヶ月前に工場設備が稼働するためには、本工事の工期が26ヶ月と見込まれているので工事着手は1973年頭初となる。若しも工事の遅延等が発生するとANTAM社にとって最大の収入源を失うこととなり重大な危機となると共に地域労働者の社会問題が発生するおそれが多分にある。本工事の着手は1973年1~2月が望ましい。

10. 製錬方式

ニッケルの製品には金属ニッケル、フェロニッケルおよび酸化ニッケルがあり、それぞれの製品を製造するために、現在、各種の方法が採用されている。それを分類すると第10-1表のとおりである。

10-1 硫化ニッケル鉱の製錬

硫化ニッケル鉱は選鉱され易く、ニッケル含有量の高いニッケル精鉱が得られる。金属ニッケル製造の原料には、主に硫化ニッケル精鉱が用いられている。わが国では、住友金属鉱山㈱の四阪島製錬所において硫化ニッケル精鉱と珪質鉱(ガーネライト鉱)の両方を用いて、金属ニッケル用のニッケルマットを作っている。

カナダの International Nickel Co. (INCO) および Falconbridge, Sherritt Gordon 等の各社は硫化ニッケル精鉱を用いて金属ニッケルを第10-1表に示すような各種の方法によって製造している。インドネシアにおいては硫化ニッケル鉱の産出はなく、したがって、ここではこれ以上くわしくふれない。

10-2 珪質鉱、ラテライト鉱の製錬

珪質鉱はニューカレドニア、インドネシア等から産出され、わが国に輸入されて、主にフェロニッケルに製錬され、一部は金属ニッケルの原料となる。

珪質鉱、ラテライト鉱ともに現在までは、工業的に選鉱する良い方式がなく、珪質鉱(ガーネライト鉱)でNi+Coの品位が約2~3%のものが1970年度に73,000t(ニッケル純分)、主にニューカレドニアから、少量がインドネシア(ニッケル純分約8,000t)から輸入されている。

ラテライト鉱は一般にニッケル含有量も低く(約1.5%)、鉄の量が多いので、わが国では製錬されていないが、鉱石を産出する現地においてはすでに製錬されている。

例えば、キューバのNicaro、チェコスロバキヤのSeréd、キューバのMoa Bayでは、湿式法により金属ニッケルまたはその原料となる酸化ニッケル、硫化ニッケルを回収しており、ギリシャのLarymnaでは優先還元法によりフェロニッケルを製造している。

さらに、最近ではフィリピンにおいて Sherritt Gordon 社の技術により湿式法による製錬所の建設が報告されている。

本プロジェクトの対象となる鉱石は、第9項で述べたように、ニッケル約18% Ni/Fe(重量比) = $\frac{1}{4}$ のガーネライト鉱であり、現在わが国の各社で製錬しているニッケル(コバルトを含む)2.2%以上、Ni/Fe = $\frac{1}{5}$ 以上の鉱石に比較すれば一段と品位が低く、いわゆる輸出用鉱石(exportable ore)ではない。

勿論ニッケルの市況によって、採算可能なニッケル含有量は異ってくるが、このような低品位鉱をわが国まで運んで製錬するより現地で製錬する方が鉱石代は非常に安くなり、その面では有利であろう。

尚、ANTAM社の所有するボマラ鉱区には上に述べたガーネライト鉱以外に日本のSUNIDECOとの共同採鉱開発による膨大な量のラテライト資源を所有していることは前に述べた所であるが、今後のニッケル需給によっては、このラテライト鉱を対象とした製錬所の建設がANTAM社とSUNIDECOとの協力の下に行なわれなければならない。1970年10月、既にSUNIDECOの名前で、インドネシア政府に対して製錬所建設に関する計画書が提出されているが、その後の需給状況の変化、技術の発展により、更に再検討されるべきであろう。

10-3 ボマラ地区ガーネライト鉱を対象とするフェロニッケル製錬方式

Table 10-1 Smelting Process of Nickel in the World

1. Nickel Sulfide Ore			
Metallic nickel	I. Electrolytic process	Ni concentrate → roasting, smelting ₁ → converter removing iron ₂ → slow cooling and floatation for removal of Cu ¹ (Ni, Cu, Fe matte) ² (Ni matte) oxidizing roasting ₃ → reducing smelting ₄ → electrolytic refining ₅ ³ (Ni oxide) ⁴ (Ni anode) ⁵ (Ni metal)	INCO USSR Sumitomo metal Mining Co., Ltd.
	II. Matte-electrolytic process	Ni concentrate → roasting, smelting ₁ → converter removing Fe → electrolytic refining ₂ ¹ (Ni, Cu, Fe matte) ² (Ni matte anode)	Falconbridge
	III. Ammonia leaching process	Ni concentrate → leaching with ammonia ₁ → Hydrogen sulfide for removal of Cu ₂ → hydrogen reduction ₃ ¹ (Ni solution) ² (Ni purified solution) ³ (Ni powder)	Sherritt Gordon
	IV. Carbonyl process	Ni concentrate → Ni oxide → gas reducing ₁ → carbonylization ₂ → decomposing ₃ Crude = ¹ (Ni powder) ² (Ni carbonyl) ³ (Ni powder)	INCO
Nickel oxide	V.	Intermediate product from electrolytic process for metallic nickel	INCO Tokyo Nickel
2. Nickel Oxide Ore			
Metallic nickel	I. Electrolytic process	oxide ore → matte smelting ₁ → converter removing Fe ₂ → oxidizing roasting ₃ → the process hereafter is the same as the method I for Ni sulfide ore. ¹ (Ni, Fe matte) ² (Ni matte) ³ (Nickel oxide)	USSR Sumitomo
	II. Matte electrolytic process	oxide ore → matte smelting → converter removing Fe → the process hereafter is the same as the method II for nickel sulfide ore	Shimura Kako Co., Ltd.

<u>Nickel oxide</u>	III.	Intermediate product from the electrolytic process	Le Nickel
	IV. Ammonia leaching process	oxide ore → selective reduction → leaching with ammonia ₁ → removing of Fe and ammonia ₂ → roasting → sintering → Ni oxide ₃ ¹ (Ni solution) ² (Ni carbonate) ³ (Ni oxide) sinter	Nicaró
<u>(Metallic nickel)</u>	V. Sulfuric acid leaching process	oxide ore → leaching with sulfuric acid ₁ → pouring of H ₂ S ₂ → leaching with sulfuric acid ₃ → removing of Fe, Cr, Al, Cu, Pb, Zn ₄ → hydrogen reduction sintering ₅ → Ni briquette ¹ (Ni solution) ² (Ni sulfide) ³ (Ni solution) ⁴ (purified nickel solution) ⁵ (Ni powder)	Free Port Sulphur
<u>Ferro-nickel</u>	VI. Blast furnace process	oxide ore → briquette → blast furnace ₁ → converter → ferronickel ingot ¹ (crude ferronickel)	Nippon Mining Co.,
	VII. Elkem process	oxide ore → rotary kiln → electric furnace → converter → ferronickel ingot	Pacific Metals Co., Hiuga Smelting Co., Le Nickel Morro de Niquill
	VIII. Krupp-Renn process	oxide ore → rotary kiln ₁ → crushing → gravity separation, magnetic separation → ferronickel ingot ¹ (half melted reduced ore)	Nippon Yakin Kogyo Co., Zobcovice
<u>(Metallic nickel)</u>	IX. Moussoulos process	oxide ore → rotary kiln ₁ → electric furnace selective reduction ₂ → converter → ferronickel ¹ (selective reduction) ² (crude ferronickel)	Larco
	X. Hanna process	oxide ore → rotary kiln ₁ → electric furnace ₂ → skip mixer ₃ → electric furnace, or multiple furnace ₄ → ferronickel ¹ (pre-heating) ² (melting only) ³ (ferrosilicon reduction) ⁴ (refining)	Hanna

ボマラ地区のニッケル低品位ガーネット鉱の平均的な組成を第10-2表に示す。

第10-2表 ボマラ、ガーネット鉱の平均組成 (単位:重量%)

Ni	Co	Fe	Cr	Mn	Cu	SiO ₂	MgO	CaO	Al ₂ O ₃	P	S	L.O.I
1.78	0.02	12.0	0.5	0.16	0.005	44.0	22.0	2.0	1.3	0.001	0.02	9.0

此の鉱石は、現在日本で製錬している鉱石と大差ないが、ニッケルの含有量が低い。原理的には、現在日本で行なわれている製錬方式の何れによっても製錬可能である。日本で現在行なわれている製錬方式の代表的プロセスを第10-1図に示し、簡単に各方式の特長を述べる。

10-3-1 キルン-電気炉法(Elkem法)

大平洋金属㈱八戸工場、新発田工場；佛日向製錬所；志村化工㈱伊達工場；日本鉱業㈱佐賀関製錬所；日之出化学㈱等で行なわれている方法である。

一般には鉱石を破碎してロータリーキルンで加熱し、附着水分、結晶水を除き、熱い状態で密閉型電気炉に装入して還元熔融する。之に使用する密閉型電気炉がエルケム式電気炉であり、ノルウェーのElkem社により開発された炉であるが、日本における実施権は、日本の千代田工業㈱が所有しており、更に日本からの賠償、円借款による建設、技術援助、技術提契による海外における建設もすべて同社が実施権を持っている。

此の方法は、ニューカレドニア、Société Le Nickelのドニアンボ(Doniambo)製錬所で以前から稼動していたが、その操業成績は悪く、日本では初めて1965年に大平洋金属㈱新発田工場で採用した。その後日本における製錬各社は、此の方法を採用する所が多くなった。日本におけるフェロニッケル製錬設備の主な変遷を第10-3表に示す。

此の表でも分るように、日本冶金㈱を除き、すべてのフェロニッケルメーカーでは、全部か又は一部に電気炉方式(エルケム方式)によっていることが分る。

特長及び問題点：一

- 1) キルンにおける加熱は、普通1,000℃までであり、更に高温に加熱すると、焼鉱が固着する恐れが生じる。
- 2) キルン内で原料鉱石の粉状のものは或程度粒状となり、塊鉱は熱のため崩壊して粒度が一定となる。
- 3) 煅焼鉱(Calcined Ore)は赤熱状態のまま電気炉へ直接装入するので、熱効率がよく、電力消費が少なくて済む。
- 4) 一般にニッケル鉱石のニッケル含有量は低く、エネルギーの大部分は鉱石のgangue mineralの溶解に消費される。
- 5) 電気炉内の温度コントロールが容易である。
- 6) 製造原価に占める電力代の比率が大きく、電力単価の低いことが採算性の良いことになる。消費電力は鉱石屯当たり550~650KWHである。従ってニッケル含有量が高い程有利である。

10-3-2 溶鉱炉法

日本鉱業佐賀関製錬所で行なわれている方法である。技術的には大型化も可能であるが、その増設の過程から、現在の能力は溶鉱炉4基で8,800t/年(ニッケル純分)となっている。その後同製錬所は、30,000KVAのエルケム式電気炉を増設し、1基で能力7,700t/年(ニッケル純分)を有し、4基の溶鉱炉に匹敵している。

特長及び問題点：一

- 1) 鉱石は炉内通風をよくするため、強固な団鉱又は焼結鉱を必要とする。

Fig. 10-1 Typical Fe-Ni Smelting Process in Japan

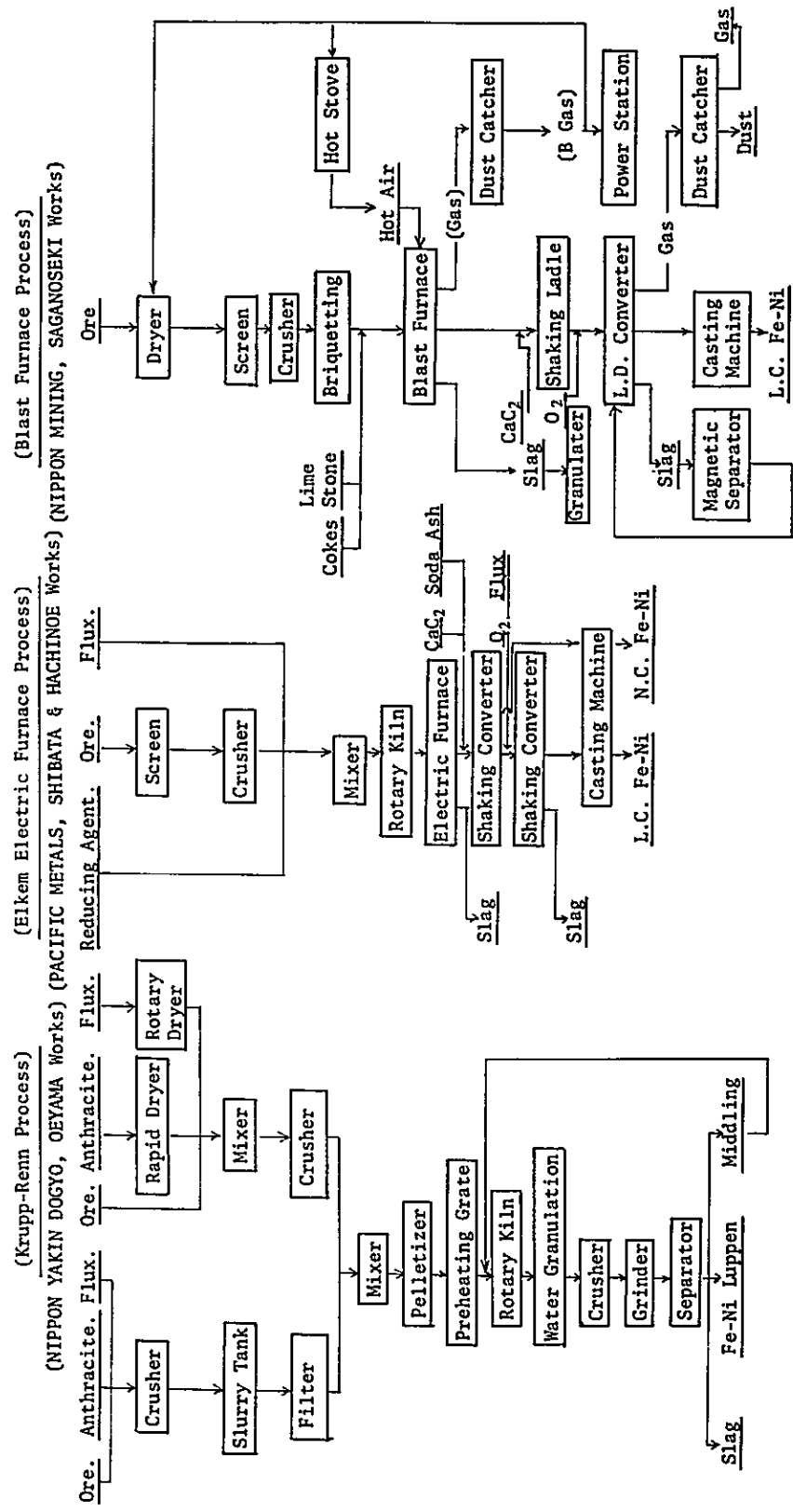


Table 10-3 Principal Change of Ferronickel Smelting Facilities in Japan

Year	Production (In net weight of nickel-Ton)	Change of facilities
1952		Nippon Mining started the production in one blast furnace. Nippon yakin restarted luppe process with two kilns.
1953	1,657	
1954	2,261	Nippon Mining adopted oxygen purification process.
1955	2,878	Nippon Mining started No. 2 furnace.
1956	5,655	Nippon Mining started No. 3 furnace. Hiuga Smelter started production with sintering - open electric furnace.
1957	7,513	Nippon Mining started No. 4 furnace. Toyama Smelter started production with sintering - open electric furnace.
1958	3,133	
1959	9,031	Pacific Metals started operation (with 7 units of open electric furnaces).
1960	15,006	Nippon Mining expanded its furnaces. Hiuga Smelter increased open electric furnaces.
1961	15,648	
1962	8,303	
1963	15,823	Shimura Kako started production with open electric furnace.
1964	21,363	
1965	19,239	Pacific Metals installed 7,500 K.V.A. Elkem system electric furnace in Shibata Works. Toyama Smelter increased open electric furnace.
1966	25,486	Pacific Metals installed 5,000 K.V.A. open electric furnace in Hachinohe Works.
1967	36,344	Pacific Metals installed 18,000 K.V.A. Elkem system electric furnace in Hachinohe Works. Nippon Mining started production by luppe method with kiln. Nippon Yakin increased 4 kilns.
1968	38,500	Pacific Metals installed 12,000 K.V.A. Elkem system electric furnace in Shibata Works. Hiuga Smelter installed 15,000 K.V.A. Elkem system electric furnace.
1969	50,356	Pacific Metals installed 25,000 K.V.A. Elkem system electric furnace in Hachinohe Works. Hiuga Smelter increased Elkem furnace. Shimura Kako installed two 8,150 K.V.A. Elkem furnaces in Date Works.
1970	66,855	Nippon Mining installed 30,000 K.V.A. Elkem furnace. Hiuga Smelter increased two 25,000 K.V.A. Elkem furnace, Pacific Metals installed 40,000 K.V.A. Elkem system electric furnace in Hachinohe Works.
1971	78,209	

- (2) スラグ成分をコントロールするために、石灰石、珪石等のフラックスの使用量が電気炉方式に比べて多い
- (3) 還元剤として良質のコークスを必要とする。
- (4) 炉の熱効率はよく、排ガスは熱風の予熱、発電等に利用される。

10-3-3 クルップ・レン法 (Krupp-Renn法)

日本冶金(株)大江山製造所で昭和17年から行なわれている方法である。無煙炭、珪砂、石灰石、鉍石を共に微粉砕し、よく混合したあとペレットにし、ロータリーキルンで最高温度約1,300℃で加熱還元して粒鉄とし、更に粉砕して粒鉄とスラグを比重選鉍法、磁力選鉍法等によって分離する。

特長及び問題点：-

- (1) ロータリーキルンのみを使い、設備投資は割安となる。
- (2) ロータリーキルンに装入する原料は充分に粉砕、混合する必要がある。
- (3) 製錬実収率が他の方法に比し若干低い。(88~90%)
- (4) 製品粒鉄を精製しないので、磷、硫黄のコントロールが出来ない。

日本冶金では、製品フェロニッケル粒鉄は自社内で消費し、他に販売していないので、JIS規格に当てはまらない製品であっても問題とはならない。

10-3-4 優先還元法

低品位鉍を今まで述べて来た方法で還元製錬すると、鉍石中のNi/Feの比が小さいので、得られる製品のニッケル品位が低くなり、そのままでは使用出来ない。この場合には、鉍石中のニッケルを優先還元して鉄の還元率を下げ、製品中のニッケルの品位を上げる方法がとられる。この優先還元法は低品位のガーネライト鉍にも、また、ラテライト鉍にも応用出来る方法で、現在まで低ニッケルラテライト鉍に応用されている。ギリシャのLM法、アメリカのHanna法が、企業化されている代表的なものである。また、Strategic Udy法、Falcon法、U.S. Bureau of Mine法、高桑法、その他各種の方法が提案されている。

(1) LM法

ギリシャのL.Moussoulos教授の研究によるもので、現在ギリシャのLarymna工場で操業されている。この方法は鉍石を粉砕して還元剤とともにキルンに装入し、ガス還元によって鉍石中の鉄分を還元する。電気炉内では炉内の装入表面を熔融状態に保ちながら、この鉄分を還元剤として、未還元の酸化ニッケルを還元するものである。鉄分は酸化鉄(FeO)となってスラグに入る。現在、ギリシャで使用されている鉍石はニッケル約16%、鉄35%、SiO₂ 3.0~10.0%のラテライト鉍である

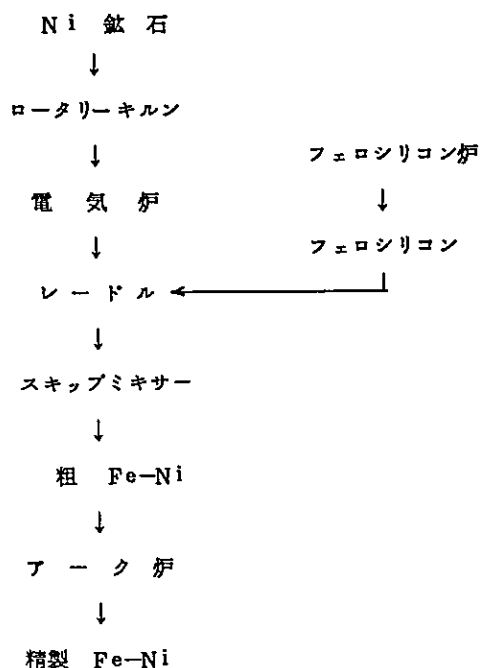
(2) Hanna法

アメリカのHanna Nickel Smelting Co.のRiddle鉍山で行なわれている方法でその工程図を第10-2図に示す。

使用鉍石は低品位のガーネライト鉍で、ニッケル1.5%、鉄8~15%、MgO 25~38%、SiO₂ 45~55%である。これを乾燥し還元剤として微粉炭またはオガクズを加えて、キルンに装入する、Fe₂O₃の約50%がFeOに還元される。これを熱いうちに、電気炉へ装入し、鉍石を溶かし、溶けた鉍石はレードルからスキップミキサーへ移され、同時にフェロシリコンを加えてニッケルを還元する。この操作を数回繰り返して、十分ニッケルを還元し、スラグを分離する。さらに、磷を除くために、アーク炉で精製する。

この方法は手数が多くかつ、作業が繁雑であり、量産には適当な方法ではない。

第10-2図 Hanna法工程図



(3) その他の方法

アメリカのStrategic Udy社が開発したUdy法はロータリーキルンでニッケルの大部分およびFe^{III}をFe^{II}に還元し電気炉で急速溶解する。スラグはさらに別の電気炉で還元されて鉄銹となる。試験操業は1,000KVAの炉で行なわれたようであるが、鉄分の高いラテライト鉍に対しては有利な方法である。さらに、わが国でも同様なアイデアによる方式が数多く発表されているが、工業化されてはいない。Falcon Bridge社では堅型炉によって優先還元して、電気炉で溶解する方法をドミニカ共和国で試験操業中である。

10-4 フェロニッケルの精製方法

クルップ・レン法によって出来たフェロニッケルについては精製されずにステンレス鋼等の原料として使用されるが、その他の溶鉍炉法、電気炉法では一般に精製されて市販される。

第10-4表 日本のJIS規格

(単位:%)

種類	記号	Ni+Co.	C	Si	Mn	P	S	Cr	Cu
高炭素フェロニッケル	FNiH	18.0~23.0	>3.0	<2.0	<0.5	<0.30	<0.05	<2.0	<0.10
中炭素	" 1号 FNiM1	23.1~28.0	<0.25	<0.5	<0.5	<0.03	<0.03	<0.10	<0.10
"	" 2号 FNiM2	18.0~23.0	<0.25	<0.5	<0.5	<0.03	<0.03	<0.10	<0.10
低炭素	" 1号 FNiL1	>28.0	<0.02	<0.3	<0.5	<0.02	<0.03	<0.10	<0.10
"	" 2号 FNiL2	23.1~28.0	<0.02	<0.3	<0.5	<0.02	<0.03	<0.10	<0.08
"	" 3号 FNiL3	18.0~23.0	<0.02	<0.3	<0.5	<0.02	<0.03	<0.10	<0.08

(注) Co. 含有量はNi含有量の1/20以下とする。

第10-5表 S.L.N.社の規格 (単位:%)

種類	Ni+Co	S	O	Si	P
FN1	>20	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04
FN2	>20	<0.04	1.5~2.0	~3.0	0.03~0.04
FN3	>20	<0.30	1.5~2.5	3.0~3.5	0.03~0.04

このような規格に合うためにも精製工程が必要であるが、一般に脱硫工程と脱炭工程に分れる。

脱硫工程はカーバイドとソーダ灰を熔融状態の粗フェロニッケルに加えて行なわれるが、使用する炉には低周波誘導炉、又はシェーキングコンバーター、KR type脱硫装置等があり、各社夫々使用している。シェーキングコンバーターはスウェーデンのB.Kalling教授のアイデアで、ドイツのGHWが開発したものであり、日本における製作市販は大平洋金属㈱、大倉商事㈱の両者に権利が譲られている。シェーキングコンバーターによる技術は大平洋金属㈱から、ニューカレドニアのドニアンポ製錬所にも輸出されている。

脱炭工程は酸素ガスを吹き込んで行なわれるが、シェーキングコンバーター、LD転炉が一般的に使用されている。LD転炉は日本鋳業㈱佐賀製錬所で行なわれている方法であり、大型の製鋼炉では現在一般化されている技術である。

10-5 本プロジェクトの方式

以上各種の方法について簡単に説明して来たが、ボマラ地区の鋳石を処理するための方法として、製品の販売等をも考えると、現段階においてはキルナー電気炉方式が適当であろう。尚、このキルナー電気炉方式は優先還元による低品位ラテライト鋳処理の可能性もある。

ANTAM社がキルナー電気炉方式を最適な方法として採用しようとしているのは妥当な結論である。

10-6 湿式製錬法によるボマラ地区鋳石の処理

本プロジェクトの製品はフェロニッケルであり、したがって金属ニッケルまたは酸化ニッケルを製品とする湿式製錬法は対象とならない。将来、低品位ラテライト鋳を処理する場合、湿式法による金属ニッケル、酸化ニッケルの製錬と、電気炉によるフェロニッケル製錬法のいずれが有利な方法であるか、その判定は困難である。優先還元法の技術の確立、セグリゲーション法等の予備処理による高品位ニッケル精鋳の製造技術の確立等、現在開発途上の技術によって判定が下されよう。

現状においては、低品位ラテライト鋳の製錬は、キューバ、チェコスロバキアでは還元-アンモニウム浸出法(Nicarof法)、Moab Bayでは加圧硫酸化浸出法が行なわれている。また、フィリピンのSurigaoにおいて、Marinduque Mining and Industrial CorporationがNi 1.22%、Co 0.1%、Fe 38.4%という低品位ラテライト鋳を湿式法で処理し、純金属ニッケル 34,200t/年、硫化ニッケル-コバルトを純分としてNi 3,300t/年、Co 1,650t/年を生産する計画を発表している。わが国の金属ニッケルの年産約13,400t、フェロニッケル78,000tと比較すれば、その計画の大きさが推定出来る。

10-7 キルナー電気炉法による適正な生産規模について

エルケム式電気炉の容量は大小各種あり、現在わが国では7,500KVAから40,000KVAの各種の容量のものが稼働している。

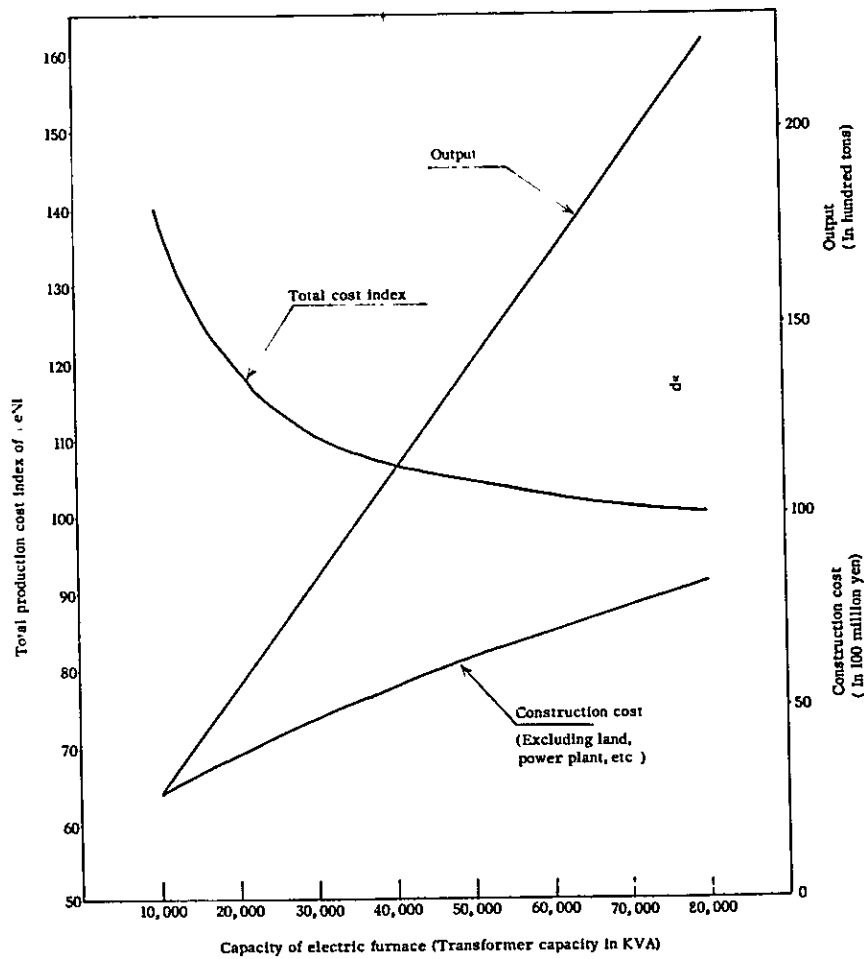
生産性は容量の大きいもの程有利である。日本における電気炉容量と Fe-Ni 製造総原価、建設費および生産量の関係の一例を図示すれば第 10-3 図のようになる。これは各種の仮定を設けての試算例であり、鉍石品位および各種使用原単位が異なれば、勿論変わってくるものである。この例においても、20,000KVA の炉と 30,000KVA の炉を比較すれば、30,000KVA の炉において、総原価指数は 8% 程度低くなり有利となっている。したがって、最近作られる電気炉は益々大型化して行くことが分る。

しかし、わが国の各工場においても建設の初期においては比較的小型の電気炉を採用し、技術者の経験を積み、作業に習熟した上で、さらに大きな炉を建設して行く過程をたどっている。勿論、その様な条件が充たされており、鉍石の必要量の入手、製品フェロニッケルの販路の確保等も充分行なわれていれば、当初から大型炉を建設する方が有利である。

本プロジェクトにおいては、鉍石量は充分にあるが、技術者の確保及び現在のニッケル市況から見て、20,000KVA の電気炉からスタートするのが賢明な方法であると思われる。

ただし、この 20,000KVA で収益が上がるのが前提となることは勿論であるが、それについては、以下の経済性の項で述べるように、十分に収益性のあるものと認める。

Fig. -10 3 Capacity of Electric Furnance to Total Production
Cost of Ni + Co, Construction Cost and Output



10-8 ポマラ地区ガーネライト鉱による試験操業

ポマラ地区における低品位ガーネライト鉱の処理については、ANTAM社はその選鉱の可能性につき、Australian Mineral Development Laboratories, Adelaide (1970)に、またIndonesiaのBandungのInstitute of Metallurgy (1968~1970)に試験研究を依頼したが、良い方法がなく、また1970年にはElkem, Norwayに電気炉製錬のための基礎試験を依頼した。

その結果、Elkem法により製錬出来るとの確信を得て1970年8月、大平洋金属㈱に鉱石の試験操業を含めてfeasibility studyの依頼を行なった。

この試験操業は、平均ニッケル品位 1.29%のガーネライト鉱 9,600tを大平洋金属㈱新発田工場で、1970年10月16日から11月13日までの約1ヶ月間を3期に分けて行なわれた。第1, 2期の試験では、ニッケル品位 13.3%及び16.5%のものにつき普通のキルナー電気炉法により、第3期はニッケル1.55%のものにつき、Selective pre-reduction processによって行なわれた。Ni+Co/Total Feは1/6.3~1/6.8であり、現在わが国で処理している鉱石の約1/5に比べて小さくなっている。

此の試験操業の結果、この鉱石は普通のキルナー電気炉によって操業可能であることが実証され、また Feasibility Reportの基礎となる各種の操業原単位が求められた。

この試験結果の内容についてはANTAM社、ならびに大平洋金属㈱の強い要請によってこの報告書には記載出来ないが、調査団としてはその詳細につき、検討を加えた。

また Selective pre-reductionのtestについては、短期間の実験であり、工業化のためには、さらに引き続き研究を続けることが必要であるが、将来の方向としては、可能性のある方法の一つであることを実験結果は示している。

なお、鉱石品位の製造原価に及ぼす影響については、後に述べるように本計画の20,000KVA電気炉方式の設備費を約100億円とした場合、ニッケル分2.2%の鉱石を処理した時の製造原価を100とすれば、1.8%、2.0%、2.4%の場合の原価指数は略々次表の如くなると考えられる。

第10-6表 鉱石品位とFe-Ni製造原価指数

鉱石ニッケル品位 (%)	製造原価指数
1.8	120
2.0	110
2.2	100
2.4	90

此の表からも鉱石の品位の高いもの程有利なことが分る。

11. 製 錬 設 備

11-1 生 産 計 画

SUNIDECO と ANTAM社との共同開発によりボマラ地区で採掘されている、ニッケル鉱石 (Ni+Co 2.2% 以上) の輸出は、今の処 1975年5月末をもって完了する予定であり、その後周辺に残ったニッケル鉱石は純度の低いものであることが判明している。

ANTAM社調査によるボマラ地区ニッケル鉱石の代表的化学組成は第11-1表の通りである。

第11-1表 ボマラ地区ニッケル鉱石の化学組成

(単位:%)

Ni+Co	Fe	Cr	SiO ₂	MgO	S	Al ₂ O ₃	CaO	結晶水
1.60	10.85	0.40	48.92	18.05	0.02	1.19	3.15	7.69
1.62	13.0	0.62	43.30	22.23	0.03	1.62	0.00	9.50
1.70	15.38	0.92	44.24	17.17	0.02	2.30	1.27	8.81
1.81	11.26	0.59	40.48	18.84	0.02	5.01	2.86	10.21
1.98	15.25	0.66	38.06	15.92	0.00	2.29	0.00	9.38
2.10	10.0	0.70	44.10	22.56	0.01	1.75	0.00	9.75
2.14	13.0	0.64	44.68	16.94	0.02	2.60	2.68	8.50
2.19	15.2	0.68	36.76	16.08	0.02	5.34	2.68	10.67

従つてANTAM社は輸出向ニッケル鉱石の採掘後の事業計画としてこれ等低品位ニッケル鉱石のボマラ現地でのフェロニッケルの製錬計画をたてたものである。

ANTAM社は低品位ニッケル鉱石の平均的組成を前掲第10-2表の如く想定し埋蔵鉱量約1,000万tをベースに年間25万t(乾量)の鉱石を使用し、ニッケル純分4,000t/年のFe-Ni(約2,000t/年)の生産を計画している。

Fe-Niの生産方式は、製錬方式の項で前述した如く、エルケム式電気炉方式を選定しており、上記鉱石成分を基礎として20,000KVA電気炉1基が主体となっている。

製品Fe-Niの化学成分は次の如く計画されている。

第11-2表 製品Fe-Niの化学成分

(単位:Wt%)

	Ni	Co	C	Si	Cr	P	S	Cu	Fe
粗 Fe-Ni	17.0	0.24	2.3	3.5	1.9	0.02	0.15	0.06	Bal
H.C. Fe-Ni	17.0	0.24	2.3	3.5	1.9	0.02	0.02	0.06	Bal
L.C. Fe-Ni	20.0	0.45	0.01	0.02	0.1	0.01	0.01	0.06	Bal

生産率は操業技術の習熟と若干の安全性をみて、ANTAM社は操業開始年度は80%、第2年度90%、第3年度95%、第4年度から100%のフル操業を計画している。

本プロジェクトの成果を一日も早く上げるには、可急的速やかに操業度を向上させることが第1であり、それによって収益も早く生み出されることになる。此の操業立上り計画は我々の感覚からすれば余りにも冗長に過ぎる感じがするが、ANTAM社としては全く初めての操業経験でもあり安全を大きくみていることもうなづけないわけではない。然し、我が国の技術者の適切な操業指導とANTAM社技術者の熱意と努力とにより、此の生産計画より相当早くフルアップすることが出来るであろうことを願い、且つ期待する。

生産プロセスの概念図とマテリアル・バランスを第11-1図に示す。

又各種原材料並びにエネルギー原単位は次の通りである。

第11-3表 生産プロセスにおける各種原材料とエネルギー原単位

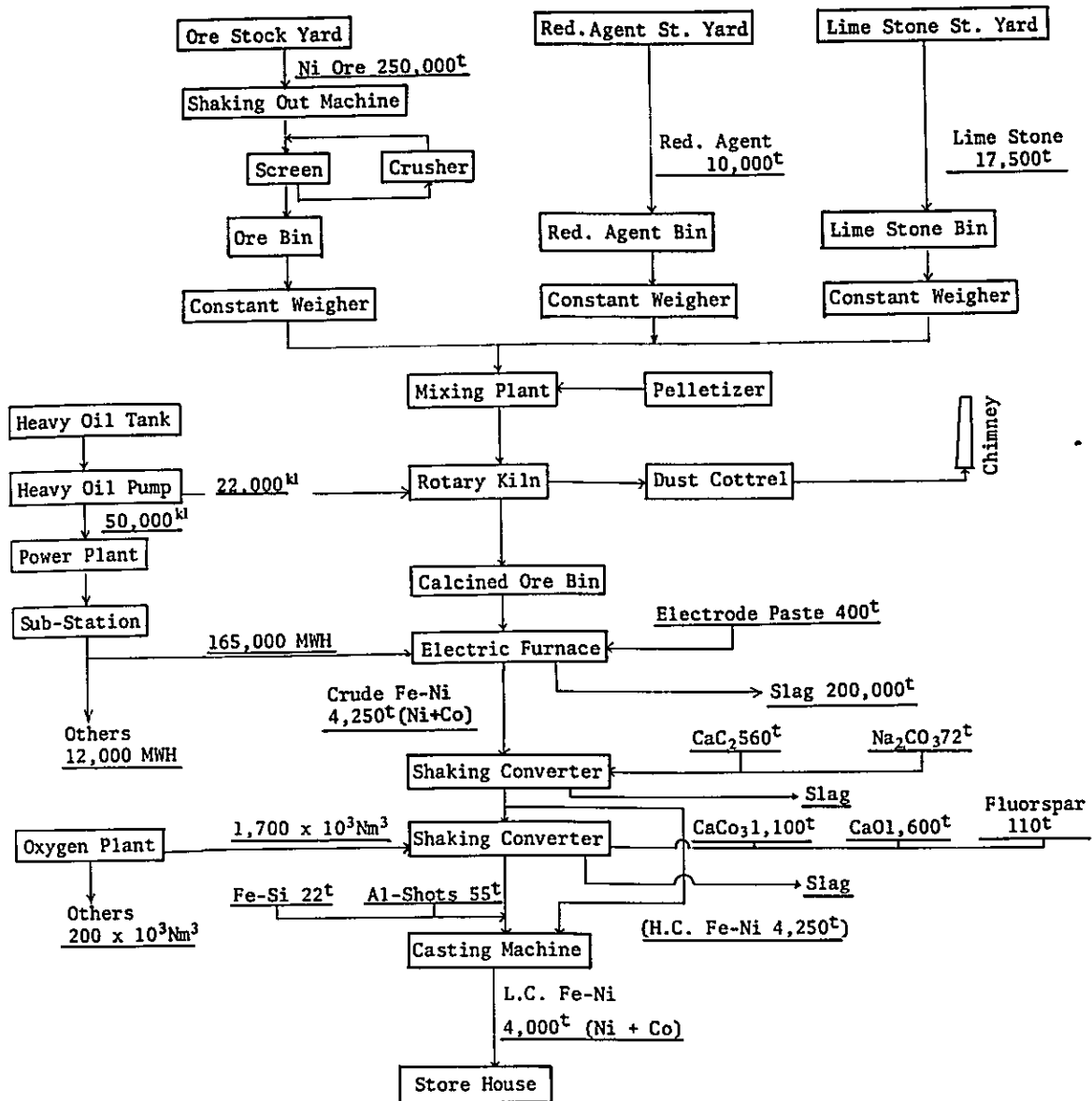
名 称	年間使用量	Ni 鉱石屯当り	L.C.Fe-Ni屯当り	Ni 純分屯当り	備 考
Ni 鉱 石	250,000 t	-	12.5 t	625 t	
選 元 剤	10,000	400 kg	0.5	25	
石 灰 石	21,800	872	1.09	5.45	生石灰用3,200 tを含む
生 石 灰	1,600	6.4	80.0 kg	400 kg	
電 極 材 料	400	16	20.0	100	
カルノウム・ カーバイド	560	224	28.0	140	
ノ ー ダ 灰	72	0.29	3.6	18	
螢 石	110	0.44	5.5	27.5	
フクロンリコン	22	0.09	1.1	5.5	
アルミ・ノット	55	0.22	2.8	13.8	
電 力	180,000MWH	720KWH	90MVH	450MWH	一般住宅等用3,000MWH を含む
重 油	72,000 Kℓ	288 ℓ	36 Kℓ	18.0 Kℓ	
酸 素	$1.900 \times 10^3 \text{ Nm}^3$	76 Nm^3	950 Nm^3	475 Nm^3	
工 業 用 水	$27,920 \times 10^3 \text{ t}$	1117 t	1,396 t	6,980 t	3,490 t/H 発電所用2,200 t/Hを含む
循 環 水	$21,920 \times 10^3$	877	1,096	5,480	2,740 t/H 発電所用1,800 t/Hを含む
補 給 水	$6,000 \times 10^3$	240	300	1,500	750 t/H 発電所用400 t/Hを含む

11-2 工場立地条件

工場建設立地の最適条件としては

- (1) 原材料の運搬、搬入が容易であること。
- (2) 生産製品の搬出、出荷が容易であること。
- (3) Utility関係が得易く且つ供給に便なること。

Fig. 11-1 Concept of Production Process and Material Balance



- (4) 従業員の労働環境が良好なこと。
- (5) 工場発成品の処理がしやすいこと。

等があげられるが、これ等の諸条件を勘案して、ANTAM社は別添ボマラ地区設備配置図に示す位置に工場建設を計画しており、これは原料鉍石の採掘地点から遠くても約4km以内に位置し、建設機器資材の陸揚、製品積出の為のJettyから約1.5km、今回計画中の新Jettyからも約2kmの地点であり、その他の諸条件についても満足出来る位置にあり、最適立地と考える。

11-3 工場レイアウト

工場敷地は将来の拡張計画も考慮して約18万㎡を確保し、別添工場配置計画図に示す如きレイアウトを計画している。

現在土地造成中であり、約30%の土盛りを完了している。

工場配置の主要部分は

- (1) 貯鉍ヤード
- (2) 鉍石処理設備
- (3) ロータリーキルン設備
- (4) 電気炉設備
- (5) 精製設備
- (6) 鑄造設備
- (7) 製品ヤード

であり、これ等がほぼ中心部に位置し、これに近接して発電設備、燃料重油タンク設備が併設され、その他の附帯設備が周辺にレイアウトされている。

此の配置は、将来更に1系列増設を考える場合にはほぼ対照的に並列することが可能であり、望ましいレイアウトと思われる。

たゞ電気炉から出て来るスラグの流し場は出来ればロータリーキルンの位置と入れ替えた方が、将来もう1基電気炉を増設する時に共用出来ることと、冷却、破砕したスラグを搬出するのに便なることを考慮すれば更に良策ではないかと考えられる。

11-4 工場建設について

11-4-1 工場設備

計画中の製錬工場設備並びにその主な仕様諸元及び設備投資予定額は第11-4表並びに第11-5表の通りである。

ANTAM社の製錬プラント設備計画は、現在大平洋金属㈱八戸工場で操業中の25,000KVAプラント(フェロニッケル約35,000t/年生産)をモデルとして計画されたものであり、八戸工場において順調な操業が続けられており、建設、操業の両面にわたる日本からの技術指導とANTAM社技術者の熱意と技術習得により、満足

すべき結果が得られるものと確信する。

製錬操業のポイントは適切な鉱石処理と良好な煅焼鉱を定常的に電気炉へ供給することであり、又操業率向上のポイントは電極の焼成とコントロールにあり、これ等の点につき、設備面で更に充分な留意を望みたい。

11-4-2 建設工程

工場建設の工程は、原計画によれば設備発注後26ヶ月となっており、日本からの機器、資材の輸入、辺鄙なボマラ現地での建設工事、現地人労務者の労働性等を考慮すれば、まず妥当な工程と考えられる。ANTAM社計画について若干附言すれば、Utility関係(特に電気、水、燃料等)の供給設備は出来る限り早く完成させ、入念な試運転を行なっておくことが必要である。特に配管配線等については操業開始時点での初期トラブルが起り易いものであるので注意を要する。

又、原料関係設備、特にロータリーキルン設備並びにこれに伴って必要な鉱石処理設備は順調な電気炉製錬における操業立上りを期待する為には、少なくとも電気炉設備より1~2ヶ月前に完成させ、良質な煅焼鉱生産の自信をつけておくことが必要である。参考までに当調査団として推奨する建設工程計画表を第11-7表に添付する。

11-5 港 湾 設 備

現在のニッケル鉱石積出用Jettyは、海岸より約600m沖に突出しており、その先端に約5,000 m^2 の貯鉱場を有し、そこから巾約900mm、長さ約150mのベルトコンベヤー(速度1m/秒、25KW×2台、積込能力約2,400t/日)でバージに積込んでいる。

現在のJetty周辺部はサンゴ礁が多く、干潮時には海面に姿を現わす程度なので、バージヤランチ以上の大型船は着岸不可能である。

今回計画においては、ニッケル鉱石に代りFe-Niを積出すこととなるので、積出量は現在のニッケル鉱石年間約60~80万tからFe-Ni年間約2万tに減ることになるが、積出能率を上げるため、新たに現Jettyより更に200m沖に突出した新Jetty(巾18m、長さ52m)を建設し、3,000~5,000DWT級の船舶を着岸させる計画となっている。此の場合水深約6~7mを必要とするが、此の位置では殆ど浚渫は不要である。

目下新Jettyの取付道路部分を構築中であった。此のJettyは工場建設に必要な機器、資材の揚陸にも使用することとなるので、機器、資材搬入時期迄に完成させる必要があり、又機器の1ロット重量最大約50tに堪え得る構造のものでなければならぬ。

11-6 工 業 用 水

工業用水としての使用量は

(1) ロータリーキルン及電気炉	700 m^3 /Hr
(2) 発 電 所	2,200 "
(3) 酸 素 工 場	100 "
(4) 精 製 設 備	400 "
(5) その他(飲料水を含む)	90 "
Total	3,490 "

であるが、此の内2,740 m^3 /Hrは循環水として使用する計画であり、新規補給水は約800 m^3 /Hrと考えられる。之に対して工場予定地より西南方約1,500mの地点にKomoro川が流れており、乾期においても約1,200 m^3 /Hrの流量があり、年間を通じて流量にあまり変化がない模様なので、今回計画の補給水としては充分であろう。

然し、将来の生産規模の拡大、流量の変動、大洪水等に備えて、或程度上流地点に適当な貯水量を有するダム式貯水

Table 11-4 Summary Of Pomalaa Fe-Ni Project Cost Estimate
(In Equivalent US Dollars)

Item of Equipments	C.I.F.	Installation	Civil Works	Others	Total	Remarks
1. Ore Stock Yard	-	-	58,620	-	58,620	
2. Screening, Crushing & Mixing Plant	560,000	54,000	71,070	-	685,070	
3. Rotary KiIn Plant	1,920,000	300,000	316,900	-	2,536,900	
4. Electric Furnace Plant	2,600,000	370,000	615,370	-	3,585,370	
5. Refining Plant	1,800,000	74,000	128,450	-	2,002,450	
6. Store House for Products	-	-	125,730	-	125,730	
7. Store House for Miscellaneous Articles	-	-	76,520	-	76,520	
8. Store House for Reducing Agents	-	-	108,130	-	108,130	
9. Analytical Laboratory	150,000	-	105,820	-	255,820	
10. Power Plant and Sub-Station	3,780,000	225,000	429,760	-	4,434,760	
11. Oxygen Plant	600,000	165,000	43,970	-	808,970	
12. Water and Oil Supply Systems	1,000,000	545,000	102,000	-	1,647,000	
13. Jetty	-	-	260,390	-	260,390	
14. Electric Wiring Works	473,000	140,000	54,270	-	667,270	
15. Brick Works	855,000	140,000	-	-	995,000	
16. Land Levelling, Road Building and Drainage Works	-	-	190,000	-	190,000	
17. Air Strip	-	-	300,000	-	300,000	
18. General Buildings, Houses & Company Residences	-	-	1,000,000	-	1,000,000	
19. Unloading, Transportation & Storing	-	-	-	170,000	170,000	
20. Steel Structure Materials	1,589,000	-	-	-	1,589,000	
21. Miscellaneous	200,000	50,000	-	3,080,000	3,330,000	
22. Contingency Reserve	-	-	-	2,173,000	2,173,000	
Grand Total	15,527,000	2,063,000	3,987,000	5,423,000	27,000,000	

Table 11-5 Equipments and Equipment Investment for Pomalaa Ferronickel Smelting Plant

Equipment	Specifications	Machines (C.I.F. in \$)	Installation cost (In \$)	Civil Works costs (In \$)	Miscellaneous (In \$)	Total (In \$)	Remarks
1. Ore Stock Yard	Indoor yard 2,400 m ² Outdoor yard 1,600 m ²		54,000	58,620		58,620	
2. Screening, Crushing, & Mixing Plant		560,000		71,070		685,070	
1) Shaking-out Machine	80-120t/h, 37kW unit						
2) Single Toggle Crusher	30t/h, 30kW unit						
3) Ripple Flow Screen	80-120t/h, 15kW unit						
4) # / Impeller Breaker	30-40t/h, 75kW unit						
5) # / Conveying Equipment	80-120t/h, 1,800W x 5,400L						
6) Reducing Agent & Limestone Hopper	60t x 3units						
7) Ni Ore Hopper	100t x 2units						
8) Weigher for Coal & Limestone	0.5-5 t/h x 3units						
9) Weigher for Ni Ore	10-100 t/h x 2units						
10) Pelletizer	80 t/h, 5.5m ³ , 110kW unit						
11) # 2 Conveying Equipment	80-120 t/h, 900W x 94,700L						
3. Rotary Kiln Plant		1,920,000	300,000	316,900		2,536,900	
1) Rotary Kiln	4m ³ x 90m, 31 t/h, 355kW unit						
2) Oil Burning Unit	C heavy oil 4 t/h, 1set						
3) Instrumentation	1set						
4) Dust Treatment Equipment	75,000Nm ³ /h multi-cyclone-EP 2 sets						
4. Electric Furnace Plant		2,600,000	370,000	615,370		3,585,370	
1) Furnace Body	15m ³ x 5.6m ³ unit						
2) Secondary Current Supply Equipment	42,000 A 1suit						
3) Electrode Hoist & Electrode Holder	Soederberg sys. 1.5m ³ , 50t						
4) Hood & Cooling System	1suit						
5) Charging Bin & Chute	9bins, 15chutes						
6) Furnace Cover & Furnace Gas Exhausting	1suit						

Equipment	Specifications	Machines (C.I.F.in \$)	Installation cost (In \$)	Civil Works costs (In \$)	Miscellane- ous (In \$)	Total (In \$)	Remarks
7) Tapping Equipment	1 suit						
8) Hot Charge Transport Equipment	10 container, etc. 1 suit						
9) Electrode Case & Case making Equipment	1 suit						
10) Electric Furnace Transformer	20,000KVA 30kv/500v/6.3kv 1 unit						
11) Electrical Equipment for 50KV Circuit	1 suit 1 suit						
12) 5,000KVA Capacitor Equipment	1,500 KVA x 2, 1,000 x 2 condensers 1 suit						
13) Panel	1 suit						
14) D.C Power Source Equipment	D.C.110V, 30 AH battery, 1 suit						
5. Refining Plant		1,800,000	74,000	128,450		2,002,450	
1) Desulphurizing Shaking Converter	Agitator type, 3.7 KW 1 unit						
2) Oxidizing Shaking Converter	Horseshoe type 15', 100 KW 1 unit						
3) Casting Machine	14-55t/hingot 100kg 1 strand						
4) Crane Equipment	50/15t SP. 13.8m 2 units						
6. Store House for Product	2,268 m ²			125,730		125,730	
7. Store House for Miscellaneous Articles	648 m ²			76,520		76,520	
8. Store House for Reducing Agent	1,296 m ²			108,130		108,130	
9. Analytical Laboratory		150,000		105,820		255,820	
1) Chemical Analysis	C Analyser, Balance, Photometer etc.						
2) Sampling	1 suit						
3) Fluorescent X-ray Analyzer	1 suit						
4) Crushing & Grinding of Sample	1 suit						
5) Drying of Sample	1 suit						
6) Others	Instruments, Chemicals etc.						
10. Power Plant & Sub-station		5,780,000	225,000	429,760		4,434,760	
1) Plant	Total output 22,500 kw, 1 suit						

Equipment	Specifications	Machines (C.I.F. in \$)	Installation cost (in \$)	Miscellaneous (in \$)	Total (In \$)	Remarks
2) Engine	Diesel					
3) Generator	3 ϕ , 50Hz, 700 x 5 units					
4) Switch Gear	Cubicle type 7.2KV, 500MVA, 1 suit					
5) Control Equipments	Centralised control system, Data logging					
6) House Service Power Equipments	1 suit					
7) Main Transformer	6,000kVA, 1 unit, 25,000 ^{kVA} x 1 unit					
8) Switch Gear	3.6KV, 100MVA & 36KV, 1,500MVA, 1 suit					
9) Control Equipments	Centralised control system					
10) Station Service Power Equipments	1 suit					
11. Oxygen Plant	MG type, Medium pressure, 300Nm ³ /h, O ₂ 99.7 %	600,000	165,000	43,970	808,970	
1) Air Filter	1,600Nm ³ /h, pressure 12Kg/cm ²					
2) Air Compressor						
3) Drain Separator						
4) Pre-cooler						
5) Air Separator						
6) Expansion Engine						
7) Heating Units						
8) Buffer Tank (for Oxygen Gas Compressor)						
9) Oxygen Gas Compressor						
10) Oxygen Gas Storage Tank						
11) Oxygen Gas Reducing Device						
12) Measuring Instruments						
13) Safety Device						
14) Piping Materials & Valves						
12. Water & Oil Supply System		1,000,000	545,000	102,000	1,647,000	
1) Oil Storage Tanks	5,000 x 2, 1,000 x 1, 1,500 x 1, 50 x 2					
2) Transfer Pumps with Filters & Flow Meters for Oils	Heavy oil 150m ³ /h x 5Kg/Cm ² x 2, 10m ³ /h x 5Kg/Cm ² x 2 Diesel oil 150m ³ /h x 5Kg/Cm ² x 2					

Equipment	Specifications	Machines (C.I.F. in \$)	Installation cost (in \$)	Civil Works costs (in \$)	Miscellaneous (In \$)	Total (In \$)	Remarks
3) Sea Water Pumps	$900\text{m}^3/\text{h} \times 70^{\text{mWC}} \times 3, 170^{\text{mWC}}/\text{h} \times 70 \times 1$			260,390		260,390	
4) River Water Pumps	$350\text{m}^3/\text{h} \times 80^{\text{mWC}} \times 2$			54,270		667,270	
5) Elevated Tank & Pumps	$500\text{m}^3 \times 40^{\text{mWC}} \times 2, 1,000\text{m}^3/\text{h} \times 70^{\text{mWC}} \times 2$		140,000			995,000	
6) Cooling Tower & Pumps	$800\text{m}^3/\text{h}, 43^\circ\text{C} \rightarrow 33^\circ\text{C} \times 1, 800\text{m}^3/\text{h} \times 40^{\text{mWC}} \times 2$		140,000			190,000	
7) Piping Materials for the above items							
13. Jetty	$18 \times 52, 5,000^{\text{mL DWT}} \text{ \& } 3,000^{\text{DWT}}$	473,000					
14. Electric Wiring Works	about 230t	855,000					
15. Brick Works	about 2,880t			190,000			
16. Land Levelling, Road Building & Drainage Works							
17. Air Strip	To be extensioned about 600 ^m			300,000		300,000	
18. General Buildings, Houses & Company Residence				1,000,000		1,000,000	
19. Unloading, Transportation & Storing					170,000	170,000	
20. Steel Structure Materials	Steel materials, Other construction materials about 3,700t, 10,000t	1,589,000				1,589,000	
21. Miscellaneous		200,000	50,000			3,330,000	
1) Others		(200,000)	(50,000)				
2) Training					(200,000)		
3) General Expenses					(88,000)		
4) Consulting Fee					(150,000)		
5) Engineering Fee					(1,005,000)		
6) Supervising Fee					(1,337,000)		
7) Feasibility Study					(300,000)		
22. Contingency Reserve					2,173,000		
Sub-Total		15,527,000	2,063,000	3,987,000	5,423,000	27,000,000	
23. Interest					2,078,570	2,078,570	
24. Working Capital					1,320,000	1,320,000	
25. Capital Investment for Mining					220,000	220,000	
Grand Total					9,041,570	30,618,570	

Table 11-6. POMALAA FERRONICKEL SMELTING PROJECT
TENTATIVE CONSTRUCTION SCHEDULE

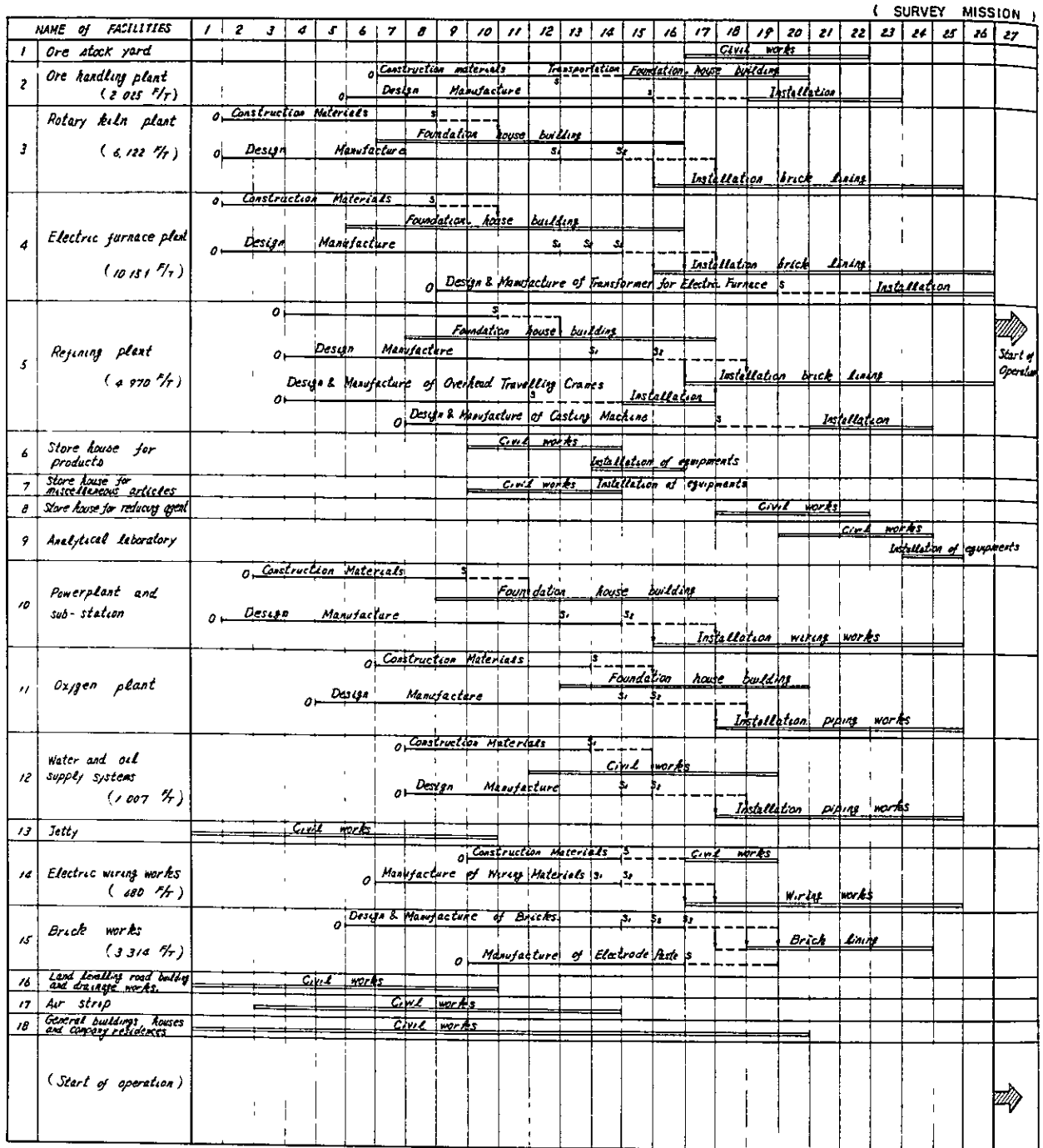
(PN ANEKA TAMBANG)

CAT NO.	NAME	EQUIPMENT & WORKS	CONSTRUCTION MONTH																												
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	
I-A	ELECTRIC SMELTING FURNACE PLANT	FOUNDATION & BUILDING																													
		ELECTRIC SMELTING F. TRANSFORMER																													
		REFRACTORIES																													
I-B	REFINING PLANT	FOUNDATION & BUILDING																													
		REFINING PLANT OVER HEAD CRANE																													
		CASTING MACHINE																													
II	POWER PLANT AND SUB-STATION	FOUNDATION & BUILDING																													
		POWER PLANT & SUBSTATION																													
		ELECTRIC WIRING																													
III	LAND LEVELLING	FOUNDATION & BUILDING																													
		FOUNDATION & BUILDING																													
		ELECTRIC WIRING																													

REMARKS

- MANUFACTURING PERIOD OF MATERIALS FOR BUILDING AND CIVIL WORK
- ===== MANUFACTURING PERIOD OF EQUIPMENT AND MACHINERY
- ===== CONSTRUCTION PERIOD OF BUILDING, CIVIL WORK AND FOUNDATION AT SITE
- ===== ERECTION AND INSTALLATION PERIOD OF EQUIPMENT AND MACHINERY AT SITE
- INLAND TRANSPORTATION IN JAPAN, CUSTOMS CLEARANCE FOR EXPORT SHIPPING OVER SEA TRANSPORTATION
- CUSTOMS CLEARANCE FOR IMPORT AND INLAND TRANSPORTATION AT SITE

Table II-7. POMALAA Fe-Ni SMELTING PLANT CONSTRUCTION SCHEDULE



Remarks

- Design, manufacture and Processing
- - - - - Transportation
- ===== Work at site
- 0 Ordering
- S Shipping

池を設け、自然流下により工場給水を可能とすることを考えておくのが望ましい。

第11-8表 河川の水質

	Komoro川	Huko Huko川
電気抵抗	4,800 Ω/cm	5,400 Ω/cm
P. H.	8.4	8.1
塩素イオン	6.5 ppm	5.6 ppm
硫酸イオン	9.9 "	8.2 "
全硬度	137.9 "	82.6 "
カルシウム硬度	5.1 "	7.1 "
マグネシウム硬度	132.8 "	75.5 "
蒸発残留分	168.0 "	112.0 "
鉄イオン	0.1 "	0.4 "

更に工場予定地より東方約4kmの地点にHuko Huko川があり、流量約5,000m³/Hrなのでこれも工業用水として利用可能であろう。

又、地下水も比較的豊富ではないかと考えられるが、目下2~3の井戸を試掘中であるので、その結果によつては利用の可能性も出てこよう。

上記の如く、将来適切な貯水池を考慮しておけば、工業用水としてはまず充分確保出来ると考えられる。

11-7 動力

11-7-1 電力

エルケム式電気炉によるFe-Ni製錬法においては、電力負荷が大きな役割を占める。

本計画における所要電力は次の如く見積られている。

電気炉	17,000 KW
電動機類	4,000 "
その他	1,500 "
計	22,500 "

ボマラ地区にはこれ程大容量の発電設備は設置されておらず、且つインドネシア全体として電力供給が必要に追いつけない状態であるので、日本の様に全国の送電網を持つバックの電力に頼ることは不可能である。従つてかかる大きな工場建設等のプロジェクトを考える場合には、どうしても自家発電設備を設けなければならない。現にボマラ鋳業所においては、ポンプ、コンベヤー、照明等の電力供給設備として前掲第8-6表に示した如きディーゼル発電セットを保有している。

自家発電設備として考えられるものは

- (1) Steam-Turbine Generator
- (2) Diesel-Engine Generator
- (3) Gas-Turbine Generator

の3方式があるがSteam-Turbine方式はBoiler設備を要し且つ蒸気需要が無い所ではコストが高くつく

難点がある。又Gas-Turbine方式は相当大容量のユニットを考慮するのでなければ燃料効率が低いので之もコスト高となり、結局インドネシアでは燃料重油が安く手に入ることからDiesel-Engine方式が望ましいと思われる。

本計画では22,500KVAの電力需要に対して5,700KVA Diesel-Engine Generator 5基を設置し、常時4基運転、1基予備の形態を考えている。

将来インドネシアの電力網が整備され、全地区のNet-Workが完成する時点では、電力負荷の増加に対して買電を考慮することが可能となろうが、それ迄は自家発電方式によらざるを得ないであろう。

尚、電力単価は重油価格 7RP/ℓとして0007\$/KWHである。

11-7-2 燃料

燃料としての重油消費の主な設備は、ロータリーキルンと発電設備であり、次の如き使用計画をたてている。

- (1) ロータリーキルン $2.75 \text{ Kℓ/Hr} \times 8,000 \text{ Hr/年} = 22,000 \text{ Kℓ/年}$
 (2) 発電設備 $22,500 \text{ KW} \times 8,000 \text{ Hr/年} \times 0.275 \text{ ℓ/KWH} = 50,000 \text{ Kℓ/年}$ }計72,000Kℓ/年

インドネシアにおける燃料重油は自国産の重油をP.N.Pertaminaから購入することとなり、Balikpapan又はSunga Gerong精油所からタンカーにより直接輸送又はマカッサル中継基地を経由してANTAM社の小型油槽船で新Jettyからポンプアップし、配管でタンクヤードの貯油タンクへ受入れる計画である。

貯油量は使用量の2ヶ月分を考慮し、5,000Kℓ×2基、1,500Kℓ×1基、1,000Kℓ×1基の貯油タンクを計画している。

新Jettyの水深は約6mであり、満潮を利用すれば5,000tタンカー迄は接岸可能である。従って150t/Hrポンプ2台で輸送すればタンク受入に17～18時間を要することになる。

又ボマラでの重油購入価格は7RP/ℓの見込みである。

11-8 雑副原料

本計画に基づき、Ni+Co. 18%のニッケル鉱石乾量25万t/年を処理し、ニッケル純分4,000t/年のFe-Ni(20,000t/年)を生産するに必要な雑副原料の所要量並びに単価は第11-9表の通りである。

第11-9表 雑副原料所要量及び単価

雑副原料名	使用量	単価	備考
還元剤	10,000 t/年	25 \$/t	木炭又は無煙炭
石灰石	18,600	4	ボマラ北西80kmのWawoより海送
生石灰	1,600	16	石灰石で3,200t
電極ペースト	400	100	輸入
カルノウムカーバイド	560	110	"
ソーダ灰	72	80	"
酸素	1,900,000Nm ³	007\$/Nm ³	300Nm ³ /H発生装置より供給
螢石	110	60	輸入
フェロシリコン	22	225	"
アルミノソット	55	625	"

此の内ロータリーキルンで使用する還元剤としてはスマトラに産する半無煙炭又は亜瀝青炭が考えられる。これ等の石炭は量的には問題ないが、半無煙炭は硫黄含有量が1.7%と高く、フェロニッケル中の硫黄含有量を0.1%以下におさえるには不適當である。又非常に燃焼し易いという難点があり、今の如此の問題に対する良い解決策は見当たらない様である。

然し、亜瀝青炭を使うよりは経済的であるので(含有炭素当りの価格が安い)精製工程における脱硫費との兼ね合いで検討の余地があろう。

他の還元剤としては木炭が考えられる。原木はマレーシア等ではゴムの廃木を使用するのが大部分であるが、ボマラ周辺にはゴムの植樹は殆んど見当らず、他の樹木を伐採して原木としなければならないであろう。ボマラ現地で木炭を製造するとすれば設備費約25万ドル、木炭屯当たり約23ドルを見込む必要がある。

従って無煙炭より相当高がつくが、木炭を現地製造することによって現地住民に新しい労働の場を与えることになり、加えて確実な供給源が得られる利点がある。ANTAM社としては木炭の現地製造に非常な関心を示しており、目下比較検討中である。

石灰石はスラウェシ島南部に豊富に存在し、機上からも石灰岩の露頭が各所に散見される。ANTAM社はボマラ北西約80kmのワオ(Wawo)地区の石灰山より海送で受入れる計画である。生石灰は此の石灰石を用い、ボマラ現地で焼成する計画となつている。

酸素は製錬工程で低炭素フェロニッケルを生産するのに脱炭用として大量に使用される。脱炭工程では必要純度(99.7%)、必要圧力の酸素を定常的に供給することが必要であり、工場敷地内に300 Nm³/Hの酸素発生装置を設ける計画である。間接的使用となるので所要圧力を保持する高圧酸素ガスホルダーが必要となる。

現在のボマラ鉱業所では、修理用その他の為にマカッサルにあるP.T. ANEKA GAS INDUSTRYの酸素工場で150 atm, 6 Nm³のボンベ詰したものを100本/月購入して使用している。その他の雑副原料はすべて国内生産が無いので輸入に頼らざるを得ない。

11-9 その他の周辺状況

工場立地条件としては上記の他に一般交通の便なることも考えなければならぬが、此の種鉱山関係の立地としては概して交通不便な山間地が多いので、一般条件の中に取り入れるには無理があろう。

ボマラ地区はスラウェシ島南東スラウェシ州の南西部海岸に近く位置しており、陸上交通は至って不便な所であり、海上か空に依らざるを得ない現状である。海上交通としては月2回程度入港する鉱石船か又はANTAM社の小型ランチを利用するしか方法がなく、又空の交通も、幸い鉱業所地区内に長さ約800mの滑走路のみを有する飛行場があるので、小型軽飛行機による離着陸は可能である。然し小型機はインドネシア空軍から特別にチャーターすることになるので特別な場合を除き一般には余り利用されない。

ANTAM社では今回のプロジェクトを機に此の滑走路を拡巾、延長し、約1,400mとし、YS-11クラスの飛行機の離着陸を可能とする計画を持っている。

11-10 現地コントラクターについて

本プロジェクトの建設に関し、ANTAM社が採用を考えているコントラクターはジャカルタに本社を有するP.N. HUTAMA KARYAと、スラバヤに本社を有するP.T. BARATAが主なものと考えられる。

以下に此の2社についての概要を述べる。

11-10-1 P.N. HUTAMA KARYA

P.N. HUTAMA KARYAは土建業を主体とする、現在インドネシアに於ける最も大きな且つ最も充実

Table 11-10 LIST OF PROJECTS COMPLETED DURING PAST 3 YEARS.

No	Name of Projects	Name of Owner	Location of Projects	Kind of Projects	Year of Execution	Contract Price in US\$ Equivalent.
1	Spinning Factory	States Textile Industry Corporation	Bekasi	Factory	1969	275,336.64
2	Spinning Factory	States Textile Industry Corporation	Palembang	"	1969	258,622.37
3	Glass & T. L. Factory	P. T. Philips Mitsui Coy	Surabaya	"	1969	226,666.20
4	Glutamate Acid Factory	P. T. Sasa Fermentation Corporation	Gedangan Surabaya	"	1970	119,382.14
5	Steam Power Plant	Dept. of Public Works and Power	Djakarta	"	1970	85,305.64
6	Tonasa Portland Cement Factory	Dept. of Industry	Makassar	"	1970	21,771.65
7	Textile Factory Tjiratjas	P. T. Centex	Djakarta	"	1971	553,167.59
8	Cold Wire drawing & Heliport for Steel Plant Proj. Tjilegon	P. T. Krakatau Steel	Tjilegon	"	1971	423,352.15
9	Upgrading of Cement Factory	M. K. I.	Surabaya	"	1971	410,500.-
10	Upgrading of zinc Factory	P. T. Tombak Mas	Surabaya	"	1971	218,598.63
11	Zinc Factory	Mitsubishi Coy. Ltd.	Semarang	"	1971	121,210.11
12	Power Project Batang Agam	Dept. of Public Works and Power	Padang	"	1971	119,365.07
13	Philips Factory	P. T. Philips	Surabaya	"	1971	54,504.79
14	Crumb Rubber Factory	Panatraco Ltd.	Djambi	"	1971	53,439.15
15	Textile Mill Office Building	State Textile Industry Corp.	Palembang	"	1971	43,181.45
16	B. N. I. Building	State Bank of Indonesia	Palembang	Building	1971	942,742.81
17	Office Building	Bank of Indonesia	Samarinda	"	1971	536,042.42
18	Office Building	Bappenas	Djakarta	"	1971	319,712.82
19	Tjisokan Prestressed Concrete Bridge	Dept. of Public Works and Power	Tjandjur	Bridge	1971	440,712.44
20	Flood Control Gate	Flood Control Project Officer	Djakarta	"	1971	316,501.86
21	Water Treatment Plant	Directorate of Health Technology	Djakarta	Water Treatment Plant	1971	1,871,275.-
22	Water Treatment Plant	Dept. of Public Works and Power	Padang	Water Treatment Plant	1971	258,684.18
23	Water Treatment Plant	Directorate General of Sea Communication	Pandjang	"	1971	254,310.88
24	Brantas Delta Irrigation	Dept. of Public Works and Power	Djawa Timur	Irrigation	1971	419,162.41
25	Kelara Irrigation	" " "	Makassar	"	1971	863,994.58

P. N. HUTAMA KARVA :

した会社である。かつてはオランダの Beton Maatschappij N.V. の子会社であったが、1961年インドネシア政府により国営企業として設立された。以来インドネシアにおける大きな建設プロジェクトの大部分を実行し、インドネシアにおける指導的建設業者として発展して来た。

過去3年間に完成させた主なプロジェクトは第11-10表の通りである。

又過去10年間にける部門別工事完工高は第11-11表の通りである。

第11-11表 P.N.Hutama Karya 1961~1971年工事完工高

部 門	完 工 高
建築物(ビルディング)	\$ 8,505,436
工 場	2,018,392
住 宅	1,112,101
事務所(ビルディング)	276,146
道 路	2,349,604
橋 梁	2,703,220
水処埋設備	2,681,886
火力発電所	1,632,109
灌 漑 設 備	1,543,889
観 光 施 設	258,949
生 垣	71,186
基 礎	111,244
空 港	1,901,823
埠 頭	153,174
その他構築物	483,785
合 計	25,802,944 (約77.4億円)

最近3年間の工事売上高及び利益をみると、第11-12表の通りである。

第11-12表 最近3年間の工事売上高及び利益

	売 上 高	利 益
1968年	1,116,647,265 RP.	18,534,840 RP.
1969年	2,591,532,490	79,131,752
1970年	4,683,457,125	187,716,750
(1972年予想)	(6,200,000,000)	

これからも分る様に、年々急速な工事受注の伸びを示しており、着実な利益をあげている会社と考えられる。社員数は約500名であり、その技能、職種別一覧表は第11-13表の通りである。

Table 11-13 Classification by Capacity and Occupation of Employees of P.N. Hitama Karya

1. Senior technical staff		
Civil engineer	55	
Mechanical engineer	5	
Bachelor of Road Engineer	2	
Bachelor of Engineer	3	
Bachelor of Electrical Engineer	2	
Total :	67	
2. Technical Staff		
Technical High School	44	
Technical School	26	
Trained Workers	56	
Total :	126	
3. Senior Administrative Staff		
Economics	5	
Lawyers	2	
Finance specialist	-	
Business Administration	2	
Others	8	
Total :	17	
4. Administrative Staff		
Senior High School	38	
Junior High School	16	
Elementary School	69	
Senior Economic High School	8	
Vocational Courses	8	
Trained Workers	7	
Total :	146	
5. Superintendants		
Technical High School	21	
Technical School	19	
Vocational Education	-	
Trained Workers	11	
Total :	51	
6. Heavy Equipment Operators		
Technical School	6	
School for skilled labour	2	
Special course	-	
Trained operators for pavement const	8	
" " earthmoving	14	
" " mechanical work	10	
" " building const	11	
Total :	51	
7. Mechanics		
Technical School	10	
School for skilled labour	3	
Special course	-	
Trained workers	12	
Total :	25	
8. Workers		
Elementary School	6	
Unskilled but not illiterate	10	
Illiterate	-	
Total :	16	
TOTAL NUMBER : 499 persons		

P.N. Hitama Karya.-

Table 11-14

P N. HUTAMA KARYA
TOOLS AND. EQUIPMENT

No.	Name	Quantity	Capacity
1.	: Concrete Mixer	: 70	: 350 Litre
2.	: Concrete Mixer	: 30	: 400-750 Litre
3.	: Compressor	: 30	: 300-600 cuft/min, rating 7 atm
4.	: Jack Hammer	: 115	: \emptyset 1"
5.	: Concrete Vibrator	: 125	: \emptyset $1\frac{3}{8}$ " - \emptyset 2"
6.	: Stamper	: 30	: 60 - 150kg
7.	: Pile Driver	: 11	: 10 - 30m, 6 ton
8.	: Concrete Lift	: 15	: 1 ton
9.	: Hoisting Equipment	: 25	: 1 ton
10.	: Steel Bar Cutter	: 40	: $1\frac{1}{2}$ " - $1\frac{1}{2}$ "
11.	: Waterpump	: 130	: 1" - 8"
12.	: Road Roller	: 7	: 10 ton
13.	: Electric Welding Machine	: 25	: 200 - 400 Amp
14.	: Oxygen Welding Machine	: 30	:
15.	: Truck	: 40	: 5 ton
16.	: Dumptruck	: 7	: 4 ton
17.	: Pick-Up	: 28	:
18.	: Generator	: 30	: 5 - 95 KVA
19.	: Surveying Equipment	: 100	: (Waterpas/Theodolite)
20.	: Loader	: 5	:
21.	: Tower Crane	: 1	: 3.3 ton
22.	: Crawler Crane	: 1	: 6 ton
23.	: Mobile Crane	: 1	: 2.5 ton
24.	: Bulldozer	: 10	: 100 - 400 HP
25.	: Stone Crusher	: 2	:
26.	: Motor Grader	: 3	: 0.5 - 3.5 cu.meter
27.	: Excavator	: 8	: as a crane 20 ton
28.	: Scraper	: 2	: 20 cu. yard
29.	: Trailer	: 2	: 40 ton
30.	: Winch	: 20	: 0.25 - 1.50 ton
31.	: Drilling Equipment	: 2	: "SCHRAM" type : DR-176R(PNTRK)
32.	: Weight Batcher	: 6	: 1 - 1.5 ton.

P.N. HUTAMA KARYA.-

又、設備機器の保有状況は第11-14表の通りであり、特殊技術を要する機器は見当たらないが、極く一般的な土建業者として必要な設備機器は一通り揃っている様である。

重量物運搬も40tトレーラーを2台有しており、杭打も10~60m物造は可能、コンクリートの打設能力はベタ打で1,500m³/日の実績があるが、今回の如き工場プラントの鉄筋コンクリートでは100m³/日程度と考えられる。

P.N.HUTAMA KARYAはインドネシアの各地における建設プロジェクトを実施しており、ジャカルタの本社の他 Bandung, Semarang, Surabaya, (以上 Djawa 島), Balikpapan (Kalimantan 島), Makasar (Sulawesi 島), Denpasar (Bali 島), Djajapura (西Irian), Padang, Djambi, Palembang, Tandjung Karang (以上Sumatra 島)の各地に支店を有し営業活動を行っている。

今回の調査ではスラバヤのP.T.Semen Gresik のセメント用キルン4基目の増設工事(完成後50万t/年のセメント生産となる)並びにタンジョン・プリウク(Tandjung-Periuk)の火力発電所第2期増強工事(5,000KW×2台-完成後15,000KWとなる)の現場を視察することが出来た。

11-10-2 P.T. BARATA METALWORKS & ENGINEERING LTD.

P.T. BARATAは1971年5月、P.T. BARATA, P.N. SABANG MERAUKE及びP.N. PEPRIDAの3社が合体して設立された会社であり、本社をスラバヤにおき、本社に機械工場、設計、建設部門を持つほか、TEGAL, SEMARANG, BANJUWANGI, MAKASAR, DJAKARTA, BANDUNG, SUKABUMI, MEDANの各地に機械工場、設計部門をおいている。

技術者は機械25、電気5、冶金5、土木11、化学4、建築1を擁し、その殆んどがバンドン及びスラバヤの工業大学を卒業した技術者である。各工場、設計部門の在籍人員は次の通りであり、総人員は約2,400名である。

第11-15表 各工場設計部門の在籍人員

Surabaya	1,298 (Engineer 28)
Tegal	122 (" 1)
Sukabumi	119 (" 4)
Djakarta	321 (" 6)
Bandung	408 (" 4)
Banjuwangi	29 (" 2)
Makasar	15 (" 2)

P.T. BARATAの主要業務内容は次の通りである。

- (1) 機械及び鉄鋼構造物の設計、製作、組立、据付、補修
- (2) 電気配線、配管工事、設計、施工
- (3) 各種土木工事の設計、施工、監督
- (4) 各種建設プロジェクトの技術指導、設計、施工、監督
- (5) 輸出入業及び一般貿易

又各部門の生産能力は第11-16表の通りである。

第11-16表 各部門の生産能力

部 門	生産能力	備 考
1. 鋳鋼能力	300 t/年	スラバヤ
2. 鋳鉄能力	1,500 t/年	スラバヤ1,000t, バンドン500t
3. 非鉄鑄造能力	300 t/年	スラバヤ 200t, バンドン100t
4. 機械製作加工能力	1,400 t/年	スラバヤ 800t, ジャカルタ200t バンドン 200t, ティガル 100t スカブミ 100t,
5. ボルト, ナット及びリベット製作能力	150 t/年	スラバヤ
6. Engineering & Consulting 能力	15億 RP/年	
7. 鉄鋼構築能力	3,000 t/年	スラバヤ1,000t, ジャカルタ600t バンドン 600t, ティガル 400t スカブミ 400t
8. 組立, 据付能力	3,000 t/年	スラバヤ1,500t, ジャカルタ600t バンドン 500t, ティガル 200t スカブミ 200t
9. Road Roller 製作能力	200 台/年	スラバヤ

最近4年間の売上高は次の通りである

1967年	\$ 715,000
1968年	\$ 1,000,000
1969年	\$ 2,250,000
1970年	\$ 3,850,000

1963年以降の主な工事受注実績を第11-17表に示す。

今回の調査では、P.T. BARATAの本社工場、タンジョン・ブリウクの火力発電所増設工事、ANTAM社ボマラ鉱業所の新設修理工場建家等を視察したが、本社工場は、広い敷地に大型機械加工機を導入し、更に工作機械類の充実をはかっており、相当な実力を保有しているものと考えられる。上記実績表の他ジャワ島の国営製糖工場52工場の殆んど全部を建設、その維持補修も一手に引受けており、タンジョン・ブリウク火力発電所には約250名を投入して建設工事中であった。

以上現地コントラクターとしての主要2社についての調査の結果、何れもインドネシアにおける優秀な技術者を揃えその保有設備内容、既存建設工事の状況又は現在工事中の建設現場を視察した結果、今回のANTAM社ニッケル製錬工場建設のコントラクターとして技術的に立派に建設工事を成し遂げ得るものと確信する。

たゞ一つだけ欲を云えば、土木工事における仮設工事、コンクリート打設技術、鉄骨構造物に対する溶接、加工精度、安全に対する配慮の点で日本人の眼からみればもう一工夫、又は技術力向上が望まれる所であるが、これも日本から派遣される技術者の指導とコントラクター各社従業員の訓練によってカバーし得るものと思われる。

第11-17表 1963年以降の主な工事受注実績

名 称	内 容	数 量
1. P.L.N. 高圧送電線鉄塔	設計, 製作, 組立	667基 4,600t
2. ジャカルタ, 国会議場	製作, 建造	200t
3. スラバヤ, Pantja Sila 体育館	設計, 製作, 建造	75t
4. 東ジャワ, 製紙工場バルブ建物	" " "	1,000t
5. P.L.N. 水力発電所ベンストック	" "	200t
6. 南スラウェシ, 鉄橋	" "	355t
7. 中部スラウェシ, 鉄橋	" "	600t
8. P.L.N. その他の貯油タンク及び貯水槽 (カリマンタン)		3,000m ²
9. 灌溉用スルースゲート	製作, 据付	1,000t
10. ジャカルタ, スナヤン競技場スタジアム	施 工	
11. ジャカルタ, テレビ塔	"	
12. スラバヤ, 火力発電所	" 機器据付	2,500t
13. バレンバン, 火力発電所	" ボイラー据付	750t
14. ジャカルタ, 火力発電所	" ボイラー, タービン, 発電機据付	1,000t
15. バンジュワング, 製紙バルブ工場	建設, 施工, 土木工事	
16. バンドン, レイオンパイロットプラント	" " "	
17. 中部ジャワ, 精米工場	" "	
18. メダン, ゴム工場	設計, 製作, 建造	
19. 南スラウェシ, 製紙バルブ工場	土木工事	全体の50%
20. 南スラウェシ, セメント工場	"	"
21. グレノク, 石油化学プロジェクト	イタリ-COSINDIT SPAのサブコントラクター	
22. スラバヤ, 工業大学	土木工事	

11-11 設備投資及び生産原価

本プロジェクトに要する総投資額は30,618,570ドルと予定され, この内設備に関する投資額は27,000,000ドルである。投資額の各設備項目毎の内訳は, 前掲第11-5表及び第11-6表に示した通りである。

機械設備並びに建設用資材は, すべて日本から輸入することとなるので, CIF価格で計上した。

機械設備の現地据付工事費は, 設備価格(建設用資材を除く)の14.8%であり, これは日本における比率に比べると若干低いと思われるが, 機械設備が重量の割にはさして難かしいものが少なく, 又現地労働者の労働賃金が日本に比較して低いことに起因するものと考えられる。

ANTAM社は此の設備投資額の中に, 2,173,000ドルの予備費(27,000,000ドルの約8%)を含めており, 且つ物価変動その他を考慮して, 全体として約20%の余裕をみた資金計画をたてている。

又, 日本における過去の工場建設の実績からすれば, 本計画の20,000KVA程度の設備規模の場合, その建設

費は約14,000,000ドル程度と考えられるが、本計画の設備投資額を日本における建設と同一レベルに揃えてみると約16,000,000ドル程度となり、日本国内におけるその後の機器資材等の物価上昇を考慮すれば、略々妥当な建設費と考えられる。日本における建設費と比較して、本計画の特異点は、発電所設備、港湾設備、飛行場、技術指導料等及び機器、資材の殆どを輸入しなければならないための輸送費、輸入諸掛り等による価格高（約20%程度と考える）等である。

尚、生産原価については、後の第13項経済性の項で述べることとするので、本項では省略する。

12. ボマラ地区における建設ならびに操業条件

以上鉱山と製錬所との立地関係、港湾設備、工業用水等につき述べたが、その他の建設ならびに操業に必要なと思われる項目につき以下に述べる。なお、本調査団のボマラ滞在日数は、天候による小型飛行機の運行不能により予定より短かくなり(2日間)、十分な調査は出来なかったため、主にANTAM社のスタッフより聴取した事が多くなった。

12-1 南東スラウェシ州地区(South-east Sulawesi)

スラウェシ島の南東部の半島の約38,140 Km²(北海道の約半分)を占め、人口は約100万人(北海道は600万人弱)といわれている。州庁はクダリ(Kendari)で周辺地区を入れて人口約24万人である。

州は4つの郡に分かれる。

クダリ(Kendari)、コラカ(Kolaka)、ムナ(Muna、郡庁Raha)、ブトン(Buton、郡庁Bau-Bau)の4つで、ボマラはコラカ郡に属する。コラカ郡の人口は約10万人である。

8年前までは、この地区にはテロリスト、叛乱軍が居て治安状態が悪く、したがって infrastructure の整備は何等出来ていなかったが、最近は良くなり、少しずつ整備されつつある。

12-2 南東スラウェシ州における産業

広大な未開の肥沃な土地に恵まれており、住民が一部開墾して、ヤシ、バナナ、その他果物等を植えているにすぎず、将来ともろこし(maize)、木綿(Cotton)、ピーナツ、コーヒー、ゴムその他の大規模農業の開拓が望まれている。林業についても、チーク材その他豊富な木材資源に恵まれているが、未開発である。

沿岸は、まぐろ、えび、かき、海藻等の漁場となり、天然の真珠もP.T.Indonesia Pearl Ltd. が設立され、操業されているが、産出額は僅かである。

勿論、工業はなく、一部炭焼き、住宅用煉瓦作りを行なっているが、南東スラウェシ州知事は、この地方でとれる農産物、木材等の加工業の設立を望んでいる。

鉱業としてはニッケルがボマラ地区で採鉱されているが、その他の地方では未だにみつからないようである。

金は、ブトン郡のKasipute、Boepinang、クダリ郡のTinageaとTinobu地区にあると云われている。

石油はWawoni、Kabaena及びブトンに、アスファルトはパウ・パウ地区に、また鉄鉱石はクダリ郡のAsera地区に、クロマイトはコラカ地区に存在すると云われているが、一般にまだニッケル以外には殆んど開発されておらず、地下資源の開発はすべて今後の問題として残されている。

12-3 交通及び通信

国有道路はクダリーコラカ間185kmで、州道は139km、郡道は1,723kmで、国道71kmが舗装されている。クダリーコラカ間の道路は比較的整備され、ジープで約8時間かかる。

住民は海岸近くに住むものが多く、1~100トン位の小船を交通機関としている。

州港(Provincial harbour)はクダリにあり、国内、国外貿易に使用され、水深5~6m、長さ90mの埠頭をもつ。

郡港は郡庁の所在地に夫々小さな港をもち、さらに地方からの物資の集散地となっている。コラカ郡にはコラカ郡港の外に、ボマラ（取扱ひ品目：木材、rottan, copra）、Lasusua（黒檀、Copra）等がある。

固有の運送会社 P.N.Pelni および私企業の会社が週 1 回、クンダリと他の郡庁の間に定期船を出している。ボマラの Jetty 附近にはサンゴ礁が多く、鉱石船の運行にも細心の注意を要すると云われている。ボマラ港の海図を第 12-1 図に示す。

前にも述べたように現 Jetty はサンゴ礁に取囲まれているので、新しくその先に Jetty を延長する工事が行なわれている。

航空便は P.N.Garuda Indonesia Airways が週 1 回、マカッサルとクンダリの間を定期連絡している。また、P.T.Zamrud Airlines（マカッサル）がチャーター機を出している。ボマラには前にも述べたように、800 m の滑走路だけの非常に簡単な飛行場があり、現在マカッサルから軍用機のチャーターで約 1 時間で連絡する。

郵便局はボマラにはなく、電報、電話の設備もない。電報はクンダリとパウ・パウ間およびクンダリとマカッサル間にあり、電信電話はクンダリ-マカッサル間しかない。

ANTAM 社では自社無線でマカッサル支所と連絡している。ボマラの郵便物は SUNIDECO の鉱石船を利用してマカッサル経由で輸送されている。

テレビ、ラジオは視聴不可能であり、高性能短波受信機によってのみ、短波放送が聴取出来る。

治安は現在十分に維持されており、警察官はボマラに 2 人、コラカには約 50 人がおり、更にコラカには軍隊も駐留している。

クンダリには銀行もあるが、ボマラ地区にはない。

このように、ボマラは政治的には南東スラウェシ州コラカ郡に属しているため、書類等の手続きには、コラカおよびクンダリに行く必要があり、ANTAM 社ボマラ鉱業所内では担当者が決まってはいるが、商業活動その他殆んどすべてはマカッサルに依存している。

12-4 気象条件

ボマラ地区における気象についての資料はないが、マカッサルにおける気象を第 12-1 表に示す。

ボマラにおける気象もこれと大差ないと考えられる。雨量は非常に多いが、一日中雨の降ることは少なく、スコールの形で短時間に大量の降雨がある。しかし、土地はラテライト質で水はけは非常に良く、作業に難渋を来たすことはない。マカッサルの年間雨量 3,188 mm は、東京における過去 20 年間の平均年間雨量 1,658 mm に比較すれば非常に多いことがわかる。

気温は第 12-1 表を見てもわかるように、10 月が最高の 32.2℃ を示し、年平均の最高気温は 31.0℃ と非常に高いが、日没後は非常に涼しくなり、朝夕は 22~23℃ まで下り、日本の盛夏に比べると、はるかにしのぎ易い。日中の直射日光は非常に強く、現地の労働時間が朝 7 時より午後 2 時としている所からうかがえるように、直射日光の下での長時間の作業は日射病の恐れがあるので注意を要する。

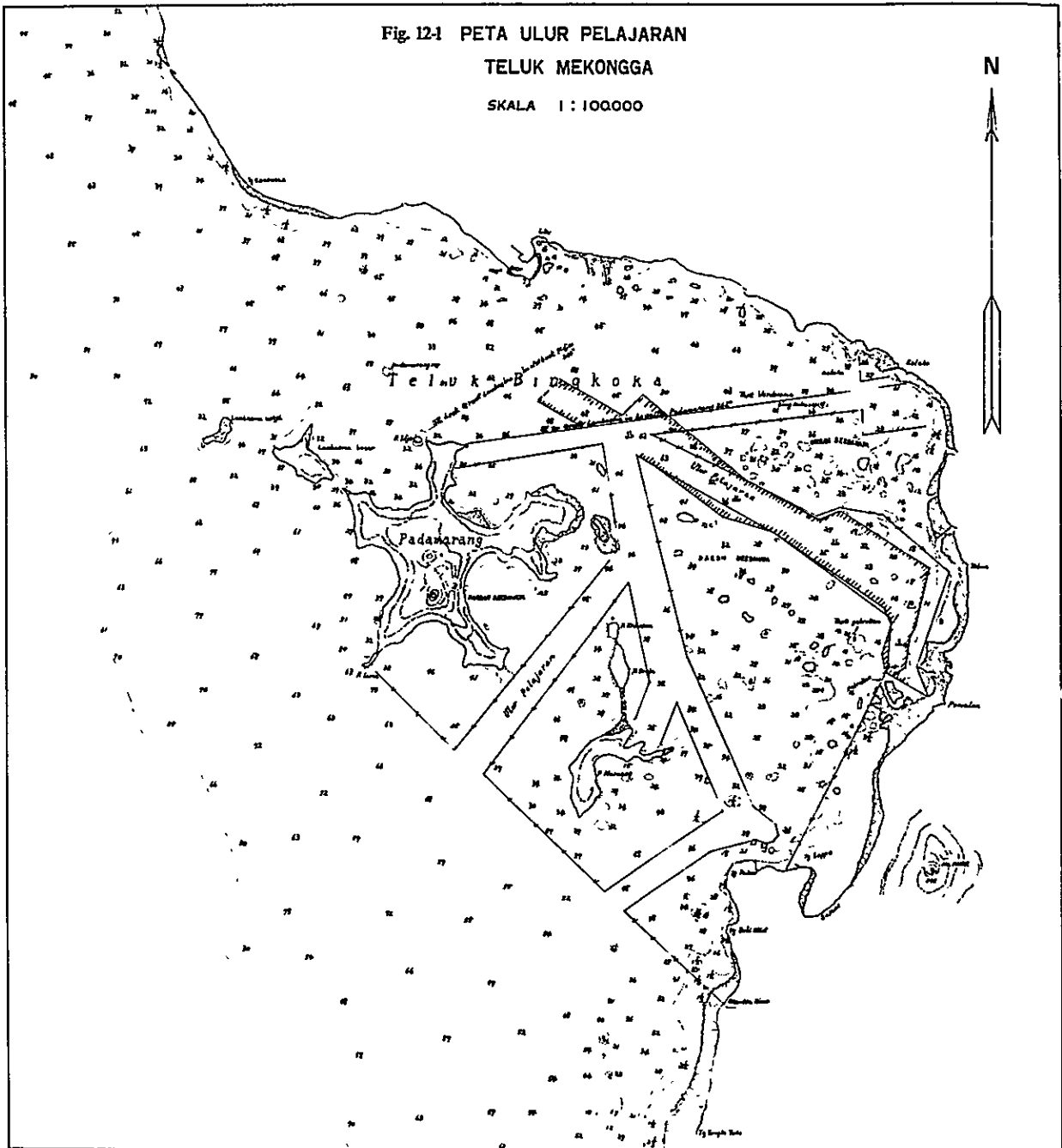
我々の滞在中は雨期の終り頃で、雨が多い時期であったが、水はけは良かった。

風力については、台風、偏西風の地域外のため、問題となることはない。建築設計上は風圧 100 kg/m² をとって

Fig. 12-1 PETA ULUR PELAJARAN

TELUK MEKONGGA

SKALA 1 : 100000



いる。住民の住居は非常に簡単で、細い材木にヤシの葉をのせた程度のものであることから、風による被害は少ないことが分る。

スラウェシ島の北部には地震が多いが、南スラウェシ地帯は地震も少い。戦争中に住友鉱山の作った煙突ならびに土留めのコンクリートが今もって堅固に存在しているのを見ると、地盤も相当しっかりしており、大きな地震もこの30年間にはなかったものと思われる。

第12-1表 マカッサルに於ける気象

緯度 03°-04'-S
 経度 119°-32'-E
 地盤高 14.00m
 1956~1965

月別	気温 (°C)			湿度 (%)			風向	風速 (Knots)	日照率 (%)	雨量 (mm)
	最大	平均	最小	最大	平均	最小				
1	29.0	25.7	23.4	92	85	79	E	5	46	572
2	29.3	25.7	23.2	92	86	75	E	5	31	563
3	29.7	26.4	23.5	89	83	72	E	5	52	379
4	31.5	27.2	24.2	89	79	66	E	5	31	177
5	31.5	27.0	23.5	89	81	66	E	4	64	242
6	32.1	27.0	22.5	86	77	62	E	5	40	87
7	31.5	26.6	22.3	88	78	59	W	5	42	68
8	31.8	26.3	21.7	86	72	54	W	5	52	49
9	32.9	27.0	21.8	84	68	48	W	6	54	35
10	32.2	27.2	22.7	85	72	53	W	5	45	127
11	31.2	26.5	23.3	88	81	66	E	4	37	275
12	29.2	25.7	23.1	91	86	73	E	5	51	614
年	31.0	26.4	22.7	88	79	64	E	5	45	3,188

12-5 労働条件

ボマラ近くの部落から1,000名程度の日雇労働者は簡単に集めることが出来るようである。実際に、鉱石の船積みその他の簡単な仕事には、現在も多数の労働者を雇い入れているが、本プロジェクトの製錬のための労働者は少なくとも高校卒位の学歴を必要とする。そのためには、マカッサル、スラバヤ、ジャカルタ地区から求人する必要があるが、インドネシア全体を考えると、労働力は充分にあり、求人で困ることはないと思われる。

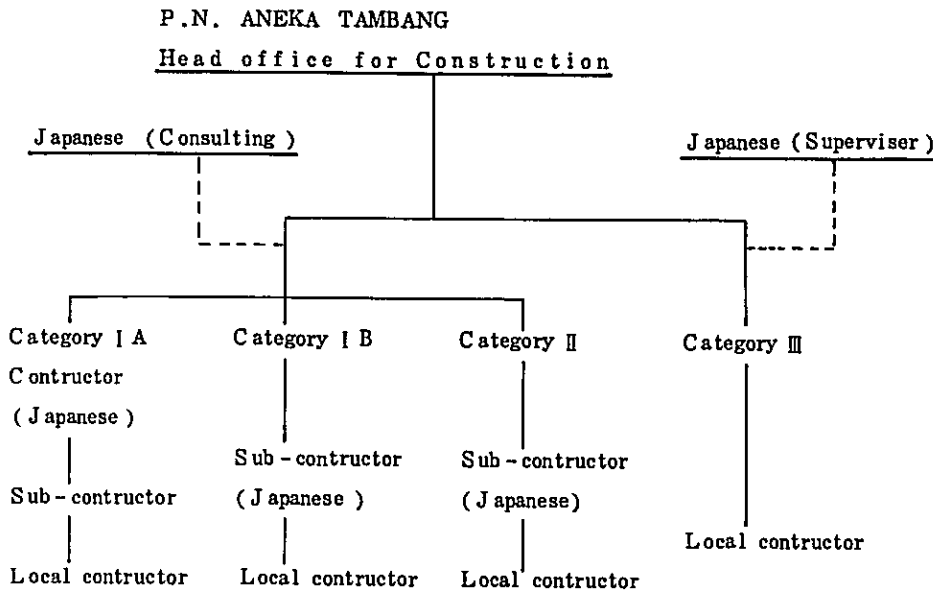
工事中における建設のための作業監督要員として、日本からの派遣員は最大100人位は必要であろう。また、現地建設業者の作業要員もジャワ島から来ることになるであろう。その人達の住宅、日用品の購買センターの確立、郵便物の運搬の組織化、通信のスピード化、生活必需品、生鮮食料品、その他雑貨品の運送の定期化等現在は殆んど整備されておらず、今後、直ちに整備、充実に着手しなければならないであろう。

12-6 建設時における組織

建設期間中における組織系統図はANTAM社と大平洋金属銅との基本協定書の内容から想定すれば、第12-2

図のようになるであろう。現地建設業者としては、P.T. BARATA（機械加工、据付、土工工事）、P.N. HUKAMA KARYA（土工工事）、P.N. TEKNIK UMUM（電気工事）等が挙げられるが、前に述べたように、その能力は充分あると思われる。

第12-2図 建設時における組織系統図



12-7 操業時における人員

第12表に示すように、製錬所建設後の操業時における人員は鉾山で274人、製錬所で403人、計677人となっている。製錬における人員は日本の場合と比較して、3割程度多くなっているが、熟練の相違から仕方がないであろう。なお、この人数は現在の総員870名に比べると少なくなっているが、製錬所の発足時には、まだ現在の鉾山は存在すると思われ、それらを考慮すれば、鉾山全体としてはさらに多くなるであろう。

なお、第12-2表におけるRank I, II, IIIは給料の格付けであり、学歴としてはRank Iは大学卒で経験年数の長い人、Rank IIは大学卒で経験年数の短い人、短大卒、高校卒で年数の長い人、Rank IIIは高校卒、または学歴のないものと思えば大体あてはまるであろう。

夫々のRankの平均給料は13項に示す。

なお、大太平洋金属㈱とANTAM社との契約によれば、操業開始前に各部門にわたり、相当多数の人員を日本においてトレーニングする計画が組まれている。その計画表を示せば、第12-3表の通りである。

操業時のトラブルをなくすためには、この程度の計画は最少限必要であろう。

操業時における組織表を第12-4表に示す。

Table 12-2 PERSONNEL FORMATION

Department & Section		Rank I	Rank II	Rank III	Total	Department & Section		Rank I	Rank II	Rank III	Total
1. Management											
General Manager		1				Driver (Grader)				3	
ASS. Gen. Manager		1				" (Power Shovel)				5	
Secretary		1				" (Road-roller)				4	
Total		3			3	(Sub-total B)		1	1	54	(56)
2. Mining Department											
Manager		1				Total		3	9	96	108
Administration			1	2		3. Smelting Department					
Driver & Office Boy			1	3		Manager		1	1	2	
(Sub-total)		1	1	5	(7)	Administration					
A) Exploration Section						Driver & Office Boy		1	1	5	(7)
Chief Section		1				(Sub-total)					
1) Exploration Sub-Section						A) Raw Material Section					
Chief			1	3		Chief		1			
Foremen				24		Assistant		1			
Laborer						Foremen		3	3	55	(63)
2) Surveying Sub-Section						Crew			6	55	
Chief						(Sub-total A)		2			
Surveyor			1	3		B) Smelting Section					
Drafter			2	10		Chief		1			
Laborer						Assistant		1			
(Sub-total A)		1	7	37	(45)	Foremen		3	3	67	(75)
B) Mining Section						Crew			6	67	
Chief Section		1				(Sub-total B)		2			
Assistant			1			C) Refining Section					
Mining Foremen				3		Chief		1			
Road Foremen				1		Assistant		1			
Mining & Road Crew				15		Foremen		3	3	36	(44)
Driver (Dump-truck)				18		Crew			6	36	
" (Bulldozer)				5		(Sub-total C)		2	7	163	189
Total						Total			19	163	189

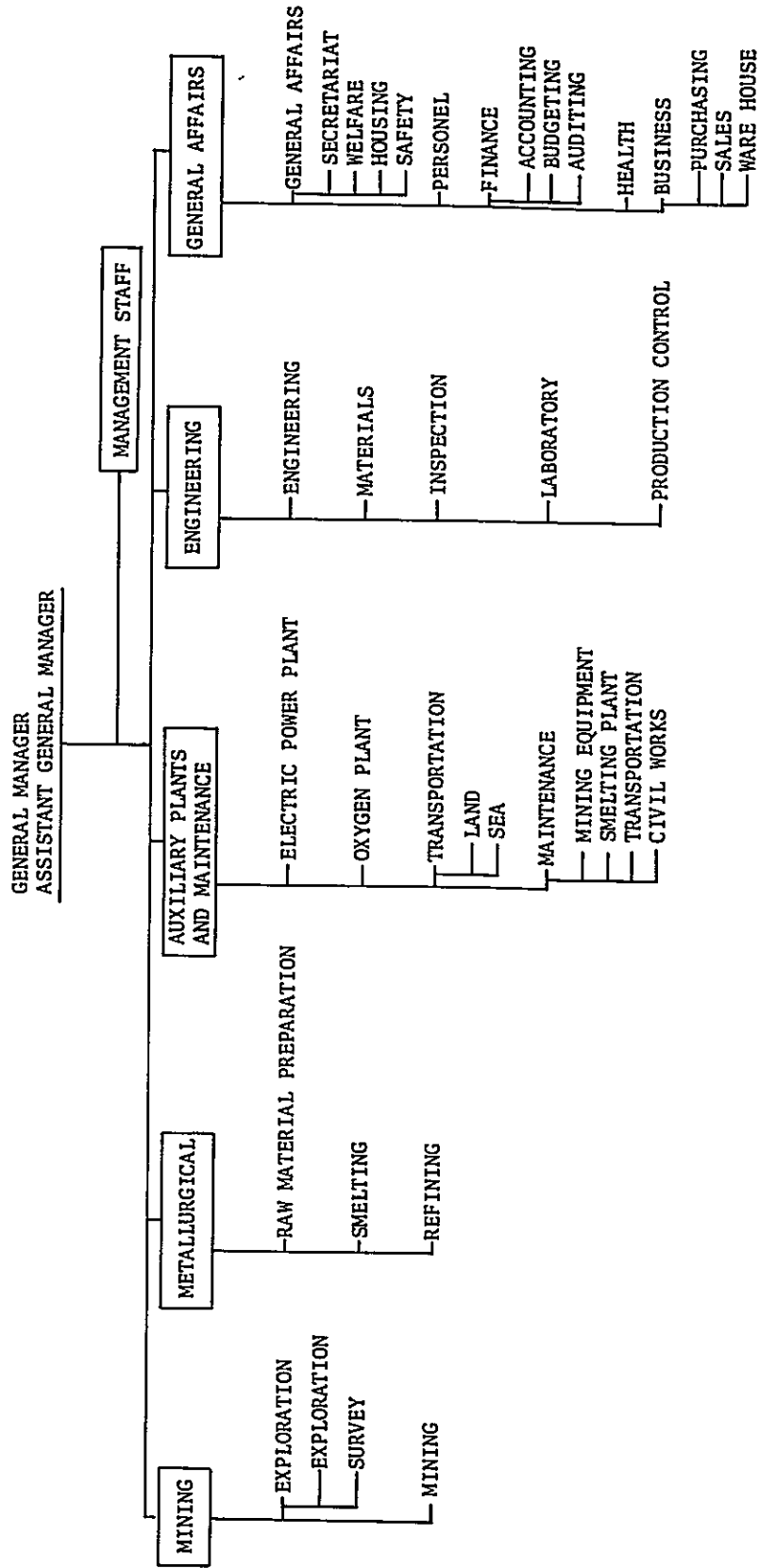
Department & Section		Rank I	Rank II	Rank III	Total	Department & Section		Rank I	Rank II	Rank III	Total
4. Auxiliary Plants & Maintenance Dep.						D) Maintenance Section					
Manager Administration Driver & Office Boy (Sub-total)		1	1	3	(8)	Chief Assistant Administration		1	1	3	
A) Electric Power Plant		1	1	6		1) Mining Equipments Foremen Crew		1	2	16	
Chief Assistant Foremen Crew (Sub-total A)		1	3	23	(28)	2) Smelting Plant Chief Assistant Foremen Crew		1	2	8	
B) Oxygen Plant		1	4	9		3) Auxiliary Plants Chief Foremen Crew		1	1	2	
Chief Assistant Foremen Crew (Sub-total B)		1	3	9	(14)	4) Transportation Foremen Crew		2	2	15	
C) Transportation		1	4	9		5) Civil Works Foremen Crew		1	1	12	
Chief Administration		1	2	4		(Sub-total D) Total		3	12	56	(71)
1) Sea Transportation		1	4	4	12	5. Engineering Department		7	32	119	(151)
Chief Tugboat Captain Engineer Crew Barge		1	4	4	6	Manager Administration Driver & Office Boy (Sub-total)		1	1	2	(6)
2) Land Transportation		1	11	25	(37)			1	1	4	
Chief Administration Crew (Sub-total C)		1	6	6				1	1	2	

Department & Section	Rank I	Rank II	Rank III	Total	Department & Section	Rank I	Rank II	Rank III	Total
A) Engineering Section					A) General Affairs Section				
Chief	1				Chief Section	1			
Assistant Staff	1	5	3	(10)	1) Secretariat Member		1	7	
(Sub-total A)	2	5	3	(10)	2) Welfare		1	5	
B) Material					3) Safety & Security		1	10	
Chief	1				4) Housing		1	12	
Foremen Crew		3	16		(Sub-total A)	1	5	34	(40)
(Sub-total B)	1	3	16	(20)	B) Personnel Section				
C) Inspection					Chief Member	1	2	5	
Chief Crew	1	1	2		(Sub-total B)	1	2	5	(8)
(Sub-total C)	1	1	2	(4)	C) Finance Section				
D) Laboratory					Chief	1			
Chief Foremen Crew	1	3	13		1) Accounting		6	5	
(Sub-total D)	1	3	13	(17)	2) Budgeting		2	2	
E) Production Control					3) Auditing		2	2	
Chief Crew	1				(Sub-total C)	1	10	9	(20)
(Sub-total E)	1	1	2	(4)	D) Health Section				
Total	7	14	40	61	Chief Assistant Member	1	8	12	
6. General Affairs Department					(Sub-total D)	2	8	12	(22)
Manager Administration Driver & Office Boy	1	1	1		E) Business Section				
(Sub-total)	1	1	3	(5)	Chief Staff	1	3		
					1) Purchasing Staff		1	3	
					2) Sales Staff		2	3	
						1	1		
						1	2		

Department & Section	Rank I	Rank II	Rank III	Total
3) Warehouse		1		
Member		2	28	
(Sub-total E)	1	11	33	(45)
Total	7	37	96	140
7. Makasar Representative				
Chief	1			
Assistant Member		3	13	
Total	1	4	13	18
Grand Total	35	115	527	677

Department	Mining Personnel			Smelting Personnel			
	Rank I	Rank II	Rank III	Rank I	Rank II	Rank III	Total
1. Management	1	0	0	2	0	0	2
2. Mining Department	3	9	96	-	-	-	-
3. Smelting Department	-	-	-	7	19	163	189
4. Auxil. & Maintenance Dep.	2	10	46	5	22	73	100
5. Engineering Department	3	7	20	4	7	20	31
6. General Affairs Department	3	18	48	4	19	48	71
7. Makasar Representative	0	2	6	1	2	7	10
Total	12	46	216	274	69	311	403

Table 12-4 Management Organization of Plant



13 経 済 性

以上、主に技術的な可能性につき述べてきたが、本プロジェクトが実現可能であるためには経済的な観点から実現可能でなければならない。

従って、本調査団としては本プロジェクトを経済的な観点からも詳細に調査したのでその結果につきのべる。

収益性を検討するためには、生産コストならびに販売コストを詳細に計上しなければならない。こゝでは生産コストの内容を分析し、その各項目についての妥当性を検討した。

また、本プロジェクトを実行するために必要な総資金ならびにその資金の調達方法についても、インドネシア側の ANTAM 社、鉱山省、BAPPENAS、BANK DAGANG NEGARA の関係者より聴取することができたのでそれらについても併せて報告する。

13-1 必要資金及びその調達

本プロジェクトは再三述べたとおり当初は ANTAM 社独自の資金調達によって計画を実行する予定であったが、インドネシア政府、とくに BAPPENAS の強い要請により一部円借款（外貨資金）によって賄われることとなった。

したがって必要経費（第 1 表）を円借款の対象となる部分とそうでない部分とに分け、更に建設計画に従って必要となる資金調達を示せば第 13-1 表、第 13-2 表および第 13-3 表のとおりである。以下これについて詳細に述べる。

13-1-1 必要資金

本プロジェクトによる建設に伴い必要とする資金は第 13-1 表のとおり総額 30,467,480 ドルと見積られる。その内訳は次のとおりである。

(1) 製錬設備費

第 11 項の製錬設備の項で述べたとおりであり機械代金の総額は C I F 13,938,000 ドルである。

(2) 資 材 費

本プロジェクトは Semi Turn-Key base による建設を目標にしており、したがって建設資材も日本から搬入する予定である、資材代金の総額は C I F 1,589,000 ドルとなる。

(3) 据付工事費

現地における諸機械の据付工事費として 2,063,000 ドルの見込であり、これは機械類の約 15% に相当する。

(4) 土木工事費

工場用地の整地、機械設備基礎、飛行場整備、Jetty 延長、建物、住宅その他で総額 3,987,000 ドルが見込まれる。

(5) 建設期間中のコンサルタント料

建設期間中のコンサルタント業務及び費用は次のとおりである。

(a) Design fee (68,300,000 円)

全般的計画及び Basic spec. の作成

建設費の算出、メーカーとの交渉

工場、建屋等、基礎設計業務

(b) General Supervision fee (7,500,000 円)

Inspection を含む全般的製作上の監督

(c) General Expense (60,700,000 円)

現地建設部門に対する管理

日本側メーカーの協力費

Table 13-1 Total Amount of Necessary Fund

Items	(In U.S.\$)				Total	Remarks
	C.I.P.	Installation	Civil Works	Others		
Ore stock yard			58,620		58,620	
Screening, crushing and mixing plant	560,000	54,000	71,070		685,070	
Rotary kiln plant	1,920,000	300,000	316,900		2,536,900	
Electric furnace plant	2,600,000	370,000	615,370		3,585,370	
Refining plant	1,800,000	74,000	128,450		2,002,450	
Store house for product			125,730		125,730	
Store house for miscellaneous articles			76,520		76,520	
Store house for reducing agent			108,130		108,130	
Analytical laboratory	150,000		105,820		255,820	
Power plant and sub-station	3,780,000	225,000	429,760		4,434,760	
Oxygen plant	600,000	165,000	43,970		808,970	
Water and oil supply systems	1,000,000	545,000	102,000		1,647,000	
Jetty			260,390		260,390	
Electric wiring works	473,000	140,000	54,270		667,270	
Brick works	855,000	140,000			995,000	
Land levelling and road building and drainage works			190,000		190,000	
Air strip			300,000		300,000	
General buildings, houses & Company residences			1,000,000		1,000,000	
Construction material	1,589,000				1,589,000	
Others (Drying machine, etc.)	200,000	50,000			250,000	
Unloading transportation, storing				170,000	170,000	
Miscellaneous expenses				3,080,000	3,080,000	
Contingency reserve				2,173,000	2,173,000	
Total	15,527,000	2,063,000	3,987,000	5,423,000	27,000,000	Details shown on attached paper 1,000,000 = Interest on loan

(Other necessary fund)

Interest on loan = \$ 1,927,480
 Working fund = 1,520,000
 Mine facilities = 220,000
 Grand total \$30,467,480

Table 13-2 Necessary Funds by Foreign Currency and Rupiah

(Fund in Foreign Currency)

Items	1st yr. (12 mos.)	2nd yr. (12 mos.)	3rd yr. (2 mos.)	Total (26 mos.)	Remarks
Machines	13,588,000	350,000	-	13,938,000	
Materials	1,589,000	-	-	1,589,000	
Engineering fee	366,840	221,090	417,070	1,005,000	
Supervising fee	-	587,650	169,350	757,000	
Total	15,543,840	1,158,740	586,420	17,289,000	

(Fund in Rupiah)

Installing work	50,000	1,663,520	349,480	2,063,000
Civil engineering work	2,282,250	1,654,750	50,000	3,987,000
Unloading transportation	56,720	84,960	28,320	170,000
Technical training	150,000	50,000	-	200,000
General expense	95,200	95,200	47,600	238,000
Supervising fee	56,300	415,620	108,080	580,000
Contingency	-	-	1,173,000	1,173,000
Interest on fund in foreign currency	1,224,380	1,449,750	253,350	2,927,480
Total	3,914,850	5,413,800	2,009,830	11,338,480

Total 28,627,480

Note: Other fund in rupiah

Working fund	1,320,000
(Stock of ores and materials = 421,000 Ni-Co products = 899,000)	
Mine facilities	220,000
(Construction cost of residences already completed)	
Investigation expenses	300,000
(already expended for the project)	
Total	1,840,000
Grand Total	30,467,480

Table 13-3 Demand for Fund in Foreign Currency by Month
(during Construction Period)

Month	(In U.S.\$)																														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	Total	Remarks		
Screening, crushing, and mixing plant				560,000																								560,000			
Rotary kiln plant	1,920,000																												1,920,000		
Electric furnace plant	2,600,000																												2,600,000		
Refining plant		1,800,000																											1,800,000		
Analytical laboratory																	150,000												150,000		
Power plant and sub station	3,780,000																												3,780,000		
Oxygen plant				600,000																									600,000		
Oil supply system																													333,000		
Water supply system																													667,000		
Electric wiring works																													473,000		
Brick works																													855,000		
Construction materials	1,589,000																												1,589,000		
Others																													200,000		
Total	9,889,000	1,800,000	600,000	560,000	1,328,000				1,000,000								350,000												15,527,000		
Engineering fee	201,000			55,280				55,280			55,280		55,280						55,270												
Supervising fee																															
Total	201,000			55,280															80,410	29,450	45,710	101,130	84,690	69,100	76,660	117,530	93,510	95,800	73,550	361,800	1,005,000
Grand Total	10,090,000	1,800,000	655,280	560,000	1,328,000	55,280		1,000,000	55,280		55,280		80,410	379,450	45,710	101,130	84,690	69,100	131,930	117,530	93,510	151,070	73,550	361,800	17,289,000						

(d) 派遣人員関係費 (173,043,000円)別に現地払ルビー資金として244,500ドル

General Supervision 15人 延212人・月

Civil work supervision 11人 延137人・月

合計 309,543,000円(1,006,000ドル) + 244,500ドル

また太平洋金属㈱との基本協定書によれば、太平洋金属㈱によって与えられるサービスは全工場の各工程に対し一様なものでなくその必要性によって次の各カテゴリーに分類されている。

- (i) カテゴリーⅠA：コンサルタントのノウハウに直接に関連する製造設備で、主にロータリキルン、電気炉及び附属設備並びにその据付はコンサルタントの全責任において日本人技術者の手で行なう。建設スタート後16ヶ月目以降に行かない延285人・月となっている。
- (ii) カテゴリーⅠB：ノウハウに関連する製造設備で日本人技術者の指導監督の下でANTAM社自身の責任で行なうもので主に篩分、破碎、混合、精製等の諸設備である。16ヶ月目以降延115人・月を必要とする。
- (iii) カテゴリーⅡ：発電設備、変電設備、酸素発生設備等で直接にはノウハウに属しない設備でありANTAM社の責任の下でメーカーが据付等を行なう。
発変電関係で50人・月、酸素関係で7人・月を要する。
- (iv) カテゴリーⅢ：ANTAM社の責任の下で行なう他の工事で、主に建屋、基礎、その他工事である。
従って、カテゴリーⅠ-A、Ⅰ-B、Ⅱは外貨資金、ルビー資金に分れ、これらの監督費用は第13-4表のとおりである。

第13-4表 カテゴリー区分による監督費用

項目	外貨資金	ルビー資金
カテゴリーⅠ-A	450,000ドル	200,000ドル
"Ⅰ-B	197,000	85,000
"Ⅱ	110,000	50,000
計	757,000	335,000

(6) その他の経費

その他経費の内訳は次のとおりである。

(a) 陸揚運搬費 (170,000ドル)

機械、資材類等のボマラ港陸揚、運搬費用

(b) 技術研修費 (200,000ドル)

ANTAM社員の日本派遣技術研修費。1972年7月より6ヶ月間 技術者並びにスタッフ計20名
1973年に6ヶ月間フォアマン29名を日本に派遣各工場で実習の予定である。

(c) 借入金利子 (2,927,480ドル)

外貨資金借入金に対する建設期間中の利子(利率9%)

(d) 予備費 (1,173,000ドル)

所要資金の約4%である。

(e) 運転資金 (1,320,000ドル)

鉱石及原料ストックの1~3ヶ月分として421,000ドル、製品1ヶ月分899,000ドル相当額を運転資金として計上。

(f) 調査費 (300,000ドル)

本プロジェクトのため、先に行なった鉱床等調査費170,000ドル及び大平洋金属佛新究田工場で実施した鉱石の工業化試験費用130,000ドルを計上。

(g) 鉱山関係設備費 (220,000ドル)

本プロジェクトのため既に建設中の建物、住宅等。

以上のとおり、本プロジェクトのため必要とする資金総額は30,467,480ドル、この内外貨資金を必要とする額は17,289,000ドル、ルビー資金額は13,178,480ドルである。

(但し、すでに支出済資金等を除けば必要ルビー資金は11,338,480ドルとなる〔第13-2表参照〕)

13-1-2 外貨資金による設備項目別金額

建設計画に従い必要となる外貨資金の月別所要額は第13-3表の如く見込まれる。外貨資金の割当てが決まってから必要機械設備を発注することになるが、建設が円滑に進み、資金の無駄をなくするためにはこの表にしたがった外貨割り当てが望ましい。

13-1-3 ルビー資金

ANTAM社は本プロジェクトの達成を会社の重点として進めており、同社より提出の資金収支見込表(第13-5表)のとおり社内的に本プロジェクトに対し1972年~1974年間に11,335,000ドルの資金準備が可能であり、同社の資金収支の上から、本計画によるルビー所要資金11,338,480ドルは自己資金で賄うことができる。

なお、一時的に運転資金などが不足する場合にはBANK DAGANG NEGARAが融資に応ずる旨、書状が同行よりANTAM社に出されている。その写しならびに日本語訳文を別紙1及び別紙2に示す。

ANTAM社は現在ボマラ鉱山より鉱石を採掘販売中で、本プロジェクト建設のため既に現地では工場用地の土地造成住住宅の建設、Jettyの建設等土木工事を主とした作業を自社ルビー資金により着々進めており、本計画による第1年度ルビー資金は既に1部実行に移されている。

本プロジェクトの建設が現在実施中のボマラニッケル鉱石販売事業続行中に行なわれれば、資金の調達は心配ないものと思われる。

なお、BAPPENAS、鉱山局は本プロジェクトを1972年度開発計画のA級プロジェクトにランクし、これが開発実現を強く望んでおり、この面からも、若しルビー資金の借入れを必要とするような場合には政府関係当局の強力な支持があるものと思われる。

13-2 生産コスト

前述の如く本プロジェクトは鉱石品位Ni+Co 1.8%、鉄分12~15%の鉱石乾量年間25万屯の処理によりNi純分年間4,000屯のフェロニッケル生産を行なうものである。

なお、生産に当たって採鉱関係については既に10年間にわたる採掘実施の経験があり最近では年間60万~80万屯の鉱石産出を行っており、設備及び技術の面において充分能力を備えているものと思われる。従って鉱山機械類の更新は本プロジェクトの生産中に漸次行なうことができる。製錬関係については当初5年間、日本人技術者が駐在して技術指導に当り、これに対しANTAM社は優秀な技術者を集めあらかじめこれら社員を日本に派遣し(1972年20名、1973年29名)技術研修を行なり等、製錬技術修得の体制を進めており、これらによる成果が期待される。

販売、営業面の対外的接渉等はジャカルタ本社で行なわれるが、これら本社管理費は同社の方針で直接本コストの

Table 13-5 Estimated Income and Expenditure
of P.N. ANEKA TAMBANG

(In US\$)

<u>RESOURCES AND USES OF FUNDS</u>			
	1972	1973	1974
I. INCOME			
1. BAUXITE	5,935,510.-	5,935,510.-	5,816,810.-
2. TJIKOTOK GOLD	783,800.-	783,800.-	783,800.-
3. NICKEL ORE	8,249,770.-	10,917,510.-	9,180,350.-
4. REFINERY PLANT	416,800.-	416,800.-	416,800.-
5. IRON SAND	1,186,550.-	1,280,610.-	1,280,610.-
TOTAL :	16,572,430.-	19,334,230.-	17,478,370.-
II. PRODUCTION COSTS			
1. OPERATION COSTS	11,692,740.-	12,531,900.-	10,924,370.-
2. DEPRECIATION	3,044,400.-	4,873,360.-	4,827,780.-
TOTAL :	14,737,140.-	17,405,260.-	15,752,150.-
III. GROSS PROFIT	1,835,290.-	1,928,970.-	1,726,220.-
IV. CORPORATION TAX	825,880.-	868,040.-	776,800.-
V. NET PROFIT	1,009,410.-	1,060,930.-	949,420.-
VI. DEPRECIATION	3,044,400.-	4,873,360.-	4,827,780.-
VII. PENSION FUNDS	171,480.-	164,630.-	164,230.-
VIII. CASH BEGINNING OF 1972	1,792,770.-	-	-
IX. AVAILABLE FUNDS	6,018,060.-	6,098,920.-	5,941,430.-
X. INVESTMENT IN VARIOUS- UNITS EXCEPT FERRONICKEL	2,724,910.-	2,372,770.-	1,625,730.-
AVAILABLE FOR FERRONICKEL :	3,293,150.-	3,726,150.-	4,315,700.-
Total available for Ferronickel (1972-1974)		US\$. 11,335,000.-	
PROJECT AID		US\$. 15,365,000.-	
TOTAL :		US\$. 26,700,000.-	

(訳 文)

1972年3月21日

P.N. Aneka Tambang

取 締 役 殿

BANK DAGANG NEGARA

ジャカルタ 本店

取締役 H.M. Widarsadipradja

取締役 Omar Abdalla Drs Ec.

短期借入金依頼について

拝啓 本書状を以て吾々は1972年3月20日付 庶 1319-Dir/
E / 257 貴状に申しのべられた 352,750,000ルピーの短期資金借
入依頼の件につきましては、基本的に同意することを表明します。

実際に同資金借入を必要とする時には弊行ジャカルタ ガンビル
支店を通じてお申し出で下さい。

敬 具

写 送付先

監 査 局

クレジット局

国 内 局

外 国 局

ジャカルタ ガンビル支店

中には負担計上していない。鉱山、工場の管理運営はボマラ鉱業所、この下にマカッサル事務所があり、資材、物資の搬入及び製品の輸出業務等が行なわれている。

(経費は本コスト中、一般管理費で計上している)

生産開始当初5年間はローヤリティ(ノウハウ)の支払、日本人技術者に対する技術指導料等の支払があり、また10年間は建設費用の償却、借入外貨資金、利子の支払等が行なわれる。

これら、生産コストの内訳を以下に述べる。

13-2-1 直接費

(1) 採 鉱 費

第9項で説明のとおり鉱石乾量1屯当り2.85ドルである。

(2) 電力及びその他製錬副原料費

項目別金額を第13-6表に示す。

なお、細目については第11項製錬設備で述べたので省略する。

第13-6表 電力及びその他製錬副原料費 (年間純分4,000tに対し)

項 目	数 量	単 価	年間金額
Heavy oil for Kiln(重油)	22,000 KL	18.5ドル	407,000ドル
Electric Power (電力)	165,000 KWH	7	1,155,000
Electric Paste (電極ペースト)	400 t	100	40,000
Coal (石炭)	10,000 t	25	250,000
Limestone (石灰石)	18,600 t	4	74,400
Quicklime (生石灰)	160 t	16	25,600
Calcium Carbide (カルシウムカーバイド)	560 t	110	61,600
Sodium Carbonate (ソーダ灰)	72 t	80	5,760
Fluorspar (螢石)	110 t	60	6,600
Ferrosilicon	22 t	225	4,950
Alumunium shots	55 t	625	34,380
Oxygen (酸素)	190,000 m ³	0.07	133,000
		計	2,198,290

(3) 修理、維持費

年間 355,000ドルであるがこれは純設備投資額の約3%に相当する。

(4) 製錬労務費

年間 545,400ドルであるがその人数は第12項で述べたとおりである。わが国同種の工場に比べて20~30%多くなっているが、作業の習熟度の違い、宗教、習慣の相違等から妥当なものと思う。なお、初年度はランクⅠ 65,000ルピア/月、ランクⅡ 40,000ルピア/月、ランクⅢ 35,000ルピア/月とし、第2年度以降各年3%の上昇率を見込み、10年間平均してランクⅠ 75,000ルピア/月、ランクⅡ 45,000ルピア/月、ランクⅢ 40,000ルピア/月とした。

ランクⅠ、Ⅱ、Ⅲの説明は第12項を参照されたい。

第13-7表 製錬労務費

区 分	人 数	単 価	金 額
ランク I	23人	75,000 ルピア/月	1,725,000 ルピア/月
" II	69	45,000	3,105,000
" III	311	40,000	12,440,000
計	403		17,270,000 ルピア/月
			207,240,000 ルピア/年
1ドル = 380 ルピア として			545,400 ドル/年

現在は415ルピア/1ドルであるので実際にはこれより下るが、安全をみて上記の数字を採用した。

13-2-2 固定費

(1) 一般管理費その他

1年当りの金額を第13-8表に示す

第13-8表 一般管理費その他

項 目	金 額
保 険 料(火災, 盗難等保険)	1,800 ドル
一般修理費(建物, 車輛他)	180,000
電 力 費(住宅等 12,000KWH×7ドル)	84,000
工業用水(20,000KL/日 1.25ルピア/KL)	25,000
厚生費(福利厚生関係費)	8,000
事務所費, 管理費(ボマラ鉱業所, マカッサル事務所費)	120,000
計	418,800

(2) ローヤリテイ

ローヤリテイの支払は製品1屯当り30,000円とし、この総額は6億円を超えないものとされている。したがって10年間の総生産で6億円(1,948,052ドル)を割れば10年間における1屯(Ni純分)当りの平均ローヤリテイを求め得る。

(3) 生産技術指導料

日本側は技術者を現地へ派遣して、工場の操業当初5年間現地の技術者をトレーニングする予定でありその内容及び人員、費用についての内訳を第13-9表に示す。支払金額は建設時における派遣に準ずるが1人当月平均2,000ドルとして総額1,326,000ドルとなる。

(4) 調査費の償却

過去に行なった鉱山の探査、また大太平洋金属(株)新築田工場での鉱石の試験操業費については既に支払われているものもあるが、本プロジェクトの必要経費として10年償却を考えている。(内訳次頁(a)(b)(c)に示す)

第13-9表 生産、技術指導料

年 度	期 間	派 遣・人 員		金 額
第 1 年 度		13人	13人・月	
(Preparation Stable Operation)	3ヶ月	41人	123人・月	
(Performance Guaranty Test)	1ヶ月	41人	41人・月	
(Commercial Operation)	3ヶ月	41人	78人・月	
(")	5ヶ月	12人	60人・月	
小 計			315人・月	630,000ドル
第 2 年 度	12ヶ月	11人	132人・月	264,000
第 3 年 度	"	8人	96人・月	192,000
第 4 年 度	"	5人	60人・月	120,000
第 5 年 度	"	5人	60人・月	120,000
小 計			348人・月	
合 計			663人・月	1,326,000

(4) 調査費の償却(内訳)

(a) 鉱床調査(第1次調査)

1968~1969年にわたるSUNIDECOとの共同調査であり、差当っては本プロジェクトに使用する鉱石ではない。(15,000,000ルピア)

(b) 第2次調査

ANTAM社が独自で行なったものである。(45,000,000ルピア)

(c) 大平洋金属新発田工場における試験操業費 (50,000,000ルピア)

計110,000,000ルピア(300,000ドル)で10年償却にすると1年当り30,000ドルとなる。

13-2-3 運転資金利子

原料及び機械部品をストックしておくための金利であるがインドネシア自国で調達できるものは1~2ヶ月、日本または他の国から輸入しなければならないものについては3ヶ月間のストックを必要とするとして必要経費及び金利を第13-10表に示す。

第13-10表 運転資金利子

項 目	金 額
Ore 1ヶ月分	59,400ドル
Product 1	899,100
Coal 1	22,500
Limestone 1	6,200
Heavy Oil 2	222,000
Electrode paste 3	10,000

項	目	金額
Calcium Carbide	3ヶ月分	15,400ドル
Sodium Carbonate	3	1,440
Quicklime	1	2,150
Fluorspar	3	1,650
Ferrosilicon	3	1,250
Aluminium	3	8,600
Auxiliary Materials	3	6,250
合 計		1,312,190
年 利 率	12%	
年 間 利 子	157,460ドル	

13-2-4 減価償却

機械設備、資材、据付工事費、建設のための技術料、監督費、その他費用を10年定率償却（主に機械設備に関するもの）と、20年定率償却（土木工事、Jetty、建屋その他）に分けて減価償却を計算すると次の通りとなる。

機 械 設 備 等

機 械 代 金 1,393,800ドル

＃ 利 子 2,660,680

据 付 費 2,063,000

計 1,866,168ドル $\times \frac{1}{10} = 1,866,170$ ドル

土 木 工 事, 建 物 そ の 他

資 材 代 金 1,589,000ドル

土 木 工 事 3,987,000

そ の 他 4,540,890

計 10,116,890ドル $\times \frac{1}{20} = 505,850$ ドル

合 計 2,877,857ドル \rightarrow 2,372,020ドル

1年当りの償却は2,372,020ドルとなる。

13-2-5 建設資金利子

建設資金を外貨資金借入にあおぎ、借入金17,289,000ドルの返済を10年年賦、金利9%とすれば10年間の利子は8,558,050ドルとなり、1年当り平均855,810ドルとなる。

13-2-6 10年間の1年当り平均生産コスト

以上生産コストの内訳につき夫々説明したが、それを直接費、固定費に分け、1年当りの平均生産コストを一覧表にすれば第13-11表のとおりである。

ただし、Ni純分1吨当りの平均を出すために、10年間の総生産量を38,600吨と仮定した。即ち操業開始後第1年次には能力の80%（3,200吨）、第2年次には90%（3,600吨）、第3年次には95%（3,800吨）、第4年次以降は100%（4,000吨）の操業率とした。

第13-11表 1年当り平均生産コスト

項 目	金 額	1 t 当り金額
直 接 費	(ドル)	(ドル)
採 鉱 費	6 8 7, 5 6 0	1 7 8. 1 2
電力及諸原料費	2, 1 2 1, 3 5 0	5 4 9. 5 7
修 理 維 持 費	3 5 5, 0 0 0	9 1. 9 7
労 務 費	5 4 5, 4 0 0	1 4 1. 3 0
固 定 費		
一般管理費他	4 1 8, 8 0 0	1 0 8. 5 0
ロ ー ヤ リ テ イ	1 9 4, 8 1 0	5 0. 4 7
生産技術指導料	1 3 2, 6 0 0	3 4. 3 5
調 査 費 償 却	3 0, 0 0 0	7. 7 7
運 転 資 金 金 利	1 5 1, 9 5 0	3 9. 3 7
減 価 償 却	2, 3 7 2, 0 2 0	6 1 4. 5 1
建 設 資 金 利 子	8 5 5, 8 1 0	2 2 1. 7 1
合 計	7, 8 6 5, 3 0 0	2, 0 3 7. 6 4

13-3 販売価格および市場

本プロジェクトにより生産されるフェロニッケル年産4,000吨(Ni純分)は1974年より10年間全量日本が買いとることをSUNIDCOとANTAM社間で1971年6月に契約が結ばれ、本プロジェクトは一応安定したわけであるが、SUNIDECOがこの製品を全量引きとるにあたって、SUNIDECOとANTAM社との間には次の如き文書がとりかわされていることを公にして、今後の日本とインドネシア間におけるニッケル開発に関する事業が一層友好のうちに進められることを期待する。その文書の内容は

- (1) 過去10年のSUNIDECO、ANTAM社両者の協力関係の結果に鑑み、ANTAM社、SUNIDECOとの間の友好関係の維持発展が日・イ両国のニッケル業界の利益のため有効であること。
- (2) ANTAM社は種々の機会において、SUNIDECOに対し、本計画はSUNIDECOとの共同探査により決定されたニッケル鉱石の使用を含まず、またさらに、SUNIDECO独自の計画が成功裡に実現するよう協力を行なうことを確約する。

以上である。

販売価格についてはフェロニッケルのNi+Co含有量のメトリック吨当りのFOB価格として、INCO社(世界で最も大きい生産者で、INCO社の販売価格が一般にニッケルの国際市場価格と見做されている)の電解ニッケルのPort Colborne価格をベースとし、SUNIDECO、ANTAM社両者間で協議の上、ポマラFOB価格を決定することになっている。(1971年6月、契約時点ではINCO社価格をベースにポマラFOB 2,785.54ドルの線が出された)

その後、景気後退の現状から将来のポマラ、フェロニッケルの価格想定も困難な情勢にあるが、一応現在日本におけるメーカー建値は消費者工場渡しでNi+Co含有量吨当り1,200,000円でありこれを基にポマラFOB価格を

計上すれば、1メトリックトン当りポマラFOB 2,700ドルの線が考えられる。現時点では一応この価格を以て収支計算を行なうこととした。

13-4 収 益 性

上のべた生産コスト、販売価格をもとにして収益性を計算した。但し、インドネシアにおける輸出税は販売金額の10%であり、また法人税は税引前利益の45%である。

この結果、生産開始後10年間の1年当り平均収支は第13-12表のとおり生産販売数量3,860トンに対し、税引前利益は1,514,500ドルとなる。

これは販売収入に対し14.5%に当り、ローヤリティ及び技術指導料等生産開始に伴う当初必要費用を賄った上でも十分に収益性がある。なお、これより法人税681,520ドルを差引いた後の純利益は832,980ドルで、販売収入に対し8%の利益率となりNi+Co純分1トン当り215.80ドルの利益を得ることができる。

この結果、本プロジェクト開始により得られる年間平均10,422,000ドルの外貨収入は、これまでのポマラ鉱石販売による年約9,000,000ドル（鉱石60～80万トン販売）以上の外貨収入を長期にわたり確保し得ることとなり、ポマラ鉱山にとっては一次産品輸出（鉱石）より、二次製品輸出へと技術的に進展を行い、将来の同地域におけるニッケル資源の長期開発に大きく前進の緒口を確立することになるものと思われる。

なお、操業開始後10年間の年次別生産収支見込を第13-13表、同じく資金収支見込を第13-14表に示す。

第13-12表 年間平均収支見込表

項 目	金 額 (ドル)	トン当り金額 (ドル)	利益率(%)
1. 収 入	(Ni+Co純分 3,860t)		
フェロニッケル 販売代金	10,422,000	2,700	100
輸 出 税	1,042,200	270	10
差 引 収 入	9,379,800	2,430	90
2 支 出			
生 産 費 用	4,637,470	1,201.42	44.5
減 価 償 却 費	2,372,020	614.51	22.8
建 設 資 金 利 子	855,810	221.71	8.2
支 出 計	7,865,300	2,037.64	75.5
3 利 益 (税引前)	1,514,500	392.36	14.5
4. 法 人 税	681,520	176.56	6.5
5. 純 利 益	832,980	215.80	8.0

注) 1. 自己資金利益率(税引前) 14.8%
 2. " 純利益率 8.1%

13-5 損益分岐点

10年間の1年平均の生産収支見込に基く損益分岐点(P)は第13-1図のとおり、販売収入10,422,000ドル(S)に対し、輸出税、採鉱、電力、諸原料、修理、運転資金利子等生産量に応じて増減する変動経費

Table 13-13 Estimated Production Account for 10 Years (In U.S.\$)

Year	(In U.S.\$)										Annual average	Per ton	Remarks	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				Total
Operating efficiency	80	90	95	100	100	100	100	100	100	100	100	96.5		
1. Income	(3,200\$)	(3,600\$)	(3,800\$)	(4,000\$)	(4,000\$)	(4,000\$)	(4,000\$)	(4,000\$)	(4,000\$)	(4,000\$)	(38,600\$)	(3,860\$)		
Sales of ferromichel	8,640,000	9,720,000	10,260,000	10,800,000	10,800,000	10,800,000	10,800,000	10,800,000	10,800,000	10,800,000	104,220,000	10,422,000	2,700	
Export tax	864,000	972,000	1,026,000	1,080,000	1,080,000	1,080,000	1,080,000	1,080,000	1,080,000	1,080,000	10,422,000	1,042,200	270	
Net income	7,776,000	8,748,000	9,234,000	9,720,000	9,720,000	9,720,000	9,720,000	9,720,000	9,720,000	9,720,000	93,798,000	9,379,800	2,430	10% of exporting price
2. Expenditures														
Mining cost	570,000	641,250	676,870	712,500	712,500	712,500	712,500	712,500	712,500	712,500	6,875,620	687,560	178.12	
Materials, and electric power	1,758,630	1,978,460	2,088,370	2,198,230	2,198,230	2,198,230	2,198,230	2,198,230	2,198,230	2,198,230	21,213,490	2,121,350	549.57	
Repair and maintenance	200,000	250,000	300,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	3,550,000	355,000	91.97	
Labour cost	478,100	491,600	505,000	518,500	532,000	547,500	572,300	585,800	599,900	623,200	5,454,000	545,400	141.30	
Administrative expense	418,800	418,800	418,800	418,800	418,800	418,800	418,800	418,800	418,800	418,800	4,188,000	418,800	108.50	
Royalty (know-how)	311,680	350,640	379,120	389,600	389,600	389,600	389,600	389,600	389,600	389,600	3,896,000	389,600	100.47	
Technical instruction fee	630,000	264,000	192,000	120,000	120,000	120,000	120,000	120,000	120,000	120,000	1,194,800	119,480	31.35	
Redemption of investigation expense	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	300,000	30,000	7.77	
Interest on working fund	125,950	141,710	149,390	157,460	157,460	157,460	157,460	157,460	157,460	157,460	1,519,480	151,950	39.37	
Total	4,523,170	4,566,460	4,730,750	4,945,150	4,958,650	4,601,110	4,489,350	4,502,850	4,516,950	4,540,750	46,374,690	4,637,470	1,201.42	
Depreciation	2,372,020	2,372,020	2,372,020	2,372,020	2,372,020	2,372,020	2,372,020	2,372,020	2,372,020	2,372,020	23,720,200	2,372,020	614.51	
Interest on construction fund	1,556,010	1,400,410	1,244,810	1,089,210	935,610	778,000	622,400	466,800	311,200	155,600	8,558,050	855,810	221.71	
Total of expenditures	8,451,200	8,338,890	8,347,580	8,406,380	8,264,280	7,751,130	7,483,770	7,341,670	7,200,170	7,067,870	78,652,940	7,865,300	2,037.64	
3. Profit or loss (Δ)	Δ675,200	409,110	886,420	1,313,620	1,455,720	1,968,870	2,256,230	2,378,330	2,519,830	2,652,130	15,145,060	1,514,500	392.36	
4. Corporate income tax	-	184,100	398,890	591,130	655,070	885,990	1,006,300	1,070,250	1,133,920	1,193,460	6,815,270	681,520	176.56	45% of profit
5. Net profit	-	225,010	487,530	722,490	800,650	1,082,880	1,229,930	1,308,080	1,385,910	1,458,670	8,329,790	832,980	215.80	

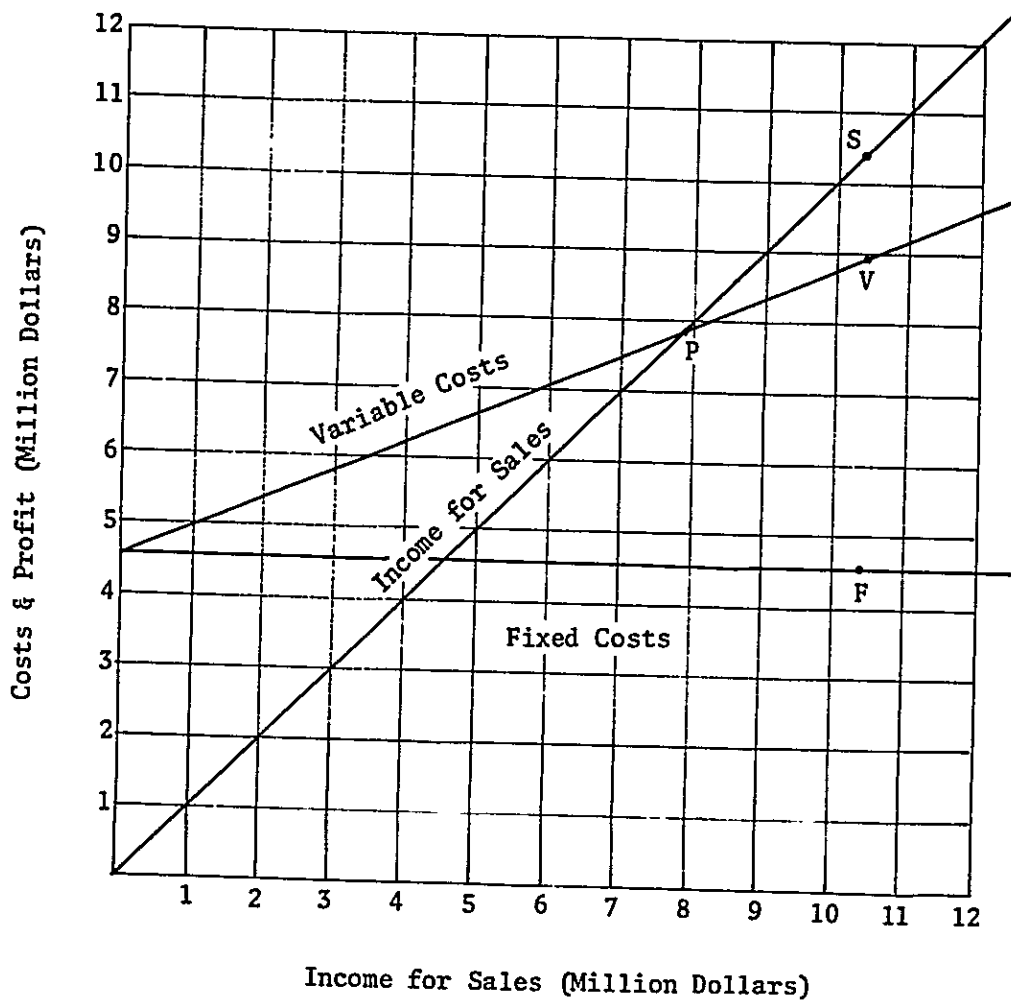
Table 13-14 Estimated Balance of Funds for 10 Years

(In U.S.\$)

Year	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Remarks
Sales (after reduction of export tax)	7,776,000	8,748,000	9,234,000	9,720,000	9,720,000	9,720,000	9,720,000	9,720,000	9,720,000	9,720,000	
Production cost	8,451,200	8,338,890	8,347,580	8,406,380	8,264,280	7,751,130	7,483,770	7,341,670	7,200,170	7,067,870	
Profit or loss(Δ)	Δ 675,200	409,110	886,420	1,313,620	1,455,720	1,968,870	2,236,230	2,378,330	2,519,830	2,652,130	
Corporate income tax	-	184,100	398,890	591,130	655,070	885,990	1,006,300	1,070,250	1,133,920	1,193,460	
Net profit	Δ 675,200	225,010	487,530	722,490	800,650	1,082,880	1,229,930	1,308,080	1,385,910	1,458,670	
Funds credited from other account											
Net profit	Δ 675,200	225,010	487,530	722,490	800,650	1,082,880	1,229,930	1,308,080	1,385,910	1,458,670	
Depreciation	2,372,020	2,372,020	2,372,020	2,372,020	2,372,020	2,372,020	2,372,020	2,372,020	2,372,020	2,372,020	Credited from production cost
" (on mining assets)	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	"
Redemption of investigation expense	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	"
Interest on working fund	125,960	141,710	149,590	157,460	157,460	157,460	157,460	157,460	157,460	157,460	"
Total	2,052,780	2,968,740	3,239,140	3,481,970	3,560,130	3,842,360	3,989,410	4,067,560	4,145,390	4,218,150	
Necessary Funds											
Redemption of loan (in foreign currency)	1,728,900	1,728,900	1,728,900	1,728,900	1,728,900	1,728,900	1,728,900	1,728,900	1,728,900	1,728,900	
Mining facilities	8,210	413,510	164,600	74,440	505,160	158,370	176,410	74,440	219,770	160,680	Replacement of mining facilities
Buildings and others	-	393,650	103,390	-	300,530	103,390	-	-	103,390	-	
Total	1,737,110	2,536,060	1,996,890	1,803,340	2,534,590	1,990,660	1,905,310	1,803,340	2,052,060	1,889,580	
Balance of fund	315,670	432,680	1,242,250	1,678,630	1,025,540	1,851,700	2,084,100	2,264,220	2,093,330	2,328,570	

4,358,060ドルを(V)とし、一般管理費、ロイヤリティ、償却その他固定経費4,549,440ドルを(F)としてP点を求めれば、損益分岐点は7,900,000ドルとなる。これは生産販売数量2,950屯(1屯当り2,700ドル)に相当し、また生産販売数量3,860屯に対しては1屯当り2,050ドルに相当する金額である。

Fig. 13-1 Break-even Point



14. 問題点とまとめ

以上、本プロジェクトの提出された経緯、鉱量、鉱石、製錬方式、設備、インフラストラクチャー、経済性につき調査結果を報告した。

結論としては feasible であり、収益性もあるものと認めるが、尚、建設、操業に幾多の問題点が存在していることも事実であり、それらは個々に見ると一見小さな問題のようであるが、計画を遂行して行くためには、是非とも解決された実行前に充分に考慮されなければならないと思うのでここに列挙する。

14-1 インフラストラクチャー

ボマラ鉱山地区は海岸沿いであり、製錬所も港に近く、インドネシアとしては交通の便は非常によく、立地条件としては恵まれているが、マカッサルからの定期船、定期航空路の運行、またはマカッサル-バジョア (Badjoa ボマラの対岸) 間の道路整備、バジョア-ボマラ間の湾内航路の開設およびそれともなり郵便、通信の定期化は近代工場を運営するためには絶対に必要であろう。

14-2 労働条件

一般にインドネシアにおいては上級、下級の労働者の給料の格差が大きく、また、建設にあたっては、多数の日本人労働者もボマラ地区に長期に滞在することになるが、都市とは異り、厚生、娯楽関係は、すべてANTAM社自身で準備した所以以外には求められないわけである。そのような条件においては格差による生活条件の違い等によってとかく感情問題が生じがちであり、大きな問題にまで発展する恐れがある。

日本側の派遣員も、酒ぐせが悪くなく温厚な人を選び、また出発前には充分すぎるオリエンテーションをする必要がある。インドネシアの人々と風俗習慣が違ふからと云って、人間関係が保てないような人を選ぶべきではないと考える。

インドネシア側においても、厚生設備、その他、生活に変化を与えうるような設備の配慮は両国従業員のためには是非すべきであろう。

また、地区の警察、保安関係も予め、充分に両国の関係者で打ち合せを行っておき、事故が発生した場合の責任の所在がはっきりしないような事は厳に注意しなければならない。

14-3 技術関係

各項で述べたので、ここには再び述べない。根本的な点においては問題点はないが、例えば建設計画の際に、発電所、給水、その他 Utility 関係の設備は優先し、また鉱石の品位を一定にするための採鉱方法、オーベディング等には、充分に注意する必要がある。鉱石中の鉄の品位が高くなると、各種原単位が上がることも充分注意する必要がある。水源については、現状では問題はないと思われるが、コモロ川の水量がそう豊富でない事から、近い将来相当大きな貯水池を計画した方がよいと思われる。

14-4 資金関係

経済性その他の項でのべたが、ボマラ鉱山の輸出向鉱石 (Exportable ore) の余命は少く、その間に建設工事を終える必要があるが、資金関係においても、ニッケル鉱の輸出がなくなった場合ANTAM社の収益性は悪くなり、自己資金の調達が困難になることが予想される。

14-5 ニッケル需給関係

ANTAM社とSUNIDECOとの長い間の友好関係ならびに今後の友好関係の維持のために、SUNIDECOは1974年から10年間にわたり全量の製品を買い取る契約をしているわけであるが、ニッケル需給の項で述べたようにわが国の現在の市況は極度に悪く、メーカー、ユーザーにとってたとえ4,000トンという量であっても重荷であるという感じをもっているのが現状であろう。

しかし、長期的な視野に立った場合に、インドネシアと日本との友好関係の維持のためには、この契約の継続が望ましいことは云うまでもない。

14-6 将来のニッケル開発

本プロジェクトはANTAM社独自のものであり、日本が技術援助を行ない、製品をSUNIDECOが引きとる予定となっているが、同地区にはなお低品位のラテライト鉱の膨大な資源があり、ニッケル需給の好転のあかつきには更に製錬所の建設プロジェクトを推進すべきであろう。

〔別表 1〕

調 査 日 程 表

月 日	内 容
2月29日(火)	JAL711便にて羽田発 ジャカルタ着
3月 1日(水)	日本大使館にて打合せ, ANTAM社 社長以下幹部と懇談
2日(木)	鉱山省にて鉱山大臣と会見, ANTAM社にて打合せ
3日(金)	鉱山省にて開発計画局長より情況聴取
4日(土)	ANTAM社にて討論
5日(日)	資料整理及び打合せ
6日(月)	チャーター機(ビーチクラフト)にてジャカルタ発, マカッサル着 此の後ボマラへ向かうも悪天候のため, 再びマカッサルへ引返す。
7日(火)	チャーター機にてマカッサル発, ボマラ上空へ達するもフラップ故障の為着陸出来ず, 再びマカッサルへ引返す。ANTAM社マカッサル支所にて打合せ
8日(水)	マカッサル港湾施設及びP.T. ANEKA GAS INDUSTRY 視察 Garuda 航空にてマカッサル発クンダリ着(後藤, 竹内は南東スラウェシ州知事と会見), ANTAM社マカッサル支所にて打合せ
9日(木)	SUNIDECO 鉱石船Lennia丸にてマカッサル出港, 船内泊(ANTAM社幹部と打合せ)
10日(金)	ボマラ沖停泊(ANTAM社幹部と打合せ) ボマラNi 鉱区並びにボマラ鉱業所諸施設調査
11日(土)	ボマラ鉱業所諸施設調査, ボマラ鉱業所所長以下と懇談, SUNIDECO 鉱石船No ume丸 にてボマラ出港, 船内泊(ANTAM社幹部と打合せ)
12日(日)	マカッサル港外停泊(ANTAM社幹部と打合せ) ANTAM社マカッサル支所にて打合せ
13日(月)	チャーター機 にてマカッサル発 スラバヤ着 P.T. Semen Gresik 視察, P.T. BARATA 社長以下幹部と懇談
14日(火)	P.N.P.L.T.U. Perak 火力発電所視察
15日(水)	P.T. BARATA 本社及び機械工場視察 チャーター機 にてスラバヤ発, ジャカルタ着
16日(木)	ANTAM社 P.P. Unit Logam Mulia 及び Tandjung Perbuk 火力発 電所視察 ANTAM社にて討論
17日(金)	インドネシア開発庁(BAPPENAS)及び海外経済協力基金(O.E.C.F.)と打合せ, ANTAM社にて討論
18日(土)	ANTAM社にて社長以下幹部に調査結果概要報告 鉱山省開発計画局長よりインドネシアNi 開発状況聴取
19日(日)	資料整理及び打合せ
20日(月)	ANTAM社にて討論, 資料整理
21日(火)	P.N. Utama Karya 本社にて情況聴取 ANTAM社にて討論, 資料整理
22日(水)	ANTAM社にて討論, 資料整理, BAPPENASにて副長官及び鉱工業局長に調査 結果概要報告, 討論
23日(木)	ANTAM社にて最後の討論
24日(金)	バンドン地質調査所及び鉱山研究所等視察
25日(土)	日本大使館にて調査結果概要報告
26日(日)	JAL710便にてジャカルタ発, 羽田帰着

ANNEX FIG-2
DISTRIBUTION
ポマラ

LAPANBAN TERBANG

KAMP. POMALAA

11 鉱体
11 Ore Body

1 鉱体
1 Ore Body

9 鉱体(西)
9 Ore Body (West)

2 鉱体
2 Ore Body

E

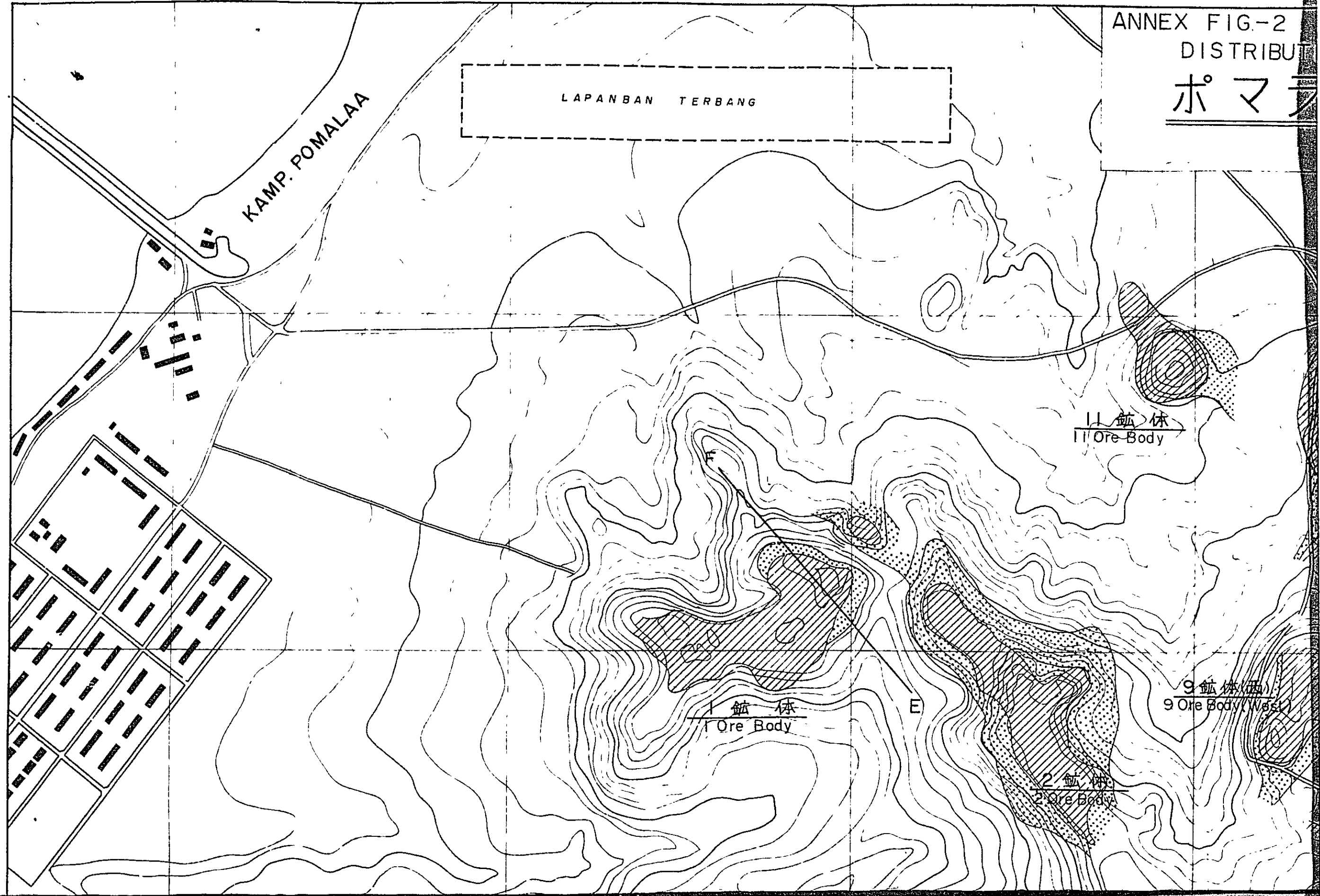
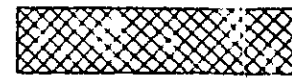


FIG-2

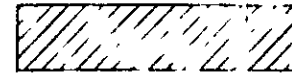
DISTRIBUTION MAP OF ORE DEPOSITS IN POMALAA AREA

ポマラ地区鉱床分布図

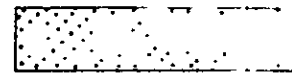
Remarks
記 事



Mining Area of Exportable Ore or more
輸出鉱石採掘地区 (Ni Co 2.2%以上)



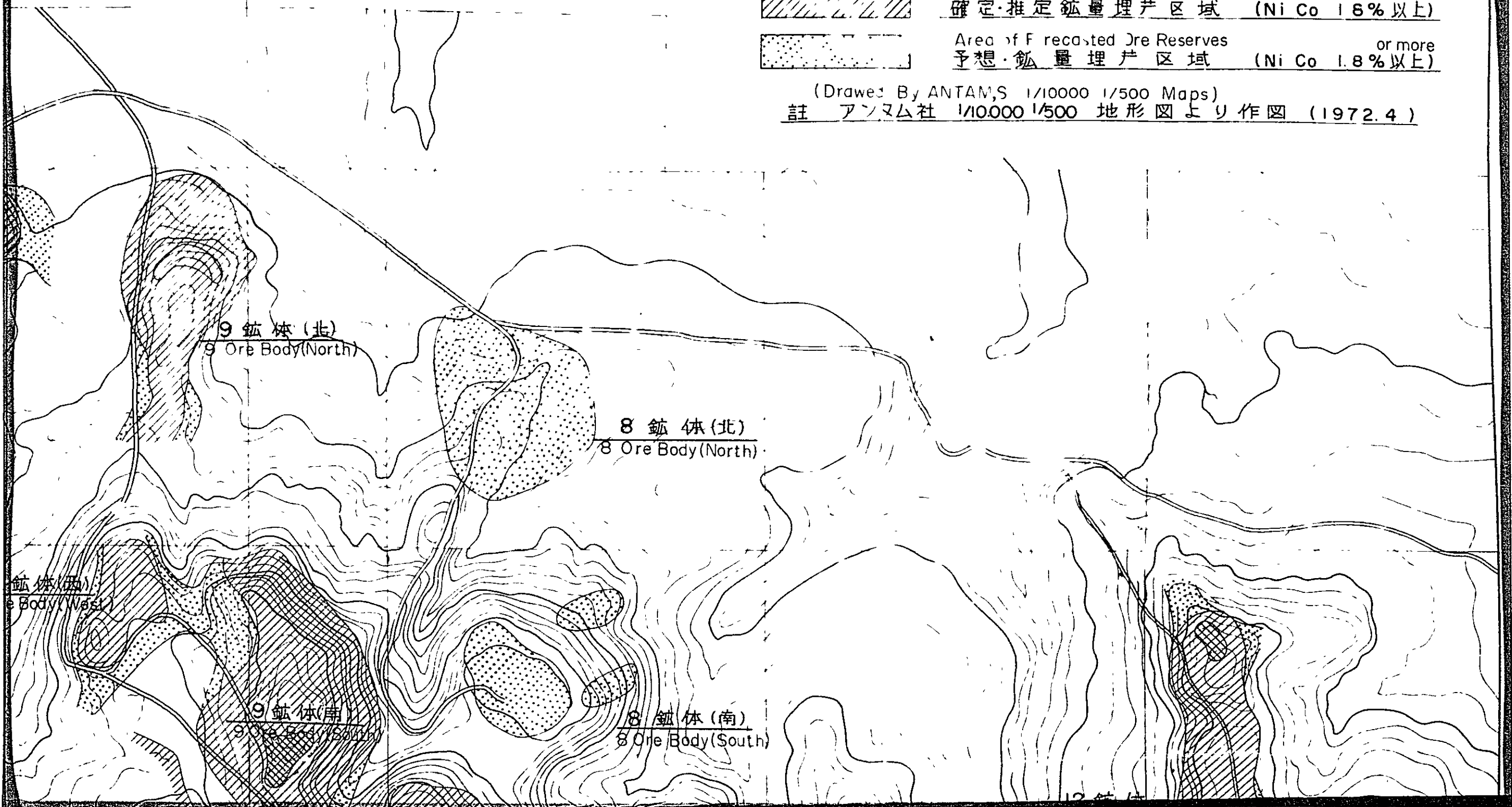
Area of Confirmed and Probable Ore Reserves or more
確定・推定鉱量埋産区域 (Ni Co 1.8%以上)

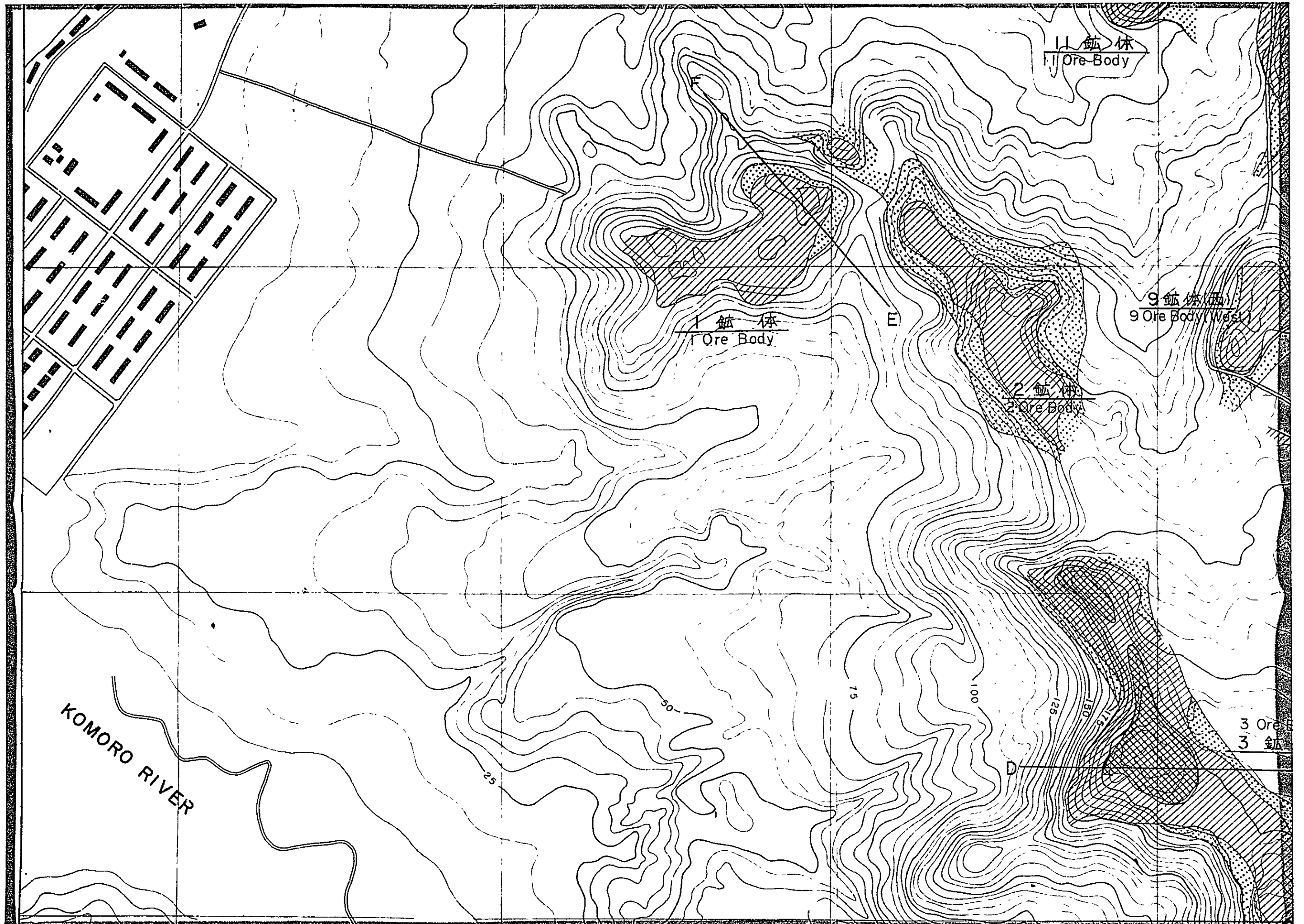


Area of Recasted Ore Reserves or more
予想・鉱量埋産区域 (Ni Co 1.8%以上)

(Drawn By ANTAM, S 1/10000 1/500 Maps)

註 アンナム社 1/10000 1/500 地形図より作図 (1972.4)





11 鉱体
11 Ore Body

1 鉱体
1 Ore Body

9 鉱体 (西)
9 Ore Body (West)

2 鉱体
2 Ore Body

3 鉱体
3 Ore Body

KOMORO RIVER

E

D

25

50

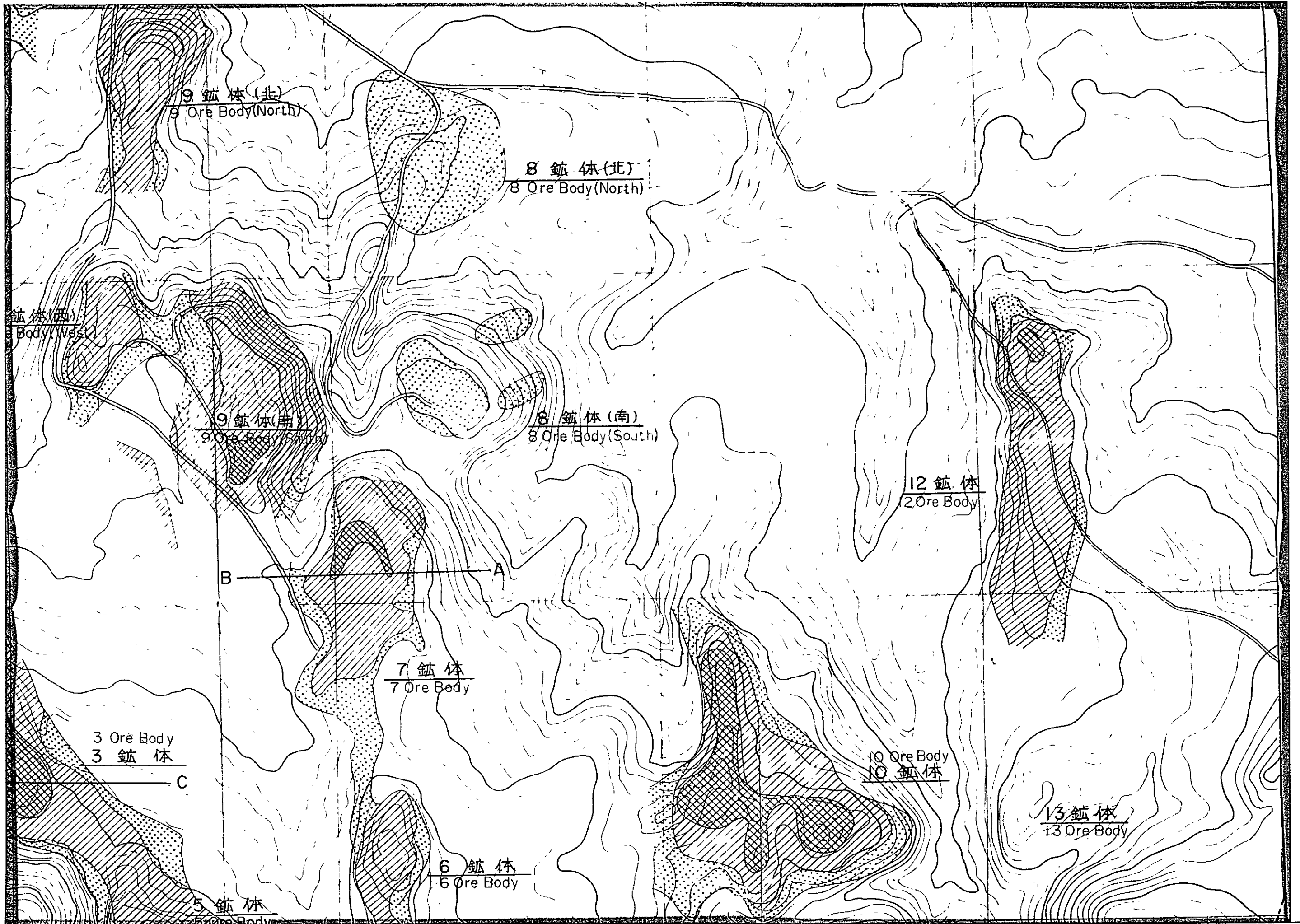
75

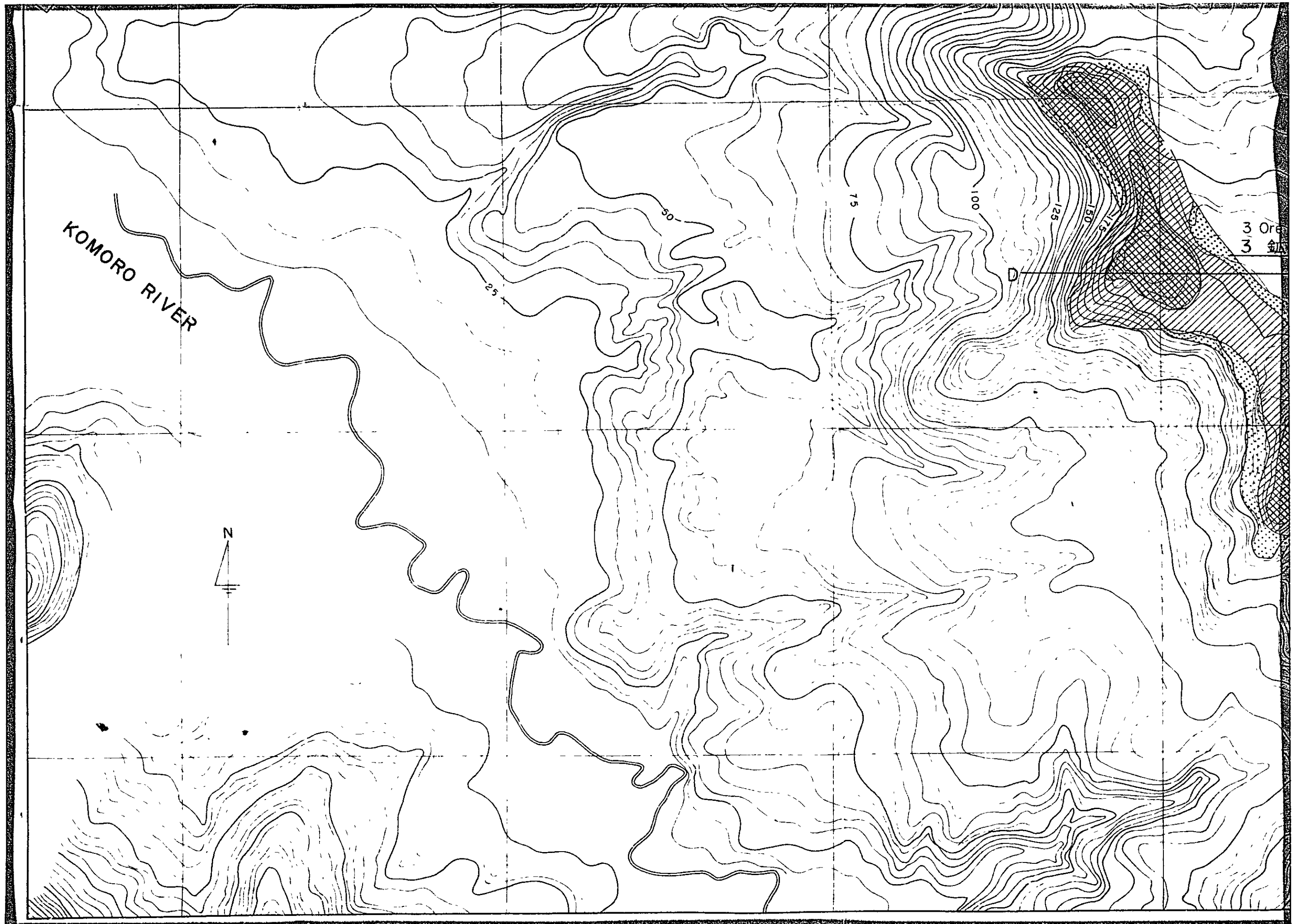
100

125

150

175



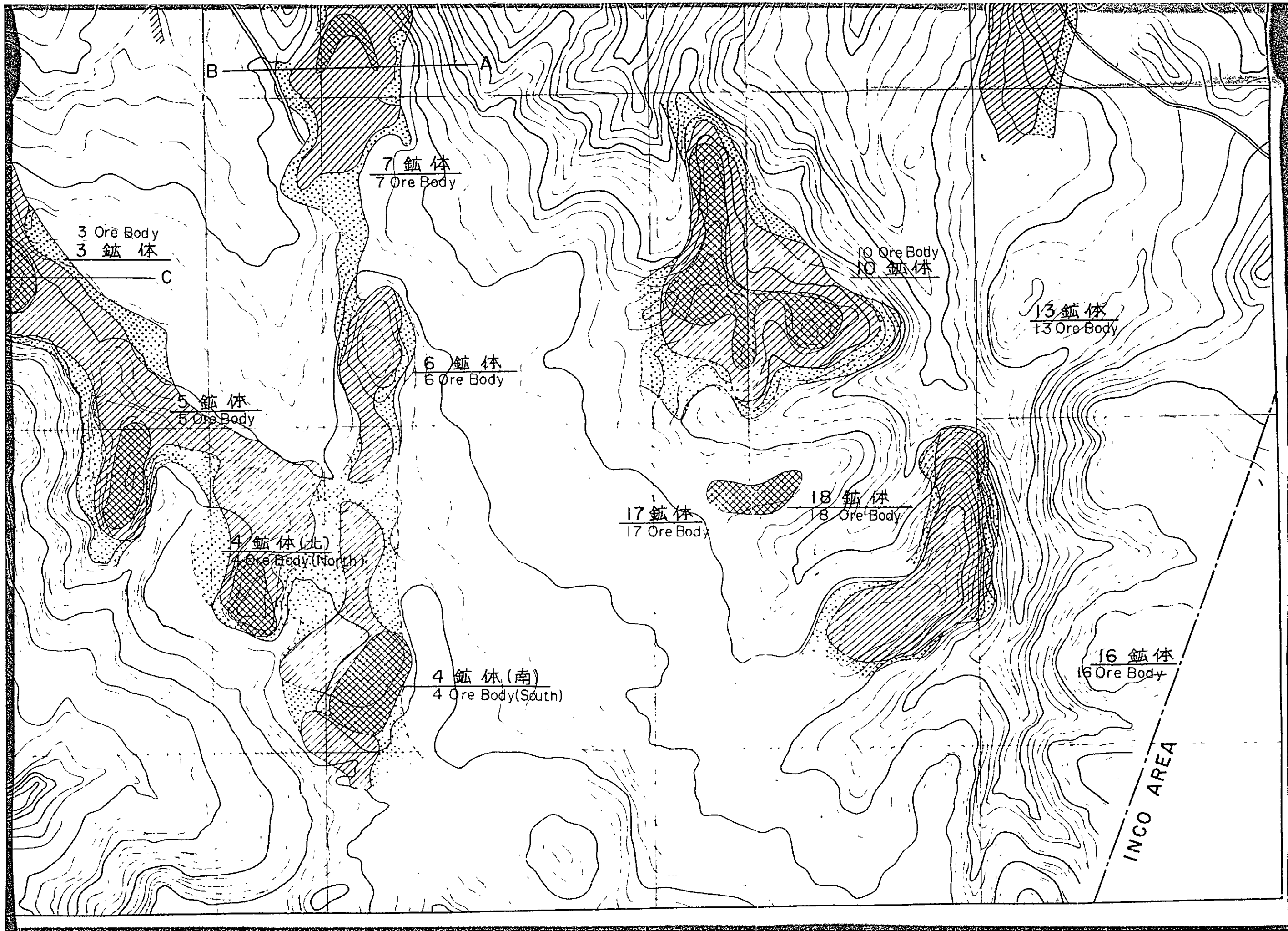


KOMORO RIVER



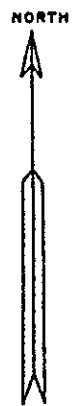
3 Or
3 金

D



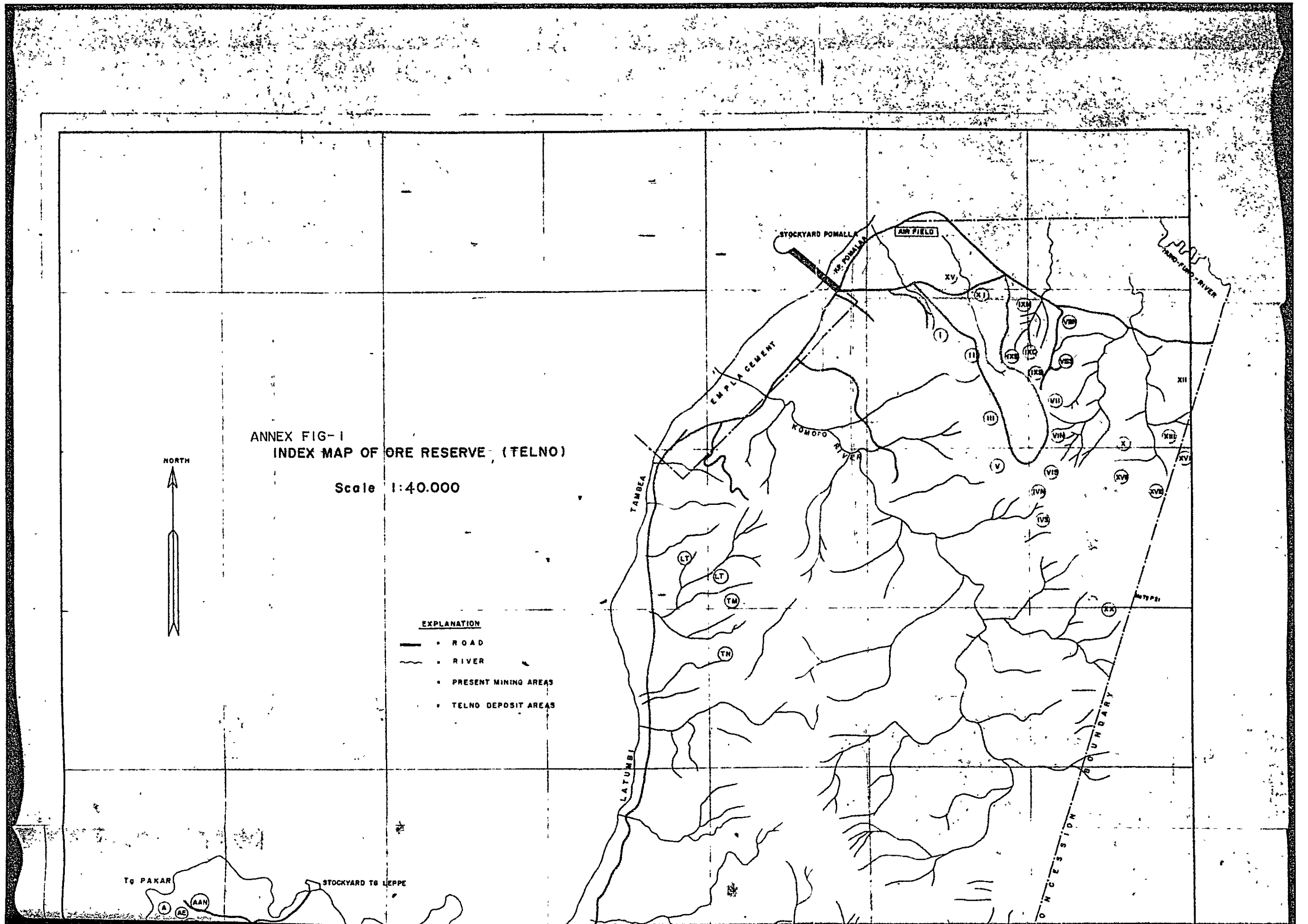
ANNEX FIG-1
INDEX MAP OF ORE RESERVE (TELNO)

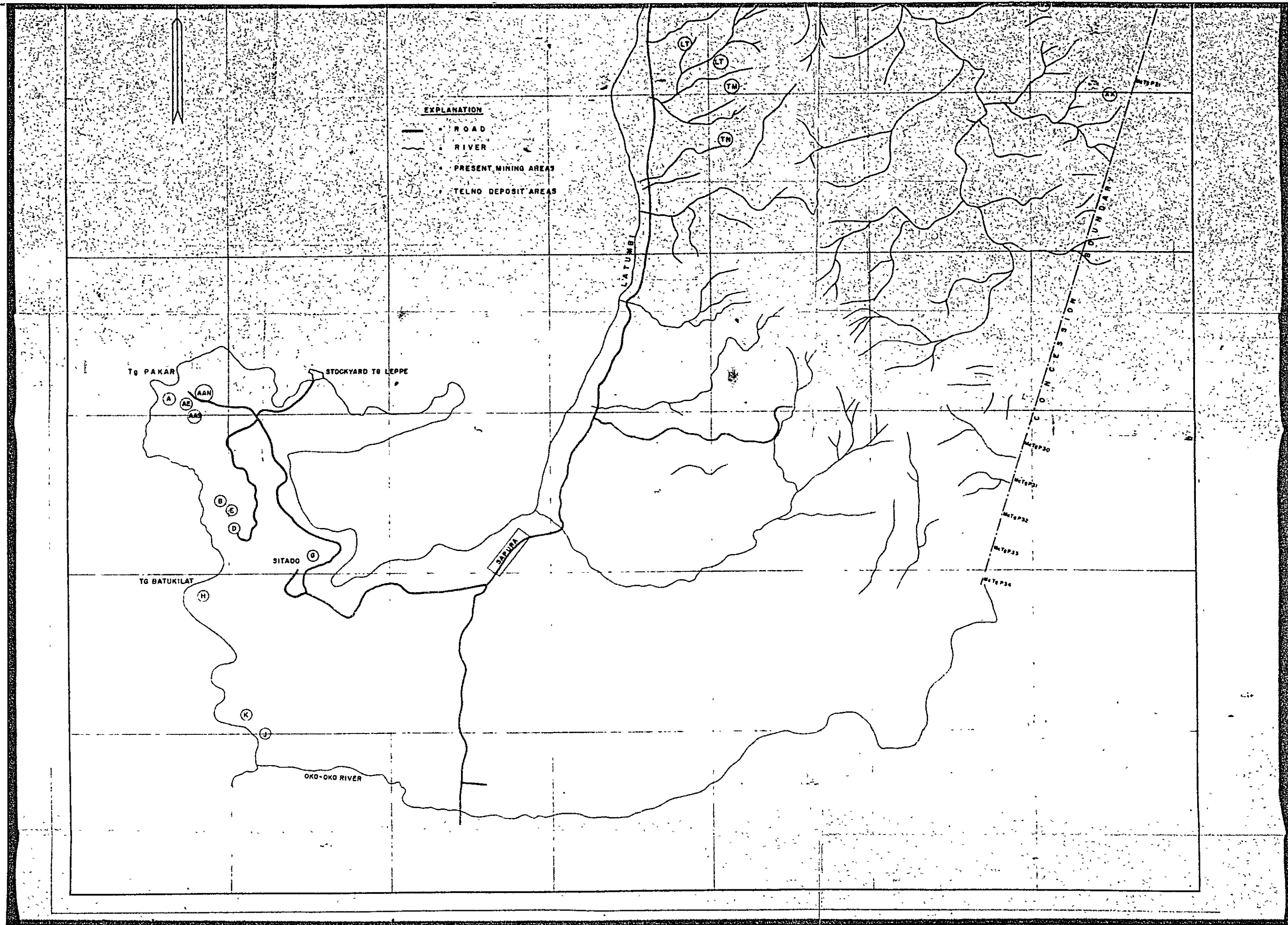
Scale 1:40,000



EXPLANATION

- ROAD
- ~ RIVER
- PRESENT MINING AREAS
- TELNO DEPOSIT AREAS





EXPLANATION

- ROAD
- RIVER
- PRESENT MINING AREAS
- TELNO DEPOSIT AREAS

Tg PAKAR

STOCKYARD TS LEPPE

A
AE
AAN
AA

B
C
D

SITADO G

Tg BATUKILAT

H

K
J

OKO-OKO RIVER

BARURA

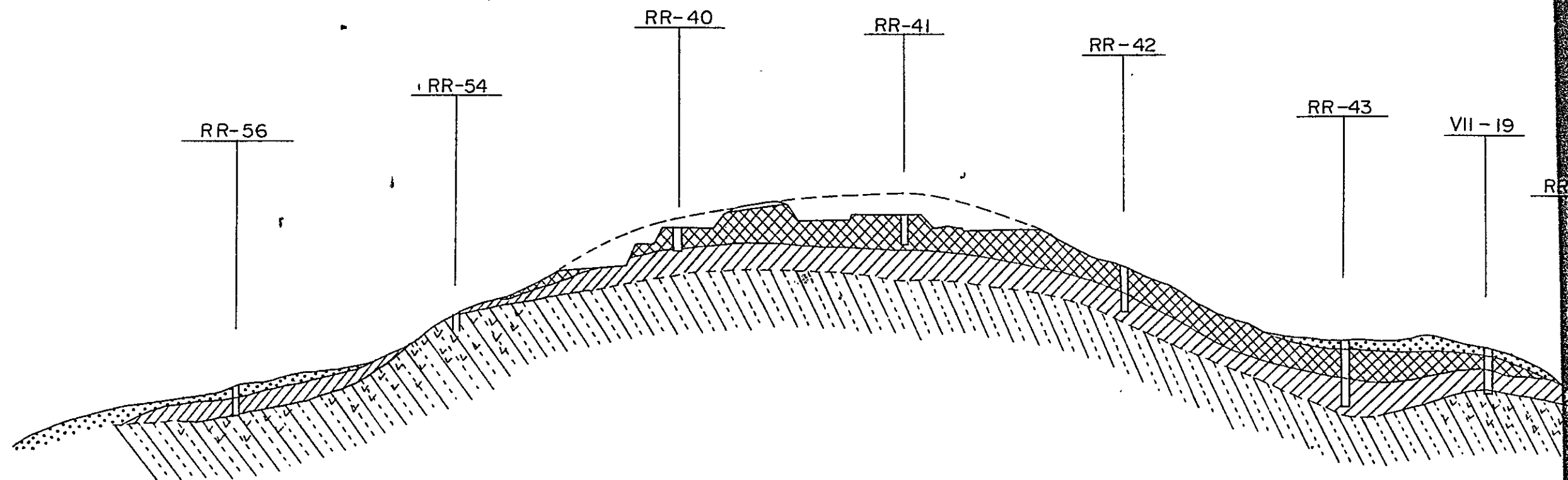
LATUMBEI

LM
TM
TN

CONCESSION BOUNDARY

No Tg P30
No Tg P31
No Tg P32
No Tg P33
No Tg P34




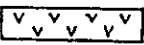
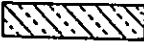
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31

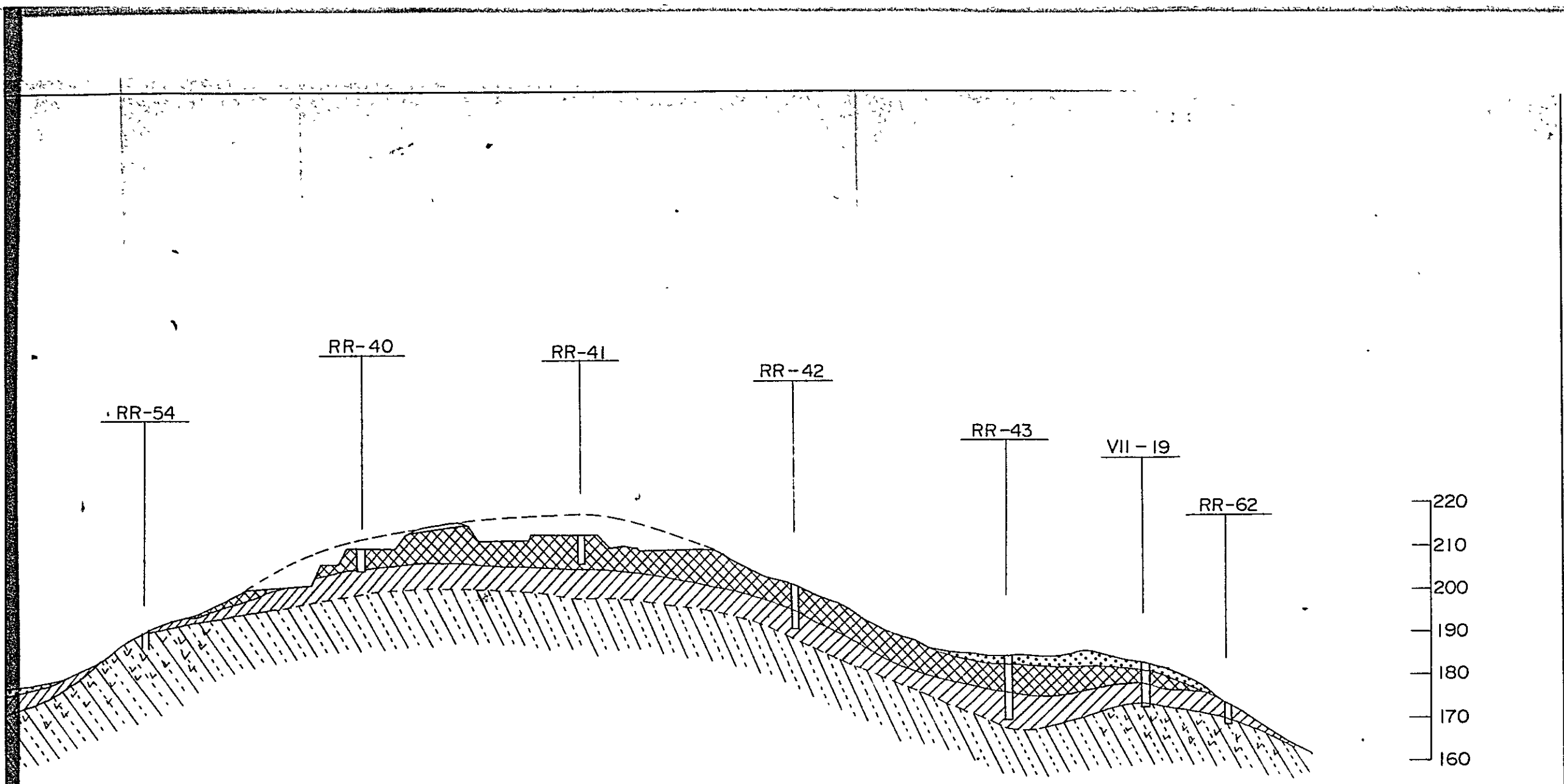


ANNEX FIG.-5. NO.7 Ore Body (Section A~B)

才七 鉱体 (A-B 断面)

S = 1/1,000




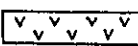

-  Laterite and Nodules
ラテライト・含ニ
-  Garnierite Ore (High Grade)
ガーニライト鉱石
-  Garnierite Ore (Low Grade)
ガーニライト鉱石
-  Low Grade Garnierite
低品位ガーニライト
-  Serpentine
サーペンティン

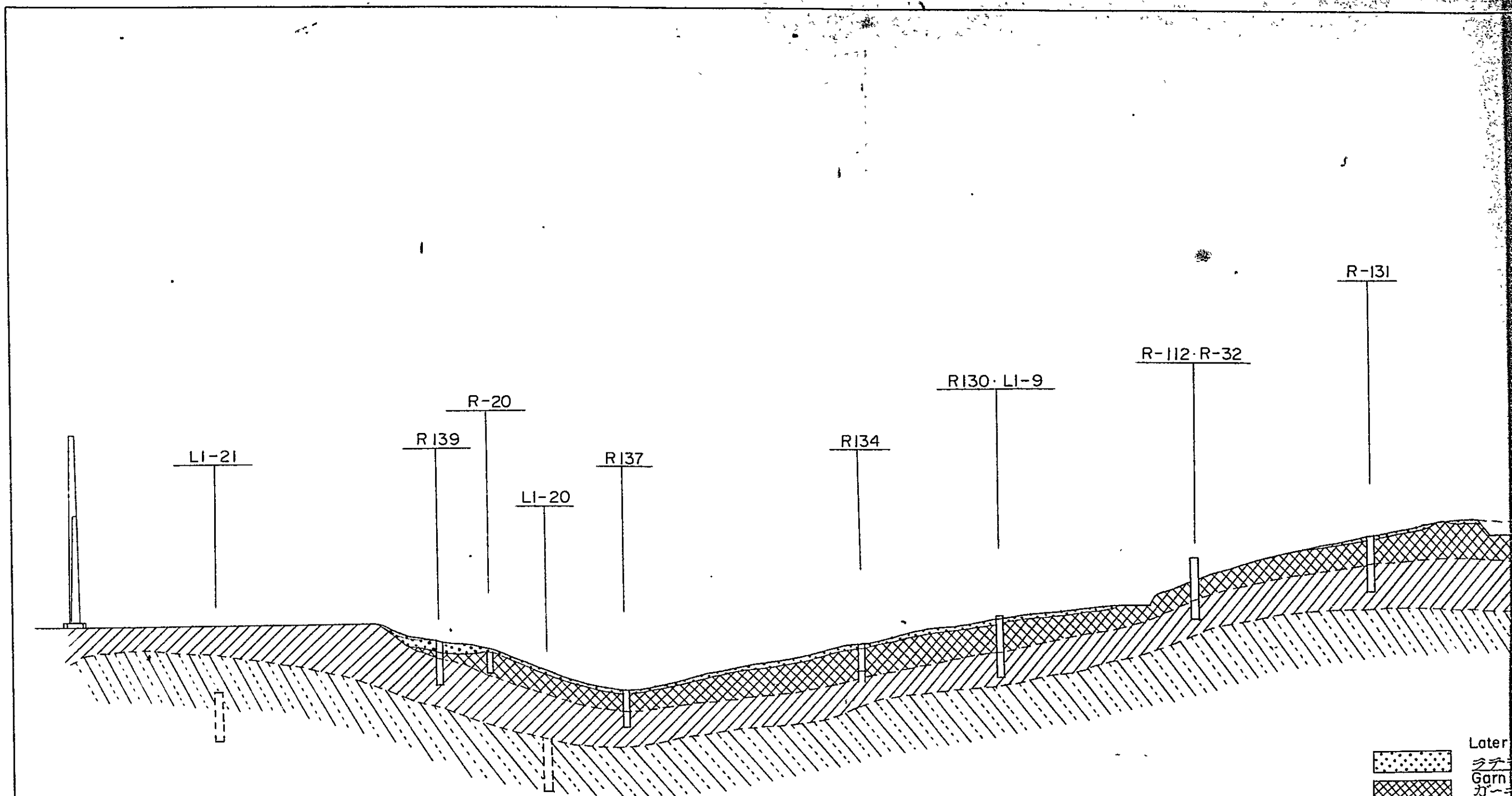


ANNEX FIG.-5. NO 7 Ore Body (Section A~B)

才七 鉱 体 (A-B 断面)

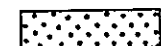
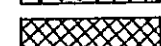
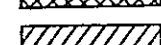
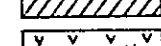
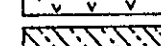
S = 1/1,000

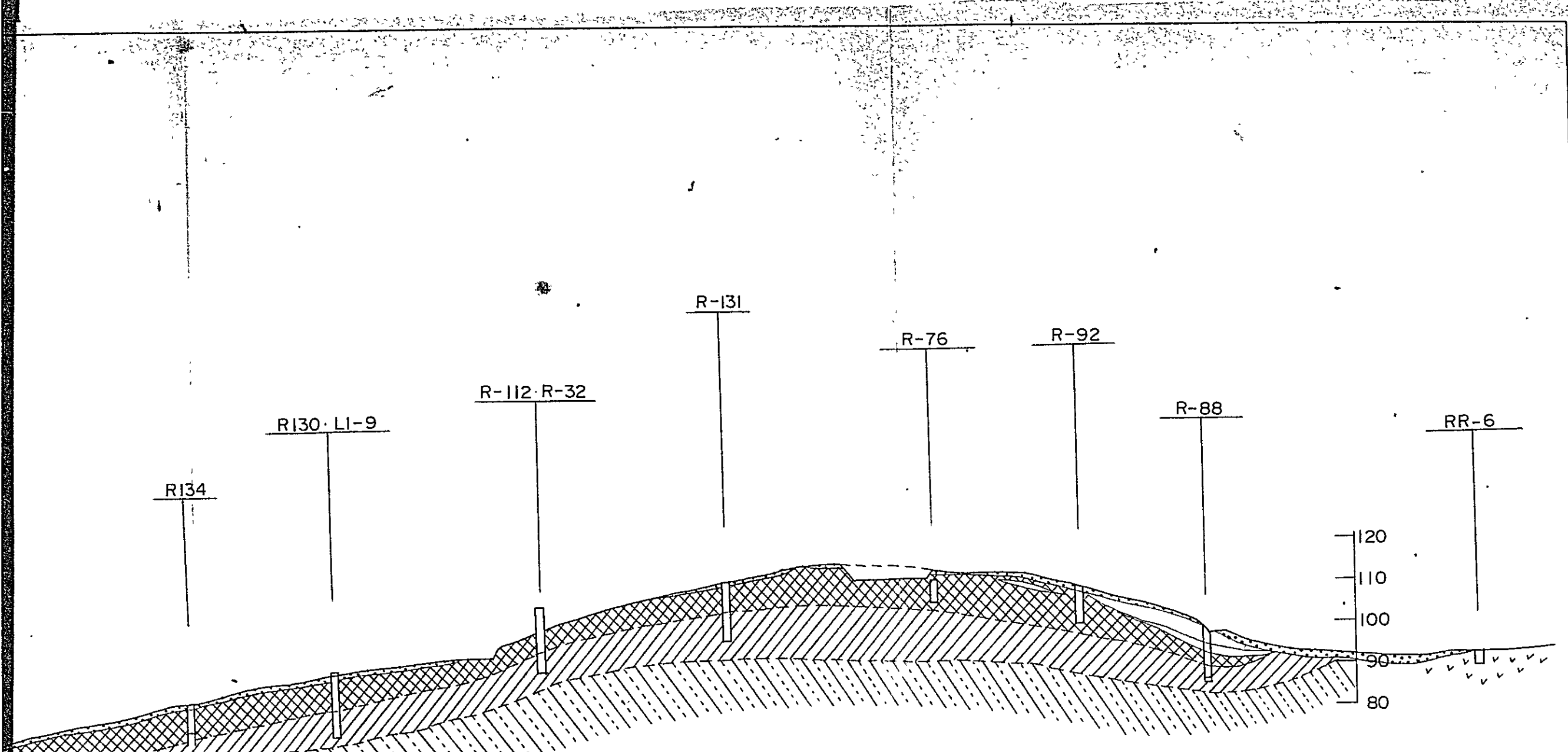
-  Laterite and Nickel Bearing Laterite Ore
 ラテライト・含ニッケル ラテライト 鉱
-  Garnierite Ore (Grade: 2.2% or more)
 ガーニライト 鉱 (品位 2.2% 以上)
-  Garnierite Ore (Grade: 1.8% or more)
 ガーニライト 鉱 (品位 1.8% 以上)
-  Low Grade Garnierite Ore (Grade: Less Than 0.9%)
 低品位 ガーニライト
-  サーペンティン Serpentine



ANNEX FIG-3NO.1 Ore Body (Section E~F)
 第一鉱体 (E~F断面)



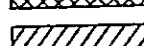
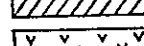
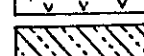
S = 1/1,000

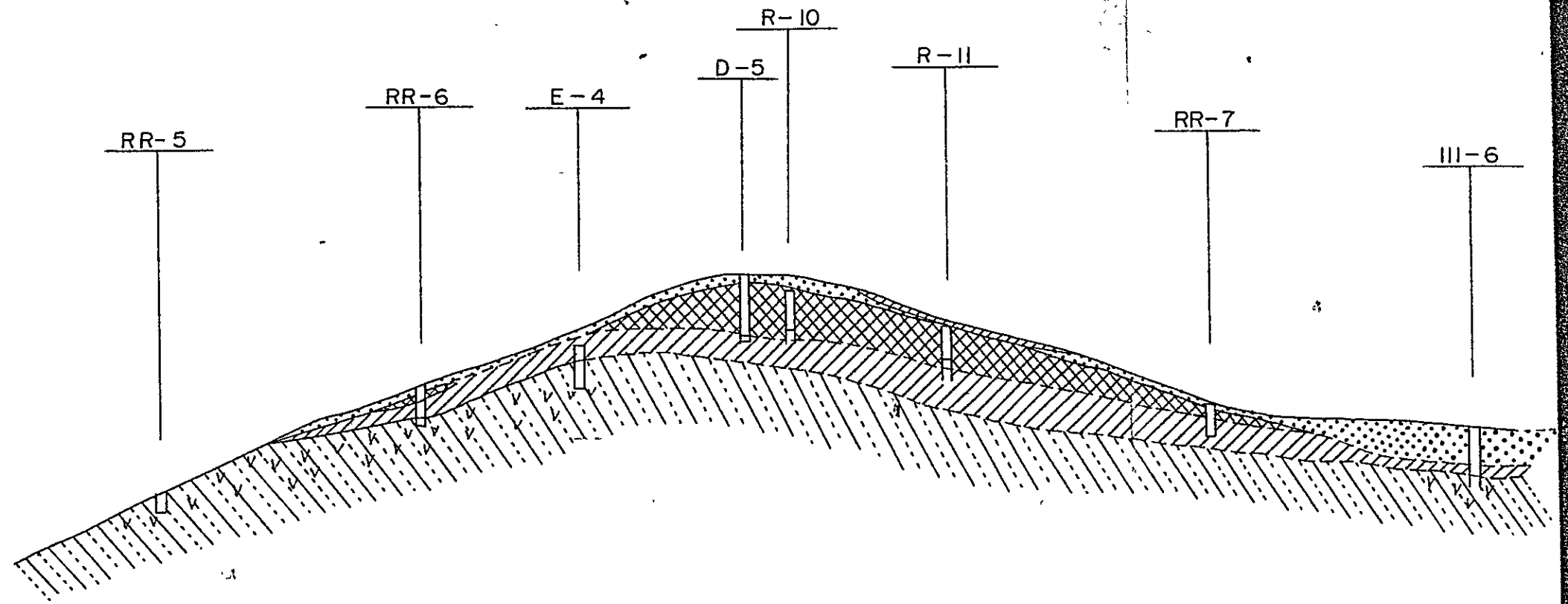
- | | |
|---|------------|
|  | Laterite |
|  | Garnet |
|  | Garnet |
|  | Low Grade |
|  | Serpentine |



ANNEX FIG-3 NO.1 Ore Body (Section E~F)
 赤銅体 (E~F 断面)

S = 1/1,000



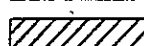
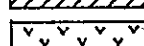
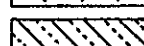
- 
 Laterite and Nickel Bearing Laterite Ore
 ラテライト及び含ニッケルラテライト鉱
- 
 Garnierite Ore (Grade: 2.2% or more)
 ガーニライト鉱 (品位 2.2%以上)
- 
 Garnierite Ore (Grade: 1.8% or more)
 ガーニライト鉱 (品位 1.8%以上)
- 
 Low Grade Garnierite Ore (Grade: less than 0.9%)
 低品位ガーニライト (品位 0.9%以下)
- 
 Serpentine
 サーマンディン

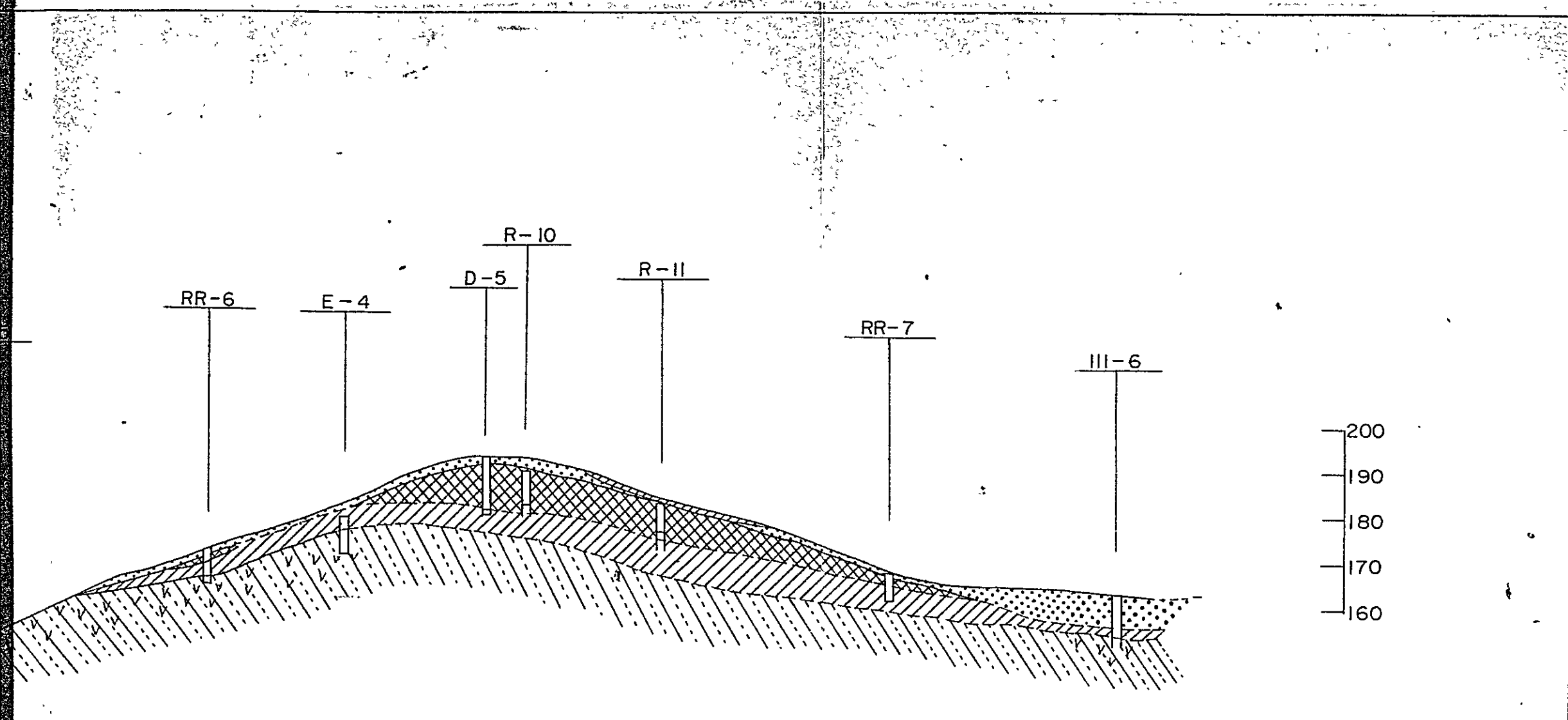


ANNEX FIG. 4 NO.3 Ore Body (Section C-D)

才三鉱体(C-D断面)

S = 1/1,000



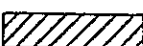
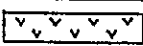

- | | |
|---|---|
|  | Laterite and Nickel Bearing
ラテライト及び含ニッケル層 |
|  | Garnierite Ore (Grade: 2.2%)
ガーニライト鉱 (品位 2.2%) |
|  | Garnierite Ore (Grade: 1.8%)
ガーニライト鉱 (" 1.8%) |
|  | Low Grade Garnierite Ore (Grade: 0.9%)
低品位ガーニライト (" 0.9%) |
|  | Serpentine
サーペンティン |



ANNEX FIG. 4 NO. 3 Ore Body (Section C~D)

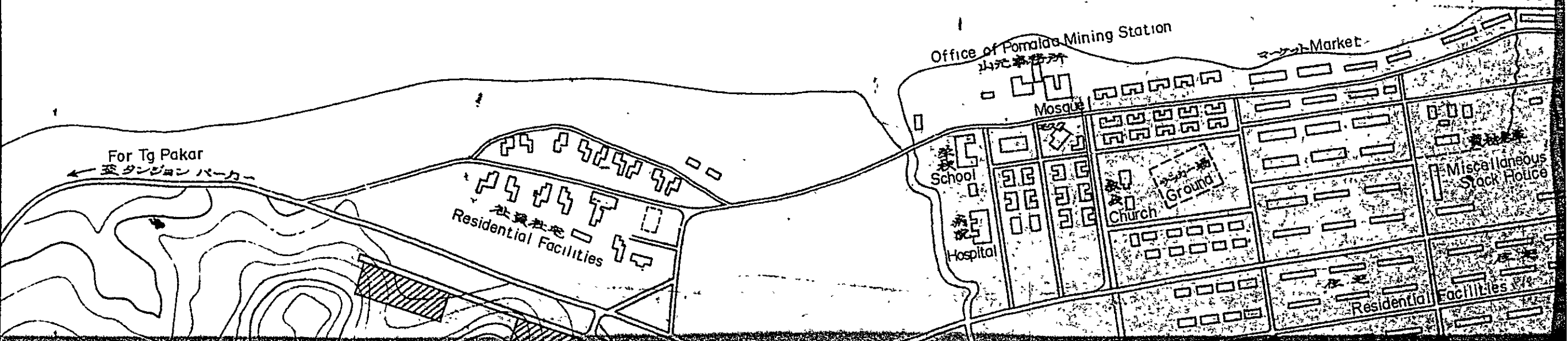
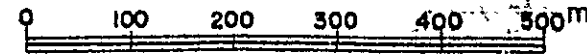
才三鉱体 (C~D 断面)

S = 1/1,000

-  Laterite and Nickel Bearing Laterite Ore
 ラテライト及び含ニッケルラテライト鉱
-  Garnierite Ore (Grade: 2.2% or more)
 ガーニライト鉱 (品位 2% 以上)
-  Garnierite Ore (Grade: 1.8% or more)
 ガーニライト鉱 (" 1.8% 以上)
-  Low Grade Garnierite Ore (Grade: less than 0.9%)
 低品位ガーニライト (" 0.9% 以下)
-  Serpentine
 サーマンティン

ANNEX FIG-6 Layout of Facilities in Pomalaa Area

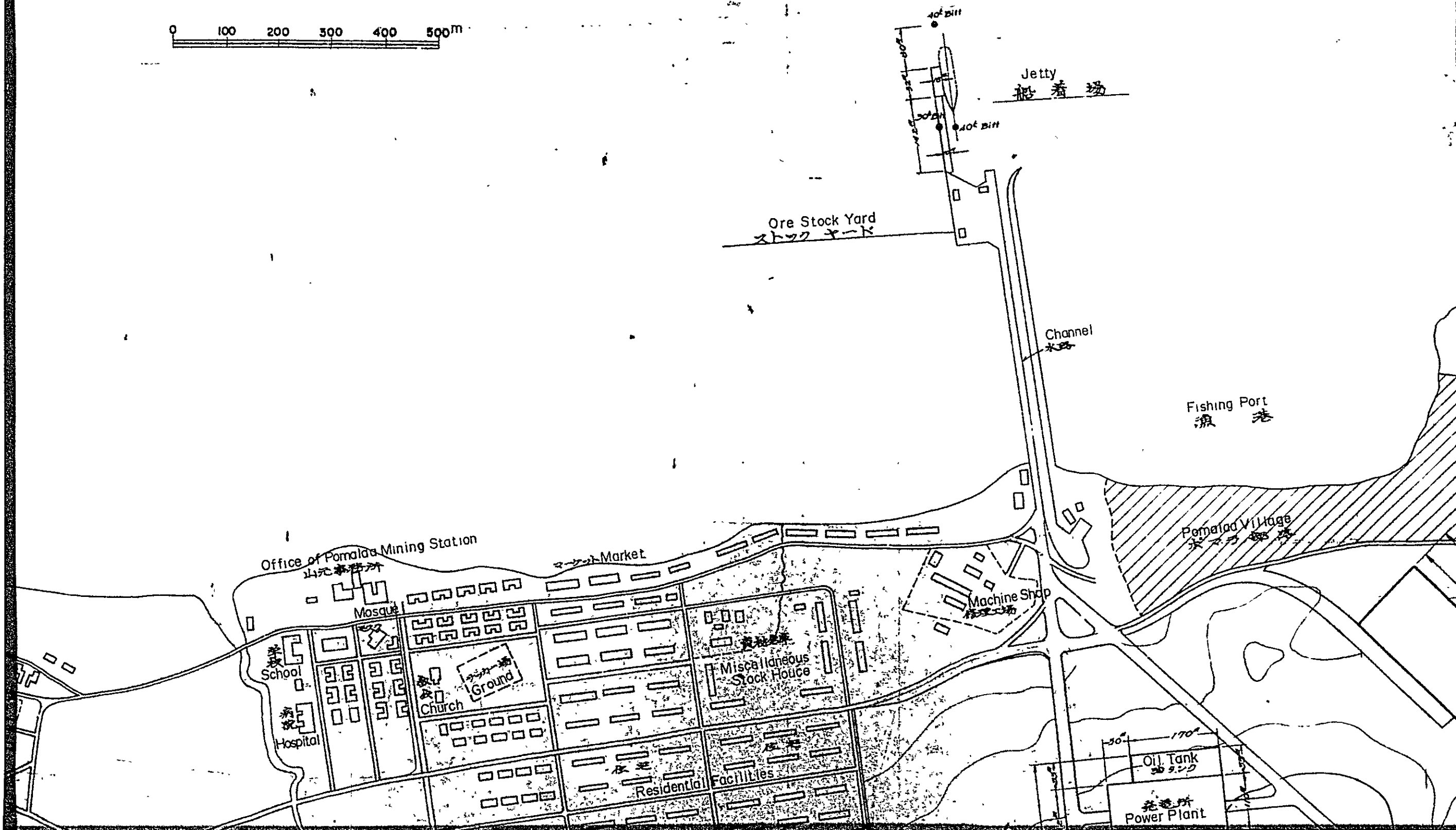
ポマラ地区設備配置図

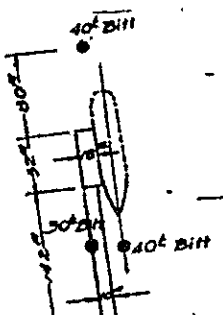
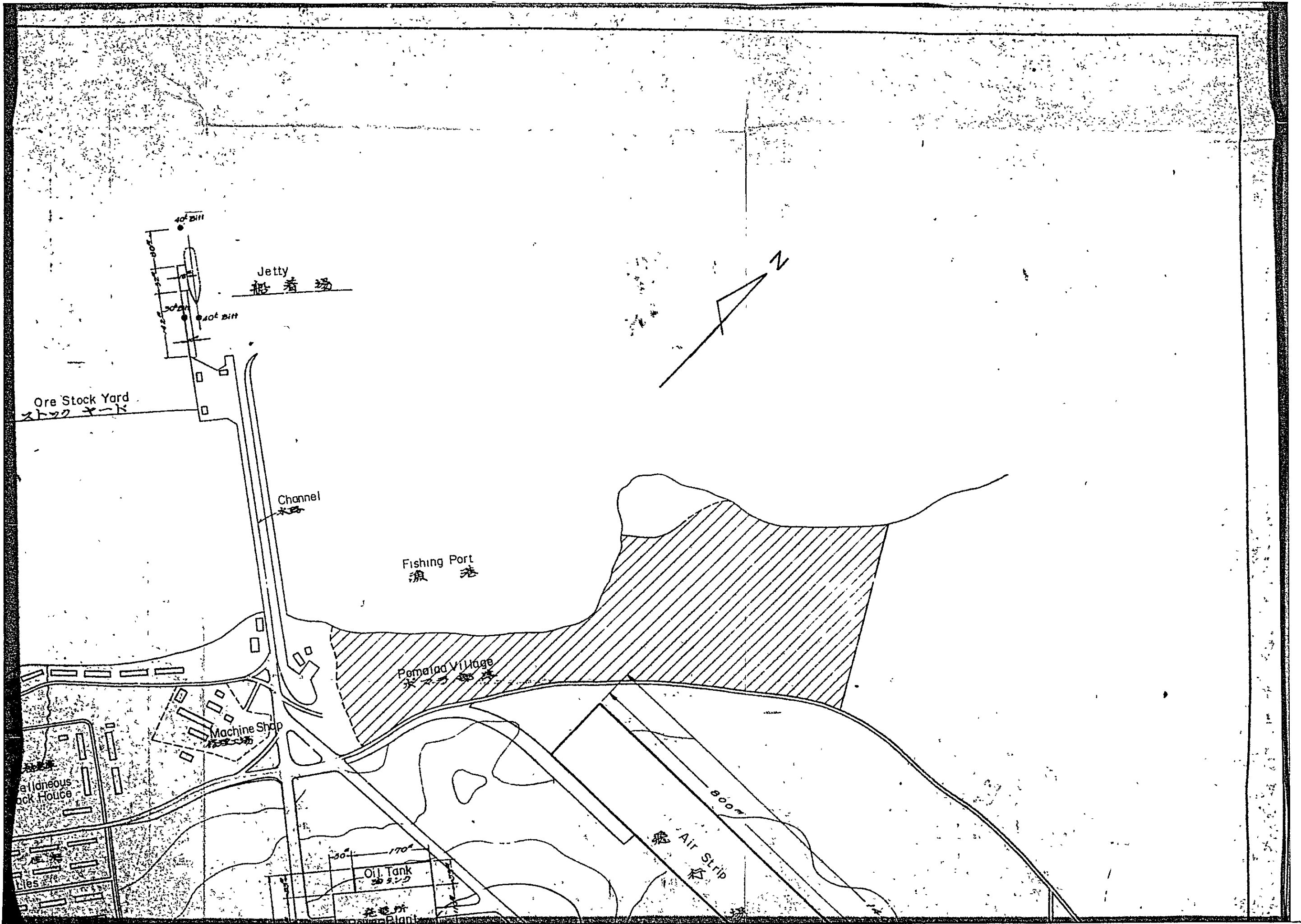


Ore Stock

ANNEX FIG-6 Layout of Facilities in Pomalaa Area

ポマラ地区設備配置図





Ore Stock Yard
スタックヤード

Jetty
船着場

Channel
水路

Fishing Port
漁港

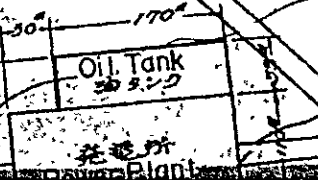
Pomalad Village
水ノ子集落

Machine Shop
修理場

Religious
Rock House

Oil Tank
油タンク

800m
飛行場
Air Strip



Ore Stock
ストック

Office of Pomalaa Mining Station
山元事務所

マーケット Market

Mosque

学校
School

病院
Hospital

グラウンド
Ground

教会
Church

雑貨倉庫
Miscellaneous
Stock House

社員住宅
Residential Facilities

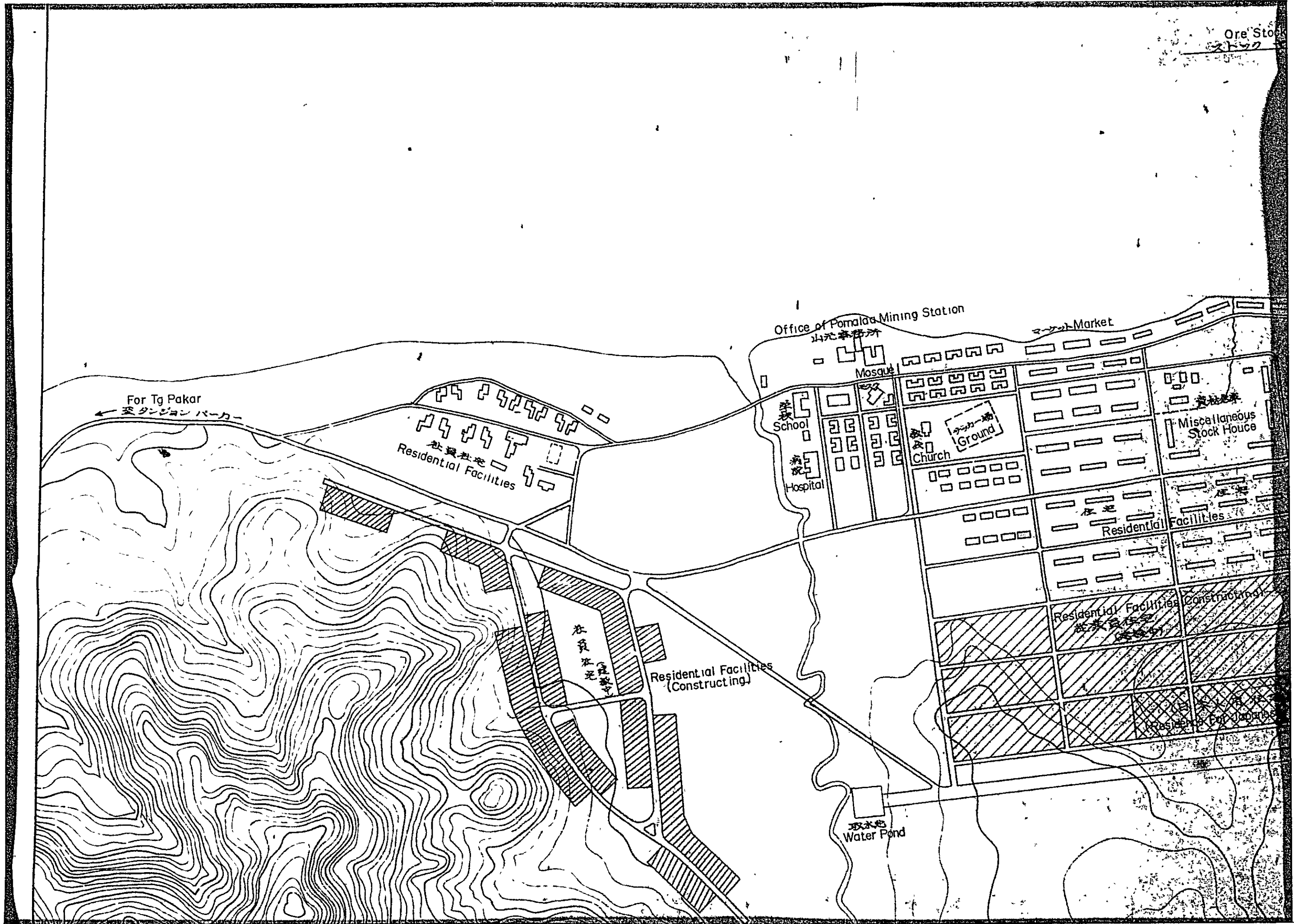
住宅
Residential
Facilities

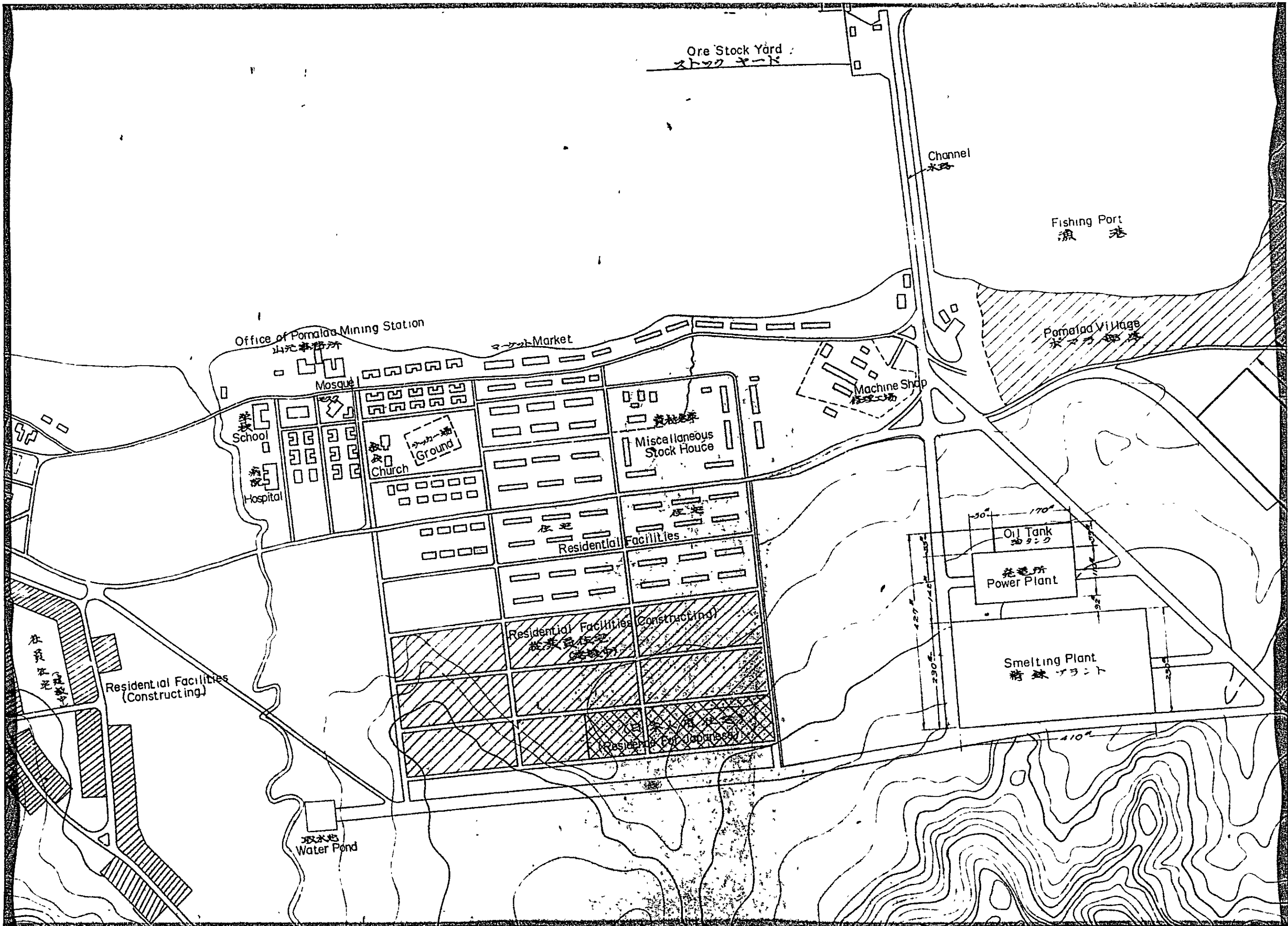
社員住宅 (建設中)
Residential Facilities
(Constructing)

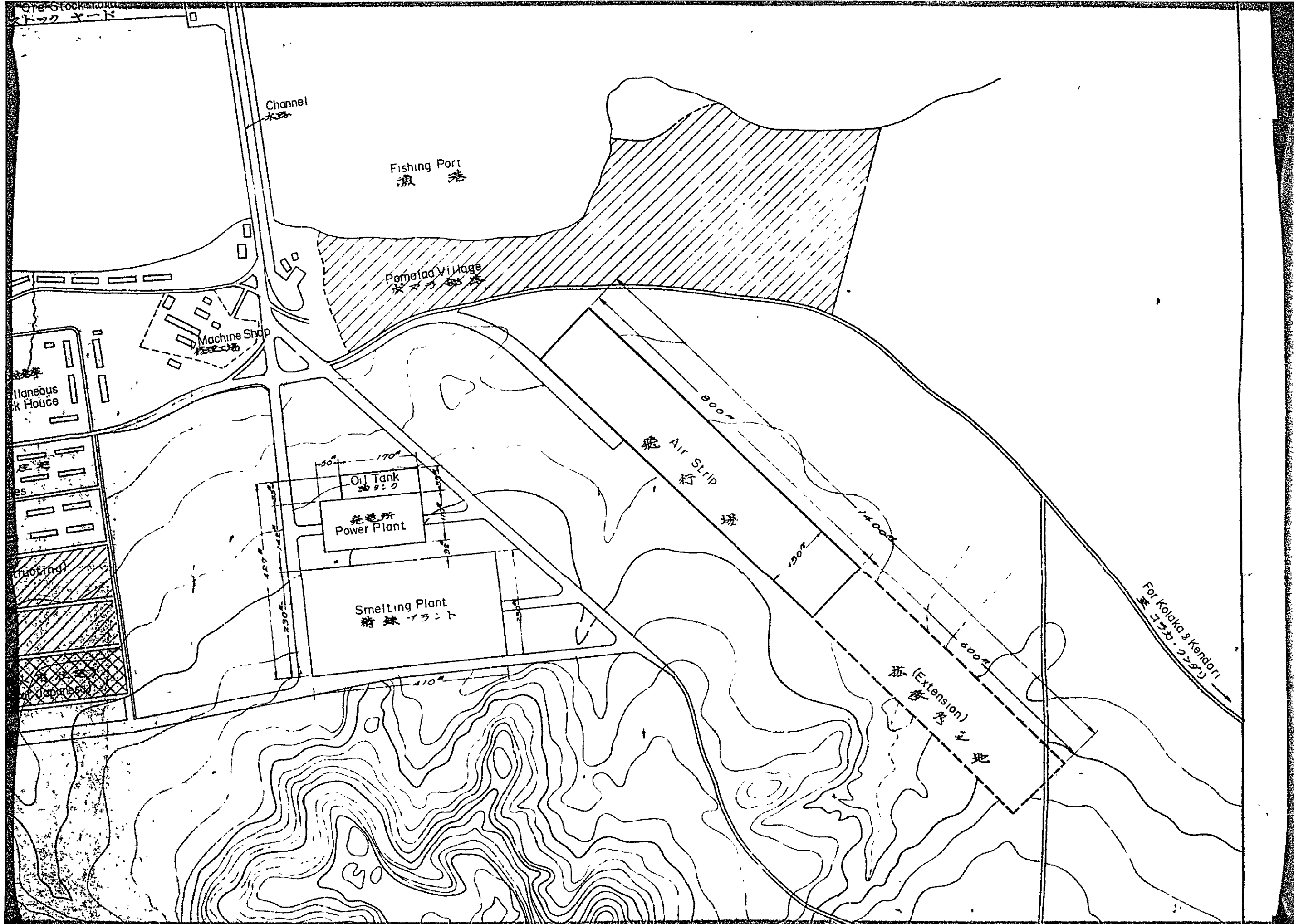
社員住宅 (建設中)
Residential Facilities (Constructing)

取水池
Water Pond

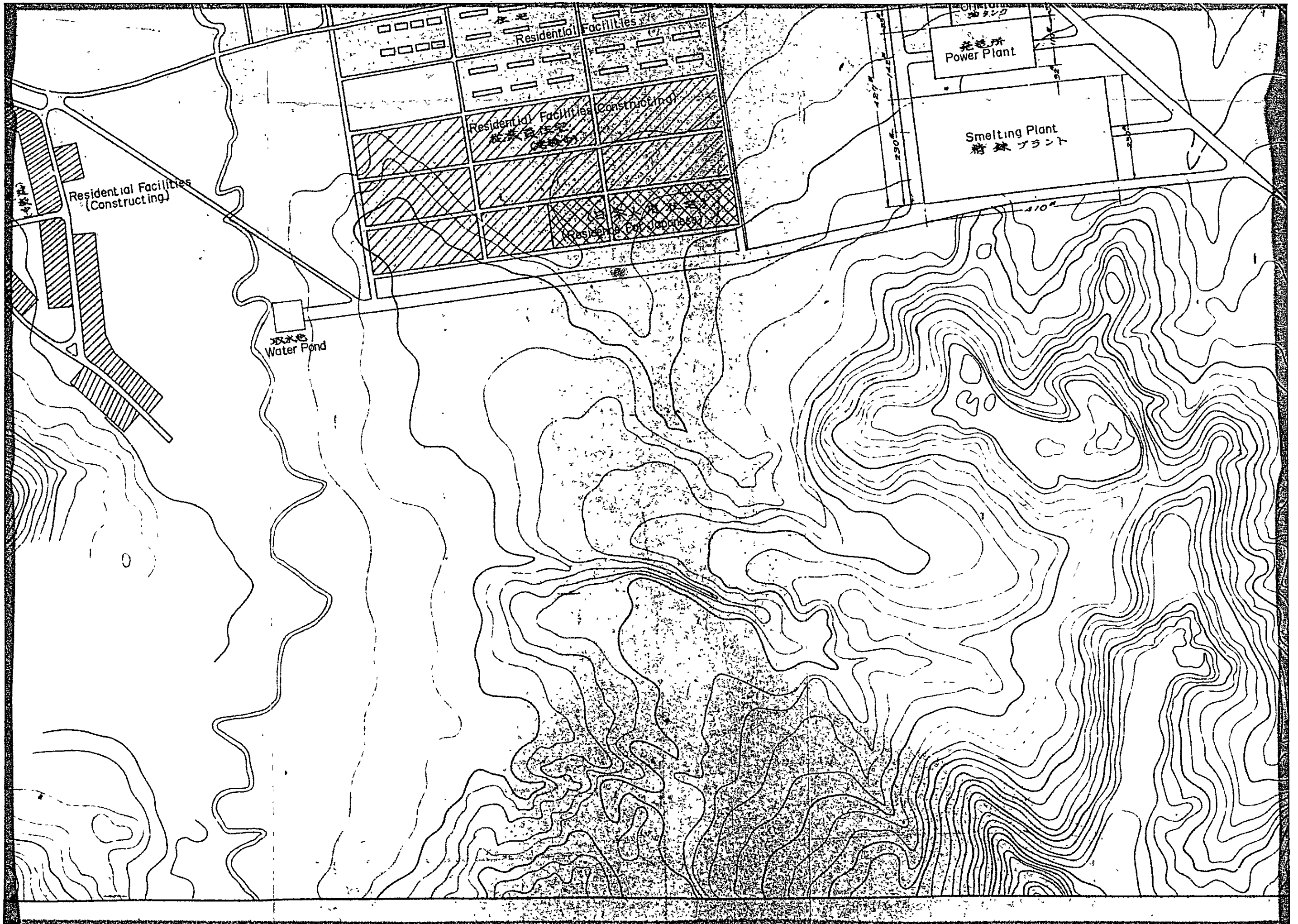
For Tg Pakar
← 至タンジョンパーク

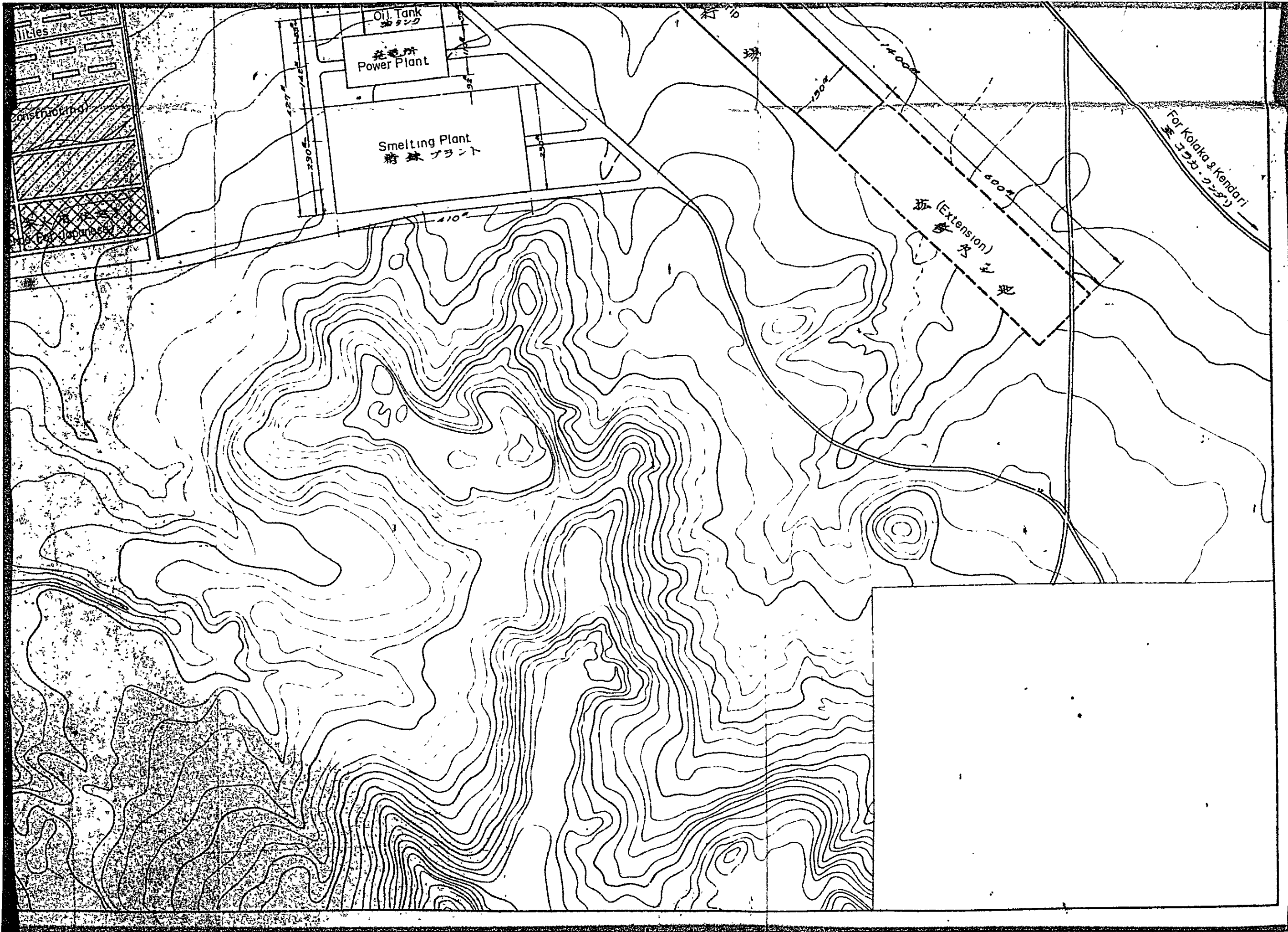












Hills

Construction

Oil Tank
油タンク

発電所
Power Plant

Smelting Plant
精錬プラント

(Extension)
延長地

For Kolaka & Kendari
コラカ・ケンダリ

1420'

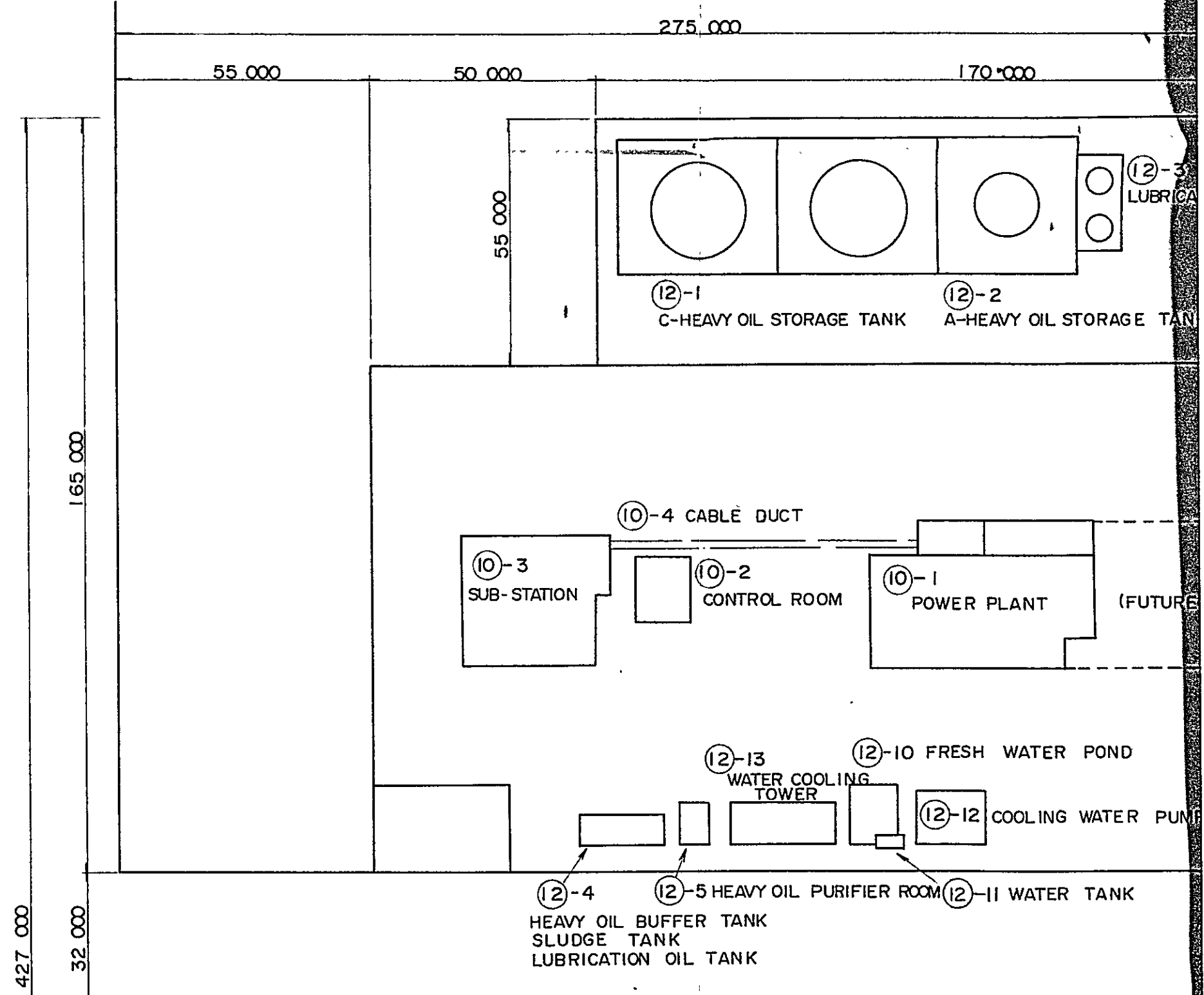
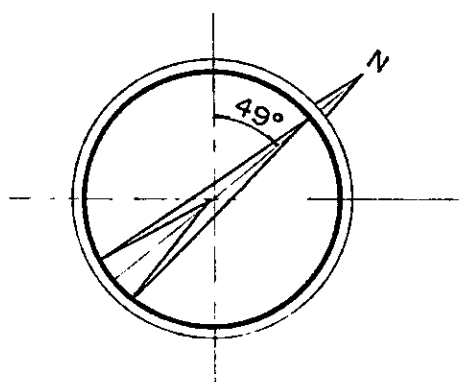
250'

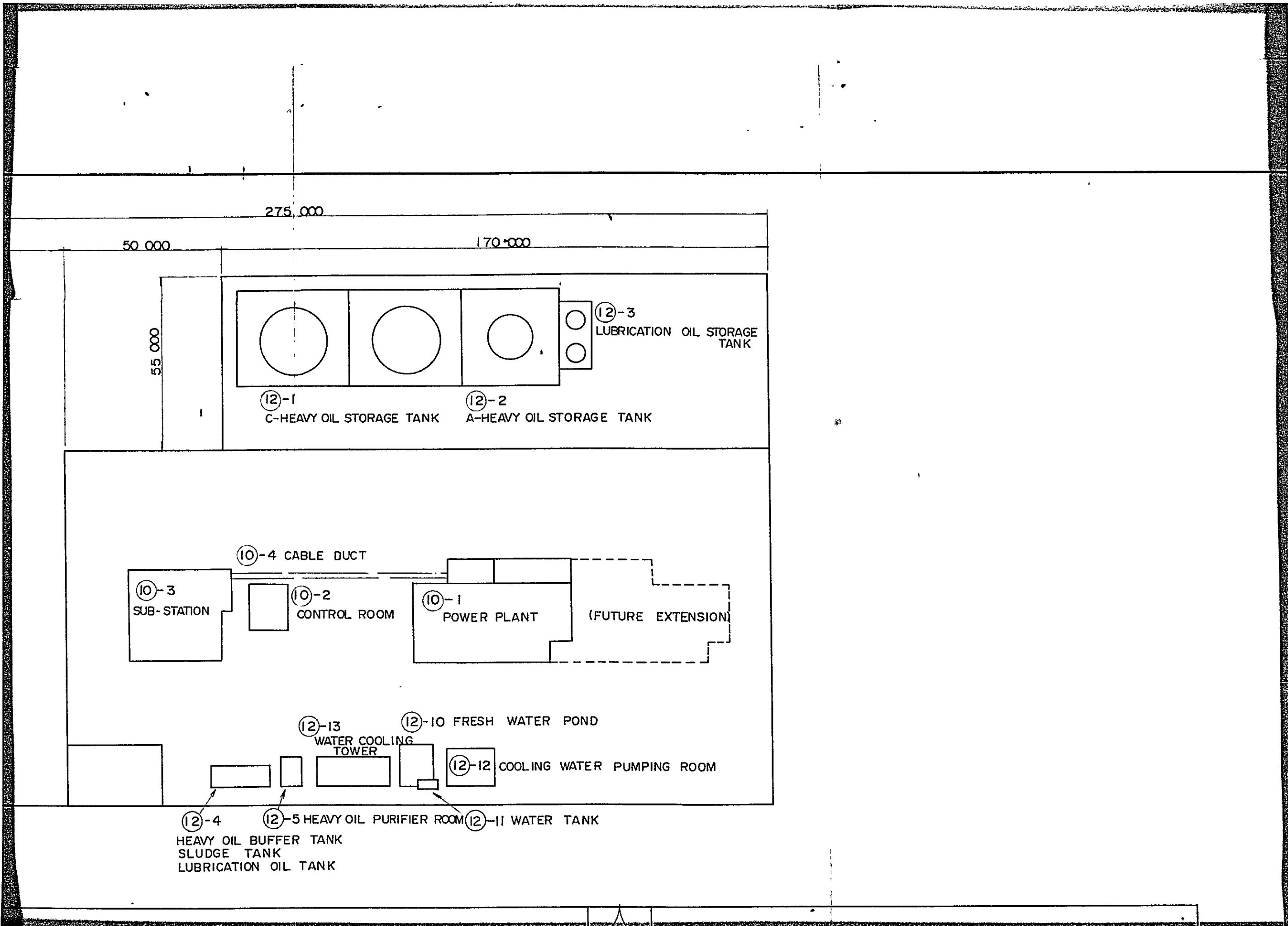
410'

150'

1400'

600'



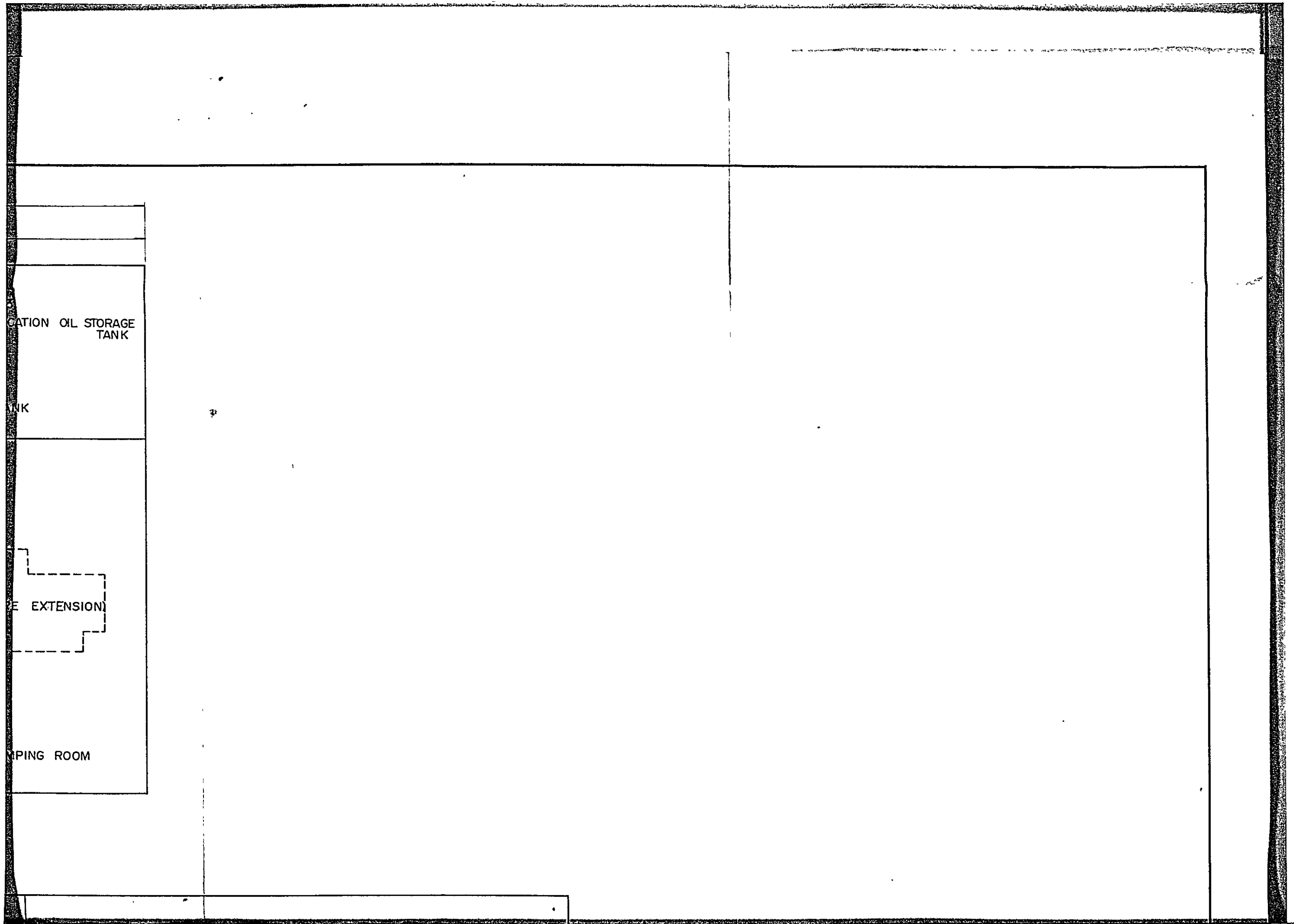


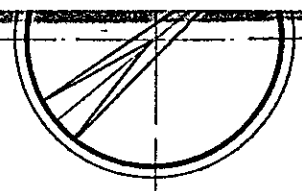
LOCATION OIL STORAGE
TANK

TANK

PIPE EXTENSION

PIPE ROOM





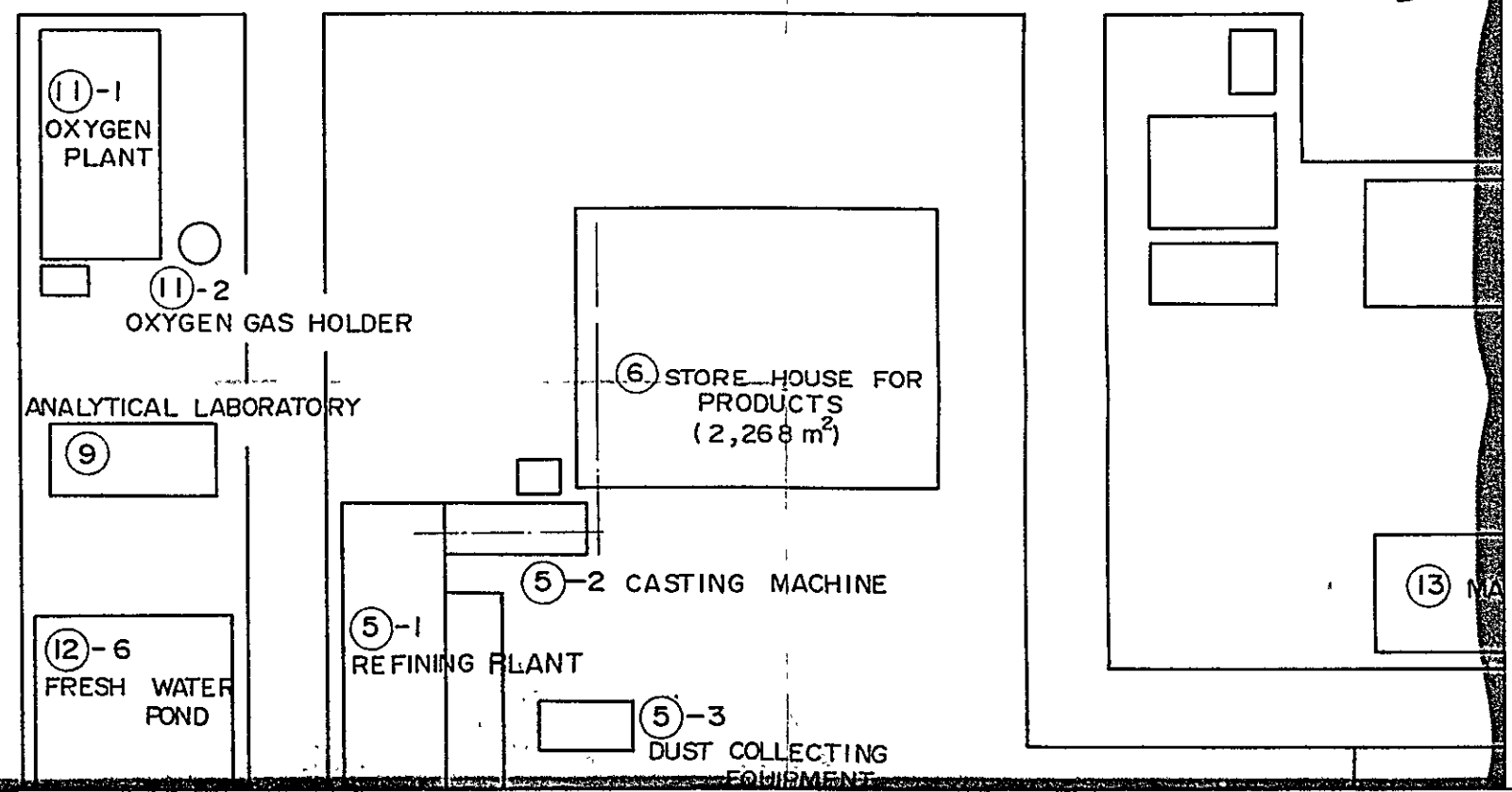
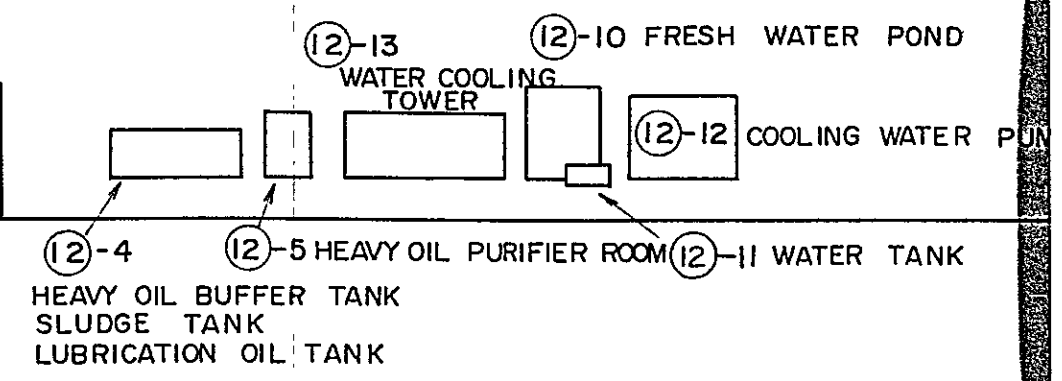
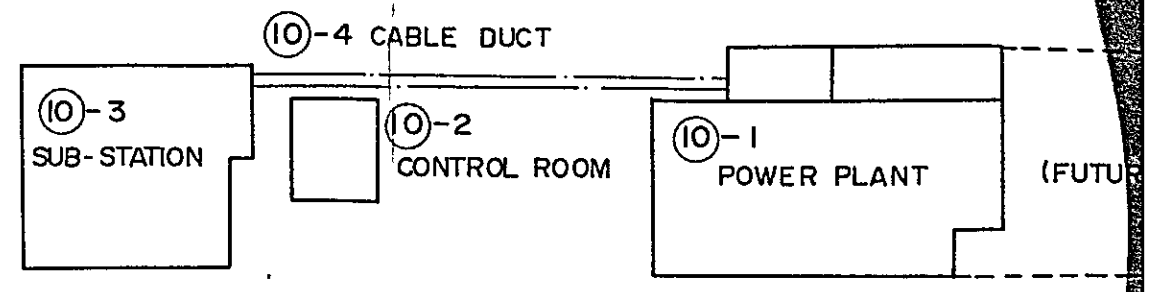
165 000

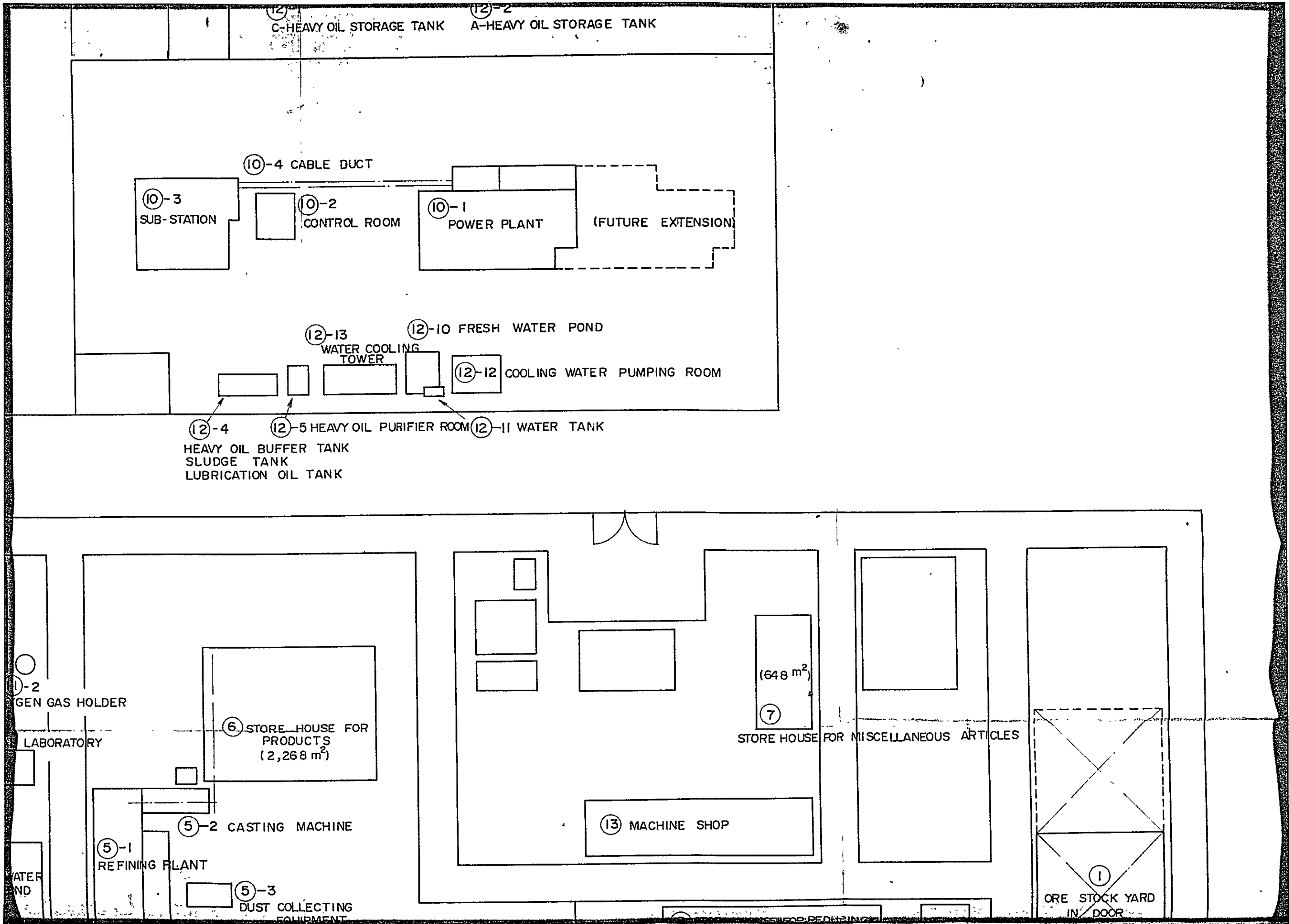
427 000

32 000

230 000

12-2 C-HEAVY OIL STORAGE TANK 12-2 A-HEAVY OIL STORAGE TANK





ANK

EXTENSION

WIPING ROOM

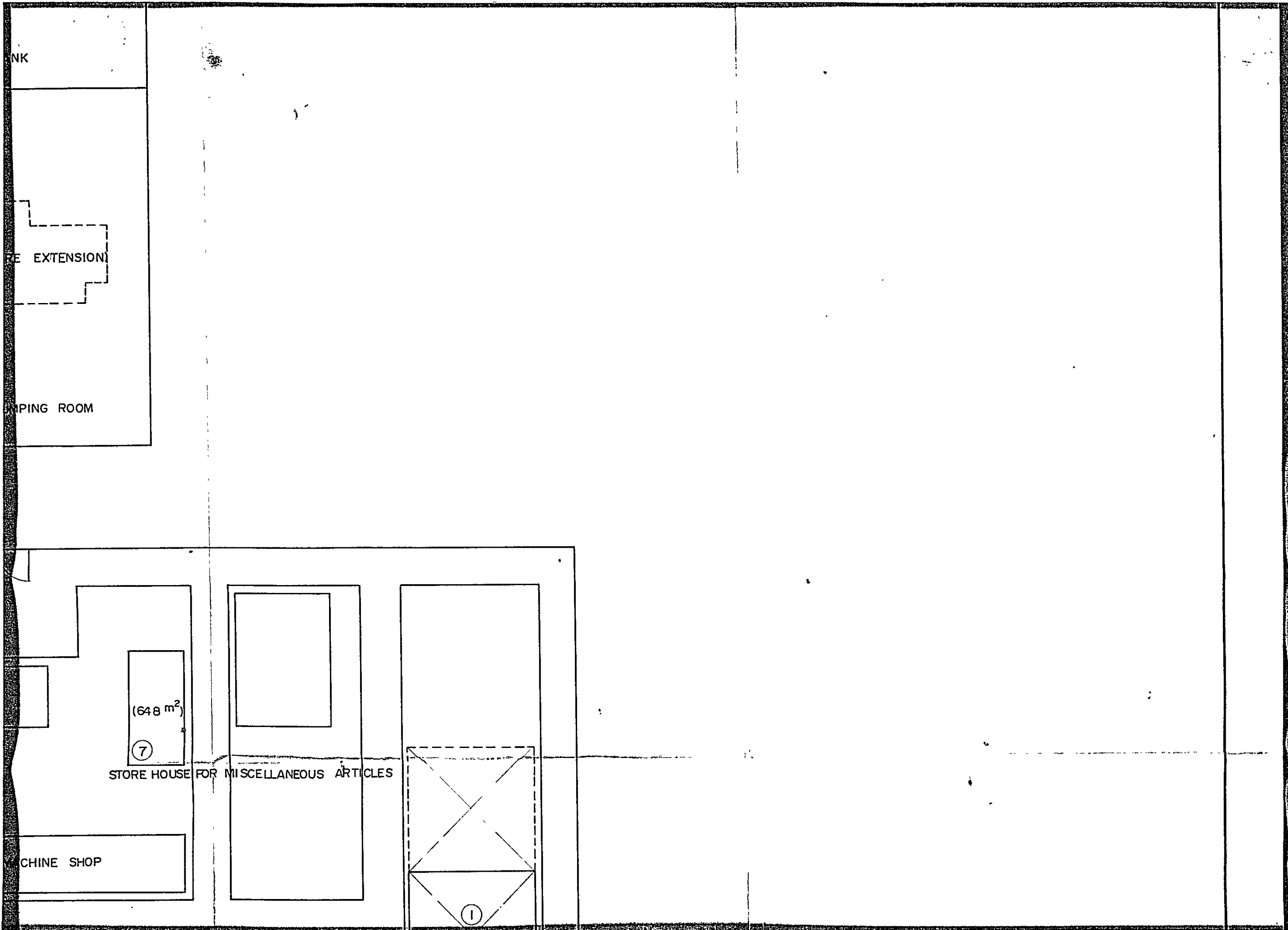
(648 m²)

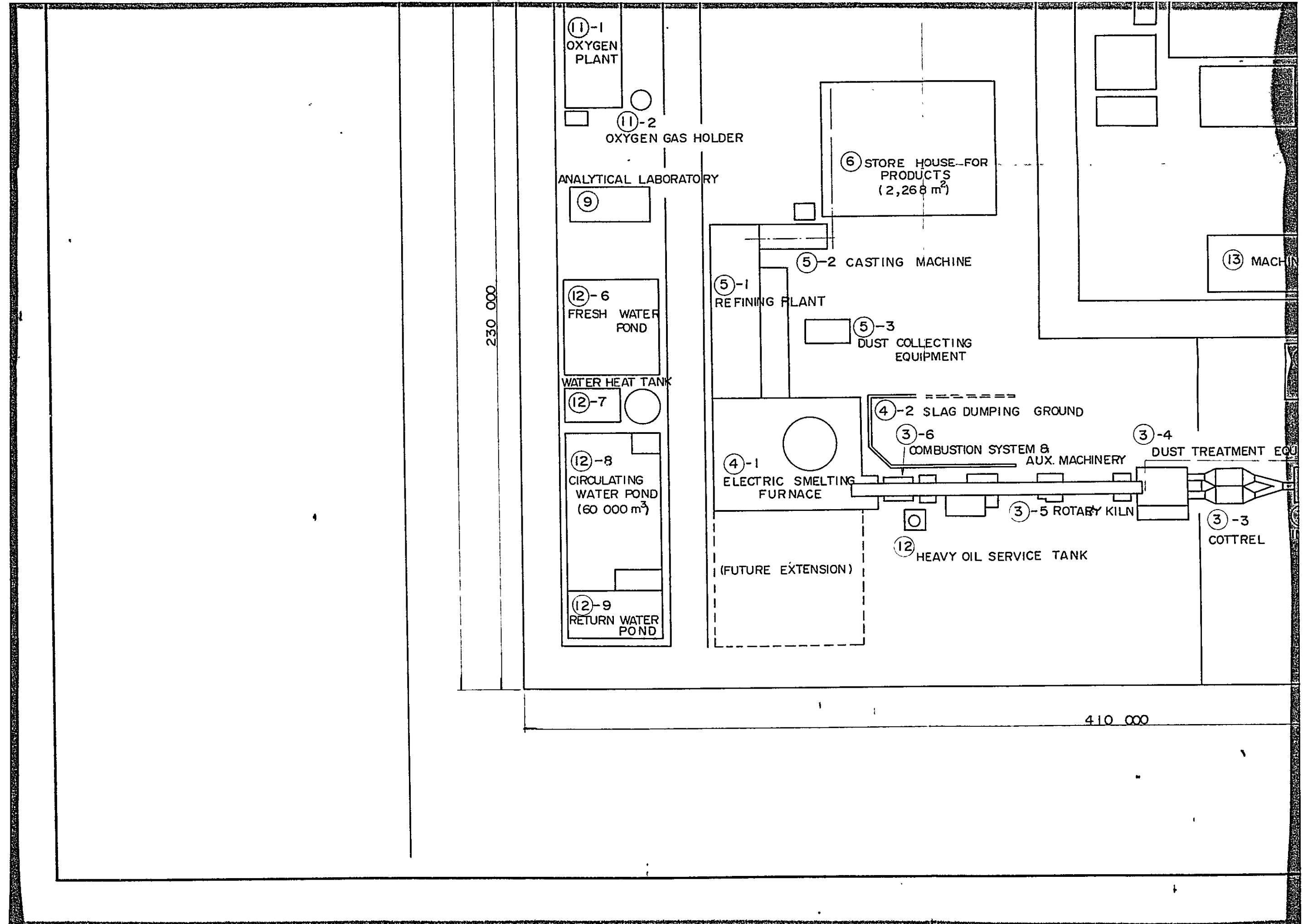
7

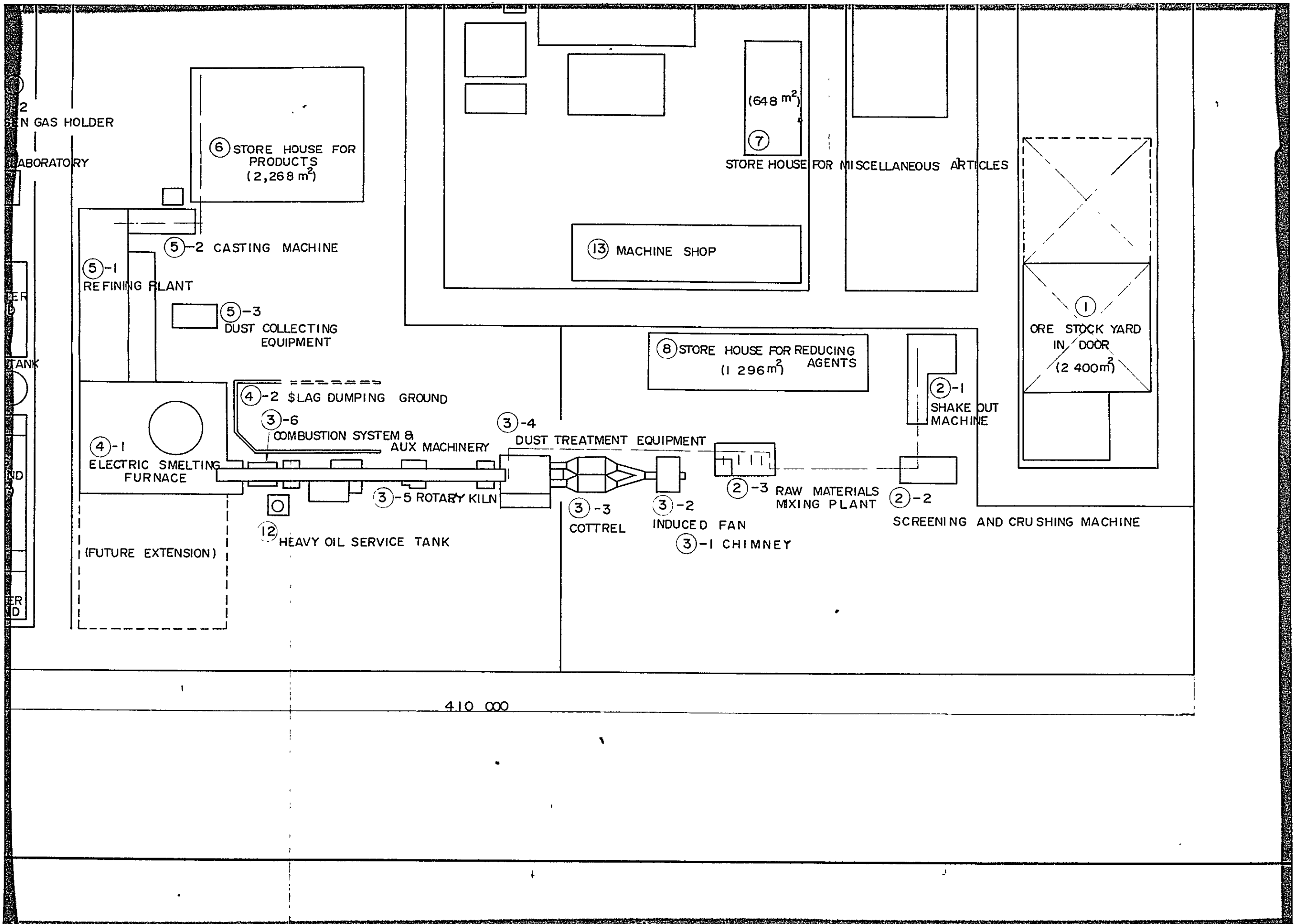
STORE HOUSE FOR MISCELLANEOUS ARTICLES

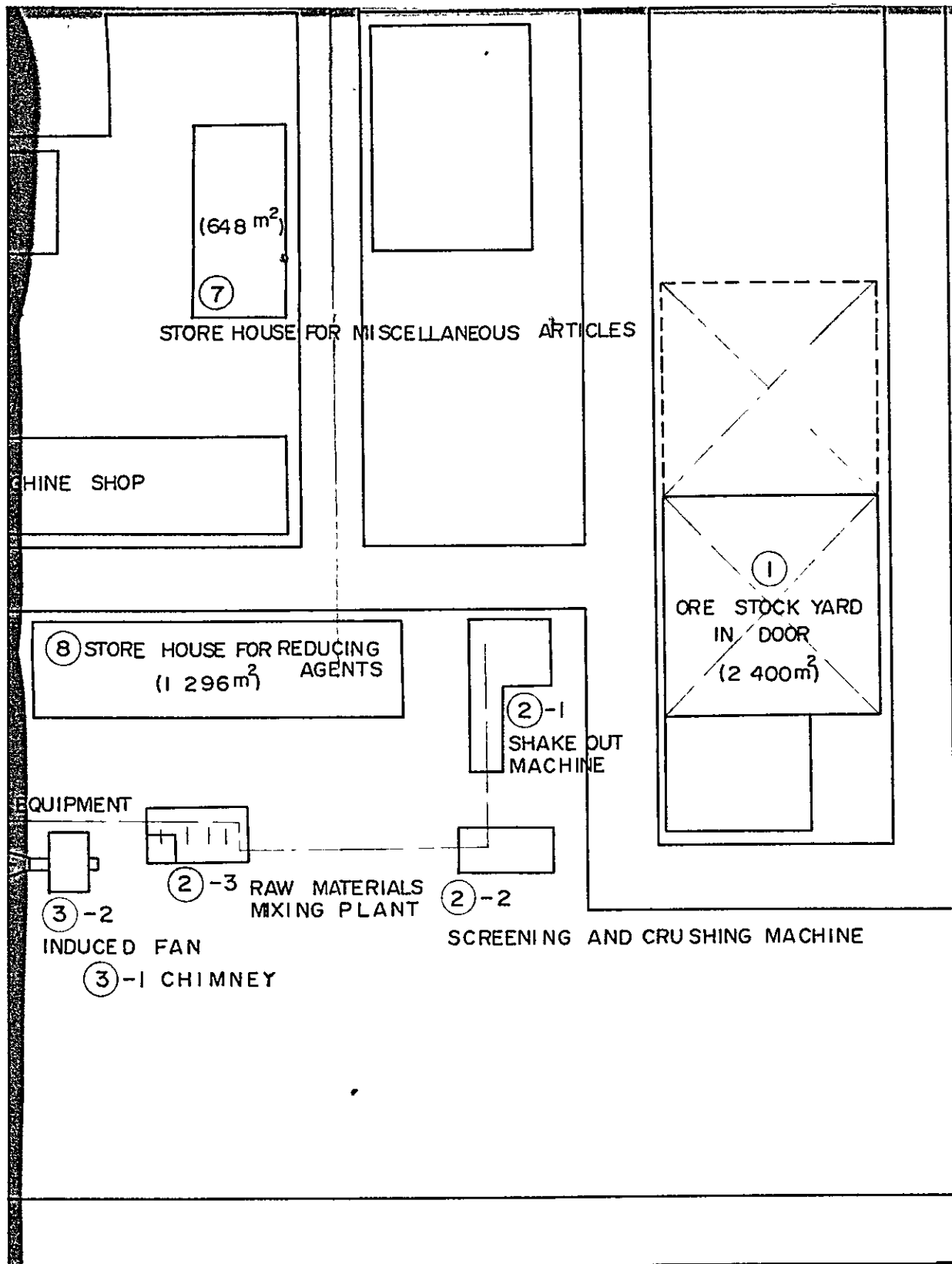
MACHINE SHOP

1









ANNEX FIG - 7

P. N. ANEKA TAMBANG.

POMALAA

NICKEL SMELTING PLANT

LAY OUT PLAN

SCALE	1/1,000
DATE	6 April, 1972
TRACED BY	K Iwakuma (Member of Survey Mission)
ORIGINAL DWG.	
DWG. No.	

