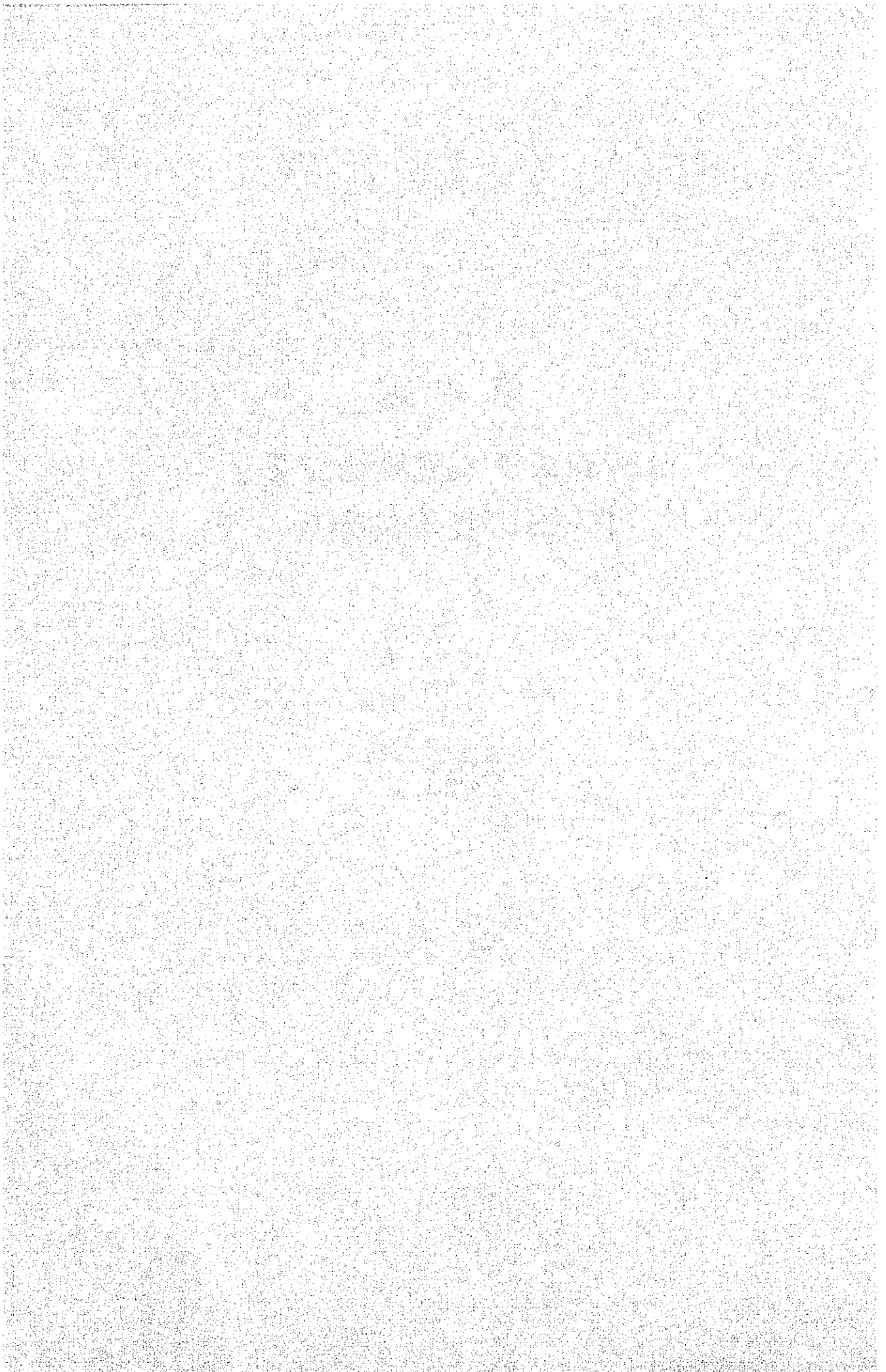


第 3 章

TLPシステム立案の背景と F/Sの基本的事項



第3章 TLPシステム立案の背景とF/Sの基本的事項

3.1 TLPシステム立案の背景 (Appendix C.1.1 から引用)

3.1.1 政令309号の発令

Baguio 地方 Agno 川および Bued 川の下流 Pangasinan 農業地帯の汚染は、1960年代の初期から問題が表面化し、政府および鉱山会社(6社)はその原因とみなされる沈泥減少への努力を開始した。大手2社の鉱山会社はダム構築により、B.C.I. は1960年代中頃、Philex は1971年に鉱滓流出の軽減化が実現した。残り4社は概ねポンドシステムのため、鉱滓を乾期は貯留、雨期は流出の状態がくり返されてきた。

1971年4月(Executive order No. 309)をもって、この問題の重要性に対し大統領の命により特別委員会を設置、対策するよう指示および官民関係者の協力が広く求められた。

特別委員会の構成は、ChairmanとしてThe Director of Mines、メンバーとして、N.P.C.C.およびBaguio地区鉱山の代表者からなる。下部機構は、公害対策関係政府機関である。

この対策はパイプラインその他の方法により、鉱滓をLingayen 湾周辺へ輸送し処理するための総合的F/Sに関するもので、国の内外から意見を求めてF/Rを早急に作成する趣旨のものである。

3.1.2 パイプラインシステムの検討までの経過

(1) N.S.D.Bの特別実行委員会

1972年10月、N.S.D.B.(Special Order No. 121)をもって、海中生物に対する鉱滓の影響についての研究グループが設置された。その構成はN.S.D.B.、P.F.C.、N.P.C.C.、B.P.W.、N.I.A.、B.O.M. より選出の専門家である。

研究対象は、バギオ鉱山地区からLingayen 湾へ鉱滓をdumpする場合と、Atlasからの鉱滓を受入れているCebu 島Tanōn 海峡の類似ケースの現状調査である。

Lingayen 湾では東部入江状海岸部Barrio Rabon近くにおいて堤防または仕切りを設けて投棄するのであれば海中棲息物への悪影響はないであろうとの結論がなされている。

(2) RAD-13 (Rehabilitation and Development-13)

同年7～8月の洪水の際に、Philexダム内鉱滓の一部流出が加わり、下流農業地帯に大被害を及ぼした。

政府は、洪水の復旧、開発計画に国連(U.N.)の協力を求めることとした。さらに、この復旧計画にBaguio 鉱山地区の鉱滓処理対策を折込むことがN.S.D.B.において確認され、AD HOC Committeeの事業として定められた。(RAD-13の修正計画)。

(3) パイプライン計画の登場

1970年当時、すでにパイプラインにより鉍滓を Lingayen 湾へ流送する計画が N.P.C.C. で提案されていた。その概要は次のとおりである。

Camp4 を起点とし、24 インチパイプラインを Kennon 道路沿いに Barrio Rabon の近くまで全長 29.0Km 布設する。

コモンラインの設計条件は、輸送量 10 百万 DMT/年、30,000 DMT/日、濃度 40 wt% 管内流速約 7 ft/sec、管種 24" Dia. スパイラル管（比国製特注品）建設費 22 百万 P（1971 年基準の試算）

なお、流送物のデータとして選鉍場規模は当時 22,600 DMT/日、将来 29,900 DMT/日 尾鉍の粒度分布のうち 200 Mesh は 70.5 wt% が予定されていた。

この建設費は金利 6%、0.6 P/DMT により 5 年で償還される予定であった。

3.1.3 Dam Pond and/or Flushing システム

(1) Dr. Sheid のリコメンド

1973年5月、政府の要請で国連のコンサルタント Dr. Sheid が、現地および Cebu 島 Atlas 鉍山の鉍滓処理システム（当時パイプラインによる）を調査した。その結果、特別委員会に対して前記のパイプラインの建設および保全について経済的・技術的に難点が多く採用すべきでないとの報告がなされた。

Dr. Sheid は鉍滓処理対策について、関係各方面の意見、資料を参考とし、パイプラインシステムに代わるフラッシングシステムを提案した。

(2) 鉍滓処理規制委員会

U.N. の調査結果を生かすべく、1973年10月鉍滓処理、規制委員会が N.S.D.B. により発足された。構成は、委員長に B.O.M 局長、委員は N.P.C.C., N.S.D.B., B.S., N.I.A., B.P.W., B.F., B.P.I. および鉍山側の代表者からなる任命制である。

(3) 石油危機と水力発電計画

1973年11月石油危機が起り、電力公社（N.P.C.）は、Agnó 川下流に水力発電所を 2カ所建設の計画をたてた。これを特別対策委員会に提示し、U.N. のいうダム・ポンド、フラッシングシステムは発電所建設に好ましくないと言明した。

N.P.C.C. としても、これを受けるとともに、U.N. 方式では農地の沈泥堆積化の問題は依然として避けられず、鉍滓処理問題の恒久的解決法とならないであろうとの見解を示した。

3.1.4 TLP システムの立案とその概要

N.P.C.C. はその後も調査を続け、1975年5月 Baguio 地区周辺の鉍滓処理問題に対する恒久的解決策をポジションペーパーにまとめ、委員会に提出した。その大要は次のとおりである。

(要約)

河川汚染の恒久的な解決、とくに Agno および Bued 両河川のシステムは、La Union 県 Sto. Tomas の Damortis にある Barrio Rabon 地域の Lingayen 湾に鉱滓をダンプすることである。

このシステムは、Kennon 道路の Camp4 から Camp1 まで距離 1.5 Km を鉱滓トンネル、Camp1 から海岸までの 1.0 Km をパイプラインまたはロンダーあるいは両者の併用により鉱滓を流送する。海底の傾斜は殆どフラットで、潮の流れは殆ど動かない状態であるから、海中に排出された鉱滓はビルドアップする傾向をもつであろうし、これは埋立てには理想的であるというものである。

同地区で操業中の鉱山 6 社は Camp4 まで、トンネル、パイプラインまたはロンダーまたはディッチで接続する。そうすれば、鉱滓は河川に排出されなくなる。

Camp4 から海へのラインは政府が引受けることが推薦された。政府は鉱山会社から通過料として鉱滓トン数に応じて徴収する。この料金はパイプラインシステムの場合と同様に鉱滓基金として知られている。

a. トンネル

1972年当時 15' × 15' 寸法のトンネルは単価 1,000 P/m, 計 1.5 百万 P 1975年現在で 4.5 百万 P と見積もられている。

b. 海への鉱滓輸送

コンクリートサドルで支えられたコンクリートロンダー、脚柱、および塔が用意される。ラインが丘、山になればトンネルとする。同様に塔、脚柱の高さが 60 ft 以上となればパイプラインが用いられる。トンネルの接合点または端およびロンダーの接合部は修理時間を少なくするため、マルコナフローと同じスラリー輸送システムが用いられる。

この設備費は、1975年に直線ライン約 1,000 P/m, 計 1.0 百万 P 相当と見積られた。

c. 海での処理

海底の傾斜は海岸線から 5 Km 以内は殆ど平であるから、周辺への汚染防止のためには隔壁あるいは堤防のような囲いを設けられねばならない。埋立場所は約 5.0 Km², 堤防のコストは概算 5.0 百万 P とされている。

d. 費用の償還

Agno 川流域 4 鉱山より鉱滓量合計、現在 24,100 t/日、拡張後 36,000 t/日以上、年間 8,796,500 t, これに Bued 川流域より 1,013,000 t/年 が加わり、9,209,500 t あるいは将来鉱山各社が拡張すれば 1.5 百万 ~ 2.0 百万 t となる。

本計画のラインの Toll Charge は、1 P/t 単価で提案され、現在鉱滓量で 1.0 百万 P, 将来 1.5 ~ 2.0 百万 P となる。即ち、埋立用の隔壁または堤防の費用 1.0 百万 P は 5 ~ 10

年で償還される計算である。

e. 埋立地の評価

約50Km²が埋立可能と想定されるとその評価額は10億円となる。東側はLow Rolling Hillで農業に適しないが、産業立地に十分な広さである。土地造成その他を加え、20P/m²である。

3.1.5 TLPシステムのF/Sの計画

フィリピン政府の計画したF/S業務の概要と工程は、次の通りであったが実行は見送られた。業務項目およびスタディプログラムをTab. 3-1に示す。

Tab. 3-1 フィージビリティ・スタディプログラム

項目	月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. データ蒐集		■									
2. 調査研究											
a. 地形調査		■	■	■	■						
b. 水路的調査			■	■	■	■	■				
c. 水理学的研究				■	■	■					
d. 地質学的研究				■	■	■					
e. 地盤調査			■	■	■	■	■				
f. 地理, 地質調査			■	■	■	■	■				
g. 水力モデル				■	■	■	■				
h. 室内試験			■	■	■	■	■				
i. 環境, 生物学的研究											
3. 代案の検討											
a. 実施計画											
b. 作成, 討議					■	■	■	■	■		
4. F/R											
a. 準備											■
b. 作成, 討議					■	■	■	■	■	■	■

3.2 F/Sについての基本的事項

このF/Sの作成に当って、1977年12月の事前調査と、1978年2月に約1ヶ月の現地調査がなされた。

現地調査の際このF/Sの基本的事項についての覚書が日比両国間で交換されており、これをAppendix A-3-1に示す。

F/Sについて了解された基本的な事項は次の通りである。

- (1) F/Sは、すでにフィリピン政府から提案されているBaguio地区の鉾山鉾潭をLingayen湾までTLPシステムで流送、処理する計画について現地調査結果にもとずいて具体的な技術的提案を行うものである。
- (2) このTLPシステムによるプロジェクトの成立は、基本的には関併するBaguio地区6鉾山の参加ならびに協力を必要とする。
- (3) このTLPシステムは、次の3つの部門で構成される。
 - 各鉾山からCamp4までのフィーダーライン
 - Camp4からLingayen湾までのコモンライン
 - Lingayen湾における終末処理
 - a. フィーダーラインは鉾山側に所管されるため、各鉾山の自主的計画を尊重する。ただしフィーダーラインはコモンラインの上流にあり、コモンラインと密接な関係があるので、その重要性を考慮し技術的リコメンドを行う。
 - b. コモンラインについては、現地調査の結果にもとずいてルートを設定し、システムの仕様を定める。

とくに、このプロジェクト特有の立地条件に対する検討を加えて、トンネル工事およびライン設備の建設、操業および保全の計画、費用についてスタディを行う。
 - c. Lingayen湾における終末処理については、最終的には埋立地を形成するものとする。埋立の場所、工法はいくつか考えられ、海域に及ぼす影響と費用に大差があるので、いづれを採用するかは、フィリピン政府の判断に委ねることとし、このF/Sではいくつかの方式を提案する。
- (4) 鉾潭の海域処理にともなう海水環境への影響については、従来のダムオーバーフローの河川経由流出が解消する一方、埋立地オーバーフローの海中直接流入に移行することとなる。現地調査時のサンプルはスポットのため、これをもって海域への影響を判断することは出来ない。また、海域環境は長期にわたり観測しなければならない性質のものである。現段階においては入手済みのサンプリングデータを示すにとどめるものとする。
- (5) コモンラインの建設工期については、このプロジェクトの緊急度の高いことを考慮して、出来るかぎり短縮する考え方で計画の立案を行う。

3.3 Tailings Disposal Systemの事例

鉱滓処理の方式は、現在、世界で行なわれているものは次のように分類される。

- a. 鉱山周辺にダムを構築し、選鉱場からダムまで比較的近距离のスラリー輸送を行ない、ダムに鉱滓を堆積する。オーバーフローは所定部分から上澄水として河川に放流させる。
- b. 鉱山周辺にポンドを設置し、鉱滓を一時的に貯留する。オーバーフローは所定部分から放流させる。比較的小規模の鉱山に行なわれる。
- c. 坑内充填により選鉱廃滓の一部または半分程度を減少させ、残りはダムへ堆積する。
- d. 鉱滓の物理的、化学的特性に応じて骨材に利用し消費する。
- e. 鉱山周辺にダムの適地を得られないため、海岸地域までスラリ一流送して鉱滓を処理する。

これらのうち e. の方式において、流送方法は次のように分れる。

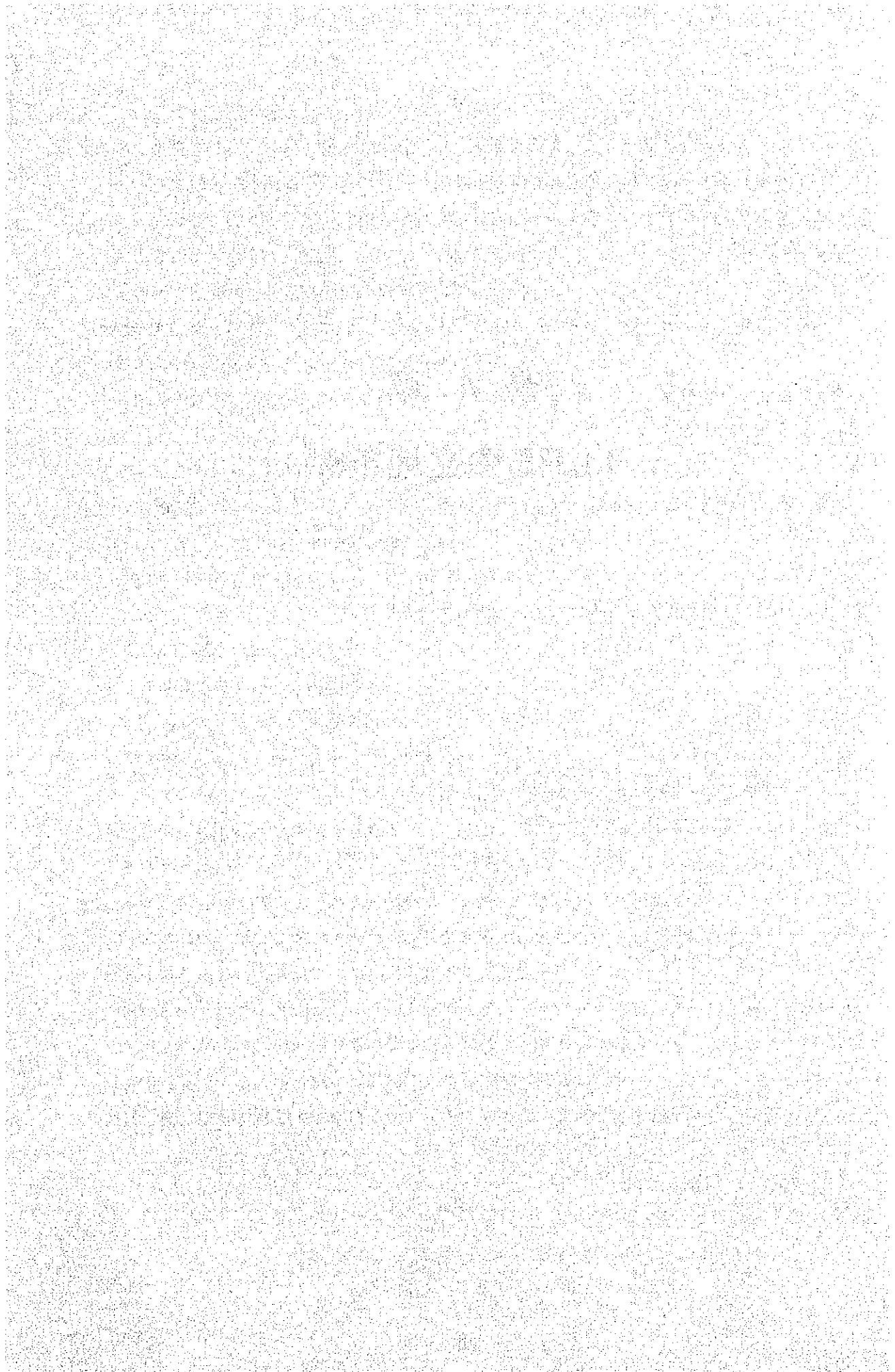
- i) 選鉱場シクナーからパイプライン、ロンダーライン、あるいはその組合せを用いる；フィリピン：Atlas, Marcopper etc.
- ii) 鉱山周辺のダムを中継して i) と同様、長距離のスラリー輸送を行なう；日本：秋田県
- iii) 地表に流路をつくり、地形および気象条件に応じて、重力による自然流送を行なう；チリ：El Salvador

また、海岸地域における鉱滓の処理方式は次のように分れる。

- (i) 海底の深さ、地形、潮海流の条件に応じて海中放流する。
 - 特定の地点まで、海上に流送ラインを延長して先端からスラリーを排出させる。スラリーは海流に持ち去られる；フィリピン：Atlas (Appendix A-3-2 参照)
 - 海岸から Causeway を沖方向に築造し、これに布設した流送ラインの先端からスラリーを排出させる。スラリーは Causeway のベース形成に用いられる。自由沈降のため、一部は潮流によりスラリーが拡散する；フィリピン：Marcopper (Appendix A-3-2 参照)
 - 特定の地点まで、海底にパイプラインを布設し、先端からスラリーを排出させる。スラリー中の固形物は海底流に持ち去られる；フランス：ペチネ
- (ii) 海岸の砂丘地帯にダムまたはポンドを構築し、a. の方式と同様、ダムに鉱滓を堆積する。オーバーフローは所定部分から上澄水として排出させるが、地域の条件に応じて中和処理後海中へ放流する。中和処理沈殿物はダムへ堆積させる。鉱滓で満杯になったダムまたはポンドは客土した後、長期安定のため植栽される。

第 4 章

TLPSの立地条件



第4章 T L P S の立地条件

4.1 地形および地質

4.1.1 地形

(1) 地形

地形的な特徴は東部の Central Cordillera 山岳部と西部の平野部に分けられる。

山岳部は現在も続く地殻の上昇により Bued 川の溪谷および、これに交わる約 20 の谷は深くきれ、各所に山くずれの跡を残す標高 400m から、1,800m のきわめて急峻な地形となっている。

平野部は Bued 川が山岳部を出た場所に出来た扇状地と湾沿いの標高 100m から 200m の尾根の連なる丘陵地からなる。

山岳部および平野部の地形はいずれの場合でも礫岩層の様な堅硬な地層が尾根を形成し、砂岩・シルト岩および断層の部分が谷となる地質的な特質に支配される地形となっている。このことは航空写真および地表の地質調査からも明かである。

(2) 河川 (Tab. 4-1 参照)

当鉱山地域を流れる河川は東側に Agno 川系、西側に Bued 川系の 2 つの川がある。両河川共 Central Cordillera に源流を発し、山岳部では深い谷をきざみ、平野部では、ゆるやかに蛇行をくりかえしながら穀倉地帯を流れ、Lingayen 湾にそそぐ。

今回の調査対象鉱山は

Agno 川系：Philex, B.C.I, Itogon, Atok,

Bued 川系：B.X., B.M.I.

と各鉱山の選鉱場はそれぞれの河川系に属している。

河川の流量は 5 月から 10 月の雨季に集中し、その中でも 7 月から 9 月の台風シーズンがピークとなり、今までの最高は Agno 川で 1968 年 9 月、 $15,000m^3/秒$ 。Bued 川で 1967 年 8 月、 $222m^3/秒$ を示した。

集水面積は Agno 川系 $1,130Km^2$ 、Bued 川系 $141Km^2$ で Agno 川が Bued 川の約 8 倍の面積を有する。

4.1.2 一般地質 (Fig. 4-1 参照)

Kennon 道路上のポイント Camp 4 以西の地質は東から西に行くにしたがって、より新しい地層となる。即ち東側の最も古い地層は自亜紀—古第三紀の火山岩を主とする Pugo Formation であり、西に順次下部—中部中新世の礫岩を主とする Zigzag Series, Kennon Limestone, 上部中新世の Klondyke Conglomerate, 上部中新世—鮮新世の礫岩・砂岩・シルト岩よりなる Rosario Formation と新しい各地層となる。

Tab. 4-1

Agno 川, Bued 川流量表

河川名	Agno 川			Bued 川		
集水面積	1,130 Km ²			141 Km ²		
調査期間	1966~1974			1960~1969		
月別流量	m ³ /sec 平均	m ³ /sec 最大	m ³ /sec 最小	m ³ /sec 平均	m ³ /sec 最大	m ³ /sec 最小
1月	25.0	45.0	3.0	2.0	6.9	0.4
2月	18.9	31.6	1.6	1.7	5.9	0.2
3月	18.0	41.9	1.7	1.5	5.1	0.4
4月	16.7	29.9	1.5	1.4	3.8	0.5
5月	31.1	2,100.0	1.5	6.8	218.6	0.5
6月	45.9	370.0	1.7	5.6	93.0	0.03
7月	144.3	3,200.0	8.2	8.9	156.0	0.1
8月	546.9	13,000.0	20.7	30.8	222.3	1.4
9月	471.1	15,000.0	44.3	31.7	215.9	1.1
10月	103.8	1,900.0	25.9	7.7	102.8	1.2
11月	56.7	880.0	5.9	6.1	40.6	1.8
12月	31.4	143.0	3.7	2.4	8.1	0.5
平均	151.0			11.7		

これらの地層は全体的には走向NW、傾斜はCamp3以西で褶曲軸N20W、軸面70Eを有する向背斜構造を繰り返しながら西に10°~30°と緩く落ち比較的単純な構造を示す。

貫入岩は中新世のCentral Cordillera造山運動時に貫入した閃緑岩コンプレックスの岩株と、コンプレックスと関連する安山岩—石英安山岩の岩脈類からなる。閃緑岩コンプレックスの1メンバーである石英閃緑斑岩はCamp4の上流と東側の谷でPugo Formationを貫き又ボーフィリー・カッパー型の鉱化作用をも伴っている。岩脈類はPugo FormationおよびZigzag Seriesを走向NW系で貫き、巾は数米以下である。

他に第四紀の玄武岩・安山岩および石英安山岩の火山岩類が地層の弱線沿いにプラグ・岩脈・岩床状に貫入している。

4.1.3 地質各論 (Fig. 4-1, Tab. 4-2参照)

(1) Pugo Formation

調査地域で最も古い地層でKennon道路ではThirty Minutes Creek以東に見られる。

岩石はいわゆるMetavolcanicsと呼ばれる玄武岩～安山岩および石英岩質の溶岩を主とし、他に同質の火山碎屑岩類からなる。

これらの岩石は後期の閃緑岩コンプレックスによる変成作用と、一部に熱水変質と銅の鉱化作用を受けている。Camp4付近の鉱化作用を受けている場所では割れ目が発達し、地表部では黄鉄鉱の酸化による焼けと、熱水作用および風化による脱色化が見られる。しかし全般には緑色塊状の緻密堅硬な岩石である。

(2) Zigzag Series

この地層はKennon道路ポイント228kmからThirty Minutes Creek間に見られ、礫岩を主とし、他に溶岩・火山碎屑岩および凝灰岩層グレイワックからなる。

地層は火山岩に富むZV1-1.2、礫岩に富むZCg-1.2.3、および砂岩に富むZSs-1の各部層からなる。

礫岩の礫はサイズにおいて中～巨礫、礫質はMetavolcanics、円磨度は低くAngular～Subangularである。マトリックスは全体に凝灰質砂岩である。砂岩は凝灰岩質グレイワックであり、ZV1-1.2は安山岩質の溶岩および火山碎屑岩からなる。いずれの岩石も緑色・塊状の緻密堅硬な岩石である。

Kennon Limestone

Kennon道路ポイント225.6kmから228km間に見られる塊状の石灰岩層である。この石灰岩の下部層は径1～2cmの化石の破片を有する石灰岩からなり、上部層は径数cm～30cmの石灰岩の礫を有する石灰岩質礫岩よりなる。この地層の最下部層は円磨度の良い、厚さ数mの基底礫岩層があり、その上部に厚さ2～3mの砂岩と石灰岩の互層帯があり、次に石灰岩に移行する。

(3) Klondyke Conglomerate

Kennon 道路ポイント Camp1 より 225.6Km 点まで露出する、厚い礫岩を主とする地層である。この地層は礫岩を主とする KCg-1.2.3.4 と砂岩を主とする KSs-1.2.3 の各部層からなる。

礫岩の礫は Zigzag Series の礫に比して円磨度が良く Rounded~WellRounded, サイズは中~巨礫, 礫質は Metavolcanics が主で他に閃緑岩・石灰岩・砂岩が見られる。マトリックスは淡黄褐色のアルコース砂岩である。

(4) Rosario Formation

この地層は Camp1 より西へ Lingayen 湾 まで連続する。地層は礫岩と砂岩に富む RCg-1.2 と, 砂岩とシルト岩に富む RSil-1.2 の各部層よりなる。

この地層の礫岩は Klondyke Conglomerate のものと礫の形・質共に類似しているが, 単一層の厚さが 10m 以下とすく, 砂岩・シルト岩と互層する。

(5) 中新世貫入岩

調査地域では Camp4 の上流と東側の谷で Pugo Formation を貫く閃緑岩コンプレックスの 1 メンバーである石英閃緑斑岩の岩株が見られる。

これら閃緑岩コンプレックスは Central Cordillera の形成時に貫入したもので, その中で最も広く分布する Agno 底盤 (Itogon 石英閃緑岩) は調査地域の東, Agno 川沿いに広く南北に露出している。又これら閃緑岩コンプレックスに関連する安山岩~石英安山岩, 岩脈は岩株周縁部の Pugo Formation と Zigzag Series 中に貫入している。

(6) 第四紀貫入岩

調査地域にはほとんど見られないが, 調査地域の東部には地層の弱線沿いに貫入した玄武岩・安山岩および石英安山岩のプラグ・岩株と岩床が見られる。

4.1.4 地質構造および鉞化作用

(1) 地質構造 (Fig. 4-1 参照)

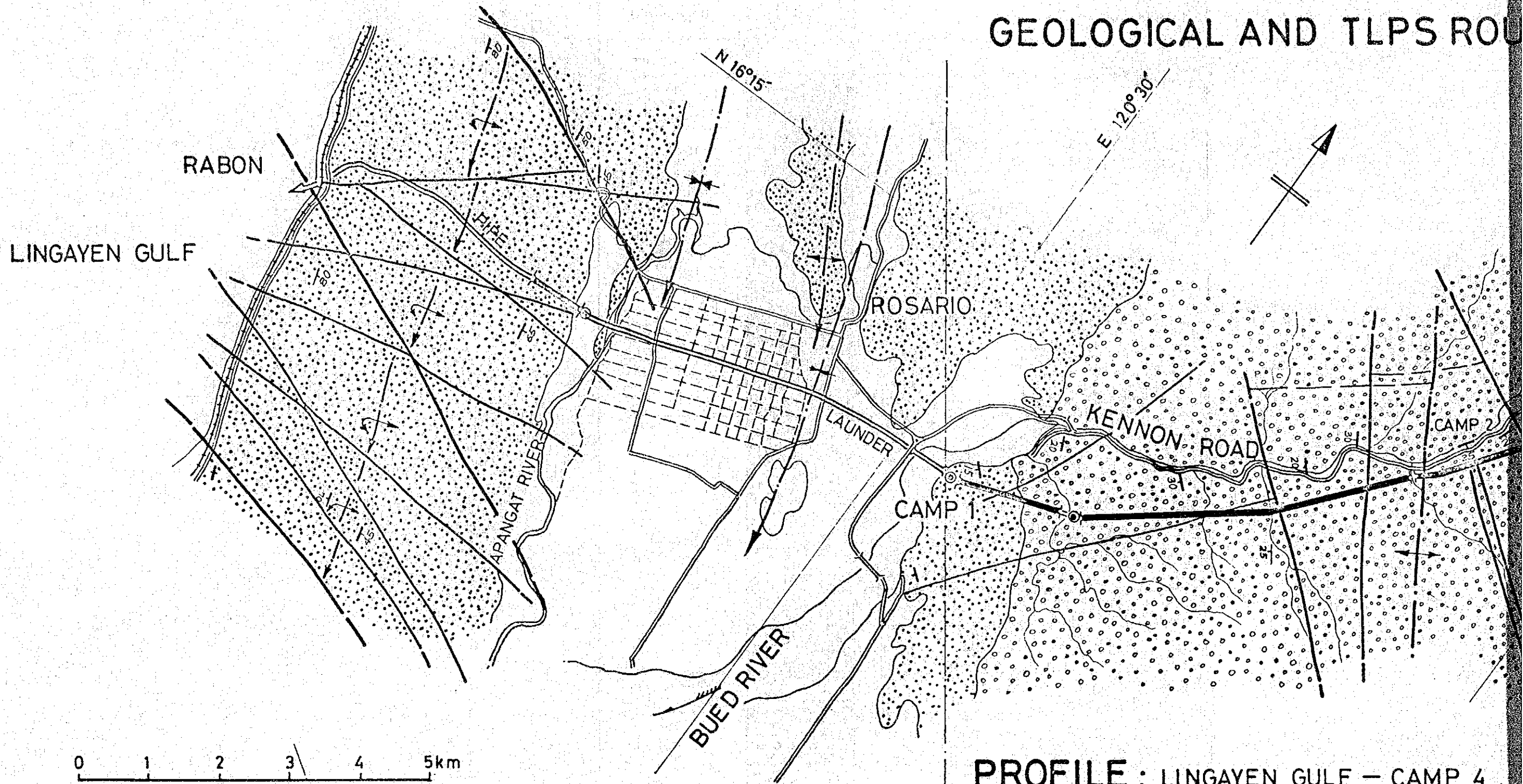
白亜紀から鮮新世に至る各地層は中新世の閃緑岩コンプレックスの貫入を伴う Central Cordillera の造山運動と現在まで続く地殻の上昇により, 褶曲と断層運動を受けている。

Camp3 以東の Pugo Formation と Zigzag Series は走向 NW, 傾斜は緩かに西に落す単斜構造を示す。Camp3 以西の Klondyke Conglomerate, Rosario Formation は褶曲軸 N20W, 軸面 70E で, 緩やかに南に落す軸を有する向背斜構造を繰り返しながら西に傾斜する。特に Lingayen 湾 沿いの Rosario Formation は過褶曲構造が見られる。

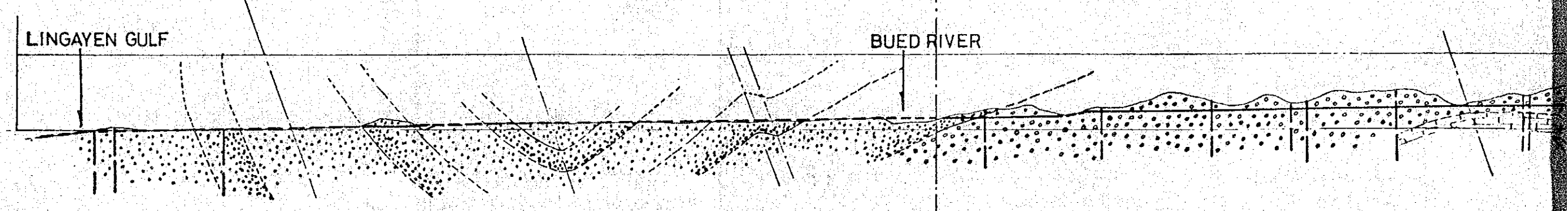
地殻の上昇は現在も続いており, そのために Bued 川 溪谷は深くきざまれ, 河岸段丘堆積物は現在の河床よりも 30m~50m の高さに見られる。

[The page contains extremely faint and illegible text, likely due to low contrast or scanning quality. The text is arranged in several paragraphs, but the individual words and sentences cannot be discerned.]

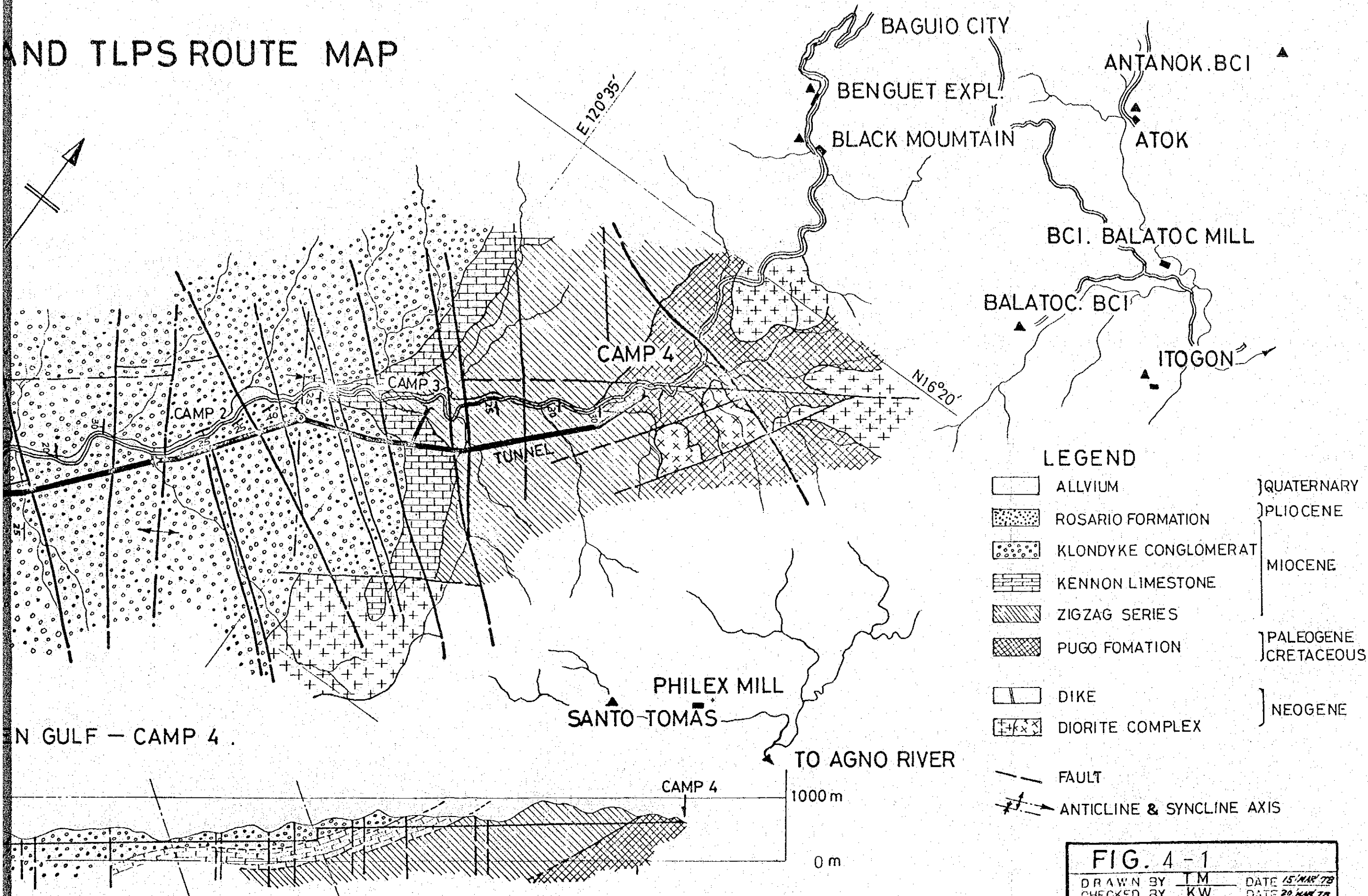
GEOLOGICAL AND TLPS ROUTE



PROFILE : LINGAYEN GULF - CAMP 4



AND TLPS ROUTE MAP



LEGEND

- | | | |
|--|---------------------------|-----------------------------|
| | ALLVIUM | } QUATERNARY |
| | ROSARIO FORMATION | } PLIOCENE |
| | KLONDYKE CONGLOMERAT | } MIOCENE |
| | KENNON LIMESTONE | |
| | ZIGZAG SERIES | } PALEOGENE
} CRETACEOUS |
| | PUGO FOMATION | |
| | DIKE | } NEOGENE |
| | DIORITE COMPLEX | |
| | FAULT | |
| | ANTICLINE & SYNCLINE AXIS | |

FIG. 4-1
 DRAWN BY TM DATE 15 MAR 78
 CHECKED BY KW DATE 20 MAR 78
 SCALE _____

GEOLOGICAL COLUMN : BETWEEN CAMP 4 AND LINGAYEN GUIF Tab. 4-2

AGE	FORMATION	GEOLOGICAL COLUMN	REMARKS		
QUATERNARY			ALLUVIUM, TERRACE		
PLIOCENE	ROSARIO FORMATION		RSil-2	1000m	alteration: siltstone and sandstone with interbedded thin conglomerate beds.
			RCg-2	450m	pebble-boulder conglomerate beds with sandstone beds. gravel: rounded-well rounded.
			RSil-1	750m	alteration, siltstone and sandstone beds.
			RCg-1	250m	conglomerate beds with sandstone thin beds.
MIOCENE	UPPER	KLONDYKE CONGLOMERATE	KCg-4	700m	conglomerate matrix: gray arkose sandstone gravel: rounded metavolcanics (much), diorite, limestone.
			KSs-3	200m	alteration, siltstone and sandstone.
			KCg-3	200m	conglomerate
			KSs-2	50m	same as KCg-4
			KCg-2	400m	same as KCg-4
			KSs-1	50m	thin sandstone
			KCg-1	150m	conglomerate same as KCg-4
			LOWER-MIDDLE	KENNON LIMESTONE	KLs
	ZIGZAG SERIES	ZCg-3			300m
		ZV1-2	50m	andesite lava flow.	
ZCg-2		950m	conglomerate matrix: gray-greenish gray, tuffaceous sandstone. gravel: subangular metavolcanics, green.		
ZSs-1		100m	tuffaceous greywacke		
ZCg-1		200m	conglomerate same as ZCg-2		
ZV1-1		50m	tuffaceous greywacke, conglomerate.		
PALEOGENE CRETACEOUS	PUGO FORMATION		PMV	massive hard andesite and basaltic lava flows.	

[The page contains extremely faint and illegible text, likely due to low contrast or scanning quality. The text is arranged in a single column and appears to be a list or a series of entries, but the individual words and sentences are not discernible.]

観察される断層は Pugo Formation から Klondyke Congeomrate 中のものは走向 N45~60E系と N45~50W系が卓越する。この内 NE系は Bued 川で代表される構造線で、NW系は Bued 川に直交する断層で深くきざまれた谷となっている。Rosario Formation 中の断層は走向 70~80W系と N60~80E系が卓越する。又これら断層も地層を横切って流れるクリークとなっている。

断層の水平移動量の大きいものは Rosario Formation 中の NW系のもので、レフトラテラル・転移量 300 m にもおよんでいる。他の断層はそれ以下の移動量である。

(2) 鉱化作用

Camp4 から Bued 川の上流および東側の谷で石英閃緑斑岩が露出する周縁にポーフイリー・カップー型の熱水変質と銅の鉱化作用が見られる。これらの焼け中にはグリーンカップの浸染と、フレッシュな岩石中には黄銅鉱の鉱染が見られる。

4.1.5 土木地質

(1) 各種岩石テスト (Tab. 4-3 参照)

野外ではシュミットハンマーによる圧縮強度テストと新鮮な岩石サンプルを日本に持ち帰り一軸圧縮強度および弾性波テストを行った。下記に調査方法およびテスト結果について記す。

a. シュミットハンマーによる調査

目的：調査範囲が広範囲である事、地層の大半が第三紀層であるから、野外で直接的に圧縮強度を知るために新鮮な岩石とやや風化した岩石に対して行った。

調査箇所：Kenmon 道路沿いのカッティングと Bued 川川床内の露岩と転石の巨礫に対して行った。

調査方法：同一地層の同種の岩石に対しては、場所を変え 3 回以上行った。

一ヶ所のテストでは打撃回数 24 回以上行い、内上下の値を切り、20 回の値により平均値を求めた。

また同一岩石の圧縮強度は同一岩石の調査回数の平均値である。

但し、シュミットハンマーでは圧縮強度 600 Kg/cm² 以上については測定出来ないのて圧縮強度の表示は +600 Kg/cm² とした。

b. 室内岩石圧縮強度および弾性波試験

目的：シュミットハンマーテストでは圧縮強度 600 Kg/cm² 以上の岩石があり、新鮮な岩石の圧縮強度と、弾性波の速度を求めるため室内試験を行った。

試験所および試験器機：地質計測株式会社

リレー型圧縮試験機 マルトウ PHC-20

試験方法：テストピースは直径 2 cm × 高さ 4 cm の円柱でドライ。

テストは同種の岩石に対して3回ずつ行った。

Tab. 4-3 岩石圧縮強度・弾性波調査表

地層名	岩石名 No	比重	圧縮強度 Kg/cm ²	シュミットハンマー による圧縮強度		弾性波速度 m/秒	
				新鮮な 岩石	やゝ風化 した岩石	P波	S波
Diorite Complex	石英閃緑岩	2.83	1,790	+600	no test	5,290	2,940
	玢岩	2.87	651	no test	no test	5,270	2,970
Pugo Formation	meta- volcanic	2.80	1,570	+600	250	5,860	3,250
	meta- volcanic	2.87	2,940	+600	no test	5,780	3,180
Zigzag Series	礫岩	2.77	1,690	+600	270	4,950	2,760
Kennon Limestone	石灰岩	2.69	1,055	400	no test	5,525	3,055
Klondyke Conglo- merate	礫岩	2.56	299	370	230	2,160	1,180
	砂岩	2.51	568	no test	100	3,240	1,790
Rosario Formation	砂岩	2.33	341	no test	80	2,910	1,590

上記の如くトンネル計画部分の岩石圧縮強度を地層別に見れば、貫入岩類、Pugo Formation, Zigzag Series, Kennon Limestoneの各岩石は1,000Kg/cm²以上で堅硬な岩石である。しかし、Klondyke Conglomerate, Rosario Formationの各岩石は299~568Kg/cm²と低い値を示している。このことは野外調査でも明かで、岩石硬軟度Ⅱ~Ⅲの岩石である。よってKlondyke, Rosario 両層の固結度の低い岩石中ではコンクリート巻き、もしくは支保が必要である。

(2) 断層

Camp1 以東のトンネル計画部分では、トンネルに平行するN45~60E系と、直交するN45~50W系の断層が卓越する。これら断層系の内トンネル工事に影響が大きいものは直交するNW系の断層である。

Bued川とKennon道路のカッティングで直接観察出来るNW系の断層碎屑帯は巾2~3mで大きいものではない。しかし直接観察出来ないが航空写真で見られ、現在Bued川に直交する谷を形成しているNW系の断層は破砕帯巾は10~20mと予想される。これらの断

層はトンネル内の湧水の原因となり、Philexの例でトンネル1 Km当たり $1 m^3$ /分の湧水が考えられる。

Camp1以西のRosario Formationを横切るNW・NE系の断層はいずれも地層を切って流れるクリークとなっている。断層の水平移動量は大きく300 mにもおよぶ。これらの断層は活断層の可能性があり、大きい断層で出来たクリーク沿いに路線を計画するときは、このことを充分配慮する必要がある。

(3) 鉍化作用

トンネルの始点であるCamp4附近では、Diorite Complexに伴われるポーフリーカッパー型の変質と鉍化が見られる。すなわちトンネルの始点から1.5 Km間は断層と割目の発達した鉍化帯を通ると予想されるので、トンネル支保と鉍床着時の権利、および鉍床採掘制限によるトンネル保全問題がある。

4.1.6 海底土質

Lingayen 湾 Rabon 沖合の海底地質には、次のように砂、シルトおよび岩が分布している。

砂地盤：Santo Tomas 西方の砂洲より南方に延びる浅海域（砂鉄鉍区）および Rabon 周辺の汀線附近に分布し、粗粒の砂より成り、構造物の基礎地盤としては、十分な地耐力を有している。

シルト地盤：Rabon 沖合 6 Km（西方）附付にある深海域に厚く堆積しており、その厚さは不明である。また、Rabon およびその周辺にある小河川の川口附近にもシルトの堆積が見られる。

埋立予定地の水深 15 m より浅い部分についても、シルトの堆積が見られるがこれは Bued 川からの細粒部と思われ、その堆積厚さは、数 cm ～ 1 m 以下と思われる。

岩盤：Damortis 南方の Rabon 駅附近より南方へ約 1 Km にわたって岩礁が分布している。沖への分布は、200 m 程である。

海底地形：Lingayen 湾 Rabon 沖合の海底地形は極めて平坦で沖合 2.5 Km で水深 15 m（勾配 6/1,000）であり、砂洲の発達している区域を除いて、この附近一帯は一様に平坦である。

4.2 山岳部の気象

4.2.1 フィリピンの一般的気候

気温の年較差はきわめて小さく、約 30℃ 内外である。5 月が最高気温（約 28.1℃）を示し、1 月は最低気温（約 25.4℃）を示す。気温の南北差も比較的少なく、Luzon 島北端の Aprri で年平均 25.8℃、最南端 Sulu 諸島 Jolo で 26.6℃ である。

フィリピン群島の降雨日数は約159日、雨量は年平均2366mmであるが、Luzon島北部のBaguio, Benguetなどではとくに多く4600mmである。

台風はおもに南東より北西に向けて通過するが、北緯10°～15°付近を通過するのがもっとも多い。しかし、破壊的台風は北緯11°より13°30'にまたがる地域にもっとも多く、群島をおそう台風の約30%を占める。またLuzon島北部とくにCagayan溪谷平野より以北の地域は台風の頻度がとくに大きく、約35%を占めている。

Luzon島の気候の地域ごとの特長は次の通りである。

- | | |
|--------------------|-------------|
| (1) Luzon島西部 | 冬季乾燥・夏秋季雨期 |
| (2) Luzon島山岳地帯 | 2～4月乾燥・無多雨期 |
| (3) Luzon島東及び東南部 | 無乾燥期・無多雨期 |
| (4) Luzon島Bicol半島部 | 無乾燥期・冬季雨期 |

4.2.2 Baguio, 鉸山地域の気温および雨量 (Tab. 4-4 参照)

山岳部の気候は熱帯型気候で、5月から10月が雨季、11月から4月が乾季である。

Baguio市の気温は年間で、最高が25℃、最低が12℃、平均18℃である。

年間雨量は1949から1977年の29年間の資料から最高が8,950mm、最低は2,000mm、平均は3,600mmである。降雨量の大半は7月から9月の台風シーズンに集中し、日間降雨量の最高は1974年7月14日に、1,168mmを記録した。また1976年5月25日の台風Didangでは3日間に2,419.1mmの降雨量を記録している。

台風は当地域を南東より北西に通過するが、1974年には大型の台風が平均1週間に1つ通過し、それが6週間続いたと云う。

Tab. 4-4 Baguio 市および Philex 鉱山の年間降雨量表 (mm/年)

場所 月	Baguio (1949~1977)		Philex Main Camp (1961~1976)	
	平均	最高	平均	最高
1月	12.2	35.1	21.1	162.7
2月	8.9	113.3	9.0	42.4
3月	36.3	140.0	47.2	214.6
4月	96.6	289.0	112.7	338.5
5月	302.8	1,304.5	553.8	3,048.5
6月	471.8	1,417.9	789.4	1,759.5
7月	740.9	4,774.5	1,177.1	5,649.0
8月	829.9	1,917.4	1,225.2	2,452.9
9月	615.1	1,480.8	865.9	2,414.5
10月	350.4	2,273.5	594.4	2,903.0
11月	138.4	706.9	124.9	696.1
12月	27.0	143.4	35.0	157.7

4.3 海象・気象条件 (海城部)

4.3.1 一般的気象

Lingayen 湾に面する La Union 州, Pangasinan 州の気候は, Type I の気候帯に属し, 1月~4月の乾期と5月~10月の雨期に分けられる。

気温は, Tab. 4-5 に示すように通年して 26°~29°である。

Lingayen 湾は, 中央山脈の西側に位置するため, 東系の貿易風及び北東モンスーンの影響は, あまり受けないが, 湾が西に向いているため, 6月~9月の, 台風時での南西モンスーンの影響を受ける。

Tab. 4-5 Monthly Mean Temperature, °C

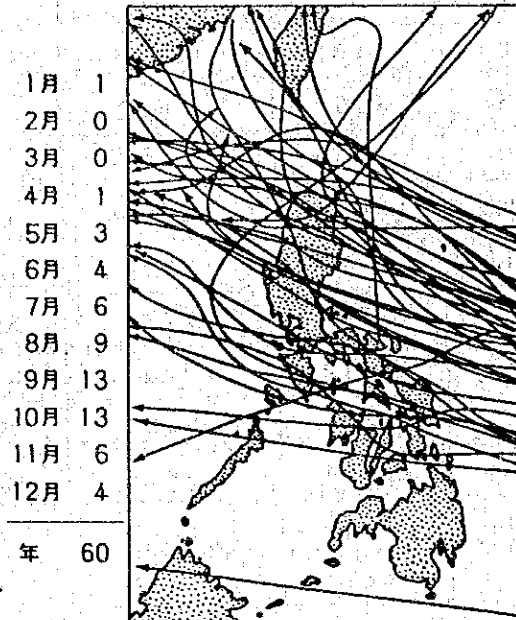
	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
Dagupan	26.1	26.7	28.3	29.6	29.7	28.2	28.3	27.8	27.9	28.2	27.4	26.7

台風については、フィリピンは、世界で最も台風の直撃をうける国である。台風の経路として最も多いのは、北緯11°以北であり、11°以南では非常に少い。

台風のことをBaguioと呼ぶ様に、Luzon島中部から北部への直撃は多い。

Fig. 4-2に台風の経路を示し、Appendix A-4-3-1に過去約30年間の台風の記録を示す。

Fig. 4-2 台風の経路



Courses and Times (Per Month) of Typhoons
Passing thru Philippine Islands.
(Including Weak Tropical Low Atmospheric Pressure.)

4.3.2 風向・風速

Dagupan市月別の、風向・風速をTab. 4-6に示す。

Tab. 4-6 Mean Monthly and Annual Prevailing
Winds and Average Wind Speeds In Knot

1. DAGUPAN CITY

	JAN.	FEB.	MAR.	APRIL	MAY	JUNE
	SSE/5	SSE/6	NNW/6	NNW/6	SE/5	SE/5
(1957-1970)	JULY	AUG.	SEPT.	OCT.	NOV.	DEC.
	SE/5	SE/4	SE/5	SE/5	SE/5	SE/5

ANNUAL AVERAGE ----- SE/5

Lingayen 湾と同じ気候に属する Laoag 市 (Lingayen 北方約 250km) の月別風向, 風速を Fig. 4-3 に示す。

Laoag 市とのデータと比較すると明らかなように, Dagupan 市では, 東風が山脈により遮断され年間を通じて, SE 及び 3 月~4 月の NNW 系が中心である。

風の最も強い期間は, 3~5 月で, この間は NNW~NW 系の風が午後最大 10 m/sec 程吹く。この間, 午前中は E 系の風が 5~7 m/sec で, 海は穏やかであるが午後の強風によって, 小型漁船の出漁は行なわれていない。また, この期間の波高は 1~1.5 m である。設計に用いる最大風速は, 30 m/sec とする。

4.3.3 海流

Lingayen 湾の沖には, 北流する赤道海流が常時あり, その強さは 0.5~1.0 kt である (Fig. 4-4, Fig. 4-5, Fig. 4-6 参照)。

Lingayen 湾には, この赤道海流の反流があり, San Fernand Fevando の沖合より Lingayen 湾奥にむかって, 南流があり, その強さは 0.5~1.0 kt である。

本反流によって Agoo 町西方には, 約 6 km に亘る砂洲が南方にむかって延びている。

埋立予定地点の Rabon の沖合は, 砂洲のかけに入り, 本地域での潮流・海流は不明であるが, 反流のその反流が存在したとしても, その強さは 0.5 kt 以下と思われる。

4.3.4 潮位

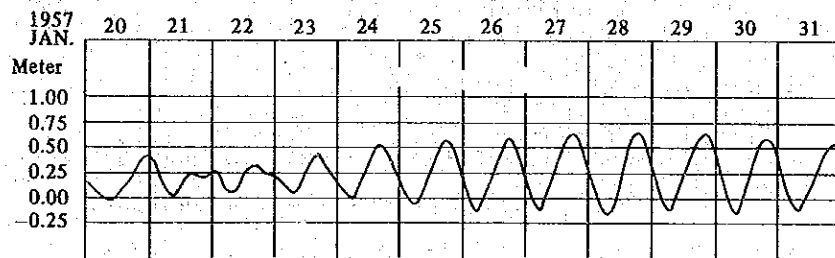
Lingayen 湾 (Santo. Tomas) における潮位は次のとおりである。

1.20 m	HHWL
0.81 m	MWL
0.45 m	LLWL
0 m	E. L. W

Tab. 4-7 潮 汐 表

Place	Height referred to datum of soundings (MLLW)				
	Mean High Water Interval		Mean Higher High Water	Mean Tide Level	Extreme Low Water
	hrs.	min.	feet	feet	feet
Bolinao	9	15	2.5	1.2	-1.5
Sual	9	25	2.5	1.2	-1.5
Santo Tomas	9	20	2.5	1.2	-1.5
San Fernando	9	10	2.2	1.1	-1.5

Tab. 4-8 San Fernando 港潮位曲線



1977. 潮汐表を Appendix A-4-3-2 に示す。

4.3.5 波高

波高については、観測データがないが Lingayen 湾近傍の港湾構造物から、設計に用いる波高は推定するものとする。

1) San Fernando 港の防波堤の例

防波堤断面図を Appendix A-4-3-3 に示す。

$$\begin{aligned} \text{Appendix A-4-3-3 より, 天端高 (Rc)} &= 4.0 \text{ m} + \text{MLLW} \\ &= 3.34 \text{ m} + \text{MHHW} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rc} &= 1.25 \text{ H} & \text{Rc : 防波堤の天端高さ} \\ & & \text{H : 防波堤前面の波高 (H1/3)} \end{aligned}$$

$$H = \frac{\text{Rc}}{1.25} = \frac{3.34}{1.25} = \underline{\underline{2.7 \text{ m}}}$$

SURFACE WIND ROSES FOR LAOAG



1949 - 1961

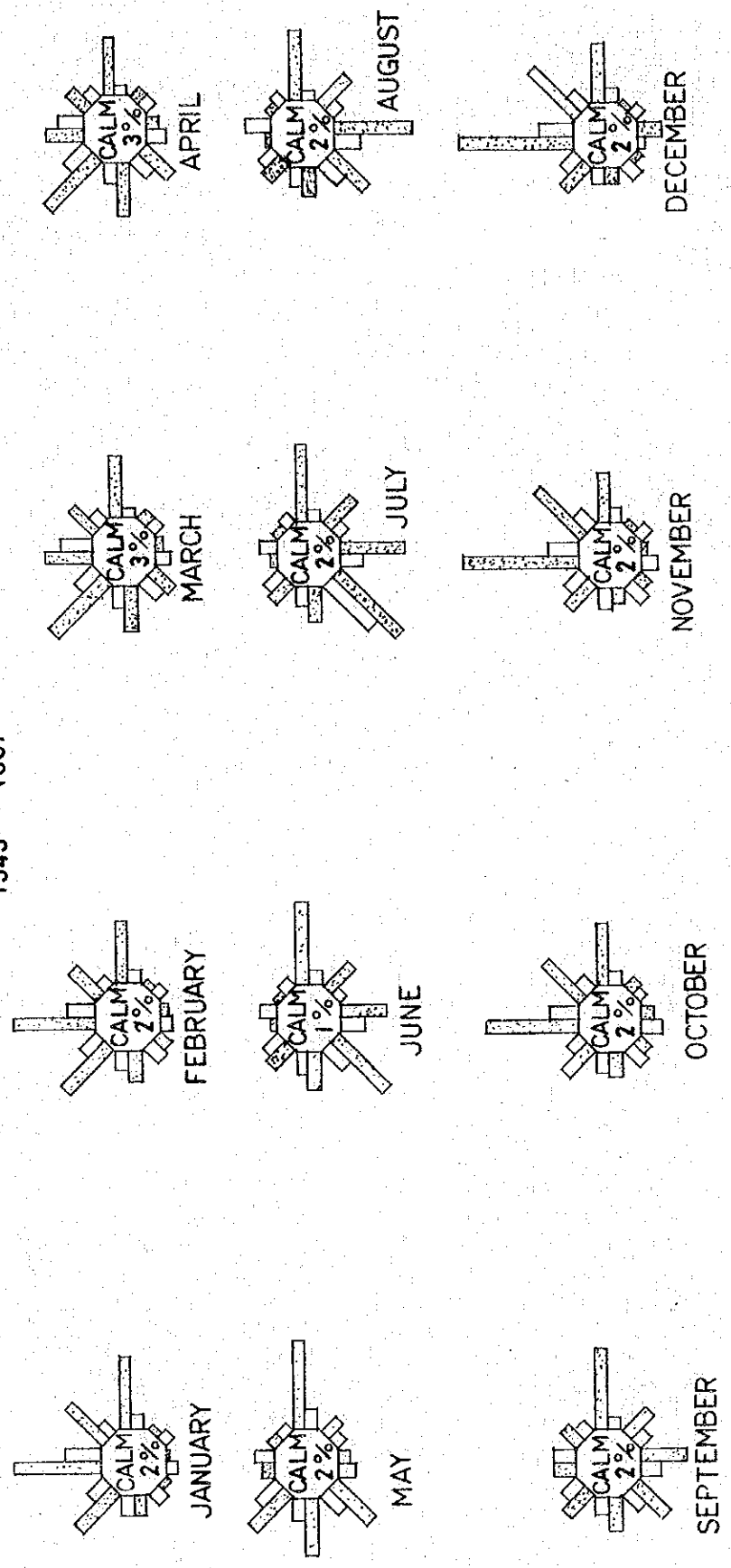
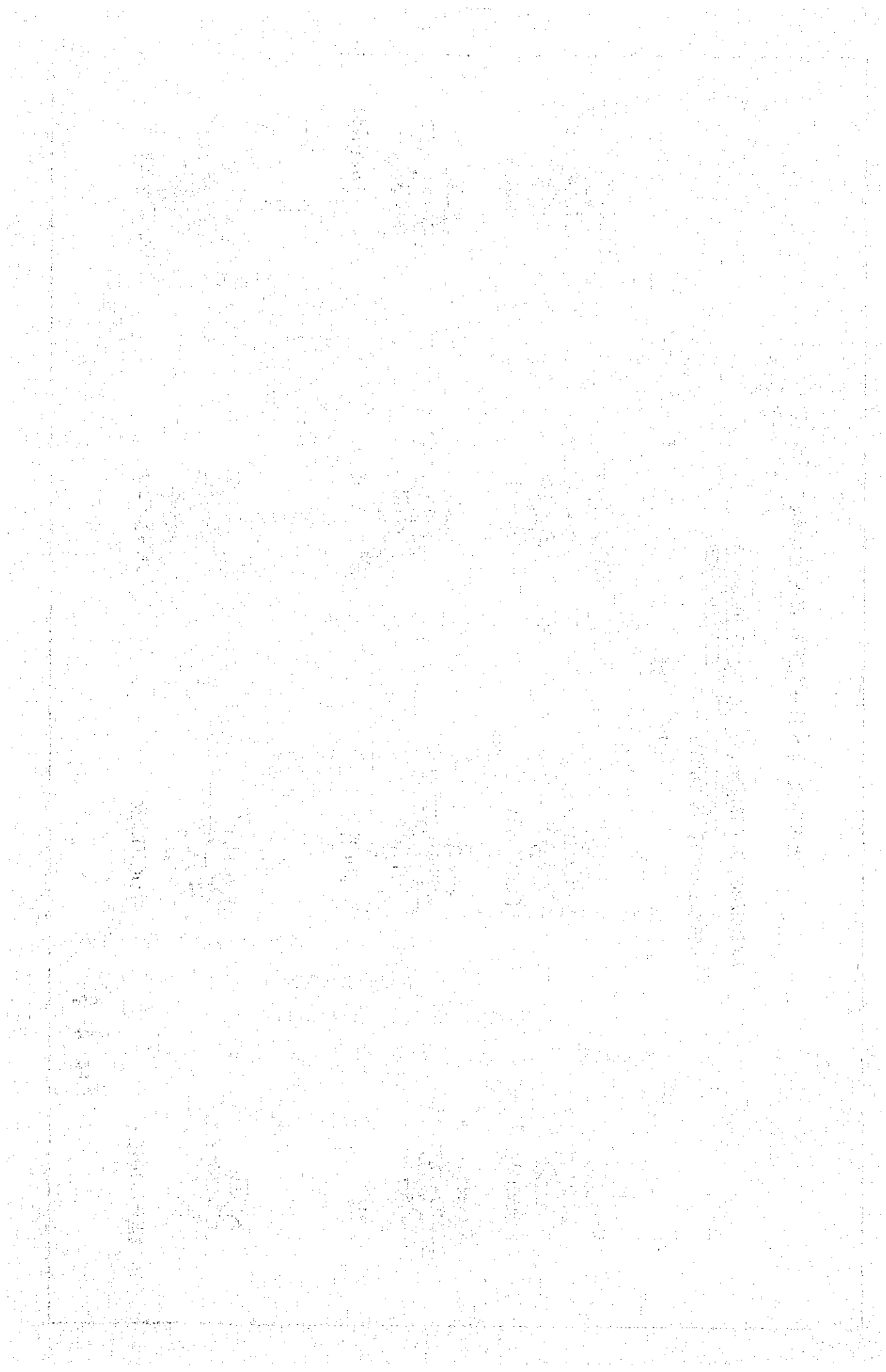


Fig 4-3



II) Navotas 港の防波堤の例 (Manila 湾)

$$Rc = 3.30m + MLLW$$

$$= 2.8 m + MHHW$$

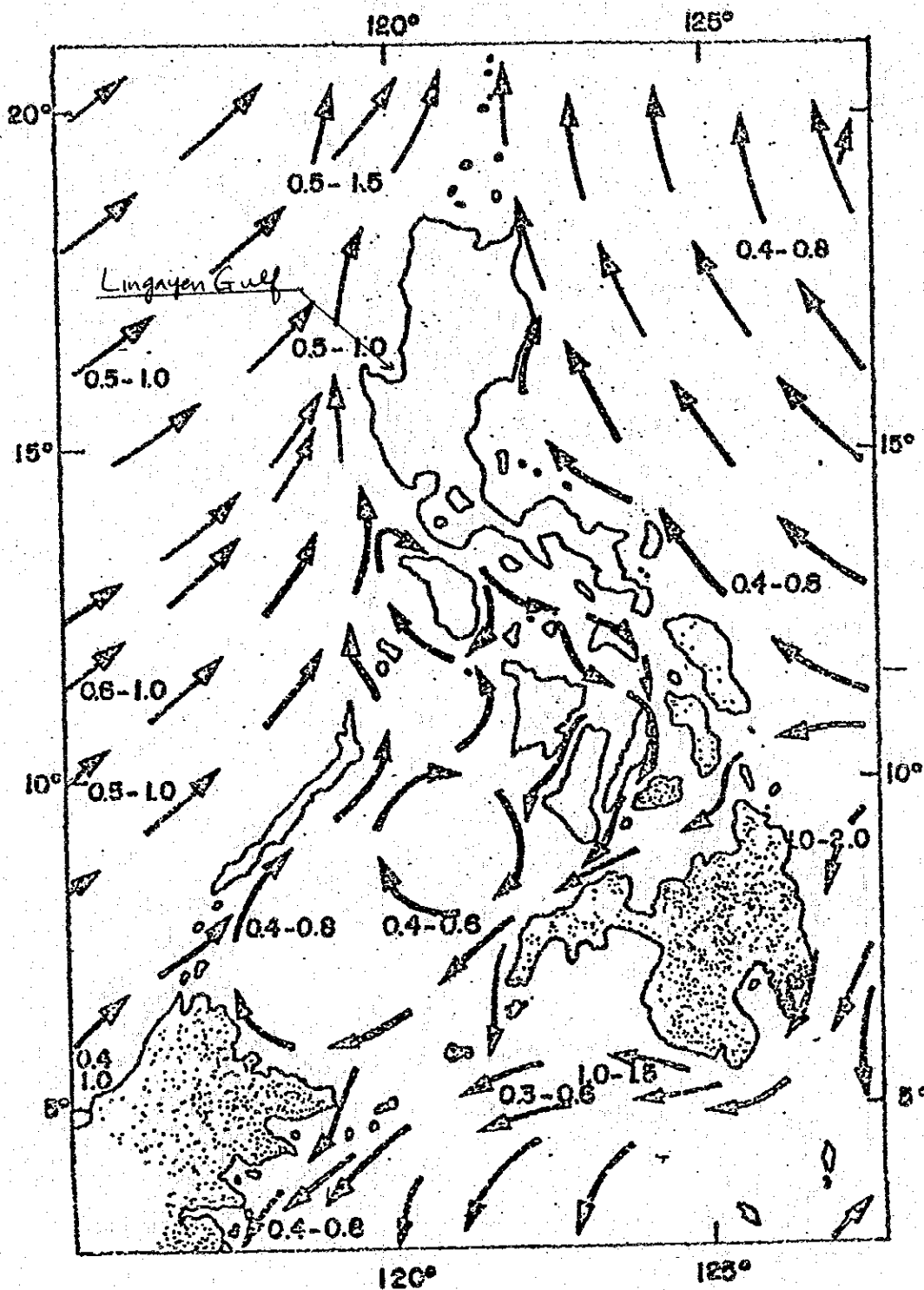
$$H = \frac{2.8}{1.25} = \underline{\underline{2.3 m}}$$

Lingayen 湾の波高については、立地条件的には San Fernando に類似しており、設計に用いる波高 ($H1/3$) は $2.7 m$ とする。

[The page contains extremely faint and illegible text, likely due to low contrast or scanning quality. The text is arranged in several paragraphs, but the individual words and sentences cannot be discerned.]

Fig. 4-5

SURFACE CURRENTS SUMMER



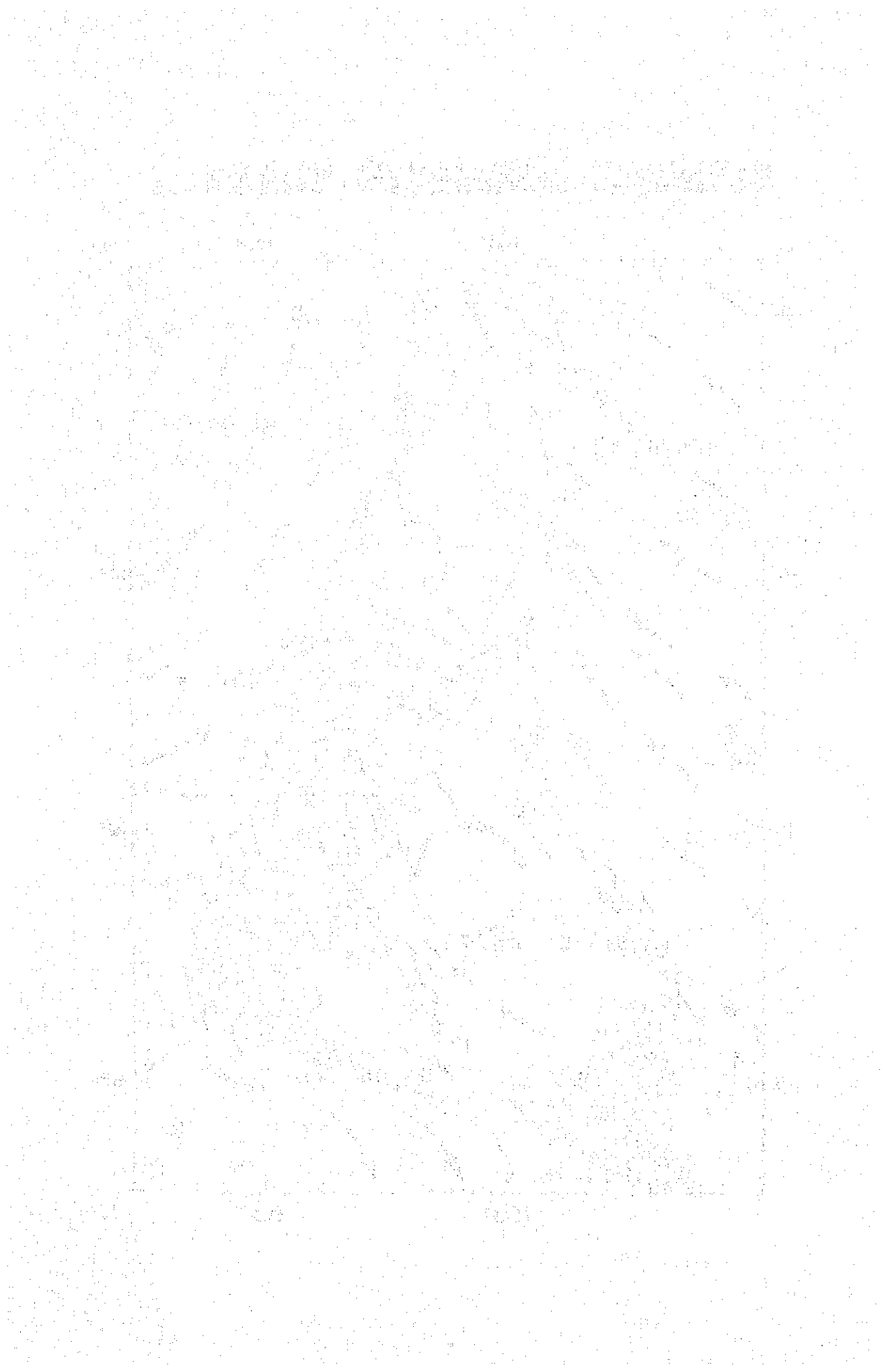
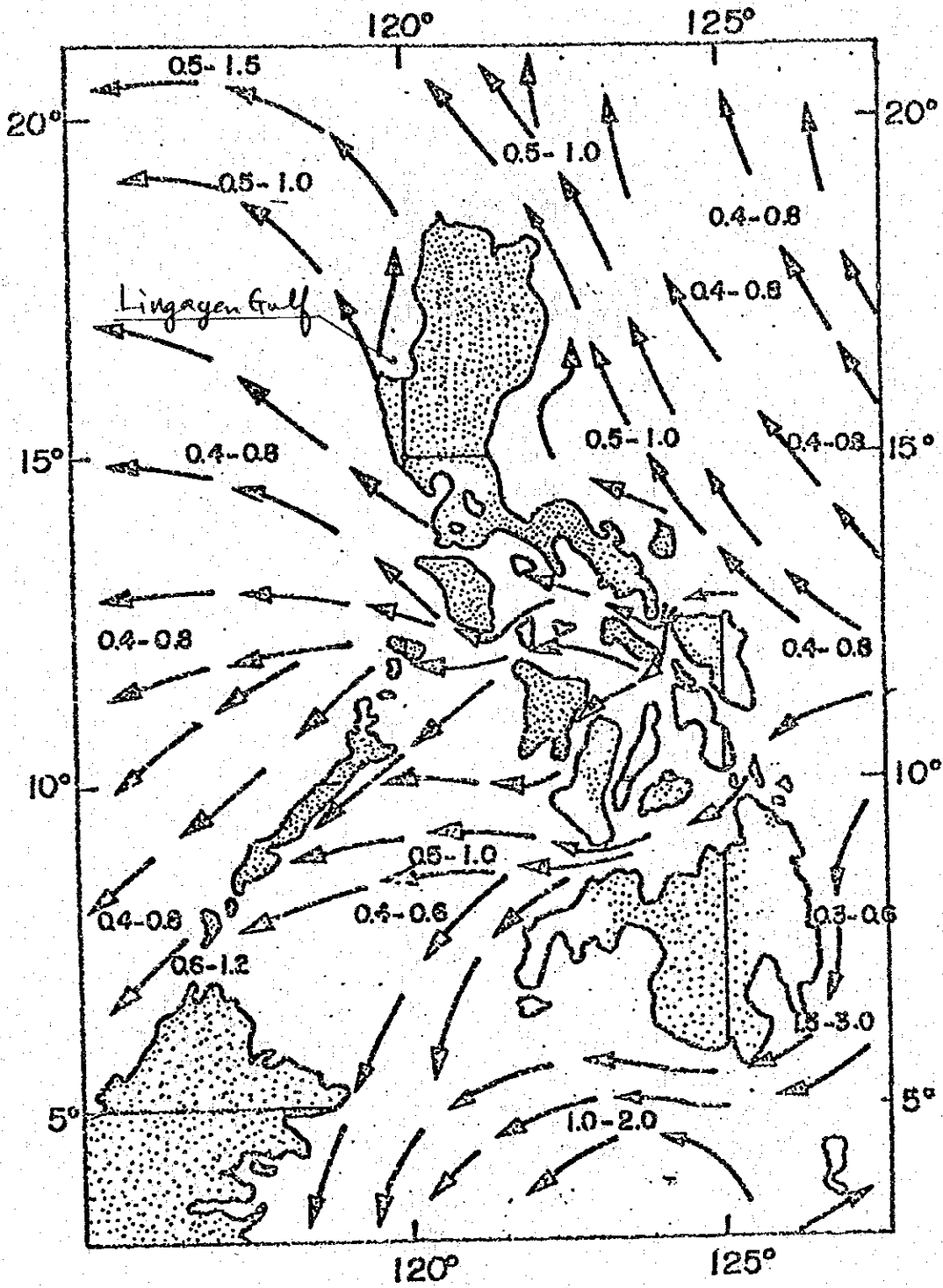


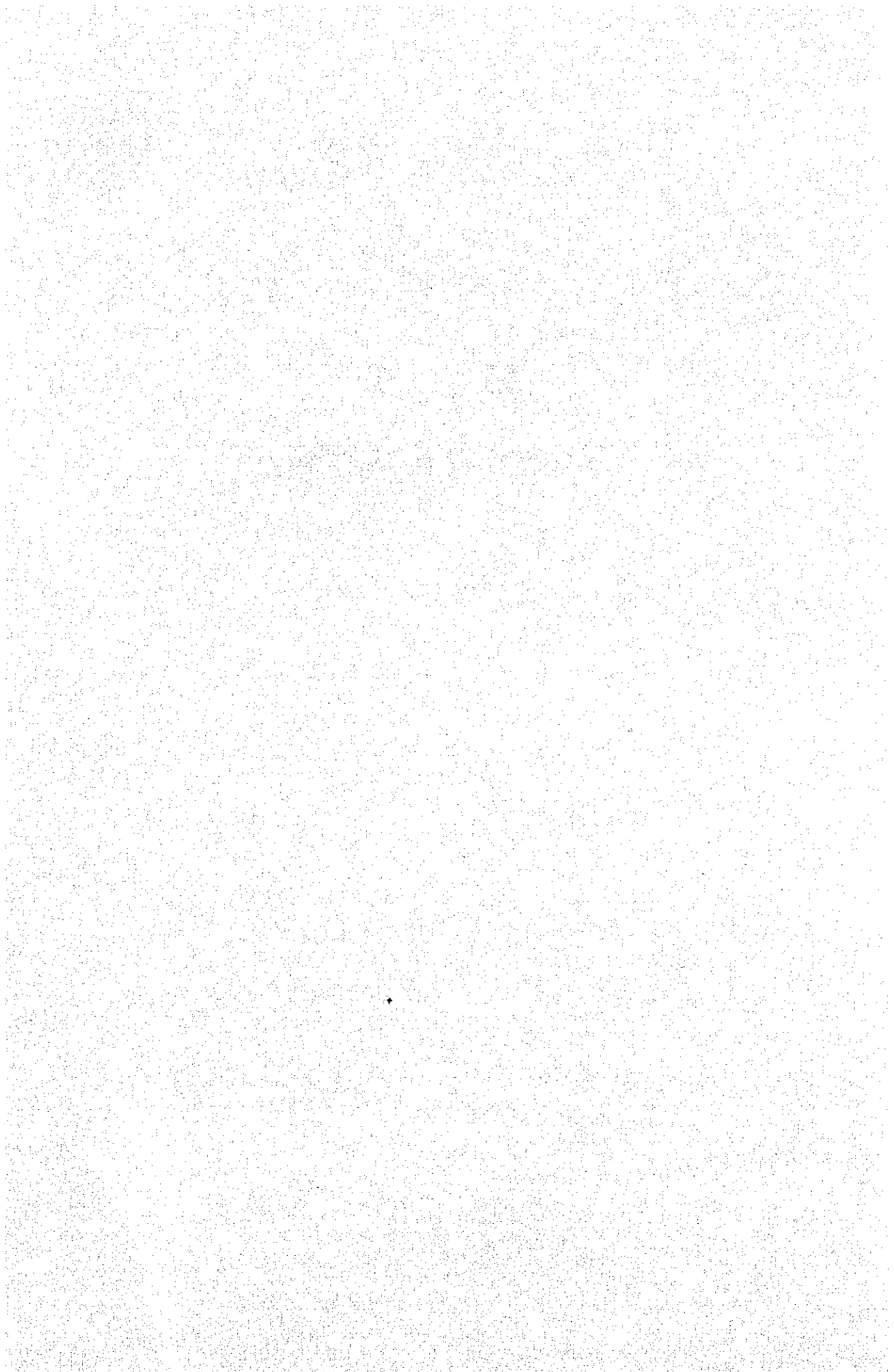
Fig. 4-6
SURFACE CURRENTS WINTER



[The page contains extremely faint and illegible text, likely due to low contrast or a very light scan. The text is arranged in several paragraphs, but the characters are too small and blurry to be transcribed accurately.]

第 5 章

TLPSの基本計画



第5章 TLPSの基本計画

5.1 システムの特長

5.1.1 異種複数鉱山のスラリー

本プロジェクトにおいては、ポーフイリーカッパー系鉱山の比較的粗粒域のスラリーと、金系鉱山の比較的細粒域のスラリーとが、コモンラインに合流する。これら数鉱山の、天然産物を対象とするスラリーの物理的特性値は、長期、短期にわたりかなりの変動が予想される。

スラリーの濃度も、鉱山の操業方法の変更、季節的・気象的要因および設備の保全修理のための停止などにより、変動するのが普通である。

また、鉱山の操業度は鉱況・市況の推移、設備の修理、不時のアクシデントなどのため、しばしば変化する。

このプロジェクトにおいては、6鉱山の鉱滓を扱うため、上記の変動は互いに打ち消し合うこともあるが、計画に当っては、各鉱山の鉱滓量およびスラリー濃度が同時に最大または最小になる場合にも対応出来るよう考慮する必要がある。とくに Philex 鉱滓量は、全鉱滓量の約80%を占める (Tab.5-1) ため、その操業度やスラリー濃度・粒度の変化の影響が大きい。

これらの変動を抑制するには、コモンラインの起点に前処理設備を設けて、濃度・流量の調整、異常スラリーのチェック、異物の除去などを行なう方法が考えられるが、大規模な設備を必要とし、地形が急峻で豪雨地帯と云う条件ではその設備を採用することが出来ない。従って対応策として、流路の摩耗は若干多くなるが、流量、濃度、粒度のある程度の変動に対しても安定流送が可能なように、流路の勾配を若干急にする。

5.1.2 ロンダーラインとパイプライン

(1) 両方式の特長

このTLPSシステムは、ロンダーラインとパイプラインを組合わせたスラリー流送のシステムであり、それぞれが異なる流送上の特長をもっている。

ロンダーは自由水面をもつため、流送量の変動に対して原則として問題がない。パイプの場合は流量変動はそのまゝ流速の変動となり、圧力損失も変り自然流送に与える影響が大きい。

ロンダーラインとパイプラインの特長を項目別に対比し、Tab.5-1に示す。

上記のロンダーの一般的有利な特長は、地形条件の許す限りロンダーの採用を優先させる要素である。さらに、パイプラインの場合は Rotation、更新の周期が比較的短かいことが予想されるので、原則として2系列布設とする必要がある。

幸い、トンネルラインは一定勾配であり、平野部においても1.25%の勾配が地形的に確保出来るので、海域部に近い一部を除いて全面的にロンダーを採用する。

Tab. 5-1 ロンダーライン・パイプライン方式の特長

		ロンダーライン	パイプライン
スラリ量 $\frac{m^3}{sec}$	増加の場合	濃度が同じであれば 自由度 大	ヘッドが必要のため 自由度 小
	減少の場合	自由度 大	添加水が必要のため 自由度 小
濃度 wt %	増加の場合	流動性を損なわなければ 自由度 大	ヘッドが必要のため 自由度 小
	減少の場合	粗粒域の沈降速度増加のため 自由度 小	水量が同じであれば 自由度 大
輸送量 DMT $\frac{sec}{sec}$	増加の場合	自由度 大	自由度 小
	減少の場合	水量が同じであれば 自由度 小	水量が同じであれば 自由度 大
平均流速 $\frac{m}{sec}$	設余 定裕	表面流速と底面流速の差が大き く、Sanding に対して弱い ため平均流速は比較的大きく見 込まねばならない。	Sanding に対してヘッドと流通 断面が変化することにより対応でき るため平均流速はロンダーラインよ り小さく設定することができる。
接液部の 摩擦	速 度	平均流速が早いだけ早くなる	比較的遅い
	対 応 策	摩擦代を遙かに大きく設けるこ とができる。 修理は比較的容易	摩擦代を大きくとると建設費が割高 となる。 長期的には底面の Rotation とパ イプの更新を要する。
エマージェンシー対策		原則として不要	必 要
施工の難易と経済性		本体の単価は安い、地形条件 によって布設費が高くなるおそ れあり。	単価が高い Rotation のためには地上布設と なり、比較的施工は容易。

なお、ロンダーラインのカーブに於ける曲率半径は最小100m程度とし、流れをスムーズにする。

(2) ロンダーの勾配

ロンダーの勾配は、Sanding 防止とロンダーの摩耗を最小におさえることの2点から決めなければならない。このためにはSanding を起さない限界流速を与える勾配を知り、これに安全をみた勾配を選ぶことが経済的である。

限界流速は、流送物の組成・流動特性、ロンダーの形状、材質表面粗さなどによって異なり、実流送と同じ条件でテストを行わないと正確に確かめることが出来ない。本計画は、摩耗性のあるスラリーを19.7Kmの長さにわたってロンダー(パイプは6.3Km)で流送する計画であるため、本計画の実施前には必ずフィールドテストを行って勾配を決めなければならない。このテストは本流送計画スラリー量の約80%を占めるPhilexの鉱滓を対象に行われることが妥当である。

本計画では、ロンダーの勾配を-1.25%として計画した。その理由は下記のとおりである。

- a. Baguio 鉱山地区の選鉱廃滓と類似のものを Marcopper 及び Atlas で既に流送している。それらの鉱滓粒度は Fig. 5-1 に示すように本計画の選鉱廃滓とほぼ類似の粒度で見做される。両鉱山に於ては鉱滓スラリーは巨大なシクナーで45~50%に濃縮されコンクリート製ロンダーで流送されている。ロンダーの勾配は-1%である。シクナーの使用は選鉱用水の回収と流送スラリーが低濃度の時に Sanding を起すことを防ぐためである。
 - b. 6 鉱山では各山元選鉱用水は坑内から比較的豊富に得られ鉱滓スラリーをシクナーで濃縮してオーバーフローを選鉱用として使用する必要性が比較的少く、また急峻な地形であるため大きいシクナーを設けることは殆んど不可能である。そのため各鉱山からのスラリー濃度は低く3.5~4.3 wt%と推定される。
 - c. 各鉱山のスラリーを集める Camp 4 に於てシクナーを設け、濃度を50%前後に高めれば前記 Marcopper や Atlas と同様1%勾配にしてよいであろうが Camp 4 の地形も急峻なためシクナーは設けられない。
- 従って本計画では低濃度の条件を考慮して-1.25%とした。ロンダー内スラリーの平均流速は勾配1.25%では勾配1%の場合より約10%速くなる。

(3) 粗大粒子の混入防止についての鉱山側への要望

本計画流送量の80%を占める Philex では現在-2.5%のパイプラインで鉱滓をミルプラントからダムまで流送している。これは選鉱廃滓以外の雑水(床洗滌水や選鉱機器修理のためのドレン等)に混入した粗大粒子の鉱石や異物によって起きる Sanding を防ぐためにとられた勾配とみなされる。本計画のように長距離流送では当然それらの粗大な粒子を除

去する設備が必要となる。5%サイズ以上のものはコモンサンプで除去できるが、それ以下のサイズのものを除去する設備を設けることは経済的に成り立たない。従って各鉱山においては、選鉱廃滓の系統外からミリサイズの粗大粒子が混入することを防止する対策が立てられることを前提とする。

具体的には Philex において雑水系統に使用されているスパイラル分級機を充分活用して異物、粗大粒子を分離すること。また雑水用ロンダーは選鉱廃滓用ロンダーと完全に分離し豪雨時に外部から選鉱場内に長入する土砂流などは系外に流されるべきであるとする。

他鉱山においても同様豪雨時の対策が必要である。

(4) 鉱滓スラリー濃度についての鉱山側への要望

Philex では雨期に於て選鉱用水が豊富に取水できるので選鉱廃滓 シックナーの負荷軽減も可能であるが、安定したできるだけ濃度の高いスラリーを得るため既設のサイクロンとシックナーを常に活用されることを要望する。また他社についても既設濃縮設備を充分活かす考慮を要望する。

5.1.3 高度差の活用と吸収

TLPシステムに於て、6 鉱山の廃滓が合流して流送されるコモンラインの起点、Camp 4 から海岸までの距離は約 2.6 Km、高度差は 61.0 m でその平均勾配は 2.4 % である。

これを地形的に見ると、上流側 Camp 4 (SL 610 m) から、Camp 1 付近の Bued 川河岸 (SL 160 m) までの約 1.5 Km 間は山岳地帯で、勾配は 2.9 % であり、その下流側は海岸に近い約 4 Km 中の丘陵地帯を含み、約 1.1 Km 間は平野部が多く、勾配は 1.5 % である。

前述 (5.1.2) のように流送対象 6 鉱山のスラリーの特性から、ロンダーによる自然流送の最高勾配は 1.25 % である。従って立地条件から得られる高度差を最大限に活用して、動力を必要としない自然流送を採用し、設備費、操業費の低減をはかることとする。

また約 6.5 Km 更に流送する必要があるが、これも高度差を活用して、自然流送するよう計画する。

上流側山岳部の勾配は 2.9 % であり、流送勾配を 1.25 % とすると、約 200 m の過剰高度差が生じ、何らかの方法でこれを吸収する必要がある。

一般に過剰高度差を吸収するため採用されている方法はドロップボックス方式であるが、山岳部は地形急峻で浸蝕が激しいため、斜面に多数のドロップボックスを設置することは、建設維持共に困難である。

また地表急斜面に人工の滝を作る方法は、外部から相当量の水及び土砂が混入することを避けることが出来ず、流送すべきスラリーの特性をコントロール出来なくなるため採用し得ない。

建設、維持とも容易で、且スラリーに水及び土砂が混入しない方法として Underground Fall を提案する。この方法は上下のトンネル間に垂直の円型孔を開さくし、スラリーを上部

トンネルから、円型孔を経由して、下部トンネルに落下させる方法である。スラリーの持っている速度エネルギーは、円型孔直下の滝壺で吸収される。

円型孔から湧水のおそれがある場合には、予め止水グラウトを施し、これを開さくする位置はコンクリートよりも耐摩耗性の大きい岩盤を選択する。

山岳部下流側の緩斜面及び平野部における過剰高度差は、ドロップボックス（又はタンク）を採用して吸収する。

5.1.4 上流山岳部トンネルの勾配と断面

(1) トンネル区間

コモンラインの流送方式として、Kennon 道路沿いにロンダー又はパイプラインを布設することは、地形が急峻で、且急カーブが多いため、成立しない。従ってコモンライン上流区間の山岳部はトンネルを開さくする必要がある。

コモンラインの始点は、6 鉱山からフィーダーラインとコモンラインの建設費、操業費の総合的見地から、最も経済的な Camp 4 附近が最適である。

また山岳部の地形、下流平野部の流送ルートから判断して、トンネル出口は Dongon 東南の沢の東側斜面が最適である。

この区間の距離は約 1.3 Km であり、トンネル入口の高さを S L 6 1 0 m、出口高さを 2 4 0 m とすると平均勾配は約 2.8 5 % である。

山岳部の地形は極めて急峻で、谷は狭く、豪雨地帯という気象条件と相俟って、現在なお激しい浸蝕作用をうけている。地質は Camp 4 附近が下位の Metavolcanics から、下流に向って上位の Limestone、Conglomerate と変化するが、何れも硬く、トンネル開さくに支障はない、ただしトンネル方向に略直交する断層が予想されるので、支保、湧水対策が必要である。

(2) トンネルの勾配

前述（5.1.3）のようにトンネル勾配は、ロンダーによる自然流送勾配 1.2 5 % と同じとし、過剰高度差は堅硬な岩盤内に設けられる Underground Fall で吸収する。

1.2 5 % 勾配のトンネルと Underground Fall の組合わせは、流送上好都合であるばかりでなく、次の利点も合せ持っている。

- a トンネル開さく工法において、1.2 5 % 勾配であれば上り勾配でも、下り勾配でも、軌道方式が採用可能である。
- b 工期短縮、通気設備軽減のためいくつかの工区に分割し、それぞれに坑口を設ける必要がある。Underground Fall を設けることにより、坑口位置を Kennon 道路とほぼ同じ高さにとれるので、取付道路、坑外設備が比較的安価に設置出来る。
- c 操業管理の際、Underground Fall の上流部、下流部夫々に、バッテリーロコによる

巡回監視およびメンテナンスの機械運搬が可能である。

Underground Fall の欠点として、垂直円型孔の開さく費がやゝ高いことおよび流送中内部を点検出来ないことがあげられるが、後者については堅硬な岩盤を選ぶことと予備を1孔準備しておくことで充分であると考えられ、前者については建設費、操業費を総合してみれば、他の方法よりははるかに有利である。従ってトンネル全体の勾配を約3%にする案、一部を斜坑にする案、Underground Fall を小落差で多数設ける案などについての細部の設計・積算は行わないこととする。

(3) トンネルの断面

トンネル断面の大きさは、トンネル内に懸浮流送用のロンダーと、トンネル内湧水の排水溝を設け、且作業用スペース及び巡回用ミニバッテリーロコの通行スペースがとれること、更に将来の増処理に対応し得る余裕を持たせることが必要である。

トンネル開さく工法の面からは、必要とされる能率とそれを満足する掘進のための機械設備の寸法から断面を検討しなければならない。

完成後のトンネルの所要断面は巾2.8 m、高さ2.5 mである。トンネル開さく工法には軌道方式とトラックレス方式とがあるが、軌道方式でも工期から要求される100 m/月の能率を達成出来、トラックレス方式は一般に能率が高いが、機械価格が高く、かつ開さく断面が大きくなり、経済的ではないと共に長距離トンネルのため通気上のネックがあり採用出来ない。

また支保費用(鋼材、ショットクリート、コンクリートライニング)も小断面程安価であり、断層破碎帯の掘進や湧水部の止水グラウト工事も小断面の方が有利なので、巾2.8 m高さ2.5 mをトンネルの標準断面とする。

5.1.5 平野部の地形 (Fig.1, Fig.2参照)

コモンラインが Bued 川を横断してから下流側の地形は、Apangat 川を境として、上流側の水田・畑を主とした平坦地帯と、下流側海岸までの丘陵地とに大別される。

Bued 川横断地点 (SL 16.0 m) から海岸までの距離は、最短で約1.0 Km、勾配は約1.6%で自然流送可能である。又 Apangat 川より下流側の丘陵地帯も、一部をトンネルにすれば河川沿いに迂回することにより、逆勾配にしないですむ。

また若干の過剰落差があるが、これは小規模の落差工およびドロップタンクを設けて、その下流側のパイプにヘッドを与えることに利用され、これにより海域部埋立地まで、動力を使わずスラリーを流送することが出来る。

5.2 計画策定上の前提条件

5.2.1 プロジェクト計画における仮定

この TLP システムは、原案がだてられた目的と経過 (3.1 参照) で知るとおり、フィリピン国の政令にもとづく計画である。

次の仮定をおいて計画を実施する。

(1) 全システムのうち、コモンラインの建設および運用はフィリピン国政府の所管に成る。そのための費用は参加各鉱山の Toll Chage によってまかなわれる。

(2) フィーダーラインは、Baguio 地域の現在稼行中の 6 鉱山 (Phillex, B.C.I., B.M.I., Itogon, B.X., および Atok) が立地条件、操業条件に応じてそれぞれ建設および運用を分担する。

ただし、コモンラインとフィーダーラインはプロセス上一連の関係にあるため、設計、施工および運転、保全において常に協力し、もし問題点があれば単独あるいは必要に応じて相互に速かに解決が行なわれる。

(3) コモンラインのルートにおける用地権についてはすべてフィリピン国政府当局によって取得されるがルート選定に当っては民家および民生に直接妨げとならないよう配慮して計画する。海域部の用地についてもこれに準ずる。

(4) 本プロジェクトの建設および運用上必要な資材のうち、フィリピン国外からの輸入品についてはすべて免税されるものとし、Import Tax は本 F/R に計上していない。

5.2.2 調査の手段

(1) ルート選定

ロンダーラインあるいはパイプラインのルートを最終的に決定するには 1/5,000 以上の詳細な地形図が必要である。本 F/R においては入手可能な 1/5,000 地図 (1947 年撮影, 1956 年図化) を 1/25,000 に拡大して使用した。地形の複雑さのためヘリコプターも併用したが、これは調査期間の都合上、ルート選定、トンネル坑口策定のための補助的手段であり、詳細地図作成のためにはあらためて航空写真撮影による図化がなされる必要がある。

平野部におけるロンダーライン選定の可否を定めるため必要限度の簡易測量を実施した。

(2) 地質調査

このプロジェクトの主要部分はトンネル工事であり、トンネル地質を知るためには物理探査および試錐探査を要する。本 F/R においては調査日数の都合上、調査は地表地質踏査、航空写真の解析及び資料による調査にとどまった。

(3) 鉱滓スラリー輸送試験

通常、長距離スラリー輸送の計画において、流送対象物の流動特性が明確でない場合、規

模を定めて流送試験を行ない、限界流速、ライン断面内の濃度、粒度分布などのデータを確認する必要がある。

このF/Rにおいてはフィリピン国の類似スラリーの実績および各種スラリー輸送分野におけるデータ、文献にもとづいて流送システムを計画した。しかし、ロンダーラインの勾配は諸種の条件からやや急な勾配としている。プロジェクトの規模の大きさからみるとこの勾配を最終的に定めるため1～1.25%の範囲における流送試験を行なうことが望ましい。

5.3 流送対象物の仕様

流送対象物、即ち6鉱山混合テーリングの量、質（磨 真比重スラリー濃度、粒度）の設定を行う。

5.3.1 条件設定の考え方

(1) 量 ; 各鉱山の5年後の計画にのっとり、流送鉱滓量を想定した。

(Tab. 2 - 4 参照)

Tab. 5 - 2 鉱滓の量の変動巾

	最大値	最小値
Philex	選鉱場能力3 1,0 0 0 DMT/Day に余裕をみて3 2,0 0 0 DMT/Day とした。	最大容量のミルが休止した場合を 想定し平均処理量の7 0 %とした。
B.M.I.	平均値 +1 0 %	-1 0 %
B.C.I.	サンドスライム充填が殆んどない 場合を想定した。	サンドスライム充填率3.5 %の場 合とした。
Atok	平均値 +1 0 %	-1 0 %
Itogon	平均値 +1 0 %	-1 0 %
B.X.	平均値 +1 0 %	-2 0 %

(2) 鉱滓真比重

現状と同じ (Tab. 2 - 5 参照)

(3) 濃 度

現状の操業条件に合わせ次頁に示すような値をとることとしたが、各鉱山には最低濃度をできるだけ高めるよう協力を要請する。

	最 高 濃 度 (wt%)	最 低 濃 度 (wt%)
Philex	乾期40～45%なので45%とした。	雨期35～40%となるので35%とした。
B.C.I	サンドスライム充填を行わないと きを想定し46%とした。	サンドスライム充填率35%とし 濃度39%とした。
そ の 他	Tab 2-4に示す現状と同じとした。	

(4) 粒 度

現状と同じ (Tab 2-5 参照)

5.3.2 流送スラリーの仕様

(1) 廃滓量, 真比重, 液濃度, 液量, 液比重について, 前項5.3.1にもとづき, 次頁Tab. 5-3を作成した。

(2) 液量の最大値および最小値について

各鉱山の液量算出にあたっては, 廃滓量最大るとき, 液濃度は最小値を用いて最大液量を求めた。
また廃滓量最小の時, 液濃度は最大値を用いて最小液量を求めた。

ただしB.C.I.の液濃度は, 5.3.1(3)に示す通りとした。

(3) 流送スラリー量および濃度の設定

Tab. 5-3の各鉱山のデータより流送スラリーの条件を, 次のTab. 5-4のように設置する。

Tab. 5-4 流送スラリーの設定仕様

	廃 量	スラリー量	スラリー量	スラリー濃度	スラリー比重
平 均	35,000DMT/D	67,100m ³ /D	0.78m ³ /S	39% Solid(wt)	1.33
最 大	40,000DMT/D	90,500m ³ /D	1.05m ³ /S	35% Solid(wt)	1.28
最 小	25,500DMT/D	43,000m ³ /D	0.50m ³ /S	43% Solid(wt)	1.38

(4) 粒度分布

6 鉱山廃滓の粒度分布を合成して、混合廃滓の粒度分布を Fig. 5-1 に示す。なおこの図には Atlas 及び Marcopper の廃滓粒度もつけ加えた。それによると本計画の廃滓粒度は、Atlas のものと、Marcopper のものとの中間の粗さと云える。

5.4 システム計画

TLP システムの基本計画のフローントを Fig. 5-2 に示す。

本 F/S で対象とする 6 鉱山の廃滓の量および質は前述 (Tab. 5-3) のように想定され、これをコモンサンプに受けて、ロンダーおよびパイプラインにより海域まで、自然流送により原則として連続して流送する。

流送設備はスラリーの量及び濃度・粒度のある中の変動に対応可能なように設計する。

過剰落差は Underground Fall 又はドロップボックス (タンク) により吸収する。

コモンラインが流送不可能になった場合に、ライン内のスラリーを抜き出すため、エマージェンシーポンドを設ける。またこの場合ライン内を洗滌するため、あるいは何らかの事情で流量が減少した場合、管内でのサンディング防止のため、エマージェンシーウオーター供給設備を設ける。

流送量、濃度を測定するため、コモンサンプに計量設備を、また、スラリーに混入した異物を除去するため、ストレーナーを設置する。

他に巡回点検のため坑外用にジープまたは小型トラックを、トンネル内用にミニロコを、連絡用にライン全長にわたり、電話線を配置する。なお各鉱山との電話線も設ける。

Tab. 5-3 Data on The Characteristics of Slurry

	Amount of Tailings (Ton/day)	Pulp Density P.D. %	Specific Gravity S.G.	Water Volume m ³ /D	Slurry Weight t/D	Slurry Volume m ³ /D	Slurry S.G.
Philex	Mean	28,000 (80.7)		42,000	70,000	52,000 (77.7)	1.341
	Max.	32,000	2.75	59,429	91,429	71,065	1.287
	Min.	19,600	45.0	23,956	43,556	31,083	1.401
B.M.I.	Mean	3,600 (10.4)		7,309	10,909	8,694 (13.0)	1.255
	Max.	4,000	2.60	10,286	14,286	11,824	1.208
	Min.	3,200	38.0	5,221	8,421	6,452	1.305
B.C.I.	Mean	2,150 (6.2)		3,094	5,244	3,890 (5.8)	1.348
	Max.	2,900	2.70	3,404	6,304	4,478	1.408
	Min.	1,900	39.0	2,972	4,872	3,676	1.325
Atok	Mean	450 (1.3)		750	1,200	930 (1.4)	1.290
	Max.	500	2.50	1,038	1,538	1,238	1.242
	Min.	400	42.5	541	941	701	1.342
Itogon	Mean	400 (1.1)		979	1,379	1,127 (1.7)	1.223
	Max.	440	2.70	1,393	1,833	1,556	1.178
	Min.	360	31.0	801	1,161	934	1.243
B.X.	Mean	90 (0.3)		263	353	294 (0.4)	
	Max.	100	2.90	292	392	326	1.201
	Min.	70	25.5	205	275	229	
Total of 5 mines except for Philex	Mean	6,690 (19.3)		12,395	19,085	14,935 (22.3)	1.278
	Max.	7,940	2.64	16,418	24,353	19,447	1.254
	Min.	5,930	37.84	15,670	15,670	11,992	1.307
Total	Mean	34,690 (100.0)		54,395	89,085	67,135 (100.0)	1.326
	Max.	39,940	2.72	75,842	115,782	90,487	1.280
	Min.	25,530	43.11	33,696	59,226	43,075	1.375

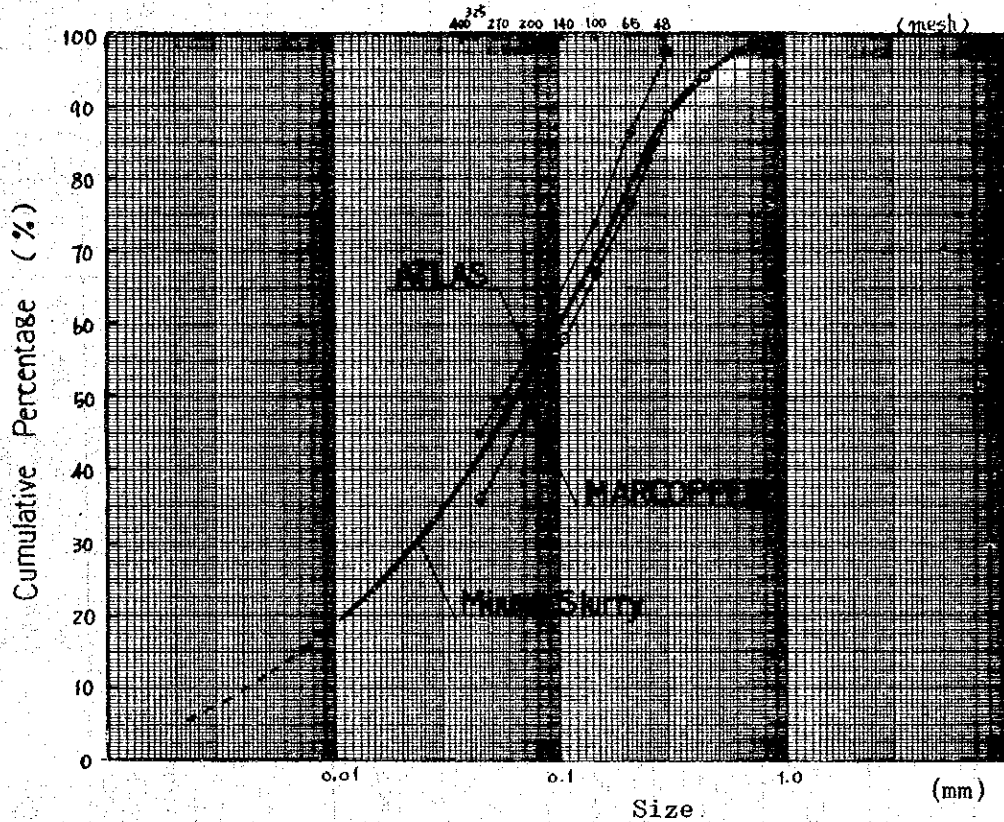
() : Ratio of distribution

Fig. 5-1 Particle Size Distribution of Mixed Tailings

Size	mesh	total	48	65	100	140	200	270	325	400
	m/m	total	0.295	0.208	0.147	0.105	0.074	0.053	0.043	0.037
Percentage by weight (%)		100.0	10.4	7.6	9.7	8.3	8.1	-	13.9	-
Cumulative percentage (%)		100.0	89.6	82.0	72.3	64.0	55.9	-	42.0	-

Size	mesh					
			30.5	22.7	15.8	12.4
Percentage by weight (%)		7.0	5.6	4.9	4.3	20.2
Cumulative percentage (%)		35.0	29.4	24.5	20.2	/

Cumulative Size Distribution Curve



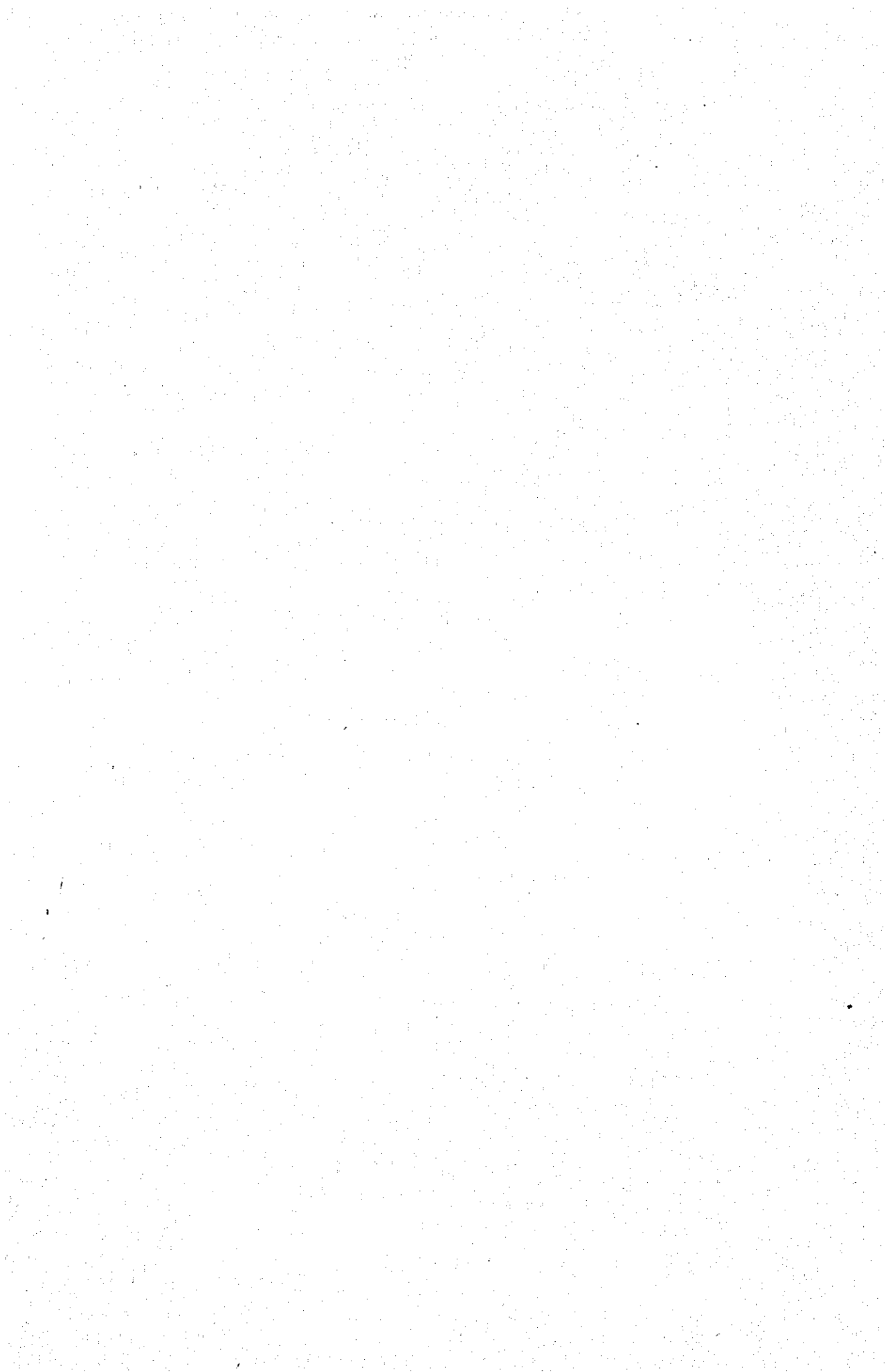


Fig.5-2 システム計画フロシート

	m ³ /sec	PD(wt%)
平均	0.604	40.0
最大	0.823	35.0
最小	0.360	45.0

PHILEX

	m ³ /sec	PD(wt%)
平均	0.101	33.0
最大	0.137	28.0
最小	0.075	38.0

B.M.I.

B.C.I.

	m ³ /sec	PD(wt%)
平均	0.045	41.0
最大	0.052	46.0
最小	0.043	39.0

	m ³ /sec	PD(wt%)
平均	0.0034	25.0
最大	0.0038	25.0
最小	0.0027	25.0

B.X.

ITOGON

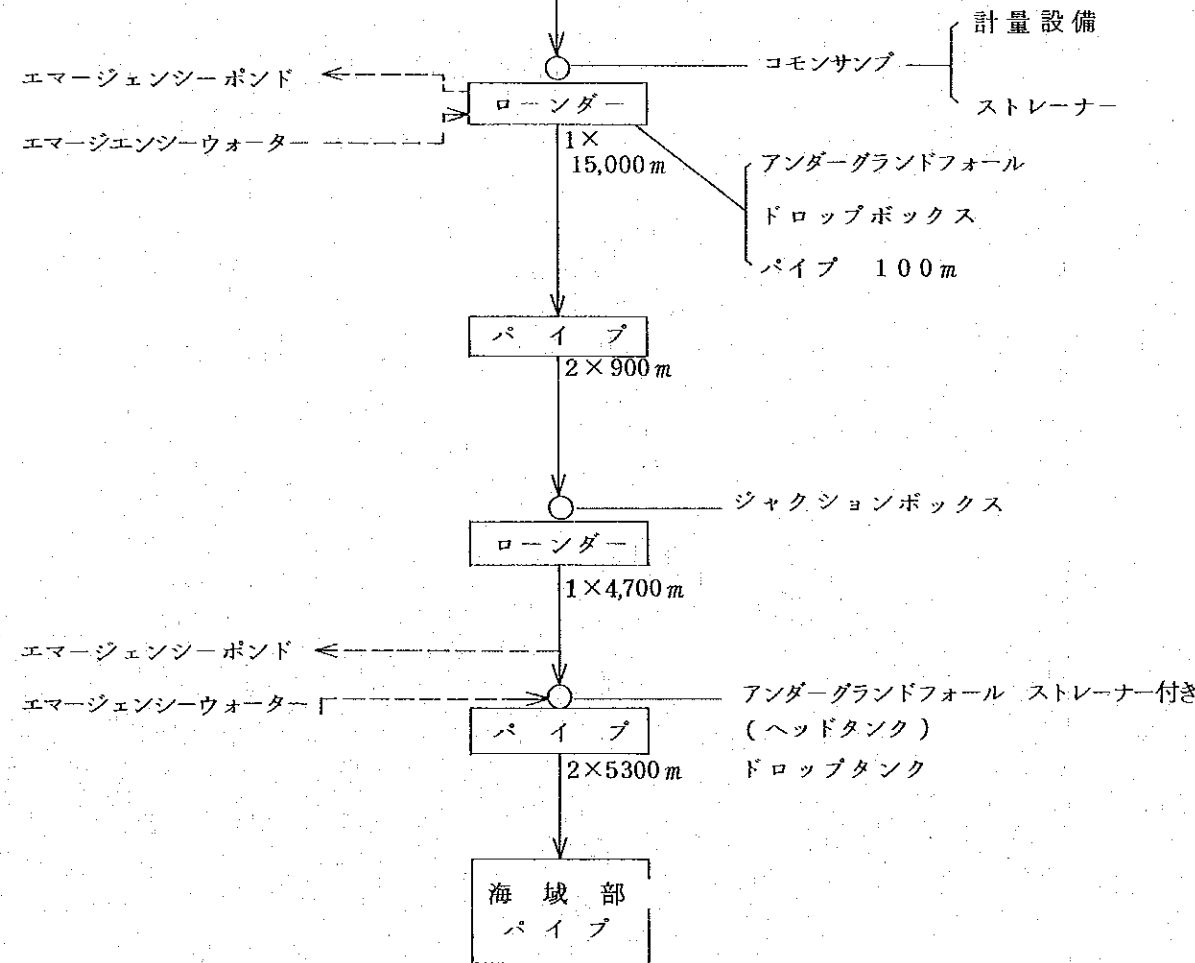
	m ³ /sec	PD(wt%)
平均	0.013	29.0
最大	0.018	24.0
最小	0.011	31.0

ATOK

	m ³ /sec	PD(wt%)
平均	0.011	37.5
最大	0.014	32.5
最小	0.008	42.5

コモンサンプ

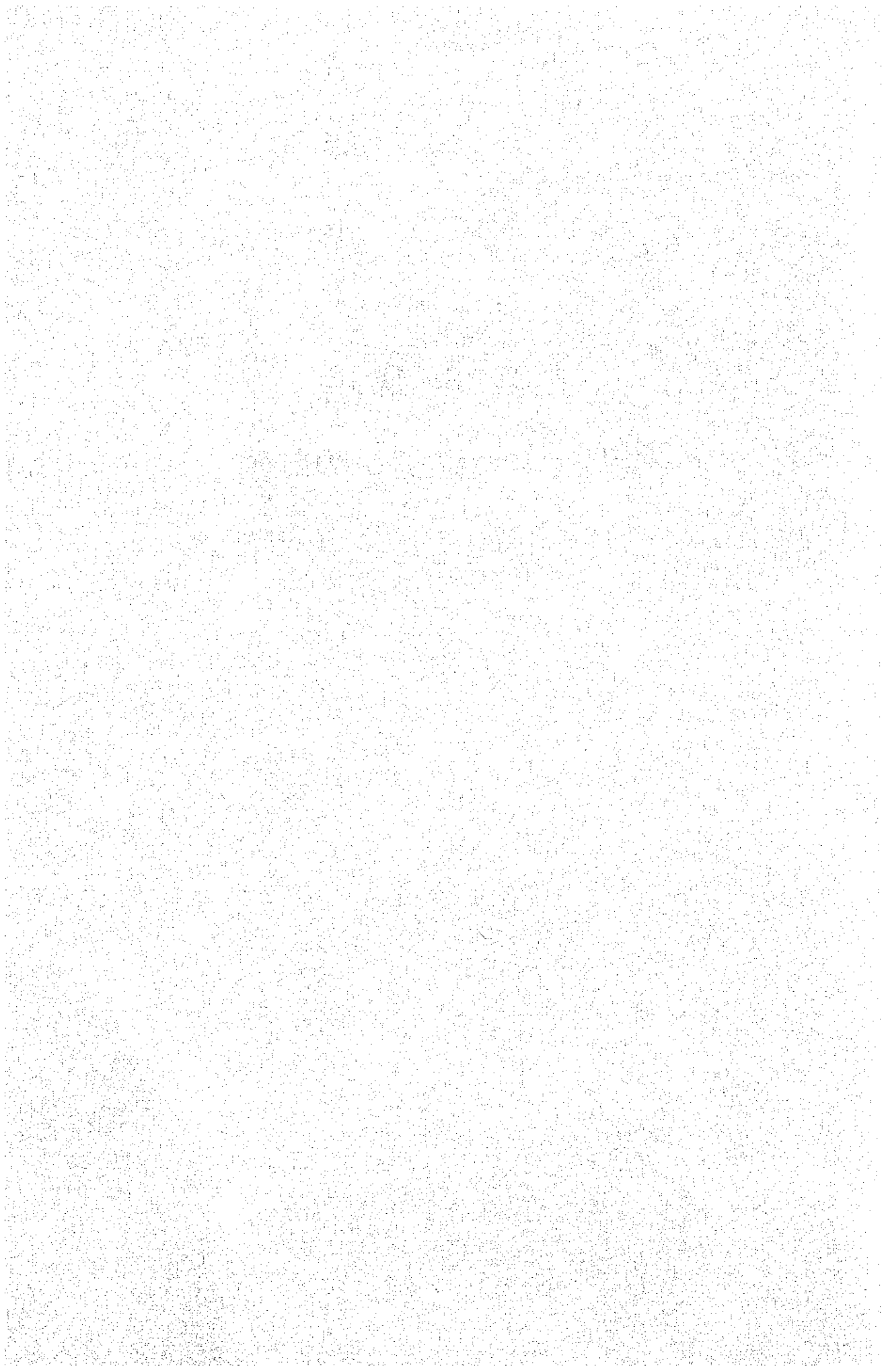
	m ³ /sec	PD(wt%)
平均	0.78	39.0
最大	1.05	35.0
最小	0.50	43.0



[The page contains extremely faint and illegible text, likely due to low contrast or scanning quality. The text is arranged in several paragraphs, but the characters are too light to be transcribed accurately.]

第 6 章

フイーダーラインの計画



第6章 フィーダーラインの計画

各鉱山から TLP システムの起点となる Camp 4 まで廃滓を流送するフィーダーラインは、各鉱山がその責任において、建設、管理すべきものであるため、各鉱山の自主性を尊重することを原則とする。

従って、ここでは調査の結果、明らかにされた各鉱山のフィーダーライン計画に技術、工期、経済性の検討を加え、今後の実施計画のためのリコメンドをして参考に供する。リコメンドについての平面図と断面図を Fig. 1, Fig. 2 に示す。

6.1 PHILEX

6.1.1 鉱山側の計画と問題点

Philex では Mill 附近 (SL 950m) から Camp 4 まで勾配 -3%、延長 5 Km のトンネルを開さくして、ロンダーで流送する考えを持っている。工法はトラックレス方式で、トンネル断面は巾 4.0 m、高さ 3.5 m、工期 3 年である。このトンネルは廃滓処理が主目的であるが、探鉱目的もあるので、具体的な坑口位置、レベル、ルート等未定である。

この計画には次の問題点がある。

(1) 勾配

3%勾配の場合の流速は約 3.9 m/s と想定され、TLP システムのコモンラインで計画している勾配 1.25% の流速 2.9 m/s の約 1.34 倍である。流送施設 (ロンダー又はパイプ) の摩耗が流速の 2 乗に比例すると仮定すれば、勾配 3% の場合は、1.25% の場合より、約 1.8 倍摩耗する。これはロンダーの寿命が 55% と云うことであり、操業時のメンテナンスコストが著しく増大する。

(2) Camp 4 における高度差

Philex Mill レベル (SL 950m) から Camp 4 に向ってトンネルを開さくすると、勾配 -3% の場合距離約 4,200 m で Camp 4 南西の山腹 (SL 825m) に貫通する。また勾配を -1.25% とした場合は距離約 4,000 m で貫通し、その高さは SL 900m となる。

コモンライン起点の高さは SL 610m と想定されており、フィーダーラインとのジャンクション設備の所要高さは約 6 m であるので、フィーダーラインの終点高さは SL 616m である。

トンネル出口とフィーダーライン終点とは、勾配 3% の場合は水平距離が約 800 m、高度差が 209 m である。この区間の流送設備としてはドロップボックス方式が考えられるが、地形が急峻で、工事困難、建設費高価、操業時の管理困難等の問題がある。

(3) 工 期

Philex では現在L745で排水トンネルを開さくしているが、その1ヶ月当りの延長は約80mである。この能率で4,000mを掘進するには4年以上を要し、準備期間および流送設備期間を加えると5年の工期となる。また、長距離トンネルの開さくは、通気、排水にも特別の設備を必要とする。

コモンラインは着工後3ヶ年の工期で完成するよう計画されているので、Philex Mill側から一方向のみの掘進では、工期が大巾におくれることになる。また、Camp 4側からと両坑口で掘進することは、Camp 4側の坑口位置がSL825mの山腹となり、前述のように立地条件から困難である。

6.1.2 リコメンデーション

摩耗、高度差、工期の問題を解決する方法として以下に述べる代案を提案する。

坑口をCamp 4側のコモンライントンネル坑口附近(SL616m)と、Philex Mill附近(SL950m)との2坑口とし、両側から掘進する。

この場合のトンネル総延長は約5,000mとなるので、Camp 4側から勾配+1.25%で2,600m、Philex Mill側から勾配-1.25%で2,400m掘進する。それぞれのトンネルの終点の高度はSL648.5mおよびSL920mとなり、その高度差は271.5mである。

流送に対する過剰な高度差を吸収するため、この地点に直径550mmの垂直孔を2孔(内1孔は予備)開さくし、Underground Fallとして廃滓スラリーを流下させる。

また、排水と通信用ケーブル配線のためUnderground Fallに沿って直径250mmの垂直孔を1孔開さくする。

これら垂直孔の開さく工法は第8章トンネル工事計画の項でくわしく述べるが、すでに施工例も多く何ら問題はない。

またUnderground Fall 予定位置の岩質はPugo FormationのMetavolcanicsおよびDioriteで硬質であり、コンクリートより耐摩耗性がすぐれており、内壁が摩耗したとしても、垂直孔をふさぐような崩壊が生じるとは考えられず、全く問題はない。

参考までに垂直孔開さくの建設費および工期を次に述べる。

	建設費 (×1,000P)	工 期 (月)
550mm 孔 (270m×2)	2,310	3.0
同上止水グラウト工事	250	1.0
250mm 孔 (270m×1)	500	1.0
計	3,060	5.0

上記の中には日本から現地までの輸送費および輸送日数が含まれていないので、フィリピン国内で同種の Raise Boring Machine が準備出来ない場合には約 ¥155 千の輸送費と少なくとも 6 ヶ月の事前発注とが必要である。

また、上記工事の発注者側負担事項は 15.0KW、200V の電力の支給など、いくつかの条件があるので細部打合せを要する。

Camp 4 側の坑口はコモンラインの坑口に近接しているので、作業用道路、研捨設備、用水、修理工場等の坑外施設は共用した方が経済的であろう。

6.2 B. C. I.

6.2.1 鉦山側の計画

B. C. I. では Acupan Antamok, 両鉦山の鉦石を、それらの略中間に位置する Balatoc Mill で選鉦している。B. C. I. のフィーダーライン計画は、Acupan Mine の主要運搬坑道レベルである L-2,000 (SL850m) の最南端から、Camp 4 までの 3km をトンネル 1.8km、地表 1.2km でロンダーおよびパイプにより流送しようとするものである。このトンネルは途中の Pugo Mine の探鉦も兼ねているので、レベル、勾配、ルート等は未定である。

6.2.2 リコメンデーション

(1) 流送ルート

B. C. I. の計画では Acupan Mine L-2,000 の最南端から 3km となっているが、コモンラインの始点位置が Camp 4 地区の南側に位置しているので、約 4km となる。

既設の運搬坑道をフィーダーラインの一部に利用することは建設費の節減、工期の短縮の面から極めて合理的な考えである。従って、B. C. I. のフィーダーライン計画に関しては代案を示す必要はないと考えるが、実施計画に関する提案を次に示す。

(2) トンネル部

Balatoc Mill から Acupan Mine の坑内までの L-2,000 の坑道は距離約 5km、勾配 +0.5% である。L-2,000 の坑口高さを SL850m とすれば、最南端では SL875m となり Mill の最低レベルを 840m とすれば、高度差は 35m であり、これに流送パイプ内の摩擦抵抗 17% を加えると 22% の圧力のポンプを必要とする。

流送の動力費は長期的に考えると非常に多額となるので、流送に必要なポンプ圧は出来るだけ低いことが望ましい。

また、流送方式はパイプよりもコンクリートロンダーの方が、建設費、操業費の総合で有利なので、これから開さくするトンネル部は下り勾配が望ましく、その勾配は 1.25% が妥当であろう。

この場合はトンネル延長約 2km、坑口高さ SL850m、坑口位置は Camp 4 西北西の比較

的傾斜のゆるい山腹となる。

(3) 地 表 部

坑口からコモンラインとのジャンクションポイントまでの距離は約2Km、高度差は234mである。この区間はドロップボックスで過剰な高度差を吸収するパイプ流送方式を採用せざるを得ないであろう。

傾斜は比較的ゆるいが、途中で沢を3ヶ所横断する必要がある。洪水およびこれに伴う転石、流木対策を加味して管理上最もトラブルがなく、建設費が出来る丈安い方法を選択すべきである。この面からは或いは坑口位置をより南にして、トンネルは長くなるが、沢を横断する場所の数を少なくした方が有利になるかも知れないので、詳細に比較検討すべきである。

6.3 ITOGON

6.3.1 鉱山側の計画と問題点

Itogon では、Itogon Mill と B. C. I. の Balatoc Mill とをつなぐトンネルおよび地表山腹のラインにより、B. C. I. のフィーダーラインに合流させたいとの考えをもっている。ただし、レベル、ルート等の検討はまだ行われていない。

この考えには次のような問題がある。

Itogon Mill と B. C. I. Balatoc Mill との距離は約3Km、高度はItogon Mill のジックナーがSL1,150m、Balatoc のそれがSL840mで、その差は310mである。

Itogon Mill 側からトンネルを開さくすると、トンネル部分が短かく、地表部は2Km以上となるが、この区間は地形急峻で、ドロップボックスおよびパイプラインの建設は困難である。

Balatoc Mill 側から、トンネルを開さくすると、Itogon Mill の高さより約270m下部の地下に到達するため、廃滓は立坑またはボーリング孔により落下させてから、Balatoc Mill へ流送しなければならない。

また、Balatoc Mill 側から一方向のみで3Km掘進することは、工期的にみても問題がある。

更にItogon は、近年の収支状況が悪く、鉱床条件、生産量からみても、金価格が大巾に上昇しない限り、収益力の飛躍的向上は見込めないので、3Kmの廃滓流送の設備投資は、過大な負担となるおそれがある。

6.3.2 リコメンデーション

Itogon Mine は B. C. I. の Acupan Mine に隣接しており、B. C. I. では既述のように、Acupan Mine の L-2000 坑道をフィーダーラインの一部に利用する計画で

ある。Itogon Mine の主要立坑である Taka Shaft は Acupan Mine の L-2,000 坑道から 1,500m の距離にあり、深度も L-2,000 より深い。

また、同立坑は Itogon Mill のシックナーから 250m の距離である。

従って、Itogon Mine の Taka Shaft と Acupan Mine の L-2,000 坑道とを連絡するトンネル 1,500m を開さく（途中の旧坑道を利用出来ればトンネル開さくは短くなる）して、B. C. I. のフィーダーラインに合流させることが最も現実的な方法であろう。

B. C. I. フィーダーラインのパイプに直接合流することは、操業管理上トラブルの原因となるおそれがあるので、下流のロンダー部で合流させることが望ましい。

2 つの異なる会社の鉱山が同じ廃滓流送ラインを共用することおよび鉱山境界を坑内でつなぐことは、TLP システムの基本的考えである各社協力の精神から、話し合いにより解決出来ると思える。

6.4 ATOK

6.4.1 鉱山側の計画

Atok では B. C. I. のフィーダーラインに連結したいと考えている。

Atok Mine の東側に隣接して B. C. I. の Antamok Mine があり、西側に隣接して B. C. I. の Kelly Group と呼ばれる鉱区がある。B. C. I. では Atok の L-4 (SL 856m) に相当する高さで、Antamok Mine から Atok Mine を通過し、Kelly Group に探鉱のためのトンネルを開さくしたいと申し入れている。Atok では B. C. I. からの申し入れを受け入れることにより、B. C. I. のフィーダーラインを利用することが可能であろうとの考えをもっている。

6.4.2 リコメンデーション

Atok の L-4 (SL 856m) は、Antamok Mine と Balatoc Mill をつなぐ主要運搬坑道 400L (SL 850m) と略同じであり、Atok Mill から Atok Mine の通洞、立坑を経由して、Atok の L-4 (Kelly への探鉱坑道)、Antamok 400L、Balatoc Mill と流送ラインが成立する。

この場合、Atok Mill (SL 945m) から立坑上 (SL 997m) まで距離 2,000m の流送は、上り勾配なので動力を必要とするが、400L の運搬坑道は Balatoc Mill に向かって 0.5% の下り勾配であり、立坑内の落差 140m を利用すれば、Atok Mine 立坑から Balatoc Mill までの約 5km 間は動力は不要であろう。

B. C. I. のフィーダーラインは Balatoc Mill が始点となるので、Atok の廃滓はここで合流することになるが、Atok の廃滓のスラリーは、粒度分布、流量濃度、流送時間など B. C. I. と十分な打合せを必要とする。

6.5 B. M. I. および B. X.

6.5.1 鉦山側の計画

B. M. I. と B. X. とは共同で、Camp 4の北側の Bued 川の右岸から B. M. I. の No 2 Shaft の坑底まで排水坑道を計画し、これをフィーダーラインに使う考えである。

この排水坑道は延長約 4 Km で、勾配は 0.25% である。

坑口高さは SL 625 m で、コモンラインとのジャンクション地点から約 1.2 Km 北側に位置する。約 900 m はすでに開さくされたが、現在は休止している。

6.5.2 リコメンデーション

坑道の勾配が 0.25% とゆるいので、ロンダーを使って自然流送することは出来ない。

B. M. I. Mill の高さは SL 783 m で No 2 Shaft の坑底とは斜坑で連絡している。

また B. X. Mill の高さは SL 800 m で B. M. I. の No 2 Shaft のすぐそばに位置しているので、立坑経由で坑底に流送することは容易である。

従って、2つの Mill からの廃滓スラリーは夫々パイプで流送され、SL 635 m の立坑底で合流し、夫々のヘッド (150 m ~ 165 m) を利用して、排水坑道内をパイプ流送することが出来る。

排水坑道の坑口は Bued 川岸の切り立った岸壁の中間に位置し、ここからコモンラインにジョイントするコモンサンプまでの配管は、一部逆勾配 (上り勾配) になるが、川を横断して Kennon 道路の川側 (自動車用ガード石積の裏側) を通り、下流側 2 つ目の橋の下を通して、B. C. I. からのフィーダーラインと並行させることが、最も経済的な方法であろう。なお、上り勾配があっても、立坑側のヘッドは充分にあるので、動力は必要ないと思われるが、流送量、濃度、粒度の変動に対応出来るかどうか、詳細な検討を行うべきである。

排水坑道の開さくは下流坑口側からと立坑底側からと、二方向から行う必要がある。開さく必要延長は約 3.1 Km であり、下流坑口側の立地条件からみて、高能率を期待するような機械化は困難と思われ、トンネル開さくを 2 年程度で完了するためには、下流側坑口から一方向のみの作業では、工期が大巾におくれることになる。