第 2 章

TLPシステムに対する所見と提言

第2章　TLPシステムに対する所見と提言

2.1　総合的所見

a. Baguio鉱山地区は，地形条件と気象条件に特異性をもつが，ＴＬＰＳ建設について技術的に困難な問題はない。経済性の面からは陸上部コモンラインの全長が２６Kmと長く，このうちトンネルが約２／３を占めるのでフイリピンの他鉱山の類似例に比べれば，コストが割高となるのはやむを得ない。しかし，一般的長距離スラリー輸送プロジェクトのなかでは，年間１３百万ＤＭＴという大量輸送であること，パイプラインよりも低コストのロンダーラインを全長の２／３以上に多用できることなどから陸上輸送原単価は約2.4円／t-Km（0.073 P ／t-Km）とかなり安い。

b. このＴＬＰシステムは，スラリー輸送システムの長所である操業コストの年次エスカレーションの少ないという条件を備えている。仮に鉱山地域からこの流送距離の１／２以内の半径範囲に恒久的ダムの適地を得ることができたとしても，長期的トータルコストを比較すれば，このＴＬＰＳの方が得策となるであろう。また，ダムの規模と位置に制約されていづれかの鉱山が参加できない場合は，この恒久的ダム案は無意味となる。現実的には山岳部でそのような大規模ダムの適地は見当らない。

c. ＴＬＰＳによる鉱滓処理が実現すれば，Agno 川，Bued 川両水系の従来のような河川汚濁，農業被害はなくなるであろう。ただし，これまでの蓄積された Siltation の影響は早急には解消しない。

d. 海域での鉱滓処理は他鉱山の事例のような海への放流でなく埋立地を形成する方式である。埋立地の護岸構築方式には４つの方式を提案したが，建設費，護岸構築中の汚濁などそれぞれ長所と短所がある。これは，一般的な港湾浚渫や埋立地工事と対比して妥当なレベルで検討され，いづれの案を採用するかはフイリピン国において政治的，社会的，経済的要因を十分考慮して選択されるべきである。

2.2　提　　言

(1)　一般的事項

a. この計画は，１９７１年の政令にもとづくフィリピン国の懸案であり，６鉱山は，このプロジェクトに参加と協力を要請されている。

プロジェクトの効率的推進のためには，関係鉱山すべての参加が必要であり，用地，海水域の取得と占有を要することについて地域の協力を得ることが大切である。

このプロジェクトの本来の目的が，地域の環境改善という政治的，社会的要求から発したものであるが，しかし，できるだけ各鉱山の負担を軽減する措置が必要である。したがって，

鉱山側に有利な財政金融措置が望まれる。

同時に，プロジェクトの円滑な運用とコストの低減をはかるため，その運用には，営利企業形態でなく，鉱山操業との関係を調整し得るような権限をもった公的企業によることが望ましい。

b. 埋立地の面積は，容量２０年分として約1,２００ha となる。この新しく形成される国土の活用については，地域開発計画が未定のため，本Ｆ／Ｒでは触れていないが，できるだけ早期に検討されることが望ましい。

c. 鉱滓の海域処理にともない，従来のダムオーバーフロー水による河川水の汚染は解消される。ただし，鉱山の坑内水の河川への放流は，従来通り残るので，これが河川の水質にどう影響するかについて注意しておく必要がある。

d. フイリピン国において，水質の環境基準は定められているが，排水基準は現段階では設定されていない。鉱滓を海水域に堆積処理した場合の造成中の埋立地のオーバーフローが流入する海水の水質が，この環境基準を満足するかどうかについては，現時点で入手したデータのみでは推定はむづかしい。したがって，この点について今後なお調査検討を要する。

e. 埋立地における海水環境への影響については，オーバーフロー口の位置，水量，水質のほか，潮海流の状況，気象，海底地形，生態系など関連要因が多く，長期にわたり観測されなければならないものである。この点は，１９７２年にＮ．Ｓ．Ｄ．Ｂで行なわれていたようなサンプリング調査とモニタリングによりチェックされることが望ましい。その結果，オーバーフロー水の水質に問題があれば，追加工事により技術的に容易に対応させることができる。

f. なお，本調査とは直接関係はないが，トンネル掘さくに使用した５吋圧気管が不要となるので，これを転用して，かんがい用水管にすることおよびApangat 川の揚水設備を，かんがい用水の供給設備として使用することが可能である。

(2) 実施設計との関係（ Appendix Ｂ参照 ）

a. ＴＬＰシステムの実施設計を行なうには次のステップをふむ必要がある。

1st ステップ： 縮尺１／5,０００地形図によるＴＬＰＳルートの確認調査

2nd ステップ： 設計に必要なデータを確認するための諸調査

3rd ステップ： 実施設計

b. このＦ／Ｓでは縮尺１／５０,０００（１９４７年～１９５３年航空撮影，１９５６年図化）等高等間隔２０ｍの地形図を使用した。実施設計に移行する事前のステップとして縮尺１／5,０００，等高線間隔 山岳部：５ｍ，平野部: 2ｍの地形図を作成し，Ｆ／Ｓの結果を確認する必要がある。

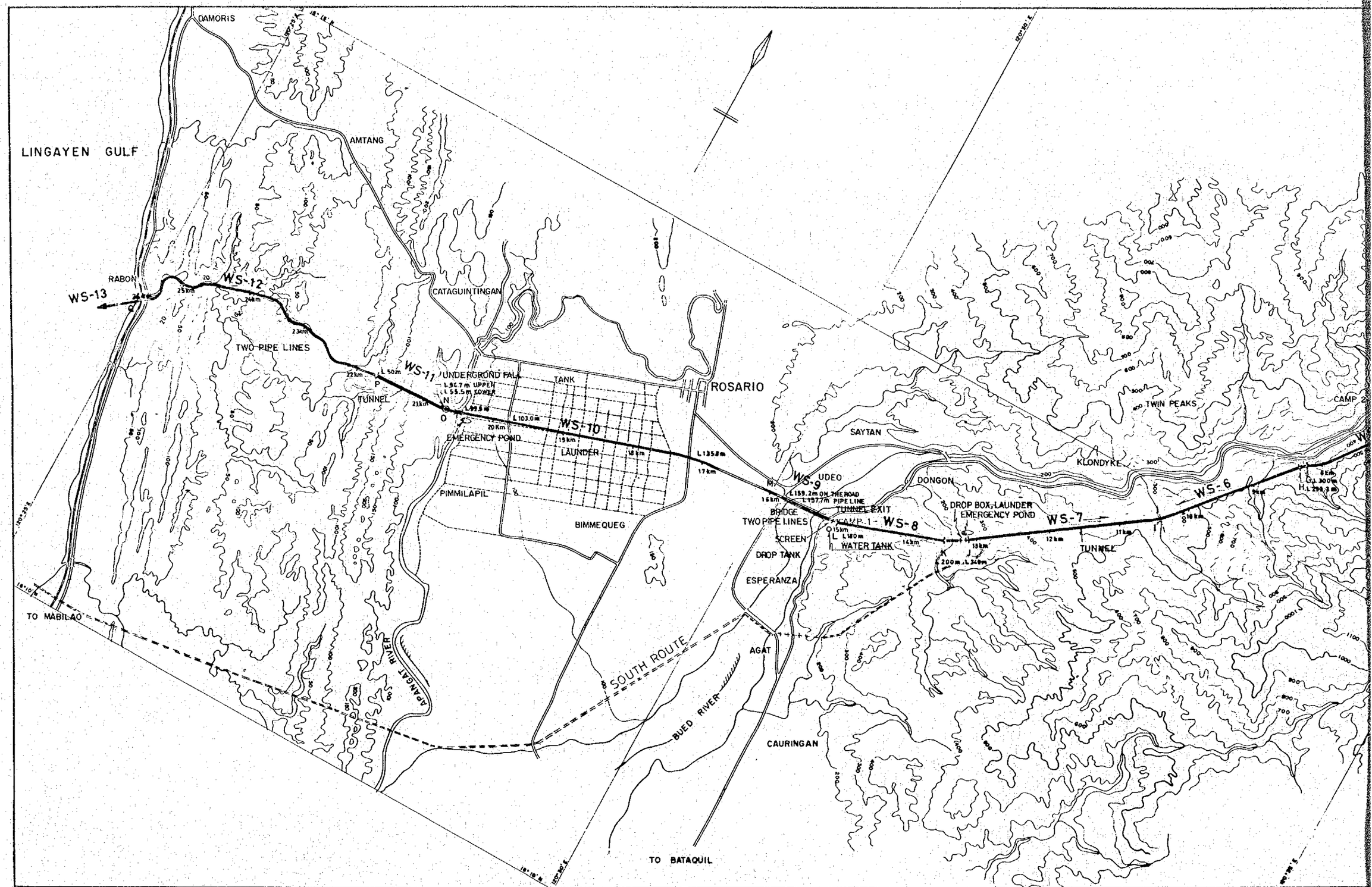
c. 2nd ステップは大別すれば次の項目である。

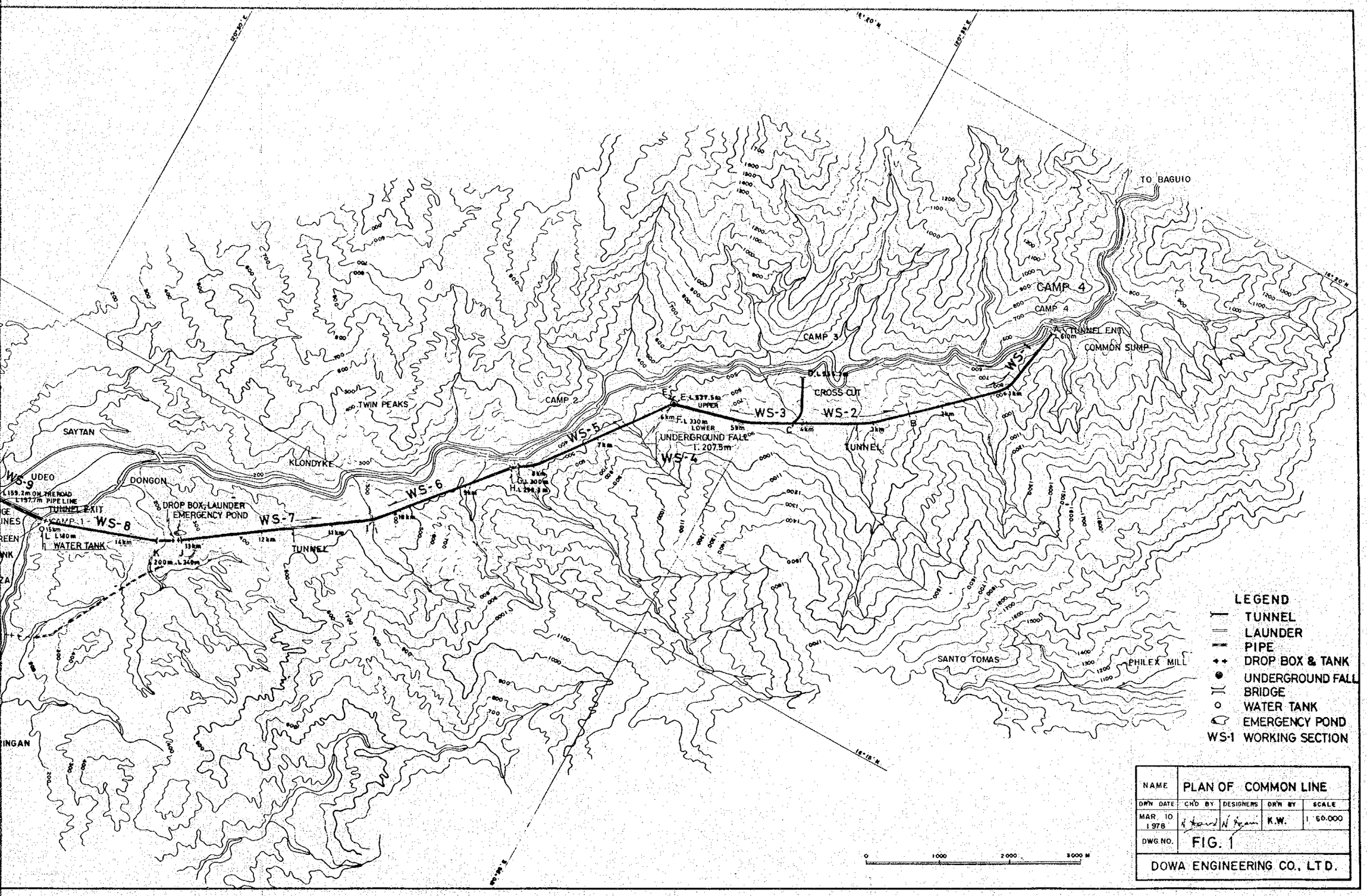
- トンネル地質調査
- 海域部調査
- ロンダー勾配に対するフイールドテスト
- 路線測量

Tab. 1－6　実施設計の工程

ステップ	項目	月別工程							
		1 2	3 4	5 6	7 8	9 10	11 12	13 14	15 16
1	TLPSルートの確認調査								
1－1	航空写真撮影								
1－2	トラバース測量								
1－3	水準測量								
1－4	航空三角測量								
1－5	1／5,000地形図図化								
1－6	TLPSルートの確認								
2	諸調査								
2－1	陸上部精査								
	(1) トンネル地質精査 (2) 弾性波探査 (3) 試錐調査 (4) 岩石強度および土質試験								
2－2	海域部精査								
	(1) 深浅測量 (2) 潮流観測 (3) 海底土質調査 (4) 鉱滓土質試験								
2－3	ロンダー勾配のフィールドテスト								
3	詳細設計（路線測量を含む）								

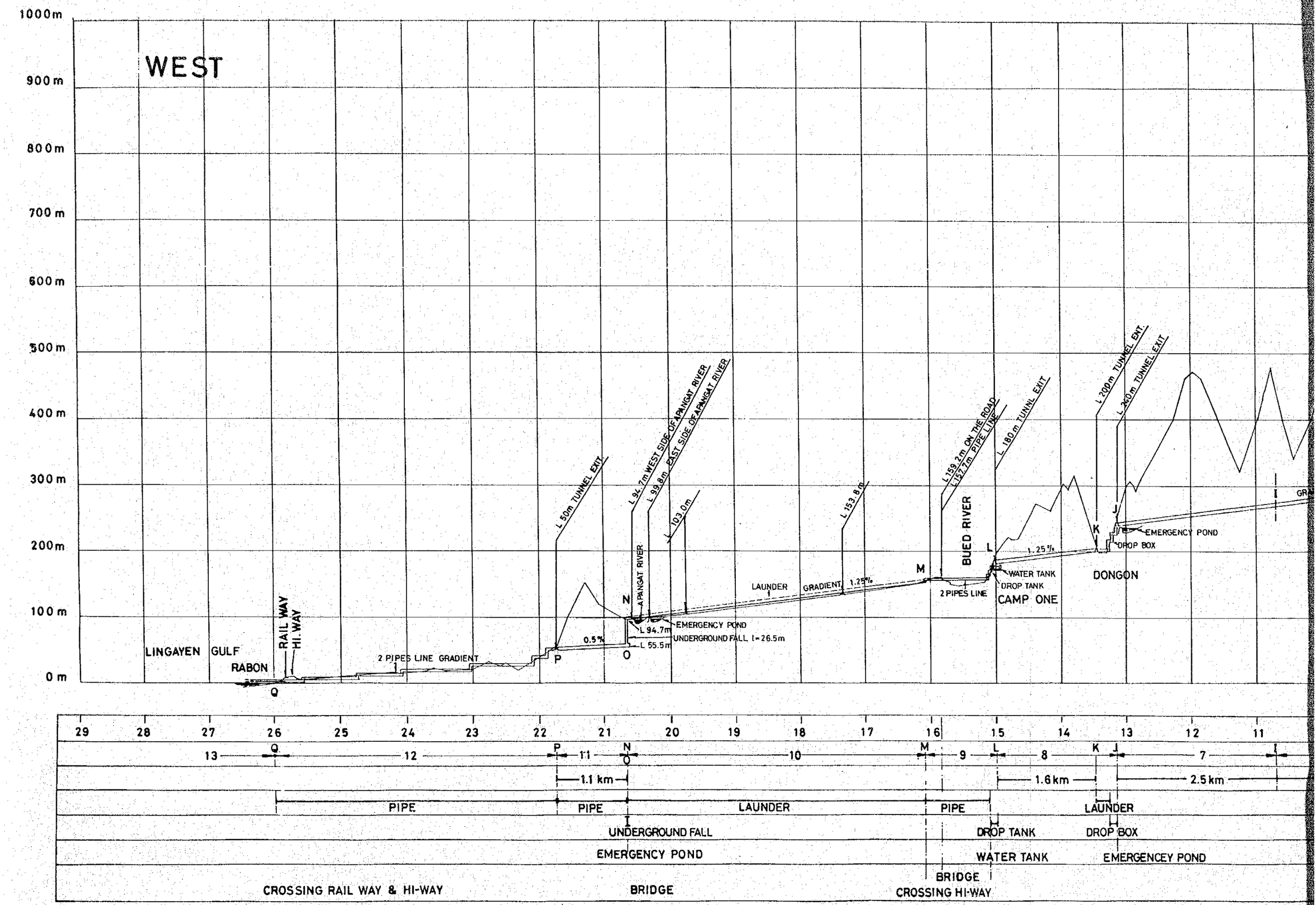
注）--- 準備　　▭ 現地作業　　—— 室内作業ほか

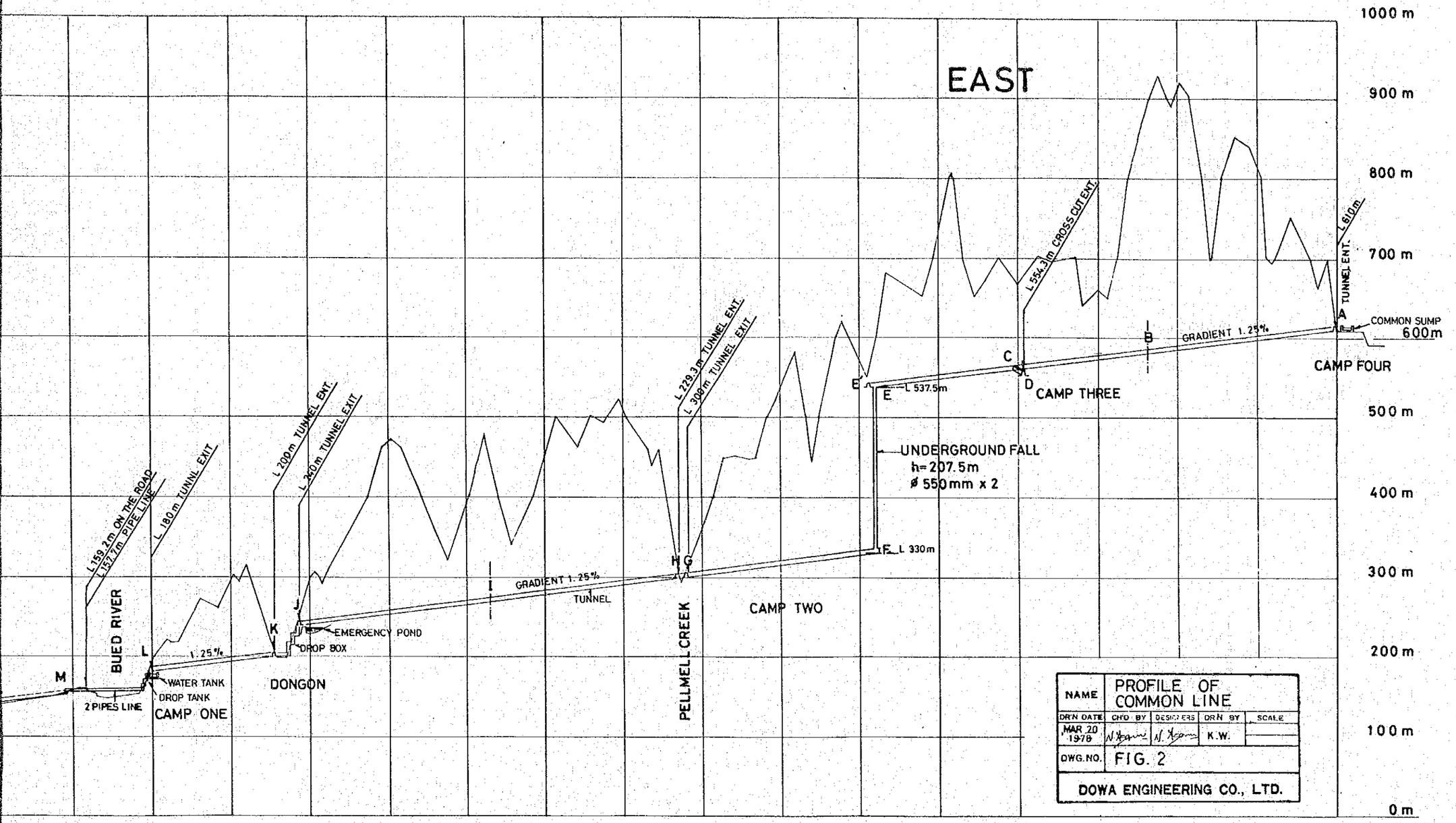

LINGAYEN GULF
DAMORIS
AMTANG
RABON
WS-13
WS-12
WS-11
WS-10
WS-9
WS-8
WS-7
WS-6
TWO PIPE LINES
CATAGUINTINGAN
UNDERGROUND FALL
TANK
TUNNEL
EMERGENCY POND
LAUNDER
PIMMILAPIL
BIMMEQUEG
ROSARIO
SAYTAN
TWIN PEAKS
CAMP 2
KLONDYKE
DONGON
UDEO
BRIDGE
TWO PIPE LINES
SCREEN
DROP TANK
ESPERANZA
TUNNEL EXIT
CAMP 1
WATER TANK
DROP BOX, LAUNDER
EMERGENCY POND
TUNNEL
TO MABILAO
APANGAT RIVER
SOUTH ROUTE
BUED RIVER
AGAT
CAURINGAN
TO BATAQUIL



NAME	PLAN OF COMMON LINE			
DRW DATE	CHD BY	DESIGNERS	DRW BY	SCALE
MAR. 10 1978			K.W.	1 : 50,000
DWG NO.	FIG. 1			

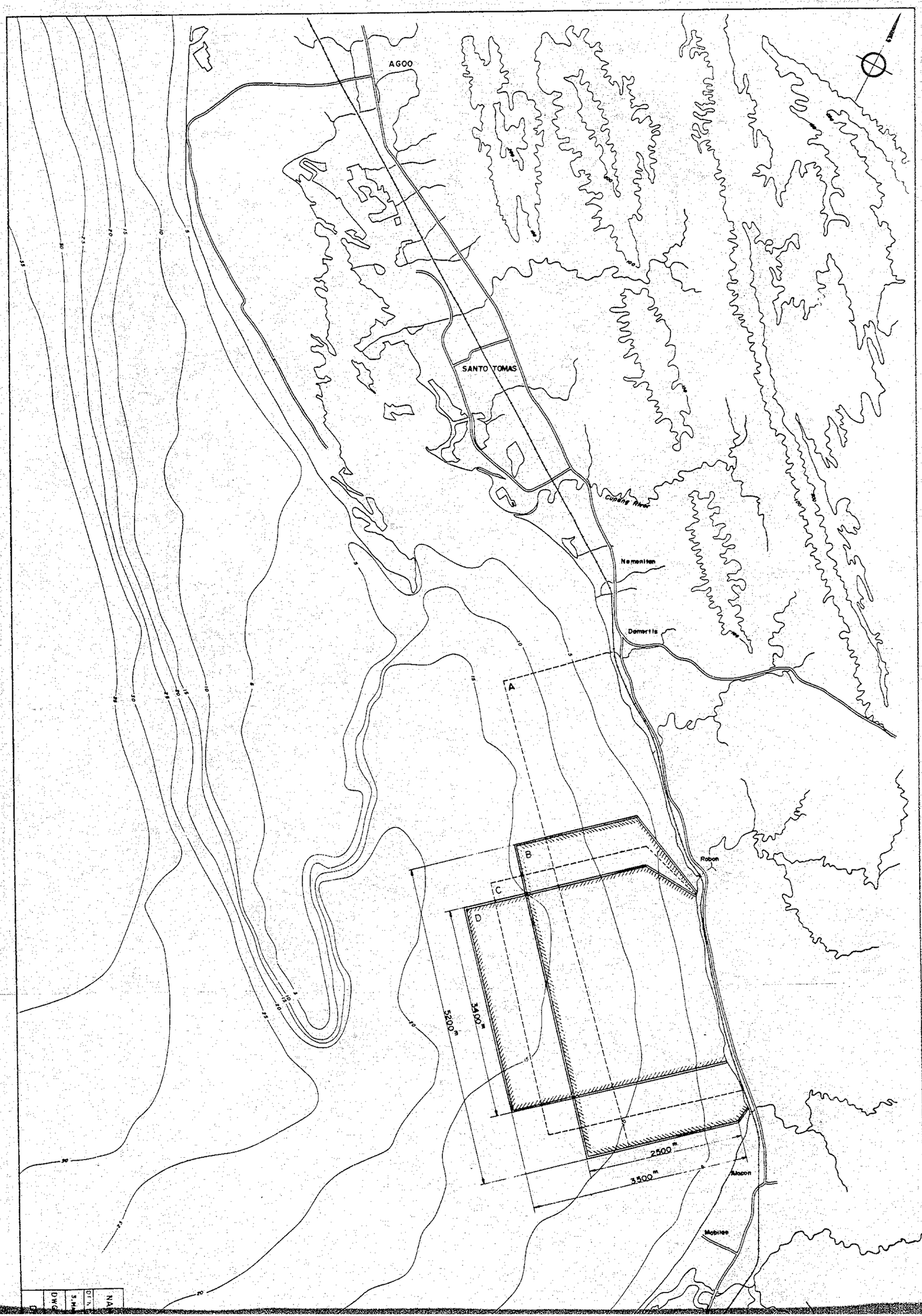
DOWA ENGINEERING CO., LTD.

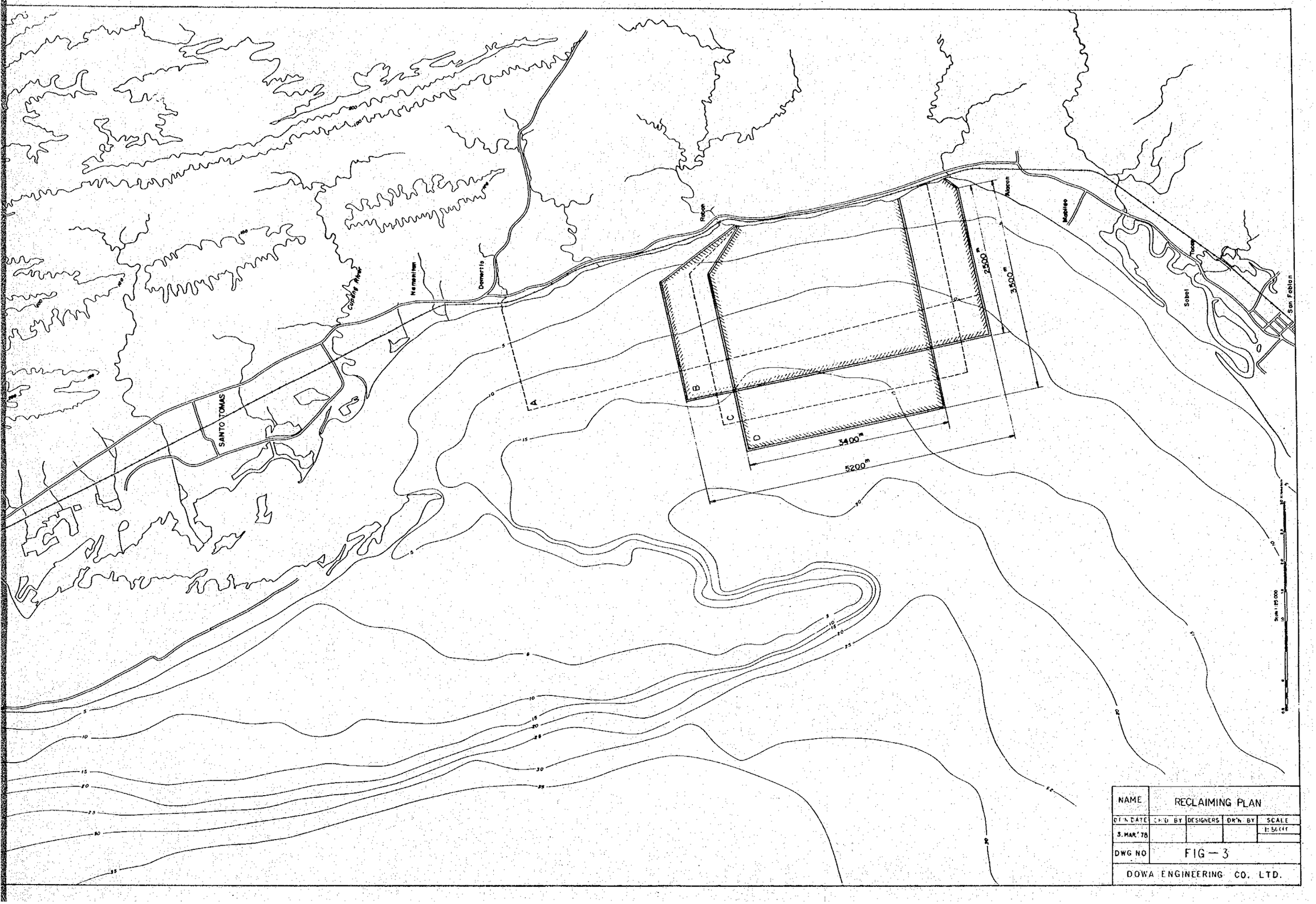

WEST
1000m
900m
800m
700m
600m
500m
400m
300m
200m
100m
0m
LINGAYEN GULF
RABON
RAIL WAY
HI. WAY
2 PIPES LINE GRADIENT
L 50m TUNNEL EXIT
L 94.7m WEST SIDE OF APANGAT RIVER
L 99.8m EAST SIDE OF APANGAT RIVER
L 103.0m
APANGAT RIVER
L 153.8m
L 159.2m ON THE ROAD
L 157.7m PIPE LINE
L 180m TUNNEL EXIT
L 200m TUNNEL ENT.
L 240m TUNNEL EXIT
BUED RIVER
LAUNDER GRADIENT 1.25%
0.5%
1.25%
EMERGENCY POND
UNDERGROUND FALL l=26.5m
L 94.7m
L 55.5m
2 PIPES LINE
WATER TANK
DROP TANK
CAMP ONE
DROP BOX
DONGON
Q
P
O
N
M
L
K
J
I
29 28 27 26 25 24 23 22 21 20 19 18 17 16 15 14 13 12 11
13 12 11 10 9 8 7
1.1 km
1.6 km
2.5 km
PIPE
PIPE
LAUNDER
PIPE
LAUNDER
UNDERGROUND FALL
EMERGENCY POND
DROP TANK
WATER TANK
DROP BOX
EMERGENCEY POND
BRIDGE
CROSSING RAIL WAY & HI-WAY
BRIDGE
CROSSING HI-WAY

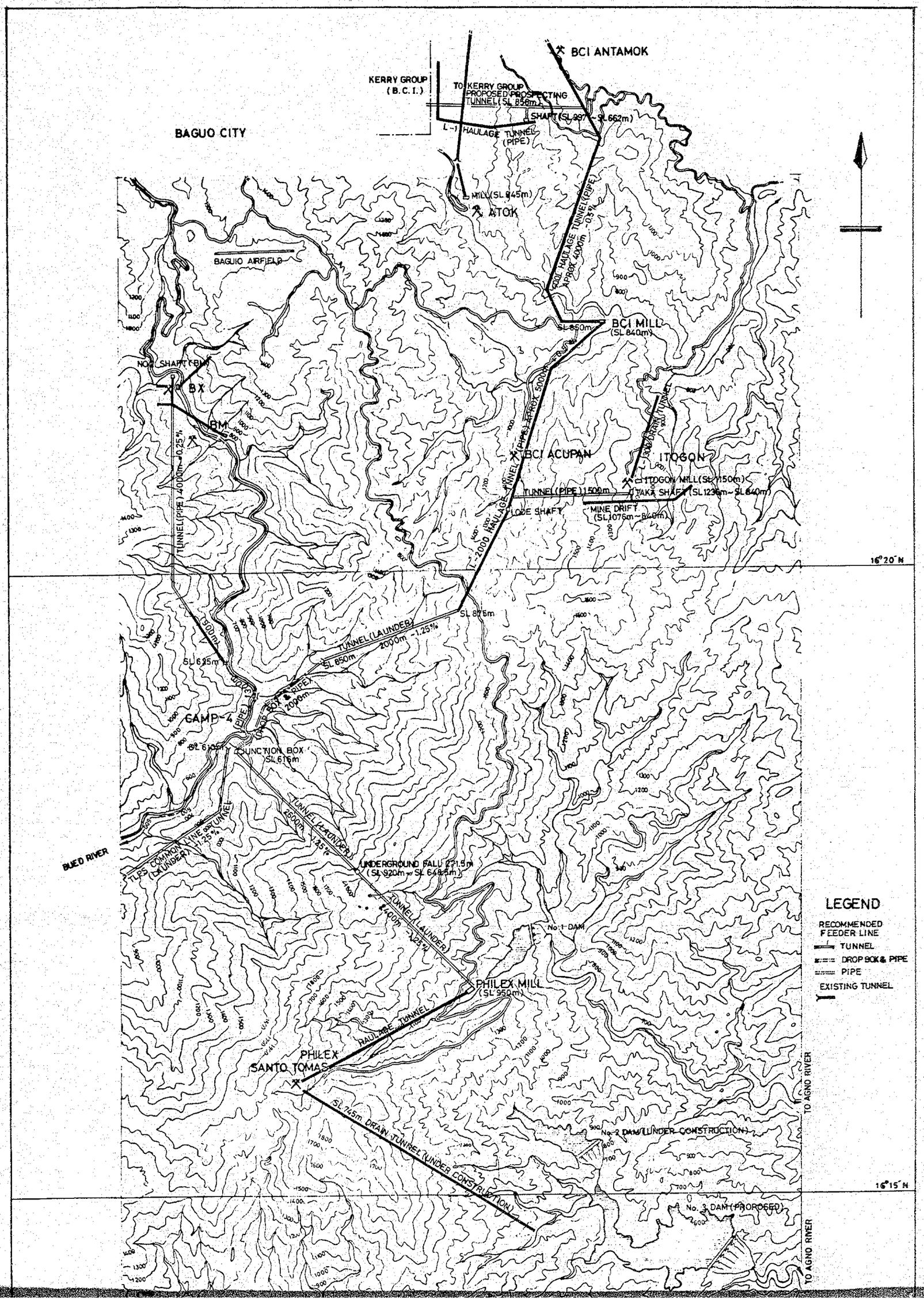


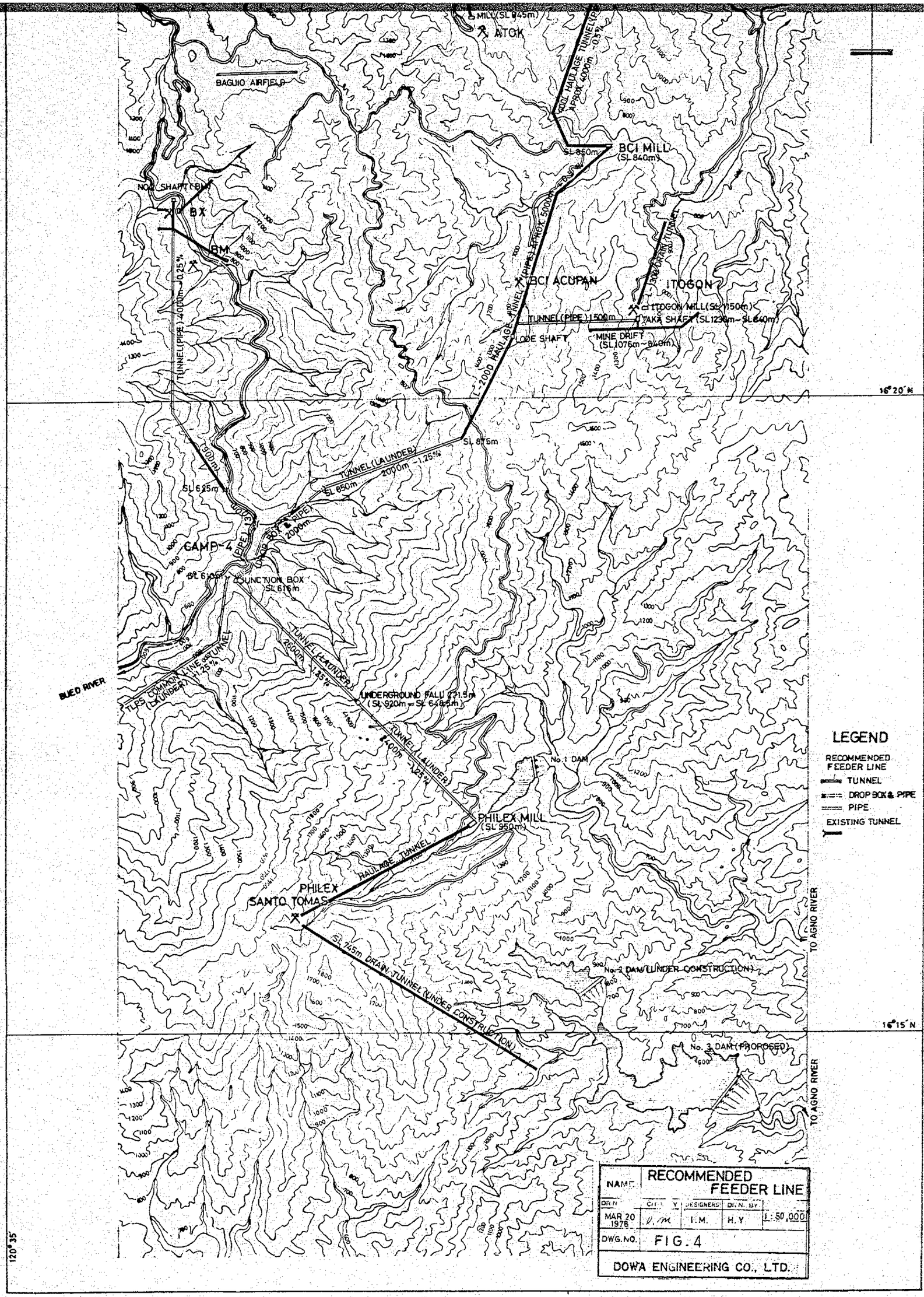
NAME	PROFILE OF COMMON LINE			
DR'N DATE	CHK'D BY	DESIGNERS	DR'N BY	SCALE
MAR 20 1978	N. Yoshimi	N. Yoshimi	K.W.	
DWG.NO.	FIG. 2			
DOWA ENGINEERING CO., LTD.				

DISTANCE (Km)	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
WORKING SECTION	M	9	L	8	K	J	7	I	6	HG	5	EEG	3	CD	2	B	1	A
TUNNEL		1.6 km			2.5 km			2.4 km			2.5 km		1.9 km		2.3 km		2.4 km
SLURRY LINES	PIPE			LAUNDER					LAUNDER								
HEADS		DROP TANK		DROP BOX								UNDERGROUND FALL					
OTHERS		WATER TANK		EMERGENCEY POND					WATER INTAKE								COMMON SUMP
REMARKS	BRIDGE CROSSING HI-WAY								BRIDGE								

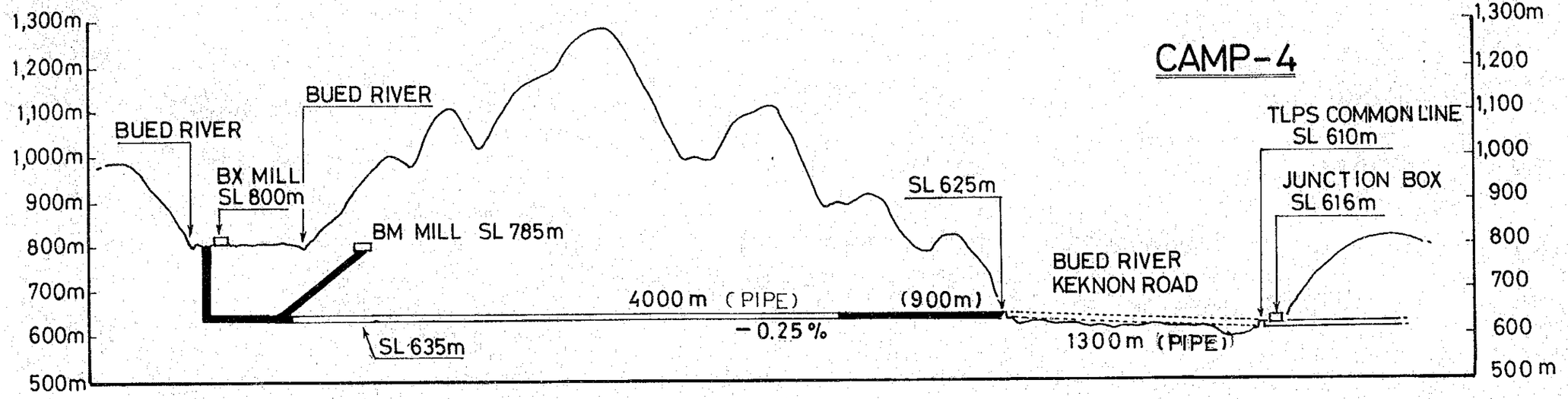

AGOO
SANTO TOMAS
Cuyabang River
Namonitan
Demartis
Robon
Bilacon
Mobilee
A
B
C
D
5200 m
3400 m
2500 m
3500 m


SANTO TOMAS
Hermanitas
Demerits
Rincon
Alacran
Mapilisa
Sobel
Tocog
San Fabian
A
B
C
D
2500m
3500m
3400m
5200m
Scale 1:25,000
NAME
RECLAIMING PLAN
DRN DATE
CHKD BY
DESIGNERS
DRN BY
SCALE
3. MAR. '78
1:5000
DWG NO
FIG — 3
DOWA ENGINEERING CO. LTD.

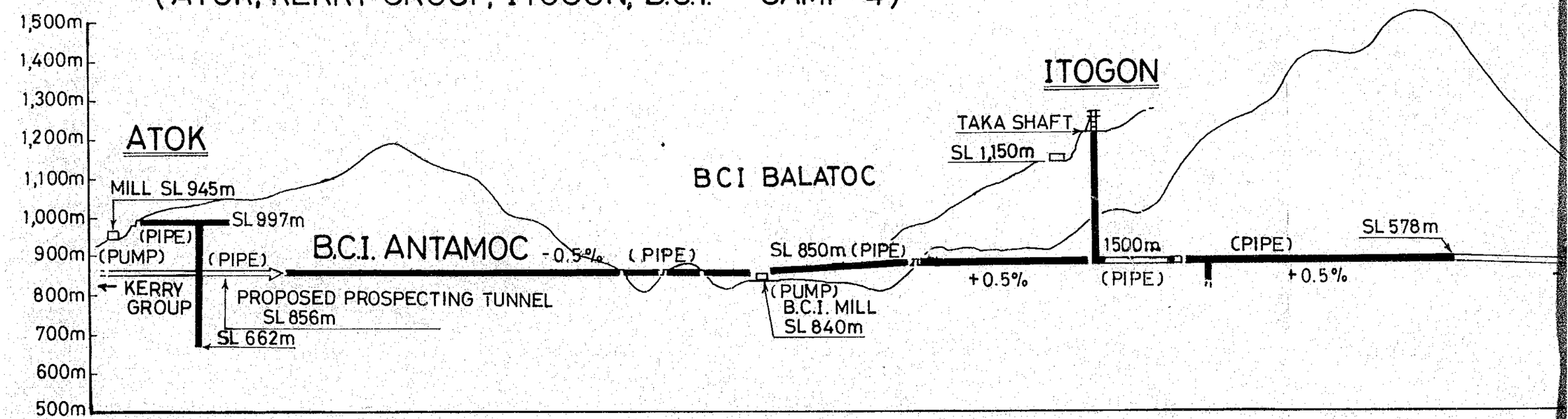

BCI ANTAMOK
KERRY GROUP (B.C.I.)
TO KERRY GROUP PROPOSED PROSPECTING TUNNEL (SL 856m)
SHAFT (SL 997 ~ SL 662m)
L-1 HAULAGE TUNNEL (PIPE)
BAGUIO CITY
MILL (SL 845m)
ATOK
1500 HAULAGE TUNNEL (PIPE) APROX 4000m -0.3%
BAGUIO AIRFIELD
SL 850m
BCI MILL (SL 840m)
NO. SHAFT (BM)
BX
BM
TUNNEL (PIPE) 4000m -0.25%
BCI ACUPAN
ITOGON
ITOGON MILL (SL 1150m)
TAKA SHAFT (SL 1236m ~ SL 840m)
TUNNEL (PIPE) 1500m
MINE DRIFT (SL 1076m ~ 840m)
LODE SHAFT
L-2000 HAULAGE TUNNEL (PIPE) APROX 5000m
16°20' N
SL 875m
TUNNEL (LAUNDER) 2000m -1.25%
SL 650m
SL 625m
DROP BOX & PIPE 2000m
CAMP-4
SL 610m
JUNCTION BOX SL 616m
TUNNEL (LAUNDER) 1500m -1.25%
BUED RIVER
TLPS COMMON LINE DR TUNNEL (LAUNDER) -1.25%
UNDERGROUND FALL 271.5m (SL 920m ~ SL 648.5m)
TUNNEL (LAUNDER) 1400m -1.25%
No. 1 DAM
PHILEX MILL (SL 950m)
HAULAGE TUNNEL
PHILEX
SANTO TOMAS
SL 745m DRAIN TUNNEL (UNDER CONSTRUCTION)
No. 2 DAM (UNDER CONSTRUCTION)
16°15' N
No. 3 DAM (PROPOSED)
TO AGNO RIVER
TO AGNO RIVER
LEGEND
RECOMMENDED FEEDER LINE
TUNNEL
DROP BOX & PIPE
PIPE
EXISTING TUNNEL

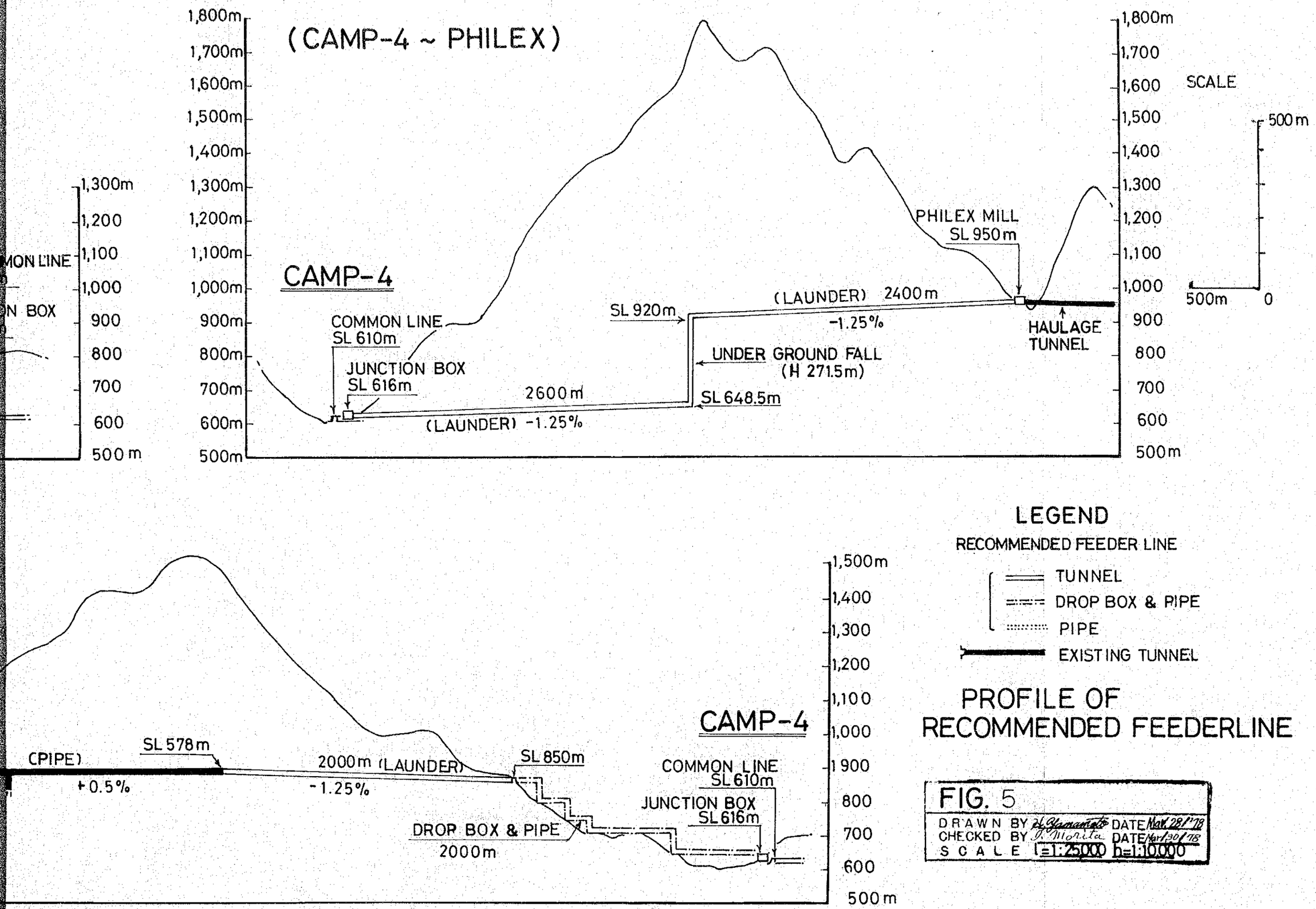

MILL (SL 945m)
ATOK
BAGUIO AIRFIELD
400L HAULAGE TUNNEL (PROK 4000m -0.5%)
BCI MILL
(SL 840m)
SL 850m
NO. 1 SHAFT (BM)
BX
BM
TUNNEL (PIPE) 4000m -0.25%
BCI ACUPAN
ITOGON
ITOGON MILL (SL 1150m)
TUNNEL (PIPE) 1500m
TAKA SHAFT (SL 1230m ~ SL 840m)
MINE DRIFT
(SL 1076m ~ 840m)
LODE SHAFT
1300 DRAIN TUNNEL
HAULAGE TUNNEL (PIPE) (PROK 5000m -0.5%)
L-2000 HAULAGE TUNNEL
16°20'N
SL 875m
TUNNEL (LAUNDER)
2000m -1.25%
SL 850m
SL 625m
CAMP-4
JUNCTION BOX
SL 676m
TUNNEL (LAUNDER)
2600m -1.25%
UNDERGROUND FALL 271.5m
(SL 920m ~ SL 648.5m)
TUNNEL (LAUNDER)
2400m -1.25%
BUED RIVER
No. 1 DAM
PHILEX MILL
(SL 950m)
HAULAGE TUNNEL
PHILEX
SANTO TOMAS
SL 745m DRAIN TUNNEL (UNDER CONSTRUCTION)
No. 2 DAM (UNDER CONSTRUCTION)
No. 3 DAM (PROPOSED)
TO AGNO RIVER
16°15'N
120°35'
LEGEND
RECOMMENDED FEEDER LINE
TUNNEL
DROP BOX & PIPE
PIPE
EXISTING TUNNEL
NAME RECOMMENDED FEEDER LINE
DRN MAR 20 1976
CHKD
DESIGNED I.M.
DR. N. BY H.Y
1:50,000
DWG. NO. FIG. 4
DOWA ENGINEERING CO., LTD.

(BX & BM ~ CAMP-4)



(ATOK, KERRY GROUP, ITOGON, B.C.I. ~ CAMP-4)





PROFILE OF RECOMMENDED FEEDERLINE

FIG. 5

DRAWN BY H. Yamamoto DATE Mar. 28/'78
CHECKED BY J. Morita DATE Mar. 30/'78
SCALE l=1:25000 h=1:10000

第II部　各　　論

第 1 章

緒　　言

第Ⅱ部　各　論
第Ⅰ章　緒　言

1.1　調査の目的

本調査は，フィリピン共和国政府の要請にもとづき，Luzon島Baguio・Benguet　地区鉱山の選鉱廃滓の流出による下流農業地帯の公害防止のため，かねてから同国において立案され検討されていたＴＬＰシステムによる鉱滓処理計画について，フィージビリティ・スタディを行ない，鉱滓公害防止の恒久的対策に資せんとするものである。

1.2　調査に至るまでの背景

フィリピン共和国政府は，Luzon北部，Pangasinan農業地帯の公害問題に対して，１９７１年政令（３０９号）をもって特別対策委員会を組織し，本格的検討を開始した。この公害は，Agno　川上流４鉱山および　Bued　川上流２鉱山の計６つの　Baguio・周辺非鉄金属鉱山の選鉱廃滓流出による沈泥が主たる原因とみなされている。

翌年には，両河川の流入するLingayen湾の東部地区および鉱滓投入を始めたCebu島Tañon海峡地区において，海水の汚染状況調査が同委員会のもとで実施されている。

元来，Baguio　周辺鉱山地帯は地形が極めて急峻な上に，雨期台風シーズンには日量最大1000㎜を越す集中豪雨が，局部的に見舞う特殊な立地条件下にある。

選鉱廃滓の処理は，Agno　川流域の大手２鉱山では比較的早期にダム方式に切替えられたが，他の中小４鉱山では，ポンド方式のまま毎年雨期には流出がくり返されている。ダム方式についても，最大，年２８,０００ｔ／日（現在）の　Philex　Mine　　おいて，本格的ダムに移行後も２回にわたりダムの一部損壊による鉱滓流出を余儀なくされている。

特別対策委員会は，その後もパイプライン方式など検討をかさね，１９７５年，山岳部にトンネルを長さ１５Kmにわたって貫通させ，海岸までロンダー，パイプライン，またはその組合せによる陸上部全長約２９KmのＴＬＰシステムを提案した。

これに対して，国内外にフィージビリティスタディを求めたが，諸般の事情から，昨１977年日本に対し，駐在大使館を通じて協力の依頼がなされた。

日本政府は，公害問題に対するＰＰＰの原則からＴＬＰシステム原案の見直し，鉱山の費用負担能力など基礎的事項について，同年末，事前調査団（３名）を派遣した。

この鉱滓処理問題の緊急度から今回引続き　Main Mission によるＴＬＰシステムのフィージビリティ・スタディを主とする調査を行なうこととされたものである。

1.3 調査要目

調査項目を大別すれば次のとおり。

a．鉱山地区の調査

b．ＴＬＰシステムのルート選定調査

c．ＴＬＰシステムルート周辺地表地質調査

d．海域処理地域の調査

e．その他関係資料蒐集調査

1.4 調査団の構成

調査団は，業務の性格上，金属事業団から調査団長ほか２名の方々の特別参加を次のように要請した。

斉藤　顕	調査団長
茂木　睦	アドバイザー
沢谷勝三	現地業務調整

実務担当は次の構成である。

鷲見博生	副団長　水力輸送	同和エンジニアリング㈱	
森田郁男	鉱山	同和エンジニアリング㈱ 嘱託	（同和鉱業㈱）
浅海宣慶	土木	同和エンジニアリング㈱	
松本隆夫	配管	同和エンジニアリング㈱	
福林紀之	埋立・港湾	同和エンジニアリング㈱	（㈱トデック）
渡辺研一	地質	同和エンジニアリング㈱	（同和鉱業㈱）
日景二基	土木	同和エンジニアリング㈱	
児玉勉	地質	同和エンジニアリング㈱	（同和鉱業㈱）
松本泰三	〃	同和エンジニアリング㈱	（同和鉱業㈱）
竹本節生	全般業務調査	国際協力事業団	

1.5 調査団の日程

調査団は，１９７８年１月３０日に出発し，２月２８日に帰国するまでに２３乃至３０日間で，各分野に分れて調査活動を行なった。団長グループは，農・漁業の実状を含めて全般を見定めるまで，海域担当も同じく１０日間，地質調査グループは地表地質踏査，航空写真調査および平野部ルートの部分的簡易測量に１６日間，その他の担当は，鉱山調査・ルートおよびトンネル坑口概定踏査に，システム計画とともにそれぞれ１８日間を費した。なお，地質調査グループのほかはMarinduque島Marcopper 鉱山（２７,０００ｔ／日流送中）Ino鉱山(10,000

t／日建設中）およびCebu島Atlas　鉱山（１００,０００ t／日流送中）における鉱滓処理の現場を視察した。日程の詳細はAppendix D に示されている。

1.6　報告書の作成

調査団は帰国後，１９７８年３月末までにＴＬＰシステムによる鉱滓処理計画についてフィージビリティ・スタディを行ない，和文ドラフトを作成した。引続き英文ドラフトをとりまとめ，１９７８年５月２８日から６月１０日まで現地報告調査団（３名）により，フイリピン共和国のB. O. M. を訪問し，スタディの最終調整を行った。

この報告書の作成に用いた現地調査資料は，主としてB. O. M. および関係各鉱山会社を通じて入手した。これら入手資料の項目はAppendix　AおよびCに記載されている。

このほか日本側民間会社からも積算関係資料の提供を受けている。

第 2 章

各 鉱 山 の 調 査 結 果

第２章　鉱山の調査結課

2.1　生産実験

2.1.1　Annual　Report

各鉱山の実績生産量は，　Annual　Report　によると次の通りである。

Tab.　2－1　生産実績

MINE	Philex	B.M.I.	B.C.I.	Itogon	Atok	B.X.
Year	1976	1976	1976	1975/10~ 1976/9	1975~ 1976(1)	1976
Tons Milled DMT/Year	8,620,510	1,124,724	933,000	115,771	30,020	52,488
Tons Milled DMT/Day	26,435	3,124	2,592	300-330		150
Grade Au g /DMT	0.678		4.48	4.39	2.64	8.47
Grade Ag g /DMT						63.98
Grade Cu　%	0.402	0.38				0.49
Grade Zn　%						10.86
Metal Au Kg./Year	5,397	119	3,468	422	71	372
Metal Ag Kg./Year	6,453	587		171	66	2,097
Metal Cu MT/Year	30,640	3,448				47
Metal Zn MT/Year						5,133

註　1）Atok　は１９７６年６月まで生産し，その後操業を休んでいる。

2.1.2 現 況

各鉱山の現在の生産状況は下表の通りである。

Tab. 2－2 現在の生産状況

Period \ Mine	Philex	B.M.I.	B.C.I.	Itogon	Atok	B.X.	Total
1978 Plan (Projection) DMT/Year	9,000,000	1,296,000	1,000,000	140,000	-	52,500	(1) 11,488,500
1978 (Projection) DMT/Day	27,000 ~ 28,000	3,600	2,857	400	150	150	(2) 34,657
1977 Actual record DMT/Year	9,954,000		955,800		-		
1977 DMT/Day	30,000		2,730		-	151	
Jan. 1978 DMT/Day	30,000	3,387	2,900	145	-		

註 1) Atok Mine を含まず

2) Philex Mine を27,500DMT／Dayとして集計

2.2 鉱山収支

各鉱山の収支は Annual Report によると Tab. 2－3の通りである。これによると Philex が好収益であるのに対し，B·C·I，Itogon，Atok は良質は赤字であり，6鉱山の収支に大きな差があるのか特長である。

Tab. 2－3 鉱山収支

(Unit: x Peso 1,000)

A/C Title \ Mine	Philex	B.M.I.	B.C.I.	Itogon	(1) Atok	B.X.
Year	1976	1976	1976	1975/10~ 1976/9	1975~ 1976	1976
Total Operating Income	451,313	35,361	133,744	12,752		24,932
Total Operating Cost	202,148	29,964	136,680	10,901		20,783
Operating Earnings	249,165	5,397	△2,936	1,851		4,149
Other Income (Charges)	-	(829)	15,376	(782)		781
Depreciation, etc.	26,096	2,930	11,652	1,643		3,929
Earning before Tax	223,069	1,638	788	△ 574		1,001
Income Tax, payable	72,430	-	4,965	-		341
Income Tax, Deferred	-	-	5,751	-		-
Net Earnings	150,639	1,638	1,574	△ 574		660

註 1）Atok は Au 価格低下のため，生産物を販売せず保有している。又1976年7月以降操業を休止している。

2.3 5年後の生産計画

TLPシステム計画の基礎資料を得るため，各鉱山の今後の生産計画と，Baguio 地区における新鉱山開発計画の有無について，6鉱山会社にインタビュー調査した。

その結果を Tab. 2－4に示す。各鉱山会社とも現在は新鉱山開発計画を持っておらず，また長期計画については5年後より先のことは全く考えていないとのことなので，5年後の生産予想をTLPシステム計画の基礎資料とした。

この資料は5年後の生産計画であって，TLPシステムで処理する廃滓量ではない。廃滓量は次章で述べる。

Tab. 2－4　5年後の生産予想　　単位：ton

Plan/Mine	Philex	B.M.I.	B.C.I.	Itogon	Atok	B. X.	Total
5 years Plan up to 1983 DMT/Year	9,000,000	1,296,000	1,000,000	140,000	151,200	52,500	11,639,700
5 years Plan up to 1983 DMT/ Day	28,000	3,600	2,900	400	450	150	35,450

2.4　選鉱廃滓

2.4.1　選鉱廃滓の工程

(1)　Philex

a．選鉱法

選鉱プラントでは浮遊選鉱を行っており選鉱設備能力は31,000t／Dayである。グラインディングミルは次のものを備えている。

処理能力	8,000t／Day	5mφボールミル	1台
〃	4,000t／Day	3.5mφボールミル	4台
〃	2,300～2,500t／Day	ボールミル	3台

浮選機はスライム浮選機群と3系列のサンド系浮選機群を備えている。

b．選鉱廃滓スラリーの流れ　（フローシート参照）

サンド系浮選尾鉱はサイクロンにフィードされ，アンダーフローはサンプタンクへ流れる。サイクロンオーバーフローはスライム浮選尾鉱とミックスされ，76mφシックナー2基にフィードされる（P.D. 35wt％）。シックナーアンダーフローはサンプタンクに流れる。（P.D. 50～60wt％），シックナーオーバーフローは選鉱用水に使用される。

一方，選鉱場内雑用水（床洗滌水，設備機器のドレン液，床にこぼれた液等）は，樋によってサンプタンクに流れる。この中に時には鉱石の粗粒や異物が混入し，後述のダム行きパイプを閉塞するおそれがあるので樋入口に小型のスパイラル分級機を設けている。また豪雨の時には選鉱場外からの雨水が場内に流入し，この雑用水に混入することもある。

サンプタンクに流入した廃滓は，2系列の300㎜φポリエチレンパイプで，ダムまで自然流送されている。パイプの平均勾配は約－2.5％で，管内流速は4.5m/Sec以上である。パイプの摩耗は3～4㎜／10,000DMT廃滓程度である。

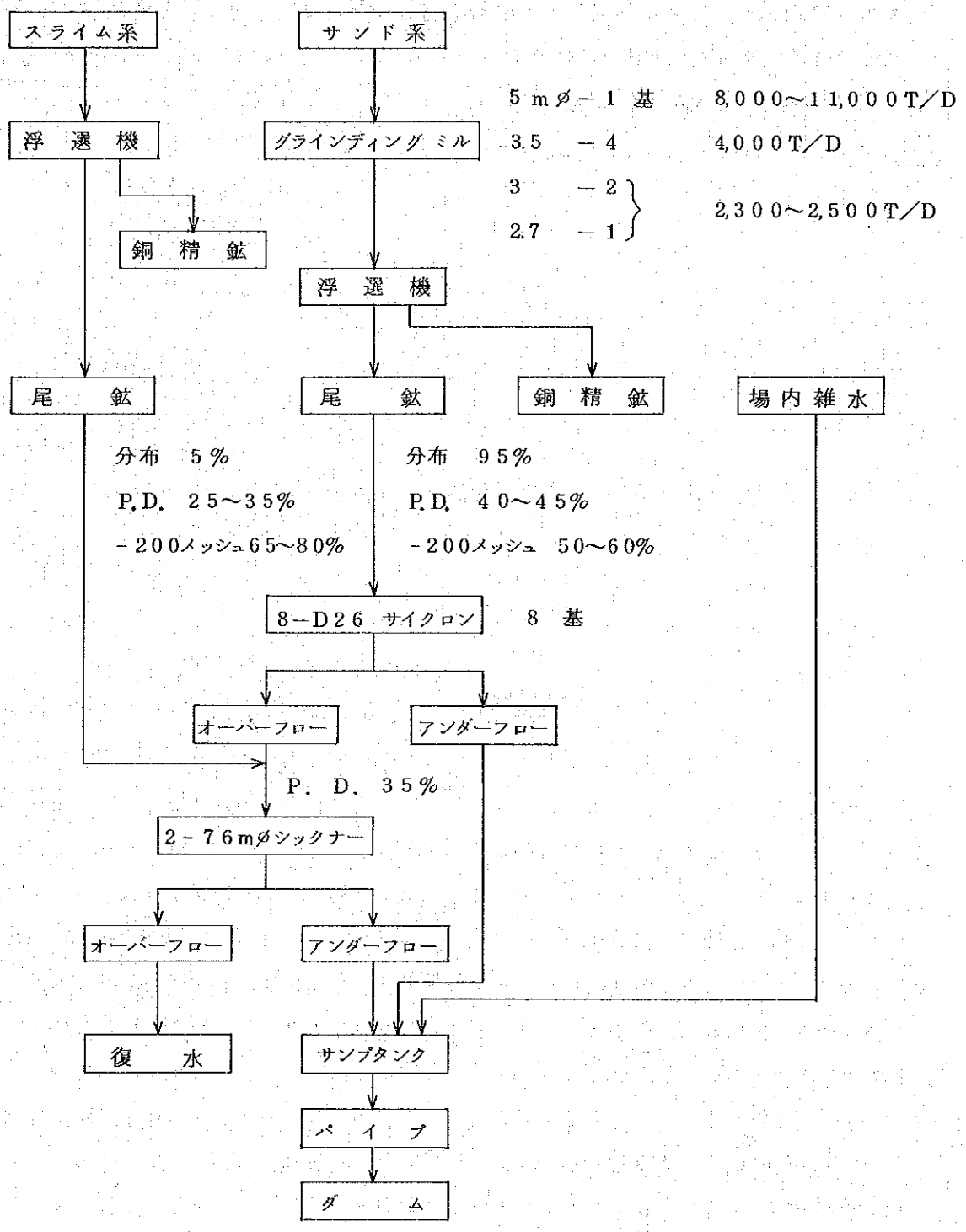
ダムサイトでは，選鉱廃滓スラリーの約1／2はダム堤体上に設けられたサイクロンで，

粗粒を分級してこれを築堤材として使っている。

ダムにフィードされる選鉱廃滓スラリーは，乾期においては通常２８,０００t/Dayの鉱石処理に見合う量でP. D.４０～４５ wt％である。雨期には前述のように豪雨の時に，場外から雨水が混入して薄くなる。この時期は選鉱用水が豊富なのでシックナーオーバーフローのリサイクルが少なくて済む。またシックナーフィード量を減らしたりするので濃度が下がりP. D.３５～４０ wt％となる。

C、選鉱廃滓の工程

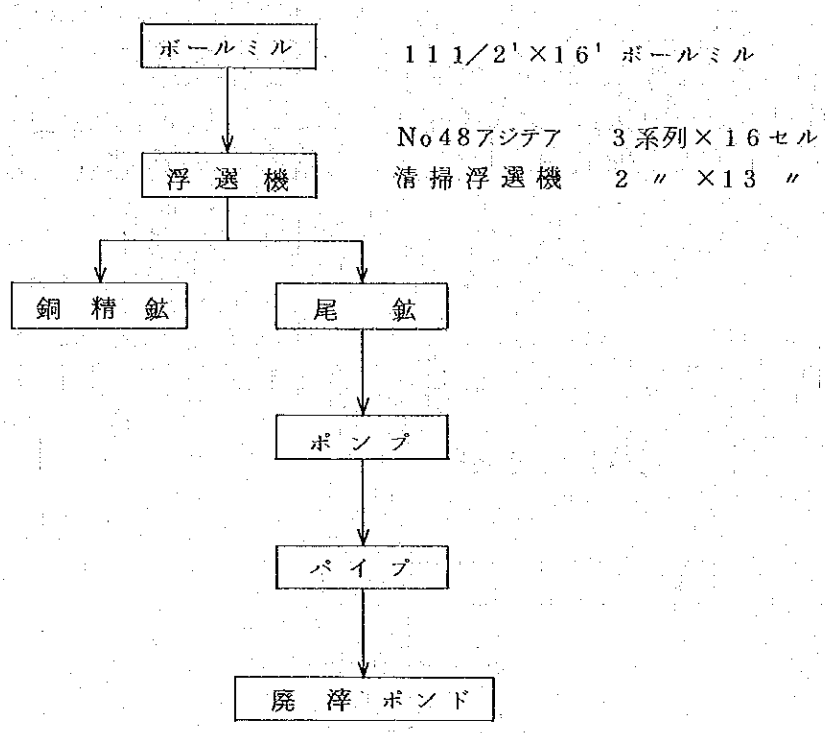
フローシート



(2) B. M. I.

a．選鉱廃滓の工程

フローシート



b．選鉱法

選鉱プラントでは銅浮選を行っており，処理能力は4,000t／Dayである。

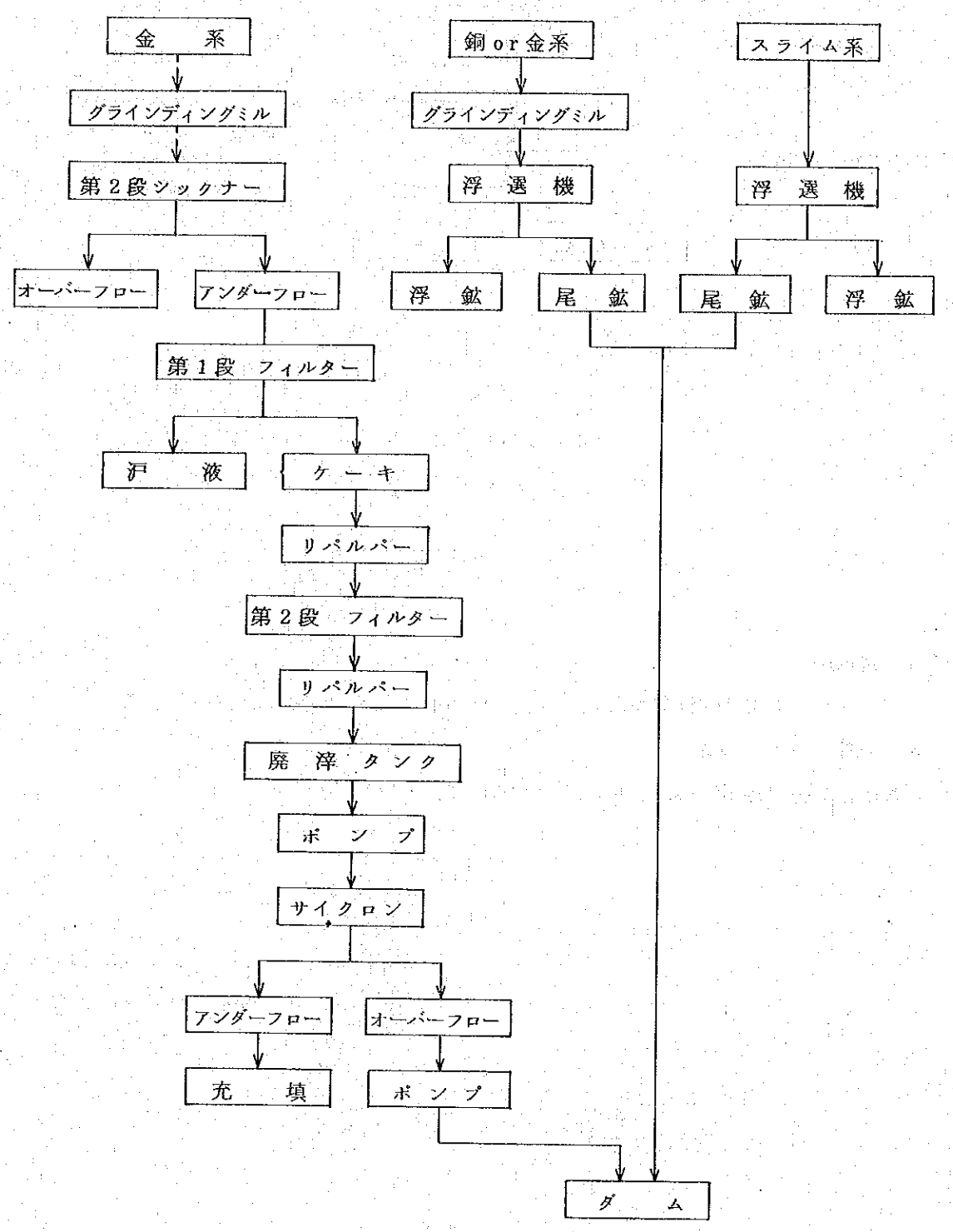
c．廃滓スラリーの流れ

系統は単純で浮選尾鉱をポンプでダムに流送している。

(3) B. C. I.

a. 選鉱廃滓の工程

フローシート



b．選鉱法

B．C．I．選鉱プラントの産物は金および銀で青化選鉱法である。

c．廃滓スラリーの流れ　　（フローシート参照）

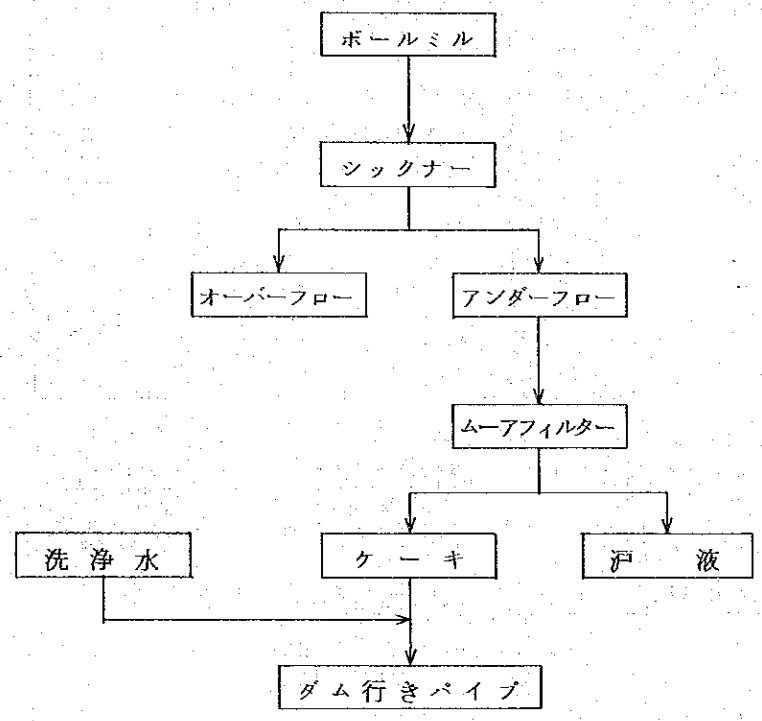
本選鉱プラントでは銅系選鉱設備は休止しており，金系が稼働中である。

金選鉱の廃滓は第2段フィルターケーキとなり，リバルバータンクで攪拌され，ポンプでサイクロンにフィードされる。アンダーフローは坑内充塡用サンドとして使用され，オーバーフローは木樋，ポンプ，鋼管でダムまで流送されている。サイクロンオーバーフローなので鋼管の寿命は7～8年以上である。

(4)　Atok

a．選鉱廃滓の工程

フローシート



b．選鉱法

選鉱は青化法で金を回収する。

現在，休止中である。

c．廃滓スラリーの流れ

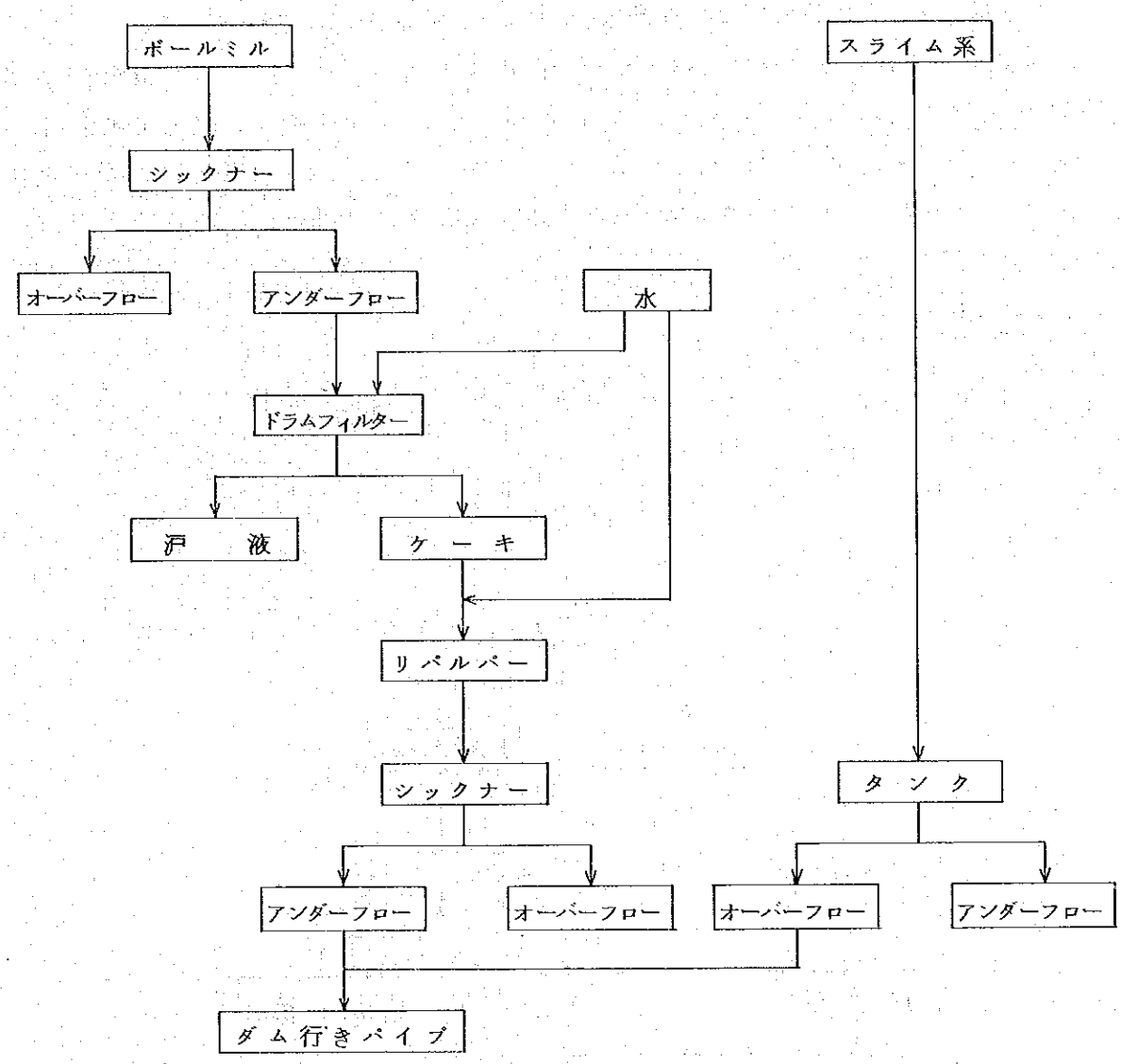
ムーアフィルターのケーキは沪布洗浄水と混合して，ロンダーによってダムへ自然流送される。

ロンダーの勾配は－10％である。

(5) Itogon

a．選鉱廃滓の工程

フローシート



b．選鉱法

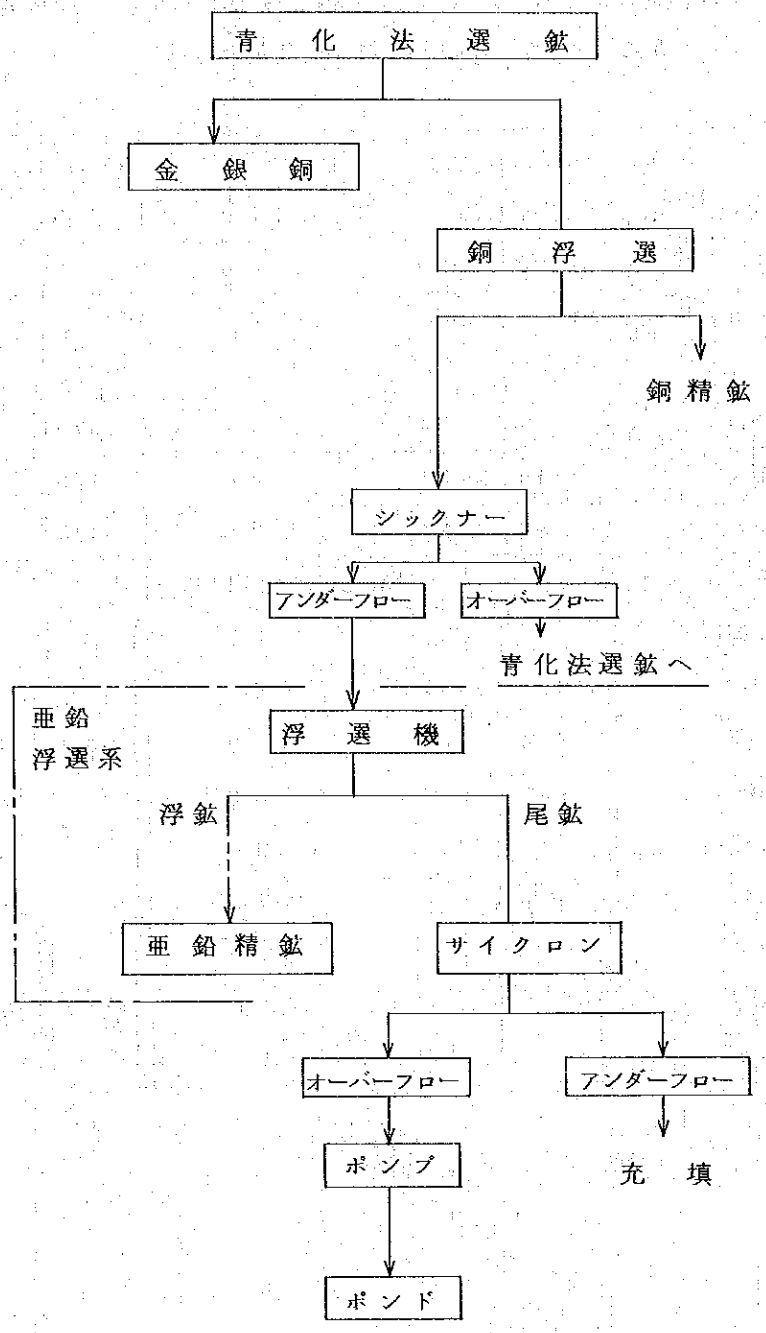
選鉱は青化法で金を回収している。

c．廃滓スラリーの流れ

選鉱廃滓はドラムフィルターケーキとなり，リパルパーによって拌攪され，廃滓シックナーにフィードされる。アンダーフローはスライム系タンクオーバーフローと混合され，6″φプラスチックパイプでダムへ自然流送される。エロージョンは少ない。

(6) B. X.

a．選鉱廃滓の工程



b．選鉱法

選鉱工程は，青化選鉱→銅浮選→亜鉛浮選の工程とながれ亜鉛浮選尾鉱が選鉱廃滓となる。坑内充填用サンドを廃滓から25％程度分離し残りをポンドにポンプ流送している。

2.4.2　選鉱廃滓の仕様

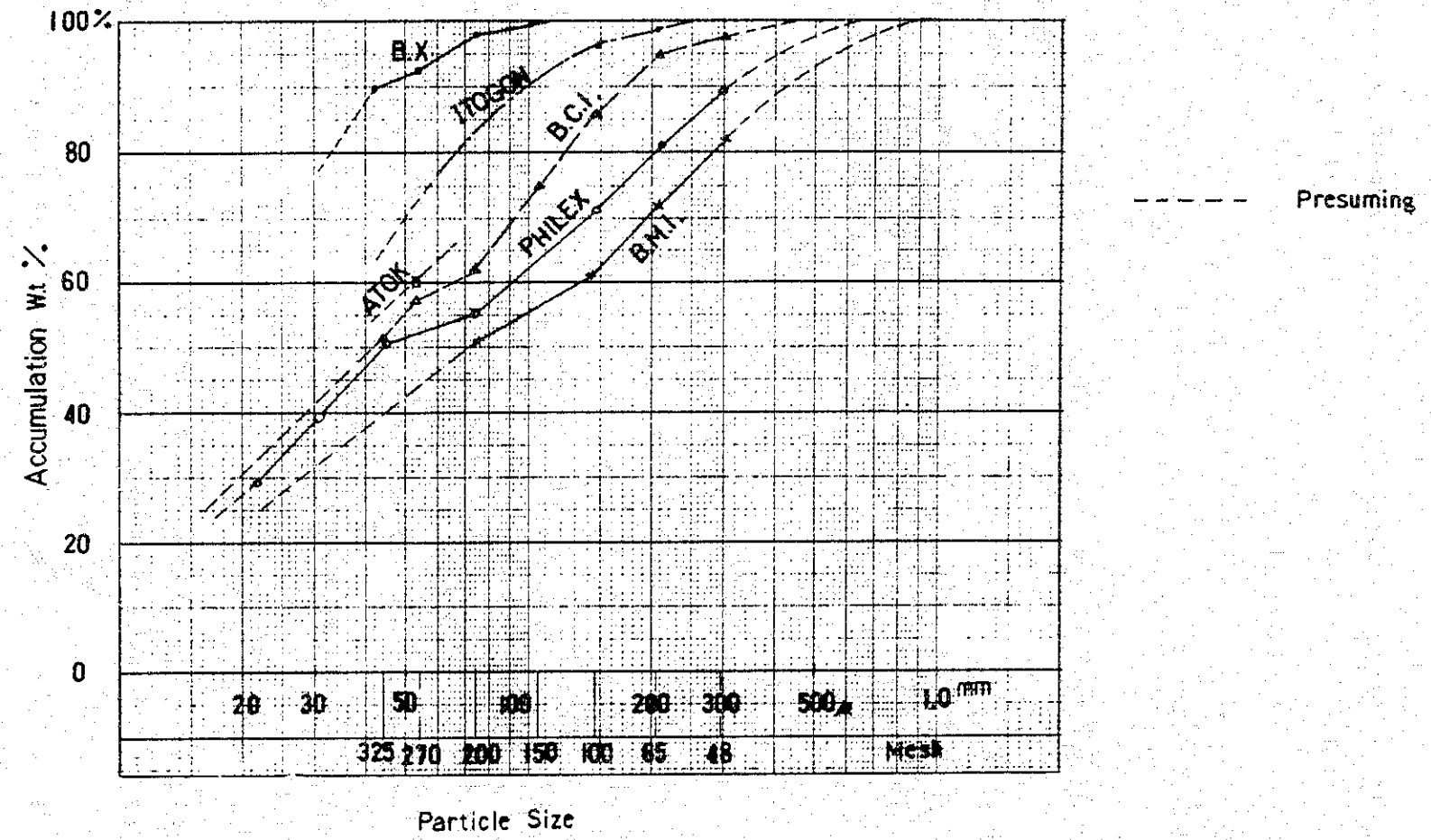
現在の6鉱山の選鉱廃滓量（坑内充填サンドは除く）と，性状を　Tab. 2－5に示す。

Tab. 2－5　6鉱山の選鉱廃滓量と性状

項目		単位	Philex	B.M.I.	B. C. I.	Atok	Itogon	B. X.
廃滓量	Mean	DMT/Day	28,000	3,600	2,150	150	400	150
	Max	DMT/Day	31,000	3,600	2,200			
	Min	DMT/Day	27,000	3,500	2,100			
真比重			2.7～2.8	2.6	2.7	2.5	2.7	2.9
濃度	Mean	%Solid (wt)	40	33	41	37.5	29	25
	Max	〃	45	38	46	42.5	31	
	Min	〃	35	28	39	32.5	24	
粒度分布	Mesh	%wt			No sand filling			
	+28			2.50	0.20			
	～48		10.73	15.50	0.90			
	～65		7.92	9.70	3.40	40.00	1.00	
	～100		9.83	10.70	8.60		2.16	
	～150		8.20	11.10	11.60		5.22	0.23
	～200		8.05		11.70		11.16	1.43
	～270		55.27	50.50	6.10	60.00	80.46	4.90
	～325				4.50			3.40
	－325				52.70			90.04

6鉱山のテーリング粒度分布を　Fig. 2－1に示す。

Fig 2 — 1 Accumulative Curve of Size Distribution



2.5 選鉱廃滓の処理状況

2.5.1 Philex

Philex では約30,000DMT／Day, Cu 0.4%の鉱石を選鉱し，その略全量に近い量を廃滓としてダムに堆積している。

現在使用中の第1ダムは，1968年着工，1971年に完成し，廃滓を堆積していたが，台風による大雨のため1974年（1,160mm／日）と1976年（2,419mm／3日）の2回，部分的に破損し，約5百万m³の廃滓を Agno 川に流出させている。このダムは修理完了し1980年中頃まで使用する計画である。

第2ダムは現在建設中で，建設費₱30百万，容量50百万DMT，1980年完成予定で，1985年まで使用可能である。

又第3ダムの計画もあり，1985年完成のためには，1980年に着工する必要がある。Philex はこのダムの建設をTLPシステム計画との関連で検討する意向である。

ダムに堆積された廃滓の上澄水はそのまゝ河川に放流されている。今回調査でサンプリングしたダムオーバー水および抗内水の分析結果は，Tab. 2－6の通りであった。
（本章で取扱う分析値はすべてN. P. C. C. で分析された）

Tab. 2－6 Philex 化学分析結果

No.	Station Identieication	Hg ppb	Cu mg／ℓ	Zu mg／ℓ	Cd mg／ℓ
W－1	Underground Water	0.00	0.81	Niℓ	Niℓ
W－2	Dam Over Water	0.00	0.07	0.04	Niℓ
W－3	River Flow (Upstream of Dam)	0.00	0.01	Niℓ	Niℓ

当鉱山の廃滓処理費用は，ダム建設費の償却費（金利含まず）と操業費とで約₱1.2／DMTである。

2.5.2 B. M. I.

B. M. I. では約3,400DMT／Day, Cu 0.4%の鉱石を選鉱し，その略全量に近い量を Bued 川の河川敷に廃滓で構築したポンドと Emerald Creek のダムに堆積している。

河川敷内のNo 3，No 6ポンドはすでに堆積完了し，No 1ポンドと Emerald Creek のNo 2ダムとを，堤体の嵩上げを実施しながら使用中である。他に2ケ所合計1,227千DMTのダムの計画があるが，建設時期未定である。

B．M．I.では廃滓ダムの上澄水をそのまゝ河川に放流している。今回調査でサンプリングしたダム上澄水，坑内水及び河川水の分析結果は　Tab．2－7の通りである。

当鉱山の廃滓処理システムは，乾期に河川敷に堆積，雨期に流失と云うパターンを繰返しており，廃滓処理費用は1977年実績で₱0.63／DMTである。

Tab．2－7　B．M．I．化学分析結果

No.	Station Identification	Hg. ppb	Cu mg/l	Zn mg/l	Cd mg/l	Cn mg/l
w-33	Bued River Flow (Upstream of B.X.)	0.00	Nil	Nil	Nil	
w-28 w-29	Tailings (B.M.I.)	0.00	51.70 ~ 75.10	6.96 ~ 9.05	0.08 ~ 0.18	125.00
w-26 w-27	Dam Over Water	0.20	0.17 ~ 0.20	0.04	Nil 0.02	1.00
w-32	Underground Water	0.00	0.61	0.98	0.02	
w-30 w-31	Bued River Flow (Downstream of B.M.I.)	0.00 0.20	0.33 ~ 0.52	0.34 ~ 0.38	0.03 ~ 0.07	2.00
w-34	Bued River Flow (Camp - 4)	0.00	0.21	0.13	0.01	
w-35	Bued River Flow (Dongon Bridge)	0.00	0.26	0.07	Nil	

2・5・3　B．C．I．

B．C．I．では約2,900DMT／Day Au 4.5gm／DMTの鉱石を処理し，その略全量に近い廃滓量の約26％（750 DMT ／Day，）を坑内の採掘跡に充塡し，2,150 DMT／Dayをダムに推積している。

第1ダムは1960年着工，1969年完成，1977年まで約8ケ年間使用し，6,121千DMTを推積した。

建設中の第2ダムは1974年着工，1978年4月完成予定で，容量約7,247千DMT 1987年まで約10年間使用可能の見込である。現在廃滓は第2ダム内の仮設ポンドに堆積している。

ダムに堆積した廃滓の上澄水は河川に放流されている。

今回の調査でサンプリングしたいくつかの水の分析結果を　Tab．2－8に示す。

Tab. 2－8 B. C. I. 化学分析結果

No.	Station Identification	Hg ppb	Cu mg／ℓ	Zn mg／ℓ	Cd mg／ℓ
W－ 4	Underground Water (Acupan Mine)	0.10	0.11	0.24	Nilℓ
W－ 5	Dam over Water	0.15	9.87	1.79	0.01
W－ 6	River Flow (Downstream of Dam)	0.20	1.48	0.66	0.01
W－12	River flow (Downstream of Junction with Itogon)	0.50	1.37	0.98	0.01

第1ダムを8年間使用した全期間について，建設費の償却（金利含まず）と操業費の合計は平均₱0.94／DMTである。第2ダムの建設費のみで₱2.16／DMTである。

2・5・4 Itogon

Itogon Mine は現在230DMT／Day, Au 44gm／DMTを処理しているが，1978年中に400DMT／Dayに増産する計画である。

処理鉱量の略全量を廃滓として， Tolbing 川の河川敷に設けたポンドに堆積している。

当鉱山では現在使用している廃滓ポンドを包含する位置に廃滓ダムを建設中で，1981年に完成予定である。このダムが完成すれば，乾期に堆積した廃滓ポンドが，雨期に流失することは防止されるであろう。

このダムの最終容量は約1,573千DMT，使用可能期間は約11年で，建設費は₱0.53／DMTの見込である。

当鉱山では廃滓ポンドの上澄水を， Tolbing 川に放流している。今回の調査でサンプリングしたスラリーおよび水の分析結果をTab. 2－9に示す。

Tab. 2－9 Itogon 化学分析結果

No.	Station Identification	Hg ppb	Cu mg/ℓ	Zn mg/ℓ	Cd mg/ℓ	CN mg/ℓ
W－ 7	Slurry Slime Thickener over Flow	350.00	20.60	27.95	0.61	
W－ 8	Tailings (To Pond)	40.00	58.00	181.17	0.90	125.00
W－ 9	Underground Water	0.00	Niℓ	Niℓ	Niℓ	
W－10	Pond over Water	1.30	3.62	5.71	0.01	17.50
W－11	River Flow (Downstrerm of Pond)	0.80	2.40	4.02	0.01	2.50

2・5・5 Atok

Atok は1976年7月以降操業を休止しているが，1978年中頃から150DMT／Day，5年後450DMT／Day，Au 3.7gm／DMTで操業する計画である。その略全量に近い量を廃滓として処分しなければならない。

現在 Ambalanga 川沿いに石積の擁壁を作り，その中に堆積する計画であるが，その容量は4～5ケ月分しかない。他に2つの計画を検討中であるが，建設時期，容量とも未定である。

今回調査時にサンプリングした坑内水および河川水の分析結果をTab. 2－10に示す。

Tab. 2－10 Atok，化学分析結果

No,	Station Identification	Hg ppb	Cu mg／ℓ	Zn mg／ℓ	Cd mg／ℓ
W－15	Underground , Water	0.00	Niℓ	0.01	Niℓ
W－16	River Flow (Upstream of Mine)	0.00	0.18	0.02	Niℓ
W－17	River Flow (Downstream of Mine)	0.00	0.06	0.01	Niℓ

当鉱山の既設廃滓ダムの建設費は₱1.53／DMTである。

2・5・6　B．X．

B．X．では150DMT／Day，Au 8.5 gm／DMT，Ag 62.5 gm／DMT，Cu 0.5％，Zn 10.86％を選鉱し，精鉱を採取した残りの約125DMT／Day が廃滓であるが，その約25％を坑内採掘跡に充填し，約90DMT／DayをBued 川の河川敷に設けた廃滓ポンドに堆積している。この廃滓ポンドの川岸側を石垣積にする考えがあるが，実施時期が未定であり，現状のまゝでは雨期に流失している。

当鉱山は廃滓ポンドの上澄水を　Bued　川に放流している。今回調査でサンプリングしたスラリー及び水の分析結果を　Tab.　2－11に示す。

尚当鉱山は　Bued　川に沿って，B．M．I．のすぐ上流側に位置しているので，Bued 川の河川水は両鉱山の上流地点と下流地点とでサンプリングし，その分析結果はB．M．I．の項（Tab.　2－7）に示してある。

Tab.　2－11　B．X．　化学分析結果

No.	Station Identification	Hg ppb	Cu mg／ℓ	Zu mg／ℓ	Cd mg／ℓ	CN mg／ℓ
W－18	Underground Water	0.00	0.58	4.78	0.02	
W－19	Pond over Water	0.00	55.00	1.18	0.01	8.60
W－20	Tailings (to Pond)	0.00	446.90	2,472.00	7.76	4.00
W－21	Slurry (Cyclon Feed)	0.00	369.71	2,404.60	5.90	

2・5・7，化学分析結果の判断

以上，今回調査で各鉱山の廃滓ダム（またはポンド）の上澄水などをサンプリングし，その分析結果を示した。しかしこれらの分析値は1回限りのサンプリングによるものであり，これをもってその鉱山の排出水の一般的水質と判断することは出来ない。

またフィリピン国では水質に関する排出基準を決めていない現在，鉱山の排出水の良否を論ずることも出来ない。

従って各分析結果は，廃滓処理の現状に関する参考資料にとどめ，その取り扱いはフィリピン政府にまかせたい。

尚サンプリング位置図と分析結果一覧表を　Appendix　A－2－1に示す。