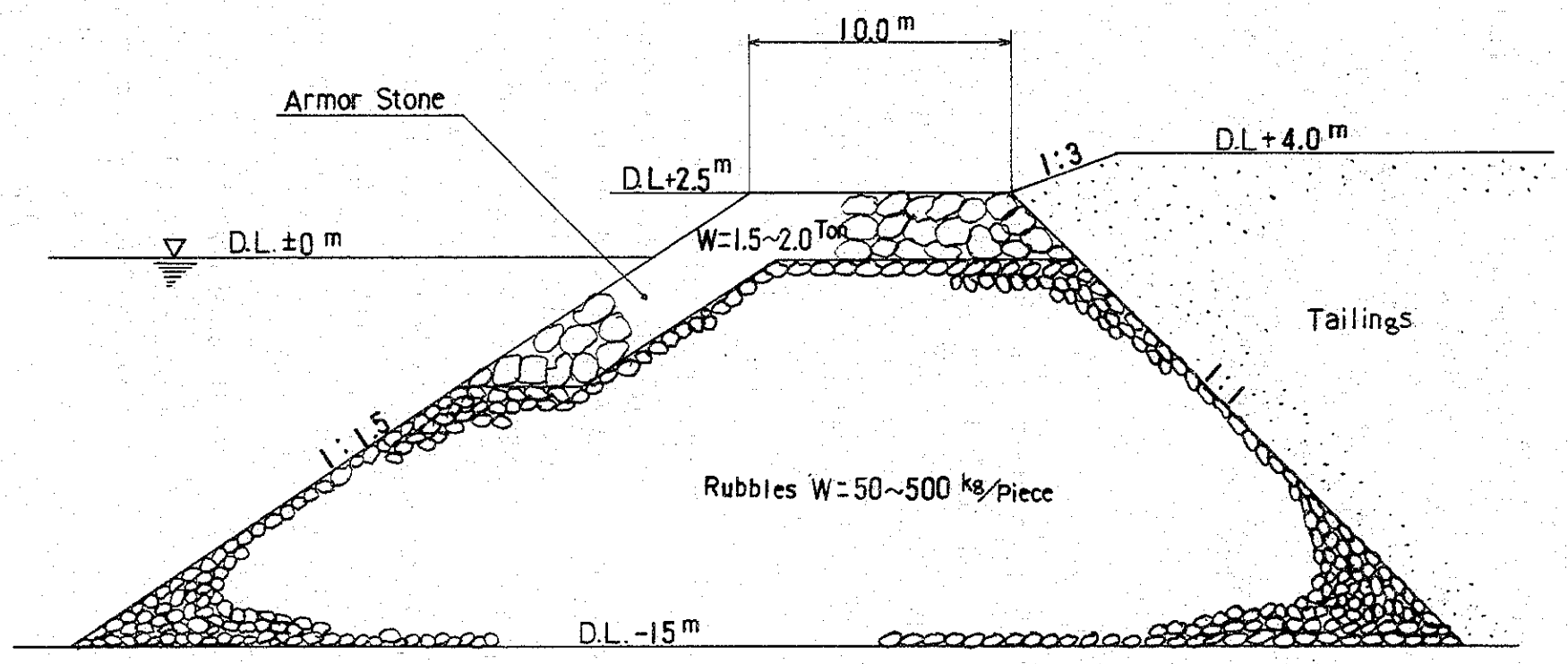
Fig. 10-5 Cross Section of Bulkhead (Rubble Type)

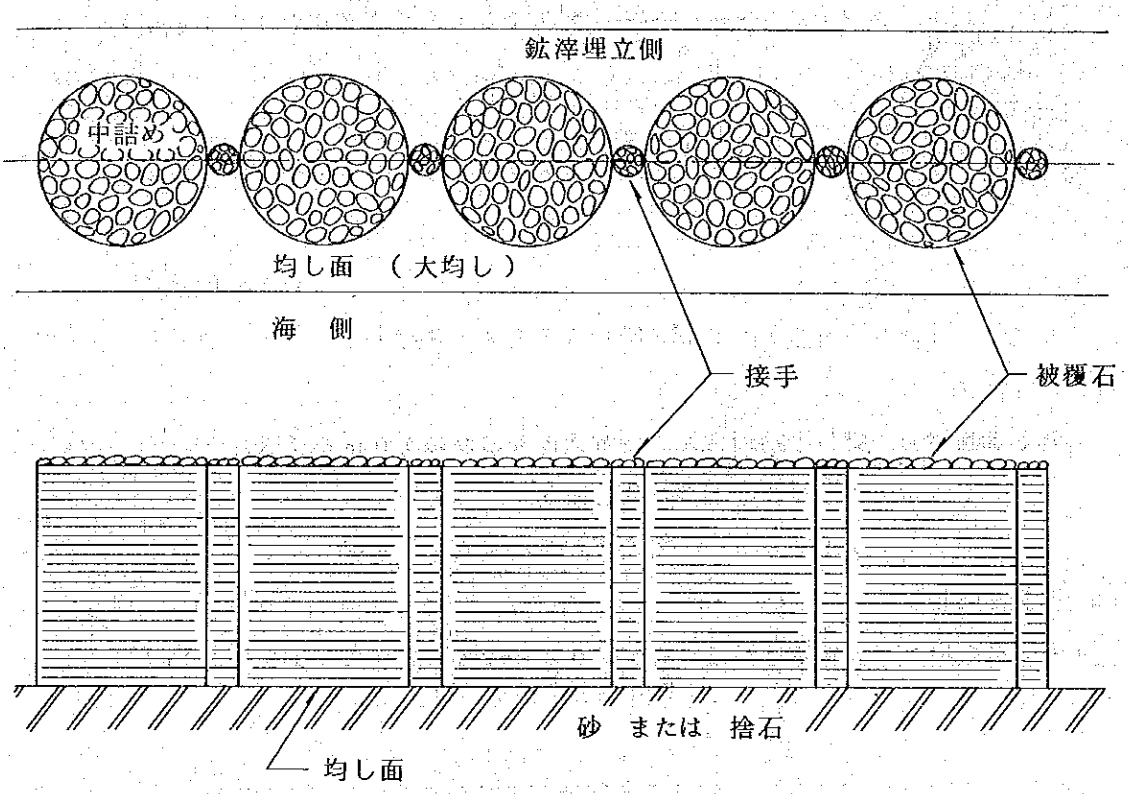


iii) DL－5.0m以深　　混成堤

ここでの検討においてはi）は現場の詳細な深浅図が無いので，ii）を除いたi）とiii）について数量を算出する。

護岸法線は　Fig. 10－3に示すように捨石護岸堤と同じである。

Fig. 10－6コルゲートセル配置状況図



コルゲートセル護岸は埋立護岸として多く利用されており，構造の安定性・施工の簡単なことによる工期短縮および埋立泥水の止水性に優れている。

一方，セル構造のため大きな水深に対しては径が大きくなり部材の強度に問題が発生するため最大径8.0m，高さ7.0m前後の構造のものが限度とされている。

セル中詰め材は均し面がある程度確実であれば砂でも十分可能であり，トンネル併の投入も可能と思われる。

Rabon 鉱滓埋立護岸としては高さ7,750m，径7,720mのセルを使用する。標準平断面を　Fig. 10－7，10－8に示す。

b. 資材数量

(a) セルの数量

セル護岸の延長は　Tab. 10－1の比較検討より護岸延長10,450mであり，5.0m水深についてコルゲートセルを使用する部分の延長は9,300mとなる。

コルゲートセル単体法線長は9.72mであるので必要数量は

9,300m÷9.72m／個＝956.8個

≒957　個

(b)　中詰土量

コルゲートセル本体当り

$$\frac{\pi D^2}{4} \times H = \frac{\pi \times (7.72)^2}{4} \times 7.75 = 362.76 \fallingdotseq 363\ (m^3)$$

接手部分　$$\frac{\pi \times (2.0)^2}{4} \times 7.75 = 24.34 \fallingdotseq 25\ (m^3)$$

計388m^3／個

よって　957個×388m^3／個＝371,316m^3

(c)　均し面積

大均し面積はセル据付け前面，および背面におのおの1.0mを見込む

（セル径＋余巾）×延長＝均し面積

（7.72m＋2.0m）×9,300m＝90,396m^2

(d)　基礎捨石量

10.2.2の検討より基礎捨石量1,963,000m^3×1.2＝2,356,000m^3
（割増し量20％）

コルゲートセル数	中　詰　土　量	据付け均し面積
957基	371,316m^3	90,396m^2

コルゲートセルの設計計算の検討書は　Appendix　A－10－2－7に示す。

(4)　鉱滓式護岸

パイプラインで搬送される鉱滓を護岸築堤の材料とするもので，埋立法線上の護岸が完成するまでの間は，鉱滓の自然放流状態であるが護岸完成後は埋立地内に放流することになり，海洋汚染が防止される。

鉱滓の安息角は，Atlas の例からみると20°前後と思われるが水中の場合は15°程度と考え，鉱滓堤の断面勾配を決定する。

築堤方法としては，吐出口近辺の地盤が立ち上がり計画高まで達した後，パイプを継ぎ足し前進していく。

鉱滓の流失量（歩留率）は，鉱滓の粒径が小さいことからかなりの量が流失すると考えら

Fig. 10-7 Cross Section

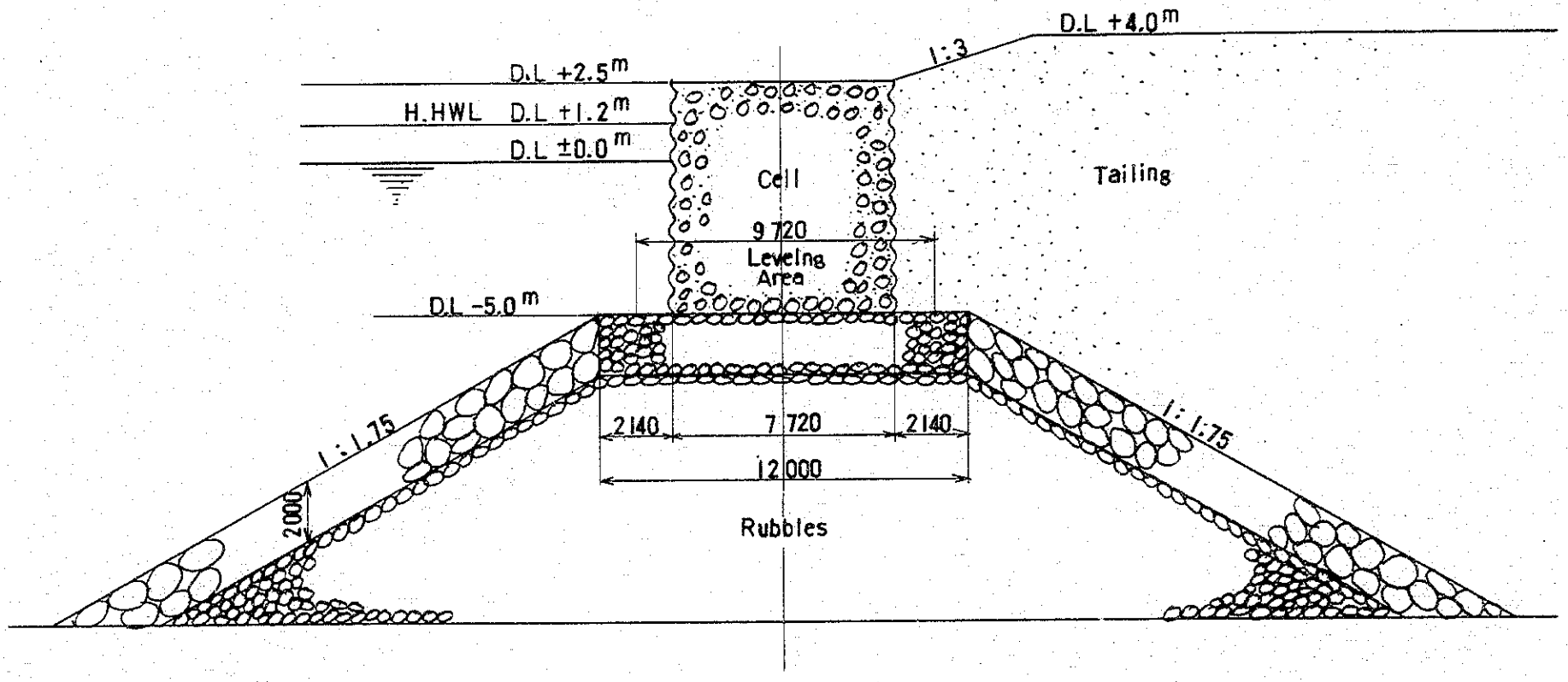
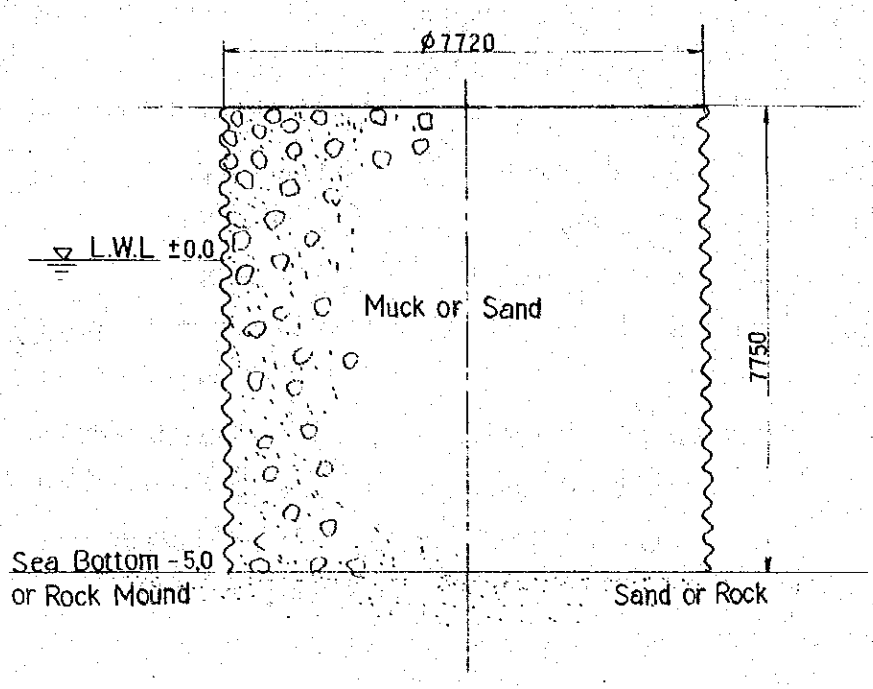
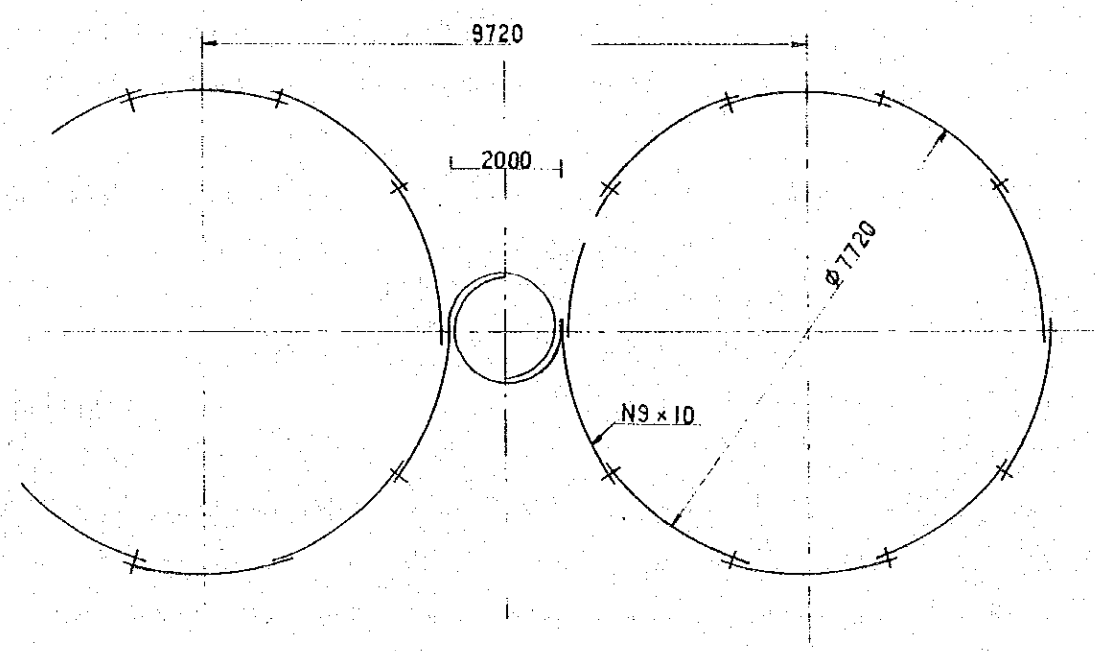


Fig. 10-8 CORRUGATED PIPE CELL II TYPE

Section



Plane



れるが，それを算出する方法はない。

一般的には，シルト，粘土の歩留り率は７０％以下となっており，ここでは６０％と考えることとする。また法面には張り石を行なう。

護岸断面は Fig. １０－７，１０－８に示すようにパイプの支持に捨石を用い，横に工事用道路を設けることとする。また，捨石の鉱滓への喰い込みが考えられるので，捨石は設計断面の３割増しとする。

護岸用鉱滓量	１６,５５６,０００m^3
捨　石　量	３６４,５００m^3
被覆張石量	1,４６３,０００m^3

被覆石の重量，層厚の設計計算書を Appendix A－１０－２－８に示す。

(5) 鉱滓粒度調整式護岸

鉱滓粒度調整式護岸は，パイプによって搬送された鉱滓を吐出口でサイクロンを用いて分級し粒径の大きい鉱滓を護岸材として用いて構築する方法である。

分級された粒径の細かい鉱滓は，護岸の内側に投入する。

サイクロンで分級された鉱滓のサイクロンアンダーは鉱滓の７０％を占め，サイクロンオーバーは３０％である。また分級された鉱滓の搬送可能距離は，サイクロンアンダーで約２０m，サイクロンオーバーで約５００mである。

したがって，汚濁しやすいサイクロンオーバーは，できるだけ拡散の影響の小さい場所までパイプによって搬送し投入する。

護岸の断面は，鉱滓式護岸と同じであり，鉱滓の安息角を１５^{0}程度と考える。また盛り上げ高はＤＬ＋３mとし，その上ＤＬ＋４mまで，捨石を敷き均し，サイクロンを搭載した台車が移動できるようにレールを敷く。

鉱滓の歩留り率，捨石の割増率は，鉱滓式護岸と同じとし，それぞれ６０％，３０％とする。

張石も鉱滓式護岸と同様，厚さ2.０m，１個，８００～1,０００Kg程度とする。

護岸用鉱滓量	２４,０００.０００m^3
捨　石　量	３６４,５００m^3
被覆張石量	1,４６３,０００m^3

(6) 導水路計画

a. 流入河川

Rabon 周辺の流入河川一覧を Fig. １０－１２に示す。

Rabon 周辺で Lingayen 湾に流入する河川は，大小含めて１３河川があり，それ等は皆，汀線に平行する海岸山脈に源を発している。したがって集水面積も狭く，（No. １～

No. 8の範囲で40 Km^2），雨期における流量もさ程多量とは思われない。

Fig. 10－12に示した，各河川に架かる橋梁（道路又は鉄道の小さい方の断面積）の桁下断面積を，最大流量として，それ等の和を導水路断面積にする。

b. 導水路計画

(a) 導水路のルート

導水路は，埋立地と汀線の間に設置し，埋立地に沿って北又は南側へ流し，外海までの距離が最短になるようルートを選定する。

水路の構築は，埋立工事終了間際に行う。

(b) 導水路の構造

導水路は，汀線に平行に，海側にのみ護岸を施工し，その構造はコストの安い木柵とする。

木柵断面を Fig. 10－13に示す。

(c) 木柵数量

Tab. 10－4 木柵の数量

仕様＼案	水路長	水路巾	木杭 土留め杭	木杭 アンカー杭	矢板	ぬき	鋼線
			120×4,500	120×2,700	24×30×360	12×9×360	8＃6本撚り
B案	1200m	20m	2,000本	3,000本	3,600 m^2	360 m^2	6×2,000m
D案	400	20	670	670	1,200	120	6× 670

(7) 洗掘，吸い出しの検討

埋立地の護岸は，その護岸の形式によって洗掘および吸い出しの影響が考えられる。

洗掘および吸い出しは，地形，海底の地質，海水の流速によって変化するので，定量的な把握は困難であり，現地にて実測を必要とする。ここでは洗掘量を求める式を使い，一応の目安として洗掘量を検討してみると， Lingayen 湾の流速を0.5kt，波高をH1／32.7mの場合，水深16mの海底では，粒径が44μ以下の物質が移動するという結果を得る。（Appendix A－10－2－9参照）

この条件は，厳しい海象の時であるので，常時では，それ以下の粒径と考えられる。

しかし，水深の浅い部分では，波の影響が大きくなるので，44μ以下程度の粒径の移動は十分考えられる。

護岸の材料として鉱滓を用いた場合，鉱滓の30％を44μ以下の粒径が占めているので，洗掘の防止を考えなければならない。

洗掘の防止，すなわち堤体を被覆する材料としては，アスファルト，マットレス，ブロッ

Fig. 10-9 Section of Embankment by Tailings

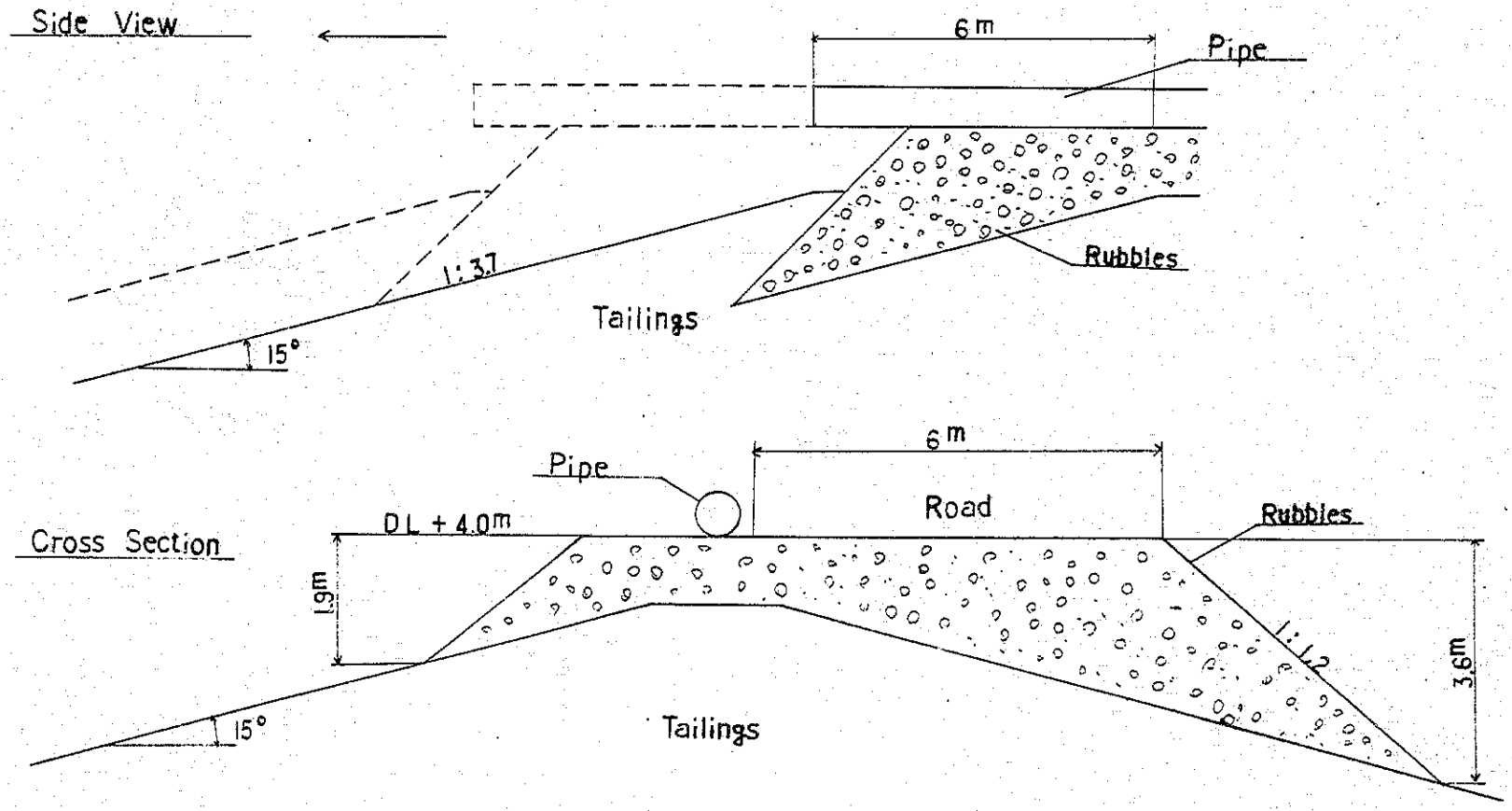


Fig. 10-10 Cross Section

Tailings Type

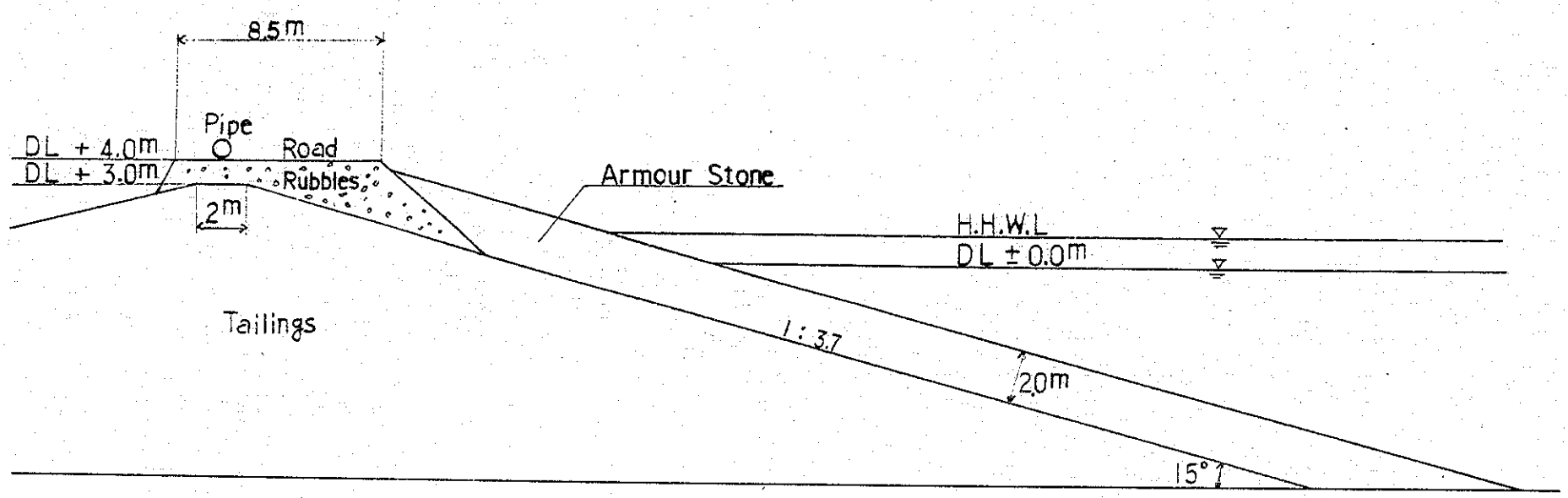


Fig.10-11 Cross Section

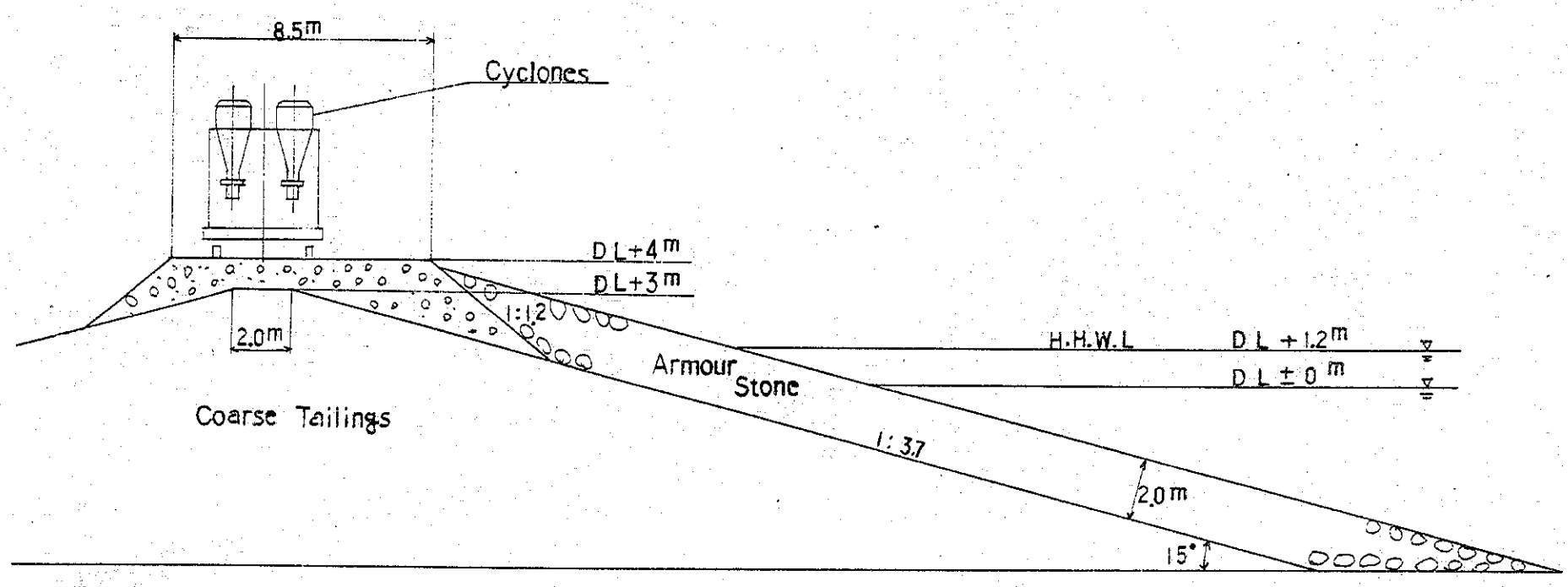
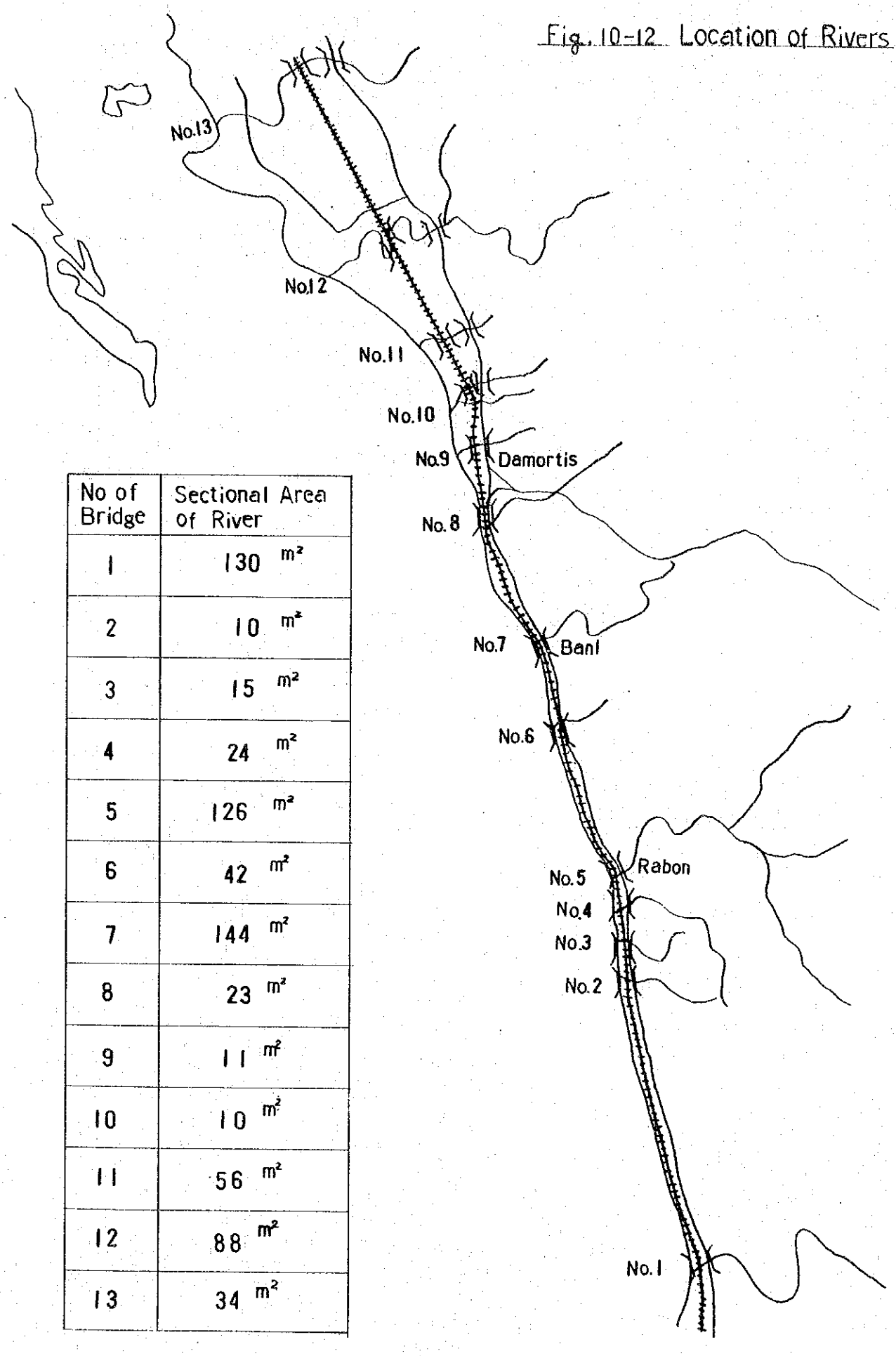
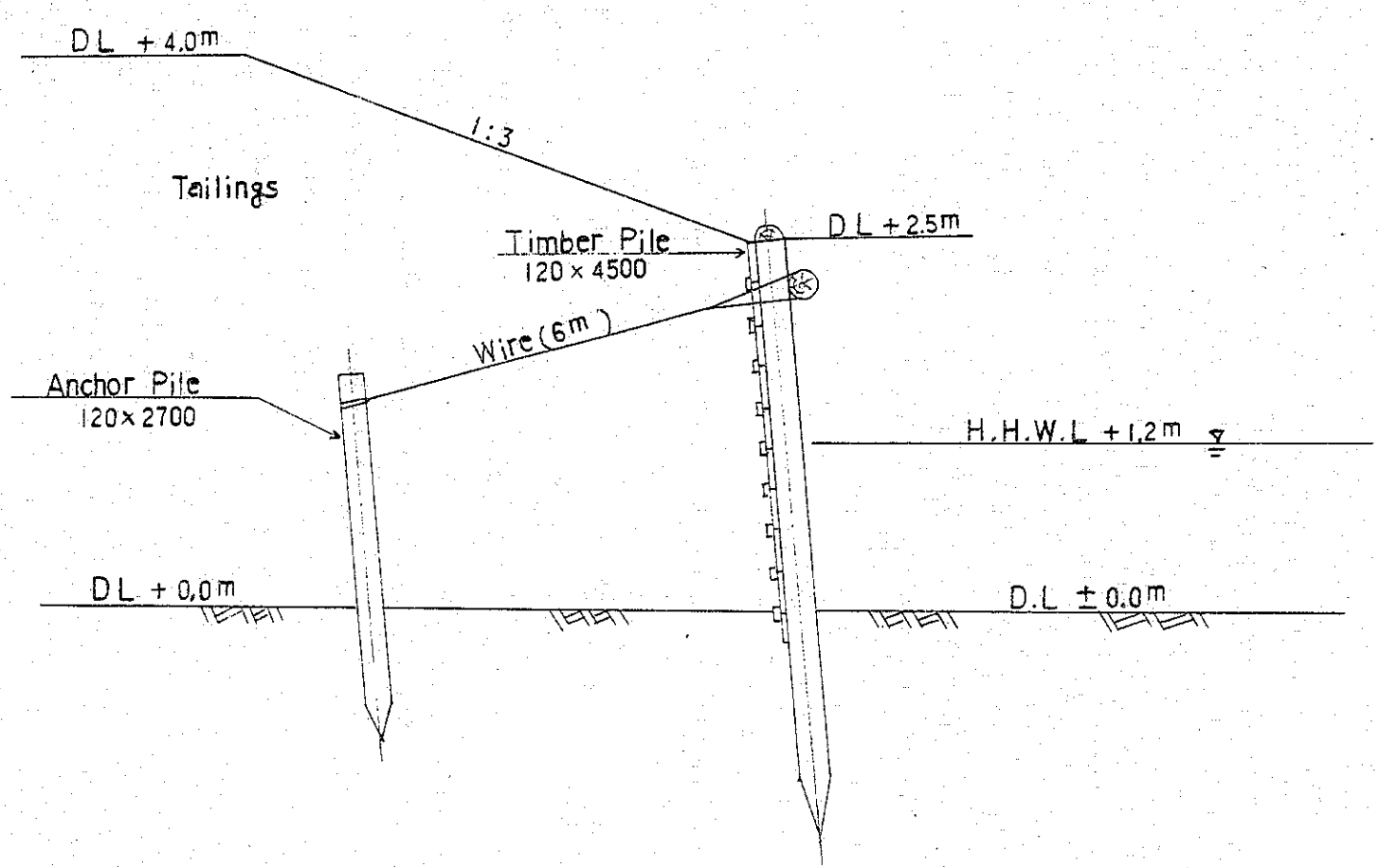


Fig. 10-12 Location of Rivers



No of Bridge	Sectional Area of River
1	130 m^2
2	10 m^2
3	15 m^2
4	24 m^2
5	126 m^2
6	42 m^2
7	144 m^2
8	23 m^2
9	11 m^2
10	10 m^2
11	56 m^2
12	88 m^2
13	34 m^2

Fig. 10-13 Cross Section of Timber Wall



クなど数種考えられるが，ここでは捨石を用いることとする。

捨石被覆の場合，空隙がどうしても生じるので，その空隙から波力によって鉱滓が吸い出される可能性は，当初考えられるが，空隙が鉱滓で充塡された後は，それ程吸い出されず量的にはわずかであると考えられる。

(8) 自重圧密沈下の検討

埋立地内に投入された鉱滓は，鉱滓の自重によって，圧密沈下を生じる。

この圧密沈下量の予測は，鉱滓のサンプルによって圧密試験を行ない，そのデータを用いて行なうのが一般的である。

しかし，圧密試験が出来ないため，ここでは，単位体積量 $\gamma_t = 1.4$（スラリー比重），圧縮指数 $C_c = 0.30$ と仮定して計算すると，鉱滓の圧密沈下量は，層厚２２ｍでは2.46ｍ，１２ｍでは1.12ｍと推定される。これはほぼ，層厚の１０～１１％に当る。また圧密時間では，９０％圧密のとき，層厚２２ｍの場合は4.6年，１２ｍでは1.4年となる。

実際には，鉱滓は２０年間で，序々に層厚が増していくので，圧密時間はこの２０年を考慮しなければならない。（Appendix A－１０－２－１０参照）

１０.３ 工事計画

１０.３.１ 工事計画の前提

本章では，前章で検討した護岸方式４形式の工事計画および護岸終了後の場内埋立工事計画（配管計画）について記述する。

検討する４方式のうち，捨石式護岸およびコルゲート・セル式護岸の２案は，鉱滓流送開始前に完了するものとし，工期はＴＬＰラインと同様，３年とする。

鉱滓を用いる護岸方式２案については，鉱滓流送開始後，それぞれ２９ケ月，４２ケ月となる。

施工法は，フイリピン国における建設技術の現状，国情に合致するよう配慮し，現地資材の使用，現地調達可能な建設機械の使用を工事計画の原則とするが，一部輸入資材の使用，建設機械の導入（特殊作業船）もやむを得ないと考えられる。

工事計画は，次の条件で立案する。

ⅰ）稼動日数：２５日／月（通年）

ⅱ）稼動時間：陸上１２時間／日，海上１０時間／日

１０.３.２ 捨石式護岸の工事計画

(1) 施工法の検討

捨石式護岸の施工は大きく海上施工と陸上施工にわけられる。

陸上施工としては，2本のルート（埋立地の両端）まで捨石をダンプトラックにて運搬し，護岸築造位置に投入する。投入後ブルドーザーによって押し均し作業を行ない護岸を海岸線に直角に施工をしていく方法が一般的である。

海上の施工法としては，可能性のある工法としては以下のものが考えられる。

i）ガット船

ii）底開バージ

iii）台船＋ブルドーザ

iii）は台船上に捨石を積載し，ブルドーザーによって投入する方法である。

これらの特徴を表にすると Tab. 10－5の通りである。

この比較表より大規模な捨石投入においては底開バージを用いるのが一般的である。

今回の計画においても，大規模施工であり，工期の短縮が望ましいことから，底開バージが適すると考えられる。また，捨石護岸が立ち上がってきてDL－5mになった段階では，捨石投入および法面修正をガット船を用いて行なうこととする。

捨石の投入が終了した場所から，潜水夫によって法面をさらに整形し被覆張石作業を行なう。なおこの被覆張石は，捨石と同時に投入していくものとする。

(2) 石山の開発

捨石式護岸の捨石量は，4,679千m^3と膨大な量となるので，捨石を安定して供給してくれる石山を近くに必要とする。

石山が現在近くに存在しないので，埋立地および船積地から15 Km 以内に石山を開発することとする。

捨石生産量，運搬距離15 Km 以内という条件を満足できる石山を開発することは十分可能であると考えられる。（Camp 1附近を想定する。）

石山の開発は Navotas 港建設の際行なわれたように，政府事業（N·P·A）の直轄工事が望ましい。

(3) 積込み，運搬工

石山での積込みはホイールローダーを用いる。

石山から埋立地海岸および船積地までの運搬路として15 Km を考えるが，ダンプトラックを用いる場合幅員7.0m以上の道路が必要である。石山から目的地まで専用の道路を設けるのが理想であるが，埋立地附近の国道は交通量も少なく幅員も十分であるのでこの国道を出来るだけ利用することとする。

(4) 船積設備

埋立地近辺の港湾としては，San Fernando 港があるが，埋立地から55 Km も離

Tab. 10－5　　捨石運搬・投入法の比較

種　類	積載容量	自航 非自航	投入方法	長　所	短　所
o ガット船	100t～400t	自	バケット投下	・自航のため位置決めが簡単 ・法面勾配の修正が可能	・捨石投入に時間がかかる ・大規模工事には不適
o 底開バージ（自航）	100m^3～2,500m^3	自	底開式	・大容量運搬が可能 ・位置決めが簡単	・法面修正ができない ・隻数が比較的少ない
o 底開バージ（非航）	100m^3～6,000m^3	非	〃	・大容量運搬が可 ・隻数が豊富で，大規模工事に適する。	・法面整形は不可
o 台船＋ブルドーザ	100t～400t	非	ブルドーザによる押し出し	・組み合わせが簡単で，他の工事に転用しやすい	・位置決めが困難 ・施工能率が悪い ・法面整形は不可

れており，　San　Fernando　港の近くに石山および捨石のストックヤードがある以外には，大きなメリットは考えられない。

しかし，San Fernando 以外には，大きな港湾は見当らないので，埋立地近辺に仮桟橋を設け，そこから底開バージあるいはガット船へ捨石を船積みするとする。

積載方法は，仮桟橋（Fig. １０－１４）に斜路を設け，ダンプトラックから作業船に直に投入する方法を採用し，仮桟橋付近にはストックヤードを設けないこととする。

また作業船の避難港として，　San　Fernando港もしくはSual 港を考える。

(5)　施工法の説明

施工法は　Fig. １０－１５に示すフローシートのようになる。

捨石量の海上施工と陸上施工の配分は，作業船の規模によって決定される。

すなわち，作業船のサイクルタイムに支障のないように仮桟橋に捨石を供給し，それ以外を陸上施工に用いることとする。

(6)　被覆張石

ガット船および底開バージにて，被覆張石となるような，重量のある石は護岸の外側になるよう調整しながら投入しておく。潜水夫は，潜水夫船のウィンチを用いて，整形を行なっていく。

(7)　主要機械台数の算定

a.　工期の設定

捨石式護岸の工期の設定は，使用機械の台数，工事内容，稼働率などを考えなければならない。ここでは，捨石量が約4,６７９千m^3と膨大であり，また使用するダンプトラックは約５０～６０台前後が集められる限界と考え，工期を2.５年稼働日率を２５日／月と考えて計算を行なう。陸上の稼働時間は１２時間／日とし，海上では１０時間／日とする。

b.　使用機械の台数

以上の条件から主要使用機台数は Tab. １０－６のとおりとなる。

Fig. 10-14 Pier

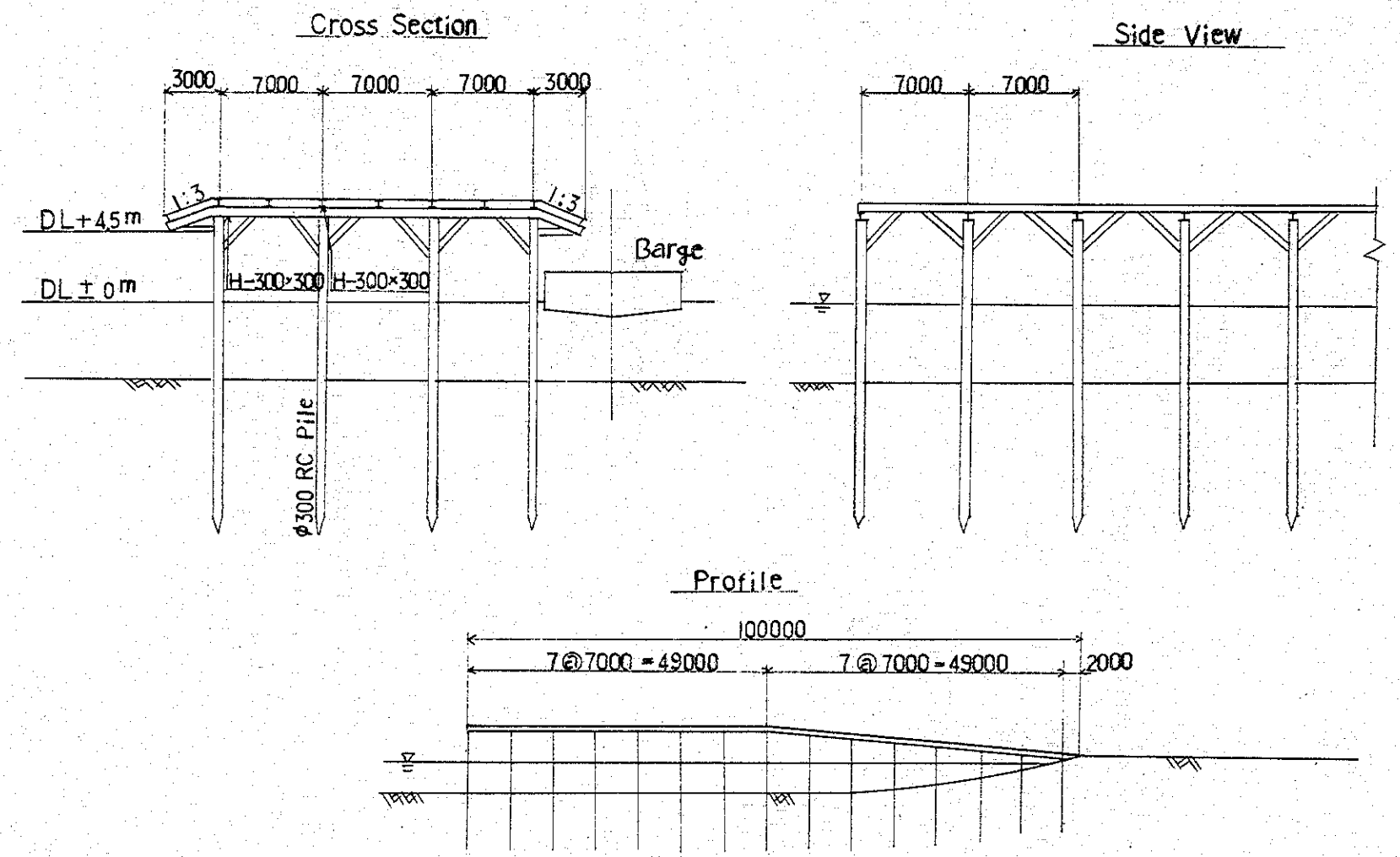


Fig. 10-15 Working Flow of Rubbles Bulkhead

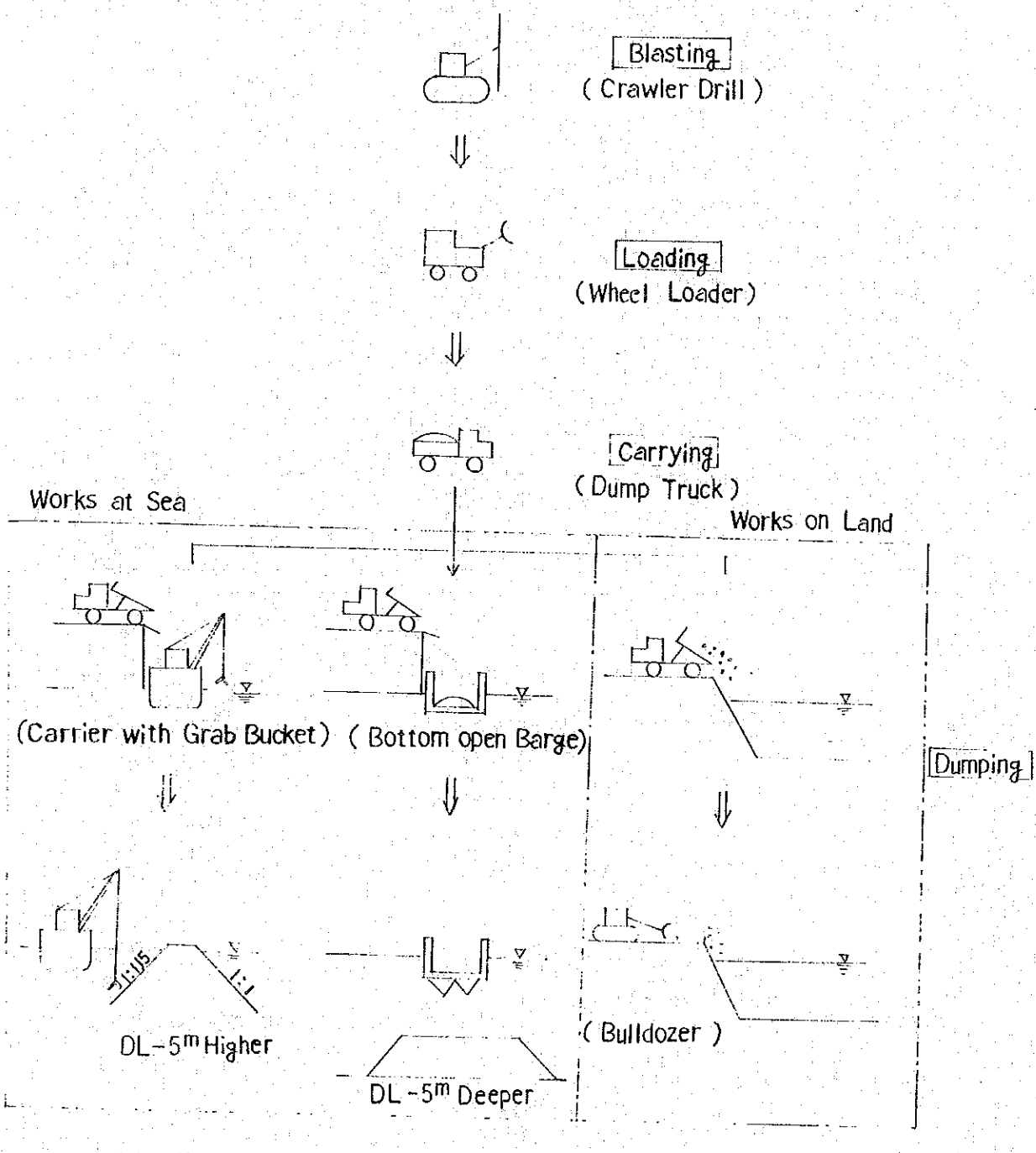
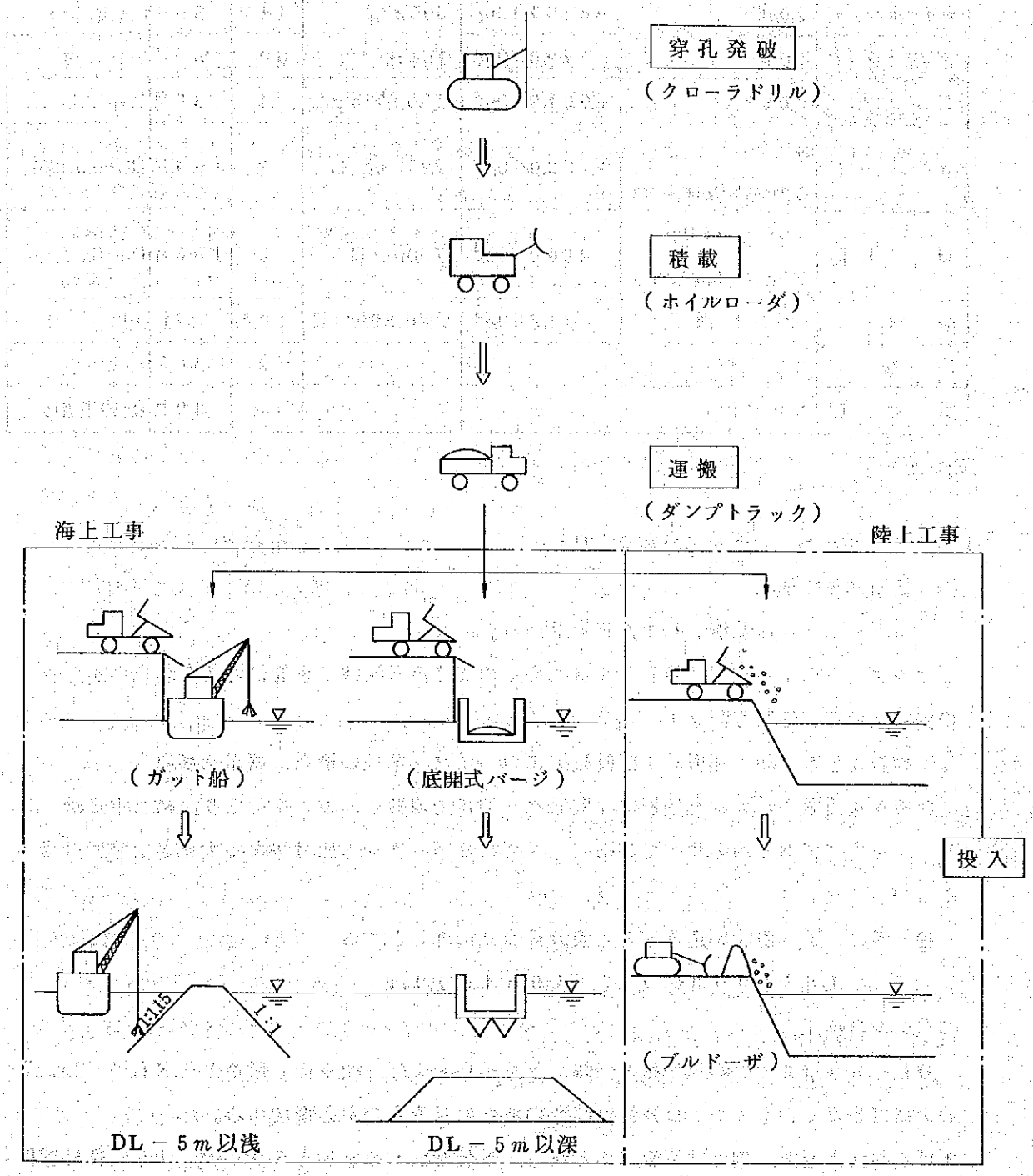


Fig.10－15　捨石式護岸の施工フローシート



Tab. 10－6 主要使用機械

	仕　様	工事数量	能　力	台数	使用期間	備　考
ホイールローダ	2.0m^3	4,679,000m^3	605m^3/日	11	30月	
ダンプトラック	20t	4,679,000m^3	1044m^3/日	60	30月	
ブルドーザ	10tクラス	2,001,000m^3	55.5m^3/hr	4	30月	
底開バージ	300m^3 34m×9.0m×2.9m	2,182,000m^3	2250m^3/日	2	19.4月	DL−5m 以深
ガット船	300t, 150m^3 30m×4.1m×2.6m	496,000m^3	750m^3/日	2	10.6月	DL−5m 以浅
潜水夫	ヘルメット潜水	41,800m^3	大均し30m^3/日	10人	5.6月	
測量船	30PS	−		2	30月	
監督船	30PS	−		4	30月	通船兼用

10.3.3. コルゲートセル式護岸の工事計画

(1) 捨石基礎の施工

コルゲートセルの基礎として捨石を用いる。

コルゲートセルの下部はDL－5mであるのでさほど波浪の影響は考えられないが，セルの安定上捨石の法面勾配を1：1.75とする。

（捨石の生産，陸上運搬および仮桟橋については，前項の捨石式護岸を参照）

仮桟橋に運搬されてきた捨石は，底開バージにて運搬し，投入を行なう。捨石投入は，DL－5mまでであるからすべて底開バージで行ない，ガット船は法面の大まかな整形に用いるものとする。

捨石量は，砂への喰い込みを考え設計量の2割増しとする。

$$1,636,000m^3 \times 1.2 = 1,964,000m^3$$

(2) セルの施工

DL－5.0mまでの築堤開始と同時にセル組立および，積み出し用のヤードをつくる。その面積は少なくともセル1日分据付け数の組立に足るものが必要である。

1日4基海上運搬，据付け可能であるから，予備個数1基を加え500m^2，さらに資材置場など500m^2を含めて1,000m^2のヤードを用意するものとし，海上積み出しを考え，海岸に位置させる。

ヤードからの積出しは，15ton吊りクレーンにより120ton積台船へ積み込む。台

船は2基の Cell を積み込み45PS曳船により現場へ回航する。回航速度は5Kt で平均回航距離は2.5 Km とすると2回／日の回航が可能である。

据付け位置へ回航された後セルは，天端大均しが施工された据付け面上へクレーン船によって据付けられる。

据付けには，測量による法線の確認と，潜水夫の誘導によりジョイント部の組み合せを行いながら施工し，終了と同時にポンプ船により中詰め砂を充塡する。この作業を順次おこない所定延長まで施工し，据付け作業と平行してセル上部の被覆石の据付けを行う。据付け石は中詰め砂が流失しないよう，また，波浪によって流失しない程度の約500Kg／個とする。

被覆石は捨石積込みと同様の航路を回航する。

施工法を Fig 10－16のフローチャートおよび Fig. 17，18に示す。

(3) 工期の設定

捨石堤は底開式バージで捨て込むとして（10.3.2に記述）工期は1,964,000m^3／2,250m^3／隻日＝17.4ケ月となる。

捨石堤の建設と平行してコルゲートセルの組立て据付けを行うとすれば，本工法の建設期間は25ケ月となる。

(4) 所要材料と使用機械の台数

所要材料と使用機械の台数を本工法の Tab. 10－7および Tab. 10－8に示す。

10.3.4 鉱滓式護岸の工事計画

(1) 施工法の概要

鉱滓式の護岸は，陸上からのパイプライン2本を埋立地の周囲を2方向から囲むように継ぎ足しながら延ばして護岸を築造していく。海岸線沿いのパイプラインは，あらかじめ配管を行なっておく（Fig. 10－19， Fig. 10－20）。

護岸に必要な鉱滓量は16,556,000m^3となる。

2本のパイプラインのうち，どちらか1本から鉱滓が放流されており，鉱滓が計画高まで立ち上がった段階で他の1本の方へ放流を切り替え，その間に捨石を敷き管を継いで延ばす。この作業を交互に繰返しながら築堤を進めていく。また築堤ができ次第，張石を潜水夫およびガット船を用いて行なっていく（Fig. 10－21）。

(2) パイプの継ぎ足し

パイプ継ぎ足しの時間間隔は，築堤に必要な鉱滓の量によって決定される。すなわち水深の浅い場所では継ぎ足し時間間隔は短かく，水深が深くなるにつれて長くなる。

Fig.10 －16　コルゲート・セル式護岸の施工フローチャート

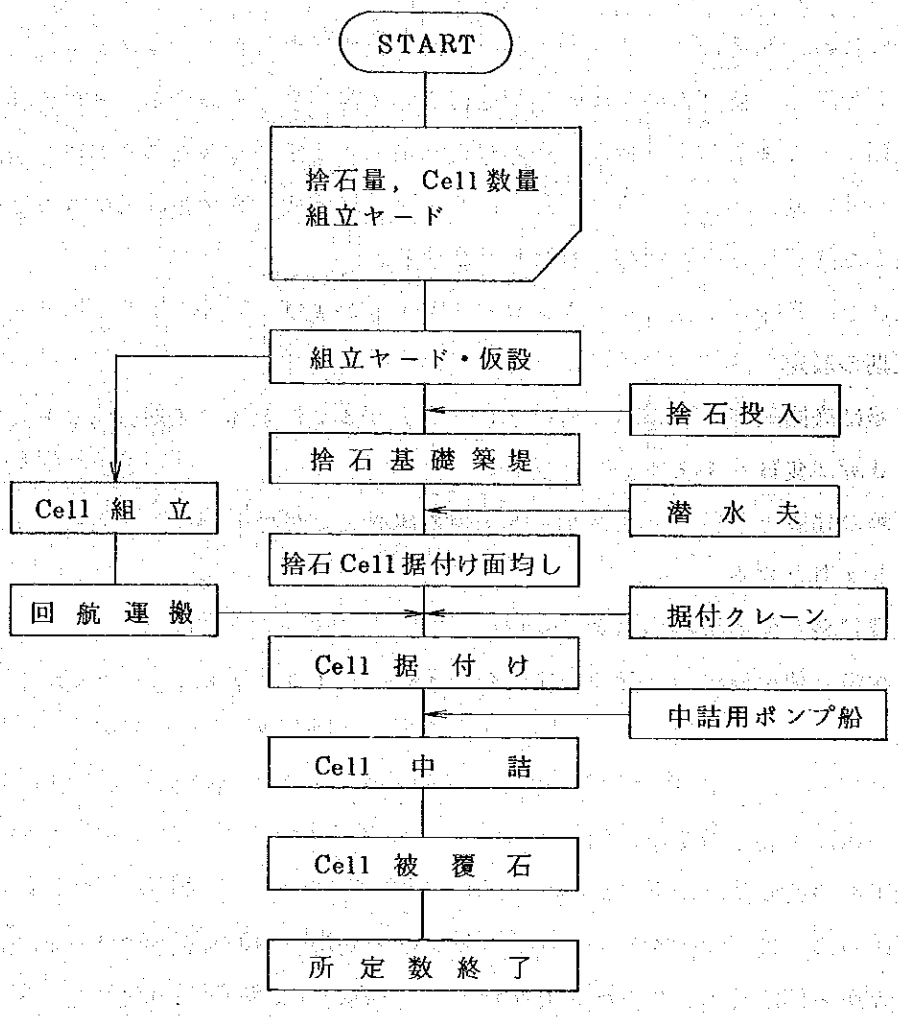
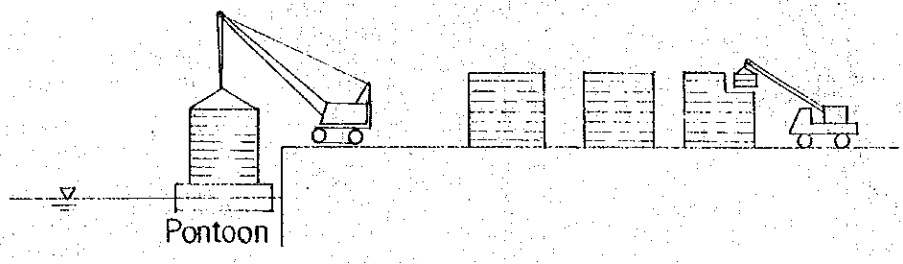
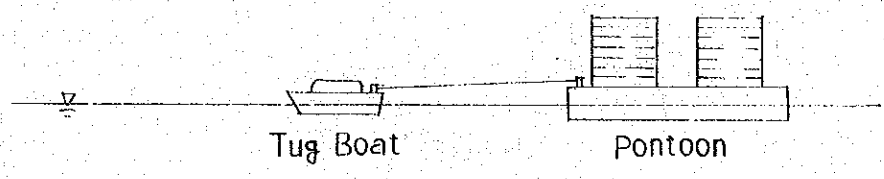


Fig. 10-17 Stage of Corrugate Cell Construction

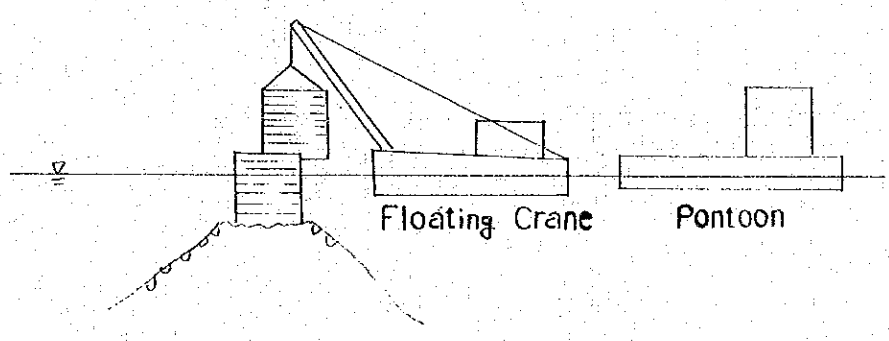
① Loading & Assembling



② Towing



③ Placing



④ Filling

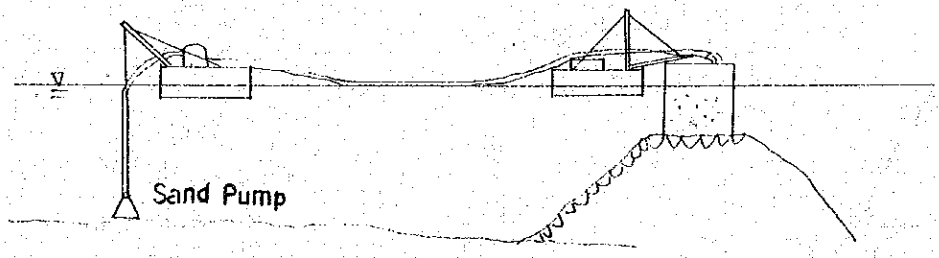


Fig 10-18 Bulkhead by Corrugated Pipe Cells

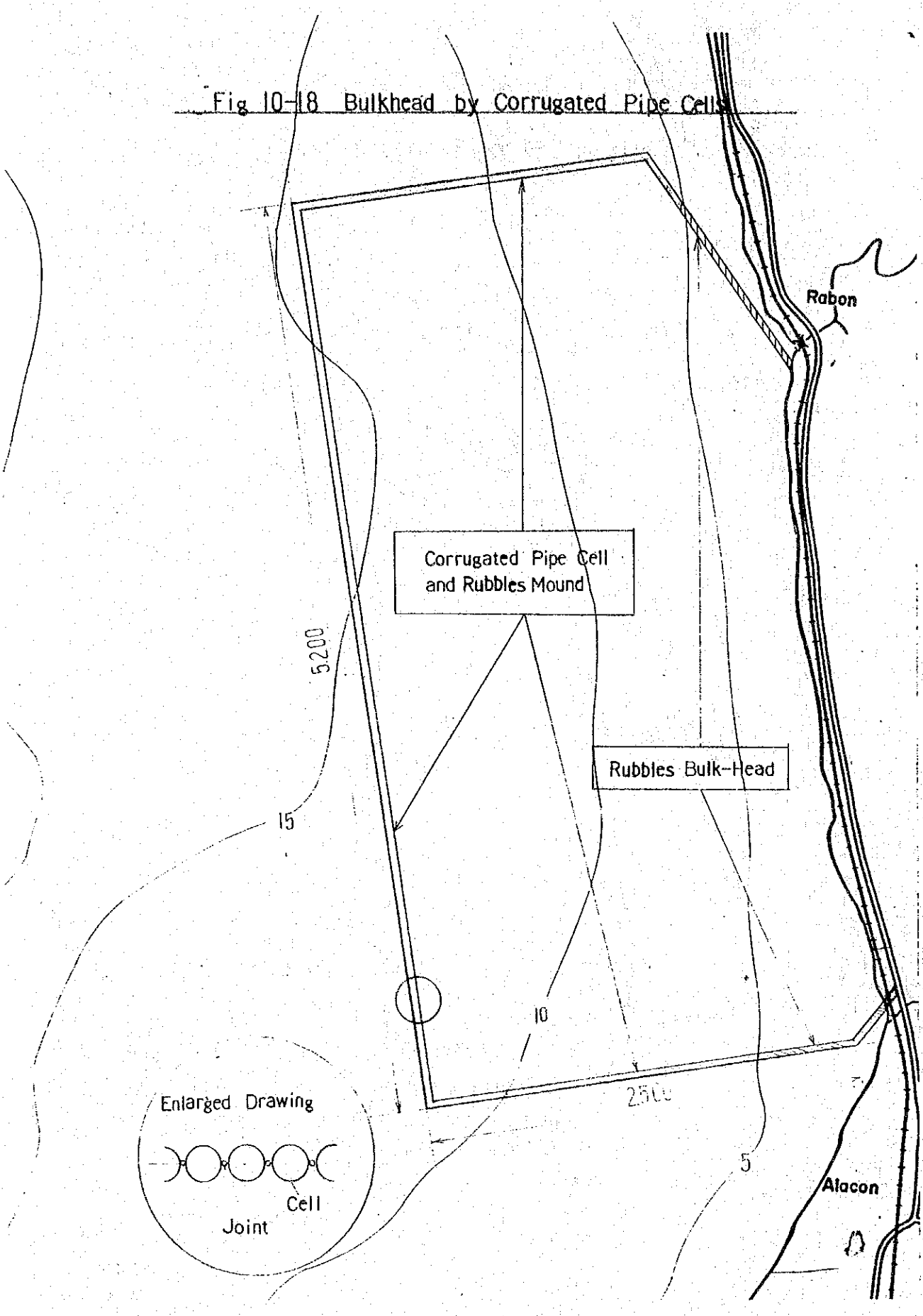
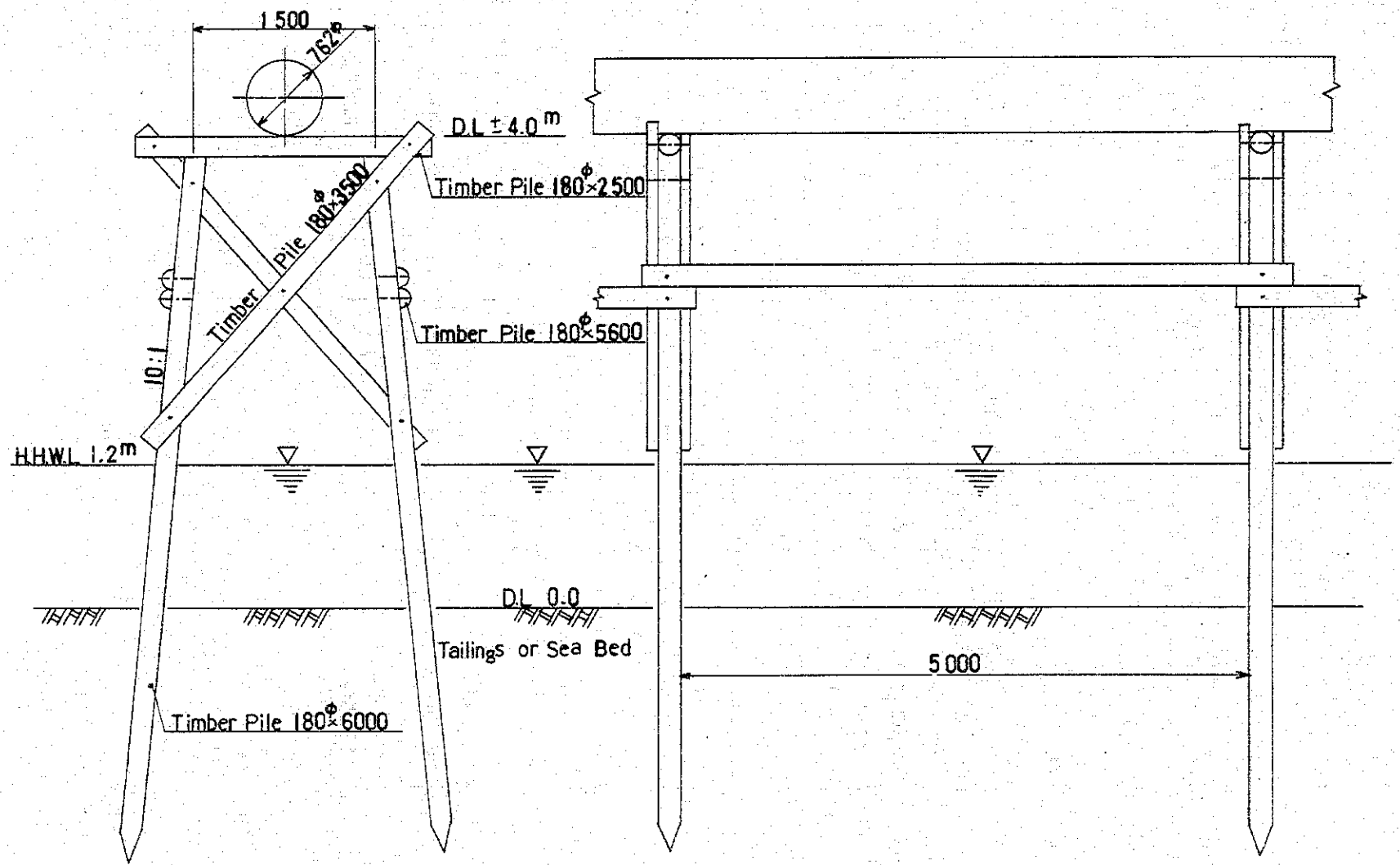


Fig 10-19 Working Method of Embankment by Tailings

Fig 10-20 Pedestal for the Pipes Along the Seashore Line



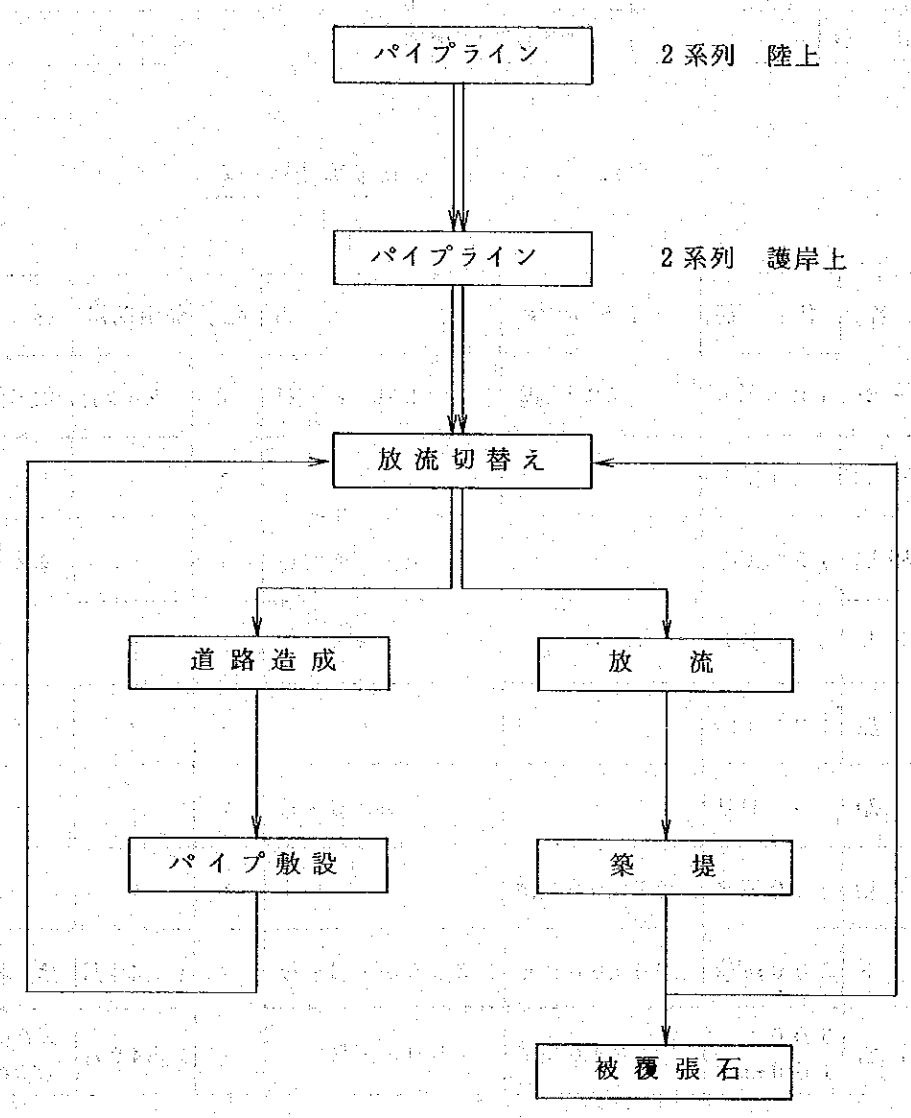
Tab. 10－7 主要材料一覧

品目	規格	数量	備考
コルゲートセル	φ7.720mm h7.750mm	957基	
捨石	50－500Kg	1,964,000m³	
被覆石	500Kg/個以上	22,400m³	
中詰砂		371,000m³	

Tab. 10－8 主要使用機械一覧

機械名	仕様	工事数量	能力	台数	使用期間	備考
クレーン	10t吊り	7,281基	2基／台・日	2	9.6ヶ月	加工組立
クレーン	1t吊り	〃	〃	1	〃	〃
起重機船	15t吊り	〃	4基／台・日	1	〃	運搬・据付け
曳船	40 HP	〃	〃	1	〃	〃
台船	120t積	〃	〃	1	〃	〃
通船	15 HP	〃	2基／隻・日	2	〃	〃
ポンプ船	250HP	371,000m³		1	〃	〃
底開バージ	300m³積	1,964,000m³	2,250m³／日・隻	2	17.4ヶ月	捨石堤
ガット船	300t 150m³積	22,400m³	750m³／日	1	17.4ヶ月	天端保護工 （被覆石）

Fig.10-21　鉱滓式護岸の施工フローチャート



1本の管長を6mとすると，継ぎ足し時間間隔は Tab. 10－9のようになる。

Tab. 10－9 パイプ継足しの時間間隔

鉱滓量（カサ比重）	水　深	継ぎ足し時間間隔
800m^3／hr	DL0～5m	90分
〃	5～10m	320分
〃	10～15m	690分
〃	15～18m	1,085分

したがって，DL0～5mでは平均して，90分毎に捨石を敷均しパイプを継ぎ足す必要がある。

パイプはトラックにて運搬し，クレーンにて現場に吊り下ろす。

(3) パイプの支持盤および道路

パイプの支持としては，杭および捨石が考えられるが，護岸は，パイプ運搬のため車両が通行できる道路にする必要があることから，最初から捨石を敷き均すこととする。

パイプ1本（6m）当りに必要な捨石量は割増し率を3割として，209m^3となる。

この捨石は，ダンプトラックにて運搬し，ブルドーザを用いて敷き均し作業を行なう。

(4) 被覆張石

護岸の完成後は，鉱滓の洗掘防止のために張石を行なう必要がある。

この張石の量は，鉱滓の法勾配が15°と緩かなため，また割増しを3割考えて1,463千m^3となる。捨石1個の重量は0.8～1.0tとする。

この張石の作業は，ガット船を用いて運搬し投入した後，潜水夫によって厚さ約2.0m程度に敷均す。

(5) 工期および主要機械台数の算定

鉱滓式護岸の工期は，鉱滓の放流量で決定される。

16,556,000m^3÷7,000,000m^3／年≒2.4年＝28.8月

したがって，他の作業（パイプ支持用の捨石道路工事，被覆張石工事）は，この工期内に行なうこととする。陸上配管は護岸施工開始までに完成しておく。

主要機械台数の算定については Tab. 10－10に表記する。

Tab. 10－10 主要機械一覧

	仕様	数量	能力	台数	使用期間	備考
ホイールローダ	2.0m^3	1,828,000m^3	50.4m^3/hr	5	28.8月	被覆張石＋道路捨石
ダンプトラック	20t	1,828,000m^3	8.7m^3/hr	25	28.8	〃
ブルドーザ	10tクラス	364,500m^3	56. m^3/hr	2	28.8	道路
ガット船	300t 150m^3 30m×4.1m×2.6m	1,463,000m^3	750m^3/日	3	28.8	被覆張石
潜水夫	ヘルメット潜水	187,600m^3	30m^2/日	9	28.8	被覆均し
監督船	30PS			1	28.8	通船兼用

10.3.5 鉱滓粒度調整式護岸の工事計画

(1) 施工法の概要

鉱滓粒度調整式護岸は，前述の通り鉱滓をサイクロンを用いて分級しサイクロンアンダーを護岸材として用いる方法である。

施工法としては，サイクロンを用いる以外は鉱滓式護岸とほぼ同じであり，埋立法線の海岸線との交点2ケ所から沖に向かって交互に築堤を行なっていく。（Fig. 10－22参照）

サイクロンアンダーとオーバーの比は，約7：3であり，サイクロンオーバーは，出来上がった護岸の内側に投入するが，海洋の汚濁を出来るだけ少なくするよう埋立地内の奥部（海岸線の近く）までパイプラインにて搬送し投入する。

サイクロンは，台車上に6台塔載し軌道上を移動できるようにする。

(2) サイクロン台車

パイプラインによって運搬されてきた鉱滓は540m^3／hr台の処理能力をもつ30″サイクロンにて分級する。

35,000t／day×1.80m^3／t÷（540m^3／hr×24hr）≒5台

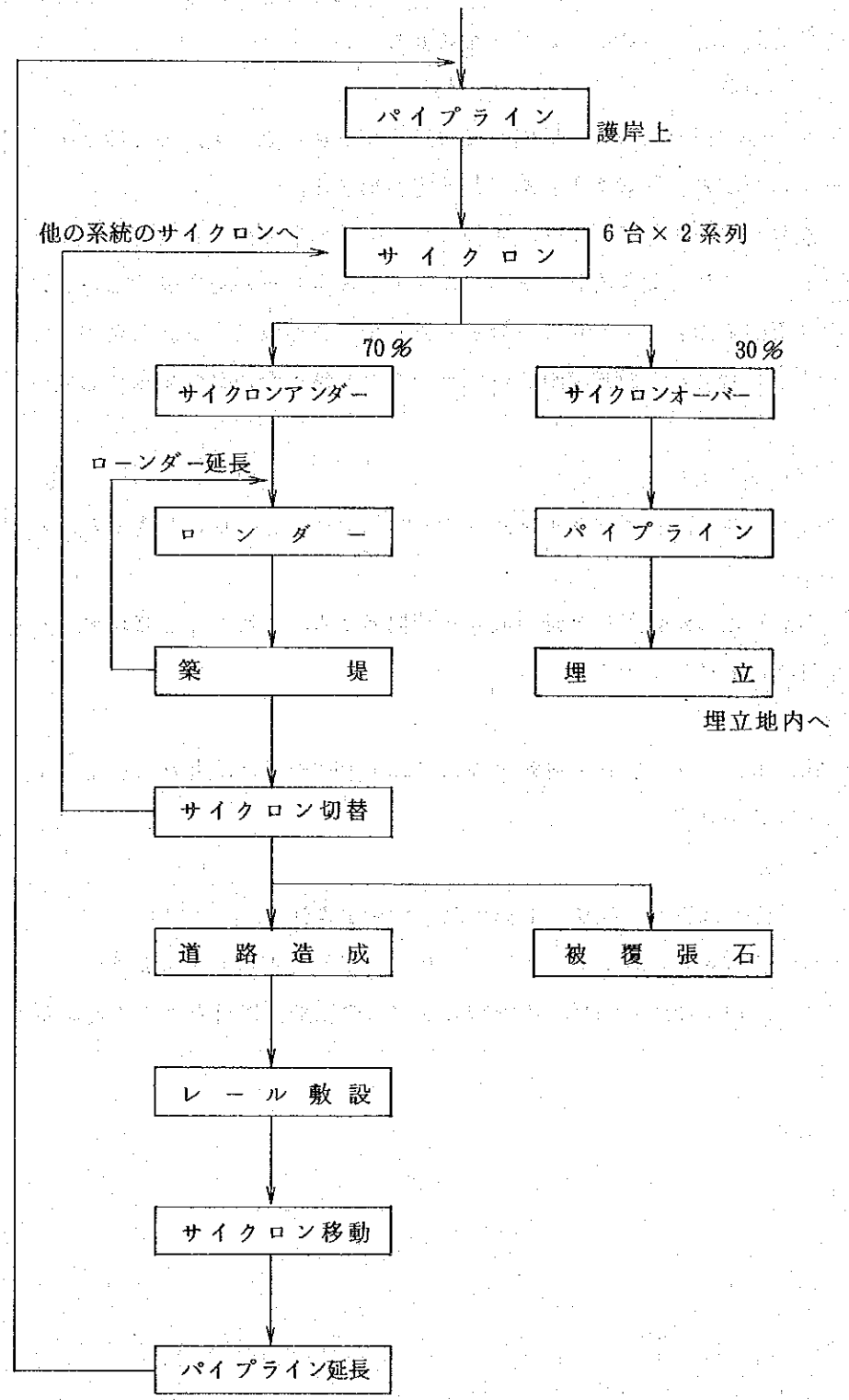
したがって予備1台を加え6台のサイクロンが必要となる。

これら6台のサイクロンは，護岸沿いに移動しなければならないので6台のサイクロンを台車に塔載し，台車はレールを移動する構造とする。Fig. 10-23にその概略図を示す。

サイクロン台車にはサイクロンアンダーを運搬するようにローンダーを5％の勾配で取付け，約20mまで運搬できるよう，その先にさらに木製のロンダーが取付られるようにしておく。

レール高は，DL＋4mとし，鉱滓はDL＋3mまで盛り上げることとする。

Fig. 10 − 22　鉱滓粒度調整式護岸の施工フローチャート



(3) ロンダーの継ぎ足し

分級されたサイクロンアンダーは，サイクロン台車に装備されたロンダーによって台車の前方（築堤進行方向）に放流される。

サイクロンアンダーによって護岸が立ち上がったところで，あらかじめ運搬されていた捨石を敷き均しその上に木製のロンダーを延長していく

(4) レールの敷設

木製のロンダーを延長し，計画した場所まで鉱滓が立ち上がった段階で，パイプラインはもう一つの系統に切り替えあらたに放流を開始する。

一方，放流を中断した場所では，木製のロンダーを取り外しダンプトラックで運搬された捨石をブルドーザにて敷き均し，その上に枕木を置きレールを敷設する。このレールは，サイクロン台車が通過してきたレールを取り外して前方へ敷設する。したがってレールの長さは，サイクロン台車が1回に移動する距離の約2.5倍程度の長さを用意し転用することとする。

(5) パイプの継ぎ足し

サイクロン台車は，パイプラインから切り離して前進し，前進した分だけパイプを継ぎ足していく。

パイプの継ぎ足しが終了した後，放流を再開始する。これらを2系統で交互に繰返しながら護岸を築堤し前進していく。

(6) 被覆張石

護岸の法面は，ガット船にて運搬・投入された捨石を用い，潜水夫にて均す。

(7) 機械台数等の算定

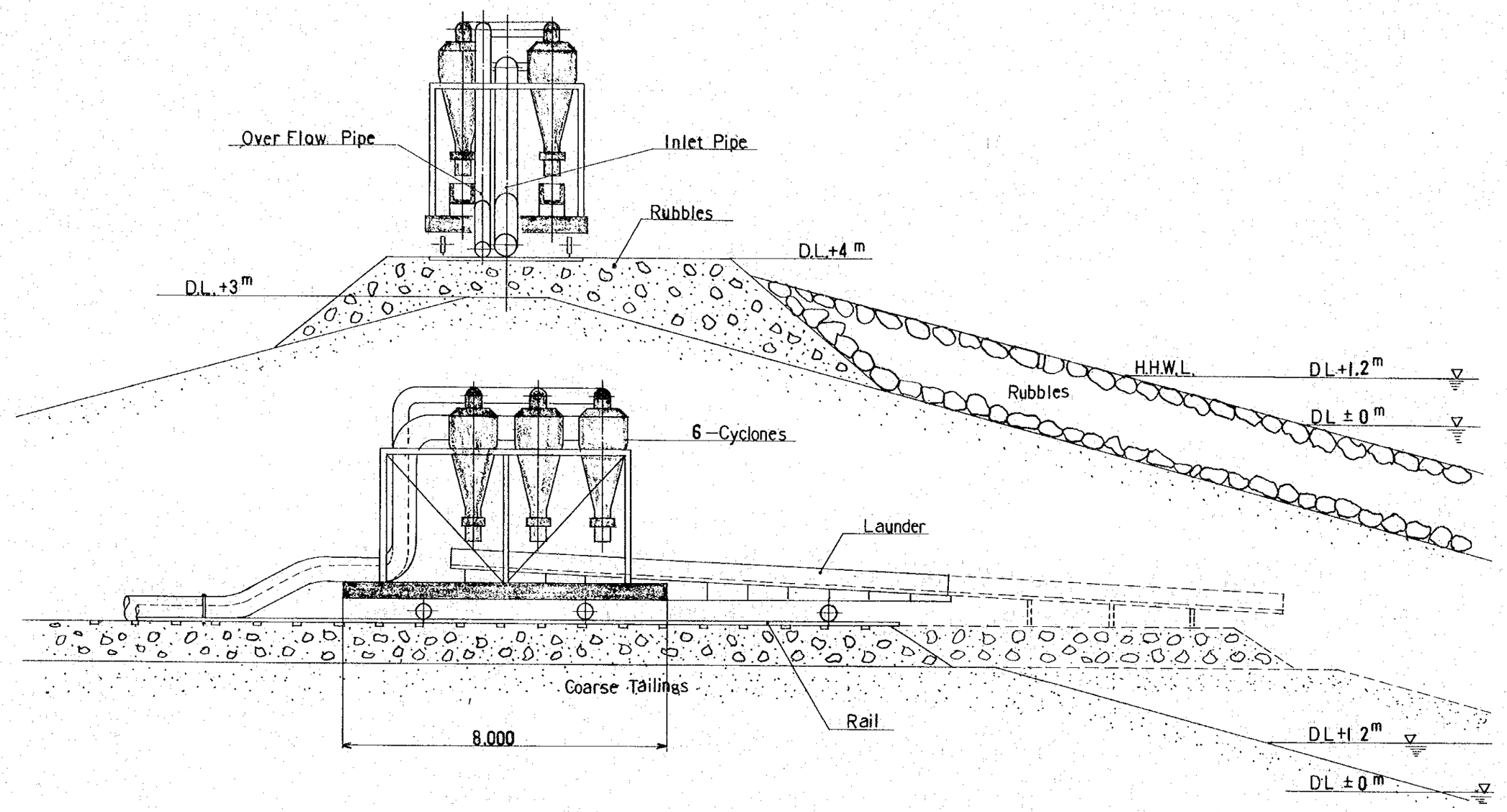
a. 工期の決定

鉱滓粒度調整式護岸の工期は，鉱滓の流量で決定される。

$$24,000,000\,m^3 \div 7,000,000\,m^3/年 = 3.4年 \fallingdotseq 41.2月$$

したがって，他の作業（張石，水中均し）はこの工期内に行なうものとする。

Fig 10-23



Unit : mm

b．主要使用機械台数の算定

Tab. 10－11 主要機械一覧

	仕様	数量	能力	台数	使用期間	備考
サイクロン	NH－30 型		540m^3/hr	12	41.2月	
ホイールローダ	2.0m^3 積	1,828,000m^3	504m^3/hr	4	41.2	被覆張石＋道路用捨石
ダンプトラック	20t	1,828,000m^3	8.7m^3/hr	18	41.2	
ブルドーザ	10tクラス	364,500m^3	50m^3/hr	2	41.2	
ガット船	300t 150m^3 30m×4.1m×2.6m	1,463,000m^3	750m^3/日	2	41.2	被覆張石
潜水夫	ヘルメット潜水	187,600m^2	30m^3/日	6	41.2	被覆均し
監督船	30PS			1	41.2	通船兼用

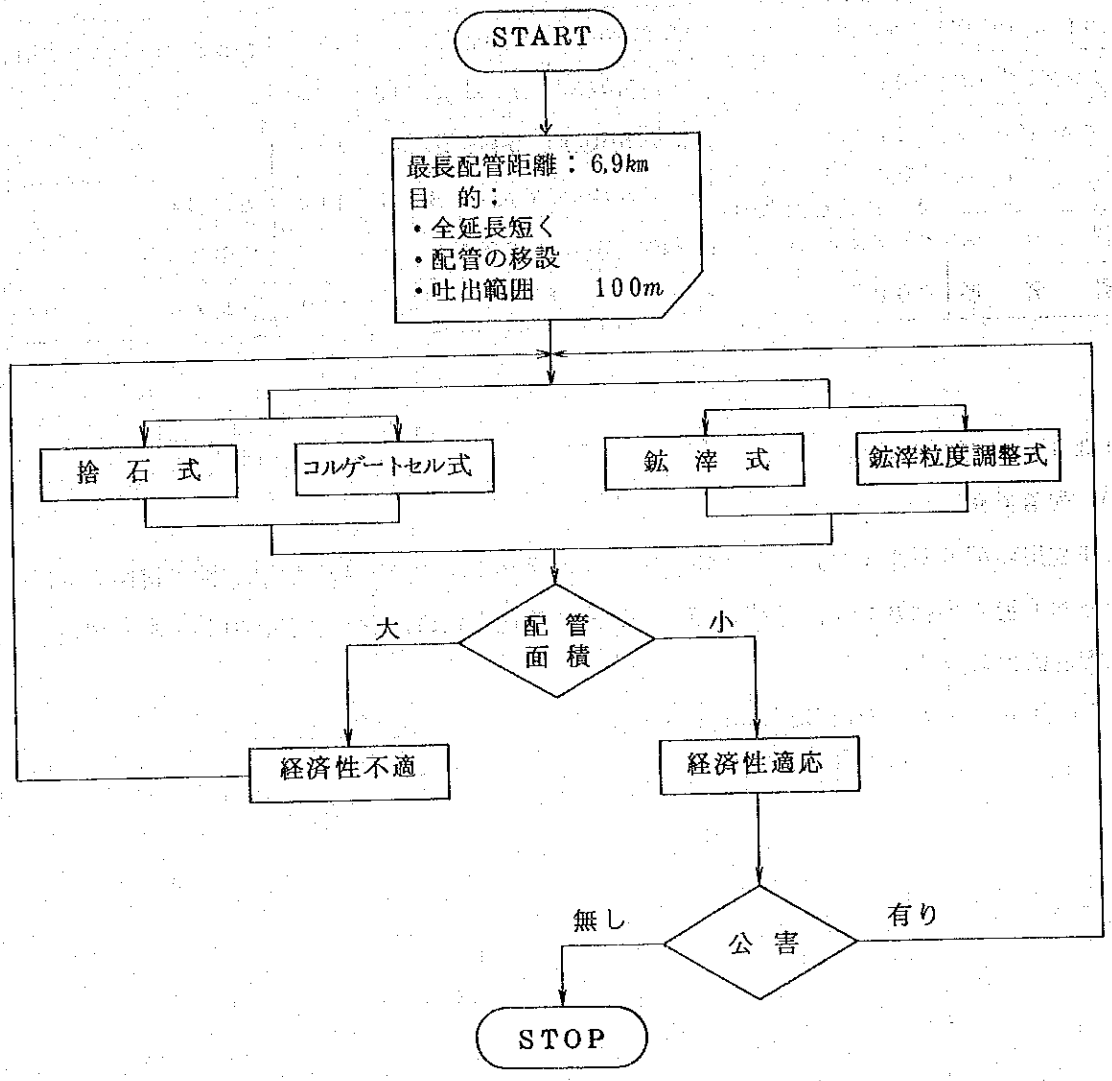
10.3.6 場内埋立計画

(1) 配管計画

埋立用の配管計画では，捨石護岸方式とコルゲートセル方式は形状，配管計画とも同一であり（埋立形状B案），鉱滓式護岸と鉱滓粒度調整式は，埋立形状はD案で同一であるが配管計画は異なる。

Fig.10－24にその計画の流れ図を示す。

Fig.10-24 埋立計画のフローチャート



埋立地の造成については，次のことを留意して工事計画を立案する。

i）埋立後の地盤が均質になるようにする。

ii）埋立区域内の水位を高めないようにする。

iii）埋立は周囲の護岸に沿って良質土を排出しなるべく安定した後に区域内を埋立する。

iv）表面は粒度の粗いもので埋立る。

v）表面は１／５００～１／1,０００のこう配をつけ表面の水はけをよくする。

vi）表層の土砂が風のため飛ばされる恐れのあるときは，粘性土で被覆するか，植生をする。

配管計画において考慮すべき点は以下のとおりである。

i）排送距離 6.9 Km を満足する。

ii）吐出部埋立範囲を土質に応じて決める（１００ｍ）。

iii）排送管の屈曲は１２０° 以上とし，損失水頭を小さくする。

iv）余水吐けの位置は埋立終了まで維持できる場所とする。

v）排送管は埋立終了部より埋立位置へ，摩耗が進むまで転用を繰り返す。

vi）v）の転用を考慮し，枝管長はなるべく一定長とする。

i）～vi）を考慮した計画の配管延長をまとめると下表のとおりである。

Tab. １０－１２ 計画配管長

方式 / 配管名	捨石式 コルゲート式(m)	鉱滓式 粒度調整式 (m)
本管	7,２００	１６,０００
枝管	５３,６００	４７,７００
合計	６０,８００	６３,７００

埋立造成計画を Fig. １０－２５の流れ図に，配管計画図を Fig. １０－２６，１０－２７に示す。

(2) 配管数量

埋立区画は埋立土量により配分する必要があり，パイプラインの転用に大きく影響をおよぼす。埋立土量と配管転用（交換パイプの数量）を以下に検討する。埋立深度別土量は下表のとおりである。

Fig.10-25 埋立造成工事フローチャート

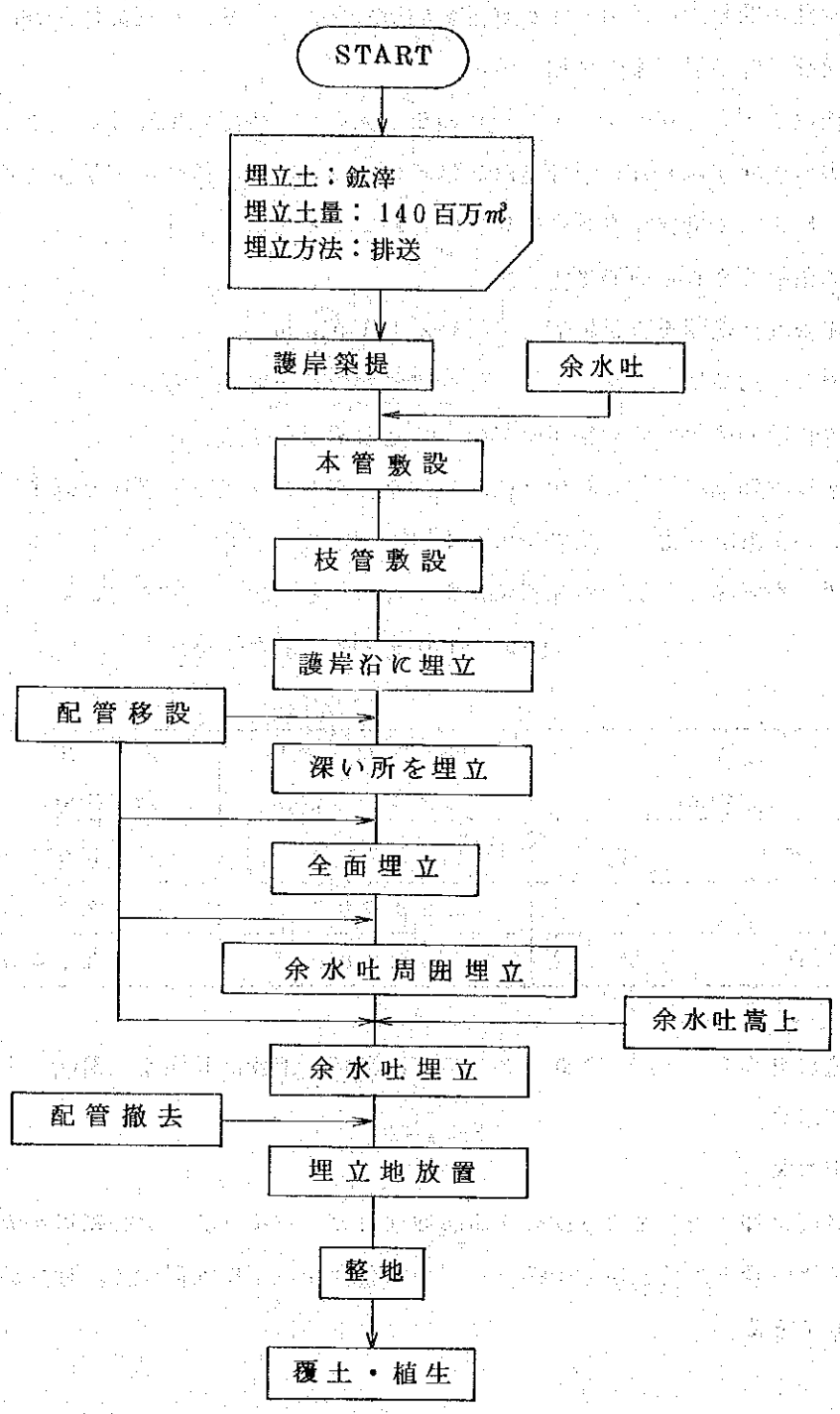


Fig 10-26 Rubbles Bulkhead and/or Bulkhead by Corrugated Pipe Call Type
Pipeline Arrangement

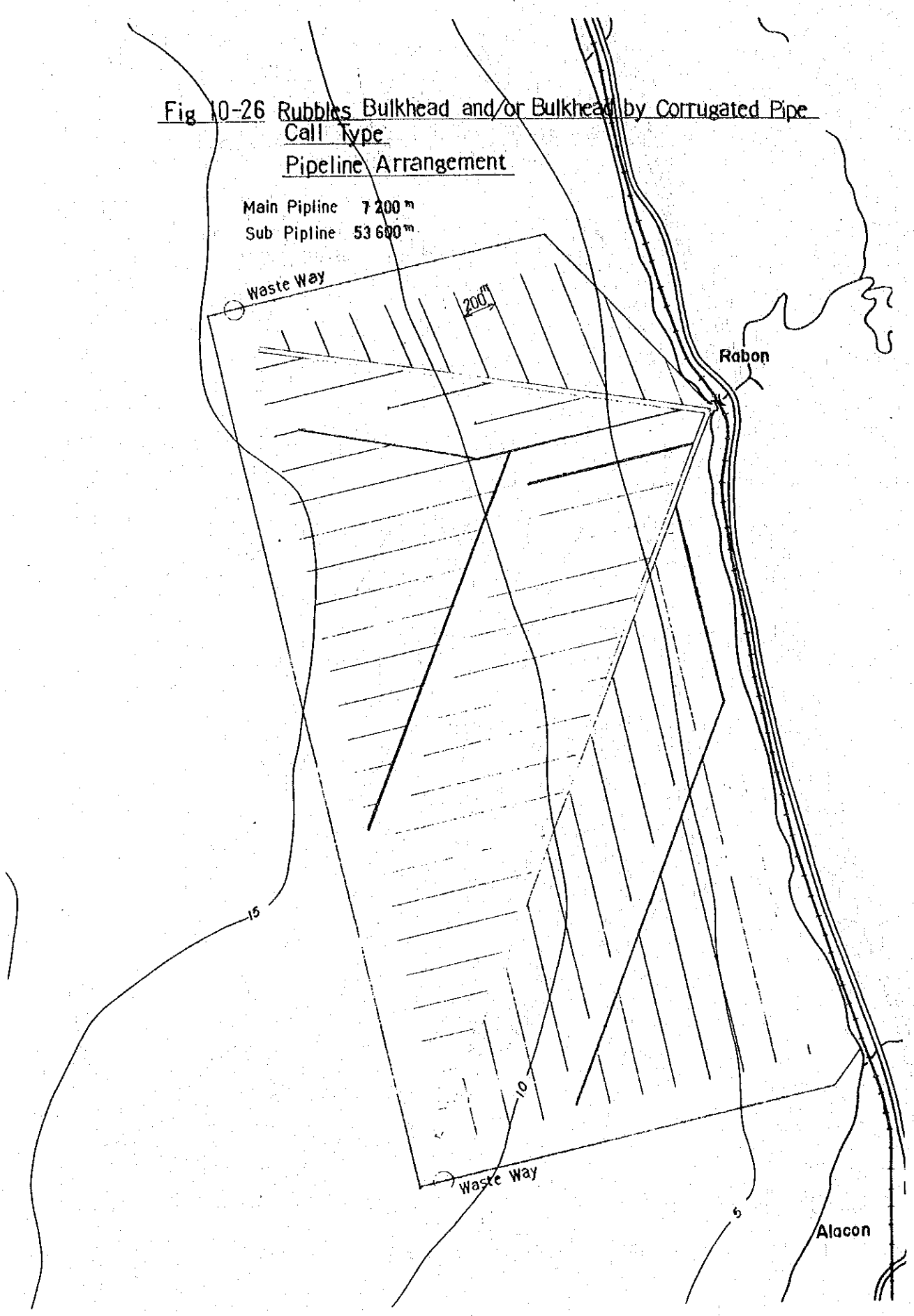
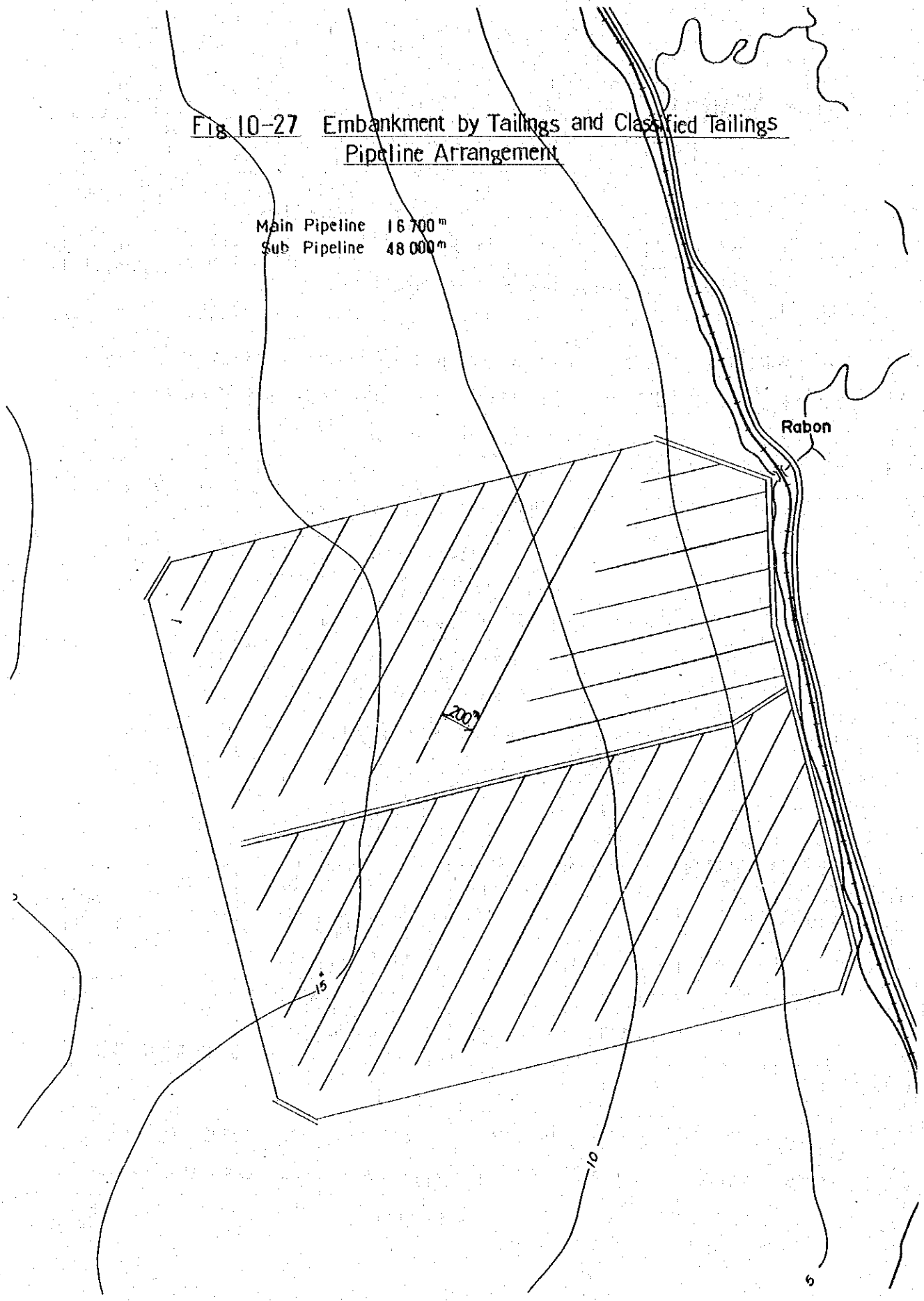


Fig 10-27 Embankment by Tailings and Classified Tailings Pipeline Arrangement



Tab. 10－13 埋立容量

（単位：m^3）

案＼深度m	0～5	5～10	10～15	15～
捨石式，コルゲートセル式	16,640,000	47,495,000	75,865,000	
鉱滓式，鉱滓粒度調整式	10,400,000	32,890,000	83,820,000	12,890,000

埋立に要するパイプラインの総延長は転用期間，転用回数が各管により極めて複雑であり，埋立土量により交換回数が決まるので，ここでは概算つぎのような計算式によって求めることとする。

$$\left(\frac{Vx}{Va \times 3年}\right) \times Lmax = 交換パイプライン長$$

Vx ： 埋立容積

Va ： 年間鉱滓量（7,000,000m^3）

3年 ： パイプ摩耗年数

Lmax ： Vx内の最大パイプライン長

上式によって交換パイプの総延長を求めると次表のとおりである。

Tab. 10－14 交換パイプライン延長

（単位：m）

案＼深度m	0～5	5～10	10～15	15～	合計
捨石式 コルゲート式	3,750	9,605	15,800		29,155
鉱滓式 粒度調整式	1,388	5,300	19,950	3,888	30,526

パイプ数量は摩耗を考慮し，転用を行い，1年に120°回転し3年にて交換する。

パイプ単位はφ762mm，管長6,000mmである。したがって，パイプ数量は次のとおりである。

捨　石　式
コルゲート式　｝２９,１５５ｍ÷6.0ｍ／本＝4,８６０本

鉱　滓　式
粒度調整式　｝３０,５２６ｍ÷6.0ｍ／本＝5,０８８本

(3)　パイプの布設・撤去

パイプの布設・交換時の撤去・布設にはパイプレイヤーにより作業を行い，トラックにて運搬する。埋立地内の砂敷道路はＤＬ＋4.0ｍ，巾6.0ｍとする。

ａ．埋立地パイプ布設方法

パイプの布設はＤＬ＋4.0ｍの鉱滓上に布設し，鉱滓堤が形成された段階で表層にある粒径の良い乾燥した鉱滓を湿地ブルドーザにより布設高さに均し順次パイプを布設する。パイプの据付には一本あたり6.0ｍのパイプ長に対し，２ケ所の枕木を置く。

Fig. １０－２８　パイプ布設法

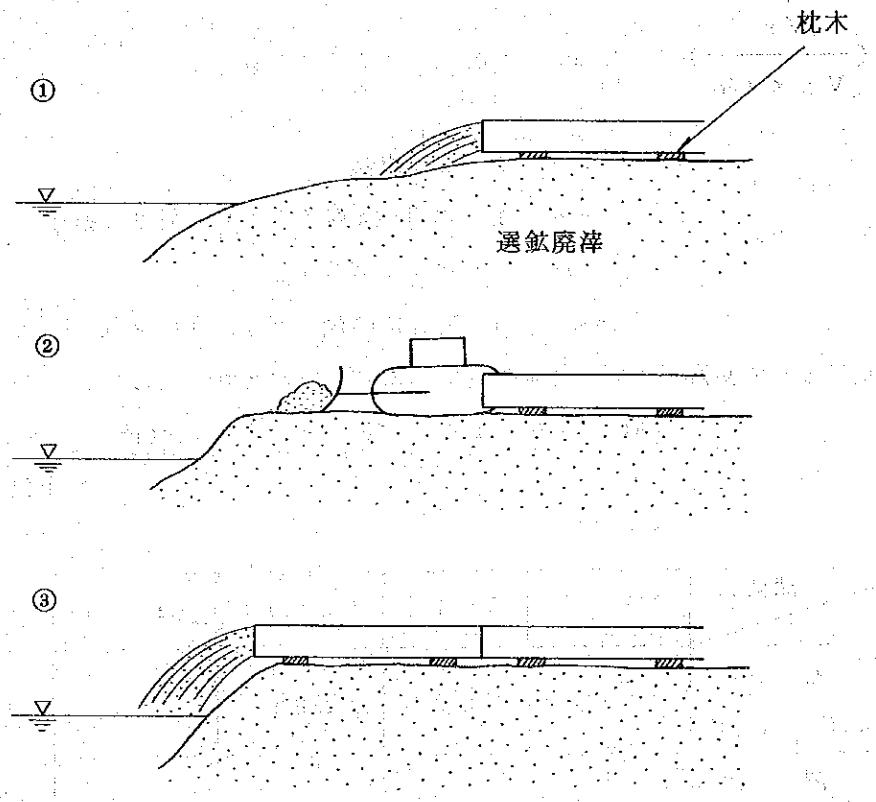
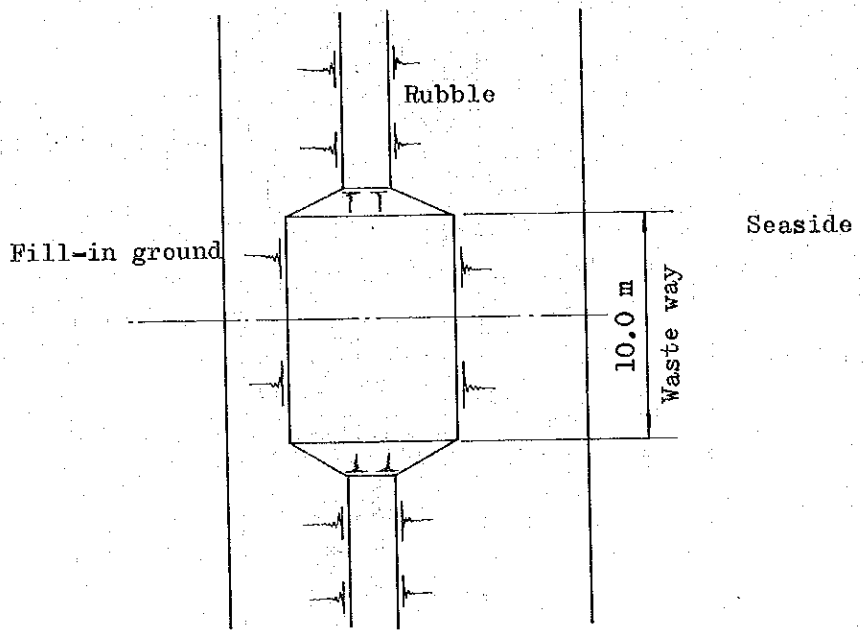


Fig. 10-29 Waste way of Roubles bulkhead



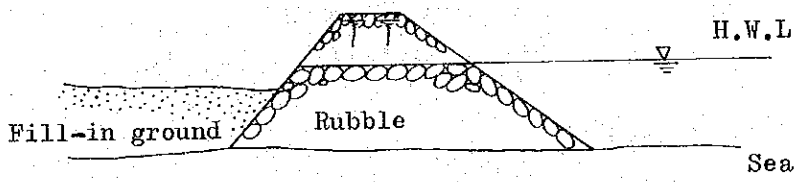
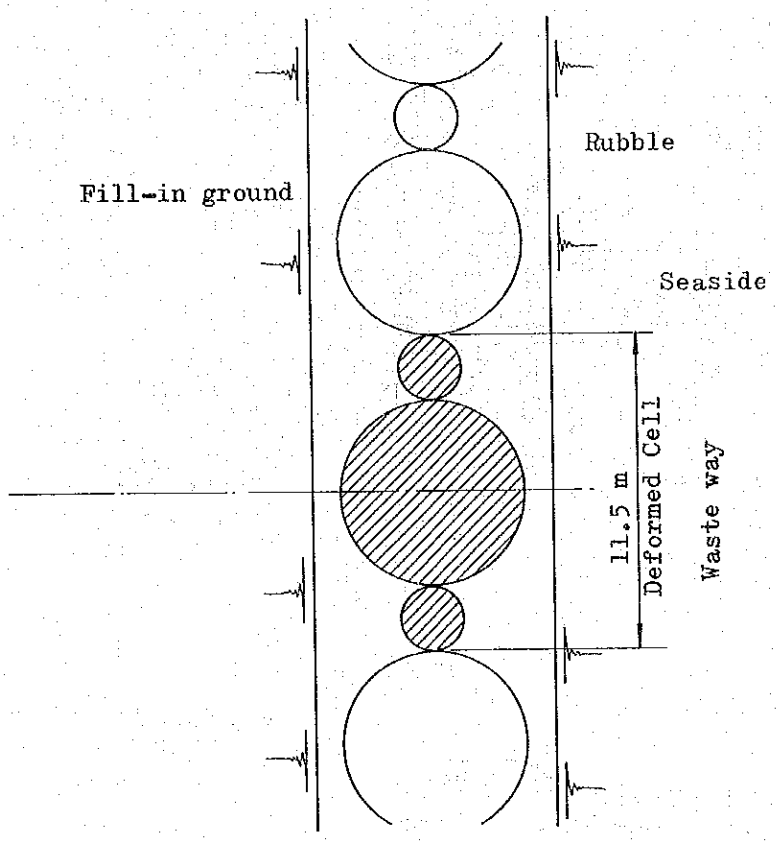


Fig. 10-30 Waste way of Corrugated pipe cell Bulkhead

PLANE



CENTER SECTION

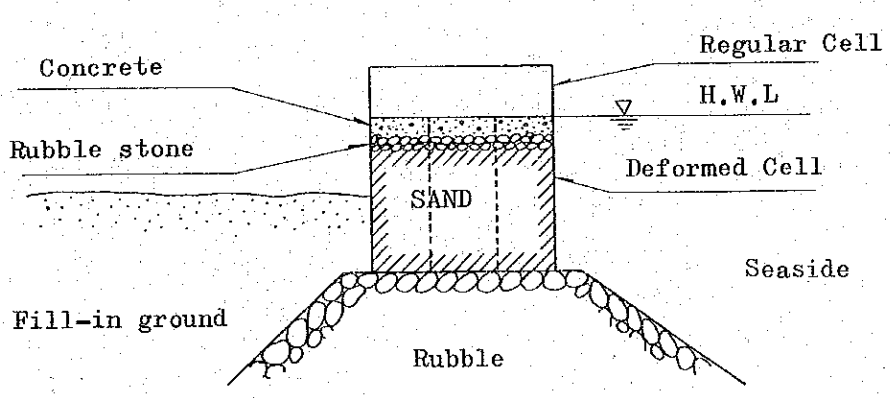
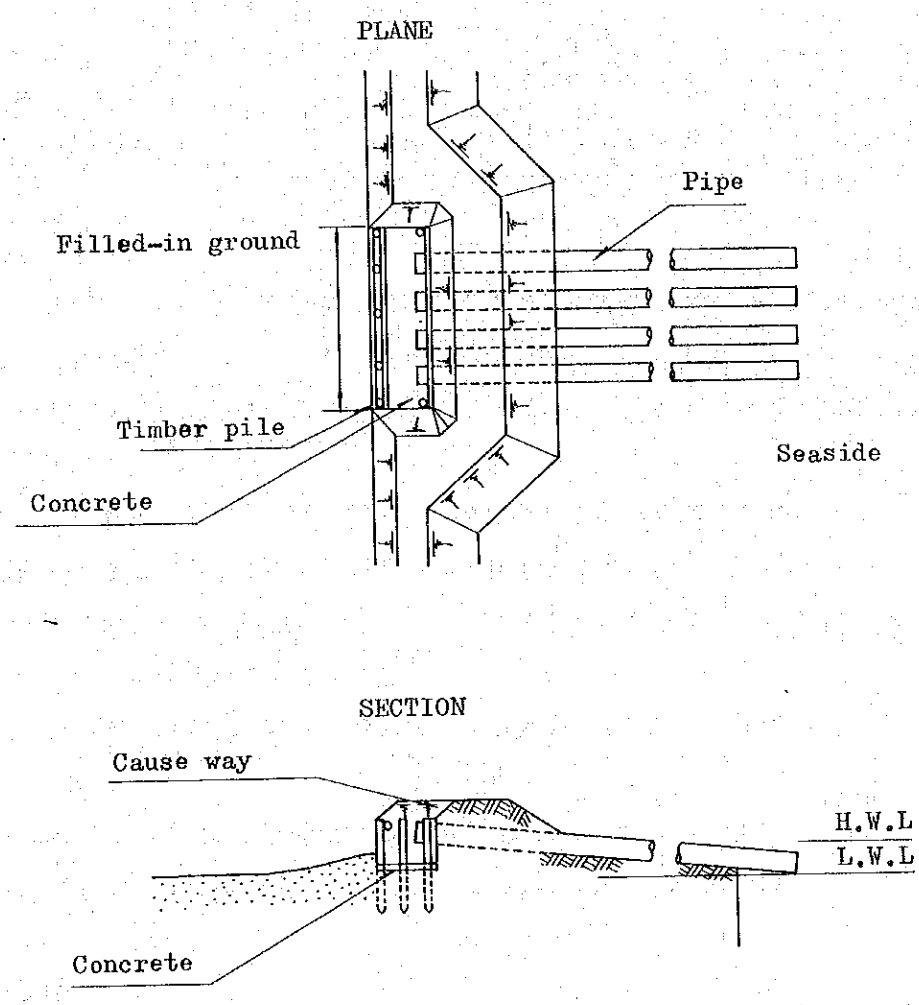


Fig. 10-31 Waste way of Tailing Bulkhead



b．主要機械一覧

Tab. 10－15 主要機械一覧

種　　別	数　　量	用　　途
2 ton クラス湿地 ブル	1台	パイプレイヤーを装着し，パイプ移動，鉱滓整地用
トラック 10 ton	1台	パイプ運搬
ガス切断機	1台	ボルト撤去

(4) 余水吐

余水吐の位置は，排出量，埋立地の面積，土質等の条件にしたがって適切な場所に設けねばならないが，位置を決めるには必しも一定した方式はない。しかし，流出する水により，余水吐の底面や側面が洗掘されるおそれがあるので，余水吐の構造には十分注意する必要がある。

潮の干満の影響がある埋立では，満潮時に余水吐から海水が流入して，乾燥しかけた土地に浸水したりするので余水吐の設ける高さにも注意を要する。

したがって，潮の干満，波浪の影響を小さくするため，余水吐は沖側へは位置しないような配置とし，越流高さはH.W.L.とする。

捨石式・コルゲート式・鉱滓式の余水吐の構造図を Fig. 10－29，10－30，10－31に示す。

鉱滓式護岸においては，余水吐の洗掘が考えられるので，Fig. 10－31に示すようなパイプ構造とし，埋立側の流入高さをH.W.L.とし，吐出口をL.W.L.とする。

10.4 工程計画

(1) 準備工

準備工は，測量工と仮設工の2つに大別される。護岸のタイプによって内容が違ってくるが，主なものとしては，次のものがあげられる。

a．測量工

i）海上測量

ii）陸上測量

b．仮設工

i）石山の開発

ii）仮設道路（石山→国道，国道→仮桟橋）

iii）仮桟橋

iv）陸上配管（海岸線沿に埋立法線まで）

これらの工種は，全て平行作業であるので，ここでは準備工期として６ケ月をみる。

(2) 護岸工

護岸工は，護岸構造によって工期に差異がある。

鉱滓式および鉱滓粒度調整式護岸は，鉱滓を用いるため，パイプラインの完成後からの施工開始となり，その工期は鉱滓式で28.8ケ月，鉱滓粒度調整式で41.2ケ月である。拾石式護岸は，多量の石材を使用するため，採石場の掘削能力，ダンプトラックの運搬能力（投入台数）によって影響をうけるが，ダンプトラック６０台の運用は可能と考えて，ここでは，トンネル部の工期と同じく３０ケ月を考える。

コルゲートセル方式は，急速施工が可能であるが，捨石堤と同じく３０ケ月を工期とする。

10.5 工事費積算

10.5.1 積算条件

(1) 積算に用いる単価は，次の資料に基づく。

(i) P・P・Aの積算資料

(ii) Equipment Rental Rates 1977
by "The Associated Construction Equipment Lessors, Inc,"

(iii) その他商社，建設会社からの資料

(2) 価格は，１９７８年

(3) 各埋立工法に共通な捨石の単価を，捨石方式で検討し，その単価を他の工法案にも適用する。

(4) 捨石の採石は，政底直轄の石山開発によるものとし（Navotas 港建設におけるP·P·A·の採用した方式），その価格はP 4.5／MT（P 6.75／m^3）とする。

(5) 従って工事費は，石の積み込みから，捨て込み完了までとする。

(6) 鋼材の輸入税，通関は計上しない。（C＆F価格＋国内輸送費）

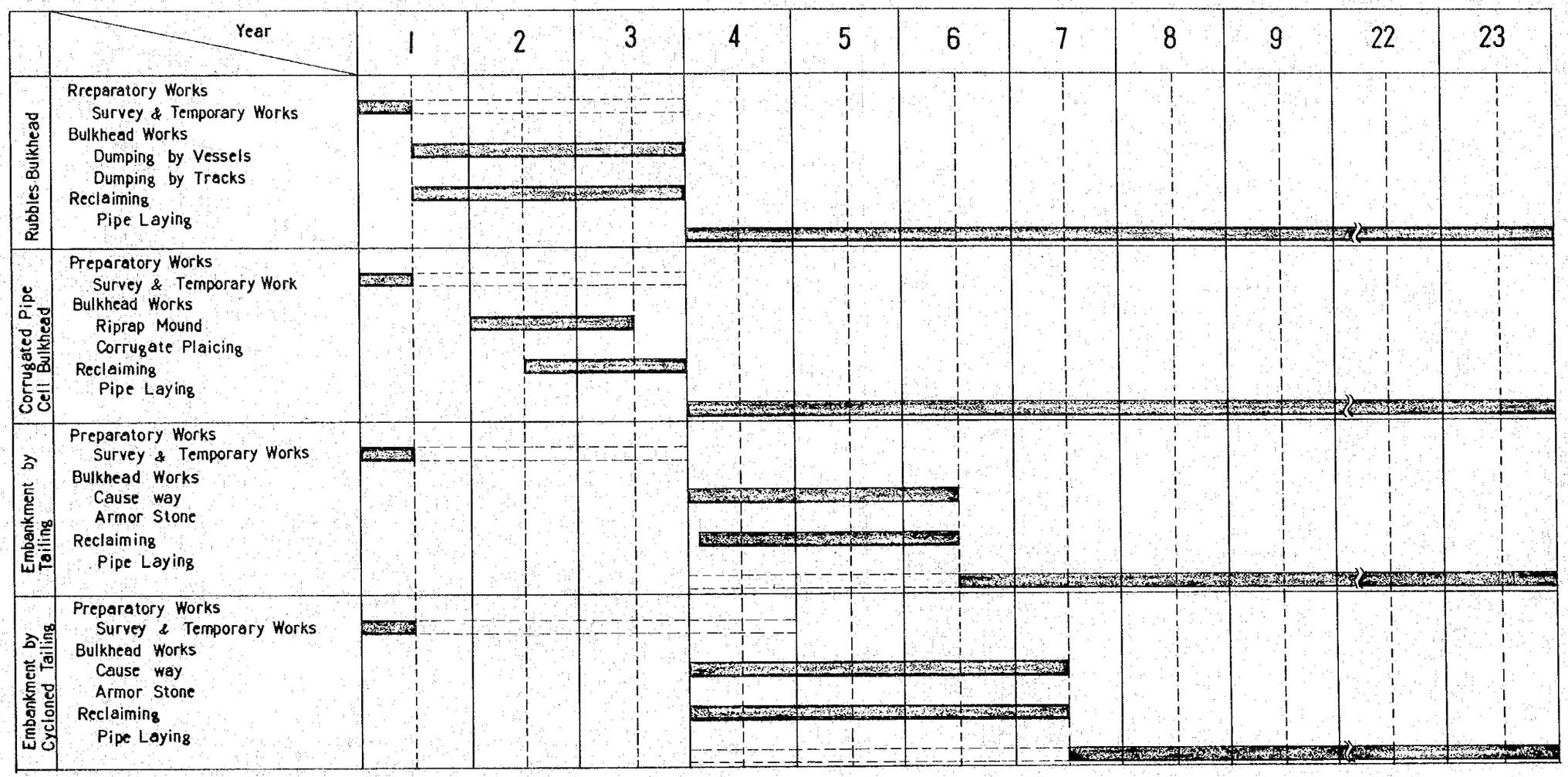
(7) 各工法によって工期に差があるので，捨込管理費，船舶費は，工期に比例させて積算する。

(8) 積算は，直接工事費だけとし，現場経費（直工費の４～５％），一般管理費｛（直工費＋現場経費）×２０％｝は別途計上とする。

(9) 捨石式，コルゲートセル式護岸については，護岸構築までの総工費を積算する。

(10) 鉱滓式，鉱滓粒度調整式護岸については，工事開始が鉱滓流送開始後であるので，築堤に必要なパイプの配管に伴う費用は，維持管理費（場内埋立費）に含める。

Table 10-16 Time Schedule of the Bulkhead Work



10.5.2. 護岸方式別工事費

(1) 捨石式護岸の工事費

Tab. 10－17 捨石式護岸工事費

工種名	仕様	数量	工事費 ×1,000Pesos	単価(₱)	備考
採石費		4,679×1,000m³	31,583	6.75/m³	政府直轄工事
積込費	2m³級ホイルローダー11台	4,679×1,000m³	21,952	4.69/m³	
運搬費	20t級ダンプトラック60台	4,679×1,000m³	110,113	23.53/m³	
均し費	10t級ブルドーザ 4台	1,530×1,000m³	2,873	1.88/m³	
捨込み費（底開バージ）	300m³積バージ(2) 250PS曳船	2,631×1,000m³	2,486	0.94/m³	
捨込み費（ガット船）	150m³積・250PS (2)	518×1,000m³	1,485	2.87/m³	
水中均し費	潜水夫船（10）	41.8×1,000m³	784	18.76/m²	
捨石管理費		25ケ月	1,734	69,360/月	
船舶費	測量船(2), 通船(2), 監督船(2)	一式	2,250		
仮設工事	桟橋工事費	一式	2,300		30m×100m
	仮設道路，作業ヤード，修理工場	一式	2,200		
合計			179,760		

注）工期は30ケ月

(2) コルゲートセル式護岸の工事費

本工法の工事費のうち，捨石堤部の工費，被覆石工については，10.5.2.の捨石式護岸の単価を採用する。

Tab. 10－18 コルゲートセル式護岸工事費

工種	内訳	数量	単価	金額 ×1,000Pesos
1.コルゲートセル工費	材料費	957基	₱72,851／基	69,718
	組立費	957基	696／基	666
	運搬・据付費	957基	1,630／基	1,560
	中詰・天端保護工費	957基	2,124／基	2,033
2.被覆石捨込費		22,400m^3		847
3.捨石堤構築費		1,964,000m^3		70,427
捨石管理工費		17.5ケ月	69.360／月	1,214
仮設工事費	桟橋・道路作業ヤード他	1式		4,500
合計				150,965

(3) 鉱滓式護岸の工事費（工期２８.８ケ月）

Tab. １０－１９ 鉱滓式護岸工事費

工種名	仕様	数量	工事費 ×10³₱	単価(₱)	備考
採石費		1,828 ×1,000m³	12,667	6.75/m³	10.5.2.の検討単価を採用
積込費	2.0m³クラスホイールローダ 5台	1,828 ×1,000m³	8,573	4.69/m³	〃
運搬費	20tクラスダンプトラック 46台	1,828 ×1,000m³	43,013	23.53/m³	〃
均し費	10tクラスブルドーザ 2台	365 ×1,000m³	686	1.88/m³	〃
捨込み費	150m³ガット船3隻	1,463 ×1,000m³	4,199	2.87/m³	〃
水中均し費	ヘルメット式	187,600m²	3,519	18.76/m²	〃
捨石管理費		28.8ケ月	832	28,900/月	
船舶費	測量船(2)・監督船(1)	28.8ケ月	1,080	37,500/月	
仮設工事費	桟橋工事費 道路，作業ヤード他	一式	4,500		
合計			79,069		

注）工期：鉱滓流送開始後２８.８ケ月

(4) 鉱滓粒度調整式護岸の工事費（４１.２ケ月）

Tab. １０－２０ 鉱滓粒度調整式護岸工事費

工種名	仕様	数量	工事費 ×1,000Pesos	単価(₱)	備考
サイクロン台車購入費	NH－30 12台 塔載台車 2台	12	1,758	146,500／台	
採石費		1,828 ×1,000m^3	12,667	6.75／m^3	
積込み費	2.0m^3ホイールローダ 4台	1,828 ×1,000m^3	8,573	4.69／m^3	
運搬費	20tクラスダンプトラック 33台	1,828 ×1,000m^3	43,013	23.53／m^3	
均し費	10tクラスブルドーザ 2台	365 ×1,000m^3	686	1.88／m^3	
捨込み費	150m^3ガット船3隻	1,463 ×1,000m^3	4,199	2.80／m^3	
水中均し費	ヘルメット式	187,600m^2	3,519	18.76／m^2	
捨石管理費		41.2ケ月	1,191	28,900／月	
船舶費	測量船(2)・監督船(1)	41.2ケ月	1,545	37,500／月	
仮設工事費	桟橋，道路 作業ヤード，修理場他	一式	4,500		
合計			81,651		

注）工期：４１.２ケ月

10.5.3. 場内埋立（配管）工事費

Tab. 10－21 埋立工事費（20年分）

工種	項目＼案	捨石方式 コルゲート・セル方式	鉱滓式	鉱滓 粒度調整式
整地	湿地ブル（20 ton）	₱ 1,421,000	₱ 1,488,000	₱ 1,488,000
運搬	トラック（10 ton）	27,000	28,300	28,300
据付	湿地ブル（20 ton）（パイプレイヤー取付）	632,000	661,000	661,000
撤去	湿地ブル（20 ton）（パイプレイヤー取付）	315,900	330,000	330,000
運搬	トラック（10 ton）	27,000	28,300	28,300
接続	枕木	612,000	641,000	641,000
	雑材料	486,000	508,000	508,000
	普通作業員	46,000	48,000	48,000
パイプ費		37,855,000	39,630,000	39,630,000
サイクロン管理費		——	——	652,000
合計		₱41,420,000	₱43,363,000	₱44,015,000

10.5.4. 導水路工事（木柵）工事費

Tab. 10－22 木柵工事費（20年分）

	B案（捨石式 コルゲート式）	D案（鉱滓式 粒度調整式）
数量	1,200m	400m
材料費	124,000	42,000
機械費	1,756,000	602,000
人件費	57,000	31,000
合計	₱1,937,000	₱675,000

第 11 章

システムの運用と保全

第１１章　システム運用と保全

１１.１　操業管理

１１.１.１　日常監視

コモンラインのオペレーションコントロールは，全ラインがすべて下り勾配のため，比較的単純とみなされる。

おもな注意事項は次のとおりである。

a　総合的運転管理は，コモンラインの起点（ Camp 4 ）の管理所に集約する。チェックポイントはフィーダーラインからの受入れ状況，コモンラインへの流送状況監視のほか各監視所からの報告確認，調整および計量取引設備の取扱いである。

b　ラインのパトロールは，トンネル内ではミニバッテリーロコ，平野部ではジープを用いる。山岳部は外的原因によるラインの異常監視，とくにトンネル坑附近，トンネル内の湧排水，落石などの保安対策，平野部はパイプとロンダーのジョイント部およびロンダー内の流れが異物で妨げられないよう留意しなければならない。

c　雨期，とくに台風時のパトロールは設備の損傷と同時にパトロール要員の保安についても配慮する必要がある。山岳部では起点，橋梁部，坑口附近の転石，海域部近くパイプラインの経過地となっている沢の部分の増水なども経験的にチェックを要する。

d　監視は原則として１日３交代制とし，管理事務は１方とする。（１１．２参照）

１１.１.２　定期点検および保全

メインテナンスの対象は，大半が流路の接液部の摩耗問題に関する仕事である。以下これを中心に参考事項を述べる。

(1)　点　　検

このＴＬＰＳは地下直埋箇所がないため，ロンダーラインおよびパイプラインの摩耗チェックを日常点検でほとんど行なうことができる。この調査は，原則として特定箇所をマークしたサンプリング測定となる。測定方法は，ロンダーでは検尺，パイプでは超音波厚さ計を用いる。測定値は継続的に追跡し，統計的に処理し，その結果をマクロ的なメインテナンスの指針に役立てる。

摩耗問題で最も重要なことは，局部摩耗のチェックと予知である。これは，スラリー輸送の多くの事例研究から，例えば，異径部や下り勾配，あるいはエヤーの巻込みの多いところなどに異常摩耗が多いことを知られている。このＴＬＰＳでは，ラインの曲率，勾配ともに異常摩耗の原因とならないように配慮した。しかし，Drop Box など落差の吸収，活用を行なう設備は 7.4 で述べたように，耐摩耗策を加えているが，異常摩耗を起しやすい箇所で

ある。また，フランジ接合部の直ぐ下流側など施工の可否に影響される箇所についても注意しなければならない。

こうした局部摩耗は，定期的にラインを切替えて内部から精査する。その結果は，現状回復だけでなく改良保全まで反映されることが望ましい。

(2) 保　　全

ラインは２０年の長期使用を予定されているので，ライン設備の保全は計画的に行なわれなければならない。保全工事のインターバルをまとめて次に示す。

	工事量	精　査	補　修	更　新
ドロップボックス	6ケ	3カ月ごと	6ケ月～1年 （部　品）	―
ドロップタンク	45ケ	3カ月ごと	6ケ月～1年 （部　品）	―
アンダーグランドフオール	2本	6カ月ごと	―	―
パイプ	6.3 Km	6カ月ごと	1年 （ローテーション）	3年 （更新）
ロンダー	19.7 Km	1年	10年	―

11.1.3　コミュニケーション・システム

長距離スラリー輸送は，パイプライン方式の場合は，通常，起点においてリアルタイムで監視，制御がなされる。ロンダーライン方式においては，パトロールで補足するほかない。したがって，通信連絡が重要となる。

全ラインは，各鉱山との連絡を含め，コモンラインの起点 Camp 4の管理事務所を中心に，各監視所に有線電話による連絡組織を構成する。また，トンネル内その他で臨時的に電話連絡可能な設備も用意されている。ライン内においてはパトロール要員の移動状況を常にコントロールセンターで把握するシステムも定められねばならない。

また，昼夜連続操業のため，保安要員の連絡，呼出しについても鉱山操業と同様にそのシステムを定めておく必要がある。管理組織については，次項に提案する。なお，エマーゼンシー対策は7.4.10，7.4.11の計画を参照されたい。

11.2　管理組織および人員

システムの運営に必要な人員は，職種およびパトロール範囲を考慮して次のように計画する。パトロールは，陸上部の山岳部と Bued 川横断以降の平野部，および海域部の3区域に大別する。陸上部のパトロールは2人1組で各方行ない，海域部は1の方に2人増の4人，2，3方

は２人の構成とする。フォアマンを各々陸上部と海域部に各方１人，ジェネラルフォアマンを各方１人配置する。スタッフとしては，流送経験者，機械，電気，土木のエンジニア各２人とした。

マネージャー		１人		
ジェネラルフォアマン		３人		
フォアマン		６人	陸上部	１人×３方＝３人
			海域部	１人×３方＝３人
ワーカー	陸上部	１２人	山岳部	２人×３方＝６人
			平野部	２人×３方＝６人
	海域部	８人	１の方	４人　２，３の方　４人
エンジニア	流送	２人		
	機械	２人		
	電気，計装	２人		
	土木	２人		
クラーク		１人		
セクレタリー		２人		
合計		４１人		

11.3 ランニングコスト

ランニングコストの中で最も大きいウエイトを占めるのはパイプラインの摩耗による補修と更新費用である。ここでは最も類似ケースである Atlas, Marcopper の事例を原則的に参考とした。両事例に比し計画した管材質は耐摩耗性にまさっているのでコストは安くなる可能性もある。

年間のランニングコストを Tab 11-1 にまとめる。

Tab 11-1 年間の操業費

単位：見積額 千₱
邦貨 千円
（換算レート３３円／₱ ）

項目			見積額	邦貨換算	比率%	備考		
陸上部	人件費		438	14,450	10	人員４１名		
	ライン設備補修費	ロンダー補修	112	3,700	3	コンクリート補修 １回／10年		
		パイプ補修	252	8,320	6	パイプの１２０°ローテーション １回／ 年		
		パイプ更新	2,882	95,100	67	パイプ重量 1,300t／年 １回／３年		
		落差工補修	136	4,480	3	ドロップボックス，ドロップタンク		
		計器補修	16	530	0.4			
		（ 計 ）	(3,398)	(112,130)	(80)			
	トンネル，道路および附帯エマーゼンシー設備補修		424	14,000	10			
	合計		4,260	140,580	100			
海域部	護岸方式別	A 捨石方式	2,278	75,170	0.35	埋立 パイプ代 1,892	埋立 配管工 179	木柵代 207
		B コルゲートセル方式	2,278	75,170	0.35	1,892	179	207
		C 鉱滓式	2,385	78,700	0.36	1,982	187	216
		D 鉱滓粒度調整式	2,421	79,890	0.36	1,982	210	220
合計	海域部A方式の場合		6,538	215,750	—			
	〃 B 〃		6,538	215,750	—			
	〃 C 〃		6,645	219,280	—			
	〃 D 〃		6,681	220,470	—			

注） 海域部の比率は陸海合計に対する比

第 12 章

経 済 評 価

第 I 2 章　経済評価

12.1　評価の考え方

一般に，あるプロジェクトに対する投資の評価は，投資効率あるいはそのプロジェクトの収益性の面から検討される。従ってプロジェクトを実行するに要する費用（建設費及び操業費または維持管理費等）と，そのプロジェクトを実行することにより得られる収入等（売上高および直接的，間接的な社会的経済効果）との比較が行われる。

しかしながら本F／Sで取扱うプロジェクトは環境改善に関するものであって，一般の企業投資または社会開発とはかなり異なる性格のものであり，評価に当り検討しなければならない要素が非常に多い。とくにプロジェクト実施後の環境については，充分な科学的調査にもとずいた予測が必要であると共に，その判断には社会的，政治的条件が加えられるべきである。

今回の調査は1ケ月と云う短期間であり，Baguio 地区鉱山の鉱滓流出による農漁業その他に対する現在の被害状況を，完全に把握すること，プロジェクト実施後の環境予測とそのプラス面，マイナス面を評価するまでには至らなかった。

また本調査団はフィリピン国内の社会的，政治的条件を考慮して，環境問題を判断する立場ではないことも当然である。

従って，本章で取り扱う評価は，F／Sの結果明らかにされたTLPシステムの建設費および操業費は，このシステムを使って鉱滓を処理する各鉱山から徴収される Toll Charge によって最終的に償還されるものとし，いくつかの想定される金利とTLPシステムのいくつかの案とを組合せた場合の Toll Charge を計算することにした。ただし各鉱山からのフィーダーラインについては含まれていない。

12.2　償還の試算

Toll Charge の計算手法は Discounted Cash Flow Method を準用した。即ち建設期間及び操業全期間において年度ごとに支出される建設費，操業費および借入金金利を Cash Out Flow とし，流送廃滓量に応じて各鉱山から徴収される Toll Charge（Unknown）を Cash in Flow としてそれぞれを，借入利率（年利率）と同じ割引率で，操業開始時点に現在価値化したものが等しくなるような，Toll Charge を求めた。

計画は建設費および操業費について 5 Case，金利について 7 Case を与え，これらの組合わせによる合計35 Case 行った。なおこの計算には電子計算機を使用した。

計算条件は次の通りである。

a．Capital Cost，Operation Cost とも各年度の始めに発生するものとする。

b. 金利は各年度の終りに支払うこととする。

c. Toll Charge は各年度の終りに入金するものとする。

d. 流送廃滓量および Operation Cost は操業期間中一定とする。

計算に与えた数値 (Input Data) は次の通りである。

a. 流送廃滓量 12,775,000DMT／Year

(35,000DMT／Day × 365 Days ／Year)

b. 期 間 建設 3ヶ年
操業 20ヶ年

c. Capital Cost (× Million Pesos)

Case	−3年度	−2	−1	+1	+2	+3	+4	Total
Case A	148	148	148	−	−	−	−	444
〃 B	136	136	136	−	−	−	−	408
〃 C	71	71	71	41	41	21	−	316
〃 D	71	71	71	30	30	30	15	318
〃 (E)	(71)	(71)	(71)	−	−	−	−	(213)

(註) Case A : 陸上部および 海域の埋立護岸は捨石方式

〃 B : 〃 〃 〃 コルゲートセル方式

〃 C : 〃 〃 〃 鉱滓方式

〃 D : 〃 〃 〃 鉱滓粒度調整方式

〃 (E) : 陸上部のみの参考計算

d. Operation Cost (× Million Pesos ／ Year)

Case A	6.6
〃 B	6.6
〃 C	6.7
〃 D	6.7
〃 (E)	(4.3)

e．金利（年利率％）

Case 1	2
〃 2	3
〃 3	4
〃 4	6
〃 5	8
〃 6	10
〃 7	15

Toll Charge の計算結果を次に示す。

Tab. 12－1 Toll Chargeの計算結果

金利 / Case	2％	3％	4％	6％	8％	10％	15％	海域部埋立護岸方式
	P／DMT							
A	2.68	2.92	3.18	3.73	4.35	5.02	6.94	捨石方式
B	2.51	2.73	2.96	3.47	4.04	4.66	6.42	コルゲートセル 〃
C	2.04	2.19	2.35	2.70	3.08	3.48	4.61	鉱滓 〃
D	2.05	2.20	2.35	2.70	3.07	3.47	4.57	鉱滓粒度調整 〃
(E)	(1.38)	(1.49)	(1.61)	(1.88)	(2.17)	2.50	3.42	（参考）陸上部のみ

計算された Toll Charge は，海域処理方式のAおよびB Case のグループと，CおよびD Case のグループとの間で差があり，また，借入金利率により大きく異なる。各鉱山はフィーダーラインの流送費，償却，金利を負担するほか，コモンラインで流送した廃滓の量に応じて，Toll Charge を支払わねばならない。

1976年の Annual Report から，各鉱山のミル元鉱1DMT当りの収入，直接コスト，税引後利益（税金を支払っていない鉱山もある）を計算した結果を Tab. 12－2に示す。

Tab. 12－2 DMT当り収入，直接コスト，税引後利益

（単位：₱／DMT）

	Philex	B. C. I.	B. M. I.	Itogon	B. X.
収入	52.35	143.35	31.44	110.15	475.00
直接Cost	23.45	146.50	26.64	94.16	395.96
税引後利益	17.47	1.69	1.46	△ 4.96	12.56
廃滓処理費	第1ダム 13 第2ダム 1.2	第1ダム（8年間） 0.94 第2ダム 建設費 2.16	ポンド 0.63	建設費 0.53	ポンド（No Ans.）推定 0.5

直接コストに対する Toll Charge の比率は，Philex B. M. I. では，金利2％の場合8～10％，金利10％の場合12～16％を占め，かなり高い。他の鉱山は直接コストが高いので，Toll Charge の比率は非常に低い。

負担能力の面から，利益と Toll Charge を対照してみると，Philex，B. X. は充分余裕があるが，B. C. I.，B. M. I.，の利益は Toll Charge より少額である。

ただし1976年と1978年4月の金属価格を比較すると，Cuは $0.64／1b から $0.60／1b と若干値下りしているが，Au は $127／oz から $180／oz と約40％値上りしているので，現在の金属価格で収支を推定すると，Philex，B. X. のほか，B. C. I.，Itogon の両鉱山も負担能力はあるが，B. M. I. は依然若しいと思われる。

他方，現行の廃滓処理方式および処理費用との面からみると，B. M. I.，Atok，B. X. の3鉱山は大型ダムがないので，従来のように両期に河川へフラッシングさせることが出来ないとすれば，鉱山の操業を続けるためには，TLPS によるしか方法がない。

Philex，B. C. I.，Itogon はそれぞれ大型ダムをもっているかあるいは建設中である。

当プロジェクトの流送廃滓の80％を占める Philex では，第1ダムへの廃滓処理の操業費と償却費とで1.3₱／DMT，第2ダムは1980年完成，1985年まで使用の予定で，同じく1.2₱／DMTとのことである。

TLPS と比較した場合，Toll Charge が最も安い Case C，金利2％で2.04₱／DMT，これにフィーダーラインの操業費と償却費の計を0.5₱／DMTと仮定すると，合計約2.5₱／DMTとなり，現行の山元ダム処理方式の約2倍になる。

本プロジェクトは Philex が参加しなければ成立しない。

Philex 社は山元ダム処理方式の計画をもっており，TLPSにより Cost が高くなる

のは避けたいとの考えをもっている。

しかし，現在の　Cost　比較のみではなく，１９８０年着工，１９８６年以降使用と予定されている第３ダムの　Cost，更にその後のダム適地の有無（一般にダムは後になる程立地条件が悪くなり　Cost　高になる），地形急峻，豪雨地帯と云う条件下における半永久的な使用済ダムの管理など，　Philex　も未検討の問題を含み，総合的に検討する必要がある。

もし仮に上記問題を加味した場合，将来の廃滓処理　Cost が２倍の２.４₱／ＤＭＴになるとすれば，ＴＬＰＳも　Feasible　となることが考えられる。

B. C. I. のダムは建設費のみで２.１６₱／ＤＭＴであり，次のダムを建設するよりは，ＴＬＰＳの方が有利になる可能性が大きいと思われる。

Itogon　の場合は　Philex　と同様であろう。

従ってＴＬＰＳによる，将来の農業被害の軽減および埋立土地の評価の見方，資金に適用される金利，等により，本プロジェクトの評価が変るので，今後政治的，社会的要因を考慮して，更に検討を加えるべきである。