15.港湾設備

15-1.設計概念

生産量:　　130,754 t/年=350 日 ＝374 乾量 t/day
　　＝400 湿量 t/日・最大

選鉱場側最大貯鉱量:　　2,000 湿量 t

港湾側最大貯鉱量:　　9,000 湿量 t

船舶積載量:　　7,000 湿量 t

15-2 船積み設備

15-2-1. 貯鉱場

港湾側最大貯鉱量: 9,000 湿量 t

見掛け比重:　　2.0t/ m^3

貯鉱容積:　V＝9,000 t÷2.0t/ m^3 ＝4,500 m^3

パイル最大高さ:　H ＝2.5 m

所要面積:　A＝V/H＝4,500 m^3 ÷2.5 m＝1,800m^2 Min.

設置面積: 32mW×64mL＝2,048m^2 ＞1,800m^2　OK

15-2-2. コンベヤー移載設備

コンベヤホッパーへの移載はホイール　ローダーで行い、精鉱の積上げ等にはブルドーザーを補助的に使用する。

ホイール　ローダー: バケット容積 2 m^3 × 2 台

ブルドーザー:　　2.5t 級 1 台

15-3.船積コンベヤ

15-3-1. 設計概念

トラック輸送された精鉱はウスカン港付近に設置された貯鉱場に堆積される。7,000 ton の貨物船が日本の製錬所に輸送するために使用される。2 台のホイールローダーで精鉱を No.1 、 2 ベルトフィーダー用のシュートに供給する。各シュートは No.3 ベルトコンベヤーに精鉱を移載し、No.4 と No.5 ベルトコンベヤーで旋回ブームベルトコンベヤー付きのシップローダーに運搬され、連続的に船艙に積み込まれる。

15-3-2. 最小ベルト速度の計算

1] No.1 及び No.2 ベルトフィーダー

処理能力 :　Q ＝250 mt/h

ベルト巾:　b＝900 mm

ベルト速度 $v=Q/\{\gamma \cdot 60k_1 \cdot k_2 \cdot (0.9b-0.05)^2\}$　　[m/min]

γ: 見掛け比重 2.0

k_1:勾配係数 1.0

k_2:トラフ各と側角による係数 0.145

$=250/\{2\times60\times1\times0.145\times(0.9\times0.9-0.05)^2\}$

＝24.8 m/min→25 m/min

2] No.3 ベルトコンベヤー

処理能力:　Q ＝450 mt/h

ベルト巾:　b＝750 mm

ベルト速度:　$v=Q/\{\gamma \cdot 60k_1 \cdot k_2 \cdot (0.9b-0.05)^2\}$　[m/min]

γ: 見掛け固体比重　2.0

k_1:1.0

k_2:0.075

$=400/\{2\times60\times1\times0.075\times(0.9\times0.75-0.05)^2\}$

＝113.8 m/min→120 m/min

3] No.4 ベルトコンベヤー

処理能力:　Q ＝450 mt/h

ベルト巾:　b＝750 mm

ベルト速度:　$v=Q/\{\gamma \cdot 60k1 \cdot k2 \cdot (0.9b-0.05)^2\}$　[m/min]

γ: 見掛け固体比重 2.0

k_1:1.0

k_2:0.145

$=400/\{2\times60\times1\times0.075\times(0.9\times0.75-0.05)^2\}$

＝113.8 m/min→120 m/min

4] No.5 ベルトコンベヤ

処理能力:　Q ＝450 mt/h

ベルト巾:　b＝750 mm

ベルト速度:　$v=Q/\{\gamma \cdot 60k1 \cdot k2 \cdot (0.9b-0.05)^2\}$　[m/min]

γ: 見掛け固体比重 2.0

k_1:1.0

k_2:0.145

$=400/\{2\times60\times1\times0.075\times(0.9\times0.75-0.05)^2\}$

＝113.8 m/min→120 m/min

15-3-3. 所要動力の計算

1] No.1 及び No.2 ベルトフィーダー

無負荷コンベヤ動力:　$P_1 = 0.06fwv(l+l_0)/367$　[kw]

水平負荷動力:　$P_2 = f \cdot Q_t (l+l_0)/367$　[kw]

垂直負荷動力:　$P_3 = \pm h \cdot Q_t/367$　[kw]

総所要動力　$P = P_1 + P_2 + P_3$

$P_1 = 0.06\times0.03\times65\times25\times(5.5+49)/367 = 0.43$ kw

$P_2 = 0.03\times250\times(5.5+49)/367 = 1.11$ kw

P_3 ＝0

P　＝0.43＋1.11＝1.54 kw

予備部品点数を節約するため、設置動力はNo.4 ベルトコンベヤーと同じ 11 kw に決定された。

2] No.3 ベルトコンベヤー

P_1 ＝0.06×0.03×54×120×(166＋49)/367＝6.83 kw

P_2 ＝0.03×400×(166＋49)/367＝7.03 kw

P_3 ＝2.0×400/367 kw＝2.17 kw

P　＝6.83＋7.03＋2.17＝15.5 kw

設置動力:22 kw

3] NO.4 ベルトコンベヤー

P_1 ＝0.06×0.03×54×120×(49.5＋49)/367＝3.13 kw

P_2 ＝0.03×400×(49.5＋49)/367＝3.22 kw

P_3 ＝3.0×400/367 kw＝3.26 kw

P　＝3.13＋3.22＋3.26＝9.61 kw

設置動力:11 kw

4] No.5 ベルトコンベヤー

P_1 ＝0.06×0.03×54×120×(232.95＋49)/367＝8.96

P_2 ＝0.03×400×(232.95＋49)/367＝9.21 kw

P_3 ＝11.1×400/367 kw＝12.0 kw

P　＝8.96＋9.21＋12.0＝130.21kw

設置動力:37 kw

15-4. シップローダー

15-4-1. 設計概念

精鉱はベルトコンベヤー型のシップローダーで船積みされる。風による欠減を防止するため、放出箇所に伸縮式のバケットチェインを設置し、その長さはブームから吊り下げたワイヤーで調節する。

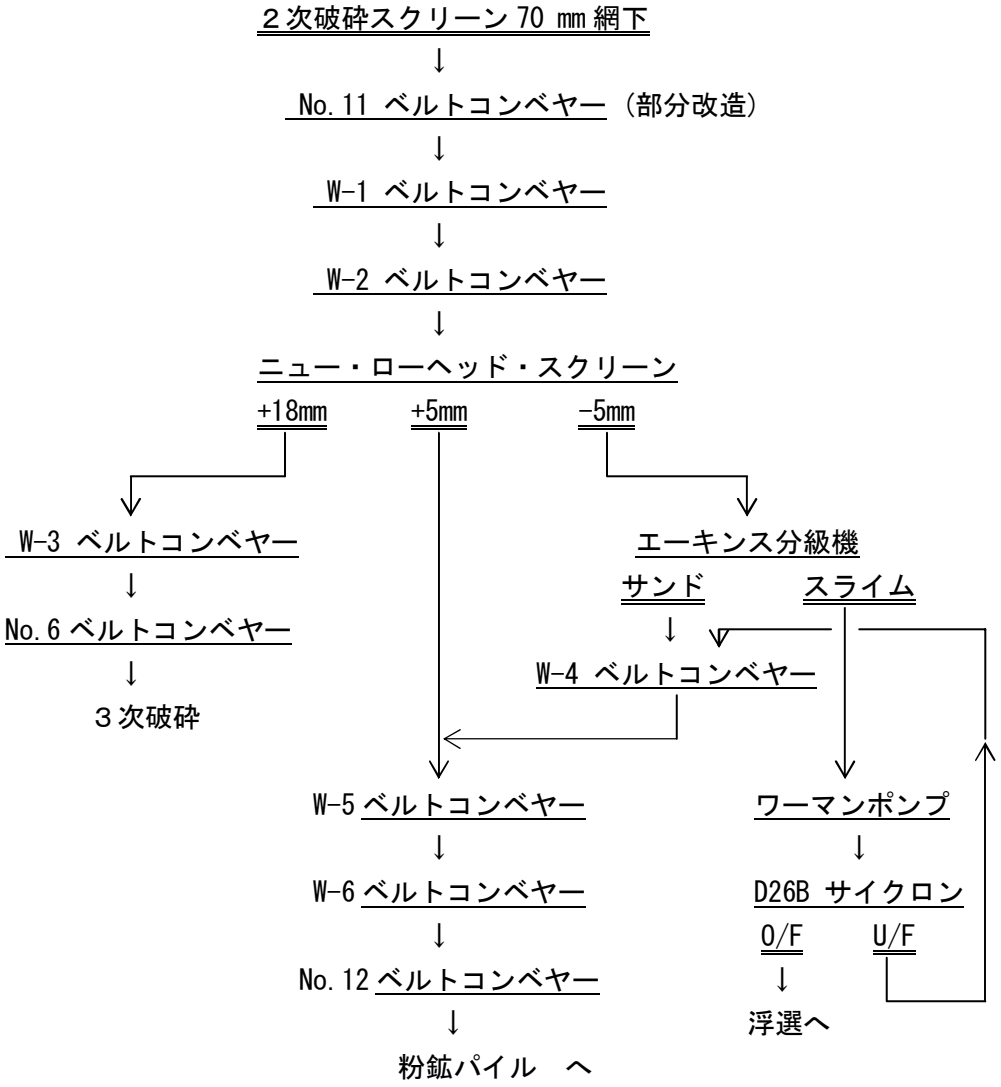
メーカー:	三機工業㈱
処理能力:	400 mt/h
ブームコンベヤー:	750 mmW×17 m×120 m/min×15kw
	昇降角度±15°
	先端速度 9 m/min×15 kw
旋回:	右 35°、左 105°、回転半径 15.8m
	先端速度 30m/min×5.5kw
横行:	範囲 4.5m
	速度 5 m/min×5.5kw
塔寸法:	総高 19.3 m
	巾　3.5 m
	長さ　4.0 m
	カウンター・ウェイト 35 mt
	カウンター・ウェイトを除く重量 38.5 mt

16. 水洗設備

16-1. 設計概念

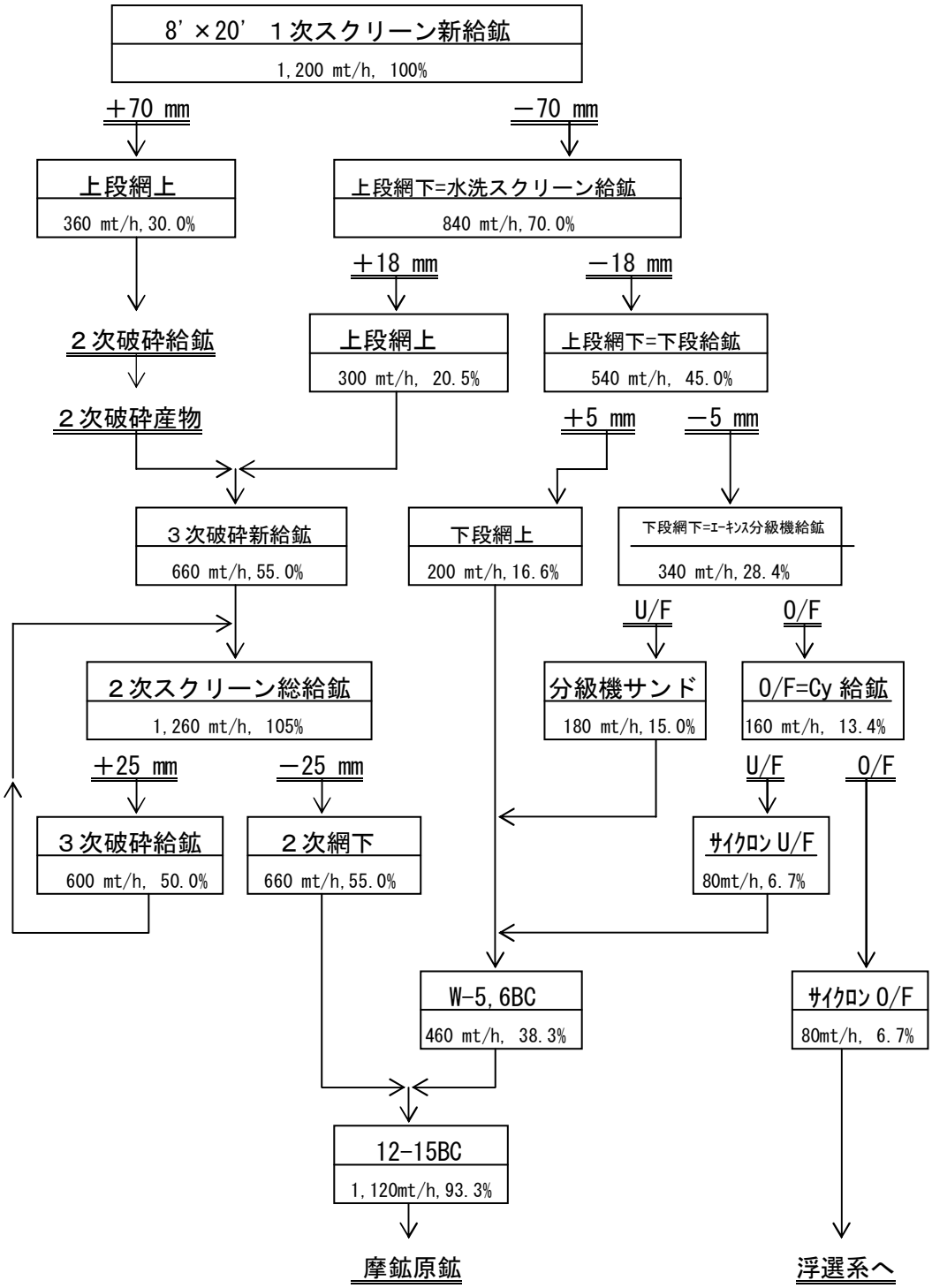
試運転当初、鉱床の地表付近から極度に粘稠な鉱石が採掘され、クラッシャーやシュートの閉塞による故障が多発し、休転の最大原因になっていた。そのため、スクリーン、機械式分級機とサイクロンを使用する仮設の水洗設備が設置されることになった。

水洗フローシート



２次破砕スクリーンの下段を撤去し、上段網下を２段ニュー・ローヘッド・スクリーンで水洗する。水洗された上段網上はコンベヤで送られて２次破砕産物に合流する。その下段網上は直接粉鉱パイルに送られる。下段網下はエーキンス分級機とクレブスサイクロンで分級され、粗粒部は下段網上に混合される。サイクロン・オーバーフローは、既設の粗選浮選機の一部を利用して浮選処理される。

16-2. 新設水洗設備を含む２，３次破砕の物質収支



16-3 最小ベルト速度の計算

16-3-1. W-1 ベルトコンベヤー

運搬能力 ：　Q＝1,200 mt/h

ベルト巾:　b＝1,200 mm

$v=Q/\{\gamma \cdot 60k_1 \cdot k_2 \cdot (0.9b-0.05)^2\}$　[m/min]

γ: 嵩比重 2.0

k_1: 1.1

k_2: 0.075

$v=1,200/\{2\times60\times1.1\times0.075\times(0.9\times1.2-0.05)^2\}$

＝114.3 m/min→120 m/min

16-3-2. W-2 ベルトコンベヤー

運搬能力:　Q＝1,200 mt/h

ベルト巾:　b＝1,200 mm

$v=Q/\{\gamma \cdot 60k1 \cdot k2 \cdot (0.9b-0.05)^2\}$　[m/min]

γ: 嵩比重 2.0

k_1:1.1

k_2:0.075

$v=1,200/\{2\times60\times1.1\times0.075\times(0.9\times1.20-0.05)2\}$

＝114.3 m/min→120 m/min

16-3-3. W-3 ベルトコンベヤー

運搬能力:　Q＝400 mt/h

ベルト巾 Belt width:　b＝900 mm

$v=Q/\{\gamma \cdot 60k1 \cdot k2 \cdot (0.9b-0.05)^2\}$　[m/min]

γ: 嵩比重 2.0

k_1:1.1

k_2:0.075

$=400/\{2\times60\times1\times0.075\times(0.9\times0.90-0.05)^2\}$

＝76.9 m/min→80 m/min

16-3-4. W-4 ベルトコンベヤー

運搬能力:　Q＝336 mt/h

ベルト巾:　b＝900 mm

$v=Q/\{\gamma \cdot 60k_1 \cdot k_2 \cdot (0.9b-0.05)^2\}$　[m/min]

γ: 嵩比重 2.0

k_1: 1.1

k_2: 0.075

$=336/\{2\times60\times1.1\times0.070\times(0.9\times0.90-0.05)^2\}$

＝64.6 m/min→80 m/min

16-3-5. W-5,6 ベルトコンベヤー

運搬能力:　Q＝768 mt/h

ベルト巾:　b＝1,200mm

$v=Q/\{\gamma \cdot 60k_1 \cdot k_2 \cdot (0.9b-0.05)^2\}$　[m/min]

γ:　嵩比重 2.0

k_1:1.1

k_2:0.070

$=768/\{2\times60\times1.1\times0.070\times(0.9\times1.20-0.05)^2\}$

＝78.3 m/min→80 m/min

16-4. ベルトコンベヤー所要動力の計算

16-4-1. W-1 ベルトコンベヤー

無負荷コンベヤ動力:　$P_1 = 0.06fwv(l+l_0)/367$　[kw]

水平負荷動力:　$P_2 = f \cdot Q_t (l+l_0)/367$　[kw]

垂直負荷動力:　$P_3 = \pm h \cdot Q_t/367$　[kw]

総所要動力　$P = P_1 + P_2 + P_3$

$P_1 = 0.06\times0.03\times90\times120\times(14.7+49)/367 = 3.37$ kw

$P_2 = 0.03\times1,200\times(14.7+49)/367 = 6.25$ kw

$P_3 = +2.2\times1,200/367 = 7.19$ kw

$P = 3.37+6.25+7.19 = 16.81$ kw

$P_i = 16.81/0.8 = 21.01 \rightarrow 22$kw

16-4-2.W-2 ベルトコンベヤー

$P_1 = 0.06\times0.03\times90\times120\times(46.2+49)/367 = 5.04$ kw

$P_2 = 0.03\times1,200\times(46.2+49)/367 = 9.33$ kw

$P_3 = +7.2\times1,200/367$ kw＝23.54 kw

$P = 5.04+9.33+23.54 = 37.91$ kw

$P_i = 37.91/0.8 = 47.38 \rightarrow 55$kw

16-4-3.W-3 ベルトコンベヤー

$P_1 = 0.06\times0.03\times63\times80\times(12.2+49)/367 = 1.51$ kw

$P_2 = 0.03\times336\times(12.2+49)/367 = 1.68$ kw

$P_3 = -0.3\times336/367$ kw＝－0.27 kw

$P = 1.51+1.68-0.27 = 2.92$ kw

$P_i = 2.92/0.8 = 3.65 \rightarrow 5.5$kw

16-4-4. W-4 ベルトコンベヤー

P_1 ＝0.06×0.03×63×80×(6.8＋49)/367＝1.37kw

P_2 ＝0.03×336×(6.8＋49)/367＝1.53 kw

P_3 ＝0 kw

P　＝1.37＋1.53＝2.90 kw

P_i ＝2.90/0.8＝3.63→5.5kw

16-4-5. W-5 ベルトコンベヤー

P_1 ＝0.06×0.03×90×80×(33.2＋49)/367＝2.90 kw

P_2 ＝0.03×768×(33.2＋49)/367＝5.16 kw

P_3 ＝＋6.3×768/367 kw＝13.18 kw

P　＝2.90＋5.16＋13.18＝21.14 kw

P_i ＝21.14/0.8＝26.55→30kw

16-4-6. W-6 ベルトコンベヤー

P_1 ＝0.06×0.03×90×80×(7.0＋49)/367＝1.98 kw

P_2 ＝0.03×768×(7.0＋49)/367＝3.52 kw

P_3 ＝＋1.2×768/367 kw＝ 2.51kw

P　＝1.98＋3.52＋2.51＝8.01 kw

P_i ＝8.01/0.8＝10.01→11kw

16-5. ニュー・ローヘッド・スクリーン

16-5-1.設計概念

2,3 次破砕場の 1 次スクリーンの上段網下を、増設ニュー・ローヘッド・スクリーンで水洗し、スライムを分離する。後段のエーキンス分級機の負荷を減らすため、5mm の織網で粗粒を分離するが、織網を保護するため、18mm の角穴打抜き鋼板で保護する。打抜き鋼板はゴムライニングで耐摩耗性を持たせる。

16-5-2.所要面積の計算

所要スクリーン面積は、 次の式で与えられる。

$$A=\frac{Q}{CIDS_oS_hFEOWYMZ}$$

ここで A:所要スクリーン面積　　[ft^2]

Q :給鉱中の網下量

上段　540mt/h×1.102＝595.08　　[st/h]

下段　340mt/h×1.102＝374.68　　[st/h]

C :網目サイズに依存する基準能力 2.20　　[st/h/ft^2]

網目　mm	6.4	12.7	19.1	25.4	31.8	38.1	44.5	50.8	57.2	63.5
St/h/ft^2	1.05	1.70	2.20	2.65	3.05	3.42	3.74	4.02	4.23	4.40

補完法により 18mm では、C＝2.12

I ：スクリーンの傾斜による係数 0°で 1.0 、 20 ° 0.95

D ：段数による係数; 上段 1.00,中段 0.90 下段 0.80

So：給鉱中の網目より大きい粒子による係数 （オーバーサイズ係数）

10%	20	30	40	50	60	70	80	85	90	95
1.05	1.01	0.98	0.95	0.90	0.86	0.80	0.70	0.64	0.55	0.40

70%が網目より大きいと仮定すると、So=0.8

Sh：ハーフサイズ係数、給鉱全体に占める網目の半分以下のサイズの比率%

0%	10%	20	30	40	50	60	70	80	85	90	95
0.44	0.55	0.70	0.80	1.00	1.20	1.40	1.80	2.20	2.50	3.00	3.75

50%が網目より小さいと仮定すると、Sh=0.8

F ：網目の形状による係数、

正方形;1.0, 円; 0.8、矩形:L/S=2～3 ;1.6, L/S=3～6;1.4, L/S>6; 1.1

E: 効率係数；給鉱全体に占める網目の半分以下のサイズの比率%が 70%以上の場合、効率が上がる。

比率%	70	80	85	90	95
E	2.25	1.75	1.50	1.25	1.00

O ：開口率による係数＝1－0,02(50－開口率%)

上段; 18mm 角孔　千鳥配列、O＝1－0,02(50－40)＝0.8

下段　 5×11mm　6mmφ織網　O＝1－0,02(50－30)＝0.6

W ：かさ密度による係数＝1.7/1.6＝1.06

Y ：粒子の形状による係数、長径／短径の比が３以上で、かつ短径が網目の 1/2～2/3 の粒子が給鉱全体に占めるパーセントによって変わる係数

(5%; 1.00, 10%; 0.95, 20%; 0.85)→1.0

M: 湿式篩分による係数

乾式;1.0、

湿式　（水を給鉱 m^3/h 当り 25～50ℓ掛ける場合に使用）

網目	25.4mm	19.1	12.7	9.5	7.9	4.8	3.2	1.6	0.8
M	2.9	2.71	2.5	2.25	2.1	1.9	1.75	1.5	1.25

Z:湿分及び粘着性の係数

湿った泥状又は粘った岩石、石膏、燐鉱石等；　0.75

表面の濡れた採掘物、水分＞6%で非吸湿性物；0.85

乾燥塊状物質、水分＜4%　　1.0

	Q	C	I	D	So	Sh	F	E	O	W	Y	M	Z
上段	595.08	2.12	1.0	1.0	0.96	0.8	1.0	1.25	0.8	1.06	0.95	2.55	0.85
下段	374.68	1.05	1.0	0.9	0.86	1.0	1.6	2.0	0.6	1.06	0.95	2.1	0.85

上段　$A=\dfrac{595.08}{2.12\times1\times1\times0.96\times0.8\times1\times1.25\times0.8\times1.06\times0.95\times2.55\times0.85}=167\ ft^2$

スクリーン巾を 8ft と仮定すると、長さＬは

$L=167\ ft^2/8\ ft=20.9\ ft$

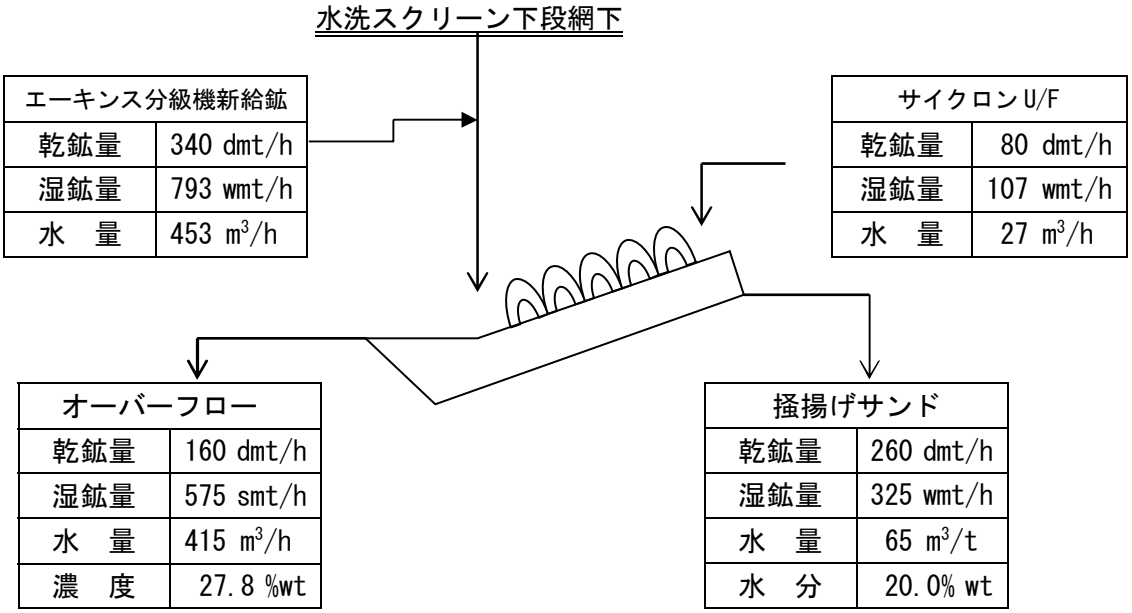
標準型では 20 ft の次は 22 ft であるので、8 ftW×22 ftL とする。

下段　$A=\dfrac{374.68}{1.05\times1\times0.9\times0.86\times1\times1.6\times2\times0.6\times1.06\times0.95\times2.1\times0.85}=134\ ft^2$

$A=134<8\times22=176\ ft^2$…OK

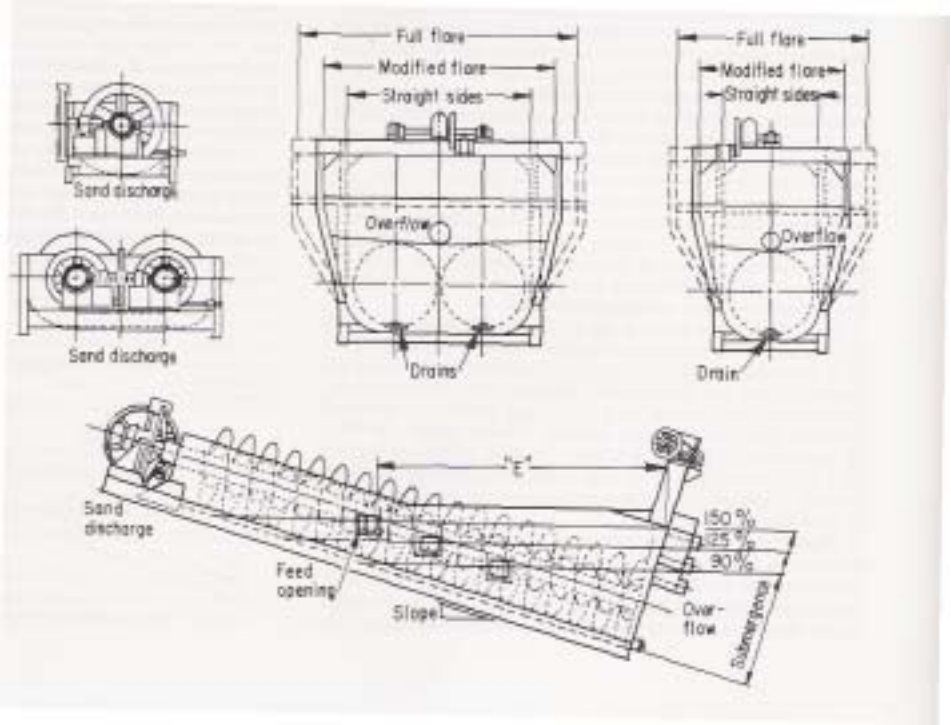
16-6. エーキンス分級機

16-6-1. 物質収支

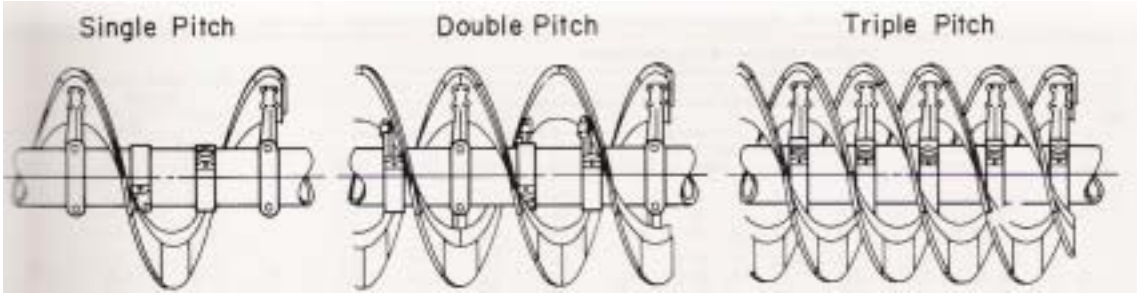


16-6-2. 設計概念

破砕や運搬に障害をもたらすスライムは、最終的にサイクロンで選別されるが、粗粒が多いと磨耗が激しいので、予め機械式分級機で粗粒を分離する。機械式分級機には大別して、レーキ分級機とスパイラル分級機がある。前者は分級性能が良いが、運転が難しく高価である。後者は構造が簡単で、床面積当りの処理能力が大きく、沈殿による故障も少ない。水中軸受けの故障もシールの進歩で改善された。従ってスパイラル分級機の一種の Akins 型を採用する。



スパイラル分級機には、上図に示すように掻揚げ装置が１組の単軸型と２組の双軸型があり、それぞれにプールの巾から、ストレート型、モディファイド・フレア型、フル・フレア型がある。また、下図に示すように、掻揚げ能力を上げるため、スパイラル構造を二重、三重にしたダブルピッチ型、トリプルピッチ型もある。分級サイズを変えるためスパイラルの浸漬率を 90%、125%、150%に変えたものが製作されている。スパイラルのピッチや回転数、タンクの勾配もメーカーにより差異がある。



修理の点から単軸型 2 台とする。

掻揚げ鉱量から東北機械㈱資料により、スパイラルを 1,800φ×900 ピッチ×ダブル×7.5kw 型とする。

O/F 鉱量から、タンク型式をフルフレア・ハイウェア型とする。

16-7. ワーマンポンプ

16-7-1. 設計概念

所要流量：乾量;　　160 mt/h×1/2.7t/m^3×1/60 min/h＝0.99m^3/min

水量;　　415 m^3/h×1/60 min/h＝6.91m^3/min

パルプ量; 0.99m^3/min＋6.91m^3/min＝7.90 m^3/min

流速：　管径を 250A と仮定すると

V＝7.90m^3/min×1/60sec/min×1/{π/4×(0.25m)^2}＝2.68m/sec

V＜3.0m/sec であるので磨耗上の問題はない。

16-7-2. Darcy の式による摩擦損失の計算

$$hs = f \cdot \frac{L \cdot V^2}{D \cdot 2g}$$

ここで	hs ：摩擦水頭損失		[m]
	L ：管長	20.0	[m]
	D ： 管内径	0.25	[m]
	V ：平均流速	2.68	[m/sec]
	g ：重力加速度	9.80	[m/sec^2]
	f ：摩擦損失係数	0.02	

従って

$$hs = 0.02 \times \frac{20.0 \times 2.68^2}{0.25 \times 2 \times 9.8} = 0.59m$$

総水頭＝実水頭 ＋圧力水頭 ＋損失水頭

＝10.00m＋10.0m＋0.59＝20.59m

この総水頭はスラリー輸送の場合は、補正係数を掛けて補正する必要がある。

最終総水頭＝20.59m/0.69＝30.0m

16-7-3 ポンプの回転速度及び所要動力の計算

1] ポンプの回転速度 N_2

$$N_2 = N_1\sqrt{\frac{H_2}{H_1}}$$

ここで	N_1 ：標準吐出水頭での標準回転数	[rpm]
	H_1 ： 標準吐出水頭	[m]
	H_2 ： 所要吐出水頭	

Warman 10/8 ポンプの場合,　H_1 ＝22.6mH で　N_1 ＝703 rpm,

従って N_2 ＝703×$\sqrt{30/22.60}$ ＝810 rpm

2]　所要軸動力 P_2

$P_2 = P_1 (N_2 / N_1)^3 = 52.8 \times (810/703)^3 = 78.0$kw

ここで　P_1 :標準吐出水頭での標準動力　[kw]

N_1 : 標準回転数　[rpm]

N_2 : 所要回転数　[rpm]

3] 設置動力　P

P＝(所要軸動力)/(ポンプ効率×V-ベルトの機械効率×安全率)

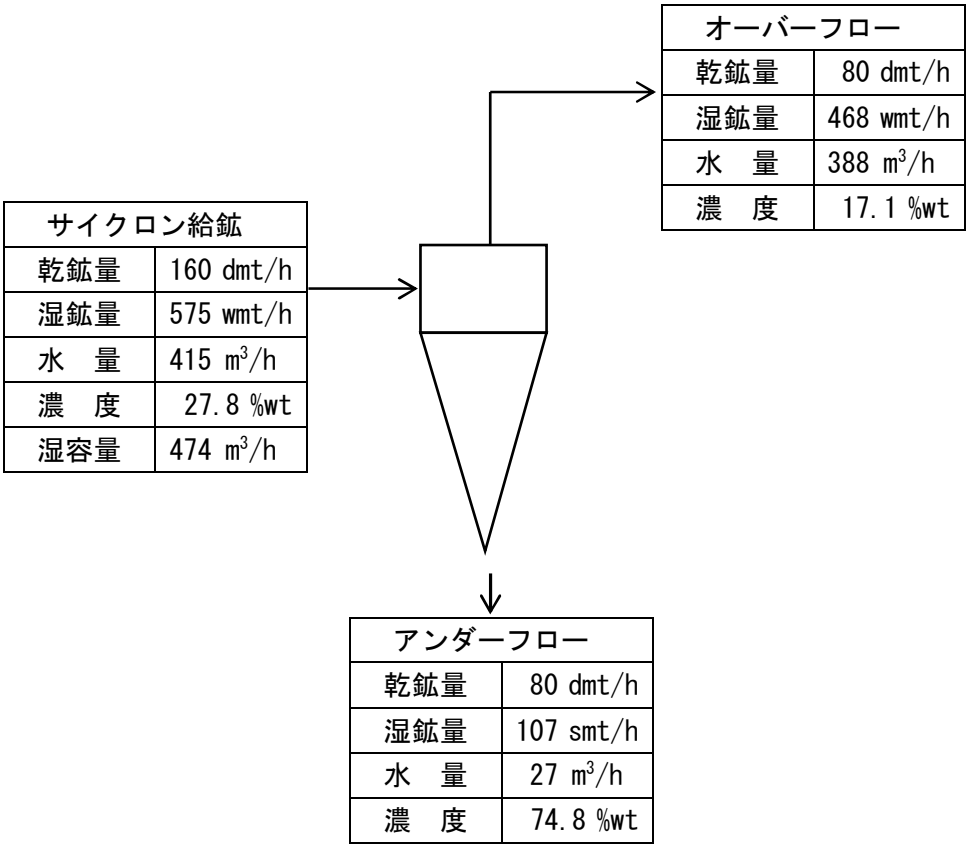
＝78.0×1/0.76×1/0.95＝108.0kw→丸めて 110kw とする。

16-7-4. ポンプ型式の選定

太平洋金属㈱製 10-8FAH EL 4VM VL 型　110 kw とする。

16-8.サイクロン

16-8-1.物質収支



16-8-2. 設計概念

機種の選定は、建設スペースと費用節減のため、摩鉱用と同機種で出来るだけ大型で少数とする。

16-8-3. サイクロンの選定

Krebs 社の D26B 型は、流入圧力 11 psi（0.8kg/cm^2）で約 250st/h＝226.9mt/h の処理能力がある。D15B 型は 1.9m^3/min のパルプ処理能力があるが、給鉱は 7.9m^3/min であるので 4 台必要である。従って D26B 型 1 台とする。

以上