力したい。

(2) シックナの容量不足 生産規模に比し、シックナ設備がやや弱体で、特にスライムシックナは容量不足で、スライム量の変動吸収が円滑に行なわれない。シ

ックナに整流装置を取付け沈降速度の促進をはかるなどの対策を講じているが技術的解決には至らず、ストレージ槽を使用しているにもかかわらず、スライム浮選給鉱量、濃度の変動は避けられない。

八 茎 選 鉱 工 場

Yaguki Plant

秋 元 敏 男¹

Toshio AKIMOTO

2. 概 説

八茎鉱業所は常磐線四ツ倉駅北西約12km、標高250mに位置し、駅前よりバスにて約40分を要する。当所より太平洋を遠望することができ、四季を通じて比較的温暖な気候に恵まれ、鉱山所在地としては絶好の地といえる。

当鉱山は約600年前に発見され、天正年間より原始的な採掘が行なわれたといわれる。本格的な採掘が行なわれたのは明治23年以降で、大正初期までは当時における近代的な銅鉱山として盛んに稼行された。しかしその後は第1次大戦後の恐慌により経営が行詰り、大正14年には逐に閉山のやむなきに至っている。昭和14年になつて磐城セメント株式会社が鉱業権を買収し、自家工場原料として石灰石の採掘をつづけたが、昭和27年再び休山した。昭和29年当社はこれらの鉱業権を買収し、探鉱の結果優勢な銅鉱床の賦存を確認したので、32年に八茎鉱業所を発足させて本格的な開発に着手した。

鉱床は本邦における典型的な接触変質交代鉱床である。鉱体は緩く傾斜した八茎石灰岩層の下盤際に形成され、特に向斜軸および背斜軸付近では厚くなつた不規則な塊状をなして存在し、海拔30mより420mの間に第1鉱体から第4鉱体まで確認している。

選鉱については、探鉱ならびに開発坑道よりの鉱石を対象とした試験室におけるバッチ試験、3t/日のテストプラントによる連続試験を経て、昭和33年10月に200t/日のパイロットプラントを設置、操業条件の研究および作業員の教育訓練等を行なつて、将来に対する基盤を確立した。その後鉱床の規模が次第に明確となるにともない、35年に1,200t/日、36年に1,700t/日、43年に2,000t/日と逐次スケールアップして今日に至っている。

2. 粗 鉱 の 性 状

2.1 鉱石鉱物、脈石

1. 正会員 日鉄鉱業株式会社八茎鉱業所 選鉱課長

写真1 八茎選鉱工場全景

粗鉱の構成鉱物は黄銅鉱を主とし磁鉄鉱、磁硫鉄鉱、黄鉄鉱の外、灰重石、その他僅かながら方鉛鉱、輝水鉛鉱、輝コバルト鉱を含む。脈石としてはスカルン帯の上下盤である石灰石、粘板岩の他に、スカルン帯を構成している灰鉄輝石、灰鉄柘榴石を主体とし、緑簾石、方解石、石英、およびその他の輝石類(例えば珪灰石)、角閃石類よりなる。また灰重石が灰鉄輝石と石英の間にあり、スカルン帯の上盤際において諸方にみることができる。

2.2 鉱物の組成と鉱石の組織 (第1表、第2表)

黄銅鉱は灰鉄輝石および柘榴石と共生するが、灰鉄輝石により多く胚胎され、磁鉄鉱、磁硫鉄鉱とも共生している。磁鉄鉱は主として柘榴石中に大きな塊状をなすほか灰鉄輝石中にも含まれている。磁硫鉄鉱はほとんどが灰鉄輝石と共生し、向斜軸付近に特に多い。方鉛鉱、閃

Cp: 黄銅鉱 G: 脈石
Ma: 白鉄鉱 Po: 磁
硫鉄鉱 Mt: 磁鉄鉱

写真2 八茎銅鉱石の顕微鏡写真
(×64.5)

第1表 粗鉱の鉱物組成 (%)

黄銅鉱	磁鉄鉱	磁硫鉄鉱	黄鉄鉱
2.2	5.5	0.8	0.15

第2表 粗鉱中の脈石の割合 (%)

柘榴石	灰鉄輝石	緑簾石	粘板岩	石灰石	その他
53.5	24.0	1.9	4.7	7.0	0.25

第3表

G _{bp} g/r	Wis		備 考			
	kWh/ s. t	kWh/t	F 80(μ)	P 80(μ)	C. L (%)	新給鉱の 見掛比重
1.75	15.24	16.80	1,900	170	246	2.36

第4表

成 分	Cu	Fe	S	Bi	P	SiO ₂	Al ₂ O ₃
品 位 %	0.73	19.39	1.00	0.03	0.027	36.28	3.37
成 分	CaO	MgO	Mn	Pb	Zn	FeO	
品 位	25.89	1.46	0.46	tr	0.047	1.91	

亜鉛鉱、輝水鉛鉱は極少量で東翼のスカム中に部分的に点在している。

2.3 鉱石の粉碎性

使用ミル、測定方法とも JIS 標準法により、210 μ JIS 標準ふるいを使用しワークインデックスの測定結果は第3表のようである。

2.4 原鉱の完全分析表

原鉱の完全分析を示すと第4表のようである。

3. 操 業 概 況

八茎選鉱工場の操業方式は銅の単一浮選および磁選であつて、銅精鉱および鉄精鉱を生産している。操業は破碎関係2方、粉碎以下3方で、2,000t/日の粗鉱を選別処理している。

3.1 受入および坑口破碎

坑内各採掘切羽よりの鉱石は 500mm グリズリを通過させた後、すべて 230mL 通洞坑にあつめられ、10 t トロリー電車にけん引されたグランビ鉱車により坑口付近にある 120 t 容量の受入ホッパに投入される。ホッパの鉱石はエプロンフィーダで拔出し、42'×36" ブレーキクラッシャ(セット110mm)にて破碎、直列4基の30" ベルトコンベヤ(速度 90m/min, 平均勾配18°)により延長 320m, 高低差80mを運搬して、選鉱場最上部の 400 t 原鉱鉱舎に投入貯鉱する。急傾斜コンベヤにはそれぞれスリップ検出装置を設置して非常の場合に備えるとともに、上部鉱舎の投入状況は I. T. V. により監視する。

第1図 八茎選鉱工場系統図

3.2 破碎およびふるい分け

原鉱鉱舎よりエプロンフィーダによって拔出し、1次スクリーン(4'×8' 50mm, 20mm)に給鉱する。20mm以上の塊鉱は 7# ジャイレトリクラッシャ(セット50mm)で破碎し、さらに2次スクリーン(4'×8' 15mm)で粉鉱を除いてその網上をF型1,300mmコーンクラッシャ(セット10mm)により破碎する。この破碎産物は上述各スクリーンの網下と共にミル原鉱鉱舎上に設置された最終スクリーン(6'×12' 10mm)に給鉱し、網下はミル原鉱鉱舎に投入する。網上はSH型1,200mmコーンクラッシャで破碎の上、最終スクリーンとの閉回路操業を行なう。なお金属片除去のためにメタルディテクタを原鉱鉱舎よりの拔出しコンベヤおよび2次スクリーンに対する給鉱コンベヤに設置し、クラッシャの保護を行なっている。また水分2.5%の原鉱に対しすべて乾式破碎であるため、各所に収塵フードを設置し、これらをターボファンにより湿式サイクロン収塵装置に導き処理している。

3.3 粉碎および分級(第5表、第6表)

ミル原鉱鉱舎より抜出口2箇所1組のポイドメータによって定量引出された鉱石は、トリコンボールミル4台(9'×4'×6'×8')と15inサイクロンとの閉回路で粉碎され浮選給鉱となる。

3.4 浮 選

浮選給鉱は鉱液濃度40%で、ゴミ除去の後パイン油およびSHS剤を添加し、1次浮選機(ワーマン66# 型12

第5表 粉碎粒度分布表 (1969年9月分)

ミ ル 給 鉱			サイクロン オーバフロー							
粒 度		残分積算重量	粒 度		残 分 積 算 重 量 %					
mesh	mm	%	mesh	mm	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	平均	再摩鉱
3	10.00	2.9	—	—	—	—	—	—	—	—
4	6.68	29.1	48	0.297	1.20	1.00	1.00	0.90	1.02	—
6	4.70	42.4	65	0.210	3.54	2.58	2.68	2.52	2.86	—
8	3.33	55.0	100	0.149	10.32	8.20	8.80	8.68	8.94	0.04
10	2.36	62.9	150	0.105	22.94	20.50	21.96	21.84	21.78	0.20
14	1.65	69.8	200	0.074	34.40	32.74	34.32	33.90	34.10	0.76
20	1.17	76.1	270	0.053	—	—	—	—	44.20	2.36
	0.83	80.4	400	0.037	—	—	—	—	53.70	7.68
	0	100.0	—	0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
F 80 (mm)		8.0	P 80 (μ)		116	107	113	112	112	25

第6表 粉碎操業資料 (1969年9月)

種 別	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	計
電動機容量 kW	260	260	260	280	1,060
回 転 数 rpm	17	17	17	19.7	—
%臨界速度	66.1	66.1	66.1	76.7	—
給 鉱 量 t/h	21.1	21.0	21.1	22.5	85.7
給鉱80%粒度 mm	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0
産物80%粒度 μ	116	107	113	112	112
80%粉碎比	69.0	74.8	70.8	71.4	71.4
排鉱濃度 % Solids	65.9	63.4	62.5	62.4	63.5
実消費動力 kW	192.2	190.5	203.3	261.0	847
消費電力量 kWh/t	9.11	9.06	9.32	11.59	9.85
仕事指数(Wio) kWh/t	11.15	10.59	11.24	13.91	11.82
ボ ー ル 径 mm	90. 75. 50	90. 75. 50	90. 75. 50	90. 75. 50	90. 75. 50
補 給 比	25 : 34 : 41	25 : 34 : 41	21 : 34 : 45	25 : 34 : 41	24 : 34 : 42
ボール消費量 g/t	675	665	668	702	673
ライナー消費量 g/t	126	128	130	170	139

区)に給鉱する。1次浮選のフロスは1次精選機(24#FW型4区)で精選し、精鉱シクナに導く。1次浮選の尾鉱はさらにパイン油およびSHS剤、鉱質によりKAXを添加し2次浮選機(ワーマン48#型32区)に給鉱する。このフロスは上述1次浮選片刃および1次精選の尾鉱とともにシリンドリカルミル(5'×5')で再粉碎の上、ケブラチヨを加えて2次精選機(24#FW型16区)、3次

精選機(24#FW型4区)で精選し、3次精選フロスを1次精選フロスとともに最終精鉱とする。2次浮選の尾鉱は1号磁選系給鉱となる。再粉碎系精選の尾鉱は清掃浮選機(ワーマン48#型8区)に給鉱し、フロスは3次精選尾鉱とともに2次精選系に繰返す。清掃浮選尾鉱は再粉碎系尾鉱として2号磁選系磁選機に給鉱する。

3.5 磁 選

1号磁選系：粗選機(M-36特殊型クロケット2,000G3台)の精鉱は精選磁選機(2ドラム型600~1,000G2台)で精選し、精鉱はボールミル-サイクロン閉回路で-400mesh70%に再粉碎し、脱硫浮選機(ワーマン48#型8区)に給鉱する。銅分の高いフロスは精選浮選機(21#FW型3区)に送り、精選の上、銅精鉱としてシクナに導く。沈鉱は銅分の低い鉄精鉱であり最終鉄精鉱として脱水系カラーコーンに流送する。粗選機、精選機の尾鉱は清掃用磁選機(ドラム型1,000G3台)に給鉱し、

片刃精鉱は精選磁選機に繰返す。精選浮選機の尾鉱は2号磁選系に給鉱する。

2号磁選系：銅再粉碎系尾鉱より鉄精鉱を回収するもので粗選機(ドラム型1,000G)、精選機(ドラム型800G)を経て採取した精鉱は、給鉱の性質上銅、硫黄分が高いためそのまま別に貯鉱する。尾鉱は廃滓とする。

3.6 精鉱処理 (第7表)

第7表 精鉱の粒度分布および粒度別品位

産 物	粒 度 (mesh)	重 量 %		Cu			S			Fe		
		粒度別	残分積算	品 位 %		分布率 %	品 位 %		分布率 %	品 位 %		分布率 %
				粒度別	残分積算		粒度別	残分積算		粒度別	残分積算	
銅 精 鉱	100	0.4	0.4	19.86	19.86	0.3	21.12	21.12	0.3			
	150	2.8	3.2	21.36	21.17	2.6	22.50	22.33	2.3			
	200	5.5	8.7	21.09	21.12	5.0	23.22	22.89	4.7			
	270	7.5	16.2	20.46	20.81	6.5	23.35	23.15	6.5			
	400	10.9	27.1	19.32	20.21	9.0	23.22	23.18	9.3			
	-400	72.9	100.0	24.60	23.41	76.6	28.66	27.18	76.9			
	計	100.0		23.41		100.0	27.18		100.0			
鉄 精 鉱*	100	0.2	0.2	0.179	0.179	0.6	0.752	0.752	0.2	37.01	37.01	0.1
	150	0.6	0.8	0.095	0.116	0.9	0.971	0.916	0.7	46.15	43.86	0.5
	200	4.8	5.6	0.058	0.066	4.6	0.950	0.945	5.4	54.20	52.92	4.2
	270	9.8	15.4	0.056	0.060	9.0	0.936	0.939	10.8	59.03	56.73	9.4
	400	13.6	29.0	0.047	0.058	10.5	0.925	0.933	14.9	60.12	58.32	13.3
	-400	71.0	100.0	0.064	0.061	74.4	0.810	0.846	68.0	62.78	61.49	72.5
	計	100.0		0.061		100.0	0.846		100.0	61.49		100.0

※) 鉄精鉱の粒度分布および粒度品位については投稿時、1号磁選系ミル

注) 未稼動につき推定値を示す。

銅精鉱フロスはシックナ(15,000φ×3,000)で濃縮し、オリバフィルタ(8'φ×8', 8'φ×12')で脱水の上、貯鉱舎に投入する。

鉄精鉱パルプはカラーコーン(4,000φ)で濃縮し、ドルコフィルタ(3,000φ×1,000)で脱水の上、貯鉱舎に送る。銅鉄とも脱水操業は計測設備により自動断続運転を行なっている。

3-7 廃滓処理

最終尾鉱は微粒子の沈降を促進させるため消石灰(1.4 kg/t程度)を加えた後、サイクロンおよびシックナ(30 mφ)により50%程度に濃縮し、マルスポンプで約2,600 mを坑内採掘跡に管流送する。そしてポンプあるいは坑内状況に異常ある場合のみ、そのまま8"放泥管により仁井田川攔止堤内に自然流入させる。坑内採掘跡、攔止堤ともそのなかで固形物を沈降堆積させ、上澄水は放流する。

3-8 用 水

選鉱場が山の中腹にあるため、上部よりの取水は不可能で、4m³/minの必要水量はすべてポンプによつて揚水している。すなわち河川水は選鉱場最上部にある400m³用水タンクに貯水する。廃滓処理の過程におけるシックナの上澄水は選鉱場中段にある300m³用水タンクに貯水して磁選、雑用水等に使用する。繰返用水の使用量は全体の用水の13%である。これらポンプの運転については下部バックおよび上部タンクに各々液面計を設置し、フロートによるポンプの自動運転を行なっている。

3-9 計装および自動化

計装および自動化については、現在鋭意検討実施中で逐次集中監視に移行させたいと考えている。集団運転装置等の一般的なものおよび部分的なものを除く主要なものは下記の通りでいずれも順調に作動している。

(1) 破砕関係

i クラッシャの負荷を検出し、給鉱装置と連動させて安定操業を保持する(工事中)。

ii クラッシャの潤滑油温を測定し、機器異常の早期発見を行なう。

iii ミル原鉱鉱舎に対する鉱石の分配(シャトルコンベヤによる)を自動運転するとともに鉱舎内貯鉱状況を表示する。

(2) 粉碎関係

i ミル原鉱鉱舎よりの抜き出し状況の異常を検出し、居付除去用振動装置を作動させ、有効貯鉱量を増加させる(一部未完)。

ii ボールミルに対する定量給鉱、定量給水装置を設け粉碎操業を安定化する。

(3) 浮選および磁選

i 浮選機の大型化、系統の単純化を行ない浮選機パ

第 8 表

	操業 日数	産 物 量		品位 %		分布率%	
		t/日	t/月	Cu	Fe*	Cu	Fe*
粗銅	25.3	2,015.2	51,053	0.703	3.63	100.0	100.0
精銅	25.3	54.9	1,391	23.52	1.58	91.18	1.18
鉄精	25.3	109.8	2,782	0.082	59.68	0.64	88.59
廃滓	25.3	1,850.5	46,880	0.063	0.40	8.18	10.23

* 表中の Fe は磁性鉄品位を示す。

第9表 主要原単位表 (1969年度全期実績)

鋼材 g/t	浮 選 剤 g/t				ボール g/t	ライナ g/t	電力 kWh /t	用水 m ³ /t
	起泡剤	捕収剤	その他	計				
67.8	28.7	26.5	4.8	60.0	703.5	95	23.88	2.6

第10表 人員配置表

	運 転				整 備		試験その他		合 計	
	職 員	運 転	廃 滓	計	職 員	整 備	職 員	試 験	職 員	作 業
従業員 組 夫	6	28	3	37	2	9	11	2	3	5
		2	3	5						5

注) 課長1, 係長2を含む。整備員は欠勤補充を含む。

第11表 選鉱直接費百分率 (1969年度実績)

費 目	粗砕	破砕	粉碎	浮選	磁選	精鉱 処理	連帯	計
物 品 費	1.9	3.4	20.0	7.0	0.6	0.6	3.3	36.8
労 務 費	1.2	3.4	2.7	1.2	1.3	2.2	12.5	24.5
経 費 { 電力費	0.8	2.3	17.2	8.9	1.0	0.6	5.4	36.2
費 { その他	0.4	0.8	0.6	0.1	-	-	0.6	2.5
計	4.3	9.9	40.5	17.2	2.9	3.4	21.8	100.0

注) 廃滓処理は他部門との関連があるため除外する。

ルプレベル自動調節装置を設けて浮選操業の安定化をはかる。

ii 鉄精鉱の再粉碎、脱銅浮選等関連設備の自動調節を行ない、集中監視可能となるようにする。

(4) 精鉱処理

銅精鉱、鉄精鉱の脱水操作に関し、シックナおよびカラーコーン内における貯鉱状況を前者はレーキ回転用電動機の負荷、後者は差圧によつて検出しバルブの開閉に連動させるとともに各機器の順序起動、順序停止と組合せ、併せて真空度を検出しバルブの開度と関連づけることにより自動断続運転を行なう。

(5) 廃滓処理

選鉱廃滓をサイクロン、シックナで濃縮し、マルスポンプにより坑内に圧送する関連機器を連動させるとともに集中監視する。

4. 操 業 成 績

4-1 選鉱成績

1969年10~12月間の選鉱成績を第8表に示す。

4-2 主要原単位 (第9表)

4.3 人員（第10表）

4.4 選鉱直接費（第11表）

5. 今後の検討課題

5.1 合理化と技術上の問題点

八茎選鉱工場は既述の如くパイロットプラントより逐次スケールアップして処理量も2,000t/日と増大し円滑な操業を実施しているが、反面10年以上経過した機器の中には老朽化してきたもの、旧型で非能率的なものも認められるようになった。今後計測化、自動化を推進し、

集中制御により選鉱成績を向上させ、最少人員体制を確立するためには、能率的な大型機器を使用することによる系統の単純化と、処理方式の再検討等を要すると考えている。

5.2 未利用鉱物の選鉱

スカレン帯内部および周辺部に賦存する灰重石の選鉱処理を計画し、処理方式の検討を行なっている。その他鉱区内に賦存する他鉱物の有効利用についても、今後の研究課題として取組んでいかなければならないと考えている。

日立選鉱工場

Hitachi Plant

黒田幸雄¹
Yukio KURODA

神谷 博²
Hiroshi KAMIYA

1. 概 説

1.1 位置・交通

日本鉱業株式会社日立鉱業所は茨城県日立市宮田町に位置し、鉱山および製錬部門を有する事業所である。採鉱、選鉱操業を行なう鉱山部門のある本山地区は常磐線日立駅より北西約8kmに位置し、バスで約30分で達する。

1.2 沿革

明治38年12月久原房之助氏の経営による創業当初は、選鉱方法として簡単な野天選別を行なっていた。以後処理鉱量の増大に対処して明治43年大割手選帯を含む選鉱場を開設し、大正2年ジグ・テーブル併用による比重選鉱を併用するに至った。大正9年泥渣処理に対して初めて浮選法を採用し、逐次片刃、低品位処理に対して優先浮選を実施するなど数次にわたり拡張整備をすすめたが主体は依然として地元製錬所の要請により手選および比重選鉱においていた。

昭和25年2月手選および比重選鉱を全廃し、重選併用の銅・硫化鉄ストレート優先浮選方式による選鉱工場を完成した。以後設備の増大、処理方式の改変を行なつて現在に至っているが、その主な変遷を第1表に示す。

1.3 地質鉱床

本地域は阿武隈高原の南端に位置する。鉱床の存在する古生層地帯は標高300~600mの山地でやや急峻であるが、その北部に分布する花崗閃緑岩地域には標高200m位のなだらかな高原地帯を示している。

第1表 日立選鉱工場における主な変遷

昭和25年	重選併用銅・硫化鉄優先浮選選鉱工場完成、20,000t/月処理
26年	高鈴、旧廃石（テーブル廃石）の再処理開始
28年	採掘鉱 30,000t/月 処理に拡張
31年	亜鉛精鉱採取開始
32年	採掘鉱 40,000t/月 処理に拡張
33年	銅精鉱のパイプ流送開始
34年	笹目、旧廃石（浮選廃石他）の再処理設備新設
35年	高鈴、旧廃石処理完了
38年	採掘鉱 50,000t/月 処理に拡張（2,400φ×4,200 ロッドミル設置等）
40年	中砕設備合理化（ハイドロコーンクラッシュ設置等）
41年	硫化精鉱パイプ流送開始
41年	サイクロンパルク優先浮選方式操業開始
45年	栄斜坑コンベヤおよび坑内一次破碎設備操業開始

第1図 日立選鉱工場の全景

地質は日立古生層（粘板岩、砂岩、石灰岩、緑泥片岩、珧質岩、角閃岩等）とこれを囲む諸火成岩（新旧の花崗閃緑岩、閃緑岩、半花崗岩等）よりなる。

1. 正会員 日本鉱業株式会社日立鉱業所 選鉱課長
2. 正会員 日本鉱業株式会社日立鉱業所 選鉱副課長