八茎選鉱場の多目的利用について*

平 山 洸 三**

Recent Improvement in operation at Yaguki Mill

Kōzō Hirayama

1. ま え が き

八茎選鉱場は銅鉄選鉱場として、昭和33年10月に200t/日のパイロットプラントより逐次スケールアップし、昭和35年に1200t/日、昭和36年に1700t/日、昭和43年に

2000t/日の処理規模となった。この間昭和46年8月に灰重石の選鉱（1号タングステン系と称する）を開始し、タングステン精鉱（NS: Natural Scheelite）の生産を始めた。又昭和48年4月より、廃滓中の微量の灰重石回収設備（2号タングステン系と称する）を設け、浮選と化学処理による精製タングステン精鉱（SS: Synthetic Scheelite）の生産を始めた。廃滓中の灰重石回収の詳細については、鉱業会誌¹等に発表しているので省略する。

一方従来セメント原料として、セメント向けに出荷していた石灰石の付加価値を高めるべく、昭和48年2月より-15m/mサイズの細粒石灰石設備を設け更に昭和49年6月より工業用及び道路用のタンカル²の生産を開始した。

概括すれば、当選鉱場においては、銅鉄鉱 1500t/日（昭和50年度下期予算以下同じ）灰重石 120t/日、石灰石 100t/日の3種の鉱石を時間差を設けて受入れをし、同一設備で粗砕破砕を行ない、各ミルビンへ投入し、各々の鉱種に従って粉砕以下の処理を実施している。（第1図参照）

この間、合理化改善工事、一部系統変更、増処理工事を重ねて現在に至っているが、これまでの沿革と現況について簡単に紹介し、主として銅鉄系及1号タングステン系について実施した、2, 3の試みについてその概要を説明する。

2. 受 入 系 統

抗内よりの出鉱は「銅鉄鉱」「石灰石」「タングステン鉱」共に230mLに集約され、抗口の受入鉱舎に投入された後、42"×36"のブレイクラッシャーで粗砕された後、4基のベルトコンベヤにより、延長320m高低差80mを運搬され、鉱種毎に設けられた3基の原鉱鉱舎に投入される。即ち銅鉄鉱は400tのコンクリート製ビンに、タングステン鉱は80tのNo.1コンゲートビンに、石灰石は同じく80tのNo.2コンゲートビンに貯鉱される。

破砕系統は、各々のビンに取付けられているフィーダー

第1図

* 昭和50年10月14日本会第55回例会にて発表

** 日鉄鉱業㈱八茎鉱業所

第2図 破碎系統

で抜き出され、1次スクリーン(4'×8、網目18×36m/m)に給鉱され、網上はジャイレトリクラッシャー(#7)で破碎し、更に2次スクリーン(4'×8' 20m/mφ打抜き)で粉鉱を除き網上はコーンクラッシャ(F型1300m/mφ)に導く。石灰石の破碎はこの段で終り産物は石灰石処理プラントへ送られる。

他方銅鉄及灰重石鉱の場合は、上記コーンクラッシャ(F型1300m/m)の産物は、前述の1次スクリーン、2次スクリーンの網下と共に3次スクリーン(6'×12'、網目9×27m/m)とコーンクラッシャ(SH型1200m/mφ)の閉回路による粉碎を経た後、銅鉄ミルビン及び灰重石鉱ミルビンに投入されて以下の処理工程へ供される。(第2図参照)

具体的な時差受入れのやり方であるが、1の方の1本目に灰重石鉱を受け入れ、その後は銅鉄鉱を受け入れ1の方2の方交代時に石灰石を受け入れ、その後は銅鉄鉱のみを受け入れる。即ち灰重石、銅鉄、石灰石、銅鉄の順で受け入れ破碎される訳であるが、異種鉱の混入を防ぐために、イ。受入れ鉱舎の居付落しを切替時に確実に実施する事(居付をより少なくするため、鉱舎の流れ方向に古レールを取付けると共に、テーパ部を傾斜を強

くする等の改造を行った。)ロ。破碎においては、各コンベアー上の石払いを完全に行う事、及び各シュートの居付落しを実施する事を行う。しかしながら鉱石が湿鉱の場合は、ある程度の混入はまぬがれない。銅鉄鉱と灰重石鉱の場合は、若干の混入があってもフロシート上は差支えないものとする。一方タンカル用の石灰石に銅鉄鉱又は灰重石鉱が混入する事は製品自体に悪影響を及ぼすので、充分に注意を要する所である。

3. 銅鉄系操業形態

銅鉄ミルビンよりコンスタントフィダーで抜き出された鉱石は、9'のトリコンボールミルに給鉱されサイクロンとの閉回路で、産物粒度80%サイズ110μを目標に1段又は2段磨鉱²⁾を行って浮選給鉱とする。浮選は主浮選を#66WN、粗選#48WNで行ない、精選は#24FWで行なう。浮選尾鉱はドラム磁選機により磁鉄鉱を採取し、更にその尾鉱よりタングステン(2号タングステン)を回収している。銅精鉱はシックナーで濃縮しオリバーフィルターで脱水する。鉄精鉱はカラーコーンで濃縮しドルコフィルターで脱水する。2号タングステン浮選精鉱はカラーコーン、バック等に貯鉱し以下の化学処理系統へ供されてSS精鉱となる。

銅鉄磨鉱以下は、昭和44年の脱水系自動化に始まり逐年工事を進め、中央制御室からの、集中制御遠方操作体制が昭和48年初めに完成した。即ち、磨鉱以下浮選磁選2号タングステンを含めて全て、ステッピングプログラマーによる順序起動順序停止を行う。必要に応じては、単独起動休憩も可能であり、又ブロック別非常停止も行なえる。脱水系はバッチであるので、制御盤を別にして、自動運転を行う。以下遠方操作及び自動制御について主な物を説明する。

1) ミル抜出口の切替

各ボールミル1台に付、ミルビンの抜出口は2つづつあり、ミルビンのレベル(中央制御室にレベル表示が出る)を見て、エアシリンダーとクラッチ歯車の組合せによる機構で、遠方操作により抜出口を変更出来る様にした。

2) ボイドメーター異常警報

ミルに対する給鉱量はボイドメーターとメリックスケールの組合せにより、コンスタントフィードされる様になっている訳であるが、何らかの原因により、給鉱量が設定値に対して少なくなった場合(例えば、木片等の異物による抜出口の閉塞、ミルビン内の棚吊り現象又は石切れ等による)は、給鉱B.C.は設定量を給鉱せんとするためにベルト速度が早くなる。この抜出B.C.の回転数をサムタク回転計により検知させて異常警報を出す

第3図 ミルビン 排出

共にビンの側板に取付けられたパイプモーターを連動させ一定時間作動させて居付きを落させ、ミル給鉬量の安定化を図る。即ちミルビンのレベルが下った場合の検知と効果的な居付き落しの役割を兼ねているものである。なおミルビンの側板は居付きを少くするため合成樹脂板でライニングを施した。(第3図)

3) 銅鉄脱水の合理化

この件に関しては以前「浮選³⁾」に発表しているので簡単に触れる。

銅脱水の場合濃縮されたシックナースピゴットの抜き出しは、シックナーレーキ用モーターの負荷を精密積算電力計で測定し、A-D変換器で消費電力に比例したデジタル量に変換し、プリセットカウンターでそのパルス数を計数する。一定時間内の負荷電力量が上限設定値を超えた場合には、サンダース弁を開放し、抜き出しを開始する。抜き出しが進行する事によりレーキの負荷が低減し設定値を切るとサンダース弁は閉じられる。オリバーフィルター、ナッシュポンプ、B.C.等の脱水系の起動停止命令はオリバーフィルターのプールに取付けた4本のフロートレスSWによって行なわれる。E₃で抜き出し開始E₂で抜き出し停止及脱水機器の起動命令を兼ねる。E₁, E₄は上下限警報及び緊急措置用である。(第4図)

鉄脱水においては、カロコーンに貯められた鉄精鉱のレベルを、カロコーン下部において取付けられた圧力発

第4図 銅脱水

第5図 鉄脱水

振器により検出し、この値が設定の上限値に達するとカロコーン抜き出し用のサンダース弁が開いて抜き出しを開始すると共に、フィルター、ナッシュポンプなどの脱水処理系統が順序起動を行う。トルコフィルターのキャンパスに付着するケーキの厚さと真空圧との間には逆相関の関係がある。即ち、ケーキの厚さが増大するにつれて、付着ケーキのキャンパス面への収縮距離が長くなる事によりケーキに発生する亀裂が拡大して行き、大気を吸引して真空圧の低下を生じる。そこで、真空圧を制御対象として、抜き出しの開度により抜き出し量を調節する事とした。即ち圧力計に上下限の設定値を設け、上限の場合は抜き出し弁は全開とし、上限を切ると抜き出し弁は半開となり更に圧力が低下して下限設定値に達すると、弁は全閉するという3段階の調節方式を採用している。(第5図)

4) その他

浮選機のレベルはエアバジ式差圧計により自動調節される。各ミルのサイクロン用ポンプは、エアシリンダーとリミットSWにより遠方操作による切替が出来る。

又ポンプのバット抜きは、ポンプモーターと連動させて、WNバルブによる自動操作となっている。(バット抜きについては、トルクシリンダー作動によるボールバルブやその他色々試行したが、このタイプの方式が、グランド部がないためバルブもれがなく、短管部もないので詰りもなく確実に抜け且つ又安価である)。ボールミルのボール補給もコンベアのドライブプリーを改造したフィダーと近接SWにより個数をカウントさせて設定量を自動投入で行っている。

以上の様な遠方操作、集中制御方式を採用する事により、磨鉱以下従来5名/1方×3方=15名の人員を3名/1方×3方=9名に合理化する事が出来た。

4. 1号タングステン系操業形態

灰重石鉬鉱舎より抜きだされた鉬石はロッドミル(5'×9')とスクリーン(3'×8')の閉回路で-28 meshに粉碎した後、サイクロンと水圧分級器で分級し、粗粒はウィルフレータブル(#12, 13台)、スライムはジェームステアブル(#12, 7台)に給鉬して比重選別した後、各々の精鉬を再磨鉱して、脱硫浮選、磁選を経た後、オレ

第6図 磨 鉱 方 式

イン酸ソーダによる灰重石浮選を行う。浮選精鉱はカロコロンで濃級後、酸処理を行ない遠心脱水機で脱水し、1号タングステン精鉱(NS)を得る。なお比選尾鉱、浮選尾鉱共に先に述べた2号タングステン浮選系に戻し、更に灰重石を回収する。(第1図)

以下磨鉱系と比選系について述べてみる。

1) 磨 鉱 系

1号タングステンの磨鉱は、従来は第6図a)の様な方式即ち新給鉱Fはまずスクリーンに給鉱され、オーバーサイズがロッドミルで粉砕を受けた後、スクリーンへ繰り返されるという方式を採用してきた。今回これを第6図b)の如く、新給鉱は直接ロッドミルへ給鉱し粉砕を受けた後スクリーンでふるう方式へ改めた。スクリーンは上網が3m/m、下網が28meshの2段デッキのものを2台使用していたが、従来の方式では次の様な問題点があった。1)上網の目詰りがひどく、有効ふるい面は給鉱口のみであり、全体の1/5程度であった。2)下網の穴付がしばしば起り、更に2段デッキのため下網の穴付補修は、大変やりづらく、2名を必要とし、合理化のネックであった。これを今回のロッドミルダイレクト給鉱方式に改めた所、次の様な利点が生じた。1)スクリーンに給鉱されるサイズが細くなった事により、プロテクターとしての上網が不要となり、28meshの網1段でふるい分けを行う事が可能となった。更にスクリーンも2台は必要とせず1台で充分処理可能となった。2)28mesh

第7図 W.T. のゾーン別品位

の網の穴付の頻度が従来の1/10程度となり、網の寿命が大巾に延びた。即ち2ヶ月に1枚ずつ交換していたものが、6ヶ月以上たってもまだ交換時期に来ない。3)網の補修が格段に容易になり1名で充分行なえる様になった。

今回採用した方式は、粉砕され易い灰重石が過粉砕されるという懸念があり、仲々ふみ切れなかったが、その後の成績では、この方式を採用する事によって、特に低下した点はない。やや乱暴であるというそりはまぬかれぬかもしれないが、現在の厳しい状況の中では、可能な限り系統を単純化、簡易化して合理化を進めて行くやり方もあるのではないと思われる。結局その他のヶ所の改善も相まって、ネックとなっていたスクリーンの問題が解決した結果、3名/1方×3方=9名の運転員を2名/1方×3方=6名に合理化する事が出来た。

2) 比 選

テーブルによる比重選別は前述の如く、サイクロン1段と水圧分級機で分級し、粗粒と微粒に分け、ウィルフレーとジェームズのテーブルに各々給鉱しているが、第7図に1例を示す如く、ウィルフレーテーブルの尾鉱中には高品位のスライムのゾーンがある事が判明した。

従来はそのまま尾鉱としていたが、テーブルのトラフ

第8図 石灰岩処理系統図

を一部改造してこのスライムを更にジェームステーブルに給鉱する事とした結果、実収率を1〜2%程度向上させる事が出来た。

5. 石灰石系操業形態

粗破碎工程で3次破碎までした石灰石を、別の石灰処理設備に導入し、インパクトクラッシャーで−15m/mサイズに粉碎する。この−15m/mサイズの石灰石は製錬用として出荷する一方、これを原料として更にロータリードライヤーで乾燥した後ローラミルで粉碎し、道路用タンカル(−200 mesh 80%)及び工業用タンカル(良質で−200 mesh 90%)を生産している。道路用工業用の原石は各々別の切羽から出鉱し、鉱舎を別にしている。需要は季節的変動が大きい。(第8図)

6. あとがき

以上八茎選鉱場の概要について述べてみた。銅鉄、灰重石、石灰石と三種類の鉱種を同一選鉱場で処理し、銅精鉱鉄精鉱、NS, SS, タンカル、細粒石灰石等と、多種類の製品を生産している点が、当鉱場の特徴といえる。当鉱場を真に多目的選鉱場とすべく今後も地道に努力して行く所存である。最後に種々御指導頂いた関係各位に謝意を表わしたい。

引用文献

- 1) 深沢他：日鉱誌 Vol. 90 No. 1035 (1974) 321-327
- 2) 堀内：日本鉱業会誌 (Vol. 91 No. 1046 (1975) 270-273
- 3) 秋元・長野 浮選45号 (1971) 27-30