日立鉱業所における鍔選鉱の現況について

窪 田 穰*
長 山 定 雄**

Flotation of Copper Converter Slag at Hitachi Mine

Yutaka KUBOTA and Sadao NAGAYAMA

I はじめに

従来、各製錬所で採用している銅鉱乾式製錬法は、銅鉱石を焙鉱炉、反射炉、あるいは自焙炉で焙錬して鍔をつくり、これを転鉱に装入して粗銅に仕上げるものである。この方法によれば、転鉱から産出する鍔は、焙鉱炉あるいは反射炉に繰返して処理されるのが普通である。この繰返し処理のために燃料、焙剤の使用量がかさみ、また、焙錬能率にも影響をおよぼすほか、鍔逃げの金、銀、銅を増し、さらには、鍔中の鉄分を積極的に回収することができないという不利がある。

当所においては、転鉱に銅鉱石の大部分を直装入し、酸素富化空気の使用によつて一挙に粗銅にまで仕上げていわゆる、「転鉱による銅鉱の酸素製錬法」を採用している。産出する転鉱鍔の量が、他の製錬法にくらべて、激増することは明らかであり、それを焙鉱炉に繰返したのでは酸素製錬の意味がなくなる。この転鉱鍔の脱銅をいかにして解決するかは、酸素製錬法の重要なポイントの一つであつた。酸素製錬法により産出される転鉱鍔の性質は従来の転鉱操業におけるものと、ほとんど同じであつて、普通の Cu 4～6%、Fe 45～50%、鍔中の銅の大部分は白鍔に近い状態であり、鉄は硫酸塩と酸化鉄とである。この脱銅方法については、はじめ、熔体のままで脱銅を行うことも考えてみたのであるが、種々の困難があるので選鉱処理による脱銅に主力を注ぎ、遊休設備を利用した 1,000T/月の規模の現場試験を行い、満足すべき結果が得られた。酸素製錬法採用の決定により 4,500T/月処理の鍔選鉱場を建設し、昭和32年7月末より実操業を行つている。

II 操業の概要

(1) 位置および建家

受理 昭和37年2月13日

* 日本鉱業株式会社日立鉱業所製錬部製錬課副課長

** 同上 鍔選鉱係長

日立鉱業所製錬所構内の旧粉碎炭工場の建家および焙鉱炉鉱舎の建家の一部を利用して建設し、総建坪は約 390 坪である。

(2) 粉碎および磁選

粗砕は 30"×18" プレーキクラッシャ、細砕はセカンダリーギャレスクラッシャ (S R 25) を 4'×8' ローヘッドスクリーン (15mm 目) と閉回路に使用する系統で行い、-15mm としてこれを磁選機 (S L-66B 型) により磁性物および非磁性物に分離し、磁性物はミル鉱舎へ送り、非磁性物は白鍔の高品位部分であるので銅製錬繰返しとしている。

第1図 粉碎、磁選系統

(3) 磨鉱浮選

浮選尾鉱の含銅を低下させるためには微粉碎の必要がある。また、最初からこれまで微粉碎するときは銅精鉱品位が低下するので、高品位の精鉱を得るには粗粒でなければならない。この相反する性質のためにユニットセル併用による多段磨鉱系統を採用し、ミル効率の上昇と

第 2 図 磨 鉱 浮 選 系 統

銅精鉱品位の向上を図っている。すなわち、一次磨鉱機としては 6'×12' コンパートメントミルを使用し、磨鉱回路にユニットセルを設置する。そして、一次浮選尾鉱中の粗粒部を 5'×12' チューブミルにより二次磨鉱した上二次浮選にかけ、さらに、二次浮選尾鉱の粗粒部に

対して三次磨鉱および浮選を行うのである。

(4) 銅精鉱、鉄精鉱とも、シクナーで濃縮したのち、オリバーフィルタで脱水する。銅精鉱は銅製錬繰返し、鉄精鉱は製鉄原料として売り出す。

第 3 図 精 鉱 処 理 系 統

(5) 稼働人員

要 務 職 4 名 (係長 1 名、担任 3 名)

実鉱務職 30 名

粉碎、磁選	3 (2 交代) 6
磨鉱、浮選	3 (3 交代) 9
精 鉱 処 理	1 (3 交代) 3
機 械 修 理	3
測 定	1
補 助 員	7
日勤(女子)	1
計	30

Ⅲ 操 業 成 績

(1) 粉 碎

i) ブレーキクラッシャ	30"×18"
給鉱サイズ 最大	300mm×300mm× 200mm
排出物の大きさ	75mm
ライナ消耗量	
受歯板	2.2g/T
動歯板	2.9g/T
計	5.1g/T

ii) ギヤレスクラッシャ

給鉱サイズ 最大	100mm
排出物の大きさ	12mm
ライナ消耗量	
クラッシングリング	6.5g/T
マントル	5.6g/T

ローヘッドスクリーンを閉回路として使用しており、循環率は約43.5%である。

iii) 磁選機 (三菱 S L-66B 型) 直流 440 V

給鉱サイズ	-15mm
処理鉱量	11T/H/台

(2) 磨鉱、浮選

i) 細度および濃度

-325メッシュ (%)	濃 度 (重量%)
ミル給鉱 (+3mm 76.5%)	
一次浮選原鉱	86.0 40.0
二次浮選原鉱	88.0 36.0
三次浮選原鉱	90.0 36.0
銅 精 鉱	77.5 11.0 (水分)
鉄 精 鉱	92.5 11.5 (水分)

ii) 浮 選 剤

高砂油 # 10
日香油 # 10-B } 混合油 (5:5)
Na-E.X (10%溶液として使用)

浮選剤の添加場所および使用量は次のとおりである。

第1表 浮 選 剤 の 使 用 例

添加場所	種 類	混 合 油 (g/T)	Na-E.X (g/T)
6'×12' コンパートメントミル			
" 出 口		69.0	269
一次コンディショナ		11.0	56
5'×12' チューブミル			
" 出 口		16.5	42
二次コンディショナ		15.0	45
三 次 浮 選 機		10.0	31
計		121.5	443

iii) ボール使用量(使用量は一次磨鉱取扱鉱量当り)

6'×12' コンパートメントミル
給鉱側は4"、排出側は2½"のボールを使用し、
使用量は次のとおりである。
給鉱側 481g/T

排出側 530g/T
 小 計 1,011g/T
 5'×12' チューブミルは 1½" のボールを使用し、
 369g/T
 3'×6' チューブミルは 1" のボールを使用し、
 250g/T
 合 計 1,630g/T

(3) 鉱量成績

第2表 浮選鉱量成績の1例

鉱 種	鉱 量 T	品 位			
		Cu %	Fe %	Au g/T	Ag g/T
選 鉱 原 鉱	4,395	6.70	45.60	2.1	51
磁 選 精 鉱	308	35.91	26.00	11.0	260
浮 選 原 鉱	4,087	4.50	47.08	1.4	35
銅 精 鉱	1,099	15.70	40.00	5.0	124
鉄 精 鉱	2,900	0.38	49.69	0.1	2
溢 流 廃 棄	88	0.38	49.69	0.1	2

IV 現操業における二、三の考察

(1) 磁 選

転炉鉱品位はかなりのバラツキがあり、粉碎後直ちに

磨鉱→浮選を行う場合は、浮選操業に相当な混乱を招くことは想像に難くない。この点、浮選給鉱品位の均一化のクッションをなしているのである。

磁選精鉱（非磁性物）中の Fe 品位は26～28%であり、磁選尾鉱（磁性物、ミル給鉱）は47～49%であり、この Fe 品位の差が磁選を可能にしているので、磁束密度、サーチコイルとドラムとの間隔、分離仕切板等を適正に調節することにより好成績が得られる。従つて、磨鉱鉱量の減少に大いに役立っていることはいうまでもなく、仮に受入処理鉱の増大を望む場合は、精鉱品位を許容線まで低下させて精鉱量を増加させることも可能である。

以上のとおり、選鉱工程における磁選の役割は誠に大きく、爾後の操業を円滑ならしめている。

(2) 磨 鉱

転炉鉱の浮選については、浮選の操作もさることながら、最も重大なポイントをなすものは浮選給鉱のサイズであり、磨鉱操業の成否のいかんである。磨鉱において含銅鉱粒子の単体分離に成功しさえすれば、その後の浮選は割合容易である。転炉鉱が鉱石と異なることは明らかであつて、これの特性を熟知して磨鉱方法その他を決定することが最も好ましいことである。当所においても種々試験を実施したが、第3表は含銅硫化鉱と転炉鉱の磨鉱比較の一例で、これについてみると、次のようなことがいえる。

第3表 含銅硫化鉱および転炉鉱の給鉱サイズ別磨鉱表

給 鉱		鉱種	磨 鉱 生 成 物 の 篩 別 (%)									
篩 目	平均 サイズ		6～3mm	3～1	メッシュ 1～48	48～100	100～200	200～300	300～400	—400	計	—300
16～9	12.6	硫化 鉄	27.1	0.40	0.20	1.45	7.10	9.35	6.60	47.80	100	54.4
		鉄	91.24	0.34	0.05	0.15	0.37	0.62	0.39	6.84	100	7.25
9～6	7.9	硫化 鉄	18.4	0.65	0.3	0.9	8.95	13.3	5.65	51.85	100	57.5
		鉄	65.2	1.10	0.15	0.70	2.62	4.51	2.28	23.44	100	25.73
6～3	4.7	硫化 鉄	1.90	0.50	0.20	1.70	10.90	22.70	5.20	56.90	100	62.10
		鉄	21.77	3.55	0.15	0.54	11.04	4.32	4.28	54.35	100	58.64
3～1	2.05	硫化 鉄			0.10	1.00	10.60	18.80	9.20	60.30	100	69.50
		鉄		0.80	0.40	0.80	4.80	16.10	11.90	65.20	100	77.10
メッシュ 1～48	0.67	硫化 鉄			0.10	1.80	6.50	17.6	10.70	63.30	100	74.00
		鉄			0.20	0.80	4.90	11.50	14.30	68.30	100	82.60
48～100	0.22	硫化 鉄				1.40	4.50	14.90	12.70	66.50	100	79.2
100～200	0.11	硫化 鉄					3.10	13.70	11.40	71.80	100	83.20
200～300	0.063	硫化 鉄						10.90	15.90	73.20	100	89.10
300～400	0.045	硫化 鉄							31.20	68.80	100	100

注) 試料は48メッシュ以上のものについては中砕したものを各サイズ別に調整し、それ以下のものは磨鉱生成物を篩別して 48～100、100～200 メッシュ等のものに調整した。

給鉱サイズ 5mm までは含銅硫化鉱が微粉を多く生成し、それ以下のサイズでは転炉鉱が磨鉱し易く、微粉を生じ易い。また、給鉱サイズを順次に小さくしていくと、1mm 以下の場合微粉の生成量は漸次少なくなる。100、200メッシュ程度になると、ほとんど生成量は一定で、変化がないようになる。すなわち、細砕になる程稜角を失い、球形に近ずき、組織もまた緻密で亀裂等が少なくなるため、磨鉱は著しく困難になる。当所の転炉鉱中の含銅粒子は非常に緻密に賦存しているので、現在は最終浮選給鉱サイズを-325 メッシュ 90%程度で操業し

ているが、この程度では不十分であり、さらに磨鉱効率の向上が望まれる。しかし、使用中のミル（一次コンバートメントミル、二、三次チューブミル）では、一次ミルはともかく、二、三次ミルでは（上記鉱の特性から判断して）、これ以上の磨鉱効率の向上は望み薄であり、換言すれば、チューブミルの可否が疑問視される。

(3) 浮 選

浮選操業において、最も重要なポイントは上記のとおり給鉱サイズのいかんであり、第4表の浮選試験結果からも容易に首肯される。

第4表 浮選 に対する 鉱粒 サイズ の 影響

鉱 種 サ イ ズ	銅 品 位 (%)			精 鉱 率 %	銅採取率 %	銅 品 位 の 比	
	フ イ ード	フ ロ ス	テ ー ル			フ ロ ス / フ イ ード	テ ー ル / フ イ ード
原 鉱	3.51	7.00	0.60	45.5	90.7	1.99	0.17
100~200メッシュ	2.65	5.29	0.68	55.5	88.6	2.00	0.19
200~300 "	4.42	8.24	0.61	50.0	93.2	1.86	0.14
-300 粗 粒	4.05	7.51	0.48	50.8	94.2	1.85	0.12
-300 微 粉	3.41	8.24	0.32	39.2	94.3	2.42	0.09

注) 浮選条件は同一とし、供試試料は分級機溢流鉱を篩別して各サイズ別に試料を調整。これにつき、それぞれ、浮選試験を行つた。なお -300 メッシュ以下の分は比較的粗粒の部分と微粉の部分とに二分した。

すなわち、

(i) 給鉱サイズが100~200メッシュより -300 メッシュ微粉にいたれば、尾鉱品位も0.68%より0.32%と顕著に低下する。

(ii) これを給鉱銅品位に対する品位の比で表わすと、0.19より0.09というように、給鉱の微細化に伴って著しい低下を示す。

(iii) 同じく、給鉱サイズとフロス品位の関係をみると、5.29%より8.24%という上昇を示している。

(iv) フロス品位と給鉱品位の比をとれば、最高は-300 メッシュ微粉が2.42を示し、100~200メッシュの粗粒の部分がこれについている。

これは、白鉱等の磨鉱し難い、浮遊し易い粗粒部分がこれに含まれているためと思われる。

(v) サイズの微細化に伴って精鉱率は低下し、銅採取率も上昇する。

(vi) 100~200メッシュの部分の給鉱品位の低いことは、磨鉱より逃れ易い軽質の有機質ないしは炭質物を含むためかと思われる。

以上のとおり給鉱サイズのいかに左右されるわけであり、その他の条件については、濃度の最適は約40%（重量比）前後、pH は6.8~7.0、また、試薬については、起泡剤は比較的起泡力旺盛なものがよく、捕収剤は現在、Na-E. Xanthate を単独で使用しているが、現在までの経験では他の捕収剤を使用しても大きな差異は認められない。

V お わ り に

以上、主な事項について概要を述べたが、鉱選鉱が発足して以来まだ日が浅く、さらに改善を要する種々な点が山積している。要は酸素製錬法の効果をさらに大ならしめるため原単位の引下げ、精鉱品位の上昇、精鉱率の低下ならびに銅採取率の上昇に一段の努力が要望される。