小坂鉱業所の亜鉛製錬

Electrolytic Zinc Plant at Kosaka Mine

正 会 員 真 栄 城 勇*

Isamu MAESHIRO

1. 緒 言

昭和27年11月に操業を開始した銅・亜鉛精鉱の硫酸化焙焼は、第2次大戦後紹介された流動焙焼炉を適用して、黒鉱中の銅、亜鉛を同時に硫酸塩とし、電解採取によって電気銅、電気亜鉛とする方法で当時としては画期的な製錬法であった。

以来10有余年、各工程の改善と相まって、安定した操業を行なってきたが、昭和36年花岡堂屋敷選鉱場における温水浮選法の採用などの選鉱技術の著しい進歩によって、従来分離不能とされた黒鉱中の銅・亜鉛分離が可能となってくるにおよび、硫酸化焙焼法もその役目を充分に果たしたと考えられ、昭和41年5月に操業を一部休止し、6、7月に改造工事を行ない、亜鉛精鉱の硫化焙焼法に転換した。

硫酸化焙焼については、すでに各種の文献に発表されているのでここでは現在の操業について記す。

現在の生産能力は、電気亜鉛1,500t/月で、亜鉛製錬の従業員は88名である。第1表に、各工程別人員配置を示す。

第1表 各工程人員配置表

工 程	1 の 方	2 の 方	3 の 方	計
給 鉄	2	1	1	4
焙 焼	2	2	2	6
浸 出	4	4	4	12
液 解	7	5	5	17
電 力	15	10	5	30
ト 計	2	2	0	4
	32	24	17	73

2. 操業成績 (昭和42年10月現在)

1) 操業系統図を第1図に示す。

2) 処理元鉱 (第2表参照)。

処理元鉱は、すべて黒鉱鉱床から産出する亜鉛精鉱である。

第2表 亜鉛精鉱品位

	量	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	Fe	S	Cd	Ni	Co	As
	t	g/t	g/t	%	%	%	%	%	%	%	%	%
内の付亜鉛精鉱	1,892	1.5	150.0	1.50	1.20	55.00	5.80	34.00	0.27	0.002	0.001	0.086
花 岡	334	0.81	164.7	3.30	2.50	56.00	3.80	31.80	0.18	0.002	0.001	0.174
松 内	251	0.62	92.5	2.25	1.54	57.50	4.20	33.20	0.16	0.002	0.002	0.012
相 計	393	4.50	250.0	2.50	2.50	50.00	9.00	34.30	0.33	0.003	0.001	0.043
	2,870	1.75	160.4	1.91	1.56	55.68	5.87	33.72	0.26	0.002	0.001	0.084

第1図 操業系統図

3) 生産量 (第3,4表参照)。

第3表 製品量と品位(%)

種 別	量(t)	Zn	Cd	Fe	Pb	Sn	Cu
電 気 亜 鉛	1,500	99.998	0.0001	0.0003	0.0015	0.0001	—
電気カドミウム	5	0.0006	99.995	0.0002	0.0030	—	0.0009

第4表 副産品量と品位(%)

種 別	量(t)	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	Fe
浸 出 残 渣	580	g/t	g/t	3.00	7.80	17.00	29.00
液 残 渣	58	—	—	60.02	—	9.70	0.30

4) 主要設備

第5表に示す。

3. 最近の技術および設備の進歩

昭和41年8月亜鉛製錬への転換に伴う改造工事に採用した各工程の特徴に

* 同和鉱業株式会社小坂鉱業所製錬部長

第5表 主要設備

設備名	数量	仕 様
給鉛ドラム式流動焙焼炉	1	天井走行クレーン、つかみ能力2t
バレル式流動焙焼炉	4	バレル攪拌式、円筒形、鉄板塩ライニング
サホ熱交換機	1	5.86mφ×8.16mH、260kWプロロー付属
ホットファン	1	田熊式400型、常用圧力20kg/cm ² 、伝熱面積376m ² 、蒸気発生量3.95t/h
浸出機	1	1次、1基2.4mφ×4.8mH、2次、2基1.6mφ×3.3mH SUS 32製
浸出機	1	1,500Nm ³ /h 450mmAg SUS 27製 110kW
浸出機	1	ドラッグベルト1基、ベルト幅0.35m、チューブミル1基、ミル内径1.2m
浸出機	6	3.8mφ×3.1mH、鉄板ボシニール張
浸出機	4	15mφ、コンクリート製、レジンライニング、レンガ張り
浸出機	1	アイムコ・ベルト・フィルタ 2.4mφ×3m幅
浸出機	7	3.8mφ×3.1mH、鉄板製、鉛ライニング、レンガ張り
浸出機	9	31m ² 複式木製
浸出機	3	80m ³ 、6.4mφ×2.8mH、コンクリート鉛張り
浸出機	1	300Nm ³ /min、100mmAg、2.3mW×2.3mL×6mH 塩ビ製
浸出機	1	2,000Nm ³ /min、150mmAg、4mW×6mL×6mH 塩ビ製
浸出機	78	2.75mL×0.89mW×1.425mH 鉄板ゴムライニング
浸出機	78	2.0mL×0.70mW×1.20mH 鉄板ゴムライニング
浸出機	1	300V×21,000A
浸出機	1	750V×6,000A
浸出機	1	5m ³ /min×2、2m ³ /min×2
浸出機	2	150kW アジャックス電気炉
浸出機	1	3t/h、チェーンコンベヤ型、鉄製

について記す。

3-1 給鉛、焙焼

a 給鉛 従来のコンテナ輸送をダンプトラック輸送に改めた。貯鉛能力は約1,500 tで調合に応じて天井走行クレーンのグラブバケットでつかみ、ベルト・フィーダーにのせ、ベルト・コンベヤでリパルパに投入し、パルプ濃度78%のパルプにしてO・D・Sポンプで3個所から炉内に装入する。

第6表に各精鉛粒度分布を示す。

第6表 精鉛粒度分布

粒度(mesh)	+100	+150	+200	+270	+400	-400
鉛種						
内の倍倍鉛精鉛	—	0.4	2.7	6.0	17.7	73.2
花崗	—	4.3	13.9	15.1	6.2	60.5
松	—	4.0	11.1	15.4	10.7	58.4
相	0.1	0.5	0.9	8.8	9.3	80.4

b. 焙焼炉 流動焙焼炉は改造に当って炉高を3 m高くし、キャリオーバーの反応時間を長くし、炉床能率の増大をはかっている。トワイヤーはカサ付頭で、孔数6個、孔径4.6mmφのものを392本とりつけている。炉内へのパルプ給鉛装置は当所独自のもので銅、鉛の高い黒鉛出の亜鉛精鉛でも安定した焙焼を行なうことができる。第7表に焙焼条件を示す。

第7表 焙焼条件

項 目	単 位	数 値
装 入 鉛 量	t/月	2,870
焙 焼 温 度	℃	920
流 動 層 高	mm	1,200
送 風 風 量	mmAg	2,600
送 風 風 量	Nm ³ /h	8,200
空 間 速 度 (乾 気 基 準)	%	120
SO ₂ 濃 度 (乾 気 中)	m/sec	0.335
	%	11.8

c. ボイラ 余熱ボイラには、亜鉛鉛用廃熱ボイラとしては初めての試みである全自動煤吹機(空気圧15kg/cm²)7基を備えており、ボイラ内に付着したダストを連続的に除去しているので、休缶掃除や、予備ボイラ設置の必要が全くなく、炉関係の改良と相まって、焙焼炉

の長期連続運転(昭和41年8月から昭和42年10月現在休転なし)に成功した。なお、焙焼炉—ボイラ間のダクトはガスの流れを考慮して設計したので、ベコの付着が極めて少なく長期間の連続使用によつて、通風抵抗が増加することはない。また、予備ダクトの交換は、約10分間で行なわれている。

第2図に焙焼炉およびボイラの側面図を示す。煤吹によつて落下する塊状焼鉛は、ボイラ出口に設置したクラッシャにより破碎し、焼鉛コンベヤで起こりがちなトラブルを防止

している。

サイクロンの收じん効率は1次、2次合せて99.5%以上で、ホットファンのロータに付着するダスト量は極めて少なく、年2回、4時間/回である。ホットファンのガス吸引量は処理鉛量に応じて、流体継手の遠隔操作によりコントロールしている。第8表に各焼鉛分布率と粒度を示す。

第8表 焼鉛分布率と粒度

	分布率	mesh +35	+60	+100	+150	+200	+250	+325	-325
オーバフロー焼鉛	53%	6.9	7.8	12.7	21.8	29.7	17.5	2.8	0.8
ボイラ焼鉛	8%	0	0	0	0	0.3	16.4	31.3	52.0
サイクロン焼鉛	39%	0	0	0	0	0.2	8.3	28.0	63.5

なお、焼鉛コンベヤ系統は、粉じん飛散防止の目的でケーシング内をマイナスに維持するように、ファンでバッグ・フィルタに吸引している。

3-2 浸出

浸出、洗浄、沅過は、すべて連続である。焼鉛はホッ

ドル式流動焙焼炉 400型田熊排ガスボイラ

第2図 焙焼炉、ボイラ側面図

トカルサイン(350~400℃)の状態、亜鉛電解尾液中にクエンチングしたのち、100meshを分級点とするドラッグベルト型分級機で分級し、未溶解の粗粒焼鋅をかき上げて、チューブミルで浸出しながら粉碎する。乾式粉碎と比較して粉碎焼鋅は $\frac{1}{4}$ 以下ですみ、焼鋅顕熱も回収でき、粉じんが全くたないなどの利点がある。

湿式粉碎系統の浸出残渣粒度分布を第9表に示す。

第9表 浸出残渣粒度分布

	mesh +60	+100	+200	-200	浸出率
分級機入口	2.3%	2.9%	32.2%	62.6%	75~77%
チューブミル入口	32.9	12.8	21.2	66.9	60~70
チューブミル出口	1.1	1.2	13.2	84.5	70~75
分級機出口	0	0.9	22.8	76.3	80~85
浸出槽出口	0	0.5	7.3	92.2	92~94

注) チューブミル入口、出口の数値は分級機かき上げについてのもの

分級機オーパフローはさらに浸出槽に送り、連続で浸出、第1鉄酸化(マンガン鋅による)を行なう。浸出系統各所のpHは第3図のようであり、いわゆる連続逆浸出である。

浸出時間は8hr、浸出温度70~85℃、浸出率は亜鉛92~94%、銅50~60%、鉄3~4%である。浸出パルプはシクナ4基で向流傾瀉洗浄を行ない、No.1シクナオーパフローは浄液工程へ送る。浸出残渣はアイムコ・ベルト・フィルタで戸過したのちケーキとして、銅製錬自熔炉に送っている。将来は、さらに浸出残渣中の遺利を回収する予定である。残渣品位は第4表を参照されたい。

3.3 浄液

硫酸化焙焼当時は回分3段亜硫酸浄液を行なっていたが、これも連続4段亜硫酸浄液とした。硫酸化焙焼によるニッケル、コバルトの浸出率はかなり高く浸出液中のコバルト濃度は30~100mg/lであつたが、酸化焙焼になつてからは、2mg/l前後である。

元鋅銅品位の関係で浸出液銅濃度が常に2~3g/lと高いのが特徴である。1段で洗浄ドロスおよび亜鉛末を投入して、液中残留銅濃度50~100mg/lまで脱銅することにより、1段後液のpHを2段の亜硫酸浄液開始に最適のpHに調節し、脱コバルト反応を効果的に行なうとともに、1段、2段におけるカドミ損失を最少限度に止め

第3図
浸出系統
各所のpH

第4図

ている。第4図に当工場の1段後液の銅濃度とpHの関係を示す。

1段反応槽には往復回転式攪拌機を使用して、効果的な攪拌により反応の精度をあげている。2,3,4段についても攪拌に改良の余地がある。

浄液残渣戸過用フィルタプレスは、プレスライナにゴム製を使用し、手動締付けに代つて、油圧締付けとしている。第10表に浄液操業データを示す。

第10表 浄液操業条件と成績

電気亜鉛1,540t/月 液量16,400m³/月

	単位	原液	1段	2段	3段	4段
操業条件						
槽留時間	min	—	180	240	160	180
pH		60~65	60~65	80~85	70~75	60~65
温度	℃	5.0	5.0	4.2	4.4	5.0
液成分						
Zn	g/l	143.0	145.1	145.6	146.3	146.8
Cu	mg/l	2,200	70	tr	tr	tr
Cd	g/l	355	335	328	10	—
Fe	g/l	10	10	10	10	10
Co	g/l	1.8	1.5	0.6	0.6	0.6
残渣品位						
Zn	%	—	9.4	15.7	20.7	64.1
Cu	%	—	61.5	35.2	tr	tr
Cd	%	—	0.58	3.5	39.8	3.4
残渣量	t/月	—	56.8	3.3	13.5	4.6
亜鉛末、ドロス使用量	t/月	—	42	9	12	9
亜硫酸使用量	kg/月	—	—	450	—	—
備考			銅製錬へ	銅製錬へ	カドミ工場へ	3段へ繰返し

3.4 電解

a. 大型電解槽の採用 将来の亜鉛電解は、より高純度の電気亜鉛を製造すると同時に、機械化、長時間電解などによつて、労力の節減をはかることが最も肝要である。電槽の大型化は、そのための必須条件であり、意欲的に踏み切った。通電以来、非常に順調で当初心配したトラブルもなく安定した操業が続けている。硫酸化焙焼

写真1 亜鉛電解工場

第11表 大型槽，小型槽比較

摘 要		単 位	大 型	小 型
析 出 亜 鉛 量		t/月	1,228	346
電 槽	材 法 (縦×横×深) 質 列 数	mm	鉄板ゴムライニング 2,750×890×1,425 1×6×6, 1×6×7 78	鉄板ゴムライニング・ 鉄板塩に接着 2,000×700×1,200 1×3×26 78
	形 法 (縦×横×厚) 状 質 枚 数	mm	有孔平板 1%Ag入りPb 1,030×745×8 31	平 板 1%Ag入りPb 745×515×8 17
陽 極	Al 法 (縦×横×厚) 純 質 枚 数	% mm	99.7 1,150×800×5 30	99.7 900×580×5 16
	陰 極			
電 解 液	循環 液 量 温	l/min槽 °C	100 35~38	30 35~38
	給 液 Zn H ₂ SO ₄	g/l	53.8 139.5	53.8 139.5
尾 液	Zn H ₂ SO ₄	g/l	50.0 145.2	50.5 144.5
	排 出 量	m ³ /日	423	120
添加剤	大 膠 豆 粕	kg/t-Zn	0.34 0.14	0.34 0.14
	陰 陽 槽 陰 電 流 密 度 離 心 電 流 浸 漬 時 間 率	A/m ² V h %	425 75 3.45 48 90.0	430 90 3.60 48 90.0
電 解 力	A D C	kWh/t-Zn	3,275 3,144	3,770 3,280
	型 常 用 台 数 流 効 率	A V×A %	シリコン1台 20,503 300×21,000 96	水銀1台 5,700 750×6,000 87
冷 却	中 性 冷 塔 取 液 量 温 (入口→出口)	m ³ /h °C	23 300 60→38	23 300 60→38
	空 冷 塔 取 液 量 温 (入口→出口)	m ³ /min °C	8 2,000 38→35.5	なし 〃 〃
装 置	カーベイト 低 熱 面 積 液 量 温 (入口→出口)	m ² /min °C	119 1.6 1.0 38→33	119 1.0 0.8 38→34
	電 工 槽 床 面 積 数	m ² /t-Zn/月	0.49 0.32	1.17 0.67

(注) 工数は熔解，鋳造を除き，亜鉛電解関係だけ

当時から使用している小型槽と併用しているので両者を比較して第11表に示す。

b. 空冷塔の設置 亜鉛電解液の冷却はカーベイトクーラによる水冷方法を採用してきたが採鉱，選鉱，製錬各部門の拡張により，水源が不足してきたので空冷塔を採用した。カーベイトクーラとの併用によつて盛夏にも充分なる液冷却を行なっている。

第12表に亜鉛電解の熱収支を示す。

第12表 亜鉛電解の熱収支

入		出	
中 性 液 保 有 熱	1.35×10 ⁶ kcal/h	中 性 液 空 冷 熱	0.50×10 ⁶ kcal/h
大型槽ジュール熱	1.51×10 ⁶ 〃	電 解 液 空 冷 熱	1.17×10 ⁶ 〃
小型槽ジュール熱	0.48×10 ⁶ 〃	カーベイト冷却熱	0.48×10 ⁶ 〃
		電 解 尾 液 保 有 熱	0.85×10 ⁶ 〃
		放 散 熱	0.34×10 ⁶ 〃
計 3.34×10 ⁶ kcal/h		計 3.34×10 ⁶ kcal/h	

c. 諸設備の機械化 極板の引揚，装入，運搬はすべて人力で行なっていたが横行，走行のきくホイストクレーンによるクレーン作業とした。その他，陰極亜鉛はぎ取り時の極板整列，はぎ取り後の積み重ね，陰極板研摩，熔解炉への陰極亜鉛の投入などを機械化した。今後さらに完全な機械化に努力したい。

d. 陰極亜鉛の熔解 熔解炉は150kWアジャックス2基操業で，直線型鋳造機に連続注湯している。熔解用電力は107kWh/t-スラブで，ドロスは洗淨脱塩素後淨液工程で使用している。

e. ダイカスト合金の製造 昭和42年11月からダイカスト合金DZ-1，DZ-2の製造を開始した。品質は極めて優良で需要家の好評を得ている。

3.5 操業上とくに留意している点

a. 液中塩素濃度 当工場の条件では液中塩素濃度と，電気亜鉛中鉛品位には，第5図のような関係があるので，実操業では液中塩素濃度の上限を50mg/lとしている。これに関連して，淨液工程に使用するドロスは脱塩素洗淨を行ない，系内に塩素が混入しないよう留意している。

b. アンチモンについて 銅転炉煙灰浸出液を亜鉛回収の目的で系内に入れている。この液中には50~100mg/lのアンチモンが含まれているので，系内に直接入れる液量を制限し，混合後の液中アンチモン濃度を3mg/lまでとし，余つた液は焙焼炉冷却水として使用し，炉を通すことによって，アンチモンの形態を溶解度の低いものに変えて液中のアンチモン濃度を調節している。

3.6 計測，制御

焙焼炉の自動温度調節，ボイラ液面圧力制御，浸出工程のpH測定と液面制御，淨液工程のpHと液面の制御，電解液の酸濃度測定などを行なっている。さらに工程管理上必要な計測，自動制御を強化するとともに極少数の検出端によつて管理できるように工夫したい。

第5図 電解液中塩素濃度と電気亜鉛中鉛(%)

4. 結 言

硫酸化焙焼から酸化焙焼への転換に際して、いままでの経験を生かして工程の連続化，合理化を行なった。

黒鉱から産出する亜鉛精鉱の処理に関する主要な問題点は、ほとんど解決した。今後は遺利の回収を推し進めるとともに、将来に備えて、操業技術の練摩、工程の機械化、人員の合理化に一層の努力を傾けたい。

秋田製煉所10年の回顧

Zinc Smelting at Akita Refinery

正会員 森山 栄夫*
Eifu MORIYAMA

1. 緒 言

三菱金属鉱業株式会社秋田製煉所は、当初、社内鉱である生野および明延両鉱山の亜鉛精鉱の処理を主目的として建設された。

その後、日本の経済界は拡大の一途をたどり、非鉄金属業界も「貿易の自由化」にさらされることとなり、これが「技術革新」の原動力となった。その波は、当所が鉾山付属製鍊所というせまい殻にとどまることを許さず買鉾製鍊所への脱皮をうながすこととなった。

当所は、製鍊方式において

- a. 設備の大型化と操業の連続化
- b. 諸設備の機械化と合理化
- c. 遺利回収の徹底化

という3本の柱を基本的方針として打出し、この10年間対処してきた。さらに、製錬方式のみでなく湿式亜鉛製錬の、もつとも特徴とする高純度亜鉛の利用面にも視野を広げ、MAK2種等のダイカスト用合金製造を開始した。

2. 操 業

過去10カ年間の当所の生産量推移が第1図に示してあ

第1図 過去10カ年間の生産量の推移

る。また、フローシートは第2図のようである。

処理量および生産量については第1表のように、過去10ヵ年間に約1.7倍の人員によつて約6.5倍の生産量を確保することとなつた。

現設備の主要機器を第2表に示した。これは、設備拡

第2図 フローシート

* 三菱金属鉱業株式会社秋田製煉所副長