日曹会津工場の鉛・亜鉛製錬

正 会 員 柏 田 松 三*

Extraction of Lead and Zinc at Nisso Aizu Smelter

Matsuzo KASHIWADA

Although the normal capacity of the Aizu plant was 500 tons per month of the zinc slab during the World War II, it decreased to 150 tons per month in 1947 due to the insufficient repair of the facilities of its plant in the war time.

We have endeavored to the restoration and improvement of its plant, and then the production and its yield increased to the expected figures.

1. 緒 言

日本曹達株式会社、会津工場の鉛・亜鉛製錬設備の改善はいろいろの都合により遅延し、ようやく最近電解設備をはじめ設備全般にわたる合理化計画が実施の緒についたところであつて、これが完成にはなお 1~2 年の時日を要する。

したがつて「製錬所の進歩」という意味では現在その発表の時機ではないが、戦後の操業の推移について簡単に報告し、大方の御批判と御指導を賜り度いと思う次第である。

現在の鉛・亜鉛製錬工程図を示せば第 1 図 A 及び B 図の通りである。

2. 亜 鉛 製 錬

戦時中の会津工場の亜鉛製錬の設備能力は、公称電気亜鉛 500t/月、カドミウム 2t/月 と称せられていたが、実生産量は昭和 19 年には電気亜鉛 5,170 t (月平均 430 t)、カドミウム 15.5 t (月平均 1,290 kg) 程度であつた。

終戦後の会津工場の設備は、戦時中の酷使によりほとんどその生産機能を喪失していた。一方亜鉛地金の市況も需要の

減退と、価格統制によつて低迷している状況であつたので、設備の復旧に着手することも躊躇せられ、電力事情の悪化も影響して、昭和 22 年には月生産量 150 t 以下にまで生産の低下を来したのであつた。その後亜鉛の市況の回復に伴い、昭和 25 年 2 月には戦後休止していたウェルツ設備を復旧し、さらに昭和 25 年 12 月から原料対策の一助として、戦時中アルミニウム製錬に使用し戦後休止していた当社高岡工場のロータリーキルン及びその付属設備を改造して、原鉱処理量 45t/日の能力を有するウェルツ設備として運転を開始した。その原鉱としては、三菱金属鉱業・細倉鉱業所から亜鉛品位 25% 以上の抽出滓の供給を仰ぎ、これを処理することにより亜鉛品位約 65%、鉛品位約 7% の粗酸化亜鉛 15t/日を得る体制が整つたのである。これは会津工場のウェルツ炉から産出する分と併せて、平均 63%Zn の粗酸化亜鉛

第 1 図(B) 鉛製錬工程図

第 1 図(A) 亜鉛製錬工程図

* 日本曹達株式会社
会津工場

約 700t/月 (実収亜鉛量: 390 t) となるのであるが、一部結晶硫酸亜鉛の製造原料として使用する計画もあつたので、昭和 26 年 8 月この粗酸化亜鉛の処理設備として従来の硫化亜鉛精鉱からの設備とは別に、電気亜鉛として 300t/月 の能力を有する抽出及び浄液設備を新設した。これに応じて電解設備も増設する必要に迫られたのであるが、幸いにも従来の電解設備は、電流密度が 270 A/m² という非常に低い値に設計されていたので、従来の 96 槽直列接続 2 系列の電槽をそのままにして、従来の 4,000 A のプスパーを 8,000 A に交換し、電極ビームも取換え、同時に陽極も従来の平板純鉛のものを 1% Ag の有孔鉛板に改め、電流容量を 4,000 A から 8,000 A にしたのである。

電源の整流設備は 4,000 A, 375 V の回転変流機 2 台の外に、同じ定格のもの 2 台を増設し、2 台宛並列運転して各系列に接続した。これにより電流密度を 2 倍にする体制が整い、電流効率が同じであれば、2 倍の生産能力を付与することが出来たわけである。

電流密度を上昇せしむるためには、従来のような中性液の亜鉛濃度 70g/l という稀薄溶液では、槽電圧がはなはだしく高くなるので、160g/l にまで亜鉛濃度を高めることとした。この条件は増設した粗酸化亜鉛系統の造液において、原料の品位高く容易に達せられるものと考えられ、また従来の亜鉛精鉱系統においても、亜鉛精鉱の亜鉛品位が上昇する傾向にあつたので、敢えてこれを織込んで計画したのであつたが、その後の実績はこの計画が妥当なものであつたことを示した。最近では、槽電圧を出来るだけ低く維持するために、電流効率とにらみ合せて液濃度の上昇をはかつた結果、190g/l までにすることが出来た。

このように電解設備は昭和 26 年に電流容量を増し、多少の改善を加えたのであるが、建物及び電槽関係装置は約 20 年間の稼働を経ていたので、老朽して命数つきた状況であつた。一方昭和 27 年から特に 8,000 A の試験槽を設けて実験を始め、3 年間の研究の結果を取入れて、昭和 30 年 8 月に月産 1,000 t の設備の建設に着手し、その第一期工事を昭和 31 年 4 月に終り、4 月から総数 112 槽のうち、取敢えず 48 槽を通電した。第 2 期工事は 10 月に完成する予定である。この設備の詳細は別に報告する機会があると思うのでここには省略するが、48 槽分について 4 か月間の実績は計画以上の成果を示している。

会津工場は元来買鉄製錬所であつて有力な自山を有せず、原鉄の約 70~80% を他社から供給を受けているため、非常に変化に富む鉄石が入荷するので担当技術者を悩まして来た。特に Fe, Sb, Ni, Co, その他電解に有害な不純物の多いものの処理には苦心を払つて来たところ

であるが、この機会にいかなる性質の鉄石をも十分処理し得る体制を整えることが望まれたので、抽出パルプ沈澱用のシックナーを増設し、さらに浄液設備を増強して従来の単段の浄液操業を二段に改めた。すなわち第一次浄液操業においては常温において亜鉛末により Cu, Cd を除去し、第二次浄液操業においては液を 85°C 以上に加熱し、亜鉛末により Ni, Co, Sb 等を除去することにした。これにより電解に供給せられる亜鉛液の清浄度は従来に比して格段と良くなり、電解における電流効率の上昇と、析出亜鉛の純度の向上に大いに役立ったのである。

以上が昭和 26 年に行つた改善である。これによつて従来の生産規模 400~450t/月 が 750~800t/月 にまで拡大されたが、その後毎年設備の改善と増強を計り、昭和 31 年 5 月現在公称 1,000t/月 の設備能力となつた。原鉄の品位の上昇も幸いして、本年 5 月の生産は 1,142 t と公称能力を上廻る数字を示した。

製品品位も終戦直後の 99.9% (Pb 0.02~0.04%) から逐次上昇し、現在では 99.99~99.998% (Pb 0.008~0.0005%) 程度のもを計画的に需要に応じて生産し得るようになったのである。

電気亜鉛の純度の推移は第 1 表の通りである。

第 1 表の $\bar{X}$ は年間実績の平均値である。昭和 27 年まではこの値が製錬所として、精一杯の純度であつたが、昭和 28 年度以降については亜鉛鍍鉄板用として J I S 特種及び一種をも計画的に生産した結果である。

ダイキャスト合金用としては、次頁の組成のものを生産している。

また特に高純度を要求せられる場合は、Pb 0.0005% Cd 0.0005% 以下のものを営業的に生産できるようになつた。

第 1 表 年度別電気亜鉛の分析 (%)

年度別		Pb	Fe	Mg	Cu	Cd	Sn	T.I	B.Zn
昭和 23	$\bar{X}$	0.038	0.028		-0.008	0.021		-0.095	99.905
	σ	0.010	0.003		-0.003	0.002		-0.052	0.052
24	$\bar{X}$	0.036	0.011		-0.003	0.008		-0.058	99.942
	σ	0.006	0.007		-0.001	0.002		-0.015	0.015
25	$\bar{X}$	0.019	0.006		-0.002	0.024		-0.051	99.949
	σ	0.007	0.003		-0.0008	0.009		-0.011	0.011
26	$\bar{X}$	0.023	0.001	0.0002	0.0010	0.0012	0.0001	0.026	99.974
	σ	0.005	0.0008	0.0001	0.0006	0.0003	0.0001	0.008	0.008
27	$\bar{X}$	0.010	0.0004	0.0008	0.0003	0.001*	0.0001	0.012	99.987
	σ	0.008	0.0003	0.0002	0.0001	-	-	-0.008	0.008
28	$\bar{X}$	0.005	0.0008	0.0001	0.0003	0.001*	0.0001	0.007	99.993
	σ	0.001	0.0002	-	0.0002	-	-	-0.001	0.001
29	$\bar{X}$	0.005	0.0004	0.0001	0.0003	0.001*	0.0001	0.007	99.993
	σ	0.0010	0.0002	-	-	-	-	-0.001	0.001
30	$\bar{X}$	0.005	0.0004	0.0001	0.0003	0.001*	0.0001	0.007	99.993
	σ	0.0005	0.0001	-	-	-	-	-0.0008	0.0008

註 $\bar{X}$: 月平均の平均。σ: 月平均の標準偏差

T.I: 不純物総計。B.Zn: 100-T.I

* 印はその数字以下

ダイキャスト合金用電気亜鉛の社内規格

Zn %	Pb %	Fe %	Cd %	Sn %
以上 99.99	以下 0.003	以下 0.002	以下 0.0015	以下 0.0005

第2表は亜鉛製錬の主要設備と、その仕様である。

第2表 亜鉛製錬の主要設備

装 置 名	台数	仕 様
亜鉛精鋅系統 原鋅乾燥機	1	処理能力 3t/hr, $\phi 1.45\text{m} \times \text{長} 9.14\text{m}$
コニカルボールミル	1	処理能力 2.5t/hr, $\phi 1.22\text{m} \times \text{長} 13\text{m}$
焙 焼 炉	1	処理能力 3t/hr, 大きさ $0.91\text{m} \times 2.43\text{m}$
〃	1	処理能力 2.5t/hr, 大きさ $0.91\text{m} \times 2.43\text{m}$
〃	7	処理能力 7.1t/H, 7段, $\phi(\text{外}) 4.25\text{m} \times \text{高} 7\text{m}$
焼鋅篩分装置槽	1	処理能力 6.3t/H, 5段, $\phi(\text{外}) 4.25\text{m} \times \text{高} 7\text{m}$
抽 出 槽	1	処理能力 50t/H
〃	2	鉄筋コンクリート, 耐酸煉瓦張り, 容量 40 m^3 , 内法 $\phi 4.2\text{m} \times \text{深} 4.66\text{m}$
〃	4	木造鉛張り, 容量 28 m^3 , 内法 $\phi 3.3\text{m} \times \text{深} 4.75\text{m}$
〃	2	木造鉛張り, 容量 18 m^3 , 内法 $\phi 3.0\text{m} \times \text{深} 3.60\text{m}$
シ ッ ク ナ ー	1	鉄板コンクリート張り, 内法 $\phi 12\text{m} \times \text{深} 3.5\text{m}$
〃	1	鉄板コンクリート張り, 内法 $\phi 7\text{m} \times \text{深} 3\text{m}$
〃	1	鉄板コンクリート張り, 内法 $\phi 5\text{m} \times \text{深} 3\text{m}$
〃	2	鉄筋コンクリート鉛張り, 内法 $\phi 5\text{m} \times \text{深} 3\text{m}$
淨 液 槽	7	木造鉛張り, 内法 $\phi 3.0\text{m} \times \text{深} 3.05\text{m}$, 容量 15 m^3
〃	7	木造鉛張り, 内法 $\phi 2.9\text{m} \times \text{深} 3.5\text{m}$, 容量 18 m^3
フィルタープレス	10	木製, $0.76\text{m} \times 0.76\text{m}$, 30~35 室
〃	1	鉄製, $1.02\text{m} \times 1.02\text{m}$, 35 室
〃	1	木製, $0.43\text{m} \times 0.43\text{m}$, 30 室
オリバーフィルター	1	木製, $0.81\text{m} \times 0.81\text{m}$, 30 室
〃	1	木製, $\phi 2.7\text{m} \times \text{巾} 2.7\text{m}$, 表面積 18.3 m^2
〃	1	木製, $\phi 3.64\text{m} \times \text{巾} 4.25\text{m}$, 表面積 48.6 m^2
粗酸化亜鉛系統 ロータリーキルン	1	処理能力 10t/H, $\phi 1.52\text{m} \times \text{長} 9.75\text{m}$
コニカルボールミル	1	処理能力 14t/H, 大きさ $1.82\text{m} \times 0.76\text{m}$
抽 出 槽	4	木造鉛張り, 容量 20 m^3 , $\phi 3.5\text{m} \times \text{深} 3.3\text{m}$
液 槽	4	木造鉛張り, 容量 18 m^3 , $\phi 2.9\text{m} \times \text{深} 3.5\text{m}$
フィルタープレス	9	木製, $0.76\text{m} \times 0.76\text{m}$
〃	1	鉄製, $0.76\text{m} \times 0.76\text{m}$
電 解 槽	192	木造鉛張り, 内法長 2.55 $\text{m} \times \text{巾} 0.63\text{m} \times \text{深} 1.04\text{m}$
〃	48	鉄製ゴム張り, 内法長 2.52 $\text{m} \times \text{巾} 0.63\text{m} \times \text{深} 1.125\text{m}$
〃	4	アジャックス・ワイヤット式, 低周波誘導電気炉, 電気容量 60kW, 熔融能力 500 kg/回
熔 融 炉	1	アジャックス・ワイヤット式, 低周波誘導電気炉, 電気容量 150kW, 熔融能力 2,000 kg/回
回 転 変 流 機	4	三菱電機会社製, M.R 型, 6相, 1,500kW 直流側: 電圧 375V, 電流 4,000A

最近における亜鉛製錬の操業成績を右欄上表に示す。

昭和 19 年から昭和 30 年までの 12 カ年の亜鉛・カドミウム・50°Bé 硫酸の生産量の推移は第2図Aに、またその間に使用された原鋅の亜鉛品位は第3図に示す通りである。また亜鉛精鋅系統、粗酸化亜鉛系統の亜鉛採収率及びウェルツを含めた亜鉛の全採収率の推移を第4図に示した。

亜鉛採収率のうち亜鉛精鋅系統のそれは、終戦直後、原鋅品位の低下、その他の悪条件の累積により一時50%程度に低下したが、逐次上昇して昭和 31 年5月には53.85% Zn の精鋅を用いて 84.3% まで回復し、ウェルツにて回収される分を含めて漸く約 96% になった。

(1) 原鋅の組成

	T.Zn	A.S.Zn	Fe	Pb	Cu	Cd	T.S	S.S
亜鉛精鋅	53.85	—	6.67	0.81	1.05	0.32	29.04	—
粗酸化亜鉛	61.79	57.33	7.70	0.77	1.24	0.30	2.72	0.42
粗酸化亜鉛	63.12	—	1.73	6.38	—	0.44	0.025	—

註 T.Zn: 全亜鉛, A.S.Zn: 酸溶亜鉛, T.S: 全硫黄,

S.S: 硫化物態硫黄。

(2) 液の組成

	Zn (g/d)	Fe ⁺⁺ (mg/l)	Cd (mg/d)	Cu (mg/d)	Co (mg/d)	H ₂ SO ₄ (g/d)
亜鉛(原)液	134	15	680	854	12	—
精鋅(原)液	194	1以下	0.5以下	—	1	—
系統電解液	73	—	—	—	—	189
粗酸化(原)液	170	1	800	100	2	—
系統電解液	55	0.5以下	0.5以下	—	1以下	170

(3) 亜鉛採収率

	抽 出 率	全 採 収 率
亜鉛焼鋅	86.6%	84.3%
粗酸化亜鉛	92.4%	90.6%

(4) 電解条件と成績

	電 流 A	電流密度 (陰極) A/m ²	電流効率 %	槽電圧 V	電力原単位		変 流 効率 %
					直 流 kWh	交 流 kWh	
旧設備	7,740	515	84	3.77	3,680	4,000	92
新設備	7,850	525	90	3.33	3,000	3,300	92

註 (1) 槽電圧はブスバーの電圧損失を含む。

(2) 新設備の電流密度は 410A/m² に設計されているが、設備が完成されていないので暫定的に 525A/m² となっている。第二期工事が完成すれば(本年10月の予定), 410A/m², 電流効率は 91% 程度となり、槽電圧も 3.20V 以下、電力原単位は直流で 2,880kWh 程度になる予定である。

最後に亜鉛製錬の今後に予定している改善事項を挙げると次の如くである。

(i) 焙焼炉の更新

従来のヘレスホッフ炉は小能力で、能率が悪く、製錬費を要することが多いので、これを Dorrcro 式流動焙焼炉に置換えるべく工事中である。これに伴ない従来の半塔式鉛室硫酸設備は新モンサント式接触硫酸設備に更新することとした。

(ii) 濾過装置の更新

従来のシックナーのアンダーフローはフィルター・プレスで濾過していたが、これをオリバー・フィルター型の連続式濾過機に換える予定である。

(iii) 抽出設備の更新

現在の抽出設備は昭和 13 年の建設に係り、相当に老朽し、更新する必要があるため、この機会に連続抽出設備に改める予定である。

3. 亜鉛ダイキャスト合金の製造

亜鉛地金の需要をダイキャスト方面へ開拓することの

第2図A 亜鉛・カドミウム・50Be 硫酸の生産量の推移（年間）

第2図B 粗酸化亜鉛・電気鉛の生産量の推移（年間）

需要は 1941 年の全消費量に対し 18.2% から戦時中一時 10% 以下に低下したが、再び 1945 年から上昇に転じ、毎年急速に需要の増加を示し、1951 年には遂に 30% に達した。

一方終戦後のわが国の亜鉛の市況は数年間低迷を続け需要の開拓が急務とされた時、当然取上げられたのはダイキャストへの進出であつた。しかし当工場のみならず国内製錬所は 99.99% 以上の純度の亜鉛地金を市場に提供するに至つていなかったため、ダイキャストに適する高純度の亜鉛地金の製造が強く要望されたのである。ここにわれわれは昭和 26 年以降いわゆる Four nine 級の電気亜鉛の製錬の研究に着手し、27 年後期においてこれを完成することができたので、引続いて昭和 28 年 6 月より亜鉛ダイキャスト合金の製造実験に着手し、約 1 か年にわたる試験の結果、製品として市場に供給し得る自信を得たので、Al 4%・Mg 0.04%・Zn 残部の組成の合金を“ADAC No. 2”の商品名をもつて昭和 29 年 7 月より営業的に製造を開始した。開始当時は 2t/月の小規模のものであつたが、需要の進展に応じて昭和 30 年 3 月には 10t/月、6 月には 25t/月、10 月 45t/月、昭和 31 年 4 月 65t/月、7 月 135t/月に拡張し、今後も 9 月までに 170t/月、昭和 32 年 4 月には 200t/月にまで増産する計画である。製造開始後の生産量の推移は第 5 図の通りである。

第3図 操業年度別・使用原鉛品位

最近のアダックの分析の一例は第3表の通りである。

4. ウェルツ炉操業

亜鉛精鉱の湿式処理によって産出される抽出滓には、なお Zn が 15~25% 程度含まれている。これは原料亜鉛精鉱中の Zn 量の 8~15% 程度に相当するので、当

可否については、1935 年すでに独乙の Magdeburg Zinc Works においてダイキャスト用の亜鉛合金工場を建設した¹⁾こと等から、われわれとしても戦前から関心を持って調査を進めていた。米国におけるこの方面への

1) Met. of Lead and Zinc: A.I. M. E. vol. 121, 1936 p.466.

第3表 最近のアダックの分析の一例

	Al%	Mg%	Cu%	Pb%	Fe%	Cd%	Sn%	Zn%
第 1 種	4.01	0.035	1.01	0.0018	0.0052	0.0008*	0.0007	残部
第 2 種	3.97	0.035	0.0009	0.0017	0.0052	0.0008*	0.0002	〃
JIS H 2201								
第 1 種	3.9~4.3	0.03 ~0.06	0.75 ~1.25	0.005*	0.075*	0.004*	0.002*	残部
第 2 種	3.9~4.3	0.03 ~0.06	0.03*	0.005*	0.075*	0.004*	0.002*	〃

(参考) JIS の規格を併記した)

* 印は数字以下

第4図 操業年度別、亜鉛採収率

第5図 アダックの生産量の推移 (月間)

工場においてはこの回収のためにウェルツ法を採用している。

この設備は昭和4年ドイツから輸入したものであるが実際には昭和11年から連続操業した。終戦後還元剤として使用する粉コークスの入手難のため一時操業を中止したが、昭和25年2月亜鉛の需要が多くなった際に、原料対策の一助として操業を再開して今日におよんでいる。

終戦前の昭和19・20年及び操業再開後の原鉱・製品の品位及びZn・Pbの採取率の推移を示せば第6図の通りである。

終戦前の操業については、その一部をすでに報告²⁾したが抽出滓の品位はZn 10~20%, Pb 3~6%, Cu 1~3%であり、亜鉛の品位は比較的低く、Pb品位の高いものであった。したがって回収される製品粗酸化亜鉛もZnの品位低くPb品位の高いものが得られた。

すなわちZn 45~55%, Pb 12~19%位のものであった。また採取率はキルンにおいてZn 85~90%, Pb 90~98%程度であったがコットレルの採取率が非常にバラツキが多かったので、全採取率はZn 80~88%, Pb 80~90%程度であった。

再開後の操業では原鉱の品位はZn 22~26%, Pb 3~5%で亜鉛の含有率が高くPbが低いために、製品品位もZnが高くPbが低くなっている。キルン採取率はZn 90~95%, Pb 85~95%となり、Pbの採取率は前回の操業に比して低くなっている。コットレルの捕集率は戦後第一次コットレルを補修して効率を良くしたので、Znについては平均98%, Pbについては平均88%程度になっている。全採取率は平均Zn 89.5%, Pb 78%程度である。

カラミの生成率は使用するコークス、無煙炭の品位により相当のバラツキがあるが、原鉱量に対し60~75%程度である。その組成はあまり変化がなく、Zn 1~4%, Pb 0.5~1%, Cu 1.5~4.0%, Au 0.5~2.0g/t, Ag 200~300g/t程度であり、戦時中はこれを銅熔鉱炉にて処理してCu 10~20%, Ag 1~2kg/tの銅鉍にし、また再開

第4表 ウェルツ炉の主要設備

装置の名称	台数	仕 様
原 鉱 乾 燥 機	1	回転円筒型, rpm 1.27, φ 1.83m 長さ 18.6m 処理能力 40t/日(乾)
混 合 機	1	回転円筒型, φ 0.74m 長さ 2.3m
ウェルツキルン	1	φ(外) 2.0m 長さ 30m, rpm 0.58~1, 傾斜長さの3%
除 塵 室	1	9.7m×2.4m×3.9m
第一次コットレル電気集塵装置	1	平縦式水平ガス流, 1列3区型, 15kVA, 整流装置 1台
第二次コットレル電気集塵装置	1	平縦式水平ガス流, 1列3区型, 15kVA, 整流装置 2台
ガス冷却塔	2	8角錐, 一辺の長さ 0.85m 高さ 5m
誘引排風機	1	ターボポン型, 静風圧 40mm(水柱), 風量 850 Nm ³ /min
誘引排風機	1	複吸込型, 多翼式, 静風圧 40mm(水柱), 風量 1,170Nm ³ /min

第5表 年度別電気鉛の分析 (%)

年度別		Ag	Cu	As	Sb	Sn	Zn	Fe	Bi	T.I	B.Pb
昭和21	$\bar{X}$	-	0.0131	0.0042	0.0066	0.0047	0.111	0.0082	0.0148	0.063	99.937
	σ	-	0.018	0.0022	0.0051	0.0014	0.0053	0.0035	0.018	0.118	
22	$\bar{X}$	-	0.0022	0.0172	0.0291	0.1955	0.0213	0.0092	0.0075	0.282	99.728
	σ	-	0.0011	0.011	0.027	0.242	0.014	0.0041	0.0095	0.245	0.245
23	$\bar{X}$	-	0.0040	0.0049	0.021	0.0918	0.0118	0.0045	0.0057	0.125	99.875
	σ	-	0.0028	0.0053	0.021	0.019	0.0078	0.0027	0.0066	0.199	0.199
24	$\bar{X}$	-	0.0041	0.0103	0.0394	0.0091	0.0041	0.0018	0.0035	0.063	99.937
	σ	-	0.0030	0.021	0.043	0.0047	0.0022	0.0010	0.0021	0.045	0.045
25	$\bar{X}$	0.0003	0.0021	0.0006	0.0010	0.0002	0.0004	0.0004	0.0029	0.0079	99.992
	σ	0.0002	0.0008	0.0004	0.0010	0.0002	0.0009	0.0002	0.0022	0.0041	0.0041
26	$\bar{X}$	0.0002	0.0017	0.0003	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0014	0.0052	99.995
	σ	0.0002	0.0007	0.0002	0.0001	0.0003	0.0003	0.0002	0.0005	0.0018	0.0018
27	$\bar{X}$	0.0002	0.0008	0.0003	0.0002	0.0002	0.0002	0.0006	0.0008	0.0033	99.997
	σ	0.0003	0.0004	0.0001	0.0004	0.0002	0.0009	0.0010	0.0002	0.0012	0.0012
28	$\bar{X}$	0.0002	0.0009	0.0001	0.0002	0.0003	0.0002	0.0001	0.0011	0.0031	99.997
	σ	0.0006	0.0006	-	0.0001	0.0003	0.0001	0.0007	0.0004	0.0008	0.0008
29	$\bar{X}$	0.0002	0.0004	0.0001	0.0004	0.0006	0.0001	0.0001	0.0011	0.0030	99.997
	σ	0.0009	0.0002	-	0.0006	0.0003	-	-	0.0008	0.0009	0.0009
30	$\bar{X}$	0.0002	0.0003	0.0001	0.0004	0.0003	0.0001	0.0001	0.0005	0.0020	99.998
	σ	0.0006	0.0001	-	0.0006	0.0002	-	-	0.0001	0.0003	0.0003

註 $\bar{X}$: 月平均の平均. σ : 月平均の標準偏差.
T.I: 不純物総計. B.Pb: 100-T.I.
* 印は数字以下

製品 Zn 品位 61.86%

製品 Pb 品位 8.29%

カラミ Zn 品位 3.34%

カラミ Pb 品位 0.76%

キルン採取率 Zn 90.9 %

キルン採取率 Pb 86.2 %

全採取率 Zn 89.6 %

全採取率 Pb 80.4 %

燃料使用量(乾量)

還元用粉コークス 766 t

還元用無煙炭 390 t

計 1,156 t

原鉱量対 40.3%

補助加熱用石炭 264 t

原鉱量対 9.7%

原鉱乾燥用石炭 206 t

原鉱量対 7.2%

第6図 ウェルツ炉原鉱、製品の分析及び Zn, Pb の採取率

後にはカラミのまま銅製錬所に売鉱している。

現在における主要設備とその仕様を示せば第4表の通りである。

最近100日間の操業成績を示すと次の通りである。

処理鉱量	2,870 t
原鉱 Zn 品位	24.24%
原鉱 Pb 品位	3.62%
製品生産量	1,008 t
カラミ生産量	1,892 t

5. 鉛 製 錬

最近の電気鉛の生産量の推移は第2図Bの通りである。製錬設備は戦時中、角型熔鉛炉1基(処理能力:20 t/日)、電気炉3基(処理能力:4t/日1基)合計32t/日の原鉱処理能力を有したが、戦後熔鉛炉を撤去したので熔錬の設備能力は電気炉による12t/日のみとなった。しかもこの電気炉は小容量で能率が悪いものであったので、昭和24年4月その1基を10t/日に、次いで昭和29年4月残る2基を10t/日能力のもの1基に更新した。したがって熔錬の設備能力は一時粗鉛60~180t/月に低下したが、昭和24年には100t~280t/月に回復し、昭和29年には110~310t/月程度になった。粗鉛の生産量は原鉱の種類によりはなはだしく変化する。すなわち当工場で処理している原鉱は約Pb25%の粗酸化亜鉛の抽出滓からPb75%の輸入鉱に至る種々の品位のもので、組成も硫化物、硫酸塩、酸化物等にわたっている。

鉛電解は戦時中2,000Aの電解槽96槽(電気鉛生産能力:450t/月)を有したが、戦後一時32槽(電気鉛生産量:150t/月)に設備を整理した。昭和29年12月再び24槽(外に予備槽8槽)を復旧して64槽(予備槽を含む)となし、電気鉛生産能力270t/月となった。現在原料の都合により電気鉛200t/月程度の稼働をしている。電気鉛の品位も戦時中99.9%程度であったが、終戦直後Snの多い原料の処理方法が十分でなかったため、昭和22年には99.7%程度にまで低下した。昭和25年3月より粗鉛アノードの組成を管理するためにハリス工程を電解の前に挿入することにより、常に99.998%程度の品位の電気鉛を産出することができ、需要があれば

第 6 表 鉛製錬の主要設備

装 置 名	台数	仕 様
ロータリードラ イヤー	1	抽出鉛滓乾燥用、処理能力 17t/日(湿量)、 φ 0.96m×長9.14m
電 気 炉	2	エルー型、3相、定格電気容量 550kW、常用 400kW、内法 φ 2.2m、高 1.5m、処理能 力 10t/日(乾量)
アノード鋳造機	2	密閉型、アノード重量 120kg
ハリス 炉	2	処理能力 7t/回
電気集塵装置	1	水平流、平板式、1.5kVA、2台
電 解 槽	64 (内 8 予備)	鉄筋コンクリート、アスファルトライニング、 4段カスケード8列、32槽2系列、電槽大き さ、内法巾 0.82m×長 2.48m×深 0.97m
ベルトロー 電動発電機	1	D.C 側出力 60kW、電圧 30V、電流 2,000A
カソード溶融炉	1	発電機出力 60kW、電圧 30V、電流 2,000A 溶融能力 5t/回

99.999% 以上のものをも出し得る体制になつたのである。

第 5 表に電気鉛の品位の推移を示す。

第 6 表は鉛製錬の主要設備とその仕様である。

6. 結 言

以上終戦後の会津工場の操業の推移の概要を述べた。この間において多少の進境が認められるとすれば、それは製錬技術の研究の成果によることはもちろんであるが、その他に操業技術の指針となるべき原料、中間生産品及び製品の分析法の研究の成果に負う所が多い。およそ化学的生産技術の進歩に先行するものは、分析技術の進歩であることは一般に認められている所であるが、当工場においても、終戦後亜鉛製錬においては原料、製品及び亜鉛液等の中間生産品中の Cu, Cd, Co, Fe, Sb, As, Ge 等の不純物の微量分析法、ポーログラフ法、比色分析法等により検定した分析結果を工程管理に活用し得るまでに迅速化するとともに、その検出限度を従来の $1/10$ 乃至 $1/50$ 程度にまで感度を上げることができた。

また鉛製錬においては昭和 25 年 1 月より分光分析法を粗鉛、電気鉛の分析に適用し、外部に対しては製品の品位を保証するとともに迅速分析法の特徴を活かして、工程管理に役立てたのである。

これ等の分析法の適用に当つて絶大なる御援助を賜つた東北大学理学部石川総雄教授、東京大学教養学部松浦二郎助教授、東北大学工学部加藤多喜雄教授に深甚なる謝意を表するものである。

社内においては昭和 25 年当社高岡工場の小田仲彬博士が鉛・亜鉛地金中の不純物の分光分析法による定量法の研究を行い、これを完成し実用化したのが、わが国としては当時新しい試みであつた。

当工場は昭和 25 年より製錬工程の管理に統計的品質管理の手法を導入することを企図し、委員会を設けてこれに対する調査を始めたが、その後外部からの援助をも得て、逐次全工場に品質管理の実施を推し進めて行つた。これによつて従来「カン」に頼ることの多かつた操業法は測定と解析の結果に基づく科学的操業法に発展して来た。これが生産技術の進歩に大いに貢献し、昭和 26 年 5 月電気鉛について、昭和 27 年 8 月 50°Bé 硫酸について、昭和 29 年 6 月電気亜鉛について、それぞれ日本工業規格 (JIS) の表示許可を得る動機となり、昭和 29 年 11 月には通商産業大臣から工業標準化と品質管理の実施について表彰せられ、またデミング委員会よりは昭和 29 年度のデミング賞実施賞を授与せられるに至つたのである。

最後に当工場の戦後の復旧に当つて種々技術上の御助言を賜つた東京大学工学部小川芳樹教授を始め、各大学の諸先生に深甚なる謝意を表するものである。

戦後の電気鉛の需給の推移 (会計年度)

	21年	22	23	24	25	26	27	28	29	30
繰越在庫	80,626 ^t	36,447 ^t	17,471 ^t	13,283 ^t	27,649 ^t	10,522 ^t	15,171 ^t	13,117 ^t	3,998 ^t	8,858 ^t
生産	6,206	9,264	10,365	13,105	17,868	17,477	19,849	24,269	21,329	25,217
国内輸入	420	420	479	1,989	3,064	1,702	140	4,298	4,394	4,394
国内輸出	6,626	9,684	10,844	15,094	20,932	19,172	21,257	26,119	35,437	38,902
輸入	—	—	6,124	9,426	—	8,138	288	5,306	12,354	3,974
供給計	87,252	46,311	34,439	37,803	38,581	37,836	36,716	44,542	51,789	51,734
需要				5,835	9,805	10,682	8,295	14,318	12,066	12,728
電蓄鉛				5,272	6,914	6,952	6,564	10,334	9,107	9,344
電管機				3,890	3,217	4,058	3,285	8,907	12,093	13,319
線地板				1,814	2,392	2,163	3,567	4,629	6,579	7,780
減摩半田				599	672	681	1,225	1,792	1,595	1,478
その他				2,030	2,000	2,724	1,059	3,229	3,833	3,833
計	35,799	28,670	21,156	19,413	25,000	27,260	23,990	43,209	45,122	48,487
輸出	15,006				10,255			100	75	108
合計	50,805	28,670	21,156	19,443	35,255	27,260	23,990	44,309	45,197	48,595
補正				(-)9,289	(-)7,196	(-)4,595	(-)390	(-)2,765	(-)2,266	(-)4,439
繰越在庫	36,447	17,471	13,283	27,649	10,552	15,171	13,117	3,998	8,858	7,578

註 本表には再生鉛の需給は含まず。再生鉛需給は 30 年度への繰越在庫 5,636 t 生産 49,445 t (専業者 29,997 t 非専業者 9,448 t) 需要 43,822 t 繰越在庫 4,661 t 過不足 (+) 6,598 t