志村化工株式会社のニッケル製錬

正 会 員 板 谷 康 男*

Nickel Smelting at Shimura Plant

Yasuo ITAYA

The plant of the Shimura Chemical and Industrial Co. is the first one which is begin the production of the metallic nickel after the war in Japan. This company was at first established to produce the copper sulphate in 1946, and was changed to produce the nickel sulphate after two year's operation. The smelting of nickel was begun in 1950. The ore is imported from New Caledonia and it contains about 5 % nickel. The ore is sintered by the Dwight-Lloyd sintering machine and then is charged to the blast furnace. Crude matte (Ni 30%, Fe 55%, S 15%) produced from the blast furnace is then refined in the converter and the refined matte (Ni 75%, Fe 0.5%, Cu 0.3%, S, 20%) is cast into anodes and is refined by electrolysis. The slag from the blast furnace is sold as a fertilizer. The production of the nickel of the plant was 1,356t in 1955, and a considerable increase of the amount of the production is expected this year.

1. 緒 論

当社は今年丁度創立10週年を迎え、金属ニッケル製造を開始して7年目である。戦後金属ニッケルの製錬を開始したのは当社を以て嚆矢とすることを知る人は少ないであろう。また興南マツを始め種々雑多な原料をつぎつぎと処理して幾多の困難を重ねつつ工業的生産に成功した事は、朝鮮動乱後のニッケル不足による異常な高価格に幸いされたとはいえ、当時財閥会社といえども政府の補償援助無くしてよく遂行し得なかつた極めて見透しの困難なニッケル製錬事業に専心し、幾多の会社が生産中止の悲運に陥る間に、よく技術の向上、生産原価の低減、生産設備の合理化に努め、絶えず金融逼迫と戦いつつ漸く昨今日本一の生産を挙げ得る態勢に至つた事は本邦戦後事業史上特筆されるべき事と思う。その発展の跡は次の年間ニッケル生産量の推移が最も端的に物語るであろう。

	昭和25年	昭和26年	昭和27年	昭和28年	昭和29年	昭和30年	昭和31年
生産量(t)	8	29	138	397	731	1,356	1,162

備考 昭和31年は7月迄の生産量

この間資本金も10万円から9億6千万円に躍進した。

2. 会社の沿革

昭和21年4月 元野村製鋼株式会社創立者たる堀居太郎が硫酸銅製造の目的で資本金10万円で会社を設立す。

- 昭和21年9月 東京都板橋区志村町2ノ1の旧工場建設に着手。
- 22年4月 同工場において硫酸銅月産50tの製造開始。
- 23年9月 硫酸ニッケル製造に着手。
- 24年1月 資本金100万円に増資し硫酸ニッケル月産25t製造開始。
- 25年1月 電解ニッケルの試験生産開始。
- 25年11月 資本金300万円に増資し電解ニッケル製造装置に着手。
- 26年5月 電解ニッケル月産5t製造開始。
- 26年7月 東京都板橋区長後町2ノ13、旧日本マグネシウム工場を買収し電解ニッケル月産25t設備の建設に着手。
- 26年12月 本社を新工場に移転し一部操業を開始。
- 27年3月 全工場の操業を開始。
- 27年9月 資本金1,200万円に増資。
- 27年10月 資本金3,000万円に増資しニッケル生産設備を増強。
- 28年3月 資本金12,000万円に増資し月産60t設備建設に着手する。
- 28年5月 同設備完成。
- 28年12月 資本金24,000万円に増資し熔成磷肥並びにニッケル鉍の同時生産設備に着手。
- 29年11月 電解ニッケル生産能力月産120tとなる。
- 29年12月 新熔鉍炉稼動す。
- 30年5月 肥料工場完成す。
- 30年12月 資本金48,000万円に増資し生産設備の合

*志村化工株式会社常務取締役副工場長

理化を期し電解ニッケル 300t 生産設備の建設に着手す。ニッケル地金生産能力月産 170t となる。

昭和31年7月 資本金96,000万円に増資す。

以上さらにこれを内容的に分類すると次の通りである。

- (1) 硫酸銅製造時代
- (2) 硫酸ニッケル製造時代
- (3) ニッケル製錬時代
 - a. 興南マット処理期 以上旧坂上工場
 - b. ニッケルスパイス処理期 以下現工場
 - c. クリーニングメタル処理期
 - d. ニッケルキャタリスト処理期
 - e. ニッケル鉱石委託製錬期
 - f. 鉱石より一貫生産期

以下やや詳細に述べる。

3. 硫酸銅製造時代

(自昭和21年4月 至昭和23年12月)

戦災による焼故銅を原料として、硝酸を酸化剤として用いる硝酸銅の混酸溶解法による硫酸銅の製造を行つた。製造装置はほとんどすべてステンレスを使用して硝酸回収塔を設け、溶解に伴つて発生する亜硝酸ガスを空気酸化し、これを水に吸収させて硝酸約95%を回収利用し、純度99.5%の優秀なる硫酸銅月産50tを製造した。主として製品は全国の農業会(後の全購連)に納入した。なおインド向 100tの輸出を行つたが後には生産過剰となり硫酸ニッケルが鍍金の需要増で逼迫の状況となつたので、硫酸ニッケル製造に転換した。

4. 硫酸ニッケル製造時代

(自昭和23年9月 至昭和26年5月)

主原料は戦時中のニッケル地金及び屑を利用し、製造装置及び溶解法は、硫酸銅と全く同一であつたが、不純物除去のための浄液法を苦心研究優秀な製品を、月印の名称の下に出した。生産も月産 30t に達し当時としては、日本一の生産実績を挙げた。なおニューヨーク向10tの輸出は、米国向唯一のケースであつた。しかしながらこれまた次第に市場飽和状態となり、ついに激烈なる価格競争となるに至り、経営著しく困難を極めついに社長の英断をもつて電解ニッケル製造を決意従業員また給料遅配の艱苦を忍びつつも決然と新規事業に突入した。当社の運命は実にこの時期にあつた。

5. ニッケル製錬時代

5.1 電解ニッケル試作 (興南マッ) (自昭和25年1月 至昭和26年11月)

かくして昭和25年1月より戦後日本で初めての金属

第1図 興南マット処理工程図

ニッケルの試験生産が開始された。しかしながら当時ニッケル製錬に関する文献もほとんど皆無に等しく、かつまたニッケル製錬技術の経験者もいなかったため試作研究は困難を極めた。原料は戦時中日本窒素興南工場で朝鮮産ニッケル鉱石を原料として、製造されたいわゆる興南マットでこれを産業復興公団より2百数十t購入したものでその成分はおおよそ Ni 48%, Co 1%, Cu 18%, Fe 6%, S 20%, As 0.5%, Zn 1.5% であつた。これを陽極に鑄造し、ヒジネット法でマットの直接電解法を行つた。廃液の Cu, As, Zn 等の不純物を H₂S で除去した後 Fe を NiCO₃ で中和、H₂O₂ で酸化除去し H₂SO₄ で pH 調整を行つた。電解液は硫酸ニッケル液で Ni 40 g/l, 硫酸 20g/l, 液温 50~60°C, 電流密度 200A/m², 槽電圧 5V であつた。陰極板は 5枚吊、電槽は 24槽 (900mm×900mm×900mm), 電動発電機は 260HP 115V×1,200A 1台で製品の大きさは 150mm×600mm, 品位は Cu 0.05~0.5%, Fe 0.05%~0.5% でバラツキが多かつたが、ともかくマットの直接電解に成功した。その工程を第1図に示す。

Cu, Fe を極めて多量に含むマットの直接電解法であつたためにしばしば剥離や電着障害に遭遇し辛酸を嘗めたが社長のたゆまざる熱意と努力とは、ついにあらゆる困難を克服して成功し生産も月産 5t に達し、当時としては日本一の生産高であつた。たまたま朝鮮事変勃発するに及んでニッケルの需要が急増し価格も月を逐うて騰貴し t 当たり 200 万円を超えるに及び、ついにニッケル需給調整規則が施行されるに至つた。ここにおいて政府もニッケルの増産を奨励する気運となり、当社もまた日本マグネシウム東京工場を買収してニッケルの増産に積極的に乗出すに至つた。

5.2 ニッケルスパイス処理期 (自昭和26年12月 至昭和27年5月)

上記興南マットも終りを告げ戦時中台湾花蓮港に東邦

第2図 ニッケルスパイス製錬系統図

金属製錬が所有していたものを戦後逆輸入してこれの製錬を企図したが製錬の可否を巡って大分問題とされた事もあったが、飽く迄これが可能なるを確信し、苦心研究の末後に述べる方法で高品位ニッケルの生産に成功した。昭和26年7月漸く日本マグネシウム東京工場の主要部約12,000坪を買収し直ちに月産25tの電解設備及び製錬設備の建設に着手同年12月より操業に入った。

これの原料はボルマ、ボードウィン鉱山の鉛製錬の副産物であつてその成分はおおよそ Ni 30%, Co 4%, Cu 11%, Fe 1.5%, As 35%, Sb 3%, Pb 6% である。その製錬の概要は第2図のようにまず多量の As を除去するためボールミルで60 mesh 以下に粉砕し、ロータリーキルンで酸化焙焼して As_2O_3 として揮発させ、これを集砒室に導き冷却沈澱させた。次に焙焼物を反射炉でソーダ焙焼を行つて残りの砒素を砒酸ソーダとして水洗除去し酸化ニッケルとした。これを硫酸と混和焙焼して抽出しこの抽出液の銅分を 200kVA 電気炉で還元熔融した粗ニッケル陽極で電解除銅して Cu 分を除去した後、炭酸ニッケルとなし、これを不溶性陽極電解法にて電解製錬を行つた。電解液は硫酸ニッケル液で Ni 40~50g/l, 礬酸 20g/l, pH 2~3, 液温 50~60°C, 電流密度は 130 A/m², 槽電圧 4V, 極間距離は 80mm, 陽極は当初カーボンを使用した後に鉛に変えた。

第1表 主要設備の概要 (昭和27年2月)

製錬工程別	設備名称	台数	型式	能力
粉砕	ジョークラッシュャー	1	10'×20' 40P	2t/hr
焙焼	ボールミル	1	φ1.5m 50P	1t/hr
焙焼	ロータリーキルン	1	φ650mm h4.5m 7.5P	1t/hr
焙焼	反射炉	1	φ1.22m×L12.5m	0.5t/hr
還元熔融	電気炉	4	w1.8m×L13m	4t/日
電解	電解槽	2	200kVA	{ 50kg/毎回 100kg/毎回
電解	電解槽	24	900mm×900mm×1,400mm	{ コンクリート アスファルト
電解	直流発電機	1	350P 105V 2,400A	木製鉛張
電解	電機	1	260P 125V 1,200A

第3図 スラッグクリーニングメタル処理工程図

当時の成品つ一例は Ni 98.40, Co 1.06, Cu 0.04, Fe 0.08 であつた。

本社工場 敷地 10,500坪
建物 3,593坪
坂上工場 敷地 1,400坪
建物 600坪

5.3 スラッグ・クリーニング・メタル処理期

(自昭和27年4月 至昭和27年9月)

次いで新たに相互貿易(株)を通じてノルウェーのファルコンブリッヂ社のスラッグ・クリーニング・メタル約400tの買付を行いこれを処理した。この原料の組成はほぼ Ni

35~45%, Cu 7.5%, Co 3%, Fe 40%, As 1.5%, Si 10% で Si の含有極めて高いのが特徴であり、当時熔鋳炉、転炉の設備の無いためこれが処理には困難を極めた。王子化成はこのためついに倒産の止むなきに至つた。なお当時日本電気冶金も約50t買付けたが、これもほとんど末処理のまま放置された。

当社にてもこの硫化、脱鉄には第3図工程により行つたが満足すべきものでなく、最後に日本鋳業日立製錬所に精錬委託をお願いして漸く目的とする精鉾が得られたが販売価格の低下とともにほとんど利益を挙げる事が出来なかつた。

この工程の概要は、キューボラでコークスとともに熔解し、前炉において熔湯に固体硫黄を直接投入硫化をはかつたが Si の残留するため偏析を生じ完全硫化が困難であつた。さらにこれを真吹炉、反射炉、小型電気炉で酸化剤をもつて脱鉄したが、鉄分5~10%程度が残留した。なお日本鋳業では硫化鉾とともに熔鋳炉で熔融 Ni 20% 程度の粗鉾を転炉に投入冷材(クリーニングメタル)を逐次投入し珪石を flux として空気にて脱鉄したが始めはクリーニングメタル中の Si の燃焼によつて温度が著しく上昇炉壁を浸蝕されて弱つたとの事であつた。当時の成分の一例 Ni 99.52%, Co 0.34%, Cu 0.02%, Fe 0.03% であつた。

第4図 ニッケル腐蝕媒処理工程図

5・4 ニッケル廃触媒処理期 (自昭和27年10月 至昭和28年5月)

昭光商事を通じてカナダのボロック社よりカナダおよびアメリカの硬化油の廃触媒を輸入した。この成分はNi 5~10%, 動植物油20~50%残部は珪藻土であった。

まず油を除去するため2,3の油脂会社に委託、鹼化法、抽出法等により含有油脂を有効に分離回収することを試みたが当時はすでに油脂過剰時代に入り、また能力的に短期間大量の処理が困難であったため、ついに断念し第4図工程のように直接燃焼法により油を除去した後、硫酸抽出し炭酸ニッケルとなし、前回同様不溶性陽極法で電解ニッケルを製造した。

当時の製品の一例はNi 99.61%, Co 0.29%, Cu 0.016%, Fe 0.049%, Pb 0.012% であった。

5・5 珪苦ニッケル鉱熔錬委託期 (自昭和28年1月 至昭和29年11月)

上記種々雑多な原料を処理したが量的継続的に入手が困難になったためと品質向上生産原価の切下の見地から鉱石よりの一貫生産が必要となつたため尼崎市関西電気製鉄(旧日鉱工業の第二会社)が開放型電気炉及び鉄鋼精錬用転炉を有するに著目し、これを傘下に糾合して昭和28年1月21日より野崎産業扱ニューカレドニア産ニッケル鉱石(Ni 5.15%)で開放型エルー式電気炉 3,000 kVA にて鉱石製錬を開始し粗鉱を製造し、これを改造した転炉にてアノードとした。なお同年2月6日には帝國製鉄丹森工場において木炭鉄熔鉱炉により同じ鉱石で粗鉱の生産を開始し、これを関西電気製鉄に送って精鉱となし、陽極板に鋳造して、志村化工においてヒビネット法でニッケル電解を行つた。のちに同社三成工場の木炭鉄熔鉱炉で粗鉱の生産を継続し昭和29年6月まで生産を行つた。生産能力は鉱石処理量月 1,200 t 程度であった。次いで昭和29年に入つて関東電工倉賀野工場、日出化学舞鶴工場で熔成磷肥の同時生産を東北電化岩村田工場、新報国製鉄富山工場において単独生産を第5図のように行つたが、日出化学以外は技術未熟、煙害問題等のため所期の生産率らず、原価また高きにつき何れも年内に休止するに至つた。この時期に志村化工においては新たに電解槽32槽を増設しマットの直接電解法により高純度の電解ニッケル生産に成功した。その概要は次の通りである。

第5図 珪苦ニッケル鉱委託製錬系統図

電 解 液

硫酸ニッケル	Ni 40~50g/l
硼 酸	20g/l
液 温	50~60°C
電 流 密 度	135A/m ²
槽 電 圧	3.7V
極 間 距 離	85mm
電槽の大きさ	巾900mm×長2,200mm×深1,500mm
陰極の大きさ	750mm×850mm 12枚吊
陽極の大きさ	230mm×900mm×30mm 39枚吊
製 品 の 品 位	Ni 99.56, Co 0.36, Cu 0.021, Fe 0.018, Pb 0.005%, S 0.001

5・6 志村化工東京工場における鉱石よりの一貫生産

(昭和29年12月以降)

かねてニッケル地金のコスト切下を研究中の熔成磷肥との同時生産方式による他無きを痛感、志村化工東京工場において鉱石よりの一貫生産設備並びに熔成磷肥製造設備を建設すべく昭和29年早々着手中の処、たまたまニッケル市況の悪化に遭遇一時停滞の止む無きに至り、上記のような日出化学他数工場に鉱石の委託精錬を行つたが、生産は所期のように率らず、このままではギリ貧の状態となるおそれがあるため、昭和29年10月に急提完成を急ぎ昭和29年12月19日待望の熔鉱炉の火入を行つた。生産も逐月上昇し翌昭和30年3月には転炉も完成、ここに始めて鉱石よりの一貫生産態勢が整つた。同年6月には肥料工場も完成稼働に入りニッケル鉱滓から苦土珪カル肥料の生産を開始した。

熔錬設備の概要

イ. 焼 結 機

型 式	ドワイトロイド型ベルト式、米国アサママッキー社設計、三菱造船広島造船所製作
能 力	200 t/日
パ レ ッ ト	巾1,385mm×長500mm 47個 有効面積 10.4m ² , 有効長さ 7.6m
パレット速さ	500mm/min
排 風 機	圧 力 -1,000mm水柱 風 量 600m ³ /min 電 動 機 300HP 1,500rpm

ロ. 熔鉱炉型式

半水套式上抜排煙	
能 力	乾 鉱 200 t/日
主 要 寸 法	羽口準の大きさ 巾1.2m×長6.1m 羽口準よりの高さ 4m 羽 口 径 130mm, 片側18個, 計36個 炉内容積 40m ³ 前 炉 内径 1.8m×深1.4m トランス 200kVA×2 基

送 風 機 圧 力 1,000mm水柱
風 量 500m³/min
電 動 機 200HP 3,000rpm

ハ. 転 炉

型 式 バーレル型2台, 古河鋳業足尾製作所
能 力 粗鉾処理量 10 t/回
主 要 寸 法 $\phi 1.9\text{m} \times \text{L} 2.7\text{m}$
羽 口 $\phi 32\text{mm} \times 10\text{本}$
送 風 機 風 量 112m³/min
風 圧 0.84kg/cm²
電 動 機 300HP 3,000rpm

ニ. 電 解 槽

	巾	長	深	槽数	
第一電槽	木製鉛張	920	2,420	1,500	20
第二電槽	〃	920	2,220	1,500	32
第三電槽	コンクリート 合成樹脂張	920	2,694	1,500	12
第四電槽	木製鉛張	920	2,220	1,500	16
第五電槽	〃	920	2,220	1,500	24

計 104槽 能力 170t/日

カソード12枚吊 アノード39枚吊

電 動 発 電 機

	台数	電圧	電流
500HP	2	180V ×	2,100A
350HP	1	90V ×	2,400A
260HP	1	1,200V ×	1,200A

ホ. 肥 料 工 場

能 力 6,000t/日
乾 燥 設 備 ローターキルン $\phi 1.5\text{m} \times 20\text{m}$ 10 t/hr
粉 砕 ボールミル 4ft × 8ft
200HP 1台 10 t/hr, 250HP 1台 10 t/hr
袋 詰 パッカー 大和式自動袋詰計量器三連式
2台, 各10 t/hr

熔 鑄 作 業 の 概 要

東京港より鯨 (100~150 t) にて隅田川を上り志村工場岸壁に荷揚げしたニッケル鉱石は第6図のように塊と粉にフルイ分し, 粉鉱はDL型焼結機でグリーンズ約13%にて焼結し塊鉱とともに鉱石当り石膏13%, 石灰石40%,

第6図 ニッケル製錬一貫操業系統図

転炉鉄10%及びコークス32%と調合して熔鉱炉に投入し風圧水銀柱 50~60mm で熔錬する。粗鉾 (Ni 30%, Fe 55%, S 15%) を前炉より約3時間ごとにタップし転炉に投入する。転炉で精製された精鉾 (Ni 75%, Fe 0.5%, Cu 0.3%, S 20%) は鑄型に鑄込み陽極として電鍍工場に送付される。

この際生ずる転炉鉄 (Ni 1.5%, SiO₂ 20~25%, Fe 45~55%) は熔鉱炉に戻す。一方熔鉱炉鉄 (SiO₂ 40~45%, CaO 20~22%, MgO 15~20%, FeO 10~18%, Al₂O₃ 4~5%, Ni 0.15~0.20%) は絶えず前炉より流出し, 水砕して水切され, ローターキルンにて乾燥, ボールミルにて粉碎, 包装機にて袋詰の上苦土珪カル肥料として市場へ出される。

電 解 作 用 の 概 要

電解液組成及び電解条件等は前期と同様, 陽極廃液は Cu 30~50mg/l, Fe 30~50mg/l, その他極少量 As, Pb, Sb 等がある。これを鉄粉にて銅置換除去し, 脱鉄槽において炭酸ニッケルで中和, 空気を吹込み塩素を注入して Fe, Co を沈澱させ, 生じた水酸化第二鉄の沈澱に As, Sb, Pb を酸化共着せしめ除去する。

最近における電解ニッケルの品位は次の通りである。

	Ni+Co	Co	Fe
	99.95%	0.3%	0.005%
	Cu	Si, Mn, As	C
	0.005%	tr	0.005%
	Pb	S	
	<0.001%	0.001%	

第2表 新規増設計画による主要設備の概要 (昭和31年8月)

設 備 名 称	台数	型 式	内 容	能 力
焼 結 設 備	1	ドワイトロイド型	有効面積 17.8m ² , 有効長さ 12.88m	300t/日
	1	片吸込ターボファン	風量 1,050m ³ , 風圧 1,050mmHg, 500P	
熔 鑄 設 備	1	原料投入装置	1.5m ³	1,000t/日
	2	鉄皮式	炉床直径 3.6m, 内容積 140m ³	300t/日
	2	2段ターボ	650P, 500m ³ /min, 4,230mmHg	
	3	カウパー式	内径 4.9m, 高 16.5m	
電 槽 設 備	2	P. S 型	外径 2.3m, 長 3.77m	15t/回
	1	8段ターボ	220P, 140m ³ /min, 465mmHg	
	180槽	コンクリート合成樹脂	長 2.51m, 巾 445mm, 深 1.66m	270t/月
	1	鉄槽多極式	900V, 600A	
精 製 ニ ッ ケ ル 製 造 設 備	1	電気炉開放型	2,000kVA	100t/月
	2	〃 密閉型	2,000kVA 8t	100t/月
	2	ロータリドライヤ	二重円筒式	10t/hr
	2	チューブミル	コンパートメント	10t/hr
製 造 設 備	2	立立バブコック	直径 2m, 長 15m 内径 2.2m, 長 6m, 400P	10t/hr