足尾製錬所の自熔製錬

正 会 員 岡 添 徳 助*

Flash-Smelting at Ashio Smelter

Tokusuke OKAZOE

After the war it was necessary to reconstruct the time-worn copper blast furnace and its appendixes at Ashio smelter and so an experimental researches on the electric smelting of copper ores in place of the blast furnace smelter was begun in 1949. We had an information by chance that the flash smelting in place of the electric furnace smelting at Harjavalta in Finland was successfully in operation. Author went to see it to Finland and convinced that it would be better than the electric furnace operations.

The Furukawa Mining Co. decided to adopt the flash smelting and to construct the flash smelting plant and the sulfuric acid plant to make use the waste gas. The construction of the plant completed in March 1956. The capacity of the furnace is 8ton of ores per hour and the capacity of the acid plant is 200ton of sulfuric acid per day.

1. 終戦前後から自熔製錬に移るまでの経過

第2次大戦中、当製錬所は幸いにして爆撃などの直接被害は受けなかつたが、戦が終りに近づくにしたがい次第に操業困難の度を加えたことは他の製錬所と同様であつた。熟練工の不足は勤報隊、俘虜によつて補うべくもなく、鉱員の過労は能率の低下に拍車をかけ、空襲警報による頻繁な熔鉱炉の吹止めは炉況の著しい悪化となつて、操業不可能の一步手前まで追い詰められたが、増産のための異常な努力を続けつつ終戦を迎えた。

戦争中の無理が終戦後の復興に与えた影響は各製錬所とも、程度の差こそあれいずれも相当なものであつたと思われる。戦後復興のあとをたどるため、終戦後10年間の足尾製錬所の状況を述べる前に、終戦直前の期間を含む処理鉱量・産銅量・燃料使用率を第1図に示す。

終戦直後、製錬所受入鉱石は激減したけれども、当時相当量の貯鉱を持つていたところへ関係当事者の努力によつて大量のークスが入荷したので、選鉱課などから鉱員の応援を得て間もなく熔鉱炉作業を開始した。

しかしながら、熔鉱炉自体のみな

らず、その関係の建物、設備など大破していて甚だ危険であつたので、年末の2ヵ月間休炉して熔鉱炉は炉長を約70%に縮めると共に、鉱石庫、装入床などに大修理を加え、昭和21年1月に熔鉱炉を吹入れた。

当時の設備は熔鉱炉1基、焼結炉3基、団鉱機1基及び転炉3基であつたが、操業上まず苦しんだのは労務者の不足であつた。

熟練工の不足は支那事変当時から始まつたことで、応召のほか高賃金と都会生活の魅力で山を下るものが引続

(注) * 燃料は湿量 ** 荷扱所、運転、修繕及び事務関係の鉱員を含み俘虜、勤報隊を含まない。

第1図 足尾製錬所処理鉱量、産銅量及び燃料使用率

* 古河鉱業株式会社足尾製錬所長

き、大戦にはいつた当時すでに苦境にあつたのであるが終戦直後には陸の孤島と云われる程食糧事情の極端に悪い足尾を離れるもの多く、一方、職と家を求めて入山するものも少なくはなかつたが、勤報隊と俘虜によつて辛じて作業を続けていた労務の補いにはならず、殊に熟練工の不足は如何とも致し方がなかつた。一例をあげれば昭和21年1月、熔鋁炉作業を再開した当時、熔鋁炉付鋁員のうち終戦前から勤めていたものは41%、10年以上の勤続者は職長を含めて13%に過ぎなかつた。

約2年の後には労務者の質、量ともに恢復して來たが次に來たものはコークスその他の資材と原料鋁物の不足であつた。昭和22年から24年にかけて3回に亘る台風のための国鉄足尾線不通は、更に物資欠乏の影響を大きくした。

最初は労務者不足のため銅山内の各課、或いは永松鋁山などから応援を求めていたものが、後には製錬所の職員鋁員ともに燃料確保のため自社の炭坑へ、或いは鋁石増産のため足尾の坑内に入つて生産を助けた。

上記のような状態で長期に亘る熔鋁炉の吹止めが幾度もあつて、熔鋁炉の成績、したがつて製錬全般の能率は極めて悪かつたが、その間各種設備の改修、手入に努力した。

各種設備の改修といつても当時の情勢として根本的なことは出来ず、緊急を要した大煙室、煙道の改修には相当の資金と時日とをかけたが、直接の製錬設備に対しては小修繕の程度を出ず、作業の改善も若干見られたが特記する程のものはなかつた。

昭和25年頃になつて鋁石の入荷は次第に順調になり26年7月には、終戦直後炉長を縮めていた熔鋁炉を旧に復し、製錬操業は一応順調になつたように見えたが、能率の向上恢復は著るしいものが見られない。

熔鋁炉は昭和16年9月に新設、吹入れしたもので、炉幅5尺、長さ24尺、高圧風を用いて急速製錬をやるよう設計されたものであるが、粉鋁の予備取扱設備である焼結炉団鋁機は戦争中の酷使によつて損傷甚だしく能率上らず、浮選粉の大量直投入を併せ行う場合、変形して炉幅6尺を越す古熔鋁炉で、煙灰の大量産出を嫌い、低風圧を用いるのでは高能率を期待するのが無理である。

当製錬所受入の鋁石は転炉直投入の塊鋁を除いて殆ど全部が粉鋁に変つて來た今日、多額の起業費を投じて上記の諸設備を改修または新設したところで著しい効果は望めない上に、数次の台風禍などによつて治山治水の対策が強く要求されている折柄、渡良瀬川上流の足尾にとつては昔から問題になつていた煙害の防止が急務となつて來た。

煙害防止策として排煙硫酸製造の半工業的な試験が、昭和8年から実施され大戦の激化によつて同16年に中止

されたが、昭和24年、具体的な計画がたてられた。しかしながらその当時の足尾の製錬設備では全排煙は利用出來ず、亜硫酸ガスの約50%はそのまま放出しなければならず煙害の絶滅は期し難いので、この計画は放棄され根本的な製錬法改革の計画をたてることになつた。

製錬設備変更の方針として

- (1) 粉鋁処理をなるべく簡単にする
- (2) 排煙の全部を硫酸製造に利用し、煙害の絶滅を期する
- (3) 安全、確實、清潔で低コストの操業が出来ること
- (4) 現作業との転換が容易で、短期間に切換え得ること等を目的とし、まず採りあげられたのが自家用の豊富な電力を持つ足尾に適した方法として、電気炉を主体とする製錬設備の検討であつた。

電気製錬について昭和24年の中頃から調査を始め、25年初めから小規模の試験作業を実施し、操業可能の確信を得るに至つた。

当時海外に対し電気炉製錬に関して照会中、銅鋁の電気炉製錬について豊富な経験を有しているフィンランドの Outokumpu 社で、すでに電気炉製錬をやめ、それよりも有利な自熔製錬が満足すべき結果で実施されていることを知つた。

その後O社と数次の交渉を重ね、一方電気炉との優劣について検討を続けたが、昭和27年末筆者がフィンランドに赴き、ハルヤバルタ (Harjavalta) 製錬所の実状を詳細に視察した上で諸般の事情を総合検討した結果、社内の意見は自熔製錬法の採用を可とする結論に達し、至急この方法の実施を、併せて硫酸工場建設の計画を進めることになつた。その後O社技師の來山、当製錬所技術者の派遣もあつて計画を固め、自熔炉の位置を製錬所の一隅、資材倉庫、修理工場のあつたところに定め、昭和29年11月24日起工式をあげ、30年5月末工場主建家の基礎工事に着手した。

諸般の工事は予定通り進捗し、昭和31年2月29日熔鋁炉を吹き出し、自熔炉の予熱を開始すると共に煙道、その他旧設備との切り換え工事を進め3月15日火入式を挙行した。

2. 足尾における自熔製錬設備の概要

自熔製錬法 (Flash Smelting) の概念については文献によつて業界では周知のことと思うから説明を省略し第2図に当新工場の全景、第3図に新旧操業系統図及び新設備の概略を示す次の通りである。

(a) 気流乾燥機 1式 能力 10t/h

乾燥用排風機 1基 鋼板製プレートファン
風量 415m³/min
全静圧 450mmAq

第2図 足尾製錬所新工場の全量

1. 受入鉱石庫 2. 鉱石運搬索道 3. 自熔
炉電気炉, 乾燥機, ボイラ, 発電機, 計器室
4. 転炉工場 5. 煙道 6. 調湿煙道 7.
硫酸工場 8. 貯蔵タンク 9. 硫酸計量タン
ク 10. 副製品工場 11. 事務所 12. 旧熔
鉱炉建家 13. 旧コットレル収塵機

サイクロン 2基 直径 1,450mm

バグハウス Hersey 特許 jet-air 式

容量 20,000m³/h

サイクロンとバグを主体とし、バグ故障のときコットレル収塵機を使用する。

(b) 空気予熱器 1式 能力 10,300Nm³/h

ベヤチューブ型 予熱空気温度 最高 650°C

空気昇温器 シリット抵抗発熱棒により予熱
空気温度を上昇する。

変圧器容量 900kVA 深夜電力利用

(c) 自熔炉 2基 (1基は予備)

能力 8t/h

(d) 余熱ボイラ 2基 (1基は予備) 蒸発量 6t/h

蒸気圧力 40kg/cm²

タービン 1基 1,200kW

発電機 1基 1,500kVA

(e) 電気炉 1基 3相 3電極 円型

変圧器容量 3,000kVA

自熔炉鏟クリーニング用で雑鉄処理を兼ね、
深夜電力利用のため容量が大きい。

転炉は従来のものを便利な位置に移転した。

内径 2.4m 内法長さ 3.4m 2基

1回処理量 8t

(f) 計器

通常ボイラ等に付属するもののほか、自熔炉
吹込空気流量、温度、各炉排ガスの温度、成分
(O₂・SO₂・CO₂) 炉壁温度及び自熔炉、空気加熱
器内負圧等の計器があり、重油燃焼、負圧など
の制御は自動的に行われる。自動制御方式は将
来更に推進する計画である。

硫酸工場は新モンサント式であるが、砒素、錫、鉛、

蒼鉛等の副産物を旧熔鉱炉の場合と同様に回収するため
特に低温 (80°C) コットレル収塵機を備えてある。

最大能力 210t/日 (98%硫酸)

タンク車 60両

3. 自熔製錬発足後の概況

創業後日が浅いので、原単位など詳細なデータを発
表する時期に至っていないが、火入式以後の概況を述べる。

ハルヤバルタ製錬所技師の技術指導は自熔炉の予熱か
ら始まった。予熱は極めて慎重に行われ、炉内の薪に点
火し続いて重油を焚き始めてから2週間の後、煉瓦面の
温度が1,300°Cに達したときも煉瓦スポーリング等の損
傷は全く認められなかった。

鉱石装入開始以来自熔炉自体の操業は順調に経過して
おり、ハルヤバルタでは困難な作業となつていく狭くな
った排ガス孔の拡大作業は、当所で設計、設置した重油
バーナにより簡単に効果をあげることが出来る。産出鉍
品位の調節も吹込む空気量の加減で容易に行なわれてい
る。

付属設備の余熱ボイラ内に煙灰の集積することがある
点が一時期悩まれたが一部の手入力で解消した。

自熔炉装入粉鉍の水分を殆どゼロとすることは、気流
乾燥機で容易かつ確実に遂行されているが、現在では乾
燥機の処理能力が幾分不足気味で、連続大量の自熔炉装
入の出来ない場合もある。この点も間もなく解決の見込
みがついている。

硫酸工場は自熔炉操業開始後約1ヵ月排ガスの調整を
行い、連続して良好なガスを導入し得る確信を得るに至
つて操業を始め、順調な操業を続けている。懸念された
硫酸中のAsは千万分の1以下である。

第3図 焙鉱炉製錬系統図

第4図 自熔製錬系統図

第5図 硫酸工場系統図