原料として真空蒸留を数回行ない99.9999%の純度を持つ高純度水銀を生産し、特殊ポリエチレン製容器に充填して市場に出している。

5. 結 言

以上操業の現況と、主な改善点の概略について述べた

が、水銀製錬における設備の改善-効率的なコンデンシングシステム、コンデンサからの水銀回収方法、スートからの水銀分離の方法等一層開発改善することにより製錬作業は単純化され環境はさらに改善され実収率の向上を伴うので、この方向にさらに努力を重ねていく考えである。

大和鉍山における水銀製錬について

Outlines of Mercury Smelting at Yamato Mine

正会員 魚住力太郎*

Rikitarō UOZUMI

正会員 宮野 貢**

Mitsugu MIYANO

1. 緒 言

1.1 位 置

当鉍業所は奈良県宇陀郡菟田野町にあり、万葉の歌集に読まれて有名な大和三山、畝傍山、耳成山、香久山の東南約13kmの地点に位置する。製錬場は菟田野町大沢の鉍業所構内にあり、海拔370mで夏季最高気温36℃、冬期最低気温零下7℃、降雪は少ない。

交通は近畿日本鉄道榛原駅よりバスで約25分、また国鉄桜井駅より自動車で約40分、いたって交通便利な位置にある。

1.2 沿 革

当鉍山の歴史は極めて古く、本邦最古の水銀鉍山と称せられる。遠く奈良朝時代聖徳太子の開山と伝えられ、付近には太子ゆかりの遺跡も多く、旧坑内からは仏像（昭和3年）、装身具、松根の梵残り等が発見されており、千数百年前の坑内掘を物語っておりそれ以後近世初期まで三重県丹生鉍山、大分県佐伯鉍山と並び、辰砂を産出したと称されている。

写真1 大和鉍山製錬所全景

* 野村鉍業株式会社技術部次長

** 大和金属鉍業株式会社大和水銀鉍業所開発課

以来幾多の変遷を経てきたが、第二次大戦中における乱掘と探鉍不足、加えて既知鉍床の劣化により戦後一時休山の状態にあつた。その後昭和30年現大和金属鉍業の経営にいたり、下部探鉍に努めた結果新鉍床の把握と相まつて鉍況は漸時良好となり、現在にいたっている。

製錬に関しては昔時はもっぱら手選上鉍のレトルト炉による焙焼であつた。昭和年10頃、容量10t/日のロータリー・ファーンエスが設置された。これは1900年代の初期から主にアメリカで発達して始めていたロータリーキルン型の焙焼炉を輸入したものであるが結果は良くなく、間もなく中止された。その後戦時体勢下においては選鉍場が建設されこの精鉍は大阪の製錬場にて処理される形が終戦まで続いた。昭和32年新しくロータリーファーンエス1基を設置し、さらに昭和36年1基増設したが、昭和39年外国鉍の輸入処理に伴い、現在は自山鉍に対して1基のみ運転し月産2~3tの水銀を生産している。

2. 大和水銀鉍業所における操業概要

2.1 鉍 石

当鉍山の鉍床は黒雲母・石英閃緑岩中に形成される裂カを充填した浅熱水性裂カ充填水銀鉍床で、主として脈状、鉍染状を示す。鉍石鉍物は辰砂を主とし少量の自然水銀が伴い、随伴鉍物として石英、方解石、黄鉄鉍、白鉄鉍、およびカオリナイト、モンモリロナイト等の粘土状鉍物が認められる。

処理鉍石品位は機械的選鉍工程を省き採掘粗鉍を直接焙焼しているので、坑内の切羽品位によって大きく変動し、したがって安定した炉操業がなかなか難しく、処理に影響をおよぼす硫黄分が少なく、揮発し易く、水銀と同時にコンデンサ系に凝縮する砒素やアンチモンのないことは操業を容易にしている。反面、珪化の強い鉍石は辰砂の蒸発が容易でなく、滞留時間を延長しなければ焼鉍に水銀が残ることもある。

第 1 図

処理鉱石の平均品位は 0.25% Hg であり、完全分析の一例を第 1 表に示す。

第 1 表

成分	Hg	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	S	CaO	MgO	MnO	T. Al- kali	Ig-loss
%	0.25	66.62	3.57	17.67	0.22	3.17	1.87	0.61	1.64	4.38

2.2 处理量

現在30t/日の能力の炉を2基有するが、前述のごとく1基を外国鉍処理に使用しているので自山鉍には1基のみを使用し、月に約800~900 tを処理している。品位の変動、あるいは焙焼の難しい鉍石等の処理には、給鉍量の調節をもつて制御している。1日当り処理量は25~33 tである。

2.3 生産量

最近10年間の生産量推移を第2表に示す。

第 2 表

昭和 32 年	5,762kg	昭和 37 年	41,180kg
33	20,071	38	39,769
34	25,160	39	36,980
35	25,445	40	25,242
36	27,678	41	24,658

注 昭和32年ロータリーファーン設置操業開始

昭和36年9月1基増設

昭和39年1基転用

2.4 操業概要

鉍石は30mm以下に破碎しメリックで計量して貯鉍ビンに運搬し、シェーカーフィーダ（レシプロタイプの8'パイプ）で炉内に給鉍される。鉍石は重油バーナーにより最高600~700℃に加熱される。約45分の滞留時間の間に乾燥、加熱され、鉍石中の水銀は

の反応により解離する。炉ガスはサイクロンで除塵した後、ドラフトファンでコンデンサ系に圧送される。コンデンサ通過ガスは外気あるいはコンデンサ外部からの冷却水によつて徐冷され、コンデンサ管壁に水銀粒子が凝

第2図 操業系統図

縮する。これを毎日水洗回収している。コンデンサ通過ガス中には水銀蒸気のほかに、鉍石の微粉、重油の燃焼煤、水銀の硫化物、硫酸化物、酸化物等を含むから、これらが水銀の微粒子とともに回収され、これをスートと称しているが、回収したスートはスートホーイングマシンにかけて粗製水銀と残渣に分離し、残渣は再び炉内に繰返し、粗製水銀は精製機にて精製後フラスカーで内容水銀 34.5kg の鉄製ボンベに詰めて市場に出される。また排ガスはさらにガスタワーに導き、残存水銀およびダストを捕集の後大気中に放散する。炉からの焼滓はバートオアビンで冷却後ダンプカーで焼滓堆積場に運搬廃棄している。

2.5 製鍊従業員 (第3表参照)

2.6 主要設備（第4表参照）

第3表 製鍊従業員

作	業	名	シフト	シフト当	計
破	砕	オープンター ヘルパー	1	1	1
炉	付		3	1	3
			3	1	3
			1	1	1
			1	1	1
固	取		-	-	2
込	一				
交	員				
合	要				
	計				11

第4表 主要設備表

設 備 名	型 式	仕 様	基 数	電動機
クラッシャ	ジョータイプ	15'×9"	1	20HP
貯鉄ビン	円筒鋼板製	3mφ×3m	1	—
シーカー	レンブラタイプ	8'φ	1	—
ロータリーファン	円筒型	1mφ×13m	1	3
オイルバルブ	ホーク 782	1kl/日	1	2
コンダクトファン	ホーク 40	40 t	1	2
コンダクトサイパイ	コンクリート型	12N ³ /min	1	—
ガスタマ	鋳鉄製	400mmφ×72m	2	—
スタッドホー	木製円筒	3mφ×6m	1	—
精製機	熱水加熱	1,300mmφ	2	2
フラスコ	酸洗機	4t/日	1	2
	計量器	4t/日	1	—

2.7 水銀メタルバランス

第5表 バランスシート

一次回収水銀とは水洗回収したスートから分離回収した粗製水銀、二次回収水銀は洗浄水のオーバーフロー殿物、ガスタワー等からの回収によるものである。主なロスは3.18%であるが、ハンドリングロス等により実際の水銀実収は96%を上下する。スタックロス水銀の蒸気圧が大きいので排ガス温度の高低により決る。原鉱が高品位の場合はスタックロス%は小さいが、低品位鉱処理の場合はできるだけコンデンサの冷却に注意しなければならない。またスタックからは水銀のミストの形で逃げるのでガス量はなるべく小さく、流速も落す必要がある。パートオフロスは焼滓中に残るもので普通10万分台であり、排水ロスは洗浄水中に微粒子となって流出するもの、あるいは水銀精製の際溶出するものが含まれている。

3. 結 言

昭和32年、当鉱業所にロータリーファーネスが設置されて以来10年を経過した。当初は新設備の採用、低品位鉱の処理で実収率も悪かったが、処理品位が上昇するにつれ、また原鉱がロータリーファーネスに適した性質でもあつたことから、短時日のうちに96%の実収を維持するようになった。

元来ロータリーファーネスは低品位鉱の大量処理を目的として発達してきたものである。したがってわが国の品位の低い鉱床には適している訳であるが、95~96.6%の実収率を維持するには0.20%程度の品位が限度であつて、それ以下になると実収率は次第に低下度合が大きくなる。ロータリーファーネスの発達している米国では、平均品位0.4~0.5%であり、ほとんど当所の2倍である。ロス水銀の量はある程度固定したものであるから、処理品位が低下すれば当然実収率も低下する。0.20%以

下の低品位鉱を処理する場合、とくにロス水銀に留意する必要がある。この点に関しては以下のようなことが考えられている。

(1) 焼滓に残る量は処理品位の高低にかかわらず、ほとんど一定に維持できる。低品位鉱の場合は焼滓ロスは相対的に増加するわけである。

(2) したがって低品位鉱処理における実収率の低下を避けるには排水、排ガス、ハンドリングロスを減ずる以外にない。排ガスロスを減ずるについては、ガス洗浄塔、バグフィルタ、水銀中への吹き込み等が考えられ、これらについては実験中である。もしこの方法が結果がよければ大きなコンデンサ設備も不要となり、かつ経済的である。反面、ガスの急冷により水銀が微粒化して水中に浮遊してロスの増大の一因になる恐れもある。また同時に排水中のロスに関してはフィルタの採用、鉄による置換回収も考慮される。

近時、公害問題の多発する折柄、排ガス、排水の規制が次第に厳しくなっており、ロス減少は取りもなおさず公害防止対策の一環として当然実施しなければならない問題である。

わが国における水銀資源は決して豊富ではなく、国内生産量は需要量に遠くおおよばず、かつ品位も良くない。そこで外国資源の開発輸入が問題になるが、原料の性質は次第に複雑なものが多くなり、たとえば水銀と同時にアンチモン、砒素、セレン、テルル、亜鉛、鉛、銅等を含みこれらの中には水銀と同時に揮発、コンデンスし、またアマルガムを作る性質があるので、従来最も簡単といわれた水銀の製錬も問題が多い。今後はこうした複雑水銀鉱の処理が多くなってくることが当然考えられ、処理設備、方法の開発が目下の急務となつている。