第4表 製錬別熱収支対比表

項目別	製錬別	焼取製錬 (%)	元山流動 製 (%)	松陽台製錬場	
				流動炉 (%)	直熱炉 (%)
入熱	{ 重油 燃焼熱 硫黄 燃焼熱 計	100.0	78.5	82.6	-
		100.0	100.0	100.0	100.0
出熱	{ 硫黄 蒸発熱 鉱石水分蒸発熱 焼滓 持去熱 廃ガス持去熱 硫化水素生成熱 炉壁放熱その他 計	9.2	10.4	19.4	9.4
		10.3	32.0	22.2	26.4
		15.7	15.1	23.8	11.8
		37.8	17.5	15.7	23.8
		-	1.2	1.9	1.8
		27.0	23.8	17.0	26.8
		100.0	100.0	100.0	100.0

7. 結 言

以上のように当社では露天採掘法の採用とともに、硫

黄鉱山としては画期的な製錬法の改革に着手し、徐々にその成果を挙げつつあるが、硫黄に関する貿易の自由化重油脱硫装置の増設気運等は国内硫黄鉱山への圧迫として日増しに強まりつつあり、さらに抜本的な合理化の急がれる情勢である。新製錬方式は漸くその緒についたところであり、なお多くの問題が残されているのでさらに努力を傾注してこの難局を打開しようとするものである。

本稿では当社の硫黄製錬の概要説明にとどめ、近い機会に新製錬技術の詳細をご報告し諸賢の御批判を得たいと考える次第である。

白根鉱山の硫黄製錬

Shirane Sulfur Mining

小 林 稔 尚*
Shigehisa KOBAYASHI

1. 位置および交通

当鉱山は群馬県吾妻郡草津前口にあつて、本白根山の東南側中腹に位置し、風光明媚の地を占めている。鉱山事務所は草津温泉街の南西約4kmの地点にあり、旧爆裂火口底の平地に位置し、海拔1,289mで、夏季は気候涼しく爽快であるが冬季は気温低く積雪1m以上に及ぶことがある。主要交通路は国鉄長野原駅より草津街道（県道）を通り、白根鉱山入口に達し、鉱山道路より鉱山事務所に至る線と、国鉄軽井沢駅、上田駅および小諸駅より草津行きのバス路線があり、交通は比較的便利である。なお草津町と鉱山間には国鉄バス（1日4往復）が運行している。山元と長野原駅との間にはトラックにより、硫黄製品、硫化鉄鉱、諸資材などの輸送を行なっている。

2. 沿革

昭和8年10月	株式会社白根硫黄鉱業所 創立
昭和10年	製錬炉10基（硫黄月産 300~400 t）
昭和16年	製錬炉18基（硫黄月産1,000 t）
昭和20年	終戦当時休山はしなかつたが生産激減
昭和21年	稼働基数3~4基、生産200~300 t、年を
~27年	逐つて復旧し昭和27年当時800~1,000 tに回復
昭和27年	谷所鉱山を白根鉱山と改称
昭和29年	選鉱機械設備を設置
昭和32年	坑内に電気機関車を設置

* 株式会社白根硫黄鉱業所代表取締役社長

昭和33年	鉱山道路開通、前口索道廃止
昭和36年	重油バーナー起用、硫化鉄鉱索道廃止
昭和38年	製錬設備23基（硫黄月産 2,000 t 以上）
	西春近鉱山を開発、珪石の生産開始
昭和39年	第2製錬場を増設し、全基バーナ18枚釜とする
昭和40年	現在製錬設備31基（硫黄月産 4,000 t 以上）
昭和42年	蒸気製錬設備完成1月より操業開始、硫黄生産1,000~1,500 t 増となる。
昭和43年	硫黄生産、焼取および蒸気の生産合計月産5,000~5,500 t 以上。

〔従業員数〕

本 社	職員	15名（内女子4名）
白 根 鉱 山	職員	50名（内女子10名）
	鉱員	481名（臨時夫を含む）
西春近鉱山	職員	3名
	鉱員	25名
	合計	574名

当鉱山の生産規模

粗 鉱	月産	30,000~35,000 t
	品位	S 36~38%
内訳	精鉱	23,000~25,000 t
	硫化鉄鉱	7,000~10,000 t
	（硫化鉄鉱は硫酸原料として売鉱）	
精製硫黄	月産	焼取製錬 5,000~5,300 t
		蒸気製錬 1,000~1,200 t（蒸気

製錬のキャパシティーは 1,500 t である。)

3. 製 錬

3.1 焼取製錬

製錬は焼取製錬法であり、現在第一製錬場23基、第二製錬場8基、計31基、実働基数常時30基。全基重油、オイルバーナを取付けてある。

製錬釜に装入される鉱石は、採鉱より採掘された鉱石月産30,000 t 前後採掘され、坑内ベルトコンベヤおよび坑内機関車により選鉱場まで搬出され、秤で計量した後チップラにより第一粗鉱倉に投入される。一部大塊は手割をなし、ベルトコンベヤを経てクラッシャ(2台)にかけられ、スクリーンにより-100mm~+20mmの精鉱と-20mmの粉鉱(硫化鉄鉱)にふるい分けされ、再びベルトコンベヤを経てそれぞれ精鉱倉(容量1,500 t)と硫化鉄鉱倉(容量4,000 t)に貯鉱される。(また-20mmの粉鉱の一部は蒸気製錬用としてベルトコンベヤで配鉱される。) 碎鉱能力の増大を計るため、大型クラッシャ

写真1 乾式製錬所

と大型スクリーンを増設した(選鉱系統図参照)。

(1) 硫黄分の動向 製錬釜に装入された鉱石は加熱されて120℃で遊離硫黄は熔解し、さらに温度が上がると、445℃で沸点に達し、気化してガス状硫黄となり沈殿パイプを通して沈殿管内に入り大部分の硫黄ガスはここで冷却され、潜熱を放出して液体硫黄となる。釜内にて発生した H_2O , SO_2 および液化しなかつた硫黄ガスは、水分道より華蔵に導かれ、昇華硫黄として回収される。液体硫黄は受釜に流出され製品となる(製錬系統図第1, 2図参照)。

1カ月あたり焼取製錬場で消費される鉱石量は、16,000~19,000 t 品位 S 36~38% (Total Sulfur) FeS 3~4%

品位の高低差により、実収率に影響もあり、鉱石の消費量も変ってくるが、大体の目標は、製品 S 1 t あたり鉱石消費量は 4~4.5 t である。

(2) 加熱炎の過程 重油バーナよりジェット状に噴出した燃焼炎は下段煙道(2本で対称的)を通り釜後

註: ①②.....⑦ 炎の流れを示す

第2図 焼取製錬系統図

方に流れ、返火道に曲り、前方に逆流する。この返火道の天井にはおのおの釜間に「吹上げ」を開いており炎は返火道より上段煙道に出る。上段煙道に入つたものは釜前方に流れて、その先端にて反対側のものと合流し中央の煙道に集まり煙突より排出される（製錬炉の図参照）。

(3) 作業 作業は4交替制をとり各8時間の受持で、精鉱を丸釜内に180~200kg 装入する。装入時間は1基あたり1~1.5時間を要する。重油はC重油を使用している。沈殿管に溜つた硫黄は2方に1回沈殿管より受釜に取り出し、冷却型缶に汲みとり固化させる。鉱さい（焼かす）はすくい出し、一輪車で灰捨場にすてられる。

3-2 蒸気製錬

(1) 浮遊選鉱および蒸気製錬設備 従来の選鉱場山手に隣接して、浮遊選鉱場と蒸気製錬場を同一建物内に建設し、建屋は鉄骨スレート葺で、その面積は約2,700 m²である。今回は第1期工事であり、昭和41年6月着工し昭和42年1月関係官庁の竣工検査終了後、操業を開始した。硫黄生産能力は月産1,000~1,500 tである。

(2) 上記付帯設備 蒸気製錬の付帯設備として、ボイラ揚水ポンプ、スラリーポンプ、沈殿池、電気設備などの付帯工事も同時に完成した。

(3) クラッシュ設備 従来のクラッシュを大型化するため昭和40年秋以来工事中の選鉱場拡充設備は昭和41年4月完成し、切替を完了した。クラッシュはシングルトルグル型75kWを設置した。

(4) 充填プラント 充填準備のため昭和40年夏より工事中の充填道路およびプラントは昭和41年4月完成し、すでに坑内充填を実施している。

(5) 新鉱床開発 第六鉱床および第七鉱床の開発は昭和40年より工事中にして、昭和42年末より出鉱開始した。

(6) 浮遊選鉱 既設の選鉱場より搬出された-20

mm 粉鉱を原鉱として、傾斜ベルトコンベヤによつて鉱舎に貯鉱された鉱石は、計量されてからまずコニカルボールミル(2.4m×1.2m×2台)に給鉱される。ボールミルはスパイラル分級機と閉回路運転をなし、分級機溢流はコンディショナに送られ浮選給鉱となる。浮遊選鉱は粗選、再選、精選の工程を経て、鉱石品位60~65%まで上げられる。浮選機はFW型で、その配置は粗選と再選におおの8台、精選に4台である。鉱石中の硫化鉄抑制のため、ボールミルには消石灰を混入してアルカリ性となし、また浮選条件を付与するためコンディショナには試薬を滴下させている。精鉱は自然流送により製錬場のフロスタंकに流入し製錬原鉱となる。尾鉱はスラリーポンプにより坑内充填に使用されるが、余剰の際は沈殿池へ放流する（浮選・蒸気製錬系統図参照）。

(7) 蒸気製錬 製錬法は低温加圧式オートクレープを使用する。オートクレープはステンレス製で有効容積5m³×6基を設置している。フロスタंकより装入された硫黄精鉱はオートクレープ内に密閉し、4kg/cm²の蒸気を吹込み、約2~3hr攪拌を続けると硫黄分は熔融反応を起し粒状硫黄から液体硫黄となる。攪拌を停止すると最下部に硫黄層、その上部にスライム層、最上部に混濁水層の三層に分離される。最下部の硫黄分を流出口より沈殿槽へ流し込む。沈殿槽内に一昼夜放置してさらに不純物を自然沈下させ、上澄硫黄を汙過機に導入し、帆布で汙過する。精製された硫黄は受液槽に受け、型缶に装入して自然冷却し製品となる。一部はフレカー装入してフレック硫黄となる。オートクレープの不純物は硫黄流出後抜出し、ポンプにより選鉱場へ逆送し、繰返し処理される。作業は昼夜連続して行ない、3交代制とする

写真2 湿式製錬所

第3図 浮選・蒸気製錬系統図

(第3図参照)。

(8) 充填 充填プラントでは焼取製錬の鉍滓はインペラブレーカーにかけて粉碎し、水を加えて攪拌、ミルク状にして坑内へ流送している。浮選の尾鉍はスラリーポンプにより坑口まで揚水される。鉍滓と尾鉍は単独でも併用でも利用できる。坑内へはいずれもパイプにより流送され、坑内切羽ではかん止枠を設けて汜過し汜過水は坑外へ排水する。坑内充填は採掘跡の空洞を埋めることであり保安上必要であるとともに、可採鉍量の増加に役立っている(充填系統図参照)。

4. 硫黄の需給動向

需要の主なる物は、二硫化、紙パルプ用、合繊用、農薬用、製粉用、無機化学用、その他で内需合計 316,711 t (42年需要見込)、鉍山生産258,131 t、回収硫黄68,363 tで大体バランスがとれていた。需要は僅かではあるが伸びているので、このままであるなら問題はないはずであるが、石油よりのS回収により、需給のバランスは大きく変り、鉍山業者にとっては致命的な打撃といわざるを得ない事態となった。

すなわち、石油の年間消費量は1億数千klといわれ、それに含むSは約3~4%前後であり、公害防止法に基いてSの回収が義務づけられてしまった。石油の大資本を以つてSの回収をすることは、利益を度外視してのことであり、採算上の問題でなく、公害対策上回収をすることである。その結果は43年において13万6千tとなり、数字の上では43年末12万6千tの過剰になると発表された。なお、これが60年末では165万8千tも過剰となるといわれている。過去の実績よりみて数字通りに行かないまでもこの現実の前にはどうすることもできない。

しかしそれはあくまでも国内の問題で、これを一度、国外に眼を振向けた時、世界的にはS源は43年で70万~100万t不足しているといわれている。東南アジアの需要量は100万~150万といわれ、大部分がアメリカ、カナダより輸入しているとのことで、新しい市場の開拓はこの辺にもつて行くべきであることは判然としている。しかし、価格の点において国内と国外との差は大きく輸出することによつて現在では赤字となる憂目をみるのである。経営の立場にあるもの企業の存続を希う者として生きる道はただ一つ国際価格まで合理化することでありそれによつて未来永劫の道が開けるものと信ずる。

5. 新技術と設備

硫黄企業の前途は暗いが、ためまざる合理化の推進によりどこにも負けない価格、製品を創り出せば、S源の需要のなくなる限り、硫黄鉍業の存続も可能である。

当社のプロジェクトとして製錬の集中湯汲み(現在はハンドワーク)、鉍石のチャージ等機械化を図り、需要先の消費し易い型状(Flack, Pellet, Powder, Molten)を造り出さねばならない。

6. 結 び

硫黄鉍業の置かれた立場、すなわち石炭鉍業の斜陽化とは趣きが違い、エネルギー革命による消費の減退ではなく公害防止による副生硫黄の出現により生じた危機とでもいうべきか、需要がある限り供給はある。生きる道は新技術の導入により、それを消化し商品化して行く組織と長期の経営戦略によつて解決して行ける。努力のないところそれは衰退と自滅を意味する。