

## 技術資料

### 硫酸燒鑛の活用

湯川正夫\*

#### I. 緒言

第1表 製鐵工場に於ける硫酸燒鑛使用量  
(單位 1000 吨)

我が國鐵鋼の生産も漸く軌道に乗つてきて、昭和 26 年度には 500 萬吨に近い普通鋼々材の生産が期待されるようになった。しかしながらその主原料である鐵鑛石の國內生産量は限度があり、26 年度には 400 萬吨位の鐵鑛石を輸入しなければならない。國內鐵鑛石は漸く年間 100 萬吨前後供給し得るに過ぎず、砂鐵や、硫化鐵鑛を焙燒して硫黄をとつた殘滓、所謂硫酸燒鑛（一般には硫酸滓と呼ばれている）を出来るだけ活用しなければならないのである。この硫化鐵鑛の國內埋藏量は數千萬吨に及ぶとみられ、我國硫酸工業の基盤をなしているが、そこで發生する硫酸燒鑛が、26 年度には約 50 萬吨が鐵鋼業に供給される見込である。

年次	A	B	C	年次	A	B	C
昭和 9	156	363	20	昭和 18	671	1,073	63
10	192	937	21	19	451	501	90
11	211	1,226	17	20	91	262	35
12	387	1,350	29	21	81	432	19
13	430	1,485	29	22	63	686	9
14	608	1,423	43	23	169	815	21
15	691	1,302	53	24	310	1,091	28
16	653	1,493	44	25	399	1,310	29
17	697	1,306	53	26	500	1,520	23

註 A. 製鐵工場使用量  
B. 硫酸燒鑛發生量  
C. 利用率 A/B%  
26 年度は計畫

鑛の活用が極度に制約されその利用率も減少した。

#### III. 硫化鐵鑛生産高及び焙燒問題

我國の硫化鐵鑛床の分布は廣汎に亘つていて、その埋藏量は 6000 萬吨以上に見込まれている。

第2表 硫化鐵鑛生産高 (單位 1000 吨)

年次	生産高	年次	生産高	年次	生産高
昭和 9	1,090	昭和 15	1,859	昭和 21	492
10	1,339	16	2,133	22	876
11	1,751	17	1,866	23	1,139
12	1,929	18	1,533	24	1,542
13	2,122	19	716	25	1,916
14	2,033	20	374	26	2,177

註 26 年度は計畫

硫化鐵鑛の生産量は第2表のように、現在既に年間 200 萬吨となり、戦前の域に恢復し、昭和 26 年度は約 220 萬吨が計畫されている。

地域別硫化鐵鑛の生産計畫は(26年度)第3表の通りである。而して現在供給されている硫化鑛は主要銘柄だけでも約 50 銘柄以上を數え、その含有硫黄分の品位も土硫黄系の約 30% のものからパイライト系の約 50% 迄の變化がある。又鑛石の形状も塊狀、粉狀、油粉狀の三

\* 八幡製鐵株式會社常務取締役

#### II. 製鐵工場に於ける硫酸燒鑛使用状況

第1表のように戦前から戦時中には、硫酸燒鑛發生量約 130 乃至 150 萬吨であつて、その 60 乃至 70% が製鐵工場で使用されたが、戦後は鐵鋼生産の低調に伴つて使用量が減少した。昭和 26 年度は一應約 50 萬吨程度が見込まれている。

硫酸燒鑛發生量と製鐵工場使用量との比率を見れば戦争直前は 50% 前後であつたが、戦争後半には 19 年に 90% も使用された。然し戦後は鐵鋼生産量の減少と、戦後層鐵中の有害成分の増加の爲、銅含有量の高い硫酸燒

第3表 26年度硫化鑛見込量 (単位 1000吨)

地區別	硫化鑛入 荷見込	燒成率	硫酸燒鑛 發生量	最大利用 可能量
北海道	108	70	76	56
東北	193	70	135	39
關東	412	70	288	61
北陸	355	70	249	128
近畿	260	70	182	127
中國	522	70	365	231
九州	327	70	229	225
合計	2,177		1,524	867

つに大別され、鑛石の種類にもパイライト系、土硫黄系、ピロオタイト系等があつて、これら多種類が錯綜して硫酸工場に送り込まれている。これら形状及び性狀を異にする鑛石は、夫々に適合した必要の處理を行い、或いは單味焙燒することが望ましいのであるが、残念ながら現在では硫化鑛の總量不足の爲これらの處理が阻まれ、止むなく混燒されているものが多い。硫酸燒鑛を製鐵原料としてみれば、その鐵分、銅、硫黄の含有量がその價値を大きく左右するものであるが、鐵分高く、銅分の低い硫化鑛が若し鐵分の低いものや、銅分の高い硫化鑛と混燒されると出てくる硫酸燒鑛は製鐵原料としては價値のないものとなつてしまふであろう。硫化鐵鑛は硫黄の鑛石であると同時に製鐵原料であるから、折角のよい硫化鑛を無價値にしないよう、即ち混燒をしないように希望するものである。各硫酸工場では戦前は通常硫化鐵鑛の工場貯鑛は概ね1ヶ月分位はあつたのであるが、現状では數日分のランニングストックで焙燒作業を続けなければならぬので、不合理と知りつゝも混燒を防止することが困難の模様である。

我が國の硫化鑛の生産は東部に多く、消費地は西部に多い關係上、土硫黄鑛及び比較的品位の低い硫化鐵鑛を東部から西部に送らなければならない状態で、特に東部の土硫黄系鑛石の混燒防止の爲には少く共1ヶ月分の使用鑛石の工場貯鑛が必要である。

尙工場で發生する燒鑛はその原料によつて必然的に鐵分や銅分の高いものと低いものがあるが、工場によつては燒鑛置場の關係から完全に分離貯蔵が困難な所も少ない。

このように現状では製鐵原料としての硫酸燒鑛の合理的處理に困難な問題もあるが、今後山元、硫酸工場、製鐵工場の総合的協力によりこれら障害の除去に努めたい。(尙焙燒方法により燒鑛の脱銅の難易も生ずるのであるが後記脱銅の項に述べることとする)。

近年開發されてきた磁硫化鐵鑛は一般の硫化鐵鑛に比べて硫黄の含有量は稍低い、焙燒後の鐵分は一般の硫

第4表 硫化鐵鑛焙燒能力

型 式	基 數	能力 t/日
Herreshof	262	4,774.5
Wedge	8	214
Rotary	12	199
Flash Roaster	4	445
塊 鑛 爐	27	473
Dwight Lloyd	2	110
Sulfur Burner	4	8.5
英 國 式	1	19
ス パ レ ー	5	30
計	325	6,273

化鐵鑛の55%前後に對し、磁硫化鐵鑛は60%以上となる、これも現在では各工場で一般の硫化鑛と混燒しているが、この磁硫化鐵鑛も各種試験研究の結果、單味焙燒の可能なことが判明したので、今後はこの磁硫化鐵鑛の處理活用が期待される。

次に硫酸工場での硫化鑛焙燒處理能力は第4表の通り1日6000吨餘で年間能力として220萬吨程度でHerreshof式が76%を占めている。26年度硫化鑛生産量は第2表の通り約220萬吨で焙燒能力と大體見合つている。硫酸燒鑛の發生量は第3表の通り大體150萬吨と見られるが、前述の通り実際には低品位鑛、土硫黄系鑛もあるので、實際に製鐵原料として活用し得るものは恐らく50%乃至55%に留まるのではかと思われる。

#### IV. 硫酸燒鑛中の銅の問題

前述のように戦時中は硫酸燒鑛が相當量活用されたがその當時は含銅分の高い大冶鑛石も相當使用されたので鋼材中の銅含有量が増加し、遂には0.4~0.6%となつたが、鋼材であれば品質を無視して使はれた戦時中だったのでそれでも済んだのであつたが、戦後鋼材の材質が問題となつてきて、含銅原料の使用が限定されるに至り硫酸燒鑛中の銅含有量も問題になつてきたのである。

主要硫化鐵鑛の成分は第5表の通りである。大體みて銅の含有量は0.3~0.5%であるが河山のピロオタイトは銅含有量低く、鐵分は他に比して非常に高く、製鐵原料として今後その處理を研究する必要がある。

硫化鐵鑛が焙燒されると硫黄が除かれるので、銅の含有率は逆に大きくなる。各硫酸工場では異なる硫化鐵鑛、磁硫化鐵鑛を混合焙燒するので各硫酸工場によりその燒鑛の分析成分は異つているが、大體の成分は第6表の通りである。

戦時中生産された鋼材は前述のように銅の含有量が非常に高くなり、それらがその後スクラップとして出て製鋼用に使用されるわけで、戦後の鋼材中には相當多量の

第5表 主要硫化鐵鑛の成分例

縣名	鑛山名	選鑛方法	鑛種別	Cu	Fe	S
岡秋青岩茨秋愛秋山	山田森手城田媛田口 柵花上田日尾別花河 原岡北老立澤子輪山 去	手選 // // 浮選 // // // // // //	Pyrite	0.25	44.0	50.0
			//	0.40	35.1	40.7
			//	0.47	35.7	41.8
			Cu-Pyrite	0.30	40.2	45.0
			//	0.32	40.3	45.0
			//	0.41	41.0	46.2
			//	0.35	44.2	46.7
			//	0.59	35.7	39.8
			//	0.24	51.6	34.9
						Pyrrhotite

註 通産省鑛山局鑛業課調 (25年度上期實驗)

第6表 硫酸燒鑛中鐵, 銅, 硫黃分調

工場名	燒鑛種	鐵分 (Fe) %			
		水溶性	酸溶性	不溶性	合計
石原産業 (四日市)	紀別州	0.05	0.12	55.93	56.10
神島化學 (神島)	柵原 (粉)	0.15	0.45	57.57	58.17
日東硫酸 (下關)	柵原 (粉)	0.16	1.33	60.61	62.10
富士製鐵 (廣畑)	柵原 (80)	0.18	0.77	57.90	58.85
神岡新化學 (彦島)	柵原 (20)	0.24	5.06	55.06	60.36
東洋高壓 (大牟田)	柵原, 河山	0.39	2.84	54.75	57.98
日産化學 (名古屋)	柵原, 河山, 其他	0.14	0.79	55.20	56.13
宇部興産 (宇部)	柵原, 河山, 其他	0.10	2.55	57.17	59.82
日産化學 (小野田)	柵原, 河山, 其他	0.74	0.59	51.94	53.27
日新化學 (岡山)	柵原 (80)	0.13	0.49	50.05	50.67
日帝八幡化學 (大阪)	柵原 (20)	0.19	—	—	55.04
ラサ工業 (宮古)	柵原 (塊)	0.08	—	—	58.92
日南日本鑛業 (日立)	柵原燒	0.22	—	—	56.03
	柵原	0.78	—	—	59.01
	柵原	0.20	20.0	61.20	63.40
	柵原	0.56	1.49	61.15	63.20
	柵原	1.86	0.44	59.90	62.20
	柵原	0.04	0.51	56.30	56.85
	柵原	0.01	22.26	36.33	58.60
	柵原	0.26	1.31	57.82	59.39
	柵原	0.03	0.17	58.99	59.19

銅が入ってきて、近年には輸出鋼材として、又は造船用汽罐用其の他次第に鋼質を問題とする品種の生産量が多くなり、鋼材中の銅の含有量が問題となつてきたのである。現状では含銅分の少いスクラップを集めることは非常に困難で鋼材中の銅分を少なくする爲にはどうしても銅分の少い銑鐵を製造して漸進的に製鋼工場で銅を薄めていかなければならない。そこで熔鑛爐の原料として硫酸燒鑛を使用する以上は、その中の含銅量を極力少くしなければならぬ。

### V. 硫酸燒鑛の脱銅方策

前述のように硫酸燒鑛中の銅を除去することが今後必要となつたのであるが、これは山元、硫酸工場、製鐵工

場と三者協力してこそ、始めて充分効果的に實行出来るのであつて、先年來種々研究が進められている。現在までに各所で研究されている方法を例示すれば第7表の通りである。

先づ第一に考えられることは山元での選鑛による脱銅である。簡単な方法としては手撰も可、又浮撰、磁撰もそれぞれの鑛石に應じて最も適切な方法がとられるべきである。それに次いで工場で焙焼後の脱銅である。この段階の脱銅法として最も一般的なものは焙焼後の燒鑛の又は酸によるリーチングである。この方法による場合も水その焙焼爐型式の相異と、焙焼温度、燒鑛の粒度等でその脱銅率に相當の開きが出来る。焙焼爐の型式では Herreshof 式がよく、水浸出による脱銅法では非磁性の

脱銅率は大きい。酸浸出によれば水浸出よりも脱銅率は稍よいが設備保持等の點からみれば工業的には水浸出が望しい。そこで水溶性銅が多くなるように焙焼することが望ましく、京都大學西原清廉教授提唱の焙焼方法の工業化が期待されている。

VI. 製鐵工場に於ける燒結能力の充實

硫酸燒鑛はその形状の點から製鐵工場の焙焼爐にそのまま装入することは困難で、使用に先立ち燒結する必要がある。一方製鐵工場では熔鑛爐操業の合理化を目指し

て鐵鑛石の事前處理、即ち原鑛の形状別の篩分けの實施を計つてゐるが、その結果として相當量の粉鑛が発生し燒結により處理する場合が多い。其の他砂鐵の活用を考へられているので、燒結能が問題となつてくる。製鐵工場にある燒結工場の能力は第8表の通りであつて全國的にみれば或いは充分な能力ともいえるが、各工場別にみれば不足のところもある。今後鐵鑛生産量が増加してくれば事前處理を必要とする鑛石の量も相當増加すると考へられるので、燒結能力の整備には充分な注意が拂われなければならない。

銅 分 (Cu) %				硫 黄 分 (S) %			
水 溶 性	酸 溶 性	不 溶 性	合 計	サルファイド態	サルフェート態	その他	合 計
0.36	0.01	0.22	0.59	0.17	0.47	0	0.64
0.39	0	0.19	0.58	0.50	0.91	0	1.41
0.12	0.16	0.17	0.45	2.67	0.43	0	3.10
0.12	0.05	0.12	0.29	1.47	0.87	0	2.34
0.06	0.31	0.80	0.45	1.30	0.61	0	1.91
0.02	0.13	0.14	0.29	2.13	0.65	0	2.78
0.07	0.06	0.17	0.30	1.56	0.39	0	1.95
0.01	0.003	0.287	0.30	2.32	0.31	0	2.63
trace	0.05	0.19	0.24	1.81	0.90	0	2.71
—	—	—	—	1.19	0.46	0	1.65
0.27	—	—	0.50	1.38	0.68	0	2.06
—	—	—	0.12	0.59	0.49	0	1.08
—	—	—	0.096	1.37	0.84	0	2.21
—	—	—	0.42	1.18	0.96	0	2.14
trace	0.02	0.08	0.10	2.21	0.17	0	2.38
0.17	0.13	0.32	0.62	2.69	0.71	0	3.40
0.05	0.01	0.26	0.32	0.59	1.62	0	2.21
0.29	0.01	0.23	0.53	0.25	1.03	0	1.28
0.01	0.30	0.07	0.38	0.01	0.18	1.50	1.69
0.42	0.03	0.01	0.46	0.62	1.08	—	1.68
0.07	0.10	0.48	0.65	0.09	0.35	0	0.44

第7表 硫酸燒鑛脱銅方法の例

抽出方法	脱銅率	銅の回収	備考
浮選 酸處理(イ)	75%	鐵屑により90%の銅を固定する	磁硫化鐵鑛について技術的に可能經濟的に稍困難 磁硫化鐵鑛について有効、能率向上を研究のこと
〃	70.1	コーグス粉により87%の銅を固定	
〃	20.8	—	
〃	51.2	—	
撒水抽出(ロ) 酸處理(イ)	約40	鐵屑により銅を回収	傾斜面で撒水する
酸處理磁選(イ)	80	—	焙焼して稀酸抽出する 長期屋外に放置しても相當脱銅する
酸處理(イ)	97.2	—	
鹽化焙焼(ロ) 撒水及酸處理	73.6	—	

(註). (イ) ピーカーテスト (ロ) 工業化

第8表 燒結能力

型 式	爐數	一日能力 t/日	年間能力 1,000 t/年
Dwight Lloyd	10	4,010	1,378
Greenawalt	39	5,871	1,988
A.I.B	16	450	150
其 の 他	6	120	40
計		10,451	3,556

## VII. 結 言

以上国内鐵鑛資源としての硫酸燒鑛をふり返つて見たのであるが、従來は銅や硫黄の含有量が多い爲に充分に活用されていなかつた點もあつたが、技術的にはそれらも解決に近づいて來たので、今後はそれらの處理が經濟的に工業化されるように、鑛山、硫酸工場、製鐵工場の三者の協力が望まれる次第である。(昭和 26 年 9 月寄稿)

## 研究部會記事

**第 17 回製鋼部會** 日時：昭和 26 年 8 月 7 日。場所：日本鐵鋼連盟會議室。出席者：委員長吉川晴十君外委員同代理，隨員並に幹事等 34 名。提出資料：鋼—212 平爐天井レンガ寸法第 2 次案及其の説明。鋼—213 平爐天井レンガ寸法第 2 次試案に對する各社の意見(幹事)。鋼—214 平爐天井レンガ寸法試案に對する回答(八幡製鐵所) 鋼—215 平爐天井レンガ寸法檢討。鋼板用大形鋼塊切斷狀況(日本製鋼所)。鋼—216 溶滓式ガス發生爐について(神戸製鐵所)。鋼—217 燃料の合理的使用方法。優良低炭素鋼塊製造法の研究。壓風の使用による精鍊(富士釜石製鐵所)。鋼—218 平爐天井レンガ寸法檢討。カットバックに依る平爐作業試験(富士廣畑製鐵所)。鋼—219 重油。コークスガス混燒試験(鋼管，川崎製鐵所)。議事概要：(1)「製鋼用耐火レンガ寸法規格について」耐火レンガ技術會の平爐天井用レンガ寸法第 2 次案を各委員に送付して得た檢討結果(鋼—212 を討議した)。(2)「燃料の合理的使用方法の研究」では鋼—216 について、爐體の改良，使用炭，ガス成分，ガス化量，熱精算等につき提出者の説明があつた。(3)「優良低炭素鋼製造法の研究」に關しては鋼—215 についてその提出者から説明があつた。

**鐵鋼二次製品部會第 12 回磨帶鋼分科會** 日時：昭和 26 年 8 月 21 日。場所：日本鐵鋼連盟會議室。出席者：主査委員山下英造君外委員同代理，隨員及幹事等 25 名。提出資料：(1) エリクセンと延伸率との關係について(高砂鐵工志村工場) (2) 磨帶鋼材料試験結果(新理研工業王子壓延工場) (3) JIS ミガキ特殊帶鋼規格案(新理研工業技術部)。議事概要：次ぎの各事項について報告又は説明があつた後その内容に關して檢討が行はれた。(1) 磨帶鋼材料試験についての研究。(2) Y 型壓延機について。(3) 壓延工程に於ける肌不良の研究(以上)

**鋼材部會第 3 回分塊分科會** 日時：昭和 26 年 9 月 7~8 日。場所：日本鋼管，川崎製鐵所。出席者：主査委員内川悟君外委員及委員代理，隨員幹事等 25 名。提出資料：(1) 操業調査表。(2) 作業時間調査表。(3) 品種別歩留調査表。(4) 壓延工程の時間研究。提出工場：新扶桑金屬工業(鋼管)。富士製鐵(室蘭)(釜石)(廣畑) 八幡製鐵(八幡)。日亞製鋼(本社)。川崎製鐵(葦合)。日本鋼管(川崎)。尙此外に中外爐工業から「アメリカ工業爐見學記(No.1)」が提出せられた。議事概要：(1)「歩留向上方策の研究」に於て各工場の提出者より操業調査表と品種別歩留調査表の説明があり，それぞれ質疑應答が行われ，(2) 中外爐工業粉生氏の「均熱爐と鋼塊加熱爐について」の講演があつた。(3)「壓延時間の研究」では上記各社委員から簡単な説明が行われた。

(以下 21 頁えつゞく)