八菱選鉱工場における SHS 剤の使用状況

長 谷 川 正 俊*

The Practical Application of SHS for Chalcopyrite Flotation at Yaguki Mill

Masatoshi HASEGAWA

1. 緒 言

八菱選鉱工場では、黄銅鉱を対象とした銅単一浮選と、これに続く磁鉄鉱を対象とした湿式磁力選鉱を行なっている。昭和33年末稼働開始の150 t/日プラントより今日の2000 t/日プラントにいたる間、各機の増設、大型化、系統変更などが実施されてきた。一方浮選剤についても、種々の検討が実施されたが、SHS #1使用開始の昭和41年春までは、結局起泡剤としては日香のバイン#5、また捕収剤としてはザンセート (NaEX およびKAX) が主体をなしていた。

しかしザンセート浮選の場合、つぎのごとき問題があった。すなわち、

1) フロス層の形成が悪い。

2) 選鉱成績が、粗鉱中の黄銅鉱以外の硫化鉱物の割合に支配される、などである。

昭和41年春、たまたま日本香料のSHS #1を試用の結果、フロス層の形成が大巾に改善されることが判明し、一方選鉱成績は、ザンセート使用時のそれと比較して遜色のないことが判り、同年7月よりザンセートを全面的にSHS #1に切替えた。しかしその後、捕収剤としてSHS 単独使用の場合、若干の問題のあることが判り、昭和43年2月よりSHS を主体に、KAX を補助的に使用することで現在に至っている。

以下SHS #1に切替えた前後の選鉱成績、産物品位などについての解析結果を中心に、当工場にお

けるSHS #1の使用状況をのべ、ザンセートとの比較の形で、浮選剤としてのSHS 剤の特性に触れてみたい。

2. SHS #1使用前後の選鉱概況

本論にはいる前にSHS #1使用前後の選鉱概況を説明する。第1表は昭和39年度より43年上期までの選鉱成績と、これに関連ある主な変更事項を、その期間とともに示したものである。さらに43年前後の系統図として第1図および第2図を掲げた。これら変更事項について若干の補足説明をする。

2-1 再摩鉱ミル本格操業

第1表 期別選鉱成績および主な変更事項

年度 期	39		40		41		42		43
	上	下	上	下	上	下	上	下	上
ミル原鉱	Ton	228,822	247,943	246,037	253,114	254,988	252,166	252,971	304,060
	Cu	0.83	0.79	0.79	0.82	0.79	0.81	0.80	0.72
	Fe	5.71	5.80	6.72	6.10	5.66	4.49	5.63	4.68
銅精鉱	Ton	8,497	8,952	8,251	8,838	8,194	8,263	7,443	8,566
	Cu	20.41	19.80	21.45	21.29	22.68	22.38	24.93	23.10
	Fe	2.12	2.16	1.72	1.50	1.78	1.95	1.50	1.67
鉄精鉱	Ton	19,300	21,520	25,274	23,845	22,613	16,775	21,623	21,714
	Cu	0.104	0.09	0.09	0.098	0.089	0.090	0.078	0.091
	Fe	61.58	62.18	62.32	61.20	60.92	61.69	62.15	60.44
最終尾鉱	Cu	0.074	0.073	0.073	0.074	0.066	0.074	0.067	0.071
	Fe	0.50	0.37	0.30	0.32	0.23	0.36	0.31	0.35
実収率 (%)	Cu	91.16	90.81	90.91	91.03	91.69	91.00	91.71	90.96
	Fe	90.95	93.09	95.26	94.54	95.39	91.34	94.41	92.31
再摩鉱ミル本格操業			7月						
SO ₂ 水使用					6月		4月		
SHS #1 使用					7月				
ケブラーチヨC使用							4月		
KAX 補助使用							2月		
2000t/日 処理							4月		

受理 昭和44年9月1日

* 日鉄鉱業株式会社 八菱鉱業所 鉱務課
選鉱係長

第1図 系統図 (S40/上~42/下)

第2図 系統図 (S43/4以降)

昭和39年以來の再摩鉱ミル試験操業に引き続き、第1図に示すごとく主浮選系の全フロスト、1次精選の尾鉱を対象とした再摩鉱ミルの本格操業を昭和40年7月より開始した。この結果第1表で見るごとく銅精鉱Cu %は、およそ1.5%上昇した。

2-2 SO₂ 水の使用

SHS剤への切替時期と前後して、銅精鉱品位向上を目的として再摩鉱系へのSO₂水添加を約11か月間実施した。この結果精鉱品位は若干上昇したが、品位向上のためには、精選系へケブラーチョコCを添加する方が、より効果的であるとともに、管理上経済上有利であることが判り、SO₂水の使用を中止した。

2-3 SHS#1の使用

昭和41年5月、主浮選系のザンセートをSHS#1に全面に切替え、引き続き同年7月には1次浮選も切替え、以後43年2月までの期間、ザンセートの使用は全く中断された。しかし前述のごとくSHS#1単独ではCu実収率若干問題があるため同年2月よりKAXを補助的に使用することで現在に至っている。この当時の成績については後述したい。

2-4 ケブラーチョコCの使用

ケブラーチョコCの使用方法については、従前より種々検討を進めてきたが、この結果、精選系の添加が最も効果的であり、42年4月以降1次および3次精選に適宜添加している。

2-5 KAXの補助使用

当選鉱工場の選鉱成績は冬期間(12月~2月)低下する傾向がある。すなわち第1表で見るごとく下期の銅精鉱Cu %およびCu実収率が、上期のそれらに比較して若干低い傾向にある。この傾向はザンセート浮選の場合にも認められたが、43年1月頃この傾向が若干増大したので同年2月中旬より主浮選系にのみ約2 g/t程度のKAXを添加するこ

とで実収率の向上を期することができ、以後引き続き補助的に若干量使用することで現在に至っている。

2-6 2000 t/日 処理

昭和38年春よりの処理量 1700 t/日を、43年4月より2000 t/日に増強したが、この増強工事において、1次摩鈳の分級機をスパイラルよりサイクロンに全面的に切替え、また1次浮選機をFW#24よりWN#48に置換増設した。

以上SHS剤使用前後の主な変更事項を述べたが、その他の浮選条件は大略以下のごとくで38年以降今まで、ほとんど変りはない。

浮選原鉱粒度： -200mesh 60～65%

同上パルプ pH： natural 10～10.5（用水 7.5～8.0）

同上 濃度： 40～42% solids

3. 浮選剤としてのSHS#1の特性

SHS剤の浮選剤としての特性については、例えば「浮選の原理」にかなり詳細にのべられており、またSHS#1については、日本香料発刊のパンフレットにこれまた詳しく説明されているので、ここでは当選鉱工場の実操業にSHS#1を使用した場合の各産物の品位傾向を、ザンセートを使用した場合のそれらと比較する形で、SHS#1の特性にふれてみたい。そこで実操業の結果の比較が、比較的容易な以下の3期間を取りあげてみた。すなわち、

イ) 昭和40年全期：全面的にザンセートを使用した期間

ロ) 昭和42年全期：全面的にSHS#1を使用した期間

ハ) 昭和43年上期：SHS#1を主体に、KAXを補助的に使用した期間

以上3期間の各産物の完全分析値および選鉱剤の使用量は第2表および第3表のごとくである。

第3表 浮選剤使用量

浮選剤	40		42		43/上	
	g/t	円/t	g/t	円/t	g/t	円/t
日 P#5	26.6	4.53	24.9	4.23	25.4	4.34
T.F.#2	17.7	4.41				
D.F.#250	0.8	0.30				
NaEX	21.0	2.80				
K.A.X	6.5	1.36	0.2	0.08	1.8	0.38
S.H.S			21.3	7.46	21.0	7.36
ケブラー			4.8	0.31	2.7	0.19
ヨ C						
計		13.40		12.08		12.27

3-1 フロス層の形成について

緒言でザンセート浮選の場合、フロス形成が悪いことをのべたが、この理由として特に当工場の場合、浮選原鉱の含硫化鉱物が少ないこと（およそ3.5%）。高パルプ濃度などが挙げられるが、特に Scavenger においては、いわゆる mineral froth 層の形成は全く見られなかった。この改善のため前述のごとく浮選剤についての検討が行なわれたが、結局SHS#1の出現まで、ほとんど向上は認められなかった。

SHS#1に切替後はこのフロス層形成の問題は大巾に改善され Scavenger においてもフロス層が見られるようになった。しかし捕収剤としてSHS#1単独使用の場合、粗鉱の鉱質によって、時により Over oil 状を呈することがあり、このことが操業上の新たな難点となったが、その後KAXの補助的使用により、この Over oil 状—フロス量過多の問題は解消し、SHS#1とKAXの量を加減することにより、フロス量の調節も可能となり、操業は従前より容易になり、結果的に Cu 実収率の向上をもたらしている。

3-2 浮選原鉱S品位と各産物の Cu 品位の関係

緒言で浮選原鉱中の黄銅鉱以外の硫化鉱物の含有割合が、浮選成績に影響をおよぼすことをのべたが、一般に

第2表 完全分析値

成分		Cu	S	Fe	CaO	Bi	P	Al ₂ O ₃	SiO ₂	MgO	Mn	Pb	Zn	FeO	Insol.
浮選原鉱	40/全	0.79	1.28	21.36	24.76	0.01	0.023	4.96	36.26	1.68	0.65		0.06	2.51	
	42/全	0.74	1.16	20.20	25.71	0.02	0.035	6.35	34.81	1.59	0.48		0.05	1.56	
	43/上	0.71	1.04	21.11	28.10	0.01	0.043	6.78	37.73	1.70	0.47		0.04	1.56	
銅精鉱	40/全	21.58	30.50	31.12	5.04	0.49	0.018	2.86	7.30	0.70	0.11	0.16	0.57	0.15	9.76
	42/全	23.75	28.02	28.19	4.48	0.49	0.010	6.59	6.87	0.58	0.12	0.13	0.74	0.23	11.20
	43/上	23.08	27.35	28.85	5.67	0.42	0.012	4.79	8.66	0.86	0.10	0.15	0.70	0.28	13.70
鉄精鉱	40/全	0.093	1.68	62.44	3.23	0.01	0.018	2.48	7.08	0.65	0.16		0.03	22.58	
	42/全	0.087	1.09	61.94	3.74	0.01	0.018	4.69	7.42	0.51	0.12		0.02	22.32	
	43/上	0.091	1.23	61.26	3.57	0.01	0.012	7.43	4.49	0.66	0.14		0.03	22.08	

当工場では浮選原鉱のS品位がCu品位に比し高くなるにつれ、銅精鉱Cu%およびCu実収率がともに低下する傾向がある。黄銅鉱以外の硫化鉱物の主体は、磁硫鉄鉱と黄鉄鉱であり、これら両硫化鉱物と黄銅鉱による浮選原鉱のS品位と、原鉱、精鉱、廃滓のCu品位の関係を、操業分析値をもとにして表示したのが、つぎの第3～5図である。

まず浮選原鉱のS品位とCu品位の関係を表示したのが第3図である。3期間中、43年度上期がCu品位に比しS品位が低く、黄銅鉱以外の硫化鉱物の割合が最少であったことを示し、一方40年度は他硫化鉱物の含有割合が最大であり、また42年度は40年度の傾向に近似していたことがうかがえる。

以上のごとき原鉱の性状に対して、原鉱のS品位と精鉱のCu品位の関係を示したのが第4図である。この図で見ると、CuとSの関係は、SHS#1とザンセートでは相当な開きがあり、精鉱のCu品位向上のためにはSHS#1が有利なことが判る。

また原鉱のS品位と廃滓のCu品位の関係を示したのが、つぎの第5図である。これによるとSHS#1の場合、原鉱のS品位が高くなるにつれて、ザンセート浮選

に比較して廃滓のCu品位が高くなりやすい傾向があり、SHS#1を主体にKAXを補助的に使用した43年度上期では、この傾向が鈍化している。

以上、したがって原鉱のS品位がCu品位に比し低い場合には、SHS#1は選鉱成績向上に有利であり、逆にS品位の比率が高い場合には、Cu実収率向上のため、KAXを補助的に使用することが当を得ていると考えられる。

3-3 浮選原鉱S品位と廃滓S品位の関係

原鉱および廃滓それぞれのS品位の関係を示したのが、第6図である。図で見るとく廃滓のS品位はSHS#1浮選で高く、ザンセート浮選で低い。このことが黄銅鉱以外の硫化鉱物に対する両捕収剤の捕収性の差を示しているといえよう。KAX補助使用の場合は、SHS#1浮選の傾向に近いが、これはこの期の原鉱S品位が、3期間中最も低かったことが原因と考えられる。

3-4 銅精鉱3成分合計値の傾向

銅精鉱の3成分Cu、Fe、Sの分析値の合計と、Cu品位の関係を求めたのがつぎの第7図である。この図で明らかのごとく、SHS#1浮選の精鉱は、ザンセート浮選のそれに比し硫化鉄鉱の含有割合が、かなり少ない。

第3図 浮選原鉱S%とCu%関係図

第5図 浮選原鉱S%と廃滓Cu%関係図

第4図 浮選原鉱S%と銅精鉱Cu%関係図

第6図 浮選原鉱S%と廃滓S%の関係図

またKAXを補助的に使用した43年上期の傾向は、SHS#1単独使用時の傾向と類似しているが、これは前記廃滓のS品位の傾向と同じく、原鉱のS品位が低かったことが起因しているものと考察される。

3-5 精鉱の構成鉱物割合

SHS#1とKAXの比較テストで得た各フロスについて、構成鉱物を反射光下で観察し、リニアルアナライザーで各鉱物の存在割合を測定し、比重を加味して重量割合を出したのが第4表であり、またこの試料の分析値および試験条件などを示したのが第5表である。第4表でのSHS#1とKAX両者による相違点は以下のごとくである。

第7図 銅精鉱 Cu %と3成分の関係図

第4表 各フロスの鉱物構成

試料名	鉱物名	黄銅鉱				磁鉄鉱	黄鉄鉱	脈石	磁鉄鉱	閃亜鉛鉱	計
		単体	脈石と銅との片羽	その他の銅物との片羽	小計						
SHS	第1フロス	57.6	11.8	1.3	70.7	0.2	4.5	24.2	0.2	0.2	100.0
	2 "	27.6	13.0	1.4	42.0	1.1	1.9	54.4	0.5	0.1	100.0
	3 "	28.3	10.3	tr	38.6	1.2	4.9	5.42	0.5	0.6	100.0
	4 "	10.0	1.9	tr	11.9	0.8	1.8	84.2	0.9	0.4	100.0
KAX	第1フロス	56.0	7.0	2.0	65.0	tr	9.8	24.5	0.4	0.3	100.0
	2 "	17.4	8.0	tr	25.4	1.6	15.6	54.0	2.4	1.0	100.0
	3 "	9.8	6.1	tr	15.9	3.8	17.1	60.7	0.8	1.7	100.0
	4 "	5.6	4.2	0.5	10.3	2.5	16.2	68.9	1.7	0.4	100.0

第5表 SHS#1とKAX比較試験結果

試料名		wt %		品位 (%)				S-Cu/Cu	分布率 (%)			
				Cu		S			Cu		S	
		wt %	Σwt%	%	Σ %	%	Σ %		%	Σ %	%	Σ %
S H S	第1フロス	2.39		21.60		22.66		0.049	69.46		51.82	
	2 "	0.64	3.03	13.87	19.97	15.31	21.11	0.104	11.94	81.40	9.38	61.20
	3 "	0.36	3.39	7.07	18.60	8.62	19.78	0.219	3.42	84.82	2.97	64.17
	4 "	0.34	3.73	2.89	17.17	3.98	18.34	0.378	1.32	86.14	1.29	65.47
	テーリング	96.27	100.00	0.11	0.74	0.38	1.05	2.46	13.86	100.00	34.54	100.00
K A X	第1フロス	2.69		21.60		24.86		0.151	75.52		60.92	
	2 "	0.65	3.34	7.60	18.88	13.65	22.68	0.796	6.42	81.94	8.08	69.00
	3 "	0.77	4.11	3.34	15.96	8.27	19.98	1.48	3.34	85.28	5.80	74.80
	4 "	0.84	4.95	1.60	13.53	5.31	17.49	2.32	1.75	87.03	4.06	78.86
	テーリング	95.05	100.00	0.11	0.77	0.24	1.10	1.18	12.97	100.00	21.14	100.00

- (1) 黄鉄鉱の含有割合は、各フロスともKAXの方が圧倒的に多い。
- (2) 黄銅鉱の含有割合は、各フロスともSHS#1の方が若干つ多い。
- (3) 磁硫鉄鉱、磁鉄鉱、閃亜鉛鉱などの含有割合は、極くわずかであるがKAXの方が高い。
- (4) 黄銅鉱と脈石の片羽は若干ながらSHS#1の方が多いようである。

また第5表では両者による相違点は以下のごとくである。

- (1) フロス量はKAXの方が高い。
- (2) 各フロスのCu %は、SHS#1の方が高い。
- (3) S指数 (S-Cu/Cu) は各フロスとも圧倒的にKAXの方が高い。
- (4) S実収率はKAXの方が、かなり高い。

以上、第4表に示すように、SHS#1とザンセートの捕収剤としての大きな相違点は、当工場の場合、結局、黄鉄鉱に対する捕収力の差であるといえそうである。

4. 結 言

昭和41年7月より捕収剤の主体をザンセートよりSHS#1に転換したが、この結果、浮選フロス層の形成が大巾に改善され、KAXを若干量補助的に併用することにより、原鉱の質的変動に対応して、より適切な措置をとりやすくなり操業は従前に比し安定し、比較的良好な選鉱成績を得ている。

SHS#1使用上の今後の研究課題としては、Cu以外の有価成分Au, AgおよびBiに対する捕収性の追求と考えている。諸兄のご批判、ご教示をいただければ幸甚である。

註. 試験条件

1) 系 統

2) 浮選剤

SHSの場合: SHS + P#5 = 12.48円/t
(内SHS 9.44)

KAXの場合: KAX + P#5 = 11.77円/t
(内KAX 5.16)