マンガン浮選に関する 2, 3 の考察

道 畑 富 夫*

Some Consideration in Manganese Flotation Practice

Tomio MICHIBATA

The flotation condition as applied to the concentration of manganese ore has been taken high pulp density, fine size and high power compared with other sulfide flotation in the flotation plant.

The reason for this is considered that manganese flotation is affected by the pulp viscosity, formed by suspending the mineral particle in water.

In the flotation cell, the movement of the bubble may be effected to greater or lesser degree by the pulp viscosity.

Assuming that a film of the pulp is formed on the bubble surface, the equation (3) is given among the pulp density, particle size and the power demand etc.

These relationship may be served to obtain the estimation of the physical condition in manganese flotation.

1. 緒 言

マンガンを含む鉱物は非常に多種にわたるが、単一鉱物で産出されることは少なく、それだけに選鉱方法も複雑である。選鉱法としては、重選、磁選、浮選、またはこれらの併用による方法が採られている。

マンガン市場で要求されるいわゆるフェロマン用の製品のマンガン品位は、44~47%あるいはそれ以上が普通である。現在稼行されているマンガン鉱を浮選の立場から大別すると、酸化マンガングルと炭酸マンガングルに分かれる。これらは処理条件がかなり異なるが、石ケン浮選という点で共通する。一般に酸化マンガングルは浮上しにくい上にスライム化しやすく、弊害が多いが、鉱物そのものの品位が高いので、浮選精鉱がそのまま製品となり得る利点がある。これに対し炭酸マンガングルはやや浮選性はよいが、鉱物組成上 Mn 品位が低いので処理上に多くの問題を含んでいる。したがって経済上炭酸マンガングルの浮選処理は、よほどの条件がそろわないかぎり許されず、世界的にも実施例は少ない。

大江で産出されるマンガン鉱石は Fe, Ca を含む炭酸マンガングルで、銅、鉛、亜鉛、硫化鉄鉱を随伴している。大江ではこのマンガングルを、上記の硫化物をゼンセ

ート浮選で回収した後、その尾鉱について石ケン浮選を実施することにより回収している。

こうして得られた精鉱は 32% Mn であり、上述の需要に応ずるため、さらにロータリーキルンで焙焼し、47% Mn の酸化マンガングルとして販売している。

ここではこのような生産工程におけるマンガン浮選を捕えこれまでの操業実績を検討しながら 2, 3 の考察を加えたものである。

2. 鉱 石

鉱床は、浅熱水性裂谷充填鉱床で、菱マンガングル、銅、鉛、亜鉛、硫化鉄鉱とが繰返し晶生を行なった複成脈からできている。菱マンガングルは X 線解析より $\text{MnCO}_3 \sim \text{FeCO}_3$ 間の固溶体の混在が認められ、また鉱床の生成温度 (200°C) から、 $\text{MnCO}_3 \sim \text{CaCO}_3$ 間の固溶体の混在も考えられている。一応マンガングル精鉱の品位分析値から、これらの組成を計算から求めるとつきのごとくなる。

第 1 表 マンガン浮選フロース分析値 (42 $\frac{1}{4}$ ~43 $\frac{1}{3}$)

Cu	Pb	Fe	Zn	SiO ₂	Al ₂ O ₃	BaSO ₄
0.02	<0.05	6.46	0.13	9.11	0.76	4.15
S	CaO	MgO	Mn	CO ₂	Au	Ag
1.06	1.72	0.74	29.10	31.52	0.1	12

受理 昭和43年12月26日

* 北進鉱業株式会社 選鉱係長

第1表-2 マンガン鉱の組成

Mn	Fe	Ca	CO ₃
39.49	7.61	0.65	52.25

第1表-3 モル比で表示した場合 (概数)

$43\text{MnCO}_3 \cdot 8\text{FeCO}_3 \cdot \text{CaCO}_3$
--

これらの値は、マンガン浮選精鉱がとり得る品位の上限を知る上で、一つの目安となる。すなわち、39～40% Mn が大江における上限とみられる。

3. フローシート

第1図は金、銀、銅、鉛、亜鉛、硫化鉄鉱、およびマンガン鉱を処理する方法として、大江で採用しているフローシートである。

すなわち、破碎は、750×450ブレイクラッシャー1台と#25SRギャレスクラッシャー2台の開回路で行ない、磨鉱は、1,800φ×3,000ロッドミル、2,400トリコンミルおよびエーキンス分級機による閉回路で行なっている。

浮選は、まず Cu・Pb バルク浮選、同分離浮選、つぎに Zn・Sp バルク浮選、同分離浮選を行ない、そして最後に再磨鉱ののち Mn 浮選を行なっている。このマンガン浮選は1次浮選を10区3列で行ない、うち2区をクリーニングに使用している。1次浮選のフロスを少量の硅酸ソーダを加えてアトリッションした後、3区2列で2次浮選し、フロスを脱バライト浮選にかけて精鉱とする。また2次浮選の尾鉱はサイクロン分級し、微粒分を頭に繰返し、粗粒分を精鉱とする。

第1図 フローシート

4. マンガン浮選とパルプ濃度

第2図は操業成績からパルプ濃度に対し、精鉱品位、廃石品位、採取率の関係をプロットしたものである。

NaCN	30～40 g/t
Na ₂ CO ₃	840～960 g/t
ケブラーチョコ C	80～110 g/t
硅酸ソーダ	1,200～1,550 g/t
オレイン酸	700～840 g/t
Temp	12.3～14.0°C

第2図 パルプ濃度の影響
(42年10月～43年5月実績)

濃度が高ければ廃石品位が下がり採取率が向上する。ここで興味あることは濃度が高い場合、操業では精鉱品位があがりやすい傾向を示すことで、これにはつぎの理由がある。すなわち、脈石を抑制するにはある一定量の硅酸ソーダを必要とするが、この場合、濃度が低いと Mn が尾鉱に流れるので、充分に使用できず結局尾鉱品位が

高い割には精鉱品位があがらない結果になる。マンガン浮選にはこのように高濃度が必要である。

5. 鉱粒サイズ

第3図は小試験から得たサイズの影響を示すものである。他の条件を一定とし鉱粒サイズをかえた場合、—200メッシュ98%まで採取率が上昇し、しかも精鉱品位に大きな低下がみられない、この点はマンガン浮選の特徴といえる。

第3図 サイズの影響 (小試験)
(日鉱・中央研究所資料)

6. マンガン浮選の動力

大江では銅、鉛、亜鉛および硫化鉄鉱とともにマンガン鉱を処理しているので、マンガン浮選というものをこ

れらの硫化物浮選と対比して論じることができる。

なかでも、浮選機は、硫化物系、マンガン系とともに #21FW機を使用しているので、動力の比較は容易である。第2表はそれらの使用条件を示すものである。

マンガン浮選においては、インペラー回転数を他の硫化物浮選と同じにした場合、捕収剤であるオレイン酸を多く必要とし、脈石との分離を悪くするので、増速が必要である。また濃度の関係からも、他の硫化物に比べ浮選動力が増大する。

7. 動力学的考察

以上銅、鉛、亜鉛、硫化鉄鉱ならびにマンガン鉱を処理する浮選操業のなかから、それらの対比において、マンガン鉱はパルプ濃度を高くし、微粒サイズで、インペラー回転数の高い浮選機で浮選した方が効果的なことを述べた。これは見方によってはパルプ粘度がマンガン浮選にかなり大きな影響を与えるものと思われるので、これらについて、以下に考察を試みることにする。

気泡が鉱粒懸濁液中を移動する場合、気泡面に接した懸濁液の部分は気泡とともに移動する。微視的な見方をとれば、この懸濁液の部分は、気泡面からの距離によって移動する速度が異なり、気泡面に最も近いものは最も早く、はなれるにしたがつて遅くなり、最後には零となる。この距離を y 、気泡の移動速度を v とし、パルプ粘度を μ 、気泡半径を r 、その密度を ρ_a とすれば

$$v \cdot \frac{4}{3} \pi r^3 \rho_a = \mu \frac{\alpha v}{\alpha y} \dots\dots\dots (1)$$

なる関係が成立する。

一方、浮選の搅拌動力を W 、鉱粒の密度を ρ 、単位容積中の鉱粒数を N 、そしてパルプ粘度を μ とし、次元解析によって μ を求めると

$$\mu = W^{1/3} \cdot \rho^{2/3} \cdot N^{1/3} \dots\dots\dots (2)$$

が得られる。また(2)式中の N はパルプ濃度を Pd 、鉱粒サイズを D_p とすれば

$$N = \frac{k \cdot Pd}{D_p^3 (\rho + Pd - \rho Pd)}$$

となる。(1)式を解いて、これらの関係を代入すれば

$$y = \frac{k \cdot W^{1/3}}{D_p^2} \cdot \left(\frac{\rho \cdot Pd}{\rho + Pd - \rho Pd} \right)^{3/4} \cdot \ln v \frac{1}{r^3 \cdot \rho_a} \dots\dots\dots (3)$$

が得られる。

浮選現象における気泡の挙動について、パルプ粘性を考慮した場合、気泡とともに移動する懸濁液層の存在が考えられる。 y の値はその層厚を示すものである。

高濃度、微粒サイズ、高動力を必要とす

第2表 浮選機の使用条件

項 目	マンガン系	硫化物系
フロス厚	オレイン酸添加区 60mm その他 30mm	精選区 50mm 粗選区 20mm
気泡発生量	380 l/min/m ²	380 l/min/m ²
インペラー径	480mmφ	480mmφ
インペラー・回転数	420 r. p. m	375 r. p. m
インペラー・槽底間	80mm	80mm
インペラー・プレート間	10mm	10mm
据付動力	10HP/2セル	7.5HP/2セル

るマンガン浮選にとって、このような考察は操業条件の目安を得るのに役立つものと思われる。

8. 結 言

銅、鉛、亜鉛、硫化鉄鉱ならびにマンガン鉱を処理する浮選操業の中から、それらの対比において、マンガン浮選のバルブ濃度、鉱粒サイズ、浮選動力をとりあげ、これらをバルブ粘度に関連づけて考察し、操業条件の目安を得るのに有効と考えられる(3)式を誘導した。

すなわち、マンガン浮選は、操業実績と小試験から、バルブ濃度を高くし、サイズを微細にし、浮選動力を大きくした方が効果的といえるが、これらの関係は(3)式に網羅される。

終りに、本報文を発表するに当たり、ご指導いただいた北進鉱業KK取締役、高木孟義氏に深く感謝するものである。またこのような考察に対し、諸賢のご批判をいただければ幸甚である。

会 告

会誌「浮選」旧号の頒布について

会誌は創刊号より第36号まで揃って残部があります。会員への頒布価格は送料こみでつぎの通りです。旧号ご入用の会員はご送金をもってお申込みください。

創刊号～第10号	@ 150円	第21号（計測管理特集）	} 各 350円
第11号～第14号（浮選の原理特集）各	300円	第23号（抑制剤の使用・大型浮選機特集）	
第15号～第17号	@ 150円	第25号（会誌発刊10周年記念特別講演集）	
第18号（浮選機特集）	@ 300円	第29号（選鉱・選炭処理品位の変動とその対策特集）	@ 500円
第19号	@ 150円	第30, 31, 32, の各号	@ 350円
第20, 22, 24, 26, 27, 28の各号	@ 250円	第33号（特大号）	@ 500円
		第34, 35号	@ 350円
		第36号（つき会員名簿）	@ 500円

会 計 報 告 （昭和44年1月1日～昭和44年6月30日） 浮 選 研 究 会

収 入 の 部				支 出 の 部			
費 目	44年予算	実 行 額	残	費 目	44年予算	実 行 額	残
	(円)	(円)	(円)		(円)	(円)	(円)
正 会 員 会 費	750,000	616,900	— 133,100	印 刷 費	50,000	28,535	— 21,465
特 別 会 員 会 費	740,000	550,000	— 190,000	通 信 費	80,000	18,757	— 61,243
賛 助 会 員 会 費	178,000	158,000	— 20,000	消 耗 品 費	15,000	6,270	— 8,730
預金利子・雑収入	20,346	2,428	— 17,918	旅 費	155,000	105,480	— 49,520
会誌資料実費頒布	60,000	51,595	— 8,405	会 議 費	90,000	43,773	— 46,227
会誌広告料	540,000	204,500	— 335,500	事 務 委 託 費	360,000	180,000	— 180,000
前年度よりの繰越金	109,654	109,654	± 0	会 誌 発 行 費	1,200,000	376,215	— 823,785
				例 会 開 催 費	210,000	121,671	— 88,329
				調 査 研 究 費	50,000	25,000	— 25,000
				予 備 費	188,000	5,000	— 183,000
合 計	2,398,000	1,693,077	— 704,923	合 計	2,398,000	910,701	— 1,487,299