各種珪砂についてのアトリッションと磁選の組合わせ*

豊 田 成 紀**・宮 川 清***

Combination of the Attrition and Magnetic Separation
on the Various Silica Sand

Shigeki TOYODA and Kiyoshi MIYAKAWA

1. ま え が き

珪砂選鉱の一つの手法として、珪砂鉱粒表面の汚染除去のために、アトリッションをとり入れている例があるが、従来の方法の大部分はインペラーに対してでなく、サンド粒子同志の間で行なわれるものであった。その効果面では、今一つの感があった。珪砂資源についても、年々良質なものの入手が困難となりその選鉱方法も複雑化してきました。最近の珪砂選鉱の主体をなすものとして、高磁力磁選機による磁力選別があげられます。我々は、この磁力選別をより効果的に行なうために前処理として、従来のアトリッション方式と異なるインペラーによる方法を採用して試験を行なった。

今回、日本アイリッヒ株式会社製品の逆流式ミキサーによる珪物砂再生処理の手法を、このアトリッションにとり入れ、特に高速回転下におけるアトリッションと鉱粒の衝突による結合状態の弱い面での破砕効果を期待し、これらの効果が湿式磁選におよぼす影響を調べるために、各種珪砂について試験をした。

2. 試 験 装 置

2-1 逆流式ミキサー（日本アイリッヒ社提供）

型 式：RO2
容 量：Max. 10 kg
寸 法：440^W×800^L×770^H
重 量：88 kg
インペラ回転数：1,500～5,000 r.p.m. 可変
パ ン 回 転 数：36 r.p.m.
動 力：インペラ Max. 1 kW

* 昭和58年11月15日本会第71回例会において発表

** 日本アイリッヒ株式会社技術部

*** 日本エリーズマグネチックス株式会社技術部
昭和58年8月30日受理

パ ン 0.55 kW

原 理：回転するパンとそれに逆方向に回転するインペラーよりなり、アトリッションは、インペラーの回転によりインペラーと砂の接触および砂と砂の接触摩擦により行なわれる。

2-2 湿式高磁力磁選機

（日本エリーズマグネチックス社製）

型 式：HIW, モデルL-4
容 量：Max. 1 kg
寸 法：762^W×510^L×1,170^H
重 量：610 kg
電 気 容 量：115 V, DC, 26.3 Amp, 3 kW
原 理：電磁石で構成された磁場にマトリックス（エキスパンドメタル）をそう入し、上部ジョウゴより珪砂スラリーを給鉱、珪砂中の弱磁性物質を、このマトリックスに磁着し、非磁性物質（珪砂）は下部よりスラリー状で流下する。

3. 試料および試験方法

3-1 供試試料

供試試料は珪物用珪砂として2社からの御協力を得、更にガラス用珪砂としても3社からの御協力を得た。

(A) 珪物用珪砂

- 1：K社
1-①：6号珪砂
1-②：ボールミル産物
2：M社
2-①：4号珪砂
2-②：5号珪砂

(B) ガラス用珪砂

- 3：K T社

4 : T社

4-① : -8 mesh 品

4-② : -30 mesh 品

5 : KR社

5-① : 原砂

5-② : ミル出口砂 (No. 2 上)

5-③ : ミル出口砂 (No. 2 下)

5-④ : 中間砂

5-⑤ : ガラス砂

3-2 試験方法

夫々の試料について、日本アイリッヒ株式会社製逆流式ミキサーでアトリッションを行ない、湿式にてデスライムを行ってから湿式高磁力磁選機による磁選試験を

行なった。

まず、夫々の試料についてのアトリッションテスト要領を第1表に示す。

第1表の要領によりアトリッションを行ない、湿式による水洗—デスライミングをして後に、湿式高磁力磁選機 HIW モデル L-4 により次記条件で磁選試験を行なった。

① 使用フィルターエレメント：エキスパンドメタル
(粗，細)

② 供試試料重量：≒500 g/回

③ 給鉱パルプ濃度：≒30% solids

④ 給液速度：15 l/min

⑤ 分離磁場強度：10,000 Gauss (空芯)

第 1 表

試験番号	アトリッション時間 (分)	インペラー回転数 (r.p.m.)							
		乾式処理				湿式処理			
		5,000	3,000	2,500	1,500	5,000	3,000	2,500	1,500
1-①	20	1○		5○			8○		9○
	10	2○		4○			6○		
	5	3○							
	0					7○			
1-②	20						5○	2○	
	10						3○	1○	4○
	5								
	0					6○			
2-①	20	1○	2○	3○	4○				
	10		5○						
	5		6○						
	0					7○			
2-②	20	1○	2○	3○	4○				
	10		5○						
	5		6○						
	0					7○			
3	20						1○	2○	3○
	10							4○	
	5								
	0					5○			
4-①	20						1○	2○	3○
	10							4○	
	5								
	0					5○			
4-②	20						1○	2○	3○
	10							4○	
	5								
	0					5○			
5-①	10						1○		
	0					2○			
5-②	10						1○		
	0					2○			
5-③	10						1○		
	0					2○			
5-④	10						1○		
	0					2○			
5-⑤	10						1○		
	0					2○			

○印左側数字は夫々の試験番号を示す。

第 1 図

① 処理系統：第 1 図参照

4. 試験結果および考察

4-1：鑄物用珪砂 K 社

鑄物用珪砂の 6 号および中間産物としてのボールミル産物についての磁選試験結果を第 2 図、第 3 図、第 4 図、第 5 図に示す。

試料 1-①については、アトリッションをしないで水洗→デスライミング後磁選処理をした。テスト-7 の産物品位が、 Fe_2O_3 0.44% (回収率：52.25%) に対し、アトリッションを行なったものは産物品位も 0.36%~0.18% (回収率：60.65~80.20%) と成績が向上しておりその効果は明確である。

第 2 図より、インペラー回転数を増やすことにより分離成績は向上しており、その成績は最高回転の 5,000 r.p.m. の時が最高値を示している。アトリッション時間については、10分でいずれもそのカーブはねており、こ

第 2 図

第 3 図

第 4 図

れ以上長く滞溜させてもそれ程効果は見られない。又乾式処理に比べ湿式処理の方が効果的に見られる。

一方、アトリッションによるサイズ分布の変化を見ると、第 6 図からも明らかな様にインペラー回転数と滞溜

試料：1-②
湿式，
Feed Fe_2O_3 (%) : 1.08

第 5 図

試料：1-①
インペラー回転数及び滞留時間による -200 mesh 品の増加

第 6 図

時間に相関しており、特に乾式処理の場合、2,500 r.p.m. を過ぎると、-200 mesh の細粒群が急激に増加している。湿式処理の場合には、アトリション時間により同じ回転数でもその差が大きく、3,000 r.p.m. の10分処理が増加率で一番少ない。

試料 1-②については、湿式処理のみをしたが第4図、第5図に示す様に、インペラー回転数とアトリション時間に相関してその分離成績が向上しており、アトリションをしないものの磁選産物で、 Fe_2O_3 品位が0.48

% (回収率：57.74%) これに対し、アトリションをしたものの磁選産物品位は Fe_2O_3 : 0.38%~0.25% (回収率：66.23%~77.56%) と成績が向上している。試料 1-①と同じ様にアトリション時間は10分でそのカーブがねて来ている。

一方、サイズの変化を見ると、インペラー回転数と時間に相関して -200 mesh 粒群が増加しているが、その増加率はそれ程大きくない。又、サイズ分布も各粒群においてあまり大きな変動はない。

試料：1-②
インペラー回転数及び滞留時間による -200 mesh 品の増加 湿式処理

第 7 図

試料：2-①
乾式，滞留時間：20分
Feed Fe_2O_3 (%) : 0.42%

第 8 図

4-2: 鑄物用珪砂 M 社

鑄物用珪砂の4号および5号珪砂についての磁選試験結果を第8図, 第9図, 第10図, 第11図に示す。

試料2-①については, アトリッションしないで磁選処理をした, テスト-7の産物品位が Fe_2O_3 : 0.22% (回収率: 48.90%) に対し, アトリッションを行なっ

試料: 2-①

乾式, インペラー回転数: 3,000 r.p.m.

Feed Fe_2O_3 (%): 0.42%

第 9 図

試料: 2-②

乾式, 滞留時間: 20分

Feed Fe_2O_3 (%): 0.40%

第 10 図

試料: 2-②

乾式, インペラー回転数 3,000 r.p.m

Feed Fe_2O_3 (%): 0.40%

第 11 図

試料: 2-①

インペラー回転数及び滞留時間による -200 mesh 品の増加 乾式処理

第 12 図

たものは, 産物品位も Fe_2O_3 : 0.14%~0.06% (回収率: 67.60%~85.88%) と成績が向上している。第8図より, インペラー回転数を増やすことにより成績は向上し, 5,000 r.p.m. で最高値を示している。又, アトリッション時間については, 時間の増加とともに成績は向上しているが, そのカーブは傾斜が緩く, 10分で殆んどねている。

試料：2-②

インペラー回転数及び滞留時間による -200 mesh 品の増加 乾式処理

第 13 図

試料：3

湿式，滞留時間：20分

Feed Fe_2O_3 (%) : 0.03%

第 14 図

一方，アトリッションによるサイズ分布の変化を見ると，第12図から -200 mesh の細粒群の増加はかなり激しく，5,000 r.p.m. では15%も増加している。

試料 2-②については，アトリッションをしないで磁選処理をした，テスト-7の産物品位は Fe_2O_3 : 0.22% (回収率：46.42%) に対し，アトリッションを行なったものは産物品位で Fe_2O_3 : 0.16%~0.08% (回収率：67.60%~80.25%) と成績が向上している。

試料：3

湿式，インペラー回転数 2,500 r.p.m.

Feed Fe_2O_3 (%) : 0.03

第 15 図

一方，サイズの変化を見ると，-200 mesh の細粒群の増加については，試料 2-①ほどではないが5,000 r.p.m. の20分アトリッションの場合にはかなり増えている。

4-3：ガラス用珪砂 KT 社

ガラス用珪砂についての磁選試験結果を第14図，第15図に示す。

アトリッションをしないで磁選処理をした，テスト-5の産物品位が， Fe_2O_3 : 0.02% (回収率：33.67%) に対し，アトリッションを行なったものは産物品位で0.01

試料：3

インペラー回転数及び滞留時間による -200 mesh 品の増加 湿式処理

第 16 図

% (回収率: 66.67%) と低下している。但し、テスト 3 の 1,500 r.p.m. の時にはそのアトリッション効果は見られない。インペラー回転数も 2,500 r.p.m. で又、アトリッション時間も10分でカーブがねている。

一方、サイズの変化を見ると、-200 mesh の細粒群

試料: 4-①

湿式, 滞留時間: 20分

Feed Fe_2O_3 (%) : 0.36%

第 17 図

試料: 4-①

湿式, インペラー回転数 2,500 r.p.m.

Feed Fe_2O_3 (%) : 0.36%

第 18 図

試料: 4-②

湿式, 滞留時間: 20分

Feed Fe_2O_3 (%) : 0.12%

第 19 図

試料: 4-②

湿式, インペラー回転数 2,500 r.p.m.

Feed Fe_2O_3 (%) : 0.12%

第 20 図

の増加率は、3,000 r.p.m. の20分が最高値を示しており、2,500 r.p.m. の10分処理ではそれ程増えていない。又、各粒群別にその分布変化を見ると、3,000 r.p.m. の20分を除いてはそれ程差違がなく、殆んど変化はないと見ても差つかえない。

試料：4-①

インペラー回転数及び滞留時間による -200 mesh 品の増加 湿式処理

第 21 図

試料：4-②

インペラー回転数及び滞留時間による -200 mesh 品の増加 湿式処理

第 22 図

第 2 表

4-4：ガラス用珪砂 T 社

ガラス用珪砂の -8 mesh 品および -30 mesh 品についての磁選試験結果を、第17図、第18図、第19図、第20図に示す。

試料 4-①については、アトリッションをしないで磁選処理をした、テスト-5の産物品位が、 Fe_2O_3 ：0.22%（回収率：39.15%）に対し、アトリッションを行なったものは産物品位も Fe_2O_3 ：0.09%～0.13%（回収率：64.75%～75.53%）と成績が向上している。

一方、サイズの変化を見ると、-200 mesh の細粒群の増加についてはいずれの場合も多くなっている。又、サイズ分布は、-30 mesh～+200 mesh までの範囲では殆んど差が見られず、-200 mesh の細粒群が増えた分、+35 mesh の粗粒群が減っている。

試料 4-②については、アトリッションをしないで磁選処理をした、テスト-5の産物品位が、 Fe_2O_3 ：0.08%（回収率：33.67%）に対し、アトリッションを行なったものは、産物品位も Fe_2O_3 ：0.06%（回収率：50.25%）と成績が向上している。この試料については、回転数 1,500 r.p.m. でカーブがピークを示し、アトリッション時間も10分でピークを示しており、回転数、時間を増やしても変化は見られない。

一方サイズ分布を見ると、-200 mesh の細粒群はそれ程急激には増えておらず、いずれも 3%内外で各粒群ともにその分布に変化が見られない。

4-5：ガラス用珪砂 KR 社

前記、4-1～4-4項までの試験を参考にして KR 社提供のガラス用珪砂については、第1表に示した如く、湿式処理でインペラー回転数を 3,000 r.p.m.、アトリッション時間を10分間に固定して各鉱種とも処理したもの

試料番号	アトリッション有無	磁選産物名	重量 (%)	Fe_2O_3	
				品位 (%)	分布率 (%)
①	×	Feed	100.00	0.37	100.00
		Σ Mag. Tail 2	2.06 97.94	15.58 0.05	86.76 13.24
	○	Feed	100.00	0.37	100.00
		Σ Mag. Tail 2	1.83 98.17	18.07 0.04	89.38 10.62
②	×	Feed	100.00	0.07	100.00
		Σ Mag. Tail 2	0.79 99.21	2.58 0.05	29.14 70.86
	○	Feed	100.00	0.07	100.00
		Σ Mag. Tail 2	0.71 99.29	4.28 0.04	43.29 56.71
③	×	Feed	100.00	0.10	100.00
		Σ Mag. Tail 2	1.86 98.14	2.74 0.05	50.90 49.10
	○	Feed	100.00	0.10	100.00
		Σ Mag. Tail 2	1.15 98.85	5.26 0.04	60.50 39.50
④	×	Feed	100.00	0.06	100.00
		Σ Mag. Tail 2	1.16 98.84	0.91 0.05	17.67 82.33
	○	Feed	100.00	0.06	100.00
		Σ Mag. Tail 2	1.09 98.91	1.87 0.04	34.00 66.00
⑤	×	Feed	100.00	0.08	100.00
		Σ Mag. Tail 2	0.53 99.47	3.83 0.06	25.38 74.62
	○	Feed	100.00	0.08	100.00
		Σ Mag. Tail 2	0.46 99.54	6.57 0.05	37.75 62.25

×：アトリッションなし ○：アトリッションあり

である。試験結果を第2表に示す。

この試料については、アトリッションをしないで磁選処理をしたものと、アトリッションをして磁選処理をしたものの間には、それ程大きな成績の向上は見られなかったが、いずれの鉱種についても若干成績は向上しており、アトリッションによる効果は認められる。

一方サイズの変化については細粒群の増加は若干見られるものの、それ程大きな変化ではない。

5. あ と が き

以上のことがらをまとめると下記の通りになる。

(1) 鋳物用珪砂およびガラス用珪砂ともに、日本アイリッヒ株式会社殿製の逆流式ミキサーによるアトリッション効果は明確である。

(2) 逆流式ミキサーのインペラー回転数およびアトリッション時間と磁選成績との間には相関性がある。

(3) 乾式アトリッションと湿式アトリッションについて比較すると、総合的に見て湿式アトリッションの方が有利である。

(4) 逆流式ミキサーのインペラー回転数およびアトリッション時間と、-200 mesh 細粒群の増加量の間にも相関性がある。

(5) -200 mesh 増加量は乾式処理に比べ湿式処理の方が少ない。

(6) インペラー回転数とアトリッション時間については、鋳物用、ガラス用によって、又、その産地によっても差違が認められ、分離成績とサイズ分布の変量から適

切なものが選定されるべきである。

(7) アトリッション時間については、10分位が適当の様であり、これ以上長くすることはあまり得策とは見られない。

(8) インペラーを高速回転にすることにより、磁選分離成績の向上は認められるが、細粒群の増加、動力の増加、インペラー摩耗の増加につながるので、鉱種により最適回転数を定めるべきである。

以上、鋳物用珪砂およびガラス用珪砂について、逆流式ミキサーによるアトリッションと湿式磁選の組合わせにより、限られた試料と、限られた試験結果から断定することは早急かと思うが、湿式磁選の前処理として、充分アトリッション効果が認められる事実を把握することができた。

従来、磁選処理だけでは今一步といった鉱種もあり、又、操業安定度から見て磁選機の採用にふみきれなかったものや、鋳物用珪砂にしか使えなかったものが、ガラス用珪砂として使える見込みがたち、今後の方向付けに充分役立つものと考えてる。

最後になりましたが、試料のご提供をいただいた各社殿およびご協力いただいた日本アイリッヒ株式会社殿に対し、深く感謝いたします。

文 献

- 1) 富田堅二：工業原料鉱物選鉱便覧
- 2) 荻原伸男：アイリッヒミルによるサンドスクラビングについて