

た場合の共通の現象である。しかし、この焼成条件ではこの亀裂のほとんどが再融着されており実用上の問題はない。ただこの現象は工業的には焼成炉内での粉化をもたらすことになり検討を要する問題である。

4. 結 言

砂鉄を原料としたメタライズドブリケットの鉄品位を向上させるために、製鋼炉ダストを各割合に配合した場合ブリケットの品質にいかに関与をおよぼすかを検討した。得られた結果を要約すると次のとおりである。

(1) 砂鉄を原料としたメタライズドブリケットの原料砂鉄の一部を製鋼ダストで置換した場合、30~40%程度までは生ブリケットの強度低下は、実際作業に支障をもたらさぬものと思われる。

(2) ダストの配合量の増加は、当然ブリケット中の鉄品位を向上するとともに、到達還元度もわずかながら上昇させる。

(3) ダスト配合の最大の難点はその量の増加とともに焼成炉内での小亀裂の発生がいちじるしくなり、たとえば回転炉のごとき焼成炉の場合炉内粉化率が高まり、収率を下げるのみならず、作業上の障害が心配される。しかし炉の構造が適当であれば、亀裂は再融着し製品ブリケットの強度上の問題はないと思われる。

文 献

- 1) 田中, 片山: 鉄と鋼, 50 (1964) 11, p. 1667
- 2) 田中, 片山: 鉄と鋼, 50 (1964) 11, p. 1669
- 3) 田中, 片山: 鉄と鋼, 52 (1965) 3, p. 279

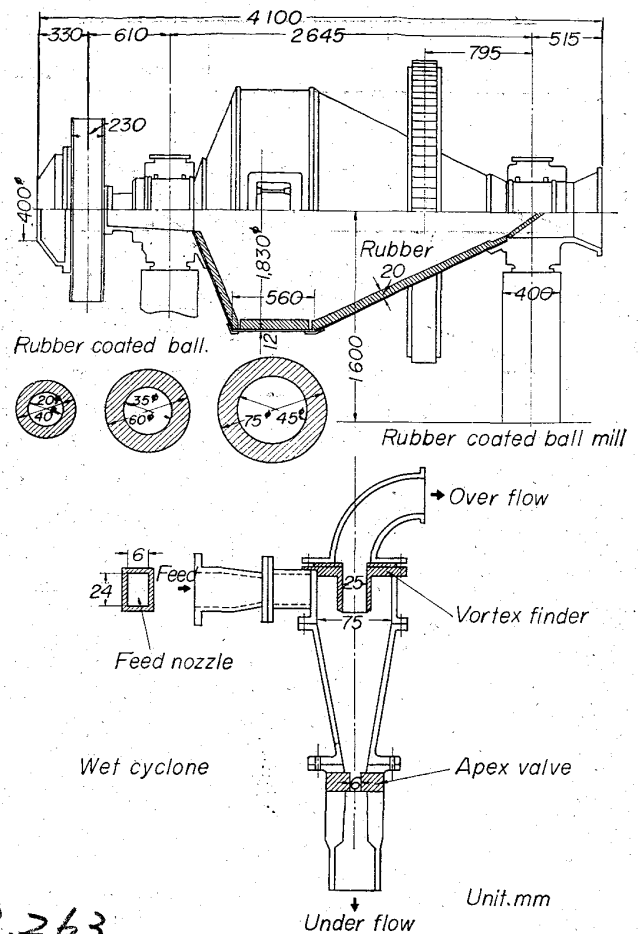


Fig. 1. Rubber coated ball mill and wet cyclone.

ルと $D=75$ mm のサイクロンを Fig. 1 に示した。なお、使用したゴムライニングボールの磨耗度は重量減で示すと 500 hr 運転後、70 mm ボール (586→548 g)、60 mm ボール (281→255 g)、40 mm ボール (65→65 g) となり最小ボールの磨耗はなかつた。

3. 実験方法

ラテライトのクロム分級に関する予備試験の結果²⁾、原鉱石中で凝似粒子を形成していない微細粒は、あらかじめ篩分分離してサイクロンで分級することにより、低 Cr のオーバーフローが得られ粉砕機への負荷を減ずることができた。そこで今回も原鉱石を篩分(篩目 1 mm)してその篩下を 1 次サイクロンで分級し、オーバーフローとして重量 11%、Cr 品位 1.0~1.2% のものをあらかじめ分離した。ボールミルに供給する鉱石は 1 mm 篩上およびサイクロンアンダーフローを合わせた 89% に当る粗粒部である。

またボールミルは粗粒循環用スクリュークラッシュファイヤーを運転しない方式(開回路方式)がラテライトの場合有利であることも認められたので本実験では開回路粉砕方式とした。

一般にコンカルボールミルによる湿式粉砕条件としては数多くの要因がある。例えば添加水量、給鉱量、ボール装入重量、ミル回転数などであるが、プラントのボールミル回転数が固定 (26 r.p.m.) され、各ボールの装入個数比は 1:1:1 とし、従つて重量比は大、中、小径ボ

622,341,747,622,736;622,755;669,263

(24) ラテライトの湿式粉砕と分級について

八幡製鉄, 技術研究所

古井健夫・首藤俊春・○三井田万穹

On the Grinding and Classifying for Separation of Chromium from Laterite.

Takeo FURUI, Toshiharu SHUDO and Kazuhiro MIIDA.

1. 緒 言

前報¹⁾においてラテライトの湿式粉砕にゴムライニングボールミルを用いロッドミルやチューブミルと比較した結果、粉砕産物の粒度分布および粗粒部の鉄品位、クロム品位の面でゴムライニングボールミルはクロム鉱物をあまり粉砕せず、鉄鉱物(ゲーサイト)を粉砕する傾向を示し有利であることを認めた。

本報はこの機構を内径 1,830 mm ϕ の工業的規模のボールミルに応用したときの粉砕条件およびその産物の分級試験に関して検討した結果を報告する。

2. 供試試料および実験装置

供試試料はフィリッピン産ラテライトで前報¹⁾でその粒度分布を示したが -325 mesh が 92~95% の微細な鉱石で、その化学成分は T. Fe 49.5%, Cr 2.39%, Ni 0.72%, SiO₂ 1.58%, Al₂O₃ 7.36% である。また粒度別の Cr 分布は粗粒部に偏在している。実験に用いた内径 1830 mm ϕ のゴムライニングしたコンカルボールミ

ールの順に 9:4:1 となる, 添加水量も 3.37 m³/hr と固定した. 粉砕条件を Table 1 に示した.

ボール装入重量と給鉱量の比をボール装入率 (kg/kg/hr) と決めて実験要因とし, 鉱液濃度は 11.0~17.0 wt% まで変動したが, この程度の変動では分級結果におよぼす影響は小さいので, 粉砕条件として採り上げなかつた.

Table 1. Grinding condition.

Factor		Level
Variable	Ball weight (kg)	0, 500, 1000
	Feed ore (kg/hr)	267, 445
Constant	Water (m ³ /hr)	3.37
	Revolution (r. p. m.)	26

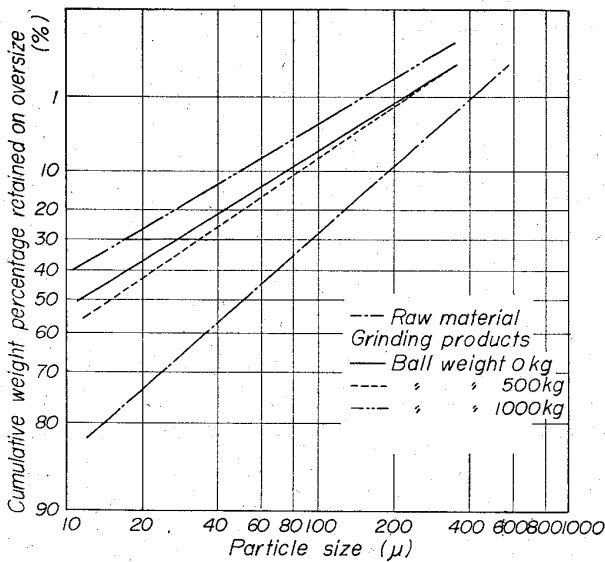


Fig. 2. Size distribution (R-R-B diagram).

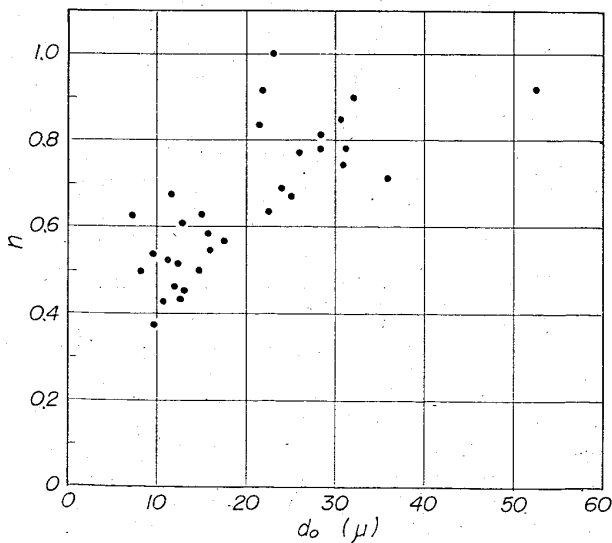


Fig. 3. Relation between "n" and "d₀".

これら粉砕および分級実験の規模は連続 4 1/2 hr の日間実験とし, 試料は開始後 1hr 毎に 4 回採取した.

サイクロン条件は一定とし フィード圧 2.6~2.9 kg/cm², フィードノズル口径 144 mm², オーバーフローノズル口径 25 mm φ, アンダーフローノズル口径 6 mm φ である.

4. 実験結果および考察

4.1 粉砕試験

4.1.1 粒度分布

フィリッピン産ラテライト原鉱石および各粉砕条件による粉砕産物の網上積算重量分布を Fig. 2 に示した.

また粉砕産物の粒度分布を Rosin-Rammler-Bennett 線図より d₀ (粒度特性-代表粒径) と n (粒度分布指数) にて表わしボール装入率との関係を探った. d₀ とボール装入率の関係はボール量の増加または給鉱量の減少によつて d₀ は小さくなることが認められた.

d₀ と n の関係を Fig. 3 に示した. n 値は粉砕材料の性質や粉砕外力の型の相違によつて変化するものであり, 一定材料を一定粉砕機で粉砕する場合には外力の型に変化がなければ d₀ が変わるだけで, n は不変とみて差支えない場合が多いといわれている³⁾.

したがつて Fig. 3 に示すように n と d₀ が相関関係を示したことは一つにはミルの内壁およびボール外皮のゴムライニングのため, ボール装入量の変更が粉砕外力の型の変更すなわちボールの運動方式の変化に置換される, または粉砕産物の下限粒径が存在するなどが考えられる.

なお, Fig. 3 の n と d₀ の相関係数は r=0.741 で相関係数の検定 r₀(25, 0.01)=0.4869 となり高度に有意

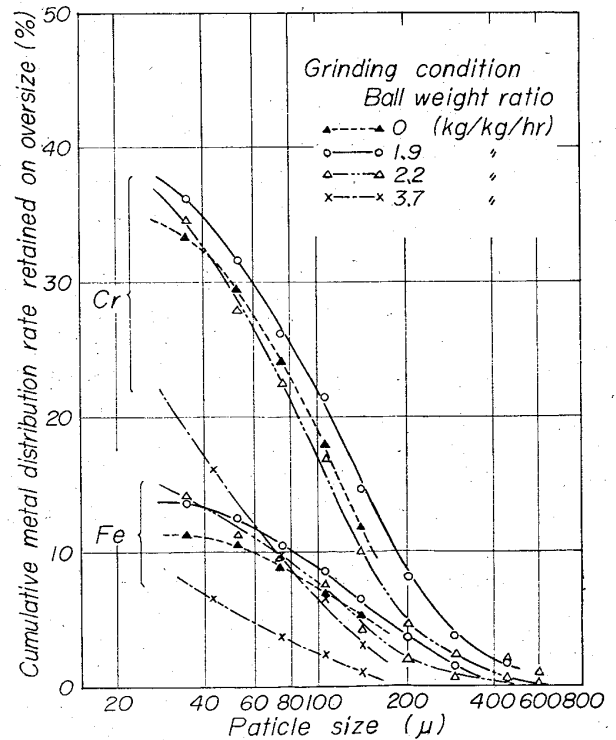


Fig. 4. Cumulative metal distribution rate retained on oversize of grinding products.

Table 2. The results of classification.

Experiment No.		1	2	3	4	5	6
Ball weight ratio (kg/kg/hr)		0	0	1.1	1.4	2.2	3.0
Ball weight (kg)		0	0	500	500	1000	1000
Feed ore (kg/hr)		374	498	472	347	445	329
Pulp density (wt %)		11.0	16.5	17.0	13.5	16.0	15.5
Feed pressure (kg/cm ²)		2.9	3.0	2.6~2.7	2.9~3.0	2.8	2.8~2.9
U. F.-weight (wt %)		14.6	17.1	19.3	18.3	12.3	14.2
Over flow content (%)	T. Fe	50.11	49.38	49.29	54.07	49.24	52.22
	Cr	1.04	1.70	1.55	1.59	1.46	1.50
Under flow content (%)	T. Fe	45.18	44.20	44.39	45.87	44.64	45.58
	Cr	7.97	6.20	4.80	5.69	4.54	5.02
U. F.-Cr recovery rate (%)		50.0	48.9	46.1	51.3	30.9	35.1
U. F.-Fe recovery rate (%)		13.5	15.4	17.2	16.8	12.1	13.0
Fe-Cr separation rate (%)		36.5	33.5	28.9	34.5	18.8	22.1

である。

4.1.2 金属分布率

各粉碎産物のクロムおよび鉄の網上積算金属分布率を Fig. 4 に示した。鉄およびクロムの網上積算分布率はボール装入率 2.2 以下では差が少なく、分級点を 40 μ 程度にとれば網上のクロム分布率(脱クロム率)は 35% 前後となる。これに対しボール装入率を 3.7 に増加すると粗粒部のクロム系鉱物も粉碎されて微粒側に移り、鉄とともにクロム分布率(脱クロム率)も著しく減少し 17% になる。したがってクロム分布率から鉄分布率を差引いた鉄-クロム分離率も他の場合に比較してかなり低値である。

鉄-クロム分離率はいずれの粉碎条件の場合にも、分級点を微粒側に移行するにしたがい増加を示しているが、この値はある分級点以下になると減少する性質のものであり、その分級点はラテライトの粒径からいつて、おそらく 20~30 μ 前後のところであろう。

この付近を分級点と考えた場合にも鉄-クロム分離率はボール装入率の小さいほど良好であり、ボール装入率 0~1.9 kg/kg/hr の範囲で約 23% を示した。

4.1.3 積算品位

粉碎条件別に粉碎産物の網上、網下のクロムおよび鉄の積算品位を Fig. 5 に示した。

網上積算クロム品位は微粒になるほど大となるが、同一粉碎条件では 50 μ 以下の場合ほとんど変化なく、ボール装入率 0~1.9 kg/kg/hr の範囲で最高クロム品位の網上産物がえられた。

したがってサイクロン条件を分級点 30 μ に選んだ場合にはボール装入率 0~1.7 kg/kg/hr の粉碎産物について得られるアンダーフローは品位 T. Fe 43~44%, Cr 4.8~5.3%, クロム収率 34~36%, 鉄収率 12~14%, 他方オーバーフローは品位 T. Fe 52~55%, Cr 1.6~1.8%, クロム収率 64~66%, 鉄収率 86~88% という見通しがついた。

以上は篩分け試験結果にもとづく粒径による理想的分級状態での推定結果であるが、サイクロンではこれに分級効率が関与し、粒子の比重が影響をおよぼし、比重の大きいクロム系粒子により選鉱成績の向上が期待され

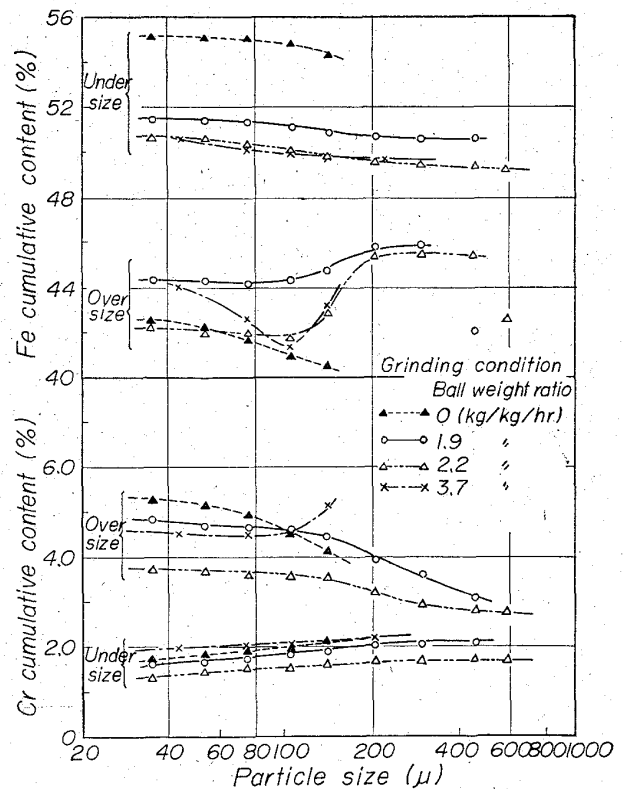


Fig. 5. Cumulative content of grinding products.

た。

4.2 分級試験

各粉碎条件による粉碎産物を一定条件のサイクロンを用いて分級した結果を Table 2 に示した。

粉碎条件の影響はアンダーフローのクロム収率およびクロム品位に明瞭にあらわれている。すなわちボール装入率が低い場合に鉄-クロム分離率は高く、クロム品位も向上を示した。その傾向は粉碎産物の篩分け試験から推定した結果と同様であり、その分級成績ははるかに良好な結果がえられた。

すなわちオーバーフローは品位 T. Fe 49~51%, Cr 1.5~1.7%, クロム収率 54~49%, 鉄収率 86~83%,

他方アンダーフローは品位 T. Fe 44~46%, Cr 6~8%, クロム収率 46~51%, 鉄収率 14~17% である。

以上の結果, 鉄収率の点から本サイクロン条件による分級点は 20~30 μ 程度であろう。しかもこの分級点でアンダーフローのクロム品位および鉄-クロム分離率(32~37%) が推測値よりもかなり高いのは, サイクロンによる選鉱は粒径による分級だけでなく, クロマイト系クロム鉱物とゲーサイト系鉄鉱物の比重差の影響が非常に大きい効果を占めているといえる。

なお, 次報にて分級条件として主にサイクロン出口面積比を要因とした分級試験結果について報告する。

5. 結 言

ラテライトの湿式粉碎にゴムライニングボールミル(内径 1,830 mm ϕ) を用いた粉碎 および分級試験の結果, 次の結論をえた。

1. 粉碎産物の代表粒径はボール量の増加または給鉱量の減少により小さくなり, 粒度分布を R-R-B 線図にて表示した場合の n と d_0 に相関関係がみとめられた。
2. 粉碎産物の篩分け試験結果による金属分布率および積算品位によれば ボール 装 入 率 0~2.2 kg/kg/hr で鉄-クロム分離率は良好である。
3. 内径 75 mm のサイクロンによる分級結果によれば粉碎条件はボール装入率が小さいほどサイクロンアンダーフローのクロム品位は高く, 鉄-クロム分離率も良好となり, それぞれ Cr 6~8%, 32~37% であった。
4. サイクロンによる分級結果は篩分け試験結果による推測値よりもクロム品位, クロム収率ともに成績が向上した。クロマイトとゲーサイトの比重差の影響が非常に大きい効果を占めているといえる。

文 献

- 1) 古井, 三井田: 鉄と鋼, 51 (1965), p. 758
- 2) 古井, 首藤: 鉄と鋼, 50 (1964), p. 1651
- 3) 久保他編: 粉体, p. 431

622,341.14 : 669,046
: 622,778 : 669

(25) ラテライトの選択還元磁選法について

富士製鉄, 中央研究所

工博 高橋 愛和・工博 西田 信直

○永野恭一・岸 忠男・高木勝博

Selective Reduction-Magnetic Separation on Laterite.

Dr. Yoshikazu TAKAHASHI, Dr. Nobunao NISHIDA,
Kyōichi NAGANO, Tadao KISHI
and Katsuhiro TAKAGI.

1. 結 言

前報¹⁾ではラテライト中に比較的粗粒の状態で存在するクロマイトを湿式サイクロンなどによる分級操作によつて分離し, Cr の 64~70% を除去できることを報告したが, これによつて得られた鉄精鉱中にはなお 1% 前後の Cr が残存しており, また Al₂O₃ も除去されていないので高炉原料として利用することは難しい。そこで

本報告では脱 Cr 精鉱を還元焙焼して磁選し, Cr および Al₂O₃ を除去する方法について報告する。

2. ラテライトの還元平衡について

ラテライト中の Cr は主としてクロマイト, Al₂O₃ は主としてギブサイトあるいはカオリナイトの状態が存在している鉄分から分離するには, 還元焙焼によつて褐鉄鉱を磁鉄鉱あるいは金属鉄に変えて磁選すればよいわけであるが, この際にクロマイト FeO(Al, Cr)₂O₃ 中の FeO が金属鉄に還元されると磁選による分離が行なわれなくなると考えられる。そこで還元化学平衡について検討した。Fig. 1 に鉄-酸素-炭素系平衡図を示すが, クロマイトについては FeO(Al, Cr)₂O₃ の生成熱が不明であるので FeO·Cr₂O₃ の生成熱²⁾より求めた平衡値を示す。図において A および B の各領域に相当する温度およびガス組成で還元すれば, 磁選によつて次のような分離の可能性が考えられる。すなわち, A 領域ではクロマイトは磁鉄鉱, 金属ニッケルおよび金属コバルトから分離され, B 領域ではクロマイトは金属状の鉄, ニッケルおよびコバルトから分離される可能性がある。なおアルミナ分はいずれの領域でも分離の可能性はある。そこで A および B 領域に相当する還元条件すなわち温度およびガス組成を選んで還元焙焼を行ない, さらに粒子を成長させて分離を容易にするため, 高温に加熱処理後に磁選して Cr および Al₂O₃ を除去する方法について実験した。

3. 供試々料および実験方法

供試々料はオモンホン, 若狭および宮川産のラテライトである。湿式サイクロンによる脱 Cr 実験の装置および方法は前報¹⁾と同じである。湿式サイクロンのオーバーフローすなわち鉄精鉱はデカンテーション後乾燥し固結したものを, 鉄乳鉢で 3~5 mm に破碎し, 電気マッフル炉で酸化雰囲気中で 1150°C で煨焼し還元焙焼に供した。還元焙焼は学振制定の塊状鉄鉱石標準還元試験法の装置を使用し, 試料 200~300 g を反応管に充填し, N₂ 気流中で約 2hr で 1000°C に昇温し還元ガス 3 l/min を流しながら所定時間還元後 N₂ 気流中で常温まで冷却して取り出す。還元した試料は粒子を成長させるためにタンマンるつばに充填してマッフル炉で N₂ 気流中で所

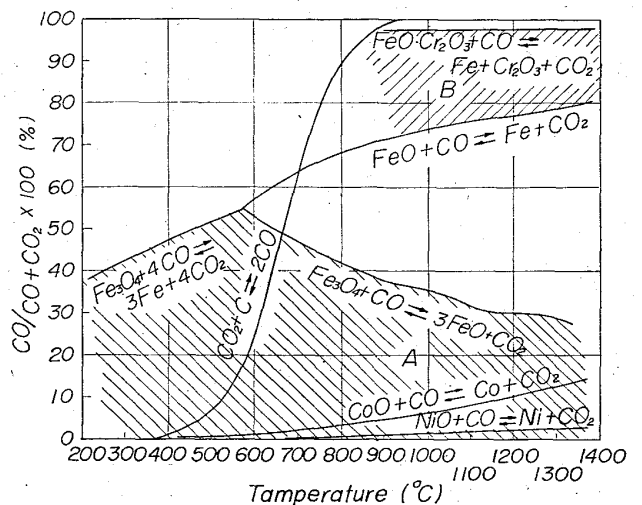


Fig. 1. Equilibrium of iron-oxygen-carbon system at 1 atm.