

(18) 焼結鉱の強度に関する研究

八幡製鉄所, 技術研究所 工博 石 光 章 利  
竹村 哲郎・○佐藤 勝彦

The Investigation on the Strength of Sintered Ores.

Dr. Akitoshi ISHIMITSU, Tetsurō TAKEMURA  
and Katsuhiko SATŌ.

I. 結 言

焼結鉱の強度試験法としては、現在各作業所で学振制定の落下強度試験法が採用され、その他の試験は補助的に行なわれるに過ぎず操業の指針とはなっていないようである。ところが最近高炉への焼結鉱配合割合が増加するにつれて、焼結鉱の諸性質に関する理解を深めることが不可欠の問題となり、強度の点についても現行の学振法が、高炉の要求する強度を表示する方法として適当かどうかを疑問とする考え方も生じてきた。さらに焼結鉱、ペレットなどの製鉄原料に関して、国際的に統一された試験法を確立させるため ISO でも討議が重ねられている。

このような点から従来の試験法にとらわれずに強度の問題を根本的に考え直す時期を迎えているものと思われる。現在現場に適用可能な強度試験法としては、現行の落下強度試験法と、最近関心の高まってきた回転強度試験法とがある。これらについては、従来検出する強度の性格が異なっていると考えられていたが、現在の焼結鉱の性状と考え合せて一概にそういい切れない点もある。このような疑点を解決すると共に、現状に適した強度試験法を確立するために一連の実験を行なった。

II. 実験装置および方法

(1) 実験装置 落下強度試験機は学振において定められた仕様に準じて制作したもので試料箱の大きさは 390 mm × 243 mm × 140 mm で、鉄板は径 786 mm、厚さ 40 mm のものを使用している。回転強度試験機は、現在国内規格がないので、ASTM に準じたものを使用した。これはドラムの内径 1 m、内長 800 mm のもので、高さ 50 mm の羽根を 2 枚とりつけてある。回転数は 12~48 rpm の範囲で変えられるが、本報の場合 25 rpm 一定とした。

(2) 実験方法 本報では回転強度試験法の特徴を把握するとともに落下強度試験法、回転強度試験法の差異を明らかにするために試験試料の粒度構成および試験機の回転数、落下回数を要因とする実験を行なった。要因の水準は次の通りである。

試料粒度 A, B, C, D

落下回数 4, 12, 20, 28, 36

回転数 100, 200, 300, 400, 500

(3) 試料 試料としては、戸畑製造所 GW 焼結工場および DL 焼結工場製の焼結鉱を粒度調整して使用した、1 回の試験の試料重量は回転強度試験用 40 kg、落下強度試験用 10 kg とした。試料の粒度構成を Table 1 に示す。

III. 実験結果

回転強度試験結果の 1 例を Fig. 1 に示した。試料粒度の影響は回転数のいかににかかわらずかなり大きく、

Table 1. Size Distribution of Samples (%).

	mm 100~75	mm 75~50	mm 50~25	mm 25~10	mm 10~5
A	20	20	20	20	20
B	—	25	25	25	25
C	—	—	33	33	34
D	—	—	—	50	50

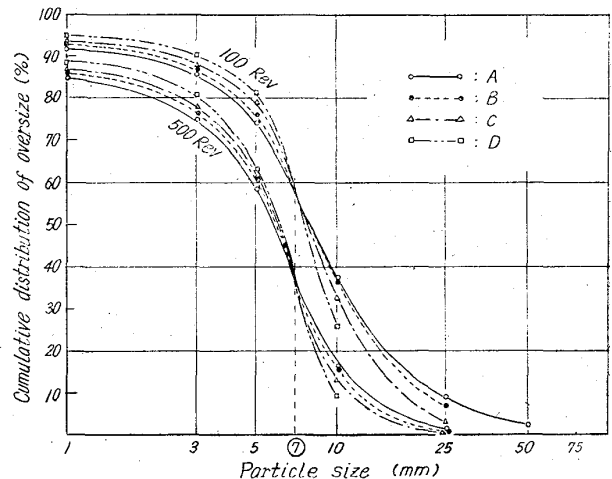


Fig. 1. Effects of sample size distributions and no. of revolutions on the cumulative distribution of the oversize. (The case of DL-sintered ore)

粗粒を含むものほど 10 mm 指数は高い値を示しているが、5 mm 以下の粒度を指数にとつた場合は、逆に粗粒を含まないものの方が大きい値を示している。これは各粒子に加わる破砕エネルギーが粒子の重量に比例したものであるために粗粒のものほど大きい破砕エネルギーを受け、粒度の差異による選択破砕が生じているためと解される。このように回転強度試験の場合は試料の粒度構成の違いによつて、同一時期に製造した焼結鉱でも異なつた結果を示すことがわかる。したがつて回転強度試験の場合、指数として何 mm を取るべきかは、かなり重要な問題となる。すなわち回転数のいかににかかわらず、10 mm 指数と 5 mm 指数とでは、試料 A~D の強度評価が逆転してしまうことである。ただこのとき 7 mm の点で回転数とは無関係に粒度構成の異なる試料が同一の網上分布率を示すという事実が見出された。これは製造方法にかなり差のある GW 焼結鉱の場合にも見出されることから、焼結鉱の一般性状に由来するものと考えられ、この点を指数とすれば、試料の粒度構成の影響を消去してしまふことができる。これは試料のサンプリングの面で作業の負担をかなり軽減できるものと考えられる。なおこの網上分布率の一致的については、Rosin-Rammler 分布函数を適用して検討した結果、7 mm として誤りのないことがわかつた。

次に落下強度試験結果の 1 例を Fig. 2 に示した。現行の落下強度試験法は、試料に加えられる破砕エネルギーが、かなり小さく 5 mm 指数では試料粒度構成の影響をほとんど受けていない。ところが落下回数を増加さ

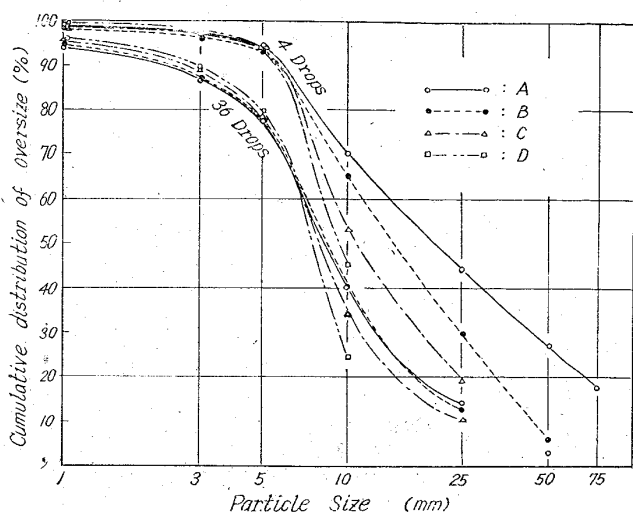


Fig. 2. Effects of sample size distributions and no. of drops on the cumulative distribution of the oversize. (The case of DL-sintered ore)

せると粒度分布曲線が回転強度試験の場合に近ずきかなり試料粒度構成の影響を受けるようになる。したがって前述した粗粒の選択破碎は、破碎エネルギーの大きい場合に生ずるものであることがわかる。結局現行の落下強度試験法は、非常に小さい破碎エネルギーのもとで、試料粒度構成の影響を受けない状態での試験法であるといえよう。Fig. 3に落下回数および回転数が 5 mm 指数と 10mm 指数におよぼす影響を示した。落下強度試験の場合、落下回数が増加するとほぼ直線的に各指数値が低下する傾向を示しているが、回転強度試験の場合、回転数が 300 回転を超えると、各指数の低下率は著しく減少し飽和点に近づくようすを見せている。さらに各指数値が落下強度試験の 36 回落下と回転強度試験の 100 回転の場合にほぼ同一となることから、回転強度試験法が高い破碎力を試料に加えることができる試験法として秀れていることがわかる。

次にこれまでの実験条件で DL 焼結鉱と GW 焼結鉱の強度差がどのように検出されるかにつき検討する。Fig. 4 および Fig. 5 に試験方法、回転数および落下回数、試料粒度構成、指数として選んだ粒度などが強度差の検出におよぼす影響について示した。まず注意すべき点は回転強度の場合も落下強度の場合も 10 mm 以上を指数としたものと、7 mm 以下を指数としたものとの、強度の評価が変わることである。すなわち本報の場合 10mm 以上の粒度を指数とした場合には、GW 焼結鉱の方が強度が高いが、7 mm 以下の粒度を指数に選んだ場合には、逆に DL 焼結鉱の方が高い値を示している。これは GW 焼結鉱中の 10 mm 以上のものは、

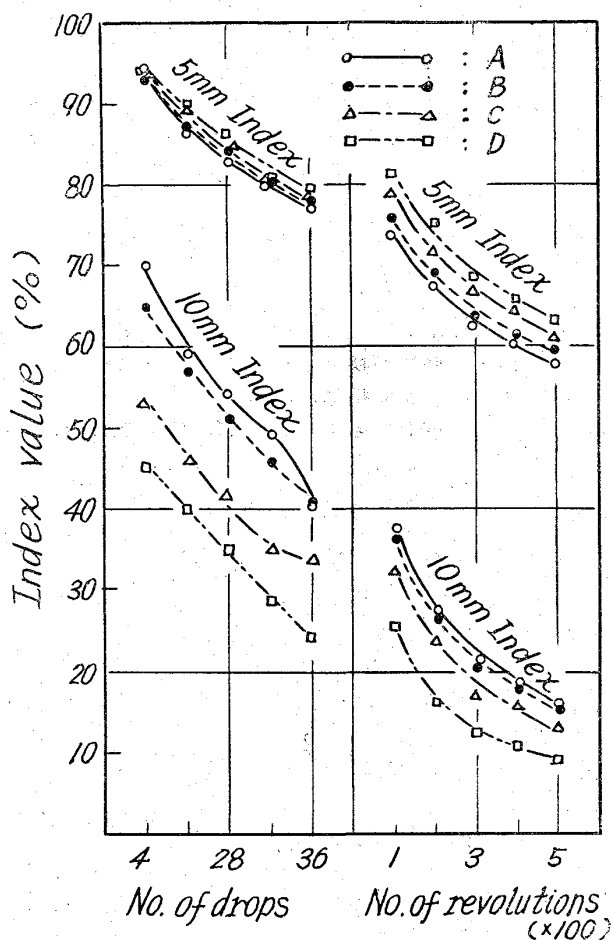


Fig. 3. Effects of no. of revolutions and no. of drops on 5 mm and 10mm index. (The case of DL-sintered ore)

DL 焼結鉱に比して破碎抵抗が大きい、破碎後は非常に広い粒度分布を取り、かなりの量が粉化するのに対して、DL 焼結鉱の場合は粗粒のものはかならずしも強くはないが破碎されたものは粉化せず、多くのものが 10 mm ~ 7 mm または 10mm ~ 5 mm の間に入ってくる

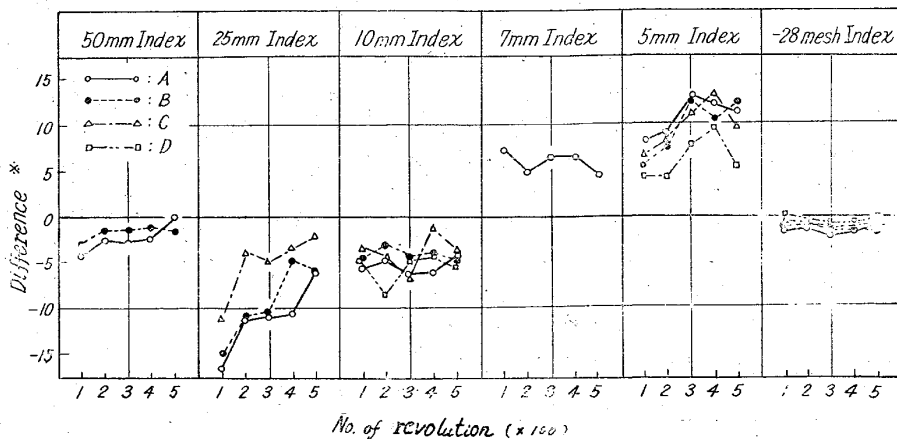


Fig. 4. Effects of sample size distributions, sizes as index and no. of revolutions on the difference between DL-sintered ore and GW-sintered ore. (\*The difference = the index of DL-sintered ore - the index of GW-sintered ore)

ためと考えられる。このように従来指数として採用する粒度は、検出力の大小のみに勘案して検討することが多かったが、本報の場合のように評価面にも影響することがあると、指数としては高炉に許容される最小粒度に近い粒度を選定すべきであると考えられる。試験法としては、回転強度試験法が回転数および試料粒度構成の影響をあまり受けず十分な破砕エネルギーのもとで、安定した強度評価がなされており、特に 7 mm 指数はその傾向を良く示している。これに対して落下強度試験の場合、特に破砕エネルギーの少ない現行試験では、検出力も小さく安定した強度試験法とはいいがたい。しかし落下回数が増加するにつれて回転強度試験に見られるものに近づいて行く傾向を示している。

このように強度試験法としては、ある程度以上の破砕エネルギーを試料に加えることができるものでなければならぬものと考えられる。

IV. 結 言

焼結鉱の強度試験法を開発するため、落下強度試験法および回転強度試験法の比較実験を行なった。その結果次のような結論を得た。

1. 回転強度試験法では、粗粒の選択破砕が生じるために試料粒度構成の影響を受け、10mm 指数と 5 mm 指数では強度の表示が逆になる。しかし 7 mm を指数にとれば試料の粒度構成の影響を消去でき、試料採取に便利である。
2. 落下強度試験法では、落下回数をかなり増加させなければ、選択破砕の影響は見られなかった。
3. 強度差を検出する際に指数として何 mm を選定するかによって焼結鉱評価が質的に異なったものとなった。指数としては高炉装入物の許容最低粒度に近いものを選定すべきである。
4. 試験法としては、回転強度試験法が安定した強度差を検出するのに対して、落下強度試験法は、検出力も小さく、不安定であつた。試験法としては、破砕エネルギーが十分しかも簡単に加えられるものであることが、

望ましい。

5. 以上の諸点から本実験の範囲では、強度試験法としては、回転強度試験法が適当であり、7 mm を指数にとるのが最適ではないかと考えられる。

(19) 焼結性におよぼす返鉱粒度の影響  
(返鉱粒度と返鉱量が焼結性におよぼす影響—Ⅲ)

富士製鉄, 釜石製鉄所

庄野四朗・理博 伊藤建三・○大淵成二

Effects of the Size of Return Ore on Sintering Properties.

(Effects of the size and mixing rate of return ore on sintering properties—Ⅲ)

Shiro SHONO, Dr. Kenzō ITO and Shigezi ŌBUCHI.

I. 緒 言

返鉱の粒度や配合量が焼結性、生産性などに強く影響することは周知のところである。普通鉄配合原料について返鉱の粒度と配合量が同時に増大した場合、および返鉱の粒度は一定 (-5 mm) でその配合量が増大した場合についてさきに報告<sup>1,2)</sup>した。その結果前者の場合は鍋歩留、落下強度は返鉱粒度が粗くなりかつ返鉱量が増加するにしたがつて低下する傾向がみられた。しかし生産性は焼結時間の短縮により向上した。また後者の場合は鍋歩留はコークス量によって異つているが返鉱量 60% で最大となり、生産性は焼結時間が返鉱量 60% までかなり短縮され向上したが以後はほぼ一定となつた。今回さらにこれらの結果を基にして返鉱配合割合を 2 水準とり粒度を変化せしめ、またコークス配合量との関係による焼結性、生産性などの影響について試験鍋で検討した。

II. 実験方法

本実験に使用した配合原料割合は前報と同じく Table 1 に示した釜石 DL 工場の普通鉄用配合割合に準じた。実験要因を Table 2 に示した。返鉱は新原料に対して、コークスは全原料に対しての配合割合である。Table 2 に示す水準で組合せ、それぞれ繰返し実験を行なった。実験値はいずれも 2 個の平均である。原料の目標水分は釜石の配合原料目標水分算出式に従つた。各原料の粒度組成を Table 3 に示す。試験には当研究の 30 kg 鍋 (上面 300 mm φ, 下面 250 mm φ, 深さ 300 mm) を使用し、負圧 1000 mm Aq で実験した。

III. 実験結果

1) 鍋歩留

返鉱の粒度が粗くなるに従つて歩留は低下の傾向にある。しか

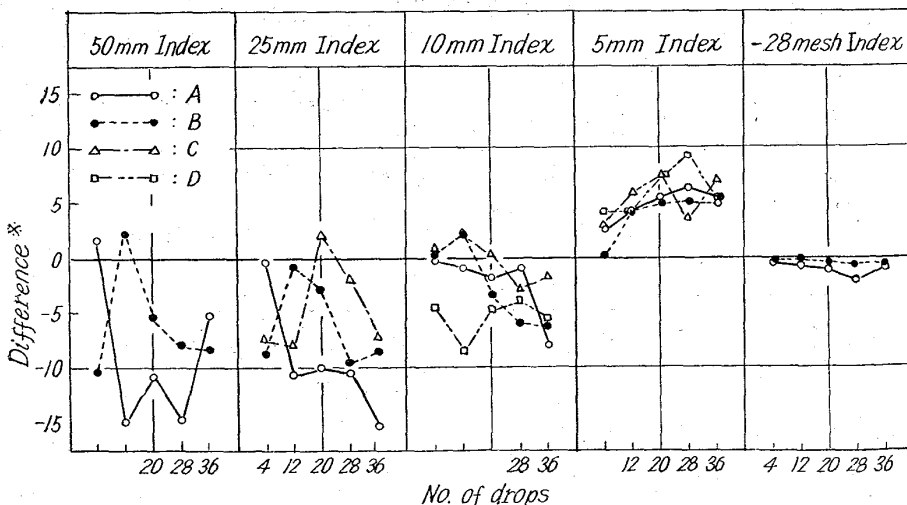


Fig. 5. Effects of sample size distributions, sizes as index and no. of drops on the difference between DL-sintered ore and GW-sintered ore. (\*The difference=the index of DL-sintered ore—the index of GW-sintered ore)