

(討-2) 鉄鉱石の熱間特性試験方法について

ISO鉄鉱石委員会, 物理試験専門委員会

○安達 春雄

Test Methods on Thermal Properties of Iron Ores

Haruo ADACHI

わが国の製鉄業の目覚ましい発展に伴い, その供給鉄源は南米をはじめインド, 豪州など広く世界に求めているが, 新規供給源である豪州のハマスレー鉄鉱石について種々の試験を行なった際, 富士製鉄から熱割れ現象のあることが海外製鉄原料委員会の技術部会に昭和39年11月報告があつた。その後, 各社で同鉄鉱石の熱割れ現象が確認され, 鉄鉱石の熱間特性は重要視されるようになった。

新規開発鉄山の主な鉄床が従来の塊状鉄床から層状鉄床に移行してきたこと, 日本全体の契約量が数千万tから1億tにのぼり, 契約期間も7~8年から10数年の長期にわたるものもあるので, 高炉操業におよぼす影響を考慮し, 緊急に対策をたてる必要がある問題として関係各社をはじめ広く研究機関その他の協力を要することになった。

原料委員会の技術部会ではこの問題に対処するため, 40年1月に“熱割れ分科会”を設置し, それまでに行なわれてきた各社の試験はそれぞれ独自の条件であつたので, 結果を比較し難いことからISO鉄鉱石物理試験専門委員会の三本木委員長に標準的な試験方法の作成を依頼した。この依頼を受けた専門委員会は, 上記の国際標準規格の作成に携っているほか国内的には鉄鉱石類の日本標準規格の原案作成を行なっている。

委員会は1月21日早速会議を開き, 試験方法を決める上で必要な予備実験の計画をたて, 学振54委の物理測定小委員会の協力を得て共同実験が行なわれた。供試々料にはインドのキリブル鉄鉱石があげられ, 試験装置, 雰囲気, 昇温速度などに関する試験が行なわれたが, 条件の詳細は次のとおりである。

1) 学振法

試験装置: 学振制定の塊状還元用反応管

昇温速度: 7.5, 10, 15°C/min

2) リンダー法

試験装置: リンダー法の反応管

回転数: 20, 30 rpm

昇温速度: 6, 10°C/min

3) 1および2共通の条件

最高温度: 700°C

ガス組成: 中性(N₂), 還元性(30% CO, 70% N₂)

ガス流量: 15 Nl/min

試料重量: 500 gr

試料サイズ: 20±1 mm

試験後の粒度: 10, 5, 3, 1 mm

繰返し: 2回

この共同実験は八幡, 富士, 鋼管, 住友, 川崎, 神戸の6社の研究所が分担して行ない, 結果を検討した上で次のような試験方法を提案した。

1. 試験装置: 学振制定の塊状還元試験装置
2. 試料重量: 500 g
3. 試料サイズ: 20±1 mm
4. 雰囲気: 中性 (N₂ 15 Nl/min)
5. 昇温速度: 第1法 15°C/min, 第2法 700°Cの炉中で急熱
6. 最高温度: 700°C
7. 保持時間: 45 min
8. 試験後の篩: 10, 5, 3, 1 mm

この条件を決めるにあたり, 同委員会では次のような検討が行なわれた。

雰 囲 気

共同実験では2種類の雰囲気の実験されたが, 高炉の条件からは還元性の方が雰囲気として適当であるとの意見もあつた。実験結果も還元性の方が粉率は高い傾向を示したが, かなりデータバラツキがあつたため両者の差異を明らかにすることができず, この点については検討の余地があることが認められた。委員会としては, 還元反応を加味した崩壊現象については当時別個に検討していた還元強度試験方法で審議することとし, 依頼を受けた試験条件は熱的な特性を把握するのが目的であると解釈から中性雰囲気のみを採用した。

昇 温 条 件

昇温速度はいづれの装置, いづれの雰囲気でも速いほど粉化率は高いことがわかつた。実際の場合には, 部分的には実験を行なった15°C/min以上のこともありうるが, 実験装置としては一般にこれが限界であるため15°C/minを採用した。しかし, 熱割れ試験の昇温速度はなるべく苛酷な条件で行なうのが望ましいとの理由から, 第2法として700°Cに加熱した電気炉中に急激に試料を挿入する方法も追加することにした。

装 置

装置については, 試料に運動を与えるリンダー法は熱以外の影響が粉率に加味されることと, 実験操作の容易さの点から学振法の装置を用いることにした。

このようにして決めた試験条件(案)はISOの第9回専門委員会(3月10日)の席上, 原料委員会の委員出席のもとで三本木委員長から説明がり, 1法と2法にわけた昇温条件を1つにしぼるためにはさらに時間を必要とすることがのべられた。しかし, 原料委員会としては時間的に余裕がないためこの2条件で試験を行ない, その結果はISOの委員会にも提出して検討を進めたいとの申入れがあり, この試験方法は3月20日付で文書として正式に原料委員会の事務局長に提出された。

一方, 原料委員会ではこの問題について各社の技術関係のトップ・クラスの会談を開き, 当時の“熱割れ分科会”という名称を解消し, 新たに“鉄鉱石特性研究分科会”を発足させた。この時, 各社の社内における研究体制の明確化と“鉄鉱石研究調査要領”の作成が行なわれた。この“調査要領”の中には, 供試々料について次のようなことがとりきめてある。すなわち, 1つの鉄山から産出する可能な限りのあらゆるタイプの鉄石を集取しその分類は鉄山の切羽, 鉄区別に行ない, さらに次のような特徴に基づいて分類する。

1. 固結性

Table 1. Test methods on thermal properties of iron ores.

	Decrepiation test	Degradation test
Apparatus	Same as JIS M 8713, Method-1 (Method for determining reducibility of iron ore lumps)	Ditto
Sample size	20~25 mm	Ditto
Sample weight	500g	Ditto
Atmosphere	Air	Reducing gas (CO 30%, N ₂ 70%)
Gas flow	—	15Ml/min
Temperature	700°C	Ditto
Heating rate	Put rapidly a reaction vessel, which contains sample, into the furnace preheated to 700°C	5°C/min
Keeping time	30 min	Ditto
Cooling rate	Air cooling	Cooling in N ₂ gas
Screen	10, 5, 3, 1 mm	Ditto
Chemical analysis	—	Deposited carbon
Repetition	2 times	Ditto

Other items: Other items not mentioned above should be consulted in JIS M 8713 (1966)

2. 堅硬性
3. 構造的性
4. 結晶粒度
5. 構成鉱物
6. Lineation の有無
7. 色調, 光沢
8. 品位
9. その他 (風化程度など)

以上のような分類にしたがつてわけた試料について試験を行ない、粉化が検出されたタイプと鉱床の産出状況とを結びつけてその対策をたてようというのがこの分科会の1つの目標であるが、その他、入荷した鉱石についても鉱床における位置が不明であつても、タイプ別によつてどのような特性を示すものであるかを調査していくことになつた。

このような方針に基づいて、ISO の物理試験専門委員会が提案した方法による共同実験がブラジルのイタピラ鉱石についてタイプ別に行なわれた。5月17日の分科会には各社の試験担当者も参加して実験結果の検討が行なわれた。この時、試験条件についてもさらに検討され、熱間特性に関する試験条件は Table 1 のように改定された。

この方法で共同実験は進められ、現在までに行なわれた銘柄は新規開発鉱山のもの以外に既存銘柄も含め、20数種におよんでいる。

粉化の原因究明については各社の研究所でそれぞれの立場から研究されているが、分科会としてはこの仕事は時間も要し、粉化現象の把握を作業の主目的としていることから東京大学の渡辺教授と今井教授にこの研究をお願いしている。

また、ブラジルのイタピラ鉱石については特性試験の結果特に粉化が著しいので、40年11月には原料委員会の渡辺局長を団長とした調査団を現地に派遣し、タイプ別に鉱石の賦存状況の実態が調査された。この時、現地では規定の試験方法が実施できないため、“熱割れ試験”の簡便法として石油パーナーとステンレス・パンを利用し、この方法でも一応の目安をつける上で大いに役立つことがわかり、その後、41年度のインド鉄鉱石調査団も

これを採用した。

以上、“鉄鉱石の熱間特性に関する試験方法”として現在業界で実施されている試験条件が制定されるまでの経緯と、その後の概況についてのべたが、今後も新規銘柄は勿論、山元の採掘が進行するに件つてこの試験を行ない、データの積み重ねが必要であろう。また分科会の作業目標の一つとしてあげられているように、高炉操業におよぼす熱間特性の影響についても種々調査は進められてはいるが、さらに定量的に把握し、究明してゆくの

(討-3) 鉄鉱石の熱間性状について

日本鋼管, 技術研究所

山田 幸夫・○小山達夫

A Study on Properties of Iron Ores at the Elevated Temperature

Yukio YAMADA and Tatsuo KOYAMA

1. 緒 言

鉄鉱石の熱間性状のいかんは高炉での使用に際して、操業成績に大きな影響をおよぼすことが認められ、これまでに各所において多くの鉄鉱石について熱割れや還元過程での性状試験が実施され、熱間における粉化の原因、機構や高炉操業への影響などについて、多くの研究^{1)~7)}が行なわれてきた。当所においても当社の高炉で使用している約30種類の鉄鉱石について、熱間性状を試験して粉化の程度に応じた分類を行ない、また熱割れの機構について検討したので、次に報告する。

2. 試験方法

鉄鉱石の熱間性状の測定には、縦型の電気炉よりなるJIS法の還元試験装置を使用した。その試験条件は次のごとくである。

(1) 熱割れ試験

試料: 500 g, 20±1 mm

雰囲気: 大気中

昇温条件: 700°Cに加熱した電気炉中へ反応管に入れた常温の試料を装入