

(47) 鉄鉱石焼結鉱ペレットの熱間耐圧強度について No. 64209

(高炉装入物の熱間性状に関する研究—I)

住友金属工業, 中央技術研究所

工博 渡辺正次郎・大竹康元・○道祖田盾力

Hot Compression Strength of Ore, Sinter and Pellet. pp 1672~1673

(Studies on the properties of blast furnace burdens under the high temperature conditions—I)

Dr. Shojiro WATANABE, Yasumoto Otake and Matoka Dosoden.

I. 緒 言

鉄鉱石, 焼結鉄およびペレットの熱間における挙動に関し, 熱間耐圧強度に関する従来の研究結果をみるに大部分のものは, 酸化気圏中, ないしは予め試料に還元処理を施した後中性気流中で測定したものであつて, 必ずしも高炉内の実情に沿つていないといえない¹⁾²⁾³⁾. 本報告は, 還元気流中における熱間耐圧強度についての二三の実験結果である.

II. 実験試料および実験方法

使用した実験試料は鉄鉱石3種類, ペレット2種類, 焼結鉄1種類の合計6種類である.

耐圧強度試験は, 耐圧強度試験機 (最大 5000kg 最小 10kg 目盛) にエレマ炉 (8kVA) を取付け, 透明石英反応管 (内径44mm) の中でステンレス製の上下押棒の端面に半融アルミナ板をあて, この間に試料をセットした. Photo. 1 は実験装置の外観を示す. 試験条件としては, 10mm 角の立方体の試料を 200°C までは N₂ 気流中で加熱し, 200°C より還元ガス (CO 30%+N₂ 70%, 1l/min) に切替え, これより 800°C まで 300°C/hr, 800°C 以上では 100°C/hr の加熱速度とし, 各所定の温度に達した後荷重をかけて圧潰した. 実験温度は 500, 700, 900°C としたが, 900°C における強度値はいずれも圧潰せず軟化するため試料の収縮率が 20, 30, 50%を示すときの荷重をとつた. なお試験後破片より化学分析および検鏡試料を作り, 還元率を求めると共にマイクロ組織の観察を行なつた.

III. 実験結果および考察

(1) 破片形状

常温においてはほとんどの鉄鉱石は加圧方向に沿つた小

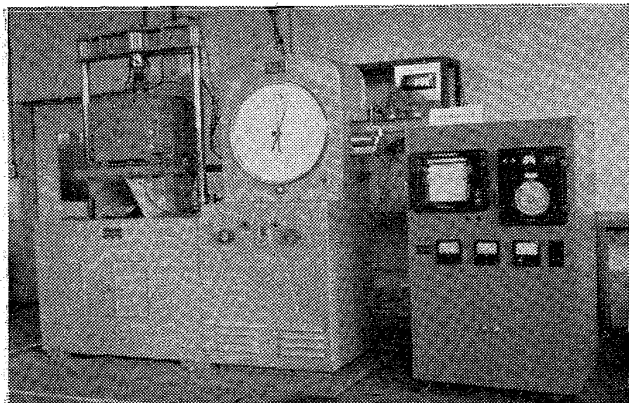


Photo. 1. Experimental apparatus.

片に割れ, この傾向は加熱温度の上昇に伴ない漸次減少して還元あるいは加熱に伴う組織破壊の影響が現われてくるものごとくである. 500°C, 700°C, の炭素析出の起る温度範囲においては若干の C の存在が見られる. またこの間の破片形状としては焼結鉄を除き押棒との接着面に円錐形の芯が残る傾向がある. 焼結鉄においては大気孔の存在などにより, 小塊から微粉まで各様に分布した破片形状を示す. また 900°C までの加熱においては各試料共圧潰することなく一様に降伏軟化した. 以下 900°C の強度値としては収縮率 20% のときの荷重で示した.

(2) 強度並びに組織変化

各温度における強度および還元率測定結果はおのおの3ケの平均として Fig. 1 および Fig. 2 に示した. 一般に個々の測定値のバラッキが大きく正確な判定は下し難いが顕微鏡観察の結果と共に述べれば次のようである.

(a) テマンガ 褐鉄鉄

気孔率高く, その強度も鉄石中では最も低い値を示す. 強度は 500°C で急激に低下したのち, 700°C ではやや回復し, 900°C で軟化する. おのおのに対応した試料の検鏡によると, 常温より 500°C までの加熱までの途中で亀裂の発生が還元を先行しており, この 500°C における強度低下の主因は, 結晶水の逸脱による亀裂の発生であり, 炭素析出および Hematite-magnetite の変化が副因となるものであることが推定された. 500°C と 700°C 加熱試料のマイクロ組織上の差は magnetite 粒子の大きさが, 700°C の方が大きいことと, この magnetite 粒子の肥大あるいは成長が温度-強度図上における強度の回復の原因であろうと考えられる. 更に温度が上つて 900°C になると, 可塑性の強い Wüstite や M・Fe が

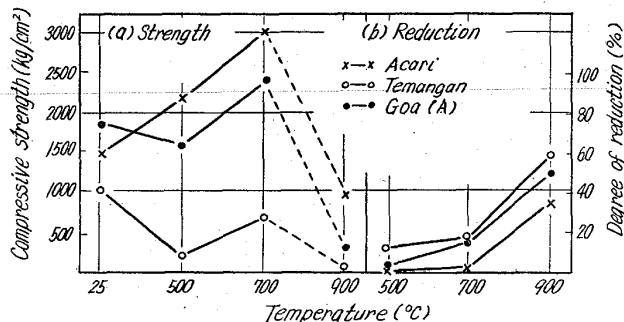


Fig. 1. Compression strength and reducibility of iron ores. Strength at 900°C was obtained at shrinkage degree 20%.

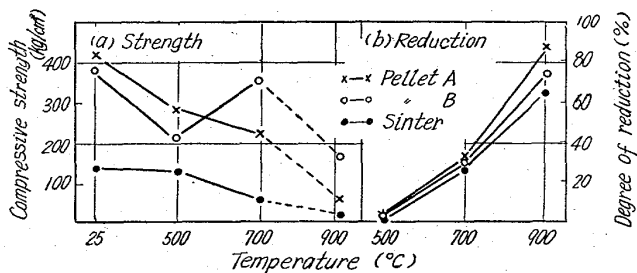


Fig. 2. Compression strength and reducibility of pellet and sinter. Strength at 900°C was obtained at shrinkage degree 20%.

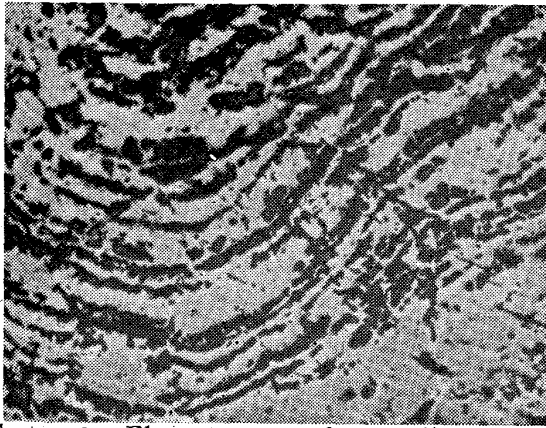


Photo. 2. Flow pattern of partially reduced Acari $\times 200$ (1/1)

多量に生成されて軟化が助長される結果、この温度では圧潰することなく一様に降伏軟化するもので、この現象はすべての試料に認められることは Fig. 1 および Fig. 2 に示すごとくである。

(b) ゴア(A)赤鉄鉱

強度変化についてはテマンガンと同様な経過を辿っている。ただ褐鉄鉱の含有量が少ないため、変化率が割に小さく現われるものと考えられる。

(c) アカリ磁鉄鉱

最も堅固で還元性が悪くマイクロ組織も 700°C までは常温とほとんど変わらない。ただ magnetite 粒子が温度の上るにしたがつて相当に結合して大きくなり、強度の増大に与っているものごとくである。Photo. 2 は加熱試料中に生成した Wüstite の Flow を示すもので、半還元鉱の Hot Briquetting の際に見られるものと同様の様相を呈している。

(d) ペレットおよび焼結鉱

Fig. 2 に示すごとく、ペレットに比べて焼結鉱は大気孔の存在により、その強度はかなり低くなっている。常温から 700°C までの間においてペレット B のみが還元の間段階で強度の向上を見ており、ペレット A は 500°C において、また焼結鉱は 700°C において割に激しい強度の低下が認められる。何れも 500°C 加熱試料において大きなクラックを生じ、これが焼結鉱の場合に大きな影響をおよぼさないのは、それ以上に大きな気孔の影響のために打消されたものと考えられる。 700°C 加熱試料では更に微細なマイクロクラックが入っており、これが焼結鉱においてはここで組織を破壊し得る丈の network ができ上つたものと解され、またペレット B では原料自体の magnetite の成長とあいまつて還元期の成長が進んでクラックが融着されたものと見られる。ペレット A においては先の大クラックの影響が残存していて、これがマイクロクラックによる破壊力、並びに還元相の成長による融着力を越え結果において 500°C と大差ない強度を示したものと考えられる。要するにこれらの Agglomerated material においては、褐鉄鉱と同じくクラックの強度におよぼす影響が大きいことが明らかとなつた。そのクラック発生の原因としては炭素析出、気孔、Wüstite の還元相⁹⁾、あるいは Bond の熱変化などがあげられる。

IV. 結 言

10mm 角の試料 6 種類について還元気流中における熱

間耐圧強度試験を行なつた結果、熱間における耐圧強度は、結晶水の放出、炭素析出作用、還元作用および気孔などに基く弱化作と、還元相の成長肥大などに基く強化作用の何れが優勢であるかによつて定まり、磁鉄鉱においては後者、それ以外のものの低温度 (500°C) では前者、中温度 (700°C) では後者が一般に優勢である。さらに高温度 (900°C) になればいずれも軟化することを明らかにした。

文 献

- 1) 田所, 須賀: 鉄と鋼, 28 (1942) p. 247~261
- 2) 佐藤, 笠間, 鎌田: 日曹製鋼技報, 1 (1961) p. 101~145
- 3) 八幡製鉄: 学振 54 委 662 (1962)
- 4) J. E. MOORE et al: Agglomeration, (1962) p. 743~785
- 5) J. O. FOSTRÖM: Jernkont. Ann. 142 (1958) p. 401~466

622,788; 622,341-492

(48) 粉鉄鉱石利用による高還元度のブリケットの製造法

八幡製鉄所, 技術研究所 No. 64210
工博〇城 博・村田 通

Manufacture of High Reduced Briquettes from Fine Iron Ore. pp. 1673-1675

Dr. Hiroshi Jō and Tohru MURATA.

I. 緒 言

粉鉄鉱石は塊鉄石にくらべて次の特色がある。(1)取扱が不便である。(2)価格が安い。(3)還元されやすい。(1)(2)の特色に対応する塊成法には焼結法、ペレット法¹⁾²⁾などがあるが、(1)(2)(3)の特色を合せ活用する塊成法はまだ明確でない。これについて一応の検討をすすめた。究極の目的はかかる塊成法を基盤にして新しい製鉄法を見出すにある。

II. 研究経過

粉鉄鉱石に適当な還元剤を加えてこの混合原料を加圧成型して生ブリケットとし、これを高温還元した。生ブリケットの製造に際し製造費の低下を期し次の点に留意した。(1)成型作業は常温で成型する。(2)成型用の結合剤は安価にして製鉄、製鋼作業に有害にならないものを選定する。(3)生ブリケットはこれを高温焼成するときに必要な強度を保持する。

1. 生ブリケットの製造条件

i) 原料

鉄鉱石としてはイポー粉鉄鉱石を、還元剤としては石炭を、結合剤としては石炭タール、C重油、ペースト状消石灰を使用した。これらの主な性状を第1表に示す。ペースト状消石灰は試験の結果結合力の大きい生石灰:

Table 1 Characteristics of main raw materials.

(1) Chemical analysis of Ipoh iron ore.

T. Fe	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	P	S	CaO	Mn
60.5	0.4	5.5	0.26	0.094	0.011	0.1	1.2