

(討3) ペレットおよび焼結鉱の荷重還元過程における性状の変化について

神戸製鋼所 中央研究所 国井和扶 前川昌大

平野成彬 桑野恵二

1 緒言

近時ペレットおよび焼結鉱などの高炉装入物の炉内特性を評価するために各所で荷重還元試験が行われている。この試験では充填層の膨張収縮曲線およびガス圧力損失曲線が得られるが種々のパターンを示すこれらの曲線は装入物が炉内の還元性雰囲気および昇温条件下でいかなる性状の変化をし、またその結果充填層のガス圧力損失がいかに変化するかを総合的に示すものであり、高炉操業と密接な関係を示している。

従来ある数多くの研究報告においては、主に種々の装入物について特定の条件下で、荷重還元試験を行ない、荷重ならびに装入物の CaO/SiO_2 、粒度、還元性、化合水、強度、軟化点などの諸因子と膨張収縮、ガス圧力損失曲線との関係を論じている。

ところで更に重要なことはこれらの曲線と荷重還元過程にある装入物の物理的・化学的性状との関係を知ることである。そこで著者らは今回若干の予備実験のあとペレットおよび焼結鉱を常温から 800°C 、 950°C 、 1050°C および 1100°C までそれぞれ昇温還元したのち、還元を中止して試料を取り出し、化学組成、強度、粉率、気孔率、比重、顕微鏡組織、鉱物組成などを調査し、それを基にして収縮残核、ガス圧力損失について考察を行なった。本報では得られた結果の一部を記述する。

2 実験方法

2.1 試料 本実験に使用した試料は第1表に示す通りのものである。

2.2 実験条件 荷重還元試験条件は次の通りであった。常温より 200°C まで N_2 15 l/min 、 200°C から 1100°C までは還元ガス $\{(\text{CO}+\text{CO}_2)40\% + \text{N}_2 60\%\}$ 15 l/min を使用した。昇温速度は $200 \sim 800^\circ\text{C}$ 間は 12°C/min 、 800°C から 1100°C までは 1.4°C/min であった。反応管内径は 75 mm 、試料層厚は平均 110 mm であった。荷重は 2 kg/cm^2 とした。

本研究では実験シリーズ A、B について行なっている。

実験シリーズ A では試料として、使用時高炉において棚吊りが起ったペレット (試料 C) およびガス圧力の異常上昇がみられる硫酸滓ペレット (試料 D) を用いた。これは本実験の結果と高炉操業との関連性をみる実験であった。

実験シリーズ B では荷重還元過程の装入物の性状の変化を調べる目的で、自溶性焼結鉱 (試料 A) および自溶性ペレット (試料 B) を用いた。 1100°C の場合のみ30分間保持したのち還元を中止した。

第1表 実験試料の特性

NO	銘 標	特 性	TFe	FeO	SiO ₂	CaO	Al ₂ O ₃	強度	粒度(%)	被還元性(JIS)
A	自溶性焼結鉱		56.11	6.43	6.01	7.41	2.91	81.1% (5.1)	12.7~16	82.0%
B	自溶性ペレット		63.12	0.26	2.30	2.59	-	170 kg/p	12.7~16	82.3
C	自溶性ペレット	*1	52.09	0.14	6.54	6.10	1.55	277 kg/p	8~16	75.3
D	硫酸滓ペレット		60.32	0.86	7.89	4.12	1.56	200 kg/p	8~16	80.5

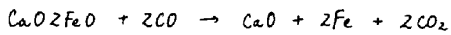
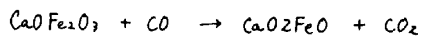
*1 使用時高炉で棚吊りを生じたもの

3 実験結果および考察

まず No.3BF で棚吊りを生じたペレットの荷重還元試験を行なったところ、第1図(b)に示すごとく 1100°C で $900\text{ mm H}_2\text{O}$ のガス圧力損失を示した。また高炉で支障なく使用できるペレットは第1図(a)に示すごと

800℃では Fe_3O_4 , FeO , $\text{CaO} \cdot 2\text{FeO}$, 950℃では FeO , Fe , 1050, 1100℃では FeO , Fe , $\text{CaO} \cdot 2\text{FeO}$ であった。また焼結鉾では、還元前試料には Fe_3O_4 , $\text{CaO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$, 800℃では Fe_3O_4 , FeO , 950℃では FeO , Fe , 1050, 1100℃では FeO , Fe , $3\text{CaO} \cdot 2\text{SiO}_2$ であった。

ところで今回の実験において、自溶性ペレットの還元過程において $\text{CaO} \cdot 2\text{FeO}$ が生成することが判明した。これは次式にしたがう $\text{CaO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ の還元過程に生ずる中間組成であると考えられる。この点に関しては今後更に詳細に検討して行く考えである。



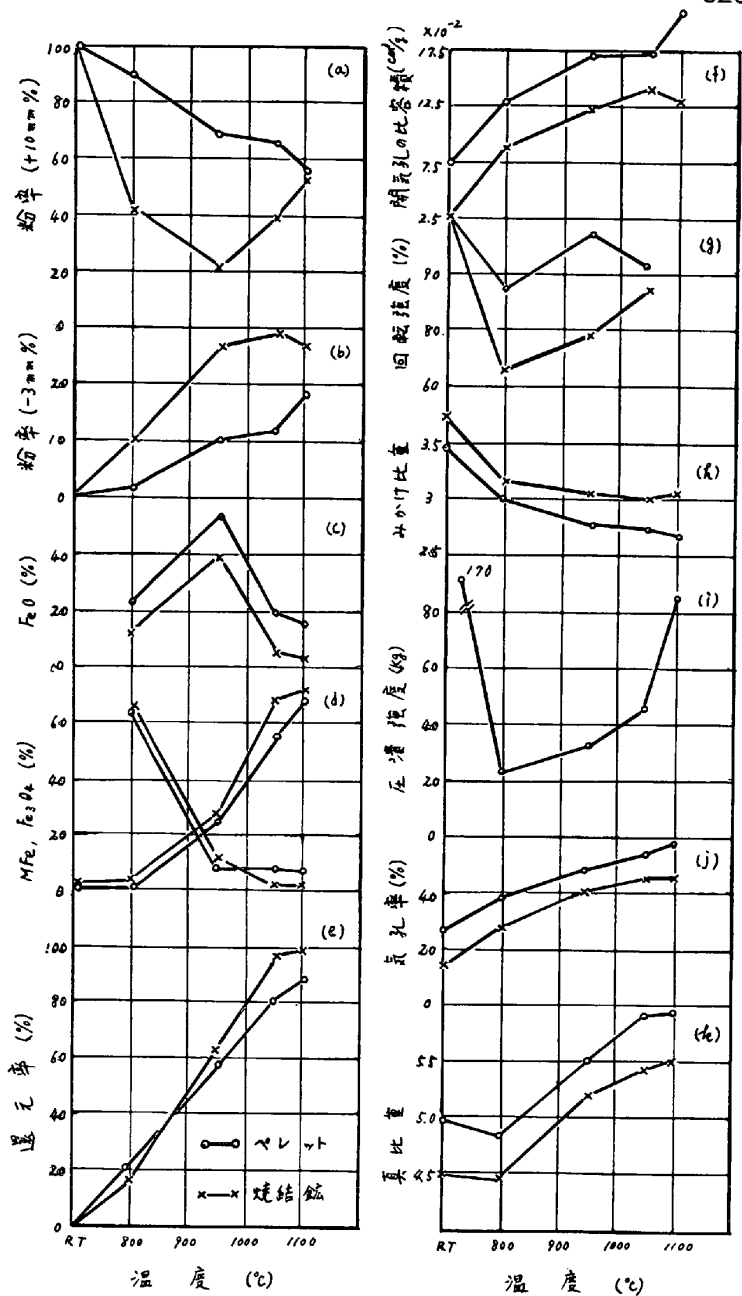
焼結鉾の場合 1050, 1100℃で Rankinite ($3\text{CaO} \cdot 2\text{SiO}_2$) が検出された。以上を示したこれらの鉾物組成と高温における可塑性との関係は現圧のところ不明で更に検討する必要がある。

第3図に荷重還元過程における試料の顕微鏡組織写真を示す。

3.3 充填層の収縮およびガス圧力損失についての考察

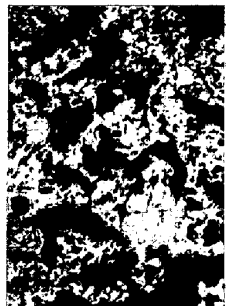
以上の実験結果から充填層の収縮機構を考察すると、まず荷重還元の初期において荷重は各粒状試料および反応管壁における接触点の反力によってつり合っている。温度が上昇し、還元が進行するに伴い、試料の強度が低下し、接触点において試料は粉化または脆性破壊する。

この粉化、破壊によって充填密度は高くなり、その結果充填層は収縮する。試料の粉化、破壊により接触点の数は増大するので各接触点に加わる力は小さくなり、再び平衡が保たれる。このような現象を繰り返している間に温度は更に上昇し、還元によって金属鉄の生成量が増加し、また気孔率も増大し、試料に可塑性が生じ各粒の接触点から塑性変形が開始して充填層は次第に収縮して行く。更に 1050 ~ 1100℃に温度が上昇すると、金属鉄の焼結または凝集が生じ試料粒は互いに融着した状態を呈するに至る。このような融着状態になると充填層内の空隙が減少して通気性が阻害されてガス圧力損失が増大し始める。

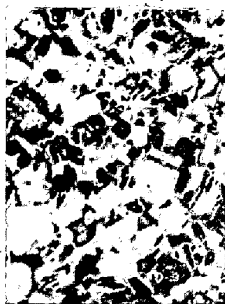
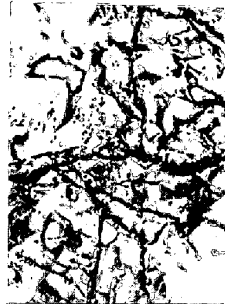


第2図 ペレットおよび焼結鉾の荷重還元過程における物理的・化学的性質の変化

ペレット



焼結鉱



還元前

800℃

950℃

1050℃

1100℃

第3図 ペレットおよび焼結鉱の荷重還元過程における顕微鏡組織の変化

4 結言

荷重還元試験における充填層の収縮曲線およびガス圧力損失曲線の意味を深く知る目的で、荷重還元過程におけるペレットおよび焼結鉱の金属鉄、 FeO 、 Fe_2O_4 、スラグ組成など化学的性質ならびに粉率、粒度、気孔率、真比重、みかけ比重など物理的性質の変化を調べた結果、充填層の収縮機構ならびにガス圧力損失について若干の知識が得られた。今後ペレットおよび焼結鉱など高炉装入物の強度、可塑性および融着などについて本質的に調べる必要がある。

5 文献

- (1) 神原, 藤田, 沖川, 鉄と鋼 52 (1966) 9, 1348-1350
- (2) 児玉, 堀尾, 稲垣, 高橋, 鉄と鋼 52 (1966) 9, 1352-1354
- (3) 桐山, 加藤, 辻, 鉄と鋼 52 (1966) 9, 1361-1364
- (4) L. V. Bogdandy, H. P. Schulz, O. Braumann, Stahl u. Eisen 84 (1964), 1561-1568
- (5) H. Schenck, A. Majdič, U. Putzier, Stahl u. Eisen 87 (1967), 1065-1070