

A203

酸化鉄の微細化と熱可塑性炭材の使用による炭材内装鉄の還元反応速度向上

(京大院工) ○ (学) 川成将人・(正) 蘆田隆一・(正) 三浦孝一*

1. はじめに

一般的な高炉原料である焼結鉄や鉄鉱石ペレットに比べて高速、低温域で還元反応が起こる鉄鉱石/炭材コンポジットは、新しい製鉄原料形態の一つとして期待されており、生産効率の向上などの目的で高炉への装入が検討されている。しかしながら、鉄鉱石/炭材コンポジットの還元速度向上のメカニズムは明確には解明されていないのが現状である。本研究では、ナノサイズからサブ mm サイズの Fe_2O_3 粒子と炭材のコンポジットを調製し、鉄鉱石/炭材コンポジットの還元挙動のメカニズムを検討した。

2. 実験

2.1. 試料調製 粒径がナノサイズ (25-50 nm) とサブ mm サイズ (150-300 μm) の Fe_2O_3 粒子 (ALDRICH) と、鉄物質を含まないイオン交換樹脂 (三菱化学、WK11) ならびにそれを 500°C で炭化した炭材 (Coke) を Table1 に示す割合で単純に混合したものを試料として用いた。

2.2. 還元反応実験 熱天秤中 (島津製作所、TG-50H) で約 20 mg の試料をヘリウム雰囲気下で 1350°C まで加熱し (昇温速度 10 K/min)、重量変化を測定するとともに、出口ガスをマイクロガスクロマトグラフ (Micro GC CP4900、GL サイエンス) で分析した。CO、CO₂ の生成量から次式により酸化鉄の還元率 (RR) を導出した。

$$RR = \frac{\text{生成した CO, CO}_2 \text{ 中の酸素原子 [mol]}}{\text{反応前の酸化鉄中の酸素原子 [mol]}}$$

2.3. In situ XRD 測定と TEM 観察 還元の様子を直接観察するために、試料約 100 mg を加熱ステージ中で加熱しながら (昇温速度 10 K/min) 高速測定可能な XRD 装置 (RIGAKU、Ultima IV) を用いて XRD 回折測定を実施した。また還元途中の試料を取り出して TEM (JEOL、JEM-1010) による観察を実施した。

3. 結果と考察

Fig.1 に還元率の温度による変化を示す。ナノサイズ Fe_2O_3 粒子とイオン交換樹脂を混合した試料 (a) は、他試料と比べて 400°C も低い 550-650°C で 1 段階で還元された。Fig.2 に試料 (a) の In situ XRD

の測定結果を示す。この結果からも 650°C で還元が完結することが確認された。Fig.3 は、試料 (a) を加熱した試料の TEM 写真を示す。500°C、580°C においては Fe_2O_3 粒子がそれぞれイオン交換樹脂の熱分解で生じた厚さ 2 nm 程度のアモルファス炭素で均一に覆われており Fe_2O_3 粒子は炭素と非常に良好に接触している。還元が完結した 900°C では Fe_2O_3 粒子が合一して大きくなっていることがわかる。以上の結果を総合すると、試料 (a) の還元が促進されたのは、 Fe_2O_3 粒子のサイズが小さくかつ炭素と非常に良好に接触しているからであると考えられた。さらに、還元は主として炭素による直接還元反応によるものと推定された。

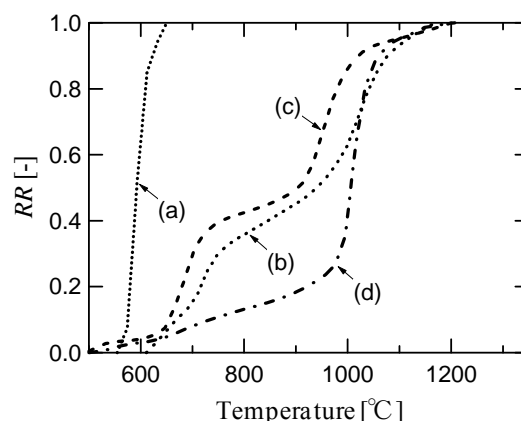


Fig.1 Reduction profiles of samples (a), (b), (c), and (d).

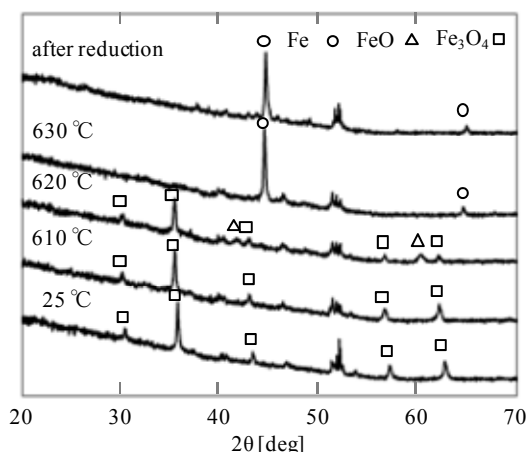


Fig.2 XRD profile of sample (a) while heated up to 650°C.

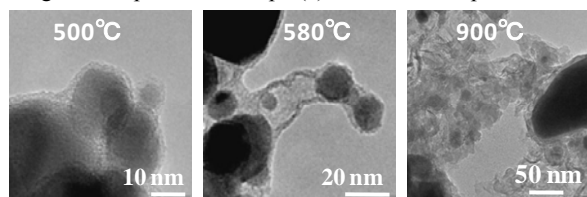


Fig.3 TEM images of sample (a).

Table1 Mixing ratio of Fe_2O_3 and carbon

	Fe_2O_3		Carbon	
	Particle size	% by mass	Type	% by mass
(a)	5-25 nm	12	Resin	88
(b)	150-300 μm	12	Resin	88
(c)	5-25 nm	58	Coke	42
(d)	150-300 μm	58	Coke	42

* E-mail address: miura@cheme.kyoto-u.ac.jp