

J15

含 FeO(OH)低品位鉄鉱石と改質低品位炭を用いた高速製鉄法

(京大工)○(学)宮林圭輔・(学)川成将人・(正)蘆田隆一・(正)三浦孝一*

1. 緒言

FeO(OH)を大量に含む低品位鉄鉱石は、300°C程度まで加熱すると分解により結晶水が脱離しナノサイズの細孔が形成される。我々はこの細孔内に低品位炭由来の軟化溶融性の高い炭材を挿入することで鉄鉱石と炭材をナノスケールで接触させることにより、従来に比べ高速に鉄鉱石の還元を達成できると考えた(Fig. 1)。

本研究では、まず FeO(OH)の純試薬と軟化溶融性を示すイオン交換樹脂を用いてこの概念の妥当性を検証した。次いで、実際のプロセスへのこの方法の適用を目的に、低品位鉄鉱石/低品位炭由来炭材コンポジット中の鉄鉱石還元挙動を調べ、高速還元の実現可能性を検討した。

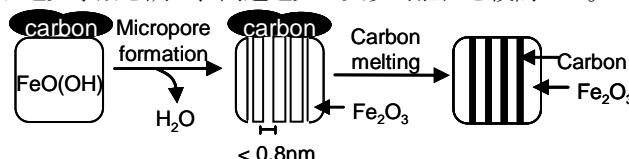


Fig.1 Conceptual diagram of this study.

2. 実験

2.1. 試料調製 Fig. 1 に示す概念の検証のため、まず、 γ -FeO(OH)の純試薬(Alfa Aesar)と、鉱物質を含まず軟化溶融性を示すイオン交換樹脂(三菱化学、WK11)を Table 1 に示す割合で単純に混合したコンポジットを調製した。次いで、実用可能性の検討のために鉄鉱石として FeO(OH)を 90wt%以上含む低品位鉄鉱石(SF.ローブリバー)、及び FeO(OH)を含まない高品位鉄鉱石(PF.ツバロン)を、炭材として褐炭(Loy Yang炭)、及びこれから抽出された軟化溶融性の高い炭材(LY Soluble)¹⁾を用いた。これらをそれぞれTable 1 に示す割合で単純に混合したものを試料とした。

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 He 霧囲気下で 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。出口ガス、及び鉄鉱石中のOの收支より還元率(RR)を導出した。

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 He 霧囲気の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. 2 に還元率の温度に対する変化を示す。前述の概念検証のための試料(a)は、700°Cという低温で還元が完了した。Fig.3 に各温度に加熱した試料(a)の TEM 写真を示す。写真より、300°Cでは酸化鉄粒子中に 8 nm 程度の細孔が形成されていることと、400°Cでは炭材が細孔に浸入しているのが確認できた。これらの結果から、Fig. 1 に概念的に示したような現象が実際に起こり、その結果鉄

鉱石の還元が著しく促進されたものと判断される。

高品位鉄鉱石を用いた試料(c)、及び軟化溶融性を示さない未改質の褐炭を用いた試料(d)中の鉄鉱石の還元率は 1000°Cにおいてもそれぞれ 0.4、0.6 程度であるのに対し、低品位鉄鉱石と低品位炭由来の軟化溶融性の高い炭材を用いた試料(b)中の鉄鉱石は 900°Cで還元が完了した。Fig. 3 に示すように、500°Cに加熱した試料(b)にも試料(a)と同様の結晶水の脱離により生成した酸化鉄粒子中の 3 nm 程度の細孔と細孔中に浸入した炭材が確認された。

以上の結果より、Fig. 1 に示したように FeO(OH)の結晶水の脱離によって生成した細孔中に軟化溶融性を示す炭材を挿入することにより、鉄鉱石の還元速度を大幅に増加させ得ることが示された。

Table 1 Mixing ratio of iron ore and carbon

Type	Iron ore		Carbon	
	Particle size	% by mass	Type	% by mass
(a) γ -FeO(OH)	$\sim 250 \mu\text{m}$	15	WK11	85
(b) SF.ローブリバー	$\sim 74 \mu\text{m}$	27	LY Soluble	73
(c) PF.ツバロン	$\sim 75 \mu\text{m}$	25	LY Soluble	75
(d) SF.ローブリバー	$\sim 74 \mu\text{m}$	30	Loy Yang 炭	70

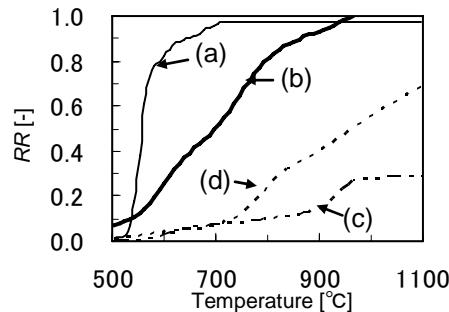


Fig. 2 Reduction profiles of samples (a), (b), (c) and (d).

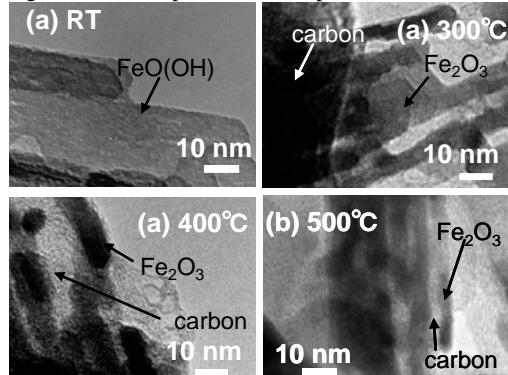


Fig. 3 TEM images of samples (a) and (b).

[参考文献]

1) 長谷川ら、化学工学会第40回秋季大会、E123(2008)

[謝辞]

本研究は、鉄鋼協会 A 型研究会「鉱石・炭材の近接配置による高炉の還元平衡制御研究会(主査: 清水正賢九州大学教授)」で得られた成果である。

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