

(39)

鉄鉱石類の還元、軟化、溶融挙動の直接観察

北海道大学工学部 工博 吉井周雄 佐藤修治

○ 石井邦宜 佐竹久俊

1. 緒言 近年実炉や試験高炉の解体調査から、主として炉内反応の面で装入物の挙動が明らかにされつつあるが、いづれも冷却後の観察結果であり、溶解過程を含む動的な挙動を捉えたものとは言い難い。著者らは最近X線透過法を用いて鉄鉱石類の還元、軟化、溶融状態の直接観察を試みており、ここにその結果を報告する。

2. 方法 底に多数の小孔を有する黒鉛のつぼ(内径26mm, 高さ120mm)の底に6~7mm径のコークスを敷き、この上に下から8~10mm径のペレットおよび焼結鉱(それぞれ約7g)をコークス層で仕切って層状に入れた。このつぼをX線透過孔を有する電気炉内にセットしてから $\text{CO}/\text{CO}_2 = 45/55$ の還元ガスを300cc/minの速度で流しつつ10°C/minの昇温速度で加熱した。装入物の変化はX線テレビ装置で観察しつつ適宜X線写真撮影を行なった。また実験中は排ガス中の CO_2 ガス分析と一部炉内圧の変動も調べた。

表1 ペレットと焼結鉱の化学組成

	T.Fe	FeO	SiO ₂	CaO	Al ₂ O ₃	MgO	CaO/SiO ₂
ペレット	65.14	0.89	3.67	0.59	1.10	0.37	0.16
焼結鉱	59.90	9.81	4.76	6.89	2.09	0.61	1.45

3. 結果 写真1に1415°Cまで昇温したときの変化を示した。(a)は790°Cで撮影したもので加熱前と見比べると外見上は変わらないが排ガス中の CO_2 濃度の増加が著しく、ガス還元が活発に起っている。(b)は実験開始後120分1185°Cのもので、還元に伴いペレットに亀裂が入り全体としてわずかな膨張が認められる。このとき焼結鉱の方は変化がみられない。(c)は132分後1280°Cの様子を示した。ペレットでは一度生じた亀裂が1250°C位から酸化鉄の軟化によってふさがり始め、ここでは周辺部に薄い金属鉄の膜が生成している。内部の酸化鉄と鉄膜との間にはすきまができ、酸化鉄の軟化収縮が顕著である。一方焼結鉱の方もスラッグの浸み出しによって全体として膨張したように見え、その中に金属鉄が糸状に連なってきているのがわかる。このような状況は1330°C写真(d)でよりはっきりとする。このあたりの還元率は焼結鉱で92%、ペレットで77%程度であり、ペレットの還元の遅れが目立つ。(d)ではペレットに鉄殻の存在がはっきり認められ、二つのペレットは結合し内部で酸化鉄が行き来している。一部は外に浸み出しコークスと直接反応し泡を吹いている。(e)は1360°C、140分経過後のもので、内部の酸化鉄の部分はガス還元によって反応の進行が遅く、外部に浸み出したものはほとんど反応が終り、スラッグと金属鉄の分離が始まっている。焼結鉱の鉄の凝集も進みこの時点で還元率は100%に達している。(f)は1415°Cでペレットの溶融が始まり、下部の鉄中炭素は1.3%に達している。これに対し、焼結鉱では0.3%の炭素量であり溶融は遅く、スラッグと金属鉄の分離も明確ではない。本実験の条件下で焼結鉱の溶融とそれによる溶融は1470°C以上で著しく、スラッグと金属鉄の滴下が始まる。

写真 1
焼結鉱および
ペレットの昇
温過程におけ
る形状変化。

$\text{CO}/\text{CO}_2 = 45/55$
10°C/min

