

(34) 鉄鉱石層における還元速度の計算

茨城大学 工学部 ○相馬胤和

1 まえがき

鉄鉱石層の還元速度、ガス利用率などが計算できれば、高炉シャフトなどの還元速度を計算する基礎となり、Kinetics と実操業をむすびつける有効な手段になる。このような努力は L. Bogdandy¹⁾ や W. O. Philbrook²⁾ などにより行なわれているが、まだかなり複雑である。そこで単位層の還元速度式を作り、茨城大学に新設された電子計算機 HI PAC 103 で積分計算をして、実験値³⁾とみなりよく一致を得たので報告する。

2 単位層の還元速度式

鉄石粒の還元では Fe_2O_3 , Fe_3O_4 , FeO の還元がトポケミカルに独立に進行していることより、鉄石の還元をこの3つに分け、それぞれに森敏雄³⁾の誘導された式にガス濃度の項を加え使用した。基礎式は3段階それぞれに共通だが、グリュスタイトについては

$$\frac{dR_{wu}}{dt} = \frac{3k_{wu}(C_{wu}^{eq} - C_{wu})}{Y_0 d_0} \times \frac{1}{(1-R_{wu})^{-\frac{2}{3}} + (Y_0 k_{wu}/D_{wu})[(1-R_{wu})^{-\frac{2}{3}} - 1]} \quad \dots (1)$$

ここで R_{wu} : 全還元率に占めるグリュスタイト還元の寄与 (焼結鉄で max 74.6%), R_{wu} : グリュスタイトの全量に対するグリュスタイト還元の進行度 ($R_{wu} = R_{wu} \times 100 / 74.6$, max 100%), k_{wu} : グリュスタイトの界面反応速度係数 ($\text{g}/\text{cm}^2 \text{min}$), C_{wu}^{eq} : グリュスタイト還元するとき平衡 CO_2 濃度% (900°C で 31.5%), C_{wu} : その単位層に到達したガスの CO_2 濃度%, D_{wu} : グリュスタイトに到着するまでの海綿鉄中のガス拡散係数を示す。つぎに還元された酸素量よりガス中の CO_2 量を計算し、入口ガスの CO_2 に加えて次の計算における入口ガス中の CO_2 とする。

マグネタイト、ヘマタイトについても同様の式を立て、単位層の全還元速度 dR/dt は

$$dR/dt = dR_{wu}/dt + dR_{ma}/dt + dR_{he}/dt \quad \text{となる。}$$

3. 計算方法および結果

鉄石は焼結鉄 (平均直径 4.5 mm) とし、ガス流量 1 NL/min , 900°C , CO 還元にて、鉄石層は単位を 6.25 g とし、32 単位 200 g, 時間は 1 分単位で 120 分計算した。まず 1 分間のガスが第一単位層に入り、グリュスタイト → マグネタイト → ヘマタイトの順に還元が行なわれるとして、グリュスタイトで発生した CO_2 を含めたガスでマグネタイトを還元し、同様にヘマタイトを還元して第二層に入り、順次 CO_2 を積算しつつ最終層まで進む。最終層を出たガス中の CO_2 濃度が利用率となる。つぎの分目はガスについては 1 分目と同じだが、還元率は各単位層で 1 分目に還元された R で計算され、順次 120 分まで R は積算される。

計算の未知数としては k_{wu} , k_{ma} , k_{he} , D_{wu} , D_{ma} , D_{he} の 6 変数があるが、 CO_2 50%, 32% などの実測値を使用し、実験結果のガス利用率—還元率曲線と計算結果とを比較しつつ順次決め、結果として、 $k_{wu} = 0.03$, $k_{ma} = 0.01$, $k_{he} = 0.006$, $Y_0 k_{wu}/D_{wu} = 0$, $Y_0 k_{ma}/D_{ma} = 2$, $Y_0 k_{he}/D_{he} = 2$ とすると 12.5 ~ 200 g, CO_2 0 ~ 50% の範囲において実測値とみなりよく一致をした。

1) L. Bogdandy: Arch. Eisenhüttenw., 36 (1965), P. 221

2) W. O. Philbrook: Trans. A I M E, 236 (1966), P. 1715

3) 森: 鉄と鋼 50 (1964) P. 2259 4) 相馬 茨城大学工学部紀要 No. 6 (1966), P. 1