

(103) 浴内反応及び混合攪拌状態を考慮した数学モデルによる脱炭反応の検討

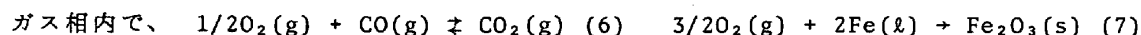
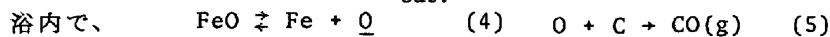
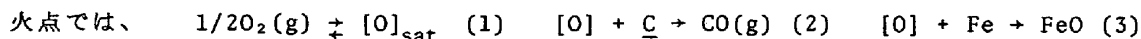
東大生研 ○ 中村 正宣 工博館 充

I はじめに；先に高酸素負荷密度状態での脱炭反応過程について定性的に論じ、脱炭反応機構についての定性モデルを示したが、システム解析の手法を用い、浴内脱炭反応及び混合攪拌状態を考慮にいた数学モデルを示し、実験結果をさらに検討する。

II 気体側物質移動係数の無次元相関；先の実験での溶鉄を高純度グラファイト電極棒におきかえて、 O_2 - N_2 混合ガスを吹き付け、気体側物質移動係数の無次元相関を求めた。実験温度は $1600^\circ C$ である。本系は気体側物質移動律速であり、次の関係を得た。

$$(Sh)_{avg.} \propto (Re)^{0.90} (L/d)^{-0.15} \quad L: \text{ランス高さ}, d: \text{ノズル径}$$

III 数学モデル；次の反応機構に基づいて物質収支、熱収支をとる。



火点部については、非定常拡散に準拠した瞬間不可逆並発反応を伴うガス吸収¹⁾として解析する。火点での炭素の除去速度は、

$$\bar{N}_C = 2C_{Cb} \sqrt{D_C / \pi t_e} \cdot e^{-\alpha/D_C} / (1 - \text{erf} \sqrt{\alpha/D_C}) \quad (8)$$

酸化鉄の生成速度は、 $\bar{N}_{FeO} = 2C_{FeO} \sqrt{\alpha/t_e}$ (9) 酸素の溶解速度は、

$$\bar{N}_O = (2C_{[O]i} \sqrt{D_{O-FeO} / \pi t_e} / \text{erf} \sqrt{\alpha/D_{O-FeO}}) (1 - e^{-\alpha/D_{O-FeO}}) \quad (10)$$

(3) 式の反応で生成した FeO の大部分 (割合 β_2) は、(4) 式の反応によって分解し、酸素は浴内に溶解する。浴内での脱炭反応は $Fe-C-O$ 系の平衡状態に向つての炭素、酸素の移動現象と考えることができる。以上より、炭素、酸素の吹錬時間 θ に伴う変化は、

$$dW_C/d\theta = -\bar{N}_C \cdot M_C \cdot A_{S1} - k_C (C_C - C_C^*) \cdot M_C \quad (11)$$

$$dW_O/d\theta = (\bar{N}_O + \beta_2 \cdot \bar{N}_{FeO}) \cdot M_O \cdot A_{S1} - k_O (C_O - C_O^*) \cdot M_O \quad (12)$$

ガス相内では、生成した CO は、溶鉄中に吸収されなかつた酸素と (6) 式の可逆反応を起こし瞬間的に平衡になるものとして解析した。飛散した溶鉄の一部 (割合 β_1) は (7) 式によつて酸化する。熱収支は、各要素について伝導、放射、対流伝熱を考慮して行なつた。

IV 計算結果；結果の一例を図 1 に示す。実線が計算値であり、プロセス変数の推移をよく説明している。図 2 は酸素の分配を示す。

V 結論；浴内へ反応面が移行するに伴い、酸素の反応吸収面と脱炭反応面は同一でなくなる。従来の実転炉における脱炭反応についての諸説²⁾は、反応吸収面積が増加して溶鉄が 100% 酸素を捕集しうる可能性を示したものであり、酸素が 100% 脱炭反応に使用されるためには、浴の混合攪拌状態に依存することになる。一方で浴内反応は気泡発生を伴うことによつて混合攪拌状態を改善し、脱炭反応にとつて自己増進的となる。

文献 1) 八田：新化学工学講座、VIII-4, (1962) [日刊工業]

2) 森：鉄と鋼、60(1974)10, p.1560

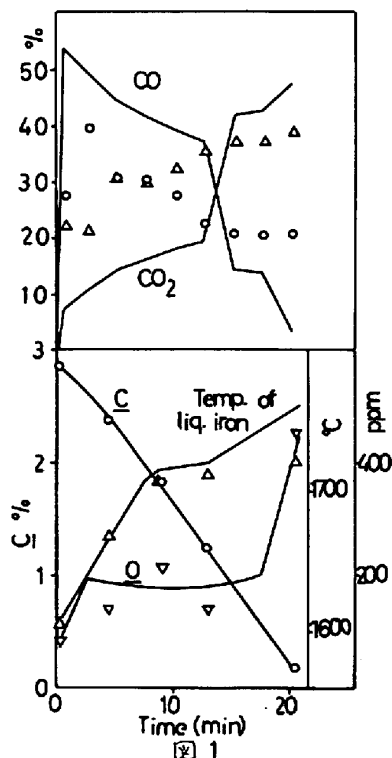


図 1

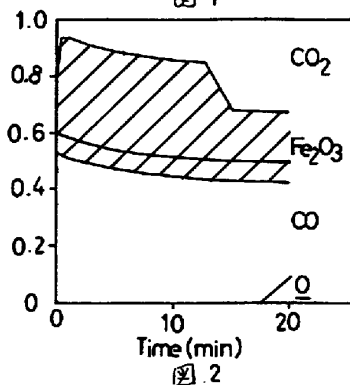


図 2