

(66) O_2 および CO_2 による溶鋼の脱炭反応

名古屋大学工学部

○野村宏之 松島美継
森 一美

緒言 従来行なわれてきた溶鋼の脱炭反応に関する多くの実験室的研究では、酸化性ガスとして O_2 , CO_2 , H_2O が用いられてきたが、脱炭速度の酸化性ガスの種類による相違については単に化学量論的に論じられており、これらの基礎研究の結果を実際のLD転炉の考察に応用するには不十分なものである。本研究では純 O_2 による脱炭と純 CO_2 による脱炭を行ない、比較検討をした。

実験方法 15KW, 20KC高周波電気炉を用い、 MgO るっぼ(内径40mm)に電解鉄500gを溶解し、脱酸後黒鉛添加により所定 $C\%$ にする。吹付けランス(内径4mm)から O_2 は200 $\frac{cc}{min}$ で、 CO_2 は400 $\frac{cc}{min}$ で溶鋼に吹付けて脱炭を行なった。温度は1600 $^{\circ}C$ である。

実験結果 O_2 脱炭、 CO_2 脱炭の脱炭効率 η とランス高さ h の関係を図1に示す。両者を比較すると、脱炭効率とランス高さの関係は領域①, ②, ③の3つに分かれる。 O_2 による脱炭は各領域においてつぎのような特徴をもつ。

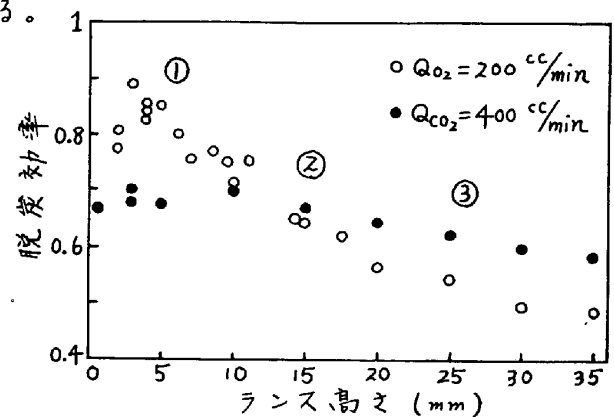


図1. 脱炭効率とランス高さの関係.

領域①：ある $C\%$ でスパーク(Spark)を生じ、その η は h が小さいほど高い。スパーク発生以後も酸化膜の生成までは脱炭速度は一定である。酸化膜の生成後はスパークは発生しない。観察によれば、ガス側 O_2 jetの燃焼は少ない。

領域②：スパーク発生の $C\%$ は酸化膜生成の $C\%$ に近く、 O_2 jetの燃焼も強く生ずる。

領域③：スパークは発生しない。 O_2 jetの燃焼が生じている以外には CO_2 脱炭と異なる現象は生じない。脱炭効率とランス高さの関係は O_2 , CO_2 とも同様な傾向をたどる。

なお CO_2 による脱炭では各領域においてスパークは発生せず、酸化膜生成まで脱炭速度は一定である。

考察 O_2 による脱炭反応の特徴として、 O_2 jetにまきこまれた CO ガスの燃焼反応が考えられる。この燃焼反応を以下の解析により検討してみる。簡単のため温度分布、反応生成物 CO_2 の拡散を無視すると、基礎式はつぎのようになる。

$$\text{連続の式: } \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial u}{\partial r} + \frac{u}{r} = 0 \quad \text{運動方程式: } v \frac{\partial v}{\partial y} + u \frac{\partial v}{\partial r} = \nu \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial v}{\partial r} \right)$$

$$i \text{ 成分の拡散式: } v \frac{\partial C_i}{\partial y} + u \frac{\partial C_i}{\partial r} = D \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial C_i}{\partial r} \right) \quad i = O_2, CO$$

$$\text{境界条件: } r=0; \frac{\partial v}{\partial r} = 0, u=0, \frac{\partial C_{O_2}}{\partial r} = 0 \quad r=\infty; v=0, C_{CO} = C_{CO,\infty}$$

$$\text{火炎面: } -\frac{\partial C_{O_2}}{\partial r} = \frac{1}{2} \frac{\partial C_{CO}}{\partial r}, \quad C_{O_2} = 0, \quad C_{CO} = 0$$

以上より O_2 ガスがすべて CO_2 に燃焼してしまうランス出口からの距離 y_H として

$$y_H = \frac{9}{8\pi} \frac{J}{D} \quad (J = \frac{\pi}{4} d^2 u_0 C_{O_2,0})$$

[記号]

D: 拡散係数

 ν : 動粘性係数 C_i : i 成分のモル分率 u, v : r, y 方向の速度 d : 吹付けランス径

[添字]

0: 吹付けランス出口

 ∞ : bulk

が導入される。すなわち $h > y_H$ では、 O_2 脱炭でも実際は CO_2 脱炭が行なわれていることになり、これは領域③における脱炭を説明する。しかし $h < y_H$ になると、高い酸化ポテンシャルをもつ O_2 ガスが溶鋼表面近傍に達し、その結果領域①で O_2 脱炭効率が上昇すると考えられる。