

(687)

溶鋼への直接通電に関する基礎的検討

新日本製鐵(株) 製鋼研究センター 和田 要, 竹内栄一, ○安藤憲三
名古屋製鐵所 北峯誠二, 森 英朗, 野田郁郎

1. 緒 言

製鋼プロセスにおける溶鋼流動, 温度, 反応を効率的に制御する上で, 溶鋼への直接通電は磁場の印加と共に極めて重要な技術と考えられる。しかしながら溶鋼へ浸漬する電極の耐用性, 電気抵抗等の点で適切な材料が無く, この分野において十分な検討がなされていないのが現状である。本研究は, ZrB_2 を浸漬電極として用い, 溶鋼に直接通電した場合の溶鋼温度上昇, ピンチ効果等について実験, 解析を行ったものである。

2. 装置と条件

溶鋼は Fig.1 に示す装置の左槽より注入され底部の流路を通過して右側の槽に流れ込む。両槽中の溶鋼ヘッドは堰によって一定に保持した。 ZrB_2 製の電極を各槽に浸漬し, 所定の電位差を印加した。電極間の最大電流値は交流 6700 A, 直流で 8000 A とした。溶鋼は中炭材相当のものを 1 ton 使用した。測定は流路両端の温度, 回路の数ヶ所の電位差について行った。(Table 1 参照)

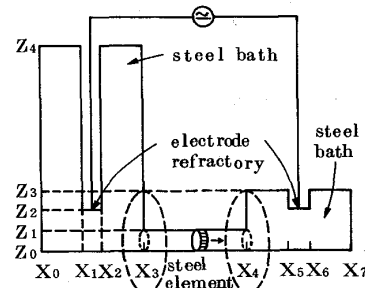


Fig.1 Schematic representation of experimental system.

Table 1 Experimental condition.

electrode	material ; ZrB_2 , low carbon steel
dimension	500~1200 $\text{mm} \times 58.5 \phi \text{ mm}$
channel	dimension ; 170 $\text{mm} \times 22 \phi \text{ mm}$
steel	composition ; middle carbon steel
teeming temp	1560~1590 $^{\circ}\text{C}$
depth of steel bath	$h_0 (Z_4) = 200 \text{ mm}$ $(Z_3) = 50 \sim 100 \text{ mm}$

3. 結果と考察

(1) 溶鋼温度: Fig.2 に示す様に通電によってチャンネル出側の溶鋼温度は上昇する。昇温度は交流と直流とで差は見られていない。Fig. 1 に示す様に溶鋼の要素がチャンネル内を通過する間にジュール発熱すると共にチャンネルを構成する耐火物によって抜熱され, その差が昇温度となると考えられる。2次元円柱座標の伝熱モデルによる計算結果を, Fig.2 に示したが, 実測値とよく一致している。なお初期の差異は熱電対の応答性に依るものと推定される。

(2) 溶鋼に働くピンチ力: 電流値を一定値以上に設定した場合, チャンネルの出口よりスパークが飛び回路が遮断された。その時の条件を Fig.3 に示す。溶鋼に働くピンチ力¹⁾を半径方向に積分平均した値 $Pe = \frac{\mu_0 I^2}{8\pi^2 r^2} - (1)$, 界面張力 $Pi = \sigma/r - (2)$ の和が溶鋼静圧 $Ps = \rho gh - (3)$ と動圧 $Pv = \epsilon \rho v^2/2 - (4)$ を越えた時にピンチが発生すると仮定し, その限界電流 Ic を求めると

$Ic = 2\pi r \{(2\rho gh r + \epsilon \rho v^2 r - 2\sigma)/\mu_0 r\}^{1/2} - (5)$ となる。ここで ϵ は動圧の係数である。Fig.3 に(5)式に基づく計算結果を示したが ϵ はほぼ 1 で実測値と一致しており, この様なピンチ現象については動圧の寄与を考慮する必要があることが分かる。

(3) 浸漬 ZrB_2 電極の耐用性: 実験後の ZrB_2 電極の表層を調査したところ, 表層より 100 μm 程度の厚みにわたってジルコニアの生成が見られたが, ポーラスなためか大きな抵抗とはなっておらず, 実験上大きな支障は認められていない。

参考文献

- 1) W. F. Hughes and F. J. Young: The Electromagnetodynamics of Fluids, Wiley, New York, NY, 1966, pp. 163-165.

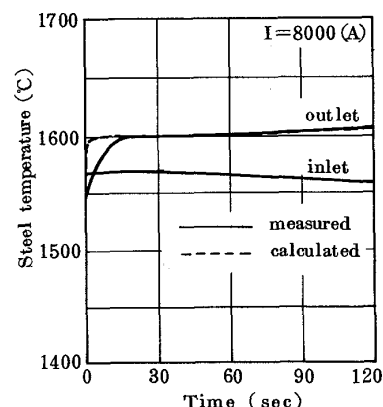


Fig.2 Steel temperature at inlet and outlet of the channel.

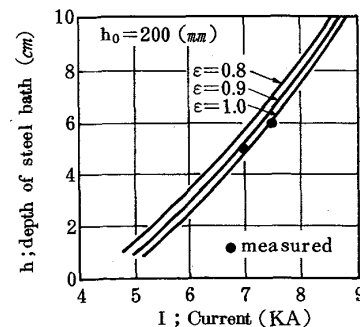


Fig.3 Channel disconnection by pinch force.