

(128) ESRにおける溶鋼ポール深さについて

大同特殊鋼(株)中研 小野 清雄・高木 政明

1. 緒言

ESRプロセスにおける溶鋼ポール形状、とくにその深さは凝固組織および非金属介在物の浮上分離などに強く影響することが知られている。従ってポール深さをコントロールすることは健全なインゴットを製造するうえで重要であり従来からポール深さにおよぼす電圧、電流、スラック組成等の溶解パラメータの効果について検討されているが、かならずしも明確にはなっていない。著者らは合金工具鋼をESR溶解し、ポール深さにおよぼす溶解パラメータの効果について検討し、さらに数学モデルによって計算したポール深さならぬに実測したポール深さとを比較検討したので報告する。

2. 実験方法

電極としては圧延後皮削りした合金工具鋼(SKD11相当)を使用し表1に示す条件でESRを実施した。使用したスラックは70CaF<sub>2</sub>-30Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(Aスラック)および40CaF<sub>2</sub>-30Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-30CaO(Bスラック)である。溶解が定常状態になった後BN製の保護管を使用した熱電対(6-30PR)によりスラック温度を測定し、その後溶鋼ポール形状を観察する目的でFe-W粒を投入してただちに溶解電源を切り、電極を引き上げた。ポール深さはインゴット縦断面のマクロ組織をもとに測定し、テンドライトの成長方向および2次アーム間隔は定常凝固部から切り出した試片のテンドライト組織から測定した。数学モデルによる凝固解析には(1)式で示す基礎方程式を用い非定常問題として取扱った。

表1. 実験条件

電極径 (d)	120 ~ 160 mm
鋤型内径 (D)	230 mm
フィル・レイツォ (d/D)	0.52 ~ 0.70
電圧	42 ~ 61 V
電流	3.3 ~ 7.4 kA
スラック量	11.5, 13.0 kg

$$C\rho \frac{\partial T}{\partial t} = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (kr \frac{\partial T}{\partial r}) + \frac{\partial}{\partial z} (k \frac{\partial T}{\partial z}) \quad (1)$$

表2. 熱伝達係数およびモールド温度

温度	$k$ (cal/cm <sup>2</sup> ·sec·°C)	$T_m$ (°C)
$T \geq T_L$	0.013	200
$T_L \geq T \geq T_S$	0.010	160
$T_S > T \geq 1000^\circ\text{C}$	0.008	120
$T < 1000^\circ\text{C}$	0.006	90

3. 結果および考察

- 1) スラック温度は溶解電力の増加によって高くなる。また同一電力で比較すると電気伝導度の小さいBスラックの方が温度は高い。
- 2) 溶鋼ポール深さは図1に示すごとく溶解速度の増加によって深くなる。全ポール深さHに対するスラック組成の影響は明確でないが、円柱部の高さΔHはスラック組成によって差が認められる。
- 3) 数学モデルによってポール深さについて検討したところ、インゴット・モールド内の総括熱伝達係数kおよびモールド温度 $T_m$ として表2に示す値を用いると、計算による全ポール深さ(液相線)および円柱部の深さはマクロ腐食によって得られた深さと比較的よい一致を示した。

$T_L$ : 液相温度

$T_S$ : 固相温度

文献

- 1) 梅田: 特殊精錬部会最終報告書「エレクトロスラック再溶解法の物理化学と技術的諸問題」, P173

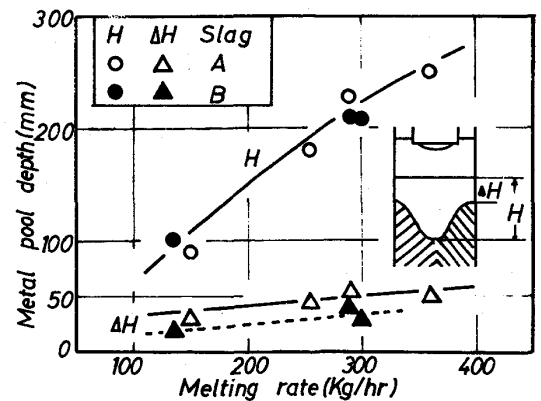


図1. 溶鋼ポール深さと溶解速度との関係(実測値)