

(276) 電磁攪拌による凝固遅れと酸化物系介在物の洗浄効果に関するホットモデル実験

川崎製鉄(株) 技術研究所 鈴木健一郎 ○宮川昌治 村田賢治  
中西恭二

1. 緒言

電磁攪拌は連铸プロセスに広く利用されているが、凝固現象や酸化物系介在物の洗浄効果などの基礎的側面については不明の点が多い。本研究は50kg溶鋼を用いたホットモデル実験によりこれらの現象を定量的に把握することを目的に行なったものである。

2. 実験方法 (Fig.1)

C 0.12, Si tr Mn 0.40, P 0.05, S 0.005, Al 0.10% の溶鋼を水平旋回磁場のもとでステンレス鑄型に鑄造し、所定時間後に凝固シェル下端をバーナー開孔し、凝固シェル厚を測定した。また、鑄塊表層の柱状晶凝固部の大型介在物量を画像解析装置により測定し、下注ぎ2本立て鑄造で得た非攪拌材と電磁攪拌材間で介在物量を比較して電磁攪拌の効果を評価した。なお、水平旋回磁場はMax 300 Gauss, 旋回流速はVTR記録の解析により求めた。

3. 実験結果とその検討

3.1 凝固速度：溶鋼排出材の凝固シェル厚と凝固時間の関係を加速凝固を考慮した次式で解析し

$$d(1 - 2d/3R)^{1/2} = K^* \sqrt{t}$$

d : シェル厚, R : 鑄塊半径  
K\* : 凝固定数, t : 凝固時間

凝固定数を求めた。一方、シェル厚測定位置の磁束密度の測定値を用いて凝固定数との関係を求めFig.2を得た。なお、磁束密度175, 90 Gaussにおける溶鋼の水平旋回流速は230, 150 cm/secであるが凝固の進行にともなう減衰が大きい。鑄塊の表層20mmには柱状晶、その内部には多数の微細な等軸晶が観察されているので、Fig.2の結果は旋回流れによる柱状晶の剪断によるものと推定される。なお、凝固中の测温データの解析より剪断点の固相率は0.5程度と推定される。

3.2 介在物洗浄効果：鑄塊表層部の介在物面積率とAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>クラスターの発生率をFig.3, Table.1に示す。この結果から、柱状晶凝固域での攪拌による介在物洗浄効果は明らかである。なお、Table.1中の溶鋼流速は柱状晶偏向角から推定した値である。これらの結果より、介在物洗浄効果は凝固界面の平滑化による所も無視できないと考えられ、簡単な考察を加える。

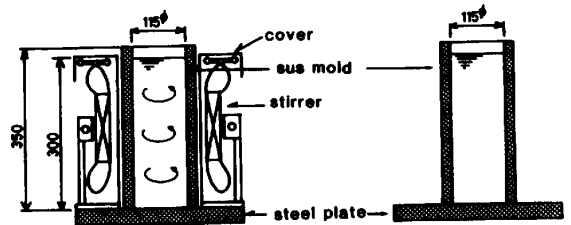


Fig.1 Schematic diagram of experimental apparatus for 25kg ingots.

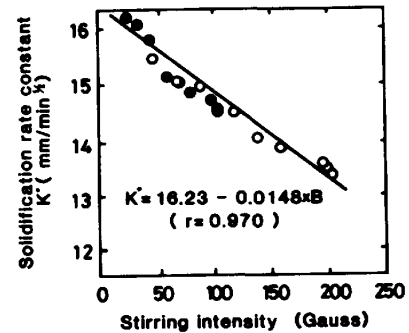


Fig.2 Relation between solidification rate constant K\* and stirring intensity

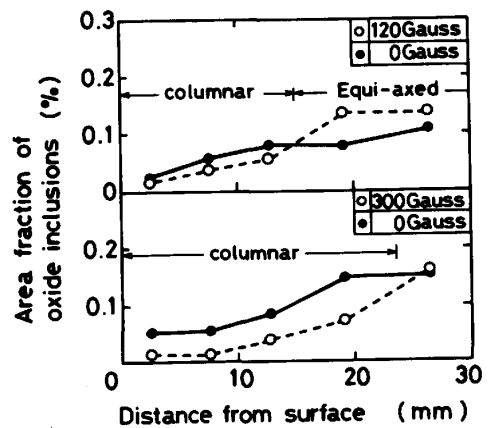


Fig.3 Effect of EMS on oxide inclusions in solidified shell

Table 1 Effect of EMS on amount of alumina clusters

Stirring intensity (Gauss)	Flow velocity (cm/sec)		Number of Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> clusters in 1cm <sup>2</sup>
	2mm from surface	5mm from surface	
120	21.0	10.0	7
0			16
200	32.0	14.8	8
0			15
300	55.4	16.8	3
0			6