

(86) 連铸スラブのモールド内凝固シェル生成におよぼす鑄込み条件の影響

川崎製鉄 技研 水島研究室の小沢三幸 岡野 忍 松野淳一

大井 浩

水島製鉄所

橘 林三 大西正之

1. 緒言

連铸スラブのモールド内凝固シェルは不均一で、コーナー部で薄く、縦割れやブレイクアウトの原因となる。特に高速鑄造時にブレイクアウトが発生しやすくなると考えられ、モールド内凝固シェルにおよぼす各種要因を明確にし、コーナーでのシェルの均一化を進める必要がある。本報ではモールド内凝固シェル生成におよぼす鑄込み条件の影響をサルファー添加法を用いて調査したので、その結果を報告する。

2. 調査結果

モールド出口の凝固シェルは図1の例に示したように不均一で、コーナー部で薄い。これは注入流衝突位置での凝固の遅れが大きいためである(図2)。

注入流衝突位置において溶鋼からシェルへ供給される熱流束 q_l (kcal/kr.m²) は(1)式で表わされる。図3に示したように凝固速度定数 k_f は q_l と良く対応し、 q_l が大きくなるほど k_f は小さくなる。この傾向は長辺よりコーナーで顕著である。

$$q_l = \alpha \cdot \Delta T \cdot v^k \dots (1) \begin{cases} \alpha: \text{ノズル, モールド形状による定数 (kcal/kr.m}^2\text{)} \\ \Delta T: \text{溶鋼過熱度 (}^\circ\text{C)} \\ v: \text{鑄造速度 (m/kr)} \end{cases}$$

ノズル出口角度15度の凝固速度定数は25度にくらべて大きい。これは注入流衝突位置をair gapが十分に生成していないメニスカスへ近づけることにより、注入流からシェル、シェルからモールドへの放熱が大きくなるためと考えられる。

短辺テーパの効果は中炭素鋼を1.0 m/minの速度で鑄込んだ場合、0.9 %/mより1.1%/mの方が有利であり、モールド出口シェル厚が1.5mm程度増加する。

鋼種では[C]量による差が見られ、%C = 0.10~0.15 より %C = 0.05の方が凝固速度定数は大きくなる。

air gap 生成位置を凝固パターンから推定し、注入流衝突位置近傍で溶鋼温度はタンデッシュの溶鋼温度に等しいと仮定してモールド内の凝固計算を行なった結果、図2に示したように実測値とほぼ一致した。同じ仮定のもとでノズル出口角度25度と15度の条件で凝固計算を行なった結果、モールド出口でのコーナーシェル厚は15度の方が0.5mm厚くなること示され、調査結果と一致した。

3. 結言

コーナーの凝固の遅れは注入流(すなわち溶鋼温度と鑄造速度)と密接な関係にある。とくにコーナーはair gapが生成しやすく、注入流との相乗作用により凝固遅れが助長される。したがってair gap生成の少ないメニスカス近傍へ注入流を衝突させ、相乗作用を緩和することが必要であり、低角度のノズルが凝固シェルの均一生成には有利である。

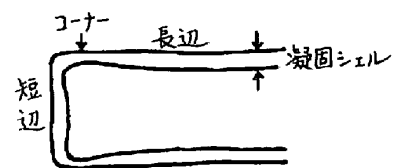


図1 モールド出口での凝固シェル

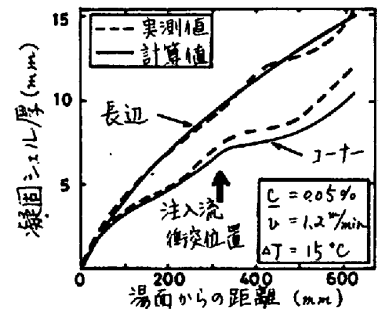


図2 モールド内凝固シェル生成

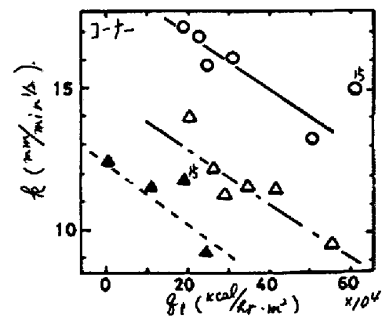
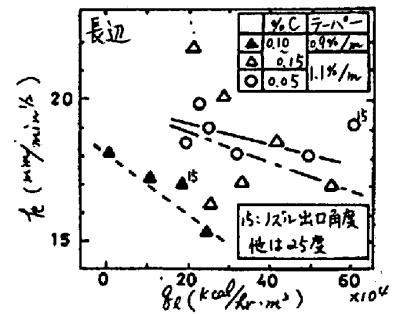


図3 q_l と k_f の関係