

新日本製鐵 生産技研 工博 島田道彦, 佐伯 毅

○柳沢 健, 立川正彬, 脇元博文

I 緒 言 連铸鋳片の表面の割れ疵は多様な原因によって発生する。ここでは縦割れを主体に、その原因の究明ならびに、その防止法の検討のため、次の実験ならびに考察を行なった。(1)鋳塊表面割れ再現実験、(2)鋳片表面に作用する熱応力と殻強度に関する考察、(3)溶融スラグの潤滑機構に関する考察、(4)縦割れ防止法への提言である。

II 実験方法および結果 表面割れの再現をはかるため、鋳片拘束用の溝を付けた模型鋳型を製作し 0.08%~0.53% C の Al-Si キルド鋼の鑄造実験を行なった。その結果を図 1 に示す。ただし、

$$\text{割れ発生率} = \frac{\text{割れの発生した鋳片面数}}{\text{総鋳片面数}} \times 100 (\%)$$

$$\text{拘束度} = \frac{\text{拘束なしの場合の鋳片幅方向の収縮量}}{\text{拘束した場合の鋳片幅方向の収縮量}}$$

である。拘束度と割れ発生率の間には良好な相関関係がある。鋳片内面に大きな波形をつけた場合、凝固殻厚みは不均一となるけれども、小さな波形をつけた鋳型では殻厚みは均一となり後者の方が、割れが発生しにくい。また鋳片表面温度が、溶鋼凝固温度 - 100℃ 以上である時期に割れが発生することがわかった。

III 考 察 鋳片表面に作用する熱応力と殻強度の関係を計算に

より求めた。拘束がない場合、鋳片表面温度の低下に従い、鋳片表面の熱応力は引張り→圧縮→引張りに変化するが、殻強度を越えるほどにはならない。しかし、拘束が作用する場合には、熱応力は全て引張り応力となり、殻強度を越える場合もでてくる。また実験から、凝固殻厚みが不均一な場合、殻厚の薄い所に割れが発生している。これは、局部的応力集中によるものといえる。次に、溶融スラグの潤滑機構についてみると、これは鋳型と鋳片の間に流入する溶融スラグの性質および量に影響される。鋳片の引抜方向に x 軸をとってやれば、溶融スラグの運動は Navier - Stokes の方程式より、

$$\rho \frac{DU_x}{Dt} = \rho X - \frac{\partial P}{\partial x} + \frac{1}{3} \mu \frac{\partial}{\partial x} (\text{div } \vec{U}) + \mu \text{div} (\text{grad } U_x) \quad \dots\dots\dots (1)$$

ただし、 ρ : 密度、 DU_x/Dt : 加速度成分、 $\vec{U}$: 速度、 X : 外力成分、 P : 圧力、 μ : 粘性係数である。

連铸の場合を考慮して、溶融スラグの流入量を求める。鋳型と鋳片の間隔を a 、鋳型の鋳片に対する相対速度を V とすると、流入量 q は溶融スラグの物理的性質と鋳型の鋳片に対する相対速度の関数となり

$$q = \frac{1}{12} \frac{a^3 \rho g}{\mu} + \frac{1}{2} a V \quad \dots\dots\dots (2)$$

と表わせる。相対速度に対応させて、溶融スラグの性状を選択することが必要である。

IV 結 言 鋳片表面の縦割れは、凝固殻厚みの不均一による熱応力の局部的集中と、鋳型による拘束に原因すると考えられる。防止法としては、殻厚みを均一にすること、および、鋳型内の潤滑を十分にするため、引抜速度に合せて、鋳型のオンレーション・モード、溶融スラグ性状をコントロールすることが必要である。

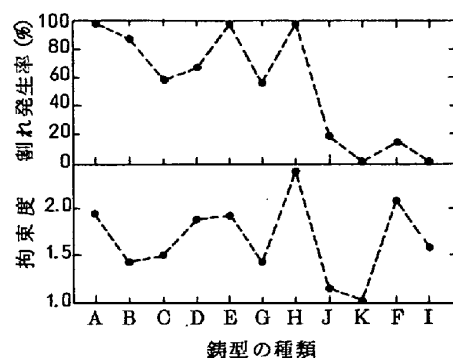


図 1. 拘束度と割れ発生率の関係