

(301) 連鑄鑄片最終凝固部の溶鋼流動抑制のための最適ロール設定勾配の理論解析

新日本製鐵(株) 名古屋技術研究部 工博 佐伯 毅, ○丹羽 裕
 名古屋製鐵所 新美英俊, 三輪英一, 西崎謙治(現, 日鐵電子(株))
 中央研究本部 Dr.-Ing. 高石昭吾

1. 緒言

連鑄鑄片の最終凝固部における溶鋼流動は鑄片内の偏析を助長し, 鋼材の品質を悪化する。そこで最終凝固部の溶鋼流速およびこの溶鋼流速を零にする最適ロール設定勾配を推定したので報告する。

2. 理論式の誘導

鑄片厚み中心部で厚み方向に対称と考え、以下、片側について検討した。

1) 凝固収縮およびバルジングに伴う溶鋼流速:

Fig. 1の模式図に示すように最終凝固部直前でbだけバルジングした鑄片がbだけ鑄片厚みが厚い状態で凝固するものとし、この間の凝固速度fを一定と仮定すると、次式が成り立つ。

$$(A+b)/f = \ell/V \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$(V+v_1)A = (1+\Delta\rho)\ell f \quad \dots\dots\dots (2)$$

ここで、 $bV/\ell f \ll 1$ を考慮すると次式となる。

$$v_1 = \Delta\rho V + \frac{(1+\Delta\rho)b}{\ell f} V^2 \quad \dots\dots\dots (3)$$

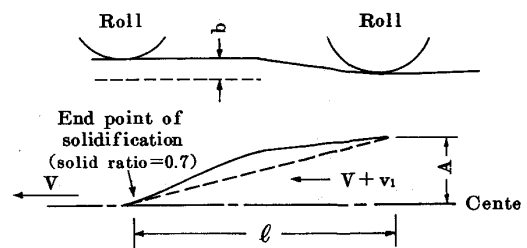


Fig. 1 Arrangement of crater with bulging.

2) 凝固収縮および鑄片圧下に伴う溶鋼流速:

ロール設定勾配を a_1/x とし、この間の凝固速度fを一定と仮定すると次式が成り立つ。なお、x間での温度低下に伴う凝固殻の自然収縮量を a_2 、鑄片表面圧下量に対する内部変形量の比を圧下効率 η とした。

$$(V+v_2) [(a_1 - a_2)\eta + fx/V] = (1+\Delta\rho)fx \quad \dots\dots\dots (4)$$

ここで、 $(a_1 - a_2)\eta V/fx \ll 1$ を考慮すると次式になる。

$$v_2 = \Delta\rho V + \frac{(1+\Delta\rho)(a_1 - a_2)\eta}{fx} V^2 \quad \dots\dots\dots (5)$$

3) 最適ロール設定勾配: (3)式と(5)式から、バルジングと鑄片圧下が共存する場合の溶鋼流速を求めることができ、この溶鋼流速が零となる最適ロール設定勾配 a_1^*/x は次式となる。

$$\frac{a_1^*}{x} = \frac{1}{\eta} \left[\frac{\Delta\rho f}{(1+\Delta\rho)V} + \frac{b}{\ell} \right] + \frac{a_2}{x} \quad \dots\dots\dots (6)$$

3. 結言

連鑄鑄片最終凝固部の溶鋼流速およびこの溶鋼流速を零にする最適ロール設定勾配の推定式を求めた。

[記号の説明]

- v_1 : 凝固収縮およびバルジングに伴う溶鋼流速(mm/min)
- v_2 : 凝固収縮および鑄片圧下に伴う溶鋼流速(mm/min)
- x : 圧下ゾーン長さ(mm), a_1/x : ロール設定勾配(mm/mm), a_1^*/x : 最適ロール設定勾配(mm/mm)
- a_2 : x間での凝固殻の自然収縮量(mm), η : 圧下効率(-), $\Delta\rho$: 凝固に伴う体積収縮率(-)
- V : 引抜速度(mm/min), f : 凝固速度(mm/min), b : バルジング量(mm/min), ℓ : ロールピッチ(mm)
- A : 最終凝固部直前のロール位置での残溶鋼厚み(mm)