

(141)

連铸スラブのバルジングに関する定量的解析

日本鋼管(株)技術研究所

○水上秀昭 北川 融

川和高穂 村上勝彦

1. 緒言

連続鋳造における鋳片バルジングは、鋳造速度の高速化に伴ない、内部割れや中心偏析の悪化を誘発するため、その定量的解析が必要とされている。本報告は、凝固シェルの変形を弾塑性変形として扱いバルジング量の解析解を導出し、さらに著者らの測定した種々の機械的特性をもとに、歪速度の影響も考慮して、鋳片バルジングに関して定量的解析を行なったものである。

2. 鋳片バルジングに関する解析

シェルの変形を弾塑性変形とし、物性値に変形の中立軸の温度における値を用い、等分布荷重を受ける両端固定梁を考える。シェルの中立軸は、シェル内の温度分布をもとに各温度における応力-歪曲線より、凝固界面から $0.7 D_s$ の距離にあることが判る。(図1) 梁内の応力分布は図2のようであり、ロール間中央における曲げモーメントより、最大たわみ量(バルジング量)の解析解として(1)式が導出される。

$$\delta_{max} = P \cdot l^4 / 384 \left\{ \frac{2}{3} S^3 (E-F) + \frac{1}{12} D_s^3 F \right\} \dots\dots\dots (1)$$

P: 溶鋼静圧, l : ロールピッチ, E: ヤング率, F: 塑性係数,

D_s : 凝固シェル厚, S: 弾性変形域の巾(図2)

バルジング歪(ϵ_B)として、ロール直下の凝固界面に働く引張歪量を考える。 ϵ_B は弾性変形域の巾(S)を用いて(2)式で求められる。

$$\epsilon_B = 0.5 D_s / \rho = 0.5 D_s \cdot \epsilon_e / S \dots\dots\dots (2)$$

(ϵ_e : 弾性限界歪, ρ : 変形の曲率)

(1)、(2)式を用いて、バルジング量、バルジング歪を計算するためには、弾性変形域の巾(S)を求める必要がある。Sは(3)式を満足し、それぞれの位置における曲げモーメントおよび ϵ_e の歪速度依存性(4式)を用いて計算出来る。

$$S / \rho = \epsilon_e \dots\dots\dots (3)$$

$$\sigma_e = E \cdot \epsilon_e = \exp(-0.00125T + 2.2 + 0.32 \log \dot{\epsilon}) \dots\dots\dots (4)$$

3. 実機への解析例

以上の検討の実機への解析例として以

下の結果を得た。(1) 歪速度はロール間、および設備条件、操業条件で異なり $10^{-4} \sim 10^{-5}$ の範囲である。(2) 弾性変形の割合は1~2割である。(3) 鋳片バルジングは、シェル厚が薄く、高温である二次冷却帯上部で最大である。(4) 鋳片バルジングに及ぼす設備条件(l)、操業条件(T_s, D_s)の影響を明らかにした。(図3、4)

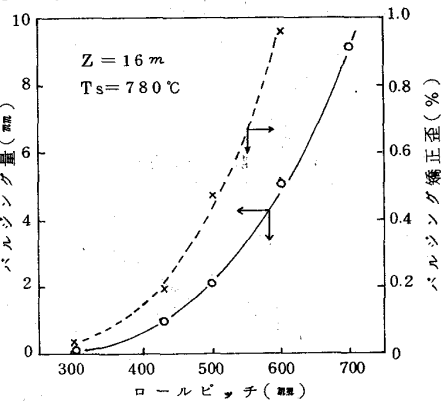


図3. 鋳片バルジングに及ぼすロールピッチの影響

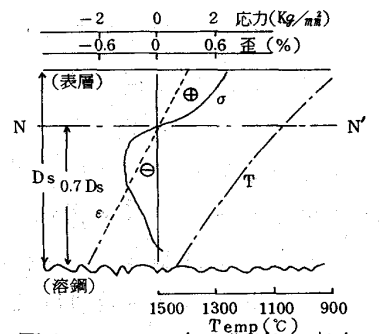


図1. シェル内の温度・応力・歪分布

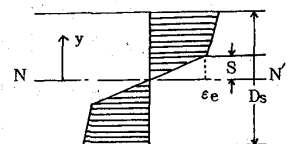


図2. 梁内応力分布

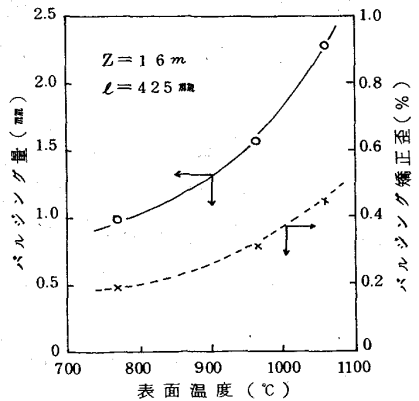


図4. 鋳片バルジングに及ぼす表面温度の影響