

## (139) 連铸スラブのバルジングによる内部割れに関する弾塑性応力解析

川崎製鉄技術研究所 ○反町健一 理博 江見俊彦

1. 緒言 連铸スラブの内部割れの実態と、割れに及ぼす操業条件の影響は、最近詳しく研究<sup>1,2)</sup> されているが、任意に選んだ操業条件での割れの発生を定量的に予測できる理論は乏しい。既存の弾性梁モデルは、凝固殻平均温度に対応する強度特性を用いたり、ヤング率を実測値を計算値に合わせるためのパラメータとして調節して用いるなどの欠点がある。本報では、内部割れの主因の一つであるバルジングを、凝固殻のヤング率、弾性限、Plastic Modulus とその温度、歪速度依存性を知って、任意の操業条件に対して先験的に定量、予測できる計算方式を述べ、操業条件がバルジングに及ぼす影響を求めた。

2. 方法 弾塑性応力計算を、二次元平面応力条件で、三角形要素を用いた有限要素法で行った。降伏条件には Von Mises の式を用いた。塑性状態は歪増分理論<sup>3)</sup> で取扱った。差分法で凝固殻の厚さ方向の温度分布を計算し、応力計算に組込んだ。凝固殻強度は歪速度を考慮し温度、歪の関数として求めた<sup>4)</sup>。荷重は溶鋼静圧を考え、応力完全緩和状態を初期条件とした。

3. 結果 差分法で求めた応力計算に用いた凝固殻の厚さ方向の温度分布の一例を図1に示す。固相線直下の温度にある要素(図2斜線部)のバルジングによる引抜方向の引張歪は、図2のようにロール最近傍で最大となり、限界歪をこえればこの位置で内部割れが発生するものと考えられる。この要素(図2黒塗り部)のバルジング歪とロール間でのスラブ表面の最大バルジング量を以下にまとめた。

3.1 メニスカスからの距離とバルジング: ロール間隔 50 cm, 引抜速度 1.0~1.2 m/min, 二次冷却比水量 1.0 l/kg の場合, バルジングは二次冷却帯上部(メニスカスから 7 m)が最大, ついでプールエンド(メニスカスから 16.5 m)が大きい。後者には熱歪も重畳されるが, 実機での経験によれば 7 m 位置で内部割れの発生が多い。したがって, 以後の計算は 7 m 位置について行った。

3.2 引抜速度, 二次冷却比水量とバルジング: ロール間隔 50 cm の時の結果を図3に示す。0.8 → 1.0 m/min とした時の歪の増加は, 1.0 → 1.2 m/min とした場合より大きい。比水量を倍増すると歪はほぼ半減する。引抜速度を 1.2 m/min としても比水量を 2.0 l/kg とすれば, 1.0 m/min 1.0 l/kg の歪と同じである。

3.3 ロール間隔, ロール配列不整とバルジング: 1.0 m/min 1.0 l/kg の時のロール間隔とバルジングの関係は, 図4破線のように, 間隔が 50 cm をこえると大きい, 35 cm 以下では非常に小さい。正規の配列(間隔 L)からロールが一本だけ 2.5 mm 外方にずれると, L の 2 倍の間隔に対して起るバルジングの歪は図4の一点鎖線のようになる。両者を合成した配列不整時の歪は, 図4実線のようになる。

以上の結果と限界歪値を検討し, 内部割れを生じない高速引抜のための限界操業条件を求め得た。

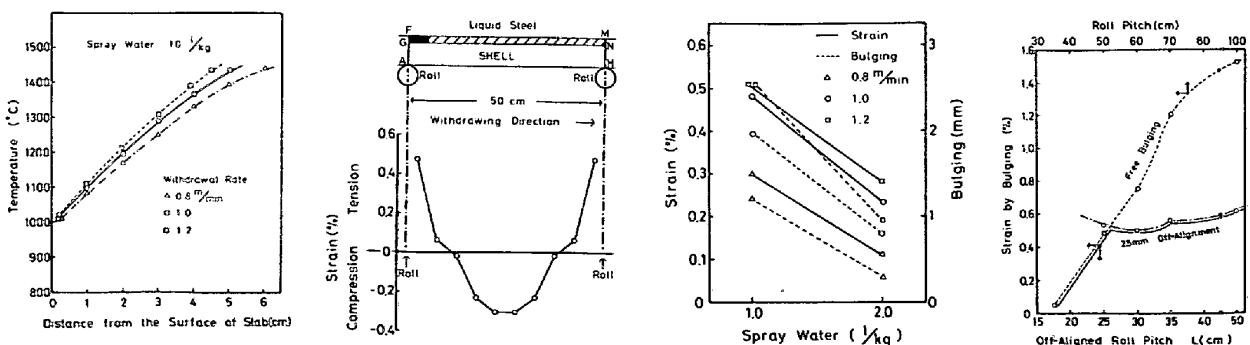


図1. 凝固殻厚さ方向の温度分布 図2. ロール間引抜方向の引張歪 図3. 引抜速度と比水量とバルジング歪 図4. ロール間隔, ロール不整とバルジング歪

- 井上, 小舞ら: 鉄と鋼 60(1974)A103, 62(1976)A119.
- 藤井, 大橋ら: *ibid.*, 62(1976) p. 1813.
- Y. Yamada et al.: *Int. J. Mech. Sci.*, 10(1968)p. 343.
- K. Sorimachi et al.: to be published.