

(118) 手法および解析結果の実測値との比較

連鑄鑄型内凝固時の伝熱応力解析—第1報

川崎製鉄 技研 ○木下勝雄 理博 江見俊彦

1. 緒言

健全な表面性状のスラブを安定して生産するため、鑄型内凝固におよぼす操業要因の影響を明らかにし、ブレイクアウトや縦割れを防止することが重要である。筆者らは先に連鑄鑄型内鑄片の熱弾塑性応力解析¹⁾を試みたが、今回さらに伝熱境界条件を改良して、ブレイクアウトや縦割れと操業要因の関係を解析した。本報は、手法と2.3の解析結果の実測値との比較についてのべる。

2. 方法

数値解析に温度場と応力場の相関を取り入れるため、解析面を鑄片の横断面内に固定し、2次元非定常問題として取扱った。

鑄型 / 鑄片間の伝熱境界条件は、応力解析の結果から定まるエアギャップ、鑄型内测温結果²⁾から求めたフラックス / 鑄型間の接触熱伝達係数 h_0 およびフラックス膜を考慮した。一方、応力解析は、伝熱解析から得られる温度分布を考慮し、溶鋼静圧および鑄型壁を応力境界条件として行なった。塑性域での応力-歪関係は高温引張試験³⁾から求めた。

計算のフローチャートを図1に示す。先づ初期条件を定め、差分法により伝熱解析をすすめ、要素が固体になると ($t = t_i$) 応力解析に移る。有限要素法により歪増分理論を用いた熱弾塑性解析から鑄片と鑄型の間隙、 δ_i を求める。次いで時刻を $\Delta t (= t_{i+1} - t_i)$ すすめ、 δ_i とフラックス膜厚 (d_s : フラックス固相厚, d_l : フラックス液相厚) を比較して伝熱境界条件を定めて伝熱解析する。その結果、フラックス温度、 T_{i+1} からフラックス固相厚 $d_s(T_{i+1})$ が定まる。ふたたび応力解析に移り、 δ_i が d_s より大きい節点は自由点、 δ_i が d_s より小さい点は拘束点として解析し、解が安定するまで計算する。その結果、新たに δ_{i+1} が得られ、さらに時刻をすすめて伝熱解析し、以下繰返し計算を鑄型下端まで続行した。

3. 結果

スラブ寸法 $20 \times 170 \text{ cm}$ 、短辺テーパー $1.1\% / m$ 、鑄込温度 1530°C 、鑄込速度 $1 \text{ m} / \text{min}$ 、モールドフラックスAの条件で鑄込んだ場合、長辺中央で鑄込方向に沿う鑄型内熱流束 (図2) およびシェル厚 (図3) の解析結果は、鑄型内测温およびトレーサー添加実験から得られた実測値と良く一致した。また、

短辺側シェルプロファイルの解析結果も実測値と一致した。(図4)

参考文献 1) 木下ら: 鉄と鋼, 62(1976) 12, S 509, 2) 中戸ら: 全上, S 506 ~ 509, 3) 木下ら: 全上, S 505

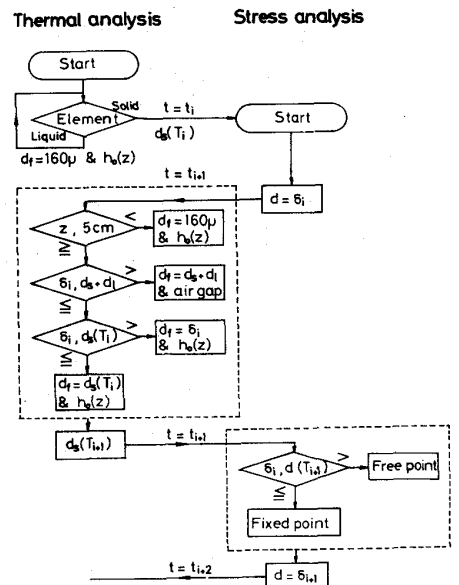


図1 計算のフローチャート

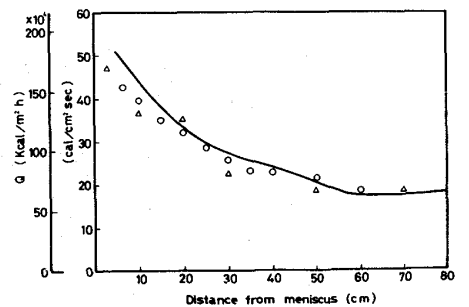


図2 鑄型内熱流束の比較

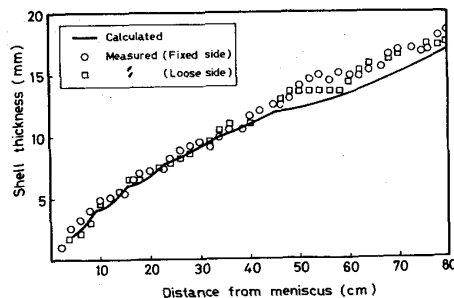


図3 シェル厚の比較

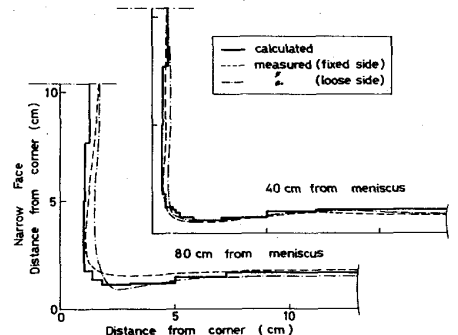


図4 シェルプロファイルの比較