

(133) 連鑄鋳片の熱弾塑性応力解析(連鑄鋳型内の凝固に関する研究-第IV報-)

川崎製鉄技術研究所 ○木下 勝雄 河西 悟郎
理博 江見 俊彦
ユニパック総合研究所 笠井 学

1. 緒 言: 連鑄スラブの表面性状を改善するには、鋳型内での凝固機構を解明する必要があるが、実験的に把握するのが難しいため、理論解析により補なわねばならない。鋳型内での凝固殻の構造解析は、高温物性値が乏しいことと同時に、確立した解析手法も無いため、ほとんど行なわれていない。従来、高温構造解析においては、温度場と応力場が独立に取扱われているため、鋳型内の凝固殻のように、温度場と応力場が互に独立に、取扱えない場合に対しては、これまでの解析手法は、まったく役に立たない。本報では、温度場と応力場の相関を取り入れたモデルにより、操業要因が十分に反映されるような解析を行なった。

2. 方 法: 鑄造中の鋳片は、伝熱および物質移動に関して定常状態にあるが、本法では、温度場と応力場の相関を取り入れるため、解析面を鋳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。計算のフローチャートを図1.に示す。時刻 t_i において、 t_{i-1} までに蓄積された鋳片の変位を考慮して、鋳型/鋳片間の伝熱境界条件を決め、差分法により温度分布を求める。次いで、得られた温度分布と溶鋼静圧を考慮し、鋳型壁を外方に向う変位の拘束境界として、歪増分理論を用いた有限要素法により熱弾塑性解析を行なう。しかる後、時刻を t_{i+1} にすすめて解析する。この解析は、メニスカスから始め、順次くり返して、鋳片が鋳型下端に達するまで続行した。

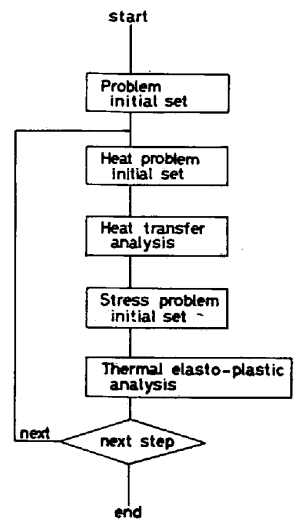


図1. 計算のフローチャート

計算に際しては、既存の文献から多くの物性値を引用したが、塑性域での応力-歪関係は、別途行なった高温引張試験¹⁾から得た単軸応力-塑性歪曲線を用いた。(図2.) 鋳型/鋳片間の伝熱条件は、応力解析の結果から定まる空隙と所定厚のフラックス膜を考慮した。フラックス/鋳型壁間の実効熱伝達係数を鋳型測温結果から定めた。

3. 結 果: 1700×200 mm断面の、50キロAlキルド鋼を1 m/minの引抜

速度で鋳込んだ場合の計算結果を図3.に示した。鋳片の幅方向の位置により、温度、シェル厚および空隙量が異なることがわかる。さらに、鋳片表面温度、鋳型内面温度、シェル厚および空隙量の鋳込方向に沿う変化は、互に良く対応している。なおシェル厚の成長が2 mmのピッチで変化するのは要素分割のメッシュ寸法のためである。

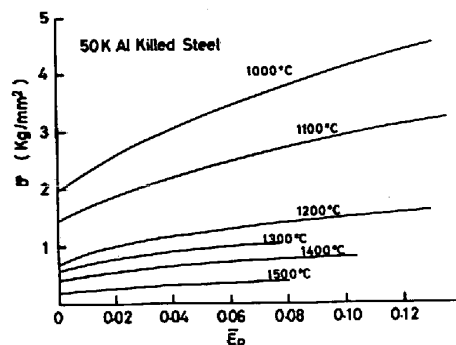


図2. 高温における単軸応力-塑性歪曲線

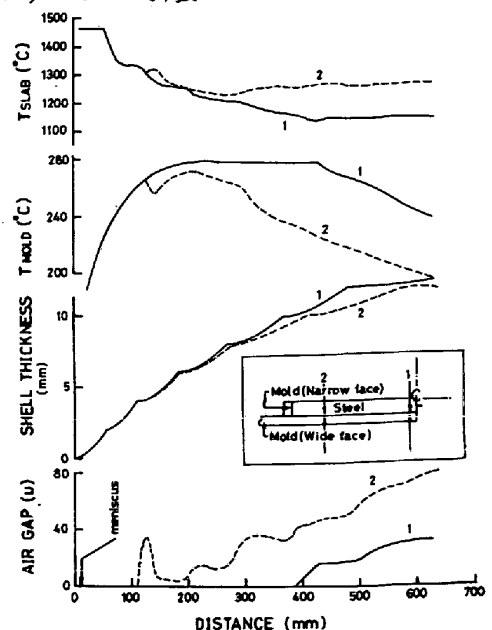


図3. 鋳片表面温度、鋳型内面温度、シェル厚および空隙量の変化

1) 木下ら: 鉄と鋼, 62(1976) 612.