

川崎製鉄 千葉製鉄所 ○江田祐二 齊藤貞之 四方博実
吉村啓介 矢治源平

1, 緒言 造塊用鋳型の設計は、鋳型材である鋳鉄の材料特性および使用中に発生する応力現象が複雑なことから、理論的検討が困難な分野であり、鋳型形状は使用結果をフィードバックすることによって決定されている。ここでは、造塊用鋳型に対し、有限要素法による二次元弾性熱応用解析を実施しそれに、連続体の強度的最適設計の考え方を導入することによって開発した鋳型肉厚の最適バランスを決定する方法について説明する。

2, 計算方法 鋳型の設計にあたって、内部形状は鋼塊品質、圧延設備、圧延歩留によってほとんど決定されるため、鋳型各部の肉厚、全体の肉厚配分に主眼を置かざるを得ず、形状は図1のフローにより決定する。すなわち、鋳型内に発生する熱応力と基準応力との比 λ_{ij} を算出するとともに、 λ_{ij} の基準値 λ_0 を設定しておく。鋳型寿命は λ_0 により評価するが、鋳型形状は λ_{ij} の値が全体的に均一化するよう肉厚変更をくり返していくことによって決定される。

3, 計算結果と実験結果

3.1 温度分布 図2は鋳型高さのほぼ中央断面における実測値と計算値を比較して示したものである。図から明らかなように、両者は鋳込み初期～末期まで非常によく一致しており、その誤差は最大50°Cである。以上の結果から、我々が実施した温度計算により鋳型内温度分布を精度よく再現できることを確認した。

3.2 熱応力計算と使用実績 鋳型の割れ、寿命に対する熱応力の影響は、発生する熱応力とそのときの素材強度の比 λ_{ij} をもって評価される。計算では λ_{ij} の値に2度のピークがあり、1度目は温度勾配が最大となる注入後10分前後にコーナー部に、2度目は素材強度が低下する型抜直前に辺中央に現われる。割れが辺中央に多発することを考えれば、第2のピークに注目すればいいことは明らかであり、 λ_{2j} の値が低くなるような形状修正を行った。 λ_{2j} の低下はコーナー部での拘束を小さくする、すなわち、コーナー肉厚を小さくすることにより実現でき、18 t 鋼塊用鋳型に適用した結果では、現状のコーナー肉厚 210 mm を 174 mm とすることが可能で、1.5 t、7% 軽量化できる。また、本方法で設計した鋳型を製作し、使用した結果、鋼塊品質、歩留りとも同じ種類の他の鋳型との差異はみられず、本設計法は、妥当かつ有効なものと言える。

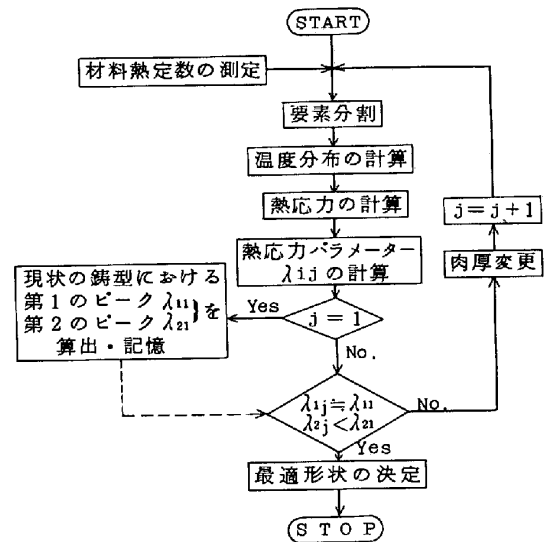


図1 最適形状の決定フロー

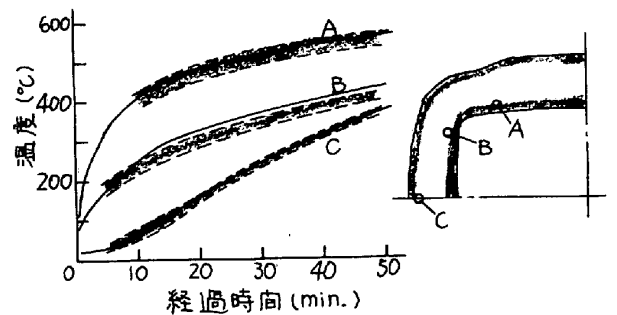


図2 計算と実験結果との比較

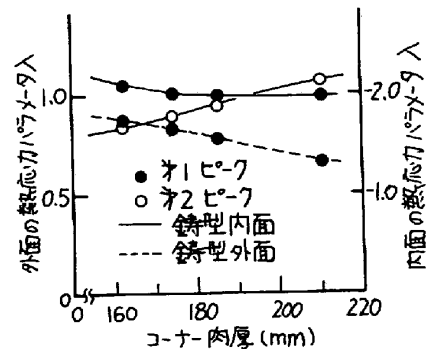


図3 コーナー肉厚によるλの変化