

(162) CCP モールド銅板の扇形変形解析

日立造船(株)技術研究所 ○橋本俊栄 長井邦雄
大西邦彦 山口 勝

1. 緒言 連続鑄造のモールド銅板は、鑄造中の過酷な熱条件のため、各種の変形が生じていることが確認され、銅板の寿命やメンテナンスの面から問題となっており、早急な対策が望まれている。この変形には、(1)、モールド水平断面内の曲り変形、(2)、高さ方向の曲り変形、(3)、幅方向の収縮による扇形変形などがあるが、いずれの変形に対しても、その発生機構は理論的に解明されておらず、構造や材料選定のための一つの問題点となっている。当社では、これらの変形防止法について、総合的に検討を進めているが、本報では、特に扇形変形について、その発生機構を解析的にシミュレートした結果について報告する。

2. 解析法 モールド銅板は、操業サイクルにともない、熱負荷をくり返して受けるため、熱弾塑性クリープ問題とし、有限要素法による変形解析を行ない、変形の進行状態を追跡する方法とした。1チャージの操業に対応する熱サイクルは、次のように単純化して扱った。まず、鑄造開始と同時に、モールドは所定の温度まで加熱され、鑄造中は、その温度で保持され、鑄造終了と同時に冷却され、常温に戻るとした。なお、鑄造中の銅板内の温度分布は、二次元定常温度解析によって求め、変形解析のデータとした。

3. 解析結果と考察 前述の方法により、熱サイクルの回数、材料特性、拘束状態などの影響を検討した。解析結果の一例として、図1に銀入り銅に対する熱サイクルと扇形変形の進行状態(冷却時の永久変形)を示す。この結果から、熱サイクルの初期の間に、変形量は大きく増加し、その後もしだいに増加する傾向にある。

また、図2は、材料のクリープ特性と変形量の大きさの比較を示すもので、材料のクリープひずみ量のみを標準材(銀入り銅)の0、1/2、1、2倍と仮定した。他の材料定数は一定値とした。その結果、扇形変形に対しては、クリープの影響が顕著であることが明らかとなった。また、これらの解析結果から扇形変形の発生機構は、加熱時の高さ方向の温度分布により、特にメニスカス近傍に大きな応力が発生し、高温に保持されている間に、クリープにより応力緩和され永久変形となり、冷却時に、永久変形部には大きな収縮が生じる。以上の現象をくり返し受けて、扇形変形は進行していくと考えられる。

4. 結論 扇形変形の発生機構の解析的シミュレートが可能となった。また、一連の解析によりつぎのことが明らかとなった。(1)、扇形変形は、熱サイクルの増加とともに、初めに大きく変形し、その後もしだいに増加していく。(2)、扇形変形は、材料によってかなりの差があり、特にクリープひずみ量の大きい材料ほど生じやすい。(3)、扇形変形は、銅板と冷却箱との固定方法によってかなりの差がある。なお、現在、この解析を活用し、モールド銅板の構造の最適化と高性能銅板材の開発を実施中である。

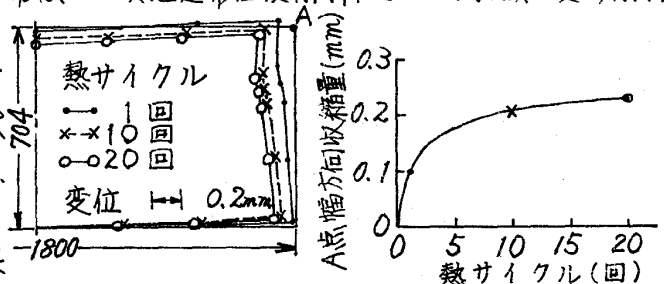


図1. 熱サイクルと扇形変形の進行
C: 材料のクリープ量の標準値(銀入り銅)に対する比率

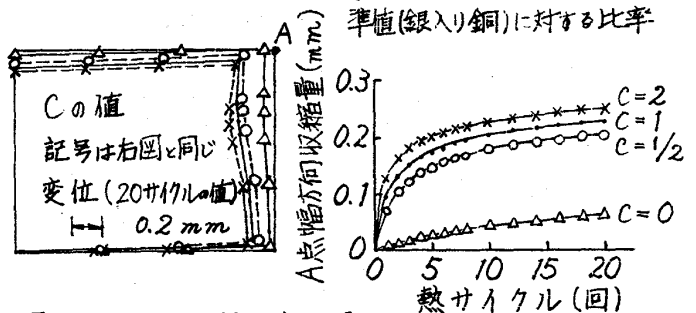


図2. クリープ特性と変形量