

(413) 缶のシーム溶接時における温度変化の数値計算
(缶のシーム溶接現象の解明-1)

東洋鋼板機下松工場

○安仲健二, 藤村 司
平松裕更

1. 緒言

溶接缶用の電気抵抗シーム溶接機は、年々高速化されつつあるが、一方において高速溶接時の現象には未解明な点が多い。

本報では高速溶接現象を明らかにするため、シミュレーションモデルを作成し、非定常状態下における板の温度変化を差分法を用いて数値計算を行ったので報告する。

2. 計算方法

2-1 基礎計算式

被溶接材内部の温度は、缶円周方向への熱流を無視するとフーリエの熱伝導方程式(1)と大気中および電極ロールへの熱流を示す式(2)で表わされる。

$$\frac{\partial T}{\partial t} = K / (C \cdot \sigma) \cdot \nabla^2 T + I^2 \cdot R / (j \cdot c \cdot \sigma) \quad (1)$$

$$(\nabla^2 = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2})$$

$$K \cdot \frac{\partial T}{\partial y} = H \cdot T \quad (2)$$

x, y : 缶長方向、板厚方向の
直交座標 [cm]
 T : 被溶接材の温度 [°C]
 C : 比熱 [cal/g·°C]
 K : 鋼の熱伝導度 [cal/cm·s·°C]
 σ : 鋼の密度 [g/cm³]
 j : 熱の仕事当量 [joule/cal]
 I : 交流溶接電流 [A]
 R : 電気抵抗 [Ω]
 H : 熱伝達率 [cal/cm²·s·°C]

2-2 数値計算条件

Fig. 1 に示すモデルをもとに Du Fort and Frankel の差分法を用いてシーム部断面内の温度分布を計算した。断面の分割は板厚方向を10分割、板の端面から端面までを130分割し、格子点の総数を1300点とした。又、溶接前後での板厚変化を考慮し、板厚方向の格子間距離を可変とした。温度計算に必要な物性値(鋼の電気抵抗、熱伝導度、比熱)は温度依存性を示すため、温度計算には各ステップ毎に格子点の温度に対応する物性値を用いた。温度計算に用いた被溶接材の板厚は0.20mmとし、上下電極ロール径はスードロニック社の缶用溶接機の電極ロール径を参考とし、各々半径60mm、30mmとした。

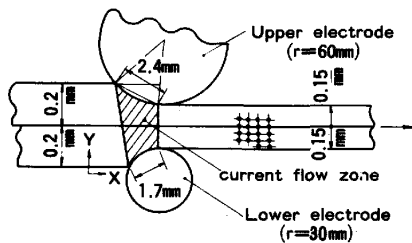


Fig. 1 Schematic diagram of welding portion

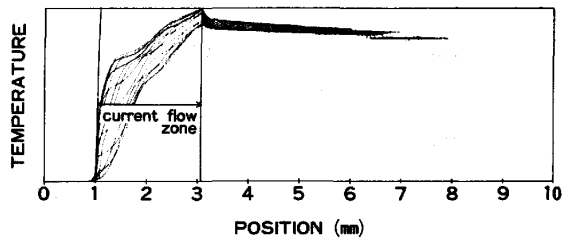


Fig. 2 Temperature change with the distance from the start of welding current flow

3. 計算結果及び考察

3-1 電極ロールと被溶接材が接する領域内において Fig. 2 に示すように、時間とともに変化する温度分布が生ずる。このため、被溶接材に周期的な熱影響部(ナゲット)が生ずる。

3-2 初期発熱は主に材料・材料の界面付近で生じるが、上下電極ロール径が異なるため、各格子点の最高温度分布は下電極ロール(小径ロール)側へ偏位する。

3-3 缶長方向の温度分布において最高温度を示す位置は通電開始時の電流位相角によって変動し、電極ロール出口を離れた位置で生ずる場合もある。