

新日鐵(株)君津製鐵所 安藤成海 千野博孝 福田豊稔 山本利夫  
 小日向静夫 ○能方 寛 佐藤 哲

1. 緒 言

近年、電気抵抗溶接 (ERW) 鋼管はボイラチューブ、ラインパイプ、油井管等の高級管分野への進出が著しい。「無欠陥溶接」ERW鋼管は継目無管に勝るとも劣らない品質特性を有するが、そのためには入熱不足による冷接、入熱過剰によるペネトレータ発生を防ぎ、適正入熱範囲に溶接入熱を安定制御する技術が必要である。そのニーズに応える自動入熱制御技術を開発し実機化したので報告する。

2. システムの概要

操業データ解析よりウェルダのタンク電流  $I_c$  と溶接速度  $V$ 、板厚  $t$  の間には実験式(1) (Fig.1) が成立する。

$$I_c = (\beta t + \beta_0) \sqrt{\frac{V}{50}} \cdot \frac{L}{180} \dots\dots\dots (1)$$

$V_0 \rightarrow V_0 + \Delta V$ ,  $t_0 \rightarrow t_0 + \Delta t$  に対する入熱制御量 (フィードフォワード)  $\Delta I_{c1}$  は(2)式となる。

$$\begin{aligned} \Delta I_{c1} &= \sqrt{\frac{V_0}{50}} \cdot \frac{L}{180} \cdot \beta \cdot \Delta t + \frac{1}{2} \cdot I_{c0} / V_0 \cdot \Delta V \\ &= k_4 \cdot \Delta t + k_5 \Delta V \dots\dots\dots (2) \end{aligned}$$

一方、溶接温度計出力 (溶接点後方の放射温度計)  $P$  は(3)式で与えられる。

$$P = A \cdot t^n \cdot \epsilon^{-Bn/V} \dots\dots\dots (3)$$

$$\Delta P = k_1 \cdot \Delta t + k_2 \cdot \Delta V$$

$V_0 \rightarrow V_0 + \Delta V$ ,  $t_0 \rightarrow t_0 + \Delta t$  時の温度計出力目標値  $P_0 + \Delta P$  に対し実測値が  $P$  の場合の入熱制御量 (フィードバック)  $\Delta I_{c2}$  は(4)式となる。

$$\Delta I_{c2} = \{(P_0 + k_1 \Delta t + k_2 \Delta V) - P\} \frac{1}{S} \cdot k_3 \dots\dots\dots (4)$$

(2)式, (4)式より、入熱制御量を  $\Delta I_c$  とすると(5)式が成立する。

$$I_c = I_{c0} + \Delta I_c = I_{c0} + \Delta I_{c1} + \Delta I_{c2}$$

$$I_c = I_{c0} + (k_4 \cdot \Delta t + k_5 \Delta V) + \{(P_0 + k_1 \Delta t + k_2 \Delta V) - P\} \frac{1}{S} \cdot k_3 \dots\dots (5)$$

すなわち溶接安定状態に入った時点で  $I_{c0}$  をサンプリング・ホールドし その後の条件変動に対して(5)式により溶接入熱は自動制御される。

Fig.2に概念図を、Fig.3に  $76.3^\phi \times 5.5^t$  の場合の制御例を示す。コイル中継前後の板厚変動に対して精度よく入熱制御されている。

3. 結 言

開発された自動入熱制御技術は、4" ERWミル (周波数 180 KHz, 容量 600 kW) に実機化され「オンラインUST」「シール造管装置」「ミクロ監視システム」および「スポット欠陥検出装置」と呼応して無欠陥ERW鋼管製造の重要な武器となっている。

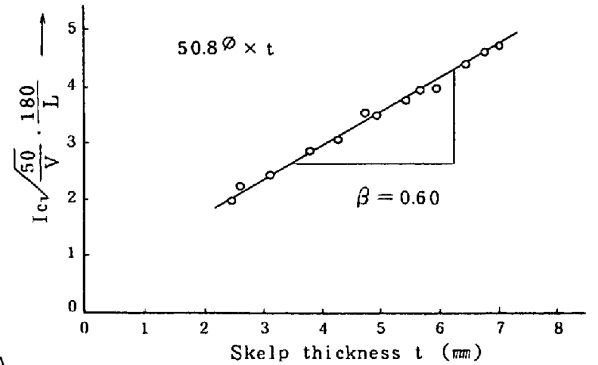


Fig.1 Welder power-output vs skelp thickness

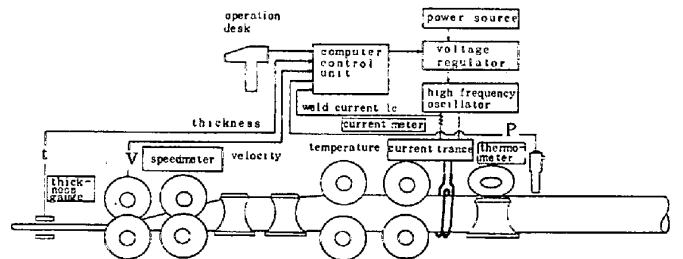


Fig.2 Automatic welder power-output control device

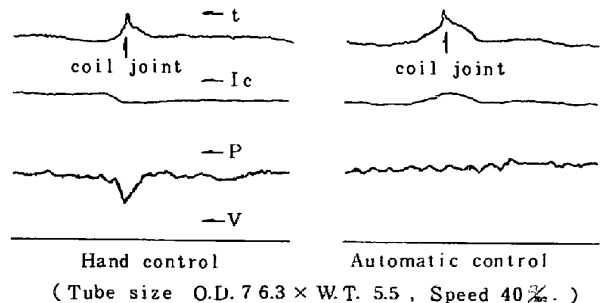


Fig.3 An example of comparison of control results