

# 電縫溶接部の回路定数の変化—高周波電縫溶接における加熱溶融現象の研究(1)—

川崎製鉄 技術研究所 ○斎藤通生 志賀 厚 佐山泰弘  
知多製造所 笠原博二

1. 緒言 : 電縫溶接において信頼性の高い入力自動制御法を確立するには、溶接にともなう電流分布を定量的に把握する必要がある。

本法ではVシェーブ部近傍の高周波電流分布について検討した。

2. 実験方法 : パイプに流入する電流はVシェーブ部とコンタクトチップ近傍のパイプ周長部に分流し、その比はそれぞれのインピーダンス $Z_v$ ,  $Z_c$ によって変化する。 $Z_v$ ,  $Z_c$ は電氣的に並列回路を形成しているため、それぞれの値を直接測定することが不可能であり、図1に示す模擬Vシェーブ部、周長部を用い、その $\theta$ ,  $\alpha$ ,  $t$ ,  $l_1$ ,  $l_2$ ,  $l_3$ を変化させて自己インダクタンス $L$ , 抵抗 $R$ をLCRメーターで測定した。

3. 実験結果および考察 : Vシェーブ部の $L$ ,  $R$ の測定結果を表1に示す。Vシェーブ部の電流が図2に示すように、表裏面に分流(b)し、かつエッジからの電流浸透深さ( $\ell_0$ )が板厚(2a)に比較し極端に小さいと仮定した場合の $L$ は式(1)で表わされる。計算値と実測値の比較例を図3に示す。 $\ell_1$ が小さい場合には $a = b'$ , また $\ell_1$ が大きいほど $a = 2b'$ と仮定した場合に実測値に近づく傾向がある。これはV点から離れる程近接効果が小さく、電流が表裏面に分流するためと考えられる。いっぽう、 $R$ は式(2)から $\ell_1$ に比例すると考えられるが、実測値はかならずしも比例しない(表1)。これは電流が板表裏面に分流し、しかも表裏面の浸透深さが深く電流通路断面積が大きくなるためと考えられる。

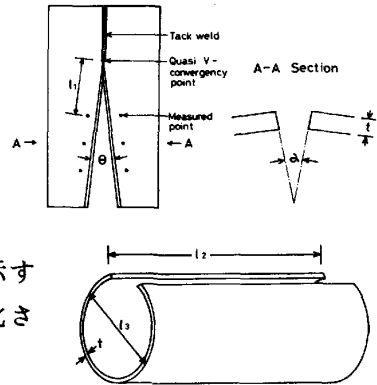


Fig. 1 Quasi V-convergency Zone and open pipe

Table 1 Relation between welding conditions and L, R

	L (nH)		R (mΩ)	
	50	100	25	75
l (mm)	300 150	/	/	/
θ (deg)	6 3	/	/	/
α (deg)	40 0	/	/	/
t (mm)	15.8 6.4	/	/	/
f (kHz)	400 100	/	/	/

(Basis  $\ell_1 = 300\text{mm}$ ,  $\theta = 3^\circ$   
 $\alpha = 0^\circ$ ,  $t = 12.8\text{mm}$ ,  $f = 400\text{kHz}$ )

$$L = -\frac{\mu_0}{2\pi b' \tan \theta} \left[ -a^2 \tan^{-1} \frac{\ell_1 \tan \theta}{a} + a \ell_1 \tan \theta + (\ell_1 \tan \theta)^2 \tan^{-1} \frac{\ell_1 \tan \theta}{a} - (a-b') \ell_1 \tan \theta \right. \\ \left. + (a-b')^2 \tan^{-1} \frac{\ell_1 \tan \theta}{a-b'} - a \ell_1 \tan \theta \ln \left( -\frac{(\ell_1 \tan \theta)^2}{a^2} + 1 \right) - (\ell_1 \tan \theta)^2 \tan^{-1} \frac{\ell_1 \tan \theta}{a-b'} \right. \\ \left. + (a-b') \ell_1 \tan \theta \ln \left\{ \frac{\ell_1^2 \tan^2 \theta}{(a-b')^2} + 1 \right\} \right] \dots (1)$$

$$R = \rho \frac{2\ell_1}{S} \dots (2)$$

(S : 電流通路断面積 ρ : 比抵抗)

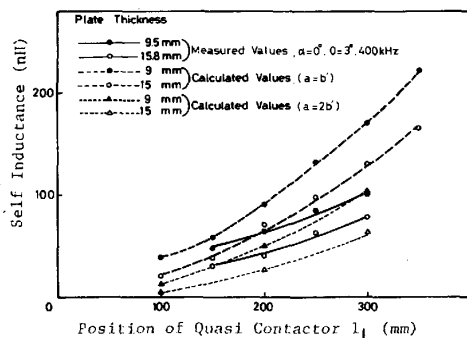


Fig. 3 Relation between quasi contactor position and L

いっぽう、模擬周長部については、 $\ell_2$ が大きく $\ell_3$ が小さくなると $L$ は小さくなる傾向が認められたが、 $\ell_2$ が500mm以上になると $L$ はほぼ一定になり周長部電流は500~600mmの広い幅にわたって流れるものと考えられる。図4は $Z_c/Z_v$ (電流比)の関係を示すが、Vシェーブ部と周長部電流がほぼ同じになる場合もある。

4. 結論 : パイプに流入する電流分布は各種要因によって変化する。入熱を自動的に制御するには、これらの点を考慮する必要がある。

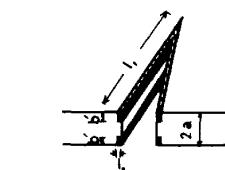


Fig. 2 Quasi current path

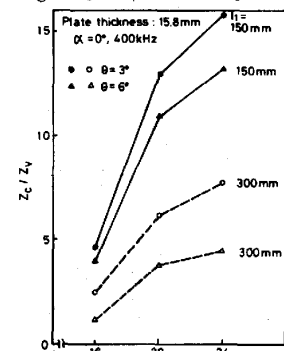


Fig. 4 Relation between welding conditions and  $Z_c/Z_v$