

337 超音波金属溶接に関する研究(3) — 溶接作業条件について —

神奈川県立大学工学部

辻野 次郎
橋本 晃邦
三上 雅典

1. 緒言 超音波金属溶接は、溶接片を溶接チップ、作業台間に挿入し、静圧力を加えて振動を印加し、溶接面に振動エネルギーを伝達し接合を行なうものであり、溶接部の特性は、溶接片の振動および各境界面の特性により決まり、同一溶接作業条件(振動振幅、静圧力等)でも溶接強度が大きく変化する。本報告では溶接部の特性を検討に加え、また溶接条件を変えて機械imp.を測定した結果につき述べる。

2. 溶接部の等価回路および入力Powerについて

(i) 溶接部の等価回路 Fig.1(a)のような配置で溶接を行なうときの溶接チップの速度による溶接片等の振動速度はFig.1(b)のようになり、溶接片の面内方向の速度成分 v_x (振動速度並進) および厚さ方向の振動成分 v_b (振動力並進) に分けて考えることができる。(Fig.1(c)) また各境界面の相対速度および等価機械impedance を v_1, v_2, v_3 および Z_1, Z_2, Z_3 とすれば、溶接チップから見込んだ等価回路は、Fig.2 のようになる。ここで Z_2 および Z_b は溶接片の縦振動および曲げ振動impedance に相当するもので $1/4$ 波長の奇数倍、偶数倍の長さで、極大および極小となり溶接に難易を生じる原因となる。

(ii) 溶接部の入力Powerについて、溶接片の振動(共振)による影響を無視すれば、溶接部の等価回路は、Fig.2(b)のように境界面の機械imp. Z_1, Z_2, Z_3 および溶接片の共振歪と作業台の速度に対応する合成機械imp. Z_a のみと考えるべき。溶接面の等価機械imp. Z_2 以外の合成imp. を $1/2 Z$ ($Z = Z_1 || Z_3 || Z_a$) と無視すれば $Z_1 = Z_3 = Z$ のときの合成imp. に等しい。 $Z_2 = x \cdot Z$ とすれば、溶接部全体の等価機械imp. Z_k および抵抗分 R_k は、 $Z_k = \frac{x}{1+x} \cdot Z, R_k = \frac{x}{1+x} R$

となる。溶接チップ振動速度 v_0 を一定とすれば各部の入力powerは、

$$W_k = \frac{x}{1+x} (R \cdot v_0^2), W_2 = \frac{x}{(1+x)^2} (R \cdot v_0^2) = \frac{1}{1+x} W_k$$

$$W_{1,3a} = \frac{Z x^2}{(1+x)^2} (R \cdot v_0^2) = \frac{Z x}{1+x} W_k, \frac{W_2}{W_{1,3a}} = \frac{1}{x}$$

となり、溶接面の機械抵抗 R_2 が他の部分に比べて

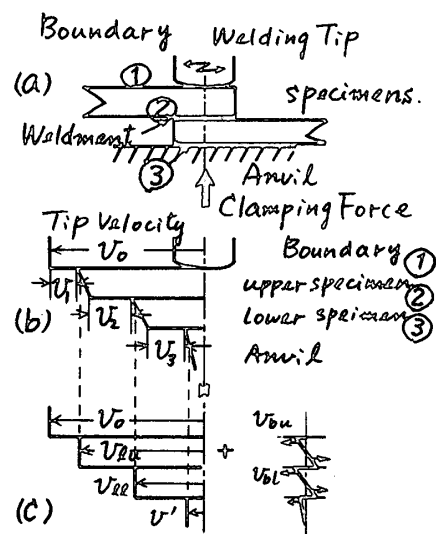


FIG.1 VIB. VELOCITY AMPLITUDE OF WELDMENT.

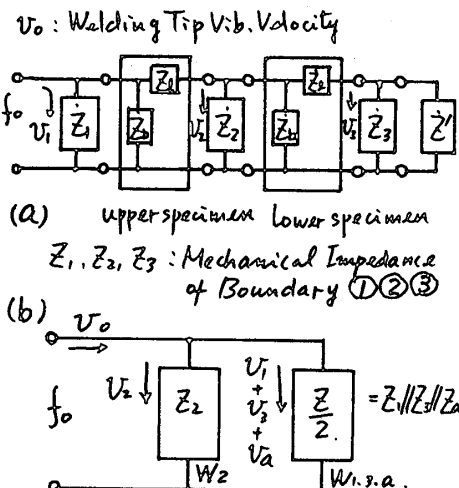


FIG.2 EQUIVALENT CIRCUIT OF WELDMENT.

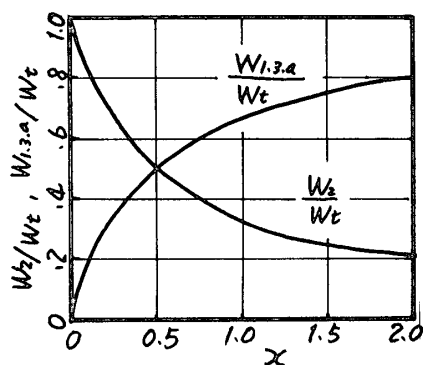


FIG. 3 INPUT POWER TO WELDMENT

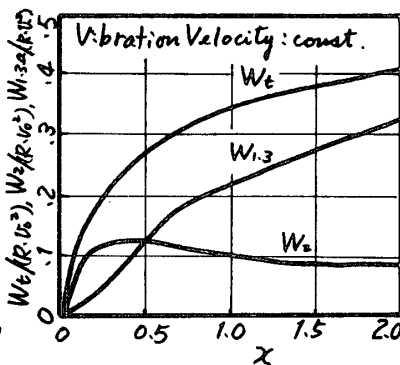


FIG. 4 INPUT POWER TO WELDMENT

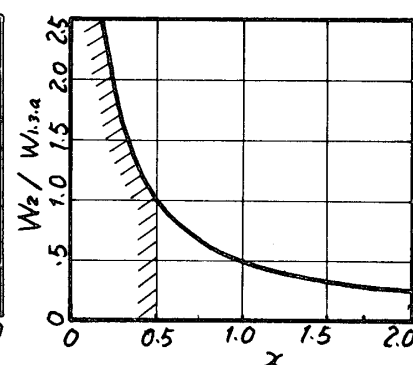


FIG. 5 INPUT POWER RATIO.

小さくなければ ($x \leq 0.5$), 相対速度 v_2 が大きくなり、振動エネルギーが有効に溶接面に伝達されない。(Fig. 3, 4, 5)

3. 溶接作業条件と溶接部の機械impedance

(i) 一方のみから振動 (20 kHz) を加えて、静圧力 100, 200 kg 一定で振動振幅を変えて溶接部の機械imp. の実数部 R_L (抵抗分) および虚数部 X_L ($= S/\omega$, S_L : stiffness) (reactance 分)、溶接強度を測定した結果を Fig. 6 に示す。振動振幅、静圧力が大になると R_L が増加し、振動振幅が小、静圧力が小のとき X_L が増加 (溶接部の stiffness が増加) する。また X_L は R_L に比しかなり大である。 $S_L \approx 10^8 \text{ N/m}$ であった。

(ii) 上、下駆動方式 (27 kHz, 20 kHz) で、上部および下部振動振幅 ($6 \mu\text{m}$ o. $1 \mu\text{m}$ o.) 一定で、AL 試料の板厚を変えて溶接強度、機械抵抗 R_L を測定した結果を Fig. 7 に示す。板厚が増加すれば強度、 R_L とともに増加するが、或る程度以上厚くなると溶接条件が低くなり強度、 R_L とともに低くなる。また、stiffness は板厚が増すと減少する。さらに (i) の場合より (ii) の場合の方が R_L が小になっており、また S_L は同一板厚でほぼ同じ値を示した。

4. 結言 溶接面の機械imp. は他に比し小さい必要があるが、また実際の溶接部の機械imp. は抵抗分のみでなく、かなり大きな reactance 分を有している。

(文献) (1) 出. 溶接学会論文報告書 21, P. 338 (2) 出. 出. P. 400.

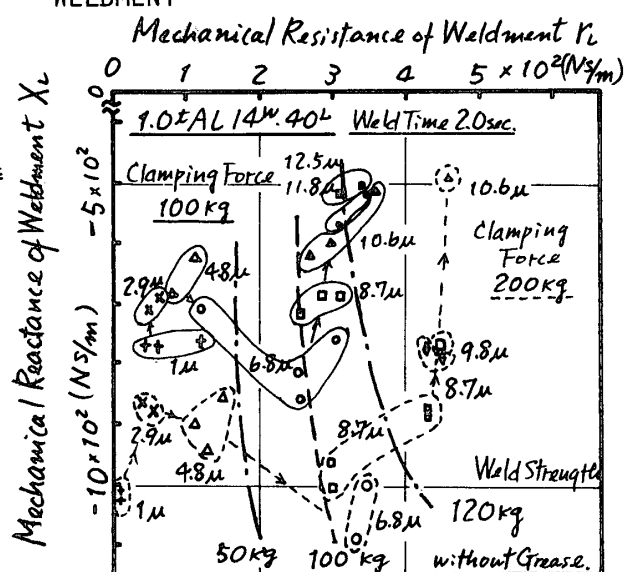


FIG. 6 MECHANICAL IMPEDANCE OF WELDMENT (20 kHz)

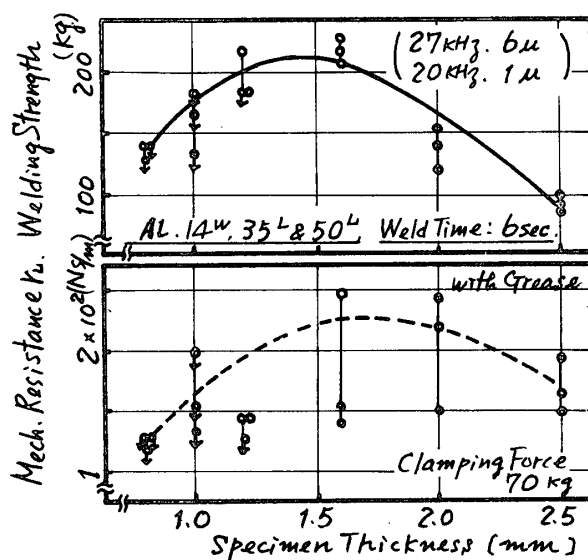


FIG. 7 WELD STRENGTH & MECHANICAL RESISTANCE (27 & 20 kHz)