

(8) 試作した摩擦圧接機について

金属材料技術研究所

同 上

同 上

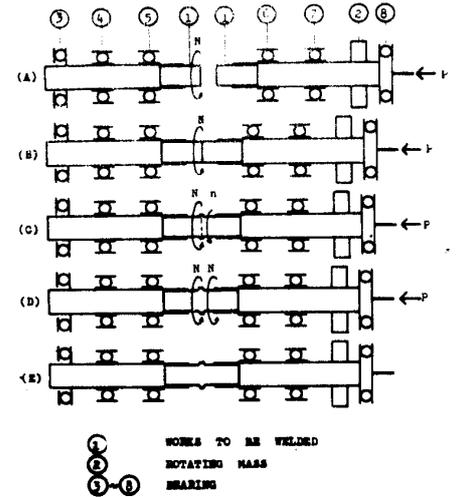
蓮井 淳

○福島 貞夫

衣川 純一

1. 原理および方法 摩擦圧接は加工物間の摩擦発熱を利用する接合法である。従来の圧接機では、圧接過程において、一方の加工物を終始固定しておく方式が採られている。この試作機は、圧接進行中に両加工物とも回転させることを特徴とし、加工物接触面より生ずるバリを発生と同時に削除することができる。

Fig.1は試作機による圧接過程を示したものである。(A) 駆動系側の加工物が所定の回転数Nに維持される。(B) これに回転質量②を有する被駆動系側の加工物が推力Pのもとで接触する。(C) 両加工物間の摩擦力により被駆動系側が回転数nに加速される。(D) 被駆動系側の回転数nがNまで到達すると圧接は完了する。(E) 回転停止。なお、バリの除去を必要とする場合には、(B)~(D)の過程で両物を加工物接触部外周に当てればよい。



試作機はPhoto.1に示してある。

本法における摩擦エネルギーの供給はつきのごとくなる。

Fig. 1 Principle of welding by new designed machine

被駆動系の回転質量の慣性能率: I ($\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{sec}^2$)

駆動系の回転数および角速度: N (r.p.m.), Ω (rad/sec) = $2\pi N/60$

被駆動系の回転数および角速度: n (r.p.m.), ω (rad/sec) = $2\pi n/60$

とすると、被駆動系の角加速度は $d\omega/dt$ (t : 時間) で、その時点には $I d\omega/dt$ なるトルクが摩擦面に作用する。この時の両加工物間の相対角度を $d\theta$ とすると、摩擦面においてこのトルクのなす仕事 dE は、

$$dE = I \frac{d\omega}{dt} d\theta, \quad d\theta = (\Omega - \omega) dt$$

で示される。よって、本圧接部に供せられた全エネルギー E は次式によつて与えられる。(t_f : 摩擦時間)

$$E = \int_0^{t_f} dE = \int_0^{t_f} I \frac{d\omega}{dt} (\Omega - \omega) dt$$

$$= \int_0^{\Omega} I (\Omega - \omega) d\omega = \frac{1}{2} I \Omega^2 = \frac{2\pi^2}{3600} I N^2$$



Photo. 1 View of machine

2. 実験および結果 直径7mmのS25C圧延材をもつて以下の実験を行った。まず、圧接現象についての知見を得るため、摩擦時における被駆動系の角速度を計測し(Fig.2)、これをもとに摩擦面におけるトルクの変化(Fig.3)および入力の変化(Fig.4)を算出した。これらの図からわかるごとく、全エネルギーを一定($E=132\text{ kg-m}$)とした場合、圧接圧力の上昇にもよって摩擦時間は短縮され、摩擦面における入力も摩擦初期において大となる。さらに、トルクの変化も各位相において比較すると、圧接圧力の高い条件ほど発生するトルクの値は大となっている。

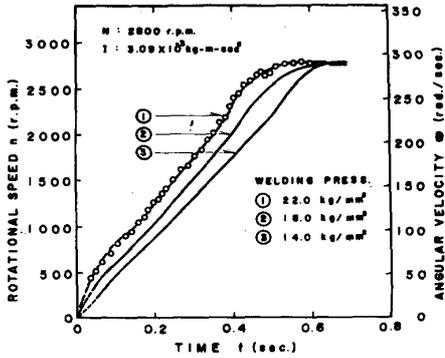


Fig. 2 Rotational speed of driven shaft - time histories

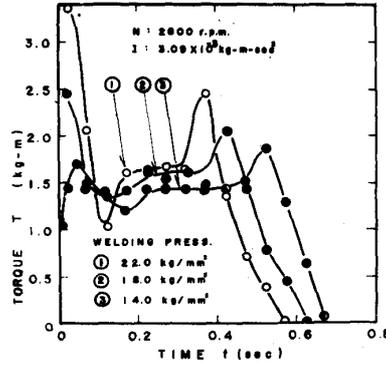


Fig. 3 Torque - time histories

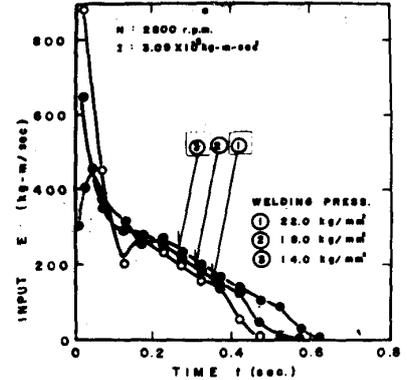
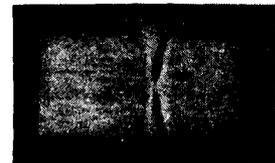


Fig. 4 Input - time histories

本圧接法の可能性を検討するため、種々の圧接条件(N.P.Iを变化)において得られた継手の外観および軸断面のマクロ組織を観察し、さらに、良好と思われる三条件について引張試験を行った。Photo.2はマクロ組織の一例を示したものである。本法においては、全般に熱影響部の中は0.5~2mmと狭い。引張試験を行った結果は、Table 1に示すごとく、圧接圧力18および22 kg/mm²の条件で圧接した継手はすべて母材破断し、本圧接法の有効なことが確認された。

圧接部の硬さ分布をFig.5に示す。



E: 132 kg-m
P: 18 kg/mm
Etchant: 5% Nital
photo. 2 Macro-structure of welded joint

Table 1 Tensile strength of welded joints

Welding pressure (kg/mm ²)	Tensile strength (kg/mm ²)
P : 14	48.25 (B), 32.29 (W), 44.92 (W)
P : 18	49.18 (B), 48.97 (B), 49.12 (B)
P : 22	49.81 (B), 52.04 (B), 49.42 (B)
Base metal	44.75

Note: Rotational speed 2800 r.p.m.
Inertia of rotating mass $3.09 \times 10^{-3} \text{ kg-m-sec}^2$
(B): Broken at base metal
(W): Broken near interface

Specimen for tensile test:

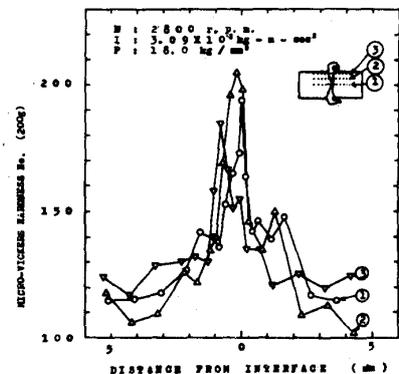
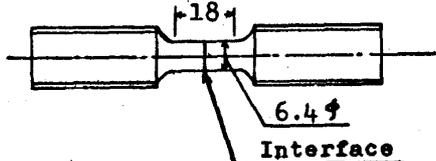


Fig. 5 Hardness distribution of welded joint