パルス TIG 溶接における溶融池振動の計測*

—パルスアーク溶接に関する研究(第5報)—

丸尾 大**, 平田 好則**, 草野 敏邦***, 岡野 郁夫****

Measurement of Weld Pool Oscillation in Pulsed TIG Welding

—Study on Pulsed Arc Welding (Report 5)—

by Hiroshi Maruo**, Yoshinori Hirata**, Toshikuni Kusano*** and Ikuo Okano***

An experimental investigation of weld pool oscillations was carried out for stationary pulsed TIG arc weld pools using analogue transistor power source. Oscillations of molten metal were electrically detected with the aid of accelerometer and observed by high speed photography. Arc force was also evaluated from pressure distribution of TIG arc on the water cooled copper anode.

Results obtained are summarized as follows;

- (1) It is possible to detect resonance frequency of weld pool using the measurement system of mechanical vibration, which is consisted of accelerometer and specimen attached on the beam.
- (2) Larger weld pools are found out to have lower resonance frequency in stationary pulsed TIG welding.
- (3) In the frequency range lower than the fundamental natural frequency of weld pool, amplitudes of weld pool oscillations can be evaluated through measuring the acceleration of vibration of the beam.
- (4) Arc force is almost proportional to the square of current applied. In pulsed TIG welding, molten pool is driven to oscillate by fluctuation of arc force due to plasma stream.

Key Words: Oscillation, Weld pool, Accelerometer, Resonance frequency, Pulsed TIG welding, Arc force

1. 緒 言

パルスアーク溶接においては溶接電流の変動にともなう圧力の変動によって溶融池が揺動しており、その結果ハンピングビード、トンネルビード、溶け落ちなどの有害な欠陥をもたらす場合がある¹⁾。一方、この溶融池の揺動は凝固過程にも影響を及ぼし、一部のアルミニウム合金に対しては凝固組織の微細化を促す^{2,3)}。

前報では、パルス TIG 溶接における欠陥発生や溶融池振動に周波数依存性が存在することを指摘した。一般に線形振動系における動特性は、強制振動における共振周波数を与える系の固有振動数と振動のしやすさを示す減衰係数比で表現される。従って、溶融池の動特性を明らかにするためには、振動の大きさと周期を計測する必要がある。従来より溶融池振動を定量的に扱った研

究^{4,5,6)}は少ないが、TIG アークスポット溶接の凝固中のリップル形成機構に関する Kotecki らの興味深い報告がある。高速度写真観察を通して、溶融池の振動回数と凝固リップルとの関係が議論されている。しかしながら、高速度写真は溶融池の挙動を全体的にかつ詳細にとらえることができるが、パルス条件など各種因子の影響を調べる場合、能率的な方法ではない。また、溶融池の振動にともなうアーク長の変化をアーク電圧の変化として検出する方法もある⁶⁾が、溶接中のアーク長と電圧との関係が正確に分らないため問題がある。

本報では、パルス TIG 溶接における溶融池の強制振動に着目して、その動きを振動加速度計を用いて定量的にとらえる方法を検討している。併せて、溶融池振動の駆動力に対するプラズマ気流の寄与について考察している。

2. 計 測 方 法

2.1 実験装置

Fig. 1 は溶融池の振動計測に用いた装置の構成を示す。梁の中央に振動加速度計を垂直にとりつけ、試料母

*原稿受付 昭和60年3月1日。昭和60年度秋季全国大会論文発表講演

**正 員 大阪大学工学部 Member, Faculty, of Engineering, Osaka University

***学生員 大阪大学大学院(現アイシン精機) Student Member, Osaka University

****学生員 大阪大学大学院(現ダイキン工業) Student Member, Osaka University

Fig. 1 Schematic diagram of measurement system of weld pool oscillation.

Fig. 2 Procedure of data acquisition and analysis.

板の振動を検出することにより、溶融池の振動を間接的に計測している。溶融池は多自由度系であるので、種々の振動モードで揺動するが、本装置による計測では溶融池重心の鉛直方向の振動成分を検出する。梁には電気伝導度と熱伝導度が大きい銅板を用い、実験時間が長くなっても溶接時の熱によって剛性あるいは、梁の固有振動数に変化しないよう考慮している。また、溶接による温度上昇の影響をさけるため、振動加速度計はアルミナセラミックスを介してとりつけている。

梁の振動特性は打撃法による自由振動試験と静荷重による変位の測定を行ない検定した。また横振動モードは梁の1次共振周波数以下で単一モードであることを確認している。

実験に用いた圧電型振動加速度計は BBN 製 Model 507 (感度 100 mV/G, 応答周波数 2~12000 Hz) である。

2.2 データ処理方法

Fig. 2 はデータ処理の流れを示す。振動加速度計の出力はアンプにより増幅され、ローパスフィルタ (カットオフ周波数 50 Hz, 減衰特性 -18 dB/OCT) を通してデータレコーダに記録する。データレコーダからの出力は12ビットにA/D変換され、自己共分散関数を求めて

Fig. 3 Waveform of vibration acceleration observed.

Fig. 4 Power spectrum density of vibration acceleration.

周波数分析を行なう。その後、イコライザを用いてローパスフィルタの補正を行なっている。振動計測にあたってローパスフィルタを用いた理由は、振動加速度計の感度が非常に高く、高周波数成分のノイズが入りやすいこととA/D変換時の離散化誤差として知られているエイリアシングの影響を少なくするためである。

Fig. 3 はこのようにして得られた静止アークによる振動加速度波形の一例である。正弦波電流 (250 A-50 A, 40 Hz) による溶融池振動をとらえたものであるが、振動加速度波形は入力正弦波が歪み、種々の波形が合成されている。Fig. 4 はその周波数分析結果である。実験データとして印加したパルス電流の基本調波成分の振動加速度を得るため、パワースペクトル密度とそのピークの半値幅を乗じて実効値を求めている。

上述のデータ処理による精度は、既知の矩形波、正弦波などの信号で検定し、振幅情報に対して $\pm 0.3\%$ 以内の誤差であることを確認している。

3. 計測結果

3.1 実験条件

使用した材料は 1.6 mm 厚、3 mm 厚及び 9 mm 厚の軟鋼板 (SS 41)、3 mm 厚と 9 mm 厚のステンレス鋼板 (SUS 304)、9 mm 厚の銅板である。銅板の場合、移動アークとして試料母板が溶融しない条件を選んでいる。他はすべて静止アークである。薄板 (1.6 mm 厚、3 mm

Fig. 5 Welding current waveform.

Fig. 6 Relation between effective acceleration of beam and frequency of pulsed TIG arc traveling on copper anode.

厚) の場合、裏波が形成されるので試験片と梁とは直接接触させていない。電流波形はすべて正弦波直流で Fig. 5 に示す平均電流 I_{av} と電流振幅 I_a を一定として、周波数を変えて振動加速度を計測した。静止アークとしてるので、溶融池は時間とともに形状及び大きさが変化する。振動加速度波形は点弧と同時にデータレコーダに記録し始め、振動計測時間は30秒程度である。

なお、アーク長は 3 mm とし、シールドガスにはアルゴン (20 l/min) を使用している。

3.2 実験結果

銅板を試験片とした場合、溶融池が形成されないで梁の振動特性を示すものとなる。Fig. 6 はその振動加速度計測結果である。周波数の増加とともに振動加速度も単調に増加しており、アーク力によって試験片と梁が一体となって強制振動していることが分る。梁の厚さによって剛性並びに共振周波数が異なるが、6 mm 厚の梁では 50 Hz 以下、3 mm 厚の梁で 30 Hz 以下で振動加速度は周波数の自乗に比例しており、繰り返し周波数を変えても梁の振幅は一定であることがうかがえる。

Fig. 7(a), (b) はそれぞれ 3 mm 厚の軟鋼板とステンレス鋼板を母板として用いた場合の振動加速度計測結果で

Fig. 7 Effective acceleration of beam vibrated at various frequencies of stationary pulsed TIG arc on thin plate.

Fig. 8 Effective acceleration of beam vibrated at various frequencies of stationary pulsed TIG arc on thin plate of mild steel.

ある。いずれも点弧後15秒から17秒までの2秒間の振動加速度波形を2.2に示した方法に従って、データ処理した結果である。母板が溶融すると、振動加速度は周波数に対して単調増加しない。軟鋼板では 20 Hz 付近でピーク値が存在している。一方、ステンレス鋼板では軟鋼板ほどピークが明瞭に現われていないが、15 Hz 付近で傾きの変化が認められる。これらのピーク値に対応する周波数の付近では、振動振幅が大きく、溶融池の共振周波数であると考えられる。

次に、1.6 mm 厚の軟鋼板を用いて、アーク点弧後3秒毎に分析を行ない、溶融池の大きさが振動加速度に及ぼす影響を調べた。Fig. 8 に示すように点弧後6~8秒では 35 Hz 付近にピークが現われている。点弧後9~11秒では 25 Hz 付近に低下しており、溶融池が大きくなると共振周波数が低くなることが分る。

- m_1 Mass of base metal and effective mass of beam
 m_2 Mass of molten pool
 k_1, k_2 Spring constant
 c_1, c_2 Coefficient of viscous damping
 x_1, x_2 Displacement
 P Arc pressure

Fig. 9 Calculation model for measurement system of weld pool oscillation.

4. 二質点系モデルによる解析

振動加速度計測結果をもとにして、溶融池振動の動特性を推定するため、溶融池重心を質点とみなした二質点系振動モデルを考える。すなわち、実験に使用した振動計測系を Fig. 9 に示すように溶融池と梁（試験片母板の未溶融部の質量を含む）、梁と大地はそれぞれバネとダッシュポットで結合されていると考える。 m_2 , k_2 , c_2 はそれぞれ溶融池の質量、等価バネ定数、等価粘性減衰係数である。これらは、溶融池形状、大きさ及び溶融金属の表面張力、粘性に関係すると考えられる。 m_1 は梁の実効質量と母板の質量の和で与えられる。 k_1 , c_1 はそれぞれ梁の等価バネ定数、等価粘性減衰係数である。アーク力を強制力として $P \cos \omega t$ で与えると、この振動系モデルの運動方程式は次式で示される。

$$m_1 \ddot{x}_1 + (c_1 + c_2) \dot{x}_1 - c_2 \dot{x}_2 + (k_1 + k_2) x_1 - k_2 x_2 = 0 \quad \dots\dots(1)$$

$$m_2 \ddot{x}_2 - c_2 \dot{x}_1 + c_2 \dot{x}_2 - k_2 x_1 + k_2 x_2 = P \cos \omega t \quad \dots\dots(2)$$

ただし、 x_1 ：梁の変位、 x_2 ：溶融池重心の変位、 ω ：強制力の角周波数である。式(1)、(2)から、 m_1 , m_2 , c_1 , c_2 , k_1 , k_2 , P が既知であれば、溶融池重心並びに梁の振動を計算することが可能である。梁に対する定数 m_1 , c_1 , k_1 は梁の材質、断面形状及び長さによって決定される。アークを点弧せず、あらかじめ打撃法で自由振動させ、その波形の周波数と対数減衰率から求めた。 m_2 については溶接後の断面形状を調べ、静止アークであることから軸対称で近似して体積を算出することによって求めることができる。従って、実験に用いた計測系を二質点振動モデルにあてはめる場合、 P , k_2 , c_2 が未知数となる。ただし、試験片を銅板とすると溶融池が形成されないので一質点振動系となり、未知数は P のみである。駆動力

Fig. 10 Relation between frequency and effective acceleration simulated using calculation model.

Fig. 11 Effective acceleration of beam vibrated at various frequencies of stationary pulsed TIG arc on mild steel plate.

P は Fig. 6 に示されるような梁の振動加速度 $\ddot{x}_1$ の計測結果から求めることができる。溶融池が形成される場合、振動加速度曲線には Fig. 7, 8 に示されるように梁の共振周波数 f_1 と溶融池の共振周波数 f_2 に対応する周波数付近にピークが現われるので、これらを基準にして計算することができる。すなわち f_1 と f_2 は、

$$f_1 = \sqrt{k_1/m_1}/2\pi \quad \dots\dots(3)$$

$$f_2 = \sqrt{k_2/m_2}/2\pi \quad \dots\dots(4)$$

で与えられるので、未知数は c_2 のみとなる。

Fig. 7(a) に示される実験条件に対して、上述の方法に従って計算した結果を Fig. 10 に示す。計算値は $f_2=64$ Hz, $f_2=20$ Hz, $P=650$ dyne に設定し、 c_2 をパラ

Table 1 Numerical values used for calculation of weld pool oscillation.

Material	Dimension (mm)	Beam thickness (mm)	Welding I _{av} (A)	current I _a (A)	m ₁ (g)	m ₂ (g)	k ₁ (dyne/cm)	k ₂ (dyne/cm)	c ₁ (dyne·sec/cm)	c ₂ (dyne·sec/cm)	P (dyne)
Copper	50x100x9 50x100x9	3 6	150 150	100 100	900 1290	---	9.22x10 ⁷ 3.58x10 ⁸	---	875 6000	---	1000 900
Mild steel	50x60x1.6 50x60x3 50x60x3 50x60x9 50x60x9	3 3 6 3 3	75 125 125 150 250	50 40 40 100 150	533 563 993 664 634	0.96 2.28 2.32 1.15 3.19	9.22x10 ⁷ 9.22x10 ⁷ 3.58x10 ⁸ 9.22x10 ⁷ 9.22x10 ⁷	23700 34000 40000 18200 154300	875 875 6000 875 875	50 70 70 60 350	300 650 650 1300 3200
Stainless steel	50x60x3 50x60x9 50x60x9	3 6 3	125 150 250	40 100 50	567 1100 674	4.55 1.69 5.41	9.22x10 ⁷ 3.58x10 ⁸ 9.22x10 ⁷	40000 106800 133500	875 6000 875	250 400 700	550 1600 800

Fig. 12 Frequency characteristics of weld pool oscillation.

メータとしている。なお、駆動力 P は銅板の試験片母板で求めた値を参照して決定しているが、計算にあたっては c_2 とともに変数として扱っている。これは、溶融池の形状や大きさによってアーク形状や電流分布が変化し、アーク圧力分布も銅板上の場合とは異なると考えられるからである。

Fig. 10 において c_2 を大きくすると f_2 付近でのピークがなくなり、銅板の場合に近づいている。すなわち、溶融池の粘性減衰係数が大きい場合、溶融金属の振動はほとんど起らず、溶融池は母板、梁とともに同位相で運動することになる。一方、 c_2 を小さくすると f_2 付近で鋭いピークをもつ曲線となる。ここでは、 $c_2 = 70$ dyne·sec/cm とした場合を二質点系モデルによる推定値としている。周波数が 30 Hz よりも低い領域で実験値と比較的良く一致している。しかし、溶融池の共振周波数 f_2 よりも高い周波数領域において、推定値は実験値よりも低く計算されている。このような傾向は他の実験条件においても一部みられ、極端な例では Fig. 11 に示すように梁の共振周波数よりも低い周波数域で溶融池の共振周波数と考えられるピークが 2 つ現われるものもある。Fig. 11 の場合、Fig. 7(a) と試験片並びに溶接条件が同一であるが、振動実験に使用した梁が異なる。すなわち、梁の厚さが 6 mm であるので感度は低下するが、より高い周波数領域まで検出できる。従って、3 mm 厚の軟鋼

Fig. 13 Typical frames picked up from high speed motion photography (400 frames/sec) of weld pool behavior of thin plate.
(Sinusoidal wave $I_{av} = 125A$, $I_a = 40A$, $f = 20$ Hz, Mild steel plate 3 mm)

板の静止アークによる溶融池（点弧後 15～17 秒）には 20 Hz 付近と 50 Hz 付近に共振周波数が存在することになる。このことは溶融池が連続体であり、振動モード数多く存在するため、実験範囲内で複数個の共振周波数が含まれ、振動加速度に影響することを意味している。

以上から二質点系振動モデルは実験結果を完全に表現することができるとはいえないが、溶融池が最も低い共振周波数以下の周波数領域における振動の推定には有効であると考えられる。各実験条件に対して二質点系モデルを適用して求めた定数を Table 1 に示す。

Fig. 12 は Fig. 7(a), (b) に対応する実験条件について二質点系モデルから推定した溶融池重心の振幅の周波数特性である。同一の電流波形（正弦波電流 $I_{av} = 125A$, $I_a = 40A$ ）で母板材質の影響を比較している。10 Hz 以下においてはいずれの材質でも振動振幅は 0.2 mm 程度で周波数によらず一定である。15～30 Hz の共振周波数付近では軟鋼の場合、ステンレス鋼に比べて振幅の増大が著しい。このように母板材質の違いにより振動状況が異なることが推定される。

Fig. 14 Oscillation of weld pool bottom of thin plate.

5. 考 察

5.1 高速度写真による溶融池振動の観測

3 mm 厚の軟鋼板の裏面を真横から高速度写真撮影し、溶融池底部の振動状況を調べた。併せて、実験で用いた振動加速度計測系に対する二質点振動モデルの妥当性を検討する。

Fig. 13 は平均電流 $I_{av}=125\text{ A}$ 、電流振幅 $I_a=40\text{ A}$ 、周波数 20 Hz の正弦波電流を適用したときの溶融池底部の時間的変化を示す。溶融池は電流変化に追従して、上下に振動していることが分る。これらの写真から試験片裏面を基準として溶融金属底部までの変位を測定し、振幅特性を調べた。Fig. 14 に示すように溶融金属底部の振動波形は、ほぼ正弦波形を呈している。しかし、平均電流と電流振幅を一定としても周波数により振幅が異なる。周波数 20 Hz では 5 Hz の場合に比べて振幅が大きく共振状態を呈している。なお、溶融池底部の変位の時間的平均値は周波数によらず一定であった。

このようにして高速度写真観察より求めた溶融池底部の振動振幅と二質点系モデルより推定した溶融池重心の振幅を比較する。Fig. 15 において実線で示しているのは同一の実験条件で振動加速度計測を行ない、4 章に述べた方法に従って計算した振幅の周波数特性である。高速度写真による測定値は溶融金属裏面の変位振幅であるのに対して、二質点系モデルによる推定値は溶融池重心の振幅であるが、両者は定量的によく一致している。これは薄板であるので溶融池裏面と重心のそれぞれの変位がほぼ等しいことによると考えられる。共振周波数を超える周波数領域では高速度写真による観測値が計算値よりも大きくなっている。このことは振動加速度実測値においても高周波側で二質点系振動モデルとのズレ（実測

Fig. 15 Frequency characteristic of weld pool oscillation.

値の方が推定値よりも大きい) がみられることと矛盾しない。溶融池裏面を詳細に観察した結果、周波数が高くなると高次モードの振動が生じていることを確認した。従って、二質点系振動モデルは溶融池がもつ最低次の共振周波数以下の周波数領域において実験結果を反映しており、梁の振動加速度データから溶融池の振動状況を推定し得ることを示している。

5.2 溶融池振動の駆動力

アーク力にはプラズマ気流による動圧、溶融池内を流れる電流による電磁力、溶融池へ飛び込む溶滴の衝撃力などが含まれる⁸⁾。ここではアーク圧力分布の測定結果から導出した力と振動加速度計測を通して求められる力を比較して、パルス TIG 溶接の溶融池振動駆動力に寄与するプラズマ気流の影響を検討する。

5.2.1 アーク圧力分布より導出したアーク力

アーク圧力分布からアーク力（一方向成分） f を算出する場合、圧力分布を $P(x, y)$ とすると、

Fig. 16 Evaluation of arc force from pressure distribution.

Fig. 17 Relation between arc current and arc force evaluated from arc pressure of TIG arc on water cooled copper anode.

$$f = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} P(x, y) dx dy \quad \dots (5)$$

で求めることができる。そこで、0.7 mm 径の圧力孔をもつ水冷銅板上で完全直流 TIG アークを発生させ、圧力分布を測定した。測定方法並びに精度は前報に述べた通りである¹⁾。さて、(5)式の積分操作を実行するため、Fig. 16 に示すように x 方向に 0.5 mm 間隔で y 方向の圧力分布を測定した。なお、アーク圧力分布を軸対称のガウス分布であると仮定した場合、本方法により得られるアーク力の実験誤差は最大 15% に見積られる。

このようにして圧力分布から求めたアーク力（アーク長 3 mm）を Fig. 17 に示す。プラズマ気流によるアーク力は電流値の自乗に比例している。

5.2.2 振動加速度より求めたアーク力

振動加速度計測結果を二質点系モデルで解析すると溶融池振動の駆動力が得られるが、これはアーク力の変動振幅（交流分）である。従ってプラズマ気流のアーク力

Fig. 18 Comparison of forces evaluated from pressure distribution with those evaluated from vibration acceleration.

への寄与を検討するためには、電流変化に対応したアーク力変動の振幅を調べる必要がある。プラズマ気流による動圧は、300 Hz 程度まで十分電流波形に追従して変化する。従って正弦波直流の場合、Fig. 17 から最大電流と最小電流に対応したアーク力を読みとることによって変動振幅を求めることができる。Fig. 18 に振動加速度より求めた駆動力 P (Table 1 に示す) とアーク圧力分布から導出したアーク力を比較して示す。両者の相関性はきわめてよく、パルス TIG 溶接における溶融池振動の駆動力はプラズマ気流の動圧によってほぼ決定されていると考えられる。

6. 結 言

試験片母板の振動加速度計測を行なうことにより、パルス TIG 溶接における溶融池の振動特性と振動の駆動力に対するプラズマ気流の寄与について検討した。

以下、得られた結果を要約する。

- (1) 適当な寸法、質量の試験片母板と梁を組み合すると、パルス TIG 溶接における溶融池振動は、振動加速度計を用いて計測することが可能である。
- (2) 溶融池の共振周波数は、溶融池が大きくなるにつれて低下する。
- (3) 溶融池振動計測系に対する二質点振動モデルは、溶融池のもつ最も低い共振周波数よりも低い周波数領域で有効である。
- (4) アーク力は電流値の自乗にほぼ比例する。パルス TIG 溶接における溶融池振動の駆動力は、主としてプラズマ気流による動圧である。

実験の遂行に際して大阪大学学生の牧野宏君に協力頂いた。記して謝意を表する。

参 考 文 献

- 1) 丸尾, 平田; パルス TIG 溶接におけるビード形成現象, 論文集3-2 (1985)
- 2) J. G. Garland; Weld pool solidification control, Metal Construction April (1974)
- 3) 丸尾, 平田, 草野, 岡野; パルス TIG 溶接における溶融池振動現象, 第67回溶接アーク物理委資料 (1982)
- 4) D. J. Kotecki, D. L. Cheever and D. G. Howden; Mechanism of ripple formation during welding solidification, Weld. J. 51-8 (1972)
- 5) 二俣, 榎, 井上, 丸尾, 荒田; 溶接アーク音に関する研究(第4報) 溶学誌, 49-12 (1980)
- 6) R. J. Renwick and R. W. Richardson; Experimental Investigation of GTA Weld Pool Oscillations, Weld. J. February (1983)
- 7) 例えば日野; スペクトル解析, 朝倉書店
- 8) 内田; アルゴン溶接におけるアーク力の測定, 溶学誌, 29-6 (1960)

ティグ溶接によるステンレス薄鋼板の高速片面溶接*

安田 克彦**, 神馬 敬***, 恩沢 忠男****

High Speed One-side Welding of Thin Stainless Steel Plate Using TIG Welding Process*

by Katsuhiko Yasuda**, Takashi Jimma*** and Tadao Onzawa****

The high speed one-side welding of thin stainless steel using TIG welding method is applied to the pipe production widely. In this paper, the bead formation and the welding stability under above mentioned process are investigated.

The stability for one-side welding of butt joint is pertinent to the undercut bead formation. Highly stable one-side welding without undercut is established by inhibiting metal flow toward the freezing side. For this purpose, it is more effective to hold forward torch angle and to use knife edge electrode dispersing the arc force. Especially, using knife edge electrode with forward torch angle, stable one-side welding of 0.2-0.4 mm thick plate under 15 m/min is possible easily.

Key words: High speed one-side welding, Thin stainless steel, TIG welding, Pipe production, Undercut bead, Knife edge electrode, Forward torch angle, Arc Force

1. 緒 言

溶接管の製造は、冷間ロール成形・溶接・矯正工程がタンデムに直結された塑性加工と溶接の二つの加工の複合である。このうち、塑性加工のみについては高速生産が可能であり、造管速度を上げるにはできる限りの高速溶接が必要となる。普通鋼管については高周波溶接電縫管が広く利用され生産速度毎分 250 m の例もあるが、配管用のステンレス薄肉溶接管などでは、製品内面の仕上がり品質の制限から、ティグ溶接などの方法による高速片面溶接が行われており生産速度は毎分10数 m 程度

である。

従来から、ティグやミグなどの溶接法による高速溶接でのビード形成現象に関しては数多くの研究がなされ報告されているが¹⁻³⁾、薄板の高速片面溶接についての報告は少ない⁴⁾。本報では、管製造で多く見受けられるティグ溶接によるステンレス薄鋼板の高速片面溶接（以後、高速溶接とする）に関し、ビードオンプレートによる片面溶接並びに突合せ継手の片面溶接を行い、高速溶接条件での片面溶接現象の検討と共に良好な片面溶接継手を得る方法を検討した。

2. 供試材及び実験方法

本実験に使用した材料は、板厚 0.2~3.0 mm の市販の SUS 304 ステンレス鋼で、主に検討した材料の化学成分を Table 1 に示す。なお、板厚 1 mm のものについては、組成のわずかな違いが高速溶接現象にどのような

*原稿受付 昭和60年2月25日 昭和60年度秋季全国大会論文発表講演

**正 員 職業訓練大学校 Member, Institute of Vocational Training

*** 東京工業大学 Tokyo Institute of Technology

****正 員 東京工業大学 Member, Tokyo Institute of Technology