

# 237 薄板の直流ティグ溶接ビード表面に生ずるビード波について (1)

(第1報) 正極性溶接の場合

前早稲田大学大学院  
前早稲田大学大学院  
前早稲田大学大学院  
前早稲田大学大学院

中根 金作  
立石 良之  
山田 政孝  
須藤 邦彦

## 1. まえがき

アーク溶接部のビード表面には、通常ビード波と呼ばれる波状の細かな起伏が認められる。本研究では、ビード波生成の基礎的研究として、直流ティグ溶接(溶加材なし、供試材 SUS304 板厚 2mm)におけるビード波生成機構を解明することを目的とする。

## 2. 溶接条件および実験方法

実験の主な溶接条件：溶接機：三相全波整流型直流アーク溶接機、極性：正極性、溶接電流：60~120 A、アーク電圧：8~18 V、溶接速度：3~140 cm/min、電極：Th-W  $\phi$ 1.6、アーク長：約 2 mm、Arガス流量：25 l/min、溶接法：母材走行型ビードオンプレート溶接、供試材：SUS304 2mm板、以上の条件で溶接し、図-1に示す特殊トーチを使用して溶融池直上から高速度カメラ等により直接観察を行なった。またビードの酸化を防ぐため、アフターシールドおよびバックシールドを行ない、供試材は冷却銅板の上に固定した。裏まで溶込む場合は冷却銅板を全部密着させた場合(ON)およびその一部がくり抜かれていて、供試材と密着しない場合(OFF)について実験した。

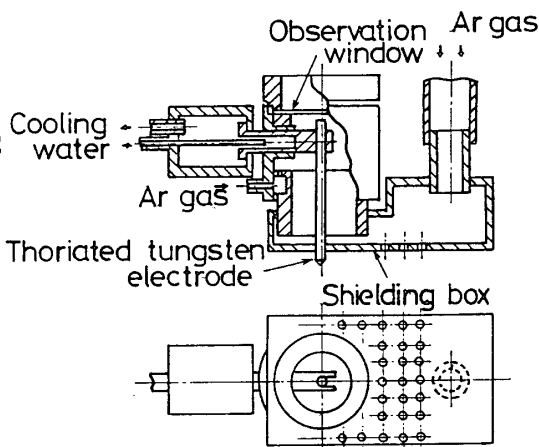


図-1 特殊トーチ

## 3. 実験結果および考察

### 3.1 SP 全面マクロ波に関して

SP 全面マクロ波には大別して二つのタイプがある。冷却銅板が非密着型のときに見られる不規則的な波と、冷却銅板が密着型のときに見られる規則的なきれいな波である。不規則的な波の場合は、アークが左右後方へ揺動し、このアークのあばれにより溶融池内の溶融金属が凝固壁

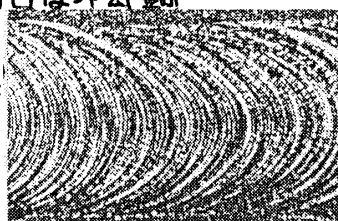


図-2 全面マクロ波 2mm  
SP-80A-3 cm/min

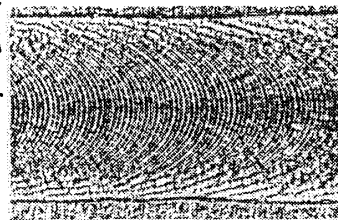


図-4 面波共存 0.5mm  
SP-80A-50 cm/min

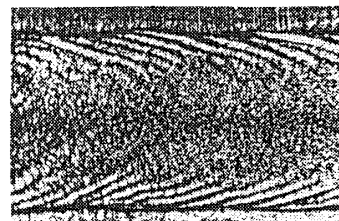


図-3 サイドマクロ波 1mm  
SP-80A-15 cm/min

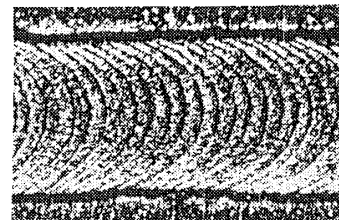


図-5 全面ミクロ波 0.3mm  
SP-80A-140 cm/min

に押し上げ押し下げられ、凝固固定されたことがこのタイプのマクロ波の生成原因であると思われる。次に規則的なマクロ波の生成機構をまとめると図6のようになる。まず(1)で溶融池後端中央部が最初に隆起して次に左右に成長していき(2)、一

波前の波よりもわずかに長く成長し(3)、最後に両端が縮み既存の波と同じ長さになる(4)、この時の溶融池内部のメタルの流動は図-7のように、溶融池後端P点に向かって流れる。P点は凝固前線近傍であるためこの位置に最初にマクロ波が生成されて次々に時間的遅れにより左右に成長が進み、ビード側端部まで成長が完了すると同時に次のマクロ波形成のためのメタルの押し上げによりビード側端部がオーバーフローされて若干消失すると思われる。これは消失した部分のセル組織の成長方向が不連続であることから納得できる。

### 3.2 SPサイドマクロ波に関して

SPサイドマクロ波とは、SP全面マクロ波においてビード中央部のマクロ波が消失して、ビード側縁部のみに残存する図-3に示すような波である。この波の生成機構を図-6に示す。両サイドのマクロ波は、それぞれビードの中央部に近い端からビードサイド部へと成長する。基本的にはSP全面マクロ波生成機構と同じである。ところが、SP全面マクロ波生成速度域よりも速い速度域であるため、組織的過剰が増大し溶融池内部に等軸晶が発生し、このため溶融池内部のみかけの粘性が増大してアークによる溶融金属のビード中央凝固壁への押し上げ押し下げが妨げられるため、ビード中央部にマクロ波が生成されない。また SPサイドマクロ波の左右両側の波の生成個数は必ずしも一致せず、左右の波が同時に生成されず交互に生成されることもあり、左右の波の生成は左右独自に行なわれているようである。

### 3.3 全面ミクロ波に関して

SPサイドマクロ波が生成される速度域より速い速度域になると、ビード中央部に溶接機の三相全波整流波形の脈動(300 Hz)に対応したミクロ波が出現してくる。このような波を両波共存と呼び(図-4)、このミクロ波のみがビード全面をおおったものを全面ミクロ波(図-5)と呼ぶ。ミクロ波が出現するのはサイドマクロ波よりも速い速度域であり、溶接速度の増加に伴ない溶融池は縮小する。そのためミクロ波の生成原因と考えられる三相全波整流波形の脈動による電磁圧力の変動を着実に溶融池後方に伝達することが可能となる。また 溶接速度の増加に伴ない、溶融池後方凝固壁の凝固速度が増加する。つまり凝固能力が向上するためミクロ波を着実に固定できると考えられる。

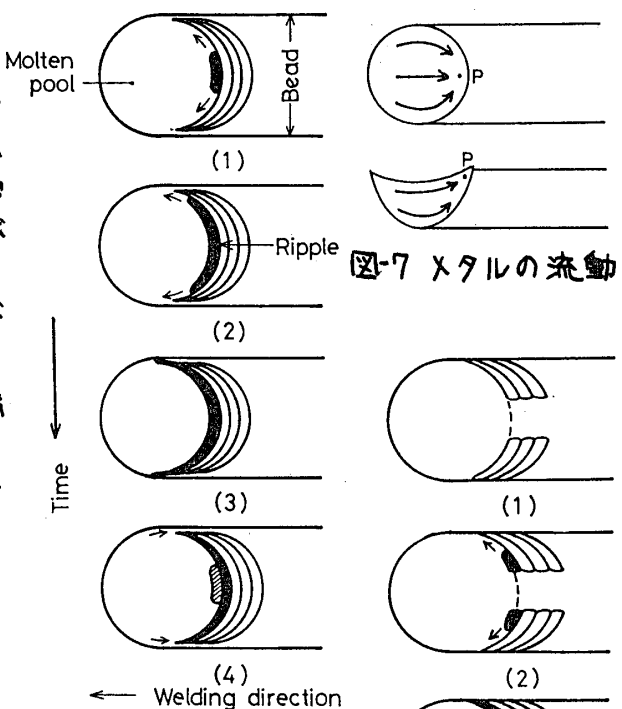


図-7 メタルの流動

図-6 SP全面マクロ波生成機構

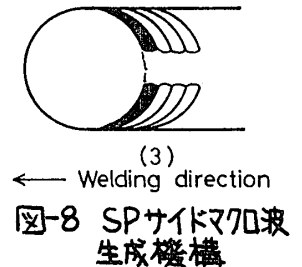


図-8 SPサイドマクロ波生成機構