

331 湿式水中プラズマ溶接における溶加材送給量について

金属材料技術研究所

 〇福島 孟
 福島 貞夫
 衣川 純一

1. 緒言

既に、筆者らは $10 \text{ kgf/cm}^2 \text{G}$ の水圧下における湿式水中プラズマ溶接について、多層溶接継手の作製を目標とした一連の実験結果を報告した。^{1), 2), 3)}

本報では、溶接速度ならびに溶加材送給量が溶接金属の形状に与える影響と、その際の溶融効率ならびに溶接部の二つの性質について検討した結果を述べる。

2. 実験と結果

本実験に用いたプラズマトーチの諸元は、グループ溶接においてアーク長を確保するため、ノズル先端の外径を 10 mm として頂角 80° 長さ 6 mm のテーパ加工を施した以外は既報³⁾と同一である。溶接条件も、スタンドオフ（ノズル先端と母材表面との間隔）を 2 mm 、溶接速度を $5 \sim 18 \text{ cm/min}$ 、溶加材送給量を $1.9 \sim 5.4 \text{ g/cm}$ 溶接長の範囲で変化させたほかは既報³⁾と同じとした。供試母材は板厚 19 mm のJIS-SM41A鋼を幅 25 mm 、長さ 150 mm に切り出し、長さ方向に深さ 8 mm の底部に 2 mm の幅を有する開先角度 90° の逆台形溝が加工してある。溶加材は直径 1.6 mm の炭酸ガスアーク溶接用ワイヤとした。なお、溶接は $26 \pm 4^\circ \text{C}$ の加圧水道水中で下向きで行った。

2.1 マクロ組織 写真1は、プラズマアーク電流を 150 A に、溶加材送給量を 3.2 g/cm に一定し、溶接速度を変化させて得られた溶接部横断面マクロ組織の例である。溶接部は完全に融合しており、アンダカットや気孔の発生もみられない。また、溶接速度を増すと溶込み深さが浅くなる傾向を示している。

2.2 溶接金属断面積および溶融効率 プラズマアーク電流を 125 A に一定して溶接速度と溶加材送給量を変化させた場合の総入熱（プラズマジェットの電気入力とプラズマアークの電気入力の和）、溶込み深さ、溶接金属断面積および希釈率を表1に示す。同一溶接速度下で溶加材送給量が増すと総入熱はやや減少する傾向が認められるものの、その影響は僅かであると判断される。また、この場合、溶接金属量も減少の傾向にあるがその程度は緩やかである。しかし、溶着金属量が増えるため、希釈率の変化にみられるように母材の溶融量は著しく減少する。このことは僅かな溶加材送給量の制御により母材の溶込み深さを変化させうることを示している。一方、同一の単位溶接長さあたりの溶加材送給量のもとで溶接速度を変化させ

溶接速度: 5 cm/min 溶接速度: 7 cm/min 溶接速度: 9 cm/min

プラズマアーク電流: 150 A 、溶加材送給量: 3.2 g/cm 、水圧: $10 \text{ kgf/cm}^2 \text{G}$

写真1 溶接部の横断面マクロ組織の例

た場合には、溶接金属量、希釈率ともに減少するがその程度は前者の場合ほどきびしくはない。

図1は、母材および溶加材の溶融に使われた熱量 E_b 、 E_d を、溶融池温度を1750℃と仮定して、それぞれの溶融断面積をもとに算出して示したものである。また同時に、総入熱 E_t に対するそれぞれの熱量の比を溶融効率 $Z_b = (E_b/E_t) \times 100$ 、 $Z_m = (E_b + E_d/E_t) \times 100$ として示した。熱量 E_b 、 E_d はそれぞれの溶融断面積に対応するものであり、従って同図は表1についての前述の傾向をも示している。さて、溶融効率 Z_m は溶加材送給量が増しても殆んど変化しないが、溶接速度が増すと大となっている。一方、母材に対する溶融効率 Z_b は溶加材送給量が増すと直線的に低下する。また溶接速度の影響はその低下の割合に現われているように思われる。

2.3 溶接部の性質 表2は、単位溶接長さあたりの溶加材送給量を一定とし溶接速度を変化させた場合の溶接金属の平均硬さと熱影響部の最高硬さを示したものである。溶接金属の平均硬さは溶接速度の増加に伴い上昇するが、ある速度以上になるとその値は一定値を示す。また、熱影響部の最高硬さはいずれの溶接速度においてもHv410以上となっており顕著な差は認められない。

その他、溶接金属の化学組成の変化、継手の引張強さについても述べる予定である。

3. 結 言

本実験の結果から、多層溶接を行う場合、溶接速度および溶加材送給量を適宜に選択することは、各パス溶接金属の諸性質を調整する有効な手段であるといえる。

- 1) 福島ほか：溶接学会全国大会講演概要 第20集（昭52），192
- 2) 福島ほか：溶接学会全国大会講演概要 第22集（昭53），196
- 3) 福島ほか：溶接学会全国大会講演概要 第24集（昭54），222
- 4) NILES, R.W. & JACKSON, C.E. : Welding J. 54-1 (1975), 25S

表1 総入熱および溶接金属形状の変化

溶接速度 (cm/min)	溶加材 送給量 (g/cm)	総入熱 (kJ/cm)	溶込み深さ (mm)	溶接金属 横断面積 (mm ²)	希釈率 (%)
5	2.2	136.5	2.8	58.0	51.2
	2.7	130.5	2.0	53.0	30.5
	3.4	124.5	0.3	48.5	9.7
	3.6	126.0	0.0	50.5	8.9
7	2.2	96.4	3.0	55.7	43.5
9	2.4	72.6	1.0	47.5	32.9

プラズマガス：Ar 2.5 L/min

プラズマジェット電流：100 A，プラズマ7電流：125 A

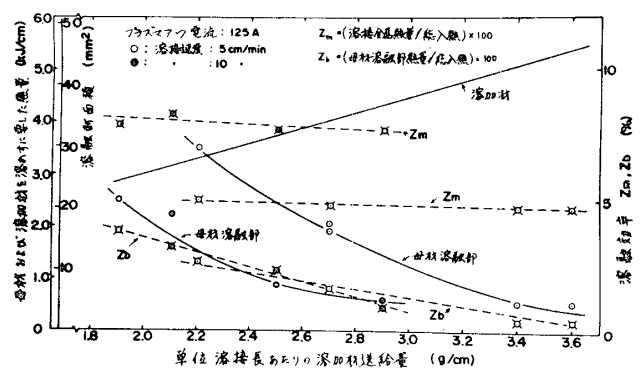


図1 溶加材送給量と投入熱量・溶融効率の関係

表2 溶接金属および熱影響部の硬さ (Hv1kg)

プラズマ7電流 (A)		溶 接 速 度 (cm/min)				
		5	6	7	9	14
125	W.M.	308	325	377	—	378
	HAZ	419	446	446	—	453
150	W.M.	270	—	301	365	372
	HAZ	453	—	460	439	446

溶加材送給量：2.5 g/cm (125A), 3.2 g/cm (150A)