

## 溶接入熱とパス数の関係 (その7: フラックス入りワイヤへの適用)

フラックス入りワイヤ 入熱量 溶着速度  
溶着断面積 溶接パス数 算定式

正会員 ○ 廣重 圭一 \*1 同 加賀美安男 \*2  
同 藤田 哲也 \*3 同 竹内 秀紀 \*4  
同 松浦 知樹 \*5 同 後藤 和正 \*6  
同 小倉 裕之 \*7 同 鈴木 励一 \*8

### 1. はじめに

溶接パス数と溶接入熱には相関があることが知られており、溶接パス数を規制することで所定の入熱量以内に管理する手法が現在行われている。筆者らは、これまでの報告<sup>1)~4)</sup>で、溶接入熱等の溶接条件から溶接パス数を推定する算出方法を提案した。

前報(その6)では、フラックス入りワイヤによりビードオンプレート試験を実施し、電流と溶着速度の関係を求めた。

本報では、フラックス入りワイヤを用いた場合の溶接パス数の算出方法の適用可能性について検証する。具体的には、立向姿勢によるフラックス入りワイヤを用いた溶接施工を実施すると同時に、前報で求めたフラックス入りワイヤの電流と溶着速度の関係式を用いて、これまでの報告<sup>1)~4)</sup>で提案した算出方法により溶接パス数を算出し、試験パス数と施工パス数を比較することとした。

### 2. 溶接パス数の算出方法

溶接パス数の算出方法を以下に示す。1パスあたりに溶接で開先を埋める断面積、いわゆる溶着断面積を $S(\text{cm}^2)$ 、開先断面積を $A_g(\text{cm}^2)$ 、余盛り面積を $A_r(\text{cm}^2)$ とすると、溶接パス数 $N_{\text{pass}}$ は(1)式で計算できる。

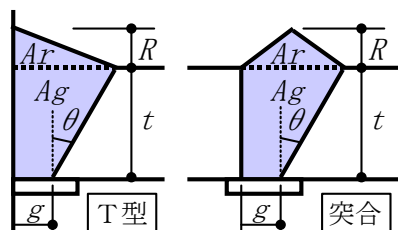


図1 開先と余盛の断面図

$$N_{\text{pass}} = (A_g + A_r) / S \quad \dots (1) \text{式}$$

溶着断面積 $S(\text{cm}^2)$ は、入熱量 $H(\text{J/cm})$ 、電流 $I(\text{A})$ 及び電圧 $V(\text{V})$ の関数として(2)式で求める事ができる。 $DR(\text{g/min})$ は溶着速度、 $\rho(\text{g/cm}^3)$ は溶着金属の比重である。

$$S = \frac{H}{I \times V \times 60} \times DR \times \frac{1}{\rho} \quad \dots (2) \text{式}$$

ここで、溶着速度 $DR$ は(3)式に示すように、実験式として電流 $I$ の一次関数で求められる<sup>1)</sup>。前報により、フラックス入りワイヤを用いても一次関数で高い相関があることが明らかになっている。定数 $a, b$ は表1に示すように、前報で求めた近似式の値を使用し、ワイヤ銘柄ごとに設

定した。

$$DR = a \times I + b \quad \dots (3) \text{式}$$

以上の算出式により、溶接パス数を算出する。

表1 近似式の定数

ワイヤ銘柄	50S	50D
ワイヤ径	1.2mm	
突出し長さ	20mm	
定数 a	0.39	0.42
定数 b	-32	-32

### 3. 溶接施工試験方法

試験体は、溶接長さを30cm、板厚を25mmとした裏当金付きレ形開先(開先角度 $35^\circ$ 、ルートギャップ7mm)の突合せ継手の完全溶込み溶接とした。溶接姿勢は、立向及び下向について実施した。溶接は炭酸ガスシールドアーク溶接法とし、ワイヤ突出し長さを固定できる簡易自動溶接装置を用いて溶接を行った。溶接電源は、デジタル制御式とした。溶接の諸条件を以下に示す。

試験体(鋼板): SN490B(JIS G 3136), 板厚 25mm

溶接ワイヤ: 490N/mm<sup>2</sup>級フラックス入りワイヤ 2 銘柄

T49J0T1-1CA-UH5 (JIS Z 3313)

T49J0T1-1CA-U (JIS Z 3313)

ワイヤ径: 1.2mmφ 溶接姿勢: 立向及び下向

ガス流量: 25 l/min

突出し長さ(チップ先端~母材間距離): 20mm

設定溶接条件は、V3, V7, A6の3条件とした。設定溶接条件の詳細を表2に示す。入熱量の条件は、立向姿勢は30kJ/cmと40kJ/cmの2条件とし、下向姿勢は40kJ/cmの1条件とした。各パスの溶接は、同じ溶接条件で行った。溶接施工試験の測定項目として、電流はクランプメータ、電圧はチップ母材間で測定し、データを電子データとし

表2 設定溶接条件

溶接条件	溶接姿勢	電流	電圧	溶接速度	入熱量	パス間温度
		A	V			
V3	立向	230	27	12.5	30	250
V7	上進	230	27	9.5	40	350
A6	下向	280	32	13.5	40	350

て取り込んだ。パス間温度は溶接線中央部の開先から10mmの位置に熱電対を設置して測定した。溶接後、溶接線の中央付近から断面マクロ試験片を採取し、マクロ面の観察を行うこととした。

#### 4. 溶接施工試験結果

溶接試験における溶接条件の結果を表3に示す。実施溶接条件は、設定値に近い値が得られた。入熱量は平均電流及び平均電圧から求めた。パス間温度の最高値は、設定値に近い値となった。溶接パス数は、入熱量30kJ/cmでは7パス、入熱量40kJ/cmでは6パスであった。溶接部から採取したマクロ試験体を写真1に示す。表3によるパス数や積層の状態を確認することができる。

表3 溶接条件の結果

溶接材料	溶接条件	積層	パス数	平均電流	平均電圧	溶接速度	入熱量	パス間温度最高値
				A	V	cm/min	kJ/cm	℃
50S	V3	5	7	230	27.0	12.5	29.8	230
	V7	6	6	230	27.0	9.5	39.2	346
	A6	6	6	282	32.2	13.5	40.3	340
50D	V3	5	7	229	27.0	12.5	29.6	228
	V7	6	6	229	27.0	9.5	39.1	336
	A6	6	6	281	32.3	13.5	40.3	326

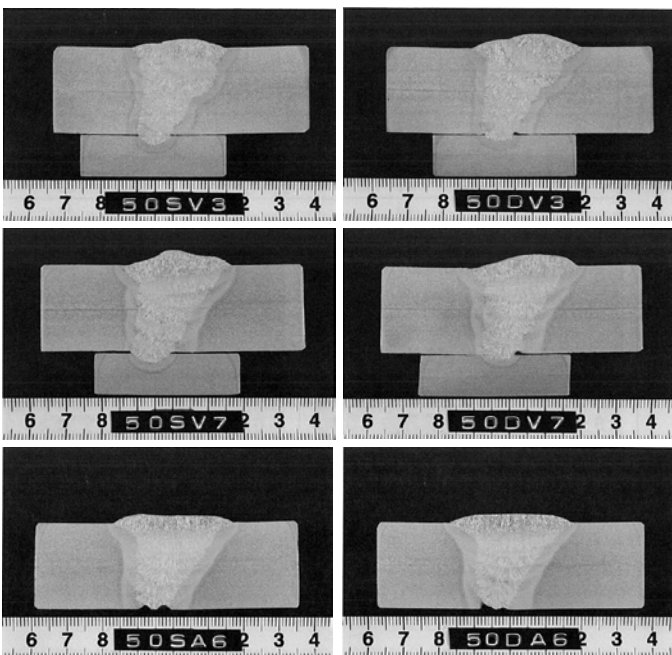


写真1 マクロ試験結果

#### 5. 算出方法の検証結果

表3の溶接条件をもとに、2による算出方法により溶接パス数を算出した。溶接パス数の算出結果を表4に示す。

余盛り面積  $A_r$  は、写真1のマクロ試験体による試験体断面写真から算出した面積を用いた。算出パス数と施工パス数との比は、0.90~1.06の範囲であった。ワイヤ銘柄、溶接姿勢、入熱量などの溶接条件が変化しても、算出パス数は施工パス数といずれもほぼ一致した。その6では、電流と溶着速度の関係を下向溶接の試験から求めたが、この関係を用いて立向溶接のパス数も良好に算出できた。

これらの結果から、提案した溶接パス数の算出方法により溶接パス数を予測できる可能性が高いことが明らかになった。なお、本算出方法を精度良く適用するためにはさらに以下が必要と考える。

①電流と溶着速度の関係は、フラックス入りワイヤとソリッドワイヤで異なり、かつ銘柄でも異なるので、この関係を基礎実験によりワイヤ銘柄ごとに求めること。

②本報の範囲ではワイヤ突出し長さを20mmで固定した限られた条件での検証であったことから、実施工データにより立向姿勢のワイヤ突出し長さの実態を検証すること。

表4 溶接パス数の算出値と実測値の比較

溶接材料	溶接条件	鋼種	ワイヤ	板厚	余盛り面積 $mm^2$	算出パス数	施工パス数	算出 / 施工
50S	V3	490 N/mm <sup>2</sup> 級	T49J0T1 -ICA-UH5	25	41.9	7.4	7	1.06
	V7				74.1	6.0	6	1.00
	A6				54.3	6.1	6	1.02
50D	V3		T49J0T1 -ICA-U		77.7	7.2	7	1.03
	V7				66.9	5.4	6	0.90
	A6				66.7	5.7	6	0.95

#### 6. まとめ

本報では、昨年までに報告したソリッドワイヤによる溶接パス数の算出方法が、フラックス入りワイヤに適用できるのかを溶接施工試験にて検証した。

検証の結果、フラックス入りワイヤの銘柄ごとに電流と溶着速度の関係を求める基礎試験が必要ではあるが、溶接パス数の算出方法がフラックス入りワイヤでも適用できる可能性が高いことが明らかとなった。

#### 参考文献:

- 1) 廣重ら;溶接入熱とパス数の関係その1;日本建築学会学術講演梗概集 2011年
- 2) 藤田ら;溶接入熱とパス数の関係その2;日本建築学会学術講演梗概集 2011年
- 3) 廣重ら;溶接入熱とパス数の関係その3;日本建築学会学術講演梗概集 2012年
- 4) 藤田ら;溶接入熱とパス数の関係その4;日本建築学会学術講演梗概集 2012年
- 5) 廣重ら;溶接入熱とパス数の関係その5;日本建築学会学術講演梗概集 2013年

謝辞:本研究は AW 検定協議会研究評価委員会 WG18 として実施した。試験に際して、ご協力を頂いた各位に謝意を表する。

- |                   |                |                              |                            |
|-------------------|----------------|------------------------------|----------------------------|
| *1 (株)類設計室        | *5 (株)安藤・間     | *1 Rui Sekkeisitsu.Co.Ltd.   | *5 Hazama Ando Corporation |
| *2 (株)日建設計        | *6 大成建設(株) 修士  | *2 Nikken Sekkei             | *6 Taisei Corporation.,Mr. |
| *3 (株)日本設計 博士(工学) | *7 清水建設(株)     | *3 Nihon Sekkei Inc., Dr.Eng | *7 Shimizu Corporation     |
| *4 (株)安井建築設計事務所   | *8 (株)神戸製鋼所 修士 | *4 Yasui Architects,INC      | *8 Kobe Steel, Ltd.,Mr.    |