

溶接入熱とパス数の関係

(その 10 : 溶接施工記録による検証)

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 後藤 和正 *2
 同 加賀美安男 *3 同 藤田 哲也 *4
 同 竹内 秀紀 *5 同 鈴木 励一 *6

1. はじめに

溶接パス数と入熱量（電流×電圧／溶接速度）には相関があることが知られている。この関係を利用し、所定の入熱量以内に管理するために、溶接施工における溶接パス数の下限（管理溶接パス数）を定めることが現在行われており、溶接部の機械的性能を担保する実用的手段とされている。この溶接条件と溶接パス数の関係については、施工試験を行った実績に基づき定められているのが実状である。施工試験を行うことなく、管理溶接パス数を溶接条件の設定のみで算出できれば有用であると考える。

筆者らは、溶接入熱などの溶接条件から溶接パス数を推定する算出方法の提案及び検証を行ってきた。¹⁾ これまでにソリッドワイヤによる下向姿勢及び横向姿勢の溶接について算出式を確立し、現在フラックス入りワイヤを用いた立向姿勢の溶接について検討を行っており、昨年までに算出式を提案した。本年は、フラックス入りワイヤによる立向き溶接の実施工における溶接施工記録を用いて、この溶接パス数の算出方法の検証を行った。

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パスあたりの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 $A_g(\text{cm}^2)$ 、余盛面積を $A_r(\text{cm}^2)$ とすると、溶接パス数 N_{pass} は(1)式で計算できる。

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

溶着断面積 $S(\text{cm}^2)$ は、入熱量 $H(\text{J}/\text{cm})$ 、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。 $DR(\text{g}/\text{min})$ は溶着速度、 $\rho(\text{g}/\text{cm}^3)$ は溶着金属の比重である。

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

溶着速度 DR はフラックス入りワイヤでは(3)式に示すような実験式（ワイヤ突出し長さ 20mm）として電力 W の一次関数で求められる。 a と b は定数であり、フラックス入りワイヤの銘柄によらず一定である。

$$DR = a \times W + b \quad (a = 8.68, b = 5.10) \quad \dots (3) \text{式}$$

以上の算出式により、溶接パス数を算出する。

3. 実施工における溶接施工記録による検証

3.1 検証方法

昨年は、ワイヤ突出し長さ Ext を 20mm と仮定して溶接施工試験を実施し算出式を導き出した。本報では、実際の溶接施工時に記録した溶接施工記録を用いて、その溶接施工条件をパス数の算出式に代入して溶接パス数を

算出し、この算出したパス数（算出パス数）と実施工のパス数（実パス数）を比較することにより、溶接パス数の算出式の検証を行うこととした。

3.2 溶接施工記録

溶接施工記録は、梁ウェブの立向姿勢の溶接施工時の溶接条件を記録したものであり、溶接技能者 5 名による 13 データである。溶接技能者は、いずれも AW 検定の溶接技能資格の所有者である。溶接した鋼材の板厚は 9mm 及び 32mm、溶接ワイヤの種類は JIS Z 3313-T49J0T1-1CA-U、径は 1.2mm である。溶接部のディテールはすべて T 継手完全溶け込み溶接 35° レ形開先である。溶接長さは板厚 9mm では 380mm、板厚 32mm では 340mm である。

溶接施工記録データを表 1 に示す。ルート間隔は溶接線の中央部の測定結果である。電流及び電圧は 1 パスごとに溶接機の表示値を記録し、全パスを平均して求めた。溶接速度は全パスの溶接長を全アーク時間で除して求めた。余盛高さは未計測であったので、鉄骨精度測定指針による管理許容差の最大値と最小値を用いて、パス数を算出することとした。余盛部の断面積は余盛高さを頂点とする三角形と仮定して求めた。

表 1 溶接施工記録データ

| 番号 | 実パス数 | 板厚 | ルート間隔 | 電流 | 電圧 | 溶接速度 | 入熱量 |
|----|------|----|-------|-----|------|------|------|
| | — | | | | | | |
| 1 | 11 | 32 | 12 | 214 | 26.5 | 9.1 | 37.5 |
| 2 | 11 | 32 | 12 | 216 | 26.5 | 8.9 | 38.6 |
| 3 | 9 | 32 | 12 | 221 | 25.3 | 6.8 | 49.2 |
| 4 | 9 | 32 | 12 | 220 | 25.2 | 6.8 | 49.2 |
| 5 | 9 | 32 | 12 | 221 | 22.8 | 6.6 | 45.5 |
| 6 | 10 | 32 | 12 | 219 | 25.5 | 8.5 | 39.4 |
| 7 | 10 | 32 | 12 | 210 | 25.5 | 9.0 | 35.6 |
| 8 | 9 | 32 | 12 | 213 | 25.8 | 6.7 | 49.3 |
| 9 | 9 | 32 | 12 | 209 | 24.7 | 7.4 | 41.8 |
| 10 | 9 | 32 | 12 | 216 | 24.8 | 6.8 | 47.1 |
| 11 | 3 | 9 | 7 | 238 | 27.3 | 18.2 | 21.4 |
| 12 | 3 | 9 | 7 | 203 | 26.3 | 17.7 | 18.1 |
| 13 | 3 | 9 | 7 | 217 | 29.0 | 17.6 | 21.4 |

3.3 検証結果

実パス数と算出パス数の値を表 2 に示す。実パス数と

算出パス数の関係を図 1 に示す。算出パス数は、余盛高さが管理許容差の最大と最小の場合の 2 通りを示した。実パス数と算出パス数には良好な正の相関が確認できた。余盛最小値のときの実パス数と算出パス数はほぼ一致しており、余盛最大値のときは算出パス数は実パス数より 20%程度多くなる傾向があった。実施工の余盛高さは、この管理許容差の最大と最小の間にあると考えられるので、算出パス数が若干多めになっているといえる。

図 2 に筆者の既往の研究による電力と溶着速度の関係図を示す。ソリッドワイヤを用いワイヤ突出し長さを変化させた場合の溶着速度を求めた実験から、電力が一定であればワイヤ突出し長さが長いほど溶着速度の値が大きくなる傾向があることがわかっている。これはワイヤ突出し長さが長いほど、ワイヤの電気抵抗が大きくなり、ジュール熱が増加してワイヤの溶着量が増えたものと考えられる。フラックス入りワイヤでは、ワイヤ突出し長さ 20mm の条件のみで溶着速度を求めており、この結果をもとに今回は算出パス数を求めた。フラックス入りワイヤについても、ソリッドワイヤと同様にワイヤ突出し長さが長くなれば溶着速度の値が大きくなると考えられる。今回の実施工記録から余盛最大値の場合の溶着速度を算出し直線で近似したものを、図 2 のフラックス入りワイヤの図に赤点線で示した。フラックス入りワイヤによる立向き溶接の実施工では、ワイヤ突出し長さ 20mm の場合より、同じ電力における溶着速度の値が大きくなっていることから、実状のワイヤ突出し長さは 20mm より若干長くなっていると考えられる。5 名の溶接技能者による施工記録から、上記の溶着速度の傾向が定性的に得られていることから、溶接技能者によるワイヤ突出し長さの大きな変動は無いと考えられる。以上から、電力と溶着速度の関係性を補正することでフラックス入りワイヤによる立向き溶接のパス数を算出式で予測できると考えられる。

4. まとめ

実施工の溶接施工記録から、フラックス入りワイヤによる立向き溶接において溶接パス数の算出方法が適用できることを検証した。

参考文献:1) 廣重, 後藤ら; 溶接入熱とパス数の関係その 1~その 9; 日本建築学会学術講演梗概集 2011 年~2015 年

2) 鉄骨精度測定指針; 日本建築学会 2014 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。

表 2 実施工パス数と算出パス数

| 番号 | 実施工記録 パス数 | 算出式 (余盛最大) | | 算出式 (余盛最小) | |
|----|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|
| | | パス数 | 算出パス /実パス | パス数 | 算出パス /実パス |
| 1 | 11 | 13.1 | 1.19 | 11.5 | 1.05 |
| 2 | 11 | 12.8 | 1.16 | 11.2 | 1.02 |
| 3 | 9 | 10.0 | 1.11 | 8.8 | 0.98 |
| 4 | 9 | 10.0 | 1.11 | 8.8 | 0.98 |
| 5 | 9 | 10.7 | 1.19 | 9.4 | 1.04 |
| 6 | 10 | 12.5 | 1.25 | 11.0 | 1.10 |
| 7 | 10 | 13.7 | 1.37 | 12.1 | 1.21 |
| 8 | 9 | 10.0 | 1.11 | 8.8 | 0.97 |
| 9 | 9 | 11.7 | 1.30 | 10.3 | 1.14 |
| 10 | 9 | 10.4 | 1.15 | 9.1 | 1.01 |
| 11 | 3 | 3.6 | 1.19 | 2.5 | 0.82 |
| 12 | 3 | 4.1 | 1.38 | 2.9 | 0.96 |
| 13 | 3 | 3.5 | 1.18 | 2.5 | 0.82 |

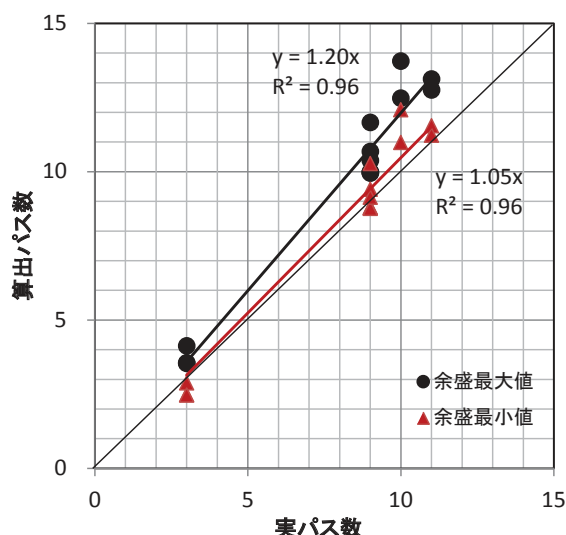


図 1 実パス数と算出パス数の関係

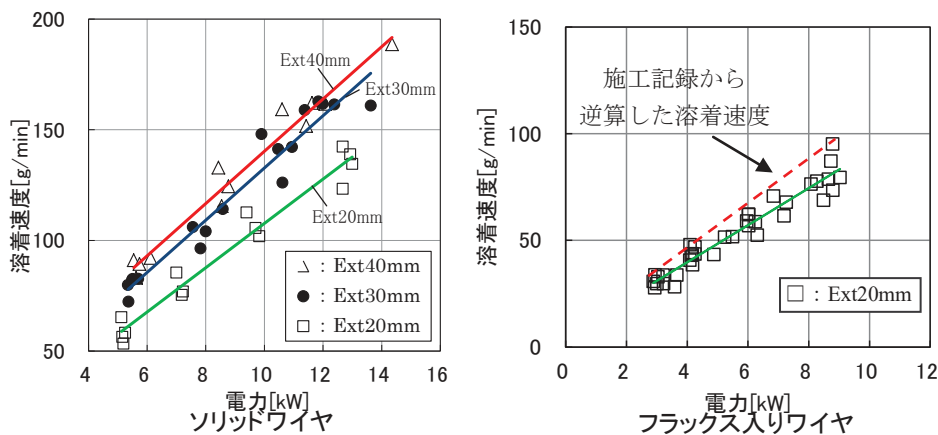


図 2 電力と溶着速度の関係

*1 ㈱類設計室

*2 大成建設㈱ 修士

*3 ㈱日建設計

*4 ㈱日本設計 博士(工学)

*5 ㈱安井建築設計事務所

*6 ㈱神戸製鋼所 修士

*1 Rui Sekkeisitsu.Co.Ltd.

*2 Taisei Corporation.,Mr.

*3 Nikken Sekkei

*4 Nihon Sekkei Inc., Dr.Eng

*5 Yasui Architects,INC

*6 Kobe Steel, Ltd.,Mr.