

溶接入熱とパス数の関係
(その5: 高張力鋼板への適用の検証)

溶接条件 入熱 高張力鋼板
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 鈴木 励一 *7

1. はじめに

溶接パス数と溶接入熱(電流×電圧×60/溶接速度、J/cm)には相関があることが知られている。この関係を利用して、溶接パス数を規制することにより、所定の入熱以内に管理する手法は、溶接部の機械的性質を担保する実用的手段となり得る可能性がある。

筆者らは、一昨年^{1) 2)}、昨年^{3) 4)}の報告で、溶接入熱等からパス数を推定する算出式を提案した上で、溶接施工記録(490N/mm²級)にて算出式の精度を高めてきた。

本報では、この管理溶接パス数の算出式が、高張力鋼板(550N/mm²級、590N/mm²級)に適用可能かを、高張力鋼用溶接材料を用いた溶接施工をもとに検証を行った。

2. 溶接パス数の算出式

溶接パス数の算定は、前報⁴⁾で報告した490N/mm²級用の式を使用する。以下に改めて、算出式を示す。溶着断面積をS(cm²)、開先断面積をAg(cm²)、余盛り面積をAr(cm²)とすると、積層パス数Npassは(1)式で計算できる。

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

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S(cm²)は、入熱量H(J/cm)、電流I(A)及び電圧V(V)の関数として(2)式で求める事ができる。DR(g/min)は溶着速度、ρ(g/cm³)はワイヤの比重である。

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

表1 近似式の定数

ワイヤ径	1.2mm			1.4mm		
	Ext	20mm	30mm	40mm	20mm	30mm
定数 a	0.52	0.64	0.73	0.43	0.53	0.78
定数 b	-48	-52	-57	-39	-51	-100

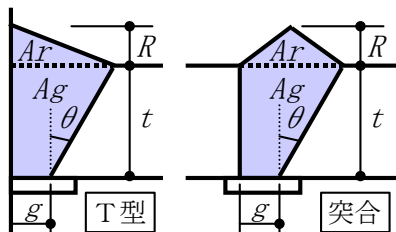


図1 開先と余盛りの断面形状

表2 近似式の定数

ワイヤ径	1.2mm			1.4mm		
	Ext	20mm	30mm	40mm	20mm	30mm
定数 c	0.071	0.077	0.103	0.062	0.062	0.075
定数 d	11	12	8	11	13	11

ここで、溶着速度 DRはその1¹⁾で求めた実験式(3)式に示すように、電流 I の一次関数で求められる。なお、定数 a, b は表1に示すように、ワイヤ径及びワイヤ突出し長さ Ext ごとに設定できる。

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

電圧 V も、その1¹⁾で求めた実験式(4)式に示すように電流 I の一次関数で求められる。なお、定数 c, d は表2に示す。

$$V = c \times I (A) + d \quad \dots (4) \text{式}$$

以上の算出式により、入熱制限をするために管理する溶接パス数を算出することができる。

3. 試験内容

3.1 試験方法

試験体は、裏当金付きレ形開先(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。

鋼板: 550N/mm²級(t=25mm)、590N/mm²級(t= 25、40mm)
溶接ワイヤ: YGW18(Mo入)及び G59JA1UC3MIT(旧 YGW21)

ワイヤ径: 1.4mmφ 溶接姿勢: 下向き

ガス流量: 25 ℓ /min

突出し長さ(チップ先端~母材間距離): 25mm

設定入熱量: 20, 30, 40 kJ/cm

3.2 溶接条件

入熱量・パス間温度等の溶接施工記録を表3に示す。

なお、ここでの電流、電圧の数値は、クランプメーターでの測定値を示す。入熱量は設定値に近い値が得られた。なお、試験体記号のAはt= 25mm、Bはt= 40mmである。

表3 溶接施工記録

試験体 No.	積層パス数	平均電流 (A)	平均電圧 (V)	溶接速度 (cm/min)	入熱 (kJ/cm)	パス間温度 (°C)
5518A1	7層10パス	300	32.1	28	20.6	150
5518A3	6層7パス	350	34.0	24	29.8	250
5518A6	5層6パス	400	37.0	23	38.6	350
5521A1	7層10パス	299	32.0	28	20.5	150
5521A3	6層7パス	350	34.0	24	29.8	250
5521A6	5層6パス	400	37.0	23	38.6	350
5921A1	7層10パス	301	32.0	28	20.3	150
5921A3	6層7パス	350	34.0	24	29.8	250
5921A6	5層6パス	400	37.0	23	38.6	350
5921B1	11層20パス	300	32.0	28	20.3	150
5921B3	9層13パス	350	33.9	24	29.7	250
5921B6	8層11パス	401	37.0	23	38.7	350

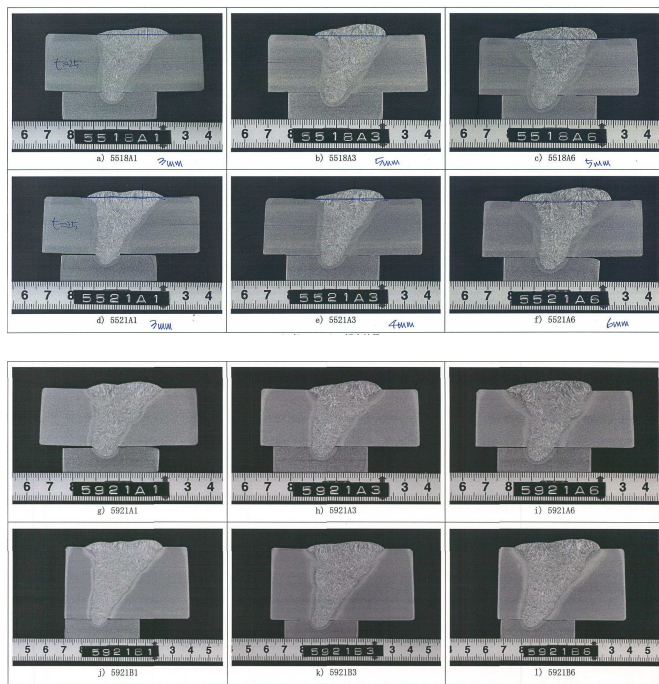


写真1 マクロ観察結果

表4 パス数算定

試験体	鋼種	ワイヤ	板厚	余盛高さ	算出パス数	実施パス数
5518A1	550 N/mm ² 級	YGW18 (Mo入)	25	3.0	9.6	10
5518A3				5.0	7.0	7
5518A6				5.0	5.6	6
5521A1				3.0	9.6	10
5521A3				4.0	6.8	7
5521A6				6.0	5.7	6
5921A1	590 N/mm ² 級	G59JA1 UC3MIT	40	3.0	9.6	10
5921A3				4.0	6.8	7
5921A6				4.5	5.5	6
5921B1				4.0	20.2	20
5921B3				4.0	13.9	13
5921B6				5.0	11.4	11

3.3 余盛高さの算定

余盛高さの算定には、マクロ観察結果の写真(写真1)を使い、溶接部の余盛高さを測定した。なお、全ての余盛高さは、日本建築学会鉄骨精度測定指針の管理許容差を一部で超えているが限界許容差以下の値となっている。

4. 検証結果

以上の条件をもとに、算出式により溶接パス数を算定した。結果を表4に示す。算出パス数と実施パス数は、鋼材強度や溶接ワイヤ種類に関わらず、いずれもほぼ一致していることがわかる。なお、図2にワイヤ径1.4mmφ、入熱量20kJ/cm、30kJ/cm、40kJ/cmの場合の溶接パス数の算出表を示す。本実験の設定入熱量における実施パス数をプロットした。設定入熱による算出表でも概ねパス数を予測できていることがわかる。

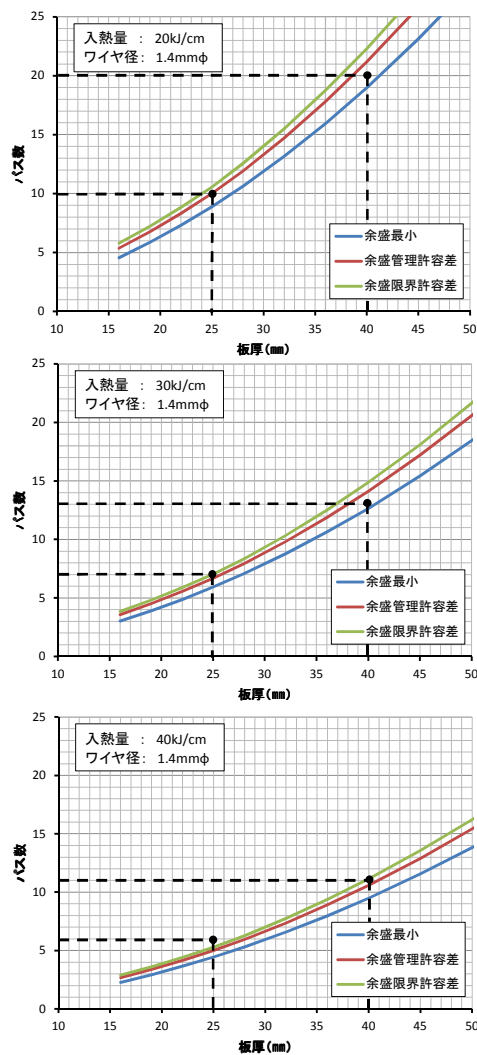


図2 溶接パス数の算出表

5. まとめ

本報では、昨年までに報告した490N/mm²級用のパス数の関係算出式が、550N/mm²級及び590N/mm²級の高張力鋼板に適用できるかを溶接試験にて検証した。

検証の結果、溶接ワイヤYGW18(Mo入)又はG59JA1UC3MITを用いた板厚25mmの550N/mm²級鋼板、溶接ワイヤG59JA1UC3MITを用いた板厚25mm及び40mmの590N/mm²級鋼板において、算出パス数と実験パス数は、ほぼ一致した結果となった。このことから、パス数算定式が高張力鋼板でも適用可能であると言える。

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

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 株神戸製鋼所 修士	*3 Nihon Sekkei Inc., Dr.Eng	*7 Kobe Steel, Ltd.,Mr.
*4 株安井建築設計事務所		*4 Yasui Architects,INC	