

突合せ継手における溶接金属部の強度評価の検証 (その7 計画パス数と施工パス数)

正会員 ○藤田哲也\*<sup>1</sup> 正会員 服部和徳\*<sup>3</sup> 正会員 中込忠男\*<sup>5</sup>  
正会員 加賀美安男\*<sup>2</sup> 正会員 小林光博\*<sup>4</sup> 正会員 三村麻里\*<sup>6</sup>

溶接接合部 突合せ継手 T継手  
溶接入熱 積層パス数

1. はじめに

炭酸ガス半自動溶接の入熱を制御するには、パス数制限で管理できるとされている。これは、ワイヤ径、電流、電圧、突出し長さからワイヤの溶着速度が決定し、開先角度、ルートギャップ、余盛高さから溶接断面積を算定することで、入熱とパス数の関係が求まるからである。

しかしながら、実際の溶接施工時との関係を調査した研究がないため、本報告では、既往の研究結果から、計画パス数と実施パス数の比較をし、計画パス数が入熱管理に有効であるかを検証する。

2. 計画パス数の算定方法<sup>文献1</sup>

半自動溶接はワイヤ供給を自動で行うため、溶接ワイヤ径、電流、電圧、ワイヤ突出し長さ(Ext.)で、溶着速度(単位時間当たりの溶着量)が決まってくる。ワイヤメーカーから公表されている溶着速度の関係を、ワイヤ径1.2mmΦを図1に、ワイヤ径1.4mmΦを図2に示す。なお、電流と電圧は相関しており、その関係は表1に示す通りである。また、式(1)の通り、板厚、開先角度、ルートギャップ、ルートフェイス、余盛高さから求めた溶接金属の断面積に、入熱と鋼の比重を積し、溶着速度で除することで、パス数を求めることができる。

$$N = \frac{A \times \rho}{W} \times \frac{60 \times E \times I}{H} \dots\dots\dots \text{式(1)}$$

N: パス数 ρ: 鋼の比重(g/cm<sup>3</sup>)=7.85  
A: 溶接金属側面の断面積(cm<sup>2</sup>)  
W: ワイヤの溶着速度(g/min)  
H: 入熱(J/cm) E: 電圧(V) I: 電流(A)

以上のことから、各溶接条件での入熱 30kJ/cm と 40kJ/cm の1パスにおける溶着断面積を表2に示す。ここで、板厚 25mm、開先角度 35°、ルートギャップ 7mm、ルートフェイス 0mm、入熱 30kJ/cm による場合、溶接ワイヤ 1.2mmΦ、1.4mmΦ毎として、図3に標準的な突出し長さである 25mm とし、突合せ継手である平継手と T継手の場合において、JASS6 付則 6.鉄骨精度検査基準の管理許容差の最小と最大となる余盛高さの差異による最小パス数を、図4に平継手の余盛高さ 0mm とした場合の突出し長さの差異による最小パス数を示す。

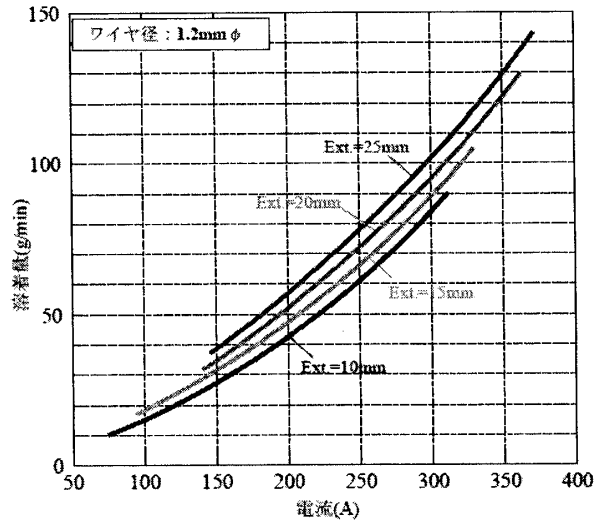


図1 ワイヤ径1.2mmΦの溶着速度

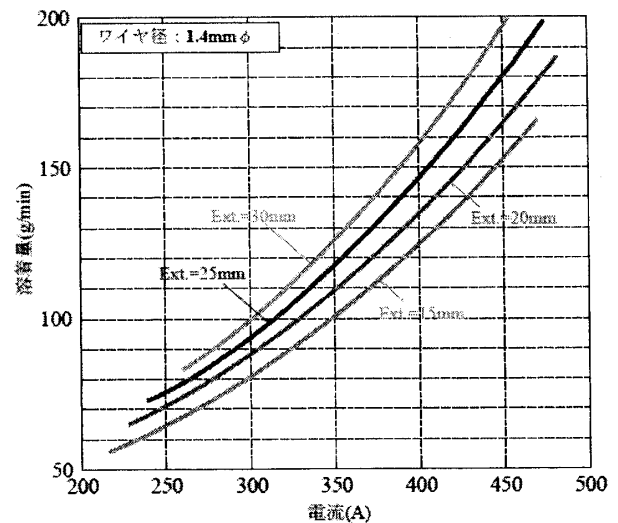


図2 ワイヤ径1.4mmΦの溶着速度

表1 溶接ワイヤの電流と電圧の関係

ワイヤ径 (mm)	突出し長さ (mm)	電流 (A)							
		100	150	200	250	300	350	400	450
1.2	10	19(V)	21(V)	24(V)	28(V)	31(V)	-	-	-
	15	-	22(V)	25(V)	29(V)	32(V)	-	-	-
	20	-	23(V)	26(V)	30(V)	33(V)	37(V)	-	-
	25	-	24(V)	27(V)	31(V)	34(V)	38(V)	-	-
1.4	15	-	-	-	27(V)	30(V)	34(V)	36(V)	40(V)
	20	-	-	-	28(V)	31(V)	35(V)	37(V)	41(V)
	25	-	-	-	29(V)	32(V)	36(V)	38(V)	42(V)
	30	-	-	-	30(V)	33(V)	37(V)	39(V)	43(V)

表2 1パスあたりの溶着断面積一覧

入熱30(kJ/cm)時の溶着断面積(cm<sup>2</sup>)

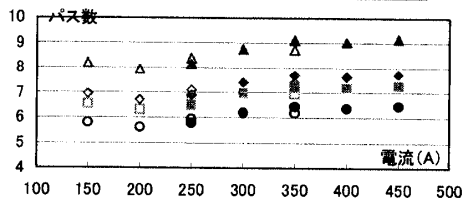
ワイヤ径 (mm)	突出し長さ (mm)	電流 (A)							
		100	150	200	250	300	350	400	450
1.2	10	0.506	0.549	0.548	0.549	0.579	-	-	-
	15	-	0.582	0.610	0.576	0.588	-	-	-
	20	-	0.650	0.628	0.624	0.615	0.634	-	-
	25	-	0.677	0.700	0.661	0.634	0.636	-	-
1.4	15	-	-	-	0.627	0.562	0.550	0.565	0.534
	20	-	-	-	0.641	0.606	0.576	0.589	0.563
	25	-	-	-	0.681	0.635	0.611	0.616	0.607
	30	-	-	-	0.684	0.641	0.629	0.657	0.656

入熱40(kJ/cm)時の溶着断面積(cm<sup>2</sup>)

ワイヤ径 (mm)	突出し長さ (mm)	電流 (A)							
		100	150	200	250	300	350	400	450
1.2	10	0.674	0.732	0.730	0.732	0.772	-	-	-
	15	-	0.776	0.814	0.768	0.783	-	-	-
	20	-	0.867	0.838	0.832	0.820	0.845	-	-
	25	-	0.902	0.934	0.882	0.846	0.848	-	-
1.4	15	-	-	-	0.836	0.836	0.836	0.836	0.836
	20	-	-	-	0.854	0.808	0.768	0.785	0.751
	25	-	-	-	0.908	0.846	0.814	0.821	0.810
	30	-	-	-	0.912	0.855	0.838	0.876	0.875

凡例

○	1.2mmφ	●	平継手 余盛高さ 0.00mm
□	1.4mmφ	◆	平継手 余盛高さ 4.00mm
◇		▲	T継手 余盛高さ 6.25mm
△		▲	T継手 余盛高さ 13.25mm



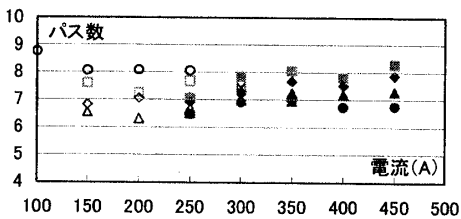
入熱30(kJ/cm)時の最小パス数

図3 余盛高さの違いによる必要最小パス数

(板厚 25mm, 開先角度 35°, ルートギャップ 7mm, 突出し長さ 25mm)

凡例

○	1.2mmφ	●	突出し長さ 10mm
□	1.4mmφ	◆	突出し長さ 15mm
◇		▲	突出し長さ 20mm
△		▲	突出し長さ 25mm
		▲	突出し長さ 30mm



入熱30(kJ/cm)時の最小パス数

図4 突出し長さの違いによる必要最小パス数

(板厚 25mm, 開先角度 35°, ルートギャップ 7mm, 平継手余盛 0mm)

同じ継手・溶接条件であっても、最小パス数は、余盛高さの違いで最大 3 パス、突出し長さの違いで最大 2 パス、電流の違いで最大 1 パスの差異が生じている。これは、溶接条件の違いにより、計画パス数に差異が生じてしまうことを意味している。このことから、計画パス数を算定する際は、実際の溶接条件を把握して計画する必要があると言える。

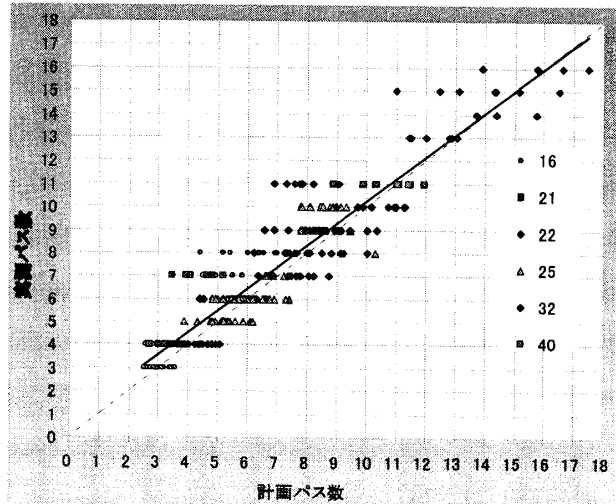


図5 実測パス数と計画パス数 (突出し長さ 25mm)

### 3. 既往の研究とのパス数比較

文献2~6の既往の研究結果から、前述した計画パス数を算定し、実測パス数と比較した結果を図5に示す。

比較した既往の研究結果は、試験体総数 342 体、板厚は 16~40mm で、開先角度は全て 35° である。入熱の管理値は 20~40 kJ/cm または管理しないとしているが、実際に計測した結果、各試験体の平均入熱は 12~47 kJ/cm、最大入熱は 14~65kJ/cm であった。そこで計画パス数は最大入熱を用いて算定する。この他の数値としては、余盛高さの測定結果が不明のため、最小値として、突合せ溶接である平継手は 0mm、T 継手は t/4mm とする。突出し長さの記録はないため、溶接施工時の標準である 25mm とする。電流は計測された平均値を用いている。

図5に示す通り非常に良い相関を示している。

### 4. まとめ

算定した計画パス数は、実施工のパス数と良い相関があるため、溶接条件の管理を適切に行えば、パス数管理で、入熱管理することができると言える。

#### 【参考文献】

- 文献1: 建築鉄骨における実用的な入熱・パス間温度の管理手法: (社) 溶接学会 建築鉄骨溶接特別研究委員会、平成14年11月
- 文献2: 鈴木至, 中込忠男, 藤田哲也, 的場耕, 村山敬司, 田中祐以: 柱梁溶接部における溶接金属の強度の推定と溶接施工の管理手法に関する研究その1~その3, 日本建築学会学術講演要録集(九州)C-I pp.869-874 2007年8月
- 文献3: 中込忠男, 服部和徳: 建築鉄骨における溶接金属の強度と溶接条件の管理手法, 日本建築学会構造学論文集 第606号, pp.179-186 2006年8月
- 文献4: 服部和徳, 中込忠男, 西山功, 笠原基弘, 藤田哲也, 的場耕: 入熱・パス間温度の推定方法に関する実証的研究その1~その3, 日本建築学会学術講演要録集(関東)C-I pp.729-730 2001年9月
- 文献5: 中込忠男, 服部和徳, 笠原基弘, 市川祐一: 溶接施工における入熱・パス間温度及び溶接金属強度の推定方法に関する実証的研究, 構造工学論文集 Vol.49B pp.481-488 2003年3月
- 文献6: 白井嘉示, 中込忠男, 市川祐一, 的場耕: 入熱・パス間温度が溶接金属の機械的性質に与える影響に関する実証的研究, 構造工学論文集 Vol.47B pp.314-323 2001年3月

\*1(株)日本設計 博士(工学)  
\*3(財)ベターリビング 博士(工学)  
\*5 信州大学 工学博士

\*2(株)日建設計  
\*4 駒井鉄工(株) 博士(工学)  
\*6 竹中工務店

\*1 Nihonsekkei Inc., Dr. Eng.  
\*3 Better Living, Dr. Eng.  
\*5 Shinshu Univ., Dr. Eng.

\*2 Nikken Sekkei  
\*4 Komai Tekko Inc., Dr. Eng.  
\*6 Takenaka Corporation