

# 建築鉄骨の溶接施工管理技術に関する研究

機械技術部 岩本竜一，森田春美，湯之上翼

## Research on the Welding Management Technology of a Construction Steel Frame

Ryuichi IWAMOTO, Harumi MORITA and Yoku YUNOUE

改正建築基準法では鉄骨性能を保証するために、溶接時の入熱とパス間温度を管理することが規定されている。溶接時の入熱とパス間温度を管理することは、溶接構造物の耐震性の点で重要であるが、溶接作業現場での生産性を阻害する。そこで本研究では、規定された入熱・パス間温度を管理しながら作業性も良好な溶接条件を確立するために、施工条件マニュアルを作成することを目的として、半自動溶接機を用い板厚9～40mmまでの溶接構造用圧延鋼材について実験を行い、パス間温度を管理するための溶接条件と溶接待ち時間の関係を明らかにした。

**Keyword：**溶接，入熱，パス間温度

### 1. 緒言

鉄骨の柱 - はり溶接では、溶接部の機械的性質の安定化および向上は、建築物の耐震性の点で極めて重要である<sup>1)</sup>。改正建築基準法では溶接構造物の鉄骨性能を保証するために、溶接時の入熱とパス間温度を管理することが規定されている。しかし、現場作業において溶接時の入熱とパス間温度を管理することは、それだけで工数が増えるばかりでなく、さらなる作業性の低下をもたらし得る。例えば、溶接時の入熱が大き過ぎると、所定のパス間温度まで下がるまでに長時間を要し、溶接待ち時間が増え作業性が低下する。逆に、パス間温度を留意して入熱を小さく押さえると、単位時間あたりの溶着量が減少するため、やはり作業性が低下する。したがって、規定された入熱・パス間温度を管理しながら作業性も良好な溶接条件を確立することが必要である。このため本研究では、施工条件マニュアルを作成することを目的として実験を行い、パス間温度を管理するための溶接条件と溶接待ち時間の関係を明らかにした。

### 2. 実験方法

実験のフローチャートを図1に、実験方法を図2に示す。この方法は、参考文献<sup>2)</sup>に準じたものである。実験に使用した試験片の材質は溶接構造用圧延鋼材<sup>3)</sup>SM490Aで、板厚は9～40mmまでの10種類である。試験片の開先は、あらかじめ機械加工により35度のレ型開先を作成しておき、仮付け後ジグにより固定した。仮付け長さは溶接線の両止端それぞれ約30mmとした。これらについて半自動溶接機(株)ダイヘン インバータオートマーク 500)を用いて、溶接姿勢下向き、ワイヤ突出し長さ20mm、溶接電流350A、アーク電圧38Vに設定し、走行台車(GULLCO MODEL GK171-36)により溶接速度30cm/minに設定された溶接条件において、アークタイム、インターバルタイム、パス間温度およびパス間

温度が規定値である350 以下になるまでの溶接待ち時間を測定した。全てのパスはストリングアビードでウィーピングは行っていない。使用したワイヤは直径1.2mmのYGW-19ソリッドワイヤで、混合ガス(Ar80%，CO<sub>2</sub>20%)を20リットル/minの流量で供給した。パス間温度は、図2に示す位置の試験片表面温度をK種熱電対を用いて、第1パス溶接開始前から最終パス溶接終了時まで連続して計測し、温度記録計(C HINO製 EB22005)により熱履歴として記録した。溶接ビード開始および終了の溶接線両止端にはエンドタブを設置した。実験状況を図3に示す。

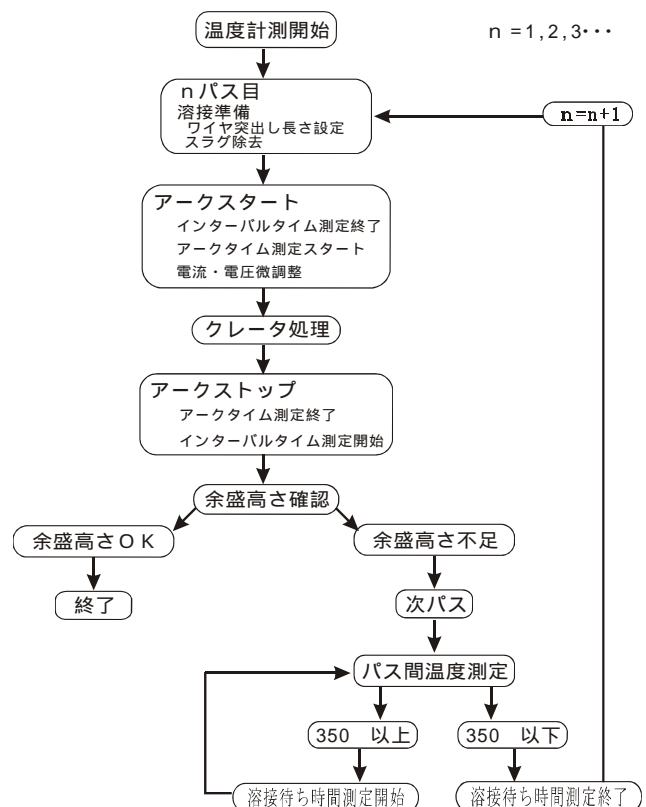


図1 実験のフローチャート

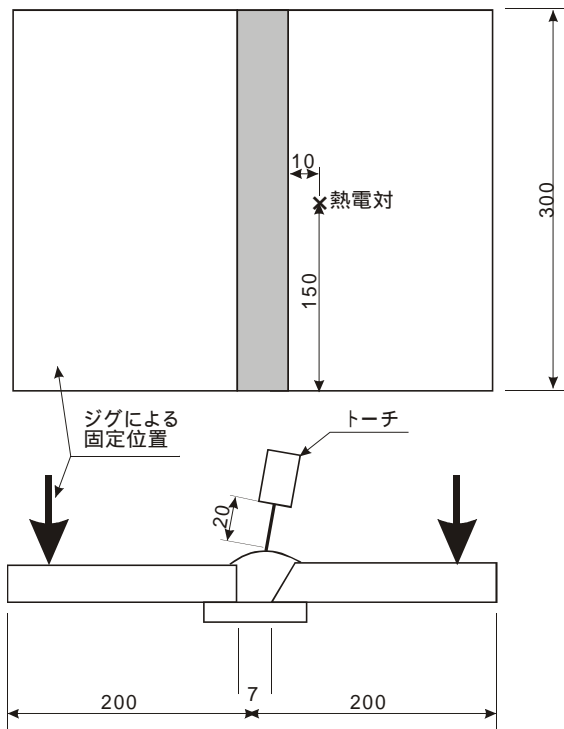


図2 実験方法

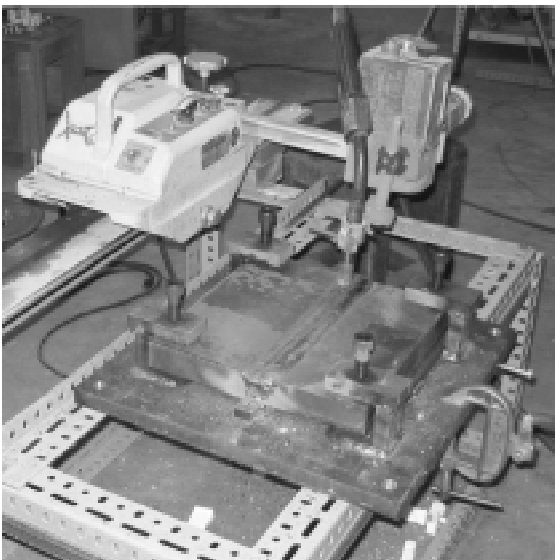


図3 実験状況

### 3. 実験結果

実験結果を施工条件マニュアルとして表1にまとめて示す。溶接電流およびアーク電圧は、単層盛りの場合それぞれ350A, 38Vとなるように微調整したが、複層盛りの場合、単層盛りと同設定でおおよそ360A, 40Vと増加したために、複層盛りの場合はこの値に統一して微調整した。入熱は(1)式より求めた。なお、クレータ処理等に要した入熱も(1)式の入熱 $H$ に追加して取り扱うために、式中の溶接速度は走行台車によって設定された溶接速度30cm/minではなく、試験片の溶接長を各パス毎に測定したアークタイムで除した計算値を溶接速度として用い入熱 $H$ を算出した。積層パターンは、参考文献<sup>2)</sup>の標準的なパターンに準じた。この結果、表の入熱欄に示す通り全てのパスにおいてクレー

タ処理を含む入熱が規定値である40kJ/cm以下となった。

$$H = \frac{60 \times E \times I}{v} \quad \dots \dots (1)$$

$H$ : 入熱(J/cm)      $E$ : アーク電圧(V)

$I$ : 溶接電流(A)      $v$ : 溶接速度(cm/min)

実験で用いたワイヤはソリッドタイプであるが、ビードに若干スラグが発生するため、各パス毎にアークスタート位置におけるスラグ除去作業が必要であった。表中のインターバルタイムは、このスラグ除去作業およびワイヤ突出し長さ設定に要した時間である。スラグ除去を行わずに10層以上の多層盛りを行うとスラグ巻き込みが発生した。よって、スラグ発生が少ない場合でも各パスの溶接終了後にスラグ除去作業を行うことでスラグ巻き込みを無くし、かつパス間温度を下げるのが重要である。スラグ巻き込みの発生した例としてマクロ組織写真を付録に示す。

溶接構造用圧延鋼材の溶接材料としては、今回選定したYGW-19以外にYGW-11も用いられる。しかし、YGW-11を用いて490N級鋼材を溶接する場合、入熱30kJ/cm以下、パス間温度250以下に制限される。走行台車等を使わない手動による運棒の場合を考慮すると溶接速度は30cm/min程度が上限で、溶接速度は低下する傾向にある。したがって表1の結果から、YGW-19では溶接待ち時間の必要がない19mm程度の板厚においてもYGW-11では溶接待ち時間が必要になり作業性が低下すると考えられる。

溶込みの確認のためマクロ組織試験を行ったところ、ワイヤ突出し方向の溶込みは十分であったが、ビード幅方向の溶込みがやや不足気味のものがあつた。実験で用いた積層パターンより早いパス数の段階で複層盛りを開始するように変更し、トーチ位置をルート側に移動させることで溶込みを増やす工夫等も必要であろう。ウィーピングを行うこともビード幅方向の溶込みを増やすためには有効であるが、溶接速度が遅くなり入熱が過大となるため、やはり溶接待ち時間が増え作業性が低下すると考えられる。

### 4. 結 言

板厚9mmから40mmまでの溶接構造用圧延鋼材の下向き溶接について、パス間温度を管理するための溶接条件と溶接待ち時間の関係を明らかにした。

### 参 考 文 献

- 1) JIS Z 3312:1999 軟鋼及び高張力鋼用マグ溶接ソリッドワイヤ
- 2) (社)全国鐵構工業協会技術委員会編, 鉄骨製作工場の基準マニュアル集, 平成12年11月
- 3) JIS G 3106:1999 溶接構造用圧延鋼材

表 1 - 1 施工条件マニュアル一覧 (入熱40kJ/cm以下, 溶接長300mm, ワイヤ 1.2mm)

板厚 mm	パス	電流 A	電圧 V	速度 cm/min	入熱 KJ/min	ア-タイム sec	インター sec	パス間温度	待ち時間 sec	積層形状
9	1	350	38	30	31.0	70	110	107		
	2	350	38	30	31.0	70		183		
12	1	350	38	30	30.1	68	292	97		
	2	350	38	30	30.6	69	93	138		
	3	350	38	30	30.6	69		258		
16	1	350	38	30	29.3	66	112	82		
	2	350	38	30	28.8	65	66	143		
	3	350	38	30	28.4	64	127	192		
	4	350	38	30	30.6	69		243		
19	1	350	38	30	29.3	66	204	45		
	2	350	38	30	30.1	68	97	105		
	3	350	38	30	29.7	67	180	143		
	4	350	38	30	28.8	65	208	232		
	5	350	38	30	31.0	70		287		
22	1	350	38	30	29.3	66	135	61		
	2	350	38	30	29.7	67	142	95		
	3	350	38	30	29.3	66	131	152		
	4	350	38	30	31.5	71	146	189		
	5	360	40	30	35.5	74	172	243		
	6	360	40	30	35.0	73		263		
25	1	350	38	30	29.3	66	252	113		
	2	350	38	30	30.1	68	146	163		
	3	350	38	30	29.3	66	196	226		
	4	350	38	30	30.1	68	156	302		
	5	360	40	30	31.7	66	172	379	20	
	6	360	40	30	33.1	69	155	460	60	
	7	360	40	30	32.6	68		350		
28	1	350	38	30	28.8	65	180	74		
	2	350	38	30	28.4	64	166	130		
	3	350	38	30	29.3	66	424	140		
	4	350	38	30	29.7	67	97	235		
	5	350	38	30	28.4	64	91	288		
	6	350	38	30	29.7	67	107	342		
	7	360	40	30	31.7	66	147	390	20	
	8	360	40	30	33.1	69		440		
32	1	350	38	30	29.3	66	135	55		
	2	350	38	30	31.5	71	124	95		
	3	350	38	30	31.5	71	111	160		
	4	350	38	30	31.9	72	82	210		
	5	350	38	30	31.0	70	158	250		
	6	360	40	30	34.1	71	98	285		
	7	360	40	30	35.0	73	103	345		
	8	360	40	30	34.1	71	95	365	20	
	9	360	40	30	34.6	72	137	455	90	
	10	360	40	30	31.7	66	109	370	20	
	11	360	40	30	30.2	63		503		

表 1 - 2 施工条件マニュアル一覧 (入熱40kJ/cm以下, 溶接長300mm, ワイヤ 1.2mm)

板厚 mm	パス	電流 A	電圧 V	速度 cm/min	入熱 KJ/min	アークタイム sec	インターバル sec	パス間温度	待ち時間 sec	積層形状
36	1	350	38	30	27.0	61	136	57		
	2	350	38	30	27.9	63	153	105		
	3	350	38	30	29.7	67	93	155		
	4	350	38	30	27.9	63	180	230		
	5	350	38	30	30.6	69	116	200		
	6	360	40	30	30.7	64	106	260		
	7	360	40	30	35.5	74	150	270		
	8	360	40	30	31.7	66	91	348		
	9	360	40	30	33.6	70	145	380	20	
	10	360	40	30	31.7	66	105	385	20	
	11	360	40	30	32.2	67	138	541	80	
	12	360	40	30	32.2	67		370		
40	1	350	38	30	27.9	63	207	59		
	2	350	38	30	27.5	62	118	103		
	3	350	38	30	31.0	70	163	145		
	4	350	38	30	27.9	63	101	192		
	5	350	38	30	27.0	61	205	204		
	6	360	40	30	30.7	64	191	266		
	7	360	40	30	33.6	70	129	260		
	8	360	40	30	31.2	65	135	322		
	9	360	40	30	30.2	63	112	330		
	10	360	40	30	34.1	71	488	378	45	
	11	360	40	30	37.9	79	208	345		
	12	360	40	30	39.8	83	246	442	65	
	13	360	40	30	31.7	66	432	358	10	
	14	360	40	30	31.7	66	333	425	50	
	15	360	40	30	32.6	68		621		

付録

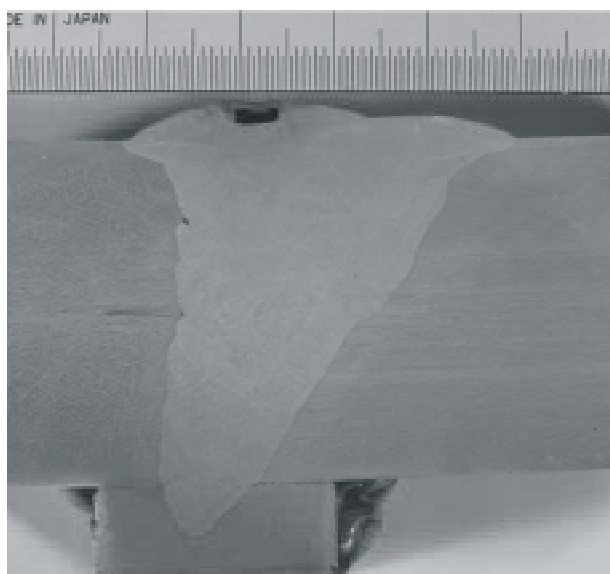


写真1 マクロ組織写真  
(板厚36mm 最終パス時スラグ巻き込み発生)

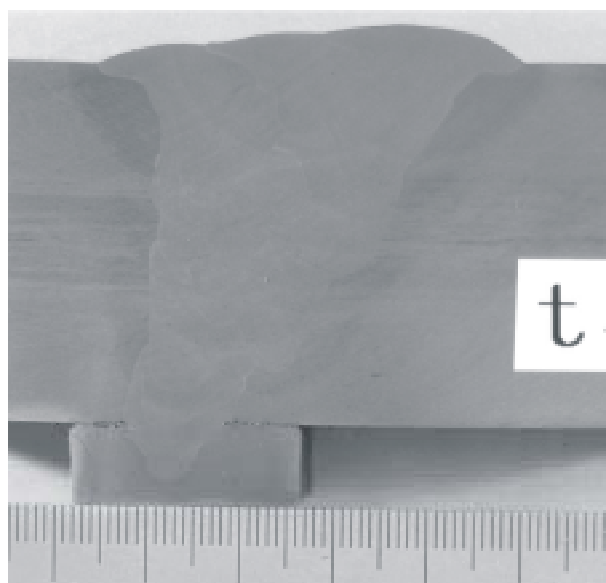


写真2 マクロ組織写真  
(板厚40mm スラグ巻き込み無し)