

# 立向溶接における溶接条件と溶接部の機械的性質

(その1 目的と試験概要)

正会員 ○竹内秀紀\*1 正会員 後藤和正\*2 正会員 藤田哲也\*3  
同 加賀美安男\*4 同 米山真一朗\*5 同 平井慶一\*6  
同 岡野昌明\*7

溶接材料 溶接条件 引張強さ  
試験方法 立向溶接 フラックス入りワイヤ

## 1. はじめに

著者らはこれまでの研究<sup>1)~3)</sup>で、高張力鋼材に使用するフラックス入りワイヤの立向溶接における溶接条件と溶接部の機械的性質の関係を明らかにする取り組みを行ってきた。立向溶接による一般的な施工では、立向特有の運棒による幅のあるビードで1層を1パスで溶接することが多いため、試験は1層1パスで全パスを溶接する条件で行った。この条件では入熱量が溶接パスにより変動し、試験片採取位置が必ずしも想定した入熱条件にならないという短所があった。そこで昨年は、一部の試験体について引張強さと相関が高い硬さ試験を溶接部断面で実施し、溶接パス毎の引張強さと溶接条件との関係をまとめて関係式を提示し、フラックス入りワイヤの立向溶接の溶接管理条件を試行的に求めた。

今回は、硬さ試験を行う試験体数を増やして、本手法により溶接条件と引張強さの関係式を再度求め確認すると共に、フラックス入りワイヤの立向溶接における溶接管理条件を提示することを目的とした。

## 2. 試験概要

試験体は、板厚40mmで裏当金付きレ形開先(ルートギャップ7mm)の完全溶込み溶接の突合せ継手とした。溶接条件を表1に示す。溶接時には、各パスの電流及び電圧をデータロガーにより連続して記録し、後から入熱量を算出した。溶接線の中央部の開先肩から10mmの位置で熱対によりパス間温度を測定した。試験体形状・寸法と試験片の採取位置を図1に示す。実施した機械試験は、

(1) DEPO 引張試験(JIS Z 3111 A0号) (2) シャルピー衝撃試験(JIS Z 3111 Vノッチ試験片0°C) (3) ビッカース硬さ試験(JIS Z 2244)である。ビッカース硬さ試験は、図1のマクロ試験体を用いて実施した。硬さは、図2に示す溶接幅の中心を結んだ硬さ測定ライン上を1mm間隔で測定した。試験体は、筆者らが昨年と一昨年に実施したもの<sup>2)~3)</sup>であり、試験は同じ種類の溶接ワイヤについて2回づつ行った。表2に試験体記号を示す。

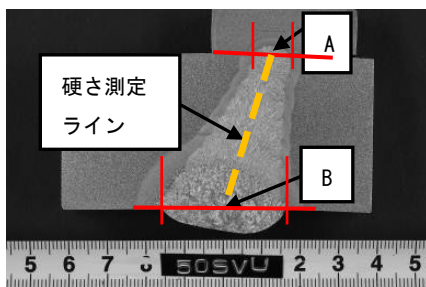


図2 硬さ試験測定位置

表1 計画した各パスの溶接条件

パス	溶接者	電流 (A)	電圧 (V)	溶接速度
1~4	技能者 又は 簡易自動溶接機	180	24-30	各パス毎適切な速度を設定
5~10	簡易自動溶接機		26-30	

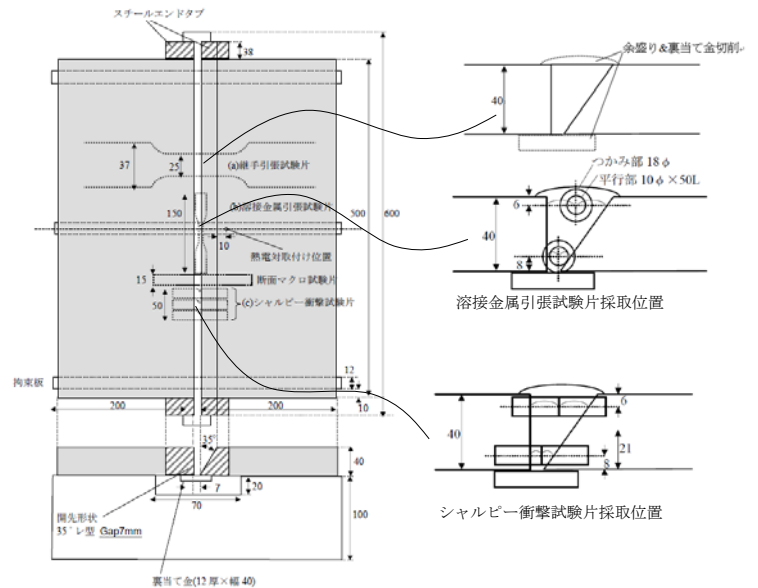


図1 試験体形状・寸法と試験片採取位置

表2 試験体記号と使用材料

試験体名	鋼種 N/mm <sup>2</sup>	溶接材料 (1.2φ) JIS規格名
50S	50SVL, R50S	T49J0T1-1CA-UH5
50D	R50DVL, R50D (SN490B)	
55S	55SVL, R55S	T550T1-1CA-G-UH5
55D	55DVL, 55D (TMCP385)	
55F	55FVL, R55F	T550T1-1CA-U
60S	60SVL, R60S	T59J1T1-1CA-N2M1-UH5
60D	60DVL, 60D (SA440B)	
		T59J1T1-1CA-N3M1-U

## 3. 溶接条件と引張強さの関係式の提示方法

① 実測した溶接条件である各パスの入熱量(HI)とパス間温度( $\theta$ )を冷却時間に一元化して変換する。この関係式として既往の実験式<sup>4)</sup>(1式)を採用した。1式から、各パスの800°C~500°Cの冷却時間(CT)を求めることが

できる。ここでhは試験体の板厚である。

$$CT = \frac{HI^{1.7}}{2.9 \times (600 - \theta)^2 \times \left(1 + \frac{2}{\pi} \tan^{-1} \frac{h-13}{3.5}\right)} \quad (1 \text{ 式})$$

② パス毎の硬さ試験結果の平均値(Hv)と①で求めた各パスの冷却時間(CT)との関係式(2式)をワイヤ毎に求める。筆者らの既往の成果<sup>3)</sup>からこれらには相関が認められている。ここでa,bは試験結果による定数である。

$$Hv = a \times CT^b \quad (2 \text{ 式})$$

③ 引張強さ(Ts)と引張試験片採取断面位置の硬さ試験結果の平均値(Hv)の関係式を全ての試験結果を用いて求める。ここでc,dは試験結果による定数である。

$$Ts = c \times Hv + d \quad (3 \text{ 式})$$

以上の(1式)~(3式)により、溶接条件(入熱量及びパス間温度)と引張強さの関係が求められる。この関係式により、溶接材料強度別・銘柄別に適用鋼材の引張強さ規格下限値を満足する溶接管理条件として提示する。

#### 4. 試験体の溶接条件

試験で実測した入熱及びパス間温度についてはパス毎に平均値を求め、この値を用いて(1式)により冷却時間を求めた。表3に溶接条件として、入熱量、パス間温度及び冷却時間の最小値と最大値を示した。各試験体のパス毎の冷却時間を図3に示す。入熱量は最大100 kJ/cm程度に達し、パス間温度は最大250℃程度であった。多くの試験体は、冷却時間は7パス目以降に100秒を超え急激に上昇した。

表3 溶接条件

溶接材料	試験体名	入熱量		パス間温度		冷却時間	
		(kJ/cm)		(℃)		(Sec.)	
490N	50SVL	23.7	- 102.7	25	- 208	14.9	- 387.2
	R50S	32.1	- 66.1	27	- 246	25.1	- 210.0
	R50DVL	20.0	- 83.3	25	- 249	11.1	- 265.9
	R50D	41.5	- 86.2	36	- 224	54.3	- 280.3
550N	55SVL	24.5	- 104.9	25	- 205	15.7	- 395.3
	R55S	40.7	- 85.4	45	- 219	50.6	- 279.9
	55DVL	24.3	- 94.4	25	- 237	15.5	- 390.9
	55D	29.0	- 78.7	28	- 219	21.1	- 248.9
	55FVL	23.3	- 82.8	25	- 231	14.5	- 271.1
	R55F	42.6	- 79.4	61	- 221	54.1	- 244.9
590N	60SVL	26.8	- 128.7	25	- 191	18.3	- 522.2
	R60S	36.7	- 75.0	68	- 242	41.2	- 221.4
	60DVL	24.5	- 110.3	25	- 230	15.7	- 415.4
	60D	23.3	- 80.5	34	- 249	14.9	- 252.1

参考文献:

- 1) 松浦ら;高張力鋼用フラックス入りワイヤを用いた立向溶接における溶接条件と性能その1~3:日本建築学会大会学術講演梗概集2014年
- 2) 小倉ら;高張力鋼用フラックス入りワイヤを用いた立向溶接における溶接条件と性能その4~6:日本建築学会大会学術講演梗概集2015年
- 3) 竹内ら;高張力鋼用フラックス入りワイヤを用いた立向溶接における溶接条件と性能その7~9:上記日本建築学会大会学術講演梗概集2016年
- 4) 溶接・接合技術概論 溶接学会編 産報出版発行

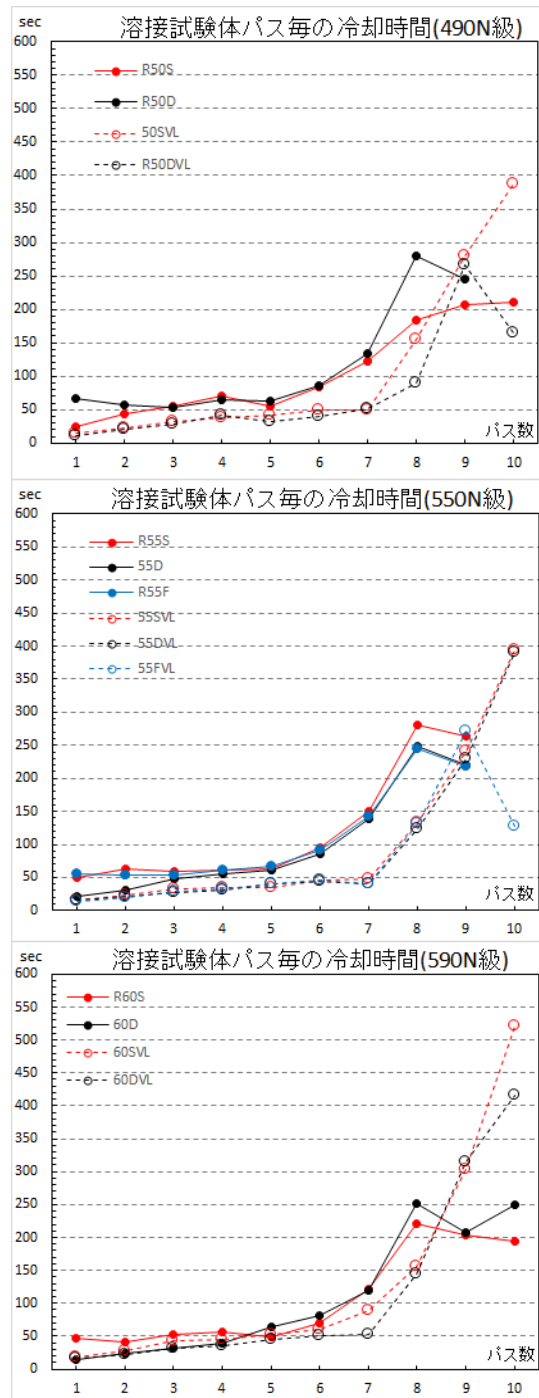


図3 パス毎の冷却時間

#### 5. まとめ

本稿では、目的、試験概要及び溶接条件と引張強さの関係式を求める手順を説明した。その2では引張強さの関係式を提示し、その3ではフラックス入りワイヤの立向溶接の溶接管理条件を提示する。

\*1 安井建築設計事務所,\*2 大成建設,\*3 日本設計,  
\*4 日建設計,\*5 フジタ,\*6 竹中工務店,\*7 鹿島建設

\*1 Yasui Architects,INC. \*2 Taisei Corporation \*3 Nihon Sekkei Inc.  
\*4 Nikken Sekkei \*5 Fujita Corporation \*6 Takenaka Corporation  
\*7 Kajima Corporation