

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 研究目的と試験概要)

正会員 ○松浦知樹*1 正会員 加賀美安男*2 正会員 藤田哲也*3
 同 後藤和正*4 同 竹内秀紀*5 同 廣重圭一*6
 同 小倉裕之*7 同 鈴木励一*8

高張力鋼 溶接材料 溶接条件
 立向溶接 機械的性質 フラックス入りワイヤ

1. はじめに

550N/mm² 級及び 590N/mm² 級の高張力鋼材は、これまで主に柱材に適用されてきたが、近年は梁材にも用いられる場合も多い。著者らは過去の研究^{1)~3)}において、これらの高張力鋼材に適用するソリッドワイヤ YGW18Mo,G59JA1UC3M1T(以後 G59J)の溶接条件と、その差異が溶接金属の性能に及ぼす影響を明らかにし、適切な管理条件を提案した。これら高張力鋼材の現場接合手段として、梁フランジだけでなく、梁ウェブにおいてもボルトではなく溶接が採用される場合がある。ウェブの溶接は姿勢として必然的に立向上進となり、溶接材料として、全姿勢用のフラックス入りワイヤが用いられることが多い。一方でフラックス入りワイヤの溶接材料規格(JIS Z3313)と550N/mm² 級以上の高張力鋼材に適用する溶接条件の関係性は、大臣認定図書の別添にて溶接材料規格が提示されるのみで、JIS Z3313 の解説に明記されておらず、明確でない。

本研究では、フラックス入りワイヤの規格毎の適用鋼材に対する溶接条件と、溶接金属の性能を評価することを目的とする。なお溶接姿勢による機械的性能への影響の有無を確認するため、下向溶接試験も条件として加えた。

2. 試験条件

立向溶接は溶融池垂れを防止するため、下向溶接よりも溶接施工に適する電流(電力)が小さくなり、あわせて溶接速度も小さくなるという特性を考慮し、溶接条件を設定した。

表1に試験体 No.と溶接材料、表2に試験体 No.と溶接条件、図1に溶接条件イメージマップを示す。電流、電圧及び溶接速度の設定は、各設定入熱に対して下向、立向の各溶接における能率とアーク安定性を加味した実用的な数値とした。図中破線と実線で囲まれた範囲は溶接限界条件を示し、破線は下向溶接を、実線は立向溶接を示す。また図中黄色で着色した範囲は、立向溶接において最も良く使われる範囲を示す。

入熱は JIS の規定による上限値以下とし、40kJ/cm、30kJ/cm について、立向溶接と下向溶接で重複する条件(V3,V6,A6)を設定した。また立向溶接で特徴的な大入熱、低溶接速度を想定した条件(V7)も加えた計4条件とした。

3. 試験内容

3.1 試験体形状と使用材料

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。試験体形状・寸法を

表1 試験体 No.と溶接材料

試験体番号		鋼種 N/mm ²	溶接材料 (1.2φ)	
立向溶接	下向溶接			
50SV3,50SV6,50SV7	50SA6	490	T49J0T1-1CA-UH5	50S
50DV3,50DV6,50DV7	50DA6		T49J0T1-1CA-U	50D
55SV3,55SV6,55SV7	55SA6	550	T550T1-1CA-G-UH5	55S
55DV3,55DV6,55DV7	55DA6		T550T1-1CA-U	55D
55FV3, 55FV6,55FV7	55FA6		T550T1-1CA-U	55F
60SV3, 60SV6,60SV7	60SA6	590	T59J1T1-1CA-N2M1-UH5	60S
60DV3,60DV6,60DV7	60DA6		T59J1T1-1CA-N3M1-U	60D

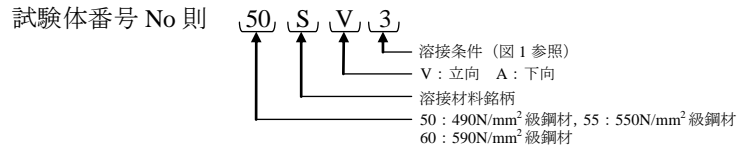


表2 試験体 No.(末尾2文字)と溶接条件

バス間温度 (°C)	入熱(kJ/cm)	
	30	40
250	V3	
350		V6,V7,A6

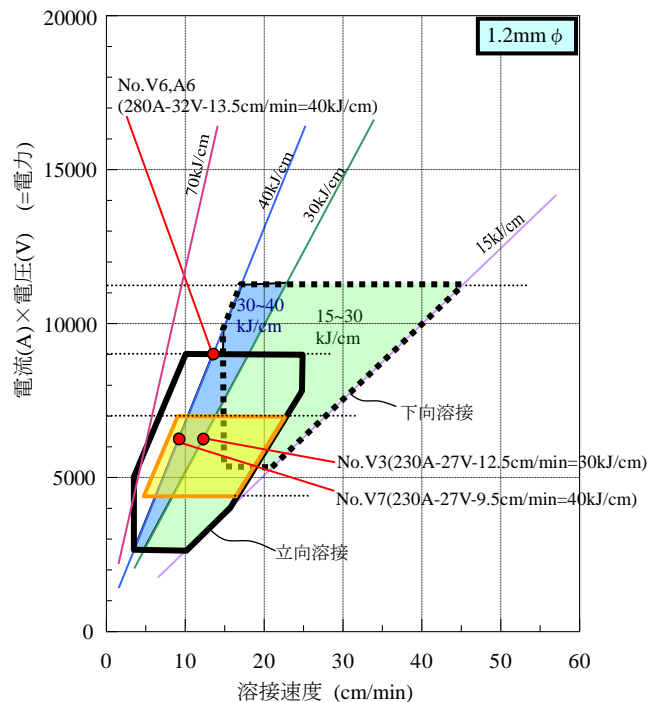


図1 溶接条件イメージマップ

図 2 に示す。試験体の溶接金属の性能を確認する為、以下の試験を行った。

- (1) DEPO 引張試験(JIS Z 3111 A0 号)
- (2) シャルピー衝撃試験(JIS Z 2211 V ノッチ試験片)
- (3) マクロ試験
- (4) 溶接金属の化学成分分析

溶接方法は、簡易自動溶接機を走行台車にセットし、全試験体ともガス流量 250/min、ワイヤの突出し長さは、立向溶接の実態を反映して 20mm とした。試験に用いた鋼材の化学成分分析結果を表 3 に示す。

3.2 試験体溶接記録

試験体溶接記録として、電流はクランプメーター、電圧はチップ母材間に取付けた電圧測定線、パス間温度は試験体にパーカッション溶接で取付けた熱電対からデータロガーに取込んだ。試験体溶接記録を表 4 に示す。

4. 溶接結果

本試験に先立ち立向溶接の予備実験を実施し、単パスの溶接は可能であることの確認を行った。試験終了後の試験体外観写真を写真 1 に示した。電流、電圧、速度が大きい 55SV6、55DV6、55FV6、60SV6 のいずれも V6 計 4 体は、溶融池垂れが発生し最終パスまで溶接できなかった。V6 残り 3 体も溶接は完了したが、最終パスにおいてビード不整が発生した。また 55SV3、55DV3 の計 2 体は、スラグ巻き込みが発生していたことから、試験結果に影響を及ぼしていると判断し、新たに追加試験を実施した。これらは 55SV3-2、55SV3-3、55DV3-2 として報告する。

5. まとめ

本稿では、溶接方針、溶接条件、試験項目、試験体溶接記録について報告した。機械試験結果、試験結果の分析はその 2 で報告する。

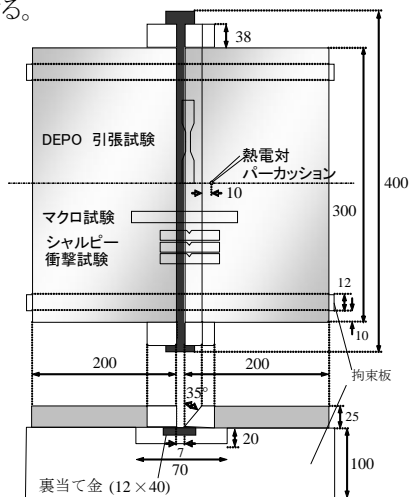


図 2 試験体形状・寸法

参考文献:

- 1) 松浦ら:550N/mm²級及び 590N/mm²級鋼材に適用する溶接材料と溶接条件 その 1
 - 2) 加賀美ら:550N/mm²級及び 590N/mm²級鋼材に適用する溶接材料と溶接条件 その 2
 - 3) 藤田ら:550N/mm²級及び 590N/mm²級鋼材に適用する溶接材料と溶接条件 その 3
- 上記全て日本建築学会学術講演梗概集 2013 年

表 3 鋼材の化学成分分析結果「単位：％(質量分率)」

成分	C	Si	Mn	Mo	V	Cu	Ni
490N	4SN490B	0.15	0.25	1.50	-	-	-
550N	TMCP385	0.13	0.33	1.32	<0.005	0.021	0.005
590N	SA440B	0.077	0.21	1.43	0.26	0.008	0.005

表 4 試験体溶接記録

試験体 No.	溶接条件	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(℃)
50SV3	5 層 7 パス	230	27.0	12.5	29.8	230
50DV3	5 層 7 パス	229	27.0	12.5	29.7	228
55SV3	5 層 6 パス	229	27.0	12.5	29.7	228
55SV3-2	5 層 7 パス	227	26.0	12.5	28.3	228
55SV3-3	5 層 7 パス	230	27.0	12.5	29.8	225
55DV3	5 層 7 パス	228	27.2	12.5	29.8	228
55DV3-2	5 層 7 パス	229	27.0	12.5	29.7	244
55FV3	5 層 7 パス	229	27.1	12.5	29.8	230
60SV3	5 層 7 パス	230	26.9	12.5	29.7	241
60DV3	5 層 7 パス	230	26.9	12.5	29.7	230
50SV6	5 層 5 パス	281	32.2	13.5	40.2	331
50DV6	5 層 5 パス	280	31.9	13.5	39.7	331
60DV6	5 層 5 パス	267	30.8	12.5	39.5	248
50SV7	6 層 6 パス	230	27.0	9.5	39.2	346
50DV7	6 層 6 パス	229	27.0	9.5	39.1	336
55SV7	6 層 6 パス	229	27.0	9.5	39.1	319
55DV7	6 層 6 パス	228	27.1	9.5	39.0	342
55FV7	6 層 6 パス	230	27.0	9.5	39.2	335
60SV7	6 層 6 パス	230	27.1	9.5	39.4	325
60DV7	6 層 6 パス	230	27.0	9.5	39.2	306
50SA6	6 層 6 パス	282	32.2	13.5	40.4	340
50DA6	6 層 6 パス	281	32.2	13.5	40.2	326
55SA6	6 層 6 パス	282	32.1	13.5	40.2	350
55DA6	6 層 6 パス	282	31.8	13.5	39.9	346
55FA6	6 層 6 パス	280	32.1	13.5	39.9	343
60SA6	6 層 6 パス	283	31.4	13.5	39.5	336
60DA6	6 層 6 パス	281	31.9	13.5	39.8	344

※パス間温度はパス毎実績値の最大を抽出

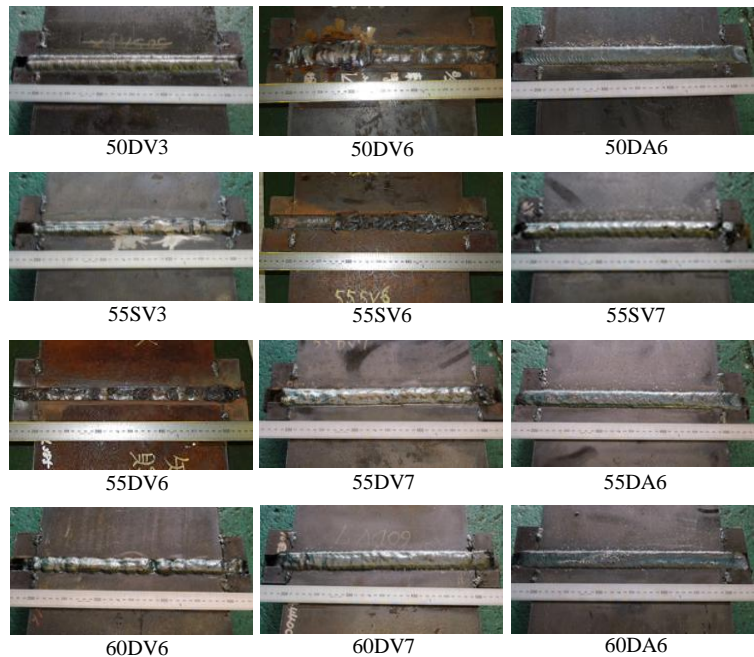


写真 1 試験体外観写真 (抜粋)

- *1 安藤・間,*2 日建設計,*3 日本設計,*4 大成建設,
- *5 類設計室,*6 安井建築設計事務所,*7 清水建設,
- *8 神戸製鋼所

- *1 Hazama Ando Corp. *2 Nikken Sekkei Ltd. *3 Nihon Sekkei Inc.
- *4 Taisei Corporation *5 Rui.Sekkeisitsu.Co.Ltd
- *6 Yasui Architects,INC. *7 Shimizu Corp. *8 Kobe Steel,Ltd.