

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3 試験結果の分析と立向溶接の入熱・パス間温度管理条件)

正会員 ○加賀美安男*1 正会員 松浦知樹*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 鈴木励一*7 同 小倉裕之*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

前報では、490N/mm²級(以下本文では/mm²表記を省略)、550N級及び590N級鋼材を母材に、溶接材料のJIS規格の引張強さ下限値が490N(T49J0T1-1CA-XX)、550N(T550T1-1CA-XX)及び590N(T59J1T1-1CA-XX)のフラックス入りワイヤを用いた溶接金属の機械的性質を報告した。

本報では、これらの試験結果から、①鋼材強度毎の溶接材料の入熱・パス間温度管理条件と溶接金属の機械的性質、②同一入熱・パス間温度条件下における同一規格の溶接材料の溶接金属の機械的性質、③立向姿勢と下向姿勢における入熱と溶接金属の機械的性質の相関性の違い、を考察する。更に、これらを踏まえて溶接材料規格毎の適正な溶接条件を提案する。

2. 入熱と機械的性質

表1に試験体の溶接条件と溶接金属の引張強さを示した。図1~3に溶接材料の規格別に溶接金属の引張強さおよび降伏点(0.2%耐力)と入熱・パス間温度の関係を示した。

表1 試験体の溶接条件と機械試験結果

試験体 No.	入熱 (kJ/cm)	パス間温度 (°C)	0.2%耐力 (N/mm ²)	引張強さ (N/mm ²)
50SV3	29.8	230	490	591
50SV6	40.2	331	434	553
50SV7	39.2	346	447	548
50SA6	40.4	340	415	513
50DV3	29.7	228	470	574
50DV6	39.7	331	397	536
50DV7	39.1	336	471	561
50DA6	40.2	326	406	497
55SV3-3	29.8	225	455	563
55SV7	39.1	319	431	555
55SA6	40.2	350	406	507
55DV3-2	29.7	244	474	570
55DV7	39.0	342	441	526
55DA6	39.9	346	411	485
55FV3	29.8	230	487	586
55FV7	39.2	335	464	553
55FA6	39.9	343	418	503
60SV3	29.7	241	545	636
60SV7	39.4	325	465	566
60SA6	39.5	336	429	534
60DV3	29.7	230	527	625
60DV6	39.5	248	499	602
60DV7	39.2	306	460	568
60DA6	39.8	344	436	534

全体として、立向姿勢の入熱 30kJ/cm では、溶接材料の強度が上がる毎に引張強さは上昇し 50N/mm²程度の差があるが、立向姿勢の入熱 40 kJ/cm では、引張強さの差が 20N/mm²程度と小さくなっている。

2.1 溶接条件と機械的性質の關係に及ぼす溶接材料規格の影響

①490N級溶接材料

入熱 40kJ/cm パス間温度 350°Cにおいて、溶接材料 2 銘柄共、490N 級鋼の降伏点および引張強さの規格下限値を上回った。溶接材料 2 銘柄の引張強さの差は少ない。

②550N級溶接材料

550N 級鋼に対して、溶接材料 3 銘柄とも、溶接条件 V3 では 550N 級鋼の降伏点および引張強さの規格下限値を上回った。溶接条件 A6 では 550N 級鋼の降伏点の規格下限値は上回ったが、引張強さの規格下限値は下回った。溶接条件 V7 では D 銘柄が 550N 級鋼の引張強さ規格下限値を下回った。

490N 級鋼に対して、D 銘柄が溶接条件 A6 にて、引張強さが 490N/mm²を下回ったが、溶接条件 V3 および V7 では 490N 級鋼の降伏点および引張強さの規格下限値を上回った。また、他の 2 銘柄は、すべての溶接条件において、490N 級鋼の降伏点および引張強さの規格下限値を上回った。

③590N級溶接材料

590N 級鋼に対して、溶接条件 V3 にて、2 銘柄共に 590N 級鋼の降伏点および引張強さの規格下限値を上回ったが、溶接条件 V7 および A6 では、2 銘柄共に引張強さの規格下限値を下回った。特に溶接条件 A6 では、2 銘柄共 590N 級鋼の降伏点の規格下限値を下回った。溶接条件 V6 では鋼材の降伏点および引張強さの規格下限値を上回った。

550N 級鋼に対して、2 銘柄共に、溶接条件 V3 および V7 にて、550N 級鋼の降伏点および引張強さの規格下限値を上回った。溶接条件 A6 では、550N 級鋼の引張強さの規格下限値を下回った。

2.2 溶接条件と機械的性質の關係における溶接材料規格内ばらつき

①490N級溶接材料

4 溶接条件すべてにおいて溶接材料 2 銘柄の引張強さの差は少ない。また、各溶接条件における銘柄による引張強さの大小の傾向はみられない。

②550N級溶接材料

3 つの溶接条件すべてにおいて溶接材料 3 銘柄の引張強さの差は少ないものの、1 銘柄が溶接条件 V7 で 550N 級鋼の引張強さの規格下限値を下回っている。

③590N 級溶接材料

3 溶接条件すべてにおいて溶接材料 2 銘柄の引張強さの差は少ない。また、各溶接条件における銘柄による引張強さの大小の傾向はみられない。

2.3 溶接条件と機械的性質の係に及ぼす溶接姿勢の影響

①490N 級溶接材料

立向姿勢の溶接条件 V6 と V7 (いずれも入熱 40kJ/cm、パス間温度 350℃) では、溶接金属の引張強さはほぼ同程度だが、溶接条件 V7 と下向姿勢の溶接条件 A6 (入熱 40kJ/cm、パス間温度 350℃) では、溶接材料 2 銘柄とも降伏点および引張強さともに下向姿勢の方が低く、引張強さで 40~60N/mm² 程度低い値であった。

②550N 級溶接材料

立向姿勢の溶接条件 V7 と下向姿勢の溶接条件 A6 では、溶接材料 3 銘柄とも降伏点および引張強さともに下向姿勢の方が低く、引張強さで 40~50N/mm² 程度低い値となり、490N 級溶接材料と同様の傾向を示した。

③590N 級溶接材料

立向姿勢の溶接条件 V7 と下向姿勢の溶接条件 A6 では、溶接材料 2 銘柄とも降伏点および引張強さともに下向姿勢の方が低く、引張強さで 40~50N/mm² 程度低い値となり、490N 級および 550N 級溶接材料と同様の傾向を示した。

④溶接姿勢による溶接管理条件と実行条件履歴の違い

立向姿勢の溶接条件 V7 と下向姿勢の溶接条件 A6 のパス毎のパス間温度の関係をすべての溶接材料について図 3 に示した。同じ入熱・パス間温度管理条件下での立向溶接は下向溶接に比べて溶接速度が小さいため、パス間温度測定点(溶接長中央)通過後から次パスアークスタートまでに時間を多く要する。その間に冷却が進むため、パス間温度は立向溶接の方が低くなる。本試験の板厚 25mm 条件では、板厚中央値付近の 4 パス前後がパス間温度の差が大きく、これにより溶接条件 V7、すなわち立向溶接条件の方が溶接金属の引張強さが高い値を示した理由の一つと考えられる。

3. 入熱・パス間温度管理条件の設定

試験で得られた結果より溶接材料の強度区分別の入熱・パス間温度管理条件を、表 2 に示した。

表 2 溶接材料の強度区分別の立向姿勢溶接条件

鋼材強度	溶接材料 強度区分		
	490N	550N	590N
490N	40kJ/cm,350℃	40kJ/cm,350℃	40kJ/cm,350℃
550N	不可	30kJ/cm,250℃	40kJ/cm,350℃
590N	不可	不可	30kJ/cm,250℃

また、銘柄別に入熱・パス間温度管理条件は、更に広がるものもある。

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。

4. まとめ

本研究では、高張力鋼用のフラックス入りワイヤの立向姿勢での溶接条件毎の溶接金属の引張強さを、下向姿勢の同一溶接条件と比較し、溶接材料規格毎の立向姿勢の溶接管理条件を設定した。更に入熱の大きい立向姿勢の溶接条件と溶接金属の性能は今後の検討課題である。

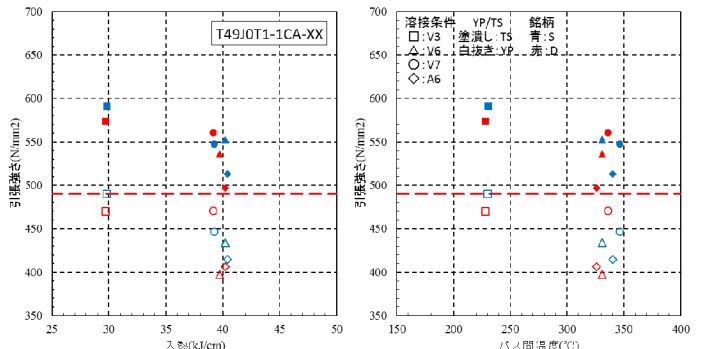


図 1 溶接金属の引張強さと入熱・パス間温度(490N 級)

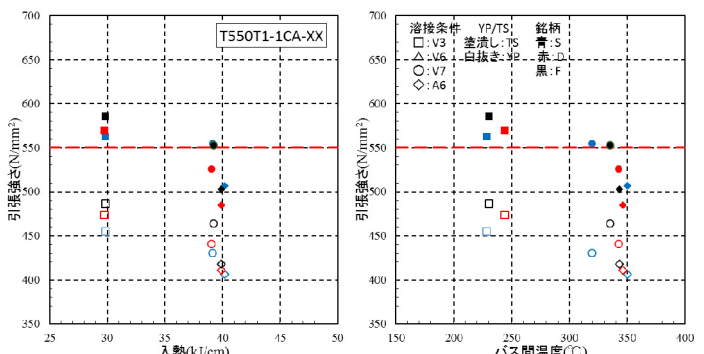


図 2 溶接金属の引張強さと入熱・パス間温度(550N 級)

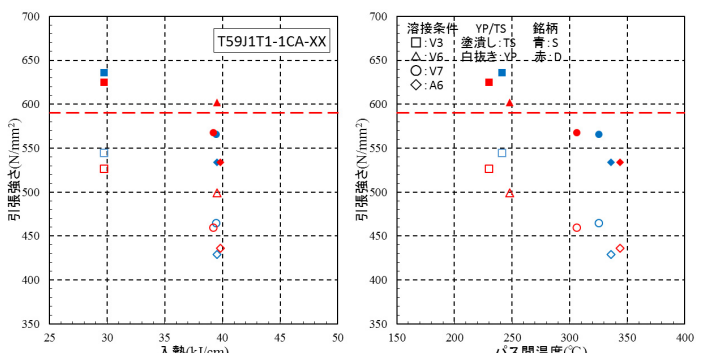


図 3 溶接金属の引張強さと入熱・パス間温度(590N 級)

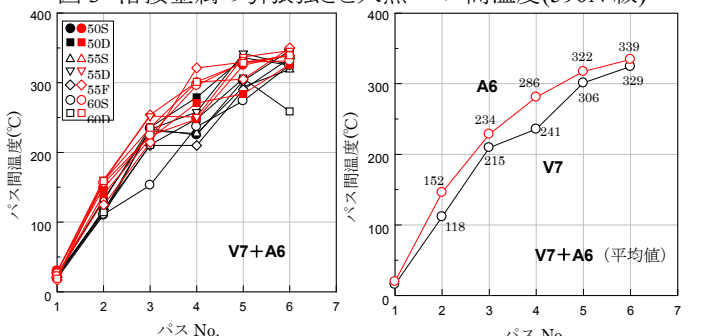


図 4 立向姿勢と下向姿勢のパス数毎のパス間温度

* 1 日建設計, *2 安藤・間, *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 神戸製鋼所, *8 清水建設

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