

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 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 鈴木励一*7

高張力鋼 溶接材料 溶接条件
 機械的性質 成分希釈

1. はじめに

550N/mm²級及び590N/mm²級の高強度鋼材は、これまで主に柱材に適用されることが多かった。近年は梁材にも用いられるケースも多く、これらの部材の接合は溶接接合が採用される場合が多い。520N/mm²級以下の鋼材に使用する溶接材料と適用鋼材の溶接条件は、JIS Z3312 の解説にて明記されているが、550N/mm²級及び590N/mm²級鋼材は、大臣認定図書の別添(溶接施工指針等)にて使用する溶接材料規格として YGW18 や G59JA1UC3MIT が提示されるのみで、具体的な溶接条件は明記されていないものも存在する。また、これらの溶接材料は、同一 JIS 規格でありながら、各溶接条件における溶接金属の性能には差が生じることがある。

本研究では、550N/mm²級及び590N/mm²級鋼材に適用する溶接材料と溶接条件差異が溶接金属の性能に及ぼす影響を明らかにすること、かつ管理条件を提案することを目的とする。

そのために、490N/mm²級鋼材を用いて実施された既往の高強度溶接材料(YGW18Mo,G59JA1UC3MIT(以後 G59J)等)に関する研究結果(WG5¹⁾)の有効性を確認するための溶接試験を行った。その 1 では試験概要と結果について報告する。

2. 試験条件

一般に、鋼材と適用する溶接材料の組合せとしては表 1 の○及び●印のケースが適用されると考えられる。試験は、表 1 に示す●印のケースについて行った。590N/mm²級鋼材については、板厚による影響を確認するため、板厚 25mm と 40mm で試験を行った。表 2 に試験体 No.と溶接材料、表 3 に試験体 No.と溶接条件を示した。

なお、JIS 規格の YGW18 は、溶接材料の化学成分として Mo を含まない成分系と含む成分系が混在しているが、既往の研究結果からこれらの間には溶接金属の機械的性質に有意な差があると考え、Mo を含む成分系を本研究に供試すると共に、表記を YGW18Mo と定義している。

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溶接における能率とアーク安定性を加味した実用的値とした。溶接条件イメージマップを図 1 に示した。

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)

表 1 鋼材と溶接材料の組合せ

鋼材	溶接材料			
	YGW11	YGW18	YGW18Mo	G59J
490N/mm ²	○WG5	○WG5	○WG5	△
550N/mm ²	×	○	●	●
590N/mm ²	×	×	×	●

表 2 試験体 No.と溶接材料

試験体番号 鋼種+溶材+条件	鋼種 N/mm ²	板厚 mm	溶接材料 (1.4φ)
5518A1,5518A3, 5518A6	550	25	YGW18Mo (YM-55C)
5521A1,5521A3, 5521A6			G59JA1UC3MIT (YM-60C)
5921A1,5921A3, 5921A6	590	40	
5921B1,5921B3, 5921B6			

表 3 試験体 No.(末尾 2 文字)と溶接条件

パス間温度 (°C)	入熱(kJ/cm)		
	20	30	40
150	A1・B1	-	-
250	-	A3・B3	-
350	-	-	A6・B6

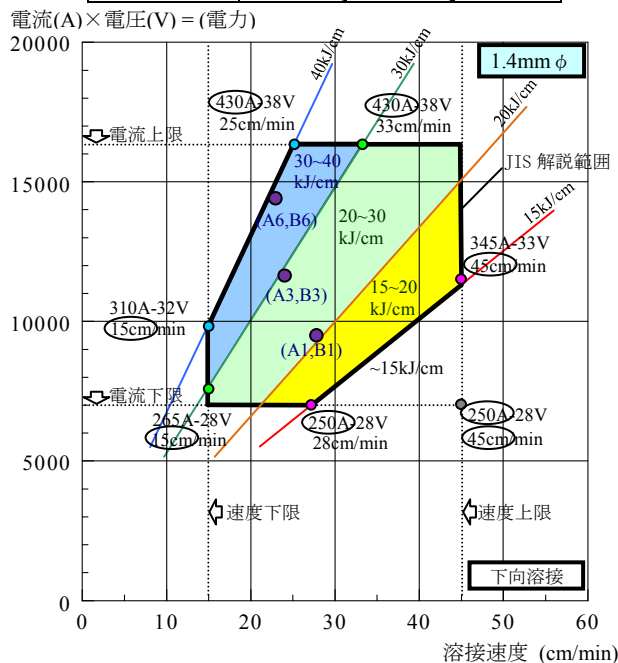


図 1 溶接条件イメージマップ

の突合せ継手の完全溶込み溶接とした。試験体形状・寸法を図 2 に示した。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
- 各試験片の採取位置を図 3 に示した。

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 25mm とした。試験に用いた溶接材料及び鋼材の化学成分分析結果を表 4 及び表 5 に示した。

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 6 に示した。

4. 試験結果

試験体から得られた機械試験結果を表 7 に、溶接金属の化学成分分析結果を表 8 に示した。

5. まとめ

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

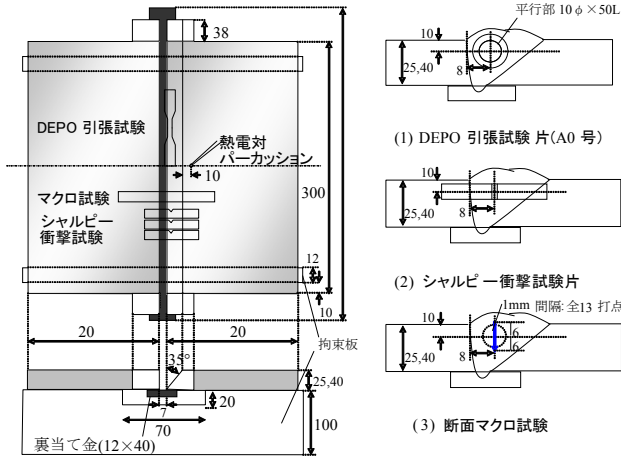


図 2 試験体形状・寸法

図 3 試験片採取位置

表 4 溶接材料の化学成分分析結果「単位：%(質量分率)」

成分	C	Si	Mn	Mo	Cu	Ti+Zr
YGW18Mo	0.05	0.80	1.63	0.22	0.17	0.22
G59J	0.06	0.70	2.00	0.38	0.19	0.17

表 5 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
既 SN490	0.15	0.40	1.50	-	-	-	-
550N	0.13	0.33	1.32	<0.005	-	0.021	0.010
590N(25t)	0.077	0.21	1.43	0.26	0.049	0.008	0.005
590N(40t)	0.074	0.23	1.42	0.25	0.051	0.015	0.008

表 6 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 (°C)
5518A1	7層10パス	300	32.1	28	20.6	150
5518A3	6層7パス	350	34.0	24	29.8	250
5518A6	5層6パス	400	37.0	23	38.6	350
5521A1	7層10パス	299	32.0	28	20.5	150
5521A3	6層7パス	350	34.0	24	29.8	250
5521A6	5層6パス	400	37.0	23	38.6	350
5921A1	7層10パス	301	32.0	28	20.3	150
5921A3	6層7パス	350	34.0	24	29.8	250
5921A6	5層6パス	400	37.0	23	38.6	350
5921B1	11層20パス	300	32.0	28	20.3	150
5921B3	9層13パス	350	33.9	24	29.7	250
5921B6	8層11パス	401	37.0	23	38.7	350

表 7 溶接金属の機械試験結果

試験体 No.	0.2%耐力 (N/mm ²)	引張強さ (N/mm ²)	伸び (%)	0°C吸収エネルギー (J)	脆性破面率 (%)
5518A1	553	622	26	131	10
5518A3	501	594	25	116	17
5518A6	440	558	29	117	33
5521A1	571	643	25	94	23
5521A3	522	617	27	99	30
5521A6	436	571	27	100	38
5921A1	566	637	25	123	12
5921A3	537	624	25	113	23
5921A6	445	579	29	115	30
5921B1	583	642	23	101	25
5921B3	548	628	26	75	42
5921B6	468	566	26	88	47

表 8 溶接金属の化学成分分析結果

試験体 No.	C	Si	Mn	Mo	Ti	B	N
5518A1	0.068	0.51	1.08	0.20	0.055	0.0029	0.0046
5518A3	0.068	0.55	1.16	0.19	0.061	0.0029	0.0062
5518A6	0.074	0.48	1.14	0.17	0.052	0.0026	0.0052
5521A1	0.067	0.41	1.33	0.33	0.044	<0.0001	0.0071
5521A3	0.068	0.43	1.36	0.35	0.047	<0.0001	0.0081
5521A6	0.072	0.40	1.30	0.31	0.040	<0.0001	0.0079
5921A1	0.063	0.39	1.35	0.36	0.041	<0.0001	0.0070
5921A3	0.064	0.43	1.39	0.36	0.047	<0.0001	0.0058
5921A6	0.065	0.39	1.33	0.35	0.039	<0.0001	0.0057
5921B1	0.059	0.41	1.31	0.39	0.045	<0.0001	0.011
5921B3	0.061	0.43	1.36	0.38	0.044	<0.0001	0.010
5921B6	0.061	0.39	1.29	0.37	0.037	<0.0001	0.0051

1)倉持貢ら「設計要求性能と溶材特性を考慮した溶接施工条件の設定と管理」(報告)、社団法人日本鋼構造協会、鋼構造年次論文報告集、第11巻(2003年11月) p665-673

*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 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 Kobe Steel,Ltd.