

高入熱用低充填メタル系フラックス入りワイヤを用いた溶接施工の検討
その 3 : 高入熱溶接試験の溶接金属性能について

正会員*1 ○西出 大介 , 同 佐藤 和司
同*2 中澤 博志 , 同 齋藤 雅哉
同*3 鈴木 至

溶接ワイヤ 高能率 高入熱
スパッタ 引張強さ シームレス

1. はじめに

本報では、第一報、第二報で報告した高入熱用低充填 FCW とソリッドワイヤ YGW18 が溶接入熱により受ける影響の検討結果について溶接金属の引張試験、衝撃試験、成分分析結果、硬さ試験について報告する。

2. 高入熱施工の溶接金属性能について

溶接金属の引張試験結果を表 1、図 1~図 4 に示す。 YGW18 及び低充填 FCW 共に入熱が高くなると 0.2%耐力、引張強さ共に低下する傾向が確認された。

溶接金属のシャルピー衝撃試験結果を表 2、図 5~8 に示す。いずれの条件も目標値の 27J 以上であることを確認した。また、入熱 60kJ/cm の場合に低充填 FCW も YGW18 も最も高い靱性値を有しているが、入熱 80kJ/cm、100kJ/cm では靱性値の低下を確認した。

表 1 溶接金属の引張試験結果

試験記号	板厚 mm	溶接材料	目標入熱 kJ/cm	0.2%耐力 N/mm ²	引張強さ N/mm ²	伸び %
F2-6	25	低充填 FCW	60	495	633	28
F2-8			80	472	624	22
F2-10			100	433	582	29
Y2-6	25	YGW18	60	402	535	32
Y2-8			80	403	541	31
Y2-10			100	371	495	31
F4-6	40	低充填 FCW	60	474	616	30
F4-8			80	434	587	32
F4-10			100	453	589	29
Y4-6	40	YGW18	60	375	502	35
Y4-8			80	425	539	29
Y4-10			100	359	505	33
目標値				≧325	≧490	≧18

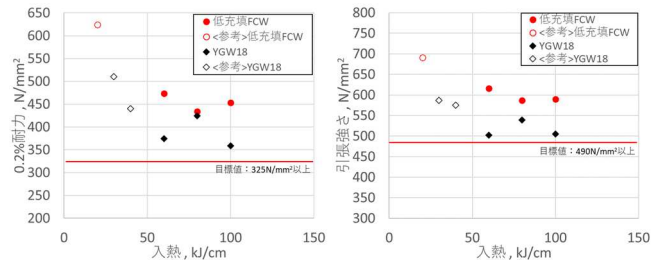


図 3 入熱と 0.2%耐力の関係(40mm) 図 4 入熱と引張強さの関係(40mm)

表 2 溶接金属のシャルピー衝撃試験結果

試験記号	溶接金属 J(n=3)	ボンド部 J(n=3)	HAZ 部 J(n=3)	ボンド部/HAZ 部 J(n=3)
F2-6	89	150	155	110
F2-8	46	131	122	89
F2-10	96	144	142	130
Y2-6	121	151	157	134
Y2-8	45	140	124	63
Y2-10	49	104	136	157
F4-6	106	145	157	159
F4-8	95	120	105	134
F4-10	59	151	160	77
Y4-6	148	172	195	138
Y4-8	50	119	157	103
Y4-10	46	191	202	92

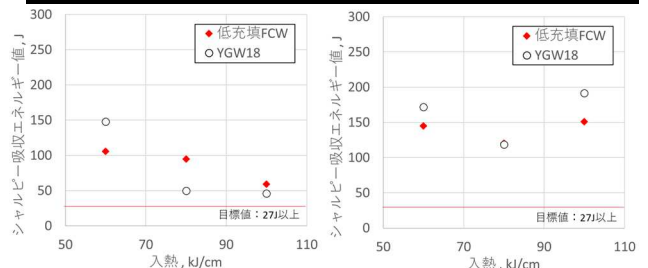


図 5 溶接金属部の靱性と入熱(40mm) 図 6 ボンド部の靱性と入熱(40mm)

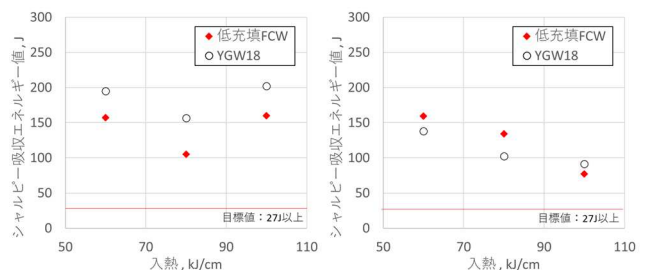


図 7 HAZ 部の靱性と入熱(40mm) 図 8 ボンド/HAZ 部の靱性と入熱(40mm)

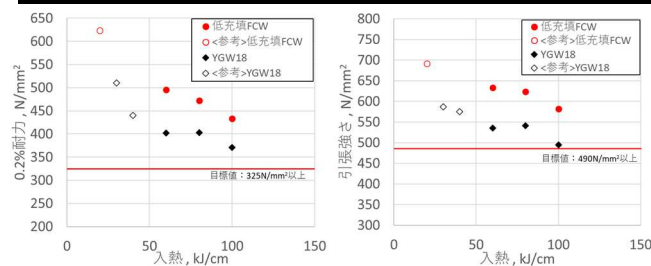


図 1 入熱と 0.2%耐力の関係(25mm) 図 2 入熱と引張強さの関係(25mm)

Investigation of Welding Using Low-filling Metallic Flux-cored Wire for High Heat Input.

Part 3 : Weld metal performance in high heat input welding tests.

*1 NISHIDE daisuke, SATO kazushi

*2 NAKAZAWA hiroschi, SAITO masaya

*3 SUZUKI itaru

溶接金属の成分分析結果を表3に示す。低充填 FCW は YGW18 に比べて Mn、Mo が高い値になっているため、溶接金属の強度が向上していると考えられる。また、窒素量に関してはばらつきが見られた。

溶接金属中の窒素量とシャルピー吸収エネルギー値の関係を図9に示す。

低充填 FCW は窒素量が増加するにつれて靱性が低下する傾向が確認された。これは高入熱溶接により溶融池が大きくなり、シールド性が低下したことが一因と思われる。

YGW18 に関しては窒素量が低い状態でも入熱 80kJ/cm 以上の高入熱溶接時の靱性が低下する結果となった。YGW18 は低充填 FCW に比べて Si、Mn、Mo 等の合金元素が低く、高入熱溶接では焼入れ性が不足し、粒界フェライトの増加や組織が粗大化し、靱性が低下している可能性が考えられる。

表3 溶接金属部の成分分析結果 (% , N,O:ppm)

試験記号	成分分析結果 (% , N,O:ppm)							
	C	Si	Mn	P	S	Mo	N	O
F2-6	0.07	0.42	1.70	0.010	0.010	0.25	108	426
F2-8	0.07	0.38	1.57	0.010	0.010	0.25	181	403
F2-10	0.07	0.33	1.43	0.010	0.010	0.25	42	391
Y2-6	0.08	0.47	1.10	0.013	0.009	0.18	51	379
Y2-8	0.07	0.42	0.98	0.013	0.010	0.19	73	402
Y2-10	0.08	0.40	0.96	0.013	0.010	0.18	43	363
F4-6	0.06	0.43	1.73	0.008	0.011	0.29	61	419
F4-8	0.07	0.41	1.70	0.009	0.011	0.28	59	384
F4-10	0.07	0.38	1.58	0.009	0.011	0.28	154	386
Y4-6	0.07	0.43	0.98	0.012	0.010	0.21	53	388
Y4-8	0.07	0.43	0.97	0.012	0.011	0.21	93	349
Y4-10	0.07	0.42	0.96	0.013	0.010	0.20	37	365

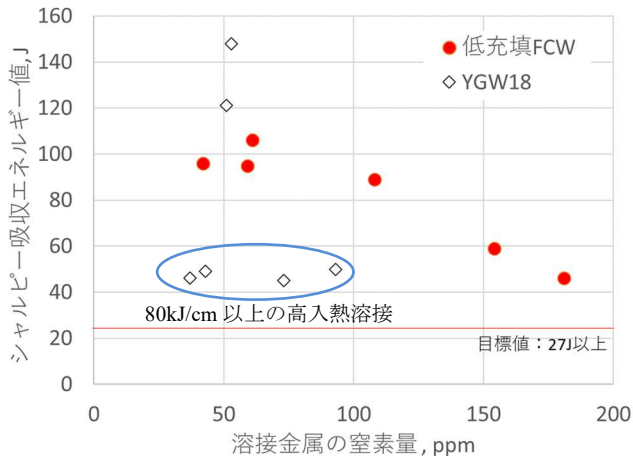


図9 溶接金属中の窒素量と吸収エネルギー値の関係

硬さ試験結果を表4、図10、図11に示す。いずれの条件も HAZ 部、母材部に関しては低充填 FCW と YGW18 で差異は見られなかった。溶接金属部に関しては低充填 FCW がやや高い値であることを確認した。これは溶接金

属の引張試験の結果と一致しており、低充填 FCW の方が Mn、Mo 含有量が高いことに起因している。一方、YGW18 は溶接金属の最小値が母材、HAZ の最小値を下回る結果であった。

表4 硬さ試験結果

試験記号	溶接金属 Hv			HAZ 部 Hv			母材部 Hv		
	min	max	ave	min	max	ave	min	max	ave
F2-6	186	215	199	154	186	164	153	160	156
F2-8	189	199	195	150	188	165	152	159	156
F2-10	173	194	182	151	176	163	151	157	154
Y2-6	156	192	168	158	191	167	152	159	156
Y2-8	174	187	183	156	177	168	156	163	159
Y2-10	148	166	159	151	181	164	150	164	157
F4-6	174	212	196	160	196	169	147	159	154
F4-8	172	207	195	154	192	170	151	159	154
F4-10	176	197	186	150	173	162	152	159	155
Y4-6	148	183	162	155	192	170	154	162	157
Y4-8	154	185	176	152	175	164	154	165	158
Y4-10	145	172	160	149	176	162	149	157	152

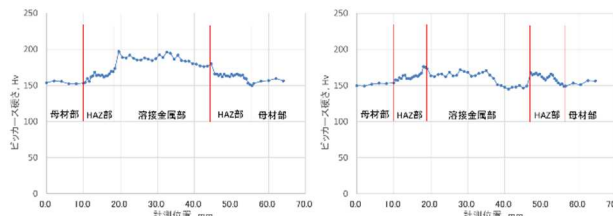


図10 低充填 FCW(40mm) 入熱 100kJ/cm の硬さ分布
 図11 YGW18(40mm) 入熱 100kJ/cm の硬さ分布

3. まとめと考察

高入熱用低充填 FCW とソリッドワイヤ YGW18 が溶接入熱により受ける影響を調査し、高入熱施工による施工効率の向上を検討した。

溶接金属の引張強さは、低充填 FCW は 0.2%耐力及び引張強さ共に十分に規格を満足した。これは成分分析の結果より、溶接金属中の Mn、Mo 量が増加しているためと考えられる。よって、低充填 FCW は高入熱施工においても、目標強度を達成できることを確認した。

衝撃値は、低充填 FCW、YGW18 共に目標値を満足した。衝撃値のばらつきの要因に関しては、溶接金属部の組織調査を行う。

溶接金属部の硬さ試験は、低充填 FCW の方が YGW18 よりも高い値を示した。

本試験において、入熱 60kJ/cm 以上の高入熱溶接条件下においても、低充填 FCW を用いることで十分な溶接金属性能を得ることが可能であることが確認された。

【参考文献】

- 1) JSS 建築鉄骨溶接部の機械的性質の標準試験マニュアル～引張試験・シャルピー衝撃試験～JSS IV 13-2016
 一般社団法人 日本構造協会

*1 株式会社平野鐵工所
 *2 日鉄溶接工業株式会社
 *3 日本製鉄株式会社

*1 HIRANO IRON WORKS CO.,LTD.
 *2 NIPPON STEEL WELDING & ENGINEERING CO.,LTD.
 *3 NIPPON STEEL CORPORATION.