

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5：半自動溶接時の溶接金属性能及び実施工への適用性確認

正会員*1 ○佐藤 和司 ， 同 西出 大介
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

第四報では高入熱用低充填 FCW とソリッドワイヤを用いた半自動溶接施工時の溶接性及び施工効率について報告した。本報では半自動溶接施工時の溶接金属性能評価結果について報告する。

2. 高入熱半自動溶接の試験条件

適用した溶接条件及び試験記号を表 1 に示す。H2-1 は比較用として従来の YGW18 を使用し、一般的な基準入熱となる入熱 40kJ/cm で溶接した。H2-2、H2-3 は高入熱用の低充填 FCW を用いて、入熱 60kJ/cm、80kJ/cm で溶接した。H2-4 はパス間温度の上昇及び母材への熱影響を防ぐため、初層および2層目は 60kJ/cm、最終層は 80kJ/cm の3パス施工を実施した。

表 1 溶接条件

試験記号	溶接材料	入熱 kJ/cm	電流 A	電圧 V	溶接速度 cm/min
H2-1	YGW18	40	350	33	20~40
H2-2	低充填 FCW	60	450	46	20
H2-3		80	460	46	15
H2-4		60~80	450	46	15~20

※パス間温度：350℃以下、予熱温度：RT
シールドガス：100%CO₂、ガス流量：60L/min
鋼種：SN490B 25mm

3. マクロ試験結果

溶接金属のマクロ断面を写真1~4に示す。YGW18を用いた入熱 40kJ/cm の溶接では、9パス施工であったが、低充填 FCW を用いた入熱 60kJ/cm の溶接では4パス施工、入熱 80kJ/cm 及び入熱 60~80kJ/cm の溶接では3パスで施工が可能であった。いずれの溶接条件でも十分な溶込みと余盛高さが得られることを確認した。

3パスすべてを入熱 80kJ/cm で溶接した断面は、溶着量が過大になり、表層のビード始端部が若干オーバーラップになったが、入熱 60kJ/cm と 80kJ/cm を組み合わせることで、ビード始端部の形状は良好になることが確認された。(写真3、写真4)



写真1 YGW18 40kJ/cm

写真2 低充填 FCW 60kJ/cm

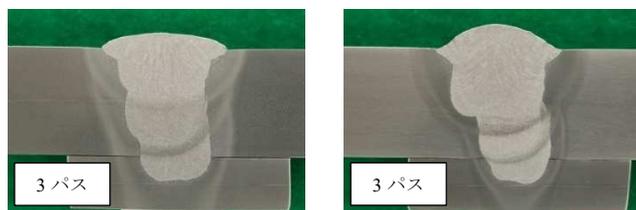


写真3 低充填 FCW 80kJ/cm

写真4 低充填 FCW 60~80kJ/cm

4. 溶接金属性能について

引張試験片の採取位置を図1に、衝撃試験片の採取位置を図2に示す。

溶接金属の引張特性を表2、図3に示す。
溶接金属の0℃の衝撃特性を表3及び図4、図5に示す。
硬さ試験の結果を表4に示す。
溶接金属の成分分析の結果を表5に示す。

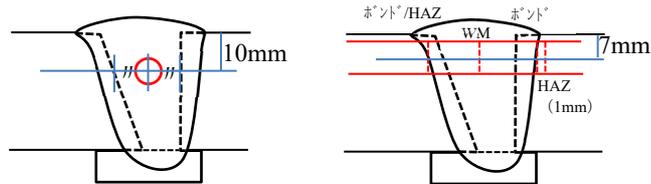


図1 引張試験片採取位置 図2 衝撃試験片採取位置

表 2 溶接金属の引張特性

試験記号	入熱 kJ/cm	溶接材料	0.2%耐力 N/mm ²	引張強さ N/mm ²	伸び %
H2-1	40	YGW18	487	604	30
H2-2	60	低充填 FCW	503	646	30
H2-3	80		442	599	27
H2-4	60~80		477	614	27

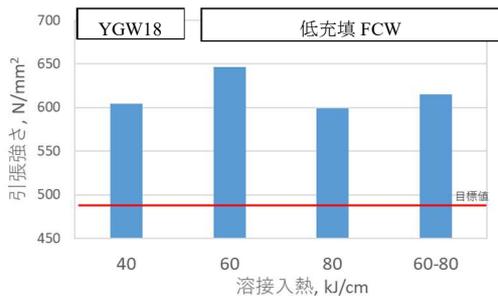


図3 引張強さと溶接入熱の関係

表3 溶接金属の衝撃特性(0°C)

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/HAZ部 J(n=3)
H2-1	118	126	143	117
H2-2	136	133	114	111
H2-3	125	96	83	66
H2-4	127	165	189	176

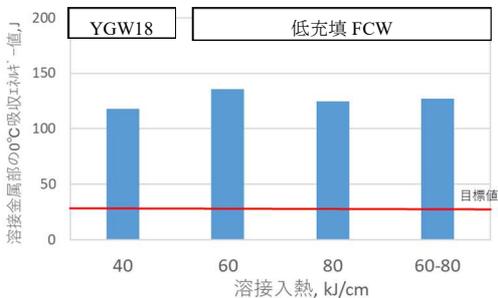


図4 溶接金属部の0°C吸収エネルギー値と入熱の関係

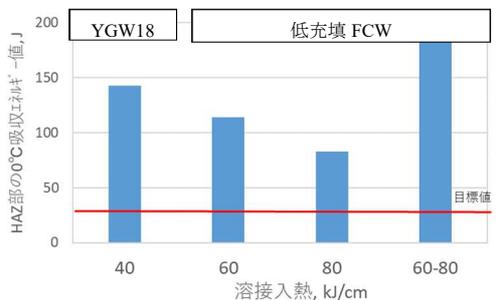


図5 HAZ部の0°C吸収エネルギー値と入熱の関係

表4 硬さ試験結果(HV)

試験記号	溶接金属部		熱影響部		母材部	
	範囲	平均	範囲	平均	範囲	平均
H2-1	178-199	190	155-185	169	151-163	157
H2-2	197-223	206	158-201	167	151-159	155
H2-3	195-207	201	156-199	167	153-163	157
H2-4	191-205	200	142-185	151	152-161	156

従来のソリッドワイヤ (YGW18) では、溶接入熱 40kJ/cm において引張強さが 604N/mm²であったが、低充填メタル系 FCW では、入熱 80kJ/cm の溶接においても引張強さが 599N/mm²であることを確認した。溶接金属の0°C吸収エネルギー値はいずれの入熱でも 100J を超えており、十分な靱性を得ることができた。前回の自動溶接試

験では入熱 80kJ/cm、100kJ/cm の溶接条件において、メタル先行の影響で窒素の巻き込みが発生し、吸収エネルギー値の低下が発生したが、今回の半自動溶接方法であれば良好な結果が得られることを確認した。ボンド部、HAZ 部、ボンド/HAZ 部においては入熱 80kJ/cm の溶接で吸収エネルギー値の低下が認められた。これは溶接時の入熱が高いことにより、母材の性質が変化したことが要因と考えられる。硬さ試験の結果は、いずれも溶接金属部が最も高く、良好な結果であった。

表5 溶接金属の成分分析結果(mass%)

試験記号	C	Si	Mn	P	S	Mo
H2-1	0.10	0.51	1.44	0.011	0.008	0.12
H2-2	0.09	0.39	1.76	0.010	0.009	0.22
H2-3	0.08	0.36	1.66	0.010	0.008	0.20
H2-4	0.08	0.37	1.60	0.011	0.009	0.22

5. 溶接継手性能について

溶接継手の継手引張試験結果を表6に示す。継手引張試験片の一例を写真5に示す。いずれの試験体も破断位置は母材破断であり、引張強さも母材の規格値を十分満足しており、溶接金属性能に問題がないことを確認した。

表6 継手引張試験結果

試験記号	溶接材料	入熱 kJ/cm	引張強さ N/mm ²	破断位置
H2-1	YGW18	30	570	母材
H2-2	低充填 FCW	60	576	母材
H2-3		80	569	母材
H2-4		60~80	557	母材

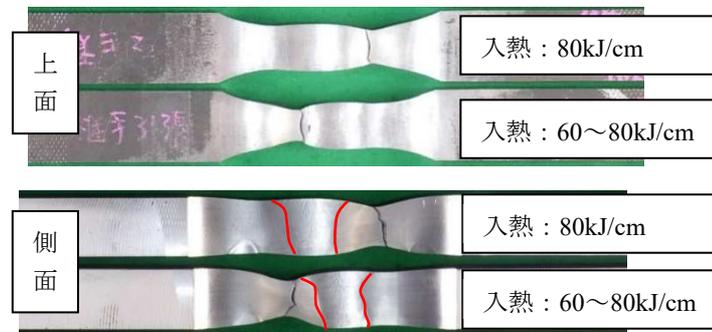


写真5 継手引張試験片の一例

6. まとめと考察

高入熱用低充填 FCW とソリッドワイヤ YGW18 の溶接部が溶接入熱により受ける影響を調査し、高入熱施工による溶接金属の性能を評価した。

高入熱施工における溶接金属の引張強さは、0.2%耐力及び引張強さに共に規格値である 490N/mm² 以上を十分に満足し、0°Cの衝撃値も規格値である 27J 以上を満足することを確認した。

*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.