

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1：溶着金属性能および高入熱溶接の試験手順

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

建築鉄骨分野において、柱、梁、コラム材の溶接には炭酸ガスシールドアーク溶接が多く使用されている。現在、一般的な施工指針となっている鉄骨工事技術指針・工場製作編では、炭酸ガスシールドアーク溶接の場合、490N/mm² 級鋼板に対して 550N/mm² 級の溶接材料を適用する場合に入熱は 40kJ/cm 以下、パス間温度は 350℃以下¹⁾が管理上限となっており、上限以上の入熱で施工することは、溶接金属の機械的性質確保の観点から推奨されていない。そのため、炭酸ガスシールドアーク溶接では、サブマージアーク溶接やエレクトロスラグ溶接といった大入熱の溶接施工法に比べて、施工効率が劣るといった課題がある。

本研究では、高入熱用に成分調整された低充填メタル系フラックス入りワイヤを用いることで、炭酸ガスシールドアーク溶接において、入熱 60~100kJ/cm の高入熱溶接により、溶接効率を向上させることが可能か検討を行った。

2. 適用溶接材料

今回の実験で用いた高入熱用低充填メタル系フラックス入りワイヤ（以下、高入熱用低充填 FCW とする）は、通常のメタル系フラックス入りワイヤよりも内部のフラックス量を減少することで、ソリッドワイヤと同等の深溶込みが得られ、フラックスの組成を変えることで高入熱溶接にも対応可能な成分に調整、更にシームレス構造とすることで、溶接金属の拡散性水素を低く抑えることが可能なフラックス入りワイヤである。

高入熱用低充填メタル系フラックス入りワイヤの性能を比較するため、建築鉄骨の軟鋼から 550N/mm² 級鋼板の一般的な溶接に使用される YGW18 のソリッドワイヤを用いた。ワイヤ径は全て 1.4mm とした。ワイヤの組成を表 1 に示す。各ワイヤの断面形状を写真 1 に示す。

3. 溶着金属の性能評価

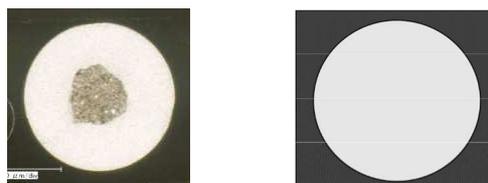
溶着金属の性能を評価するため、JIS Z 3111 による溶着

金属の引張試験及び衝撃試験を実施した。開先形状を図 1 に、溶接条件を表 2 に示す。溶着金属機械性能の試験結果を表 3 に示す。

高入熱用低充填 FCW は一般的な YGW18 に比べて耐力、引張強さ、0℃のシャルピー吸収エネルギーの値が共に高く、規格に対して尤度が高い設計である。そのため、高入熱の溶接においても要求性能を満足すると思われる。

表 1 ワイヤの化学成分の一例 (%)

ワイヤ種類	C	Si	Mn	Mo	Ti
高入熱用低充填メタル系 FCW	0.06	0.80	3.10	0.33	0.28
一般的な YGW18	0.06	0.80	1.60	0.22	0.21



(a)高入熱用低充填メタル系 FCW (b)YGW18

写真 1 各ワイヤの断面形状写真の一例

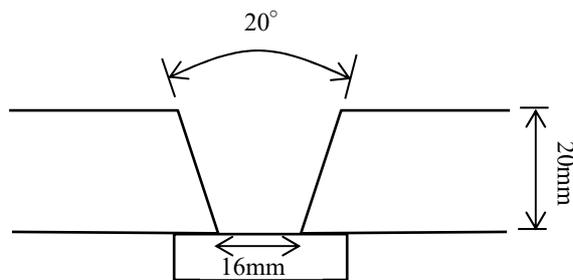


図 1 開先形状(JIS Z 3111)

表 2 溶接条件(ワイヤ径 1.4mm)

電流 A	電圧 V	速度 cm/min	Ext mm	シールドガス
300	33	30	25	CO ₂ (25L/min)

パス間温度：150±15℃

表 3 溶着金属機械性能の試験結果

*1 SAITO masaya, NAKAZAWA hiroshi
 *2 NISHIDE daisuke, SATO kazushi
 *3 SUZUKI itaru

ワイヤ種類	引張試験			衝撃試験	
	0.2%耐力 N/mm ²	引張強さ N/mm ²	伸び %	温度 °C	吸収エネルギー J (n=3)
高入熱用低充填 メタル系 FCW	624	691	24	0	142
一般的な YGW18	578	661	25	0	131

4. 高入熱溶接試験方法

開先形状は主に建築鉄骨で使用される一般的なレ形 35 度開先を使用した。適用した鋼材を表 4 に、開先形状及び試験体形状を図 2 に示す。溶接による変形を防止するために、ストロングバックを設置、端部は溶接金属の垂れ落ちを防止するために、一般的なレ形 35 度用のセラミックスタブを使用した。溶接条件は表 5 に示す入熱 60kJ/cm、80kJ/cm、100kJ/cm の 3 条件とした。

表 4 供試材料

分類	種類	サイズ	製造元
鋼材	SN490B	25mmt 40mmt	日本製鉄
溶接材料	高入熱用低充填 FCW	1.4mm φ	日鉄溶接工業
	YGW18	1.4mm φ	

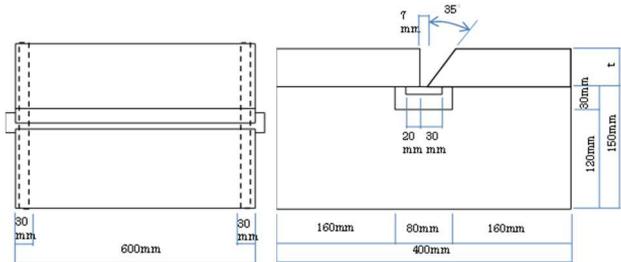


図 2 開先形状及び試験体形状

表 5 溶接条件

目標入熱 kJ/cm	電流 A	電圧 V	溶接速度 cm/min	予熱温度 °C	パス間温度 °C
60	380	42	16	RT	≤350
80	380	42	12	RT	≤350
100	380	42	10	RT	≤350

5. 評価項目及び評価方法

溶接金属の評価は非破壊検査として外観検査、超音波探傷試験を実施した後、継手の引張試験 (JIS Z 3121 1A 号)、溶接金属の引張試験、衝撃試験、マクロ試験 (JIS G 0553)、硬さ試験、成分分析を実施し、溶接金属部の性能確認を行った。それぞれの試験片の採取位置を図 3 に示す。引張試験と衝撃試験に関しては標準試験マニュアルに従い採取する²⁾。引張試験片 (JIS Z 3111 A1 号試験片) の採取位置及び硬さ試験 (JIS Z 2244) の測定位置を図 4 に、

衝撃試験片 (JIS Z 2242) のノッチ位置を図 5 に示す。なお、引張試験は常温引張とし、降伏点または 0.2%耐力、引張強さ伸びを測定する。衝撃試験は試験温度を 0°C とし、シャルピー吸収エネルギー、脆性破面率を測定する。硬さ試験は母材部を 2mm ピッチ、熱影響部を 0.5mm ピッチ、溶接金属部を 1mm ピッチで測定を行う。成分分析は C、Si、Mn、P、S、Cu、Mo、N、O の 9 元素の測定を行う。

これらの試験により、溶接金属部の性能が入熱の変化により受ける影響を検討した。

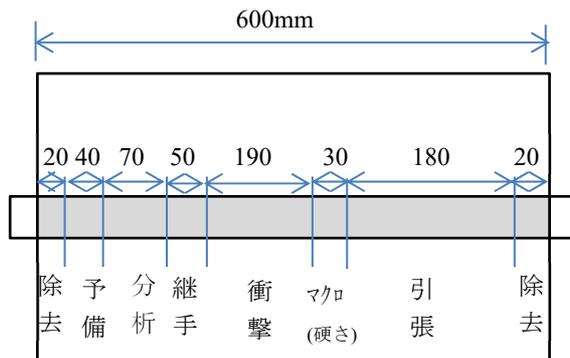


図 3 試験片の溶接線上の採取位置

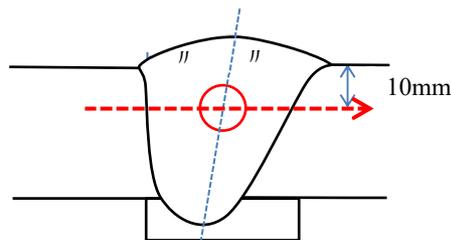


図 4 引張試験片の採取位置及び硬さ試験計測位置

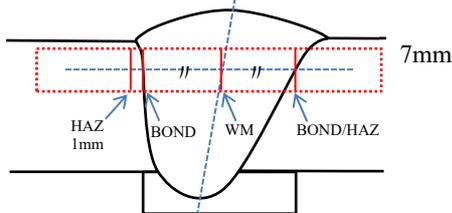


図 5 衝撃試験片の採取位置

6. まとめ

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比較する試験の内容について紹介した。試験結果については引き続きその 2、その 3 で報告する。

【参考文献】

- 1) 鉄骨工事技術指針・工場製作編 日本建築学会
- 2) 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 日鉄溶接工業株式会社
*2 株式会社平野鐵工所
*3 日本製鉄株式会社

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