

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2：高入熱溶接試験の溶接性について

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

本報では、第一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ビード外観、マクロ試験及び施工効率、継手引張試験結果について報告する。

2. 高入熱溶接試験方法

適用した溶接条件及び試験記号を表1に示す。電流電圧は一定として溶接速度にて入熱を調整した。予熱は実施せず、パス間温度は 350℃以下とした。パス間温度の管理はウェルドデジタルモニターの非接触温度計により、開先面から 10mm 位置を常時計測した。

表1 溶接条件

| 試験記号 | 板厚 mm | 溶接材料 | 入熱 kJ/cm | 電流 A | 電圧 V | 溶接速度 cm/min |
|-------|-------|---------|----------|------|------|-------------|
| F2-6 | 25 | 低充填 FCW | 60 | 380 | 42 | 16 |
| F2-8 | | | 80 | 380 | 42 | 12 |
| F2-10 | | | 100 | 380 | 42 | 10 |
| Y2-6 | 25 | YGW18 | 60 | 380 | 42 | 16 |
| Y2-8 | | | 80 | 380 | 42 | 12 |
| Y2-10 | | | 100 | 380 | 42 | 10 |
| F4-6 | 40 | 低充填 FCW | 60 | 380 | 42 | 16 |
| F4-8 | | | 80 | 380 | 42 | 12 |
| F4-10 | | | 100 | 380 | 42 | 10 |
| Y4-6 | 40 | YGW18 | 60 | 380 | 42 | 16 |
| Y4-8 | | | 80 | 380 | 42 | 12 |
| Y4-10 | | | 100 | 380 | 42 | 10 |

※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：25mm は 25L/min、40mm は 40L/min

3. 試験結果

高入熱の施工結果を表2に示す。入熱が高くなると溶接の総パス数が減少することを確認した。但し、YGW18 の板厚 25mm において入熱 80kJ/cm は 3 パスに対し、入熱 100kJ/cm は 4 パスであった。これはワイヤの狙い位置の誤差により入熱 100kJ/cm の溶接時に最終層で開先残りが発生したため 1 パス多く溶接を実施した。入熱とパス数の影響を図1に、総施工時間の関係を図2に示す。パス間温度

の測定結果の一例を図3に示す。パス数が減少することでパス間に実施する調整や清掃、パス間待ちなどの作業回数が増え、総施工時間が大きく減少することが確認できた。

溶接後のビード外観の一例を写真1に示す。低充填 FCW は YGW18 よりもビード止端部の揃いが良く、鋼板附着スパッタも減少できることを確認した。

表2 高入熱施工結果

| 試験記号 | 板厚 mm | 溶接材料 | 入熱 kJ/cm | 総パス数 | パス間温度 ℃ |
|-------|-------|---------|----------|------|---------|
| F2-6 | 25 | 低充填 FCW | 60 | 5 | 16~344 |
| F2-8 | | | 80 | 3 | 19~201 |
| F2-10 | | | 100 | 3 | 18~212 |
| Y2-6 | 25 | YGW18 | 60 | 5 | 21~339 |
| Y2-8 | | | 80 | 3 | 5~122 |
| Y2-10 | | | 100 | 4 | 13~350 |
| 参考 | 25 | 一般的な積層 | 30 | 11 | - |
| | | | 40 | 9 | - |
| F4-6 | 40 | 低充填 FCW | 60 | 8 | 9~316 |
| F4-8 | | | 80 | 6 | 16~290 |
| F4-10 | | | 100 | 5 | 23~301 |
| Y4-6 | 40 | YGW18 | 60 | 8 | 19~287 |
| Y4-8 | | | 80 | 6 | 14~300 |
| Y4-10 | | | 100 | 5 | 2~259 |
| 参考 | 40 | 一般的な積層 | 30 | 21 | - |
| | | | 40 | 16 | - |

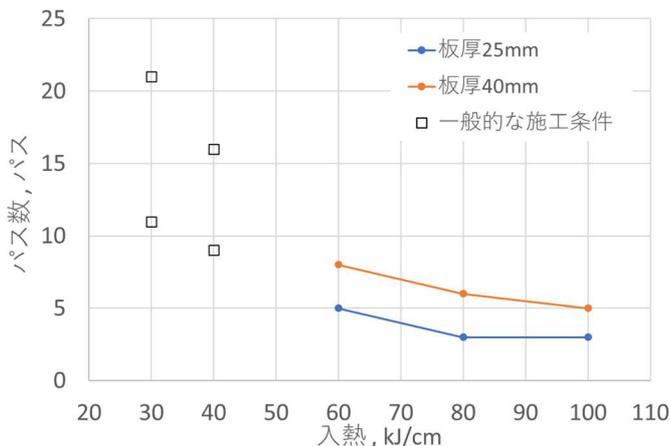


図1 入熱とパス数の関係の一例（低充填 FCW）

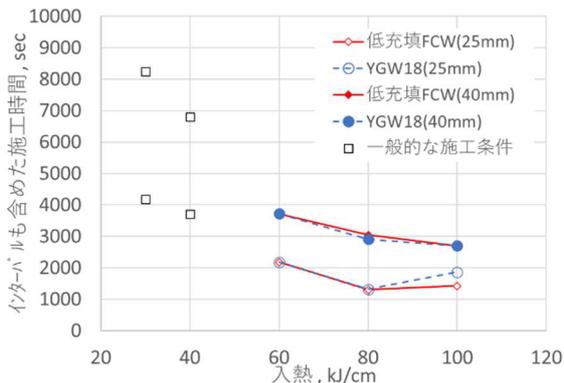


図 2 各板厚の入熱が総施工時間に及ぼす影響

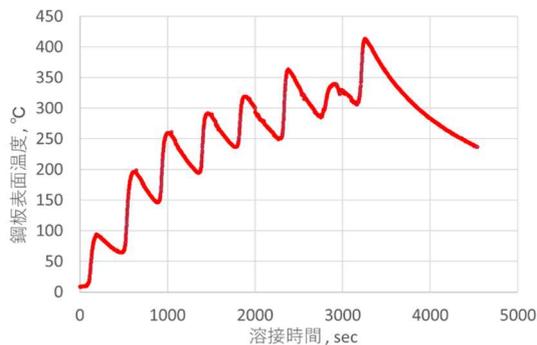
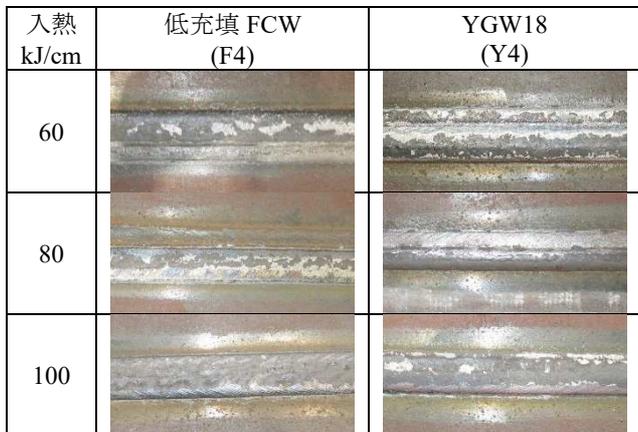


図 3 低充填 FCW 板厚 40mm 入熱 60kJ/cm の鋼板表面温度と溶接時間の関係(試験記号 F4-6)

写真 1 溶接後のビード外観の一例(板厚 40mm)



マクロ試験の結果を写真 2 に示す。マクロ写真では特に融合不良などの欠陥は確認できず良好な結果であった。

継手引張試験結果を表 3 に示す。板厚 25mm においては、YGW18 は入熱 80kJ/cm までは母材破断であったが、入熱 100kJ/cm においては溶接金属破断であった。一方、低充填 FCW は全て母材破断であった。板厚 40mm においては、YGW18 は全て溶接金属破断であり、低充填 FCW は全て母材破断であることから低充填 FCW は母材強度を上

回っており、YGW18 は母材強度を下回ることを確認した。

写真 2 マクロ試験結果の一例(板厚 40mm)

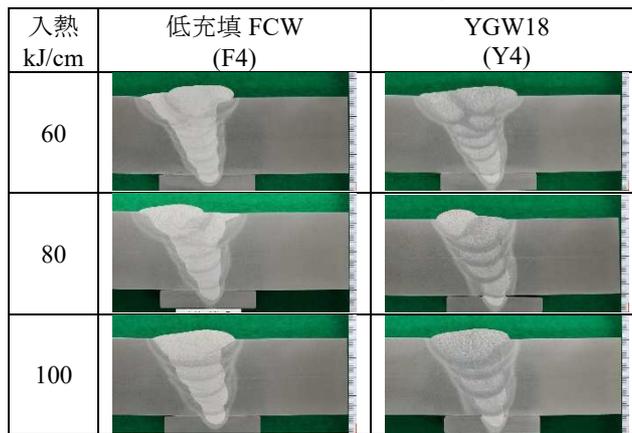


表 3 継手の引張試験による引張強さ

| 試験記号 | 板厚 mm | 溶接材料 | 入熱 kJ/cm | 引張強さ N/mm ² | 破断位置 |
|-----------------|-------|---------|----------|------------------------|------|
| F2-6 | 25 | 低充填 FCW | 60 | 550 | 母材 |
| F2-8 | | | 80 | 559 | 母材 |
| F2-10 | | | 100 | 544 | 母材 |
| Y2-6 | 25 | YGW18 | 60 | 545 | 母材 |
| Y2-8 | | | 80 | 545 | 母材 |
| Y2-10 | | | 100 | 523 | 溶接金属 |
| F4-6 | 40 | 低充填 FCW | 60 | 553 | 母材 |
| F4-8 | | | 80 | 553 | 母材 |
| F4-10 | | | 100 | 550 | 母材 |
| Y4-6 | 40 | YGW18 | 60 | 537 | 溶接金属 |
| Y4-8 | | | 80 | 539 | 溶接金属 |
| Y4-10 | | | 100 | 525 | 溶接金属 |
| SN490B 規格値(目標値) | | | | ≥490 | 母材 |

4. まとめ

高入熱用低充填 FCW とソリッドワイヤ YGW18 の高入熱溶接条件の溶接性を比較した結果、一般的な建築鉄骨の溶接に用いられる鉄骨工事技術指針²⁾の管理条件である 30kJ/cm 及び 40kJ/cm と比べ、パス数が大幅に減少可能であることを確認した。そのため、施工効率が大きく改善することを確認した。ビード外観、マクロ形状共に欠陥は認められず良好な結果であった。

継手引張試験では、低充填 FCW は母材破断であり、母材以上の十分な強度を有していたのに対し、YGW18 では溶接金属破断となり母材強度を下回る結果となることを確認した。

【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.