実践報告

フラックス入りワイヤを用いたMAG溶接（SA-2V）条件の検討

兵庫職業能力開発促進センター　上村　英也
縮井　哲也
福田　一尚
京都職業能力開発促進センター　本多　弘範

1．はじめに

近年，溶接性やスパッタ発生量が少なく，ビード外観・形状が良好であるなどの観点からソリッドワイヤに対してフラックス入りワイヤの使用割合[1]が増している（図1参照）。こうした状況は（一社）日本溶接協会が当センターを会場として実施しているJIS溶接技能評価試験においても，多数の受験者が中板・厚板の溶接材料にフラックス入りワイヤを使用していることから日常的に伺うことができる。

ソリッドワイヤを使用した溶接施工条件については参考となる資料が充実している。しかし，フラックス入りワイヤを用いた溶接施工条件に関する資料は不十分であった為，今回の検討を行った。

本稿ではフラックス入りワイヤの銘柄をNSSW SF-1（JISZ3313 YFW-C50DR，AWSA5.20 E71T-1該当）に絞り，JISZ3841半自動溶接技術検定試験（SA-2V）における適正条件の検討結果及び実技ポイントについて報告する。

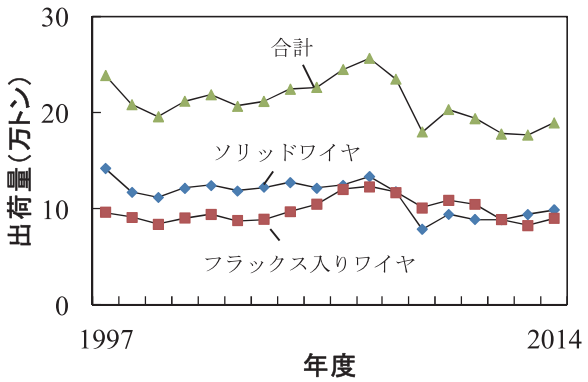


図1　溶接材料の使用割合の変動

2．検討方法

本報告では，JISZ3841-1997「半自動溶接技術検定における試験方法及び判定基準」[2]に基づいて検討する。試験材の加工は図2に示す規定範囲内とする。なお，溶接部の溶込み状態は断面マクロ試験にて確認する。

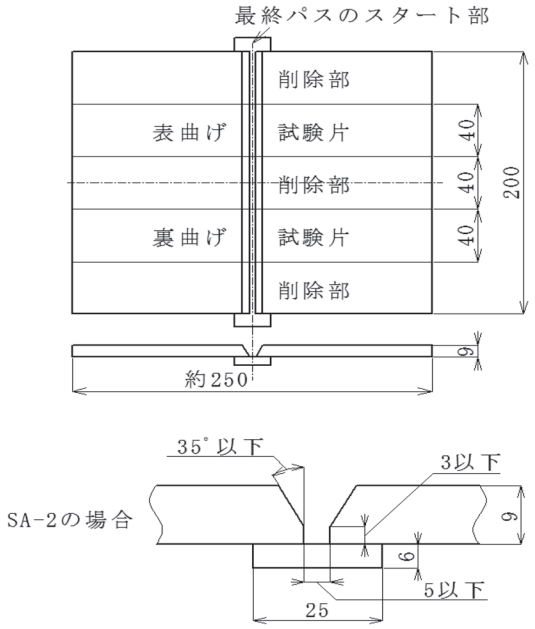


図2　中板の試験材料の形状，寸法及び試験片の採取位置

3．使用機器・使用材料・固定ジグ

［使用機器］
溶接機　Panasonic　YD-350GR3
ワイヤ送給装置　Panasonic　YW-DG1
液化炭酸ガス　100%
［使用材料］
溶接ワイヤ　NSSW　SF-1　φ1.2mm
母材　SS400　125×200　9t　2枚
25×220　6t　1枚

4．溶接条件の設定

溶接条件については，溶材メーカのカタログに溶接電流の使用範囲が記載されているので，この使用範囲内(表1)で溶接を行うことを前提とする。また，下記に示すSF-1の溶接施工要点を守って溶接を行う。

(1) シールドガス流量は20～25ℓ/min
(2) チップ・母材間距離は20～30mm

図3は下向き溶接時のアーク電圧適正範囲を，溶材メーカのデータ[3]を基にし，ビード外観，アークの安定性，溶込み深さ等から総合的に判定したものである。立向き上進溶接のように，溶接金属が垂れ下がる溶接姿勢の場合には，同一電流下でアーク電圧を下向き溶接より低く（アーク長を短く）することで溶融池の制御が容易になる。以上のことを考慮した立向き上進溶接での，溶接電流に対するアーク電圧の適正値は図4の斜線部になる。

本溶接は手動溶接で行う。その際，設定した溶接条件の変動が出来るだけ少なくなるように作業者と別に電流値と電圧値の監視役を配置した。

写真1　使用機器

写真2　固定ジグと作業風景

表1　SF-1溶接電流範囲　DC（+）

ワイヤ径 mm		1.2
電流範囲 A	下向	180～320
	水平すみ肉	180～320
	横向	180～300
	立向（上進）	180～260
	立向（下進）	200～280
	上向	180～260

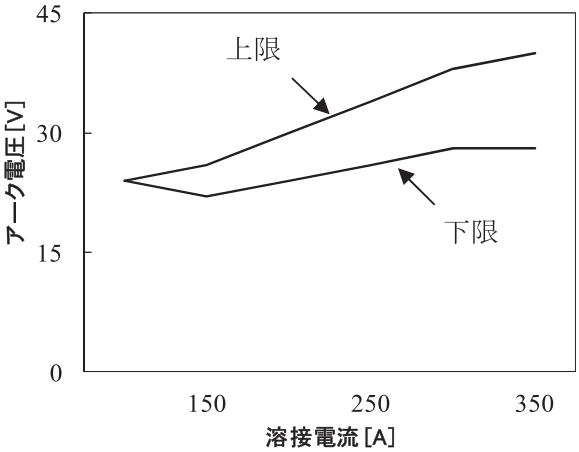


図3　下向き溶接時の溶接電流とアーク電圧の関係

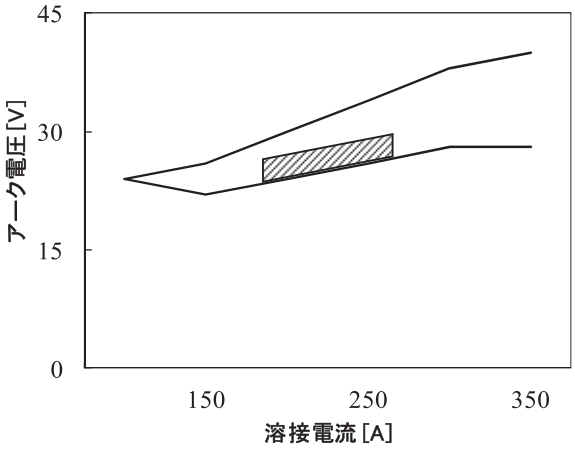


図4　立向き溶接時の溶接電流とアーク電圧の関係

5．検討結果

実際に溶接したビード外観を表2に示す。適正条件では溶接欠陥が無く，初層～最終層のビード形状も良好である。低電流・低電圧域では，初層～中間層が凸状のビード外観となる傾向が見られた。最終層のビード外観判定は合格基準を満たしている。高電流・高電圧域では，初層～中間層にて過大な溶込みにより溶落ちが発生し，最終層のビード外観においても溶落ち，アンダカットが著しく発生している。

表2に対応する曲げ試験片及び断面マクロ試験片を表3に示す。適正条件では表曲げ，裏曲げ共に割れやブローホールは無く断面マクロ試験においても良好な溶込みを示している。低電流・低電圧域では表曲げ，裏曲げに割れが認められる。裏曲げについては断面マクロ試験結果から溶込み不良から生じたものと分かる。表曲げについては止端オーバラップ又は開先面内部の融合不良が起因し開口したものと考えられる。高電流・高電圧域では，表曲げに割れが認められる。最終層のアンダカットが拡大されたものである。裏曲げは,微小のピットが認められる。高電流になるほど溶着量が増すためウィ―ビングのピッチが荒くなったことが起因しているものと考えられる。なお，表2，表3における適正な溶接条件例を表4に示すので参考にしていただきたい。

表2　各層の溶接ビード外観

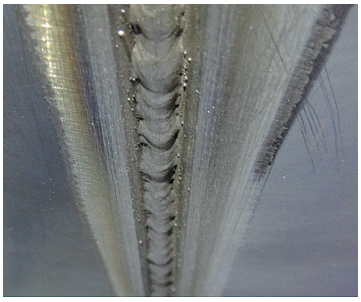
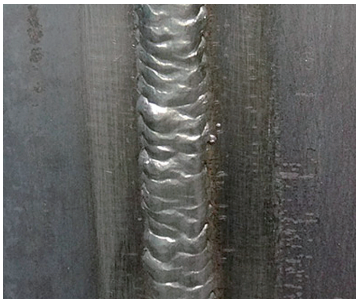
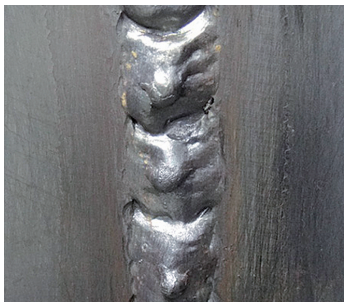
	適正条件	不適正条件 （低電流・低電圧）	不適正条件 （高電流・高電圧）
初層～ 中間層			
最終層			
外観判定	合格	合格	不合格

表3　曲げ試験片及び断面マクロ試験片の外観

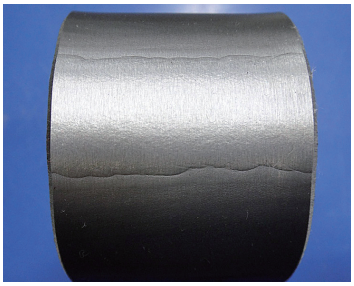
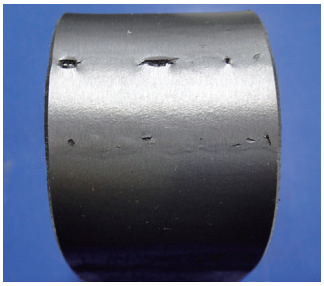
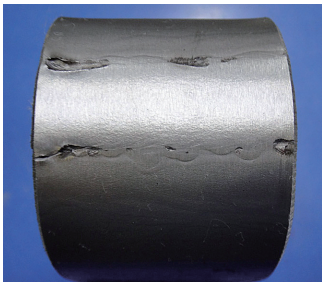
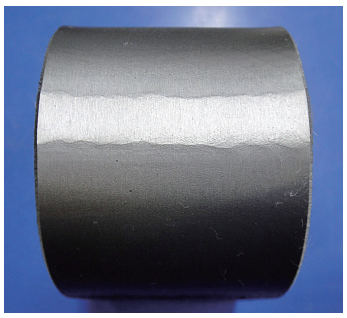
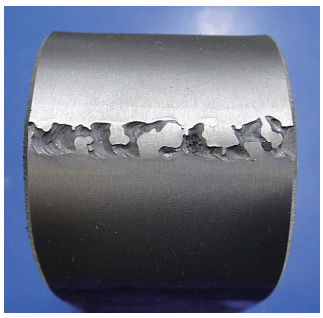
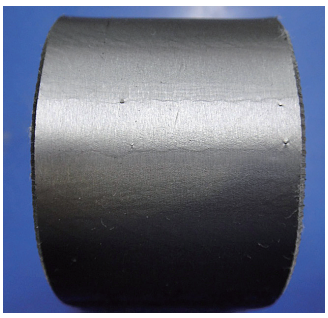
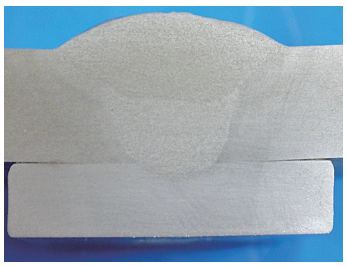
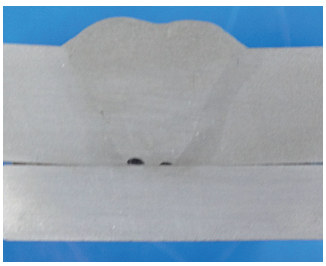
	適正条件	不適正条件 （低電流・低電圧）	不適正条件 （高電流・高電圧）
曲げ試験片 （表曲げ）			
曲げ試験片 （裏曲げ）			
断面マクロ 試験片			
外観判定	合格	不合格	不合格

表4　溶接条件例

	電流	アーク 電圧	チップ・ 母材間距離	ガス流量
初層～ 中間層	230A	26.5V	25mm	20ℓ/min
最終層	200A	24V	25mm	20ℓ/min

6. 実技ポイント

ウィービング方法の代表例4）を図5に示す。(a)のようにウィービングした場合は溶込みが深く，(c)のようにウィービングした場合は溶込みが浅くなる。また，(b）はその中間となる。トーチの保持角度は進行方向に対して垂直にするほど溶込みが深く，進行方向に傾けるほど溶込みが浅くなる。[5] 今回の溶接ではいずれの層も十分な溶込みを得るため(a）のウィービング方法を適用する。トーチの保持角度を写真3に示す。進行方向に対して，70～80°になるように保持する。これは，溶接ワイヤの電流使用範囲が高く，溶落ちが生じ易いためである。一般

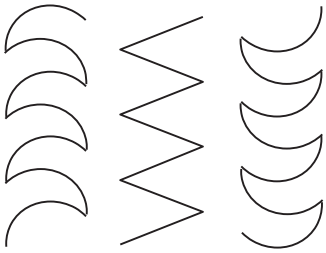


図5　上進溶接のウィービング方法

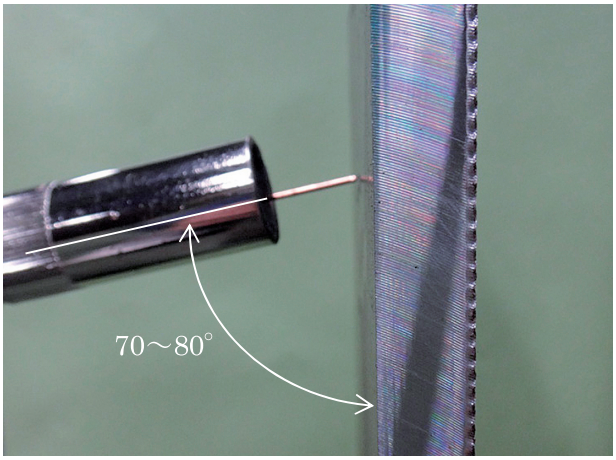


写真3　溶接トーチ保持角度

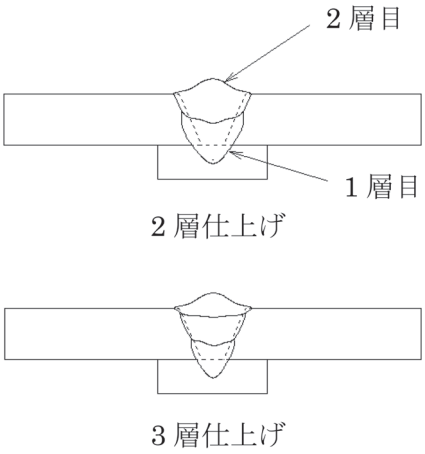


図6　積層図

的な積層法を図6に示す。層数は溶接電流，溶接速度，ルート間隔等により変化する。フラックス入りワイヤを用いた場合は，ルート間隔を4～5mm程度に取ることが望ましい。

［タック溶接］

タック溶接は写真4に示す固定ジグを使用し，母材と裏当て金の端部に4箇所行う。溶接後の歪みを考慮し約3°の逆ひずみを取る。

［初層～中間層の溶接］

初層～中間層の溶接はウィービングを行う。写真5の溶融池先端（矢印）を狙い，母材表面下1～2mmの盛り高さとなるように調整する。開先面に溶融池が形成されてない場合は写真6のように凸ビ

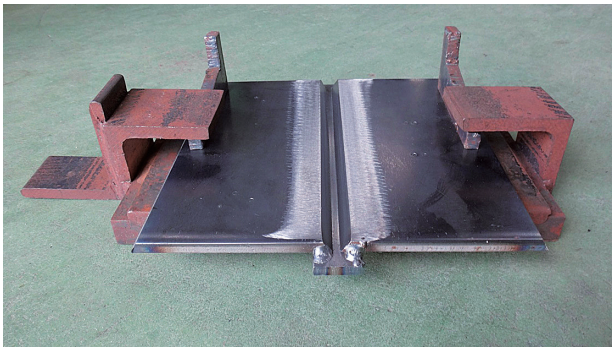


写真4　タック溶接

ードとなる。凸ビードの状態で溶接を行うと写真7のように開先面内部に融合不良を生じる可能性がある。そのために，各層のビード表面形状を平らにする必要がある。

［最終層の溶接］

最終層の溶接はウィービングを行う。写真8のように溶融池が開先角部から1～2mm程度広がるようにウィービングし，アンダカットが出来ないように矢印の位置を確認しながら溶接を行う。

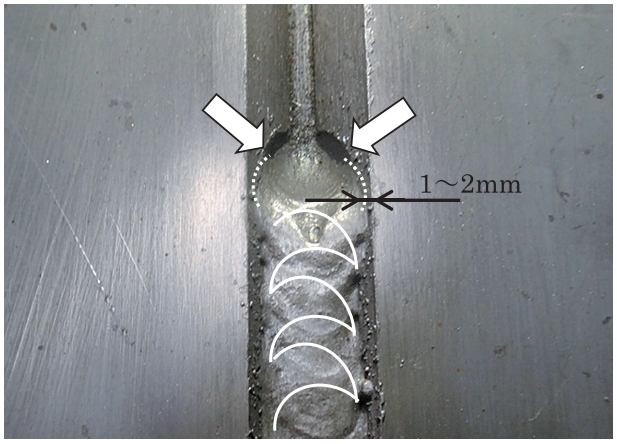


写真5　初層～中間層の運棒方法

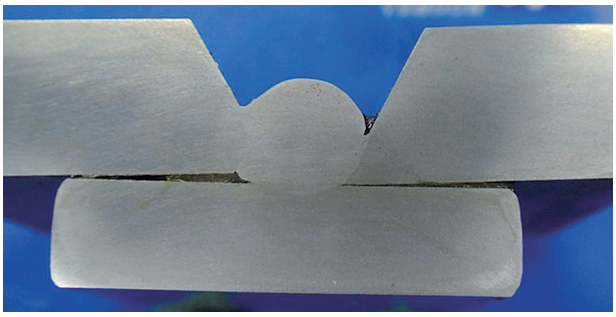


写真6　凸ビード

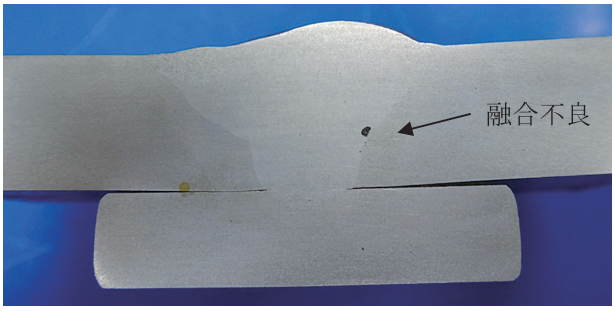


写真7　開先面内部の融合不良

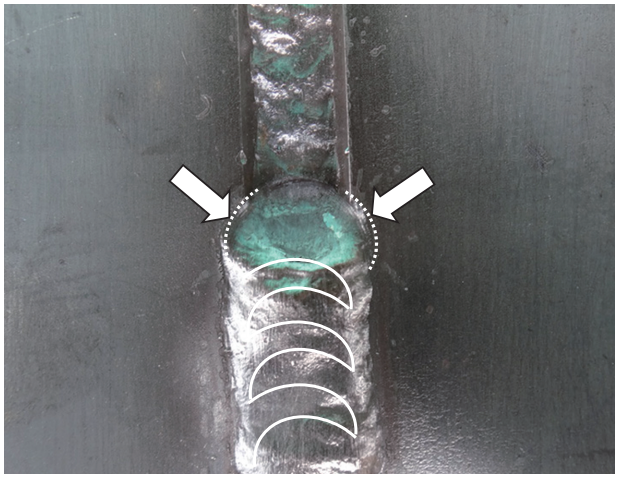


写真8　最終層の運棒方法

7．まとめ

これまで，JISZ3841半自動溶接技術検定試験（SA-2V）における検討結果及び実技ポイントについて述べてきた。今回の検討により，フラックス入りワイヤを用いた，半自動溶接技術検定試験の実技課題の溶接に有効であることが改めて確認できた。

今回の適正条件を求めるにあたっては，外観判定，曲げ試験及び断面マクロ試験を実施して評価した。評価した結果から，適正条件外では，溶落ち，アンダカット，融合不良等の溶接欠陥が生じることが判明した。

実技ポイントについては，検討の際に生じた問題点を解説した。ソリッドワイヤと比較して，フラックス入りワイヤの使用電流範囲が高いことを考慮した積層法及び運棒操作の選択が必要となることについて述べた。

8．最後に

この資料は，フラックス入りワイヤを用いた溶接施工条件に関する資料の一つになればと思い作成を行ってきた。冒頭でも述べたように，フラックス入りワイヤの使用性能の良さ等から，今後も使用割合が増していくと考えられる。それは，職業訓練の現場においても，現代の溶接ニーズとして訓練内容に取入れていく必要がある。例えば，溶接技術検定試験における実技課題や在職者訓練（能力開発セミナー）の参考資料としていただければ幸いである。

今後は，他メーカのフラックス入りワイヤの溶接条件や半自動溶接技術検定試験課題についても積極的に検討を行いたいと考えている。

最後に，「技能と技術」誌に投稿するにあたり熱心に指導・アドバイスをしていただいた「顔の見えるねっとわーく[注1]」平成27年度機械系溶接分野委員の皆様に感謝を申し上げます。

＜参考文献＞

1）（社）日本溶接協会　溶接情報センター：『溶接関係の統計−溶接材料年間出荷量の推移−』<www-it.jwes.or.jp/statistics/statistics3.jsp>（2016/3/8アクセス）
2）日本規格協会：『JISハンドブック40-1溶接I基本2015』P1384-1394
3）日鐵住金溶接工業株式会社：『日鐵住金溶接材料』（2013），P196
4）寺田昌之ら：『溶接作業ここまでわかれば「一人前」』日刊工業新聞社（2015），P96-102
5）（社）日本溶接協会：『実技マニュアル　炭酸ガス半自動アーク溶接』産報出版（2007），P101-103

注1　顔の見えるねっとわーく：（独）高齢・障害・求職者雇用支援機構に属する近畿圏内の職業訓練施設にて実施。主に，情報共有や技能伝承等を目的とする。