

2017 年 3 月 20 日

現場講習のなかで、シールドガスに関しガス供給メーカはどこですか、Ar ガスの混合比率は何パーセントですかなどと質問してもテキパキとした回答が得にくい場合が多くあり、ガスメーカ任せになっている一面が伺えます。アーク溶接製品の品質を維持、改善していく上において、ガスはワイヤ、機器とともに3大要素の一つとして主体的に把握していくことが重要といつも話しています。図 081-01 に適用ガスにおける点検項目と着眼ポイントについてそれらの概要を示します。まず溶接現場へのガス供給にあたっては使用量に応じて高圧ボンベあるいは大容量供給方式の LGC、専用タンクなどありますが、これらの取り扱いに関しては危険物管理の認識のもとに安全第一を心掛けましょう。また、ガス供給時のガス圧力は溶接工程で必要なガス流量を確保できる圧力設定が必要ですが、むやみに高く設定し過ぎると供給配管経路でリークによる損失が生じやすくなり配慮が必要です。また、新品ガスホースに関する取扱いで、ホース内部に水分を含んでいる場合がありますエアなどによるパーズ後取り付けることおよびバルブ保護のためガスホース内部に塵埃などを取り込まないようにするなどが注意点とお話ししています。

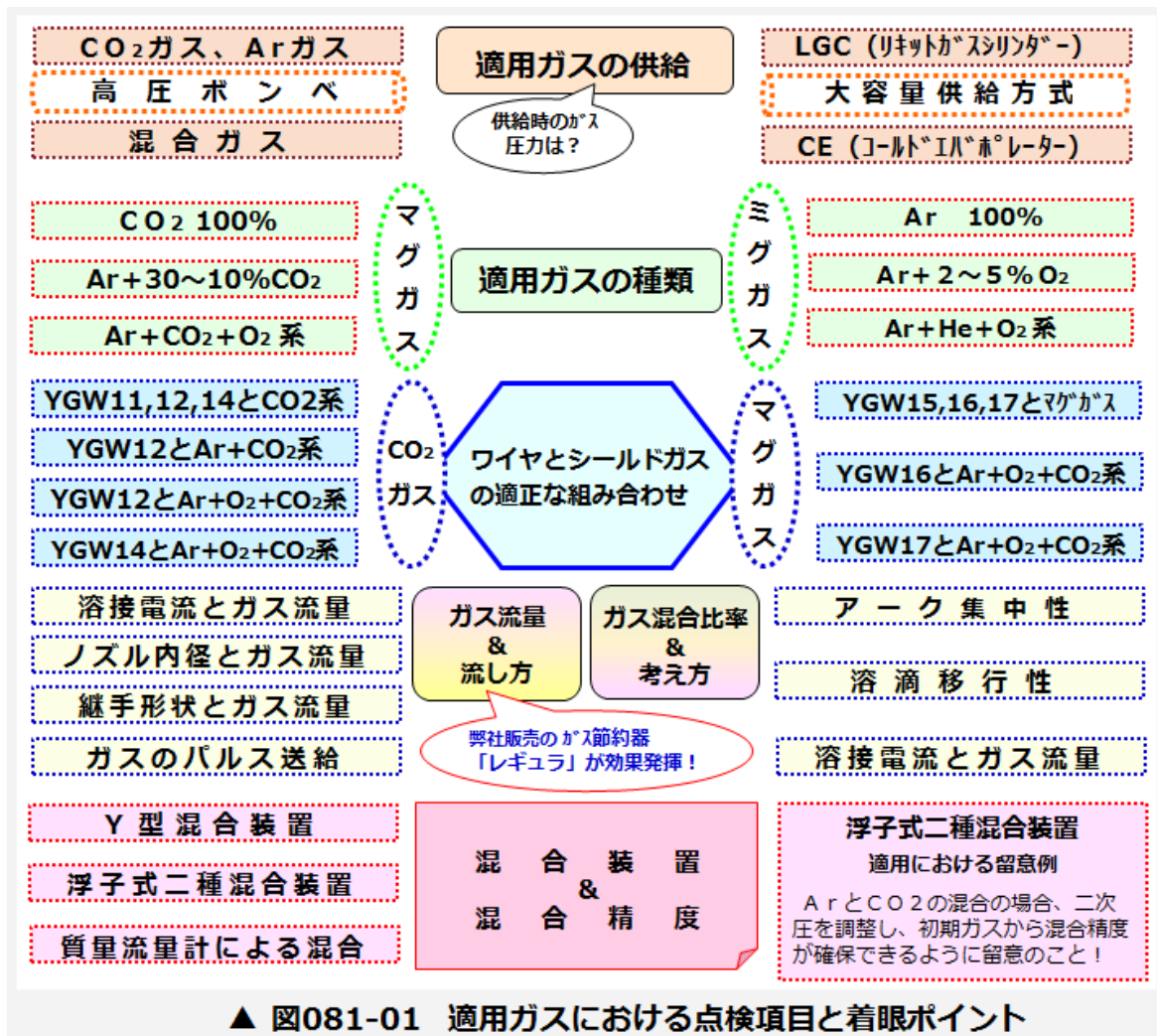
次に適用ガスの種類について、CO<sub>2</sub>×100%の場合はガス流量の設定以外問題はありませんが、混合ガスを使用する場合は混合比率とその精度に着目したい。また、母材材質およびその表面性状によってはガスの種類、混合比率なども変化させる必要があり適切なガス選択がなされているかアドバイスします。とくにワイヤとガスの組み合わせに配慮されていない場合が多く、黒皮材の母材鋼板に対してマグ溶接で効果を出そうとしている場合が見受けられますが、無理。黒皮材は CO<sub>2</sub>×100%で良好条件を追求すべきです。Ar+CO<sub>2</sub>+O<sub>2</sub>の三元ガスと呼ばれるガスは亜鉛メッキ鋼板の溶接のほか、高速溶接、ビード形成性の改善などに効果を有するので積極的に推奨しています。但しこれらの三元ガスも適切なワイヤとの組み合わせでないと効果に乏しいことも併せ強調します。例えば三元ガスに YGW16 と YGW17 の各組み合わせをするとどのような違いが生ずるかという、結論的に言えばワイヤ中の Si 量の違いにより YGW16 は Si 量高く YGW17 は低いので、YGW17 の方が添加 O<sub>2</sub> の効果が多く認められ、YGW16 の場合は効果が少ないことになります。

何度も機会あるごとに触れていますが、通常マグガスの代表は Ar+20%CO<sub>2</sub> ですが、なぜ 20%という CO<sub>2</sub> の混合比率になっているかを基本的に理解することが大切です。20%CO<sub>2</sub> という混合比率はアークの集中性、溶滴移行性、耐スパッター性、耐ブローホール性において優れるからです。

CO<sub>2</sub> ガスに比べ高価なマグガスの適用を活かすためにも流量の無駄使いを抑えることが望ましく、対策の一つとして弊社ではガス節約器「レギュラ」の名称で販売しており、以下のような特長を備えています。

- 1)初期ガス送給時のムダガスを抑制できる
- 2)ガス停止時のムダガスを抑制できる
- 3)溶接電流に応じたガス流量を自動制御できる
- 4)ガスのパルス送給を初めて可能にした

弊社として多くの販売実績と適用実績を現在では持っており、とくに**1アークロボットでビード数の多い溶接製品の場合はアークの ON-OFF が多い分だけムダガスの発生が見込まれ、改善効果が大きく採用頂いています。**本件に関し、ご希望のお客様は是非弊社にご一報ください。



次話では「溶接製品、溶接装置（治具）とその着眼点」について平素現場講習時にお話ししている中からトピックを選んで説明します。

以上

2017 年 4 月 3 日

現場講習のなかで溶接ワイヤからスタートし送給系、送給装置、トーチ、電源、ガスと順次アドバイスし、今回はお客様の溶接製品（以下ワーク）と溶接装置（治具）にスポットを当ててみます。但し、お客様専用のワークに応じたお客様専用の溶接装置・治具を一概に論ずることは無理ですのでワーク・治具に関する共通の着眼点に絞って以下に説明します。

### 1) 継手形状とワーク姿勢

あるメーカーの溶接現場を見学した時、溶接継手設計に関しフレア継手適用の禁止という指示書きが貼り出されていました。CO<sub>2</sub>・マグ溶接では継手形状による溶接の難易度があり、夾角となるフレア継手はねらいズレを生じやすく、安定した**ビード架橋性**を得ることが困難な継手の一つです。これらのフレア継手を設計から除外できる場合はそれで適切な選択ですが、自動車部品にはパイプ同士、パイプ or 丸棒とブラケットなど両フレア、片フレア継手を避けて通れない場合が多々あります。このような場合は**ワーク姿勢**を含めて生産準備の段階から考慮して行かねばなりません。フレア継手の溶接を安定なビード外観で維持・継続させるには**ワーク姿勢として傾斜姿勢を含め、立向下進姿勢が取れるよう予め考慮し、トーチ姿勢によって溶け込み深さを確保することが望ましい。**

### 2) アークの安定化→マルチトーチの場合

溶接工程の中で 2 本以上のトーチで一つのワークを溶接する場合は互いの溶接電流の干渉でアークが乱れやすい。干渉しているかどうかを見分けるには 1 本毎単独でアークを出して観察すればすぐ判断できるが、干渉しているとの判定になった時どうするか。一般的には溶接電流の流れ道を特定できるように治具に絶縁を施すことおよびマイナスケーブルの接続位置の変更などが挙げられます。またマイナスケーブルの接続では専用のエアシリンダーのヘッドにマイナスケーブルを取り付けワーク近傍にクランプする、および何度も触れていますが 5.5mm<sup>2</sup>程度の子ケーブルをワーククランプ治具周りに数本配し給電性を改善するなどです。一方、ワークによっては 1 本トーチによっても**「磁気吹き」**による極端なアーク不安定現象が生じる場合があります。例えば比較的大きなパイプ状ワークの縦継ぎ溶接における終端部付近に発生しやすい不安定現象です。これらもマイナス側ケーブル接続方法、接続位置およびワークの治具からの絶縁対応などトライ&エラーを繰り返し探索することが求められます。

### 3)スパッタ防止、スパッタ付着対策

生産準備段階で「スパッタ防止、付着対策」は事前検討し溶接治具、クランプ治具周りに実施されなければなりません。まずスパッタの発生を抑制することです。大粒でパワーのあるものはワークおよびクランプ治具双方に付着しやすい。どのような時に発生するかについては、手頃になったカメラで適切なフィルターを使用して観察することをお勧めします。スパッタの飛散方向にも注視して下さい。ここから例えばスタート時に多く発生する、エンド処理時に大粒溶滴が出て付着しやすい、or トーチ前進角がきつい溶接部位に多量に発生するなどが判ってくる。これらの判定と対策から発生を極力防止するとともに、クランプ部材およびワークへの付着防止については適切なスパッタ防止剤の選定およびスパッタカバーの取り付けが望ましい。カバーの材質は銅の薄板(1.2t程度)が良く、飛散スパッタを捕らえ、それらを任意の方向に反射させ重力によって下方に導き、底面に受け皿を置いて上方から落ちてくるスパッタを集め溜まったところで捨てる方式を採用している例もある。治具周りの床面を綺麗にし、スパッタ、ヒューム、油飛散の少ない溶接工程にすれば品質課題がある場合、改善策が目に見えてくると思われる。



次話では「溶接条件、アークロボットにおける着眼点」を現場講習の最終として説明の予定です。

以上

No. A082

いよいよ現場講習シリーズも最終を迎えることになりました。今回はアークロボットによる溶接条件の教示、設定およびロボット取扱い上の留意事項についてコメントします。

アークロボットの適用に当たって最も重要なことは**安全作業の順守**とスパッター、ヒューム環境における**4 S**の徹底です。また教示作業を通じて**アークロボットを使いこなす技術、技能の習得、習熟**です。さらには大きなエネルギーを消費するアーク溶接とロボットにおける**省エネ対応**と考えます。これらを背景としてより快適な、生産性の高い、良好な溶接品質の得られるシステムへの追求です。さて、以下にロボットによる教示、設定条件についてみることにします。

図 083-01 に「溶接条件、アークロボットにおける着眼ポイント」を示します。本話では紙面の都合で、ここまでとしてこれらの解説を第 84 話で行います。

アークロボットによる 教示、設定、溶接条件	アークロボット教示・ 取扱い上の留意事項
<p>① 溶接電流 (ワイヤ送給速度)</p> <p>② アーク電圧 * 溶接電流、アーク電圧はメータによる目で見える管理が重要</p> <p>〈 トーチの操作 ・ 設定 〉</p> <p>③ 溶接速度 * トーチ走行速度</p> <p>④ ワイヤ突き出し長さ * ツップ 母材間距離</p> <p>⑤ トーチ前進角・後退角</p> <p>⑥ トーチ傾斜角</p> <p>⑦ トーチ狙い位置</p> <p>⑧ 溶接姿勢 (母材姿勢 + トーチ姿勢)</p> <p>⑨ シールドガスの種類と流量 * ガス節約器「レギュラ」の併用を推奨</p> <p>⑩ 溶接入熱量 (J/cm)</p> <p>⑪ スパッター制御</p> <p>⑫ スタート、エンド時溶接の制御</p> <p>⑬ ウィーピング溶接の有無</p> <p>⑭ 溶接法の切り替え → 例 ; 短絡移行法 ↔ ハルス法など</p> <p>⑮ ノズル清掃の設定</p> <p>⑯ 他の制御設定</p>	<p>1) 手持ちのアークロボット、溶接電源の組み合わせによる諸機能の把握 * 電源、ロボットのどちらで設定可能か * どの機能が選定可能か予め知ること</p> <p>2) ロボット周りの 4 S * 安全作業の徹底、4 S の徹底</p> <p>3) ロボット操作の基本順守・確認 * 動作確認 * 原位置確認など * 原位置トーチの状況確認 ワイヤ出代、凝固球、スラッグ付着、ツップ偏芯</p> <p>4) 細心、適正なティーチング作業 * こまめ、几帳面 * 対象溶接品、溶接部位に応じた適切なティーチングの習得、改善作業</p> <p>5) ワイヤ線ぐせを考慮したティーチング * 線ぐせの大きさ、方向 * 線ぐせ過大時、対策のこと</p> <p>6) 各種測定具の準備 * ワイヤ突き出し長さの設定は? * トーチ角度の設定?</p> <p>7) 溶接操作 ⇒ 動作シーケンスは * スタート部溶接 ~ 定常部溶接 * 定常部溶接 ~ エンド部溶接など</p> <p>8) 溶接条件指示書と管理 * 条件指示書発行による管理と標準化</p>

▲ 図083-01 溶接条件、アークロボットにおける着眼ポイント

以上



前話に掲載した[図 083-01](#)に沿って説明します。

溶接の主条件である①溶接電流、②アーク電圧は、溶接製品の出来栄に直結するのでそれらの値(A、V)は**目で見る管理の可能なメータも追加して**管理しましょう。また電流値の実際はワイヤ送給速度でありその数値をよく観察しましょう。例えばアーク終了間際の送り速度(cm/min)を150cm/min以下と低くしすぎるとスムーズな溶滴移行が妨げられ、スパッター付着につながりやすくなります。さらに、A、Vの設定は**スタート・定常・エンド**にわけて適正な教示をすることを基本にして下さい。

お手持ちのロボット・電源ではどのような機能(動作・制御・条件)が、どこで(電源 or ロボット)、どのように(教示 or ダイヤル)設定が可能かをまず把握して下さい。

現場講習でしばしば出逢うケースは、アークを出さない状態でのトーチのカラ送りおよびアーク出しによる実溶接の双方を観察するなかで**ティーチング作業がやや甘い点**があることです。



[図 083-01](#)に示す〈トーチ操作・設定〉の③溶接速度～⑦トーチ狙い位置までの5条件について**こまめ、几帳面を基本に設定願います**。亜鉛メッキ鋼板が自動車部品の溶接に導入されて以来、トーチ設定条件は普通鋼板オンリーの時代に比べ各段に厳しくなってきました。例えばトーチ傾斜角は水平すみ肉の場合45°で殆ど問題なしでしたが、亜鉛メッキ鋼板時代になると45°では済みません。④ワイヤ突き出し長さ、⑤⑥トーチ角度および⑦狙い位置は専用の測定具を使って教示して下さい。これを怠ると溶接ビードに不具合が生じても原因が特定できにくくなります。

次に⑧の溶接姿勢について、溶接の基本は下向姿勢ですがワークおよび治具の都合上、立向、横向姿勢などを取る場合が出てきます。その際、とくに立向下進の場合、トーチ後退角を取るとトーチとワークの干渉が生ずるという場合は生産準備の段階から考慮に入れましょう。**溶接姿勢 = 母材姿勢 + トーチ姿勢**と心得対応しましょう。

⑨のシールドガスについてはワーク形状によってガスが分散しやすい部位、籠りやすい部位を考慮に入れながら流量設定のこと。初期ガス、エンドガス時のムダガスの排除、電流に適應できるガス流量の設定およびガスのパルス送給機能を有する**弊社販売のガス節約器「レギュラ」の併用をおすすめします**。

⑩の**入熱量(J/cm)**を溶接主要条件に入れるのはワークに歪制限が要求されたり、溶接熱影響部の最高硬さに制限がある場合などです。また薄肉・薄板材の継手部スキマがある場合などは少入熱条件の設定

が必要です。⑪**スパッター制御**は頻繁に適用されます。短絡移行溶接で短絡終了間際の電流ピークの影響によるスパッターリングを、電流を瞬時ダウンさせて回避する制御です。スパッター防止には有効な制御ですがアーク電流が減少するため亜鉛メッキ鋼板溶接時には溶融金属の冷却速度が速くなる結果ブローホール発生につながりやすいという側面もあります。

⑭の**溶接法の切り替え機能**は最近のロボットでは適応しやすく、多く使用されるようになってきました。短絡移行とパルス法 or CO<sub>2</sub> とマグ法などの切り替えを行うことができ、溶接入熱量、スパッター、ビード外観、アークスタート性などに長短があるため互いに補完できる機能です。大いに活用したいところです。

以上で現場講習シリーズは終了し、次話からは**溶接品質シリーズ**を展開していきます。

以上

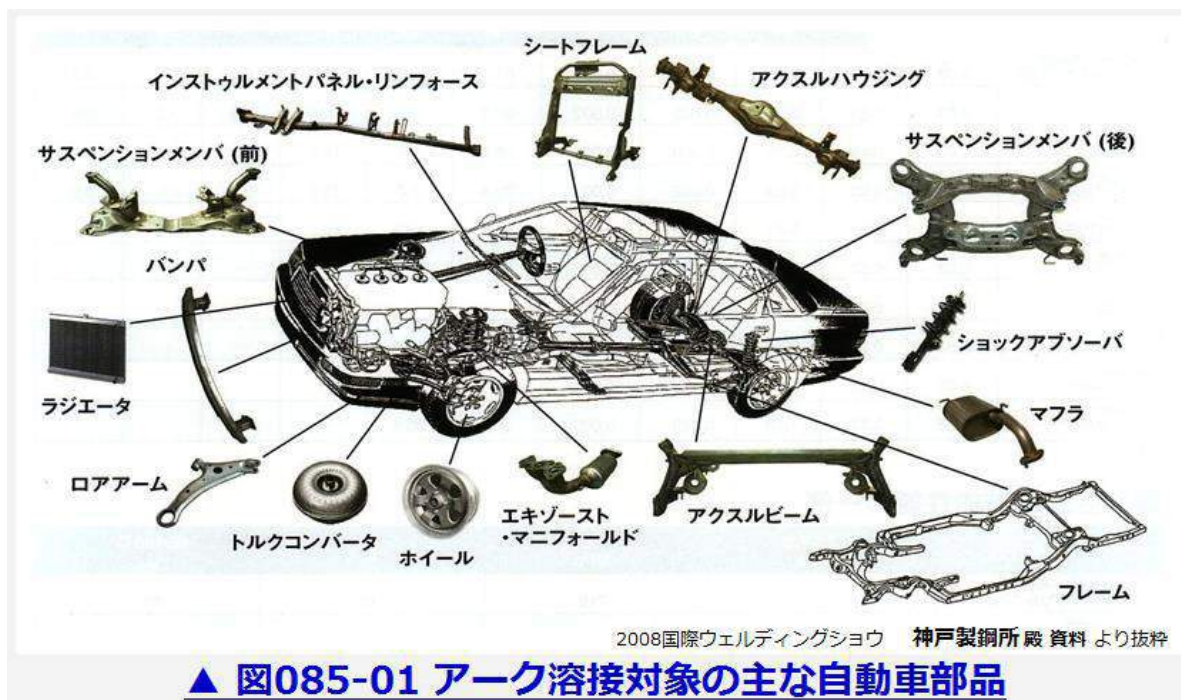
No. A084



2017 年 5 月 8 日

「溶接技術は車両の軽量化に最も大きな貢献をしている。軽量化のために車両構造の合理化、高強度材料の採用、低比重材料の採用が継続して行われてきており、今後も続いていくと思われる。」（溶接学会誌 第 85 巻(2016)第 5 号 P97 より抜粋）

このように自動車&部品に求められる一つの要求は**車体軽量化**であり、それにより燃費向上、高出力化を目指している。高強度材すなわちハイテン材の適用により薄板・薄肉化しゲージダウンを図っている。なお、他にアルミ材の適用があるが本稿では対象としない。2 つめはボディ、足回り、排気系を含め**高耐久化**が挙げられる。対応の主流は亜鉛メッキ鋼板の適用であり、排気系には構造を板金化した SUS 材料への変化がある。3 つめは乗り心地に代表される**居住性の改善**。代表例にはサスペンションメンバーのパイプ構造体化が挙げられる。「アーク溶接対象の主な自動車部品とその名称」を 2008 国際 Welding Show 神戸製鋼所殿資料より抜粋し [図 085-01](#) に示します。



ここでは 15 の主要部品が示され、**ボディ、フレーム、内装部品、足回り部品**に分類されますが、いずれも果たすべき「機能」があり形状・材質・要求品質特性に違いがあります。筆者なりに自動車用アーク溶接対象品の各仕様における概要と特長を [表 085-01](#) に挙げてみました。以下に各項目についてコメントします。

表085-01 自動車用アーク溶接対象品の各仕様における概要と特長

項目	概要 & 特長			
1) 母材材質 肉厚・材厚 母材形状	a) 母材材質 * 普通鋼板 * 表面処理鋼板 (Znメッキ) * 高張力鋼板 (ハイテン材)		b) 肉厚、材厚 * 薄板、薄肉～中厚板、中厚肉材 c) 母材形状 * 板/ワイス材、パイプ/丸棒、加工材	
2) 継手形状	a) 重ねすみ肉 * 下板突き出し代通常 * 下板突き出し代短い * T字形状で継手は重ねすみ肉		b) 他の溶接継手 * T字すみ肉、突合せ、両フレア、片フレアなど c) 継手の特長 * キャップ、嵌め合い、目違い、質量差など	
3) 溶接姿勢	a) 下向姿勢 b) 水平すみ肉姿勢 c) 横向姿勢	d) 立向姿勢 (傾斜姿勢) * 下進溶接姿勢 * 上進溶接姿勢	e) 円周溶接 * ワーク回転/トーチ固定 * トーチ回転/ワーク固定	
4) 品質特性	a) 溶接部強度 * 溶け込み深さ、脚長 * ビード幅、のど厚など * 増しアーク有/無	b) 溶接内部欠陥 * フローホール * スラッグ巻き込み * 溶接割れなど	c) 外観品質 * ビード外観 * スパッター * スラッグ付着	e) リークの有無など f) 製品精度 * ワークの変形 * ワークの歪など

### 1)母材材質、表面材質、形状、板厚

母材材質は普通鋼板を基本としているが、ゲージダウンを目的にハイテン材が使われ、足回り部品には合金化溶融亜鉛メッキ鋼板に代表される防錆鋼板が多く適用されている。鋼板のハイテン化、高強度化に伴い板厚を従来より薄肉、薄板化し軽量化を目指している。また、パイプ構造体の部品が多く適用されている。

### 2)継手形状

自動車部品のアーク溶接に適用される継手形状は重ねすみ肉継手が最も多く、T字すみ肉もL型の重ねすみ肉型になる場合が多い。一部には突合せ継手もあるが限られている。一方、パイプ・丸棒などの構造材を適用した継手も多く、その際の片フレア、両フレア継手の溶接には品質課題も多い。

### 3)溶接姿勢

溶接姿勢の基本は下向姿勢ですが、立向下進、横向なども用いられている。なお立向下進姿勢は浅溶け込みのため適用に当たっては注意が必要である。

### 4)主な要求特性、品質特性

対象部品によってこれらの要求品質は異なるが、共通することは ①外観が美麗であること、②所定の溶け込み深さが確保され、強度が保証されていること。③耐リーク性などの要求を満たすことが主なものであり、他には ④ロアアームの溶接にみられるようにブローホールなどの欠陥を生じないこと ⑤シートフレームのようにパイプ内にスパッター混入による異音発生がないこと ⑥インパネ部品は溶接歪の抑制が必要 ⑦アクスルハウジング、ホイールの溶接ではビード形状性が疲労強度確保の点から要求される。⑧フレームの溶接ではビード長が長い場合高速溶接性が強く求められる ⑨エキマニの溶接では耐溶接割れ性、耐スパッター性が求められる。など

次話より自動車部品の溶接に求められる品質要求特性を念頭に置きつつ、それらを確保するために必要な考え方を示していきたい。

以上

No. A085

2017年 5月 15日

対象溶接製品を見る場合、まず着目しなければならないのが**母材**です。母材については前話でも簡単に触れましたが、ここでは**母材の材質とマグ溶接品質における考え方**について説明します。なお、金属・材料学的な話はそれら専門書に譲りここではアーク溶接上のひとつの考え方を示します。**表 086-01**に**普通鋼板～鋳鉄の5種類**の母材に関し、**溶接の難易度、外観品質と内部品質を含めた溶接部強度**の概要を表にしました。

**表086-01 自動車部品溶接における適用母材と溶接品質**

適用母材の組合わせ		溶接部品質の難易度概要							
		溶接部の強度		溶接部外観品質			溶接部内質		
		溶接金属強度	溶け込み深さ ビード幅 脚長 のど厚 溶接の長さ など	ビード形状不良 ビードずれ 穴あき 溶け落ち アンダーカット オーバーラップ など	スパッター	スラグ付着	ピット	ブローホール	割れ
母材 A	母材 B								
普通鋼板	普通鋼板	○	○	○	○	△	○	○	○
普通鋼板	亜鉛メッキ鋼板	○	○	○	△	△	△	△	○
亜鉛メッキ鋼板	亜鉛メッキ鋼板	○	○	○	△	△	△	△	○
高張力鋼板	高張力鋼板	○	○	○	○	△	○	○	△
普通鋼板	構造用鋼	○	○	○	○	△	○	○	△
構造用鋼	構造用鋼	△ <sup>*</sup>	○	○	○	△	○	○	△
普通鋼板	鋳鉄	×	—	—	—	—	—	—	×

備考；外観品質の中で、「スパッター付着」「溶接部の歪、変形」はいずれの母材にも共通する課題のため、評価項目から除外した。  
△\*；溶接部熱影響部の硬化、変質などを考慮し、注意の意味で△評価とした。

### 1)普通鋼板

ここで言う**普通鋼板**とは一般的に**軟鋼板**であり、0.30%C以下の**低碳素鋼**であり、自動車用鋼板のなかでもハイテン材でない熱延、冷延鋼板で表面無処理鋼板を指すものと考えてよい。**溶接熱で母材熱影響部の組織と性質が著しく変化しない鋼板であり、溶接性良好な鋼板と考えられる。**これらの普通鋼板における溶接では「**付着スラグ**」以外は評価を一般的に良好とした。但し、同じ普通鋼板でも表面性状が黒皮のままの熱延鋼板は黒皮でない冷延鋼板に比べビード形状やアークスタート時の溶け込み深さに劣る傾向にある点は予め注意したい。

### 2)亜鉛メッキ鋼板

亜鉛メッキ鋼板が母材に組み合わせられると途端にブローホール・ピットとスパッター付着の傾向が大になる。なおボンデ鋼板なども多くのZnを含有する表面処理鋼板であり同一傾向にある。一方、冷間鍛造時の潤滑剤にリン酸亜鉛皮膜などが用いられ溶接対象母材に供せられる場合があるが、Znを含むと

低融点・低沸点のためブローホール、スパッターの双方に注意が必要になる。なお、母材表面の成分を確認する一つとして TIG 法によるナメ付けを適用するとよい。溶接部周辺に白粉が生じれば Zn、ブローホールが生成しやすければ窒化処理材などと判定できる。

### 3)高張力鋼板

ハイテン、超ハイテンなどと称せられる高張力鋼板/鋼管が軽量化のために多く適用されるようになった。注意して頂きたいことは同じハイテンと言っても**何 MPa 級でかつ鋼の強化方法にどのような手段がとられた材料か事前に把握**することです。何 MPa 級を知ればそれに対する溶接材料の選択の指針になり、また事前に十分な溶接部の確性試験を行えば、とくに熱影響部の硬化（or 軟化）および脆化などの悪影響がないか知ることができます。

### 4)構造用鋼

機械構造用炭素鋼と呼ばれ、**S45C**などが代表的鋼種。**溶接性**を問題とする炭素量としては 0.30～0.60%C の範囲であるが、他の合金元素も含むので**次式(1)**で示す**炭素当量 Ceq(%)**によって判断される。

$$Ceq(\%) = C + 1/6Mn + 1/24Si + 1/40Ni + 1/5Cr + 1/4Mo \cdots (1)$$

予熱の有無や冷却条件によって硬さは異なるが、通常の冷却条件でビッカース最高硬さ **Hvmax** が 350（or 400）を超えると **Ceq** もほぼ 0.45%（or 0.50%）を超え熱影響部が著しく硬くなったり、割れたりする。適用に当たっては対象溶接品における許容最高硬さを事前に把握しその範囲内に収める施工条件が求められる。

### 5)鑄鉄

アーク溶接対象になる鑄鉄は排気系部品にほんの一部適用されている以外、殆ど筆者は知らない。鑄鉄は 2.0～6.7%C の Fe-C 合金で、成分的には炭素鋼に比べ含有炭素量が著しく多い。鑄鉄のなかでも強度、靱性の高い**ダクタイル鑄鉄**ですらアーク対象とする場合、含有する**球状化黒鉛をアークで一旦溶融・切断するため金属組織（マトリックス）内に流出し硬く、脆い組織を呈しやすい**。溶け込み深さの制御が限定されるアーク溶接法では適用は困難と考えられる。

なお、母材の管理、適用に当たっては「**異材**」の混入を**絶対的に避けねばなりません**。とくにボルト、ナット、棒鋼なども含め鋼の 5 元素である C,Si,Mn,P,S のなかで不純物元素である P,S が規格外で多く含まれると溶接金属割れに直結するので注意が必要です。

以上

No. A086