目　次

第1章　ガスシールドメタルアーク溶接法の原理と特徴

1 ガスシールドメタルアーク溶接法とは …… 1-1
2 ガスシールドメタルアーク溶接法の分類 …… 1-1
3 ガスシールドメタルアーク溶接法の原理 …… 1-2
4 ガスシールドメタルアーク溶接法の特徴 …… 1-3

第2章　アーク現象と溶滴移行

1 アークとは …… 2-1
(1)アーク長とアーク電圧 …… 2-1
(2)電位傾度 …… 2-1
(3)アークの硬直性と磁気吹き …… 2-2
2 溶滴移行現象 …… 2-3
(1)溶滴に作用する電磁ピンチ力 …… 2-3
(2)溶滴移行形態の分類 …… 2-4
(3)溶滴移行 …… 2-5
(4)スパッタ発生と防止法 …… 2-8
3 母材の溶融（溶込み形状） …… 2-9
(1)溶滴移行形態の影響 …… 2-9
(2)シールドガスの影響 …… 2-9
(3)極性の影響 …… 2-10
(4)トーチ保持角度の影響 …… 2-10
(5)溶接速度の影響 …… 2-11
4 裏波溶接 …… 2-12

第3章　溶接機器とその取扱い

1 機器の構成 …… 3-1
2 溶接電源 …… 3-1
(1)分類 …… 3-1
(2)外部特性 …… 3-2
(3)取扱い …… 3-3
3 送給装置 …… 3-5
4 溶接トーチ …… 3-6
(1)主な仕様 …… 3-6
(2)取扱い上の注意点 …… 3-7
5 付属機器 …… 3-11
(1)CO_2ガス調整器 …… 3-11
(2)Arガス調整器 …… 3-11
(3)流量計 …… 3-12
(4)ガス混合方法 …… 3-12

第4章　溶接材料と付属機器

1 溶接ワイヤの分類と特徴 …… 4-1
(1)溶接ワイヤの分類 …… 4-1
(2)溶接ワイヤの特性比較 …… 4-1
(3)溶接金属 …… 4-2
2 DS、DDワイヤ …… 4-3
(1)製造工程 …… 4-3
(2)化学成分の考え方 …… 4-4
(3)DS、DDワイヤの種類と用途一覧 …… 4-5
3 シームレスフラックス入りワイヤ …… 4-21
(1)シームレスフラックス入りワイヤの特徴 …… 4-21
(2)シームレスフラックス入りワイヤの用途 …… 4-22
4 ステンレス鋼ソリッドワイヤ（WSR、WSワイヤ） …… 4-23
(1)WSRシリーズ（フェライト系ステンレス鋼） …… 4-23
(2)WSシリーズ …… 4-26
5 チタン及びチタン合金ソリッドワイヤ …… 4-30
6 ホットマグ溶接法 …… 4-32
7 特殊溶接材料 …… 4-33
(1)表面硬化肉盛用合金粉末 …… 4-33
(2)プラスチック成形金型の肉盛用TIG溶接棒 …… 4-34

(3)DM系軟鋼用ガス溶接棒 4-34
(4)DA系TIG溶接棒 4-35
8 ワイヤ製品の包装形態 4-36
(1)スプール巻きワイヤ製品と荷姿 4-36
(2)ペールパック入りワイヤ製品と荷姿 4-37
(3)標準製品 4-38
(4)特殊仕様（エンドレスワイヤ） 4-39
9 ワイヤの取扱い 4-41
(1)スプールの取扱い 4-41
(2)ペイル入りワイヤ製品の取扱い 4-42
(3)ワイヤ製品の保管 4-43
10 付属機器 4-44
(1)スターパック用“ワイヤ引出し装置”およびコンジット・チューブ 4-44
(2)エンドレスワイヤ接続用“DSバット溶接機” 4-45
(3)エンドレスリール用“エンドレスリール引出し治具” 4-46
(4)エンドレスパック用“スタンド”および“アクリル板” 4-48
(5)ペールパック入りワイヤ用“ワイヤ矯正器” 4-50
第 5 章　溶接施工
1 溶接施工要因 5-1
(1)溶接施工上の諸要因 5-1
(2)溶接条件とその影響 5-1
2 溶接条件の選定 5-2
(1)ワイヤ径 5-2
(2)溶接電流、アーク電圧、溶接速度 5-3
(3)ワイヤ突出し長さ 5-4
(4)ノズル径・ガス流量 5-5
(5)溶接姿勢の影響 5-6
(6)トーチ角度 5-7
(7)トーチ狙い位置 5-7
3 溶接条件参考表 5-9
(1)CO_2溶接 5-9
(2)MAG溶接 5-15
(3)パルスMAG溶接 5-19
4 溶接経費の比較 5-21
5 アークスポット溶接 5-22
(1)アークスポット溶接施工時の注意事項 5-22
(2)使用ワイヤ径 5-22
(3)鋼材の表面状況 5-22
(4)アークスポットの形状 5-23
(5)ノズル形状 5-24
(6)間隙 5-24
6 硬化肉盛溶接 5-25
(1)肉盛溶接の留意事項 5-25
(2)肉盛用ワイヤと溶着金属の硬さ 5-25
第 6 章　溶接作業の実際
1 半自動アーク溶接の基本姿勢 6-1
(1)トーチの狙い方 6-1
(2)作業姿勢 6-1
2 平板ビード置き練習 6-2
(1)ストレートビード練習 6-2
(2)ウィービングビード練習 6-2
3 溶接始・終端部の処理及びビード継ぎ練習 6-2
(1)溶接始端部の処理 6-2
(2)溶接終端部の処理 6-3
(3)ビードの継ぎかた 6-3
4 裏波溶接の練習 6-3
5 水平すみ肉溶接の練習 6-4

(1) t3.2の場合…… 6-4
(2) t 9 の場合…… 6-4
6 溶接技能研修プログラム…… 6-5
(1)下向溶接要項…… 6-6
(2)立向溶接要項…… 6-10
(3)横向溶接要項…… 6-13
第 7 章　各種材料の溶接
1 薄鋼板の溶接…… 7-1
(1)溶接の考え方…… 7-1
(2)溶接施工上の基本的事項…… 7-2
(3)薄鋼板施工上の注意点…… 7-7
(4)材料規格…… 7-16
2 中厚板、高張力鋼、中炭素鋼の溶接…… 7-18
(1)溶接の考え方…… 7-18
(2)材料規格…… 7-19
(3)溶接ワイヤの選定…… 7-20
(4)溶接施工上の基本的事項…… 7-21
(5)溶接施工上の留意点…… 7-25
3 表面処理鋼板の溶接…… 7-32
(1)塗装鋼板の溶接…… 7-32
4 ステンレス鋼の溶接…… 7-33
(1)ステンレス鋼の分類と用途…… 7-33
(2)ステンレス鋼の特徴…… 7-33
(3)溶接施工の基礎…… 7-33
(4)溶接施工上の注意点…… 7-37
第 8 章　安全衛生
1 危険因子とその防止対策　まとめ…… 8-1
2 ヒューム及びガスによる障害の防止対策…… 8-2
(1)溶接ヒュームとその影響…… 8-2
(2)ガスの発生とその影響…… 8-5
(3)ヒューム及びガス対策…… 8-6
ア．換気装置…… 8-6
イ．呼吸用保護具…… 8-8
3 有害光線による障害の防止対策…… 8-10
(1)しゃ光保護具…… 8-10
(2)溶接用しゃ光カーテン…… 8-10
4 感電防止対策…… 8-11
5 溶接作業者の保護具　装着例…… 8-12
第 9 章　認定と関連規格
1 JIS Z3841半自動溶接技術検定における試験方法及び判定基準…… 9-1
(1)試験の種類…… 9-1
(2)合否の判定基準…… 9-1
2 WES7101標準作業範囲（抜粋）…… 9-2
3 WES5401アーク溶接用アルゴン-炭酸ガスの混合ガス…… 9-2
4 ガスシールドアーク溶接用ソリッドワイヤの種類・成分範囲の対照表…… 9-3
5 低合金鋼ガスシールドアーク溶接用ワイヤ規格（AWS A5･28－1979抜粋）…… 9-4
6 溶接用語…… 9-5

ガスシールドメタルアーク溶接法の原理と特徴

1 ガスシールドメタルアーク溶接法とは …… 1
2 ガスシールドメタルアーク溶接法の分類 …… 1
3 ガスシールドメタルアーク溶接法の原理 …… 2
4 ガスシールドメタルアーク溶接法の特徴 …… 3

1 ガスシールドメタルアーク溶接法とは

ガスシールドメタルアーク溶接法（GMAW：gas shielded metal arc welding）は、図1･1に示すように、消耗性の電極ワイヤと母材との間にアークを発生させ、これを熱源として電極ワイヤおよび母材を溶融し、その周辺にガスを流して溶接部を周囲空気からシールドしつつ行う溶接法のことである。

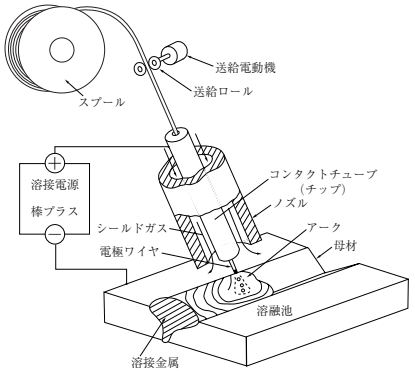
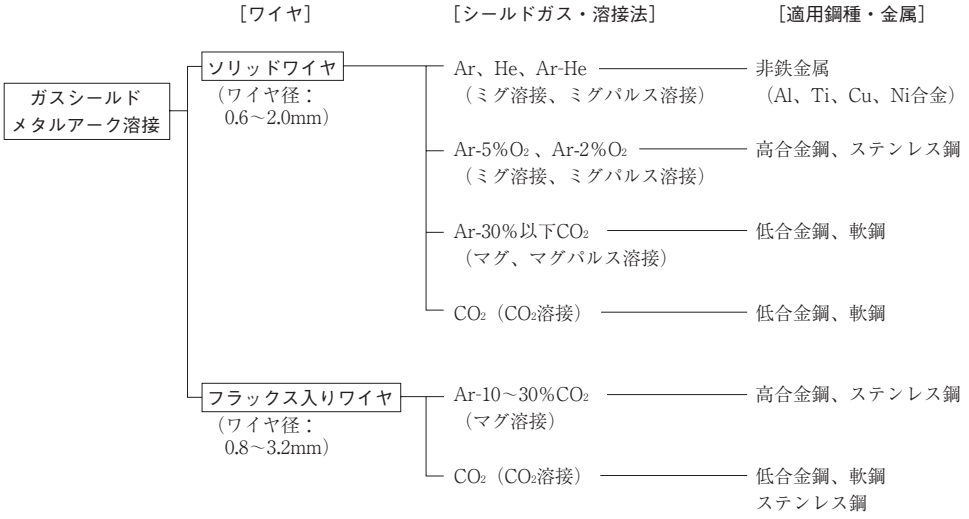


図1･1　ガスシールドメタルアーク溶接法

2 ガスシールドメタルアーク溶接法の分類



同一金属の溶接でも、ガスの種類・組成が変化すると、その溶接作業性（溶接のやり易さ、溶接部の外観形状、溶接速度、スパッタの発生）、溶接部の特性（溶接金属の強度、延性、じん性など）が大きく変化する。

「MIG：ミグ溶接」：Metal Inert Gas Arc Weldingの略で
「不活性ガス（イナートガス）」を単独、あるいは混合して使用する溶接法
「MAG：マグ溶接」：Metal Active Gas Arc Weldingの略で
「CO_2」、あるいは「CO_2とArの混合ガス」を使用する溶接法

ただし、同じマグ溶接であるにも関わらず、これまでの慣例により、**「CO_2単独で使用する場合をCO_2溶接」、「CO_2とArの混合ガスを使用する場合をマグ溶接」**と呼ぶことが多い。

3 ガスシールドメタルアーク溶接法の原理

大気中には窒素（N_2）、酸素（O_2）が存在し、アークにより溶融した鋼はこれらと反応し、ブローホール等の欠陥を生ずる。そこで、アーク及び溶融地の周辺を炭酸ガス（CO_2）を含んだガスを用いてシールドする場合、CO_2ガスはアーク熱により解離し、（式1）のような平衡状態にある。

$$2CO_2 \rightleftarrows 2CO + O_2 \cdots\cdots \text{（式1）}$$

酸素（O）と溶融鋼（Fe）は反応し、FeOが生じる。（**式2**）

$$Fe + 1/2O_2 \rightleftarrows FeO \cdots\cdots \text{（式2）}$$

鋼には、常に炭素（C）が含まれており、この（C）と（FeO）が反応し、溶融金属の冷却が進行するにつれ、溶融金属中に一酸化炭素ガス（COガス気泡）が発生する。

しかも、この反応は温度が低下するにつれ激しくなり、このためCOガス気泡は、凝固金属中に閉じこめられ、ブローホールとなる。

$$FeO + C \rightleftarrows Fe + CO \cdots\cdots \text{（式3）}$$

（式3）の反応を阻止し**気泡のない良好な溶接金属を得るため、ワイヤ中にCよりFeO（つまり、O）との親和力がより強いSi（けい素）、Mn（マンガン）などの脱酸元素を適量含有させ、FeOとCの反応に先立って（式4-1、4-2）の反応を生じさせる。**

$$2FeO + Si \rightleftarrows 2Fe + SiO_2 \cdots\cdots \text{（式4-1）}$$
$$FeO + Mn \rightleftarrows Fe + MnO \cdots\cdots \text{（式4-2）}$$

OはSiならびにMnの酸化物としてスラグ化し、溶融金属外に浮上・除去されるため、ブローホールは発生しない。

Oと反応せずに残ったSi、Mnは、他の合金元素同様、溶接金属の機械的性質を改善する。

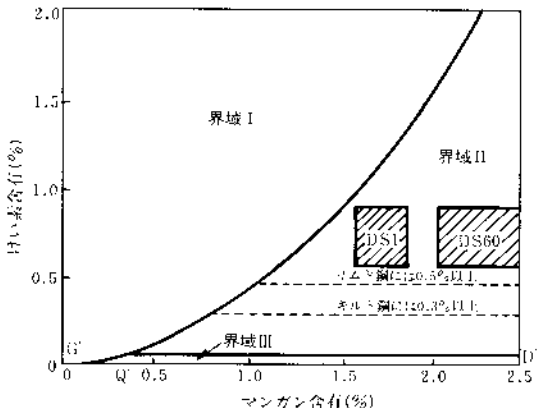


図1･2　炭素鋼のCO_2－O_2溶接金属の気孔防止に必要なワイヤ中のMnとSi含量

備考：1510℃の溶融鋼からの脱酸生成物は、界域Ⅰでは、個体のSiO_2
界域Ⅱでは、SiO_2に不飽和のFeO-MnO-SiO_2融液、
界域Ⅲでは、FeO-MnO固溶体

4 ガスシールドメタルアーク溶接法の特徴

一般鋼に適用するガスシールドメタルアーク溶接法は、被覆アーク溶接法に比較して以下のような特徴を有する。

・溶着速度が大きい。　→　溶接ひずみの発生が少ない。
・溶込みが深い。
・溶着効率が大きい。　→　溶接材料のロスが少ない。
・アーク発生率が高い。
・溶着金属の拡散水素量が低い。　→　炭素鋼・高張力鋼で割れが少ない。
・長時間の連続溶接が容易であり、同一ワイヤで薄板から厚板の全姿勢にも対応できる。
　また、溶接スラグやワイヤ取替えなどのロスが減り、アーク発生率（アーク時間／全作業時間）が向上するので人件費などの抑制が可能となり、トータル溶接コストの低減効果が大きい。

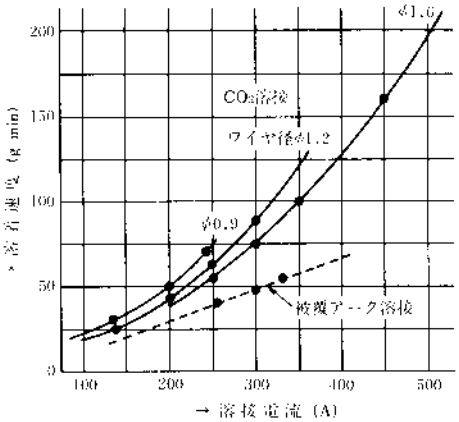


図1・3　溶接電流に対する溶着速度

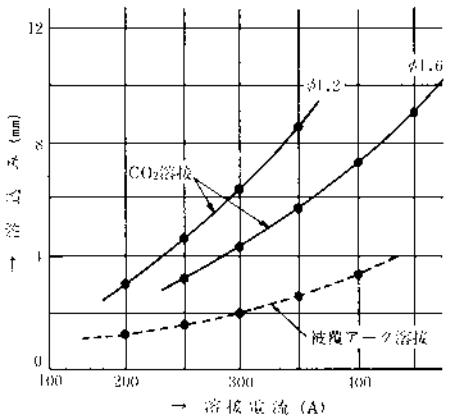


図1・4　溶接電流と溶込み深さ

表1・1　溶着効率の比較

溶接材料	溶着効率（%）	備考
被覆アーク溶接棒	55～60	残棒が生じる
CO_2ソリッドワイヤ	90～95	ミグ溶接では更に向上
CO_2フラックス入りワイヤ	75～95	メタル系では高目

表1・2　溶着金属中のガス成分測定例

溶接材料	拡散性水素量(ml/100g溶着金属)	酸素量(wt%)	窒素量(wt%)
被覆アーク溶接棒（イルミナイト系）	20～35	0.07～0.09	0.010～0.015
被覆アーク溶接棒（低水素系）	2～7	0.03～0.04	0.010～0.020
CO_2ソリッドワイヤ	0.2～2	0.04～0.05	0.006～0.010

★なお、CO_2溶接には次のような短所がある。
・風速２m/秒以上の風に対して防風対策が必要。
・長尺のコンジットケーブルを使用しても、ワイヤ送給性の点を含め行動範囲に制限がある。

アーク現象と溶滴移行

1 アークとは …… 1
⑴アーク長とアーク電圧 …… 1
⑵電位傾度 …… 1
⑶アークの硬直性と磁気吹き …… 2
2 溶滴移行現象 …… 3
⑴溶滴に作用する電磁ピンチ力 …… 3
⑵溶滴移行形態の分類 …… 4
⑶溶滴移行 …… 5
⑷スパッタ発生と防止法 …… 8
3 母材の溶融（溶込み形状） …… 9
⑴溶滴移行形態の影響 …… 9
⑵シールドガスの影響 …… 9
⑶極性の影響 …… 10
⑷トーチ保持角度の影響 …… 10
⑸溶接速度の影響 …… 11
4 裏波溶接 …… 12

1 アークとは

二つの電極を接触させ通電し、そのまま電極を離した時に発生する青白い炎がアークである。アークは低電圧、大電流の放電現象のことで、アーク溶接は電極で発生する熱と電極へ輸送される熱を利用して行われている。

(1)アーク長とアーク電圧

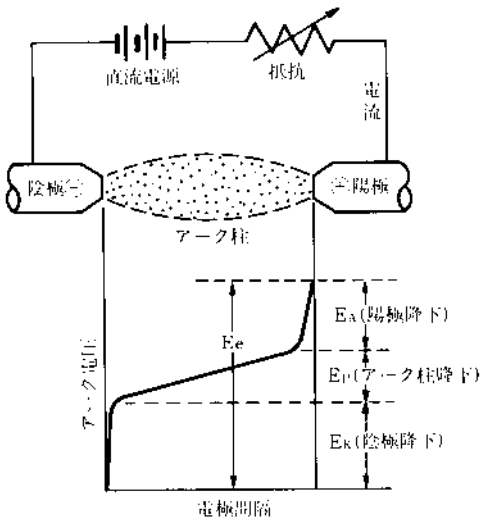


図2･1　アークの電位分布

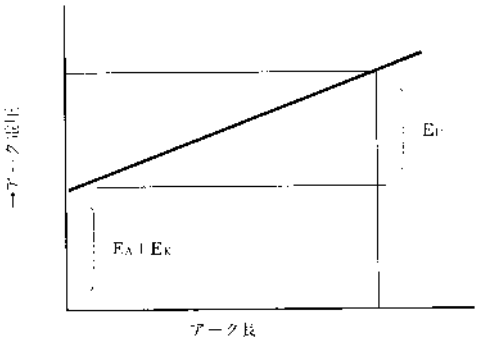


図2･2　アーク電圧とアーク長

溶接電流、電極材料、シールドガスが同一の場合、アーク長が変化しても陽極降下（EA）、陰極降下（EK）の値はほぼ一定でアーク柱降下（EP）が変化する。

⇩

アーク長はアーク電圧に比例する

(2)電位傾度

アーク柱降下（EP）の度合いを電位傾度といい、主としてシールドガスによって決まる。

表2･1　各種ガス気中の電位傾度の比較

ガ　ス	電位傾度の比
アルゴン	0.5
空　気	1.0
窒　素	1.1
炭酸ガス	1.5
酸　素	2.0
水蒸気	4.0
水　素	10.0

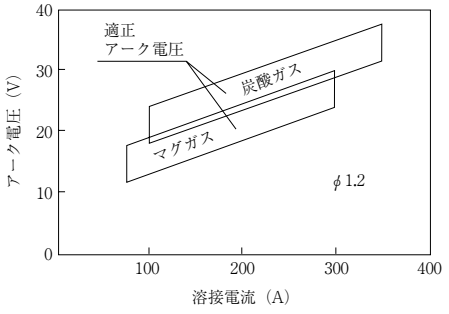


図2･3　溶接電流と適正アーク電圧範囲の一例

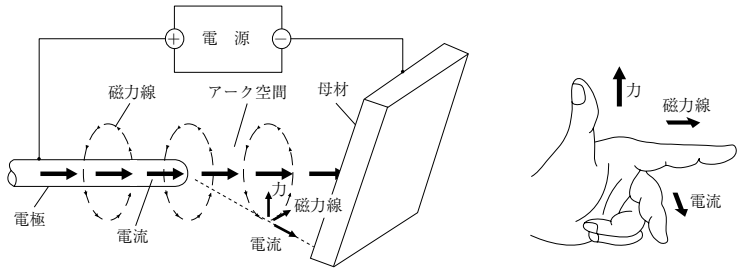
炭酸ガス（CO_2）などの多原子分子はアークの高温下では電離している。その電離の際の吸熱反応を補うため電位傾度が高くなる。

⇩

同一アーク長にする場合、Ar-CO_2ガスよりCO_2ガスの方がアーク電圧が高くなる。

(3)アークの硬直性と磁気吹き

アーク空間には電流による磁力線とそれらによる力が作用する。(フレミングの左手の法則) また比較的大電流の溶接アークでは電極に近い部分の電流密度が高くなるため、アークに働く電磁圧が下方の母材より高くなる。この圧力差により上方から下方に向かうプラズマ気流が発生する。これらの電磁力とプラズマ気流の影響により電極や母材を傾けてもアークは鉛直方向に指向する。(アークの硬直性)



(a) アーク空間に働く電磁力　　(b) フレミング左手の法則

図2･4　アークの硬直性の原因

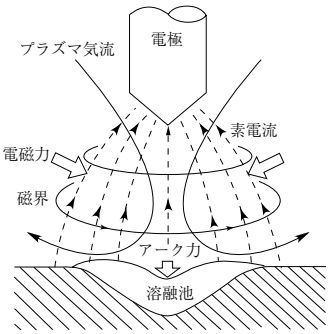
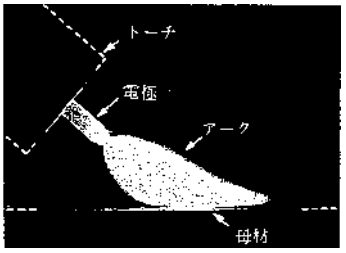


図2･5　プラズマ気流 (TIG溶接)



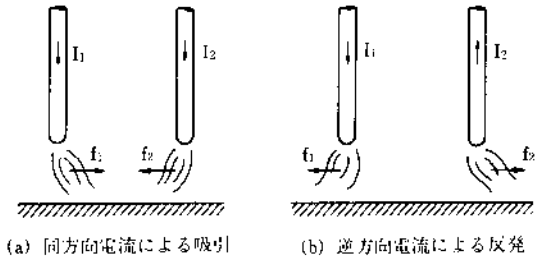
タングステン電極径 2.4mm 棒マイナス 150A

写真2･1　ティグアークの硬直性

実際のアーク溶接では、アークが通った後の母材を流れる電流による磁界やアーク周辺の磁性体などの影響を受けアークが振れることがある。(磁気吹き)

アース接続位置は磁気吹き発生に大いに関係し、一般にアース接続部から遠ざかるように溶接方向を決めることが望ましい。

アーク間の相互作用により、力を受けアーク不安定を生じやすいので電極間隔(トーチ間隔)は出来るだけ広くとることが望ましい。



(a) 同方向電流による吸引　　(b) 逆方向電流による反発

図2･6　アーク間の相互作用

2 溶滴移行現象

(1)溶滴に作用する電磁ピンチ力

溶接ワイヤから溶滴が溶融池に移行する力は、主として重力、表面張力及び電磁力の組合わせである。また大電流ではプラズマ気流の影響を受ける。

比較的電流の大きなアーク溶接では電磁力の影響が非常に大きい。その力は電流と磁力線により中心方向に働く力で電磁ピンチ力と呼ばれる。

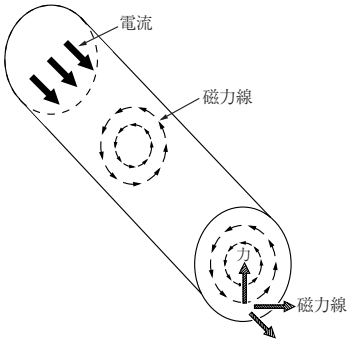
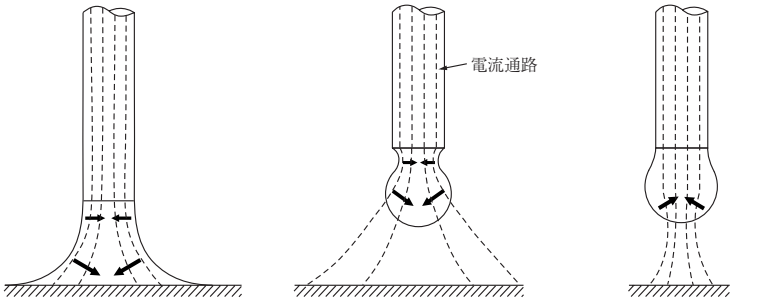


図2･7　ピンチ効果の発生原因



(a) 溶滴移行の促進　(b) 溶滴移行の促進　(c) 溶滴移行の阻止

図2･8　液柱および溶滴に働く各種ピンチ力の方向

(a)のように短絡の場合、移行を促進する方向に力が働くため大きな電流を流すと溶滴を引きちぎる。

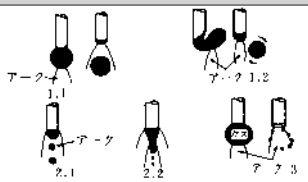
(b)のように短絡しない場合、内側に働く力だけでなく下の方向にも力が働き離脱が促進される。

大電流ではその力は大きく、プラズマ気流の影響も受けて小さな溶滴で移行する。

(c)CO_2やHeの電位傾度の大きなガスではアークは収縮して溶滴の底部に集中することが多い。この場合、電磁力は上向きに働き溶滴の離脱を阻害する。

(2)溶滴移行の形態の分類

表2･2　溶滴移行形態の分類

型	分　　類	形　　態
自由移行	1　グロビュール移行 1.1 ドロップ移行 1.2 反発移行 2　スプレー移行 2.1 プロジェクテッド移行 2.2 ストリーミング移行 3　爆発移行	
接触移行	4　短絡移行 5　橋絡移行	

自由移行はアーク空間を移行する形態のこと。

- グロビュール移行：ワイヤ径より大きな溶滴が移行
- スプレー移行：ワイヤ径より小さい溶滴が移行
- 爆発移行：溶滴内のガス成分が爆発して移行

なお、アーク形状や極性、シールドガスの種類などの原因子の違いにより形態は細分化されている。接触移行は、溶滴が溶融池に接触することにより移行する形態のことで接触移行直前の溶滴の大きさにより分類されている。

一般的に使用される**ガスシールドメタルアーク溶接での溶滴移行形態**は、以下の**4種類**であり、シールドガス組成や溶接電流、アーク電圧の組合せにより決まる。

①短絡移行　　②グロビュール移行
③スプレー移行　　④パルス電源によるスプレー移行

表2･3　各溶滴の移行形態の発生要因

溶滴移行形態	シールドガス組成	溶接電流×アーク電圧				溶接電源	備考
		低⟷高		低⟷高			
短絡移行 （ショートアーク溶接）	CO_2 Ar+CO_2 Ar+O_2	○	−	○	−	一般電源 （定電圧電源）	ガス組成の如何を問わず、低電流×低アーク電圧で発生
グロビュール移行 （粒状移行）	CO_2	●	○	−	○		アーク長が長くなると電流の高低を問わず発生
	Ar+CO_2	●	−	−	●		一般的に使用せず
スプレー移行	Ar+CO_2 Ar+O_2	−	○	−	○		臨界電流以上で発生 Ar≧70% (CO_2では発生せず)
パルス電流による スプレー移行	Ar+CO_2 Ar+O_2	○	○	−	○	パルス電源	低溶接電流でも発生 Ar≧70%

●：一般的には使用されない。

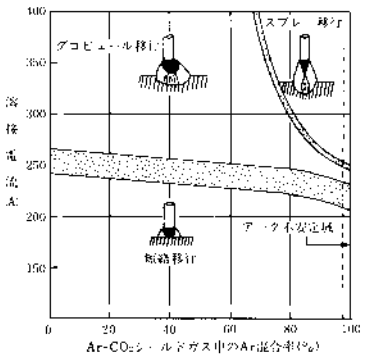


図2･9　Ar-CO_2溶接における溶滴移行形態

(3)溶滴移行

ア）短絡移行

ワイヤの先端が母材に接触短絡し、そこで短絡電流によるピンチ力及び溶融池の表面張力等の力により母材へ離脱し、その直後に再アークし、短絡・アークを繰返しながら移行する形態である。

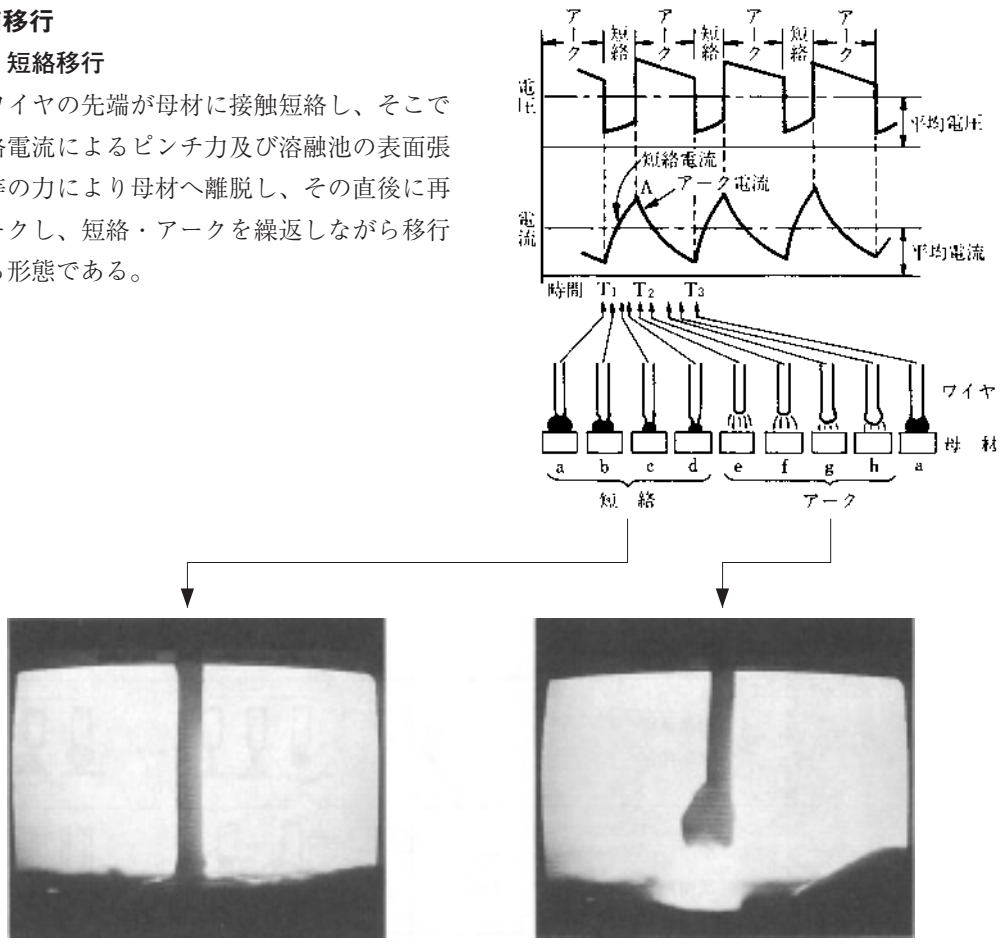


図2･10　短絡移行溶接

短絡回数は、溶接作業性を左右する大きな因子であり、毎秒40～50回以上で良好となり、150回／秒程度に達する

・シールドガス組成の如何を問わず、**低電流×低アーク電圧**で生じる。

・溶接時、独特の「ジー……」と言うような短絡音が聞こえる。

・短絡時、アークが消滅して溶融プールが冷却するので、**溶け込みが浅く、薄板（板厚3mm程度以下）の溶接や立向き、上向き溶接、裏波溶接などに使用**される。

・スパッタの発生は比較的少なく、小粒である。

・Ar－CO_2混合ガスの使用により、ビード外観、スパッタが改善される。

・主として、1.2mm以下のワイヤ径が使用される。

イ）グロビュール移行

溶滴先端におけるアーク集中を生じそこに流入する電流の方向によりピンチ力は溶滴を押上げるように働き、粒滴は大きく成長しやすい。写真2･2にその一例を示す。

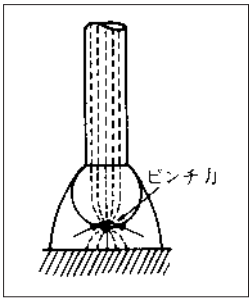


図2･11

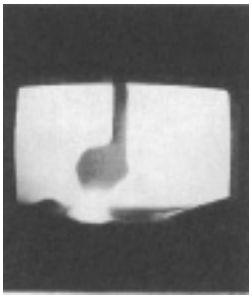


写真2･2

・溶滴径がワイヤ径以上になる溶滴移行の総称である。
・アーク熱によりワイヤ先端部が溶融し溶滴を形成する。時間経過により**溶滴は重量増加し、ついにはワイヤ先端に懸垂できなくなり、溶融プールに向けて落下移行する移行形態**である。
・CO_2溶接の場合、ならびにAr－CO_2混合ガス溶接で、Ar割合70％以下、あるいは臨界電流以下の低電流溶接の場合生じる。
・アークが連続して発生し、溶融プールに供給される熱量が多くなるので、溶込みが深くなり、主として**中厚板（板厚4mm程度以上）の下向き姿勢、横向き姿勢の溶接**に使用される。
・CO_2溶接では、ビード外観形状が劣る場合が多く、スパッタの発生も多い。
ただし、Ar添加量の増加につれ改善傾向が見られる。
・主として1.2mm以上のワイヤ径が使用される。

ウ）スプレー移行

スプレー移行においては、ワイヤ溶融部先端は先鋭化し、そこに流入する電流の方向により、ピンチ力は溶滴を押下げるように働き、粒滴は細粒化する。この細粒化域をスプレー移行という。

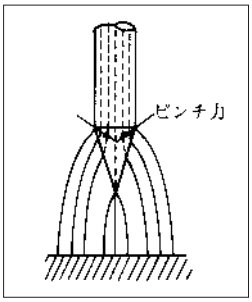


図2･12

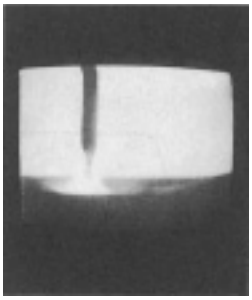


写真2･3

・溶滴径がワイヤ径以下の溶滴移行形態に対する総称である。
・Ar割合70％以上のAr－CO_2混合ガス溶接で、**スプレー化臨界電流（炭素鋼1.2mmワイヤでは260～270Amp程度）以上の高電流を使用する場合に生じる。**
・アークが極めて安定しており、ワイヤ先端の**溶滴は、溶接電流による電磁ピンチ力により細く絞られ、プラズマジェット気流に乗って小さな溶滴となり、連続移行**する。
・スパッタも少なく、良好なビード形状外観を有する。**溶込みが深く、中厚板（板厚4mm程度以上）の下向き溶接、水平すみ肉溶接に使用**される。
・主として1.2mm以上のワイヤ径が使用される。

エ）パルス電源によるスプレー移行

・周期的に溶接ワイヤ電極にパルス**ピーク**及びパルス**ベース**エネルギーを付加し、平均溶接電流が臨界電流以下でもスプレー移行が可能となる。

写真2･4

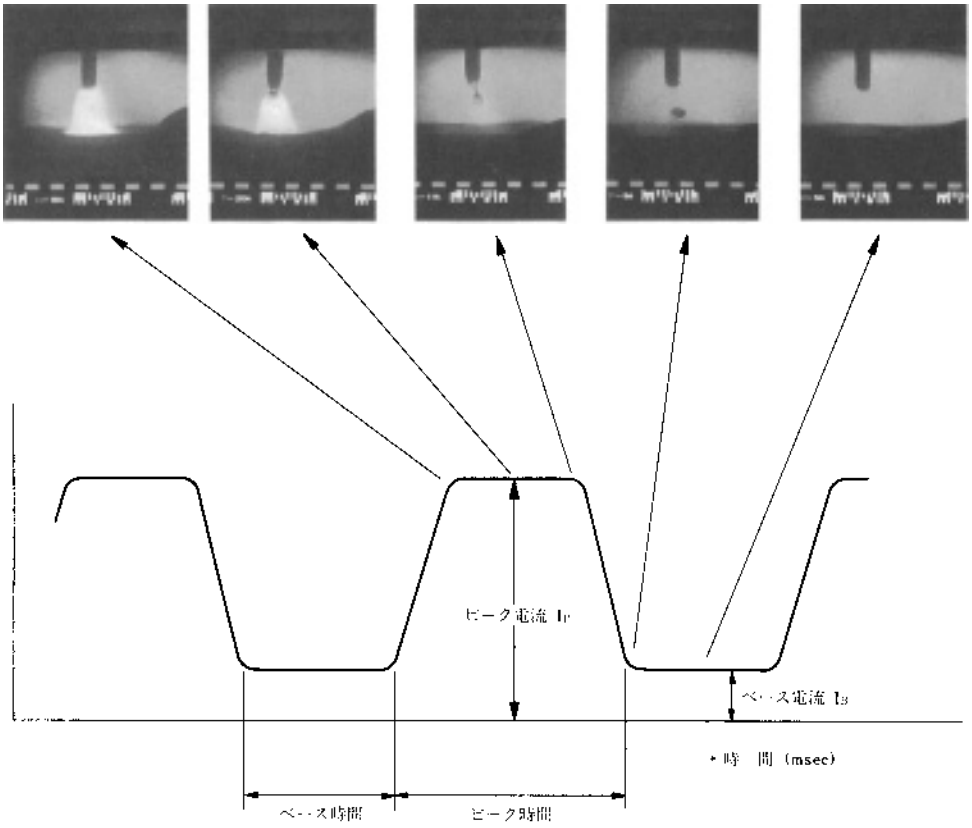


図2･13

・パルス電源による、低電流であるベース電流に周期的に重畳される高電流のパルス電流により生じる。

ベース電流によりワイヤ先端に形成された溶滴は、引続いて供給されるパルス電流（スプレー化臨界電流以上に設定）によりスプレー化し、離脱・移行する。

本形態の溶滴移行（スプレー化）では、平均電流［(ベース電流＋パルス電流)／パルス周期時間］は、通常電源によるスプレー移行の場合より小さくなる。

・スプレー移行の低溶接電流化を図り、**短絡移行溶接領域（薄板、全姿勢溶接、裏波溶接など）の低スパッタ化、高速化による高能率化、ビード形状外観の改善**を意図した技術である。

・主として1.2mm以上のワイヤ径が使用される。

(4) スパッタの発生と防止法

CO_2溶接の短所の一つは、スパッタが発生しやすいことである。

発生したスパッタは溶接ビード周辺に付着して溶接部を汚損するとともに、溶接後、除去する工数が発生し、溶接コストアップにつながる。また、溶接トーチのシールドガスノズルに付着・堆積し、シールドガスの流れを妨げ、溶接欠陥発生の要因ともなる。

スパッタの発生状況を観察すると、大きくは4種の形態をとっている。

そのうち**最も大きな要因は、アーク再生時に発生するスパッタ**である。

短絡時、急激な電流上昇が起こると、溶滴は安定に短絡できず、アーク力により吹き飛ばされスパッタとなる。また、溶滴離脱直前に大きな溶接電流が流れていると、細くなった溶滴は急激に焼け切れ、再アーク時のアーク力によりスパッタを発生させる。

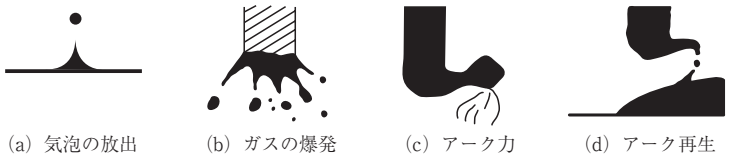


図2･14　スパッタの発生形態とその原因

スパッタ防止対策としては、それぞれ溶接電源、溶接材料（溶接ワイヤ、シールドガス）、溶接条件からの方法がある。以下にその一例を示す。

溶接電源　　：回路インダクタンスの調整、パルス電源、電流波形制御電源の採用
シールドガス：Arリッチガス（Ar-CO_2、Ar-O_2ガスなど）の採用
溶接ワイヤ　：送給性の改善、通電性改善

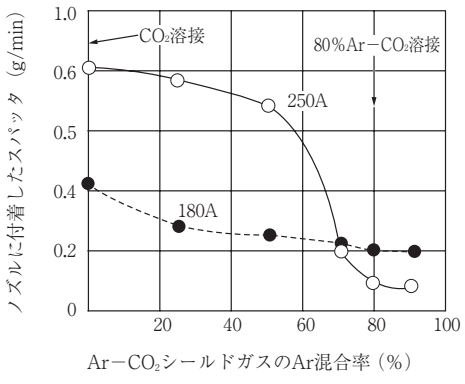


図2･15　シールドガス組成とスパッタ発生量

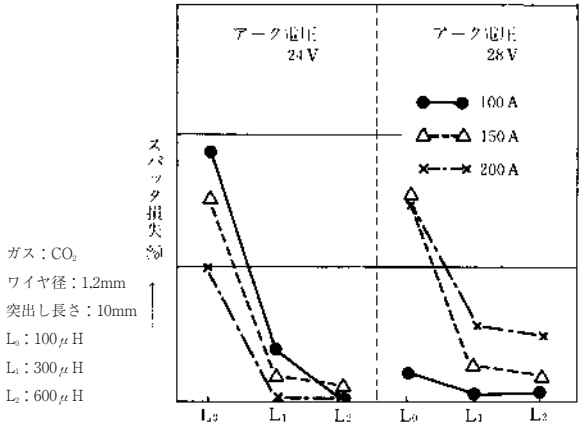


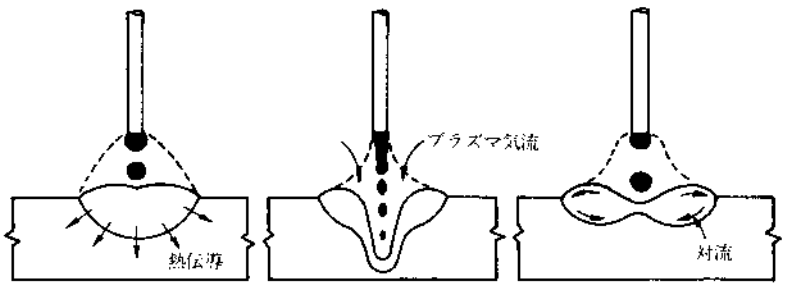
図2･16　スパッタに及ぼす回路インダクタンスの影響

3 母材の溶融（溶込み形状）

溶接ビードの溶込み形状は、溶滴移行形態、シールドガスの種類、溶接速度・トーチ保持角度などの影響を大きく受ける。

(1)溶滴移行形態の影響

溶込み形状は、おおむね3つに分類され、**小電流・短絡移行溶接では熱伝導形（一部対流形）、大電流グロビュール移行（スプレー移行）では中央溶込み形**となる。



(a) 単純溶込み型　(b) 中央溶込み型　(c) 周辺溶込み型

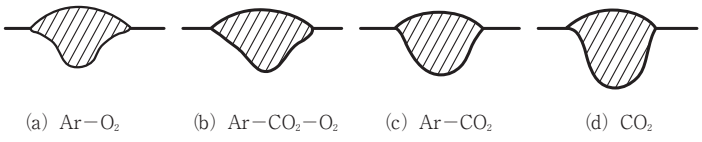
図2･17　溶込み形状の分類

(2)シールドガスの影響

シールドガス組成は溶滴移行形態、溶融プールへの供給熱量の変化をもたらし、それぞれ特徴的な溶込み形状をもたらす。特に大電流溶接条件ではこの傾向が著しい。

CO_2ガスでは鍋底型となるが、**ミグ溶接であるAr、Ar-O_2ガスでは強いプラズマ気流の発生により中央部が深くくびれたフィンガー状**（あるいはネイル状と呼ぶ）の中央溶込み形状となる。

Ar-CO_2ガスの場合も、Arが70％を超えてスプレー移行が生じると中央溶込み型のフィンガー状の溶込み形状となる。



(a) Ar－O_2　(b) Ar－CO_2－O_2　(c) Ar－CO_2　(d) CO_2

図2･18　シールドガスと溶込み形状の変化傾向

(3)極性の影響

CO_2（MAG）溶接は、一般に、**ワイヤプラスの極性（逆極性とも呼ばれる）で使用され、安定したアーク状態とともに適当なビード形状・溶込み**が得られる。

一方、**ワイヤマイナスの接続は正極性とも呼ばれ、ワイヤ送給速度をワイヤプラスの場合と同一条件に設定したとき、溶接電流の低下・アーク拡がりの減少が生じ、中高で溶込みの浅い溶接ビード**となる。

なお、ティグ溶接では逆傾向が生じ、電極（－）に接続し、深溶込みが得られる。

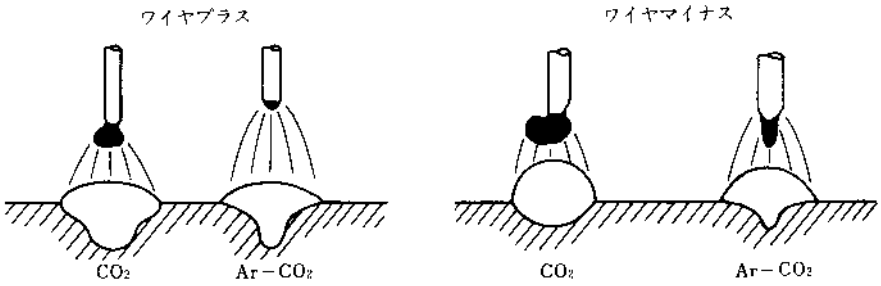


図2･19　極性と溶込み形状

(4)トーチ保持角度の影響

溶接進行方向に対するトーチ保持角度により溶け込み形状は大きく変化する。

- **・前進溶接　　：溶込みが浅く、扁平・広幅ビードを形成。薄板、高速溶接に好適。水平すみ肉溶接などで良好なビード形状が得られる。**
- **・後進溶接　　：溶込みが深く、中高・狭幅ビードを形成。厚板の溶接**
- **・鉛直保持　　：前進法、後退法の中間的特性。**

ただし、立向き下進溶接では、トーチ角度を後進法に保持しても、重力の作用により溶融プールがアーク直下に入り込み、溶け込みが浅く、扁平なビードになりやすい。

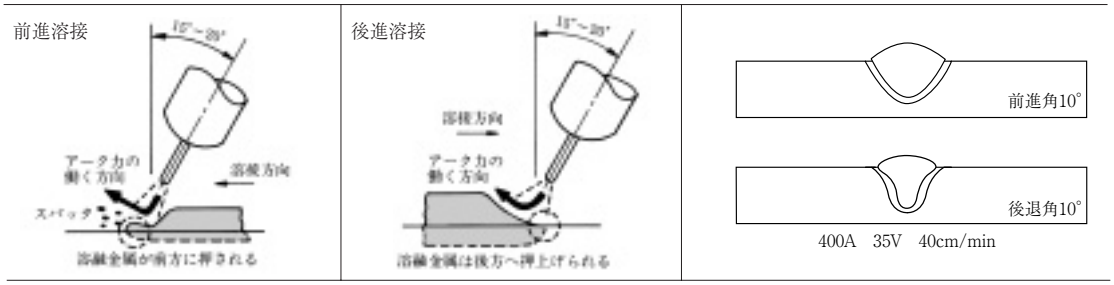


図2･20　トーチ保持角度と溶接ビード形状

(5)溶接速度の影響

溶接速度はビード形状に大きく影響する。

溶接速度が増加（減少）すると単位ビード長（溶接長さ）当りのワイヤ供給量が減少（増加）し、ビード幅・余盛り高さが減少（増加）する。

また、低速溶接では溶融プール底面流が大きく、安定なビードが形成されるが、高速溶接では表面流が大きくなり、溶融プールの動きが激しく、アンダーカットの発生やハンピングビードを生じ易くなる。表面流が小さい**埋れアーク（ベリードアーク）溶接は、高速溶接に適している。**周囲の壁に遮られ、スパッタの発生も少ない。低電圧に設定しアーク長を短く保つことが必要となる。

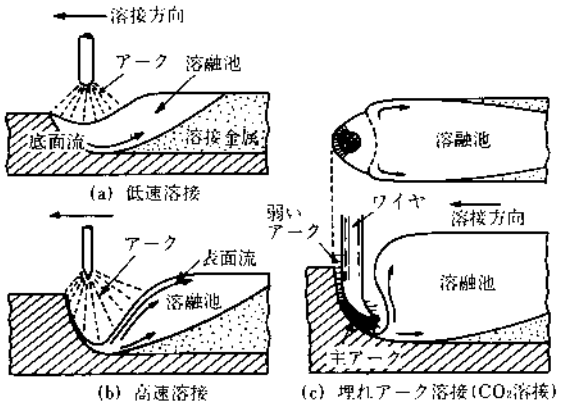


図2･21　溶接速度とアークの発生形態

4 裏波溶接

薄板、あるいは厚板**ルート部初層溶接において、裏ビードを形成させることを裏波溶接**という。熱伝導形、対流形よりキーホール形の方が裏波ビード幅を広く生成させることができる。

これはキーホールを通じてアークが直接母材裏側を溶融させることによるもので、溶込み形状は(d)のつづみ形になる。

ガスシールドアーク溶接で裏波を出し易くするには、開先部のルート高さ、ルート間隔を適正にし、キーホール形の溶接ができるよう溶接条件を選定する必要がある。また、シールドガスとして**CO_2よりAr-CO_2系の方が安定した裏波を得やすい。**

半自動溶接では、短絡移行溶接で施工されることが多い。

また、反対側（裏波ビードが形成される側）に耐熱性のあるセラミックあるいはガラステープ製の消耗式裏当て材、もしくは銅製の裏当て材を装着し、比較的高溶接電流を使用して、裏当て材上に裏波ビードを形成する方法もある。

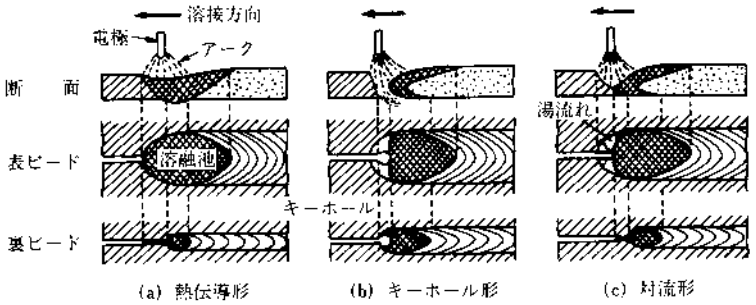


図2･22　裏波溶接におけるビード形成の基本形態

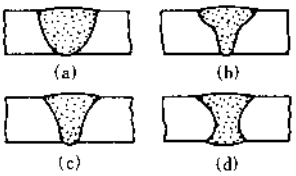
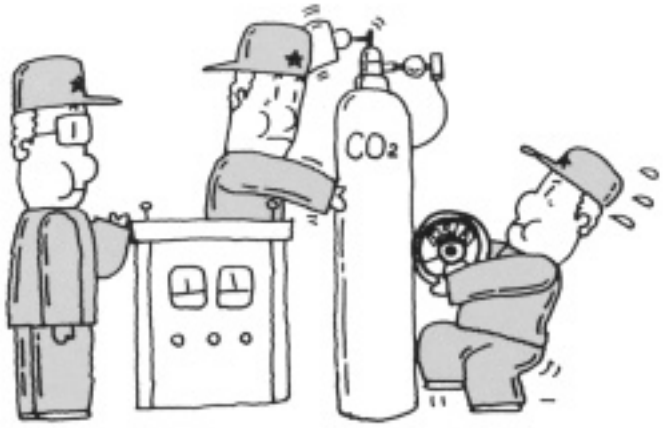


図2･23　裏波溶接における溶込み断面形状

溶接機器とその取扱い

1 機器の構成 …… 1
2 溶接電源 …… 1
⑴分類 …… 1
⑵外部特性 …… 2
⑶取扱い …… 3
3 送給装置 …… 5
4 溶接トーチ …… 6
⑴主な仕様 …… 6
⑵取扱い上の注意点 …… 7
5 付属機器 …… 11
⑴CO_2ガス調整器 …… 11
⑵Arガス調整器 …… 11
⑶流量計 …… 12
⑷ガス混合方法 …… 12



1 機器の構成

ガスシールドアーク溶接は「溶接電源」「ワイヤ送給装置」「溶接トーチ」「シールドガス」「溶接ワイヤ」などの機器から構成されている。

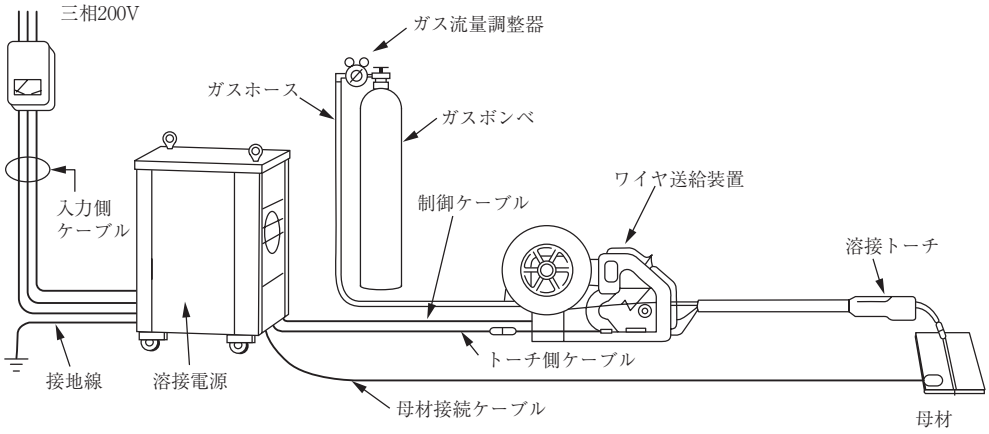
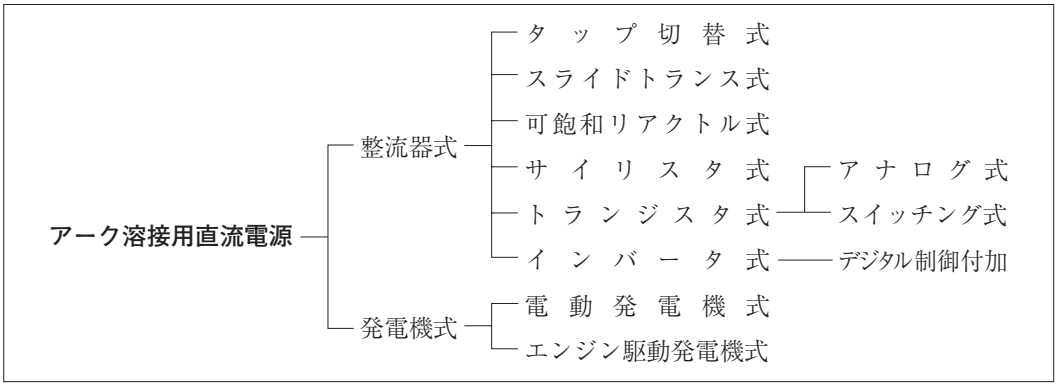


図3･1　ガスシールドアーク溶接装置

2 溶接電源

(1) 分類

図3･2　アーク溶接用直流電源の分類



・CO_2（MAG）溶接電源は整流器式と発電機式に分けられ、整流器式が一般的に用いられる。

(2)外部特性

電源の特性には**定電圧特性**と**垂下特性**の２つがあり、ガスシールドアーク溶接ではアークの自己制御作用を利用するため、一般に定電圧特性が用いられる。

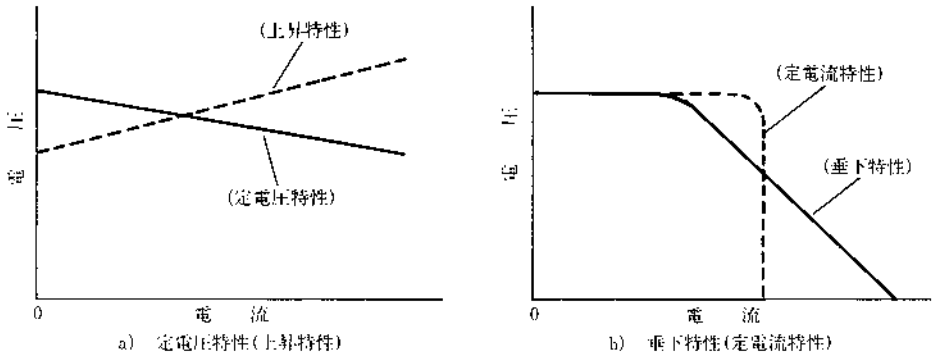


図3･3　電源特性の種類

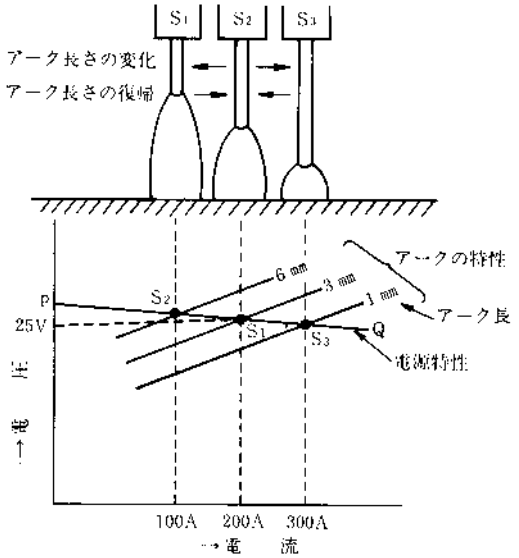


図3･4　定電圧電源のアーク長自己制御作用

定電圧電源によるアーク長の自己制御作用：

200A 25VのS_1に設定したとする。この時アーク長さは３mmであるが、何らかの外乱でアーク長さが６mmと長くなると電流が定電圧特性により100Aに低下する。ワイヤ溶融速度と電流は比例関係にあり、電流が低下することにより、ワイヤ溶融速度が低下しアーク長さは元のS_1に復帰する。

逆にアーク長さがS_3＝１mmになると電流が上昇し、ワイヤ溶融速度が増加しアーク長さは元のS_1に復帰できる。

(3)取扱い

ア．溶接電源の使用率

アーク溶接は作業の関係上、連続的にアークを出している時間と、アークの出ない休止時間がある。このアークの発生している時間と全時間の比率を使用率という。この使用率は10分間を単位として考えているので、半自動溶接、全自動溶接などのように連続して長く使用する場合は、溶接機の使用率が許容範囲内にあることを確かめる必要がある。

$$\text{許容使用率}=\left(\frac{\text{定格電流}}{\text{使用電流}}\right)^2\times\text{定格使用率}$$

〔例〕たとえば定格電流500A、定格使用率60％の溶接機を400Aで使用するときの使用率は

$$\text{許容使用率}=\frac{(\text{定格電流})^2}{(\text{使用電流})^2}\times\text{定格使用率}〔\%〕$$

$$=\frac{500^2}{400^2}\times 60\fallingdotseq 94〔\%〕$$

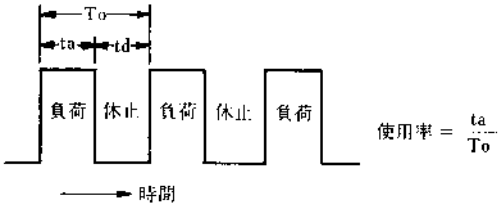


図3･5　使用率の定義

イ．ケーブル接続上の注意

溶接ケーブルの不確実な接続に起因するトラブルの発生が意外に多く注意を必要とする。錆びたボルト・ナットによる締付けや母材に塗料が着いたままでの締付けなどはアーク不安定を生ずるので避けるべきである。

また、母材と作業台との間にスパッタや油、スラグ、錆などがあると母材への給電状態が不安定となり、アーク不安定を生じやすい。

さらに、回転治具の歯車や軸受を介して通電することは避けなければならない。

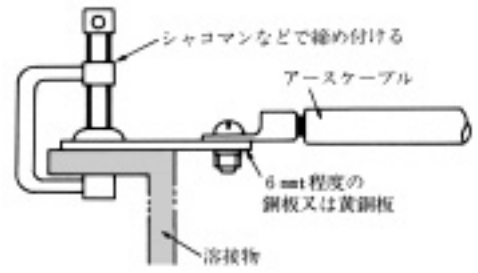


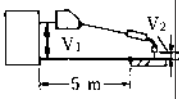
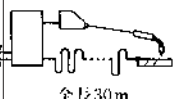
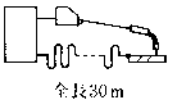
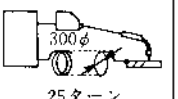
図3･6　アーク接続治具の一例

ウ．ケーブルの長さと置き方

ケーブル長さが長くなると巻かれた状態で置かれる場合が多い。

ケーブルは抵抗分をもっているとともに巻かれた状態ではインダクタンス分を有するようになる。短絡移行溶接条件では、電気的に過度特性であるため抵抗R（mΩ）とインダクタンスL（μH）の両方の影響を受ける。大電流のグロビュール溶接条件ではL（μH）の影響は小さく、R（mΩ）による電圧降下の影響のみに限定される。このため、とくに短絡移行条件時のケーブルの置き方には注意することが望ましい。

表3･1　ケーブル長の溶接安定性への影響の実験結果

実験項目 / ケーブル長さ(m) / ケーブルの状態 / 観察項目		(1) 標準条件	(2) 抵抗電圧降下の影響	(3) 抵抗電圧降下の補償	(4) インダクタンスの影響
		5	30	30	30
		ストレート	ストレート	ストレート	300φ 25ターン
					
ケーブルでの電圧降下	出力端子電圧V_1（V）	20.5	20.5	23	23
	アーク電圧V_2（V）	20	安定せず	20.5	20
短絡回数（回／sec）		55～60	安定せず	40～45	40～45
ピード外観（目視）		良い	悪い	良い	悪い
アーク	スタート	良い	悪い	良い	悪い
	音	連続音	不連続音	連続音	不連続音
	光	安定	不安定	安定	不安定
溶接電流（A）		150	150	150	150

3 送給装置

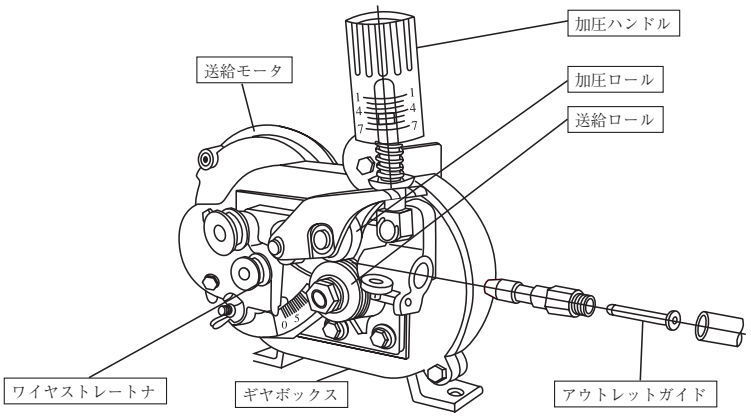


図3･7　送給装置の主な部品

(1)送給ロール

モーターにより駆動し溶接ワイヤを送給する。

ロール溝部にスパーク痕やスパッタが付着すると溶接ワイヤにキズを生じ送給不安定になり、また汚れや摩耗しても円滑に溶接ワイヤ送給が出来ずアーク不安定になる。定期的に交換が必要である。(通常寿命　1～1.5年)

(2)加圧ハンドル・ロール

溶接ワイヤを送給ロールにより確実に送給するための加圧装置。

加圧表示の規定値に調整する。

規定値以上に調整しなければならない場合は、送給経路に異常な抵抗があると思われる。

(3)ワイヤストレートナ

ワイヤの曲がりくせ（線ぐせ）の少ないワイヤを溶接トーチに送給するための装置。

表示の設定値に調節する。

設定値を大きくしすぎると送給不良の原因となるので注意を要する。

(4)アウトレットガイド

送給ローラからコンジットへ円滑に送るためのもの。

ワイヤ径にあったものを使用しないとワイヤの目詰まりや座屈の原因となる。

また、送給ロールの溝とワイヤパスラインが直線でなかったり、アウトレットガイド先端と送給ロールとの距離が長い場合も座屈変形を生じやすい。

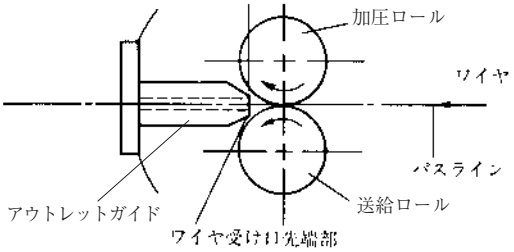


図3･8　アウトレットガイド

4 溶接トーチ

(1) 主な仕様

表3･2

項　目	主　な　仕　様	項　目	主　な　仕　様
トーチ用途別	半自動、自動（ロボット）、特殊用途	冷 却 方 式	風（空）冷、水冷
電　流（A）	200、(300) 350、500	トーチ形状	ストレート式、カーブド形、カーブド可変形
使用率（%）	50、60、100	ケーブル構造	一線式、三線式

半自動トーチ

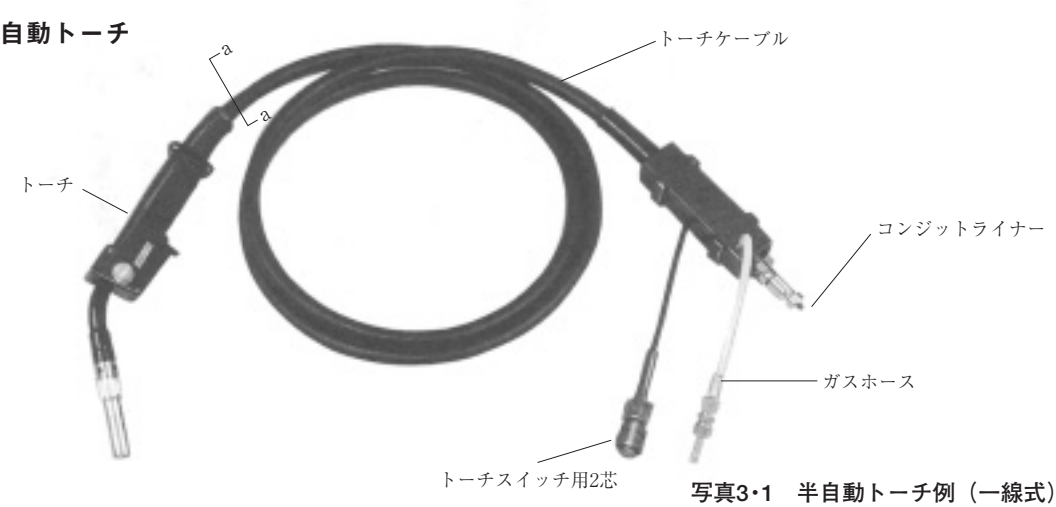


写真3･1　半自動トーチ例（一線式）

図3･9　ケーブル構造（a-a断面）

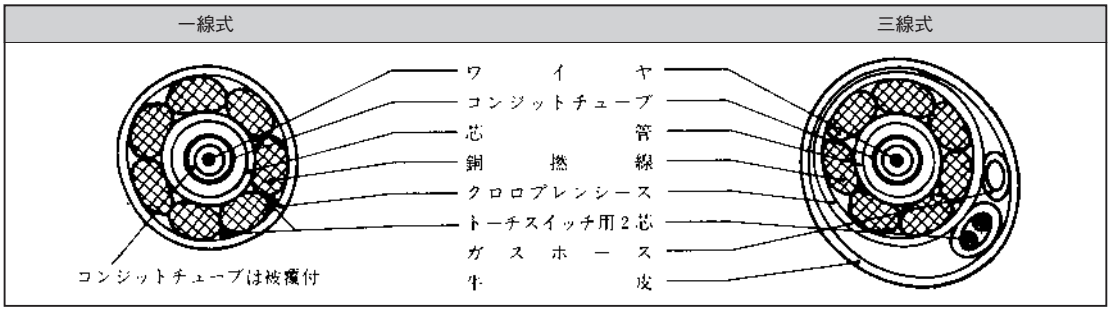


表3･3　半自動トーチの主な消耗部品

コンタクトチップ
ノズル
オリフィス（バッフル）
絶縁筒（ノズルインシュレータ）
トーチ本体（トーチネック）
マイクロスイッチ
コンジットチューブ
ガスホース
その他

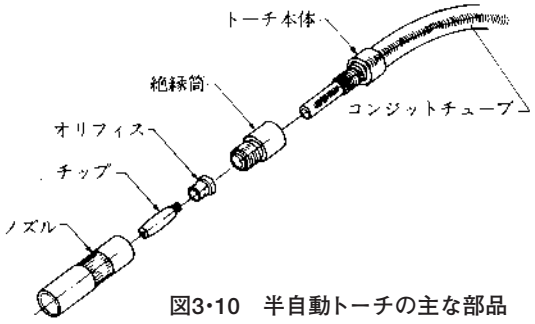


図3･10　半自動トーチの主な部品

(2)取扱い上の注意点

ア．コンジットチューブ（スプリングライナー）

(ア)構造

中空ケーブル内の銅撚線は芯管に対し左（右）巻で螺旋状に巻かれている。

そのため、巻込めばケーブルは短くなり、巻き戻せば長くなる。

その中空ケーブル内に芯管を介してコンジットチューブが挿入してあり、相対的にコンジットチューブの長短を生ずる。

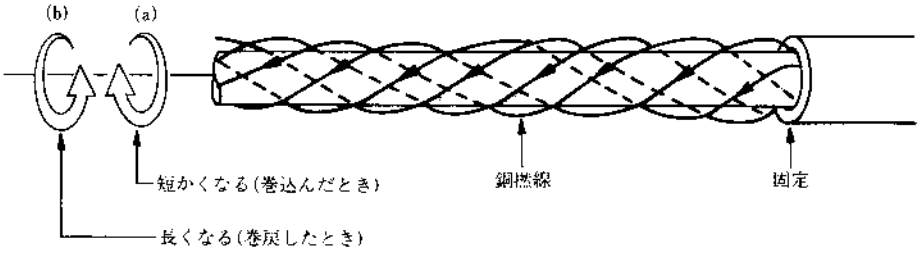


図3･11

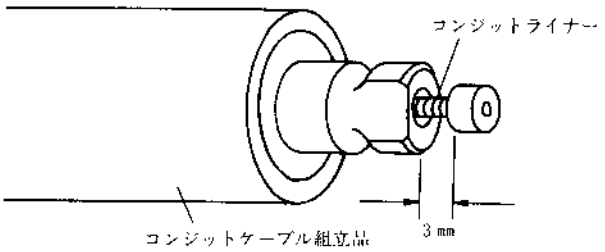


図3･12

・ケーブル内にコンジットチューブを挿入する場合、中空ケーブルの伸縮する特性を予め考慮し、コンジットチューブを長目に切断、挿入。

・コンジットチューブの切断部はバリ等なきこと。

表3･4　コンジットチューブの内径と適用ワイヤ径

ワイヤ径（mm）	コンジットチューブ内径（mm）
0.6	1.2～1.5
0.8	1.2～1.6
(0.9)1.0	1.5～1.8
1.2	1.5～2.4
1.4	1.8～2.4
1.6	2.2～3.0

(イ)コンジットチューブの曲り

ワイヤ送給性を安定させ、アーク安定化をはかるためにはコンジットはできるだけまっすぐにして使用する。

コンジットの曲りはϕ300以下にすることはさける。

表3･5　コンジットチューブの曲りの影響例

	コンジットケーブルの状態				
	ストレート	ϕ150R S字	ϕ300×1T	ϕ300×2T	ϕ150×2T
ワイヤ送給（m/min）	12	11.5	10.5	7.5	送給不安定
溶接電流（A）	300	290	270	210	
アーク電圧（V）	33	33	34	不安定	
アークの状態	良	良	やや不安定	不安定	不安定 変動大

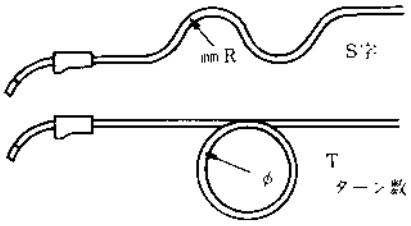


図3･13

(ウ)コンジットチューブの汚れ、段落ち、摩耗

・コンジットチューブ内面の汚れは、油、錆、塵埃等により成り、詰まりはCuメッキカス、送給系接触部で生ずる切り粉などによる。

これらの防止のため、定期的な点検、清掃（洗油、エアーブロー）を行なう。

コンジットの清掃方法

1)（適当な溶剤＋加熱）…超音波洗浄

2)（適当な溶剤＋コンジットの曲率を小さくする）…撹拌洗浄

なお溶剤によりコンジットを完全脱脂すると送給性は必ずしもよくないので注意することが望ましい。

・段落ち、曲りはワイヤ送給性を悪くする。(新品に交換)

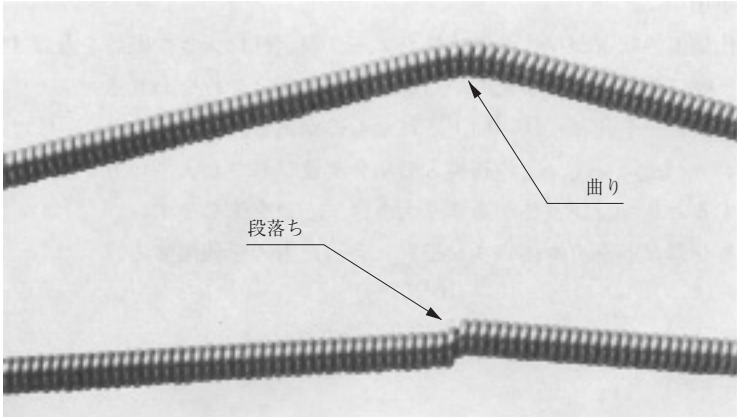


写真3･2

・コンジットチューブは使用とともに次第に偏摩耗する。とくに曲率がほぼ一定で繰返し使用されるトーチネック部などはその影響が大きくワイヤ通過によりキー溝形になり、送給性を害する。ワイヤ使用量に応じ、点検・交換を行う。

イ．コンタクトチップ

（ア）分類

チップは送給ワイヤに連続的に給電させるためのもので、形状から次のように分類される。

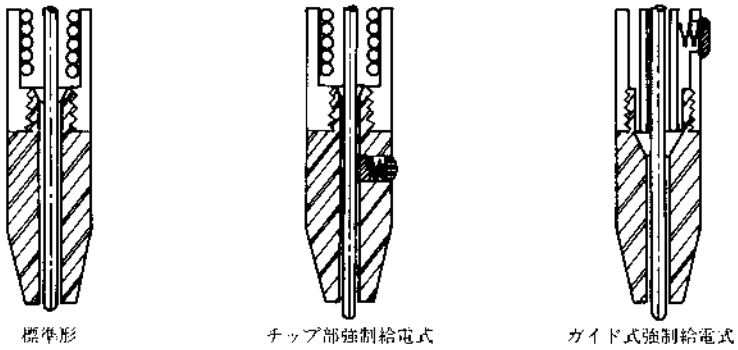


図3･14

（イ）形状・寸法

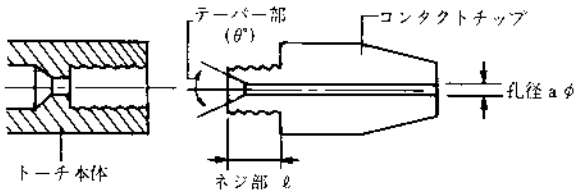


図3･15

表3･6　ワイヤ径と孔径

ワイヤ径（mm）	孔径　a(mm)
0.6	0.75
0.8	0.90～0.95
0.9	1.00～1.10
1.0	1.10～1.15
1.2	1.28～1.35
1.4	1.50～1.60
1.6	1.75～1.85

注意事項：

・孔加工の状況がワイヤ送給性、アーク安定性に大きな影響を及ぼす。
　一般に給電はチップ先端から約２mm迄の部分で行なわれる。
・ストレート孔と二段孔加工されたものがある。
・テーパー部はワイヤの初挿入の場合θ°及び長さが大きい方がよいが、細径ワイヤを使用するときθ及び長さがあまり大きいと座屈を生じやすい。
・ネジ部はトーチ本体のネジ長さに合ったものを使用する。

ウ．オリフィス（バッフル）

オリフィスはシールドガスの流れを整流し、スパッタ等によりトーチ本体ガス孔が目詰まりすることを防止するためのものである。

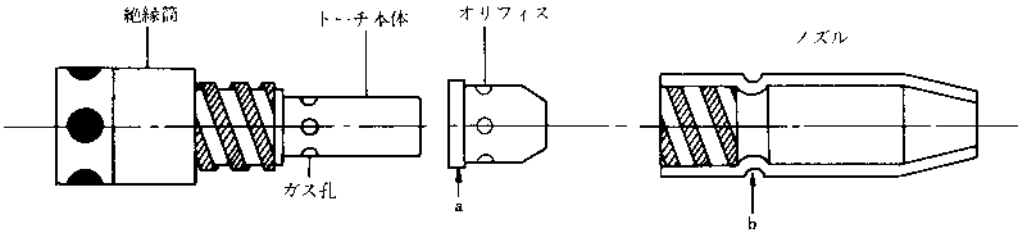


図3･16

a：ガスオリフィス筒
b：ノズル・オリフィス止メ

注意事項：

・オリフィスはトーチに合ったものを使用

・オリフィスのガス孔が詰まっていないことを確認

エ．ノズル

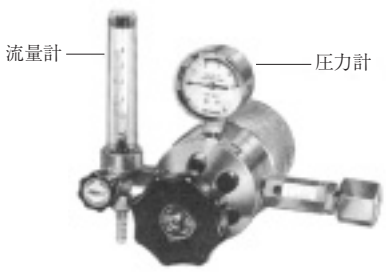
ノズルはシールドガスの吹出し口となっている。付着したスパッタを定期的に取り除いて使用すること。（シールド不良によりブローホールの原因となる。）

5 付属機器

(1) CO_2ガス調整器

CO_2ガスは液体でガスボンベに充填されCO_2が気化するとき周囲から熱を奪い（ジュールトムソンの効果）調整器回りが冷却・凍結するので一般的にヒータ付のものが使用される。

またヒータなしはフィン付となっている。



(a) ヒータなし

(b) ヒータ付

写真3･3

写真(a) のようにCO_2調整器では圧力計は一般的に２次圧表示をしており、1.47MPaに設定する必要がある。

また(b) のように流量計がゲージ式になっているものがある。

(2) Arガス調整器

・Arガスは気体でガスボンベに充填される。

・通常ガス圧は１次圧表示になっている。
１次圧が196MPaを越えると弁が作動し、高圧からの危険を防止するようになっている。

・万一の場合ゲージからの吹き出しがあるので目・顔はゲージから避けることが取扱い上必要である。

写真3･4　Arガス調整器の例

(3)流量計

流量計はテーパ管の中にボールを入れ、その隙間により流量を測定する方式としている。

そのため流量計は直立させ使用のこと。

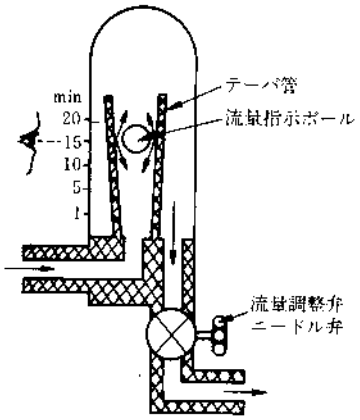


図3･17　流量計と流量調整弁

(4)ガス混合方法

通常三つ股と呼ばれる混合器を用いArとCO_2を混合する場合、精度よく混合する方法としては両者のガス流量計のボールが同一時間で落下するよう夫々の２次圧を調整するとよい。

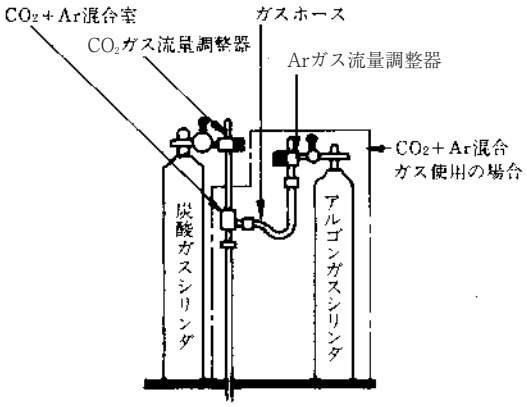


図3･18　ガス混合方法

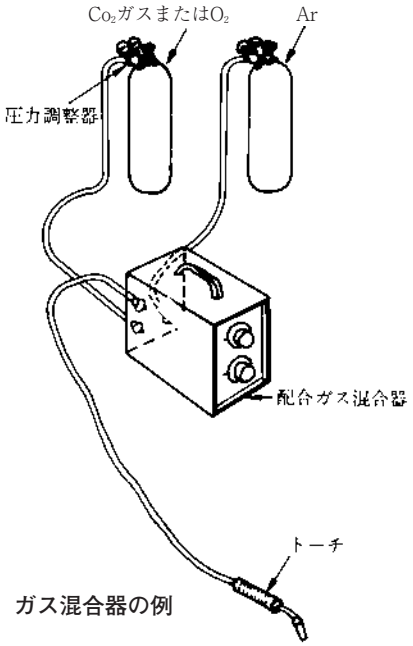


図3･19　ガス混合器の例

溶接材料と付属機器

1 溶接ワイヤの分類と特徴 …… 1
⑴溶接ワイヤの分類 …… 1
⑵溶接ワイヤの特性比較 …… 1
⑶溶接金属 …… 2
2 DS、DDワイヤ …… 3
⑴製造工程 …… 3
⑵化学成分の考え方 …… 4
⑶DS、DDワイヤの種類と用途一覧 …… 5
3 シームレスフラックス入りワイヤ …… 21
⑴シームレスフラックス入りワイヤの特徴 …… 21
⑵シームレスフラックス入りワイヤの用途 …… 22
4 ステンレス鋼ソリッドワイヤ（WSR、WSワイヤ） …… 23
⑴WSRシリーズ（フェライト系ステンレス鋼） …… 23
⑵WSシリーズ …… 26
5 チタン及びチタン合金ソリッドワイヤ …… 30
6 ホットマグ溶接法 …… 32
7 特殊溶接材料 …… 33
⑴表面硬化肉盛用合金粉末 …… 33
⑵プラスチック成形金型の肉盛用TIG溶接棒 …… 34
⑶DM系軟鋼用ガス溶接棒 …… 34
⑷DA系TIG溶接棒 …… 35
8 ワイヤ製品の包装形態 …… 36
⑴スプール巻きワイヤ製品と荷姿 …… 36
⑵ペールパック入りワイヤ製品と荷姿 …… 37
⑶標準製品 …… 38
⑷特殊仕様（エンドレスワイヤ） …… 39
9 ワイヤの取扱い …… 41
⑴スプールの取扱い …… 41
⑵ペイル入りワイヤ製品の取扱い …… 42
⑶ワイヤ製品の保管 …… 43
10 付属機器 …… 44
⑴スターパック用“ワイヤ引出し装置”およびコンジット・チューブ …… 44
⑵エンドレスワイヤ接続用“DSバット溶接機” …… 45
⑶エンドレスリール用“エンドレスリール引出し治具” …… 46
⑷エンドレスパック用“スタンド”および“アクリル板” …… 48
⑸ペールパック入りワイヤ用“ワイヤ矯正器” …… 50

1 溶接ワイヤの分類と特徴

(1) 溶接ワイヤの分類

表4･1　溶接ワイヤの分類

- ガスシールドアーク溶接用ワイヤ
  - ソリッドワイヤ
    - CO_2ガス用
    - マグ(MAG)用
  - フラックス入りワイヤ
    - CO_2ガス用
    - ノンガスシールド用

ア．ソリッドワイヤ

脱酸剤や、必要な合金元素をあらかじめワイヤ中に添加し、線引きして作ったもので、断面は真円、均一であり、表面は銅メッキが施されているものが多い。

イ．フラックス入りワイヤ

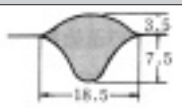
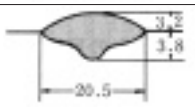
脱酸剤や、アーク安定剤、必要な合金元素などを内蔵したワイヤで表皮がシームレスタイプのものとシームタイプのワイヤがある。

(2) 溶接ワイヤの特性比較

表4･2　溶接ワイヤの特性比較

ワイヤ	ソリッドワイヤ	フラックス入りワイヤ	
形　状	めっき		
サイズ(φ)	0.6、0.8、0.9、1.0、1.2、1.4、1.6、2.0、2.4	1.2、1.4、1.6、2.0	2.4、3.2
シールドガス	CO_2、Ar + CO_2	CO_2	(CO_2)ノンガス
スパッタ	やや多い 短絡移行アークでは少ない Ar + CO_2では少なくなる	少ない	やや少ない
溶込み	大電流アークでは深い 短絡移行アークでは浅い	中	やや浅い
スラグ	少	多	多
溶着速度(g/min)	110（φ1.6、400A）	120（φ1.6、400A）	105（φ2.4、400A）
溶着効率(%)	90 ～ 95	75 ～ 80	75 ～ 80
ビード外観	普通	美しい	普通

表4･3　ソリッドワイヤとフラックス入りワイヤの比較

ワイヤ	電流(A)	電圧(V)	アーク状態	ビード外観	付着スパッタ	断面形状（mm）
ソリッドワイヤ 1.6 mm	400	36	アークが埋れている。 （ベリードアーク） アーク長：約2 mm	スラグ少し 表面少し凹凸	多い	
フラックス 入りワイヤ 1.6 mm	400	36	アークが広がっている。 アーク長：約2 mm	スラグ厚い 表面なめらか	少ない	

(3)溶接金属

溶着金属と溶接金属とは、よく似た言葉であり、混同して使われることがあるが、用語を正しく理解することが大切である。

ア. 溶着金属(Deposited Metal)

溶接により、溶接ワイヤから母材上に溶着した金属。(母材の影響を実際的にうけないもの)

イ. 溶接金属(Weld Metal)

溶接部の一部で溶接中に母材を溶かしこんで溶融凝固した金属。(溶着金属＋母材)

ウ. 溶接ワイヤ、溶着金属、溶接金属の組成例

ワイヤ中のSi、Mnは、溶接中の脱酸反応により、その一部がスラグ化(SiO_2、MnO)し、酸化消耗するため、溶着金属では減少する。

溶接金属は、その溶着金属が母材の希釈を受け、その母材の組成によってさらに変化する。

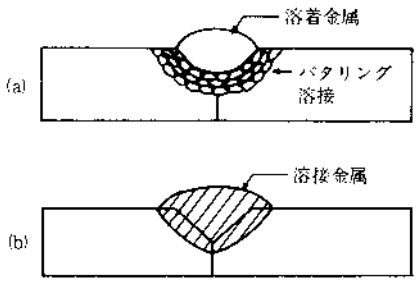


図4･1

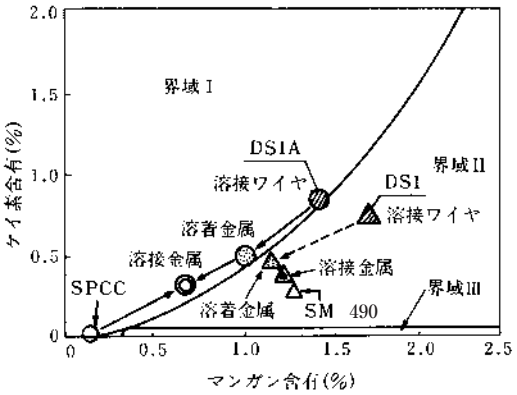


図4･2

図4･2には、溶接ワイヤとしてDS1Aを用いSPCCを溶接した場合の溶接金属のSi、Mn組成例、およびDS1を用いSM490を溶接した場合のSi、Mn組成例を示す。

2 DS、DDワイヤ

(1)製造工程

溶接ワイヤは、製鋼から最終製品まできびしい品質管理のもとに、複雑な工程を経て製造されている。

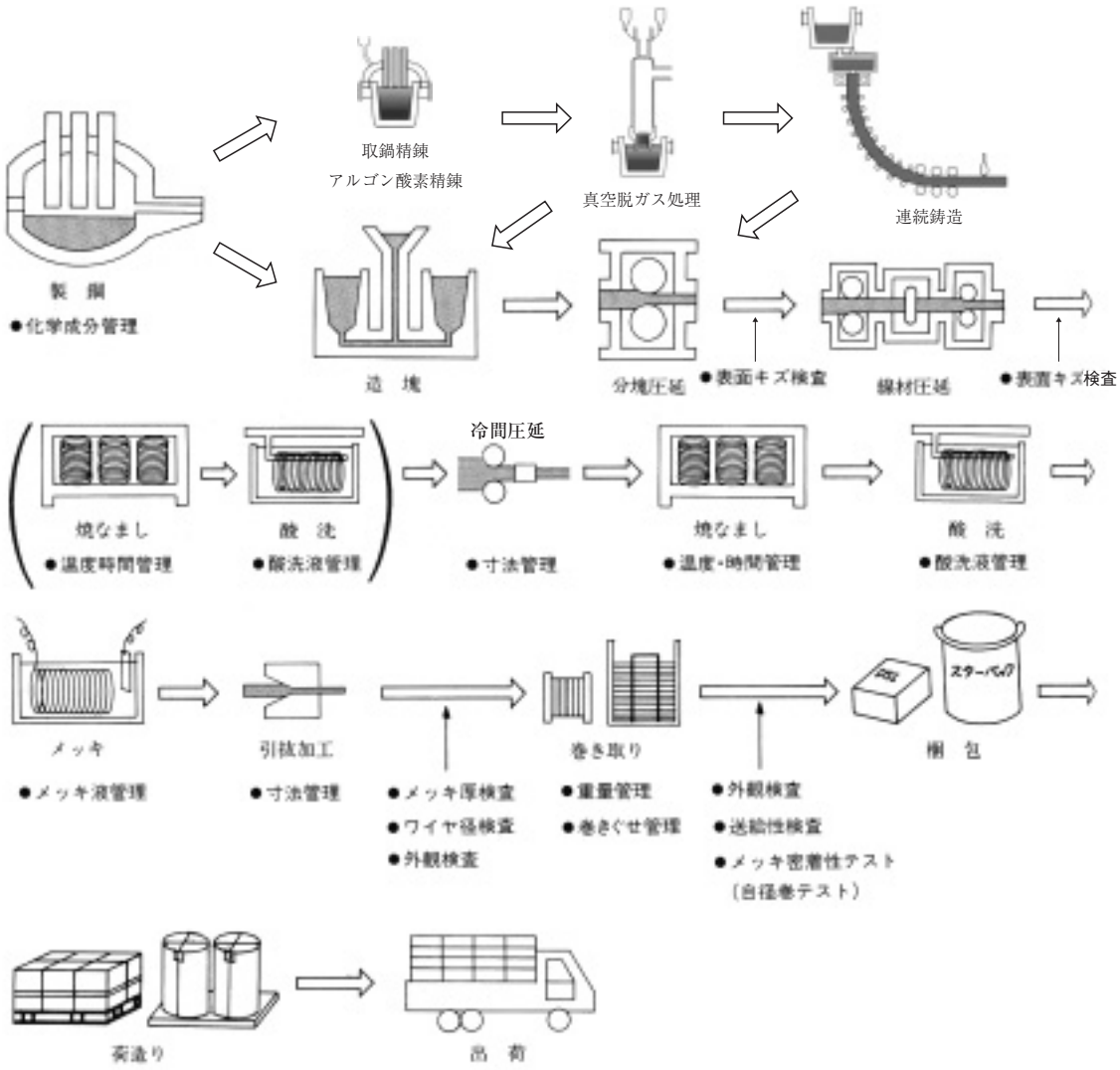


図4･3　溶接ワイヤの製造工程図と管理項目

ワイヤの送給抵抗を少なくし、円滑な送給が得られるようワイヤは適当なかたさに調整され、平滑でキズのない状態に仕上げられる。ワイヤ表面は、銅メッキが施されているものが多い。

銅メッキの目的：

防錆、およびコンタクトチップとの通電性、ワイヤの送給性を良くする。

(2)化学成分の考え方

溶接金属に要求される強度などの各種特性、溶接中のシールドガスの脱酸反応、アークの安定性、などを考慮してデザインされており、C、Si、Mn、Ni、Cr、Mo、Ti、などの元素を適量含む各種の溶接ワイヤが実用化されているが、組成上の共通点として次の2点があげられる。

ア．脱酸

(ア)気泡のない健全な溶接金属をえるため、Si、Mnなどの脱酸元素が適量添加されている。

(イ)シールドガスの酸化力によって適量が異なり、酸化力の強いCO_2溶接用ワイヤは、MAG溶接用ワイヤに比べて脱酸元素の量が多い。

イ．溶接作業性

高電流で溶接する場合は、適量のTiを含むワイヤが適し、低電流の場合は、Tiを含まないワイヤが適している。

(ア)高電流（グロビュール移行（CO_2）、スプレー移行（MAG））

短絡をほとんど伴わない高電流では、適量のTiによりスパッタの発生を抑制しブローホールの発生を減少させる。

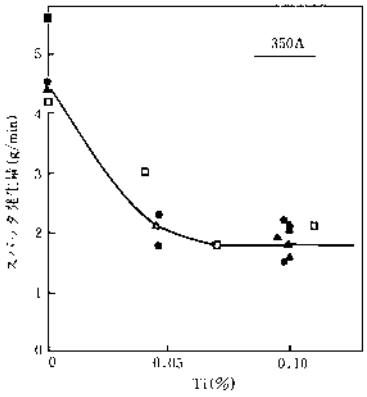


図4･4　Ti量とスパッタ発生量(CO_2)

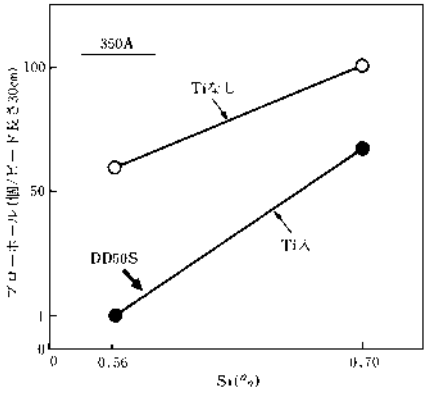


図4･5　Ti、Siとブローホールの関係(MAG)

(イ)低電流（短絡移行）

Tiを含んだワイヤは短絡回数が減少し、アークの安定性は悪くなる。

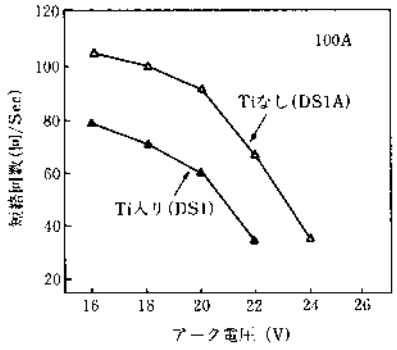


図4･6　Ti量と短絡回数

(3)DS、DDワイヤの種類と用途一覧
詳しくは最新カタログによる。

表4･4

ワイヤの銘柄	用途	規格	
		JISZ3312	AWS A5･18、A5･28
DS1	一般鋼、引張強さ490N/mm²高張力鋼溶接用	YGW11	ER70S-G該当
DS1-SP	中厚板の溶接、高電流用鉄骨向主体	YGW11	ER70S-G該当
DS2	中・厚板の溶接、高電流すみ肉溶接	YGW11	ER70S-G該当
DS3	浸炭、窒化処理品の溶接	YGW13	—
DS1A	薄板、全姿勢溶接用（軟鋼、490N/mm²高張力鋼）	YGW12	ER70S-6相当
DS1AH	薄板、全姿勢溶接用（軟鋼、490N/mm²高張力鋼）、メッキレスタイプ	YGW12	
DS1SL	薄板、全姿勢用低スパッタ溶接	YGW14	ER70S-G該当
DS1C	薄板、全姿勢用、スラグ自然剥離タイプ	YGW14	ER70S-G相当
DD50S	Ar-CO_2混合ガス用　厚板の溶接	YGW15	ER70S-G該当
DD50A	Ar-CO_2混合ガス用　薄板、すみ肉、全姿勢溶接用	YGW16	ER70S-4相当
DD50AH	Ar-CO_2混合ガス用　薄板、すみ肉、全姿勢溶接用、メッキレスタイプ	YGW16	ER70S-G該当
DD50SL	Ar-CO_2混合ガス用　薄板全姿勢用低スパッタ溶接	YGW16	ER70S-4相当
DD50	薄板溶接用（溶接部を機械加工する場合）	YGW16	ER70S-3相当
DD50PS	軟鋼、490N/mm²高張力鋼用、MAGパルス溶接用	YGW17	−
DS1Z	軟鋼、490N/mm²高張力鋼の亜鉛メッキ材のCO_2、MAG溶接用	YGW14	—
DD50Z	軟鋼、490N/mm²高張力鋼の亜鉛メッキ材のMAGパルス溶接用	YGW17	—
DD50ZN	軟鋼、490N/mm²高張力鋼の亜鉛メッキ材のMAGパルス溶接用	YGW17	—
DS50E	高切欠靱性、大入熱溶接（軟鋼、590N/mm²高張力鋼）	YGW21	ER70S-G該当
DS55	一般鋼、引張り強さ540N/mm²高張力鋼溶接用	YGW18	—
DD55	Ar-CO_2混合ガス用　引張り強さ540N/mm²高張力鋼溶接用	YGW19	—
DS60	570 ～ 690N/mm²高張力鋼、中炭素、合金鋼用	YGW21	ER80S-G該当
DS60A	薄板、全姿勢溶接用（570N/mm²高張力鋼）	YGW21	ER80S-G該当
DS80	780 ～ 880N/mm²高張力鋼用	—	ER110S-G該当
DS250	Hv250 ～ 350 の肉盛溶接用	—	—
DS350	Hv350 ～ 450 の肉盛溶接用	—	—
DS450	Hv450 ～ 500 の肉盛溶接用	—	—
DS650	Hv650 の肉盛溶接用	—	—

（参考）JIS Z3312-1999

表4･5　軟鋼及び高張力鋼用マグ溶接ソリッドワイヤ

種類	シールドガス	適用鋼種	化学成分（%）										
			C	Si	Mn	P	S	Cu(1)	Ni	Cr	Mo	Al	Ti+Zr
YGW11	CO_2	軟鋼・490N/mm²級高張力鋼	0.15以下	0.55～1.10	1.40～1.90	0.030以下	0.030以下	0.50以下	－	－	－	0.10以下	0.30以下
YGW12			0.15以下	0.55～1.10	1.25～1.90	0.030以下	0.030以下	0.50以下	－	－	－	－	－
YGW13			0.15以下	0.55～1.10	1.35～1.90	0.030以下	0.030以下	0.50以下	－	－	－	0.10～0.50	0.30以下
YGW14			0.15以下	－	－	0.030以下	0.030以下	0.50以下	－	－	－	－	－
YGW15	Ar-20%CO_2		0.15以下	0.40～1.00	1.00～1.60	0.030以下	0.030以下	0.50以下	－	－	－	0.10以下	0.13以下
YGW16			0.15以下	0.40～1.00	0.85～1.60	0.030以下	0.030以下	0.50以下	－	－	－	－	－
YGW17			0.15以下	－	－	0.030以下	0.030以下	0.50以下	－	－	－	－	－
YGW18	CO_2	490N/mm²、520N/mm²、540N/mm²、高張力鋼	0.15以下	0.55～1.10	1.40～2.60	0.030以下	0.030以下	0.50以下	－	－	0.40以下	0.10以下	0.30以下
YGW19	Ar-20%CO_2		0.15以下	0.40～1.00	1.40～2.00	0.030以下	0.030以下	0.50以下	－	－	0.40以下	0.10以下	0.30以下
YGW21	CO_2	590N/mm²級高張力鋼	0.15以下	0.50～1.10	1.30～2.60	0.025以下	0.025以下	0.50以下	－	－	0.60以下	0.10以下	0.30以下
YGW22			0.15以下	－	－	0.025以下	0.025以下	0.50以下	－	－	－	－	－
YGW23	Ar-20%CO_2		0.15以下	0.30～1.00	0.90～2.30	0.025以下	0.025以下	0.50以下	1.80以下	0.70以下	0.65以下	－	0.20以下
YGW24			0.15以下	－	－	0.025以下	0.025以下	0.50以下	－	－	－	－	－

・注（1）銅めっきが施されている場合は、めっきの銅を含む。

種類	シールドガス	引張強さ N/mm²	降伏点 N/mm²	伸び%	衝撃試験		備考
					温度℃	吸収エネルギー J	
YGW11	CO_2	490以上	390以上	22以上	0	47以上	高電流領域の溶接に適す
YGW12						27以上	低電流領域の溶接に適す
YGW13							
YGW14		420以上	345以上				
YGW15	Ar-20%CO_2	490以上	390以上		－20	47以上	高電流領域の溶接に適す
YGW16						27以上	低電流領域の溶接に適す
YGW17		420以上	345以上				
YGW18	CO_2	540以上	430以上		0	47以上	大入熱･高パス間温度で機械的性質がY GW11、15より優れる
YGW19	Ar-20%CO_2				－20	47以上	
YGW21	CO_2	570以上	490以上	19以上	－5	47以上	
YGW22						27以上	
YGW23	Ar-20%CO_2				－20	47以上	
YGW24						27以上	

・表以外のシールドガスを使用する場合は、受渡当事者間の協定による。

DS1

軟鋼・490N/mm²高張力鋼用
CO_2用

JIS Z3312 YGW11
AWS A5·18 ER70S-G 該当

1. 用　途

産業機械、自動車、車輌、鉄骨橋梁、造船などあらゆる構造物の突き合せおよびすみ肉用溶接

2. 特　徴

CO_2アーク溶接用として最も一般的なワイヤであり**「高電流域での溶接に好適です。」**溶接作業の能率および経済性を重点に設計したもので、アークの安定性が良好でスパッタの発生量も少ない。またビード形状、止端のなじみも良くグラインダがけなどの手間が軽減されます。

3. 作業の要点

⑴主に高電流で使用するため、下向突合せ溶接横向溶接、下向および水平すみ肉溶接に適します。

⑵シールドガスに80%Ar－20%CO_2を用いますと溶着金属がややかたくなります。

溶着金属の機械的性質例

シールドガス	溶接条件	降伏点 N/mm²(kg f/mm²)	引張強さ N/mm²(kg f/mm²)	伸び %	かたさ Hv	吸収エネルギー (0℃、2 mmVノッチ) J (kgf・m)
CO_2	350A－36V 40 cm/min	496 (50.6)	576 (58.8)	30	174	102 (10.4)
	180A－22V 40 cm/min	527 (53.8)	631 (64.4)	26	192	111 (11.3)
80%Ar－20%CO_2	350A－33V 40 cm/min	531 (54.2)	635 (54.8)	28	192	146 (14.9)

DS1-SP

軟鋼・490N/mm²高張力鋼用
CO_2用

JIS Z3312 YGW11
AWS A5·18 ER70S-G該当

1. 用　途

鉄骨橋梁、産業機械、建設機械、製缶、車両などあらゆる構造物の突き合わせ、およびすみ肉溶接。

2. 特　徴

炭酸ガスアーク溶接用の高電流ワイヤで**「突き合わせ、および水平すみ肉溶接に最適です」**高電流域で、アークがソフトで安定し、スパッタの発生が少なく優れた溶接作業性を示します。また、溶け込みも深く、綺麗なビード外観が得られます。

3. 作業の要点

高電流で使用するため、中・厚板の下向突き合せ溶接、下向、および水平すみ肉溶接、横向溶接に適します。

溶着金属の機械的性質例

シールドガス	溶接条件	降伏点 N/mm²(kg f/mm²)	引張強さ N/mm²(kg f/mm²)	伸び %	かたさ Hv	吸収エネルギー (0℃、2 mmVノッチ) J (kgf・m)
CO_2	350A－36V 40 cm/min	491 (50.1)	562 (57.3)	30	169	125 (12.8)
	260A－29V 40 cm/min	515 (52.5)	577 (58.9)	28	174	133 (13.6)

DS2

軟鋼・490N/mm²高張力鋼用
CO_2用

JIS Z3312 YGW11
AWS A5·18 ER70S-G該当

1. 用　途

鉄骨橋梁、建設機械、産業機械、製缶などあらゆる構造物のすみ肉、および突合わせ溶接

2. 特　徴

すみ肉溶接の作業性およびビード形状を改善したCO_2アーク溶接用ワイヤで**「高電流域での水平すみ肉溶接に好適です」**。ワイヤの送給性が良く、アークがソフトでスパッタの発生も少ない能率的なワイヤです。また、不純物をコントロールした清浄鋼ワイヤなので、すぐれた機械的性質が得られます。

3. 作業の要点

⑴高電流で使用するため、中厚板の下向および水平すみ肉溶接、下向突合わせ溶接、横向溶接に適します。

⑵DS1よりスラグの生成がやや多いので多層溶接の場合スラグの巻き込みに注意してください。

溶着金属の機械的性質例

シールドガス	溶接条件	降伏点 N/mm²(kgf/mm²)	引張強さ N/mm²(kgf/mm²)	伸び %	かたさ Hv	吸収エネルギー (0℃、2mmVノッチ) J（kgf・m）
CO_2	350A－36V 40cm/min	494（50.4）	566（57.8）	30	169	135（13.8）
	260A－30V 40cm/min	531（54.2）	582（59.4）	29	174	138（14.1）

DS3

軟鋼・490N/mm²高張力鋼用
CO_2用

JIS Z3312 YGW13

1. 用　途

浸炭・窒化部品の溶接。建設機械、産業機械、鉄骨などあらゆる構造物の突き合わせ、すみ肉溶接。

2. 特　徴

浸炭・窒化部品のピット、ブローホールの発生を大幅に低減したCO_2用ワイヤで**「浸炭、窒化処理した材料の突合せ、およびすみ肉溶接に最適です」**また、高電流でのアーク安定性やビード形状が良く、溶け込みが深いので厚板の溶接にも優れた作業性を示します。

3. 作業の要点

浸炭・窒化部品用のワイヤですが、高電流域での作業性が優れていますので厚板の水平すみ肉にも適します。

溶着金属の機械的性質例

シールドガス	溶接条件	降伏点 N/mm²(kgf/mm²)	引張強さ N/mm²(kgf/mm²)	伸び %	かたさ Hv	吸収エネルギー (0℃、2mmVノッチ) J（kgf・m）
CO_2		569（58）	657（67）	28	194	83（8.5）

DS1A

軟鋼・490N/mm²高張力鋼用
CO_2用

JIS Z3312 YGW12
AWS A5·18 ER70S-6相当

1. 用　途

自転車、車輌、電機、産業機械、パイプなどあらゆる構造物の突合せおよびすみ肉全姿勢溶接

2. 特　徴

低電流短絡移行用ワイヤの代表銘柄で**「薄板、全姿勢溶接に最適です」**アークがソフトで、スパッタの発生も少なく、母材とのなじみが良く美しいビード外観とすぐれた作業性を示します。また、アーク溶接ロボットとの組合せで高速溶接にも最適です。

3. 作業の要点

(1)短絡回数を多くし、良好で安定した溶接を行うには使用する溶接電流に応じて適正なアーク電圧に調整することが必要です。

(2)シールドガスに80%Ar−20%CO_2を用いるとスパッタもほとんど付着しない美麗なビードが得られますが、溶接金属は$CO_2$100%に比べややかたくなります。

溶着金属の機械的性質例

シールドガス	溶接条件	降伏点 N/mm²(kg f/mm²)	引張強さ N/mm²(kg f/mm²)	伸び %	かたさ Hv	吸収エネルギー (0℃、2 mmVノッチ) J (kgf・m)
CO_2	180A− 22V 40 cm/min	485 (49.5)	573 (58.5)	26	169	108 (11.0)
	350A− 36V 40 cm/min	460 (46.9)	531 (54.2)	29	163	83 (8.5)
80%Ar+ 20%CO_2	180A− 20V 40 cm/min	514 (52.4)	598 (61.0)	29	179	129 (13.2)

DS1AH

軟鋼・490N/mm²高張力鋼用
CO_2用

JIS Z3312 YGW12

1. 用　途

自転車、車輌、電機、産業機械、パイプなどあらゆる構造物の突合せおよびすみ肉全姿勢溶接

2. 特　徴

低電流短絡移行用メッキレスワイヤで**「薄板、全姿勢溶接に最適です」**アークがソフトで、スパッタの発生も少なく、母材とのなじみが良く美しいビード外観とすぐれた作業性を示します。また、アーク溶接ロボットとの組合せで高速溶接にも最適です。

3. 作業の要点

(1)短絡回数を多くし、良好で安定した溶接を行うには使用する溶接電流に応じて適正なアーク電圧に調整することが必要です。

(2)シールドガスに80%Ar−20%CO_2を用いるとスパッタもほとんど付着しない美麗なビードが得られますが、溶接金属は$CO_2$100%に比べややかたくなります。

溶着金属の機械的性質例

シールドガス	溶接条件	降伏点 N/mm²(kg f/mm²)	引張強さ N/mm²(kg f/mm²)	伸び %	かたさ Hv	吸収エネルギー (0℃、2 mmVノッチ) J (kgf・m)
CO_2	180A− 22V 40 cm/min	480 (48.9)	576 (58.7)	26	170	106 (10.8)
	350A− 36V 40 cm/min	462 (47.1)	526 (53.6)	28	162	84 (8.6)
80%Ar+ 20%CO_2	180A− 20V 40 cm/min	517 (52.7)	595 (60.7)	28	178	130 (13.3)

DS1SL

軟鋼・490N/mm²高張力鋼用
CO_2用

JIS Z3312 YGW14
AWS A5·18 ER70S-G該当

1. 用　途

自転車、電機、車両、産業機械、パイプなどあらゆる構造物の突き合わせ、およびすみ肉全姿勢溶接。

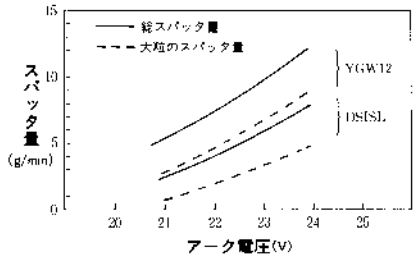
2. 特　徴

CO_2・低電流域でスパッタを大幅に低減したワイヤで**「薄板、全姿勢溶接に好適です」**スパッタの発生が極めて少なく、小粒なのでスパッタ除去工数を大幅に低減します。また、アークスタート性が良く、アークがソフトなので美しいビード外観と優れた作業性を示します。

3. 作業の要点

⑴良好で安定した溶接を行うには使用する溶接電流に応じて適正なアーク電圧をすることが必要です。

⑵波形制御形電源と組み合わせますとさらに大幅な低スパッタ溶接が期待できます。



DS1C

軟鋼・490N/mm²高張力鋼用
CO_2用

JIS Z3312 YGW14
AWS A5·18 ER70S-G該当

1. 用　途

自動車、自動二輪、電機、産業機械など、溶接後電着塗装やメッキ処理を施す構造物の突き合わせ、およびすみ肉全姿勢溶接。

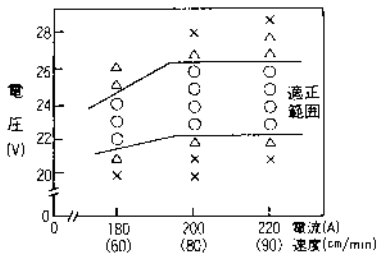
2. 特　徴

CO_2・低電流域でスラグの剥離性を大幅に改善したワイヤで**「溶接後、電着塗装やメッキ処理を施す薄板の全姿勢溶接に最適です」**スラグが自然に剥離しますのでスラグ除去作業の必要がなく、塗装ムラやメッキムラが生じません。また、アークスタート性が良く、溶け込みも深いので優れた溶接性能が得られます。

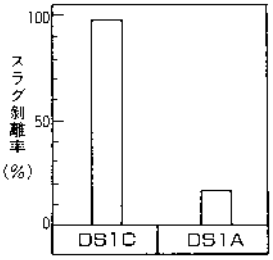
3. 作業の要点

⑴ビードに不揃いなどが生じますとスラグが剥離しないことがありますので自動溶接、ロボット溶接をお勧めします。

⑵適用する母材の成分溶接条件によりましてはスラグの性質が変化し、剥離しないことがありますので使用する際にはご相談ください。



適正溶接条件範囲



スラグ剥離率

溶着金属の機械的性質例

シールドガス	溶接条件	降伏点 N/mm²(kg f/mm²)	引張強さ N/mm²(kg f/mm²)	伸び %	かたさ Hv	吸収エネルギー (0℃、2 mmVノッチ) J (kg f・m)
CO_2		529 (53.9)	629 (64.1)	23	187	46 (4.7)

DD50S

軟鋼・490N/mm²高張力鋼用
MAG、MAGパルス用

JIS Z3312 YGW15
AWS A5·18 ER70S-G該当

1. 用　途

自動車、車輌、産業機械、化工機、電機などあらゆる構造物の突合せおよび肉溶接

2. 特　徴

Ar－CO_2混合ガス溶接用の高電流スプレー移行用のワイヤで「中厚板の溶接に好適です」。アークがソフトで安定し、スパッタの発生が極めて少ない良好な作業性と平滑で美しいビード外観、高いじん性が得られます。また**パルス電源との組合せで高速溶接にも最適です。**

溶着金属の機械的性質例

シールドガス	溶接条件	降伏点 N/mm²(kgf/mm²)	引張強さ N/mm²(kgf/mm²)	伸び %	かたさ Hv	吸収エネルギー J(2mmVノッチ)(kgf·m)	
						0℃	−20℃
80%Ar+20%CO_2	180A−18V 40cm/min	515（52.6）	603（61.6）	29	183	238（24.3）	220（22.5）
	350A−32V 40cm/min	441（45.1）	534（54.5）	32	163	215（22.0）	196（20.0）
CO_2	350A−35V 40cm/min	420（42.9）	503（51.4）	32	156	99（10.2）	69（7.1）

3. 作業の要点

(1)スプレーアークで使用する場合は、ブローホールが発生しやすいので溶接部に付着したペイント、油脂、その他の汚れの清掃をとくに入念に行ってください。

(2)MAG溶接における適正なアーク電圧はCO_2、溶接と異なりますので注意してください。目安としてCO_2溶接より2～3V低目になります。

(3)シールドガスにCO_2を用いますと溶着金属がやや軟らかくなります。

DD50A

軟鋼・490N/mm²高張力鋼用
MAG用

JIS Z3312 YGW16
AWS A5·18 ER70S-4相当

1. 用　途

自動車、車両、電機、産業機械、パイプなどあらゆる構造物の突合せおよびすみ肉全姿勢溶接

2. 特　徴

Ar－CO_2混合ガス溶接用の低電流・短絡移行用のワイヤで、溶落ちが生じにくく**「薄板の全姿勢溶接に最適です」。**広い溶接電流範囲でアークが安定し、スパッタも少なく、母材とのなじみも良いので、すぐれた作業性と美しいビード外観が得られます。

3. 作業の要点

(1)短絡移行回数を多くし、良好で安定した溶接を行うには、使用する溶接電流に応じて適正なアーク電圧に調整することが必要です。

(2)シールドガスにCO_2を用いますと溶着金属がやや軟らかくなります。

溶着金属の機械的性質例

シールドガス	溶接条件	降伏点 N/mm²(kgf/mm²)	引張強さ N/mm²(kgf/mm²)	伸び %	かたさ Hv	吸収エネルギー J(2mmVノッチ)(kgf·m)	
						0℃	−20℃
80%Ar+20%CO_2	180A−18V 40cm/min	491（50.2）	597（61.0）	28	187	125（12.8）	91（9.3）
	350A−32V 40cm/min	434（44.3）	525（53.6）	32	156	110（11.3）	82（8.4）
CO_2	180A−20V 40cm/min	444（45.4）	540（55.2）	29	167	93（9.5）	79（8.1）

DD50AH

軟鋼・490N/mm²高張力鋼用
MAG用

JIS Z3312 YGW16
AWS A5·18 ER70S-G該当

1. 用　途

自動車、車両、電機、産業機械、パイプなどあらゆる構造物の突合せおよびすみ肉全姿勢溶接

2. 特　徴

Ar−CO_2混合ガス溶接用の低電流・短絡移行用メッキレスワイヤで、溶落ちが生じにくく**「薄板の全姿勢溶接に最適です」**。広い溶接電流範囲でアークが安定し、スパッタも少なく、母材とのなじみも良いので、すぐれた作業性と美しいビード外観が得られます。

3. 作業の要点

(1)短絡移行回数を多くし、良好で安定した溶接を行うには、使用する溶接電流に応じて適正なアーク電圧に調整することが必要です。

(2)シールドガスにCO_2を用いますと溶着金属がやや軟らかくなります。

溶着金属の機械的性質例

シールドガス	溶接条件	降伏点 N/mm²(kgf/mm²)	引張強さ N/mm²(kgf/mm²)	伸び %	かたさ Hv	吸収エネルギーJ(2mmVノッチ)(kgf·m)	
						0℃	−20℃
80%Ar−20%CO_2	180A−18V 40cm/min	494（50.4）	590（60.2）	29	186	129（13.2）	90（9.2）
	350A−32V 40cm/min	430（43.8）	522（53.2）	33	155	115（11.7）	84（8.6）
CO_2	180A−20V 40cm/min	441（45.0）	538（54.9）	29	166	91（9.3）	80（8.2）

DD50SL

軟鋼・490N/mm²高張力鋼用
MAG、MAGパルス用

JIS Z3312 YGW16
AWS A5·18 ER70S-4相当

1. 用　途

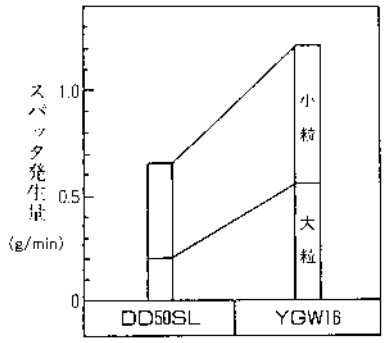
自動車、二輪車、車両、電機、産業機械、パイプなどあらゆる構造物の突き合わせ、およびすみ肉全姿勢溶接。

2. 特　徴

Ar−CO_2混合ガス溶接用の低電流域でスパッタを大幅に低減したワイヤで**「薄板、全姿勢溶接に好適です」**スパッタの発生量は従来ワイヤの1/2で、しかも小粒です。また、平滑で美しいビード外観が得られ、高速溶接性能にも優れています。

3. 作業の要点

パルスアーク電源と組合せますと高速溶接でのビード形状を大幅に改善し、低スパッタで美しいビード外観が得られます。



溶着金属の機械的性質例

シールドガス	溶接条件	降伏点 N/mm²(kg f/mm²)	引張強さ N/mm²(kg f/mm²)	伸び %	かたさ Hv	吸収エネルギー (-20℃、2 mmVノッチ) J（kg f・m）
80%Ar− 20%CO_2	210A− 23V 80cm/min	551（56.2）	625（63.8）	28	196	89（9.1）

DD50

軟鋼・490 N/mm²高張力鋼用
CO_2用およびMAG用

JIS Z3312 YGW16
AWS A5·18 ER70S-3相当

1. 用　途

自動車、電機、機械工具、パイプなどの各種構造物の全姿勢溶接

2. 特　徴

CO_2およびMAG溶接の低電流、短絡移行用で溶着金属がやわらかくなるよう調整してありますので**「溶接後ビード切削加工する場合に好適です」**。アークがソフトでスパッタも少なく、美しいビード外観が得られる薄板の全姿勢溶接用ワイヤです。

3. 作業の要点

CO_2溶接は軟鋼用として使用してください。とくに高電流で使用しますと引張強さ490N/mm²を下回ることがあります。

溶着金属の機械的性質例

シールドガス	溶接条件	降伏点 N/mm²(kg f/mm²)	引張強さ N/mm²(kg f/mm²)	伸び %	かたさ Hv	吸収エネルギー (-20℃、2 mmVノッチ) J（kg f・m）
CO_2	180A－21V 30 cm/min	454（46.4）	519（53.0）	26.6	156	122（12.5）
50%Ar－50%CO_2	180A－20V 30 cm/min	478（48.8）	544（55.6）	24.8	163	155（15.9）
80%Ar－20%CO_2	180A－18V 20 cm/min	499（51.0）	570（58.2）	24.2	174	177（18.1）

DD50PS

軟鋼・490 N/mm²高張力鋼用
MAG用パルス用

JIS Z3312 YGW17

1. 用　途

自動車、二輪車、車輌、電機、パイプなど各種構造物の突合せ、およびすみ肉全姿勢溶接

2. 特　徴

Ar－CO_2混合ガスとパルスアーク電源との組合せからなる、広いパルス条件（主としてピーク電流とパルス幅の組合せ）でMAGパルス用ワイヤで、スパッタ発生量の少ない美しいビード外観が得られます。また、母材継手に隙間があっても、のど厚不足になりにくい特徴を持ってます。

3. 作業の要点

高速度溶接でのビード形状を大幅に改善し、低スパッタで美しいビード外観が得られます。

溶着金属の機械的性質例

シールドガス	溶接条件	降伏点 N/mm²(kg f/mm²)	引張強さ N/mm²(kg f/mm²)	伸び %	かたさ Hv	吸収エネルギー (-20℃、2 mmVノッチ) J（kgf・m）
80%Ar－20%CO_2	180A－23V 40cm/min(MAGパルス)	479（48.9）	573（58.5）	28	170	170（17.9）

DS1Z

軟鋼・490N/mm²高張力鋼の亜鉛メッキ材用
CO_2用

JIS Z3312 YGW14

1. 用　途

自動車、住宅部材用・製缶用・配管用など亜鉛メッキされた、軟鋼・490N/mm²高張力鋼の溶接。

2. 特　徴

ピットの発生をきわめて少なくできるCO_2用ワイヤで、高速度溶接性に優れています。また、MAG用にも適用できます。

3. 作業の要点

後退角を取れば、スパッタ発生量は少なくなります。亜鉛メッキ材を溶接すると、多量のヒュームが発生しますので、換気対策をお勧めします。

溶着金属の機械的性質例

シールドガス	溶接条件	0.2%耐力 N/mm²(kg f/mm²)	引張強さ N/mm²(kg f/mm²)	伸び %	かたさ Hv	吸収エネルギー (−20℃、2 mmVノッチ) J (kgf・m)
CO_2	180A-21V 40cm/min	567 (57.8)	661 (67.4)	24	199	103 (11)

DD50Z

軟鋼・490 N/mm²高張力鋼の亜鉛メッキ材用
MAGパルス用

JIS Z3312 YGW17

1. 用　途

自動車用亜鉛メッキ鋼のMAGパルス溶接。重ねすみ肉、および突合せ継手などに使用できます。

2. 特　徴

Ar−CO_2混合ガスを用いるパルスアーク電源との組み合わせで、ピットの発生をきわめて少なくできます。また、高速度溶接にも優れています。

3. 作業の要点

後退角を取ればスパッタの発生量は更に少なくなります。亜鉛メッキ材を溶接すると、多量のヒュームが発生しますので、換気にご注意下さい。

溶着金属の機械的性質例

シールドガス	溶接条件	降伏点 N/mm²(kg f/mm²)	引張強さ N/mm²(kg f/mm²)	伸び %	かたさ Hv	吸収エネルギー (−20℃、2 mmVノッチ) J (kg f・m)
Ar−20%CO_2	250A-24V 40cm/min	476 (48.6)	566 (57.7)	31	169	108 (11)

DD50ZN

軟鋼・490 N/mm²高張力鋼の亜鉛メッキ材用
MAGパルス用

JIS Z3312 YGW17

1. 用　途

自動車用亜鉛メッキ鋼のMAGパルス溶接。重ねすみ肉、および突合せ継手などに使用できます。

2. 特　徴

Ar－CO_2混合ガスを用いるパルスアーク電源との組み合わせで、ピットの発生をきわめて少なくできます。また、高速度溶接にも優れています。

3. 作業の要点

後退角を取ればスパッタの発生量は更に少なくなります。亜鉛メッキ材を溶接すると、多量のヒュームが発生しますので、換気にご注意下さい。

溶着金属の機械的性質例

シールドガス	溶接条件	降伏点 N/mm²(kg f/mm²)	引張強さ N/mm²(kg f/mm²)	伸び %	かたさ Hv	吸収エネルギー (−20℃、2 mmVノッチ) J（kgf･m）
80%Ar－20%CO_2	180A－23V 40 cm/min	554（56.5）	642（65.5）	27	198	140（14.3）
	250A－24V 40 cm/min	517（52.8）	604（61.6）	28	191	113（11.5）

DS50E

高切欠靱性大入熱溶接用（軟鋼・590N/mm²高張力鋼）
CO_2およびMAG用

JISZ3312 YGW21
AWS A5･18 70S-G相当

1. 用　途

建設機械、鉄骨橋梁、圧力容器、海洋構造物など軟鋼から590N/mm²級高張力鋼の突合わせおよびすみ肉溶接

2. 特　徴

大入熱においても良好な靱性が得られるワイヤで**「厚板の大入熱溶接に好適です」**。高電流でもアークが安定し、スパッタも少ないので高能率な溶接作業ができます。また、MAG溶接用としてもすぐれた品質と作業性が得られます。

溶着金属の機械的性質例

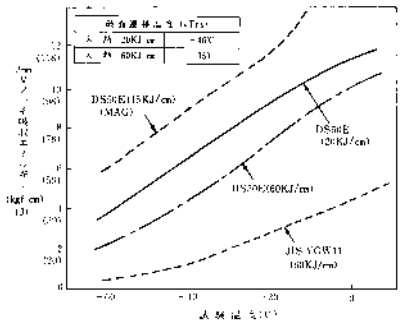
シールドガス	溶接入熱 (KJ/cm)	溶接後処理	降伏点 N/mm²(kgf/mm²)	引張強さ N/mm²(kgf/mm²)	伸び %	かたさ Hv
CO_2	60	As Weld	434（44.3）	570（58.2）	26.2	170
	60	625℃ SR	414（42.2）	529（54.0）	28.4	158
	20	As Weld	532（54.3）	619（63.1）	26.0	187
80%Ar－20%CO_2	60	As Weld	524（53.5）	622（63.5）	27.2	187
	15	As Weld	617（63.0）	697（71.1）	28.1	217

3. 作業の要点

⑴高電流・大入熱（50～60KJ/cm）で行う厚板の下向突合わせおよび大脚長のすみ肉溶接に適します。

⑵溶接入熱を制限すれば引張強さはCO_2溶接で590N/mm²（20KJ/cm以下）、MAG溶接で690N/mm²（15KJ/cm以下）が確保できます。

溶着金属の切欠靱性



DS55（CO_2用）
DD55（MAG用）

軟鋼～540N/mm²級高張力鋼用

DS55：JIS Z3312 YGW18
DD55：JIS Z3312 YGW19

1. 用　途

400～540N/mm²級鋼材の鉄骨などの下向、横向、水平すみ肉溶接

2. 特　徴

⑴日本建築学会、鉄骨工事技術指針における「溶接入熱40KJ/cm以下・パス間温度350℃以下」の管理目標上限においても良好な機械的性質が得られます。

⑵入熱、パス間温度の許容限度の緩和が可能で、溶接能率が大幅に向上します。

3. 作業の要点

溶接入熱の大きさなどの条件に応じて、適切な範囲の予熱を行ってください。

鉄骨造建築物におけるワイヤ使用区分

区分	溶接条件		適用鋼材の引張強さ					
	溶接入熱（KJ/cm）	パス間温度（℃）	400N/mm²級		490N/mm²級		520N/mm²級	
A	～10	100	CO_2	DS1-SP,DS55	CO_2	DS1-SP,DS55	————	
			MAG	DD50S,DD55	MAG	DD50S,DD55		
B	15～20	150	CO_2	DS1-SP,DS55	CO_2	DS1-SP,DS55	CO_2	DS55
			MAG	DD50S,DD55	MAG	DD50S,DD55	MAG	DD55
C	15～30	250	CO_2	DS1-SP,DS55	CO_2	DS1-SP,DS55	CO_2	DS55
			MAG	DD50S,DD55	MAG	DD50S,DD55	MAG	DD55
D	15～40	350	CO_2	DS1-SP,DS55	CO_2	DS55	————	
			MAG	DD50S,DD55	MAG	DD55		

DS55溶接金属の機械的性質（例）

入熱（KJ/cm）	パス間温度（℃）	490N/mm²級	520N/mm²級
～10	100	YS 560 TS 705 VE 90	————
15～20	150	YS 570 TS 645 VE 110	YS 575 TS 660 VE 110
15～30	250	YS 440 TS 580 VE 100	YS 490 TS 600 VE 95
15～40	350	YS 415 TS 560 VE 90	————

単位：YS,TS-N/mm²
VE-J｛0℃｝

DS60

570～690N/mm²高張力鋼、中炭素鋼用
CO_2およびMAG用

JIS Z3312 YGW21
AWS A5･28 ER80S-G該当

1. 用　途

建設機械、産業機械、鉄骨橋梁、圧力容器など570～690N/mm²高張力鋼、中炭素鋼の突合わせおよびすみ肉溶接

2. 特　徴

高電流域でのアークの安定性が良く570～690N/mm²高張力鋼の**「中、厚板の突合わせおよびすみ肉溶接に最適です」**。スパッタも少なく、溶込みも深いので能率的なワイヤです。また、耐割れ性および機械的性能がとくに優れています。

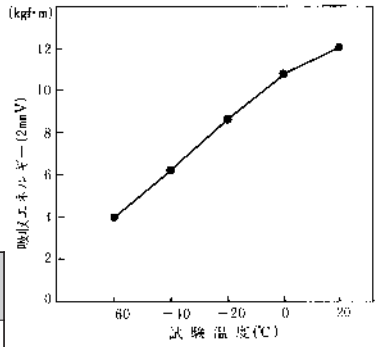
溶着金属の機械的性質例

シールドガス	溶接条件	0.2%耐力 N/mm²(kgf/mm²)	引張強さ N/mm²(kgf/mm²)	伸び %	かたさ Hv
CO_2	350A－38V 40cm/min	639（65.3）	748（76.4）	29	229
	180A－22V 40cm/min	833（85.0）	858（87.6）	22	255
80%Ar—20%CO_2	350A－35V 40cm/min	725（74.0）	817（83.4）	24	248

3. 作業の要点

(1)板厚の寸法、拘束度、溶接入熱の大きさなどの条件に応じて100～200℃の予熱を行ってください。
(2)シールドガスに80%Ar－20% CO_2を用いますと引張強さは780N/mm²が確保できます。

溶着金属の切欠靱性



DS60A

570N/mm²高張力鋼用
CO_2およびMAG用

JIS Z3312 YGW21
AWS A5･28 ER80S-G該当

1. 用　途

建設機械、圧力容器、鉄骨など570N/mm²高張力鋼の突合わせおよびすみ肉溶接

2. 特　徴

低電流、短絡移行用のワイヤで570N/mm²高張力鋼の**「薄板全姿勢溶接に好適です」**。アークがソフトでスパッタの発生も少なく、母材とのなじみが良く美しいビード外観が得られます。また、MAG溶接用としてもすぐれた作業性を示します。

3. 作業の要点

(1)短絡回数を多くし良好で安定した溶接を行うには使用する電流に応じて適正なアーク電圧に調整することが必要です。
(2)短絡移行用のワイヤですが、高電流でも安定した作業性と良好な機械的性能が得られます。
(3)シールドガスに80%Ar－20% CO_2を用いますと、短絡移行領域で引張強さ690N/mm²が確保できます。

溶着金属の機械的性質例

シールドガス	溶接条件	0.2%耐力 N/mm²(kgf/mm²)	引張強さ N/mm²(kgf/mm²)	伸び %	かたさ Hv	吸収エネルギー －5℃ 2mmVノッチ J(kgf･m)
CO_2	180A－21V 30cm/min	586（59.8）	671（68.5）	27	201	146（14.9）
	350A－36V 40cm/min	524（53.5）	622（63.5）	28	192	110（11.3）
80%Ar－20%CO_2	180A－20V 30cm/min	631（64.4）	721（73.6）	26	212	164（16.8）

DS80

780～880N/mm²高張力鋼用
CO_2およびMAG用

JAWS A5･28 ER110S-G該当

1. 用　途

橋梁、圧力容器、水圧鉄管、建設機械、海洋構造物など780～880N/mm²キロ高張力鋼の溶接されます。またシールドガスに80%Ar－20% CO_2を用いますと、スパッタが極めて少なく、優れたじん性が得られます。

2. 特　徴

低電流域から高電流まで広範囲にわたってスパッタの発生が少なく安定した溶接作業性を示し美しいビード外観、良好な機械的性能が得ら

3. 作業の要点

板厚、拘束、溶接入熱などの条件に応じて100～200℃の予熱を行ってください。

溶着金属の機械的性質例

シールドガス	溶接条件	0.2%耐力 N/mm²(kg f/mm²)	引張強さ N/mm²(kg f/mm²)	伸び %	かたさ Hv	吸収エネルギー J(kg f･m)(2 mmVノッチ)	
						0℃	－20℃
CO_2	200A－20V 30 cm/min	914（93.3）	945（96.5）	19	293	59（6.1）	47（4.8）
	300A－30V 40 cm/min	798（81.5）	878（89.6）	22	269	71（7.3）	59（6.1）
	400A－35V 40 cm/min	737（75.3）	826（84.3）	23	248	66（6.8）	51（5.3）
80%Ar—20%CO_2	200A－20V 30 cm/min	978（99.8）	1016（103.7）	16	302	86（8.8）	72（7.4）
	350A－32V 40 cm/min	845（86.3）	927（94.6）	19	274	88（9.0）	75（7.7）

DS250

金属間摩耗用
CO_2用

1. 用　途

歯車、シャフト、クレーン、ホイール、カップリングなどの肉盛溶接および低合金鋳鋼などの補修溶接

2. 特　徴

溶着金属は溶接のままでかたさがビッカース**250以上**となり、機械加工が容易で**「機械部品摩耗部の肉盛溶接に好適です」**。また、硬化肉盛用としても用いられます。

ソリッドワイヤなので作業能率が良く、耐割れ性が優れています。

3. 作業の要点

通常予熱を必要としませんが、低合金鋼、高炭素鋼などに多層肉盛する場合は150℃以上の予熱を行ってください。

溶着金属のかたさ例

	ビッカース（HV）	ロックウェル（HRC）
溶接のまま	315	32
900℃ 油焼入	383	39
500℃ 焼もどし	350	36
600℃ 焼もどし	292	29

溶接条件：350A－33V　35cm/min
予熱パス間温度 150℃

DS350

金属間摩耗用
CO_2用

1. 用　途

ブルドーザのアイドラ、スプロケット、製鉄機械の各種ローラなどの肉盛溶接および低合金鋳鋼などの補修溶接

2. 特　徴

溶着金属は溶接のまゝでかたさがビッカース**350以上**程度となる金属間摩耗用の代表的なワイヤで**「金属同士のすべりや回転による摩耗部の肉盛に好適です」**。

ソリッドワイヤなので作業能率が良く耐割れ性が優れています。

3. 作業の要点

低合金鋼、高炭素鋼などに肉盛する場合は150℃以上の予熱を行ってください。

溶着金属のかたさ例

	ビッカース（HV）	ロックウェル（HRC）
溶接のまま	404	40
900℃ 油焼入	440	44
500℃ 焼もどし	410	41
600℃ 焼もどし	350	35

溶接条件：350A－33V　35cm/min
予熱パス間温度150℃

DS450

金属間摩耗および軽度の土砂摩耗用
CO_2用

1. 用　途

ローラ、トラックリンク、ブルドーザのアイドラなどの肉盛溶接

2. 特　徴

溶着金属は、溶接のままでかたさがビッカース**450～500**程度で、適度のじん性を有し、多少の応力にも耐えますので、**「重荷重金属間摩耗および軽衝撃摩耗に好適です」**。溶接のままでは切削加工は困難です。

ソリッドワイヤなので作業能率が良く耐割れ性が優れています。

3. 作業の要点

⑴ 一般に150℃以上の予熱を行ってください。

⑵ 多層肉盛および母材が硬化性の場合は、DD50Sなど軟鋼系のワイヤで下盛してください。

溶着金属のかたさ例

	ビッカース（HV）	ロックウェル(HRC)
溶接のまま	482	49
500℃ 焼もどし	474	47
600℃ 焼もどし	455	46
700℃ 焼もどし	339	34

溶接条件：350A－33V　40cm/min

DS650

土砂摩耗用
MIG、MAGおよびCO_2用

1. 用　途

クラッシャ部品、ミルハンマー、バケットリップ、スクリューコンベアなどの肉盛溶接。

2. 特　徴

溶着金属は溶接のままでかたさがビッカース**650**程度を有し、**「土砂摩耗部品の肉盛溶接に最適です」**アークがきわめて安定し、スパッタの発生が少ないので良好なビード外観が得られます。また、ソリッドワイヤですので、溶着効率が良く、連続多層肉盛溶接が可能で、能率的かつ、耐割れ性にすぐれています。

3. 作業の要点

⑴一般的に200℃以上の予熱を行ってください。
⑵多層肉盛および低合金金属、中炭素鋼へ肉盛する場合には、軟鋼系ワイヤで下盛してください。

溶着金属のかたさ例　（溶接のまま）

シールドガス	ビッカースかたさ（Hv）
Ar—5%CO_2	692
Ar—20%CO_2	684
CO_2	666

3 シームレスフラックス入りワイヤ

CO_2用フラックス入りワイヤは、

ア．立向、上向溶接などの全姿勢溶接が容易に行える。

イ．水平すみ肉溶接などのビード形状、ビード外観が良好である。

ウ．アークがソフトで、スパッタの発生が少ない。

など、ソリッドワイヤでは得られない数々の特徴を有しており、フープ材に巻き込み成形した、ワイヤの縦方向に合わせ目のあるタイプと、継目のないパイプにフラックスを充填し、線引きしたシームレスタイプとある。

(1) シームレスフラックス入りワイヤの特徴

シームレスフラックス入りワイヤは、合わせ目のあるタイプの欠点を改善したもので、ソリッドワイヤの優れた使用特性にきわめて近く、溶接品質、溶接性能が大幅に向上する。

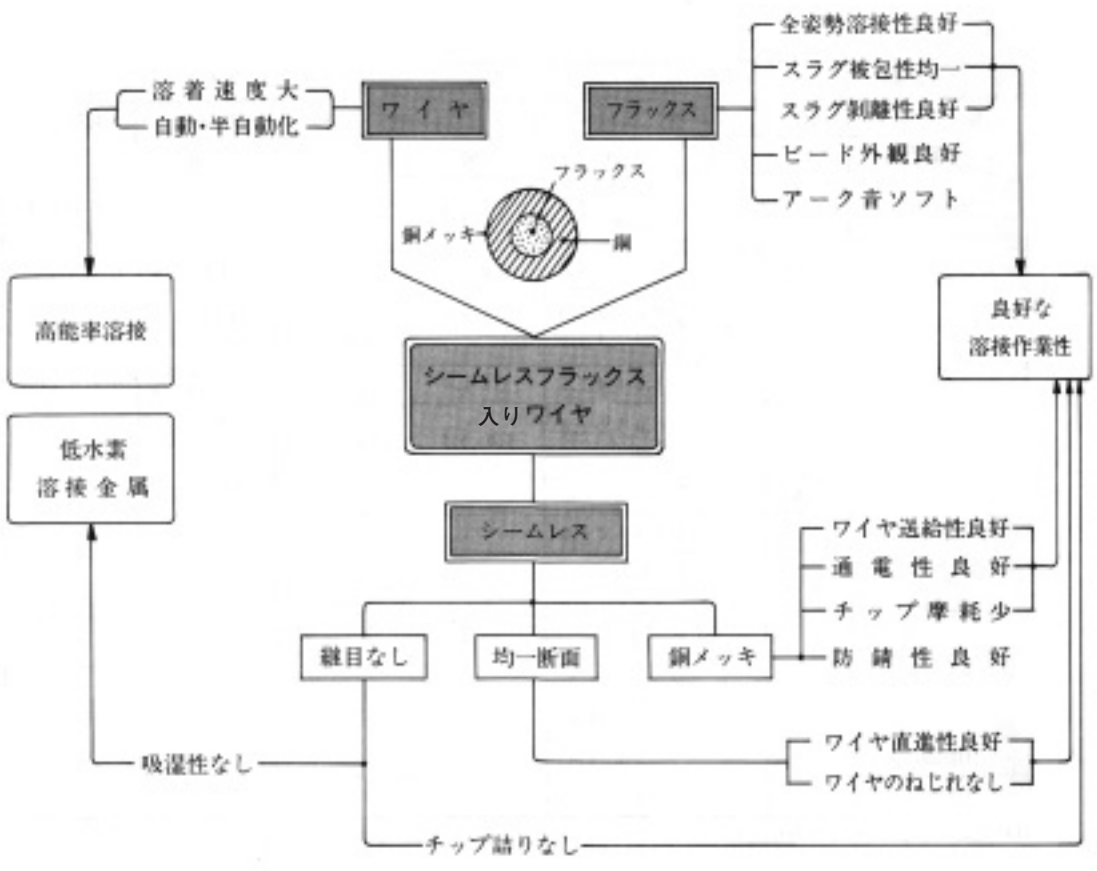


図4･7　シームレスフラックス入りワイヤの一般的特性

ア．**ワイヤの送給性、アークの安定性が良好**

(ア)ワイヤに合わせ目がなく、表面は銅メッキが施されているため、コンジットチューブ内での送給抵抗が少なく、スムーズな送給が得られる。

(イ)銅メッキの効果によりコンタクトチップとの通電性が良く、チップの摩耗が少ないためアークの安定性は良好である。

イ．**ワイヤの直進性が良好**

シームレスタイプなので、ワイヤの断面が均一であり、ワイヤの曲がりぐせが少なく、狙い位置の変動や、ビード蛇行、脱線が生じにくい傾向にある。

ウ．**ワイヤの発錆、フラックスの吸湿**

ワイヤに合わせ目がないので、内包されたフラックスはほとんど吸湿しない。また、銅メッキが施されているので錆が生じにくく、ワイヤの保管はソリッドワイヤ並みで良好。同時に機械的性質が良いなど、高品質の溶着金属を得ることができる。

(2)シームレスフラックス入りワイヤの用途

ア．立向、上向などの全姿勢溶接を容易に、高能率で行うあらゆる構造物の溶接。

イ．とくに、ビード形状やビード外観を重視する個所、およびスパッタ付着をきらう構造物の溶接。

ウ．従来のフラックス入りワイヤで、アーク溶接ロボットや専用自動機で狙いずれやビード蛇行が生ずる場合。

エ．従来のフラックス入りワイヤで、長尺送給付装置の使用など、ワイヤの送給経路が長く、ワイヤ送給が不安定の場合。

DL50

軟鋼・490N/mm²高張力鋼用
CO_2用

JIS Z3313 YFW-C50DR該当
AWS A5.20 E70T-1該当

1. 用　途

鉄骨橋梁、造船、建設機械、産業機械、車輌、製缶などあらゆる構造物の突合わせ、およびすみ肉全姿勢溶接。

2. 特　徴

チタニア系のフラックス入りワイヤで**「軟鋼、490N/mm²高張力鋼の全姿勢溶接に最適です」**アークがソフトでスパッタが少なく、スラグが均一に覆うので美しいビード外観が得られます。姿勢溶接に優れており下向から上向まで同一電流で高能率に行えます。またシームレスタイプなので水素量が少なく、耐割れ性が良いなど、良好な機械的性能がえられます。

溶着金属の機械的性質例

シールドガス	降伏点 N/mm²(kgf/mm²)	引張強さ N/mm²(kgf/mm²)	伸び %	かたさ Hv	吸収エネルギー (0℃、2mVノッチ) J (kgf・m)
CO_2	502 (51.2)	569 (58.1)	31	169	116 (11.8)

3. 作業の要点

(1)フラックス入りタイプなのでワイヤ送給ロールは少し緩めに加圧してください。

(2)シールドガス流量は20ℓ/min程度、チップ－母材間距離は20～30mmが適しています。

(3)良好で安定した溶接を行うため、適正なアーク電圧に調整してください。

4 ステンレス鋼ソリッドワイヤ（WSR、WSワイヤ）

(1)WSRシリーズ（フェライト系ステンレス鋼）

自動車排気処理系部材は、塩害による孔明きの対応や軽量化の観点からフェライト系ステンレス鋼が多く用いられています。

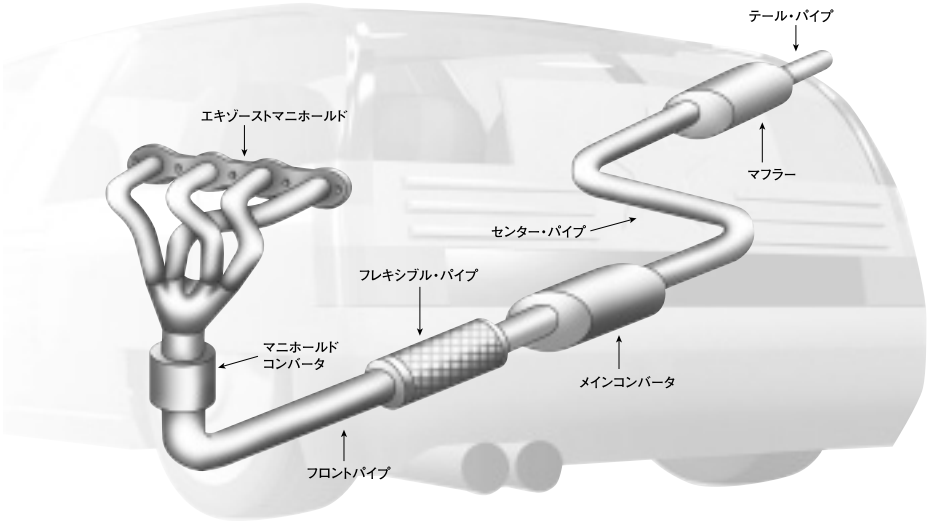
それに合わせて、ワイヤの組成、作業性、溶接施工条件などあらゆる角度から検討を加えて従来の欠点を大幅に改善した、新しい自動車排気処理系部材用のフェライト系ステンレス鋼ワイヤがWSRシリーズです。

ア．WSRシリーズの特徴

（ア）ワイヤ表面にCuメッキが施されていますので溶接条件範囲が広く、作業性が良好です。
　　特にパルスMIG溶接においては1パルス/1溶滴が安定しやすく美麗なビードが得られます。
（イ）スパッタの発生が少なく、平滑で良好なビード外観が得られます。
（ウ）コンタクトチップの寿命がのびます。
（エ）高温耐酸化性に優れています。
（オ）溶接部は良好な機械的性質を示します。とくに延性に優れています。

イ．用　途

自動車排気処理系部材など、フェライト系ステンレス鋼の突合わせ、およびすみ肉溶接。



WSR42K

ステンレス鋼用
MIG、MIGパルス用

1. 用　途

フェライト系ステンレス鋼、自動車排気処理系部品のエキゾーストマニホールド、フロントパイプなど、比較的高温域で使用される部材の突合わせ、およびすみ肉全姿勢溶接。

2. 特　徴

Ar-O_2ガス溶接用のワイヤで**「フェライト系ステンレス鋼の溶接に好適です」**アークがソフトで安定し、スパッタが少なく、平滑で美しいビード外観が得られます。また、高温耐酸化性が良好であり、溶接部の延性にも優れています。

3. 作業の要点

溶接入熱を大きくしますと結晶粒が粗大化し、割れが発生する危険がありますので溶接入熱はできるだけ低くしてください。

溶着金属の機械的性質例

シールドガス	降伏点 N/mm²(kgf/mm²)	引張強さ N/mm²(kgf/mm²)	伸び %	かたさ Hv	備考
Ar+5%O_2	386（39.4）	494（50.4）	10.5	143	溶接のまま

WSR42KM

ステンレス鋼用
MIG、MIGパルス用

1. 用　途

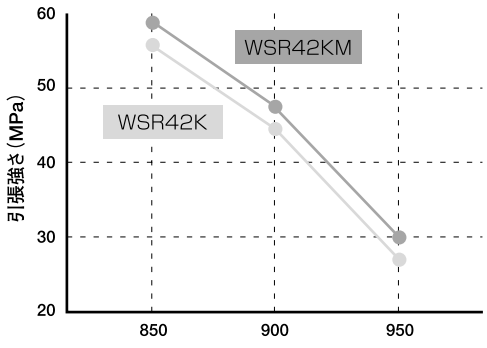
フェライト系ステンレス鋼、自動車排気系部品のエキゾーストマニホールド、コンバータなどの高温域の部材の突合わせ、およびすみ肉全姿勢溶接。

2. 特　徴

WSR42Kの高温特性をさらに改善したワイヤで**「フェライト系ステンレス鋼の溶接に好適です」**アークがソフトで安定し、スパッタが少なく、平滑で美しいビード外観が得られます。

3. 作業の要点

溶接入熱を大きくしますと結晶粒が粗大化し、割れが発生する危険がありますので溶接入熱はできるだけ低くしてください。



高温特性調査例

溶着金属の機械的性質例

シールドガス	溶接条件	降伏点 N/mm²(kgf/mm²)	引張強さ N/mm²(kgf/mm²)	伸び %	かたさ Hv	備考
Ar+5%O_2	150A－20V 40 cm/min	407（41.5）	506（51.6）	10.6	152	溶接のまま

WSR42KF

フェライト系ステンレス鋼用
パルスMIG用

1. 用　途

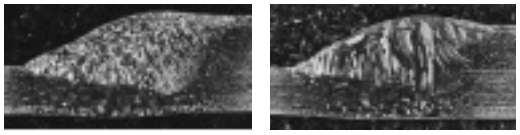
自動車のエキマニ、コンバータなどの排気系高温域部品の溶接

2. 特　徴

「溶接金属の結晶粒微細化」を初めて可能にしたソリッドワイヤで、パルスMIG溶接に適し、多くの特長を持ち合わせています。

⑴耐溶接割れ性に優れる。
⑵溶着金属の高温引張特性が一段と向上。
⑶溶着金属の衝撃特性が大幅に改善。
⑷低スパッタで平滑、美麗なビード外観。

微細化組織とビード断面形状



WSR42KF　　従来ワイヤ

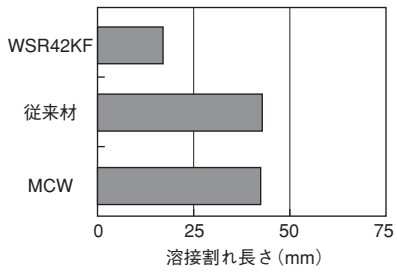
3. 作業の要点

⑴健全な溶接金属を得るため、MIG溶接を行ってください。
⑵ブローホールの発生を抑制するため、溶接部に付着したペイント、油脂、その他の汚れの清掃を特に入念におこなってください。

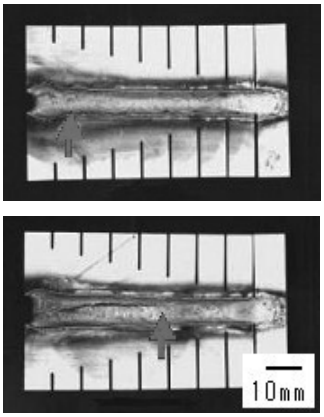
溶接ワイヤの化学成分例　　(mass%)

C	Si	Mn	Cr	Mo	Nb	Al	Ti	N
0.01	1.17	0.46	18.39	0.46	0.41	適量		

〈耐溶接割れ性の比較〉

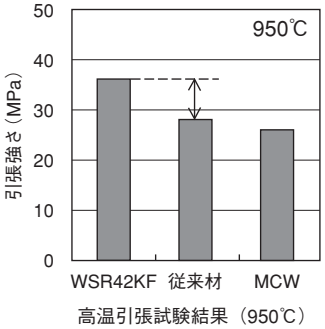


フールドクロフト割れ試験による耐溶接割れ性の比較
溶接方法：パルスミグ溶接
溶接電源：デジタルパルス350
溶接条件：110A-21V-30cm/min



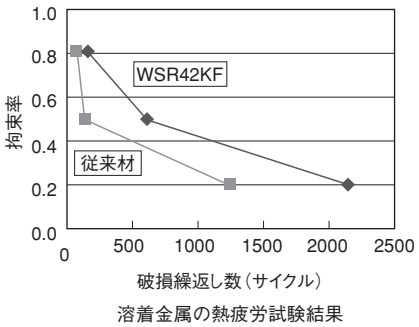
＊矢印：割れ進行位置
フールドクロフト割れ試験後のビード外観

〈溶着金属の高温引張特性〉



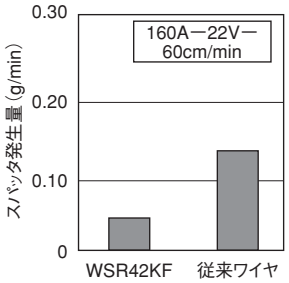
高温引張試験結果（950℃）

〈溶着金属の熱疲労特性〉



溶着金属の熱疲労試験結果

〈スパッタ比較〉



(2)WSシリーズ　〈製造・販売元：大同ステンレス（株)〉

WSシリーズは、ステンレス鋼の線材加工専門メーカーである大同ステンレス(株)が、大同特殊鋼(株)から素材の供給を受けてきびしい品質管理のもと、永年蓄積されたノウハウを駆使して製造された、ステンレス鋼のMIG溶接用ワイヤです。

WSシリーズには通常のワイヤと、ハイシリコンワイヤの2系統があります。

ア．ハイシリコンワイヤの特徴

通常のワイヤより〔Si〕の量を多くしたワイヤで次の特徴があります。

(ア)**母材とのなじみが良好です。**

溶融金属の流動性が良く、フラットで美しいビード形状に仕上がります。このことにより多層肉盛でパス間の融合不良の心配がなくなります。また立向下進で湯の先行が抑えられ良好なスピード外観が得られます。

(イ)**アークがソフトで安定します。**

ワイヤの電離性が良くなり、スプレー化しやすいのでアークが安定し、低スパッタの溶接が可能となります。

(ウ)**X線性能が優れています。**

ブローホールは短絡移行からグロビュラー移行になるにつれて増加し、スプレー移行では再び少なくなる傾向を示しますが、このアークが不安定なグロビュラー移行領域でもブローホールの少ない良好な溶接が可能です。

WS308Si

18%Cr-8Niステンレス鋼用
MIG用

JIS Z3321 Y308Si該当
AWS A5.9 ER308Si該当

1. 用　途

18%Cr-8Niステンレス鋼（SUS 304など）の溶接。

2. 特　徴

ハイシリコンワイヤですので、アークがソフトで安定し、母材とのなじみの良い美しいビード外観と、すぐれた溶接作業性を示します。

溶着金属は適量のフェライトを含みますので耐高温割れ性に優れています。

3. 作業の要点

溶接によるひずみ、および耐食性を考慮し、できるかぎり低入熱で溶接してください。

溶着金属の機械的性質例

降伏点 N/mm²（kgf/mm²）	引張強さ N/mm²（kgf/mm²）	伸び %	吸収エネルギー（2mmVノッチ） J（kgf・m）
384（39.2）	564（57.6）	44	0℃：111（11.3） -196℃：49（5.0）

シールドガス：Ar−2%O_2

WS308LSi

18%Cr-8%Niステンレス鋼用
MIG用

JIS Z3321 Y308LSi該当
AWS A5.9 ER308LSi該当

1. 用　途

低炭素18%Cr-8%Niステンレス鋼（SUS 304Lなど）の溶接。

2. 特　徴

ハイシリコンワイヤですので、アークがソフトで安定し、母材とのなじみの良い美しいビード外観と、優れた作業性を示します。

炭素を低く抑えていますので溶接のままでも耐粒界腐食性にすぐれています。

3. 作業の要点

WS308Siをご参照ください。

溶着金属の機械的性質例

降伏点 N/mm²（kgf/mm²）	引張強さ N/mm²（kgf/mm²）	伸び %	吸収エネルギー（2mmVノッチ） J（kgf・m）
401（40.9）	575（58.7）	43	0℃：111（11.3） -196℃：54（5.5）

シールドガス：Ar−2%O_2

WS316Si

18%Cr-12%Ni-2%Moステンレス鋼用
MIG用

JIS Z3321 Y316Si該当
AWS A5.9 ER316Si該当

1. 用　途

18%Cr-12%Ni-2%Moステンレス鋼（SUS 316など）の溶接。

2. 特　徴

ハイシリコンワイヤですので、アークがソフトで安定し、母材とのなじみの良い美しいビード外観と、優れた溶接作業性を示します。

溶着金属は適量のフェライトを含みますので耐高温割れ性に優れています。

3. 作業の要点

WS308Siをご参照ください。

溶着金属の機械的性質例

降伏点 N/mm²（kgf/mm²）	引張強さ N/mm²（kgf/mm²）	伸び %	吸収エネルギー（0℃、2mmVノッチ） J（kgf・m）
410（41.8）	583（59.5）	42	100（10.2）

シールドガス：Ar−2%O_2

WS316LSi

18%Cr-12%Ni-2%Moステンレス鋼用
MIG用

JIS Z3321 Y316LSi該当
AWS A5.9 ER316LSi該当

1. 用　途

低炭素18%Cr-12%Ni-2%Moステンレス鋼（SUS 316Lなど）の溶接。

2. 特　徴

ハイシリコンワイヤですので、アークがソフトで安定し、母材とのなじみの良い美しいビード外観と、優れた溶接作業性を示します。

炭素を低く抑えていますので溶接のままでも耐粒界腐食性に優れています。

3. 作業の要点

WS308Siをご参照ください。

溶着金属の機械的性質例

降伏点 N/mm²（kgf/mm²）	引張強さ N/mm²（kgf/mm²）	伸び %	吸収エネルギー（2mmVノッチ） J（kgf・m）
401（40.9）	575（58.7）	43	0℃：111（11.3） -196℃：54（5.5）

シールドガス：Ar−2%O_2

表4･6　ステンレス鋼用ソリッドワイヤ　　**〈製造・販売元：大同ステンレス（株）〉**

銘柄	規格		ワイヤ径	用途および特徴	溶着金属の機械的性質例		
	JIS	AWS			降伏点 N/mm²(kgf/mm²)	引張強さ N/mm²(kgf/mm²)	伸び %
WS308	Z3321 Y308該当	A5・9 ER308該当	1.0 1.2	18%Cr-8%Niステンレス鋼 （SUS304など）溶接	402(41)	588(60)	40
WS308L	Z3321 Y308L該当	A5・9 ER308L該当	1.0 1.2	低炭素18%Cr-8%Niステンレス鋼 （SUS304Lなど）の溶接	392(40)	578(59)	41
WS309	Z3321 Y309該当	A5・9 ER309該当	1.0 1.2	22%Cr-12%Niステンレス鋼 （SUS309Sなど）の溶接。 ステンレス鋼と炭素鋼、低合金鋼との異材溶接。	441(45)	608(62)	38
WS310	Z3321 Y310該当	A5・9 ER310該当	1.0 1.2	25%Cr-20%Niステンレス鋼 （SUS310Sなど）の溶接	431(44)	598(61)	39
WS316	Z3321 Y316該当	A5・9 ER316該当	1.0 1.2	18%Cr-12%Ni-2%Mo ステンレス鋼（SUS316など）の溶接	412(42)	588(60)	42
WS316L	Z3321 Y316L該当	A5・9 ER316L該当	1.0 1.2	低炭素18%Cr-12%Ni-2%Mo ステンレス鋼（SUS316など）の溶接	402(41)	568(58)	44

シールドガス：Ar+2%O_2

5 チタン及びチタン合金ソリッドワイヤ

G-coatシリーズ

純チタン、チタン合金溶接用ソリッドワイヤ

近年、チタンはその優れた比強度、耐食性および意匠性により、様々な分野において使用量が増加しています。チタンの溶接はTIG溶接法が広く適用されていますが、従来（研磨、SD仕上げ肌）の溶接ワイヤは送給性が悪く、溶接速度が遅いため、決して満足できる溶接効率にて施工されているとは言えません。

そこで、溶接効率の向上を目的として、優れたワイヤ送給性の得られる特殊被膜処理したG-coatワイヤを開発しました。このG-coatワイヤはワイヤ送給性に優れるため高速TIG溶接に適しているだけでなく、MIG溶接においても良好なアーク安定性が得られます。

G-coatシリーズの特長

⑴ワイヤ送給性に優れ、送給量の多い高速TIG溶接およびMIG溶接に最適です。
⑵MIG溶接では専用のパルス電源と組合わせることで、不活性シールドガス（純Ar、純He）中でアークが安定し、スパッタ発生量が少なく、良好な溶接ビードが得られます。
⑶継手の機械的特性は、従来（研磨、SD仕上げ肌）溶接ワイヤと同等で良好です。

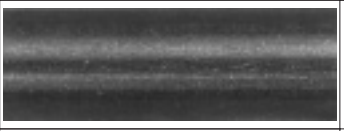
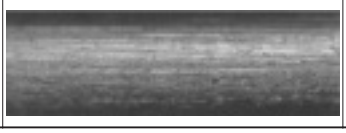
ワイヤ	表面外観	表面肌粗さ	引張強さ
G-coat		1-3μm	670N/mm²
従来（研磨）		5-6μm	380N/mm²

図4･8　G-coatワイヤの特徴

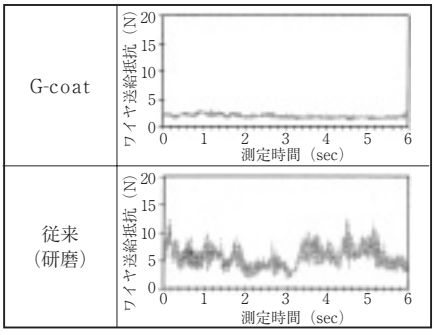


図4･9　ワイヤ送給反力測定結果

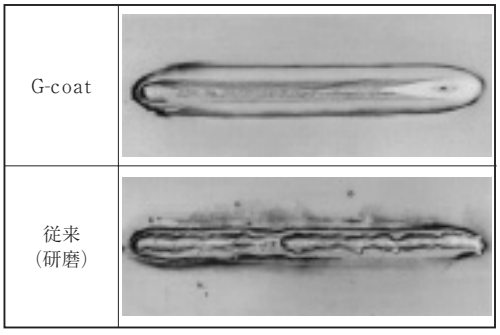


図4･10　パルスMIG溶接における溶接ビード外観

G-coatワイヤ

純チタン、チタン合金用
パルスMIG、オートTIG用

JIS Z3331 YTW270, YTW340, YTW480相当
YTAW6400, YTAW6400E相当
AWS A5.16 ER Ti-1, 2, 3, 5, 23相当

1. 用　途

自動車・二輪車の排気系部品、プラント、薬品容器などあらゆるチタン構造物の突合せおよびすみ肉全姿勢溶接

2. 特　徴

送給性に優れており、テフロンライナーが不要なワイヤです。送給速度の大きいMIG溶接やオートTIG溶接に最適です。また、特定のパルス溶接電源との組合わせによりMIG溶接においても美しいビード外観、優れた機械的特性が得られます。

3. 作業の要点

⑴継手の機械的特性が劣化しやすくなるので溶接部および近傍に付着したペイント、油脂、その他の汚れの清掃を特に入念に行なってください。

⑵溶接部の大気による酸化を防止するために、不活性ガス（純Ar、純He）によるシールドを確実に行なって下さい。

全溶着金属の引張特性

銘柄	［○］量（mass%）		全溶着金属の特性（23℃）			
	ワイヤ	全溶着金属	0.2%耐力	引張強さ	伸び	絞り
WT1G	0.083	0.088	361N/mm²	482N/mm²	38.1%	63.1%
WT2G	0.150	0.155	481N/mm²	580N/mm²	23.1%	45.9%
TP270	母材	0.088	243N/mm²	386N/mm²	55.7%	71.6%
WAT5G	0.158	−	969N/mm²	1086N/mm²	7.4%	20.8%

製品仕様

材質	銘柄	化学成分（mass%）								相当規格	
		O	H	N	C	Fe	Al	V	Ti	JIS	AWS
純Ti	WT1G	≦0.10	≦0.008	≦0.02	≦0.02	≦0.20	−	−	Bal.	YTW270	ERTi-1
	WT2G	≦0.15	≦0.008	≦0.02	≦0.02	≦0.20	−	−	Bal.	YTW340	ERTi-2
	WT3G	≦0.25	≦0.008	≦0.02	≦0.02	≦0.30	−	−	Bal.	YTW480	ERTi-3
Ti-6Al-4V	WAT5G	≦0.20	≦0.0125	≦0.05	≦0.10	≦0.30	5.50～6.75	3.50～4.50	Bal.	YTAW6400	ERTi-5
	WAT5EG	≦0.13	≦0.0125	≦0.05	≦0.08	≦0.25	5.50～6.50	3.50～4.50	Bal.	YTAW6400E	ERTi-23

WT1、WT2、WT3

純チタン用オートTIG専用
フィラーワイヤ

JIS Z3331 YTW270、YTW340、YTW480相当
AWS A5.16ER Ti-1, 2, 3相当

製品仕様　　**硬度と表面肌の適正化により、テフロン製ライナーとの組合せに最適です。**

銘柄	化学成分（mass%）						相当規格	
	O	H	N	C	Fe	Ti	JIS	AWS
WT1	≦0.10	≦0.008	≦0.02	≦0.02	≦0.20	Bal.	YTW270	ERTi-1
WT2	≦0.15	≦0.008	≦0.02	≦0.02	≦0.20	Bal.	YTW340	ERTi-2
WT3	≦0.13	≦0.008	≦0.02	≦0.02	≦0.25	Bal.	YTW480	ERTi-3

6 ホットマグ溶接法

ホットマグ溶接法

各種ガスシールドアーク溶接法用

1. 用　途

各種ガスシールドアーク溶接法に適用可能

2. 特　徴

ホットマグ溶接法は、従来のチップからホットマグチップに変更するだけで、エコロジー（環境適合性）とエコノミー（経済性）の両面に優れた溶接を得ることが出来ます。

⑴溶接効率の向上

高溶着化によって溶接速度のアップ、パス数の低減が可能となり、溶接時間の短縮・所要電力量の削減、所要シールドガス量の削減が図れます。

⑵溶接不良率の低減

・隙間の大きい継手などへの適応性改善による溶接手直し率を低減

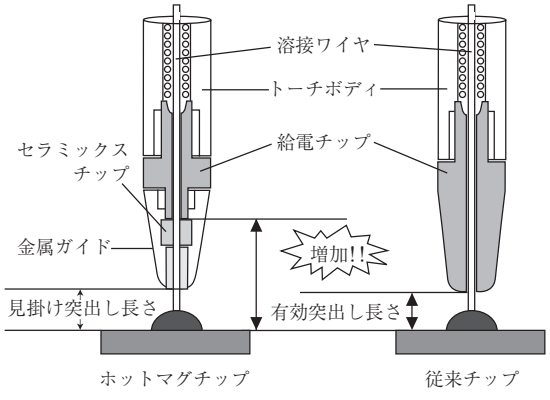
・高硬度セラミックスチップによりワイヤ芯ずれ量を低減

3. 作業の要点

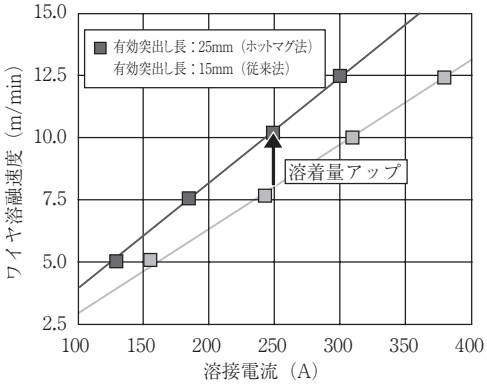
当社純正部品を必ず使用してください。

［原　理］

ホットマグ溶接法は、給電チップ・セラミックスチップ・金属ガイドで構成されるホットマグチップを用いることで、溶接ワイヤの突出し部分を長くでき、溶接ワイヤの温度がより高くなり、溶接ワイヤの溶融を促進します。



ホットマグチップと従来チップの比較



ホットマグ溶接法と従来法の
ワイヤ溶融速度の比較

7 特殊溶接材料

(1)表面硬化肉盛用合金粉末

硬化肉盛用粉末

表4･7　粉末の種類

区分	銘　柄	主な化学成分（%）									肉盛硬さ HRC	備　考
		C	Si	Ni	Cr	Mo	W	Co	B	Fe		
Co基	DAP　KCW1	2.5	1.0	－	30	－	12	Bal	－	≦2.0	53	STL　No.1相当
	DAP　KCW2	1.2	1.0	－	30	－	4	Bal	－	≦2.0	43	STL　No.6相当
	DAP　KCW2H	1.6	1.0	－	30	－	4	Bal	－	≦2.0	46	
	DAP　KCW3	1.5	1.0	－	30	－	8	Bal	－	≦2.0	47	STL　No.12相当
	DAP　KCW3H	1.9	1.0	－	30	－	8	Bal	－	≦2.0	50	
	DAP　KCM1	0.25	1.0	3	26	5.5	-	Bal	－	≦2.0	30	STL　No.21相当
	DAP　KCN1	1.8	1.0	22	26	－	12	Bal	－	≦2.0	42	STL　No.32相当
	DAP　KCN1H	2.2	1.0	22	26	－	12	Bal	－	≦2.0	46	
	DAP　KCN2	2.0	1.0	22	30	－	12	Bal	－	≦2.0	45	
Ni基	DAP　NCS1	0.3	6.5	Bal	18	－	2	－	1	3	50	
	DAP　NCS2	0.7	4.5	Bal	15	－	－	－	3	3	60	コルモノイNo.6相当
	DAP　NCS3	0.5	4.0	Bal	12	－	－	－	2.5	3	50	コルモノイNo.5相当
	DAP　NCS4	0.3	3.5	Bal	10	－	－	－	2	3	40	コルモノイNo.4相当
Fe基	DAP　FC1	2.8	－	－	30	－	－	－	－	Bal	54	
	DAP　FC2	0.13	－	－	13	－	－	－	－	Bal	40	
	DAP　FCN1	2.3	1.0	11	24	5.5	－	－	－	Bal	46	

ア．粉末の特徴

(ア)粉末は球状粉でありますので安定な送給が出来ます。

(イ)高品質でいろいろな種類の粉末を選べます。

イ．粉末の特性

表4･8　粉末の特性

銘　柄	粒度範囲（メッシュ）	見掛密度（g/cm²）	流動度（sec/50g）
DAP　KCW3	－100～＋350	4.5	12.0
DAP　KCN1	－100～＋350	4.7	11.0
DAP　NCS2	－100～＋350	4.3	13.0

(2)プラスチック成形金型の肉盛用TIG溶接棒

金型材と肉盛溶接部の光沢差、硬度差が少なく、シボ加工において、シボムラが生じない、プラスチック金型の肉盛用TIG溶接棒であります。

溶接棒の種類と用途

表4･9　銘柄と用途

銘　柄	用　途
PDS-W	下盛用
PDS1-W	S55C系金型（PDS1）
PDS3-W	SCM445系金型（PDS3） SCM430系金型（PDS5）
NAK-W	3Ni-1　Al-1　Cu析出硬化系 金型（NAK55、80）
PX-5	Cr-Mo系金型（PX-5）
MAS1C-W	精密プラスチック金型 ダイカスト金型

（　）内大同特殊鋼株式会社製金型材ブランド

表4･10　寸法と包装

寸　法	包　装
ϕ1.6×1,000㎜	150本/1ケース
ϕ2.4×1,000㎜	100本/1ケース

(3)DM系軟鋼用ガス溶接棒

酸素―アセチレンガス溶接において、高強度高延性の溶接金属が得られるガス溶接棒です。

DM系ガス溶接棒の化学成分と溶着鋼の機械的性質・JIS規格

表4･11　溶着鋼の機械的性質と端面の色

銘　柄	端面の色	処　理	引張り強さ（N/㎟）	伸び%	備　考
DM2	青	溶接のまま	488	30.2	JIS Z3201 GA43相当
		625℃ ×0.5H炉冷	466	33.5	

(4)DA系TIG溶接棒

高温配管用鋼管、ボイラ、熱交換器用鋼管の溶接に用いる、専用のTIG溶接棒です。またガス溶接棒としても使用可能です。

DA系TIG溶接鋼棒の化学成分と溶着鋼の機械的性質

表4･12　溶接鋼棒の化学成分（1例）

当社記号	化学成分（%）								用　途
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ti	
DA1	0.06	0.5	1.0	0.01	0.01	—	—	適量	STPT, STB の溶接
DA2	0.06	0.5	1.0	0.01	0.01	—	0.5	—	STPA12, STBA12, 13 の溶接
DA3	0.06	0.5	1.0	0.01	0.01	1.2	0.5	—	STPA22, 23, STBA22, 23 の溶接
DA4	0.06	0.5	1.0	0.01	0.01	2.5	1.0	—	STPA24, STBA24 の溶接

表4･13　溶着金属の諸性質

当社記号	溶接法	処　理	JIS規格	溶着金属の機械的性質				
				降伏点 N/㎟ (kg f/㎟)	引張強さ N/㎟ (kg f/㎟)	伸び (%)	絞り (%)	吸収エネルギー J（0℃） (kg f・m)
DA1	TIG	溶接のまま	YGT50相当	581.5 (59.3)	612.9 (62.5)	34.2	71.2	279 (28.4)
	ガス			440.3 (44.9)	500.1 (51.0)	33.8	69.7	109 (11.1)
				417.8 (42.6)	461.9 (47.1)	34.8	51.8	97 (9.8)
DA2	TIG	620℃ 応力除去	YGTM相当	541.3 (55.2)	622.7 (63.5)	28.1	67.3	—
	ガス			459.0 (46.8)	555.0 (56.6)	32.0	65.2	—
				410.9 (41.9)	473.7 (48.3)	25.1	61.4	—
DA3	TIG	690℃ 応力除去	YGT1CM相当	520.7 (53.1)	593.3 (60.5)	25.0	52.4	—
	ガス			485.4 (49.5)	572.7 (58.4)	27.2	58.3	—
				508.0 (51.8)	586.4 (59.8)	23.1	48.3	—
DA4	TIG	690℃ 応力除去	YGT2CM相当	589.3 (60.1)	694.3 (70.8)	23.2	50.1	—
				535.4 (54.6)	650.2 (66.3)	25.4	53.3	—

注　TIG：タングステンイナートガスアーク溶接法、ガス：酸素―アセチレンガス溶接法

8 ワイヤ製品の包装形態

(1) スプール巻きワイヤ製品と荷姿

ア．**製品形状**

写真4・1にスプール巻きワイヤの外観を示します。

ワイヤ製品は、図4･1に示す合成樹脂製のスプールに整列に巻いてあり、表面には錆の発生を防止するため、シュリンクパックされています。

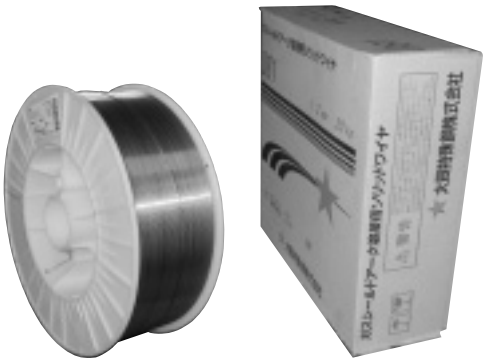


写真4･1　スプール巻きワイヤ

表4･1にスプール巻きワイヤの標準仕様を示します。

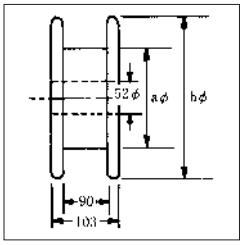


図4･11　スプール形状

表4･14　スプール巻きワイヤの仕様

型式	LS20	LS10S	LS5S
ワイヤ径(mm)	0.8、0.9、1.0、1.2、1.4、1.6	0.8、0.9	0.6
ワイヤ重量(kg)	20	10	5
a(mm)	170	145	145
b(mm)	285	225	225

イ．**荷　　姿**

通常梱包：

一般的な梱包で、20kgの１スプールごとにダンボールのケースに入れ、36スプール（720kg）を１単位としてパレットで荷造りされています。

写真4･2　通常梱包(720kg)

大型梱包：

36スプール（720kg）を直接、大きなダンボールに入れてパレットで荷造りされているもので、大型ダンボールを開梱すれば直接スプールを取り出すことができます。１スプールごとダンボールを開梱する手間が省け多量に使用する場合には便利です。

写真4･3　大型梱包(720kg)

(2)ペールパック入りワイヤ製品と荷姿

ワイヤの交換頻度を少なくするため、大単重収納方式の「スターパック」を提供しています。ワイヤ消費量の多い溶接工程に使用し、作業能率の向上にお役立て下さい。

ア．製品形状

写真4・4にペールパック入りワイヤの外観を示します。

ワイヤ製品は図4･12に示す円筒状の容器にワイヤをねじりながらスパイラル状に重ねて収納しています。

表4･15にペールパック入りワイヤの標準仕様を示します。

写真4･4　スターパック

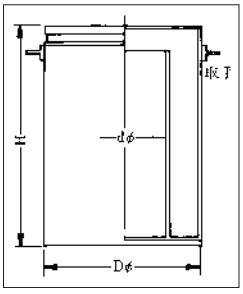


図4･12　ペールパック

表4･15　ペールパック入りワイヤ「スターパック」の標準仕様

型式	PT100	PT250	PT350	PT350L	PT350K	PT400K
ワイヤ径(mm)	0.8、0.9、1.0、1.2	0.9、1.0、1.2、1.4	0.9、1.0、1.2、1.4	1.2、1.4	1.2、1.4、1.6	
ワイヤ重量(mm)	100	250	350	350	350	400
D(mm)	515	515		595	665	
d(mm)	310	310		405	405	
H(mm)	500	820		820	815	

イ．荷　姿

2パックを1単位としてパレット上で荷造りされています。

写真4･5　スターパックの梱包

(3)標準製品

表4･16に標準製品を示します。

表4･16　標準製品

数値はワイヤ径（mm）を示す

ワイヤ銘柄	スプール			ペールパック					
	LS5S	LS10S	LS20	PT100	PT250	PT350	PT350L	PT350K	PT400K
DS			1.2 1.4 1.6		1.2 1.4	1.2	1.2 1.4	1.2 1.4 1.6	1.2 1.4 1.6
DS2			1.2 1.4 1.6		1.2 1.4	1.2	1.2 1.4	1.2 1.4 1.6	1.2 1.4 1.6
DS1SP			1.2 1.4 1.6		1.2 1.4	1.2	1.2 1.4	1.2 1.4 1.6	1.2 1.4 1.6
DS1A		0.8 0.9	0.8 0.9 1.0 1.2	0.8 0.9 1.0 1.2	0.9 1.0 1.2	1.0 1.2			
DS1AH			0.9 1.0 1.2		0.9 1.0 1.2				
DS1SL			1.0 1.2		1.0 1.2	1.0 1.2			
DS1C			1.0 1.2		1.0 1.2				
DS3			0.9 1.0 1.2		0.9 1.0 1.2				
DS50E			1.2		1.2				
DS1Z			0.9 1.0 1.2	0.9 1.0 1.2	0.9 1.0 1.2				
DD50	0.6		1.0 1.2		1.0 1.4				
DD50S			1.2 1.4 1.6		1.2 1.4	1.2	1.2 1.4	1.2 1.4 1.6	1.2 1.4 1.6
DD50A		0.8 0.9	0.8 0.9 1.0 1.2	0.8 0.9 1.0 1.2	0.9 1.0 1.2	0.9 1.0 1.2			
DD50AH			0.9 1.0 1.2		0.9 1.0 1.2				
DD50SL			1.0 1.2		1.0 1.2	1.2			
DD50PS			1.0 1.2		1.0 1.2	1.2			
DD50Z			1.0 1.2		1.0 1.2	1.2			
DD50ZN			1.0 1.2		1.0 1.2	1.2			
DS55			1.2 1.4 1.6		1.2 1.4			1.2 1.4 1.6	1.2 1.4 1.6
DD55			1.2 1.4 1.6		1.2 1.4			1.2 1.4 1.6	1.2 1.4 1.6
DS60			1.2 1.4 1.6		1.2 1.4			1.2 1.4 1.6	1.2 1.4 1.6
DS60A			0.9 1.0 1.2		0.9 1.0 1.2	1.2			
DS80			1.2 1.6						
DS250			1.2 1.6						
DS350			1.2 1.6						
DS450			1.2 1.6						
DS650			1.2 1.6						
WSR42K			0.9 1.0 1.2		0.9 1.0 1.2				
WSR42KM			0.9 1.0 1.2		0.9 1.0 1.2				
WSR44K			0.9 1.0 1.2		0.9 1.0 1.2				
#WSR35K			0.9 1.0 1.2		0.9 1.0 1.2				
DL50			1.2 1.4 1.6						

注）上記は予告なく変更することがあります

(4)特殊仕様(エンドレスワイヤ)

使用中のワイヤの後端と、次に使用するワイヤの先端とをバット溶接することにより、連続的に使用できるワイヤで、**“エンドレスリール”**と**“エンドレスパック”**があります。

ア．**特　長**

(ア)溶接ラインの稼働率向上

使用中のワイヤと、次に使用するワイヤとをアイドルタイムにバット溶接することにより、連続使用が可能となり溶接作業の中断がなくなります。

(イ)溶接不良の防止

ワイヤ不足により、溶接途中でアーク切れが起ることに伴う外観不良や、溶接欠陥がなくなります。

(ウ)ワイヤ残量の確認不要

１リール、または、１パック分のワイヤを消費する間に、リールまたはパックを交換すれば良く、従来のようにワイヤの残量に気を配ることが少なくなります。

(エ)仕掛量の減少(エンドレスリール)

大容量のペイルパックに比較し、単重が少ないため仕掛量が少なくなります。

イ．**用　途**

(ア)ロボットや自動機が併設されている溶接ラインで、１台のロボットや、自動機のワイヤ切れによる溶接中断が全ラインの一時停止を引き起す場合。

(イ)ビードの継目をきらう場合

溶接長が長い場合や、一度に長時間溶接する場合には、ワイヤ不足による溶接中断の心配がなく、ビードを継ぐことによる外観不良や、溶接欠陥を防止できます。

(ウ)ワイヤ送給ケーブルが長い場合

ワイヤ交換に要する手間が大幅に短縮でき、かつワイヤの切捨てロスがなくなります。

ウ．製品形状および仕様

(ア)スプール巻きワイヤ（エンドレスリール）

図4･13に示すようにスプールの一方のフランジ内面と外周面に溝が形成され、ワイヤ後端部がその溝に沿って収納され、端末がフランジ外周面で留められています。

ご使用にあたって、専用の治工具が必要です。詳しくは「付属機器」の頃を参照して下さい。「DSバット溶接機、ハンドグラインダー、ワイヤ引出し治具」

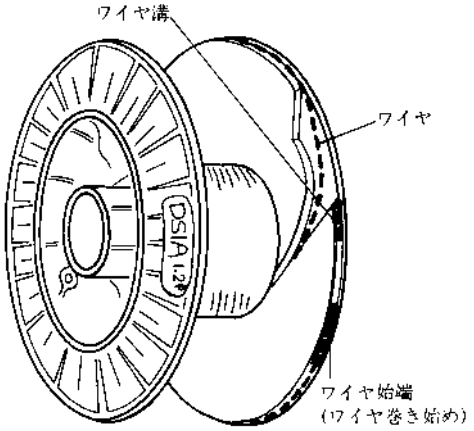


図4･13　エンドレスリール

表4･17　エンドレスリールの仕様

型　　式	LC20
ワイヤ径（mm）	1.2
ワイヤ重量（kg）	20

(イ)ペールパック入りワイヤ（エンドレスパック）

図4･14に示すようにワイヤの終端部がパック外筒の内周面に沿って上部へらせん状に引出され、内周面の上部で留めてあります。

ご使用にあたって、専用の治工具が必要です。詳しくは「付属機器」の項を参照して下さい。

「DSバッド溶接機、ハンドグラインダー、スタンド、アクリル板」

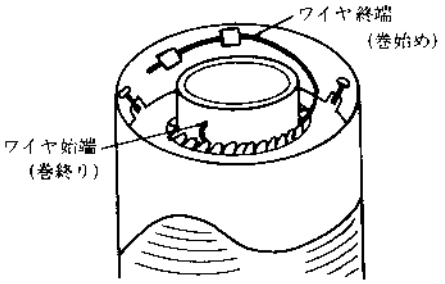


図4･14　エンドレスパック

表4･18　エンドレスパックの仕様

型　　式	PT100E	PT250E	PT300LE	PT400KE
ワイヤ径(㎜)	0.8、0.9、1.0、1.2	0.9、1.0、1.2	1.2、1.4	1.2、1.4、1.6
ワイヤ重量(kg)	100	250	300	400
パック外径(㎜)	515		595	665

9 ワイヤの取扱い

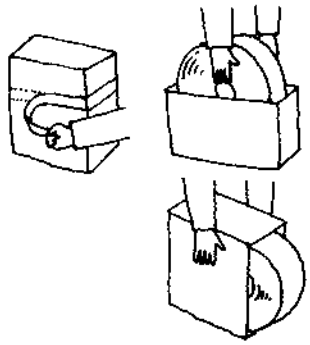
ワイヤを乱暴に扱いますとワイヤの“喰いこみ”や“からみ”などの原因となり正常な溶接ができなくなることがあります。そこでワイヤの保管、運搬、セッティングなどは細心の注意をはらって取扱うよう心掛けます。

(1) スプールの取扱い

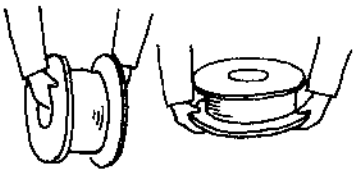
〈セッティング手順〉

ダンボールケースの開封とワイヤの取出し → 送給装置まで運搬 → 送給装置へ装着

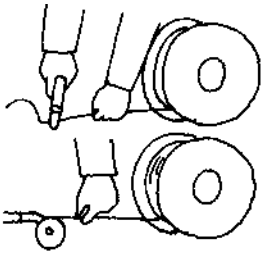
〈要領〉



・カットテープにより開封、取り出す。



・スプールに衝撃を与えないよう持ち上げ運搬する。
・シュリンクパックは送給装置へ装着後取り除くこと。

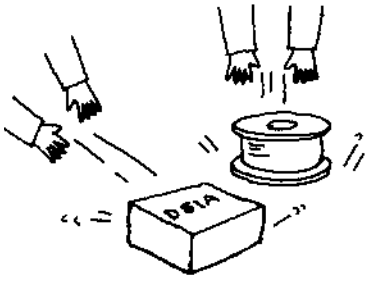


・ワイヤの先端をペンチで切りとり、送給ローラに通す。
・ワイヤの先端は手から絶対離さないこと。

禁 止 事 項

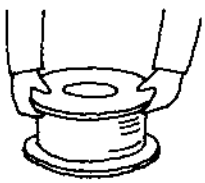
次の行為は、ワイヤの“喰い込み”“もつれ”などの原因となりますので絶対に行なわないようにします。

ワイヤを落とす、投げる×



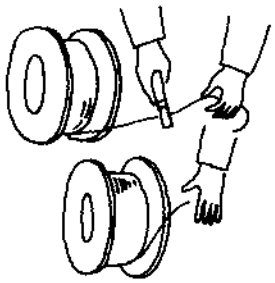
リールの“破損”や“喰い込み”の原因となります。

リールのツバを持つ×



ツバが広がり“喰い込み”の原因となります。

ワイヤ先端を手から離す×



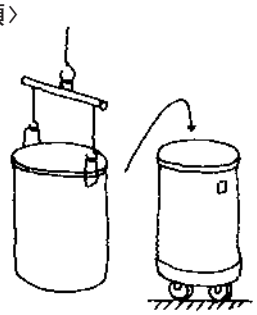
ワイヤの先端が巻いてあるワイヤの中へ入りこみ“くぐり”や“もつれ”の原因となります。

(2) スターパック

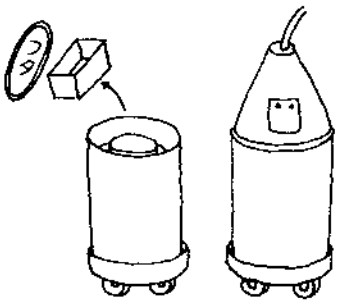
〈セッティング手順〉

ワイヤ据付場所へ運搬 ⟶ 開蓋および引出し装置取付け ⟶ 送給装置へ装着

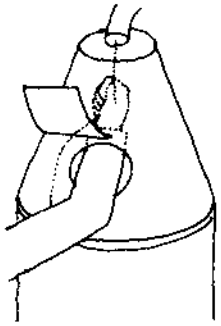
〈要領〉



・専用の吊具で静かに持ち上げ運搬する。
・運搬中は蓋を付ける。
・斜め吊りは絶対にしないこと。
・衝撃は与えないこと。



・蓋をはずし、ワイヤ固定型紙を取り除く。
・ワイヤ引出し装置を取付けスチールバンドで固定する。
・ワイヤ押え治具（プラスチック製リング）は絶対とりはずさないこと。



・引出し装置の操作口から手を入れワイヤ先端を取り出し先端をペンチで切りとる。
・ワイヤ先端を引出し装置上部のコンジットチューブ接続口へ装着する。
・ワイヤの先端は絶対手から離さないこと

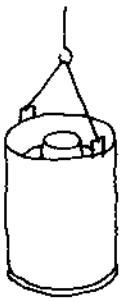
禁 止 事 項

次の行為はワイヤの“もつれ”“からみ”の原因となるばかりでなく危険なので、絶対に行なわないようにします。

斜め片手吊り×

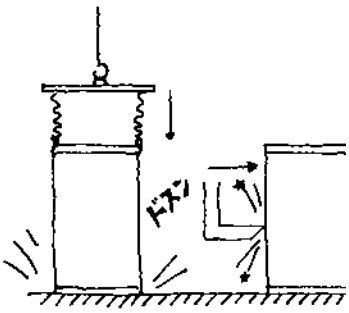
パック内でワイヤの巻きにズレが生じ“からみ”の原因となる。また吊手がとれ、落下の危険性がある。

蓋を開けたまま吊る×



パックが変形し“からみ”の原因になる。

衝撃を与える×

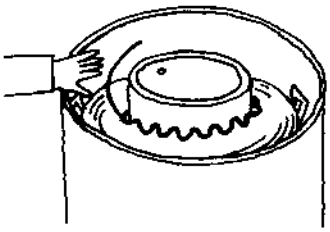


パックに強い衝撃を与えるとパック内でワイヤのズレが生じ“からみ”の原因となる。

横にする、転がす×

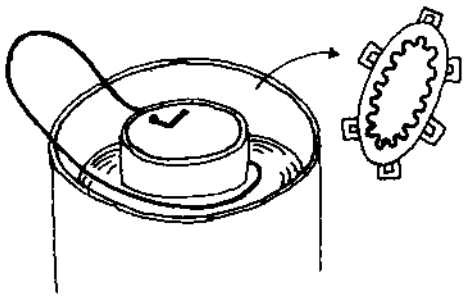
・“からみ”の原因になる。

ワイヤ先端を手から離す×



・ワイヤの先端が収納してあるワイヤの中に入りこみ、“からみ”の原因になる。

ワイヤ押え治具（プラスチック製リング）をとりはずす×



・ワイヤがばらけてとび出し使用不能となる。

(3)ワイヤの保管

ワイヤは、スプール、スターパックとも錆の発生防止に留意して製造、包装されていますが、長期間滞留させたり、湿気の多い場所では錆が発生する恐れがある。

直接、土間などへ置くことはさけ、できるだけ早く使用するようにし、先入先出の原則を守る。

⑩付属機器

(1)スターパック用“ワイヤ引出し装置”および“コンジット・チューブ”

「ワイヤ引出し装置」はスターパックから円滑にワイヤを引出し、送給装置に送り込むための装置です。

「コンジット・チューブ」を介してワイヤ引出し装置から送給装置までワイヤを送給します。

〈ワイヤ引出し装置の特徴〉

ア．装置はコンパクトで、セットは簡単です。

イ．密閉構造のため、チリやホコリの侵入を防ぎます。

ウ．装置本体は透明なので、ワイヤ残量の確認が容易です。

表4･19　ワイヤ引出し装置の仕様

型　式		K-6	K-7	K-8
装置本体寸法(mm)	高さ	290	290	290
	外径	515	595	665
適合スターパック型式		PT100、PT250、PT350	PT350L	PT350K、PT400K

（標準一式：装置本体、外筒用カバー、万能アダプター、ワイヤガイドA2（9/16-18UNF））

表4･20　コンジット・チューブの仕様

型　式	コンジット外径	ライナー内径
Dタイプ	20mm	7mm
Nタイプ	10.5mm	2.5mm

（D：～20m、N：～10m）

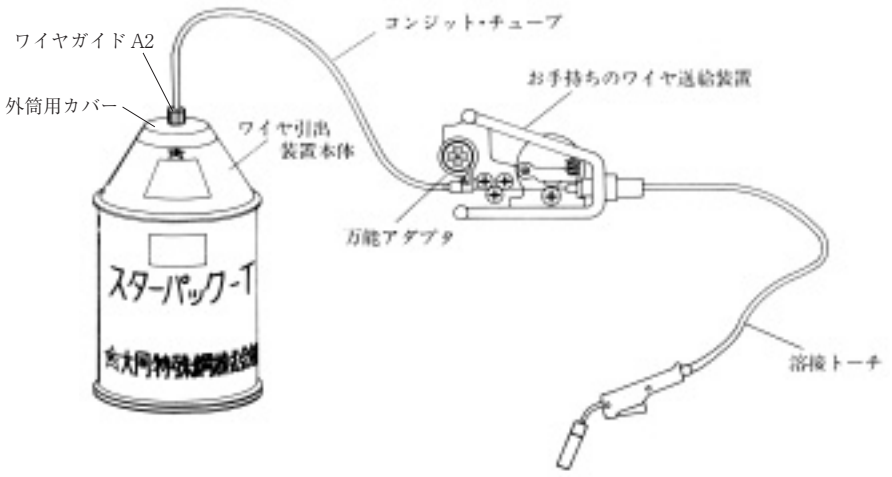


図4･15　スターパックと引出し装置およびコンジット・チューブ取付け概略図

(2)エンドレスワイヤ接続用“DSバット溶接機”

「DSバット溶接機」はエンドレスリールやエンドレスパックのワイヤの後端と先端とを接合するための専用のバット溶接機です。

付属品として、バット溶接部の面出しに適した「DSワイヤカッター」、バット溶接後のバリ取りに使用する「ワイヤグラインダー」および作業性に優れた「台車」があります。

〈特　長〉

ア．ワイヤセット後、ボタンを押すだけで溶接できます。

イ．小型軽量のため、持ち運びに便利です。

ウ．付属のワイヤグラインダーを利用すれば、溶接部のバリ取り作業に便利です。

エ．ワイヤ径0.8mmから1.6mmまで溶接できます。

表4･21　DSバット溶接機の仕様

型　式	DSBW－1
入力電圧	AC100/110V．50/60Hz
最大容量	1.0KVA
寸法(㎜)	142(W)×122(H)×200(D)
重　量	4.5kg

表4･22　ワイヤグラインダーの仕様

型　式	DSWG－1
入力電圧	AC100/110V．50/60HZ
容　量	25W
回転数	8,000r.p.m
砥　石	φ32(外径)×φ6(軸径)　＃60

※ワイヤカッター付移動台車もあります。

表4･23　電源対応

名称	コンセント形状（100V）	備考
DSバット溶接機	標準2P、3P、安全3P	－
ワイヤグラインダー	標準2P、3P、安全3P	－
台車	標準2P、3P	200V対応可

※接続作業時は必ず溶接機電源を切断してください。
（ワイヤ端末には無負荷電圧がかかります）

オプション：トランス（200V用）

写真4･6　設備一式

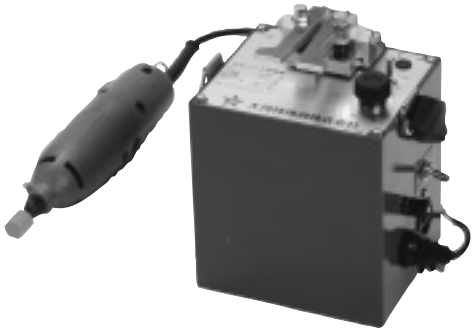


写真4･7　DSバット溶接機およびワイヤグラインダ

(3)エンドレスリール用“エンドレスリール引出し治具”

「エンドレスリール引出し治具」はエンドレスリールを使用して連続稼動するための専用治具です。ワイヤの始終端を接続した2個のエンドレスリールを保持し、ワイヤを円滑に送給装置に送り込みます。

ご使用環境によっては、ワイヤがスプールより外れる恐れがあります。これを防止するためエンドレスリールの回転抵抗を調整する装置「バランスウェイト付ワイヤ押え用レバー」が付属しています。

また、ワイヤ残量の確認の信号を取りだせる「リミットスイッチ取付け座」もオプションとして設定しております。

〈特　長〉

ア．コンパクトで軽量です。

イ．ワイヤのセッティングやバット溶接作業が容易です。

表4･24　エンドレスリール引出し治具の仕様

型式	DS-ES1-T
寸法（mm）	366（W）×270（D）×445（H）
重量（kg）	14
適合スプール型式	LC20

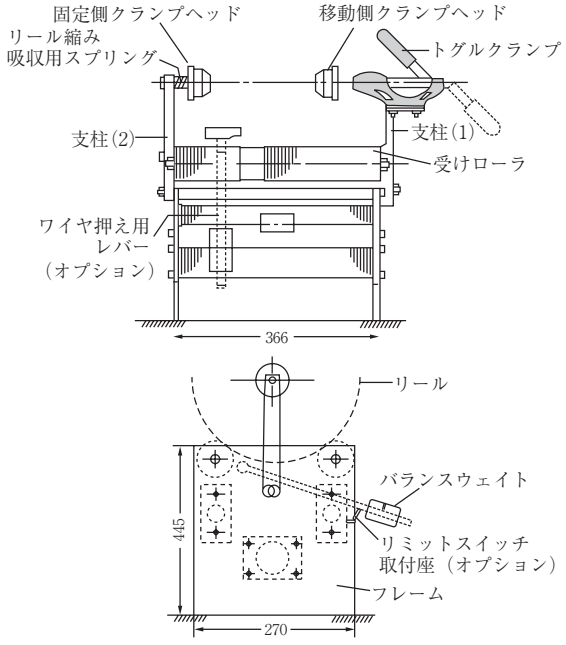


図4･16　各部名称

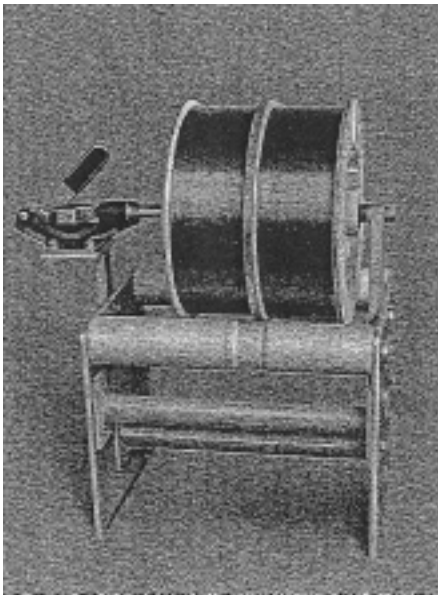


写真4･8　エンドレスリール取付け状況

〈エンドレスリール引出し治具の取扱い手引き〉

・据　付

図4･17に示すように送給装置に向かって、トグルクランプが右手になるように据付けます。

・エンドレスリールの取付け

ワイヤがスプールの下側から送給装置に引出されるように取付けます。
（新しいワイヤは必ず固定クランプ側に取付）

・ワイヤ接続

ワイヤの捩れに注意して、ワイヤを接続します。
（「DSバット溶接機」をお使い下さい）

・エンドレスリールの固定

図4･18に示すようにスプールを回転させながら、ワイヤに緩みがなくワイヤ接続部が新しいワイヤ側になるよう調整した後に、クランプします。
（両エンドレスリールが水平なことを確認）

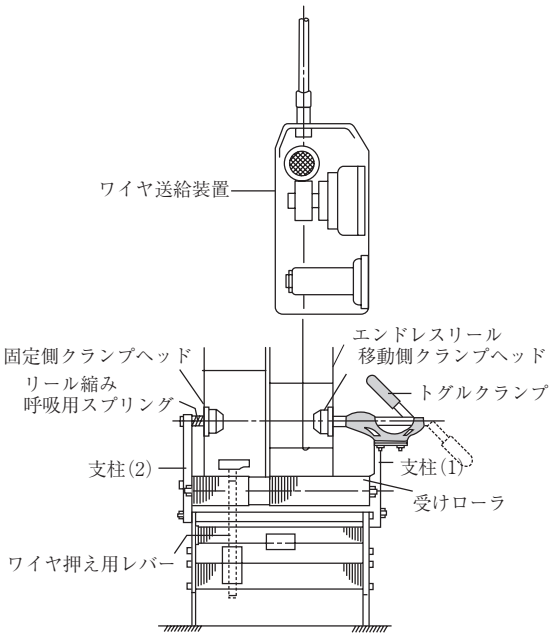


図4･17　概要図

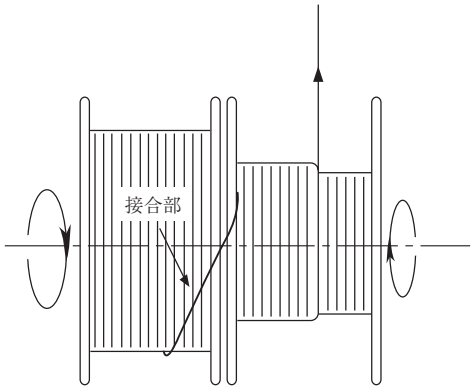


図4･18　エンドレスリールの固定状態

(4)エンドレスパック用“スタンド”および“アクリル板”

「スタンド」および「アクリル板（クリップ付)」はエンドレスパックを使用して連続稼動するための専用治具です。エンドレスパックから送給装置までのコンジットチューブを保持し、円滑なワイヤ送給とパックの乗り移りを実現します。

〈スタンドの特長〉

ア．アームが転回するため、パックの乗り移りが円滑です。

イ．コンパクトで軽量です。

〈アクリル板の特長〉

ア．取付およびワイヤ残量の確認が容易です。

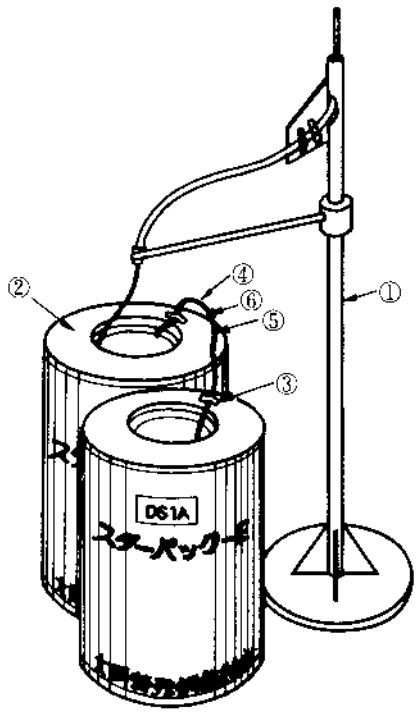
イ．付属クリップの利用により、パック乗り移り時のカラミやモツレが防止できます。

表4･25　スタンドの仕様

型式	DS-ST-1
寸法（mm）	全高：1450、アーム長さ：510
重量（kg）	10

表4･26　アクリル板の仕様

型　式	DS-AL-1	DS-AL-1L	DS-AL-1K
寸法（mm）	φ480- φ340	φ560- φ400	φ630- φ440
適合パック	PT250Eほか	PT300LE	PT400KE



注意事項（ワイヤ引出し性能の確保）

・アームとアクリル板の高さの差
400～500mm

・アームの回転動作範囲を両パックの外側を超えぬよう規制

・両パックの間隔：100mm以下

① スタンド　④ ワイヤ後端
② アクリル板　⑤ ワイヤ先端
③ クリップ　⑥ バット溶接部

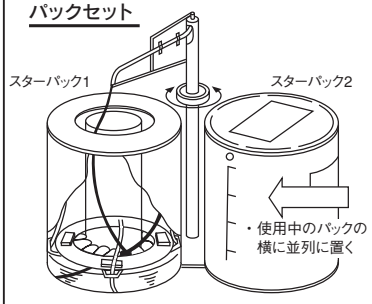
図4･19　エンドレスパックとスタンドおよびアクリル板の組付け概略図

〈エンドレスワイヤ接続手順と取扱いのポイント〉

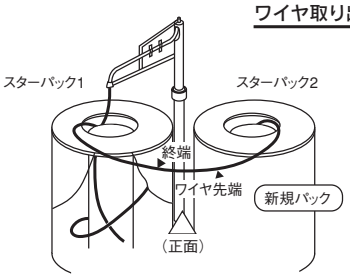
スターパックを例に示します。

手　順　①　スタンドとエンドレスパックを図のように準備して下さい。

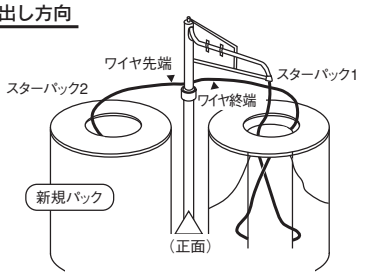
パックセット



ワイヤ取り出し方向



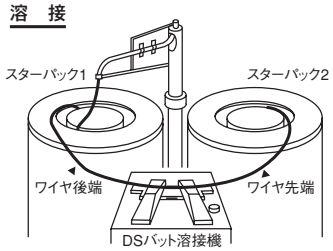
・右側にパックを置いた場合、手前にワイヤを取り出す



・左側にパックを置いた場合、後方にワイヤを取り出す

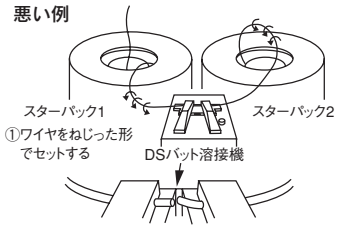
手　順　②　使用中のパックからワイヤ後端を取り出し、新規パックのワイヤ先端とを接合して下さい。

溶　接

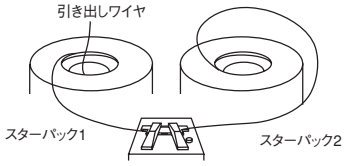


・ワイヤの線グセを合せてきちんと
溶接機にセットして下さい

悪い例



②セットされたワイヤがうまくかみ合ってない



③溶接に必要な長さ以上のワイヤは引き出さ
ない様に注意する

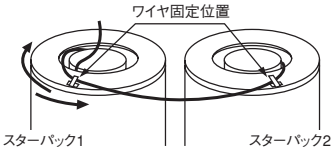
バリ取り　グラインダーで全周を均一に削る

〈悪い例〉

（削り不足）　（削りすぎ）

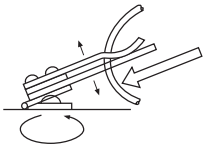
手　順　③　ワイヤ接合部が引き出しの邪魔にならないように、防塵用アクリル板についているクリップで固定して下さい。

ワイヤセット

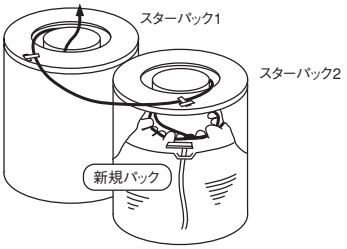


アクリル板を回転させて、付属のクリップを
ワイヤが固定できる適正位置（←）までもって
来る

溶接の際ワイヤを引き出しすぎた場合



ワイヤはクリップ
の奥まで確実に
押し込んで下さい



・余ったワイヤは新規パック押え治具のヒレへ狭んでおく

(5)ペールパック入りワイヤ用“ワイヤ矯正器”

「ワイヤ矯正器」はペールパック入りワイヤの曲がりぐせを簡便に矯正し、真直にするものです。

ワイヤ送給経路が複雑に変化するといった使用環境では、ワイヤの曲がりくせが助長され、溶接品質に悪影響を及ぼす場合があります。ワイヤ矯正器はこのような場合に適用します。

「ワイヤ引出し装置」と組み合わせて使用します。

〈特　長〉

ア．微少なワイヤ矯正が可能です。
イ．コンパクトで軽量です。
ウ．ワイヤ矯正器の多段化が可能です。

表4･27　ワイヤ矯正器の仕様

型式	I-C
寸法（mm）	ϕ98.3－H223
重量（kg）	1.5
ワイヤ径	1.2、1.4、1.6

オプション：防塵用アクリルケース

写真4･9　ワイヤ矯正器

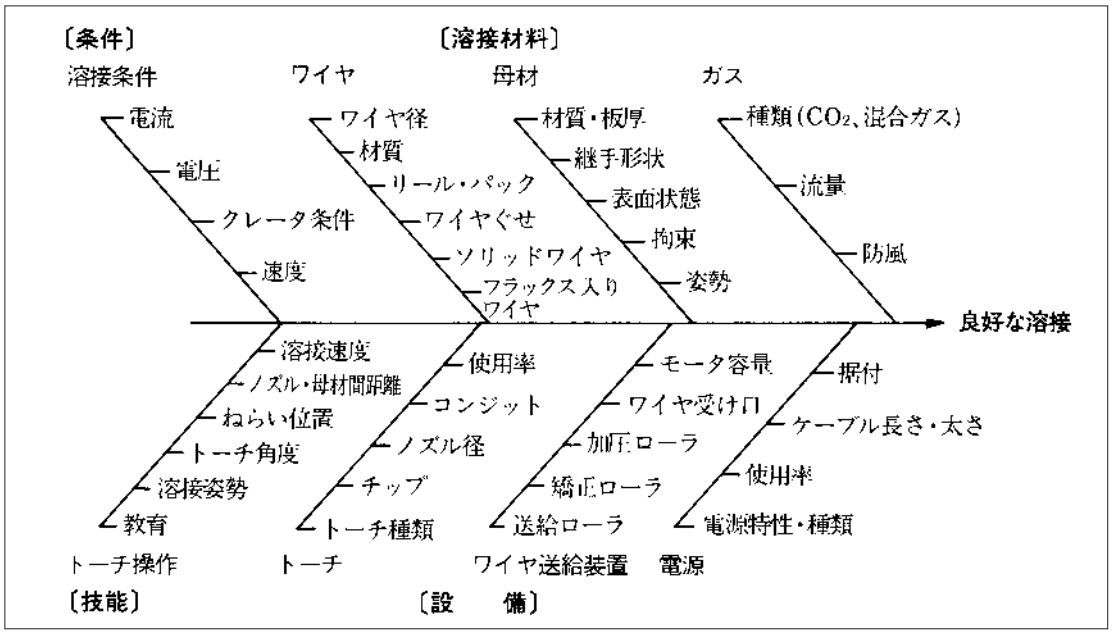
溶接施工

1 溶接施工要因 …… 1
⑴溶接施工上の諸要因 …… 1
⑵溶接条件とその影響 …… 1
2 溶接条件の選定 …… 2
⑴ワイヤ径 …… 2
⑵溶接電流、アーク電圧、溶接速度 …… 3
⑶ワイヤ突出し長さ …… 4
⑷ノズル径・ガス流量 …… 5
⑸溶接姿勢の影響 …… 6
⑹トーチ角度 …… 7
⑺トーチ狙い位置 …… 7
3 溶接条件参考表 …… 9
⑴CO_2溶接 …… 9
⑵MAG溶接 …… 15
⑶パルスMAG溶接 …… 19
4 溶接経費の比較 …… 21
5 アークスポット溶接 …… 22
⑴アークスポット溶接施工時の注意事項 …… 22
⑵使用ワイヤ径 …… 22
⑶鋼材の表面状況 …… 22
⑷アークスポットの形状 …… 23
⑸ノズル形状 …… 24
⑹間隙 …… 24
6 硬化肉盛溶接 …… 25
⑴肉盛溶接の留意事項 …… 25
⑵肉盛用ワイヤと溶着金属の硬さ …… 25

1 溶接施工要因

(1) 溶接施工上の諸要因

表5・1



(2) 溶接条件とその影響

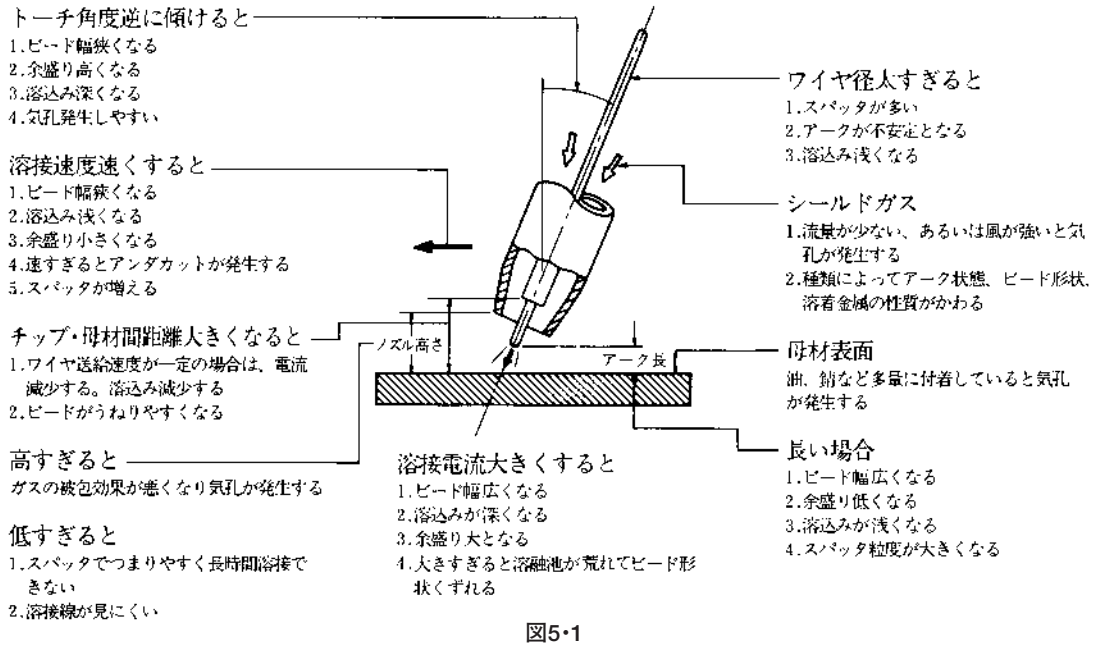


図5・1

2 溶接条件の選定

(1) ワイヤ径

ア．板厚との関係（例）

図5･2は一般的なワイヤ径選定の目安を示したもので実際には、さらに溶接姿勢、開先形状、継手の種類、溶接速度、母材の材質などの諸条件を考慮して、使用ワイヤ径を決定すること。

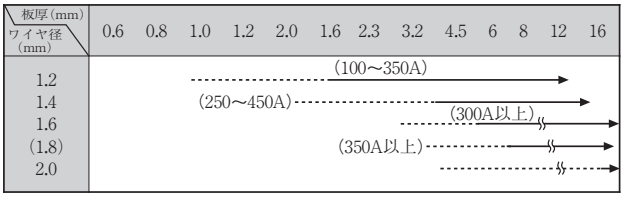


図5･2

イ．溶接電流とワイヤ溶融速度

ワイヤ溶融速度（g/min）＝溶着速度（g/min）×溶着効率であり、ワイヤ溶融速度はワイヤ突出し長さにより変化する。図5･3、図5･4はその一例を示す。

母材の板厚、継手形状、開先形状が決まれば、それに応じて溶着量を算出できる。

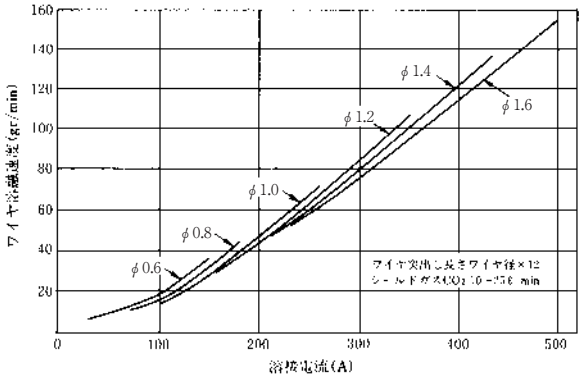


図5･3　溶接電流に対するワイヤ溶融速度

ウ．適正電流・電圧範囲

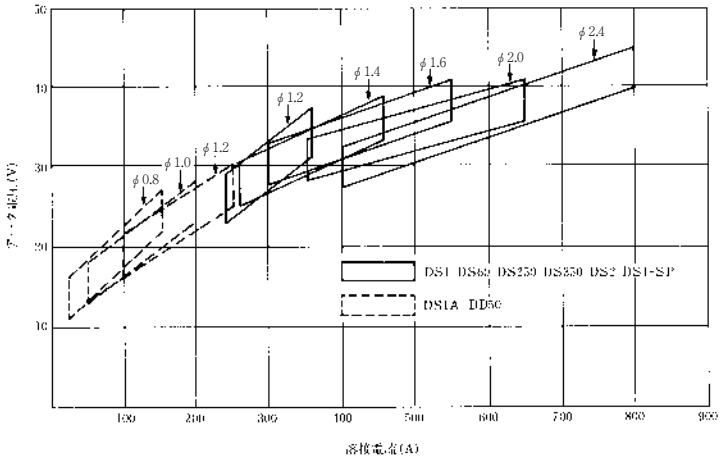


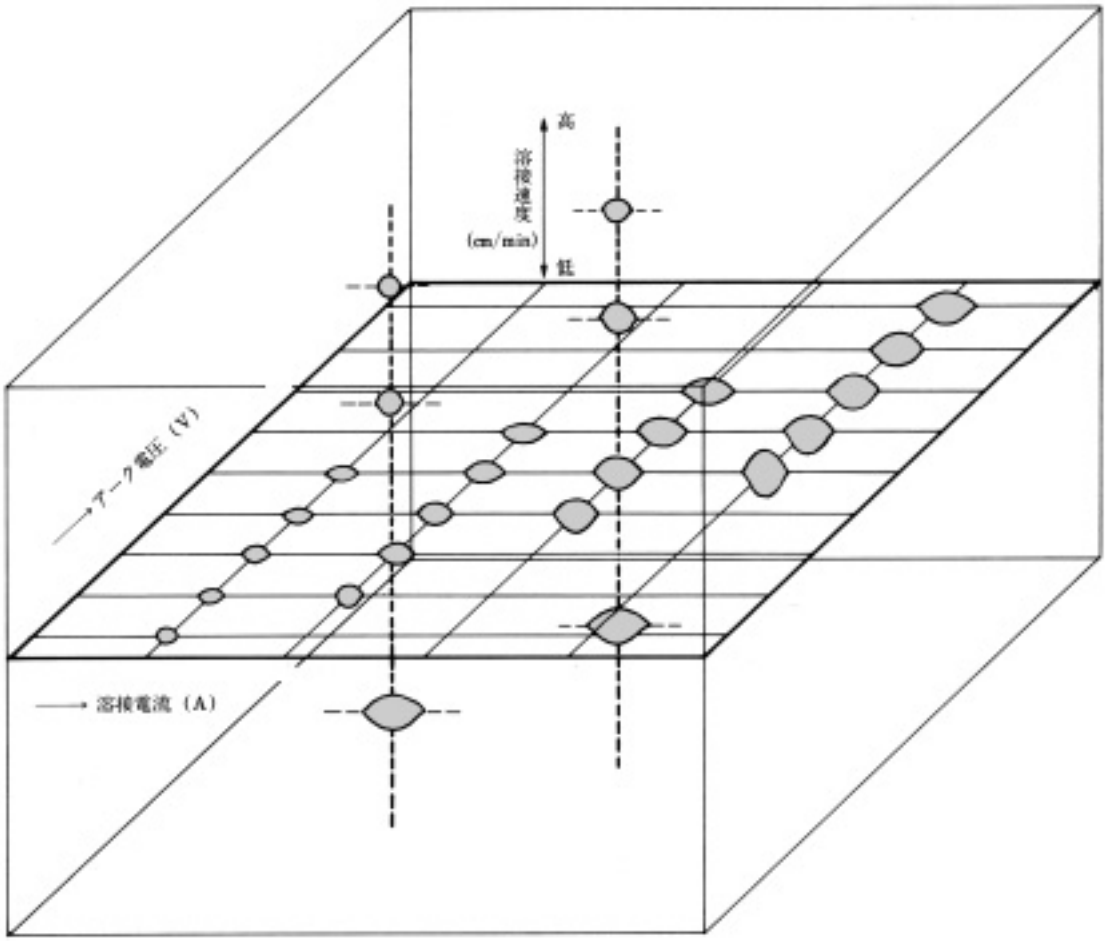
図5･4　ワイヤ径による適正電流・電圧範囲

(2)溶接電流、アーク電圧、溶接速度

電流が高くなると
1.ビード幅広くなる
2.溶込み深くなる
3.余盛り高くなる
4.スパッタ粒小さく、少なくなる
5.高すぎると溶融池が荒れてビード形状くずれる

電圧が高くなると
1.ビード幅広くなる
2.余盛り低くなる
3.バーンバックを生じやすい
4.大粒のスパッタが発生しやすい

速度が速くなると
1.ビード幅狭くなる
2.溶込み浅くなる
3.余盛り低くなる
4.アンダーカットが発生する
5.ハンピングビードになりやすい
6.スパッタが増える



電流が低くなると
1.ビード幅狭くなる
2.溶込み浅くなる
3.余盛り低くなる
4.同一電圧ではスパッタ粒大きくなる
5.低すぎるとアーク長が長くなりビード形状くずれる

電圧が低くなると
1.ビード幅狭くなる
2.余盛り高くなるる
3.スパッタが増える
4.アークが不安定になりやすい

速度が遅くなると
1.ビード幅広くなる
2.溶込み深くなる
3.余盛り高くなる
4.溶融池の垂れが生じやすい
5.オーバラップ生じやすい

図5･5

(3) ワイヤ突出し長さ

ア. 適正ワイヤ突出し長さ

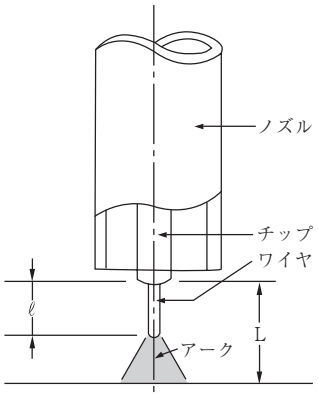


図5･6　ワイヤ突出し長さ*l*とチップ・母材間距離L

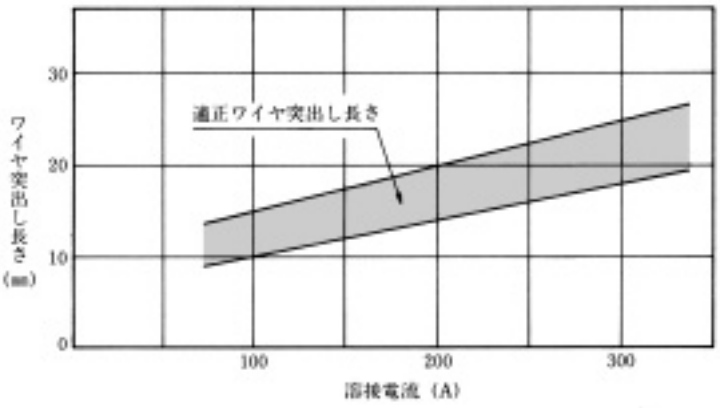


図5･7　溶接電流に対する適正ワイヤ突出し長さ

イ. ワイヤ突出し長さと電流変化

ワイヤ突出し長さ（チップ・母材間距離）は溶接電流、ワイヤ溶融速度に影響を及ぼす。

・ワイヤ突出し長さを長くすると同一ワイヤ送給速度において溶接電流は小さくなる。

・ワイヤ溶融速度は同一電流においてワイヤ突出し長さを長くすると増加する。

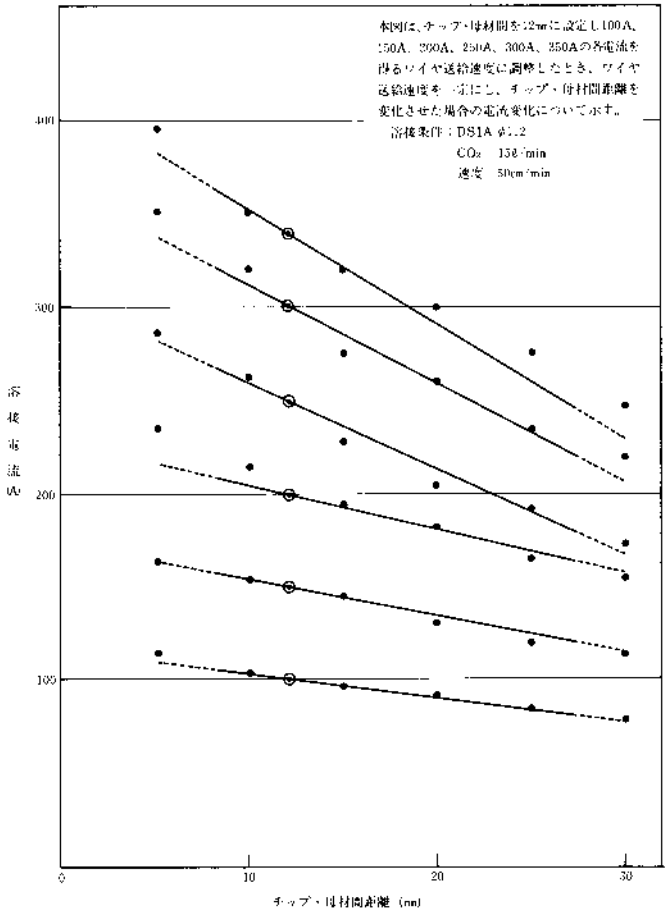


図5･8　チップ・母材間距離と溶接電流

(4) ノズル径・ガス流量

ア. 適正ノズル径・ガス流量

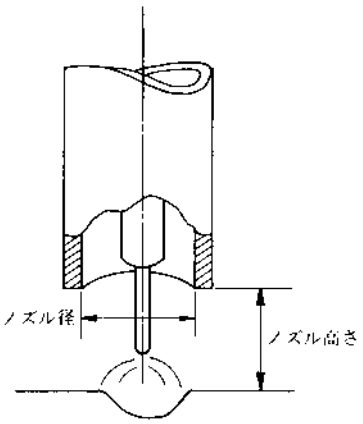
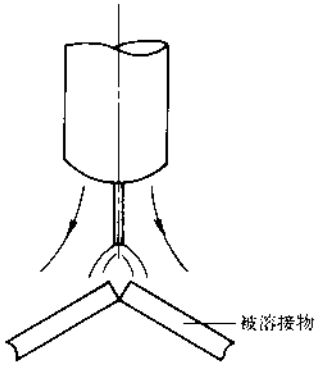


図5･9

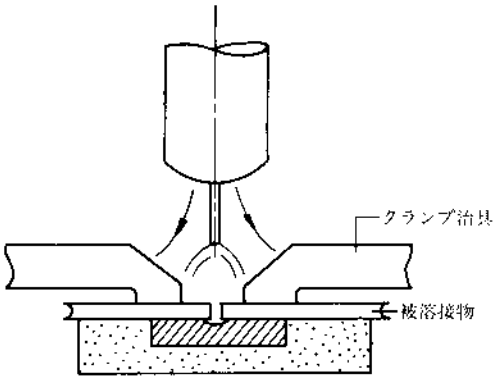
表5･2　適正ノズル径・適正シールドガス流量の目安

ノズル径(mm) ＼ 電流(A)	100	200	300	400	500
14	10～20 l/min				
16		15～20			
19			20～25		
22				25～30	
24					25～35



シールドガスをやや多くする場合

図5･10（a）



シールドガスをやや少なくする場合

図5･10（b）

(5)溶接姿勢の影響

ア．下進溶接

下進溶接では湯の先行が生じ、いわゆる“ざぶとん”アークになるので、ビード外観・形状は良好であるが、溶込みが浅くなるので注意する必要がある。

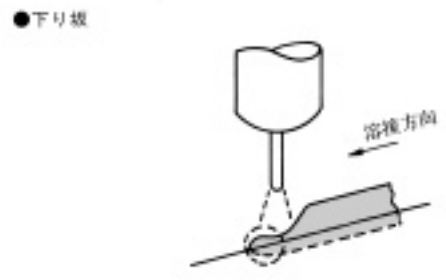


図5･11（a）

イ．上進溶接

上進溶接では逆に湯が後方に押し上げられ、母材に直接アークしやすいので溶込みは深くなるが余盛高でかつアンダーカットを生ずる傾向となる。

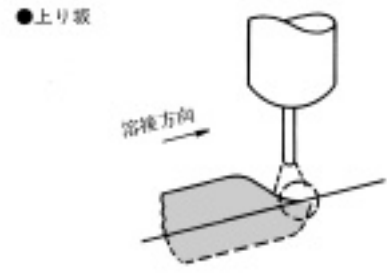


図5･11（b）

（参考）

円周溶接

円周溶接の場合、トーチねらい位置はオフセット量で表わされ、ねらい位置によってビード形状、溶込み形状が大きく変化するので適正な位置を設定することが望ましい。

下向位置ａに対しｃ側では下進姿勢となり、ｄ側では上進姿勢となる。

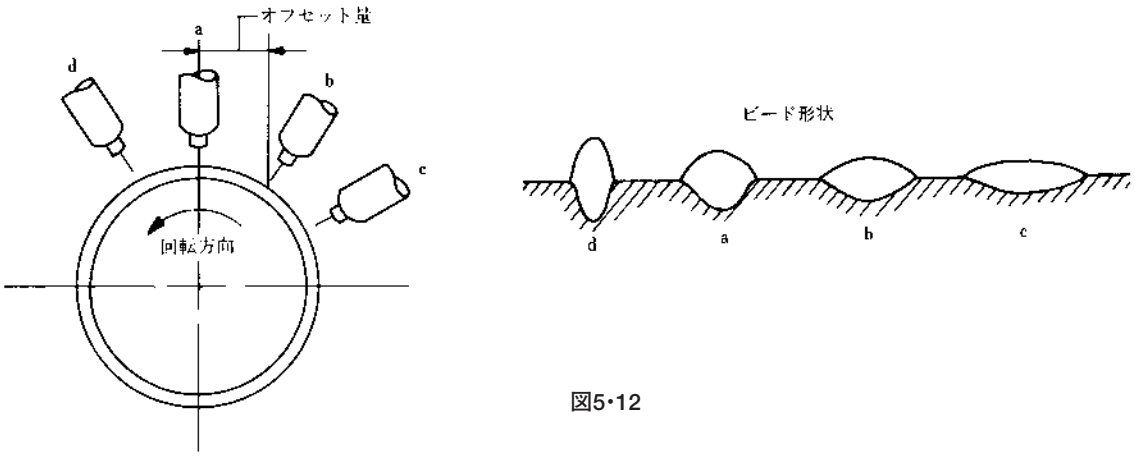


図5･12

(6) トーチ角

前進角（前進溶接）

一般的には、前進角が大きすぎると溶融金属が前方に押され、その上にアークが発生するので溶込みが浅くなる傾向にある。またスパッタ発生量も多くなる。

図5･13

後退角（後進溶接）

アーク力により溶融金属が後方へ押し上げられ、母材に直接アークが発生しやすく溶込みが深く余盛高になる傾向にある。開先内溶接など湯の先行を生じやすい場合は、後退角を適用する溶接（後進溶接）が望ましい。

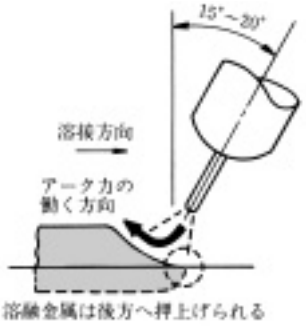


図5･14

(7) トーチ狙い位置

水平すみ肉溶接では垂直板側にアンダーカット、水平板側にオーバーラップを生じ易い傾向にある。250A以上ではワイヤ溶融量も多くアーク力、重力の影響を受け、これらの欠陥を生じ易いのでワイヤ狙い位置を水平板側に1～2mmずらす方が望ましい。

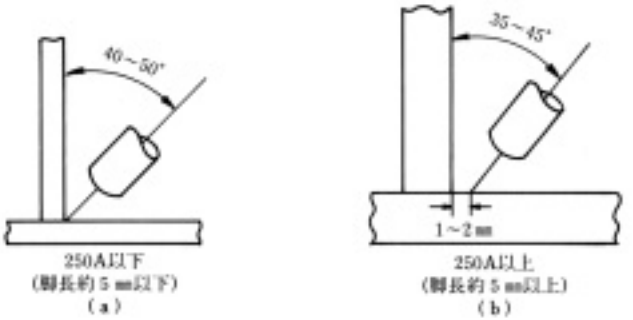


図5･15

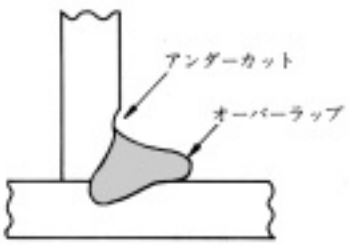


図5･16

参考：溶接条件の設定手順例

すみ肉溶接条件の設定例（参考）

●手順 1
継手形状より必要溶着量を算出する。
（必要溶着量：A(g/m)

0.6×0.6×1/2×100×7.85(比重)
＝141.3g/m
（二等辺三角形として計算した場合）

●手順 2
溶着効率から必要ワイヤ溶融量を算出する。必要ワイヤ溶融量：M(g/m)
＝A×1/η（溶着効率%）×100

η＝95%
141.3g/m×1/95×100＝148.7g/m

●手順 3
溶接速度S(cm/min)を定め、必要ワイヤ溶融量からワイヤ溶融速度を算出する。
ワイヤ溶融速度：Dg/min
＝M×1/100×S

S＝60cm/min
148.7g/m×1/100×60cm/min
＝89.2g/min

●手順 4
ワイヤ径、ワイヤ突出し長さを定め電流―ワイヤ溶融速度の図よりD値の溶接電流を求める。

ワイヤ径＝1.2mm、
ワイヤ突出し長さ－20mm
図5･17より、溶接電流＝290A

●手順 5
溶接電流からアーク電圧の目安を設定し、アーク出しにより、最適アーク電圧を決める。

図5･4 より、アーク電圧 26～33V
電圧計算0.036×290＋20±α＝30.4－α
アーク電圧の目安：30 V前後

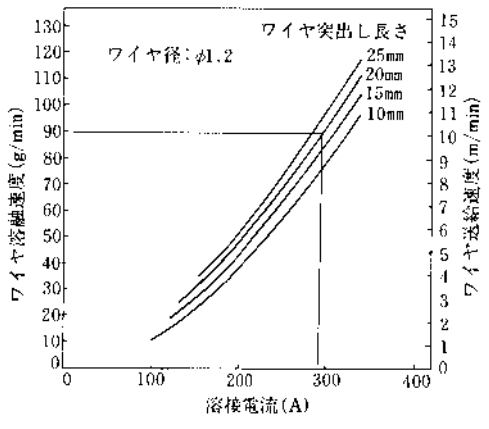


図5･17　ワイヤ溶融速度・ワイヤ送給速度と溶接電流例

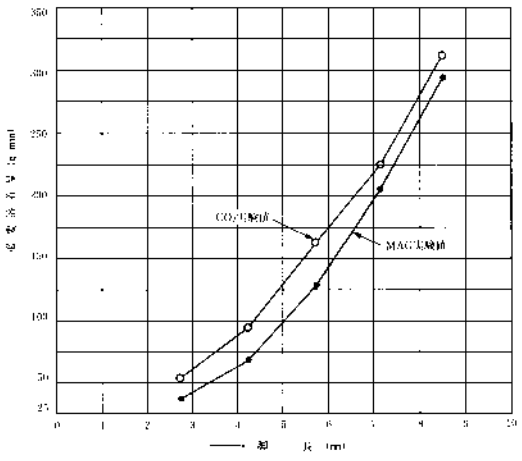


図5･18　水平すみ肉溶接における脚長と必要溶着量

3 溶接条件参考表

(1) CO_2溶接

ア. Ⅰ形下向突合せ溶接条件（裏当て金なし）

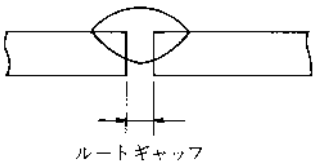


表5･3

板　厚 (mm)	ワイヤ径 (mm)	ルート間隔 (mm)	電　流 (A)	電　圧 (V)	速　度 (cm/min)	ワイヤ突出し長さ (mm)	シールドガス流量 (l /min)
6	1.2	0	270～300	27～30	60～70	10～15	20
	1.2	1.2～1.5	200～230	24～25	30～35	10～15	10～15
8	1.2	0～1.2	300～350	30～35	30～40	15～20	20
	1.6	0～1.2	380～420	37～38	40～50	15～20	20
12	1.6	0～1.2	420～480	38～41	50～60	20～25	20

イ. Ⅰ形下向突合せ溶接条件例（裏当て金あり）

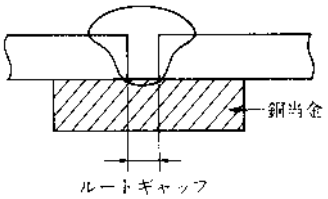


表5･4

板　厚 (mm)	ワイヤ径 (mm)	ルート間隔 (mm)	電　流 (A)	電　圧 (V)	速　度 (cm/min)	ワイヤ突出し長さ (mm)	シールドガス流量 (l /min)	銅 当 金
6	1.2	0～0.8	280～330	28～33	35～45	15～20	20	板厚12mm以上 水冷式 溝付 深さ3～4mm 幅　6～8mm
	1.6	0～0.8	380～420	37～38	40～45	15～20	20	
9	1.6	0～0.8	400～450	37～40	35～40	15～20	20	

ウ．V形下向突合せ溶接条件例（裏当て金あり）

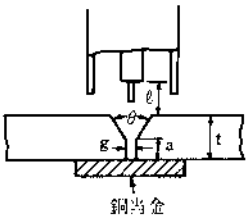


表5･5

板　厚 (mm)	継手形状寸法			溶接順序	ワイヤ径 (mm)	速　度 (cm/min)	先端距離 (l mm)	電　流 (A)	電　圧 (V)	シールドガス流量 (l /min)
	(θ)	(amm)	(gmm)							
10	45	5	1.0	1	1.6	50～60	12	460～500	36～38	25
12	45	5	1.0	1	1.6	35～45	12	490～520	36～38	25
16	45	4	1.0	1	1.6	45～55	10	490～520	36～38	25
				2	1.6	40～50	15	490～520	36～38	25
20	45	4	1.0	1	1.6	40～50	8	400～520	35～36	25
				2	1.6	40～50	10	480～500	36～38	25
				3	1.6	40～50	15	480～500	37～39	25
25	45	3	1.0	1	1.6	40～50	8	500～540	36～38	25
				2	1.6	35～45	10	480～500	36～38	25
				3	1.6	35～45	15	480～500	37～39	25

エ．X形下向突合せ溶接条件例

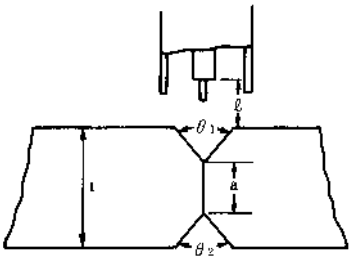


表5･6

板　厚 (mm)	開先角度 (θ_1、θ_2度)	突 合 部 (a mm)	ワイヤ径 (mm)	溶接手順	速　度 (cm/min)	電　流 (A)	電　圧 (V)	先端距離 (l mm)	シールドガス流量 (l /min)
16	45	6	1.6	1（表） 2（裏）	50～60 50～60	460～500 460～500	36～38 36～38	10 10	25 25
20	45	6	1.6	1（表） 2（裏）	50～60 50～60	480～500 480～500	36～38 36～38	8 8	25 25
25	45	6	2.0	1（表） 2（裏）	45～55 45～55	500～540 500～540	37～40 37～40	8 8	25 25
32	45	6	2.0	1（表） 2（裏）	28～32 28～32	520～560 520～560	37～40 37～40	8 8	25 25

オ．下向すみ肉溶接条件例

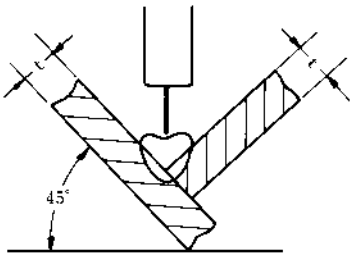


表5･7

板　厚 (mm)	脚　長 (mm)	ワイヤ径 (mm)	電　流 (A)	電　圧 (V)	速　度 (cm /min)	ワイヤ突出し長さ (mm)	シールドガス流量 (l /min)
6	4～4.5	1.2	300～330	30～35	60～70	15～20	20
	6～7	1.2	300～350	30～35	40～45	15～20	20
	6～7	1.6	380～400	37～38	45～50	15～20	20
8	6	1.2	300～350	30～36	40～45	15～20	20
	8～9	1.6	430～480	38～42	40～45	15～20	20
12	10	1.6	430～480	38～42	30～40	15～20	20
	12～13	1.6	450～480	39～42	25～30	20～25	20

カ．水平すみ肉一層溶接条件例

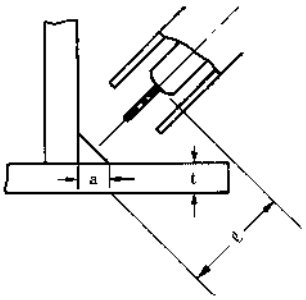


表5･8

板　厚 (mm)	脚　長 (mm)	ワイヤ突出し長さ (mm)	ワイヤ径 (mm)	速　度 (cm /min)	電　流 (A)	電　圧 (V)	シールドガス流量 (l /mm)
3.2	3	12	1.2	120	310～320	30～31	20
4.5	4	12	1.2	120	360～380	33～34	20
6	5	15	1.2	120	420～440	35～37	20
8	6	20	1.6	100	420～440	35～37	20
10	8	20	1.6	60	420～440	35～37	20

キ．立向下進突合せ溶接条件例

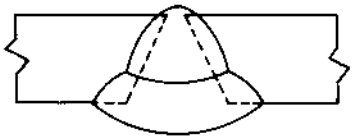
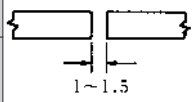
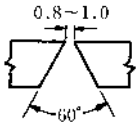
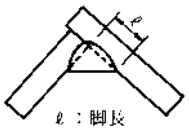


表5･9

板　厚 (mm)	開 先 形 状	ワイヤ径 (mm)	パス数	電　流 (A)	電　圧 (V)	速　度 (cm/min)	ワイヤ突出し長さ (mm)	シールドガス流量 (*l* /min)	備　考
2		0.9	1	110～120	20～21	50～70	10	15～20	
3		1.0	1	160～170	22～24	40～50	12	15～20	
6		1.0	2	130～140	22～23	30～40	12	15～20	裏波溶接
12		1.0	4～5	130～140 160～170	22～23 22～24	20～40 20～40	12	15～20	

ク．立向下進すみ肉溶接条件例

表5･10

脚　長 (mm)	開 先 形 状	ワイヤ径 (mm)	パス数	電　流 (A)	電　圧 (V)	速　度 (cm/min)	シールドガス流量 (*l* /min)
5		1.2	1	180～220	22～24	40～50	15～20
8		1.2	1	180～220	22～24	25～30	15～20
10		1.2	3	180～220 180～220 180～220	22～24 22～24 22～24	50～70 50～70 50～70	15～20

ケ．立向上進突合せ溶接条件例

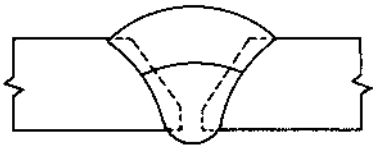
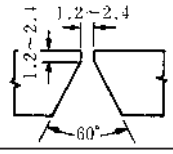
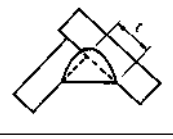


表5･11

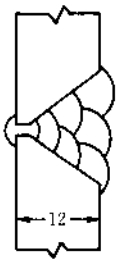
板　厚 (mm)	開 先 形 状	ワイヤ径 (mm)	パス数	電　流 (A)	電　圧 (V)	速　度 (cm/min)	シールドガス流量 (*l* /min)	備　考
6		1.0	1	140～160	20～21	7～12	15	裏波溶接
12		1.0	2	130～140 140～160	19～20 20～21	7～12 5～8	15	

コ．立向上進すみ肉溶接条件例

表5･12

脚　長 (mm)	開 先 形 状	ワイヤ径 (mm)	パス数	電　流 (A)	電　圧 (V)	速　度 (cm/min)	シールドガス流量 (*l* /min)
5		0.9	1	110～140	18～20	10～15	20
8		1.2	1	120～150	19～22	8～12	20
18		1.2	1	120～150	19～22	5～8	20
12		1.2	1	130～180	20～23	3～5	20

サ．横向溶接条件例



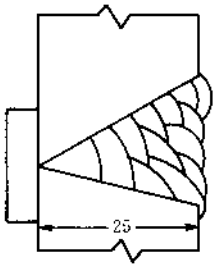
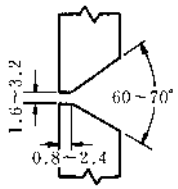
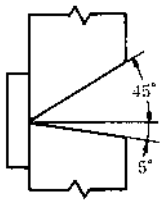
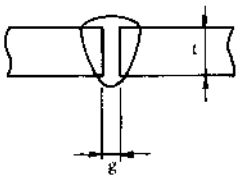
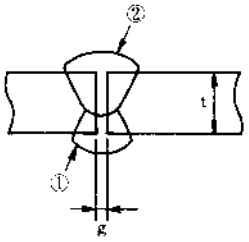


表5･13

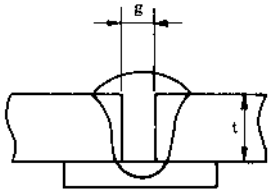
板　厚 (mm)	開 先 形 状	ワイヤ径 (mm)	パス数	電　流 (A)	電　圧 (V)	速　度 (cm/min)	シールドガス流量 (l /min)	備　考
6		1.0	4	1パス 130～140 2～4パス 150～160	19～20 20～21	18～22 15～25	15	裏波溶接
12		1.0	7	1パス 130～140 2～7パス 150～160	19～20 20～21	18～22 15～25	15	
15		1.2	7	1～4パス 240～260 5～7パス 200～240	25～29 24～26	30～40 40～50	20	
25		1.6	13	1～10パス 280～310 11～13パス 260～300	27～32 26～30	35～45 40～50	20	

(2)MAG溶接

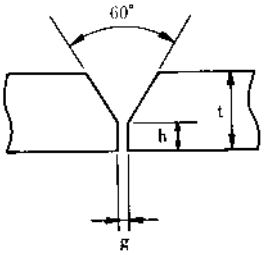
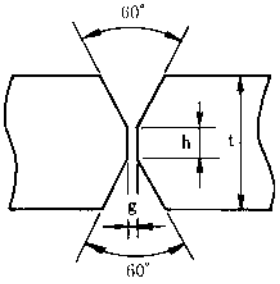
ア．Ⅰ形突合せ溶接条件例（裏当て金なし）　表5･14

板　厚 (mm)	ルート ギャップ g(mm)	ワイヤ径 (mm)	電　流 (A)	電　圧 (V)	速　度 (cm/min)	シールド ガス流量 (l /min)	パス数		開先形状
0.8	0	0.6～0.8	30～40	15	40～50	10～15	1		
1.0	0	0.8～0.9	50～60	15	35～50	10～15	1		
1.2	0	0.8～0.9	60～70	15～16	35～50	15	1		
1.6	0	0.9～1.2	100～110	16～17	40～60	15	1		
2.0	0.8	1.0～1.2	100～120	16～18	50～60	15	1		
2.3	0.8～1.2	1.0～1.2	110～130	17～19	50～60	15	1		
3.2	1.0～1.5	1.2	120～140	17～19	30～40	15	1		
4.5	0.5	1.2	150～160	17～19	40～50	15	①	1	
			160～160	18～20	50～60	15	②	1	
6.0	1.0	1.2	220～230	21～23	40～50	15～20	①	1	
			230～250	22～25	50～60	15～20	②	1	
9.0	1.0	1.2	230～250	23～26	40～50	20	①	1	
			270～290	27～30	50～60	20	②	1	

イ．Ⅰ形突合せ溶接条件例（裏当て金あり）　表5･15

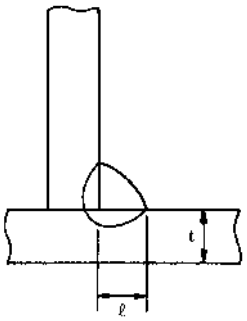
板　厚 (mm)	ルート ギャップ g(mm)	ワイヤ径 (mm)	電　流 (A)	電　圧 (V)	速　度 (cm/min)	シールド ガス流量 (l /min)	パス数	開先形状
2.3	1.2	1.2	130～140	17～19	50～60	15	1	
3.2	1.5	1.2	160～180	18～20	60～70	15～20	1	
4.5	2.0	1.2	210～230	21～23	60～70	20	1	
6.0	2.0	1.2	240～260	24～26	50～60	20	1	

ウ．V.X形突合せ溶接条件例　表5･16

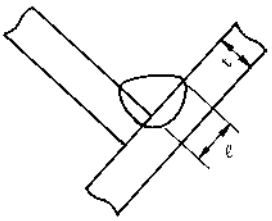
板厚 t(mm)	ルートギャップ g(mm)	ルート面 h(mm)	ワイヤ径 (mm φ)	電流 (A)	電圧 (V)	速度 (cm/min)	シールドガス (ℓ/min)	パス数		開先形状
12	0～0.5	4～6	1.2	300～350	30～33	30～40	20～25	表	2	
				300～350	30～33	45～50	20～25	裏*		
			1.6	380～420	34～37	40～50	20～25	表	2	
				380～420	34～37	50～55	20～25	裏*		
16	0～0.5	4～6	1.2	320～350	31～33	25～30	20～25	表	2	
				320～350	31～33	30～35	20～25	裏*		
			1.6	390～420	34～37	30～35	20～25	表	2	
				390～420	34～37	35～40	20～25	裏*		
16	0	4～6	1.2	300～350	30～33	30～35	20～25	表	2	
				300～350	30～33	30～35	20～25	裏		
			1.6	380～420	34～37	35～40	20～25	表	2	
				380～420	34～37	35～40	20～25	裏		
19	0	4～6	1.6	400～450	34～38	25～30	20～25	表	2	
				400～450	34～38	25～30	20～25	裏		
			1.6	400～420	34～37	45～50	20～25	1	表・裏4	
				400～420	34～37	35～40	20～25	2		

＊裏ハツリ有り

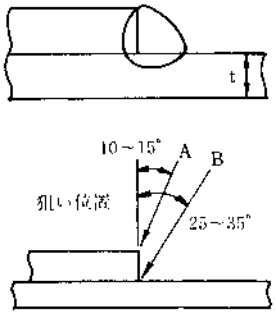
エ．水平すみ肉溶接条件例　表5･17

板　厚 (mm)	脚　長 l (mm)	ワイヤ径 (mm)	電　流 (A)	電　圧 (V)	速　度 (cm/min)	シールドガス流量 (l/min)	パ ス 数	継　手　形　状
2.3	3.0～3.5	1.0 1.2	110～130	16～18	35～45	15～20	1	
3.2	3.5～4.0	1.0 1.2	130～150	17～19	35～45	15～20	1	
4.5	4.5～5.0	1.2	200～250	21～24	45～55	20	1	
6	5.0～6.0	1.2	270～300	27～30	45～50	20	1	
9	6.0～7.0	1.2	280～320	27～31	40～50	20	1	
		1.6	360～400	32～36	45～55	20～25	1	
12	7.0～8.0	1.2	300～350	30～34	30～35	20～25	1	
		1.6	380～410	33～37	40～50	20～25	1	

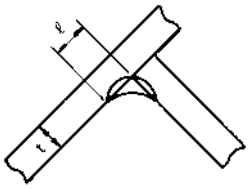
オ．下向すみ肉溶接条件例　表5･18

板　厚 (mm)	脚　長 l (mm)	ワイヤ径 (mm)	電　流 (A)	電　圧 (V)	速　度 (cm/min)	シールドガス流量 (l/min)	パ ス 数	継　手　形　状
2.3	3.0～3.5	1.0 1.2	120～140	17～19	40～50	15～20	1	
3.2	3.5～4.0	1.0 1.2	140～170	18～20	45～55	15～20	1	
4.5	4.5～5.0	1.2	200～250	21～24	45～55	20	1	
6	5.0～6.0	1.2	270～300	26～30	40～50	20	1	
9	6.0～8.0	1.2	300～350	30～34	40～50	20～25	1	
		1.6	360～400	32～36	45～60	20～25	1	
12	10.0～12.0	1.2	320～350	31～34	25～35	20～25	1	
		1.6	400～430	35～38	25～40	20～25	1	

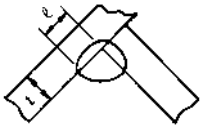
カ．重ねすみ肉溶接条件例　表5･19

板　厚 (mm)	ワイヤ径 (mm)	電　流 (A)	電　圧 (V)	速　度 (cm/min)	シールドガス流量 (*l* /min)	狙い位置	パ ス 数	継　手　形　状
1.2	0.8～1.0	80～100	16～17	50～60	10～15	A	1	
1.6	0.9～1.2	100～120	17～19	50～60	10～15	A	1	
2.0	1.0～1.2	100～130	17～20	50～60	15～20	AまたはB	1	
2.3	1.0～1.2	120～140	17～20	45～55	15～20	B	1	
3.2	1.2	130～160	17～20	45～55	15～20	B	1	
4.5	1.2	150～200	18～20	45～55	20	B	1	

キ．立向すみ肉下進溶接例　表5･20

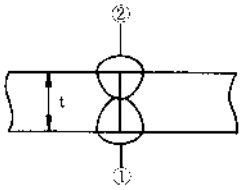
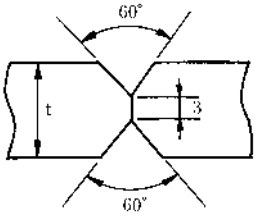
板　厚 (mm)	脚　長 *l* (mm)	ワイヤ径 (mm)	電　流 (A)	電　圧 (V)	速　度 (cm/min)	シールドガス流量 (*l* /min)	パ ス 数	継　手　形　状
1.2	1.5～2.0	0.8～1.0	60～90	16～17	50～65	10～15	1	
1.6	2.0～3.0	1.0～1.2	90～120	16～17	50～65	10～15	1	
2.3	3.0～4.0	1.0～1.2	110～140	17～18	50～65	15～20	1	
3.2	4.0～5.0	1.2	130～160	17～19	50～65	15～20	1	
4.5	5.0～6.0	1.2	150～180	18～20	50～60	20	1	
6.0	6.0～7.0	1.2	170～200	18～21	50～60	20	1	

ク．立向すみ肉上進溶接例　表5･21

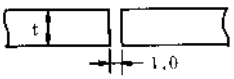
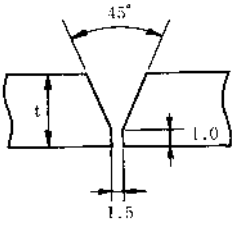
板　厚 (mm)	脚　長 *l* (mm)	ワイヤ径 (mm)	電　流 (A)	電　圧 (V)	速　度 (cm/min)	シールドガス流量 (*l* /min)	パ ス 数	継　手　形　状
9.0	7.0～8.0	1.2	130～150	17～20	5～15	15～20	1	
12.0	10～12	1.2	140～160	17～20	5～15	20	1	

(3)パルスMAG溶接

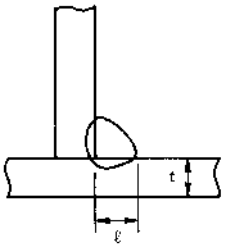
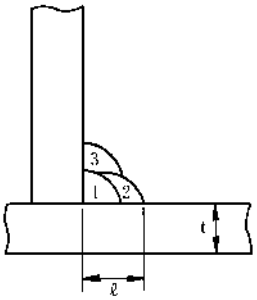
ア．下向突合せ,両面溶接　表5･22

板　厚 (mm)	ワイヤ径 (mm)	パ ス 数	電　流 (A)	電　圧 (V)	速　度 (cm/min)	シールドガス流量 (l /min)	開　先　形　状
6.0	1.2	①	160～180	25～27	25～35	20	
		②	170～190	26～28	25～35	20	
9.0	1.2	①	260～280	29～31	25～35	20	
		②	280～300	30～32	25～35	20	
12.0	1.2	1	270～290	30～32	35～45	20	
		2	320～340	33～35	35～45	20～25	
19.0	1.2	表1．2	290～310	31～33	40～50	20	
		裏1	330～350	33～35	40～50	20～25	
		裏2	270～290	30～32	40～50	20	

イ．下向突合せ片面溶接　表5･23

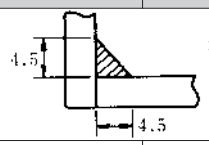
板　厚 (mm)	ワイヤ径 (mm)	パ ス 数	電　流 (A)	電　圧 (V)	速　度 (cm/min)	シールドガス流量 (l /min)	開　先　形　状
3.2	1.2	1	130～150	24～25	45～55	15～20	
6.0	1.2	1	120～140	23～24	20～30	15～20	
		2	140～160	25～27	20～30	20	
12.0	1.2	1	180～190	24～25	20～25	20	
		2	200～210	26～27	20～30	20	
		3	200～210	26～27	20～30	20	

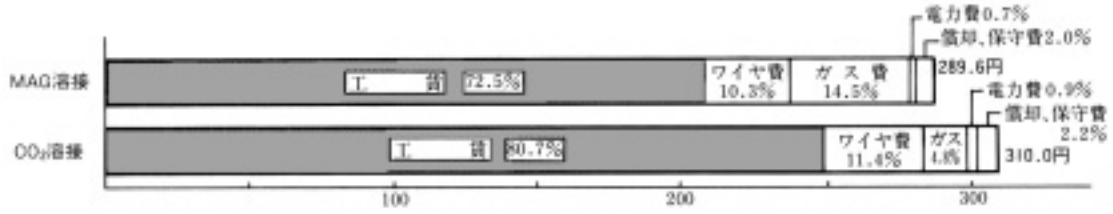
ウ．水平すみ肉溶接　表5･24

板　厚 (mm)	脚　長 l (mm)	ワイヤ径 (mm)	パ ス 数	電　流 (A)	電　圧 (V)	速　度 (cm/min)	シールドガス流量 (l /min)	開　先　形　状
3.2	3～4	1.2	1	140～160	26～27	55～65	20	
4.5	4.5～5.5	1.2	1	160～180	26～27	35～45	20	
6.0	5.5～6.5	1.2	1	190～210	27～28	35～45	20	
9.0	7.0～8.0	1.2	1	240～260	29～30	30～40	20	
12.0	9.0～11.0	1.2	1	180～200	26～27	40～50	20	
			2	180～200	26～28	40～50	20	
			3	180～200	26～28	40～50	20	
16.0	11～13	1.2	1	220～230	26～28	40～50	20	
			2	220～230	26～28	40～50	20	
			3	210～220	26～28	40～50	20	

4 溶接経費の比較

表5･25　水平すみ肉溶接における溶接経費比較

溶接方法		MAG溶接	CO_2溶接	備　考
継手形状				
溶接条件	ワイヤ径　(mm)	1.2	1.2	
	溶接電流　(A)	180*	180*	＊印は実験値を示す。 MAG溶接はビード形状が平滑になるため、溶接速度が速く、ワイヤの使用量が少ない。 （計算上の必要な金属量＝79.5 g/m）
	アーク電圧　(V)	18*	20*	
	溶接速度　(cm/min)	48*	40*	
	シールドガス流量　(l/min)	20*	20*	
	ワイヤ使用量　(g/m)	85*	111*	
	アーク時間　(min)	2.1	2.5	
材料費の計算	ワイヤ単価　(円/kg)	350	350	ワイヤ使用量×ワイヤ単価
	ワイヤ費　(円/m)	0.085×350＝29.8	0.101×350＝35.4	
	ガス単価　(円/l)	1.00（1,000円/m^3）	0.30（150円/kg）	ガス流量×アーク時間×ガス単価
	ガス費　(円/m)	20×2.1×1.0＝42.0	20×2.5×0.3＝15.0	
工賃の計算	アーク発生率　(%)	50	50	$\frac{\text{アーク時間}}{\text{アーク発生率}}\times 100$
	作業時間　(min/m)	2.1/50×100＝4.20	2.5/50×100＝5.00	
	工賃単価(円/時間)	3,000	3,000	作業時間×工賃単価×1/60
	工賃　(円/m)	4.20×3,000×1/60＝210	5.00×3,000×1/60＝250	
その他	溶接機価格　(円)	550,000	550,000	
	電力費(18円/KWH)　(円/m)	$\frac{180\times18\times2.1}{60\times1,000}\times18=2.0$	$\frac{180\times20\times2.5}{60\times1,000\times18}=2.7$	$\frac{\text{電流}\times\text{電圧}\times\text{アーク時間}}{60\times1,000}\times$単価
	償却費　(円/m)	$\frac{550,000\times4.20}{5\times250\times8\times60}=3.9$	$\frac{550,000\times5.00}{5\times250\times8\times60}=4.6$	$\frac{\text{溶接機価格}\times\text{作業時間}}{5(\text{年})\times250(\text{日})\times8\text{時間}\times60(\text{分})}$
	保守費　(円/m)	$\frac{550,000\times0.1\times4.20}{250\times8\times60}=1.9$	$\frac{550,000\times0.1\times5.00}{250\times8\times60}=2.3$	$\frac{\text{溶接機価格}\times0.1\times\text{作業時間}}{250(\text{日})\times8(\text{時間})\times60(\text{分})}$
溶接費（円／m）	ワイヤ費	29.8	35.4	
	ガス費	42.0	15.0	
	電力費	2.0	2.7	
	償却保守費	5.8	6.9	
	工賃	210	250	
	合計	289.6	310	



5 アークスポット溶接

CO_2溶接による深溶込みを利用してアークスポット溶接を行うことができる。

(1) アークスポット溶接施工時の注意事項

ア．板厚

アークスポットの強度はナゲット径の大きさにより決まるので点円の大きさが同じでも上側の鋼板が薄い程、ナゲット径は大きくなる。そのため薄板側からアークスポットすることが望ましい。(図5･19)

板厚が１mm程度では適当な裏当てを用いる。また、板厚が１mm程度では上板側に孔をあける栓溶接法により細径ワイヤ低電流溶接法にて行う場合もある。一般に上側の板厚が3.2mm程度の厚さまでは穿孔は不要であるがとくに要求される場合には孔あけして栓溶接とする。(図5･20)、(図5･21)

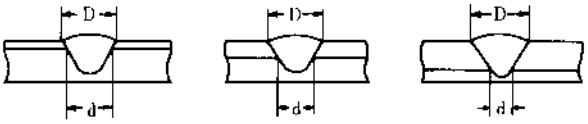


図5･19　アーク・スポット

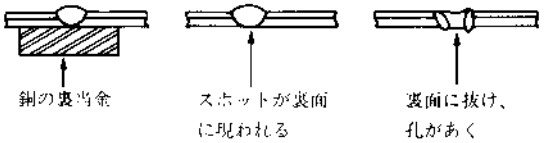


図5･20　極めて薄い板のスポット溶接には裏当金を用いる

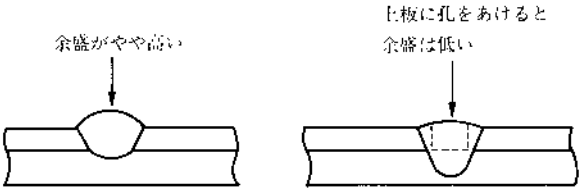


図5･21　アーク・スポットの余盛と孔あけとの関係

(2) 使用ワイヤ径

使用ワイヤ径は鋼板の板厚によって変える。上側の鋼板が1.2mm、下側の鋼板が1.6mm以上のときはϕ1.6（1.4）ワイヤ、これら以下の場合はϕ1.2ワイヤを使用。

(3) 鋼材の表面状況

抵抗溶接の場合のような表面処理は必要でないが、あまりひどい表面の油や錆は有害である。

錆止めペイントを塗布する場合は、ブローホール等の内部欠陥を生じやすい。

図5･22　ペイントを塗布した鋼板の溶接

(4)アークスポットの形状

主要なアークスポット溶接条件は溶接電流とアーク電圧及び溶接時間である。

溶込みには電流がもっとも大きな影響を与える。よいスポットを作るには、適当な電流と溶接時間が必要で、アーク電圧は適当でなければいけない。

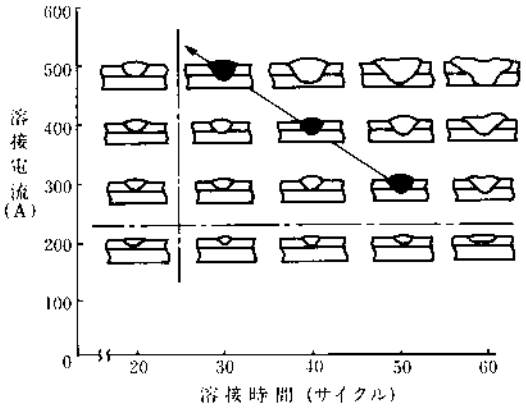


図5･23　溶接電流および溶接時間とスポット形状

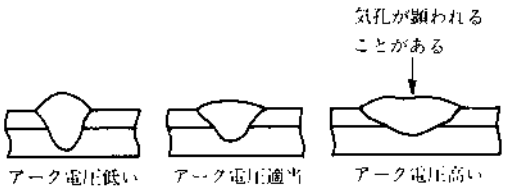


図5･24　アーク・スポットの形状とアーク電圧

アークスポット円がある方向に散るときは被溶接物へのアース接続部の位置、ノズル形状に注意することが必要である。

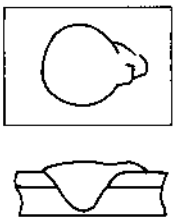


図5･25　磁気吹きによる点円の散り

(5) ノズル形状

溶接部の形状によってノズル形状は適当に工夫し加工する必要がある。(図5･26)

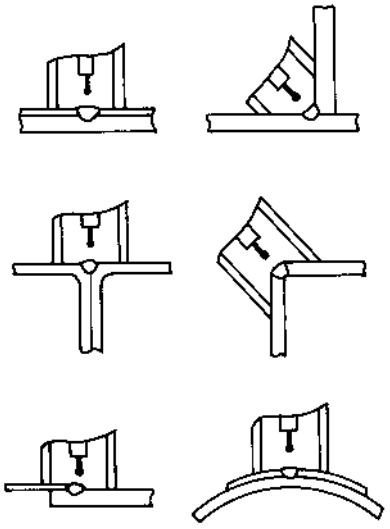


図5･26　スポット溶接部の形状とノズルの形状

(6) 間隙

アークスポットの強度には板間の間隙が大きな影響を及ぼす。

間隙の許容範囲は√T/3mm程度である。(図5･27、図5･28)

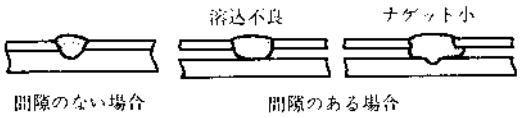


図5･27　間隙とスポット

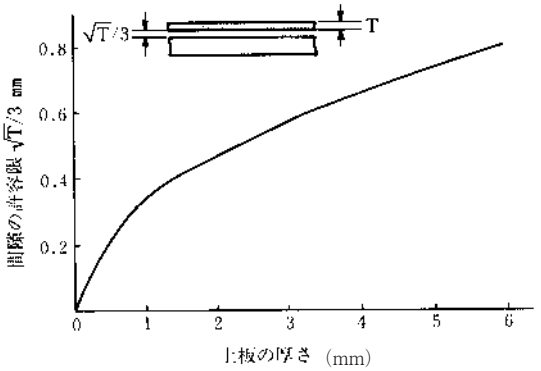


図5･28　上板の厚さと間隙の許容限

6 硬化肉盛溶接

HV200～500程度の硬化肉盛はCO_2、MAG溶接によって能率的に肉盛作業を行うことが出来る。

(1) 肉盛溶接の留意事項

ア．母材の清掃

母材表面の油脂、ほこり、表面亀裂、表面硬化層を溶剤（アセトン、トリクレン等)、研削によって完全に除去する。

イ．予熱

プロパン―空気バーナーによって徐々に加熱し、予熱温度としては一般に200～300℃の範囲に加熱する。

ウ．溶接

3層以上の肉盛を行う場合は、3層肉盛溶接毎に600～680℃の焼なまし処理を施し、その後更に肉盛溶接を行う。

エ．後熱

溶接終了後600～680℃焼なまし処理を施し残留応力を除去する。

(2) 肉盛用ワイヤと溶着金属の硬さ

DS250、350、450はCO_2アーク溶接によってHV250～350（DS250)、HV350～450（DS350)、HV450～550（DS450）の溶着金属を得ることができる。

表5･26　溶着金属の硬さの例

ワイヤ銘柄	溶接条件	シールドガス	溶着金属のビッカース硬さ（HV）		
			溶接のまま	700℃ 焼鈍	900℃ 油冷
DS250	350A-38V	CO_2	315	215	370～400
	190A-21V	CO_2	339	230	
DS350	350A-38V	CO_2	400	240	400～450
	190A-21V	CO_2	405	245	
DS450	400A-36V	CO_2	491	325	――
	200A-21V	CO_2	472	320	

溶接作業の実際

1 半自動アーク溶接の基本姿勢 …… 1
⑴トーチの狙い方 …… 1
⑵作業姿勢 …… 1
2 平板ビード置き練習 …… 2
⑴ストレートビード練習 …… 2
⑵ウィービングビード練習 …… 2
3 溶接始・終端部の処理及びビード継ぎ練習 …… 2
⑴溶接始端部の処理 …… 2
⑵溶接終端部の処理 …… 3
⑶ビードの継ぎかた …… 3
4 裏波溶接の練習 …… 3
5 水平すみ肉溶接の練習 …… 4
⑴t3.2の場合 …… 4
⑵t 9 の場合 …… 4
6 溶接技能研修プログラム …… 5
⑴下向溶接要項 …… 6
⑵立向溶接要項 …… 10
⑶横向溶接要項 …… 13

1 半自動アーク溶接の基本姿勢

(1) トーチの狙い方

突合せ溶接の場合、溶接線と直角方向に対してセンターを鉛直に狙い溶接線長さ方向に対する角度は適当な前進角（後退角）をつければよい。

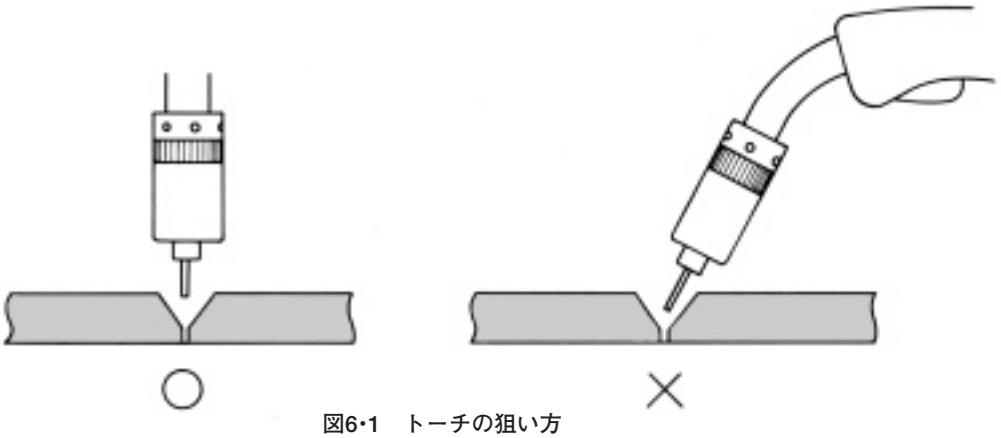
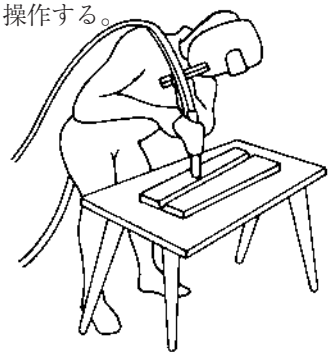


図6･1　トーチの狙い方

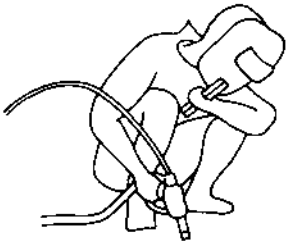
(2) 作業姿勢

無理のない安定した姿勢で、トーチ角度に注意し、溶融池をよく観察しながら溶接線をはずさないようトーチを操作する。

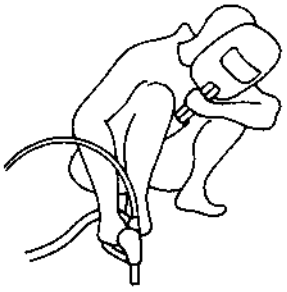


①腕をわきにつけ、溶接長さが長いとき移動しやすいステップとする。

②ひじをひざの上にたてる。



③腕を足の側面につける。



④腕を身体から浮かす。

図6･2

2 平板ビード置き練習

(1) ストレートビード練習

ア．母材の表面に石膏かチョークで線を引いておく。
イ．遮光ガラスはやや明るい目のものを用意する。
ウ．突出し長さをほぼ一定に保つ。
エ．前進角を10～15°に保ち、アークを観察しながら行えるまで練習する。
オ．溶接速度一定の練習をし、蛇行のない均一なビードが得られるまで、反復練習する。

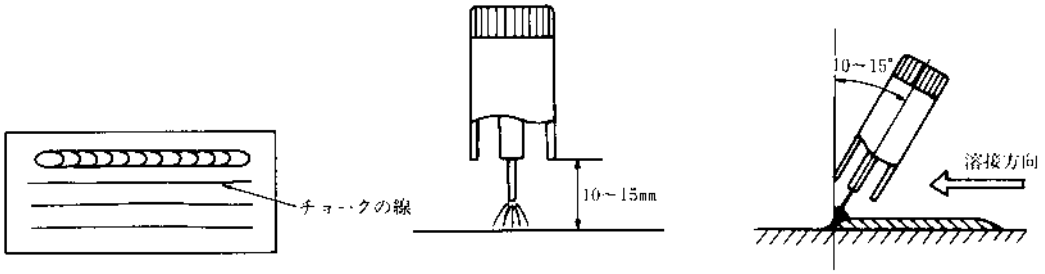


図6･3

(2) ウィービングビード練習

ア．種々のウィービング法を、自由自在に操れるようになるまで反復練習。
イ．運棒はビード中央を通る時に速く、ビード両端では少し止めて、アンダーカット、溶込み不良などが生じないよう留意。

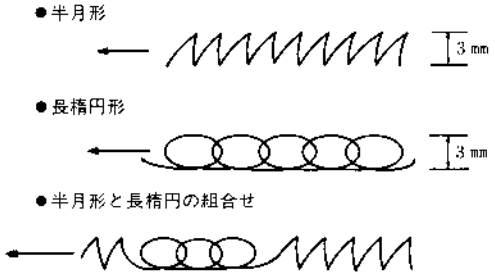


図6･4

3 溶接始・終端部の処理およびビード継ぎ練習

(1) 溶接始端部の処理

・溶接開始点より10～20mm前方でアーク起動→速やかに開始点に戻り、本溶接。

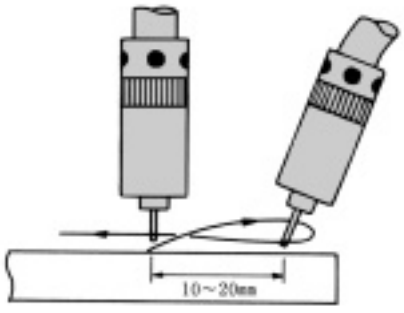


図6･5

(2)溶接終端部の処理

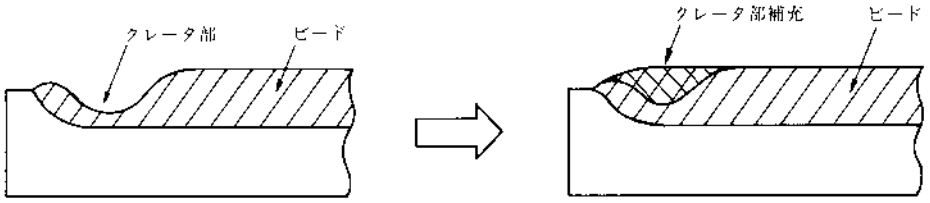


図6･6

ア．クレータ「無」溶接機使用の場合

・ビード終端でアークを切り、１～２秒後再アーク。

・再アークを繰返しビードの高さになるまで溶着金属を補充。

イ．クレータ「有」溶接機使用の場合

クレータ電流を本電流の60～70%に設定し行なう。

(3)ビードの継ぎかた

図6･7

①アーク起動位置

②ビード側　　溶接順序　①→②→③

③本溶接

4 裏波溶接の練習

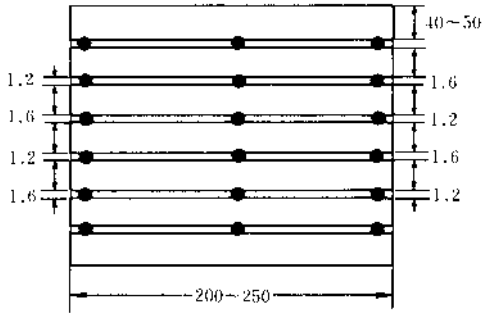


図6･8

板厚：3.2mm
寸法：w（40～50）×L（200～250）
板付：ギャップ、1.2、1.6を交互に
（溶接ワイヤをはさんで行うと精度がでる。）

・短冊板を準備。

・仮付を行なう。ギャップが小さいときはハンマー等で仮付部をたたく。

溶落ち練習（プールの変化をつかむ練習）

（ア）プールに注意しながらトーチをできるだけ遅く移動させて溶け落ちをつくる。

（イ）そのときのプールの高さ、形、色の変化をつかむ。

・プールの高さ―母材面より低くなる
（円形カットの確認）

・プールの形―楕円が細長くなる

・色の変化―白みを帯びてくる

（ウ）溶け落ちまでの長さを溶接速度を上げて徐々に伸ばしてゆく。
（円形カットの深さの変化に注意）

（エ）溶け落ちの度に裏面ビード状況を確認して表ビードと動作の感じとの関連をつかむ。

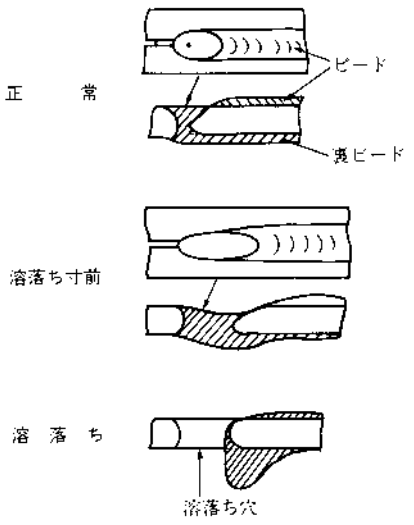


図6･9

5 水平すみ肉溶接の練習

（1）t 3.2の場合

ア．水平すみ肉溶接は溶接線をつかみやすい。

イ．トーチねらい位置・角度を正しく保つ。

ウ．水平板と垂直板の脚長が等しくなるまで練習。

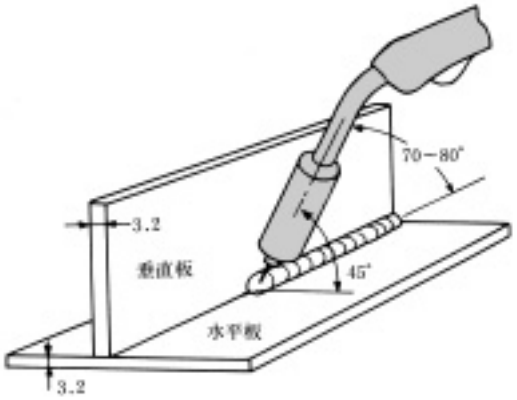


図6・10

（2）t 9の場合

ア．溶接線をつかみやすい。

イ．トーチねらい位置・角度を正しく保つ。

ウ．脚長５mm以上のときは垂直板側をねらうとアンダーカットを生じやすいので水平板側をねらう。

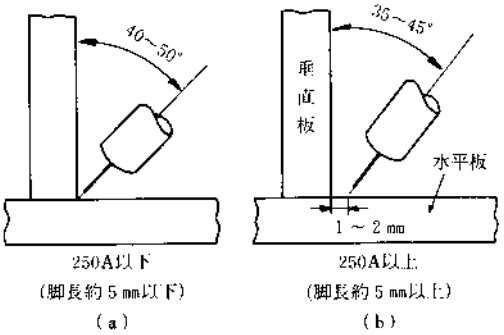


図6･11

6 溶接技能研修プログラム

表6･1　技能習熟難易度表

溶接の種類																							
作業区分姿勢		薄肉固定管	中肉固定管	厚肉固定管	中板上向	中肉固定管	厚肉固定管	中板上向	薄板立向	薄板下向	中板立向	厚板立向	厚板横向	厚板下向	中板下向	中板立向	厚板横向	厚板下向	中板下向		
裏あて金		なし	なし	なし	なし	あり	あり	あり	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	あり	あり	あり	あり		
記号		SN−1P	SN−2P	SN−3P	SN−2O	SA−2P	SA−3P	SA−P	SN−1V	SN−1F	SN−2V	SN−3V	SN−3H	SN−3F	SN−2F	SA−2V	SA−3H	SA−3F	SA−2F		
トーチ姿勢		10	10	10	8	10	10	8	3	1	3	3	2	1	1	3	2	1	1		
初層ビード	裏波	5	5	5	5	1	1	1	5	5	5	5	5	5	5	1	1	1	1		
	作業区分	5	2	1	2	2	1	2	5	5	2	1	1	1	2	2	1	1	2		
多層ビード	姿勢	6	6	6	5	6	6	5	2	1	2	2	2	1	1	2	2	1	1		
	層数	2	2	3	2	2	3	2	2	2	2	3	3	2	2	3	3	3	2		
計		28	25	25	22	21	21	18	17	14	14	14	13	11	11	10	9	7	7		
順位		1	2		3	4		5	6	7			8	9		10	11	12			
最低必要研修日数（日）	上級	3	3	3	3	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1		
	中級	10	10	10	7	4	4	4	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1		
	初級	15	15	15	10	10	10	10	7	7	7	7	7	7	7	5	2	1	1		
	未経験者	90	90	90	60	50	50	50	40	20	20	20	20	20	20	20	10	7	7		

難易度の基準																							
ねらい		難易度点																					
操作の難易 各姿勢におけるトーチ		全姿勢10				上向8				立向3				横向2				下向1					
裏波ビード作成の難易	不足に留意ち易く、ありは溶けこみ裏あて金なしは溶けお	裏あて金なし5								裏あて金あり1													
	はゆるやかになる 冷却がきけば溶けおち									薄板3				中板2				厚板1					
中盛りおよび仕上げビード作成の難易	ってくる 具合および操作が変わビードの形、溶けこみ	全姿勢6				上向5				立向2				横向2				下向1					
	ドを兼ねる 板は一層で仕上げビー厚板ほど層数が多く薄									厚板3				中板2				薄板2					

t 3.2 下向裏溶接（SN-1F）を基本技能として実習

⇩

トーチ操作、溶融池の観察、ビードの状況を把握した後、次の課題に移る。

(1) 下向溶接要領

表6･2(a)

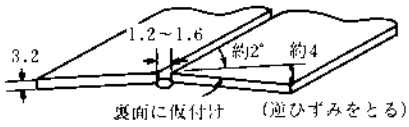
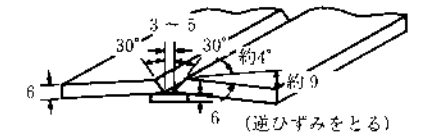
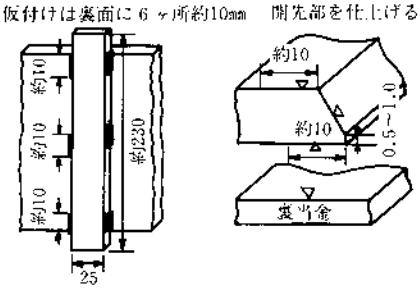
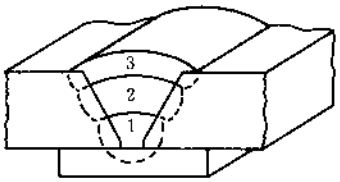
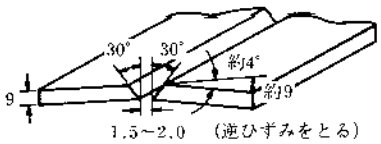
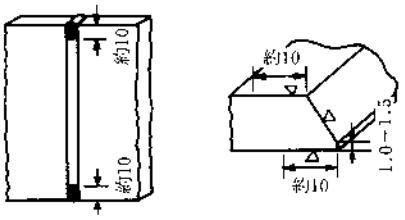
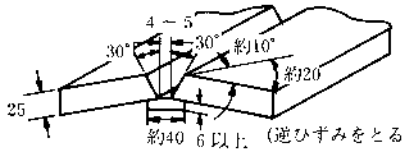
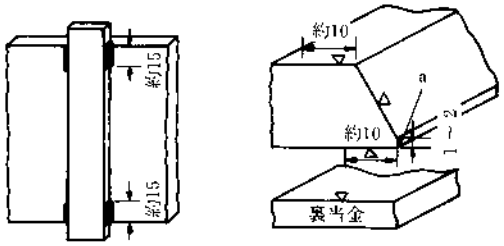
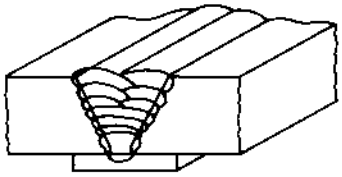
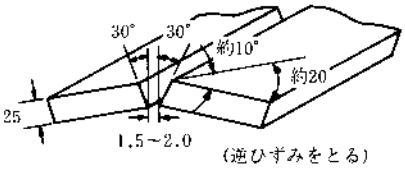
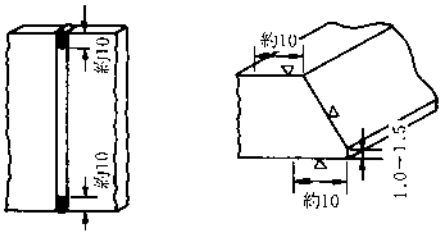
種類	溶接準備要領	主な溶接条件例
SN－1F	 ・開先必要なし、但しシャー切断面は表。 ・開先部ミルスケール除去のこと。 ・仮付は収縮を予め見込み実施。 ・目違いに注意。	120A～140A 18V～20V CO_2　15ℓ/min ワイヤ突出し長さ　12～15㎜ 使用ワイヤ　DS1A　φ1.2 トーチ角度　前進角 10～15° トーチ操作　ストレート又はウィービング
SA－2F	 仮付けは裏面に6ヶ所約10㎜　開先部を仕上げる 	ルート間隔 3～4㎜のとき： 250A～300A、26～30V CO_2　15～20ℓ/min、 ワイヤ突出し長さ　15～20㎜ 使用ワイヤ　DS1･DS2　φ1.2、前進法  最終層は溶接線をはずさず、前層の放冷後行なう。
SN－2F	 仮付けは裏面に2ヶ所　　開先部を仕上げる 	使用ワイヤ　DS1A，φ1.2 CO_2　15～20ℓ/min 初層：130～140A 19～20V ワイヤ突出し長さ 12～15㎜ 前進法 2層および最終層： 150～180A 22～24V ワイヤ突出し長さ 15～20㎜ 前進法又は後退法

表6･2(b)

種類	溶接準備要領	主な溶接条件例
SA－3F	 仮付け　　開先部の仕上げ  ・開先部および裏当金に油、ゴミ、錆なきこと。 また、ミルスケール除去、a部のRは小のこと。 ・裏当金密着のこと。	使用ワイヤ　DS1又はDS2 ϕ1.2 CO_2　　15～20ℓ/min ワイヤ突出し長さ　約20mm 初層：250～280A 27～30V 2層～最終層 300～380A 32～35V 前進法又は後退法  5層目以上は振分け法採用
SN－3F	 仮付け　　開先部の仕上げ  ・仮付時ルート面に目違いができないよう注意。 ・仮付溶接の収縮（0.3～0.5mm）を予め見込み、しっかり仮付のこと。	使用ワイヤ　DS1A又はDS2、DS1 ϕ1.2 CO_2　　15～20ℓ/min 初層：130～140A 19～20V ワイヤ突出し長さ 12～15mm 前進法 2層：150～200A 20～25V ワイヤ突出し長さ 15～20mm 前進法又は後退法 3層～最終層： 300～330A 32～35V ワイヤ突出し長さ 約20mm 前進法又は後退法

下向突合せ溶接中に起り易い欠陥の原因と対策

表6･3(a)

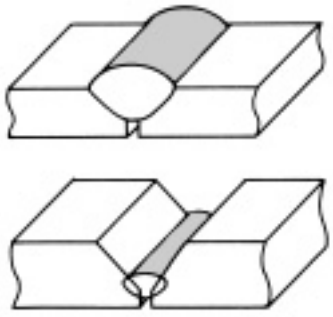
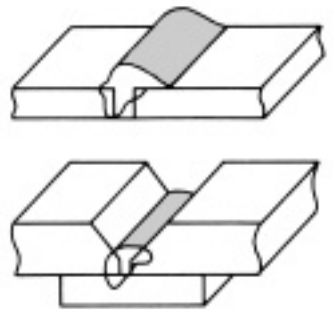
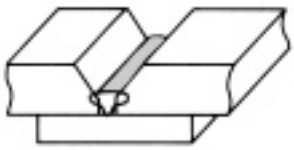
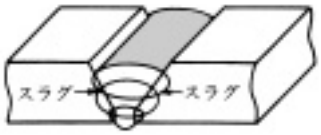
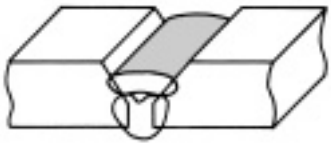
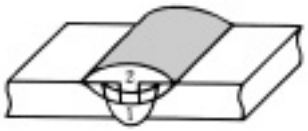
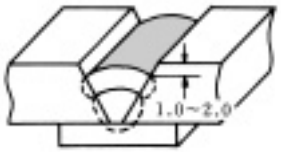
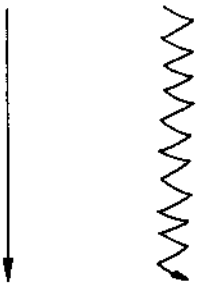
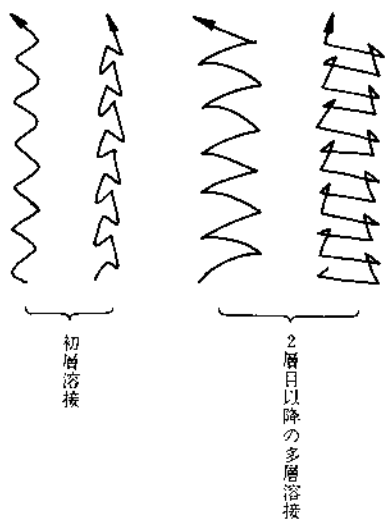
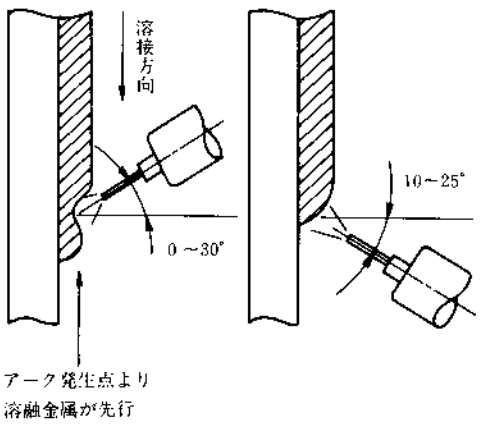
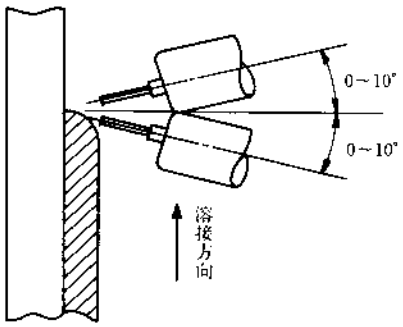
欠　陥	原　因	対　策
1．裏波不足 	・溶融金属の先行（前進角大） ・溶接速度の速過ぎ ・ウィービング幅過大	溶融金属が先行しない程度の速度とトーチ角度を保ち、ウィービング操作を行ないながら、円形カットまたは両端の開先部の充分な溶けを確認しながら行なう。
2．裏波片側融合不良（初層） 	特に手前側が多い。 ・トーチ角度不良 ・ウィービング操作不良	・肘を起して母材に対して直角を保つ ・ルート部が見えやすい方法をとり、正しいウィービング操作を行なう。
3．初層融合不良 	・プールの先行 ・ストレート操作	・溶融金属を先行させない速度とトーチ角度に保ち，開先の両端を充分溶かす。
4．裏波過大溶落ち	・各層、各パスのスラグ除去不完全 ・前のビードによるアンダーカット	・ビードが冷えないうちにアークを断続、抜け孔補充。

表6･3(b)

欠　陥	原　因	対　策
5．スラグの巻込み 	・各層、各パスのスラグ除去不完全 ・前のビードによるアンダーカット	・各層毎に除去しておく (特に前のビードの両端) ・適正条件の採用
6．2層目以降での融合不良 (特に開先面) 	・前進法によるストレート操作 ・プールの先行	・溶融金属を先行させない速度とトーチ角度に保つ。 ・ウィービング操作 ・余盛過大に注意
7．表面ビード不足 アンダーカット 余盛過大 ビードの不揃い	・溶接速度不良 ・トーチ操作不良 ・最終層前の溶接不良	・不足ビードの上にウィービングビードを置き、全長にわたって2層で仕上げる。  ・2層目ビードは開先の肩部を溶かさないように注意して母材表面より、1.0~2.0㎜下げておく。  ・最終層は開先両端まで確実にウィービング操作し、両端では少し止めてアンダーカット、余盛不足の発生を防止する。

(2) 立向溶接要領

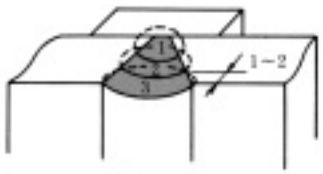
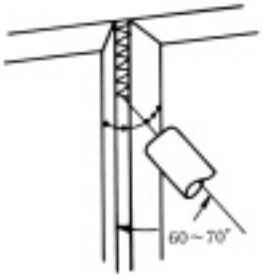
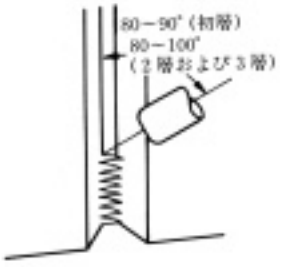
表6･4

種類	下進法	上進法
操作法		
トーチ角度と溶融池の流れ		

立向下進法の場合、溶融金属の先行が生じやすく、電流・電圧・速度条件とともにトーチ角度が重要である。

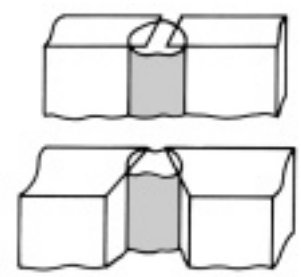
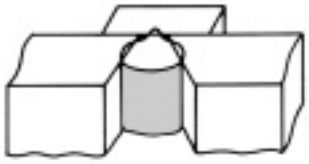
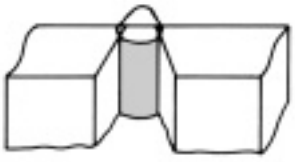
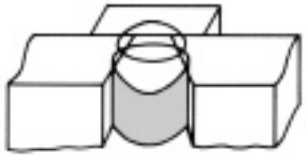
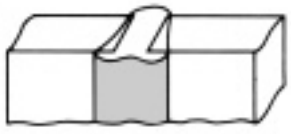
立向上進法では凸ビードになりやすく、ウィービング法によりビード形状を改善することがねらいとなる。

表6･5

種類	溶接準備要領	主な溶接条件例
SN-1V	SN-1Fに準ずる。 但し、ルートギャップ2.0mmと大きくする。	100～130A、18～20V CO_2　15ℓ/min ワイヤ突出し長さ　12～15mm 使用ワイヤ　DS1A　ϕ1.2 トーチ角度：仰角 20°～30° トーチ操作：ストレート法か小刻みウィービング
SA-2V	SA-2Fに準ずる。 	初層　140～150A 19～20V 上進法、俯角±10° 2～3層　120～130A 18～19V 上進法、俯角±10°
SN-2V	SN-2Fに準ずる。 但し、ルートギャップ 2.0～2.4mm  初層下進法のとき  初層上進法のとき	初層　下進法：130～150A 19～21V 上進法：100～110A 18～19V (いずれも小刻みウィービング) 2～3層　120～130A 18～20V 上進法 (三ケ月形ウィービング)
SA-3V	SA-3Fに準ずる	初層　140～150A 19～20V 上進法 俯角±10° 2～最終層　130～160A 18～20V 上進法 俯角±10° (三ケ月形ウィービング)
SN-3V	SN-3Fに準ずる。 但し、ルートギャップ 2.0～2.4mm	初層　下進法：140～160A 19～21V 上進法：100～120A 18～19V (いずれも小刻みウィービング) 2～最終層　130～140A 19～20V 上進法 (三ケ月形ウィービング)

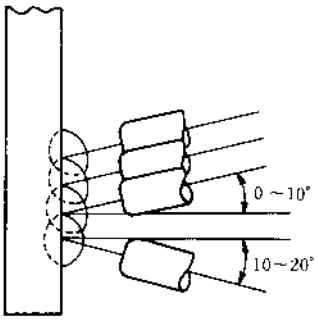
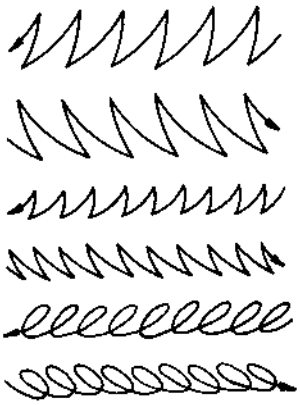
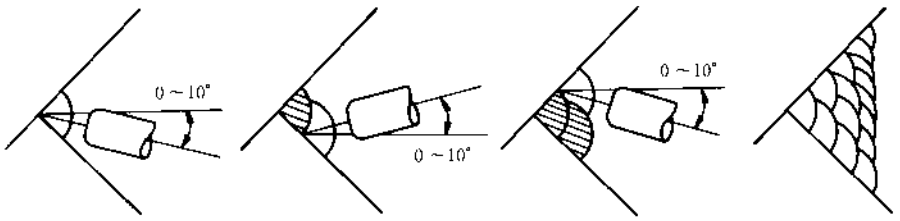
立向突合せ溶接中に起り易い欠陥の原因と対策

表6･6

欠　陥	原　因	対　策
1．裏波不足 	・溶融金属の先行 ・トーチ角度不良 ・溶接速度遅い	仰角60～70°を保ち、アーク力で溶融金属を押し上げながら、少し速い目の速度で下進する。
2．初層ルート部の溶込不良 	・開先両端のトーチ操作不良 ・トーチ保持角不良（仰角大）	開先両端までウィービング操作し、裏当金とルート部を充分溶かす。
3．裏波過大（特に上進溶接） 	・溶接速度の遅過ぎ ・ウィービング幅過小 ⇩ 溶落ちにつながる	速度をアップするか、ウィービング幅を若干広くする。 ビードが冷えないうちにアークを断続発生、抜け孔を補充。
4．2層目ビードの垂れ下がり （凸形ビード） 	・トーチ操作不良	初層ビードの両端まで確実にウィービング操作し、ビード中央部は速く、両端では少し止めて、できるだけ平らに仕上げる。
5．余盛不足 	・溶融金属の先行	仰角60～70°を保ち、アーク力で溶融金属を押し上げながら少し速い目の速度で下進する。 問みは速い目のウィービング法で2層仕上げ。
6．仕上げビードのアンダーカット	・トーチ操作不良 ・最終層前ビード不良	

(3) 横向溶接要項

表6･7

ストレートビードの場合	 1パス目：仰角 10～20° 前進角10～20°又は後退角10～20° 2パス目以降：俯　角 0～10° 前進角 10～20°
ウィービングビード	(a) (b) (c) (d) (e) (f)  ビード上端にアンダーカット，下端にオーバーラップが生じやすいので、それを助ける上下のウィービング操作を行なう。
多層溶接	 (a)　(b)　(c)　(d) ・トーチ角度、ねらい位置及び小刻みなウィービングによるトーチ操作法を練習する。 ・ビード積層順序を考慮。

各種材料の溶接

1 薄鋼板の溶接 …… 1
⑴溶接の考え方 …… 1
⑵溶接施工上の基本的事項 …… 2
⑶薄鋼板施工上の注意点 …… 7
⑷材料規格 …… 16
2 中厚板、高張力鋼、中炭素鋼の溶接 …… 18
⑴溶接の考え方 …… 18
⑵材料規格 …… 19
⑶溶接ワイヤの選定 …… 20
⑷溶接施工上の基本的事項 …… 21
⑸溶接施工上の留意点 …… 25
3 表面処理鋼板の溶接 …… 32
⑴塗装鋼板の溶接 …… 32
4 ステンレス鋼の溶接 …… 33
⑴ステンレス鋼の分類と用途 …… 33
⑵ステンレス鋼の特徴 …… 33
⑶溶接施工の基礎 …… 33
⑷溶接施工上の注意点 …… 37

1 薄鋼板の溶接

(1) 溶接の考え方

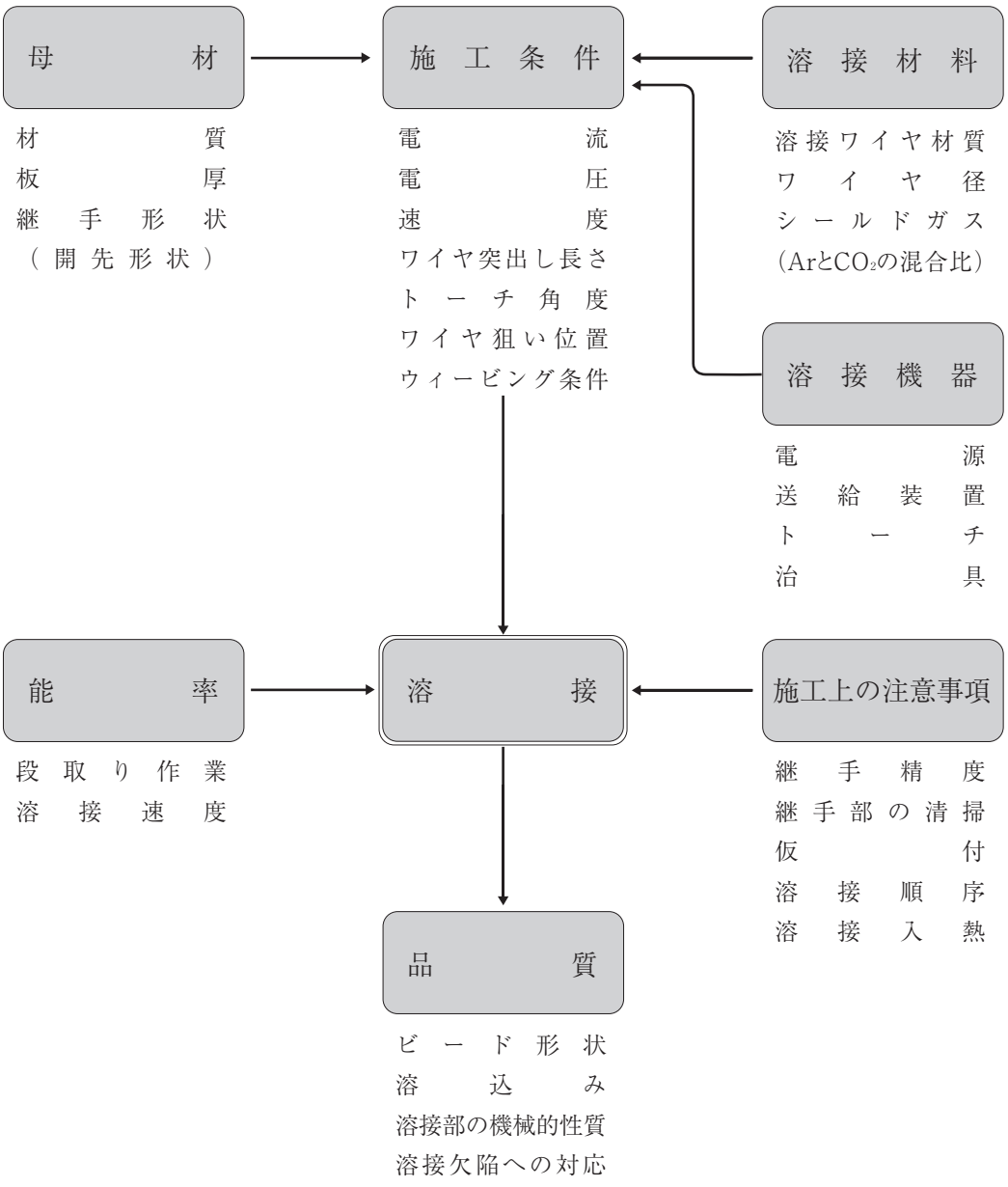


図7・1

(2) 溶接施工上の基本的事項

ア．ワイヤ径、シールドガスと板厚

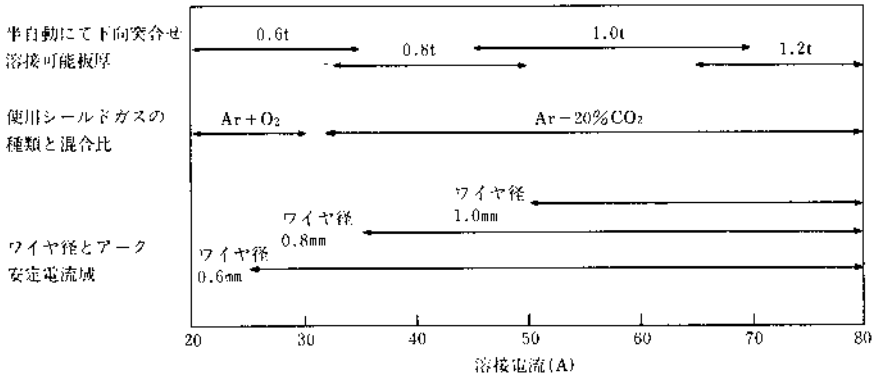


図7･2　低電流域におけるワイヤ径・シールドガス・板厚の関係

イ．細径ワイヤによる低電流域での薄板溶接施工上の注意点

・ワイヤ送給性の確保（ワイヤ送給機構、コンジット（内径×長さ）の選定）
・ワイヤ突出し長さの選定（ワイヤ径×10以下）
・シールドガス混合比の適切な選定
　板厚が薄く、かつルートギャップが大きくなるに従いAr混合比を多くする。
・低電流・短絡移行溶接に適する溶接電源の選定
・クランプ治具・溶接部冷し金の使用（溶落ち、歪発生対策）

参考：

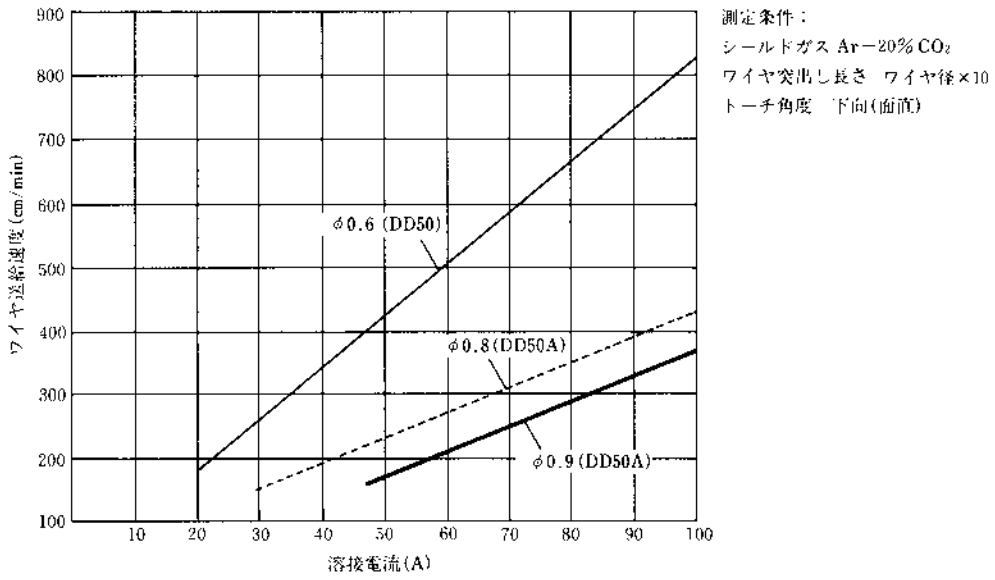


図7･3　低電流におけるワイヤ送給速度と溶接電流との関係

ウ．継手形状・姿勢と溶接条件

（ア）下向突合せ溶接

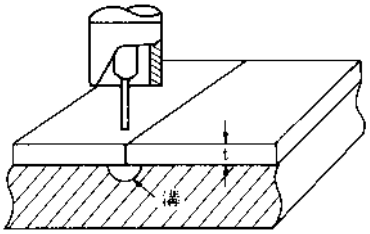


表7･1　SPC下向突合せ溶接条件（薄板）

SPC材板厚（mm）	使用ワイヤ径（mm）	シールドガス流量（l/min）	電　流（A）	電　圧（V）	速　度（cm/min）	ルート間隔（mm）	トーチ角度（度）
0.4	0.6	Ar－20%CO_2　10	23	13	55	0	15
0.4	0.6	Ar－20%CO_2　10	25	13	65	0	15
0.4	0.6	Ar－20%CO_2　10	27	13.5	70	0	15
0.5	0.6	Ar－20%CO_2　10	28	13.5	55	0	10～15
0.5	0.6	Ar－20%CO_2　10	30	14	75	0	10～15
0.5	0.6	Ar－20%CO_2　10	32	14	80	0	10～15
0.6	0.6	Ar－20%CO_2　10	30	14	55	0～0.2	10
0.6	0.6	Ar－20%CO_2　10	32	14.5	70	0～0.2	10
0.6	0.6	Ar－50%CO_2　12	36	15	80	0～0.2	10
0.7	0.6	Ar－50%CO_2　12	36	14.5	80	0～0.25	10
0.7	0.6	Ar－50%CO_2　12	40	14.5	70	0～0.25	10
0.7	0.6	Ar－50%CO_2　12	40	16	70	0～0.25	10
0.8	0.6	Ar－50%CO_2　12	46	17	80	0～0.3	5～10
0.8	0.6	Ar－50%CO_2　12	50	18	90	0～0.3	5～10
0.8	0.8	Ar－50%CO_2　12	50	18	90	0～0.3	5～10
1.0	0.8	Ar－50%CO_2　12	56	18.5	90	0～0.5	0～5
1.0	0.8	Ar－50%CO_2　12	60	19	100	0～0.5	0～5
1.0	1.0	Ar－50%CO_2　12	60	19	90	0～0.5	0～5

要点　●ワイヤ径の選定は板厚、ルート間隔を考慮。

●シールドガスの混合比は板厚が薄くなるに従い、アークの集中しにくいArリッチな混合比を選定。

●トーチ角度はやや後退角の方がアークが安定で溶落ちが少ない。

●板厚が薄い場合溶接熱により歪が発生しやすいので拘束が必要。

（イ）下向突合せ（t1.2～t3.2）

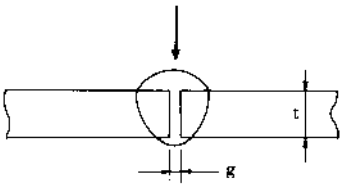


表7･2　下向突合せ溶接条件

板　厚 (mm)	ルート間隔 g（mm）	ワイヤ径 (mm)	電　流 (A)	電　圧 (V)	速　度 (cm/min)	CO_2ガス流量 (*l*/min)	層　数
1.2	0	0.8～0.9	70～80	18～19	45～55	10	1
1.6	0	0.8～1.0	80～100	18～19	45～55	10～15	1
2.0	0～0.5	0.8～1.0	100～110	19～20	50～55	10～15	1
2.3	0.5～1.0	1.0～1.2	110～130	19～20	50～55	10～15	1
3.2	1.0～1.2	1.0～1.2	130～150	19～21	40～50	10～15	1

要点　●板厚が1.2mm以上になるとシールドガスは$CO_2$100％でも溶接可能。
●板厚が2.0mm以上になるとルート間隔をとった方が裏波溶接が容易
●溶接歪に対する拘束を考慮

（ウ）重ねすみ肉溶接

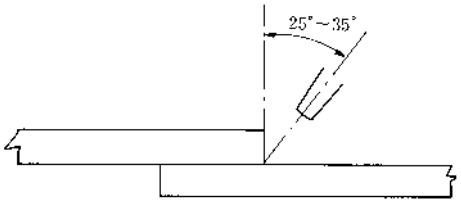


表7･3　重ねすみ肉溶接条件

板　厚 (mm)	ワイヤ径 (mm)	電　流 (A)	電　圧 (V)	速　度 (cm/min)	シールドガス流量 (*l*/min)
0.6	0.9	50	15	105～115	Ar－20%CO_2　10
0.8	0.9	50～60	16	105～115	Ar－20%CO_2　10
1.0	0.9	60～70	16～17	100～110	CO_2　12
1.2	0.9	70～80	17～18	90～100	CO_2　12
1.6	0.9	75～85	17～18	68～73	CO_2　12
1.6	1.2	110～120	17～18	70～75	CO_2　12
2.0	0.9	85～90	18～19	60～65	CO_2　12
2.0	1.2	120～130	18～19	60～70	CO_2　15
2.4	0.9	90～100	19～20	50～55	CO_2　15
2.4	1.2	130～140	18.5～19	45～50	CO_2　15
3.2	0.9	100～120	20～21	40～45	CO_2　15
3.2	1.2	140～160	19～20	42～47	CO_2　15
4.0	0.9	120～140	21～22	37～42	CO_2　15
4.0	1.2	140～160	19～20	35～40	CO_2　15

要点　●1.2mm以下の板厚の場合はトーチ保持角度を垂直にした方がよい。
●溶接長さが長いと溶接途中で歪が発生、板間キャップを生じやすいので拘束が必要。
●被溶接物を5～15°傾け下進溶接するとビード外観が良好になる。

（エ）水平すみ肉溶接

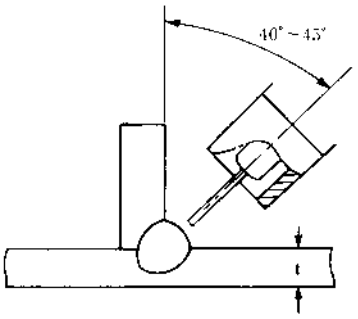


表7･4　水平すみ肉溶接条件（薄板）

板　厚 (mm)	使用ワイヤ径 (mm)	シールドガス流量 (*l*/min)	電　流 (A)	電　圧 (V)	速　度 (cm/min)	トーチ角度 (度)	ワイヤ突出し長さ (mm)
0.8	0.8	Ar－50%CO_2　10	40	17	40～50	前進角 0～5	8
0.8	0.8	Ar－50%CO_2　10	50	18	60～70	前進角 0～5	8
1.0	1.0	Ar－50%CO_2　10	70	19	50～60	前進角 0～5	10
1.0	1.0	Ar－50%CO_2　10	90	19.5	60～70	前進角 0～5	10
1.2	1.0	CO_2　10	90	19.5	55～65	前進角 0～5	13
1.2	1.0	CO_2　10	100	20	65～75	前進角 0～5	13

要点　●トーチねらい位置はセンターねらいにする。
●薄板に対して裏当金を使用（0.8mm以下）
●表7･4に示す条件とは高速・高電流条件が水平すみ肉溶接に適する場合がある。（溶接歪対策）

（オ）横向溶接

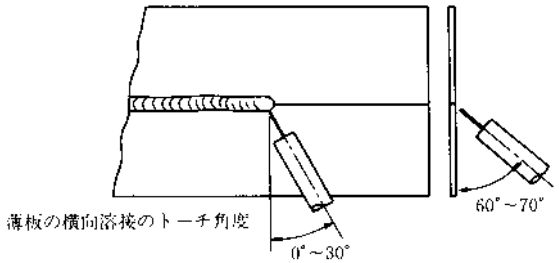


表7･5　薄板の横向溶接条件例

板　厚 (mm)	ルート間隔 (mm)	CO_2ガス流量 (*l*/mm)	ワイヤ径 (mm)	電　流 (A)	電　圧 (V)	速　度 (cm/min)
1.2	0	15	0.9	70～80	17～18	90～100
2.0	0～1.0	15	1.2	110～140	18～19	60～70
3.2	0～1.0	15	1.2	140～150	19～20	40～50

要点　●トーチの前後角は後退角を選定。
●トーチの俯・仰角は仰角を選定。
●ワイヤのねらい位置は溶接線の下側とする。

（カ）立向突合せ下進溶接

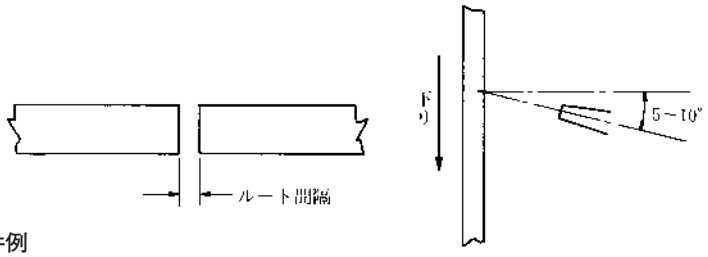


表7･6　立向突合せ下進溶接条件例

板　厚 (mm)	ルート間隔 (mm)	ワイヤ径 (mm)	電　流 (A)	電　圧 (V)	速　度 (cm/min)	シールドガス流量 (*l*/min)
0.6	0	0.9	50	15	65～70	Ar－20%CO_2 10
0.8	0	0.9	60～65	16～17	60～65	Ar－20%CO_2 10
1.0	0	0.9	60～65	16～17	60～65	Ar－20%CO_2 10
1.2	0	0.9	70～75	16.5～17	60～65	Ar－20%CO_2 10
1.6	0	0.9	75～85	17～18	55～65	Ar－20%CO_2 10
1.6	0	1.2	100～110	16～16.5	80～83	CO_2　12
2.0	1.0	0.9	85～90	18～19	45～50	CO_2　12
2.0	0.8	1.2	110～120	17～18	70～80	CO_2　12
2.4	1.3	0.9	90～100	18～19	40～45	CO_2　12
2.4	1.5	1.2	120～130	18～19	55～65	CO_2　15
2.2	1.8	0.9	110～120	19～20	33～38	CO_2　15
2.2	1.8	1.2	140～160	19～19.5	38～42	CO_2　15

要点　●溶融池の先流れに注意（トーチ角度・溶接速度を考慮）
　　●ルート間隔が大きい場合仰角を大きくとる。

（キ）下向ヘリ継手溶接

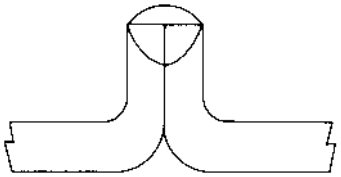


表7･7　下向ヘリ継手溶接条件例

板　厚 (mm)	ワイヤ径 (mm)	電　流 (A)	電　圧 (V)	速　度 (cm/min)	シールドガス流量 (*l*/min)
0.8	0.9	60～65	16～18	90～100	Ar－5%CO_2　10
1.0	0.9	60～65	16～18	80～90	Ar－5%CO_2　10
1.2	0.9	65～70	16～18	70～80	Ar－5%CO_2　10
1.6	0.9	75～85	16～18	70～80	CO_2　10
2.0	0.9	80～90	16～18	60～70	CO_2　10
2.0	1.2	90～100	17～19	60～70	CO_2　15
2.3	0.9	90～100	17～19	50～60	CO_2　15
2.3	1.2	100～110	17～19	60～70	CO_2　15
3.2	0.9	100～110	17～19	50～60	CO_2　15
3.2	1.2	120～130	18～20	60～70	CO_2　15

要点　●t1.2以下の薄板の場合シールドガスの選択に注意
　　●t1.6以上の場合はCO_2溶接ができる。
　　●表7･7の条件以外に2.3mm以上の板厚では高電流－低電圧のベリードアーク（埋れアーク）条件の採用ができる。

(3)薄鋼板施工上の注意点

ア．継手形状

（ア）薄板溶接の好ましい継手形状例

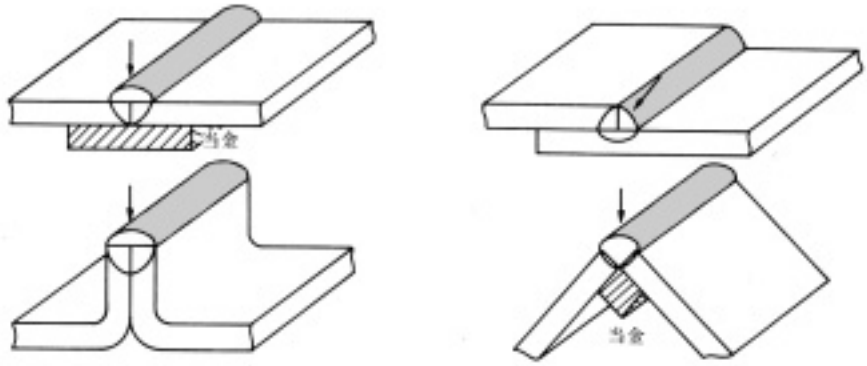


図7･4

（イ）薄板溶接に不都合な継手形状例

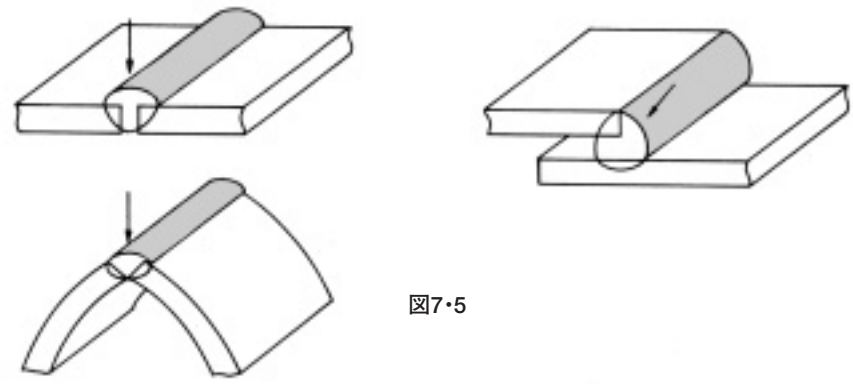


図7･5

イ．仮　付

（ア）CO_2溶接による仮付の場合

- ●できるだけ小さい仮付を行なう。
- ●ワイヤ突出し長さを短く、溶着量を少なくし本溶接の際の溶込み不良を防止する。
- ●ワイヤ突出し長さを短くし、ウィービングをしてビード両端の溶込みをよくする。

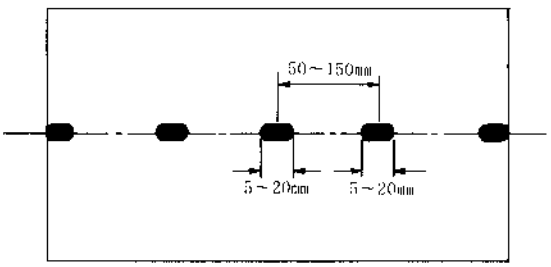


図7･6　薄板溶接時の仮付要領

（イ）手溶接で仮付け、CO_2溶接を行なう場合

●溶接棒はブローホール発生を防止するため低水素系のものを用いる。

●スラグは完全に除去する。

●薄板で仮付部が大きい場合は余盛を削除する。

●仮付部はブローホールが入っているので小電流の場合は完全に余盛を削除する。

●仮付け部は溶込み不足になりやすいので、ワイヤ突出し長さを短めにすると同時に小刻みなウィービングをする。

●裏波溶接の場合、仮付け部は溶け込み不足になりやすいので均一な裏波を得る場合の仮付はTIG溶接法を採用するとよい。

ウ．溶落ちと対策

（ア）裏当てのない場合の裏波溶接

・ルートギャップが小さい場合

ワイヤの先端を溶融プールより先行させるようにトーチを垂直に近い角度（後退角ぎみ）にする。

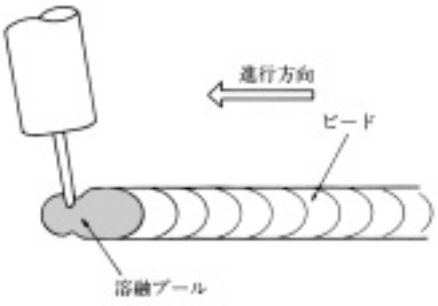


図7･7

・ルートギャップが大きい場合

ワイヤは溶融プールのほぼ中心位置をねらい（トーチ角度を前進角とする）ウィービングする。

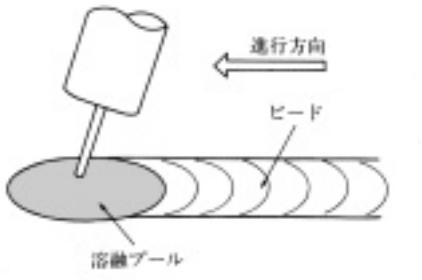


図7･8

溶融プールの表面は被溶接物表面よりわずかにふくらみのある程度が良いが、ふくらみが大きすぎると裏波が十分にでない。

裏面から見た場合、溶接部が赤熱しておりギャップから火の粉が少し飛び散る程度がよい。

参考：溶落ちの観察

円形カットの発生とプールの観察により、溶落ちの兆候を知る。

例えば円形カットの深さが適用板厚3.2mmの場合、0.1～0.2mm程度のときに裏波ビードは適正で、さらに深くなって0.3mm程度になると溶落ちの兆候となる。

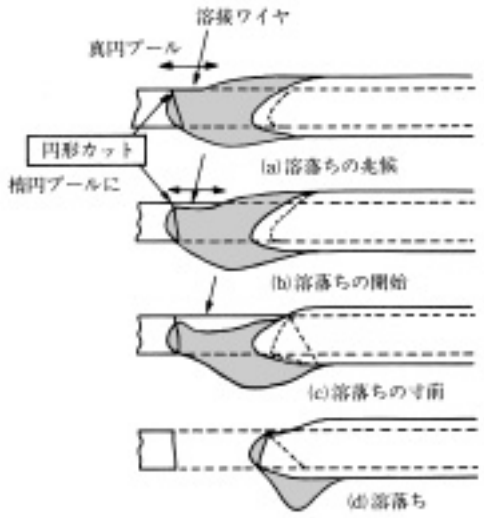


図7･9　溶落ちの変化の模式図

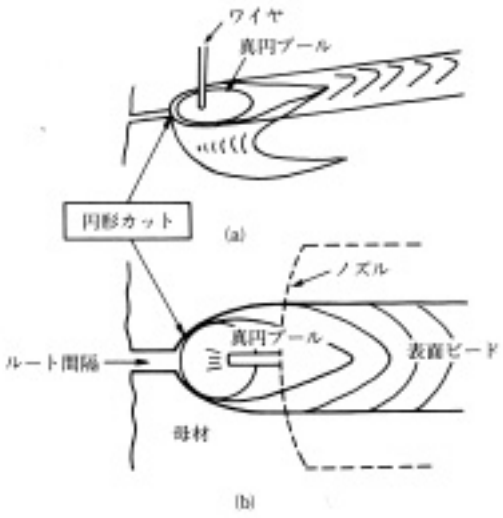


図7･10　円形カットとプールの状況

（イ）裏当てのある場合の裏波溶接

●ルートギャップの小さい場合

標準条件より比較的大きい電流を使用する。

●ルートギャップの大きい場合

標準条件より比較的小さい電流を使用し、かつウィービング法を併用する。

なお、銅製裏当て（バッキング）を用いる場合

銅板に溶着しやすいとき水冷の裏当てをするとよい。

また、裏波を大きく出したり、表ビード形状をなめらかにしたい場合は溝付の裏当てを用いる。

溶融プールは被溶接物表面より、ややもりあがっている程度が良くギャップの中に沈んでいると溶け過ぎの傾向がある。

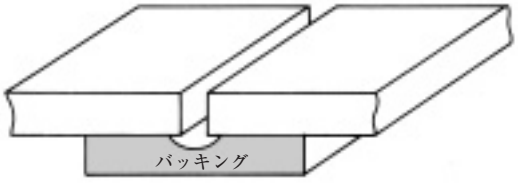


図7･11

（ウ）溶落ち対策例

●ウィービング法の適用

・ルートギャップが小さい場合（0.2mm～1.2mm）
ストレート操作または小刻みウィービング法による。

・ルートギャップが中程度の場合（1.2mm～2.0mm）
月形ウィービングまたは小刻みウィービング法による。ビードの中央はやや速く操作し、両端で0.3～0.5秒止める。

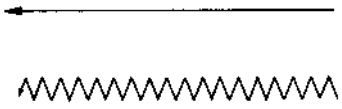


図7･12

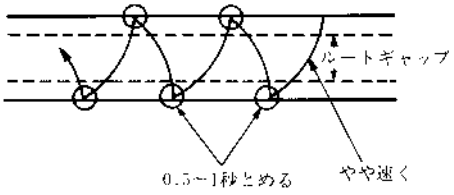


図7･13

●断続溶接の適用

突合せ溶接で板厚に対しルートギャップが大きいとき、溶落ちを生じやすい。このような溶落ちの対策として断続溶接を採用することがある。断続溶接とは溶接と停止を繰返しながら溶接を行う方法で、かつ溶接時間中にウィービング法を併用することにより溶落ちを一層防止できる。

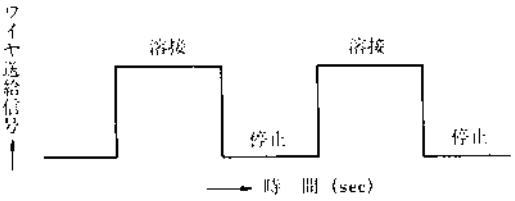


図7･14　断続溶接シーケンス

表7･8　断続溶接条件

板厚（mm）	突合せルート間隔（mm）	断続溶接時間（sec）	電流（A）	電圧（V）	溶接トーチの操作
0.6	0.6	0.5	35	15	前進法　ワイヤ突出し長さをやや大きくする。（10～12mm）
0.8	0.8	0.5	35	15	前進法
1.0	1.0	0.5	35～40	15～15.5	後退法
1.0	1.2	0.5	35～40	15～15.5	後退法　トーチ角度を30° ワイヤ突出し長さを10～12mm
1.2	1.2	0.5	40～45	15.5～16	前進法
1.2	2.4	0.5	35～40	15～15.5	後退法
1.6	1.6	0.5	60～65	17.5	前進法
1.6	2.4	0.5	40～45	15.5～16	前進法　先部の細くウィービングする
2.3	2.3	0.5	60～65	17.5	前進法
2.3	4.5	1.2	40～40	15.5～16	後退法
3.2	3.2	0.5	75～80	18	後退法
	6.0	2.5	45～50	16	前進法

エ．溶接歪の発生と対策

（ア）溶接歪の種類

- 溶接歪
  - 面内の収縮変形
    - (a)横収縮
    - (b)縦収縮
    - (c)回転変形
  - 面外のたわみ変形
    - (d)横曲り(角変形)
    - (e)縦曲り
    - (f)座屈変形

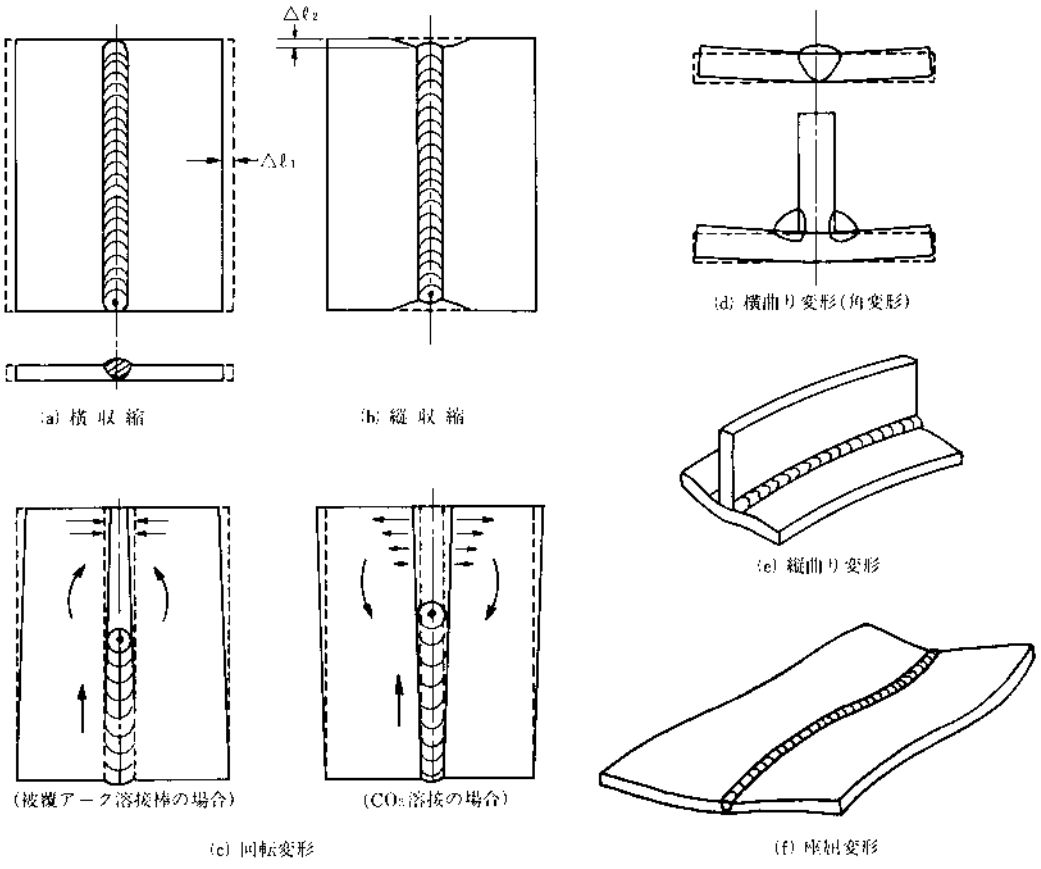


図7･15　溶接歪の種類

（イ）薄板溶接の歪及びそのカンドコロ

紙も厚いものより障子紙のような薄紙を張る方がむつかしい。ボール紙のような厚手の紙であると糊を水でうすめて張る必要がない。障子紙の場合、紙に糊をつけたのでは破れてしまい、障子の桟の方に糊をつけなければならないし、糊が濃いと紙が縮んでしまう。

薄い紙を張るにも工夫のいるように、薄板の溶接もコツがいる。

表7･9　各種材料の特性

項　目	軟　鋼	ステンレス鋼	アルミ合金
比　熱　J/g･℃	0.46～0.67	0.50～	0.88～0.96
比　重　gr/cm^3	7.8	7.9	2.7～2.8
線膨脹係数　10^{-6}/℃	11	17	25.6
熱伝導率　W/m･℃	42～46	21	167 ～230
固有抵抗　$\mu\Omega$-cm(20℃)	14～15	72	2.9～5.5

歪防止対策の一般原則

●溶着量を必要最小限にする。したがって溶接前の合せ加工を丁寧にし、板の切断面の加工精度を上げ、継目のすき間及び冷却、クランプ力、取付が均一になるようにする。
比較的大電流・高速溶接における小溶着量化、低入熱化をはかる。

●熱量の調整、溶接個所が１か所に集中しないように設計上配慮する。（スカラップ等）

●治具、ストロングバックによる拘束、あるいは逆ひずみ法の採用をはかる。

●溶接順序を正確に保つ。すなわち、同一平面内に継手が多くある場合は、収縮はなるべく自由端に逃がし、全体を一様に収縮させる。
中心に対して対称的に溶接を進める。
収縮の大きい継手を先に溶接する。

参考：

SPC t0.8～t3.2程度の薄板のCO_2（MAG）溶接で板継ぎを行う場合、板厚をTとすると

A≒４～10×T（mm）

B≒２～５×T（mm）

C≒（$\frac{1}{2}$～１）×T(mm)

α＝20°～45°

但し、Cの値は表面処理鋼板の場合、２～５×T(mm)とする。

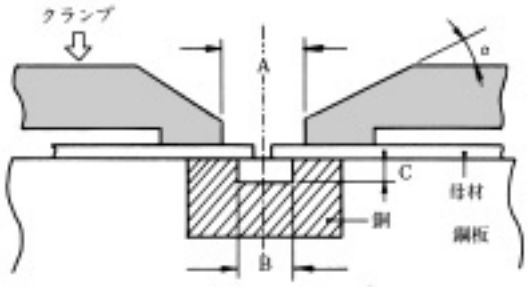


図7･16　クランプ治具回りの概略

オ．余盛ビードを削除する場合のシールドガス、ワイヤ材質の選び方

SPC材をCO_2（MAG）溶接した後、余盛をグラインダ仕上げする場合は溶接金属は軟かい方が作業能率が向上する。

その様なとき注意することはワイヤ材質を適正なものを選ぶと同時にAr-CO_2系のシールドガスではCO_2リッチにした方が溶接金属のMn、Si量が少なくなるので硬度が下がり、余盛を削除しやすくなる。

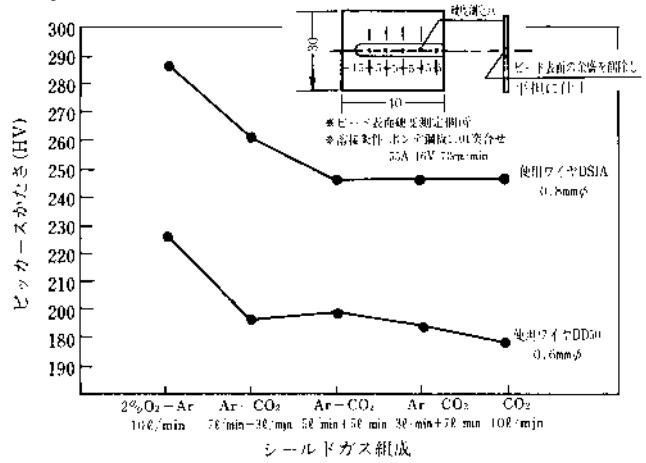


図7･17　シールドガスの組成、ワイヤの種類と溶接金属の硬さについて

カ．薄板へり継手溶接における不連続ビード発生対策

薄鋼板 t1.2～t2.3迄のへり継手溶接において、CO_2溶接あるいは通常のMAG溶接を行なうと不連続ビードが発生しやすい。

その対策としては、シールドガスの選択に注意することが望ましい。

へり継手の場合アークの集中は、突合せ継手等に比べてより容易に得ることができる。そこで$CO_2$100％あるいはCO_2-Ar系のシールドガスを使用するとき、より強力なアーク集中（熱集中）が生じ溶融金属の溶融―凝固に不連続性を生じやすい。とくに溶接速度が100cm/minを越えるとその傾向が顕著にみられ〜〜〜状の溶接ビードとなりやすい。

そこでArに微量のCO_2（10％以下）あるいはArに５％以下のO_2を混合させたシールドガスを使用することにより、へり継手MAG溶接条件範囲は飛躍的に広くなる。

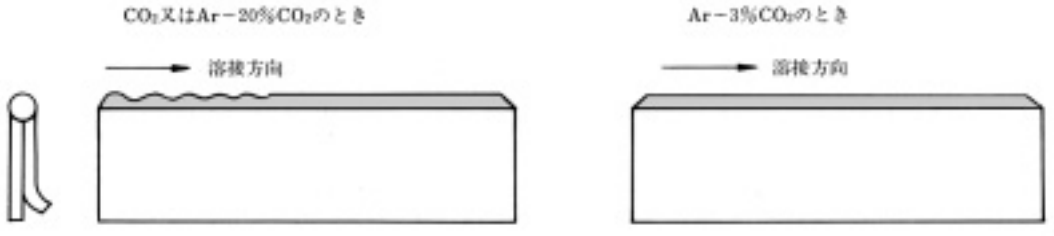


図7･18　薄板へり継手溶接とシールドガスの選定

キ．立向下進溶接

立向下進溶接では、下向姿勢に比べ、ビード外観は良好となるが、湯の先行に伴う溶込み不足、融合不良を生じやすく、継手強度不足になりやすい傾向にある。

t2.3－t2.3SPC材の重ねすみ肉CO_2立向下進溶接例についてみると、

・電流･重圧の適用範囲はトーチ角度αの影響が大きくα＝0°、15°では条件裕度も広いが30°では狭くなる。

・ビード形状は板間ギャップGが1.0mmのとき凹みビードとなり、のど厚不足になる。

・スパッタ降下量はα＝30°のとき急増する。

（ア）調査条件

t2.3、t2.3 SPCC

溶接ワイヤ　DS1A ϕ 1.2

シールドガス　CO_2 15 l /min

溶接機　CO_2インバータ機

350A形

ワイヤ突出し長さ　18mm

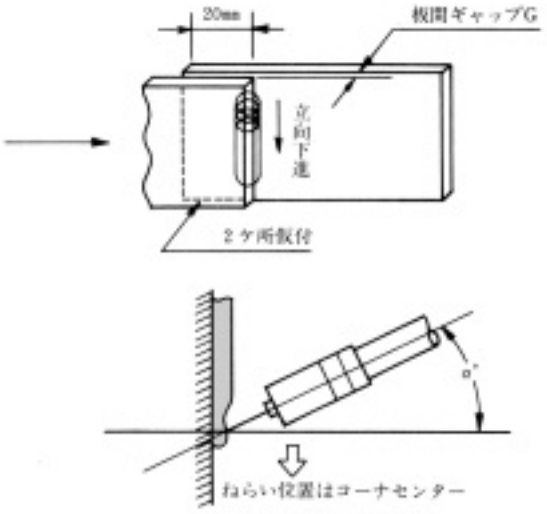
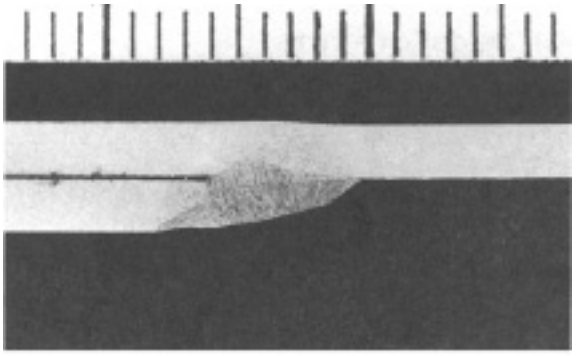


図7･19　薄板立向下進溶接

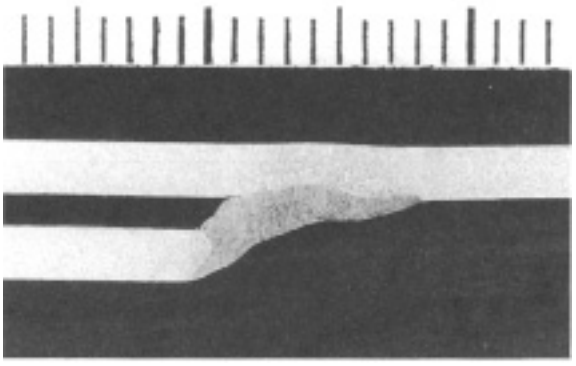
（イ）溶接条件と結果例

表7･10　調査結果

NO	α°	G mm	溶接条件			結　果		
			A	V	cm/min	外　観	強　度	スパッタ降下量(gr/100 mmビード)
1	0	0	150	20	60	○	○	0.1
2	0	0	170	21	80	○	○	0.1
3	0	1	150	20	60	○	○	0.3
4	0	1	170	21	80	○	○	0.2
5	15	0	170	21	60	○	○	0.4
6	15	0	190	23	80	○	○	0.6
7	15	1	170	21	60	凹大	○	0.3
8	15	1	190	23	80	凹大	○	0.3
9	30	0	190	22	85	○	○	0.6
10	30	1	190	22	85	凹大	△	2.2



No.2　マクロ組織（良好）



No.10　マクロ組織（のど厚不足）

写真7･1　立向下進溶接ビード断面形状例

ク．薄板（t3.2以下）の全姿勢溶接

標準条件：

溶接姿勢　下進溶接

溶接条件　電流 80A～140A

電圧 18V～21V

ルートギャップ なし

ワイヤ径 0.9、1.0、1.2mm

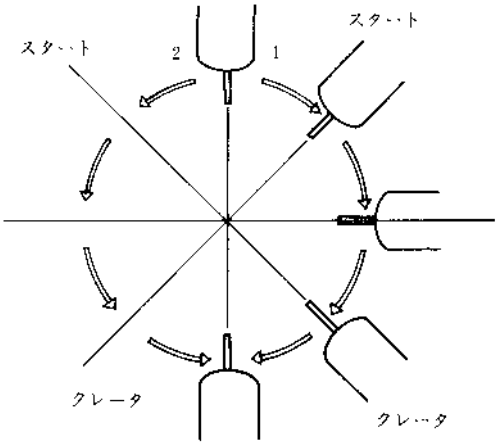


図7･20

(4) 材料規格

ア．一般構造用圧延鋼材（JIS G3101－1995より抜粋）

表7･11

種類の記号	機械的性質			化学成分（%）			
	引張強さ N/mm²	降伏点 N/mm²	伸び %	C	Mn	P	S
SS330	330～430	t≦16 ≧205 16≦t≦40 ≧195 t≧40 ≧175	5≦t≦16 ≧21 16≦t≦50 ≧26				
SS400	400～510	t≦16 ≧245 16≦t≦40 ≧235 t≧40 ≧215	5≦t≦16 ≧17 16≦t≦50 ≧21	－	－	≦0.050	≦0.050
SS490	490～610	t≦16 ≧285 16≦t≦40 ≧275 t≧40 ≧255	5≦t≦16 ≧15 16≦t≦50 ≧19				
SS540	≧540	t≦16 ≧400 16≦t≦40 ≧390	5≦t≦16 ≧13 16≦t≦40 ≧17	≦0.30	≦1.60	≦0.040	≦0.040

イ．自動車構造用熱間圧延鋼板及び鋼帯（JIS G3113－1990より抜粋）

表7･12

種類の記号	引張試験										曲げ試験				化学成分 %	
	引張強さ N/mm²	降伏点 N/mm²			伸び %（圧延方向）						曲げ角度	内側半径		試験片	P	S
					5号試験片					1A号試験片						
		厚さ 6mm未満	厚さ 6mm以上 8mm未満	厚さ 8mm以上 14mm以下	厚さ 1.6mm以上 2.0mm未満	厚さ 2.0mm以上 2.5mm未満	厚さ 2.5mm以上 3.15mm未満	厚さ 3.15mm以上 4.0mm未満	厚さ 4.0mm以上 6.3mm未満	厚さ 6.3mm以上		厚さ 2.0mm未満	厚さ 2.0mm以上			
SAPH310	≧310	≧(185)	≧(185)	≧(175)	≧33	≧34	≧36	≧38	≧40	≧26	180°	密着	厚さの 1.0倍	3号圧延方向に直角方向	≦0.040	≦0.040
SAPH370	≧370	≧225	≧225	≧215	≧32	≧33	≧35	≧36	≧37	≧25	180°	厚さの 0.5倍	厚さの 1.0倍			
SAPH400	≧400	≧255	≧235	≧235	≧31	≧32	≧34	≧35	≧36	≧24	180°	厚さの 1.0倍	厚さの 1.0倍			
SAPH440	≧440	≧305	≧295	≧275	≧29	≧30	≧32	≧34	≧34	≧22	180°	厚さの 1.0倍	厚さの 1.5倍			

ウ．冷間圧延鋼板及び鋼帯（JIS G3141－1996より抜粋）

表7･13

種類の記号	引張強さ N/mm²	伸び %					
		呼び厚さによる区分 mm					
	0.25以上	0.25以上 0.40未満	0.40以上 0.60未満	0.60以上 1.0未満	1.0以上 1.6未満	1.6以上 2.5未満	2.5以上
SPCC	(≧275)	(≧32)	(≧34)	(≧36)	(≧37)	(≧38)	(≧39)
SPCD	≧270	≧34	≧36	≧38	≧39	≧40	≧41
SPCE	≧270	≧36	≧38	≧40	≧41	≧42	≧43

備考
1．SPCCは原則として引張試験値は適用しない。ただし、注文者から指定された場合（SPCCT）は括弧内の数値を適用する。
2．厚さ0.60mm未満については、原則として引張試験を省略する。

エ．機械構造用炭素鋼鋼管（JIS G3445ー1988より抜粋）

表7･14

種類		記号	引張試験				化学成分 %					
			引張強さ N/mm²	降伏点又は耐力 N/mm²	伸び% 4号試験片 11号試験片 12号試験片 縦方向	伸び% 4号試験片 5号試験片 横方向	C	Si	Mn	P	S	Nb又はV
11種	A	STKM 11 A	≧290	—	≧35	≧30	≦0.12	≦0.35	≦0.60	≦0.040	≦0.040	—
12種	A	STKM 12 A	≧340	≧175	≧35	≧30	≦0.20	≦0.35	≦0.60	≦0.040	≦0.040	—
	B	STKM 12 B	≧390	≧275	≧25	≧20						
	C	STKM 12 C	≧470	≧355	≧20	≧15						
13種	A	STKM 13 A	≧370	≧215	≧30	≧25	≦0.25	≦0.35	0.30～0.90	≦0.040	≦0.040	—
	B	STKM 13 B	≧440	≧305	≧20	≧15						
	C	STKM 13 C	≧510	≧380	≧15	≧10						
14種	A	STKM 14 A	≧410	≧245	≧25	≧20	≦0.30	≦0.35	0.30～1.00	≦0.040	≦0.040	—
	B	STKM 14 B	≧500	≧355	≧15	≧10						
	C	STKM 14 C	≧550	≧410	≧15	≧10						
15種	A	STKM 15 A	≧470	≧275	≧22	≧17	0.25～0.35	≦0.35	0.30～1.00	≦0.040	≦0.040	—
	C	STKM 15 C	≧580	≧430	≧12	≧7						
16種	A	STKM 16 A	≧510	≧325	≧20	≧15	0.35～0.45	≦0.40	0.40～1.00	≦0.040	≦0.040	—
	C	STKM 16 C	≧620	≧460	≧12	≧7						
17種	A	STKM 17 A	≧550	≧345	≧20	≧15	0.45～0.55	≦0.40	0.40～1.00	≦0.040	≦0.040	—
	C	STKM 17 C	≧650	≧480	≧10	≧5						
18種	A	STKM 18 A	≧440	≧275	≧25	≧20	≦0.18	≦0.55	≦1.50	≦0.040	≦0.040	—
	B	STKM 18 B	≧490	≧315	≧23	≧18						
	C	STKM 18 C	≧510	≧380	≧15	≧10						
19種	A	STKM 19 A	≧490	≧315	≧23	≧18	≦0.25	≦0.55	≦1.50	≦0.040	≦0.040	—
	C	STKM 19 C	≧550	≧410	≧15	≧10						
20種	A	STKM 20 A	≧540	≧390	≧23	≧18	≦0.25	≧0.55	≦1.60	≦0.040	≦0.040	≦0.15

2 中厚板・高張力鋼・中炭素鋼の溶接

(1) 溶接の考え方

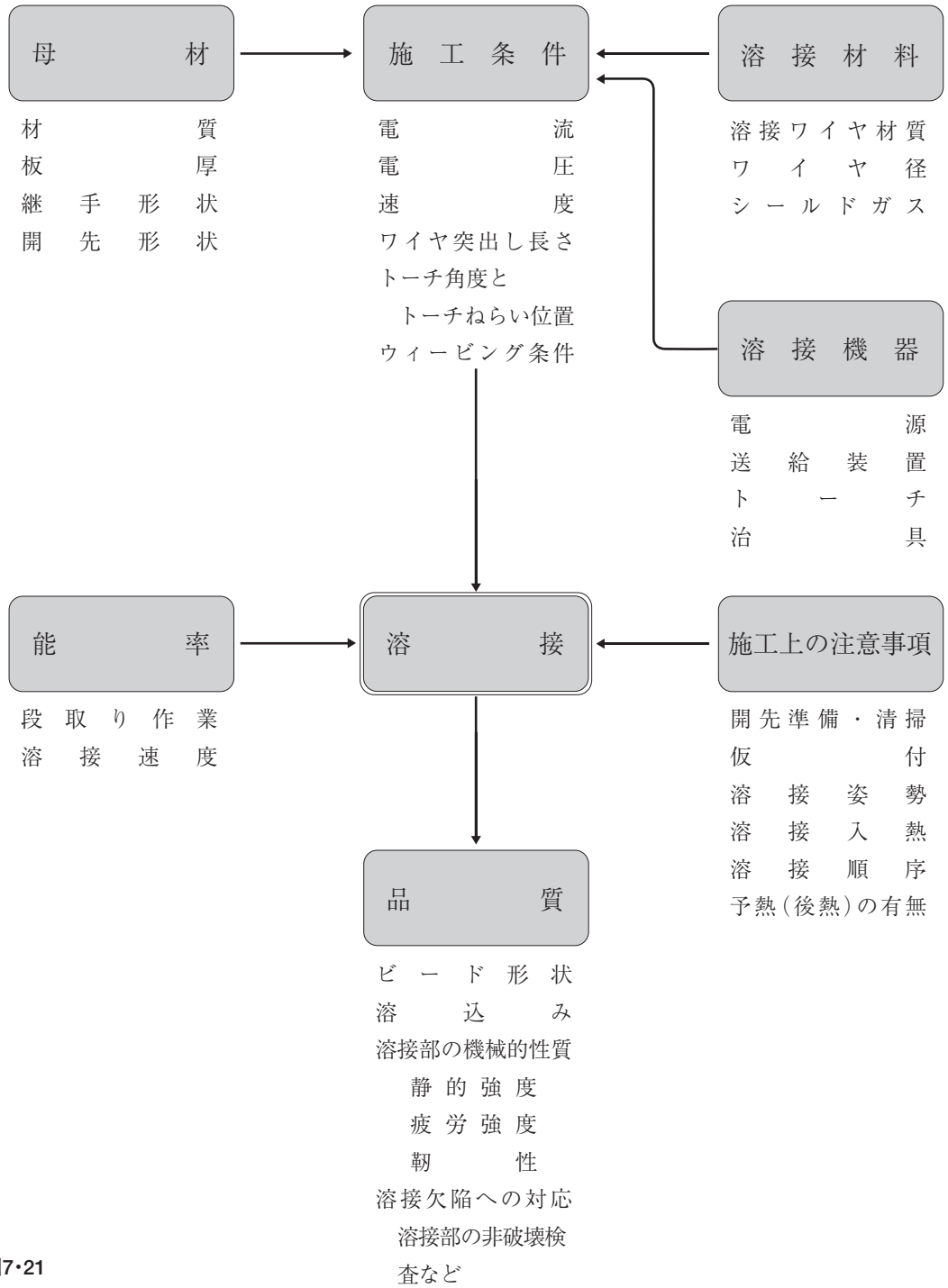


図7･21

(2) 材料規格

ア．溶接構造用圧延鋼材（JIS G3106－1999より抜粋）

表7･15

種類の記号	機械的性質							化学成分（%）				
	降伏点 N/mm²			引張強さ N/mm²	伸び %		シャルピー吸収エネルギー J	C	Si	Mn	P	S
	t≦16	16<t≦40	40<t≦75	t≦100	5<t≦16	16<t≦50						
SM400A	≧245	≧235	≧215	400～510	≧18	≧22	—	t≦50 ≦0.23 50<t≦200 ≦0.25	—	≧2.5×C	≦0.035	≦0.035
SM400B							≧27	t≦50 ≦0.20 50<t≦200 ≦0.22	≦0.35	0.60～1.40	≦0.035	≦0.035
SM400C							≧47	t≦100 ≦0.18	≦0.35	≦1.40	≦0.035	≦0.035
SM490A	≧325	≧315	≧295	490～610	≧17	≧21	—	t≦50 ≦0.20 50<t≦200 ≦0.22	≦0.55	≦1.60	≦0.035	≦0.035
SM490B							≧27	t≦50 ≦0.18 50<t≦200 ≦0.20	≦0.55	≦1.60	≦0.035	≦0.035
SM490C							≧47	t≦100 ≦0.18	≦0.55	≦1.60	≦0.035	≦0.035
SM490YA	≧365	≧355	≧335	490～610	≧15	≧19	—	t≦100 ≦0.20	≦0.55	≦1.60	≦0.035	≦0.035
SM490YB							≧27					
SM520B	≧365	≧355	≧335	520～640	≧15	≧19	≧27	t≦100 ≦0.20	≦0.55	≦1.60	≦0.035	≦0.035
SM520C							≧47					
SM570	≧460	≧450	≧430	570～720	—	—	≧47	t≦100 ≦0.18	≦0.55	≦1.60	≦0.035	≦0.035

注）1．シャルピー吸収エネルギーの試験温度はSM570のみ－5℃ で他は0℃ である。
2．伸びは1A号試験片についての値を示す。

イ．ボイラ及び圧力容器用炭素鋼及びモリブデン鋼鋼板（JIS G3103－1987より抜粋）

表7･16

種類の記号	機械的性質			化学成分（%）					
	引張強さ N/mm²	降伏点 N/mm²	伸び %	C	Si	Mn	P	S	Mo
SB410	410～550	≧225	≧21	t≦25 ≦0.24 25<t≦50 ≦0.27 50<t≦200 ≦0.30	0.15～0.30	≦0.90	≦0.035	≦0.040	—
SB450	450～590	≧245	≧19	t≦25 ≦0.28 25<t≦50 ≦0.31 50<t≦200 ≦0.33	0.15～0.30	≦0.90	≦0.035	≦0.040	—
SB480	480～620	≧265	≧17	t≦25 ≦0.31 25<t≦50 ≦0.33 50<t≦200 ≦0.35	0.15～0.30	≦0.90	≦0.035	≦0.040	—
SB450M	450～590	≧255	≧19	t≦25 ≦0.18 25<t≦50 ≦0.21 50<t≦100 ≦0.23 100<t≦150 ≦0.25	0.15～0.30	≦0.90	≦0.035	≦0.040	0.45～0.60
SB480M	480～620	≧275	≧17	t≦25 ≦0.20 25<t≦50 ≦0.23 50<t≦100 ≦0.25 100<t≦150 ≦0.27	0.15～0.30	≦0.90	≦0.035	≦0.040	0.45～0.60

注）伸びは1A号試験片についての値を示す。

エ．溶接構造用高張力鋼板（WES3001-1996）

表7･17

種類記号	化学成分(%以下)			引張試験					曲げ試験		Vシャルピー衝撃試験			溶接熱影響部最高硬さ					
									内側半径					Hmax HV(10kg)以下			最高硬さ試験を省略しうるCeq(%以下)		
														剛質		非剛質	剛質		非剛質
	C	P	S	耐力(N/mm²以上)	引張強さ(kgf/mm²)	板厚(mm)	試験片	伸び(%以上)	t＜32	32≦t	板厚(mm)	試験温度(℃)	吸収エネルギー(J)	t≦50	50＜t≦75	t≦50	t≦50	50＜t≦75	t≦50
HW355	0.20	0.030	0.025	355	520〜640	t≦16 16＜t 20＜t	1A号 1A号 4号	14 17 23	1.5	2.0	t≦12 13＜t≦20 20＜t≦32 32＜t≦50	+10 +10 0 −5	— 47 47 47	—	—	390	—	—	0.47
390	0.20	0.030	0.025	390	560〜680	t≦16 16＜t 20＜t	5 5 4	22 30 22	1.5	2.0	t≦12 13＜t≦20 20＜t≦32 32＜t≦50	+10 +10 0 −5	— 47 47 47	—	—	400	—	—	0.49
450	0.18	0.030	0.025	450	590〜710	t≦16 16＜t 20＜t	5 5 4	20 28 20	1.5	2.0	t≦12 13＜t≦20 20＜t≦32 32＜t≦50	+5 +5 −5 −10	— 47 47 47	380	400	410	0.44	0.48	0.50
490	0.18	0.030	0.025	490	610〜730	t≦16 16＜t 20＜t	5 5 4	19 27 19	1.5	2.0	t≦12 13＜t≦20 20＜t≦32 32＜t≦50	0 0 −15 −25	— 47 47 47	390	410	420	0.46	0.50	0.54
550	0.18	0.030	0.025	550	670〜800	t≦16 16＜t 20＜t	5 5 4	18 26 18	1.5	2.0	t≦12 13＜t≦20 20＜t≦32 32＜t≦50	0 0 −10 −30	— 47 47 47	420	—		0.53	—	—
620	0.18	0.030	0.025	620	710〜840	t≦16 16＜t 20＜t	5 5 4	17 25 17	1.5	2.0	t≦12 13＜t≦20 20＜t≦32 32＜t≦50	−5 −5 −15 −20	— 47 47 47	435	—		0.57	—	—
685	0.18	0.025	0.020	685	780〜930	t≦16 16＜t 20＜t	5 5 4	16 24 16	1.5	2.0	t≦12 13＜t≦20 20＜t≦32 32＜t≦50	−10 −10 −20 −25	— 47 47 47	450	—		0.63	—	—
785	0.18	0.025	0.020	785	880〜1030	t≦16 16＜t 20＜t	5 5 4	14 21 14	2.0	2.0	t≦12 13＜t≦20 20＜t≦32 32＜t≦50	−15 −15 −25 −30	— 47 47 47	470	—		0.69	—	—
885	0.18	0.025	0.020	885	950〜1130	t≦16 16＜t 20＜t	5 5 4	12 19 12	2.0	2.5	t≦12 13＜t≦20 20＜t≦32 32＜t≦50	−25 −25 −30 −40	— 47 47 47	480	—		0.76	—	—
(注)	13＜t≦75の鋼板について規定								試験片：1号		2mmVノッチ			炭素当量 $Ceq = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Si}{24} + \frac{Ni}{40} + \frac{Cr}{5} + \frac{Mo}{4} + \frac{V}{14}$					

(3)溶接ワイヤの選定

ア．ワイヤと対象母材

表7･18

ワイヤ	対象		
DS1	HT50～HT55	突合せ	CO_2用
DS2、DS1-SP	HT50～HT55	すみ肉	CO_2用
DS50E	HT55～HT60	低温靭性重視	CO_2用
DS60	HT60～HT70　及び	中炭素鋼用	CO_2用
DS80	HT80		CO_2用
DD50S	HT50～HT55	突合せ、すみ肉	MAG用
DS60A	HT60	突合せ、すみ肉	MAG用

イ．溶接強度からみたワイヤの選定

表7･19

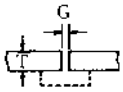
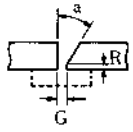
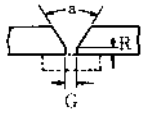
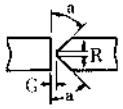
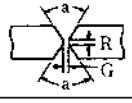
母材強度	CO_2溶接	MAG溶接
≧490N/mm²	DS1、DS2、DS1-SP	DD50S
≧570N/mm²	DS50E、DS60A	DS1、DS2
≧690N/mm²	DS60	DS50E、DS60A
≧780N/mm²	DS80	DS60

(4)溶接施工上の基本的事項

ア．溶接施工準備

（ア）開先加工、清掃

表7･20　突合せ継手の標準的開先形状

開先形状		板厚（mm）	溶接姿勢	裏あての有無	開先角度a（度）	ルート間隔G（mm）	ルート面R（mm）
I形		1.2～4.5	F	なし	—	0～2	T
		9以下	F	あり	—	0～3	T
		12以下	F	なし	—	0～2	T
レ形		60以下	F	なし	45～60	0～2	0～5
				あり	25～50	4～7	0～3
			V	なし	45～60	0～2	0～5
				あり	35～50	4～7	0～2
			F	なし	40～50	0～2	0～5
				あり	30～50	4～7	0～3
V形		60以下	F	なし	45～60	0～2	0～5
				あり	35～60	0～6	0～3
		50以下	V	なし	45～60	0～2	0～5
				あり	35～60	3～7	0～2
K形		100以下	F	なし	45～60	0～2	0～5
			V	なし	45～60	0～2	0～5
			H	なし	45～60	0～3	0～5
X形		100以下	F	なし	45～60	0～2	0～5
			V	なし	45～60	0～2	0～5

注）1．溶接姿勢　F：下向　V：立向　H：横向
　　2．裏あてなしの場合は原則として裏はつりを行う。

開先部の塵埃、汚れ、油付着、ペイント付着などはブローホール、割れの不具合につながるので、溶接前に清掃することが望ましい。

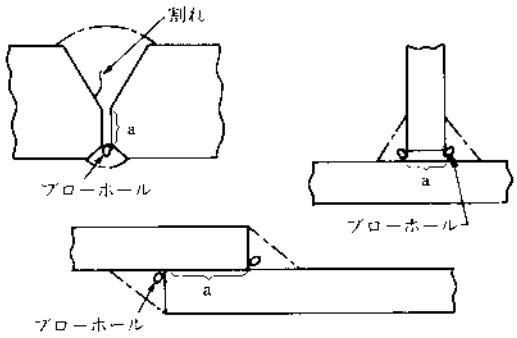
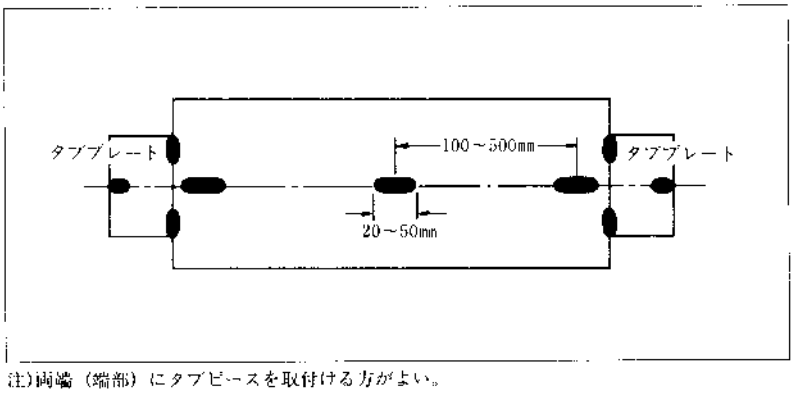


図7･22　開先部の清掃

（イ）仮付

中板、厚板の場合は図7･23のように仮付長さを薄板に比べ長くピッチはやや大きくする。



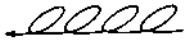
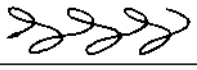
注)両端（端部）にタブピースを取付ける方がよい。

図7･23

イ．溶接操作

（ア）中・厚板溶接におけるトーチは操作法の種類と用途

表7･21

種　類	用　途
	薄板、厚板初層
	ギャップの小さい場合 余盛を少なくする場合
	2層目以後のウィービング、厚板など
	すみ肉、多層の場合の初層
	ギャップの大きい場合

（イ）各板厚に対するルートギャップの許客範囲（裏当てなしの場合）

表7･22

板厚（mm）	ルートギャップ（mm）
4.5	1.6以下
6.0	1.8以下
10.0	2.0以下

ルートギャップがとくに大きい場合のトーチ操作法

・ルートギャップ部分に直接アークをあてずにギャップの両端で溶かした溶融プールを流しギャップを埋めていく。

・ウィービング＋断続溶接法の採用

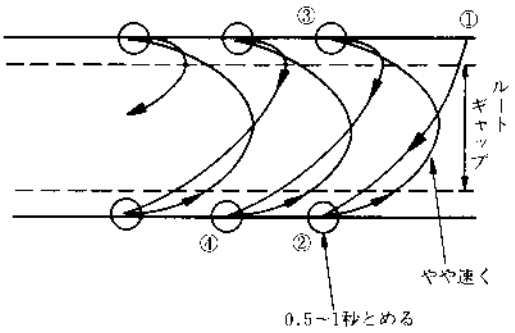


図7･24

（ウ）トーチ角度とねらい位置

・多層溶接例（1）……下向すみ肉の場合（中厚板）

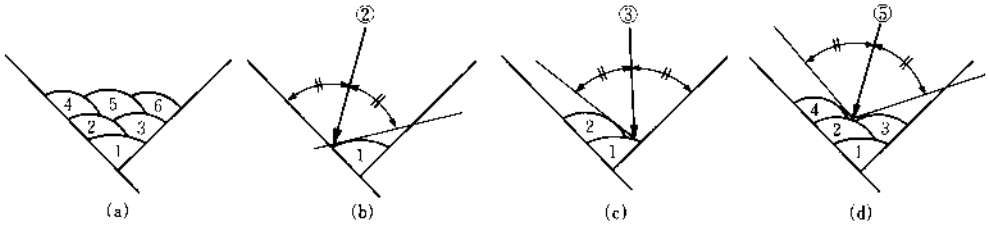


図7･25

・多層溶接例（2）……水平すみ肉溶接の場合（中厚板）

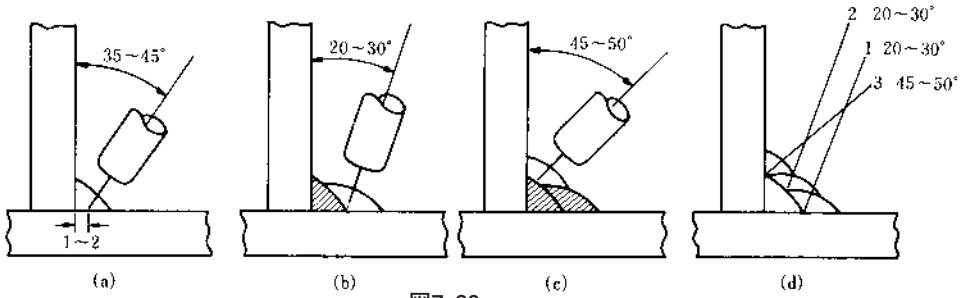


図7･26

（エ）開先形状と溶接施工

・開先角度が狭い場合

トーチを後退法で、初層はストレート操作にて行い、層を重ねるにしたがってウィービング法で行う。

(注)電流が高過ぎるとワレが発生するおそれがあるので注意する。

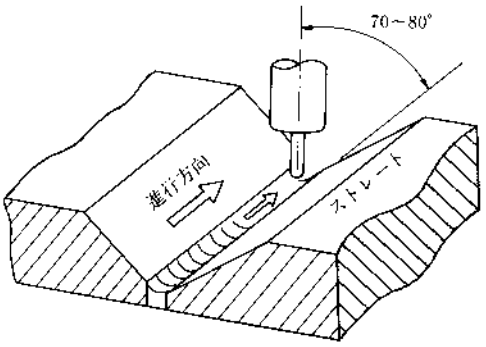


図7･27

・開先角度が大きい場合

トーチは前進法で、ウィービング操作を行なう。

(注)初層は、小刻みウィービング、層を重ねるにしたがって右図の要領のウィービング法をとる。

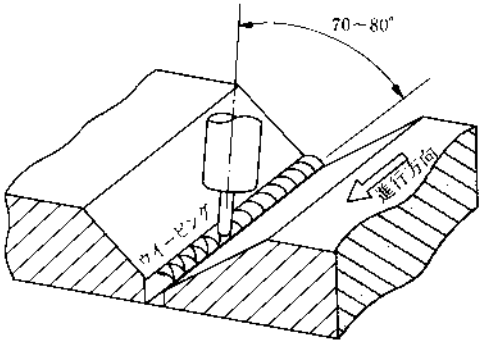


図7･28

（ウィービングの例）

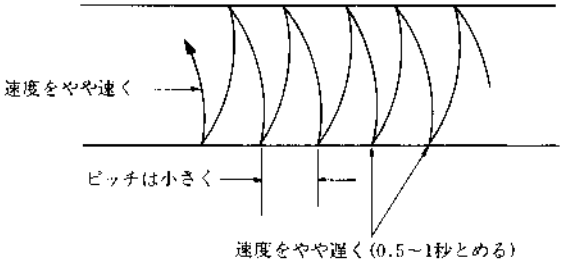


図7･29

(5)溶接施工上の留意点

高張力鋼、炭素鋼、合金鋼は一般に炭素当量が高いため熱影響部の硬化、調質高張力鋼に於いては熱影響部の軟化、溶接金属の靭性、残留応力などの問題があるので、溶接施工に当たっては十分管理する必要がある。

ア．熱影響部の硬化と対応

（ア）炭素当量と熱影響部の最高硬さ（簡便法）

割れ防止の最高硬さの目安：

HVmax＝350以下

最高硬さHVmax＝350以下とする予熱温度の目安：

予熱温度(℃)＝(Ceq×500)－100

Ceq：炭素当量

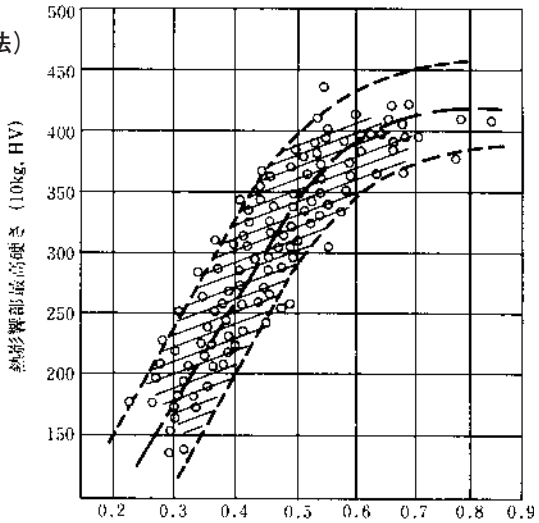


図7･30

（イ）SH-CCT図（溶接熱影響部連続冷却変態図）と冷却時間を推定するノモグラフから予熱温度を決定する方法

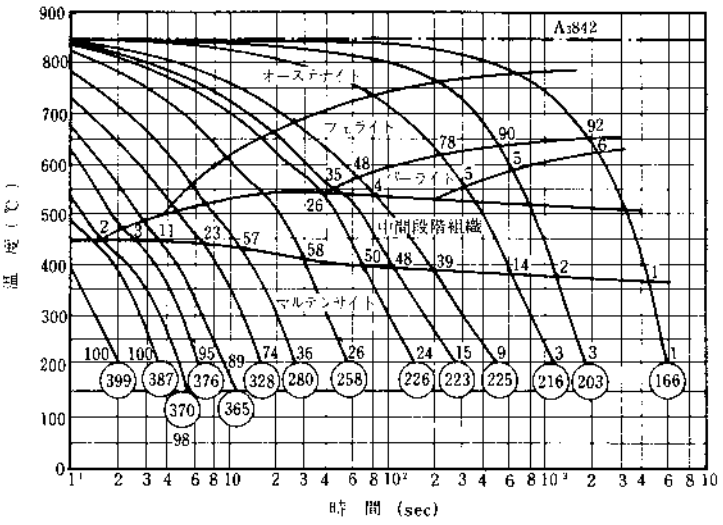


図7･31　590N/mm²高張力鋼

注：図中の数字は組織のパーセントを示し、○内の数字はビッカース硬さを示す。

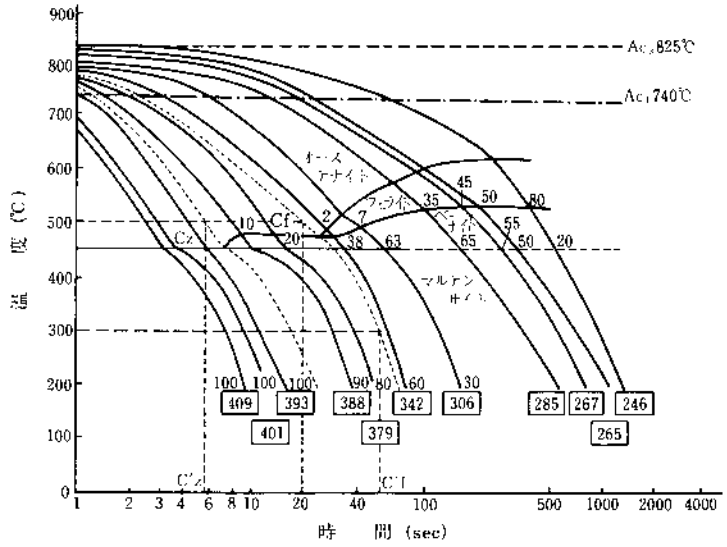


図7･32　780N/mm²高張力鋼

冷却曲線におけるA_3～500℃（または300℃）迄の冷却時間を臨界冷却時間C´fという。このC´fより遅い冷却速度の溶接時間を割れ防止の目安とする。

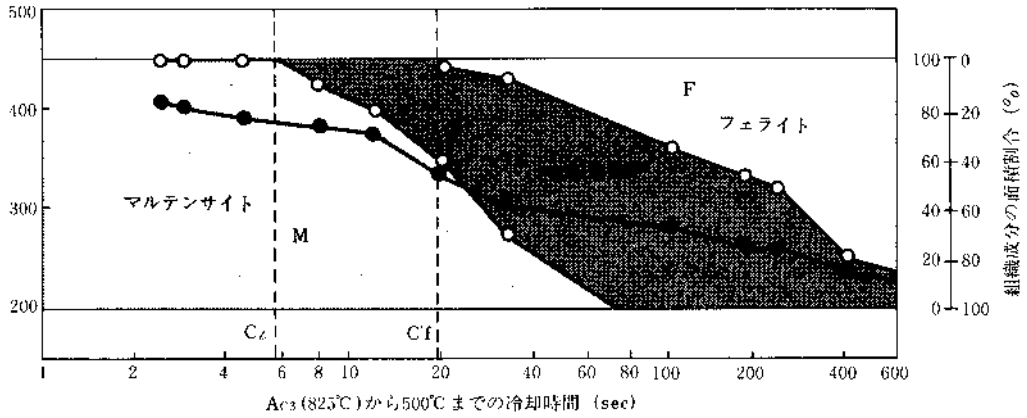
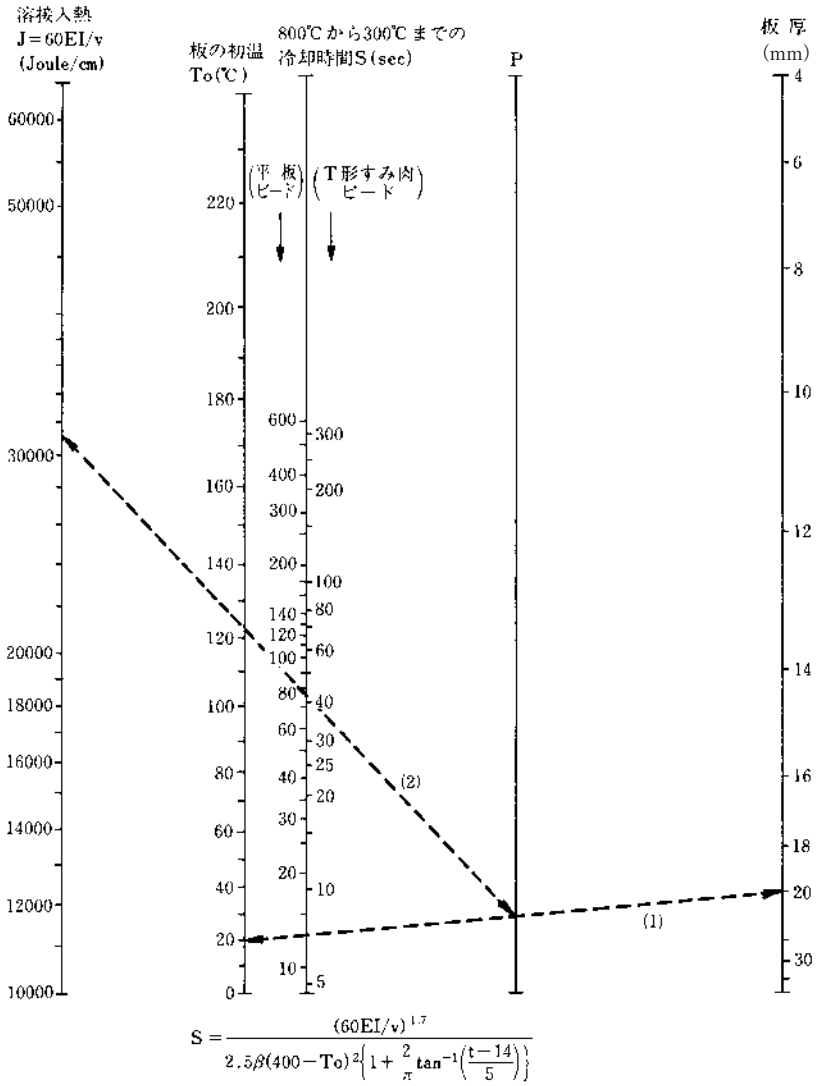


図7･33　HT80高張力鋼のかたさ、組織成分と冷却時間との関係（稲垣、宇田）



S：800℃から300℃までの冷却時間　E：アーク電圧(V)、I：溶接電流(A)
V：溶接速度(cm/min)、To：予熱温度(℃)、t：板　厚
β：定数（平板ビードには1、T形すみ肉には1.8)

図7･34　CO_2アーク溶接における800℃→300℃までの冷却時間を推定するノモグラフ

SH CCT図より、800℃から300℃までの臨界冷却時間C'fを求める。

⇩

ノモグラフを用い、C'f冷却時間と溶接条件(溶接入熱)を結ぶ……直線(2)
直線(2)と補助線Pとの交点と板厚を結ぶ……直線(1)

⇩

直線(1)より板の初温（予熱温度）を求める。

イ．調質高張力鋼の熱影響部の軟化への対応

溶接入熱量が大きくなるとボンド部の靭性が低下するので、入熱量が過大にならないよう施工管理が必要で図7･35はその一例である。

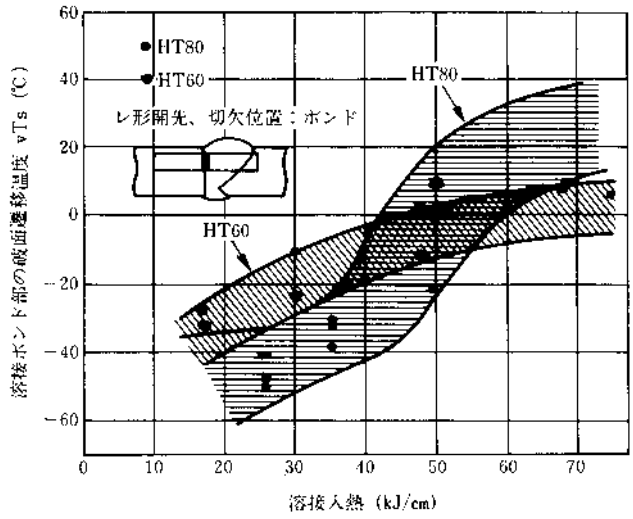


図7･35

ウ．残留応力の緩和

溶接は母材を局部的に急速加熱して膨脹させ続いて冷却して、収縮を生じさせるが、この加熱冷却は局部的であるため、母材の膨脹収縮、溶接金属の凝固収縮によって、溶接部に残留応力が発生する。

（ア）多層溶接による緩和

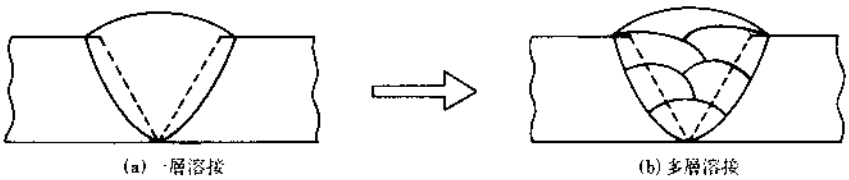


図7･36

（イ）狭開先溶接による緩和

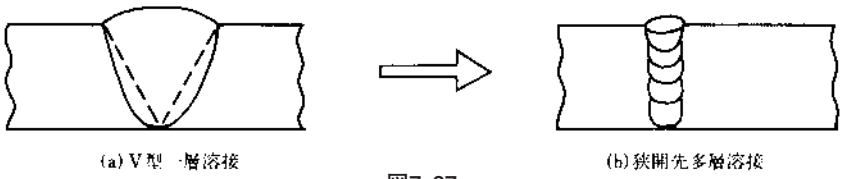


図7･37

（ウ）応力除去焼なましによる緩和

表7･23　特殊鋼の焼なまし温度と保持時間の関係

材　　料	温　度（℃）	時間(h)(厚さ25.4mmにつき)
炭素鋼	593～677　炉冷	1
1/2% Mo 鋼	649～718　〃	2
1% Cr-1/2% Mo 鋼	677～732　〃	2
2% Cr-1/2% Mo 鋼	704～746　〃	2
$2\frac{1}{4}$% Cr-1% Mo 鋼	718～760　〃	2
5% Cr-1/2% Mo 鋼（type502）	732～760　〃	2
9% Cr-1% Mo 鋼	746～774　〃	2
12% Cr 鋼（type410）	704～732　〃	2
12% Cr 鋼（type405）	732～760　〃	2
15% Cr 鋼（type430）	760～788　〃	4
Mn 鋼（オーステナイト）	1038～1093　〃	1
Cr-Ni 鋼（オーステナイト）	1038～1093 空冷	1
Cr-Ni-Mo 鋼（低合金）	593～677　〃	1
2～5% Ni 鋼	593～621　炉冷	1
9% Ni 鋼	538～593　〃	2
モネル	593～677　〃	1
インコネル	593～677　〃	1
ニッケル	593～677　〃	1
鋳　鉄	566～677　〃	1

（エ）溶接金属の高温割れ感受性の低減

溶接金属の高温割れ感受性（Hot Crack Sensitivity）

$$H.C.S=\frac{C[S+P+(Si/25)+(Ni/100)]\times 10^3}{3Mn+Cr+Mo+V}\cdots\cdots\text{Wilkinson}$$

$$H.C.S=\frac{C[S+P+(Si/25)+(Ni/30)]}{3Mn+Cr+70Ti+Mo}\cdots\cdots\text{渡辺ら}$$

Ti入りワイヤ、Mn-Mo系ワイヤは高温割れ感受性が低い。

エ．溶接金属の靭性

（ア）溶接入熱と靭性

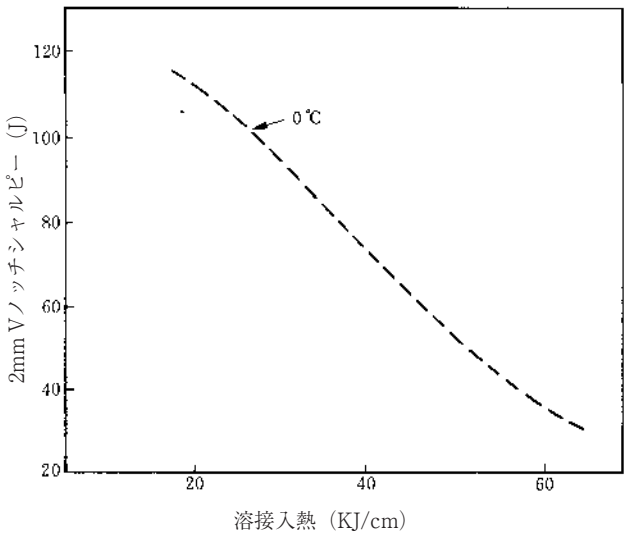


図7･38

$$\text{溶接入熱(KJ/cm)}=\frac{60\times I(A)\times E(V)}{1000S}$$

I：溶接電流(A)
E：アーク電圧(V)
S：溶接速度(cm/min)

（イ）シールドガスと靭性

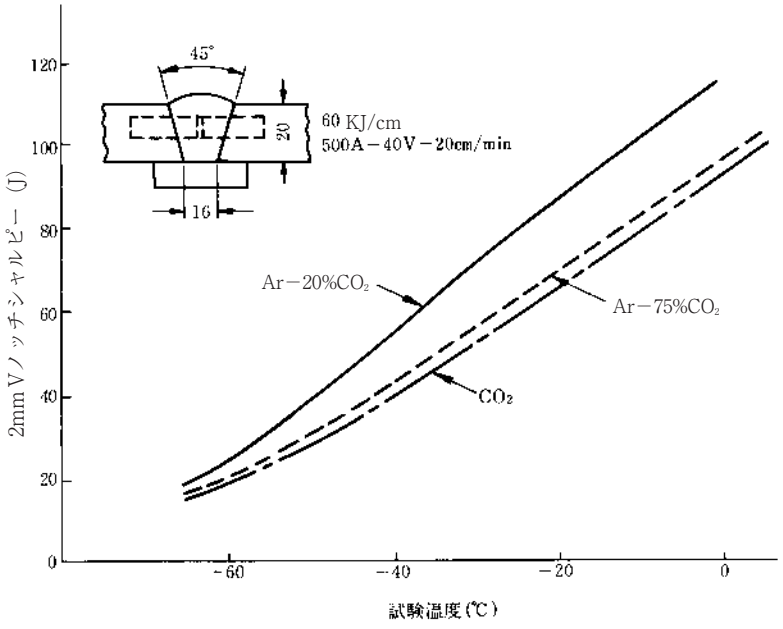


図7・39

（ウ）溶接ワイヤと靭性

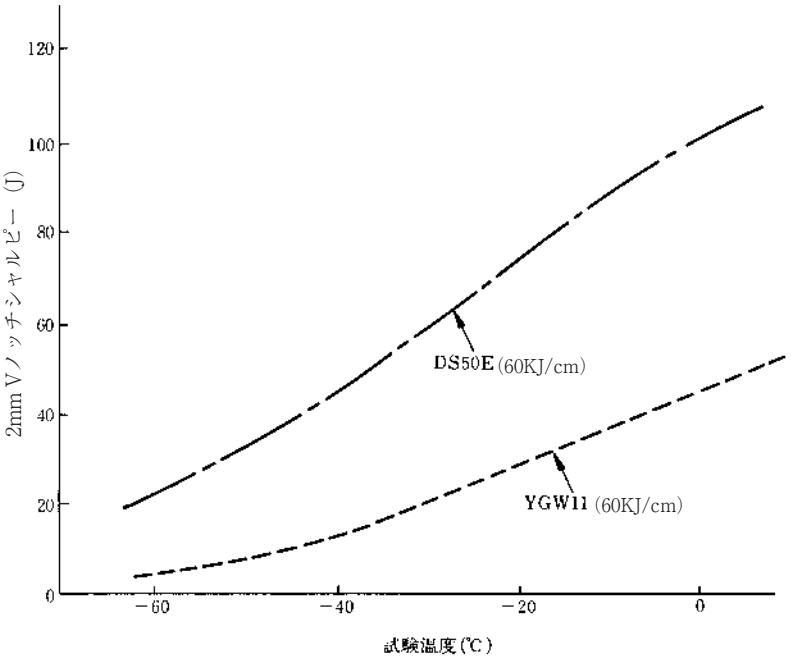


図7・40

3 表面処理鋼板の溶接

(1) 塗装鋼板の溶接

ア．鋼板の防錆として、ジンク系の防錆処理が行われているが、CO_2、MAG溶接に当っては、できる限り防錆塗料を研削、またはガスバーナにて焼却の上、溶接施工することが溶接欠陥の発生対策となる。

イ．塗装鋼板のまま溶接する場合は次の問題点が発生し易い。

○ブローホール、ピットの発生が多い。

○スパッタの発生が多い。

○ビード外観が悪い。

○溶接ヒュームの発生が多く有害である。

ウ．溶接ワイヤとシールドガス

CO_2ガス＝DS1Z

MAGガス＝DD50Z

4 ステンレス鋼の溶接

(1) ステンレス鋼の分類と用途

表7･24　基本的なステンレス鋼の分類と用途例

分類		主成分（Wt%）				用途例
組織	成分	C	Cr	Ni	その他	
フェライト	Cr系	＜0.08	10～14	—	Al、Ti	石油工業、自動車排ガス部品、ポンプ部品
		＜0.12	14～16	—	—	建築材、家庭厨器具、食器類
		〃	16～20	—	—	建築用、家庭用、自動車外装用
		＜0.02	20～30	〃	—	化学工業用
マルテンサイト	Cr系	0.15～0.3	10～16	(1～2)	—	構造用部品、航空機用材、建築用材、刃物、
		0.3～0.5	〃	—	—	ナイフ、医科材料、タービンブレード、ノズル、
		＞0.5	16～18	—	—	工具、ダイス、ゲージ、耐塵耗耐食用部品、刃物
オーステナイト	Cr-Ni系	＜0.15	16～20	6～10	—	建築、車両、厨房器具、船舶用部材、航空機用材、
		＜0.08	〃	8～14	—	化学工業・製紙・精油工業用材、航空機用材、その他
		〃	〃	〃	Ti、Nb	同　上（耐粒界腐食性）
		〃	〃	〃	Mo	同　上（特に耐硫酸、亜硫酸、有機酸工業用）
		＜0.03	〃	〃	—	同　上（耐粒界腐食性）
	高Cr-Ni系	＜0.08	22～24	12～15	—	化学工業用、耐熱性及び耐酸化性
		〃	24～26	19～22	—	同　上

(2) ステンレス鋼の特徴

表7･25　各系ステンレス鋼の特徴

	マルテンサイト系	フェライト系	オーステナイト系
自硬性	自硬性をもっている	自硬性なし	自硬性なし
組織変化	溶接により結晶粒粗大化	結晶粒粗大化 475℃ ぜい化 α相ぜい化	やや粗大化
電気比抵抗	炭素鋼の3倍以上	炭素鋼の3倍以上	炭素鋼の4倍以上
熱伝導率	〃　1/2以下	〃　1/2以下	〃　1/3以下
炭化物析出	——	——	要注意

(3) 溶接施工の基礎

ア．溶接方法の選択

ステンレス鋼を溶接するには、ステンレス鋼特有の性質を熟知して、軟鋼やHT50を溶接する場合には必要ないような準備、テクニックに慣れることである。

ステンレス鋼には多くの種類があり、溶接品質は各鋼種で変わる。従って、ステンレス鋼の物理的及び機械的性質、特に膨脹係数、熱伝導度、電気抵抗、溶融温度などに対する知識が必要になる。

表7･26　ステンレス鋼の溶接難易表

区分	溶接方法	マルテンサイト系 Cr鋼	フェライト系 高Cr鋼	オーステナイト系 Cr-Ni鋼	析出硬化 Cr-Ni鋼	概略適用板厚 (mm)
溶接	被覆アーク	B～C	B	A～B	A～C	t＞0.8
	TIG	B	B	A	A～C	0.5～3
	MIG	B	B	A	A～C	t＞6
	サブマージアーク	B	B	B	B～C	t＞6
	ガス	C	C	B	B～C	t＜1
ろう付		C	C	B	B	t＜6
抵抗	スポット	B	A	A	A～B	0.15～3
	シーム	C	B	A	A～B	0.15～3
	フラッシュ	B	A	A	A～B	0.25～15
ガス圧接		B～C	B～C	B	B～C	——

＜備考＞　A……最　適　比較的容易にすぐれた溶着部が得られ、広く実用化されている。
　　B……やや適　いくぶん困難であるが注意して実用化されている。
　　C……　難　特殊な注意を必要とし、まれにのみ使用される。

表7･27　炭素鋼とステンレス鋼の物理的性質の違い

	炭素鋼	マルテンサイト系	フェライト系	オーステナイト系
熱伝導率 10^{-2} W/m·k	約　46	約　25	約　25	約　17
熱膨張係数 10^{-6}/℃	約　11	約　11	約　11	約　17
電気抵抗 $\mu\Omega$－cm	15	57	60	72
磁性	有	有	有	無

表7･28　ステンレス鋼と炭素鋼の機械的性質の一例

	炭素鋼 (SS400)	マルテンサイト系 (SUS410)		フェライト系 (SUS430)	オーステナイト系 (SUS304)
熱処理条件	——	焼入れ	焼なまし	焼なまし	固溶化熱処理
伸び（%）	30	15	25	30	60
引張強さ（N/mm^2）	440	1370	490	520	590
アイゾット衝撃値（J）	——	49	127	39	147
硬さ（Hv）	150	400	150	165	160

オーステナイト系ステンレス鋼の熱膨張係数は炭素鋼の約1.5倍あり、溶接時の変形やひずみが大きくなる。

ステンレス鋼の電気抵抗は炭素鋼の4～5倍あり、同一電流で溶接すると発熱が多くなる。

イ．溶接ワイヤ（棒）の選定

（ア）溶接用ステンレス鋼棒及びワイヤ規格

表7･29　溶接用ステンレス鋼棒及びワイヤ（JIS Z 3321-1999）

種　類	化　学　成　分（%）								
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	その他
Y308 (1)	0.08 以下	0.65以下	1.0～2.5	0.03以下	0.03以下	9.0～11.0	19.5～22.0	—	—
Y308L (1)	0.030以下	0.65以下	1.0～2.5	0.03以下	0.03以下	9.0～11.0	19.5～22.0	—	—
Y309 (1)	0.12 以下	0.65以下	1.0～2.5	0.03以下	0.03以下	12.0～14.0	23.0～25.0	—	—
Y309L	0.030以下	0.65以下	1.0～2.5	0.03以下	0.03以下	12.0～14.0	23.0～25.0	—	—
Y309Mo	0.12 以下	0.65以下	1.0～2.5	0.03以下	0.03以下	12.0～14.0	23.0～25.0	2.0～3.0	—
Y310	0.15 以下	0.65以下	1.0～2.5	0.03以下	0.03以下	20.0～22.5	25.0～28.0	—	—
Y310S	0.08 以下	0.65以下	1.0～2.5	0.03以下	0.03以下	20.0～22.5	25.0～28.0	—	—
Y312	0.15 以下	0.65以下	1.0～2.5	0.03以下	0.03以下	8.0～10.5	28.0～32.0	—	—
Y16-8-2	0.10 以下	0.65以下	1.0～2.5	0.03以下	0.03以下	7.5～9.5	14.5～16.5	1.0～2.0	—
Y316 (1)	0.08 以下	0.65以下	1.0～2.5	0.03以下	0.03以下	11.0～14.0	18.0～20.0	2.0～3.0	—
Y316L (1)	0.030以下	0.65以下	1.0～2.5	0.03以下	0.03以下	11.0～14.0	18.0～20.0	2.0～3.0	—
Y316JIL	0.030以下	0.65以下	1.0～2.5	0.03以下	0.03以下	11.0～14.0	18.0～20.0	2.0～3.0	Cu1.0～2.5
Y317	0.08 以下	0.65以下	1.0～2.5	0.03以下	0.03以下	13.0～15.0	18.5～20.5	3.0～4.0	—
Y317L	0.030以下	0.65以下	1.0～2.5	0.03以下	0.03以下	13.0～15.0	18.5～20.5	3.0～4.0	—
Y321	0.08 以下	0.65以下	1.0～2.5	0.03以下	0.03以下	9.0～10.5	18.5～20.5	—	Ti9×C～1.0
Y347 (1)	0.08 以下	0.65以下	1.0～2.5	0.03以下	0.03以下	9.0～11.0	19.0～21.5	—	Nb10×C～1.0
Y347L	0.030以下	0.65以下	1.0～2.5	0.03以下	0.03以下	9.0～11.0	19.0～21.5	—	Nb10×C～1.0
Y410	0.12 以下	0.50以下	0.6以下	0.03以下	0.03以下	0.6以下	11.5～13.5	0.75以下	—
Y430	0.10 以下	0.50以下	0.6以下	0.03以下	0.03以下	0.6以下	15.5～17.0	—	—

注：(1)＝これらの種類はSiを0.65%を超え1.00%以下にすることにより､高Siの規格にすることができる。
なお､高Siの種類はワイヤだけに限定し､それの表示は標準の種類にSiを付加して表示する。
（例：Y 308L Si）

（イ）共材溶接時の溶接ワイヤの選定

・オーステナイト系ステンレス鋼の溶接

表7･30　オーステナイト系ステンレス鋼に対する溶加棒の組み合せ例

母　材	適 当 な 溶 接 ワ イ ヤ（棒）	
JIS規格	JIS規格	AWS
SUS201	Y308	ER308
SUS202	Y308	ER308
SUS301	Y308	ER308
SUS302	Y308	ER308
SUS304	Y306、Y308L	ER306、ER308L
SUS304L	Y308L	ER308L
SUS305	Y308	ER308
SUS309S	Y309、Y310S	ER309、ER310
SUS310S	Y310S、Y310	ER310
SUS316	Y316、Y316L	ER316、ER316L
SUS316L	Y316L	ER316L
SUS316J1	Y316J1L	－（1）
SUS316J1L	Y316J1L	－（1）
SUS317	Y317	ER317
SUS317L	Y317L	ER317L
SUS321	Y321、Y347	ER321、ER347
SUS347	Y347、Y321	ER347
SUH309	Y309、Y310	ER309、ER310
SUH310	Y310	ER310

注：(1) SUS316J1、316J1Lに相当する鋼種はAWS規格には規定されていない。

・フェライト系・マルテンサイト系ステンレス鋼の溶接

表7･31　フェライト系又はマルテンサイト系ステンレス鋼に対する溶加棒の組合せ例

母　材	適当な溶接ワイヤ（棒）	
JIS規格	JIS規格	AWS規格
SUS 405	Y410、(1)Y309、Y310	ER410、ER309、ER310
SUS 429	Y430、(1)Y309、Y310	ER430、ER309、ER310
SUS 430	Y430、(1)Y309、Y310	ER430、ER309、ER310
SUS 434	Y309、Y310	ER309、ER310
SUH 446	Y309、Y310	ER309、ER310
SUS 403	Y410、(1)Y309、Y310	ER410、ER309、ER310
SUS 410	Y410、(1)Y309、Y310	ER410、ER309、ER310

注(1)Nb入りを用いるのが望ましい(TIG溶接の場合)
備考１．ニッケル合金溶加棒が使用されることがある。
　　２．SUS403､405､429､434､SUH446相当の溶加棒規格は未制定である。

・異材溶接時の溶接ワイヤ（棒）の選定

シェフラの組織図を利用して異材溶接時の溶接材料を選定することができる。図7･37、図7･38のように母材と全溶着金属の化学成分値からCr当量、Ni当量を算出し、図中にプロットする。溶接金属のプロット点は母材と全溶着金属の線上に位置し、溶け込み率によって母材側または全溶着金属側に移動する。

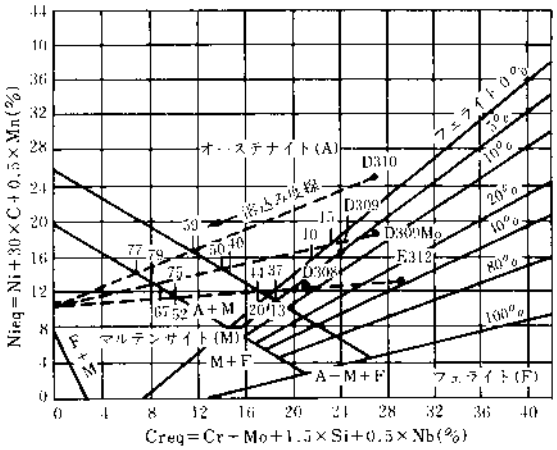


図7･41
炭素鋼と各種ステンレス鋼溶接ワイヤ（棒）による異材溶接金属の組織推定図

図7･41中のD308を用いた場合の溶接金属は溶け込み率20～52％でマルテンサイトを含むオーステナイト組織となり、溶接割れを生じやすい。割れ防止のためにD309を用いてフェライトを含有した溶接金属にすることが望ましい。

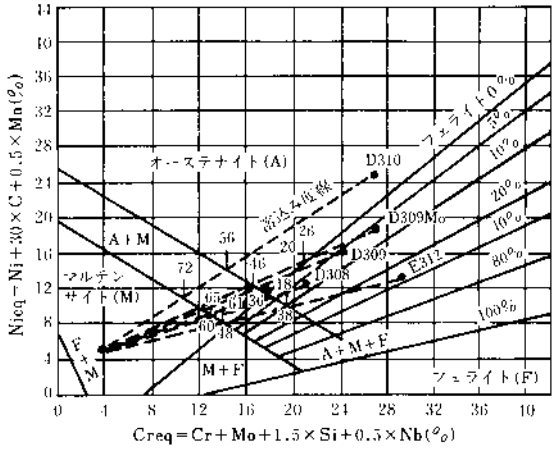


図7･42
2¼Cr-1 Mo鋼と各種ステンレス鋼溶接ワイヤ（棒）による異材溶接金属の組織推定図

(4) 溶接施工上の注意点

ア．予熱・後熱処理

表7･32

	マルテンサイト系ステンレス鋼	フェライト系ステンレス鋼	オーステナイト系ステンレス鋼
予熱温度	200℃ ～400℃	100℃ ～200℃	不　　要
後熱温度	700℃ ～760℃		不　　要
予熱･後熱の目的	・予熱は、硬化した熱影響部および溶接金属の溶接われを防止するために行なう。 ・後熱は、遅れ割れの防止、機械的性質の改善のために行なう。	・予熱は、粗大なフェライト組織となって脆化した熱影響部と溶接金属の溶接割れを防止するために行なう。 ・後熱は、遅れ割れの防止と、靭性を除く機械的性質の改善が目的である。	通常、予熱後熱は、行なわない。ただし、次の場合は、後熱処理を行なう。 ・耐食性、機械的性質の改善（溶体化処理） ・応力腐食割れの防止（応力除去熱処理）
注意事項	・焼入れ硬化 ・遅れ割れ	・475℃ 脆化 ・高温加熱による脆化（900℃ 以上） ・シグマ相による脆化（600～800℃）	・高温割れ ・炭化物析出による熱影響部の耐食性

イ．溶接施工に伴う変形及びその防止法

表7･33　溶接施工に伴う変形及びその防止法

	切　断	製　罐	溶　接	熱処理
変形ひずみ	角変形 座　屈	寸法精度不良	回転収縮 横・縦収縮 座屈・角変形	寸法精度不良
変形ひずみ防止法	拘束治具 水冷却による過熱防止 ひずみ取り プレス ローラ ハンマーリング	ひずみ取り ローラ プレス ハンマーリング 加熱法 拘束治具	拘束治具 過熱防止 逆ひずみ ひずみ取り ローラ プレス ピーニング ハンマーリング 加熱法	拘束治具 逆ひずみ 均一加熱冷却
注意事項		冷間加工度による応力腐食割れ	拘束法……高温割れ 加熱法……温度管理	

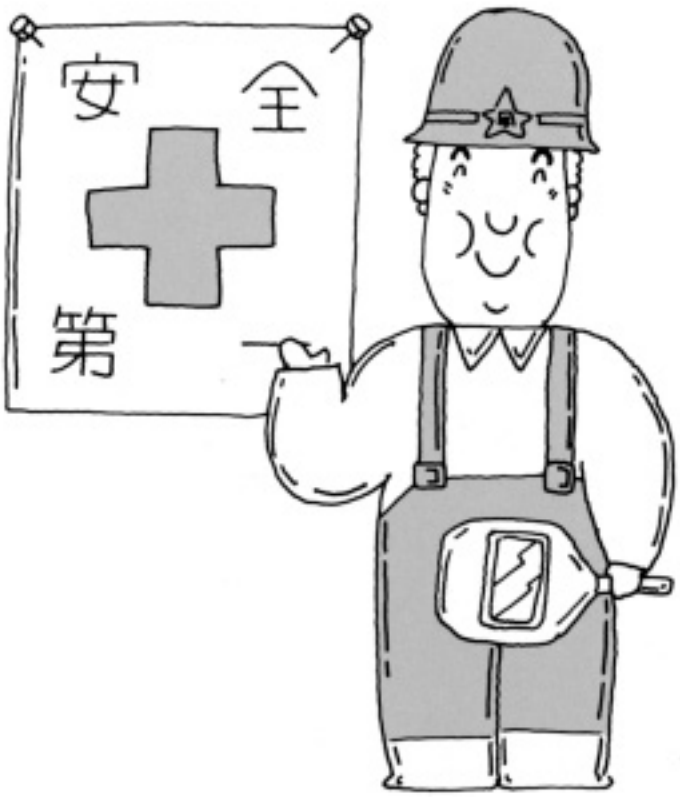
ウ．ステンレス鋼の溶接性に関する問題点

表7･34　ステンレス鋼の溶接性に関する問題点

問題点		問題となる主な鋼種	主な要因	対　策
溶接割れ	高温割れ	オーステナイト系完全オーステナイト鋼に生じやすい　310、321	・偏析による低融点介在物の生成 ・HAZの粒界液化 ・延性低下（M23C6の偏析など）	・5～10％のフェライトの含有 ・拘束の緩和
	σ相脆化	310、309、316、316Lフェライト系	・700～800℃ での長時間使用 ・δ-フェライト相→σ相変態	・大入熱の溶接を避ける ・600～800℃の温度域を急冷させる ・溶接後熱処理の実施 （α系：930～980℃、 γ系：1050～1100℃）
	475℃ 脆化	フェライト系	・600～400℃ での低速冷却	・600～400℃ までの冷却速度を出来るだけ速くする ・溶接後に600℃ 以上に短時間加熱して空冷する
	遅れ破壊	マルテンサイト系	・拡散性水素 ・硬化組織	・150～300℃ の予熱およびパス間温度を保持する
溶接部の耐食性劣化	ウェルドディケイ（Weld decay）	304、309、310、316	・M23C6炭化物の析出 ・粒界近傍のCr濃度の欠乏	・溶接入熱の制限 ・500～850℃ の冷却速度を速くする ・低炭素ステンレス鋼の採用 安定化ステンレス鋼の採用 ・溶体化熱処理の実施
	ナイフラインアタック（Knife line attack）	Ti、Nb安定化オーステナイト鋼	・ボンド近傍でのTiC、NbCの固溶 ・M23C6炭化物の析出 ・粒界近傍のCr濃度の欠乏	・850～880℃ で熱処理しTiC、NbCを再度析出させる
	応力腐食割れ	全ステンレス鋼	・残留応力 ・腐食環境 H_2S、NaOH（フェライト系、マルテンサイト系） Clイオン、溶存O_2（オーステナイト系）	・溶接残留応力の緩和 （応力除去焼なまし、ショットピーニング） ・腐食の抑制 （Clイオンの低減、インヒビターの添加など） ・材質の改善 （P、Nの低減、Niの増加、Si添加）
	溶接金属の選択腐食	347、321、316、316L	・デンドライト粒界での合金元素の偏析、析出	
	すきま腐食	全ステンレス鋼	・アンダーカット、オーバーラップの存在 ・溶液の停滞部の存在	・適切な溶接条件によりアンダカットなどを防止 ・酸化皮膜およびCrもしくはMo欠乏層の除去
異材接合部の問題	稀釈	全鋼種	・材料、溶接材料の選択 ・α-γ継手遷移の機械的性質	
	炭素の移行（ボンド脆化）	α-γ系異材継手	・炭素の拡散移行 ・ボンドマルテンサイトの生成	・熱処理温度を下げる ・インコネル系溶接材料の採用
	熱応力の発生（熱疲労）	α-γ系異材継手	・熱膨張係数の差 ・加熱、冷却の繰返し	
	フェライトの優先酸化	α-γ系異材継手	・局部電池の形成 ・脱炭層	・腐食電位の差の大きい母材の組み合わせを避ける
溶接変形歪	バックリングの発生	オーステナイト系	・熱収縮が大きい ・固溶化処理	
継手性能の低下	高温での延性低下	オーステナイト系	・継手部は鋳造組織である	
	低温靭性の低下	フェライト系 マルテンサイト系	・フェライト組織 ・硬化	

安全衛生

1 危険因子とその防止対策←まとめ …… 1
2 ヒューム及びガスによる障害の防止対策 …… 2
⑴溶接ヒュームとその影響 …… 2
⑵ガスの発生とその影響 …… 5
⑶ヒューム及びガス対策 …… 6
ア．換気装置 …… 6
イ．呼吸用保護具 …… 8
3 有害光線による障害の防止対策 …… 10
⑴しゃ光保護具 …… 10
⑵溶接用しゃ光カーテン …… 10
4 感電防止対策 …… 11
5 溶接作業者の保護具の装着例 …… 12



1 危険因子とその防止対策←まとめ

アーク溶接作業では作業者に障害をもたらす危険因子が発生する。これらの危険因子が人体に及ぼす影響及びその防止対策を以下にまとめる。

表8･1　溶接などにおける危険因子と人体に及ぼす影響・防止対策

危険因子		人体に及ぼす影響		防止対策		
		部位	主な障傷害	環境、装置	個人用保護具	特記事項
ヒューム	Fe、Mnなど複合酸化物、ふっ化物	呼吸器ほか	金属熱 じん肺症 呼吸困難	・全体換気装置の設置 ・局所排気装置の設置 ・プッシュプル型換気装置の設置	・防じんマスク（国家検定合格品）着用 ・電動ファン付き呼吸用保護具の着用 ・送気マスクの着用	・ヒュームの直接吸入を防止すること ・周辺作業者のヒューム曝露を防止すること ・狭い場所では十分な換気又は送気マスク着用を徹底すること ・塗装鋼板やめっき鋼板溶接時に発生するヒュームに注意すること ・銀ろうヒュームに含まれるCdによる中毒を防止すること ・ガス切断時に母材から上昇するヒューム吸入を防止すること
ガス	CO、O_3、NOx、有機分解ガスなど	呼吸器ほか	血液の異常 中枢神経障害 心臓・循環器障害			・周辺作業者のガス曝露を防止すること ・狭い場所でガスシールドアーク溶接を行う場合は、十分な換気を行って酸素欠乏症を防止すること ・有機溶剤を使用している作業場の近くでは、溶接を行わないこと
光[1]	可視光線[1]	眼	網膜障害	・溶接作業場の分離 ・しゃ光カーテンの設置 ・衝立の設置	・溶接用保護面、しゃ光めがねの着用	・周辺作業者のアーク光曝露を防止すること ・コンタクトレンズを着用して溶接を行わないこと
	紫外線[1]		表層性角膜炎、結膜炎白内障			
	赤外線[1]		白内障			
	紫外線、赤外線[1]	皮膚	光線皮膚炎		・溶接用皮製保護手袋、足腕カバー、頭巾などの着用	
スパッタスラグ	——	眼	外傷、異物混入	——	・溶接用保護面、しゃ光めがねの着用 ・保護めがねの着用	——
		皮膚	熱傷	——	・保護衣類、安全帽、安全靴、溶接用皮製保護手袋、前掛け、足・腕カバーの着用	・シガレットライタなどの引火性物質や可燃性物質を携帯して溶接を行わないこと
アーク熱	——	全身	熱中症	・送風の実施、空調装置の設置	・冷房服の着用	・夏には熱射病に注意すること
騒音[2]	——	耳	騒音性難聴	——	・耳栓、耳覆い（イヤマフ）の着用	・騒音レベルが80dB以下の作業場では溶接を行わないこと
電撃	——	皮膚	熱症	・損傷のない適正なケーブルの使用 ・絶縁型ホルダの使用 ・電撃防止装置付き溶接機の使用	・絶縁性の安全靴の着用 ・乾いた絶縁性保護手袋の着用 ・破れがなく、乾いた作業衣の着用	・雨の日には屋外で溶接を行わないこと ・狭い場所では感電に注意すること ・ティグ溶接用タングステン電極棒の交換時には、感電に注意すること ・感電による墜落に注意すること
		その他の臓器・器官	心臓・循環器障害、中枢神経障害			
火災、爆発	スパッタ、可能性・爆発性材料、引火性ガス・液体	熱傷 ガス中毒 煙死	——	・可燃性・爆発性材料対策 ・引火性ガス・液体対策 ・消火設備の設置 ・整理整頓、始業、終業点検	——	・有機溶剤を使用している作業場の近くでは、溶接を行わないこと ・可燃性の入った容器は溶接を行わないこと ・溶接作業場の近くに、消化器、水バケツなどを用意すること
	アースケーブル			・通電による発熱の防止	——	——
高周波	——	（電子機器の障害）		・高周波エネルギーの低減および遮蔽	——	・溶接機近くへの各種ケーブルおよび電子機器設置時は注意すること
		（心臓のペースメーカーやその他の生命維持電子装置の異常作動）			——	・装置メーカーおよび医師の許可があるまで、動作中の溶接機や溶接作業範囲へ接近しないこと

注　1）学術用語としては、可視放射、紫外放射および赤外放射が用いられている。
　　2）アーク溶接機よりも、周辺作業のハンマー、ガス切断、プラズマ切断、エアガウジングのほうが大きな騒音が発生する。

2 ヒューム及びガスによる障害の防止対策

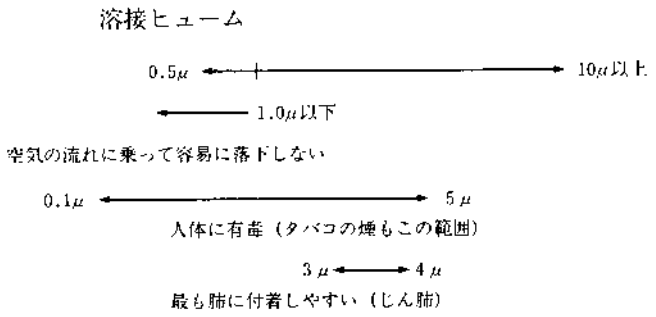
(1)溶接ヒュームとその影響

ア．溶接ヒューム

溶接時の熱によって蒸発した物質が冷却されて個体の微粒子となったものを溶接ヒュームという。

溶接ヒュームの人体への影響は、組成、濃度およびばく露時間によって決まるが、個人の感受性によっても大きな差がある。一時に多量に吸引したときは作業中からその夜までに「金属熱」と呼ばれる急性の症状があらわれる。

これは数時間で回復するが、長期間にわたって吸引しつづけると、「じん肺」を発症するため、アーク溶接作業は「粉じん障害防止規則」で、粉じん作業と規定されている。



●時間の経過とともに沈降する。
●吸っても鼻腔や咽喉部に付着して経口的に飲込まれたり、タンとして放出される。

表8･2　溶接ヒュームの化学組成の一例　（%）

JIS	径(mm)	溶接条件	Fe_2O_3	SiO_3	MnO	TiO_2	Al_2O_3	CaO	MgO	BaO	Cr_2O_3	NiO	CuO	Na_2O	K_2O	F
YGW11（ソリッドワイヤ）	1.2	280A-30V	75.50	10.45	15.13	0.37	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
YGW12（ソリッドワイヤ）		150A-21V	78.52	11.26	12.86	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
YFW-C50DR（フラックス入りワイヤ）	1.2	280A-31V	54.74	10.58	16.09	6.74	0.55	0.71	2.42	－	－	－	－	5.17	2.27	2.55

イ．ヒュームの発生量

（ア）溶接電流が高くなるとヒューム発生量が増加します。

（イ）アーク電圧が高くなるとヒューム発生量が増加します。

（ウ）ソリッドワイヤに比較し、フラックス入りワイヤはヒューム発生量が増加します。

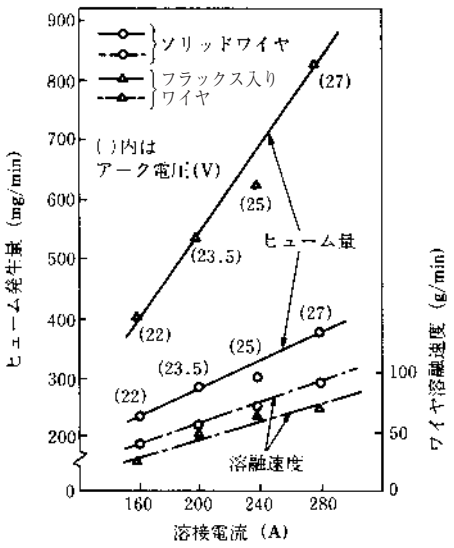


図8･1　ワイヤ溶融量単位当りのヒューム発生量

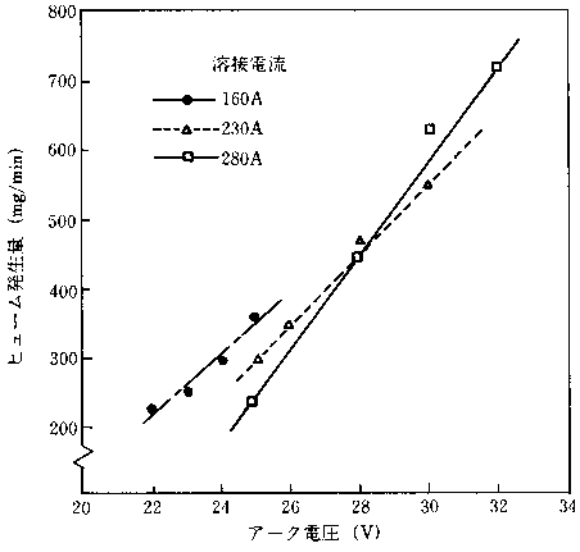


図8･2　アーク電圧とヒューム発生量
（ソリッドワイヤ）

表8･3　ヒュームおよびガス中の成分の許容濃度

物　質	形　態	許容濃度（mg/m³）	
		日本産業衛生学会	ACGIH
Al	金属ダスト 溶接ヒュームおよび高温粉末 Al_2O_3	－ － －	10 5 10
B	B_2O_3	－	10
Ba	バリウム 可溶性化合物（Baとして）	－ －	0.5 0.5
Ca	$CaCO_3$ CaO	－ －	10 2
Co	コバルト コバルトおよびコバルト化合物（Coとして） コバルト無機化合物（Coとして）	－ 0.5 －	0.02 － 0.02
Cr	金属クロム 3価クロム化合物 6価クロム化合物 ある種の6価クロム化合物（人間に対する発ガン物質） 可溶性6価クロム化合物 不溶性6価クロム化合物	0.5 0.5 0.05 0.01 － －	0.5 0.5 － － 0.05 0.01
Cu	ヒューム ダストおよびミスト（Cuとして）	－ －	0.2 1
F	フッ化物（Fとして）	－	2.5
Fe	Fe_2O_3ダストおよびヒューム（Feとして）	－	5
Mg	MgOヒューム	－	10
Mn	マンガン マンガンおよびマンガン化合物(Mnとして有機マンガン化合物を除く） 無機化合物（Mnとして）	－ 0.3 [2)] －	0.2 － 0.2
Mo	可溶性化合物（Moとして） 不溶性化合物（Moとして）	－ －	5 10
Ni	ニッケル 可溶性化合物（Niとして） 不溶性化合物（Niとして）	1 － －	1.5 0.1 0.2
Sn	金属スズ 酸化物、水素化合物を除く無機酸化物（Snとして） 有機化合物	－ － －	2 2 0.1
Ta	金属タンタル	－	5
Ti	TiO_2	－	10
V	V_2O_5ヒューム FeV粉塵	0.1 1	0.05 －
W	金属タングステンおよび不溶性化合物（Wとして） 可溶性化合物（Wとして）	－ －	5 1
Zn	ZnOヒューム	（検討中）	5
Zr	金属ジルコニウム化合物（Zrとして）	－	5
CO	一酸化炭素	50 [3)]	25 [3)]
CO_2	二酸化炭素	5000 [3)]	5000 [3)]
$COCl_2$	ホスゲン	0.1 [3)]	0.1 [3)]
HF	フッ化水素	3 [1),3)]（暫定値）	3 [1),3)]
NO_2	二酸化炭素	（検討中）	3 [3)]
O_3	オゾン 　重作業 　中程度作業 　軽作業 　2時間以下の作業	0.1 [3)] － － － －	－ 0.05 [3)] 0.08 [3)] 0.1 [3)] 0.2 [3)]
PH_3	ホスファン	0.3 [1),3)]	0.3 [3)]

注　1）天井値として規定されている値
　　2）日本産業衛生学会において、吸入性微粒子として記載され、吸入性粉塵と同様に取り扱われている。
　　3）単位：ppm

(2)ガスの発生とその影響

アーク溶接ではCO_2やAr等のシールドガスや周辺の空気が高温にさらされ、CO、O_3、NOxといった人体に有害なガスが発生する。
なお、狭あいな場所で作業する場合は酸素欠乏症をおこす恐れがある。

ア．CO

CO_2の1%程度が解離してCOになると考えられており、CO_2流量の影響が大きい。
アーク近傍ではCO濃度は高く注意が必要である。

表8･4　COガスによる中毒

作　　用	CO（ppm）
健康に有害	100以上
中毒作用が起こる	200～500以上
数時間呼吸すると危険	1000以上
30分以上呼吸すると死亡の恐れ	2000以上

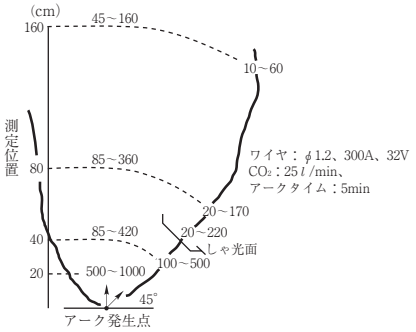


図8･3　CO_2アーク溶接時の各点におけるCO濃度（ppm）

イ．O_3（オゾン）、NOx

O_3はアーク直近では高濃度に生成するため、近年問題視されてきている。

O_3はヒュームやNOと還元反応するため、拡散に伴って濃度が急激に減少する。よって、実際の作業者がばく露される濃度は問題にならない。

NOxの生成量は微量で、アーク溶接により問題になることは少ない。

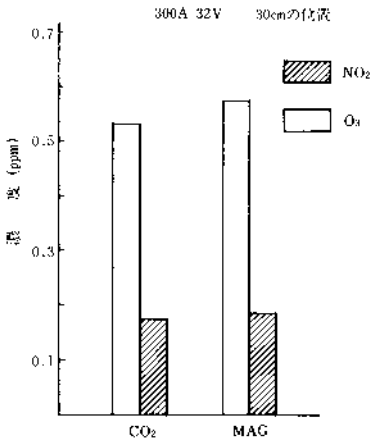


図8･4　CO_2、MAG溶接におけるNO_2、O_3濃度

表8･5　各種濃度におけるオゾンの影響

濃度（ppm）	影　響
0.01～0.015	正常者における嗅覚閾値
0.06	慢性肺疾患患者における換気能に影響ない
0.1	正常者にとって不快、大部分の者に鼻、咽喉の刺激（労働衛生的許容濃度）
0.1～0.3	ぜんそく患者における発作回数増加
0.23	長時間ばくろ労働者に慢性気管支炎有症率増大
0.6～0.8	胸痛、せき、気道抵抗増加、呼吸困難、肺のガス交換機能低下
0.5～1.0	呼吸障害、酸素消費量減少、モルモットの寿命短縮
1～2	疲労感、頭重、頭痛、上部気道の渇き
5～10	呼吸困難、肺水腫、脈拍増加、体痛、麻痺、昏睡
15～20	肺水腫による死亡の危険、小動物で2時間以内に死亡
50	1時間で生命の危険
1000以上	数分間で死亡
6300	空気中浮遊細菌に対する殺菌

Patty, F. A.: Industrial Hygiene and Toxicology その他の文献から抜粋収録

ウ．その他

作業環境中に塩素有機溶剤が脱脂、洗浄、噴霧、塗装などの作業において、有害なガスや可燃性ガスが発生することがあるのでその周囲では溶接を行ってはならない。

(3)ヒューム及びガス対策

溶接作業は粉じん作業と規定とされているため「粉じん障害防止規則」（以下粉じん則）に基づく対策が必要である。

作業場では粉じんの減少のため、全体換気装置または局所排気装置、プッシュプル型換気装置を据付けなければならない。

さらに溶接作業者は国家検定に合格した防じんマスク、送気マスクまたは空気呼吸器を使用しなければならない。ただし、局所排気装置がある場合は、それら呼吸用保護具の着用は省略できる。

ア．換気装置

（ア）全体換気

表8･6　全体換気装置の種類

方　式	特　徴
送気式	送風機を用いて送風し、発生したヒュームやガスを希釈させるもの。
換気式	屋根に取り付けた換気ファンや壁に取り付けた換気扇などにより、作業場内に発生したヒュームやガスを屋外に排出するもの。
併用式（送気式＋排気式）	大きな作業場において、中間滞留層に停留しているヒュームなどを、水平方向の気流に乗せて建物側面のフードに吸引して排気するもの（平衡層流排気方式）。
	一方の送風機によってヒュームなどを送り、他方の大型フードで吸引するようにしたもの。

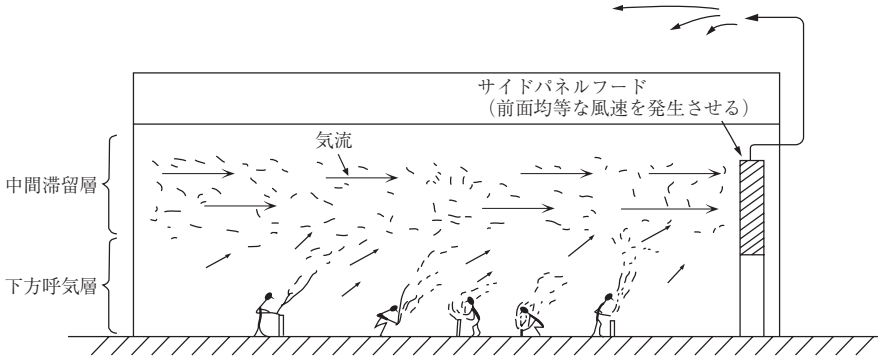


図8･5　平行層流排気方式による全体換気の例

（イ）局所換気

表8･7　局所排気装置の種類

方　式	特　徴	フードの型式
定置式	装着が固定され、原則として排出口は建屋の外に設置	ヒュームおよびガスの発生源がフードの開口部の内側にあるもの　（囲い式）
		ヒュームおよびガスの発生源がフードの開口部の外側にあるもので、固定フードとフレキシブルフードがある。　（外付け式）
可搬式	装置がヒュームおよびガスの発生源の移動に伴って移動し、清浄化された空気を作業環境に排出	フレキシブルなダクトに取り付けたフードから、ヒュームおよびガスを吸引するもの　（フレキシブルアーム式）
		溶接トーチの近傍に取り付けたノズルから、ヒュームおよびガスを吸引するもの　（吸引トーチ式）

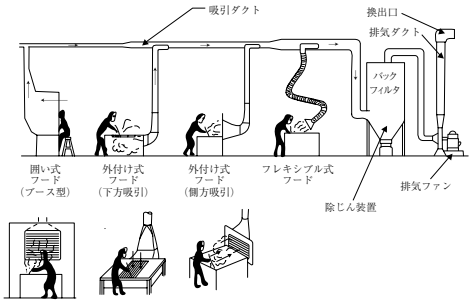


図8･6　局所排気装置（定着式）の一例

表8･8　局所排気装置の制御風速

フード形式		制御風速（m/s）	備　考
囲い式フード		0.7	フード開口面における最小風速
外付け式フード	側方吸引型	1.0	フードによって吸引しようとする範囲内で、フードの開口面からもっとも離れた位置での風速
	下方吸引型	1.0	
	上方吸引型	1.2	

注）　この表における制御風速は、同時に使用することのある局所排気装置のすべてのフードを開放した場合の制御風速をいう

（ウ）プッシュプル型換気

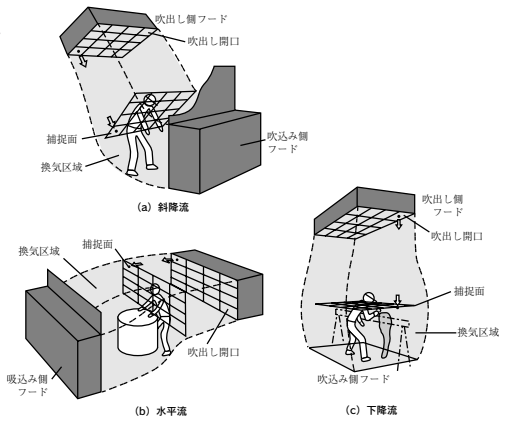


図8･7　プッシュプル型換気装置の気流の向き

イ．呼吸用保護具

呼吸用保護具は様々な種類があり、ヒュームやガスの種類、濃度に合わせて使い分けなければならない。

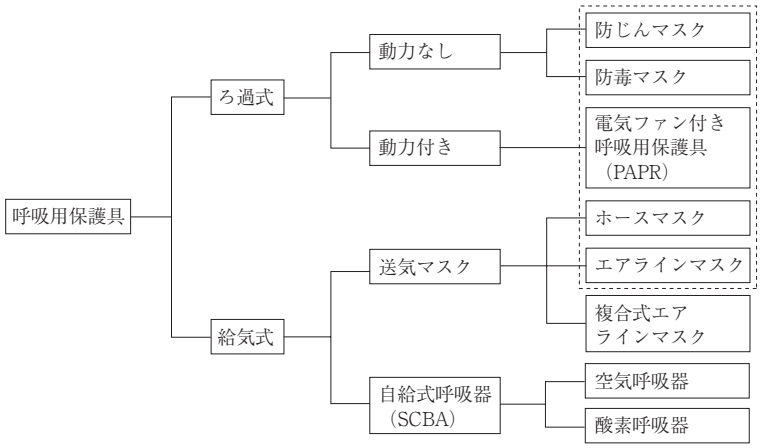
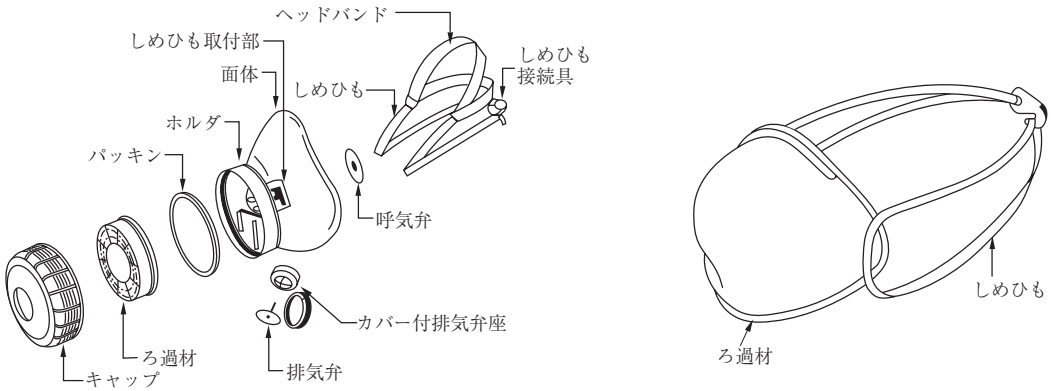


図8･8　呼吸用保護具の系統図

（ア）防じんマスク（JIS T 8151）

溶接作業においては必ず国家検定に合格した防じんマスク（型式検定合格標章が貼付）を使用しなければならない。



取替え式　　**使い捨て式**

図8･9　防じんマスクの構造の一例

（イ）防毒マスク（JIS T 8152）

有毒ガスを吸収缶によって吸引するもので、対応ガスに応じた薬剤を充填した吸収缶を選ばなければならない。

表8･9　吸収缶の種類

対応ガス	色	適合するマスクの構成			適応する代表的なガス
		隔離式	直結式	直結式小型	
ハロゲンガス用	灰色および黒	◎	◎	◎	塩素、ホスゲン
酸性ガス用	灰色	○	○	○	フッ化水素、塩化水素
有機ガス用	黒	◎	◎	◎	ベンゼン、トルエン
一酸化炭素用	赤	◎	○	－	一酸化炭素、二酸化炭素
一酸化炭素・有機ガス用	赤および黒		－	－	一酸化炭素、二酸化炭素
アンモニア用	緑	◎	◎	◎	アンモニア
亜硫酸ガス用	黄色	◎	◎	◎	亜硫酸、硫化水素
青酸用	青	○	○	－	青酸
硫化水素用	黄	○	○	○	硫酸水素、亜硫酸
臭化メチル用	茶	○	○	○	臭化メチル

◎：国家検定およびJISで規定されているもの。 ○：JISで規定されているもの

（ウ）送気マスク（JIS T 8153）

外部に設置した空気源からホースを通して空気を送り込むもので、狭あいな場所での溶接作業などの酸素欠乏状態になる恐れのある場合や、溶接により有害化学物質が発生する場合に有効である。

3 有害光線による傷害の防止対策

アーク溶接では強い光を発生する。紫外線は目に対しては角膜炎や結膜炎を引き起こし、皮膚には熱傷を生じさせる。また、強い可視光線は一時的に視界を妨げる。よって、溶接時には目や皮膚をアーク光から保護する必要がある。

(1) しゃ光保護具

目を保護するフィルタレンズを備えたしゃ光めがねとフィルタプレートを備えた溶接用保護面に大別できる。

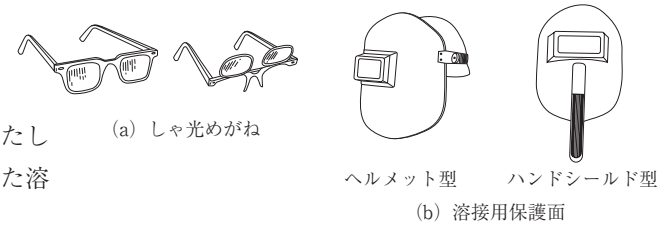


図8･10　しゃ光保護具

表8･10　フィルタレンズおよびフィルタプレートのしゃ光能力値

しゃ光度番号	紫外線透過率 %（最大）		視感（可視光線）透過率 %			赤外線透過率 %（最大）	
	313nm	365nm	最大	標準	最小	金赤外 780～1300nm	中赤外 1300～2000nm
1.2	0.0003	50	100	82.1	74.4	37	37
1.4	0.0003	35	74.4	67.4	58.1	33	33
1.7	0.0003	22	58.1	50.1	43.2	26	26
2.0	0.0003	14	43.2	37.3	29.1	21	13
2.5	0.0003	6.4	29.1	22.8	17.8	15	9.6
3	0.0003	2.8	17.8	13.9	8.5	12	8.5
4	0.0003	0.95	8.5	5.18	3.2	6.4	5.4
5	0.0003	0.30	3.2	1.93	1.2	3.2	3.2
6	0.0003	0.10	1.2	0.72	0.44	1.7	1.9
7	0.0003	0.037	0.44	0.27	0.16	0.81	1.2
8	0.0003	0.013	0.16	0.100	0.061	0.43	0.68
9	0.0003	0.0045	0.061	0.037	0.023	0.20	0.39
10	0.0003	0.0016	0.023	0.0139	0.0085	0.10	0.25
11	0.0003	0.00060	0.0085	0.0052	0.0032	0.050	0.15
12	365nmにおける透過率の数値以下	0.00020	0.0032	0.0019	0.0012	0.027	0.096
13		0.000076	0.0012	0.0072	0.00044	0.014	0.060
14		0.000027	0.00044	0.00027	0.00016	0.007	0.04
15		0.0000094	0.00016	0.000100	0.000061	0.003	0.02
16		0.0000034	0.000061	0.000037	0.000029	0.003	0.02

表8･11　フィルタレンズ及びフィルタプレートの使用基準

しゃ光度番号	対象作業
1.2	散乱光又は側射光を受ける作業
1.4	
1.7	
2	
2.5	
3	
4	――
5	
6	
7	
8	
9	溶接電流が100A以下
10	
11	溶接電流が100Aを超え300Aまで
12	
13	溶接電流が300Aを超えて500Aまで
14	
15	溶接電流が500Aを超えた場合
16	

備考

1. JIS T 8141より抜粋
2. しゃ光度番号の大きいフィルタ（おおむね10以上）を使用する作業においては、必要なしゃ光度番号より小さい番号のものを2枚組み合わせて、それに相当させて使用することが望ましい。1枚のフィルタを2枚にする場合の換算は、次式による。

   $N=(n_1+n_2)-1$　　ここに　N：1枚の場合のしゃ光度番号

   n_1、n_2：2枚の各々のしゃ光度番号
3. しゃ光めがねと溶接用保護面を同時に使用する作業においては、備考2. に規定された換算式を参考にして、双方のフィルタレンズ・フィルタプレートのしゃ光度番号を選択することが望ましい。その際の換算は、次式による。

   $N=(n_1+n_2)-1$　　ここに　N：1枚の場合のしゃ光度番号

   n_1：しゃ光めがねのしゃ光度番号

   n_2：溶接用保護面のしゃ光度番号

(2) 溶接用しゃ光カーテン

アーク溶接時に発生する有害光線から周辺で働く作業者や見学者の目および皮膚を防御するために、しゃ光用カーテンが有効である。

4 感電防止対策

アーク溶接作業で感電のおそれのあるのは、交流アーク溶接機を用い溶接棒ホルダーを使用して手溶接をおこなう場合で、ガスシールドメタルアーク溶接作業ではその危険はほとんどありません。しかし下記の事項については、十分守って作業を行う必要があります。

a. 電源の開閉は右手で行う。
b. 電源側、トーチ側のケーブル接続部は完全にテーピングする。
c. 濡れた作業服、手袋は着用しない。
d. 電線が露出しているようなケーブルは使用しない。
e. アースは確実に接地する。

表8･12　人体の抵抗値

体　の　状　態	抵　抗　値
体内の抵抗 （電流の経路により違う）	オーム 150～500
乾いた手の表面 （電線を握ったとき）	3,000
ぬれた手の表面	500
ぬれた足の表面 （鋼板の上に立つとき）	500
乾いた指で触れたとき	20,000

表8･13　電流の大きさと人体感応の程度

電流の大きさ（mA）	人体の感応の程度
1	電気を感ずる程度
5	相当の痛みを覚える
10	我慢できないほど苦しい
20	握った電線を自分で離せない
50	相当危険な状態
100	致命的な結果を招く

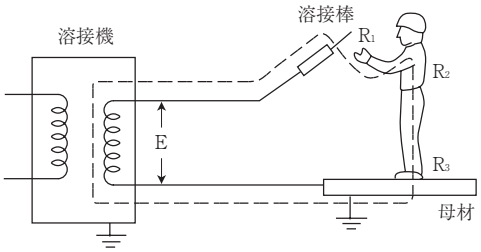


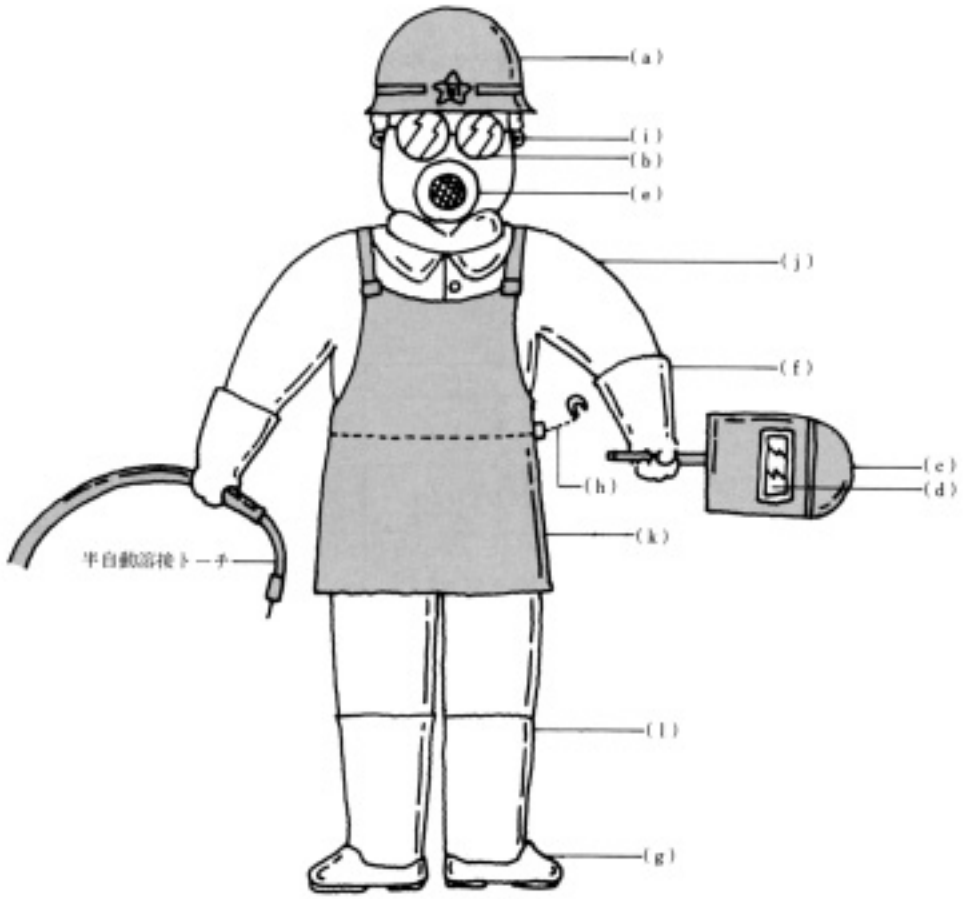
図8･11　溶接棒に触れた場合の電流経路

$$I\,(A) = \frac{E(V)}{R_1\,(\Omega) + R_2\,(\Omega) + R_3\,(\Omega)}$$

ここに、I：人体への通電電流
E：溶接機出力側の電圧
R_1：手とホルダまたは溶接棒の充電部との接触抵抗
R_2＝人体の抵抗
R_3＝足と大地と接触抵抗

溶接機の出力側無負荷電圧が最大95Vで、作業環境条件が最悪の場合（例えば、図8･11のように鉄板上に立つ作業者の身体が汗で濡れ、かつ保護手袋も濡れた状態で溶接棒を握ったとして、$R_1 \fallingdotseq 1k\Omega$、$R_2 \fallingdotseq 0.5k\Omega$、$R_3 \fallingdotseq 2k\Omega$とした場合）、作業者の身体に流れる電流は約27mAとなり、感電死する恐れがあることになる。

5 溶接作業者の保護具の装着例



(a) 産業用安全帽	(JIS T8131)	(i) 耳栓	(JIS T8161)
(b) 保護めがね	(JIS T8147)	(j) 防災加工服	
(c) 溶接用保護面	(JIS T8142)	(k) かわ製前掛	
(d) フィルタプレート カバープレート	(JIS T8141)	(l) かわ製すね当て	
(e) 防じんマスク	(JIS T8151) 国家検定合格品		
(f) 溶接用かわ製保護手袋	(JIS T8113)		
(g) 安全靴	(JIS T8101)		
(h) 安全帯	(JIS M7624)		

図8･12　溶接作業者の保護具

認定と関連規格

1 JIS Z3841半自動溶接技術検定における試験方法及び判定基準 …… 1
⑴試験の種類 …… 1
⑵合否の判定基準 …… 1
2 WES7101標準作業範囲（抜粋） …… 2
3 WES5401アーク溶接用アルゴン-炭酸ガスの混合ガス …… 2
4 ガスシールドアーク溶接用ソリッドワイヤの種類・成分範囲の対照表 …… 3
5 低合金鋼ガスシールドアーク溶接用ワイヤ規格（AWS A5･28ー1979抜粋） …… 4
6 溶接用語 …… 5

1 JIS Z3841 半自動溶接技術検定における試験方法及び判定基準

(1) 試験の種類

表9･1　試験の種類

試験の種類		試験材の作成方法				記号
溶接姿勢	溶接作業の区分	継手の種類		溶接方法の区分 (2)	開先形状	
下向 (1)	薄板	板の突合せ継手	板厚 3.2mm	N	I.V	SN-1F
	中板		板厚 9.0mm	A	V	SA-2F
				N		SN-2F
	厚板		板厚 19.0mm	A	V	SA-3F
				N		SN-3F
立向	薄板		板厚 3.2mm	N	I.V	SN-1V
	中板		板厚 9.0mm	A	V	SA-2V
				N		SN-2V
	厚板		板厚 19.0mm	A	V	SA-3V
				N		SN-3V
横向	薄板		板厚 19.0mm	N	I.V	SN-1H
	中板		板厚 9.0mm	A	V	SA-2H
				N		SN-2H
	厚板		板厚 19.0mm		V	SA-3H
				N		SN-3H
上向	薄板		板厚 3.2mm	N	I.V	SN-1O
	中板		板厚 9.0mm	A	V	SA-2O
				N		SN-2O
	厚板		板厚 19.0mm	A	V	SA-3O
				N		SN-3O
固定管	薄板	管の突合せ継手	肉厚 4.0mm	N	I.V	SN-1P
	中板		肉厚 11mm	A	V	SA-2P
				N		SN-2P
	厚板		肉厚 20mm以上	A	V	SA-3P
				N		SN-3P

注：(1)　下向溶接を溶接技術の基本とする。
　　(2)　A：アーク溶接（裏当て金を用いる）
　　N：アーク溶接（裏当て金を用いない）

(2) 判定は外観試験及び曲げ試験により各々のすべての評価基準を満足しなければならない。

ア.外観試験

以下の項目について、目視または測定して評価する。

ア）ビード形状　イ）溶接の始点の状況　ウ）裏面の溶込み状況（裏当て金を用いない場合）

エ）オーバーラップ、アンダーカット及びピットの状況　オ）変形

イ.曲げ試験

曲げられた試験片の外観の外面に次の欠陥があってはならない。

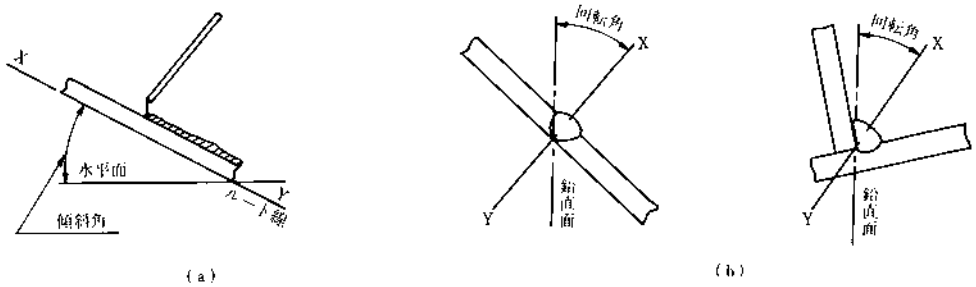
ア）3.0mmを超える割れがある場合

イ）3.0mm以下の割れの合計が7.0mmを超える場合

ウ）ブローホールを割れの合計が10個を超える場合

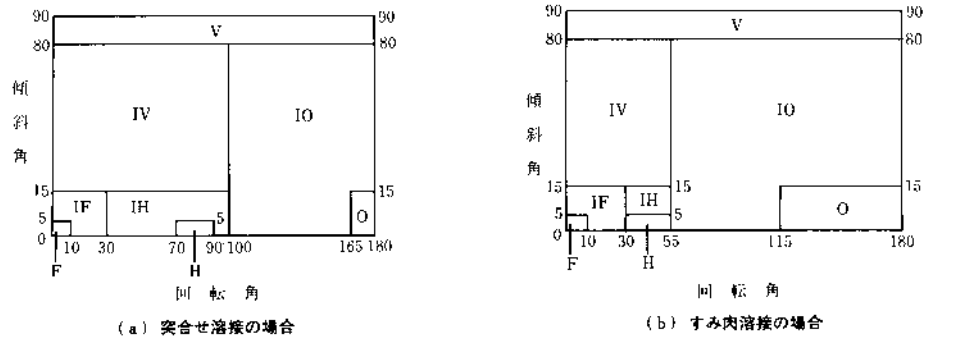
エ）アンダーカット、溶込み不良、スラグ巻込みなどが著しい場合

2 WES7101標準作業範囲（抜粋）



（a）　（b）

図9･1　回転角、傾斜角



（a）突合せ溶接の場合　　（b）すみ肉溶接の場合

F：下向　V：立向　H：横向　O：上向　I：固定管(400φ以下)

図9･2　標準作業範囲

3 WES5401 アーク溶接用アルゴン―炭酸ガスの混合ガス

表9･8　混合ガスの種類

種　類	炭酸ガスの濃度v/v%
AT-5	5
AT-10	10
AT-15	15
AT-20	20

表9･9　炭酸ガス濃度の許容差

種　類	炭酸ガス濃度の許容差v/v%
AT-5	±1.0
AT-10	±1.0
AT-15	±2.0
AT-20	±2.0

表9･10　混合ガスの品質

種　類	窒　素 v/v%	酸　素 v/v%	水　素 v/v%	水　分* mg/*l*	アルゴンガスと炭酸ガスの濃度の合計　v/v%
AT-5	0.1以下	0.1以下	0.01以下	0.04以下	99.8以上
AT-10					
AT-15					
AT-20					

＊水分は、混合ガスの温度35℃ における充てん圧力の 2 / 3 以上の状態のものから採取した試料についての値を示す。

4 ガスシールドアーク溶接用ソリッドワイヤの種類成分範囲の対照表

表9･11　JISと関連外国規格

規　格	種　類	化学成分[2] %													
		C	Mn	Si	P	S	Cr	Mo	Ai	Ni	V	Ti	Zr	Cu[1]	Ti+Zr
JIS (Z3312-83)	YGW-11	0.15	1.40 ～1.90	0.55 ～1.10	0.030	0.030	—	—	0.10	—	—	—	—	0.50	0.30
	YGW-12	0.15	1.25 ～1.90	0.55 ～1.10	0.030	0.030	—	—	—	—	—	—	—	0.50	—
	YGW-13	0.15	1.35 ～1.90	0.55 ～1.10	0.030	0.030	—	—	0.10 ～0.50	—	—	—	—	0.50	0.30
	YGW-14	0.15	—	—	0.030	0.030	—	—	—	—	—	—	—	0.50	—
	YGW-15	0.15	1.00 ～1.60	0.40 ～1.00	0.030	0.030	—	—	0.10	—	—	—	—	0.50	0.13
	YGW-16	0.15	0.85 ～1.60	0.40 ～1.00	0.030	0.030	—	—	—	—	—	—	—	0.50	—
	YGW-17	0.15	—	—	0.030	0.030	—	—	—	—	—	—	—	0.50	—
	YGW-21	0.15	1.30 ～1.60	0.50 ～1.10	0.025	0.025	—	0.60	0.10	—	—	—	—	0.50	0.30
	YGW-22	0.15	—	—	0.025	0.025	—	—	—	—	—	—	—	0.50	—
	YGW-23	0.15	0.90 ～2.30	0.30 ～1.00	0.025	0.025	0.7	0.65	—	1.80	—	—	—	0.50	0.20
	YGW-24	0.15	—	—	0.025	0.025	—	—	—	—	—	—	—	0.50	—
AWS (A5.18-79)	ER70S-2	0.17	0.90 ～1.40	0.40 ～0.70	0.025	0.035	—	—	0.05 ～0.15	—	—	0.05 ～0.15	0.02 ～0.12	0.50	—
	ER70S-3	0.06 ～0.15	0.90 ～1.40	0.45 ～0.70	0.025	0.035	—	—	—	—	—	—	—	0.50	—
	ER70S-4	0.07 ～0.15	1.00 ～0.50	0.65 ～0.80	0.025	0.035	—	—	—	—	—	—	—	0.50	—
	ER70S-5	0.07 ～0.19	0.90 ～1.40	0.30 ～0.60	0.025	0.035	—	—	0.05 ～0.90	—	—	—	—	0.50	—
	ER70S-6	0.07 ～0.15	1.40 ～1.80	0.80 ～0.10	0.025	0.035	—	—	—	—	—	—	—	0.50	—
	ER70S-7	0.07 ～0.15	1.50 ～2.00	0.50 ～0.80	0.025	0.035	—	—	—	—	—	—	—	0.50	—
	ER70S-G	規　定　な　し													
BS (2901-1-70)	A-15	0.12	0.90 ～1.60	0.30 ～0.90	0.040	0.040	—	—	0.04 ～0.40	—	—	(3) 0.15	—	—	—
	A-16	0.25 ～0.30	1.30 ～1.60	0.30 ～0.50	0.040	0.040	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	A-17	0.12	0.85 ～1.40	0.20 ～0.50	0.040	0.040	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	A-18	0.12	0.90 ～1.60	0.70 ～1.20	0.040	0.040	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	A-19	0.08 ～0.12	0.00 ～1.30	0.30 ～0.50	0.040	0.040	—	—	0.35 ～0.75	—	—	—	—	—	—
	A-30	0.12	0.40 ～1.60	0.20 ～0.90	0.030	0.030	—	0.45 ～0.65	—	—	—	—	—	—	—
	A-31	0.14	0.60 ～2.10	0.50 ～0.90	0.030	0.030	—	0.40 ～0.60	—	—	—	—	—	—	—
BS (2901-1-83)	A-32	0.12	0.14 ～1.60	0.20 ～0.90	0.030	0.030	1.10 ～1.50	0.45 ～0.65	—	—	—	—	—	—	—
	A-33	0.12	0.40 ～1.60	0.20 ～0.90	0.030	0.030	2.00 ～2.70	0.9 ～1.10	—	—	—	—	—	—	—
	A-34	0.12	0.40 ～1.60	0.20 ～0.90	0.030	0.030	5.00 ～6.00	0.45 ～0.65	—	—	—	—	—	—	—
	A-35	0.10	0.6	0.50	0.040	0.030	8.00 ～10.5	0.80 ～1.20	—	0.50	—	—	—	0.50	—
DIN (8559-1-76)	SG-1	0.07 ～0.12	1.00 ～1.30	0.50 ～0.70	0.025	0.020	0.15	0.15	0.02	0.15	0.05	0.15	0.15	0.30	0.15
	SG-2	0.07 ～0.14	1.30 ～1.60	0.70 ～0.00	0.025	0.025	0.15	0.15	0.02	0.15	0.05	0.15	0.15	0.30	0.15
	SG-3	0.07 ～0.14	1.60 ～1.90	0.80 ～1.20	0.025	0.025	0.15	0.15	0.02	0.15	0.15	0.15	0.15	0.30	0.15

備考（1）銅めっきを含んだ値（1.2mm径以下の場合、銅量は0.35%になる可能性あり）
（2）化学成分値はワイヤの分析値を示す。表中の単一数字は最大値を示す。
（3）TiとZrを単独に又は共に0.15%まで加えてよい。

5 低合金鋼ガスシールドアーク溶接用ワイヤ規格（AWS A5･28-1979 抜粋）

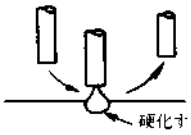
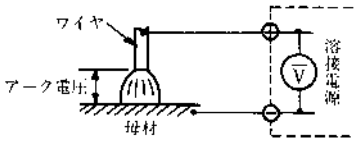
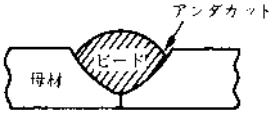
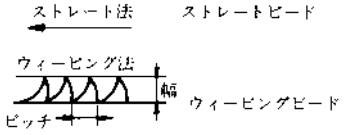
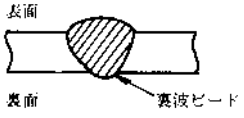
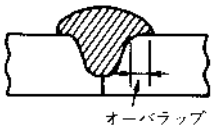
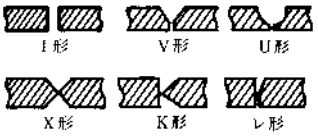
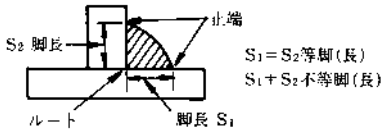
表9･12　材料規格

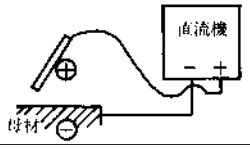
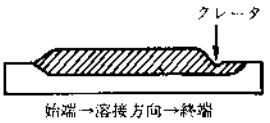
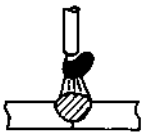
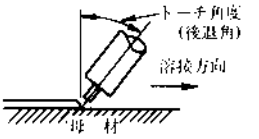
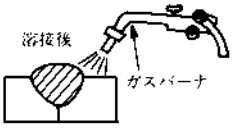
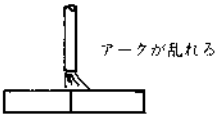
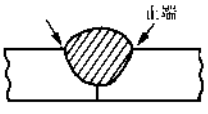
種類	化学成分（%）														シールドガス	引張強さ		降伏点		伸び %	熱処理	備考
	C	Mn	Si	P	S	Ni	Cr	Mo	V	Ti	Zr	Ai	Cu	他合計		ksi	MPa	ksi	MPa			
ER80S-B2	0.07～0.12	0.40～7.70	0.40～0.70	0.025	0.025	0.20	1.20～1.50	0.40～0.65	—	—	—	—	0.35	0.50	Ar－1～5%C_2	80	550	68	470	19	620±15℃	Cr-Mo鋼
ER80S-B2L	0.05	0.40～0.70	0.40～0.70	0.025	0.025	0.20	1.20～1.50	0.40～0.65	—	—	—	—	0.35	0.50	Ar－1～5%C_2	80	550	68	470	19	620±15℃	
ER90S-B3	0.07～0.12	0.40～0.70	0.40～0.70	0.025	0.025	0.20	2.30～2.70	0.90～1.20	—	—	—	—	0.35	0.50	Ar－1～5%C_2	90	620	78	540	17	690±15℃	
ER90S-B3L	0.05	0.40～0.70	0.40～0.70	0.025	0.025	0.20	2.30～2.70	0.90～1.20	—	—	—	—	0.35	0.50	Ar－1～5%O_2	90	620	78	540	17	690±15℃	
ER80S-Ni1	0.12	1.25	0.40～0.80	0.025	0.025	0.8～1.10	0.15	0.35	0.05	—	—	—	0.35	0.50	Ar－1～5%O_2	80	550	68	470	24	As weld	Ni鋼
ER80S-Ni2	0.12	1.25	0.40～0.80	0.025	0.025	2.00～2.75	—	—	—	—	—	—	0.35	0.50	Ar－1～5%O_2	80	550	68	470	24	620±15℃	
ER80S-Ni3	0.12	1.25	0.40～0.80	0.025	0.025	3.00～3.75	—	—	—	—	—	—	0.35	0.50	Ar－1～5%O_2	80	550	68	470	24	620±15℃	
ER80S-D2	0.07～0.12	1.60～2.10	0.50～0.80	0.025	0.025	0.15	—	0.40～0.60	—	—	—		0.50	0.50	CO_2	80	550	68	470	17	As weld	Mn-Mo鋼
ER100S-1	0.08	1.25～1.80	0.20～0.50	0.010	0.010	1.40～2.10	0.30	0.25～0.55	0.05	0.10	0.10	0.10	0.25	0.50	Ar－2%$_2$	100	690	88～102	610～700	16	As weld	その他の低合金鋼
ER100S-2	0.12	1.25～1.80	0.20～0.60	0.010	0.010	0.80～1.25	0.30	0.20～0.55	0.05	0.10	0.10	0.10	0.35～0.65	0.50	Ar－2%$_2$	100	690	88～102	610～700	16	As weld	
ER110S-1	0.09	1.40～1.80	0.20～0.55	0.010	0.010	1.90～2.60	0.50	0.25～0.55	0.04	0.10	0.10	0.10	0.25	0.50	Ar－2%O_2	110	760	95～102	660～740	15	As weld	
ER120S-1	0.10	1.40～1.80	0.25～0.60	0.010	0.010	2.00～2.80	0.60	0.30～0.65	0.03	0.10	0.10	0.10	0.25	0.50	Ar－2%O_2	120	830	105～122	730～840	14	As weld	
ERXXS-G	規定なし																					

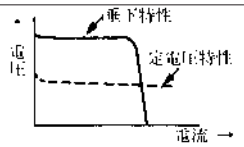
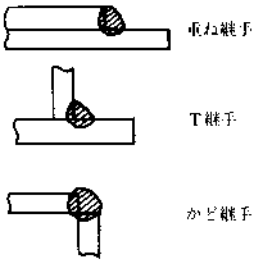
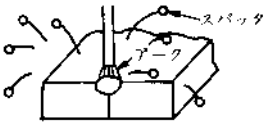
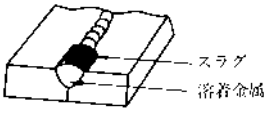
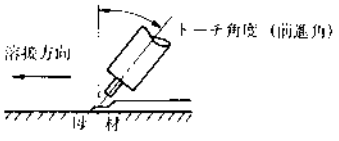
備考　1．化学成分値はワイヤの分析値を示す。

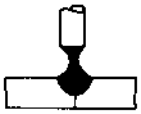
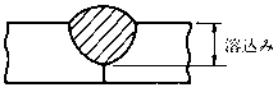
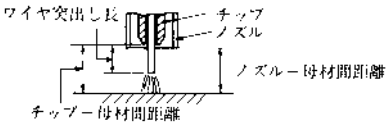
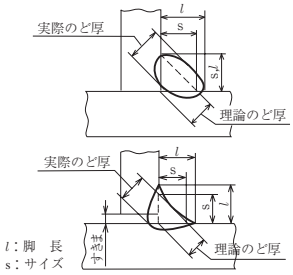
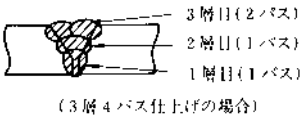
6 溶接用語

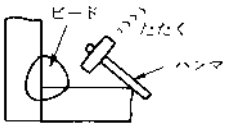
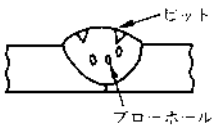
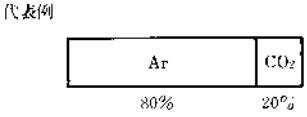
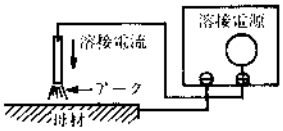
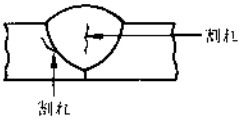
（☆はJIS用語にないものを示す。）

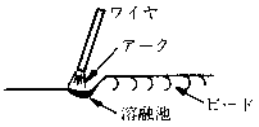
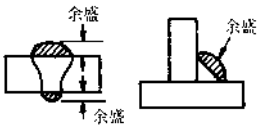
アークストライク arc strike	溶接の際、母材の上に瞬間的にアークを発生させ直ちに切ること。局部的に急熱急冷されるので好ましくない。	
アーク電圧 arc voltage	アーク部にかかる電圧で、アーク長にほぼ比例して増加する。溶接電源の電圧計に示されている電圧は、アーク電圧にワイヤ突出し部や溶接ケーブル部の電圧降下が加わっている。	
アーク溶接 arc welding	アークの熱で行う溶接で、交流アーク溶接及び直流アーク溶接の２種類に大別される。	
アンダカット undercut	ビードの端部の母材がほられ、溶着金属がみたされないで、みぞとなって残っている部分。	
イナートガスアーク溶接 inert gas shielded arc welding	Ar、He若しくはその混合物のイナートガス又はこれらに少量の活性ガスを添加して、シールドガスとして用いて行うアーク溶接。Arをシールドガスとして用いて行う場合をアルゴンアーク溶接と呼び、主としてティグ溶接のことをいう。	
ウィービング weaving	溶接棒、トーチを溶接方向に対してほぼ直角に交互に動かしながら溶接する操作方法。	
裏波ビード back bead	片面溶接において、電極と反対側（裏側）にできた整った波形のビード。	
オーバラップ overlap	溶着金属が止端で母材に融合しないで重なった部分。	
開　　先（グルーブ） groove	接合する２部材の間に設けるみぞでグルーブともいう。	
脚　　長 leg	継手のルートからすみ肉溶接の止端までの距離S_1とS_2等しい場合を等脚（長）、S_1とS_2が異なる場合不等脚（長）という。	

☆逆極性（棒プラス） （DCRP） Reverse Polarity	直流アーク溶接の場合の接続方法で被溶接物を負極(－)に、溶接棒、ワイヤを正極(＋)に接続した場合をいう。 （正極性はこの反対）	
クレータ crater	溶接ビードの終端に生じるくぼみ。	
グロビュール移行 grobule transfer	アークにより溶けた溶接ワイヤ先端の金属が大きな粒となって、母材へ移行すること。	
硬化肉盛 hardfacing	母材表面に硬い金属層を摩耗に耐え得るように溶着させること。	
後進溶接 backhand welding	進行方向に対し逆の方向にトーチを傾け溶接する方法	
後　　熱 postheating	急冷をさけるため溶接が終わった後に熱を加えること（たとえばガス炎による加熱）。溶接前に加熱するのを「予熱」。	
混合ガス（Ar-CO_2） アーク溶接 mixed gas（Ar-CO_2） shielded arc welding	マグ溶接のうち、炭酸ガスアーク溶接を除いたアーク溶接の総称。	
シールドガス（溶接用―） shielding gas (for welding)	溶接中にアークと溶融金属とを覆い、空気が溶接雰囲気内に侵入することを防ぐために用いるガス。	
磁気吹き（アークブロー） arc blow	アークが電流の磁気作用によってかたよる現象。	
止　　端（トウ） toe	母材の面と溶接金属表面との境界。	

自動アーク溶接 automatic arc welding	溶接ワイヤの送りが自動的にでき、連続的に溶接が進行する装置を用いて行うアーク溶接。	
垂下特性 drooping characteristic	アーク溶接用電源の外部特性の一種であって、負荷電流の増加とともに端子電圧が著しく低くなる特性。定電圧特性は電流が増減しても電圧がほとんど変動しない。	
すみ肉溶接 fillet weld	重ね継手、T継手、かど継手などにおいて、ほぼ直交する2つの面を結合する三角形状の断面の溶着部を有する溶接。	
スパッタ spatter	溶接中に溶着金属とならず飛散するスラグ及び金属粒。	
スプレー移行 spray transfer	アークにより溶けた溶接ワイヤ先端がワイヤ径よりも小さな粒となって母材へ移行すること。	
ス　ラ　グ slag	溶接部に生じる非金属の物質。	
前進溶接 forehand welding	進行方向に対し同一方向にトーチを傾け溶接する方法。	
ソリッドワイヤ solid wire	中空でない断面同質な溶接ワイヤ。	
炭酸ガスアーク溶接 CO_2（gas shielded） ard welding	炭酸ガス（CO_2）をシールドガスとして用い、溶接ワイヤを電極とする自動又は半自動アーク溶接。	

短絡移行 short circuiting transfer	アークにより溶けたワイヤ先端が溶融池に接触するたびに、短絡電流によりちぎれて母材へ移行すること。	
定電圧特性 constant voltage characteristic	アーク溶接用電源の外部特性の一種であって、負荷電流が増大しても端子電圧があまり変化しないもの（一般に100Aにつき２Vぐらい低下する。）。	
溶 込 み penetration	母材の溶けた部分のもっとも深い所と母材表面の距離。	
肉盛溶接 overlaying	母材表面に硬化、耐食、補修、再生などの目的に応じた所要の組織と寸法の金属を溶着する方法。	
熱影響部 heat-affected zone	溶接や切断などの熱で金属組織や機械的性質が変化した溶融していない母材の部分。	
☆ノズル―母材間距離	ノズルの先端と母材表面の距離。	
のど厚（あつ）（すみ肉の―） throat（―of a fillet weld）	理論のど厚：設計上用いるのど厚。すみ肉のサイズで定まる三角形のすみ肉の継手のルートから測った高さ。 実際のど厚：実際上溶接された所ののど厚。すみ肉溶接の断面のルートから表面までの最短距離。	
パ　　ス pass, run	溶接継手にそって行う１回の溶接操作。パスの結果できたものがビートである。	 （3層4パス仕上げの場合）
半自動アーク溶接 semi-automatic arc welding	溶接ワイヤの送りが自動的にできる装置を用い、溶接トーチの操作は手で行うアーク溶接。単に半自動溶接ともいう。	

ビード bead	１回のパスによって作られた溶接金属。	
ピーニング peening	溶接部に残る応力をなくすために、あるいは溶接による変形を減らすために、特殊なハンマーで溶接部を連続的に打撃して、表面層に塑性変形を与える操作。	
フラックス入りワイヤ flux cored wire	管状の溶接用ワイヤで、その内部にアークの安定化、脱酸などの目的で溶剤（フラックス）が充てんされている。	
ブローホール（内部のもの） blowhole	溶着金属中に生じる球状又はほぼ球状の空洞。	
ピット（表面のもの） pit	ビードの表面に生じた小さなくぼみ穴。	
マグ溶接 metal-arc active gas welding	CO_2、ArとCO_2との混合ガスなど、酸化性のシールドガスを用い、溶接用ワイヤを電極として溶接する方法の総称。	
ミグ溶接 metal-arc inert gas welding	イナートガスアーク溶接の一種で、溶接ワイヤを電極とする溶接。	
溶接 welding	２個以上の部材を、接合される部材間に連続性があるように、熱、圧力又はその両方によって一体にする操作。	
溶接線 weld line	ビード、溶接部を一つの線として表すときの仮定線。	
溶接電流 welding corrent	溶接に必要な熱を与えるために流す電流。	
溶接割れ weld crack	溶着金属中及び溶着金属のごく近くに生じる割れ状の欠陥。	

溶着金属 deposited metal	溶加材から溶接部に移行した金属。	
溶着率（接着効率） deposition efficiency	溶接棒やワイヤの消耗質量に対する溶着金属の質量の比率。	
溶着速度 deposition rate	単位時間におかれる溶着金属の質量。	g/minで表わすことが多い。
溶滴 droplet	溶接棒又は溶接ワイヤの先端から母材に移行する溶けた金属の粒。	
溶滴移行 droplet transfer	溶接棒又は溶接ワイヤ先端から母材側へ溶融金属が移行すること。	
溶融速度 welding speed	単位時間に溶接棒やワイヤの溶ける速さ。	g/min又はkg/Hで表わすことが多い。
溶融池（溶融プール） molten pool	溶接中アークなどの熱によってできた溶融金属のかたまり。	
余　　盛 excess weld metal	母材面から盛り上がった部分、又はすみ肉溶接では止端を結ぶ線以上に盛り上がった溶着金属。	

参考・引用文献

・溶接学会編：溶接・接合便覧
・益本、岡田、現代溶接技術大系　半自動・自動アーク溶接
・日本溶接協会　安全衛生・環境委員会編：溶接安全衛生マニュアル
・日本溶接協会　溶接棒部会編：マグ・ミグの欠陥と防止策
・日本溶接協会　溶接棒部会編：マグ・ミグ溶接 Q&A
・日本溶接協会　溶接技術検定委員会：JIS半自動溶接受験の手引き

溶材についてのお問い合わせは

大同特殊鋼株式会社

溶接材料部（東京） 108-8478 東京都港区港南1－6－35（大同品川ビル）
ＴＥＬ ０３－５４９５－１２７２
ＦＡＸ ０３－５４９５－６７４７

溶接材料部（名古屋） 457-8545 名古屋市南区大同町2－30（星崎工場内）
ＴＥＬ ０５２－６１１－９４６５
ＦＡＸ ０５２－６１４－５８２３

溶接材料部（大阪） 541-0043 大阪市中央区高麗橋4－1－1（興銀ビル）
ＴＥＬ ０６－６２２９－６５４２
ＦＡＸ ０６－６２０２－４７４１

福岡営業所 810-0001 福岡市中央区天神1－13－2（興銀ビル）
ＴＥＬ ０９２－７７１－４４８１
ＦＡＸ ０９２－７１１－９３８４

広島営業所 730-0011 広島市中区基町１３－7(朝日ビル)
ＴＥＬ ０８２－２２１－０２７５
ＦＡＸ ０８２－２２８－８２９０

■ご注意とお願い

本資料に記載されている技術的な情報の誤った理解、または不適切な判断等で生じた損害につきましては、責任を負いかねますのでご了承下さい。

また、本資料記載の情報は今後、予告なしに変更される場合がありますので、最新の情報については、各担当部署にお問い合わせ下さい。

なお、本資料に記載された内容の無断転載や複製はご遠慮願います。

SD0306
06.3.0,4(TRY)