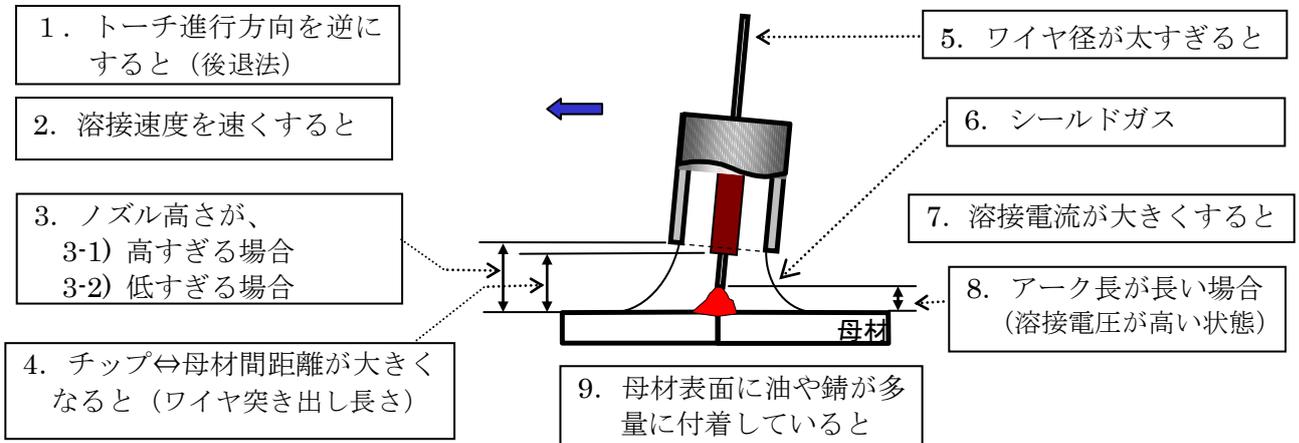


アーク溶接編 (MAG・MIG)

# 施工する上での基本

# I. 溶接条件とその影響

## ノズル回りの状態による影響



<p><b>1. トーチ進行方向を逆にすると（後退法）、</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1) ビード幅が狭くなる。</li> <li>2) 余盛が高くなる。</li> <li>3) 溶け込みが深くなる。</li> <li>4) 気孔が発生しやすい。</li> </ul>	<p><b>2. 溶接速度を速くすると、</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1) ビード幅が狭くなる。</li> <li>2) 溶け込みが浅くなる。</li> <li>3) 余盛が低くなる。</li> <li>4) アンダーカットが発生する。</li> <li>5) スパッターが増える。</li> </ul>
<p><b>3-1. ノズル高さが、高すぎると、</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1) ガスの被包効果が悪くなり、気孔が発生する。</li> </ul>	<p><b>3-2. ノズル高さが、低すぎると、</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1) スパッターで詰まりやすい。 ・長時間溶接ができない。 ・溶接線が見にくい。</li> </ul>
<p><b>4. チップ⇄母材間距離が大きくなると、</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1) 電流が減少する。</li> <li>2) アークが長くなる。</li> <li>3) 溶け込みが減少する。</li> <li>4) ビードがうねりやすくなる。</li> </ul>	<p><b>5. ワイヤ径が太すぎると、</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1) スパッターが多く発生する。</li> <li>2) アークが不安定となる。</li> <li>3) 溶け込みが浅くなる。</li> </ul>
<p><b>6. シールドガス</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1) 流量が少ないと、或いは風が強いと気孔が発生する。</li> <li>2) シールドガスの種類によって、ワイヤ溶融移行が変わり、アーク状態・ビード形態・溶着金属の性質が変わる。</li> </ul>	<p><b>7. 溶接電流を大きくすると、</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1) ビード幅が広がる。</li> <li>2) 溶け込みが深くなる。</li> <li>3) 余盛が高くなる。</li> <li>4) スパッター粒が小さく、少なくなる。</li> <li>5) 電流が大きすぎると、熔融池ができて、ビード形状がくずれる。</li> </ul>
<p><b>8. アーク長が長い場合、</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1) ビード幅が広がる。</li> <li>2) 余盛が低くなる。</li> <li>3) 溶け込みが浅くなる。</li> <li>4) スパッター粒度が大きくなる。</li> </ul>	<p><b>9. 母材表面に油や錆が多量に付着していると、</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1) 気孔が発生する。</li> </ul>

## Ⅱ. ワイヤ突出し長さ

ワイヤ突出し長さの設定は、溶接電流・ワイヤ径・ノズル口径によって決定されます。現場作業において所定のワイヤ突出し長さが要求される時は、ワイヤ突出し長さに見合った溶接電流・ワイヤ径・ノズル口径を設定する必要があります。ワイヤ突出し長さの設定を誤るとブローホール、バーンバックの発生、アーク不安定やスパッターの増加に繋がることになります。ワイヤ突出し長さとワイヤ径を表1に、ワイヤ突出し長さと溶接電流の関係を表2に示します。

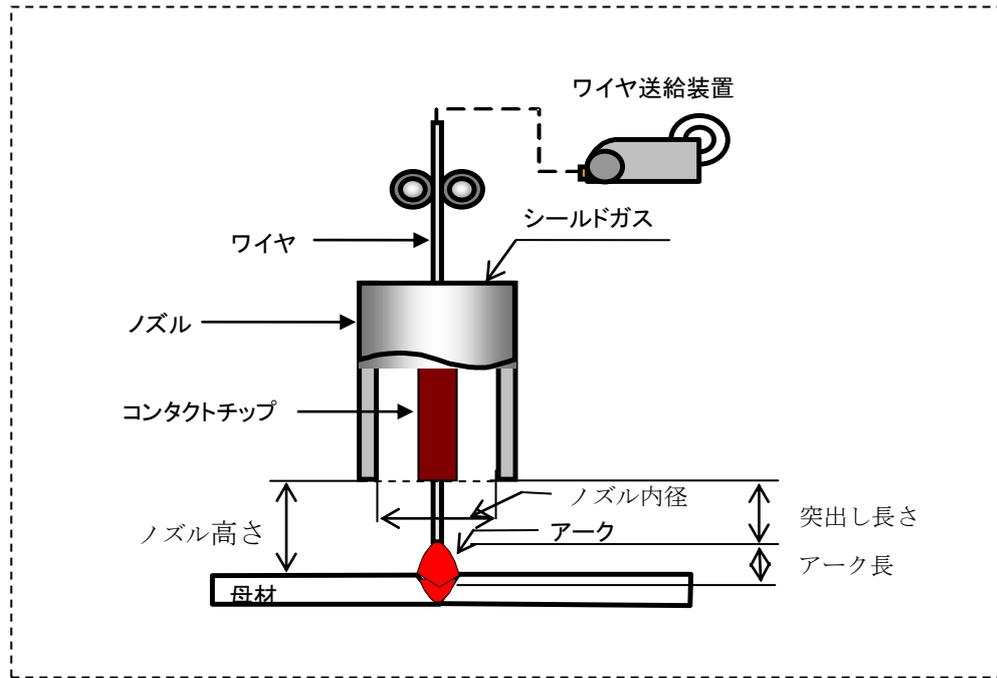


図1. ワイヤの突出し長さ関係

表1. ワイヤ径とワイヤ突き出し長さ (ノズル高さ)

ワイヤ径(mm φ)	0.8	1.0	1.2	1.6
突き出し長さ(mm)	12~14	13~16	16~20	16~20

(突き出し長さは、ワイヤ径の約10~15倍程度が目安です。)

表2. 溶接電流とワイヤ突き出し長さ (ノズル高さ)

溶接電流(A)	150	<250	>250
突き出し長さ(mm)	12~16	14~18	16~20

### Ⅲ. ガス流量

シールドガスの流量は室内、屋外、溶接姿勢、ワイヤ突出し長さ（ノズル高さ）の溶接状況に合わせて流量を調整する必要があります。溶接電流とガス流量の関係を表3に示します。

表3. 溶接電流とガス流量

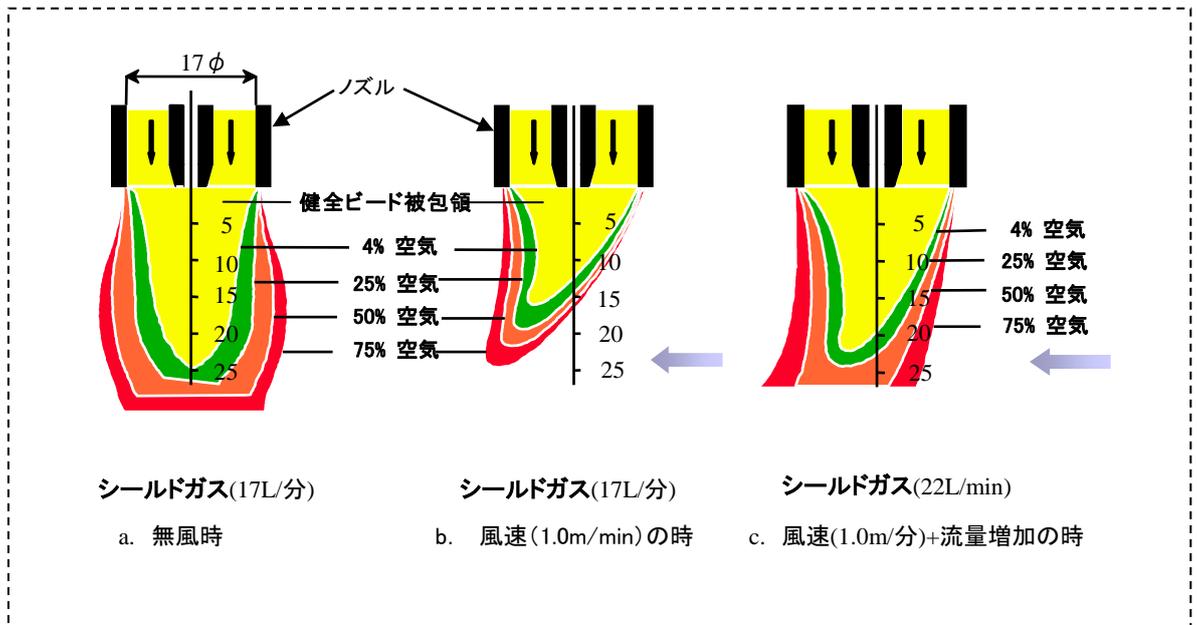
溶接電流(A)	ノズル内径(mm φ)	ガス流量(L/分)	ワイヤ径(mm φ)
130 前後	14	15	0.8~0.9
200 前後	17	18	1.0~1.2
250 以上	20	21	1.2~1.6

ガス流量設定は、ノズル内径(mm φ)の寸法と同一数値の流量(L/分)が目安となります。

例：(トーチ内径 14 mm φ = ガス流量：15L/分)

- \* ワイヤ突出し長さが表1の数値より幾分長くなる可能性がある場合は、表3の流量より10~30%の流量の増加が必要です。
- \* 扇風機や窓からの風などが、直接ノズルにあたらないような風防処置が必要なことは言うまでもありません。しかし現場での風害の対策には、ガス流量増加に伴うガス流速の上昇により、被包効果を高めることをやむなく行うことがあります。これはガス消費の経済的観点より好ましいものではありませんが、次の点を留意して行ってください。

図2. ガス流量と被包純度の関係



- 1) ノズルの性能によって被包効果は違ってきますが、無風時及び風害時における被包ガスの空気の巻き込みの関係一例を図2(a~c)に示します。

- 2) 無風時(図 2-a)よりノズル部に風害が生じると、図 2-b に示すように被包面積が減少すると共に、被包部が溶融池よりはずれてしまいます。溶融池の被包部を改善するためには、図 2-c のように流量増加をはからねばなりません。この場合被包部のズレは修正されますが、被包面積は無風時と比較して減少しています。従って、ワイヤ突出し長さも無風時に比較して制限されます。防風ネットや遮蔽板の部分採用によって、ガス消費の増加を抑えることができます。
  
- 3) 被包ガス中への空気の混入による溶着金属の気孔発生は、酸素を含有している被包ガスにおいて特に助長される傾向が見られます。これは被包ガス中に巻き込まれた窒素と、被包ガス中の酸素により気孔発生の原因である NO 分圧が上昇するために起こるものと考えられます。従って、気孔防止発生に重点を置く溶接では、被包ガス中の酸素含有量の規制が必要です。

#### IV. 溶接電流と移行形態について

MAG 溶接では、ショートアーク移行、遷移移行、スプレー移行（CO<sub>2</sub>は不可）の3つの移行形態で溶接することが出来ます。ワイヤ径と適正板厚及び使用電流範囲を概略表4に示します。

表4. ワイヤ径と適正板厚及び使用電流範囲について

ワイヤ径 (mm φ)	適用板厚 (mm)	使用電流範囲(A)		
		短絡移行領域	遷移移行領域	スプレー移行領域
0.9	0.8~3.0	80~140	140~180	180~250
1.2	1.6 以上	100~210	200~270	280~380
1.4	2.3 以上	140~230	220~290	300~420
1.6	4.5 以上	180~250	240~330	340~450

#### アーク電圧の設定について

定電圧特性の電源を用いる MAG 溶接の溶接条件の設定では、アーク電圧の調整が最も重要といえます。炭酸ガス溶接時の溶接電流調整ダイヤルをそのままの位置にして、被包ガスのみを炭酸ガスより 20%CO<sub>2</sub>+Ar 混合ガスに切り替えた場合の、20%CO<sub>2</sub>+Ar 混合ガスの適正アーク電圧は一般に次のようになります。

Ar 混合ガス(20%CO<sub>2</sub>+Ar)において、一般的にアークが安定した状態とは次のようになります。

- ・ 短絡移行領域では、CO<sub>2</sub> に比べ 1~3V 下げた状態。
- ・ 遷移移行領域では、CO<sub>2</sub> に比べ 1~3V 下げた状態。
- ・ スプレー移行領域では、CO<sub>2</sub> に比べ 2~5V 下げた状態。

Ar 混合ガス(20%CO<sub>2</sub>+Ar)溶接の、移行形態別のアーク電圧の算出近似値を次に示します。

- ショートアーク時(80~180A)

$$\text{アーク電圧(V)} = 0.03 \times \text{溶接電流(A)} + 14^{\pm 1.5}$$

- 遷移移行時(180~260A)

$$\text{アーク電圧(V)} = 0.1 \times \text{溶接電流(A)}^{\pm 2}$$

- スプレー移行時(260~350A)

$$\text{アーク電圧(V)} = 0.03 \times \text{溶接電流(A)} + 22^{\pm 2}$$

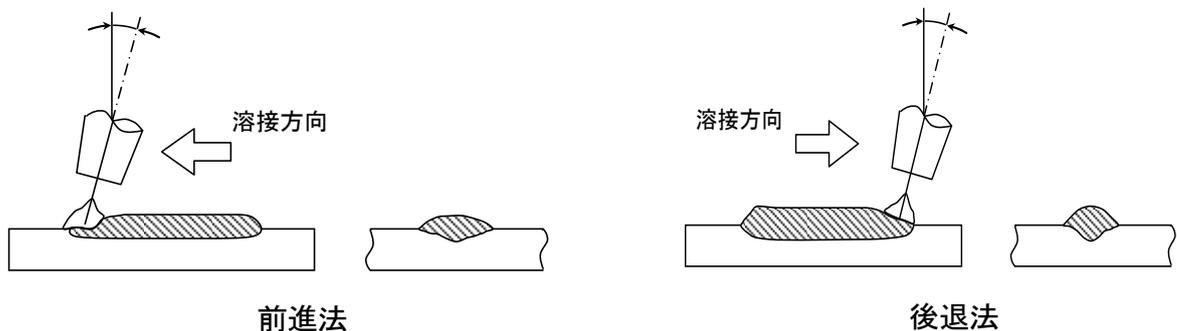
## V. 溶接の進行方向

### 前進法

- 前進法は後退法に比べビード幅が広い、余盛が低い、溶込みが浅い、溶接線が見やすい。
- 前進法は溶融池中にアークが発生するので、後退法に比べスパッターの発生量も若干多くトーチの進行方向に発生する。
- 前進法はスプレーアーク移行状態ではトーチ角度が  $10^\circ$  以上になるか又はアーク電圧が高く、アーク長の長い時に溶融池の面積が大きくなり、溶融池中の溶融金属がワイヤ先端のアーク部より先行し、溶融金属に対するシールド効果が減少する。そして溶け込みが浅くなる上、融合不良やブロー発生の原因となることがあるので、溶融池の状態によってトーチ角度  $\pm 10^\circ$  以内にし、アーク電圧を下げアーク長を短くして、溶融金属があまり先行しない様に調整するように留意しなければならない。(図参照)
- 上記 c. に関してショートアーク領域や遷移移行領域に於いては、スプレーアーク領域での溶融池の状態とは異なるので、トーチ角度の許容度合は大きくは出来るが  $20^\circ$  以内にすることが望ましい。

### 後退法

- 後退法は前進法に比べビード幅が狭い、余盛が高い、溶込みが深い、溶接線が見にくい又前進法に比べスパッターの発生は若干少ないが、溶着スパッターとしての頻度が多少高くなることもある。
- トーチ角度が母材に対して垂直の場合は前進法と後退法の間ビード外観、溶け込みとなる。
- 溶接物の形状に対してスパッターの発生方向、発生量、ビード外観、溶け込みを見極めた上トーチ角度、トーチポジションを決定する必要がある。



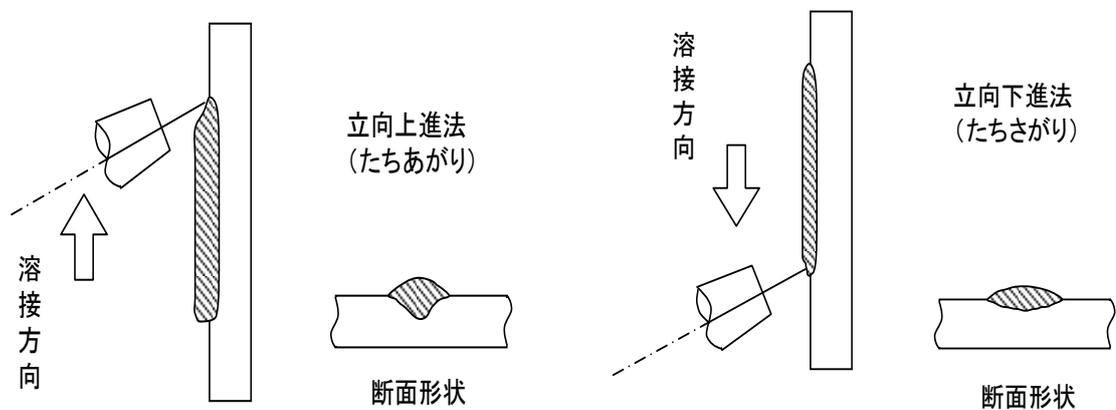
## VI. 立向上進法と立向下進法（ショートアーク領域）

### 立向上進法

- 立向上進法はビード幅が狭く溶け込みが深い、又余盛が高く凸になるがウィビングによって凸部を均一にする方法がとられる。
- 溶着金属は重力で下方に垂れ、アークは母材との間に発生し、スパッターは溶接方向（上方）に飛散する。
- 通常 2mm 以上の板厚に対して用いる。

### 立向下進法

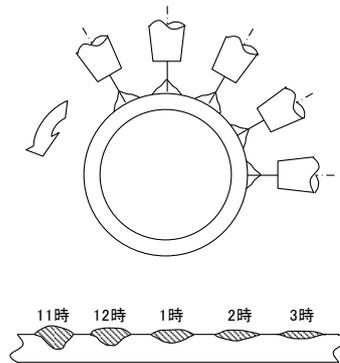
- 下進法は上進法に比べビード幅が広い、溶け込みが浅い、そして余盛が少なく外観を重視し、機械的強度をあまり要求しないものか、又は 3mm 以下の薄板の溶接に用いる。
- 溶融金属は重力で下方に垂れるのでアークは溶融金属池との間に発生し、スパッターは溶接方向（下方）に飛散する。



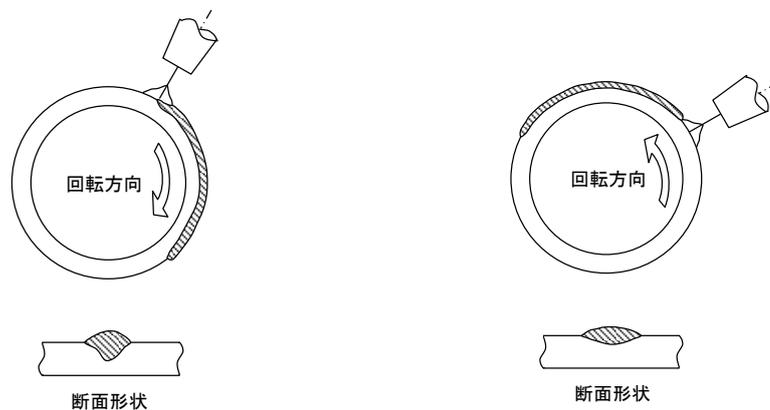
立向上進法と立向下進法との溶接ビード断面

## VII. パイプ溶接に於けるトーチポジション

- a. パイプ溶接も前記の立向上進、下進法と同じ概念であり、パイプの回転方向、トーチポジションによって、アークが溶融池中に発生するか、母材との間に発生するかでスパッターの発生方向、スパッターの溶着頻度、溶け込み深さ、ビード幅、余盛高さ等が変化します。
- b. 通常 3mm 以下の板厚に関しては図中の 2 時近辺で溶接する。
- c. トーチ角度が 2~3 時の方向になると、溶け落ちのない余盛の少ない外観の良いビードとなりますが、溶接中に溶融金属が粒状となり落下します。これがフィニッシュ部で落下しない時はフィニッシュ部が余盛過大となります。
- d. 大電流領域では、12 時近辺の方向で溶接します。



トーチ位置とビード形態



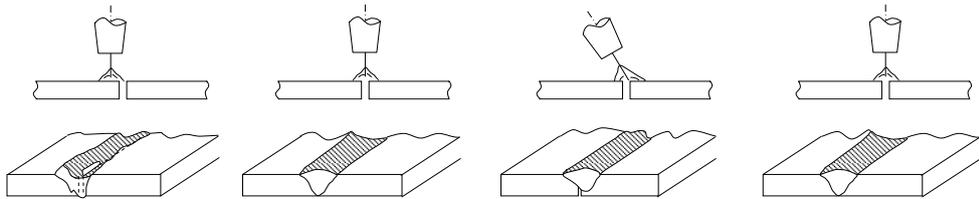
回転方向とビード形状

## VIII. トーチ角度と狙い位置

### a. 突合せ溶接の時

トーチの狙いが悪いと溶け落ちしやすい(図参照)。これは薄板で狙いが悪いとアークの入熱が片側の母材に集中してしまうので、局部加熱され溶け落ちとなる。これは CO<sub>2</sub> では特に顕著に表れやすくなる。混合ガスは濡れ性が良いので、両側の母材に溶着金属が橋渡しの効果をし、アークの入熱は接合部の左右の金属に均等に入るので、溶け落ちが CO<sub>2</sub> に比べると少ない。

(応用：薄板の溶け落ち防止、溶接速度の向上、裏波溶接、溶接電流の増加)

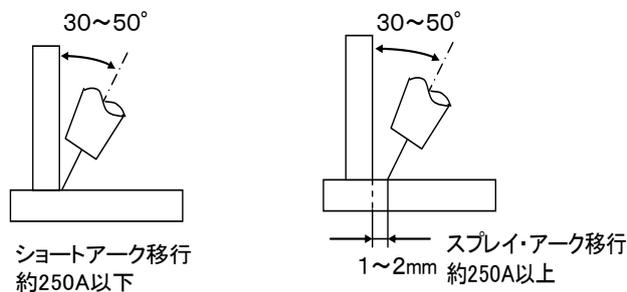


トーチの狙いと融合不良

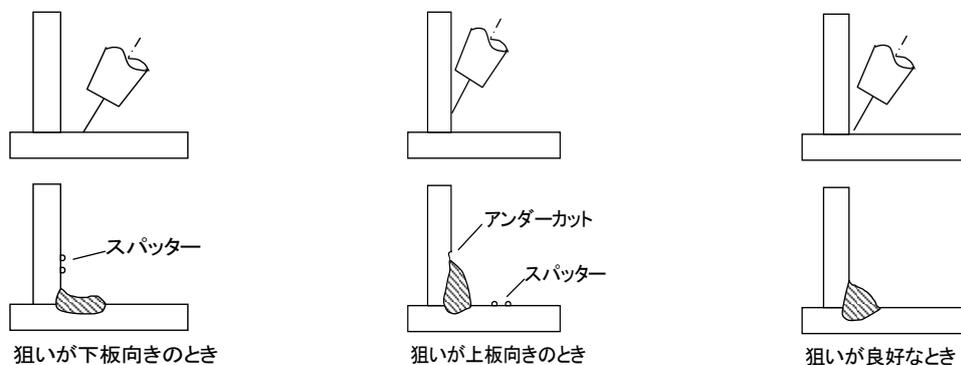
トーチの角度とビードの形態

### b. 隅肉溶接の時

トーチ角度が悪いとスパッター、アンダーカット、融合不良等の溶接欠陥の原因となります。混合ガスでは水平隅肉溶接でも、容易に等脚長のビードを形成することが出来る。水平隅肉溶接でのワイヤ狙い位置及びトーチ角度を図に示す。



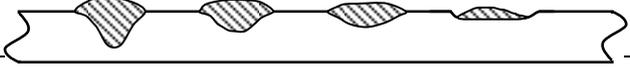
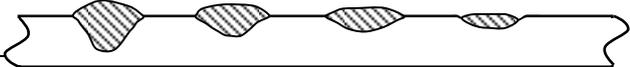
溶接電流とトーチの狙い角度



トーチの狙いと溶接断面形状

## IX. 溶接条件の変化と溶け込み形状

溶接電流と溶接速度を一定にし、溶接電圧を変化した場合、あるいは溶接電圧と溶接速度を一定にし、電流を変化した場合、あるいは溶接電流と溶接電圧を一定にし、溶接速度を変化した場合の溶け込み状況はどうかを下図に示す。

<b>溶接電圧</b> を変化させた場合 (電流、速度一定)	<b>電圧: 低→高</b> 
<b>溶接電流</b> を変化させた場合 (電圧、速度一定)	<b>電流: 大→小</b> 
<b>溶接速度</b> を変化させた場合 (電流、電圧一定)	<b>速度: 大→小</b> 

- \* 溶接電圧が低いと溶け込みも深い、高くしていくことに溶け込みも浅くなる。
- \* 溶接電流が高ければ溶け込みも深く、低くしていくことに溶け込みは浅くなる。
- \* 溶接速度が早いと溶け込みは浅く、遅くしていけば溶け込みは深くなる。