

TIG溶接の基礎知識

パナソニックF Sエンジニアリング株式会社



TIG溶接の基礎知識

1. 溶接の意味と目的
2. T I G 溶接の原理と特徴
3. 各種のT I G 溶接法
4. アークスタート方式
5. インバーター制御とその効果
6. 溶接施工のポイント
 - ①タングステン電極の選定
 - ②タングステン電極の突き出し長さと母材間との距離
 - ③タングステン電極の先端形状によるビード幅と溶け込み
 - ④トーチの持ち方
 - ⑤トーチボディの構造
 - ⑥トーチ角度
 - ⑦溶加棒径の選択の目安
 - ⑧シールドガス
 - ⑨ノズルの選定
 - ⑩プリフローとアフターフロー
 - ⑪初期電流とクレーター電流
 - ⑫制御機能の働き
 - ⑬アルミ溶接の施工
 - ⑭溶接の諸条件と現象
7. T I G 溶接機の選定

1、溶接の意味と目的

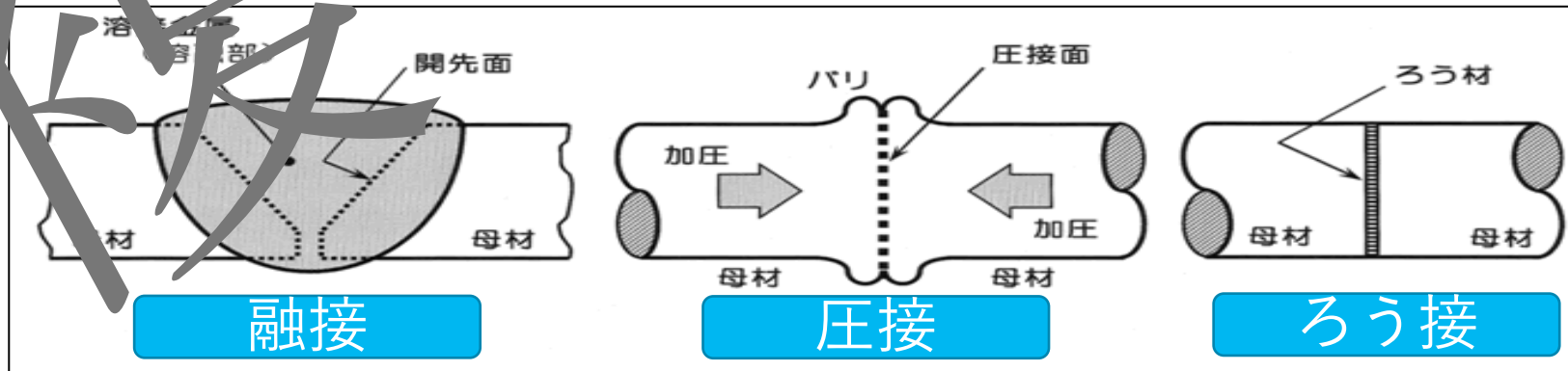
溶接とは：

「二つ以上の金属あるいは非金属材料の接合部を局部的に結合させること」
接合部は一般に何らかの方法で加熱溶融される。

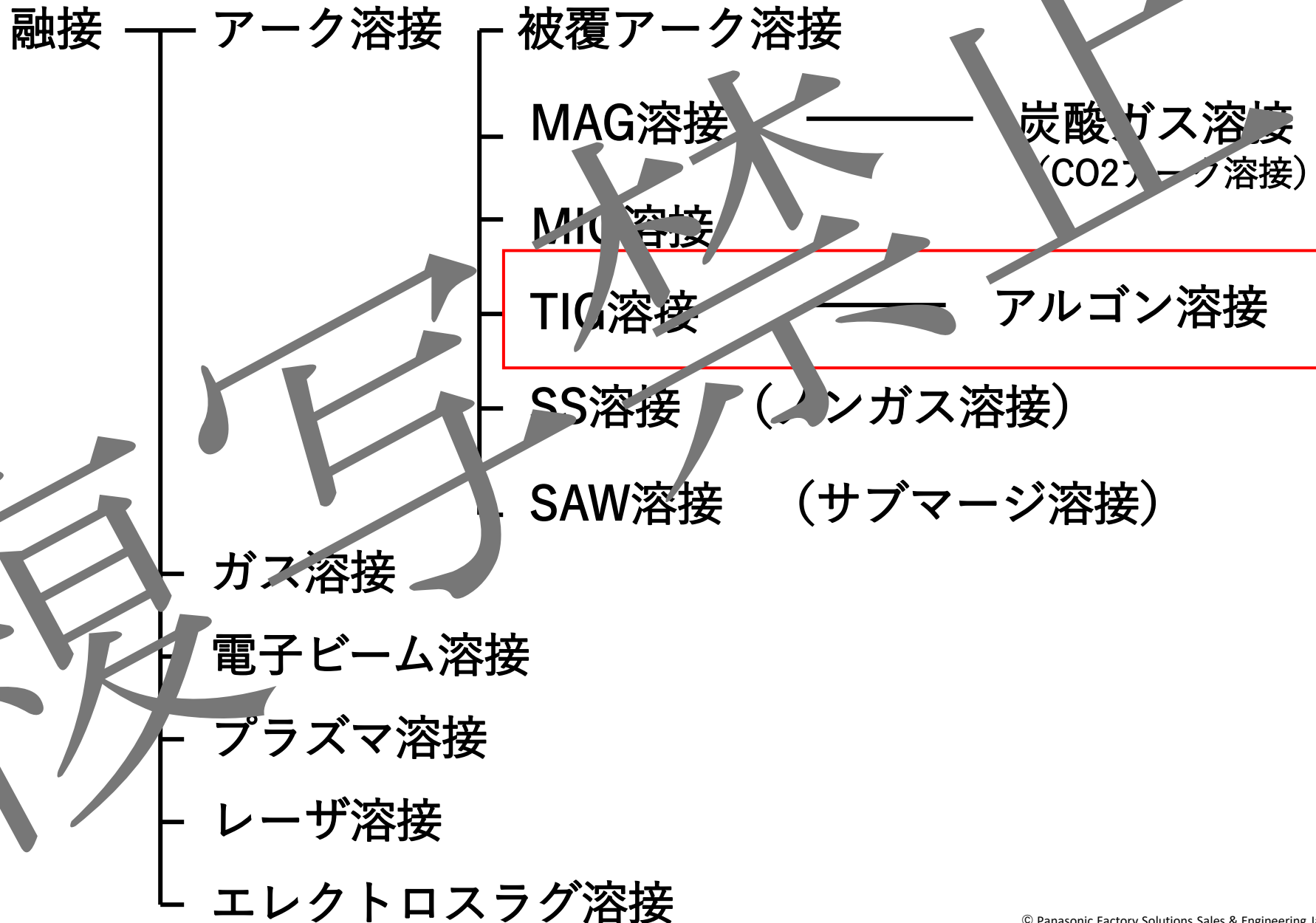
各種構造物は、使用される金属材料の接合により製作されるが、
大部分が融接によるもの。

<具体例> 造船、橋梁、建築、貯蔵タンク、圧力容器、車両、産業機械

溶接法の種類は大きく3つ



1、溶接の意味と目的



1、溶接の意味と目的

TIG溶接とは・・・

Tungsten Inert GAS ARC WELDINGの略

- ・ **T** はタングステン（工業金属で最も融点の高い金属）
（融点 3, 410 度）
- ・ **IG** は不活性ガスを意味する（Ar（アルゴン） He（ヘリウム））

不活性ガスとは・・・アーク熱による高温状態で化学反応しないガス

通常・純アルゴンガスで純度 99, 999%

タングステンを電極とし、不活性ガスの雰囲気中で溶接を行う

2、TIG溶接の原理と特徴

溶接電源

リモコン

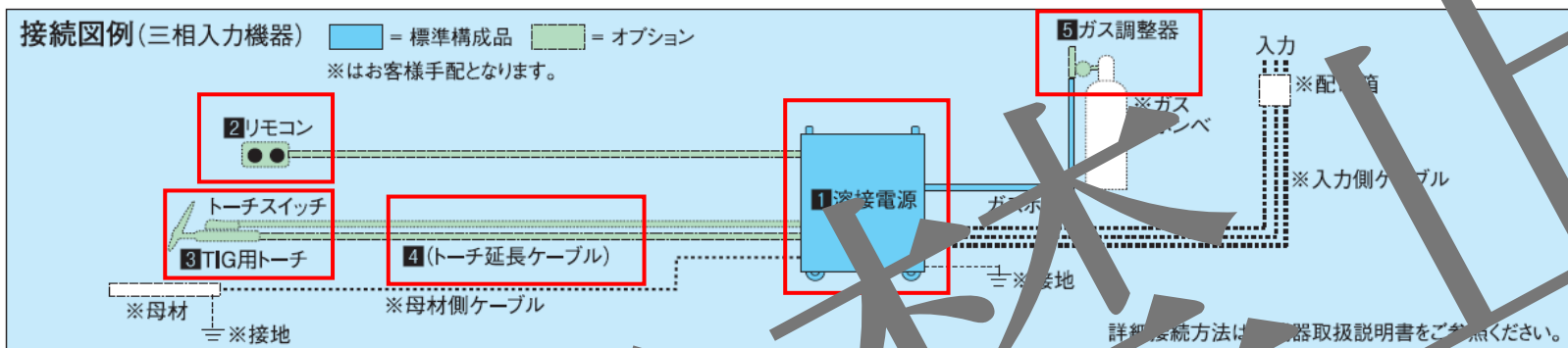
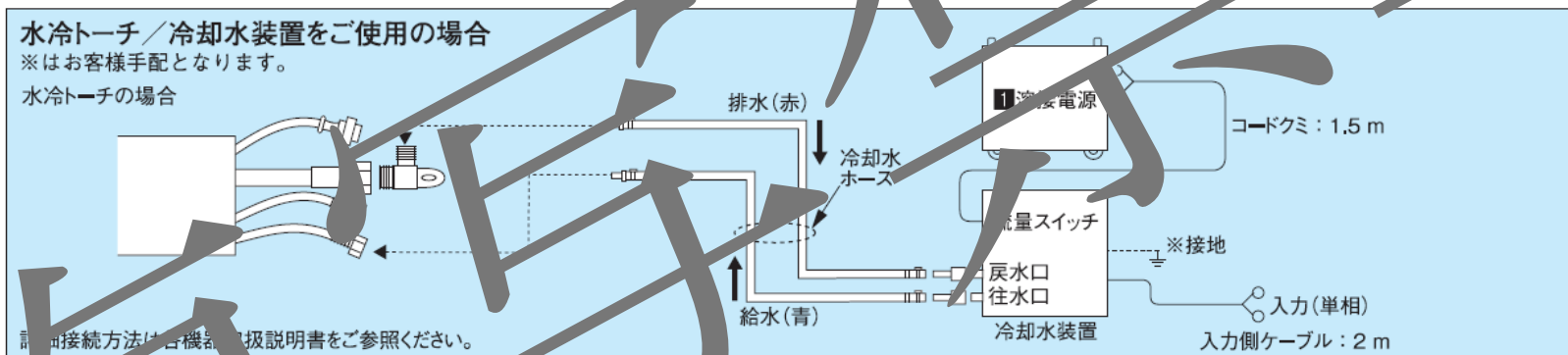
溶接トーチ

ガス調整器

冷却水装置
※水冷の場合



2、TIG溶接の原理と特徴

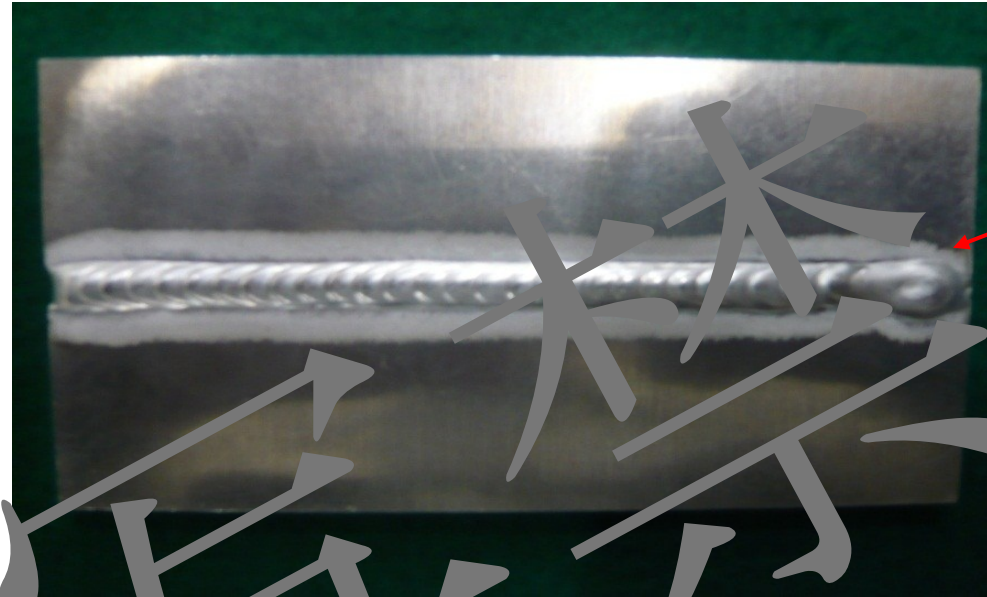
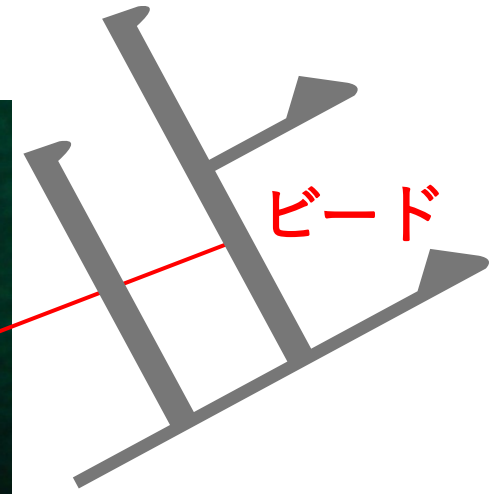
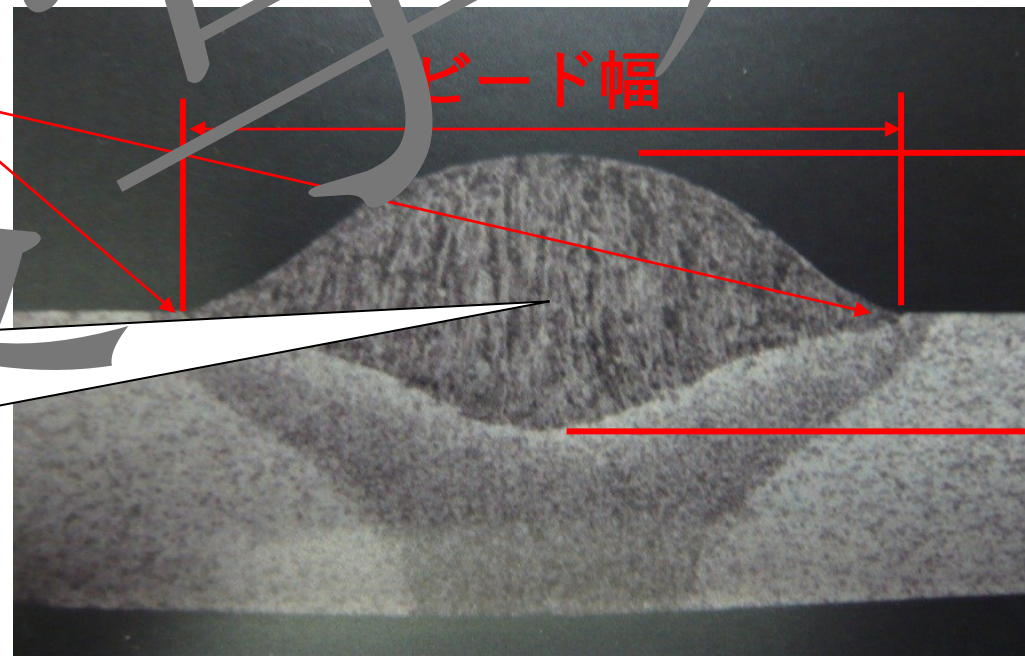


品番	内容
1 YC-	溶接電源
2 YC-	リモコン
3 YT-	トーチ
4 TWU	延長ケーブル
5 YX-	ガス調整器

品番	内容
YX-09KGC1 YX-09KGB1	冷却水装置 (水タンク)



2、TIG溶接の原理と特徴



止端
(トーチ)

ビード幅

溶接金属
溶着金属
デポ

余盛

溶込み

2、TIG溶接の原理と特徴

原理

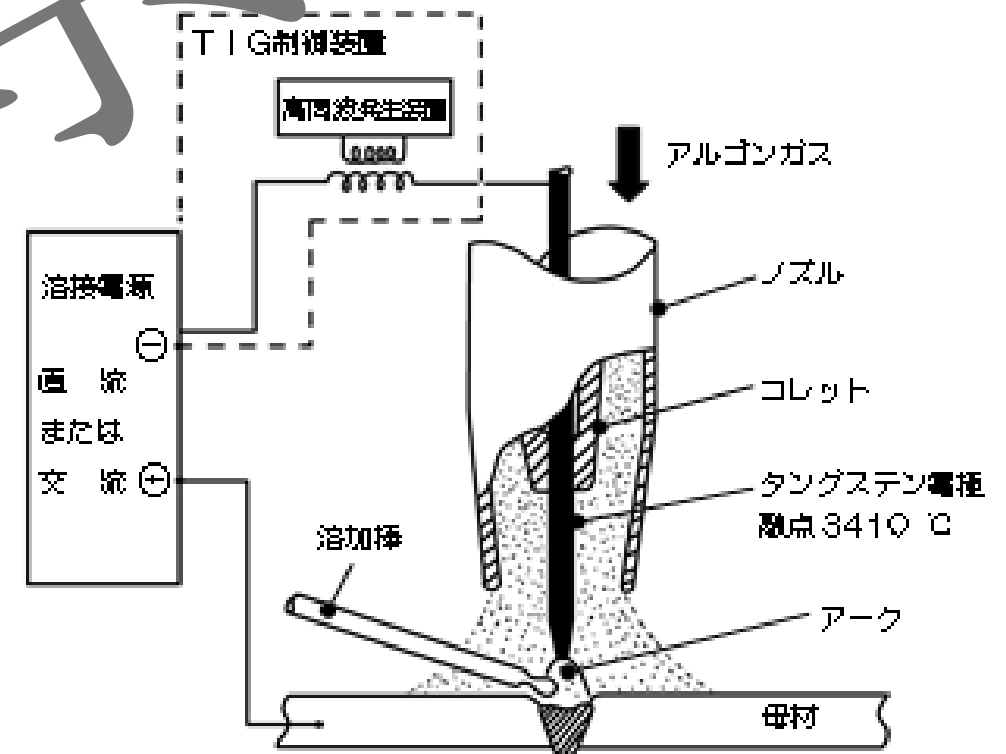
不活性ガス（アルゴン、ヘリウム）の雰囲気中でタングステン電極と母材の間にアークを発生させ、このアーク熱により母材を溶融させる溶接法である。

タングステン電極は融点が 3410°C で金属中もっとも高く、高温のアーク熱によっても、その溶融消耗が極めて少なく、アークの安定性が良好な唯一の材料である。

通常、薄板以外では溶加材を挿入しながら溶接を行う。

溶加棒の挿入の有り・無しで、非付け溶接法とTIGフィラ溶接法に分類される。

溶接電源は直流式と、交流直流両用式が使用される。



2、T I G溶接の原理と特徴

	ティグ溶接の特徴
長所	<ol style="list-style-type: none">1. 工業的に使用されている殆んどの金属や合金の溶接が可能2. 大気から保護されているため、溶接部の品質性能が優れている3. スパッタの発生がない、ヒート外観が良好、後仕上げが容易4. 全姿勢溶接が容易、あらゆる継手形状に適用可能5. 薄板～厚板まで広範囲に適用可能6. フลักスを使用しないので、残留フラックスによる腐食がない7. 作業性が良い
短所	<ol style="list-style-type: none">1. 風の影響を受けやすい (2 m / s e c)2. 一般に溶込みが浅い、溶接速度を上げられない (遅い)3. 母材面の汚れにより、ブローホール等の欠陥が発生しやすい4. 高周波ノイズ障害が発生する (直流 < 交流)5. シールドガスのコストが高い (3 × C O 2 = A r)

3、各種のTIG溶接法

直流 (DC)	交流 (AC)
<ul style="list-style-type: none">・ ステンレス・ 銅・ チタン・ 真鍮 <p>酸化被膜ないもの</p>	<ul style="list-style-type: none">・ アルミ・ マグネシウム <p>酸化被膜あるもの</p>

3、各種のTIG溶接法

①直流（DC）TIG溶接法

直流の垂下特性または定電流特性の溶接機を用いて、タングステン電極を陰極（棒マイナス）の極性で、アークを発生させる溶接法である。

これは電極から熱電子が放出され、その熱電子により母材を加熱する。一方電極は、電子が放出される時に冷却される為、細径で比較的大電流が使用できる。

アークも電流直下の母材に集中し、溶接電流が100A程度を超えるとプラズマ気流が発生し、アークの指向性が強くなり幅が狭く、溶け込みも得られる。

3、各種のTIG溶接法

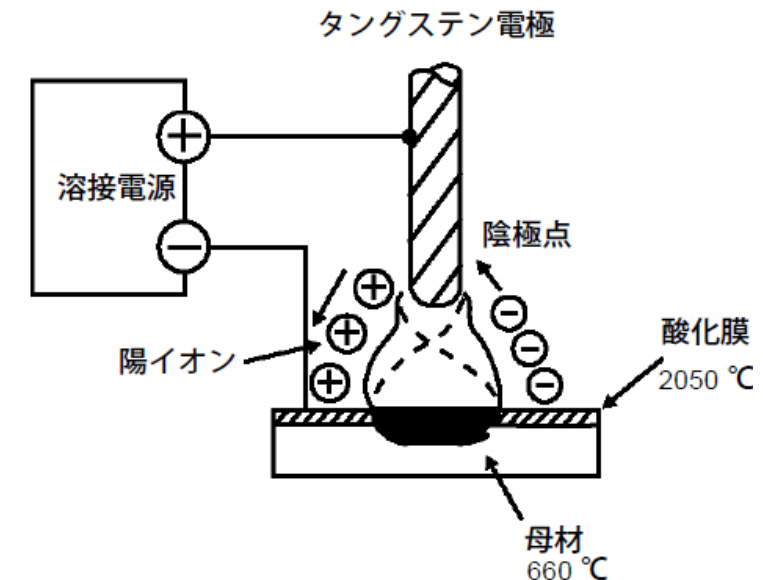
②交流（AC）TIG溶接法

交流の垂下特性または、定電流特性の溶接電源を用いて交流のアークを発生させる溶接法である。

この方法は電極と母材が半サイクル毎に極性が変わることを意味し、母材が陰極の時には陽イオン（カスイオン）が加速され母材に衝突し、母材表面の酸化被膜を破壊分解する現象が起こる。

これをクリーニング作用（清浄作用）と呼ぶ。

アルミニウム合金、マグネシウム合金は表面に著しい酸化被膜があるが、このクリーニング作用を利用し溶接を行うので、これら活性金属の溶接に適している。



3、各種のTIG溶接法

③パルス溶接

アークに流れる溶接電流を、周期的に変化させアークの特性を調整し、ビードの形状を制御する溶接法である。使用する周波数によって、ローパルス・ミドルパルスに大別される。

- ・ローパルス・・・0.2～25Hzの低い周波で強弱させ溶接を行う
- ・ミドルパルス・・・25～500Hzの高い周波で電流を変化させる

直流TIGパルス溶接法

0.2～25Hz

ローパルス

25～500Hz

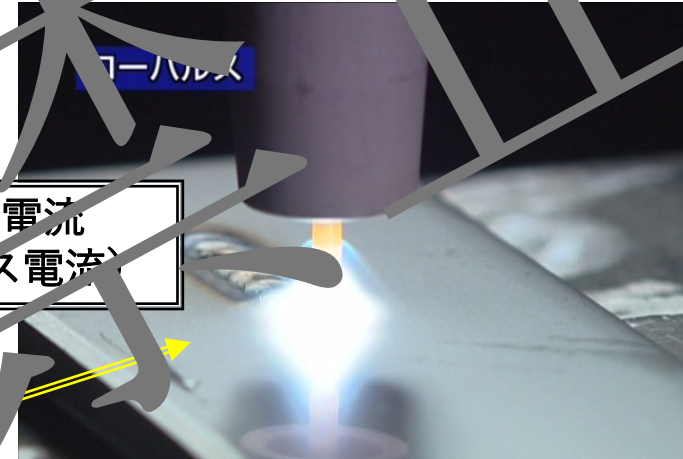
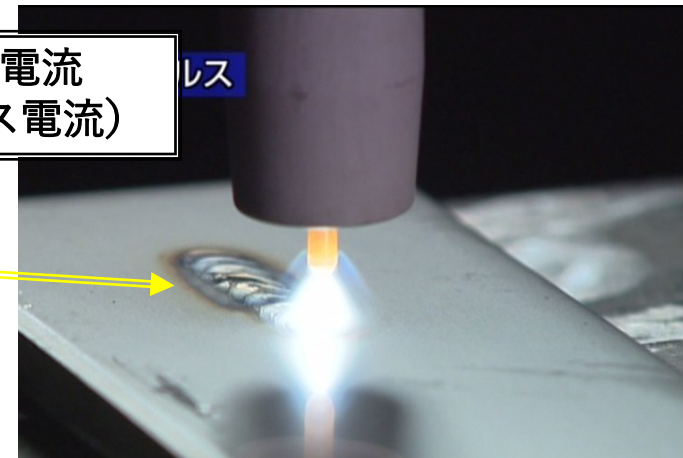
ミドルパルス

～20KHz

ハイパルス

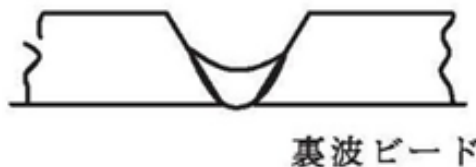
3、各種のTIG溶接法

パルスのイメージ



3、各種のTIG溶接法

1. 裏波溶接が容易



ローパルス

2. ひずみが少ない



ミドル(ハイ)
パルス

3. アークの集中性



ミドル(ハイ)
パルス

4. 外観が美しい



ローパルス

5. 厚さ違いの溶接

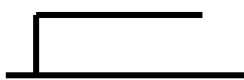
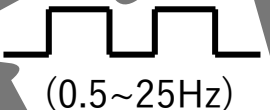
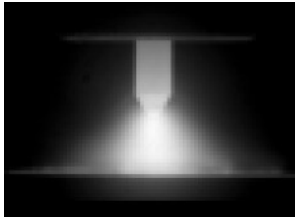
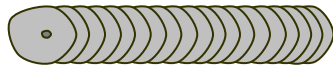


6. 異種金属の溶接が容易

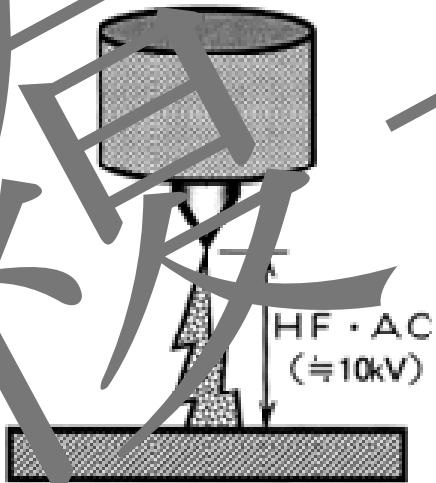
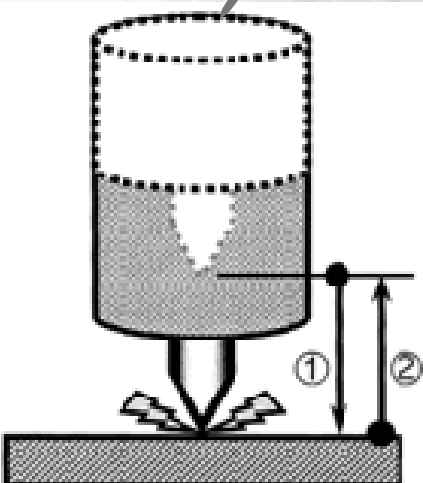
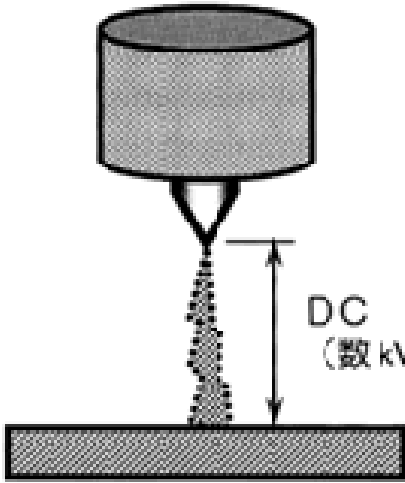


ローパルス

3、各種のTIG溶接法

アークの種類	電流波形	アーク状態	ビード外観	適用溶接
一般直流 TIG		ソフトなアーク	滑らかなビード 	安定したアークで 薄板から厚板まで 適用化
ローパルス	 (0.5~25Hz)	アークが広がり大 	均一なビード形状 	オールポジション 板厚違い 裏波溶接 異種金属
ミドルパルス	 (25~500Hz)	アークの集中性大 	きめ細かな 均一ビード 	薄板の高速溶接 (歪対策) 隅肉がやり易い 溶加棒の挿入が 容易である

4、アークスタート方式

	高周波高電圧方式	電極短絡方式	直流高電圧方式
長所	<ul style="list-style-type: none">■ タングステン電極の交換頻度が少ない	<ul style="list-style-type: none">■ 高周波ノイズが発生しない■ 高周波対策が必要	<ul style="list-style-type: none">■ 高周波ノイズが発生しない
短所	<ul style="list-style-type: none">■ 高周波ノイズ対策が必要	<ul style="list-style-type: none">■ サイクルタイムが長い■ タングステン電極の交換頻度が多い■ 電極巻き込みの可能性あり	<ul style="list-style-type: none">■ 出力経路に水があるとアークスタート性が悪化する
	 <p>HF・AC (≒10kV)</p>	 <p>① ②</p>	 <p>DC (数 kV)</p>

5、インバーター制御とその効果

インバーター方式	サイリスタ方式
●インバーター制御方式は商用電源をいったん整流して直流とし、これをトランジスタインバーターにより高周波交流に変換して高周波変圧器に印加する。この変圧器出力を再度整流に変換し安定した直流をアークに供給する。サイリスタ方式との大きな違いは、溶接変圧器1次側を高周波制御する点で、これにより軽量化と高性能化を実現している。	●サイリスタ制御では、商用電源に接続した変圧器の2次側で商用周波数に同期しながらサイリスタの点弧角を制御することにより出力を制御している。

主回路		1秒間の制御50Hz	応答可能時間	応答速度の比較
単相サイリスタ		100回/秒	10 mS (1/100秒)	1
三相サイリスタ		300回/秒	3.3 mS (1/300秒)	1/3
インバータ		40000回/秒	25 μS (1/40000秒)	1/400

5、インバーター制御とその効果

1. 応答速度が速い

瞬間スタートが可能で、安定している。また電流リップルも小さく、常に安定したアークが得られる。

2. バラツキの少ない溶接

アークの集中性が良いのでアークのふらつきが少ない。
この為、ビード幅、裏波ビードなどがサイリスタより優れている。

3. アークの安定性が良い

アーク長の変化、電源電圧の変動や周囲温度などの外部条件が変わっても出力電流が変化しない。

4. 低入力

トランスが小さい為、内部損失が少ない。

5. 小形、軽量

周波数のアップにより変圧器が小形となる。

6、溶接施工のポイント

- ①タングステン電極の選定
- ②タングステン電極の突き出し長さと母材間との距離
- ③タングステン電極の先端形状によるビード幅と溶け込み
- ④トーチの持ち方
- ⑤トーチボディの構造
- ⑥トーチ角度
- ⑦溶加棒径の選択の目安
- ⑧シールドガス
- ⑨ノズルの選定
- ⑩プリフローとアフターフロー
- ⑪初期電流とウェルター電流
- ⑫制御機能の働き
- ⑬アルミ溶接の施工
- ⑭溶接の諸条件と現象

6、溶接施工のポイント ①タングステン電極の選定

溶接法	電 極 材 質	マークの色
直流	・ 2 %酸化ランタン入りタングステン (ランタン)	黄緑色
交流	・ 2 %酸化セリウム入りタングステン (セリタン)	灰色

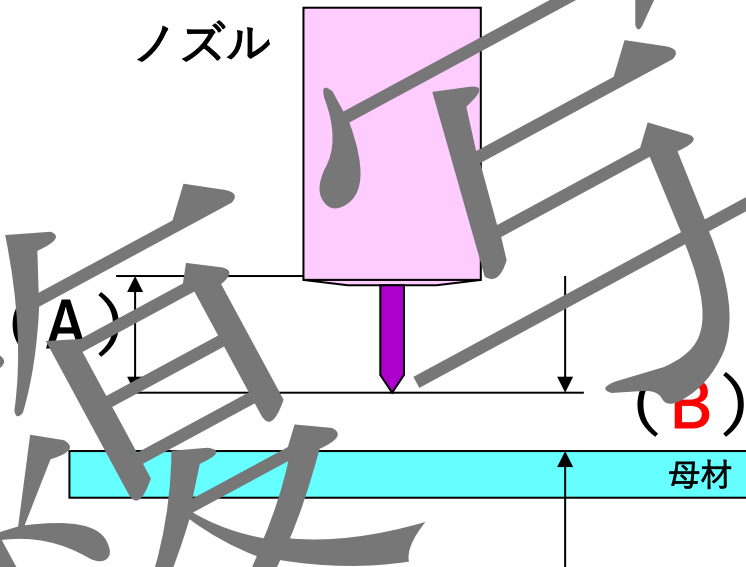
電極径 mmφ	溶 接 電 流 (A)	
	直流TIG溶接 (電極+イナース)	交流TIG溶接
	ランタン	セリタン
0.5	5 ~ 20	5 ~ 20
1.0	15 ~ 80	15 ~ 50
1.6	30 ~ 150	30 ~ 100
2.4	50 ~ 250	50 ~ 200
3.2	80 ~ 400	80 ~ 250
4.0	100 ~ 500	100 ~ 350

6、溶接施工のポイント

②タングステン電極の突き出し長さ と母材間との距離

突き出し長さ (A)

母材間距離 (B)



突き出し長さ (A)

- ・突合せの場合は 5～6mm
- ・隅肉形状の場合は 5～8mm

母材間距離 (B)

- ・板厚×約0.5～1倍 (最大6mm)
- アルミの場合約1～1.5倍

※大口径ノズルやガスレンズノズルを使用した場合
(A) 条件は異なります

6、溶接施工のポイント

③タングステン電極の先端形状によるビード幅と溶け込み

角 度	ビード幅	溶け込み
60°	狭い	深い
30°	広い	浅い

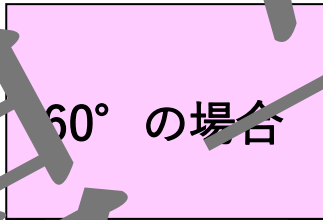
注意

※電極が細く低い電流値の場合は多少異なります
※母材との距離が離れるとアーク調は伸びアークは広がる

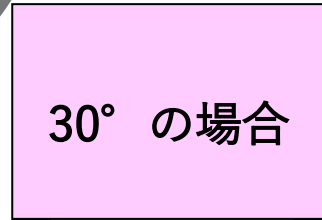
直流



60° の場合



30° の場合



ステンレス
溶接の場合



※交流（アルミの場合）

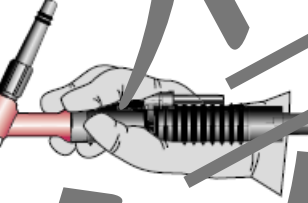
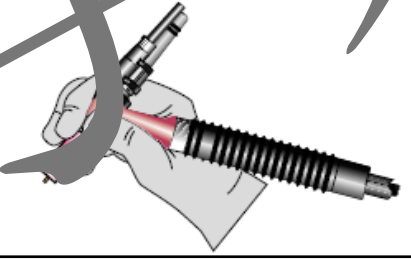
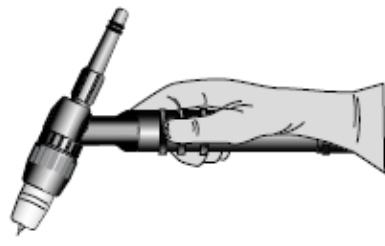


母材



6、溶接施工のポイント

④ トーチの持ち方

ペンシル形トーチ 120 A、150 A 用トーチ		<ul style="list-style-type: none">• 小電流用トーチ。• 薄板溶接に適している。
アングル形トーチ 120 A ~ 300 A 用トーチ		<ul style="list-style-type: none">• I 形突合せなどに多用される。
アングル形トーチ 120 ~ 200 A 用トーチ		<ul style="list-style-type: none">• 溶接がシビアな場合や薄板で極力細いビードを得たい場合の姿勢に適している。• 手振れの影響が小さい握り方
アングル形トーチ 500 A 用トーチ		<ul style="list-style-type: none">• 大電流用に多用されており、厚板に適している。• 立向き姿勢、上向き姿勢にも多用されることが多い。

6、溶接施工のポイント

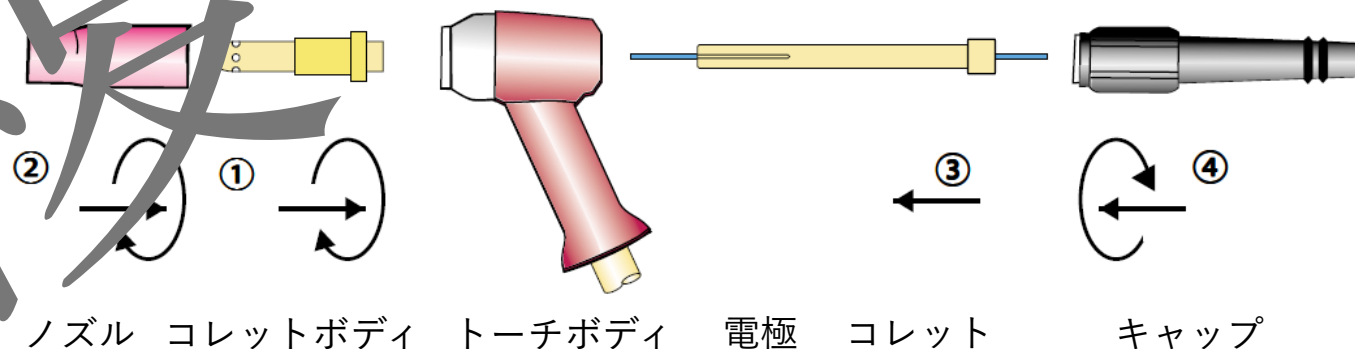
⑤ トーチボディの構造

■ コレット・コレットボディの選定

コレット・コレットボディの役割は給電と電極保持。
電極径に適用するコレット、コレットボディを選択する。

■ トーチボディの組立

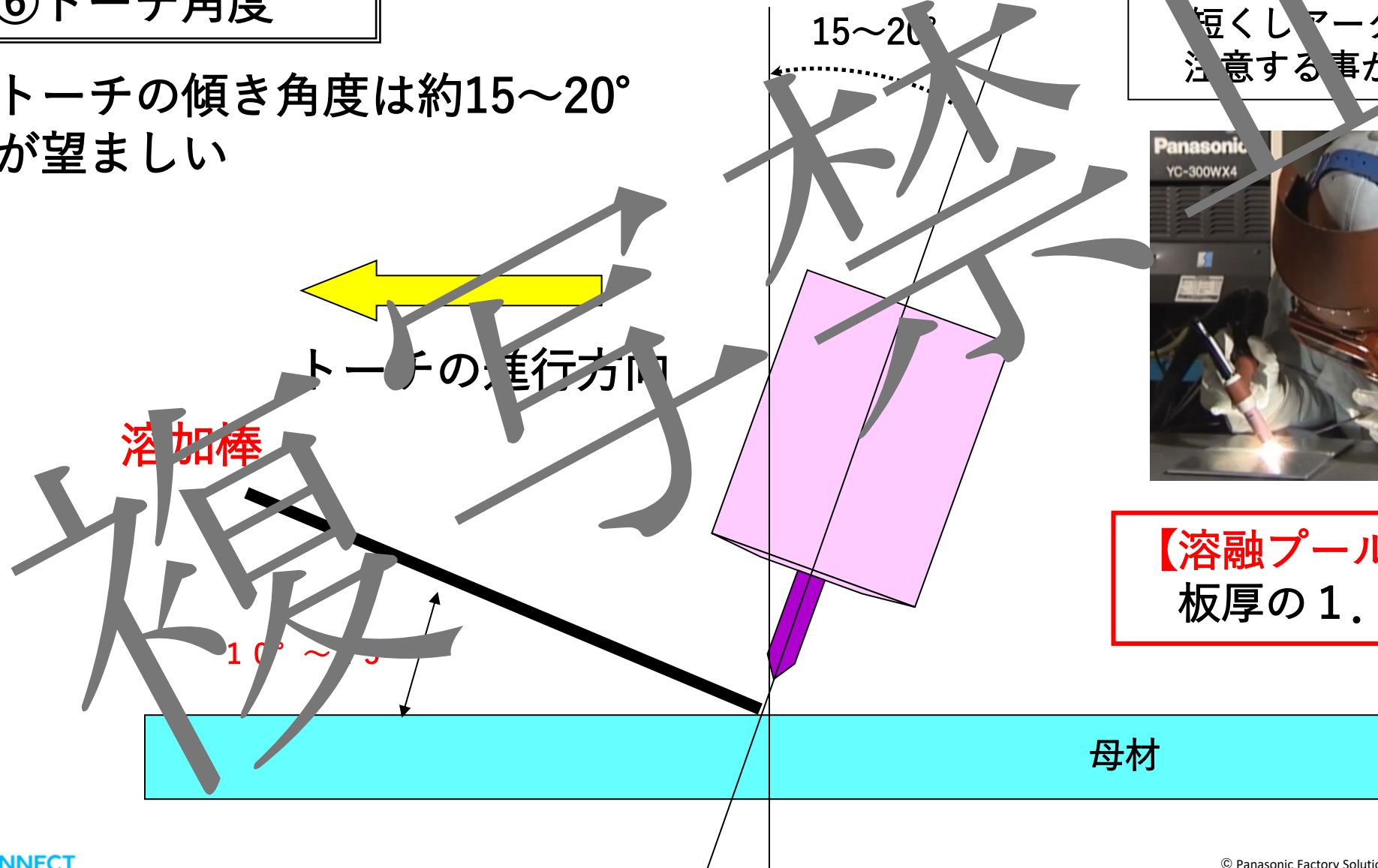
- コレットボディおよびキャップは確実に締め付ける。
緩みがあるとコレットの焼付きや過熱によるやけどの恐れあり。
- 電極はノズル先端より、4～10mm 程度出して使用する。
電極先端がノズル内部にある場合はアーク熱によりノズルが破損する恐れがある。
- 部品は、下図番号順に取り付ける。



6、溶接施工のポイント

⑥ トーチ角度

トーチの傾き角度は約 $15\sim 20^\circ$
が望ましい



※溶接場所に応じて角度を取れない場合
タンダステンと母材間距離を短くしマークの広がり
に注意する事がポイント

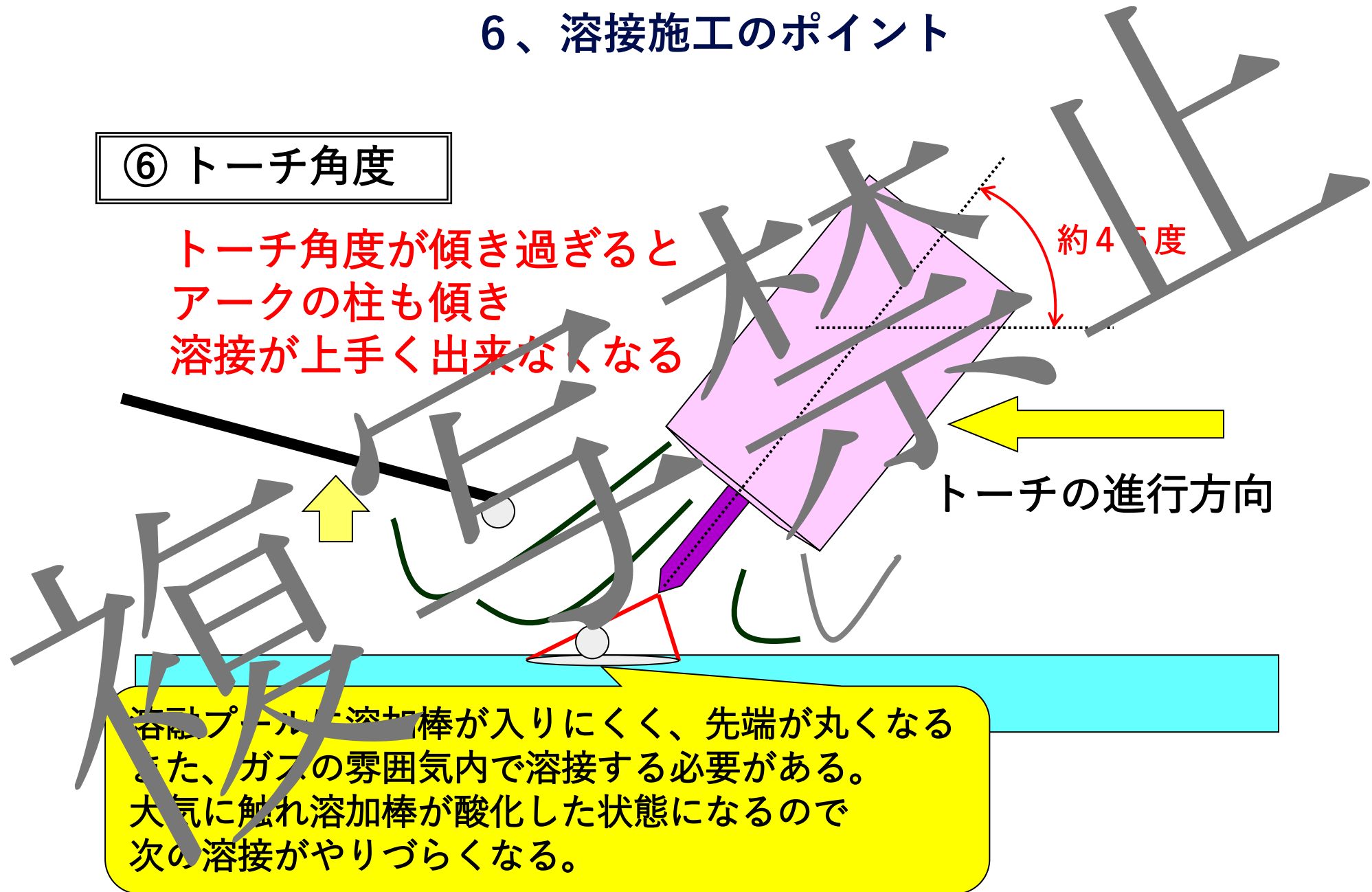


【溶融プール・径の目安】
板厚の1.5 ~ 2倍

6、溶接施工のポイント

⑥ トーチ角度

トーチ角度が傾き過ぎると
アークの柱も傾き
溶接が上手く出来なくなる



6、溶接施工のポイント

⑦溶加棒径の選択の目安

溶接電流 (A)	溶加棒 (mm Φ)
10～20	～1.0
20～50	～1.6
50～100	1.0～2.4
100～200	1.6～3.0
200～300	2.4～4.5
300～400	3.0～6.4
400～500	4.5～8.0

注意

溶加棒が細い場合

溶融部にとどく前に溶けて
母材の上にくるがる。

溶加棒が太い場合

溶けたり溶けなかったり
ビードが不規則になり
電極にショートしてしまう。

6、溶接施工のポイント

⑧シールドガス

溶接に必要なガス流量（アルゴンガス）

溶接電流	必要流量（L/分）	アフターフロー時間
100A以下	約6～7	約5～10
100～300A	約8～15	約10～20
300～500A	約15～20	約20～30

※風が吹く場所では通常より少し多めに流量を増やす

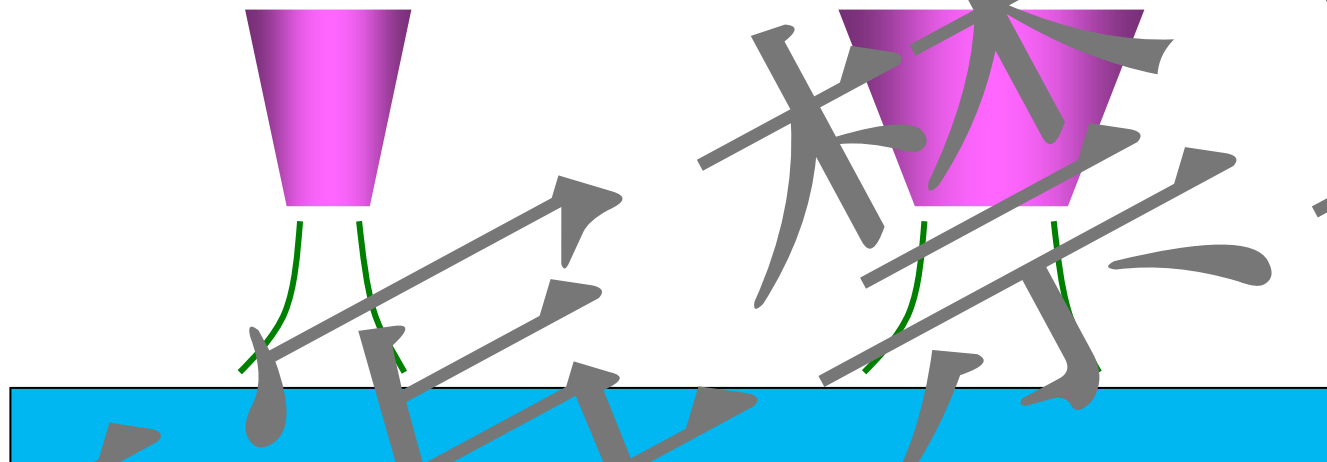
※溶け込みを得る場合、Ar + Heを使用する方法もある

（混合ガス）

6、溶接施工のポイント ⑨ノズルの選定

<口径が小さい場合>

<口径が大きい場合>



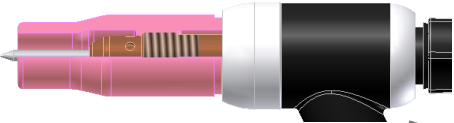
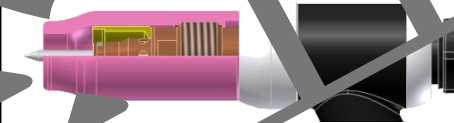
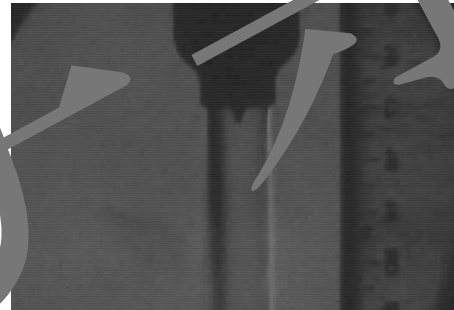
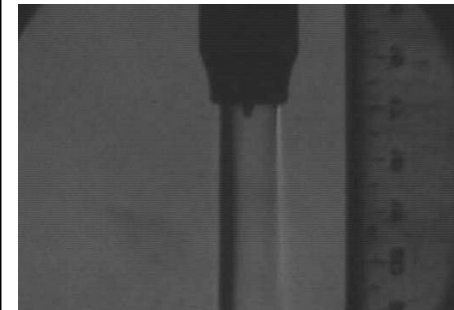
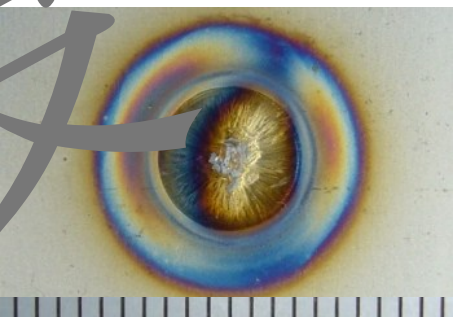
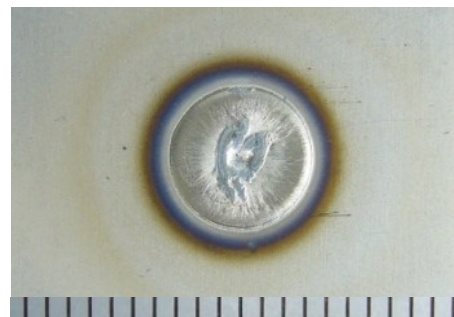
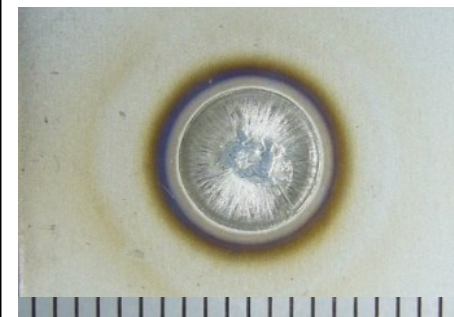
シールド範囲が狭い

シールド範囲が広い

ガス流量	ノズル口径 (ノズルNo.)
3 ~ 6	6. 5 mm ϕ (No.4)
7 ~ 8	8. 0 mm ϕ (No.5)
5 ~ 10	9. 5 mm ϕ (No.6)
6 ~ 12	11. 0 mm ϕ (No.7)

6、溶接施工のポイント ⑨ノズルの選定

<ガスレンズノズル>

項目	標準ノズル	太径ガスレンズ	細径ガスレンズ
構造			
用途	通常の溶接	広範囲なシールド性能が求められる場合	標準ノズル同等の接近性と高品質が求められる場合
シールド性能	 <ul style="list-style-type: none"> ・YT-20TS2 ・ノズルNo.6系 ・ϕ (100%) ・5L/min 		
溶接結果	 <p> D=120A (3.0 秒) 13mm SUS304 </p>		



6、溶接施工のポイント ⑩プリフローとアフターフロー

プリフローとは、溶接前にしばらくガスを放出させる事を言う。

使用目的：①タングステン電極の酸化防止
②スタート部表面の酸化防止

<溶接中はガスが放出>

タングステンは酸化しない。

アフターフローとは、溶接終了後しばらくガスを放出させる事を言う。

使用目的：①タングステン電極の酸化防止
②クレータ部表面の酸化防止

<溶接スタート時にガスがない場合>
<溶接終了時ガスを停止>

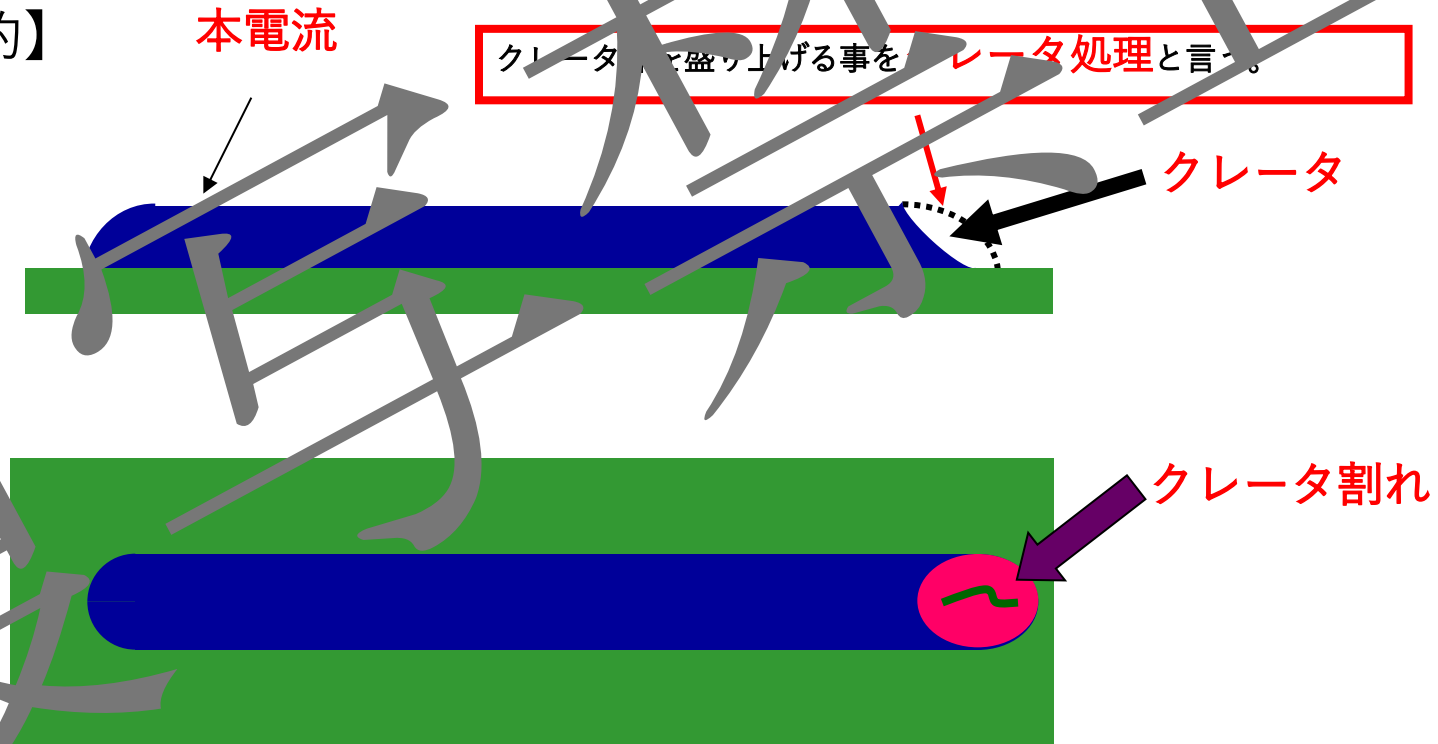
タングステンの先端が酸化し易い。

6、溶接施工のポイント ⑪初期電流とクレータ電流

【初期電流の使用目的】

1. スタート部での溶落ち防止
コールドスタート（端面からスタートの場合）
2. スタート部での融合不良の防止（応用）
ホットスタート（材料の中央部からスタートの場合）

【クレータ電流の使用目的】

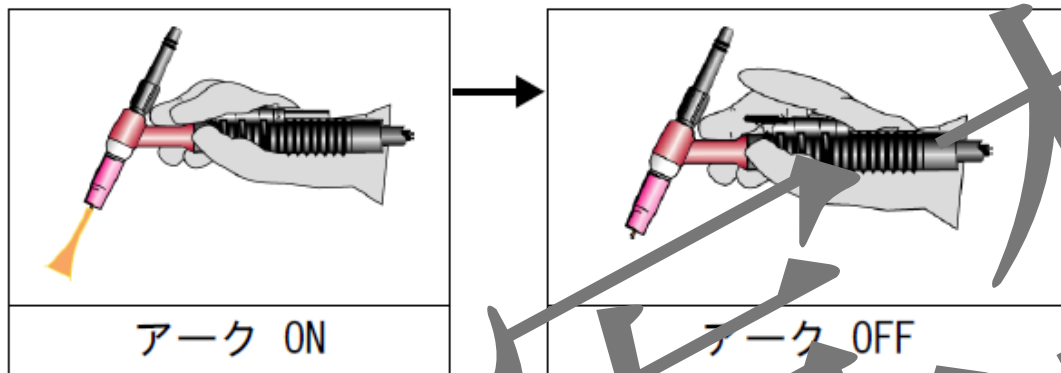


クレータ処理をする場合、クレータ電流の調整は本電流の7割にセットする。

6、溶接施工のポイント ⑪初期電流とクレータ電流

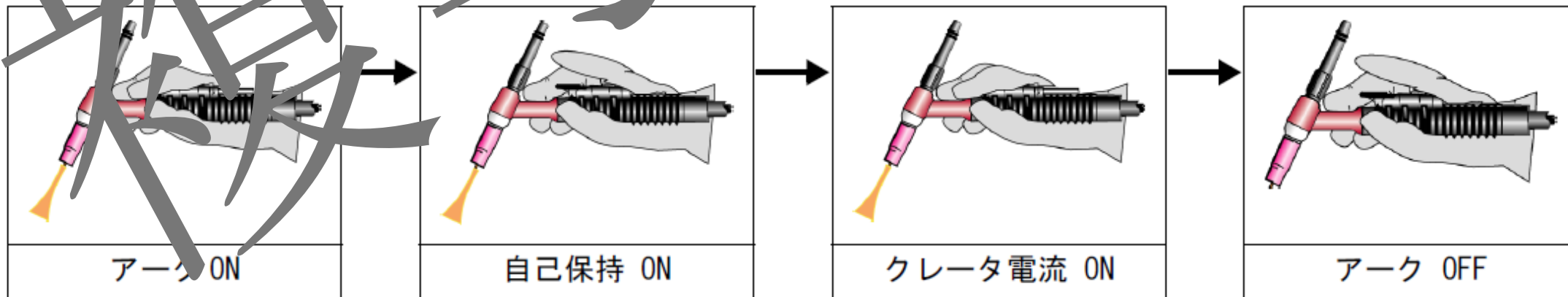
【クレータ無し】

- ① トーチスイッチON ② トーチスイッチ: OFF



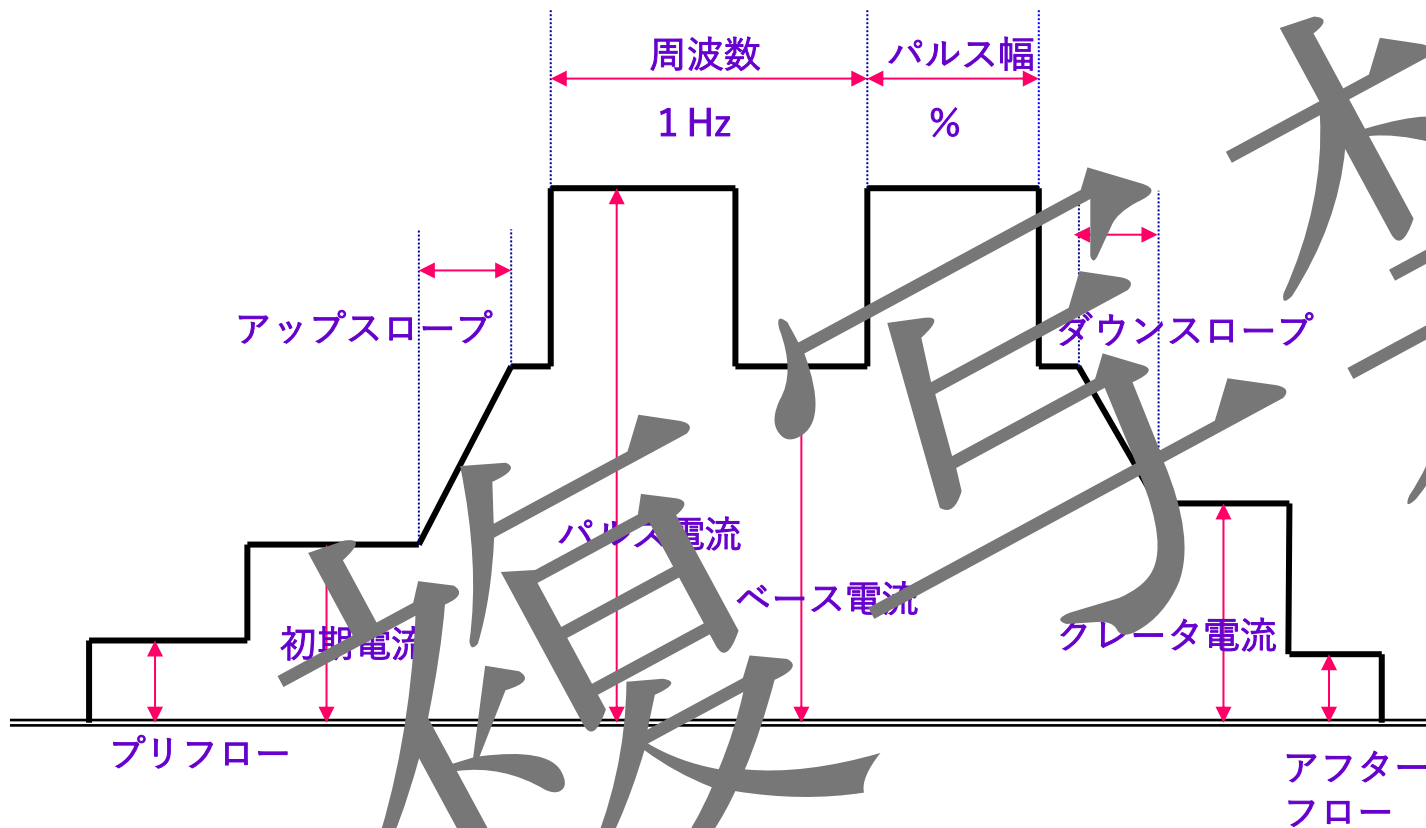
【クレータ有り】

- ① トーチスイッチON ② トーチスイッチ: OFF ③ トーチスイッチON ④ トーチスイッチ: OFF



6、溶接施工のポイント

⑫制御機能の働き



*初期電流

トーチスイッチONによりスタート時の電流を制御

*本電流

溶接ワークに適した電流
(パルス使用時は低い電流・・・ベース電流になる)

*パルス周波数

1ピーク・1ベースを1 Hzとして1秒間に
繰り返す回数

*パルス幅

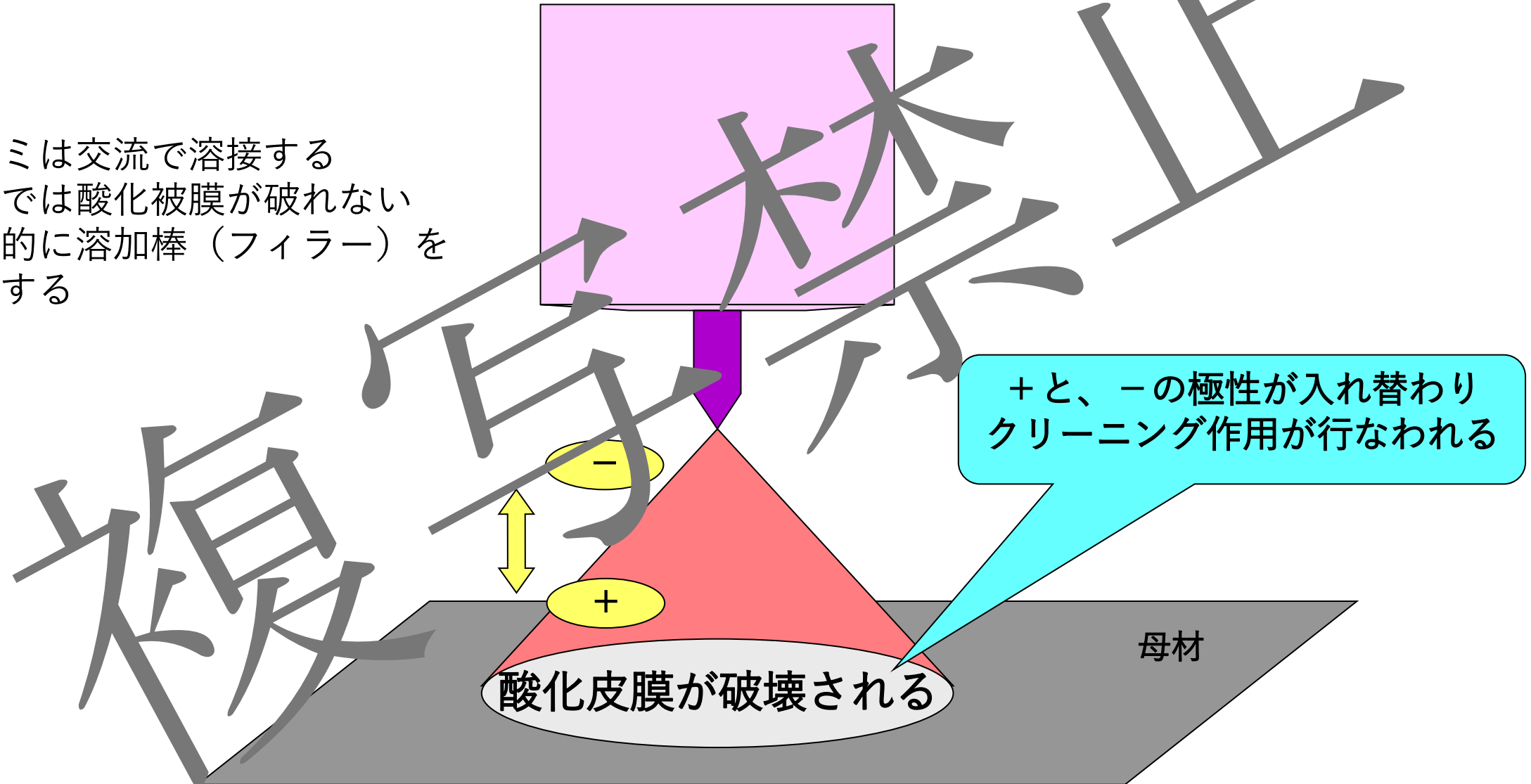
1 Hzの中でパルス電流の占める割合 (幅)

*クレータ電流

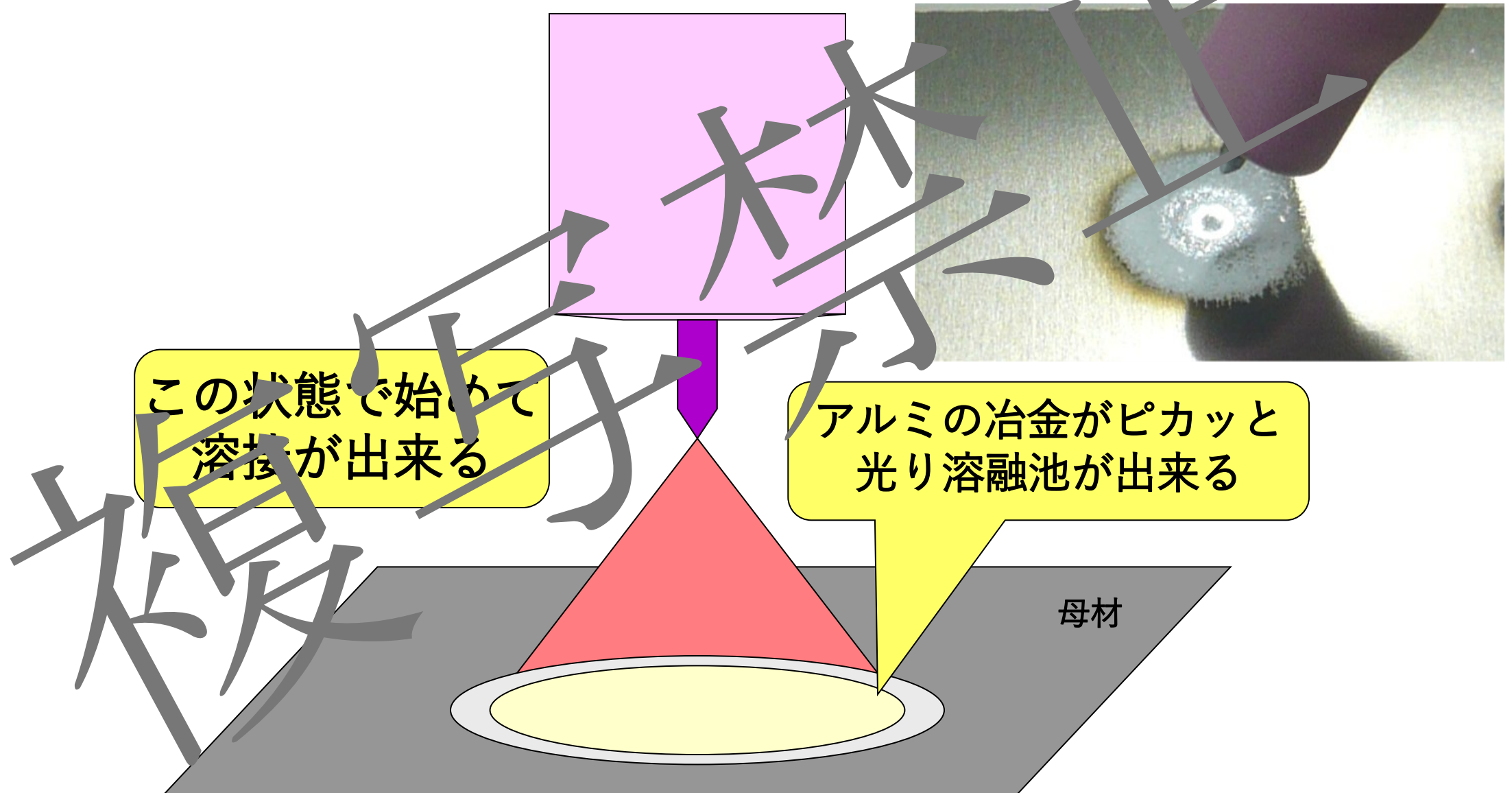
トーチスイッチONにより溶接終了時の電流を制御

6、溶接施工のポイント ⑬アルミ溶接の施工

- ・アルミは交流で溶接する
- ・直流では酸化被膜が破れない
- ・基本的に溶加棒（フィラー）を使用する

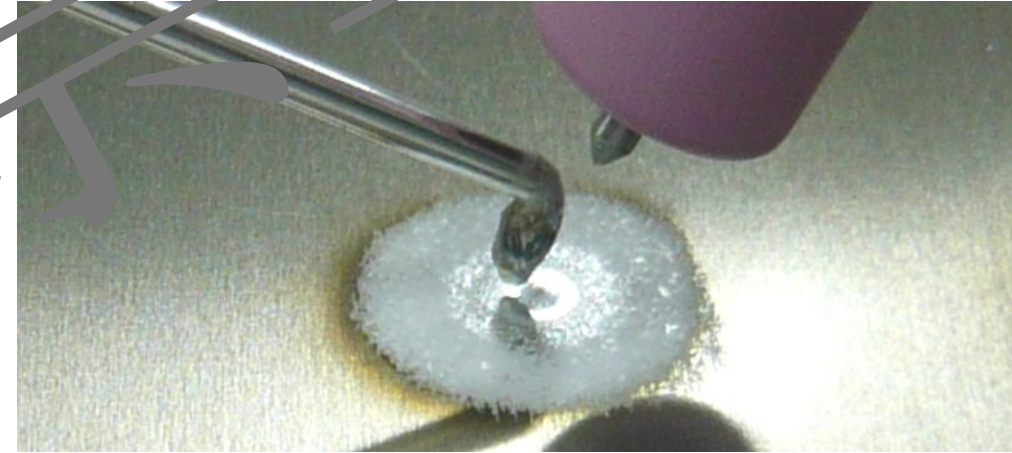


6、溶接施工のポイント ⑬アルミ溶接の施工



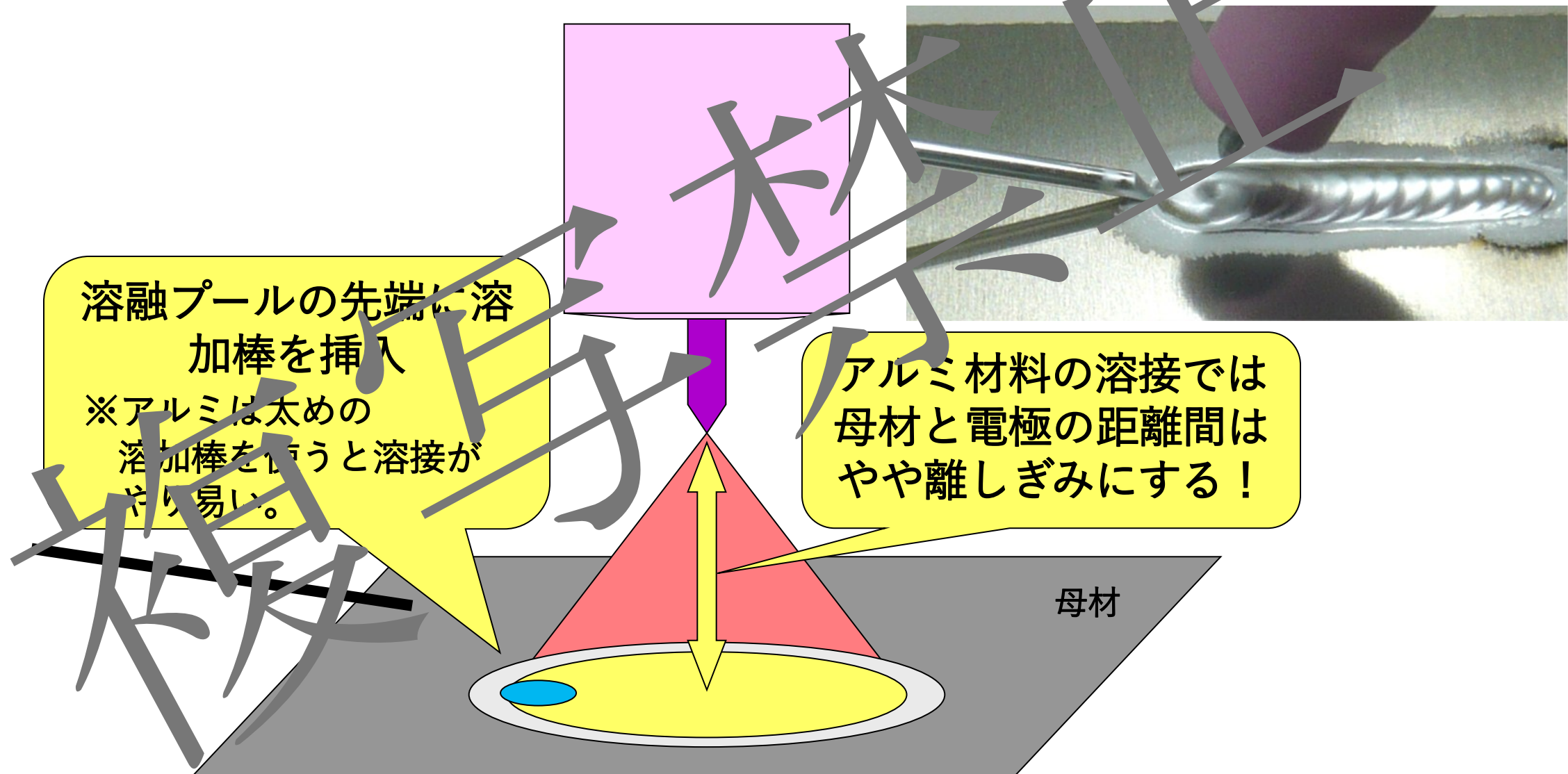
6、溶接施工のポイント ⑬アルミ溶接の施工

アーク内に直接溶加棒を入れない。
団子になり溶接できない。



母材

6、溶接施工のポイント ⑬アルミ溶接の施工



6、溶接施工のポイント ⑬アルミ溶接の施工

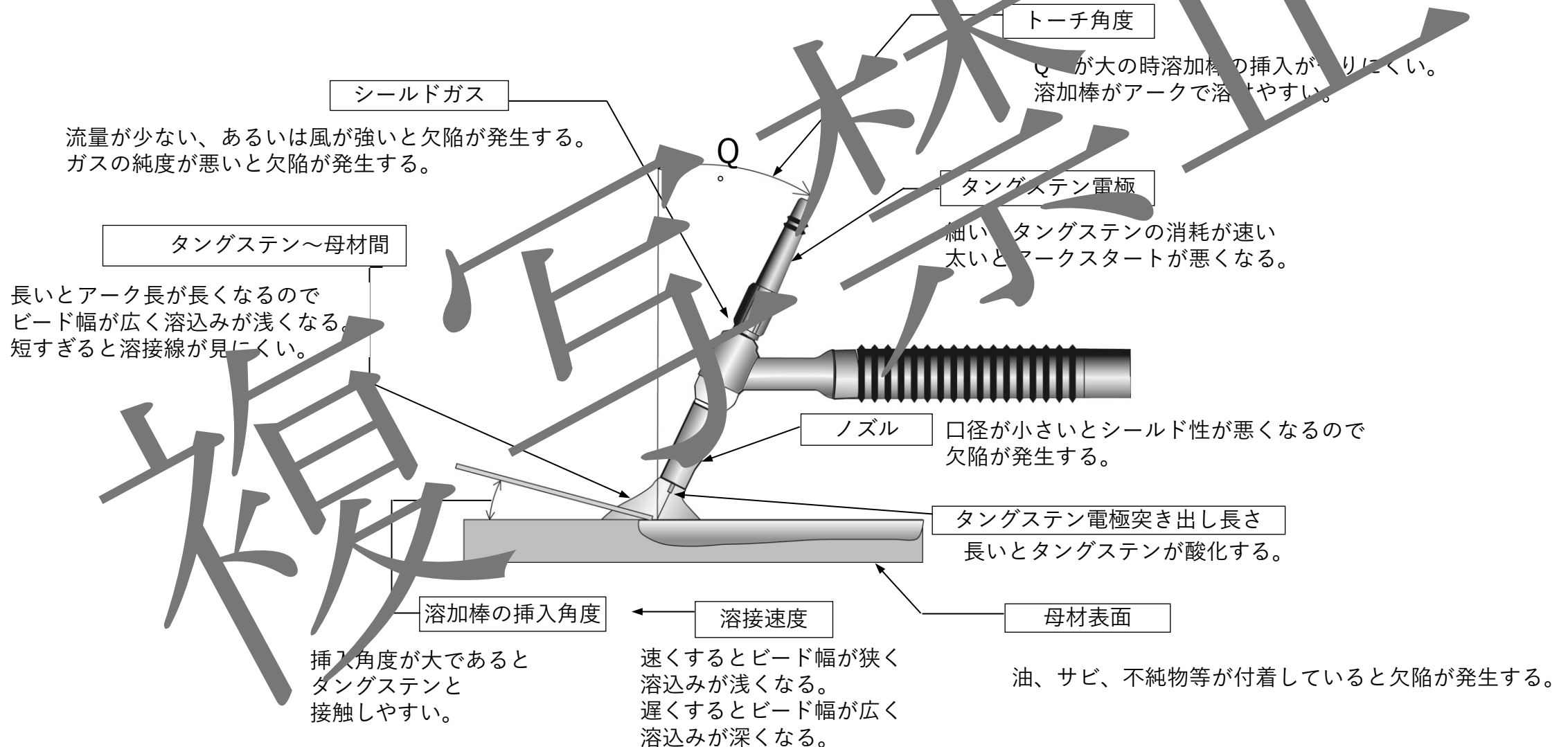
1. 溶接材料の管理

- ① 使用前はもちろん、使用後も湿気・ごみ・埃等の付着する事を避ける為に清浄なポリエチレン袋に入れ、所定のケースに収納し乾燥した場所に保管する。
- ② 使用中も現場に長く放置しないようにする。
- ③ 取り扱いには清潔な手袋を使用し、素手や汚れた手袋は用いない。
- ④ 種類の異なるものは混同しないようにする。

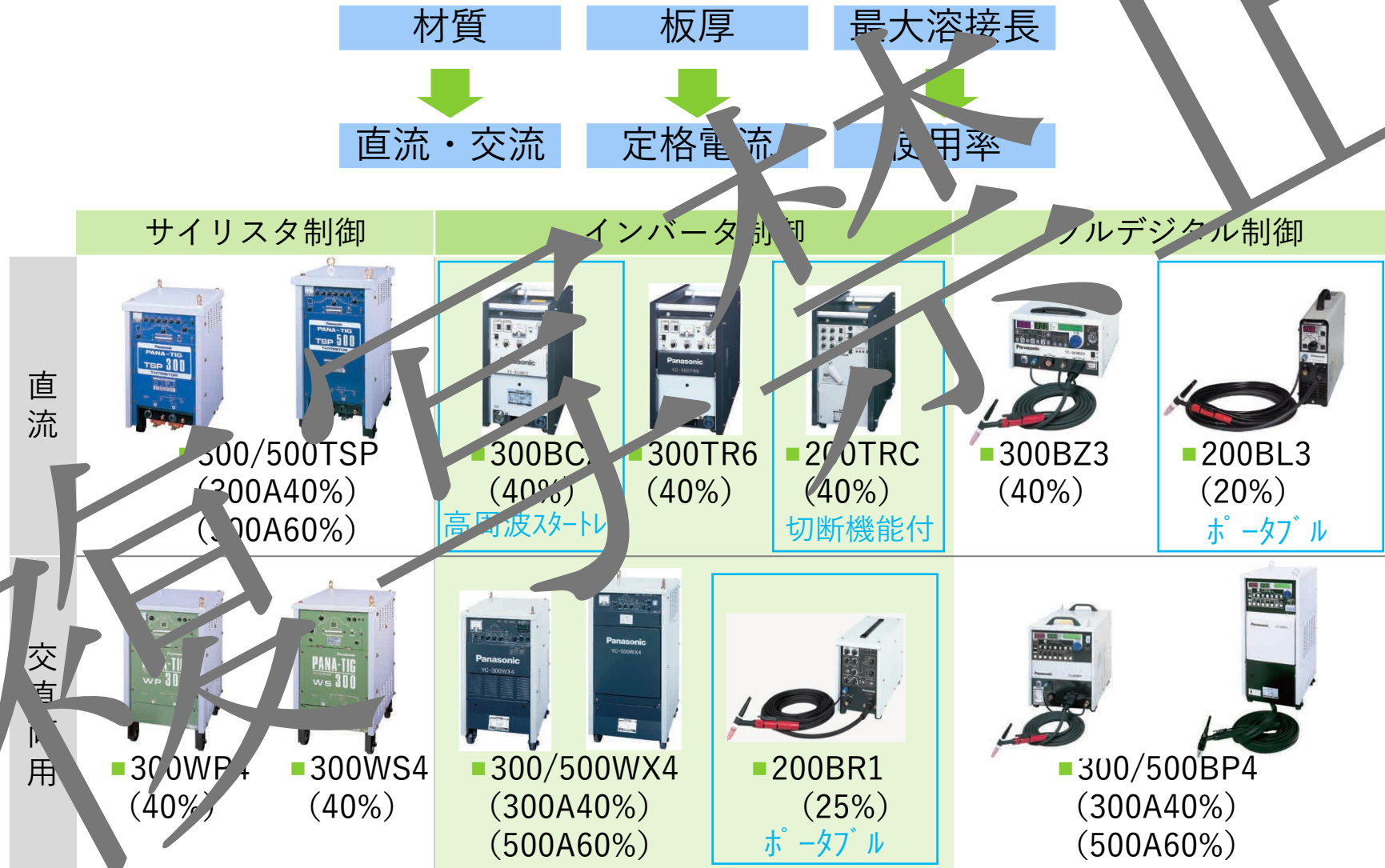
2. 母材の取り扱い

- ① 材種・質別・寸法等を明確に区別し、混合して置かない。
- ② 乾燥した場所に置き湿気による表面の結露を避ける。（冷たい材料に湿気のある空気が触れると結露し、腐食を引き起こすため保管中は結露しないようにする）
- ③ 保管中の材料は乾燥した枕木を使用し、その上に置いて床上に直接置かない。
- ④ 必要に応じてシートをかぶせて、埃や砂及び鉄粉や他の金属粉を付着させない。
- ⑤ 中性の乾燥紙・ポリエチレンシート・不用のアルミニウム板・ストリップペイントなどを用い表面を傷つけないようにする。
- ⑥ 材料の取り扱いには、清潔な手袋を用い素手とか油のついた手袋を用いない。

6、溶接施工のポイント ⑭溶接の諸条件と現象



7、TIG溶接機の選定



※直流手溶接の使用率は上記数値と異なる機種があります

The background is a dark blue field filled with various geometric shapes in lighter shades of blue, including squares, rectangles, and semi-circles, some of which are partially overlapping. The shapes are scattered across the entire frame, creating a complex, abstract pattern. The logo is centered in the upper half of the image.

Panasonic CONNECT