

CO2/MAG溶接の基礎知識

パナソニックFSエンジニアリング株式会社



CO2/MAG溶接の基礎知識

1. 溶接の意味と目的
2. MAG溶接の原理と特徴
3. 溶滴の移行方式の分類
4. 溶接電源の種類と相違点
5. 溶接施工のポイント
6. トーチ
7. 溶接ワイヤ
8. ガス

1、溶接の意味と目的

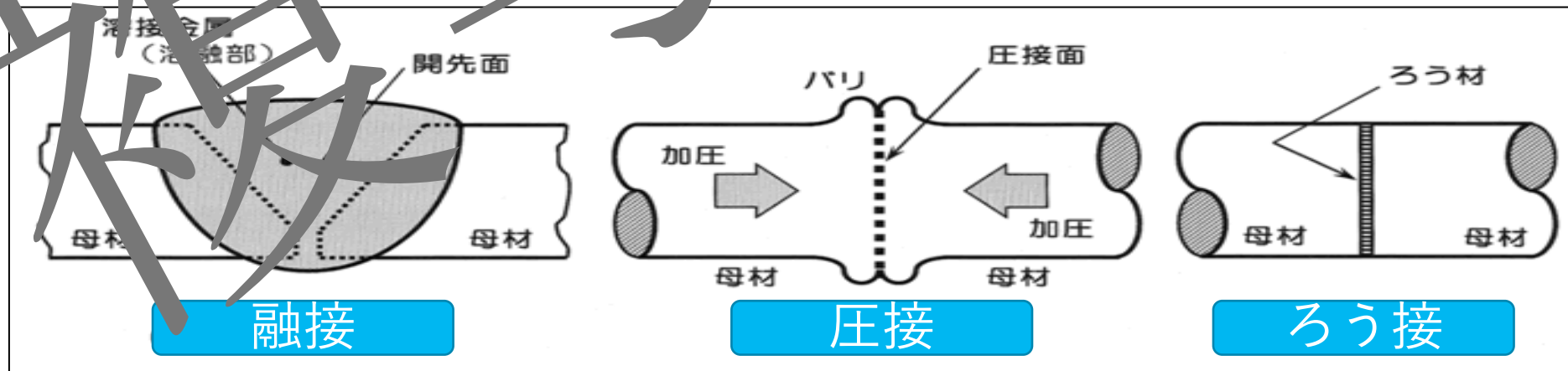
溶接とは：

「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。

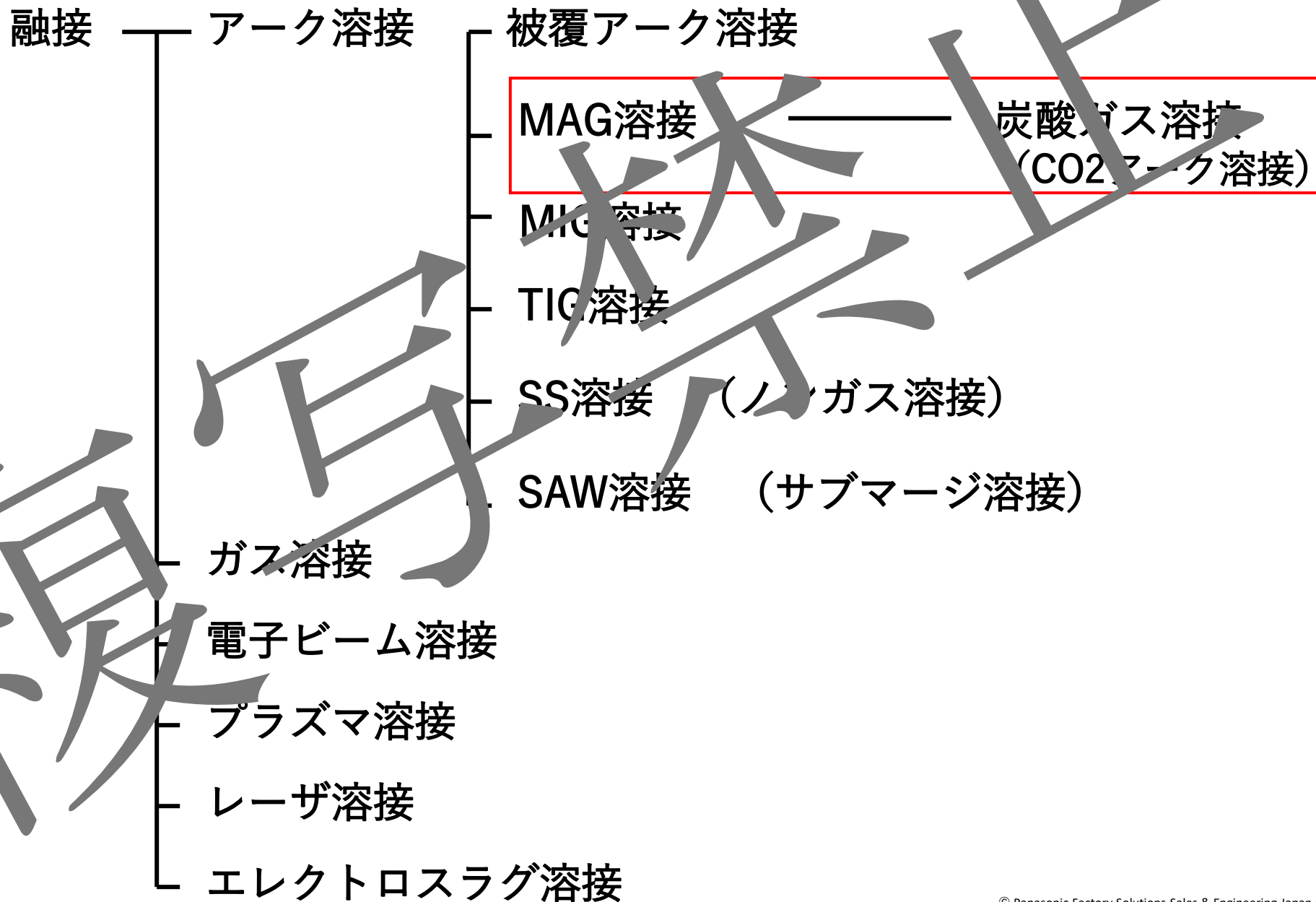
各種構造物は、使用される金属材料の接合により製作されるが、
大部分が融接によるもの。

<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

MAG溶接とは・・・

METAL **A**CTIVE **G**AS ARC WELDINGの略

- ・ **M**は溶融金属を意味する（使用するワイヤ）
- ・ **A G**は活性ガス^{（A + CO₂、CO₂ 他）}を意味する

活性ガスとは・・・アーク熱による高温状態で化学反応するガス

溶接においては、溶けた金属に反応し溶接を良好に保つ為に使用される。

電極を消耗させながら接合する《消耗電極式》

（被覆アーク溶接 CO₂溶接 MIG溶接）

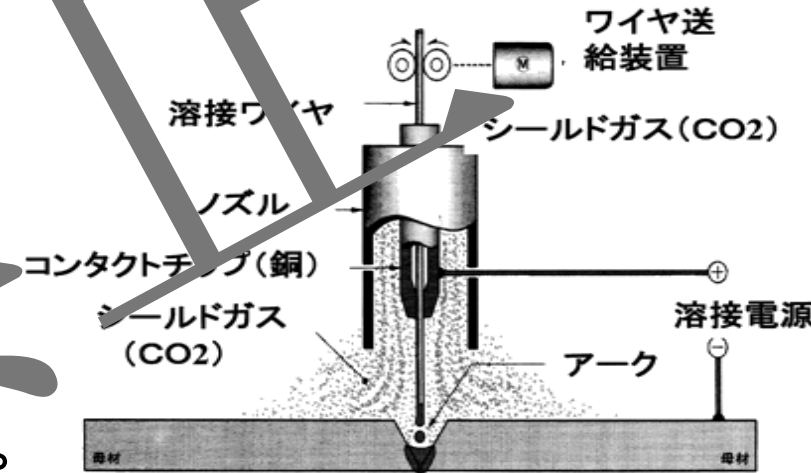
1、溶接の意味と目的

シールドガス	溶 接 法	材 質	特 徴
炭酸ガス (C O 2)	C O 2 アーク溶接法	軟 銅	1. M A Gと比較すると スパッタが多い。
混合ガス (M A G)	M A G 溶接法	軟 鋼	1. C O 2と比較すると スパッタは少ない。 2. ビード外観が美麗
・ アルゴンガス (A r) ・ A r + O 2 (2 %)	M I G 溶接法	ステンレス アルミニウム 銅	1. T I Gと比較すると 仕上がり外観が悪い。 2. 溶接速度が速い。

2、MAG溶接の原理と特徴

原理

消耗電極のワイヤをコイル状に巻いてワイヤ送給ローラにより、
屈曲性のあるコンジットチューブを通して、溶接トーチに送られる。
ワイヤはトーチ先端のコンタクトチップで通電され、
シールドガスの雰囲気中で母材との間にアークを発生させ、
そのアークの熱で母材とワイヤを連続的に溶かし溶接する方法である。



ワイヤには溶接部の性質を良くする為に、**特殊な元素を含む材料（脱酸剤）**が使用されている。

鋼の五元素

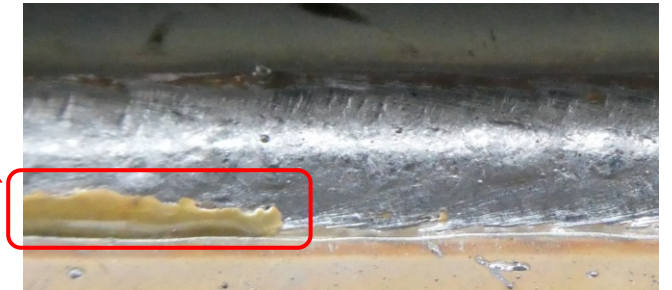
炭素：C ケル素：Si マンガン：Mn リン：P 硫黄：S

その他の添加剤

ニッケル：Ni クロム：Cr モリブデン：Mo 銅：Cu タングステン：W バナジウム：B

アルミ：Al 鉛：Pb コバルト：Co 他

スラグ



2、MAG溶接の原理と特徴

溶接電源

ガス調整器

リモコン

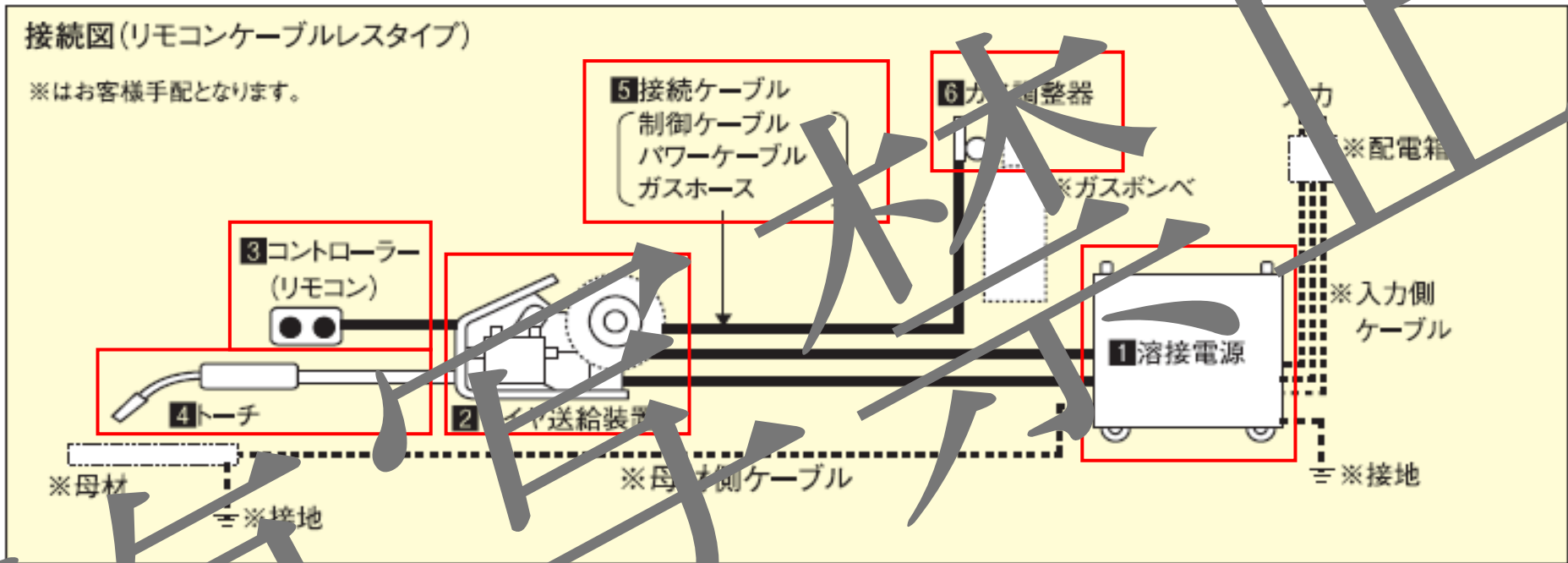
溶接トーチ

溶接ワイヤ

ワイヤ送給装置



2、MAG溶接の原理と特徴



品番	内容
YD-	溶接電源 (容量+シリーズ 名)
YW-	送給装置
YD-	リモコン
YT-	トーチ (詳細カタログ有り)
YV-	接続ケーブル
YX-	ガス調整器

品番	内容
YM-	溶接機・総合品番(KR2/KH1/SL7)

セット品 (総合品番)

総合品番	YM-200KR2	YM-350KR2	YM-500KR2
溶接電源	YD-200KR2	YD-350KR2	YD-500KR2
ワイヤ送給装置	YW-20KB3	YW-35KB3	YW-50KB3KFN
溶接用トーチ	YT-20CS4	YT-35CE4	YT-50CS4
ガス調整器	YX-25AD1	YX-25AD1	YX-25AD1

2、MAG溶接の原理と特徴



止端
(ト)

ビード幅

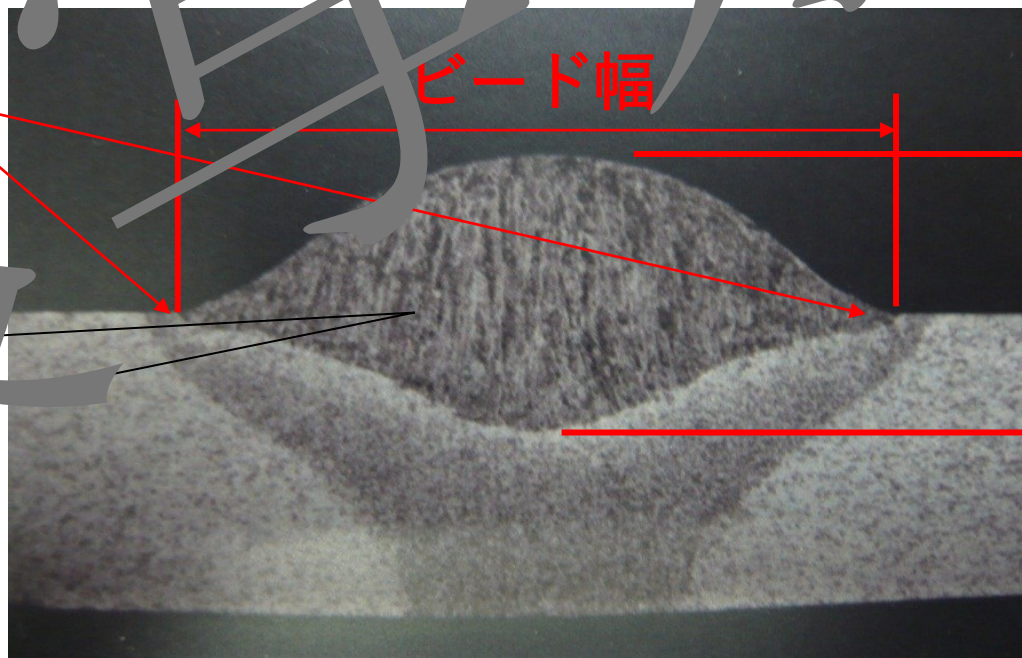
余盛

溶込み

溶接金属

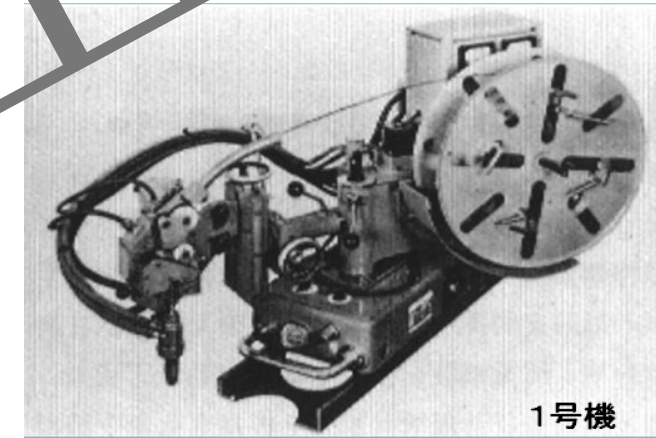
溶着金

デポ



2、MAG溶接の原理と特徴・溶接法の歴史

- 1801年 アーク放電の発見
- 1885年 炭酸アーク溶接法 ・ ・ ・ ソ連パト・研究所が開発
- 1907年 被覆アーク溶接棒の発明 ・ スウェーデンESAB社開発
- 1930年 ティグアーク溶接法
- 1934年 サブマージ溶接法
- 1950年 セルフシールドアーク溶接法
- 1959年 CO₂アーク溶接法（日本） ・ ・ ・ 松下電器がオランダ・フィリップス社より特許導入、実用化開始
- 1960年 短絡移行式CO₂アーク溶接法
- 1970年 CO₂シールドFCWアーク溶接法
- 1980年 パルスMAG・ロボット アーク溶接法



1号機



2、MAG溶接の原理と特徴

炭酸ガス溶接法の特徴（手溶接と比較）

長所

1. 溶着速度が速い
2. 溶接ワイヤがコイル状で、連続的な溶接が可能（自動溶接）
3. 溶込み深い（約2倍）＝強度UP
4. 溶着効率が高い
5. 1種類のワイヤで適用出来る板厚の範囲が広い
6. 溶接部の品質が優れている
7. 全姿勢溶接が可能
8. 1種類のワイヤで適用出来る母材の範囲が広い
9. 溶接部の歪みが少ない
10. 溶接技量の要領が比較的容易に習得できる

短所

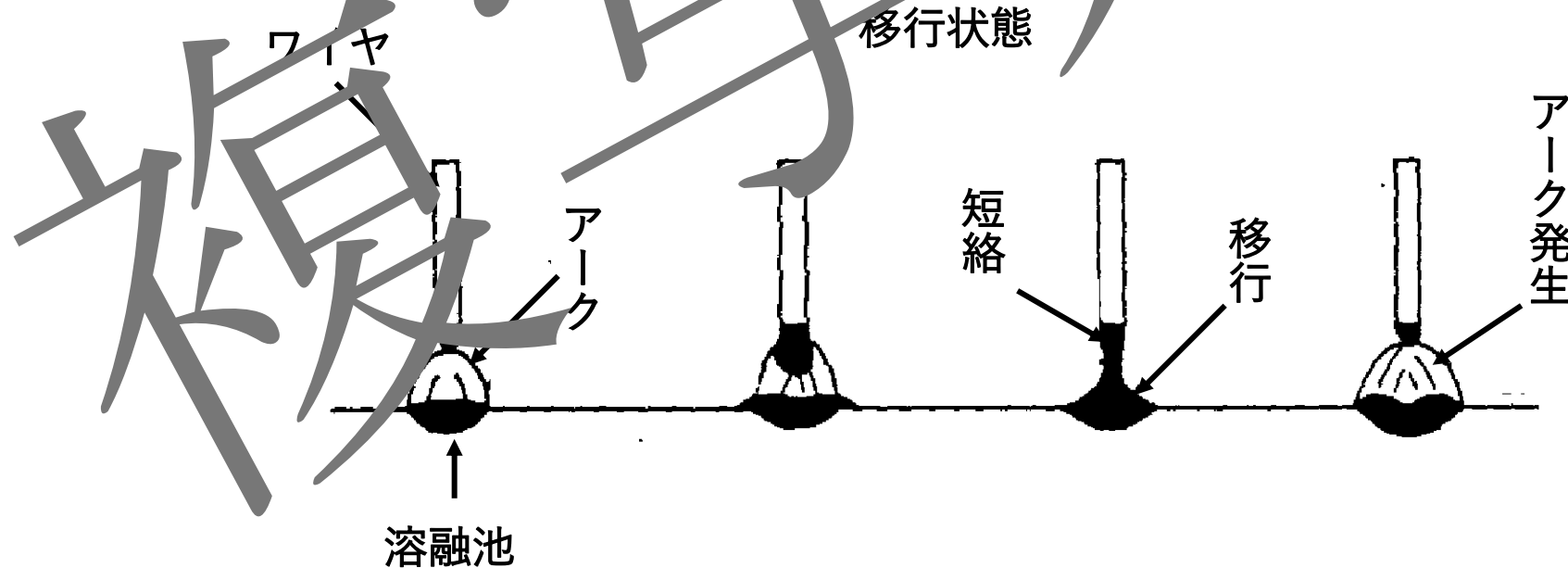
1. 風の影響（2 m / s e c）
2. ステンレス、アルミニウム対応不可
3. スパッタ多い
4. 高価

3、溶滴の移行方式の分類

1・短絡移行

アークの熱によって溶融した消耗電極（溶接ワイヤ）の先端部が、母材の溶融池に短絡し アークと短絡を繰り返しながら溶滴が移行する形態

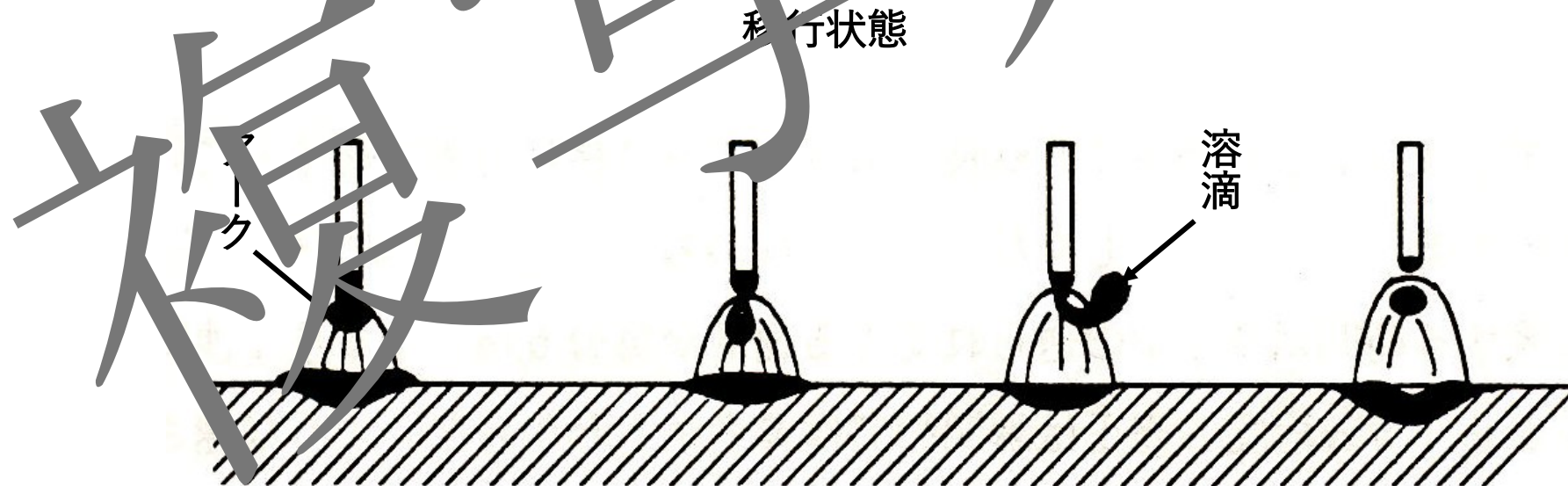
低電流領域の溶接で溶け込みは浅く、薄板溶接に適しています。



3、溶滴の移行方式の分類

2・グロビュール移行

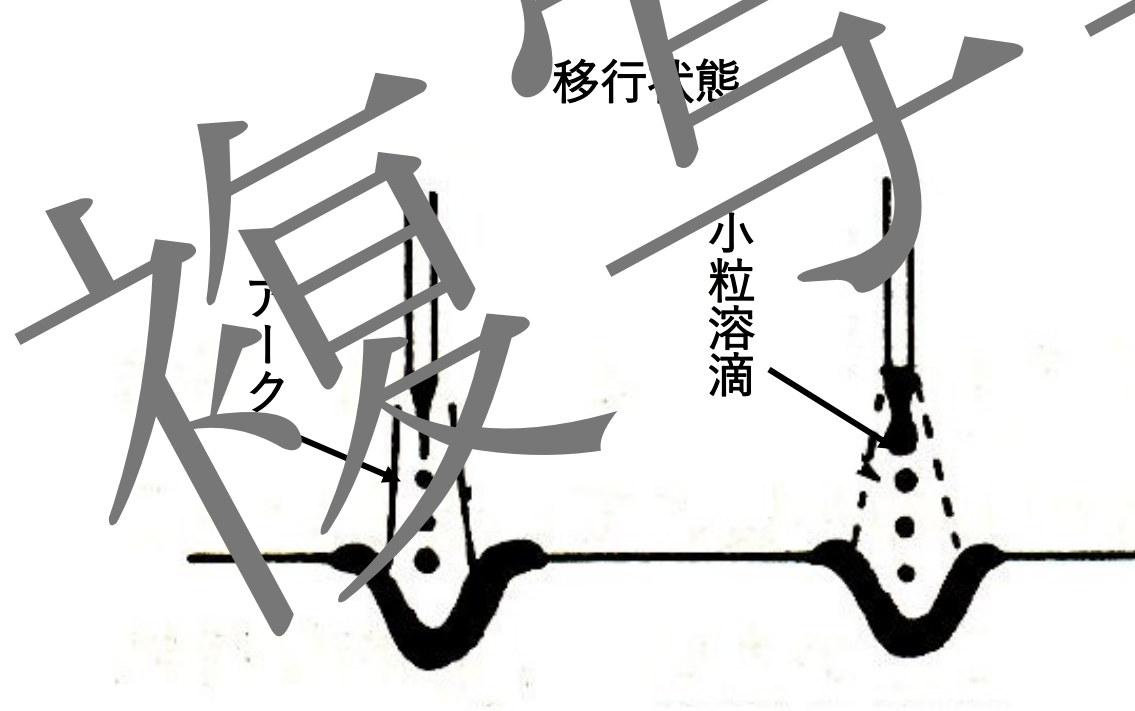
先端の溶融金属は成長して大きな球状となり、その表面張力よりも重量が大きくなって大粒の溶滴が母材側に落下移行する形態をグロビュール移行 または 大電流移行という、スパッタの発生も多くなる傾向になる。



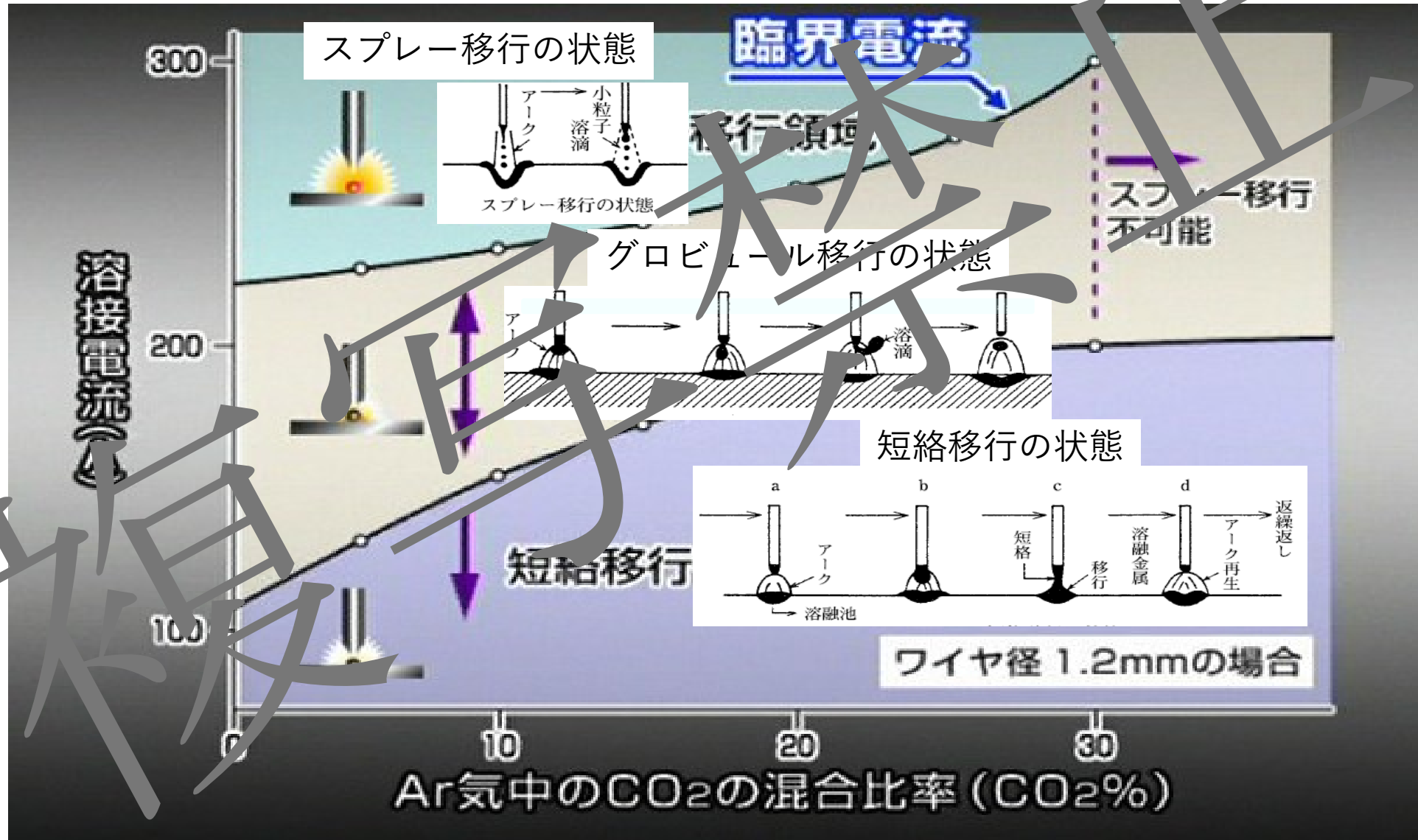
3、溶滴の移行方式の分類

3・スプレー移行

先端部の溶融金属は、ピンチ効果の作用によって小粒の溶滴となり、母材側へ高速度で吹きつけられるように溶融池に突入する移行形態をスプレー移行という、領域で溶け込みも深く、移行が安定している。



3、溶滴の移行方式の分類 ・ パルス溶接法



4、溶接電源の種類と相違点

	原 理	特 長	
		機 器	性 能
スライド トランス形	スライドトランス式は交流アーク溶接機と同じように溶接電源に設けられたハンドルを回して溶接電流を調整すれば良いように一元化されたものが多い。	1.構成が簡単。 2.出力調整がアナログ式で、微細なリモートコントロールが困難（遠隔制御不可） 3.リップル大。 4.電源変動の補償なし 5.大形、重量タイプ	1.アークスタート率は約80～85 % 2.CO2溶接でのスパッタ発生量は特に250 A領域で中粒のスパッタが多い。 3.立向、上向などの溶接にはやや不向。
サイリスタ 制御形	サイリスタ制御方式は50 Hz（60 Hz）の商用電源を直接変圧器に印加している。3相サイリスタ式では電源周波数が50 Hz（60 Hz）のため、制御周波数は電源周波数の6倍までが限度でせいぜい300 Hzとなる。	1.遠隔制御器（リモコン）の取付けが可。 2.出力調整は個別式。 3.リップル中。 4.電源変動の補償あり。 5.大形、重量タイプ。	1.アークスタート率は約85～90 % 2.CO2溶接でのスパッタ発生量は250 A領域で中粒のスパッタが多い。 3.全姿勢溶接に対応。
インバータ 制御形	インバーターとは電気の流れを直流から交流に変換する電気装置のこと。インバーター溶接機では通常20～50 kHzの周波数の交流に変換している。	1.溶接に適した波形をマイコンで制御。 2.きめ細かいコントロールが可。 3.リップルが小さく、性能が良い。 4.出力調整は一元／個別兼用。 5.小形、軽量タイプ。	1.アークスタート率は約95 %以上 2.CO2溶接でのスパッタ発生量はサイリスタ比約1／3。 3.アークの安定性が良い。アーク長の変化、電源変動など外的要因に強い。 4.全姿勢溶接が良。
フル デジタル 制御	インバーター制御に加え、全ての通信をデジタル化した制御方式。モーター回転数のフィードバック、溶接条件表示などが全てデジタル式となっている。	1.ワイヤ送給にエンコーダーモーターを使用。安定したワイヤ送給が可能。 2.デジタル表示器搭載で、溶接条件設定が容易。溶接条件の再現性も良い。	

5、溶接施工のポイント・電流と電圧の設定

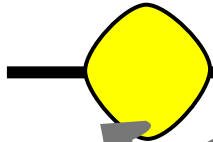
設定方法は板厚に応じて電流値を設定、次に電圧を調整する

電流 → 入熱量の調整

板厚が厚い場合：電流を上げる

板厚が薄い場合：電流を下げる

高い場合



溶け込みを調整

低い場合



電圧 → アーク長を調整

電圧を上げる：アーク長が長くなる

電圧を下げる：アーク長が短くなる

長い場合



短い場合



ビード形成を調整



サイリスタ機の場合：電流/電圧を個別に調整

インバータ機の場合：一元調整

※溶接機には個体差があり同じ調整位置とは限りません

5、溶接施工のポイント・電流と電圧の設定

●標準溶接条件表

板厚(mm)	溶接電流(A)	溶接電圧(V)
0.8～2.3	60～150	17～20
2.3～6	100～200	19～23
6～10	200～350	23～35
10以上	350～500	35～42

●数式による条件の求め方

最初に板厚に対する溶接電流を溶接条件表より選定し、次に電圧値を計算する。

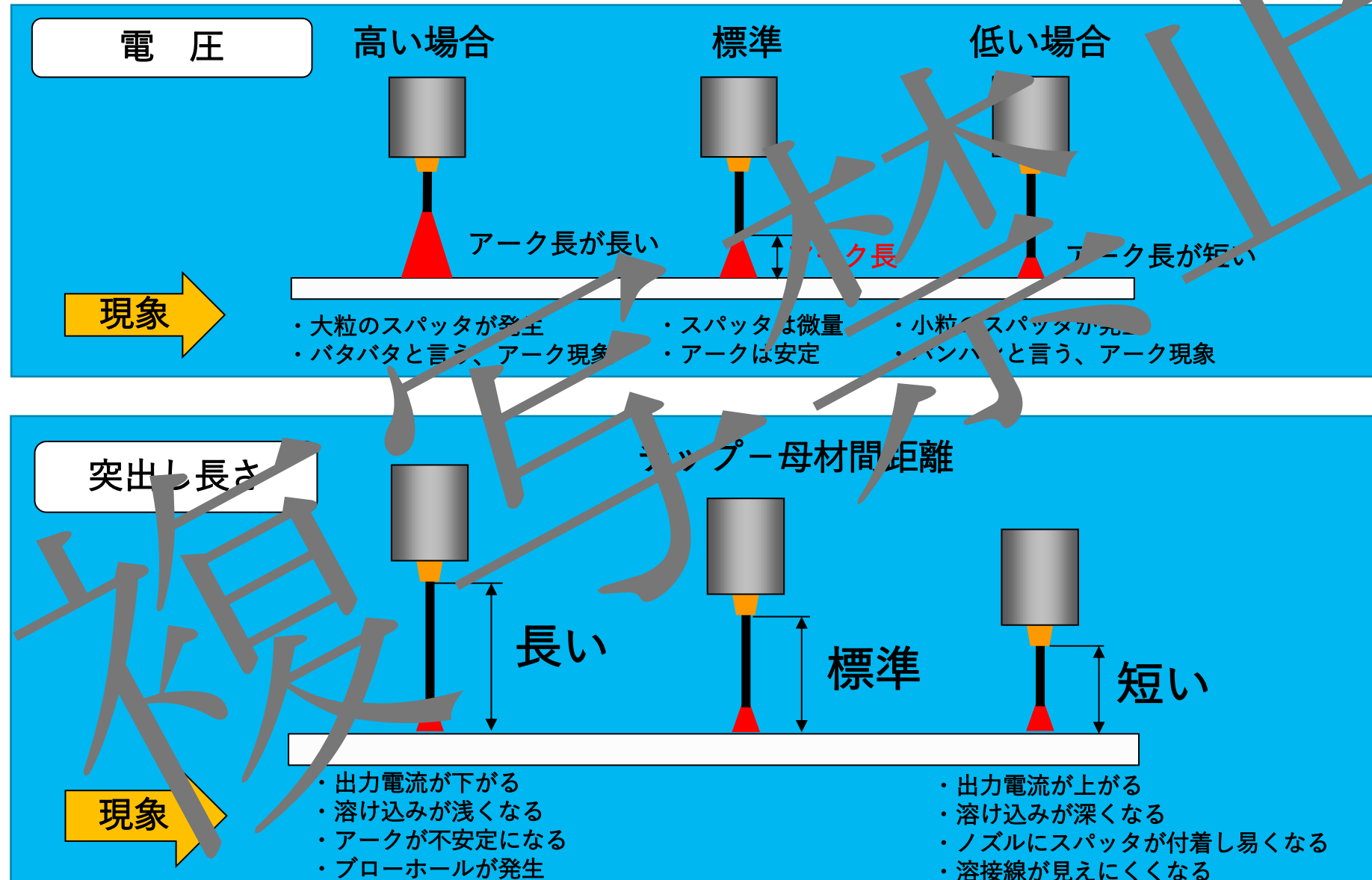
〔CO2半自動溶接の場合〕

300A以下の場合 電圧(V) = $0.04 \times \text{溶接電流(I)} + 16 \pm 1.5$ (サイリスタ式の場合)

300A以上の場合 電圧(V) = $0.04 \times \text{溶接電流(I)} + 20 \pm 2.0$ (サイリスタ式の場合)

※インバータ式の場合、上記の電圧値 - 2Vが目安

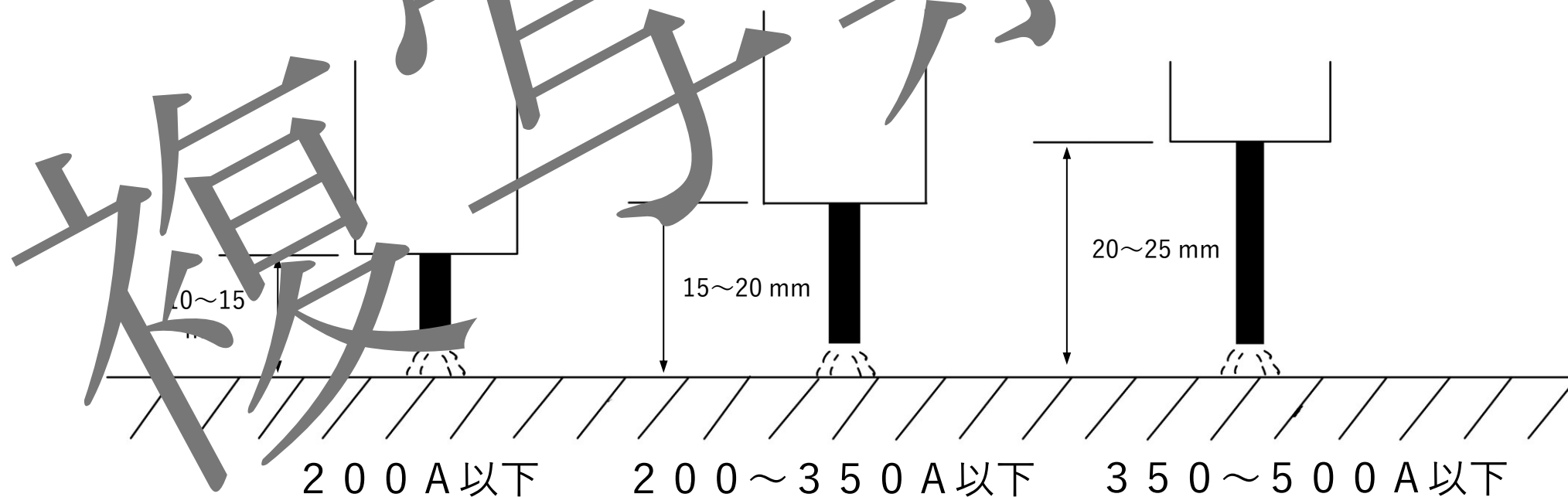
5、溶接施工のポイント・電圧と突出し長さ



5、溶接施工のポイント・チップ-母材間距離

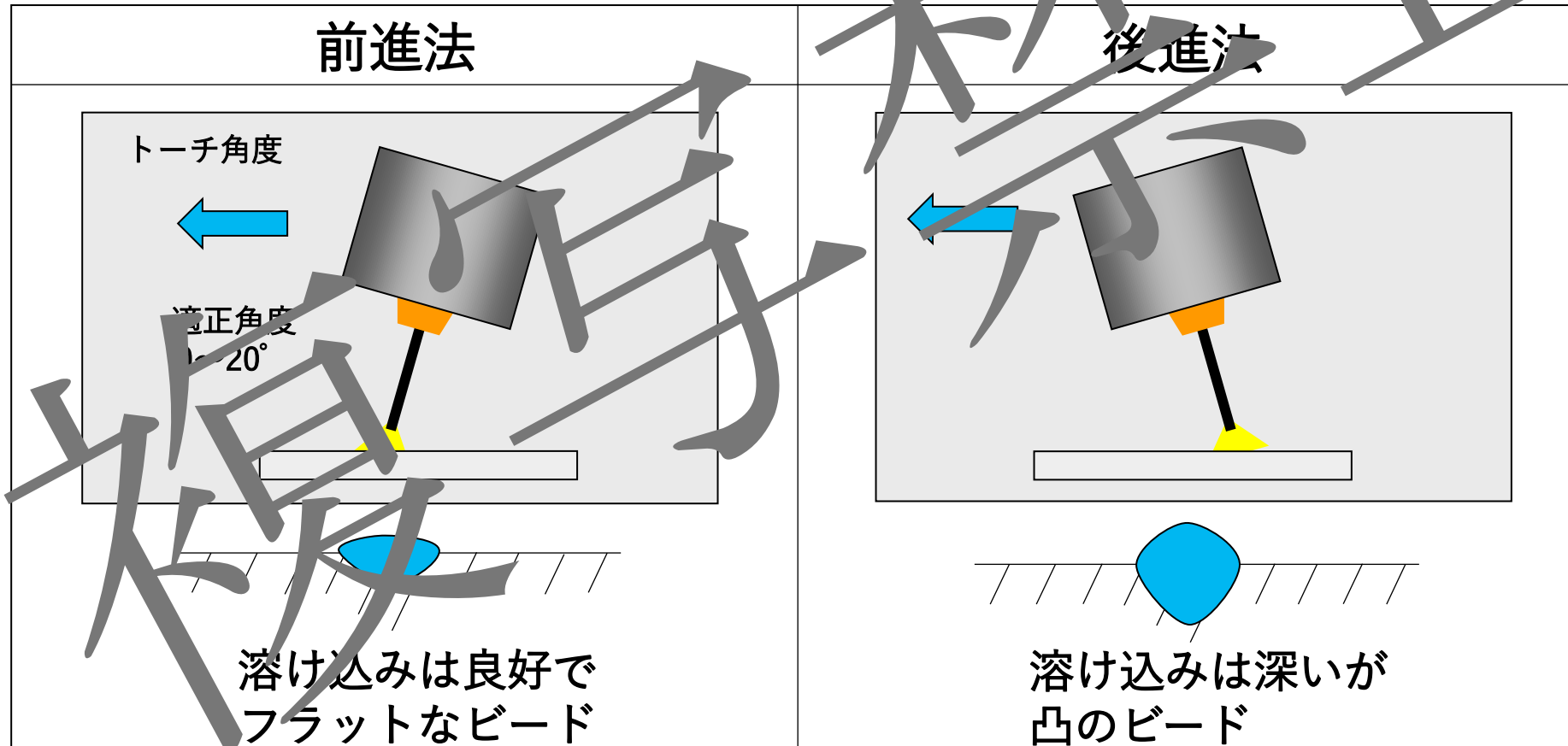
●チップ-母材間距離

チップ-母材間の距離が開きすぎた場合には欠陥（ブローホール、ピットなど）が発生する原因になるので、次の要領で間隔を保つ。



5、溶接施工のポイント・トーチ運棒

CO₂ 溶接法の場合、溶接線の見易さ、ビード形状、ガスシールド効果などにより一般的に前進法が用いられる

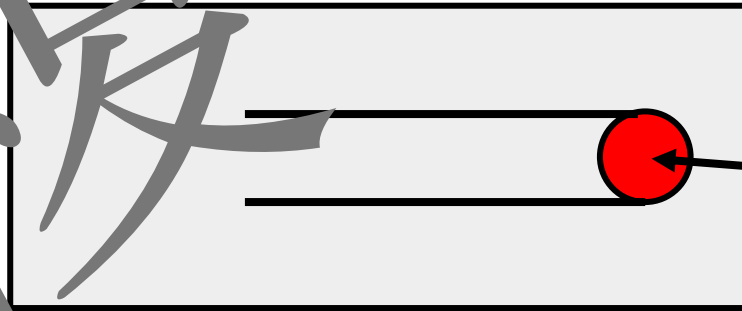


5、溶接施工のポイント・トーチ運棒

【運棒のポイント】

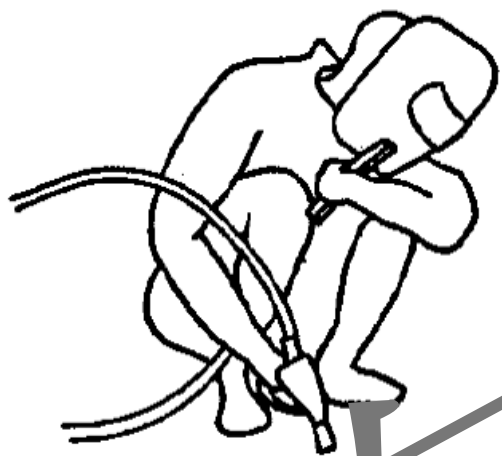
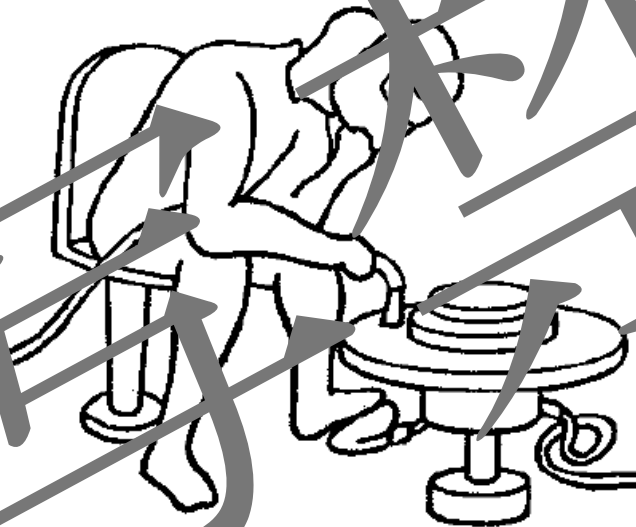
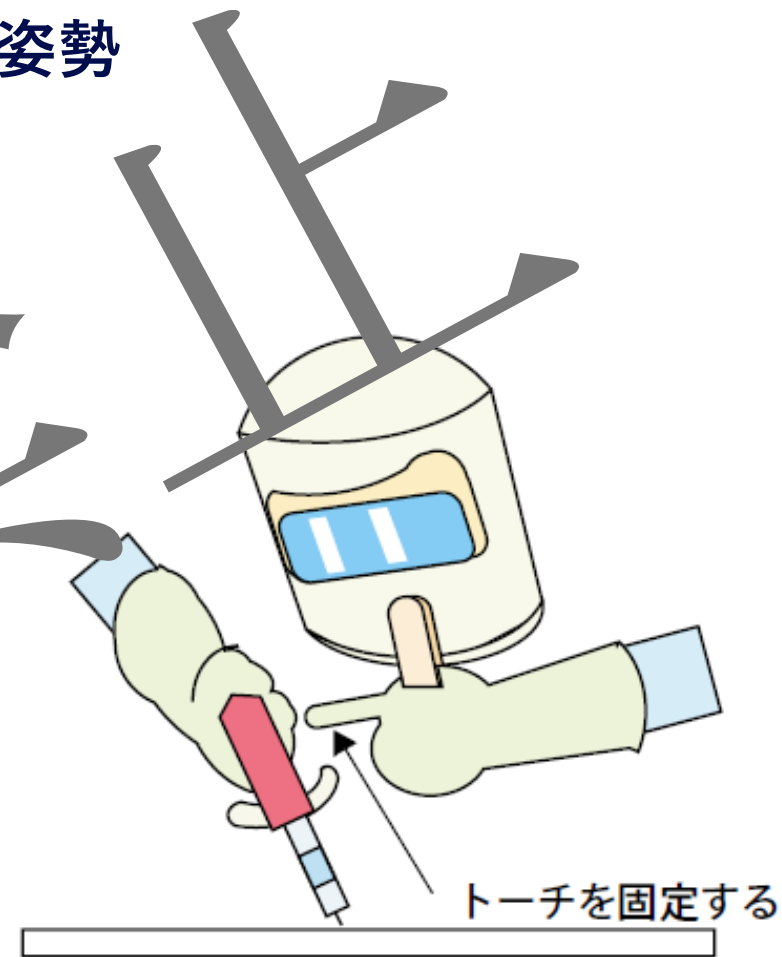
1. チップ・母材間距離を一定に保つ
2. 溶融プール（池）の大きさを観察しながら運棒する
3. 一定のスピードを保つ

溶融プール径 = 板厚 × 1.5 ~ 2 倍（目安）



溶融プール（池）

5、溶接施工のポイント・作業姿勢



5、溶接施工のポイント・クレータ処理

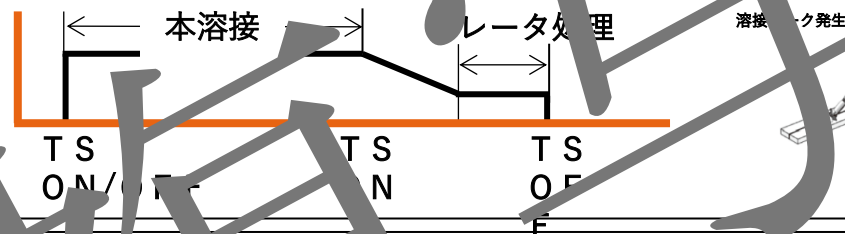
溶接終了部を盛り上げる事をクレータ処理と言う。

本電流

クレータ部

本電流の約7割を目安にする。

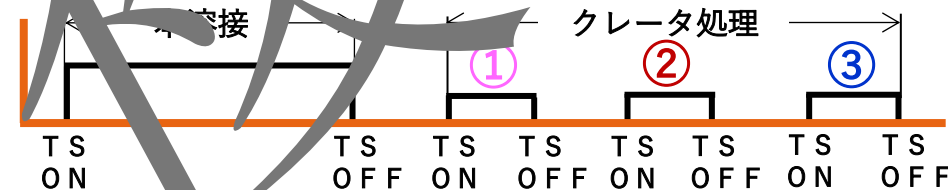
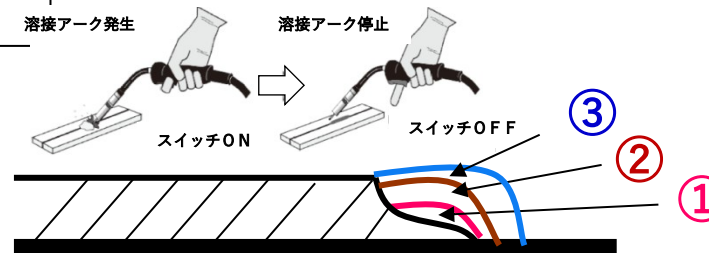
【クレータ機能を使用する場合】



トーススイッチの操作方法



【クレータ機能を使用しない場合】



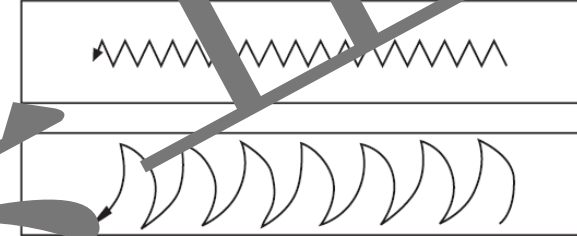
5、溶接施工のポイント・ウィービング

溶接トーチを溶接方向に対して交互に動かしながら溶接する運棒法

ウィービング法の一例

(a) スモールウィービング …… 小さなギャップがある場合

(b) 月形ウィービング …… 大きなギャップがある場合

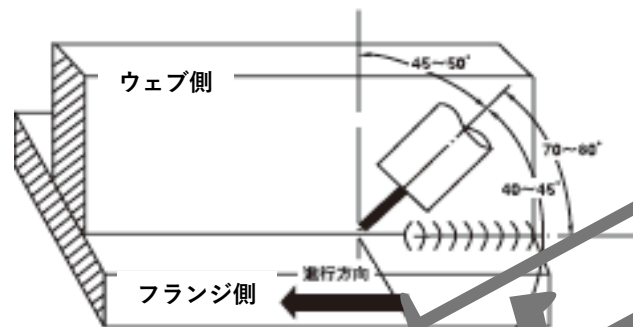


運棒法の種類と用途

種 類	用 途	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		

5、溶接施工のポイント・姿勢と溶接継手

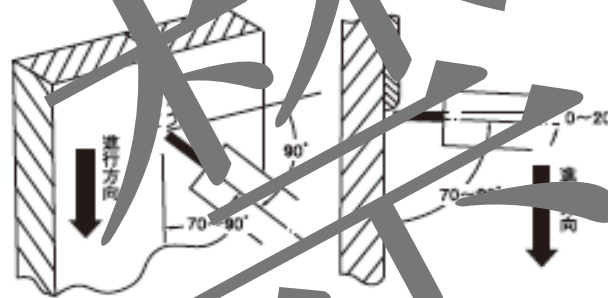
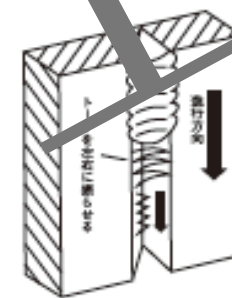
下向き水平すみ肉溶接の場合



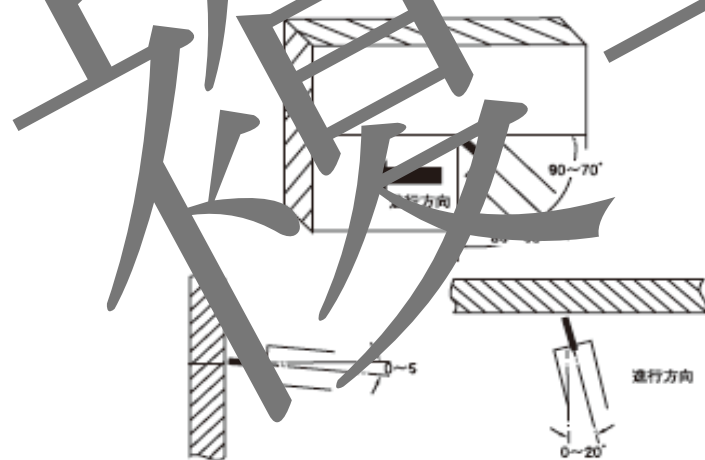
立向き下進溶接の場合

トーチの操作方法

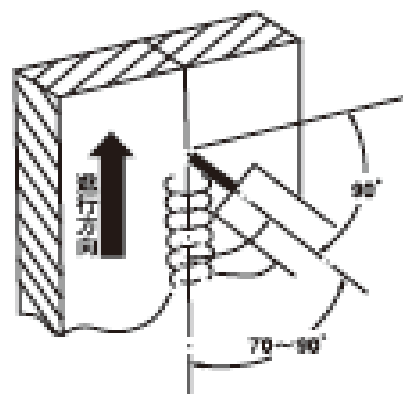
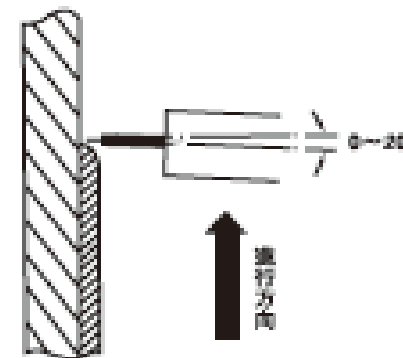
開先のある場合



横向き溶接の場合



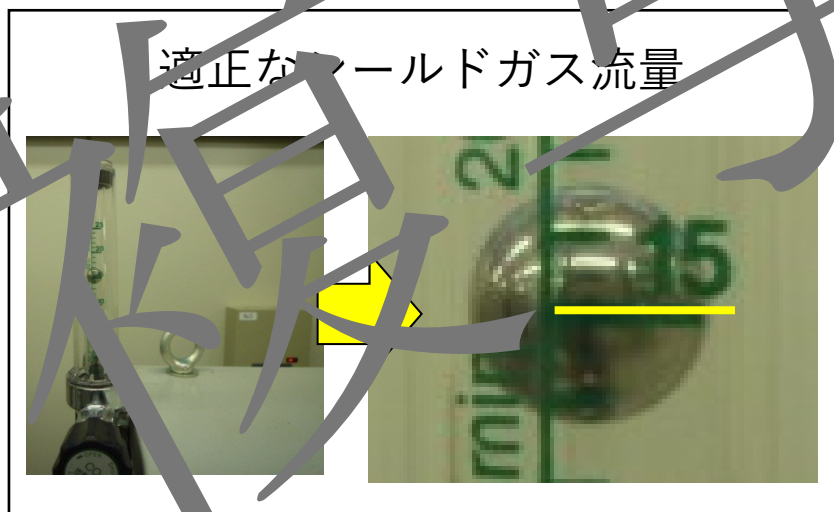
立向き上進溶接の場合



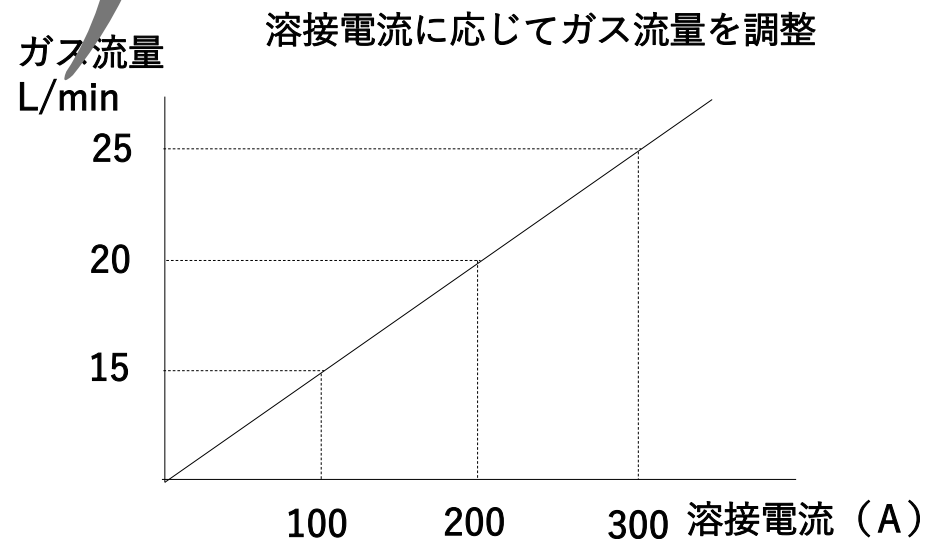
5、溶接施工のポイント・適正な使用電流とガス流量

使用電流範囲（ソリッドワイヤ軟鋼下向の場合）

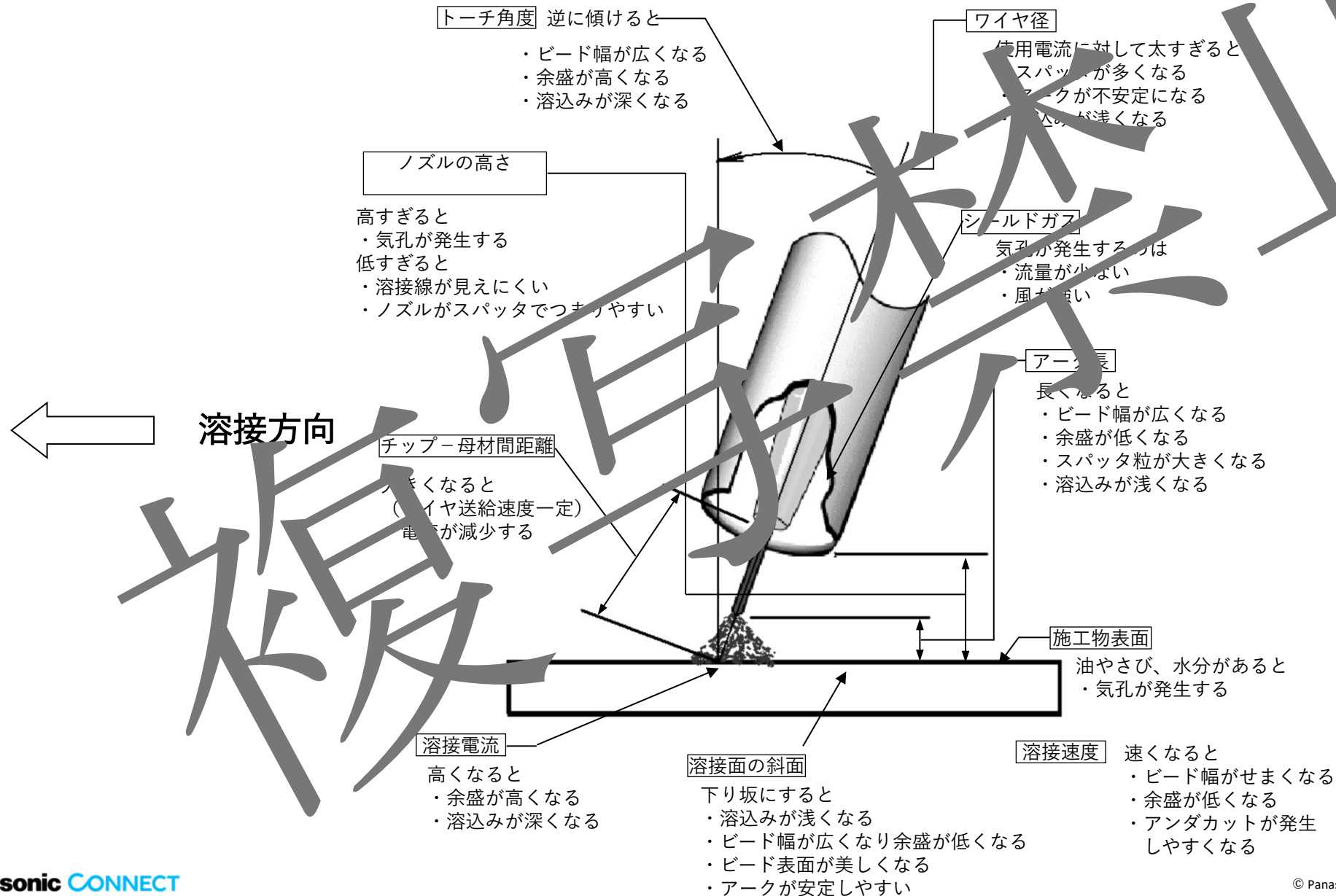
ワイヤ径 (mm)	使用電流範囲(A)						適用板厚 (mm)
	0	100	200	300	400	500	
0.6		40~100					0.5~1.6
0.8		50~150					0.8~2.0
0.9		70~200					1.0~3.2
1.0		90~250					1.2~6.0
1.2		120~350					2.0~10.0
1.4		250~450					4.5以上
1.6		400~600					6.0以上



※玉のことを「フロート」という



5、溶接施工のポイント・溶接の諸条件と現象



6、トーチ

トーチボディ

ハンドル

スイッチ

インシュレーター
(絶縁筒)



オリフィス



チップ



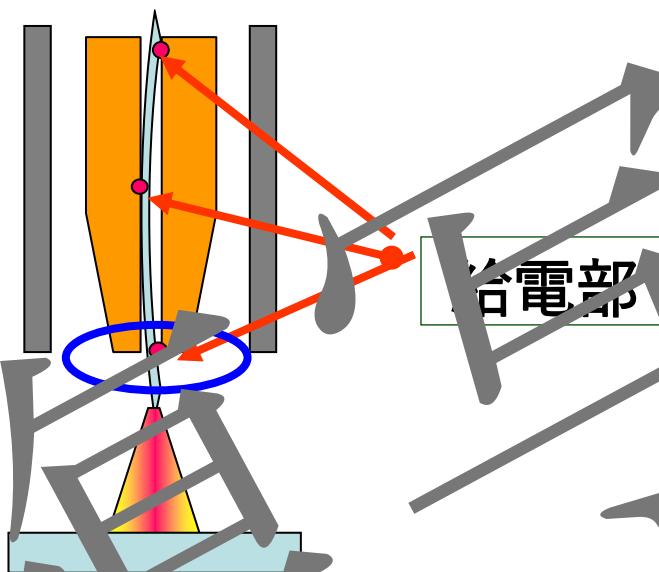
ノズル



6、トーチ

チップ

チップとワイヤの関係

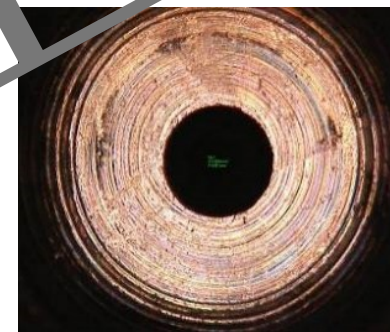


- ・チップ内部でワイヤにて3点給電
- ・先端部で約90%給電されている
- ・溶接部へのワイヤガイド

消耗→給電が不安定、狙いズレの発生

定期的な交換が必要

【溶接前】



溶接電流の安定に大きく影響する重要な役目を担っています

6、トーチ

各種溶接に応じた標準型チップ

Z-IIチップ



・半自動標準チップ

Rチップ



・ロボット標準チップ

Mチップ



・アルミMIG標準チップ

Bチップ



・高耐熱・耐久チップ

特殊用途チップ

テーパレス
チップ



・給電機能向上チップ

SC・CIIチップ



・AWP専用チップ

ナローチップ



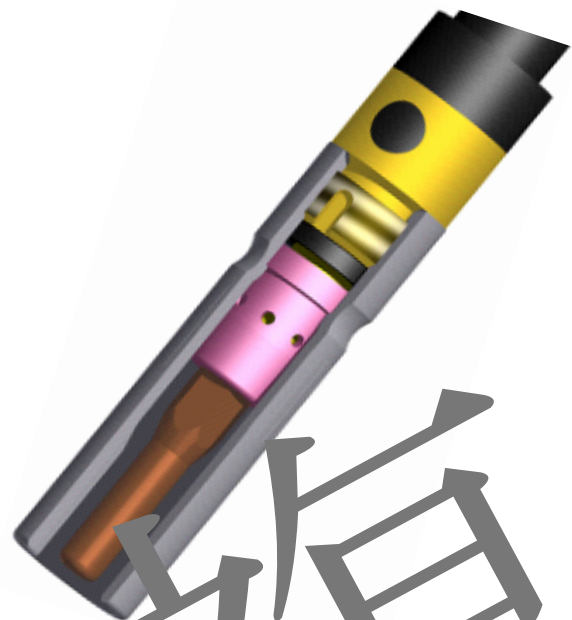
・狭隘部溶接用チップ

細径チップ

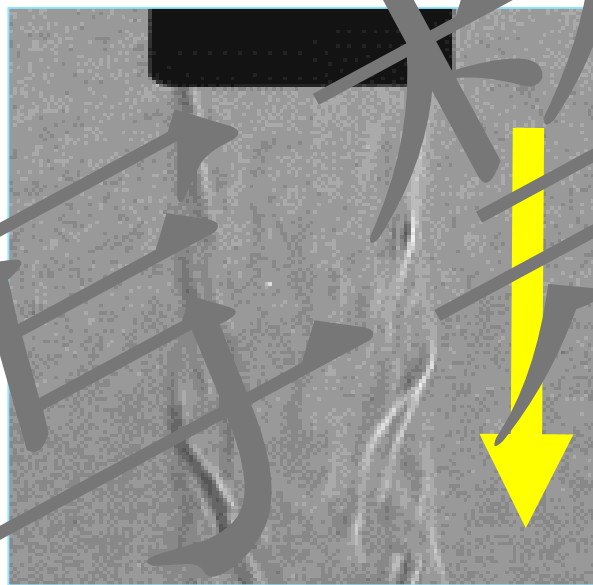


6、トーチ

ノズルの役割



シールドガスの流れ

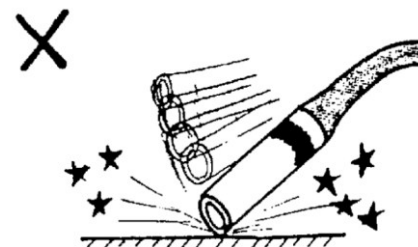


スパッタの 付着量したノズル



- ・シールドガスを溶融部に誘導し、溶接欠陥発生を防ぎます
- ・チップと母材が接触するのを防ぎます

ウェルパー



6、トーチ

ノズルのバリエーション：電流、用途に応じたノズルをラインナップ

ストレートタイプ



ガスシールド性の向上

先端絞りタイプ



特殊用途ノズル

細径タイプ (ショート)

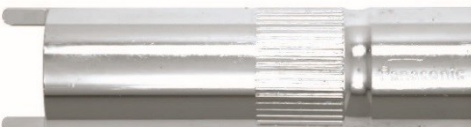


狭隘部の溶接用

(ロング)



アークスポットタイプ



アークスポット用
ノズル

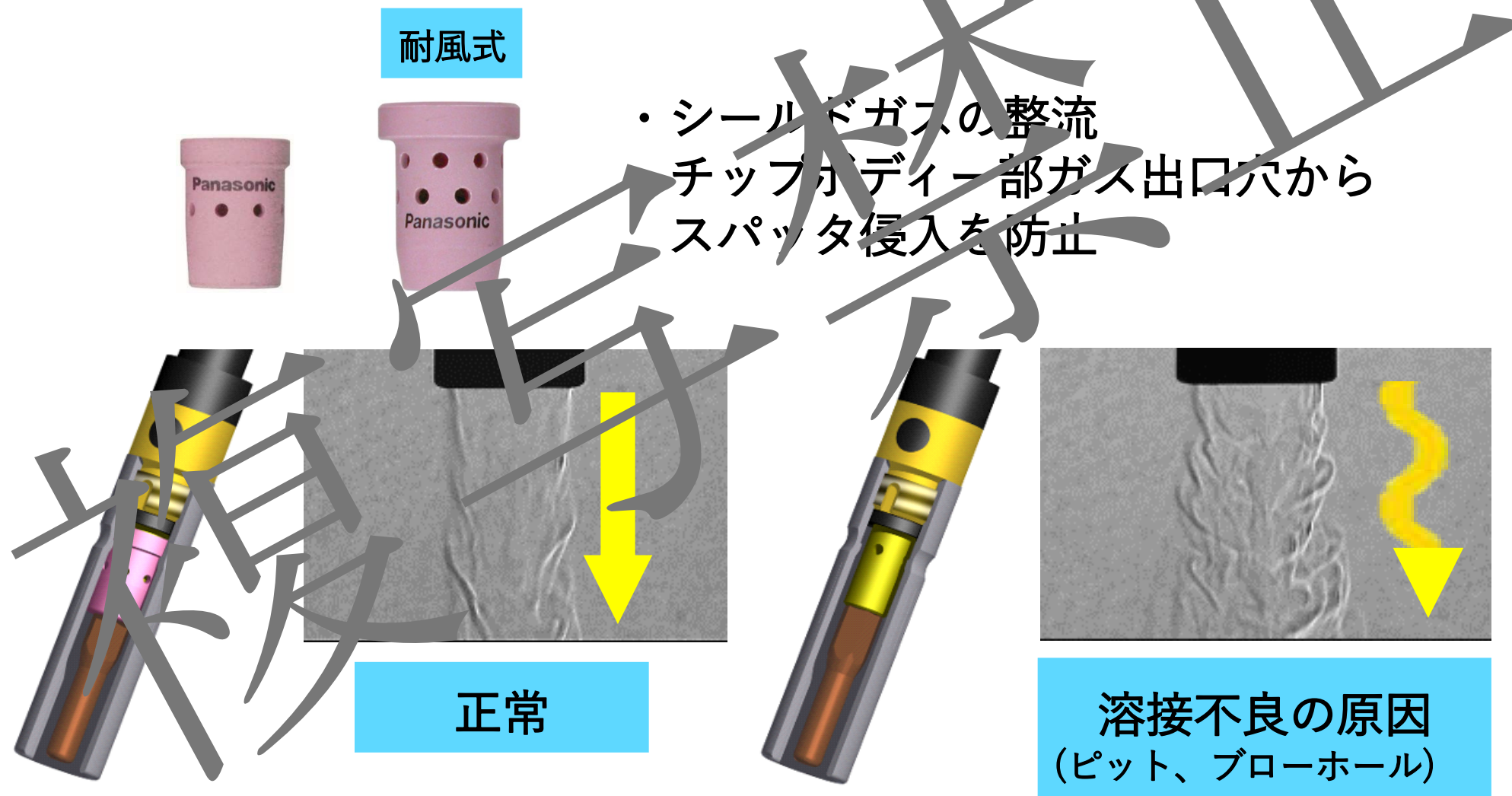
セラミックタイプ



スパッタが付着しにくく
除去も容易

6、トーチ

オリフィスの役割



6、トーチ

インシュレーター（絶縁筒）

350 A 用



500 A 用



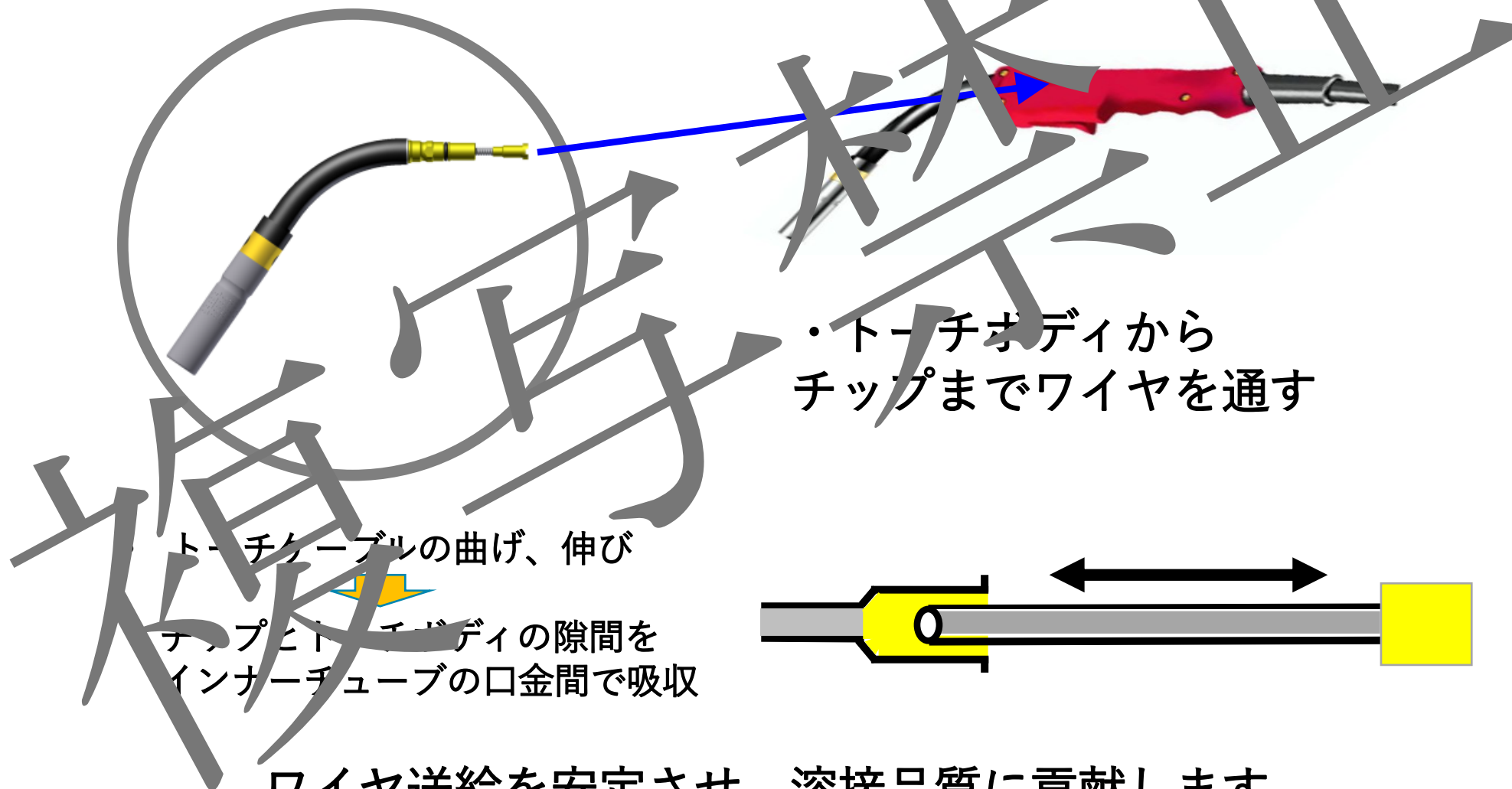
・ノズルの保持とトーチボディとの絶縁

経年劣化 → ネジ部の摩耗、絶縁樹脂部がやせてきます

- ・ノズルが正常に装着できない
- ・ノズルとの端面の間隔が変わる

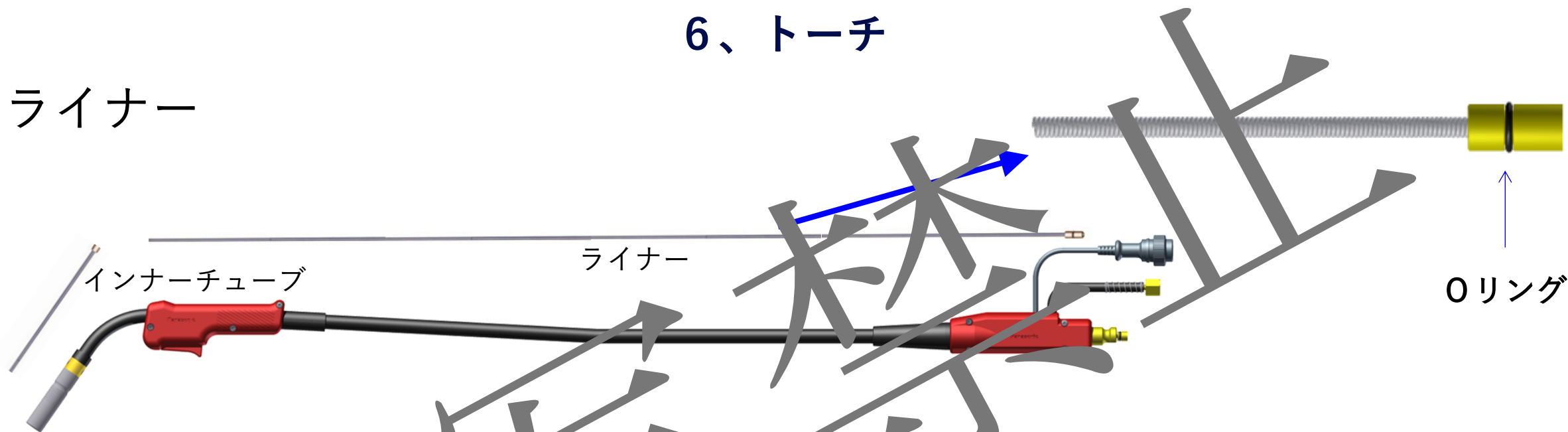
6、トーチ

インナーチューブ



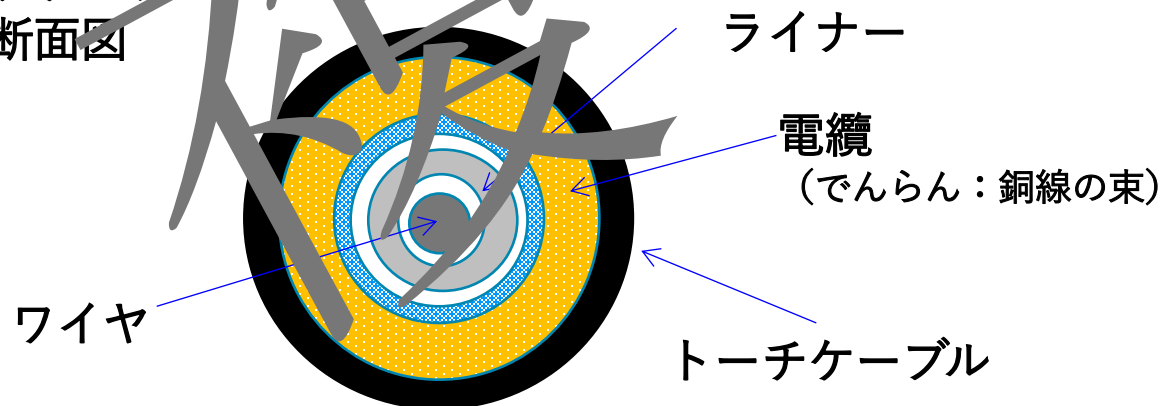
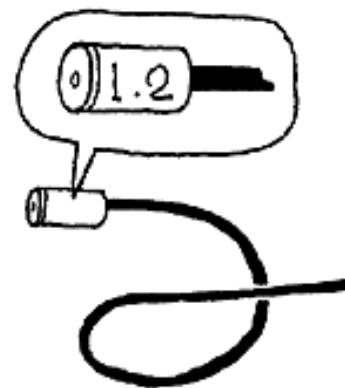
6、トーチ

ライナー



ワイヤ送給性を安定させ、アーク安定性を図ります

トーチケーブル
断面図



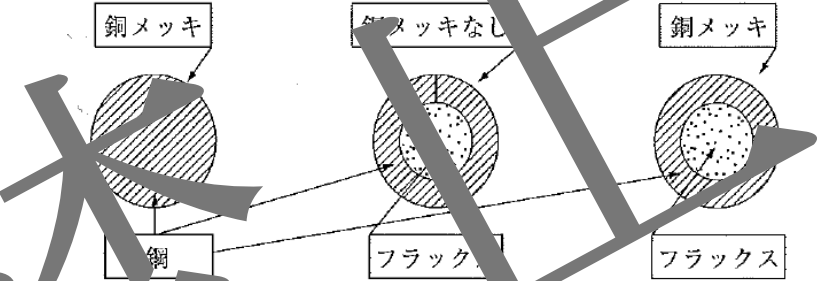
ワイヤの種類、ワイヤ径にて
種類がありますので適切な
ライナーを選定して下さい

7、溶接ワイヤ

6 溶接ワイヤ

6-1 ワイヤの形態

●フラックス入りワイヤ



ソリッドワイヤ（左）およびフラックス入りワイヤ（右2つ）の断面構造

区分	スラグ系ワイヤ	メタル系ワイヤ
ワイヤ径	1.2, 1.4, 1.6, 2.0 mm	
使用電流範囲	250～500A	
充填フラックスの系統	チタニア系、塩基性系	鉄粉、合金系
フラックス充填率 (%)	10～15	13～20
特徴	アークがソフト スパッタが少ない 作業性が良好 ビード外観が良好	スラグ発生量が少ない 溶着速度が大きい 溶込みが大きい
電源特性	直流定電圧、ワイヤプラス（逆極性、DCEP）	

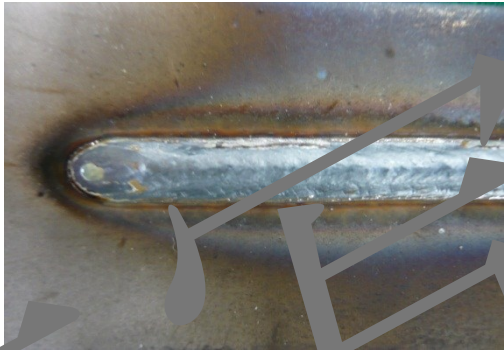
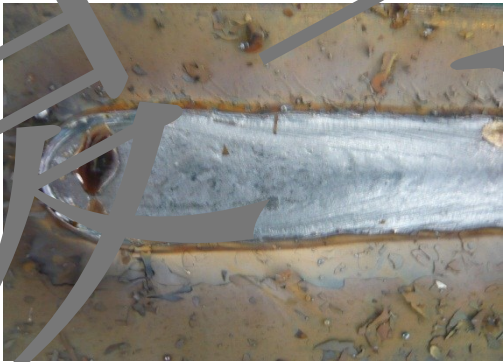
7、溶接ワイヤ

分類	シールドガス	メッキ	銘柄	使用電流域	溶接法	JIS Z 3312	適用鋼種 ($\sigma_{tPa}=1N/mm^2$)	補足
主要	CO2 (100%)	なし	YM-50MT	低電流	短絡移行 (グロービュール移行)	YGW12	軟鋼 490MPa(50kg)級高張力鋼	ワイヤの使い分け ■半自動・ロボット ・Mワイヤ ■Active工法 ・銅メッキワイヤ (チップ消耗の緩和) ■パルス溶接 ・「A」入り ■亜鉛メッキ鋼板 ・「Z」入り
		銅	YM-50T1					
		なし	YM-50IT	短絡移行 (グロービュール移行)		YGW16		
		銅	YM-50					
	MAG (80%Ar:20%CO2)	なし	YM-45MT	低電流	パルスMAG	YGW16		
		銅	YM-45T					
		なし	YM-41AM	高電流		YGW15		
		銅	YM-51AM					
銅	YM-51A							
特殊	CO2 (100%)	銅	YM-60	高電流	短絡移行 (グロービュール移行)	YGW21	590MPa(60kg)級高張力鋼	
			YM-70				-	
			YM-350			硬化肉盛		
		FCW	YM-1F	低～高電流		-	YGW17	
	YM-2M							
	MAG (80%Ar:20%CO2)	なし	YM-51MZ	低電流				

■ワイヤ毎の推奨使用電流および適用板厚		
径[mm]	電流[A]	板厚[mm]
φ0.6	40～100	0.6～1.6
φ0.8	50～150	1.2～2.3
φ0.9	70～200	1.0～3.2
φ1.0	90～250	1.2～6.0
φ1.2	120～350	2.0～10.0
φ1.4	200～450	4.5以上
φ1.6	300～550	6.0以上
φ2.0	400～600	8.0以上

分類	C 炭素	Si ケイ素	Mn マンガン	P リン	S 硫黄	Cu 銅	Mo モリブデン	Al アルミニウム	Ti+Zr チタン+ジルコニウム
YGW11	0.02～0.15	0.55～1.10	1.40～1.90	0.030以下	0.030以下	0.50以下	-	-	0.02～0.30
YGW12		0.50～1.00	1.25～2.00					-	-
YGW13		0.55～1.10	1.35～1.90					0.10～0.50	0.02～0.30
YGW14		1.00～1.35	1.30～1.60					-	-
YGW15		0.40～1.00	1.00～1.60					-	0.02～0.15
YGW16		0.20～0.55	0.90～1.60					-	-
YGW17		0.55～1.10	1.40～2.60					-	-
YGW18	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	-	-
YGW19	0.15以下	0.40～1.00	1.40～2.00					-	0.30以下

7、溶接ワイヤ

項 目	Y M - 5 0 M T (Y G W 12) (低電流用)	Y M - 5 0 M (Y G W 11) (高電流用)	選択を間違えた場合
低電流	 CO2 : 15 L / 分 100 A 20.8 V 50 cm / 分	 CO2 : 15 L / 分 100 A 20.8 V 50 cm / 分	(YM-50M使用) アーク音はソフトであるが スパッタが多く、ビードの 止端部にオーバーラップが 発生。
高電流	 CO2 : 15 L / 分 320 A 33.0 V 50 cm / 分	 CO2 : 15 L / 分 320 A 33.0 V 50 cm / 分	(YM-50MT使用) アーク音はハードであるが スパッタの発生は若干多い。

7、溶接ワイヤ

ワイヤの商品コードは、「銘柄」「ワイヤ径」「巻装」からなる。

例1) Y M 4 5 T 0 8 1 0

巻装 : 10kg スプール巻
ワイヤ径 : 0.8mm
銘柄 : YM-45T

例2) Y M - 5 0 1 2 0 2

巻装 : 2kg スプール巻 (4巻入り)
ワイヤ径 : 1.2mm
銘柄 : YM-50

例3) Y N 3 0 8 0 6 1 . 2 5

巻装 : 150kg スプール巻 (4巻入り)
ワイヤ径 : 6mm
銘柄 : YN-308

例4) Y M 5 0 T 1 0 2 0 2 P

巻装 : 200kg パック巻 (2巻積み)
ワイヤ径 : 1.0mm
銘柄 : YM-50T1

例5) Y M - 5 0 M T 0 . 2 5 2

巻装 : 250kg パック巻 (2巻積み)
ワイヤ径 : 0.9mm
銘柄 : YM-50MT

例6) Y - 5 1 - 1 2 2 6 2

巻装 : 250kg パック巻 (エンドレス、2巻積み)
ワイヤ径 : 1.2mm
銘柄 : YM-51A

■標準ワイヤ径とコイリング

銘柄	ワイヤ径 (mm)	コイリング							
		スプール巻				ラインパック			
		1.25 kg	5 kg	10 kg	20 kg	250 kg	300 kg	400 kg	
溶接ワイヤ	0.8			YM50T0910	YM50T0920	YM50T09252			
	1.0			YM50MT1010	YM50MT1020	YM50MT10252			
	1.2			YM50MT1210	YM50MT1220	YM50MT12252			
	1.2			YM50MT1210	YM50MT1220	YM50MT12252			
	1.2			YM45MT0810	YM45MT0820	YM45MT08252			
	1.2			YM45MT1020	YM45MT10252				
	1.2			YM45MT1220	YM45MT12252				
	1.2			YM41AM1220		YM41AM12302			
	1.2			YM51AM1220		YM51AM12302			
	1.2			YM51MZ1220		YM51MZ12302			
銅めっき	0.8			YM50T10810					
	0.9			YM50T10910	YM50T10920	YM50T10920P			
	1.0			YM50T11010	YM50T11020	YM50T11020P			
	1.2			YM50T11210	YM50T11220	YM50T112252P		YM50T11240P	
	1.2		YM501202	YM501210	YM501220		YM5012302	YM5012404	
	0.9				YM550920				
	1.2				YM551220				
	0.6	YM45T061.25	YM45T065						
	0.8	YM50T081.25		YM45T0810		YM45T0820P			
	0.9				YM45T0920				
銅めっき	1.0				YM45T1020				
	1.2				YM45T1220				
	0.9				YM51A0920				
	1.2				YM51A1220				
	1.2				YM601220				
	1.2				YM701220				
	1.6				YM701620				
	0.6	YN308061.25							
	0.8	YN308081.25							
	0.8								



8、ガス

CO2ガス

液化二酸化炭素の3種、または溶接用 JIS K1106に規定されたもの（99.9 Vol %、水分0.005 Vol %以下）

（注）CO2ガスは、ボンベに液化炭酸が30 kg／本 充填されており、気化した時の流量は15,300 ℓ／本となる

液化炭酸 JIS		1種	2種	3種
	二酸化炭素CO ₂ 重量% 水分重量% 臭気	99.9以上 — 異臭ないこと	99.9以上 0.05以下 —	99.5以上 0.005以下 —
CO ₂ アーク溶接用の可否		可	可	最適用

混合ガス（MAG）

Ar 80 %、CO₂ 20 %が多用されている。

（注）混合ガスは気化状態で充填され、流量は 7,000 ℓ／本。

ガスの種類とボンベの色別表示

ガスの種類	ボンベの色
炭酸ガス	黒色
アルゴン	緑色
アセチレン	ねずみ色
窒素	茶色
水素	ねずみ色に赤ハチマキ
塩素	黄色
混合ガス	ねずみ色に緑ハチマキ

The logo features the word "Panasonic" in a white, bold, sans-serif font, positioned above the word "CONNECT" in a light blue, bold, sans-serif font. The background is a dark blue field filled with a pattern of various geometric shapes, including squares, circles, and semi-circles, in different shades of blue. A white curved line runs along the bottom edge of the image.

Panasonic CONNECT