

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



溶接の基礎知識

1. 溶接の意味と目的
2. アーク溶接の原理と特徴
3. アーク溶接の長所と短所
4. 被覆アーク溶接（手溶接）
5. M A G 溶接
6. M I G 溶接
7. セルフシールドガス（ノーガス）溶接
8. サブマージアーク溶接
9. T I G 溶接
10. アークエアガウジング
11. スタッド溶接
12. 抵抗溶接
13. 電気の知識
 - ①直流、交流
 - ②電流・電圧・抵抗
 - ③定格、使用率
 - ④使用率の計算
14. 溶接の知識
 - ①溶接電流 / 電圧 の 設定（UP/DOWN）とアーク長の関係
 - ②ワヤ突出し長（EXT.）と溶接（出力）電流の関係 [参考] 溶け込みData
15. 溶接用語
 - ①溶接継手
 - ②溶接姿勢
 - ③溶接欠陥

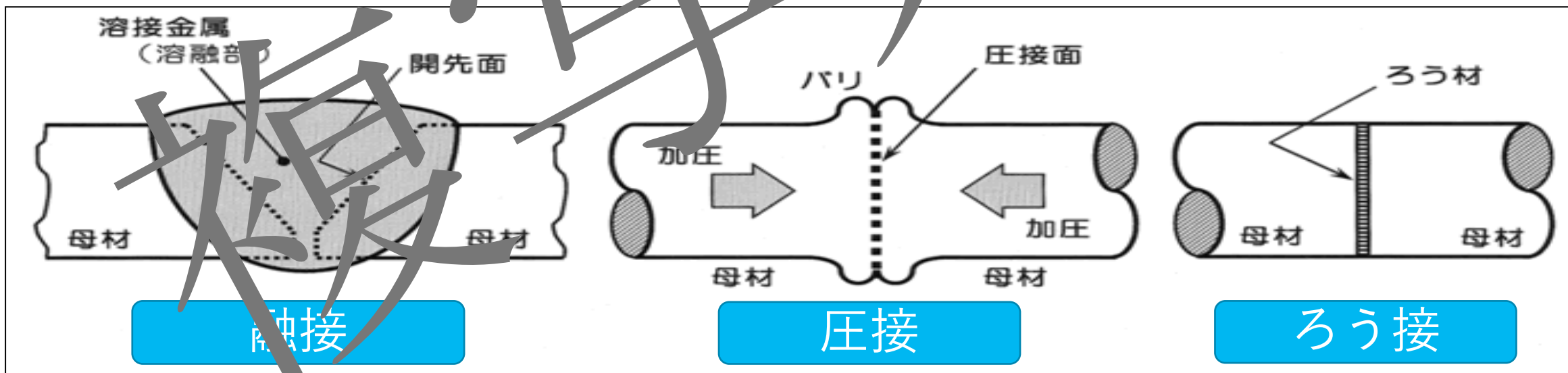
1、溶接の意味と目的（溶接の定義）

溶接とは（定義）

材料に応じて、接合部が連続性を持つように、熱又は力もしくはその両者を加え、さらに、必要があれば適当な溶加材を加えて、部材を接合する方法

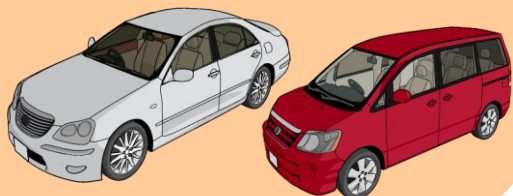
－ 日本溶接協会（JWES） －

溶接は、その接合の機構によって、「融接」「圧接」「ろう接」に分けられる。



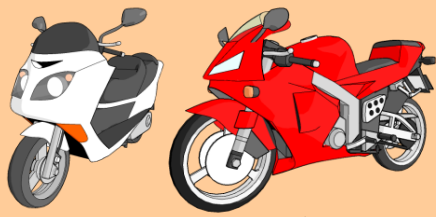
1、溶接の意味と目的（溶接が使用されている業界）

自動車



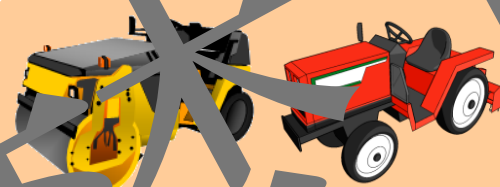
車体、ホイール、タンク

二輪



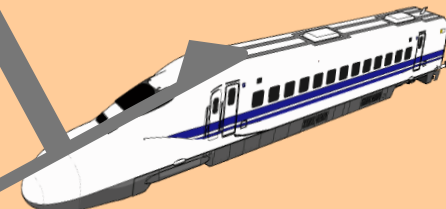
フレーム、スイングアーム

建機・農機



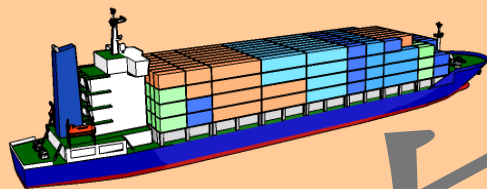
車体、装備関連

鉄道車両



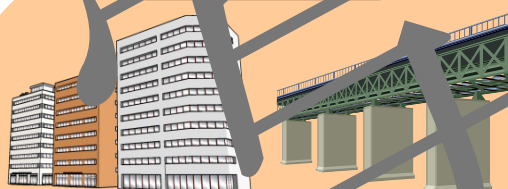
車体、台車、内装

造船



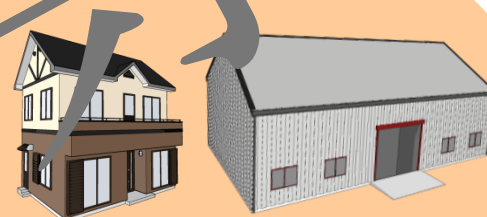
船体、タンク、内装

鉄骨・橋梁



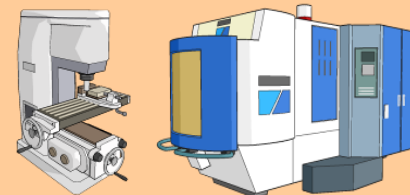
コラム、橋桁

建築関連



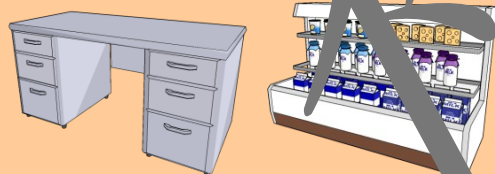
建材・建築部材

産業機械・工作機械



構造体、部品関連

薄板板金



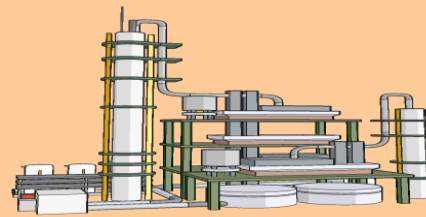
事務機・什器等

板金



厨房機器、装飾品

化学プラント



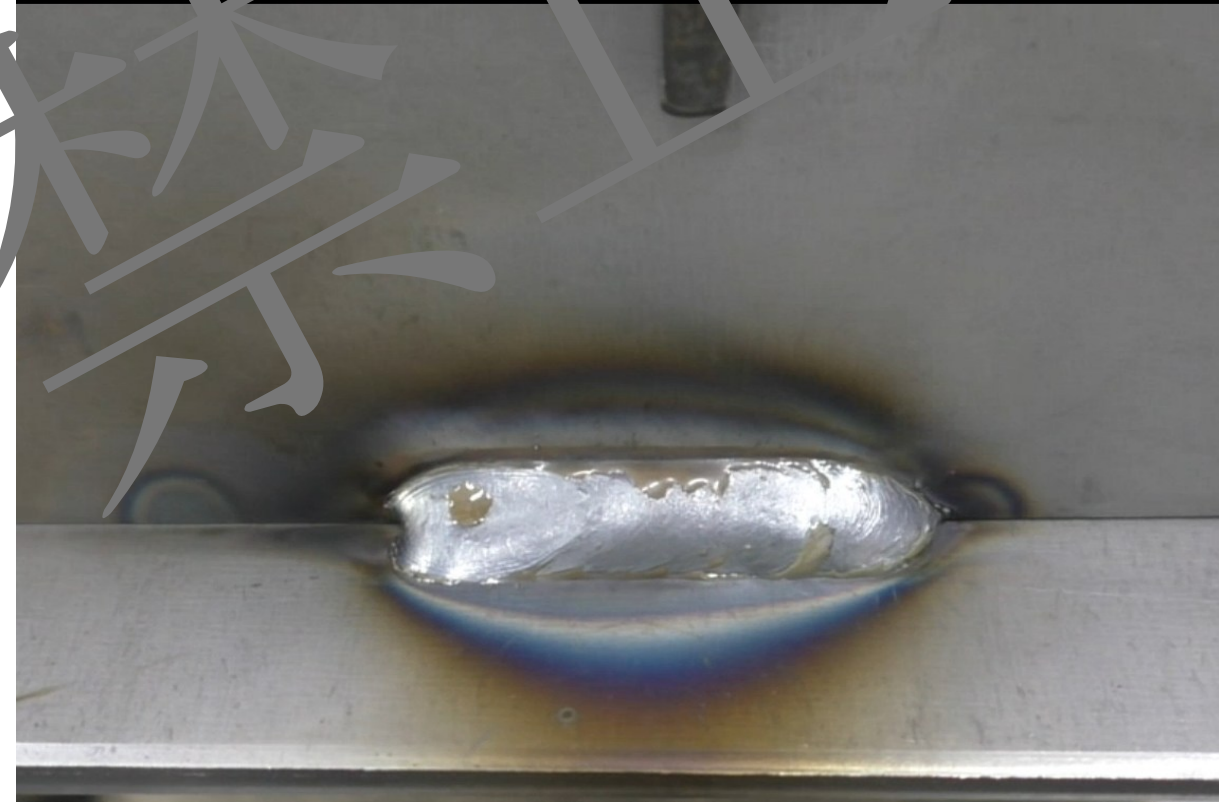
タンク、配管

その他

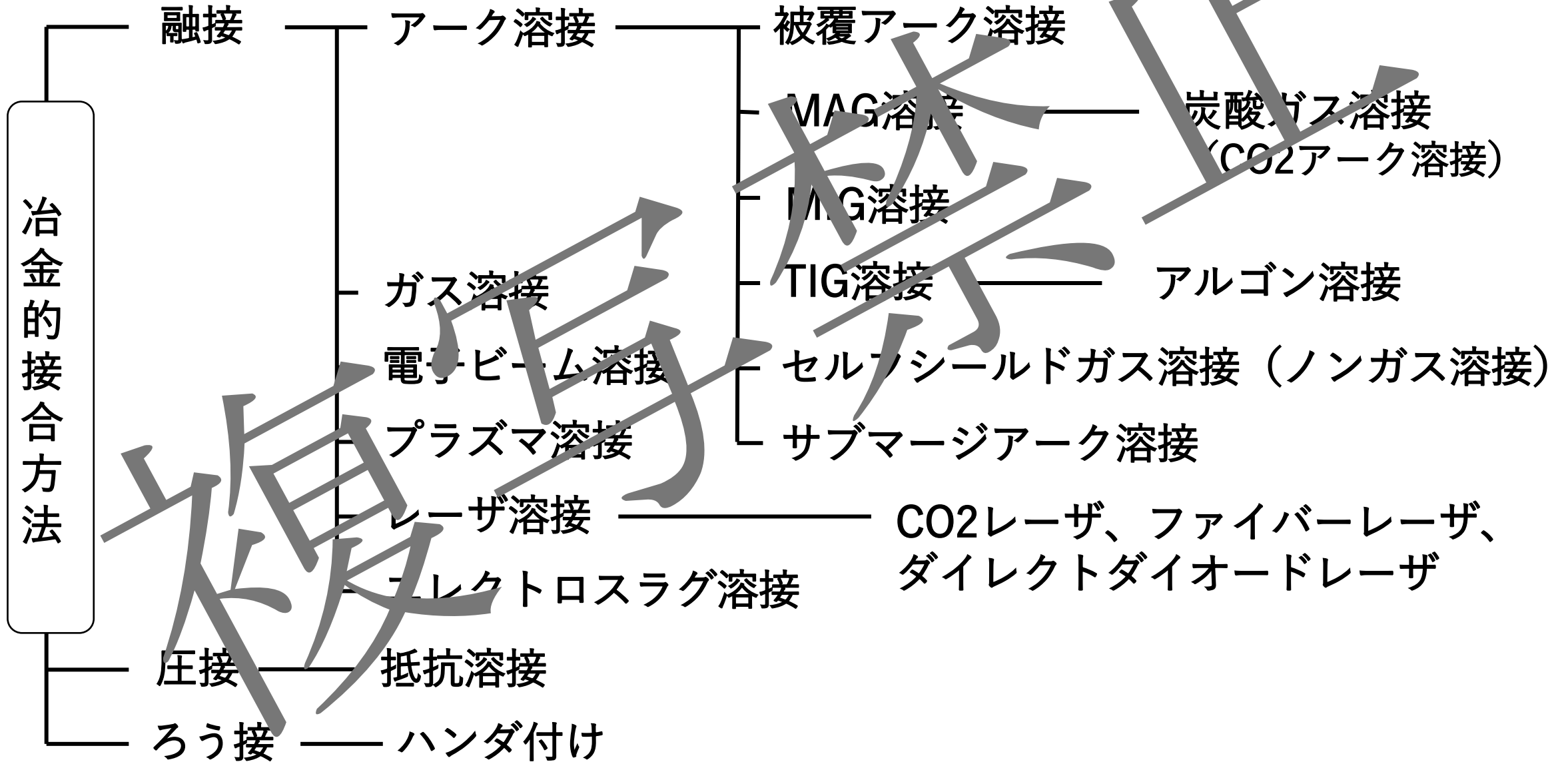


自転車、脚立

1、溶接の意味と目的（溶接風景，溶接ビード）



1、溶接の意味と目的（溶接の分類）



2、アーク溶接の原理と特徴

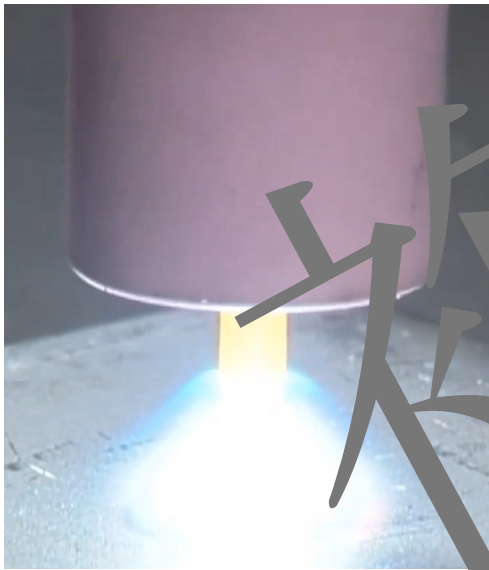
アーク溶接とは

電源より得る電力によってアーク（放電現象）を発生させ、そのアークを仲介として電気エネルギーを熱エネルギーに変え、その熱を利用して2つ以上の金属片を1つに接合する方法である。

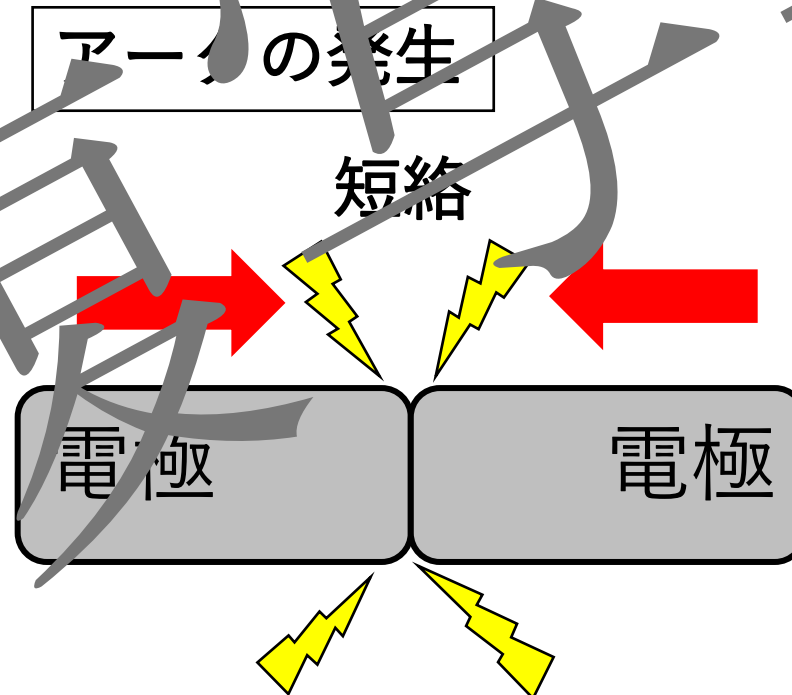
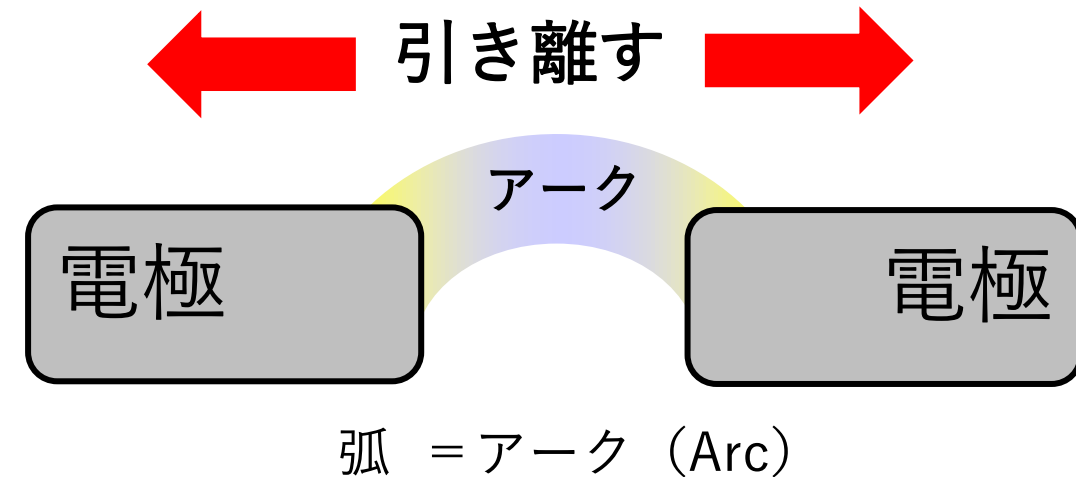
接合すべき金属と電極との間に、溶接に適した電圧を印加して発生するアーク（放電）

〔約5,000～20,000℃〕を利用して金属を溶着させる。（※鉄の融点は、約1,500℃）

抵抗溶接に比べて小電流で優れた溶接結果が得られることから、現在最も多く利用されている。



※TIG溶接時のアーク



3、アーク溶接の長所と短所

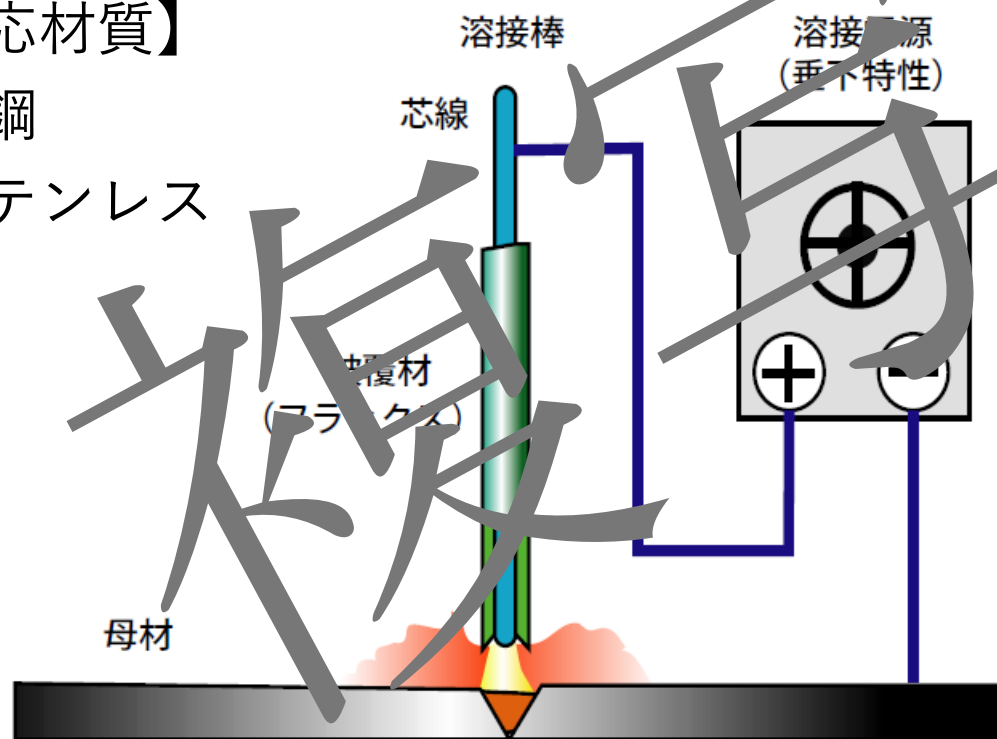
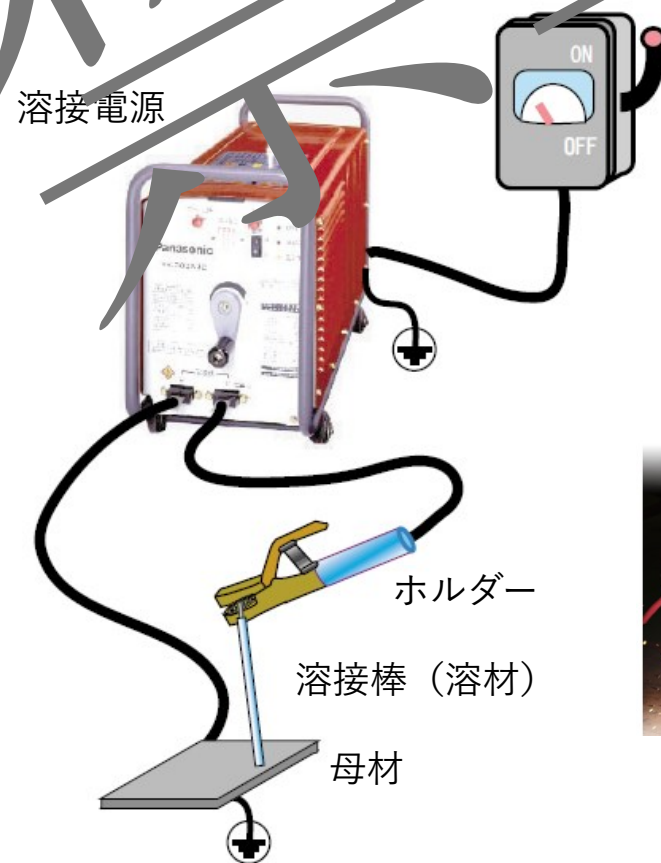
- 長 所
- ・接合部は気密性に優れ、製品の寿命と品質・性能が向上
 - ・機械的接合（ボルト/ナット締結等）と比較して製品の重量軽減が可能
 - ・比較的機器価格が安価で、作業工数も減少するため、製作工数費用及び設備費が安くなる
 - ・接合部の継手形状の自由度が高い（製品の設計自由度が高い）
- 短 所
- ・金属を溶融・凝固させるので、材料の変形や残留応力が発生する
 - ・消耗部品が多い（溶接棒=ワイヤ、シールドガスなど）
 - ・溶接品質が作業者の技量（スキル）と意識に依存する
 - ・接合部付近の母材は溶融による熱影響を受け、溶接条件によっては母材の変質部や溶着金属に欠陥（亀裂等）が発生する場合がある

4、被覆アーク溶接（手溶接：手棒）

直径1.6～8.0mmφ程度の金属棒のまわりを有機物、無機物または両者の混合物からなる被覆材(フラックス)を塗った手溶接棒をホルダーで支え、溶接棒と母材との間に交流または直流電流のアークを発生させて溶接する方法。
この被覆材は、高温のアーク熱によって分解され、ガスあるいはスラグとなって溶融金属を大気から保護し酸化を防止する。

【適応材質】

軟鋼
ステンレス

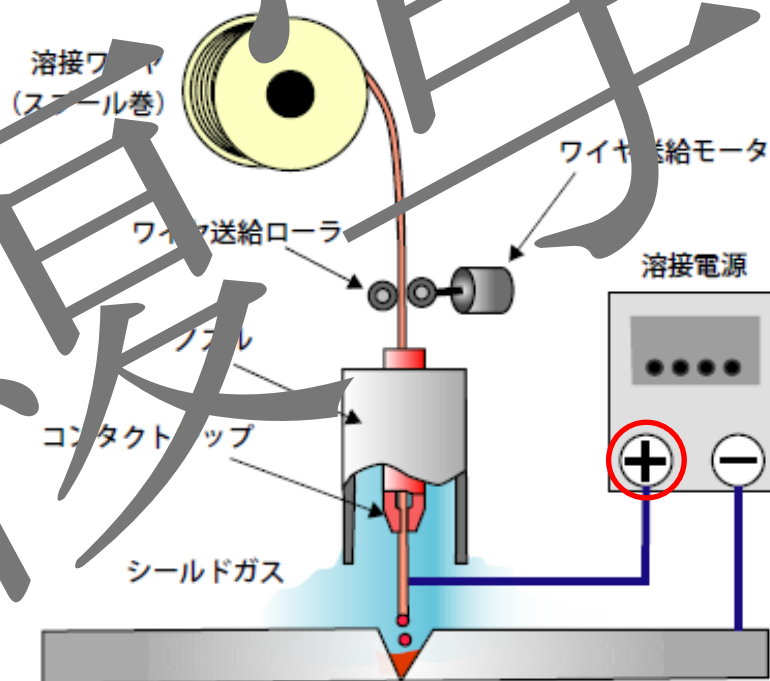
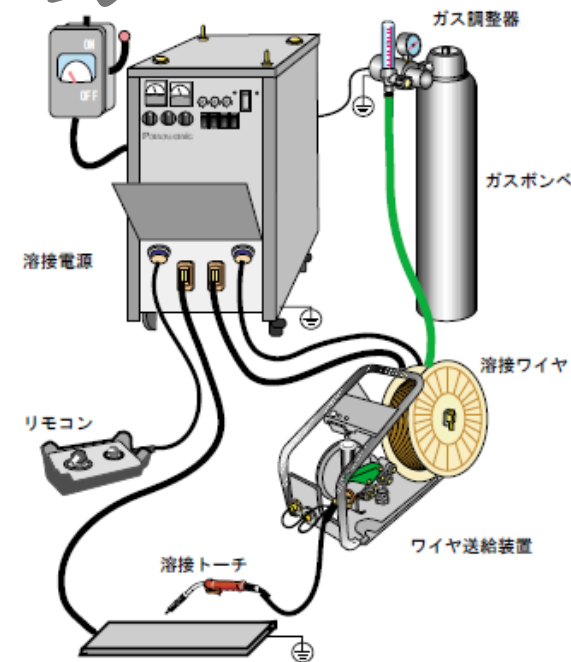


5、MAG溶接 [Metal（電極が金属=ワイヤ） Active（活性ガス=酸素系ガス） Gas] ※電極が（+）

コイル状に巻かれた細径(0.6~2.0 mm)の溶接用ワイヤを送給モーターにより、溶接トーチへ自動的に送給する。このワイヤは、トーチ先端のコンタクトチップにより通電され、母材との間にアークを発生させる。そのアーク熱で母材とワイヤを連続的に融接合する溶接法で、溶接部（=溶融金属）を空気（=空気中の酸素）から保護するために、シールドガスにMAGガス（Arガス（=不活性ガス）+5%以上の酸素系ガス）を使用する。

※特にシールドガスに炭酸ガス(CO₂=100%)を使用する溶接をCO₂溶接と呼ぶ。（広義ではMAGに含まれる）ワイヤには溶融金属が凝固する時に、CO₂ガスの分解ガス（CO）による気孔発生を防止するため、適当量の脱酸性元素（マンガン、シリコン、チタンなど）が含まれている。

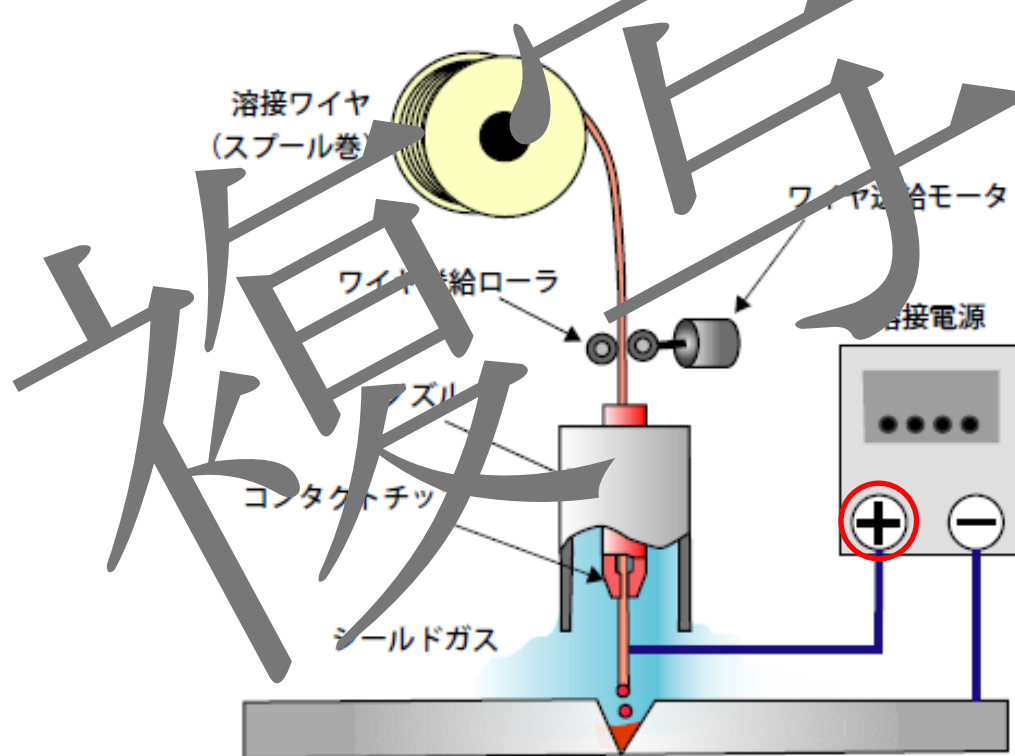
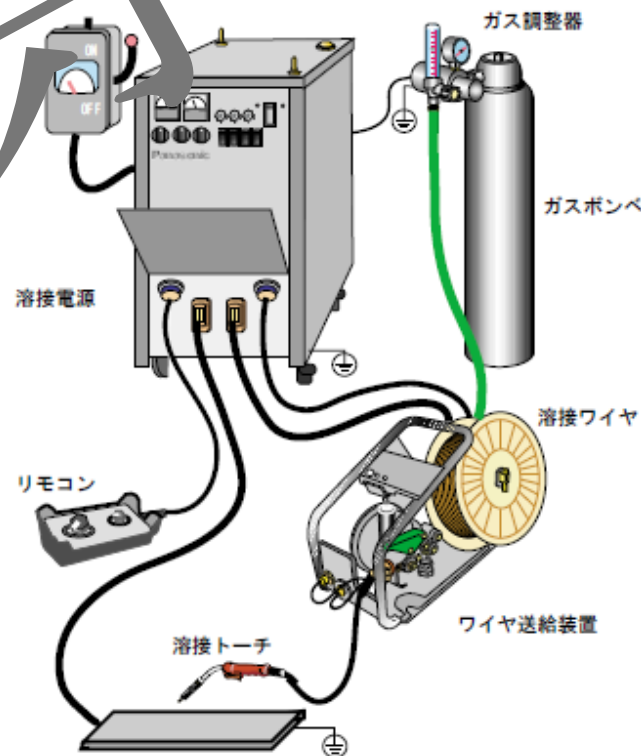
【適応材質】
軟鋼



6、M I G溶接 [Metal (電極が金属=ワヤ) I nert (不活性ガス) Gas] ※電極が (+)

機器構成は、MAG溶接と同等。MAG溶接と基本的異なる点は、シールドガスとしてMAGガスの代わりに、**アルゴンガス**などの**不活性ガス(イナートガス)**を使用すること。
母材金属とほぼ同じ材質の溶接用ワイヤを使用して、母材の間に発生するアーキ熱によって溶融接合する溶接法である。

【適応材質】 ステンレス、アルミ、マグネシウム、銅

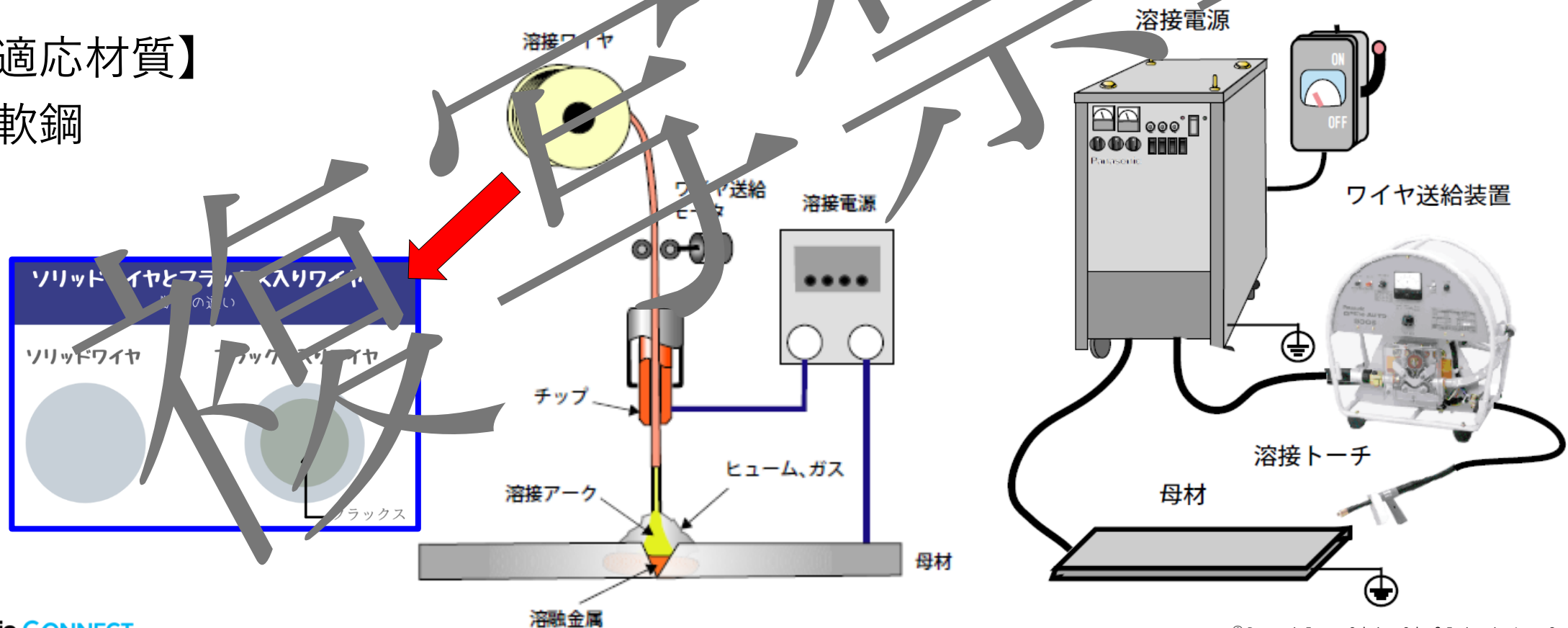


7、セルフシールドガス（ノーガス）溶接

コイル状に巻かれたノーガスワイヤ（≡手棒）を、送給モーターにより溶接トーチの先端部へ自動的に送給する。ワイヤ内部にシールドガス発生剤、スラグ形成剤及び脱酸性元素が入っており、外部よりシールドガスやフラックスを供給する必要がない溶接法である。風速15 m/secまでは防風の必要がないため、屋外での溶接に対してメリットがある。またスラグの剥離が良く、ビード外観も優れている。

【適応材質】

軟鋼



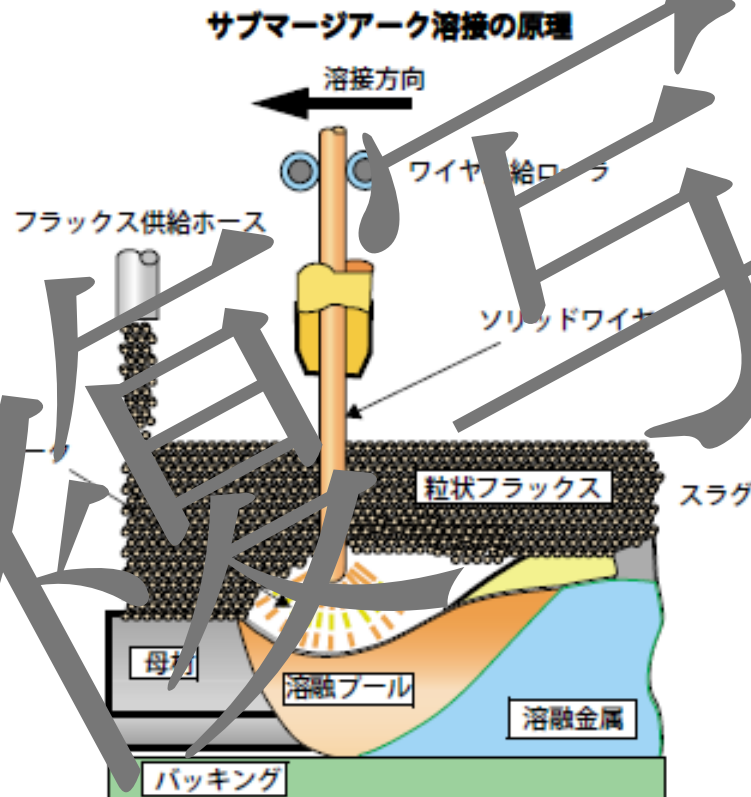
8、サブマージアーク溶接

粒状のフラックスをあらかじめ母材の上に散布しておき、その中に裸のワイヤを送給して行う溶接法。溶接用ワイヤ（ $\Phi 1.6 \sim 6.4$ ）は送給モーターによって自動的に供給され、母材との間に発生するアーク熱によって母材及びワイヤを溶融接合する。フラックスは、アーク熱により溶融してスラグとなり、アーク及び溶融金属を覆って大気から溶接部を保護する。

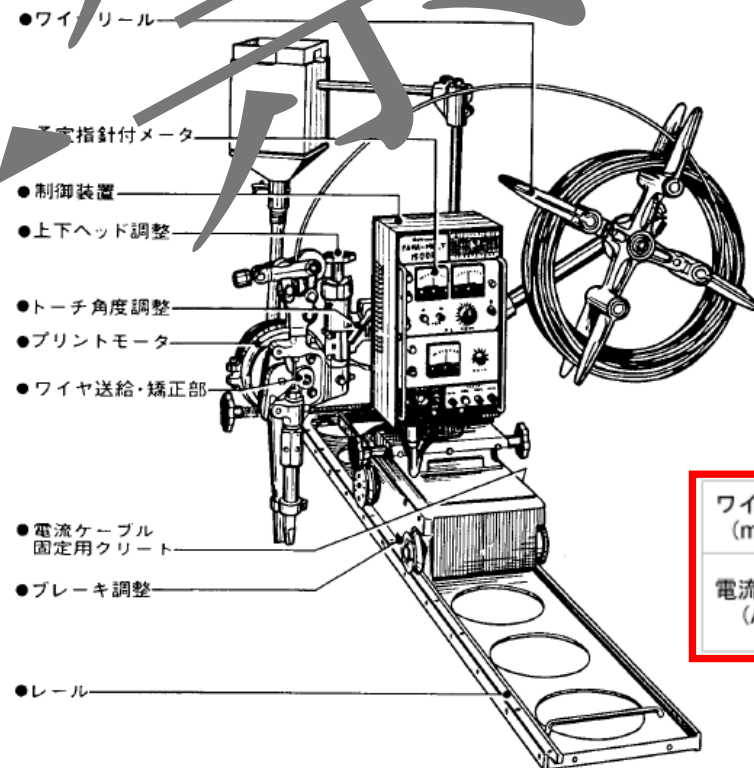
【適応材質】

軟鋼

ステンレス



サブマージアーク溶接機の構成例



サブマージアーク溶接のワイヤ径と適用電流範囲の目安

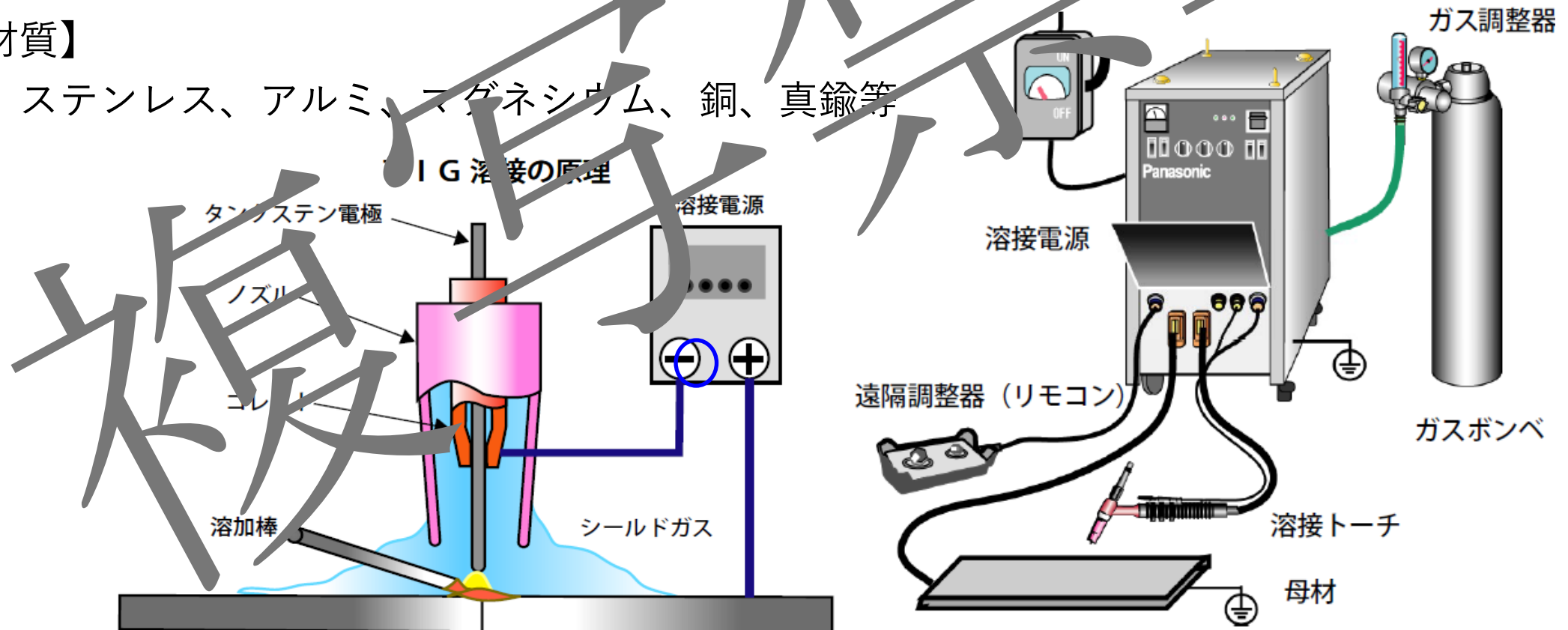
ワイヤ径 (mm)	1.6	2.0	2.4	3.2	4.0	4.8	6.4
電流範囲 (A)	120 ～ 400	150 ～ 550	200 ～ 650	250 ～ 700	350 ～ 900	500 ～ 1100	700 ～ 1600

9、TIG溶接 [Tungsten (電極がタングステン) Inert (不活性ガス) Gas] ※電極が(－)

TIG溶接は、非消耗性のタングステン電極と母材との間にアークを発生させ、アルゴンガスなどの不活性ガス雰囲気中で母材を溶融接合する溶接法である。
溶接には、溶加棒を挿入する場合と、母材のみを溶かす共有法がある。
長所は、工業的に使用されているほとんどの金属や合金の溶接が可能であることと、溶接部の品質性能が優れている点である。

【適応材質】

軟鋼、ステンレス、アルミ、マグネシウム、銅、真鍮等



10、アークエアガウジング

カーボン電極と金属との間にアークを発生させ、金属を溶融させると同時に電極の外側に平行に噴射する高速のエアを流して溶融金属を吹き飛ばす方法。これにより溝堀り(開先加工)や切断が容易となる。カーボン電極径4~11mmφの丸棒を用いるのが一般的にアークエア**ガウジング**と呼ばれ、13~15mmφの大径電極を用いるものがアークエア**ブラスチング**と呼ばれている。ブラスチング法は、主に鋳鋼品の整形などに使用される。

【適応材質】

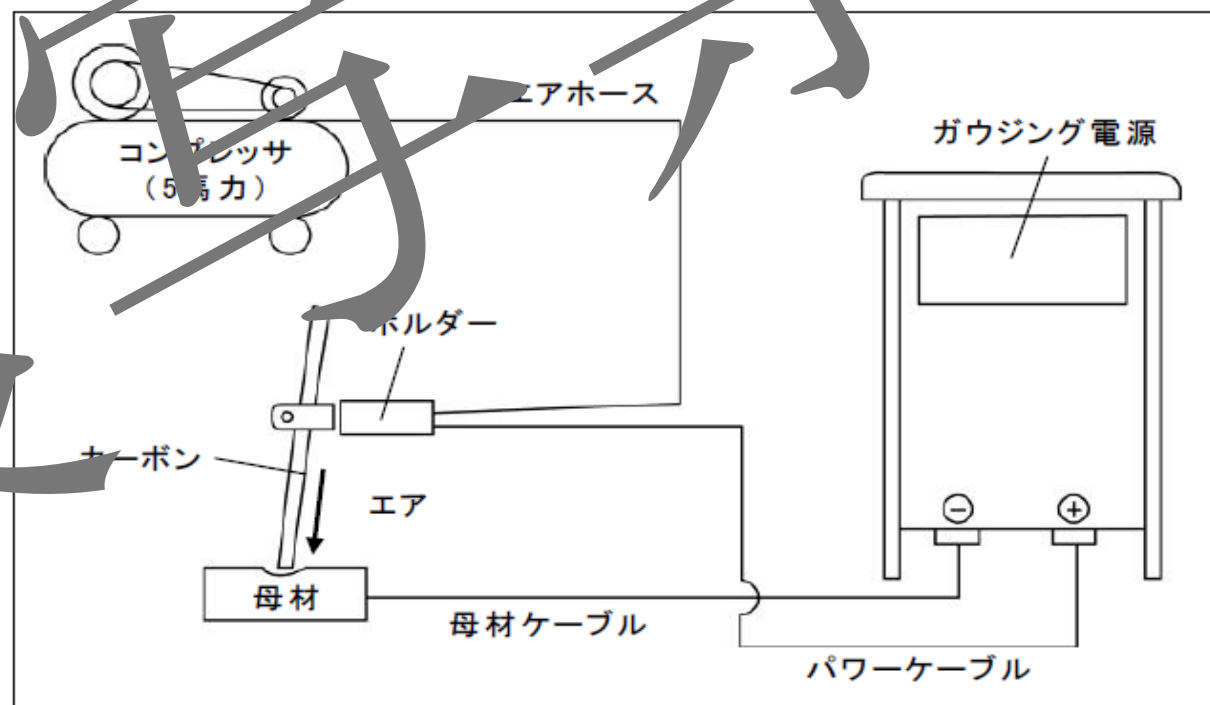
軟鋼

ステンレス

銅

鋳鋼品

アークエアガウジングの構成



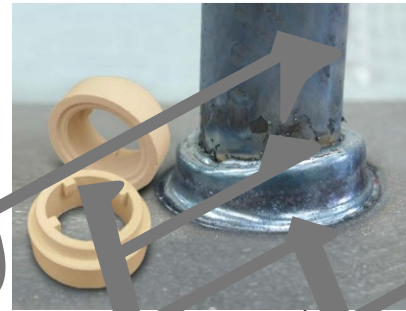
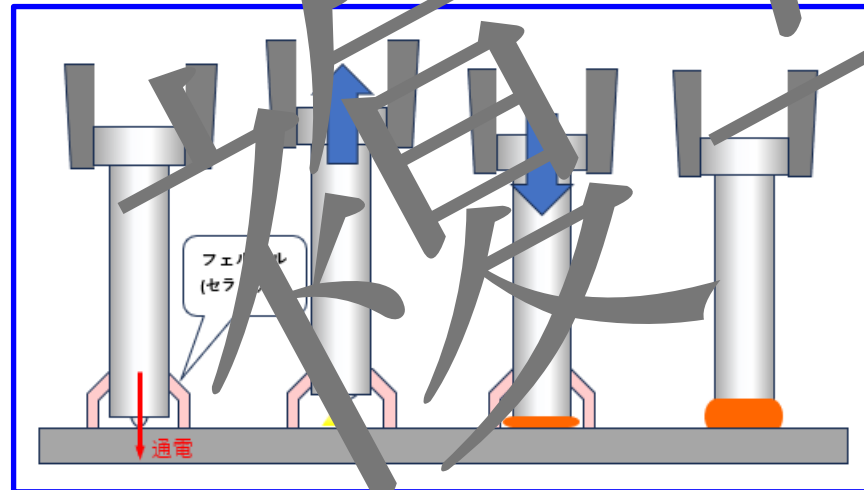
1 1、スタッド溶接

スタッド溶接は、丸棒、ボルトなどのスタッドを溶接ガンのチャックに差込み、その後スタッド先端部にカートリッジをセットして母材に押しつける。溶接ガンのスイッチ操作により電流が流れ、ボルト先端部と母材表面との間にアークを発生させる。そのアーク熱で両者を溶融し、短時間(約1秒)で溶植する方法である。

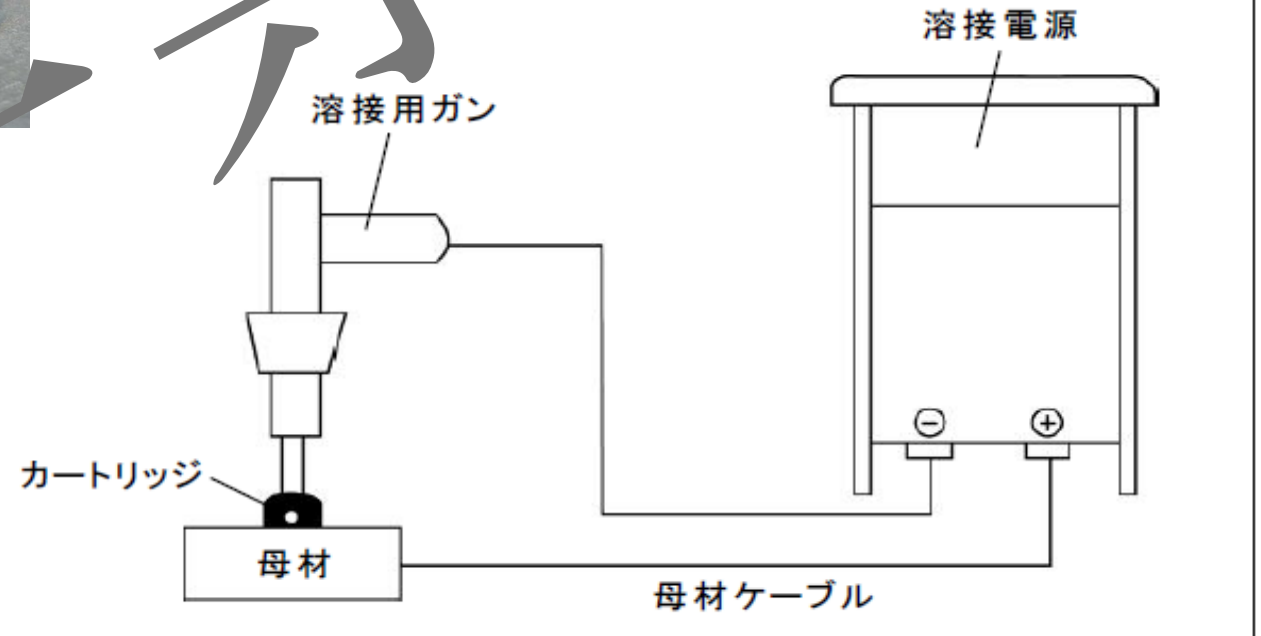
【適応材質】

軟鋼

ステンレス



スタッド溶接機の原理



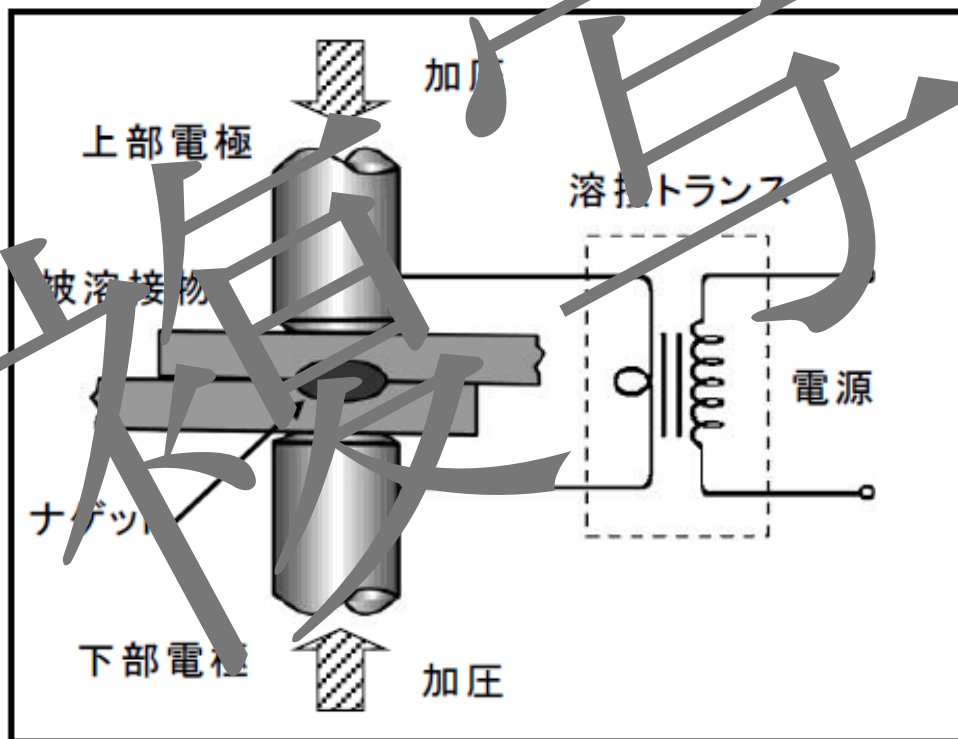
1 2、抵抗溶接

抵抗溶接とは、溶接部を電極で加圧した状態で大電流（ $10,000 \sim 20,000\text{A} \times 200 \sim 1,000\text{msec}$ ）流し、これにより生じる抵抗発熱（ジュール熱）を熱源とし、加圧部を局部的に加熱溶融して金属を接合する方法である。

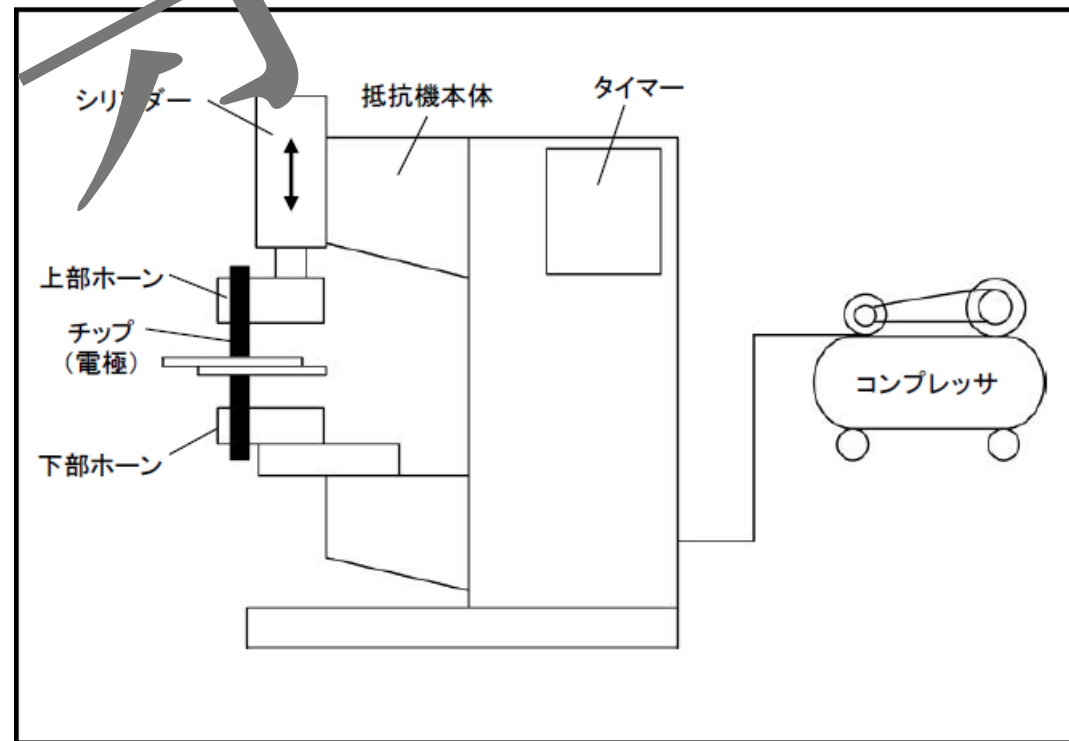
一般的に多く用いられている方法には、スポット溶接とプロジェクション溶接がある。

【適応材質】 軟鋼、ステンレス、アルミ等

抵抗溶接の原理



抵抗溶接機の構成

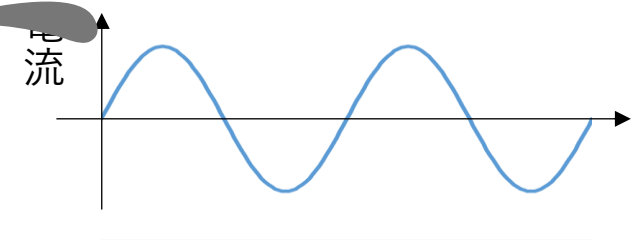


1 3、電気の知識 ①直流と交流

直流（D C）：・一定方向に流れる電流
・直流の電源としては、電池、直流発電機、整流器などがよく用いられる。

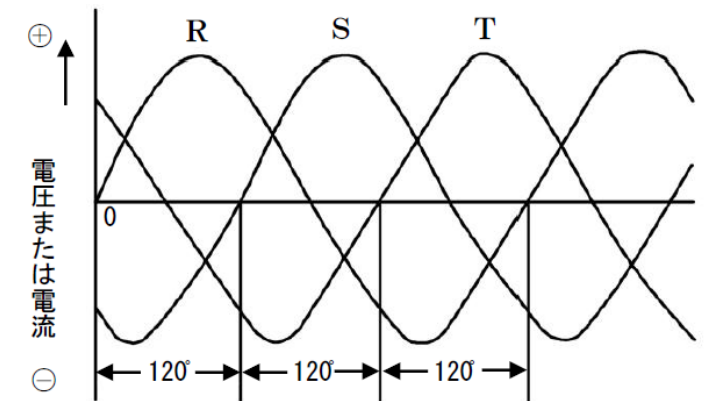


交流（A C）：・電圧又は電流の方向と値が一定の周期をもって繰り返し変化するもの。
・交流の1周期が1秒間の間に繰り返される数を周波数(Hz)と呼ぶ。
静岡県/富士川を境としてその東部地区は50 Hz、西部地区では60 Hzとなっている。



1つの電気回路に1つの正弦波が流れる単相交流
と3つの正弦波が1/3周期ずつずれて組み合わせられて流れる3相交流がある。

直流に比べ電圧の昇降圧が簡単で送電が経済的なので、一般の家庭や工場へは交流で送電される。



3 相交流

家庭への送電：単相 工場への送電：ほとんど3相

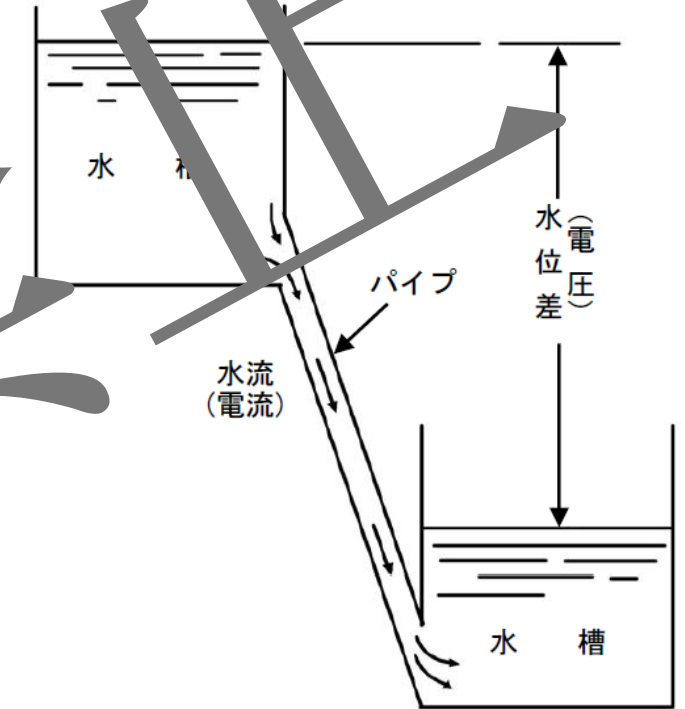
1 3、電気知識 ②電流・電圧・抵抗（オームの法則）

電流：・右図の上下水槽間を流れる水に相当するもの。
両水槽間を結ぶパイプの内径の大小、長さによって水の流れる量は大きく変わる。
・電流を表す記号はI、【単位はアンペア A】

電圧：・電流を流す圧力が電圧
水の流れでは水圧に相当する。
同じ負荷に対しては電圧が高いほど電流は多く流れる。
・電圧を表す記号はE 【単位はボルト V】

抵抗：・電気を流れにくくする性質
・抵抗を表す記号はR、【単位はオーム Ω】

オームの法則 電流は電圧に比例し、抵抗に反比例して流れる。



電気の流れと水の流れの関係

$$\text{電流}(I) = \text{電圧}(E) \div \text{抵抗}(R) \quad I = \frac{E}{R}$$

1 3、電気の知識

③定格、使用率

定格 : 定格とは機器の性能を定義する意味を持ち、定められた能力とそれを発揮させるための定められた条件

「定格電流」「定格電圧」 = その機器で出力できる最大の電流値・電圧値

使用率 : 10分間に対して実際にアークを出している時間の比を百分率で表したもの

→溶接作業は、作業中にアークを連続して出し続けることなく、実際には場所の移動や作業の段取りなどを行っている時間も少なくない。

もし検討の溶接機に定格出力電流を連続的に出し続けれる仕様のものを準備しているとすれば、過剰性能であり機器コストが余分に掛かっている事になる。

溶接機には使用実態を考慮した定格使用率が定められており、定格使用率に合わせて定格電流を断続的に流したとき、溶接機が熱的に支障をきたさなければよいことになっている。

定格使用率 : アーク溶接機では10分間を1周期とし、定格電流で溶接する場合の使用率

(例) 定格使用率 = 60 % の溶接電源

10分間のうち6分間は定格電流で使用でき、残りの4分間は休止する必要あり

1 3、電気の知識

④使用率の計算

使用率の計算式

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

(例 1) フルデジタル溶接機：350VR1 の 100 % 使用率 となる電流値を計算しなさい

■溶接電源			
品番	—	YD-350VR1	YD-500VR1
定格入力電圧	V	AC200～240(変動許容範囲:180～242)	
相数、定格周波数	—	三相、50/60Hz 共用	
定格入力	—	16.4 kVA(10 kW)	27.6 kVA(23 kW)
最高無負荷電圧	V	DC 83	DC 78
定格使用率(10分周期)	%	60	100
出力電流調整範囲	A	DC 30～350	DC 60～500
出力電圧調整範囲	V	DC 12～36	DC 14～45
制御方式	—	IGBT インバーター方式	
メモリー	—	100 チャネル 記憶・再生	
溶接法	—	CO ₂ /MAG/ ステンレスMIG	

$$100(\%) = \frac{(350)^2}{(\text{使用電流})^2} \times 60(\%)$$

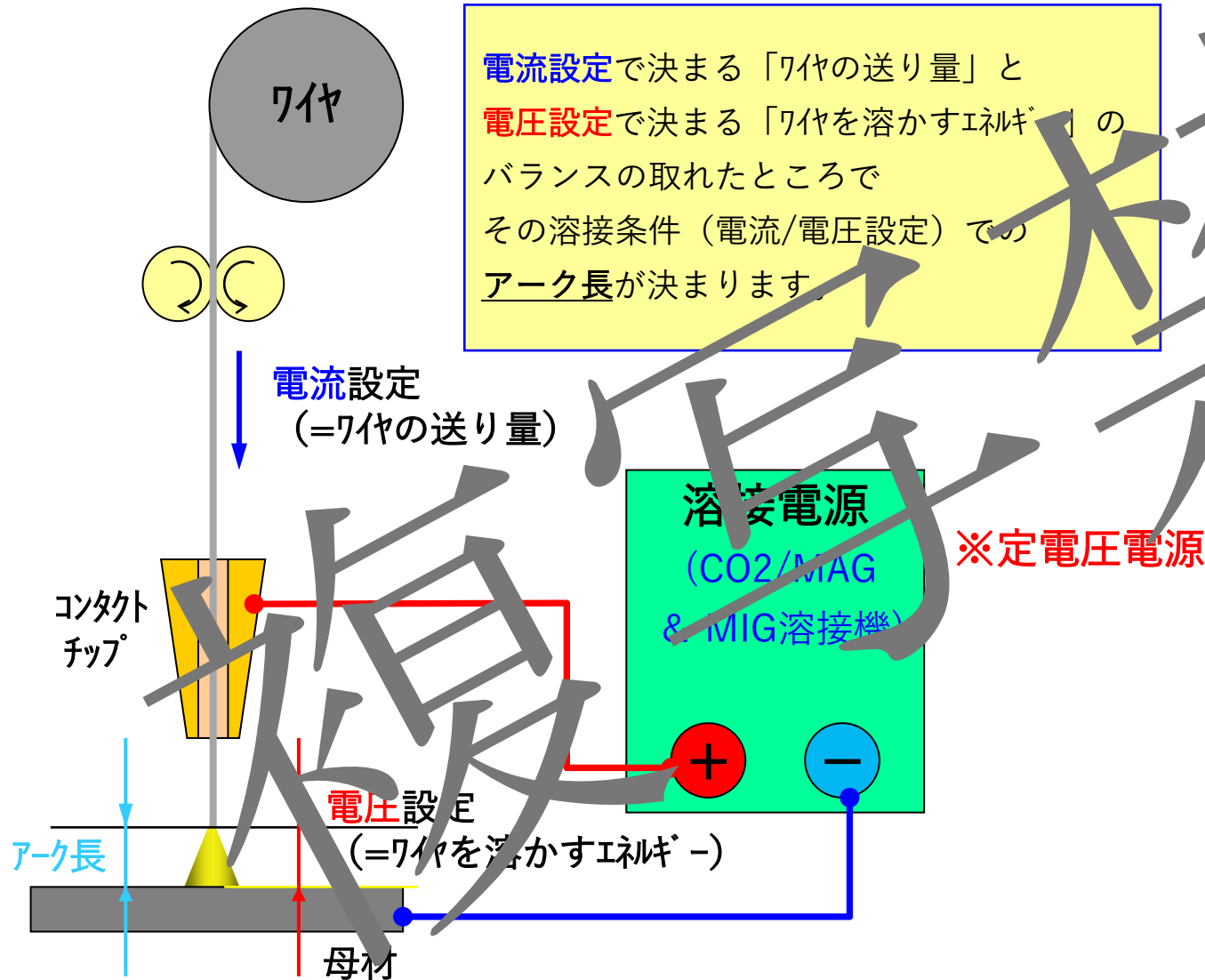
使用電流 = 約271 A

(例 2) フルデジタル溶接機：350VR1 で、300 A で溶接するときの、許容使用率 を計算しなさい

$$\text{許容使用率(\%)} = \frac{(350)^2}{(300)^2} \times 60(\%)$$

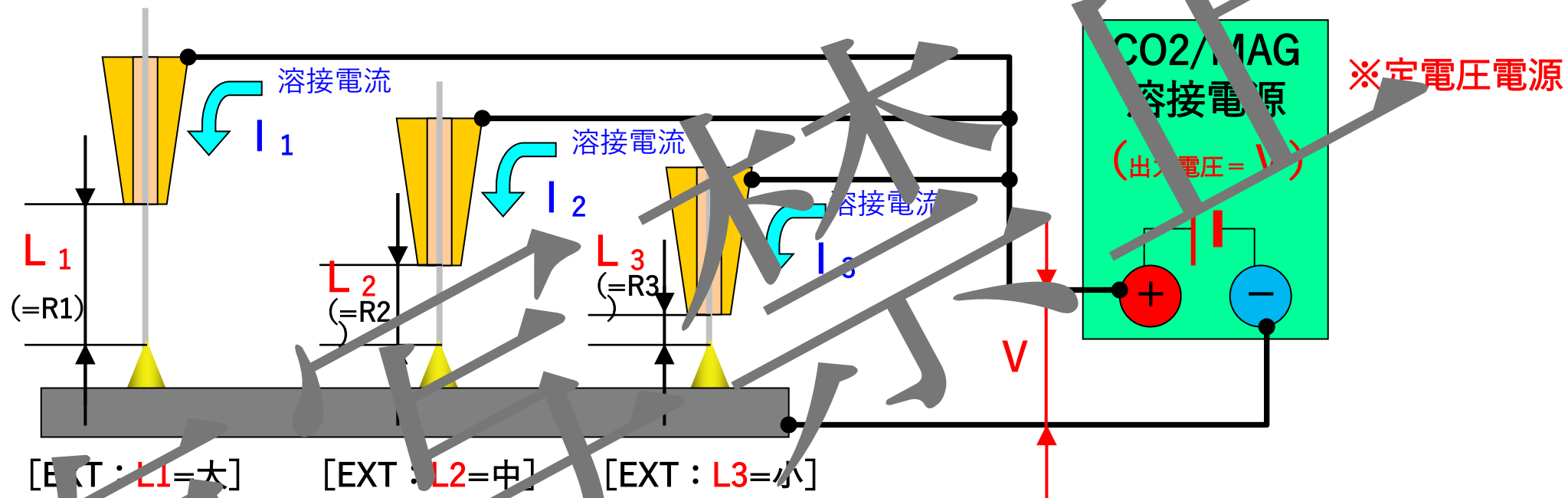
許容使用率 = 約81.7%

1 4、溶接の知識 ①溶接電流 / 電圧 の 設定（UP/DOWN）とアーク長の関係



	UP/DOWN	働き	アーク長
電流設定	UP ↑	ワイヤの送り量 増大	短くなる
	DOWN ↓	ワイヤの 送り量 減少	長くなる
電圧設定	UP ↑	ワイヤを 溶かす エネルギー 増大	長くなる
	DOWN ↓	ワイヤを 溶かす エネルギー 減少	短くなる

1 4、溶接の知識 ②ワヤ突出し長 (EXT.) と溶接 (出力) 電流の関係



<考え方>

ワヤ突出し長 : $L_1 > L_2 > L_3$
(突出しワヤ分抵抗値 $R_1 > R_2 > R_3$)

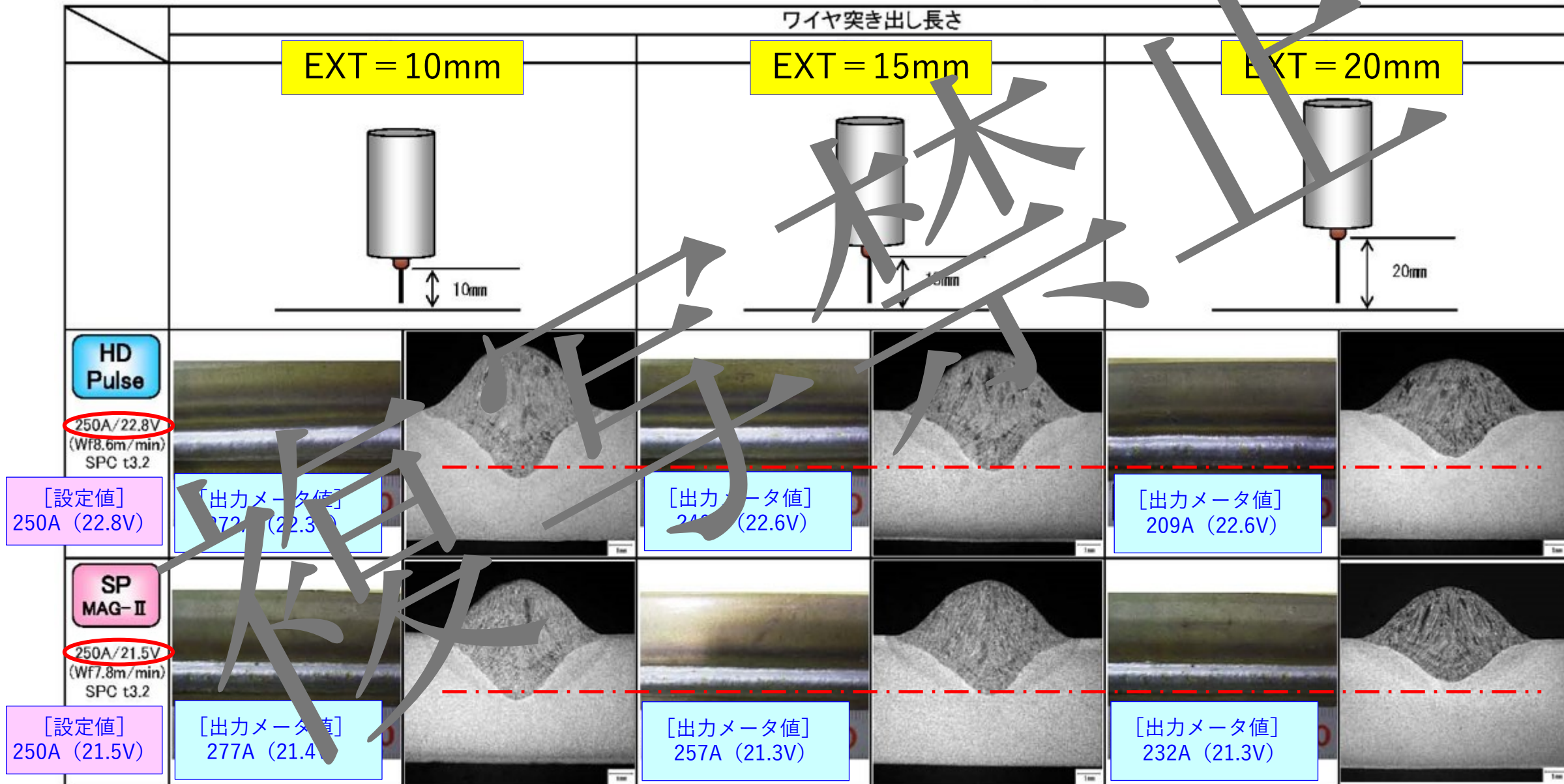
ここで $I = V / R$ (オームの法則) より

溶接出力電流 : $I_1 < I_2 < I_3$

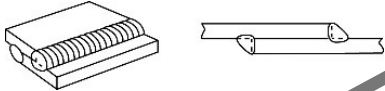
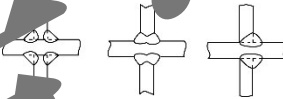
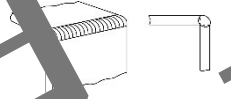
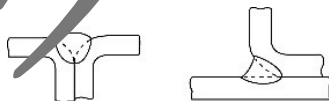
◎設定条件が同一であれば
ワヤ突出し長(EXT.)が長い程
溶接出力電流は低下する。

1 4、溶接の知識

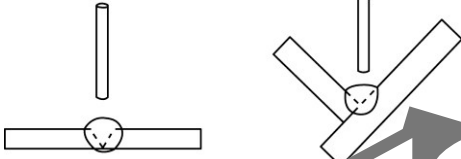
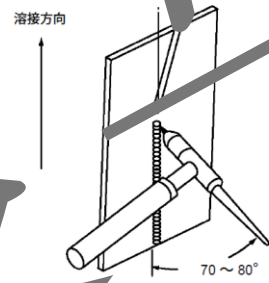
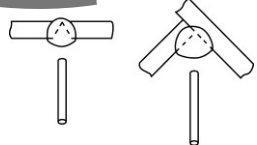
[参考] ワイヤ突出し長の変化と出力電流 (& 溶け込み)



15、溶接用語 ①溶接継手

名称	図	定義
突合せ継手		母材がほぼ同一面内の溶接継手。
重ね継手		母材に一部を重ねた溶接継手。
T継手		一つの板の端面を他の板の表面に載せて、T形のほぼ直角となる溶接継手。
十字継手		図のように十字形となる溶接継手。
角（かど）継手		2母材をほぼ直角にL字形に保つ、その角の溶接継手。
せぎり継手		重ね継手の一方の部材に段を付け、母材面がほぼ同一平面になるようにした溶接継手。
へり継手		二つ以上のほぼ並行に重なっている母材端面間の溶接継手。
フレア継手		円弧と円弧、又は円弧と直線とで出来た開先形状の継手。

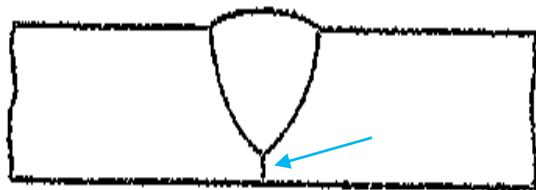
1 5、溶接用語 ②溶接姿勢

名称	記号	図	定義
下向姿勢	F (Flat)		溶接軸がほぼ水平な継手に対し、上方から下を向いて行う溶接姿勢。
横向姿勢	H (Horizontal)		溶接軸がほぼ水平な継手に対し、横方向にビードを置く溶接姿勢。図のうち、右端のものを特に水平すみ肉姿勢と言う。
立向姿勢	V (Vertical)		溶接軸がほぼ鉛直な継手に対し、上又は下から鉛直にビードを置く溶接姿勢。下から上に向かって行う溶接を上進溶接といい、上から下に向かって行う溶接を下進溶接と言う。
上向姿勢	O (Overhead)		溶接軸がほぼ水平な継手に対し、下方から上を向いて行う溶接姿勢。

全姿勢・・・下向、横向、立向、上向の全ての姿勢の総称

1 5、溶接用語 ③溶接欠陥

溶込み不良



母材と母材が溶け込んでいない

ピット (ピンホール)



ビードの表面に生じた小さなくぼみ

気孔 (ブローホール)



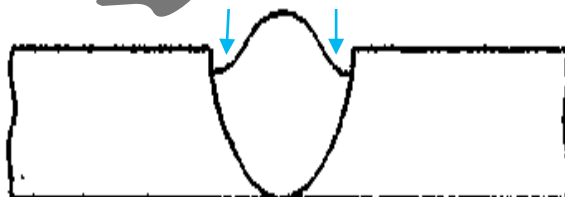
溶接金属中に生じる球状の空洞

スラグ巻き込み



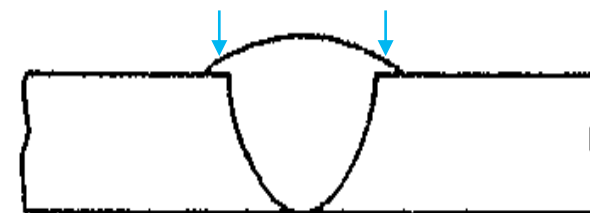
溶接金属中又は母材との融合部にスラグが残ること

アンダーカット



溶接の止端に沿って母材が掘られて、溶着金属が満たされないまま溝となに残っている部分

オーバーラップ



溶着金属が止端で母材に融合しないで重なった部分

The background is a dark blue field filled with a pattern of lighter blue geometric shapes, including squares and semi-circles, some of which are partially overlapping. The shapes are scattered across the entire frame, creating a textured, abstract effect.

Panasonic CONNECT