

## 1. エンジン溶接機

アーク溶接法が日本に導入されてから約1世紀以上となり、その間、溶接機は飛躍的な発展を遂げ日本の産業発展の大きな原動力となってきました。

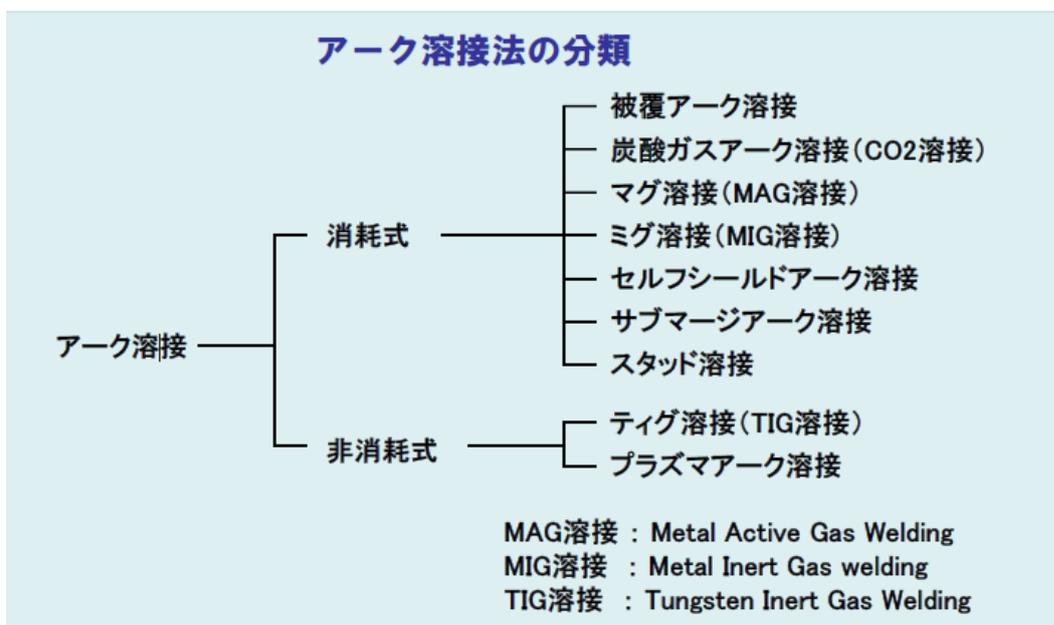
当初、溶接作業といえばほとんどが工場内に限られていましたが、作業の多様化に伴い野外での溶接作業が増大し、電源のない現場で簡単に溶接作業が行える溶接機が求められました。

デンヨーは、昭和34年に日本で初めて小型軽量のエンジン溶接機の実用化に成功しました。以来、デンヨーはエンジン溶接機のパイオニアとして独自の技術を確立し、数多くの優秀な製品を開発してきました。

溶接作業の合理化、高能率化を追求し、低燃費、低騒音、多機能化を実現した数々の製品は、日本の、そして世界のユーザーの信頼を集めています。これからもデンヨーは、時代を先取りした製品の研究、開発をより活発化し、トップメーカーとしての社会的責務を遂行し、社会の発展に貢献してまいります。

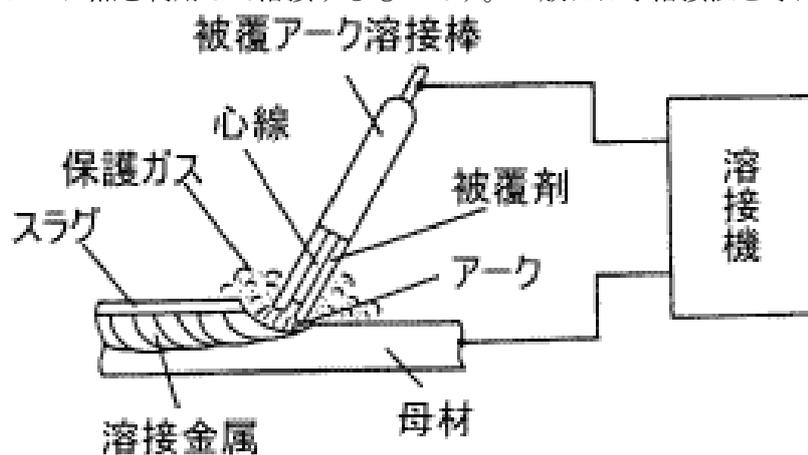
## 2. アーク溶接法の分類

アーク溶接法とは、電源から得られる電力によって、溶接物と電極間にアークを発生させ、そのアーク熱(約 6,000℃)を利用して金属を接合する方法です。その際、アーク熱により電極材料が消耗する消耗式と消耗しない非消耗式に大別されます。



### (1) 被覆アーク溶接法

被覆アーク溶接法は被覆材を塗布した溶接棒を電極として母材との間にアークを発生し、そのアーク熱を利用して溶接するものです。一般には手溶接法と呼ばれています。

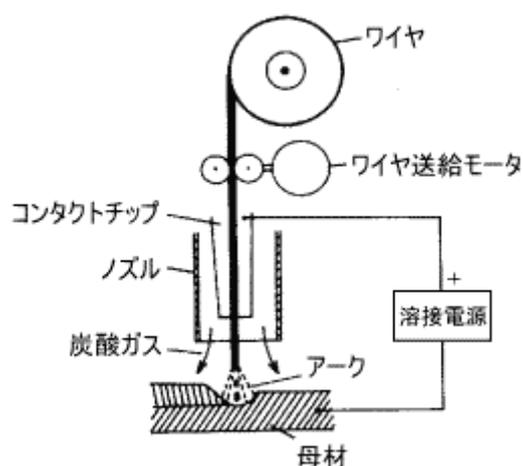


### 被覆アーク溶接法の原理

## (2) 炭酸ガスアーク溶接法

炭酸ガスアーク溶接法は、溶接棒の代わりにコイル状に巻かれた溶接ワイヤが、送給ローラによりトーチ先端に送られます。

このワイヤは、トーチ先端のコンタクトチップで通電され、炭酸ガスの雰囲気中で母材との間にアークを発生し、その熱で母材とワイヤを連続的に溶かし溶接する方法です。炭酸ガスの代わりにマグガス(一般的にはアルゴンガス 80%と炭酸ガス 20%の混合ガス)を使用するものをマグ溶接、アルゴンガス 100%を使用するものをミグ溶接と呼びます。

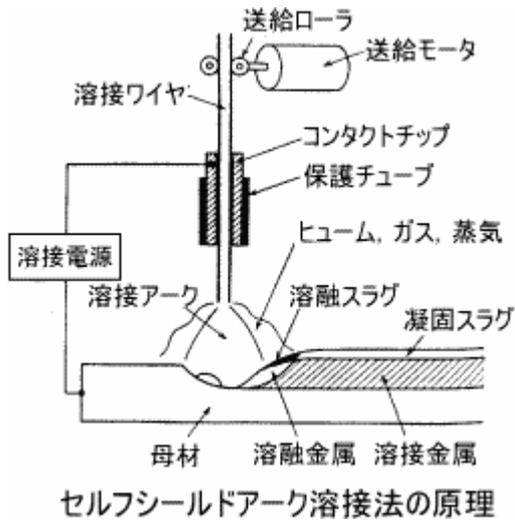


炭酸ガスアーク溶接法の原理

## (3) セルフシールドアーク溶接法

セルフシールドアーク溶接法は、ノーガスアーク溶接やノンガスシールドアーク溶接などいろいろな呼称で呼ばれていますが、現在ではセルフシールドアーク溶接に統一されています。

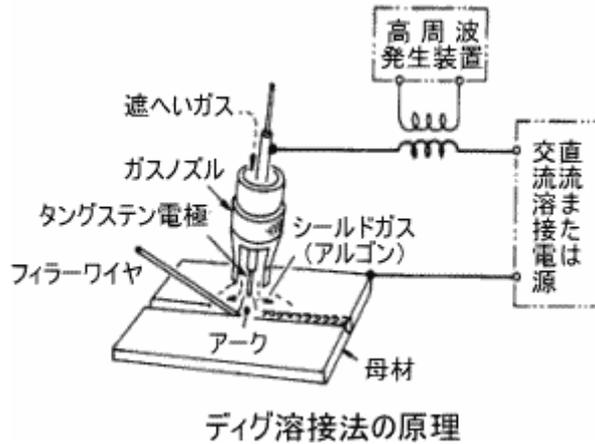
セルフシールドアーク溶接は、炭酸ガスアーク溶接法やサブマージアーク溶接法によく似ていますが、アーク部に外部からフラックス及びガスを供給することなく溶接する方法です。すなわち、チューブ状の溶接ワイヤに脱酸材とフラックスを装填してあり、アーク発生とともにアーク柱および熔融池を外気の酸素や窒素から保護して行う溶接法です。



#### (4) ティグ溶接法

ティグ溶接法は、タングステン電極と被溶接物との間にアークを発生保持し、このアーク部を不活性ガスでシールドして溶接する方法です。不活性ガスとしては一般にアルゴンガスが用いられます。タングステン電極はほとんど消耗せず、単にアークを出すための電極として用いられますので、ごく薄板の場合を除いて溶融部の金属を補うためにフィラーワイヤ(溶加棒)が使用されます。

ティグ溶接法はあらゆる種類の金属の溶接が行えますが、ステンレスの溶接には直流が、アルミの溶接には交流の溶接電源が使用されます。

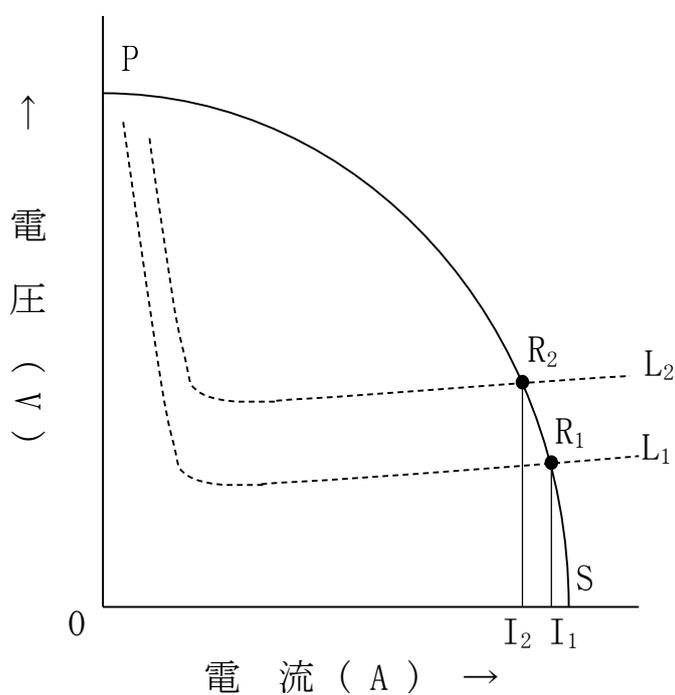


### 3. アーク溶接機に必要な特性

アーク溶接機はアークを負荷として、これに電力を供給するための電源装置です。したがって、アークを安定に発生維持させるために、各種溶接法に適した次の特性を備えています。

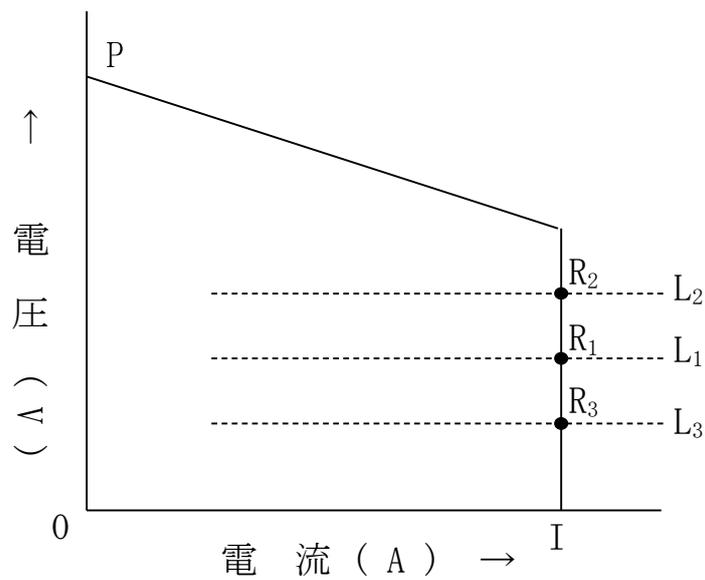
#### (1) 垂下特性

垂下特性とは、手溶接に代表される電源特性であり、電流が増加すると溶接機の出力電圧が下がる特性です。垂下特性の特徴は溶接中にアーク長が少し変化しても電流はあまり変化せず、安定したアークを維持できることです。



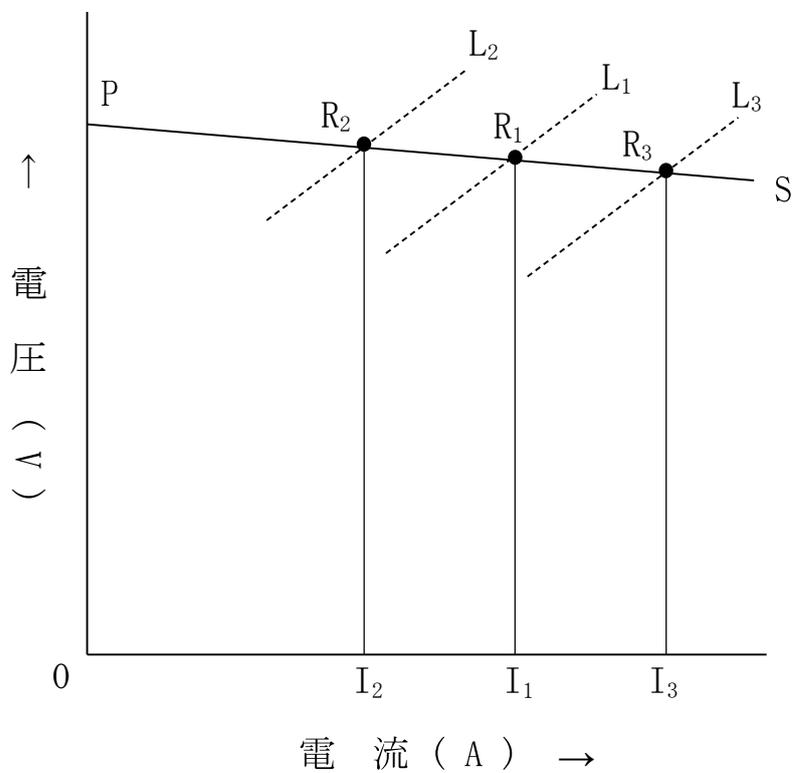
#### (2) 定電流特性

定電流特性とは垂下特性の特性曲線の垂下度をさらに急峻にほぼ垂直としたものです。定電流特性の特徴はアーク長の変動にかかわらずほぼ一定の電流で溶接できますので、母材の熔融状態が安定して、均一な溶接結果が得られることです。



**(3) 定電圧特性**

炭酸ガスアーク溶接、マグ溶接、ミグ溶接のように細径のワイヤに大電流を通じ高速に自動供給されるものに使われます。定電圧特性の特徴は、溶接中にアークが変動しても溶接電流の増減によりワイヤの溶融速度が増減して、常にアーク長を一定に保つことです。



## 4. エンジン溶接機の使用

アーク溶接機はアークを負荷として、これに電力を供給するための電源装置です。したがって、作業に合わせた溶接機を選びます。

### (1) 溶接作業 (被覆アーク溶接)

#### ① タンク・管溶接

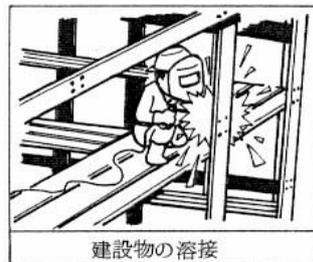
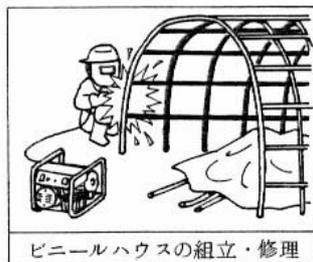
高度な技術が要求され、溶接部分は非破壊検査が行われ針の穴程度のピンホールでも溶接のやり直しとなります。すなわち、溶接作業において安定したアーク性能が要求されます。(水道、ガス管溶接、油・水タンク溶接、パイプラインの溶接)

#### ② 重量鉄骨溶接

強度な溶接品質が要求され、溶接作業においては高電流で強いアークが要求されます。(産業機械の現場溶接、砂利採集機・ブルドーザ等の肉盛溶接、大橋梁・船舶・車両等の溶接、建築物の基礎工事溶接、通信・電力等鉄塔の溶接。)

#### ③ 軽量鉄骨溶接

アーク特性についてはあまり要求されませんが、アーク切れについては作業能率が低下しますのでアーク切れの少ない機械が要求されます。(サッシ・シャッターの取り付け溶接、フェンス・小物取り付け工事、農機具等の溶接)



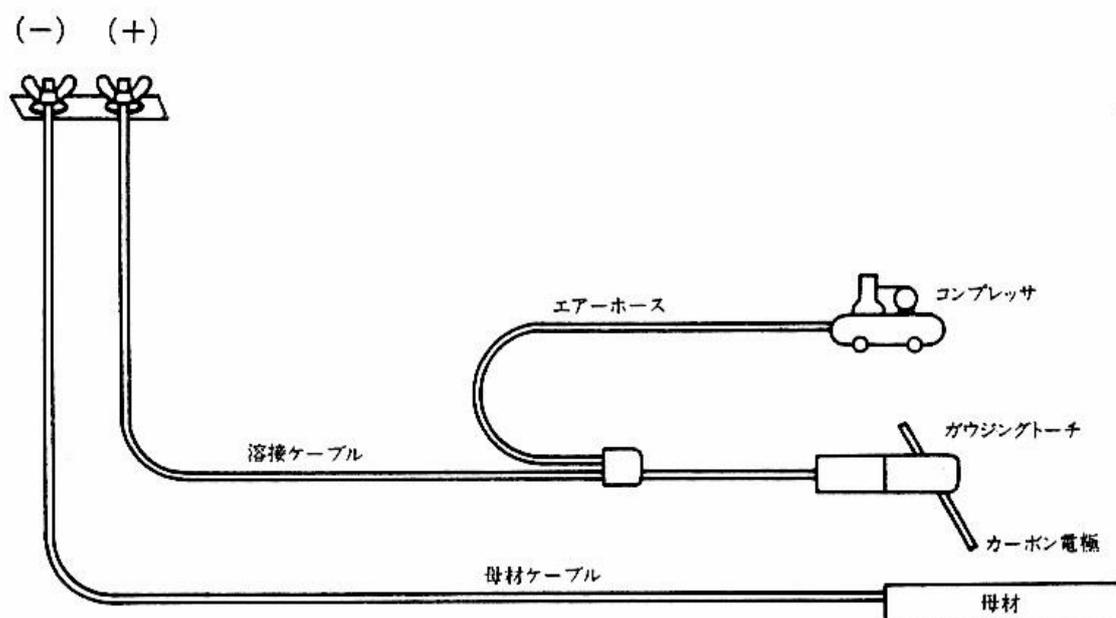
## (2) 溶断作業（アークエアガウジング）

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ジェットによって溶融金属を吹き飛ばす方式です。

ハツリ作業、切断、穴開などに利用されます。

### 【参考：アークエアガウジング法】

アークエアガウジングを行うには、ガウジング用トーチ及びエアコンプレッサが必要です。エアは一般に 0.5～0.7MPa、500L/min(3.7kw)以上が必要です。エアホースは圧力に合ったものをご使用ください。



### 直流アークエアガウジング法の接続例

直流アークエアガウジング法は、棒プラスの極性で行います。

## 5. エンジン溶接機の特長と溶接法

### (1) エンジン溶接機の特長

エンジン溶接機は、他の商用電源を使用する溶接機に比べ、エンジンを動力源としており、その特異性から次の特長があります。

#### ① 現場の状況に柔軟に対応できる

- 商用電源が不要で、配線など事前準備もいらない
- 市街地や夜間での作業も可能である(特に、防音型)
- 一般に交流の補助電源を有しており、各種電動工具をはじめ、大型機ではエンジン発電機としても使用できる

#### ② トータルランニングコストが割安である

- 商用電源を引くための面倒な手続き、及び工事が不要である。
- 基本料金が不要である（商用電源は使用頻度に関係なく基本料金が必要）。
- ディーゼルエンジンの搭載により低燃費化が図れる。
- スローダウン装置により燃費の効率化が図れる。

#### ③ 安全設計で優れた溶接品質が確保できる

- 直流アーク溶接法の採用により、電撃の心配が少なく安心して使用でき、かつ、過酷な屋外での溶接品質が確保できる。

#### ④ 運転操作・メンテナンスが容易である

- 自動車と同じ始動・停止操作により使用できる。
- 油圧低下、水温上昇（水冷式）等のセンサーを備えており、万一の場合、非常停止装置が作動するので安心して運転できる。
- ワンサイドメンテナンス方式のエンジンの採用と、ワンタッチで開閉できる大型ドアにより、始動点検やメンテナンスが容易にできる。また発電機には、メンテナンスフリーのブラシレス発電機が採用されている。

### (2) 被覆アーク溶接法の特徴

#### ① 被覆アーク溶接法の特長として

- 炭素鋼を初めとして低合金鋼、ステンレス鋼、ニッケル合金、銅合金、鋳鉄など幅広く利用できる。
- 取り扱いが簡単である。
- 溶着金属の機械的性質が優れている。

- 溶接棒ホルダーが軽く、移動が楽なため、広範囲の作業に適用できる。
- 比較的風に強い。

などの理由から、屋外の溶接作業では、ごく一般的な溶接法であると共に、最も多くの産業分野で使用されています。

## ② 被膜アーク溶接棒

被覆アーク溶接棒は、下図に示す構造をしており、心線と呼ばれる金属線の周囲に同心状に被覆剤を塗布したものです。寸法は、JIS では心線の直径と長さで規定しており、例えば軟鋼用被覆アーク溶接棒では直径 1.6～8.0mm、長さ 230～900mmとなっています。



軟鋼用被覆アーク溶接棒の構成

溶接棒は大気中に放置すると、水分を吸収してブローホールの発生、スパッタの増加、われなどの欠陥を生じるおそれがあり、また、アークの不安定原因ともなります。溶接棒は十分に乾燥しているものをご使用ください。

## (3) 電源による分類法（直流アーク溶接法と交流アーク溶接法）

電気の種類には直流と交流があります。アーク溶接機も直流を電源としたものと交流を電源としたものがあります。

溶接の発達初期においては、直流アーク溶接法が多く用いられていました。その後、被覆アーク溶接棒の発達により、交流でも安定してアーク溶接を発生維持できるようになったため、交流アーク溶接法が広く用いられるようになりました。

しかし、屋外での溶接作業においてはアークの安定性などから、直流アーク溶接が採用されています。

● 直流アーク溶接法と交流アーク溶接法の比較

項目	直流アーク溶接法	交流アーク溶接法
アークの安定	○ 優 秀	やや劣る
極性効果の利用	○ 可 能	不可能
裸棒の使用	○ 可 能	不可能
磁気吹き	ある	○ ほとんどない
無負荷電圧	○ やや低い	高い
電撃の危険	○ 少ない	多い
溶接機の価格	高い	○ 安い
質量(重量)	重い	○ 軽い

(4) 仕様緒元の解説

アークを通じて流れる電流を溶接電流といい、その時に溶接棒と母材との間にかかっている電圧をアーク電圧といいます。またアークをだしていない状態を無負荷といい、その時の溶接棒と母材との間にかかっている電圧を無負荷電圧といいます。

① 定格出力電流

定格出力電流とは、標準大気状態（気温 25℃、気圧 100kPa、相対湿度 30%）において溶接機を定格回転速度、定格負荷電圧、定格使用率で運転した場合に流すことができる最大の電流をいいます。

② 出力電流

溶接機の出力端子から溶接ケーブルを通して、アークに流れる溶接電流をいいます。

③ 定格負荷電圧

定格負荷電圧とは、溶接機を定格回転速度において定格出力電流を通じた場合の溶接機の出力端子における負荷電圧をいい、その値は次式によります。

$$E = 20 + 0.04 I \quad (\text{ただし、} I \leq 600A)$$

E : 定格負荷電圧 (V)

I : 定格出力電流 (A)

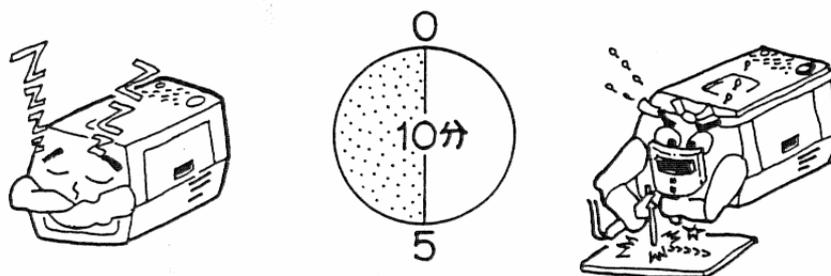
(なお、JISC9300—1 アーク溶接電源では、標準負荷電圧として規定されている。)

④ 定格使用率

溶接作業は連続で行うことはほとんど無いので、多くの場合、溶接機は定格使用率を40～60%に制限し、機械の特長である可搬性や機動性に重点をおいて、小型・軽量に設計されています。

使用率とは、10分間を周期として、アーク溶接をする時間をこの10分間に対する割合（百分率）で表したものです。例えば、使用率50%とは、10分間周期のうち5分間アーク溶接を行い、5分間アーク溶接を休止して使用するという意味です。

また、定格使用率とは、定格負荷電圧で定格出力電流を流すときの使用率をいい、実際使用の場合の使用率とは必ずしも一致しません。（通常、屋外作業で使用される溶接機の使用率は20～30%程度です。また、溶接棒一本の溶接時間は1～2分です。）



使用率50%の場合

**【許容使用率】**

使用する出力電流に応じて、変化する使用率を許容使用率といい、その値は次の式で計算されます。

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

ただし、使用率が低いからといって、エンジン溶接機の最大電流を超える使用はできません。

● 溶接電流と使用率

定格電流 (A)	定格使用率 (%)	種々の使用率における溶接電流 (A)							
		30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
80	30	80	69	62	56	52	49	46	43
140	50		157	140	128	118	111	104	99
180	50		201	180	164	152	142	134	127
220	50		246	220	201	186	174	164	156
250	50		280	250	228	211	198	186	177
300	50		335	300	274	254	237	224	212
350	60			383	350	324	303	286	271
400	60			438	400	370	346	327	310
450	60			493	450	417	390	367	349

例えば、定格出力電流 250A、定格使用率 50%の溶接機を 200A で溶接する場合、表より許容使用率 80%となり、8 分間溶接して 2 分間休む状態で溶接作業を行っても、発電機が過熱することはありません。ただし、機種によって溶接電流の制御方法が異なり、許容使用率が上表では求められないものもありますので、機械に添付されている取扱説明書を参照してください。

なお、デンヨーエンジン溶接機は、溶接出力の制御素子 (IGBT 等) のヒートシンク部に温度センサーを装備し、設定温度以上になると溶接出力をカット又はエンジンを非常停止させる保護装置を装備しており、発電機や制御素子の過熱による不具合を防止しています。  
(ただし、GAW-135 を除く)

## 6. 溶接作業について（被覆アーク溶接）

溶接に関しては我流を避け、正しい条件で溶接することが必要で、何よりもまず溶接欠陥をつくらないようにしなければなりません。そのためには、溶接技能者はできる限り自由な作業のできる位置を定めなければなりません。不自然な姿勢で作業を行えば、作業能率が減退するばかりでなく、その溶接品質も良好なものが得られないのは当然です。溶接姿勢としては下向、立向、横向、上向などがありますが、下向が最も安定で、溶接結果も最良なものが得られます。

溶接に当たっては、溶接部のサビ、ペンキ、ゴミなどを綺麗にとっておかなければなりません。更に、母材のアースの接続が悪いと溶接電流が変動してアークが不安定となるなど、いろいろ不都合を生じるので、アース線を確実に接続しなければなりません。

また、安全対策として、溶接用のケーブル、ホルダー、ハンドシールド、ヘルメット（保護の遮光ガラス）、皮手袋、前掛、腕カバー、足カバーなど完全になっていなければなりません。

### （1）溶接棒と適用

溶接棒	種類	適用
B-10	イルミナイト系	一般構造物の溶接
TB-24	ライムチタニア系	建築、橋、その他の重量構造物
Z-44	ライムチタニア系	軟鋼を用いる車両、軽量鉄骨、建築などの一般構造物
LB-52	低水素系	490MPa 級高張力鋼用、建築、橋、その他重構造物
LB-106	低水素系	600MPa 級高張力鋼用、圧力容器、橋、海洋構造物
PB-3	特殊系	自動車、サッシ、ドア、軽量鉄骨、薄鋼板のせん溶接
RB-26	高酸化チタン系	薄板構造物の溶接、厚板構造物の化粧溶接
NC-38L	ライムチタニア系	12-8 ステンレス鋼の溶接
HF-500	ライム系	土木機械の肉盛溶接

（注）表示記号はメーカーによって異なります。

溶接棒の被覆剤に湿気は禁物です。吸湿すると、被覆剤がはがれやすく、アークが不安定になります。また、水素の影響で、溶着金属の機械的性質が悪くなり、ブローホール、割れなどの発生原因ともなりスパッタも多くなります。

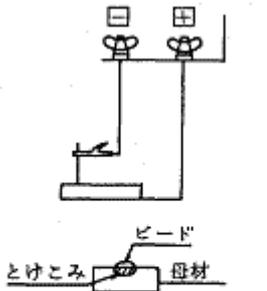
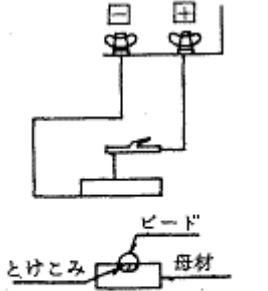
したがって、溶接棒は使用前に乾燥を行うのが標準作業となっており、その乾燥は、低水素系で 300～350℃にて約 1 時間、その他のものでも 70～100℃にて約 1 時間乾燥庫または保温庫にて行います。

① 溶接棒と適正電流値（下向）

種類	溶接棒の太さ (φ-mm)						
	2.0	2.6	3.2	4.0	4.5	5.0	6.0
B-10	35-55	55-85	80-120	120-170	145-200	170-240	230-300
TB-24	40-60	65-100	100-140	140-190	170-230	200-260	250-330
Z-44	30-60	60-100	100-140	140-190		190-250	250-330
LB-52		55-85	90-130	130-180	150-210	180-240	250-310
LB-106			90-130	130-180		180-240	250-320
PB-3	70-110	90-130	140-170				
RB-26	30-65	45-95	60-130	105-160		150-220	200-280
NC-38L	25-55	50-85	70-110	95-145		135-180	160-210
HF-500			90-130	140-180		190-240	220-300

(注) 一般に、立向姿勢では下向姿勢の 20~30%減、上向姿勢では 10~20%減の比較的弱めの電流値をとります。

(2) 極性効果の利用法

極性	棒マイナス (正極性)	棒プラス (逆極性)
溶接法	 <p>(+)……アース(母材) (-)……溶接棒ホルダ</p>	 <p>(+)……溶接棒ホルダ (-)……アース(母材)</p>
適応 溶接例	構造用鋼材および厚板溶接	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 肉盛溶接</li> <li>● 薄板溶接</li> <li>● ステンレスの溶接</li> <li>● アークエアークラウジング</li> </ul>

(注) 溶接棒は、溶接性能を満足させるため、棒マイナス又は棒プラスの指定があるものがあります。それらは指定の極性で溶接しなければなりません。

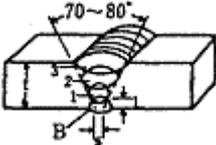
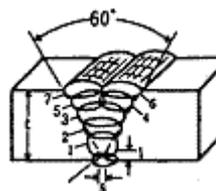
(3) 被覆アーク溶接法の溶接条件

① 下向I形突合せ継手の溶接条件

ビードの盛りかた	板厚 (t)(mm)	ルート間隔 (S)(mm)	使用棒径 (mm)	溶接電流 (A)	ビード数
	1.6	0	2.6	60±10	1
	2.3	0	3.2	110±10	1
	3.2	1.5	3.2	120±10	1
	4.5	2.0	4.0	150±10	1
	6.0	2.0	4.0	160±10	1.2
	9.0	2.5	4.0	190±10	1.2※

※深溶込み溶接棒を用いる。

② 下向V形突合せ継手の溶接条件

ビードの盛りかた	板厚 (t)(mm)	ルート間隔 (S)(mm)	使用棒径 (mm)	溶接電流 (A)	ビード数
	4.5	1.0	3.2	110±10	1
			4.0	160±10	2・B
	6.0	1.0	3.2	110±10	1
			4.0	160±10	2・B
			4.0	160±10	1…4・B
	9.0	1.5	4.0	160±10	1・B
5.0			210±10	2・3	
	12.0	1.5	4.0	160±10	2…5・B
			4.0	160±10	1・B
			5.0	210±10	2…4
	16.0	2.0	4.0	160±10	1…B
			5.0	220±10	2…7
			4.0	160±10	1・2・B
	19.0	2.0	6.0	270±10	3…5
			4.0	160±10	1・2・B
			6.0	290±10	3…7

(注) Bは裏溶接で1層盛。なお表中溶接棒の項に2種以上の棒径を記してあるもの(た

たとえば 4.0mm、5.0mm または 4.0mm、6.0mm など) は両者を併用する意味であり、またビード数の項に 1・B、2・・・4 と記してあるものは第 1 層と裏溶接と棒径 4mm で、2 層から 4 層まで棒径 5mm で行う意味である。以下同じ。

#### (4) 溶接ケーブルの選定

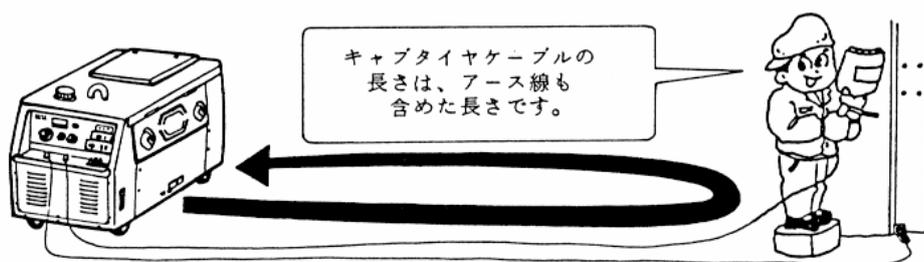
溶接ケーブルは地面を引きずり回すことが多いので、丈夫で柔軟な溶接用キャブタイヤケーブルを使用してください。また、長さに応じた太さの推奨ケーブルより細かいケーブルを使用すると、ケーブル自身の抵抗によって溶接電流が確保できなくなるだけでなく、溶接ホルダと母材間の電圧が低下してアークが不安定となって溶接作業がやりにくくなります。また、溶接ケーブルにキズ等の絶縁不良が発生すると、アークの不安定原因となるばかりでなく、短絡事故や漏電の危険が発生するので使用しないようにするか、自己融着テープ等を使用し完全に補修しなければなりません。

溶接ケーブルの太さは、長さで溶接電流から下表を目安として、これ以上の太さのものを選定してください。なお、溶接ケーブルはとぐろ巻きにしないこと。電圧降下が大きくなりアークの不安定原因となります。また、外傷を受けるおそれがある場所に施設する溶接ケーブルには、適当な防護装置を設ける必要があります。

(単位：mm<sup>2</sup>)

電 流	ケーブル長さ (往復)			
	40mまで	60mまで	80mまで	100mまで
50A	14	14	14~22	22
100A	22	22	30	30~38
150A	22~30	30~38	38~50	50
200A	30	38~50	50~60	60~80
250A	30~38	50	60~80	80
300A	30~38	60	80	80~100
350A	50	60~80	80~100	100

(注) 上表の溶接ケーブル太さは、電圧降下を約 5V、使用率 40~50% で選定している。



## 7. その他

### (1) 溶接又は切断電源と遮光プレートとの関係

アーク溶接は強烈な可視光線のほかに、目に有害な紫外線や赤外線を多量に放射します。そのため、この有害光線を直視すると、紫外線は急激に結膜炎及び角膜炎を起こします。すぐには痛みを感じませんが、手当てが遅れたり、注意をおこたると視力を弱め、時には失明することさえあります。このような有害光線を防ぐために、溶接技能者や補助者は遮光保護具を使うとともに、遮光幕やつい立で周囲を囲い、他の作業者を保護することが義務付けられています。目の炎症に対する応急手当は、冷水で目を洗い、冷湿布を施し、早急に医師の手当を受けることです。

#### ① 被覆アーク溶接

- 溶接電流と遮光度の関係

溶接電流	30A 以下	30～100A	100～300A	300～500A
遮光度	No. 5～6	No. 7～9	No. 10～12	No. 13～14

ティグ溶接は被覆アーク溶接に比べ輻射熱が強く同じ電流値であっても遮光度の高いものを使用する必要があります。

#### ② エアープラズマ切断

- 切断電流と遮光度の関係

	接触切断	非接触切断		
切断電流	10～50A	10～30A	30～50A	50～70A
遮光度	No. 4～6	No. 5～7	No. 6～8	No. 8～9

### (2) 自動電撃防止装置

交流アーク溶接機では直流アーク溶接機に比較して無負荷電圧が高いなどから使用場所を定めて電撃防止装置の使用が義務付けられています（労働安全衛生規則第 332 条）。

\*労働安全衛生規則 332 条（抜粋）

交流アーク溶接機用自動電撃防止装置

事業者は、船舶の二重底若しくはピークタンクの内部、ボイラーの胴若しくはドームの内部等導電体に囲まれた場所で著しく狭いところ又は墜落により労働者に危険を及ぼす恐れのある高さが 2m 以上の場所で鉄骨等導電性の高い接地物に労働者が接触する恐れがあるところにおいて、交流アーク溶接（自動溶接を除く）の作業を行う時は、交流アーク溶接機用自動電撃防止装置を使用しなければならない。

### (3) 溶接棒等のホルダー規格 (安衛則 331 条)

事業者は、アーク溶接等（自動溶接を除く）の作業に使用する溶接棒等のホルダーについては、感電の危険を防止するために必要な絶縁効力及び耐熱性を有するものでなければ、使用してはなりません。

- 被覆アーク溶接用溶接棒ホルダーの種類 (JIS C 9300-11:2008)

#### JA.1-ホルダーの寸法要求 (タイプ J)

ホルダーの定格電流 (A)	つかみ得る溶接棒径の 最小範囲 (mm)	溶接ケーブルの断面積の 最小限の適合範囲 (mm <sup>2</sup> )
125	1.6~3.2	14~22
150	3.2~4.0	22~(30)
200	3.2~5.0	(30)~38
250	4.0~6.0	38~(50)
300		
400	5.0~8.0	60~(80)
500	6.4~(10.0)	(80)~100

(注) 括弧内の数値は、JIS Z 3211「軟鋼用被覆アーク溶接棒」及び JIS C 3404「溶接用ケーブル」に規定されていないものである。

(備考1) 定格電流とは、使用率 60%において、ホルダーが許容温度を超えない製造業者が指定する電流。

(備考2) ホルダーを使用率 35%において使用する場合、電流は表の一行次の大きい値を用いてもよい。この場合の最高電流は 600A とする。

(備考3) タイプ J とは、ホルダー寸法要求に、我が国固有の規定を適用したタイプであり、その旨、ホルダーに表示される。