

特性

	交流アーク溶接機	直流アーク溶接機
出力制御方式	可動鉄心式	インバータ式
出力特性	垂下特性	定電流特性
アーク切れ	発生しやすい	発生しにくい
磁気吹き	起こりにくい	起こりやすい
拡散性水素量	(基準)	交流より高くなる
スパッタ発生量	(基準)	交流より増える

構造

	交流アーク溶接機	直流アーク溶接機
質量	大きい	小さい
外形寸法	大きい	小さい
保守・点検	容易	複雑
堅牢性	高い	低い

設備・コスト

	交流アーク溶接機	直流アーク溶接機
入力電力	大きい	小さい
効率	低い	高い
周波数（50Hz/60Hz）	単一周波数専用	両用
相数	単相	単相/三相両用あり
溶接機価格	安い	やや高い（※）
ランニングコスト	高い	低い

（※）機種に依存する

安全

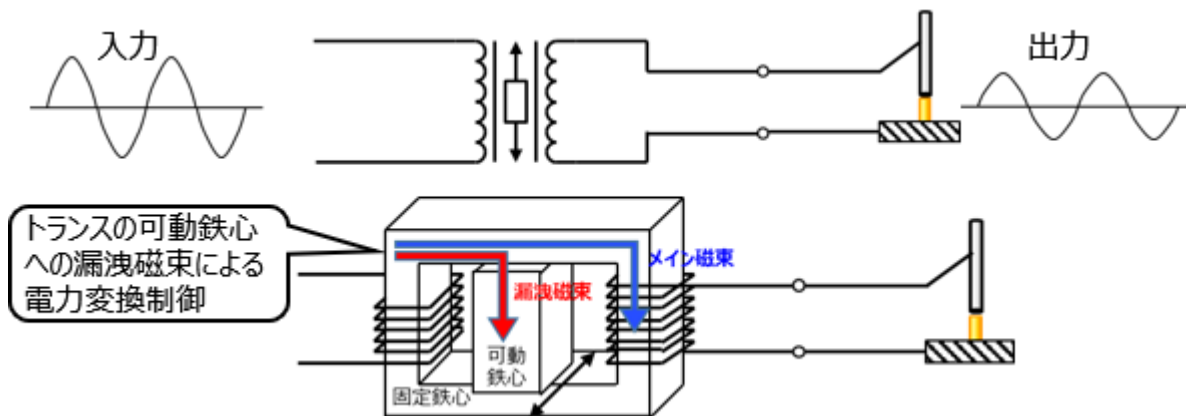
	交流アーク溶接機	直流アーク溶接機
感電時の危険	高い	低い
電撃防止装置の使用	関連法規あり	関連法規なし

出力制御方式

交流アーク溶接機

- ・ 可動鉄心方式

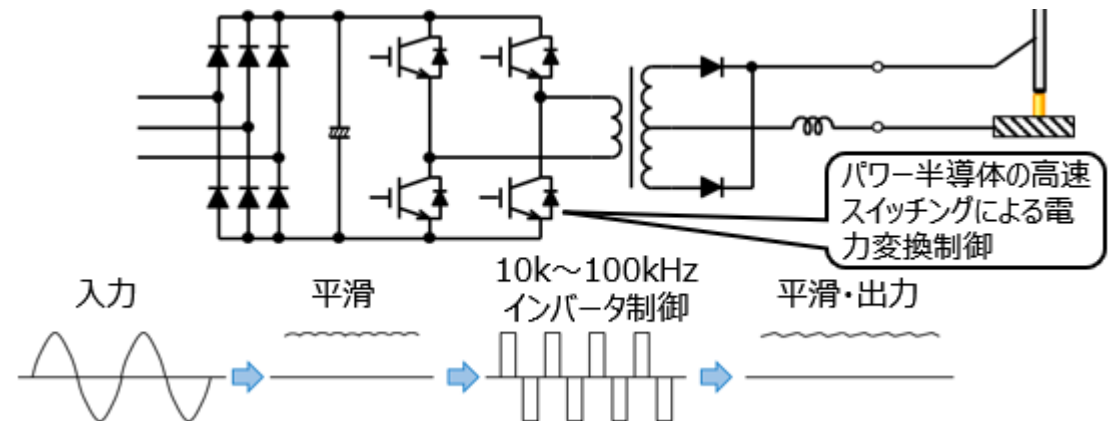
交流アーク溶接機は可動鉄心型トランスの可動鉄心をハンドルで出し入れして、固定鉄心の磁束を可動鉄心側へ漏洩させることで出力調整を行う方式である。



直流アーク溶接機

- ・ インバータ制御方式

現在流通している直流アーク溶接機のほとんどはインバータ制御方式であり、パワー半導体による高速スイッチングで出力電流を効率的に制御しているため、高効率となる。



出力特性

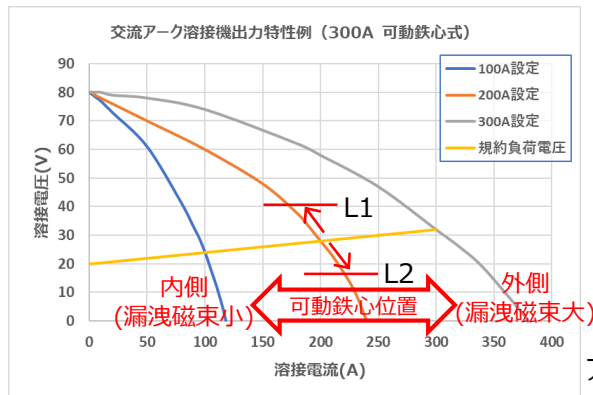
交流アーク溶接機

- 垂下特性

交流アーク溶接機は可動鉄心型トランスの漏洩磁束による電流調整を行うため、トランスの構造に制限を受け、電流が60A未満に下げられない製品が多い。

出力電圧（アーク長、出力ケーブル長）の変化に対して電流が増減する垂下特性を持つ。

垂下特性は、アーク長が短くなると電流が増加し棒短絡の抑制方向に働く特性を持つ。



アーク長,出力ケーブル長: $L2 < L1$

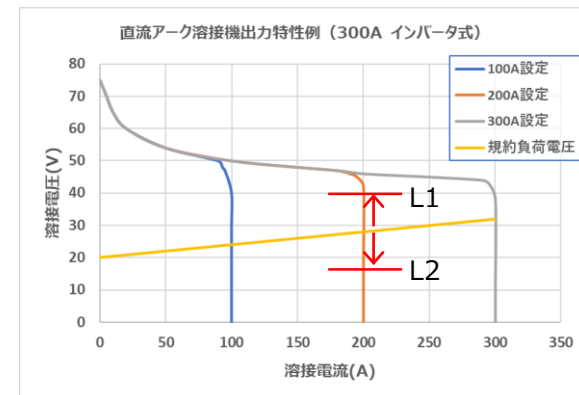
直流アーク溶接機

- 定電流特性

直流アーク溶接機はインバータ制御による定電流特性を持ち、出力電流が10A以下まで下げられる製品が多い。

出力電圧（アーク長、出力ケーブル長）の変化に対して電流を一定に維持する定電流特性を持つ。

アーク長が短くなると制御により電流を増加させて棒短絡を防止するアークドライブ機能を持つ製品もある。



アーク長,出力ケーブル長: $L2 < L1$

出力特性

交流アーク溶接機

- 電流ドロップ発生しやすい

交流アーク溶接機は電流を一定に保つ定電流特性ではないので、出力ケーブルでの電圧降下が出来電流に影響を及ぼし、出力ケーブルが長い場合、電流ドロップを引き起こす。

● 延長ケーブル最長100 m

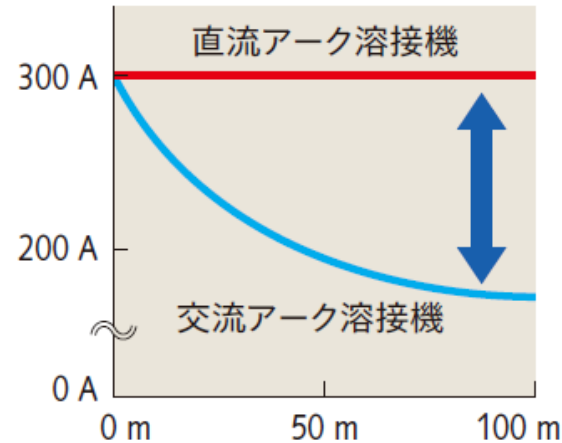
延長ケーブルの長さが往復100 m※でも、溶接電流のドロップが少なく、常に安定した溶接を実現します。

※出力ケーブルの延長の合計長さが50 mを超える場合、250DS2・300DS2は60 mm²以上、500DS2は80 mm²以上のケーブルを使用してください。

直流アーク溶接機

- 電流ドロップ発生しにくい

直流アーク溶接機は定電流特性であり、出力ケーブルの延長で電圧降下をしても電流を一定に保つため、出力ケーブルが長い場合でも電流ドロップはほとんど発生しない。



延長ケーブル使用時の出力電流減衰

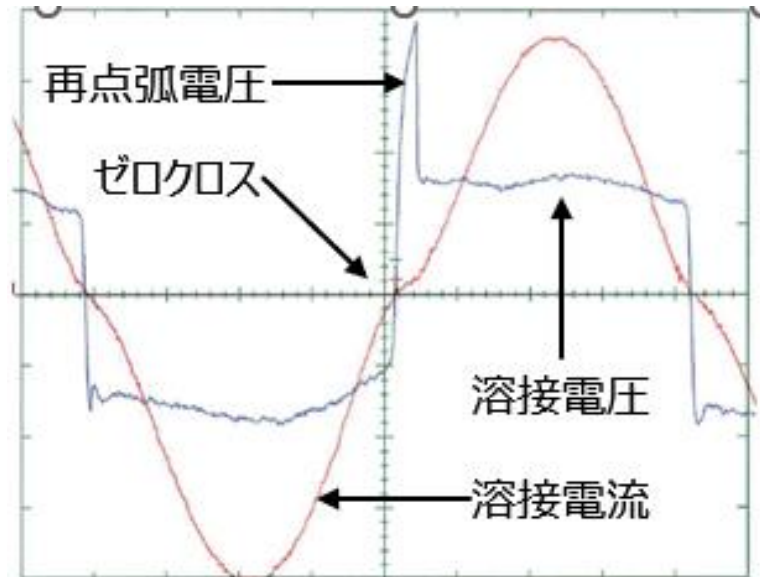
アーク切れ

交流アーク溶接機

- ・ アーク切れが発生しやすい

交流アーク溶接機は出力電流が商用周波数で極性が切り換わる際の電流がゼロになるタイミングでアーク切れが発生しやすい。

※一般的な傾向、溶接条件によっては異なる場合もある。



直流アーク溶接機

- ・ アーク切れが発生しにくい

直流アーク溶接機では極性切り換え時に発生する電流がゼロになる期間が無いいため、アーク切れしにくい。

このことは低電流域での溶接やアークスタート性能、アーク長を伸ばした場合のアーク維持を良好にし、交流アーク溶接機に比べて、作業性が良い。

磁気吹き

交流アーク溶接機

- 磁気吹きが発生しにくい

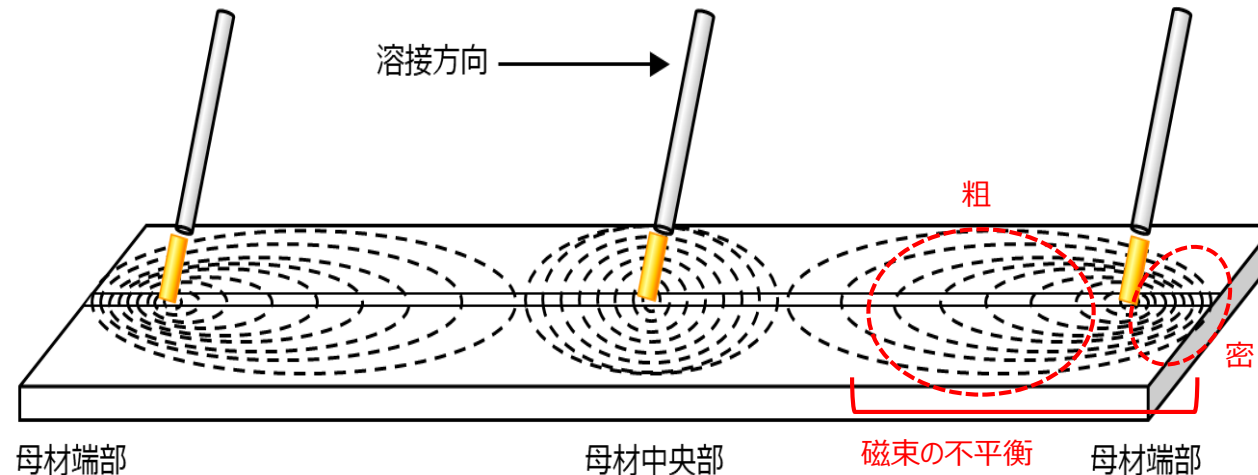
交流電流に併せて磁界の生じ方も変わるため、磁束の不平衡が起きにくく、磁気吹きが発生しにくい。

直流アーク溶接機

- 磁気吹きが発生しやすい

直流アーク溶接の場合、磁気吹きと呼ばれるアークの偏向現象が発生することがある。

※磁気吹きは、溶接電流によって生じる磁界がアークに作用することでアークを不安定にする現象で、母材の形状やアースのとり方によるアーク付近の磁束の不平衡が原因と考えられる。



低水素系溶接棒E4916を用いた場合の例

交流アーク溶接機

直流アーク溶接機

拡散性水素量

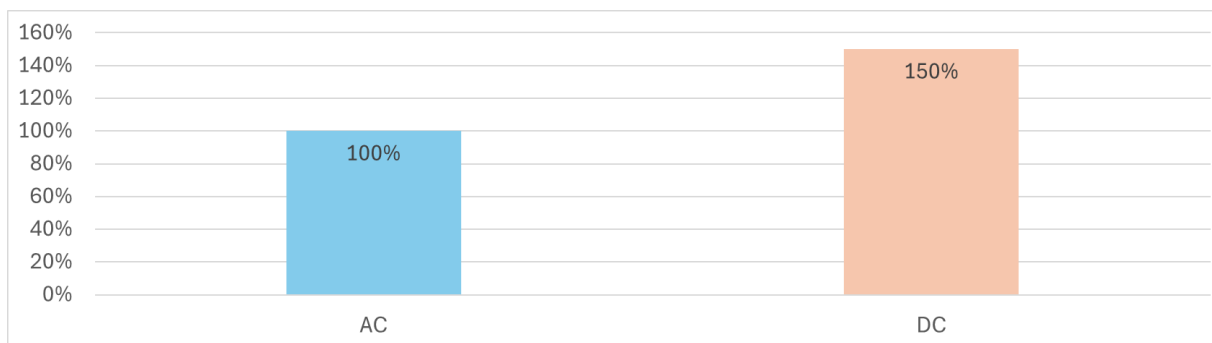
JIS Z3118準拠。但し、溶接時雰囲気21℃×15%



棒の溶融速度



スパッタ発生量



拡散性水素量は直流で高くなる傾向があり、棒の溶融速度と相関が高い。

スパッタ発生量は直流で増加する傾向にある。

構造

交流アーク溶接機

- ・ 質量・寸法

交流アーク溶接機は大きな変圧器を搭載した可動鉄心を内蔵しているため構造は大きく、重い。

- ・ 保守点検・堅牢性

内部構造が単純なため、保守点検が容易で、そのため堅牢性は高い。

直流アーク溶接機

- ・ 質量・寸法

直流アーク溶接機はインバータ方式により小型・軽量である。

- ・ 保守点検・堅牢性

インバータ制御のための回路を搭載しているため、内部構造は複雑になり、保守点検は交流アーク溶接機に比べて容易ではなく、また堅牢性も低い。

設備・コスト

交流アーク溶接機

- 設備容量

直流アーク溶接機に比べて無効電力が大きい機器が多く、大きな設備容量が必要になる。

交流アーク溶接機は交流入力をそのまま利用する方式なので50Hz、60Hzの各周波数専用機が存在する。

- コスト

交流アーク溶接機本体は安価であるため導入コストは安いですが、消費電力が大きいことや、法令で定められた電撃防止装置の定期点検を専門業者に委託しなければならないなど、ランニングコストはかかる。

直流アーク溶接機

- 設備容量

交流アーク溶接機に比べて無効電流が小さく、小容量の設備で使用できる。

インバータ方式は交流を一旦直流に変換するため交流入力の周波数を問わず使用できる。

- コスト

直流アーク溶接機本体は高価であるが、入力側設備容量が交流アーク溶接機より小さく、効率も高いことと、法令で定められた定期点検がないためランニングコストは安い。

直流アーク溶接機はインバータによる高効率な電力制御を行っており、交流アーク溶接機に比べて消費電力も少ない。

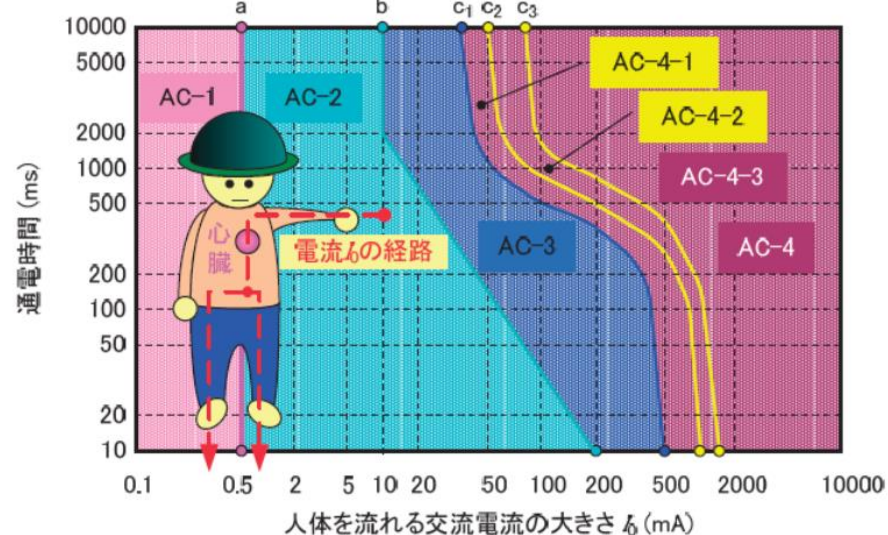
安全

交流アーク溶接機

・電撃防止装置

作業環境により使用することが、法規で定められている。

[交流電流(15~100Hz)に対する人体の反応]



- AC-1：通常無反応、AC-2：通常有害な生理的影響はない
AC-3：電流が2秒以上継続すると筋収縮や呼吸困難の可能性がある
AC-4：心停止、呼吸停止または重度のやけど等の可能性がある。

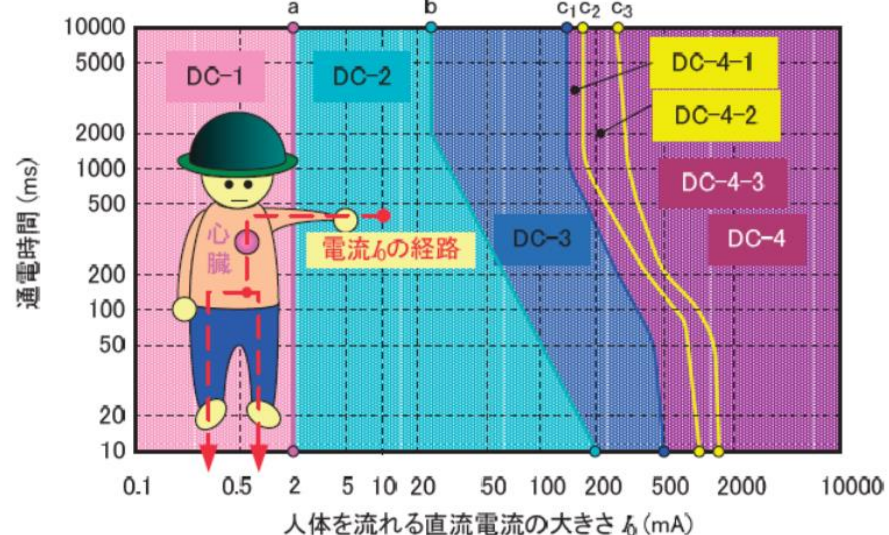
人体が感電した場合、体内を流れる電流値と危険度（症状）は、電流の周波数と大きさに関係する。直流電流よりも交流電流の方が小さい電流で心室細動が起こり、特に交流周波数15Hz~100Hz（交流アーク溶接機の実出力周波数50~60Hz付近）でこの傾向は顕著になる。このため、交流アーク溶接機には自動電撃防止装置の使用が法規により定められている。

直流アーク溶接機

・電撃低減装置

使用することは、法規では定められてはいないが、感電の危険はあるので注意が必要である。

[直流電流に対する人体の反応]



- DC-1：通常無反応、わずかに刺すような痛み、DC-2：通常有害な生理的影響はない
DC-3：心臓に回復可能な障害と伝達障害が起きる可能性がある
DC-4：危険な病理生理学上の症状、例えば重度のやけど等が想定される

参考文献

- 1) 感電の基礎と過去30年間の死亡災害の統計（労働安全衛生総合研究所）
JNIOSH-SD-NO.25(2009)