

# 第1章

# アーク溶接に関する知識

## 1.1 アーク溶接等の基礎理論

### 1.1.1 アークの特徴

#### 1 アークとは

##### (1) 身の回りにおけるアーク

夜間に、電車が走行しているとき、パンタグラフと架線の間で、放電によって発光しているのを見かけることがある。この発光しているものがアークであり、パンタグラフが走行中に架線からわずかに離れたときに発生する。

このアークの持つエネルギーはきわめて高く、架線にダメージを与えるばかりか、騒音や電磁ノイズの原因ともなるため、鉄道会社としては悩ましい現象である。

また、アークは、身の回りでも発生することがある。ワット数の大きな電気器具は、誤ってスイッチを切らずにプラグをコンセントから抜くと、プラグとコンセントの間に小さな発光が見えることがある。

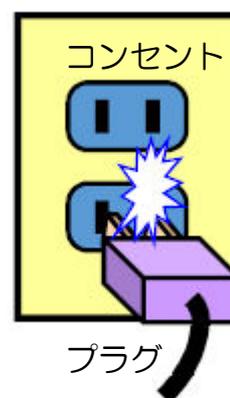
これもアークであり、このような小さなアークでもエネルギーは大きく、プラグの一部が焼損することがある。危険なので、電気器具のスイッチを切らずにプラグを抜くようなことは絶対にしてはならない。

工場では、電流が流れているナイフスイッチ（カバースイッチ）を切断することは禁じられている。これも電流が流れているままでスイッチを切るとアークが発生して危険だからである。



資料：三田委員

図1-1：アークの発生



イラスト：三田委員

## (2) アークの特徴

このように2つの電極（導体）を接触させて電流を流し、その状態で電極を引き離すと、電極間に放電が生じる。この放電がアークである。

電極を引き離してアークが発生しているとき、2つの電極の間隔を狭いままに保つと、電極間の電圧が比較的低くても、アークを連続して発生させたままにすることができる。

なお、この現象は、直流、交流のいずれでも起きる。

このアークの大きなエネルギーを工業的に利用したものが、アーク溶接やプラズマ切断、放電加工などである。

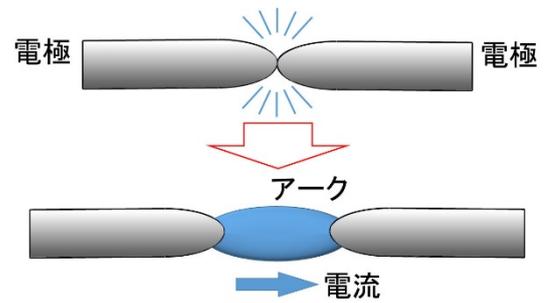


図 1 - 2 : アークの発生

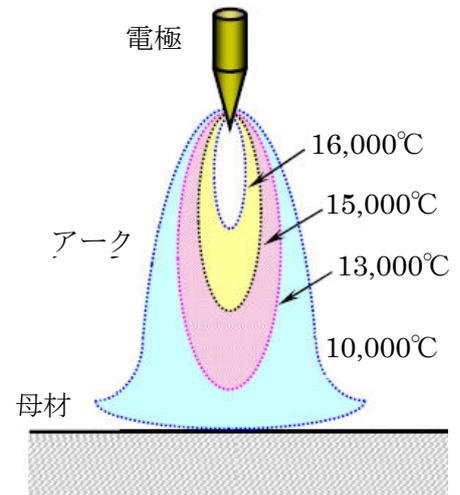
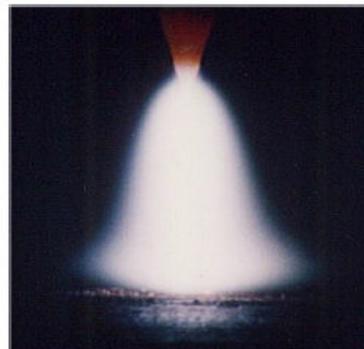
## 2 アークの溶接への利用

### (1) アークによる金属の溶融

アークの内部の温度は、発生する状態によっても異なるが、代表的な溶接のひとつであるティグ溶接の場合、アーク中心部の温度は約 16,000°C で、外周部でも約 10,000°C 程度となっている。

一方、多くの金属の融点（溶融する温度）や、沸点（内部から気化する温度）は、アークの温度に比べると、かなり低い。鉄でも、大気圧での融点はアークの温度よりかなり低いのである。

そのため、図 1 - 3 のように、鉄などの金属（母材）と電極の間にアークを発生させると、金属はアークが発生している部分を中心に溶融し、一部は気化する。



資料：三田委員

図 1 - 3 : アーク溶接（被覆アーク溶接）

表 1 - 1 : 主な金属の融点

金属名	元素記号	融点 [°C]
鉄	Fe	1,536
銅	Cu	1,085
アルミニウム	Al	660

アーク溶接は、アークのエネルギーを利用して金属を溶融させることによって行うのである。

## (2) アークの特徴と人体への影響

しかし、アークは大きなエネルギーを有しており、強い可視光線の他、紫外線、赤外線を放出する。これらは、人間の目や皮膚に悪影響を与えるので注意が必要である。

また、アークの温度がきわめて高いことから、溶融金属のみならず、飛散した火の粉（スパッタ）や電極や金属に触れた場合などに、重篤な火傷を負うことがある。

さらに、アークを発生させた金属の一部は、気化して蒸気となって空気中に舞い上がり、その後、空気中で冷却されて、微細な球形などの金属粒子となって作業空間中に浮遊する。この粒子はヒュームと呼ばれ、アーク溶接の際には白い煙のように見える。作業者が長期にわたって吸入すると、じん肺という重篤な疾病に罹患するおそれがある。溶接工のじん肺は、かつては溶接工肺と呼ばれていた。



資料：労働者健康福祉機構

「画像で診る今日のじん肺症例選集」（2008年）

図1-4：アークによる光線とヒューム

### 1.1.2 アーク溶接の基礎

#### 1 アーク溶接とは

##### (1) アークを用いた金属の接合

2つの金属（母材）を突き合せておき、突き合せた部分に、電圧をかけた電極からアークを発生させると、2つの金属は溶融し、さらに電極の一部も溶融して滴下し、互いに混ざり合う。この混ざり合っていて溶けている部分は“溶融池”と呼ばれる。

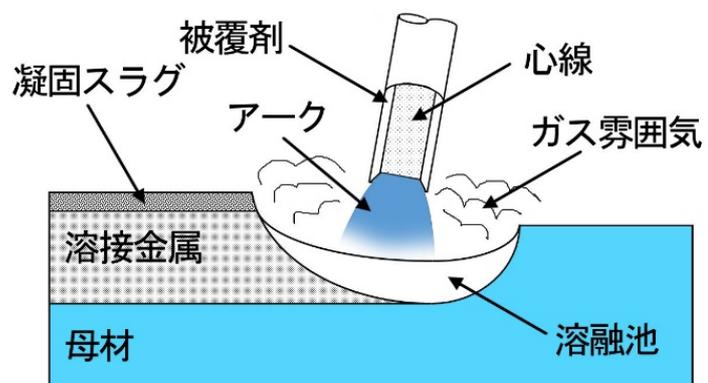


図1-5：アーク溶接（被覆アーク溶接）

この状態で、電極を金属の突き合せ部に沿って移動させると、電極が移動した