

実験的方法による
溶 接 工 実 技

手アーク溶接編

松本技能開発センター

はじめに

手アークによる溶接施工は長年の経験が必要とされ、これから溶接技術を学ぼうとされる方々には、とかく理解しにくい分野である。

しかし、手アーク溶接の原理や周辺の技術を体系的に、しかも体験することにより理解できれば、多くの方々が溶接施工を間違いなく行なうことができる。

このような観点から溶接施工の重要なエッセンスのいくつかを取りだし、実験的に実習してもらうことにより、その課題を充分理解できるよう、しかも安全上の問題にも配慮し本テキストを編集してみた。

ただし、本テキストを使用するに当たっては、予め次の課題を充分理解しておいていただきたい。それには溶接実技教科書の併用をお勧めする。

☆溶接装置について

☆ストレートビードの置き方

☆クレータの処理

☆アークの発生と保存

☆ウィーピングビードの置き方

☆ビードの継ぎ方

また、本テキストで溶接施工の基礎を学ばれた方は次の課題へ進んでいただきたい。

☆水平隅肉溶接

☆立向きビードの置き方

☆中板下向き裏当て金なし(N-2 F)

☆横向きビードの置き方

☆中板下向き裏当て金あり(A-2 F)

☆薄板下向き溶接(N-1 F)

課題 1 アーク溶接装置の構成と接続

アーク溶接装置とは何か。また、その接続はどのようなになっているか。

(実習) 次のアーク溶接装置の構成と接続図を参考にしながら、実際の現場ではどのようなになっているかを調べ、以下の項目について正常であるかどうかを確認しよう。また、装置の名称も正確に覚えよう。

(結果)

点 検 項 目	チェック
電源開閉器のヒューズ容量と締め付け状態	
一次側配線と溶接機端子の接続状態	
溶接機外箱および母材の設置状態	
二次側配線と溶接機端子の接続状態	
自動電撃防止装置の作動状態	
溶接棒ホルダーの絶縁部の損傷の有無	
ケーブルの被覆の損傷の有無	
ケーブルコネクタの絶縁覆い有無	

(問題 1)

溶接機の一次側導線に比べ二次側導線（溶接用導線）が太いのはなぜか、次の記事のうち正しいものに○印をつけなさい。

- (1) 電撃を防止するため。
- (2) 変圧器の特性により二次電流は一次電流より大きいため。
- (3) 二次電圧は一次電圧に比べ高いため。
- (4) 二次側導線は一次側導線に比べ消耗が激しいため。

(問題 2)

次の文章中正しいものに○印をつけなさい。

- (1) 溶接機の外箱にアースを取る。
- (2) 溶接電源のスイッチが入っていてもアークを出さなければ安全である。
- (3) アース回路には鉄骨、酸素配管を利用するとよい。

課題 2 交流アーク溶接機の特徴

交流アーク溶接機の特徴を銘板を見ながら検討しよう。

(実習) 溶接機には、JISの規格による特徴が下記のように銘板に記されている。
これをJIS規格と比較しながら次の特徴について検討し、その意味を十分に理解しよう。

(結果)

点 検 項 目	チェック
1. 交流アーク溶接機の種類はいくつあるか	
2. AW200の200は何を意味しているか	
3. 定格入力電圧とは何か	
4. 定格周波数とは何か	
5. 定格入力とは何か	
6. 定格出力電流とは何か	
7. 定格使用率とは何か	
8. 最高無負荷電圧とは何か	
9. 定格負荷電圧とは何か	

(問題 1)

定格300A用の交流アーク溶接機の二次無負荷電圧（回路電圧）および、アーク電圧はそれぞれ何ボルトか。

二次無負荷電圧： V アーク電圧： V

(問題 2)

交流アーク溶接器の最高二次無負荷電圧は日本工業規格で定められている。下記種別の溶接機の最高二次無負荷電圧はそれぞれ何ボルトか。

- | | |
|-----------|-----------|
| (1) AW200 | (2) AW300 |
| (3) AW400 | (4) AW500 |

課題3 交流アーク溶接器の取り扱い

可動鉄心型交流アーク溶接機はどのように電流を調節するか。

(実習) 可動鉄心型交流アーク溶接機の上蓋を取外し、電流調整ハンドルを回しながら、主鉄心と可動鉄心の位置と電流との関係を見て見よう。

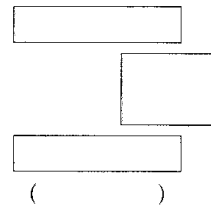
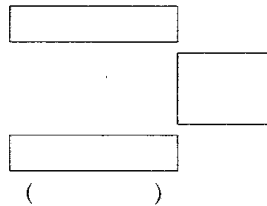
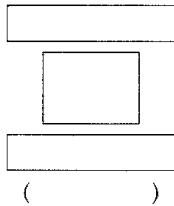
また、溶接機の中をよく観察し、ほこりがある場合はエアで吹き飛ばして掃除をしよう。

(結果)

電流値	主鉄心と可動鉄心の位置関係
小	
大	

(問題1)

交流アーク溶接機の可動鉄心が下図のような状態のとき、どの場合に溶接電流が大きくなるか、多い順に()内に1, 2, 3の数字を記入しなさい。



(問題2)

交流アーク溶接機の()を移動させることにより電流調整は行う()型交流アーク溶接機があるが構造が比較的簡単で保守も簡単である。

(問題3)

交流アーク溶接機による溶接作業中、二次側ケーブルを巻いておいてはいけないのはなぜか。

課題 4 直流アーク溶接機の取り扱い

直流アーク溶接機の適性とは何か

(実習) 直流アーク溶接機には+極と-極があるが、溶接棒を+極、または-極に接続した場合どのような特徴があるか調べよう。

また、交流アーク溶接機と比較した場合どのような特徴があるか調べよう。

設定条件 = $\phi 4$ mm 被覆アーク溶接棒、電流 150 Amp

(結果)

極 性	主な特徴 (アークの状態、溶込み、スパッタ、ビード形状)			
棒 +				
棒 -				
交流との比較	アークの状態	溶込み込み	スパッタ	ビード形状

(問題 1)

交流と直流の溶接機を比較して、各溶接機と関係のある記事をそれぞれ線で結びなさい。

A 交流溶接機

B 直流溶接機

- (1) 高価である。
- (2) 細径棒ではアークが不安定である。
- (3) 安価である。
- (4) 故障が起きやすい。
- (5) アークが安定。
- (6) 取り扱いが容易。
- (7) 電撃の危険が多い。
- (8) 磁気吹きがある。

(問題 2)

交流溶接機は直流溶接機に比べ、() が安定である。また、重量は、() 溶接機の方がかるく、運搬に便利である。

課題 5 自動電撃防止装置の働き

自動電撃防止装置はどのように作動する

(実習) 自動電撃防止装置付き交流アーク溶接機を用いて、次の状態のとき、電圧計がどのように変化するかを調べよう。

(結果)

	電 圧 (V)
溶 接 機 自 体 の 無 負 荷 電 圧	
自動電撃防止装置が働いているときの無負荷電圧	
溶接棒が母材に接触した瞬間の電圧	
アークが発生しているときの電圧 (無負荷電圧)	
アークを切ったときの電圧	
アークを切って数秒後の電圧	

上の結果から自動電撃防止装置の作動を図示せよ。ただし、横軸は時間、縦軸は出力電圧 (V) とする。



溶接棒接触

アーク休止

(問題 2)

削除労働安全衛生規則では、導電体に囲まれた著しく () な場所、または () m 以上の高所などでは溶接機に自動電撃防止装置の取り付けを義務づけている。自動電撃防止装置を取り付けるとアークが発生しているとき、出力側 () 電圧は () V 以下となる。

課題 6 溶接棒の乾燥

溶接棒が吸湿しているとどんな害があるか。

(実習) 吸湿している溶接棒と乾燥を充分に行なった溶接棒を同じ条件で溶接を行ない、次の事項を比較しよう。

溶接条件：低水素系溶接棒φ4mm，溶接電流150Amp，下向き

(結果)

	吸湿した溶接棒	乾燥した溶接棒
アークの安定性		
アークの発生		
スッパタの量		
ビード形状		
スラグの状態		
アンダーカット		

(問題 1)

湿気をおびた被覆溶接棒はどのような害があるか、次の記事のうち正しいものに○を付けよ。

- (1) 被覆ははがれやすくなり、アークが不安定になる。
- (2) 有害ガスが発生するが、溶接は容易になる。
- (3) 溶着金属の機械的性質が悪くなる。
- (4) 溶接機を損傷する。
- (5) ブローホールやアンダーカットの原因になる。

(問題 2)

次の被覆溶接棒の乾燥温度と乾燥時間を書きなさい。

イルミナイト系 ()℃ ()時間

低水素系 ()℃ ()時間

(問題 3)

アーク溶接棒の被覆剤はいかなる目的で塗布されているか。主な理由を2つあげよ。

課題7 アークの特性

アークの長さが変われば、アーク電圧は、どのようになるか。

(実習) 被覆アーク溶接棒を用いアークを発生させ、アークの長さが長い場合と短い場合、電圧計がどの様に変わるか調べてみよう。また、電圧計の変化についても調べてみよう。

☆設定条件 = ϕ 4 mm 被覆アーク溶接棒、電流180Amp.

(結果)

	アーク電圧	アーク電流
アーク長(約10mm)	約V	約 A
アーク短(約5mm)	約V	約 A

(問題1)

アークの特性は、アークの長さが長いほど（ ）が大きく、短くなれば小さくなる。
また、アークの長さを変えて（ ）が変わってもアーク電流がさほど変わらないでアークが安定するよう被覆アーク溶接機には電気的な特性が与えられている。これを（ ）特性という。

(問題2)

定格300アンペア用の交流アーク溶接機のアーク電圧は何ボルトぐらいか。

課題 8 溶接電流の影響

溶接電流が溶接ビードにどのように影響するか。

(実習) 同じ溶接棒を使用して溶接電流を変えた場合どのような影響があるか調べよう。

溶接棒：イルミナイト系 $\phi 3.2\text{mp}$ 溶接電流；50Amp, 200Amp.

(結果)

	アークの出方	ビード形状	溶接欠陥	溶融速度	溶け込み
電流が強い場合					
電流が弱い場合					

(問題 1)

次の記事のうちで溶接電流が強すぎる場合に起こりやすいものはどれか。

- | | | |
|------------|------------|------------|
| (1)溶け込み不良 | (3)スパッタが多い | (3)溶け込み過剰 |
| (4)溶接棒の赤熱 | (5)溶融速度が速い | (6)オーバーラップ |
| (7)スラグ巻き込み | (8)割れ | (9)アンダーカット |
| (10)ブローホール | | |

(問題 2)

次の左右の記事で関係あるものをそれぞれ線で結びなさい。

- | | |
|---------|----------------------|
| 電流が強い場合 | (イ) オバーラップができやすい。 |
| | (ロ) スパッタが多くなる。 |
| | (ハ) 溶接棒が赤熱する。 |
| | (ニ) 溶け込みが少なくなる。 |
| 電流が弱い場合 | (ホ) アンダーカットができやすくなる。 |
| | (ヘ) ビードの幅が狭くなり盛り上がる。 |
| | (ト) 溶接棒の溶融速度が速くなる。 |

課題 9 溶接速度の影響

溶接速度が溶接ビードにどのような影響を与えるか

(実習) 溶接速度を変えた場合、ビード形状にどのような影響があるかを調べ、適正な速度はどのくらいか、また、その基準となるものがあれば示しなさい。ただし、速度は各人の感覚でさしつかえない。

溶接棒；イルミナイト系φ 4 mm 溶接電流：180Amp.

(結果)

	余 盛 高 さ	ビ ー ド 幅	波 形	表 面 欠 陥
低 速 度	mm	mm		
高 速 度	mm	mm		

☆適正速度の目安となるもの（記がついた点）

(問題)

溶接速度の影響を記した次の文を完成させなさい。

溶接速度が適性より早くなるとビード高さ、ビード幅は（ ）し、波形は（ ）となる。
さらに（ ）などの溶接欠陥が出やすくなる。

また、溶接速度が適性より遅いとビード形状は逆になるが、（ ）などの溶接欠陥も出やすくなる。

課題10 溶接棒の角度の影響

溶接棒の角度が溶接ビードに与える影響を見てみよう。

(実習) ほぼ同じ溶接速度で、進行方向に対する溶接棒の角度を30度および90度に変えてビードを置きなさい。また、適正な角度は何度ぐらいだと感じたかも記録しておこう。

溶接棒：イルミナイト系φ4mm 溶接電流180Amp.

(結果)

	ビード波形	スラグ巻き込み有無	表面欠陥名
低角度			
高角度			

☆適正な角度は () 度位である。

(問題)

溶接棒の角度が悪いとどのような影響があるか。下記の語群から正しいと思うものを選び。

- | | | |
|-------------|-------------|----------|
| (1) 溶け込み不良 | (2) スパッタ | (3) クレータ |
| (4) アンダーカット | (5) スラグ巻き込み | (6) 変形 |

☆突合せ溶接における溶接棒の角度は別紙を参照のこと

課題11 マクロ試験の仕方

溶接ビードのマクロ断面を目視する方法を見てみよう。

(実習) 次の手順にしたがって試験をこなさい。

- (1) ビードを置いた母材を図のように、のこ盤で切断しなさい。

- (2) 切断面をベルトサンダー(またはサンドペーパー#80)で、傷が取れるまで研磨しなさい。次に#100, 200, 300, 400と順次仕上げなさい。

- (3) 研磨部をアルコールで脱脂し、その後水洗いしなさい。

- (4) 希硝酸液(アルコールに硝酸10%程度)に研磨部を十数秒浸し、再び水洗いしなさい。

(結果) 溶け込み、端のなじみ、のど厚などについてよく観察しよう。

(問題)

T型水平隅肉溶接、V突合せ溶接、CO₂溶接などについてもマクロ試験をし、研磨部をよく観察しなさい。

下向きシングルビード

```

STEP 1 LABEL                                FUNCTION LMOVED CPLBL■
FUNCTION MOVE *ABS*                          MODE POSIT   SPEED■■■
MODE POIT   SPEED(1~8) F:00                 X:■      A
0                                              Y:■      B
X      A                                      Z:■
Y      B
Z

STEP 2                                        STEP 8 LABEL
FUNCTION SENS CPLBL ■                       FUNCTION SPWEL

STEP 9 LABEL
FUNCTION LMOVED CPLBL■
MODE POSIT   SPEED■■■
X:■      A
Y:■      B
Z:■

STEP 3 LABEL                                STEP 10 LABEL
FUNCTION LMOVE *ABS*                        FUNCTION HOME
MODE POSIT   SPEED ■■ F:00
0
X      A
Y      B
Z

STEP 11 LABEL■
FUNCTION SDATA
X:      A
Y:      B
Z:

STEP 4                                        STEP 12 LABEL■
FUNCTION SENS CPLBL ■                       FUNCTION SDATA
DIRECTION                                     X:      A
1:-Z                                          Y:      B
2:-Z                                          Z

STEP 5 LABEL                                STEP 6 LABEL
FUNCTION LMOVED CPLBL ■                     FUNCTION STWEL
MODE POSIT   SPEED■■■                       WELD COND. ■
X:■      A                                   WEAV COND. ■
Y:■      B                                   ARC SENSOR
Z:■

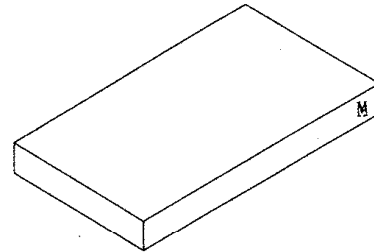
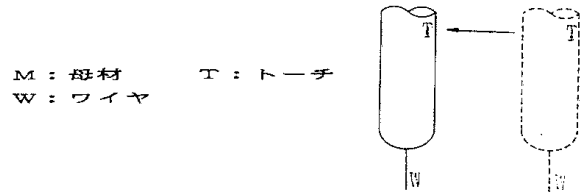
STEP 7 LABEL

```

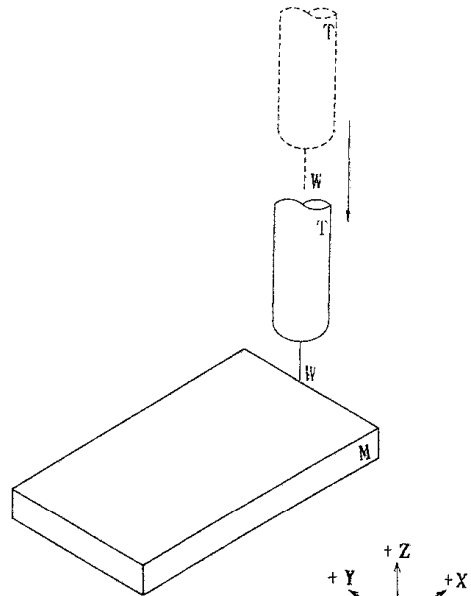
下向きシングルビード

(プログラミング概要)

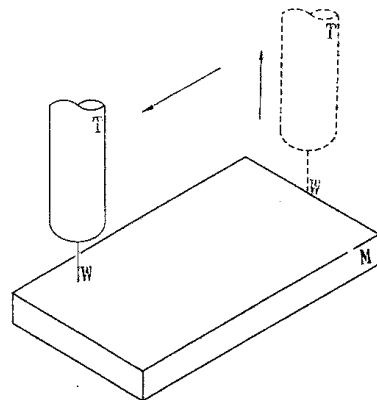
- STEP 1 : ビード端の上までトーチを移動
- STEP 2 : ビード端をタッチセンサーで記憶 トーチの移動は-Z方向
- STEP 3 : もう一方のビード端の上までトーチを直線移動
- STEP 4 : ビード端をタッチセンサーで記憶 トーチの移動は-Z方向
- STEP 5 : STEP 4で記憶した点(溶接始端)までトーチを直線移動X、Y、Z方向の補正値を入力
- STEP 6 : アーク発生後溶接開始 溶接条件、ウィーピング条件入力
- STEP 7 : STEP 1で記憶した点(溶接終端)までトーチを直接移動 溶接速度を入力 X、Y、Z方向の補正値を入力
- STEP 8 : アークを切った後溶接終了
- STEP 9 : 溶接終端の上までトーチを移動 移動量はX、Y、Zに入力
- STEP 10 : 原点にトーチを移動
- STEP 11 : STEP 2で記憶した点のデータ
- STEP 12 : STEP 4で記憶した点のデータ



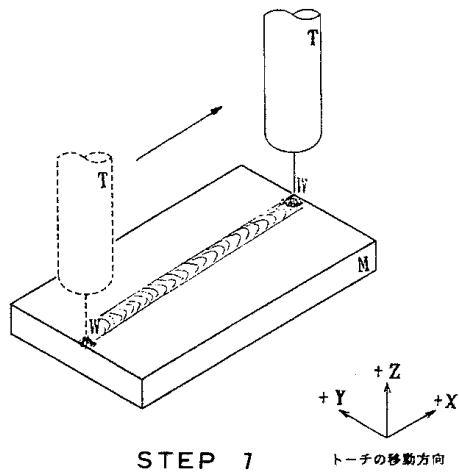
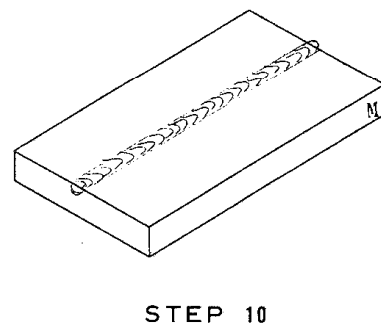
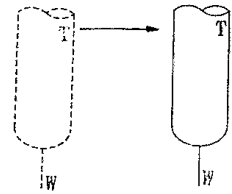
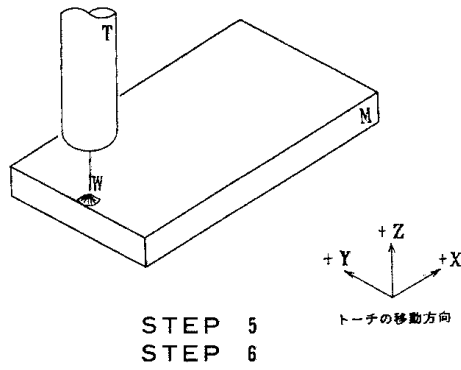
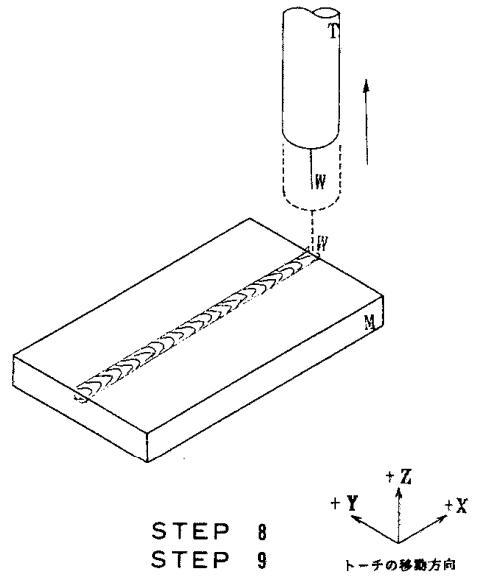
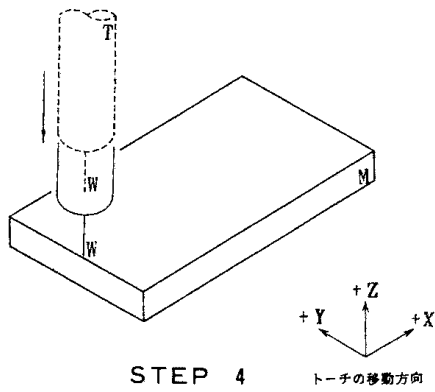
STEP 1



STEP 2 トーチの移動方向



STEP 3



注釈及び参考文献

(※)：労働省令で定める訓練期間又は訓練時間に関する基準の範囲内において実施者が教科等を定めて行なう訓練

(1)：日本溶接協会編、溶接技術検定試験受験の手引(廣済堂産報出版)

(2)：昭和58年度労働省告示第49号