

ステンレス鋼溶接技能者評価試験（JIS Z3821）

TIG溶接実技教本

パナソニックコネクト株式会社
溶接プロセス事業部

- 1 まえがき
- 2 評価試験の概要
 - 2-1 試験の種類
 - 2-2 受験資格
 - 2-3 試験の内容
 - 2-4 試験の種類と名称及び曲げ試験の種類と個数
 - 2-5 試験用材料および溶加棒
 - 2-6 外観検査と曲げ試験
 - 2-7 合格判定と認定
 - 2-8 評価試験の溶接上の注意事項
 - 2-9 溶接姿勢
- 3 試験材寸法
- 4 推奨開先形状
- 5 タック溶接要領
- 6 溶接施工時の留意点
- 7 溶接施工要領
 - 7-1 下向溶接(TN-F)
 - 7-2 立向溶接(TN-V)
 - 7-3 横向溶接(TN-H)
 - 7-4 上向溶接(TN-O)
- 8 ステンレス鋼に対する予備知識

ステンレス鋼溶接技能者評価試験には被覆アーク溶接、ティグ溶接、ミグ溶接の3種類がありますが、本書はTIG溶接での受験について実技のポイントをまとめたもので、基本的な事項と実際施工時に留意すべき要点、参考溶接条件例などを示しています。

しかし記述した溶接条件、溶接手順、施工方法などはあくまでも一例であって、この通りでないといけないという拘束や限定を意味したものではありません。

また絶対的に合格を保証するという意味でもなく、あくまでも参考として、広く一般に利用され適用している範囲のものを例示していますので、さらに自分で納得できるまで検討を加え、自己に最適な方法、手順、条件などを選定してください。

なお学科については産報出版陳発行「JISステンレス鋼溶接試験の手引」の学科試験の問題と解答を参考にして学習されるとよいでしょう。

2 評価試験の概要

ステンレス鋼溶接技能者評価試験(JIS Z 3821)の試験方法ならびにその判定基準にいて要点を記します

2-1 試験の種類

試験の種類

- 資格取得試験
 - 新規……学科と実技試験
 - 再評価……実技試験のみ 専門級の再評価試験の場合は 専門級のみの実技試験を行う。
- サーベイランス(継続試験)……資格取得後3カ年を限度として 資格を継続することができます。

- イ) 再評価試験(更新)の受験期間 適格性証明書の有効期間(サーベイランスを2回受けた後の有効期間)の切れる前8カ月から2カ月間に受験することが必要です。
- ロ) サーベイランス(継続)の手続期間 適格性証明書の有効期間の切れる前3カ月から切れる日まで。

2-2 受験資格

- イ) 基本級の試験(F) 3カ月以上溶接技術を取得した満15才以上のもの。
- ロ) 専門級の試験(V・H・O・P) 6ヶ月以上溶接技術を取得した満15才以上のもので、次頁の表に示す各専門級に対応する各基本級の資格を有するもの。
ただし基本級の合格を条件として、基本級の試験と同時に専門級の試験を受けることができます。

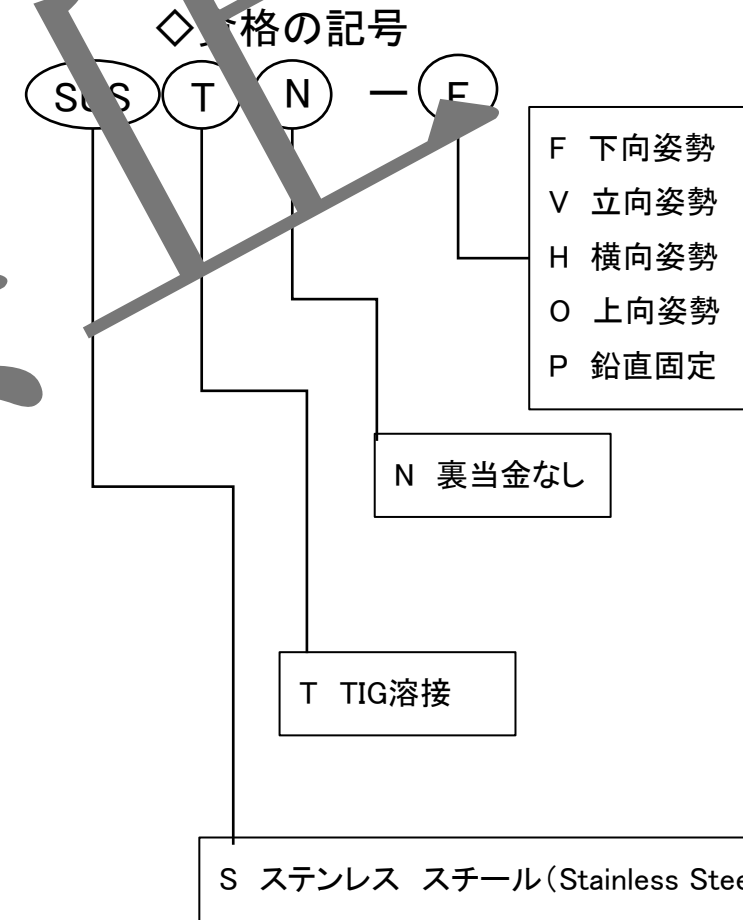
2-3 試験の内容と判定向姿勢

- イ) 学科試験 約1時間、筆記試験で60点以上が合格、出題は次の事項について行われます。
①ステンレス鋼の一般知識 ②ステンレス鋼と溶接材料 ③溶接機の構造と操作 ④溶接施工
⑤溶接部の試験と検査 ⑥溶接作業での災害防止
- ロ) 実技試験 後述する試験材・溶接材料・溶接機を用いて指定された溶接を行い、半自動溶接外観検査と曲げ試験を行う。

2 評価試験の概要

2-4 試験の種類と名称及び曲げ試験の種類と個数

基本級		専門級		曲げ試験の種類	板厚
薄板下向	SUS TN-F	薄板立向	SUS TN-V	表曲げと裏曲げ 各 1個	3.0mm
		薄板横向	SUS TN-H		
		薄板上向	SUS TN-O		
		薄板水平鉛直固定	SUS TN-P	表曲げと裏曲げ 各 2個	



2-5 試験用材料および溶加棒

(1) ステンレス鋼材

試験に用いるステンレス鋼材は、次のとおりとする。

JIS G 4304「熱間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯」又はJIS G 4305

「冷間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯」が規定するSUS 304・SUS 304 L

SUS 316・SUS 316Lのいずれかとする。

(2) 鋼材の厚さ 3mm(呼び)

(3) 溶加棒

JIS Z 3321(溶接用ステンレス鋼棒)に規定するY308・Y308L・Y316・Y316Lのいずれかの認定品。

2 評価試験の概要

2-6 外観検査・曲げ試験

◇ 外観検査は主として次のような点を目視又は測定具などを使って調べ、明らかに不合格基準に達している場合は不合格となる。

- 1) ビード形状、裏面の溶込み状況
- 2) 溶接の始点と終点の処理状況
- 3) オーバーラップ、アンダーカットの有無
- 4) 変形(ひずみ)の大小

主な測定事項

ビード幅 : 薄板13mm以下

ビード高さ 表: 薄板3mm以下

裏: 薄板2mm以下

角変形 : 薄板 度以下

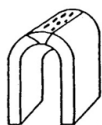
◇ 曲げ試験は指定された仕法の試験片を指定の曲げ治具により曲げ、曲げられた試験片の外面に次の欠陥の認められないものが合格となる

◇ 不合格試験片

① 3mmをこえる割れ

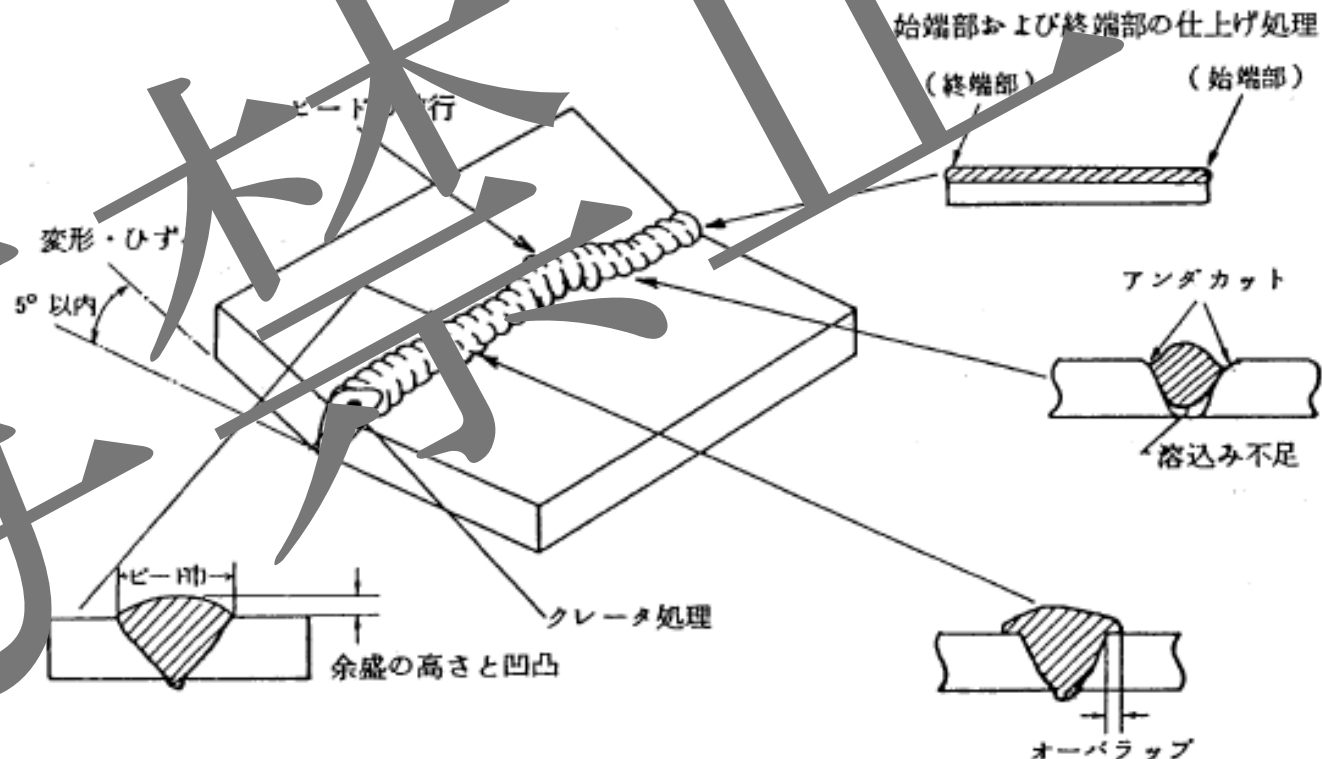


② 3mm以下の割れの合計長さが7mmを超える場合



③ プロホールや割れの合計が10ヶを超える場合

アンダーカットやスラグ巻込み、溶込み不足の著しいもの



2-7 合格判定と認定

①新規は、学科試験と実技試験の基準に合格したものの、再評価は実技試験に合格したものに適格性証明書が交付され資格が認定されることになります。

適格性証明書の有効期間は1ヶ年で3ヶ年を限度としてサーベイランス（継続）できます。3年までは指定のサーベイランス申請の手続きが必要です。

②学科試験だけが合格した者には学科合格証明書で認定され、交付を受けることができます。

この証明書の有効期間は3年間ですから、この間に実技試験を受験しなおすことができます。

③実技試験に合格し、学科試験が不合格の場合は、(45日以内) 1回に限り学科の追試験を受けることができます。

④基本級と専門級の実技試験を同時に受験した場合、基本級が不合格になれば専門級も自動的に不合格になります。

2-8 評価試験の溶接上の注意事項

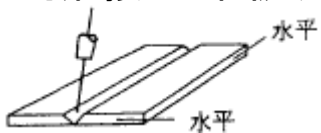
評価試験受験の際には次のようなことが決められていますので、要点を把握して練習してください。

1. 溶接は片側から行い、裏あて金なしの場合でも、裏溶接をしてはならない。
2. 溶接をする作業姿勢は、腰かけ、あるいは立姿勢、または座姿勢など自由である。
3. 突合せ溶接の試験材は逆ひずみ、拘束などの方法により、原則として溶接後のひずみが5度をこえないように作成する。
4. ビードのかさね方および層数は自由とする。
5. 同一試験材の溶接では、同一銘柄の電極ワイヤおよびガスを使用しなければならない。
6. 溶接中停電および溶接機などに故障を生じた場合は、その試験材のやりなおしを認めることができる。
7. 不可抗力と認められる事故が生じた場合は評価員の判断において適正に処理することができる。
8. 試験材はすべて溶接の前後を通して各種の処理(熱処理、レーニングなど)を行ってはならない。
9. 試験時には、練習や、無断でやり直しはできない。
10. 受験者は溶接を仕上げるまで、理由なくして、溶接している場所から離れてはいけない。
11. 受験者以外が溶接中の受験者に近づき、または試験場に立入ってはならない。ただし、評価員の許可する者は、この限りではない。
12. 試験材に、受験者固有の受験番号の刻印、および評価員が指定する評価マークなどの刻印がないものは無効となる。
刻印を消したり、損壊したりしてはならない。

2 評価試験の概要

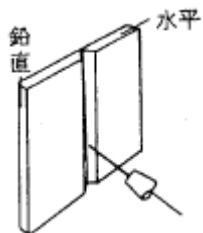
2-9 溶接姿勢

下向溶接 基本級(F)



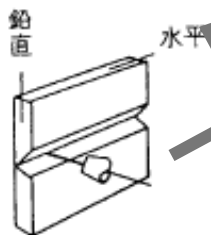
- (1) 溶接ワイヤと母材との関係は左図のとおりとする。
- (2) 試験材の高さおよび姿勢は自由とする。溶接方法は前後左右いずれに溶接してもさしつかえない。また溶接中試験材の前後左右の位置をかえてもよい。

立向溶接 専門級(V)



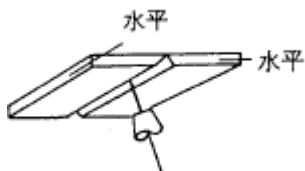
- (1) 溶接ワイヤと母材との関係は左図のとおりとする。
- (2) 試験材の高さおよび姿勢は自由とする。体のささえは溶接用治具にささえる程度は差し支えないが、体をささえるための特別の治具を用いてはならない。
- (3) 溶接方向は上進・下進いずれに溶接しても差し支えない。しかし溶接中試験材の上下の位置を変えてはならない。

横向溶接 専門級(H)



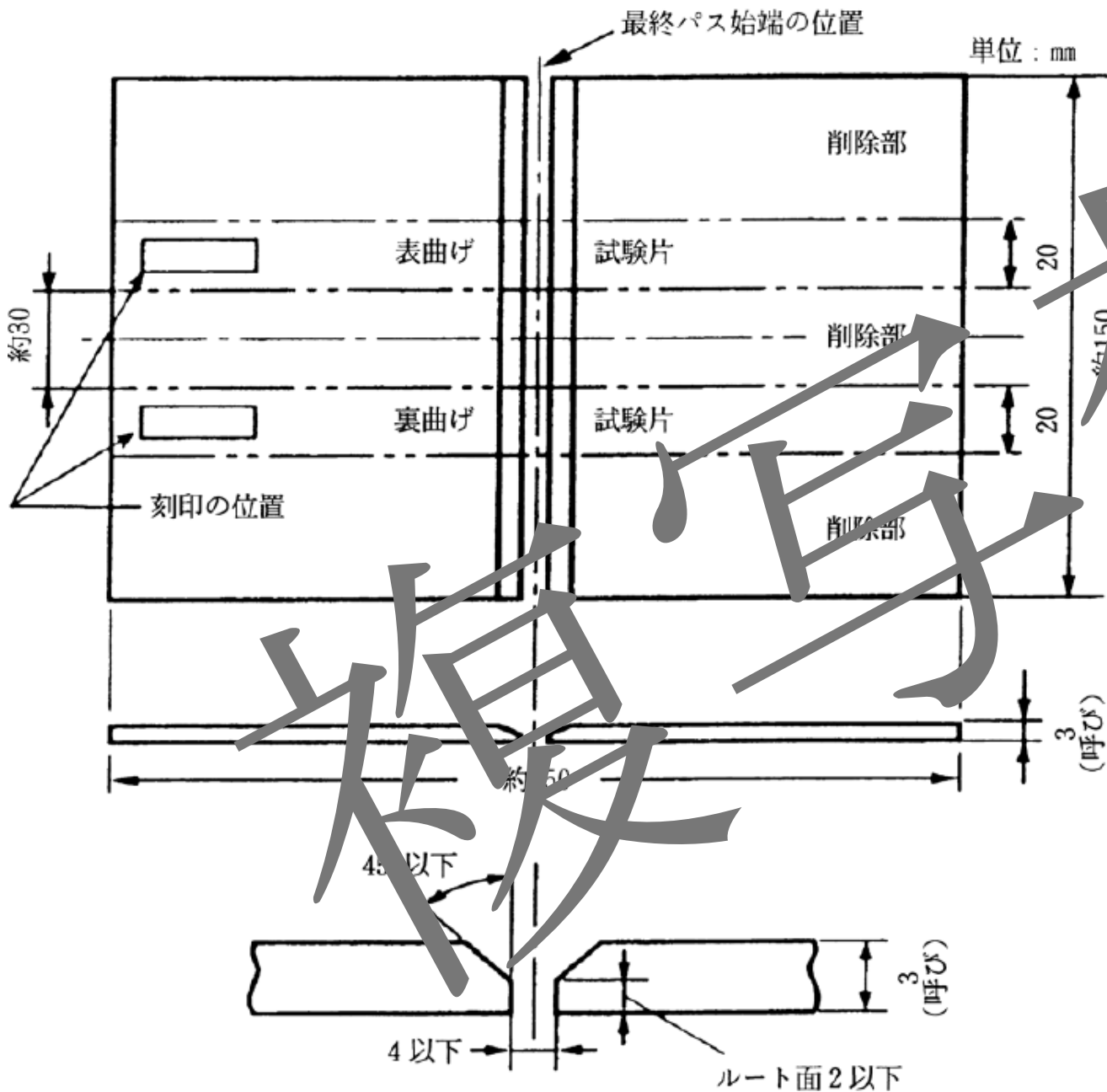
- (1) 溶接ワイヤと母材との関係は左図のとおりとする。
- (2) 試験材の高さおよび姿勢は自由とする。体のささえは溶接用治具にささえる程度は差し支えないが、体をささえるための特別の治具を用いてはならない。
- (3) 溶接方向は左右いずれに溶接してもさしつかえない。しかし溶接中試験材の上下の位置を変えてはならない。

上向溶接 専門級(C)

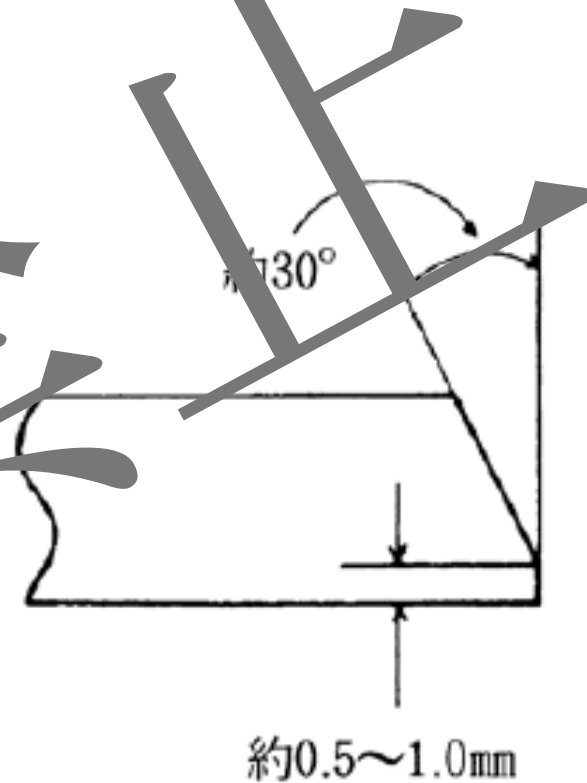


- (1) 溶接ワイヤと母材との関係は左図のとおりとする。
- (2) 試験材の高さおよび姿勢は自由とする。体のささえは溶接用治具にささえる程度は差し支えないが、体をささえるための特別の治具を用いてはならない。
- (3) 溶接方向は前後左右いずれに溶接してもさしつかえない。しかし溶接中試験材の前後左右の位置を変えてもよい。

3 試験材寸法



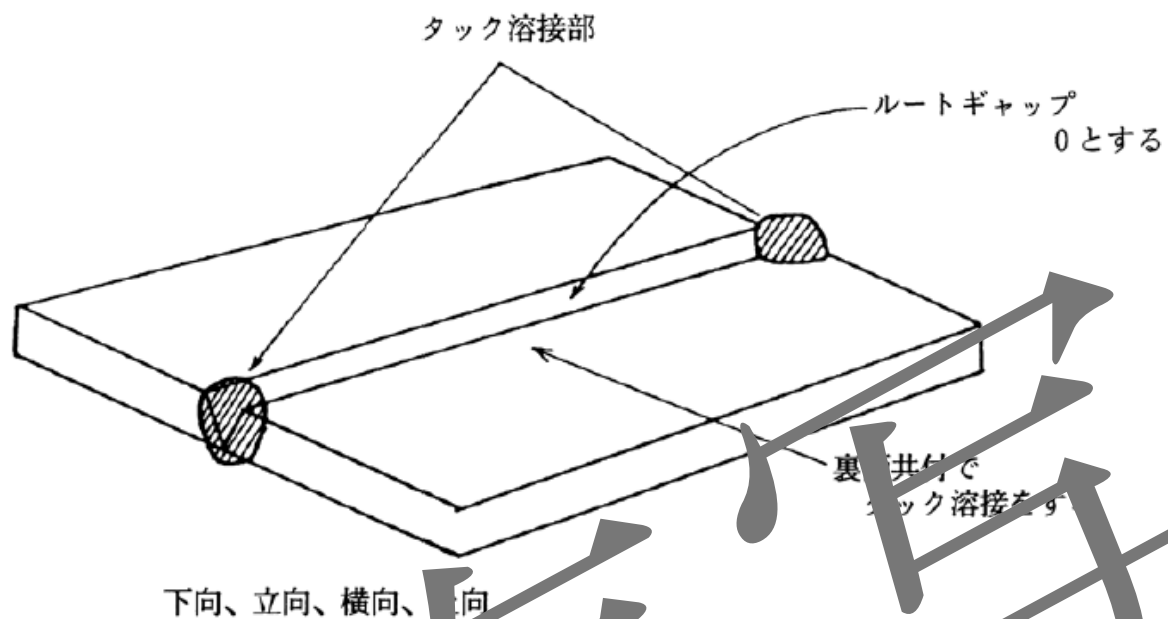
4 推獎開先形狀



※サンダ等にて上記図のように開先角度約30度に加工
ルートフェイスは約0.5mm~1.0mmにする

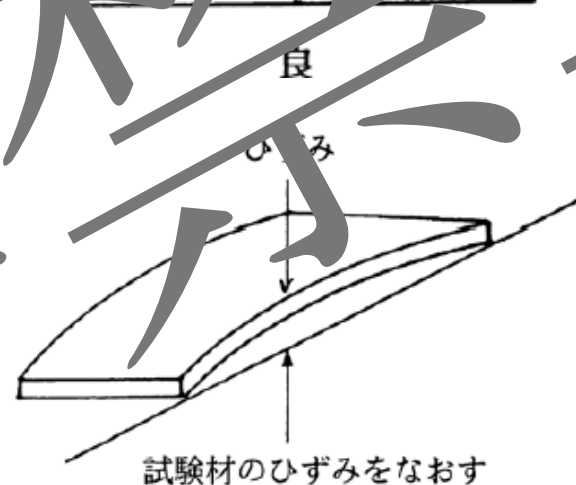
5 タック溶接要領（仮付け溶接）

本溶接中にタック溶接がはずれないように確実に溶接する。

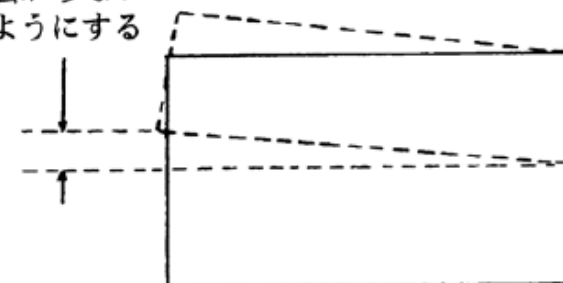


タック溶接留意点

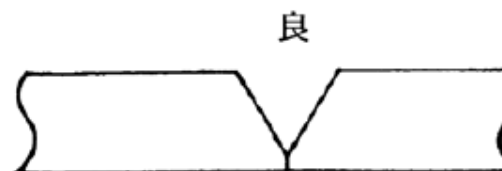
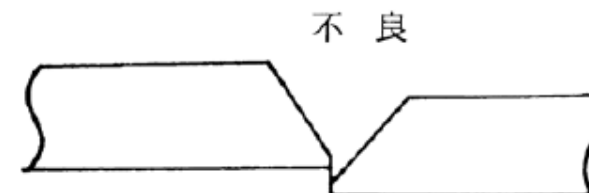
突合面の切口（シャーリング切断面）をそろえる



広がらないようにする



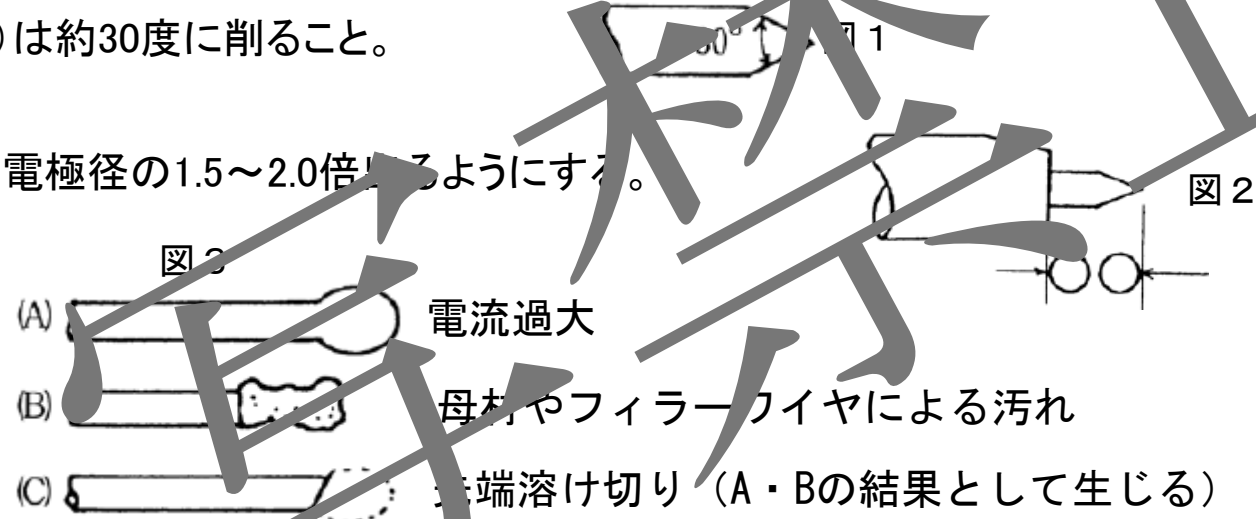
表面にデコボコがなく、平なきれいな鉄板か作業台の上に、そろえて置き、正確にあわせる。



段ちがいがあると
溶込み不足や偏肉になる

This text explains that a '段ちがい' (step) in the joint leads to '溶込み不足' (insufficient penetration) or '偏肉' (uneven thickness).

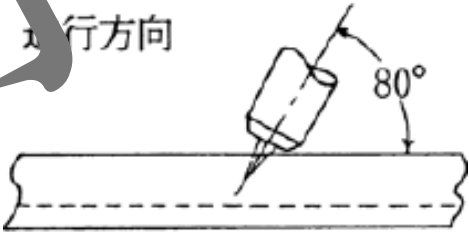
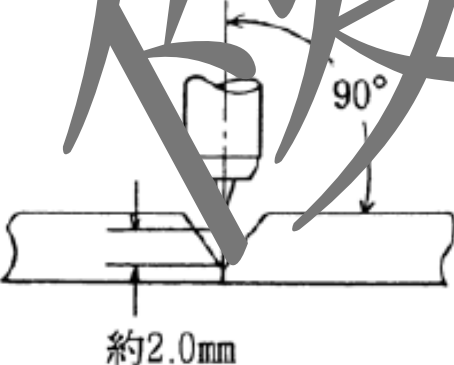
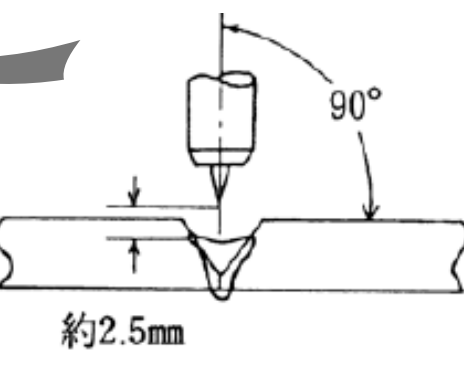
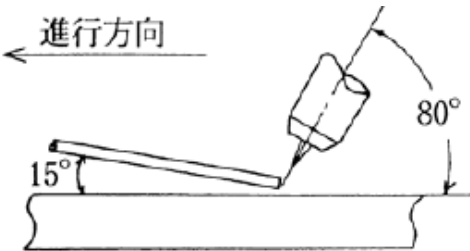
1. 溶接試験片は施工中動かないよう治具に取付け水平又は垂直になるよう固定する。
2. 溶接に際して安定した姿勢を保持し、常にトーチ角度やタングステン～母材間距離・溶融プールの状態・ルート部の溶け方がわかるようにする。
3. タングステン電極の先端形状(図1)は約30度に削ること。
4. 電極先端は図2のようにノズルから電極径の1.5～2.0倍出るようにする。
5. タングステン電極先端が図3のようになっている時は必ず修正すること
6. アークの発生は試験片以外の板上で行いシールドガス10ℓ/分・裏側のガスシールド8ℓ/min放出を確認してから本溶接を行う。
7. アークスタートからクレーターまで継ぎのない溶接を行う。
8. 溶接の層数・トーチの進行は自由となっているが極力2層仕上げ、前進角で行う。
9. アークスタート・クレーター処理を確実に言い、余盛不足やアンダカットのないように仕上げる。



7 溶接施工要領

13

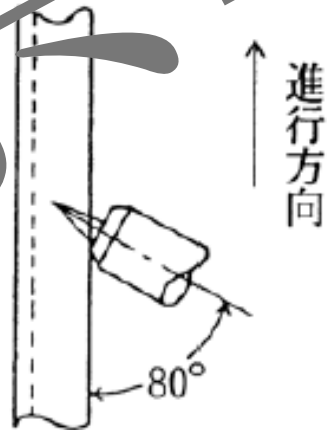
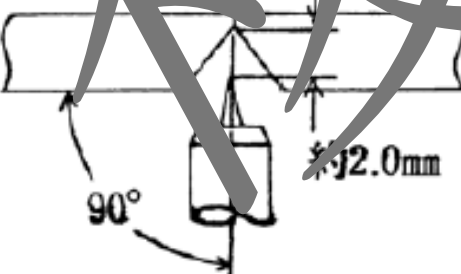
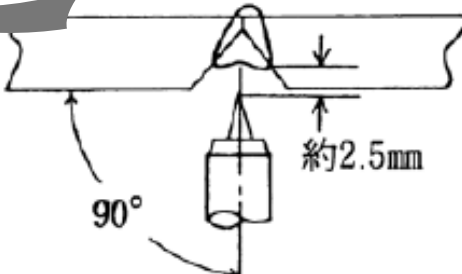
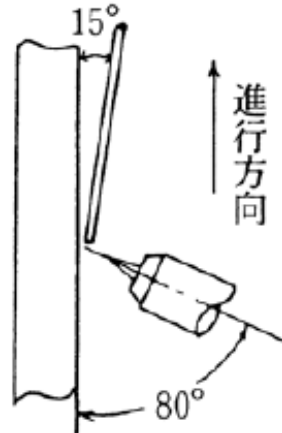
7-1 下向溶接(TN-F)

	1 層目	2 層目		1 層目	2 層目
施工条件 (例)	溶加棒の種類 溶加棒無し 溶加棒径 — 溶接電流 100A 溶接速度 約20CM/分	溶加棒の種類 Y308 溶加棒径 2.6mm 溶接電流 80A 溶接速度 約15CM/分			
ビード外観 (断面)	裏波が出るまで共付で何層も施工する事 	裏波が出たのを確認してから2層目を施工する事 	トーチ角度 (側面) 	1 層目と同じ	
トーチ角度 (正面) タングステン ～ 母材距離	 約2.0mm	 約2.5mm	溶加棒の 挿入角度 (側面)	共付け	

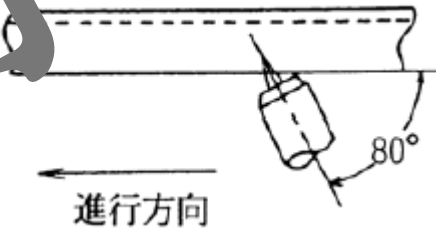
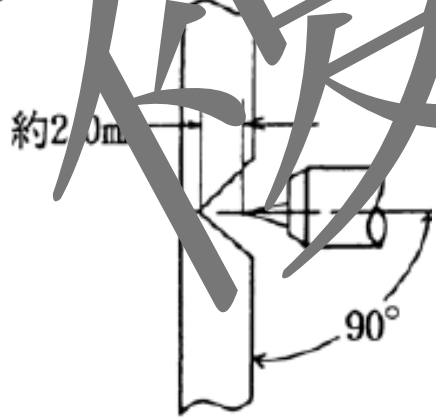
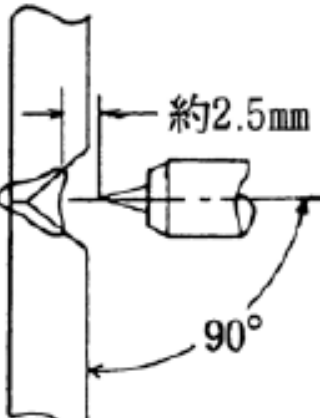
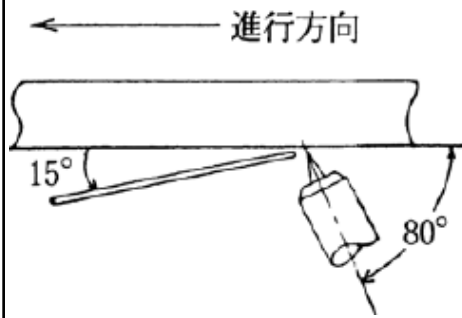
7 溶接施工要領

14

7-2 立向溶接(TN-V)

	1 層目	2 層目		1 層目	2 層目
施工条件 (例)	溶加棒の種類 溶加棒無し 溶加棒径 — 溶接電流 100A 溶接速度 約20CM/分	溶加棒の種類 Y308 溶加棒径 2.6mm 溶接電流 80A 溶接速度 約15CM/分			
ビード外観 (断面)	裏波が出るまで共付で何層も施工する事 	裏波が出たのを確認してから2層目を施工する事 	トーチ角度 (側面) 	1 層目と同じ	
トーチ角度 (正面) タングステン ～ 母材距離			溶加棒の 挿入角度 (側面)	共付け 	

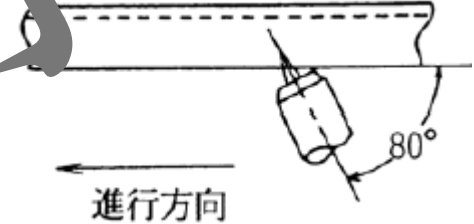
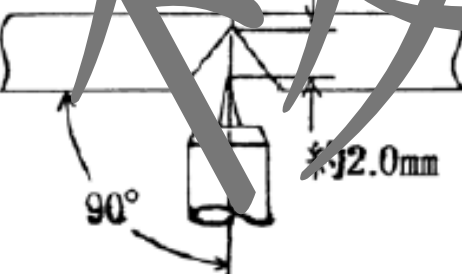
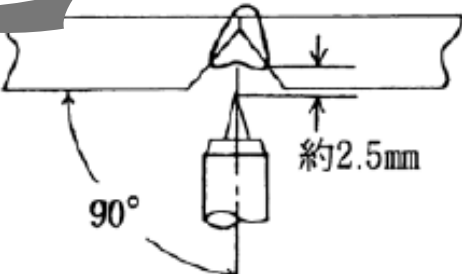
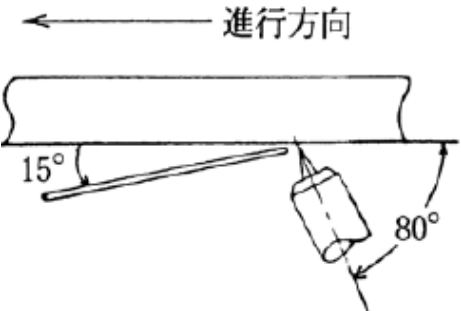
7-3 横向溶接(TN-H)

	1 層目	2 層目		1 層目	2 層目
施工条件 (例)	溶加棒の種類 溶加棒無し 溶加棒径 — 溶接電流 100A 溶接速度 約20CM/分	溶加棒の種類 Y308 溶加棒径 2.6mm 溶接電流 80A 溶接速度 約15CM/分			
ビード外観 (断面)	 <p>裏波が出るまで 共付で何層も 施工する事</p>	 <p>裏波が出たのを 確認してから 2層目を施工 する事</p>	トーチ角度 (側面)	 <p>80° 進行方向</p>	1 層目と同じ
トーチ角度 (正面) タングステン ～ 母材距離	 <p>約2.0mm 90°</p>	 <p>約2.5mm 90°</p>	溶加棒の 挿入角度 (側面)	共付け	 <p>15° 80° 進行方向</p>

7 溶接施工要領

16

7-4 上向溶接(TN-O)

	1 層目	2 層目		1 層目	2 層目
施工条件 (例)	溶加棒の種類 溶加棒無し 溶加棒径 — 溶接電流 60 A 溶接速度 約2.5 CM/分	溶加棒の種類 Y 308 溶加棒径 2.6 mm 溶接電流 80 A 溶接速度 約1.5 CM/分			
ビード外観 (断面)	裏波が出るまで共付で何層も施工する事 	裏波が出たのを確認してから2層目を施工する事 	トーチ角度 (側面) 	1 層目と同じ	
トーチ角度 (正面) タンゲステン ～ 母材距離			溶加棒の 挿入角度 (側面)	共付け	

◎ステンレス鋼とは

耐錆性・耐食性・耐酸化性・耐熱性と良好な加工性や機械的強度などを目的とした金属

イ) 耐錆性を利用した業界

食器・厨房器具・医療器具・車輛・食品工業などの器物・設備

ロ) 耐食性を利用した業界

石油・合成繊維・化学肥料・製薬・製紙などの化学工業、造船、原子力産業

ハ) 耐酸化性や耐熱性を利用した業界

炉材・タービン・ジェットエンジン・航空機・ロケット

◎種類

イ) マルテンサイト系ステンレス鋼(クロム系)

- ・13Cr系ステンレス鋼
- ・高硬度、高強度、高温での使用を目的とする

ロ) フェライト系ステンレス鋼(クロム系)

- ・18Cr系ステンレス鋼
- ・耐食性、高温での耐酸化性を目的とする

ハ) オーステナイト系ステンレス鋼(クロム・ニッケル系)

- ・18Cr-8Ni系ステンレス鋼
- ・耐食性、機械的性質、溶接性、耐熱性を目的とする

8 ステンレス鋼に対する予備知識

18

◎各ステンレス鋼の種類と企画

イ) マルテンサイト系

SUS-410	13Cr-低C	耐食、耐熱一般、機械部品
SUS-410	13Cr-低Si	
SUS-431	16Cr-2Ni	機械的性質改善
SUS-416	13Cr-S	被切削性良好

ロ) フェライト系

SUS-405	13Cr-AL	溶接性改良 焼入れ硬化性を押さえる
SUS-430	18Cr	一般用
SUS-430F	18Cr-S	被切削性良好

ハ) オーステナイト系

SUS-304	18Cr-8Ni	一般溶接用
SUS-316	18Cr-12Ni 2-5Mo	耐食性 耐熱性
SUS-316J1	18Cr-12Ni 2Mo-2Cu	一般溶接用
SUS-304L	18Cr-8Ni 極低C	溶接による粒界腐食を防止
SUS-321	18Cr-8Ni-Ti	溶接による粒界腐食を防止
SUS-347	18Cr-8Ni-Nb	溶接による粒界腐食を防止
SUS-309S	22Cr-12Ni 低C	耐熱性
SUS-310S	25Cr-20Ni 低C	309Sより耐熱性良好

◎ステンレス鋼の性質と溶接性

イ) マルテンサイト系ステンレス鋼

- ・高温でオーステナイト組織、常温でフェライト組織
- ・溶接熱による焼入硬化性が高い(強く硬く脆く)
- ・焼きもどし、焼きなまし、余熱をすることにより機械的性質向上(溶接により粗大化した結晶粒は熱処理により微細化する)
- ・電気抵抗は軟鋼の3倍以上
- ・熱伝導率は軟鋼の1/2以下である
- ・強い磁性を示す
- ・溶接性悪い

ロ) フェライト系ステンレス鋼

- ・焼入れ硬化しない
- ・シグマ相脆化が生じやすい(600.~800℃)
- ・475度脆性(475度付近で加熱保冷した場合脆くなる)
- ・溶接部2番熱影響部で割れが生じやすい
- ・熱伝導率は軟鋼の1/2以下である。磁性を示す
- ・磁性を示す

ハ) オーステナイト系ステンレス鋼

- ・高温低温いずれでも強じんして延性がある
- ・粒界腐食が生じやすい
- ・結晶粒界にクロム炭化物が析出する(安定化元素としてTi, Nb)
- ・応力腐食割れが生じやすい
静的、動的応力が残在して微細な割れが発生する
防止策として応力除去熱処理、Ni含有量の多い材料を使用する
- ・電気抵抗は軟鋼の4倍以上
- ・熱伝導率は軟鋼の1/2である
- ・熱膨張が1.5倍 によって溶接ひずみが生じやすい
- ・非磁性を示す
- ・溶接性良好

5 薄板溶接施工要領（1層溶接）

被覆溶接棒	ワイヤ	成分	適用母材	特長
D308	Y308	19Cr-9Ni	SUS304	耐食性が高い 軟鋼とSUS 304の溶接クラッド鋼の一層目
D308L	Y308L	19Cr-9Ni	SUS304L	
D309	Y309	22Cr-12Ni	SUS309S	
D309Mo		22Cr-12Ni2Mo	SUS316 SUS316L	
D310	Y310	25Cr-20Ni	SUS310S	中炭素鋼 軟鋼とSUS 304
D316	Y316	18Cr-12Ni2Mo	SUS316	酸化性に対する耐食性良好
D316L	Y316L	18Cr-12Ni2Mo	SUS316L	粒界腐食の防止
D316CuL		18Cr-12Ni	SUS316	粒界腐食、耐食性が高い
D410	Y410	13Cr	SUS403 SUS410	クラッド鋼の溶接
D430	Y430	18Cr	SUS430	

