

第7章 そ の 他

48 溶接技術検定試験で裏当て金有りの場合合格率の低い理由は？

Q-48 アルミニウムの溶接技術検定試験で、裏当て金有りのMA-2は、裏当て金なしのMN-2よりも合格率が低いと聞きました。その理由を教えてください。またMA-2の実技試験で注意すべき事項も教えてください。

A-48 溶接技術検定試験は、JIS Z 3811『アルミニウム溶接技術検定における試験方法及び判定基準』に基づき、(社)軽金属溶接構造協会で作成された実施要領に従って行われているもので、実技試験には45種類があります。

今回の質問は、MA-2（ミグ溶接、裏当て金あり、中板：板厚8mm）に関するもので、MN-2は、裏当て金を使用しない点がMA-2と異なります。

溶接姿勢は、基本級に下向があり、これに合格することを前提条件とした専門級に立向、横向及び上向があります。合否の判定は、外観検査と中板の溶接においては表曲げと裏曲げ試験が行われます。なお母材としては、溶接性の良いA5083-Oを、また溶接ワイヤはA5183-WYが使われます。

参考までにJIS Z 3001『溶接用語』においては、「裏当て」は、開先の底部に裏から当てるもので、金属板、粒状フラックスなど（金属板であっても、母材と共に溶接される場合は「裏当て金」と言う）があります。細かくなりますが、(社)軽金属溶接構造協会では、『裏当てのない溶接の場合、開先部分に沿って幅10mm以上、深さが3mm以上の溝を持った裏当てを使用してもかまわない。裏当ての材質は特に規定していないので、銅やステンレス鋼を使用することは可能である。』とされており、多くの場合、裏当てに銅が使用されております。

最近3年間の実技試験MA-2及びMN-2の各溶接姿勢における合格率は、Table 36に示すとおりです。^{1)~3)}

この表に見られるように、3年間を通じた平均の合格率は、MA-2の53.6%に対して、MN-2の合格率は69.7%であり、明らかに差異が認められます。又、いずれの年度、溶接姿勢においても、MA-2の方がMN-2の合格率よりも低くなっています。より高度な技能が要求される上向溶接（O）の合格率が、下向溶接（F）とほぼ同じ値で、立向溶接（V）及び横向溶接（H）よりも高

Table 36 MA-2及びMN-2の試験合格率（%）

試験の種類		MA-2 (裏当て金あり)			MN-2 (裏当て金なし)		
年 度		1997	1996	1995	1997	1996	1995
溶接姿勢	下向 F	67.5	61.3	62.5	73.7	70.5	72.2
	立向 V	37.1	49.2	47.6	76.3	65.1	64.7
	横向 H	45.3	52.0	44.4	65.1	53.5	65.7
	上向 O	68.7	54.5	53.1	85.7	70.0	74.3
年 平 均		54.7	54.3	41.9	75.2	64.8	69.2
総 平 均		53.6			69.7		

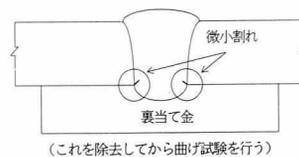


Fig. 82 MA-2溶接検定試験溶接部に生じやすい微小割れの模式図
(これを除去してから曲げ試験を行う)

いのは興味深いことです。

受験者がMN-2に合格する程度の技能を有し、Table 38のMA-2とMN-2の合格率の差16.1ポイントが、裏当て金を用いたことによって生じた欠陥（Fig. 82参照）であると仮定して考えてみましょう。

実験結果⁴⁾によりますと、裏当て金を開先部の裏面に密着させて溶接した場合、Fig. 82に示すように裏当て金とこれを溶着する溶接金属の交差部から、溶接金属の内部に向かって、ほぼ凝固方向に微細な割れが観察されます。このような割れが裏曲げ試験片に残存すると、曲げ試験に際して、溶接線に沿って平行な線状の開口部となり、不合格となります。この種の微細な割れの発生を防止するには、開先部裏面と裏当て金の間に0.5~1mm程度の間隔を設けると効果的です。

実技検定試験において、MA-2がMN-2よりも合格率が低い原因は他にもあるかもしれません。いずれにしても希望される試験の種類に応じて、実際の技術検定に準じた曲げ試験を含めた模擬試験を納得がいくまで繰り返し、自信を持って試験に臨んで下さい。模擬試験では実技試験の判定には含まれておりませんが、溶接部の放

射線透過試験や断面マクロ組織観察などを行い、溶接部の品質について詳細に把握しておくことが望まれます。

参 考 文 献

- 1) ④軽金属溶接構造協会：アルミニウム技術検定委員会平成7年度事業報告書 1-13 (1996), P. 10.
- 2) ④軽金属溶接構造協会：アルミニウム技術検定委員会平成8年度事業報告書 1-13 (1996), P. 11.
- 3) ④軽金属溶接構造協会：アルミニウム技術検定委員会平成9年度事業報告書 1-13 (1996), P. 10.
- 4) 杉山慎彦：『軽金属溶接』 Vol. 11, No. 124 (1973), P. 165～175.

49 アルミニウム溶接技量検定の実技試験合格のための留意点は？

Q-49 アルミニウムの溶接技量検定試験を受験しました。ビード外観は良好に仕上がったと思いましたが、実技試験が不合格となりました。どのような点に注意したら合格できるのか教えてください。

A-49 まず、溶接の対象となる金属材料の種類を問わず、少なくとも継手部の品質が要求される溶接構造物に関しては、ビード外観が良好であれば、それでよしとするのは早計と言えます。健全な継手を得るには、それなりの技量を必要とし、そのためにJIS Z 3811『アルミニウム溶接技術における試験方法及び判定基準』が規定されており、④軽金属溶接構造協会アルミニウム溶接技術検定委員会は、これに基づいて検定試験を行っております。

所期の技術資格を取得するためには、学科試験と実技試験を受けて、いずれにも合格しなければなりません。実技試験には45種類があり、溶接姿勢によって基本級と専門級に分けられております。

実技試験は、受験種類毎に作製された試験材は、立会検査員により外観検査を行なった後曲げ試験片が作製されます。曲げ試験は、実技試験の種類に応じて表曲げ、裏曲げ、側曲げ試験が行われ、曲げられた試験片の外表面について、欠陥の有無、大きさ、分布、数などの程度に応じて合否が判定されます。

ビード外観が良好であったとされる質問者の文面では、実技試験の種類が不明ですが、もし裏当て金を用いた試験材であれば、裏面の溶込みや裏波ビードの形状などは、その場で受験者は確認できず、また外観検査の対象にもなりません。

さて、実技試験合格の留意点ですが、一言で言えば、如何にしたら健全な溶接継手が得られるかにあります。基本的なことですが、以下に参考事項を列挙します。

- (1) 母材の開先部や、その近傍（裏当て金を使用する場合には、これを含めて）で、少なくとも熔融金属

に接する部分は、できる限り溶接の直前に酸化物、油脂、付着物などが溶接欠陥の原因とならないように十分に洗浄する。

- (2) 拘束治具や冷し金も、溶接時の高温にさらされて、溶接品質に悪影響を及ぼす有害な物質が生じないように清浄にしておく。
- (3) 適正な溶接条件を採用する。基本的な溶接条件因子である溶接電流、アーク電圧（アーク長）、溶接速度、シールドガスの流量、トーチ角度などの意義を理解し、それらの増減が溶接結果にどのように影響するかを実際に体得する。そして、実技試験の種類に応じて、例えば、JIS Z 3604『アルミニウムのイナートガスアーク溶接作業標準』などに示された溶接条件を参考にして、自分で納得できる溶接条件を選定する。溶接中は、予め選定した条件が崩れないように、特にトーチ角度、アーク長、溶接速度の安定化に習熟することが肝要です。
- (4) 母材が中板や厚板の場合は多層溶接になるので、層間の洗浄、層間温度の維持に留意する。前層の熱容量が小さくて、後置きビードの入熱が過度に大きいと、前層に微小割れが発生し、溶接部の健全性が阻害されます。
- (5) 技能が優れた受験者でも、検定試験においては精神的な緊張のために実力が発揮できないことがあります。所期の実技試験の種類に対応して、実際の実技検定試験に準じた曲げ試験を含めた模擬試験を納得の行くまで繰り返し、自信を持って試験に臨んで下さい。

抽象的な質問でしたので、回答も抽象的にならざるを得ませんでした。質問者のご参考になれば幸いです。終わりに、軽金属溶接構造協会が発行している『アルミニウム [合金] のイナートガスアーク溶接入門講座—JIS Z 3811アルミニウム溶接技術検定受験の手引き—』の活用をお薦めします。

50 板の3次元成形加工の種類と方法は？

Q-50 アルミニウム合金板材の3次元成形加工技術を紹介してください。

A-50 アルミニウム合金板材は、飲料缶、日用品、機械部品から、自動車、飛行機、新幹線電車の先頭車両、船などの大面積の外板まで、3次元曲面に加工されて用いられます。このような立体形状に成形するためには、板材は大きな変形を受けますので、割れが発生しない伸びの大きい素材が用いられます。また、曲面の形状、材質、生産量、製造コスト等を考慮し

て、最適な成形法が選定されます。

3次元成形の要素は、素材の伸び、縮み、曲げで構成され、成形法の中では、剛体工具（全型、ダイス、ポンチ等）を用いる方法が一般的であり多用されております。この剛体工具に代わる他の圧力媒体として、液体、気体、ゴム等を用いる成形法もあります。以下に代表的な加工法を紹介します。

1. プレス成形：その1 (Drawing & Ironing)

— 絞り成形としごき成形 —

ビール等の飲料缶にはDI缶 (Draw and Ironed Can) と呼ばれ、1枚の板から絞り成形としごき成形を併用して、壁面板厚を薄く、壁高を得て成形されるものがあります。その成形工程を Fig. 83 に示します。タンデムに配置されたダイスで絞り成形としごき成形を一気に行い、最終深さの容器が成形されます。

2. プレス成形：その2 (Drawing & Punch Stretching)

— 絞り成形と張り出し成形 —

専用の雌雄1対の全型を用いる最も一般的な成形法です。絞り成形、張り出し成形、あるいは、これ等が混在

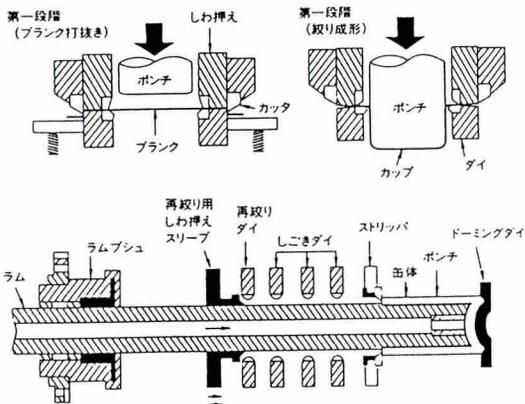


Fig. 83 DI缶の製造方法

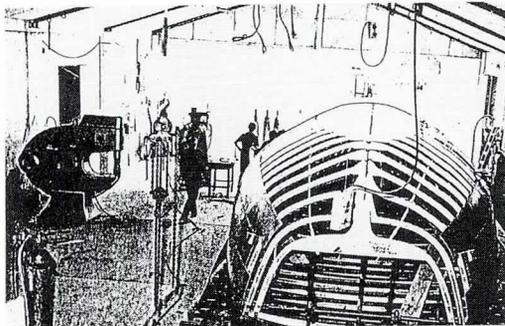


Fig. 84 ボートの組み立て状況

した成形があります。高価な全型が必要であり、量産品で比較的中小物の部品が対象となります。金型は、素材の伸びと流れを考慮して、しわや亀裂が発生しないように設計する必要があります。軽量化を目的に、アルミニウム合金成形部品が、鋼板やFRP等に代わって使用される例が増えてきております。

3. プレス成形：その3 (Draw & Punch Stretching)

— 大面積部品の加工 —

新幹線の先頭車両の先端部分、船の外板等は、製作個数が少なく、非量産の形態となります。このため、通常は内側の骨部材を組み立てた後、それ等の骨材に合わせて、大面積を適当なセグメントに分割し、それぞれを汎用の金型と工具で逐次加工して成形します。「曲げる・伸ばす」の通常のプレス成形と共に、「縮める」機能を有する特殊プレス (商品名：クラフト・フォーマ) による成形が実用化されております。Fig. 84 は、ボートの骨組みの外側に分割して成形された外板を取り付ける様子を示したものです。Fig. 85 には、その加工の状況を示します。

なお、船の外板の成形には、線状 (点列) 加熱法等も



Fig. 85 セグメントの加工状況

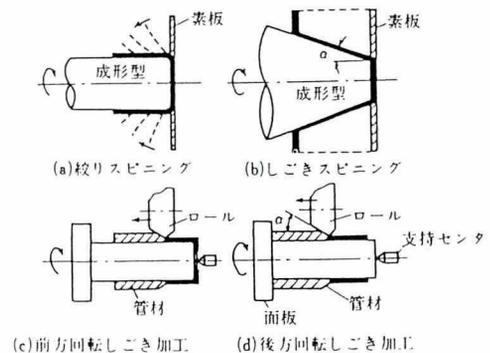


Fig. 86 スピニングの基本加工法

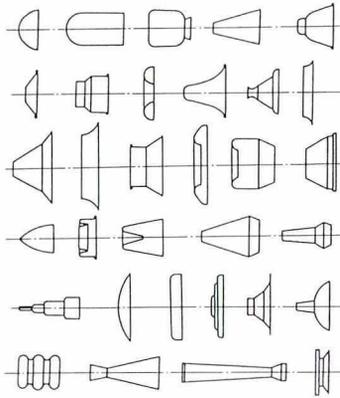
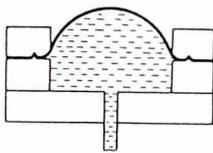
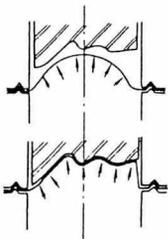


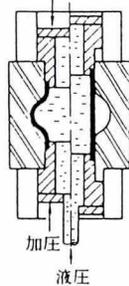
Fig. 87 スピニング加工による製品形状



(a) 自由バルジ



(b) 模式バルジ



(c) 管のバルジ

Fig. 88 各種バルジ成形法

ありますが、加工精度や施工ノウハウ等に難点があるようです。

4. スピニング成形 (Spinning)

回転する主軸に板素材と金型を取り付け、素材を回転させながら、へら、もしくはロールを押し付けて成形する方法です。Fig. 86には、その基本的な加工方法を示します。へらやロールを適当に組み合わせることにより、回転体形状の部品が、板や管から成形出来ます。そ

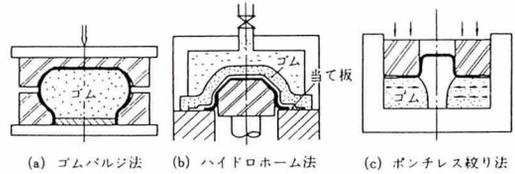


Fig. 89 ゴム成形法

の形状例を Fig. 87 に示します。航空宇宙用部品、電気部品、化学プラント部品等から日用家庭品までの成形に広く活用されています。

5. バルジ成形 (Hydraulic Bulging)

セットした雌金型 (もしくは雄金型) に、素材の一方 (もしくは内側) から液圧で馴染ませて成形する方法で、素材を加熱し、空気圧で成形する方法等もあります。

Fig. 88 にその原理を示します。複雑形状の一体成形が可能であり、多品種中量生産向きです。

6. ゴム成形 (Rubber Pad Forming)

圧力媒体としてゴムを用いる方法であり、Fig. 89 にその例を示します。ゴムが静水圧のように作用しますので、変形の大きさには制約がありますが、比較的簡単なシールで高圧を発生させることが出来ます。

7. 高エネルギー速度加工 (High Energy Rate Fabrication)

爆薬やコンデンサーに蓄えた電荷の放電エネルギーを圧力媒体に伝え、高い圧力を極く短時間に作用させる方法と、コイルに衝撃大電流を流し、その結果発生する磁気圧の作用を、直接、素材に作用させる方法があります。代表的な成形法としては、

- ①爆発成形 (Explosive Forming)
- ②水中放電成形 (Electro Hydraulic Forming)
- ③電磁成形 (Electro Magnetic Forming)

等があります。衝撃圧を利用するために変形速度が大きく、通常の液圧による成形と比較して、素材の変形限界等の配慮が必要となります。

参考文献

- 1) 機械工学便覧・応用編, B2 加工学, 加工機器 (1985) 5.
- 2) 塑性加工学会, 180回シンポジウム前副集, (1998) 5, P. 20.
- 3) Ecolod GmbH カタログ.