

国内と海外の溶接技術検定の比較検討

Comparison of Domestic and Foreign Welder's Qualification Testing

大塚 陽介 Yosuke OTSUKA

溶接作業においては、溶接士の技量が大きく品質に影響する。そのため、溶接技術検定による技量管理が必要となる。日本国内の鉄道車両製造では、JIS規格に基づいて検定試験を行い、公的機関や各事業者によってその認証が行われている。海外においてはISO規格やEN規格等で同様の規格が発行されているが、その内容は国内のものとは異なっている。今後、海外案件を受注するにあたって、ISO規格等の国際的に認知された規格の適用が要求されることが想定される。ここでは、従来実施しているJIS規格による検定とISO規格によるものについて、その内容を比較し、ISO規格の検定を行う上での課題について述べる。

1 はじめに

溶接作業においては、溶接士の技量が大きく品質に影響する。そのため、溶接技術検定による技量管理が必要となる。日本国内の鉄道車両製造では、JIS規格に基づいて検定試験を行い、公的機関や各事業者によってその認証が行われている。海外においてはISO規格やEN規格等で同様の規格が発行されているが、その内容は国内のものとは異なっている。今後、海外案件を受注するにあたって、ISO規格等の国際的に認知された規格の適用が要求されることが想定される。ここでは、従来実施しているJIS規格による検定とISO規格によるものについて、その内容を比較し、ISO規格の検定を行う上での課題について述べる。

2 溶接技術検定に関する規格

溶接技術検定は、検定試験と資格認証の2つに大別される。軟鋼の半自動溶接に関する検定試験と資格認証における国内のJIS規格と海外のISO規格の構成を表1に示す。これ以外にもヨーロッパのEN規格、アメリカのAWS規格によるもの等がある⁽¹⁾。ヨーロッパは、以前はEN 287シリーズの独自の規格であったが、鋼 (steel)

についてはEN ISO 9606-1に置き換わり、ISO規格を参照するようになっている。また、JIS規格による検定試験の資格認証は、日本溶接協会規格のWES 8241によって行われているので、これも参照する。

3 規格の要求事項の比較

JIS Z 3841 : 1997およびWES 8241 : 2013と、ISO 9606-1 : 2013に関して、それぞれの規格の重要な項目について詳細に比較を行う。

検定試験の流れは、検定材の溶接および学科試験→外観試験→破壊試験または非破壊試験である。

3.1 必須確認項目 (essential variables)

ISO 9606-1では必須確認項目として以下の8項目を規定している。これら8項目についてJIS規格との比較を行う。

- ① welding process 【溶接法】
- ② product type (plate or pipe) 【製品の種類】
- ③ type of weld (butt or fillet) 【溶接の種類】
- ④ filler material group 【溶接ワイヤのグループ】
- ⑤ filler material type 【溶接ワイヤの種類】
- ⑥ dimension (material thickness and pipe diameter) 【寸法】

表1 軟鋼の半自動溶接に関する検定試験・資格認証の規格

項目	国内 (JISまたはWES)	海外 (ISO)
検定試験	JIS Z 3841	ISO 9606-1
溶接施工要領書	—	ISO 15609-1
承認範囲	鉄道車両の場合JRIS W 0121	ISO 9606-1
資格認証	WES 8241	ISO 9606-1
外観判定基準	JIS Z 3841 および 外観試験の合否判定指針	ISO 5817

⑦ welding position 【溶接姿勢】

⑧ weld detail 【溶接の詳細】 (backing, single side welding, both side welding, single layer, multi layer, leftward welding, rightward welding)

また、ISO規格では承認の範囲をこの規格にて規定している。JIS規格では規定していない。団体規格である日本溶接協会規格 (WES 7101) や日本鉄道車輛工業会規格 (JRIS W 0121) にて資格とその作業範囲について規定がある。ここでは鉄道車両の溶接作業について取り扱うため、承認範囲についてはJRIS規格との比較を行う。

3. 1. 1 溶接法 (welding process)

ISO規格では溶接法ごとに試験を行い、承認することになっている。JIS規格では溶接法または材料によって規格が分けられていて、承認範囲も同様である。

3. 1. 2 製品の種類 (product type)

ISO規格では板-板、管-管、板-管 (すみ肉) の溶接の3種類を規定している。JIS規格では板-板、管-管の2種類である。これは3.1.3項のとおり、JIS規格ではすみ肉がないためである。

3. 1. 3 溶接の種類 (type of weld)

ISO規格では突合せとすみ肉の2種類があり、突合せとすみ肉はそれぞれに対して試験を行うことを要求している。ただし、追加のすみ肉試験を実施すれば、突合せの承認範囲ですみ肉も承認される。

一方でJIS規格では突合せのみとなっている。突合せ溶接はすみ肉溶接と比べて高い技量が要求されるため、突合せだけで十分とする思想と考えられる。

3. 1. 4 溶接ワイヤのグループ (filler material group)

ISO規格では溶接ワイヤを材料の種類によってグループ分けしている。試験に用いた溶接ワイヤのグループに加え、他のグループ材料も承認する場合がある。

JIS規格では、基本的には同様であるが、試験に用いた溶接ワイヤの種類のみ承認している。そのため、材料ごとにJIS規格の資格を保有している。

3. 1. 5 溶接ワイヤの種類 (filler material type)

ISO9606-1は、ティグ溶接も含んだ規格となっているため、溶加材の使用の有無について規定がある。溶加材を使用した場合、溶加材を使用しない溶接は承認していない。これの逆も同様である。また、試験で使用した溶

加材のほかに、別の種類の溶加材を承認する場合がある。

JIS Z 3841は半自動溶接に関する規格のため溶接ワイヤは必ず使用する。ティグ溶接に関する規格はJIS Z 3801であるが、特に溶加材の使用の有無については規定していない。

3. 1. 6 寸法 (dimension)

ISO規格は、突合せではその承認範囲に関して3種類の板厚区分がある。試験に用いる材料の板厚については受験者が自由に選択できる。板厚に対する承認範囲は、突合せの場合は溶接金属の厚さ s [mm] により、3 mm未満は $s \sim 3$, $2s$ の大きいほう、3 mm以上、12 mm未満は $3 \sim 2s$, 12 mm以上は3 mm以上としている。すみ肉は板厚 t [mm] により、3 mm未満は $t \sim 3$, $2t$ の大きいほう、3 mm以上は3以上となる。

JIS規格でも板は3種類の板厚区分となっているが、これは試験に用いる材料の板厚の種類である。軟鋼の場合は3.2mm, 9.0mm, 19.0mmとなっている。また、板厚に対する承認範囲はJRIS規格では規定されていない。WES規格 (WES7101) では試験に用いた母材板厚の $1/2 \sim 2$ 倍までという規定があるが、あくまでも目安として考えるものである。板厚に関する承認範囲については、双方の規格で大きく異なる点の一つである。

3. 1. 7 溶接姿勢 (welding position)

溶接姿勢に関する承認範囲を比較したものを表2に示す。ISO規格では、突合せでは下向 (PA)、横向 (PC)、立向上進 (PF)、立向下進 (PG)、上向 (PE) の5種類がある。下向が一番難易度は低く、横向、上向の順で高くなる。そのため、横向の姿勢で受験すれば、下向も承認される。上向きの場合は下向と横向も承認範囲となる。立向については、上進の場合は下向も承認されるが、下進ではその1種類のみ承認となり、下向は承認されない。基本的な考え方は、実際の作業姿勢がその承認範囲に入らなければならないということである。

JIS規格では下向、横向、立向、上向の4種類がある。JIS規格では立向の溶接方向 (上進、下進) を指定していない。作業の承認範囲については鉄道車両ではJRIS規格に規定がある。取得している溶接姿勢によってそれらを級別に分けて、実際の溶接作業を行う部位の溶接等級とリンクさせている。台車のような一番重要な部位はA級となり、溶接資格は下向、立向、横向のすべてを取得した1級の溶接士でなければならない。ここでは実作業での溶接姿勢は問われない。

表2 溶接姿勢に関する承認範囲

項目	国内（鉄道車両の場合）			項目	海外（ISO）		
規格	JRIS規格（検定試験に関するJIS規格では承認範囲を規定していない）			規格	ISO規格（検定試験に関するISO規格の中で承認範囲も規定している）		
資格の級別	1 級	2 級	3 級	試験姿勢	下向	横向	上向
取得している溶接姿勢	下向 立向 横向	下向 立向	下向	資格の範囲 （作業可能な溶接姿勢）	下向	下向 横向	下向 横向 上向
作業可能な溶接等級	A 級	B 級	C 級				
特徴	取得している溶接姿勢が多いほど、技量が高いと判断している。重要部位の溶接は1級の溶接士が行う。その際の溶接姿勢は問わない。			特徴	高い難易度の試験姿勢であれば、それより低いものも資格の範囲に入る。実際の溶接作業は、資格の範囲に入っていなければならない。部位の重要度は関係ない。		

3. 1. 8 溶接の詳細（weld detail）

a) 裏当て（backing）

ISO規格では裏当て有り、無しの2種類がある。裏当て無しで合格すれば裏当て有りも承認している。

JIS規格でもISO規格と同様に裏当て有り、無しの2種類である。

b) 片面溶接，両面溶接（single side welding, both side welding）

ISO規格では片面溶接と両面溶接の2種類がある。片面溶接に合格すれば両面溶接も承認される。

JIS規格では難易度の高い片面溶接のみである。

c) 1層，多層（single layer, multi layer）

ISO規格では1層と多層を区別している。1層の溶接の場合は1層のみ承認し、多層の溶接の場合は両方を承認する。

JIS規格では層数に関する規定はない。

d) 左進溶接，右進溶接（leftward welding, rightward welding）

ISO規格では左進溶接と右進溶接の規定をしているが、承認範囲には含めていない（いずれでもよい）。これはJIS規格でも同様である。

4 試験方法

4. 1 試験片

ISO規格では突合せ継手の試験片寸法は125×200を最小としている。この寸法はJIS規格のものと同一である。

4. 2 溶接方法

ISO規格では溶接施工要領書（WPS【Welding Procedure Specification】）に従って溶接を行う。また、初層と最終層で少なくとも1回アークを中断して、つながなければならない。途中、ビードのグラインダでの修正は認められているが、最終層で外観として残る部分は修正してはならない（中断後、溶接でかぶせてしまうクレータ部はよい）。

JIS規格では規定は無く、溶接士が自分で溶接条件を考えて溶接を行う。また、中断の規定もない。この点もそれぞれの規格で大きく異なる点である。

4. 3 試験内容

ISO規格では外観試験と破壊試験（曲げ試験，放射線透過試験，破壊試験のいずれか）を要求している。

JIS規格では外観試験と破壊試験（曲げ試験）を要求しており、同等である。

5 合格基準

5. 1 外観試験（Visual test）

ISO規格ではISO 5817の品質レベルB（またはC）を合格としている。突合せ継手では確認項目は20種類である。

JIS規格では詳細な内容は規定されていない。そのため日本溶接協会が発行する「外観試験の合否判定指針」により補完されており、これにより判定を行っている。突合せ継手では確認項目は19種類である。

外観試験の判定基準についてISO規格と国内のものを比べると、ISO規格のほうが国内の基準よりも厳しいものが多い。

5.2 曲げ試験 (Bend test)

ISO規格では3mm以上の割れは認めないとしている。また、1mmを超え、3mm未満の割れの合計が10mm以上でも不合格となる。

JIS規格では同じく3mm以上の割れは認めていない。さらに3mm未満の割れの合計が7mm以上、ブローホールや割れの個数が10個以上も認めないとなっている。この点はJIS規格のほうが厳しい。

ISO規格とJIS規格を比べると、JIS規格は外観試験の合格基準がISO規格よりもやや低いが、曲げ試験はISO規格よりも厳しい。両方を総合的に判断すると同等である。

6 学科試験

ISO規格では学科試験は任意である。資格認証を規定しているWES規格では学科試験を要求しており、正解率60%以上を合格としている。

7 有効期間

ISO規格では証明書の有効期間は6ヶ月となっている。以降、作業内容を証明することによって延長が可能となっている。再評価は、以下の3種類の方法のいずれかで行う。

- ①3年経過した時点で再試験する
- ②2年ごとに溶接部の放射線透過試験または超音波試験の記録を検証して、2年延長する
- ③溶接士が同一事業所に所属し、ISO 3834の品質マネジメントの下で作業していて、その溶接品質が合格していることを記録されている場合は、さらに6ヶ月延長する

JIS規格では有効期限は12ヶ月で、証明によって延長が可能である。また、3年経過した時点で再試験を受ける。

8 まとめ

溶接技術検定に関するJIS規格とISO規格において、

その内容が異なる項目を表3に示す。それぞれの規格の内容は、大きく見ればほぼ同等と考えられるが、ISO規格は、細かいところまで規定がなされている。国内のJIS規格についてはやや大らかといった印象である。現状のJIS規格による検定を合格できる溶接士であれば、ISO規格によるものもクリアできると思われるが、溶接の中断などの溶接方法の違いや外観試験の基準の違いがあるため、溶接士に対して十分な教育が必要である。

9 おわりに

JIS規格による溶接技術検定とISO規格によるものについて、その内容について比較検討を行った。現状、国内はJIS規格による検定が主体であるが、日本溶接協会ではISO規格による資格認証も始まったところである。しかしながら、両方の認証をとるには費用面での負担も大きく、使用者として最も望まれるのは、それらの規格の統一である。これも非常にハードルが高く、難しいことである。今後の海外展開を考慮するとISO規格による資格認証の重要性が増すと考えられるため、その動向について引き続き注視していく。

参考文献

- (1) 日本工業標準調査会 標準部会：「溶接技術検定制度に関する報告書（案）」、溶接技術専門委員会 第4回溶接技術検定小委員会 配付資料、(2009)、日本工業標準調査会

著者紹介



大塚陽介
技術士（金属部門）、IWE
生産本部
技術部（接合技術センター） 主査

表3 国内と海外の溶接技術検定で内容の異なる項目

項目	国内	海外
板厚の承認範囲	WES規格で目安となるものはあるが、詳細には規定していない。	試験した板厚に対して、明確な承認範囲が規定されている。
溶接姿勢の承認範囲	鉄道車両業界では、取得している溶接姿勢により溶接士を級別に分け、それを部位の重要度（溶接等級）とリンクさせている。実際の作業姿勢は問われない。	試験した溶接姿勢により、作業可能な溶接姿勢の承認範囲が決まっている。難易度の高い溶接姿勢では、それより低いものも認証される。溶接品の重要度とはリンクしていない。
溶接条件	溶接士自身が溶接条件を考えて行う。溶接の中断は必要ない。	用意されたWPSに従って溶接を行う。また、溶接の中断と再スタートが必要である。
学科試験	必須であり、合格点は60点以上である。	学科試験は任意である。