一般社団法人日本機械学会
The Japan Society of
Mechanical Engineers

資料1

発電用原子力設備規格
溶接規格（2020年版）
JSME S NB1-2020

第5回技術評価に関する検討チーム会合における
日本機械学会への説明依頼事項に対する回答

2024年1月16日

（一社）日本機械学会　発電用設備規格委員会
原子力専門委員会　溶接分科会

目次

３．溶接規格

~~（１）　新たに設けた規定~~　欠番

（２）　溶接施工法認証試験の確認項目

（３）　溶接方法の区分

（４）　溶接士技能確認試験

（５）　その他

3.（2） 溶接施工法認証試験の確認項目

（a）「WP-310 溶接方法」の(1)において、確認済みの溶接施工法を組み合わせて使用することが認められた。その場合の母材の厚さの制限について解説「WP-310 溶接方法」の1.(2)に関し、以下について説明して下さい。

1） T(10mm以下)の施工法とST(20mm以下)の施工法をT_F+STで使用する場合、溶接を行える厚さは20mm以下(Tについては、T_Fとして適用するため無制限となる)という認識でよいか。

回答

その解釈で間違いありません。

3.（2） 溶接施工法認証試験の確認項目

（a）「WP-310 溶接方法」の(1)において、確認済みの溶接施工法を組み合わせて使用することが認められた。その場合の母材の厚さの制限について解説「WP-310 溶接方法」の1.(2)に次の記載がある。これに関し、以下について説明して下さい。

２）上記１）の認識でよければ、当該溶接部(20mmの場合)の溶接部に対し手直し溶接を手動ティグで行おうとする場合は、T(20mm以下)の施工法が無いと施工できないという認識でよいか。

回答：次ページに記載

3.（2） 溶接施工法認証試験の確認項目

20231222
本葉追加

回答

- 手直し溶接（耐圧試験合格前に行う溶接）の場合、T(20mm以上)の施工法が必要となる。

（参考） 補修溶接（耐圧試験合格後に行う溶接）の場合：
- T（補修溶接の厚さ以上）の施工法が必要となる。
- 補修溶接の厚さが20mm未満の場合は、T（20mm以上）の施工法でなくてもよい。
- 既設溶接部は、検査に合格しているため、母材と見なされる。

3.（2） 溶接施工法認証試験の確認項目

（a）「WP-310 溶接方法」の(1)において、確認済みの溶接施工法を組み合わせて使用することが認められた。その場合の母材の厚さの制限について解説「WP-310 溶接方法」の1.(2)に関し、以下について説明して下さい。

3）片側からの裏当てを用いた溶接や隅肉溶接の場合の初層溶接(T_{FB})については、母材の厚さは制限されるという認識でよいか。

回答：次ページに記載

3.（2） 溶接施工法認証試験の確認項目

回答

- 解説「WP−310 溶接方法」の1.(2)の「片側からの完全溶け込み溶接を行う初層溶接」には、裏当て金を用いる場合のT_{FB}として施工する場合は、母材の厚さは制限されない。（(2)(a)1)と同じ解釈になる。）
- なお、すみ肉溶接の場合も、T_{FB}として施工する場合は、母材の厚さは制限されない。

3.（2） 溶接施工法認証試験の確認項目

（b）フラックス入りワイヤを使用した溶接に関し、ソリッドとフラックス入りは『異なる溶接施工法になる』ため、『併用の区分』とする場合、組合せ施工法の扱いになると思われますが、施工法確認試験で使用しない心線の区分まで認めることになるのか説明して下さい。

回答：次ページに記載

3.(2) 溶接施工法認証試験の確認項目

回答

（1）新規に溶接施工法を取得する場合：

- 組合せの溶接施工法となった場合、組み合わせるそれぞれの溶接施工法において、適用される心線の区分ごとに試験が実施されなければならない。このため、施工法確認試験で使用しない心線の区分の使用を認めることはない。

3.（2） 溶接施工法認証試験の確認項目

回答

（2）過去の溶接施工法を適用する場合：

- 溶接施工試験の記録を確認し、実際に試験に使用された心線の区分を確認する。
- ただし、実際に試験に使用された心線の区分を確認することが出来ない場合（記録がない場合等）、当該施工法を適用し製作した溶接構造物の施工記録、或いは溶接施工要領書等に記載の条件を採用しても良いこととしている。
- 上記の場合、溶接施工試験において対象となる心線が使用されたかどうかは判断できないため、施工法試験で使用していない心線の区分まで認めることになる可能性がある。
  （ただし、他の確認項目が同一になるとは限らないので、結局は各々で施工法の認証を取得する必要がある）
- なお、過去に取得済みの溶接施工法において、「ソリッド」と「フラックス入り」を1つの溶接施工試験で使用した実績があることを確認した。

3.(2) 溶接施工法認証試験の確認項目

(c)活性金属(チタン等)の溶接に関し、トレーリングガス流量を確認項目とすることは適切ではないとして削除されましたが、「溶接部の変色程度を確認することにより適切なトレーリングシールドガスが流されたかどうか分かる」とした根拠(『トレーリングガス流量の減少が10%未満であること』が確認できる根拠)について説明して下さい。

回答:次ページ以降に記載

3.（2） 溶接施工法認証試験の確認項目

回答

- 日本溶接協会規格　WES 7102: 2012「チタン及びチタン合金イナートガスアーク溶接作業標準」における溶接部の変色の程度と溶接部の性質との関係を次ページに記す。
- 不適切なトレーリングガスシールドは、溶接部のコンタミネーションに起因する溶接部の変色を発生させる。
- 溶接中及び溶接後の溶接部の変色程度を確認することにより、溶接部のコンタミネーションの程度及び溶接部の性質（品質）を確認することが可能である。
- したがって、溶接規格では適切なトレーリングシールドガスの確認方法は、『トレーリングガス流量の減少が10%未満であること』ではなく、『溶接部の変色程度』としている。

3.（2） 溶接施工法認証試験の確認項目

回答

溶接部の変色の程度とその性質との関係（WES 7102: 2012 表8 引用）

WES 7102: 2012		参考	
チタン溶接部の変色の程度*1	溶接部の性質	JIS検定*2における合否	溶接規格における合否
銀色	コンタミネーション*3のない健全な溶接部である。	合格	合格
金色又は麦色	ほとんどコンタミネーションがない溶接部である。		
紫又は青	溶接部表面の延性に少し影響する。しかし溶接部全体としては，その性質にほとんど影響がないとみてよい。		
青白又は灰色	かなりのコンタミネーションがある。薄板の溶接部では延性がかなり低下する。	不合格	不合格
白又は黄白	溶接部はぜい弱となる。		

*1 チタンと類似の性質をもつジルコニウム，ハフニウム，タンタルなどの溶接にも参考となる。（WES 7102: 2012 解説 引用）

*2 JIS Z 3805「チタン溶接技術検定における試験方法及び判定基準」

*3 コンタミネーション： 雰囲気中の酸素及び窒素や母材などの汚れによる溶接金属の汚染（WES 7102: 2012 2項 引用）

3.（2） 溶接施工法認証試験の確認項目

（d）「WP-411 試験材の厚さ」において、「(2)次に掲げる場合は，母材の厚さの上限値」の削除に関し、以下について説明して下さい。

1）「外径140mm以下で19mmを超えても、機械的性質が大きく変わるものではないとの判断から削除した。」とありますが、判断根拠を説明して下さい。

回答：次ページに記載

3.（2） 溶接施工法認証試験の確認項目

回答

- 管の機械的性質は、JISなどの規格（例えば、JIS G 3452: 2019 配管用炭素鋼鋼管）にて、材質ごとに定められている。管の外径や厚さが異なることで、それぞれ要求される機械的性質が変わる規定はない。
- 以上より、外径140mm以下で19mmを超えるような外径と厚さが変わる場合でも機械的性質は他の形状管と変わるものではないと判断した。

3.（2） 溶接施工法認証試験の確認項目

（d）「WP-411 試験材の厚さ」において、「(2)次に掲げる場合は，母材の厚さの上限値」の削除に関し、以下について説明して下さい。

２）「JIS規格配管材料では、125A（外径139.8mm）の場合の最大厚さは15.9mm（ｽｹｼﾞｭｰﾙ160）であるため、規定の「外径が140mm以下で、厚さが19mmを超えるもの」に該当する配管材料はない。」とのことですが、溶接規格の対象がJIS規格の配管寸法に適合するものに限定される根拠について説明して下さい。

回答：次ページに記載

3.（2） 溶接施工法認証試験の確認項目

回答

- JSME溶接規格の対象として、JISに限定する規定はない。
- ただし、JSME溶接規格における引用規格は、JSME規格とJIS規格のみであり、実質的には、JIS規格の配管寸法に適合するものが使用される。

3.（2） 溶接施工法認証試験の確認項目

（d）「WP-411 試験材の厚さ」において、「(2)次に掲げる場合は，母材の厚さの上限値」の削除に関し、以下について説明して下さい。

３）「ガス溶接、ティグ溶接、プラズマアーク溶接、半自動溶接又は自動溶接による場合であって、片側溶接として1層盛を行うとき」及び「半自動溶接又は自動溶接による場合であって、両側溶接としてそれぞれの側に1層盛を行うとき（母材の厚さが、50 mmを超える場合に限る。）」に母材の厚さの上限値とした理由として、「当時、一層盛は多層盛と比較して靭性に乏しく機械的強度及び溶接金属の組織に差が現れ易いため」とされています 。一層盛の場合の『母材の厚さ』はどのように変更されたのか説明して下さい。

回答：次ページに記載

3.（2） 溶接施工法認証試験の確認項目

回答

- 溶接規格2012年版では、1層盛を行うとき、試験材の厚さは、母材厚さの上限値となる。
- 溶接規格2020年版では、試験材の厚さは、取得しようとする溶接施工法に応じて規定され、『表WP-322-1　母材の厚さの区分』に従う。母材厚さは、試験材の厚さの1.1倍が上限値となる。

表 WP-322-1　母材の厚さの区分

試験材の厚さ t（mm）	認定される母材の厚さの区分 T（mm）
1.5未満	t以上　2t以下
1.5以上　10未満	1.5以上　2t以下
10以上150未満	5以上　2t以下　　ただし，最大200
150以上	5以上　1.33t以下又は200の大きい値以下
(1) 次に示す条件で行う場合におけるTの上限は，1.1tとする。 1) いずれかのパスの厚さが13mmを超える場合 2) 片面1パスで溶接を行う場合	

3.（2） 溶接施工法認証試験の確認項目

（d）「WP-411 試験材の厚さ」において、「(2)次に掲げる場合は，母材の厚さの上限値」の削除に関し、以下について説明して下さい。

4）エレクトロスラグ溶接又はエレクトロガス溶接の場合は、母材の厚さの上限0.9倍から上限までの値については、「表WP-322-1母材の厚さの区分」で「いずれかのパスの厚さが13mmを超える場合は、(認定される母材の厚さ Tは、1.1t (t：試験材の厚さ) とする。」とされています 。『13㎜を超える場合』の根拠を説明して下さい。

回答：次ページに記載

3.（2） 溶接施工法認証試験の確認項目

回答

- 溶接規格2020年版では、『表WP-322-1　母材の厚さの区分』にて、パスの厚さが13mmを超える場合は、母材厚さの上限を、試験材厚さの1.1倍と限定している。これは、13mmを超える場合、入熱量が大きく、靭性の劣化が危惧されるためである。なお、13mmは1/2インチから来ており、本目安をJIS B 8285 (2010)及びASME Sec.IX(2017)でも同じ根拠を採用している。

表 WP-322-1　母材の厚さの区分

試験材の厚さ t（mm）	認定される母材の厚さの区分 T（mm）
1.5未満	t以上　2t以下
1.5以上　10未満	1.5以上　2t以下
10以上150未満	5以上　2t以下　　ただし，最大200
150以上	5以上　1.33t以下又は200の大きい値以下
(1) 次に示す条件で行う場合におけるTの上限は，1.1tとする。 1) いずれかのパスの厚さが13mmを超える場合 2) 片面1パスで溶接を行う場合	

3.（2） 溶接施工法認証試験の確認項目

20231222
本葉追加

（e）1）「WP-602溶接施工法の読替え」に関し、以下について説明して下さい。
2)の「検査」とは、「溶接規格や火技解釈の適用が法令上要求される検査」という認識でよいか。

＜質問の趣旨＞
溶接検査対象外の箇所に適用し、社内自主検査等で合格となっても実績として認められないという意味か確認。

3.（2） 溶接施工法認証試験の確認項目

20231222
本葉追加

回答

- WP-602の2)で述べている「検査」は、ご質問のとおり「溶接規格や火技解釈の適用が法令上要求される検査」を意味する。
- したがって、法令要求でない検査に合格した施工記録は、施工法の読み替えに用いることができない。

3.（2） 溶接施工法認証試験の確認項目

20231222
本葉追加

（e）2）「WP-602溶接施工法の読替え」に関し、以下について説明して下さい。
破壊靭性を担保する衝撃試験の確認項目を細分化したが、衝撃試験を行っていない構造物の実績で読替えることの妥当性。
なお、説明には、例えば溶接入熱について、溶接作業指示書に規定された範囲の最大値を確認項目として認めるのかどうか、ということについても含んで下さい。

＜質問の趣旨＞
2)及び3)の規定は、溶接構造物の検査合格による実績をもとに、施工法の確認項目を読替えることができるものと認識しています。基本的な考え方として、実機の施工にて健全性が確認されたものは、今後も施工可能となることは理解できるが、衝撃試験の項目を読替えるためには、衝撃試験を行った溶接部の実績にて読替える必要があるのではないか。

3.（2） 溶接施工法認証試験の確認項目

20231222
本葉追加

回答

- 溶接構造物（検査に合格したもの）の施工記録、指示書等は、あくまでも溶接施工法確認試験記録の代替である。
- 確認項目の読み替えに必要な（確認項目を保証する）データが網羅されていない施工記録は、代替として不十分である。
- 衝撃試験が要求される施工法の読み替えの場合、衝撃試験に合格した施工記録であることが条件となる。（靭性要求のない継手の施工記録は、代替として認められない。）
- 確認項目の溶接入熱は、実際に適用された入熱の最大値に基づいて決定されるため、溶接作業指示書に指定された値を用いることはできない。（溶接作業指示書の値は、必ずしも実際に適用された入熱の最大値を表しているとはいえない。）

3.（3） 溶接方法の区分

20231222
本葉追加

（a）溶接規格2012年版において、TとT$_B$の区分は「溶接方法」の項目での区分でしたが、溶接規格2020年版において、「裏当て」の項目にて区分することとなり、裏当てなしの試験で合格となった施工法は、裏当てありの施工が可能となったと理解しました。この場合、試験時に「裏当て：使用しない、裏面からのガス保護：行う」で取得した施工法は、裏当てを使用する溶接を行う際も、裏ガスは必要となるのか説明して下さい。

＜質問の趣旨＞
解説「WP-342裏面からのガス保護」には、溶接部の補修又は手直し溶接を行う場合、「裏面からのガス保護：行う」の溶接施工法であっても必要な厚さが確保されているときは、裏面のガス保護は行わなくてよい。と記載されています。

回答：次ページ以降に記載

3.（3） 溶接方法の区分

20231222
本葉追加

回答

- 試験時に「裏当て：使用しない、裏面からのガス保護：行う」で取得した施工法は、裏当てを使用する溶接を行う際も、酸化防止のため裏ガスは必要となる。
- 裏面からのガス保護は、基本的に酸化防止を目的としているが、酸化の程度は、母材の種類（酸化しやすい材料かどうか）、溶接方法、入熱などの種々の条件によって異なる。
- 裏面からのガス保護を行う施工法であっても、初層溶接終了後は、裏面からのガス保護を要しないことが多い。
- 裏当てが溶融性金属板（旧規格では「裏当て金」と呼称）の場合は、初層溶接終了後と同様の状態になるため、裏面からのガス保護を要しない場合が多い。
- 一方、酸化しやすい母材であって、比較的入熱が大きい場合などは、裏当てがある場合でもガス保護を行う。
- 非金属裏当て材の場合は、一般に裏面からのガス保護を要しない。（裏当て材が、ガス保護の役割を担う）

3.（4） 溶接士技能確認試験

（a）「表WQ−330−6 試験材及び溶接姿勢の区分と作業範囲」の溶接士の作業範囲が、開先溶接とすみ肉溶接に分けて記載されました。板を用いて試験を行った溶接士について、開先溶接の欄には「板」と記載されていますが、すみ肉溶接には「板」の記載はありません。これに関し、以下について説明して下さい。

1）すみ肉溶接の場合は、板状のもの以外の溶接も可能か。

回答

- 板と制限を設けていないので、板状のもの以外も可能である。
- 「表 WQ-330-7 各溶接姿勢の傾斜角及び回転角の範囲」に示す範囲であれば、容器に取付く管台、配管に取付く当て板などのすみ肉溶接の施工が可能である。

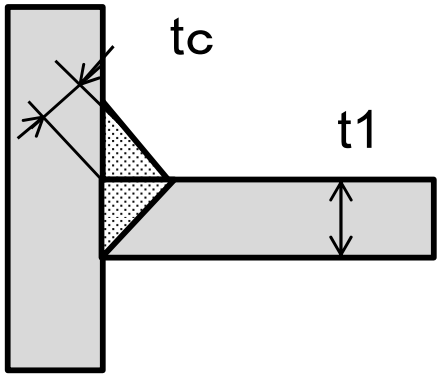
3.（4） 溶接士技能確認試験

2）開先溶接とすみ肉溶接の組み合わせの場合は、どのように扱うのか。

回答

組み合わせの場合、開先溶接の部分は溶接金属の厚さ、すみ肉溶接の部分は、のど厚の制限内でそれぞれ施工可能である。

例えば、下図の例では、レ形開先溶接はt1、すみ肉溶接はtcとなる。



3.（4） 溶接士技能確認試験

３)「板材で下向、立向、横向及び上向の4姿勢について確認試験が行われた場合、外径が610mmを超える配管に対しては、全姿勢の溶接を行うことができる。」と規定されていますが、下向の確認試験は必須なのか。それとも、他の姿勢の確認試験と同様に下向の確認試験は不要となるのか。

回答

立向、横向及び上向の3姿勢について確認試験が行われた場合、下向での確認試験は不要である。

3.（5） その他

（a）ASME Sec.Ⅲに基づき疲労強度を踏まえて考えた場合でも、アンダカット深さが一律0.8mmでよいとした技術的根拠を示して下さい。

回答：次ページに記載

3.(5) その他

回答

- 本項目で規定するアンダーカット許容値(0.8㎜)は、溶接作業場において一般的に守られるべきワークマンシップ(全ての溶接施工部位に対する仕上げ・手入れの程度)という観点で設定されている。
- 一方で溶接構造物を構成する溶接継手に対しては、その設計条件に応じて個別に考慮すべき特異な条件(疲労強度など)があると考える。これについては個別の溶接継手毎に考慮すべきで事項であり、本項では考慮の対象外とした。

3.(5) その他

(b)局部加熱について、均一温度領域の根拠はASMEの実態調査による とのことですが、調査結果の概要や均一温度領域の設定値の根拠について説明して下さい。

回答:次ページ以降に記載

3.(5) その他

回答

ASMEにおける検討の概要

- 均一温度領域の規定がSection IIIに採用されたのは、1970年代、Section I、VIII及びIXにおいて再検討されたのは、1990年代後半であり、当時の記録は残されていない。
- 1990年代後半の検討では、加熱範囲(Heated Band)の規定から均一温度領域(Soak Band)の規定に変更する検討が行われた。
- 均一温度領域の寸法は、実績のあるSection IIIの規定が参考にされた。
- 均一温度領域は、外表側の溶接幅に基づいて決定するが、<u>その中に溶接金属及びHAZ(溶接後熱処理が必要な領域)が含まれている必要がある</u>。
- 溶接されたままの状態での溶接金属及び熱影響部は、健全な母材部とは異なる組織になっており、熱処理によって、特に機械的性質を改善する必要がある。
- Section IIIの規定に基づく均一温度領域内に、<u>溶接金属及びHAZが確実に含まれるかどうか実態調査が行われた</u>が、問題となる例はなかったことが、ASME委員会で報告された。

3.（5） その他

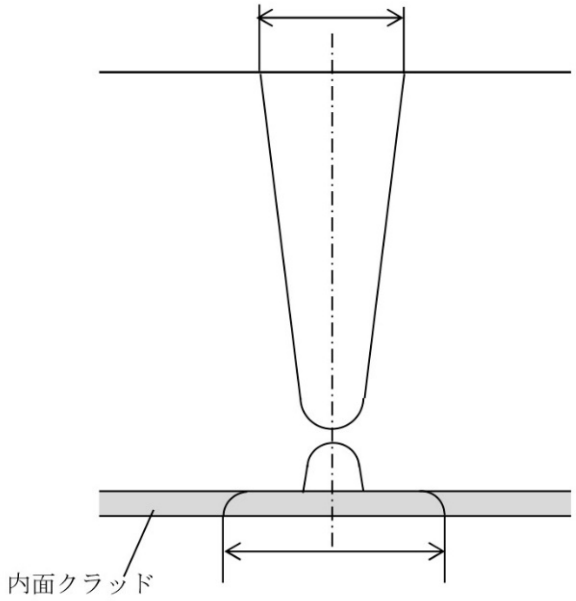
回答

JSMEにおける検討の概要

- 加熱範囲の規定は、外表面からの局部加熱の場合、溶接部内面側の熱処理効果が不十分だったり、不適当な箇所まで加熱したりする恐れがある。（1990年代後半のASMEの検討状況を参考にした。）
- ASME Section IIIの規定を参考にして、加熱範囲の規定から均一温度領域の規定に変更した。
- 局部加熱によるPWHTは、配管の現地継手又は容器の最終継手に適用されるため、基本的に片側溶接に適用される。（内面側の溶接幅が外面側より大きく、均一温度領域を逸脱するような事例はない。）
- 内面側から行う片側溶接が行われることもない。
- 修理改造を含め、両側溶接や特殊な溶接設計を適用した事例がないかどうか調査を行った結果、そのような事例はなかった。
- 調査結果に基づき、ASME Section III と整合する規定を採用した。

3.(5) その他

回答

JSMEにおける実態調査の結果

- A社及びB社：全て片側溶接である。
- C社：配管は、全て片側溶接である。厚肉容器の場合、両側溶接を適用することがあるが、外面側の溶接幅が広くなる開先形状であり、溶接部は均一温度領域に含まれる。
- D社：配管は、全て片側溶接である。容器の場合、両側溶接を適用することがあるが、外面側溶接幅が広くなる開先形状である。特殊な事例として、容器の内面側に行ったクラッド溶接のため、内面側の溶接幅の方が外面側より広い場合がある（右図参照）。
- ただし、クラッド溶接と突合せ溶接は、加熱範囲は異なる継手として個別に管理されている。
  また、当該部には両側加熱が適用される。