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4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

（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.（1） 新たに設けた規定

（a）第１０章コンクリート製原子炉格納容器の溶接部の設計（継手形状等）は、何を参照するのか説明して下さい。

＜質問の背景＞

○「N-CV010溶接部の設計」において、「溶接部の設計は，コンクリート製原子炉格納容器規格CVE-4500 「溶接部の設計」の規定による。」とし、「N-0015引用規格」において、コンクリート製原子炉格納容器規格の適用年版は記載されていない。

○技術基準規則解釈に引用しているコンクリート製原子炉格納容器規格は、2003年版であるが、溶接部の設計が規定されていない。

回答：次ページ以降に記載

3.（1） 新たに設けた規定

第4回
会合資料

1/9一部修正

回答

- ご指摘の通り、溶接規格では、引用するコンクリート製格納容器規格（CCV規格）の年版は指定していない。
- 溶接規格2020年版における溶接部の設計では、コンクリート製原子炉格納容器規格2014年版の規定番号（CVE-4510及び4610）を記載している。
  （溶接規格2020年版における記載は誤っておりますので、
  正誤表による対応を検討いたします。）
- 参考として次ページに、「コンクリート製原子炉格納容器規格」と「溶接規格」の年版の関係を示す。

3.（1） 新たに設けた規定

第4回
会合資料

参 考

CCV に係わる発電用原子力設備規格

コンクリート製原子炉格納容器規格
（2003年版）≪技術評価書あり≫
【CVE-XXXX 溶接設計なし】

コンクリート製原子炉格納容器規格
（2011年版）≪技術評価書なし≫
【CVE-3800 溶接設計あり】

コンクリート製原子炉格納容器規格
（2014年版）≪技術評価書なし≫
【CVE-4510、4610 溶接設計あり】

コンクリート製原子炉格納容器規格
（2022年版）≪技術評価提案≫
【CVE-4510、4610 溶接設計あり】

溶接規格
（2007年版）≪技術評価書あり≫
【第1部 N-CVXXX 規定なし】

溶接規格
（2007年版）≪技術評価書あり≫
【第1部 N-CVXXX 規定なし】

溶接規格
（2012年版/2013年追補）
≪技術評価書あり≫
【第1部 N-CVXXX 規定なし】

現状の
組合せ

溶接規格
（2020年版）≪技術評価中≫
【第1部 N-CVXXX 規定あり】

2022年版は未発刊だが、CVE-4510及び4610は2014年版から溶接部の設計の内容は改定されていない。

3.（1） 新たに設けた規定

（b）「本体付機械試験板は耐圧バウンダリの突合せ溶接に要求しているため、耐圧バウンダリを構成しない炉心支持構造物では、「溶接部の機械試験」の規定をしていない。」とのことですが、「表N-0030-1衝撃試験温度（第1部－72）」には「炉心支持構造物」が規定されています。その理由について説明して下さい。

回答：次ページに記載

3.（1） 新たに設けた規定

回答

- 「表N-0030-1 衝撃試験温度（第1部－72）」は、「N-0030 溶接施工法（第1部－5）」で引用されており、溶接部の機械試験（本体付機械試験板）への要求ではなく、溶接施工法への要求である。
- 設計・建設規格（「CSS-2300 破壊靭性試験要求」参照）では、炉心支持構造物に靭性を要求していることから、溶接規格においても溶接施工法に衝撃試験を要求している。

3.（2） 溶接施工法認証試験の確認項目

今回追加

（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

今回追加

（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

今回追加

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。

3.（2） 溶接施工法認証試験の確認項目

今回追加

（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

今回追加

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。
- 上述の考え方は、従来から運用されているルールであるが、T_Fとして施工する場合を含め、ご指摘のとおり明確な規定はないため、早急に改正することとしたい。

3.（2） 溶接施工法認証試験の確認項目

第4回
会合資料

（a）「WP-380衝撃試験を必要とする場合の追加の確認項目」が規定され、設計・建設規格で破壊靭性が要求される母材を溶接する場合、衝撃試験の確認項目が記載された溶接施工法が必要になりました。次の1）及び2）の場合、どのように適用するのか説明して下さい。

1）破壊靭性が要求された母材同士のすみ肉溶接の施工法

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

第4回
会合資料

回答

- 溶接構造物(含:炉心支持構造物)の溶接部に対する靭性要求は、基本的に材料要求ではなく、設計要求によって決まる。
- 設計上、靭性が要求される場合は、靭性が保証された材料を用いて製造し、それら部材を溶接で接合する場合には、「衝撃試験が要求される場合」の施工法を用いて靭性を保証する。
- したがって、「すみ肉溶接」(機械試験が要求されない溶接部)であっても、設計上靭性が要求される場合は、「衝撃試験が要求される場合」の施工法を用いる。
- 改定は、溶接部の性能が設計要求に従属することを明確化する目的で行った。

(参考)従来、機械試験が要求されない溶接継手については、「衝撃試験なし」の溶接施工法を適用しても良いと誤って解釈される傾向にあった。

3.（2） 溶接施工法認証試験の確認項目

第4回
会合資料

（a）「WP-380衝撃試験を必要とする場合の追加の確認項目」が規定され、設計・建設規格で破壊靭性が要求される母材を溶接する場合、衝撃試験の確認項目が記載された溶接施工法が必要になりました。次の1）及び2）の場合、どのように適用するのか説明して下さい。

2）片方のみに破壊靭性が要求された突合せ溶接とすみ肉溶接の施工法

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

第4回
会合資料

回答

（突合せ溶接の場合）

弁を境にして機器区分が変わり、一方の配管は靭性要求があり、弁には靭性要求のある材料が用いられ、他方の配管は靭性要求がない場合において、弁と靭性要求がない配管との溶接が質問の事例に該当すると考えられる。

このような例では、設計上、特に指定がない限り「衝撃試験が要求される場合」の施工法を用いる必要はない。

（理由）

当該溶接部の靭性を保証する必要がないためであり、弁箱の健全性に影響するリスクが懸念される場合には、設計上、靭性要求が明記される。

3.（2） 溶接施工法認証試験の確認項目

回答（続き）

（すみ肉溶接の場合）

圧力容器又は配管（靭性要求あり）とその耐圧部分に直接取り付けるラグ等（靭性要求なし）の溶接が考えられる。

このような例では、「衝撃試験が要求される場合」の施工法を適用しなければならない。

（理由）

耐圧部分（靭性要求あり）に直接溶接するため、継手形状に関係なく、耐圧部分に形成される熱影響部（HAZ）の靭性を保証する必要がある。

3.（2） 溶接施工法認証試験の確認項目

第4回
会合資料

（b）「WP-310 溶接方法」に、「2つ以上の溶接方法の組合せとなる溶接において、既に確認されている溶接施工法を組み合わせて溶接を行う場合は、組合せの溶接施工法確認試験を省略してもよい」と規定されました。次の1）及び2）の場合、どのように適用するのか説明して下さい。

1）「組み合わせ施工法の場合、初層限定の溶接方法を除き、順番を問わない」との説明がありましたが、例えばT（ティグ溶接）の施工法における初層限定の施工法と組合せ施工法とはどのように識別をするのか。

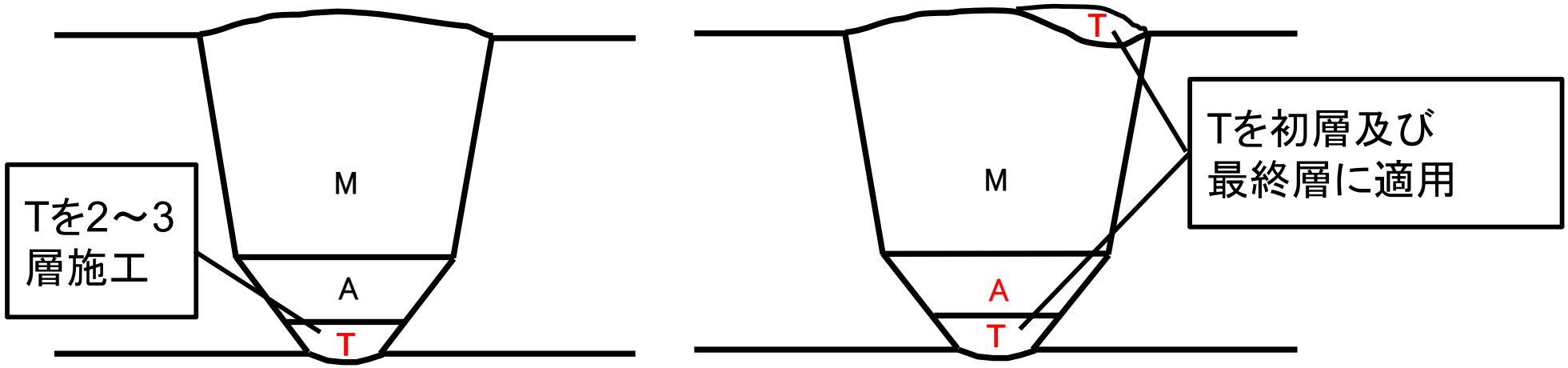
回答：次ページ以降に記載

3.（2） 溶接施工法認証試験の確認項目

第4回
会合資料

回答

- 「組合せ施工法の場合、初層限定の溶接方法を除き、順番を問わない」とは、たとえばT+A+Mの場合、次のようにT、A及びMの組合せを満足しておれば、それらの施工順を問わないという意味である。（溶接規格では溶接方法の施工順は規定していない。）



上図の例では、1層目から2～3層目まで施工したティグ溶接を多層溶接と見なしてTとなるが、これを初層溶接T_Fと見なした場合、2012年版溶接規格では左図はT_F＋A＋M、右図はT_F＋A＋M＋T_Bとなる。2020年版では、組合せ施工法はT+A+Mに統一される。

3.（2） 溶接施工法認証試験の確認項目

第4回
会合資料

回答

- 2020年版では、組合せ施工法における初層限定の溶接方法T_F、T_{FB}は、いずれもTと表示するが、計画書（溶接部詳細一覧表）において施工順、層数などを明記して区別する。
- 溶接施工法から溶接士技能に係る区分はなくなるが、その他の確認項目に変更はなく、T_B（裏面ガス保護なし）をT_F（裏面ガス保護あり）として用いることはできない。
- 単独の施工法を組み合わせる場合は、施工順を明記し、初層溶接に必要な溶接士技能を明確にする。（保有する溶接士が全て裏波形成の技能を有している場合は不要である。）
- 組合せ施工法と単独の施工法の組合せの区別は、施工法番号が単一か複数かによって判別可能である。

3.（2） 溶接施工法認証試験の確認項目

第4回
会合資料

（b）「WP-310 溶接方法」に、「2つ以上の溶接方法の組合せとなる溶接において、既に確認されている溶接施工法を組み合わせて溶接を行う場合は、組合せの溶接施工法確認試験を省略してもよい」と規定されました。次の1）及び2）の場合、どのように適用するのか説明して下さい。

2）「複数の異なる標記が存在するなどの問題が多数あるが、改定により解消される」とのことですが、具体的にどのような問題があり、今後どのように改定されるのか。

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

第4回
会合資料

1/9一部修正

回答

- 「複数の異なる標記が存在するなどの問題」については、先に掲げた例の他、別途配付した資料（※）を参照のこと。
- この問題を考慮し、次の改定が行われた。

①溶接施工法における溶接方法の区分について、溶接士技能に関する区分（ T_F、T_{FB}、T_B、A_O、M_O等 ）を廃止した。
（技能以外に相違点はなく、自動溶接にこれらの区分はない。）

②単独の施工法を組み合わせて適用できるようにした。
（単独の施工法は、一層盛りを除き、初層、中間層、最終層のいずれにも適用可能であることが確認されている。）

※大石勇一「溶接施工法及び溶接士技能における溶接方法の区分の見直し」
火力原子力発電 2019、通巻No.748、Vol.70 No.1、P.20-25

3.（2） 溶接施工法認証試験の確認項目

第4回
会合資料

（c）「表 WP-333-1　溶加材若しくはウェルドインサート又は心線の区分」において、「フラックス入りワイヤを使用した溶接は、心線としては独立した区分としている。」との説明がありました。次の1）及び2）の場合、どのように適用するのか説明して下さい。

1）既存の施工法に対してどのように確認の上、識別するのか。

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

第4回
会合資料

1/9一部修正

回答

（1）2019年追補以前の規格に従い認証した溶接施工法認証試験記録を用いる場合

- 過去の溶接施工法認証試験又は溶接構造物に用いたワイヤの銘柄（溶接施工要領書又は指示書、施工記録等でもよい）を確認し、「ソリッドワイヤ」か「フラックス入りワイヤ」か判断する。
- 上記により確認された心線（「ソリッドワイヤ」か「フラックス入りワイヤ」）に対してのみ、当該の溶接施工法認証試験記録は有効とする。
- 溶接施工法認証試験記録への「フラックス入りワイヤ」の区分の記載は不要とする。（過去の溶接施工法認証試験記録への「フラックス入りワイヤ」の区分の追記は求めない。）
- 溶接施工要領書においては、「フラックス入りワイヤ」を使用する場合、その区分の記載を要求する。（例：E-1（FC）、E-8（FC） 等）

3.（2） 溶接施工法認証試験の確認項目

第4回
会合資料

回答（続き）

（2）2020年版以降の規格に従い認証した溶接施工法試験記録を用いる場合

- 溶接施工法認証試験記録への「フラックス入りワイヤ」の区分の記載を要求する。（新たに作成する溶接施工法認証試験記録へは、「フラックス入りワイヤ」の区分の記載を求める。）
- 溶接施工法認証試験記録は、実際に試験で評価した心線（「ソリッドワイヤ」あるいは「フラックス入りワイヤ」）に対してのみ有効とする。
- 溶接施工要領書は、「フラックス入りワイヤ」を使用する場合、その区分の記載を要求する。（例：E-1（FC）、E-8（FC） 等）

3.（2） 溶接施工法認証試験の確認項目

第4回
会合資料

（c）「表 WP-333-1　溶加材若しくはウェルドインサート又は心線の区分」において、「フラックス入りワイヤを使用した溶接は、心線としては独立した区分としている。」との説明がありました。次の1）及び2）の場合、どのように適用するのか説明して下さい。

2）施工法としてソリッドとフラックス入りを併用していた場合はないのか。

回答

基本的には単独であるが、特殊なケースとして、化粧盛もしくは手直しだけ「フラックス入りワイヤ」、バタリングだけ「ソリッドワイヤ」、などに用いられる可能性はある。

3.（2） 溶接施工法認証試験の確認項目

今回追加

（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

今回追加

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

今回追加

回答

（2）過去の溶接施工法を適用する場合：

- 溶接施工法確認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、溶接施工法確認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、溶接施工法確認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は存在する。

3.（2） 溶接施工法認証試験の確認項目

今回追加

回答（続き）

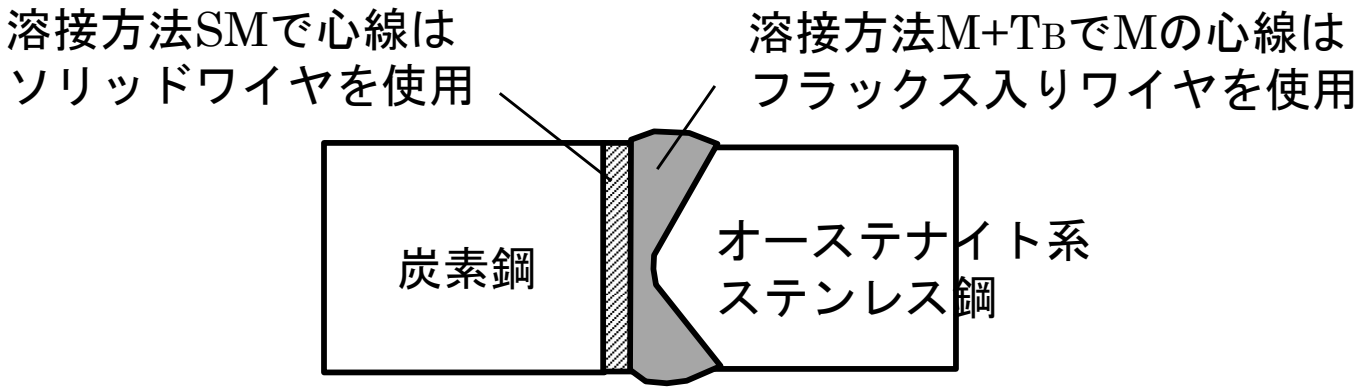
- 想定される例
  - 溶接施工法確認試験： ソリッドワイヤを使用（※記録が現存しない）
  - 溶接構造物の施工記録： フラックス入りワイヤを使用（※記録が現存する）
  - 上記の場合、当該溶接施工法の心線の区分としてフラックス入りワイヤを認める。
  - このような場合において、溶接施工法確認試験において確認されていない心線の区分も認められる。

3.（2） 溶接施工法認証試験の確認項目

今回追加

回答（続き）

- 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。
- 実績についての具体例を以下に示す。
  - 異種材溶接で、片側の開先面へ肉盛溶接（ソリッドワイヤ）を施工した上で、接手溶接（フラックス入りワイヤ）を施工した。



3.（2） 溶接施工法認証試験の確認項目

第4回
会合資料

（d）チタン材及びジルコニウム材の活性金属の溶接を行う場合「トレーリングガスの流量を溶接施工法の確認項目とすることは適切ではないと判断」したとのことですが、米国の事業者はASME Sec.Ⅸに基づき、どのようにトレーリングガス流量を確認項目としているのか説明して下さい。

＜質問の背景＞

〇ASMEとハーモナイゼーションを行っているとのことですので、米国の状況も把握していると理解しています。

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

第4回
会合資料

回答

- ASME Sec. Ⅸ QW-408.10 では、「トレーリングガス流量の10%以上の減少で1区分」と規定されている。
- 一般にトレーリングシールド治具は製品（溶接部）形状に合わせたものを使用する。治具の寸法形状を含むトレーリングガス流量の管理は米国の事業者のノウハウであるため、詳細は不明であるが、以下の通りと推定する。
  - ASME Sec. Ⅸに基づき、トレーリングガスを使用する際は、試験材形状に合った治具を使用し、色調等の溶接部の外観が良好となる流量での溶接施工法確認試験を実施する。
  - 溶接部（治具）形状の違い等により、良好な溶接を行うために試験時の流量から10%以上減少させなければならない場合は、新たな溶接施工法確認試験を実施する。

【以下は参考記載】

- 溶接規格では、溶接部の色調によりトレーリングシールドの健全性が確認可能であることから、トレーリングガス流量は溶接施工法の確認項目とはしていない。

3.(2) 溶接施工法認証試験の確認項目

今回追加

(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

今回追加

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

今回追加

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

今回追加

回答(続き)

- トレーリングガス流量の減少による溶接部のコンタミネーション(変色)の程度は、一般に次に示す要因の影響を受ける。
  - シールド治具形状
  - 溶接部(開先)形状
  - 溶接条件(電流、電圧、速度、溶接姿勢等)
  - 環境(風、湿度等)
- したがって、『トレーリングガス流量の減少が10%未満であること』と『溶接部の変色程度』との間に、普遍的な関係はないと考えられる。

3.（2） 溶接施工法認証試験の確認項目

第4回
会合資料

（e）「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」としていたものを「軽水炉では使用されない項目であり、削除した」との説明がありました。「軽水炉では使用されない項目」とは何を指すのか、説明して下さい。

＜質問の背景＞

○ (2)の2)及び3)に規定されている『P−1,P−3,P−11A−1,P−11A−2,P−11B』は軽水炉で使用されているのではないか。（「表WP−321−1 母材の区分」に当該材料が規定されている。）

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

第4回
会合資料

1/9一部修正

回答

- 「軽水炉では使用されない項目」とは、「軽水炉への適用を踏まえて、2020年版では例外項目として規定しておく必要がなくなった項目」を指す。
- (2)は40年以上前の「溶接方法の認可」（資源エネルギー庁長官通達）をもとに当時は溶接実績がないため特例として制定したものであるが、次ページ以降に示す理由により、必要ないことが明らかとなったため、削除した。

3.（2） 溶接施工法認証試験の確認項目

第4回
会合資料

回答（続き）

2013年追補の「WP-411 試験材の厚さ」の「(2)次に掲げる場合は、母材の厚さの上限値」の内容

1） 確認に用いる試験材が管である場合は、外径が140 mm 以下で、かつ、適用する母材の厚さの上限が19 mmを超えるとき
2） 母材の区分が、表 WP-302-1に掲げるP-1及びP-3であって、予熱温度の下限が100 ℃、溶接後熱処理を行わず、かつ、母材の厚さの上限がP-1の場合は、32 mm、P-3の場合は、13 mmを超えるとき
3） 母材の区分が、表 WP-302-1に掲げるP-11A-1、P-11A-2及びP-11Bであるとき
4） 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
5） 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
6） 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。）

3.（2） 溶接施工法認証試験の確認項目

第4回
会合資料

1/9一部修正

回答（続き）

1） 確認に用いる試験材が管である場合は、外径が140 mm 以下で、かつ、適用する母材の厚さの上限が19 mmを超えるとき

- 当時は、管の外径に比較して管厚が厚く、溶接施工条件の違いが大きくなることから特別条項としていた。
- 2020年版では、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。
- なお、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。

3.（2） 溶接施工法認証試験の確認項目

回答（続き）

2） 母材の区分が、表 WP-302-1に掲げるP-1及びP-3であって、予熱温度の下限が100 ℃、溶接後熱処理を行わず、かつ、母材の厚さの上限がP-1の場合は、32 mm、P-3の場合は、13 mmを超えるとき

- 当時、溶接後熱処理を行わない溶接施工法の場合、適用できる板厚の上限値が決められていたことから、その上限の板厚を超えないようにするため、この規定が設けられた。
- 2020年版では、WP-322「母材の厚さ」（2）項で溶接後熱処理を行わない場合は、表N-X090-3で規定されている板厚の上限値の制限があることを規定するようにしたため、削除とした。

3.（2） 溶接施工法認証試験の確認項目

回答（続き）

3）母材の区分が、表 WP-302-1に掲げるP-11A-1、P-11A-2及びP-11Bであるとき

- P-11A-1、P-11A-2及びP-11Bは、当時、割れ感受性が高いという理由から、試験材の厚さを認定される厚さの上限にした。
- 2020年版では、製品の溶接部に対して非破壊試験で割れの有無が確認されるため、特別扱いする必要がないとの判断から削除した。
- ASME Sec.Ⅸ、JIS規格の溶接施工法試験でも、P-11A-1、P-11A-2、P-11Bを特別扱いにする規定はない。

3.（2） 溶接施工法認証試験の確認項目

回答（続き）

4）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

- 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区分した。
- 2020年版では、衝撃試験が要求される場合、「多層盛」「一層盛」を確認項目にするように改定しているため、削除した。

3.（2） 溶接施工法認証試験の確認項目

第4回
会合資料

回答（続き）

5）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

- 2020年版でも、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。」と規定しており、包含されるため削除した。

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

第4回
会合資料

1/9一部修正

回答（続き）

6）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。）

- 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区分した。
- 2020年版では、衝撃試験が要求される場合、「多層盛」「一層盛」を確認項目にするように改定しているため、削除した。
- なお、50mm以上の板厚の母材を両側1層ずつの溶接（均等厚さの場合は片側25mm以上の厚さ）を行うことは、現実的にはできないと考えられる。

3.（2） 溶接施工法認証試験の確認項目

今回追加

（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

今回追加

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。（1.1倍の詳細については、次項4)にて示す。）

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

今回追加

（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

今回追加

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、JIS B 8285 (2010)及びASME Sec.IX(2017)でも同じ基準を採用している。

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

今回追加

回答（続き）

- 13mm（=1/2インチ）は、以下に規定がある。
  - ASME Section IXのSummer 1984 Addenda以降からQW-403.9にて、規定されている。
  - QW-403.9は、ASME Section VIII-1のUCS-67 IMPACT TESTS OF WELDING PROCEDURE（衝撃試験）を参考としている。
- ASME側にて、当時規定した経緯に関わる資料は確認できないが、次ページに示す内容を根拠として考えられる。

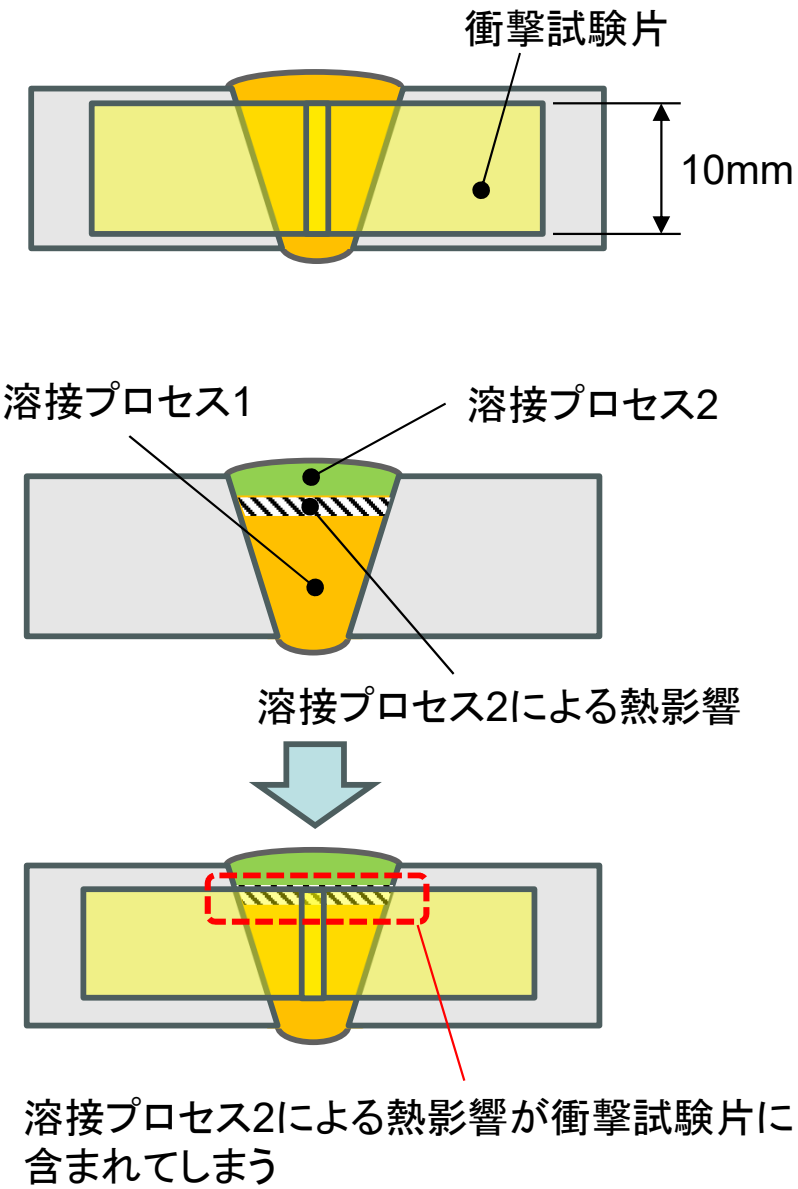
3.（2） 溶接施工法認証試験の確認項目

今回追加

回答（続き）

- 衝撃試験片の標準形状は板厚方向に10mm必要であるため、（1）（2）を考慮している。
- （1）衝撃試験片の切断代を考慮して13mmとして規定した。
- （2）例として1つの溶接継手に対して2つの溶接プロセスを適用した場合、衝撃試験片採取位置に別な溶接プロセスの溶接による熱影響を受ける可能性があるため、パスの厚さを13mmと裕度を持たせた。

- 裕度範囲として一般的に適用されている10%を持たせて、母材厚さは、試験材の厚さの1.1倍が上限値となるようにしている。



3.（2） 溶接施工法認証試験の確認項目

今回追加

（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

今回追加

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

今回追加

（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

今回追加

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

（a）従来は裏波の有無などにより別々の区分表示であった溶接施工法が同じ区分表示となり、どのように開先形状ごとに異なる溶接方法を識別するのか、溶接施工に必要な溶接士の技能の管理を行うのかについて、「今後運用が予定されているルールに関する現状の考え」の説明がありました。次の1）～3）について、説明して下さい。

1）溶接規格2020年版が技術基準規則解釈に引用された際に、運用ルールは何を参照するのか。

2）運用ルールは今後溶接規格に規定されるのか。

回答：次ページに記載

3.（3） 溶接方法の区分

第4回
会合資料

1/9一部修正

回答

1）及び2）について

- 「今後運用が予定されているルール」とは、2020年版に規定されたルールのことであり、それらを運用するために、さらに別のルールを参照する考えはない。
- 現時点で運用されているのは、2020年版ではなくて2012年版及び2013年追補に規定されているルールであり、2020年版はまだ運用されていないため、「今後運用が予定されているルール」と表現した。

3.（3） 溶接方法の区分

（a）従来は裏波の有無などにより別々の区分表示であった溶接施工法が同じ区分表示となり、どのように開先形状ごとに異なる溶接方法を識別するのか、溶接施工に必要な溶接士の技能の管理を行うのかについて、「今後運用が予定されているルールに関する現状の考え」の説明がありました。次の1）～3）について、説明して下さい。

3）「妥当性の判断が困難な場合は、製造者が施工手順（積層手順）、溶接士の選定要領など」を用意するとのことだが、製造者が溶接施工に先立ち用意するということか。

回答：次ページに記載

3.（3） 溶接方法の区分

回答

- 施工手順（積層手順）、溶接士の選定要領などは、製造者が溶接施工に先立ち用意するのが原則である。
  → 提供の仕方は、製造者と事業者の間の取り決めによる。
- 「妥当性の判断が困難な場合」は、使用前事業者検査（溶接）実施前に行う計画書審査だけでなく、検査開始後の溶接作業中検査でも発生することが想定される。
- 施工手順等が特殊で、溶接作業検査において使用前事業者検査員が判断できない場合は、製造者がより詳細な説明資料（手順書）やエビデンス等を提供する必要がある。
  → 提供の仕方は、製造者と事業者の間の取り決めによる。

（注意）このページは、JSME 溶接規格の範囲外となる内容です。

3.（3） 溶接方法の区分

（b）「（ティグ溶接は）初層以外の適用例が増加しており、初層限定資格（T_F, T_{FB}）のニーズはほとんどない」とのことですが、現在T_Fの施工法がほとんど使われていないということでしょうか。

回答：次ページに記載

3.（3） 溶接方法の区分

回答

- ティグ溶接が、初層（T_F、T_{FB}）に用いられなくなった訳ではない。
  → 溶接士の技量に係る区分であるため、溶接施工法の区分から削除した。
- 次の理由から、近年、初層限定の資格区分（T_F、T_{FB}）の新規受験者がほとんどおらず、資格保有者（元々少ない）も徐々に減少しているため、近い将来、廃止する考えである。
  ① ティグ溶接は、初層以外、例えば最終層（仕上げ）に使用されることが多くなった。（T_Bが必要）
  ② ティグ溶接は、手直し溶接、中間層の手入れなどにも使用されることが多くなった。（T_Bが必要）
  ③ 比較的厚い構造物についても、ティグ溶接だけで施工する事例が多くなった。

（注意）このページは、JSME 溶接規格の範囲外となる内容です。

3.（3） 溶接方法の区分

今回追加

（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

今回追加

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。

3.（4） 溶接士技能確認試験

今回追加

（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

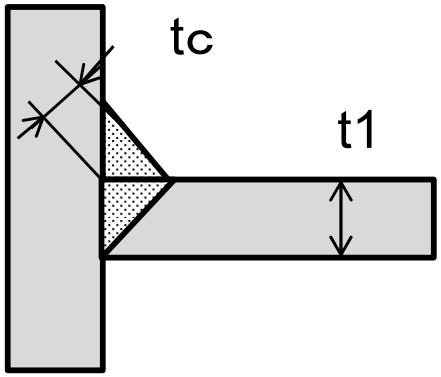
今回追加

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

今回追加

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.（4） 溶接士技能確認試験

（a）新たに追加となる資格区分（JIS規格の溶接技能者及び発電用火力設備の溶接士）の作業範囲（板厚、姿勢など）は、JIS規格の溶接技能者及び発電用火力設備の溶接士と同じか説明して下さい。

回答

JIS溶接士について

- JIS規格では、溶接技能者の作業範囲は決められていない。そこで溶接規格では、表WQ-610-1でJISと溶接規格との対応を示し、作業範囲は対応する溶接規格の資格区分と同じとしている。
- 同じとした根拠を次ページ以降に示す。（第3回検討チーム会合資料からの再掲）

3.（4） 溶接士技能確認試験

回答（続き）

JIS Z 3801　ティグ溶接

試験材の種類、厚さ、裏当て金の有無、溶接姿勢の区分が、溶接規格と同等である。

試験項目及び判定基準についても、次ページ以降に示す。

JIS Z 3801					溶接規格				
試験材の種類	試験材の厚さの区分	裏当て金の有無	溶接姿勢	資格記号	試験材の種類	試験材の厚さの区分	裏当て金の有無	溶接姿勢	資格記号
板 炭素鋼	3.2mm	用いない	下向	T-1F	板 炭素鋼	3～3.2mm	用いない	下向	T W-0f
			立向	T-1V				立向	T W-0v
			横向	T-1H				横向	T W-0h
			上向	T-10				上向	T W-0o
管 炭素鋼	外径 114.3mm 4.0～ 5.0mm	用いない	水平固定 及び 鉛直固定	T-1P	管 炭素鋼	外径100～ 120mm 4～5.3mm	用いない	水平固定 及び 鉛直固定	T W-3-0e

3.（4） 溶接士技能確認試験

回答（続き）

JIS Z 3801　ティグ溶接

試験項目及び判定基準の概要

<table>
<tr><th rowspan="2">試験材の種類</th><th colspan="3">JIS Z 3801</th><th colspan="3">溶接規格</th></tr>
<tr><th>判定方法</th><th>曲げ試験片の個数</th><th>判定基準</th><th>判定方法</th><th>曲げ試験片の個数</th><th>判定基準</th></tr>
<tr><td>板
炭素鋼</td><td rowspan="2">外観試験
曲げ試験</td><td>表曲げ
裏曲げ
各１個</td><td rowspan="2">外観試験の各項目が著しく不良のものは，不合格とする。

曲げられた試験片の外面に次の欠陥が認められる場合は，不合格とする。
(1) 3.0 mmを超える割れがある場合。
(2) 3.0 mm以下の割れの合計長さが，7.0 mmを超える場合。
(3) ブローホール及び割れの合計数が，10個を超える場合。
(4) アンダカット，溶込み不良，スラグ巻込みなどが著しい場合。</td><td rowspan="2">外観試験
曲げ試験</td><td>表曲げ
裏曲げ
各１個</td><td rowspan="2">外観試験の各項目が著しく不良のものは，不合格とする。

曲げられた試験片の外面に次の欠陥が認められる場合は，不合格とする。
a) 3.0 mmを超える割れがある場合
b) 3.0 mm以下の割れの合計長さが，7.0 mmを超える場合
c) ブローホール及び割れの合計が，10個を超える場合
d) アンダカット，溶込不良，スラグ巻込みなどが著しい場合</td></tr>
<tr><td>管
炭素鋼</td><td>裏曲げ
４個</td><td>裏曲げ
４個</td></tr>
</table>

3.（4） 溶接士技能確認試験

第4回
会合資料

（a）新たに追加となる資格区分（JIS規格の溶接技能者及び発電用火力設備の溶接士）の作業範囲（板厚、姿勢など）は、JIS規格の溶接技能者及び発電用火力設備の溶接士と同じか説明して下さい。

回答：次ページ以降に記載

3.（4） 溶接士技能確認試験

回答

<u>発電用火力設備の溶接士について</u>

- 溶接規格の溶接技能者と発電用火力設備の溶接士の作業範囲では、試験材が板の場合に違いがある。次ページ以降に比較表を示す。
- 2016年版までは同じであったが、次の理由で2018年追補にて改定した。
  - 立向、横向、上向の技能があれば、下向の溶接ができるようにする。
  - 作業範囲を「板について」とする規定は、鍛造品等は作業できないと解釈されるおそれがある。
  - すみ肉溶接についての扱いを明確にする。
- 同等とした根拠を「発電用火力設備の溶接士」の表に記載する。（第3回検討チーム会合資料からの再掲）

3.（4） 溶接士技能確認試験

第4回
会合資料

回答（続き）

アルミニウム，アルミニウム合金又はチタン以外（チタンは溶接規格のみ）							
発電用火力設備の技術基準の解釈　別表第１７				溶接規格 表　ＷＱ－３３０－６			
溶接技能確認試験		作業範囲		溶接技能確認試験		作業範囲	
試験材の区分	溶接姿勢の区分	母材の厚さ	溶接姿勢	試験材の区分	溶接姿勢	溶接金属の厚さ	溶接姿勢
Ｗ－０ 試験材厚さ 3～3.2mm 板	下向	7mm未満	下向	Ｗ－０ 試験材厚さ 3～3.2mm 板	下向	7mm未満	下向
	立向		板の立向		立向		下向　立向
	横向		板の横向		横向		下向　横向
	上向		板の上向		上向		下向　上向
Ｗ－１ 試験材厚さ 9mm 板	下向	19mm未満	下向	Ｗ－１ 試験材厚さ 9mm 板	下向	19mm未満	下向
	立向		板の立向		立向		下向　立向
	横向		板の横向		横向		下向　横向
	上向		板の上向		上向		下向　上向
Ｗ－２ 試験材厚さ 19mm 板	下向	制限なし	下向	Ｗ－２ 試験材厚さ 19mm 板	下向	制限なし	下向
	立向		板の立向		立向		下向　立向
	横向		板の横向		横向		下向　横向
	上向		板の上向		上向		下向　上向
Ｗ－３－０ 外径100～120mm 厚さ4～5.3mm　管	水平固定及び 鉛直固定	11mm未満	制限なし	Ｗ－３－０ 外径100～120mm 厚さ4～5.3mm　管	水平固定及び 鉛直固定	11mm未満	全姿勢
Ｗ－３ 外径150～170mm 厚さ10～12mm　管	水平固定及び 鉛直固定	19mm未満	制限なし	Ｗ－３ 外径150～170mm 厚さ10～12mm　管	水平固定及び 鉛直固定	19mm未満	全姿勢
Ｗ－４ 外径200～300mm 厚さ20mm以上　管	水平固定及び 鉛直固定	制限なし	制限なし	Ｗ－４ 外径200～300mm 厚さ20mm以上　管	水平固定及び 鉛直固定	制限なし	全姿勢

溶接規格では、すみ肉溶接の場合、「溶接金属の厚さ」は「のど厚」と読み替えて作業範囲を規定している。

3.（4） 溶接士技能確認試験

第4回
会合資料

回答（続き）

アルミニウム又はアルミニウム合金							
発電用火力設備の技術基準の解釈　別表第１７				溶接規格 表　ＷＱ－３３０－６			
溶接技能確認試験		作業範囲		溶接技能確認試験		作業範囲	
試験材の区分	溶接姿勢の区分	母材の厚さ	溶接姿勢	試験材の区分	溶接姿勢	溶接金属の厚さ	溶接姿勢
Ｗ－１０ 試験材厚さ 3mm 板	下向	7mm未満	下向	Ｗ－１０ 試験材厚さ 3mm 板	下向	7mm未満	下向
	立向		板の立向		立向		下向　立向
	横向		板の横向		横向		下向　横向
	上向		板の上向		上向		下向　上向
Ｗ－１１ 試験材厚さ 8mm 板	下向	17mm未満	下向	Ｗ－１１ 試験材厚さ 8mm 板	下向	17mm未満	下向
	立向		板の立向		立向		下向　立向
	横向		板の横向		横向		下向　横向
	上向		板の上向		上向		下向　上向
Ｗ－１２ 試験材厚さ 20mm以上 板	下向	制限なし	下向	Ｗ－１２ 試験材厚さ 20mm以上 板	下向	制限なし	下向
	立向		板の立向		立向		下向　立向
	横向		板の横向		横向		下向　横向
	上向		板の上向		上向		下向　上向
Ｗ－１３ 外径100～150mm 厚さ4mm　管	水平固定及び 鉛直固定	9mm未満	制限なし	Ｗ－１３ 外径100～150mm 厚さ4mm　管	水平固定及び 鉛直固定	9mm未満	全姿勢
Ｗ－１４ 外径150～200mm 厚さ12～15mm　管	水平固定及び 鉛直固定	25mm未満	制限なし	Ｗ－１４ 外径150～200mm 厚さ12～15mm　管	水平固定及び 鉛直固定	25mm未満	全姿勢
Ｗ－１５ 外径200～300mm 厚さ20mm以上　管	水平固定及び 鉛直固定	制限なし	制限なし	Ｗ－１５ 外径200～300mm 厚さ20mm以上　管	水平固定及び 鉛直固定	制限なし	全姿勢

溶接規格では、すみ肉溶接の場合、「溶接金属の厚さ」は「のど厚」と読み替えて作業範囲を規定している。

3.（4） 溶接士技能確認試験

第4回
会合資料

回答（続き）

発電用火力設備の溶接士

技能の資格は、溶接方法、試験材の区分、溶接姿勢の区分、溶接棒の区分、溶加材の区分、心線の区分の組合わせによって決まるが、その区分は溶接規格と同等である。また試験方法及び判定基準も同等である。

発電用火力設備の技術基準解釈の確認項目資格区分			溶接規格の確認項目資格区分			評　価
溶接方法の区分	A		溶接方法の区分（表 WQ-311-1）（表 WQ-330-1）	A		溶接方法の区分は同じである。 溶接規格ではTとPAについて、注1.で「手溶接と半自動溶接を区分する。」ことの説明がある。
	A0及びA			A，A0		
	G			G		
	T,TB,TF及びTFB	手溶接		T（注1.）TB,TF,TFB		
		半自動溶接				
	M			M		
	M0及びM			M，M0		
	PA	手溶接		PA（注1.）		
		半自動溶接				
試験材の区分	アルミニウム又はアルミニウム合金以外	W-0	試験材の区分（表 WQ-312-1）（表 WQ-330-6）	アルミニウム又はアルミニウム合金以外	W-0	試験材の区分は同じである。 W-0等の記号は、板厚や外径による区分である。
		W-1			W-1	
		W-2			W-2	
		W-3-0			W-3-0	
		W-3			W-3	
		W-4			W-4	
	アルミニウム又はアルミニウム合金	W-10		アルミニウム又はアルミニウム合金	W-10	
		W-11			W-11	
		W-12			W-12	
		W-13			W-13	
		W-14			W-14	
		W-15			W-15	

3.（4） 溶接士技能確認試験

第4回
会合資料

回答（続き）

発電用火力設備の溶接士

発電用火力設備の技術基準解釈の確認項目資格区分			溶接規格の確認項目資格区分			評　価
溶接姿勢の区分	W-0, W-1, W-2, W-10, W-11, W-12	f	溶接姿勢の区分（表 WQ-312-1）（表 WQ-330-2）	W-0, W-1, W-2, W-10, W-11, W-12	f	有壁固定管の区分「r」は溶接規格では規定がないが、それ以外の溶接姿勢の区分は同じである。
		v			v	
		h			h	
		o			o	
	W-3-0, W-3, W-4, W-13, W-14, W-15	r		W-3-0, W-3, W-4, W-13, W-14, W-15	—	
		e			e	
溶接棒の区分	被覆アーク溶接棒	F-0	溶接棒の区分（表 WQ-313-1）（表 WQ-330-2）	被覆アーク溶接棒	F-0	溶接棒の区分は同じである。
		F-0及びF-1			F-0及びF-1	
		F-0からF-2			F-0からF-2	
		F-0からF-3			F-0からF-3	
		F-0からF-4			F-0からF-4	
		F-5			F-5	
	ガス溶接棒	F-6-1		ガス溶接棒	F-6-1	
		F-6-2			F-6-2	
	被覆アーク溶接棒	F-40X		被覆アーク溶接棒	F-40X（F-41～F-45）	
溶加材の区分	R-1X		溶加材の区分（表 WQ-313-2）（表 WQ-330-3）	R-1X （R-1～R-5, R-10～R-12）		溶加材の区分は同じである。R-5XとR-6Xは、記号は異なるが何れもステンレス鋼の区分である。
	R-5X			R-6X （R-6～R-9）		
	R-20X			R-20X （R-21～R-23）		
	R-40X			R-40X （R-41～R-45）		
	R-51			R-51		
心線の区分	E-1X		心線の区分（表 WQ-313-2）（表 WQ-330-4）	E-1X （E-1～E-5, E-10～E-12）		心線の区分は同じである。E-5XとE-6Xは、記号は異なるが何れもステンレス鋼の区分である。
	E-5X			E-6X （E-6～E-9）		
	E-20X			E-20X （E-21～E-23）		
	E-40X			E-40X （E-41～E-45）		
	E-51			E-51		

3.（4） 溶接士技能確認試験

第4回
会合資料

回答（続き）

発電用火力設備の溶接士

試験方法及び判定基準の概要

<table>
<tr><th colspan="2">発電用火力設備の技術基準解釈</th><th colspan="2">溶接規格</th><th>評　価</th></tr>
<tr><td>試験の方法</td><td rowspan="2">アルミニウム又はアルミニウム合金以外は，JIS Z 3801(1997)による。

アルミニウム又はアルミニウム合金は，JIS Z 3811(2000)による。</td><td>試験方法
(WQ-321(4))
(WQ-322(4))</td><td>外観試験
ビードの形状，溶接の始点及び終点の状況，裏面の溶け込み状況，オーバラップ，アンダカット及びピットの状況、変形

曲げ試験
JIS Z 3122</td><td rowspan="2">発電用火力設備の技術基準解釈では、JIS Z 3801又はJIS Z 3811によることしているが、その内容は溶接規格と同等である。</td></tr>
<tr><td>判定基準</td><td>合否判定基準
(WQ-321(5))
(WQ-322(5))</td><td>外観試験
各項目が著しく不良のものは不合格

曲げ試験
曲げられた試験片の外面に次の欠陥が認められる場合は，不合格とする。
(1) 3.0 mmを超える割れがある場合
(2) 3.0 mm以下の割れの合計長さが，7.0 mmを超える場合
(3) ブローホール及び割れの合計が，10個を超える場合
(4) アンダカット，溶込不良，スラグ巻込みなどが著しい場合</td></tr>
</table>

3.（4） 溶接士技能確認試験

（b）「WQ-510 溶接士技能者及び溶接オペレータの資格更新方法」において、資格更新が機器の耐圧試験に合格した場合に加え、外観試験、曲げ試験又は放射線透過試験（管と管板の取り付け溶接の場合は浸透探傷試験及びのど厚測定試験、クラッド溶接の場合は側曲げ試験）でよいこととされました。外観試験、曲げ試験又は放射線透過試験が耐圧試験と同等である技術的根拠を示して下さい。

回答：次ページ以降に記載

3.（4） 溶接士技能確認試験

第4回
会合資料

1/9一部修正

回答

技術的根拠

外観試験、曲げ試験、放射線透過試験は耐圧試験とは異なる試験であり、きずの検出性には違いがあるが、いずれにおいても溶接技能の維持を確認する点では同等とみなした。

- 外観試験は、構造物では耐圧試験と同時期に外観検査として確認している。
- 曲げ試験は、初回の確認試験時と同じ方法である。切り出した試験片で内部のきずを評価する。
- 放射線透過試験は、曲げ試験のように試験片で内部のきずを評価はしないが、溶接線全体が評価対象である。
- 構造物では、放射線透過試験は、耐圧試験の代替として認められている。

3.（4） 溶接士技能確認試験

回答（続き）

技術的根拠

- 曲げ試験又は放射線透過試験のいずれで更新試験を行うかは、溶接前に選択し、溶接開始後は変更できない。
- 放射線透過試験できずが検出された場合、試験材の手直し溶接は許容しない。

3.（4） 溶接士技能確認試験

回答（続き）

規定を制定した理由

- 耐圧試験以外に更新方法を規定した理由は、有効期間内の構造物の溶接作業及び耐圧試験の有無によらず、計画的に技能の更新を行うためである。

更新試験方法の比較

試験方法	特　徴	備　考
耐圧試験	溶接線全体が評価対象 構造物の耐圧試験に合格することで従事した溶接士の技能を評価	溶接作業及び耐圧試験の有無によって更新可否が左右される
曲げ試験	初回の確認試験と同じ方法 切り出した試験片で評価	計画的に技能の更新を行うことができる
放射線透過試験	溶接線全体が評価対象 手直しは許容しない	

3.（4） 溶接士技能確認試験

第4回
会合資料

（c）「表WQ-554-1 放射線透過試験」において判定基準は、JIS Z 3104 , JIS Z 3105 及びJIS Z 3107 の附属書4 の第1種及び第4種のきずは、2類以上を合格としています。2類以上で合格してよいとした技術的根拠を示して下さい。

＜質問の背景＞

○「表N-X100-1 放射線透過試験」では、溶接部の判定基準としてJIS Z 3104の附属書4の1類としています（コンクリート製原子炉格納容器を除く。）。

回答：次ページ以降に記載

3.（4） 溶接士技能確認試験

回答

技術的根拠

JISにおける2類の分類が「余盛は削除しないが，繰返し荷重を受けるか，又は強さが重要と考えられるもの」となっており、原子力発電設備に従事する溶接技能者の評価基準として妥当と判断した。

JIS Z 3104(1995)の解説から引用

6.きずの分類

・・・（前略）・・・・

従来の等級分類では，きずによる疲れ強さの低下だけを考えたが，実験結果のほとんどは軟鋼板の突合せ継手の試験片に内部きすが存在する場合であり，特殊鋼，すみ肉溶接継手，表面欠陥等への適用等は考慮していない。各分類（従来の等級）に対応する建造物としては，次のように考えられた。

1類（従来の1級）繰返し荷重を受けて疲れ強さを特に考慮しなければならないもの，又は破壊によって重大な災害が起こる物で，余盛を削除するようなもの。

2類（従来の2級）余盛は削除しないが，繰返し荷重を受けるか，又は強さが重要と考えられるもの。

3類（従来の3級）疲れ強さを考慮しなくてもよいようなもの。

3.（4） 溶接士技能確認試験

回答（続き）

第4部　WQ-550　更新試験方法（解説）より

・・・・・

この理由は次のとおりである。

a）　更新試験は溶接士の技能評価を目的としており，手直しを行わない前提での合格基準を設ける必要がある。一方，JISでは，1類から4類までのきずの分類が行われているが，これは構造物に応じて，合格基準を定めるためのものである。

b）同JISの解説では，1類（従来の1級）は「繰り返し荷重を受けて疲れ強さを特に考慮しなければならないもの，又は破壊によって重大な災害が起こる物で，余盛を削除するもの」，2類（従来の2級）は，「余盛は削除しないが，繰り返し荷重を受けるか，又は強さが重要と考えられるもの」，3類は，「疲れ強さを考慮しなくてもよいもの」を構造物として想定している。

c）これらのうち，試験材の溶接部で3類以上に合格する溶接技能者であれば一定の技能は有すると判断されるが，原子力用発電設備に従事する溶接技能者として2類以上とした。

また，ASME Sec.Ⅸ QW-302.2による体積試験（RT）で溶接技能者を認定する場合の基準と比べても遜色がないことから2類以上が妥当と判断した。比較を次ページ以降に示す。

3.(4) 溶接士技能確認試験

第4回
会合資料

回答(続き)

放射線透過試験による技能更新試験の判定基準とASME SectionⅨとの比較

ASME Sec. Ⅸ QW-191.1.2.2 下記の限界を超える欠陥を示した場合:不合格		溶接規格の判定基準 表 WQ-554-1	比 較
線形指示	(1)すべての種類の割れ、融合不良又は溶込み不良	(3)第3種のきず(割れ)は不合格とする。 (2)第2種のきず(融合不良、溶込み不良)は、不合格。	ASME、溶接規格とも割れ、融合不良、溶込み不良は不合格であるため同等である。
	(2)下記を超える長さの細長いスラグ巻込み (-a)t が3/8in.(10mm)以下の場合は1/8in.(3mm) (-b)t が3/8in.(10mm)を超え2-1/4in.(57mm)以下の場合は1/3t (-c)t が2-1/4in.(57mm)を超える場合は3/4in.(19mm)	(2)スラグ巻込みは2類以上を合格とする。	JISには、ASMEのような図はなく、きず点数の総和で評価する。ASMEとJISでは差異がある。溶接規格では、ASMEに近いJIS 2類以上を合格とした。 (57ページ左図)
	(3)12t の長さ内で、線上に並んだスラグ巻込みの群の長さの合計がt を超えるもの。 ただし、その群の中の最長の欠陥の長さをL とした場合、連続する欠陥の間隔が6L を超えている場合を除く。		JISではASMEの規定とは異なるが、線上にきずが存在した場合の規定がある。きず長さの許容限度は、2類では板厚の1/3である。 ただし、最大16mmで、板厚12mm以下の場合は4mm。

3.（4） 溶接士技能確認試験

第4回
会合資料

回答（続き）

放射線透過試験による技能更新試験の判定基準とASME　SectionⅨとの比較

ASME Sec. Ⅸ QW-191.1.2.2 下記の限界を超える欠陥を示した場合：不合格		溶接規格の判定基準 表　WQ-554-1	比　較
円形指示	(1)円形指示の最大許容寸法は、材厚の20%又は1/8in .(3mm) のいずれか小さい方の寸法とする。	（1）第1種及び第4種のきずは、2類以上を合格とする。 ただし、板厚3.2mm以下は1類を合格とする。	JISでは、きずの寸法だけでなく、試験視野内のきず点数の総和で評価するため基準が異なる。 試験視野内にきずが1個として比較するとASMEと溶接規格では差がある。（57ページ右図）
円形指示	(2)材厚1/8in.(3mm)未満の材料の溶接部の場合 許容できる円形指示の最大数は、溶接長さ6in.(150mm)の間に12個以下。 6in. 未満の長さの溶接部については、円形指示の許容数は比例させて少ない数にする。		溶接規格では厚さ3mm未満の試験材は規定していないことから本項は比較対象外。
円形指示	(3) 材厚1/8in.(3mm)以上の材料の溶接部の場合 図 QW-191.1.2.2(b)(4) は、クラスター状になっているもの、大小混じり合っているもの、不規則に分散している形状のものについて、最大許容できる円形指示を典型的に示したものである。最大直径が1/32 (0.8mm)未満の円形指示は、合否試験には考慮しない。		JISにはASMEのような図はなく、試験視野のきず点数の総和で評価する。 ASMEの図をJISに従い試験視野を10×10mmとして評価すると、3類又は4類となる。 溶接規格では板厚3.2mm以下は1類を、3.2mm超えは1類、2類を合格とした。

溶接規格ではJISの放射線透過試験方法の分類で判定基準を設けている。項目によってASME　Section Ⅸとの違いはあるが、ほぼ同等である。

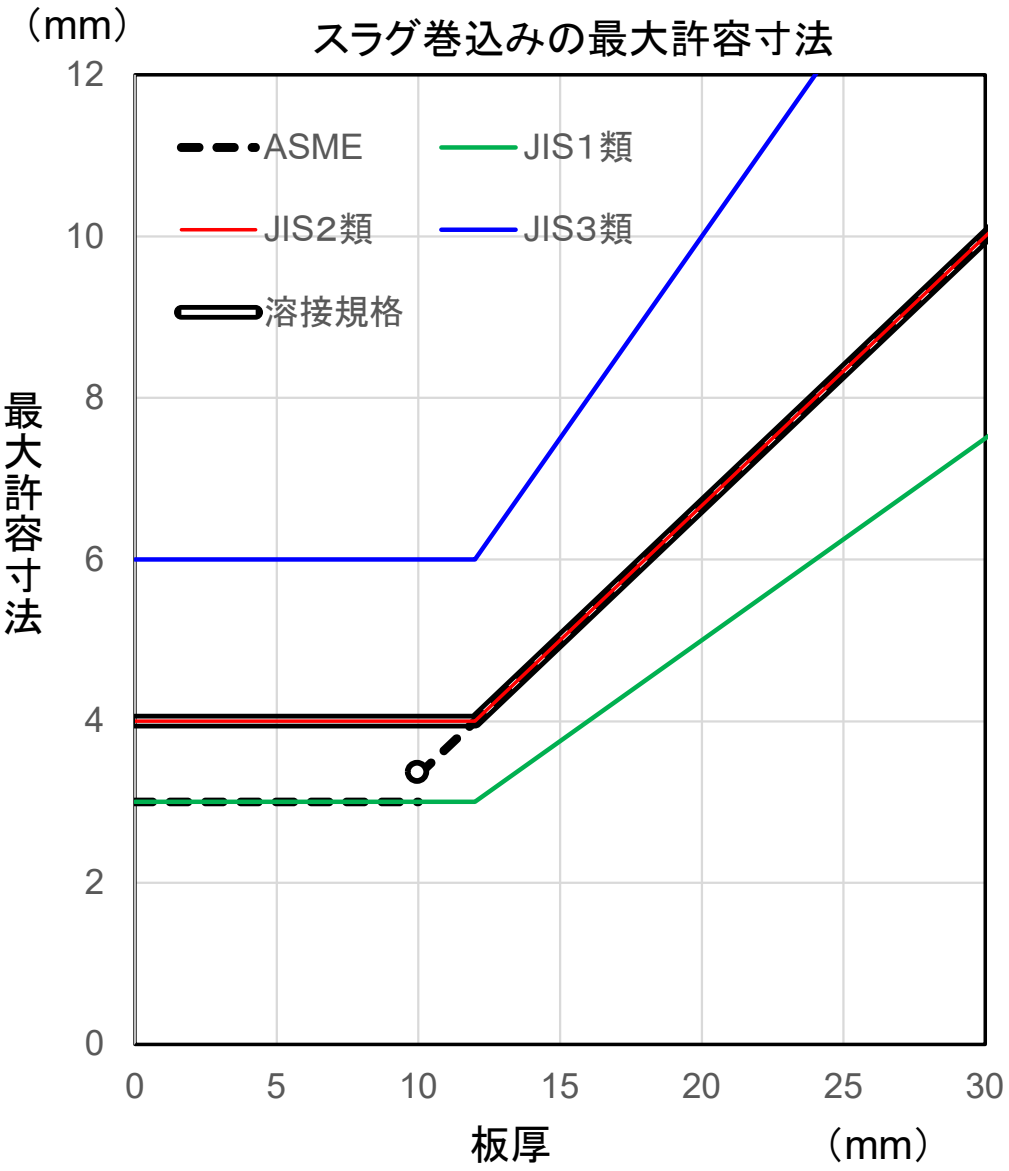
3.（4） 溶接士技能確認試験

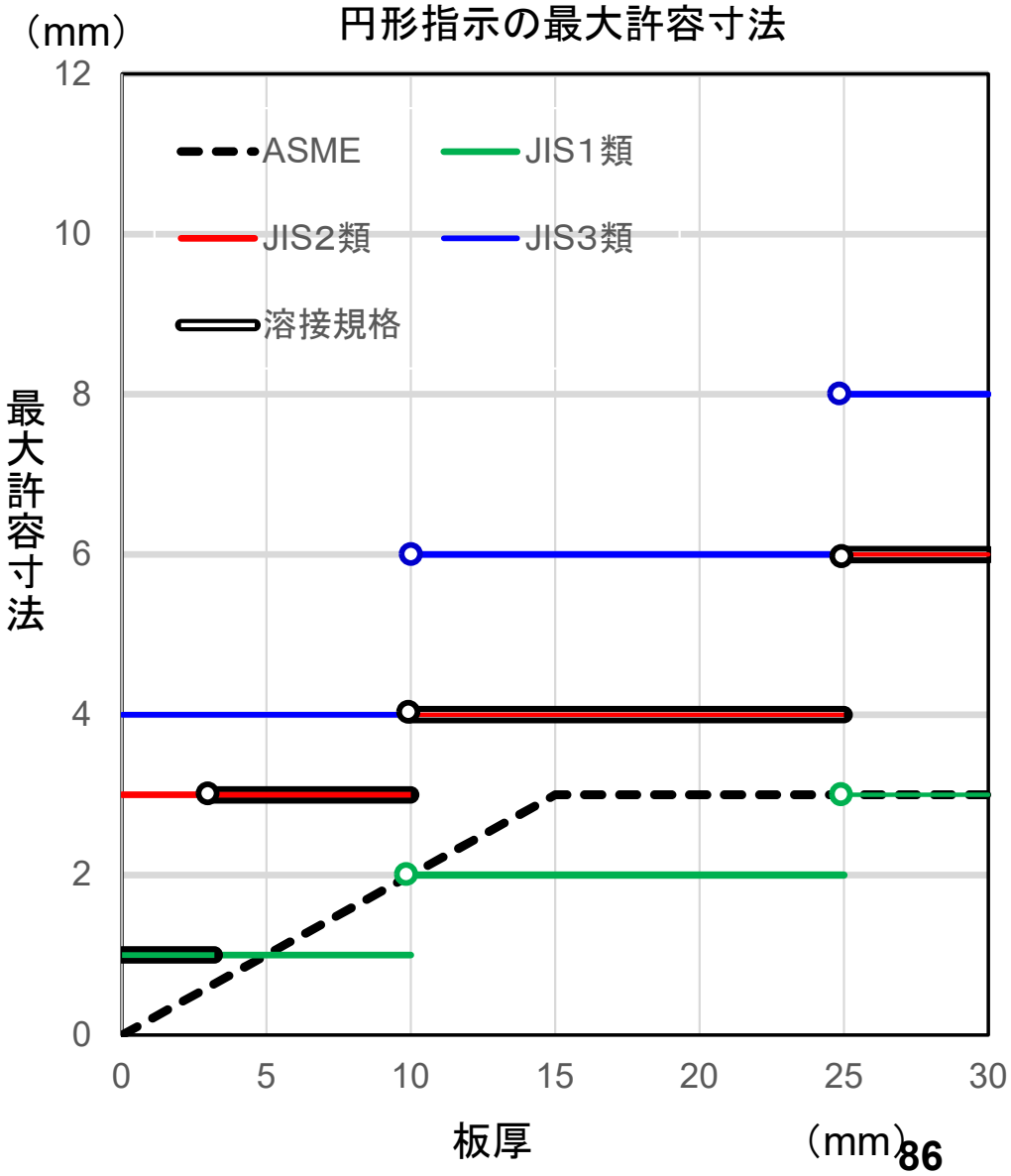
1/9図を修正

第4回
会合資料

回答（続き）

JISでは、きずの寸法だけでなく、試験視野内のきず点数の総和で評価する。試験視野内にきずが1個としてASMEと比較した。





3.(5) その他

第4回
会合資料

(a)「N-1080 溶接部の表面」に「(2)アンダカットの深さの許容値は，0.8mm以下とし，かつ要求される断面の厚さが確保されるようにする。」を追加し、アンダカットの許容値を板厚に関係なく一律に0.8mmとした技術的根拠を示して下さい。

＜質問の背景＞

〇アンダカットに関する許容値だが、規格が幾つか挙げられて、規格の目的に応じてどういう許容値を使ったという説明があった。ASMEのSection Ⅲが一番近いという話だが、構造物としては、そのほかにもISO 5817という溶接品質のものがあり、例えば、品質レベルBだと板厚にもよるが最大0.5とか、違うものがある。0.8にした根拠を丁寧に説明してほしい。

回答：次ページ以降に記載

3.（5） その他

回答

① ISO 5817を採用しなかった理由

- 対象としている溶接プロセスは限定されており、JSME溶接規格と比較して対象としている範囲が狭いこと。
- ISOは、品質要求レベルを規定したものであり、複数のレベルが規定されている。そのレベルに応じてアンダカットの許容値も0.5mmから1.0mmと幅があるが、各品質要求レベルの具体的な適用対象等の例示がなく、品質要求レベルの意図が不明であること。

3.（5） その他

回答（続き）

② 0.8mmの技術的根拠

- ASME Sec.IIIに記載の数値であるが、ASME Sec.III規格は、JSME溶接規格の用途に近く参考として最適と考えた。
- ASME Sec.IIIに記載の0.8mmという数値については、1/32インチからきており、溶接作業現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ものと考える。

3.(5) その他

今回追加

(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

今回追加

回答(続き)

- 本項目で規定するアンダーカット許容値(0.8mm)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事項であり、本項では考慮の対象外とした。

3.(5) その他

今回追加

回答

① 全ての溶接部に対する要求事項
⇒アンダーカット0.8㎜以下
② 個別の溶接継手毎に考慮すべき事項:
⇒設計条件毎に設定される追加要求事項

①の要求事項はすべての溶接部に要求される事項であり、
②の要求事項は、設計条件に応じて①に追加して要求される事項である。

3.(5) その他

第4回
会合資料

(b)局部加熱により溶接後熱処理を行う場合の範囲について、2012年版の方法で溶接残留応力が低減されている技術的根拠を示して下さい。

＜質問の背景＞

〇2012年版(2013年追補を含む。)の技術評価においては、局部溶接後熱処理の加熱範囲の変更に伴う残留応力低減について、技術的根拠の説明を求めたところ、文献[3]が提示されました。しかし、同文献からは、2007年版に規定されている加熱幅と、2012年版に規定されている加熱幅とでは残留応力に有意な違いがあり、この違いによる影響がないことを評価できませんでした。

回答:次ページ以降に記載

3.（5） その他

回答

- 2012年版以降、ASMEを参考にした「Soak Band：均一温度領域」を規定しており、それ以前の年版の「Heated Band：加熱幅（溶接規格は「加熱範囲」）と意味が異なる。
- 2012年版の解説は、当時の混乱を反映し、「均一温度領域」と「加熱範囲」を混同した不適切な表現になっていた。（詳細については、次ページ参照）。
- この表現により、「加熱幅＝均一温度領域」という誤解を生み、誤解されたまま技術評価書が作成されてしまった。

（参考）「加熱幅」は、2007年版の解説図表-5.2において、「加熱範囲」の同義語として使用されていた。

3.（5） その他

第4回
会合資料

回答（続き）

2012年版解説の不適切な表現（第4部-1-60頁抜粋）

c) 加熱範囲

局部熱処理における加熱範囲は、溶接熱影響部の硬化域及び溶接部・溶接部近傍母材部の溶接残留応力が高い領域を含み十分な熱処理の効果を期待するため、解説図表 N-X090-2-1 および解説図　表 N-X090-2-2 に示す例のような加熱範囲（均一温度領域）および保温範囲を考慮する必要がある。

局部熱処理では、規定の保持温度に保持すべき加熱範囲（解説図　表 N-X090-2-2 の均一温度領域）を確保し、被加熱部と加熱されない部分との温度こう配を緩やかにして材料に有害な影響を与えないように保温する必要がある。この場合において、可能であれば、容器または大口径配管の本体に管台、座または栓等を取り付ける溶接部は、熱処理による応力を均衡にするため、加熱側のみではなく、反対側も保温することが望ましい。

局部熱処理の場合の加熱範囲を溶接金属の最大幅の両側にそれぞれ母材の厚さまたは 50mm のいずれか小さい値以上とする規定は、ASME Code Sec.Ⅲ NB-4624.3 Local Heating の規定を参考にした。

局部熱処理の加熱範囲（均一温度領域）が「母材の厚さまたは 50mm のいずれか小さい方以上」の場合、残留応力低減効果は、炉内熱処理の場合より少なくなると考えられるが、鋼材の高品質化により残留応力が存在しても十分な破壊靭性特性を有する材料が得られることから、実用上問題になる可能性は少ないと考えられるため、ASME Code Sec.Ⅲ NB-4624.3 Local Heating と同様の規定とした。製品固有の使用環境等の観点より、局部熱処理の場合の残留応力低減程度を炉内熱処理と同等程度する必要がある場合は、JIS Z 3700（2009）で規定されているように「加熱範囲（均一温度領域）は溶接金属止端部から母材の厚さの 2 倍以上」とすることが望ましい。

本来意図した内容

均一温度領域、加熱範囲

均一温度領域（解説図表 N-X090-2-2）

均一温度領域

有効加熱幅（均一温度領域）

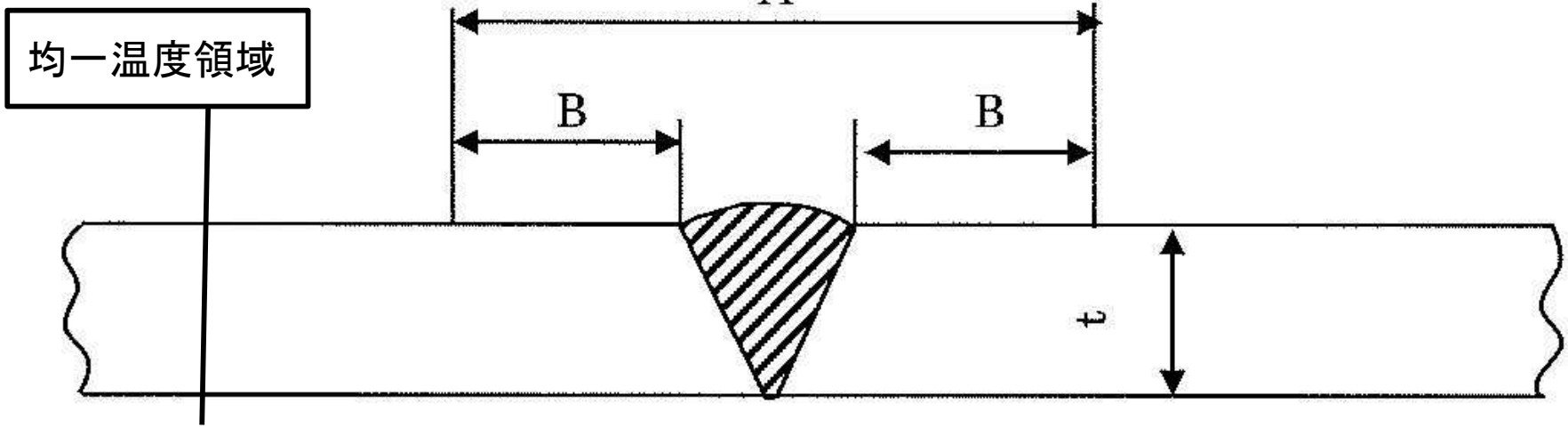
3.(5) その他

第4回
会合資料

回答(続き)

2012年版解説の不適切な表現(第4部-1-60頁抜粋)

本来意図した内容



A ： 加熱範囲　(均一温度領域)

B ： 母材の厚さ（t）または50mmのいずれか小さい値以上（溶接金属止端部からの寸法）

t ： 母材の厚さ（母材の厚さは、解説表 N-X090-3-2 を参照すること）

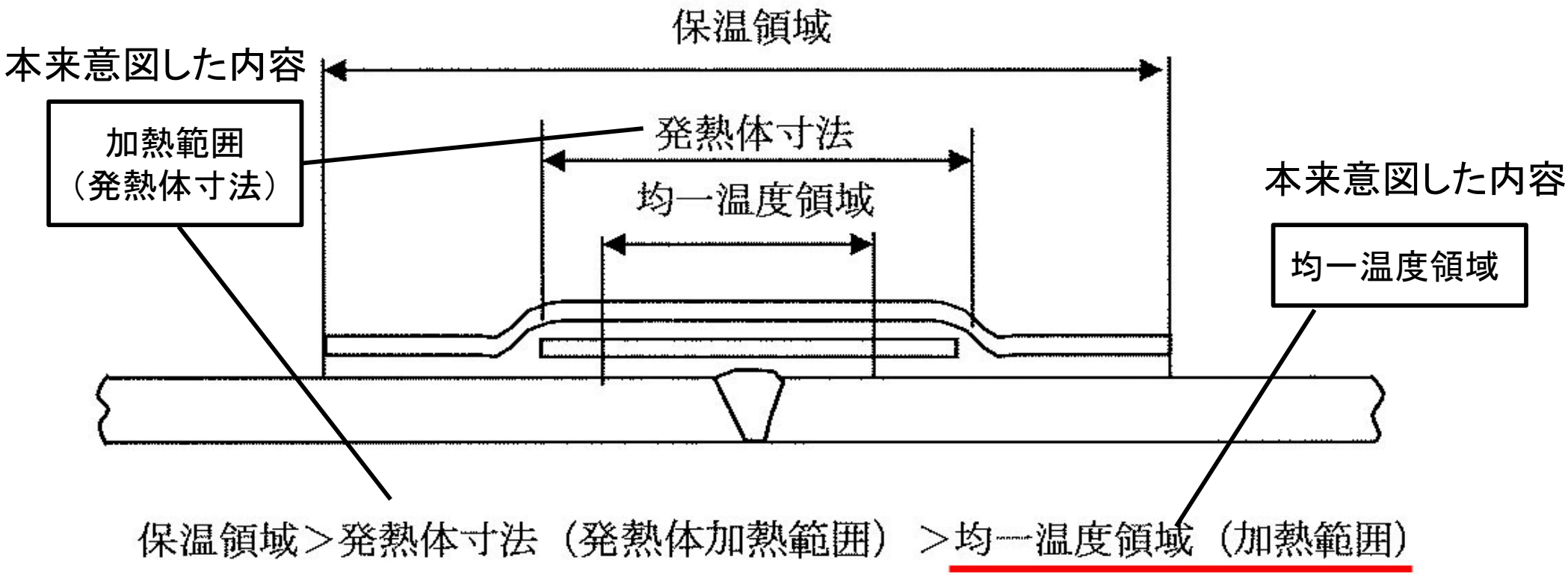
解説図　表 N-X090-2-1　局部熱処理における加熱範囲

3.（5） その他

第4回
会合資料

回答（続き）

2012年版解説の不適切な表現（第4部-1-61頁抜粋）



解説図　表 N-X090-2-2　局部熱処理における保温範囲

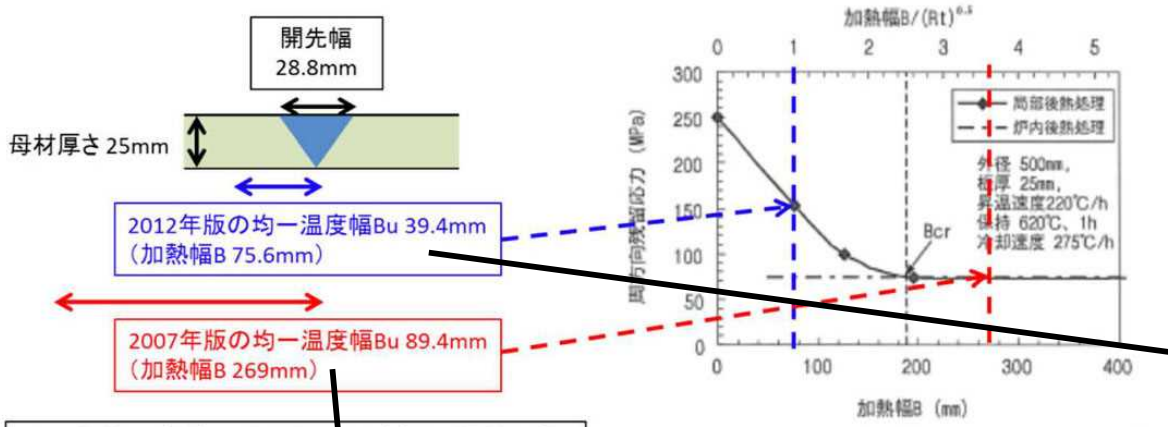
3.（5） その他

第4回
会合資料

回答（続き）

2012年版解説の不適切な表現によって生じた誤解

日本機械学会「発電用原子力設備規格　溶接規格（2012 年版/2013 年追補）」（JSME S NB1-2012/2013）に関する技術評価書（抜粋）



2007年版の規定による均一温度幅の場合、残留応力は炉内後熱処理時と同等まで低減されるが、2012年版の場合、残留応力の低減量は炉内熱処理時の約60%である。

図4-2　STPT480における加熱幅と溶接部中心での周方向残留応力との関係およびBcrの定義（解析）

図 4　溶接規格 2007 年版と 2012 年版に規定されている加熱幅の比較と STPT480 における加熱幅と溶接部中心での周方向残留応力との関係[3]

[3]　「配管周継手局部溶接後熱処理時の加熱条件の適正化」火力原子力発電技術協会、vol56、 No.6

2012年版は、ASMEを参考にして均一温度領域（Soak Band）を規定しているが、加熱範囲（Heated Band）は規定していない。
（溶接規格では「均一温度幅」という用語は用いておりません。）

2007年版は、旧省令と同じ加熱範囲（Heated Band）を規定しているが、均一温度領域（Soak Band）は規定していない。規定に基づく加熱幅は、溶接部の最大幅を28.8 mm（= 開先幅）と仮定した場合に100.8 mm（片側半分の幅）となる。

3.（5） その他

1/9一部修正

回答（続き）

- 局部熱処理における「均一温度領域」は、溶接後熱処理の温度範囲に保持しなければならない必要最小限の体積であり、この領域内に、溶接部および熱影響部（HAZ）が必ず含まれることを意図している。
- 溶接後熱処理は、母材とは異なる組織、性質になっている溶接金属及びHAZについて行うものであり、健全な母材について行う必要はない。
- 製造者は、「均一温度領域」を満足するように「加熱範囲（加熱幅）」を設定する。
- 2020年版は、外表面側から加熱する場合の「加熱範囲（加熱幅）」としてJIS Z 3700を引用し、B_{cr}（前ページの図4-2参照）を推奨している。

3.(5) その他

回答(続き)

- 残留応力は、溶接中の熱変形を拘束することによって生じるが、溶接部を高温に加熱すると比較的短時間で解放される。
- 残留応力が低減されても、溶接部の材質が改善されなければ熱処理として不十分である。→熱処理温度に敏感
- 旧規定の「加熱範囲(加熱幅)」を満足しても、溶接部の内表面側が熱処理温度にならない(材質が改善されない)場合がある。
  → この問題を解消するため、「均一温度領域」を採用した。
- 旧規定(加熱幅を規定したルール)は、拘束度の高い状態で熱処理を行った場合の残留応力の再分布が考慮されていない。
  → 注意すべき代表的な例を解説に記載した。

3.(5) その他

(b)局部加熱により溶接後熱処理を行う場合の範囲について、2012年版の方法で溶接残留応力が低減されている技術的根拠を示して下さい。

＜質問の背景＞

「解説表　表N-090-1-1 FEM計算により求めた加熱範囲(炭素鋼)」の「溶接規格2011追補以前」3.5tの加熱範囲が一番狭く、過去に『必要以上に広い範囲を加熱し，健全な母材部に悪影響を与える場合がある』として加熱範囲の見直しを行ったASME Sec.Ⅷ(例;95年版UW-40)と同等(配管の周溶接部を中心線の両側に完成溶接部の最大幅の3倍以上)だが、それより広いFEM計算により求めた加熱範囲は妥当と言えるのか。

回答

- 均一温度領域は、溶接金属、熱影響部及び隣接する母材からなり、熱処理温度に保持することが要求されるため、溶接残留応力は必ず緩和される方向であると考えられるが、定量的に評価した例は見当たらない。

3.（5） その他

回答（続き）

- 説明に用いたFEM計算例は、厚肉大径になると、旧規定の加熱範囲（溶接部の最大幅の両側に 3*t* 以上の幅）では、「均一温度領域」を達成できない可能性があることを示唆している。（外表面から片側加熱を行った場合、内表面側が熱処理温度に達しない可能性があることを例示。）
- 必要となる加熱範囲は、被加熱物の寸法、形状、材質（特に熱伝導度）、拘束度、加熱方法等によって変化する。
- 一方、加熱によって有害な熱応力の生じる範囲が溶接部近傍に存在する場合は、両側加熱を採用するなど加熱方法を見直して、当該部が加熱範囲に含まれないようにする必要がある。
→ 加熱幅は、広ければ広いほど良いという訳ではない。

3.(5) その他

今回追加

(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

今回追加

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。(実態調査結果の記録は、残されていない。)

3.（5） その他

今回追加

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についても調査を行った結果、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

今回追加

回答

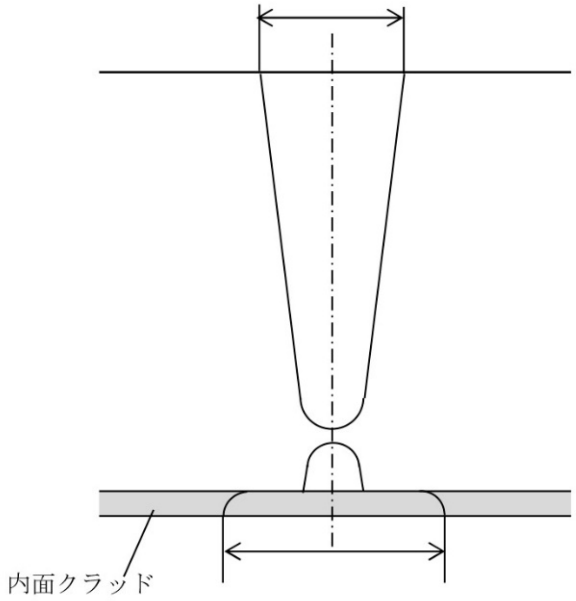
実態調査の概要

- 局部熱加熱PWHTが行われる溶接部は、事前調査の結果、現地で溶接される配管周継手、容器の最終継手、及び補修溶接であった。
- 配管周継手の場合、内面側から溶接することが不可能であり、片側溶接が適用される(外面側の溶接幅の方が広い)が、念のため調査を行い、両側溶接を適用した特殊な例があれば報告することとした。
- 容器の最終継手は、基本的に外面側からの溶接になるが、大径の容器の場合、両側溶接を適用することも考えられるため、両側溶接(開先形状を含む)を適用した例がないかどうか調査を依頼した。
- 補修溶接において、内面側の溶接幅の方が広くなる開先形状を適用した事例があるかどうか調査を依頼した。
- 調査は、容器を製造する大手メーカー4社(旧5社)について実施した。
- 調査結果を次ページに示す。

3.(5) その他

今回追加

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。