

## 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する 第 4 回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（案）

### 1. 設計・建設規格

#### (1) 他規格等の要求事項を取り込む際の考え方

なし

#### (2) クラス 1 支持構造物の極限解析による評価

##### (a) 極限解析が、運転状態Ⅰ、Ⅱ、Ⅲに適用できる技術的根拠を示して下さい。

##### <質問の背景>

- 技術基準規則では、運転状態Ⅰ、Ⅱに対して、全体的な変形を弾性域に抑えることという要求がある。作用荷重が降伏点を F 値として算出した崩壊荷重の 3 分の 2 以下としているが、必ずしも全体的な変形を弾性に抑えるという要求を満たしているかは自明ではない。極限解析における崩壊荷重は、2 倍勾配法で求めており、弾性域を超えたところで設定されている。この 3 分の 2 が弾性域といえるかは、個別に確認しないと分からないのではないか。
- 技術基準規則では、運転状態Ⅲに対して、全体的な塑性変形が生じないこと、ただし、構造上の不連続部における局所的な塑性変形はこの限りではない、という要求がある。極限解析は、降伏点 F 値として算出するので崩壊荷重以下になるとのことだが、技術基準規則では、構造上の不連続部における局所的な塑性変形のみを許容している。極限解析で算出した場合、どこで降伏するかは分からないので、構造上の不連続部で塑性変形が起きるとは限らないのではないか。

#### (3) クラス 1 支持構造物に対する曲げ座屈評価式の見直し

なし

#### (4) クラス 2, 3 容器の上位クラス規定の適用

なし

## 2. 材料規格

### (1) 他規格等の材料を取り込む際の考え方

①第3回検討チーム会合 資料 3-2 には設計係数 3.5 に基づく新規材料採用ガイドラインへの流れのみが示され、設計係数 4 については示されていない。解説-8 では ASME 相当材が同定されなかった材料については S 値の設計係数は 4 とすると記載されており、矛盾しているのではないか。

②フロー中の「使用する材料の規格に同等材が存在するかについて」について具体的な判断項目や基準があるか、ある場合はその内容について示してください。また、判断項目等がない場合はどのようにしているのか、説明して下さい。

#### <質問の背景>

- 新規材料を取り込む場合、「ASME 相当材が存在するか」、「使用する材料の規格」に同等材が存在するか?」のいずれもが No となったときに、「①新規材料採用ガイドラインに従う」とされ、設計係数 3.5 と規定されている。
- 他方、材料規格の解説 8 には、ASME 相当材がない材料については、S 値の設計係数は 4 とすると記載されている。
- 新規材料採用ガイドラインでは、設計係数 3.5 が用いられているが、設計係数の設定の考え方について説明してほしい。

### (2) 「Part2 第1章 表1 使用する材料の規格」の見直し

なし

### (3) 材料の許容引張応力 (S 値) の見直し

なし

### (4) ASME 相当材と同定した材料

なし

### (5) JIS 番号の異なる材料値の適用

なし

### (6) 「JIS G 3136 建築構造用圧延鋼材」の材料規格への取り入れ

なし

### (7) オーステナイト系ステンレス鋼もしくは高ニッケル合金の Sm 値及び S 値に対するひずみ制限

なし

### 3. 溶接規格

#### (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。

- (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。

#### (2) 溶接施工法認証試験の確認項目

- (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・建設規格で破壊靱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) 破壊靱性が要求された母材同士のすみ肉溶接の施工法
- 2) 片方だけに破壊靱性が要求された突合せ溶接とすみ肉溶接の施工法

- (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る溶接を行う場合は、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。
- 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。

- (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。

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。

(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>

○ 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。

(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。)

### (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。

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」を用意することだが、製造者が溶接施工に先立ち用意することか。

(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(TF, TFB)のニーズはほとんどない」とのことですが、現在TF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。

### (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。
- (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。
- (c) 「表 WQ-554-1 放射線透過試験」において判定基準は、JIS Z 3104<sup>1</sup>、JIS Z 3105<sup>2</sup> 及び JIS Z 3107<sup>3</sup>の附属書 4<sup>4</sup>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。）。

(5) その他

- (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>

- 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。

- (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>

- 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<sup>[3]</sup>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。

<sup>1</sup> 鋼溶接継手の放射線透過試験方法

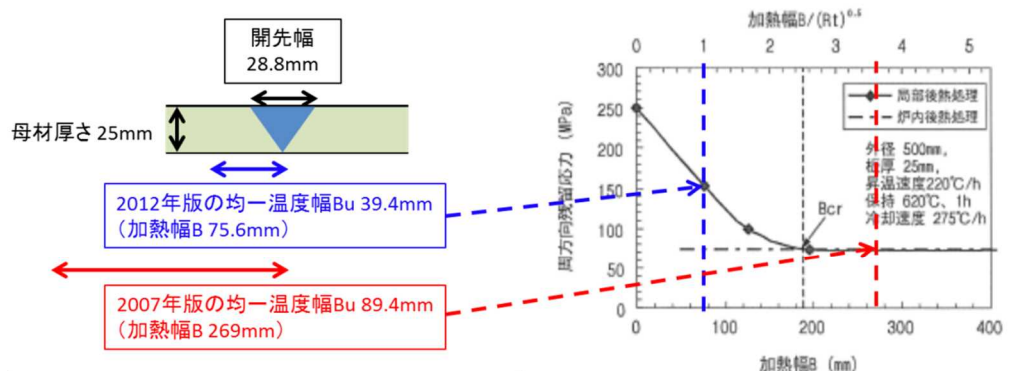
<sup>2</sup> アルミニウム溶接継手の放射線透過試験方法

<sup>3</sup> チタン溶接部の放射線透過試験方法

<sup>4</sup> 透過写真によるきずの像の分類方法

- また、第4部解説において、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にする必要がある場合、JIS Z 3700の規定による加熱範囲を推奨しており、本文において規定されている加熱範囲では不十分であることを示唆しています。
- 「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。

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<sup>[3]</sup>

[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