

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 3 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

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) 「極限解析による評価」が構造・形状に依存するものではないとする技術的根拠を説明してください。

<質問の背景>

- 単純なはりの図で説明がありましたが、形状によっては塑性ヒンジの生じ方が異なり崩壊荷重が変わります。その場合、形状によっては現行の許容応力評価よりも大きい荷重が許容される可能性がないでしょうか。
- その場合、極限解析の許容荷重が、現行の許容応力が発生した場合に生じる荷重と等価であるという説明と整合しないので、形状の影響による許容荷重の変化について詳しく説明してほしい。

(b) クラス 1 支持構造物の供用状態 D における制限値 P_{cr} の技術的妥当性を示してください。

<質問の背景>

- クラス 1 支持構造物の供用状態 D の制限値は、例えば SUS304 の場合、クラス 1 容器や炉心支持構造と比べて 60~50MPa 低い値となっています。安全側に設定されているからよいという説明がありました¹が、逆の見方をすると、クラス 1 容器と炉心支持構造物の許容値が高くなっているともいえます。同じ規格の同じ材料、同じ温度でこのような差があつてよいのか疑問があります。

(c) 弾性解析による耐震解析で得られた応力あるいは荷重を用いて塑性崩壊に対する健全性を評価することが、どのような点で「保守的である」のか説明してください。

<質問の背景>

- 現行の許容応力の範囲内では、実際のシステムの一部の部材で塑性変形が生じて、応力及び荷重は弾性と仮定した場合より下がる方向であり、実際に部材が受ける荷重や応力は耐震解析で求めたものよりも小さくなる²との説明がありました。荷重、弾塑性解析をやって降伏点を超えると荷重が大き

¹ 第 2 回設計・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検討チーム議事録 21 ページ

² 第 2 回設計・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検討チーム議事録 13 ページ

ならないのは当然で、一方で、ひずみが大きくなるので、構造健全性に対して「保守的」であるか疑問があります。

- (d) 溶接部の継手形状としてどのような形状を想定しているのか、継手形状毎の溶接設計はどのように行うのか説明して下さい。

<質問の背景>

- ASME Section III の NF (支持構造物) は、突合溶接継手、部分溶け込溶接継手、隅肉溶接継手それぞれに対して溶接の設計条件を規定している。
 - 鋼構造設計規準 (JASS6 も含む) には極限荷重法は規定されていないが、突合溶接継手、部分溶け込溶接継手及び隅肉溶接継手それぞれに対して溶接の設計条件を規定している。
 - 設計・建設規格の支持構造物の規定には溶接の設計条件が規定されておらず、「SSB-3340 接合」規定において、「接合部は、接合される部材の荷重を十分に伝えるものでなければならない。」されている。
- (e) 溶接規格には、クラス 1 支持構造物に対する要求事項を規定していません。クラス 1 支持構造物の溶接を行う場合、溶接規格によるのか、よる場合、どの規定か説明して下さい。

<質問の背景>

- 溶接は機器等の全体の強度に影響を与える重要な要素の一つであり、溶接規格は、溶接部の品質を確保する上で重要な規格です。技術基準規則第 17 条 (材料及び構造) 第 8 号には、クラス 1 支持構造物の構造・強度として、クラス 1 機器と同様の要求が規定されています。
 - 運転状態 I 及び運転状態 II において、全体的な変形を弾性域に抑えること
 - 運転状態 III において、全体的な塑性変形が生じないこと
 - 運転状態 IV において、延性破断に至る塑性変形が生じないこと
- (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

- (a) ASME 規格 NF の Linear type の支持構造物には高サイクル疲労の規定がありますが、設計・建設規格のクラス 1 支持構造物の規定に疲労に対する規定を盛り込んでいない理由を説明して下さい。

<質問の背景>

- ASME 規格には、Plate 及び Shell Type の支持構造物には疲労の規定はありませんが、Linear Type Support に高サイクルの規定をとり入れています。
- 設計・建設規格のクラス 1 支持構造物の規定に疲労に対する規定を盛り込んでいない理由として「実機では共振しないように機器は設置されており、振

動による影響は軽微」と説明がありました³。共振しないように機器を設置するという要求事項は、設計・建設規格にはありません。

- (b) 設計・建設規格では、「SSB-3121 供用状態 A 及び B での許容応力」の「(4) 曲げ応力」の a. の式（以下「a 式」という。）の適用材質を圧延形鋼及び溶接組立鋼に制限している理由を説明してください。

<質問の背景>

- a 式は、「圧延形鋼及び溶接組立鋼」を対象としていますが、鋼構造設計規準の式にはこのような制限が設けられていません。

- (c) 一般に、横座屈の起こりやすさは断面形状や拘束条件に依存します。設計・建設規格で対象とする支持構造物の断面形状や拘束条件を想定した場合にも、a 式により保守性を持って評価できるとする技術的根拠を示してください。

<質問の背景>

- クラス 1 支持構造物と鋼構造設計規準では、対象とする断面形状や拘束条件が異なる可能性があります。a 式がクラス 1 支持構造物全般に保守的な評価が可能であると言えるか疑問があります。

- (4) クラス 2, 3 容器の上位クラス規定の適用

なし

³ 第 2 回設計・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検討チーム資料 2-1 27 ページ

2. 材料規格

(1) 他規格等の材料を取り込む際の考え方

(a) 「JIS 圧力容器規格 (Design by Rule) の考え方」について説明して下さい。

<質問の背景>

- ASME 相当材に同定された材料について設計係数を「JIS B 8267 圧力容器の設計」と同じ 3.5 とし、「JIS B 8267 圧力容器の設計」に記載のない材料は設計係数を 4 のまま変更しなかったという意味ですか。
- 「JIS B 8265 圧力容器の構造—一般事項」及び「JIS B 8267 圧力容器の設計」は原子力を除いた設備の許容値を決めている規格です。このような規格の許容値を原子力用の材料規格の許容値設定の根拠として用いてよいのか。

(b) どのような国際規格とハーモナイズを図っているのか示して下さい。

<質問の背景>

- 第 2 回会合まで、国際規格としては ASME Section II しか説明されていません。

(c) フローチャート⁴に ASME 相当材と同定するときの観点を加えて、関係が分かるよう整理して下さい。

<質問の背景>

- 許容値の見直しは、フローチャートでは、「高温の Sy 値の差異」の妥当性で判断するとしているが、ASME 相当材と同定するときの観点には、「高温の Sy 値の差異が 10MPa を超えたものについて相当材か否か評価した」とあり、「ASME 規格値を上回っている」かを判断根拠とした等の記載があります。

(d) 新材料を提案する場合のデータの取得に関する要求事項を説明して下さい。

<質問の背景>

- 新材料提案は、提案者が材料に関するデータを整備して提案するとあります。材料に関するデータがない場合、提案者が材料に関するデータを取得するか、する場合、提案者、材料に関するデータを取得する者（試験所・校正機関の認定）及び発電用設備規格委員会で審議に関わる者の独立性はどのようにしているのか等、品質保証に関する要求が規格には規定されていません。

(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

⁴ 第 2 回設計・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検討チーム資料 2-2 5 ページ

- (a) JIS G 3203「高温圧力容器用合金鋼鍛鋼品」のSFVAF2については、クラス1機器（クラス1容器を除く）に使用できると規定されましたが、Su値及びSm値が規定されていません。クラス1配管に使用する場合、どのように計算するのか説明して下さい。

<質問の背景>

- Su値及びSm値が規定されていないので、クラス1配管には適用できないのではないかと。

- (b) クラス1機器・支持構造物の設計においてSm値、Sy値及びSu値を使用しない設計の例外について、どのような場合に当てはまるのか説明して下さい。

(4) ASME相当材と同定した材料

- (a) 10MPaを工学的には十分小さい差異であると判断した技術的な理由を説明して下さい。

- 10MPaは1.0197kgf/mm²程度であるので同等という説明の理由が分かりません。工学的判断として同等とした理由（例えば、測定器の精度）は何ですか。

(5) JIS番号の異なる材料値の適用

- (a) 「化学成分に若干の差異はあるものの焼入れ性の確認と平均粒度番号の規定によりH鋼はH鋼でない材料と同等以上の機械的性質が保証されている」とした理由を説明して下さい。

<質問の背景>

- H鋼のほうが高品質で、焼き入れ特性も決められており、オーステナイトの粒度も決められているので、おそらくH鋼でない材料より同等以上の性能であろうとの説明だが、記述的に判断する根拠が必要ではないかと。

(6) 「JIS G 3136 建築構造用圧延鋼材」の材料規格への取り入れ

- (a) 新規材料採用ガイドラインでは、引張強さを設計係数3.5で規定しています。原子力で使用実績が無い材料に設計係数3.5を適用する事の方針について、説明してください。

(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

- (a) ひずみ制限を規定していない理由として、必要性を感じていない、としていることについて、過去のトラブル事例を踏まえて説明して下さい。

<質問の背景>

- フランジのボルト締結部のような部分にはこの変形というのが影響するので、変形が原因で機器を取り替えた事例があるのではないかと。

- 「JIS B 8265 圧力容器の構造—一般事項」は、原子力以外の設備の規格ですが、許容応力に対する永久ひずみの影響を考慮しており、「JIS B 8265 圧力容器の構造—一般事項」の解説の「5.2.3.2 許容引張応力の設定方法」には、「許容引張応力の設定基準」として、「表 B.1 の材料の種類欄に掲げるオーステナイト系ステンレス鋼鋼材に対して二つの許容引張応力値が示されているものがある。(中略) フランジその他歪みが大きく影響するものの設計には、これらの高い方の応力を用いてはならない。」とあり、歪みが大きく影響するものの設計に対しては設計の考慮を行うことが明記されています。

3. 溶接規格

(1) 新たに設けた規定

- (a) 事例規格「コンクリート製原子炉格納容器規格」の規定内容を溶接規格に反映した理由及び同事例規格の概要について説明して下さい。

<質問の背景>

- 事例規格「コンクリート製原子炉格納容器溶接規格 JSME SNB-CC-003(2011年6月)」は、技術評価未実施のため。

- (b) 炉心支持構造物の溶接の規定を追加した理由と、他規格を取り込んだ場合はその内容を説明してください。

(2) 溶接施工法認証試験の確認項目

- (a) 溶接施工法試験に関する JIS 規格(「JIS Z 3040 溶接施工方法の確認試験方法」、
「JIS B 8285 圧力容器の溶接施工方法の確認試験」、及び ASME Sec. IX (Welding, Brazing and Fusing Qualifications) の規定内容を参考にして、衝撃試験が必要となる場合の確認項目(溶接入熱、溶接姿勢等)を追加したとされています。これらを追加した理由について説明してください。

- (b) 溶接施工法認証試験の規定内容を上記(a)の JIS 規格、ASME と整合を図ったことですが、以下について説明して下さい。

- 1) 溶接規格 2012 年版(2013 年追補)の規定では、異なる溶接方法を組合せて溶接する場合、組合せの溶接施工法試験を行うこととされているが、2020 年版では、それぞれの溶接方法の溶接施工法試験が行われていれば、組合せの溶接施工を行えるようにした技術的根拠

- 2) ソリッドワイヤとフラックス入りワイヤの心線の区分は、異なる区分にした理由

- (c) 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について、以下の内容を説明して下さい。

- 1) シールドガスに関する確認項目の規定を追加した理由

- 2) ASME Sec. IX (Welding, Brazing and Fusing Qualifications) は、「トレーリングガスの流量の10%以上の減少」を確認項目としていますが、この確認項目を取り入れなかった理由

- 3) 溶接部の変色程度に関する判定基準の規定を追加した理由

- 4) 変色程度に関する判定基準は、溶接過程における層間の変色の判定にも適用されるか

(d) 母材の厚さに関する確認項目に、「JIS B 8285 圧力容器の溶接施工方法の確認試験」の規定を取り込んだ理由及び試験材の厚さを母材の上限値とする規定を削除した理由 について説明してください。

(3) 溶接方法の区分

(a) 「第2部溶接施工法認証標準」の溶接方法の区分から、溶接技能に関する記載（「裏当て金を用いない片側溶接」等）が削除されました。また、「第3部溶接士技能認証標準」の溶接方法の区分に、制限のある資格（「裏波を形成しない溶接に限定される。」等）と制限のない資格が設けられました。このため、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ますが、要求される溶接の技能は従来どおり別々であるため、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（改定された溶接方法の区分に基づく溶接検査計画書が「発電用原子炉施設の溶接事業者検査に係る実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則のガイド」の「3. 溶接事業者検査の内容」に規定する溶接の作業を従前のものと同等に表せるか）、また溶接施工に必要な溶接士の技能の管理を行うのか説明してください。

(4) 溶接士技能確認試験

(a) 溶接士の資格更新方法として、溶接規格 2012 年版（2013 年追補）の規定では、製品の耐圧試験に合格した場合のみ更新できました。2020 年版では、試験材の溶接を行って資格を更新する規定を追加していますが、同等とする技術的根拠を示してください。

(b) JIS 規格の溶接技能者及び発電用火力設備の溶接士が、溶接規格で規定されている溶接技能者と同等と認められるとした理由について説明してください。

<質問の背景>

- 技術基準規則解釈⁵の「別記-5 日本機械学会「溶接規格」等の適用に当たって」の「別表第4 溶接規格と JIS の資格区分の対応」には、「JIS Z 3801 手溶接技術検定における試験方法及び判定基準」に規定された資格区分のうち、資格区分 A（被覆アーク溶接（裏当て金を用いる））、N（被覆アーク溶接（裏当て金を用いない））及び G（ガス溶接）については、従前より同等とされていますが、溶接規格ではこれに加え、T（ティグ溶接）についても同等としています。

(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、アンダカットを許容する記載とした理由を説明して下さい。

<質問の背景>

⁵ 実用発電用原子炉施設の技術基準に関する規則の解釈

- アンダカットは、溶接部表面の形状不良であり補修可能です。また、維持段階において評価不要欠陥又は欠陥評価対象に分類されます。
 - 「N-1080 溶接部の表面」の(1)において、「非破壊試験を行う溶接部の表面は(略)母材の表面より低くなく、かつ、母材の表面と段がつかないように仕上げる」と規定しており、アンダカットはこれに適合しません。
- (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、2020年版では、2012年版(2013年追補を含む。)から本文規定を変更せず、解説の記載を充実させたことですが、その理由を説明してください。

<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、本文規定の技術的妥当性が確認できなかったことから、2008年版の範囲とするよう技術評価しました。本文規定を補足する技術的根拠があれば提示して下さい。