

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において議論する内容について（案）

1. 検討の進め方

(1) 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会規格は、2012年版等¹が技術基準規則の解釈第17条11等に引用されていることから、主に2012年版等との変更点について技術的妥当性を評価する。対象となる規格は以下のとおり。

- ① 設計・建設規格 2020年版
- ② 材料規格 2020年版
- ③ 溶接規格 2020年版
- ④ 設計・建設規格 事例規格 発電用原子力設備における「応力腐食割れ発生の抑制に対する考慮」2013年版

(2) 対象となる4規格のうち、①設計・建設規格及び②材料規格から議論を開始する。③溶接規格と④応力腐食割れ発生の抑制に対する考慮については、①及び②の議論が概ね終了してから議論を開始する。

2. 検討チームにおいて議論する主な内容

検討チームにおいて議論する主な内容を以下に示す。必要に応じ、日本機械学会から説明を求める。第1回会合において日本機械学会に説明を求める内容は、別添のとおり。

(1) 設計・建設規格

①クラス1支持構造物に極限解析による評価を追加

クラス1容器と炉心支持構造物の極限解析手法の規定を参考に、支持構造物の許容値体系を用いてクラス1支持構造物に極限解析手法の規定を追加した。

②クラス1支持構造物に対する曲げ座屈評価式の見直し

鋼構造設計規準の2005年版において、曲げ座屈に対する許容応力の算定式で、これまでH形断面のみを対象として誘導された簡略式が横座屈耐力式を基本とする算定式に見直されたことをクラス1支持構造物の許容応力規定に反映した。

③クラス2, 3容器への上位クラス規定の適用

¹ 設計・建設規格 2012年版、材料規格 2012年版、溶接規格 2012年版（2013年追補を含む。）、設計・建設規格 事例規格 発電用原子力設備における「応力腐食割れ発生の抑制に対する考慮」2006年版

クラス 2、3、4 配管は、その材料及び構造について、それぞれ上位クラスの配管の規定に従ってもよいと規定されており、ASME Section III でも全般的に上位クラスの規定の使用は認められている。

クラス 2、3 容器も、その材料及び構造について、それぞれ上位クラスの容器の規定が適用可能とした。

(2) 材料規格

① JIS G 3136「建築構造用圧延鋼材」の取込み

SS 材や SM 材の溶接性を向上させた SN 材を SS 材や SM 材が使用可能な部位へ適用できるように材料規格に取り込んだ。

② 焼入性を保証した構造用鋼鋼材 SCM440H/SCM445H の取込み

SCM440/SCM445 並びに SCM440H/SCM445H は同様のプロセスで製造され、熱処理が行われたうえで使用されていること、JIS G 4053 から JIS G 4052 へとマーケットニーズが変化していることを踏まえ、焼入性を保証した構造用鋼鋼材 SCM440H 及び SCM445H (JIS G 4052) を取込んだ。

③ JSME-N12 GNCF1 の JIS 相当材の取込み

JSME-N12「耐食耐熱合金」のうち GNCF1 について、その JIS 相当材である JIS G 4901～JIS G4904 の NCF625 を材料規格に取り込んだ。

④ 「使用する材料の規格」の見直し

上位の機器等の区分で使用を可としている材料について下位の機器等の区分においても使用を可とした。

上記以外については、事務局において技術評価書案を作成し、検討チーム会合において提示する。必要に応じ、日本機械学会に質問し、説明を求める。

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) クラス 1 支持構造物の極限解析による評価

- (a) クラス 1 支持構造物の設計手法の選択肢を増やすため、設計に極限解析手法の規定を導入したとの説明がありました²。クラス 1 支持構造物は様々な構造・形状がありますが、どのような支持構造物を対象に適用性を確認したのか説明して下さい。
- (b) クラス 1 支持構造物の許容応力の考え方は、ASME B&PV Code Section III に日本建築学会の「鋼構造設計規準」を取り入れたとされています³。クラス 1 支持構造物の極限解析手法の規定は、クラス 1 容器及び炉心支持構造物を参考に規定したとの説明がありました⁴が、クラス 1 容器及び炉心支持構造物には「鋼構造設計規準」は取り入れられていません。クラス 1 支持構造物の極限解析手法の規定をクラス 1 容器及び炉心支持構造物の規定との差異が分かるように比較し、これらの差異を踏まえて、クラス 1 支持構造物の極限解析手法の規定の技術的妥当性を説明して下さい。
- (c) 日本建築学会の「鋼構造塑性設計指針」は設計・建設規格に引用された規格ではありませんが、「鋼構造設計規準」と関連する規格であり、極限解析手法が規定されています。クラス 1 支持構造物の極限解析手法の規定と鋼構造塑性設計指針の極限解析手法の規定とを比較し、差異を説明してください。
- (d) クラス 1 支持構造物には様々な形状の溶接部が想定されますが、溶接規格にはクラス 1 支持構造物の規定はありません。これらの溶接部位に対する極限解析手法の規定への制限の要否及びその技術的妥当性を説明して下さい。

² 第 18 回新規制要件に関する事業者意見の聴取に係る会合（令和 4 年 3 月 28 日）資料 18-2-2 6 p

³ 設計・建設規格 2020 年版「(解説 SSB-3010) 許容応力」には、「許容応力の考え方は、ASME B&PV Code Section III の一次応力および一次応力と二次応力を加えて求めた応力の区分と供用状態 A から供用状態 D までの区分に日本建築学会（以下「AIJ」という）の「鋼構造設計基準」の長期及び短期の区分を取り入れた」とされている。

⁴ 第 18 回新規制要件に関する事業者意見の聴取に係る会合（令和 4 年 3 月 28 日）資料 18-2-2 6 p

(e) クラス 1 支持構造物に極限解析手法を適用する場合と適用しない場合について、耐震モデルの作成から地震荷重の算出までの差異について説明してください。

(2) クラス 1 支持構造物に対する曲げ座屈評価式の見直し

曲げ座屈に対する許容応力の算定式で、これまでは H 形断面のみを対象として誘導された簡略式であったものを、横座屈耐力式を基本とする算定式に変更したとの説明がありました⁵。改訂前の算定式と改訂後の算定式を比較し、設計係数等の違いを、データ、図表等を用いて説明して下さい。

(3) クラス 2, 3 容器の上位クラス規定の適用

クラス 2, 3 容器の上位クラス規定の適用については、以下の①及び②のように材料、機械試験、破壊靱性、非破壊試験及び設計に関して上位の規定によることが規定されていますが、溶接部の材料・設計については規定されていません。ASME B&PV Code Section III、「鋼構造設計規準」には、溶接部の材料・設計について規定されていますが、設計・建設規格では規定していない理由をこれらの規格と比較して説明して下さい。

① 「PVC-1210 クラス 2 容器の規定の特例」には「クラス 2 容器は PVC の規定に従う代わりに PVB 規定に従ってもよい。」と規定されている。

② 「PVC-1220 クラス 2 容器の材料及び構造の特例」には「PVB-2000 から PVB-2400、PVB-3100 から PVB-4100⁶までの規定に準ずることができる。」と規定されている。

2. 材料規格

(1) 「Part2 第 1 章 表 1 使用する材料の規格」⁷の見直し

(a) 上位の機器等の区分で使用可としている材料は、下位の機器等の区分においても使用を可とした⁸とありますが、その考え方について説明して下さい。

(b) ASME 相当材については、使用の可否を ASME 規格と整合させたとする一方で、クラス 1 容器と炉心支持構造物については見直しをしなかった⁹考

⁵ 第 18 回新規制要件に関する事業者意見の聴取に係る会合（令和 4 年 3 月 28 日）資料 18-2-2 7 p

⁶ 「PVB-2000 クラス 1 容器に使用する材料」の「PVB-2100 クラス 1 容器に使用可能な材料の規定」、
「PVB-2200 機械試験に関する要求」、「PVB-2300 破壊靱性要求」、「PVB-2400 非破壊試験要求」、「PVB-3000
クラス 1 容器の設計」の「PVB-3100 応力評価」、「PVB-3200 外面に圧力を受ける容器の規定」、「PVB-3300
簡易弾塑性解析」、「PVB-3400 評価に用いる寸法」、「PVB-3500 穴を開ける場合の規定」、「PVB-3600 流体の
励起力を受ける管群」、「PVB-4000 容器の製造」の「PVB-4100 容器の形状」

⁷ 「Part2 材料仕様 第 1 章 機器等の区分と使用する材料の規格」

⁸ 機械学会にもらった変更点リストは、分科会資料ではないそうなので、面談資料として受領して資料番号を付けてもらうことにしました。

⁹

え方について説明して下さい。また、ASME 相当材はどのように定義されるのか説明して下さい。

(c) 材料の化学成分、機械的性質、QC/QA の観点から「使用する機器等の区分」について各々の材料間の整合化を図った¹⁰とありますが、具体的に説明して下さい。

(2) 材料の許容引張応力 (S 値)¹¹の見直し

(a) 「JIS G3115 圧力容器用鋼板」の SPV490 (焼入焼戻しを行ったもの) 等いくつかの材料の許容引張応力 (S 値) の設計係数を 4.0 から 3.5 に見直した¹²とのことですが、どのような考え方で、S 値の設計係数を設定したのか説明してください¹³。

(b) SPV490 の設計降伏点 (Sy 値) 及び設計引張強さ (Su 値) は 2020 年版と 2012 年版が同じ規格値である理由を説明して下さい。また、Sy 値は 200°C まで、Su 値は 375°C まで規定されているのに対し、S 値は 350°C まで設定されています。S 値を 350°C まで設定した考え方を技術的に説明してください。

(3) ASME 相当材と同定した材料

(a) ASME 相当材と同定した材料の同定方法について、詳しく説明して下さい。

(b) 設計応力強さ (Sm 値) を有する ASME 相当材ではない材料の S 値を 4 から 3.5 に見直したのについて、変更の技術的根拠を説明して下さい。また、S 値を 4 から 3.5 に見直さなかったものについても、その理由を説明して下さい¹⁴。

(c) ASME 相当材と同定した材料の Sy 値、Su 値及び S 値を ASME 規格値と同じとすることの技術的妥当性について説明して下さい。

(4) JIS 番号の異なる材料値の適用

¹⁰ 第 1 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 1-1-3 21p

¹¹ 「Part3 設計応力強さ、許容引張応力、設計降伏点、設計引張強さ、縦弾性係数、線膨張係数及び外圧チャート」の「第 1 章設計応力強さ、許容引張応力、設計降伏点及び設計引張強さ」

¹² 第 1 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 1-1-3 17p

¹³ 材料規格 2012 年版の技術評価において、「ASME 規格相当材について設計係数を 3.5 とすることは妥当である」と評価されている。

¹⁴ 材料規格 2012 年版の技術評価において、ASME 規格相当材以外の Sm 値を有する材料については、「その理由が Su 値に対する設計係数を 3.5 に変更する十分な根拠として認められないことから設計・建設規格 2005 年版 (2007 年版追補版) 付録材料図表の S 値を用いることとする。」と評価されている。

- (a) 材料規格 2012 年版には、「JIS G4053 機械構造用合金鋼鋼材 クロムモリブデン鋼」の SCM435、SCM440 及び SCM445（いずれもクロムモリブデン鋼）が規定されており、これらと同様のプロセスで製造され熱処理が行われている材料として JIS G4952 焼入性を保証した構造用鋼鋼材（H鋼）の SCM435H、SCM440H 及び SCM445H（いずれもクロムモリブデン鋼）を取り込んでいますが、その規格値は、SCM435、SCM440 及び SCM445 と同じです。SCM435、SCM440、SCM445 と SCM435H、SCM440H、SCM445H は化学成分が同じではありませんが、どのような技術的根拠に基づいて規格値を設定したのか説明して下さい。
- (b) 「JIS G4901 耐食耐熱超合金棒」の NCF750（棒材）の高強度材の S 値として、化学成分、熱処理条件や常温の機械的性質が同じである「JIS G 4902 耐食耐熱超合金，ニッケル及びニッケル合金一板及び帯」の X750（板材）の高強度材の S 値を参照して設定していますが、NCF750（棒材）の厚さの適用範囲は 60mm 以上 100mm 以下、X750（板材）は 0.6mm 以上 6mm 以下です。薄板の材料強度に係わる許容値を厚板に適用することを確認した技術的根拠について説明して下さい。
- (5) 「JIS G 3136 建築構造用圧延鋼材」の材料規格への取り入れ
- (a) 材料の許容値を作成するに当たり用いた、供試材、試験片の採取要領、引張試験機、試験片、試験方法及び試験条件、並びに試験結果をデータ及び図等を用いて説明して下さい。
- (b) 高温下の設計降伏点及び設計引張強さを決定するための手順及び具体的検討結果についてデータ及び図等を用いて説明して下さい。