

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

第1回会合

1. 日時

令和5年2月2日（木）10:00～12:00

2. 場所

原子力規制委員会 13階A会議室

3. 出席者

原子力規制委員会

田中 知 原子力規制委員会委員

原子力規制庁

佐藤 暁 技術基盤グループ長

遠山 眞 技術基盤グループ 技術基盤課長

佐々木 晴子 技術基盤グループ 技術基盤課 企画調整官

小嶋 正義 技術基盤グループ システム安全研究部門 上席技術研究調査官

東 喜三郎 技術基盤グループ 地震・津波研究部門 技術研究調査官

宮崎 毅 原子力規制部 専門検査部門 企画調査官

南川 智嗣 原子力規制部 専門検査部門 上席原子力専門検査官

藤澤 博美 技術参与

高倉 賢一 技術参与

一般社団法人 日本機械学会（JSME）

笠原 直人 発電用設備規格委員会 委員長

高橋 由紀夫 発電用設備規格委員会 副委員長

伊阪 啓 発電用設備規格委員会 幹事

松永 圭司 発電用設備規格委員会 原子力専門委員会 委員長

山田 浩二 発電用設備規格委員会 原子力専門委員会 副委員長 兼材料分科会
主査

朝田 誠治 設計・建設分科会 主査

高田 俊明 設計・建設分科会 容器作業会 主査

安田 俊一 設計・建設分科会 支持構造物作業会 主査

高橋 英則 材料分科会 幹事

豊田 昌紀 材料分科会 委員

大城戸 忍 材料分科会 委員

望月 正人 溶接分科会 主査

志田 康一 溶接分科会 副主査

小口 力 溶接分科会 幹事

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構（JAEA）

知見 康弘 安全研究センター 経年劣化研究グループリーダー

山口 義仁 安全研究センター 耐震・構造健全性評価研究グループ研究副主幹

外部専門家

大塚 雄市 国立大学法人長岡技術科学大学 技学研究院 准教授

深沢 剛司 学校法人東京電機大学大学院 工学研究科機械工学専攻 准教授

古川 敬 一般財団法人発電設備技術検査協会 溶接・非破壊検査技術センター
所長

4. 議題

- (1) 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ついて
- (2) その他

5. 配布資料

検討チーム構成員名簿

資料 1 - 1 - 1 日本機械学会 発電用原子力設備規格 設計・建設規格（SCC事例規格含む）/材料規格/溶接規格2020年版の概要

- 資料 1-1-2 発電用原子力設備規格 設計・建設規格第 I 編 設計・建設規格2020年版JSME S NC1 2020 設計・建設規格2020年版の概要
- 資料 1-1-3 発電用原子力設備規格 材料規格 (2020年版) JSME S NJ1-2020エンドース規格 (2012年版) からの改定概要について
- 資料 1-1-4 発電用原子力設備規格 溶接規格2020年版 JSME S NB1-2020「溶接規格2020年版の概要」
- 資料 1-1-5 発電用原子力設備規格 設計・建設規格第 I 編【事例規格】(NC-CC-002(改定)-2)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」の概要
- 資料 1-2 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)
- 資料 1-3-1 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 設計・建設規格担当分
- 資料 1-3-2 発電用原子力設備規格 材料規格 (2020年版) JSME S NJ1-2020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 (案) に対する回答
- 参考資料 1-1 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の実施
- 参考資料 1-2 「SN材の規格化のための検討について (依頼)」に対する回答案
- 参考資料 1-3 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 (案)

6. 議事録

○田中委員 それでは、定刻になりましたので、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の第1回会合を開始いたします。

司会進行を務めさせていただきます原子力規制委員会の田中でございます。よろしくお願いいたします。

検討チームは、原子力規制委員会及び原子力規制庁の担当者のほかに、外部専門家及び技術支援機関職員に御参加をお願いしております。

本日は第1回目の会合ですので、検討チームメンバーの紹介を技術基盤課 遠山課長からお願いいたします。

○遠山課長 原子力規制庁の遠山です。

検討チームのメンバーの紹介をさせていただきます。

まず、外部の専門家の方々から、発電設備技術検査協会溶接・非破壊検査技術センターの古川敬さん。

東京電機大学大学院工学研究科機械工学専攻、深沢剛司さん。

長岡技術科学大学技学研究院、大塚雄市さん。

続いて、技術支援機関である国立研究開発法人日本原子力研究開発機構、安全研究センターより、知見康弘さん、山口義仁さん。

どうぞ、皆さん、よろしく申し上げます。

また、原子力規制庁の参加者については、構成員の名簿を御覧ください。

以上が検討チームのメンバーとなります。

また、この検討チームでは、日本機械学会が策定した規格の技術評価を行うということですので、説明者として日本機械学会の方々にも御参加をいただいております。

皆様、どうぞよろしくお願いいたします。

○田中委員 よろしく申し上げます。

それでは、事務局のほうから議事運営について説明をお願いいたします。

○佐々木企画調整官 原子力規制庁、佐々木です。

本日の会合の議事運営は、テレビ会議システムを用いて実施することとしています。

日本機械学会と外部専門家の大塚先生、それから、JAEAをテレビ会議システムで接続させていただいておりますので、よろしく申し上げます。

本日の配付資料は、議事次第の配付資料一覧にて御確認ください。

なお、注意事項ですが、マイクについては発言中以外は設定をミュートにさせていただき、発言を希望する際は挙手するか、できれば、人数が多くなっておりますので挙手機能を使っただけで見つけやすいのをお願いしたいと思います。

それから、発言の際はマイクに近づく、音声不明瞭な場合は相互に指摘するなど、円滑な議事運営に御協力をお願いします。

発言する際は、必ずお名前を名のってから発言するようにしてください。

また、資料の説明をされるときには、資料番号とページ番号も必ず発言していただき、

該当箇所が分かるようにお願いします。

以上です。

○田中委員 はい、よろしくお願いいたします。

それでは、早速ですが、本日の議題に入りたいと思います。

まず初めに、佐々木企画調整官より、本検討チーム会合の趣旨及び経緯について説明をお願いします。

○佐々木企画調整官 原子力規制庁、佐々木です。

それでは、参考資料1-1を御覧ください。

こちらは昨年の11月16日に原子力規制委員会において了承されたものとなっております、設計・建設規格、材料規格、溶接規格、これらの日本の規格の技術評価の実施について記載された資料となっております。

この技術評価というのは令和4年度から令和6年度までの期間で実施することになっており、これらの規格は前半に実施するということので了承いただいています。

技術評価の対象については、これから日本機械学会から説明いただきますので割愛させていただきます、めくっていただきまして次のページ、2ページになりますけれども、3.2のところ体制ということで、今、遠山課長のほうから御説明があったとおりです。

それから、今後のスケジュールですけれども、令和5年度中に技術評価書案と、こちらを引用する技術基準解釈の一部改正案を取りまとめて委員会にお諮りし、了承していただきたいと思っております。

この際には意見公募を行いますので、その辺も我々のほうで手続させていただくということになります。

御説明は以上です。

○田中委員 それでは、次に、日本機械学会から、今回の技術評価の対象である規格の概要を、資料1-1-1から1-1-5としていただいていますので、日本機械学会のほうから説明をお願いします。

○日本機械学会（松永委員長） 笠原先生、お願いします。

○日本機械学会（笠原委員長） おはようございます。JSME発電用設備規格委員長の笠原でございます。設計・建設規格、材料規格、溶接規格の技術評価に関しまして、本日から大変お世話になります。

この度の技術評価は、分野の広いことと、評価期間が長いことに特徴があると思います。

関連して耐震JEAC（電気技術規程）の技術評価も予定されていますので、その傾向が強くなると思います。

これら複数の学術分野を含むとともに相互に関連して規格体系が組まれています。

例えば、耐震設計ではJEACの荷重評価、設計・建設規格の許容値、両者の組合せによって適切な安全裕度が保たれています。

こうした特徴から、全体を俯瞰した議論が必要になると思いますので、技術評価の初期の段階では、背景となる考え方について相互に認識を合わせ、その後、個別分野の詳細検討に入るのが望ましいように思います。

再稼働、事業連携をさらに革新炉新設といった、国民の皆様の期待にタイムリーに応えられるよう、効率のよい議論を我々も努力していきたくと思いますので、どうかよろしくお願い申し上げます。

それでは、これからのJSME側の進行を、松永原専委員長にお願いいたします。

○日本機械学会（松永委員長） 日本機械学会原子力専門委員会、松永でございます。

それでは、資料を使いまして、今回の対象規格の概要を御説明いたします。

まず、資料1-1-1を御覧ください。ここに、今回の対象規格の全体の概要を示しております。

ページをめくっていただいて1ページ目。ここに、今回の対象規格の発刊状況ということを示しております。

今回、対象規格としましては、設計・建設規格の第I編軽水炉規格、2020年版、それから、材料規格、溶接規格、それぞれ2020年版ということになっております。

これら3規格の発刊状況としては、2020年版は発刊済で、現在、2022年版を準備中ということになっております。

もう一つ対象とされているのが、事例規格の「応力腐食割れ発生の抑制に対する考慮」というものです。

これは、幾つか改訂しておりますが、最新の改訂版、(改定)-2というものを対象にさせていただくというふうにお願いしております。これは現在、発刊準備中でございますが、発刊は間もなくできるという状況になっております。

続いて2ページ目に、対象規格の策定してきた組織、組織図を載せております。

発電用設備規格委員会の下の原子力専門委員会傘下にこれらの分科会が設置されておりますが、その中の赤枠で囲った部分が今回の対象規格を策定した分科会ということになり

ます。

分科会の下には作業会が、それぞれついていて、具体的な規格案というものは、そちらで検討して策定しております。

ページをめくっていただいて3ページ目に、前回の技術評価をいただいたものからの変遷というものを記載しております。

前回は2012年版、あるいは2012年版と2013年追補、溶接規格については追補まで含めたものになっておりますが、そこから、毎年、追補を発行し、4年に1回、年版というものを発行してきております。記載してあるとおりです。

ただ、今後は、2020年以降は、2年に1回の年版発行というふうに、このシステムを変えようと考えております。次は2022年版の予定になっております。

応力腐食割れの考慮の事例規格、通称SCC事例規格と呼んでおりますが、これについては前回の技術評価から3回の改定をしております。一番下にあります改訂版を今回の対象にさせていただくというこの予定です。

4ページ目に、策定プロセスを記載しております。

分科会、専門委員会、規格委員会というところで、ここに記載のとおり多くの審議を経て成案となっております。

一番右側が、公衆審査の実施実績というものを記載しております。これらの議事概要と公衆審査の内容については、日本機械学会のホームページで公表しております。

続いて5ページ目、策定プロセス。ここでは公正・公平・公開のルールに従って策定しております。

公正という意味では、規格委員会、専門委員会で書面投票を実施して、右側にあるようなシステムを使って投票しております。

公平という意味では議事、委員会の構成員が特定業種に偏らないようにという考慮をしております。

公開という意味では、委員会の開催日の公表、あるいは審議結果の公開といったところをしております。

6ページ目に、対象規格の、これまでの改定の主な方針ということで、下にありますように評価手法の高度化、新知見の取り込み、新材料の取り込み、適用範囲の拡大、規格間での整合性の確保、引用規格の取扱いの明確化といったようなところを考慮して、継続的に実施してきているところでございます。

7ページ以降は補足であります。8ページ目には技術評価への要望。以前に出させていたいただいたものを再掲しております。9ページ目が、誤記対応等の表記の適正化に対する取組というものを示しております。

こちらの御説明は省略いたします。

それでは続いて、設計・建設規格から順番に概要の説明をしていきます。

○日本機械学会（朝田主査） それでは、日本機械学会の設計・建設分科会の主査をしております朝田のほうから、御説明さしあげます。

資料は1-1-2になります。設計・建設規格2020年版の概要という資料でございます。

1ページ目の目次のほうを見ていただきまして、資料の構成としましては、全体の構成を1章で、2章で内容、3章で関係組織図、4章で2020年版位置づけ、5章で2020年版までの主要な変更点で、今回、後ほど御説明します案件についてを5章でまとめてございます。

6章のほうで、主な変更点ということで、テクニカルのほうの変更点を6章でまとめてございます。7章はその他の変更点、エディトリアルとか年版読替とか、そういったところを7章でまとめてございます。8章で過去の技術評価での条件・要望事項への対応状況ということでまとめてございます。

時間の関係で、御説明させていただきますのは、1章の全体の構成、それと5章の今回の会合での説明依頼案件となりました、その変更点について御説明さしあげます。

それでは、2ページ目を開いてください。

2ページ目に、設計・建設規格の第I編のほうの構成を示してございます。

本文の中で、設計・建設の第I編が担当している機器等の章をまとめてございます。

第1章が総則、第2章が機械試験、第3章は非破壊試験、第4章で容器、5章が管、6章でポンプ、7章で弁、8章で支持構造物、9章が炉心支持構造物、10章で安全弁（真空破壊弁）、11章で耐圧試験の規定、12章で原子炉容器のほうの監視試験の規定が入ってございます。

本日は、説明にありました容器に関する改定のところと、8章の支持構造物に関する改定について、御説明させていただきます。

ページは飛びますけれども、6ページ目の5章について説明させていただきます。

6ページ目になります。

今回、3件、トピックとして説明させていただきます。

一つ目が、2014年追補で改定した案件でして、クラス2、3容器への上位クラスの規定の適用というやつです。

変更内容としましては、クラス2、3容器に上位クラスの規定が適用できるようにしようという規定でございます。これは規定を追加しました。

二つ目が、2015年追補。これは支持構造物の規定になります。支持構造物の曲げ座屈評価式の見直しというところで、支持構造物につきましては、我々は鋼構造設計規準のほうを参照しております、新たに開示されましたところを取り込んでございます。

三つ目が、2019年追補。これは同じ支持構造物になりますが、設計への極限解析の手法というものを追加してございます。

この三つについて、この後、説明させていただきます。

7ページ目をお願いします。

まず、一つ目が、2014年追補のクラス2、3容器への上位クラスの規定適用というやつであります。

変更理由としましては、ASME（アメリカ機械学会）のほうの規格、SectionⅢの規格に、NCA-2134 Optional Use of Code Classesというのがありまして、ASMEのNCAというところで、全体の機械関係の規格をまとめてございます。こちらの中で、ASMEとしまして、各機器に対しまして上位クラスを使ってもいいですよという指定が全般としては認めているというところなんです。

設計・建設としましては、クラス2、3、4の配管、これにつきましては上位クラスの配管の規定を使ってもいいですよというふうにしてございますけれども、クラス2、3容器については、このような規定はなかったというところでございます。

ただ、クラス2容器のほうにつきましては、材料及び構造にクラス1容器の規定が、いわゆるデザインバイアナリシスのところだけ取り込みをという記載に変わりましたが、クラス2、3としても、全体的に上位クラスの規定を適用できるという規定がなかったというところでございます。これを今回取り込むという案件でございます。

変更内容は、8ページ目のほうの具体的な内容のところを見てもらったほうが分かりやすいと思いますので、8ページ目を開いていただけますでしょうか。

8ページ目の左側は2012年版、右側は2014年追補というところでございます。赤字が追加したところ。

まず、クラス2容器につきましては、規定の特例ということで、PVC-1210、クラス2容器の規定の特例というのを追加してございます。

これで、クラス2容器につきましては上位クラス、クラス1の規定が使えます。全般的に、

全面的に使えるというのを取り込みました。

下のところの特例は、従来からあった規定、いわゆるデザインバイアナリシスだけ使えますよという規定でございます。

あと、PVD-1200、これはクラス3容器になりまして、こちらのほうに上位クラスを使ってもいいというふうに言ってございます。これが一つ目の改定でございます。

次、9ページ目になります。

9ページ目の二つ目の支持構造物の曲げ座屈評価式の見直しという改訂でございます。

変更点としまして、設計・建設の支持構造物の規定、従来から日本建築学会さんの鋼構造設計規準に基づいてございます。これが改訂されておりまして、曲げ応力の内曲げ座屈に対する許容応力の算定式が見直されました。

これまでにH型断面のみを対象として誘導されました簡略式が、横座屈耐力式を基本とする算定式に見直されたものでございまして、改訂後の算定式の妥当性が同規準で確認されているというようなものも、それはカバーした上で取り込むということにさせていただきました。

変更内容としましては、曲げ応力の内曲げ座屈に対する許容応力の算定式を、横座屈耐力式を基本とする算定式に変更したというところでございます。

具体的に書いた10ページ以降、改訂後の式をつけてございますので、後ほど御確認いただけたらと思います。申し訳ありませんけれども割愛させていただきます。

飛びまして、次、17ページになります。

17ページが三つ目のほうの改定でございます。

17ページ、主要変更点Cでございますけれども、支持構造物の設計への極限解析手法の規定の追加というものでございます。

変更理由としまして、支持構造物の設計手法の選択肢を増やして設計者の便宜を図るところで、極限解析手法を取り込むということでございます。

極限解析手法そのものは、クラス1容器(PVB-3160)と炉心支持構造物のCSS-3160、これは従来設計・建設としては取り込んでございますけれども、この規定を参考にしながら、支持構造物としての許容値体系を用いまして、クラス1支持構造物に極限解析手法の規定を追加したということでございます。

具体的な変更内容、2章の変更内容でございますけれども、SSB-3140というところで、極限解析による評価というものを追加してございます。各供用状態に対しまして、SSB-

3121というのは、弾性解析ベースの設計規定でございます。弾性解析ベースの規定に対しまして、極限解析の(1)～(3)の規定が使えるよというふうにしてございます。ただし、座屈は対象外にしてございます。

18ページでございます。

具体的な規定でございます。(1)が供用状態A、Bに対する規定で、(2)が供用状態C、(3)が供用状態Dでございます。

今回、これはまた、後ほどの説明依頼事項に対する回答のところでも御説明しますので、詳しくは、また後ほど御説明させていただきますが、まずは大きな考え方としまして、左側が P_c ですね。設計で、例えば決めた荷重になります。右側は、それに対する許容値になります。許容値をどう決めるかというのが、その極限解析を使うというところでございます。供用状態A、Bに対しましては、F値なるものを弾完全塑性体の降伏点としまして、それで、その応力ひずみ関係を用いまして弾塑性解析を行いまして、それで求めた荷重と変位の関係、その弾性部の傾きの二倍の勾配を使いまして、その交点を、いわゆる崩壊荷重としましょうと。その値が P_{cr} というふうに整理してございます。いわゆる降伏点相当になってくるというイメージのものでございます。

供用状態A、Bに対しましては、それを3分の2としましょうと。供用状態Cは P_{cr} そのものと。それと供用状態Dにつきましては1.2Fというのが、もともとの弾性解析ベースのほうの試験に対応しますので、そちらを使うというふうに。弾性解析のほうの許容値体系とは整合を取るといような体系にしてございます。

19ページが変更内容の解説でございます。

今のほうの内容のほうを解説の中でも説明をつけてございまして、ユーザーに対して分かるようにしているというところでございます。内容は、今、御説明させていただきました内容なので割愛させていただきます。

以上が今日のポイントでございまして、あと、後ろの6章、7章、8章で、細かな、その他の変更点をまとめてございますので、また、御参照していただけたらと思います。

設計・建設は以上でございます。

○日本機械学会（山田主査） 材料分科会、山田でございます。

それでは、資料1-1-3を用いまして、材料規格の2012年版からの改定概要について御説明いたします。

シートの1でございますが、資料の目次になっております。

1. で材料規格の構成、2. で12年版から20年版までの主要な技術的改定項目をまとめております。3. で2012年版適用時の要件への対応状況、4. で2012年版技術評価時の指摘事項への対応状況をまとめております。最後、5. に12年版からの改定一覧を添付してございます。

シート2の2を御覧ください。材料規格の構成でございますが、Part1は総則、Part2が1章で機器等の区分と使用する材料の規格の規定、第2章で材料への特別要求事項、第3章で原子力発電用規格材料仕様の規定。Part3の第1章では許容応力、第2章では物性値、第3章では外圧チャートを規定しております。添付といたしましては、添付1で新規材料採用ガイドラインを規定しております。

続いて、シート3でございますが、ここからが手法な技術的改定項目でございます。

まず一つ目でございますが、新材料の取り込みということで、JIS G 3136「建築構造用圧延鋼材」、SN材というものを取り込みました。現状、SS400及びSM材には、個別要求事項を設けておりますが、SN材には特別要求事項を設けておりませんので、材料選定の自由度が広がると考えております。

続いてシート4でございますが、二つ目です。

これも新材料の取り込みですが、焼入性を保証した構造用鋼鋼材、SCM○○○にHのついた鋼材の取り込みです。特徴に記載しておりますように、マーケットニーズがJIS G 4052、焼入性を保証した構造用鋼材のほうに移っておりますので、これを使用できることにしたことによりまして、材料調達が容易となると考えております。

シート5のほうは三つ目でございますが、これも新材料の取り込みということで、GNCF1のJIS相当材でありますNCF625を取り込んでおります。特注品である原子力発電用規格材料の相当材であるJIS材を使用できることにより、材料調達が容易となると考えております。

四つ目でございますがシート6です。こちらはPart2第1章、表1「使用する材料の規格」の見直しで、具体的には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は、下位の機器等の区分においても使用を可としました。

それと、ASME相当材につきましては、使用の可否をASME規格と整合させております。

次、シート7の、これは使用する材料の規格の見直し例でございますが、青色の四角で囲った部分に○を追加したという一つの例でございます。

シート8ですが、こちらは外圧チャートの見直しということで、一部の外圧チャートにつきまして、ASME規格と整合させるとともに、チャートに対応するデジタル値を追加する

とともに補間式を与えました。これによって、設計において外圧チャートを用いる際の利便性が向上するものと考えております。

次のシートの9は、外圧チャートのデジタル値の例でございます。

続きまして、シートの10、こちらはJISの改正反映ということで、2020年版では2019年末までのJISの改正を反映しております。

続いて、3.が、2012年版の適用に当たっての要件への対応状況でございますが、(1)として、S値につきまして、ASME相当材の一部のS値について、こちらに記載のあるように、ASMEのS値のほうが、相当、JIS材よりも小さな値だということで、下線がついてある部分については要件がついておりますが、次のシートの12も同様でございます。

本件につきましては、現状、ASMEの最新版であります2021年版のSu値を上回らないようにS値を見直すという、そういった検討をやっている最中でございます。

続いてシートの13、2)番、こちらはASME相当材以外でSm値が規定されている材料のS値について、設計係数を4から3.5にしておるのですが、それについて十分な根拠が認められないということで、設計係数を4に据え置くということでしたが、こちらにつきましては、後ほどの説明にも出てまいりますけれども、JISの圧力容器の規格体系を参考としておりますので、この件につきましては、JSMEとしては対応不要と判断しております。

それと、3)番、こちらはS値の件につきましてですけれども、ASMEの規格では運転状態IVまでが範囲としておりますけれども、新規制基準の重大事故等対象施設の設計に当たっては、設計係数を3.5ではなく従来どおり4という要件がついておりますけれども、こちらにつきましては、現状、材料規格では設計・建設規格の機器等の区分に基づき許容値を設定しておりますので、これに対する対応は不要と判断をしております。

続いて、シートの14、こちら、SFVQ1B材というのを12年版で登録しておりますけれども、こちら375℃の各許容値につきまして要件がついておりましたが、こちらは15年追補で改定をしております。

シートの15からが、2012年版技術評価時の指摘事項がございますけれども、そちらへの対応状況ということで、(2)番は、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S値について、高いS値と低いS値、2種類のS値を設けているのがASMEとかJISの規格なんですけれども、低い許容値を設けているのは、フランジ等の変形で耐漏えい性を考慮しなければいけないような場合がそちらということなんです。JASなど材料規格は、高いほうのS値しか規定していないので、低いほうのS値についても検討を期待するというこ

とでございましたが、こちらは引き続き検討しているところではございますけれども、2012年版以降、そういった場合にはASMEの規格ですとかJISの圧力容器の規格が参考になるというような、そういう解説を設けているということで、現状、そのような状況になっております。

シートの16も同じ内容です。

シートの17以降が、12年版からの改定一覧を、追補全般ごとにまとめて添付しております。

資料1-1-3につきますでの説明は以上でございます。

○日本機械学会（小口幹事） 続きますで、溶接分科会の小口でございます。

溶接規格、2020年版の概要について、資料1-1-4、これにて御説明させていただきます。まず、右下1ページ目、目次を御覧ください。

説明内容は、この目次に示しております4項目ございますが、一つ目、溶接規格の構成及び内容、二つ目、2012年版/2013年版追補の技術評価に対する改定、三つ目、2020年版までの主な改定、四つ目、代表案件の個別説明シートです。

それに、参考資料としまして、代表案件の新旧比較の表ですね。それと、2012年版/13年版追補の技術評価に対する検討中の案件、これのリストをつけております。

次のページを御覧ください。2ページ目ですね。

これは、溶接規格の構成及び内容を示しております。溶接規格は4部構成となっておりますが、第1部溶接規格では、各溶接構造物の機器、それらはクラス1容器、クラスMC容器などなど、各クラスの機器について、要求される継手面の食い違い、熱処理、非破壊試験など、それらの技術的な要求について規定しております。

第2部、第3部では、それぞれ溶接施工法確認試験、溶接技能確認試験について規定しております。第4部は、各章の解説と用語集です。

次のページ、3ページを御覧ください。

3ページからは、2012年版/13年版追補の技術評価です。前回の技術評価を受けて改定した案件の一覧です。

改定した年版、件名、改定内容、主な溶接規格での記載している箇所です。それを示しております。例えば一つ目ですと、破壊靱性試験についての規定であります。これは設計・建設規格での関連規定の整合を図ったというようなことを内容として書いております。

同じような方法で3ページ、3、4、5ページにわたり19件ありますが、項目がたくさんご

ございますので個々の説明は割愛させていただきますが、4ページ、御覧ください。

4ページにあります赤色の項目、これは溶接後の処理に関する項目ですので、後ほど代表として取り上げて御説明させていただきます。

次に6ページを御覧ください。

6ページからは2020年版までの、技術評価の対応以外の主な改定の一覧です。先ほどの表と同じようにまとめており、7ページございます。

こちらも個々の説明は省略させていただきますが、幾つか赤色に着色した項目があります。

8ページの3/7ですね。そこでは各種母材の区分。飛ばしまして10ページの5/7では、コンクリート製原子炉格納容器の規定。その次の6/7のところでは、旧年版の規定に基づいて確認された溶接施工法の扱い、それから溶接技能資格の作業範囲、溶接施工法確認試験の確認項目、それと溶接技能者及びオペレーターの更新試験です。

これらは、内容は近いものです。四つにまとめて代表案件として御説明させていただきます。

次、13ページを御覧ください。ここからは、代表としまして、先ほど着色しておりました項目、第1部、第2部、第3部から選んだ主な案件について御説明します。合計として五つにまとめております。

まず、次の14ページを御覧ください。

これは、代表として説明します1件目でございますが、熱処理に関する規定の改定でございます。これは技術評価を受けて改定したものであります。

まず、改定内容の①のところですが、技術評価によりまして、局部加熱で溶接後の処理を行う場合の範囲ですね。これは従来の規定どおり、これは2007年版になるんですけど、それにするような読み替えの条件づけが行われました。

2007年版のときは、加熱範囲の規定をしておりましたが、2012年版以降、2020年版まで含めて、加熱範囲ではなくて均一に保持する温度領域の規定に変更しましたので、その中身が分かるように解説を記載いたしました。

第4部には、さらにそれを補足する意味で、この加熱範囲と均一温度の領域が分かるような図を加えました。そのような改定を行いました。

二つ目の②は、機械試験板の熱処理で、保持時間を本体の80%以上とすることについて、技術的知見からの検討の御要望がありました。それにつきまして、解説の記載を改定いた

しました。

資料には詳細は書いてございませんが、保持時間とか保持温度の変動があったときの熱処理に対する影響とか、保持時間が長くなった場合、また短くなった場合の問題点などを、解説に記載しております。

そのほか、溶接後熱処理に関して、第4部の解説にあったものを第1部の本文に移行したほうが良いという判断をしたものは、第1部に移行させました。

次の15ページを御覧ください。これはコンクリート製原子炉格納容器の規定でございます。

これは既に事例規格として制定をしておりましたものを溶接規格の本文、第1部に新たに章、第10章というのを設けて規定したものです。

これは、ほかの章と合わせていろいろ規定がございますが、継手面の目違い、非破壊試験、漏えい試験などを規定いたしました。

この10章をつくるときに基にしましたのは事例規格なんですけど、その作成段階では、発電設備技術検査協会の「コンクリート製原子炉格納容器の溶接施工技術指針」というのがございまして、それを参考にいたしました。

それを溶接規格に取り入れる際は、規格の構成を溶接機器に合わすとともに、溶接規格における一般的な要求事項を追加いたしました。

特徴としましては、ライナプレートについての規定がありまして、その検査、放射線透過試験はJISの2類以上とすとか、また、真空箱による漏えい試験の規定、そういうのを設けました。

次が、16ページを御覧ください。次は第2部で、溶接施工法確認試験の改定を行ったというものでございます。

一つ目としましては、JISで溶接施工方法の確認試験方法というのがありますが、そのほかの期間も含めて、それとの整合化を図るように、確認試験の確認項目の規定を改定いたしました。

項目としましては、溶接方法とか母材の区分、溶接金属の区分、母材の厚さです。それに、衝撃試験を必要とする場合の確認項目として、従来に加えて、層とか溶接姿勢、パス間温度、溶接入熱、衝撃試験、そういうのを項目として設けました。

二つ目としまして、各種材料の母材の区分の規定を追加しました。これは、既に母材のP-No区分という事例規格を制定していたのですが、それを規格本体に取り込みました。こ

れによりまして、JISで規定の材料が溶接施工の母材の区分で何に該当するかというのが明確になりました。

16ページに挙げていますのは、その表のごく一部の抜粋であります。

三つ目としましては、旧年版の規定に基づいて確認された施工法の扱いですね、これは、従来規定はございませんでしたので、旧年版の溶接規格や、そのほかの旧技術基準などで合格になった溶接施工法確認試験は、一定の条件の下、2020年版の規定で許容される範囲内では改めて確認試験を行う必要はないというふうな規定を行いました。

続きまして、17ページを御覧ください。

これは第3部の改定ですが、第3部は溶接技能の確認試験ですが、その溶接技能者が行う溶接姿勢の範囲を明確にしました。溶接姿勢は、単純には上向き、下向き、横向き、縦向きがありますが、その中間的な姿勢での扱いを明確にしました。

それと、従来は溶接士という用語を使っておったんですが、これはJISに合わせて溶接技能者及び溶接オペレーターという改定も、この姿勢の範囲以外にも行っております。

続きまして、18ページを御覧ください。第3部ですね。

この溶接技能者、オペレーター更新試験の規定を設けました。これは試験材の溶接を行って資格を更新できるという規定を設けたものです。

①に書いておりますが、従来は資格の有効期限内に溶接の作業を行いまして、その溶接部は耐圧試験に合格した場合に更新できるという規定でありました。改定しました2020年版では、②にありますように、耐圧試験の規定は残すんですが、それは必須とはせずに、資格更新用の試験材、それでの更新ができるように規定しました。

その資格用更新の試験材は機械試験、これは曲げ試験を行うんですが、それ以外にも放射線透過試験で合格になればよいということで、その判定基準はJISの2類以上としました。

以上、主な代表案件について御説明しました。

それで、19ページ以降は参考資料でございます。

19ページから33ページまでの参考資料1は、代表案件ですね。今、申しました5件のものについて、新旧比較表、規定が長いものはございますので抜粋しておりますが、それをつけております。

34ページから37ページは、前回の技術評価で改定したのもございますが、それ以外、現在検討中のもの、その案件の状況を示しております。これは、詳細は割愛させていただきます。

以上で、御説明を終わります。

○日本機械学会（朝田主査） それでは、四つ目の最後の規格の説明でございます。資料番号1-1-5になります。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の概要ということでございます。

日本機械学会の設計・建設の朝田です。お願いします。

次の1ページ目の目次のほうを見ていただけますでしょうか。応力腐食割れの事例規格でございまして、Stress Corrosion CrackingのSCCということで、これに関する事例規格になってございます。

この本章としましては、1章がこの事例規格の背景及び目的、2章で基本的な考え方、3章で概要、4章で添付の構成、5章で添付の趣旨、それと6章でSCC対応の基本方針、7章でフローチャート、8章で環境の話、それと9のところ、本日説明させてもらいたいと思っています主な変更点、-2への主な変更点。それと、それに対するテクニカルな内容の説明でございます。11が、過去の技術評価での要望事項への対応状況ということでございまして、本日は6章のSCC対応の基本方針、それと9、10のテクニカルな改定のところについて、御説明させていただきます。

それでは、6章になりますので9ページ目を開いておいていただけますでしょうか。

9ページ目のほうに、SCC対応の基本方針ということで、基本的な考え方をまとめてございます。

この応力腐食割れSCCでございますけれども、三つの因子が重畳したときに発生するといわれておりまして、その一つは、まず、発生可能性の高い材料であるということ。感受性がある材料であること。それと、引張応力が存在すること。それと、割れ発生を助長するような環境にあること。この三つが重なりますとSCCが発生するといわれてございます。

その対応としましては、その右にも輪っかが書いていますとおり、どれかを外しましょうというのが基本的な考え方になってきます。

材料でいきますと、SCC発生可能性の低い材料を使用する。熱処理とか、そういう発生の可能性を低減していくというのが、材料の一つのやり方。応力に関しては、引張応力の発生を抑制する、あと、残留の改善をしよう。環境につきましては、腐食性環境の緩和なり、不純物の除去といったところがあります。

具体的な対応につきましては、10ページ以降のほうでフローチャートをつけてございすけども、このフローチャートに従いまして、各条件、機器によって記載しているという

流れにしてございます。

本日、あと、御説明させてもらいたいのが、-2のところでのテクニカルな改定でございます。19ページのほうをお願いします。

19ページのほうに、初版から（改定）-2への主な変更点をまとめてございます。

まず、2011年に一旦改定してございます。初版は本文だけでしたけども、ここで解説を追加してございます。本文の規定に対するテクニカルなバックグラウンドを解説でまとめまして、ユーザーに対して理解を進めてもらうということで、解説を追加してございます。

あと、一部体裁の改定がありましたけども、-2、今回の改定でテクニカルな改定をしてございます。現行の事例規格では52合金というのがございまして、PWR環境の高ニッケル合金が母材にいきますと600合金とか690合金とかございまして、PWR環境では690合金を使えば、対策材になっているというふうに理解してございます。

その母材690合金に対する溶接材料TIGとかのワイヤーの方の溶接材料が52合金という種類になってございます。

これに対しまして現行で行きますと、UNS Numberでいきますと、N06052 AWSクラスのERNiCrFe-7というものだけになってございますけども、海外ではN06054 AWSクラスでいきますと、ERNiCrFe-7Aというものが実機で適用されてございます。

耐PWSCC、プライマリウォーターということで軽水炉のPWRの支持系のほうのSCCのことを、こういう呼称で呼んでございますけども、このPWSCCのERNiCrFe-7と同等であるという結果が出てございます。

これを-7Aのほうを国内でも適用する、できるようにしたいところで、付録のほうに取り込むという改定でございます。

20ページのほうをお願いします。

これは、20ページから具体的に、その-7Aのほうの説明をさせてもらいたいと思います。

20ページのところでございますが、本事例規格では、応力腐食割れの発生抑制に対しまして有効な材料として、母材でいう690合金に対する溶接材料に相当します52合金があります。52合金に分類されている具体的な材料としまして、ERNiCrFe-7というのが、現在規定されているというところでございます。

これに対しまして、-7Aというものを追加するというところでございます。

特に、下に化学成分の表を書いておりますけども対PWSCC（応力腐食割れ現象）というのがクロムニッケル、これがポイントとなりますけども、こちらにつきましては現行と

変わらないということで、ニオブ・タンタルのほうですね、こちらが現行よりも、-7に比べまして-7Aが添加できるという状態になっています。

あと、コバルトなりボロン、ジルコンも少し規定があるというところでございますが、基本的にはニオブ・タンタル、こちらのほうでの規定が主体になってきます。

提案理由としまして、現規定にあるERNiCrFe-7は、溶接時にスケールがたくさん発生するといったところがございます、施工時の手入れの手間があり、溶接欠陥のリスクといったところが、一つの課題となっていったというところがございます。

海外では溶接時のスケール発生は少なく、溶接施工時の手入れが容易なことに加えまして、溶接欠陥リスクも低減されるということで、ERNiCrFe-7Aが実機に適用されておりまして、国内でも適用できるようにしたいというところがございます。

次、21ページ目から具体的な応力腐食割れSCCの発生の試験結果でございます。

21ページ目がSCCの発生のほうの試験結果でございます。Reverse U-bendという試験方法を一般に、よく使ってございまして、発生のほうは、この試験結果を示してございます。Alloy52というのは現行の52、52TA、これは-7A相当でございます。この両者が同等であるというところがございます。

あと、TA、MOというのが開発材のほうでございますけれども、これにつきましても同等だということを確認してございます。

600合金が従来使っていた、ここまで使っていたものですが、これが応力腐食割れの感受性があるといったところで、今は690のほうに新しい部材として適用しているのが上の材料になってくるという考えでございます。

発生については同等というのは確認してございます。

次、22ページでございます。

22ページは、次は進展のほうですね。SCCの亀裂進展試験のほうもしてございます。青がERNiCrFe-7という材料でございまして、-7Aが赤で、赤四角でプロットしてございます。

応力拡大係数に対しまして、SCCの亀裂進展速度を整理した図でございまして、-7と-7Aは同等というのを確認しておるというところがございます。

23ページでございます。まとめとしまして、52合金の分類にERNiCrFe-7Aを追加するというのが、今回の事例規格の改定でございます。現状規定してあります-7と同等の発生であり、進展特性というのを確認してございまして、それを踏まえまして事例規格に取り込むという提案でございます。

24は、過去の要望に対する状況でございますので、割愛させていただきたいと思います。
以上でございます。

○日本機械学会（松永委員長） 原子力専門委員会、松永です。

日本機械学会からの概要の説明は以上でございます。

○田中委員 ありがとうございます。

それでは、ただいま説明がありました資料の1-1-1～1-1-5につきまして、御質問、御意見等がございましたら、お願いいたします。いかがでしょうか。

○小嶋上席技術研究調査官 原子力規制庁の小嶋です。

説明ありがとうございます。ただいま説明いただきました資料1-1-2、設計・建設規格2020年版の概要でございますけれども、本日の説明依頼案件のAのところですね、クラス2、3容器に上位クラスの規定が適用できるように見直すというところについて確認をさせていただきます。

具体的には、ページ8ページになります。

この8ページで、左側が2012年版と。右側が新しいほうという形になりますけれども、新しいほうを確認したときに、クラス2容器を、例えばPVC-1210番ということで、PVBの規定に従ってもよいと、いわゆる上位規定で使えるようにしたわけですがけれども、今後、上位規定に使うことを何か想定されている、そんなようなものがあつたということでしょうか。

○日本機械学会（朝田主査） 日本機械学会、設計・建設部会の朝田でございます。

実機にあるという話はございませんでして、規格として、ASMEがそういう規定はありませんし、上位クラスを使えるという選択肢は事業者さんであり、設計者として持つべきだろうということで、入れたものです。

○小嶋上席技術研究調査官 原子力規制庁の小嶋です。

分かりました。といいますのも、1210番と1220番を見たときに、1210番はPVB、いわゆるクラス1の容器の規定に従ってよいと。その場合には、材料構造だけではなくて製造方法、例えば溶接だとか、その後の検査、いろんなことも含めてクラス1に従うという形になるので、とてもいい改定かなと思うのですけれど、一方で、この残った部分だけですと、材料構造の規格について準ずることができるということで、製造だとか検査だとか、そういった部分は含まれないので、一般的に考えたら、この1220のほうを緩いほうを選んでしまうのかなと思ひまして、そういった観点から、先ほど、1210の上位のほうを使えるよう

にした、PVBを使えるようにしたというのは、何か意図があったのかなと思って確認させていただきました。

もう一度、確認ですけど、ないということでございますね。

○日本機械学会（朝田主査） そうですね。あくまでもASMEにあわせてというところはありますけども、上位クラスが使えるように、ちゃんとすると。

配管のほうでは、もう既にそうなっていますので……、そこについて整合を取るというところでございます。

以上です。

○田中委員 発言するときには名前を言ってから御発言をお願いします。

○日本機械学会（朝田主査） 朝田です。すみません。

○田中委員 他にありますか。

○佐々木企画調整官 原子力規制庁、佐々木です。

今、最後に御説明いただいた資料1-1-5、応力腐食割れについて、念のため確認ですが、私に最初御説明した参考資料1-1のほうでは、この委員会に了承いただいたときには、2013年版が最新だったので、これに対する変更点と、こちらを技術評価しますというふうに了承いただいています。

ただ、この前に、計画を立てたときにも委員会に了承いただいているんですけども、そちらのほうでは、新しいものが出ていたら、そちらをやったほうが、今後、効率的でもありますので、最新版が出ていたら、そちらを技術評価するとしていたので、その後、これが改訂されて、もうすぐ発行される状態になっているから、技術評価変更点の代表として、2013年の変更も含めて、新しいものの変更点の中で主なものを今、御説明いただいた新しい材料に関するもの、というふうに認識してよろしいですか。

○日本機械学会（朝田主査） はい、そのとおりでございます。設計・建設の朝田でございます。

改定のところ、先ほどの19ページ目にも記載しておりますとおり、2022年6月と、制定ということで、新しく材料を取り込みましたので、そちらのほうをお願いしたいというところでございます。

以上です。

○佐々木企画調整官 原子力規制庁、佐々木です。

承知しました。ありがとうございます。

○田中委員 あととございますか。外部専門家の方々、あるいはJAEAの方、特に何かございますか。

○発電設備技術検査協会（古川所長） 発電検、古川です。

各論に入っちゃうかもしれないのですがけれども、今の、ちょうど1-1-5の資料の規格で、これは多分、スケジュール的には、あとのあれになるんですかね。でも、基本的な考え方とございますか、質問なので、ここでもよろしいですね。

ページで言うと、20ページのところの提案理由のところでお伺いします。

材料に関して、新しい、モディファイしたものということで、気になったのが、溶接性はどうかかなとか、そういったところが気になったのですが、溶接性に関しては、逆にこのAのほうが、7Aのほうがよいという、そういう認識でよろしいですね。というのが確認でございまして、質問は、溶接部というのは、必ずその後、非破壊試験なり、あとは継続的な非破壊試験の対象になるかと思うんですけど、こういった部分は、供用中の検査になると、超音波が非常に探傷が難しいという材料といわれていますので、ただ、その辺は変わらないという認識でよろしいでしょうか。

その1点確認と、1点質問をお願いします。

○日本機械学会（朝田主査） 設計・建設の朝田でございます。

溶接性能は7Aのほうがよいということで、論文のほうも事例規格のほうにはつけて、引用してございますので、それを確認していただけたらと思います。

それと、非破壊UT（超音波探傷試験）のほうは、現状の52と同等と考えてございます。

以上です。

○発電設備技術検査協会（古川所長） 発電検、古川です。

分かりました。ありがとうございます。

○田中委員 あと、よろしいですか。

○小嶋上席技術研究調査官 原子力規制庁の小嶋です。

今、お話があった、資料1-1-5、同じ資料でございますけれども、今後、新しい版と、その前の版ですね。先ほど、佐々木からの確認がありましたけれども、その中で、この応力腐食割れの抑制に対する考慮については、かなり記載内容が規格というよりもガイドに近いような記載になっていきますので、我々が技術評価をするに当たりまして、具体的なデータだとか、どのように詳細に日本機械学会のほうで確認したのかなど、そういった資料を求めることがあると思いますので、その際は、御協力をお願いしたいと思います。どう

かよろしく申し上げます。

○日本機械学会（朝田主査） 設計・建設の朝田です。

了解しました。できるだけ答えられるようにしたいと思います。

以上です。

○田中委員 あと、ございますか。よろしいですかね。

じゃあ、次に、今、先ほど御説明がありました改訂版の規格につきまして、本検討チームで確認する内容についてまとめていますので、佐々木企画調整官のほうから説明をお願いいたします。

○佐々木企画調整官 原子力規制庁、佐々木です。

それでは、資料1-2を御覧ください。

こちらは、このように進めてはいかがでしょうかという案でございまして、今日、御了解いただければ、このように進めたいと思っているものでございます。

まず、1.のところに検討の進め方ということで、(1)に記載してございますが、これらの、今回、技術評価の対象としている規格は、既に2012年版等が技術基準規則の解釈は、審査基準ですけれども、これに引用されて活用されていますので、こちらからの変更点を主に技術評価をするというふうにしたいと思います。

ということで、ここに①～④ということで、今、御説明いただいた4種類の規格が記載してございます。

ですけれども、かなりの大部になるということがありますので、どういう方法で進めるかということですが、(2)のところに対象となる4規格のうち、全部ばらばらに1個ずつやるとか、まとめてやるとかではなくて、①の設計・建設規格と②の材料規格、これを先に議論させていただきたいというふうに思います。

4つももちろん密接な関係があるんですけど、特に密接な関係があるので、この二つを先にやって、残りの③番溶接規格と④番応力腐食割れのほうについては、その二つが終わってから議論を開始したらどうかというふうに思っています。

大部であるということがあって、原子力規制委員会のほうでも効率的に進めてくださいということで、日本機械学会のほうから提案も受けて検討した結果、このように進めたら効率的なのではないかと、今のところ思っています。

それを前提にして記載しておりますけど、2.のところで、検討チームの中で議論する内について取りまとめておりまして、これらの議論をする上で、日本機械学会から説明を求

めて、説明していただいた内容を基に議論していくというふうにしたいと思っています。

一つ目は、設計・建設規格のほうですけれども、今、御紹介があった内容のうち、クラス1支持構造物に極限解析による評価を追加したというところと、二つ目として、曲げ座屈評価式を見直したということと、③としてクラス2、3機器への上位クラスの規定の適用をしたというものになります。

次に行っていただきまして、(2)の材料規格ですけれども、これも今、御説明いただいた内容が①～④まで書いてありますので、こちらのほうを主に議論させていただいて、一番最後の段落に書いてありますが、これら以外についても、非常に多数の変更点がございまして、ここで議論していると非常に時間がかかってしまいますので、原子力規制庁のほうにおいて技術評価書案を作成しまして、この場において提示させていただいて、御意見やコメントをいただくというふうに思っていますので、そのような形で進めさせていただいて、こちらについても必要に応じて日本機械学会に質問し、説明を求めるといふことにしたいと思いますが、この主な変更点以外については、この会で説明をしていただくという時間がかかりますので、文書で質問し、文書で回答していただくというふうにしようかと思っています。

この内容については、面談で私どもの趣旨をきちんと説明し、日本機械学会のほうからは内容をちゃんと説明させていただいて、文書の形で残るような形にし、この検討チーム会合の参考資料のような形で、皆さんにも確認いただけるようにしたいというふうに思っています。

まず、ここまで御説明させていただいて、進め方について御意見があればいただければと思います。

○田中委員 検討の進め方について何か御意見がありましたら、御意見いただきたいと思いますが、いかがでしょうか。特によろしいでしょうか。

特に異論がないようですので、こういうような進め方で行きたいと思います。

じゃあ、次をお願いします。

○佐々木企画調整官 原子力規制庁、佐々木です。

ありがとうございます。

それでは、今の進め方で始めさせていただくことにして、あらかじめ日本機械学会のほうには質問をお渡ししてあって、回答を用意してもらおうということで、効率的に始めるということにさせていただくということで、準備していただいています。

そちらが、今、御説明しました資料1-2のほうの3ページから、別紙という形で日本機械学会への説明依頼事項としてまとめております。

この質問については、これから日本機械学会のほうから回答を説明していただきますので、そのときに一緒に説明していただいたほうが、いいかなと思いますので、私は、説明は割愛させていただきたいと思います。

以上です。

○田中委員 説明依頼事項を書いているんですけど、今、日本機械学会さんのほうから説明があるかと思しますので、そちらのほうに含めさせていただきたいと思います。

それでは、今、説明のあった、検討チームにおける確認事項について、日本機械学会から回答を、資料1-3-1、1-3-2としていただいていますので、説明をお願いいたします。

○日本機械学会（松永委員長） 日本機械学会原子力専門委員会、松永でございます。

それぞれ資料1-3-1、1-3-2について、分科会のほうから御説明いたします。

○日本機械学会（朝田主査） 設計・建設分科会の朝田です。

資料1-3-1でございまして、設計・建設規格担当分ということで、設計・建設規格に対する御質問に対して回答させていただきます。

1ページ目を開いていただきまして、まず一つ目が、(1)としましてクラス1支持構造物の極限解析による評価というところでございます。

(a)が最初の御質問、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。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くださいと。

回答としましては、極限解析による評価法の適用性は、構造・形状に依存するものではなく、設計・建設規格の支持構造物の規定に定められた材料、構造・形状であれば適用できると考えてございます。

容器に対する極限解析の規定の解説、3ページ目につけてございます。簡単な梁状の構造物であれば塑性関節法、板や複雑な形状の構造物であれば有限要素法による弾塑性解析を用いることで崩壊荷重の下限の算出が可能というふうに考えてございます。

3ページ目が、当該のところでございますので、割愛させていただきます。

4ページ目でございます。同じくクラス1支持構造物の極限解析による評価の二つ目の御質問。

(b)としまして、クラス1支持構造物の許容応力の考え方は、ASME SectionⅢ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。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が、クラス1容器の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支持の極限解析手法の規定をクラス1容器、炉心支持の規定との差異が分かるように比較して、その差異を踏まえて技術的妥当性を説明してくださいというところです。

5ページ目から回答をつけてございます。

5ページ目の回答で、右側の図を見ていただきたいと思います。まず、極限解析と二倍勾配法の説明をさせてもらいたいと思います。

まず、極限解析というのは、右上の絵にありますとおり、材料の応力ひずみ関係を弾完全塑性体と呼んでいます。降伏点までは弾性、それ以降は降伏点で一定という弾完全塑性体です。御存じのように実機の材料は、終盤以降、加工硬化して、もっと高いところまで持てるんですけども、設計上は、こういう簡易的に弾完全塑性体と呼ばれています降伏点で、上までは、そこまでという保守的な仮定の下で設計の体系をつくっているというところでもあります。

この応力ひずみ関係をたとえば解析モデルにインプットしまして、弾塑性解析を行うというものが極限解析になりまして、それが右下の図でございます。ある構造物に対しまして、この弾完全塑性体を入れまして弾塑性解析する。そのときに、ある代表的なポイントでの変位と荷重をプロットしたら、その青の線のイメージです。

前半が弾性挙動を示します。途中から不整が入ってきます。それに対して弾性値の二倍の勾配を用いた緑の線ですね。緑の線を引きまして、青の線との交点、これを二倍勾配法による崩壊荷重、 P_{cr} ということで定義しますというのが極限解析による崩壊荷重、 P_{cr} の定義でございます。

左の説明の二段落目ですね。SectionⅢのNFにおいても、極限解析の規定はあるんですけども、設計・建設としましては、もともとはNFは取り込んでいませんので、設計・建設規格のクラス1容器、炉心支持の規定を参考に新たに定めたというところでございます。

鋼構造許容応力度設計規準には極限解析の規定はありませんけども、許容応力設計と同様に、同規準を参考に降伏点の基準としてF値を取り入れてございまして、各供用状態での許容限界荷重の安全係数を許容応力設計と合わせたということでもあります。

構造物の崩壊荷重の下限値を求める解析の手法としましては、クラス1容器、炉心支持

の規定を同じ手法というふうに、今回、整合性を取って規定を改定したというところであり
ます。

6ページ目のところに、もう少し詳しく書いてございまして、支持構造物は鋼構造許容
応力度設計規準に従い、強度の基本値としてF値を用いてございまして。極限解析におきま
しても、その、極限解析を用い、その降伏点を、F値ベースを設定したというところでご
ざいまして。

そのF値などは、次の7ページに定義のほうをつけてございまして。これは規定文、設計・
建設の規定文どおり、7ページのほうを見ていただきたいと思っております。F値は、aとbがござ
いまして。

aが溶接部であって、溶接規格に相当する非破壊検査をする。あるいはいわゆる母材に
なります。aとbがありまして、(a)がステンレスなり、高ニッケルなり、(b)はそれ以外い
わゆる炭素鋼なり低合金鋼でございましてけれども、基本的には S_y 相当というところになり
ます。この S_y が小さくなりますので、F値なるものは考え方としましては降伏点相当。

bにつきましては、溶接部で検査してない場合につきましては、それに対して0.45とい
う係数を掛けるということで、低めの抑えなさいという規定にしており、これがF値に
なります。

6ページにもう一度戻っていただきまして、そのF値で、今の弾性解析ベースのほうの規
定をベースに、極限解析のほうの許容値体系をつくったといったところでありまして。それ
が、その下のほうの表でございまして、許容応力体系と極限解析体系の考え方として表し
ていくという風にしてございまして。

次、飛びまして8ページ目でございます。

クラス1容器、炉心支持との比較ということで、下のほうに表でまとめてございまして。
記載と差がありますけれども、 $1.5S_m$ というのが S_y 相当、クラス1容器であり炉心支持で言う
 $1.5S_m$ が S_y 相当になりますので対応するといったところになります。

基本的にこの体系は、これら三つ含めて基本的な考え方は同じといったところござい
ます。以上が8ページ目の説明です。

9ページ目でございます。

4)としまして、支持構造物の極限解析による評価の規定としましては、参照としている
基準の違いによって、クラス1容器で、あるいは炉心支持と相違しているところはござい
ますけれども、各供用状態での S_y を超えない値を降伏点としたという、降伏点とした弾塑

性解析を行う、評価しており、妥当性が認知された手法というふうに考えてございます。

それで、10ページ以降に詳細な比較、10、11で、12ページ辺りも具体数値も入れまして比較しておりますので、これは、申し訳ないですけど、今日は割愛させてもらいたと思います。後ほど見ていただければと思います。

次、16ページ目でございます。

次の三つ目の御質問、(c)でございます。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けれども、鋼構造設計規準と関連する規格である。限界解析手法が規定されている。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比較して、差異を説明してくださいということでございますけれども、回答としまして、鋼構造の塑性設計指針も、崩壊機構に基づく崩壊荷重を求める設計手法を規定しているというので、支持構造物の極限解析による評価と相反するものではありません。

鋼構造塑性設計指針では、骨組み構造の梁モデルのみを対象として、詳細な規定をしております。線材形状の支持構造物を評価する際には参考にできるというふうに考えてございます。

17ページに関してはここでは、17ページで塑性設計指針のほうの目次と概要と、設計・建設の関係を整理してございます。

こちらにつきましては、後ほど御確認いただけたらと思いますので、割愛させていただきます。

18ページ目になります。同じく、クラス1支持構造物の極限解析のほうの、(d)ですね。御質問でございます。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ています。正確には、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、及び技術的妥当性と。

回答としまして、設計性能、ASME設計性能のNFに規定されているような支持構造物、されていますように、支持構造物には様々な形状の溶接が存在します。耐圧バウンダリとならない支持構造物の溶接部は正確には規定されていないということでございますけれども、支持構造物の規定のSSB-3340において、溶接部を含む接合部に荷重を十分伝えることという規定がございます。

あと、その支持構造物の規定のSSB-3121.1で溶接規格N-1100の非破壊ですね。それに従わなければ、それに従わないような溶接部につきましては、許容値を割り下げなさいとい

う規定も設けてございますので、極限解析による評価の荷重に対しても、これらの規定を満足するという必要性というところになります。

具体的な規定、19ページに、その当該のSSB-3340、20ページ目に、そのSSB-3121.1の該当部の抜粋をつけてございますので、御確認していただけたらと思います。

次、21ページ目でございます。同じく極限解析の(e)の御質問でございます。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と。

回答としまして、現行のJEAC4601に基づく耐震解析では、支持構造物は線形のパネ要素でモデル化されている。この解析により求められた支持反力が、支持構造物へ負荷される地震荷重となります。二倍勾配法で算出した崩壊荷重の下限値は、ほぼ降伏荷重相当となりますので、極限解析を適用する場合と適用しない場合で、この方法に差異はないということ、特に問題はないと思ってございます。

次、22ページ目が(2)のほうの、クラス1支持構造物の曲げ座屈評価式の見直しというところでございます。曲げ座屈に対する許容応力の算定式で、これまでH型断面のみを対象として誘導された簡略式だったものを、横座屈耐力式を基本とする算定式に変更したと。改訂前の算定式と改訂後の算定式を比較しまして、係数等の違い等を説明してくださいということであります。

回答としましては、鋼構造許容応力度設計規準の解説のほうに、新旧両算定式と実験値、それと解析値との比較がなされてございます。それによりますと、新算定式のほうが精度がよく、かつ安全率が1を下回ることなく許容値を算定できるというふうに記載されてございます。

申し訳ないですが、今回、添付することができませんので、前のところを参照していただけたらということでございます。

続きまして、23ページ目、(3)のクラス2、3容器の上位クラスの規定の適用でございます。クラス2、3容器の上位クラス規定の適用につきまして、以下の①、②ですね。①が、先ほども御質問があったと思いますけども、PVC-1210のほうの規定、②のほうはPVC-1220、従来から規定といったところでございます。

このように、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ると。溶接部の材料・設計については規定されていません。SectionⅢのほう、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ると。

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くださいと
いったところでございます。

24ページ目が回答でございます。下にPVCの規定、それと右側にNCA、NCD、ASMEのほう
のSectionⅢのほうの対応する規定の比較もつけてございますので、後で御確認いただけ
たらと思います。

こういう体系になってございまして、1210のほうはASME NCA-2134、1220はNCD-3200と
いう形で対応してございます。

PVC-1210は、2014年追補で追加されまして、材料及び構造に限らず、製造、検査に至る
まで全て上位クラスの規定に従うと。

PVC-1220は、501から規定して、クラス2容器へのDesign by Analysisを規定している
というところになります。

次の25ページ、最後のページですね。ページ番号が抜けているかもしれませんが。
参考としまして、クラス2容器に対して、クラス1に確約する場合の関係図、関係を、下
の表でまとめてございます。

材料及び構造設計をクラス1とするので、溶接部の材料、製造、検査もクラス1に従うと
いうふうな関係になるというふうに考えてございます。

こちらのほうと、あと少し説明をつけてございますので、この辺りは、また後ほど御確
認いただけたらと思います。

説明としては以上です。

○日本機械学会（松永委員長） それでは、材料、お願いいたします。

○日本機械学会（高橋幹事） 材料分科会、高橋です。

資料1-3-2を用いまして、材料規格に関わる日本機械学会への説明依頼事項に関する回
答を御説明させていただきます。

めくっていただきまして1ページに目次がございます。(1)～(5)の5項目について、説明
依頼をいただいております。

2ページ目です。

2ページ目から、使用する材料の規格の見直しに関する御質問への回答を用意していま
す。

(a)の上位機器等の区分で使用可としている材料の下位機器等への使用の可という観点
なのですが、従来からクラス3配管への使用を認めていることに合わせまして、クラス4配

管で使用可能としたという点がございます。

もう一つは、JSMEのN7材及びN8材などがございますが、相当するASME材との整合により、クラス1配管への使用を可とし、上位クラス機器に準拠してクラス2、3、4配管への使用も可といたしました。

なお、設計・建設規格で下位クラス配管の材料に上位クラスの配管の材料を適用してよいということが規定されてございます。

3ページ目は、その見直しの例を示しておるものでございます。

次の4ページ目でございます。(b)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考え方についてでございます。

これまでの適用可/不可の範囲で特段の不都合は生じておらず、かつ実用上使用される材料は限定されておりますので、適用拡大の見直しは行わなかったということでございます。

ASME相当材に関する定義につきましては、別の部分で御説明させていただきますので、参照ください。

(c)材料の化学成分、機械的性質、QC/QAの観点から、このおのこの整合化を図ったということに関しての説明でございます。

○日本機械学会（松永委員長） 今、5ページ目を。

○日本機械学会（高橋幹事） 失礼しました。5ページ目でございます。

使用する材料の規格につきましては、2014年追補と2015年追補で見直しを行っております。2014年追補ではASME相当材が存在するか否かによって、適用する範囲を、材料クラスを整理いたしました。その際に同じJISの同様な材料の中で使用クラスに違いが生じているというところがございますので、2015年追補におきましては、同じJIS規格内でのおのこの材料間の整合化を図るという見直しを行っております。

見直しは、a～eの五つのJIS規格の材料に関してでございますが、本日はaのJIS G 3203のSFVAF2を例に御説明いたします。

先に6ページ、7ページの表を御覧いただきたいと思っております。これはJIS G 3203の使用する機器等の区分に関してございまして、2014年追補の際の見直し結果でございます。ここでクラスMC容器を見ていただきますと、SFVAF1で「○」、それからSFVAF12以降でも「○」となっておりますが、SFVAF2というのが「－」になっておりまして、その上下はASME相当材との関連で見直しを行ったものでございます。この部分につきまして検討いた

しました。

6ページに戻っていただきまして、JIS G 3203、SFVAF2につきましては、一つ目のポイントですけれども、化学成分の上限が特定の要素につきましては異なりますけれども、概ね化学成分の上限は同等、もしくは低く管理されている材料である。それから、不純物成分の許容値は同じJISの規格材の中では同等である。それから、機械的性質も同等である。熱処理を行う材料でございますけれども、その条件も同等となっているということから、SFVAF2は、その他鋼種と同等の材料特性を持つと考えられるため、本鋼種の使用する機械の区分は、他の鋼種に合わせて整合化することが妥当であるというふうに判断して見直しをかけております。

このように、化学成分、機械的性質の処理、それから製造方法などを考慮しまして、適用の見直しを行っております。

○日本機械学会（大城戸委員） それでは引き続き、材料の許容応力（S値）の見直しに関しまして、材料分科会の大城戸のほうから説明させていただきます。ページは16ページ目になります。

御質問いただきました内容が、SPV490等、幾つかの材料の許容応力（S値）の設計係数を4.0から3.5に見直した。この内容について説明してくださいというような話です。

次、17ページのほうに、どういった項目について見直ししたかというのを記載しております。SPV490と、ASME相当材にありますSGV480に関しまして、適用範囲から、最終的には検査まで、この、それらの項目について、それらの同等性について検討しております。

18ページ目から23ページ目までに関しまして、それぞれの項目について、その同等性の説明、比較、説明の結果が示されております。ここでは説明を割愛させていただきます。

それらの結果のまとめが24ページ目に示されております。24ページ目の下のところのまとめのところになります。

圧力容器用熱間圧延鋼板として、SPV490はSGV480と同等材料であるということが、それぞれの項目1で確認されたということ。また、SPV490及びSGV480はともにJIS B 8267の圧力容器の設計の附属書Bにおいて、設計係数3.5のS値が設定されている材料であるといったようなことから、今回、SPV490の設計係数を4.0から3.5に見直したことは妥当であるというふうに考えております。

一つ目の回答依頼が以上になります。

二つ目、大きく二つ質問項目があります。SPV490の2020年版と2012年版が同じ規格値で

ある理由ということ。もう一つが、S値を350℃まで設定した考え方を説明してくださいということ。25ページ目に示しました。

まず、一つ目の2012年版と2020年版、設計値が変わっていないところに関してです。

これに関しましては、SPVのSy値、Su値は告示の値をそのまま使用、引用しております。27ページ目、28ページ目に、告示第501号から設計建設規格及びJSMEの材料規格の、それぞれのSy値、Su値を示しております。それぞれ同じ値を引用しておりますので、このところは変更しておりません。そのまま、告示501号の値を使っているというようなことになります。

次、29ページ目です。二つ目、350℃までの設定の話になります。最後の四つ目のポツのところになります。SPV490の場合はSy値で評価したS値というのがSu値よりも評価した値よりも大きな値になるため、この場合、SPV490のS値というのは、Suから評価した値が妥当であるというふうに考えられます。

30ページ目に、それぞれの計算結果を示しております。こちらのほうは細かく説明しません。下のほうにまとめを書いております。SPV490のS値の設計係数の変更は行ったものの、これらの値、使用温度制限の変更を行うためのASME等の参照規格がないことから、使用温度制限の見直しといったものは、ここでは行わなかったといったものが350℃を引用したと。350℃まで検討したところの回答になります。

以上が、二つ目の質問に対する回答になります。

○日本機械学会（山田主査） 材料分科会の山田です。

それでは、(3)番のASME相当材と同定した材料に関する御説明をいたします。

まず最初、(a)ですが、同定方法について御説明をいたします。

最初のひし形のところの朱書きをしているところが結論になりますが、化学成分等から相当ASME材を選定いたしまして、機械的性質を比較して、ASME規格相当材を同定しているということが趣旨になります。

シートの32が、2012年版制定時のフロー図なんですけど、ちょっと小さいんですけども、まずは化学成分の比較で、相当ASME材に目星をつけて、常温の規格値も左右が従前のパスカル以内であるということ、まず確認した上で、一方、ASMEのSectionⅢで使用が、使える、使えない、使えないものはNP、Not Permittedというような記載になっていますので、それを確認し、最後に高温のSy値の差異、その辺りを確認しております。

この考え方につきましては、現在でも同様の考え方でやっております。

その手順をまとめたものが、シートの33になります。

まず、①で任意のJIS材の類似のASTM材を、まず探すと。それらの常温の規格値の差異が10MPa以内であることを確認した上で、ASTM材がASME規格にエンドースされているかを確認し、先ほどのSectionⅢ、原子力のASMEの規格で使用の可否と使用温度制限を確認すると。最後に高温の S_y 値の差異を見た上で決めているというようなことで同定をしております。

続きまして、シートの34ですが、(b) S_m 値を有するASME相当材でない材料の S 値を4から3.5に見直したということをやっておりますけれども、これの技術的根拠を説明してくださいというのが一つ。

それと、一方で S 値を4から3.5に見直さなかったものがございますが、その理由を説明してくださいというのが二つ目でございます。

シートの35ですけれども、最初の S_m 値がある材料についてですけれども、 S_m 値はクラス1機器に対する許容値で設計係数は従前より3になっております。いわゆるクラス1機器の設計はDesign by Analysisで行われているということで、従来から設計係数3と。

二つ目のひし形ですが、クラス1機器での使用実績を有する材料については、ASME相当材と同定されなくとも、いわゆるDesign by Ruleで設計が行われる際の許容値としては、 S 値の設計係数4から3.5に見直すことは技術的に妥当であるというふうな判断は、2012年版作成当時から変わっておりません。

シートの36に、一方で、 S 値の設計係数を4から3.5に見直さなかった材料に関する見解として、JISの圧力容器の規格体系をまとめておりますが、一番上に書かれているB 8266はDesign by Analysisでやられているもので、8267、8265が二つに分かれて、設計係数3.5の8267が十数年ぐらい前に設計されているということです。

ですけれども、これらのJISの圧力容器の比較は、原子力関係の圧力容器への適用が除外されていますけれども——シートの37です、材料規格において、その S 値の設計係数の設定を4のままにするのか、3.5に見直すのかといった、その材料に関する見解は、JISの圧力容器の、Design by Ruleで行う圧力容器の規格の考え方に基づいているということでございます。

シートの38を御覧ください。(c)で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くださいということで、まず、2013年追補で、いわゆるマルゲン材というGNCF2とGNCF3の設計係数4から、設計係数3.5に見直すとともに、それから S_y 値、 S_u 値を追加して

おります。

設定方法は以下に記載されているとおりですけれども、この設定方法で設定をした許容値につきまして、シートの39ページ以降に示しておりますように、このようなグラフ化をして値の妥当性を確認しております。

シートの39は、 S_y 、 S_u 値で、シートの40がS値でございます。

シートの41で、もう一つ行っております、2014年追補ですが、ASME相当材を同定し、ASME相当材の S_y 値及び S_u 値を取り込み、それらを基に新規材料採用ガイドラインに従い、S値を再設定しましたという、これもマルゲン材値、NCF1です。

この同定の手順が下に書いてありますけれども、まず、①で製品形状の種別に応じて、細分化をまずしました。②として、化学成分と機械的性質が同等であり、相当材と同定をすると、そういう手順で行っておりますが、シートの42、これがGNCF1の機械的性質の規定の細分化ということで、種別の1種というもの、これは、一つの種別だったものを、記号のところの最後が製品形状を表しているんですけれども、製品形状ごとに細分化をして検討しやすくしております。

シートの43が設定値の設定方法でございますけれども、このような形で設定をし、シートの44ページ以降、これも同様にグラフ化をして、値の妥当性を確認しております。

これも、同定をしたいろいろな材料についてグラフを載せておりますので、個々の説明は割愛させていただきます。

続いて49ページをお願いします。

○日本機械学会（豊田委員） 材料分科会の豊田です。

続きまして、49ページ、2. (4) JIS番号の異なる材料値の適用についてです。

まず、(a)ですけれども、焼入性を保証した構造用鋼鋼材についてです。

これらにつきましては、SCM○○○とSCM○○○Hは化学成分は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ということについてでございます。

50ページのほうに行きますと、これらの三つの材料なんですけれども、まず、SCM435Hを2013年に、440H/445Hを2019年に追加をしております。

続きまして51ページのほうに行きます。

51ページのほうに行きますと、この435、435H、共に熱処理を行った上で使用されます。この二つを比べますと、化学成分に若干の違いがあるんですけれども、435Hに対しては焼入性を保証するために硬さと結晶粒度が規定されております。そのため、質量効果が考慮

された一定品質の機械的特性が確保されている材料となっております。

したがって、435Hは、材料特性上は435と同等、品質に関しては435よりも、むしろ良好というふうに考えられております。

続きまして、52ページのほうで、実際の化学成分などを並べております。

53ページになります。53ページで435Hの取り込み方法になります。

435Hは、435と同一の機器区分にて使用可能とする。それから、各許容値についてはSCM435のものを用いるというふうにして取り込んでおります。

続きまして、54ページから56ページにつきましては、440Hと445Hについて記載しておりますけれども、こちらにつきましては、先ほどと同様の検討になりますので割愛させていただきます。

続きまして、57ページになります。

こちらにつきましては、NSF750（棒材）のS値とX750（板材）のS値についてでございます。薄板の材料強度に関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くださいというものでございます。

こちらにつきましては、58ページのほうで、2014年追補の改定で、S値が設定されていなかったNCF750（棒材）に対して、NCF750（板材）の高強度材のS値を設定しております。これら二つのJISにおける機械的性質の要求事項を、その下の表のほうに示しております。

この二つを見比べますと、適用寸法は異なるんですけれども、同一熱処理条件下では耐力及び引張強さはJIS材料の規格上、同じ値となっております。

続きまして、59ページ以降ですけれども、こちらにつきましては2012年版にてNCF750（棒材）と、それぞれ板材、それぞれS値以外の S_m 、 S_y 、 S_u 値は規定しておりましたので、そちらのほうを参考に記載しております。

続きまして、62ページのほうになります。

こちらから、2. (5) としまして、SN材の材料規格への取り入れについてでございます。

まず、(a) ですが、材料の許容値を作成するに当たり用いた試験について、説明でございます。

こちらにつきましては、まず、材料規格の添付1、新規材料採用ガイドラインに従って、データを収集しております。

63ページになります。具体的なデータにつきましては、電力中央研究所の報告「高い安全性を有するSN材の高温強度特性の評価」にまとめられてございます。

続きまして、64ページから69ページにわたりまして、試験項目について報告書の記載内容を示しております。細かい説明は割愛させていただきます。

続きまして70ページ、(b)のほうになります。

○日本機械学会（高橋幹事） 材料分科会の高橋です。この高温下の設計降伏点及び設計引張強さに関する設定方法について、別資料の参考資料1-2を用いまして御説明させていただきます。

まず、この参考資料1-2の構成ですけれども、最初の3枚分が本文となっております、以降4枚目から添付資料、添付内容の詳細ということで、また、こちらからページ番号1という形で振り直しております。

まず、本編のほうの2ページ目を見ていただきますと、2. 検討結果ということで設定しましたのは、SN400B、400C、それから、490B、490Cという組合せ、区分けで、板厚、二つの区分で設定しております。

では、具体的な設定方法についてです。

添付資料側のページ数で申し上げますと、6ページ目に手順が記載してございます。2. 手順でございます。

①の標本数の取扱いにつきましては、最小3標本といたしました。

それから、トレンド曲線による方法で応力許容値を設定してきております。具体的には、標本ごとに各温度における温度を常温の強度で規準化いたします。

規準化した値を温度の2次～5次の式で、室温で定点1を通過する回帰分析を行い、決定係数及び標準誤差を参照し、解析精度の高い次数を選択いたします。解析精度が同程度である場合は、低次の次数を選択いたします。

7ページ目でございます。

決定係数及び標準誤差から評価することができる統計的な解析精度だけでなく、選択した次数を用いてトレンド曲線を得、その形状が妥当であることを確認いたします。トレンド曲線が温度増加に伴う影響で上昇、低下を繰り返すなど、材料強度の一般的な温度依存性とは異なる複雑な形状になる場合には、解析で得られた他の次数によるトレンド曲線について妥当性を確認すると。そのような手順でございます。

具体的な解析結果の例を、29ページ目に示しております。

今回は、SN400B及び400Cの板厚40mmのところをフォローしながら、御説明させていただきます。

29枚目はSy値に関する解析結果でございまして、一番右側の上の図が回帰曲線で、室温での定点位置を通るように図示したもので、2次～5次の回帰線図を記載しております。

下の図は室温の規格値を乗じて図示させたもので、いずれの回帰式も試験データを包括しているようなことが確認できます。

34ページ目でございます。最適回帰次数の選択としまして、決定係数と標準誤差を見比べて設定してまいります。上の40mmの板厚の場合には、一番右の、それぞれ右のSN400BC-40と書いてあるチャートがございまして、 R^2 は大きいほどよろしい、SEは小さいほどよろしいというようなことがございまして、結果として4次の回帰解析が適切であるというふうに判断して、その数式を選んでございます。

36ページ目に、実際に選択した4次式で設定したSy値のトレンドカーブを示してございます。同様の方法で、設計引張強さにつきましても設定してございます。

40ページ目を参照ください。

40ページ目の右の上の図が定点1を通るようにベストフィットトレンドカーブを書かせたもので、その下の図が、常温の規格を乗じた図でございまして。基本的には、試験データを包括しているという結果でございまして。

こちらにつきましても、4次式が適切であると評価しております。

44ページ目を御覧いただきたいと思っております。

44ページの左上が板厚40mmの際の結果でございまして。4次式自身は上下するわけですが、もう一つ、高温の許容値は低温側の許容値を超えないという設定がございまして、太字で書いてございますような形でベストフィットトレンドカーブを設定いたしました。

このような設定の方法によりまして、高温側の設計降伏点及び設計引張強さを設定しております。

以上でございます。

○日本機械学会（松永委員長） 日本機械学会原子力専門委員会、松永でございます。

少々お時間かかりましたが、御質問に対する回答は以上でございます。

○田中委員 ありがとうございます。

それでは、ただいまの説明に対して、御質問、御意見等がございましたら、お願いいたします。いかがでしょうか。

○佐々木企画調整官 原子力規制庁、佐々木です。

御説明ありがとうございました。あと15分しかありませんので、今からお話ししますが、今日お答えいただかなくて結構ですので、次回説明していただければと思います。

我々は今回技術評価するに当たって、考え方がどういうふうになっているのかというのを最初に御確認したいと思っております、というのは、設計・建設規格だと鋼構造設計規準を取り込みました。一方で、ASME SectionⅢも取り込みました。告示の規定がありません、みたいな関係があつて、質問の中でも、鋼構造設計規準のどこを設計・建設規格の中へ取り込んだのかとか、そういうことを説明していただきたかったんですけど、そこが分からなかったのもので、どういう規格を、どういう優先順位で、どういう形で取り込んでいるのかというのが一連で分かるように、次回御説明いただければなと思います。

材料規格のほうも同じでして、この材料については、これと整合しました。あるいは、これは、こういう理由で取り入れませんでした、みたいな形で出てきていて、さらに、JISの圧力容器の規格に合わせています、みたいなことも説明があつて、それって設計・建設規格のほうでは、どういうふうに取り扱っているのかということも分からないので、できればフローチャートのような形で考え方が分かるようにしていただきたいなと思っております。

全部についてできないかもしれないので、今回、ここで議論することになっている項目については、それが分かるような整理を次回していただきたいと思っております。

御説明はいただかなくて結構です。ありがとうございます。

○田中委員 今、次回説明していただきたいことについて説明がありましたが、あと、特に、次回の説明ではこういうところをお願いしたい、あるいは焦点を絞ってお願いしたいとか等々ございましたら、お願いしたい。

○高倉技術参与 原子力規制庁システム安全の高倉ですけども、今のような観点で、設計・建設の資料1-3-1の最後のページで、クラス2、3の上位規定の適用ということで、簡単に言いますと二つの特例規定がされています。

それぞれの適用の考え方、それで、我々としては、最終的に両者、どちらを取っても構造の信頼性が同等であるかというようなことを議論したいというふうに思っていますので、そういう回答も付け加えて、次回以降、説明をよろしく申し上げます。

以上です。

○田中委員 よろしく申し上げます。

あとは、ございますか。

○小嶋上席技術研究調査官 原子力規制庁の小嶋です。

ただいま、佐々木と高倉からお話がありましたけども、補足しますと、設計・建設の部分では、今、佐々木から話があったように、鋼構造設計規準に従ったもの、あと、ASMEに従ったもの等々がある。

今回の場合は、例えば、クラス1支持構造物に極限解析のものを用いる。そういった場合にASMEの形を使うとすると、ASMEではASME SectionⅢの中に材料があって、設計があって、溶接の方法があって、検査があるといった形で、その一貫した考え方で品質管理を求めている。

その違いだとかも含めて、佐々木のフローのところには確認の中に入れていただきたいというのと、材料のほうも、ASMEの許容値の設定方法のほかにも、新規材料の採用のガイドライン等々もあるということです。その具体的に異なるところ、差別化したところ、どのように活用しているかという、そういったところの観点も含めて、違いが分かるように説明の中には入れていただければと思います。

以上です。

○田中委員 あとはございますか。外部専門家の方々、あるいは、JAEAの方、特に何かございますか。

大塚先生。

○長岡技術科学大学（大塚准教授） よろしいでしょうか。長岡技術科学大学の大塚です。

御説明ありがとうございました。

これも単純な質問なのですが、御説明いただいた材料規格のASME相当材としてやるフローの中で、32ページの表の中にある金属材料データブックのフローチャートで、Su値の値が高温から10Mbからずれているときの、その後の規定と、今回、33ページのスライドで御説明いただいた、特に値がずれていたときに専門家の方がこういうふうな議論をして、最終的に相当材として同定しましたというふうなところで、採用した手順が違っているように書かれているので、特に、この「なお」と書かれている部分について、具体的にどういふふうな考え方で行われているのかということについて、次回、御説明いただければありがたいと思います。

以上です。

○田中委員 あとはございますか。

○東京電機大学大学院（深沢准教授） 電機大学の深沢です。

今回、新しくクラス1支持構造物の極限解析による評価というのが追加になったというふうに理解したのですが、御説明いただいた資料の中で、資料1-3-1ですね。8ページにありますけども、供用状態D、支持構造物の制限値が、ほかと比べて高くなっていると、そういった、今回新しく加わっているような評価についての制限値の考え方等についても、次回以降に説明いただけるといいかなというふうに思います。

以上です。

○田中委員 あとはいかがでしょうか。

○小嶋上席技術研究調査官 原子力規制庁の小嶋です。

材料規格の最後のSN材のところについて、技術評価とは大きく関係しないかもしれないのですが、このSN材は、最近、先ほど説明もありましたTMCP材、いわゆるフェライト-ベイナイトのものが市場に流通していて、SN材というものは、特に板厚が厚くなってしまうと流通しなくて日本の鉄鋼メーカーに購入を依頼しても、TMCP材ならあるというような状況と思うのですが、

その流通とかの観点から、このSN材を採用したというところについて、特別、このSN材を使う場合には特注になるのかなというような気もしまして、その流通との関係も、どのように考えているか。

技術評価とは、細かい意味でマッチしないかもしれないので、そこら辺の考え方も、採用の考え方も確認させていただければと思います。よろしくお願いします。

○田中委員 あとはいかがでしょうか。では。

○発電設備技術検査協会（古川所長） 発電検、古川です。

資料1-3-1の最後のページで、これも原子力規制庁の方々と基本的に考えは一緒ですが、設計・規格の、要はPVC-1220ですね、そこでクラス2というのが入っていて、溶接の設計ですけど、それが溶接規格のほうではクラス1となっていて、その辺が、要はどうなのという。何でかなというところに、次回以降、ちょっと議論させていただければと思いますので、よろしくお願いします。

以上です。

○田中委員 東技術研究調査官。

○東技術研究調査官 原子力規制庁の東です。

2点質問させてください。

1点目が、まず設計・建設規格担当分の一つ目の質問、(a)の質問ですが、御説明で構

造・形状に依存するものではないと。極限解析が依存するものではなく、設計・建設規格の支持構造物の規定に定められたものであれば適用できるという説明だったんですが、恐らく、機械学会の中で、技術根拠のようなものを準備していると思いますので、その根拠を示した上で、次回説明していただきたいと思います。

続いて2点目の質問です。(e)の質問で、極限解析を行った場合でも耐震評価については特に変更はないという説明だったんですが、恐らく、21ページです。(e)の質問ですね。

21ページで、恐らく、ここの意味合いというのは、極限解析を行った場合でも、恐らく弾性限度に収まっていると。なので、その後の耐震解析には影響がないという判断をしたと考えられるんですが、この極限解析を行った場合に、ほぼ降伏荷重相当で、弾性限度に収まっているということが、例えば同じ資料の5ページですね。に、極限解析の考え方を示している概念図のようなものがあるので、こういった、この図との関係も併せて説明していただきたいと思います。

以上です。

○田中委員 あとはいかがでしょうか。

何点か、外部専門家の方、あるいは原子力規制庁の方のほうから、次回説明をお願いすることについて述べさせていただきましたが、機械学会さんのほうで、十分にその内容を理解されたと思ってよろしいでしょうか。

○日本機械学会（松永委員長） 原子力専門委員会、松永でございます。

いただいた御質問については、後ほど、内部で確認した上で、資料を準備して御説明したいと思います。

○田中委員 よろしくをお願いします。

○佐々木企画調整官 原子力規制庁、佐々木です。

今、外部専門家の方とかからも質問いただいたところではあるんですけども、まだ、ほかにも、実際には聞こうと思っていたことはたくさんありまして、時間がなかったからちょっと聞けなかったんですけど、それらは文書にまとめて、また、質問事項ということで面談等で御説明して回答していただこうと思いますので、よろしくをお願いします。

○日本機械学会（松永委員長） 原子力専門委員会、松永でございます。

承知いたしました。

○田中委員 本日、質問のあったところ、また、これから文書で質問するところもありますので、次回以降、それに対する回答をお願いしたいところがございます。

もう、時間も来ていますが、ほかになれば、本日はこの辺で終了してよろしいでしょうか。

じゃあ、本日はここで終了いたします。

次回につきましては、準備状況とか日程調整のほうを、事務局のほうでお願いいたします。

では、どうも本日はありがとうございました。