

# 溶接規格の技術評価に関する検討チーム

## 第3回会合

平成26年10月8日（水）

## 原子力規制委員会

（注：この議事録の発言内容については、発言者のチェックを受けたものではありません。）

## 溶接規格の技術評価に関する検討チーム

### 第3回会合

#### 1. 日時

平成26年10月8日(水) 14:30～16:58

#### 2. 場所

原子力規制委員会 13階 会議室C

#### 3. 出席者

##### 外部専門家

荒居 善雄	埼玉大学大学院理工学研究科教授
鈴木 雅秀	長岡技術科学大学原子力安全系教授
塚本 進	独立行政法人物質・材料研究機構 外部連携部門 研究連携室 NIMS 特別研究員
辻 裕一	東京電機大学工学部機械工学科教授
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副所長

##### 原子力規制庁

竹内 大二	原子力安全技術総括官
山田 知穂	技術基盤課長
増原 康博	企画官
藤井 英明	主任技術規格専門職
菊池 正明	主任技術研究調査官
坂本 博司	主任技術研究調査官
菅野 真紀	技術参与
藤澤 博美	技術参与

##### 独立行政法人日本原子力研究開発機構

西山 裕孝	安全研究センター 材料・構造安全研究ユニット 材料・水化学研究グループリーダー
勝山 仁哉	安全研究センター 材料・構造安全研究ユニット 構造健全性評価研究グループ 研究副主幹

一般社団法人日本機械学会

宮口 治衛 発電用設備規格委員会幹事  
永田 徹也 原子力専門委員会委員長  
杉江 保彰 溶接分科会幹事  
門脇 宏和 溶接分科会委員  
大石 勇一 溶接分科会委員

4. 議題

- (1) 日本機械学会 溶接規格の技術評価について
- (2) その他

5. 配付資料

- 資料 3-1 溶接規格の個別検討項目の技術評価案（その1）＜9月24日資料2-1改訂版＞
- 資料 3-2 レーザービーム溶接施工法確認試験に関する追加要件案に対するJSME側見解
- 資料 3-3 溶接規格の個別検討項目の技術評価案（その2）
- 資料 3-4 溶接規格の技術評価に関する検討チーム第3回会合での日本機械学会への説明依頼事項
- 資料 3-5 溶接規格の技術評価に関する検討チーム第3回会合での日本機械学会への説明依頼事項に対する回答
- 参考資料 3-1 JSME 発電用原子力設備規格 溶接規格（JSME S NB1-2012、2013 追補）正誤表
- 参考資料 3-2 「表 N-X110-3 破壊靱性試験」の新旧対照表
- 参考資料 3-3 「表 N-X120-1 再試験」の新旧対照表

## 6. 議事録

○竹内総括官 それでは、定刻になりましたので、溶接規格の技術評価に関する検討チームの第3回会合を開催いたします。

本日も更田委員が所用のため欠席でございます。私、原子力安全技術総括官の竹内が司会進行を務めさせていただきますので、よろしくお願いいたします。

また本日も、溶接規格の説明者といたしまして、日本機械学会より、宮口発電用設備規格委員会幹事、永田原子力専門委員会委員長、杉江溶接分科会幹事、門脇溶接分科会委員、大石溶接分科会委員に御出席いただいております。よろしくお願いいたします。

それでは、事務局から配付資料の説明をお願いします。

○増原企画官 それでは、配付資料の説明をさせていただきます。

配付資料は、議事次第に記載されているとおりでございます。資料3-1～3-5までと、参考資料3-1～3-3までとなっております。

資料3-1は、第2回会合での資料2-1を修正したものでございます。資料3-2は、レーザービームに関して、日本機械学会より提出いただきました資料となります。資料3-3～3-5までは、今回の会合で検討いただきます個別検討項目の技術評価案、日本機械学会からの説明依頼事項、それに対する日本機械学会からの回答となります。

参考資料3-1は、溶接規格の正誤表。参考資料3-2と3-3は、今回の会合で検討いただきます個別検討項目の破砕靱性試験と再試験についての規格の対照表となっております。

机上には、第1回会合と第2回会合の資料一式、これまで実施いたしました日本機械学会との面談の議事要旨、配付資料をファイルとしてとじております。なお、この裏の面談の資料につきましては、原子力規制委員会のホームページのほうで公開されております。

また、机上のファイルには、今回の会合資料3-1及び3-3で引用します文献等についてもあわせて載っております。

溶接規格の2012年版及び2013年の追補版についても、1人1冊ではございませんが、数冊用意してございますので、必要な場合においては、お二人でシェアしていただければと思っております。よろしくお願いいたします。

○竹内総括官 資料の過不足等ございませんか。よろしいですか。

それでは、今まで第1回の会合では、事務局より溶接規格の技術評価の進め方について説明させていただきました。機械学会より、溶接規格2012年版/2013年追補版の概要について説明をいただいたところです。これに対して、事務局から変更点ですとか、確認すべき点について説明させていただきました。それを踏まえ、前回の第2回会合で、確認すべき個別課題のうち

非破壊試験の実施時期、電子ビーム溶接・レーザービーム溶接における確認事項、それから溶接施工法の確認項目の3点について、技術評価案を提出させていただいて、討議していただいたところです。

今回は、前回の議論をいただいたところに関します修正点、それから残りの個別検討課題について議論を進めさせていただきたいと思っております。

まず、議論が始まります前に、前回、今回の検討対象につきまして機械学会から正誤表が出されたということで、本日、参考資料3-1としてお配りしております。今回の検討は、この正誤表も含めた形ということですので、機械学会のほうから何か。内容的には、ほぼ用語の適正化ですとか、間違いの修正ということで、重要な項目はないというふうに思っておりますが、機械学会のほうから簡単に、1、2分以内ぐらいで、もし何かありましたら。

○日本機械学会（杉江幹事） 機械学会の溶接分科会の杉江です。

それでは、参考資料3-1で、正誤表について簡単に御説明します。

件数は多いんですが、内容的には、いずれも誤字ですとか、図表の不明確なところを修正したりとか、用語を統一したり等というようなものでございまして、そういう点から、重要な動きというものは含まれていないというふうに考えております。

○竹内総括官 では、これも含めまして検討ということでよろしくお願いします。

それでは、今日の議論を始める前に、進め方等で特に御質問等ございますでしょうか。よろしいですか。

(なし)

○竹内総括官 それでは、最初の配付資料であります前回の議論を踏まえた技術評価の改訂ということで、資料3-1に関しまして、事務局より説明をお願いします。

○藤井専門職 原子力規制庁、技術基盤課の藤井でございます。

それでは、資料3-1に基づいて、第2回会合でいただきました御意見を踏まえた技術評価案の修正案について御説明いたします。

資料3-1、御覧ください。溶接規格の個別検討項目の技術評価案(その1)、そして9月24日資料2-1の改訂版ということでお配りしております。

まず、2ページ目、御覧ください。2ページ目の一番下に、この資料の変更した箇所が青字で表示されております。このページが変更点でございますので、このページについて簡単に御説明させていただきます。

まず、6ページでございます。6ページにつきましては、再熱割れの形態について、前回まではクリープが主な原因という表現になっておりましたけれども、そこをクリープだけではない

のではないかという御意見がございましたので、評価内容のほうに事務局として追記させていただきます。読ませていただきますが、再熱割れ発生時期に関する評価ということで、変更理由において「再熱割れの形態は粒界割れであり、熱処理温度に加熱した際、粒界に残留応力によるクリープが生じやすい場合に発生する。このため、最終熱処理と同じ熱処理温度での熱処理(中間後熱処理)後に、非破壊検査で割れの指示の有無を確認すれば、その後の熱処理による影響は少ないと考えられる」と、これが機械学会からお申し出のあった意見です。それに対して「としているが、再熱割れは溶接部の再加熱により主に熱影響部粗粒域に発生する割れの総称であり、その発生メカニズムはクリープ以外にも結晶粒界の脆化や不純物元素の粒界偏析といったものがあげられる。しかしながら、再熱割れの発生メカニズムを踏まえれば、「最終熱処理と同じ熱処理温度での熱処理(中間後熱処理)後に、非破壊試験で割れの指示の有無を確認すれば、その後の熱処理による影響は少ない」とする考え方は妥当と判断される。」というように変更しております。

次に参ります。次は19ページを御覧ください。これは電子ビーム溶接におけるオシレーションの幅についての変更点でございます。右の図のほうが間違っていました。オシレーションのX方向とY方向、違う図がついていたと。Y方向はより影響が大きいということで、Y方向の図のほうに差し替えさせていただいたという変更でございます。

次、21ページを御覧ください。21ページにつきましては、電子ビーム溶接における溶接姿勢の話ということでございます。ここにつきましては、ぜひ、溶接姿勢も確認項目として入れたほうがいいのではないかとということで、要望事項として追記いたしました。「・確認項目「溶接姿勢」が削除されているが、電子ビーム溶接において、溶接姿勢により溶込み形状、ビード形状等による影響するとされる文献がある。このため、確認項目として「溶接姿勢」を追加し、適切な確認要領を規定することが望まれる。」という要望として追記しております。

次、27ページを御覧ください。27ページは、レーザービーム溶接におけるシールドガスの影響ということで、やはり右のほうに図がついておりますけれど、前回の図が間違っていたということで、今回は、ガス圧と溶込みの相関関係の図に変更しております。

次、42ページ御覧ください。これはレーザービーム溶接における確認項目の中のオシレーションです。オシレーション幅の周波数及び停止時間の変更でどんな影響があるかということですけれども、右の図がオシレーション幅とかの変更をした図でございますが、前回の資料では、これらが溶込み「形状」に与える影響は小さいと考えられるとなっていたところを「深さ」、この図を見ると「深さ」に影響がないと。「形状」は違うんじゃないかという御意見がございましたので、溶込み「形状」を溶込み「深さ」に変更させていただきました。

次に参ります。次は43ページ、次のページでございますけれども、これは電子ビーム溶接と同様に、溶接姿勢の話をレーザービーム溶接のほうにも要望として入れたものでございます。同様なものですので、特に読み上げは省略させていただきます。同じく溶接姿勢を要望しているということです。

次が47ページでございます。47ページ、これは溶接施工法の中の溶接後熱処理、これを新しくP-1からP-6、P-9に該当するものについて、1)から5)－1)、2)のほか3)と4)と5)を追加したということでございます。これについては、技術評価の内容が適用しないと我々の評価をしておりましたが、それですと、後熱処理の範囲ではないと捉える事業者さんもおるのではないかという懸念があるということですので、追記して、次のようにしております。1-1.「母材の区分がP-1からP-6及びP-9に該当するもの」の最初のポツ、1)から5)は、焼きなまし、焼きならし、焼入れ、焼戻し等の溶接後熱処理を行う場合の温度区分に対応している。ということで、下の五つは、あくまでも溶接後熱処理の一つだという表現にしておりますので、規格を使用される方の誤解がないようにというところで記載しました。なお、適用については変えておりません。あくまでも第1部のほうの対応がそろそろ、材料規格が整うというところまで評価はしていないということになります。

前回の変更点は以上でございます。

○竹内総括官 ありがとうございます。

それで、あと前回のこの資料に関しまして、特にレーザービームの溶接施工法に関し、機械学会より御意見が資料3-2として出されていますので、まず、これの説明もあわせてお願いします。

○日本機械学会（宮口幹事） どうもありがとうございます。それでは、お手元の資料3-2で、私、機械学会の幹事をやらせていただいております宮口から御説明させていただきたいと思えます。

後ろのほうについておりますテーブル等まで詳細に説明し出しますと時間がかかりますので、本文を中心に、要点だけかいつまんで御説明をさせていただきたいと思えます。

まず概要でございますが、これは9月24日、前回の第2回溶接規格の技術評価に関する検討チーム会合、この席上、溶接規格の個別検討項目の技術評価案(その1)というのが提示されました。この中では、レーザービーム溶接施工法確認試験、この確認項目に関しまして、溶接欠陥の発生、溶込み深さへの影響と、こういったものを理由といたしまして、追加要件を付加する案が示されているということでございます。

この追加要件に関しまして、私ども日本機械学会発電用設備規格委員会でございますが、溶

接施工法確認試験で事前に確認すべき項目と、製品溶接部で直接確認すべき項目がラッピングをしているんじゃないかと思っております、したがって、要求として少し過剰ではないかなと判断をしているということでございます。

以下にその理由を示しますということで、2番で、これは前半部は一般的なお話でございます。レーザーに限らない、一般の溶接施工法ということで捉えていただきたいと思います。流れは、表1というので、後ろのほうに簡単につけてございますが、エッセンスは文章で書いてございますので、それを御説明したいと思います。

まず、最終的に確保すべきというものは、製品溶接部の健全性であります。したがって、製品溶接部で直接確認可能な項目というのは、製品溶接部の検査試験で確認をすると。それができない項目について、溶接施工法試験によって事前に確認をすると。これが基本ではないかなと考えております。

また、製品溶接部の健全性というのは、大きく非常に粗っぽい分け方でございますが、溶接部の「構造的な健全性」と、それから「機械的性質の健全性」、こんな二つに大別できるのではないかなと思っております。前者の「構造的な健全性」には、例えば溶接部に有害な溶接欠陥等がないかとか、あるいは溶接ビード形状が適切かと、そういった要件も含まれていると思いますが、それらにつきましては、基本的に製品溶接部の検査や非破壊試験で直接確認可能な項目であると考えております。これに対しまして、後者、「機械的性質の健全性」、これに関しましては、一部代表継手につきましては、機械試験板をつくって試験をするということはやっておりますが、製品の溶接継手全数の確認ができていないわけではございません。したがって、これは適用する溶接施工法ごとに事前に確認をしていくことが必要があって、これが溶接施工法確認試験の主目的になると。かように考えているということでございます。

したがって、溶接施工法確認試験というのは、いわば溶接欠陥が発生しない適切な溶接施工条件、これを選定して行うということが前提になっておりまして、不適切な条件設定で試験材に溶接欠陥が発生した場合というのは、施行法試験としてもともと成立していないと。そういう具合に考えております。すなわち、溶接施工法試験というのは、有害な溶接欠陥等が生じない適切な溶接施工が行われた場合の溶接部の機械的性質、これが健全であるかどうかと、これを確認するものだと考えておりまして、製品溶接前の事前モックアップみたいなものとは違うんだと考えております。

また、溶接施工法確認試験で良好な溶接継手が得られることを確認しました後も、実際の製品溶接部というのは多様な形をしておりますので、その構造的健全性を確保するためには、一般論でございますが、以下のプロセスを適用することが普通ですということで、溶接施工法

確認試験結果をもとに、通常、WPS(Welding Procedure Specification)ということが多いですが、溶接施工要領書というものをつくるケースが通常でございます。これは溶接施工法確認試験の確認項目に $\pm\alpha$ 、 $\alpha$ というのは確認項目以外のいわゆるエッセンシャルじゃないものの指定や何か含まれるということでございます。また、溶接施工要領書に記載の条件だけでは、なかなか有害な欠陥が発生しちゃうようなおそれが懸念される場合には、さらに事前の溶接試験を行って、さらに条件をもう少し確認項目の条件をさらに絞り込むと。範囲を絞り込むと。そういったことが通常行われて、実際の製品溶接が行われていると。これが実際の通常一般的な管理だろうと思っております。

こういった説明からおわかりいただけますように、溶接施工法確認試験、この確認項目の範囲でございます、レンジでございますが、これは基本的には確保すべき「機械的性質」にとって不利になるように設定すべきなんだと。例えば板厚の場合ですと、板厚が厚くなりますと機械的強度の確保がより難しくなりますので、これは最大値で抑えると、そんな考え方になるだろうと思います。数字が小さいほうが、機械的性質にとって不利な項目は最小値で抑えるし、機械的性質と一時的に対応がつかないような確認項目については上下のレンジで抑えると。こういった考え方になるのではないかなと。これが一般的な考え方ではないかなと思っております。

今回、表2のほうに、規制庁さんのほうからお示しいただいた附帯意見、それに関します我々のこれについてはこう考えておりますという意見をさらに書かせていただきましたが、基本的には、我々の意見というのはこういう考え方に従って、こちら側は例えばプラス側だけでいいのではないかと、そういった考え方で書かせていただいているというものでございます。

このように説明させていただきますと、実は溶接規格2007と、そのベースになったASME Sec. IXでございますが、これにおきまして、レーザービームの溶接施工法確認試験の確認項目、この範囲につきまして、上限と下限を必ず抑えるという一抑え方をしているというのがむしろ例外的な対応であったと思います。今回の変更は、そういう特別な管理を通常な管理に変更すると、そういうものであると解釈していただいたほうがわかりやすいのではないかなと、かように考えるということでございます。また、最初といいますか、もともとのSec. IXにおきまして、確認項目の範囲をそのように設定をしたと。その理由というのは、必ずしも明確ではございませんが、やはりレーザービーム溶接というのは、溶込みの特性の構造健全性に影響する溶接パラメータが非常に多いということ、また、あるいは実機施工の実績がまだ少なかったと、こういったものを勘案して、溶接施工法確認試験と、いわゆる溶接施工要領書(WPS)、これの溶接条件を極力近づけるようにしていった、そういう考え方であったのではないかなと考えております。したがって、今回の溶接規格変更のベースといたしましては、Sec. IXの変更、これ

もその後の適用実績を反映して、通常の管理に近づけていったと。そういうような解釈をしているというものでございます。

アウトラインの考え方はこういうことではございますが、一応、重要な項目といたしまして、レーザービームで出てきております項目が、ビードの形状、溶接結果、溶込み深さと、その3点でございますので、それにつきまして、3の(1)の1)～3)でそれぞれ簡単に御説明をさせていただきますと思います。

まず、溶接ビード形状でございますが、レーザービーム溶接後の製品溶接のビードの形状の良否と。これは当然のことながら、製品溶接部の検査で評価できる項目ということになりますので、溶接施工法確認試験の考慮事項とすることは要しないのではないかと考えているということではございます。もちろん、製品溶接部の溶接ビード形状が良好でない場合、これはグラインダー加工ですとか化粧盛溶接と、こういったものを行って、滑らかに成形して良好な溶接ビードとするというのは言うまでもないことではございます。

それから、溶接欠陥でございますが、製品の溶接部に有害な溶接欠陥、これが生じていないだろうということは、製品溶接部の非破壊検査、これで確認できる項目であるので、溶接施工法確認試験の考慮事項とすることは要しないのではないかと考えております。

それから、一番議論になっております溶込み深さでございますが、これも実機溶接における溶込みの不良の有無でございますが、これは製品溶接部の非破壊検査等で評価できる項目だと。したがって、溶接施工法確認試験の考慮事項とすることは要しないのではないかと考えていると。また、多パス溶接の場合には、溶込み深さ自体は溶接部の機械的性質にほとんど影響しないと、そう考えられていると。その点からも、考慮を要しないのではないかと考えているということではございます。その次に書いてありますが、深過ぎるとブローホールやポロシティの原因となることもあるので、深過ぎるのも注意だよねと、これは一般的な溶接として少し注意が要る点かなと思ひまして、書かせていただいたと。一番気になりますのは、1パス溶接の場合でございます。この場合には、当然、1パスで全厚を入らなきゃいけないわけではございますので、溶込み深さの確保が必要になります。したがって、例えばガスの種類を変更したことによって溶込みは減少すると。そういった場合には、1パス溶接での最大の適用板厚に制限が生じると。そういう可能性がございます。ただし、その場合も、実は板厚範囲の「－」側の制限、これを取りやめれば、基本的には施工法確認試験から逸脱するものではないと。そのレンジに入っていくというものでございます。

後ろのほうの添付2というのが5ページ以降についておりますが、その中で一つだけ、一番重要だと思っておりますのが、6ページの7番という、母材の厚みでございます。もともとは

「±」という形で、数字は20だったり、10だったり、5だったり、3種類出てまいりますが、もともとの2007年版までは、「±」のレンジで抑えると。それが2012年では「+」側で抑えると。溶接施工法としては、むしろ一般的な抑え方に移っているという形でございます。

御指摘は御指摘で、これは正しいわけでございますが、私どもの考え方としては、厚さが大きいほど所定の機械的性質の確保が困難となるので、そういう観点からは、「+」側を適切に制限すれば十分であって、「-」側を制限する必要はないのではないかと考えているということでございます。

実は、この「-」側を入れるか入れないか、「-」側を入れた瞬間に、今度は全ての項目において、レンジで抑え込まないと実は全厚を確保するということができなくなりますので、本当はこの部分が一番キーになって、この部分の「-」側を入れるのか入れないのかという部分で、後の項目がほとんど決まってくるんだと、かように思っている次第でございます。

すみません。早口で申し訳ございませんが、簡単でございますが、私どもからの説明は以上でございます。

○竹内総括官 ありがとうございます。

今の資料3-1と3-2についての御意見でございますが、まず、3-2のほうが考え方のところがあるので、先に3-2のところでも議論していただいて、それから、そのほかの修正点等をしたほうがよいかと思いますが、3-2につきまして、御意見、御質問等ございますか。

○塚本研究員 質問を一つさせていただきたいんですが、溶接施工法確認試験というのは、機械的な特性を調べるのがメインであると。だから、欠陥の云々というのは、ここでやる項目には当たらないというふうに言われているんですね。

○日本機械学会（宮口幹事） まず、切り出した試験片に欠陥があつては試験に当然なりませんので、少なくとも試験片が切り出せるような範囲については欠陥があつては困ると。それは当然のことでございます。

○塚本研究員 2の(3)ですね、ここで溶接欠陥が発生した場合は施工法確認試験として成立しないと書かれているのと、先ほど言ったような話がどうも頭の中で一緒にならないんですね。一方では、欠陥があつてはいけないよと言っていて、片方では、また欠陥があつてもいいって。だから、どういう判断でこれを考えればいいのかというのを教えていただきたいんですが。

○日本機械学会（宮口幹事） 一言で言いますと、溶接施工法確認試験で与えられたレンジを、決まったレンジのどこを使っても実機の溶接として欠陥が出ないんですという保証にはならないと。実機は実機として、そのレンジの中でさらにいい点を狙わなければいけませんねという、そういう意味でございます。したがって、施工法試験の段階でレンジを非常に厳しく制限をし

たところで、それが必ずしも実機の溶接において欠陥がないことを保証してくれるかという、それは違うんですという、そういう意味でございます。

○塚本研究員 いや、たとえ欠陥があっても、欠陥のないところで機械試験をやれば良いというふうに考えればいいんですか。

○日本機械学会（杉江幹事） いいえ、流れをこの資料の4ページ目に示しておりますけれども、4ページ目の表1に示しておりますが、溶接施工法試験を行う場合には、条件を当然決めることとなりますが、最初、これはもう決め打ち的に条件を決めて溶接施工試験というのをやるんじゃなくて、一般的には、溶接欠陥が出ないような、適切な溶接条件を事前試験ということに求めて、それに従って溶接施工試験の試験板をつくることとなります。ですから、闇雲に欠陥が発生していてもいいということじゃなくて、そのための条件は、まず事前試験としてある程度見つけて、それで試験をするということになります。

○塚本研究員 それで溶接欠陥のない条件が見つかって、確認試験をやるときに、そこを緩めて欠陥が発生する場合が生じることもあるわけですね。なぜわざわざ広げるのかなと思うんですね。せっかくいい溶接条件が決まっているのに、それをわざわざ範囲を広げて、ひよっとしたら欠陥が出るかもしれない条件まで含めてしまうというのは、理解しにくいんですけど、ここをあまり条件にし過ぎると、いろいろ支障があったりということがあるんでしょうか。

○日本機械学会（宮口幹事） 端的に言いますと、条件をレンジで非常に狭めてしまうと、いわゆる溶接施工法試験というのを非常に細かなピッチでやらなければならないということになります。ところが、実際問題として、機械的強度そのものはそんなにナーバスではないんですね。溶接欠陥が出る・出ないというのに比べますと、必要な機械的性質が出るか出ないかのほうがずっと感度が鈍いといいますか、そういうものでございますので、もともとそういう機械強度の確認をメインとするものであれば、そんなにその時点において数字の細かなレンジにこだわることは必要ないんだという考え方でございます。

○日本機械学会（杉江幹事） この資料の4ページ目の先ほどの表1にも書いてありますが、施工法試験を行った後の手続としましては、その結果から、溶接施工の確認の試験記録というのをまずつくりまして、それをもとにして、先ほど宮口のほうから御説明がありました溶接施工要領書という、WPSというものをつくるんですが、それには当然何がしかの条件で範囲がつけられておりますけれども、今までの経験とか実績とか、そういうものを考慮した場合に、範囲ぎりぎりのところを狙って溶接施工をした場合には、欠陥が出てくるおそれがあるというような場合には、自主的な管理項目にはなりませんけれども、ここの(5)番目に書いてありますように、そういうぎりぎりの条件で施工した場合に、欠陥が発生しないかどうかというのを自主的な試

験で別にやって、それで確認した上で実機の施工に使うということになるかと思いますが、ですから、範囲があるからといって、もう無条件にそれを適用するということではなくて、それの中には今までの経験とか、そういうものを踏まえて、必要だったら追加試験を行うということになるかと思いますが。

○日本機械学会（宮口幹事） すみません。もう具体例的に御説明をさせていただくと、例えば溶接施工法試験としてつくったもの、最大板厚が50mm、適用板厚が50mmだとします。これを±10%ないし5%という数字にしますと、例えばそれは45mm～55mmに適用可能ですねという、そんな形になります。そのときに、例えば次に40mmのものが来ました、その40mmのものに関して、実はレンジから外れますので、もう一回、溶接施工法確認試験をやり直さなきゃならないということになります。でも、50mmで確認した機械強度で、40mmのやつが本当にクレジットをとれませんかねという、それは機械強度の観点からいったら、それはむしろできて当たり前なのではないかと。もちろん、当然、薄くなった分、例えば溶加材の電流値だとか、溶接条件そのものは、少し制限値の中ではそれを低く設定をします。それは当然そうしないと溶け過ぎたりというのがございますので、そういう設定はしますが、かといって、そういう実機溶接の条件出しの部分を行うに当たって、もう一回、機械強度の試験まで戻る必要があるのかというのは、そうは思わないよという、それが我々の考え方ということになります。

○塚本研究員 それはどういうふうに考えられるかですよ。

○竹内総括官 私も質問があるんですけど、ここで述べられている趣旨は、この規格だけではなくて、実際には検査のところで確認するという考え方のところが一つ。それから、「一」のところについては、その強度については問題ないんじゃないかという、これはテクニカルな根拠があるかどうかの話と、その二つが入っていると思うんですが、前者については、今回、第1回の資料1-1、席上にありますけれども、この技術評価の位置づけとも関係するのですが、今回の技術評価は、この資料1-1に、どこの技術基準規則に関するところに対応する民間規格であるかということで、材料・構造の部分については、技術基準の17条の15項で、不連続な形状でないものとか割れのおそれがないとか、適当な強度とか、こういうことが書かれています。これを満足するためには、この技術基準、民間規格である溶接規格だけではなくて、プラスアルファで自主検査とか、そういうものもなければ満足しないというような形になるのかどうか。そこは規格をつくられているときにどのような考えだったんでしょうか。

○日本機械学会（宮口幹事） 急に振られまして、今すぐ適切な答えができるかどうかわからないんですが、少なくとも私どものこういった溶接の管理の考え方というのは、従前から何も変わっていないと思っております。溶接施工法確認試験は、御存知の方は多いかと思

いますが、実は確認試験そのものの試験版としては、非破壊検査はありません。機械試験、テンシルテストと、それから曲げ試験と、それから衝撃試験という形でございまして、確認项目的に言いますと、本当の機械的性質だけを確認する。したがって、それ以降の実際のプロダクションワールドとしての溶接のでき上がりのよさを保証しますといいますが、その部分までの間には、もう実は1プロセス、溶接施工業者が1プロセス、さらに細かいのを入れていたんだねというのが、正直言って偽らざるところでございまして。その部分に関しては、従前ですと、施工法で強度を見ます。それでも、次のやつに関しては施工法の詳細を見るのではなくて、出来上がりの品物で直接見ますという考え方であったんだと理解をしておりますので、この文章と少し違っているよねと言われたら、それはそうなのかもしれませんねとしかお答えできません。ただ、つくるに当たって、前から考え方を変えたのかという御質問でしたら、それに関してはノーです。それは従来の省令81号、それから、施工法ですと、昔ですと自然エネルギー庁長官通達だったと思いますが、その時代から何ら変えていないし、当然、ASME Sec. IXなども変えていないということでございます。

○菅野技術参与 システム安全の菅野ですけれども、この3-2の資料に基づいて説明があったわけですが、ポイントとなるのは2ページ目のほうですね。どうも文脈の全体像を見ますと、ASMEを参考にして改訂してきているということが一つのポイントだと思います。私どものポイントは、2007年版に技術評価していますので、そのときに厳格に評価をし、機械学会さんも厳格に評価をして、例えば±5%とか決められたと思います。したがって、それを±10%にするときに、やはりどうしても技術的妥当性はやっぱり説明責任があるのではないかと。ASMEがこうだからというのは、もちろんだめですよ。やはり技術的にバックグラウンド、技術的根拠を示してくださいと言っているだけなんです。

今日の御回答も、どちらかというとな面的な面があると。今、委員の先生からもありましたように、変えるバックグラウンドが理解できない。ここは製品溶接やるとどうしても条件を増やさざるを得ないというバックグラウンドは何かがあって、そのために技術的妥当性確認したデータがあって、だからこう変えてくださいというのだったら、我々も「ああ、なるほどな。」というので理解できるんですけども、今までの技術評価をやっていると、どうも定性的で、エンジニアリングジャッジしてもいいのではないかと。全体的な流れとして、我々は考え方は変わっていませんと今おっしゃいましたけども、私の考えは違ひまして、アーク溶接はTIGとかMAGとか、そういうアーク溶接はおっしゃるとおりです。しかし、電子ビームとレーザーについては、非常に厳しく、自ら機械学会さんが電子ビーム電流、レーザーのビームの品質レベルまで細かく規定したのはそのとおりだと思います。自ら規制したわけですから、それを広

げるということは、やはり技術的な妥当性がないと、我々は妥当と判断できるというような文章には書きづらい、書けないというのが判断。その文脈は、この流れの中には私は入っていないと思います。

○竹内総括官 では、この点、資料3-2につきましては、少し精度的な問題と、技術的にバックグラウンドがあるのかどうかというのを少し整理して、また議論させていただきたいと思います。

この3-2のレーザーの指摘事項以外の先ほどの幾つかの修正点につきましては、御質問、御意見等ございますでしょうか。基本的には、前回御指摘いただいた事項について直しているつもりでございます。

○塚本研究員 1点あるのは、17ページですね。溶加材の断面積の±10%というのは、溶加材の断面積が変わったらだめですよというふうに読み替えるということになってはいますが……。

○藤井専門職 すみません。16ページでよろしいですか。

○塚本研究員 そうですね、16ページでも結構です。

これは、私は、機械学会さんが言われている10%程度だったらいいんじゃないかと思うんですけど、もう一つの根拠は、溶込み深さに対して影響するとか、融合不良が出るとかということをやられているわけですし、フィラーワイヤの送給の速度ですね、こちらも当然きいてくるわけですよ。断面積が増えるのと、送給速度が増えるのとは等価であると。送給速度のほうで±10%で決められているんですよ。それだったら、断面積も±10%でも構わないんじゃないかなと。そこをあえて厳しくする必要はないんじゃないかなというふうに思いました。

○坂本調査官 研究調査官の坂本でございます。

今、先生御指摘のとおり、仮定で私もそのように考えたんですけども、今、菅野が申し上げましたけども、具体的に溶加材の断面積を変えて、この範囲なら問題ないというデータが確認できなかったものですから、ということが1点ですね。

それと、もう一つは、前回のときに機械学会さんからも御指摘がありましたように、ワイヤの径を特別に注文しなければ、10%多い、10%少ないというワイヤというのは、JISに規定されている寸法の範囲ではないんですね。なものですから、この場合は、どちらでもそう大きな影響はないだろうとは思いますが、論理的に考えて、影響がないというデータが確認できないので、ここは従前のおり変更で1区分というふうにしておいたほうが、より保守的ではないかというふうに考えた、そういうことでございます。

○塚本研究員 そこは非常に保守的にやられているのは結構かと思いますが、先ほど言いましたように、フィラーワイヤの送給速度が10%変わってもいいと言っているんですから、断

面積も10%変わってもいいんじゃないかなと。実際に、それでそんなに問題が生じるようなことはないんじゃないかと私は思いますけど。

○坂本調査官 その点につきましては、もう少し検討をさせていただきたいと思います。溶接速度の変更とワイヤの断面積の変更を、同じ10%でも、溶着量として考えると、断面積の増加のほうが、やや溶着量としては多分多くなるんじゃないかなというふうに思っております。

○塚本研究員 断面積掛けるワイヤの……。

○坂本調査官 そうですね。送給速度と掛け算になりますので。

○塚本研究員 溶着量が決まっていますよね。だから、断面積が10%変わるのと、速度が10%変わるのは、等価ですよ。

○坂本調査官 等価になりますかね。

もう一度御意見をいただきましたので、もう一度検討させていただくようにします。

○竹内総括官 この点は検討いたします。

ほかにはよろしいですか。ほかの部分は。

○塚本研究員 すみませんが、もう一つは、これは逆なんですけど、19ページなんですけど、前はX方向でグラフが出ていて、あまり変化がないということなんですけども、これはY方向に変更をかけた場合には、影響ないと書かれていますが、これは例えば2mm変更をかけたときに、20%変わると、溶込み深さとしたら4mmぐらい変化するわけなんですよ。これは少ないと言えるのかなと。

○坂本調査官 調査官の坂本でございます。

ここに挙げましたのは、恐らく私どもが確認したデータの中では最も影響が大きそうなデータなんですけど、御指摘のとおり、オシレーションの幅をここにありますように20%変えると、このデータによりますと、溶込み深さも概ね20%ぐらいは変化してしまうだろうというふうに思います。ただ、考え方としては、パラメータの変更に対して、その影響を受けるパラメータのほうも、ほぼ同程度に変わるぐらいであれば、パラメータの管理によって、ある程度コントロールできる範囲の変化であろうというふうに考えています。

例えば溶接速度ですとか、電子ビーム溶接の場合ですとビーム電力とか、そういったものの変化に対しても、大体、10%変えれば溶込み深さも10%ぐらい変わるというふうなところですので、その中で適正な条件が選べるようであれば、それは妥当としたほうがいいのではないかなというふうに考えて、これが一番大きいんですけども、そういうふうに考えて、ここは評価をしております。

○塚本研究員 20%ぐらい変わっても構わないというふうに判断される。

○坂本調査官 ええ、この範囲であれば、適正な溶接条件はこの中で選べるだろうというふう  
に考えています。

○竹内総括官 よろしいですか。

それでは、次の議題に入らせていただきたいと思います。追加の検討の部分でございます。  
資料3につきまして、また事務局から説明をお願いします。

○藤井専門職 規制庁、技術基盤課の藤井でございます。

それでは、資料3-3について御説明いたします。

この検討チームにおいて確認する個別検討項目につきましては、2ページ目に記載されてお  
ります1～3までの項目について、議論をさせていただきたいというふうに思います。

それでは、中身の御説明に参ります。

まず1番、溶接後熱処理の方法と保持時間についてさせていただきます。

まず、変更の内容。

1番、溶接後熱処理の方法。これについては3件の変更がございます。最初のポツでございま  
すが、溶接後熱処理の炉内に入れる場合と、炉内から取り出す場合の炉内温度、これを300℃  
～425℃未満に変更、これが一つ。それから、二つ目のポツですが、局部溶接後熱処理を行う  
場合の加熱範囲を溶接部の両側それぞれに「容器については母材の厚さの3倍以上、管につい  
ては開先幅の3倍以上でかつ余盛り幅の2倍以上の幅」というのが7年版の規定でしたが、12年  
/13年追補では、「母材の厚さ又は50mmのいずれか小さい値以上の幅」に改訂されていると。そ  
れから、三つ目の変更でございますが、フェライト系ステンレス鋼の650℃以下の温度におけ  
る冷却速度について規定を追加しております。この3点が後熱処理の方法としての変更でござ  
います。

2番、溶接後熱処理の保持時間。保持時間に関する変更は2件ございます。一つ目のポツ、完  
全溶込み溶接部の溶接後熱処理の保持時間に対応する厚さに係る規定を具体化。二つ目のポツ、  
最小保持時間について、複数回の後熱処理の保持時間を合計できることを明確化という変更。

全部で5件の変更がございます。

2)で、変更の理由でございます。

溶接後熱処理の方法の一つ目、炉内に入れる場合と炉内から取り出す場合の炉内温度の上限  
値について、ASMEで規定された温度との整合を図っていると。ASMEとの整合です。それから、  
二つ目、局部溶接後熱処理の加熱範囲、これについてもASMEの規定を参考に見直しております。  
それと、また事例規格、これはJSMEの溶接規格の事例規格でございますが、「PWR原子炉容器等  
冷却材管台部に対する溶接後熱処理時の加熱範囲に関する規定」、これとも整合をさせたとい

うことで変更をしております。それから、1-3、フェライト系ステンレス鋼の溶接後熱処理を行う場合の冷却速度の規定を、ASMEを参考に見直すということで、これもASMEを参考にして見直しておるといふこととさせていただきます。

それから、大きい2番でございます。溶接後熱処理の保持時間に関する変更の理由。2-1、溶接後熱処理の保持時間について、溶接部の厚さに係る規定を明確化しましたといふことです。それから、2-2、ASME及びJISにおける溶接後熱処理方法の規定を参考に、複数回に分けて溶接後熱処理を行う場合の保持時間に係る規定を明確化するといふ、それぞれの理由をもって変更しております。

それに対しまして、こちらの技術評価案を紹介いたします。

まず、1番目の溶接後熱処理の方法のうち、炉内に入れる場合及び炉内から取り出す場合の炉内温度につきまして、2007年版の300℃から、425℃に変更した内容でございます。

これについての技術評価内容。発電用火力設備の技術基準の解釈及びJIS Z3700-1987年版「溶接後熱処理方法」は、それぞれ425℃未満としていると。今度改正された分と整合しているといふことです。ASMEは、427℃を超える温度での加熱及び冷却速度等を規定している。それから、また右図及び文献によれば、炭素鋼鋼管を用いた実証試験及び解析結果から、温度管理開始・終了温度を300℃から400℃にしても残留応力に影響がないとしている。以上を踏まえ、溶接後熱処理時の管理温度を300℃から425℃に改訂することは妥当と判断するといふことです。右のグラフが400℃管理と300℃管理の残留応力の低減のグラフでございます。これでいきますと、あるところから300℃と400℃の残留応力が一緒になって、同じように下がっていくといふこととさせていただきますので、残留応力への影響は、炉内に入れる温度にあまり、300℃と425℃ではそんなに相違がないというグラフになっております。

いふことと、適用に当たっての条件設定としてはございません。

続きまして、1-2. 局部溶接後熱処理を行う場合の加熱範囲。先ほどのは炉内後熱処理でございましたけど、今度は配管等の局部にヒーターなんかを巻いて後熱処理を行う場合の加熱範囲の問題です。2007年版では、下の右の四角に入っておるとおり、溶接部の両側3t以上、または管の場合は開先幅の3倍以上で、かつ余盛り幅の2倍以上といふような、広い範囲の加熱範囲を設定しておりましたが、2012年版では、表現が変わりますけど、均一温度領域、温度が一定している範囲が溶接金属最大幅の両側にそれぞれ母材の厚さまたは50mmのいずれか小さいほうでよろしいといふこととさせていただきますので、大分範囲は減っているといふこととさせていただきます。

これに対しまして、技術評価の内容でございますが、局部後熱処理を行う場合の加熱範囲の変更については、ASME規格の加熱範囲(溶接規格2012年と同じ)では、残留応力の低減が不十分

であるとの文献(下図参照)でありまして、妥当とは判断されない。それから、溶接規格第4部の解説でございますが、こちらにおいて、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は、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ると。解説でも、十分な残留応力の除去ができないということは認めておるといところでございます。下の図、グラフでございますけれども、2007年版の加熱幅、例えば上の絵の開先幅28.8mmの場合の熱処理をとってみますと、2007年版の加熱幅201.6mmで加熱しますと、残留応力は80MPaですか、70か、そのぐらいに下がっておりますが、2012年版の加熱幅78.8mmでは150前後、約倍の残留応力が残ってしまうというデータになっております。

ということで、適用に当たっての条件の設定、「局部加熱により行う場合は、均一温度領域が溶接金属の最大幅の両側にそれぞれ母材の厚さ又は50mmのいずれか小さい値以上の幅」を、「均一温度領域は、容器については溶接部の最大幅の両側にそれぞれ母材の厚さの3倍以上の幅、管寄せ又は管については溶接部の最大幅の両側にそれぞれ開先幅の3倍以上で、かつ、余盛り幅の2倍以上の幅とする。」と、7年版と同じように読み替えるということを条件といたします。

次に参ります。

次、フェライト系ステンレス鋼の650℃以下の温度における冷却速度の追加ということで、2007年版では、特に何℃における冷却速度の速さというところは、規定は55℃以下であることと、1時間に55℃以下であることという文言になっておりましたが、2012版/13年追補では、母材の区分がP-7については650℃より高い温度範囲における冷却速度は1時間につき温度差が55℃以下—これは2007年版と同じでございますが—さらに650℃以下の温度範囲においては、脆化を防ぐために十分に速い速度で冷却することという、650℃以下の温度での冷却速度の条件をつけたということになります。

技術評価の内容でございます。フェライト系ステンレス鋼(P-7)は、475℃付近に長時間加熱すると含有するCrが分離して組織に変化が生じ、靱性が低下する(475脆性)。この劣化を生じさせないため、冷却過程においては、この温度領域での滞留時間を短くするよう十分に速い温度で冷却する必要があることを踏まえ、規定内容を追加したものであることから妥当と判断される。それから、本規定の2007年版から2012年版/2013年追補への改訂は、溶接後熱処理を実施することによる脆化を防ぐことを目的として追加されたものであることから、今後、2007年版の規定を適用することは望ましくないと考えられるということです。なお、2007年版が適用された既設もしくは建設中の設備については、本体の溶接後熱処理の際に同時に熱処理された

機械試験板により、溶接部の靱性が確認されていることから、技術基準規則に適合していると判断して支障ないと考えられると。もう既設のものについての脆化が心配されるんですが、それについては、機械試験板で確認されているから大丈夫でしょうという判断をしております。

それから、適用に当たっての条件の設定。溶接規格2012年版/2013追補をエンドースする技術基準規則の解釈の施行後においては、2012年版/2013追補のみを適用可とし、2007年版の規定の新たな適用は不可とするという条件を付しております。

次に参ります。

溶接後熱処理の保持時間ということで、一つ目は、溶接部の厚さに応じた保持時間。変更内容の詳細としては、下の四角の中に記載されておりますが、これについては、例えば1番ですね、2007年版では、完全溶込み溶接の場合にあっては、溶接部の厚さまたは母材の厚さとなっておりますね—括弧内にありますけれども—というものに対して、もう詳しく、誤解のないような記載に変えておると。1番の(1)、完全溶込み溶接の場合にあっては、以下の厚さ、1)突合せ溶接の場合にあっては、溶接される部分の厚さ(厚さが異なる場合は、薄いほうの厚さ)。2)突合せ溶接以外の場合にあっては、完全溶込み溶接となる部分の厚さと。具体的にどの厚さをとということが指示されていますので、より明確になったということでございます。それから、(4)番目、クラッド溶接ですね、クラッド溶接のみの場合にあっては、7年版では溶接部の厚さと単に書いてあったものが、クラッドの厚さ。母材の厚さでなく、クラッドの厚さですよということを明確にしております。それから、(5)、上記(1)から(3)を組み合わせた場合にあっては、最も大きくなる部分の厚さ。こういった溶接部が混在している場合については、最も大きくなる部分を熱処理時間の保持時間を計算する際の対象とさせていただきますということになります。

これについての技術評価の内容でございますが、完全溶込み溶接の場合における溶接部の厚さについて、突合せ溶接部と完全溶込み溶接部で区別して規定するとともに、「溶接部の厚さまたは母材の厚さ」としていたものを、「溶接される部分の厚さ」と「完全溶込み溶接となる部分の厚さ」として明確化していると。それから、2ポツ、その内容については、継手の形状に応じて整理した解説表 N-X090-3-1 溶接後熱処理における溶接部の厚さ及び母材の厚さ(例)に、継手の形状に対応する溶接部の厚さが記載されており、従前のものと同じであることから、規定の内容を実質的に変更するものでなく、妥当と判断されると。内容的には変更がないということでございます。それから、(2)溶接を組み合わせた場合。2種類の溶接を組み合わせた場合の厚さについては、従来から「最も大きくなる部分の厚さ」としていたものを明確化したものであり、技術的内容を変更するものではないことから妥当と判断されるということで、条件も付してございません。

次、溶接後熱処理の最小保持時間ということです。

変更の内容としましては、「表 N-X090-1 溶接後熱処理における温度範囲及び溶接部の厚さに応じた保持時間」の(注)を変更。2007年版では特に記載はなかったものを、2012/13追補版では、3. ということで、最小保持時間は、1回で溶接後熱処理を行う時間又は複数回で溶接後熱処理を行う合計時間のいずれでもよいということで、それに対する技術評価の内容ですが、一つの溶接部に対して、溶接後熱処理を複数回に分けて行う場合について、加熱保持時間の合計を保持時間とすることができることを明確化したものであり、保持時間以上の加熱が行われていれば、加熱を複数回に分けて行っても応力緩和について同等の効果が得られることから、妥当と判断されると。

適用に当たっての条件はございませんと。

以上については、一つ目の変更点の確認項目でございます。

○竹内総括官 ありがとうございます。

検討項目3つあるので、ここで一度切って、この部分について検討をお願いしたいと思えます。

なお冒頭、配付資料の説明で、資料3-4と3-5が、今回の検討事項について機械学会へ説明をお願いした事項とその回答ということでありますが、この検討項目につきましては、依頼事項はないので、今説明した3-3の説明について、御質問、御意見を申し上げます。

○鈴木教授 一つ確認させていただきたいんですけども、5ページの溶接後の熱処理の件なんですけども、その中で、局部溶接後熱処理の加熱範囲という、これはASMEの規定を参考にし見直すということとともに、事例規格の中で、この件について定めているわけですよね。それで整合済みということで。それで、最終的な判断が不十分であるということになっているんですけども、事例規格の中で判断した内容と何か重なってくる部分というのはないのかということで、特に、例えば既にそれに伴って処置をしているとか、そういうことがある場合があると、また後で、例えば次の適合しているという判断に支障がないと考えると、いろいろ実際の影響がないようなことまで書いている部分があるんですけども、それと同じように、こちらのほうについては、何か課題とか、そういう問題点はないのかということを確認したかったんですけど。

○藤澤技術参与 技術基盤課の藤澤です。

この事例規格のPWR原子炉容器等冷却材管台部に対する溶接後熱処理時の加熱範囲に関する規定につきましては、これは関西電力のほうの発電所で、以前、蒸気発生器の出入り口管台のところの溶接部のところに亀裂が見つかりまして、その溶接部の補修に当たって、溶接後熱

処理が必要なので、どうするかということで特認申請があったものでございます。それを踏まえて、機械学会が事例規格をつくったということなんですけども、その特認申請の部位を説明しますと、内面にクラッドしておりまして、溶接部が異材継手になっていて、低合金鋼の部材に対してインコネルを使った異材継手になっておりました。その部分に溶接後熱処理をするんですけども、管台部の管台と蒸気発生器の鏡板がありまして、必要な加熱範囲がとれないと。逆に、加熱範囲をとっても、計算でやりますと、応力解析した結果、残留応力がそれほど下がらなせん。硬さは当然改善されるんですけども、残留応力は減らないというふうな、そういう結果がありまして、そういうのがあったものですから、それに対して、そういう場合には、どうしても今異材継手ですので残留応力も減らないということで、その辺について特認をしたというふうなものがございました。

それを踏まえて、そういう場合があるので事例規格をつくったらどうかということ、当時、保安院でしたけども、そういうことを技術評価のときに出しておきまして、それに向けて機械学会が事例規格をつくったというふうな経緯がございます。そういうことで、この場合につきましては、非常に特例のようなものでございましたので、一般的に、例えば低合金鋼であっても、同じ母材同士を普通の低合金鋼でもって溶接する場合とは条件が違いますので、そこは分けて考えていいかなと考えております。

以上です。

○鈴木教授 問題ないというか、課題はきちっと分けられるということで、問題ないということとで考えてよろしいということなんです。

○藤澤技術参与 そうです。

○竹内総括官 ほかにございますか。

○古川副所長 今のところに関係すると思うんですが、7ページと9ページのところで、1点機械学会に確認した上で、それで事務局に質問ということによろしいですか。機械学会のほうに質問なんですけど、7ページのところの2007年版の加熱範囲という用語の意味合いと、2012年版の加熱範囲で(均一温度領域)というものの意味合いは、違う意味と捉えていいんですか。これは想像なんですけど、2007年版は加熱する範囲、ヒーター巻く範囲、例えば具体的に言うんです。2012年版は、それに対して、ヒーターを巻く範囲がどこかは別として、同じような温度になっていると、均一な温度になっている領域という、そういう意味でよろしいんですか。違っていませんか。

○日本機械学会(大石委員) 回答させていただきます。

2007年版までと、それから2012年版とで、意味合いが違います。用語としては同じものを使

っていますが、2007年版までの加熱範囲というのは、これ、もともと出所はといいますと、Section IとかSection VIII、要するにボイラーとか圧力容器の古い加熱範囲の規定、2012年版は古くからSection III、原子力機器に対して使われている加熱範囲の考え方です。2007年版まではといいますと、これは本当に加熱範囲、英語で言いますとヒーティングバンド、2012年版で原子力のほうで使われている用語というのは、Section IIIは昔からコントロールバンドと言っていました。最近はソークバンドという言葉も使われています。何が違うのかといいますと、ヒーティングバンドは、あくまでも、要するに極端な話で言いますと、ヒーターを巻く範囲ですね。加熱する本当にヒーターを巻く範囲。ところが、ソークバンドとかコントロールバンドというのは、ヒーターの話ではなくて、溶接部の話です。要するに、溶接部に対してどの範囲を熱処理温度に加熱しなければならないかという規定です。

ですから、見方を変えれば、たとえ3倍幅の加熱範囲を設けても、2012年版で規定されている範囲の温度が規定の温度になっていなければ、それはだめですよというルールです。ですから、逆に言えば、2012年版は熱処理をしなければならない範囲、これを決めているわけです。

現在、これ、ASMEのほうはどのようにしているかという、Section IもSection VIIIも、全て原子力と同じルールに変えています。要するに溶接部でどの範囲を熱処理温度にしなければならないかという規定に変えています。

なぜかという、先ほども原子力のSGの管台の熱処理の話がありましたけれども、この場合は3倍幅がとれない事例でした。それから、あと問題なのは局部熱処理で、例えば管台の溶接部、こういった場合は、管台の溶接部の周囲だけに加熱するだけでは問題がある。どういった問題かという、溶接部とその近傍の母材部分が加熱されて熱膨張しようとする、それを周りの母材が拘束するわけですね。今度、それを冷却すると、今度、縮もうとする、また拘束する。だから、むやみやたらに加熱範囲を広げてしまうと、その部分だけに今度は逆に残留応力が発生する。

例えば、今度は鏡板にノズルをつけた場合、鏡板に例えばノズルだけを加熱しようとして加熱範囲を広げてしまうと、例えばナックル部分、ちょうど曲がっている部分ですね、そういったところにまで熱が及ぶと、その部分に大きな熱応力が発生し、そこに残留応力がまた発生する。そういった問題があるので、ASMEの場合は、基本的にはどの範囲を熱処理しなければならないかというルールに変えた。今回もそれを採用したということです。ですから、基本的には加熱範囲は規定されていない。

問題にされている文献、8ページのほうに出てきていますけれども、これは基本的にソークバンドとかコントロールバンドの話ではなくて、ヒーティングバンドの話です。単純に、どう

いったバンドの幅にしたら溶接部全体が加熱されるかという研究で、このような結果を得ている。ですから、この場合はソークバンドとかコントロールバンド、熱処理しなければならない範囲ということで決めているわけではないというところ。ですから、従来の規定とは意味合いが変わってきているというところ。す。

以上です。

○古川副所長 その辺が混乱するのであれなんですけれども、そうであると、例えば9ページのところ、今度は事務局になるんですけど、9ページのところで、要は均熱、これは基本的にはよくないので、2007版に戻しなさいという意味合いであるとしたら、このままやると均熱温度領域となっちゃうと、もっと広い範囲に下手するとなっちゃって、そうすると、多分、変なところに悪さになるんじゃないかなと思うんですけども、その辺りはいかがでしょう。

○藤澤技術参与 趣旨は2007年版の規定に戻すということなんですけども、今、この文章の中で、均熱温度領域はというふうに、最初に、読み替えるところですけども、書いていますので、そこは検討させてください。

○古川副所長 もう一つ。

それで、あわせて今、機械学会からも説明があったように、いわゆる均熱幅というのと加熱する幅というのと、多分、検討していただければと思います、一緒に。

○藤澤技術参与 その件については、一応検討しておりますけども、機械学会のほうの8ページの2ポツ目に書いていますけども、機械学会の第4部解説のところにおきましても、残留応力がそれほど減りませんよということは、炉内熱処理ほどは下がりませんということをお認めていただきますので、そういうことから、やっぱり従前の、文献はこの図にありますように、2007年版の加熱範囲であれば、それは十分だということを示していますので、そういうことから、やはり2007年版のほうが適切だというふうに私どもは考えております。

以上です。

○竹内総括官 私から質問するのもあれなんですけど、今の機械学会の説明だと、8ページの青い矢印のところは変わるんですか。2012年版の加熱幅というのが、定義が違うので。

○藤澤技術参与 この実験データは確かに加熱幅と書いていますので、そういう意味では多少違って来るかもしれませんが、そこは予測する範囲が難しいので、そこはできかねますけど。

○竹内総括官 この点については……。

○日本機械学会（大石委員） また補足させていただいてよろしいでしょうか。

局部熱処理で残留応力だけが問題視されているんですけども、もともと、例えば配管の場合、例えばこの実験のような状態というところ、これは基本的に両端がフリーの状態です。二つの

配管を周継手でくっつけて、それを加熱して冷却するという。だから、熱膨張は別に拘束されていない状態です。ところが、通常の機器というのは、例えば配管を連想していただいたらわかると思いますけれども、基本的につながっていて、加熱する最中、これを拘束しているような状態です。だから、管台の溶接部でも周りの母材によって拘束されている状態。

ですから、現在、用語として、なぜ昔の応力除去焼鈍という言葉は使われないのかということですね。基本的には材質改善がまず第一目的です。と同時に、高温に加熱することによって、できるだけ残留応力も下げましょうと。ということで、基本的には判定基準に残留応力の規定はありません。要するに、まず第一に材質が改善されたら、たとえ残留応力があっても単に降伏するだけ、ところが残留応力が解放されても材質が改善されなかったら、これは脆性破壊を起こす可能性があるということで、今はなぜ溶接後熱処理という用語になったかということ、基本的に、これは応力除去焼鈍でなくて、そういったものをみんな含めた熱処理ですよということです。

以上です。

○竹内総括官 では、今の御指摘も踏まえ、この点については事務局でもう一度検討します。

○山田課長 1点だけ教えていただきたいんですけども、均一温度領域というものを管理する対象に変えるということだと思っておりますけども、2007年版だと、加熱する範囲で、加熱する機器を巻いているところで判断すればいいので運用しやすいと思っておりますが、均一温度領域ということでコントロールしようとする、こういったふうに実際の基準を適用する現場ではこの範囲を確定されるのでしょうか。

○日本機械学会（杉江幹事） 私のほうから御説明します。

均一温度領域とするためには、加熱している範囲がちゃんとした温度になっているかということを確認する必要がありますので、温度を測定する点数を最低2点以上にして、それで、一番低いところでも所定の温度になっているということを確認することを義務づけるようにしているんです。

○山田課長 今おっしゃられたことは、この規格上はどこかに規定されているのでしょうか。

○日本機械学会（杉江幹事） 規定されています。

○山田課長 わかりました。ありがとうございます。

○菅野技術参与 今、杉江さんがおっしゃったことを改めて御質問したいのは、従前の2007年版でも、少なくとも2点以上だったのではないのでしょうか。2012年から2点に増やしたのでしょうか。同じなんじゃないのでしょうか。

○日本機械学会（杉江幹事） 従前の場合は、規定上は必ずしも明記はされておられませんでし

た。

○竹内総括官 では、ほかの部分、ございますか。よろしいですか。

(なし)

○竹内総括官 また何かあったら、最後にもう一度全体をとということにしますが、次の今日の検討項目の2番目の溶接後熱処理を要しないものについて、事務局から説明していただいて、その次に補足説明を機械学会からお願いします。

では、事務局から。

○藤井専門職 それでは、引き続き2番目の検討項目を御説明いたします。

2番ということで、14ページから始まります。溶接後熱処理を要しないものということです。

まず一つ目、変更の内容でございます。5点の変更があります。まず一つ目、P-1(炭素鋼)材のクラッド溶接部、これについて溶接後熱処理を要しない条件というものが設定されております。それから、二つ目、P-9A/P-9B材(ニッケル鋼)でございますが、これらの溶接部。それから三つ目、P-4(クロムモリブデン鋼)材の溶接部。それから四つ目、P-3(モリブデン鋼)、P-4、P-5(クロムモリブデン鋼)材の管ですね。それから5番目、P-5材の栓等の溶接部、ラグ、ブラケット等と、こういった附属物についてですね。

それぞれの変更内容、詳細については、次のスライド以降の変更内容を見てくださいということで、まず一つ目のP-1材のクラッド溶接部。P-1材のクラッド溶接部をこれまでに特定した規定はなく、機械学会に問い合わせたところ、突合せ溶接における規定を準用していたということで、以下の考え方を踏まえ、ASMEの規定を参照して新たな規定を追加したということでございます。①母材の板厚が厚くなると冷却速度が速くなり、組織が硬化しやすいことから、これを防止するため、板厚を三つに区分いたしました。それから、②板厚75mm以上の場合、38～75mmの場合よりも予熱温度を高く設定した。それから三つ目、③板厚38mm以上の場合、突合せ溶接には要求されていない直後熱を要求することにより、予熱に加え、さらに組織の硬化防止及び拡散性水素の除去ができるようにする。④板厚75mmを超える場合は、75mm以下の場合より予熱温度及び直後熱温度を高く設定したと。この四つを条件で新たに規定したということです。

それから、二つ目のP-9A/P-9B材の溶接部についての変更の理由です。まず、一つ目のポツ、ASMEに合わせ、新たにP-9A及びP-9Bを追加。今までなかったということです。溶接部の最高硬さを評価するための指標である炭素当量(Ceq)一後で述べますがーを比較すると、P-9A/P-9B材は、P-3あるいはP-4材の0.4～0.6倍程度とCeqが小さいことから、これらの材料より、溶接に際しての熱影響により硬化し難い材料と考えられる。このため、P-9A/P-9B材の溶接後熱処理

を免除できる溶接部の厚さ、炭素当量、予熱の条件を、P-3材もしくはP-4材と同様のものとしている。

三つ目がP-4材の溶接部です。これについては、ASMEの規格に合わせ、P-4材の溶接に際しての予熱温度を100℃から120℃に変更した。

4番目、P-3、P-4、P-5材の管。これにつきましては、ASMEの規定に合わせ、ソケット溶接の場合の外径の制限を設けたということでございます。

それから、5番目、P-5材の栓等の溶接部、ラグ、ブラケットと。これにつきましても、ASMEの規定に合わせ、重要なものを取りつける溶接部に対する母材のCr量を制限しましたということです。

こういった変更に対しまして、技術評価の案でございます。

まず、一つ目のP-1(炭素鋼)クラッド溶接部に対してでございます。

先ほど申しましたように、クラッド溶接部は2007年版にございませんでしたので、2007年版は突合せ溶接部を対象に、クラッド溶接の溶接部の場合は準用していたと。突合せ溶接を準用していたということで、2007年版の表は、その準用したものの表になっております。それから、左側は2012年/2013年追補の新たに設定した条件でございます。

まず、クラス1容器については、従前は準用していたものが予熱100℃以上、それから炭素含有量0.25以下、それから溶接部厚さは16mm以下が、溶接後熱処理を要しないものとしておりましたけれども、2012年版では、クラス1容器を三つに分けて、母材の厚さを3段階に分けて、それぞれの条件を追加したと。それで、例えば38mm以下については予熱温度40℃、それからカーボンが0.3以下と。これについては、溶接後熱処理は要しないものというような判断になっております。同じく38～75、75超えにつきましても、炭素、Cr量と予熱温度の条件を付しております。それから、(注7)がありますけれども、(注7)は後ほど出てきまして、直後熱を加えるという条件がさらに付されているというところでございます。それから、クラス1容器以外につきましては、このような、表を見ていただくと、こういう変更になっております。

それに対しまして、技術評価の内容でございますが、クラス1容器について、母材の厚さが38mm以下で、予熱温度を40℃以上とした点については、溶接後熱処理を要しない理由として以下が示されている。右図より、7℃以上、75℃以下のある温度(40℃)において予熱した場合、母材の温度540℃における冷却速度が30℃/minとなる。それから2ポツ、下図により、冷却速度が30℃/minで炭素当量が0.45であれば、熱影響部の硬さはHv=350となり、国際溶接協会(IIW)が推奨する最高硬さ以下となるということで、これの根拠が示されています。右図は、余熱温度が7℃と75℃、40℃の場合、この真ん中ぐらいに当たると思うんですけども、その余熱を

した場合で、540℃からの冷却速度、これがほぼ30℃/minぐらいになりますということで、まず冷却速度がゆっくりしたものになりますというのが、この右の表でございます。それから、左下の表につきましては、炭素当量と冷却速度、先ほど言った30℃以下の条件でありますと、溶接部、熱影響部の硬さがHv=350となって、国際溶接協会が推奨する最高硬さ、割れが発生しにくいという硬さ以下になるということで判断しているというところでございます。炭素当量につきましては、先ほど申し上げませんでしたけど、この四角の中の表、C+1/6%マンガン以下、こういう合金元素でカーボン当量、カーボンのイクイバレントを計算しております。

それから、次のページに参りますが、以下の機械学会から示されたものがございます。しかしながら、以下に示すことから、この変更は適切でない判断されると。1ポツです。P-1材の炭素当量は0.6を超えるもの(例えばSB480)がある(炭素当量が大きければ、最高硬さが大きくなる)。右図を参照していただきますと、Ceqが、これは炭素当量と熱影響部の最高硬さの相関関係を示したものでございます。炭素当量が高くなれば熱影響部の硬さが上がってくるという、当然の結果でございますけれども、こういった表で表わされます。2ポツ、文献 [6]、[7] の例は、被覆アーク溶接法で100mm長さの単一ビード直下の冷却速度測定結果であり、多パス盛りによる熱影響部の重量データは含まれていない限定された条件のもとの結果であるということです。それから、(2)炭素含有量の値を0.25以下から0.30以下に変更している点については、炭素含有量は硬化特性に影響するが、この変更を妥当とする根拠が確認できないと。要は、含有量を増やしているという根拠が確認できていないということです。それから、三つ目ですが、クラス1容器以外に係る規定については、母材の炭素含有量を規定するとともに、母材の厚さに応じて予熱温度を設定していることは、新たに条件を明確化したものであり、妥当と判断されると。クラス1容器以外は、全部条件設定を新たにしたり、厳しくしたりということなので、妥当と判断しているということでございます。

そういうことで、適用に当たっての条件につきましては、クラス1機器につきましては、38mm以下の母材の厚さに対しては、予熱温度40℃とあったものを100℃以上にする。それから、母材の炭素・クロム含有量も、0.30でなく、0.25を採用するという条件設定をしております。

続いて2番目、母材がP-1またはP-3(グループ番号1、2または3)のクラッド溶接部または肉盛溶接部に対する補修溶接または手直し溶接を行う場合に係る規定の追加ということで、補修に関するこういった熱処理の判断基準がなかったということなので、熱処理を要しないものに下記の注記を追記したということです。

2007年版でなかったものについて、2012年版/2013年追補版では、6.として、母材がP-1又はP-3(グループ番号1、2又は3)のクラッド溶接部又は肉盛溶接部に対して補修溶接又は手直し溶

接を行う場合、以下の(1)から(3)にすべて該当する時、予熱及び溶接後熱処理は要しないものとする。(1)溶接金属がオーステナイト系ステンレス又はニッケルクロム鉄合金(P-8相当又はP-43相当)であること。(2)クラッド溶接部又は肉盛溶接部の残存厚さは3mm以上であること。(3)溶接方法が被覆アーク溶接又はティグ溶接であること。

ということに對しまして、技術評価の内容です。溶接金属として残留水素による遅れ割れの発生しにくい硬化性のない材料に限定している。(1)ですね。それから、母材に熱影響が及ばないようにテンパービード法と同様3mm以上の残存肉厚を規定していると。右の図の3mmという残存が確認されている場合ですね。それから、被覆アーク溶接やティグ溶接のように入熱の少ない溶接法に限定していることから、妥当と判断されるということで、クラッド溶接の補修に関する適用条件はございません。

それから、三つ目でございますが、板厚に応じた直後熱の規定。変更の内容。溶接後熱処理を要しないものに、以下の注記を追加ということで、これも新しく追加したもの。先ほど言いました(注7)の部分に当たります。先ほどの最初の18ページの表の(注7)の部分で、クラス1容器、クラス1容器以外とか、そういうところに(注7)がございますが、この7番が、この注に当たります。7.クラッド溶接を行う場合、下記を満足すること。(1)下記の板厚のクラッド溶接の場合、溶接後に下記の直後熱を実施すること。1)38mmを超え75mm以下の場合、100℃以上で2時間以上の直後熱をなさいと。それから、2)75mmを超える場合、これにつきましては、150℃以上で2時間以上の直後熱をなさいとということです。

これに対する評価。直後熱の実施は水素を拡散する効果があるとの知見があることから新たに規定されたものであり、妥当と判断される。右図は、斜線より左上の部分の領域では割れが発生しにくく、右下では発生しやすいことを示すということで、赤線が炭素鋼の部分かな、これはHT-50Aの場合、赤線ですね。予熱温度100℃の場合、直後熱なし(例えば25℃)では割れが発生しやすいが、150℃で2時間程度直後熱を加えることにより割れが発生しにくくなると。そういう表になっております。

適用に当たっての条件。これについては妥当と判断していますので、条件はありません。

それから4番目、熱処理の免除ができない材料の規定ということで、変更内容の詳細。溶接後熱処理を要しないものに、以下の注記を追加ということで、2007年になかったものを新たに追記しております。これは7.として、クラッド溶接を行う場合、下記を満足すること。ああ、これも(注7)にあたるかなーですね。先ほどは(1)だったのが、今度は(2)ですね。(注7)の(2)ということになります。P-1材の中でJIS G 3106「溶接構造用圧延鋼材」のSM570、それからJIS G 3115「圧力容器用鋼板」のSPV450、SPV490にクラッド溶接を行う場合は、溶接後熱処理

を免除してはならないということです。

これに対する技術評価は、SM570、SPV450及び490は炭素鋼のうち添加物を加えて強度を高めたものであり、これらの材料は残留永久歪がP-1材の中でも大きいこと、水素拡散を行う必要があることから、溶接後熱処理を免除してはならないとすることは妥当と判断されるということで、適用条件もございません。

次に、P-1が終わりまして、次にP-9A/P-9B材の溶接部に対してです。

変更内容の詳細は、P-9A/P-9B材の溶接部に係る規定を新たに設定。7年度版になかったものを12年版で入れております。この赤字の部分が全て追加になっております。それから、注4ですね、注4漏れ止め溶接部、ラグ、ブラケット、強め材、控え、強め輪等であって、重要なものを取りつける継手の溶接部は、注4に当たりますという注ですね。これに対する技術評価でございますけれども、P-9A/9Bは、ニッケルを含有するフェライト系鋼であるが、溶接後熱処理を要しないフェライト系鋼としては、P-3(モリブデン鋼)、P-4(クロムモリブデン鋼)、P-5(クロムモリブデン鋼)が規定されている。2ポツ、P-9A/9B材の炭素当量は、右図に示すとおり、P-3材またはP-4材の炭素当量と同等以下の低い値となっており、硬化しにくい材料という評価は妥当と判断されるということで、先ほどから出ています炭素当量の比較をしております。右図で、P-3、P-4、P-5に比べまして、P-9A/9B材は、炭素当量0.5以下になっておりますので、低い材料だと評価できます。それから3ポツ、溶接部の区分「1.すべての溶接部」について、熱影響部の硬さに関係する母材の炭素含有量が規定されていないが、P-9A/9Bとして材料規格2012年版に登録されている材料はSTPL450(炭素含有量は0.18%以下)のみであり、P-3材における制限値 $C \leq 0.25$ を満たすことから、P-3材に対する制限と実質的に同等と判断されるということで、材料規格で書かれているのは、このP-9A/9Bとしては、STPL450しか今のところないということなので、この材料をもとに判断できるということです。それから、もう一つ、ポツでございます。管(溶接部の区分3と4)については、P-4と同じ値としており、炭素当量の観点から、P-4材に対する制限と同等と判断される。下の表にございますけれども、P-3、P-4とP-9A/9Bとものを比較しております。炭素当量の観点からいって、P-3と例えば容器・管の1番については、P-3とP-9A/9B材とは同等と判断されると。それから、栓等の溶接部につきましても、P-3、P-4と同等と判断されるということで評価しております。次のポツに参ります。溶接部の区分2(栓等の溶接部)の溶接部の厚さに対する制限値を、漏れ止め溶接や耐圧部に取り付く非耐圧部であって重要なものにおいては13mm以下としていることについては、旧「電気工作物の溶接の技術基準」において、P-9A/9B材を用いた液化ガス用燃料設備に関わる容器及び管の溶接部であって溶接部の厚さが16mm以下のものは、母材の炭素量及び予熱温度にかかわらず溶接後熱

処理を要しないとしていたことを踏まえれば、支障はないと判断されるということで、上の表で、溶接部の厚さ16mm下と、それから管の部分、これが13mm以下ということになっておりますので、これについての解説になります。

ということで、溶接部の厚さについて支障がないと判断されたことから、適用に当たっての条件についてはなしということになります。

次に参ります。

3番、P-4材溶接の溶接部。

変更内容の詳細としましては、P-4材の予熱温度を100℃から120℃に変更ということで、技術評価の内容、P-4材はP-3材と同じクロムモリブデン鋼であるが、P-3材よりもクロム含有量が多く溶接による硬化性が高いことを考慮し、ASMEを参考として予熱温度を高く設定しており、溶接部の健全性を確保する観点から、より安全側の制限であることから妥当と判断される。

適用条件はありません。

次に参ります。

4番、P-3、P-4、P-5材の管ということで、変更内容は、母材の厚さに新たに制限を設定したということで、7年版で母材の厚さに制限はなかったところ、2012/13年追補では、母材の厚さの部分に $OD \leq 61$ 、外径61mm以下の取り付け物、管ですね、61以下の管を取りつける場合は、溶接後熱処理を要しないということにしております。

技術評価の内容としましては、ASMEを参考に、ソケット溶接の外径に対して制限を設けたものであり、妥当と判断されると。

これまで制限がなかったものを制限したということなので、条件設定はございません。

次、参ります。

5番目、P-5材の栓等の溶接部、ラグ、ブラケット等。変更の内容です。

重要なものを取り付ける溶接部について、母材のCr量を制限ということで、母材の区分P-3、P-4、P-5材に対して、母材の含有量は $C \leq 0.15$ 、2007年版ではのみであったところ、2012/13年追補では、Cr0.3以下をさらに追記したということになります。これに対して、技術評価の内容、溶接性に影響を及ぼす化学成分であり、従来から突合せ溶接において制限されていたCrについて、ASMEを参考に、重要なものを取り付ける溶接部において母材のCr量に対する制限を設けたものであり、妥当と判断されるということで、適用に当たっての条件はございません。

以上が3-3の説明でございます。

それから、次に3-4として、規制庁から日本機械学会の説明依頼事項として3-4を御覧ください。

検討項目3に対する「溶接後熱処理を要しないもの」関係の検討依頼事項を三つしております。

クラッド溶接を追加したことの技術的根拠に対して、「従来は、クラッド溶接の場合のPWHT免除の考え方が明記されていなかったため、突合せ溶接の場合の免除規定を準用」していたと回答をいただいておりますが、この「突合せ溶接」というのは、2007年版における「表-6 溶接後熱処理を要しないもの」のどこを指すのでしょうか。これは先ほど説明した突合せ溶接部ですという回答をいただいておりますが、これを質問しております。

それから、2番目のポツでございますが、溶接規格2012年版における「表 N-X090-3 溶接後熱処理を要しないもの」のクラッド溶接では、母材の厚さが $T \leq 38\text{mm}$ の場合、予熱温度が $40^\circ\text{C}$ となっております。溶接規格2007年版における「表-6 溶接後熱処理を要しないもの」では、予熱温度は $100^\circ\text{C}$ 以上またはなしとなっております。母材の厚さが $T \leq 38\text{mm}$ の場合、予熱温度が $40^\circ\text{C}$ 以上で妥当とした根拠を提示してください。

三つ目のポツです。第4部-1-81ページ、「解説表 表 N-X090-3-1 溶接後熱処理における溶接部の厚さ及び母材の厚さ(例)(13/13)」（注）6.の肉盛溶接部に溶接後熱処理を実施しない場合として、溶接後熱処理を行わなくてもよい母材の板厚を「解説表 表 N-X090-3-2」に記載していますが、同表は第1部-65、66ページの「表 N-X090-3 溶接後熱処理を要しないもの」とは異なる結果となっております。適切でないため、削除するか見直す必要はありませんかという検討依頼をしております。

以上でございます。

○竹内総括官 ありがとうございます。

では、資料3-5を機械学会のほうから御説明をお願いします。

○日本機械学会（杉江幹事） それでは、今の御質問に対して、資料3-5で御説明します。

まず、クラッドの場合、突合せ溶接の規定を準用しているというのをどこで読むのかという御質問ですが、3-5の資料の1ページ目の一番下に規定を載せておりますが、最大の板厚であります $38\text{mm}$ のときは、母材の厚さと溶接部の厚さが同じということになりますので、母材の厚さと溶接部の厚さが同じということは、すなわち突合せ溶接部ということになりますので、そのような回答をしております。

それから、2ページ目ですが、先ほどもお話がありましたけども、クラッドの場合、予熱温度を $40^\circ\text{C}$ 以上ですね、 $38\text{mm}$ 以下の場合は板厚が一にしている根拠は何かという御質問ですが、先ほど規制庁のほうから、技術評価書案でも御説明がありましたけども、P-1材での代表的なものの炭素当量と、それから冷却速度、それから考えますと、ビッカース硬さで350以下にな

るから大丈夫じゃないかというような評価をしております。

それから、5ページ目ですが、5ページ目の3番目の御質問で、解説表の注記に記載されているものが、本文での「溶接後熱処理を要しないもの」の規定と合っていないから、見直すか削除する必要があるんじゃないかという御質問ですけれども、解説表といたしますのは、次の6ページ目の上を書いてある注6.のことを意味しております、これは肉盛溶接と、それから、その後突合せ溶接が組み合わさった場合の考え方を示しております。組み合わさった場合というのはどういうことかといいますと、6ページ目の下に解説表の図がございますけれども、下から2番目に書いてあるような図のケースでございます、肉盛溶接した後に突合せ溶接を行って一つの継手になると。組み合わせの継手の場合ですね、その場合の肉盛溶接部の扱いを示したもののなんですが、まずは肉盛溶接をする場合の母材の厚さという点では、突合せの厚さと同じふうに考えたほうが良いというふうに考えられますので、この下の図で言いますと、Tという厚さで評価されることになろうかと思えます。

それで、7ページ目のほうに、「溶接後熱処理を要しないもの」の規定を示してございますけれども、注記のほうに記載した板厚といたしますのは、7ページ目の本文での要求事項であります、表で要求しております母材の制限厚さと対応させるような形にしておりますので、我々としては、本文と不整合があるというものではないというふうに考えております。

以上です。

○竹内総括官 ありがとうございます。

では、今の二つの説明、溶接後熱処理を要しないものにつきまして、御質問、御意見お願いします。

○辻教授 よろしいでしょうか。機械学会に確認なんですけれども、例えば17ページの4項目のところ、P-3、P-4、P-5材の管について、ソケット溶接の場合の外径を制限するというのが出ていますけれども、何か以前にいただいた資料のどこかで改正点の要点をまとめたもので、何かソケット溶接をやめるか何か制限しているような話が載っていたと思うんですが、それはこのことでしょうか。はっきりしない話ですが。

○日本機械学会（杉江幹事） 以前のといいますのは、これより前の検討チームの会合で出された資料の中でということでしょうか。すみません、今、御質問されている質問の意味がすぐに理解できないものですので、すぐに答えられないんですが。

○辻教授 わかりました。また後で確認して、きちんとした話ができるようにしてからまた質問します。

○鈴木教授 私も教えてほしいという感じになるんですけれども、クラッド溶接について、溶

接後熱処理を要しないということになる変更点が出ているんですけども、クラス1容器においても、一番のポイントというのが、適切な熱処理を自主的にしていることになるから、だから結局、例えば予熱温度とか、それをこのように設定しておけば、硬さから十分だという、そういう判断になるということなのかなと思うんですけども、それで、先ほどの御説明の中に、ほかのパッカー、例えば残留応力だとか、そういうものは、実際、クラス1容器についても考えなくていいんだというのは、そのほかについても何かいろいろ考えなきゃいけないファクターというのはあるんじゃないかという気がするんですけども、その辺の根拠というか、考え方というのを教えていただきたいなと思うんですけども。

○日本機械学会（杉江幹事） 今、御質問があった段階では、残留応力というよりも、我々は材質改善のほうが主体なのかなというふうに考えておりますので、そういう観点からの御説明をするようにいたしました。

それと、規定をしておきながら、このようなことを言うのはどうかなという気もするところはあるんですが、クラス1容器の場合ですと、実質的にはクラッドも含めて溶接後熱処理が実際は行われております。事実としましてですね。規定はこういうふうになっておりますけれども、それは非常に重要な機器だということも踏まえて、そういうような処置が行われております。

○鈴木教授 そうすると、実際はそうだというんですけども、どこかに規定がないと、これからやらないことってあり得るわけですよ。

○日本機械学会（杉江幹事） 現実的には、これから先も、クラス1容器の全面クラッドで行って溶接後熱処理を行わないということは、恐らくないんだろうとは思いますが。

○日本機械学会（大石委員） 補足します。

クラス1容器とか、クラス1機器の場合、基本的に応力解析をやらなければならない。そこに不確定要素の残留応力が関係すると困るということで、多分、ほかの機器に比べて熱処理が免除される範囲が非常に小さくなっているはずですよ。基本的に、溶接部の残留応力が発生するというのは、母材の厚さによる拘束が基本的に大きな原因になっています。ですから、厚さで一応制限していると。いろんなファクターがあるんですけども、あまりそれをやり過ぎると、今度は製造者にとって非常に複雑になってしまう。ですから、こういった予熱と母材の厚さ、あるいは溶接の厚さで管理していると理解していただきたいと思います。

○竹内総括官 ほかにございますか。

○古川副所長 すみません、機械学会に確認—機械学会向けが多くてすみません。

21ページのところは、これは補修溶接または手直し溶接の場合に限っているということでは

いんでしょうか。

○日本機械学会（杉江幹事） そのとおりです。

○古川副所長 これは規格の中なので、別にコメントというよりも単純な質問なんですけども、維持規格で補修項がありますよね。そこではなくて、これは溶接に入れたという、そういうこと……。

○日本機械学会（杉江幹事） あくまで溶接規格の中での規定として入れました。

○古川副所長 わかりました。ありがとうございます。

○日本機械学会（宮口幹事） 恐らく御質問は、維持規格の補修章の中に入っておりますテンパービードですとか、あそこら辺のことを想定されているかと思われませんが、テンパービードのほうも数字は同じでございます。基本的には、やはり3mm以上ないと、やっぱり下に影響があるのでという考え方は統一されております。

○古川副所長 ありがとうございます。

○竹内総括官 ほかにございますか。

（なし）

○竹内総括官 次の破壊靱性試験と再試験のところをお願いします。

では、事務局から。

○藤井専門職 それでは、三つ目の検討項目でございます。破壊靱性試験と再試験ということです。

32ページ、御覧ください。

まず、変更の内容でございますけれども、破壊靱性試験としましては、まず一つ目、クラス1容器につきましては、関連温度( $RT_{NDT}$ )に係る規定について、設計・建設規格の引用に変更したと。これは設計・建設規格の技術評価、前回やりましたけれども、それに合わせるということになります。二つ目のポツ、マルテンサイト系ステンレス鋼に係る規定を削除ということです。それから、二つ目、クラス1配管についての変更ですけれども、厚さ63mmを超えるものに係る規定について、設計・建設規格の試験方法及び判定基準の引用に変更いたしました。それから、三つ目、その他の機器につきましては、やはり厚さを63mmで区分するとともに、厚さ63mmを超えるものに係る規定について、設計・建設規格の引用に変更と。それから、2ポツ、クラス2、3機器について、63mm以下の試験方法に落重試験を追加いたしました。以上の変更があります。

それから、再試験についての変更。クラス1機器以外の試験方法及び判定基準について、設計・建設規格2012年版に合わせ、厚さ63mm以下の場合及び63mmを超える場合に分けて規定とい

うこととございます。

次、変更の理由。破壊靱性試験に対しましては、溶接部と素材に対する破壊靱性試験方法及び判定基準は、同一のものであることが望ましいことから、設計・建設規格と異なっていた破壊靱性試験条件及び判定基準について、設計・建設規格に整合化しました。それから、2ポツ、クラス1機器ではマルテンサイト系ステンレス鋼の溶接は行われておらず規定の必要性がないことから、簡素化を図るため、同材料の破壊靱性に係る規定を削除したということとございます。

それから、2番目、再試験につきまして、変更理由です。溶接部と素材に対する破壊靱性試験方法及び判定基準は、同一のものであることが望ましいことから、設計・建設規格に整合化ということとです。

これに対しまして、技術評価の案です。クラス1容器の変更内容につきまして、変更内容の詳細です。破壊靱性試験の方法及び判定基準について、設計・建設規格を引用する規定とすることにより、関連温度の要求値の判定基準において用いられる破壊靱性の評価について、 $K_{IR}$ を用いた式から $K_{IC}$ を用いた式に変更と。熱影響部については、変更しておりません。それから2番目、(2)母材の区分がP-6(マルテンサイト系ステンレス鋼)で、かつ、溶接金属がマルテンサイト系ステンレス鋼である場合の規定を削除したと。(再試験を含む)ということと、参考資料3-2を参照ください。

それから、これに対して技術評価の内容でございますが、破壊靱性の方法及び判定基準につきまして、試験の方法及び判定基準において設計・建設規格を引用することにより、関連温度の要求値の判定基準において用いられる破壊靱性の評価について $K_{IR}$ を用いた式から $K_{IC}$ を用いた式に変更していることについては、日本機械学会「設計・建設規格(JSME S NC1-2012)」に関する技術評価書において、一部条件を付して妥当性が確認されていることから、溶接規格の適用においても同じ条件を付すことにより、妥当と判断される。(2)母材の区分がP-6で、かつ、溶接金属がマルテンサイト系ステンレス鋼の場合の削除。1ポツ、設計・建設規格において当該材料は排除されておらず、溶接規格の他の規定においても溶接を制限していない。2ポツ、溶接規格のクラス1容器に係る規定から削除した場合、当該材料に対する要求がなくなることから、削除することは妥当でないと判断される。

ということと、適用に当たっての条件が付されます。一つ目のポツ、母材の区分がP-6で、かつ、溶接金属がマルテンサイト系ステンレス鋼である場合の破壊靱性に係る規定について、溶接規格2007年版と同じ規定を適用することとすると。2ポツ、関連温度 $RT_{MDT}$ 要求値の判定基準については、日本機械学会「設計・建設規格(JSME S NC1-2012)」に関する技術評価書で付

されたものと同じ条件を付すということでございます。

次、クラス1配管でございます。

変更の内容。厚さが63mm以下のもの及び母材の区分がP-6で、かつ溶接金属がマルテンサイト系ステンレス鋼であるものについては、溶接金属及び熱影響部の横膨出量の判定基準について、設計・建設規格を引用したものに變更しております。それから、厚さ63mmを超えるもの及び母材の区分がP-6で、かつ、溶接金属がマルテンサイト系ステンレス鋼の場合でないもの、これにつきましては、溶接金属の関連温度の要求値について、設計・建設規格を引用した規定に變更しております。

この變更に対しまして、技術評価の内容は、試験の方法及び判定基準は、設計・建設規格の引用としても従来と同じ内容を規定するものであり、妥当と判断される。

適用に当たっての条件はそういうことで、ございません。

それから、三つ目、その他の機器に関して。

変更内容の詳細。(1)クラスMC容器。厚さを63mmで区分するとともに、判定基準について設計・建設規格を引用する規定に變更。それから、(2)クラス2、3機器。厚さが63mm以下のもの及び母材の区分がP-6で、かつ、溶接金属がマルテンサイト系ステンレス鋼の場合であるものについては、溶接金属及び熱影響部の横膨出量及び吸収エネルギーの判定基準について、設計・建設規格を引用したものに變更。2ポツ、落重試験の試験方法及び判定基準を追加。②厚さ63mmを超えるもの及び母材の区分が表N-G01に掲げるP-6で、かつ、溶接金額がマルテンサイト系ステンレス鋼の場合でないもの、これにつきましては、溶接金属の関連温度の要求値について、設計・建設規格を引用した規定に變更ということです。

それで、すみません、次の括弧で(参考資料3-1参照)となっておりますが、これは3-2の誤記でございますので、申し訳ありません。變更してください。

これに対して、技術評価の内容でございます。1ポツ、「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈」の第17条19に、「第15号ハに規定する「適切な強度を有する」とは、母材と同等以上の機械的強度を有するものであることをいう。」と規定していることから、設計・建設規格を引用する規定とし、母材と溶接部の試験方法及び判定基準を整合化させることは妥当と判断される。2ポツ、旧「電気工作物の溶接の技術基準」及び「告示501号」と「設計・建設規格」の同等性については、日本機械学会「設計・建設規格(JSME SNC1-2012)」に関する技術評価書において、「設計・建設規格」における各項目の細部においては、ASME Code Section IIIの最新情報や国内における試験研究の成果を取り込んだ規定があり、「告示501号」と異なる部分があるものの、基本的な考え方は「告示501号」と同様であり、技術的に

妥当であると判断できる。」としており、旧「電気工作物の溶接の技術基準」に準拠している溶接規格の規定を、設計・建設規格の規定を引用するものに変更することは妥当と判断される。3ポツです。厚さが63mmを超えるもの等については、試験方法及び判定基準は従来と同じ内容を規定しており、妥当と判断される。4ポツ、厚さが63mm以下のもの等の判定基準において、「2. 衝撃試験」の判定基準として設計・建設規格を引用しているが、設計・建設規格において規定している「3個の平均の判定基準を満足する試験片の個数は2個以上であること。」が要求されていない。5ポツですね。厚さが63mm以下のもの等に落重試験を追加したことは、設計・建設規格の規定に合わせたものであり、妥当と判断される。

という技術評価に当たりまして、適用に当たっての条件は一つです。厚さが63mm以下のもの等の判定基準の「2. 衝撃試験」に、「3個の平均の判定基準を満足する試験片の個数は2個でなければならない。」を追加するということになります。

次、再試験に関する変更の確認です。

変更内容の詳細につきまして、破壊靱性試験に係る規定の中に記載されていた再試験に係る規定について、再試験に係る規定として独立させたと。それから、2ポツ、クラス1機器以外の試験方法及び判定基準について、厚さが63mm以下のもの等の場合と厚さが63mmを超えるもの等の場合に区分して規定したと。参考資料3-3でございます。

2-2. 技術評価の内容としましては、クラス1機器以外の試験方法及び判定基準について、厚さが63mm以下のもの等の場合と厚さが63mmを超えるもの等の場合に区分して規定することについては、設計・建設規格2012年(2013年追補)版の改訂に合わせたものであり、妥当と判断されると。2ポツ、「再試験が行える場合」の「次の(1)、(2)、(3)のいずれかに該当する場合は、再試験することができる。」は誤りであり、「次の(1)及び(2)または(1)及び(3)のいずれかに該当する場合は、再試験することができる。」が正であると。

これについて、適用に当たっての条件。「再試験が行える場合」の「次の(1)、(2)、(3)のいずれかに該当する場合は、再試験することができる。」は「次の(1)及び(2)または(1)及び(3)のいずれかに該当する場合は、再試験することができる。」に読み替えると。

すみません、1ページ戻っていただいて、39ページを御覧ください。適用条件の1ポツの厚さが63mm以下のもの等の判定基準の「2. 衝撃試験」に、「3個の平均の判定基準を満足する試験片の個数は2個以上でなければならない。」と。2個じゃなくても、3個でもいいということになりますので、当然でございますが、誤記でございますので、こちらは変更ください。

検討項目の説明は以上でございます。

この破壊靱性と再試験に関する検討依頼事項を資料3-4でしております。

一つ目のポツでございます。「表 N-X110-3 破壊靱性試験」の(注)(11)のc.は、「無効:a.及びb.以外の場合をいう。」ではないでしょうか。なお、記載どおりとすると(注)(1)、(2)となりますが、(注)(11)とは関係のない記載になり文意が通じません。

それから、二つ目の質問ですが、設計・建設規格における破壊靱性試験は、2001年版に規定される際に告示501号に規定された試験結果と同等であるとの評価をされたことと思います。同等性の評価を行った際の資料を提示ください。また、電気工作物の溶接の技術基準解釈と溶接規格2012年版との比較評価もあわせて実施していることと思いますので、その際の資料も提示くださいということでございます。

以上でございます。

○竹内総括官 ありがとうございます。

今の3-2の資料に対する対応は、正誤表をつくったということと、資料がある・ないということなので、特に説明は不要だと思いますので、今の破壊靱性試験と再試験の項につきまして、御質問、御意見をお願いします。

荒居先生。

○荒居教授 この破壊靱性試験について、よくわかっていないので、まず基本的なことを聞きたいんですけども、溶接部ですと、溶接金属、ボンド部、熱影響部と、破壊靱性は位置によって変わっていると思うんですね。設計・建設規格のほうでは、母材についての破壊靱性試験の仕方とかを規定していると思うんですけども、それを使うのはいいと思うんですが、溶接部にどのように使うかというときに、位置によって変わっているということをごどのように規格内で考慮しているのでしょうか。

○日本機械学会（杉江幹事） 溶接部の位置については、破壊靱性試験を要求しているのは溶接金属と熱影響部、それぞれについて要求するように規定をしております。

○荒居教授 溶接金属はいいと思うんですね。溶接金属の中で、ある程度均一でしょうと。ボンド部から熱影響部までというのは、最小の破壊靱性を評価しないと、その継手の健全性を保証することにならないと思うんですが、大ざっぱに2カ所を評価する人に委ねて規定されているのでしょうか。それとも、何か最小の破壊靱性を評価しているという保証があるのでしょうか。

○日本機械学会（杉江幹事） 現状の規定の仕方では、熱影響部の範囲の中で一範囲が、おっしゃるようになりますけれども、そのさらにどこかということまでは、そこまでは規定しておらないで、熱影響部という表現だけです。ですから、一般的だと、熱影響部が幅がありますけれども、その中間ぐらいを試験として行っているというのが一般的かなというふうに考えま

す。

○荒居教授 想像としては、切り欠き先端とか、予亀裂先端をいろんなところに置いて、破壊靱性の分布をはかっているのかなと想像していたんですが、いわゆる予亀裂を入れてはかかる破壊靱性試験をやっているわけではないみたいで、何かある程度の平衡部みたいなものを持つようなところに衝撃荷重を与えて、その脆性をはかっているみたいなイメージに見受けられるんですが、そういう理解でよろしいのでしょうか。

○日本機械学会（杉江幹事） 基本的には、代表的なものはシャルピーの衝撃試験を使って試験を行っております。ですから、今、おっしゃっているようなこととは若干違うところがあります。

○荒居教授 シャルピーの切り欠き先端は、さっき言った熱影響部なら熱影響部に入るところで、適当なところに置いてくださいねという規格と考えていいんですか。

○日本機械学会（杉江幹事） シャルピーの衝撃試験片の一部が熱影響部に入るようにというやり方になります。

○日本機械学会（宮口幹事） 申し訳ございません。補足させていただきますと、お手元、後ろのほうにコードがあるかと思いますが、その中で、衝撃試験片の位置に関しましては、第2部のページ30というのを見ていただければ、この程度までしか正直書いてはいないということでございます。

○荒居教授 あまり言うのはあれかもしれないんですが、こういう弱いところも含んだ試験片というのは、その含み方でいかようにでも値が変動してしまうと思うんですけれども。つまり、何点ぐらいやれとか、幅を有効体積どのくらいにしろとか、そういうことはもうやるほうに任せているんですか。

○日本機械学会（杉江幹事） 現状では明記まではしておりませんが、一般的にボンド部をどこかに入るようなことで、注を入れるというやり方が一般的かと思いますが。ただ、規格の規定の中でどこか書いているかということになりますと、現状は、残念ながらそこまでは書いておりません。先ほど宮口が申しました絵からは、図中の絵からはボンド部が含まれているというふうに読み取れるかというふうには思います。

○菊池調査官 すみません、規制庁の菊池ですけれども、こういうベッセル等の熱影響部の破壊靱性に関しましては、随分昔から、ASMEも、あと日本でもやっています、特にやはりボンド部のところに粗粒域ができて、そこがすごく靱性が落ちるといことがもともとわかっています、そのところを中心に、そのところが入るように、熱影響部のシャルピー試験をとっていると私は理解しております。後でもう一度確認しますが、多分、そういうことで

機械学会さんもこういう試験片の形状をとってこられていると思います。多分、これはASMEのほうも同じような規定になっていると思います。

ここに関しては、今口頭なので、後でASMEだとか、ほかの規格も見まして、どうなっているかというのはちゃんと確認したいと思います。

○竹内総括官 では、そこを確認した上で、もし条件をつける必要があれば、条件をつけるというようなことで考えたいと思います。

ほかにございますか。ほかにありますか。もしないようでしたら、全体で言い忘れていたかというようなことがございますか。

○古川副所長 技術的な内容じゃないので、最後にしたんですけど、資料3-1の25ページのところで、多分、誤記というか、勘違いだと思うんですけど、ベベル角というので、両方の0~10° というところにベベル角と書いてあるんですが、これだと開先角度ですよ。ベベル角というのは片側だけだと思いますので、それは。すみません、普通の突合せしか私は知らないで、レーザーがそういうのかは確認していただいて。お願いします。

○竹内総括官 ありがとうございます。

○日本機械学会（杉江幹事） おっしゃるとおりです。ベベル角というのは、片側だけの角度のことをいいます。

○鈴木教授 前回から気になっていたんですけども、今回の説明を聞いていろいろよくわかった部分もあるので、それで改めてこの前の資料3-1を見てみると、例えば11ページで、クラッド溶接についていろいろ気になるんですけども、それが例えば中間溶接後の前か後かで非破壊検査の実施時期というのをいろいろ議論したわけですけども、むしろ非破壊試験の種類のほうが、結局、何に対して気にしていて、どこをやるのかというのが問題になってくるわけですよ。そうすると、例えば4だと、P-1とかP-3に対して、クラス1のものでもMTとPTでいいということになるんですよ。それから、表層とか表面を見ていると。ところが、先ほどの説明ですと、組織の硬化部だとか、そういうところを気にしているということになるわけですよ。ですから、実際は体積試験をするのが筋なのかなと思いますけれども、実際は、この溶接規格だけでいろいろな先ほどの技術規定をカバーするわけじゃないから、PSIだとか維持規格に関連するような部分で担保しているという説明であれば、それで構わないのかもしれないんですけども、その辺の考え方とか、少し理解ができないなと思ったんですけども、何か御説明していただければと。

○日本機械学会（宮口幹事） すみません。恐らくこの11ページの表を少し誤解されているんじゃないかと思うんですが、といいますのは、ここの4番で、クラッド溶接される溶接部の表

面(クラス1容器)で、MT、PTと書いてございますが、基本的に、クラス1の容器に関しましては、体積検査と表面検査、両方入ります。したがって、本来は、体積検査のほうは、その上のほうのP-1であれば1、それからP-3であれば3と、こちら側のほうで全てと書きちゃっている部分で、それが誤解を招いたのかなという気がしますが、そちら側のほうで体積検査はカバーされます。それにプラスアルファして行われる表面検査に関しては、この4番ですと書いてあると。そう読んでいただければいいかなと思います。

○鈴木教授 わかりました。それなら、理解—そうかなとも思っただけなんですけど、ただ、今度クラッド溶接というのを特出しして、いろいろ後のほうで説明されましたよね。ですから、特に何かここで読み取るのかなと思ったもので、そこの表が理解しにくいなど。

○日本機械学会(宮口幹事) ここでクラッド溶接が特別に書かれているというのは、このクラッド溶接する前の母材の表面で、母材と言ったらおかしいですね、表面でございまして、クラッドをしてしまってもう表面検査ができないので、これは特別にタイミングを規定しなければいけませんねと。そういう趣旨の表だと御理解いただければいいかなと思います。

○藤澤技術参与 すみません、今の件、補足しますと、4番は、これはクラッド溶接ですから、母材の突合せ溶接の上にクラッド溶接するんですけど、4番は、その母材の突合せ溶接の表面です。そのことを言っております。5番が、さらにその上のクラッド溶接された後の表面を言っております。そこを使い分けておりますので。

○竹内総括官 ありがとうございます。

ほかに何かございますか。よろしいですか。

(なし)

○竹内総括官 それでは、ありがとうございます。

本日の議題は、以上で終了したいと思います。

次回は11月12日の水曜日の午後を予定しておりますので、またよろしく申し上げます。

その際には、本日の意見も踏まえまして、少し検討したもの、それから、これまでの議論を踏まえまして技術評価書案を御検討いただきたいと思います。

ということでございますので、もし何かお気づきの点で、こういうことを確認しておいたほうがいいのかというようなことがございましたら、また直接事前に御連絡いただければ、準備しておきたいと思っておりますので、よろしく申し上げます。

では、今日はどうもありがとうございました。

次回もよろしく申し上げます。