

第41回 破壊靱性検討会議事録

1. 開催日時：平成24年4月5日(木) 13:30～17:15

2. 開催場所：日本電気協会 4階A会議室

3. 参加者(順不同,敬称略)

出席委員:富松主査(三菱重工業),平野副主査(IHI),朝田(三菱重工業),太田(日本原電),鬼沢(原子力機構),古賀(電源開発),佐伯(東芝),坂口(関西電力),佐藤(発電技検),曾根田(電力中央研究所),高本(パブコック日立),千葉(日立・GEニュークリア),野崎(九州電力),北條(原子力安全基盤機構),山田(中部電力) (計15名)

代理出席者:柳沢(日本製鋼所・田中代理) (計1名)

常時参加者:大厩(関西電力)

オブザーバ:山本(東芝),廣川(日立・GEニュークリア)

欠席委員:青山(原子力安全・保安院),岡田(東京電力),辻(富士電機),半田(JFE スチール),山崎(日本原子力技術協会),山下(神戸製鋼所) (計6名)

事務局:黒瀬(日本電気協会),志田(日本電気協会) (計2名)

4. 配付資料

資料41-1 第40回破壊靱性検討会 議事録(案)

資料41-2 JEAC4201「原子炉構造材の監視試験方法」改定方針(案)

資料41-3 脆化予測法に使用されているマージン(DRAFT)

資料41-4 JEAC4206 付属書C PTS 評価手法の規格見直しについて(案)

資料41-5 加圧熱衝撃事象に対する評価法に関する欧米の規格及びおよび最新研究動向の調査

資料41-6 原子炉压力容器に対する供用期間中の破壊靱性の評価方法(Rev.0)

資料41-7 原子炉構造材の監視試験方法 JEAC4201-2007[2013年追補版]

参考資料1 原子力規格委員会 構造分科会 平成24年度活動計画(案)

参考資料2 平成24年度各分野の規格策定活動

(1) 会議定足数の確認

事務局より代理出席者1名を紹介し,主査の承認を得た。出席委員数は代理出席者を含めて16名で,検討会決議に必要な条件(委員総数(22名)の3分の2以上の出席)を満たしていることを確認した。

(2) 前回検討会議事録(案)の確認

資料41-1について一箇所の誤記と下記を修正して議事録とすることが確認された。

「…稼働率を0.8として想定すると平成70年頃の関連温度」の平成70年頃を平成72年頃とする。

(3) JEAC4201の検討

a. 脆化予測法の改定

委員より,資料 No.41-2 に基づき,脆化予測法の改定方針の説明がなされた。JEAC4201 の脆化予測法の改定を早急に進めていく必要があり,改定方針をまとめた。1次改定として平成23年度ま

で取得された監視試験データに基づく予測式の係数を再調整した追補版を平成 24 年度中に発行し、2 次改定として平成 25 年度までのデータを盛り込んだ脆化予測法を平成 26 年ごろに発行することを目指している。審議の結果、1 次改定においても現在の想定スケジュールを考慮し、新たなデータも可能な場合には予測式に反映することとなった。

本日の検討では、今回の 1 次改定にあたり、予測法については予測式の係数の調整を中心とした方法で対応できることを確認した。各委員から良い意見があれば、予測法の見直しに活用することを検討する。なお、2 次改定については、現在何か新たなメカニズムなどが提示されているわけではなく、どの程度の変更になるか、1 次改定の出来が良い場合は基本部分をそのままとする場合もありえるなど、まだ見通しがあるわけではない。

また、資料 41 -7 により今回の追補版の制定にあたり改定すべき箇所や考え方の説明が行われ、今後の検討日程も含め、どのように進めていくかを検討した。

(主な質疑)

- ・過去 NISA (原子力安全・保安院) の技術評価の中で指摘された Cu 含有 0.16% を超える材料の取り扱い、今回どう考えるか。
 - 予測法見直しによって米国データへのフィット性も変わってくる可能性がある。2010 年追補版で示したような米国データとの比較評価については少なくとも必要と考える。
- ・玄海 1 号の第 4 回監視試験結果を NISA の意見聴取会に提出された資料に溶質原子クラスター形成の確認結果が示されているが、その図の中の第 3 回監視試験結果のデータは JEAC4201-2007 年度版を作る時に存在していたか。
 - 第 3 回(平成 5 年 2 月)当時はアトムプローブ測定は行われていなかった。その試験片は保管されており、今回の第 4 回(平成 21 年 4 月)のデータ評価にあたり、第 4 回分と合わせて第 3 回分もアトムプローブ測定を行い、溶質原子クラスター形成の確認結果として報告した。
 - この図では溶質原子クラスターの体積率平方根は 2 点しかプロットしてないので、このカーブに乗っているか傾向はどうかという評価が不明だが、2007 年版を作った時の他のデータとの整合はあるのか。
 - たくさんあるとは言えないが、この他にデータは有り、整合はある。
- ・本資料(データ)は外部発表を考えているのか。
 - 規格の根拠とするためには外部発表が必要。
- ・HAZ 部の取り扱いはどう考えているか。機械学会ではデータがあり、考慮する必要は無いとしている。
 - この意見聴取会での PTS の評価に関する説明では、母材の方が、関連温度が高く、HAZ 部は考慮する必要がないと説明された。なお、JEAC4201-2007 の解説では HAZ 部は母材より良好な破壊靱性を示す傾向等があり規定していないとしている。また、再生試験の規定では、HAZ は母材で代表できれば含めなくてもよいこととしてある。
- ・重み付けの方法として EFPY の二乗による方法を採用しているが、照射量による重み付けの評価ではよくないのか。また、もう少しわかりやすく記載する必要がある。
 - 長期運転のデータの中にも低照射量のデータがあり、その数は多く、全体への影響が小さくないので、EFPY の二乗による重み付けを行った。今回はまだ予備検討であり、今後データを追加し、

その際に説明も追加する。

- ミクロ組織のモデリングの式の中の「照射誘起クラスタリング」の項は、「機械特性のモデリング」の式ではどこに含まれているのか。
 - 「照射誘起クラスタリング」と「照射促進クラスタリング」は区別付けすることが難しいため、クラスタの体積率 V_f の式の右端の項 C_{sc} に両方のクラスタリングが合わせて入っている。
- 照射脆化メカニズムとしては、マトリックス損傷が形成された箇所に原子が集まってきて溶質原子クラスタを形成することになると考えるが、何が集まってきてクラスタが形成されるのか。(要確認：質問は溶質原子クラスタ全般に対するものか、あるいは照射誘起クラスタに対するものか？回答は溶質原子クラスタ全般のようである。いずれにしろ、質問にある「マトリックスが損傷し」は紛らわしくないか？)
 - 集まってくる元素は Cu, Ni, Mn および Si であるが、Cu 以外の元素は固溶限が大きいので析出することはなくクラスタを形成する。しかし、最近の材料のように Cu が少ないものでもクラスタを形成している。これを欧州ではヘテロジニアス・ニュークリエーションと呼んでいる。
- ミクロ組織の相関係数は何と何の相関なのか。また CaseII と CaseIII は何が違うのか。
 - 相関関数は V_f の実測値(横軸)と予測値(縦軸)の比である。CaseII は重み付けをしていない例であり、高照射量では過小に見積もる傾向もあるので、重みをつけてより保守的に評価しようとするのが CaseIII である。
- 1次改定での国内脆化予測法は Ver2 と呼ぶことになるが、規格の記載にあたり Ver0(2004年版), Ver1(2007年版)などどれとどう比較するか。データのプロットとしては、エンドースされているものとの比較が重要なので Ver1 と Ver2 との比較でよいとか、縦軸に Ver0 を横軸には Ver1 と Ver2 の両方を含めたデータが良いであろうという意見があった。
- 2007年版の制定時には、米国の監視試験データについては最新版を一式入力することができた。それ以降の高照射のデータはどうか。今回はどのように入手するか。
 - NRC から入手できればよいが。入手できるかどうかは当たってみて欲しい。
 - NRC ADAMS から公開論文を探す方法があるが、その全体を相手にして探す作業は大変である。
 - 典型例として3プラントくらいを選定するという考え方であれば、 $8 \times 10^{19} \text{ n/cm}^2$ くらいデータがあることはわかっており、それを評価することは可能である。
- 今回、玄海1号での第4回監視試験データについて、予測カーブを超える高めの試験結果がでたとして、社会から高い関心と呼び、その対応に追われている。しかし、これは技術的には、もともと予測カーブの-marginとは標準偏差で±があるもので線を引いているのであり、その線の上にも下にもデータがある確率で存在するということが当然の結果であるのに、一般人には許容値を超えたと受けととる人が多いのではないか。これに対する方法は何かないか。講習会も1つかもかもしれないが。
 - データの上限で線を引くというやり方はある。(しかし、その方法は我々がこれまで蓄積してきた、今後も行おうとする方向とは異なる。)
- NISA の意見聴取会で何か対応すべきコメントは出ているか。
 - 最終的に NISA がまとめる報告書が公式な見解と考えられるので、その対応を中心に行う。意見聴取会で出された各個別コメントは、適時把握し、コメントによっては次回改定での対応も含め、

適切に対応する。

- ・ NISA の意見聴取会で、脆化予測式の説明は終了したのか。
→説明は行ったが、あくまでも予備検討結果であって、必ずこれになるという説明ではない。
- ・ 今後のスケジュールをどのように考えるか。
→ 次回の構造分科会には 2013 年追補版の改定方針を提示することになる。規格案作成に係る作業や対外発表の準備を考慮すると 8 月ごろに規格改定案を作成するスケジュールは相当厳しいが、現時点では今年度中に改定する方針を維持する。ただし、時間的にかなり厳しいことは上位委員会でもご認識いただく必要がある。
→ 現在のスケジュールは日程の余裕がなく、状況によっては、今年の秋頃の原子力規格委員会の開催日時を少し遅らせていただくなど、柔軟に設定していただくなどの対応も必要ではないか。またどの程度急いで制定するのかは、規格委員会のご意見もお聞きして進めるのがよいのではないか。2013 年版と言っても、制定日には 1 年の幅もある。
→ 8 月の構造分科会で書面投票に入れるかどうかということがある。予測式や係数の微調整が心配であれば、事前に構造分科会にはこの範囲での予測式の変更があり得るとして、了解を受けておいてはどうか。
- ・ 今回の破壊靱性検討会に提出した資料に対して各委員のコメントを求める。次回の構造分科会に向けた準備のためには、4 月 17 日を期限としてコメントを受け付けて、対応することとなった。

b. 脆化予測法の改定

資料 41 -3 に基づき各国の規格・規制における脆化予測法に使用されているマージンについて、調査状況（ドラフト）が説明された。フランスとドイツでは上限線が設定されており、マージンを使用しているのは、日本と米国だけである。脆化量の実測値がマージンを加えた予測値を上回る場合に実測値を包含するようにマージンを設定し直すのは日本のみである等紹介がなされた。本調査は引き続き実施し資料をアップデートするとともに、今後の改訂案検討に参考とすることとなった。

(4) JEAC4206の検討

資料41 -4に基づき、PTS評価手法改訂WGの設置とPTS評価手法関連の規格(附属書C)見直しの方針が説明された。PTS評価法改訂WGで具体的な検討を開始し、2014年度版への反映を目指すこととなった。メンバーには、太田委員、山本氏（東芝）も参加することとなった。検討項目を決め、実質的な作業は本年度後半から行うこととなった。

(主な質疑)

- ・ 10CFR50.61a ではどの過渡条件も対象になっており、必要があれば専門のメンバーも呼ぶ。
- ・ JAEAも平成23年度NISA事業で検討しており、追って報告書が公開されるので提供する。

また、資料41 -6に基づき、JEAC4206の目次案を含むドラフト版が説明された。以前の提案に従い、まずは本文について原子炉容器の供用中に対する評価に絞って改定案を作成しており、引き続き、附属書と解説を作成していく。解説については他の委員も分担することとなった。4/17までに各委員からコメントを受けて、本年秋頃にドラフト版として完成するように進めることとした。

(主な質疑)

- ・今回の改訂目次案はすっきりして判り易くなった。
- ・マスターカーブの評価を記載する項目はどこか。
→RF-2400 あたりか。
- ・ RT_{70} の定義の記載も必要である。またマスターカーブ法WGにおいて、 RT_{70} に45°Cを加えて K_{Ia} も記載しようという案の紹介があった。 K_{Ia} は維持規格で使われている。その場合記載する場所をどうするか。
→2000 番台は一般の破壊靱性を記載しているので、そこに入れられるのではないか。維持規格に入れる方が良いとも考えられるが。
- ・RF-1320 対象となる材料の記載は、現行の規格と同じ記載としているが、「オーステナイト系以外・・・」のあとに、「ただし、高ニッケル合金を除く」という文章は、ちょっと読みにくくはないか。
- ・PTS の K_{Ic} で現在は試験片の下限カーブとして、 $\Delta T_{K_{Ic}}$ のシフトをしているが、NISA の意見聴取会において縦方向の変動は考えなくて良いかという意見が出されている。
→本件もさきほどの件と同様にNISA がまとめる報告書を見て対応を検討する。
→ K_{Ic} カーブは確率分布を踏まえて作成されていないので、上下方向の変動のマージンを取りようがない。 K_{Ic} カーブは、もともと、そういう発想で作られていない。マスターカーブを参考として、上下方向の変動を決め、その係数を使うとう方法はあるかもしれない。
- ASME においても下限値をひいているが、データから見たら何%の信頼限界に対応しているのかという論文が出ているので、それも参考にできる。ただ ASME の本規格に入れればよいが、現状の Code Case 案の状態のままでは、参考にするのは難しいのではないか。 RT_{70} の方は今回入れる。

マスターカーブ法WGでの議論の状況についても口頭説明がなされた。 T_0 に付加する35Fの国内材に対する妥当性の調査、valid K_{Ic} に対する評価、ばらつき等を検討することとなった。

なお、資料41 -5「加圧熱衝撃事象に対する評価法に関する欧米の規格及びおよび最新研究動向の調査」については、時間の都合上、次回の検討会において紹介することとなった。

(5) その他

次回の検討会は5月29日の午後を開催することとした。

以 上