

第 86 回破壊靱性検討会 議事録

1. 日 時:2020 年 6 月 25 日 (木) 9:30~12:00
2. 場 所:アットビジネスセンター渋谷東口駅前 501 号室 (Web 会議使用)
3. 出席者(順不同, 敬称略)
出 席 委 員:平野主査(IHI), 廣田副主査(三菱重工業), 伊藤(中部電力),
浦邊(日本原子力発電), 大厩(関西電力), 折田 (東京電力 HD) ,
兼折(中国電力), 神長(東京電力 HD), 橘内(日本核燃料開発)*1,
佐藤(原子力安全推進協会), 高田(関西電力), 高本(三菱日立^パワーシステムズ[®]),
名越(三菱重工業), 西岡 (四国電力) , 蓮沼(電源開発),
長谷川 (発電技検) , 服部 (東芝エネルギーシステムズ[®]) ,
廣川 (日立 GE ニュークリア・エンジニア) , 増住(富士電機),
山本 (電力中央研究所) (計20名)
代 理 委 員:西本(日本製鋼所 M&E・相澤委員代理) ,
高見澤(日本原子力研究開発機構・勝山委員代理),
佐伯(電力中央研究所・曾根田委員代理), 山本(九州電力・廣渡委員代理)
(計4名)
常 時 参 加 者:小島 (日立 GE ニュークリア・エンジニア) (計1名)
オ ブ ザ ー バ:井野
中崎(関西電力) (計2名)
事 務 局:三原, 境, 田邊(日本電気協会) (計3名)

4. 配付資料

- 資料 86-1: 委員名簿
 - 資料 86-2: 第 85 回破壊靱性検討会 議事録
 - 資料 86-3: JEAC4201 改定案 (中間報告) 構造分科会ご意見伺い結果
 - 資料 86-4: 規格委員会説明資料 (JEAC4201 改定に係る中間報告について)
 - 資料 86-5: JEAC4201-202X 規格案
 - 資料 86-6: JEAC4201-202X 規格案 (朱書き)
 - 資料 86-7: JEAC4201-202X_新旧比較表
 - 資料 86-8: 国内照射脆化評価式に用いる係数の削減に関する検討
 - 資料 86-9-1: PWR 条件の評価 (2013 追補と係数 20 の比較)
 - 資料 86-9-2: PWR 条件の評価 (係数 20 と係数 22 の比較)
 - 資料 86-9-3: BWR 条件の評価 (2013 追補と係数 20 の比較)
 - 資料 86-9-4: BWR 条件の評価 (係数 20 と係数 22 の比較)
- *1: 議題 3 より参加

5. 議 事

事務局より, 本検討会にて私的独占の禁止並びに公正取引の確保に関する法律及び諸外国の競争法に抵触する行為を行わないことを確認の後, 議事が進められた。

(1) 代理出席者の承認, オブザーバ等の確認, 会議定足数, 配付資料の確認

事務局より代理出席者 3 名の紹介があり, 主査の承認を得た。出席委員数は代理委員を含めて, 決議に必要な「委員総数の 3 分の 2 以上の出席(17 名以上)」を満たしていることが確認された。また, オブザーバ 2 名の紹介があり, 主査の承認を得た。さらに配付資料の確認があった。

(2) 委員交代について

事務局より, 資料 86-1 に基づき, 委員交代(相澤委員(日本製鋼所 M&E)→西本新委員候補(日本製鋼所 M&E))の紹介があり, 次回の構造分科会への提案について承認された。

(3) 前回検討会議事録(案)の確認

事務局より資料 86-2 に基づき, 前回検討会の議事録(案)の説明があり, 正式版とすることで承認された。

(4) JEAC4201 改定について

本日説明された JEAC4201-202X 規格案や関連する検討結果について, 意見を反映したものを次回の検討会で審議し, 次回の構造分科会に上程していくことで承認された。

a. JEAC4201「原子炉構造材の監視試験方法」改定案(中間報告)構造分科会ご意見伺い結果

委員より, 資料 86-3 に基づき, JEAC4201「原子炉構造材の監視試験方法」改定案に関する構造分科会ご意見伺い結果について説明があった。

主な意見・コメントは以下のとおり。

- ・前回資料からの相違点が分からないとの意見があるので, 次回分科会までに変更点が分かるようにする。
- ・2013 年追補版から変更になった所を朱書きしたものと, 全て黒字としたものの 2 つを用意したが, どちらか一つで良いのではとの意見が出ている。朱書きは変更部分が分かり易いが, どちらを用意するのか事務局にて確認すること。
- ・投票期日以降に届いたコメントを含め, コメントに対する回答を作成する。

b. 国内照射脆化評価式に用いる係数の削減に関する検討

委員より, 資料 86-8 に基づき, 国内照射脆化評価式に用いる係数の削減に関する検討について説明があった。

c. 国内照射脆化評価式における 2013 年追補版と係数 20 の比較及び係数 20 と係数 22 の比較について

委員より資料 86-9-1 から資料 86-9-4 に基づき, 国内照射脆化評価式における, 2013 年追補版と係数 20 の評価式及び係数 20 と係数 22 の評価式の比較結果について, PWR 条件と BWR 条件のそれぞれについて説明があった。

議論の結果, 資料 86-8 も踏まえ, 係数 20 の評価式で, 係数の有効桁数を 4 桁とすることで承認された。

主な意見・コメントは以下のとおり。

- ・資料 86-9-3 で、低 Cu の ΔRT_{NDT} のフラックス毎の照射量依存性を見ると、影響はないと書いてあるが、かなり傾向が変わっているように見える。
- ・傾向のグラフは、EFPY で考えた場合、非現実的に長期の範囲まで示されている。この表示は不適切と考えられるため、現実的な EFPY の範囲でプロットして、大小関係を比較したほうが良い。
- ・PWR のグラフは、現実的な範囲でプロットしているのか。
→現実的な範囲に余裕を見込んで 60EFPY までのプロットとしている。
- ・BWR も合わせて 60EFPY で作成すること。
- ・資料 86-8 について、係数 20、有効桁数 4 桁というのが前回の提案だったが、今回評価をやり直して結果がほとんど変わらないにしても、これで良いのか再度確認を行う。係数 22 と 20 の違いについては、49 頁のグラフと 50 頁に結果が示されている。有効桁数については、73 頁に結果が示されている。前回は 4 桁だったが、3 桁に見直すか否かという観点で意見をお願いしたい。
- ・係数 40 の場合、標準偏差は 10.5°C となっており、係数 22 や 20 の場合、10.6°C となっている。これは小数点以下 2 桁まで表示した場合、どうなるのか。
→後程確認するが、2 桁まで見ると差はもう少し小さく見えると思われる。
- ・今回示した結果は、データベースを見直して再解析したものであり、規格案に記載する係数値が変わるため、有効桁数は本日決めたい。これから第三者検証を行い、検証結果により方針が変わることも想定されるが、現時点の方針を決めたい。
→データベースが見直されても有効桁数への影響が少ない 4 桁のほうが良いと考える。
→利便性の面で 3 桁を考えたが、技術的に考えると 3 桁にする理由は特にないと考えられる。

d. 規格委員会説明資料

委員より、資料 86-4 に基づき、6 月 25 日の規格委員会の中間報告資料について紹介があった。

主な意見・コメントは以下のとおり。

- ・前回の構造分科会から内容が変わっており、次回の構造分科会までに変更点分かる様にルールを決めて記載すること。
- 変更箇所印を付ける等して分かるようにする。

e. JEAC4201-202X 規格案及び新旧比較表

委員より、資料 86-5 から資料 86-7 に基づき、JEAC4201-202X 規格案及び新旧比較表について説明があった。

主な意見・コメントは以下のとおり。

- ・本日口頭で説明した内容は備考に記載されているか。
→記載されていない内容もあるため、追記する。
- ・構造分科会では説明時間を長く確保できないため、備考に丁寧に記載すること。
- ・SA-1200 の用語で RT_{NDT} があるが、 RT_{NDT} 初期値の記載となっているため、 RT_{NDT} 初期値としたほうが良いと考える。

- RT_{NDT} 調整値と区別して記載する必要がある、ここは初期値としておかないと、後々、分かり難くなると思う。
- ・ ΔRT_{NDT} の定義も変える必要がある。
- ・ 以前、用語を変えて、影響がないかという意見があったため、検討をお願いする。
- ・ 今後、参考文献を後ろに纏めて記載する修正が必要である。
- 構成は大体決まったため、それを基に修正する。

(オブザーバ)

・係数を減らすとのことだが、近似式の係数を減らすということではよいか。合わせるのはいずれのクラスタ、すなわち、溶質原子クラスタ形成の原子プローブの観測と合わせているが、マトリックス損傷の合わせこみは実施していない。それが適切な評価になっているかお伺いしたい。マトリックス損傷から、照射誘起クラスタに変わるの、溶質原子が幾つ付いて照射誘起クラスタに変わると考え、このモデルが作られているのか。溶質原子が少ない低 Cu の試料等は、徐々にマトリックス損傷が増える。資料 86-4 の 1-30 頁に近似した時のカーブが出ているが、溶質原子が少ない場合は本当にこれで良いのか。C_{MD} が初期に上昇し、その後一定になり、C_{SC}^{Ind} のみが増加し続けている。増加し続けるのはおかしいと考える。

これは Cu のマトリックス濃度を一定に近似すると減らないのでこの様な傾向になるが、実際は減少している。この図では減少した後、一定になっているが、本当にそうなのか。近似式ということで、こういう解析になっているかもしれないが。実際のクラスタの観測値と解析で合うのかという議論をしているが、モデルの妥当性を評価する際、基本的な C_{SC}^{Ind} やマトリックス損傷等が変わっているという解析になっているかを示す必要があると考える。

- この質問については、持ち帰り確認したい。
- ・マトリックス損傷に溶質原子が幾つ付くと C_{SC}^{Ind} に変わると考えているのか。
- 資料 86-4 の 1-30 頁に示した C_{SC}^{Ind} の時間変化は、備考に書いてあるように照射量が $1.3 \times 10^{20}(\text{n/cm}^2)$ の範囲を前提としており、得られているクラスタのデータベースの範囲で式を作っている。照射誘起クラスタとマトリックス損傷の関係がいつどれ位になったら変わるかという点については、現状明確な知見はないと認識している。ただし、溶質原子クラスタの体積率の平方根と、遷移温度移行量に線形の相関があるため、クラスタを重視した考え方となっている。言い換えると、クラスタのないマトリックス損傷の寄与はあまりないと考えている。
- ・原子プローブでは幾つ溶質原子が集まるとクラスタとして観測しているのか。
- 20 個程度の溶質原子が集まったものをクラスタとしている。
- ・そうすると、20 個程度の溶質原子が付いた時に照射誘起クラスタとしないと、実験に合わすことができないと思う。モデルと実験結果の相関は取れているのか。
- 20 個以下のクラスタは原子プローブで観測されていないが、照射誘起クラスタと照射促進クラスタはモデル上の分類である。マトリックス損傷は、原子プローブで観測できないものの総称と定義しており、直接的な観測結果はないため、実験との比較は行っていない。
- ・モデルとの対応はきちんとして欲しい。色々相関があったということよりも、ベースがちゃんとしているのかどうか。近似式の導出について説明があったが、仮定としてマトリックス Cu が一定ということで近似している。実際には溶質原子クラスタができる

ところでは Cu 濃度が減っているのですが、近似の条件はどの範囲で成立するかという議論はしているのか。

→資料 86-4 の参考資料 7 に前々回の資料を付けているが、7-40 頁に近似式を求める際の仮定を示している。7-40 頁の①の仮定については、その根拠を 7-41 頁に記載している。7-41 頁の図は横軸をバルク Cu 濃度、縦軸をマトリックス中の Cu 濃度としているが、概ね比例すると考え近似している。7-40 頁の②の仮定については、特に実験データがあるわけではないが、近似式を解く過程で確認し、近似できると判断をしている。

・どの領域でこの近似を適用できるか確認しているか。2つの大きな近似があるが、どの範囲で使用可能なのか。

→検討に使用したアトムプローブデータを対象に分析した結果、このような近似ができると考えているので、分析に使用したアトムプローブのデータがある化学成分や照射量の範囲ということになる。

・近似の場合、どの範囲で必ず成り立つかが重要であり、全部が成り立つという訳ではない。実際にさっきのグラフを見ると成り立っていない。Cu 濃度一定という近似と実際に出ている結果が違うわけで、近似がどの範囲で成り立つかを示す必要がある。

→一定と言っているのではなく、比例していると言っている。

・何に比例するのか。

→マトリックス中の Cu 濃度がバルク Cu 濃度に比例している。時間的観点で近似している訳ではない。

・時間的に一定ではないのか、そうしないと解けないのではないのか。

→モデルについては IET 小委員会で議論しており、検討会ではその成果を引用する位置づけである。本日の質問については持ち帰り確認したい。

(5) その他

次回破壊靱性分科会：8月18日を仮予定とする。次回構造分科会の日程は、事務局より別途連絡する。

以上