

第 47 回 破壊靱性検討会議事録

1. 開催日時 : 平成 24 年 10 月 23 日 (火) 13:30~18:30
2. 開催場所 : 日本電気協会 3 階 303 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), 浦辺(日本原電), 鬼沢(原子力研究開発機構), 坂口(関西電力), 曾根田(電力中央研究所), 高本(バブコック日立), 田中(日本製鋼所), 辻(富士電機), 廣川(日立・GEニュークリア), 堀家(四国電力), 北條(原子力安全基盤機構), 枡(電源開発), 山田(中部電力) (計 14 名)
 - 代理出席者: 神長(東京電力・西山代理), 廣田(三菱重工業・朝田代理), 山本(九州電力・野崎代理) (計 3 名)
 - 常時参加者: 大厩(関西電力), 佐伯(東芝), 西山(原子力研究開発機構) (計 3 名)
 - オブザーバ: 小枝(日本製鋼所), 鈴木(原子力研究開発機構) (計 2 名)
 - 欠席委員: 佐藤(発電技検), 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), 山本(東芝) (計 5 名)
 - 事務局: 黒瀬(日本電気協会) (計 1 名)

4. 配付資料

- 資料 47-1 第 47 回破壊靱性検討会 議事録 (案)
- 資料 47-2 意見聴取会とりまとめ報告書で挙げられた課題と日本電気協会の取り組み状況
- 資料 47-3 原子炉構造材の監視試験方法 JEAC 4201-2007[2013 年追補版]
- 資料 47-3-2 資料 47-3 の変更箇所一覧表
- 資料 47-4 JEAC4201 改定検討の状況
- 資料 47-5 脆化予測法の見直し
- 資料 47-6 中性子照射脆化予測法(JEAC4201-201X 案)の感度評価の比較(PWR)
- 資料 47-7 予測式改訂の適用に関する検討 (BWR プラントの場合)
- 資料 47-8 中性子照射脆化予測式の比較 (BWR)
- 資料 47-9 JEAC4206 改訂案 破壊靱性検討会レビューコメント対応
- 資料 47-10 ベルギー・ドール 3 号機 ティハンジ 2 号機 原子炉容器欠陥指示の状況(参考情報)
- 参考資料 1 原子炉圧力容器の中性子照射脆化について(原子力安全・保安院報告書)
- 参考資料 2 JEAC4206 改訂案_120911_R4 (破壊靱性検討会資料 46-3)
- 参考資料 3 2013 ASME Pressure Vessels & Piping Conference 開催案内関係

5. 議事

(1) 会議定足数の確認

事務局より代理出席者 2 名の紹介があり, 承認された。出席委員数は代理出席者を含めて 17 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が確認された。

(2) 前回検討会議事録(案)の確認

事務局より紹介があり, 2 頁と 3 頁の各 1 か所のわかりづらい箇所を訂正の上、議事録とすることが確認された。

(3) JEAC4201の検討

脆化予測法の改定について、資料47-3から資料47-8までの資料の説明がなされ、審議が行われた。

1) 脆化予測法の改定案

委員より、資料47-5に基づき、脆化予測法の改定の提案がなされた。

目的関数については、考え方を整理し、補正を含む残差の平方和の項と、クラスター体積率の予測と実測の相関係数の項の和とすることが説明された。重みづけについては、前回までの案と同様にEFPYの2乗で重みづけする。

マージンは、監視試験による補正なしの場合には25℃、補正ありの場合には20℃とした。

EFPYの2乗を重みとして脆化予測法の係数の最適化を再度行った今回の案(Case α)は、国内および米国の監視試験データによる検証も行った結果、第45回検討会で提案のあったCase IIIと同様にJEAC4201-2007版の予測法よりも予測誤差が大きく改善されていることと、前回までの検討会で指摘された内容について改善が図られていることが確認された。玄海1号機母材第4回試験データを第3回までのデータに基づき予測したときの予測誤差は、今回マージンとして設定した20℃に対して20.7℃となった。

各委員より、資料47-6～資料47-8に基づき、脆化予測法の改定案 Case α に対して、PWRおよびBWRの条件において、化学成分Cu、Ni、中性子束、照射温度、照射量、EFPYのパラメータを変え、 ΔRT_{NDT} 予測値の傾向を調べ、Case α の適合性を評価した結果の報告がなされた。改定案Case α の全般的な予測傾向は、現行予測法 (JEAC 4201-2007) とほぼ同等であること、また現行予測法と比べて脆化量を同等あるいは高めに予測するが、特異な傾向は認められておらず、PWRおよびBWRの原子炉圧力容器に対して適合している。また、同一のEFPYでは中性子束が高いほど ΔRT_{NDT} 予測値が高くなる傾向があることも現行予測法と同等であった、さらに、 ΔRT_{NDT} 計算値の表の作成方法は2007年版と同様にCu,Niに対して線形、中性子束、照射量、EFPYは対数でよいことが説明された。

委員より、資料47-4に基づき、脆化予測法の改定案 Case α をベースとしたJEAC4201改定のポジションペーパー案の説明がなされた。

主査から原子炉構造材の監視試験方法 JEAC 4201-2007[2013年追補版] (資料47-3) の変更箇所の説明が行われ、今回提案された脆化予測法をSTEP 1 (第1次改定) の改定候補として引き続き破壊靱性検討会で検討することとなった。

2) 主な質疑と確認内容

① 照射脆化の傾向とアトムプローブ等のマイクロ観察との対比

- ・ 全体的な議論として、一番合わなければいけないものはマイクロ試験との対比だと思うが、アトムプローブの相関係数が少し合っていないということはないか。

→ばらつきの範囲であっていると考えている。アトムプローブは最近の監視試験材について測

定しており、すべての監視試験材に対して存在するわけではない。重要な因子の1つであるがこれが全てではない。

- ・アトムプローブの目的関数Cについては、前回のCaseⅢと比較すると、今回のケースαは少し後退しているように見えないか。相関係数も0.789から0.759に下がっている。
→アトムプローブのデータへの適合性はMc補正の程度とも関係する。今回、脆化量の高い鋼材のMc補正值に変動があったため、相関係数も変化した。この程度であれば妥当な範囲と考えて提案している。
→クラスター体積率の予測のグラフについては、JEAC 4201-2007の策定時は、係数決定後にクラスター体積率の予測と実測が比例の関係にあることを確認するにとどまっていた。最適化のパラメータとして考慮するのは今回からである。

② マージンの設定

- ・国内データにおける実測値と補正なし予測値の比較の図の中で、マージンとして引かれた25℃よりも予測値が小さくなっているデータがプロットされている。このデータの数字は何℃か。
→マイナス31.18℃であり、25℃からは6.18℃離れている。

③ 重みづけ

- ・前回提案のままEFPYによる重みづけをするという記載だけでは説明が不十分ではないか。初期値に対して400という重みをかけることの根拠は何か。脆化量で重みをつける方法については検討したか。
→脆化量での重みづけよりは、EFPYでの重みづけが合理的と考える。脆化量の実測値はむしろ従属変数であり、従属変数に重みをつけるのは適切ではないと考える。例えば、類似の材料でも脆化量が異なることがあるが、平均挙動としての予測法を定める際に、脆化が進んだデータと進んでいないデータで、扱いを変えるのは適切でない。
→初期値に対する400という重みは、未照射データに対する信頼性を考慮してEFPYで20年相当の重みに相当する。
→400という重みに対する結果の感度を知りたい。
→資料47-5の18頁のグラフで銅含有量と中性子照射量のデータの分布が示されているが、その中性子照射量をEFPYとしたグラフを作成してはどうか。

④ 予測法の適合性

- ・感度評価や保守性の評価について、どこか評価や設計のポイントまたは根拠となる数字があるはずだが、監視試験で使われている範囲の数値などとの関係はどうか。
→PWRについては、化学成分の数値については実測の中から代表的なものを選んでいる。中性子束は実機の範囲と監視試験片の位置の中性子束を勘案して設定している。低中性子束の範囲としては2007年版の時と同様に、90%稼働率、運転開始後60年（54EFPY）で $10^{17}n/cm^2(E>1MeV)$ に到達するような中性子束に設定している。それが資料で $10^7 n/cm^2/s(E>1MeV)$ と記載しているものにあたる。照射温度はPWRでは約283℃と約288℃であり、それをカバーする範囲で適用上限値の310℃まで線をひいている。

→今の説明によると、資料の感度評価で書かれている範囲は、実態の数値よりもかなり広目にとられているが、その根拠は何か。

→実際に使われる範囲を想定して感度評価を行っている。

→BWRの場合も中性子束は、80万kWの代表的な出力のプラントの数字を使っている。ただし、加速試験のデータも含めているので、そのために広がっている。温度は276°Cである。Cuは最大値の0.24と最小値の0.04の差が大きいので、間をとって0.15とした。

⑤ 予測が想定範囲から外れた場合の取り扱いとN-1回目からN回目への予測の考え方

・玄海1号機母材において3回目までのデータで補正した予測法で4回目の監視試験データを予測した時の予測誤差は、今回マージンとして設定した20°Cに対して20.7°Cであるが、どう考えるか？

→1点のデータだけに議論が集中しすぎることは、どうか。全体的に見るという観点も重要だと考える。

→N-1回目の予測値（マージン20°C）をN回目で上回った場合、そのデータを包含できるようにマージンを定めなおして以降の予測に適用するという対応案も考えられる。

(4) JEAC4206の検討

JEAC4201についての検討時間が超過したことにより時間が無くなり、JEAC4206案の審議は実施されず、次回に行うこととなった。

(5) その他

- ・ベルギー・ドール3号機等の状況や2013 ASME Pressure Vessels & Piping Conferenceの参考資料についても紹介する時間が無く、各自持ち帰り参考とすることとなった。
- ・次回（第48回）の破壊靱性検討会は、11月9日(金)午後を候補日とした。

以 上