

第44回 破壊靱性検討会議事録

1. 開催日時 : 平成24年7月26日(木) 13:30~17:30
2. 開催場所 : 日本電気協会 6階会議室
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), 鬼沢(原子力機構), 坂口(関西電力), 佐藤(発電技検), 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), 北條(原子力安全基盤機構), 堀家(四国電力), 山田(中部電力), (計14名)
 - 代理出席者: 浦辺(日本原電・太田代理), 佐伯(東芝・山本代理), 西山(東京電力・岡田代理), 枡(電源開発・古賀代理), 渡辺(九州電力・野崎代理) (計5名)
 - 常時参加者: 大厩(関西電力) (計1名)
 - オブザーバ: 小枝(日本製鋼所), 西山(原子力機構), 廣田(三菱重工業), 山下(九州電力) (計4名)
 - 欠席委員: 青山(原子力安全・保安院), 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4名)
 - 事務局: 黒瀬(日本電気協会) (計1名)

4. 配付資料

資料 44-1 委員名簿

資料 44-2 第43回破壊靱性検討会議事録(案)

資料 44-3 原子炉構造材の監視試験方法 JEAC 4201-2007[2013年追補版]案

資料 44-4 JEAC4201 中性子照射による関連温度移行量の予測方法の改訂について

資料 44-5 国内脆化予測法[Rev.2]の保守性に関する補足資料

資料 44-6 国内脆化予測法[Rev.2]の特徴と BWR の表の妥当性について

資料 44-7 予測法の適合性検討 (PWR)

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19名で, 検討会決議に必要な条件(委員総数(23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, 誤字(資料番号)を1文字訂正し, 議事録とすることが確認された。

(3) JEAC4201の検討

平野副主査より資料44-6により脆化予測法[Rev.2]の妥当性の検討結果について説明が行われた。各種パラメータについての補間方法について、現行の表と同様の方法でよいとの報告があり、異論はなかった。またBWRにおいて脆化予測法[Rev.2]に特に訂正すべき部分はないことが確認された。次に富松主査から資料44-7により、PWRの条件に対して化学成分、照射温度、

中性子束の影響に関する説明が行われ、PWRにおいても特に修正すべき点はないことが確認された。次に富松主査から資料44-5により脆化予測法のオフセットやマージンの考え方について説明が行われた。さらに富松主査より構造分科会への説明準備資料でもある資料44-4、及び資料44-3の2013年追補版案について説明が行われた。国内脆化予測法[Rev2]の方が国内脆化予測法[Rev1]よりも全体的に高い ΔRT_{NDT} 計算値を与えることが追補版案の解説比較図によって示されている。各資料についてコメントがあれば7月30日を目標に事務局か曾根田委員まで連絡することとなった。

主な質疑は以下のとおり。

- ・先週EPRIでの国際シンポジウムで紹介した時の脆化予測法への議論はどうだったのか。
→3件の質問があった。①：米国の材料とは化学成分の違いもあるが、米国のデータに適用したかどうか。②：銅の含有量の大小を考慮してのモデルや式の場合分けがされているかどうか。③：ミクロ組織の観察の結果について、全ての観察視野にクラスタ形成が見られたのかどうか。また、銅の含有量との関係など。これらに対して、これまでにこの検討会で説明している内容を説明した。
→また、発表とは別の場での技術者との意見交換のときに、日本の規制側の反応はどうなのかという質問があった。メカニズムの善し悪しなどには特には言及されておらず、予測性が良いかどうかということが中心となっており、まだ公式には良いとも悪いとも言われていない状況であることを説明した。
- ・粒界破壊の有無について、もっと検討した方がよいという意見が出たが、何か進展があるか。
→EPRIの発表の場において、降伏応力の上昇量と遷移温度の上昇量の相関を破面写真とともに示して、粒界破壊が起きていないことを説明した。
→その発表内容について、次回の破壊靱性検討会で紹介していただく。
- ・前回の検討会で検討継続となった事項として、母材と溶接金属における挙動の違いとそれに対する予測法の対応の必要の有無については、検討は進んだか。
→まだ定量的な評価はできていない。
- ・資料44-6脆化予測法[Rev.2]の妥当性の検討のところ、EFPYで表を作るものと、照射量で作るものの2つがあるが、この違いはどのような考え方からきているのか。
→Rev.1の時と同様であり、照射初期の頃の ΔRT_{NDT} 計算値が小さいために、照射量では表が作り難く、EFPYの方が作りやすい。加速試験のデータは、加速試験がEFPYに関係なく照射量で試験を行われるために、照射量で作るのが素直であり、Fluxが高いところではその加速試験での照射量が高いところを意識して作った。今回の改定でもこの方法でよいと考えている。
- ・EFPYのきざみの考え方はよいか。16きざみであること、48EFPYまでとしていることなど。
→32EFPYが40年、48EFPYは60年運転に相当する。60年が特に長いということもなく、実際に使われる年限以降の部分を記載したとしても、特に問題ではないと考える。
- ・予測法の適合性検討については、過去論文を出しているが、今回の予測法でも論文を出すことにしてはどうか。
- ・脆化予測法Rev.2における予測値と実測値との残差と各パラメータの関係について、大部分の

データが保守的に予測できるとのことであるが、その図（13頁）にはオフセット補正しない場合、平均±25℃の線より下にプロットされるデータがある。これは目立つのではないか。何か特殊な理由があるのか。

→このデータは玄海1号機のものである。

→現在話題になっているデータがはみ出ていることは説明をするうえで問題にならないのか。

→そのデータはオフセット補正した場合は±15℃の範囲内に入っている。

→マージンを個別のプラントに合わせて変えていくのは、考え方としてよくない。新たに逸脱するデータが出るたびにマージンを広げるのは合理的ではない。

→材料データは本来ばらつきを有するものであり、その対処法がぐらついていることは問題であり、2σの範囲を外れてはいけないとされていることはおかしいと思う。

→米国では確率論で評価できてしまうので良いが、日本はそこまでできていない。この予測の中だけで満たさないといけなくなっている。

- 13頁の図では外れている4つのデータは、全て非保守側に外れている。これらのデータに対してマージンの取り方をどうするかという議論が必要ではないか。

→現在は95%信頼の2σで線を引いているが、それではだめだから3σにするというのは合理的ではない。

→健全性評価にあたっては、他にもいろいろ保守性が含まれているから、これまでは2σで良いとしてきたのではないか。

→プラントによっては1σでも十分なところがあり、最低限2σとするなど分けるやり方もある。

→PWRとBWR、Cu量の高低など、偏差幅の大きいデータに対応できるように、マージンを分けて作る方法もよいかもしれない。

- 3回目以降などの監視試験片の試験結果が大きなマージンが必要となった場合の対応方法として、次回の監視試験までの間隔を短くするような方法が考え方としては有りえるのではないか。もしその次の監視試験結果が予測式の中心に近づくなどのリーズナブルな結果が得られれば、その次は監視試験までの間隔を延ばすことなど、柔軟にできると良いのではないか。

→再装荷による対応にあたっては、検討の余地はあるかもしれない。

→現在規定している監視試験計画に特別なケースを入れると、複雑な形とすることとなる。簡単にできることではないのではないか。

- 補正なしで包絡するためにはオフセット無しの25℃は32℃に、オフセットありの15℃は18℃以上に広げる必要がある。

→根本的なこととして、包絡すべきなのかそうでないのかがある。包絡する考え方で作るとなると、もし包絡できないデータが新たに得られた場合には、その時点でマージンを設定し直すこととなる。そうではなく、予測の幅から外れるデータがあっても当然であるという考え方で作るのか、考え方を明確化する必要がある。

- 予測値が高い領域に入ってきたデータについて、マージンを大きくするという方法もありえる。予測法を見直すことは、今回は時間の制約上難しいと考えられるので、マージンの変更を検討せざるを得ない。3σとしてマージンを設定することは可能ではあるが、緊急避難的に設定した場合、今後2σに戻すことが困難になると思う。

- 本日の検討からマージンの考え方について3種類の対応案が出てきた。第1案は、現行通りの2

σ から変えない。第2案は一律 3σ とする。第3案は 2σ と 3σ を部分的に使い分ける案。

→第3案に関して、照射量等の増加に応じてマージンを増やすという案がある。以前にEFPYの増大とともにマージンが増える方法として、EFPYを16で割ったものの平方根を取り、その値を 2σ プラス平均誤差にかけるといふような案を作ってBWRのデータで検討したことがある。その案は出来ているので今回使うことができると思う。

→PWRの場合はEFPYよりは照射量の方が良いと考えられる。具体的には 6×10^{19} n/cm²以上の高照射量領域に適用するような感じではないか。

→次回の検討会でこの3つの案を基に再検討して、マージンを設定することとする。

- 解説図 - SA - 2120 - 1、2は何を説明しようとしているのか。わかりにくいところがあるため、見直しを検討する。
- CE Plate、Linde80、KWE Weldについて、今回の予測法Rev.2では、これまでと違ってよく合うようになっている。このため解説への記載は必要性が薄らいでいるのではないか。
→解説図 - SA - 2120 - 3、4および6は残すこととして、5は削除する方向で検討する。
- 現在実施されている意見聴取会において脆化予測法について議論が残っている点は、 ξ_8 のあるマトリックス損傷の項において、拡散係数を含めて2乗であることが物理モデルとして間違っていて1乗であるべきという点である。保安院の方では学協会での検討にゆだねるという考え方を示されている。予測精度を最大限良くするという目的でのフィッティングという工学的な手法であり、ここは現在の予測法を変更する必要はないと考えている。本検討会では、この点について十分検討して判断してほしい。
→意見聴取会の他の委員からは、1乗が良いとか、現在の予測法以外に良い方法があるというようなことは無いという意見もある。複雑な現象であり、そんなに簡単に単純に作れるものではない。
→もし学術的に相当優れたものであったとしても、個別プラントのデータを入れて予測とはずれば、そのプラントが異常であるとか、どの方向からでも問題があるとの主張はありうる。
→この予測式でいくことに基本的な変更は無いが、ステップ2の改定までにさらによく検討する。

(5) JEAC4206の検討

今回の検討会では、JEAC4206の改定に関する資料は無かったが、前回の検討会での検討に引き続き委員間で議論が行われた。

主な質疑は以下のとおり。

- K_{Ic} カーブと K_{IR} の使い分けについては、本日午前中に開催したマスターカーブ法ワーキンググループで検討している。JEAC4206で RT_{70} 用いる場合には、どのカーブを使うべきか指定をすることを検討中である。
→附属書において複数の K_{Ic} カーブを規定しており、複雑にしているので、整理することが必要である。
→ RT_{70} を使用するKIR曲線、 K_{Ic} 曲線は、一本化すべきではないか。
- T_0 に加える係数として、 20°C でよいかどうかとも検討を継続している。

(6) その他

・次回会議予定 : 第45回破壊靱性検討会を前回設定したとおりに8月6日(月)午後を開催する。

・事務局確認事項 :

靱性という用語について、当検討会の名称やJEACなどでは「靱」を使っていることを確認した。資料の中には「靱」の文字が混ざっていることがあり、周知をしている。なお、文化庁の考え方は、どちらを使ってもよいこととなっている。

以 上