

## 第46回 破壊靱性検討会議事録

1. 開催日時 : 平成24年9月11日(火) 13:30~16:30
2. 開催場所 : 日本電気協会 4階D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), 青山(原子力安全・保安院), 朝田(三菱重工業), 浦辺(日本原電), 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), 柘(電源開発), 山田(中部電力), 山本(東芝) (計17名)
  - 代理出席者: 上坂(東京電力・西山代理), 山本(九州電力・野崎代理) (計2名)
  - 常時参加者: 大厩(関西電力), 西山(原子力機構), 廣田(三菱重工業) (計3名)
  - オブザーバ: 小枝(日本製鋼所), 森下(原子力安全・保安院) (計2名)
  - 欠席委員: 半田(JFEスチール), 堀家(四国電力), 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 46-1 委員名簿
  - 資料 46-2 第45回破壊靱性検討会議事録(案)
  - 資料 46-3 原子炉圧力容器に対する供用期間中の破壊靱性の評価方法(Rev.4)
  - 資料 46-4 JEAC4206へのマスターカーブ法の取込み検討(附属書Bを含む場合)
  - 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 第34回構造分科会議事録案
  - 参考資料3 Preliminary Work Item :Determination of Neutron Fluence and Displacements per Atom (dpa) in Reactor Vessel and Internals

### 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, 議事録とすることが確認された。
- (3) 高経年化技術評価に関する意見聴取会の結果について  
原子力安全・保安院の森下高経年化対策室長から, 報告書(8月29日公表)に関して, 要点の説明と今後の日本電気協会への規格改定への期待が述べられた。具体的には, ①JEAC4201は玄海1号機の脆化の予測においてきちんと使えること, 立派な規格であることは確認できたが, 規格自体がどのように出来ているのかという方向の検討に時間が多くかかってしまったのはよくなかった。②高照射量のデータへの対応としての予測法の改定については, 電気協会ですでに検討を進めて

いるということであるので期待している。③PTSにおける破壊靱性の下限包絡線の評価手法の検討もしっかり行っていただきたい。特にカーブが近接する場合。④審議の場の透明性と、この検討会を出した結果を第三者による検証ができるように留意し、国による評価を行う際にもスムーズに進められることを期待している。

主な質疑は以下のとおり。

- ・新規制庁では、従来から変更が生じるようなことはあるか。  
→エンドースを担当する課は変わるようになるが、基本的なしくみなどは変わらない。

#### (4) JEAC4201の検討

曾根田委員から前回の検討会以降の脆化予測法の検討の進捗状況について紹介があった。その状況とは、まず補正をしない状態で全てのデータが誤差範囲内にきちっとはいるような精度があるかどうかを確認しているところである。N回の監視試験を行った場合に、N-1回目までの監視試験データからきちんとある精度で予測ができること、これらを重要な指摘と考えて進めている。この他に予定より時間が多くかかってしまうことになったので、その時間を活かして他の検討項目で短期的に検討できることは検討している。データの重みづけについても、関連温度の上昇量を重みにするような方法について専門家からの指摘もあり、**EFPY**の2乗にこだわらず最適化への詰めの検討をしている。最終的には前回エンドース時の指摘事項の保守性や汎用性については、米国データにおいても再現できるか、**BWR**についても従来のような予測ができていないかをチェックするなど、絞り込みは進んでいるがもう少し時間がかかる見込みである。

主な質疑は以下のとおり。

- ・1次改定として定める予測式から2次改定の時の変更はどの程度の見通を考えているか。  
→1次改定の基本方針は、係数の調整だけとしており、2次改定でMnとかPを入れるとなると予測式の変更となる。また、今回は式を変えてはいないものの、考え方にまで検討が広がっているため、それなりの大きな改定になっている。

#### (5) JEAC4206の検討

朝田委員から資料46-3によりJEAC4206の改訂案の作成状況について説明があった。附属書Bの破壊靱性評価方法については、独立して全部のプラントに対して、新しいプラントから古いプラントまで、使える規定が入っていますと言えるように一式揃えたいと考えて作っている。その中でASMEの $K_{Ic}$ についてはまだ含めてられてなく、気になっている。入れるとまだ混雑しそうであり、それを整理するのに時間がかかっている。もう少し時間があるので考えたい。マスターカーブ法についてはワーキンググループの検討結果が定まれば規定できると考えている。

次に平野副主査からマスターカーブ法の取込み検討状況について資料46-4により説明があった。RF-2100の $RT_{70}$ を規定する上で、いろいろな破壊靱性曲線があるために(1)式で $C_{Mc}$ という係数を考えている。ただし、マスターカーブ法ワーキンググループの中でも $C_{Mc}$ の値については検討中である。また、 $C_{Mc}$ の値の記載場所については、それぞれの式の記載箇所に記載することを考えている。 $K_{IRL}$ についてはJEAC4206ではマスターカーブ法の適用は推奨しないが、 $RT_{70}$ を使わざるを得ない場合として図を用意した。 $C_{Mc}$ の値は64℃とすれば包絡できることを解説に記載できると考えている。

主査から、当規格案がかなり仕上がってきており、次々回（2月頃）の構造分科会への中間報告を目標で今後進めたく、検討会の全委員で2週間かけてコメントを集約することとなった。具体的には後日事務局から各委員に連絡する。

主な質疑内容は以下のとおり。

- ・資料46-4の5頁の“なお、中性子照射による関連温度移行量の予測を行う場合には、JEAC4201に規定される（途中略）として使用すればよい。”は意味がよくわからない。
  - 初期の材料が残っていて初期値を出し直す場合を想定したものである。その場合には、標準偏差が2つあるので、自乗和平方根の方法でよいと記載している。片方が $\sigma$ にせよ $3\sigma$ にせよ独立したのからバラツキを出す方法は、エンジニアリングジャッジとしてこのような方法になると考えた。
  - ASMEでは、中性子脆化予測そのものがないので参考にはならないが、データ処理の方法として、米国の技術論文・報告書等では自乗和平方根が使われているものが多く、この部分の考え方はよいと考える。ただし照射脆化予測の変動とマスターカーブ法から来る初期値の変動を合わせるのは、自乗和平方根を用いることでよいと考えるが、妥当性については不明である。
- ・本文と附属書Bの適用対象を明確にする必要がある。附属書Bで適用する場合も、本文のどこかの条文に附属書Bを適用することとか、適用して良いと書くのが基本ではないか。なんとなく全体のどこか使えるところを使ってよしとするのは良くない。
  - まだ附属書Bの適用対象が何かという答えが出来てない。
  - 炉心領域で使えるものと、そうではないものの区別が必要である。また、 $K_{Ic}$ は本文に書いてあるから良いという意見も出たが、附属書Bと解説には触れられていない。
  - 本文に $RT_{NDR}$ が無い場合は附属書Bを使って良いとのことだが、一方附属書Bには $RT_{NDT}$ がある場合はという記載もある。
  - 附属書Bは最初に説明したように、選択肢を広げるようにしておきたい。
  - RF-4121で高い $K_{Ic}$ の評価に用いても良いなどの記載等か。
  - 本文の炉心領域のところに書くべきかと考えているところまでで、今回の資料には時間的に間に合わなかった。
- ・附属書Bをどのように持って行けばよいのか、各委員のアイデアを集めたい。
  - 道具としては良いと思っていたのだが、使い方がわかっていない面がある。
  - 初期プラントの $RT_{NDR}$ を決めるのには使っている。 $T_{cv}$ しかない場合にも使っている。ただし、 $RT_{NDR}$ が決まってしまうと、本文側を使ってしまっていて本文の昔の $K_{IR}$ や今の $K_{Ic}$ のカーブを使っている。附属書の $T_{cv}$ のカーブはたまに使うことがあるが、附属書の $K_{IR}$ や $K_{Ic}$ のカーブは使ったことが無い。
  - JSME維持規格は $K_{IR}$ と $K_{Ic}$ の両刀使いなので、両方に対応する考えで作っている。
- ・PTSの項目の中の $K_{Ic}$  ( $K_{Jc}$ ) という表記は、適正な表現ではないと考えられるので、最初の方などで“ $K_{Jc}$ も $K_{Ic}$ とみなす”のような定義づけをするか、カンマかまたはでつなぐ形で併記する形かのやり方がある。
  - カンマでつなぐ形に変更することとなった。
- ・ノズルコーナーに関して、JSME設計・建設規格で制定当時の2000年ころは $K_{IR}$ であったので

1t/16や3t/8使っていたはずだが、2008年頃に改定した今もそこは変わっていないのか。JSME側との相違が無ければよいが。

→ $K_{cl}$ になっている。今は1t/16は無く、胴部の想定欠陥の1/4ではないか。

→1/4の1/4で1/16であるのか。胴部の想定欠陥の1/4くらいに合わせておくと $K$ と同じになるようになっている。そういう理由で書いてあったと記憶している。それでJSMEの方があっていないと思うので、JSMEも今後の改定時に対応してもらった方がよいと思っている。

- RF-4122の最大仮想欠陥で“炉心領域部を除き”と記載した根拠は何か。

→JSMEで過去に $K_{cl}$ に変えた時に、十分な計算を行った。その結果がベースになっており、それを本規格案の解説9頁に記載している。

- RF-4122の最大仮想欠陥のところを実際に適用することとなった場合には、この記載で十分なのか。

→ISIのPD認証などが前提となる。そこはこの規格の範囲ではない。ユーザーが考えて対応する必要がある。個別案件に応じた国側との確認や対応が必要と考えられる。

- 附属書図C-4100-1にノズルの絵が記載されているが、他の形状のものは対応ができるのか。

→そのようなものはいろいろある。現状の規格では小林前構造分科会会長の書籍のハンドブックを参考文献として引いていて、かなりそこに入っている。現状ではそれを見てくださいという感じである。

→米国でよく使われている多項近似式が入っていないのではないかと。このような追加した方がよいものがあれば、今回の機会でも入れた方がよい。また引用でなく、追加検討すべきものがあれば検討内容に加えた方がよい。

→具体的事例のご指摘をいただければ検討する。

- B-4000で板厚255mm以下ではB-4100を用いて、板厚255mmを越える場合にB-4200を用いるという重要なことが読み手に伝わりにくい文章・構成になっているのではないかと。

→なんとかしたいと考えている。先ほどから説明しているASMEの $K_{cl}$ についてはまだ含まれていないということが関係している。構成としては、個別ケースへの適用時の選択がスムーズにわかるような形にしたい。

- B-4300の(7)式、(8)式、(9)式は使われていないと思うので削除することを検討すべきである。

- B-5120の(13)式、(14)式は過去解説があったが、現在記載漏れになっている。

→誤って削除した可能性があるので復元する。

- 図RF-4222番台で、縦軸が脆化量(°C)になっており、現行規格でもそうなっているが、一般的にはそういう表現はないので、もっと適切な表現に変える方がよい。

- 規格名称を“原子炉压力容器に対する”としているので、本文の各項目名称などには再度“原子炉压力容器に対する”とつける必要はないのではないかと。

- 本文の各項目名称において、同じようなものがある。目次上ではさらに理解し難いのではないかと。その点も何かアイデアがないか。

- C-4100とC-4200は、どちらかを使うようにと規定していることでもなく、こういう場合はどのように示しているわけでもない。紹介になっている位置づけなので、ユーザーを意識してこれでよいか。

→他に使える事例があれば追加することは良いと考えている。また、紹介されているParisと

Sihの方法もその論文などを参考として記載の方が親切である。

- ・積み残し案件のノズルコーナのK値式は分担して調べて入れてしまうようにしたい。主査としても調べる。
- ・RF-4122の“炉心領域部”は説明があるのではないか。  
→つけたつもりが抜けているかもしれない。再度記載する。
- ・今回改定での参考文献の追加・最新化の状況はどうか  
→ASMEのKの参考文献などをアップデートしている。どこまで書くかは考えどころである。  
維持規格の方でも議論されているが、引用すべき論文がきちっと記載されていれば良いという考え方がある。膨大に対象とすると転記ミスなどの懸念も出てくる。
- ・板厚255mmを規定した根拠がまだ記載されていないが、全体的に根拠や解説の充実について、今後さらに取り組まなければならない。これらは多くの委員が参加して進めるべきである。

#### (6) その他

- ・ISOの新規プロジェクト化に関して参考資料3により事務局から説明が行われた。委員からこの件に詳しい組織は原子力学会であるとの指摘があり、本件は破壊靱性検討会の担当事項ではなく、事務局からこれらの指摘を参考に別途必要な対応をする旨の紹介があった。
- ・次回会議予定：第47回破壊靱性検討会を10月4日(木)午後に開催する。

以 上