

第16回 破壊靱性検討会議事録

1. 開催日時：平成19年2月7日(水) 13:30～17:00

2. 開催場所：航空会館 603会議室

3. 参加者(順不同,敬称略)

委員：富松主査(三菱重工業),平野副主査(石川島播磨重工業),楠橋(日本製鋼所),
古賀(電源開発),佐伯(東芝),佐藤(発電技検),白尾(九州電力),鈴木(日本
原子力研究開発機構),曾根田(電力中央研究所),高本(パプコック日立),千葉(日
立製作所),辻(富士電機),堂崎(日本原電),松崎(中部電力),米原(関西電力)
(計15名)

代理参加者：廣田(三菱重工業・朝田),山下(東京電力・長澤) (計2名)

常時参加者：大崎(原子力安全基盤機構),前田(原子力安全・保安院),横田(関西電力)
(計3名)

欠席者：斎藤(日本原子力技術協会),半田(JFEスチール),細井(神戸製鋼)(計3名)

オブザーバ：米澤(日本原電),揚井(東京電力) (計2名)

事務局：大東,長谷川(日本電気協会) (計2名)

4. 配付資料

- 資料 16-1 破壊靱性検討会委員名簿
- 資料 16-2 第15回破壊靱性検討会 議事録(案)
- 資料 16-3 JEAC 4201「原子炉構造材の監視試験方法」の改定
- 資料 16-4 [付録2] 監視試験片の再生方法
- 資料 16-5-1 電中研開発の脆化予測手法を用いた感度評価(BWRプラント)
- 資料 16-5-2 簡易評価法の策定(案)について(BWRプラントにおける検討)
- 資料 16-5-3 JEAC4201 中性子照射による関連温度移行量の予測方法の改定について
- 資料 16-6 JEAC 4201-2004 原子炉構造材の監視試験方法のうち、「監視試験片取り出し
計画」の改定の方向性(案)について
- 資料 16-7-1 JEAC4201 SA-1000 総則
- 資料 16-7-2 JEAC4201 / SA-2000 (SA-2100、SA-2200) の改定について
- 資料 16-7-3 JEAC4201-2004 SA-3000 番台の改定に関する資料
- 資料 16-7-4 JEAC4201-2004 SA-4000 番台の改定に関する資料
- 資料 16-7-5 JEAC4201 改定部 改定項目
- 資料 16-8-1 JEAC4206 付録1 本文及び解説 整合性チェック結果(要改正点の洗い出し)
- 資料 16-8-2 JEAC4206 改訂部 改訂項目(JFE)
- 資料 16-8-3 「JEAC4201 改定に伴う JEAC4206 の整合性チェック クラス MC 容器他」
- 資料 16-8-4 JEAC4201 改定に伴う JEAC4206 の整合性チェック(解説第1章,第2章)
- 資料 16-8-5 JEAC4201 改定に伴う JEAC4206 の整合性チェック(第1章)
- 資料 16-8-6 JEAC4206 改定部 改定項目(MHI)

参考資料-1 日本電気協会での規格検討状況報告

参考資料-2 JEAC4201 改定案の担当案

5. 議事

(1) 会議定足数の確認他

事務局より、本検討会委員総数20名(資料16-1)に対して本日の出席委員数は17名で、「委員総数の3分の2以上の出席」という検討会決議のための条件を満たしていることの報告があった。また、富松主査より、上記オブザーバの参加が了承された。

(2) 前回検討会議事録(案)の承認及び第23回原子力規格委員会議事の紹介

事務局より、資料16-2に基づき、前回議事録(案)が紹介され、特にコメントなく了承された。また、富松主査より、資料16-3に基づき、2月5日に行われた第22回原子力規格委員会の議事のうち、本検討会で検討しているJEAC4201改定の検討状況を説明したことについての説明があった。なお、2月1日の会議定足数で不成立となった構造分科会に参加いただいた委員に、検討状況を説明して一部コメントをいただいたことの紹介があった。

原子力規格委員会でのコメントは以下のとおり。(*は構造分科会委員からのコメント)

脆化予測式はオフセットを全面的に取り入れるのか。

規格に取り込んでいくが、どのように使うかは今後検討する。

データベースでの具体的な照射量の範囲がどの程度であるのか。

現行だと6×10の19乗程度のデータがある。これはPWRでは40-50年に相当するデータとなる。取り込む電中研の脆化予測法は、照射脆化のメカニズムを考慮しているので、照射量がデータベースの範囲を超えても脆化予測は可能と考えている。

但し、この数年で新たなデータが出てくることが予想されるので、そのデータが式にフィッティングするかどうかも含めて検証し、もし合わなければ改定していきたい。

監視試験片を再生しなくてはならない理由は何か。また、タブ材とインサート材のエッジの溶接部は、入熱の問題はないのか。

試験片の再利用により、試験データを増やすことになり、信頼性が向上することになる。もう一つは、原子炉内に再度装荷することによって監視試験回数を増やすことができるということがある。

この接合部は人工(疲労)き裂を入れるので問題ない。

* 接合法試験は溶接で言う溶接施工法確認試験であるので、是非規格に取り入れるべき。

* 溶接部の照射脆化は溶接継手の化学成分で判断するようになったので、溶接部の希釈も含めて検討すること。

* 監視試験計画とその背景を具体的に資料に反映すること。

さらに、事務局より、参考資料-1に基づき、昨年12月15日国の「検査の在り方に関する検討会」に報告した、JEAC4209保守管理規程に関連した規格の策定状況を報告した内容の紹介があった。

(3) JEAC4201「原子炉構造材の監視試験方法」改定案の検討

1) 試験片再生規格案の検討

平野副主査より、資料 16-4 に基づき、委員からのコメントを踏まえて見直した監視試験片再生規格の本文、解説の説明があった。主な変更は用語、単位の見直しである。

議論の結果、本日のコメントを反映して改定案にすることが了承された。

主なコメントは以下のとおり。

- a . ボルツマン係数の数値はどこから引用したのか。JNES レポートとは数値がすこし違うのではないか。

参考文献で多少の違いがあるようなので、再度調べる。

- b . 破壊靱性試験片の疲労係数（疲労予き裂）に関する注意事項を追記してはどうか。

2.3.2 インサート材長さの項に注意事項として記載する。

2) 脆化予測法改定の検討

廣田委員代理及び首根田委員より、資料 16-5-3 に基づき、照射脆化予測法について、Cu、Ni 含有量が照射誘起・促進クラスターの形成に寄与し、Ni はマトリックス損傷にも寄与することが判明したことから、前回説明のあった予測式から溶質原子クラスターの項とマトリックス損傷の項に変更され、脆化予測式としては高照射量になってから徐々に脆化が進むような精度向上が図られた式になったことの説明があった。

また、平野副主査より、資料 16-5-1、16-5-2 に基づき、昨年度に電中研が発表した脆化予測法を用い、BWR プラントの脆化に及ぼす中性子束、化学成分、照射温度の影響評価結果及び新脆化予測式の簡易評価法についての説明があった。脆化予測への影響としては、同じ EFPY に対して評価する場合は中性子照射束が高い方が脆化量は大きくなり、照射温度の影響は僅かであることから、簡易評価法としては、中性子照射束毎の代表温度における表形式で作成することが提案された。

議論の結果、脆化予測式については今回の変更式を改定案に反映していくことで了承され、次回提案することとした。また、簡易評価法については、Cu と中性子照射量の関係整理を含めて、平野副主査（BWR）と朝田委員（PWR）の間で調整して次回提案することとした。

なお、加速照射試験片の扱いについては、Cu の高い場合に同じ照射量に対して低い RT_{NDT} になることから、次回以降検討することとした。

主なコメントは以下のとおり。

- a . BWR の場合、加速照射で得られた RT_{NDT} が低めに出るという予測は、今後新規プラントに対して意味があるのか。

最初の取り出し試験片をどのタイミングで取り出すかを検討する時に、加速試験片でのデータが予測どおりであるかを検証して、今後の取出し計画に反映するための指標として考えている。

新規プラントは低 Cu 材のプラントであるので、 RT_{NDT} の格差は生じない。高 Cu 材のプラントは既に試験片が取り出されているので加速試験データには当てはめられないが、データが蓄積されていることから、予測式よりも精度があり安全側に見込める。試験片取り出し計画にも反映していくことであることから、計画の方向性、加速照射試験も含めて、PWR、BWR 同じ条件で整理して改定作業の中で検討する。

3) 「監視試験片取り出し計画」改訂の方向性の検討

山下委員代理及び米原委員より、資料 16-6 に基づき、「監視試験片取り出し計画」の現行規格に対する原子力安全・保安院から課題、改定の基本的な考え方、改定案の説明があった。

改定案としては、以下の 2 案が提案された。

(第 1 案) 現状の相当運転期間末期の記載ならびに最小カプセル数の記載を変更せず、最終取り出し前の取り出し時期から、最終取り出し時期の間の期間を適切な間隔・頻度で追加補充していく。(現行規格の内挿案)

(第 2 案) 現状の相当運転期間末期を 32EFPY と固定し(最小カプセル数の記載を変更しない)、ここまでは現行時期での取り出し間隔を明確化し、それ以降は高経年炉対策として、別プログラムを策定し、適切な間隔・頻度で取り出していく。(現行規格の外挿案)

議論の結果、本日のコメントを反映して、次回検討会で提示して議論することとした。

主なコメントは以下のとおり。

a. 第 2 案の外挿の場合、取り出し時期が 15EFPY から 32EFPY ではリードファクターが 1 としても 17EFPY は、現行規格に規定されているとしても長すぎないか。取り出し間隔はどれくらいが妥当か。

現状では判断するもののデータがないので、次回データを示しながらご議論いただくことにしたい。

b. 第 2 案の 32EFPY 以降、別プログラムにして考え方を変えていくより、一貫した監視を継続している考え方の方が説明性の観点でも妥当ではないか。皆で考えていきたい。

c. 脆化予測式の精度も上がり、監視試験片の数量、取り出し間隔等も検討している現状で、どちらを正にしていくのか、両者の関係を明確にすべきではないか。

脆化予測式の精度が上がってきており、40 年近い運転経験もあることから、今回改訂する脆化予測式がベースになるものとする。監視試験片のデータは脆化予測式を補完的に活用していくことになる。

d. 今後の検討課題の中で、2) データが予測の範囲を大きく超えた場合の対処方法として、過去に振り返ってダメージを与えていないかを評価することは必要ではないか。また、再評価する規定を盛り込んでどうか。

RT_{NDT} としては内挿型になっており、制限値を超えることはない。予測の範囲を大きく超えた場合は運用が正しかったどうかに関わってくるもので、規格の中に運用を記載するものではないと考える。

再評価の場合は、機械学会の系の漏えい試験の維持規格ではないか。

本項目を今後の検討課題としているのは、照射が進んだプラントにおいて、予測の範囲を大きく超えた場合に追加試験として、再生試験片の活用などを考慮しなくてはならないところにある。

e. データのパラツキに関しては、新規プラントの初期データでは予測式から逸脱することもあり、どこまでを許容するのか、範囲を超えた場合に規格への適用の仕方を考えていかななくてはならない。

初期データのバラツキの考え方を含めて事業者側の意見を集約して運用を検討する。

f . 再生試験片を再装荷すると、いくつのカプセルを増やせるのか。

BWR の場合、最後が再生試験片である条件で母材だけで最低 4 回分である。PWR の場合は再装荷の実績なく、再生試験片で使えるものがあるか確認しなければ具体的な数は言えない。

g . 今後の検討課題の中で、3) 再生試験片の使用範囲については、技術的進歩の中で色々な試験のやり方があるが、ある 1 つのやり方に限定すれば試験片の数も有効に使えるのではないか。

試験片が足りないので、そこまで考えなくてはならない。

h . 第 2 案のイメージ表で、最小カプセル数(個)欄に第 1 回目、第 2 回目になっているが、カプセルの数と見てよいか。

再生試験片を考慮した場合に、単にカプセル個数にはならないので、回目という記載にした。

表中の 32EPFY は現行規格 SA2300 番にある相当運転期間末期に置き換わる。

RT_{NDT} の数値に注釈を入れる。

4) JEAC4201 改定案及び JEAG4206 整合性の検討

前回、JEAC4201 改定作業及び JEAG4206 整合性チェックの役割分担したグループの担当より、資料 16-7-1～7-5 及び資料 16-8-1～8-6 に基づき、改定要否確認を含めたチェック状況の説明があった。

今回、各担当から説明があった内容について各委員持ち帰り検討することとし、本日の議論を含めて、コメントがある場合は各担当に連絡することとした。

主なコメントは以下のとおり。

JEAC4201 改定案

- a . SA-1100 一般事項の SA-1110 適用範囲で、高経年化プログラムを反映するとともに、高経年化プラントと新設プラントは分けて記載した方がよい。案としては、5000 番台に項目としてはどうか。
- b . SA-1100 一般事項の SA1200 用語の定義で、上部棚吸収エネルギー (USE) と上部棚吸収エネルギー減少率 (USE) の変更案、コメントについては議論の結果、現行規格どおりとする。
- c . 解説-SA-1100-1 適用範囲で、ASTM E185-98 は内容にもよるが、最新版の規格番号にし、JIS 規格も参考にする。また、JEAC4205-2000 は削除する。
- d . 解説-SA-1130-1 溶接熱影響部試験片の告示 501 号の記載は、データが妥当であれば削除する。
- e . SA-2200-1 供試材の選定で、「化学成分 (Cu, Ni 等)」を「等」を削除する案は現行どおりとする。表-SA-2200-1 供試材の種類で、「溶接金属」については本文と整合をとる。
- f . SA-3430 RT_{NDT} 調整値の評価で、エンドースを考慮して具体的に FB-4100 の内容を取

り込んでどうかという意見があったが、現行どおりとする。

g . SA-34340 上部柵吸収エネルギーの評価で、「再生試験片による実力評価してもよい」は不要かというコメントに関して、文面のままで読み取れば、不要である。

h . 解説-SA-3430 平均の遷移曲線で、「 $A+B=USE$ 」を入れてはどうかに関して、 USE の定義が違うので、現行どおりとする。

i . 資料 16-7-4 SA-4000 番台の改定に関する資料は、事務局の手違いで別資料になっていたため、佐伯委員よりメールにて配信してコメントを得ることとした。

j . 付録 1 中性子照射による関連温度移行量及び上部柵吸収エネルギー減少率の予測で、関連温度移行量の予測に電中研レポートを引用する解説書として添付することを検討する。

JEAG4206 整合性チェック

a . 付録 1-4 原子炉圧力容器の供用状態 C 及び D の評価方法で、 RT_{NDT} の高いところの中性子束について JEAC4201 の評価として記載するか、記載箇所を含めて検討する。

b . 資料 16-8-3 3 章 クラス MC 容器については、修正箇所があるので佐伯委員よりメールにて配信してコメントを得ることとした。

(5) その他

- 1) 次回構造分科会の開催日が 4 月 11 日(水)に決まり、また、第 23 回原子力規格委員会において次々回開催日が 6 月 12 日(火)に決まったことを受けて、当面 4 月までの検討会開催頻度と開催日について、事務局から各委員にアンケートを発信することとした。
- 2) 次回は 3 月 1 日(木) 13:30 からの予定。JEAC4201 の改定案(脆化予測式、監視試験計画)の検討、その他の JEAC4201 改定案及び JEAG4206 整合性の検討を行なう予定。

以 上