

第20回 破壊靱性検討会議事録

1.開催日時：平成19年4月6日(金)13:00~19:30

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)

委員：富松主査・朝田(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),斎藤(日本原子力技術協会),佐伯(東芝),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),松崎(中部電力),米原(関西電力) (計14名)

代理参加者：古賀(発電技検・佐藤),米澤(日本原電・堂崎),山下(東京電力・長澤) (計3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)

オブザーバ：楊井(東京電力) (計1名)

欠席者：辻(富士電機),半田(JFEスチール),細井(神戸製鋼) (計3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 20-1 破壊靱性検討会委員名簿
- 資料 20-2 第19回破壊靱性検討会 議事録(案)
- 資料 20-3-1 関連温度移行量の簡易評価法の策定(案)
- 資料 20-3-2 電中研開発の脆化予測法を用いた感度評価(PWRプラント)
- 資料 20-3-3 BWR $R T_{NDT}$ 計算値 表の作成について
- 資料 20-3-4 BWR 感度評価結果
- 資料 20-3-5 中性子脆化予測式の感度評価の比較
- 資料 20-3-6 圧力容器鋼照射脆化予測法の最終版について
- 資料 20-4 JEAC4201-2004 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(案)について
- 資料 20-5-1 JEAC4201 原子炉構造材の監視試験方法 新旧比較表
- 資料 20-5-2 附属書A(規定) 各年版における監視試験方法の規定の比較と各年版適用プラントに対する規定方法
- 資料 20-5-3 JEAC4201付録 新旧比較表(附属書B)
- 資料 20-5-4 JEAC4201 原子炉構造材の監視試験方法 新旧比較表(附属書C(規定) 監視試験片再生): 本文
- 資料 20-5-5 JEAC4201解説 新旧比較表(解説 附属書B)
- 資料 20-5-6 JEAC4201 原子炉構造材の監視試験方法 新旧比較表(附属書C(規定) 監視試験片再生): 解説
- 資料 20-5-7 BWRプラント熱影響部(グラフ)
- 資料 20-5-8 PWRプラント全監視試験データ

- 資料 20-6-1 J E A C 4 2 0 6 原子力発電所用機器に対する破壊靱性の確認試験方法新旧比較表(第1章 総則)
- 資料 20-6-3 J E A C 4 2 0 6 3章(クラスMC 容器) 整合性チェック結果
- 資料 20-6-4 J E A C 4 2 0 6 4章(クラス2機器) 整合性チェック結果
- 資料 20-6-5 J E A C 4 2 0 6 5章(クラス3容器・管) 整合性チェック結果
- 資料 20-6-6 J E A C 4 2 0 6 6・7・8章 整合性チェック結果
- 資料 20-6-7 J E A C 4 2 0 6 附属書A(規定)新旧比較表
- 資料 20-6-8 J E A C 4 2 0 6 付録 新旧比較表(附属書C)
- 資料 20-6-9 J E A C 4 2 0 6 付録 新旧比較表(附属書E)
- 資料 20-6-10 J E A C 4 2 0 6 付録6(応力拡大係数) 整合性チェック結果
- 資料 20-6-11 J E A C 4 2 0 6 付録 新旧比較表(附属書G)
- 資料 20-6-12 J E A C 4 2 0 6 付録 新旧比較表(附属書H)
- 資料 20-6-13 J E A C 4 2 0 6 新旧比較表 (解説第1章,第2章)
- 資料 20-6-14 J E A C 4 2 0 6 (解説-FE-2100-1) 整合性チェック結果
- 資料 20-6-15 J E A C 4 2 0 6 附属書A(規定)解説 新旧比較表
- 資料 20-6-16 J E A C 4 2 0 6 解説 新旧比較表(附属書C)
- 資料 20-6-17 J E A C 4 2 0 6 解説 新旧比較表(附属書E)
- 資料 20-6-18 J E A C 4 2 0 6 解説 新旧比較表(附属書G)
- 資料 20-6-19 J E A C 4 2 0 6 PFR-0001 新旧比較表
- 資料 20-6-20 J E A C 4 2 0 6 PFR-7901 新旧比較表
- 資料 20-6-21 附属書B(規定)横膨出量の測定方法
- 資料 20-6-22 附属書B(規定)破壊靱性試験の方法
- 資料 20-7 原子力規格委員会 構造分科会 平成19年度活動計画(案)
- 資料 20-8 J E A C 4 2 0 1 「原子炉構造材の監視試験方法」の改定

5. 議事

(1) 会議定足数の確認について

事務局より、本検討会委員総数20名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。

(2) 代理参加者、オブザーバ参加者の承認について

富松主査より、上記代理参加者及びオブザーバの参加が了承された。また、資料20-1に基づき、長澤委員が退任で、代理出席の山下様が新委員候補として次回構造分科会で承認を得る予定の紹介があった。さらに、本日代理出席の米澤氏より常時参加者への事前申し出が事務局にあり、本検討会で承認された。

(3) 前回検討会議事録(案)の承認

事務局より、資料20-2に基づき、前回議事録(案)が紹介され、特にコメントもなく了承された。

(4) JEAC4201「原子炉構造材の監視試験方法」改定案の検討

1) 監視試験片取り出し計画の改定について

米原委員及び山下委員代理より資料 20-4 に基づき、監視試験片取り出し計画の考え方について、これまでの審議を踏まえて整理し、また取り出し計画の区分が変更になる場合の考え方も含めて見なおした資料の説明があった。主な意見は以下のとおり。

- ・ RT_{NDT} 28 の以外の区分で区分が変更になる場合はどうなるのか。
 RT_{NDT} 28 の以外は同じ取扱になる。基本的には乗り換えないということになる。長期監視試験計画の際に考えればよい。
- ・ 長期監視試験計画に入った場合の取り出しの考え方は何か。
17EFPY ずつ取り出すが、標準監視試験計画の最終の 32EFPY とその一つ前の 15EFPY の間隔で取り出していくということ。予測式を、メカニズムを考慮したものとしたことから、脆化傾向を精度良く評価できるようになり、取り出し間隔も長くできると考えられるが、ある程度の間隔で取り出そうというものであり、提案の考え方で当面は問題ないと判断している。将来データが溜まれば改定すればよい。
- ・ 実績のない領域に対して考慮するのは安全側なのでいい。当初の JEAC4201 では 40 年 (32EFPY) を想定していたが、改訂版では 60 年を想定して、60 年を超えることに対しては次の改訂で考えるとした方がわかりやすい。
何年運転するかは事業者の運用であり、規格として決められない。
- ・ 寿命末期にカプセルを取り出す時期の意味は。運転を止めた後に取り出すということか。
例えば、その結果で過去の温度 - 圧力制限が非安全側とわかった場合にどうするのか。
PWR は先行監視するので問題ない。BWR は確かにそのプラントに対しては過去の評価になるが、そのデータは次のプラントにつながる。また、現行の法解釈としても監視試験カプセルは運転を止めるまで入れておくべきなのか、装荷していなくても運転しても良いのかが不明確であるが、現状では前者であるとの認識である。
- ・ BWR は PWR のデータで判断できるのではないか。
その考え方もあるが、BWR としてデータが蓄積されてから判断すればよい。
- ・ 区分の変更について標準と長期の考え方を分けて解説に入れた方がよい。
検討する。

2) 予測法の見直しについて

曾根田委員より、資料 20-3-6 に基づき、資料予測法の見直し内容について説明があった。式の中で影響の小さい部分を簡素化、クラスター形成時の銅の消費量の修正、拡散係数の表現を改めた。係数を最適化しなおし、標準偏差や平均値はわずかながら改善された。この改定は電中研報告書に反映する。

3) 新脆化予測法の感度評価結果について

朝田委員および平野副主査から資料 20-3-2~5 に基づき、PWR、BWR に対して見直された新脆化予測法に基づき感度評価を行った結果の説明があった。EFPY に対しては中性子束が高い方が厳しくなること ρ_u は 0.04% 以下では差がないので 0.04% で足切ること等の説明があった。現行式との比較も準備した。コメントは以下のとおり。

- ・ 中性子束の適用範囲の下限について、 $1 \times 10^7 n/cm^2/s$ まで使えることの説明はどうするのか。

低フラックスは D_{thermal} が効くので脆化モデルとして考慮した。これまでの結果に比べて保守側の評価になっている。理論として外れていないと考えており、その説明資料を準備する。

4) その他の JEAC4201 改定案について

JEAC4201 本文・解説 新旧比較表(資料 20-5-1)

富松主査より JEAC4201 本文の新旧比較の説明があった。コメントは以下のとおり。

- ・ 附属書のページ番号は「附 A-1」という番号付けにする。
- ・ 温度モニタは今回の予測式では温度もパラメータになるので、冷却材温度を確認することを追加。PWR は一次冷却材管(原子炉容器入口側)についている温度計で計測できる。BWR についても確認する。
- ・ 最終カプセルは誤解を招くので、例えば、表-SA-2362-1 の最終回時といった表現で見直す。(SA-2362、SA-2363 及び解説-SA-2363-1)
- ・ 解説-SA-1110-1 の(3)は参照する必要があるものであり、本文で引用していない ASTM E1253 は削除する(解説にあり)。溶接規格の引用は解説-SA-2120-2 に移動する。
- ・ 解説-SA-2120-1 で、Jones & Williams の引用文献及び加速試験データの引用は見直す。
- ・ 解説-SA-2240-1 で、「再生する試験片の種類としては・・・」の段落は削除。
- ・ 解説表-SA-1110-1 の 200X 年部分は本文の改定内容を反映して見直す。

JEAC4201 附属書 A 各年版における監視試験方法の規定 (資料 20-5-2)

米澤委員代理より附属書 A の説明があった。各年版における監視試験方法の規定の比較と各年版適用プラントに対する規定方法についてまとめた。議論を踏まえ、佐伯委員にて改定案を検討することとなった。コメントは以下のとおり。

- ・ タイトルは旧年度版の読替規定という主旨にする。規定の比較はタイトルとしては不要。
- ・ 今回の改定版で、適用するものとししないものを明確にすればよい。適用する本文規定を引用して、適用する規定と読替える規定がわかるようにする。
- ・ 表-A-1100-1 については再度チェックする。
- ・ 本文 SA-1110 で、原則として本規定を適用し、適用できないところを附属書 A で規定する。

JEAC4201 附属書 B 新旧比較表 (資料 20-5-3,5, -3-1,3)

朝田委員より附属書 B の改定内容の、また、平野副主査より BWR の脆化予測評価の表の説明があった。コメントは以下のとおり。

- ・ B-2100 の 、 は誤記。
- ・ 温度については感度評価の結果の内容を解説に取り込む。
- ・ 補間方法は表の備考から B-2100 に移動する。
- ・ 予測法は電中研報告書を引用することになるが、学会発表も曾根田委員で検討する。

JEAC4201 附属書 C 新旧比較表 (資料 20-5-4,6)

平野主査より附属書 C の改定内容について説明があった。コメントは以下のとおり。

- ・ 「E 1MeV」を「E > 1MeV」に修正。

熱影響部の衝撃特性 (資料 20-5-7, 8)

平野副主査および朝田委員より BWR と PWR の熱影響部の衝撃特性のデータについて説明が

あった。このデータについては電中研報告書に反映する。

審議の結果、国 PJ(JAEA)での研究成果を待つてから規定は見直すこととなり、今回の改定では長期監視試験計画で再生試験片を用いる場合に対して過去のデータで確認することで熱影響部の試験片は不要とする規定は取り込まないこととなった。コメントは以下のとおり。

- ・ HAZ については母材のようなメカニズムのデータがない。メカニズムとして母材は HAZ と同等と考えていいのか。

初期値は、熱影響部は母材に比べて同等以上であり、脆化量はほぼ予測値の 2 に入っており、評価はマージンを考慮して行うので評価としては問題ないと考えている。熱影響部の試験片は再生できないので、規定としては要求から外し、高照射領域で試験できるようにしておいた方がいい。

5) JEAG4206 との整合性について

JEAC4206 第 1 章 総則 本文 新旧比較表 (資料 20-6-1)

千葉委員より改定案の説明があった。コメントは以下のとおり。

- ・ 「付属書 B (規定)」は「付属書 B」に見直す。

JEAC4206 第 3 章 クラス MC 本文 新旧比較表 (資料 20-6-3)

佐伯委員より改定案の説明があった。特にコメントはなかった。

JEAC4206 第 4 章 クラス 2 機器 本文 新旧比較表 (資料 20-6-4)

佐伯委員より改定案の説明があった。特にコメントはなかった。

JEAC4206 第 5 章 クラス 3 容器・管 本文 新旧比較表 (資料 20-6-5)

佐伯委員より改定案の説明があった。特にコメントはなかった。

JEAC4206 第 6,7,8 章 支持構造物他 本文 新旧比較表 (資料 20-6-6)

山下委員より改定案の説明があった。特にコメントはなかった。

JEAC4206 付属書 A 非延性破壊防止評価 本文 新旧比較表 (資料 20-6-7)

平野副主査より改定案の説明があった。特にコメントはなかった。

JEAC4206 付属書 B 横膨出量の測定方法 本文 改訂案 (資料 20-6-21)

富松主査より改定案の説明があった。コメントは以下のとおり。

- ・ B-1000 等の章番号を入れる。
- ・ 数値の丸め方を検討する。

JEAC4206 付属書 C PTS 評価 本文及び解説 新旧比較表 (資料 20-6-8, 16)

朝田委員より改定案の説明があった。コメントは以下のとおり。

- ・ 重機器が一般的な用語か、引用文献を確認する。
- ・ JEAC4201 の付属書 C-2100 は付属書 B-2100 に修正。
- ・ 古賀委員 (発電技検) に発電技検と原子力安全基盤機構の引用の仕方を確認いただくこととなった。
- ・ C-3110(1) で「及び」が 3 回続くので見直す。
- ・ C-3110(1) の「ただし」以降は全体にかかるので、改行し、文章はわかりやすく見直す。
- ・ LBB 適用したら大破断 LOCA を過渡条件から外せるのか。

工事認可申請での強度評価では破断前漏洩概念 (LBB) 適用プラントに対しては大破断

LOCAの荷重を適用外としている。

- ・大破断 LOCA を一番厳しい条件として代表にしていた。次に厳しいものを探すのも大変ではないか。

主冷却材管の破断は想定しないが、LBB 評価に基づき次にくる厳しい配管破断の評価をする。

JEAC4206 附属書 D 破壊靱性試験の方法 本文 新旧比較表(20-6-22)

富松主査より改定案の説明があった。コメントは以下のとおり。

- ・D-1000 等の章番号を入れる。

JEAC4206 附属書 E 破壊靱性評価方法 本文 新旧比較表(資料 20-6-9)

朝田委員より改定案の説明があった。コメントは以下のとおり。

- ・USE の L 方向から推定する方法は PFR-7901 から E-5300 に移動したが、JEAC4201 と同様に本文(FB-4200)に取り込む方法もあり、検討する。

JEAC4206 附属書 F 応力拡大係数 本文 新旧比較表(資料 20-6-10)

佐伯委員より改定案の説明があった。コメントは以下のとおり。

- ・Mt と厚さ及び温度勾配の図は ASME から引用しているが、ずれがあるところがあり、US Customary Unit を正にして、トレースしなおす。

- ・ASME からの引用部は単位換算を確認する。

- ・F-3400(3)b(c)はP-Tカーブの要求なので削除する。

JEAC4206 附属書 G 上部棚健全性評価方法 本文 新旧比較表(資料 20-6-11)

朝田委員より改定案の説明があった。特にコメントはなかった。

JEAC4206 附属書 H 弾性解析による J 積分 本文 新旧比較表(資料 20-6-12)

朝田委員より改定案の説明があった。特にコメントはなかった。

JEAC4206 第 1、2 章 総則及びクラス 1 機器 解説 新旧比較表(資料 20-6-13)

高本委員及び朝田より改定案の説明があった。特にコメントはなかった。

JEAC4206 第 3 章 クラス MC 解説 新旧比較表(資料 20-6-14)

佐伯委員より改定案の説明があった。特にコメントはなかった。

JEAC4206 附属書 A 非延性破壊防止評価 解説 新旧比較表(資料 20-6-15)

平野委員より改定案の説明があった。特にコメントはなかった。

JEAC4206 附属書 E 破壊靱性評価方法 解説 新旧比較表(資料 20-6-17)

朝田委員より改訂案の説明があった。特にコメントはなかった。

JEAC4206 附属書 G 上部棚健全性評価方法 解説 新旧比較表(20-6-18)

朝田委員より改定案の説明があった。特にコメントはなかった。

JEAC4206 PFR-0001 初期プラント材料破壊靱性評価手法 本文 新旧比較表(20-6-19)

朝田委員より改定案(削除する)の説明があった。特にコメントはなかった。

JEAC4206 PFR-7901 原子炉圧力容器破壊靱性評価法 本文 新旧比較表(20-6-20)

朝田委員より改定案(削除する)の説明があった。特にコメントはなかった。

(5) 平成 19 年度活動計画の審議

富松主査より、資料 20-7 に基づき、平成 19 年度活動計画案の説明があった。

審議の結果，コメントがある場合は事務局に連絡して，富松主査が修正して次回構造分科会に提案することについて，挙手による採決を行い，出席委員全員の賛成で決議された。

(6) 構造分科会対応について

富松主査より，資料 20-8 に基づき，前回の構造分科会で説明した資料を見直した JEAC4201 改定内容の説明があった。

4 月 11 日の構造分科会における破壊靱性検討会の説明時間は 30 分程度であり，簡潔に説明する必要がある。準備する資料としては，資料 20-8 の他に，JEAC4201 と JEAC4206 の改定案（新旧比較表），新脆化予測法の概要の前回説明した反映版とし，取り出し計画の概要は資料 20-8 に追記する。また，同様の説明資料を JEAC4206 についても準備する。

今回は概要を説明し，持ち帰りレビュー頂き，そのコメントを反映して次々回構造分科会で最終改定案の提案を行う予定である。

(7) その他

- 1) 本日の議論を踏まえて，改定案前後表の修正・整理を行うため，4 月 9 日に主要メンバーが集まることとした。
- 2) 次回は構造分科会および原子力規格委員会への報告に対するコメント状況をみて 5 月 8 日(火)に設定した。場所は電気協会会議室。

以 上