

第 51 回 構造分科会議事録

1. 日 時:平成 29 年 11 月 14 日(火) 13:30~16:00

2. 場 所:日本電気協会 4 階 C, D 会議室

3. 出席者:(敬称略, 委員五十音順)

- 出席委員:笠原分科会長(東京大学), 山田幹事(中部電力), 石川(四国電力), 岩崎(群馬大学), 宇田川(IHI 検査計測), 勝山(日本原子力研究開発機構), 庄子(東北大学), 白倉(トランスニュークリア), 鈴木(長岡技術科学大学), 関(原子力安全推進協会), 曾根田(電力中央研究所), 高木(東北大学), 高田(関西電力), 田中(日本製鋼所), 中牟田(九州電力), 永山(中国電力), 沼田(北海道電力), 北条(三菱重工業), 本郷(IHI), 増田(日立 GE ニュークリア・エナジー), 町田(テプコンシステム), 松永(東芝エネルギー・システム), 望月(大阪大学), 吉村(東京大学) (計 24 名)
- 代理出席:安藤(日本原子力研究開発機構/山下委員代理), 岩田(電源開発/古賀委員代理), 折田(東京電力 HD/谷口委員代理), 樋口(新日鐵住金/伊勢田委員代理) (計 4 名)
- 欠席委員:新屋(北陸電力), 大岡(ものづくり大学), 小川(青山学院大学), 小林(日本原子力発電), 若林(東北電力), 佐藤(発電設備技術検査協会) (計 6 名)
- 常時参加者:船田(原子力規制庁), 藤澤(原子力規制庁) (計 2 名)
- オブザーバ:破壊靱性検討会:平野主査(IHI), 廣田副主査(三菱重工業) (計 2 名)
- 事務局:荒川, 飯田, 永野, 大村(日本電気協会) (計 4 名)

4. 配付資料

資料 51-1 構造分科会委員名簿

資料 51-2 第 50 回構造分科会議事録(案)

資料 51-3 「確率論的破壊力学に基づく原子炉圧力容器の破損頻度の算出要領」構造分科会意見に対する回答

資料 51-4 JEAG 4640 確率論的破壊力学に基づく原子炉圧力容器の破損頻度の算出要領新旧比較表

資料 51-5 JEAG 4640 確率論的破壊力学に基づく原子炉圧力容器の破損頻度の算出要領参考資料 第 64 回原子力規格委員会議事録(案)

5. 議事

(1) 会議定足数の確認, 代理出席者の承認, 配付資料の確認

事務局より代理出席者 4 名の紹介があり, 分科会長の承認を得た。出席委員は代理出席者を含めて, 会議開催条件の「委員総数 34 名の 2/3 以上の出席(23 名以上)」を満たすとの報告があった。また, 配付資料の確認があった。さらに, オブザーバの紹介があり, 分科会長の承認を得た。

(2) 分科会委員変更の紹介及び検討会委員変更の審議

事務局より資料 51-1 に基づき, 分科会委員変更の紹介があった。次回原子力規格委員会で承認後, 正式に委員に就任される。

古賀 薫 委員(日本核燃料開発) → 岩田 吉左 新委員候補(同左)
谷口 敦 委員(東京電力HD) → 折田 修一 新委員候補(同左)
伊勢田 敦郎 委員(新日鐵住金) → 樋口 敦 新委員候補(同左)
山下 卓哉 委員(日本原子力研究開発機構) → 安藤 勝訓 新委員候補(同左)

事務局より資料 51-1 に基づき, 検討会委員変更の紹介があり, 挙手にて承認された。

【破壊靱性検討会】

岩崎 正伸 委員(関西電力) → 浦木 亨弘 新委員候補(同左)
上坂 昌生 委員(東京電力HD) → 折田 修一 新委員候補(同左)
内橋 正幸 委員(東芝エネルギーシステムズ) → 新川 嘉英 新委員候補(同左)
(退任)山下 賢 委員(神戸製鋼所)

【PCV 漏えい試験検討会】

田中 翔 委員(関西電力) → 志和屋 裕士 新委員候補(同左)
梅岡 貴志 委員(電源開発) → 大口 裕平 新委員候補(同左)
首藤 浩丈 委員(日本原子力発電) → 油布 哲 新委員候補(同左)
林 智宏 委員(北海道電力) → 尾山 泰史 新委員候補(同左)

【供用期間中検査検討会】

大塚 優 新委員候補(東芝エネルギーシステムズ)
濱野 聡明 委員(IHI) → 橋本 朋一 新委員候補(同左)

【SG 伝熱管 ECT 検討会】

丹羽 悠介 委員(関西電力) → 清水 一将 新委員候補(同左)

【設備診断検討会】

大崎 達朗 委員(北海道電力) → 山本 考司 新委員候補(同左)
中川 和重 委員(四国電力) → 竹田 泰晃 新委員候補(同左)

【渦電流探傷試験検討会】

上坂 昌生 委員(東京電力HD) → 折田 修一 新委員候補(同左)
林 智宏 委員(北海道電力) → 尾山 泰史 新委員候補(同左)

【格納容器内塗装検討会】

(退任)岡村 祐一 委員(東京電力HD)

【水密化技術検討会】

梅木 芳人 委員(中部電力) → 北折 智規 新委員候補(同左)
大崎 達朗 委員(北海道電力) → 下出 大雅 新委員候補(同左)
川越 淳志 委員(東北電力) → 佐藤 美男 新委員候補(同左)
中西 芳樹 新委員候補(ティエルブイ)

(3) 前回議事録(案)の承認

事務局より資料 51-2 に基づき, 前回議事録(案)の紹介があり, 挙手にて承認された。

<主なご意見, コメント>

- ・会議を録音するようになってから, 発言のメモのようになっており, 主なご意見の前にサマリーをつけないと何が決まったのかがはっきりしない。タスクに上げて検討したい。→6~7 枚のメモを作っている。検討の流れを記録するようにしている。結論は書面投票を実施する等である。事務局を担当してから議事録はこの形である。電気協会ではプロセスを重視した議事録であり, 規格委員会の議事録も同様である。
- ・発言録もあった方が流れは分かるが, 結論が良く分からなかった。

→審議事項には書面投票があると理解しており、議事録としてはこの形と考えている。
→意見が出たことを報告いただきたい。なお、各項目に「○」とあるが、ここを充実することになるかも知れない。

(4) 第 64 回原子力規格委員会議事録(案)の紹介

事務局より参考資料に基づき、10 月 3 日に開催された第 64 回原子力規格委員会のうち、構造分科会関連の議事の紹介があった。

・JEAC4203-201X「原子炉格納容器の漏えい率試験規程」改定案の公衆審査意見対応案が承認され、発刊準備中となった。

(5) 規格制定及び改定の中間報告、審議他

1) JEAG4630 確率論的破壊力学に基づく原子炉圧力容器の破損頻度の算出要領(審議)

破壊靱性検討会平野主査、廣田副主査より、資料 50-3~3-5 に基づいて、指針の概要及び構造分科会意見に対する回答について、説明があった。

検討の結果、一部修正を条件に、挙手にて決議し、書面投票へ移行することとなった。

<主なご意見, コメント>

・P22/38 での新旧の変更点、特に亀裂の想定の仕事の変更について聞きたい。

→ β 補正は JEAC4206 の PTS 評価手法の中で、UCC のような欠陥を想定している。その時はフランスで開発された、クラッドの影響を考慮した式があり、 β 補正である。JEAC4206 との対応の観点から、 β 補正は PFM の中で考慮しないという主旨で記載していたが、 β 補正では分からないと考え、維持規格の式を使うということで削除した。評価方法としては変わらない。

→解析手法は変えていない、クラッドの組成の評価はしない。旧も新も変わらない。

→UCC のように、クラッド直下に想定する前提であれば、クラッドの影響があるかも知れないが、内部亀裂の場合、亀裂の位置を分布・発生させて評価するので、内部クラッドから遠いものもピックアップされる。そういう意味で、考慮しないことで統一した。

・確率論で想定する欠陥と対応していない。決定論と確率論でどう考えるべきか。

→決定論はある1つの亀裂を想定して評価するので、保守的な設定をしなければならぬ。そのため、熱衝撃が厳しくて、照射量が高く、温度が低い、内表面側に持って来ざるを得ない。PFM は現実的な評価をする、内表面近傍に設定する必要はなく、分布させて、内部亀裂位置を想定するという考え方である。

・むしろ決定論の保守性が本当に言えるのか。PFM は表面欠陥を使っている。

→PFM は表面欠陥と言っても、クラッドを貫通した表面欠陥である。決定論の PTS は、母材のクラッド下の内表面に接する欠陥を想定しているので、そのような違いはある。

・決定論は保守的に考慮していて、確率論は現実的な設定と考えるが、見えにくい。

→確率論で亀裂を想定した場合、大きさは決定論より保守側になっている。位置は内表面側としているので、確率論を使うといろいろなところに亀裂が出てしまうので、決定論と同じように行うのは複雑になる。今回の例として、JSB の方法に統一すれば現実的に近いと考えている。内部表面側は PTS を想定して、クラッド下の応力拡大係数を用いたのは、JEAC4206 でも使っている。クラッドの内部欠陥とクラッド貫通欠陥で、どちらが保守的か分からなくなるのはそこだけ見るとそうであるが、大きさの観点で保守的で問題ない。JEAC4206 に取込む時に、もう少し議論した方が良いかも知れない。

・決定論と比べて、保守性をなくして平均値である。しかし、現実的には全部は中心値にはいかない。ある部分は機械学会から借りてきた部分はあるが、ある部分は保守性

- を排している。整理はできているか。
- 実態に近い解析をすることが大前提である。亀裂が発生した時、内表面亀裂を置き換える等で保守的なところがある。ただし、整理ができているわけではない。
- ・本来は学術論であり、保守性が言えそうである。しかし、現実的にそうはいかないところがあり、本質的な部分を使っているということで認識していれば良いか。
- 内部亀裂で脆性破壊が発生した時、深さ方向と長さ方向、両方をみると複雑なので、亀裂が発生した時に内表面の亀裂に置き換える。
- ・説明は区別した方が良い。確率論をやっているのに余裕を取れば、決定論と何が違うかということになる。
- 表現を改めるという意見は出なかった。

- ・資料 51-5 P5 PFM-4000 で、不確実さを考慮するパラメータに対してそれぞれ認識論的不確実さと偶然的な不確実さの記載があるが、想定亀裂に関する分布がない。また、脆化予測の予測誤差について、認識論的不確実さか偶然的な不確実さかの記載がない。
- 想定亀裂は単純な正規分布やワイブル分布ではないので、記載から除外している。
- 解説 PFM-5000-1に表があり、認識論的不確実さか偶然的な不確実さか一覧になっているが、脆化予測はない。抜けているだけか、意図的なものか。
- 確率変数の関連温度の中に含まれているという位置付けである。
- ・初期亀裂の分布に関して、指数分布で初期値を近似して、あとは行った検査の検出確率等から分布を予測する方法が採られていると予想するが、それを記載すれば良い。
- 米国の規制で使用の亀裂分布が、一番データベースがしっかりしていて、分析もしっかりしていると考える。それを想定しているが簡単に記載できず、記載を省略した。
- ・製造時検査を行っている場合の亀裂の確率分布のモデル化の仕方は、信頼性工学等で教科書的な記載があり、一般的なものを使うのであればそれが良い。米国の規格で実際の検出結果に基づいたデータベースを使うのであれば記載は不要かと思う。
- 検査結果を踏まえた、ベイズ更新というものがあり、解説の中に書いている。

- ・解説図-PFM-5600-1 で、パラメータを認識論的不確実さと偶然的な不確実さの 2 つに分けて、例えば、偶発的な不確実さによって破損確率を算出して、その後、認識論的不確実さを考慮して破損確率を算出する、それぞれ別個に評価して、片方の破損確率を使って、もう1つの破損確率を評価するのか。
- 信頼度評価というやり方になっていて、認識論的不確実さは、知識が増えていくと小さくできる。認識論的不確実さの精度を上げていくと、ばらつきを小さく評価できる。
- ・破損確率の評価は、両方のパラメータを使うのではないか。
- あくまでも破損確率は両方である。偶発的に出たものは変わらないが、認識論的不確実さを上げればこのようになる。以前説明した PPT でないと分からないかも知れない。
- 過去に使用した PPT 資料を入れた方が良い。なぜ分けているかが分からない。
- ・偶然的な不確実さを考慮して確率分布を求め、その後、認識論的不確実さを考慮して破損確率を求めている。片方のパラメータだけで破損確率を求めて、もう一方のパラメータを変動させて破損確率を求めると読み取る。意味合いが分からない。
- ・実際のフローとして、まず片方のパラメータを考慮して破損確率を求め、そしてもう一方のパラメータを考慮した破損確率を求め、そのフローが良いか。
- 片方の破損確率でなく、両方の不確実さを考慮した確率になる。
- ・事象がベイズの場合、確率が積になると思う。偶然的な不確実さによる破損は、その後、認識論的不確実さを考慮するということになるのか。

→認識論と偶発的は事象の分け方ではないので、十分知見があるものと、本質的にばらつくものを分けて評価するだけである。本質的には変わらない。分け方だけの問題である。なぜ分けるかをPPTで説明しているので解説に書き加える。

・計算テクニックの理由か、意味的に理由があるか。

→95%信頼性確保を計算するため、偶発事象と認識論的事象を分けているだけである。値は変わらない。考慮している確率分布も変わらない。

・偶然的不確かさの影響と認識論的不確かさの影響を分けて見えるようにすることか。

→そのとおり、結果的には全部考慮した確率を計算できるが、偶然的不確かさと認識論的不確かさをグラフで範囲にするために分けている。

→附B-3のフローチャートに書いている。ヒストグラムがある。

→PPTを取り込んだ改訂版を作成し、書面審査を行いたい。

・機械学会では、この種の規格はガイドになる。電気協会ではどのようになるのか。

→JEAG, ガイドとなる。

・このガイドを渡されて使えるか。これはPASCALに附随している。相当するコードを作ることはほとんど不可能である。ユーザに対して、使い勝手の良いものにするため、例えば、PASCALのインプットフォームを付けて、数字を入れたらどうか。

→電気協会の指針として発行する時に、具体的なインプットを付けるのが良いかどうか。公平の観点から、あまりにPASCALになるのが良いのかというところがある。

→国内で検討するので内容はPASCAL向き。附属書BはPASCALのフローで限定されるように見えるがそうではない。FAVORも使える。自分で作れないことはない。PASCALメインであるが、共通的に使えるものになっている。

→PASCALのマニュアルは参考文献(8)で引用している。JAEAでも標準的解析要領で、PASCALを念頭に置いたものがある。電気協会の規程の違いは一般化である。

→偶然的不確かさと認識論的不確かさに関する改良が大掛かりであったので、リニューアルしたマニュアルPASCAL4がある。それを引用できるようにする。

・規格委員会で、これまでのJEAGと異なり、マニュアルみたいであるとのことのご意見があった。一方、あまり一般化しすぎると使えない。その間を採らなくてはいけなくて難しい最初の事例となる。検討会では、附属書A, B, Cに分けて、本文は一般的なところ、Aはmandatory, Bはそれ以外、Cは参考、かつ、参考文献を書いている。分科会では、本文、附属書A, B, C、参考文献、とする方針でいかがか。

・附属書B-6の解析条件の例で、VFLAWデータはアクセスできるか。

→参考文献として付いていないが、VFLAWは、亀裂を長さや深さを発生させるプログラムで、それでOcone Unit 1等に対して発生させたデータがある。データを入手できる。

・VFLAWデータはOcone Unit 1だけのデータか、4つのプラントの平均か。VFLW参照として、VFLAWは何かを備考に書いてあれば良い。

→キャンセル炉は、廃炉ではなく、作った状態で使わなくなった炉である。

→VFLAWデータは、解7の上から記載している。VFLAWが表に唐突に出てくるところがあるので、そこは追記する等をする。

→附属書Bから解説を引用する。

・指針名称が「～要領」であるが強すぎないか。「～算出方法指針」が良い。

・中性子照射の脆化、化学成分を附属書に移しているが、規制庁側で照射脆化を使える

- のは実測値までで、それを超える場合は別途である。照射量に対して規定しているか、中性子照射量の上限を超えたら使えないということがなくてはいけない。
- 指針であり、規制にそのまま使われる訳ではない。監視データ有無は規定していない。
 - ・制限のあるものに対して、配慮が必要ではないか。
 - 制限の記載は不要かと考える。JEAC4201 を使うと、4201 側の上限になる。確率論で分布を与えるので上限はない。平均値の上限となるかと思うが、それは予測式の適用範囲で適用するという、解析者の常識的な範囲に任せる。
 - ・照射量の上限に対して、配慮は必要である。
 - JEAC4206 の式を使えば JEAC4206 の範囲になる。JEAC4206 には上限がある。ただし、分布を与えるので超えてしまう。そこまで規定するのは難しい。持ち帰り検討する。
 - ・決定論ではデータの無いところは使えないので範囲が出てくるが、確率論であると連続分布で、範囲をはずれるとばらつきが大きくなる、精度が悪くなる。考え方が異なる。
 - ・例えば、化学成分は Cu と Ni しかない。脆化がそれで予測できるか。そういうことを調べて知見を反映すれば良い。照射量に対して直線的で、ばらつきの範囲が広がるという数式上の理解であると、直線が途中で曲がるかも知れず、それは確率論では出てこない。分からない領域に配慮する必要がある。
 - それは、認識論等知識が増えると修正が入る。
 - ・修正が入るのではあるが、そういう配慮が必要なことが読み取れれば良い。
 - 適用範囲のとおり、許容基準は含まれない。方法論、要領を決めるだけの目的である。
 - 本文でも JEAC4201 を引用に留めているところがある。上限等は JEAC4201 で議論するのかと思う。
 - ・そういう配慮を記載いただきたい。
 - JEAC4201, 4206 をベースに計算しているので、その範囲の制限を受けること、そこで新しい知見が入って改定された時、改定される前提で使うということになる。
 - JEAC4201 は 2013 追補を呼んでいるが、来年、新しい予測式を取り込む予定である。
 - JEAC4201 を改定する予定があったので、解 9 に記載している。
 - データは平均とばらつきをとるべきであるが、全部は完備していないので、JEAC4601 を持って来たり、いろいろ使用している。分かり易いところに書けば良い。
 - 規制庁が照射量がそこから先は認めないことはもっともであるが、それは後の判断で、計算時に入れる必要はない。化学組成等を振って JEAC4201 を超えたところをサンプリングした時に、そこで打ち切るべきか超えるけれど良いか等を記載した方が良い。
 - 照射量は間違いなく超える。化学成分はきっと超える。
 - ・監視試験片の一番高い照射量であるものをシミュレーションする時にどのような態度で行うかは記載した方が良い。
 - 照射については、そのまま使うしかないと思う。
 - ・監視試験片と照射データの妥当性を評価する時、PWR と BWR のデータを分けて、ばらつきが照射量についてどう変わるか計算した。BWR は照射量が低く、ばらつきは小、PWR は照射量が高くて、規程になっている値よりばらつきは大きい。

○書面投票実施を挙手にて決議、書面投票を実施することとなった。

- ・12月1日から21日までの3週間で書面審査を実施。
- ・本日のコメントを反映した投票対象をメールで送付。
- ・承認された場合は、3月開催予定の規格委員会に上程する。
- ・細かいところ、エディトリアルなところは分科会長一任とする。

○本日の審議で大きな意見が2つ。①認識論的なばらつきと偶然的不確かさの扱いを

記載する, ②JEAC の式等が無条件使用ではなく, 使用可否について書く。

(5) その他

1) 事務局報告

- ①JEAC4217「原子力発電所用機器における渦電流探傷試験指針」は反対票をいただいたが, 取り下げられ, 次回構造分科会で再審議予定。
- ②JEAC4203「原子炉格納容器の漏えい率試験規程」は発刊準備中。
- ③次回構造分科会:2月21日(水)
- ④次回審議項目:JEAC4217 及び JEAG4640

2) 水密化技術検討会

山田幹事より, 水密化技術検討会で発刊した, 浸水防止設備技術指針の初版を来年のICONで紹介しようと考えているとの紹介があった。

以上