

第 58 回破壊靱性検討会 議事録

1. 日 時：平成 26 年 9 月 17 日(水) 13:30～17:05

2. 場 所：日本電気協会 4階 C 会議室

3. 出席者（順不同，敬称略）

○出席委員；平野主査(IHI)，朝田副主査(MHI)，鬼沢(JAEA)，高本(BHK)，辻(富士電機)，
廣川(日立 GE)，中川(日本原子力発電)，廣田(MHI)，榊田(東芝)，伊藤(中
部電力)，山崎(JANSI)，堀家(四電) (計 12 名)

○代理出席者；小枝(日本製鋼所，田中代理)，田辺(JFE，半田代理)，神長(東京電
力，上坂代理)，三浦(電中研，曾根田代理)，大厩(関西電力，坂口
代理) (計 5 名)

○常時参加者；佐伯(東芝)，富松(MHI)，西山(JAEA) (計 3 名)

○欠席委員；枅(電源開発)，野崎(九州電力)，山下(神戸製鋼)，佐藤(発電技検)
(計 4 名)

○オブザーバ；阪本(MHI)，杉山(NFD) (計 2 名)

○事務局；富澤，飯田，志田(日本電気協会) (計 3 名)

4. 配布資料

資料 58-1 委員名簿

資料 58-2 第 57 回破壊靱性検討会 議事録(案)

資料 58-3 原子炉圧力容器に対する供用期間中の破壊靱性の確認方法(JEAC4206-201X)完本
版(履歴付き)

資料 58-4 ミニチュアコンパクト試験片MC(T)のJEAC4216への導入 進捗状況

資料 58-5-1 J E A C 4 2 0 6 原子炉圧力容器に対する供用期間中の破壊靱性の確認方法
新旧比較表(構成変更)

資料 58-5-2 J E A C 4 2 0 6 原子炉圧力容器に対する供用期間中の破壊靱性の確認方法
新旧比較表(重複部削除の確認)

資料 58-5-3 J E A C 4 2 0 6 原子炉圧力容器に対する供用期間中の破壊靱性の確認方法
新旧比較表(本文)

資料 58-5-4 J E A C 4 2 0 6 原子炉圧力容器に対する供用期間中の破壊靱性の確認方法
新旧比較表(解説)

資料 58-5-5 J E A C 4 2 0 6 原子炉圧力容器に対する供用期間中の破壊靱性の確認方法
新旧比較表(附属書)

参考資料-1 JEAC4206改定案の検討状況について(PTS評価におけるJ積分の算出方法)

参考資料-2 PTS 評価での弾塑性解析の取扱いについて

参考資料-3 軸方向継手と周方向継手の溶接残留応力の比較(運転条件負荷後、室温)

5. 議 事

(1) 会議定足数の確認

事務局より、出席委員数は代理出席者を含めて16名で、検討会決議に必要な条件（委員総数(21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。(最終的には17名)

(2) 前回検討会議事録(案)の確認

事務局より、資料58-2により第57回破壊靱性検討会の議事録(案)が説明され、正式議事録とすることとなった。

(3) JEAC4206-201X（原子炉圧力容器に対する供用期間中の破壊靱性の確認試験方法）の検討について

今回の資料について、再確認コメントがある場合は10月3日までに提出してもらうことになった。改定案については10月22日の検討会で内容を再度確認し11月7日の構造分科会に上程することとなった。なお、報告用に概要をまとめたPPTを作成することとなった。

1) JEAC4206 改定案の検討状況について (PTS 評価における J 積分の算出方法)

委員より、参考資料-1 に従い、吉村分科会長の意見に対する対応としての、PTS 評価における J 積分の算出方法及びその妥当性について説明があった。

意見・質疑はなし。

2) オブザーバより、PTS 評価での弾塑性解析の取扱いについて参考資料-2 に従い、①応力-ひずみ曲線の選択、②応力拡大係数算出における残留応力の扱いについて説明があった。今回紹介した検討内容については、今後対外発表する方向で進める。

主な質疑応答は、以下の通り。

- ・9頁、4章で、クラッドの残留応力はどのように求めているか。
→クラッドと溶接継手に発生する残留応力の K 値と PTS 過渡による K 値について、両者をそれぞれ求めて足し合わせている。
- ・クラッドの塑性が、今回の計算で Bilinear の物性値を使っているのもその影響で K 値が大きくなっていると思われるが、最後にクラッドの塑性歪の影響を補正しているのと、クラッドの弾塑性解析をしているのがよく分からない。クラッドの塑性が個々にあり、他を弾性で行い、最後に補正するのであればイメージできる。今後議論したい。
→残留応力において生じたクラッドの塑性の影響がどの程度あるのか検討する。
- ・解析に用いた2種類の応力-ひずみ曲線はどのように設定したのか？
→残留応力の解析に用いた IAF のデータは、Bilinear の形式で与えられており、それに対して解析で主に用いる低ひずみ領域で応力が高くなるよう Ramberg-Osgood 曲線でフィッティングした。

- ・7頁，図 3.1 で，亀裂のクラッド側のメッシュの切り方が粗いと， K 値が正確に求められない可能性がある。また，5頁，図 2.3 の負荷過程は下側の 4 本の線しかないが，それより上の線は除荷過程の線か。著者が除荷過程の線も図に載せているのは，それを使って何か分析している可能性がある。

→除荷過程の線になる。著者が除荷過程を分析に使用しているかは確認する。

→図 2.3 は除荷過程、負荷過程ともに 3 頁，(3)式を用いて計算したものと考えられるが，確認する。

3) 委員，常時参加者及びオブザーバより，資料 58-3 に基づき「JEAC4206-201X（原子炉圧力容器に対する供用期間中の破壊靱性の確認方法）」の改定内容について説明があった。主な質疑応答は、以下の通り。

[塑性崩壊の取り扱い(RF-4233(3))に関するコメント]

- ・P15，軸方向，周方向欠陥の塑性崩壊については，上部棚と PTS 評価では変えなければならぬ。上部棚は 1 対 6 の半楕円亀裂のケースであり，PTS は 2 次元亀裂を想定しているので，(18)，(19)式を変える必要がある。

→この式は半楕円ケースの式であるが，半楕円亀裂を置き換えているので，2次元亀裂にも適用できる。

- ・軸方向にしておけば， P_c と R_i で決まるので保守的になるが，欠陥寸法に塑性域補正することはやめたいと考える。

- ・破壊評価で c (欠陥長さ) のほうも進展を計算しているのか。

→あまり厳密には書いていない。例えば深さが進展すれば相似的に c も進展させることになる。 a/l が一定となる。

- ・ASME と R. G1. 161 の塑性崩壊の比較図を見ると，ASME のケースの線が直線あるいは右側にいくと，すこし立ち上がっていく傾向になるのはおかしい。R. G1. 161 の線の方が正しいと感じる。塑性崩壊については次回までに決めることにする。

- ・塑性崩壊の資料についても見直して，次回の検討会には正式資料とすること。

[改定案の記載内容に関するコメント]

- ・解説 RF-4221-5 (解 26 頁，14 行目)に，「クラッドの降伏挙動や…… β 補正等を併用してよい。」と書かれているがわかりにくい。例えば「有限要素法を行う場合にはクラッドの降伏挙動を考慮すると共に弾性体を使う場合には亀裂先端の塑性域の影響を考慮しなければいけない」という趣旨とするのはどうか。規格上は CEA の解で計算した K 値を β 補正して求める要求としており， β 補正は弾性解析による K 値に対してしか補正出来ないことになる。

- ・解説 RF-5212-1 (解 40 頁，10 行目)に，「…簡便に評価が行なわれるよう引き続き内面欠陥を適用する。」の記載があるが，「引き続き内面欠陥を適用する」という記載は初めて読む人は分からないと思う。

→「引き続き内面欠陥を適用する」という記載は削除する。

- ・解説 RF-4222-1 (解 27，28 頁)の解説図の RF-4221-1-1，RF-4221-1-2 のデータは参考文献の(3)，(4)，(5)からきていると思われるが，整理しなおしたものか。

→その通りである。「なお，溶接影響部の破壊靱性データは(一社)日本溶接協会の HST

小委員会で取得されているが」という記載を「なお、(一社)日本溶接協会のHST小委員会で取得された溶接影響部の破壊靱性データを用いて整理をすると……」に見直す。

- ・解説 RF-4221-4(解 25 頁), 「最大仮想欠陥」として一般評価と詳細評価が混在して記載されているので分かり難い。分けて記載するほうがよい。
 - ・解説 RF-2100-2(解 2 頁)で, 本規程を RF4120 に記載しているが, K_{Ic} だけでなく K_{Ia} も記載して, PTS 評価の時に K_{Ia} 曲線に使うこともあるので両方読めるようにすること。
 - ・RF-4121 (2) (9 頁)に, 「……RF-2400 (1)または(2)にしたがって静的破壊靱性試験を行い, ……」と書いてあり, (2)は K_{Jc} のことか。得られた K_{Jc} が(4)式以上であればということは寸法効果を考えていないので違和感がある。
- 解説を追加することも含め, 検討する。SFQ1B のデータを調べて, 公開可能であれば提出してもらえれば(2)の例になる。

[編集上の事項に関するコメント]

- ・解説 RF-4233-3(解 35 頁)で, 「亀裂」と記載されているが参考文献では「き裂」となっているので統一すること。
- 「亀裂」に統一するが, 参考文献で引用している文献名が「き裂」になっている場合は変更しない。
- ・RF-4121 (3) (9 頁), に「規定最小降伏点」と書かれているが, これは決まった言葉なのか。
- 機械学会の材料規格の表に, この表現が使われているが, 本規格で定義する。
- ・RF-1200 (1 頁)と C-3200 (3) (附 C-5 頁)に参考文献として ASME 文献が書かれているが, 記載方法が異なっているので統一すること。他の海外規格も同様に確認すること。
- 文章中は「“XXX”」は付けるがその他は付けずに統一するが, 他の箇所も確認すること。
- ・「JSME によると」書かれているところがあるが, 例えば「JSME PBXXXX によると」という記載にすること。また, 1 頁に「(7) ASME Boiler……Components (2013Edition)」とあるが, 「(7) ASME Boiler……Components “Rules……” (2013Edition)」が入るので追記すること。
 - ・「(一社)日本溶接協会のHST小委員会」の記載で, 「HST小委員会」は間違っているので修正する。また, (一社)は現在の組織名であるが, どうするか。
- 新旧の組織名の扱いについては事務局で調査するが, 今はこのままで分科会に報告する。

(4) ミニチュアコンパクト試験片 MC(T)の JEAC4216 への導入 進捗状況について

主査より, 資料 58-4 に基づき, ミニチュアコンパクト試験片 MC(T)の JEAC4216 への導入 進捗状況についての説明があった。次回 (第 4 回) の WG で規格案/比較表をまとめ, 破壊靱性検討会/構造分科会に JEAC4216 の改定を提案する予定。次回の構造分科会には中間報告をする。

意見・質疑はなし

(5) その他

次回 (第 59 回) の検討会は 10/22(水) PM に開催することとした。

以 上