

第 93 回破壊靱性検討会議事録

1. 日 時： 2022 年 2 月 4 日（金） 13：30～16：40

2. 場 所： Web 会議

3. 出席者（敬称略，順不同）

出席委員：廣田主査(三菱重工業)，高本副主査(三菱重工業)，高田幹事(関西電力)，
大厩(原子力安全システム研究所)，勝山(日本原子力研究開発機構)，兼折(中国電力)，
木村(四国電力)，佐藤^輝(IHI)，佐藤^寿(原子力安全推進協会)，相馬(電源開発)，
田川(JFE スチール)，中崎(関西電力)，中島(電力中央研究所)，名越(三菱重工業)，
西本(日本製鋼所 M&E)，長谷川(発電設備技術検査協会)，
服部(東芝エネルギーシステムズ)，増住(富士電機)，三隅(九州電力)，
山本(日本核燃料開発) (計 20 名)

代理出席者：山田(中部電力，稲垣委員代理)，櫻谷(日本核燃料開発，橋内委員代理)，
小島(日立 GE ニュークリア・エナジー，廣川委員代理) (計 3 名)

欠席委員：神長幹事(東京電力 HD)，折田(東京電力 HD)，早坂(日本原子力発電) (計 3 名)

常時参加者：平野(IHI)，佐伯(電力中央研究所) (計 2 名)

オブザーバ：なし (計 0 名)

事務局：景浦，佐藤，田邊(日本電気協会) (計 3 名)

4. 配布資料：別紙参照

5. 議 事

会議に先立ち事務局より，本会議にて，私的独占の禁止及び公正取引の確保に関する法律及び諸外国の競争法に抵触する行為を行わないことを確認の後，議事が進められた。

(1) 代理出席者の承認，オブザーバ等の確認，会議定足数，配付資料の確認について

事務局より，資料 No.93-1 に基づき，代理出席者 3 名の紹介があり，主査の承認を得た。さらに常時参加者 2 名の紹介があった。出席者数は確認時点で代理出席者も含め 23 名で，分科会規約第 13 条（検討会）第 15 項の開催条件の委員総数の 3 分の 2 以上の出席者数を満たしていることを確認した。その後配付資料の確認があった。

(2) 前回議事録の確認

事務局より，資料 No.93-2 に基づき，前回議事録案の紹介があり，正式議事録とすることについて特にコメントはなく，全員賛成で承認された。

(3) JEAC4201 改定について

検討会主査及び委員より、資料 No.93-3-1 から資料 No.93-6 及び参考資料-1 から参考資料 3-10 に基づき、JEAC4201 の改定について説明があった。

主な説明は下記のとおり。

- ・ 原子力規格委員会の意見をを受けて規格案を修正したが、「編集上の修正を超える」修正箇所があり、構造分科会で再審議を実施し、その後原子力規格委員会に上程した。ただし、原子力規格委員会での議論では、ハルデン炉の照射試験データが関連温度移行量評価式に使用されていることから、ハルデン炉の照射試験データの変更による影響評価結果によっては評価式に変更が生じる可能性があるため、原子力規格委員会では中間報告という扱いにして中間報告に対するご意見伺いを実施することとなった。
- ・ 原子力規格委員会のご意見伺いで、多くの意見を頂いているので、それに対する回答案を作成した。

主なご意見・コメントは下記のとおり。

- ・ 構造分科会及び原子力規格委員会で回答するにあたっては、意見の数が多いので、例えば技術上のコメントと、編集上のコメントに分け、技術的なコメントでも「拝承で修正」するものと、「現状のまま」とするものに分類したら良い。
 - ・ 定義の所で資料 No.93-3-1 の No.1 のコメントを反映し、「という」を削除すると、体言止めになる文書が出てくるが、体言止めになっても「。」は付けるのか。
- JEAC4216 では、文章の場合は「。」としていて、体言止めとなっている部分には「。」を付けていないことを確認したので、その様に分ける。
- ・ 資料 No.93-3-1 の No.3 の回答については、「関連温度移行量評価式の見直しを含めた要因分析が必要となると考えています。したがって、アウトライヤーについての取扱いは今後の課題と考えています。」と回答しているが、アウトライヤーが出たからと言って必ずしも見直すわけではないので、「見直しの是非」、「見直し要否」等の文言を追加した方が良い。
- 「見直し要否を含めた要因分析」に表現を見直す。
- ・ 資料 No.93-3-1 の No.18 については、「(10) RT_{NDT} (関連温度)」は「衝撃試験及び落重試験によって得られる温度」とあるが、これは定義ではなく、具体的にはその試験により求めるという説明である。また、「遷移領域における中性子照射に伴う破壊靱性の低下の程度を示す温度指標として用いられる。」も定義ではなく、この RT_{NDT} というものの使い方を説明しているものである。また、落重試験は RT_{NDT} の初期値を求める時に使用し、照射に伴う関連温度を求める時には落重試験を実施しないので、修正後の文章はこれで良いのか。
 - ・ 少なくとも「破壊靱性の低下の程度を示す」ものではないので、「低下」は必要ない。
 - ・ RT_{NDT} については、初期値に ΔRT_{NDT} 予測値を加えたものにも RT_{NDT} を使用しているので、現状の規格で使用している箇所をよく確認した方が良い。
 - ・ 定義しなくてはならないのであれば、最初に初期値を定義した方が良いと思う。初期値は落重試験で決まるし、先ず初期値を明確にしてその後関連温度移行量を結び付けていくのが良い。定義ではなくこのように使用しているというような表現になってしまうかもしれない。

- ・ 原子力規格委員会での意見の内、最初に RT_{NDT} を定義すべきという意見もあり、先ほどの温度指標を最初に定義し、初期値はこうだというのが良いかと思う。破壊靱性の指標というのを最初に関連温度の所で定義し、初期値については照射前に JSME で決められる温度と定義した方が順番としては良いと思う。
- ・ 「遷移領域における破壊靱性の程度を現す温度指標」のような記述を検討する。
- ・ 本件について、追加で意見があれば来週中に連絡をお願いする。

(4) マスターカーブ法ワーキンググループ中間報告

委員より、資料 No.93-7 に基づき、マスターカーブ法ワーキンググループ中間報告について説明があった。

主な説明は下記のとおり。

- ・ JEAC4216 の改定案については、マスターカーブ法ワーキンググループで議論した結果を踏まえ、破壊靱性検討会で中間報告し、その後構造分科会等で意見を伺っていきたいと考えている。
- ・ 前回も報告しているが、その後技術的な検討が進んでおり、前回の破壊靱性検討会で頂いた意見に対しても技術検討を実施している。
- ・ 本日の検討会では、資料 No.93-7 を使用して概要を説明する。

主なご意見・コメントは下記のとおり。

- ・ 資料 No.93-7 の 13 頁に「新知見の導入とモダナイズ」とあり、「モダナイズ」と「新知見」というのは同じことを言っているような気がするが、どのような意図で使い分けているのか。
- 「新知見の導入」というのは、精度が向上した、数値が変わったというものである。モダナイズというのは、評価方法そのものが変わるとか、技術ベースは同一であってもより整理されたものと考えている。従って両者の意味を込めてこれを入れている。
- ・ 今後規格として説明していく場合に、これは ASTM E1921 という、モデルとなる米国の規格があるので、日本独自のものは何処なのかということのを端的に整理して、何故日本独自としたのかということの説明を求められると思うので、そういうものは今後準備した方がよい。
- 日本独自というよりも JEAC4216 独自の部分というのは整理しておきたいと考える。
- ・ それに関して 2015 年版までは何も書いていないのか。2015 年版で書いてあればそれをアップデートするということも考えられる。
- 今までは、新規に導入したものしか記載していない。今回の中間報告には間に合わないかもしれないが、そのような資料も作成する。
- ・ 2015 年版は技術評価の結果エンドースされなかったが、JEAC4201 等からの引用がなかったためであり、JEAC4201 が改定されれば、その技術評価と合わせて JEAC4216 の 2015 年版についてもエンドースされるのではないかと考えられる。今の改定案では、技術評価の要望を基本的には反映する方向で検討しているので、こういうことを実施しているという

ことを構造分科会及び原子力規格委員会に報告すると、原子力規制庁にも伝わると思われる。実際に、事業者から JEAC4201 が改定されたらすぐに技術評価してほしいという要望を出しているのも、それとセットで 2015 年版もエンドースされるのではと思う。ハルデン炉の照射試験データの状況で JEAC4201 の改定時期は後ろ倒しになると思われ、おそらく JEAC4601 の技術評価はボリュームがあるので、数年単位で他の技術評価が出来なくなると思われる。2015 年版プラス追加要件が 202X とほぼ同じという形になれば、規制当局側も事業者側もこれで良いという形で進むと思うので、中間報告でこの様な検討をしているという報告を 3 月の原子力規格委員会で実施するのが良いと思う。

- エンドースはされなかったが、基本的な技術的妥当性は確認されており、原子力の規制に直接関係ある規格(JEAC4201, JEAC4206 等)から引用されれば、もう一度確認した上でエンドースに至るという認識であり、JEAC4201 と合わせて技術評価されるのは JEAC4216-2015 であるという前提で考えている。しかし、技術評価時点で 202X 版が完成しているのであれば、古いものを技術評価に持ってくる必要も無いという議論もあるかもしれない。
- ・ 資料 No.93-7 の 16 頁の予亀裂の K_{MAX} については、ページ下の特に(2)に関していうと、対象としている破壊靱性のレベル感次第であり、対象としている K_{JC} が 30 から 40MPa 程度であれば、(1)、(2)において(1)で影響を及ぼさないかという、影響を及ぼすし、(2)も影響を及ぼす可能性が強くなってくると思う。それを前提としないと(1)、(2)も検討できないと考える。(1)では $K_{MAX}=15MPa\sqrt{m}$ とする必要があるが、これは今の ASTM の 1820 も含めた脆性破壊に対する予亀裂導入の全てに渡ってこれを使用しているが、経験者であればすぐ分かるが、これはほとんど不可能であり、この範囲に入れるのは至難の技となる。個人的には下の(2)で良いかと思っている。これも上に戻り T_0 の評価に大きな影響を及ぼさないというのが前提だとすると、いずれにしても K_{JC} がいったいどのぐらいのレベルを我々として想定しているのかという、それが無いと結局のところ議論できないと感じた。
- 本日はこの内容の細かいところまでは説明しなかったが、今の意見の K_{JC} のレベルという意味では、現行規格における最低の試験温度が $T_0-50^{\circ}C$ であり、その温度における K_{JC} レベルが評価で考慮すべき一番低い K_{JC} レベルとなっている。そこで $T_0-50^{\circ}C$ で K_{JC} をサンプリングした時に、この影響がどの程度であるかという計算を実施している。その結果、条件を満たさない結果が何%までなら T_0 への影響が $1^{\circ}C$ 以下であるかという検討を行った。より高い試験温度では、影響はさらに小さくなる。ところで、前回コメントをもらい調査した結果、ASTM E1820 では現行の JEAC4216 と同じ式が使用されているということを認識している。こちらの方が K_{JC} の分布としては厳しいものを要求しており、ASTM E1921 の中で出した K_{JC} の分布というのは実は ASTM E1820 より K_{JC} の分布としては甘いものを採用している。なぜ甘いものなのに、より低い破壊靱性の要求 ($=15MPa\sqrt{m}$) になっているかというと、これは沢山の試験片で 1 つの T_0 を求めるというマスターカーブ法の特長性によっている。
- ・ 本件についても 1 週間程度で意見をお願いしたいと考える。この JEAC4216 と JEAC4201 については、構造分科会に報告する予定であり、2 月 15 日に構造分科会長への事前説明、2 月 21 日に構造分科会があるので、そこで説明した後おそらく書面審議になると思われる。

(5) 2022 年度活動計画について

検討会主査より、資料 No.93-8-1 及び資料 No.93-8-2 に基づき、2022 年度活動計画について説明があった。

主なご意見・コメントは下記のとおり。

- ・ ハルデン炉の問題で、照射リグ No.2 以外の情報は何時頃に出そうなのか。影響評価を実施したが影響は小さかったということだが、ハルデン炉の問題が意図的変更であったのか、そうでなかったのかということも踏まえて、影響が小さいのでそのまま行くという方向で行くのか、意図的に変更されたものなので、正しいデータがそろった時点で、その値に置き換えてしまうことも考えられる。破壊靱性検討会として 2022 年度活動計画ではどちらでも読み取れるように表現を変えた方が良いと考える。
→ そのように 2022 年度活動計画を修正する。

(6) その他

- ・ 次回破壊靱性検討会の日程は別途定めることにする。

以 上

資料 No.93-1	原子力規格委員会 構造分科会 破壊靱性検討会 名簿
資料 No.93-2	第 92 回破壊靱性検討会 議事録 (案)
資料 No.93-3-1	第 80-2 回 原子力規格委員会 JEAC4201 改定案中間報告 ご意見伺い時 のご意見及び回答 (案)
資料 No.93-3-2	JEAC4201 - 202X 改定提案について 構造分科会
資料 No.93-4	平野さんコメント回答案
資料 No.93-5	JEAC4201-202X 改定案
資料 No.93-6	JEAC4201-202X 改定案 新旧比較表
資料 No.93-7	「JEAC4216 202X フェライト鋼の破壊靱性参照温度 T_o 決定のための 試験方法」改定概要
資料 No.93-8-1	2022 年度各分野の規格策定活動
資料 No.93-8-2	原子力規格委員会 構造分科会 2022 年度活動計画 (案)
資料 No.93-9	規格制改定時に対象とした国内外の最新知見とその反映状況
参考資料-1	第 65 回 構造分科会 議事録 (案)
参考資料-2	第 80-2 回原子力規格委員会 議事録 (案)
参考資料-3-1	第 50 回技術情報検討会の結果概要
参考資料-3-2	令和 3 年度原子力規制委員会 第 44 回会議議事録
参考資料-3-3	ハルデン炉での照射試験における照射温度変更による電気協会規格への 影響について (概要)
参考資料-3-4	ハルデン炉での照射試験における照射温度変更による電気協会規格への 影響について
参考資料-3-5	関連温度移行量評価式における監視試験データによる補正の規定比較
参考資料-3-6	JEAC4201-202X 改定提案_参考資料
参考資料-3-7	JEAC4201-202X 附属書 B 見直し提案
参考資料-3-8	第 64 回構造分科会 JEAC4201 改定案 ご意見伺い時ご意見及び回答(案)
参考資料-3-9	第 65 回構造分科会 JEAC4201 改定案 ご意見伺い時ご意見及び回答(案)
参考資料-3-10	規格制改定時に対象とした国内外の最新知見とその反映状況
参考資料-4	原子力研究委員会: IET 小委員会活動報告
参考資料-5-1	NRC ML21323A021_221115ACRS 資料
参考資料-5-2	EPRI MRP-462 抜粋 Code Case N-914 ドラフト