

## 第 52 回 構造分科会議事録(案)

1. 日 時:平成 30 年 2 月 21 日(水) 13:30~15:50

2. 場 所:航空会館 201 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),  
安藤(日本原子力研究開発機構), 石川(四国電力), 岩崎(群馬大学),  
宇田川(IHI 検査計測), 折田(東京電力 HD),  
勝山(日本原子力研究開発機構), 小林(日本原子力発電),  
佐藤(発電設備技術検査協会), 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), 永山(中国電力), 沼田(北海道電力),  
樋口(新日鐵住金), 北条(三菱重工業), 本郷(IHI),  
町田(テフコンシステム), 松永(東芝エネルギーシステム), 望月(大阪大学) (計 26 名)
- 代理出席:中村(九州電力/中牟田委員代理), 西田(北陸電力/新屋委員代理),  
柘(電源開発/岩田委員代理),  
丸末(日立 GE ニュークリア・エナジー/増田委員代理) (計 4 名)
- 欠席委員:大岡(ものづくり大学), 小川(青山学院大学),  
吉村(東京大学), 若林(東北電力) (計 4 名)
- 常時参加者:藤澤(原子力規制庁), 北條(原子力規制庁/船田常時参加者代理) (計 2 名)
- オブザーバ:破壊靱性検討会:廣田副主査(三菱重工業),  
渦電流検討会:土橋委員(東芝エネルギーシステム) (計 2 名)
- 事務局:飯田, 永野, 大村(日本電気協会) (計 3 名)

### 4. 配付資料

- 資料 52-1 構造分科会委員名簿, 検討会委員名簿  
資料 52-2 第 51 回構造分科会議事録(案)  
資料 52-3-1 JEAG4217 原子力発電所用機器における渦電流探傷試験指針コメント対応表  
資料 52-3-2 JEAG4217 原子力発電所用機器における渦電流探傷試験指針新旧比較表  
資料 52-3-3 JEAG4217-201X「原子力発電所用機器における渦電流探傷試験指針」(案)  
資料 52-4-1 JEAG4640「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 52-4-2 JEAG4640「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」  
資料 52-5 平成 30 年度 各分野の規格策定活動(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, 常時参加者の代理者及びオブザーバの紹介があり, 分科会長の承認を得た。

(2) 検討会委員変更の審議

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。

【供用期間中検査検討会】

尾山 委員(北海道電力) → 村田 新委員候補(同左)

宍道 委員(中国電力) → 門脇 新委員候補(同左)

田中 委員(GE 日立・ニュークリアエナジー) → 古屋 新委員候補(同左)

【水密化技術検討会】

神谷 委員(東芝エネルギーシステムズ) → 片上 新委員候補(同左)

(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。

(4) 第 65 回原子力規格委員会議事について

事務局より、第 65 回原子力規格委員会の議事の紹介があった。

・規格案の審議において、中間報告のコメント処理がうまくできていなかった事例があり、分科会に持ち帰ることとなった。原子力規格委員会では正確な回答が必要である。

(5) 審議事項 他

1) JEAG4217 原子力発電所用機器における渦電流探傷試験指針

折田委員(渦電流探傷試験検討会副主査)、土橋同検討会委員より、資料 51-3-1~3-3 に基づいて、書面投票コメントへの対応及び新旧比較について説明があった。

検討の結果、一部修正の上、書面投票へ移行することとなった。

<主なご意見, コメント>

- ・Ni 基合金、ステンレス鋼の SCC をターゲットにした ECT の規格と今回追加となる低合金鋼を明確に分けた方が良いとの主旨で反対した。本案は分けているので、反対を取り下げた。ただし、低合金鋼を附属書にした理由は何か。本文で分ける方法もある。
- ・他の附属書は本文から読み込んでいる。附属書 D から附属書 B, C を呼び込むことになっている。整理の観点からは本文から読み込む方が良い。
- 低合金鋼については、附属書 D を用いることとした。附属書 D の中では、附属書 A, B, C と同じことを記載することになってしまうので、それら呼び込んだ。
- ・この指針は渦電流探傷試験における探傷面開口部の検出及び長さの測定の要領である。適用はオーステナイト系ステンレス鋼と高ニッケル合金の母材部及び溶接部である。なお書きで準用しても良いとされ、準用できる低合金鋼に附属書 D を設けている。解説 P 解 1 で、適用を「渦電流探傷～割れ以外～」としているが、本文事項である。附属書 D で附属書 A~C の方法を低合金鋼について書き足しており、構成がおかしい。
- ・適用範囲に低合金鋼を書いた方が良い。
- 低合金鋼を適用範囲に入れることを考える。また、追加したことの影響を考える。
- 確認試験が行われている欠陥として、オーステナイト系ステンレスと高ニッケル合金に関しては、SCC を含め国プロで行われているが、低合金鋼は、実機の想定されるところまでに限定しており、範囲が異なり、参考として附属書 D とした。
- ・適用範囲として、低合金鋼を加えることを明確にした上で、オーステナイト系ステンレス鋼と高ニッケル合金には SCC も使えるが、低合金鋼は疲労割れだけとするのではないか。

- 本文の適用範囲には低合金鋼と書き、解説に低合金鋼は疲労割れと記載したい。
- ・解説ではなく、本文に記載する必要がある。
- ・対象が異なっていて、適用範囲として追加した。No.1 コメントは分けることだけであった。適用範囲を広げるのであれば、本文に書かないとしない。
- 目的に、オーステナイト系ステンレス鋼と高ニッケル合金は附属書 A～C。低合金鋼は附属書 D とするように修正する。
- ・現状の指針から変更点を少なくして改定するとしたら、適用範囲に低合金鋼を追加、低合金鋼の場合は疲労に限るとした上で、考慮する点を記載する。
- 目的と適用範囲に、オーステナイト系ステンレス鋼と高ニッケル合金と低合金鋼を共に分けて記載する。
- ・1200 適用範囲に低合金鋼を追加し、附属書の呼び出しは 2000 番台とする。

○修正した上で、書面投票に移行することについて、挙手にて決議し、承認された。

- ・期間は 2/26～3/12
  - ・書面審査の可決した場合は、原子力規格委員会へ上程。
  - ・編集上の修正については、分科会長に判断を一任。
  - ・原子力規格委員会で承認された場合は公衆審査に移行。
- 以上の上限について、挙手にて決議し、承認された。

- 2) JEAG4640 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)  
破壊靱性検討会廣田副主査より、資料 51-4-1～4-2 に基づいて、構造分科会ご意見に対する回答について、説明があった。  
検討の結果、一部修正の上、書面投票へ移行することとなった。

#### <主なご意見, コメント>

- ・No.18 で、内部亀裂の計算をした時に、板厚方向の温度分布等に依存すると思うが、必ず表面側が厳しいのか。
- 内部亀裂を想定した時に、脆性破壊の発生については、照射脆化の観点、基本的に冷却過程であるので応力及び温度の観点で、ほとんどのケースで内表面側が厳しいと考えているので、内表面側を評価点としている。脆性破壊発生後は、保守的に内表面の全周又は軸方向に長い亀裂に置き換えて、外表面側端部を評価点として亀裂伝播が停止するかどうか、亀裂伝播が停止すれば、停止後に脆性破壊が再発生するかどうかを評価していく。
- ・内表面側は厳しいであろうことは分かるが、いろいろなケースを確認したか。応力勾配が表面側に高ければ表面側に着目すれば良いが、応力勾配が大きくない状態であれば、亀裂の深さのファクターの方が大きくなって、表面より深い方が、K が大きくなる逆転する現象はないか。
- それは、表面亀裂で浅いき裂と深いき裂を想定した時ではないか。内部亀裂か。
- ・内部亀裂である。深さ方向に関してポイントが表面側と奥側の 2 点ある。常に内側に近い方が K が高いかどうかという話である。
- 十分に長い亀裂を想定して、もう一度脆性破壊の評価をするので、保守的に外表面を評価していくことになる。
- ・内部亀裂から亀裂進展するかどうかの判定で、内表面側だけに着目して、仮に深い方が大きい場合は、非保守側の判定となる。そこを保証しているかどうか。置き換えたら表面亀裂は大きくなって、深いところで着目したら良いことは分かるが、一番初め

- の脆性亀裂の発生の判定を正しく評価しているかどうか。
- 全てのケースの確認している訳ではないが、大体保守的な評価になっていることは確認している。アメリカの PFM コード FAVOR も同じ扱いで、今のところ問題はない。
  - ・可能であれば、テクニカルバックを示していただいた方が良い。
  - 別途確認する。
  - ・内表面を評価点とすると記載するより、最大の K は通常はここの記載が良い。バックグラウンドを示すには全部書かなくてはならず、それは中々難しいと思う。
  - 問題ないと思うので、一般的には内表面側端部等、表現の見直しをする。
- ・No4 非延性破壊の定義はされているが違和感がある。脆性破面と延性破面で、1 対 1 の対応があって、脆性破面と脆性破壊、延性破面と延性破壊。そのうち、高強度アルミ、高照射を受けた材料であると破面は延性であるが、伸びがない。そういうものに対して非延性破壊という定義が出てきたと思う。例えば、シャルピーで照射量が高い時に、低温側は脆性破壊する、上部棚で壊れているところは非延性破壊という理解であるが、この範囲であると脆性破壊と延性破壊が一緒になっている。エネルギーが少ない方も脆性破壊と呼ばず非延性破壊と呼んでいるのか。この定義であると非延性破壊は脆性破壊及びとなっているので全部入っているが、一般的に低温側で吸収エネルギーが小さいところの破壊を非延性破壊と定義されているのか。
  - 吸収エネルギーが低いというよりも、塑性変形をほとんど伴わずに破壊するようなものを非延性破壊と呼んでいる。
  - ・非延性破壊と脆性破壊に区別がないのか。
  - 延性破壊というと、シャルピーでも上部棚、ある程度塑性変形して破壊するものは延性破壊だと思う。非延性破壊は塑性変形をほとんど伴わずに破壊する。
  - ・破面が脆性であっても延性破面であっても共に非延性破壊というのか。上部棚だと破面は延性破面だと思う。破面は延性であるが、破壊モードは非延性破壊。
  - シャルピーの上部棚のところは非延性破壊とは呼ばないかと考える。
  - ・非延性破壊で、上部棚の下限を決めるのも、脆性破壊を防止するために定めているのか、非延性破壊を防止するために定めているのか。NRC 等の上部棚の下限を定めている時に、文章として、脆性破壊を防止するために上部棚のエネルギーを決めているのか、非延性破壊を防止するためと言っているのか。
  - 上部棚吸収エネルギーに対しては、延性(ductile)破壊という表現になっている。
  - ・その破壊モードは非延性破壊でしょう。アルミ合金の破壊と同じように、伸びが少なくて壊れる。破面は延性である。
  - 非延性破壊とは遷移領域の破壊を言っていると思う。 $RT_{NDT}$ の  $NDT$  はニルダクティリティトランジションの意味で、わずかな延性亀裂を伴って、最終的にはへき開破壊で壊れているものを非延性破壊と全般的に言っていると思う。上部棚は全然違うと思う。
  - ・アルミ合金みたいなものは、元々遷移温度はないが、非延性破壊か。
  - フェライト鋼に多分限定しての用語だと思う。
  - フェライト鋼は上部棚のところは延性破壊で、遷移領域は脆性破壊や非延性破壊である。
  - ・上部棚で、それ以下はだめだと言っているときの表現はどうか。
  - 米国等では ductile、つまり、延性破壊という表現である。
- ・P2 に亀裂の定義があり、後ろの方に破壊靱性、亀裂伝播停止等がある。確率論的破壊力学解析手法に関連する用語とそうでないものをソートしてはどうか。

→用語の定義については、最初に基本的なところ、あとは計算の流れをイメージした順番とした。  
→非延性破壊を1番最初に入れた理由は、最初の目的及び適用範囲に記載があり、基本的な事項であったためである。

- ・No.13 で、減衰という言葉が使われている。今回は対象が高速中性子束で、板厚方向に減衰するという表現は問題ないと思うが、熱中性子を考慮すると分布かと思う。
- 破壊靱性の評価、脆化予測を行う際は1MeV以上の高速中性子を対象として評価しており、このままとしたい。
- ・DPA ベースで考えた損傷は減衰する。減衰計算は表面の高速中性子束をDPA ベースで減衰させる。他のエネルギースペクトルの中性子の影響は過少評価されない。

○修正した上で、書面投票に移行することについて、挙手にて決議し、承認された。

・期間は2/26～3/12

・書面審査の可決した場合は、原子力規格委員会へ上程。

・編集上の修正については、分科会長に判断を一任。

・原子力規格委員会で承認された場合は公衆審査に移行。

○以上の条件について、挙手にて決議し、承認された。

#### (6) 平成30年度活動計画について【審議】

事務局より、資料52-5に基づいて、平成30年度活動計画の説明があった。

検討の結果、原子力規格委員会へ上程することとなった。

<主なご意見、コメント>

・原子力規格委員会ではいろいろな情報があるかと思う。検査制度見直しの改定状況等、参照できるようにすると、この分野に何の関係するかが分かるようになる。

→拝承。

・5.4.2-4で、原子力関連規格類協議会と調整事項等が発生した場合これに対応するとある。震災後に83項目、現在90何項目かが作られており、委員にメールされたい。

→事務局から、配信する旨、回答があった。

○原子力規格委員会への上程について、挙手にて決議、承認された。

#### (5) その他

##### 1)事務局報告

①JEAC4203「原子炉格納容器の漏えい率試験規程」は発刊直前。

②現在講習審査中の規格:なし

##### 2)次回構造分科会

②議案:原子力規格委員会に上程する2規格について、委員会の結論による。

③開催時期:メールで調整(3月に入ってから、事務局からメール送付)

以上