

第 2 4 回 構造分科会 議事録

1 . 日 時 : 平成 2 1 年 8 月 2 8 日 (金) 1 3 : 3 0 ~ 1 7 : 0 5

2 . 場 所 : (社) 日本電気協会 C , D 会議室

3 . 出席者 : (敬称略 , 順不同)

- 出席委員 : 吉村分科会長 (東京大学) , 加口 (三菱重工業) , 伊東 (日立 GE) , 大岡 (日本溶接協会) , 小川 (青山学院大学) , 曾根田 (電力中央研究所) , 齋藤 (原技協) , 島田 (海上技術安全研究所) , 鞍本 (電源開発) , 笠原 (東京大学) , 高木 (東北大学) , 野村 (関西電力) , 福田 (九州電力) , 船田 (原子力安全基盤機構) , 藤澤 (原子力安全・保安院) , 望月 (大阪大学) , 山下 (日本原子力研究開発機構) , 山田 (中部電力) , 吉田 (発電技検) , 三木 (富士電機システムズ) , 岡田 (四国電力) , 堂崎 (日本原子力発電) , 三村 (中国電力) (計 23 名)
- 代理出席 : 増井 (東京電力・石沢代理) , 末園 (東芝・田口代理) , 平野 (I H I ・宮口代理) , 竹島 (東北電力・大谷代理) , 森本 (北陸電力・手操代理) , 海老根 (日本原子力研究開発機構・鈴木代理) (計 6 名)
- 欠席委員 : 沼田 (北海道電力) , 三浦 (日本製鋼所) , 熊谷 (原子力安全・保安院) , 庄子 (東北大学) (計 4 名)
- 説明者 (オブザーバ) : 野中 (日立 GE ・渦電流探傷試験検討会副主査) , 徳間 (東京電力・渦電流探傷試験検討会) , 伊藤 (東京電力・格納容器内塗装検討会主査) , 碓井 (日立 GE ・格納容器内塗装検討会副主査) , 鶴田 (東京電力・格納容器内塗装検討会) , 富松 (三菱重工業・破壊靱性検討会主査) (計 6 名)
- オブザーバ : 平澤 (電力中央研究所) , 徳久 (三菱重工業) , 山本 (関西電力) , 糟谷 (東芝) , 満名 (産報出版) (計 5 名)
- 事務局 : 高須 , 石井 , 大東 (日本電気協会) (計 3 名)

4 . 配付資料

- 資料 24-1 第 23 回構造分科会 議事録 (案)
- 資料 24-2 構造分科会 委員名簿及び各検討会委員名簿 (案)
- 資料 24-3-1 JEAG4217 「原子力発電所用機器における渦電流探傷試験指針」制定案に関する書面投票の結果について (日電協 21 技基第 209 号)
- 資料 24-3-2 JEAG4217 構造分科会書面投票での意見への対応案
- 資料 24-3-3 JEAG4217 「原子力発電所用機器における渦電流探傷試験指針」制定案
- 資料 24-4-1 原子炉格納容器内の塗装に関する指針 (案) の概要について
- 資料 24-4-2 原子炉格納容器内の塗装に関する指針 (案)
- 資料 24-5-1 JEAC4201 および JEAC4206 の改定について (案)
- 資料 24-5-2 JEAC4201-2007 NISA 技術評価対応について
- 資料 24-6 破壊靱性のマスターカーブ法の規格案について (案)
- 参考資料 1 第 33 回原子力規格委員会 議事録 (案)
- 参考資料 2 マスターカーブ概要説明資料
- 参考資料 3 日本電気協会 「原子炉構造材の監視試験方法」(JEAC4201-2007) 及び 「原子

力発電所用機器に対する破壊靱性の確認試験方法」(JEAC4206-2007)に関する技術評価書(抜粋)

参考資料 4 発電用原子力設備に関する技術基準を定める省令の解釈についての一部改正について(通知)

5. 議事

(1) 会議定足数の確認, 代理出席者の承認

事務局より, 委員総数 33 名に対し, 代理出席者も含めて本日の委員出席者数 29 名で, 会議開催条件の「委員総数の 2 / 3 以上の出席」を満たすことの報告があった。

また, 本日の代理出席者, オブザーバ参加者について, 規約に基づき, 吉村分科会長より承認を得た。

(2) 前回議事録(案)の承認

資料 No.24-1 に基づき, 事務局より前回議事録(案)の紹介があり, 特にコメントはなく承認された。

(3) 第 33 回原子力規格委員会議事録(案)の紹介

参考資料 1 に基づき, 事務局より第 33 回原子力規格委員会議事録(案)の紹介があった。

(4) 構造分科会委員変更の紹介及び検討会委員変更の審議

資料 No.24-2 に基づき, 事務局より構造分科会委員変更の紹介があった。その後, 検討会委員の変更について説明があり, 了承された。また, 吉村分科会長より, 増井様(東京電力)の構造分科会委員就任が 9/15 の原子力規格委員会にて了承された場合, 分科会幹事に指名する予定であることが紹介された。

変更になった検討会委員は, 以下の通り。

(破壊靱性検討会)

前川之則(原子力安全・保安院) 米山弘光(原子力安全・保安院)

松本健次(九州電力) 野崎剛(九州電力)

山下理道(東京電力) 岡田亮兵(東京電力)

(PCV 漏えい試験検討会)

高田泰和(関西電力) 大厩徹(関西電力)

新山耕市(四国電力) 三好剛正(四国電力)

西田 毅(北陸電力) 辰尾光一(北陸電力)

(供用期間中検査検討会)

石沢順一(東京電力) 増井秀企(東京電力)

清水敬輔(東北電力) 松本好甲(東北電力)

橋本唯一(原子力安全・保安院) 古作泰雄(原子力安全・保安院)

濱中鉄也(東京電力 新任)

(SG 伝熱管 ECT 検討会)

近畑英之(日本原子力発電) 坂東文夫(日本原子力発電)

(機器・配管設計検討会)

西田 毅(北陸電力) 辰尾光一(北陸電力)

三好剛正(四国電力) 石川達也(四国電力)
吉賀直樹(三菱重工業) 永田靖(三菱重工業)
(設備診断検討会)
門田友和(四国電力) 藤原英起(四国電力)
杉 邦明(東北電力) 佐藤公仁弘(東北電力)
糸谷恭史(中部電力) 松崎章弘(中部電力)
西田 毅(北陸電力) 辰尾光一(北陸電力)
牧 明(テプコシステムズ) 堀江貴之(テプコシステムズ)
宮口仁一(三菱重工業) 西谷順一(三菱重工業)
吉川勝宏(関西電力) 大神隆裕(関西電力)

(渦電流探傷試験検討会)

山下理道(東京電力) 徳間英昭(東京電力)
進藤俊哉(中部電力) 稲垣哲彦(中部電力)
近畑英之(日本原子力発電) 坂東文夫(日本原子力発電)
古作泰雄(原子力安全・保安院 新任)

(格納容器内塗装検討会)

江藤祐昭(原子力安全・保安院) 竹内 淳(原子力安全・保安院)
進藤俊哉(中部電力) 川端樹生(中部電力)
長谷川勝広(東北電力) 松本好甲(東北電力)

(ASME Sec.XI 対応検討会)

小川 徹(原子力エンジニアリング) 坂井 毅(原子力エンジニアリング)
関 弘明(日本原子力技術協会) 山崎達広(日本原子力技術協会)

(5) 構造分科会書面投票の結果報告

資料 24-3-1 に基づき、事務局より JEAG4217「原子力発電所用機器における渦電流探傷試験指針」制定案の書面投票結果について紹介があった。

(6) 書面投票における意見への対応案の審議

渦電流探傷試験指針検討会の野中様、徳間様より、資料 24-3-2,3 に基づき、JEAG4217「原子力発電所における渦電流探傷試験指針」制定案の構造分科会書面投票における意見への対応案の説明があった。審議の結果、本日の議論を踏まえて意見者との意見交換を経て構造分科会の書面投票に移行することについて挙手による決議を行い、全出席委員の賛成で可決となった。主なコメントを以下に示す。

a. コメント 14 関連：事前確認方法の内容が本文では読めないもので、解説の内容を本文に移行して欲しい。「試験により」という言葉は入ったが、具体的にどうするというのは何もないので仕様規定としては難しい。解説の内容を本文に書いても、問題ないのではないか。

試験対象部位ごとに事前確認すべき内容が変わることもありうるので、この程度の記載とした。本文は試験を行うことの必要性を書いて、解説にはその補足を書いたものである。

b. コメント 21 関連：固着スケールは極めて薄いので探傷感度の低下は無視してよいとする根拠が、この回答では明確ではない。

固着スケールは極めて薄いため、問題にならない。

更問 1. 固着スケールは磁性体だと思っているが、違うのか。磁性体だとすると、ステンレス鋼などの非磁性体の上に磁性体が付着すれば、ノイズなど影響が出るのではないか。薄いからというだけでは、根拠にならないと思う。

固着スケールについては、以前に酸化被膜がついた状態で試験をしたことがあって、磁気特性としてはほとんど影響なかった。

更問 2. 解説に「ハードクラッドやソフトクラッドの除去を必要としない」とあるが、このことは本文に書くべきで、なぜ除去しなくてよいのかという理由を解説に入れるべきではないか。全般的に見直ししていただいて、何が解説、例示で、何を本文にもってくるべきかということを整理した方がよい。

c. コメント 28 関連：試験補助員ができる作業の中に「操作及び記録の作成」とあるが、それは試験員の業務で試験補助員にはできないはず。

「試験補助員はその作業を補助してよい」と明確にしている。

更問：JIS 非破壊試験の記載と整合がとれているのか。

確認する。

d. コメント 33 関連：欠陥の長さが非常に短い場合には、曲面に対して探触子の寸法が大きい場合には欠陥部に接触しないことが考えられるので、注意書きが必要ではないか。

対比試験片は密着するものを選択するので、コメントにあるようなことまで考える必要はない。実機では密着しにくいケースがあるかもしれないが、それについては可能な限り密着させることを規定しているし、リフトオフにより感度が低下するような場合には補正をしてよいと規定しているなので、問題ないと思う。

2710(4)に「表面に密着した状態で走査する」としている。

2320(3)に「プローブは試験部の形状に追従できるものとする」となっているので、曲率のある部位には、それに追従できるものを使うと読めるのではないか。

更問：解説の図 2330-1-2 は、同じプローブで平面と曲率のあるところで、同じように対応できるということになっている。

2330(1)に「試験部が曲面の場合でも、曲面と平面との感度差が 1dB を超えない手法を用いる場合は、平板の対比試験片を使用してよい」とあるので、全く同じではなくても少々は我慢できるということである。

R20 の試験片に対してフレキシブル ECT センサは寸法も書いていなくて、データはこうだと言われても、その妥当性を判断できない。

e. コメント 34 関連：フレキシブル ECT センサが何かわからないので質問したが、感度差がないということであれば、そのことについての説明をするべきである。今の回答ではそのことはわからない。

f. コメント 35 関連：試験片の厚さ 10mm については、データを定量的に理解できないので、対象プローブの試験周波数の説明が必要である。

g. コメント 52. 今回追加された図で距離 0 のところで出力電圧が一番高いが、0 ということとはプローブが半分しかのっていないというイメージであるが、本当にその状態で出力電圧

がピークになるのか。

データは実測値を使っているのですが、間違っていない。通常使うプローブだと数 mm の大きさなので、このような結果となる。

更問：プローブの寸法を書いて欲しい。そして、その寸法のプローブであれば、このようなデータとなるということを教えて欲しい。

h . コメント 66 関連：2710(1)は、オーバーラップについて規定しているようには読めない。2710(1)に走査ステップのことが規定してあり、オーバーラップの件も含んでいる。2710 には、オーバーラップのことは何も書いていない。

更問：事前確認の解説には、走査ステップのことはどのように書いているのか。そこに具体的な内容が書いてあれば、つながるのではないかと。

本文、解説には細かく書いていないが、手法ごとに考え方が変わるので附属書に書いている。

i . コメント 67 関連：超音波探傷でも探傷不可範囲は記録に残すことになっているが、評価をする時に探傷不可範囲には触れずに、結果は「良」となっている。それはよくないと思っていて、評価をした上で「良」とするべきである。試験評価員としては、探傷不可範囲に対する代替試験の実施について検討するべきである。

代替試験については、上位規格で検討してもらいたい。

更問：電気協会の規格で、この ECT 指針の上位にくるものは何か。

電気協会の規格にはないが、機械学会の維持規格を想定している。そして、この指針は ECT を適用する際に用いるものなので、それ以外の手法については踏み込んで記載していない。

これは個人的な意見であるが、試験評価員がちゃんとしているので、代替検査を検討してもよいのではないかと。

j . コメント 69 関連：20%というのは、き裂かき裂ではないかということに対して、何の根拠にもならない。20%を超えたものは全て評価しますというのはよいと思うが、20%を下まわったから評価しないというのではなくて、SN を併用するべきである。

20%の根拠は JNES の SS レポートの結果である。20%以下のものでも確かにみつけることはできるので、3100(2)に「その他の抽出基準により、欠陥の疑いのある指示部を抽出してよい」としている。

更問：これだと 20%以下は抽出しなくてもよいと読めるが、そうなのか。

基本的には深さ 1mm の欠陥を見つけることをベースに考えましょうということで、基準感度の 20%以上としている。それ以下の場合、SN が悪かったりすると見つけられないことがあるので、SN がよければ抽出してもよいとした。

深さ 1mm の欠陥を見つけることがベースというのは、SS レポートに書かれているのか。そのようなことを解説に書いてはどうか。

解説-1200-2 に記載している。

k . コメント 70 関連：SN はまず N (ノイズ) を定義してから、S をどうするかということを決めた方がよい。

まず N の定義を決めてはどうかという意見であるが、それはデータが十分に揃ってからのほうがよい。複雑形状部とシンプルな形状部では N の出方が違うが、どのように出て、どのように定義するべきかというのは、その都度の検討が必要である。

統計的にどのように分布しているかということを見れば、適切にしきい値を定めて N を定義することは可能ではないか。

1. コメント 104 関連：修正案の(2)に「試験員または試験評価員の判断で信号を抽出する」とあるが、SN とは読めないので明示して欲しい。

(7) 策定規格の中間報告

資料 No.24-5-1,2 に基づき、格納容器内塗装検討会の伊藤主査、碓井副主査より、「原子炉格納容器内の塗装に関する指針」制定案についての説明があった。

主なコメントを以下に示す。

- a. 放射線照射過程とあるが、全ての試験片に照射しなければいけないのか。

放射線照射をしてから LOCA 環境に置くものと、放射線照射をせずに LOCA 環境に置くものがある。それによって供用期間の早期に LOCA が起こるケースと、末期に LOCA が起こるケースを評価しようと考えている。

- b. 放射線を照射するのは大変だと思うが、どの程度影響があるのか。

解説 2-3-2 の通り、今までの放射線照射試験ではやや変色する程度で、大きな硬度変化は確認されていない。しかし、塗装の使用環境が原子炉格納容器の中なので、このプロセスを省かないほうがよいと判断して、放射線照射試験は行うこととした。ASTM でも同様に放射線照射試験を行うこととなっている。

理解はしたけれど、あまりにも慎重すぎるような気もする。

- c. 監視のところに、何をもちて異常とするかがはっきりと書かれていない。

例示 4-1(2)で、「接近可能な範囲で巡回し、目視で見える劣化、例えば膨れ、割れ、剥がれ、錆付等、物理的損傷について、塗膜表面を点検する」としている。

更問：レベルがはっきりとしていない。若干でも何かが発見されたら異常とするのか。健全ではないという定義は、どのようになされるのか。

この指針の目的は剥がれ落ちないということなので、膨れ、割れ等はアウトだけれど、もらい錆や少しの削れなどは問題ないと考えている。例示 2-3-3-1 に観察に当たって参考となる JIS 規格を示している。

- d. 劣化は放射線の影響によってのみ起こるようにも読めるが、放射線の影響が無くても時間がたてば劣化するのではないか。また、乾燥したり濡れたりを繰り返すと、ブリストアができるということが経験上考えられるが、そのようなことは考慮しているのか。

確かに経年的な劣化もあるが、格納容器内の塗装に普遍的影響を与えるのは、放射線と LOCA 環境での温度、圧力なので、その状態を考慮しておけばよいと考えている。また、乾燥したり濡れたりして剥がれやすくなるという件は、第 4 章の「塗膜の監視」の中で見ていくこととなる。

更問：剥がれについては下地処理に起因することがほとんどだと思う。下地処理はさらっと書いてあるが、例えば工場で下地処理をやる場合はブラストで、現地で部分的にやる場合には

ブラストでは出来ないので別の方法でやることとなり、その際に気にするのは表面粗さだと思ふ。粗さが同じだとすると、塗装仕様としては同じになるのか。

2.2「素地調整」にあるように、表面粗さが同程度以上であれば、同等であると判断してよいこととしている。

表面粗さが同じだということで施工して失敗した例がある。あまり素地調整のことが強調されていないが、重要であることを認識していただければよい。

e．点検の基準は JIS で自主管理とすると、JIS の基準における膨れが出た試験片の DBA 試験は必要ないのか。

膨れたものがあったとしても補修塗装をせずに使いたいの、DBA 試験をやりたいということであれば、やればよいと思ふ。そして、日常管理において剥がれると判断される箇所が増えてきたら補修塗装を検討することとなる。

f．すごく性能規定的な指針となっている。解説 2-3-2 に大日本塗料の技術資料からの引用が出ているが、具体的に DBA 試験でもつような塗装の例示はできないのか。

具体的にどの仕様ならば大丈夫であると確認した物を記載するのは、指針の枠を超えと思ふ。逆に塗装メーカーや事業者などが、試験を行って DBA 試験で合格したので、その塗装を使おうと言うような形になると思ふ。

塗装にはいろいろな種類があって、一つの方法に決めることができないので、実際にやった方法で試験片を作成して、DBA 試験を行うのが現実的だと思ふ。

この指針で何を定めるかという、現在、日本にある原子力発電所の原子炉格納容器内塗装について、これは大丈夫で、これは大丈夫ではないということ判断するためのものではなくて、これから塗装するまたは補修塗装をする際に適切な塗装をするためにはどうすればよいかということをもとめたものである。

g．資料 24-4-1 の P5 に「塗料仕様」、P7 に「塗料」の選定基準とあるが、仕様も含めた内容だと思ふので、用語の整合をとるべきではないか。

1.3にあるように「塗装仕様」が適切なので、「塗装仕様」とする。

h．1.1 目的に「事故環境下においても剥落しない塗装仕様であること」とあって、1.2 適用範囲には、「塗装部位・塗料の量等を考慮し、ECCS 等に係るろ過装置の性能に悪影響を及ぼさないことを合理的に説明できる範囲を、本指針の適用範囲外とすることができる」とある。この部分の書き方は、もう少し整合をとって整理した方がよい。

i．1.2(3)で「塗装部位・塗装の量を考慮し」の量とは、どの程度なのか。

プラント毎に ECCS ストレーナの大きさ、容量が異なるので一義的には示せないが、塗装剥離後ストレーナに至らない範囲や、足し合わせて大した量にはならないような部位は適用範囲外としても機能上支障ないという趣旨である。

そのようなことを解説に書くなど、検討をして欲しい。

j．例示 4-1(1)の塗膜の監視の頻度は、「事業者が決める」となっているが、最低限これくらいの頻度でやるべきというような考え方を示すべきではないか。

k．資料 24-4-1 の P4 に「確実な塗装を行うための施工管理、並びに塗膜の状態監視を行う上で、望ましい目安を与えることを目的とする」とあるが、規格に書いてあることが目安に

なっているのか。解説にかたよっているのもう少し本文に書くようにしてはどうか。

(8) 技術評価対応および規格検討の状況報告 (JEAC4201 , JEAC4206 関連)

破壊靱性検討会の富松主査 , 平野副主査より , 資料 24-5-1,2 , 資料 24-6-1 および参考資料 2 に基づき , JEAC4201 , JEAC4206 の状況報告があった。本日の議論を踏まえて , 9/15 に JEAC4201 , JEAC4206 の検討状況を中間報告することとなった。

主なコメントを以下に示す。

- a . KWE Weld データの信頼性が確認できないとなっているが , これはどこかに文献があつて判断したのか , それとも検討会にてデータを見て判断をしたのか。

米国の監視試験データは遷移温度の上昇は何度というのは出ているが , そのオリジナルのデータ , シャルピーの値などは示されていない。これを調べるためには NRC のデータを探してくるようなことをしなければならないが , KWE Weld についてはその作業を行って十分なデータを確認できなかった。そのため , KWE Weld のデータを正しいものとして扱ってよいか判断ができなかったということである。

- b . 中性子照射脆化予測式の中に銅とニッケルの影響に関係する 2 つのパラメータがあつて , 銅に対しては A に対するもの , B に対するものと成分を引き算しているが , ニッケルに対しては両方に同じ量がかかっているのはなぜか。(NISA 基盤課委員)

ニッケルの減少量が考慮されていないということだと思つたが , ニッケルは銅と比べて含有量が多く , あまり影響が大きい。ものすごく厳密にやろうとすればそのようなモデルを作ってもよいのであるが , 現状のシャルピーベースの予測精度のレベルでは , それを考慮する必要はないと考えている。逆に銅はわずかしが含まれていないが , 銅が少し減るとすごく効くので , 銅は少しでも減るとそれをきちんと考慮に入れないとモデル化できないということである。(電力中央研究所委員)

- c . マスターカーブ法はオプションになるのか。

RTT0 の取り扱いについては , その通りである。マスターカーブを破壊靱性カーブとしてどのように使っていくかは , 今後検討して行く。

(9) その他

- a . 事務局より , 参考資料 3,4 により , JEAC4201, JEAC4206 に関する行政文書が発出されたことの紹介があつた。

- b . 次回分科会日程は , 11 月 6 日(金) p m とした。

以 上