

## 第1回 ASME Sec.XI 対応検討会議事録

1. 開催日時 平成15年4月14日(月) 13:30~17:00

2. 場所 (社)電気協会 4D会議室

3. 参加者

委員：小林(東京工業大学), 樋口・上田(石川島播磨重工業), 長谷川・宮崎(日立製作所), 鹿島(電力中央研究所), 菊池(東芝), 小山(三菱重工業), 設楽(東京電力), 野村(関西電力), 町田(日本原電), 小泉・坂本(発電設備技術検査協会), 井上(新日本製鐵) (計14名)

代理出席者：湯口(東芝 橘川委員代理) (計1名)

欠席者：朝田(東京大学), 鈴木(中部電力), 金崎(三菱重工業), 秋本(原子力発電技術機構), 清水(火力原子力発電技術協会), 今村(三菱重工業), 長島(発電設備技術検査協会) (計7名)

事務局：堀江・福原・上山(日本電気協会)

4. 配付資料

資料No.1-1 第60回(H15.2.6) ASME Sec.XI 対応検討会議事録(案)

資料No.1-2 出張報告書(2003.2.24~2.27)

5. 議事内容

(1) 本検討会の扱いについて

検討会委員より事務局に対して『発電技検では現在POMSを行っており, 当検討会はPOMSに統合して検討体制を一本化したほうが良い。』との意見が寄せられ、前回までの議論を基に原子力規格委員会・構造分科会傘下の公開検討会とする手続きを既に終えているが、本件について改めて議論を行った結果、以下の結論となった。

(結論)

- a. (社)日本電気協会における今後の当検討会の活動は、この形態で維持していくこととする。
- b. 現行のPOMS体制下では、国の委託事業の範囲になるため、これまでのASME検討のような形態をとるのは難しいと想定される。また、独立行政法人移行後の発電技検の体制は不透明であり本検討の方向性を明確化しにくいいため、当面は現状の体制で活動を継続する。
- c. 現在の活動は、MHIに資料準備など多大な貢献を頂いているため、その分担化などの効率的な運用方法については継続して検討する必要がある。発電技検への移行についても独立行政法人移行後の体制が明確になり次第、その中の選択肢として残しておく。

( 2 ) 前回議事録 ( 案 ) の確認

資料 No.1-1 に基づき、事務局より前回議事録 ( 案 ) の紹介があり、以下の個所を訂正することです承された。

・ 3/6 頁 : 出張報告内容「SG Evaluation Standards」の文面より

( Upgrade of Inspection Requirements ) 仏の全 900MWE 級プラントにおいてソケット溶接を突合せ溶接に変更する要求があり EDF はギャップがなくても・・・

EDF はギャップがなくても      EDF は溶接施工時のギャップがなくても

( 3 ) 検討会公開に伴う主査の選任及び副主査の指名

規約に基づき当検討会主査の互選手続きとして小林委員が推薦され、他に候補者がいないことを確認した後、挙手による決議を行った結果、出席委員数 15 名中、14 名の賛成で決議された。( 1 名保留 )

( 4 ) ASME Sec. XI Code Committee 出張報告

資料 No.1-2 に基づき、ASME Sec. XI Code Committee (2003/2/24 ~ 2/27, San Francisco, California ) の出張報告が紹介された。

**a . Task Group on Operating Plant Fatigue Assessments** ( 樋口委員 )

ASME SecXI Appendix L

非破壊検査で検出できない欠陥サイズを想定し、これに対してき裂進展解析を行ってき裂が許容サイズを超える前に検査で検出できる期間を決定する欠陥許容解析の手法を与えるもの、'96Addenda で Non mandatory Appendix として採用された。

その後、欠陥サイズの過大評価とき裂進展解析の手法を改善するために非破壊検査の膨大なデータベースより、検出限界欠陥サイズの決定と欠陥進展に確率論的破壊力学アプローチを適用して破壊確率を低く評価できるようにしたもの。

これまで Appendix L 修正案の検討が重ねられてきたが、ファイナル版がほぼ出来上がった。主な検討結果は以下のとおり。

「Postulated Surface Flaw Depth」(UT で可能な表)から除かれるべき材料の検討では、表でカバーできない「鋳造ステンレス鋼」、「Far Side 側 (溶接部を挟んで欠陥の反対側) からしか検査できないステンレス鋼の溶接継手」、「溶接金属内部のき裂」等は、表に脚注を付すことになった。

Appendix L のカバー範囲に SCC を入れるかの検討では、Appendix L は基本的に疲労によるき裂を想定しているが、部材によって SCC との区別が難しい課題があった。議論の末、最終的には、当面「疲労のみを対象とする」ことが採択された。

又、環境疲労関連情報として、下記の状況紹介が行われた。

#### **b . Subgroup on Fatigue Strength**

フェライト鋼の Code Design Curveを現行の  $10^6$  サイクルから  $10^{11}$  サイクルまで延長する提案（前回の書面投票が環境疲労と抱合せでネガティブに投票されたため、この部分のみ別途審議することになった）が審議された。内容の議論では、ASME 手法は丸棒試験片のデータをベースにして設計カーブを求めめるのに対して、BS 手法は実際の構造物の疲労強度をベースにして設計カーブを求めている。ASME ではこのような考慮はしないのかとの質問があり、O'Donnell から BS 手法は継手の種類で疲労強度を分類しており圧力容器には適さないとの回答があった。本件は全員賛成で可決された。

環境疲労の評価手法として数件の手法が提案されているが、これら手法の比較評価を本グループ作業とする提案があった。

#### **c . TG on Environmental Fatigue**

環境疲労の評価手法の中で大きな相異となっている Threshold と Moderation Factor の議論では、流速効果についても Threshold の必要性の提案があったが、炭素鋼 / 低合金鋼では、環境効果が大きい場合は流速効果が大きい、実プラントのような環境ではさほど大きくないこと。また、ステンレス鋼では流速が速いと逆に寿命が低下することから流速効果は、マージンとするが Threshold を設けない方針が説明された。

Moderation Factor の最新案として、炭素鋼 / 低合金鋼では  $Z=2.5$ 、ステンレス鋼では  $Z=1.0$  が紹介されている。

今後の方針として、最大の環境効果を考慮して 1 本の設計曲線を決める手法と、任意の条件で設計カーブを決定できる Fen 手法を並行して検討することになった。

本件に関する質疑は以下のとおり。

- Q . 欧米では、非破壊検査の試験体に熱疲労き裂を採り入れているケースが見られるが、UT 探傷性ということから、特異なことで行う必要性があるのか。
- A . 熱疲労き裂を模擬した人工き裂で実施している。現実的に、疲労は熱疲労しか考えられないという点や熱疲労の方向性が定まらないという点からである。
- Q . フェライト鋼の Code Design Curveを現行の  $10^6$  サイクルから  $10^{11}$  サイクルまで延長する提案理由は、熱疲労および振動等を考慮することからか。
- A . 「Yes」 ASME Sec Div で既に採用されていることから Sec へ提案された。

#### **d . WG on Pipe Flaw Evaluation (長谷川委員)**

き裂からの一時的な漏洩を許容する CCN-513-1 を拡大し、ピットや減肉のような Non-Planar の欠陥にも適用拡大する案が検討され、NRC からの適用制限（5 inch Hole の制限、平面状欠陥の長さの欠陥等）を受け審議した結果、全員賛成で可決された。

許容減肉基準（Appendix X 修正版 Rev7：クラス 1 配管の解析的評価 X-4000 の評価手順を、Addenda2002 の Appendix C と同様なスタイルに変更する案）の説明があり、了承

された。

なお、Addenda2002のAppendix Cの中には、「曲げ応力」・「膜応力」・「フープ応力」による評価があるが、現行の許容減肉評価は「曲げ応力」・「フープ応力」のみであったため、新たに「膜応力」による評価の必要性を検討することになった。

周方向き裂を有する管のNet-section Stress Approachを使って、現行のクラス1配管の評価不要欠陥がどれ位の負荷応力のところにあるか調査し、この応力を用いてクラス1配管の評価不要欠陥を算出した結果、欠陥深さは、現行の深さと大きな差はなかった。今後この考えをベースに、クラス2, 3配管への適用を検討することになった。

本件に関する質疑は以下のとおり。

Q . き裂からの一時的な漏洩を許容するCCN-513-1Nの拡大案で、劣化したソケット溶接部を許容する点が不明。(き裂・減肉以外の劣化のことか?)

A . 調査する。

#### **e . WG on Flaw Evaluation (宮崎委員)**

PWR圧力容器ヘッド貫通部における欠陥評価手法(欠陥のモデル化手法、欠陥進展評価及び許容欠陥寸法)に対して投票が行われた結果、賛成多数で可決された。

PWR環境中の圧力容器鋼の疲労き裂進展速度参照曲線を定めたCode Case N-643の改定案(EDEACデータの見直し、英国のき裂進展データの追加、硫黄含有量の閾値見直し、き裂進展速度の見直し等)に対して投票が行われた結果、賛成多数で可決された。

き裂停止破壊靱性に関する検討で、Code Case N-629に定められているマスターカーブ法を規定した参照温度 $RT_{T0}(T_0)$ に代わり、 $K_{Ia}$ が100Mpa $\sqrt{m}$ となるときの温度 $T_{K1a}$ を用いて破壊靱性を評価した結果、マスターカーブ法の $T_0$ で評価したよりも、データのばらつきは、狭くなることが確認されている。

また、前回に報告されたCode Case N-629をAppendix G及びAに取り込むことに対して投票が行われた結果、賛成多数で可決された。

本件に関する質疑は以下のとおり。

C . PWR環境中の圧力容器鋼の疲労き裂進展速度参照曲線式に関して、 $K$ の単位使用はMpa $\sqrt{m}$ でいいのか再確認すべき。

A . 拝承。

Q . クラス2,3 容器の欠陥評価手法の容器とは?又、クラス2,3 配管との違いは何か。

A . 容器とは、タンクのことであり、Code Case N-513の容器(タンク)への適用を意味している。

C . BWR環境中のフェライト鋼のSCCき裂進展速度に関する紹介で、フェライト鋼のどこを対象にしたものか。今後の注目すべき事項である。

A . 拝承。

Q . 容器溶接部の欠陥に対して、複数欠陥の合体評価法を適用しても別の問題が残るというコメント内容は何か。

A . 溶接部に発見された内在欠陥の許容できる判断基準と表面欠陥の許容できる判断基準に不整合を生じている点および合体基準を適用しても許容できない点等である。

**f . SG on Evaluation Standards (宮崎委員)**

前回会議で報告された 2003 年春に発行予定の 10CFR50a の審議がなされ、本 SG (WG on Pipe Flaw Evaluation) 提案の Code Case N-513 が基本的に了承された。

Code Case N-494 改定案 (本 Code Case のクラス 2, 3 配管への拡大, 膜・曲げ応力の安全率の設定, Appendix C との流動応力の一致, 中立軸算出式からの安全率削除 等) に対して投票が行われた結果, 全員賛成で可決された。

PWR 圧力容器ヘッド貫通部における欠陥評価手法に対して投票が行われた結果, 全員賛成で可決された。

SCC き裂に対する評価不要欠陥寸法の適用除外に対して投票が行われた結果, 全員賛成で可決された。

本件に関する質疑は、以下のとおり。

C . 評価不要欠陥寸法の考え方で、SCC に対して適用出来ないとしているが、維持規格を作る上で SCC にも適用すべきでは。

適用にあたり、発電設備技術検査協会のプロジェクトによって SCC の非破壊検査検出性の問題はクリアしていること及び UT による閾値セットが出来ないという現状から進展解析が必要となる。この進展解析に取り組んではどうか。

A . HPI (日本高圧力技術協会) と協議の上、検討する。

**g . WG on ISI Optimization (野村委員)**

カテゴリ B-J, C-F-1/2 のソケット継手に全数要求されている表面検査の削減に関する提案内容について、熱疲労を受ける個所に対して VT-2 検査は不十分という意見が出されたため、再検討することになった。

クラス 2 機器の再生熱交換器や残留熱除去熱交換器の表面検査と UT による体積検査を削減する提案は、理由付けを Technical Basis Document の改訂版に整理し、WG on Inspection of Systems and Components で報告することが説明された。

PWR 原子炉圧力容器の ISI 間隔 (10 年) を WOG データや構造健全性評価から延長する提案内容について、前回のコメント箇所を反映した修正内容に対して採否をとった結果、賛成多数で可決された。

#### **h . WG on Inspection of Systems and Components (野村委員)**

プラント運転中に対象物への接近が不可能で、次回定検まで技術的な評価によって健全性を確認できる場合は、延期可能とする代替ルールを規定している CCN-586 を取り込んでコードを変更する案に対して採否をとった結果、賛成多数で可決された。

カテゴリ B-J, C-F-1/2 のソケット継手に全数要求されている表面検査の削減に関する提案内容に関して、表面検査は外表面に損傷を受けている部位および熱疲労を受けると考えられる部位について、通常運転圧力での VT-2 検査か、停止中に VT-1 検査を行うこととする案が提示されているが、前回の議論を踏まえて、停止時の VT-1 検査は除き、運転圧力での VT-2 検査を代替検査とする Code Case の修正案があり、賛成多数で可決された。類似の設計、使用条件である容器の Attachments の検査は、一つの容器に対して実施すればよいという現在のコードの考え方を一つの容器にある複数の Attachments に対しても適用するコード変更提案に関し、前回の見直し案を SC に諮ることが採決された結果、全員賛成で可決された。

前回提案された、クラス 1, 2, 3 のオーステナイト系ステンレス鋼管の補修(肉盛溶接)の代替規定 N-504-2 Non-Mandatory Appendix 案の一部修正案が提案され、採決の結果、全員賛成で可決された。

前回からの継続審議であった、PWR の RPV の蓋に取り付く CRDM ハウジング及び炉計装用ハウジングの突合せ溶接部に対する体積検査もしくは内面からの表面検査の要求を追加する Code Case 及びコード修正案が提案され、採決の結果、賛成多数で可決された。クラス 2 容器溶接部の検査対象個所の選定は、構造不連続部ということになっているが形状だけでなく応力の高い点からも選ぶべきであり、表 IWC-2500-1 の注釈に付記する変更案が提案され、採決の結果、賛成多数で可決された。

BWR の RPV ノズル~シェル溶接部及び内面の丸み部分に関して、100% / 10 年の検査要求を、リスク評価に基づき 25% / 10 年に削減する提案理由は、'94 年以降全てのプラントで 1 回以上の UT 検査が行われたが有意な欠陥が見つかっていないこと、確率論的破壊力学に基づくリスク評価の結果より破損確率が  $10^{-9}$  未満であることから、検査合理化可能との背景に基づき、Code Case 案の提案があった。Technical Basis の提案がなかったため、Code Case 案に絞って straw vote(仮採決?) の結果、賛成多数で可決された。

#### **i . SG on Water Cooled Systems (野村委員)**

システムの耐圧試験で漏えいが見つかった場合の事業者の処置について規定されている IWA-5250 修正措置(是正措置)を IWX-3522.1 の VT-2 検査の規定にも含める案が提案され、採決の結果、賛成多数で修正が了承された。

Class CC 機器の金属ライナーの UT 検査に対する要求は、Class MC の規定である IWE-3511.3 を準用できるものとする案が提案され、審議の結果、全員賛成で可決された。PWR 原子炉圧力容器の ISI 間隔(10 年)をリスク評価に基づいて、20 年間隔に延長し

ようとする Code Case 案の提案に関して、前回コメントを反映した（カテゴリ B-N-2,3 を除外、ノズル部と B-J 配管の RBI との関係を追加）Code Case 修正案に対して、採決した結果、賛成多数で可決された。

配管に対するリスクに基づく検査要求を定めた CCN-577A 「Risk Informed Requirements for Class1,2 and 3 Piping Method」及び CCN-578 B 「Risk Informed Requirements for Class1,2 and 3 Piping Method」を統合して Appendix 化する提案に対して、採決した結果、賛成多数で可決された。

類似の設計、使用条件である容器の Attachments の検査は、一つの容器に対して実施すればよいという現在のコードの考え方を一つの容器にある複数の Attachments に対しても適用するコード変更提案に関し、前回のコメントを反映した修正案を審議した結果、全員賛成で可決された。

ノズル部や分岐部にパッドを追加して補強している場合の検査範囲に関して、IWC-2500-4(C 及び)IWC-2500-13 には、パッドの内周は完全溶け込み溶接、外周は隅肉溶接が示されているが、実際の補強では内外周とも隅肉溶接としているため、修正したコード案を審議した結果、全員賛成で可決された。

ボルト検査の代替検査を規定する CCN-652 において、蒸気発生器のボルトは全数検査することになっているが、同じ設計や機能のボルトは、選択して検査が可能な旨注記されている。この注記の対象は熱交換器となっているが、解釈によって蒸気発生器が対象と読めるため注記の参照方法を見直した案が提案され採決した結果、全員賛成で可決された。PWR の RPV の蓋に取り付く CRDM ハウジング及び炉計装用ハウジングの突合せ溶接部に対する体積検査もしくは内面からの表面検査の要求を追加する Code Case 及びコード修正案が提案され、審議の結果、賛成多数で可決された。

g, h, i 項に関する質疑は、以下のとおり。

Q . 類似の設計、使用条件である容器の Attachments 検査に関して、一つの容器にある複数の Attachments に対しても適用するというコード変更案は、拡大解釈すると複数の容器にある複数の Attachments に対しても適用できると考えられないか。

A . 再確認する。

**j . TG Temper Bead Welding**（坂本委員）

**k . WG Welding & Special Repair Processes**（坂本委員）

現在までの議論について以下の報告・結論が出された。

改定（修正）された SA302 Grade B は、現行 SA302 Grade B と比較して、Ni 量について規定されている以外には、熱処理方法・機械的特性について差異がないことから現行 SA302 Grade B に対する制限を緩和する。

HAZ 部のシャルピー衝撃試験に関する規定を以下のように明確化する。

- ・ HAZ 部の横膨出量は，母材の横膨出量より大きいこと。もし満たせない場合には，Sec. の NB-4335 により補われること。若しくは溶接方法を re-qualify することとする。
- 部分溶け込みの Repair Cavities やクレビス部に対する補修のように，欠陥除去後の溶接前に実施される開先面検査（PT）が不可能な場合に VT による代替を認める。
- テンパービートにより生じた欠陥は新たな溶接欠陥であるとみなし，UT とその判定基準については，Construction Code 若しくは Sec. によることとする。

#### **l . SG Repairs, Replacements Activities (坂本委員)**

MC components とコンクリート製格納容器ライナーへのテンパービードにおける要求事項を明確化する提案に関して，IWA-4600(b)(2)の修正案が提案され，審議の結果，全員賛成で承認された。

Section Appendix 1 との一貫性を持たせるために Helical-Coil Threaded Inserts に対する安全率を 4 から 3.5 とする Code Case N-496-2 の修正案が提案され，審議の結果，全員賛成で承認された。

IWA-4132(Revise) and Code Case N-508-2 スナバーの取替えについて，記載の修正案が提案され，審議の結果，賛成多数で承認された。

j , k , l 項に関する質疑は，以下のとおり。

- Q . Sec のコードケースで R T の代替として U T を認めているが，Sec XI ではどう扱うのか。扱い内容は明確になっているのか。Sec の成果を無駄にしないよう，今後の検討課題とすべき。
- A . 現段階では，方向性の示唆のみで具体的な展開は検討中である。Sec XI の扱いは，補修を行った後の対応として考えられるが，Sec の成果を反映するよう今後の検討課題とする。

#### **m . TG Alloy 600/182 Cracking (TGA600) (小山委員)**

日本（高浜 1 号機 RV BMI/核計装の指示），ベルギー（Tihange2 加圧器サージ管台の指示），英国（Sizewell B RV 蓋取替え計画）の報告及び許容基準の報告があり，圧力容器母材の腐食減肉に繋がる容器貫通部からの漏えい痕跡を検出するための目視試験 VT-5 の定義，検査員の資格認定等について提案があった。

検査に関する部分まで含め，ASME 規格案がまとまるのは 2003 年秋頃になる予定が示された。

#### **n . SG on Nuclear Inservice Inspection (小山委員)**

NRC の Code Edition & Addenda の適用に関する制限事項に関して各 SG で検討し，変更可否などを NRC と検討するよう依頼があった。



MC Negative対応編：Code Case N-638を変更し，常温自動GTAW テンパービート法による補修を行う場合，機器の水抜きが可能な場合でも被ばくの観点から水抜きをしなくてもよいとする案をMCに提案することに対して，審議した結果，全員賛成で可決された。

MC Negative対応編：現状 IWA-9000の Component の定義を Section の定義と整合させ「vessel，core support structure」等，具体的な機器全てを規定する案をMCに first consideration として送ることに対して，審議した結果，全員賛成で可決された。

Appendix supplement 10は配管溶接部の外表面検査に対する認定を規定しているが，これに内表面側検査，他の欠陥発生メカニズムあるいは最近の経験を踏まえた技量認定の手法を用いる規定を追加する規格とCode Caseを変更する案に対して，審議した結果，賛成多数で可決された。

PWR原子炉容器管台内面からの検査に対する基本的な非破壊検査の認定実施を許容するCode Caseと規格の提案に対して，審議した結果，賛成多数で可決された。

確率論的検討により，PWR 圧力容器の炉心領域の溶接部等に対する 10年の検査間隔を20年にする提案に対して，審議した結果，要求が指針かの規定が不明確であること及びPA上受け入れられない（NRC）等から，検査削減は重要な変更となることが指摘され反対多数で否決された。

多くの産業界及び Subcommittee の間で，SecXI の NDE の認証・認定要求が多数あり，その策定及び実行に関する指針の要望から新しい Non mandatory Appendix N を策定する提案があり，審議の結果，賛成多数で可決された。

ASCCにより生じた PWR 原子炉容器平面欠陥の破壊力学評価のため，IWB-3660及び新規 Non mandatory Appendix を設定する提案があり，審議の結果，賛成多数で可決された。

新規の mandatory Appendix（PSI，加圧試験，補修・取替えの実施におけるリスク情報による評価方法の指針を提示している）により，利用者がリスク情報に基づき配管の ISI 計画を NRC の事前レビュー・承認なしに設定・見直しが可能なようにしている内容について，審議した結果，規定内容に一貫性がない等の指摘があり，反対多数で否決された。

m，n 項に関する質疑は，特になし。

#### (5) その他

次回 ASME Subcommittee on Nuclear Inservice Inspection は，4月28日～5月1日にかけてハワイ島ホノルルで開催予定。

次回検討会開催日は、平成15年7月1日（火）13：30～の予定。

以上