

## 原子炉圧力容器胴の特別点検の範囲の妥当性について

特別点検における超音波探傷検査（UT）の範囲は、原子力規制委員会「実用発電用原子炉の運転期間延長認可申請に係る運用ガイド」により、対象の部位としては「炉心領域」であり、着目する劣化事象としては中性子照射脆化が対象とされている。

日本原子力学会の「原子力発電所の高経年化対策実施基準：2008」に以下の記載がある。

### C.2.3.2 経年劣化事象に対する評価点の抽出

中性子照射量（ $E > 1\text{MeV}$ ）が最大となる炉心領域を抽出する。また、原子炉（圧力）容器の評価対象期間末期での中性子照射量が  $1 \times 10^{21} \text{m}^{-2}$  以上の範囲に含まれる構造不連続部を抽出する。（解説 C-2-2）

#### 解説 C-2-2 中性子照射脆化の評価点の抽出（附属書 C.2.3.2）

評価点を脆化と応力の観点から抽出するため、JEAC4201-2007 SA-1120 の監視試験の対象となる中性子照射量の範囲において、中性子照射量、又は応力が高い点を対象とする。

原子炉圧力容器の炉心領域の特別点検は、中性子照射脆化に着目した点検であることから、中性子照射量が運転開始から 60 年時点で  $1 \times 10^{17} \text{n/cm}^2$  を超える範囲が試験範囲であると考えられる。

中性子照射量が運転開始から 60 年時点で  $1 \times 10^{17} \text{n/cm}^2$  を超える範囲を評価した結果は、上端の位置が 9172mm であることを確認した（添付資料-1）。

一方、社内点検記録は特別点検要領書と同じく上端は 9152mm となっているものの、自動探傷については、9172mm 以上の範囲について探傷データが採取できていることを確認した（添付書類-2）。

また、干渉により自動探傷のできないノズル廻り等一部については手動探傷を行っており、社内点検記録は 9152 mm となっているものの、通常手動探傷では探傷範囲より広めに探傷するため、9152mm を超えて探傷を行っていると考えられる。

以上より、ガイドで要求される炉心領域については点検ができているものと考えられるため、特別点検の要領書について、 $1 \times 10^{17} \text{n/cm}^2$  を超える範囲（上端 9172mm）を点検するよう改正し、点検結果を特別点検報告書に反映したうえで、補正申請を行うこととする。

以上

原子炉压力容器の中性子照射量  $1 \times 10^{17} \text{n/cm}^2$  を超える範囲について

東海第二発電所の原子炉压力容器内面における中性子束（1MeV 以上）の上下方向分布及び周方向分布の計算値を図1、図2に示す。

また、監視試験で評価したドジメータワイヤ位置の測定値 ( $3.85 \times 10^8 \text{ (cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1})$ ) と計算値 ( $8.70 \times 10^8 \text{ (cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1})$ )、さらに周方向補正係数 (1.40) の値から、図1に示す中性子束に下記補正係数を掛けた値が原子炉压力容器内面における中性子束の最大値とする。この中性子束を基に中性子照射量が60年時点で  $1 \times 10^{17} \text{n/cm}^2$  を超える範囲を検討する。

$$\text{補正係数} = 1.40 \times 3.85 \times 10^8 \text{ (cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}) / 8.70 \times 10^8 \text{ (cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}) = 0.6195$$

劣化状況評価書に記載のとおり60年時点でのEFPYは38.94と評価しており、その時点で中性子照射量が  $1 \times 10^{17} \text{n/cm}^2$  を超える中性子束は

$$1 \times 10^{17} \div (3600 \times 24 \times 365 \times 38.94) = 0.8143 \times 10^8 \text{ (cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1})$$

であり、計算値（上下方向平均）に換算すると

$$0.8143 \times 10^8 \div 0.6195 = 1.314 \times 10^8 \text{ (cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1})$$

となる。

図3に示すとおり  $1.314 \times 10^8$  を超える範囲、すなわち  $1 \times 10^{17} \text{n/cm}^2$  を超える範囲については、燃料有効長下部（BAF）より上方122mmから3678mmとなる。BAFの位置が5494mmであることから、

中性子照射量が60年時点で  $1 \times 10^{17} \text{n/cm}^2$  を超える範囲の上端は

$$5494 + 3678 = 9172 \text{ (mm)}$$

となる。

以上

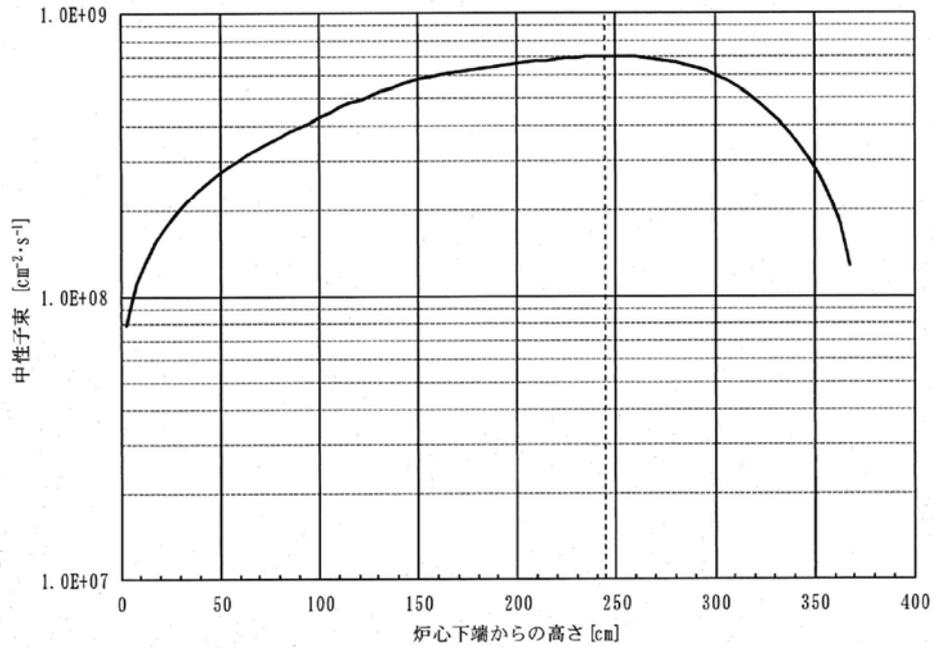


図1 原子炉压力容器内面における上下方向の中性子束計算値分布

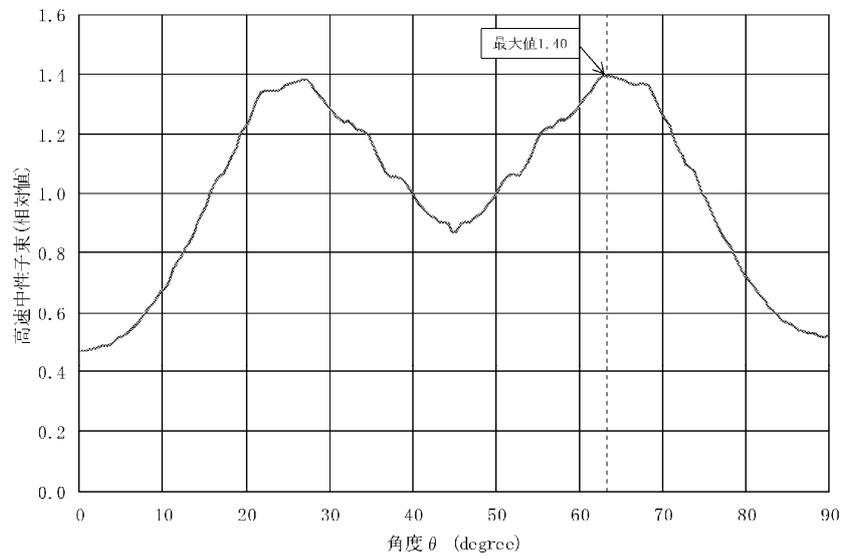


図2 原子炉压力容器内面における周方向の中性子束計算値(相対分布)

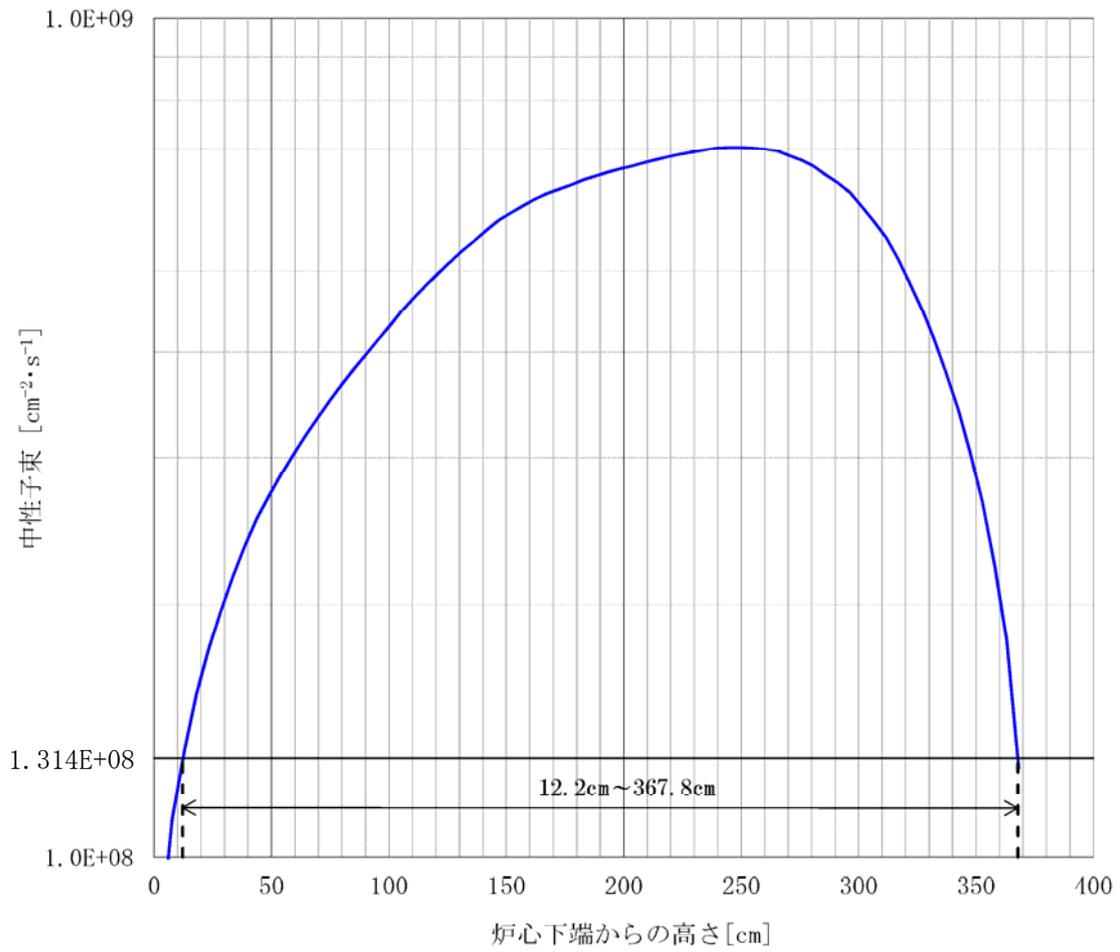
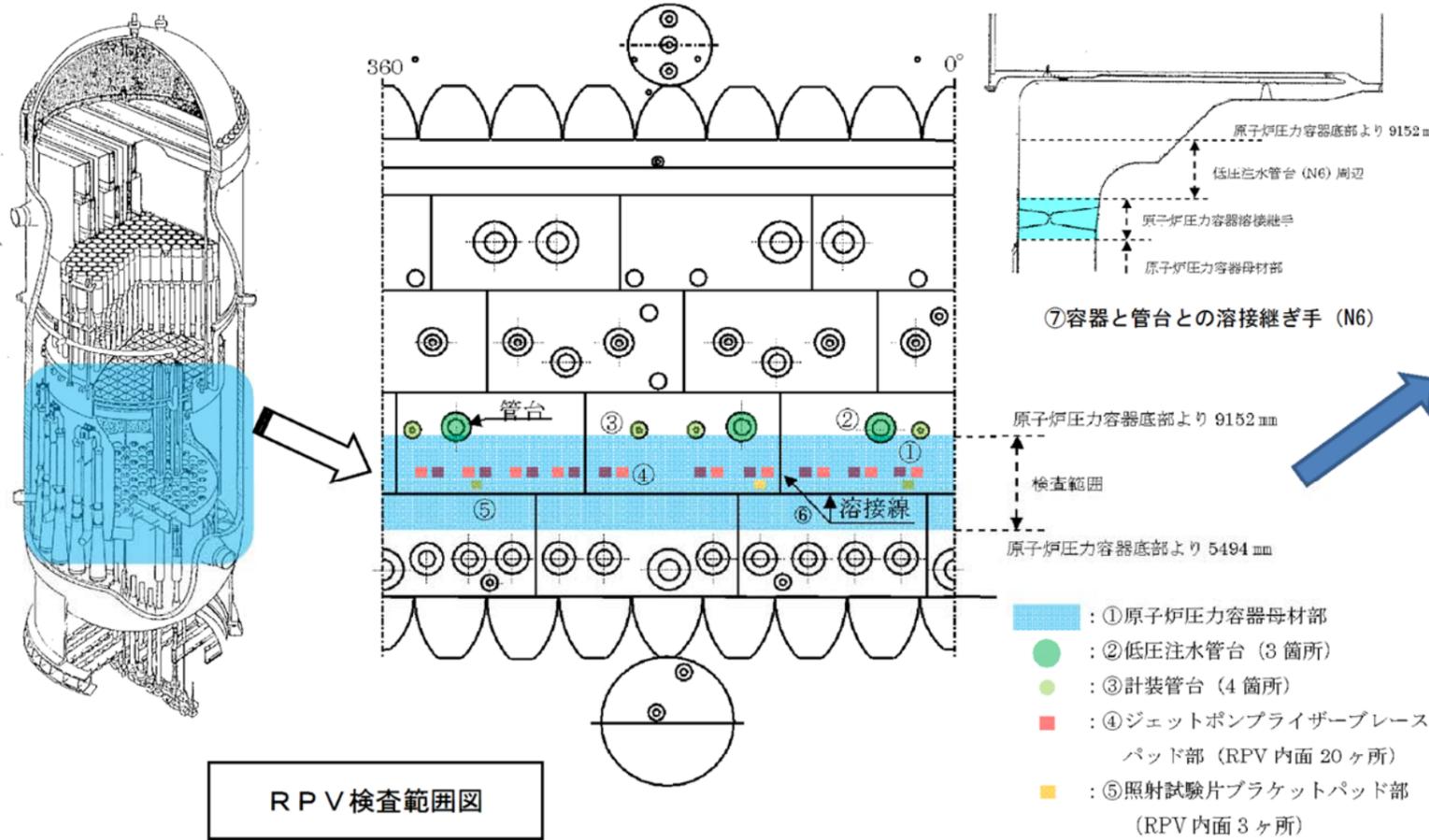
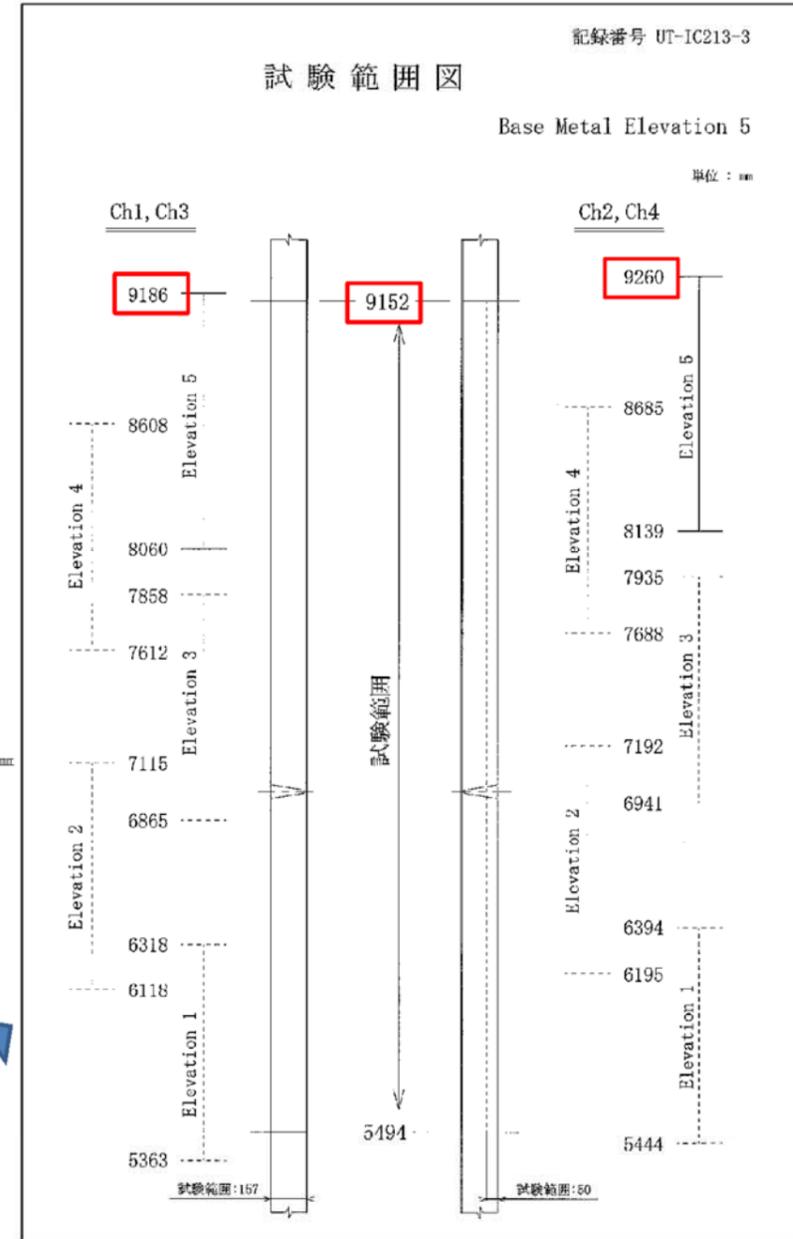


図3 原子炉圧力容器内表面における中性子束（1MeV 以上）の上下方向分布  
 (38.94EFPY で  $1 \times 10^{17} \text{ n/cm}^2$  を超える範囲)

| 対象部位                               | 検査数               | 検査方法                         | 結果 |
|------------------------------------|-------------------|------------------------------|----|
| ① 原子炉圧力容器母材部<br>(クラッドを含まない)        | 炉心領域の全て           | 垂直探傷<br>(自動探傷、0度(一振動子、二振動子)) | 良  |
| ② 低圧注水管台 (N6) 周辺                   | 3ヶ所               | フェーズドアレイ法<br>(手探傷、0度、45度)    | 良  |
| ③ 計装管台 (N12) 周辺<br>(クラッドを含まない)     | 4ヶ所               | フェーズドアレイ法<br>(手探傷、0度、45度)    | 良  |
| ④ ジェットポンプライザーブレースパッド部<br>(クラッドを含む) | 20ヶ所              | フェーズドアレイ法<br>(自動探傷、0度、±35度)  | 良  |
| ⑤ 照射試験片ブラケットパッド部<br>(クラッドを含む)      | 3ヶ所               | フェーズドアレイ法<br>(自動探傷、0度、±35度)  | 良  |
| ⑥ 原子炉圧力容器溶接継手<br>(クラッドを含まない)       | 長手方向：6本<br>周方向：1本 | 垂直+斜角探傷<br>(自動探傷、0度、45度、60度) | 良  |
| ⑦ 容器と管台との溶接継手                      | 3ヶ所               | 垂直+斜角探傷<br>(手探傷、0度、45度、60度)  | 良  |



RPV 検査範囲図



原子炉圧力容器母材部 (代表例)