

# 島根原子力発電所2号炉 審査会合における指摘事項の回答 (中性子照射脆化)

---

平成30年12月19日

中国電力株式会社

**Energia**

# 島根原子力発電所2号炉 審査会合における指摘事項の回答一覧表

No.	指摘事項	回答
14-7 中性子照射脆化 (平成30年9月26日 第14回審査会合)	評価点について円筒胴を代表部位として選定している理由を再度説明すること。また、低圧注水ノズルの評価結果を説明すること。	P2~P7

### 1. 評価点選定の考え方

日本電気協会「原子炉構造材の監視試験方法(JEAC4201-2007(2013年追補版含む))」(以下、「JEAC4201」という。) SA-1120「監視試験の対象」より運転開始後60年時点での中性子照射量(エネルギー $>1$  MeV)が原子炉圧力容器内表面で $1 \times 10^{21}$  n/m<sup>2</sup>(以下、「しきい値」という。)を超えると予測される範囲を評価対象とした。

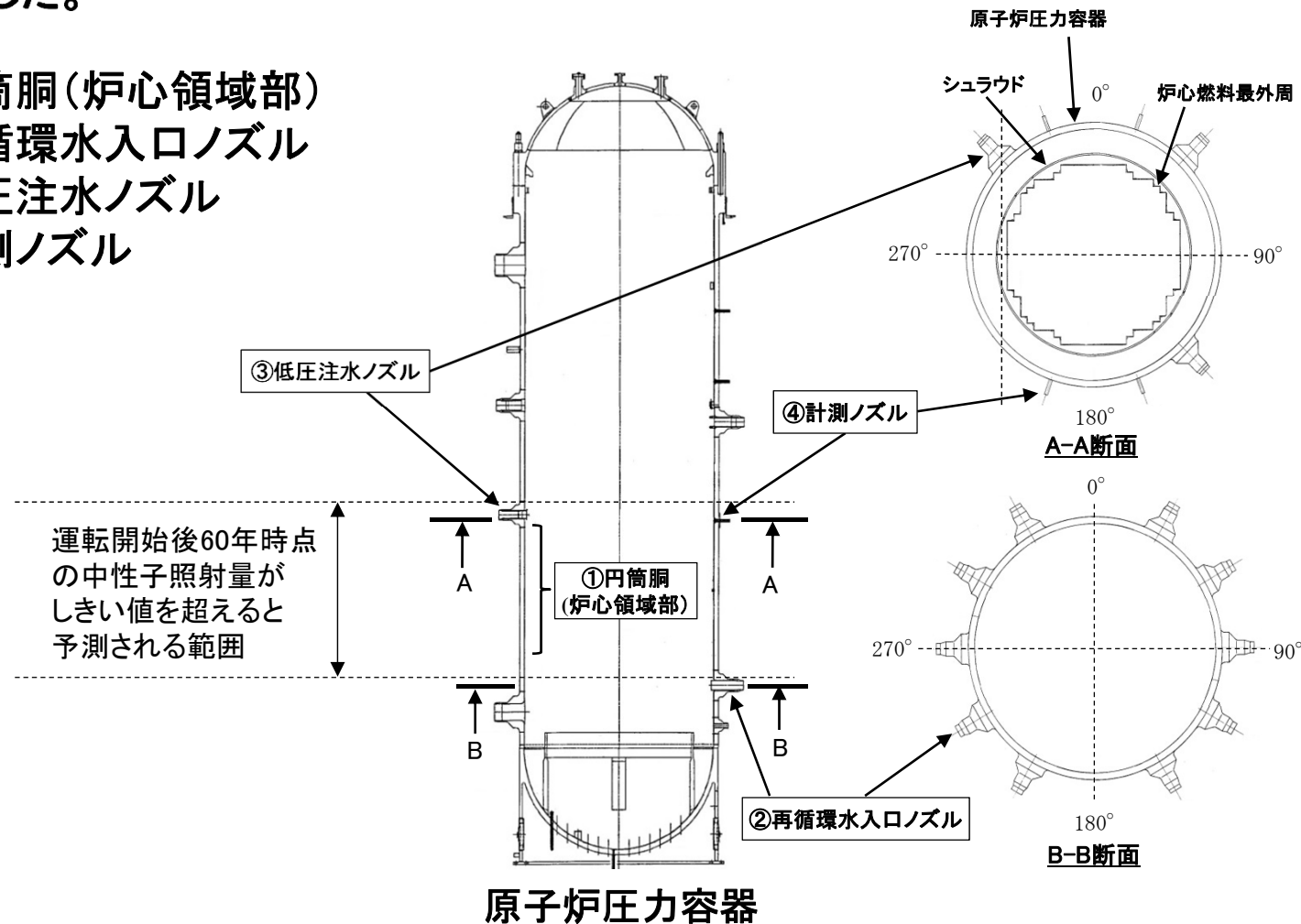
中性子照射脆化の評価点については、日本原子力学会「日本原子力学会標準 原子力発電所の高経年化対策実施基準:2008」により、中性子照射量および応力の観点から、中性子照射量の最大点および構造不連続部を選定した。詳細について次頁以降に示す。

## 14-7 評価点選定の考え方および低圧注水ノズルの評価結果

### (1) しきい値を超えると予測される範囲

運転開始後60年時点での中性子照射量が原子炉圧力容器内表面でしきい値を超えると予測される範囲を下図に示す。これより、しきい値を超えると予測される部位を下記のとおり抽出した。

- ①円筒胴(炉心領域部)
- ②再循環水入口ノズル
- ③低圧注水ノズル
- ④計測ノズル



## 14-7 評価点選定の考え方および低圧注水ノズルの評価結果

### (2) 評価点の選定

部位	材料	中性子照射量の最大点		構造不連続部	
		選定	選定理由	選定	選定理由
①円筒胴 (炉心領域部)	低合金鋼	○	炉心に最も近接しており、中性子照射量が最も多い。		
②再循環水入口ノズル	低合金鋼	—	円筒胴に比べ中性子照射量が少ない。		
③低圧注水ノズル	低合金鋼	—	円筒胴に比べ中性子照射量が少ない。	○	しきい値を超えると予測される構造不連続部のうち、中性子照射量が多い。
④計測ノズル	高ニッケル合金	—	高ニッケル合金であるため評価対象外	—	高ニッケル合金であるため評価対象外

### 2. 低圧注水ノズルの評価結果

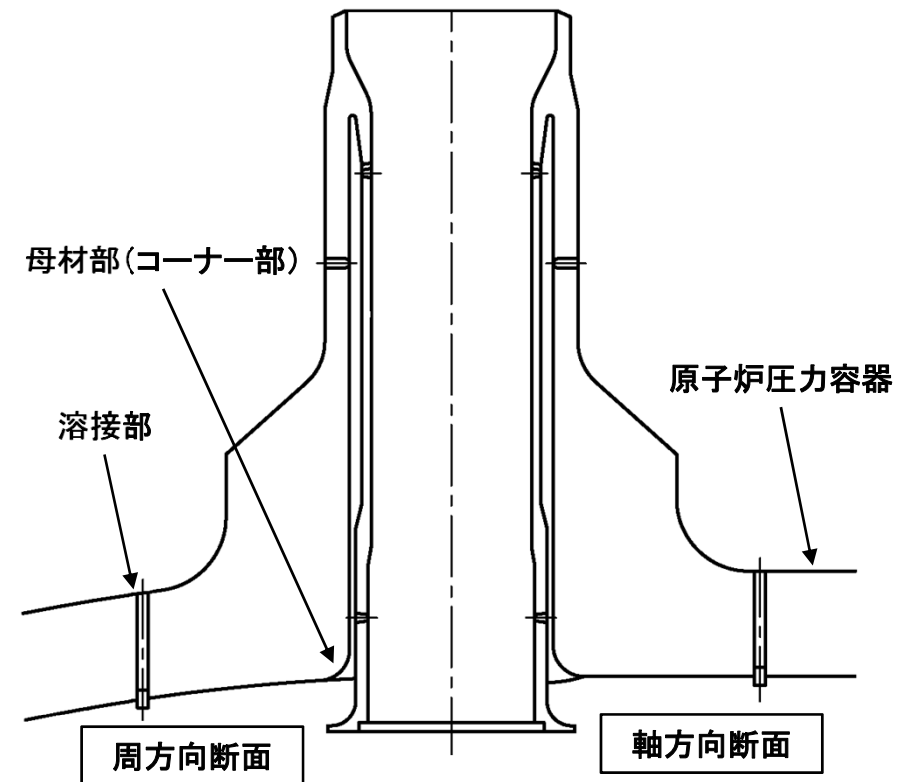
低圧注水ノズルの評価結果を以降に示す。(円筒胴(炉心領域部)の評価結果は再掲)

#### (1) 評価手法

低圧注水ノズル母材部(コーナ一部)および溶接部について, JEAC4201附属書Bにより関連温度移行量の予測を行い, 日本電気協会「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)」(以下, 「JEAC4206」という。)附属書Aおよび附属書Fにより耐圧・漏えい試験時の最低使用温度を算出するとともに, 圧力-温度制限線図を作成し, 圧力・温度制限要求を満足することを確認した。

#### 【低圧注水ノズル内表面の中性子照射量】

$6.28 \times 10^{21} \text{ n/m}^2$ 程度(運転開始後60年時点)



低圧注水ノズル

## 14-7 評価点選定の考え方および低圧注水ノズルの評価結果

### (2) 最低使用温度の算出

JEAC4206により、運転開始後60年時点の関連温度移行量、関連温度および最低使用温度を算出した結果を下表に示す。これより、原子炉圧力容器の耐圧・漏えい試験時の最低使用温度は、破壊力学的検討によるマージンを考慮すると、運転開始後60年時点で円筒胴(炉心領域部)は9°C、低圧注水ノズルは6°Cとなった。

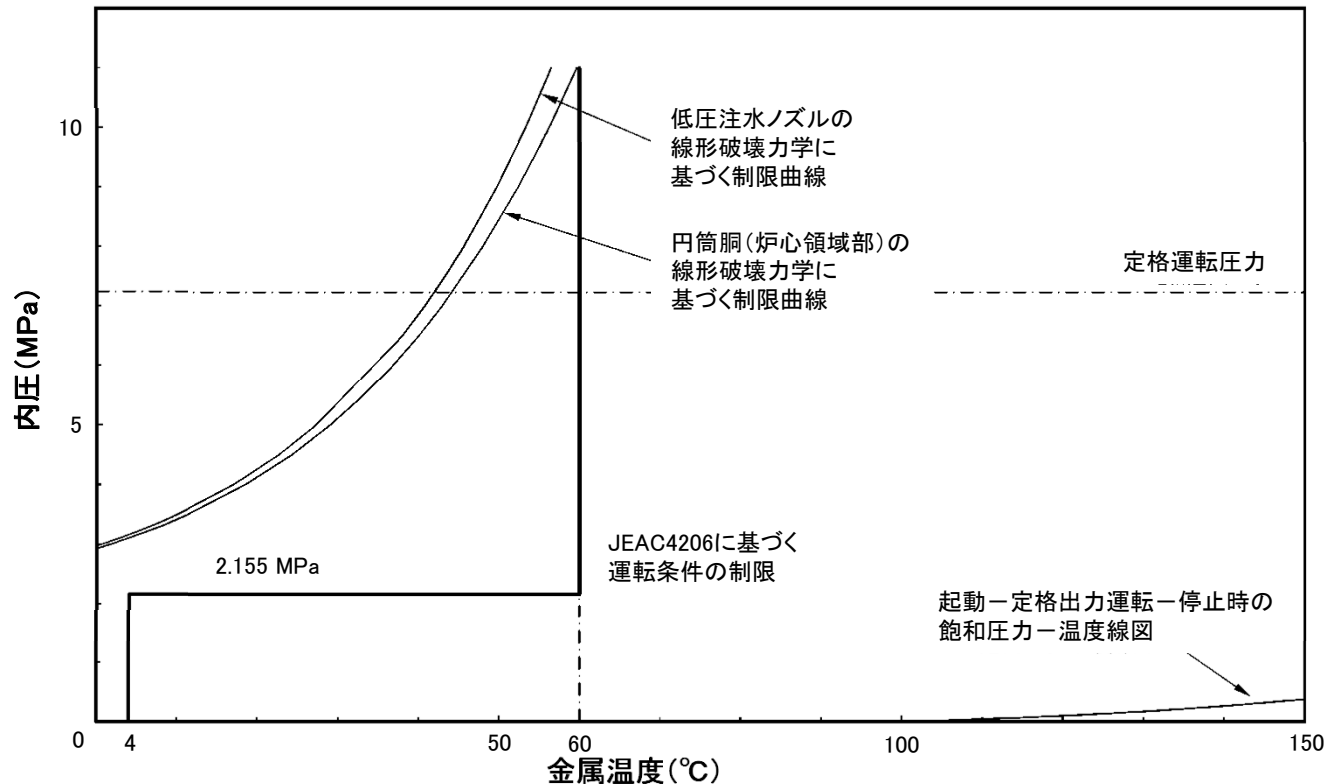
関連温度の予測値および最低使用温度算出結果(運転開始後60年時点)

評価部位	材料	関連温度の初期値(°C)	関連温度の移行量(°C)	関連温度(°C)	破壊力学的検討によるマージン(°C)	最低使用温度(°C)
円筒胴 (炉心領域部)	母材	-40	27	-13	22	9
	溶接金属	-53	27	-26	22	-4
	熱影響部	-40	27	-13	22	9
低圧注水 ノズル	母材	-40	24*	-16	22	6
	溶接金属	-75	25*	-50	22	-28
	熱影響部	-40	24*	-16	22	6

※超音波探傷検査実績を考慮した予測値。(原子炉圧力容器内表面から板厚tの1/16深さ位置)

## (3) 運転上の制限に関する評価

JEAC4206により算出した関連温度(運転開始後60年時点)を踏まえて作成した圧力-温度制限線図を以下に示す。中性子照射脆化を考慮した運転制限は、遵守可能な圧力-温度範囲であるとともに、十分な安全性が確保されていることを確認した。



原子炉压力容器の圧力-温度制限線図(運転開始後60年時点, 炉心臨界時)

## 3. まとめ

最低使用温度および圧力-温度制限線図について、低圧注水ノズルに比べ円筒胴(炉心領域部)の方が厳しい結果となっていることから、円筒胴(炉心領域部)を代表部位とした。