

島根原子力発電所2号炉
高経年化技術評価
(2相ステンレス鋼の熱時効)

平成30年6月27日

中国電力株式会社

Energia

1. 概要	2
2. 基本方針	3
3. 評価対象と評価手法	4
4. 代表機器の技術評価	5
5. 代表機器以外の技術評価	9
6. まとめ	10

1. 概要

- 本資料は、「実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則」第82条第1項に基づき実施した高経年化技術評価のうち、2相ステンレス鋼の熱時効の評価結果を説明するものである。
- オーステナイト相とフェライト相の2相から成るステンレス鋳鋼は、高温状態（250°C以上）で長時間使用すると、材料特性（靱性）が低下する可能性がある。この現象は、熱時効脆化と呼ばれ、熱時効によってフェライト相中にCrの割合の高い相（Crリッチ相）が析出し、この析出相がフェライト相を硬化させることによって発生すると考えられている。
- 熱時効により、靱性が低下した場合、き裂の存在によっては、機器の健全性維持に影響があるため、想定すべきき裂発生の有無の観点から、2相ステンレス鋼の熱時効について評価を実施した。

2. 基本方針

- 評価対象部位において熱時効の発生の可能性について評価し、その発生の可能性が将来にわたって否定できない場合は、その発生または進展に係る健全性評価を行い、実用発電用原子炉施設における高経年化対策審査ガイドに定める要求事項に適合することを確認する。
- 2相ステンレス鋼の熱時効についての要求事項を以下に示す。

ガイド	要求事項
実用発電用原子炉施設における高経年化対策審査ガイド	<p>(1) 高経年化技術評価の審査</p> <ul style="list-style-type: none">⑫健全性の評価 実施ガイド3.1⑤に規定する期間の満了日までの期間について、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の発生又は進展に係る健全性を評価していることを審査する。⑬現状保全の評価 健全性評価結果から現状の保全策の妥当性が評価されていることを審査する。⑭追加保全策の抽出 現状保全の評価結果から、現状保全に追加する必要のある新たな保全策が抽出されていることを審査する。

3. 評価対象と評価手法

(1) 評価対象

熱時効の評価対象機器・部位については、最高使用温度が250 °C以上の機器のうち、材質がステンレス鋳鋼の部位を抽出した。

また、それらについて、「一般社団法人 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」のC.5(2相ステンレス鋼の熱時効)C.5.2(評価対象)を基に、以下の条件で整理を実施した。

○使用温度が250°C以上

○き裂の原因となる経年劣化事象の発生が想定される

(2) 評価方法

- 評価対象機器のうち、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象である低サイクル疲労割れが想定される部位から、原子炉再循環ポンプのケーシングと原子炉冷却材の圧力バウンダリを構成する弁で、口径が大きく、最高使用圧力が高い原子炉再循環ポンプ出口弁の弁箱を代表部位として選定した。
- 代表部位について、熱時効により靱性が低下した際に問題となるき裂が発生する可能性について評価を行う。

4. 代表機器の技術評価－健全性評価

(1) 健全性評価(1/2)

熱時効により、靱性が低下した状態でき裂が存在する場合には小さな荷重でき裂が進展し、不安定破壊を引き起こす可能性がある。

原子炉再循環ポンプのケーシングおよび原子炉再循環ポンプ出口弁の弁箱の使用温度は250℃以上であり、熱時効による靱性低下の可能性は否定できないが、不安定破壊の原因となるき裂が存在しなければ健全性の維持は可能である。

4. 代表機器の技術評価－健全性評価

(1) 健全性評価(2/2)

き裂の原因となる経年劣化事象としては、低サイクル疲労割れが想定されるが、低サイクル疲労割れについては、運転実績から推定した60年時点の過渡回数を用いて、疲れ累積係数による評価を実施している。

以下に示すとおり、60年時点の疲れ累積係数は許容値である1を十分に下回っており、低サイクル疲労が原因となり、割れが発生する可能性はないと判断する。

代表機器の運転60年時点の疲労評価結果

対象機器 (部位)	設計・建設規格の疲労曲線による解析		環境疲労評価手法 による解析
	現時点 (2015年7月末時点)	運転開始後 60年時点	運転開始後 60年時点
原子炉再循環ポンプ (ケーシングと配管の溶接部)	0.001	0.001	0.004
原子炉再循環ポンプ出口弁 (弁箱)	0.001	0.002	0.025

4. 代表機器の技術評価－現状保全

(2) 現状保全

- 原子炉再循環ポンプのケーシングおよび原子炉再循環ポンプ出口弁の弁箱については、製造時に放射線透過試験および浸透探傷試験を実施しており、ポンプケーシングの溶接部、弁箱の溶接部も含めてすべての内表面においてき裂がないことを確認している。
- 現状保全としては、定期事業者検査のクラス1機器供用期間中検査として日本機械学会「発電用原子力設備規格 維持規格(JSME S NA1-2008)」等に基づき、定期的に溶接部の超音波探傷試験、内表面の目視点検を実施し、き裂が無いことを確認しており、これまでに補修した実績はない。

4. 代表機器の技術評価－総合評価, 高経年化への対応

(3) 総合評価

健全性評価結果から判断して、現時点の知見においては、2相ステンレス鋼の熱時効は高経年化対策上問題となる可能性はないと考える。

内面からの割れは溶接部の超音波探傷試験により検知可能であり、また、割れが発生するとすれば応力の観点から溶接部であると判断されるため、点検手法として適切である。

(4) 高経年化への対応

原子炉再循環ポンプのケーシングおよび原子炉再循環ポンプ出口弁の弁箱の熱時効については、現状保全項目に、高経年化対策の観点から追加すべきものではなく、今後も現状保全を継続していく。

5. 代表機器以外の技術評価

- 代表機器以外の技術評価については、き裂の原因となる低サイクル疲労割れが想定される機器は、代表機器の評価に包含され、低サイクル疲労割れが発生する可能性はないと評価する。
- その他の機器については、き裂の原因となる経年劣化事象が想定されないことから、熱時効が問題となる可能性はないと評価する。

○審査ガイド適合性

要求事項※	技術評価結果
<p>(1)高経年化技術評価の審査</p> <p>⑫健全性の評価 実施ガイド3.1⑤に規定する期間の満了日までの期間について、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の発生又は進展に係る健全性を評価していることを審査する。</p> <p>⑬現状保全の評価 健全性評価結果から現状の保全策の妥当性が評価されていることを審査する。</p> <p>⑭追加保全策の抽出 現状保全の評価結果から、現状保全に追加する必要のある新たな保全策が抽出されていることを審査する。</p>	<p>「4. (1)健全性評価」に示すとおり、代表機器である原子炉再循環ポンプのケーシングおよび原子炉再循環ポンプ出口弁の弁箱について運転開始後60年時点を想定した健全性評価を実施した。</p> <p>「4. (2)現状保全」に示すとおり、健全性評価結果から、現状の保全策が妥当であることを確認した。</p> <p>「4. (4)高経年化への対応」に示すとおり、現状保全項目に、高経年化対策の観点から追加すべき新たな保全策はなかった。</p>

※:「実用発電用原子炉施設における高経年化対策審査ガイド」に規定される要求事項

○保守管理に関する方針として策定する事項

保守管理に関する方針として策定する事項はなかった。