

伊方発電所 3 号炉 審査資料	
資料番号	SIN3-PLM30-IASCC

伊方発電所 3 号炉 高経年化技術評価
(照射誘起型応力腐食割れ)

補足説明資料

令和 6 年 1 月
四国電力株式会社

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る
事項ですので公開することはできません。

4. 技術評価

4.1 健全性評価

a. バッフルフォーマボルトの損傷予測評価

運転開始後 60 年時点 (約 45.3 万時間 (51.7EFPY)) におけるバッフルフォーマボルトの損傷予測評価結果を図 4-1 に示す。評価の結果、運転開始後 60 年時点までにバッフルフォーマボルト (全数) の応力履歴が割れ発生応力線を超えることはなく、IASCC 発生の可能性が小さいことを確認した。割れ発生応力線は、原子力安全基盤機構「平成 20 年度 照射誘起応力腐食割れ (IASCC) 評価技術に関する報告書」で得たシンプルチューブ材の定荷重 SCC 試験で割れが認められたデータの下限を結んだ線を用いている。当該報告書では、シンプルチューブ材とバッフルフォーマボルト材による定荷重 SCC 試験でそれぞれの割れ発生応力線を導いたが、本評価では保守的に厳しい条件であるシンプルチューブ材による割れ発生応力線を用いた評価を実施した。評価領域については、炉心の対称性から 1/8 (45°) 領域とし、1/8 (45°) 領域における全ボルト 135 本 (=全数 1080 本÷8) の応力履歴を示す。

なお、伊方 3 号炉の運転開始後 60 年時点 (約 45.3 万時間) における照射量 (dpa*) は最大のバッフルフォーマボルトで約 88dpa となる。バッフルフォーマボルトに発生する応力として、炉心バッフルのスウェリングに伴う変形による曲げ応力が支配的であり、長時間照射を受けることで、炉心バッフルの変形が大きくなり、バッフルフォーマボルトに作用する応力も大きくなる。本評価では、今後 (2020 年 4 月以降) の設備利用率を 100% と仮定することで、運転時間および照射量を保守的に評価している。

照射量の算出にあたっては、伊方 3 号炉は運転の途中段階 (13.5EFPY) からウラン・プルトニウム混合酸化物 (MOX : Mixed Oxide) 燃料 (以下、「MOX 燃料」という。) を装荷しており、MOX 燃料装荷以降の中性子束は実績炉心の中性子束に MOX 燃料工認*2 で考慮した 1.1 倍を乗じて評価した。

管理損傷ボルト本数は、維持規格に記載のとおり、許容損傷ボルトパターン (最上段および最下段のボルトのみ健全でそれ以外は損傷しているパターン) に 3 倍の余裕をとって設定する。伊方 3 号炉の許容損傷ボルトパターンは 7 段/9 段=77.8% であるため、これに 3 倍の余裕をとると管理損傷ボルト本数は 77.8 / 3=26% となる。これを安全側に切り捨て 20% とすると、ボルト全数 1080 本の 20% にあたる 216 本が管理損傷ボルト本数となる。

*1 : 評価ガイドより、 $1.0 \times 10^{22} \text{n/cm}^2 (E > 0.1 \text{MeV}) \simeq 6.5 \text{dpa}$ で換算。

*2 : 平成 21 年 7 月 15 日付け平成 21・05・12 原第 17 号にて認可を受けたウラン・プルトニウム混合酸化物燃料装荷の工事計画

(3) MOX 燃料装荷の考慮

MOX 燃料装荷以降 (13.5EFPY 以降) の中性子束は、MOX 燃料導入に係る工事計画にて実績のある方法として、実績炉心の中性子束の 1.1 倍として評価した。

MOX 燃料を導入した場合において、炉内構造物の中性子照射量に最も影響が出るのは MOX 新燃料が炉心の最外周に配置されている場合であり、炉内構造物の中性子束については、U-235 と Pu-239 の特性の違いや、MOX 燃料の装荷割合が 1/4 以下であることを考慮して UO₂ 燃料の炉心と比べ 1.1 倍とした。

なお、1.1 倍については、U-235 と Pu-239 の 1 核分裂あたりの中性子発生数の違いや、核分裂時に発生する中性子束のエネルギー分布の違いなどを考慮して表 2-1 のとおり算出したものである。

表 2-1 MOX 燃料装荷による中性子束 1.1 倍の根拠

影響因子	影響	算定根拠等
①核分裂あたりの中性子発生数が大きい。		
②核分裂あたりのエネルギー発生量が大きいため、同一出力とした場合の核分裂数は小さくなる。		
③核分裂スペクトルが硬くなる。		
④MOX 新燃料の寿命初期での反応度は相対的に小さく*3 出力は抑制される。		
合計	約+10%	—

*1 : H. Soodak, Reactor Handbook Second Edition, Vol III Part A, Physics による。

*2 : 評価済み核データファイル ENDF/B-VI (Evaluated Nuclear Data File Version 6) による。

*3 : MOX 燃料は燃焼が進んでも反応度が落ちにくい特性がある。寿命中期での反応度が UO₂ 燃料と同等となるよう設計されており、寿命初期では相対的に反応度は小さくなる。

*4 : 4 集合体モデルのうち、1 体を MOX 新燃料とした配置。