

## 高浜発電所3号機 蒸気発生器伝熱管の損傷事象に係る報告に対する評価

### 1. 事象概要

関西電力株式会社(以下「関西電力」という。)が、第25回定期検査中の高浜発電所3号機において、3台の蒸気発生器(以下「SG」という。)の全ての伝熱管に対して渦流探傷試験(以下「ECT」という。)<sup>1</sup>を実施したところ、A-SGの伝熱管1本の高温側の管板部に管軸方向に沿った内面傷を示す信号指示が認められた。また、A-SGの伝熱管2本(うち1本は判定基準未満)及びB-SGの伝熱管1本の管支持板部付近に、外面からの減肉とみられる信号指示が認められた。

関西電力は、実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則第18条及び第56条に適合していないことから、令和4年3月30日、実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則第134条第3号に該当する法令報告事象と判断し、原子力規制委員会へ報告があった。

詳細は、別紙2「3. 高浜発電所3号機 保守管理不備により発生したスケールによる蒸気発生器伝熱管の損傷事象」参照。

### 2. 原子力規制庁の評価及び考察

関西電力からの報告を踏まえた原子力規制庁の評価及び考察は以下のとおり。

#### 2.1 原因調査結果等

本事象については、以下の原因により内面傷及び外面減肉に至ったと推定することは妥当であると評価した。

- 内面傷は、過去に経験した信号指示と同様に高温側管板部のローラ拡管上端部の位置で、伝熱管内面の軸方向に沿った傷であることから、SG製造時に高温側の管板部で伝熱管を拡管する際、伝熱管内面で局所的に発生した引張り残留応力と運転時の内圧及び高温の1次冷却材環境が相まって、伝熱管内面から1次冷却材中における応力腐食割れ(PWSCC)が進展した。
- 外面減肉は、これまでの運転に伴い、伝熱管表面に生成された稠密なスケールが前回定期検査時の薬品洗浄の後もSG器内に残存し、プラント運転中に管支持板下面に留まり、そのスケールに振動した伝熱管が繰り返し接触したことで摩耗減肉が発生した可能性が高い。

#### 2.2 安全上の影響

SG伝熱管については、毎定期検査時にECTにより健全性を確認し、ECTで有意な信号指示の認められたSG伝熱管については、高温側及び低温側のSG管板部で施栓し供用外としている。

内面傷については、ECTで検出できない傷が構造上許容される深さの傷まで進展する時間<sup>2</sup>から、定期検査ごとに全数のECTを実施することにより健全性を確保できると考えられる。

外面減肉は、2.1で妥当と評価した伝熱管の振動による減肉においては、振幅が制限される

<sup>1</sup> 高周波電流を流したコイルを伝熱管に挿入することで伝熱管に渦電流を発生させ、伝熱管の欠陥により生じる渦電流の変化を電気信号として取り出すことで欠陥を検出する試験。

<sup>2</sup> 関西電力は高浜3号機の高経年化技術評価書(平成26年1月(平成27年10月一部変更))において、ECTで検出できない傷が構造上許容される深さの傷(元の板厚の約66%深さ)まで進展するのに3万時間を要すると評価している。

ため、貫通には至らないと考えられる。また、「原子力安全に係る重要度評価に関するガイド」の「附属書1 出力運転時の検査指摘事項に対する重要度評価ガイド」により評価した場合、最大深さの減肉を有する伝熱管の破断圧力は、通常運転中の伝熱管内外差圧に対して3倍以上の裕度があることから、重要度は「緑」となる。

### 2.3 対策

内面傷及び外面減肉が認められたSG伝熱管について、高温側及び低温側のSG管板部で施栓し供用外とする対策は、既に確立されており妥当であると評価する。

また、外面減肉に対する以下の対策は、前回定期検査における薬品洗浄の実施結果等を踏まえ妥当であると評価する。

- SG器内に残存するスケール及びスラッジを可能な限り除去するため、小型高圧洗浄装置を用いて管支持板上も含めたSG器内の洗浄を行う。
- SG器内に薬液を注入し、伝熱管全域を薬品に浸した状態で2回洗浄を行い、伝熱管に付着している稠密なスケールを粗密化させ脆弱化させる。
- 毎定期検査時にスケールの稠密層厚さ 0.1mm 未満及び摩耗体積比 0.1 未満であることを確認し、それを超えた場合は薬品洗浄や小型高圧洗浄装置による洗浄を実施する。

### 3. INES(国際原子力・放射線事象評価尺度)評価

当該事故・故障等に係るINES評価について、以下のとおり確定する。

最終評価:0

判断根拠: 本件は、定期検査のため原子炉を停止した状態で、渦流探傷試験を実施したところ、蒸気発生器の伝熱管に有意な信号指示を確認したものであり、原子炉施設の安全に影響を与えない事象であるので、INESレベル0の「安全上重要でない事象」と評価する。

※INESナショナルオフィサーは、長官官房総務課事故対処室長