

## AMP 122 PWR フラックス・シムブル管検査(2021 年版)

### プログラムの概要

フラックス・シムブル管検査プログラムは、摩耗を検査するために使用される状態監視プログラムである。フラックス・シムブル管は、炉心中性子束モニタリング・システム検出器の経路を提供し、原子炉冷却系 (RCS) 圧力バウンダリの一部を形成する。フラックス・シムブル管は、原子炉容器内の特定の場所で材料が損失する可能性があり、その原因は、原子炉容器計装ノズルから燃料集合体計装ガイド管までの経路における不連続部分の摩耗を引き起こす流れによるフレッティングである。フラックス・シムブル管の摩耗を監視するために、渦流試験 (ECT) などの非破壊検査方法が使用される。

### 評価及び技術的根拠

#### 1. 劣化の理解に基づく経年劣化管理プログラムの範囲:

フラックス・シムブル管検査プログラムは、RCS 圧力バウンダリの一部を構成するすべてのフラックス・シムブル管の摩耗を管理する。計装案内管は、このプログラムの範囲外である。

#### 2. 経年劣化を最小限に抑え、管理するための予防措置:

本プログラムは検査と評価からなり、予防措置に関する具体的な指針に関しては、提供しない。

#### 3. 経年劣化の影響の検出:

フラックス・シムブル管の肉厚測定は、長期運転期間中のフラックス・シムブル管で発生する材料損失を検出する[1]。

フラックス・シムブル管の摩耗を適切に検出できることが実証されている検査方法 (ECT など) を使用して、たとえば WCAP-12866[2]にあるように、長期運転期間中の材料損失を検出する。規制当局が代替方法の使用を事前に承認している場合を除き、ECT 以外の方法の妥当性を示す必要がある。

検査頻度は、実際のプラント特有の摩耗データ及び技術的に妥当と認められた摩耗予測に基づいており、これらはフラックス・シムブル管の摩耗について保守的な推定値を提供している。次の検査までに、フラックス・シムブル管が設定された許容基準を超える摩耗を被らないことが予測されるように、検査の間隔が設定される。検査頻度は、プラント特有の摩耗予測に基づいて調整することができる。ただし、プラント特有の許容基準が事前に提示されていない場合は、プラント特有の摩耗率データを使用して検査頻度の再ベースライン化を正当に示す必要がある。より耐摩耗性の高いシムブル管材料 (Cr メッキステンレス鋼など) を使用するために設計変更が行われる場合は、新しい材料に対して、前述の通り、適切な検査頻度で十分な検査を行う。

#### 4. 経年劣化の影響のモニタリングと傾向分析:

フラックス・シムブル管の肉厚測定値は傾向分析され、プラント特有のデータに基づいて摩耗

率が算出される。肉厚は、プラント特有のデータと、定期検査までのプラント運転期間中に肉厚の許容基準が引き続き満たされることを確実にするために十分な保守性を含んだ方法論を用いて予測される。

#### **5. 経年劣化の影響の緩和:**

このプログラムは状態監視プログラムであり、特に緩和策は含んでいない。しかし、プラントは設計変更を行い、より耐摩耗性の高いシムブル管材料 (Cr メッキステンレス鋼など) を使用することで、劣化を最小限に抑えることができる。

#### **6. 許容基準:**

適切な許容基準、例えば壁厚摩耗率などが確立され、検査結果が評価され、許容基準と比較される。許容基準は、原子炉冷却系圧力バウンダリの健全性が維持されるよう、適切な安全余裕を確保するための技術的な正当性が示される。許容基準には、プログラムで使用するために選択された検査方法に適用される場合、計装の不確かさ、摩耗痕の形状の不確かさ、その他の潜在的な不正確さなどの要因に対する許容値が含まれる。

#### **7. 是正措置:**

定められた許容基準を満たさない肉厚のフラックス・シムブル管は、隔離、キャップの取り付け、プラグ、撤去、交換、またはその他の方法で、原子炉冷却系圧力バウンダリの健全性が維持されるように取り扱われる。分析により、許容基準の限界に近づいているフラックス・シムブル管の位置を変更することが認められる場合もある。管の位置を変更すると、摩耗の原因となっている不連続部分に管の別の部分が曝されることになる。

フラックス・シムブル管を交換する際には、清浄度が非常に重要となる。そうでないと、検出器の固着問題につながる可能性がある。Westinghouse Technical Bulletin TB-02-1[3]に推奨される清浄方法が記載されている。

管の長さ全体にわたって検査できない、制限やその他の欠陥により摩耗する可能性がある、さらに分析により継続的な使用に適さないことが明らかとなったフラックス・シムブル管は、原子炉冷却系圧力バウンダリの健全性を確保するために使用を中止する。

#### **8. 運転経験のフィードバック及び研究開発結果のフィードバック:**

本 AMP は、業界全体の一般的な経験に対応している。関連するプラント特有の運転経験は、AMP がプラントにとって適切であることを確認するために、プラントの AMP の開発において考慮される。プラント及び業界全体の運転経験と研究開発 (R&D) の結果を定期的に評価するフィードバックプロセスを実施し、必要に応じ、プラント AMP を修正するか、経年劣化管理の継続的有効性を確保するための追加措置 (例えば、新しいプラント特有 AMP を開発する) をとる。

フラックス・シムブル管の摩耗に関する特定の運転経験は、NRC Information Notice 87-44[4] 及びその supplement[5]、ならびに NRC Bulletin 88-09[6]に記載されている。

この AMP が作成された時点では、関連する研究開発は特定されていない。

## 9. 品質管理:

サイトの品質保証手順、レビュー及び承認プロセス、並びに管理上の統制は、様々な国家の規制要件 (例えば、10 CFR 50, Appendix B [7]) に準拠して実施される。

## References

- [1] Materials Reliability Program: Pressurized Water Reactor Internals Inspection and Evaluation Guidelines (MRP-227, REVISION 1-A); EPRI, PALO ALTO, CA. 2019. 3002017168
- [2] WESTINGHOUSE OWNER'S GROUP, WCAP-12866, Bottom mounted instrumentation flux thimble wear
- [3] WESTINGHOUSE TECHNICAL BULLETIN, TB-02-1, Bottom mounted instrumentation flux thimble detector sticking issue
- [4] UNITED STATES NUCLEAR REGULATORY COMMISSION, NRC Information Notice No. 87-44, Thimble Tube Thinning in Westinghouse Reactors, USNRC, September 16, 1987
- [5] UNITED STATES NUCLEAR REGULATORY COMMISSION, NRC Information Notice No. 87-44, Supplement 1, Thimble Tube Thinning in Westinghouse Reactors, USNRC, March 28, 1988
- [6] UNITED STATES NUCLEAR REGULATORY COMMISSION, NRC IE Bulletin 88-09, Thimble Tube Thinning in Westinghouse Reactors, USNRC, July 26, 1988
- [7] UNITED STATES NUCLEAR REGULATORY COMMISSION, Code of Federal Regulations 10 CFR 50, Appendix B, Quality Assurance Criteria for Nuclear Power Plants, Office of the Federal Register, National Archives and Records Administration, USNRC, Latest Edition