

AMP 117 閉鎖型処理水システム(2021 年版)

プログラムの概要

原子炉プラントには、多くの閉鎖型で化学的に処理された水システムが存在する。これらのシステムでは、水質を制御し、腐食を防止するために水処理が行われる(すなわち、処理水システム)。これらのシステムは、補給水の追加速度よりも再循環速度がはるかに高い再循環システムでもある(すなわち、閉鎖型システム)。このプログラムには、(a) 腐食防止剤の使用を含む水処理により、機器の機能が維持され、腐食の影響が最小限に抑えられるよう、水の化学組成を調整すること、(b) 水処理プログラムが許容ガイドラインの範囲内で水質を維持していることを確認するための水の化学試験、(c) 腐食、亀裂及び汚損の有無や程度を判断するための検査、が含まれる。この AMP、及び／又は、プラントの運転経験に関連して選択された民間規格に応じて、このプログラムには腐食モニタリング(例: 腐食クーポン試験) 及び微生物学的試験も含まれる場合がある。

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:

このプログラムは、あらゆる材料で製造され、処理水に曝される配管、配管部品、配管要素の内部表面における、汚損による熱伝達の減少、腐食による材料損失、応力腐食割れによる亀裂の経年劣化影響を管理する。この AMP が対象とするシステムの例としては、閉サイクル冷却水システム(汚染源がほとんどないシステムで、水質が管理され、熱が直接最終的な熱放出源に排出されず、オープン冷却システムのように環境に開放されていないシステム)、暖房、換気、空調システムの閉鎖部分、ディーゼル発電機の冷却水、補助ボイラーシステムなどがある[1,2]。本 AMP 対象外のシステムには、沸騰水型原子炉 (BWR) 冷却材、加圧水型原子炉 (PWR) 一次系及び二次系冷却水、PWR/BWR 復水システムなどがある。これらのシステムにおける経年劣化は、AMP103「水質」及び AMP102「供用期間中検査／定期検査」によって管理されている。消火用水システムは、存在する場合でも、本 AMP の対象外である。本 AMP の対象となるシステムで使用される水は、脱塩処理されていてもされていなくてもよい。本 AMP の対象となるシステムで使用される水は、腐食防止剤を含む化学処理が施される。未処理の水システムについては、AMP135「その他の配管及びダクト部品の内面検査」など、他の AMP が適用される。

2. 経年劣化を最小限に抑え、管理するための予防措置:

このプログラムでは、水処理により、腐食による材料損失、応力腐食割れによる亀裂、腐食生成物や微生物活動に伴う汚損による熱伝達の低下といった経年劣化の影響を緩和する。水処理プログラムには腐食防止剤が含まれ、関連機器の機能を維持し、水の腐食性と微生物活動を最小限に抑えるように設計されている。

3. 経年劣化の影響の検出:

このプログラムでは、水質(予防的モニタリング)と水に曝された表面の外観(状態モニタリング)を

監視する。この AMP、及び／又は、プラントの運転経験に関連して使用する民間規格に応じて、このプログラムには腐食モニタリング（例：腐食クーポン試験）及び微生物学的試験も含まれる場合がある。

水質パラメータ（鉄、銅、シリカ、酸素の濃度、硬度、アルカリ度、比伝導度、pH など）は、最適な水質状態を維持することで、腐食や応力腐食割れによる材料損失や亀裂を防ぐことができるため、モニタリングされる。監視される特定の水質パラメータと、それらのパラメータの許容値の範囲は、民間規格ガイダンス文書（例えば、EPRI Guideline 3002000590[3]、ASTM 規格、機器製造者が推奨する水質ガイドライン、または ASME Nalco）に準拠している。いずれの場合も、選択された民間規格ガイダンス文書は、その全体が水質の管理または指針として使用される。水質検査の頻度は、選択された民間規格に準拠するが、追加分析により正当化されない限り、検査間隔は四半期に一度を超えることはない。

水質管理は、経年劣化の影響を緩和する上で完全に有効であるとは限らないため、定期的な検査が実施される。表面の外観は、材料損失の証拠となる。表面または体積検査により明らかになった表面の不連続性は、亀裂の証拠となる。熱交換器表面の熱伝達能力は、表面清浄度の目視検査、または設計上の熱除去率が維持されていることを機能試験で確認することで評価される。

システム境界が開かれる際には、必ず内部表面の目視検査が実施される。さらに、腐食、亀裂、汚損の可能性に基づいて配管及び部品の代表サンプルが選定され、10 年に 1 度を超えない間隔で検査される。AMP119 で使用されている基準に基づき、最低でも母集団の 20 パーセント（同じ材料、水処理プログラム、経年劣化の組み合わせを持つ部品と定義）または各ユニットの母集団あたり最大 25 の部品を、材料損失、亀裂、汚損を適切に検出できる技術を用いて検査する。部品に対する追加のサンプリング指針は、参考文献[4]に記載されている。

初期サンプルで劣化が確認された場合、その状態の程度を判断するために追加サンプルが検査される。代替のサンプリング方法の技術的根拠は、プログラム文書に記載される。検査は、該当する規格要件に準拠して実施される。規格の検査要件がない場合は、選択された民間規格に準拠して検査が実施される。選択された民間規格が検査要件を含んでいない場合、腐食、亀裂、汚損を検出できるプラント特有の検査及び要員資格認定手順を使用することができる。目視検査で有害な状態が確認された場合、超音波試験を含む追加の検査を実施する。プラントの運転経験、及び／又は、本 AMP に関連して使用するために選択された民間規格プログラムでは、腐食、熱伝達、及び／又は、微生物学的試験を推奨する場合がある。

4. 経年劣化影響のモニタリング及び傾向分析:

水質データは、選択された民間規格の文書に記載された基準と比較して評価される。これらのデータは時間経過とともに傾向が把握され、水質の傾向分析に基づいて、意図された機能が損なわれる前に是正措置が講じられる。また、検査結果も時間経過とともに傾向が把握され、腐食や亀裂の進捗が評価・予測される。

5. 経年劣化影響の緩和:

このプログラムは、閉鎖型処理水環境に曝された部品における腐食による材料損失、応力腐食割れによる亀裂、腐食及び微生物活動に伴う汚損による熱伝達の低下を軽減する。このため、水質

分析のサンプリング及び試験のモニタリング方法・頻度は、民間規格ガイドラインに準拠して実施される。

6. 許容基準:

水質濃度は、選択された民間規格文書で指定された限界値内に維持されている。システム部品は、最小の部品壁厚さや熱伝達能力などのシステム設計要件を満たしている。

7. 是正措置:

選択された民間規格文書に準拠していない水質濃度は、参照されたガイドラインに準拠して「仕様内」の状態に戻される。民間規格文書の中には、どの程度の速さで「仕様外」の状態を修正すべきかを規定する時間的ガイドラインを定めているものもある。

確立された許容基準を満たさない検査結果については、工学的評価を実施する。品質に悪影響を及ぼす状況が速やかに是正されるよう、プログラムを通じてプラント是正措置を実施する。欠陥が品質に著しく悪影響を及ぼすと評価された場合、その状況の原因を特定し、再発防止のための行動計画を策定する。許容できない検査結果については、定期検査、部品修理あるいは交換を伴う追加検査を実施する。

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。

米国における閉サイクル冷却水系の劣化に関する観察結果には、腐食生成物の蓄積 (NRC Licensee Event Report [LER] 50-327/93-029-00)[5]や、供給ラインの壁貫通亀裂 (NRC LER 50-280/91-019-00)[6]が含まれている。したがって、運転経験から、このプログラムの必要性が示されている。

さらに、ステンレス鋼 (SS) 製原子炉再循環ポンプシール熱交換器コイルにおける SCC は、閉じられた冷却水の局所的な沸騰に起因し、水中の不純物がコイル表面で濃縮することが原因であるとされている (LER 263/2014-001)[7]。

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かった。

9. 品質管理:

サイト品質保証手順、レビュー及び承認プロセス、管理統制は、様々な国家の規制要件 (例えば、10 CFR 50, Appendix B [8]) に準拠して実施される。

References

- [1] UNITED STATES NUCLEAR REGULATORY COMMISSION, Generic Letter 89-13, Service Water System Problems Affecting Safety-Related Components, USNRC, July 18, 1989.
- [2] UNITED STATES NUCLEAR REGULATORY COMMISSION, Generic Letter 89-13, Supplement 1, Service Water System Problems Affecting Safety-Related Components, USNRC, April 4, 1990.
- [3] ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE, EPRI 3002000590, Closed Cooling Water Chemistry Guideline, Rev. 2, December 2013.
- [4] UNITED STATES NUCLEAR REGULATORY COMMISSION, Generic Aging Lessons Learned for Subsequent License Renewal (GALL-SLR) Report — Final Report (NUREG-2191), USNRC, 2017.
- [5] UNITED STATES NUCLEAR REGULATORY COMMISSION, Licensee Event Report 50-327/93-029-00, Inoperable Check Valve in the Component Cooling System as a Result of a Build-Up of Corrosion Products between Valve Components, USNRC, December 13, 1993.
- [6] UNITED STATES NUCLEAR REGULATORY COMMISSION, Licensee Event Report, 50-280/91-019-00, Loss of Containment Integrity due to Crack in Component Cooling Water Piping, USNRC, October 26, 1991.
- [7] UNITED STATES NUCLEAR REGULATORY COMMISSION Licensee Event Report, 263-2014-001, “Primary System Leakage Found in Recirculation Pump Upper Seal Heat Exchanger.” USNRC, March 2014.
- [8] UNITED STATES NUCLEAR REGULATORY COMMISSION, 10 CFR Part 50, Appendix B, Quality Assurance Criteria for Nuclear Power Plants, Office of the Federal Register, National Archives and Records Administration, USNRC, Latest Edition.