

AMP 119 1 回限りの検査 (2023 年版)

プログラムの概要

選択された部品または構造物に対する 1 回限りの検査は、長期運転期間中に意図された機能が損なわれない程度に、経年劣化を防止または最小化することを目的とした経年劣化管理プログラム (AMP) のシステム全体にわたる有効性を検証するために実施される。例えば、AMP103 に基づく水質の有効な管理により、一部の経年劣化の影響を防止し、その他の影響を最小限に抑えることができる。しかし、長期間にわたって流れから隔離され特定の経年劣化を促進する物質が徐々に蓄積、または濃縮される疑いがある場所が存在する可能性もある。

このプログラムは、経年劣化の影響の重大性を検証するためにも使用できる。追加の確認が適切である状況には、以下のようなものがある。

- 経年劣化事象が起こるとは予想されないが、合理的な確信を持ってそれを否定するにはデータが不十分である場合
- 経年劣化事象が特定の環境下で非常にゆっくりと進行することが予想されるが、局所的な環境が一般的に予想されるよりも厳しい場合
- 腐食防止剤を含まない水環境に曝される部品または構造物に対して、全面腐食を要因とする材料の長期損失により意図された機能が損なわれないことを検証する場合

これらの場合、確認により、経年劣化が起こっていないか、または経年劣化が起こっていてもその進行が非常に遅く、延長運転期間中、部品、構造、またはシステムが意図した機能を果たすことを妨げないことが過去の運転経験データに基づいて示される。

このプログラムでは、クラス/品質グループ A 呼び径 (NPS) 4 インチ (100mm) 未満の配管 (圧力保持バウンダリ) は対象としていない。それらは AMP121 で対象としている。

AMP のシステム全体にわたる有効性を検証するための許容可能な (1 回限りの検査) プログラムは、選択されたシステム内の選択された部品及び影響を受けやすい場所の 1 回限りの検査で構成される場合がある。検証には、選択された部品が経年劣化について検査され、重大な経年劣化が発生していないことを確認するための、日常的な保守、修理、または検査記録の審査が含まれることもある。プログラムの要素には以下が含まれる。

- 製造材料、環境、妥当な経年劣化の影響、及び運転経験の評価に基づいて検査する部品のサンプルサイズ決定
- 経年劣化の影響が発生する可能性に基づいて、システムまたは部品の検査場所の特定
- 検査対象の部品の経年劣化を管理する上で有効な許容基準を含む検査手法の決定
- 延長運転期間の終了前に、意図した機能を損なう恐れのある経年劣化が発見された場合、経年劣化の進行を監視するための追跡検査の必要性の評価

AMP103、AMP133 及び AMP136 の有効性を検証するため、1 回限りの検査プログラムが受け入れられている。

評価及び技術的根拠

1. 経年劣化に関する理解に基づく、経年劣化管理プログラムの適用範囲:

本プログラムの適用範囲には、AMP103、AMP133 及び AMP136 を使用した経年劣化管理の対象であり、かつ経年劣化の影響が観察されていない、または経年劣化の影響が非常にゆっくりと発生しているためこれまでの運用実績データに基づき延長運転期間中に機器または構造物の意図された機能に影響を及ぼさないシステム及び部品が含まれる。また、本プログラムの対象には、長期運転期間中の環境が同等と考えられ経年劣化現象が観察されていない他の部品や材料も含まれる場合もある。

さらに、腐食防止剤を予防措置として含まない水環境に曝される鋼製部品（処理水、処理ホウ酸水、原水、排水など）については、本プログラムにより、全面腐食による長期的な材料損失が、部品または構造物の意図された機能の損失を引き起こさないことが検証される。鋼製部品の全面腐食による長期的な材料損失は、SSC が曝される環境に腐食防止剤が予防措置として含まれている場合には、管理する必要はない。

このプログラムは、経年劣化のメカニズムが既知である構造物や部品、または長期運転期間中の環境が同等ではないと予想される場合には適用できない。このような場合には、定期的な検査が推奨される。通常、長期運転期間の開始直前に、選択された部品の 1 回限りの検査が実施される。

このプログラムの範囲は、長期運転 (LTO) に向けたユニットの準備中に実施可能な最大量の保守作業を考慮した包括的な調査に基づいている。

2. 経年劣化を最小限に抑え、管理するための予防措置:

1 回限りの検査は状態監視プログラムである。経年劣化を防止する方法は含まれていない。

3. 経年劣化影響の検出:

現実的には、検査にはシステム内の代表サンプルが含まれ、稼働時間や運転条件の厳しさによって経年劣化の影響を最も受けやすい境界部品や主部品に焦点を当てる。例えば、参考文献[1,3]に概説されているように、1 回限りの検査における代表サンプルの規模は、母集団（同じ材料、環境、及び経年劣化の影響の組み合わせを持つ部品として定義）の 20%に限定するか、または最大 25 個の部品と定義することができる。配管の場合、0.3メートルは1回の検査に相当し、複数の場所（例えば隣接していない場所）を使用することで、サンプルサイズ内で代表的なサンプルが検査されることを保証する。サンプルのグループ分けを定義する際には、類似した環境（例：管理されていない屋内、管理された屋内、乾燥空気環境）は、最も厳しい環境（例：過去に漏えいが発生したフランジの近辺）にある部品の検査が行われることを条件に、より大きな母集団に統合することができる。いずれの場合も、1 回限りの検査対象の部品を選択するために使用される方法論及びサンプルサイズの技術的な正当性は、プログラムの文書化の一部として含まれる。プラント群（例：フランス）の場合、異なるプラントの代表的な部品に対して定期的に検査を行い、その結果を部品の安全機能の達成能力を示すために使用することもある。

鋼材の全面腐食による材料の長期損失が発生した場合、他の劣化メカニズム（例えば、全面腐食、隙間腐食、MIC、孔食、異種金属接触腐食）を対象とした本 AMP の一環として実施される体積測定 (UT) 検査は、全面腐食による材料の長期損失に関連する代表的な検査サンプルサイズにも適用できる。全面腐食による材料の長期損失は、他の AMP（例：AMP117, AMP124, AMP125, AMP131, AMP132, AMP134, AMP135）の一部として管理することもできる。ただし、他の AMP が、サンプルサイズ、適用環境、検査技術、検査目的に関する必要な

詳細を含んでいる場合に限る。

検査及び試験技術は、懸念される経年劣化の影響を検出する上で有効であることが実証された実績があり、確立された非破壊試験技術 (例えば、[3-6]) に依存している。これには、目視、超音波、表面試験などが含まれる。指定された種類の検査を実施するために、現場の手順及びプログラムに準拠して資格を取得した要員によって、検査が実施される。このプログラムは、部品の (予想される) 経年劣化に直接関連するパラメータを監視する。モニタリングされるパラメータの例と関連する経年劣化の影響は、以下の表に示されている。

特定の構造または部品について監視または検査されるパラメータと経年変化の影響の例 ¹			
経年劣化	劣化メカニズム	監視パラメータ	検査方法 ²
材料損失	隙間腐食	表面状態 壁厚測定	目視 (VT-1 または等価な試験)、及び／又は、体積試験 (超音波試験 [UT])
材料損失	ガルバニック腐食	表面状態 壁厚測定	目視 (VT-3 または等価な試験)、及び／又は、体積 (UT)
材料損失	全面腐食	表面状態 壁厚測定	目視 (VT-3 または等価な試験)、及び／又は、体積 (UT)
材料損失	MIC	表面状態 壁厚測定	目視 (VT-3 または等価な試験)、及び／又は、体積 (UT)

¹ この表に記載された例は、すべての関連する状況に適切であるとは限らない。この表の推奨事項に代わる方法を選択する場合は、検査技法、許容基準、評価基準、及びその正当性の説明に関する十分な情報を提供する SSC 固有の技術的正当性を示す。

材料の長期損失	全面腐食	壁厚測定	体積 (UT)
材料損失	孔食	表面状態 壁厚測定	目視 (VT-1 または等価な試験)、及び／又は、体積 (UT)
材料損失	エロージョン	表面状態 壁厚測定	目視 (VT-3 または等価な試験)、及び／又は体積 (UT)
熱伝達の減少	汚損	伝熱管汚損	目視 (VT-3 または等価な試験)
亀裂	SCC 繰り返し荷重	表面状態 亀裂	強化された目視 (VT-1 または等価な試験)、又は表面試験 (磁粉探傷／液浸透)

			探傷)、又は体積 (放射線透過／UT)
--	--	--	---------------------

² 目視検査は、その検査方法が経年劣化の影響を受ける可能性のある表面を検査する場合にのみ使用することができる。

検査のタイミングに関しては、現行の運転期間の終了前に検査された部品のサンプルは、運転延長期間中に経年劣化が意図された機能を損なわないことを合理的に保証できるものでなければならない。具体的には、検査は、延長運転期間の早期に意図した機能に影響を及ぼす可能性のある経年劣化の影響が適切に管理されるよう、十分に早期に完了する必要がある。逆に、検査は、潜伏期間が長い経年劣化の影響 (すなわち、延長運転期間の終了間際に意図した機能に影響を及ぼす可能性のあるもの) が確実に特定されるよう、検査対象の部品が十分経年劣化を達成できるようなタイミングを計る必要がある。これらの制約の範囲内で、検査はプラントの運転への影響を最小限に抑える方法で実施され、十分な運転時間経過後に行われる。例えば、本プログラムに基づく検査が開始される前にプラントは少なくとも 30 年間運転されているため、経年劣化の影響が現れるのに十分な時間が経過している。

4. 経年劣化の影響に関する傾向の監視及び分析:

各材料、環境、及び経年劣化の影響に関する検査結果は、入手可能な場合は、過去の検査で得られた結果と比較される。実際には、これらの結果は、延長運転期間の終了時に観察された劣化を予測するために傾向分析される[3]。

5. 経年劣化の影響の緩和:

1 回限りの検査プログラムは、経年劣化の影響を緩和することを目的としたものではない。

6. 許容基準:

検出された劣化の兆候または関連条件はすべて評価される。許容基準は、適用可能な基準、設計基準情報、または事業者が指定する要件及び推奨事項に基づく場合がある。例えば、超音波厚さ測定値はあらかじめ定められた限界値と比較される。ただし、亀裂のような兆候は許容されない[3]。

7. 是正措置:

許容できない検査結果は、当該サイトの是正措置プロセスに準拠して評価され、適切な是正措置と、別の AMP に基づく(定期を含む) 検査の必要性を決定する。

検査のいずれかが許容基準を満たさない場合、追加の検査が実施される。追加の検査の回数は、当該サイトの是正措置プロセスに準拠して決定される。検査中に特定された経年劣化の影響が許容基準を満たさない場合、または検査の予測結果が許容基準を満たさない場合、材料、環境及び経年劣化が同一の組み合わせとなる当該サイト内のすべてのユニットで定期検査プログラムが策定・実施される。

測定可能な劣化が生じたが、許容基準は満たされている場合、検査結果は、今後の監視と傾

向分析のための是正措置プログラムとして入力される[3]。

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証するために、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效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。

このプログラムに関連する検査を構成する要素 (検査の範囲及び検査技術) は、業界の慣行と一致しており、また、該当する場合は、最近の研究開発の結果とも一致している。事業者が経年劣化の影響を検出する上で得た運転経験は、他の予防または緩和措置としての AMP のシステム全体の有効性を確認するために 1 回限りの検査が使用される場合、このプログラムが部品、材料、環境における経年劣化の影響の存在を検出できる、またはその不在を指摘できることを実証するのに十分であると考えられる。詳細については、EPRI が参考文献[7]で非破壊検査の経験に関する報告書を作成している。

この AMP が作成または見直された時点では、関連する研究開発は特定されていない。

9. 品質管理:

SSG-48[8]に沿って、IGALL 安全報告書の 4.9 項では、(a) 管理統制、(b) 安全分析報告書の補足、(c) パフォーマンス指標、(d) 確認 (検証) プロセス、(e) データ収集と記録保持、これらの観点からこの属性に期待される内容に関する一般的な情報を提供している[9]。さらなるガイダンスは、SSG61[10]の Paras 3.13.16 - 3.13.17 の安全解析報告書の補足、GS-G3.1 の確認プロセス (予防措置については Paras 6.76-6.77、是正措置については Paras 6.66-6.75) にあり[11]、SRS No.106 の第 2 章には経年劣化管理のためのデータ収集と記録保存に関するグッドプラクティスが記載されている[12]。

本 AMP に関する追加的な具体的情報はない。

References

- [1] UNITED STATES NUCLEAR REGULATORY COMMISSION, Generic Aging Lessons Learned (GALL) Report — Final Report (NUREG-1801, Revision 2), USNRC, 2010.
- [2] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Final Report of the Programme on Safety Aspects of Long Term Operation of Water Moderated Reactors, IAEA Programmatic Guidelines for Ageing Management, IAEA-EBP-SALTO, IAEA, Vienna 2007.
- [3] UNITED STATES NUCLEAR REGULATORY COMMISSION, NUREG-2191, Generic Aging Lessons Learned for Subsequent License Renewal (GALL-SLR) Report, Final Report, USNRC, 2017.
- [4] AMERICAN SOCIETY of MECHANICAL ENGINEERS, ASME Section XI, Rules for Inservice Inspection of Nuclear Power Plant Components, The ASME Boiler and Pressure Vessel Code, latest version as approved in 10 CFR 50.55a, ASME, New York.

- [5] ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE, Materials Reliability Program: Inspection Standard for PWR Internals - 2018 Update (MRP-228, Rev.3), (EPRI 3002010399), EPRI, Palo Alto, CA, 2018.
- [6] ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE, BWR Vessel and Internals Project, Reactor Pressure Vessel and Internals Examination Guidelines, BWRVIP-03, (EPRI 1025142-R15), EPRI, Palo Alto, CA, 2012.
- [7] ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE, Update on License Renewal one-time inspection and best NDE practices, (EPRI 1022931), EPRI, Palo Alto, CA, 2011.
- [8] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Ageing Management and Development of a Programme for Long Term Operations of Nuclear Power Plants, Specific Safety Guide, Safety Standards Series No. SSG-48, IAEA, Vienna (2018).
- [9] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Ageing Management for Nuclear Power Plants: International Generic Ageing Lessons Learned (IGALL), Safety Reports Series No. SRS-82 (Rev. 2), IAEA, Vienna. Preprint.
- [10] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Format and Content of the Safety Analysis Report for Nuclear Power Plants, SSG-61, IAEA, Vienna (2021).
- [11] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Application of the Management System for Facilities and Activities, GS-G-3.1, IAEA, Vienna (2006).
- [12] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Ageing Management and Long Term Operation of Nuclear Power Plants: Data Management, Scope Setting, Plant Programs and Documentation, Safety Report Series No. 106, IAEA, Vienna (2022)