

AMP 157 内部塗装と内張（2023 年版）

プログラム概要

この AMP は、範囲内の配管、配管部品、熱交換器、タンクの内部塗装を管理する。内部塗装／内張の適切な保全は、対象範囲内の部品の意図された全ての機能を確実に満たすために不可欠である。塗装／内張の劣化は、部品母材の材料損失や亀裂につながる可能性がある。また、塗装／内張の劣化は、そこから発生する破片に起因する流量の減少、圧力の低下、熱伝達の低下などの下流への影響にもつながる可能性がある。このプログラムは、閉鎖型サイクル冷却水 (CCCW)、原水、処理水、ホウ酸処理水、廃水、空気、結露、燃料油、潤滑油に曝される内部塗装／内張の定期的な目視検査からなる。塗装／内張表面の目視検査により、欠陥や劣化があると判断された場合は、可能な限り物理的試験を実施する。電力研究所 (EPRI) Report 1019157[1] “Guideline on Nuclear Safety Related Coatings” は、塗装の有効性の維持と定期的な評価に関する情報を提供している。米国コンクリート協会 (ACI) Standard 201.1R 08[2] “Guide for Conducting a Visual Inspection of Concrete in Service” は、コンクリート検査のガイドラインを提供している。

評価と技術的根拠

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 AMP は、CCCW、原水、処理水、ホウ酸処理水、廃水、空気、結露、燃料油、潤滑油に曝される対象部品の内部塗装を管理する。本 AMP の適用範囲に含まれる部品は、配管、配管部品、熱交換器及びタンクである。これらの部品は、塗装／内張の損失または健全性の劣化により、部品の意図された機能または下流の部品の意図された機能の十分な達成を妨げる可能性がある。防火水槽の内部塗装／内張に関連する経年劣化は、AMP131 によって管理されている。適格な耐用年数を有する塗装／内張は、耐用年数が終了する前に交換され、状態監視による耐用年数の延長は考慮されていない。

塗装／内張は、対象範囲内の部品に不可欠な部分である。SSG-48[3]及び 10 CFR 54.4(a)[4]のような対象基準を満たすかどうかを判断する際、対象内部品の内部塗装／内張は、独立した部品として見なされない。塗装／内張が対象範囲内の意図された機能を有するかどうかは重要ではない。なぜなら、その部品が対象範囲内であるかどうかを決定するのは、その部品の意図された機能であり、従って、その部品に一体化した塗装／内張の経年劣化の影響は、その部品及び下流の部品の意図された機能に対する潜在的な影響について評価されるからである。

このプログラムによって効果的に管理されている内部塗装／内張された表面を持つ部品の場合、材料損失と亀裂の経年劣化の影響は、別のプログラムによって管理する必要はない。このプログラムが効果的でない場合は、AMP120 や AMP135 などの他のプログラムを用いて、塗装／内張表面で防止できない経年劣化を管理する。

2. 経年劣化を最小限に抑え、管理するための予防措置：

このプログラムは状態監視プログラムであり、予防措置は含まれていない。しかし、材料損失を最小化するために塗装を使用しているプラントにとって、このプログラムは、塗装の効果的

な管理を確実にするための予防措置である。

3. 経年劣化の検出：

内部目視検査は、許容基準を満たさない塗装／内張を特定するためのものである。塗装／内張の健全性に問題があることを示す兆候には、以下のようなものがある。

- ブリスター：塗装／内張に気泡が生じること
- 亀裂：塗装／内張が破れ、下地面まで達すること
- 薄片剥離（フレーキング）：塗装／内張の一部が下地から、または以前に塗布された層から剥離すること
- 剥離（ピーリング）：下地から塗装／内張の1つまたは複数の層が剥離すること
- 層間剥離：1つの塗装や層、または下地から他の塗装や層が剥離すること
- 腐食による体積膨張：塗布された塗装／内張の下、または塗装／内張を通して発生する下地の錆／腐食のこと
- 剥落：コンクリート部材から剥離した、通常は薄片状の破片のこと

物理的試験は、塗装／内張の潜在的な劣化の程度を特定するために使用される。

このプログラムによって管理される物理的損傷は、経年劣化に関連した機械的方法による塗装／内張の除去または厚みの減少からなり、例えば、キャビテーションやエロージョンの結果として絞り弁の下流で発生する可能性のある損傷などである。足場の設置やフランジ付き継手の組立・分解など、経年劣化に関連しない事象に起因する物理的損傷は、本 AMP では扱わない。

ベースラインの塗装／内張検査は、長期運転期間前の10年間に実施される。その後の検査は、塗装／内張の不具合が部品の意図された機能に及ぼす影響、以前の検査で特定された潜在的な問題、及び既知の耐用年数の履歴の評価に基づいて行われる。後続の検査間隔は、Regulatory Guide (RG) 1.54[5]のような、プラントの関連する管理統制要件又はガイダンス文書で規定された基準に準拠して、資格を有する塗装の専門家によって設定される。参考文献[6]で規定されているような最大検査間隔は、経年劣化の影響が適切な時間枠内に検出されることを確実にするために設定される。

ベースラインの検査及び定期検査の範囲もまた、塗装／内張の欠陥が対象となる部品の意図された機能に及ぼす影響の評価、以前の検査で確認された潜在的な問題、及び既知の耐用年数の履歴に基づいている。検査の範囲は、塗装／内張の材質と環境の組み合わせによって決定される。基本的な検査と定期検査の範囲は、部品が意図する機能が損なわれる前に、経年劣化の影響が確実に検出されるように設定される。参考文献[6]で規定されているような最小限の検査項目が設定される。塗装／内張の環境には、部品内部の環境と塗装／内張が取り付けられている金属の環境が含まれる。検査位置は、劣化のしやすさと故障の影響に基づいて選択される。

インターロック面（フランジ面など）の間に挟まれた塗装／内張面は、内部塗装／内張の検査やその他の理由でアクセスできるように継手部が分解されていない限り、検査する必要はない。小さなパイプライン、熱交換器、その他の機器など、直接検査に容易にアクセスできない領域については、遠隔またはロボット検査ツールの使用が検討される。

さらに、対象部品の塗装や内張が健全性の損なわれたとしても、流量の減少、圧力の低下、熱伝導の低下といった下流への影響が検査対象機器に及ばない場合は、長期運転期間の 10 年前から 10 年ごとに代表的なサンプルの外壁厚測定を実施することができる。肉厚測定の目的は、塗装／内張の目視検査の代わりに、母材の腐食速度の許容性を確認することである。

塗装／内張の検査と劣化状態の評価に携わる個人の訓練と有資格化は、当該プラントの関連する管理統制要件またはガイダンス文書に準拠して実施される。

4. 経年劣化の傾向の監視と分析：

塗装の専門家は、以下を含む検査後の報告書を作成する：(i) 劣化が見られるすべての箇所とその位置のリスト、(ii) 優先順位をつけた修理箇所のリストで、システムを使用可能に戻す前にどの箇所を修理しなければならないかを示したもの。可能な限り、検査箇所に対応する写真を文書化に使用する。検査を実施する前に、過去 2 回分の検査報告書が利用可能ならば、そのレビューが実施される（ある特定の塗装／内張箇所のベースライン検査とその後の最初の検査については、2 組の検査結果をレビューできない場合がある）。このレビューには、前回の検査の観察／結果、及び関連する補修活動が含まれる。母材の腐食が部品の塗装／内張の劣化に関連する唯一の問題であり、塗装／内張の内部目視検査の代わりに外壁の肉厚測定が使用される場合、母材の腐食速度が傾向分析される。

5. 経年劣化の緩和：

このプログラムは状態監視プログラムであり、緩和措置は含まれていない。

6. 許容基準：

許容基準は、プラントに関連する管理要求事項またはガイダンス文書によって提供される。許容基準の例は、参考文献[6]に示されている。

7. 是正措置：

許容基準を満たさない結果は、品質保証 (QA) プログラムの特定の部分、例えば 10 CFR Part 50, Appendix B[7]の下では是正措置プログラムによって対処される。許容基準を満たさない塗装／内張は、プラントに関連する管理統制規格・事項又はガイダンス文書に準拠して、修理、交換、または除去される。修理または交換された塗装／内張の健全性を保証するために、物理的試験または検査が実施される。塗装／内張が修理または交換された場所に隣接する塗装／内張の健全性を保証するためにも、物理的試験又は検査が実施される。

塗装／内張が腐食防止に用いられている場合（例えば、設計計算における腐食許容量がゼロである場合、または AMP の“予防措置”プログラム要素において、塗装／内張が経年劣化の防止に使用されている場合）、母材が露出している場合、またはブリスターの下にある場合、劣化した塗装／内張の近傍の部品の母材が検査され、最小肉厚を満たしているかどうか、また次の検査まで満たされるかどうか、これらが判断される。

8. 運転経験のフィードバックと研究開発結果のフィードバック：

本 AMP は業界全体における一般的な経験を対象としている。プラント特有の関連運転経験は、プラント AMP がプラントに適切であることを確実にするために、プラント AMP の策定において考慮される。プラントはフィードバックプロセスを実施し、プラント及び業界全体の運転経験と研究開発 (R&D) 結果を定期的に評価し、必要に応じてプラント AMP を修正するか、または追加の措置 (例えば、新たなプラント特有の AMP を策定する) を講じ、経年劣化管理の継続的な有効性を確保する。

複数のプラントが、内部塗装の劣化により、様々なシステムの流量低下を経験している[8]。流量低下は、塗装／内張の破片が下流に蓄積し、システムを詰まらせた結果である。

複数のプラントが、腐食による材料損失をもたらす内部塗装の劣化を経験している[8-13]。これらの発生の多くは、乱流やキャビテーションなどの物理的損傷 [14,17]に関連している。

格納容器内の塗装の劣化と、それに起因する水溜まり濾過器の詰まりに関する業界の経験は、参考文献[18-21]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確認されていない。

9. 品質管理：

SSG-48 に沿って[3]、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[22]。また、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に記載されている[25]。

本 AMP に関する追加的な具体的情報はない。

References

- [1] ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE (EPRI), Guideline on Nuclear Safety- Related Coatings, Report 1019157, Rev.2, Palo Alto, CA (2009).
- [2] AMERICAN CONCRETE INSTITUTE (ACI), Guide for Conducting a Visual Inspection of Concrete in Service, Standard 201.1R-08, ACI, Farmington Hills, MI (2008).
- [3] 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).
- [4] UNITED STATES NUCLEAR REGULATORY COMMISSION, 10 CFR 54.4(a), Scope, Office of the Federal Register, National Archives and Records Administration, USNRC, Washington, Latest Edition.
- [5] UNITED STATES NUCLEAR REGULATORY COMMISSION, Service Level I, II, and III Protective Coatings Applied to Nuclear Power Plants, Regulatory Guide 1.54, Revision 3, USNRC, Washington (2017).
- [6] UNITED STATES NUCLEAR REGULATORY COMMISSION, Generic Aging Lessons

- Learned for Subsequent License Renewal (GALL-SLR) Report, NUREG-2191, Vol. 2, USNRC, Washington (2017).
- [7] 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, Washington, Latest Edition.
 - [8] UNITED STATES NUCLEAR REGULATORY COMMISSION, Failures of Protective Coatings in Pipes and Heat Exchangers, Information Notice 85-24, USNRC, Washington (1985).
 - [9] Seabrook Station, Response to Request for Additional Information, NextEra Energy Seabrook License Renewal Application, Request for Additional Information - Set 18, RAI B.2.1.11-2, February 7, 2012. (See USNRC Agency Document Access and Management System (ADAMS) Accession No. ML12041A054.)
 - [10] South Texas Project, Units 1 and 2 - Response to Requests for Additional Information for the South Texas Project License Renewal Application Aging Management Program, Set 14, March 28, 2012. (See USNRC ADAMS Accession No. ML12097A064.)
 - [11] Brunswick Steam Electric Plant, Units 1 and 2; Special Inspection, IR 05000325-07-011, 05000324-07-011, on 08/02/2007 - 11/09/2007, November 16, 2007. (See USNRC ADAMS Accession No. ML073200779.)
 - [12] Relief Request PRR-25, Proposed Alternative, Request for Relief for Temporary Acceptance of a Flaw in Salt Service Water (SSW) System Pipe Spool JF29-8-4, Pilgrim, March 5, 2014. (See USNRC ADAMS Accession No. ML14073A059.)
 - [13] Millstone, Unit 2, Relief Request RR-04-13 for the Temporary Non-Code Compliant Condition of the Class 3 Service Water System 10 Inch Emergency Diesel Generator Supply Piping Flange, October 18, 2012. (See USNRC ADAMS Accession No. ML12297A333.)
 - [14] Seabrook Station, Unit No. 1; Routine Integrated Report; Follow-Up Events, IR 0500044311-005; 10/01/2011-12/31/2011, February 14, 2012. (See USNRC ADAMS Accession No. 12045A544.)
 - [15] Highlights from the International Reporting System for Operating Experience for Events in 2010-2011, March 5, 2013. (See USNRC ADAMS Accession No. ML13063A135.)
 - [16] Indian Point, Unit 3, Response to Request for Additional Information Regarding Relief Request 3-43 for Temporary Repair to Service Water Pipe, October 13, 2007. (See USNRC ADAMS Accession No. ML072890132.)
 - [17] Callaway Plant, Unit 1 - Summary of 3/25/14 Verbal Relief Telephone Conference, Relief Request I3R-16, Temporary Non-Code Repair of The Train A Component Cooling Water Heat Exchanger to Control ESW Leakage, Third 10-Year Inservice Inspection Interval, April 8, 2013. (See USNRC ADAMS Accession No. ML14087A210.)
 - [18] UNITED STATES NUCLEAR REGULATORY COMMISSION, Potential Plugging of Emergency Core Cooling Suction Strainers by Debris in Boiling-Water Reactors, Bulletin 96-03, USNRC, Washington (1996).
 - [19] UNITED STATES NUCLEAR REGULATORY COMMISSION, Potential Impact of Debris Blockage on Emergency Recirculation During Design Basis Accidents at Pressurized-Water Reactors, Generic Letter 04-02, USNRC, Washington (2004).

- [20] UNITED STATES NUCLEAR REGULATORY COMMISSION, Potential for Degradation of the Emergency Core Cooling System and the Containment Spray System After a Loss-Of-Coolant Accident Because of Construction and Protective Coating Deficiencies and Foreign Material in Containment, Generic Letter 98-04, USNRC, Washington (1998).
- [21] UNITED STATES NUCLEAR REGULATORY COMMISSION, Torus Shells with Corrosion and Degraded Coatings in BWR Containments, Information Notice 88-82, USNRC, Washington (1988).
- [22] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Ageing Management for Nuclear Power Plants: International Generic Ageing Lessons Learned (IGALL), Safety Reports Series No. 82 (Rev. 2), IAEA, Vienna. Preprint.
- [23] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Format and Content of the Safety Analysis Report for Nuclear Power Plants, SSG-61, IAEA, Vienna (2021).
- [24] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Application of the Management System for Facilities and Activities, GS-G-3.1, IAEA, Vienna (2006).
- [25] 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)