

AMP 308 塗装のモニタリングと保全プログラム(2020 年版)

プログラムの概要

原子炉プラントの格納容器内の塗装の適切なメンテナンス(すなわち、USNRC 規制ガイド 1.54、改訂 2[1]のサービスレベル Iとして定義されている)は、格納容器のサンプ/ドレンシステムを通じてリサイクルされる水に依存する事故後の安全システムの操作性を確保するために不可欠である。塗装の劣化は、化学反応、温度、照射、紫外線[2]などによって引き起こされる可能性があり、システムを流れる流量が減少しポンプにとって許容できないヘッドロスを引き起こしうる非常用炉心冷却システム(ECCS)の吸引ストレーナの詰まりにつながる可能性がある。腐食に対する塗装は、耐火性、耐照射性、精錬性など、ほとんどの特性に対する主要な要件である。

これらサービスレベル Iの塗装の維持は、格納容器内の炭素鋼とコンクリートの表面(例えば、鋼製ライナー、鋼製格納容器シェル、構造用鋼、支持部、貫通部、コンクリート壁と床)に適用され、炭素鋼部品の腐食による材料損失を防止または最小化し、除染を助ける役割も果たす。

USNRC 規制ガイド 1.54、改訂 2[1]は、構造物の経年劣化管理に適切な格納容器内の炭素鋼部位での腐食の影響を管理するために使用されるサービスレベル Iの塗装のモニタリング及び保全プログラムのための許容可能な技術的根拠を記述している。

ASTM D 5163-08[3]ガイドラインは、構造物の経年劣化管理に必要な、許容可能で一貫性のある要件を規定している。EPRI 報告書 1019157[4]は ASTM 標準ガイドラインに関する追加情報を提供している。日本電気協会の参考文献[5]のように他の加盟国からの塗装材に関する追加ガイダンス文書も参照することができる。

鋼製格納容器及びコンクリート製格納容器の鋼製ライナーの腐食を防止するために使用されるサービスレベル Iの塗装は AMP301 で規定された要求事項の対象であるが、AMP308 の規定は塗装のモニタリング及び保全プログラムが構造物の経年劣化管理にとって適切であることを保証する。

評価と技術的根拠

1. 経年劣化の理解に基づく経年劣化管理プログラムの範囲:

プログラムの最小適用範囲は、格納容器内の鋼鉄及びコンクリート表面(例えば、鋼製ライナー、鋼製格納容器シェル、構造用鋼、支持部、貫通部、コンクリート壁と床)に塗布されるサービスレベル Iの塗装であり、以下のように定義される。すなわち、「サービスレベル Iの塗装は、原子炉格納容器内の、塗装の欠陥が事故後の流体システムの動作に悪影響を及ぼし、それによって安全なシャットダウンが損なわれる可能性のある領域に使用される。」である。

本プログラムの適用範囲には、AMP301 に準拠した腐食による材料損失を防止するために使用されるサービスレベル Iの塗装も含まれる。

2. 経年劣化を最小限に抑え、管理するための予防措置:

このプログラムは状態監視プログラムであり、いかなる予防措置も推奨しない。しかし、材料損失を最小化するために使用される塗装を持つ原子炉プラントでは、このプログラムは予防措置に相当する。

3. 経年劣化の検出:

検査計画及び使用する検査方法は、入炉時に、容易にアクセスできるすべての塗装表面に対して実施する一般的な目視検査である。入炉後、または一般的な目視検査中に、事前に指定されたエリアと入炉中に欠陥が指摘されたエリアについて、徹底的な目視検査を実施する。徹底的な目視検査は、ECCSに関連するサンプまたはスクリーンの近くのすべての塗装についても実施される。

検査頻度は、燃料交換のための停止毎、または必要に応じてその他の主要な保全のための停止時である。検査担当者、検査コーディネータ、及び検査結果の評価者は、承認された手順に準拠して資格を有している。検査結果の現場文書が作成され、検査に必要な機器や設備が選定される。

モニタリングあるいは検出されるパラメータは、膨れ、亀裂、剥がれ、剥離、錆び、物理的損傷などの目に見える欠陥である。

検査計画の作成方法の詳細については、ASTM D 5163-08[3]などの技術ガイドラインが有効な参考資料となる。

4. 経年劣化のモニタリングと傾向分析:

モニタリングと傾向分析では、過去 2 回の検査前モニタリング報告書を確認し、検査報告書により同じ運転停止期間中に補修が必要な箇所、または将来の運転停止まで延期されるがその間の監視期間中に補修が必要な箇所として、補修箇所の優先順位が行われる。事故後の ECCS 操作性を確証するために、格納容器内の劣化した塗装総量の定期検査と分析による評価が、許可される劣化した塗装総量と比較される。

ASTM D 5163-08[3]のような技術ガイドラインは、経年劣化の影響をモニタリングし、傾向分析を行う方法に関する詳細な情報の有効な参考資料である。

5. 経年劣化の緩和:

ASTM D 5163-08[3]のような技術ガイドラインは、原子炉プラントのサービスレベル I 塗装システムの供用期間中にわたる塗装モニタリングプログラムを確立するための有効な参考資料である。

6. 許容基準:

ASTM D 5163-08[3]のような技術ガイドラインには、欠陥のある塗装表面の特性評価、文書化、及び試験のための許容される方法が記載されている。

その他の公認ガイドラインには、観察された欠陥の重大性を評価するために使用可能な試験方法が記載されている。評価は、膨れ、亀裂、剥がれ、剥離、錆びを対象とする。

検査報告書は、責任ある評価担当者によって評価され、評価担当者は調査結果の要約と、故障またはその疑いの理由の分析を含む、今後の監視または修理のための推奨を作成する。補修作業は、主要または軽微な欠陥部分に優先順位付けされる。

7. 是正措置:

許容基準を満たさない結果は評価され、適切な是正措置が取られるべきである。

主要な欠陥部分については、適切であれば同じ運転停止期間中に修理できるよう、推奨される是正措置計画が必要となる。

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:

この AMP は、業界全体の一般的経験に対応する。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 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) 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、必要に応じて、プラント AMP を修正するか、又は、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。

塗装に関する運転経験として、以下の事例が報告されている。

- 一部の BWR 格納容器における腐食と劣化した塗装[6]
- 塗装が、意図された用途に対して適切に施されていない、維持されていない、適格でなかった[7]
- 破片による ECCS ストレーナーの目詰まり[8-9]
- 一部のプラントにおける皮膜の剥がれ、剥離及び腐食[10]

外部での運転経験の適切な情報源は、原子炉プラントにおけるコンクリート構造物の経年劣化管理[11]である。

上記の文書及び将来特定される他の関連する運転経験を考慮することが必要である。

本 AMP の作成時点では、関連する研究開発は確認されていない。

9. 品質管理:

サイトの品質保証 (QA) 手順、レビュー及び承認プロセス、並びに管理統制は、様々な国の規制要件 (例えば 10 CFR Part 50, Appendix B[12]) に準拠して実施される。

References

- [1] UNITED STATES NUCLEAR REGULATORY COMMISSION, Regulatory Guide 1.54, Rev.2, Service Level I, II, and III Protective Coatings Applied to Nuclear Power Plants. USNRC, October 2010.
- [2] ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE, Field Guide: Coatings Assessment, EPRI Report 1025323, EPRI, Palo Alto, CA: 2012.

- [3] AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. ASTM D 5163-08, Standard Guide for Establishing a Programme for Condition Assessment of Coating Service Level I Coating Systems in Nuclear Power Plants, ASTM, 2008.
- [4] ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE, Guideline on Nuclear Safety-Related Coatings, Rev. 2, EPRI Report 1019157 (Formerly TR-109937 and 1003102), EPRI, Palo Alto, CA, December 2009.
- [5] JAPAN ELECTRIC ASSOCIATION, Guide for Coatings in Reactor Containment Vessel, Japan, JEAG 4628-2010, JEA, December 2010.
- [6] UNITED STATES NUCLEAR REGULATORY COMMISSION, Information Notice 8882, Torus Shells with Corrosion and Degraded Coatings in BWR Containments, USNRC, November 14, 1988.
- [7] UNITED STATES NUCLEAR REGULATORY COMMISSION, Information Notice 97-13, Deficient Conditions Associated With Protective Coatings at Nuclear Power Plants, USNRC, March 24, 1997.
- [8] UNITED STATES NUCLEAR REGULATORY COMMISSION, Bulletin 96-03, Potential Plugging of Emergency Core Cooling Suction Strainers by Debris in Boiling Water Reactors, USNRC, May 6, 1996.
- [9] UNITED STATES NUCLEAR REGULATORY COMMISSION, Generic Letter 04-02, Potential Impact of Debris Blockage on Emergency Recirculation during Design Basis Accidents at Pressurized-Water Reactors, USNRC, September 13, 2004.
- [10] UNITED STATES NUCLEAR REGULATORY COMMISSION, Generic Letter 98-04, 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, USNRC, July 14, 1998.
- [11] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Ageing Management of Concrete Structures in Nuclear Power Plants (IAEA Nuclear Energy Series No. NP-T-3.5, (2016).
- [12] 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, 2015.