

AMP 158 受動的水素再結合装置(2023 年版)

プログラムの概要

格納容器水素再結合システムは、水素と酸素の再結合原理に基づいて設計されており、設計寿命及び運転期間中、設計基準事故から過酷事故までも含めた事象において、水素濃度を可燃性下限値未満に維持することにより格納容器の健全性を確保する。

これは、NPP の水素再結合器の経年劣化に対処することを目的とした、部品特有のプログラムであり、触媒を収容する垂直容器で構成される。この AMP の目的は、水素再結合器が意図された運転期間中、意図された機能を発揮し続け、性能目標を達成すること、また廃炉になった場合、近隣の安全関連機器に悪影響を及ぼさないようにすることである。

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:

本プログラムは、NPP の受動的水素再結合器を対象とする。触媒、再結合器容器、容器付属品に関連する潜在的な劣化メカニズムによる経年劣化の影響を定期的に評価する。この AMP では、以下の劣化メカニズムが特定されている。

- 孔食
- 摩耗
- 汚損
- 全面腐食

2. 経年劣化を最小限に抑え、管理するための予防措置:

これは主に状態監視プログラムであり、予防措置は含まれない。

3. 経年劣化の検出:

機能試験と目視検査を含む定期検査は、1 節で示した劣化メカニズムに関連する以下の経年劣化を検出するために実施される。

- 全面腐食、摩耗、孔食による材料損失
- 汚損による水素再結合能力の低下

材料損失は目視検査で検出できる。触媒床／触媒板の汚損は、触媒板の機能試験で検出できる。

ファスナー、容器溶接部、付属品の劣化は、ISI とボルト締めプログラム (AMP102、AMP115) によっても検出できる。

4. 経年劣化の傾向のモニタリングと分析:

定期的な機能試験、例えば触媒の水素除去効率試験や、触媒、容器、容器付属品の目視検査は、3 節で示した経年劣化の影響をモニタリングする手段である。

検査は、管理統制文書、国家の規制及びプラント特有の手順に準拠して実施される。欠陥は承認された手順を用いて文書化される。触媒板の水素除去効率は傾向分析が可能である。

5. 経年劣化の緩和:

これは主に状態監視プログラムであるため、この AMP には一般的な推奨は含まれない。しかし、水素除去効率の低下または 3 節に示した他の経年劣化が許容基準を超えて観察された場合、その根本原因を緩和するために、詳細なモニタリングと傾向分析及び評価に基づいて、プラント特有の対策を明確化することができる。

6. 許容基準:

触媒を検査する際、変形、材料損失、脱色、堆積物／汚染物質があってはならない。容器と付属品に関連する兆候は、設計通りの許容基準内でなければならない。水素濃度低減の機能試験効率は、プラント特有の設計限界以上でなければならない。

さらに、劣化の兆候や関連する状態は、一般的なガイドライン／管理文書に基づいた要件に準拠して、許容性が評価される。

7. 是正措置:

是正措置は、部品の技術文書の要求事項及びプラント手順[10]に準拠した再生／修理活動が対象となる。

以下の措置が取られる可能性がある。

- i. 汚染、材料損失／変形があった場合の触媒板の再生／修理
- ii. 国家の手順に準拠した容器と付属品の溶接部の修理 (必要な場合)

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。

この AMP の作成に際しては、以下のことが考慮された。

- プラント特有の運転経験 (例: プラント運転開始前後の設置状況、保全履歴)
- 外部電源喪失により活性水素再結合器が作動しなかった福島事故

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[2]、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[1]。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]。

それに加えて、プラント特有の AMP の評価と改善を促進するための指標に関する以下の具体的な情報が関係する。

AMP の妥当性

定義: 何らかの技術的または管理的理由により、AMP を修正／変更して未確認の経年劣化に対処する必要がある場合、又はモニタリング技術が不十分で経年劣化が発見されず SSC の意図した機能が損なわれた場合、AMP の妥当性は 0 とされ、そうでなければ 1 とされる。

説明: SSC に関連して観測されたすべての劣化メカニズムが AMP によって対処され、SSC が意図した機能を失う前に経年劣化の影響を検出する上で、明記されたモニタリング技術が十分である場合、AMP は十分に効率的であると考えられる (したがって、指標は 1 となる)。

AMP 活動の実施

定義: AMP によって選定された、予定活動が実施されなかった場合、指標は 0 となる。

説明: この指標は、AMP 活動の実行におけるギャップを明らかにするものであり、検査／サーベイランス活動やモニタリング活動、予防／是正保全活動が予定通り実行されなかったことに関連する。

AMP の有効性を評価するための定量的な指標はない。

References

- [1] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Ageing Management for Nuclear Power Plants: International Generic Ageing Lessons Learned, IAEA Safety Reports Series No. 82, (Rev. 2), IAEA, Vienna. Preprint.
- [2] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Ageing Management and Development of Programme for Long Term Operation of Nuclear Power Plants, IAEA Specific Safety Guide SSG-48, IAEA, Vienna (2018).
- [3] NUCLEAR REGULATORY COMMISSION, Generic Aging Lessons Learned (GALL) Report, NUREG-1801, Revision 2, Office of Standards Development, Washington DC (2010).
- [4] NUCLEAR REGULATORY COMMISSION, Generic Aging Lessons Learned for Subsequent License Renewal (GALL-SLR) Report, NUREG-2191, Office of Nuclear Reactor Regulation, Washington, DC (2017).
- [5] ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE, Primary System Corrosion Research Program: EPRI Materials Degradation Matrix, EPRI 3002013781, Revision 4, EPRI, Palo Alto, CA (2018).

- [6] AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS, BPVC, Section XI – Rules for Inservice Inspection of Nuclear Power Plant Components, (2017).
- [7] HUNGARIAN ATOMIC ENERGY AGENCY, Ageing Management during the Operation of NPPs, Guideline 4.12,(2013).
- [8] NUCLEAR REGULATORY AUTHORITY OF THE SLOVAK REPUBLIC, Aging Management of NPP, National Safety Guide, BNS1.9.2, UJD-SR, (2015).
- [9] STATE OFFICE FOR NUCLEAR SAFETY OF CZECH REPUBLIC, Aging Management of NPP, National Safety Guide, BN-JB-2.1, SUJB, (2015).
- [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)