

AMP153 WWER 主ゲート弁 (2020 年版)

プログラムの概要

この経年劣化管理プログラムは、主ゲート弁 (MGV) の部品別 AMP である。MGV が受ける可能性のある複数の劣化メカニズム及び経年劣化メカニズムを管理するために必要な活動を対象としている。この AMP は、特定の劣化メカニズムや経年劣化の影響に対処する、他の劣化に特化した AMP、及び／又は、モニタリングタイプの AMP も参照している。

主ゲート弁は WWER440 の設計の一部であり、WWER1000 の一部でも採用されている。MGV の本来の目的は、運転中あるいは保全中のために特定のループを隔離することである。

MGV は閉止ゲートが垂直方向に動く水平方向の弁である。閉鎖ゲートはシーリングシステムを通過する垂直シャフトによって制御される。MGV の通常の作動位置は開である。作動は、バックアップの手動制御を伴う電気駆動によって行われる。運転条件が与えられ、この部品の運転は一次系の運転手順によって管理される。MGV は主循環管に溶接されている。MGV は、あらゆる方向に自由に動くことができる球状の支持体の上に設置される。

シーリングを含む弁本体は安全クラス 1 に属し、能動的機能 (一次ループの停止) を果たす弁内部は安全クラス 2 に属する。両者とも IAEA Safety Report Series No.57[1]に準拠して LTO の対象範囲に含まれる。

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

WWER440 及び WWER1000 NPP (MGV が設置されている) の主ゲート弁の経年劣化管理プログラムの枠組みでは、以下の経年劣化メカニズムが考慮される (表 1 及び図 1 参照)。

- 疲労
- 摩耗
- 全面腐食
- 応力腐食割れ
- 熱時効
- 予圧の損失
- ホウ酸腐食

MGV の疲労の重要な箇所は、ハウジングとフランジシール面である。

摩耗による劣化は、シャフト、フランジシール面、閉鎖面、ボルト接合部に発生する可能性がある。

MGV の全面腐食の重要な箇所は、支持構造である。

応力腐食割れの重要な箇所は、MGV のシャフト、フランジシール面、閉鎖面及びボルト接合部である。

MGV の熱時効の重要な箇所は、弁本体である。

予圧の損失による劣化は、ボルトのようなはめあわせ接合部に発生する可能性がある。

MGV に使用されるボルトや支持構造は炭素鋼であるため、ホウ酸腐食が潜在的な劣化メカニズムである。

劣化メカニズムが考えられる重要な箇所の例を表 1 にまとめた。

表 1. 主ゲート弁の重要な箇所と劣化メカニズムの例

#	劣化メカニズム	疲労	全面腐食	ホウ酸腐食	局部腐食 (含 SCC)	摩耗	熱時効	予圧損失	エロージョン
	重要箇所								
1	鋳造弁ハウジング	+					+		+
2	カバー (指定された劣化メカニズムなし)								
3	閉鎖機構とケーシングの接続位置				+	+			+
4	主フランジシール面	+			+	+			
5	主フランジのボルト接続部とその位置	+			+	+		+	
6	スピンドルとカバーの接続部				+	+		+	
7	シーリングブロック・ケーシング部品				+				
8	支持構造		+	+		+			

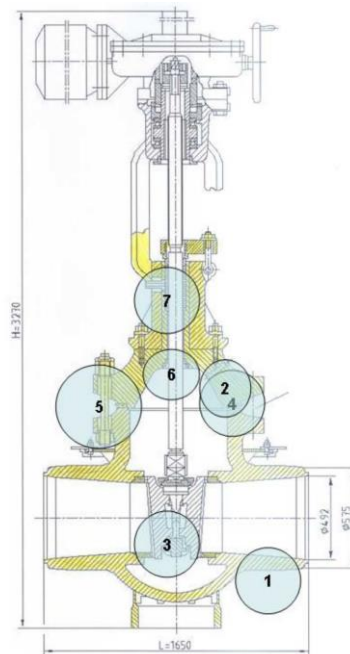


図 1. WWER 440 主ゲート弁と重要な箇所

2. 経年劣化を最小限に抑え、管理するための予防措置:

予防措置には、承認され文書化された保全指針に準拠した定期的な保全が含まれる。

予防措置は、関連する経年劣化メカニズムに対する水質条件のあらゆる悪影響の確立された管理・監視によって、通常運転中に実施される。原子炉冷却水質の監視・保全に関するプログラムの記述、評価・技術的根拠は、AMP103 に記載されている。

低サイクル疲労の予防措置には、過渡事象の低減、限界と条件の維持も含まれる。

3. 経年劣化の検出:

主ゲート弁は、供用期間中検査プログラムの要求事項に準拠して検査・試験される。目視検査、表面亀裂の検出のための染料浸透探傷検査、寸法管理、超音波検査などの非破壊試験が用いられる。さらに、加圧試験や気密漏えい試験によって経年劣化の影響を監視する。AMP102 内で実施される目視検査、表面検査、または体積検査によって、SCC、疲労、製造欠陥の成長による亀裂が、または一般的な摩耗が検出されると考えられる。

疲労の累積的影響は、AMP101 で対処される。

熱時効の進展は、定期的な硬度測定または熱電力量測定によって検出することができる。

4. 経年劣化のモニタリングと傾向

経年劣化の適時的かつ信頼性の高い検出は、本 AMP の 3 節で記載され、信頼性の高い検査方法、及び有資格の検査担当者に準拠した検査及び試験スケジュールの実施によって実

現できる。モニタリングと傾向分析は、本 AMP の 3 節に従って実施される。

5. 経年劣化の緩和:

経年劣化の影響を緩和するための推奨は、本 AMP と、起こりうる劣化進展について実施された分析結果に基づいている。状態に基づく保全 (オンライン診断からの推奨) も実施される。

運転手順を改善することで、疲労の影響を緩和することができる。場合によっては、部品交換が必要な場合もある。

応力腐食割れに関する措置は、2 節に示されている。

6. 許容基準:

許容基準は、本 AMP、オンライン診断プログラム (能動的部品がある場合)、保全手順の一部である。例えば、参考文献[2-5]のように、劣化の兆候や関連する条件は、管理統制事項やガイダンス文書に準拠して、許容性について評価されることもある。

7. 是正措置:

検査結果や欠陥が、管理統制事項やガイダンス文書の許容基準を超えている場合は、適切に承認された文書に基づき、修理や交換が必要となる場合がある。

満たされていない各許容基準について、解決手順が明示され、または詳細化され、本 AMP に準拠して実施される。プロセスの最後には、基準が満たされ、部品の要求された状態が復元される。部品の技術文書の要件やプラントのガイド文書に準拠した修理や交換は、可能な是正措置の一部である。

場合によっては、運転体制の変更も適用される。

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。

外部の運転経験の適切な情報源としては、WANO Operating Experience Program、IAEA IGALL Program などがある。

部品の運転履歴は、加盟国の慣行に準拠して、検査または試験サイクルごとに 1 回分析される。内部、及び外部の運転経験からのフィードバックを取り入れるためのシステムがある。

経年劣化管理パラメータの値と対応する分析 (実施された場合) は、本 AMP の 3 節 に準拠して評価される。

WWER440 主ゲート弁で観察された劣化には、閉鎖ボルト部品の応力腐食割れによる亀裂も含まれる。これは主に、改善された ISI による管理、シーリング面の補修、ボルト、及び／又は、

シーリング部品の交換によって管理されてきた。MGV のボルトやシーリング部品の交換などの予防措置により、経年劣化の影響を防ぐことができる。

フェライト含有が高い鋳造オーステナイト系ステンレス鋼製 MGV 本体の熱脆化測定のための状態監視プログラムでは、材料の経年劣化の有無と程度を検査する。

研究開発努力と効果的な経験交流は、このプログラムの継続的改善を実施し、適切な是正措置を明確化するための重要な要素である。

このプログラムには、プラント特有及び業界全体の運転経験、研究開発の結果を継続的にレビューし、プログラムへの影響を評価し、必要な措置やプログラムの修正を実施するための規定が含まれている。

この AMP が作成された時点では、MGV に関連する研究開発は確認されていない。

9. 品質管理:

AMP は、例えば参考文献[6-7]のような様々な国家の規制要件、あるいは様々な国家の基準、規制要件[5]に準拠して実施される。サイトの品質保証手順、レビュー及び承認プロセス、並びに管理統制に準拠して実施される。

References

- [1] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Safe long term operation of nuclear power plants, Safety Report Series No. 57, IAEA, Vienna, 2008.
- [2] Unified Procedure for Lifetime Assessment of Components and Piping in WWER NPPs during Operation, European Commission, COVERS – WP-D4.10, project VERLIFE, 2008.
- [3] NUCLEAR REGULATORY AUTHORITY OF THE SLOVAK REPUBLIC, Aging management of NPP - requirements, National safety guide BNS I.9.2/2014, UJD-SR, 2014.
- [4] STATE OFFICE FOR NUCLEAR SAFETY OF CZECH REPUBLIC, Aging management of NPP, National safety guide BN-JB-2.1, SUJB, 2015.
- [5] Hungarian Atomic Energy Agency: Guideline 4.12. Ageing management during the operation of NPPs, March 2016.
- [6] STATE OFFICE FOR NUCLEAR SAFETY OF CZECH REPUBLIC, Decree No.132/2008 on Quality Assurance System in carrying out activities connected with utilization of nuclear energy and radiation protection, SUJB, 2008.
- [7] NUCLEAR REGULATORY AUTHORITY OF THE SLOVAK REPUBLIC, Regulation No. 431/2011 on a quality management system, 2011, UJD-SR.