

原子力発電部会セッション

国内原子力発電所における新規規制基準、運転期間延長等への対応状況について
Status of response to new regulatory requirements and extension of operational period
in the domestic nuclear power plants

(2) 原子力発電所の長期運転（運転期間延長）への対応について

(2) The Activities for Long Term Operation (Extension of Operating Period) for Nuclear Power Plants

*南 安彦¹¹ 関西電力株式会社 原子力事業本部

1. はじめに

原子力発電所では、プラントの安全性・信頼性の維持向上のために、保全計画に基づく設備の点検や評価、必要な補修などの保守管理活動を継続的に実施しており、国内外のトラブル事例や最新知見を踏まえた機器の取替などを含む予防保全対策にも計画的に取り組んできている。その上で、高経年化対策制度に基づき、設備に想定される劣化事象に対する高経年化技術評価を実施し、60年の運転期間を想定した設備の健全性を確認するとともに、評価結果に基づく長期保守管理方針を策定するなどして、長期の運転への対応を図ってきた。

本稿では、PWRプラントの高浜1，2号機及び美浜3号機を具体例として、これまでの長期運転のために実施してきた取り組み、運転期間延長のための特別点検や設備の劣化評価の概要、新規規制基準への適合に係る安全性向上対策、さらには今後の長期運転へ向けた取り組み等について紹介する。

2. これまでの高経年化への対応

原子力発電所では、機器・構造物の経年劣化が徐々に進行して故障等に至ることがないように巡視点検や状態監視技術などの診断、ポンプなどの起動試験等の日々の点検活動による異常の早期発見に努めるとともに、定期事業者検査での詳細な非破壊検査や機器を分解した部品レベルの点検、必要な補修等を行う保守管理活動を品質保証体制の下で継続的に実施してきている。この中では、国内外の原子力発電所で発生したトラブルの知見や、長期運転を想定した劣化評価等に基づいて、故障に至る前に補修・取替等の予防保全対策活動も実施してきている。具体例として、高浜1，2号機では、これまで蒸気発生器や原子炉容器上蓋、燃料取替用水タンク、タービン、発電機や熱交換器等の大型機器や多くの配管等の取替を実施してきており、さらには、600系ニッケル基合金に対する応力腐食割れへの対策として、原子炉容器等の管台溶接部への690系ニッケル基合金溶接やウォータージェットピーニングを行うなど劣化事象に対する予防保全対策を実施してきている。

原子力発電所の機器等設備の高経年化に対しては、設計時の余裕に加え、上記のような供用期間中の適切な保守管理活動の継続により40年を超える運転が十分に可能との認識の下、1996年に通商産業省（現：経済産業省）資源エネルギー庁が「高経年化に関する基本的な考え方」をまとめ、基本方針を示して以降、「実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則」に基づく高経年化対策制度が整備されてきた。具体的には、運転年数が30年を迎える時点から10年ごとに、安全機能を有する設備に対して60年の運転を想定した劣化事象に対する高経年化技術評価を実施し、評価結果に基づいて現状の保全項目に追加すべき新たな保全策を長期保守管理方針として策定（保安規定に明記）し、実施管理するようになってきた。

高経年化技術評価は、日本原子力学会「原子力発電所の高経年化対策実施基準」と機器部品ごとに想定される経年劣化事象を整理した同基準の附属書“経年劣化メカニズムまとめ表”に基づいて実施している。

3. 運転期間延長への対応

運転期間延長認可制度は、原子力発電プラントの運転期間を運転開始から 40 年とし、その満了までに原子力規制委員会の認可を受ければ、1 回に限り最大 20 年まで延長できるとするものである。運転期間延長認可申請のためには、原子炉容器などに対する特別点検を実施し、それらの結果も踏まえた設備に対する 60 年を想定した劣化状況評価、長期の保守管理方針の策定が必要となり、運転期間延長の認可のためには、劣化状況評価の結果等が審査基準に適合するもの（60 年の劣化を考慮しても技術基準に適合するもの）である必要があり、規制基準への適合のための安全性向上対策などに係る工事計画の認可を得ている必要がある。以下では、高浜 1，2 号機、美浜 3 号機の運転期間延長への具体的な対応内容を述べる。

3-1. 特別点検

特別点検は、原子炉容器、原子炉格納容器及びコンクリート構造物を対象に実施している。

原子炉容器に対しては、日本機械学会発電用原子力設備規格「維持規格」に基づいて定期的に各部の供用期間中検査を実施してきているが、運転期間延長のための特別点検として、運転開始以降初めて胴部炉心領域の母材部を含む全域に対して超音波探傷試験を実施するとともに、冷却材出入口ノズルの内面コーナ部（クラッド部）に対する渦流探傷試験、炉内計装用管台部の渦流探傷試験及び目視試験を実施し、欠陥などの異常がないことを確認した。

原子炉格納容器に対しては、直接または遠隔の目視点検により、格納容器鋼板の内外面に施している塗装の状況に異常のないことを確認した。

コンクリート構造物については、原子炉格納施設、原子炉補助建屋、タービン建屋、取水構造物などからコンクリートコアサンプルを採取し、各種試験を行って、熱、放射線照射、中性化や塩分浸透などによるコンクリートの強度低下が生じていないことなどを確認した。

3-2. 劣化状況評価及び長期保守管理方針

劣化状況評価では、安全機能を有する設備を対象に、各設備を部品レベルまで展開、使用材料や環境条件などから想定される経年劣化事象を抽出整理して、60 年運転を想定した劣化に対する評価を実施、現状の保全方法の妥当性についても評価を行って、設備の健全性が維持確保されることを確認している。運転期間延長認可申請の審査においては、クラス 1 機器配管等の低サイクル疲労、原子炉容器の中性子照射脆化、炉内構造物に対する照射誘起型応力腐食割れ、2 相ステンレス鋳鋼の熱時効、電気計装設備の絶縁低下及びコンクリート構造物の強度低下などの劣化事象に対する 60 年までの運転を想定した劣化状況評価の結果について、原子力規制委員会の定める基準へ適合するものであることが確認されている。劣化状況評価では、重大事故等時の環境や荷重等の条件を考慮するとともに、経年劣化を考慮した耐震／耐津波安全性評価についても実施している。

劣化状況評価の結果から、今後の運転期間において実施する必要がある長期保守管理方針を策定し、保安規定に明記している。具体例として、高浜 1 号機では、原子炉容器の監視試験の 50 年までの実施、運転過渡回数の継続的確認、原子炉格納容器内の一部ケーブルの取替、2 次系配管のサポート強化を計画している。

3-3. 新規制基準への適合のための安全性向上対策及び自主的な最新技術導入対策

40 年を超える運転期間延長プラントについても、最新プラントと同様の規制基準への適合のための安全性向上対策が必要であり、地震、津波、竜巻、外部／内部火災などへの対策、重大事故等対処への対策を実施することとしている。特に、建設当時の設備設計対応の違いから、高浜 1，2 号機、美浜 3 号機特有の追加対策（非難燃ケーブルへの火災防護対策、高浜 1，2 号機原子炉格納容器上部への遮蔽設置など）を実施する。また、高浜 1，2 号機、美浜 3 号機においては、最新技術を適用した自主的な対策として、信頼性・保守性向上、運転員の操作・視認性向上などの観点から、中央制御盤を最新のデジタル方式のものへ取替る。

4. 今後の長期運転への取り組み

原子力発電所の長期運転のためには、保全活動の PDCA を確実に実施していくことが何より重要であり、今後は人材の育成を含み技術の維持継承も重要な課題と考えられるが、海外各国や IAEA (国際原子力機関) では、今後の 40 年を超える、さらには 60 年を超える長期運転を考慮して、信頼性の維持向上を図った長期運転への対応整備が精力的に進められており、我が国としても海外の取り組みに学び、各機関と協調して今後の高経年化へのさらなる対応を図っていくことが有効であり重要と考える。

設備の劣化評価や検査などの技術面では、国内外のトラブル事例や、IAEA が各国の経年劣化に関する知見・経験をまとめている I-GALL の活動などの最新知見を反映し、あるいは、各研究機関の実施する国際的な経年劣化に関する研究プロジェクト活動とも協調して、劣化評価手法のさらなる高度化、技術基盤の整備等に取り組んでいく必要がある。また、今後の材料の劣化研究については、廃止措置プラントからの実機材料を活用した有効な調査研究についても検討していく必要がある。

長期運転を支える運用管理の面からは、IAEA が積極的に活動を展開している各国の長期運転をサポートするためのマネジメントシステム等を含むピアレビュー (SALTO) の知見や、国内外事業者との情報交換を通じた良好事例に学び、運用管理の改善を図っていくことも必要と考えられる。

さらに、40 年を超える運転に際しては、地元や関係自治体の皆様をはじめ広くご理解を得ながら進めていくことが重要であり、継続的なコミュニケーション活動などを通じて、事業者の取り組みをわかりやすく丁寧に説明していくことに努めていく必要がある。

*Yasuhiko Minami¹

¹The Kansai Electric Power Co., Inc., Nuclear Power Division.