

原子力発電部会セッション

原子力発電所の運転期間と機器・構造物の経年劣化影響評価

Evaluation for the Effects of Nuclear Power Plant Operating Period on Ageing Deterioration of Components / Structure

(1) 原子力発電所の長期運転への取り組み（高経年化への対応）

(1) The Activities for Long-Term Operation of Nuclear Power Plants

*岩崎 正伸¹

¹関西電力株式会社 原子力事業本部

1. はじめに

原子力発電所の安全性・信頼性の維持向上のために、状態に応じた適切な保守管理活動を実施してきており、国内外のトラブル事例や最新知見を踏まえた予防保全対策として機器の取替などにも取り組んできた。その上で、高経年化技術評価を実施し、60年の運転期間を想定した機器・構造物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してきた。

こういった中、福島第一原子力発電所事故を受け、原子炉等規制法が改正され、運転期間延長認可制度が導入された。また、原子力発電所の設計等に関する新規規制基準も導入され、基準適合のための対応や自主的な安全性向上対策に、必要な期間を確保して着実に取り組んでいることから、大部分のプラントは長期停止したままの状態にある。

以上の経緯を踏まえて、改めてこれまでの高経年化対策における経年劣化への対応を整理するとともに、プラントの長期停止状態が機器・構造物の経年劣化に及ぼす影響について確認し、取りまとめた。

2. 長期運転への取り組み

2-1. 高経年化への対応

原子力発電所の高経年化対策として、1996年4月に通商産業省（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、以降、「実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則」（以下、実用炉規則という。）に基づいて、供用年数が30年となるプラントでは60年の運転を想定した高経年化技術評価を実施、長期保守管理方針の策定等を実施して、国はその妥当性の評価、確認を行ってきた。

2008年8月には、実用炉規則がさらに改正され、長期保守管理方針が原子炉施設保安規定の認可事項となり、美浜発電所1,2号機などでは、40年目の高経年化技術評価を実施し、長期保守管理方針を定めた保安規定変更認可申請を行い、国の審査を経て認可を受けている。

こういった高経年化対策に対する活動を実施している中、2011年に東日本大震災による福島第一原子力発電所事故が発生し、2013年7月に改正された原子炉等規制法に基づき、新規規制基準への適合性を求められるとともに、原子力発電所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運転期間延長認可制度が導入された。

運転期間延長認可制度では、原子炉圧力容器などに対して特別点検を実施し、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る。また、運転期間延長認可のためには、劣化状況評価の結果等が審査基準に適合する必要がある、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。

2-2. 保守管理活動

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適切な保守

管理活動を継続的に実施している。例えば、運転パラメータの監視や巡視点検、状態監視技術による機器の劣化傾向診断、ポンプなどの定期的な起動試験といったプラント運転中における日々の活動を通じて機器・構造物の健全性を確認し、経年劣化等の兆候の早期発見に努めるとともに、定期的にプラントを停止し、詳細な非破壊検査や機器を分解した部品レベルの点検を行っている。さらに、この保守管理活動の中で、国内外の原子力発電所におけるトラブル事例等に基づき、補修・取替等の予防保全対策活動を積極的に実施してきている。このように、日常的な点検・監視や積極的な予防保全活動を実施することにより、原子力発電所の機器、構造物におけるトラブルの未然防止を図っている。

また、プラントの供用期間を 40 年から延長しようとする場合は、原子炉圧力容器、原子炉格納容器及びコンクリート構造物に対して、運転期間延長認可制度の下で、供用期間が 40 年近く経過した機器・構造物の劣化状況を詳細に把握することを目的とした特別点検を実施している。

なお、福島第一原子力発電所事故を受け、大部分のプラントは長期停止状態となったが、事業者はこの長期停止期間中においても、満水保管あるいは乾燥保管といった経年劣化を抑制するための保管対策を取るとともに、保管状況に応じた適切な保守管理活動として、巡視点検や定期試験、検査等を実施することで、通常時と同様に、機器・構造物の維持管理に努めている。

2-2. 高経年化技術評価

事業者としては、このような保守管理活動を通じて原子力発電所の機器・構造物の健全性を維持しているが、供用期間が 30 年を経過するような原子力発電所については、高経年化対策制度の下、10 年毎に実施する高経年化技術評価によって長期運転を想定した場合の機器・構造物の健全性を評価し、現状の保全項目に追加すべきものがないかを確認している。

高経年化技術評価では、安全機能を有する全ての機器・構造物を評価対象とし、材料、使用条件等を踏まえ、対象機器・構造物の部位毎に想定される経年劣化事象を抽出整理し、長期運転を想定した場合の機器・構造物の健全性を確認する。

例えば、摩耗や腐食のような経年劣化事象は、日常的な監視、検査等で劣化の傾向を把握し、必要に応じて補修、取替をする等、長期間の供用であっても日常的な保全活動によって適切に管理できる。一方、原子炉圧力容器に想定される中性子照射脆化をはじめとした経年劣化事象については、日常的な保全活動に加え、長期間の供用に際して機器・構造物の健全性に及ぼす影響を詳細に把握すべき事象であり、高経年化技術評価では着目すべき経年劣化事象と称して、長期運転（例えば 60 年間）における経年劣化事象の発生・進展状況を想定した上で機器・構造物の構造／機能健全性の確認を行う。さらに、現状の保全活動が適切であるかの評価もあわせて行い、長期運転に対する総合的な評価を行っている。

評価に当たっては、最新の規格基準や国内外のトラブル事例などの最新知見、評価時点までの運転実績、運転経験を反映した評価を行うとともに、最新の技術基準への適合のために追加される設備や、重大事故等時の環境条件なども考慮した技術評価を行っており、また、冷温停止状態を前提とした経年劣化に対する技術評価についても実施し、プラントの長期停止が機器・構造物の健全性に及ぼす影響についても確認している。これらの評価の結果、今後の 10 年間の運転期間に現状保全項目に追加して実施すべき新たな保全策があれば長期保守管理方針が策定され、原子炉施設保安規定に明記される。

3. 長期停止に伴う経年劣化の影響

福島第一原子力発電所事故以降、現在も多くの国内原子力発電プラントにて、新規制基準への適合に係る審査や対策工事に必要な期間を確保して着実に取り組んでいることから、運転再開となっていない状況にあり、これまで実施してきた高経年化対策におけるプラント状態とは相違した状況となっていることから、長期停止期間に伴う経年劣化の影響について検討した。

検討に際しては、機器・構造物に想定される劣化事象に対して、図 1 に示すように、各劣化事象に対して実施している保守管理及び健全性評価を基に、3 つのカテゴリーに分類して長期停止状態の影響を管理・評価することができるかという視点で検討及び確認する。

まず、日常的な保守管理により劣化傾向を把握している腐食といった劣化事象に対しては、適切な監視や検査により、劣化傾向を把握し、必要に応じて取替等といった機能回復が可能であり、長期停止期間中においても、長期停止状態を加味した適切な保守管理を行うことで機器・構造物の健全性を確認することができる。

また、日常的な保守管理に加えて、長期運転に対する健全性評価を行う中性子照射脆化のような経年劣化事象に対しては、劣化事象における影響因子が停止期間中にも劣化を進展させるか否かを検討することで、機器・構造物の健全性を確認することができる。

さらに、長期停止期間中においても劣化進展の可能性が否定できないような劣化事象に対しては、長期定期間を考慮した詳細評価を実施し、その劣化程度を把握した上で、管理することができるかどうかを評価することで、機器・構造物の健全性を確認することができる。

これらの経年劣化事象における長期停止の影響については、次稿にて詳細を述べているが、長期停止期間においても、適切に日常的な保守管理を実施すること、及び経年劣化の発生・進展を評価することにより、機器・構造物の機能・健全性に影響はないことを確認した。

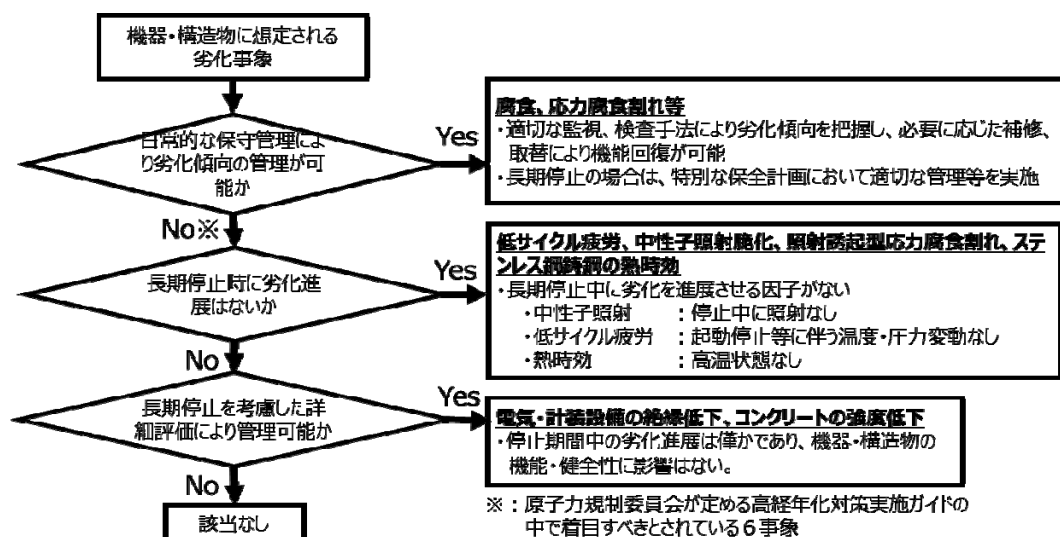


図1 長期停止期間を考慮した経年劣化事象の検討フロー

4. まとめ

これまで、事業者は、原子力発電所の安全性・信頼性の維持向上のため、きめ細かい保守管理活動を継続するとともに、プラントの長期供用に対する機器・構造物の健全性を高経年化技術評価の中で確認し、それに基づく長期保守管理方針を着実に履行するなど、原子力発電所の安定した長期運転に向けて取り組んできた。

福島第一原子力発電所事故以降、国内の原子力発電所の大部分は長期停止が続いた状態となっているが、経年劣化事象の大半は、適切な保管措置や取替えを含めた保守管理活動により健全な状態が維持でき、運転状態に関わらず、プラントの運転期間を制限するような劣化事象ではない。また、一部の経年劣化事象は、日常的な保全活動だけでなく、プラントの長期運転に際しては詳細な評価も実施する必要があるが、そのような経年劣化事象の進展はプラントの実稼働時間に依存するものが大半であり、長期停止状態における経年劣化事象の進展は考慮する必要はないか、あるいは非常に緩やかで限定されるものである。

以上のことから、長期停止状態における機器・構造物の経年劣化は長期運転に際して技術的な障壁となり得るものではないと言える。

*Masanobu Iwasaki¹

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