

重大事故 (SA) 等対処設備の運転中保全の考え方と課題

Application rules and future tasks of On-Line Maintenance for systems & components against Severe Accidents

東芝エネルギーシステムズ(株)	石橋 文彦	Fumihiko ISHIBASHI	Member
東芝エネルギーシステムズ(株)	西 優弥	Yuya NISHI	Member
東芝エネルギーシステムズ(株)	峯村 武宏	Takehiro MINEMURA	Member

Abstract

It is important to improve both plant safety and plant operability simultaneously in nuclear power plants (NPPs). “On-Line Maintenance (OLM)” is one of solutions for this issue. This paper proposes “Application rules of OLMs for systems & components against Severe Accidents” based on IRIDM (Integrated Risk Informed Decision Making). In this proposal, implementation of OLMs should be decided by CDF (Core Damage Frequency) and CFF (Containment Failure Frequency) under system configuration during OLM, and completion time of OLMs should be decided by increment of CDF and CFF. Before implementation of OLMs in real NPPs, several issues should be discussed between utilities and NRA (Nuclear Regulatory Authority).

Keywords: OLM, PRA, CDF, CFF, ICDP, ICFP, RIDM

1. 緒言

2020年4月より新検査制度が本格運用を開始した。この制度は規制活動にリスク情報が活用されるものであり、事業者としても自主的な安全性向上の取り組みの中でリスク情報を活用することの重要性が増すこととなる。福島第一原子力発電所事故の反省として新規制が制定され、再稼働に際し多くの追加安全設備 (SA 設備・特定重大事故 (特重) 等対処設備等) が設置され、プラントの安全性が向上した。また、プラントの確率論的リスク評価 (PRA) 技術が進歩し、リスクを定量的に評価できるようになりつつある。設備増強による保守物量増大等の課題もあり、リスク情報を活用して安全性を確保しつつ、効果的な保守を実施することが重要である。

ここでは、日本機械学会「リスク低減のための最適な原子力安全規制に関する研究会」(A-TS 08-11) で議論し提言している“SA 設備の運転中保全 (以後 OLM と略す) 実施基準案”を紹介し、実機適用に向けた課題についての私見を述べる。

2. 運転中保全実施の意義

従来、国内ではプラント定期検査中 (停止中) での設備点検が主であるが、定期検査中より運転中に保全した方が安全な設備等に対しては、安全性向上の観点から OLM を積極的に適用することを検討すべきである。また、福島

連絡先：石橋文彦、
〒235-8523 横浜市磯子区新杉田町8、
東芝エネルギーシステムズ(株)
E-mail: fumihiko.ishibashi@toshiba.co.jp

第一原子力発電所事故後に多くの設備が追加されたことから、定期検査中の作業量が増大し、保守作業が重畳することで作業員が手薄となる事が懸念されるが、OLMを計画的に実施できれば上記の保守作業が分散され、経験豊富な作業員を通年に渡って確保することができる。OLM実施によるプラント安全性への一時的な影響が極めて小さければ、OLM適用は安全性の向上に寄与するとともに、定期検査期間が短縮され発電所稼働率向上が期待できる。また、定期検査時の作業員ピークも低く抑えることが可能となり、セキュリティ (作業員管理) の面でもプラント安全性に寄与するものである。

3. SA 設備の運転中保全実施基準案^[1]

OLM適用に関する基本的な考え方は、①OLM実施の可否、②OLM実施可能期間、③補償措置について基準を策定することである。①については、OLM実施時に計画しているシステム構成であっても安全性が性能目標を満足することを確認することであり、その時の (瞬間の) 炉心損傷頻度 (CDF_{inst}) $< 10^{-4}$ /炉年、及び格納容器機能損失頻度 (CFF_{inst}) $< 10^{-5}$ /炉年を満足することを条件とした^[2]。②については、OLM期間中に増大する炉心損傷確率の増分 (ICDP) 及び格納容器破損確率の増分 (ICFP) で判断するのが妥当と考え、原則 $ICDP < 10^{-5}$ 、 $ICFP < 10^{-6}$ を満足すること^[2]を原則とし、可能な限り安全性を高めるため補償措置を検討することとした。③については補償

措置ガイダンスを作成し、補償措置として活用できる設備の考え方、定性的リスク評価の進め方を提言した。これらの考え方は参考文献[2]の考え方に沿ったものとしており、確率論的リスク評価は外的事象を含むことを原則としているが、困難な場合は定性的な検討も許容した。

4. 運転中保全実施に当たっての課題

OLM を実機に適用するに当たっては、上記の実施基準案に準じ OLM 計画を立案し、リスク情報を活用した保全の経験を積むことが重要であるが、以下の課題を検討する必要がある。

◇ 保安規定解釈について

現状の保安規定の審査基準では計画的 OLM は認められていないと解釈されることから、計画的 OLM の許可条件について原子力規制委員会 (NRA) と議論を進める必要がある。この時、許容待機除外時間 (AOT) と OLM 実施期間との関係も整理が必要。(OLM 実施期間 < AOT)

◇ PRA 高度化・品質向上

外部事象を含め、多様な条件での PRA が可能なように PRA モデル高度化が必要であると共に、PRA 品質向上のための規定が必要。

◇ OLM 適用範囲拡大

OLM 適用範囲の拡大を目指し、SA 設備だけでなく、DB 設備・特重設備も含めた OLM 実施基準の検討が必要。

5. まとめ

カーボンニュートラル2050を実現するために原子力発電に求められる役割は大きく、稼働率向上を確実に達成する必要がある。リスク情報を活用した保全を積極的に導入することで、安全性を維持・向上しつつ稼働率を向上することが可能となる。その利益の一部を安全向上対策に還元することでさらなる安全性向上につなげるという正のスパイラルを実現することが重要である。

表 1 OLM 実施可否および実施期間の判断基準

OLM実施スケーリング基準	基準		判断内容
	$CDF_{inst} > 10^{-4} / \text{炉年}$	$CFF_{inst} > 10^{-5} / \text{炉年}$	
期間設定(例:30日間)を含めた運用判断	ICDP	ICFP	左記基準のどちらかに該当する場合は、基本的には実施しない。 OLM対象範囲や実施期間を見直す。 (左記リスク範囲の場合はOLM実施しない) 補償措置によるリスク低減を検討のうえ、OLMを実施する。 原則として補償措置によるリスク低減を検討のうえ、OLMを実施する。
	$> 10^{-5}$	$> 10^{-6}$	
	$10^{-6} \sim 10^{-5}$	$10^{-7} \sim 10^{-6}$	
	$< 10^{-6}$	$< 10^{-7}$	

(参考文献[1]より引用)

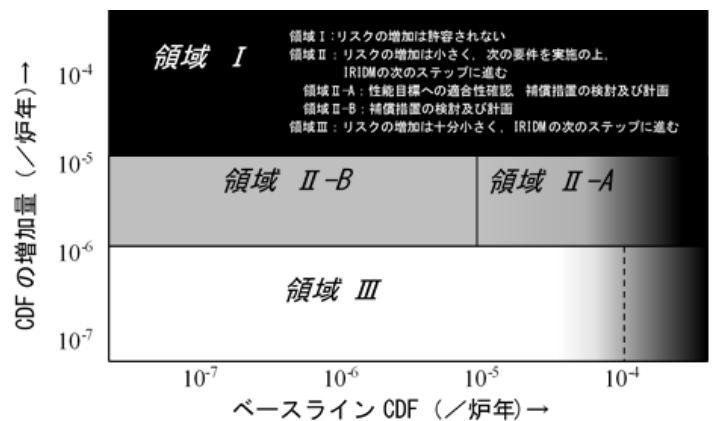


図-1 CDFの判定基準

(参考文献[2] 図0.1より引用)

参考文献

- [1] 日本機械学会、“平成30年度 リスク低減のための最適な原子力安全規制に関する研究活動報告書”、平成31年3月
- [2] 日本原子力学会標準、“原子力発電所の継続的な安全性向上のためのリスク情報を活用した統合的意思決定に関する実施基準：2019 (AESJ-SC-S012:2019)”、2020年6月11日