

保全最適化のためのリスク・インフォームド・メンテナンス手法について Risk Informed Maintenance Method for Optimizing Maintenance Activities

三菱重工業株式会社 佐藤 寿彦 Toshihiko Sato Non-Member

Abstract This study proposes a method to optimize the maintenance activities of nuclear power plants. Risk Informed Maintenance method is based on probabilistic theory which deal the expectation of losses as quantitative Risk. This method compares the maintenance cost and risk, and determines the best maintenance plan on both reliability and financial aspects. In this study, crack occurrence and growth is evaluated from laboratory data and inspection data using BAYSE-Law.

Keywords: Risk Informed Maintenance, BAYSE-Law
E-mail: toshihiko_sato@mhi.co.jp

1. 緒言

電力の自由化を背景に、今までの安全性、信頼性重視の保全から、安全性、信頼性に加えて経済性も追求した保全へのシフトが要求されている。この実現のためには、徹底的な無駄の排除、及び保全手法、保全時期の最適化が不可欠であり、特に後者の手法として、近年リスク・インフォームド・メンテナンス（以下RIM）の考え方が注目されている。

ここでは、RIMの適用手順について概説する。

2. RIM導入の検討

RIMとは故障発生に伴う損失を、確率論的手法と財務的手法を組み合わせる定量的（または定性的）にリスクという指標で評価し、このリスクに基づいて合理的に保全計画を策定する手法である。故障発生に伴う損失を定量的に評価することにより、安全性・信頼性、経済性の両面で最適な保全計画策定が可能となる。同時に、検査、補修実施によるコストメリットを定量的に示すことが出来るため、費用対効果の評価に対しても有効である。RIMの概要をFig.1に示す。

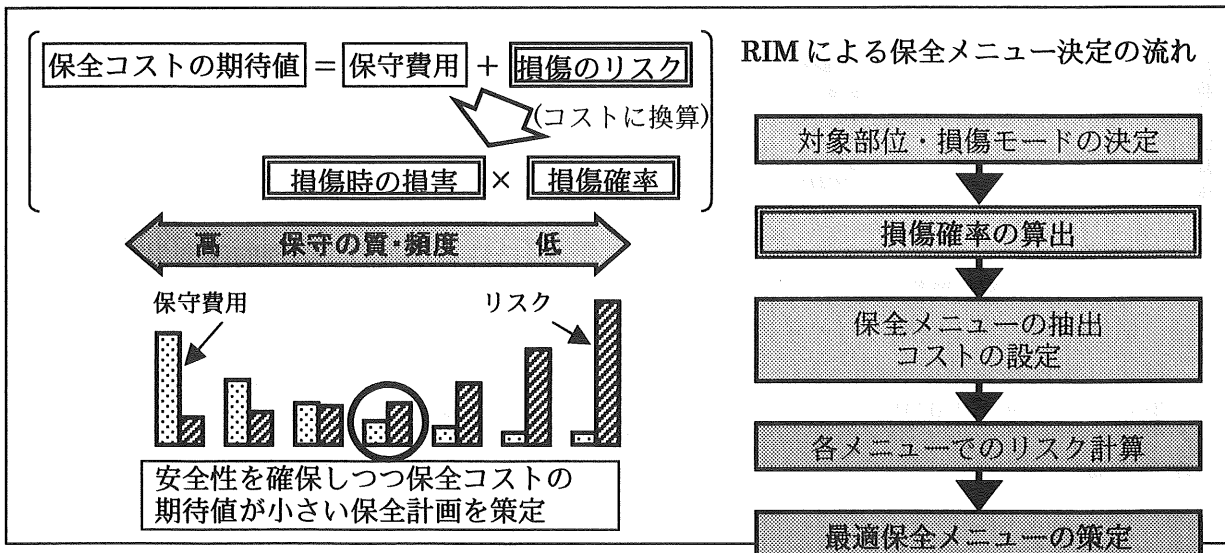


Fig. 1 リスク・インフォームド・メンテナンスの概要

3. RIM 評価検討

一般産業設備では、疲労き裂、S C C (Stress Corrosion Crack) 等が生じ、プラントの信頼性低下の原因となっている。そのため、損傷前に予防保全を実施するのが有効であるが、損傷が生じた場合でも影響の少ない部位なども含め、全ての部位を対象とするのは合理的ではない。

RIM の適用により、対象部位の重要度、損傷の可能性を考慮した合理的保全計画の策定が期待される。

3.1 損傷確率の算出

損傷確率は実機の損傷実績から導出するのが望ましいが、損傷実績が少ない場合、き裂発生試験、き裂進展試験など実験室データから算出することになる。しかしながら、実験室評価が実機実態と異なる点は否めず（過度に安全側の評価になることが多い）、R I M導入における最大の課題となっている。

このような場合、ベイズ統計手法を用いて実験室データと実機検査結果を組み合わせることによって、より実機実態に即した損傷確率を得ることが可能である。

Fig.2 に実験室データから算出した損傷確率と、ベイズ統計手法により更新した損傷確率のイメージを示す。

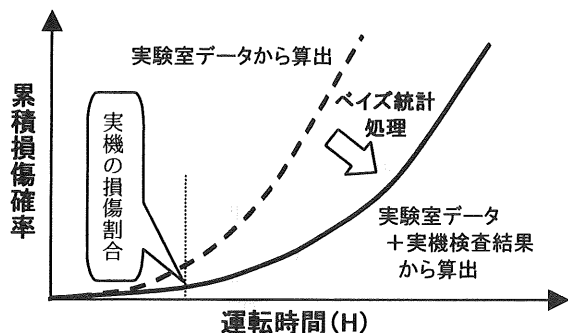


Fig. 2 損傷確率の算出結果（ベイズ統計手法により実機検査結果を組み込むことで、損傷確率は実機の損傷割合に近づけられる）

3.2 保全計画の策定

前節で得られた損傷確率を基に、推奨保全計画を策定する。検討する保全メニューは Table 1 に示す。

各保全メニューでプラントを運転した場合の保全コストの期待値を Fig. 3 に示す。予防保全を実施するメニュー②③は、初期に実施費用のためコストが増加するが、プラント運転終了時では、事後対応のメニュー①よりも保全コストの期待値が小さくなることが示された。また、予防保全の実施によるコストメリットを定量的に評価できることも示された。

Table 1 保全メニュー

	保全メニュー	備考
①	事後対応	規定の検査のみを実施し、損傷検出後に取替・保守を行う。
②	予防取替	損傷が発生しない材料、または設計に、損傷発生前に取替える。
③	緩和措置	応力緩和措置等により、損傷の発生を予防する。

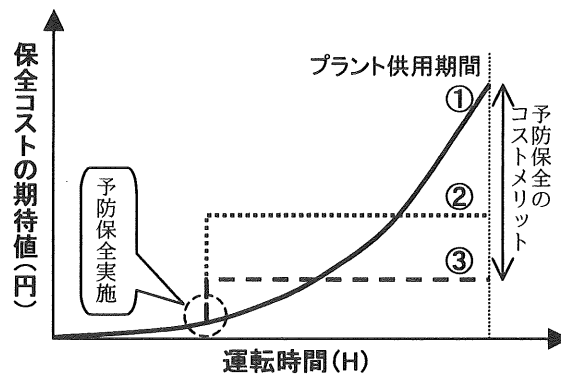


Fig. 3 各保全メニューで運転した場合の保全コストの期待値評価（この図ではメニュー③の緩和措置の実施が最も合理的と示される）

4. まとめ

経済性を重視した合理的保全手法である RIM の原子カプラントの保全への適用性を検討した。

損傷事例が少ない場合に対しても、実験室データと実機検査結果をベイズ統計により組み合わせることで損傷確率を導出することができた。また、得られた損傷確率により、最適保全計画の策定、及び予防保全実施によるコストメリットの定量評価が可能である。