

プロアクティブ経年劣化対応と階層化保全

Proactive Materials Aging Management and Multi-Layered Maintenance

東北大学

庄子 哲雄 Tetsuo SHOJI

Member

Long term operation of NPP has been receiving a great concern based upon the plant operation experiences and progressive improvement in countermeasures and mitigations. At the same time of this LTO movement, proactive materials aging management is also receiving a great concern to realize the LTO in NPP. Recent PMDM activities in Japan as well as some international one are reviewed and a necessity of an international cooperation is emphasized in relation to reliable maintenance performance connected from the top of the organization to operators and maintenance engineers at plant sites.

Keywords: Proactive Materials Aging Management, Maintenance, Long Term Operation

1. はじめに

高経年化プラント及び長期運用プラントの安定運用においては、材料の経年的劣化事象への予知・予測が不可欠である。最近の60年運転あるいは80年運転においては想定される多様な経年劣化への対応に加えて、未経験事象等への対応を目指したプロアクティブ劣化対応の必要性が求められている。またリアクティブ対応（従来型）との比較において、その利点が整理されている。例えば原子力発電設備の初期想定供用期間を超えた長期運用（LTO）に伴う想定外事象あるいは未経験事象の予知・予測の重要性が認識されてきており、世界的な共通課題との認識より国際協力が進められてきている。International PMMD Forum の設置（準備会合 10月12-13日）について検討開始。

例えば、米国における60年を超えて80年の長期運用を認可するためのクライテリアの事前把握においてはプロアクティブ劣化対応に基づくR&Dの必要性とともに、認可要件のギャップ解析が不可欠であるといわれている。そのためには広範囲な対応が不可欠であり、そのための人的、経済的資源の有効活用と国際協調の必要性を強調している。

2. 活動の意味付け

—規制にとって—

◇ 科学的合理性をもった合理的規制と時宜を得た規

制文書の発出等の対応

◇ リアクティブ対応によって失われる国民の信頼の維持・向上（納税者の信頼の向上）

—事業者にとって—

◇ 事前想定により、取り換え、修理、対策等の対応の時宜を得た対応と、それによる長期プラント停止の回避

◇ トラブルの事前回避による国民（地元住民）や地方自治体からの信頼の向上

—納税者にとって（長期的な原子力発電により）—

◇ 安全・安心への信頼感の向上

◇ 経済的なエネルギー源の入手

◇ 地球温暖化対応エネルギー源の入手

◇ 供給安定性の高いエネルギー源の入手

—産業界にとって—

◇ （一般）コスト競争の国際市場への参画の基盤確保（特に半導体産業等の電力消費型産業等）

◇ （原子力）技術継承の機会提供並びに次世代軽水炉設計への反映

3. そのための条件（例示）

—電力事業として（LTO対応のコストを踏まえ）—

◇ プロアクティブ劣化対応によって得られる利益と必要コストの比が大きいこと

◇ 高経年プラントのプロアクティブ劣化対応によるリスクと必要コストの比が小さいこと

◇ LTO を支える研究開発とそれによって得られる基盤技術が十分精度の高いこと

◇ 基礎科学に基礎をおいた確たる基盤上に技術の構築が成されていること

◇ プロアクティブ劣化対応における不確かさを補完する状態監視技術が充実のこと

—状態監視技術の充実のために—

- ・センサーネットワークの構築
- ・I & C 先端技術の活用
- ・Life Cycle NDE Monitoring
- ・Real-Time NDE
- ・Sensor Network
- ・低消費電力センサー
- ・遠隔モニタリング

などの一層の充実が必要である。

4. プロアクティブ材料劣化対応における共通基礎課題

プロアクティブ材料劣化対応における共通基礎課題として下記の項目への関心を高める事が必要である。

- 重要度ランクに挙げられる多様な劣化メカニズムの根源解明
- 特に環境誘起劣化の予知・予測（過去の事例からの教訓） - SCC、FAC、LDI、BAC etc
- 高温水の物理化学 - いまだにその本性は未解明
 - ◇ 水の構造（亜臨界から超臨界）
 - ◇ 多様なラディカルが存在
- 材料面からの不確かさ
 - ◇ 材料側（仕上げに依存する組織・組成、残留歪、残留応力およびそれらの製造過程からの履歴）
 - ◇ 実機長期供用材の諸特性（温度場、環境場、力学場）
- 環境と材料の界面の理解不足（刻々と変化する界面）
 - ◇ 水側(酸化物界面近傍の水の挙動)
 - ◇ 界面に形成される酸化物の物理化学と酸化動力学
 - ◇ 界面動力学に及ぼす各種要因の抽出と解明

- In-situ 計測（国際共同研究 PEACE-E にて実施中）
- 放射線等の影響（NISA 高経年化対応高度化事業で実施中）
- 変形・破壊に伴う電子放出（特に酸化物で顕著）
- モデル化と定量予測

5. 階層化保全

保全活動は、地道な日常的積み重ねが基本であり、現場へのモチベーションの付与が重要である。最近、多くの海外企業を含めて大きな関心が払われてきている活動の一つとして TPM 賞審査を上げる事が出来よう。詳細な説明は別に譲るとして、ここでは基本の柱に関わる活動の一環を紹介する。

- ◇ 現場に直結した保全
- ◇ 保全現場における活動と会社経営の直結感の醸成（トップダウンとボトムアップの Best Mix）
- ◇ 経営者による定期的現場訪問
- ◇ 重複階層化保全、重複階層化小グループによる現場での活動
- ◇ 個別改善
- ◇ 自主保全
- ◇ 計画保全
- ◇ 教育と訓練
- ◇ ロスとコストの根本原因究明と重要度ランク

5. おわりに

プロアクティブ経年劣化対応は、プラントの LTO にとって不可欠である。そのための保全の在るべき姿としての有機的な階層化保全についての一考察を紹介した。

連絡先: 庄子哲雄、〒980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-1、東北大学工学研究科エネルギー安全科学国際研究センター、未来科学技術共同研究センター
電話: 022-795-7517、e-mail: tshoji@rift.mech.tohoku.ac.jp