2017年秋の大会

材料部会セッション

事故炉廃止措置時における機器材料のリスク管理技術の検討

Study on Risk Management Technology for Equipment Materials during Decommissioning of Accident-damaged Nuclear Power Plants

（2）リスク管理の概念を取り入れた事故炉廃止措置のアプローチ

(2) Conceptual Study of Post-Accident Plant Decommissioning from Risk Management Perspective

吉澤　厚文[1]，*清浦　英明[2]

[1]日本原子力発電株式会社，[2]国際廃炉研究開発機構究所

事故炉の廃炉を進めるうえで、リスク管理をどのように考え、実施してゆくかは重要な課題である。本稿では、廃止措置において、時間の概念を伴ったリスク管理どのように進めるかについて検討を行った。

キーワード：福島第一原子力発電所，廃炉，リスク管理，時間，クリティカル部位，デブリ取り出し

1. 緒言

福島第一原子力発電所の廃炉は、政府の示すロードマップ[1]、並びに原子力損害賠償・廃炉等支援機構（以下、NDF）の戦略プラン[2]に従い実施が計画されている。特に、今後計画されるデブリ取り出しに関しては、必ずしも十分なデータが存在しない中で、廃炉のリスクをどのように管理するかという課題がある。本稿は、このリスク管理の考え方について、考察するものである。

2. リスク管理の概念

NDF 戦略プランでは、廃炉に係る様々なリスク評価が行われており、燃料デブリに関しては「周到な準備と技術によって安全・確実・慎重に対応し、より安定な状態に持ち込むべきリスク源」と位置づけられている。また、ロードマップは 30～40 年をかけて廃止措置を完了するという目標を掲げている。

一方、リスクは時間の関数でもある。NDF は戦略プランの中で図 1 の概念を提示している。すなわち、点線のように現状のまま保管を続けることは、いずれリスクは顕在化することになる。一方、デブリ取り出しを実施すれば、実線のように一時的なリスクは上昇するかもしれないが、将来的なリスクを大幅に減じることができる。これらをどうバランスさせるかといった検討が必要である。

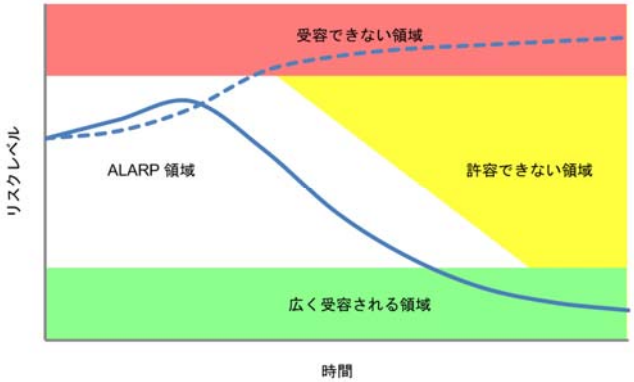

図 1　デブリ取り出しのリスク経年変化の概念

（参考文献 2 より）

3. 検討内容

3-1. 廃炉に係る時間的裕度

図 1 の概念を発展させ、デブリ取り出しをリスク管理の観点から俯瞰する。

重要な点は、デブリ取り出しに必要な時間と、リスクとの関係である。デブリのリスクを閉じ込めている構造物、またはデブリ自体のリスクが顕在化するまでに、取り出しを終えリスクを許容レベルまで下げておくことが理想である。この場合、リスクの顕在化につながるクリティカルな部位はどこにあり、その状態はどうであるのか、を監視し、余寿命を評価する技術が必要となる。デブリの状況を確認することに

Atsufumi Yoshizawa[1] and *Hideaki Kiyoura[2]

[1]The Japan Atomic Power Company, [2]International Research Institute for Nuclear Decommissioning

併せて、クリティカル部位の同定や、それに係るデータ取得も重要である。

図 2 にこの概念を示す。一般的に、リスクの社会における許容レベルは、時間が経過するほどより安全側にシフトする。これを考慮したものがリスク境界である。例えば、前述した寿命予測を可能とする技術により、現状におけるクリティカル部位のリスクが顕在化する時間が T1 と評価されるとする。このクリティカル部位の寿命因子が腐食であるならば、機器を取り巻く腐食環境が劣化すれば、この危機のリスクの顕在化は早まることになる（T1'）。一方、この腐食環境を改善できれば、寿命は延び（T1''）、それだけ時間的裕度を確保できる。しかし、社会のリスク認識の関係で、リスク低減と確保される時間との関係は線形ではないであろう。

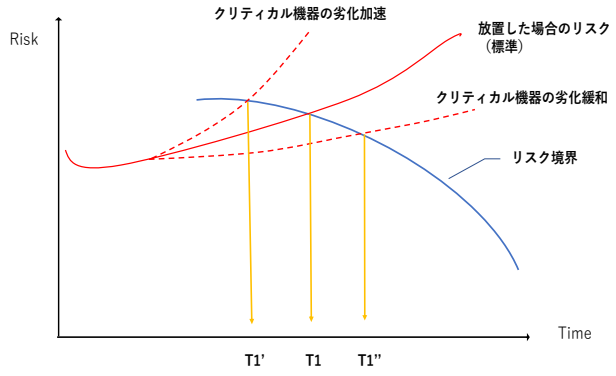

図 2　クリティカル機器の状態と許容時間の概念

3-2. デブリ取り出しの時間的考察

現時点のロードマップは、廃炉完了までの時間を、このようなリスク管理における相対的な時間として論じてはいない。しかし、このような概念は、今後デブリ取り出しの時間的制約を明確にしてゆくために必要なアプローチであると考えられる。現在デブリ取り出しの工法については、国際廃炉研究開発機構をはじめ様々な研究機関により研究開発が行われているが、その設計を行うにあたり、一日当たりの取り出し量（デブリ取り出しにかかる時間）は重要な設計仕様となる。

この仕様を定めるにあたり、図 2 に示した概念のもと、リスクが顕在化するまでの時間の中で作業が終了できる解を見つけてゆく必要があろう。また、デブリ取り出しの安全を確保するうえで、クリティカル機器の環境を変更する可能性も考えられる。この場合の許容時間の変化にも十分留意しつつ、作業工程へのフィードバック設計をしてゆくことが必要である。

4. 結論

福島第一原子力発電所の廃炉を進めるうえで、リスクを考慮すれば技術的に時間の制約が存在する。これは、安全を支えているクリティカル機器のリスクが、許容レベルを超えることにより顕在化するが、廃炉を進めるうえではこれを監視し、予測することで許容時間を確認しておくことが求められる。デブリ取り出しの作業時間は、確保された時間的裕度の中で実施されることが必要となる。したがって、デブリ取り出しの技術開発に併せて、このクリティカル部位の同定や、その状態監視、寿命予測に係る技術開発が重要になると考える。

参考文献

[1] 廃炉・汚染水対策関係閣僚等会議、“東京電力(株)福島第一原子力発電所の廃止措置等に向けた中長期ロードマップ”、平成 27 年 6 月 12 日

[2] 原子力損害賠償・廃炉等支援機構、“東京電力ホールディングス㈱福島第一原子力発電所の廃炉のための技術戦略プラン 2016”、2016 年 7 月 13 日