

US-APWR 保安規定におけるリスク情報の活用

Application of risk based insights to US-APWR Technical Specifications

| | | |
|-------|-------|---------------------|
| 三菱重工業 | 黒岩 克也 | Katsuya Kuroiwa |
| 三菱重工業 | 高橋 浩道 | Hiromichi Takahashi |
| 三菱重工業 | 佐治 悦郎 | Etsuro Saji |

A lot of Nuclear Power Plants in the US change Completion Time and Surveillance Frequency in the Technical Specifications with risk based insights. Above all, Risk-Managed Technical Specifications (RMTS) which can be approved to change flexibly the Completion Time with PSA results and Surveillance Frequency Control Program (SFCP) which can be approved to change flexibly the Surveillance Frequency with PSA results are revolutionary Risk-informed Management methods.

MHI have applied RMTS and SFCP methods to the Technical Specifications of US-APWR.

Keywords: Technical Specifications, RMTS, SFCP, Completion Time, Surveillance Frequency, US-APWR

1. 緒言

我が国原子力発電所の「保安規定」に相当するものとして、米国では Technical Specifications (以後、TS と記す)がある。近年、米国の既存原子力発電所の TS においては、リスク情報を活用した完了時間*の延長やサーベイランス頻度**の低減が盛んに行われている。中でも、プラントコンフィギュレーションに応じた PSA 結果を利用し、臨機応変に完了時間を延長できる Risk-Managed Technical Specifications (RMTS)、また運転実績や PSA 結果に応じてサーベイランス頻度を低減できる Surveillance Frequency Control Program (SFCP)は、いずれも TS の administrative control program として一旦 NRC の認可を受けると、あとは発電所の判断で実施できるという点で、画期的なリスク情報活用方法といえる。本稿では、三菱重工が米国市場向けに開発した US-APWR (2007 年末に型式認証申請を NRC 宛提出し、現在、審査中。図 1 参照) の TS にこの RMTS 及び SFCP を適用した概要について紹介する。新設炉においては適用の前例がなく、この試みに NRC も注目している。

* 運転制限逸脱時に要求される措置の完了のための許容時間

** 運転制限を満足していることの確認行為の実施頻度要求

2. 適用方法

RMTS では、運転制限逸脱後のプラントコンフィギュレーションに応じたリスクを PSA により算出し、積算リスクを制限値 (後述のガイドラインで規定) と比較することで完了時間を設定する (上限 30 日)。SFCP では、対象設備のパフォーマンスとリスクへのインパクトに基づき、サーベイランス頻度を見直す。両プログラム共、実施のためのガイドラインが米国原子力産業界において整備されており、NRC の認可を取得済みである (RMTS については“NEI 06-09”, SFCP については“NEI 04-10”)。実際に発電所で RMTS や SFCP を適用するには、これらガイドラインの要求を満たすプラント固有の PSA モデルや実施手順書の整備が必要であり、対象とする完了時間やサーベイランス頻度を明らかにした TS と共に NRC の審査を受けて認可を得る必要がある。

ガイドラインに規定されている PSA の技術的要件によれば、プラント固有情報を反映し、設備構成の変化によるプラントリスクの変化を適切に捉えることが可能な Plant Specific PSA の整備が要求される。しかし、設計審査段階の新設炉では、Plant Specific PSA に必要とされるプラント固有情報 (運転手順書、詳細な設備情報など) が完備していないため、いかに設計・建設進捗に合わせて Plant Specific PSA を整備するかが課題となる。US- APWR では、現時点の標準設計 PSA モデル (外部事象を含みピアレビュー結果を反映済み) を基に、これを設計審査段階、建設段階、プラント運転段階のフェーズごとで入手可能な情報を用いて段階的にアップデートする計画である。運転手順書や詳細設計情報の入手時期に合わせ PSA をアップデートすることで、実機の燃料装荷までに RMTS 及び SFCP に必要な PSA 及

連絡先: 高橋浩道, 〒108-8215 東京都港区港南
2-16-5, 三菱重工業(株), 電話:(03)6716-3256, E-mail:
hiromichi_Takahashi@mhi.co.jp

び PSA 関連ツールを整備する。合わせて実施手順書を整備し、運転開始までに NRC の審査を受けて認可を取得する予定である。

また、上記の認可を受けた TS を US-APWR の Generic TS (GTS) と位置付け、RMTS/SFCP は Plant-specific TS(PTS) に対するオプションとしている。PTS は、GTS をベースにし、個々のプラントの特性値や固有な設備の規定を追加した TS で、US-APWR 初号機を Comanche Peak サイトに建設予定の Luminant 社 (在テキサス) は、RMTS/SFCP を同 3/4 号機の PTS に採用する予定である。

3. RMTS における RICT 評価方法

RMTS では、その時点でのプラントコンフィギュレーションに応じた PSA の結果に基づいて CT の延長の可否を判断する。PSA 結果より得られる CT は Risk-informed Completion Times (RICT) と呼ばれる。

RICT 計算に適用されるリスク基準は、主に $ICDP < 10^{-5}$ 及び $ILERP < 10^{-6}$ で、RICT の上限 (Back-stop CT) は 30 日と定められている。さらに、万一、コンフィギュレーションに変更 (ex. 他の機器の同時故障) が生じた場合には、12 時間以内に RICT を再計算するよう決められている。

図 2 に RMTS における RICT の評価例を示す。機器 A が運転不能となった場合、そのコンフィギュレーションに応じた PSA の結果と Back-stop CT から初期 RICT が 30 日に設定できる。その 5 日後、機器 A に加えて機器 B が運転不能となった場合、そのコンフィギュレーションに応じた PSA の結果より RICT は 27 日に再設定される。さらに、20 日後、機器 A が復旧すると、そのコンフィギュレーションに応じた PSA の結果と Back-stop CT から RICT は 30 日に戻る。

RMTS の認可を取得できれば、上述したような Configuration Risk Management Program (CRMP) が事業者の判断で自由に実行できるようになる。

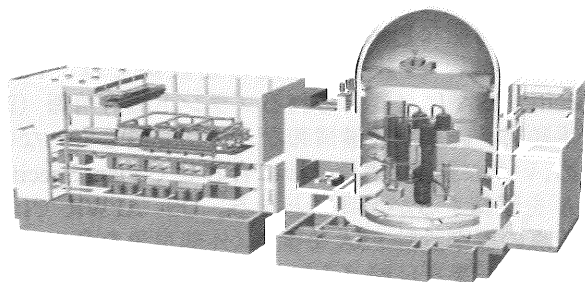


図 1 US-APWR

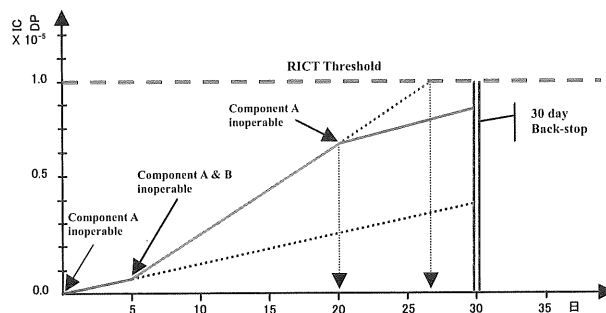


図 2 RMTS における RICT の評価例
(NEI 06-09 より引用)

参考文献

- [1] Regulatory Guide 1.174, An Approach for Using Probabilistic Risk Assessment in Risk-Informed Decisions on Plant-Specific Changes to the Licensing Basis Rev.1, USNRC, Nov. 2002.
- [2] Regulatory Guide 1.177, An Approach for Plant-Specific, Risk-Informed Decisionmaking : Technical Specifications, USNRC, Aug. 1998.
- [3] NEI 06-09, Risk-Informed Technical Specifications Initiative 4b Risk-Managed Technical Specifications (RMTS) Guidelines, Nuclear Energy Institute, Nov. 2002.
- [4] NEI 04-10, Risk-Informed Technical Specifications Initiative 5b Risk-Informed Method for Control of Surveillance Frequencies Rev.1, Nuclear Energy Institute, Apr. 2007.
- [5] (社) 日本原子力学会年会, US-APWR Technical Specifications におけるリスク情報の活用 (1) 活用の具体的内容について, 三菱重工業 (株) 2009 年 3 月
- [6] (社) 日本原子力学会年会, US-APWR Technical Specifications におけるリスク情報の活用 (2) PSA 整備計画, 三菱重工業 (株) 2009 年 3 月
- [7] ICAPP'09, Risk-Informed Approach in US-APWR Technical Specifications, Mitsubishi Heavy Industries, Ltd, May 2009.