

# 炉内構造物等点検評価ガイドラインの整備について

## Outlines of Guidelines for the Inspection and Evaluation of Reactor Vessel Internals

(一社)原子力安全推進協会	関 弘明	Hiroaki SEKI	Non Member
日本原電 (株)	堂崎 浩二	Koji DOZAKI	Member
関西電力 (株)	平野 伸朗	Shinro HIRANO	Member
東京電力 (株)	村井 荘太郎	Soutatou MURAI	Member
東大名誉教授	野本 敏治	Toshiharu NOMOTO	Member

“The guideline committee for the inspection and evaluation of Reactor Vessel Internals” which was established in 2000 and transferred to Japan Nuclear Safety Institute in Nov.2012, developed many guidelines based on valid technical basis. These guidelines were made in principle which the conservative methodology, and covered both individual inspection method of reactor internals and application of repair methods for reactor internals. In this paper, overview of the activity is introduced.

**Keywords:** JANSI Guideline, Maintenance Activity, Inspection and Evaluation, Reactor Internals, Repair Method

### 1. はじめに

原子力発電所の安全・安定運転を確保していく上で、損傷の可能性を有する炉内構造物等の健全性を確認し維持していくことが重要課題である。今日に至るまで「炉内構造物等点検評価ガイドライン」は、損傷発生の可能性のある構造物について、点検・評価・補修等に関する要領を提案してきた。ここではガイドライン整備活動の経緯、制定されたガイドラインの概要について報告する。

### 2. ガイドラインの整備活動の経緯

BWR では運転初期からの応力腐食割れ (SCC) 対策の歴史の中で、圧力容器ノズル・配管系の対策が 1990 年代後半頃には一段落した。一方で、構造上の問題から点検・補修が困難であった炉心シュラウドなど炉内構造物は、水中カメラ小型化や点検装置開発により、遠隔目視検査や超音波探傷検査の精度が向上したこともあって、SCC 不具合事例が散見されていた。

米国では、BWR VIP (BWR Vessel Internals Project) が EPRI に結成され、点検評価等の指針を作成するとともに、合理的な点検評価の在り方を NRC と議論できる風土があった。

このような状況のもと「炉内構造物等点検評価ガイドライン検討会」は 2000 年に火力原子力発電技術協会に発足した。

SCC 点検データの不適切な扱いが 2002 年に発覚し、その後に維持規格策定のための体制が国をあげて構築されることになるが、その以前から本検討会では技術知見をガイドラインに纏め公表する役割を担っていた。

PWR においても、バップルフォーマボルトの照射誘起型応力腐食割れ (IASCC) や制御棒クラスタ案内管の接触摩耗といった経年変化事象への対応が検討され、ガイドラインに纏められた。

技術基準 (省令 62 号) が性能規定化され、JSME 維持規格に基づく新たな規制体系の流れが定着した後は、ガイドラインを素案として維持規格を整備促進していくとの共通認識のもと、各種ガイドラインの制定とその体系化が進められてきた。本検討会では、実機データに基づく実質的な議論を行うことによって、構造健全性と安全性確保の仕組みを機動的に議論できるメリットがある。

検討会が日本原子力技術協会に継承された 2007 年頃には、個別炉内構造物の点検評価ガイドライン整備が一段落したことから、補修工法/予防保全工法のガイドライン整備が勢力的に進められた。2012 年の日本原子力技術協会改組に伴い、検討会は原子力安全推進協会に発展的に継承され、活動を継続している。

連絡先: 関 弘明, 〒108-0014 東京都港区芝 5-36-7  
一般社団法人 原子力安全推進協会 技術支援部,  
E-mail: seki.hiroaki@genanshin.jp

### 3. ガイドラインの全体構成と考え方の概要

#### 3.1 BWR/PWR 点検評価ガイドライン

炉内構造物は、接近性の制約から点検、補修が困難な部位があるため、構造機能、安全上の重要度等を勘案し、技術的合理性に基づいた点検の在り方をガイドラインに纏めている。

基本的考え方として、原子炉安全の確保を大前提に、対象機器の構造強度・機能が合理的に確保されるように、点検範囲、点検方法、点検時期、欠陥評価方法等を検討する。併せて、適用可能と考えられる検査技術、補修工法及び予防保全工法を整理している。

また、検討対象とする炉内構造物に検討順位をつけ、優先度の高いものから検討を進めてきた。具体的には、原子炉圧力容器の耐圧機能に影響を及ぼす可能性のあるもの、炉心支持機能を担う機器、接近性の問題から点検が困難な部位、損傷が発見された場合の対策工法が確立されていない機器、実損傷事例の発生有無を考慮した。

炉内構造物の具体的な経年変化事象としては、疲労、SCC、照射脆化、摩耗などを想定した。

図1, 2にBWR, PWRの炉内構造物の例を、図3に点検の考え方を示す。さらに表1にこれまでに制定され現在公表されている各種ガイドラインの一覧を示す。

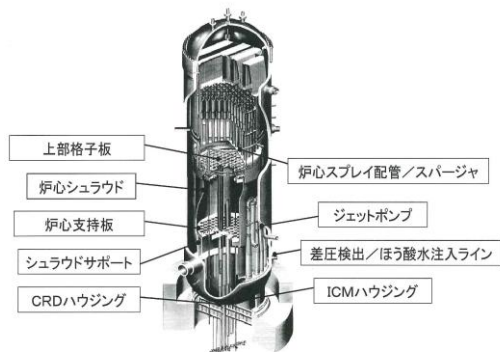


図1 BWRの炉内構造物例

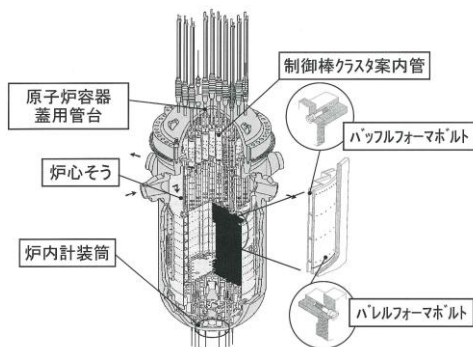


図2 PWRの炉内構造物例

#### 3.2 補修工法・予防保全工法ガイドライン

国内の原子力関連技術のなかでも、炉内構造物関連の補修工法・予防保全工法は、プラントメーカーの保有する遠隔補修技術、検査技術、溶接技術と原子力発電所での適用実績、官民の研究と技術開発成果の蓄積により、世界的に最高水準の技術力を有する分野といえる。

一方で当該分野での新技術が開発された後、規格策定から規制要求への適合性確認までの審議プロセスに時間がかかり、実機適用までに多くの年月を要している事例も多い。その一因として、性能規定化された技術基準への適合性の具体的要件を考える際に、規制当局が適合性判断において解釈していた従来の具体的要件が活用できず、新たな解釈に不明確な部分が残されていることが、関係者の判断を困難にしているものと思われる。

保全技術の実機適用を円滑に推進するためには、その適用プロセスについてもガイドラインに取り纏めたが、関係者が共通認識のもとに一層の改善を図る必要がある。

### 4. おわりに

今後も原子力発電所の保全活動のPDCAを回すなかで、点検実績を適宜反映して点検頻度を合理的に見直すことなど、ガイドラインの改定整備に主体的に取り組むこととしたい。

また、昨今の原子力安全全般に係る状況変化を踏まえつつ、原子力の安全性・信頼性向上に繋がる活動を継続するとともに、国内外への情報発信に努めることとする。

なお、個別ガイドラインの概要と、原技協会移管以降に制定されたガイドラインは原安進HPに掲載しているので参照願いたい。

<http://www.genanshin.jp/archive/coreinternals/>

#### 参考文献

- [1] 炉内構造物点検評価ガイドラインについて (第3版)  
JANTI-VIP-06 H20年3月 日本原子力技術協会

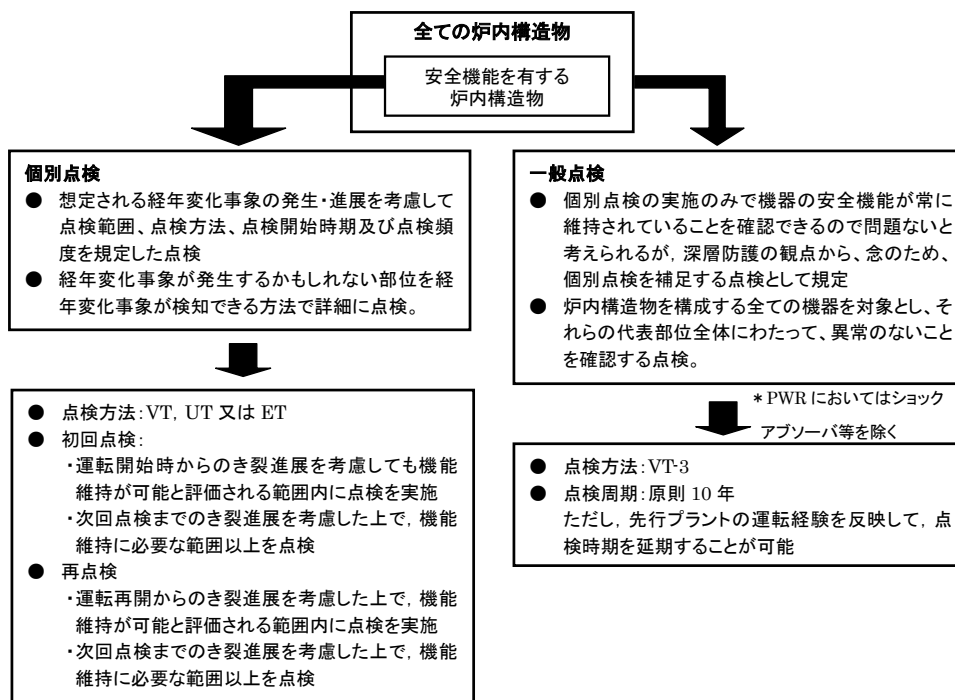


図 3. 炉内構造物点検評価ガイドラインにおける点検の考え方

表 1. 炉内構造物等 点検評価ガイドラインの制定・公開状況

(H25年 7月現在)

	ガイドライン	火原協 (TENPES)	原技協/原安進 (JANTI/JANSI)	発行年月
BWR 点検 評価	炉心スプレイ配管・スパージャ (第2版)		PDF公開	H24年3月
	ジェットポンプ (第2版)		PDF公開	H24年3月
	差圧検出・ほう酸水注入ライン	図書販売		H16年
	CRD(制御棒駆動機構)ハウジング(第2版)	図書販売		H16年
	TCM(炉内核計装)ハウジング	図書販売		H14年
	炉心シュラウド(第4版)		PDF公開	H20年10月
	同上、付録F追補		PDF公開	H21年5月
	シュラウドサポート(第3版)		PDF公開	H20年6月
	同上、付録D追補		PDF公開	H21年5月
	上部格子板	図書販売		H13年
炉心支持板	図書販売		H13年	
一般点検	図書販売		H14年	
PWR 点検 評価	炉心そう	図書販売		H13年
	バップルフォーマボルト	図書販売		H12年
	パレルフォーマボルト	図書販売		H13年
	制御棒クラスタ案内管(第3版)		PDF公開	H25年6月
	原子炉容器炉内計装筒(第2版)		PDF公開	H25年6月
	クラス1容器 管台セーフエンド異材継手部		PDF公開	H21年8月
一般点検	図書販売		H14年	
補修・ 予防 保全 工法	ウェルドオーバーレイ工法(BWR補修工法)	図書販売		H17年
	スプールピース取替(PWR取替工法)	図書販売		H16年
	封止溶接工法(補修工法)		PDF公開	H20年1月
	対策一高周波誘導加熱応力改善工法(補修工法)		PDF公開	H24年3月
	水中レーザー肉盛溶接工法(補修工法)		PDF公開	H24年11月
	外面からの入熱による応力改善方法(予防保全工法)		PDF公開	H20年1月
	ピーニング工法(予防保全工法)(第2版)		PDF公開	H20年1月
	水中レーザークラッド溶接工法(予防保全工法)		PDF公開	H21年1月
	研磨による応力改善方法(予防保全工法)		PDF公開	H21年10月
	保全技術の適用プロセス		PDF公開	H22年5月
水素注入による環境改善効果の評価方法(BWR予防保全)		PDF公開	H24年3月	
全般	炉内構造物等点検評価ガイドラインについて(第3版)		PDF公開	H20年10月