

# PWR 炉内構造物点検評価ガイドラインの概要

## [原子炉容器炉内計装筒]

Summary of Guideline for Inspection and Evaluation of PWR Reactor Internal  
[Reactor Vessel Bottom-Mounted Instrumentation]

三菱重工業株式会社	七田 知紀	Tomonori SHICHIDA
三菱重工業株式会社	鈴木 晴登	Harutaka SUZUKI
三菱重工業株式会社	吉田 有佑	Yusuke YOSHIDA

The damage caused by primary water stress corrosion crack (PWSCC) has been revealed in Reactor Vessel Head Penetration Nozzles with alloy 600 domestically and internationally in recent years. Bottom Mounted Instrumentation which has the same structure as Head Penetration Nozzle is also necessary to consider the occurrence of damage.

The guideline has been examined and studied to clarify the application of inspection techniques and preventive maintenance method, the approach to the evaluation for acceptance level of continuous operation and inspection frequency. The summary of this guideline is introduced in this paper.

Keywords: bottom-mounted instrumentation, PWSCC, alloy 600, preventive maintenance measure

## 1. 緒言

平成 21 年 8 月に日本原子力技術協会より PWR 炉内構造物点検評価ガイドライン[原子炉容器炉内計装筒]が発行された[1]。本ガイドラインの概要を紹介する。

原子炉容器炉内計装筒においては、同様の構造である原子炉容器蓋用管台において損傷が国内外で報告されていることから、今後損傷の発生が否定できない状況にある。そのため、技術的合理性に基づいた点検手法の確立、損傷が認められた場合の健全性評価手法の確立が急務となっている。

本ガイドラインは、点検時期の制約が大きい当該部に対して、従来の点検技術の向上に加え、実施時期、頻度、検査方法、許容レベル及び予防保全措置等について検討したものである。

なお、当該部の経年変化事象としては、国内外のプラントにおける損傷を参考に PWR 一次系環境下に曝される下部鏡との溶接部近傍の炉内計装筒内面及び下部鏡との溶接金属部（J 溶接部）に発生する応力腐食割れ（PWSCC）としている。材料としては、PWSCC 感受性を有している 600 系 Ni 基溶接金属使

用部位を対象としている。

## 2. ガイドラインの概要

ガイドラインの概要を纏めた点検・評価フローを図 1、2 に示す。

J 溶接部（図 2）は、現時点でき裂のサイジング技術が確立されていないことから、点検時期の予測は行うことができないため、供用期間中検査のみ実施し、漏えいが検出された場合には、補修を行うこととする。予防保全（応力改善）の施工前確認で欠陥が検出された場合も同様の扱いとすることとしている。以下では図 1 原子炉容器炉内計装筒母材内面の点検・評価フローの詳細を紹介する。

連絡先: 七田知紀、〒652-8585 兵庫県神戸市兵庫区和田崎町一丁目 1 番 1 号、三菱重工業㈱ 神戸造船所 原子力機器設計部 機器設計課、電話 : 078-672-5369, E-mail: tomonori\_shichida@mhi.co.jp

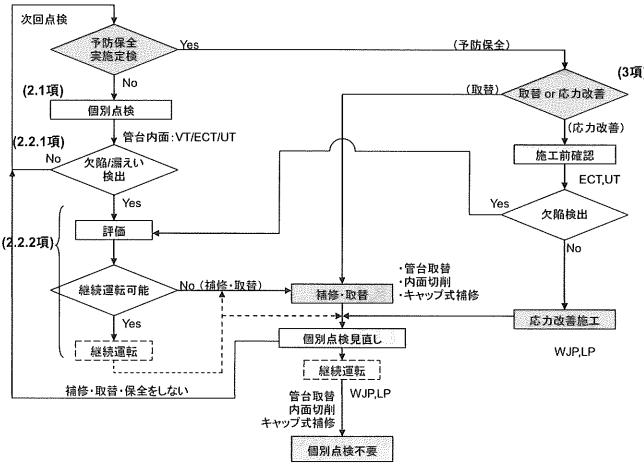


図 1 原子炉容器炉内計装筒母材内面の  
点検・評価フロー  
(括弧内は本文項目番号)

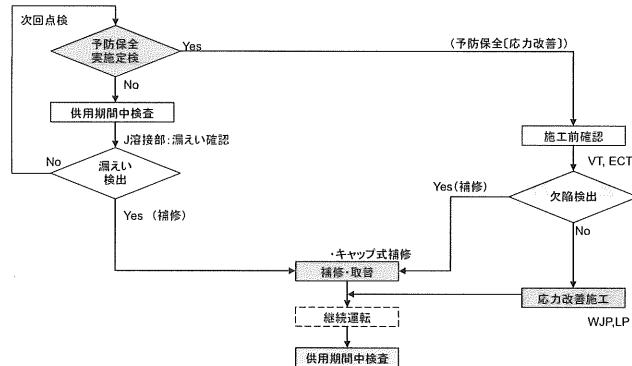


図 2 原子炉容器炉内計装筒 J 溶接部の  
点検・評価フロー

## 2.1 点検

### 2.1.1 点検手法

点検手法としては、目視試験（VT）、渦流探傷試験（ECT）、超音波探傷試験（UT）としている。

### 2.1.2 初回点検時期の考え方

炉内計装筒母材内面においては、軸方向き裂が発生すると予測される時期（例えば、本ガイドラインの付録 A-6 の評価例では約 19 万時間）を目処に初回点検を実施することとしている。

## 2.2 欠陥検出

### 2.2.1 き裂が検出されなかった場合

軸方向き裂（深さは ECT および UT の場合、3mm）が発生したものと仮定し、その SCC き裂進展予測を行い、き裂深さが板厚の 75%に至ると予測される期間または構造健全性が確保できる期間のいずれか短い期間

い期間の 1/2 の期間を経過後の直近の定期検査にて次回点検を実施する。次回点検によりき裂が検出されなかつた場合は、同じ点検間隔にて点検を継続する。図 3 に点検時期の考え方を示す。

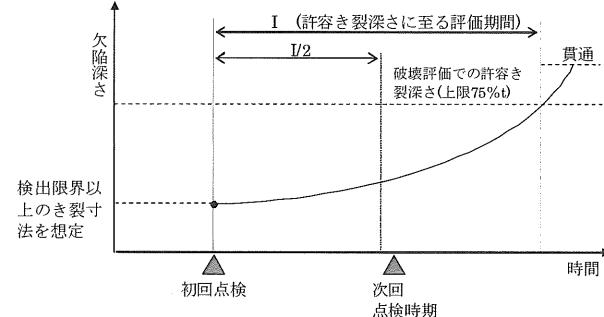


図 3 点検時期の考え方  
(き裂が発見されなかった場合)

### 2.2.2 き裂が検出された場合

#### (1) 繼続運転可能な場合

検出されたき裂に対してき裂進展予測を行い、き裂深さが板厚の 75%に至ると予測される期間または構造健全性が確保できる期間のいずれか短い期間の 1/4 の期間を経過後の直近の定期検査にて次回点検を実施する。また、次々回点検は評価期間の 1/2 の期間を経過後の直近の定期検査にて、3 回目は評価期間末期までに点検を実施する。図 4 に点検時期の考え方を示す。

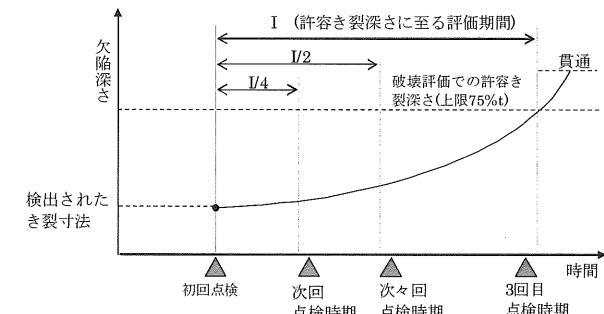


図 4 次回点検時期の考え方  
(き裂が発見された場合)

#### (2) 繼続運転が不可能な場合

SCC き裂進展予測及び破壊評価により構造健全性が確保されない場合は、補修または取替を行わなければならない。なお、補修または取替え後はその仕様に基づき次回点検時期を決定することができるとしている。

### 3. 予防保全または補修が施工された後の点検時期

原子炉容器炉内計装筒の機能維持を確保するため、予防保全または補修を行うことができるとしており、PWR一次系環境下の600系Ni基合金使用部位が除去された場合( (1)項 )、または予防保全として工法の妥当性が確認された予防保全措置が施工された場合( (2),(3),(4)項 )には、耐PWSCC性が向上するため、個別点検（特定の構造物の特定の経年変化に対する評価を含めた点検）は不要となる。

具体的な予防保全措置、補修として、以下を挙げている。

#### (1) 原子炉容器炉内計装筒の取替

健全性評価期間内に一部もしくは全数の原子炉容器炉内計装筒を取り替えることができる。

#### (2) 内面切削補修工法

原子炉容器炉内計装筒内面のき裂に対して、構造健全性の確保可能な深さまで内面を切削し、き裂を除去することができる。き裂除去後は、ウォータージェットピーニング等の応力改善工法を施工する。

#### (3) キャップ補修工法

原子炉容器炉内計装筒内面のき裂に対して、原子炉容器下部外面にSUS316製キャップを耐PWSCC性に優れた690系Ni基合金で取り付けることができる。

#### (4) ウォータージェットピーニング(WJP)またはレーザピーニング(LP)

原子炉容器炉内計装筒の引張応力発生箇所にウォータージェットピーニングまたはレーザピーニング等を実施し、PWSCCの発生原因である引張応力を圧縮応力に改善することによってき裂発生を抑制することができる。

## 4. 結言

- 1) き裂に対して進展予測を行い、評価期間内にて継続運転可能としている。
- 2) 予防保全または補修を行った場合は、個別点検は不要としている。

## 5. 謝辞

本ガイドライン検討会の委員の皆様、制定に携わった全ての関係者の皆様に深く感謝の意を表します。

## 参考文献

- [1]一般社団法人 日本原子力技術協会 PWR炉内構造物点検評価ガイドライン[原子炉容器炉内計装筒]