

東海第二発電所 特別点検

(原子炉圧力容器: 炉心領域の母材及び溶接部)

平成30年6月5日

本資料のうち、枠囲みの範囲は、営業秘密
又は防護上の観点から公開できません。

目 次

1. 要求事項	3
2. 点検方法	4
2-1 炉心領域	5
2-2 点検方法のまとめ	9
3. 点検結果	10
4. 考察	11
5. まとめ	12

1. 要求事項

「実用発電用原子炉の運転期間延長認可申請に係る運用ガイド」より

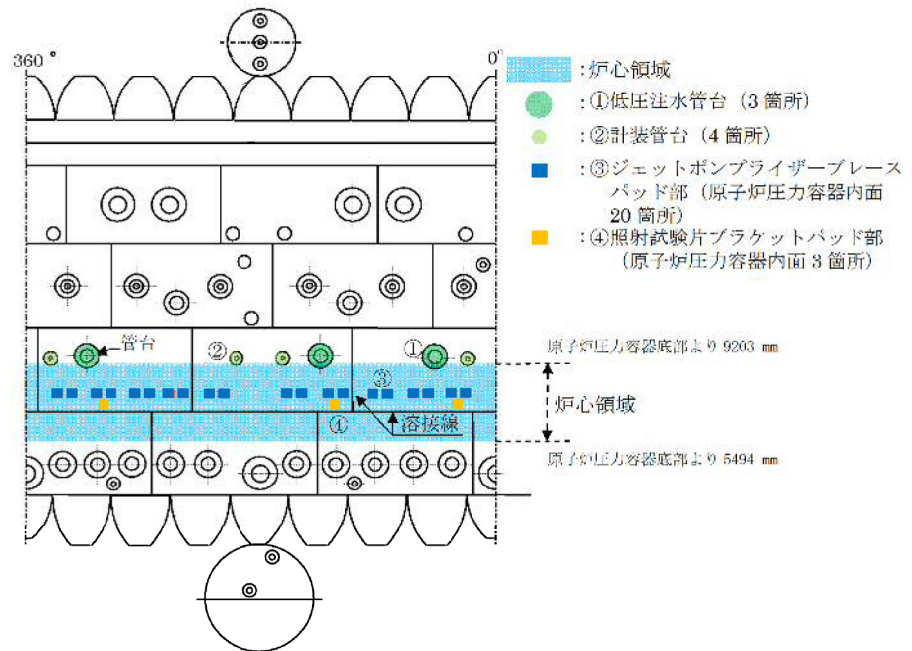
対象構造物	対象部位	着目する劣化事象	点検方法/点検項目
原子炉 圧力容器 (以下、「RPV」という)	母材及び溶接部 (ジェットポンプライザーブレスアーム溶接部を含む。)(蒸気乾燥器, 気水分離器, ジェットポンプビーム及びインレットミキサーを取り外した状態で点検可能な炉心領域の全て)	中性子照射脆化	超音波探傷試験(以下,「UT」という)による欠陥の有無の確認※
	給水ノズルコーナー部 (最も疲労損傷係数が高い部位)	疲労	磁粉探傷試験(以下,「MT」という)若しくは浸透探傷試験(以下,「PT」という)又は渦電流探傷試験(以下,「ECT」という)による欠陥の有無の確認
	制御棒駆動機構(以下,「CRD」という)スタブチューブ(全数), CRDハウジング(全数), 中性子束計測ハウジング(以下,「ICMハウジング」という)(全数)及び差圧検出・ほう酸水注入ノズル	応力腐食割れ	目視試験(MVT-1)による炉内側からの溶接部の欠陥の有無の確認
			PT又はECTによるCRDハウジング及びICMハウジングに対する, 内面の溶接熱影響部の欠陥の有無の確認
	ドレンノズル	腐食	目視試験(VT-1)による内面の確認
	基礎ボルト	腐食	UTによるボルト内部の欠陥の有無の確認

※炉心領域の母材及び溶接部のUTについて追加で実施した点検を含み報告する。

2. 点検方法

2-1 炉心領域一点検の概要

- 建設時にRPVの母材に対し垂直UT，溶接線に対し垂直及び斜角UTを実施し有意な欠陥が無いことを確認しており，運転開始後は供用期間中検査にて溶接線に対する垂直及び斜角UTを実施している。
- 供用期間中検査では，炉心領域の溶接線の検査について，長手溶接線は全長の10%，周溶接線は全長の5%を検査範囲としている。
- 特別点検では，これまでの供用期間中検査では対象としていない炉心領域に掛かる溶接線に加え，母材まで試験範囲を広げ検査を実施した。



- この点検対象である炉心領域について，燃料有効長の範囲としてUTを実施したが，RPV底部からの燃料有効長頂部（以下，「TAF」という）の位置について，本来とは異なる値である9152 mmとして点検を行った。

このため，正しいTAFの位置である9203 mmまでのUTを追加で実施することとした。また，実際の探傷においてはこの範囲に対して十分に余裕をもった範囲の探傷を行うこととし，自動UT装置の動作限界を考慮し対象範囲を設定した。炉心領域周辺の構造不連続部である管台（低圧注水管台，計装管台）は，管台毎に手動UTにて全範囲を対象とした。

2-1 炉心領域一点検方法

- 炉心領域の母材及び溶接部を検査範囲とする。
- 検査は炉外より実施した。ただし、ジェットポンプライザーブレースアーム溶接部は炉内より実施した。
- 溶接部の検査は、供用期間中検査同様に斜角45°、60°及び垂直によるUTを実施した。
- 母材(クラッド及びパッドを含む)の検査は、垂直に加え、フェーズドアレイ法による検査を実施した。
- ジェットポンプライザーブレースアーム溶接部 は斜角45° 及び70° によるUTを実施した。

RPV UT概要

ジェットポンプライザーブレース
アーム溶接部UT概要

＜検査範囲＞

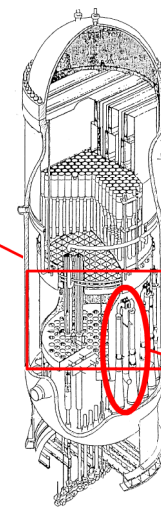
方向	範囲
長手	RPV底部より5494 mm～9203 mm (炉心領域を燃料集合体の有効長とした)
周	0° ～360° (ジェットポンプライザー ブレースアーム溶接部は全数対象)
板厚	外表面～内表面 (クラッド※1及びパッド※2を含む)

※1 ステンレス内面クラッド

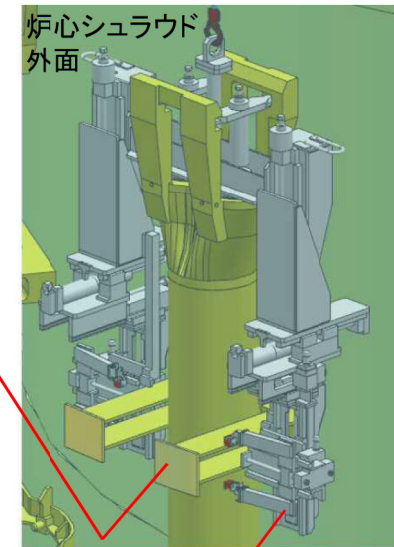
※2 ジェットポンプライザーブレースパッド及び
照射試験片ブラケットパッド



試験装置: 東海用ベッセルスキャナー



ジェットポン



炉心シュラウド
外面

試験装置: ジェットポンプライザーブレース
アーム溶接部UT装置

2-1 炉心領域一点検方法の妥当性(1/2)

➤ 通常の供用期間中検査同様にJEAC4207-2008「軽水炉原子炉用機器の供用期間中検査における超音波探傷試験規程」を準用。

対象部位※1	検査方法	モックアップ人工欠陥寸法	備考
RPV母材部	垂直探傷	① ϕ mm - mm (深さ) ② ϕ mm - mm (深さ)	・製造時は底面エコーを基準感度設定に用いており、モックアップにてそれと同等の欠陥検出性を有することを確認 ・母材の水素白点※2を想定
RPV溶接継手	垂直及び斜角探傷	幅 mm × 深さ mm × 長さ mm	供用期間中検査の手法と同様
容器と管台(N6)との溶接継手		幅 mm × 深さ mm × 長さ mm	
ジェットポンプライザーブレースアーム溶接部	斜角探傷	① 最小 ϕ 1 mm の横穴 ② 最小幅 0.5 mm × 最小深さ 1 mm × 長さ 10 mm	原子炉圧力容器内側より実施

※1 対象部位はクラッドを含まない。

※2 ドール3号機(ベルギー/PWR)等で2012年に確認された欠陥指示。製造時の水素に起因し、欠陥の大きさは ϕ 10~14 mm。

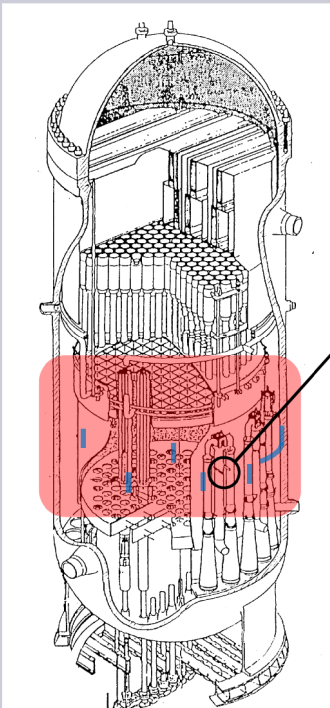
2-1 炉心領域一点検方法の妥当性(2/2)

➤フェーズドアレイ法による検査(母材部の検査)はモックアップ試験によって、「超音波探傷試験における欠陥検出性及びサイジング精度の確認に関するもの」(UTS)における最小寸法欠陥19.5 mm×4 mm(長さ×深さ)と同程度の欠陥を検出できる精度であることを確認している。

対象部位※	検査方法	モックアップ人工欠陥寸法	備考
RPV母材部	フェーズド アレイ法	①幅 mm × 深さ mm × 長さ mm	・人工欠陥①はUTSにて付与した欠陥と同じ深さ寸法である ・アンダークラッドクラッキングを想定
低圧注水管台(N6)周辺		②幅 mm × 深さ mm × 長さ mm	
計装管台(N12)周辺		③幅 mm × 深さ mm × 長さ mm	
ジェットポンプライザーブレースパッド部		① ϕ mm × mm, mm, mm(深さ)	・人工欠陥深さ mmはパッド内, 深さ mmはクラッド内に留まり, 深さ mm, mmは母材に達する欠陥を模擬している ・アンダークラッドクラッキングを想定
照射試験片ブラケットパッド部		② ϕ mm × mm, mm, mm(深さ)	
		③幅約 mm × 深さ mm, mm, mm × 長さ mm (横及び縦ノッチ)	

※ 対象部位はクラッドを含む。

2-2 点検方法のまとめ

部位	通常の点検	特別点検	点検対象範囲
母材及び溶接部 (点検可能な炉心領域の全て)	・溶接線＋母材10mm幅 ・超音波探傷試験(UT) ・頻度 1回/検査間隔※	・炉心領域 ・超音波探傷試験(UT)	 炉心領域(ジェットポンプライザーブレースアーム溶接部含む) ■ : 特別点検 — : 通常の点検

3. 点検結果

対象構造物	対象部位	点検年月日 (データ採取日)	点検結果
原子炉圧力 容器	母材及び 溶接部 (点検可能な 炉心領域の 全て)	・平成29年10月2日 (平成26年10月25日～平成26年12月19日, 平成27年6月6日～平成27年7月11日, 平成28年1月23日～平成28年3月2日) ・平成30年3月25日 ～平成30年4月20日 (平成30年3月25日～平成30年4月20日)	点検の結果, 有意な欠陥は 認められなかった。 適用したUT手法を部位毎に記載する。 ・炉心領域の母材部(クラッド含む) 垂直, フェーズドアレイ法 ・溶接部 垂直, 斜角45° 及び60° ・炉心領域にある管台やパッド部 フェーズドアレイ法 ・ジェットポンプライザーブレースアーム 溶接部 斜角45° 及び70°

4. 考察

RPVについては、これまで、供用期間中検査を定期的実施するとともに、インコネル182等で発生が予想される応力腐食割れについても保全を計画・実施してきた。

今回特別点検として着目する劣化事象を踏まえ、その健全性を確認した。この点検の中で得られた知見を以下に示す。

➤母材及び溶接部

RPVについては、現状保全において供用期間中検査により、炉心領域の溶接部について定点に対するUTを実施してきた。

今回特別点検によって、母材及び溶接部(クラッド含む)の点検可能な全ての領域についてUTを実施し、割れその他の有害な欠陥がないことを確認できた。

5. まとめ

ORPVの特別点検において、以下の範囲に対して点検を行った結果、割れその他の有害な欠陥は認められなかった。

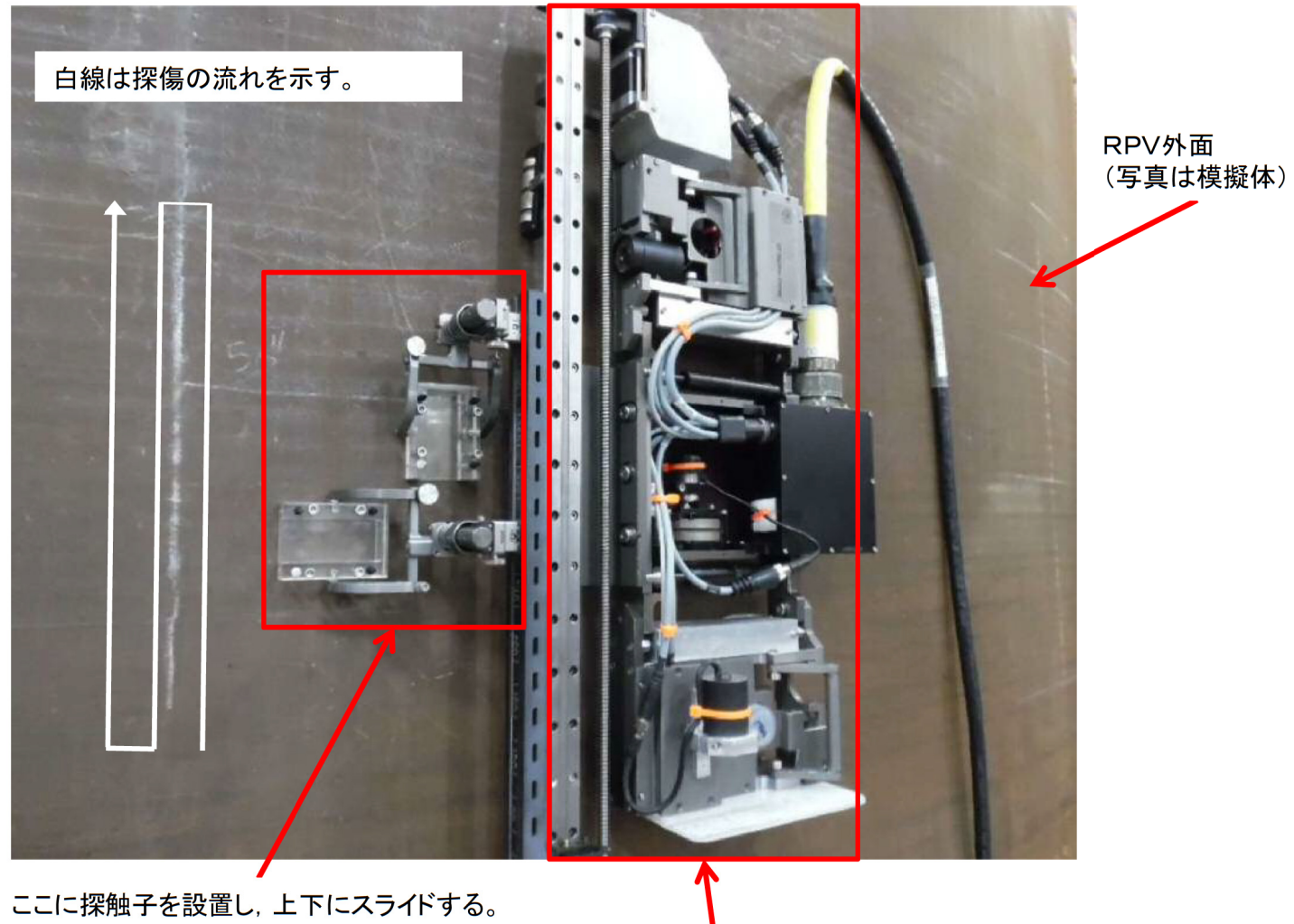
- ・母材及び溶接部(点検可能な炉心領域の全て)

参考資料

各点検装置動作説明資料

炉心領域 超音波探傷試験

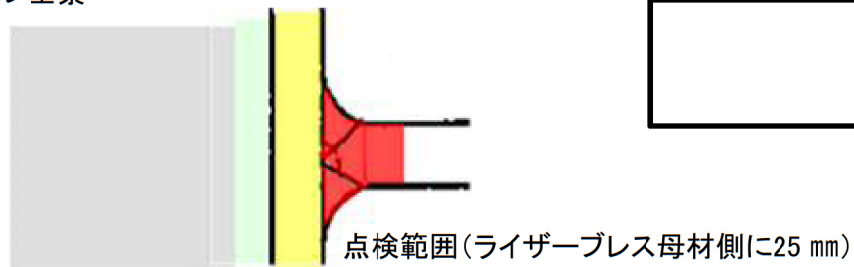
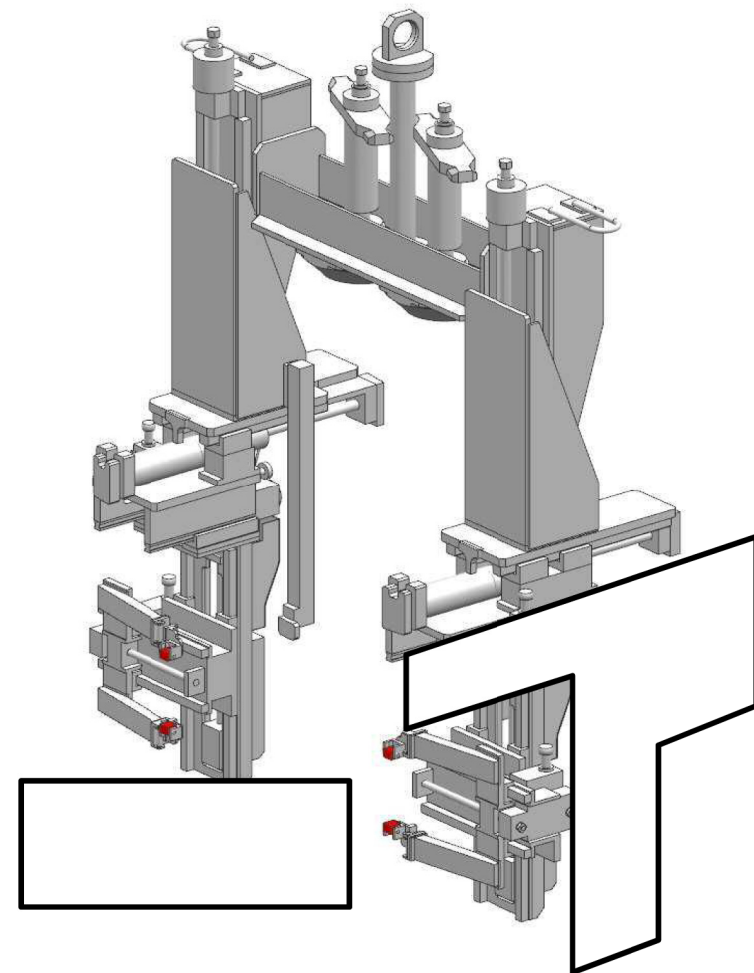
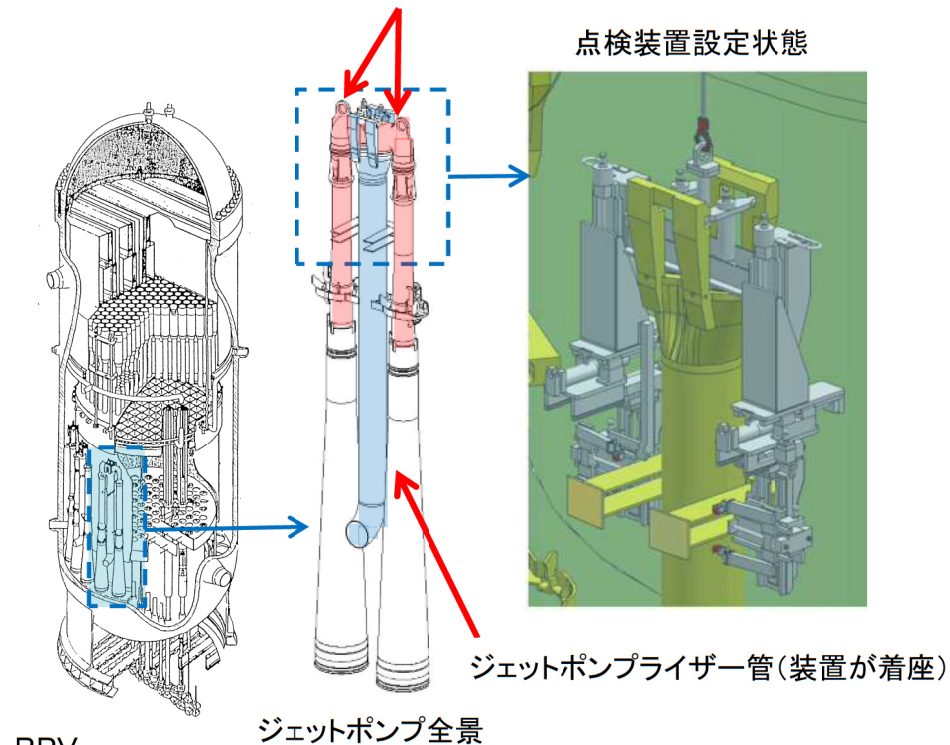
超音波探傷試験装置外観(RPV外側からの自動探傷イメージ)



炉心領域 超音波探傷試験

超音波探傷試験装置外観(RPV内側からのジェットポンプライザーブレースアーム溶接部点検)

ジェットポンプインレットミキサー(点検前に取外し実施)



ジェットポンプライザーブレス断面模式図