

東海第二発電所 審査資料	
資料番号	TKK 審-13 改0
提出年月日	平成30年4月19日

# 東海第二発電所 特別点検

(原子炉压力容器:炉心領域の母材及び溶接部)

平成30年4月19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
6. その他の報告事項	13

# 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、「RP V」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, ジェットポンプピ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。

---

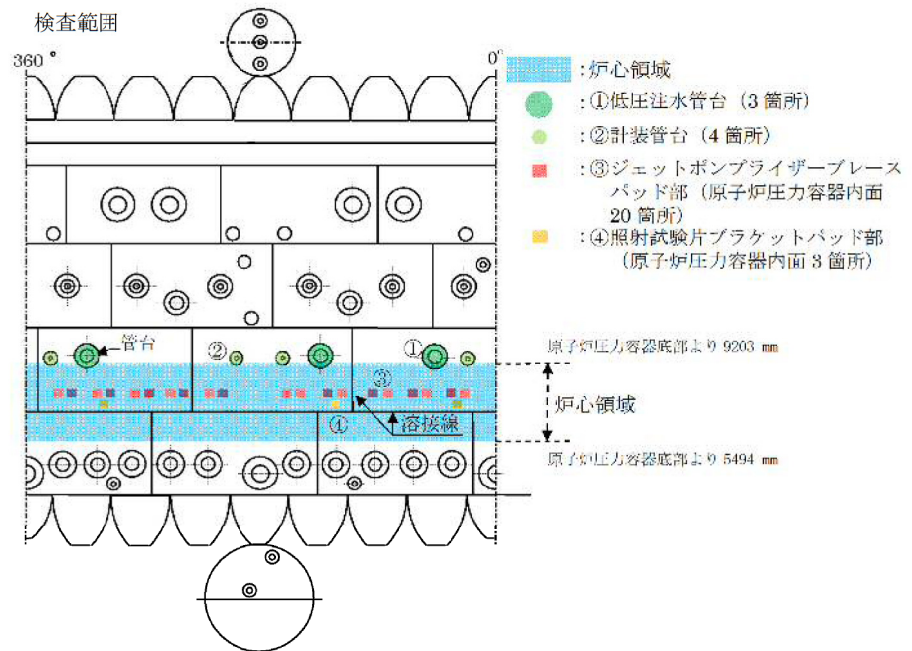
## 2. 点検方法

## 2-1 炉心領域

### 2-1-1 点検の概要

- 建設時にRPVの母材及び溶接部に対して、垂直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部に対するUT(垂直, 斜角)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の100%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

### 2-1-2 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。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。
- 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。

#### <検査範囲>

方向	範囲
長手	RPV底部より5494mm～9203mm (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、照射試験片ブラケットパッド

# 2-1 炉心領域

## 2-1-3 点検方法の妥当性

- 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。
- 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、「超音波探傷試験による欠陥検出性及びサイジング精度の確認」(UTS)における最小寸法欠陥19.5mm×4mm(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。

【欠陥の種類：疲労き裂(円周方向)】

試験体の仕様		欠陥番号	欠陥寸法					欠陥付与位置	区分 (評価深さ2a+Sで判断)	備考 (欠陥性状の特徴等)	
形状	板厚		評価深さ*1 2a+S(mm)	(2a+S)/L (%)	長さ L(mm)	アスペクト比 a/L	間隙*2 g(μm)				深さ a(mm)*3
BWR 容器胴 UCC模擬	160t	VBCU1	9.1 (5.1)	5.7	19.5	0.10	180~190	2.0	<p>容器内表面、溶接部熱影響部 (ビード中心から約25mm程度)</p> <p>容器内表面、溶接部熱影響部 (ビード中心から約25mm程度)</p> <p>【備考】容器胴UCCの欠陥深さの説明</p> <p>欠陥評価深さ2a+S</p>	> 評価不要欠陥寸法	クラッド内にブローホール有り
		VBCU2	10.0 (5.5)	6.3	33.0	0.07	120~260	2.3		> 評価不要欠陥寸法	クラッド内にブローホール有り
		VBCU3	12.7 (5.6)	7.9	38.5	0.09	180~240	3.6		> 評価不要欠陥寸法	クラッド内にブローホール有り
		VBCU4	12.4 (6.0)	7.8	48.0	0.07	180~360	3.2		> 評価不要欠陥寸法	クラッド内にブローホール有り
PWR 容器胴 UCC模擬	220t	VPCU1	10.1 (5.4)	4.6	18.0	0.13	60~180	2.4	<p>容器内表面、溶接部熱影響部 (ビード中心から約25mm程度)</p> <p>容器内表面、溶接部熱影響部 (ビード中心から約25mm程度)</p> <p>【備考】容器胴UCCの欠陥深さの説明</p> <p>欠陥評価深さ2a+S</p>	< 評価不要欠陥寸法	クラッド内にブローホール有り
		VPCU2	12.6 (5.5)	5.7	40.0	0.09	60~380	3.6		> 評価不要欠陥寸法	クラッド内にブローホール有り
		VPCU3	12.8 (5.3)	5.8	46.5	0.08	80~440	3.8		> 評価不要欠陥寸法	クラッド内にブローホール有り
		VPCU4	17.0 (5.5)	7.7	70.0	0.08	5~300	5.8		> 評価不要欠陥寸法	クラッド内にブローホール有り

\*1：欠陥上端から内表面までの寸法を示し、括弧内の数値は欠陥下端から内表面までの寸法を示す。

\*2：欠陥間隙は製造時記録を示す。

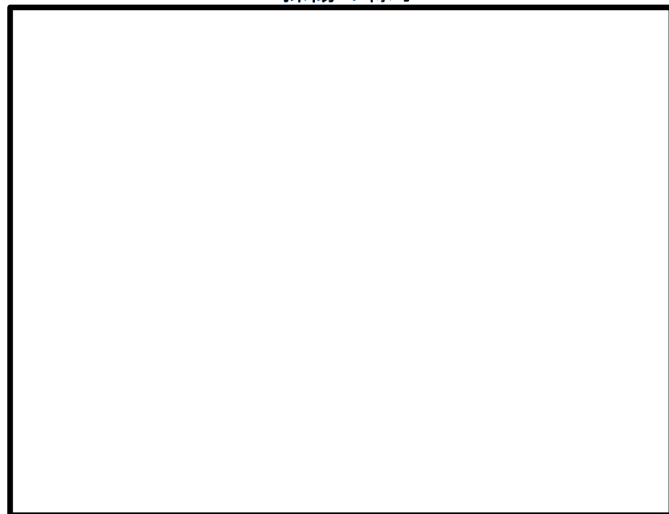
\*3：(欠陥下端から欠陥上端までの寸法)/2を示す。

平成16年度UTS報告書(原子力発電施設検査技術実証事業に関する報告書(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))P.223から抜粋

# 2-1 炉心領域

## RPV UT概要

探傷の様子



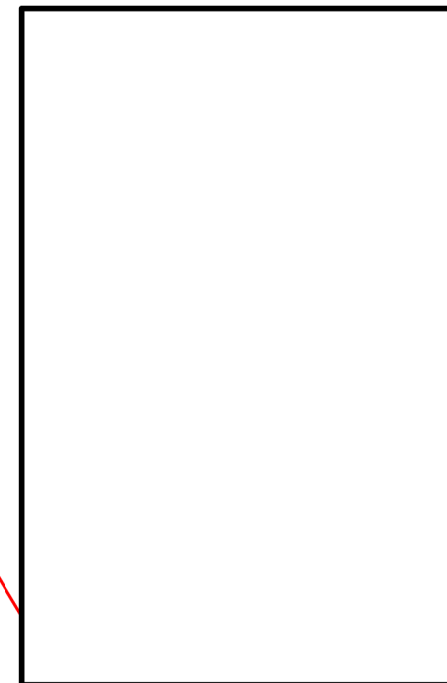
試験装置: 東海用ベッセルスキャナー

試験装置外観



## ジェットポンプライザーブレース アーム溶接部UT概要

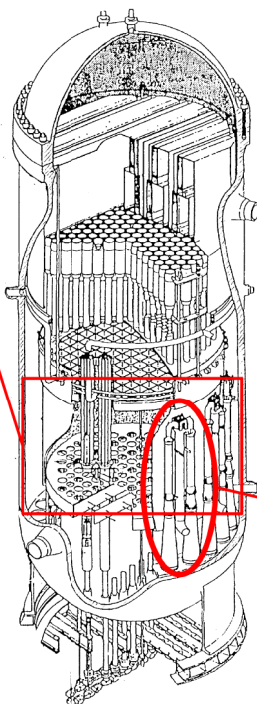
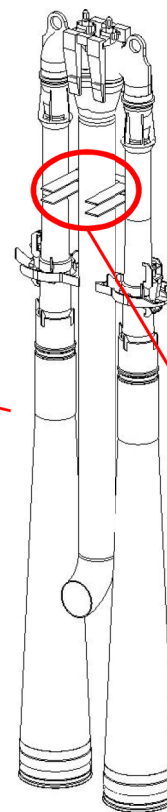
試験装置の設定イメージ



ジェットポンプ  
ライザーブレース

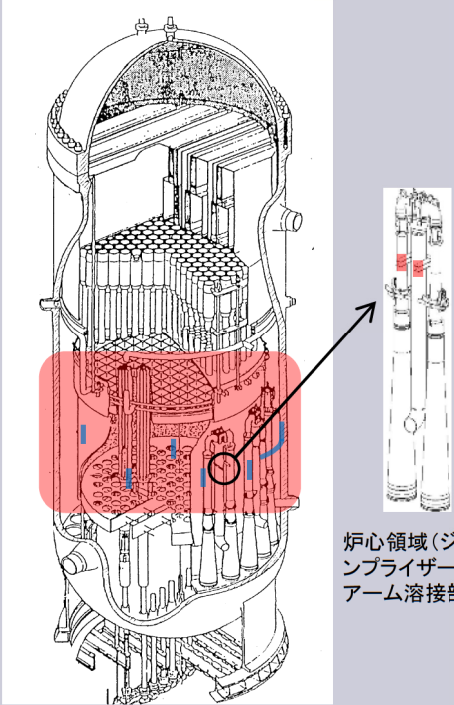
試験装置: ジェットポンプライザー  
ブレースアーム溶接部UT装置

ジェットポンプ全景





## 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
<p>母材及び溶接部 (点検可能な炉 心領域の全て)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・溶接線+母材10mm幅</li> <li>・超音波探傷試験(UT)</li> <li>・頻度 1回/検査間隔※</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・炉心領域</li> <li>・超音波探傷試験(UT)</li> </ul>	 <p>炉心領域(ジェットポンプライザーブレードアーム溶接部含む)</p> <p>■ : 特別点検 — : 通常の点検</p>

### 3. 点検結果

対象構造物	対象部位	点検年月日	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)	<ul style="list-style-type: none"><li>平成29年5月22日 ～平成29年10月 2日</li><li>平成30年3月25日 ～平成30年4月●日</li></ul>	炉心領域の母材部(クラッド含む)については垂直探傷に加え深さ4mmの欠陥が検出可能なフェーズドアレイ法, 溶接部は垂直, 斜角45° 及び60°, 炉心領域にある管台やパッド部分はフェーズドアレイ法及びジェットポンプライザーブレースアーム溶接部については深さ1mm程度の欠陥が検出可能な斜角45° 及び70° のUTをそれぞれ適用した結果, 有意な欠陥は認められなかった。

## 4. 考察

---

RPVについては、これまで、供用期間中検査を定期的にも実施するとともに、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。

今回これら従来の現状保全に加え、特別点検の実施により各対象部位において着目する劣化事象を踏まえて、各部に応じた点検方法により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

従来、炉心領域の溶接部について定点に対するUTを実施しているが、母材及び溶接部(クラッド含む)の全ての領域についてはUTを実施していない。

今回、点検可能な炉心領域の全てに対してUTを実施した結果、母材及び溶接部(クラッド含む)において、割れその他の有害な欠陥は確認されなかったことから、中性子照射脆化に起因する欠陥が無いことが確認できた。また、母材及び溶接部はクラッドにより適切に保護されていることが確認できた。

## 5. まとめ

---

○RPVの特別点検においては、通常の点検の範囲を拡大し、以下の範囲に対して点検を行った結果、有意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)

○今回の点検結果に異常は確認されなかったことから、今後も現状の保守管理を継続することでRPVの健全性を維持できると考える。

## 6. その他の報告事項

---

- RPV基礎ボルトのうち曲がり構造としている2本は、建設時に曲げ加工による影響のないことが確認されており、他の基礎ボルトと同様に異常は生じていないものと考えているが、今後、全数120本の基礎ボルトから、この2本を除いた118本と仮定して強度評価を実施し、RPVの健全性に影響がないことを確認していく。

追而

---

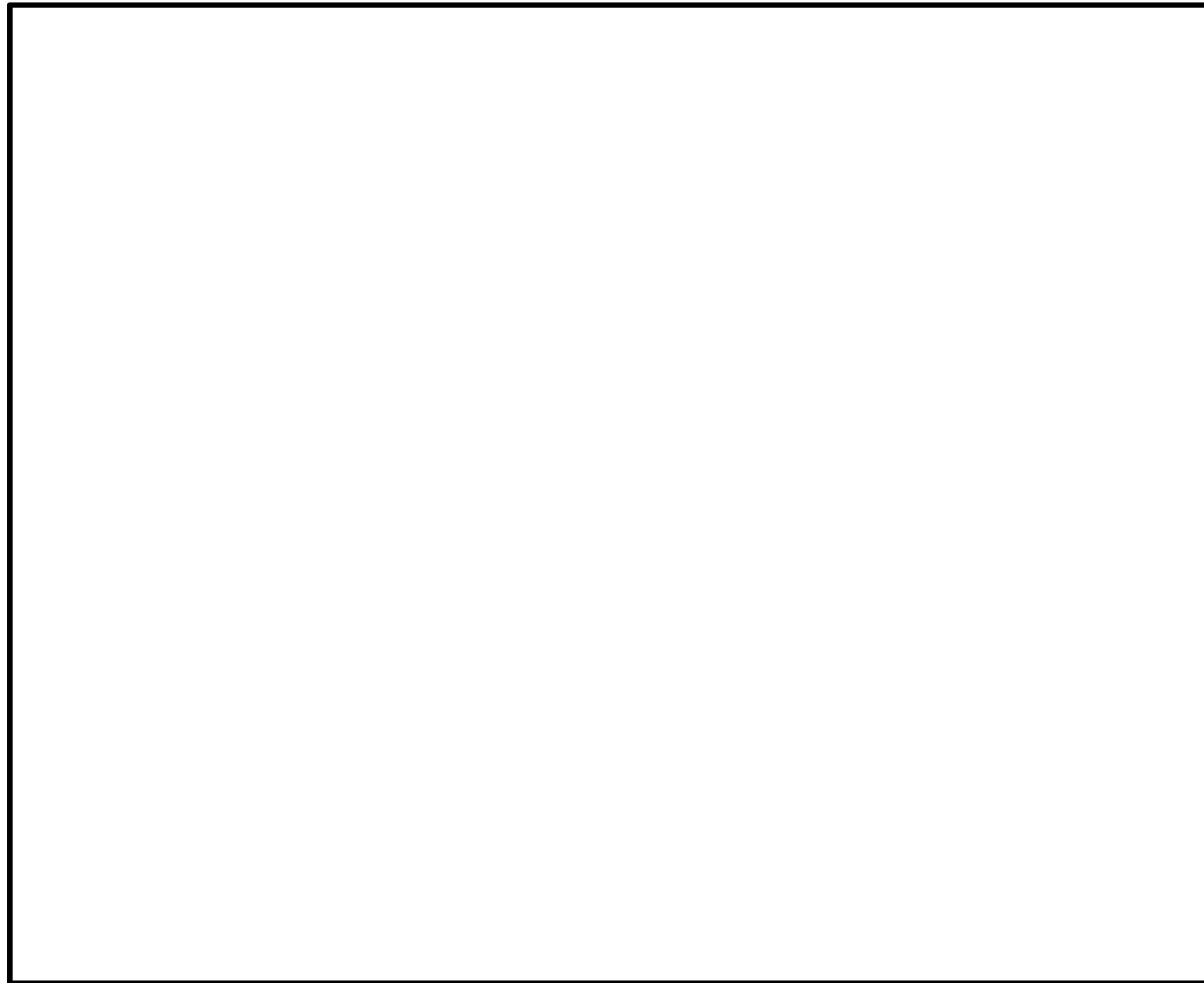
## 参考資料

---

## 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外側からの母材・溶接部に対する自動探傷)



RPV外面  
(写真は模擬体)

ここに探触子を設置し、上下にスライドする。

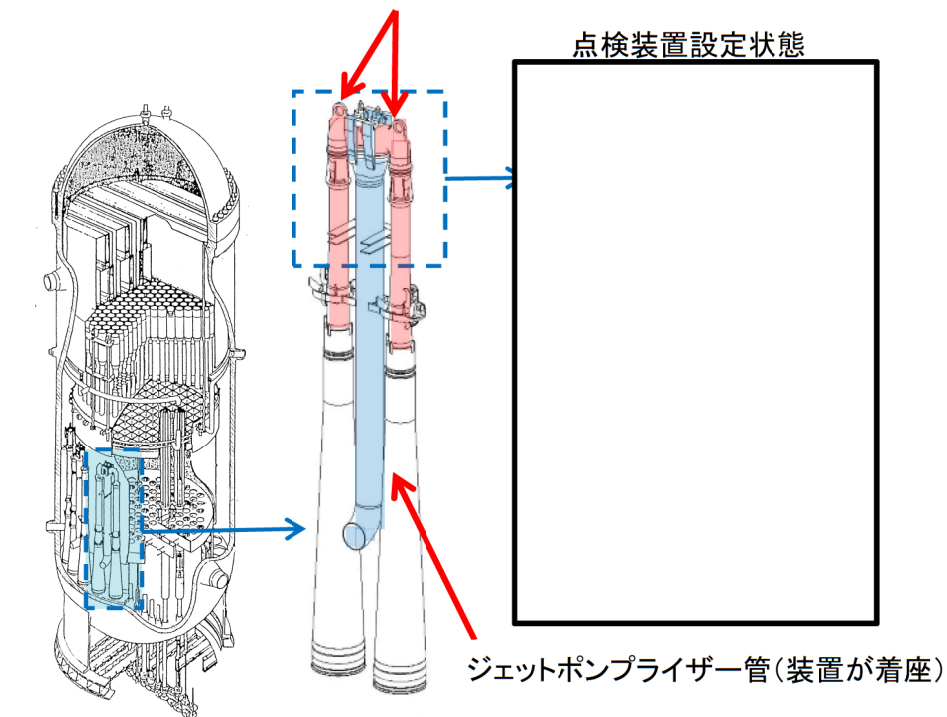
探傷装置を載せ、装置全体が左に移動する。



# 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)



RPV  
及び炉内構造物



ジェットポンプライザーブレス断面模式図

