

東海第二発電所 審査資料

資料番号

TKK 審-12 改0

提出年月日

平成30年4月19日

# 東海第二発電所 審査会合における指摘事項の回答 (運転期間延長認可申請関係)

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。

## 東海第二発電所 審査会合における指摘事項の回答一覧表

No.	指摘事項	回答
0555-1-3-1 特別点検	原子炉圧力容器 給水ノズルコーナー部の渦電流探傷試験について、事前の試験で十分な検出性があると判断した内容について詳細に説明すること。	平成30年4月19日 P2 ~ P15
0555-1-4-1 特別点検	原子炉格納容器の目視試験において、点検不可範囲があることを前提として、劣化状況や今後の保全について説明すること。また、塗装の剥がれによるストレーナ閉塞に対する影響について説明すること。	平成30年4月19日 P16 ~ P19

# 特別点検(原子炉圧力容器:給水ノズルコーナ一部)について

---

## 1. 経緯

- ECTに関する指針JEAG4217-2010は、オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金(非磁性体)の母材部及び溶接部を対象としてECTの試験要領を規定している。
- 給水ノズルコーナ一部は低合金鋼(磁性体)であり、一般的には磁性体は磁気的特性のバラつきが大きく、非磁性体の場合と比較すると磁気ノイズによりSN比が低下し亀裂の検出が困難となることが知られている。
- 上記背景から、給水ノズルコーナ一部におけるECTの欠陥検出性を確認するために、実機と同材質の試験体を用いて実機適用試験を実施した。この実機適用試験の成果を踏まえ、試験要領及び欠陥判定方法を確立した。

# 特別点検(原子炉圧力容器:給水ノズルコーナ一部)について

## 2. 試験内容

### (1) 実機適用試験

実機適用のために必要な確認項目について試験を実施した。

この確認項目と結果, 試験要領を以下に示す。

No.	確認項目	試験体形状	材質	付与欠陥	確認方法	結果
1	材料の影響確認 (実機同材質での確認)	・平板形状	SA-508 CL.2	・EDM ノッチ	平板形状試験体での欠陥信号検出の可否確認	欠陥信号が得られることを確認
2	材料の影響確認 (EDMノッチと疲労亀裂の違い)	・平板形状	SA-508 CL.2	・EDM ノッチ ・機械疲労 亀裂	平板形状試験体での欠陥信号検出の可否確認	機械疲労亀裂についても検出可能を確認
3	曲率形状の影響 (実機同材質での平面/曲面の違い)	・平板形状 ・2次元 R形状	SA-508 CL.2	・EDM ノッチ	平板形状試験体及び2次元R形状試験体での欠陥信号検出の可否確認	形状による欠陥検出性の影響がないことを確認

## 特別点検(原子炉圧力容器:給水ノズルコーナー部)について

No.	確認項目	試験体形状	材質	付与欠陥	確認方法	結果
4	曲率形状の影響 (EDMノッチと疲労亀裂の違い)	・2次元 R形状	SA-508 CL.2	・EDM ノッチ ・機械疲労 亀裂	2次元R形状試験 体での欠陥信号検 出の可否確認	機械疲労亀裂に ついても検出可 能を確認
5	曲率形状の影響 (3次元形状の影 響)	・3次元 形状	SA-508 CL.2	・EDM ノッチ	3次元形状試験体 での欠陥信号検出 の可否確認	実機形状におい ても欠陥信号が 検出可能を確認
6	他の影響因子の影 響 ・磁気ノイズ	・平板形状	SA-508 CL.2	—	SUS材とのノイズ 信号の比較	磁気ノイズの影 響がないことを確 認
7	他の影響因子の影 響 ・酸化被膜	・2次元 R形状	SA-508 CL.2	・機械疲労 亀裂	酸化被膜の有無に よる欠陥信号検出 の影響確認	酸化被膜の有無 による影響は少 ないことを確認

## 特別点検(原子炉圧力容器:給水ノズルコーナー部)について

No.	確認項目	試験体形状	材質	付与欠陥	確認方法	結果
8	他の影響因子の影響 ・リフトオフ	・平板形状	SA-508 CL.2	・EDM ノッチ	リフトオフ量とノイズ信号の関係確認	リフトオフ量 <input type="text"/> mmまでは影響なし
9	他の影響因子の影響 ・金属クラッド	・平板形状	SA-508 CL.2	・EDM ノッチ ・機械疲労 亀裂	金属クラッドによる欠陥信号検出の影響確認	金属クラッドの影響は小さいことを確認
10	他の影響因子の影響 ・着磁ノイズ	・平板形状	SA-508 CL.2	・EDM ノッチ	ノイズ影響下での欠陥信号検出の可否確認	欠陥信号の着磁ノイズ信号の識別可能を確認

# 特別点検(原子炉圧力容器:給水ノズルコーナー部)について

		項目	試験要領
使用 機材	プローブ	試験コイル型式と方式	相互誘導形標準比較方式 (パンケーキコイル)
		コイル外径	<input type="text"/>
		検出コイルの間隔	<input type="text"/>
	対比試験片	形状	平板
		材料	ASME SA508 Class2
		人工きずの寸法	深さ : $1 \pm 0.1$ mm 幅 : $0.3 \pm 0.05$ mm 長さ : 基準感度及び位相角の設定が再現良 く測定できる長さ

# 特別点検(原子炉圧力容器:給水ノズルコーナ一部)について

項目	試験要領
<p>要領 基準感度及び位相角の設定 (キャリブレーション)</p>	<p>対比試験片の人工きずの信号を以下に設定する</p> <div data-bbox="987 395 1921 512" style="border: 1px solid black; height: 73px; width: 417px;"></div> <div data-bbox="987 550 2022 1117"> <p style="text-align: center;">V検出モード                      H検出モード</p> <p style="text-align: center;">キャリブレーションのプローブ走査方法</p> </div>
<p>試験周波数</p>	<div data-bbox="987 1289 1332 1356" style="border: 1px solid black; height: 42px; width: 154px;"></div>



# 特別点検(原子炉圧力容器:給水ノズルコーナー部)について

項目				試験要領
要領	走査条件	プローブの走査方向	平板形状試験体	欠陥に対して平行/直交/斜め45° 方向
			2次元R形状試験体	ノズル円周方向
			実機模擬 3次元形状試験体	
			プローブの走査速度	<div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 20px; display: inline-block;"></div> ただし、データを再現よく採取可能な速度とする
	コイルの並び方向		平板形状試験体	欠陥に対して平行/直交/斜め45° 方向
			2次元R形状試験体	ノズル軸方向
			実機模擬 3次元形状試験体	

# 特別点検(原子炉圧力容器:給水ノズルコーナ一部)について

## 3. 試験要領

実機適用試験の成果を踏まえ、実機点検時の試験要領を確立した  
この内容を以下に示す。

項目		試験要領	備考	
使用 機材	プローブ	試験コイル型 式と方式	相互誘導形標準比較方式 (パンケーキコイル)	JEAG4217-2010 (付属書 C)
		コイル外径	<input type="text"/>	実機適用試験と同様
		検出コイルの 間隔	<input type="text"/>	実機適用試験と同様
	対比試験片	形状	平板, もしくは, 試験部の表 面を模擬した形状	JEAG4217-2010 (2330対比 試験片)
		材料	ASME SA508 Class2	実機と同材質
		人工きずの寸 法	深さ : 1±0.1 mm 幅 : 0.3±0.05 mm 長さ : 基準感度及び位相角の 設定が再現良く測定で きる長さ	JEAG4217-2010 (2330対比 試験片)

## 特別点検(原子炉圧力容器:給水ノズルコーナー部)について

項目		試験要領	備考	
要領	基準感度及び位相角の設定	対比試験片の人工きずの信号を以下に設定する <div style="border: 1px solid black; height: 100px; width: 100%;"></div>	JEAG4217-2010 (解説-C-2300-1) 実機適用試験と同様	
	試験周波数	<div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div>	JEAG4217-2010 (C-2400 試験周波数)	
	走査条件	プローブの走査方向	ノズル円周方向	実機適用試験と同様
		プローブの走査速度	<div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div> ただし、データを再現よく採取可能な速度とする	JEAG4217-2010 (2710 走査方法) 実機適用試験と同様
		コイルの並び方向	ノズル軸方向	実機適用試験と同様
プローブの走査回数	2回以上とする			

# 特別点検(原子炉圧力容器:給水ノズルコーナー部)について

項目			試験要領	備考
要領	接触条件	プローブ設置		実機適用試験により決定
欠陥 検出	記録レベル		<input type="text"/> kHzと <input type="text"/> kHzともに <input type="text"/> Vとする	実機適用試験により決定
	欠陥判定		4項欠陥判定方法に従う	JEAG4217-2010(3200欠陥判定) 実機適用試験により決定

## 特別点検(原子炉圧力容器:給水ノズルコーナー部)について

---

### 4. 欠陥判定方法

再現性のある試験結果において、記録レベルを超える指示部が欠陥によるものか否か手順に従って判定を行う。



#### b. リサージェ波形及び振幅チャートによる識別

あらかじめ試験によって求めたリサージェ波形及び振幅チャートと欠陥の疑いのある指示部のリサージェ波形及び振幅チャートをもとに、欠陥以外の信号と区別しながら識別する。欠陥信号と欠陥以外の信号例を表に示す。

# 特別点検(原子炉圧力容器:給水ノズルコーナー部)について

信号の分類		振幅チャート	Cスコープ表示	リサージュ波形
欠陥信号				
欠陥以外の信号	リフトオフ (コイル浮き)			
	表面うねり (グラインダー痕, 凹凸, 肌荒れ等)			
	形状信号 (ドリフト, 形状変化)			
	電磁氣的信号			

## 特別点検(原子炉圧力容器:給水ノズルコーナ一部)について

---

### c. 指示模様による判定

b項で欠陥によるものか否か識別できない場合は、Cスコープの指示模様から、指示部周辺における検出信号の連続性、指示部の規則性の有無及び指示部の再現性を確認し、欠陥によるものか否か判定する。

### d. 欠陥によるものか否か判断できない場合

c項で欠陥によるものか否か判断できない場合は、原則として欠陥とみなす。

## 5. 結論

東海第二の給水ノズルコーナ一部(磁性体)に対するECTの欠陥検出性を、実機と同材質の試験体を用いた試験により確認しており、表面に開口する1mm程度の疲労亀裂を十分検出できることから、特別点検において適用した点検方法は、給水ノズルコーナ一部の状態を確認する上で十分な欠陥検出性を有している。

## 東海第二発電所 審査会合における指摘事項の回答一覧表

No.	指摘事項	回答
0555-1-3-1 特別点検	原子炉圧力容器 給水ノズルコーナー部の渦電流探傷試験について、事前の試験で十分な検出性があると判断した内容について詳細に説明すること。	平成30年4月19日 P2 ~ P15
0555-1-4-1 特別点検	原子炉格納容器の目視試験において、点検不可範囲があることを前提として、劣化状況や今後の保全について説明すること。また、塗装の剥がれによるストレーナ閉塞に対する影響について説明すること。	平成30年4月19日 P16 ~ P19



# 特別点検(原子炉格納容器)について

---

## 原子炉格納容器鋼板塗装の剥離による影響について

原子炉格納容器鋼板の塗装が剥落した場合、ストレーナの圧損を上昇させる要因となり得るが、通常運転中や停止時に塗装が剥落することはないと考えている。

### 1) 通常運転中や停止時の塗装剥落について

これまでの原子炉格納容器の日常保守点検の結果から、多くの塗装が剥落するような状況は確認されていない。

定期検査では、原子炉格納容器ドライウエルの清掃を毎回実施しており、今後も同様に清掃を実施することから、原子炉格納容器ドライウエルからサブプレッション・チェンバへ塗装が混入し、ストレーナを閉塞させることはないと考えている。

また、今後は、今回の日常保守点検結果を踏まえ、3層ある塗装のうち下塗りが劣化しないよう塗装の管理基準を新たに設け点検計画に反映していくことから、通常運転中や停止時の塗装の剥落はないと考えている。

## 特別点検(原子炉格納容器)について

---

### 2)原子炉格納容器鋼板塗装の劣化傾向

2017年に原子炉格納容器鋼板塗装に対する付着性試験を実施した。試験の詳細は次頁の「原子炉格納容器鋼板塗装に対する付着性試験結果」のとおりであるが、至近に塗装していない部位が平均3.1 MPaの付着力を有しており、原子炉格納容器鋼板内面塗装は定期的な目視点検や塗装修繕等の保全活動を継続してきたことにより、付着力に劣化は認められないことが確認できた。

### 3)重大事故等時における塗装剥落について

重大事故等時における非常用炉心冷却系ポンプ入口ストレーナ閉塞事象については、工事計画認可申請における添付書類「非常用炉心冷却設備その他原子炉注水設備のポンプの有効吸込水頭に関する説明書」において、重大事故等時の非常用炉心冷却系ポンプの入口ストレーナが異物により閉塞した場合の非常用炉心冷却系ポンプの有効吸込み水頭を評価している。

本評価では、塗料異物としてドライウェルの塗装の全てが剥落することを想定しても、必要な有効吸込み水頭が確保されることを確認している。

# 原子炉格納容器鋼板塗装に対する付着性試験

原子炉格納容器鋼板内面塗装に対して、至近に塗装実績のない箇所及び至近に塗装実績のある箇所を各々2部位選定し、JIS K 5600-5-7:1999「付着性(プルオフ法)」に基づき付着性試験を実施した。試験の概要及び試験結果は以下のとおり。

## プルオフ法

「プルオフ法」は、ドリーと呼ばれる円筒形の引張端を塗膜に接着剤で固着し、接着剤が乾いた後、ドリーを引っ張り、塗膜が剥がれるのに必要な最小の張力を測定する方法であり、塗膜の付着性能を具体的な数値で表すことができる。



部位	平均値	最大／最小
至近に塗装実績のない箇所	3.1 MPa (6点)	4.2 / 2.3 MPa
至近に塗装実績のある箇所 (今定検で塗装)	4.0 MPa (6点)	6.4 / 2.0 MPa
全試験箇所平均	3.5 MPa (12点)	

付着性試験の結果、原子炉格納容器鋼板塗装は至近に塗装実績のない箇所であっても、至近に塗装した箇所と比較して大きな劣化は認められないことが確認できる。

また、ASTM D5144-2000「原子力発電プラントにおける保護塗膜の標準指針」の「物理的性質」で示されている最小付着力200 psi(約1.4 MPa)を上回っており、必要な塗装性能が確保されていることが確認できた。