

美浜3号炉—低サイクル疲労—10 rev 3

<p>タイトル</p>	<p>加圧器本体スプレイライン用管台等の疲労累積係数の算出根拠について (4-2.2-16頁)</p>																							
<p>説明</p>	<p>加圧器本体スプレイライン用管台及びサージ用管台の疲労累積係数以下に示す。</p> <p>1. 解析モデル 疲労累積係数の算出に用いた解析情報を以下に示す。</p> <table border="1" data-bbox="459 801 1294 1084"> <tr> <td>解析プログラム</td> <td>ABAQUS Ver. 6.3-1</td> </tr> <tr> <td>要素種類</td> <td></td> </tr> <tr> <td>要素次数</td> <td></td> </tr> <tr> <td>要素数</td> <td></td> </tr> <tr> <td>節点数</td> <td></td> </tr> </table> <p>解析モデルを添付1に示す。</p> <p>2. 材料物性値 材料物性値を以下に示す。</p> <table border="1" data-bbox="432 1238 1366 1608"> <thead> <tr> <th rowspan="2">評価部位</th> <th rowspan="2">材料</th> <th>設計応力 (MPa)</th> </tr> <tr> <th>345℃</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>スプレイライン用管台、サージ用管台</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>スプレイライン用管台セーフエンド</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>サージ用管台セーフエンド</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	解析プログラム	ABAQUS Ver. 6.3-1	要素種類		要素次数		要素数		節点数		評価部位	材料	設計応力 (MPa)	345℃	スプレイライン用管台、サージ用管台			スプレイライン用管台セーフエンド			サージ用管台セーフエンド		
解析プログラム	ABAQUS Ver. 6.3-1																							
要素種類																								
要素次数																								
要素数																								
節点数																								
評価部位	材料	設計応力 (MPa)																						
		345℃																						
スプレイライン用管台、サージ用管台																								
スプレイライン用管台セーフエンド																								
サージ用管台セーフエンド																								

3. 最大評価点の選定

解析モデル上の評価点は、構造不連続部等において応力が大きくなる評価断面を抽出しており、その中から疲労累積係数が最大となる点を選定している。

スプレイライン用管台については、熱成層による影響を考慮しており、接液部位で疲労累積係数が最大となる点について、環境疲労評価を実施している。

サージ用管台については熱成層が発生しないが、管台に作用する外荷重は配管解析で求めており、サージ配管で熱成層が発生した場合の応力を考慮して評価している。

サージ用管台に作用する外荷重は、各過渡の中で最高温度となり、最大荷重となる条件を評価に用いている。サージ配管の熱成層は、過渡におけるサージ流量の変動によって、加圧器と1次冷却材管の温度差がある2種類の流体が配管内の上下で温度の層を成す状態であることから、熱成層発生中のサージ配管内の流体温度は加圧器側、または1次冷却材管の最高使用温度を超えることが無いため、熱成層発生時より厳しい評価条件となる。

解析モデル上の評価結果及び最大評価点の選定結果を、添付2に示す。

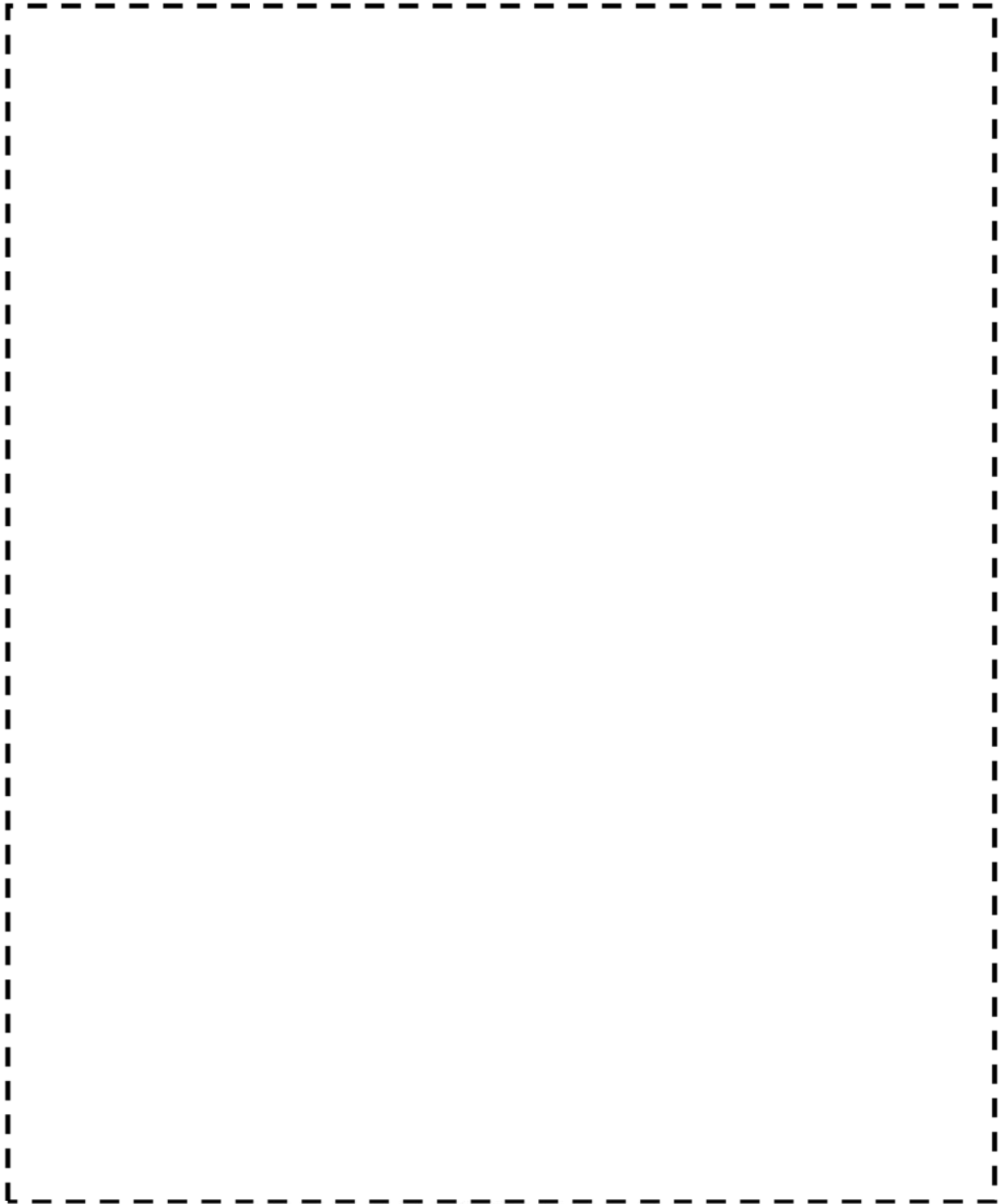
4. 応力分類

評価における荷重の組み合わせを以下に示します。また、応力フローを添付3に示す。

状態	荷重の組合せ
供用状態 A, B	圧力+熱過渡+自重+熱膨張荷重

5. Ke 係数および環境評価パラメータ

評価に用いたKe 係数および環境評価パラメータ（環境効果補正係数fen）を添付4に示す。



加圧器 スプレイライン用管台 解析モデル

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

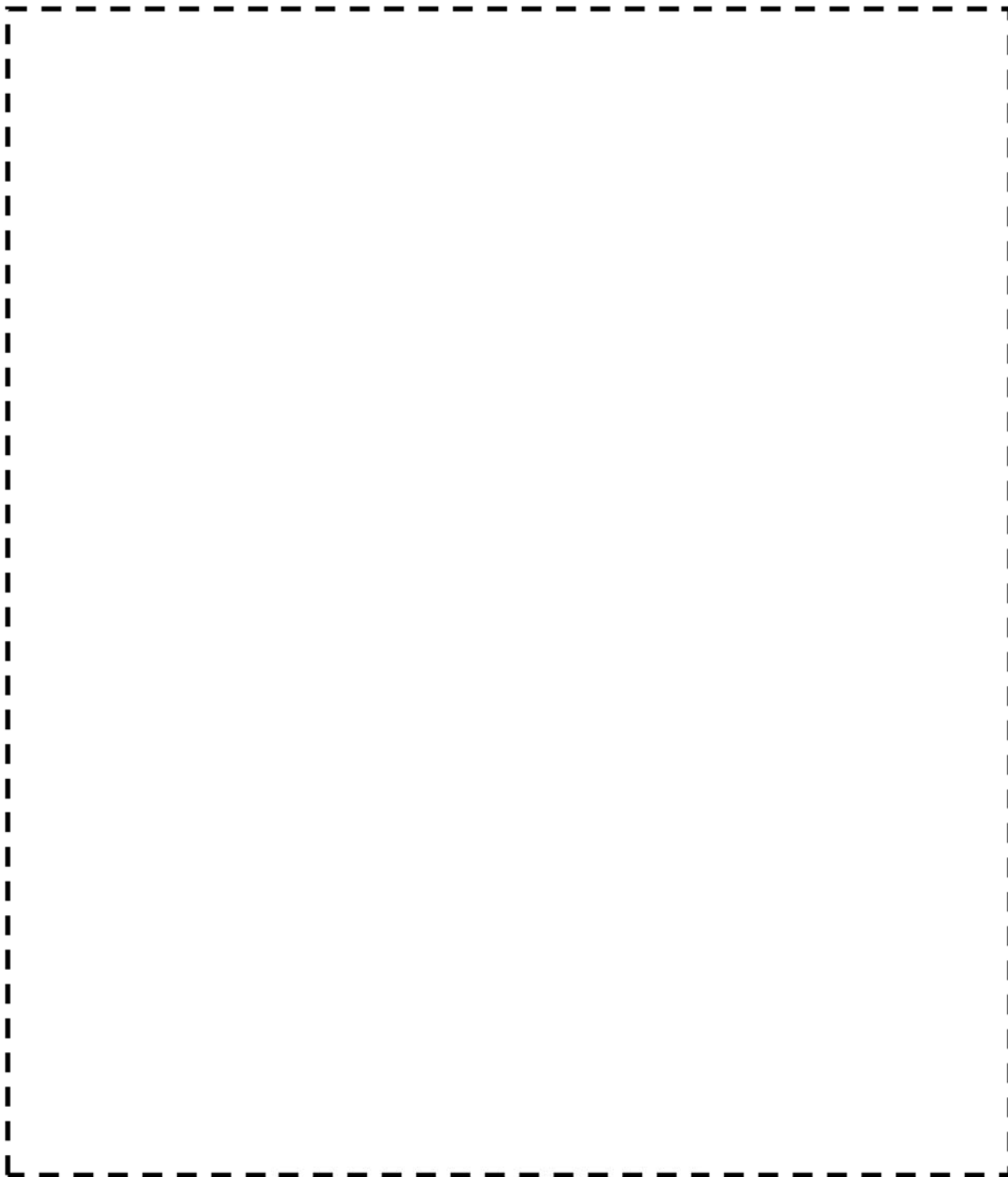


加圧器スプレイライン用管台 熱成層による影響を考慮した評価解析モデル (全体図)



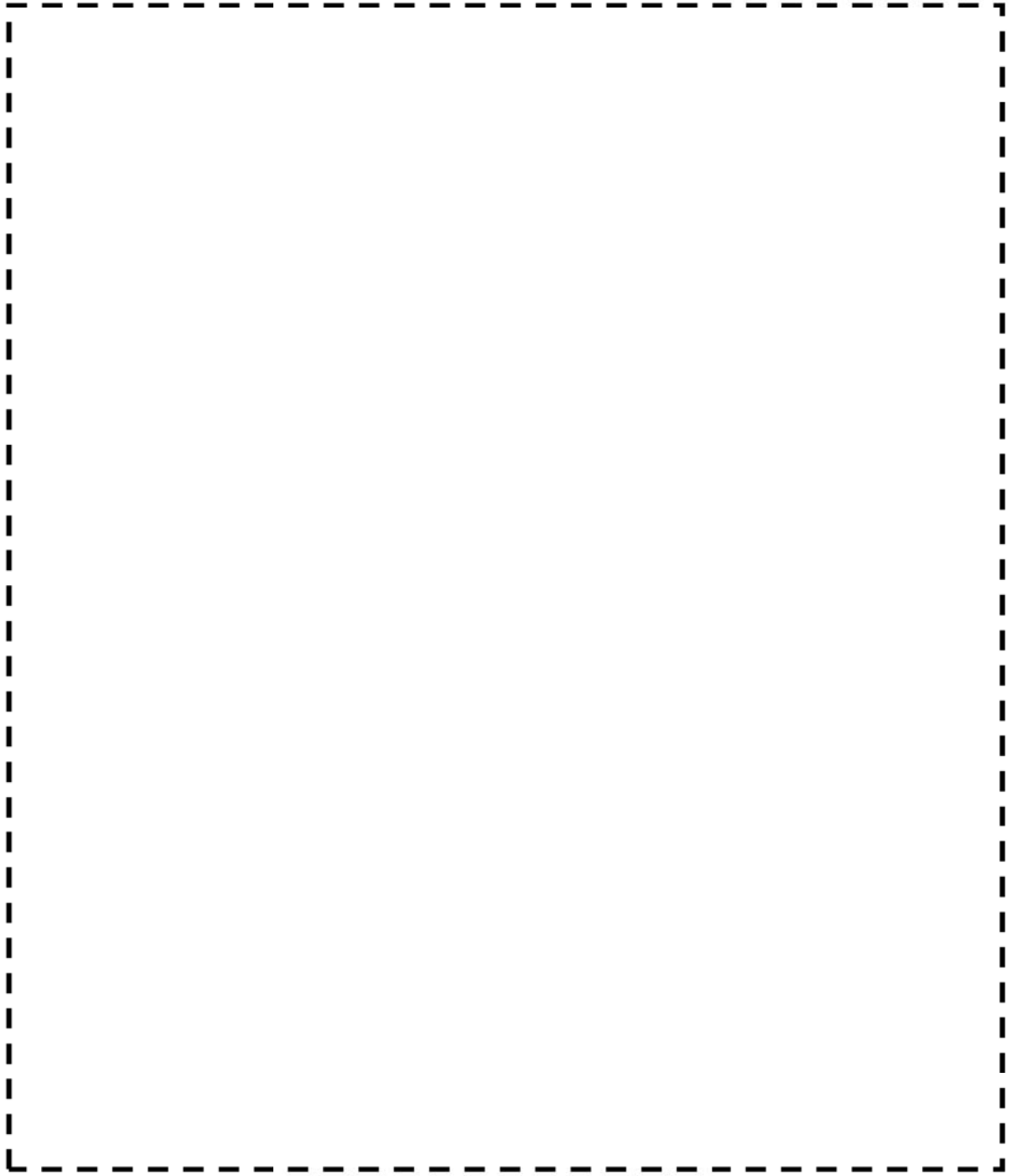
加圧器スプレイライン用管台 熱成層による影響を考慮した評価解析モデル (断面図)

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません



加圧器 サージ用管台 解析モデル

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません



加圧器 スプレイライン用管台 評価点

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

スプレイライン用管台 最大評価点の選定

評価点	U(S12)	U(S23)	U(S31)
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			

許容値 $U_f=1.0$

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

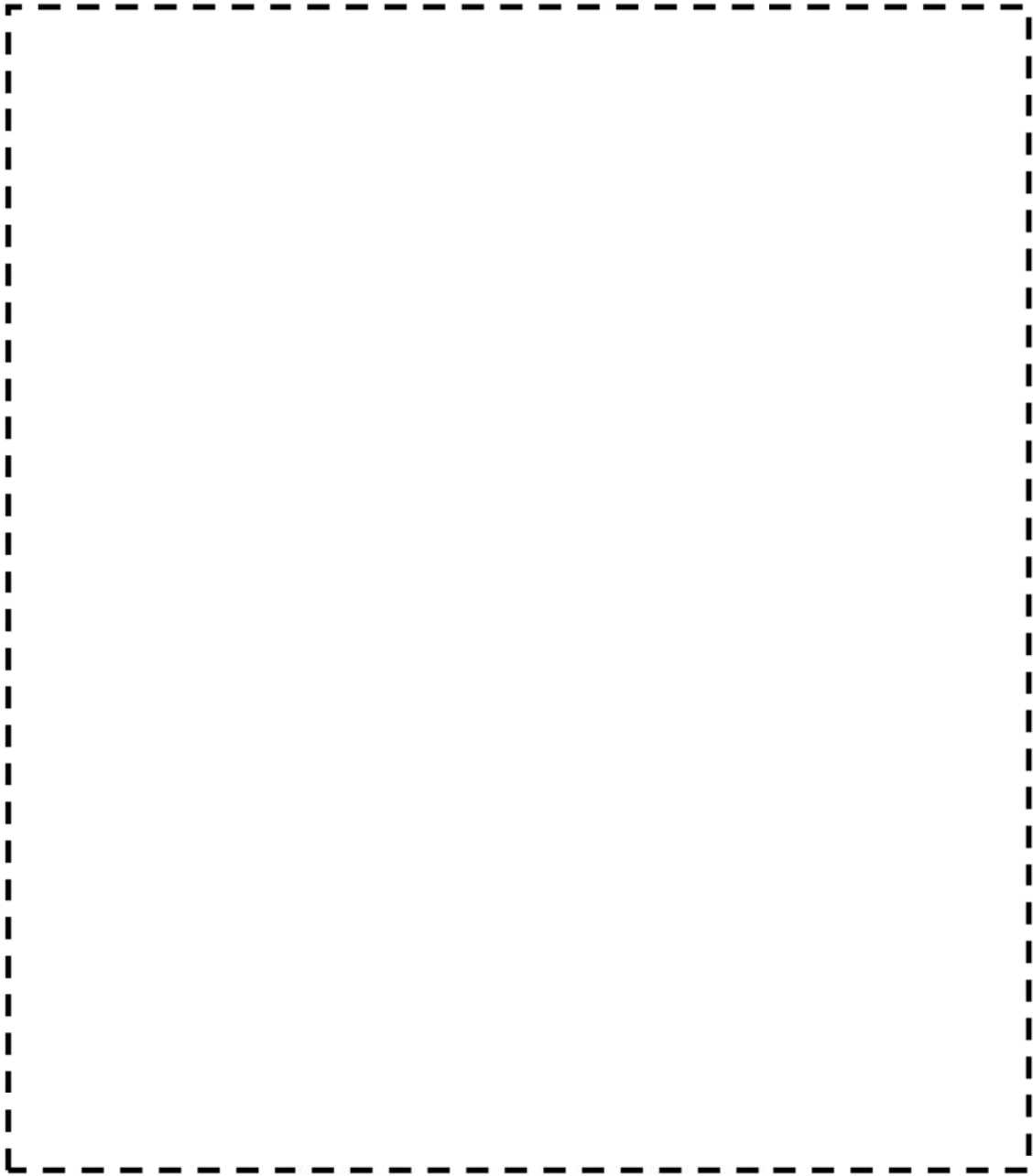
スプレイライン管台 疲労評価結果 (評価点 : 15)

応力強さ (単位 : MPa)					繰返し回数		疲労係数 (=N/N*)
極大値	極小値	Ke	ALT	ALT'	N	N*	
<div style="border: 2px dashed black; width: 100%; height: 100%;"></div>							疲労累積係数 = 0.08808

- Ke : 割増し係数
- ALT : 繰返しピーク応力強さ
- ALT' : ALTに(207000)/(材料の使用温度における縦弾性係数)を乗じて得た値
- N : 設計繰返し回数
- N* : 許容繰返し回数

→通常UF : 0.089

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません



加圧器サージ管台 評価点

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

加圧器サージ管台 最大評価点の選定

評価点	U(S12)	U(S23)	U(S31)
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			

許容値 $U_f = 1.0$

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

加圧器サージ管台 疲労評価結果 (評価点 : 19)

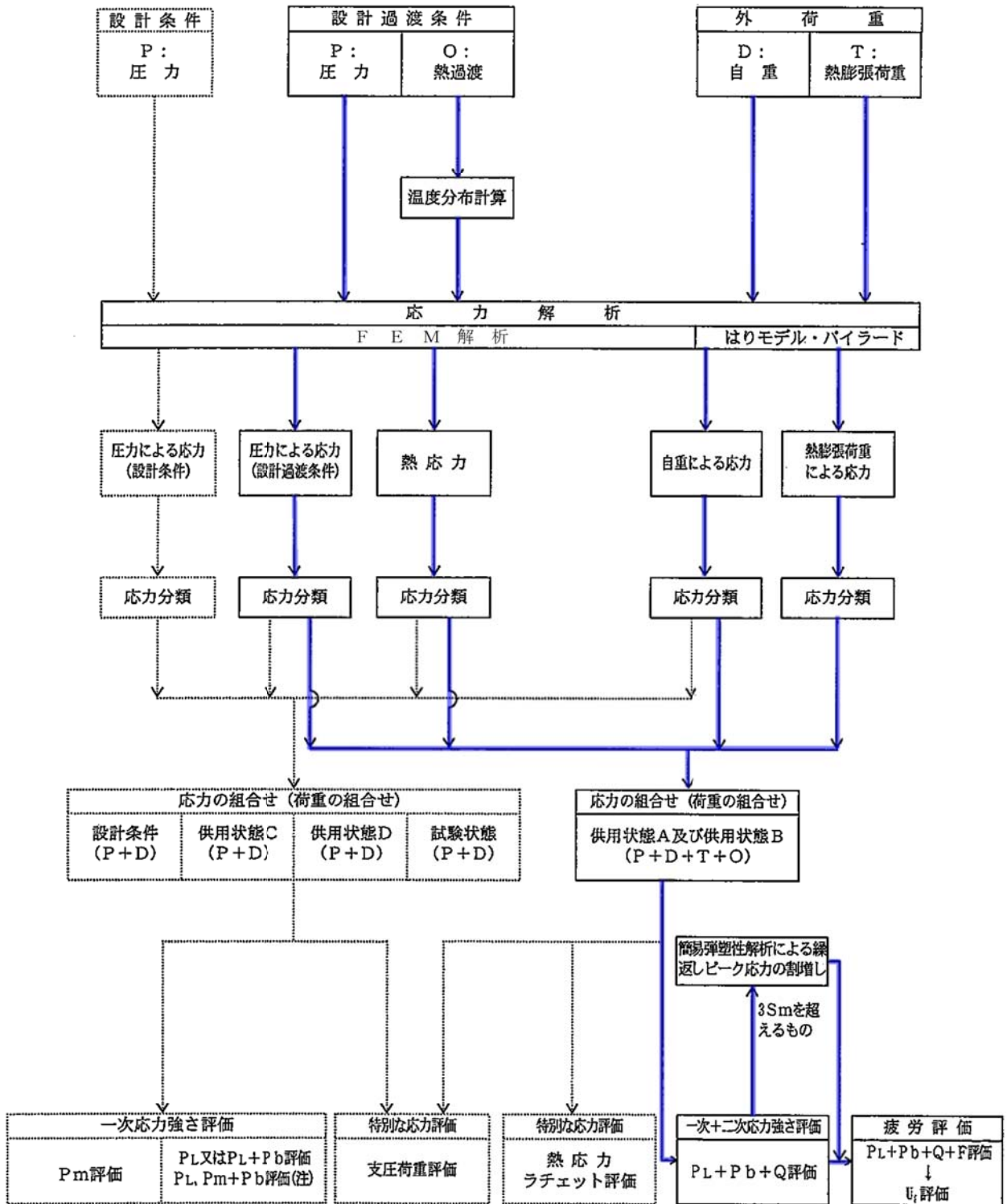
応力強さ (単位 : MPa)					繰返し回数		疲労係数
極大値	極小値	Ke	ALT	ALT'	N	N*	(=N/N*)
(Empty table content)							疲労累積係数 = 0.01635

→通常UF : 0.017

- Ke : 割増し係数
 ALT : 繰返しピーク応力強さ
 ALT' : ALTに(207000)/(材料の使用温度における縦弾性係数)を乗じて得た値
 N : 設計繰返し回数
 N* : 許容繰返し回数

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

応力評価フロー



(注) 試験状態に適用
(.....部分は本評価では対象外)

Ke 係数と環境疲労パラメータ (詳細評価手法)

【スプレイライン管台 (評価点 : 3)】

過渡条件 記号		一次+二次+ ピーク応力強さ		割り増し 係数	繰返しピーク 応力強さ		実過渡 回数	許容繰返し 回数	疲労累積係数	環境効果 補正係数	環境効果を考慮した 疲労累積係数
A	B	smax	smin	KE	補正前 salt	補正後 salt'	n	n*	u	fen	uen
<div style="border: 2px dashed black; width: 100%; height: 100%;"></div>											
合計 : 0.02149											

→環境UF : 0.022

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

【サージライン管台（評価点：1）】

過渡条件 記号		一次+二次+ ピーク応力強さ		割り増し 係数	繰返しピーク 応力強さ		実過渡 回数	許容繰返し 回数	疲労累積係数	環境効果 補正係数	環境効果を考慮した 疲労累積係数
A	B	smax	smin	KE	補正前 salt	補正後 salt'	n	n*	u	fen	uen
										合計 :	0.04718

(注) ひずみ振幅 $\leq 0.110\%$ (salt' ≤ 214.5) の場合、fen=1.0

→環境UF : 0.048

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

環境効果補正係数 (fen) の算出根拠

環境補正係数については、各過渡の温度、ひずみ履歴より値を読み取り、環境疲労評価手法に従って算出している。以下に環境補正係数が1を超える過渡の温度、ひずみ履歴を示す。

(1) スプレイン管用管台

a. 過渡2E2[1次系冷却系の異常な減圧] - 2E2[1次系冷却系の異常な減圧]

b. 過渡1B8[停止時の冷水注入(2.66MPa以下)(温度差110°C)] - 1B7[停止時の冷水注入(2.66MPa以下)(温度差110°C)]

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

c. 過渡 1A6 [起動時の冷水注入 (温度差 15°C)] - 1B6 [停止時の冷水注入 (2.66MPa 以下) (温度差 110°C)]

d. 過渡 1B3 [停止時の冷水注入 (2.66MPa 以下) (温度差 110°C)] - 1B5 [停止時の冷水注入 (2.66MPa 以下) (温度差 110°C)]

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

(2) サージライン用管台

a. 過渡2G1[出力運転中の非常用~~炬心~~冷却系の誤起動]—2H1[1次系冷却系停止ループの誤起動]

b. 過渡NSS-1B2[停止時の冷水注入]

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

c. 過渡2D3[100%からの原子炉トリップ(Ⅲ)不注意な冷却と安全注入を伴うトリップ]-1B2[停止時の冷水注入]

d. 過渡1C1[負荷上昇(負荷上昇率5%/min)]-1B2[停止時の冷水注入]

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

e. 過渡2B1[外部電源喪失]-1B2[停止時の冷水注入]

f. 過渡1A2[起動時の冷水注入]-1B2[停止時の冷水注入]

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

g. 過渡1A2[起動時の冷水注入] - 1A2[起動時の冷水注入]

h. 過渡1L1[1ループ停止 / 1ループ起動(I)停止] - 1A2[起動時の冷水注入]

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

i. 過渡IDI[負荷減少(負荷減少率5%/min)]-1A2[起動時の冷水注入]



枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

美浜3号炉－低サイクル疲労－2 1 rev2

<p>タイトル</p>	<p>(一) 環境疲労評価を実施している機器・部位において、環境補正係数の算出に用いているパラメータ及びそれらの根拠について</p>																																			
<p>説明</p>	<p>環境疲労評価は、「発電用原子力設備規格 環境疲労評価手法（2009年版）」（以下環境疲労評価手法）に基づいて実施している。</p> <p>環境疲労評価手法では、F_{en}（環境疲労補正係数）算出式が「炭素鋼・低合金鋼」、「オーステナイト系ステンレス鋼」、「ニッケルクロム鉄合金」の3つの区分で決められており、それぞれの式（PWR炉に適用する式）および、その関係パラメータは以下のとおりである。</p> <p>(1) 炭素鋼・低合金鋼 $\ln(F_{en}) = 0.00822(0.772 - \dot{\epsilon}^*) \times S^* \times T^* \times O^*$</p> <p>(2) オーステナイト系ステンレス鋼 $\ln(F_{en}) = (3.910 - \dot{\epsilon}^*) \times T^*$</p> <p>(3) ニッケルクロム鉄合金 $\ln(F_{en}) = (2.94 - \dot{\epsilon}^*) \times T^*$</p> <p>$\dot{\epsilon}^*$：ひずみ速度依存パラメータ S^*：硫黄含有量依存パラメータ T^*：温度依存パラメータ O^*：溶存酸素依存パラメータ</p> <p>各依存パラメータの決定式は、環境疲労評価手法のEF-2300参照</p> <p>このように、環境疲労評価に用いる関係パラメータは材質によって異なっている。美浜3号炉の劣化状況評価書において、接液環境中であり、環境疲労評価を行った機器・部位とその材質は以下のとおりである。</p> <p style="text-align: center;">環境疲労評価対象機器・部位とその材質</p> <table border="1" data-bbox="421 1476 1331 2022"> <thead> <tr> <th>機器</th> <th>部位</th> <th>材質</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>余熱除去ポンプ</td> <td>ケーシング</td> <td>ステンレス鋼</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">1次冷却材ポンプ</td> <td>ケーシング脚部</td> <td>ステンレス鋼</td> </tr> <tr> <td>ケーシング吐出ノズル</td> <td>ステンレス鋼</td> </tr> <tr> <td>ケーシング吸込ノズル</td> <td>ステンレス鋼</td> </tr> <tr> <td>再生クーラ</td> <td>管板</td> <td>ステンレス鋼</td> </tr> <tr> <td>余熱除去クーラ</td> <td>管板</td> <td>ステンレス鋼</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">蒸気発生器</td> <td>管板廻り</td> <td>低合金鋼</td> </tr> <tr> <td>給水入口管台</td> <td>低合金鋼</td> </tr> <tr> <td rowspan="5">原子炉容器</td> <td>冷却材入口管台</td> <td>ステンレス鋼</td> </tr> <tr> <td>冷却材出口管台</td> <td>ステンレス鋼</td> </tr> <tr> <td>蓋用管台</td> <td>690系ニッケル基合金</td> </tr> <tr> <td>炉内計装筒</td> <td>600系ニッケル基合金</td> </tr> <tr> <td>炉心支持金物</td> <td>600系ニッケル基合金</td> </tr> </tbody> </table>	機器	部位	材質	余熱除去ポンプ	ケーシング	ステンレス鋼	1次冷却材ポンプ	ケーシング脚部	ステンレス鋼	ケーシング吐出ノズル	ステンレス鋼	ケーシング吸込ノズル	ステンレス鋼	再生クーラ	管板	ステンレス鋼	余熱除去クーラ	管板	ステンレス鋼	蒸気発生器	管板廻り	低合金鋼	給水入口管台	低合金鋼	原子炉容器	冷却材入口管台	ステンレス鋼	冷却材出口管台	ステンレス鋼	蓋用管台	690系ニッケル基合金	炉内計装筒	600系ニッケル基合金	炉心支持金物	600系ニッケル基合金
機器	部位	材質																																		
余熱除去ポンプ	ケーシング	ステンレス鋼																																		
1次冷却材ポンプ	ケーシング脚部	ステンレス鋼																																		
	ケーシング吐出ノズル	ステンレス鋼																																		
	ケーシング吸込ノズル	ステンレス鋼																																		
再生クーラ	管板	ステンレス鋼																																		
余熱除去クーラ	管板	ステンレス鋼																																		
蒸気発生器	管板廻り	低合金鋼																																		
	給水入口管台	低合金鋼																																		
原子炉容器	冷却材入口管台	ステンレス鋼																																		
	冷却材出口管台	ステンレス鋼																																		
	蓋用管台	690系ニッケル基合金																																		
	炉内計装筒	600系ニッケル基合金																																		
	炉心支持金物	600系ニッケル基合金																																		

機器	部位	材質
加圧器	スプレイライン用管台	ステンレス鋼
	サージ用管台	ステンレス鋼
ステンレス鋼配管	余熱除去系配管	ステンレス鋼
	加圧器サージ配管	ステンレス鋼
	加圧器スプレイ配管	ステンレス鋼
炭素鋼配管	主給水系統配管	炭素鋼
1次冷却材管	ホットレグ	ステンレス鋼鋳鋼
	クロスオーバレグ	ステンレス鋼鋳鋼
	コールドレグ	ステンレス鋼鋳鋼
	1次冷却系加圧器サージライン用管台	ステンレス鋼
	安全注入系ライン用管台	ステンレス鋼
	化学体積制御系ライン用管台	ステンレス鋼
仕切弁	余熱除去ポンプ入口弁	ステンレス鋼鋳鋼
玉形弁	抽出水第1しゃ断弁	ステンレス鋼鋳鋼
スイング逆止弁	原子炉容器連絡逆止弁	ステンレス鋼鋳鋼
リフト逆止弁	加圧器補助スプレイライン逆止弁	ステンレス鋼
炉内構造物	上部炉心支持板	ステンレス鋼
	上部炉心支持柱	ステンレス鋼
	下部炉心支持板	ステンレス鋼
	下部炉心支持柱	ステンレス鋼

各々の部位の環境疲労評価に用いたパラメータについては下記を参照

余熱除去ポンプ：美浜3号炉－低サイクル疲労－4

1次冷却材ポンプ：美浜3号炉－低サイクル疲労－5

再生クーラ：美浜3号炉－低サイクル疲労－6

余熱除去クーラ：美浜3号炉－低サイクル疲労－6

蒸気発生器：美浜3号炉－低サイクル疲労－3、7

原子炉容器：美浜3号炉－低サイクル疲労－9

加圧器本体：美浜3号炉－低サイクル疲労－10

ステンレス鋼配管（余熱除去系統配管）：添付1

ステンレス鋼配管（加圧器サージ、スプレイ配管）：低サイクル疲労－

12

炭素鋼配管：美浜3号炉－低サイクル疲労－3、13

1次冷却材管：美浜3号炉－低サイクル疲労－14

仕切弁：美浜3号炉－低サイクル疲労－15

玉形弁：美浜3号炉－低サイクル疲労－16

スイング逆止弁：添付2

リフト逆止弁：添付3

炉内構造物：添付4

ステンレス鋼配管（余熱除去系統配管）の環境効果補正係数算出パラメータ

ステンレス鋼配管（余熱除去系統配管）の環境疲労評価にあたっては、環境疲労評価手法による係数倍法（EF-3121）を適用している。

EF-3121 に定めるオーステナイトステンレス鋼（PWR、鋳鋼以外）の式を用いた。

評価に用いたパラメータ（温度）及び、算出した F_{en} （環境効果補正係数）を以下に示す。

部位	1次冷却材管高温側出口管台～余熱除去ポンプ入口弁（冷却材ループ連絡第1弁）	余熱除去ポンプ入口弁（冷却材ループ連絡第1弁）～原子炉格納容器貫通部
温度	343℃	200℃
F_{en}	19.696	6.266

これらの結果より、環境疲労評価における疲労累積係数（ U_{en} ）は以下の数値となる。

1次冷却材管高温側出口管台～余熱除去ポンプ入口弁（冷却材ループ連絡第1弁）
 $U_{en}=0.001$ （大気中の疲労累積係数） $\times 19.696 \approx 0.020$

余熱除去ポンプ入口弁（冷却材ループ連絡第1弁）～原子炉格納容器貫通部
 $U_{en}=0.002$ （大気中の疲労累積係数） $\times 6.266 \approx 0.013$

スイング逆止弁（原子炉容器連絡逆止弁）の環境効果補正係数算出パラメータ

運転状態	過渡の組合せ		S _{p1} (MPa)	N (回)	N* (回)	N/N*	Δt (sec)	E (MPa)	ε (%/sec)	錆鋼:1 以外:2	ε* (-)	T (℃)	T* (℃)	F _{en} (-)	F _{en} ×N/N*	
	加熱過程	冷却過程														
起動時及び停止時 1次系補えい試験(注1)																
起動時及び停止時 以外																
														ΣF _{en} ×N/N*	0.08801	
														ΣN/N* (注3)	0.00756	
														U _f →0.008	U _{en} →0.089	

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

リフト逆止弁（加圧器補助スプレイライン逆止弁）の環境効果補正係数算出パラメータ

運転状態	過渡の組合せ	S _{pi} (MPa)	N (回)	N* (回)	N/N*	Δt (sec)	E (MPa)	ε (%/sec)	ε ₁ (-)	T (℃)	T* (℃)	Fen (-)	Fen×N/N*
起動時及び停止時 以外	加熱過程/冷却過程												
1. 次系漏えい試験 (注1)													Σ Fen×N/N*
0.003													U _{en} →0.023
0.003													U _f →0.003

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

炉内構造物の環境効果補正係数算出パラメータ

環境疲労評価結果詳細 (上部炉心支持板)

過渡条件 記号 (注1)		一次+二次+ ピーク応力強さ		割り増し 係数 (注2)	繰返しピーク 応力強さ		実過渡 回 数 n	許容繰返し 回 数 n*	疲労累積係数 u	環境効果 補正係数 (注5) fen	環境効果を考慮した 疲労累積係数 (注6) uen
A	B	smax	smin		補正前 salt	補正後 salt'					
Uf=0.00020											
										合計:	0.00113

上表は繰返しピーク応力強さが疲労限以上で、大きな過渡の組合せから順に記載している。 Uen=0.00113

(注1) A: 応力強さの最大値の時の過渡条件, B: 応力強さの最小値の時の過渡条件

(注2) KE: 簡易弾塑性解析を行う際に繰返しピーク応力強さに乗じる値

なお、弾性解析では KE=1 とする

(注3) Salt: 応力強さの変動幅に 0.5 を乗じた値

(注4) Salt': Salt に $\frac{1.95 \times 10^5}{\text{材料の使用温度における縦弾性係数}}$ を乗じた値

(注5) fen: ひずみ振幅 $\leq 0.110\%$ (Salt ≤ 214.5) の場合、fen=1.0

(注6) uen: 疲労累積係数に環境効果補正係数を乗じた値

環境疲労評価結果詳細 (上部炉心支持柱)

過渡条件 記号		一次+二次+ ピーク応力強さ		割り増し 係数	繰返しピーク 応力強さ		実過渡 回 数 n	許容繰返し 回 数 n*	疲労累積係数 u	環境効果 補正係数 fen	環境効果を考慮した 疲労累積係数 uen
A	B	smax	smin		KE	補正前 salt					
Uf=0.00001											
										合計:	0.00001

(注) ひずみ振幅 $\leq 0.110\%$ (salt' ≤ 214.5) の場合、fen=1.0

Uen=0.00001

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

環境疲労評価結果詳細 (下部炉心支持板)

過渡条件 記号		一次+二次+ ピーク応力強さ		割り増し 係数	繰返しピーク 応力強さ		実過渡 回数	許容繰返し 回数	疲労累積係数	環境効果 補正係数	環境効果を考慮した 疲労累積係数	
A	B	smax	smin		補正前 salt	補正後 salt'						n
											合計:	0.00012

(注) ひずみ振幅 $\leq 0.110\%$ (salt' ≤ 14.5) の場合、fen=1.0

Uf=0.00001

Uen=0.00012

環境疲労評価結果詳細 (下部炉心支持柱)

過渡条件 記号		一次+二次+ ピーク応力強さ		割り増し 係数	繰返しピーク 応力強さ		実過渡 回数	許容繰返し 回数	疲労累積係数	環境効果 補正係数	環境効果を考慮した 疲労累積係数	
A	B	smax	smin		補正前 salt	補正後 salt'						n
											合計:	0.00001

(注) ひずみ振幅 $\leq 0.110\%$ (salt' ≤ 14.5) の場合、fen=1.0

Uf=0.00001

Uen=0.00001

以上の炉内構造物の疲労評価に用いた過渡回数は、表1に示すように運転実績に基づく60年時点の推定回数と異なっている。このため、図1のフローに基づいて疲労評価の見直しを行った。

炉内構造物の評価では各過渡をグループ分けして、最大温度変化幅、最大温度変化率を包絡した安全側の評価となる条件(包絡条件)を用いている。表2に包絡条件の過渡回数を示す。

表1 炉内構造物の評価用過渡回数 (1/2) 運転状態 I

過 渡 項 目	過渡グループ	評価に用いた 過渡回数	60年時点の 推定過渡回数
起動 (温度上昇率 5.5 ~ 6 °C/h)	A-1	24	30
停止 (温度下降率 5.5 ~ 6 °C/h)	A-2	24	30
負荷上昇 (負荷上昇率 5%/min)	B-1	262	296
負荷減少 (負荷減少率 5%/min)	B-2	262	290
90%から100%へのステップ状負荷上昇	B-1	1	1
100%から90%へのステップ状負荷減少	B-2	1	1
100%からの大きいステップ状負荷減少	D-2	2	2
定常負荷運転時の変動*1	-	-	-
燃料交換	C	22	22
0%から15%への負荷上昇	B-1	26	34
15%から0%への負荷減少	B-2	24	30
1ループ停止/1ループ起動			
Ⅰ) 停 止	E	1	1
Ⅱ) 起 動	D-1	1	1

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

表1 炉内構造物の評価用過渡回数 (2/2) 運転状態Ⅱ

過 渡 項 目	過渡グループ	評価に用いた過渡回数	60年時点の推定過渡回数
負荷の喪失	D-2	1	2
外部電源喪失	D-2	2	2
1次冷却材流量の部分喪失	E	1	1
100%からの原子炉トリップ			
Ⅰ) 不注意な冷却を伴わないトリップ	E	2	3
Ⅱ) 不注意な冷却を伴うトリップ	E	1	1
Ⅲ) 不注意な冷却と安全注入を伴うトリップ	F	1	1
1次冷却系の異常な減圧	F	1	1
制御棒クラスタの落下	E	2	2
出力運転中の非常用炉心冷却系の誤起動	F	1	1
1次冷却系停止ループの誤起動	D-1	1	1
1次系漏えい試験	A-1, A-2	20	27

表2 炉内構造物の評価用過渡回数 包絡条件

過渡グループ	グループ名称	評価に用いた過渡回数	60年時点の推定過渡回数	α ※
A-1	起動	44	57	1.30
A-2	停止	44	57	1.30
B-1	負荷上昇	289	331	1.15
B-2	負荷減少	287	321	1.12
C	燃料交換	22	22	1.00
D-1	1次冷却系停止ループの誤起動	2	2	1.00
D-2	負荷の喪失	5	6	1.20
E	不注意な冷却を伴う原子炉トリップ	7	8	1.15
F	不注意な冷却と安全注入を伴う原子炉トリップ	3	3	1.00

※：(60年時点の推定過渡回数) / (評価に用いた過渡回数)

60年時点の推定過渡回数に対する疲労累積係数は、「環境疲労評価結果詳細」に示す疲労累積係数 (U_f, U_{en}) × 「60年時点の推定過渡回数」 / 「評価に用いた過渡回数」として保守的に求めることができる。

「60年時点の推定過渡回数」 / 「評価に用いた過渡回数」の最大値 = $57/44 \approx 1.3$ であることから、60年時点の推定過渡回数に対する疲労累積係数 (U_f, U_{en}) は、表3に示す結果となる。

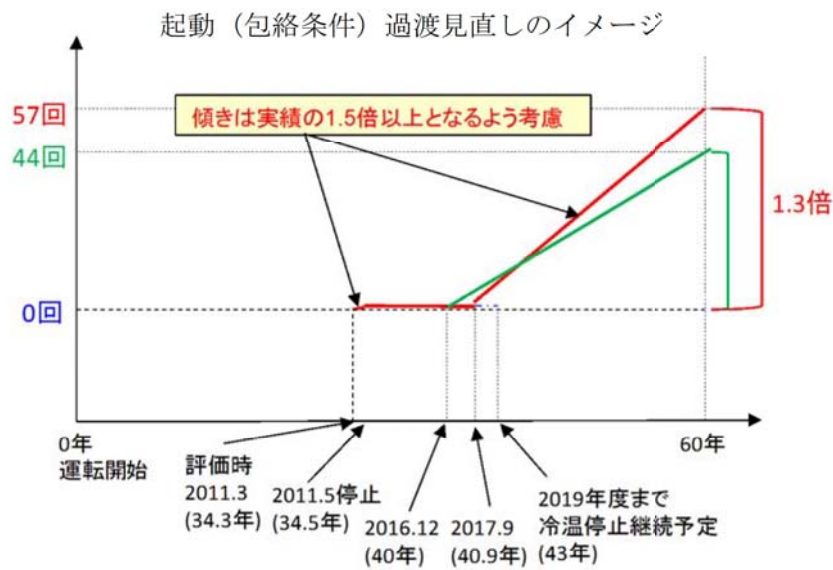
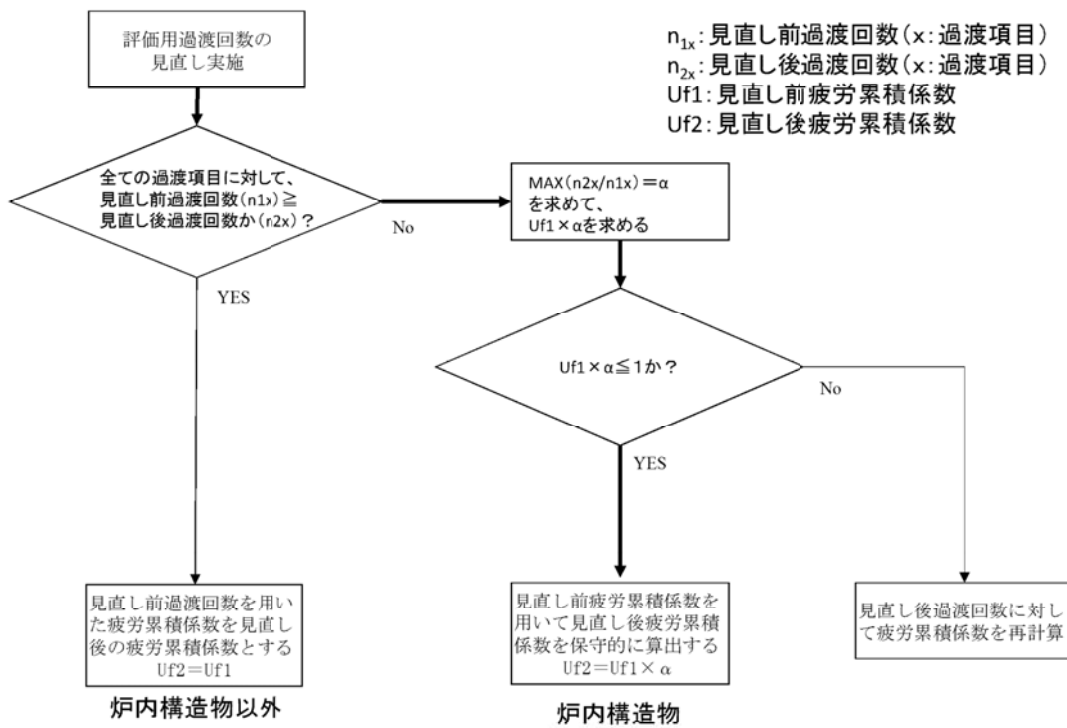


図1 美浜3号炉 炉内構造物疲労評価見直しの考え方

表3 炉心支持構造物の60年時点の推定過渡回数に対する疲労評価結果

	設計・建設規格 による解析	環境疲労評価手法 による解析
上部炉心支持板 (ステンレス鋼)	$0.0002 \times 1.3 = 0.00026$ 0.001	$0.00113 \times 1.3 = 0.00147$ 0.002
上部炉心支持柱 (ステンレス鋼)	$0.00001 \times 1.3 = 0.00002$ 0.001	$0.00001 \times 1.3 = 0.00002$ 0.001
下部炉心支持板 (ステンレス鋼)	$0.00001 \times 1.3 = 0.00002$ 0.001	$0.00012 \times 1.3 = 0.00016$ 0.001
下部炉心支持柱 (ステンレス鋼)	$0.00001 \times 1.3 = 0.00002$ 0.001	$0.00001 \times 1.3 = 0.00002$ 0.001

炉内構造物の環境効果補正係数 (fen) の算出根拠

環境効果補正係数については、各過渡の温度、ひずみ履歴より値を読み取り、環境疲労評価手法に従って算出している。以下にfenが1を超える値となった過渡の温度、ひずみ履歴を示す。なお、上部炉心支持柱、下部炉心支持柱については、fenが1を超えるものはなかった。

(1) 上部炉心支持板

a. D-1 (1次冷却系停止ループの誤起動) -F (不注意な冷却とSIを伴うトリップ)



b. B-1 (負荷上昇) -F (不注意な冷却とSIを伴うトリップ)



c. B-1 (負荷上昇) -E (不注意な冷却を伴うトリップ)



枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

(2) 下部炉心支持板

a. F (不注意な冷却とSIを伴うトリップ) -D-2 (負荷の喪失)



枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

美浜3号炉－I A S C C－5 Rev. 1

<p>タイトル</p>	<p>炉内構造物各部における応力レベルについて。</p>																														
<p>説明</p>	<p>炉内構造物各部位の応力レベルは、各部位に作用する応力と非照射材の降伏応力の比較により分類を実施している。 応力レベル大：> 「非照射材の降伏応力」 応力レベル中：≒ 「非照射材の降伏応力」 応力レベル小：< 「非照射材の降伏応力」</p> <p>具体的な各部位の応力レベルとその考え方を下表に示す。</p> <table border="1" data-bbox="437 846 1347 1899"> <thead> <tr> <th>部位</th> <th>応力レベル</th> <th>応力レベルの考え方</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>バッフルフォーマボルト</td> <td>大</td> <td rowspan="3">ボルトの初期締付力で首下ピーク応力が非照射材の降伏応力を上回る。また、初期締付力に加えて熱曲げ応力が作用する。</td> </tr> <tr> <td>バレルフォーマボルト</td> <td>大</td> </tr> <tr> <td>熱遮蔽材固定用ボルト</td> <td>大</td> </tr> <tr> <td>炉心槽</td> <td>大</td> <td>溶接部があり、一般的に溶接残留応力は降伏応力よりも大きい。</td> </tr> <tr> <td>炉心バッフル</td> <td>小</td> <td rowspan="2">自重・1次冷却材による一次荷重に加えてγ発熱による二次荷重が作用するが、非照射材の降伏応力を上回るとは考え難い。</td> </tr> <tr> <td>炉心バッフル取付板</td> <td>小</td> </tr> <tr> <td>下部炉心板</td> <td>小</td> <td>疲労評価における応力解析の結果から、通常運転時のピーク応力は \square MPa であり、非照射材の降伏応力 (130MPa) を下回る。</td> </tr> <tr> <td>下部炉心支持柱</td> <td>中</td> <td>疲労評価における応力解析の結果から、通常運転時のピーク応力は \square MPa であり、非照射材の降伏応力 (130MPa) と同等である。</td> </tr> <tr> <td>下部燃料集合体案内ピン</td> <td>小</td> <td>熱・照射による影響は小さい。ナット締付時の首下応力を算出した結果、応力は約165MPaであり、非照射材の降伏応力 (357MPa) を下回る。</td> </tr> <tr> <td>熱遮蔽材</td> <td>小</td> <td>自重・1次冷却材による一次荷重で発生する応力が非照射材の降伏応力を上回るとは考え難い。</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: right;">以上</p>	部位	応力レベル	応力レベルの考え方	バッフルフォーマボルト	大	ボルトの初期締付力で首下ピーク応力が非照射材の降伏応力を上回る。また、初期締付力に加えて熱曲げ応力が作用する。	バレルフォーマボルト	大	熱遮蔽材固定用ボルト	大	炉心槽	大	溶接部があり、一般的に溶接残留応力は降伏応力よりも大きい。	炉心バッフル	小	自重・1次冷却材による一次荷重に加えて γ 発熱による二次荷重が作用するが、非照射材の降伏応力を上回るとは考え難い。	炉心バッフル取付板	小	下部炉心板	小	疲労評価における応力解析の結果から、通常運転時のピーク応力は \square MPa であり、非照射材の降伏応力 (130MPa) を下回る。	下部炉心支持柱	中	疲労評価における応力解析の結果から、通常運転時のピーク応力は \square MPa であり、非照射材の降伏応力 (130MPa) と同等である。	下部燃料集合体案内ピン	小	熱・照射による影響は小さい。ナット締付時の首下応力を算出した結果、応力は約165MPaであり、非照射材の降伏応力 (357MPa) を下回る。	熱遮蔽材	小	自重・1次冷却材による一次荷重で発生する応力が非照射材の降伏応力を上回るとは考え難い。
部位	応力レベル	応力レベルの考え方																													
バッフルフォーマボルト	大	ボルトの初期締付力で首下ピーク応力が非照射材の降伏応力を上回る。また、初期締付力に加えて熱曲げ応力が作用する。																													
バレルフォーマボルト	大																														
熱遮蔽材固定用ボルト	大																														
炉心槽	大	溶接部があり、一般的に溶接残留応力は降伏応力よりも大きい。																													
炉心バッフル	小	自重・1次冷却材による一次荷重に加えて γ 発熱による二次荷重が作用するが、非照射材の降伏応力を上回るとは考え難い。																													
炉心バッフル取付板	小																														
下部炉心板	小	疲労評価における応力解析の結果から、通常運転時のピーク応力は \square MPa であり、非照射材の降伏応力 (130MPa) を下回る。																													
下部炉心支持柱	中	疲労評価における応力解析の結果から、通常運転時のピーク応力は \square MPa であり、非照射材の降伏応力 (130MPa) と同等である。																													
下部燃料集合体案内ピン	小	熱・照射による影響は小さい。ナット締付時の首下応力を算出した結果、応力は約165MPaであり、非照射材の降伏応力 (357MPa) を下回る。																													
熱遮蔽材	小	自重・1次冷却材による一次荷重で発生する応力が非照射材の降伏応力を上回るとは考え難い。																													

美浜3号炉－IASC－8 Rev. 2

<p>タイトル</p>	<p>炉内構造物に対する現状保全の考え方、点検計画、点検方法、結果について。</p>																				
<p>説明</p>	<p>美浜3号炉の炉内構造物については、第25回定期検査時に炉内構造物の一式取替を実施することとしている。取替前の炉内構造物については、日本機械学会 発電用原子力設備規格 維持規格を踏まえて、下表に示す定期的な目視検査（可視範囲100%）を実施し、炉内構造物に異常（バッフル板の過大な変形や部品損傷等）がないことを確認している（添付－1）。</p> <p>また、炉内構造物取替前のバッフルフォーマボルトに対しては、第14回定期検査時（約12万運転時間、中性子照射量は約$2.9 \times 10^{22} \text{n/cm}^2$）に超音波探傷検査を実施し、有意な欠陥がないことを確認している（添付－2）。</p> <p style="text-align: center;">日本機械学会 発電用原子力設備規格 維持規格の検査内容</p> <table border="1" data-bbox="432 1032 1353 1447"> <thead> <tr> <th>項目番号</th> <th>対象箇所</th> <th>試験対象</th> <th>方法</th> <th>頻度</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>G1. 10</td> <td>原子炉容器の内部</td> <td>炉心槽 炉心バッフル* 下部炉心板</td> <td>VT-3</td> <td>約3年</td> </tr> <tr> <td>G1. 40</td> <td>構造物・取付け物</td> <td>制御棒クラスタ案内管 炉心バッフル 熱遮蔽材 など</td> <td>VT-3</td> <td>約7年</td> </tr> <tr> <td>G1. 50</td> <td>炉心支持構造物</td> <td>炉心槽 上部炉心支持板 など</td> <td>VT-3</td> <td>約7年</td> </tr> </tbody> </table> <p>※炉心バッフル取付板、バッフルフォーマボルト、バレルフォーマボルトを含む</p> <p>炉内構造物取替後のバッフルフォーマボルトについては、IASC損傷予測評価の結果、運転開始後60年時点（炉内構造物取替後約14万運転時間）においてボルトの損傷が発生することはなく、炉心の健全性に影響を与えることはないことを評価している。</p> <p>また、美浜3号炉の炉内構造物取替後から運転開始60年時点における運転時間は約14万運転時間であり、バッフルフォーマボルトの中性子照射量は約$3 \times 10^{22} \text{n/cm}^2$と評価している。この運転時間と中性子照射量は、炉内構造物取替前のバッフルフォーマボルトに対して超音波探傷検査を実施してボルトの健全性を確認した運転時間および中性子照射量とほぼ同じである。</p> <p>さらに、炉内構造物取替時には、下記の改良設計により炉内構造物取替前に比べて耐照射誘起型応力腐食割れ性の向上を図っている。</p>	項目番号	対象箇所	試験対象	方法	頻度	G1. 10	原子炉容器の内部	炉心槽 炉心バッフル* 下部炉心板	VT-3	約3年	G1. 40	構造物・取付け物	制御棒クラスタ案内管 炉心バッフル 熱遮蔽材 など	VT-3	約7年	G1. 50	炉心支持構造物	炉心槽 上部炉心支持板 など	VT-3	約7年
項目番号	対象箇所	試験対象	方法	頻度																	
G1. 10	原子炉容器の内部	炉心槽 炉心バッフル* 下部炉心板	VT-3	約3年																	
G1. 40	構造物・取付け物	制御棒クラスタ案内管 炉心バッフル 熱遮蔽材 など	VT-3	約7年																	
G1. 50	炉心支持構造物	炉心槽 上部炉心支持板 など	VT-3	約7年																	

- ・ 炉心バッフルへの角バッフル構造の採用、バッフルフォーマボルトのシャンク長さの増大、首下形状のパラボリック形状の採用により、ボルトの応力低減
- ・ 炉心バッフル取付板にボルト冷却孔を設け、バッフルフォーマボルトの温度を低減
- ・ 炉心槽と炉心バッフルの間の領域を流れるバイパス流量を増加させることにより、バッフル構造の温度、熱変形を低減させ、バッフルフォーマボルトに発生する熱応力を低減

よって、バッフルフォーマボルトについては、炉内構造物取替前の点検実績からも、運転開始後60年時点において損傷が発生する可能性はないと評価している。

また、バッフルフォーマボルト以外の部位については、バッフルフォーマボルトとの相対的な評価から照射誘起型応力腐食割れは発生しないと評価している。

以上より、バッフルフォーマボルトのIASCC損傷予測評価結果および炉内構造物取替前の点検実績から、運転開始後60年時点までに、炉内構造物に照射誘起型応力腐食割れは発生しないと評価しているが、念のため、炉内構造物取替後においても、炉内構造物の機能に影響するような大きな構造変形や部品損傷等の異常がないことを確認するために、日本機械学会発電用原子力設備規格 維持規格に基づき、定期的に炉内構造物の可能範囲の目視検査を実施することとしている。

以 上

関西電力株式会社 美浜発電所

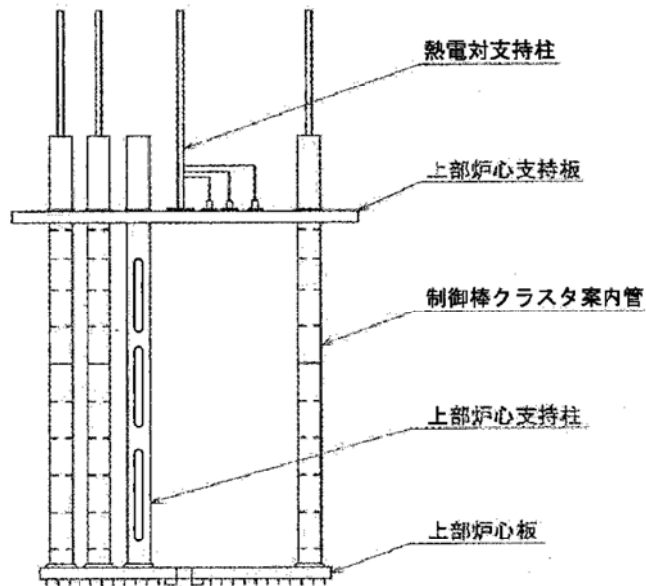
第3号機 第21回

定期事業者検査要領書

設備名：原子炉本体
原子炉冷却系統設備
計測制御系統設備
検査名：第1種機器供用期間中検査
要領書番号：M3-21-101-9

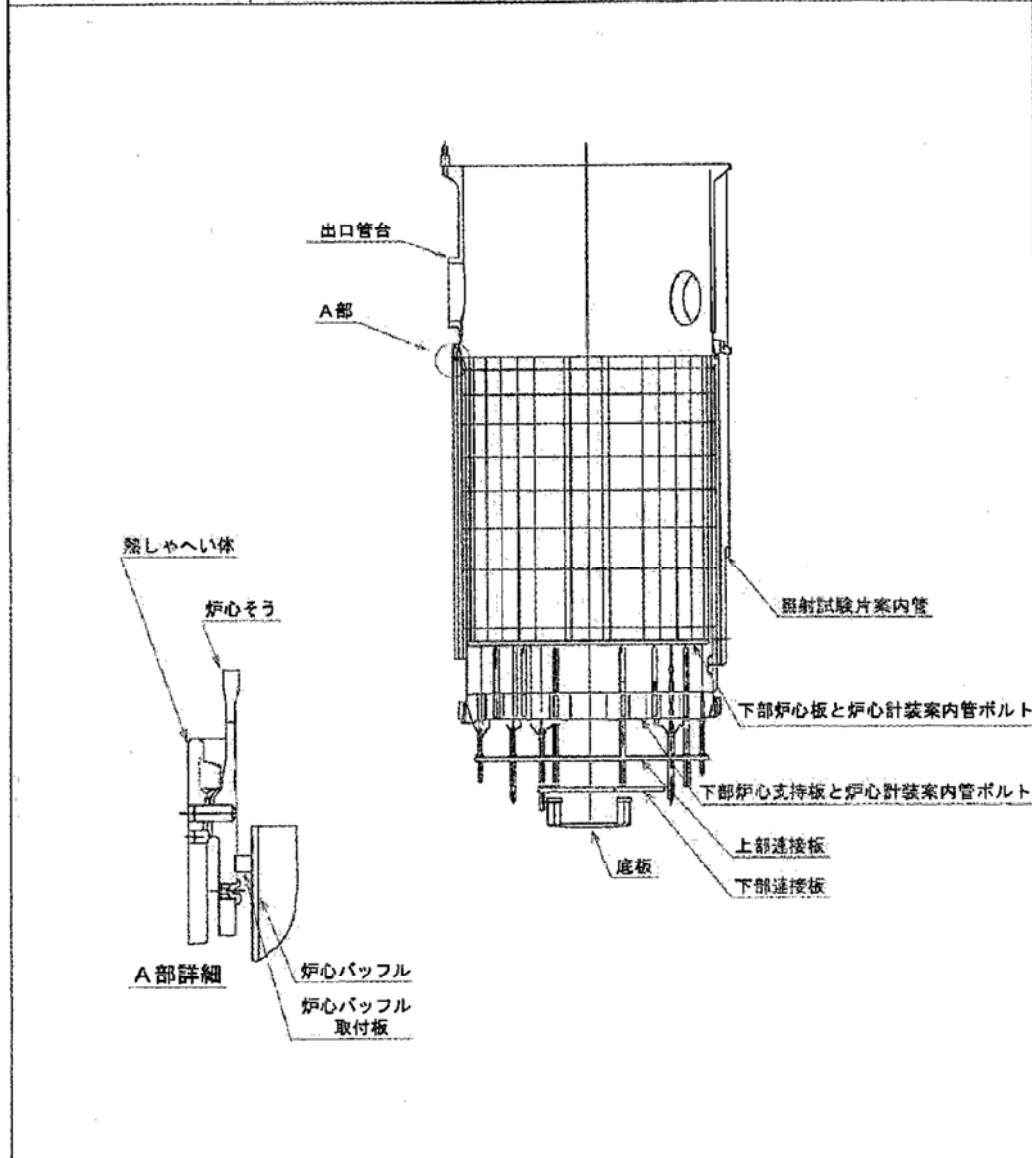
原子炉容器検査箇所図 (23/24)

項目番号	G1.70	カテゴリ	G-P-2
検査対象箇所	上部炉心構造物		
全検査箇所	1基	検査方法	VT-3 (水中テレビ)
10年間の検査範囲	100% (可能範囲)	当年度検査箇所	100%



原子炉容器検査箇所図 (24/24)

項目番号	G1.70	カテゴリ	G-P-2
検査対象箇所	下部炉心構造物		
全検査箇所	1基	検査方法	VT-3 (水中テレビ)
10年間の検査範囲	100% (可能範囲)	当年度検査箇所	100%



非破壊検査記録 (1/1)

検査年月日 平成17年 7月 10日
 検査員 XXXXXXXXXX

項目番号	カテゴリ	機器名	検査の対象機器	検査箇所		
G1.70	G-P-2	原子炉容器	上部炉心構造物	100%		
検査実施内容	目視検査	1. 直接目視検査 (VT-) ②. 遠隔目視検査 (VT-3 水中テレビ)				
	表面検査	浸透検査	探傷剤	温度	浸透時間	現像時間
		磁粉検査	探傷器	磁粉	試験片	その他
	体積検査	超音波探傷検査	探傷器	探触子	試験片	感度
			リジェクション	接触媒質	パルス幅	
			OFF			
	放射線透過検査	線源	線源寸法	線源・フィルム間距離	増感紙	
		透過度計の型	透過度計の位置	材厚	はさみ金	
	検査結果	検査項目	結果	備考		
		目視検査	良			
実施結果	表面検査	浸透探傷検査	検査員:			
		磁粉探傷検査	検査員:			
	体積検査	超音波探傷検査	検査員:			
		放射線透過検査	検査員:			
評価						

非破壊検査記録 (1/1)

検査年月日 平成 17 年 7 月 11 日

検査員 XXXXXXXXXX

項目番号	カテゴリ	機器名	検査の対象機器	検査箇所		
G1.70	G-P-2	原子炉容器	下部炉心構造物	100%		
検査実施内容	目視検査	1. 直接目視検査 (VT-) ②. 遠隔目視検査 (VT-3 水中テレビ)				
	表面検査	浸透検査	探傷剤	温度	浸透時間	現像時間
	表面検査	磁粉検査	探傷器	磁粉	試験片	その他
	体積検査	超音波探傷検査	探傷器	探触子	試験片	感度
	放射線検査	透過検査	リジェクション OFF	接触媒質	パルス幅	
	放射線検査	放射線	線源	線源寸法	線源・フィルム間距離	増感紙
	放射線検査	放射線	透過度計の型	透過度計の位置	材厚	はさみ金
	検査結果	検査項目	結果		備考	
	検査結果	目視検査	良			
	検査結果	表面検査	浸透探傷検査	検査員:		
	検査結果	表面検査	磁粉探傷検査	検査員:		
	検査結果	体積検査	超音波探傷検査	検査員:		
	検査結果	体積検査	放射線透過検査	検査員:		
	評価					

関西電力株式会社 美浜発電所

第3号機 第24保全サイクル

定期事業者検査要領書

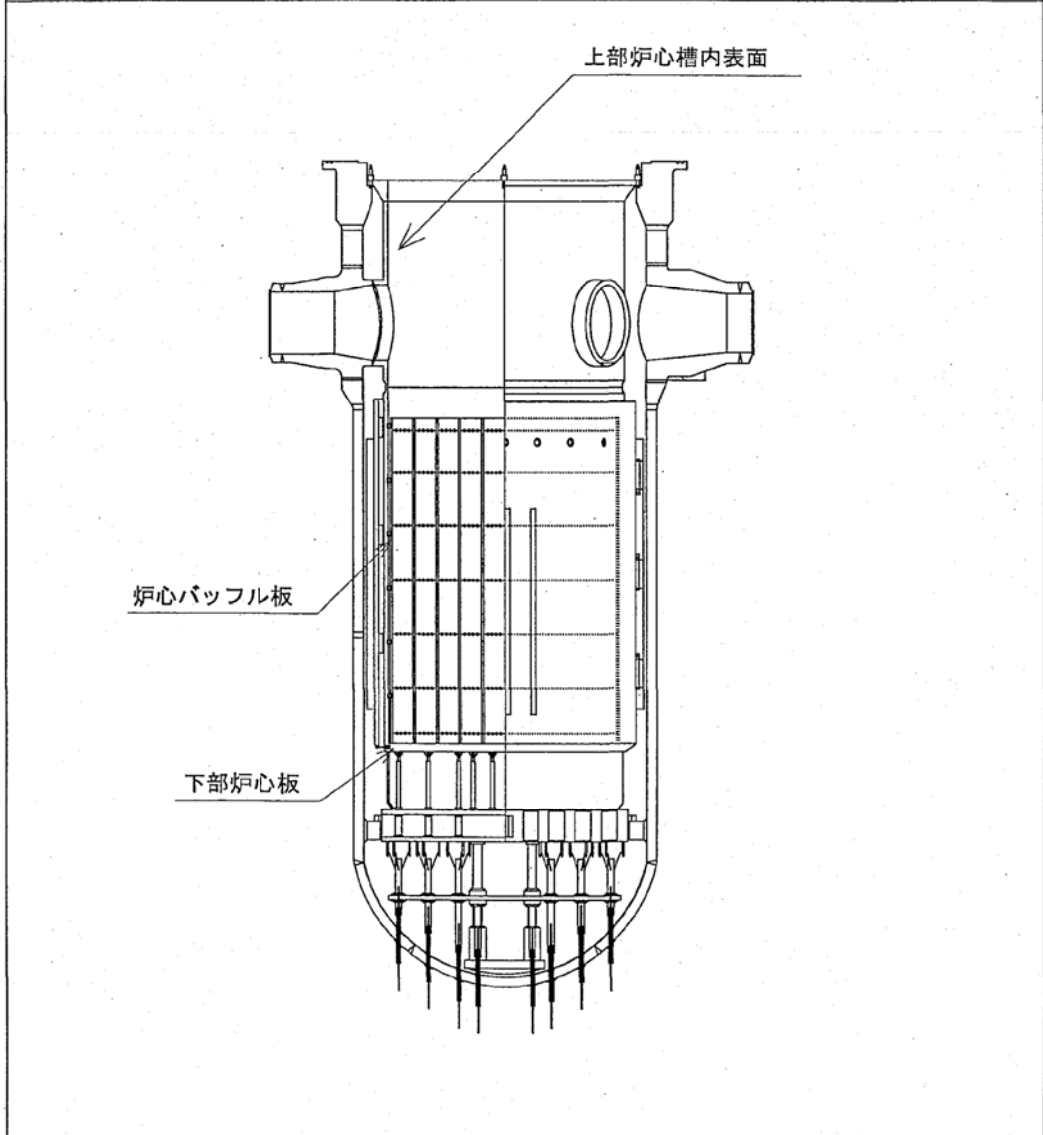
設 備 名：原子炉本体
原子炉冷却系統設備
計測制御系統設備

検 査 名：クラス1機器供用期間中検査

要領書番号：M3-24-101-2

原子炉容器検査箇所図(11/11)

項目番号	G1.10	カテゴリ	G-P-1
検査対象箇所	原子炉容器の内部		
全検査箇所	1基	検査方法	VT-3 (水中テレビ)
7年間の検査範囲	各検査時期に 100% (可能範囲)	当年度検査箇所	100%



非破壊検査記録 (1/1)

検査年月日 平成21年12月25日

検査員 XXXXXXXXXX

項目番号	カテゴリ	機器名	検査の対象機器	検査箇所		
G1.10	G-P-1	原子炉容器	原子炉容器の内部	100%		
検査実施内容	目視検査	1. 直接目視検査(VT-) ②. 遠隔目視検査(VT-3 水中テレビ)				
	表面検査	浸透探傷検査	探傷剤	温度	浸透時間	現像時間
	体積検査	超音波探傷検査	探傷器	探触子	試験片	感度
			リジェクション	接触媒質	パルス幅	
			OFF			
検査実施結果	検査項目		結果	備考		
	目視検査		良			
	表面検査	浸透探傷検査		検査員:		
体積検査	超音波探傷検査		検査員:			
評価						

3H07-M071
資料室保管

A クラス

客先	所 長 所 長 代 理 技 術 次 長 安 全 次 長 機 課 長 係 長 班 長 係
	[Redacted]
KEP MIHAMA NUCLEAR POWER PLANT UNIT 3 関西電力美浜発電所 第3号機	
第14回定検	
原子炉容器パuffersフォーマボルト点検工事	
総括報告書	

発行	関西電力(株)美浜発電所	作成	平成7年4月10日
作業所	図書番号	改正	所長 所代 班長 品管 安全 異物 放管 担当 作成
KM3-14-D415		0	[Redacted]
現地	品	関連資料図書番号	
配布先	管	[Redacted]	
1	1	[Redacted]	
内容	工事番号	年月日	[Redacted]
本文	頁	注文主	アイテム 照合者
図表	枚	2315699	77.4.15
表紙共	枚	KMN-3	原子力品質保証部サービス品質管理課 課長主任担当作成
備考		C100	[Redacted]
原紙保管			
原サ品課			
作成	平成7年4月13日	出書	平成 年 月 日
配布先	[Redacted]	図書	改正
		番号	UFG-95F073 0

バッフルフォーマボルトUT検査結果

領域No.	段No.	列No.	検査日付	結果	備考	領域No.	段No.	列No.	検査日付	結果	備考	領域No.	段No.	列No.	検査日付	結果	備考
1	1	5	3/17 II	良		1	5	5	3/17 II	良		2	1	1	3/22 I	良	
1	1	6	3/17 II	良		1	5	6	3/17 II	良		2	1	2	3/22 I	良	
1	1	7	3/17 II	良		1	5	7	3/17 II	良		2	1	3	3/22 I	良	
1	1	8	3/17 II	良		1	5	8	3/17 II	良		2	2	1	3/22 I	良	B ₁₂₃ -減衰 3/24 I 斜角良
1	2	5	3/17 II	良		1	6	5	3/17 II	良		2	2	2	3/22 I	良	
1	2	6	3/17 II	良		1	6	6	3/17 II	良		2	2	3	3/22 I	良	
1	2	7	3/17 II	良		1	6	7	3/17 II	良		2	3	1	3/22 I	良	
1	2	8	3/17 II	良	B ₁₂₃ -減衰 3/28 II 斜角良	1	6	8	3/17 II	良		2	3	2	3/22 I	良	
1	3	5	3/17 II	良		1	7	5	3/17 II	良		2	3	3	3/22 I	良	
1	3	6	3/17 II	良		1	7	6	3/17 II	良		2	4	1	3/22 I	良	
1	3	7	3/17 II	良		1	7	7	3/17 II	良		2	4	2	3/22 I	良	
1	3	8	3/17 II	良	B ₁₂₃ -減衰 3/28 II 斜角良	1	7	8	3/17 II	良		2	4	3	3/22 I	良	
1	4	5	3/17 II	良		1	8	5	3/17 II	良		2	5	1	3/22 I	良	
1	4	6	3/17 II	良		1	8	6	3/17 II	良		2	5	2	3/22 I	良	
1	4	7	3/17 II	良		1	8	7	3/17 II	良		2	5	3	3/22 I	良	
1	4	8	3/17 II	良		1	8	8	3/17 II	良		2	6	1	3/22 I	良	

備考：領域、段、列は検査位置図による。

バッフルフォーマボルトUT検査結果

領域No.	段No.	列No.	検査日付	結果	備考	領域No.	段No.	列No.	検査日付	結果	備考	領域No.	段No.	列No.	検査日付	結果	備考
2	6	2	3/22 I	良		3	1	1	3/18 I	良		3	5	1	3/18 I	良	
2	6	3	3/22 I	良		3	1	2	3/17 II	良		3	5	2	3/17 II	良	
2	7	1	3/22 I	良		3	1	3	3/17 II	良		3	5	3	3/17 II	良	
2	7	2	3/22 I	良		3	1	4	3/17 II	良		3	5	4	3/17 II	良	
2	7	3	3/22 I	良		3	2	1	3/18 I	良		3	6	1	3/18 I	良	
2	8	1	3/22 I	良		3	2	2	3/17 II	良		3	6	2	3/17 II	良	
2	8	2	3/22 I	良		3	2	3	3/17 II	良		3	6	3	3/17 II	良	健全部斜角例 3/28 II 良
2	8	3	3/22 I	良		3	2	4	3/17 II	良		3	6	4	3/17 II	良	
						3	3	1	3/18 I	良		3	7	1	3/18 I	良	健全部斜角例 3/28 II 良
						3	3	2	3/17 II	良		3	7	2	3/17 II	良	B ₁₂₃ -消失 3/28 II 斜角良
						3	3	3	3/17 II	良		3	7	3	3/17 II	良	B ₁₂₃ -消失 3/28 II 斜角良
						3	3	4	3/17 II	良		3	7	4	3/17 II	良	
						3	4	1	3/18 I	良		3	8	1	3/18 I	良	
						3	4	2	3/17 II	良		3	8	2	3/17 II	良	
						3	4	3	3/17 II	良		3	8	3	3/17 II	良	
						3	4	4	3/17 II	良		3	8	4	3/17 II	良	

備考：領域、段、列は検査位置図による。

バッフルフォーマボルトUT検査結果

領域 No.	段 No.	列 No.	検査 日付	結果	備考	領域 No.	段 No.	列 No.	検査 日付	結果	備考	領域 No.	段 No.	列 No.	検査 日付	結果	備考
4	1	1	3/22	良		5	1	1	3/18	良		6	1	1	3/22	良	
4	1	2	3/22	良		5	1	2	3/18	良		6	1	2	3/22	良	
4	2	1	3/22	良		5	2	1	3/18	良		6	2	1	3/22	良	
4	2	2	3/22	良		5	2	2	3/18	良		6	2	2	3/22	良	
4	3	1	3/22	良		5	3	1	3/18	良		6	3	1	3/22	良	
4	3	2	3/22	良		5	3	2	3/18	良		6	3	2	3/22	良	
4	4	1	3/22	良		5	4	1	3/18	良		6	4	1	3/22	良	
4	4	2	3/22	良		5	4	2	3/18	良		6	4	2	3/22	良	
4	5	1	3/22	良		5	5	1	3/18	良		6	5	1	3/22	良	
4	5	2	3/22	良		5	5	2	3/18	良		6	5	2	3/22	良	
4	6	1	3/22	良		5	6	1	3/18	良		6	6	1	3/22	良	
4	6	2	3/22	良		5	6	2	3/18	良		6	6	2	3/22	良	
4	7	1	3/22	良		5	7	1	3/18	良		6	7	1	3/22	良	
4	7	2	3/22	良		5	7	2	3/18	良		6	7	2	3/22	良	
4	8	1	3/22	良		5	8	1	3/18	良		6	8	1	3/22	良	
4	8	2	3/22	良		5	8	2	3/18	良		6	8	2	3/22	良	

備考：領域、段、列は検査位置図による。

バッフルフォーマボルトUT検査結果

領域 No.	段 No.	列 No.	検査 日付	結果	備考	領域 No.	段 No.	列 No.	検査 日付	結果	備考	領域 No.	段 No.	列 No.	検査 日付	結果	備考
7	1	1	3/18	良		8	1	1	3/22	良		9	1	1	3/18	良	
7	1	2	3/18	良		8	1	2	3/22	良		9	1	2	3/18	良	
7	2	1	3/18	良		8	2	1	3/22	良		9	2	1	3/18	良	
7	2	2	3/18	良		8	2	2	3/22	良		9	2	2	3/18	良	
7	3	1	3/18	良		8	3	1	3/22	良		9	3	1	3/18	良	
7	3	2	3/18	良		8	3	2	3/22	良		9	3	2	3/18	良	
7	4	1	3/18	良		8	4	1	3/22	良		9	4	1	3/18	良	
7	4	2	3/18	良		8	4	2	3/22	良		9	4	2	3/18	良	
7	5	1	3/18	良		8	5	1	3/22	良		9	5	1	3/18	良	
7	5	2	3/18	良		8	5	2	3/22	良		9	5	2	3/18	良	
7	6	1	3/18	良		8	6	1	3/22	良		9	6	1	3/18	良	
7	6	2	3/18	良		8	6	2	3/22	良		9	6	2	3/18	良	
7	7	1	3/18	良		8	7	1	3/22	良		9	7	1	3/18	良	
7	7	2	3/18	良		8	7	2	3/22	良		9	7	2	3/18	良	
7	8	1	3/18	良		8	8	1	3/22	良		9	8	1	3/18	良	
7	8	2	3/18	良		8	8	2	3/22	良		9	8	2	3/18	良	

備考：領域、段、列は検査位置図による。

バッフルフォーマボルトUT検査結果

領域 No.	段 No.	列 No.	検査 日付	結果	備考	領域 No.	段 No.	列 No.	検査 日付	結果	備考	領域 No.	段 No.	列 No.	検査 日付	結果	備考
10	1	1	3/22 II	良		10	5	1	3/22 II	良		11	1	1	3/18 I	良	
10	1	2	3/22 II	良		10	5	2	3/22 II	良		11	1	2	3/18 I	良	健全部(1/17) 3/28 II斜角良
10	1	3	3/22 II	良		10	5	3	3/22 II	良		11	1	3	3/18 I	良	健全部(1/17) 3/28 II斜角良
10	1	4	3/22 II	良		10	5	4	3/22 II	良		11	2	1	3/18 I	良	
10	2	1	3/22 II	良		10	6	1	3/22 II	良		11	2	2	3/18 I	良	
10	2	2	3/22 II	良		10	6	2	3/22 II	良	健全部斜角例 3/23 II 良	11	2	3	3/18 I	良	
10	2	3	3/22 II	良		10	6	3	3/22 II	良	B113-減衰 3/23 II斜角良	11	3	1	3/18 I	良	
10	2	4	3/22 II	良		10	6	4	3/22 II	良		11	3	2	3/18 I	良	
10	3	1	3/22 II	良		10	7	1	3/22 II	良		11	3	3	3/18 I	良	
10	3	2	3/22 II	良		10	7	2	3/22 II	良	B113-酒失 3/23 II斜角良	11	4	1	3/18 I	良	
10	3	3	3/22 II	良		10	7	3	3/22 II	良	B113-酒失 3/23 II斜角良	11	4	2	3/18 I	良	
10	3	4	3/22 II	良		10	7	4	3/22 II	良	健全部斜角例 3/23 II 良	11	4	3	3/18 I	良	
10	4	1	3/22 II	良		10	8	1	3/22 II	良	健全部(110-大) 3/23 II斜角良	11	5	1	3/18 II	良	
10	4	2	3/22 II	良		10	8	2	3/22 II	良		11	5	2	3/18 II	良	
10	4	3	3/22 II	良		10	8	3	3/22 II	良		11	5	3	3/18 II	良	
10	4	4	3/22 II	良		10	8	4	3/22 II	良		11	6	1	3/18 II	良	

備考：領域、段、列は検査位置図による。

バッフルフォーマボルトUT検査結果

領域 No.	段 No.	列 No.	検査 日付	結果	備考	領域 No.	段 No.	列 No.	検査 日付	結果	備考	領域 No.	段 No.	列 No.	検査 日付	結果	備考
11	6	2	3/18 II	良		12	1	1	3/22 II	良		12	3	1	3/22 II	良	
11	6	3	3/18 II	良		12	1	2	3/22 II	良		12	3	2	3/22 II	良	
11	7	1	3/18 II	良		12	1	3	3/22 II	良		12	3	3	3/22 II	良	
11	7	2	3/18 II	良		12	1	4	3/22 II	良		12	3	4	3/22 II	良	
11	7	3	3/18 II	良		12	1	5	3/18 II	良		12	3	5	3/18 II	良	
11	8	1	3/18 II	良		12	1	6	3/18 II	良		12	3	6	3/18 II	良	
11	8	2	3/18 II	良	健全部(B113) 3/28 II斜角良	12	1	7	3/18 II	良		12	3	7	3/18 II	良	
11	8	3	3/18 II	良		12	1	8	3/18 II	良		12	3	8	3/18 II	良	B113-減衰 3/28 II斜角良
						12	2	1	3/22 II	良		12	4	1	3/22 II	良	
						12	2	2	3/22 II	良		12	4	2	3/22 II	良	
						12	2	3	3/22 II	良		12	4	3	3/22 II	良	
						12	2	4	3/22 II	良		12	4	4	3/22 II	良	
						12	2	5	3/18 II	良		12	4	5	3/18 II	良	
						12	2	6	3/18 II	良		12	4	6	3/18 II	良	
						12	2	7	3/18 II	良		12	4	7	3/18 II	良	
						12	2	8	3/18 II	良		12	4	8	3/18 II	良	B113-減衰 3/28 II斜角良

備考：領域、段、列は検査位置図による。

パッフルフォーマボルトU T検査結果

領域No.	段No.	列No.	検査日付	結果	備考	領域No.	段No.	列No.	検査日付	結果	備考	領域No.	段No.	列No.	検査日付	結果	備考
12	5	1	3/22 II	良		12	7	1	3/22 II	良		13	1	1	3/23 I	良	
12	5	2	3/22 II	良		12	7	2	3/22 II	良		13	1	2	3/22 II	良	
12	5	3	3/22 II	良		12	7	3	3/22 II	良		13	1	3	3/22 II	良	B1-J-減衰 3/24 I 斜角度
12	5	4	3/22 II	良		12	7	4	3/22 II	良		13	2	1	3/23 I	良	
12	5	5	3/18 II	良		12	7	5	3/18 II	良		13	2	2	3/22 II	良	
12	5	6	3/18 II	良		12	7	6	3/18 II	良		13	2	3	3/22 II	良	
12	5	7	3/18 II	良		12	7	7	3/18 II	良		13	3	1	3/23 I	良	
12	5	8	3/18 II	良		12	7	8	3/18 II	良		13	3	2	3/22 II	良	
12	6	1	3/22 II	良		12	8	1	3/22 II	良		13	3	3	3/22 II	良	
12	6	2	3/22 II	良		12	8	2	3/22 II	良		13	4	1	3/23 I	良	
12	6	3	3/22 II	良		12	8	3	3/22 II	良		13	4	2	3/22 II	良	
12	6	4	3/22 II	良		12	8	4	3/22 II	良		13	4	3	3/22 II	良	
12	6	5	3/18 II	良		12	8	5	3/18 II	良		13	5	1	3/23 I	良	
12	6	6	3/18 II	良		12	8	6	3/18 II	良		13	5	2	3/22 II	良	
12	6	7	3/18 II	良		12	8	7	3/18 II	良		13	5	3	3/22 II	良	
12	6	8	3/18 II	良		12	8	8	3/18 II	良		13	6	1	3/23 I	良	

備考：領域、段、列は検査位置図による。

パッフルフォーマボルトU T検査結果

領域No.	段No.	列No.	検査日付	結果	備考	領域No.	段No.	列No.	検査日付	結果	備考	領域No.	段No.	列No.	検査日付	結果	備考
13	6	2	3/22 II	良		14	1	1	3/18 II	良		14	5	1	3/18 II	良	
13	6	3	3/22 II	良		14	1	2	3/18 II	良		14	5	2	3/18 II	良	
13	7	1	3/23 I	良		14	1	3	3/18 II	良		14	5	3	3/18 II	良	
13	7	2	3/22 II	良		14	1	4	3/18 II	良		14	5	4	3/18 II	良	
13	7	3	3/22 II	良		14	2	1	3/18 II	良		14	6	1	3/18 II	良	
13	8	1	3/23 I	良		14	2	2	3/18 II	良		14	6	2	3/18 II	良	
13	8	2	3/22 II	良		14	2	3	3/18 II	良		14	6	3	3/18 II	良	
13	8	3	3/22 II	良		14	2	4	3/18 II	良		14	6	4	3/18 II	良	
						14	3	1	3/18 II	良		14	7	1	3/18 II	良	
						14	3	2	3/18 II	良		14	7	2	3/18 II	良	
						14	3	3	3/18 II	良		14	7	3	3/18 II	良	
						14	3	4	3/18 II	良		14	7	4	3/18 II	良	
						14	4	1	3/18 II	良		14	8	1	3/18 II	良	
						14	4	2	3/18 II	良		14	8	2	3/18 II	良	
						14	4	3	3/18 II	良		14	8	3	3/18 II	良	
						14	4	4	3/18 II	良		14	8	4	3/18 II	良	

備考：領域、段、列は検査位置図による。

バッフルフォーマボルトUT検査結果

領域 No.	段 No.	列 No.	検査 日付	結果	備考	領域 No.	段 No.	列 No.	検査 日付	結果	備考	領域 No.	段 No.	列 No.	検査 日付	結果	備考
15	1	1	3/23 I	良		16	1	1	3/18 II	良		17	1	1	3/23 I	良	
15	1	2	3/23 I	良		16	1	2	3/18 II	良		17	1	2	3/23 I	良	
15	2	1	3/23 I	良		16	2	1	3/18 II	良		17	2	1	3/23 I	良	
15	2	2	3/23 I	良		16	2	2	3/18 II	良		17	2	2	3/23 I	良	
15	3	1	3/23 I	良		16	3	1	3/18 II	良		17	3	1	3/23 I	良	
15	3	2	3/23 I	良		16	3	2	3/18 II	良		17	3	2	3/23 I	良	
15	4	1	3/23 I	良		16	4	1	3/18 II	良		17	4	1	3/23 I	良	
15	4	2	3/23 I	良		16	4	2	3/18 II	良		17	4	2	3/23 I	良	
15	5	1	3/23 I	良		16	5	1	3/18 II	良	b ₁ t ₁ -減衰 3/28 II 斜角良	17	5	1	3/23 I	良	
15	5	2	3/23 I	良		16	5	2	3/18 II	良	健全部 (b ₁ , 低) 3/28 II 斜角良	17	5	2	3/23 I	良	
15	6	1	3/23 I	良		16	6	1	3/18 II	良	b ₁ t ₁ -減衰 3/28 II 斜角良	17	6	1	3/23 I	良	
15	6	2	3/23 I	良		16	6	2	3/18 II	良		17	6	2	3/23 I	良	
15	7	1	3/23 I	良		16	7	1	3/18 II	良		17	7	1	3/23 I	良	
15	7	2	3/23 I	良		16	7	2	3/18 II	良		17	7	2	3/23 I	良	
15	8	1	3/23 I	良		16	8	1	3/18 II	良		17	8	1	3/23 I	良	
15	8	2	3/23 I	良		16	8	2	3/18 II	良	b ₁ t ₁ -減衰 3/28 II 斜角良	17	8	2	3/23 I	良	

備考：領域、段、列 は検査位置図による。

バッフルフォーマボルトUT検査結果

領域 No.	段 No.	列 No.	検査 日付	結果	備考	領域 No.	段 No.	列 No.	検査 日付	結果	備考	領域 No.	段 No.	列 No.	検査 日付	結果	備考
18	1	1	3/27 II	良		19	1	1	3/24 I	良		20	1	1	3/27 II	良	
18	1	2	3/27 II	良		19	1	2	3/24 I	良		20	1	2	3/27 II	良	
18	2	1	3/27 II	良		19	2	1	3/24 I	良		20	2	1	3/27 II	良	
18	2	2	3/27 II	良		19	2	2	3/24 I	良		20	2	2	3/27 II	良	
18	3	1	3/27 II	良		19	3	1	3/24 I	良		20	3	1	3/27 II	良	
18	3	2	3/27 II	良		19	3	2	3/24 I	良		20	3	2	3/27 II	良	
18	4	1	3/27 II	良		19	4	1	3/24 I	良		20	4	1	3/27 II	良	
18	4	2	3/27 II	良		19	4	2	3/24 I	良		20	4	2	3/27 II	良	
18	5	1	3/27 II	良		19	5	1	3/24 I	良		20	5	1	3/27 II	良	
18	5	2	3/27 II	良		19	5	2	3/24 I	良		20	5	2	3/27 II	良	
18	6	1	3/27 II	良		19	6	1	3/24 I	良		20	6	1	3/27 II	良	
18	6	2	3/27 II	良		19	6	2	3/24 I	良		20	6	2	3/27 II	良	
18	7	1	3/27 II	良		19	7	1	3/24 I	良		20	7	1	3/27 II	良	
18	7	2	3/27 II	良		19	7	2	3/24 I	良		20	7	2	3/27 II	良	
18	8	1	3/27 II	良		19	8	1	3/24 I	良		20	8	1	3/27 II	良	
18	8	2	3/27 II	良		19	8	2	3/24 I	良		20	8	2	3/27 II	良	

備考：領域、段、列 は検査位置図による。

バッフルフォーマボルトUT検査結果

領域 No.	段 No.	列 No.	検査 日付	結果	備考	領域 No.	段 No.	列 No.	検査 日付	結果	備考	領域 No.	段 No.	列 No.	検査 日付	結果	備考		
21	1	1	3/24	I	良	21	5	1	3/24	II	良	22	1	1	3/27	II	良		
21	1	2	3/24	I	良	21	5	2	3/24	II	良	22	1	2	3/27	II	良		
21	1	3	3/24	I	良	21	5	3	3/24	II	良	22	1	3	3/27	II	良		
21	1	4	3/24	I	良	21	5	4	3/24	II	良	22	2	1	3/27	II	良		
21	2	1	3/24	I	良	21	6	1	3/24	II	良	22	2	2	3/27	II	良		
21	2	2	3/24	I	良	21	6	2	3/24	II	良	22	2	3	3/27	II	良		
21	2	3	3/24	I	良	21	6	3	3/24	II	良	22	3	1	3/27	II	良		
21	2	4	3/24	I	良	21	6	4	3/24	II	良	B ₁₁₃ -減衰 3/25 I 斜角良	22	3	2	3/27	II	良	
21	3	1	3/24	I	良	21	7	1	3/24	II	良	22	3	3	3/27	II	良		
21	3	2	3/24	I	良	21	7	2	3/24	II	良	B ₁₁₃ -減衰 3/25 I 斜角良	22	4	1	3/27	II	良	
21	3	3	3/24	I	良	21	7	3	3/24	II	良	B ₁₁₃ -消失 3/25 I 斜角良	22	4	2	3/27	II	良	
21	3	4	3/24	II	良	21	7	4	3/24	II	良	22	4	3	3/27	II	良	B ₁₁₇ -減衰 3/28 II 斜角良	
21	4	1	3/24	II	良	21	8	1	3/24	II	良	22	5	1	3/27	II	良		
21	4	2	3/24	II	良	21	8	2	3/24	II	良	22	5	2	3/27	II	良		
21	4	3	3/24	II	良	21	8	3	3/24	II	良	22	5	3	3/27	II	良		
21	4	4	3/24	II	良	21	8	4	3/24	II	良	22	6	1	3/27	II	良		

備考：領域、段、列は検査位置図による。

- 12 -

バッフルフォーマボルトUT検査結果

領域 No.	段 No.	列 No.	検査 日付	結果	備考	領域 No.	段 No.	列 No.	検査 日付	結果	備考	領域 No.	段 No.	列 No.	検査 日付	結果	備考		
22	6	2	3/27	II	良	23	1	1	3/24	II	良	B ₁₁₃ -減衰 3/25 I 斜角良	23	5	1	3/24	II	良	B ₁₁₃ -減衰 3/25 I 斜角良
22	6	3	3/27	II	良	23	1	2	3/24	II	良	23	5	2	3/24	II	良		
22	7	1	3/27	II	良	23	1	3	3/24	II	良	23	5	3	3/24	II	良		
23	7	2	3/27	II	良	23	1	4	3/24	II	良	23	5	4	3/24	II	良		
22	7	3	3/27	II	良	23	2	1	3/24	II	良	B ₁₁₃ -減衰 3/25 I 斜角良	23	6	1	3/24	II	良	
22	8	1	3/27	II	良	23	2	2	3/24	II	良	23	6	2	3/24	II	良		
22	8	2	3/27	II	良	23	2	3	3/24	II	良	23	6	3	3/24	II	良		
22	8	3	3/27	II	良	23	2	4	3/24	II	良	23	6	4	3/24	II	良		
						23	3	1	3/24	II	良	23	7	1	3/24	II	良		
						23	3	2	3/24	II	良	B ₁₁₃ -減衰 3/25 I 斜角良	23	7	2	3/24	II	良	
						23	3	3	3/24	II	良	23	7	3	3/24	II	良		
						23	3	4	3/24	II	良	B ₁₁₃ -減衰 3/25 I 斜角良	23	7	4	3/24	II	良	
						23	4	1	3/24	II	良	B ₁₁₃ -消失 3/25 I 斜角良	23	8	1	3/24	II	良	
						23	4	2	3/24	II	良	23	8	2	3/24	II	良		
						23	4	3	3/24	II	良	23	8	3	3/24	II	良		
						23	4	4	3/24	II	良	23	8	4	3/24	II	良		

備考：領域、段、列は検査位置図による。

- 13 -

パッフルフォーマボルト UT 検査結果

領域 No.	段 No.	列 No.	検査 日付	結果	備 考	領域 No.	段 No.	列 No.	検査 日付	結果	備 考	領域 No.	段 No.	列 No.	検査 日付	結果	備 考
23	1	8	3/28 I	良		24	1	1	3/24 II	良		33	1	3	3/28 I	良	
23	2	8	3/28 I	良	健全部(B ₁ 低) 3/28 II 斜角良	24	2	1	3/24 II	良	B ₁ IC-消失 3/25 I 斜角良	33	2	3	3/28 I	良	
23	3	8	3/28 I	良	B ₁ IC-減衰 3/28 II 斜角良	24	3	1	3/24 II	良		33	3	3	3/28 I	良	
23	4	8	3/28 I	良		24	4	1	3/24 II	良		33	4	3	3/28 I	良	
23	5	8	3/28 I	良		24	5	1	3/24 II	良		33	5	3	3/28 I	良	健全部(I/IV) 3/28 II 斜角良
23	6	8	3/28 I	良		24	6	1	3/24 II	良		33	6	3	3/28 I	良	
23	7	8	3/28 I	良		24	7	1	3/24 II	良		33	7	3	3/28 I	良	
23	8	8	3/28 I	良		24	8	1	3/24 II	良		33	8	3	3/28 I	良	

備考：領域、段、列 は検査位置図による。

パッフルフォーマボルト UT 検査結果

領域 No.	段 No.	列 No.	検査 日付	結果	備 考	領域 No.	段 No.	列 No.	検査 日付	結果	備 考	領域 No.	段 No.	列 No.	検査 日付	結果	備 考
34	1	1	3/24 II	良		34	1	8	3/28 I	良		35	1	1	3/25 I	良	B ₁ IC-減衰 3/25 I 斜角良
34	2	1	3/24 II	良		34	2	8	3/28 I	良	B ₁ IC-減衰 3/28 II 斜角良	35	2	1	3/25 I	良	
34	3	1	3/24 II	良	B ₁ IC-減衰 3/25 I 斜角良	34	3	8	3/28 I	挿入不可	3/28 II 斜角良	35	3	1	3/25 I	良	
34	4	1	3/24 II	良		34	4	8	3/28 I	良		35	4	1	3/25 I	良	B ₁ IC-減衰 3/25 I 斜角良
34	5	1	3/24 II	良		34	5	8	3/28 I	良		35	5	1	3/25 I	良	
34	6	1	3/24 II	良		34	6	8	3/28 I	良	B ₁ IC-減衰 3/28 II 斜角良	35	6	1	3/25 I	良	B ₁ IC-減衰 3/25 I 斜角良
34	7	1	3/24 II	良		34	7	8	3/28 I	良		35	7	1	3/25 I	良	
34	8	1	3/24 II	良		34	8	8	3/28 I	良	B ₁ IC-減衰 3/28 II 斜角良	35	8	1	3/25 I	良	

備考：領域、段、列 は検査位置図による。

パッフルフォーマボルトUT検査結果

領域 No.	段 No.	列 No.	検査 日付	結果	備考	領域 No.	段 No.	列 No.	検査 日付	結果	備考	領域 No.	段 No.	列 No.	検査 日付	結果	備考
4.4	1	3	3/20	I	良	1	1	1	3/23	I	良						
4.4	2	3	3/20	I	良	1	2	1	3/23	I	良						
4.4	3	3	3/20	I	良	1	3	1	3/23	I	良						
4.4	4	3	3/20	I	良	1	4	1	3/23	I	良						
4.4	5	3	3/20	I	良	1	5	1	3/23	I	良						
4.4	6	3	3/20	I	良	1	6	1	3/23	I	良						
4.4	7	3	3/20	I	良	1	7	1	3/23	I	良						
4.4	8	3	3/20	I	良	1	8	1	3/23	I	良						

備考：領域、段、列は検査位置図による。

美浜3号炉－IASC－10 Rev. 2

<p>タイトル</p>	<p>技術評価で参考としたIASC事例の概要とその分析結果について。</p>																								
<p>説明</p>	<p>バッフルフォーマボルトのIASC事例については、1988年にフランスのBugey発電所2号炉において確認された損傷事例を初め、海外のプラントでIASCによるバッフルフォーマボルト損傷事例が報告されている。</p> <p>米国NRCで公開されている美浜3号炉と同じ米国の3ループプラントにおけるバッフルフォーマボルトの点検実績（2016年5月時点）を下表に示す。</p> <table border="1" data-bbox="422 808 1329 965"> <thead> <tr> <th></th> <th>Robinson2u</th> <th>Surry1u</th> <th>Surry2u</th> <th>Farley1u</th> <th>Farley2u</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>営業運転開始日</td> <td>1971. 3. 7</td> <td>1972. 12. 22</td> <td>1973. 5. 1</td> <td>1977. 12. 1</td> <td>1981. 7. 30</td> </tr> <tr> <td>点検時間</td> <td>約31EFPY</td> <td>約28EFPY</td> <td>約28EFPY</td> <td>約17EFPY</td> <td>約15EFPY</td> </tr> <tr> <td>損傷本数</td> <td>9本</td> <td>1本</td> <td>2本</td> <td>0本</td> <td>0本</td> </tr> </tbody> </table> <p>日本機械学会 発電用原子力設備規格 維持規格において、バッフルフォーマボルトはボルト全数の約7割が損傷した場合においても炉内構造物の安全機能の確保は可能と評価しており、これに比べると海外事例におけるボルト損傷本数はいずれも十分少なく、炉内構造物の安全機能に影響を及ぼすものではないと考える。</p> <p>なお、美浜3号炉は炉内構造物の一式取替を実施することとしており、炉内構造物取替に際しては以下の配慮を行なうことにより、バッフルフォーマボルトの耐IASC性を向上させており、IASCが発生する可能性は更に低いと考えられる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・炉心バッフルへの角バッフル構造の採用、バッフルフォーマボルトのシャンク長さの増大、首下形状のパラボリック形状の採用により、ボルトの応力低減 ・炉心バッフル取付板にボルト冷却孔を設け、ボルトの温度を低減 ・炉心槽と炉心バッフルの間の領域を流れるバイパス流量を増加させることにより、バッフル構造の温度、熱変形を低減させ、バッフルフォーマボルトに発生する熱応力を低減 <p>また、3ループプラント以外も含めて米国で公開されているバッフルフォーマボルトの損傷事例について確認した結果、「PWR炉内構造物点検評価ガイドライン[バッフルフォーマボルト]（原子力安全推進協会）」等の国内知見を大きく超えるようなボルト損傷の事例は確認されていない。今後も国内外のバッフルフォーマボルトの点検結果を注視し、バッフルフォーマボルトの健全性評価手法の妥当性確認を継続して実施していく。</p> <p>また、バッフルフォーマボルト以外の炉内構造物の部位では、これまでに入手している国内外の情報の範囲においてはIASCが発生した事例はない。</p> <p style="text-align: right;">以上</p>		Robinson2u	Surry1u	Surry2u	Farley1u	Farley2u	営業運転開始日	1971. 3. 7	1972. 12. 22	1973. 5. 1	1977. 12. 1	1981. 7. 30	点検時間	約31EFPY	約28EFPY	約28EFPY	約17EFPY	約15EFPY	損傷本数	9本	1本	2本	0本	0本
	Robinson2u	Surry1u	Surry2u	Farley1u	Farley2u																				
営業運転開始日	1971. 3. 7	1972. 12. 22	1973. 5. 1	1977. 12. 1	1981. 7. 30																				
点検時間	約31EFPY	約28EFPY	約28EFPY	約17EFPY	約15EFPY																				
損傷本数	9本	1本	2本	0本	0本																				

美浜3号炉-IASCC-14Rev.1

<p>タイトル</p>	<p>炉心支持構造物を含む炉内構造物に対する非破壊試験について</p>																				
<p>説明</p>	<p>炉心支持構造物を含む炉内構造物については、下表に示す発電用原子力設備規格 維持規格（日本機械学会）の要求事項に基づき定期的に目視検査（可視範囲100%）を実施しており、点検の結果、これまでに有意な異常は認められていない。至近の点検記録を添付1に示す。</p> <p>また、美浜3号炉の炉内構造物は第25回定期検査時に一式取替をすることとしており、取替後も維持規格に基づく検査を実施する計画である。</p> <p>維持規格検査内容</p> <table border="1" data-bbox="424 920 1361 1339"> <thead> <tr> <th>項目番号</th> <th>対象箇所</th> <th>試験対象</th> <th>方法</th> <th>頻度</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>G1.10</td> <td>原子炉容器の内部</td> <td>炉心槽 炉心バッフル※ 下部炉心板</td> <td>VT-3</td> <td>約3年</td> </tr> <tr> <td>G1.40</td> <td>構造物・取付け物</td> <td>制御棒クラスター案内管 炉心バッフル 熱遮蔽材 など</td> <td>VT-3</td> <td>約7年</td> </tr> <tr> <td>G1.50</td> <td>炉心支持構造物</td> <td>炉心槽 上部炉心支持板 など</td> <td>VT-3</td> <td>約7年</td> </tr> </tbody> </table> <p>※炉心バッフル取付板、バッフルフォーマボルト、バレルフォーマボルトを含む</p> <p style="text-align: right;">以上</p>	項目番号	対象箇所	試験対象	方法	頻度	G1.10	原子炉容器の内部	炉心槽 炉心バッフル※ 下部炉心板	VT-3	約3年	G1.40	構造物・取付け物	制御棒クラスター案内管 炉心バッフル 熱遮蔽材 など	VT-3	約7年	G1.50	炉心支持構造物	炉心槽 上部炉心支持板 など	VT-3	約7年
項目番号	対象箇所	試験対象	方法	頻度																	
G1.10	原子炉容器の内部	炉心槽 炉心バッフル※ 下部炉心板	VT-3	約3年																	
G1.40	構造物・取付け物	制御棒クラスター案内管 炉心バッフル 熱遮蔽材 など	VT-3	約7年																	
G1.50	炉心支持構造物	炉心槽 上部炉心支持板 など	VT-3	約7年																	

関西電力株式会社 美浜発電所

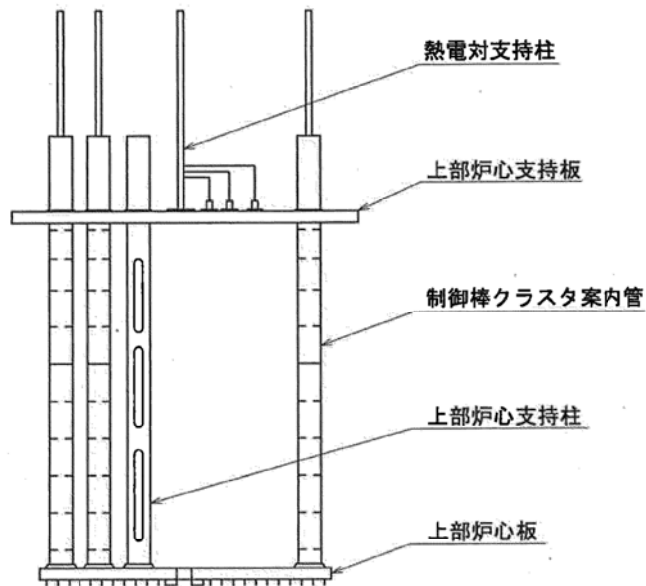
第3号機 第21回

定期事業者検査要領書

設備名：原子炉本体
原子炉冷却系統設備
計測制御系統設備
検査名：第1種機器供用期間中検査
要領書番号：M3-21-101-9

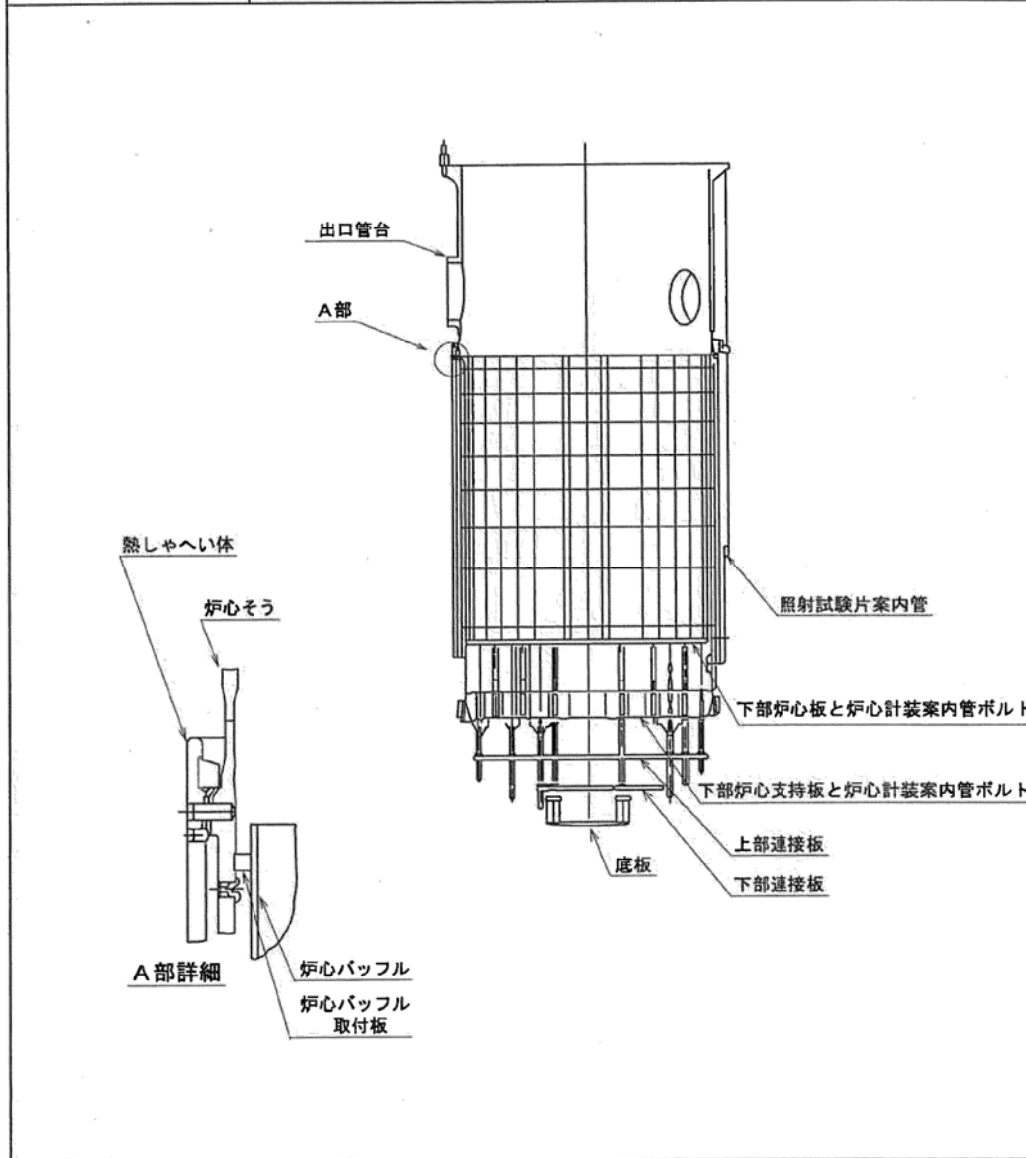
原子炉容器検査箇所図 (23/24)

項目番号	G1.70	カテゴリ	G-P-2
検査対象箇所	上部炉心構造物		
全検査箇所	1基	検査方法	VT-3 (水中テレビ)
10年間の検査範囲	100% (可能範囲)	当年度検査箇所	100%



原子炉容器検査箇所図 (24/24)

項目番号	G1.70	カテゴリ	G-P-2
検査対象箇所	下部炉心構造物		
全検査箇所	1基	検査方法	VT-3 (水中テレビ)
10年間の検査範囲	100% (可能範囲)	当年度検査箇所	100%



非破壊検査記録 (1/1)

検査年月日 平成17年 7月 10日
 検査員 XXXXXXXXXX

項目番号	カテゴリ	機器名	検査の対象機器	検査箇所		
G1.70	G-P-2	原子炉容器	上部炉心構造物	100%		
検査実施内容	目視検査	1. 直接目視検査 (VT-) ②. 遠隔目視検査 (VT-3 水中テレビ)				
	表面検査	浸透検査	探傷剤	温度	浸透時間	現像時間
		磁粉検査	探傷器	磁粉	試験片	その他
	体積検査	超音波探傷検査	探傷器	探触子	試験片	感度
			リジェクション	接触媒質	パルス幅	
			OFF			
	放射線透過検査	放射線透過検査	線源	線源寸法	線源・フィルム間距離	増感紙
			透過度計の型	透過度計の位置	材厚	はさみ金
	検査実施結果	検査項目		結果	備考	
目視検査		良				
表面検査		浸透探傷検査		検査員:		
		磁粉探傷検査		検査員:		
体積検査		超音波探傷検査		検査員:		
	放射線透過検査		検査員:			
評価						

非破壊検査記録 (1/1)

検査年月日 平成 17 年 7 月 11 日

検査員 XXXXXXXXXX

項目番号	カテゴリ	機器名	検査の対象機器	検査箇所		
G1.70	G-P-2	原子炉容器	下部炉心構造物	100%		
検査実施内容	目視検査	1. 直接目視検査 (VT-) ②. 遠隔目視検査 (VT-3 水中テレビ)				
	表面検査	浸透検査	探傷剤	温度	浸透時間	現像時間
	表面検査	磁粉検査	探傷器	磁粉	試験片	その他
	体積検査	超音波探傷検査	探傷器	探触子	試験片	感度
	放射線検査	透過検査	リジェクション OFF	接触媒質	パルス幅	
	放射線検査	放射線	線源	線源寸法	線源・フィルム間距離	増感紙
	放射線検査	放射線	透過度計の型	透過度計の位置	材厚	はさみ金
	検査結果	検査項目	結果		備考	
	検査結果	目視検査	良			
	検査結果	表面検査	浸透探傷検査	検査員:		
	検査結果	表面検査	磁粉探傷検査	検査員:		
	検査結果	体積検査	超音波探傷検査	検査員:		
	検査結果	体積検査	放射線透過検査	検査員:		
	評価					

関西電力株式会社 美浜発電所

第3号機 第24保全サイクル

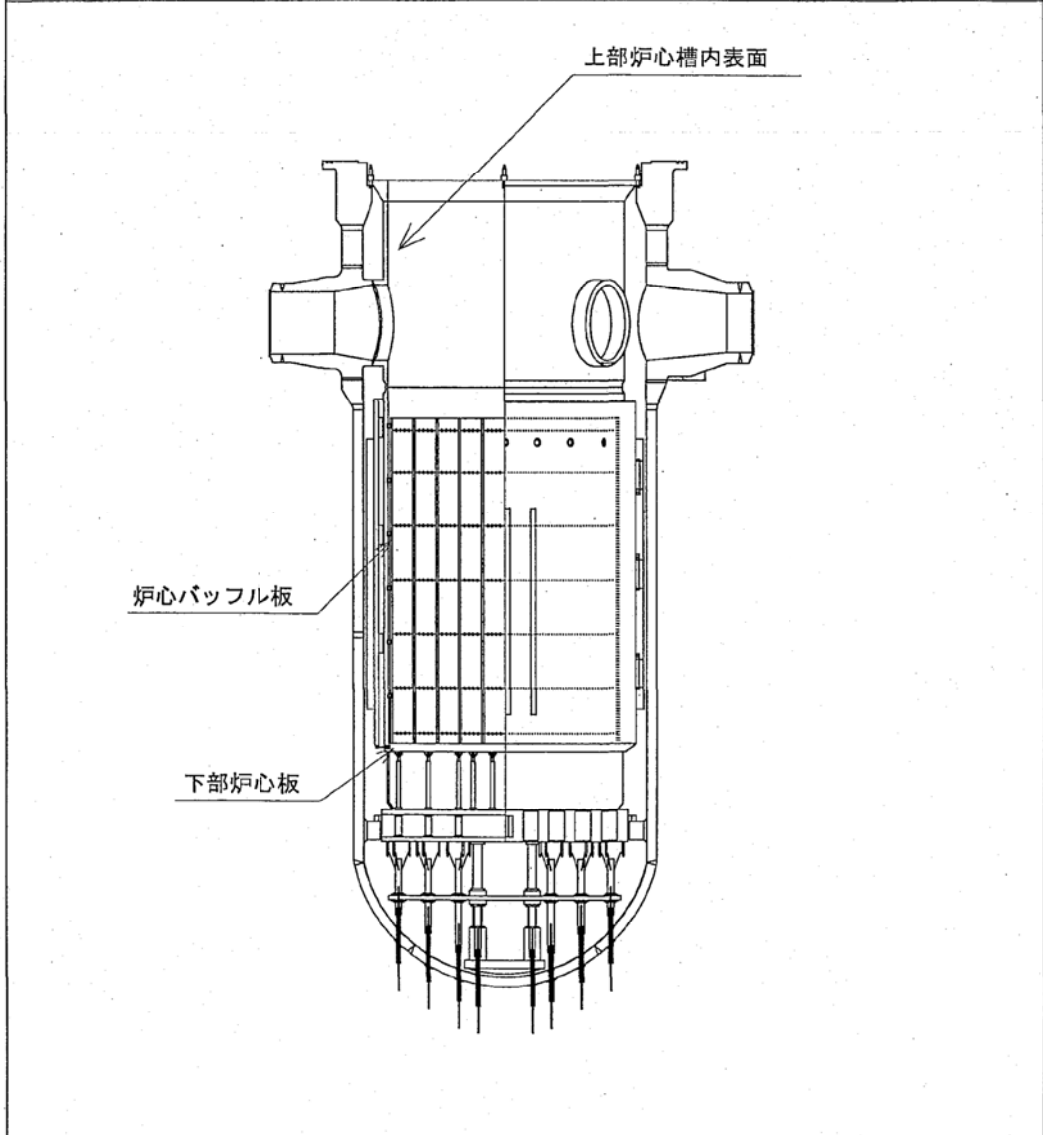
定期事業者検査要領書

設 備 名：原子炉本体
原子炉冷却系統設備
計測制御系統設備

検 査 名：クラス1機器供用期間中検査
要領書番号：M3-24-101-2

原子炉容器検査箇所図(11/11)

項目番号	G1.10	カテゴリ	G-P-1
検査対象箇所	原子炉容器の内部		
全検査箇所	1基	検査方法	VT-3 (水中テレビ)
7年間の検査範囲	各検査時期に 100% (可能範囲)	当年度検査箇所	100%



非破壊検査記録 (1/1)

検査年月日 平成21年12月25日

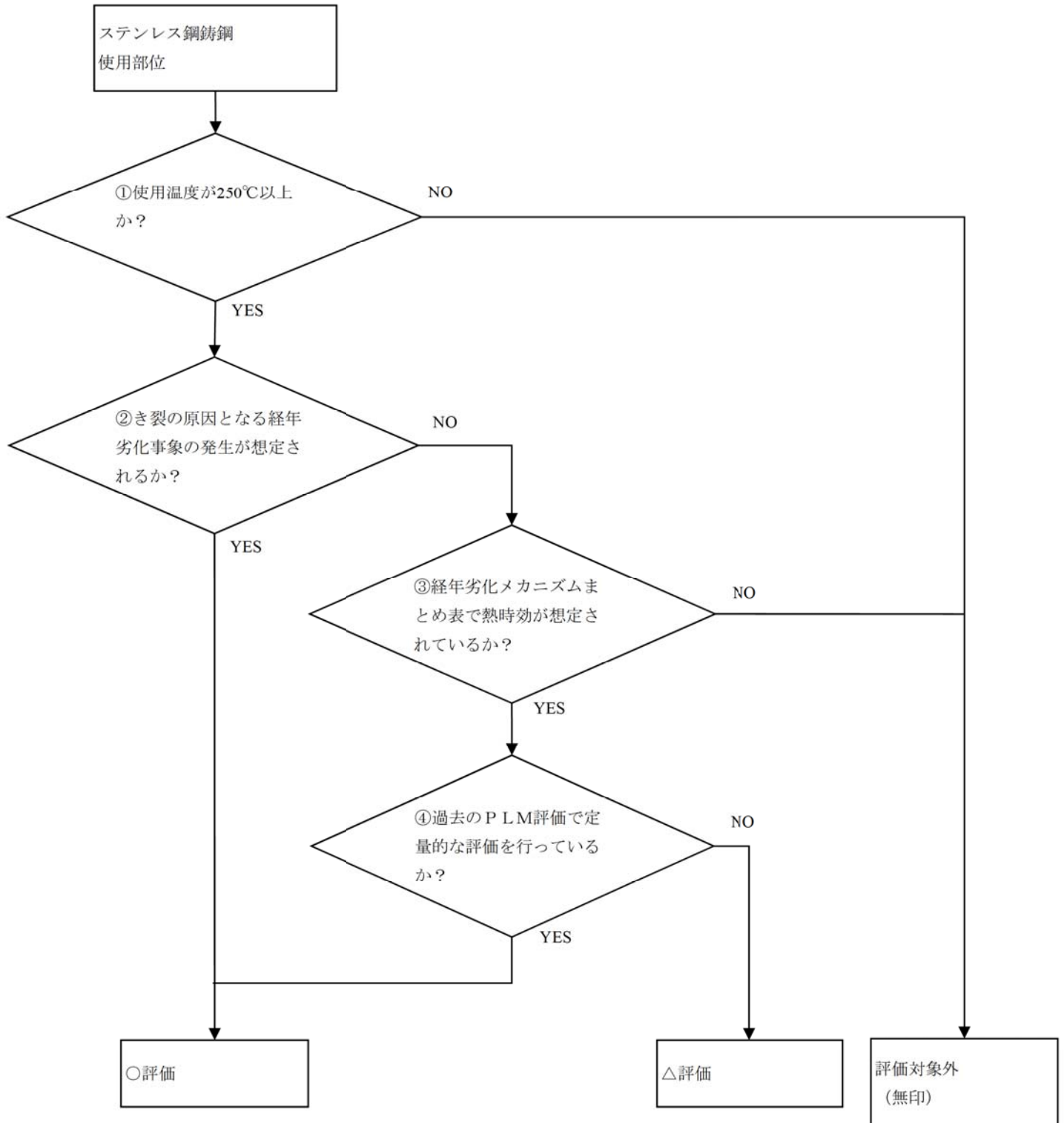
検査員 XXXXXXXXXX

項目番号	カテゴリ	機器名	検査の対象機器	検査箇所		
G1.10	G-P-1	原子炉容器	原子炉容器の内部	100%		
検査実施内容	目視検査	1. 直接目視検査(VT-) ②. 遠隔目視検査(VT-3 水中テレビ)				
	表面検査	浸透探傷検査	探傷剤	温度	浸透時間	現像時間
	体積検査	超音波探傷検査	探傷器	探触子	試験片	感度
			リジェクション	接触媒質	パルス幅	
			OFF			
	検査実施結果	検査項目		結果	備考	
目視検査		良				
表面検査		浸透探傷検査		検査員:		
体積検査	超音波探傷検査		検査員:			
評価						

美浜3号炉－熱時効－1 rev1

<p>タイトル</p>	<p>ステンレス鋼製機器の熱時効劣化評価対象物の抽出プロセスについて</p>																
<p>説明</p>	<p>ステンレス鋼製部位に対する評価の考え方（熱時効スクリーニングフロー）を添付1に示す。 また、本フローに基づき選定した結果の一覧を添付2に示す。 本スクリーニングの結果、○評価として1次冷却材ポンプのケーシング及び1次冷却材管を選定した。</p> <p>なお、添付2の表において、評価C（経年劣化メカニズムまとめ表で熱時効を想定しているが、過去のPLM評価で定量的な評価を行っていないもの）としている下記表記載の部位について、○評価としない理由を対応する別添に記載する。</p> <p>表1 別添対応表</p> <table border="1" data-bbox="550 1077 1233 1424"> <thead> <tr> <th>部位名称</th> <th>別添番号</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1次冷却材ポンプ羽根車</td> <td>別添－1</td> </tr> <tr> <td>加圧器スプレイング</td> <td>別添－2</td> </tr> <tr> <td>余熱除去ポンプ入口弁</td> <td>別添－3</td> </tr> <tr> <td>抽出水第1しゃ断弁</td> <td>別添－4</td> </tr> <tr> <td>原子炉容器連絡逆止弁</td> <td>別添－5</td> </tr> <tr> <td>加圧器安全弁</td> <td>別添－6</td> </tr> <tr> <td>制御棒クラスタ構成品 (スパイダー、ベーン、フィンガ)</td> <td>別添－7</td> </tr> </tbody> </table>	部位名称	別添番号	1次冷却材ポンプ羽根車	別添－1	加圧器スプレイング	別添－2	余熱除去ポンプ入口弁	別添－3	抽出水第1しゃ断弁	別添－4	原子炉容器連絡逆止弁	別添－5	加圧器安全弁	別添－6	制御棒クラスタ構成品 (スパイダー、ベーン、フィンガ)	別添－7
部位名称	別添番号																
1次冷却材ポンプ羽根車	別添－1																
加圧器スプレイング	別添－2																
余熱除去ポンプ入口弁	別添－3																
抽出水第1しゃ断弁	別添－4																
原子炉容器連絡逆止弁	別添－5																
加圧器安全弁	別添－6																
制御棒クラスタ構成品 (スパイダー、ベーン、フィンガ)	別添－7																

熱時効スクリーニングフロー



ステンレス鋼使用部位の評価一覧

<評価根拠>

A: 使用温度が250℃未満

B: き裂の原因となる経年劣化現象の発生が想定されない、かつ経年劣化メカニズムまとめ表で熱時効が想定されない

C: 経年劣化メカニズムまとめ表で熱時効が想定されているが過去のPLM評価で定量的な評価を行っていない(△事象として選定)

D: 経年劣化メカニズムまとめ表で熱時効が想定されており、過去のPLM評価で定量的な評価を行っている(○事象として選定)

機種	機器	部位	①最高使用温度	②使用温度	③き裂を想定?	④まとめ表で想定?	⑤過去に定量的評価?	PLM評価	評価根拠
ポンプ	海水ポンプ	羽根車	40	-	-	-	-	-	A
		案内羽根、吸込口、中間軸受箱			-	-	-	-	A
	充てん/高圧注入ポンプ	羽根車	150	-	-	-	-	-	A
	1次系冷却水ポンプ	羽根車	95	-	-	-	-	-	A
	タービン動補助給水ポンプ	羽根車	40	-	-	-	-	-	A
		ケーシングカバー			-	-	-	-	A
	余熱除去ポンプ	羽根車	200	-	-	-	-	-	A
		ケーシング、ケーシングカバー			-	-	-	-	A
	復水ポンプ	羽根車	80	-	-	-	-	-	A
	1次冷却材ポンプ	羽根車	343	-	289	x	○	x	△
ケーシング		x			○	○	○	D	
主フランジ		130			-	-	-	-	A
容器	加圧器	スプレインズル	360	-	x	○	x	△	C
配管	1次冷却材管	直管	343	-	x	○	○	○	D
		エルボ			x	○	○	○	D
仕切弁	余熱除去ポンプ入口弁	弁箱	343	-	x	○	x	△	C
		弁蓋			x	○	x	△	C
		弁体			x	x	-	-	B
	内部スプレポンプエゼクタ入口弁	弁箱	150	-	-	-	-	-	A
		弁体			-	-	-	-	A
	補助給水ポンプミニマムフローライン復水タンク入口止め弁	弁箱	40	-	-	-	-	-	A
		弁蓋			-	-	-	-	A
		弁体			-	-	-	-	A
	海水ポンプ潤滑水A連絡弁	弁箱(弁座と一体)	40	-	-	-	-	-	A
		弁蓋			-	-	-	-	A
弁体		-			-	-	-	A	
玉形弁	抽出水第1しゃ断弁	弁箱	343	-	x	○	x	△	C
	よう素除去薬品タンク出口弁	弁箱(弁座と一体)	150	-	-	-	-	-	A
弁蓋		-			-	-	-	A	
バタフライ弁	余熱除去クーラ流量制御弁	弁箱(弁座と一体)	200	-	-	-	-	-	A
		弁体			-	-	-	-	A
	余熱除去クーラ冷却水出口流量調整弁	弁箱	95	-	-	-	-	-	A
		弁蓋			-	-	-	-	A
		弁体			-	-	-	-	A
内部スプレクーラ冷却水出口流量調整弁	弁体	95	-	-	-	-	A		
海水ポンプ出口ストレーナ入口弁	弁体	40	-	-	-	-	-	A	
ダイヤフラム弁	格納容器冷却材ドレンポンプ出口しゃ断弁	弁箱	150	-	-	-	-	-	A
	格納容器行き1次系純水補給隔離弁	弁箱	65	-	-	-	-	-	A
	格納容器減圧弁	弁箱	122	-	-	-	-	-	A
	海水ポンプ潤滑水ストレーナ入口弁	弁箱	40	-	-	-	-	-	A
	海水ポンプモータ冷却水流量発信器入口弁	弁蓋	40	-	-	-	-	-	A
スイング逆止弁	原子炉容器連絡逆止弁	弁箱	343	-	x	○	x	△	C
	スプレエゼクタ入口逆止弁	弁箱	150	-	-	-	-	-	A
	加圧器逃がしタンク1次系純水供給入口逆止弁	弁箱	65	-	-	-	-	-	A
	海水ポンプ潤滑水取出ライン逆止弁	弁箱(弁座と一体)	40	-	-	-	-	-	A
		弁蓋			-	-	-	-	A
弁体		-			-	-	-	A	
アーム	-	-	-	-	A				
安全逃し弁	加圧器安全弁	弁箱	360	100	x	○	x	△	C
	空気槽安全弁	弁体	50	-	-	-	-	-	A

ステンレス鋼鍍鋼使用部位の評価一覧

ステンレス鋼鍍鋼使用部位の評価一覧									
<評価根拠> A: 使用温度が250℃未満 B: き裂の原因となる経年劣化事象の発生が想定されない、かつ経年劣化メカニズムまとめ表で熱時効が想定されない C: 経年劣化メカニズムまとめ表で熱時効が想定されているが過去のPLM評価で定量的な評価を行っていない(△事象として選定) D: 経年劣化メカニズムまとめ表で熱時効が想定されており、過去のPLM評価で定量的な評価を行っている(○事象として選定)									
機種	機器	部位	①最高使用温度	①使用温度	②き裂を想定?	③まとめ表で想定?	④過去に定量評価?	PLM評価	評価根拠
タービン設備	高圧タービン	インナーグランド本体	291	185以下	—	—	—		A
		翼環		257	×	×	—		B
	低圧タービン	静翼(11段翼)	270	115以下	—	—	—		A
		主油ポンプ		羽根車	80	—	—	—	
空調設備	冷凍機	冷水系統 冷水ポンプ ケーシング	—	40	—	—	—		A
		冷水系統 冷水ポンプ 羽根車			—	—	—		A
機械設備	計器用空気乾燥器	四方弁・弁体	300	200	—	—	—		A
		四方弁・弁箱			—	—	—		A
		四方弁・弁蓋			—	—	—		A
	制御棒クラスタ	スパイダー・ベーン・フィンガ	343	323	×	○	×	△	C
		羽根車			—	—	—		A
		濃縮液ポンプ			ケーシング	150	—	—	—
廃液蒸発装置	蒸りゅう水ポンプ	羽根車	150	—	—	—	—		A
		ケーシング			—	—	—		A

1次冷却材ポンプ羽根車の熱時効が着目すべき経年劣化事象ではないとした理由について

1次冷却材ポンプ羽根車については、高経年化技術評価書での評価結果の通り、き裂の発生原因となる経年劣化事象および応力が想定されず、分解点検時の検査内容からもき裂が検出されていないことから、羽根車の熱時効が着目すべき経年劣化事象ではないとしている。

き裂の発生が想定されないとした理由は以下のとおり。

- ・1次冷却材ポンプ羽根車について、当社プラント及び国内原子力発電所では過去にき裂に関する不具合は発生していない。（国内原子力発電所については、原子力施設情報公開ライブラリーの登録情報による）
- ・1次冷却材ポンプ羽根車は圧力バウンダリではなく、想定される応力として定格運転時のインペラの遠心力と流体からの応力について想定し評価したところ、結果は 1 N/mm^2 程度であり1次冷却材管など他部位と比較して大きな荷重がかからないことからき裂が発生、進展していくことはないと考えられる。

図1に設計図面を示す。

分解点検時の検査内容および記録を以下に示す。（別添1-A）

1次冷却材羽根車

点検頻度：ISIの定点であるC号機について
それ以外のA・B号機は

点検方法, 判定基準：目視確認（表面に機能・性能に影響を及ぼす恐れのあるき裂（※）、打痕、変形及び摩耗が無いこと）に加えて、設計・建設規格に基づき浸透探傷検査（PT）を実施。

点検結果：結果良好。

※：維持規格においては、き裂を検出するための試験として目視試験（VT-1あるいはMVT-1）を定めているが、当該箇所の目視確認は維持規格の条件を満たすものではない。

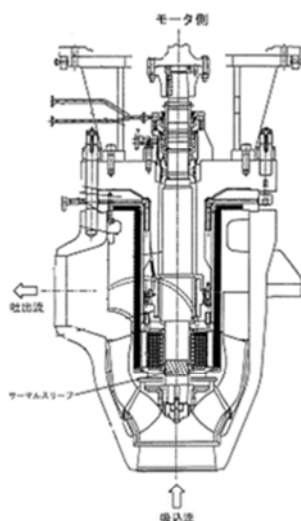


図1 RCP全体図面

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

製造時の検査内容および結果について表 1 に示す。

表 1 各部位の製造時検査記録の内容、判定基準、および結果

部位	検査内容	判定基準	判定結果
1 次冷却材ポンプ羽根車	放射線透過試験	ASME Boiler and Pressure Vessel Code 1971 and the RDT standard	良
	浸透探傷試験	ASTM E165-71に準拠	良

3-2001-24M070

ドキュメント番号

Aクラス

原子炉保修課	課長	係長	班長	係
--------	----	----	----	---

機械技術
7名以内

関西電力(株) 美浜発電所 3号機

第 2 4 回 定 検

主冷却材ポンプ分解点検工事

(総括報告書)

総 括 報 告 書

発行		技術資料クラスB		美浜定検作業所		作成		平成22年4月14日	
作業所図書番号		改訂				現場代理人		副所長	
—		○		—		—		—	
現地	配電	作業所控	関連資料図書番号						
配布先			—						
内 容		注文主	工事番号	年月日	—				
本文	一 頁	関西電力株 美浜発電所 第3号機	アイテム	照合者	部 課				
図表	一 枚		2215427		課長	主任	担当	作成	
表紙共	一 枚		0100						
備考									
					作成	平成	年	月	日
					出書	平成	年	月	日
配布先			控		図書番号	改訂			
			!						

判定結果(寸法)	
判定年月日	H22.2.19
判定者	████████
判定結果	良

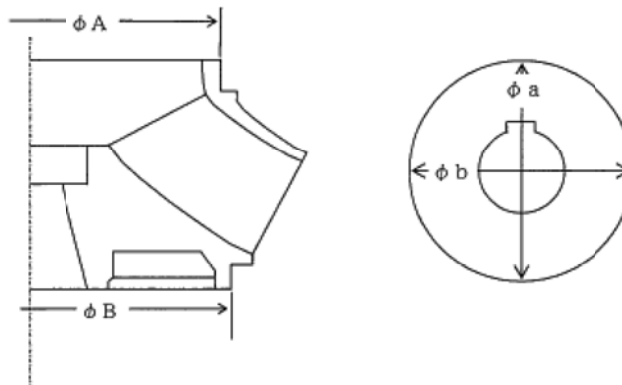
検査項目	寸法検査		
	関電	QC	作責
区分	△	△	◎
月日	2/19	2/19	2/19
結果	✓	✓	✓
確認者	████████		

記録-8

(点検結果の確認) ◻:異常なし ▲:異常あり

羽根車点検記録

ポンプ号機	旧 3U B 号機		
インターナル	今回分解(旧)インターナル (M3 #24回 B-RCPより取り出し品)		
年月日	H22.1.24	H22.2.9	H22.2.15 H22.2.19
計測器具	アウトサイドマイクロメーター (管理番号: B-1-213)		
記事			



単位 mm

羽根車ウエアリング部計測記録		
羽根車ウエアリング外径計測部	φA(吸込み側)	φB(吐出側)
アフターテストリミット		
キー方向 (φ a)		
キー直角方向 (φ b)		

羽根車キー目視点検	項目	年月日	判定
◎ 良 ・ 否	1. 主軸との嵌合部(テーパ)当り目視点検	H22.15 H22.2.19	◎ 良 ・ 否
	2. 翼のわれ、欠け目視点検	H22.2.15	◎ 良 ・ 否
	3. 羽根車ナット廻り止めボルト溶接部目視点検	H22.1.24	◎ 良 ・ 否
	4. カバープレートの溶接部PT検査	H22.2.9	◎ 良 ・ 否

検査項目	目視検査					
	関電	QC	QC	作責	作責	作責
区分	△	△	△	◎	◎	◎
月日	2/19	2/19	2/19	2/19	2/19	2/19
結果	✓	✓	✓	✓	✓	✓
確認者	████████					

区分: ◎作業中同時立会、○作業完了後立会、△作業記録の審査

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

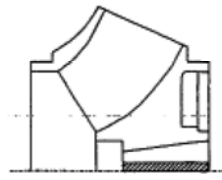
工事件名:美浜発電所3号機 第24回定検
主冷却材ポンプ分解点検工事(第1分冊)
(B号機)

検査項目・PT検査			
区分	開電	QC	作責
月日	29	29	29
結果	✓	✓	✓
確認者	[Redacted]		

記録-11

(点検結果の確認)
レ:異常なし
▲:異常あり

区分:◎作業中同時立会,○作業完了後立会,△作業記録の審査 Form No.:PT-NA(R0)

PENETRANT TESTING RECORD (A)		Section [Redacted]													
浸透探傷試験記録 (A)		[Redacted]													
Customer 注文主	関西電力(株)美浜発電所3号機	Order No. 工事番号	2215427												
Name of Part 品名	羽根車 識別番号:10352-954-937927-01-4	Drawing No. 図面番号													
Maker メーカー	[Redacted]	Lot No. ロット番号													
Penetrant 浸透液			9A363												
Remover 洗浄液															
Developer 現像液			9D188												
Penetrant Application Method Method of Applying Developer 現像方法			9H573												
Surface Temp. 表面温度	18 °C	Test Area 試験箇所	羽根車キー溝(斜線部)												
Thermometer Serial No. 温度計管理番号	A-23-7	Weld Joint No. 溶接線番号													
Applicable Std. 適用規格	JSME S NCI-2005/2007	Time of Test 試験時期	第24回定検時												
Procedure No. 要領書番号	AG-80198	Quantity 数量	1												
Acceptance Std. 判定基準	JSME S NCI-2005/2007 ■ 浸透指示模様が設計・建設規格に適合していること □ 設計・建設規格に適合しない場合にあつては、機能性能に影響をおよぼす浸透指示模様でないこと。	Test Result 試験結果	合格												
浸透指示模様の有無	(有) ・ 無	Surface Condition 表面状態	<input type="checkbox"/> 溶接肌 As weld <input checked="" type="checkbox"/> 機械仕上げ As machine <input type="checkbox"/> グラインダー仕上げ As grind												
 <p>羽根車キー溝(斜線部)</p>		Inspector 検査員(実施者)	[Redacted] 資格 NDIS PT2 [Redacted] 資格 NDIS PT3 (判定者)												
		Date of Test 試験日(実施日)	H 22 . 2 . 9												
※材料の厚さ:(mm)は下記の区分記号で表示する <table border="1"> <thead> <tr> <th>区分</th> <th>線状指示模様区分</th> <th>円形指示模様区分</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>t ≤ 16</td> <td>t ≤ 16</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>16 < t ≤ 50</td> <td>16 < t</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>50 < t</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				区分	線状指示模様区分	円形指示模様区分	A	t ≤ 16	t ≤ 16	B	16 < t ≤ 50	16 < t	C	50 < t	
区分	線状指示模様区分	円形指示模様区分													
A	t ≤ 16	t ≤ 16													
B	16 < t ≤ 50	16 < t													
C	50 < t														
試験場所: 3号機 A/B EL24m 除染ピットエリア															

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

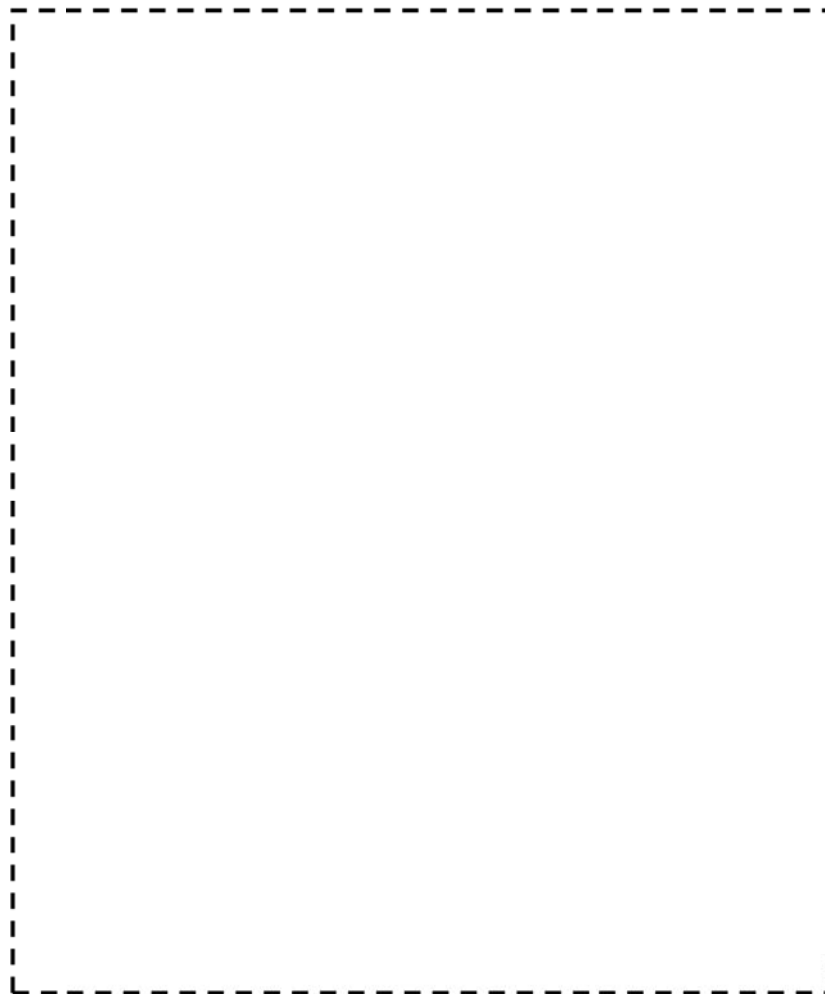
加圧器スプレイノズルの熱時効が着目すべき経年劣化事象ではないとした理由について

スプレイノズルは加圧器本体とネジ止めにて結合されている。このため、スプレイノズルは、拘束されていないためスプレイ配管からの外荷重の伝達経路（※）ではなく、圧力バウンダリでもないことから、有意な応力は発生しないと考える。

したがって熱時効による材料特性の変化が問題となることはなく、着目すべき経年劣化事象としていない。

スプレイノズルについては、加圧器内部の目視点検 において、脱落等異常のないことを確認している（別添 2 - A）。なお、加圧器内部の出口側（サージ用管台部）にスクリーンが設置されており、仮にスプレイノズルの脱落が発生した場合においてもスクリーンにトラップされることから、プラントの安全上影響はない。

※加圧器は、スカートにより建屋に固定されているため、スプレイ管台が荷重を受けた際の荷重の伝達経路は、管台→加圧器本体→スカート→建屋となる。スプレイノズルは拘束されておらず、荷重伝達経路とならない。



枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

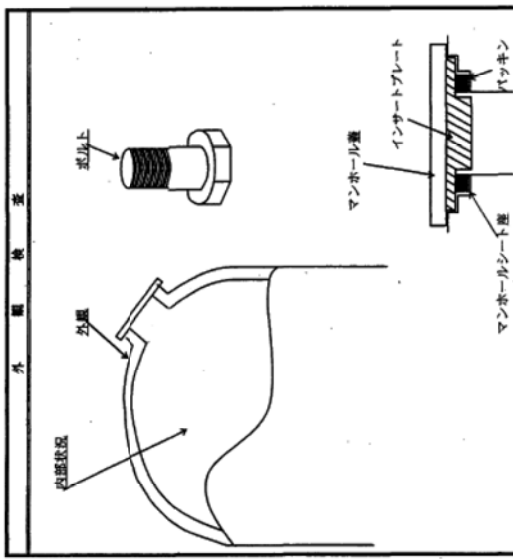
検査番号: 第24回-12次高圧交換機検査結果報告書

加圧器
開放点検記録

検査名		外観検査		各部計測記録検査	
立会区分	作業責任者	開電	作業責任者	開電	作業責任者
日時	1/14	1/14	1/14	1/14	1/14
結果	1/14	1/14	1/14	1/14	1/14
確認者	1/14	1/14	1/14	1/14	1/14

【立会区分】
 ○: 作業中同時立会 △: 作業完了後立会
 △: 作業記録の署名 /: 該当なし
 (点検結果の表示)
 V: 異常なし A: 異常あり

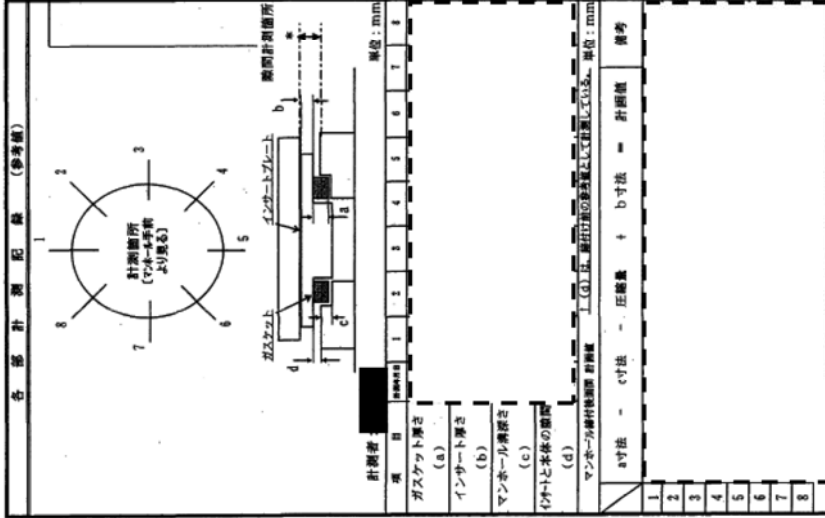
検査名		開電計測記録検査	
立会区分	作業責任者	開電	作業責任者
日時	1/14	1/14	1/14
結果	1/14	1/14	1/14
確認者	1/14	1/14	1/14



検査基準
 * 表面に損傷・性能に影響を及ぼす恐れのあるき裂、打こん、変形及び腐蝕がないこと。

測定年月日: H22.1.14 測定者: [Redacted] 判定結果: 合格

点検対象	点検方法	検査年月日	点検結果	点検者	備考
マンホール蓋	目視	H22.1.14	✓	[Redacted]	
マンホール座	目視	H22.1.14	✓	[Redacted]	
マンホールプレート	目視	H22.1.14	✓	[Redacted]	
マンホールナット	目視	H22.1.14	✓	[Redacted]	
内部状況	目視	H22.1.14	✓	[Redacted]	
~取付余白~					



測定年月日: H22.1.14 測定者: [Redacted] 判定結果: 合格

点検対象	点検方法	検査年月日	点検結果	点検者	備考
マンホール座	目視	H22.1.14	✓	[Redacted]	
マンホールプレート	目視	H22.1.14	✓	[Redacted]	
マンホールナット	目視	H22.1.14	✓	[Redacted]	
内部状況	目視	H22.1.14	✓	[Redacted]	
~取付余白~					



測定年月日: H22.1.14 測定者: [Redacted] 判定結果: 合格

点検対象	点検方法	検査年月日	点検結果	点検者	備考
マンホール座	目視	H22.1.14	✓	[Redacted]	
マンホールプレート	目視	H22.1.14	✓	[Redacted]	
マンホールナット	目視	H22.1.14	✓	[Redacted]	
内部状況	目視	H22.1.14	✓	[Redacted]	
~取付余白~					

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

余熱除去ポンプ入口弁（弁箱・弁体・弁蓋）の熱時効が着目すべき経年劣化事象ではないとした理由について

余熱除去ポンプ入口弁（MOV-8702A）の弁箱、弁蓋および弁体はステンレス鋼製であるが、製造時に浸透探傷試験や放射線透過試験により技術基準に適合しないものではないことを確認した材料を使用している。例として弁蓋の記録を示す（別添3-A）。それぞれの部位の製造時検査記録について表1に示す。

余熱除去ポンプ入口弁には経年劣化事象として低サイクル疲労が想定されるが、運転開始後60年を想定した健全性評価の結果、割れが発生する可能性はないと考えている、また、弁は、配管や容器と比べて一般的に厚く製造されており、発生応力は小さいと考えられる。さらに定期的に弁内表面の目視検査を実施しており、弁内表面に異常がないことも確認している。（別添3-B）

以上より、熱時効は想定されるものの、そのことが機器の構造健全性に影響を与える可能性はないと考え着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

表1 各部位の製造時検査の内容、判定基準、および結果

部位	検査内容	判定基準	判定結果
弁箱	放射線透過試験	告示第501号	良
	浸透探傷試験	告示第501号	良
弁蓋	放射線透過試験	告示第501号	良
	浸透探傷試験	告示第501号	良
弁体	放射線透過試験	告示第501号	良
	浸透探傷試験	告示第501号	良

Form No. PT-01A

Report No.

LIQUID PENETRANT EXAMINATION REPORT
浸透探傷試験記録 (V C)

記録番号 P1921C

Customer

御注文先: 関西電力株式会社殿

User

御使用先: 関西電力榑美浜発電所 第3号機殿

検査課

Valve No.

弁番号: 3MOV-8702A

Valve Type

No.

台番号: A010192-001

Procedure No.

要領書番号: 39489

Test Condition and Results

試験条件及び試験結果

Part Name	弁ふた X 逆座 X U-クオアパルプ 逆座			
部品名	弁ふた	逆座	U-クオアパルプ	逆座
Material				
材質				
Examination Portion				
試験部位 #1				
Surface Condition				
表面状態 #2				
Temperature				
試験温度 (°C)				
Penetrant Time (min.)				
浸透時間 (分)				
Development Time (min.)				
現像時間 (分)				
Brand Name				
探傷剤銘柄 #3				
Accept. Standards				
判定基準 #4				
Judgement	<input checked="" type="checkbox"/> 合格 Acceptable Level II	<input checked="" type="checkbox"/> 合格 Acceptable Level II	<input checked="" type="checkbox"/> 合格 Acceptable Level II	<input checked="" type="checkbox"/> 合格 Acceptable Level II
判定				
Examination Date and Judged By				
試験日及び判定者	H13. 12. 3	H13. 11. 16	H13. 12. 3	H13. 12. 7
記 事 Remarks				
	Customer 先 関西電力榑殿 記録係 17/1			
	Approved By 承認者		Reviewed By 確認者	
	H13. 12. 7		H13. 12. 7	

T. F. No.05

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

Form No. RT-01A

放射線透過試験記録

記録番号 R1921C 1/3

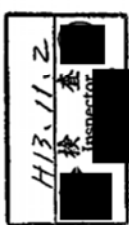
御使用先：関西電力(株)検査課
 御使用先：関西電力(株)検査課 第3号機

弁番号：3M0V-8702A 弁形式：弁
 弁番号：A010192-1 要領番号：23450
 製造番号：14091031825

試験部位	全	判定基準	告示第501号第8条	適合判定	合格
コード記号 *1 欠陥の種類	A. フローホール B. 砂かみ、及び介在物 C. 引け N. 無欠		判定者 LEVEL Ⅱ	検査者 LEVEL Ⅱ	影写者 LEVEL Ⅱ
現像方法：自動現像			H13.10.1	H13.10.1	H13.11.2

試験条件及び試験結果

年月日	70/10/1	フィルム番号	欠陥の種類・大きさ×数 *1 (mm) (個)	等級	フィルム形式 *2	フィルム寸法 (インチ)	増感紙 Pb F/B	透過度計 種類	肉厚 (mm)	距離 (mm)	線量	線源	フィルム温度
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10



関西電力検査課
 客先 記録簿綴
 12/1

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

T F No. 06

Form No. RT-01B

放射線透過試験記録													
記録番号 R 1921C 2/3													
年月日	フィルム番号	欠陥の種類・大きさ×数 *1 (mm) (個)	等級	フィルム形式 *2	フィルム寸法 (インチ)	増感紙 Pb F/B	透過度計 標	肉厚 (mm)	距離 (cm) S. F. D.	電量	線源エネルギー (G Bq)	線源 寸法	フィルム濃度
78/10/1			JIS G0581 級										
〃			JIS G0581 級										
〃			JIS G0581 級										
〃			JIS G0581 級										
			JIS G0581 級										
			JIS G0581 級										
			JIS G0581 級										
			JIS G0581 級										
			JIS G0581 級										
			JIS G0581 級										
			JIS G0581 級										
			JIS G0581 級										
			JIS G0581 級										
			JIS G0581 級										
			JIS G0581 級										
			JIS G0581 級										
			JIS G0581 級										
			JIS G0581 級										
			JIS G0581 級										
			JIS G0581 級										

T. F. No. 06

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

Form No. RT-01C

放射線透過試験記録

記録番号 R1921C 3/3

[撮影配置図]

[フィルム貼付図]

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

T. F No. 05

										A クラス	
課長 係長 班長 係				原子炉保修課		課長 係長		班長 係			
[Redacted]				[Redacted]		[Redacted]		[Redacted]			
機械技術 アドバイザー		電気技術 アドバイザー		課長 係長 班長 係							
[Redacted]		[Redacted]		[Redacted]							
関西電力(株) 美浜発電所第3号機											
第23 回定検											
原子炉冷却系統分岐他修繕工事のうち 原子炉冷却系統分岐他修繕工事 【総括表紙】											
総 括 報 告 書											
3-2002-2008R090(1/2)											
ドキュメント番号											
発行				作業所図書番号				作成 平成20年/2月 日			
				改訂				所長 副所長 班長			
				0							
現地		配電		作業所控		控		関連資料図書番号			
配布先		1		1		1					
内 容		注文主		工事番号		年月日		部			
本文		— 頁		2315257		照合者					
図表		— 頁		関西電力株				部長		次長 Gr長 作責 作成	
表紙共		956 頁		美浜発電所							
備考		第3号機									
								作成		平成 年 月 日	
								出書		平成 年 月 日	
配布先										改訂	

仕切弁点検記録

関西電力株式会社 美浜発電所3号機 原子炉冷却系統分岐他修繕工事

工事番号

弁番号	3MOV-8702A	弁名称	A余熱除去ポンプ入口弁(A冷却材ループ連絡第1弁)			
型式	MO-WG	タイプ	旧O/W	A010192-1	使用流体	水
点検対象	点検項目				点検結果	備考
弁箱・蓋	1	クラック・浸食等の欠陥の有無		無	有	
	2	ネジ部の焼き付き・変形・摩耗の有無		無	有	
	3	ガイド部の焼き付き・変形・摩耗の有無		無	有	
	4	ガスケット突合せ部が当たり面の状況		良	否	
弁棒	5	曲がり・クラック等の欠陥の有無		無	有	
	6	ネジ部の損傷・焼き付きの有無		無	有	
	7	グランド押さえ部の状況		良	否	
弁座	8	シート面の状況		良	否	
	9	クラック・浸食等の欠陥の有無		無	有	
弁体	10	摺合せ代の有無		有	無	
	11	シート面の状況		良	否	
	12	クラック・浸食等の欠陥の有無		無	有	
	13	ガイド部の焼き付き・変形・摩耗の有無		無	有	
その他	14	摺合せ代の有無		有	無	
	15	弁体弁座の当たり状況		良	否	
	16	駆動装置の状況		良	否	
	17	組立後の開閉確認		良	否	

点検項目	No. 1~12, 14	判定基準 (No. 1~9, 11~13)	項目	手入後状況確認		
点検年月日	平成20年9月24日	・各部の表面に機能・性能に影響を及ぼす恐れのあるき裂、打こん、変形及び摩耗がないこと	開電	品質	作業	
点検者		・浸食、損傷等の異常がないこと	区分	△	/	◎
判定年月日	平成20年10月7日	判定基準 (No. 10, 14)	月日	10/1	/	10/7
判定者		・摺合せ代があること	結果	✓	/	✓
判定結果	合格		確認者			
点検項目	No. 15	判定基準	項目	分断検査(当たり確認)		
点検年月日	平成20年10月7日	・線状であること	開電	品質	作業	
点検者		・太さが均一であること	区分	◎	◎	◎
判定年月日	平成20年10月7日	・当たりが切れていないこと	月日	10/1	10/1	10/7
判定者			結果	✓	✓	✓
判定結果	合格		確認者			
点検項目	No. 16, 17	判定基準	項目	開閉確認		
点検年月日	平成20年10月7日	・弁の作動状態に異常がないこと	開電	品質	作業	
点検者			区分	◎	/	◎
判定年月日	平成20年10月7日		月日	10/7	/	10/7
判定者			結果	✓	/	✓
判定結果	合格		確認者			
備考						

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

抽出水第1しゃ断弁（弁箱）の熱時効が着目すべき経年劣化事象ではないとした理由について

抽出水第1しゃ断弁（LCV-460）の弁箱はステンレス鋼鑄鋼製であるが、製造時に放射線透過試験により技術基準に適合しないものではないことを確認した材料を使用している（別添4-A）。製造時検査記録について表1に示す。

抽出水第1しゃ断弁（LCV-460）には経年劣化事象として低サイクル疲労が想定されるが、運転開始後60年を想定した健全性評価の結果、割れが発生する可能性はないと考ええる。また、弁は、配管や容器と比べて一般的に厚く製造されており、発生応力は小さいと考えられる。さらに定期的に弁内表面の目視検査を実施しており、弁内表面に異常がないことも確認している。（別添4-B）

以上より、熱時効は想定されるものの、そのことが機器の構造健全性に影響を与える可能性はないと考え着目すべき経年劣化事象ではないと判断している。

表1 製造時検査の方法、判定基準、および結果

部位	検査内容	判定基準	判定結果
弁箱	放射線透過試験	本体：ASTM2級 開先：JIS Z3104 1級	良

165
()内データは宛先検査時データを示す。

コープス電子力用弁検査成績書		客先	[Redacted]			
		検用先	KMJ-3			
Tag No	3LCV-460	型式名称	[Redacted]			
検査項目	試 単 位	種 別	0 検査員	客先検査員	検査日	成績書 No.
本体材料	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	26.06.22	[Redacted]
弁駆動検査	RT	本機 A5772-25 10157052302425	[Redacted]	[Redacted]	26.01.11	OFH-43-273
本体組立	[Redacted]					
弁直リク	[Redacted]					
弁直リ直	[Redacted]					
弁直リ直	[Redacted]					
Heテスト	[Redacted]					
検具テスト	[Redacted]					
記録紙検査	[Redacted]					
用 具 品	[Redacted]					
作動テスト	[Redacted]					
ON-OFF	[Redacted]					
寸法検査	[Redacted]					
備 考	[Redacted]					
工場品質責任者	年月日	0 検査責任者	年月日	客先立会者	年月日	
[Redacted]	26.01.20	[Redacted]	20.01.20	[Redacted]	20.1.22	

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

3-2001-21M030

資料室保管

Aクラス

機械技術
アドバイザー

原子炉
保修課

課長 係長 班長 係

関西電力株美浜発電所 第3号機

(第21回)

タービン主機他一般設備定期点検工事の内

工事件名: 1次系制御弁定期点検工事

総括報告書

兼定期点検工事記録

工事コード: 041P001420M030

美浜事業所

管理
番号

審査
及
認可

定検管理課(総務)

課長 係長 担当者

美浜営業所

関電工事番号 6230-8520-102

工事整理番号 WM-50008

原紙保管 美浜営業所

資料番号 WM-04-007-R

作成 平成19年1月23日

作成

承認 所長 作業 品管 安全 放管 作成

配布
先

関西電力

合計

認可欄

1 1 1 3

制御弁点検記録 1

工事件名: 1次系制御弁定期点検工事

東武東上線	3号機	Tag No.: 3LCV-480	弁名称: 抽出水第1レギュレータ
系統名	CVCS	メーカー	弁口径-圧力
設置場所		製造番号	弁型式
点検周期		型式	作動
工事区分	21回 定検	検定ストローク	ポジション
			着手日
			完了日

部位	点検結果	判定結果	処置	判定結果	備考			
グランド部	良	合格						
フランジ部	良	合格						
保温	良	合格						
サポートステー	良	合格						
その他	良	合格						
点検年月日	実施者	判定年月日	判定者	点検年月日	実施者	判定年月日	判定者	
H17.3.22		H17.3.22						
判定基準 液体の漏れ跡、腐食、欠損、異常な音が、空気漏れ、継手の変形や割れ等の異常がないこと。 正常な取り付けであること。								
確認	作業	品質	統括	開電	作業	品質	統括	開電
区分	結果	◎	△	◎	◎	△	◎	△
確認年月日	H17.3.22			H17.5.16				H17.5.16
確認者								

部位	点検結果	判定結果	処置	判定結果	備考			
弁箱(ボディ)	良	合格						
弁蓋(トップ)	良	合格						
弁蓋(ボトム)								
弁体	良	合格	新品取替実施	合格				
弁棒	良	合格	新品取替実施	合格				
弁座	良	合格	新品取替実施	合格				
ボルト&ナット	良	合格						
ガスケット座	※1 確認済	合格						
ガイド部	良	合格						
その他部品	※2 パロ-にリクあり	不合格	新品取替実施	合格				
点検年月日	実施者	判定年月日	判定者	点検年月日	実施者	判定年月日	判定者	
H17.3.24		H17.3.24		H17.5.25		H17.5.25		
判定基準 各部の変形・損傷・性能に影響を及ぼす恐れのある割裂、打こん、変形及び腐蝕がないこと。 浸食、変位等の異常がないこと。								
確認	作業	品質	統括	開電	作業	品質	統括	開電
区分	結果	◎	△	◎	◎	△	◎	△
確認年月日	H17.3.24	H17.3.24	H17.3.24	H17.3.24	H17.5.25	H17.5.25	H17.5.25	H17.5.25
確認者								

作動確認	分解前	組立後	計測値No.
作動状況	良	良	6機計 KP-15
ワグナー(参考値)			117.8-4-702
変ストローク(参考値)			備考
プレコン量(参考値)			
始動圧(参考値)			
点検年月日	測定者	点検年月日	測定者
H17.3.22		H17.6.16	
判定結果 合格			
判定基準 異常、スティック等の異常がないこと。			
確認	作業	品質	統括
区分	結果	◎	△
確認年月日	H17.3.22	H17.5.16	H17.5.16
確認者			

【確認区分の表示】 ◎: 作業中に同時立会い ○: 作業完了後の立会い △: 作業記録(含む検査記録)の審査 /: 該当なし
【点検結果の表示】 ◯: 異常なし ▲: 異常あり /: 該当なし

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

原子炉容器連絡逆止弁（弁箱）の熱時効が着目すべき経年劣化事象ではないとした理由について

原子炉容器連絡逆止弁（V-8948）の弁箱はステンレス鋼製ですが、製造時に放射線透過試験により技術基準に適合しないものではないことを確認した材料を使用しています（別添 5 - A）。製造時検査記録について表 1 に示す。

原子炉容器連絡逆止弁（V-8948）には経年劣化事象として低サイクル疲労が想定されますが、運転開始後 60 年を想定した健全性評価の結果、割れが発生する可能性はないと考えています、また、弁は、配管や容器と比べて一般的に厚く製造されており、発生応力は小さいと考えられます。さらに定期的に弁内表面の目視検査を実施しており、弁内表面に異常がないことも確認しています。（別添 5 - B）

以上より、熱時効は想定されるものの、そのことが機器の構造健全性に影響を与える可能性はないと考え着目すべき経年劣化事象ではないと判断しております。

表 1 製造時検査の方法、判定基準、および結果

部位	検査内容	判定基準	判定結果
弁箱	放射線透過試験	A S T M に準拠	良

品質管理課

材料表

取巻	%	寸番号	寸型式 口径	材 質				change No	バルブワイド	バルブフランジ	手シリンパ
				寸体	寸座	寸挿	寸ルト				
✓		A30490	3-								
		27	8940B								
U		28	C								
✓		29	8945A								
U		30	B								
✓		31	C								
U		32	8948A								
U		33	B								
✓		34	C								
U		35	8956A								
✓		36	B								
✓		37	C								
U		38	8958								
U		39	8971A								

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

Date (日附) 2008.8.3

RADIOGRAPHIC EXAMINATION and/or REPAIR WELDING REPORT

Messrs. (密売) XXXXXXXXXX 附殿

Client (納入先) 関西電力(株)美浜3号機

Order No.: 注文番 品名 Item: 製品名 Material: 材料 Tag No. 弁番 Applied Spec. 適用仕様書

AS0490-28 SCH 弁蓋 Re-shot (第一回撮影)

Exposing condition (撮影条件)

Date 月日	Part No. 部位	Film No. フィルム番号	Size サイズ	Type of Defect (No. of Defects) 欠陥の種類 (欠陥の数)	Re-shot (第二回撮影)	Screen 鉛板	Pen. No. 透過率	Wall Thickness 肉厚	Distance (Source to Film) 距離 (源からフィルム)	Exposure Time (min) 露光時間 (分)
8.26				A, D						
"				"						
"				"						
"				"						
"				"						
"				"						
"				"						
"				"						
"				"						
"				"						
"				"						
"				"						
"				"						
"				"						
"				"						
"				"						
"				"						
"				"						
"				"						
"				"						
"				"						

Developing Condition (現像)			Stop Both Condition (停止)			Fixing Condition (定着)		
Trade Name 薬液	Temp. (C) 温度	Time (分) 時間	Trade Name 薬液	Temp. (C) 温度	Time (分) 時間	Trade Name 薬液	Temp. (C) 温度	Time (分) 時間

REPAIR WELDING RECORD: WELDING CONDITION

Date 月日	Part No. 部位	Trade Name 薬液	Rod 棒電極	Charge No. 溶接番号	E. Char. 電流	Voltage 電圧	Posit. 位置	Preheating & Int. Pass Temp. 予熱及層間温度	Welder 作業者

Report of Post Heat Treatment 後熱処理記録

Date	Trade Name	Temp. (C)	Time (分)

APPLIED SPEC. 適用仕様書

Confirmed by 確認者 XXXXXXXXXX Date XXXXXXXXXX

Approved by 承認者 XXXXXXXXXX Date XXXXXXXXXX

APPROVED 承認

WIP 49083

Page No. 5-0635/

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

A クラス

3-2002-2006R103
ドキュメント番号

機械技術
アドバイザー



課長	係長	班長	係
[Redacted]			

関電

関西電力株式会社 美浜発電所 3号機

工事件名: 安全注入系逆止弁分解点検工事

総括報告書

工事コード: 05011805300000

発行	[Redacted] 株式会社 美浜出張所									
	所長	安全	品管	放管	異物	作責				
作成	[Redacted]									
	メンテナンス部 美浜出張所									
	承認	作成								
確認欄	[Redacted]									
	改訂年月日 主な内容 捺印 作成 平成18年11月30日									
配布先	○	美浜					計	工事番号 SS056794	原紙保管 美浜出張所 No. _____	
	1	1					2			



逆止弁点検記録

関西電力株式会社 美浜発電所3号機 安全注入系逆止弁分解点検工事

工事番号 SS056794

弁番号	3V-8948A	弁名称	原子炉容器連絡逆止弁		運転圧力 MPa	---
型式	V-SCH	タイプ	旧O/#	A30490-32	使用流体	---
点検対象	点検項目				点検結果	備考
弁箱・蓋	1	クラック・浸食等の欠陥の有無			有 (無)	
	2	ネジ部の焼き付き・変形・摩耗の有無			有 (無)	
	3	ガスケット又はシールリング当たり面の状況			(良) 否	
弁棒	4	曲がり・クラック等の欠陥の有無			有 (無)	
	5	固定部の状況			(良) 否	
	6	グランド又はシールリング当たり面の状況			良 否	
弁座	7	シート面の状況			(良) 否	
	8	クラック・浸食等の欠陥の有無			有 (無)	
	9	摺合せ代の有無			(有) 無	
弁体及びアーム	10	シート面の状況			(良) 否	
	11	クラック・浸食等の欠陥の有無			有 (無)	
	12	摺合せ代の有無			(有) 無	
	13	弁体弁座の当たり状況			(良) 否	
	14	組立後の開閉確認			(良) 否	
	15	カウンターウエイトの状況			良 否	
	16	ダッシュボットの状況			良 否	
	17	エアースリンダーの状況			良 否	

点検項目	No. 1~12	判定基準(No. 1~8, 10, 11)	項目	手入後状況確認		
点検年月日	平成27年6月6日	・各部の表面に機能・性能に影響を及ぼす恐れのあるき裂、打こん、変形及び摩耗がないこと	区分	△	/	◎
点検者		・浸食、損傷等の異常がないこと	月日	5/7	/	5/7
判定年月日	平成27年6月7日	判定基準(No. 9, 12)	結果	✓	/	✓
判定者		・摺合せ代があること	確認者	[Redacted]		
判定結果	合格		項目	分解検査(当たり確認)		
点検項目	No. 13	判定基準	区分	◎	/	◎
点検年月日	平成27年6月7日	・線状であること	月日	5/7	/	5/7
点検者		・太さが均一であること	結果	✓	/	✓
判定年月日	平成27年6月7日	・当たりが切れていないこと	確認者	[Redacted]		
判定者			項目	開閉確認		
判定結果	合格		区分	△	/	◎
点検項目	No. 14	判定基準	月日	5/8	/	5/8
点検年月日	平成27年6月7日	・弁の作動状態に異常がないこと	結果	✓	/	✓
点検者			確認者	[Redacted]		
判定年月日	平成27年6月7日		項目	組立後状況確認		
判定者			区分	△	/	◎
判定結果	合格		月日		/	
点検項目	No. 15~17	判定基準(No. 15~17)	結果		/	
点検年月日	平成 年 月 日	・作動状態に異常がないこと	確認者	[Redacted]		
点検者			確認区分の表示 ◎:作業中同時立会 ○:作業完了後の立会 △:作業記録(含む検査記録) /:該当なし 点検結果の表示 〇:異常なし △:異常あり			
判定年月日	平成 年 月 日					
判定者						
判定結果						

株式会社

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

加圧器安全弁（弁箱）の熱時効が着目すべき経年劣化事象ではないとした理由について

加圧器安全弁（V-8010）の弁箱はステンレス鋼製であるが、製造時に浸透探傷試験や放射線透過試験により技術基準に適合しないものではないことを確認した材料を使用している（別添6－A）。製造時検査記録について表1に示す。弁箱において溶接構造ではなく溶接線はない。

また、弁は、配管や容器と比べて一般的に厚く製造されており、発生応力は小さいと考えられます。さらに定期的に弁内表面の目視検査および浸透探傷検査を実施しており、弁内表面に異常がないことも確認している。（別添6－B）

以上より、熱時効は想定されるものの、そのことが機器の構造健全性に影響を与える可能性はないと考え着目すべき経年劣化事象ではないと判断しております。

表1 製造時検査の方法、判定基準、および結果

部位	検査内容	判定基準	判定結果
弁箱	放射線透過試験	JSME S NC1 PVB 2423 (JIS G 0581の1類又は2類)	良
	浸透探傷試験	JSME S NC1 PVB 2426	良

Customer

注文主：関西電力株式会社 殿

User

納入先：関西電力株式会社 殿 美浜発電所 第3号機

INSPECTION REPORT
検査成績書

Order No

発令番号： F0700124-001~003

弁番号： 3-8010A、B、C [3V-8010A、B、C]



Approved by

2008年9月25日

Prepared by

2008年9月25日

53883

Form No. RT-46

放射線透過試験記録

記録番号 TR/241B 1/8

御注先： 関西電力株式会社

御使用先： 関西電力(株)美浜発電所 第3号機

弁番号：3-8010A(3W-8010A) 弁形式：---

東亜発令番号：A070024-1 要領番号：(47070)41263*

部品名：弁箱

材質：---

材質：---

製造番号：7A061031142

※要領書(41263)が承認されたため併記

試験部位 全体 積 判定基準 JSME S NC1 PVB 2423 (JIS G 0581の1類又は2類) 総合判定 合格

記録者 2007.7.6
合格 ACCEPT Q.C

関西電力(株) 記録確認
客先 2008.3.28

試験条件及び試験結果

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

<p>From No. RT-4M</p> <p>放射線透過試験記録</p>	<p>記録番号 TR/243B 8/8</p> <p>試験条件及び試験結果</p>
--	---

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

浸透探傷試験記録

記録番号 TP 1241B

御注文先： 関西電力株式会社殿

検査課

御使用先： 関西電力(株)殿美浜発電所 第3号機

弁形式： SV

弁番号： 3-8010AL3V-8010A1

要領書番号： 41263※
(41018)

発令番号： A0700124-001

製造番号： 74061031142

試験条件及び試験結果

探傷剤組合せ： JIS Z 2343-1-II Cd-2

部品名	弁箱	コード番号 *1試験部位				
材質	/	/				
試験部位 *1						
表面状態 *2						
探傷方法 *3						
試験温度 (°C)						
浸透時間 (分)						
現像時間 (分)						
観察時間 (分以内)						
探傷剤銘柄 *4						
判定基準 *5						
判定結果 *6						
判定				<input checked="" type="checkbox"/> 合格	<input type="checkbox"/> 合格	<input type="checkbox"/> 合格
試験日・実施者及び判定者				Level II H19.7.5	Level II	Level II
記事 照度 <u> </u> ルクス以上： <input checked="" type="checkbox"/> 良 照度計管理番号： 00344261 温度計管理番号： 2312		※要領書(41263)が承認されたため併記 客先 2008.3.28 関西電力(株) 記録確認				
JUL 20. 2007	合格 ACCEPT Q.C.		承認者 H19.7.5			
			確認者 H19.7.5			

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

A クラス

機械技術
アドバイザー

関電

課長 係長 班長 係

関西電力株式会社 美浜発電所 3号機

1次系安全弁他定期点検工事のうち
工事件名: 1次系安全弁定期点検工事

総括報告書
兼定期点検工事記録

3-2001-24M020

ドキュメント番号

確認

定検等管理委託会社

課長 受託責任者 定検管理員

発行

美浜出張所

作成
承認

現場代理人 安全 品管 放管 異物 作責

メンテナンス部 美浜出張所

可
欄

承認 作成

工事コード

091P004632M020

作成

平成22年 4月 13日

配布先

関電 美浜

計

2

工事番号

SS096584 R0

原紙保管

美浜出張所

No. ---

加圧器安全弁点検記録

関西電力株式会社 美浜発電所3号機 第24回 1次系安全弁定期点検工事

弁番号		A加圧器安全弁		吹出圧力 MPa		工事番号	
3V-6010A		A0700124001		使用液体		SS096594	
弁名称		ID O/#		分岐時			
2746J-67HJ-OC		A0700124001		蒸気			
型式		点検項目		分岐時			
No	点検項目 (mm)	分岐時	使用液体	分岐時	使用液体	分岐時	使用液体
1	調整ボルト位置測定 (mm)	良	蒸気	手入孔縁(獨立時)	良	良	良
2	ボルトボルトの外観の状態	良					
3	調整ボルトとバネ部との密着状態	良					
4	バネの外観及び磨りの状態	良					
5	弁棒(カラー)とバネ室との密着状態	良					
6	バルブガイドと弁棒間の磨損の有無	良					
7	弁棒と弁棒間の磨損の有無	良					
8	ベローズの破損の有無	良					
9	弁棒焼付箇所の有無	良					
10	弁棒及び弁棒室当りの状態 (mm)	弁棒: 良		弁棒: 良		弁棒: 良	
11	弁棒先端当りの測定 (mm)	良					
12	弁棒全長(調整: [] mm以内)	良					
13	上部及び下部調整と止り止めピンとの関係	良					
14	上部調整の合マーク位置の確認 (mm)	良					
15	上部調整ノッチ数 (切欠き数 [N])	良					
16	下部調整ノッチ数 (切欠き数 [N])	良					
17	弁棒シートの状態	良					
18	弁棒のリップ測定 (許容値: [] mm以上)	調整後 良		調整後 良		調整後 良	
19	弁棒のリップ測定 (許容値: [] mm以上)	調整後 良		調整後 良		調整後 良	
20	バネ自由長(平均) (mm)	良		良		良	
21	バネ自由長 (mm)	良		良		良	
22	ガスケット当りの状態	良		良		良	
23	ガスケットバックアップ棒付状況	良		良		良	
24	調整ボルト最終位置 (mm)	良		良		良	
25	ロックナットの締付状況の確認	良		良		良	
使用計測器番号		調整機: 04/A27		調整機: 427605		調整機: 97287-0: 0012279	
調整機		調整機: 04/A27		調整機: 427605		調整機: 97287-0: 0012279	
調整機		調整機: 04/A27		調整機: 427605		調整機: 97287-0: 0012279	

No.1	分岐時	組立時
計測年月日	平成22年12月19日	平成22年12月19日
計測者		

分岐時確認 (No.2~24)		
項目	分岐時	組立時
区別	区別	区別
年月日	年月日	年月日
結果	結果	結果

手入孔縁 (No.2~12.17~20.23)		
項目	手入孔縁	組立時
区別	区別	区別
年月日	年月日	年月日
結果	結果	結果

組立時確認 (No.13~16.24)		
項目	組立時	組立時
区別	区別	区別
年月日	年月日	年月日
結果	結果	結果

調整後確認 (No.25, 26)		
項目	調整後	調整後
区別	区別	区別
年月日	年月日	年月日
結果	結果	結果

判定結果	
No.1, 11, 14, 15, 16, 21, 22, 23	良
No.2, 17, 19, 23	良
No.6, 7, 9	良
No.3, 5	良
No.4	良
No.8	良
No.10	良
No.12	良
No.13	良
No.18, 20	良
No.24, 26	良

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

浸透探傷検査成績書

関西電力株式会社 美浜発電所3号機 第24回 1次系安全弁定期点検工事

弁番号	3V-3C10A	弁名称	A加圧器安全弁		
-----	----------	-----	---------	--	--

検査(判定)年月日:平成 22年 月 12日	項目	表面検査			<確認区分の表示> ◎:検査中同封立会 ○:作業完了後の立会 △:作業記録(含む検査記録) /:該当なし <点検結果の表示> /:異常なし △:異常あり
	区分	関電	品管	作責	
	月日	1/12	1/12	1/12	
	結果	√	√	√	
	確認者	[Redacted]			

検査条件	試験方法	社団法人日本機械学会JSME S NC1-2005 (2007)「発電用原子力設備規格 設計・建設規格 (2007年追加版含む)」(以下「設計・建設規格」という)を準拠し実施すること。				
	検査方法	溶剤除去性染色浸透探傷試験				
	洗浄剤					
	浸透剤					
	現像剤					
	品名					弁体
	部位名	弁体シート面	弁座シート面	弁棒先端部	弁棒径変化部	
	材質					
	※厚さ					
	表面温度					
	照度					Lx
	浸透時間					
	現像時間					
	検査場所					
	実施者(NDI PT2種)					[Redacted]
判定者(NDI PT2種)	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]		
浸透指示模様の有無	無	無	無	無		
判定基準	<input checked="" type="checkbox"/> 浸透指示模様が設計・建設規格に適合していること。 <input type="checkbox"/> 設計・建設規格に適合していない場合にあっては、機能性能に影響をおよぼす浸透指示模様でないこと。					
結果	合格					

備考		※【材料の厚さ t(mm)】厚さに下表区分記号で表示する		
区分	線状指示模様区分	円形指示模様区分		
A	t ≤ 16	t ≤ 16		
B	16 < t ≤ 50	16 < t		
C	50 < t			

計測器番号	照度計	040726298	温度計	602185, DM82	ノギス
-------	-----	-----------	-----	--------------	-----

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

スパイダー、ベーン、フィンガの熱時効が着目すべき経年劣化事象ではないとした理由について

スパイダー、ベーン及びフィンガーは最高使用温度が343℃であるが、当該部は一端が自由端であること、圧力バウンダリでもないことから、有意な応力は発生していない。

至近の目視点検結果を別添 7-A に示す。結果は良好であった。

製造時検査結果を別添 7-B に示す。尚、引け巣や空孔等の欠陥をHIP処理により無欠陥であることが確認できることから当該機器においても内部欠陥は存在しないと考える。

また、ニューシアでは国内外での同様の事例は確認されていない。

従って、以上から熱時効を着目すべき経年劣化事象としていない。

情報管理クラス2機密資料
(無断複製・転載禁止)

Aクラス

関電	課長	係長	班長	係
	[Redacted]			

関西電力(株) 美浜発電所3号機
第25回定検

燃料内挿物検査工事
総括報告書兼定期点検工事記録



3-2001-25CB361
ドキュメント番号

発行	株式会社 [Redacted]					作成認可欄	発行	平成23年7月6日	原紙保管 美浜事務所
現場代理人	作業総括責任者	品質管理責任者	安全管理責任者	放射線管理総括責任者	[Redacted]				
配布先	作業責任者	作成	[Redacted]			1	控	資料番号 AWM-110701	
	1								

工事コード: 111P002097

美浜発電所3号機 第26回定検
燃料内挿物検査工事 内挿物検査記録

記録様式-1

内挿物頭部検査記録 (1/2)

使用装置: 小型水中テレビカメラ装置

No.	内挿物番号	検査開始準備			作業手順 *1			検査日時 (検査終了時刻)	実施者 *5	関係 立会者	備考
		検査ラック 位置に 移動確認	録画開始	タイム等 入力	ハンドリング 側に操作を 依頼	内挿物番号確認 *2	頭部健全性確認 *3				
1	R173	✓	✓	✓	✓	良	良	—	H 23. 6.17 09:45		
2	PD95	✓	✓	✓	✓	良※	良	—	H 23. 6.17 09:54		
3	PD102	✓	✓	✓	✓	良※	良	—	H 23. 6.17 10:02		
4	R175	✓	✓	✓	✓	良	良	—	H 23. 6.17 10:14		
5	PD118	✓	✓	✓	✓	良	良	—	H 23. 6.17 10:22		
6	PD97	✓	✓	✓	✓	良※	良	—	H 23. 6.17 10:29		
7	PD110	✓	✓	✓	✓	良	良	✓	H 23. 6.17 10:36		
8	PD119	✓	✓	✓	✓	良	良	—	H 23. 6.17 10:44		
9	PD103	✓	✓	✓	✓	良※	良	—	H 23. 6.17 10:51		
10	R176	✓	✓	✓	✓	良	良	—	H 23. 6.17 10:59		
11	PD98	✓	✓	✓	✓	良※	良	—	H 23. 6.17 11:06		
12	R177	✓	✓	✓	✓	良	良	✓	H 23. 6.17 11:13		
									H . . . :		
									H . . . :		
									H . . . :		

回収チェック

ハンドリング側に検査要領図を渡した場合は、作業終了後回収すること →
 *1: 作業手順の枠内には実施したことを確認し、レ印(異常なし)を記入する。尚、連続録画の場合は録画状態であることを確認し、「録画開始」にレ印を記入する。
 但し、「内挿物番号確認」、「頭部健全性確認」、「良否判定」には「良」、「否」又は「保留」を記入する。
 また、異常等があれば☆を付し、備考および必要に応じて別途作成する記録に内容を記入する。
 *2: 「※」は数字番号のみの刻印を表す。
 *3: 判定基準: ホールダウン組立本又はスベイド組立体に機能・性能に影響を及ぼすおそれのある損傷・変形がないこと。
 *4: 連続録画の場合は「—」を記入する。
 *5: 実施者は作業責任者、検査員の順とする。
 別冊作業実施要領書: AWM-090502-3

記録様式-1

内挿物頭部検査記録 (2/2)

茨城県電力3号機 第2.5回定期検査
燃料内挿物検査工事 内挿物検査記録

使用装置:小型水中テレビカメラ装置

No.	内挿物番号	作業準備				手順 *1		検査終了 録画停止・ 録画確認 *4	検査日時 (検査終了時刻)	実施者 *5	備考
		検査ラック 位置に 移動確認	録画開始	ケーブル等 入力	ハンドリング 側に操作を 依頼	内挿物番号確認 *2	頭部健全性確認 *3				
13	R174	✓	✓	✓	✓	良	良	—	H 23. 6.17 11:25		
14	PD120	✓	✓	✓	✓	良	良	—	H 23. 6.17 11:33		
15	PD117	✓	✓	✓	✓	良	良	—	H 23. 6.17 11:40		
16	PD100	✓	✓	✓	✓	良※	良	✓	H 23. 6.17 11:48		
									H . . . :		
									H . . . :		
									H . . . :		
									H . . . :		
									H . . . :		
									H . . . :		
									H . . . :		
									H . . . :		
									H . . . :		
									H . . . :		
									H . . . :		
									H . . . :		
									H . . . :		
									H . . . :		
									H . . . :		
									H . . . :		

ハンドリング側に検査要領図を渡した場合は、作業終了後回収すること → 回収チェック

*1:作業手順の特内には実施したことを確認し、レ印(異常なし)を記入する。尚、連続録画の場合は録画状態は録画開始時にレ印を記入する。
但し、「内挿物番号確認」、「頭部健全性確認」、「良否判定」には「良」、「否」又は「保留」を記入する。
また、異常等があれば必ず必要に応じて別途作成する記録に内容を記入する。
*2:「※」は数字番号のみの刻印を表す。
*3:判定基準:ホールドダウン組立体又はスライド組立体に機能・性能に影響を及ぼすおそれのある損傷・変形がないこと。
*4:連続録画の場合は「—」を記入する。
*5:実施者は作業責任者、検査員の順とする。
別冊作業実施要領書:AWM-090502-3

M3R020

L-2067

電力会社立会検査結果確認書				
日付	平成 24 年 8 月 22 日			
検査場所	[REDACTED]			
工事名	関西電力㈱美浜発電所第3号機用制御棒クラスタの製造			
電力会社検査員	美浜発電所 原子燃料課 [REDACTED]			
[REDACTED]	[REDACTED]			
検査品目	対象(数量)	検査項目	確認欄	備考
スパイダ組立体	[REDACTED]	[REDACTED]	✓	
制御棒				
			✓	
			✓	
被覆管			✓	
			✓	
			✓	
			✓	
			✓	
吸収体			✓	
			✓	
吸収体押えばね			✓	
			✓	
端栓			✓	
			✓	
			✓	
			✓	
制御棒クラスタ			✓	
			✓	
			✓	
			✓	
以下余白			✓	

[注] 確認欄レ印=O・K

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

L-2067-1(1)

試験検査結果記録			
工事名称	関西電力㈱美浜発電所第3号機用制御棒クラスタの製造		
工事番号	M3R020	製造会社名	株式会社
検査品目	スパイダ組立体	Q・A担当者	24年8月21日
数量	検査項目		
スパイダ組立体刻印番号	備考		
以下余白			
備考	電力会社立会検査		
	電力会社検査員		
	年月日	24年8月22日	
	判定	合・否	
	立会者		

2/2

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

美浜3号炉－熱時効－4 rev2

タイトル	(5-4-14, 15, 16, 17頁) 母管の熱時効に係る健全性評価の具体的内容について
説明	<p>1 次冷却材管の健全性評価は以下の手順で実施している。</p> <ol style="list-style-type: none">1. 評価対象部位の抽出 対象配管のうち脆化条件の厳しい部位および応力条件の厳しい部位を抽出2. 評価用初期欠陥の想定 初期欠陥の大きさは、PSIの欠陥検出限界に十分な余裕を見て安全側に定める3. 疲労き裂進展解析 配管内面に想定する初期き裂が、プラント運転時に生じる応力サイクルにより、プラント供用60年の間に進展する量を求める4. き裂安定性評価用想定き裂の想定 前項で求めた進展を考慮し、貫通き裂を想定する5. き裂安定性評価 各供用状態の荷重から算出されるき裂進展力を示すパラメータJ積分値 J_{app} と熱時効後のき裂進展抵抗 J_{mat} を用いて評価を行う <p>詳細を以下の添付－1に示す。</p>

1. 評価対象部位の抽出

(1) 評価対象部位の選別

以下の図面に1次冷却材管の熱時効対象部位を示し、次ページ表に対象部位のフェライト量と応力（S s地震動による地震応力を含む）を比較した表を示し、応力が最大の部位またはフェライト量が最も多い部位を評価点とする。更にエルボで応力の高い部位も評価点とした。

応力最大：ホットレグ直管

フェライト量最多：クロスオーバーレグRCP側90° エルボ

その他対象：SG入口50° エルボ

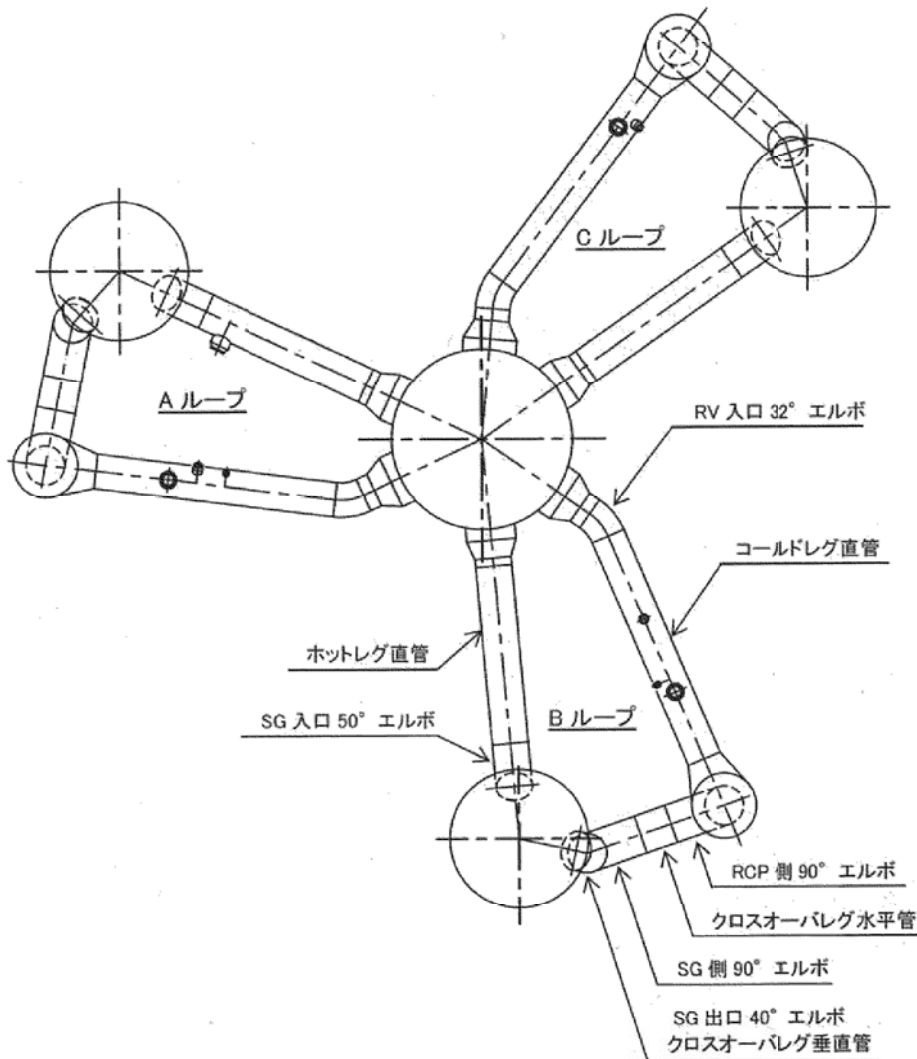


図1.1 1次冷却材管熱時効評価対象部位

表1.1 評価対象部位一覧

評価部位	フェライト量 [%]	使用温度 [°C]	応力 [MPa]	選定
ホットレグ直管	約16.1	322.8	約193	○
SG入口50°エルボ	約15.6	322.8	約175	○
SG出口40°エルボ	約10.1	288.6	約126	
クロスオーバレグ直管 (垂直管)	約13.8	288.6	約107	
クロスオーバレグ SG側90°エルボ	約16.1	288.6	約79	
クロスオーバレグ直管 (水平管)	約11.4	288.6	約80	
クロスオーバレグ RCP側90°エルボ	約18.2	288.6	約79	○
コールドレグ直管	約14.1	288.6	約111	
RV入口32°エルボ	約16.1	288.6	約91	

応力は供用状態A,Bの内圧、自重・熱膨張荷重、地震荷重 (S s) を考慮している。

熱時効評価対象部位の詳細な応力値を以下の表に示す。

表1.2 熱時効対象部位の応力詳細

評価部位	内圧による応力 (MPa)	曲げ応力				軸力による応力				合算値 (MPa)
		自重 (MPa)	熱 (MPa)	地震 (MPa)	合計 (MPa)	自重 (MPa)	熱 (MPa)	地震 (MPa)	合計 (MPa)	
ホットレグ直管										193
クロスオーバレグRCP側90°エルボ										79
SG入口50°エルボ										175

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

また、フェライト量算出に当たっては、以下の材料成分表と以下のグラフ（引用文献は ASTM A800）を用いて算出している。なお、他にフェライト量算出方法としてHull式が提唱（Estimation of Fracture Toughness of Cast Stainless Steels During Thermal Aging in LWR Systems (NUREG/CR-4513, ANL-15/08, Revision 2)）されており、参考値としてHull式によるフェライト量も算出した。

表1.3 製造時のミルシート

評価部位	化学成分（溶鋼分析）%								Cr _e /Ni _e	フェライト量
	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	Cb(Nb)	N		F%*
ホットレグ直管										約16.1 (約19.2)
クロスオーバーレグRCP側90°エルボ										約18.2 (約21.7)
SG入口50°エルボ										約15.6 (約18.2)

※ ASTM A800によるフェライト量。 () 内はHull式によるフェライト量（参考値）

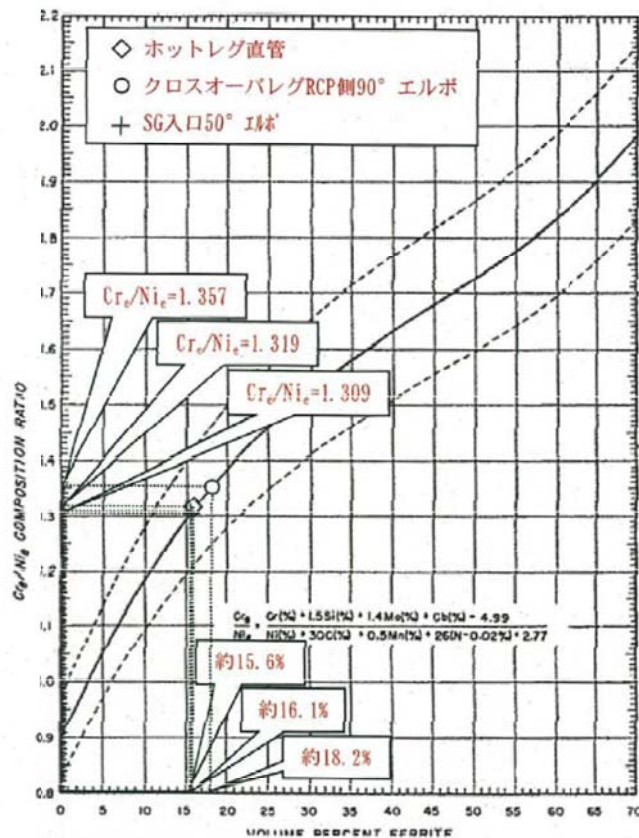


FIG. X1.1 Schoefer Diagram for Estimating the Average Ferrite Content In Austenitic Iron-Chromium-Nickel Alloy Castings

図1.2 フェライト量導出図

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

なお、応力による評価部位選定において、SG入口50°エルボ等の応力の比較的高いエルボでは、形状効果により想定欠陥に対するJappの値が高くなる場合があることから、エルボの曲率部で応力の高い部位は評価対象に加えた。

美浜3号機の評価対象部位は、応力最大部位としてホットレグ直管を、フェライト量最多部位としてクロスオーバーレグ90°エルボを選定、さらに、SG入口50°エルボについても、エルボの曲がり部の効果によるJappの値が高くなると考えられることから5. (5)き裂安定性評価においてその評価を行っている。

以上を考慮することで、想定するき裂に対して、き裂進展力としてのJappが最大となる部位の評価ができるようにしている。

2. 評価用初期欠陥の想定

初期欠陥の大きさは、PSIの欠陥検出限界に十分な余裕をみて安全側に定めるものとする。単一欠陥の寸法については原子力発電所配管破損防護設計技術指針(JEAG4613-1998)のものを用いている。すなわち初期欠陥は $0.2t$ (深さ a_0) \times $1.0t$ (表面長さ $2c_0$)(t は板厚)の半楕円形の内表面周方向欠陥とする。初期欠陥の形状を図2.1に示す。平成16年度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)では、ステンレス鋼の疲労き裂において検出率100%に達する最小欠陥深さは約 $0.18t$ であり、本評価で用いる値は保守的であることを確認した。なお、当該報告書の超音波探傷試験と供用期間中検査で実施している1次冷却材管の超音波探傷試験は同等の探触子と検査員資格で実施している。

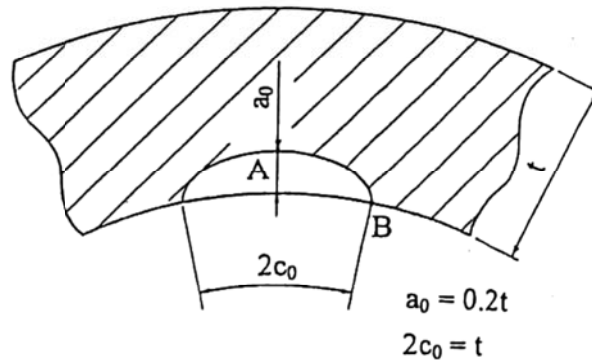


図2.1 初期欠陥の形状

3. 疲労き裂進展解析

(1) 解析条件

配管の内面に想定する初期き裂が、プラント運転時に生じる応力サイクルにより供用期間60年の間に進展する量を求める。

i) き裂進展解析に用いる応力サイクル

使用する応力サイクルは実機運転状態を考慮し、実過渡条件に基づいて設定する。実過渡条件による応力サイクルを表3.1～表3.3に示す。これらは2010年度までの実績過渡回数よりプラント運転期間60年までを想定し過渡回数を記載している。なお、2011年度以降の期間は実績より保守的*な回数の過渡が発生すると仮定して回数を推定した。

*：評価条件として、2011年5月から2017年9月まで冷温停止状態、2011年度以降の過渡発生頻度は実績の1.5倍以上を想定した。

ii) 疲労き裂進展速度

疲労き裂進展速度は国内軽水炉条件下のデータに基づく以下の式を使用する。(JEAG4613-1998 参照)

$$da/dN = C(\Delta K)^m$$

$$\Delta K = K_{max} - K_{min}$$

ここで、

da/dN ; 疲労き裂進展速度 (m/cycle)

C ; 定数 = 7.77×10^{-12}

m ; 定数 = 3.5

ΔK ; 応力拡大係数変動幅 ($\text{MPa}\sqrt{\text{m}}$)

K_{max}, K_{min} ; 最大および最小応力拡大係数 ($\text{MPa}\sqrt{\text{m}}$)

また、ここではステンレス鋼に対する速度を使用する。なお、電共研「PWR配管破断防護設計の合理化に関する研究」において、時効の有無によってき裂進展速度に有意な差がないことを確認している。

表3.1 応力サイクル (ホットレグ直管)

過渡条件	過渡回数	膜応力 (MPa)		曲げ応力 (MPa)	
		σ_{max}	σ_{min}	σ_{bmax}	σ_{bmin}
1. 起動・停止	78				
2. 負荷上昇 (15%から100%出力)	706				
3. 負荷減少 (100%から15%出力)	691				
4. 90%から100%へのステップ状負荷上昇	3				
5. 100%から90%へのステップ状負荷減少	3				
6. 100%からの大きいステップ状負荷減少	7				
7. 定常負荷運転時の変動	0				
8. 燃料交換	52				
9. 0%から15%への負荷上昇	84				
10. 15%から0%への負荷減少	69				
11. 1 ループ停止 / 1 ループ起動 [停止]	1				
12. 1 ループ停止 / 1 ループ起動 [起動]	1				
13. 負荷の喪失	6				
14. 外部電源喪失	5				
15. 1 次冷却材流量の部分喪失	1				
16. 100%からの原子炉トリップ (I) 不注意な冷却を伴わないトリップ*	7				
17. 100%からの原子炉トリップ (II) 不注意な冷却を伴うトリップ*	2				
18. 100%からの原子炉トリップ (III) 不注意な冷却と安全注入を伴うトリップ*	1				
19. 1 次冷却系の異常な減圧	1				
20. 制御棒クラスタの落下	4				
21. 出力運転中の非常用炉心冷却系の誤起動	1				
22. 1 次冷却系停止ループの誤起動	1				
23. タービン回転試験	6				
24. 1 次系漏えい試験	64				
25. 1/3Sd地震	360				

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

表3.2 応力サイクル (クロスオーバーレグ RCP 側 90° エルボ)

過渡条件	過渡回数	膜応力 (MPa)		曲げ応力 (MPa)	
		σ_{max}	σ_{min}	σ_{bmax}	σ_{bmin}
1. 起動・停止	78				
2. 負荷上昇 (15%から100%出力)	706				
3. 負荷減少 (100%から15%出力)	691				
4. 90%から100%へのステップ状負荷上昇	3				
5. 100%から90%へのステップ状負荷減少	3				
6. 100%からの大きいステップ状負荷減少	7				
7. 定常負荷運転時の変動	0				
8. 燃料交換	52				
9. 0%から15%への負荷上昇	84				
10. 15%から0%への負荷減少	69				
11. 1 ループ停止 / 1 ループ起動 [停止]	1				
12. 1 ループ停止 / 1 ループ起動 [起動]	1				
13. 負荷の喪失	6				
14. 外部電源喪失	5				
15. 1 次冷却材流量の部分喪失	1				
16. 100%からの原子炉トリップ (I) 不注意な冷却を伴わないトリップ	7				
17. 100%からの原子炉トリップ (II) 不注意な冷却を伴うトリップ	2				
18. 100%からの原子炉トリップ (III) 不注意な冷却と安全注入を伴うトリップ	1				
19. 1 次冷却系の異常な減圧	1				
20. 制御棒クラスタの落下	4				
21. 出力運転中の非常用炉心冷却系の誤起動	1				
22. 1 次冷却系停止ループの誤起動	1				
23. タービン回転試験	6				
24. 1 次系漏えい試験	64				
25. 1/3Sd地震	360				

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

表3.3 応力サイクル (SG 入口 50° エルボ)

過渡条件	過渡回数	膜応力 (MPa)	曲げ応力 (MPa)
		σ_{mmax} σ_{mmin}	σ_{bmax} σ_{bmin}
1. 起動・停止	78		
2. 負荷上昇 (15%から100%出力)	706		
3. 負荷減少 (100%から15%出力)	691		
4. 90%から100%へのステップ状負荷上昇	3		
5. 100%から90%へのステップ状負荷減少	3		
6. 100%からの大きいステップ状負荷減少	7		
7. 定常負荷運転時の変動	0		
8. 燃料交換	52		
9. 0%から15%への負荷上昇	84		
10. 15%から0%への負荷減少	69		
11. 1 ループ停止 / 1 ループ起動 [停止]	1		
12. 1 ループ停止 / 1 ループ起動 [起動]	1		
13. 負荷の喪失	6		
14. 外部電源喪失	5		
15. 1次冷却材流量の部分喪失	1		
16. 100%からの原子炉トリップ (I) 不注意な冷却を伴わないトリップ*	7		
17. 100%からの原子炉トリップ (II) 不注意な冷却を伴うトリップ*	2		
18. 100%からの原子炉トリップ (III) 不注意な冷却と安全注入を伴うトリップ*	1		
19. 1次冷却系の異常な減圧	1		
20. 制御棒クラスタの落下	4		
21. 出力運転中の非常用炉心冷却系の誤起動	1		
22. 1次冷却系停止ループの誤起動	1		
23. タービン回転試験	6		
24. 1次系漏えい試験	64		
25. 1/3Sd地震	360		

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

(2) 解析結果

疲労き裂進展解析結果は、表3.4～表3.6に示すとおりである。

表3.4 き裂進展解析結果 (ホットレグ直管)

	き裂深さ (mm)	き裂長さ (mm)	備 考
初 期			
60年後			

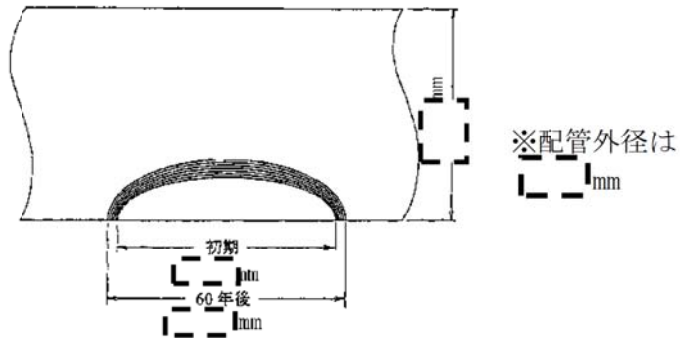
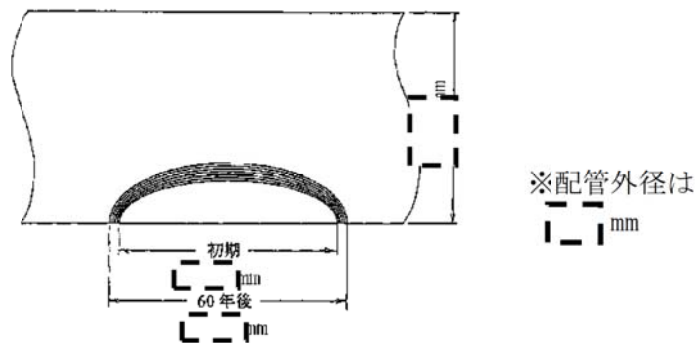


表3.5 き裂進展解析結果 (クロスオーバレグRCP側90° エルボ)

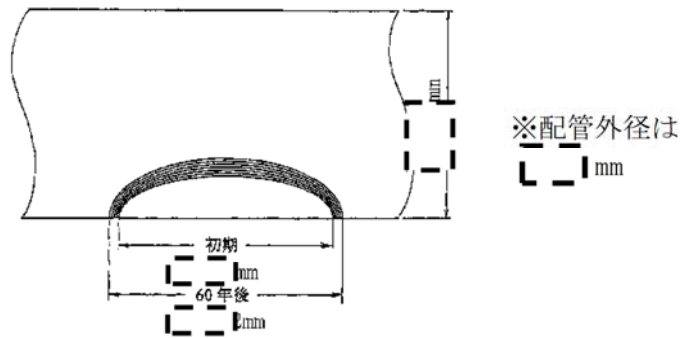
	き裂深さ (mm)	き裂長さ (mm)	備 考
初 期			
60年後			



枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

表3.6 き裂進展解析結果 (SG入口50° エルボ)

	き裂深さ (mm)	き裂長さ (mm)	備 考
初 期			
60年後			



枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

4. き裂安定性評価用想定き裂の想定

き裂安定性評価では、安全側に評価するため、3項で算出した疲労き裂を貫通き裂に置換える。(図4.1参照)

き裂安定性評価に用いる想定き裂を表4.1に示す。

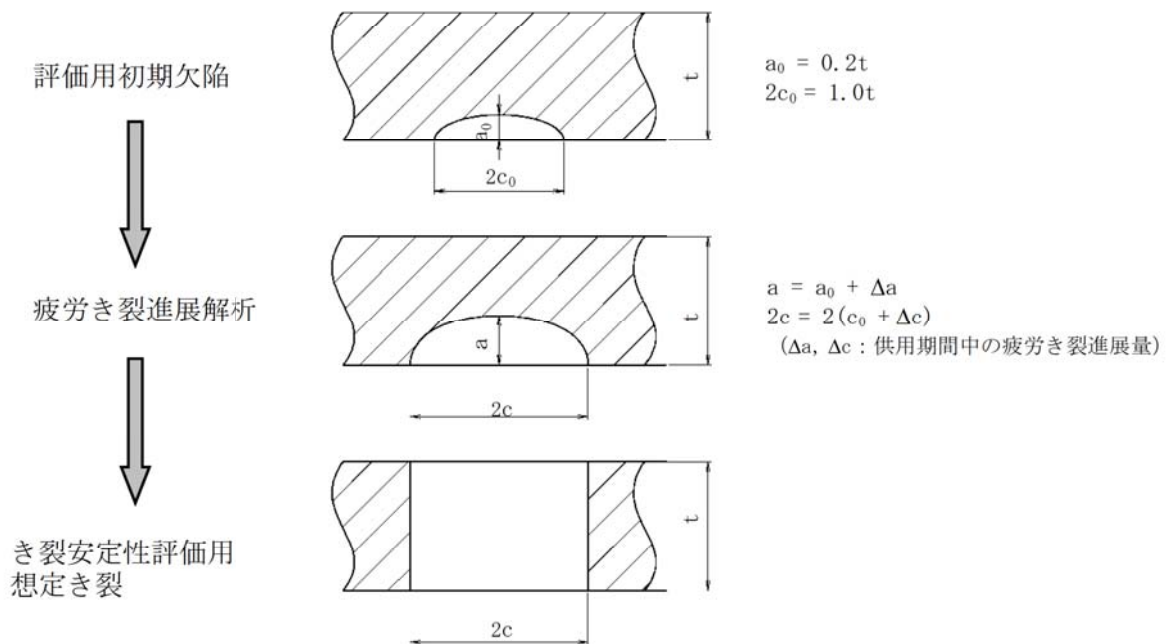


図4.1 想定き裂置換えイメージ

表4.1 き裂安定性評価用想定き裂

	き裂長さ (mm)	板厚 (mm)
ホットレグ直管		
クロスオーバレグ RCP側90° エルボ		
SG入口50° エルボ		

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

5. き裂安定性評価

(1) 評価方法

重大事故等時の荷重条件を包絡した評価を行う。このため重大事故等時（原子炉停止機能喪失時）荷重+Ss地震動の荷重により想定き裂に生じるき裂進展力を評価し、最小破壊靱性 $J(\Delta a)$ と比較して延性不安定破壊しないことを確認する。

具体的には、各供用状態の荷重から算出されるき裂進展力を示すパラメータ J 積分値 J_{app} と熱時効後のき裂進展抵抗 J_{mat} を用いて評価を行う。

なお、評価点は表1.1で選定されたホットレグ直管、クロスオーバレグRCP側 90° エルボ、SG入口 50° エルボの3部位とするが、通常運転時に応力が高い部位として選定されたホットレグ直管、SG入口 50° エルボは重大事故等時でも応力が高い部位であることを確認している。通常運転時の応力が3番目に高いSG出口 40° エルボとの比較を表5.1に示す。

表5.1 重大事故等時における応力比較

評価部位	使用温度 [°C]	通常運転時 (参考)	重大事故等時
		応力[MPa]	応力[MPa]
ホットレグ直管	322.8	約 193	約201
SG入口 50° エルボ	322.8	約 175	約182
SG出口 40° エルボ	288.6	約 126	約134

(2) き裂進展力 (J_{app})

き裂進展力は、評価部位の荷重とき裂長さが板厚の1倍、3倍、5倍の貫通き裂長さを用いて有限要素法により算出する。

評価条件は表5.2の通りで、配管に負荷される荷重は、PLM評価用荷重（自重＋熱膨張＋Ss地震動）とする。

き裂長さが1, 3, 5倍の時の値は表5.3の通りとなる。

なお、本評価の有限要素法に用いた解析コードは「MARC2005r3」である。当該コードは理論値（EPRI (Ductile Fracture Handbook NP-6301-D N14-1) の簡易J積分値）とFEMで算出したJ積分値が同等となることを確認している。使用コードの中での裕度は考慮していないが、解析条件に保守性を持たせる（フェライト量 [] % の公称応力-ひずみ線図を使用、き裂形状を貫通き裂と想定）ことで評価の保守性を担保している。

ホットレグ直管、クロスオーバーレグRCP側90° エルボに対しては、非時効材の応力-ひずみ線図を適用した。SG入口50° エルボに対しては完全時効材の応力-ひずみ線図を適用した。SG入口50° エルボは、エルボで応力大の部位であることから、 J_{app} が過大に評価される可能性があるため評価の保守性を一部見直したものである。

フェライト量、時効程度による公称応力-ひずみ線図の比較を図5.1に示す。このようにフェライト量が多いほど、時効が進むほど、応力-ひずみ線図は上方に移行していくので、[] % 完全時効材の応力-ひずみ線図を評価に適用しても J_{app} の評価に対して保守性を有した条件である。



図5.1 応力-ひずみ線図の比較

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

表5.2 評価条件 (1/2)

	ホットレグ直管	クロスオーバーレグRCP側90° エルボ																												
内径 [mm]																														
外径 [mm]																														
き裂形状	周方向貫通き裂(き裂長さ: 1t, 3t, 5tの3種類)																													
荷重*																														
内圧 [MPa]																														
軸力 [kN]	自重	自重																												
	地震	地震																												
	熱	熱																												
	合計	合計																												
曲げモーメント [kN・m]	自重	自重																												
	地震	地震																												
	熱	熱																												
	合計	合計																												
	My Mz	My Mz																												
	My Mz	My Mz																												
物性値																														
ヤング率 [MPa]																														
ポアソン比	$\nu=0.3$ (弾性域)、 $\nu=0.5$ (塑性域)																													
応力-ひずみ関係	<p>フェライト量が低い非時効材の応力-ひずみ線図を用いる。本評価データは電共研「1次冷却材管の時効劣化に関する研究 (STEP1)」で得られた知見を参考に行っている。本電共研では2つの試験片について引張り試験を実施し、結果がほぼ同等であったことから1つの試験片のデータを用いて応力-ひずみ線図を導出した。Japp 値は応力-ひずみ線図の下部の面積に比例するため、強度が低い非時効材を用いることはより安全側の評価となる。</p>																													
	<div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; width: fit-content;"> ひずみ [%] 応力 [MPa] </div>	<div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; width: fit-content;"> 公称ひずみ [%] </div>																												
	非時効材のフェライト量 <table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td colspan="6">化学成分 (詳細分析) %</td> <td>フェライト量</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>Si</td> <td>Mn</td> <td>Cr</td> <td>Ni</td> <td>MO</td> <td>Cre/Nie</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Cb (Nb)</td> <td>N</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>P%</td> </tr> </table>		化学成分 (詳細分析) %						フェライト量	C	Si	Mn	Cr	Ni	MO	Cre/Nie						Cb (Nb)	N							P%
化学成分 (詳細分析) %						フェライト量																								
C	Si	Mn	Cr	Ni	MO	Cre/Nie																								
					Cb (Nb)	N																								
						P%																								

* : 荷重は重大事故等時+Ss地震動を考慮

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

表5.2 評価条件 (2/2)

SG入口50° エルボ																									
内径 [mm]																									
外径 [mm]																									
き裂形状	周方向貫通き裂(き裂長さ: 1t, 3t, 5tの3種類)																								
荷重*																									
内圧 [MPa]																									
軸力 [kN]	自重 熱 地震 合計																								
曲げモーメント [kN・m]	自重 熱 地震 合計 My Mz My Mz My Mz																								
物性値																									
ヤング率 [MPa]																									
ポアソン比	$\nu=0.3$ (弾性域)、 $\nu=0.5$ (塑性域)																								
応力-ひずみ関係	<p>低フェライト量 (約10%、完全時効材) の材料の応力-ひずみ線図を用いる。本評価データは電共研「1次冷却材管の時効劣化に関する研究 (STEP III)」で得られた知見を参考にしている。本電共研では2つの試験片について引張り試験を実施し、結果がほぼ同等であったことから1つの試験片のデータを用いて応力-ひずみ線図を導出した。Japp 値は応力-ひずみ線図の下部の面積に比例するため、強度が低い低フェライト材を用いることはより安全側の評価である。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px;"> <p>公称応力 [MPa]</p> </div> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px;"> <p>ひずみ [%]</p> <p>応力 [MPa]</p> </div> </div> <p style="text-align: center;">低フェライト材のフェライト量</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td colspan="5">化学成分 (詳細分析) %</td> <td>フェライト量</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>Si</td> <td>Mn</td> <td>Cr</td> <td>Ni</td> <td>Mo</td> <td>Cb (Nb)</td> <td>N</td> <td>Fe</td> </tr> <tr> <td colspan="8"></td> <td>Cre/Nie</td> </tr> </table>	化学成分 (詳細分析) %					フェライト量	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	Cb (Nb)	N	Fe									Cre/Nie
化学成分 (詳細分析) %					フェライト量																				
C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	Cb (Nb)	N	Fe																	
								Cre/Nie																	

* : 荷重は重大事故等時+Ss地震動を考慮

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

表5.3 各き裂長さにおける J_{app} 値 (kJ/m^2)

き裂長さ	ホットレグ 直管	クロスオーバレグ RCP側90° エルボ	S G入口50° エルボ
1 t			
3 t			
5 t			

(3) 材料のき裂進展抵抗 (J_{mat})

き裂進展抵抗 J_{mat} は、電共研「1次冷却材管等の時効劣化に関する研究 (STEP III) (その2)」で改良された脆化予測モデル (H3Tモデル: Hyperbolic-Time, Temperature Toughness) を用いて、評価部位のフェライト量を基に完全時効後の飽和値として決定する (算出方法はASME PVP2005-71528参照)。H3Tモデルは、ASTM A800にて計算したフェライト量と破壊靱性値実測データを関連付けた予測式であることから、表1.3のASTM A800によるフェライト量にて計算する。 J_{Ic} 、 J_6 はデータの下限值 (-2σ) であり、表5.4の通りである。

表5.4 き裂進展抵抗 (kJ/m^2)

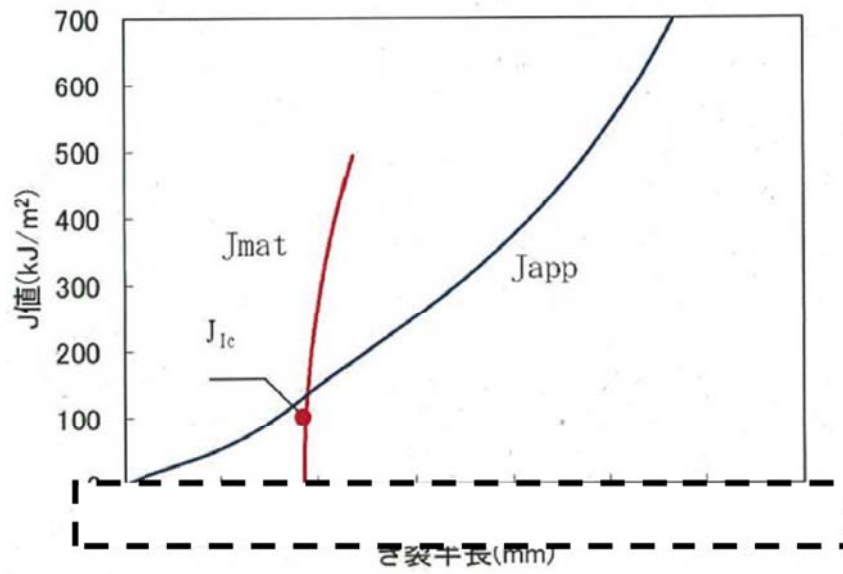
	ホットレグ 直管	クロスオーバレグ RCP側90° エルボ	S G入口50° エルボ
J_{Ic}			
J_6			

(4) き裂安定性評価結果

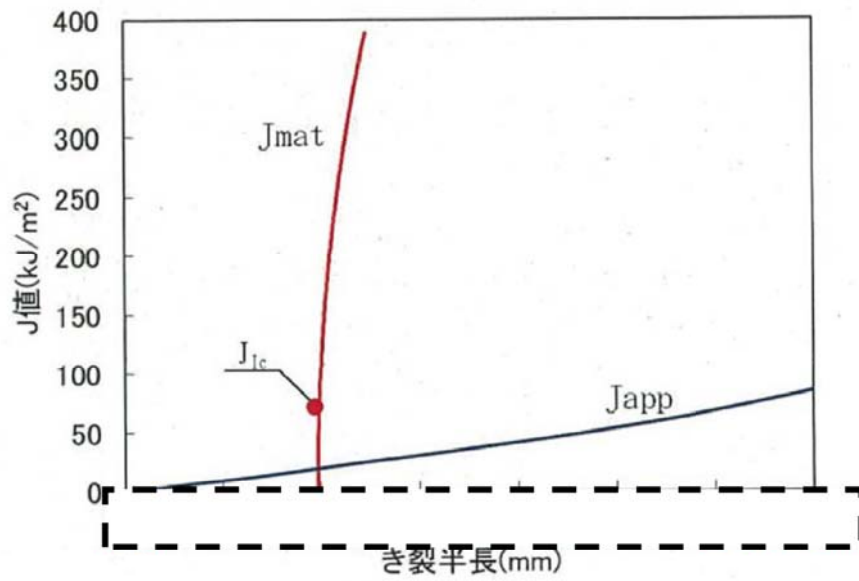
(2) 及び (3) で求めた J_{app} と J_{mat} の比較を行った結果を図5.2に示す。

その結果、運転開始後60年時点までの疲労き裂進展長さを考慮した評価用き裂を想定しても、 J_{mat} が J_{app} と交差し、 J_{mat} が J_{app} を上回ること、 J_{mat} と J_{app} の交点においては、 J_{mat} の傾きが J_{app} の傾きを上回ることから、配管は不安定破壊することはない、健全性評価上問題とならないと判断する。

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



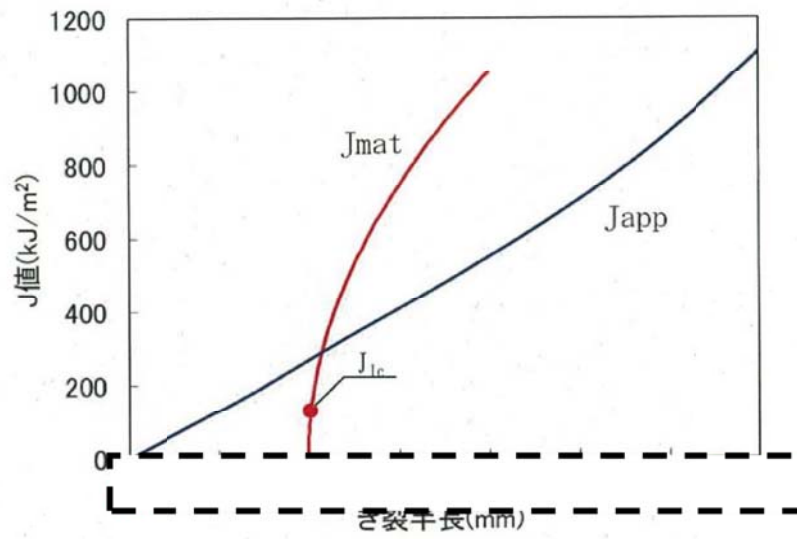
ホットレグ直管



クロスオーバレグRCP側90° エルボ

図5.2 き裂安定性評価線図 (1/2)

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。




SG入口50° エルボ

図5.2 き裂安定性評価線図 (2/2)

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

美浜3号炉—その他の経年劣化事象—8 rev1

タイトル	炉心槽の中性子照射による靱性低下に関する、炉心槽の目視確認の内容、および、「万一有意な欠陥が存在すると仮定した場合でも不安定破壊しないこと」の確認内容について。
説明	<p>炉心槽に対する目視確認については、日本機械学会 発電用原子力設備規格 維持規格に基づき、定期的（）に水中テレビカメラによる目視確認（VT-3）を実施しており、炉心槽に有意な異常（過度の変形、部品の破損等）がないことを確認している。また、炉内構造物取替後についても維持規格に基づく点検を実施する計画である。炉心槽の可視範囲について添付-1に示す。</p> <p>「万一有意な欠陥が存在すると仮定した場合でも不安定破壊しないことを確認している」ことの詳細について、以下に示す。</p> <p>想定欠陥は、日本機械学会 発電用原子力設備規格 設計・建設規格（JSME S NC1-2012）を準用し、深さを板厚の1/4、長さは板厚の1.5倍の表面欠陥を周方向に仮定した（添付-2の図1参照）。応力条件は、通常運転時の応力（機械荷重および熱荷重による応力）とした。</p> <p>平板中の半楕円表面き裂の応力拡大係数Kを求めるRaju-Newmanの式（Raju, I. S. and Newman, J. C., Jr., NASA Technical Paper 1578, 1979.）を用いて想定欠陥の応力拡大係数Kを算出した結果、3.0 MPa√mとなった。</p> <p>一方、添付-2の図2中のJ_{IC}最下限値14 kJ/m²から、換算式により破壊靱性値K_{IC}を求めると51 MPa√mとなった。</p> <p>以上より、想定欠陥の応力拡大係数は、破壊靱性値を下回っており、不安定破壊は生じないことを確認した。</p> $K_{IC} = \sqrt{\frac{E}{(1-\nu^2)} \times J_{IC}}$ <p>E: 縦弾性係数 (172000 N/mm² at 350°C) ν: ポアソン比 (0.3) J_{IC}: 破壊靱性値の下限 (14 kJ/m² at 350°C)</p>

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

また、日本機械学会 発電用原子力施設規格 維持規格 (JSME S NA1-2008) に基づき実施した、炉心槽溶接部のき裂安定性評価の結果を以下に示す。

【評価内容】

- ・ 炉心槽溶接部にき裂を想定し、FEM解析 (2次元断面モデル) によって応力拡大係数 K を算出する。

【評価条件】

- ・ 溶接タイプ (残留応力) : 電子ビーム溶接
- ・ 機械及び熱応力 : 通常運転時の応力
- ・ 地震による応力 : S_s 地震動による応力
(約 $\underline{\quad}$ MPa)
- ・ 想定き裂形状 : 溶接線中心 (内面) に全周き裂
(図 1 にき裂のイメージを示す)
- ・ 炉心槽形状 : 板厚 $\underline{\quad}$ mm、内径 ϕ $\underline{\quad}$ mm

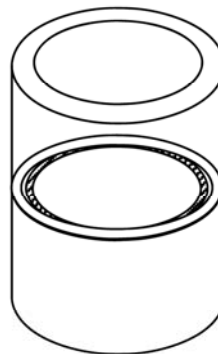
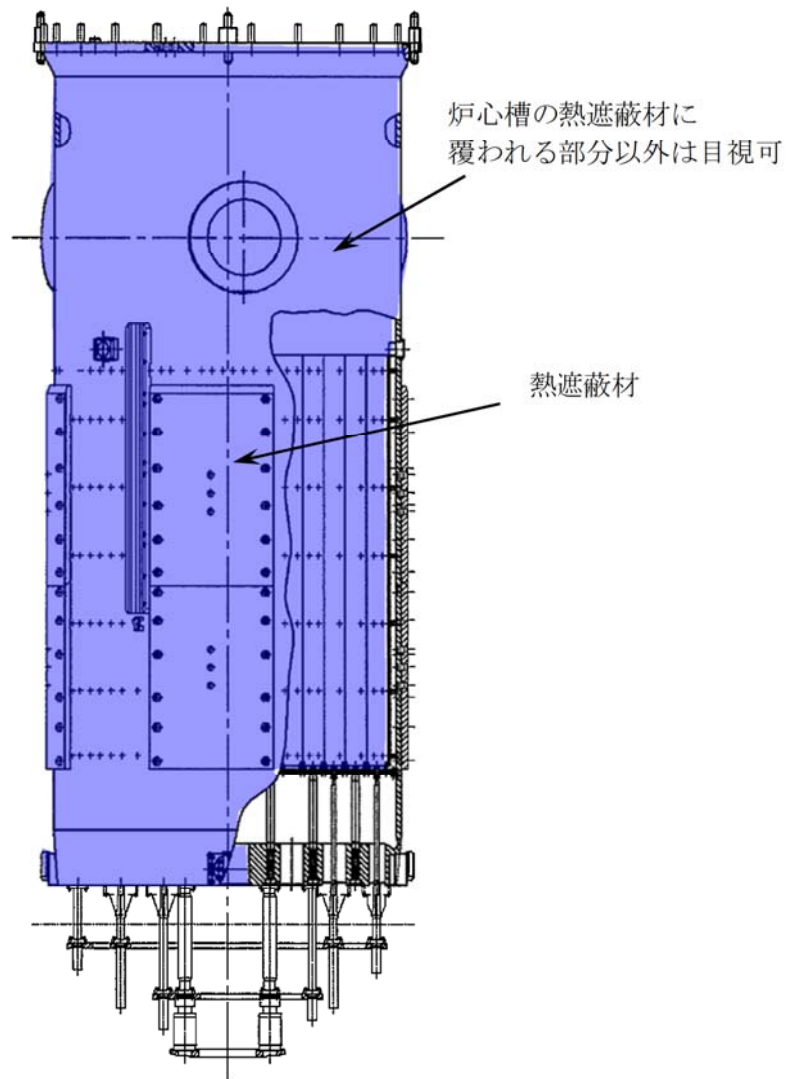


図 1 想定き裂のイメージ
(斜線部分)

【評価結果】

評価条件の応力状態における炉心槽に対し、き裂深さをパラメータとして応力拡大係数 K を算出した結果、応力拡大係数 K は最大値約 $37 \text{ MPa}\sqrt{\text{m}}$ となり、破壊靱性値 $K_{Ic} : 51 \text{ MPa}\sqrt{\text{m}}$ に対して十分小さい値であった。

以上の結果から、仮に炉心槽溶接部にき裂が生じても不安定破壊は起こらないと評価している。



美浜3号炉 炉心槽の可視範囲概要

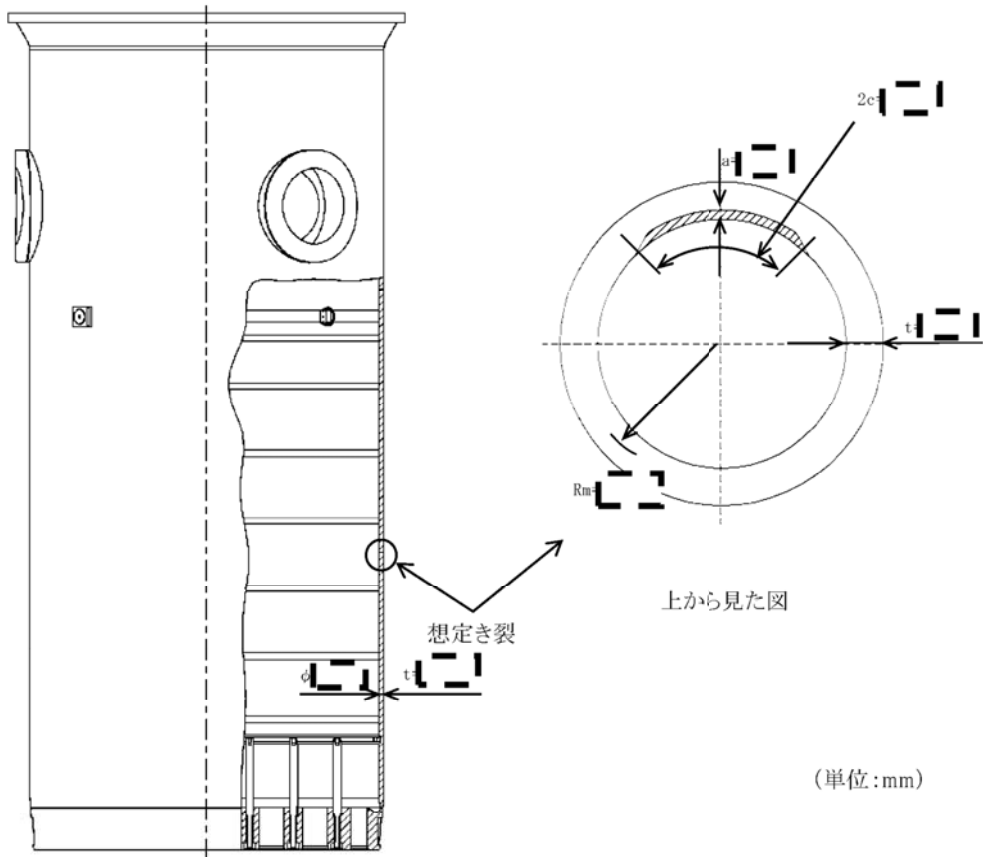


図1 美浜3号炉 中性子照射による靱性低下に対する炉心そのの想定き裂

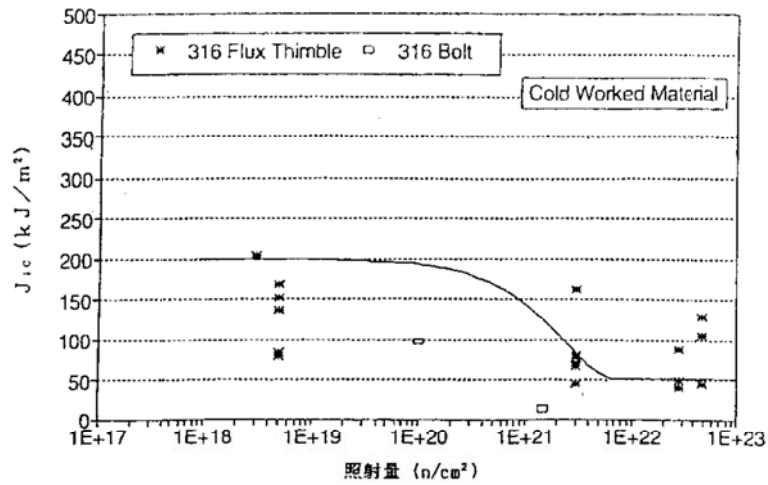


図2 破壊靱性値 J_{IC} と照射量の関係

[出典：発電設備技術検査協会「プラント長寿命化技術開発」報告書]

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません