

美浜3号炉—低サイクル疲労—10 rev 2

<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="456 801 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> <p>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、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ることにより、サージ配管の熱成層を考慮した外荷重より厳しい条件*で評価をおこなっている。 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。</p>	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																								

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次冷却材管の最高温度を超えることがない。

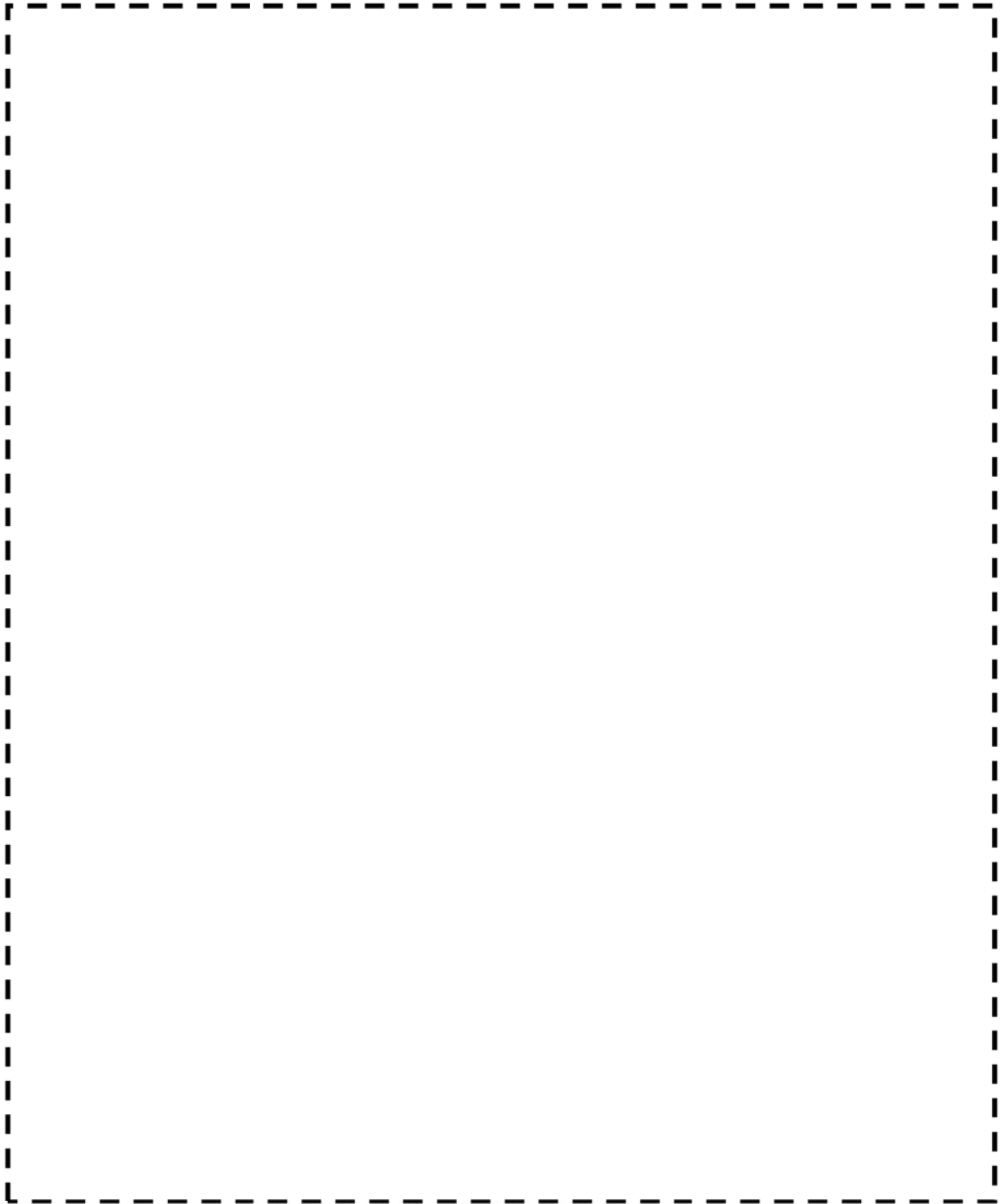
4. 応力分類

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. K e 係数および環境評価パラメータ

評価に用いたK e 係数および環境評価パラメータ（環境効果補正係数 f_{en} ）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

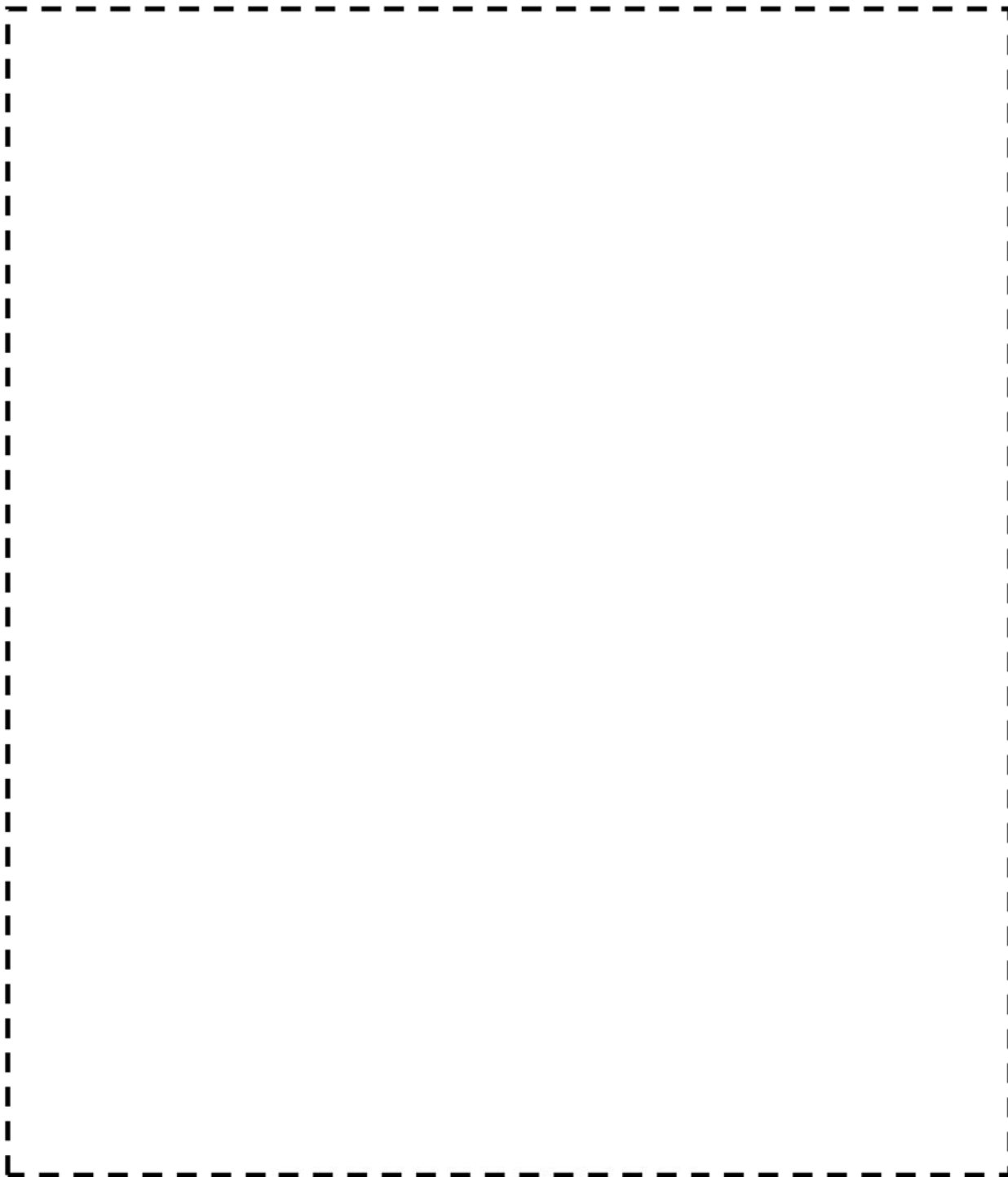


加圧器スプレイライン用管台 熱成層による影響を考慮した評価解析モデル (全体図)



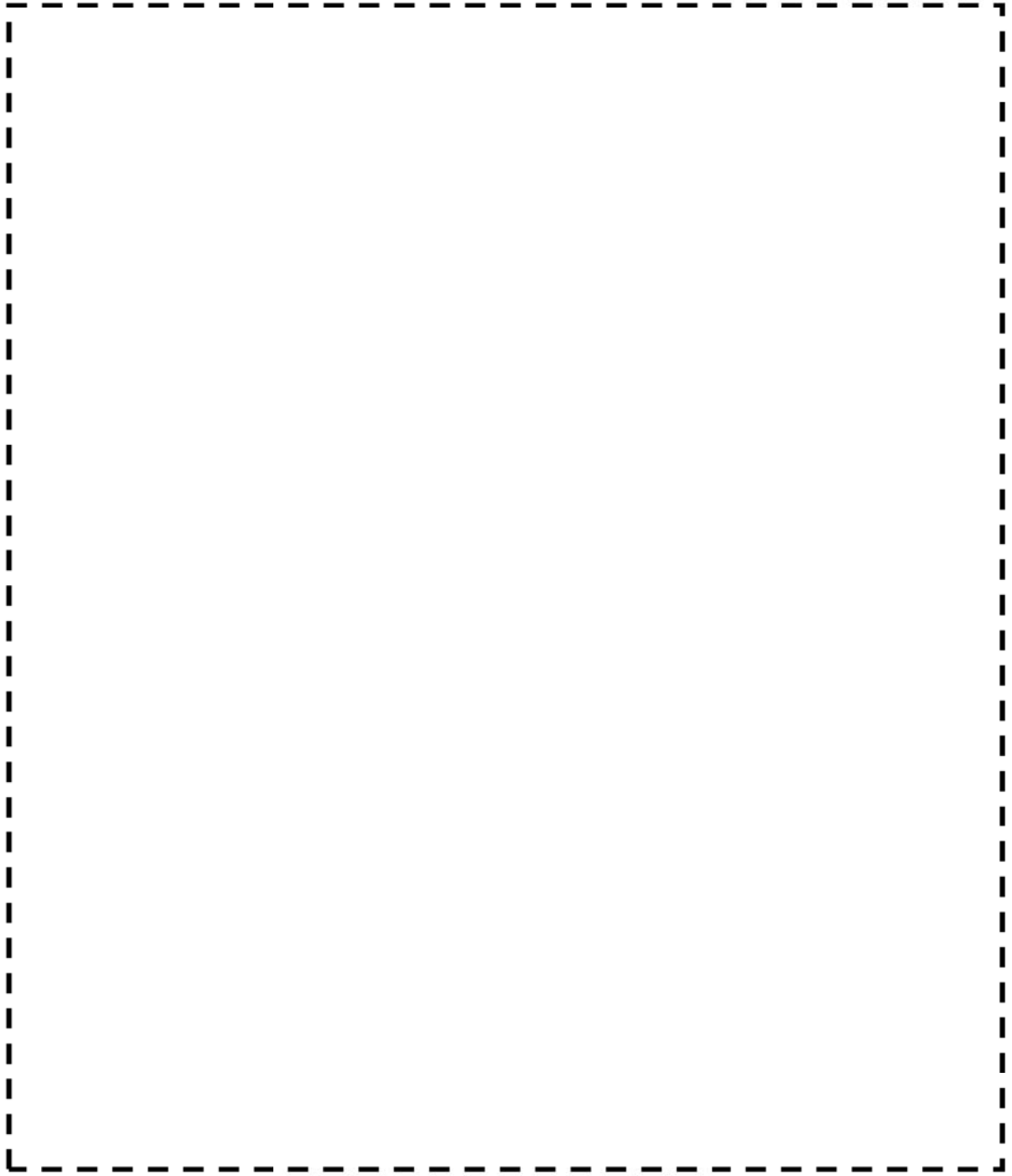
加圧器スプレイライン用管台 熱成層による影響を考慮した評価解析モデル (断面図)

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

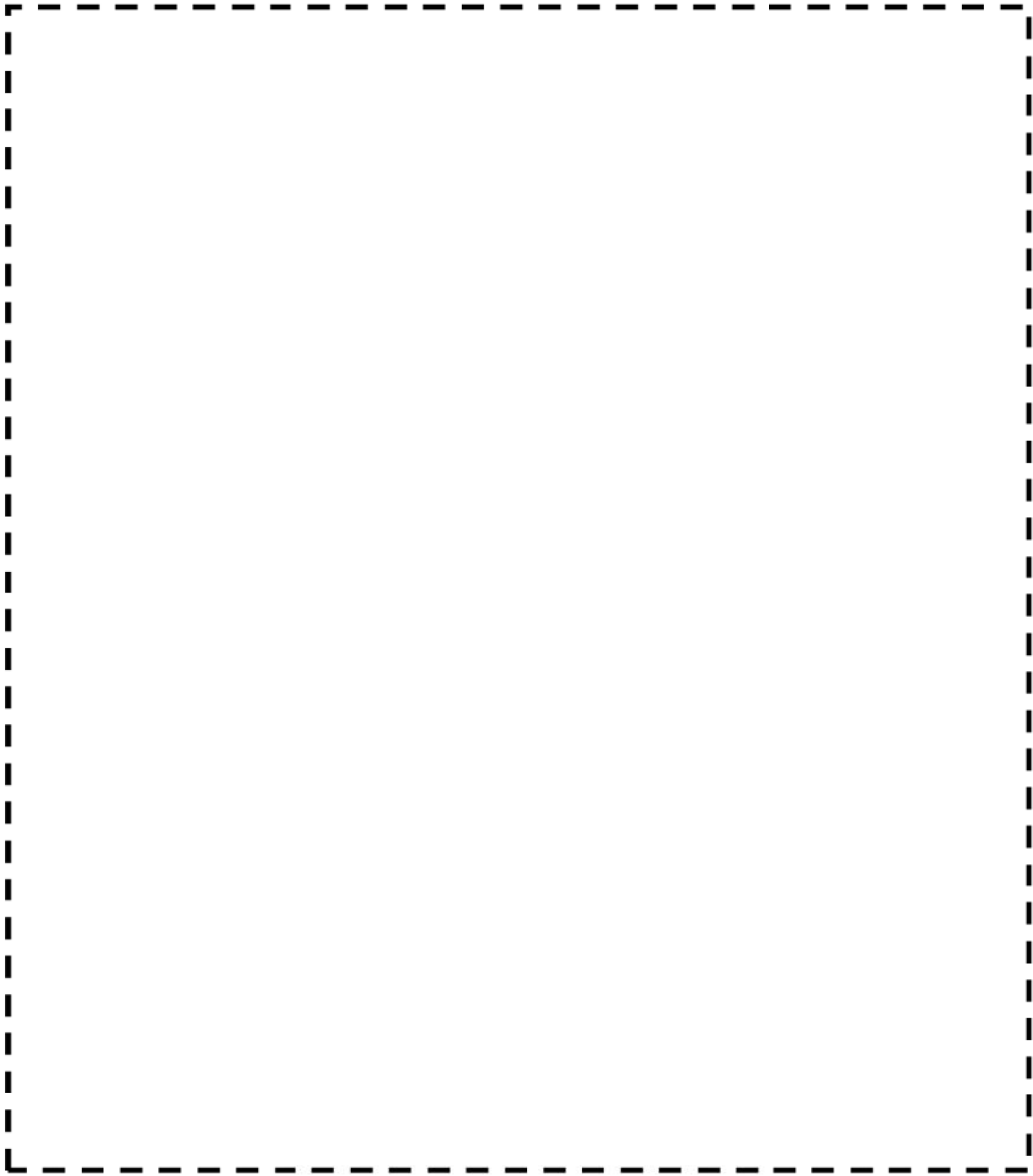
スプレイライン管台 疲労評価結果 (評価点: 15)

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*	
[Empty table body]					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)

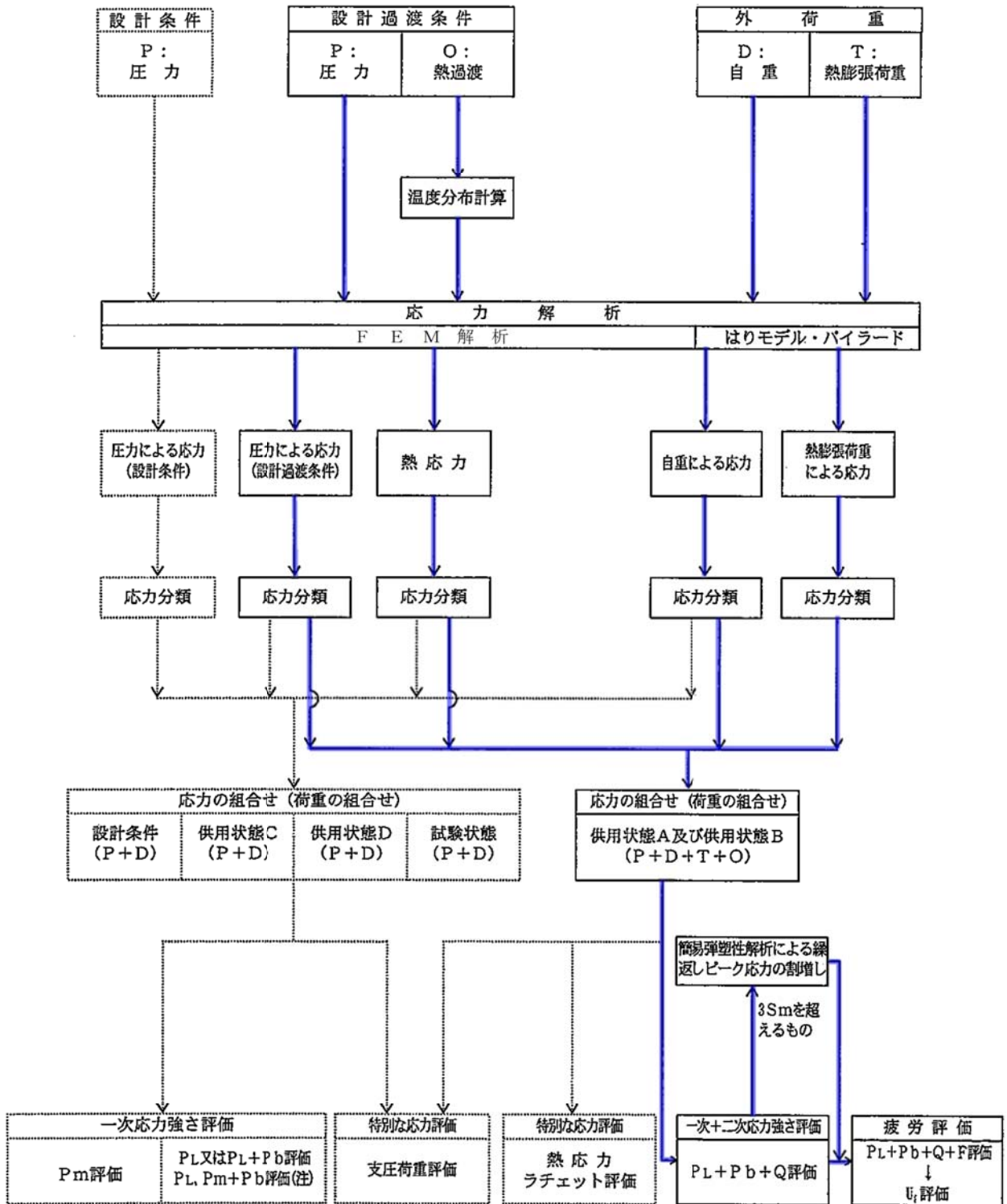
応力強さ (単位 : MPa)					繰返し回数		疲労係数
極大値	極小値	Ke	ALT	ALT'	N	N*	(=N/N*)
(Empty table content)							疲労累積係数 = 0.01635

→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炉心冷却系の誤起動]-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—14rev2

<p>タイトル</p>	<p>1次冷却材管の疲労累積係数の算出根拠について (5-4-11頁)</p>																										
<p>説明</p>	<p>1次冷却材管の疲労累積係数の算出根拠は以下の通りである。</p> <p>【ホットレグ、クロスオーバレグ、コールドレグ】</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> <p><配管荷重の算出></p> <table border="1" data-bbox="475 855 1311 936"> <tr> <td>解析プログラム</td> <td>MSAP</td> </tr> <tr> <td>要素種類</td> <td></td> </tr> </table> <p><温度分布の算出※></p> <table border="1" data-bbox="475 976 1311 1335"> <tr> <td>解析プログラム</td> <td>ABAQUS Ver. 6.3</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>※ホットレグ、クロスオーバレグ、コールドレグの評価点には1次冷却材ポンプの取合部やエルボの外面テーパ部等の構造不連続部が多数あるため、2次元FEM解析にて温度分布を計算している。算出した温度分布は、ピーク応力のうち、板厚内の温度分布による応力のパラメータに用いられる。なお、梁モデルは外荷重による応力算出に用いられる。</p> <p>2. 材料物性 材料物性値を以下に示す。</p> <table border="1" data-bbox="416 1720 1366 2018"> <thead> <tr> <th>材 料</th> <th>温度 (℃)</th> <th>Sm (MPa)</th> <th>使用箇所</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>ホットレグ</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>クロスオーバレグ コールドレグ</td> </tr> </tbody> </table>	解析プログラム	MSAP	要素種類		解析プログラム	ABAQUS Ver. 6.3	要素種類		要素次数		要素数		節点数		材 料	温度 (℃)	Sm (MPa)	使用箇所				ホットレグ				クロスオーバレグ コールドレグ
解析プログラム	MSAP																										
要素種類																											
解析プログラム	ABAQUS Ver. 6.3																										
要素種類																											
要素次数																											
要素数																											
節点数																											
材 料	温度 (℃)	Sm (MPa)	使用箇所																								
			ホットレグ																								
			クロスオーバレグ コールドレグ																								

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点を抽出しており、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。
解析モデル上の評価点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す。また、応力評価のフローを添付3に示す。

状態	荷重の組み合わせ
供用状態A、B	圧力+機械的荷重+配管の熱膨張荷重+熱過渡

5. Ke係数

評価に用いたKe係数を添付4に示す。

6. 環境評価パラメータ

評価に用いた環境評価パラメータ（環境効果補正係数 f_{en} ）を、添付4に示す。

【管台】

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。

<配管荷重の算出>

解析プログラム	MSAP (配管) PC1.0
要素種類	

<応力の算出>

解析プログラム	ABAQUS Ver. 6.3
要素種類	
要素次数	
要素数	
節点数	

解析モデルを添付5に示す。

2. 材料物性

材料物性値を以下に示す。

材 料	温度 (°C)	Sm (MPa)	使用箇所
			加圧器サージライン用管台
			安全注入系ライン用管台 化学体積制御系 ライン用管台

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。

解析モデル上の評価点及び最大評価点の選定結果を、添付6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す。また、応力評価のフローを添付7に示す。

状態	荷重の組み合わせ
供用状態A、B	圧力+機械的荷重+自重+熱膨張荷重+熱過渡

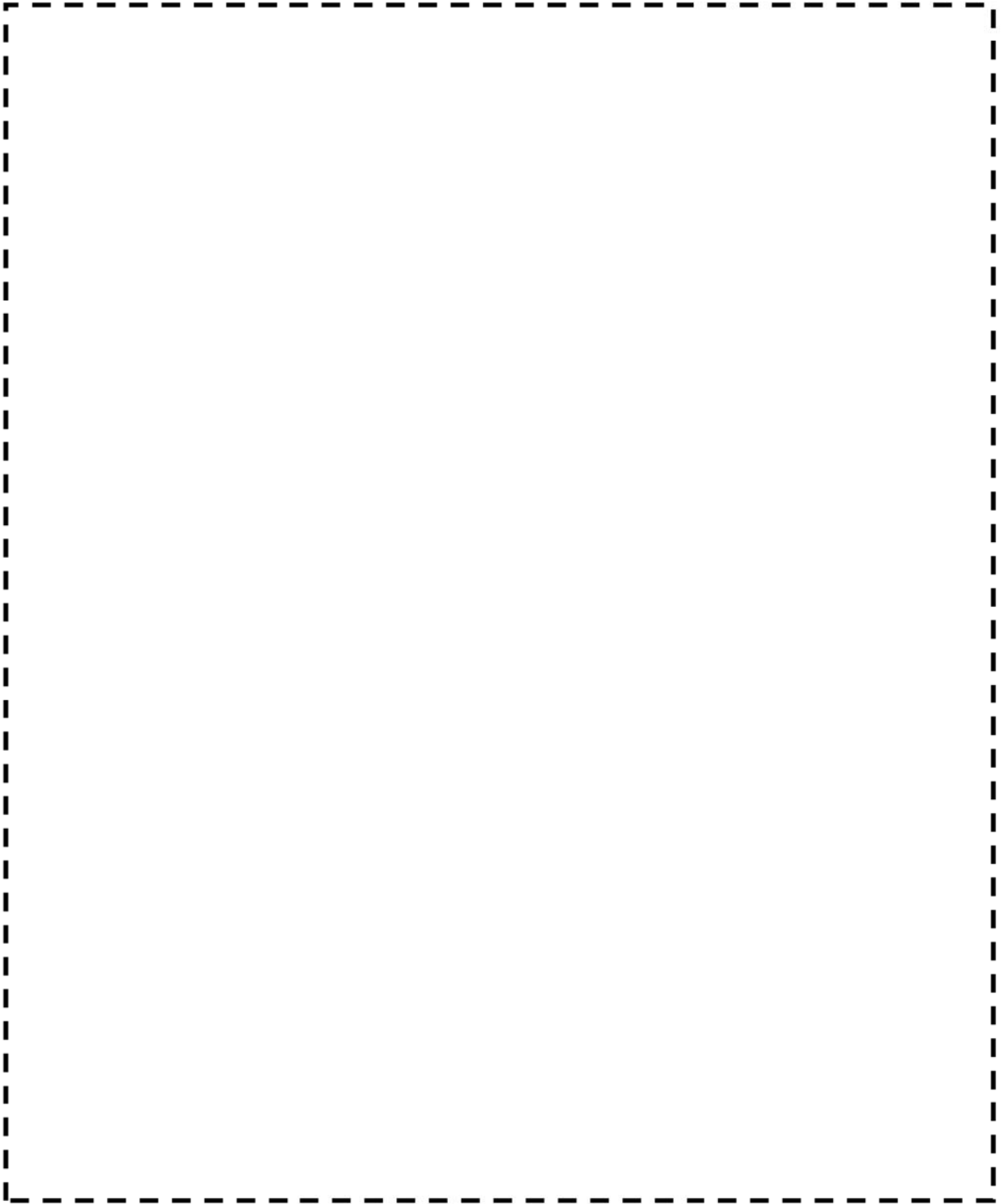
5. Ke係数

評価に用いたKe係数を添付8に示す。

6. 環境評価パラメータ

評価に用いた環境評価パラメータ（環境効果補正係数 f_{en} ）を、添付8に示す。

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



1次冷却材管 形状及び評価点

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

1次冷却材管（ホットレグ） 解析モデル（ABAQUSによるモデル）

1次冷却材管（クロスオーバーレグ） 解析モデル（ABAQUSによるモデル）

1次冷却材管（コールドレグ） 解析モデル（ABAQUSによるモデル）

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



1次冷却材管 ループ解析モデル

1次冷却材管は上記のようにループ連成の多質点梁モデルで解析を行っている。多質点モデルによる解析の妥当性については、手計算との比較や、PWR 1次冷却材管の耐震実証試験^{※1}にて地震応力による各部位の応力実測値と解析結果とを比較している。その結果、例えばクロスオーバーレグについても解析結果が応力実測値を上回っており、大きい応力が発生する位置では応力実測値の \square 倍以上となり、実測値を上回る保守的な解析結果となっていることから、解析が妥当であることを確認している。耐震実証試験では地震加速度による配管が変形する応力を検証しており、地震によって各部位の様々な方向の変形が再現できていることから、配管の変形を生じる応力について包括的に検証できていると判断している。

※1



1 次冷却材管 最大疲労評価点の選定 (1 / 2)

評価部位	節点番号	圧力による 応力 (MPa)	外荷重による 応力 (MPa)	板厚方向線形 温度差による 応力 (MPa)	構造上の 不連続による 熱応力 (MPa)	板厚方向 非線形温度差 による応力 (MPa)	ピーク応力 Sp (MPa)	繰返しピーク 応力強さ ALT (MPa)	繰返しピーク 応力強さ ALT (MPa)	疲労累積係数	許容値
ホットレグ	107										1.0
	109										
	111										
	113										
	114										
	117										
	141										
クロスオーバレグ	142										
	143										
	145										
	147										
	149										
	151										
	153										
157											

→ ホットレグ通常UF: 0.001

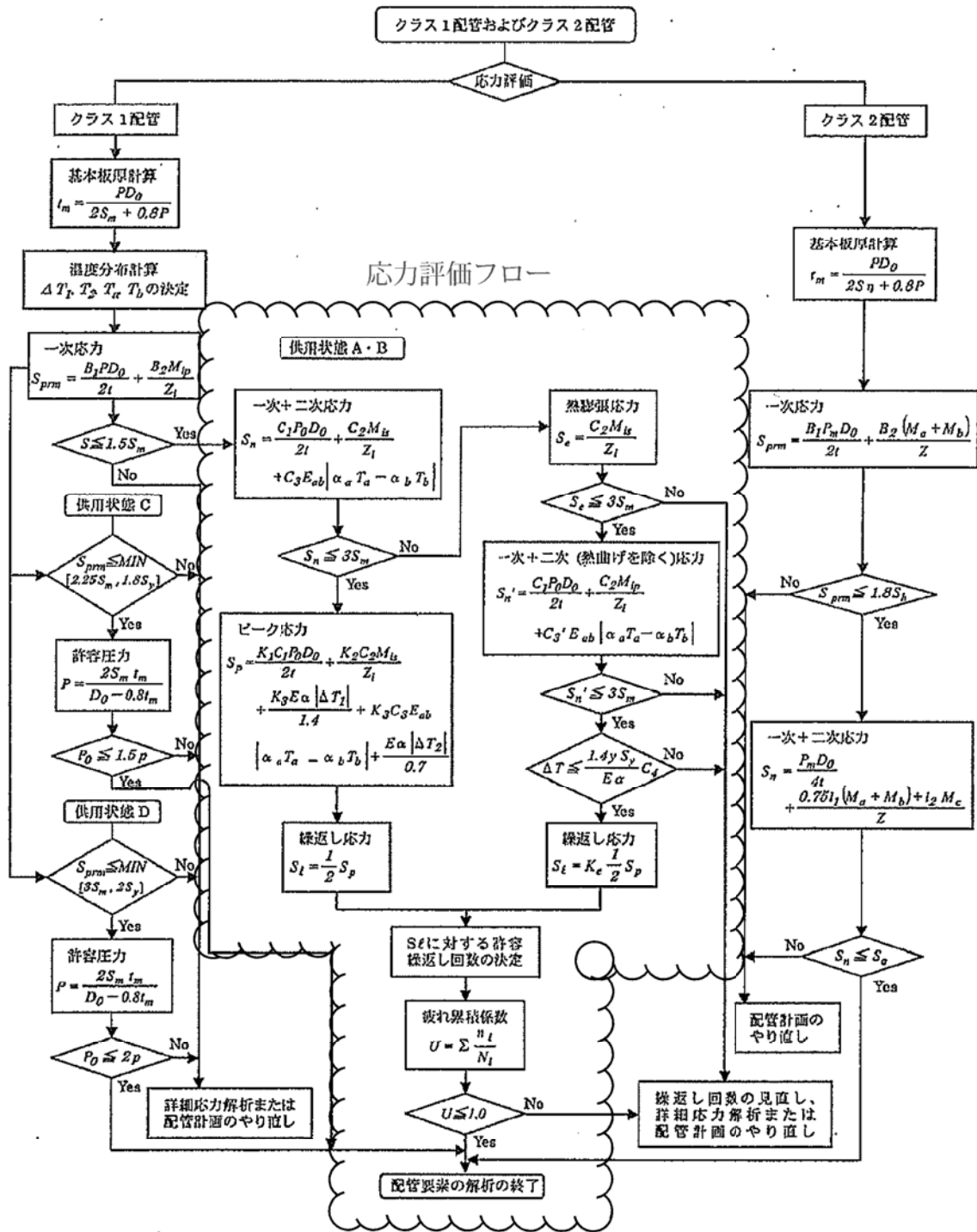
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

1 次冷却材管 最大疲労評価点の選定 (2 / 2)

評価部位	節点番号	圧力による 応力 (MPa)	外荷重による 応力 (MPa)	板厚方向線形 温度差による 応力 (MPa)	構造上の 不連続による 熱応力 (MPa)	板厚方向 非線形温度差 による応力 (MPa)	ピーク応力 Sp (MPa)	繰返しピーク 応力強さ ALT (MPa)	繰返しピーク 応力強さ ALT' (MPa)	疲労累積係数	許容値
クロスオーバーレグ	159									1.0	
	160										
	161										
	163										
	165										
	167										
	181										
コールドレグ	183									1.0	
	185										
	189										
	194										

→クロスオーバーレグ 通常UF：0.002
コールドレグ 通常UF：0.001

「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」



(備考) クラス2配管の解析手順には管の機械的荷重により生じるモーメント M_b を含む場合の式のみを記載した

解説図 PPB-3511-1 配管要素の解析手順

応力評価フローチャート

Ke 係数と環境評価パラメータ (ホットレグ) (詳細評価手法: 評価点114)

過渡条件番号		一次+二次+ ピーク応力 sp	割り増し 係数 KE	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			補正前 salt	補正後 salt'					
									合計:	0.00052

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

→環境UF : 0.001

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

Ke 係数と環境評価パラメータ (クロスオーバーレグ) (詳細評価手法: 評価点167)

過渡条件番号		一次+二次+ ピーク応力 sp	割り増し 係数 KE	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			補正前 salt	補正後 salt'					
									合計:	0.00857

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

→環境UF: 0.009

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

Ke 係数と環境評価パラメータ (コールドレグ) (詳細評価手法: 評価点181)

過渡条件番号		一次+二次+ピーク応力 sp	削り増し係数 KE	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			補正前 salt	補正後 salt'					
<div style="border: 2px dashed black; width: 100%; height: 100%;"></div>										
合計:										0.00297

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

→環境UF: 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

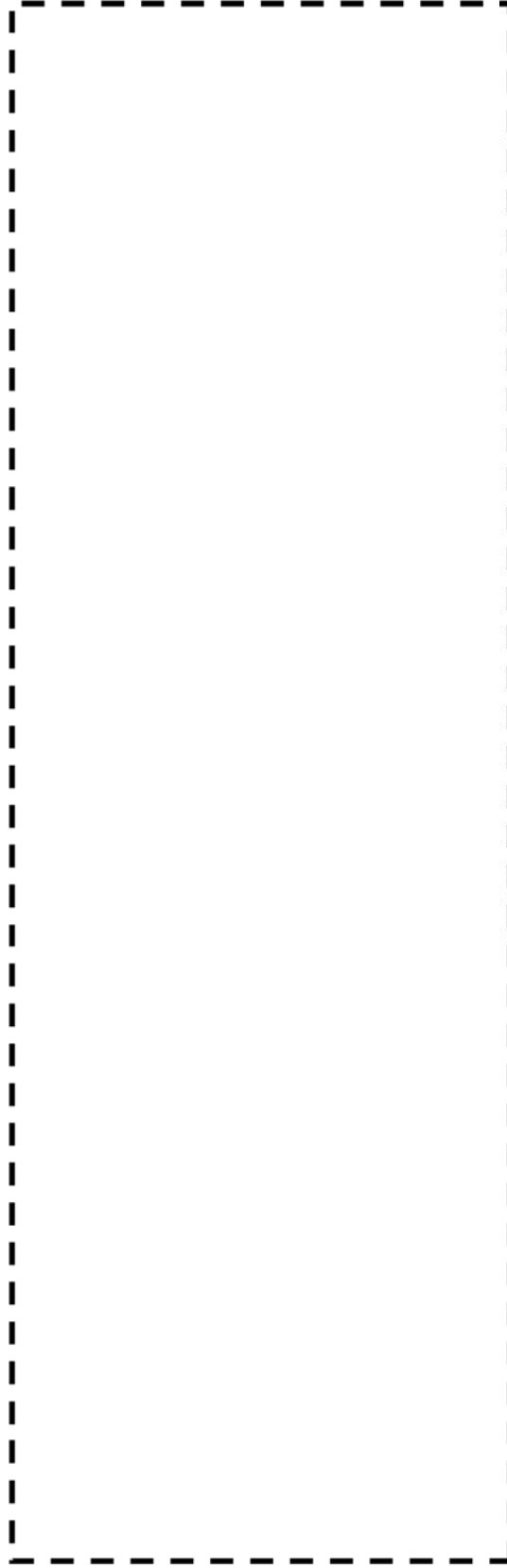
環境効果補正係数 (fen) の算出根拠

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) ホットレグ

a. 過渡2H1[1次冷却系停止ループの誤作動] - 1I1[燃料交換] - 2F1[制御棒クラスタの落下] - 1I1[燃料交換]

環境疲労評価手法 (JSME S NF1) のEF-3233に従い、式EF-20におけるΔT項が支配的ではないため、EF-3222により「起動」時の上昇過程に線形としたひずみ速度で評価。



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) クロスオーバーバレーダ

a. 過渡2JI[1次系漏えい試験] - IBI[停止(温度降下率55.6°C/h)]

b. 過渡IAI[起動(温度上昇率55.6°C/h)] - IBI[停止(温度降下率55.6°C/h)]

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

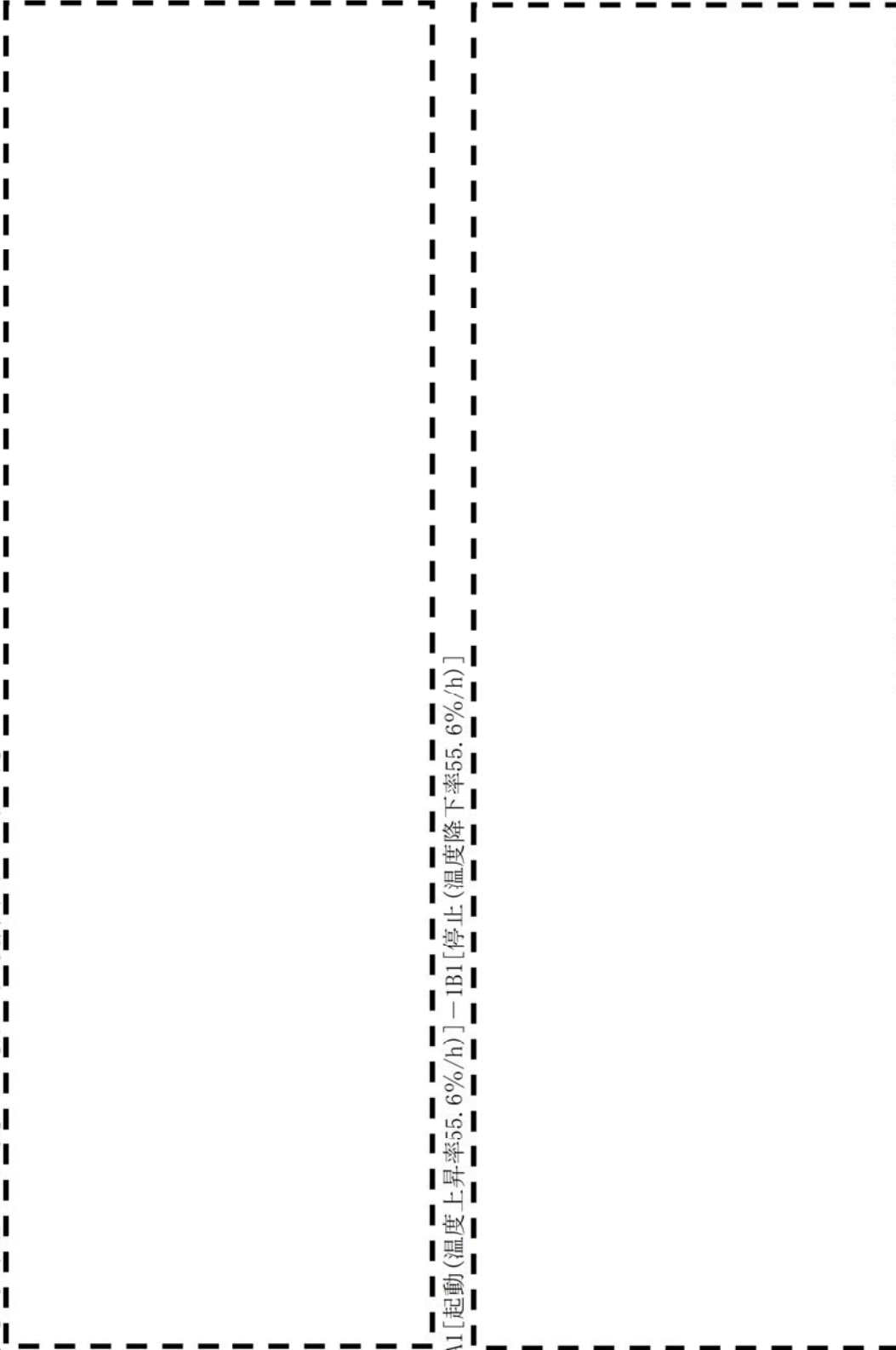
c. 過渡1A1[起動(温度上昇率55.6°C/h)]-2J2[1次系漏えい試験]



【 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) コールドレダ

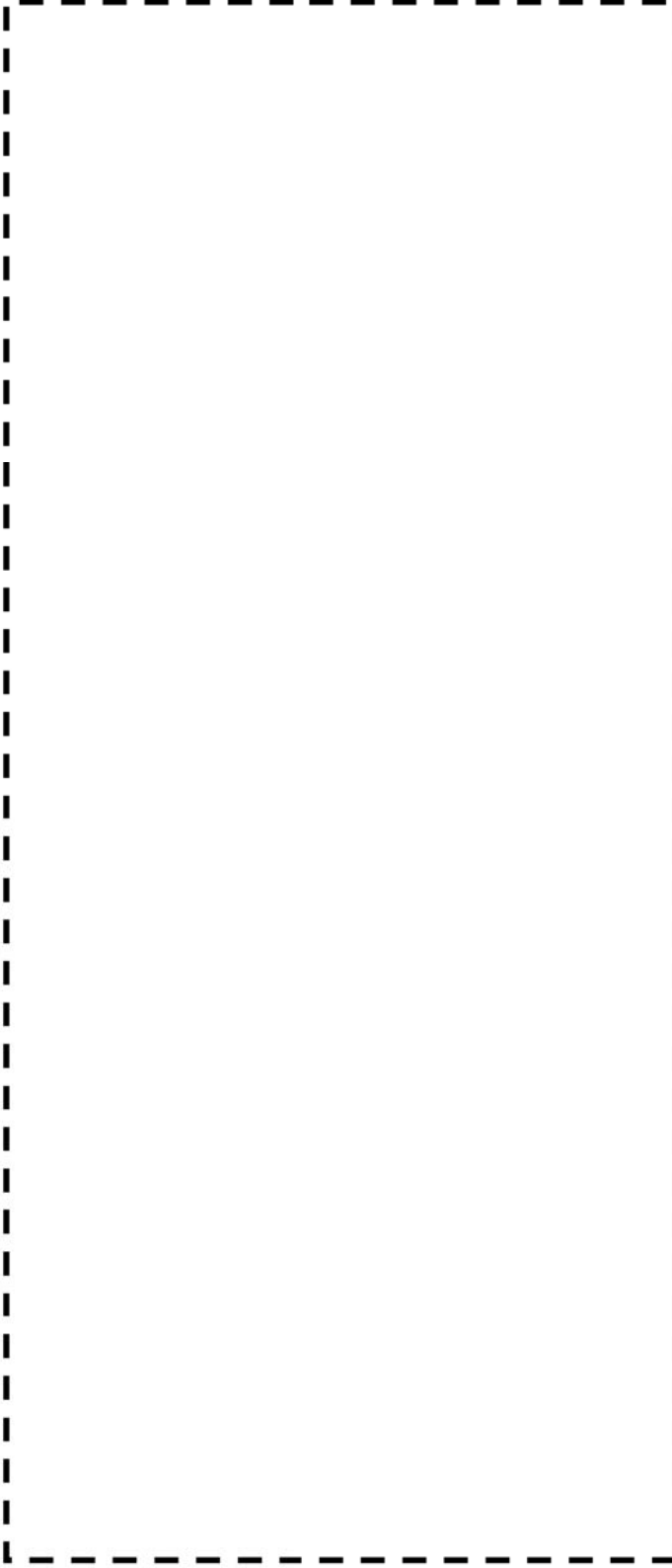
a. 過渡2J1[1次系漏えい試験] - IB1[停止(温度降下率55.6%/h)]



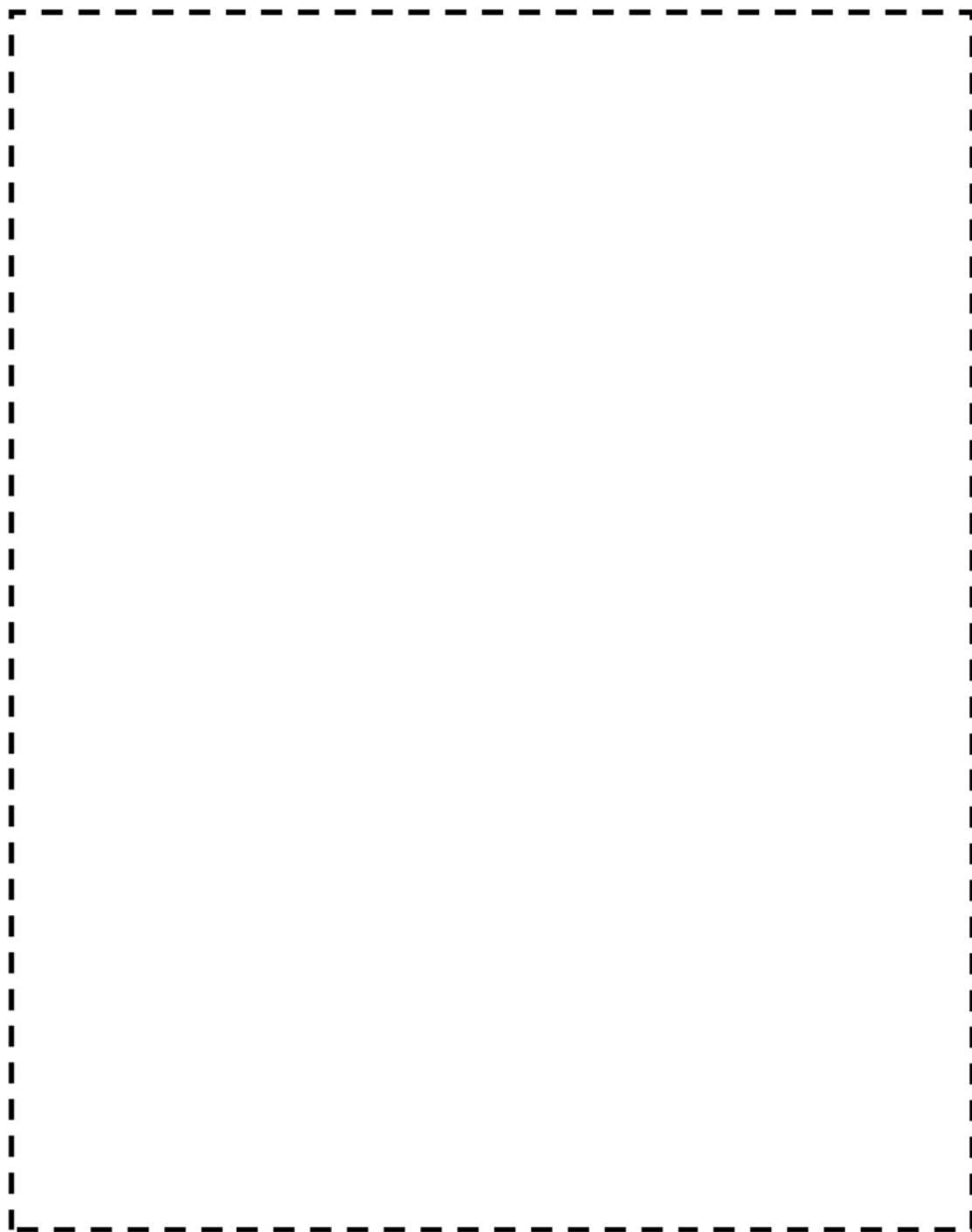
b. 過渡1A1[起動(温度上昇率55.6%/h)] - IB1[停止(温度降下率55.6%/h)]

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1A1[起動(温度上昇率55.6%/h)]-2J2[1次系漏えい試験]

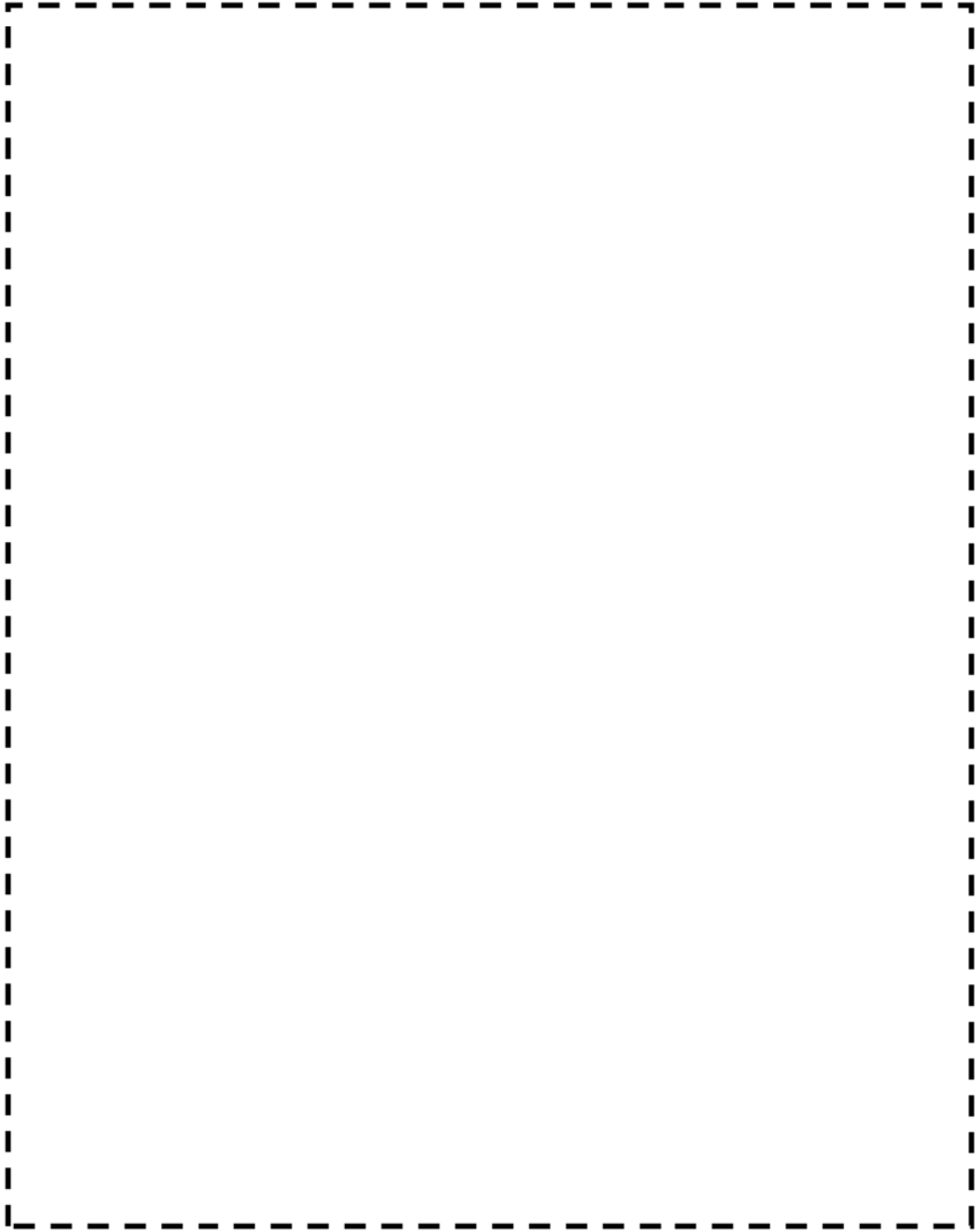


枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません



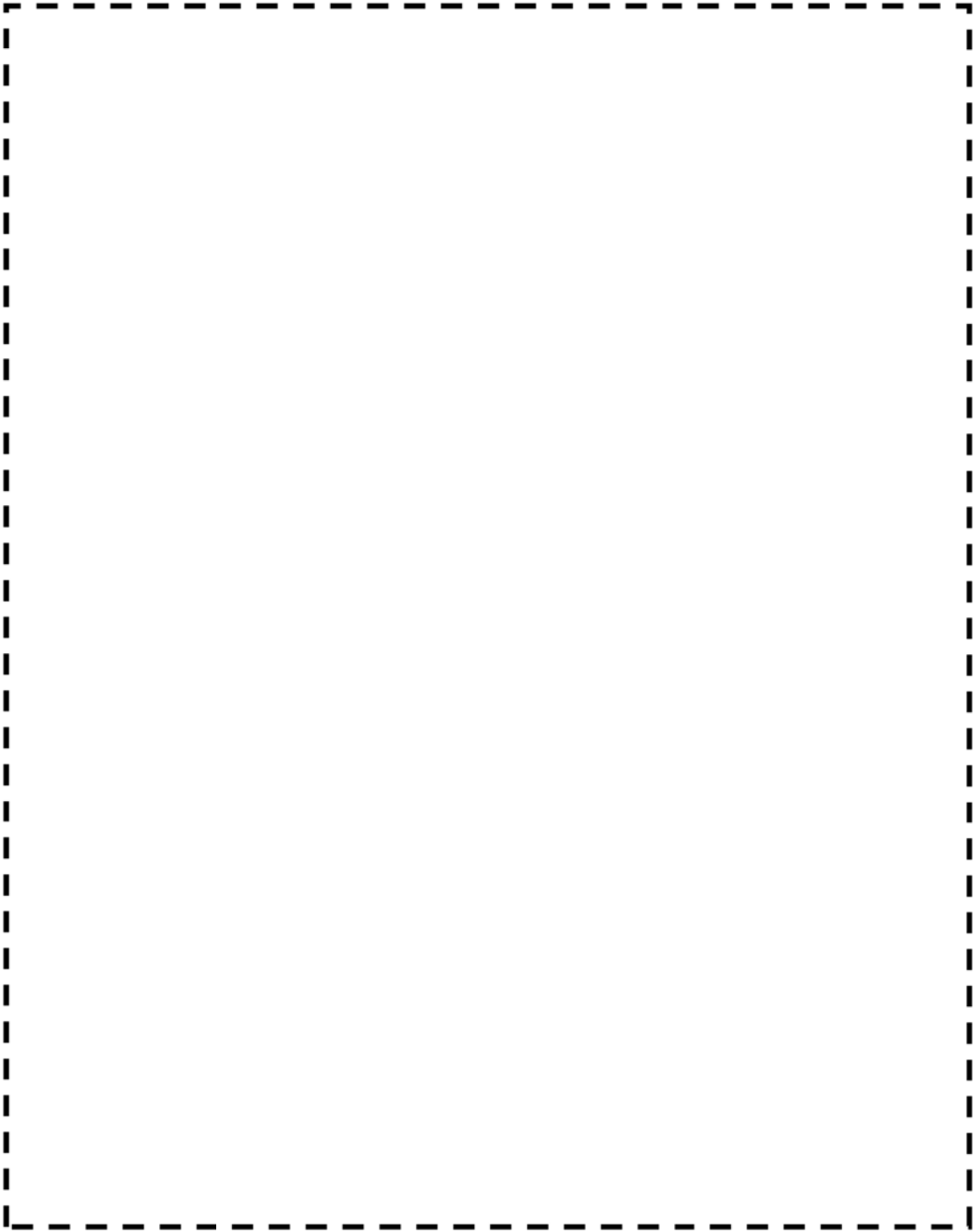
(1) 1次冷却材管（加圧器サージライン用管台） 解析モデル

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



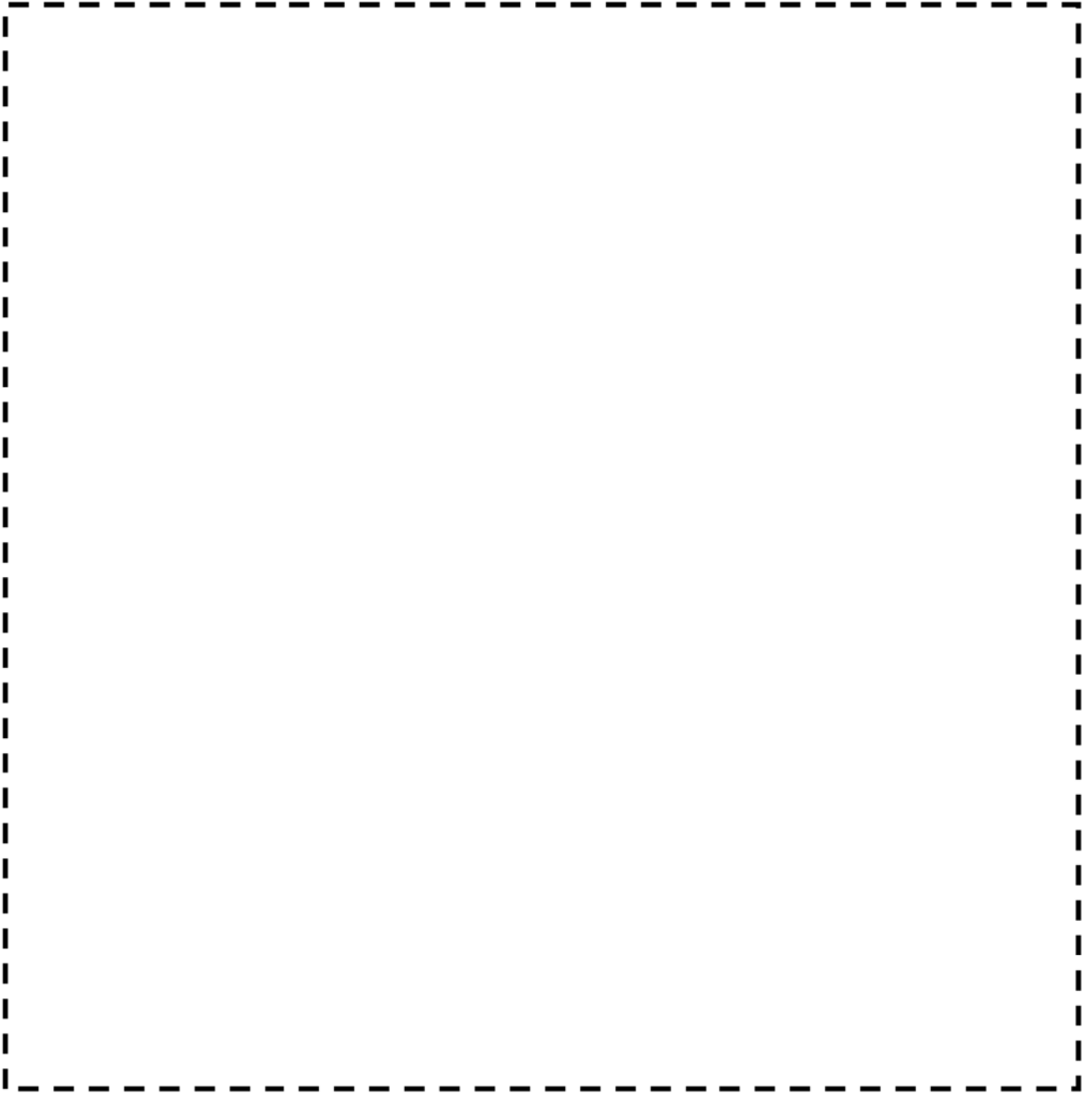
(2) 1次冷却材管（安全注入系ライン用管台） 解析モデル

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



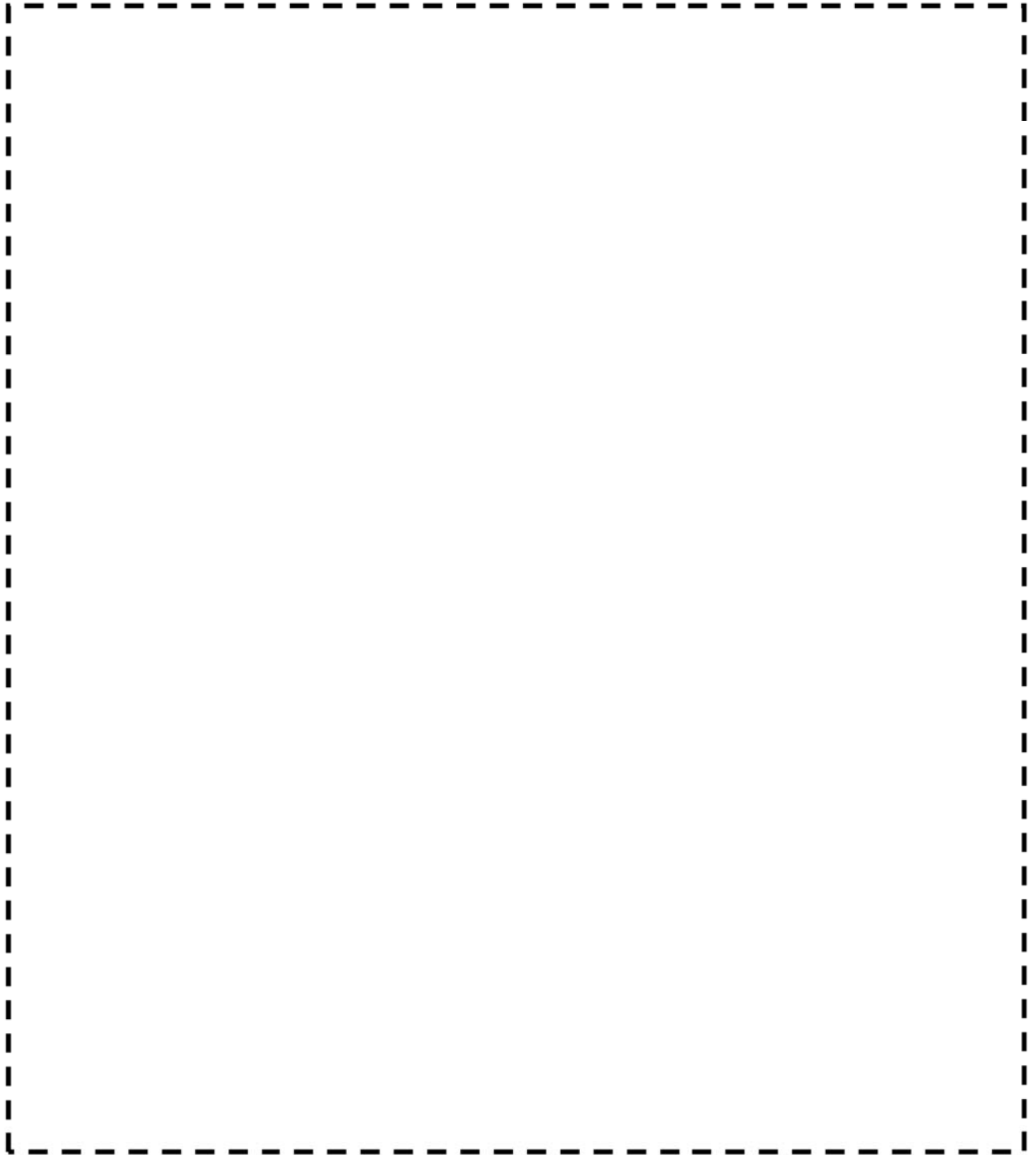
(3) 1次冷却材管（化学体積制御系ライン用管台） 解析モデル

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



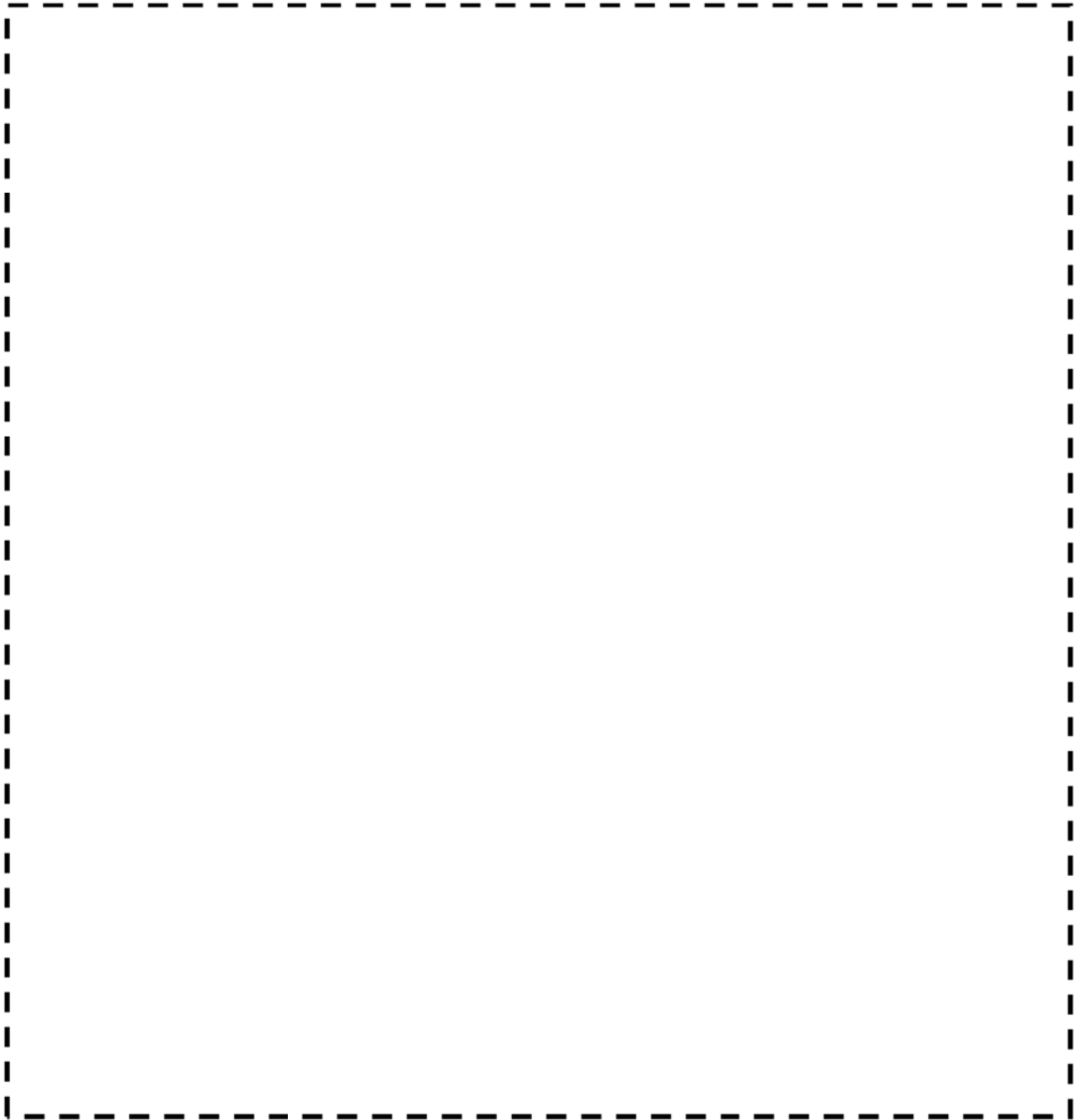
(1) 1次冷却材管（加圧器サージライン用管台） 評価点

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



(2) 1次冷却材管（安全注入系ライン用管台） 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



(3) 1次冷却材管（化学体積制御系ライン用管台）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

(1) 1次冷却材管 (加圧器サージライン用管台) 最大疲労評価点の選定

評価点	U(S12)	U(S23)	U(S31)
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7L			
8L			
7C			
8C			
9L			
10L			
9C			
10C			
11L			
12L			
11C			
12C			

許容値 $U_f = 1.0$ →通常 $U_f : 0.154$

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) 1次冷却材管（安全注入系ライン用管台） 最大疲労評価点の選定

評価点	U(S12)	U(S23)	U(S31)
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7L			
8L			
7C			
8C			
9L			
10L			
9C			
10C			
11L			
12L			
11C			
12C			

許容値 $U_f=1.0$ →通常UF : 0.004

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

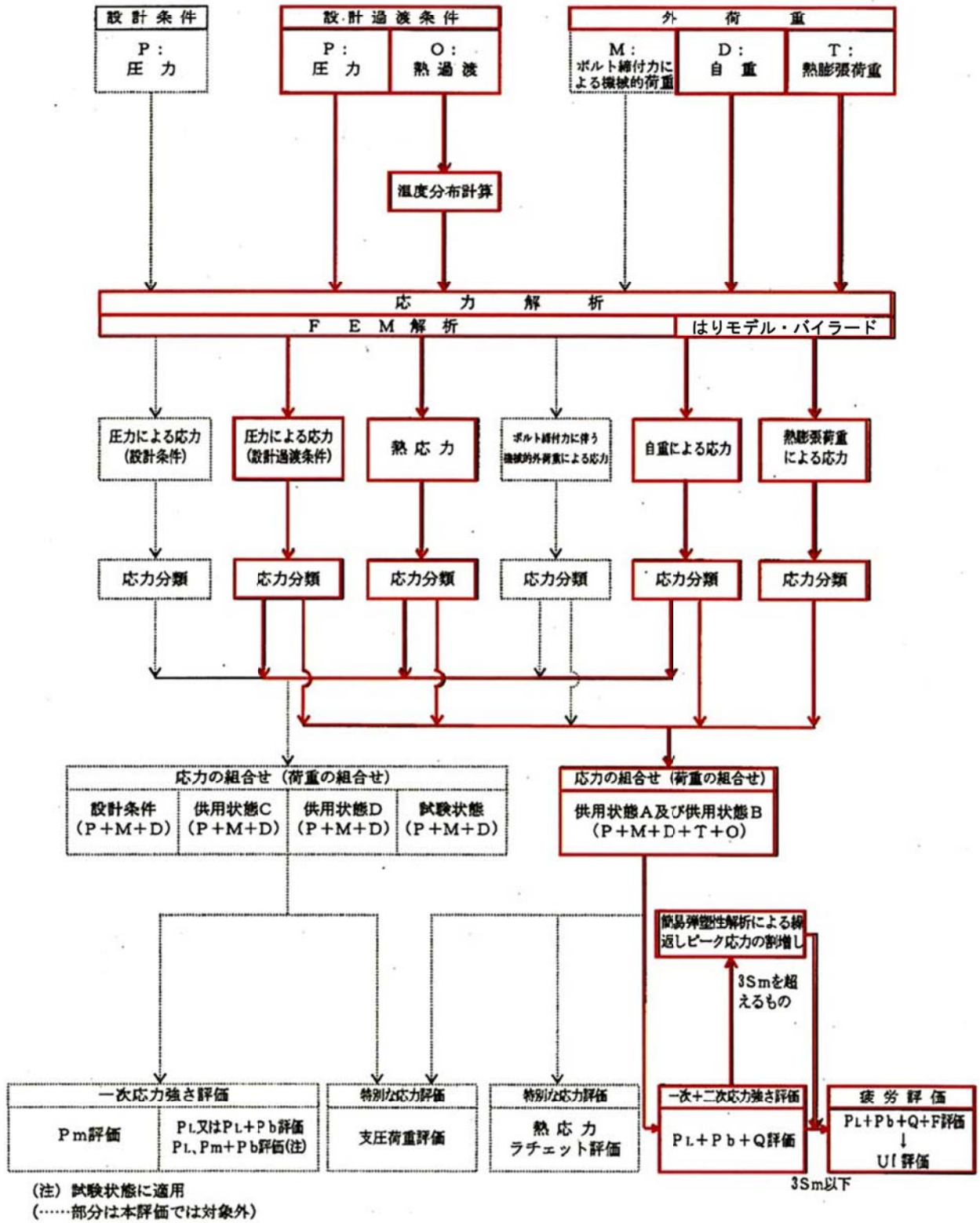
(3) 1次冷却材管 (化学体積制御系ライン用管台) 最大疲労評価点の選定

評価点	U(S12)	U(S23)	U(S31)
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7L			
8L			
7C			
8C			
9L			
10L			
9C			
10C			
11L			
12L			
11C			
12C			

許容値 $U_f = 1.0$ →通常 $U_f : 0.003$

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

応力評価フロー



(1) Ke係数と環境疲労パラメータ (加圧器サージライン用管台) (詳細評価手法: 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		補正前 salt	補正後 salt'					
										合計:	0.39916

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

→環境UF: 0.400

(2) Ke係数と環境疲労パラメータ (安全注入系ライン用管台) (詳細評価手法: 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		補正前 salt	補正後 salt'					
										合計:	0.01232

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

→環境UF: 0.013

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) Ke係数と環境疲労パラメータ (化学体積制御系ライン用管台) (詳細評価手法: 評価点7L)

通過条件 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		実通過 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:	0.01790

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

→環境UF: 0.018

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) 加圧器サージライン用管台

a. 過渡1A2[起動時の冷水注入]－2D5[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]

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

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1A2[起動時の冷水注入] - 1G1[100%からの大きいステップ状負荷減少]

d. 過渡1B2[停止時の冷水注入] - 2G1[出力運転中の非常用炉心冷却系の誤作動]

【 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1B2[停止時の冷水注入] - 2E1[1次冷却系の異常な減圧]

f. 過渡1B2[停止時の冷水注入] - 1M1[ほう素濃度の均一化]

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) 安全注入系ライン用管台

a. 過渡2L1[蓄圧タンク出口電動弁の誤作動]→2E1[1次冷却系の異常な減圧]

b. 過渡2E1[1次冷却系の異常な減圧]→2L1[蓄圧タンク出口電動弁の誤作動]

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) 化学体積制御系ライン用管台

a. 過渡2S1[抽出流量の100%増加及び復帰]ー2J2[1次系漏えい試験]

b. 過渡2S1[抽出流量の100%増加及び復帰]ー1I1[燃料交換]

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2S1[抽出流量の100%増加及び復帰]—NSS



d. 過渡2S1[抽出流量の100%増加及び復帰]—204[充てんライン]隔離及び復帰



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2S1[抽出流量の100%増加及び復帰] - 2QE[充てん流量の50%増加及び復帰]

f. 過渡2S1[抽出流量の100%増加及び復帰] - 2E[1次冷却系の異常な減圧]

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－6 Rev. 1

タイトル	取替予定の炉内構造物における代表部位の選定について。
説明	<p>炉内構造物各部位に対して、I A S C Cの発生要因となる中性子照射量、応力、温度の比較結果、および海外におけるIASCC損傷事例の実績から、評価が最も厳しくなるバッフルフォーマボルトを直接的な評価部位として抽出している。炉内構造物各部位とバッフルフォーマボルトの具体的な比較結果を以下に示す。</p> <p>○バッフルフォーマボルトの中性子照射量、応力、温度</p> <ul style="list-style-type: none">・中性子照射量：$3 \times 10^{22} \text{n/cm}^2$・運転初期の応力：約 $\square \square$ MPa・温度：$\square \square$ °C <p>なお、美浜3号炉では炉内構造物取替に際して、炉心バッフルに剛性の高い角バッフル構造を採用することにより、バッフル構造の変形を抑え、炉内構造物取替前に比べてバッフルフォーマボルトに発生する応力を低減している。また、バッフルフォーマボルトは、炉内構造物取替前に比べてボルトシャンク長さの増大し、ボルト首下形状をパラボリック形状とすることで応力の改善を図っている。</p> <p>○炉心槽</p> <p>中性子照射量 ($9 \times 10^{21} \text{n/cm}^2$) は、バッフルフォーマボルトに比べて小さい。</p> <p>炉心槽溶接部の運転初期の残留応力 (約 $\square \square$ MPa) は、バッフルフォーマボルトに比べて小さい。</p> <p>温度 ($\square \square$ °C) はバッフルフォーマボルトに比べて若干高いが、照射誘起型応力腐食割れの発生評価に用いている照射誘起型応力腐食割れの発生応力しきい線は、290°C～340°CにおけるS C C発生試験結果から設定しており、炉心槽の温度はこの温度範囲と同等である。また、原子力基盤機構「照射誘起応力腐食割れ (IASCC) 評価技術に関する報告書」において、290°C、320°C、340°Cの各試験温度に対する負荷応力と中性子照射量に対する割れ発生の試験を実施した結果が示されており、本試験の結果からは、割れ発生応力に対する試験温度の有意な影響は見られていない (添付-1)。</p> <p>よって、バッフルフォーマボルトに比べてI A S C C発生の可能性は小さいと評価している。</p> <p>○炉心バッフル、炉心バッフル取付板</p> <p>中性子照射量 ($3 \times 10^{22} \text{n/cm}^2$) は、バッフルフォーマボルトと同等である。</p>

炉心バップル、炉心バップル取付板には熱応力が作用するが、バップルフォーマボルトに比べて応力は小さい。

温度は、炉心バップルが 290°C 、炉心バップル取付板は 340°C であり、バップルフォーマボルトに比べて若干高いが、照射誘起型応力腐食割れの発生評価に用いている照射誘起型応力腐食割れの発生応力しきい線は、 290°C ～ 340°C におけるSCC発生試験結果から設定しており、炉心バップルおよび炉心バップル取付板の温度はこの温度範囲に含まれる。また、原子力基盤機構「照射誘起型応力腐食割れ (IASCC) 評価技術に関する報告書」において、 290°C 、 320°C 、 340°C の各試験温度に対する負荷応力と中性子照射量に対する割れ発生の試験を実施した結果が示されており、本試験の結果からは、割れ発生応力に対する試験温度の有意な影響は見られていない (添付-1)。

よって、バップルフォーマボルトに比べてIASCC発生の可能性は小さいと評価している。

○バレルフォーマボルト

応力レベルはバップルフォーマボルトと同等であるが、中性子照射量 ($3 \times 10^{21}\text{n/cm}^2$) と温度 (290°C) はバップルフォーマボルトに比べて低い。

よって、バップルフォーマボルトに比べてIASCC発生の可能性は小さいと評価している。なお、バレルフォーマボルトは、炉内構造物取替前に比べてボルトシャンク長さの増大し、ボルト首下形状をパラボリック形状とすることで応力の改善を図っている。

○下部炉心板、下部炉心支持柱、下部燃料集合体案内ピン、熱遮蔽材

中性子照射量、応力、温度のいずれもバップルフォーマボルトよりも小さい。

よって、バップルフォーマボルトに比べてIASCC発生の可能性は小さいと評価している。

○熱遮蔽材固定用ボルト

応力レベルはバップルフォーマボルトと同等であるが、中性子照射量、温度はバップルフォーマボルトよりも小さい。

よって、バップルフォーマボルトに比べてIASCC発生の可能性は小さいと評価している。

以上

平成20年度
照射誘起応力腐食割れ (IASCC) 評価技術
に関する報告書

平成21年9月

独立行政法人 原子力安全基盤機構

9.6 割れ発生応力と中性子照射量との関係

定荷重 SCC 試験結果に関して、各試験温度に対する負荷応力と中性子照射量に対する割れ発生の有無について整理した結果を図 9.6-1 に示す。

- ・ 中性子照射量の増加に伴い割れ発生応力値が低下する傾向が認められた。
- ・ 中性子照射量が 70dpa 程度になると約 400MPa (0.4 σ_y) でも割れが認められることがわかった。
- ・ 割れ発生応力値に対して、試験温度の有意な影響は認められなかった。

また、同様な定荷重 SCC 試験で SCC 発生が評価されているデータ^[9.6-1,2]との比較検討を行った結果を図 9.6-2 に示す。

その結果、ほぼ同等の割れ発生応力値を示しており、本事業で得た試験データの妥当性を確認している。

[9.6-1] WH: F. Freyer et al., 13th Environmental Degradation Conference, Whistler, British Columbia August 19 - 23, 2007.

[9.6-2] INSS: H. Nishioka et al., 13th Environmental Degradation Conference, Whistler, British Columbia August 19 - 23, 2007.

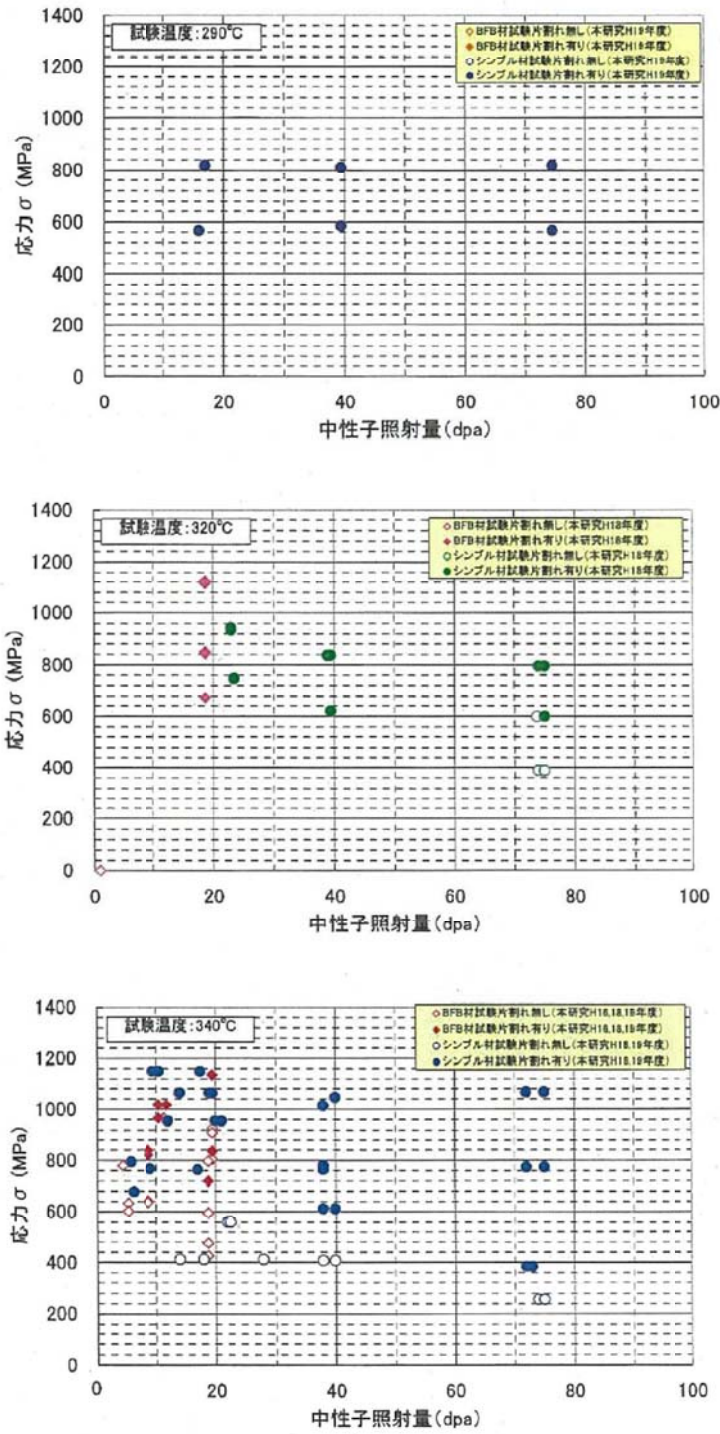


図 9.6-1 本事業での定荷重 SCC 試験結果 (応力 vs 中性子照射量)

美浜3号炉－IASC C－8 Rev. 1

<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 維持規格に基づき、下表に示す定期的な可能範囲の目視検査を実施し、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>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="464 992 1318 1256"> <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>G1.50</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 C 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> <ul style="list-style-type: none"> ・炉心バッフルについて、剛性の高い角バッフル構造を採用することにより、バッフル構造の変形を抑え、バッフルフォーマボルトに発生する応力を低減 ・バッフルフォーマボルトについて、シャンク長さを増大させ、ボルト首下部に発生する曲げ応力を低減。また、ボルト首下形状をパラボリ 	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	G1.50	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												
G1.50	炉心支持構造物	炉心槽 上部炉心支持板 など	VT-3	約7年												

ック形状とすることで応力集中を低減

- ・ 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え前の点検実績から、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

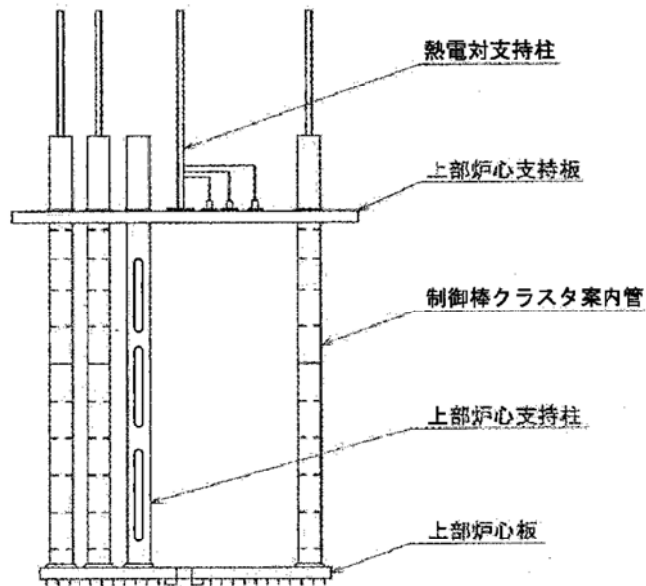
第3号機 第21回

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

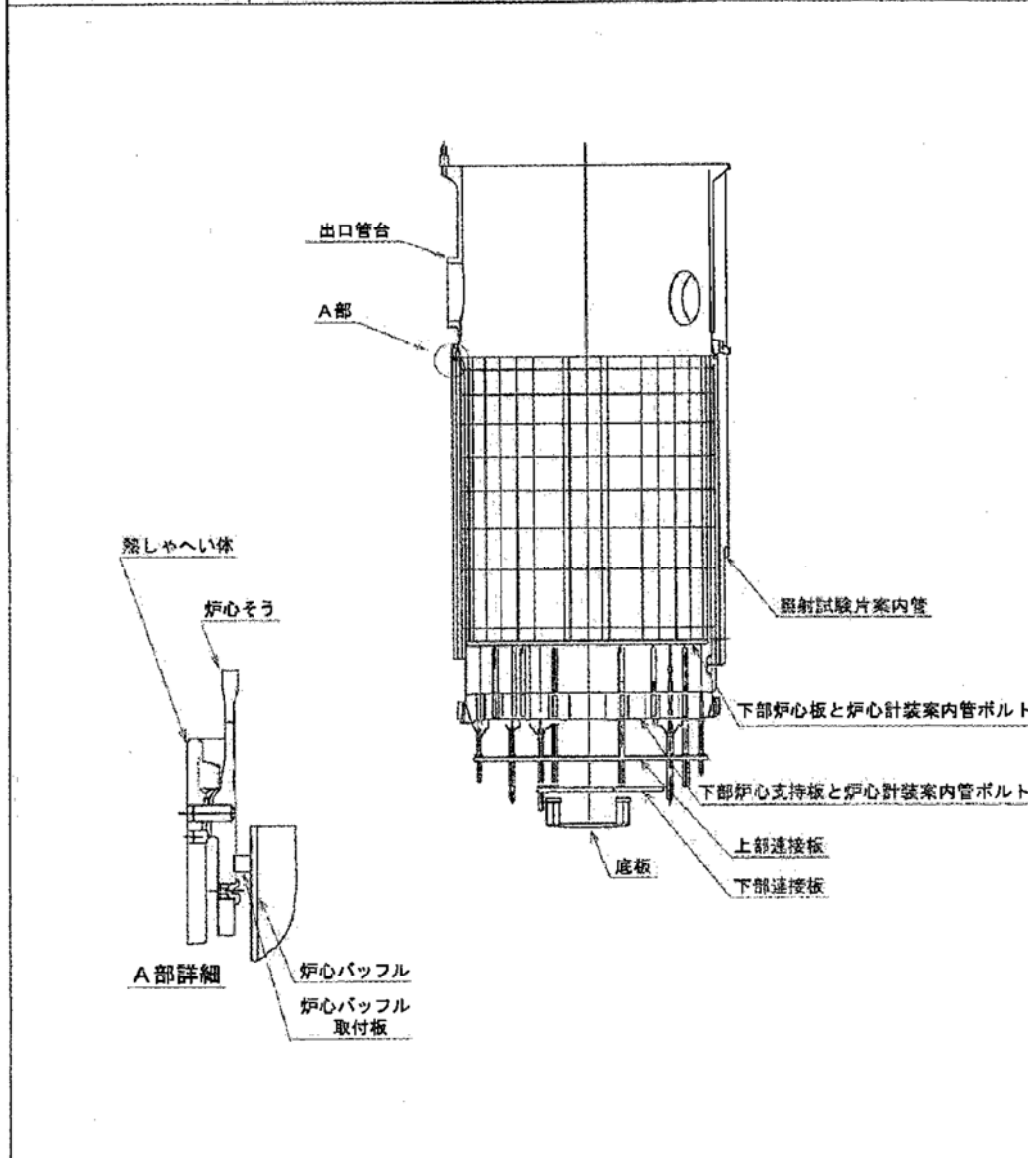
原子炉容器検査箇所図 (23/24)

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	放射線検査	線源	線源寸法	線源・フィルム間距離	増感紙
	放射線検査	放射線検査	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

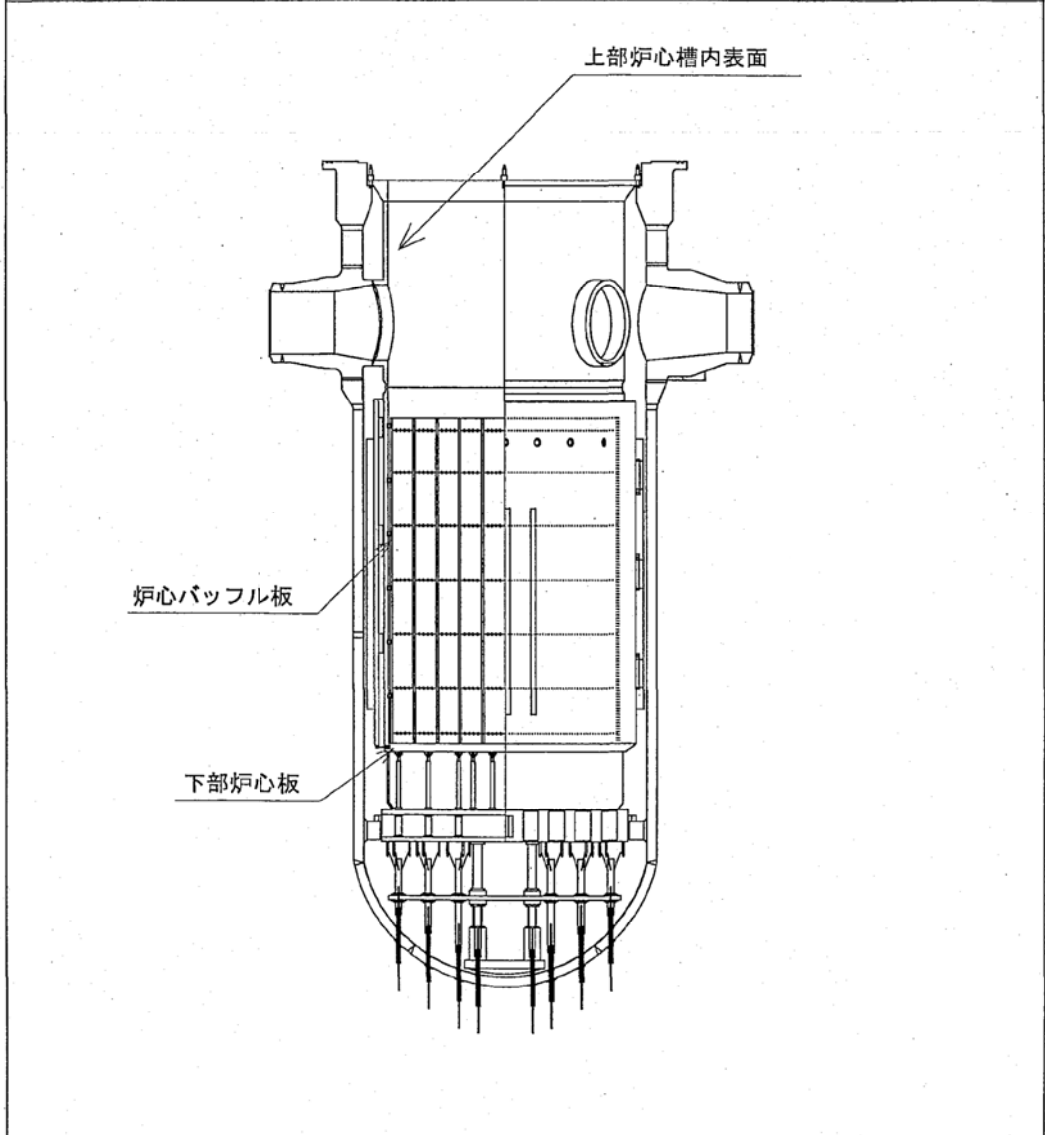
定期事業者検査要領書

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 長	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									
原子炉容器バツフル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	[Redacted]						
図表	枚	KMN-3	2315699	77.4.15	原子力品質保証部サービス品質管理課						
表紙共	枚		C100	課長主任担当作成							
備考	[Redacted]										
原紙保管	[Redacted]										
原サ品課	[Redacted]										
作成	平成7年4月13日										
出書	平成 年 月 日										
図書	[Redacted]									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(1/1箱) 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(1/1箱) 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 斜角座
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	
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
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/IX) 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-IASCC-10 Rev.1

<p>タイトル</p>	<p>技術評価で参考としたIASCC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IASCC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IASCC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="421 808 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されている。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IASCC性を向上させており、IASCC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および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IASCC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－熱時効－2 rev2

<p>タイトル</p>	<p>(1-2-14頁) ケーシングの熱時効に係る健全性評価の具体的内容について</p>																																																																								
<p>説明</p>	<p>1次冷却材ポンプのケーシングのフェライト量、使用温度、応力を表1に示す。熱時効による靱性低下への影響は、フェライト量が多いほど大きくなる。また、使用条件としては応力（荷重）が大きいほど厳しくなる。このため、1次冷却材管と発生応力及びフェライト量の比較を行い、1次冷却材ポンプの熱時効評価が1次冷却材管に包絡されることを確認している。</p> <p style="text-align: center;">表1 1次冷却材ポンプケーシング熱時効評価結果</p> <table border="1" data-bbox="421 931 1359 1182"> <thead> <tr> <th>部位</th> <th>Ss地震時応力 (MPa)</th> <th>フェライト量 (%)</th> <th>使用温度 (°C)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1次冷却材ポンプケーシング (吐出ノズル)</td> <td>約111</td> <td>約10.8</td> <td>288.6</td> </tr> <tr> <td>1次冷却材管 (ホットレグ直管)</td> <td>約193</td> <td>約16.1</td> <td>322.8</td> </tr> </tbody> </table> <p>応力の詳細評価について表2に示す。</p> <p style="text-align: center;">表2 1次冷却材ポンプケーシングの応力値の詳細</p> <table border="1" data-bbox="421 1330 1359 1518"> <thead> <tr> <th rowspan="2">評価部位</th> <th rowspan="2">内圧による応力</th> <th colspan="4">曲げ応力</th> <th colspan="4">軸力による応力</th> <th rowspan="2">合算値 (MPa)</th> </tr> <tr> <th>自重 (MPa)</th> <th>熱 (MPa)</th> <th>地震 (MPa)</th> <th>合計 (MPa)</th> <th>自重 (MPa)</th> <th>熱 (MPa)</th> <th>地震 (MPa)</th> <th>合計 (MPa)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1次冷却材ポンプケーシング</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>111</td> </tr> </tbody> </table> <p>フェライト量算出に当たっては表3に示す材料成分表及びASTM A800(図1)により算出している。製造時ミルシートを添付-1に示す。</p> <p style="text-align: center;">表3 製造時ミルシートによる材料成分表示</p> <table border="1" data-bbox="466 1706 1315 1863"> <thead> <tr> <th rowspan="2">評価部位</th> <th colspan="8">化学成分(溶鋼分析)%</th> <th rowspan="2">Cre/Nie</th> <th rowspan="2">フェライト量 F%</th> </tr> <tr> <th>C</th> <th>Si</th> <th>Mn</th> <th>Cr</th> <th>Ni</th> <th>Cb(Nb)</th> <th>N</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1次冷却材ポンプケーシング</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>※N及びNbの測定値について、これらはフェライト量計算に必要な値のため、電共研で用いた材料データの値等を参考にフェライト量を算出している。</p>	部位	Ss地震時応力 (MPa)	フェライト量 (%)	使用温度 (°C)	1次冷却材ポンプケーシング (吐出ノズル)	約111	約10.8	288.6	1次冷却材管 (ホットレグ直管)	約193	約16.1	322.8	評価部位	内圧による応力	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)	1次冷却材ポンプケーシング										111	評価部位	化学成分(溶鋼分析)%								Cre/Nie	フェライト量 F%	C	Si	Mn	Cr	Ni	Cb(Nb)	N		1次冷却材ポンプケーシング										
部位	Ss地震時応力 (MPa)	フェライト量 (%)	使用温度 (°C)																																																																						
1次冷却材ポンプケーシング (吐出ノズル)	約111	約10.8	288.6																																																																						
1次冷却材管 (ホットレグ直管)	約193	約16.1	322.8																																																																						
評価部位	内圧による応力	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)																																																																
1次冷却材ポンプケーシング										111																																																															
評価部位	化学成分(溶鋼分析)%								Cre/Nie	フェライト量 F%																																																															
	C	Si	Mn	Cr	Ni	Cb(Nb)	N																																																																		
1次冷却材ポンプケーシング																																																																									

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

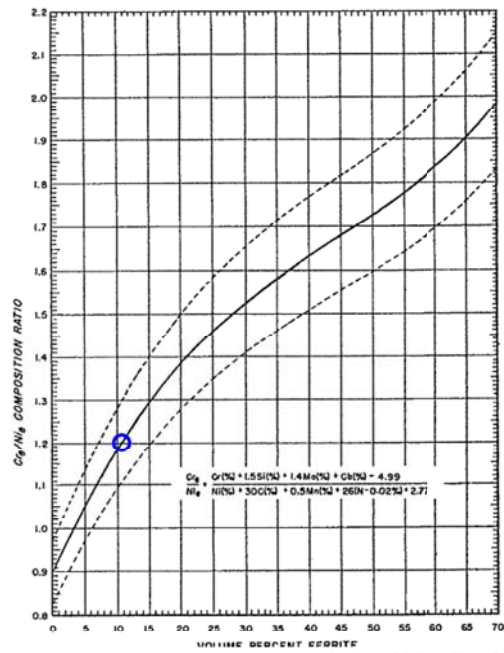


図1 フェライト量導出図 ASTM A800参照

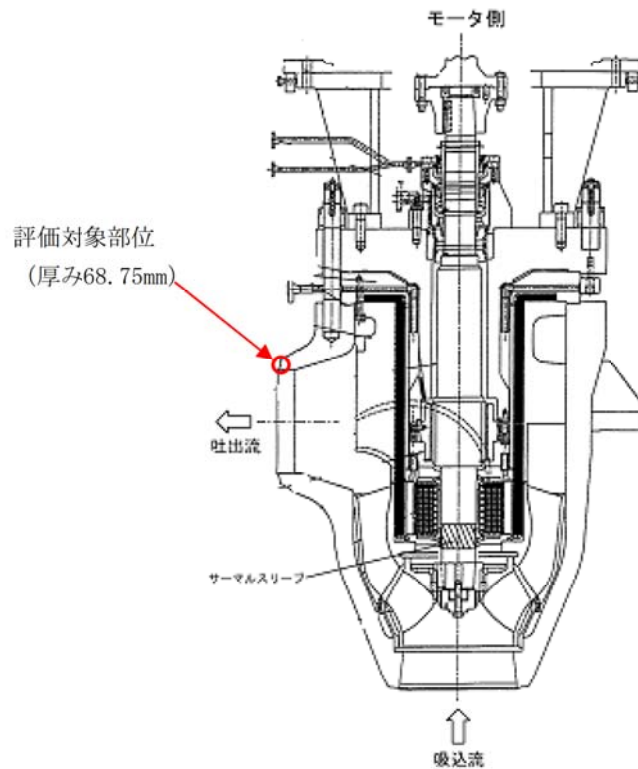


図2 1次冷却材ポンプケーシング



図3 ケーシング吐出ノズル溶接部

1次冷却材ポンプ（ケーシング）については、重大事故等時における発生応力とフェライト量の比較でより厳しい条件となる1次冷却材管の評価に包絡されることを確認しており、重大事故等時における1次冷却材管の健全性を確認できたことで、1次冷却材ポンプ（ケーシング）も健全であると確認している。

1次冷却材ポンプ（ケーシング）の発生応力とフェライト量の1次冷却材管との比較を添付—2に示す。

また、NUREG4513rev. 2※におけるHull式を用いてRCPケーシングおよび1次冷却材管のフェライト量を試算した結果を表4に示す。結果としては、フェライト量の大小関係に変化はなく、1次冷却材管の評価に包絡されることを確認した。

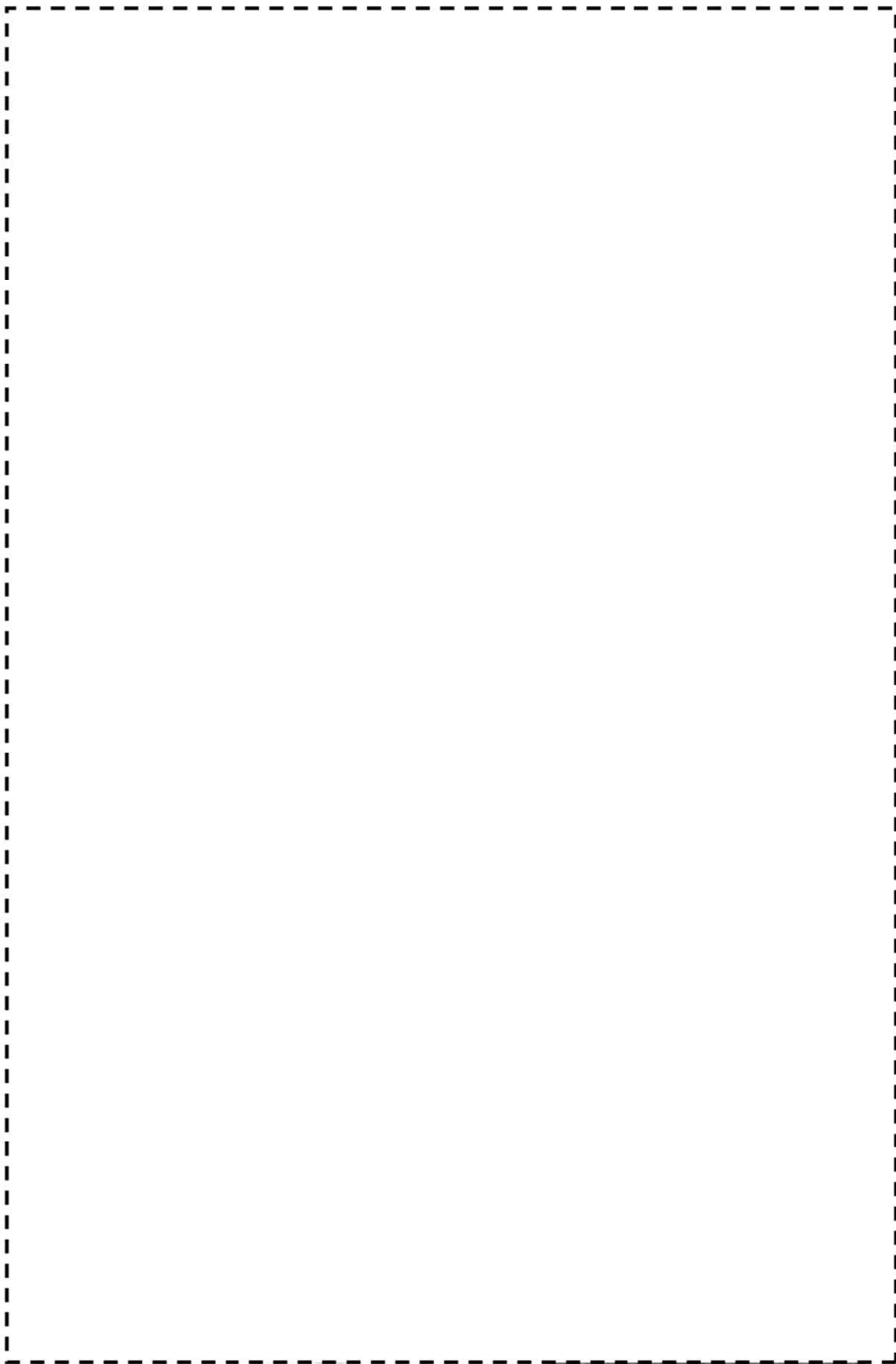
表4 フェライト量の試算結果

部位	ASTM A800における フェライト量 (%)	Hull式における フェライト量 (%)
1次冷却材 ポンプケーシング (吐出ノズル)	約10.8	約10.3
1次冷却材管 (ホットレグ直管)	約16.1	約19.2

※Estimation of Fracture Toughness of Cast Stainless Steels during Thermal Aging in LWR Systems (NUREG/CR-4513, ANL-15/08, Revision 2)

SERIAL 1415

<p>PENCIL RUBBING OF MARK</p> <p>P.O. NO. 7-660541</p> <p>T-HT47B1249 471166</p> <p>B-HT47B1209¹</p> <p>F-HT47B1209 223</p> <p>L-HT46D758-3-5</p>	7-481506	UEG-0177C														
	0100															
<p>関西電力(株)美浜発電所 第3号機</p> <p>冷却材ポンプ</p> <p>ケーシング</p> <p>RC-3A.B.C.</p> <p>1台 / 3台</p>																
<p>検査成績書</p>																
<table border="1"> <tr> <td>監査</td> <td>存印</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">[Redacted]</td> </tr> <tr> <td>課長</td> <td>係長</td> <td>係員</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">[Redacted]</td> </tr> </table>			監査	存印		[Redacted]			課長	係長	係員	[Redacted]				
監査	存印															
[Redacted]																
課長	係長	係員														
[Redacted]																
昭和50年5月30日																
<table border="1"> <tr> <td>送付先</td> <td>比文</td> <td>現地</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>S</td> <td>/</td> <td>RC</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>/</td> </tr> </table>			送付先	比文	現地					S	/	RC				/
送付先	比文	現地														
S	/	RC				/										



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

重大事故等時における1次冷却材ポンプの熱時効評価

美浜3号炉の1次冷却材ポンプのケーシングの発生応力（重大事故等時+Ss地震力）、フェライト量に対して、1次冷却材管との比較を以下に示す。

重大事故等時の条件で応力、フェライトが1次冷却材管の条件で包絡されることを確認しており、重大事故等時でも1次冷却材管の評価を代表として健全性が示される。

1次冷却材ポンプケーシング熱時効評価結果

部位	重大事故等時 応力 ^{※1} (MPa)	(参考) 通常運転時 応力 ^{※1} (MPa)	フェライト量 (%)	使用温度 ^{※2} (℃)
1次冷却材 ポンプケーシング (吐出ノズル)	約117	約111	10.84	288.6
1次冷却材管 (ホットレグ直管)	約201	約193	16.09	322.8

※1 Ss地震荷重含む

※2 通常運転時の温度。重大事故等時の条件は360℃とする。

美浜3号炉－熱時効－4 rev1

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

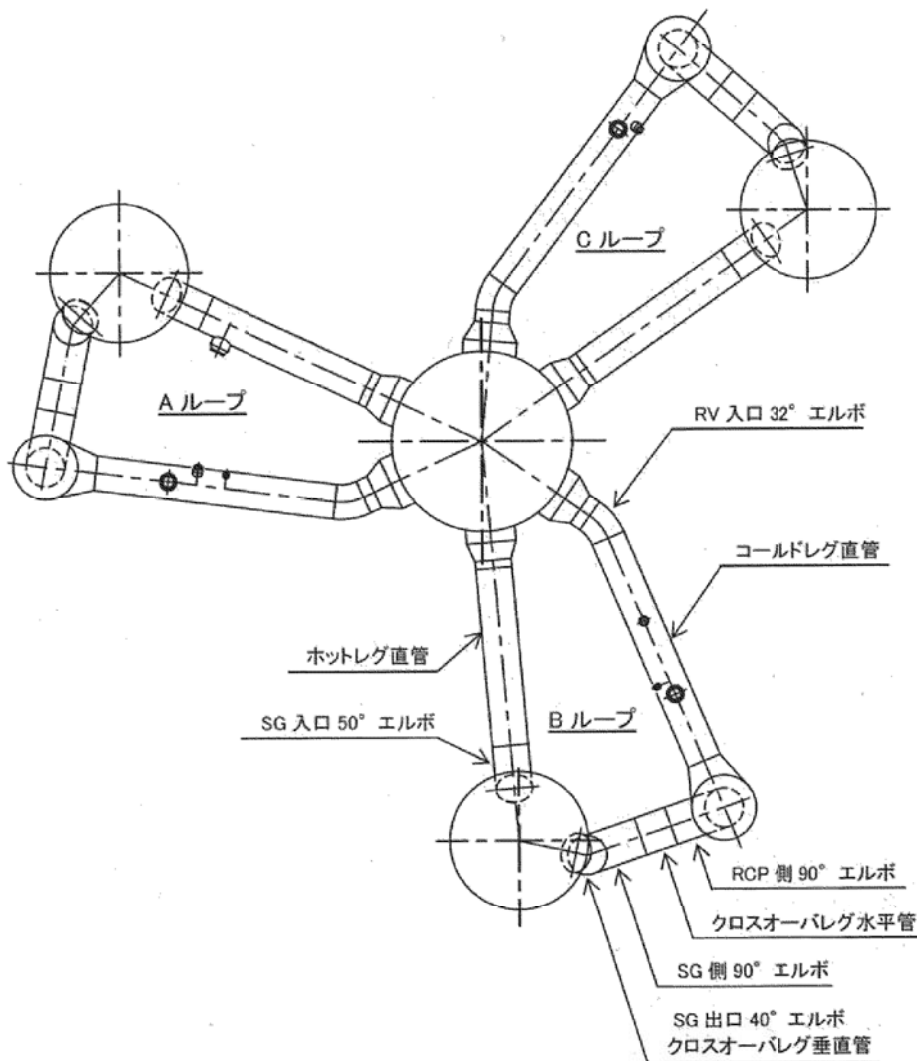


図1.1 1次冷却材管熱時効評価対象部位

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）

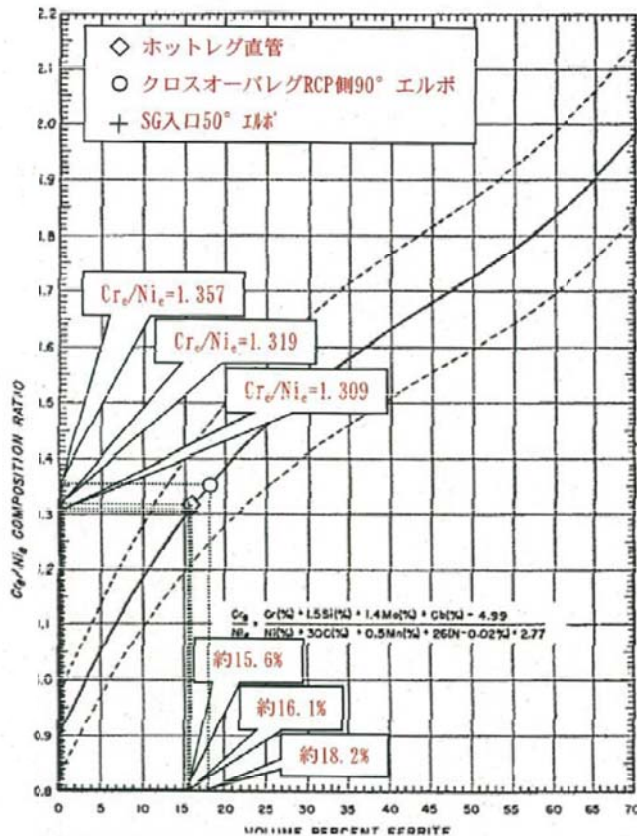


FIG. X1.1 Schoefer Diagram for Estimating the Average Ferrite Content In Austenitic Iron-Chromium-Nickel Alloy Castings

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。

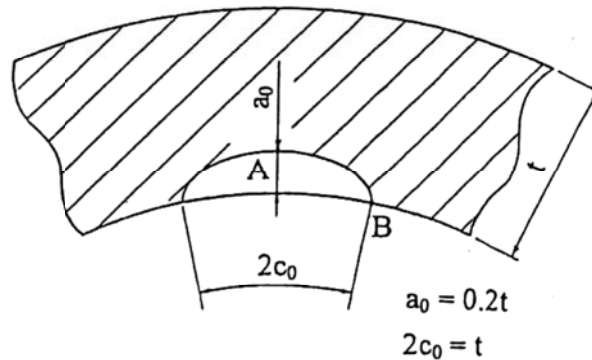


図2.1 初期欠陥の形状

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			

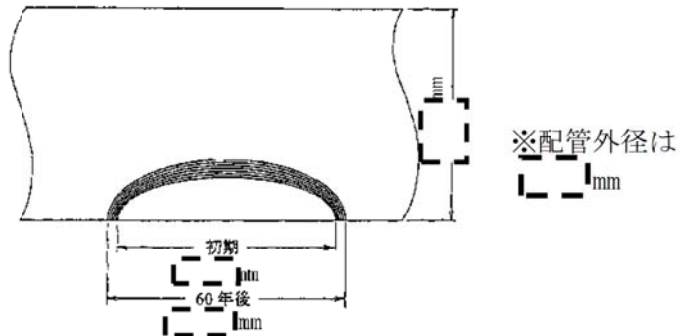
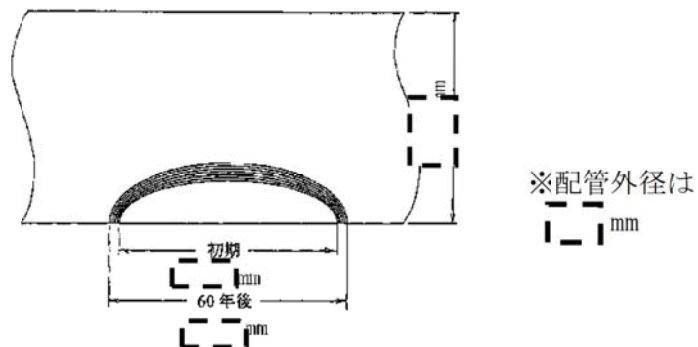


表3.5 き裂進展解析結果 (クロスオーバレグRCP側90° エルボ)

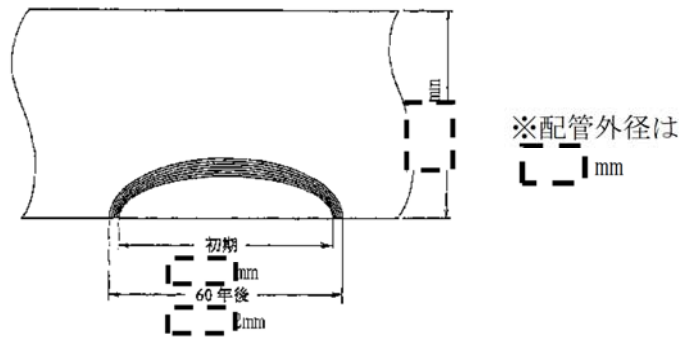
	き裂深さ (mm)	き裂長さ (mm)	備 考
初 期			
60年後			



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。

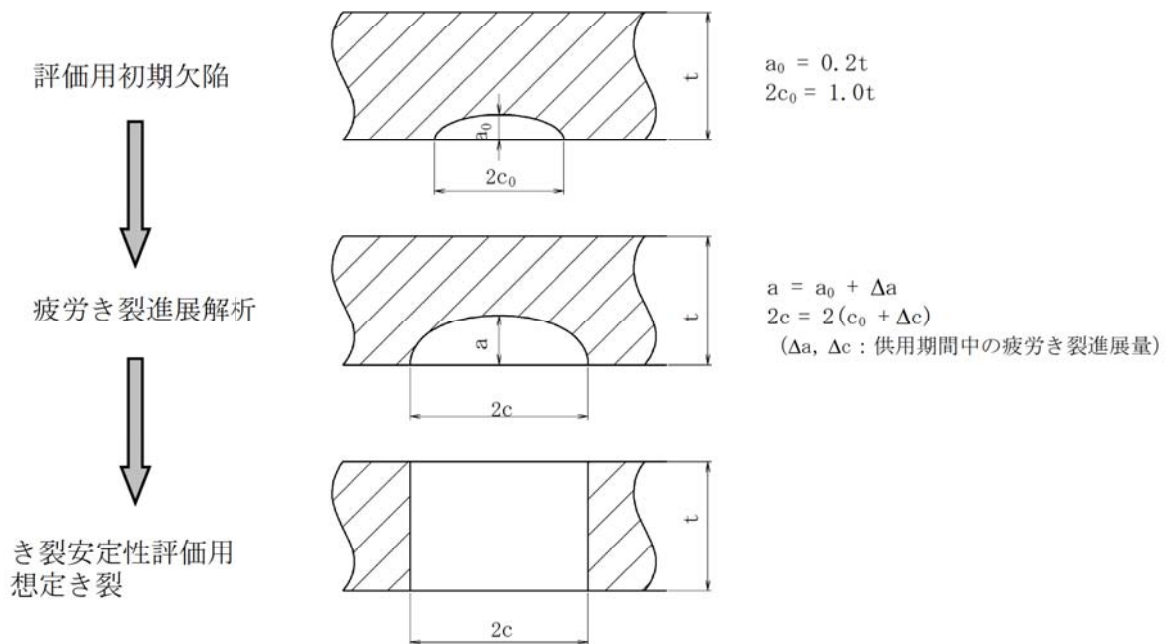


図4.1 想定き裂置換えイメージ

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、クロスオーバーレグ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° エルボに対してはフル時効材の応力-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、[] %フル時効材の応力-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: 100px; height: 100px; margin: 0 auto;"> ひずみ [%] 応力 [MPa] </div>	<div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; width: 100px; height: 100px; margin: 0 auto;"> 公称ひずみ [%] </div>																																				
	非時効材のフェライト量																																					
	<table border="1" style="margin: 0 auto;"> <tr> <td colspan="6" style="text-align: center;">化学成分 (詳細分析) %</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>Si</td> <td>Mn</td> <td>Cr</td> <td>Ni</td> <td>Mo</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Cb (Nb)</td> <td>N</td> </tr> <tr> <td colspan="6" style="text-align: center;">Cre/Nie</td> </tr> <tr> <td colspan="6" style="text-align: center;">量</td> </tr> <tr> <td colspan="6" style="text-align: center;">%</td> </tr> </table>		化学成分 (詳細分析) %						C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo					Cb (Nb)	N	Cre/Nie						量						%					
化学成分 (詳細分析) %																																						
C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo																																	
				Cb (Nb)	N																																	
Cre/Nie																																						
量																																						
%																																						

* : 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	低フェライト量 (約10%、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。																																			
	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px;">公称応力 [MPa]</div> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px;">公称ひずみ [%]</div> </div> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <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>Cb (Nb)</td> </tr> <tr> <td colspan="6"></td> <td>N</td> </tr> <tr> <td colspan="6"></td> <td>Cre/Nie</td> </tr> <tr> <td colspan="6"></td> <td>P%</td> </tr> </table> </div>	化学成分 (詳細分析) %						フェライト量	C	Si	Mn	Cr	Ni	MO	Cb (Nb)							N							Cre/Nie							P%
化学成分 (詳細分析) %						フェライト量																														
C	Si	Mn	Cr	Ni	MO	Cb (Nb)																														
						N																														
						Cre/Nie																														
						P%																														
	低フェライト材のフェライト量																																			

* : 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決定する (算出方法はASME PVP2005-71528参照)。 J_{1c} 、 J_6 はデータの下限值 (-2σ) を用いて算出し、表5.3の通りである。

表5.4 き裂進展抵抗 (kJ/m^2)

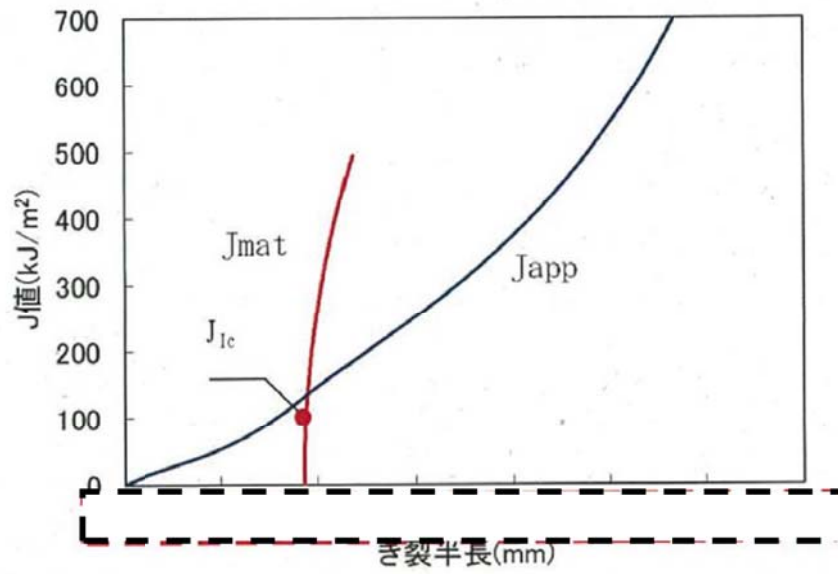
	ホットレグ 直管	クロスオーバレグ RCP側90° エルボ	S G入口50° エルボ
J_{1c}			
J_6			

(4) き裂安定性評価結果

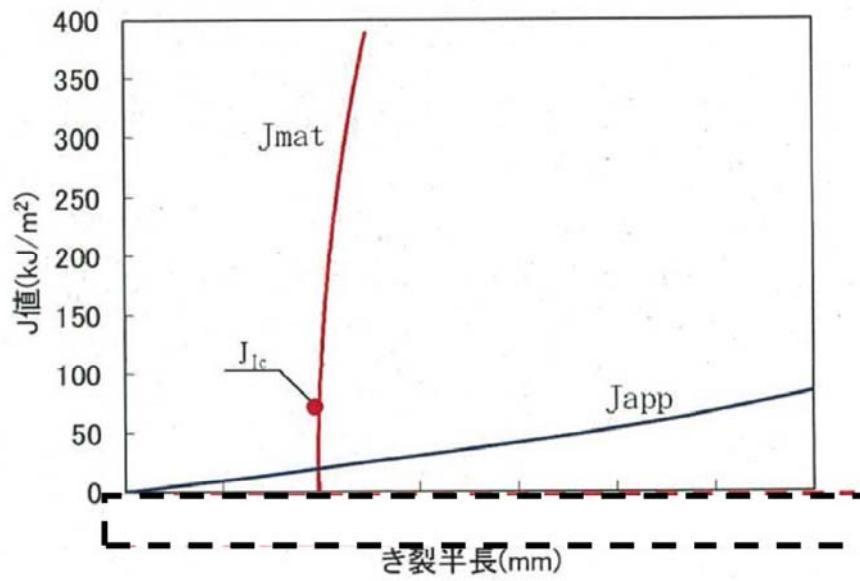
(2) 及び (3) で求めた J_{app} と J_{mat} の比較を行った結果を図5.2に示す。

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。



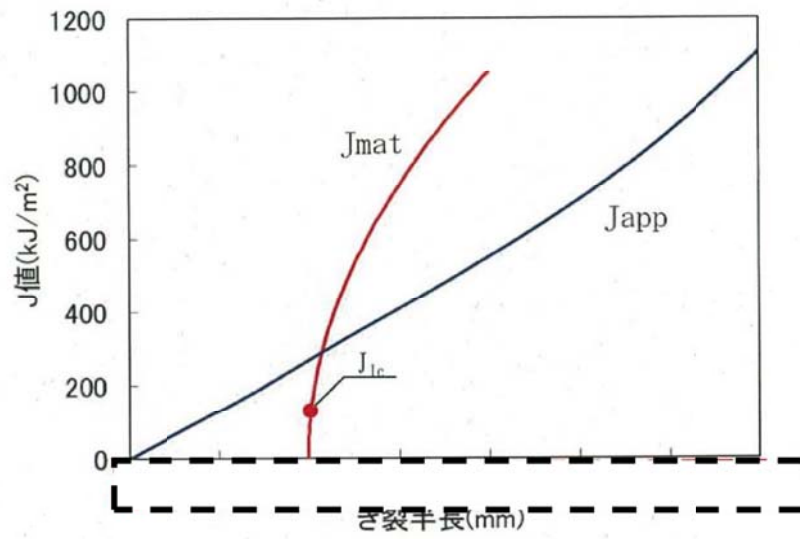
ホットレグ直管



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－熱時効－7

タイトル	高経年化対策上着目すべき事象としている機器における、亀裂進展力を含めた評価部位の選定の考え方について
説明	<p>熱時効について高経年化対策上着目すべき事象としている機器・部位に対しては、フェライト量、応力条件から代表評価部位を決定してき裂進展力とき裂進展抵抗の比較を行っている。</p> <p>このうち、き裂進展抵抗はH3Tモデルによってフェライト量で決定される値であることから、フェライト量で代表部位を決定している。一方き裂進展力については応力の他、き裂形状、材料物性等が関係するものであるが、き裂形状は、初期欠陥を想定した上で60年のき裂成長を考慮し更に貫通き裂を考慮するなど十分保守性を持たせた想定を行った上で応力の観点で代表部位を決定している。</p> <p>実際には、定期的な点検によって健全性の確認を実施しており、点検対象箇所には有意な欠陥などが無いことを確認している。</p> <p>また、き裂安定性評価対象となった1次冷却材管に対して、直管、エルボを含む多数の部位の応力評価を実施し、フェライト量最大、応力最大部位の他に、エルボで応力が高く、直管よりき裂進展力が厳しくなる可能性のある部位に対して、き裂進展抵抗とき裂進展力の比較によるき裂安定性評価を行っている。（添付1）</p> <p>このように1次冷却材管の多様な配管要素の応力が高い部位に対して保守的な想定によるき裂進展力を算出しており、全評価対象箇所の評価を包絡していると考えている。</p> <p>1次冷却材ポンプケーシングについてはフェライト量、応力条件から1次冷却材管の評価に包絡されると判断している。1次冷却材ポンプケーシングは、配管との溶接部にき裂の発生が想定されるが、当該部位は1次冷却材管の一部と考えることができるため、応力を比較した上でき裂進展力が1次冷却材管の評価で代表できると考えている。</p> <p>なお、重大事故等時においては通常運転時と比較して温度、圧力が上昇するため応力が増加するが、1次冷却材管については重大事故等時においても応力最大部位は同じであることを確認して、当該部位の重大事故等時のき裂安定性評価を実施していることから、重大事故等時の健全性も確認できている。</p> <p>1次冷却材ポンプケーシングについては、重大事故等時の条件でも1次冷却材管の条件で包絡されることを確認している。</p>

美浜 3 号炉 1 次冷却材管の熱時効評価部位の考え方

美浜 3 号炉の 1 次冷却材管の熱時効評価部位は、直管、エルボが存在し、その中からフェライト量と応力に着目した代表点のき裂安定性評価を実施している。代表点はそれらに加え、エルボで応力が高く、直管よりき裂進展力が厳しくなる可能性のある部位を選定している。

また、重大事故等時を考慮した荷重条件^{※1}でき裂安定性評価を実施した結果、どの部位も不安定破壊することはない、健全性評価上問題ないことを確認できている。

表 1 美浜 3 号炉 1 次冷却材管のフェライト量、応力一覧

評価部位	フェライト量[%]	使用温度[°C]	応力[MPa] ^{※2}	選定
ホットレク [°] 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	
クロスオーバーレク [°] 直管（垂直管）	約13.8	288.6	約107	
クロスオーバーレク [°] SG側90°エルボ [°]	約16.1	288.6	約79	
クロスオーバーレク [°] 直管（水平管）	約11.4	288.6	約80	
クロスオーバーレク [°] RCP側90°エルボ [°]	約18.2	288.6	約79	○
コールドレク [°] 直管	約14.1	288.6	約111	
RV入口32°エルボ	約16.1	288.6	約91	

※1：き裂安定性評価に用いた応力は、重大事故等時の荷重＋地震動（Ss）を考慮した値

※2：応力は供用状態A,Bの荷重（内圧、自重、熱膨張）＋地震動（Ss）を考慮した値

美浜3号炉—その他の経年劣化事象—6

タイトル	制御棒クラスタ案内管（案内板）の摩耗についての健全性評価の内容、現状保全の内容、及び製造時の検査内容について。
説明	<p>制御棒クラスタ案内管（案内板）の摩耗については、日本機械学会 発電用原子力設備規格 維持規格（JSME S NA1-2008）および原子力安全推進協会 PWR炉内構造物点検評価ガイドライン[制御棒クラスタ案内管]（第3版）に基づき、将来の摩耗予測を実施している。</p> <p>美浜3号炉の炉内構造物取替後の制御棒クラスタ案内管については摩耗計測の実績がないため、型式が同様の3ルーブ15×15型の摩耗点検結果を元に将来の摩耗予測を実施している。その結果、炉内構造物取替後の制御棒クラスタ案内管（案内板）から制御棒が抜け出す可能性が出てくると考えられる摩耗長さ86%に至るのは約182万運転時間であると評価している（添付-1）。</p> <p>一方、美浜3号炉の炉内構造物取替後、運転開始60年時点までの運転時間は約14万時間である。よって、制御棒クラスタ案内管（案内板）の摩耗が制御棒の案内機能に直ちに影響を及ぼす可能性はないと評価している。</p> <p>現状保全として、定期的\squareに制御棒の落下試験を実施しており、制御棒クラスタ全引抜き位置から全ストロークの85%挿入までの時間が判定基準内（2.1秒以下）であることを確認し、健全性を確認している。至近の試験結果を添付-2に示す。</p> <p>製造時には以下の検査を実施し、基準を満足していることを確認している（添付-3参照）。</p> <ul style="list-style-type: none">・材料検査・寸法検査・外観据付検査 <p>なお、美浜3号炉は第25回定期検査時に炉内構造物の取替をすることとしており、取替後も同様の保全および製造時の検査を行なう計画である。</p> <p style="text-align: right;">以上</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

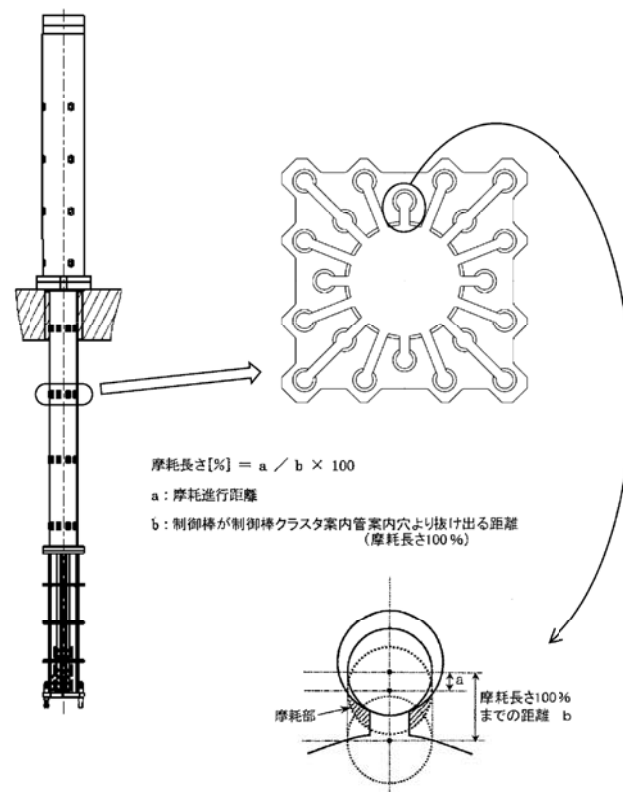


図1 美浜3号炉 制御棒クラスター案内管 (案内板) 摩耗長さ

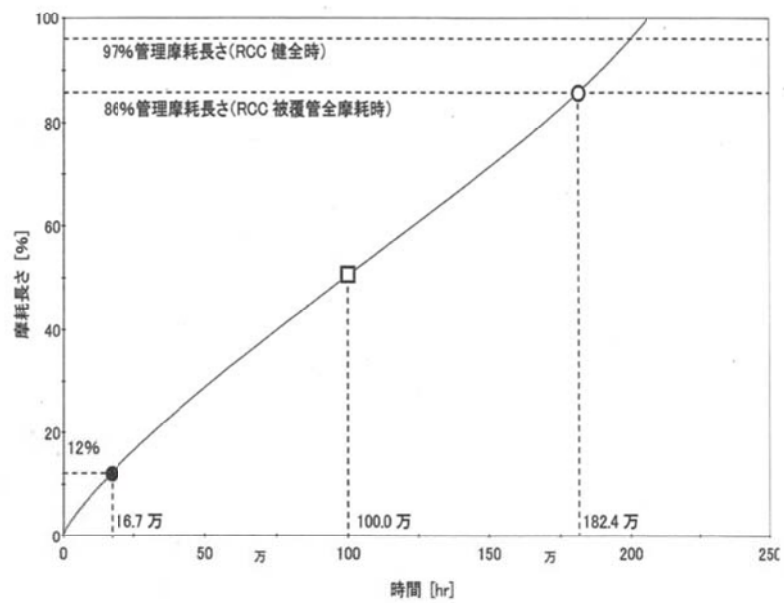


図2 美浜3号炉 制御棒クラスター案内管 (案内板) 摩耗進行予測結果

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

定期事業者検査成績書

設 備 名 : 計測制御系統設備
検 査 名 : 制御棒駆動系機能検査
要領書番号 : M3-24-130

そう入検査記録

検査年月日 平成22年3月19日

検査員

グループ	バンク	サブグループ	制御棒クラスター名称	判定基準 (s)	そう入時間 (s)	結果
停止	A	1	G-3	2.1以下	1.4	良
			C-9	2.1以下	1.4	良
			J-13	2.1以下	1.4	良
			N-7	2.1以下	1.4	良
		2	J-3	2.1以下	1.4	良
			C-7	2.1以下	1.4	良
			G-13	2.1以下	1.4	良
			N-9	2.1以下	1.4	良
	B	1	E-5	2.1以下	1.4	良
			E-11	2.1以下	1.4	良
			L-11	2.1以下	1.4	良
			L-5	2.1以下	1.4	良
		2	G-7	2.1以下	1.4	良
			G-9	2.1以下	1.4	良
			J-9	2.1以下	1.4	良
			J-7	2.1以下	1.4	良

グループ	バンク	サブグループ	制御棒クラス 名称	判定基準 (s)	そう入時間 (s)	結果
制 御	A	1	F-2	2.1以下	1.4	良
			B-10	2.1以下	1.4	良
			K-14	2.1以下	1.4	良
			P-6	2.1以下	1.4	良
		2	K-2	2.1以下	1.4	良
			B-6	2.1以下	1.5	良
			F-14	2.1以下	1.5	良
			P-10	2.1以下	1.4	良
	B	1	F-4	2.1以下	1.4	良
			D-10	2.1以下	1.4	良
			K-12	2.1以下	1.4	良
			M-6	2.1以下	1.4	良
		2	K-4	2.1以下	1.4	良
			D-6	2.1以下	1.4	良
			F-12	2.1以下	1.4	良
			M-10	2.1以下	1.4	良
	C	1	D-4	2.1以下	1.4	良
			D-12	2.1以下	1.4	良
			M-12	2.1以下	1.4	良
			M-4	2.1以下	1.4	良
		2	H-6	2.1以下	1.4	良
			F-8	2.1以下	1.4	良
			H-10	2.1以下	1.4	良
			K-8	2.1以下	1.4	良
	D	1	H-2	2.1以下	1.4	良
			B-8	2.1以下	1.4	良
			H-14	2.1以下	1.4	良
			P-8	2.1以下	1.4	良
2		F-6	2.1以下	1.4	良	
		F-10	2.1以下	1.4	良	
		K-10	2.1以下	1.4	良	
		K-6	2.1以下	1.4	良	

構造、強度または漏えいに係る使用前検査成績書				
設置会社名	関西電力株式会社 美浜発電所 3号機			
検査場所	美浜原子力発電所建設事務所			
検査対象	原子炉本体の炉心構造物			
検査申請番号	関原発第17号(昭和47年8月/日付)			
要領書分類番号	1-(2)-a			
検査項目	年月日	結果	検査官印	摘要
耐圧検査	自至			
材料検査	50.11.14	良	[Redacted]	
寸法検査	50.11.14			
外観・据付検査	50.11.14			
検査	自至			
検査記録 その他添付資料	<ol style="list-style-type: none"> 1. 耐圧、漏えい検査記録 2. 材料検査記録 (1/3 ~ 3/6) 3. 寸法検査記録 (1/2 ~ 3/2) 4. 外観・据付検査記録 (1/1) 			
検査結果に関する 指示又は特記事項				
検査官 (氏名および印)	電気工作物検査官 [Redacted]			
検査責任者 (氏名および印)	美浜原子力発電所建設事務所 [Redacted]			

美浜発電所 3号機

材料検査記録 (7/3) 分類番号 1-(2)-a

検査官

立会者

検査年月日 昭和50年11月14日

検査場所 美浜原子力発電所建設事務所

機器または配管の名称	部品名	材質	チャージ番号 または ワークナンバー	結果	備考
炉心構造物	上部支柱	ASME SA-213 TP304 (SUS304TP相当)	別紙参照	良	
	下部支柱	ASME SA-182 F304 (SUS304-B相当)	"		
鋼脚棒 クワッド管内管	上板	ASTM A240 304	"		
	底板	ASME SA240 304 (SUS304HP相当)			
	管内筒	ASTM A269 TP304 (SUS304-TB相当)	"		
	靴板	ASTM A 276 304 (SUS304B相当)	"		
エナージ ブライバ	案内筒	ASTM A276 304 (SUS304B相当)	"		
	本 体	ASME SA-182 F304 (SUS304B相当)	"		
	外 筒	ASME SA-312 TP304 (SUS304TP相当)	"		

美浜発電所 3号機

寸法検査記録 (2/2) 分類番号 1-(2)-9

検査官

立会者

検査年月日 昭和50年11月14日

検査場所 美浜原子力発電所建設事務所

管名称	使用場所	外 径 mm		厚 さ mm		結 果
		設計値	実測値	設計値	実測値	
炉心構造物	下部支柱	[Redacted]	[Redacted]	—	—	良
	制御棒クラスター案内管			—	—	
	エプーリアフーバ			—	—	
	熱しゃい			—	—	
		以下余白				

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

美浜発電所 3号機

外観・掘付検査記録 (1/1) 分類番号 1-(2)-9

検査官 [Redacted]

立会者 [Redacted]

検査年月日 昭和50年11月14日

検査場所 美浜原子力発電所建設事務所

機器または配管の名称	摘 要	結 果
炉心構造物	添付資料に示す。	○
	以下空白	

美浜3号炉—その他の経年劣化事象—12

<p>タイトル</p>	<p>(14-1-40頁) パッド、ヒンジ等摺動部の摩耗の健全性評価および現状保全について</p>
<p>説明</p>	<p>パッド、ヒンジ等摺動部の摩耗の健全性評価について、原子炉容器サポート、蒸気発生器支持脚および1次冷却材ポンプ支持脚の摺動部は、重機器の自重を支えていることから、運転開始後60年時点における推定摩耗量を評価した。</p> <p>摩耗量については、現在定量的に評価する理論が確立されていないが、ここではホルム (Holm) の理論式 (機械工学便覧 (日本機械学会編)) により、概略の摩耗量の推定を行った。</p> <p>ホルムの式：$W = K \cdot S \cdot P / P_m$</p> <p>W : 摩耗量 [$m^3$]</p> <p>K : 摩耗係数 [-] []</p> <p>S : すべり距離 [m]</p> <p>P : 荷重 [N]</p> <p>P_m : 硬さ [N/m^2] [] (gf/cm^2)</p> <p>なお、評価にあたっては、通常運転時における評価対象サポートに加わる荷重 () を算出した。すべり距離 () については計算により求めた熱移動量を基に運転状態 I および運転状態 II の過渡条件とその回数から算出した。</p> <p>摩耗係数および硬さについては J. F. Archard & W. Hirst, Proc. Roy. Soc., 236, A, (1956), 397 より使用温度での硬さの変化を考慮しても安全側の評価となるよう、実機より柔らかい材料である潤滑材なしの軟鋼—軟鋼のデータを引用した。</p> <p>上記式より、運転開始後60年時点の推定摩耗量と、原子炉容器パッド部や蒸気発生器支持脚および1次冷却材ポンプ支持脚の接触面積から、運転開始後60年時点の推定摩耗深さを求める。表1に各数値を示す。</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

表1 美浜3号炉 評価対象部位の各数値

部 位	推定摩耗量 (cm ³)	接触面積 (cm ²)	運転開始後 60年時点の 推定摩耗深さ (mm)
原子炉容器 パッド			
蒸気発生器 支持脚ヒンジ			
1次冷却材ポンプ 支持脚ヒンジ ^(※1)			

(※1) 値が大きい方を代表として記載

評価結果を表2に示すが、運転開始後60年時点の推定摩耗深さ(推定減肉量)は微少であり、許容値に比べ十分小さい。また原子炉容器パッドについてはキャビティシール据付時に漏えい検査を実施しており、原子炉容器とキャビティに機器の健全性に影響を及ぼすような有意な高低差は認められないことから、長期運転にあっても支持機能に影響を及ぼす可能性はないと考える。

表2 美浜3号炉 重機器サポート摺動部の摩耗量評価結果

部 位	運転開始後 60年時点の 推定摩耗深さ (mm)	許容値 (mm)	運転開始後60年時点 の推定摩耗深さ ／ 許容値
原子炉容器 パッド			約1／3
蒸気発生器 支持脚ヒンジ			約1／1600
1次冷却材ポンプ 支持脚ヒンジ			約1／1100

(※1) キャビティシール据付基準範囲

(※2) 他部位へ干渉しない限界値

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

現状保全については、パッドの摩耗により、原子炉容器とキャビティに高低差が生じた場合にはキャビティシールからの漏えいが生じるが、定期的【 】にキャビティシールリングリークテストを実施し、漏えいがないことを確認している。判定基準は、シールリングの内外ガスケット間に空気圧を加えて5分間保持し、圧力降下が目標値内であることとしています。点検結果の例を添付1に示す。

蒸気発生器と1次冷却材ポンプの支持脚のヒンジ等摺動部の摩耗に対しては、ヒートアップ点検等の際【 】に目視確認することとしている。判定基準はヒンジ部に摩耗のないこととしている。保全指針および点検記録を添付2に示す。

パッド等製造時の検査方法については、パッドについては材料検査、寸法検査を実施している。蒸気発生器と1次冷却材ポンプの支持脚のヒンジの製造時の検査については材料検査および寸法検査を実施している。例としてパッドの製造時の検査結果を添付3に示す。

【 】 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

3-2001-24M 0/0-1
ドキュメント番号

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 3号機

第 2 4 回 定 検

原子炉容器他主要設備定期点検のうち

原子炉容器定期点検工事

総 括 報 告 書

発行						作成	平成 22年 3月 19日					
作業所 図書番号		改訂	現職代理人	副所長	品管	安全	放管	工事統括	異物	班長	作責	作成
KM3-24-D100		0										
現地	配布先	関電	作業所	関連資料 図書番号								
	1		1									
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							
図表	一枚			2215401		部長	次長	Gr長	担当	作成		
表紙共	132枚											
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	
				1								

記録No.7

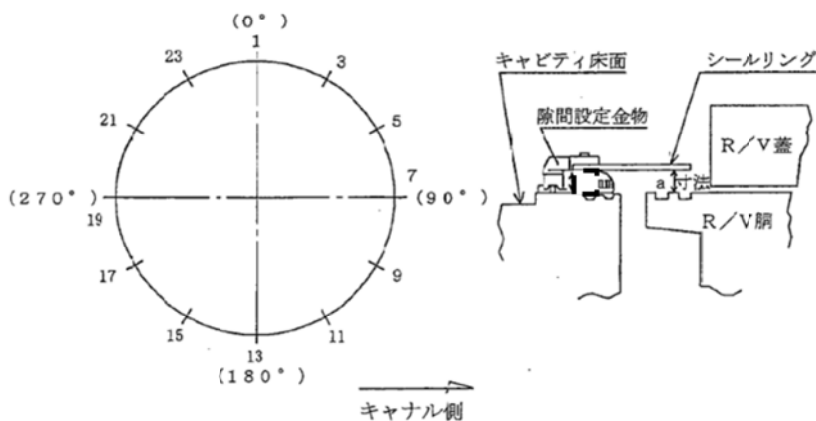
キャビティシールリングリークテスト記録

プラント名: KMN-3 #24回
 リークテスト施工日: H21.12.21
 立会確認者: [Redacted]
 品管: [Redacted]
 リークテスト施工日: H21.12.21 作責(判定者): [Redacted]
 設定施工日: H22.2.28 作責(判定者): [Redacted]
 実施者: [Redacted]
 関電立会確認者: [Redacted]
 リークテスト施工日: H21.12.21
 関電記録確認者: [Redacted]
 設定施工日: H22.2.28
 取付け結果: (良)・否
 (判定基準)

1. リークテスト記録 圧力計No. ①04778911 ②04783911 ③04784911 ④04779911
 ⑤04781911 ⑥04780911 ⑦04782911 ⑧04779911

圧力計No	内・外	加圧圧力 (MPa(kgf/cm ² G))	保持時間 (分)	降圧量 (MPa(kgf/cm ² G))	判定	ゲージNo.
	内				良	①04778911
	外				良	②04783911

2. キャビティシールリング



2. 隙間計測記録

記入番号		1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23
計測	a寸法												
	仮置前												
	復旧時												

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

M35_RE2170

保全指針(機械)



美浜3号機 1次系機器 日常点検表

プラント状態：運転中 (RCSヒートアップ中 (\sim ℃))、その他 ()
 点検年月日：平成 22 年 3 月 17 日 (水)

様式-8(2/3)

設備 NO	点検機器	結果	点検者	設備 NO	点検機器	(A係)			(B係)			(C係)		
						係長	近長	係	係長	近長	係	係長	近長	係
【燃料容器内機器】														
1	冷却材ポンプ	✓		61	1次系洗浄水設備	✓								
2	冷却材ポンプ	✓		62	1次系ドレン設備	✓								
3	冷却材ポンプ	✓		63	計器用空気設備	✓								
4	格納容器サンポンプ	✓		64	主管設備 (S/G周り、主蒸気、主給水)	✓								
5	格納容器サンポンプ	✓		65	格納容器圧力監視設備	✓								
6	格納容器冷却材ポンプ	✓		66	その他設備	✓								
7	格納容器冷却材ポンプ	✓		67	格納容器冷却系機 (自動/タフライ含む)	✓								
8	蒸気発生機	✓		68	格納容器冷却系機 (自動/タフライ含む)	✓								
9	蒸気発生機	✓		69	格納容器冷却系機 (自動/タフライ含む)	✓								
10	蒸気発生機	✓		70	制御機器冷却系機 (タンク含む)	✓								
11	冷却水ポンプ	✓		71	原子炉冷却系機 (タンク含む)	✓								
12	冷却水ポンプ	✓		72	ローラクレーン	✓								
13	冷却水ポンプ	✓		73	C/V小車クレーン	✓								
14	加圧薬液タンク	✓		74		✓								
15	格納容器冷却材ドレンタンク	✓		75		✓								
16	格納容器サンポンプ	✓		76		✓								
17	格納容器真鍮管サンポンプ	✓		77		✓								
18	加圧器	✓		78		✓								
19	A7キヌムレータ	✓		79		✓								
20	B7キヌムレータ	✓		80		✓								
21	C7キヌムレータ	✓		81		✓								
22	A格納容器循環ファン VS-1A	✓		82		✓								
23	B格納容器循環ファン VS-1B	✓		83		✓								
24	C格納容器循環ファン VS-1C	✓		84		✓								
25	A原子炉シールド冷却ファン VS-3A	✓		85		✓								
26	B原子炉シールド冷却ファン VS-3B	✓		86		✓								
27	A格納容器洗浄ファン VS-6A	✓		87		✓								
28	B格納容器洗浄ファン VS-6B	✓		88		✓								
29	A格納容器浄化フィルターユニット VS-7A	✓		89		✓								
30	B格納容器浄化フィルターユニット VS-7B	✓		90		✓								
31	A格納容器内体専用フィルターユニット VS-90A	✓		91		✓								
32	B格納容器内体専用フィルターユニット VS-90B	✓		92		✓								
33	A格納容器循環冷却ファンユニット VS-39A	✓		93		✓								
34	B格納容器循環冷却ファンユニット VS-39B	✓		94		✓								
35	C格納容器循環冷却ファンユニット VS-39C	✓		95		✓								
36	A制御機器冷却ファン VS-2A	✓		96		✓								
37	B制御機器冷却ファン VS-2B	✓		97		✓								
38	C制御機器冷却ファン VS-2C	✓		98		✓								
39	キャビティ排気ファン VS-5	✓		99		✓								
40	制御機器冷却ファンユニット VS-53	✓		100		✓								
41	キャビティ・キヤナル	✓		101		✓								
42	燃料取扱クレーン	✓		102		✓								
43	燃料移送装置	✓		103		✓								
44	燃料移送管	✓		104		✓								
45	制御機器冷却装置	✓		105		✓								
46	原子炉格納容器	✓		106		✓								
47	通常用エアロック	✓		107		✓								
48	非常用エアロック	✓		108		✓								
49	機器室入口	✓		109		✓								
50	格納容器貫通部	✓		110		✓								
51	原子炉冷却設備	✓		111		✓								
52	化学体積制御設備	✓		112		✓								
53	余熱除去設備	✓		113		✓								
54	原子炉格納容器冷却水設備	✓		114		✓								
55	安全注入設備	✓		115		✓								
56	1次系冷却設備	✓		116		✓								
57	廃棄物処理設備	✓		117		✓								
58	換気空調設備	✓		118		✓								
59	蒸気発生器ブロアファン設備	✓		119		✓								
60	1次系給水装置	✓		120		✓								

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

3-2001-24M060
ドキュメント番号

Aクラス

機械技術
アドバイザー

関電	課長	係長	班長	係
	[Redacted]			

関西電力(株) 美浜発電所 3号機

第24回定検工事

蒸気発生器細管検査他付帯工事の内

工事件名: 主冷却材ポンプシール部定期点検工事

総括報告書

兼定期点検工事記録

確認	定検等管理委託会社		
	課長	受託責任者	定検管理員
	[Redacted]		

作成認可及び確認	技術指導請負会社	
	現場代理人	技術指導員
	[Redacted]	

工事コード: 091P004622M060



発行							
現場代理人	技主	作責	品管	安全	異物	放管	作成
[Redacted]							

配付先	関電	1							控え	作成	平成22年4月15日	原紙保管
										図書番号	PB13-247	[Redacted]

判定結果	
判定年月日	22.3.17
判定者	[Redacted]
判定結果	合格

判定結果は合否

(点検結果の表示)レ:異常なし ▲:異常あり

検査項目:外観(目視)検査				
	関電	QC	作責	技術指導員
区分	△	△	◎	◎
月日	3/17	3/17	3/17	3/17
結果	✓	✓	レ	✓
確認者	[Redacted]			

区分 ◎:作業中同時立会 ○:作業完了後立会
△:作業記録の審査 /:該当なし

KMN-3 主冷却材ポンプシール部定期点検工事

A -最終ヒートアップ点検記録

H 22 年

点検項目		月日	判定基準	3月17日
支持脚(基礎ボルト他構成品)			塗膜に有害な欠陥のないこと	レ
ヒンジ等摺動部			有意な摩耗がないこと	レ
ヒンジ溶接部			有意な割れがないこと	レ
サポートパイプ、ヒンジ、支持脚ピン等			有意な腐食がないこと	レ
RCS温度	℃			[Redacted]
RCS圧力	Mpa			
点検時間				13:10
点検者				[Redacted]
備考				
レ-点検結果異常なし ×-点検結果異常あり、状況及び処置記入				

検査記録

50.5.-9

KEP-MIHAMA NUCLEAR POWER PLANT UNIT
 関西電力株式会社 第3号機

原子炉容器サポート

社内検査品

内容	備考	注文主	工事番号	年月日	
本文	頁 Draw. No.		アイテム	照合者	
図表	枚 60-89601- Rev.1		7.4F1501		課長 係長 担当 作成
	25	AMV-3	0200		
					作成 昭和50年4月15日
					出書 昭和
送付先	姓	名	番	号	同書 GG35042

CHECK SHEET (Material) FOR VESSEL
 素材チェックシート (容器用)

NAME OF PLANT
 発電所名 関西電力美浜発電所 3号機

ARTICLE 品名	原子炉容器サポート					CHECK BY		
	DWG. 号 図番	PIECE 名 & NAME OF PIECE 特号+工号+品名	MATERIAL GRADE 材 質	SIZE 寸 法	HEAT 点 材料番号	NAME OF MILL 製鋼メーカー	DATE 社 内 月/日	検査者
50-89601	(01) - 6ヶ	サポート					3/8	
	(02) - 6ヶ	サポート					3/8	
	(03) - 12ヶ	補強材					3/8	
	(04) - 72ヶ						3/8	
	(05) - 6ヶ						3/8	
	(06) - 18ヶ	A.B					3/8	
	(07) - 18ヶ	B					3/8	
	(08) - 48ヶ						3/8	
	(09) - 42ヶ						3/8	
	(10) - 6ヶ						3/8	
()						/		
()						/		
()						/		
()						/		
()						/		

BYE-4-17

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

x 3

MATERIAL TEST RESULTS

Purchaser : [REDACTED]
 Order No. : 7481304
 Job No. : 08000021-37.98
 Hull No. : [REDACTED]

No. : 8-1781
 Date of Issue: AUGUST 23, 1973
 Date of Test: AUGUST 10, 1973

Item: WELDABLE STRUCTURAL STEEL PLATE

Mark No.	Description (mm)	Heat Number	Quantity	Calculated Weight (kg)	Tensile Test		T. P. (JIS. NO. 4)	Cold Bend Test	Charpy Impact Test	
					Yield Point	Reduction of Area			Temp. (°C)	Notch (mm)

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

CHECK SHEET (IN-PROCESS) FOR VESSEL.
 工 程 中 チェックシート (容器用)

2

NAME OF PLANT 関西電力美浜発電所 3号機 船中 神 号原

APPLICABLE 品 名		原子炉容器サポ-ト		DWG No 図 番		50-89601			
WELD No 溶接番号	PIECE No NAME OF PIECE 符号, 備記	EDGE REPAIR OR SURFACE FOR JAD PT OR M.T. 補修箇所 P.T. OF クラック等	FIT-UP Fit WELD 開先合せ	BACK CHD 裏取り検査 (M) or MT	N.D.T For FINAL WELD 溶接仕上部非破壊検査		HEAT TR- EATMENT RECORD 応力除去	REMARK 備 考	
					MT-77	MT-702			
W-601-27 -6 -9 -16 -19	02.10 78-175-1 06.07 27 28 29	/	/	/	/	/	7/27 外7074		
W-601-45 -7.8 -10.11 -14.15 -17.18 -20.21	02 78-175-1 06 27 28 29	/	/	Root	/	/	7/27		
W-601-16 -8 -19 -9	01.10 78-175-1 06.07 27 28 29	/	/	Root	/	/	7/27	RS-1	
W-601-3.13 W-601-12 W-601-1.2	01.02.07.08 78-175-1 03.04 27 28 29	/	/	Root	/	8/0	7/27		
W-601- 23~37	01 78-175-1 08.09 27 28 29	/	/	Root	/	/	7/27		
W-601- 38~41 42~45	01 78-175-1 11.12.13 27 28 29	/	/	Root	/	7/24	7/27		
		/	/	/	/	/	/		
		/	/	/	/	/	/		
		/	/	/	/	/	/		
		/	/	/	/	/	/		
		/	/	/	/	/	/		
		/	/	/	/	/	/		

P.T.: LIQUID PENETRANT EXAM. M.T.: MAGNETIC PARTICLE EXAM.
 R.T.: RADIO GRAPHIC EXAM. U.T.: ULTRASONIC EXAM.
 DVE-P1-作製

株式会社

寸法記録 20

JIS-B1-1003			
ナ-9-7176	7-421501-0200	発注所名	関西電力美浜発電所 3号機
機 器 名	原子炉容器サポ-ト	図面番号	50-89601 Rev.1
部 品 名	RS-1	製 造 所	
日付	49.8.23	検査員	検査員

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