

No.	高浜2-熱時効-1 rev1	事象：2相ステンレス鋼の熱時効									
質 問	<p>(別冊-共通) 高浜発電所2号炉劣化状況評価書におけるステンレス鋼の熱時効について、高浜発電所2号炉高経年化技術評価書(40年目)[冷温停止状態が維持されることを前提とした評価]以降の最新知見等の反映により評価方法及び/又は評価結果に変更があった場合はその内容及び変更根拠を提示すること。</p>										
回 答	<p>高浜発電所2号炉劣化状況評価書では、高浜2号炉の新技術基準への適合に係る工事計画認可申請書の記載を反映して内容の修正を行っています。</p> <p>熱時効に係る評価のうち、高経年化対策上着目すべき劣化事象としている評価について、評価方法及び/又は評価結果に変更があった対象は以下に示すものとなっています。</p> <table border="1" data-bbox="408 987 1347 1254"> <thead> <tr> <th data-bbox="408 987 719 1025">設備</th> <th data-bbox="719 987 1034 1025">部位</th> <th data-bbox="1034 987 1347 1025">変更内容</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="408 1025 719 1140">ポンプ(1次冷却材ポンプ)</td> <td data-bbox="719 1025 1034 1140">ケーシング</td> <td data-bbox="1034 1025 1347 1140">基準地震動見直しによる評価見直し。(添付1参照)</td> </tr> <tr> <td data-bbox="408 1140 719 1254">配管(1次冷却材管)</td> <td data-bbox="719 1140 1034 1254">母管、管台</td> <td data-bbox="1034 1140 1347 1254">基準地震動見直しによる評価見直し。(添付2参照)</td> </tr> </tbody> </table>		設備	部位	変更内容	ポンプ(1次冷却材ポンプ)	ケーシング	基準地震動見直しによる評価見直し。(添付1参照)	配管(1次冷却材管)	母管、管台	基準地震動見直しによる評価見直し。(添付2参照)
設備	部位	変更内容									
ポンプ(1次冷却材ポンプ)	ケーシング	基準地震動見直しによる評価見直し。(添付1参照)									
配管(1次冷却材管)	母管、管台	基準地震動見直しによる評価見直し。(添付2参照)									

1 次冷却材ポンプケーシングの熱時効評価変更内容について

高浜 2 号炉の 1 次冷却材ポンプのケーシングの熱時効評価については、工事計画認可申請（H27.7.3申請）を踏まえて、適用する基準地震動の変更を行っております。このため評価に用いた地震時応力が変更になっており、評価の見直しを行っております。

ただし変更後も 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おり、評価結果に変更はありません。

変更後の 1 次冷却材ポンプケーシングと 1 次冷却材管の発生応力とフェライト量の比較を表 1 に示します。

表 1 1 次冷却材ポンプケーシング熱時効評価結果

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 16.0	289
1 次冷却材管 (コールドレグ 直管)	約 111	約 17.0	289

応力の詳細評価について表 2 に示します。

表 2 1 次冷却材ポンプケーシングの応力値の詳細

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										

内は商業機密に属しますので公開できません。

1 次冷却材配管の熱時効評価変更内容について

高浜2号炉の1次冷却材管の母管および管台の熱時効評価については、工事計画認可申請（H27.7.3申請）を踏まえて、適用する基準地震動の変更を行っております。このため評価に用いた地震時応力が変更になっており、評価の見直しを行っております。

変更後の地震応力条件を適用した上で、発生応力及びフェライト量の比較を行い、応力最大部位とフェライト量最大部位についてき裂安定性評価を行った結果、評価部位が不安定破壊することはなく、健全性評価上問題とならないことを確認しています。

(1) 評価対象部位の選定

表2に1次冷却材管の評価部位とフェライト量と応力の一覧を示します。応力最大部位としてホットレグ直管、フェライト量最大部位としてコールドレグ直管を選定しました。また、応力とフェライトの組合せを考慮してSG入口50°エルボ、クロスオーバレグ直管（垂直管）、エルボの曲率部で応力の高い部位としてSG出口40°エルボを選定しました。

ただし、クロスオーバレグ直管（垂直管）は、配管寸法、温度条件が同じであり、フェライト量と応力条件がほぼ包絡されるコールドレグ直管の評価で代表させます。

表2 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12.3	322.8	約173	○*1
SG入口50°エルボ	約13.8	322.8	約128	△*1
SG出口40°エルボ	約11.9	288.6	約155	△*2
クロスオーバレグ直管（垂直管）	約15.5	288.6	約118	△*1,3
クロスオーバレグSG側90°エルボ	約13.8	288.6	約109	
クロスオーバレグ直管（水平管）	約16.9	288.6	約109	
クロスオーバレグRCP側90°エルボ	約15.4	288.6	約97	
コールドレグ直管	約17.0	288.6	約111	○*1
RV入口32°エルボ	約13.0	288.6	約123	

*1：フェライト量、応力の組合せを考慮して選定した箇所

*2：エルボで応力大であるため選定した箇所

*3：コールドレグ直管の評価で代表させる

応力は供用状態A, Bの内圧、自重・熱膨張荷重、地震荷重を考慮して算出し、熱時効評価対象部位の詳細な応力値を表 3 に示す。

表 3 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										173
SG入口50°エルボ										128
SG出口40°エルボ										155
コールドレグ直管										111

(2) き裂進展力の決定

き裂安定性評価に用いる想定き裂は既評価と同じとし、表 4 に示すものとする。

表 4 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		
SG入口50°エルボ		
SG出口40°エルボ		
コールドレグ直管		

評価用き裂と表 5 に示す評価条件を入力条件として、FEM(有限要素法)解析により、き裂進展力 (Japp) を求める。なお、各き裂長さにおけるJappは、以下のとおり。

き裂長さ	ホットレグ直管 (kJ/m ²)	SG 入口 50°エルボ (kJ/m ²)	SG 出口 40°エルボ (kJ/m ²)	コールドレグ直管 (kJ/m ²)
1 t				
3 t				
5 t				

内は商業機密に属しますので公開できません。

表5 評価条件 (1/2)

	ホットレグ直管				SG入口50°エルボ			
形状								
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 ^(注) [MPa]								
軸力[kN]	自重	熱	地震	合計	自重	熱	地震	合計
曲げモーメント*[kN・m]	自重	熱	地震	合計	自重	熱	地震	合計
	My	Mz	My	Mz	My	Mz	My	Mz
物性値								
ヤング率 [MPa]								
ポアソン比	ν=0.3(弾性域)、ν=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している。本電共研では2つの試験片について引っ張り試験を実施し、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ります。</p>							
公称応力 [MPa]							ひずみ [%]	応力 [MPa]
								
非時効材のフェライト量								
化学成分%							Cre/Nie	フェライト量
C	S	Mn	Cr	Ni	MO	Cb(Nb)		N

内は商業機密に属しますので公開できません。

表5 評価条件(2/2)

	SG 出口 40° エルボ	コールドレグ直管																																
形状																																		
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 ^(注) [MPa]																																		
軸力[kN]	自重	熱	地震	合計	自重	熱	地震	合計																										
曲げモーメント *[kN・m]	自重	熱	地震	合計	自重	熱	地震	合計																										
	My	Mz	My	Mz	My	Mz	My	Mz																										
物性値																																		
ヤング率[MPa]																																		
ポアソン比	ν=0.3(弾性域)、ν=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としている。本電共研では2つの試験片について引っ張り試験を実施し、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ります。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 300px; height: 150px; position: relative;"> <div style="position: absolute; left: -40px; top: 50%; transform: translateY(-50%);">公称応力 [MPa]</div> <div style="position: absolute; bottom: -40px; left: 50%; transform: translateX(-50%);">公称ひずみ [%]</div> </div> <table border="1" style="border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">ひずみ [%]</td> <td style="padding: 2px;">応力 [MPa]</td> </tr> <tr> <td style="width: 100px; height: 100px;"></td> <td style="width: 100px; height: 100px;"></td> </tr> </table> </div> <p style="text-align: center;">非時効材のフェライト量</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="8">化学成分%</td> <td rowspan="2">Cre/Nie</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>F%</td> </tr> <tr> <td colspan="9" style="height: 20px;"></td> </tr> </table>		ひずみ [%]	応力 [MPa]			化学成分%								Cre/Nie	フェライト量	C	Si	Mn	Cr	Ni	MO	Cb(Nb)	N	F%									
ひずみ [%]	応力 [MPa]																																	
化学成分%								Cre/Nie	フェライト量																									
C	Si	Mn	Cr	Ni	MO	Cb(Nb)	N		F%																									

内は商業機密に属しますので公開できません。

(3) 材料のき裂進展抵抗 (J_{mat})

き裂進展抵抗値 J_{mat} は、既評価と同じである。

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_{Ic} 、 J_6 はデータの下限值 (-2σ) を用いて算出した下記の値とした。

	ホットレグ 直管	SG 入口 50° エルボ	SG 出口 40° エルボ	コールドレグ 直管
J_{Ic} [kJ/m ²]	[Redacted]			
J_6 [kJ/m ²]				

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)」では最大で [Redacted] で時効させた材料データを用いて脆化予測モデルを作成しており、この条件で J_{Ic} 、 J_6 とも飽和傾向であることを確認した。

なお、 [Redacted] は [Redacted] で換算した場合、約80年運転相当の時間 (稼働率80%想定) である。

(4) き裂安定性評価結果

変更後の地震応力条件を適用した応力状態においても、図1-1、1-2、1-4においては J_{mat} と J_{app} が J_{Ic} 以下の低い J 値で交差しており、 $J_{app} < J_{Ic}$ であることが確認できるため、延性き裂は発生しないと判断できる。また、図1-3においても 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、不安定破壊は起こらないと判断できる。

以上より健全性が確認できたと判断する。

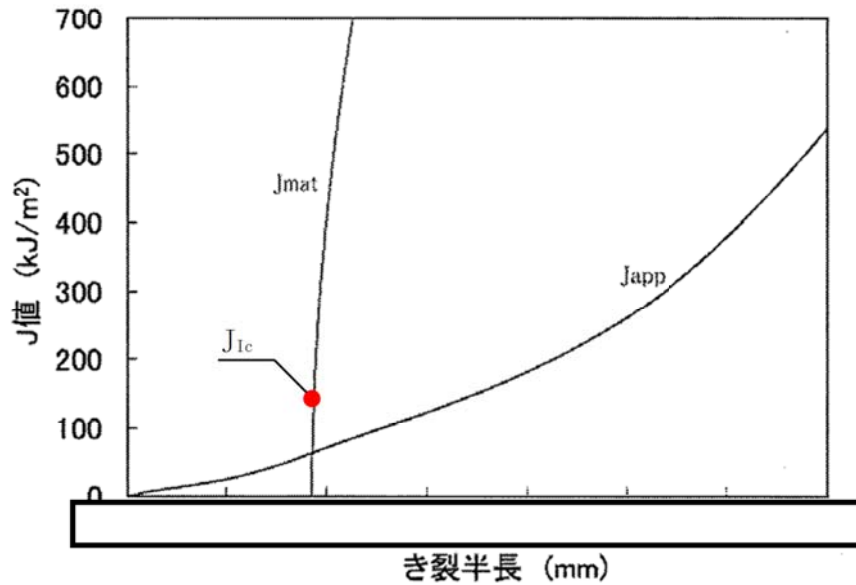


図1-1 ホットレグ直管

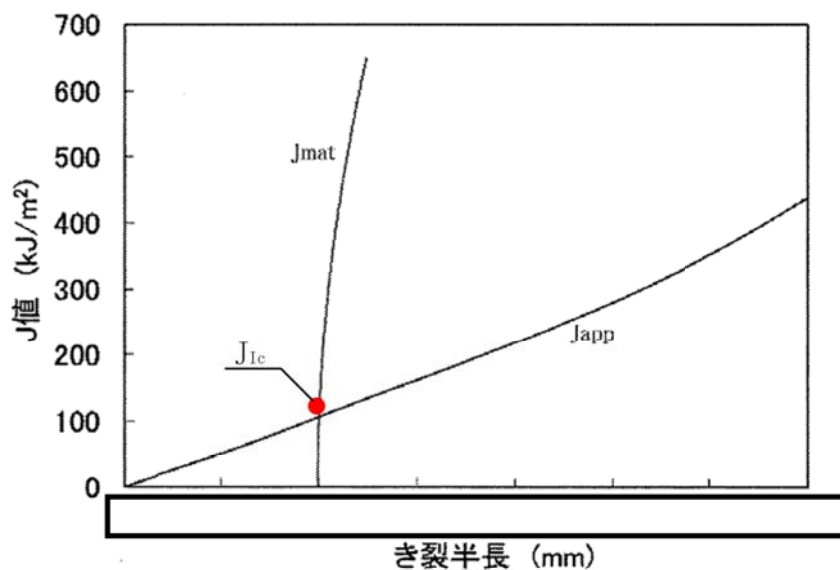


図1-2 SG入口50°エルボ



内は商業機密に属しますので公開できません。

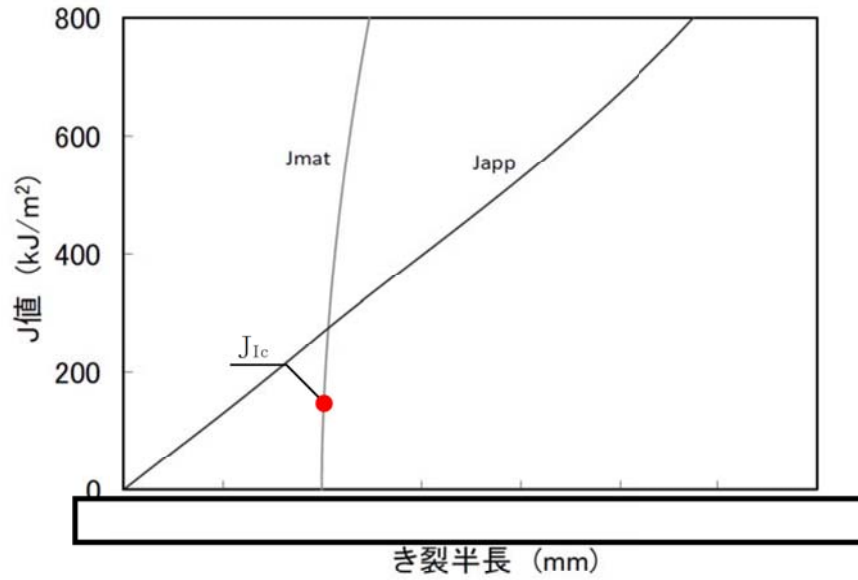


図1-3 SG出口40° エルボ

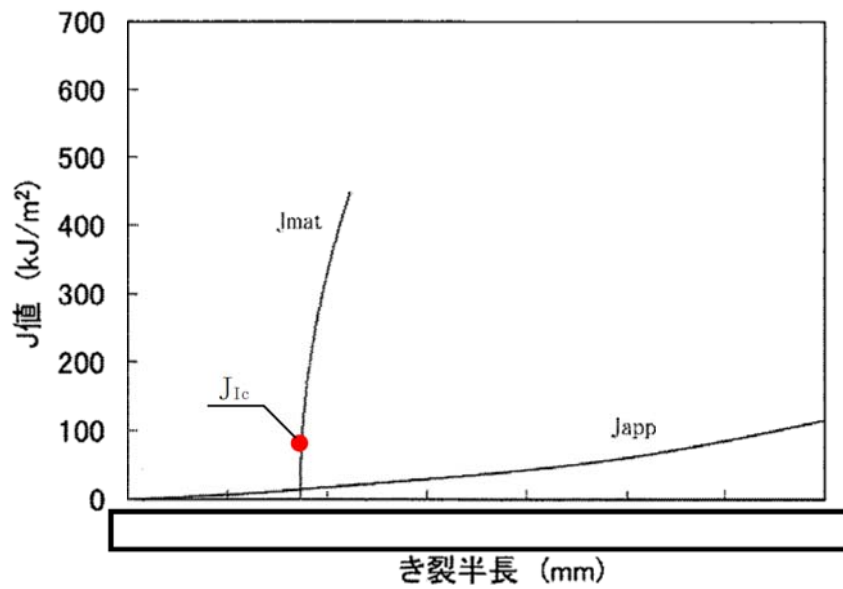


図1-4 コールドレグ直管



内は商業機密に属しますので公開できません。

No.	高浜 2－熱時効－ 6 rev3	事象：2相ステンレス鋼の熱時効
質 問	<p>(別冊-5配管-41次冷却材管-17頁)</p> <p>母管の熱時効に係る現状保全及び総合評価について、健全性評価において選定した評価部位との関係から、定期的実施している溶接部の超音波探傷検査における検査部位の選定（サンプリング）の妥当性を提示すること。</p>	
回 答	<p>母管及び管台の溶接部の供用期間中検査（超音波探傷検査）の検査部位の選定は維持規格に基づき実施しております。</p> <p>維持規格においては、経年劣化を確認するため定点サンプリング方式を採用しております。当該部においては、経年劣化事象を考慮して相対的に経年変化に厳しい条件にあると考えられる部位を優先して選定することが望ましいとの考えに則って、以下の溶接継手を優先して選定することとしております。</p> <ul style="list-style-type: none"> ①容器と各管との溶接継手 ②構造不連続部の継手 <p>また、部位として選定した構造不連続部の継手が特定の系統および口径の継手に偏らないようにするため、その継手数を比例配分により求めるよう定めております。（維持規格参照）</p> <p>選定箇所および検査部位は、社内文書（添付1）にて決定しており、具体的には添付2に示します。</p> <p>母管及び管台の健全性評価において選定した箇所については、添付1に示す上記①②に該当する選定箇所に含まれており、現状保全にて健全性を確認しております。</p> <p>なお、プラント建設時に実施した検査は当時のメーカー基準に基づいて実施したものであり、現在実施している供用期間中検査とは適用規格や検査手法が異なります。</p>	

決裁確認
課長 係長

方針 原々No. 56



件名

高浜2号機 JSME S NA1-2002「発電用原子力設備規格(2002年改訂版)」の導入に伴う第1種機器供用期間中検査他の検査対象箇所を選定について

所管 原子炉保修課

課長 係長 班長 作業長 係長

所長
[Redacted]

[Redacted]

副所長(技術系)
[Redacted]

標記については、高浜2号機第22回定検からのJSME S NA1-2002(以下「維持規格」という。)の導入に伴い、第1種機器供用期間中検査(ISI)他の検査対象箇所を選定したので上申します。

記

技術次長(1, 2u)
[Redacted]

1. 結論
第1種、第3種ISI他の検査について維持規格に基づき選定した検査対象箇所(10年計画)により定期事業者検査を実施する(添付資料-1)。

品質・安全統括室長
[Redacted]

2. 検査箇所選定の根拠
維持規格では、供用期間中検査について検査間隔 [Redacted] (第1種機器の容器・管・ポンプ・弁については第4検査間隔以降は [Redacted]) における検査箇所の選定は、想定される経年変化事象に応じて代表性のある箇所を選定し、その選定について検査を次の検査間隔においても継続的に行うこととしており、この考え方に基づき選定した。

保全計画課長
[Redacted]

尚、検査箇所毎の選定根拠については、添付資料-2参照。

ボイラータービン主任技術者
[Redacted]

3. その他
今回選定した検査対象箇所については、今後、新しい情報や知見、現場の施工性、改造等を踏まえ、必要に応じ見直しを実施していくこととする。

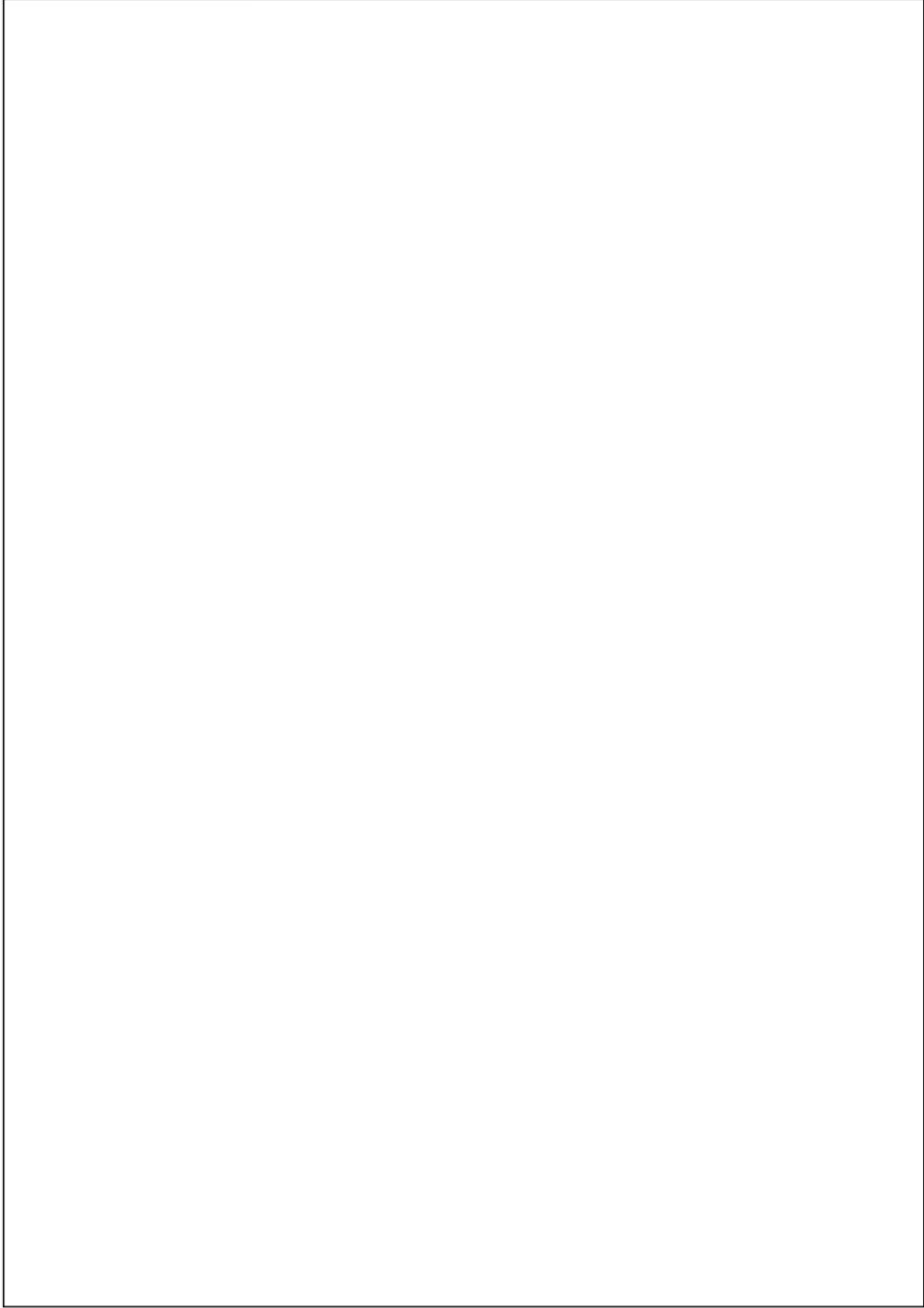
以上

品質保証所達 7.2.1
(業務に対する要求事項)
のレビューの結果
良好・変更要

添付資料-1: 高浜2号機 第22回定検 第1種供用期間中検査他の10年計画表
-2: 高浜2号機 第22回定検 第1種供用期間中検査他の定点選定理由表

関西電力株式会社
36 庶文通達 17*28*20090310

[Redacted] 内は商業機密に属しますので公開できません。



No.	高浜2－その他の経年劣化事象－1 Rev1	事象：摩耗－1
質 問	<p>(別冊-7炉内構造物-26頁) 制御棒クラスタ案内管(案内板)の摩耗について、健全性評価の具体的な内容及びその根拠を提示すること。</p>	
回 答	<p>制御棒クラスタ案内管(案内板)の摩耗については、CCDカメラによって案内板のガイド穴を撮影した後、撮影画像から摩耗長さを算出しています。高浜2号炉は第21回定期検査時 [] に摩耗計測を実施しており、摩耗長さは最大で [] %でした。</p> <p>その結果から、日本機械学会 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)(グループ4)に基づき将来の摩耗予測を実施し、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74%に至るのは62.7万運転時間であると評価しています。(図1、図2参照)</p> <p>一方で、高浜2号炉の2015年4月時点の運転実績は約22万時間であることから、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考えています。</p> <p>また、定期的に制御棒の落下試験を実施し、挿入時間に問題がないことにより健全性を確認しています。</p> <p>高浜2号炉の制御棒クラスタ案内管(案内板)の次回点検については、PWR炉内構造物点検評価ガイドラインに基づき、前回点検から管理摩耗長さに達すると予測されるまでの期間の1/2の期間として、40万運転時間を目処に計画しています。</p> <p>したがって、今後も現状保全を継続することで、機能の維持は可能であると考えています。</p>	

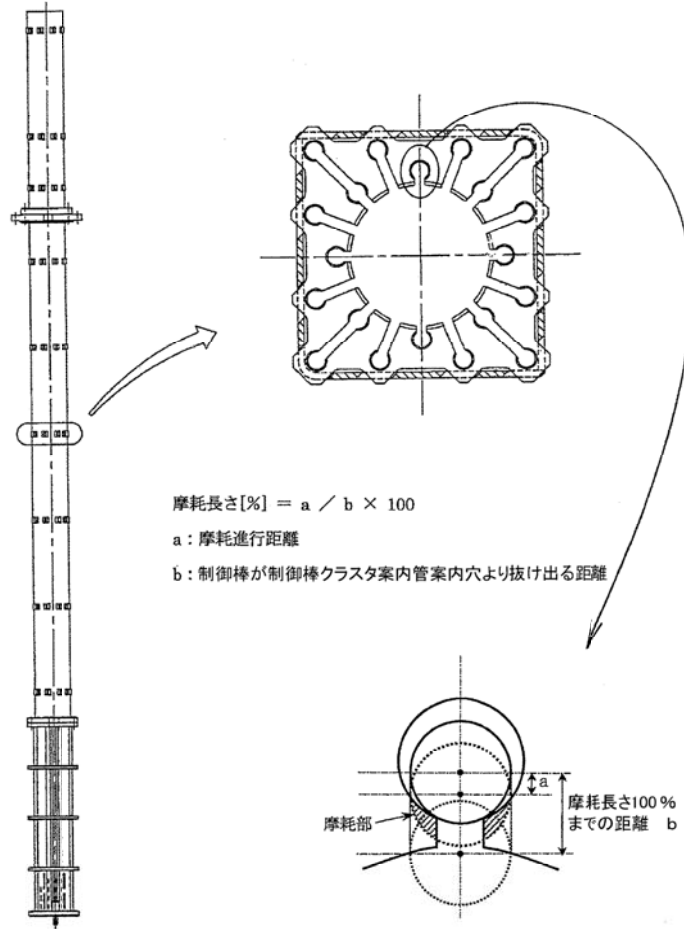


図1 高浜2号炉 制御棒クラスタ案内管 (案内板) 摩耗長さ

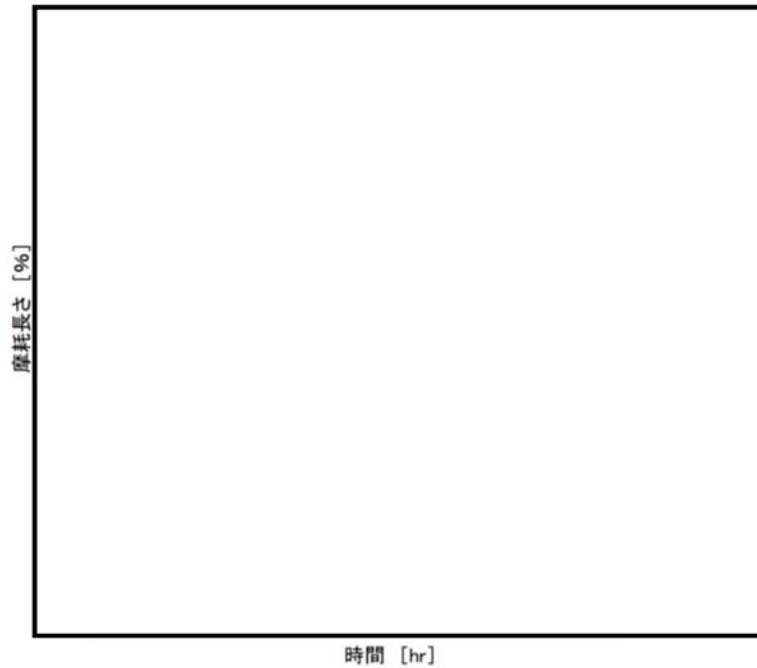


図2 高浜2号炉 制御棒クラスタ案内管案内板摩耗進行予測結果

内は商業機密に属しますので公開できません

No.	高浜2－その他の経年劣化事象－5	事象：摩耗－5
質 問	<p>(別冊-14機械設備-1重機器サポート-30頁) パッド、ヒンジ等摺動部の摩耗について、健全性評価の具体的な内容及びその根拠を提示すること。</p>	
回 答	<p>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 style="text-align: center;">ホルムの式： $W = K \cdot S \cdot P / P_m$</p> <p style="text-align: center;">W : 摩 耗 量 [m³] K : 摩耗係数 [-] <input type="text"/> S : すべり距離 [m] P : 荷 重 [N] P_m : 硬 さ [N/m²] <input type="text"/></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 <input type="text"/> <input type="text"/> を算出した。すべり距離 <input type="text"/> <input type="text"/></p> <p>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. So c., 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</p>	

内は商業機密に属しますので公開できません。

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。

表1 高浜2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			

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、長期運転にあたっては支持機能に影響を及ぼす可能性はないと考える。

表2 高浜2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 / 1700
1次冷却材ポンプ 支持脚ヒンジ			約1 / 1150

(*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

内は商業機密に属しますので公開できません。

No.	高浜2－その他の経年劣化事象－7	事象：摩耗－7
質 問	<p>(別冊-14機械設備-5非核燃料炉心構成品-7頁) 被覆管の摩耗について、健全性評価の具体的な内容及びその根拠を提示すること。</p>	
回 答	<p>被覆管の摩耗についての健全性評価およびその根拠を添付に示します。</p>	

制御棒クラスタの構造と挿入位置関係を図1に示す。

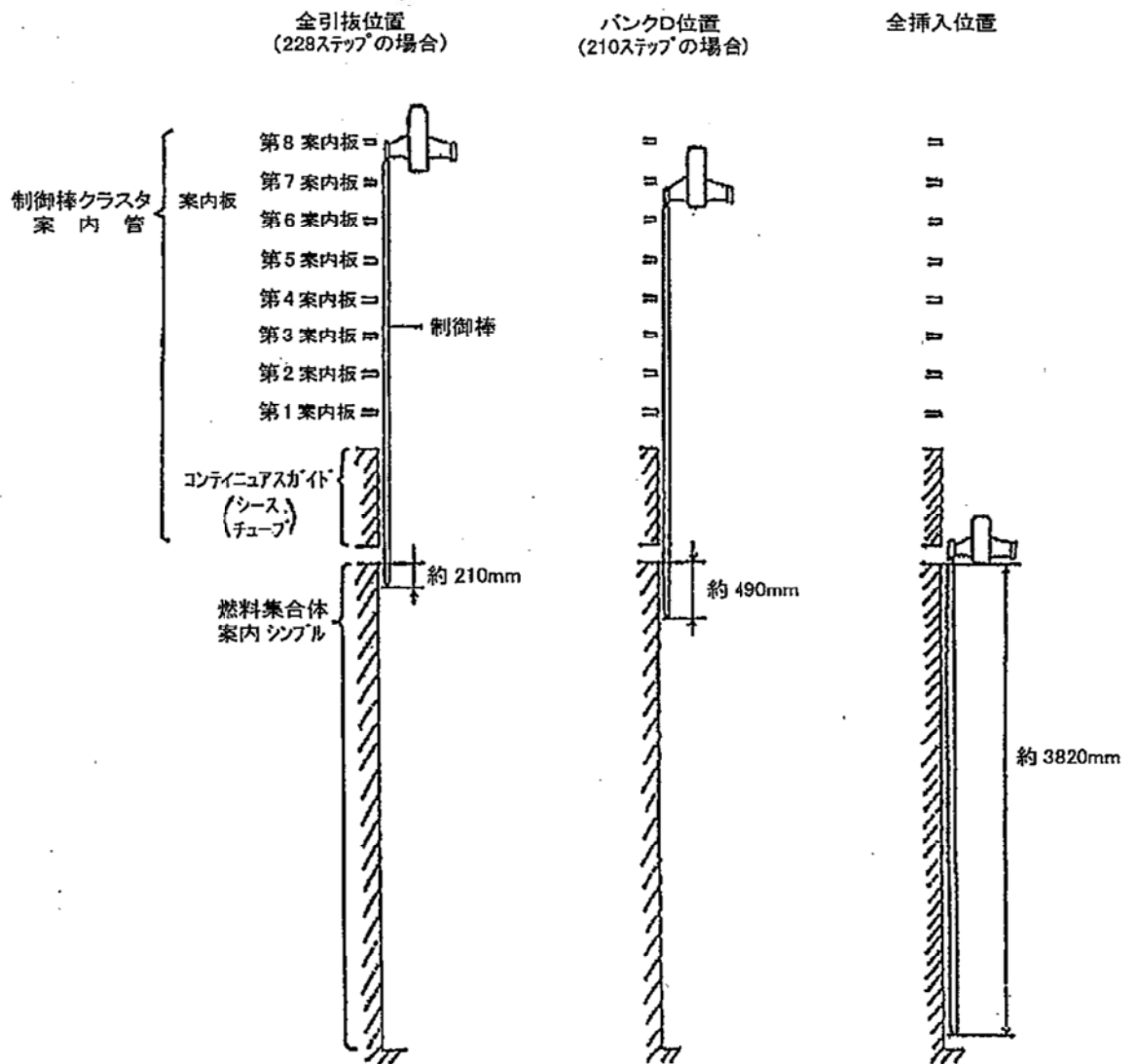
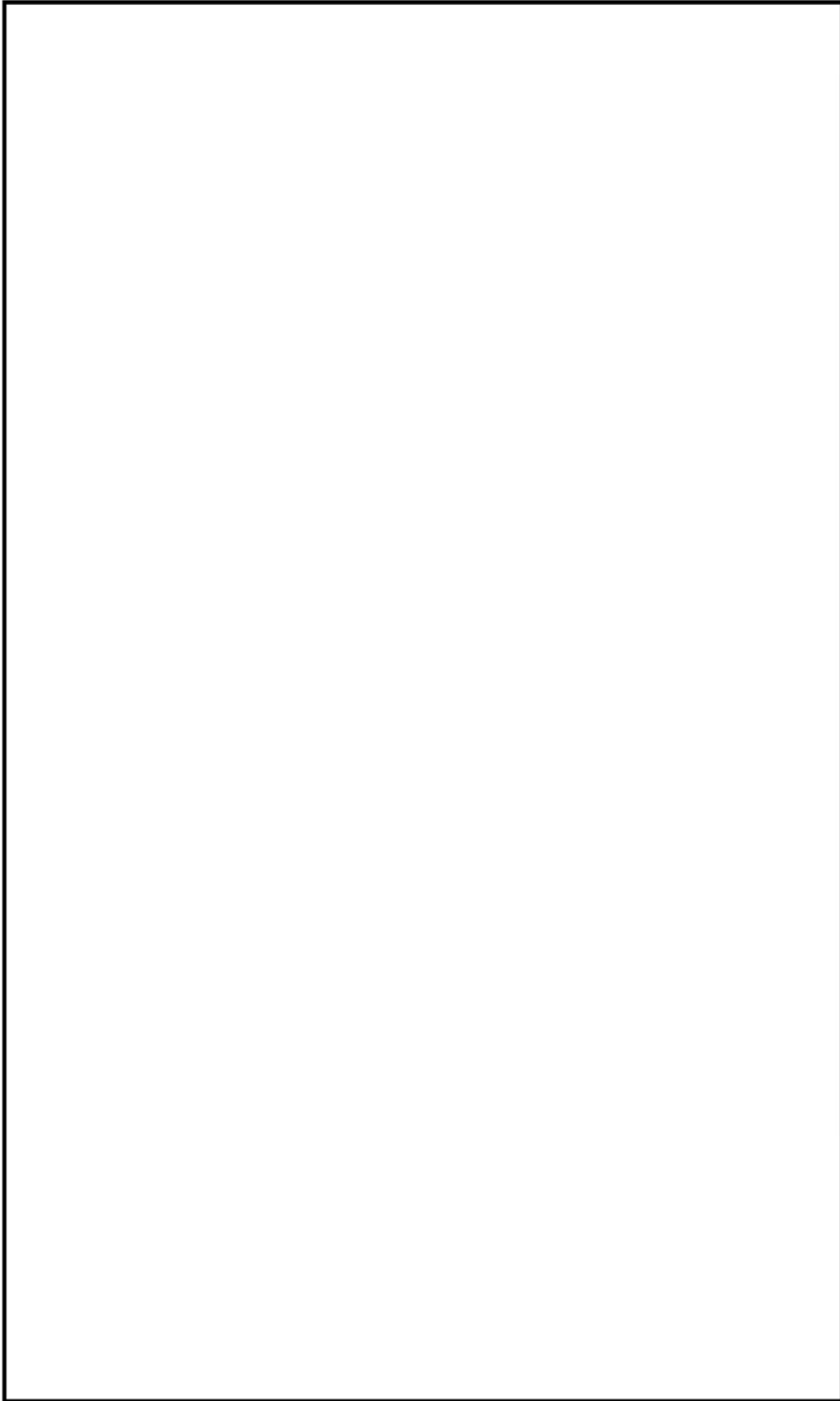


図1 高浜2号炉 制御棒クラスタの構造と挿入位置関係

米国ポイントビーチ (Point Beach) 発電所2号炉で被覆管の摩耗が認められたという報告が、1984年3月にされたため、国内プラントでも検討を行い、図2および図3に示すとおり摩耗測定結果から摩耗の進行を評価しており、予防保全的に摩耗深さが肉厚を超えないよう定期的に取り替を行っている。

なお、万一被覆管が減肉により貫通してもただちに制御棒クラスターの機能に与える影響は小さいことを確認している。

- ・ 被覆管強度 : 摩耗減肉後、さらに貫通した状態で、最も条件が厳しいステッピング荷重を考慮しても、応力や疲労評価上問題なく、被覆管強度は保たれる。
- ・ 中性子吸収体の溶出 : 被覆管に穴が開いても、中性子吸収体が1次冷却材中に溶出する量は微量であり、制御能力にはほとんど影響ない。
- ・ 挿入性、挿入時間への影響 : 被覆管が貫通しても挿入性は確保される。



摩耗深さ (mm)

運転時間 (年)

図2 運転時間と制御棒被覆管 (C r メッキ部) 摩耗深さの関係

内は商業機密に属しますので公開できません

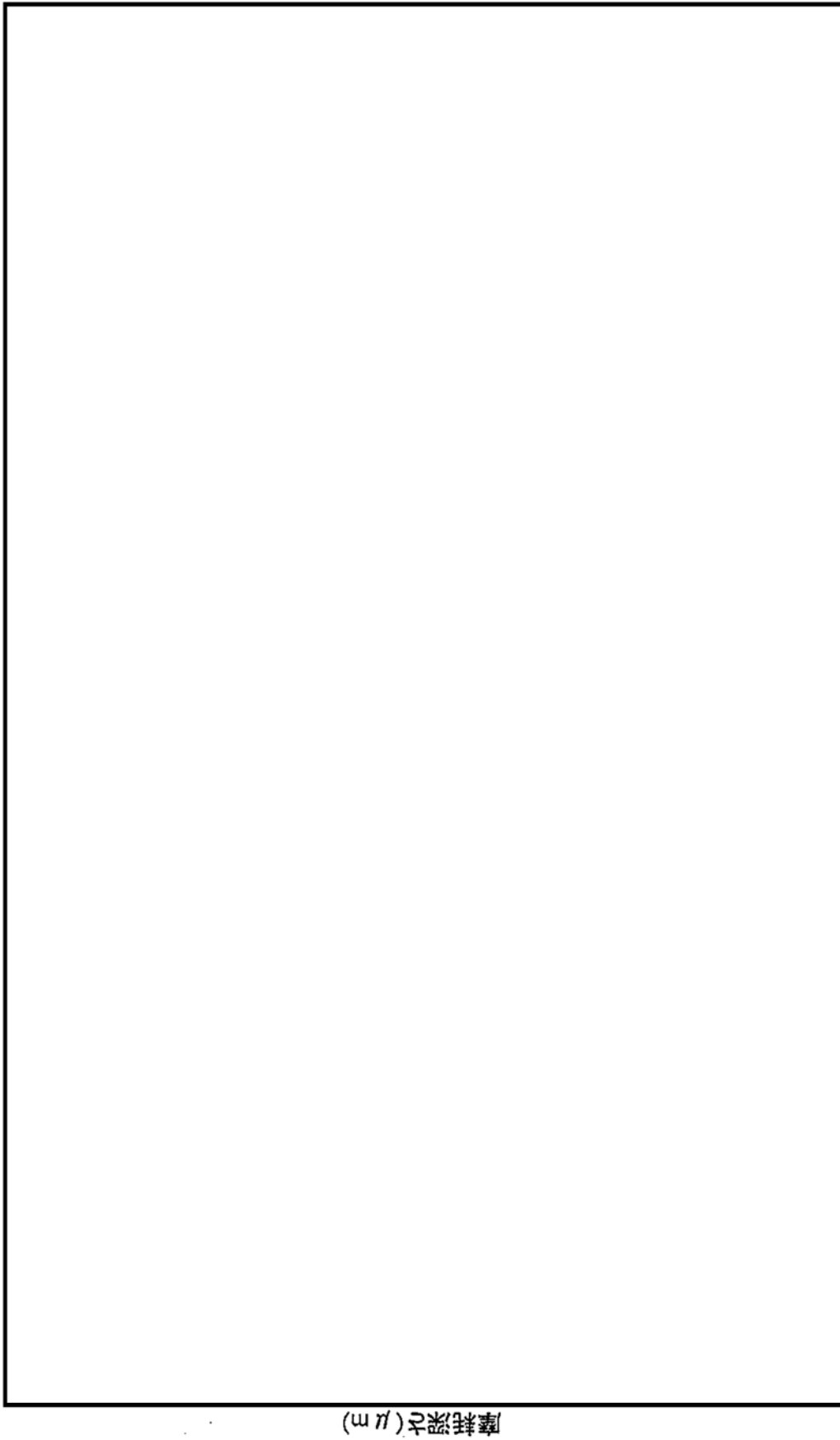






図3 運転時間と制御棒被覆管先端部摩耗深さの相関

内は商業機密に属しますので公開できません

No.	高浜 2 - その他の経年劣化事象 - 10	事象：流れ加速型腐食 - 2
質 問	<p>(別冊-2熱交換器-1多管円筒形熱交換器-34頁)</p> <p>伝熱管の内面腐食（流れ加速型腐食）について、1次系冷却水クーラにおける銅合金の伝熱管での流れ加速型腐食の発生の評価内容及び渦流探傷試験の実施状況（検査頻度、検査結果等）を提示すること。</p>	
回 答	<p>1次系冷却水クーラの伝熱管は内部流体が海水であるため、流路に貝等の異物の付着が想定されます。その場合、局所的に流速が増大することが考えられ、流れ加速型腐食が発生する可能性があります。このため定期的 <input type="text"/> <input type="text"/> に伝熱管の渦流探傷検査を実施しています。検査結果を添付 1（2 / 6 ~ 4 / 6）に示します。</p> <p>また、点検の結果判定基準を満足しなかった伝熱管は、添付 2 のとおり取替えを行いました。取替え後の検査結果を添付 1（5 / 6、6 / 6）に示します。</p> <p style="text-align: right;">以 上</p>	

内は商業機密に属しますので公開できません

 		関西電力	課長	係長	班長	作業長	係
資料室管理番号 2-2002-2015T014							
<h2>関西電力(株)高浜発電所 2号機</h2>							
<p>工事件名：<u>1次系冷却水クーラ他停止時点検工事（第2回）のうち</u> <u>1次系冷却水クーラ他細管停止時検査工事（第2回）</u></p>							
<h1>総括報告書</h1>							
<p>工事コード：<u>151P000463</u></p>							
作成認可欄	現場代理人	品管(審査)	安全管理	異物管理	放射線管理	作責・作成	
							
配布先	関西電力					発行	
				控		図書番号	OB/TA2 15-006
						作成	平成27年 8月 5日
	1			1		原本保管	

渦流探傷検査記録

検査員
(H27.4.10)

プラント名	高浜発電所 第2号機	検査員	
機器名	A-1次系冷却水クーラ		
検査期間	H27.4.7 H27.4.8 H27.4.10		
使用機器			
検査範囲	直管部 全長全数		
判定基準			
既施栓本数	0本		
結果			
判定結果	良(判定基準を超える減肉指示管9本を除く)		

渦流探傷検査記録

検査員
 (H27.2.26)

プラント名	高浜発電所 第2号機	検査員	[Redacted]
機器名	B-1次系冷却水クーラ		
検査期間	H27.2.23 H27.2.24 H27.2.26		
使用機器	[Redacted]		
検査範囲	直管部 全長全数		
判定基準	[Redacted]		
既施栓本数	0本		
結果	[Redacted]		
判定結果	良		

渦流探傷検査記録

検査員
(H27.2.26)

プラント名	高浜発電所 第2号機	検査員	
機器名	C-1次系冷却水クーラ		
検査期間	H27.2.19 H27.2.20 H27.2.26		
使用機器			
検査範囲	直管部 全長全数		
判定基準			
既施栓本数	0本		
結果			
判定結果	良(判定基準を越える減肉指示管2本を除く)		

渦流探傷検査記録

検査員
(H27.4.23)

プラント名	高浜発電所 第2号機	検査員	
機器名	A-1次系冷却水クーラ		
検査期間	H27.4.23		
使用機器			
検査範囲	直管部 全長全数		
判定基準			
既施栓本数	0本		
結果			
判定結果	良		

渦流探傷検査記録

検査員
(H27.3.16)

プラント名	高浜発電所 第2号機	検査員	
機器名	C-1次系冷却水クーラ		
検査期間	H27.3.16		
使用機器			
検査範囲	直管部 全長全数		
判定基準			
既施栓本数	0本		
結果			
判定結果	良		

Aクラス	1.2d 運営統括部長	機械技術 アドバイザー	課長	係長	班長
資料室管理番号 2-2002-2015T023			関西電力(株) 高浜発電所 2号機		
			保全指針変更 要査査討内容 保全計画課 確認		

工事件名 1次系冷却水クーラ他停止時点検工事(第2回)

総括報告書

H27年10月21日
高浜事業所

工事コード 151P000462

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	高浜事業所				
	技術課長	品質保証課長	安全課長		
作成 認可 欄	課長	係長	作責		
提出先	関電				合計
	1				1
作成日		平成27年10月15日			
文書番号		T02-14-機D-A0661-E			
原本保管		機械課 機械D係			

1. 工事施工範囲・施工内容

(1) 施工範囲

- a. 作業準備・後片付作業
- b. 治工具・計量器の管理
- c. 使用部材の管理
- d. 安全管理
- e. 品質管理
- f. 異物管理
- g. 1次系冷却水クーラ他停止時点検

(2) 施工内容

- a. 作業準備
- b. 1次系冷却水クーラ点検
 - (a)A-1次系冷却水クーラ伝熱管修繕 9本 (R-2)
 - (a)B-1次系冷却水クーラ伝熱管修繕 0本 (R-1)
 - (b)C-1次系冷却水クーラ伝熱管修繕 2本 (R-1)
- c. 2次系冷却水クーラ点検
- d. 復水器点検
- e. 後片付け

(施工範囲外)

- ・弁及び機器操作

2. 工事期間

自 平成 27年 2月 13日 (現場着工日)

至 平成 27年 9月 25日 (現場完了日)

No.	高浜 2 - 40年目追加評価 - 7	事象：劣化傾向の評価											
質 問	(別冊-18 40年目追加評価-低サイクル疲労-8頁) 抽出水しゃ断弁について、30年目の高経年化技術評価と劣化状況評価における疲労累積係数の相違について定量的な理由を提示すること。												
回 答	<p style="text-align: center;">表 1 高浜 2 号機 抽出水しゃ断弁 疲労累積係数の相違</p> <table border="1" data-bbox="443 779 1313 1003"> <thead> <tr> <th rowspan="2">機器・設備</th> <th rowspan="2">部位</th> <th colspan="2">60年時点の予測値 (() 内は環境疲労を考慮した値)</th> </tr> <tr> <th>30年目評価</th> <th>40年目評価</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>玉形弁</td> <td>抽出水しゃ断弁</td> <td>0.036 (0.493)</td> <td>0.025 (0.373)</td> </tr> </tbody> </table> <p>表 1 のように、高浜 2 号機の抽出水しゃ断弁の疲労累積係数について 30 年目の高経年化技術評価（以下「PLM30」という。）の予測値と 40 年目の劣化状況評価（以下「PLM40」という。）の予測値を比較すると、評価結果に相違が生じております。</p> <p>相違が生じた主な理由として、以下の 2 点が考えられます。</p> <p>①適用基準の変更による相違 疲労評価に使用する規格を「発電用原子力設備に関する構造等の技術基準」（通商産業省告示501号）から「発電用原子力設備規格 設計・建設規格 第 1 編軽水炉規格」（JSME S NC-1 2005/2007）へ、環境を考慮した疲労評価に使用する規格を「環境中疲れ寿命評価指針（資源エネルギー庁）」から「発電用原子力設備規格 環境疲労評価手法（JSME S NF1-2009）」へ変更したことにより相違が生じております。</p> <p>②過渡回数相違 PLM40ではPLM30以降の約10年間の供用実績を反映した過渡回数を評価に用いていることにより相違が生じております。</p> <p>高浜 2 号機の抽出水しゃ断弁の疲労評価結果の相違については特に「②過渡回数相違」が大きく影響していると考えられます。</p> <p>添付 1 として高浜 2 号機の PLM30 において抽出水しゃ断弁の疲労評価結果を示します。添付 2 として PLM40 について示します。例として青枠で示した過渡は「抽出ラインの隔離及び復帰」は抽出水しゃ断弁の疲労評価において支配的な過渡であります。PLM30では13回を想定していたのに対し、PLM40では7回と減少しております。このような過渡回数の変化が、評価結果の相違に大きな影響を与えていると考えられます。</p> <p style="text-align: right;">以上</p>			機器・設備	部位	60年時点の予測値 (() 内は環境疲労を考慮した値)		30年目評価	40年目評価	玉形弁	抽出水しゃ断弁	0.036 (0.493)	0.025 (0.373)
機器・設備	部位	60年時点の予測値 (() 内は環境疲労を考慮した値)											
		30年目評価	40年目評価										
玉形弁	抽出水しゃ断弁	0.036 (0.493)	0.025 (0.373)										

高浜2号機 PLM30における抽出水しや断弁の疲労評価および環境疲労評価結果

加熱過程/冷却過程		Spi	S11	S12	N	N*	N/N*	Δt1	Δt2	Δt	ε*	T1	T2	T	P	Fen	Fen x N/N*	
運転状態																		
起動及び停止																		
I次系漏えい試験(注)																		
運転状態 I 及び II																		

疲労累積係数 0.035088566
→0.036

環境疲労累積係数 0.492535099
→0.493

は「抽出ライン隔離及び復旧」の過渡に係る評価結果を示す。

内は商業機密に属しますので公開できません

高浜2号機 PLM40における抽出水しや断弁の疲労評価および環境疲労評価結果

運転状態	過渡の組合せ		S _{PI} (MPa)	N (回)	N/N*	Δt (sec)	E (MPa)	ε (%/sec)	ε*	T (°C)	T*	Fen (%)	Fen×N/N*
	加熱過程	冷却過程											
起動時及び停止時 以外 I次系漏えい試験(注1)	[Redacted Content]												

疲労累積係数 0.02484 →0.025
 環境疲労累積係数 0.37213 →0.373

は「抽出ライン隔離及び復旧」の過渡に係る評価結果を示す。

内は商業機密に属しますので公開できません