

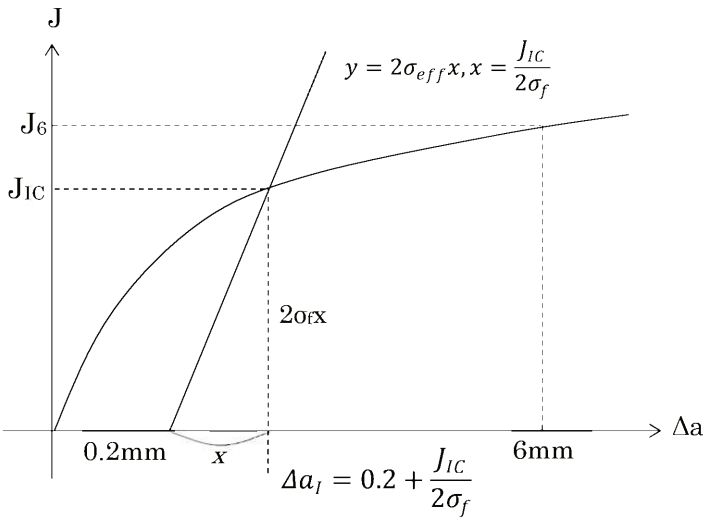
川内原子力発電所1, 2号炉 運転期間延長認可申請に係るヒアリング
コメント反映整理表<熱時効>

No	対象号機	日付	資料名	該当ページ	コメント内容	コメント対応	回答日	完了日
1	1/2号機	2月3日	熱時効 劣化状況評価 補足説明資料	10	表3の機械設備のフェライト量及び発生応力のマスキング理由について確認すること。(1, 2号)	フェライト量及び発生応力は、メーカーの設計ノウハウとして非公開情報としていたが、先行プラントの状況を踏まえメーカーと調整した結果、公開情報とすることとし、補足説明資料の当該箇所を修正する。	2023.3.2	2023.3.3
2	1/2号機	2月3日	熱時効 劣化状況評価 補足説明資料	10	表3のスイング逆止弁のフェライト量が1, 2号で大きく異なる理由について説明すること。	回答資料 川内1, 2号炉-熱時効-1のとおり。	2023.3.2	2023.3.3
3	1/2号機	2月3日	熱時効 劣化状況評価 補足説明資料	12	エルボ部の評価箇所について、エルボ部のどの部分か具体的に示すこと。	回答資料 川内1, 2号炉-熱時効-2のとおり。	2023.3.2	2023.3.3
4	1/2号機	2月3日	熱時効 劣化状況評価 補足説明資料	12	エルボ、直管の応力について、算出方法を別途示すこと。(表4)	回答資料 川内1, 2号炉-熱時効-3のとおり。	2023.3.2	2023.3.3
5	1/2号機	3月6日	ヒアリング資料 劣化状況評価 (熱時効)	11	破壊評価による健全性評価結果について、補足説明資料に合わせて、JICのプロットを追記すること。	JICのプロットを追記した評価結果に修正する。 [スライド p.11,12]	2023.4.14	2023.5.16
6	1/2号機	3月6日	ヒアリング資料 劣化状況評価 (熱時効)	11	破壊評価による健全性評価結果について、補足説明資料に合わせて、グラフの説明を記載すること。	健全性評価結果の説明について、追記する。 [スライド p.11,12]	2023.4.14	2023.5.16
7	1/2号機	3月6日	ヒアリング資料 劣化状況評価 (熱時効)	資料全般	亀裂不安定性評価等、同一の意味の文言については記載を統一すること。また申請書で使用している場合には、申請書の文言を使用すること。	審査基準の記載に合わせ、「亀裂不安定性評価」で統一する。 なお申請書においては、本用語を用いている箇所はない。 [スライド p.10]	2023.4.14	2023.5.16
8	1/2号機	5月16日	川内1, 2号炉 劣化状況評価 2層ステンレス鋼の熱時効	14	30年目と40年目で評価部位が異なる部位についてはその理由を説明資料に明記すること。	評価部位の相違理由について、追記する。 [スライド p.14]	2023.6.15	
9	1/2号機	5月16日	川内1, 2号炉-熱時効-4	12	エルボ部の形状を考慮した応力の算出方法を示すこと。	回答資料 川内1, 2号炉-熱時効-9のとおり。	2023.6.15	
10	1/2号機	5月16日	川内1, 2号炉 劣化状況評価 2層ステンレス鋼の熱時効	7	H3Tモデル用いたJmatの算出過程について示すこと。	回答資料 川内1, 2号炉-熱時効-10のとおり。	2023.6.15	

川内 1, 2 号炉ー 熱時効ー 9

タイトル	エルボ部の形状を考慮した応力の算出方法を示すこと。																																									
説明	<p>エルボ部の評価点における応力については、ASME SecIII NB-3685 に基づき曲がり部の形状を考慮して算出する。SG 入口 50° エルボの各応力値の内訳については、以下の通り。</p> <p style="text-align: center;">表 応力値詳細 (SG 入口 50° エルボ)</p> <table border="1" data-bbox="413 622 1335 882"> <thead> <tr> <th rowspan="2">号炉</th> <th rowspan="2">内圧による 応力(MPa)</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号炉</td> <td>40.9 (40.9)^{※1}</td> <td>2.4</td> <td>41.0</td> <td>18.7</td> <td>62.1 (92.2)^{※1}</td> <td>0.0</td> <td>3.0</td> <td>7.7</td> <td>10.7 (10.7)^{※1}</td> <td>114 (144)^{※1}</td> </tr> <tr> <td>2号炉</td> <td>40.9 (40.9)^{※1}</td> <td>2.4</td> <td>40.1</td> <td>18.7</td> <td>61.2 (90.8)^{※1}</td> <td>0.0</td> <td>3.0</td> <td>7.7</td> <td>10.7 (10.7)^{※1}</td> <td>113 (143)^{※1}</td> </tr> </tbody> </table> <p>※1 () 内の数字は曲がり部の形状を考慮した応力値。</p> <p style="text-align: right;">以 上</p>	号炉	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)	1号炉	40.9 (40.9) ^{※1}	2.4	41.0	18.7	62.1 (92.2) ^{※1}	0.0	3.0	7.7	10.7 (10.7) ^{※1}	114 (144) ^{※1}	2号炉	40.9 (40.9) ^{※1}	2.4	40.1	18.7	61.2 (90.8) ^{※1}	0.0	3.0	7.7	10.7 (10.7) ^{※1}	113 (143) ^{※1}
号炉	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)																																	
1号炉	40.9 (40.9) ^{※1}	2.4	41.0	18.7	62.1 (92.2) ^{※1}	0.0	3.0	7.7	10.7 (10.7) ^{※1}	114 (144) ^{※1}																																
2号炉	40.9 (40.9) ^{※1}	2.4	40.1	18.7	61.2 (90.8) ^{※1}	0.0	3.0	7.7	10.7 (10.7) ^{※1}	113 (143) ^{※1}																																

川内1, 2号炉-熱時効-10

<p>タイトル</p>	<p>H3Tモデル用いた Jmat の算出過程について示すこと。</p>
<p>説明</p>	<p>H3Tモデルを用いた Jmat 曲線の算出過程について、川内1号機の「ホットレグ直管」の例を以下の通り示す。</p> <p>(1) 評価条件</p> <ul style="list-style-type: none"> ・フェライト量：17.8% ・σ_y^* (0.2%耐力) (室温)： <input type="text"/> ・σ_u^* (引張り強さ) (室温)： <input type="text"/> <p>※ 対象材料のミルシートにより算出。</p> <p>(2) 算出過程</p> <p>○Jmat 曲線の算出</p> <p>Jmat 曲線は亀裂長さ (Δa) のべき乗則でフィットできると考え、以下の式で表す。</p> $Jmat = C_1(\Delta a)^{C_2} \dots \dots \dots \textcircled{1}$ <p>H3Tモデルの式より推定した J_{IC}、J_6 を算出し、上式に代入することで、定数 C_1、C_2 を決定し、Jmat 曲線を決定する。</p> $J_{IC} \text{ or } J_6 = A + \frac{B_{325}}{t + (t_F + C)_{325} - t_{F325}}$ <p>保守的に評価するため、t (時効時間) については、$t = \infty$ と考えることから、右辺の分数の項は0となり、上式は以下の通り変換できる。</p> $J_{IC} \text{ or } J_6 = A$  <p>図 J-R 曲線導出のイメージ</p>

○ J_{IC} 及び J_6 の算出

J_{IC} 、 J_6 については、以下の図表（PVP2005-71528より引用）から、それぞれのパラメータを読み取り、以下の値とする。なお、指数部分の第3項は $-2S$ (S ：標準偏差)であり、データのばらつきの下限線とするために追加している。

$$J_{IC} = 10^{(3.2961 - 0.0530 \times F\% - 2 \times 0.2518)} = 70.65$$

$$J_6 = 10^{(3.6699 - 0.0490 \times F\% - 2 \times 0.1490)} = 316.0$$

表 各係数の算出式一覧

		Predicted equation	S
J_{IC} -HT (J_{IC} at 325°C, kJ/m ²)	A	$\text{Log}_{10}(\text{A of } J_{IC}\text{-HT}) = 3.2961$ $-0.0530 \times F\%$	0.2518
	B_{325}	$\text{Log}_{10} B_{325} = 5.7869$ $+0.9256 \times \text{Mn}$	0.1514
	t_{F325}	$\text{Log}_{10} t_{F325} = 4.3047$ $-19.1095 \times N$	0.2732
	$(t_F + C)_{325}$	$\text{Log}_{10} (t_F + C)_{325} = 1.5354$ $+0.2062 \times \text{Ni}$	0.1417
J_6 -HT (J_6 at 325°C, kJ/m ²) J_6 : J value at Δa 6mm	A	$\text{Log}_{10}(\text{A of } J_6\text{-HT}) = 3.6699$ $-0.0490 \times F\%$	0.1490
	B_{325}	$\text{Log}_{10} B_{325} = -1.7907$ $+0.4130 \times \text{Cr}$	0.1783
	t_{F325}	$\text{Log}_{10} t_{F325} = 7.6362$ $-0.3670 \times \text{Ni}$ $-16.108 \times N$	0.0892
	$(t_F + C)_{325}$	$\text{Log}_{10} (t_F + C)_{325} = -2.9645$ $+0.3438 \times \text{Cr}$ $-0.1648 \times \text{Mo}$	0.0702

F%: Ferrite content(%) by ASTM A800 diagram C, Si, Mn, Cr, Ni, Mo, N(wt%)

J_{IC} : 安定亀裂成長へと移行する時の破壊靱性値

J_6 : 亀裂長さ 6mm の時の破壊靱性値

F% : フェライト量

○ C_1 及び C_2 の導出の計算例



J_{IC} 、 J_6 、 Δa_I の結果をそれぞれ式①に代入すると、



となり、連立方程式を解くと、



以 上