

玄海原子力発電所3号炉 高経年化技術評価に係るヒアリング
コメント反映整理表<熱時効>

2023年8月15日 九州電力㈱

No	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	2023年6月19日	補足説明資料 (熱時効)	5	表2において海水ポンプ振れ止め台のスクリーニング結果が記載されていない。評価結果を記載すること。	左記内容について、補足説明資料に追記した。 [補足説明資料 p5 表2]	7月25日	7月25日
2	2023年6月19日	補足説明資料 (熱時効)	5	表2において、弁体の使用温度が記載されていないものについて、当該温度を記載すること。また、表に記載されている使用温度は少数点以下の処理が統一されていないため、温度の記載の考え方を示すこと。	弁体の使用温度については追記を実施した。 また少数点以下の桁数については、統一することが適切であるため、修正した。 [補足説明資料 p5.6 表2]	7月25日	7月25日
3	2023年6月19日	補足説明資料 (熱時効)	8	代表機器として選定した、部位はどのループか。また、選定したループが他のループの条件を代表しているか説明すること。	熱時効の代表機器として選定した一次冷却材管の評価にあたっては、特定のループを代表しているわけではなく、全ループの中でそれぞれ厳しい条件を組み合わせることで評価を実施している。具体的には、フェライト量(化学成分)は靱性値の低下が厳しくなるよう、フェライト量最大のループを抽出。荷重についても同様に最大となるループの条件をそれぞれを組み合わせている。	7月25日	7月25日
4	2023年6月19日	補足説明資料 (熱時効)	24	代表機器に関して、H3Tモデルの計算パラメータを示すこと。	玄海3号炉-熱時効-4のとおり。	8月15日	8月15日

玄海3号炉—熱時効—4

<p>タイトル</p>	<p>代表機器に関して、H3Tモデルの計算パラメータを示すこと。</p>
<p>説明</p>	<p>添付—1に「ホットレグ直管」のH3Tモデルの計算パラメータを示す。 なお、本記載内容については、補足説明資料 別紙 11 に追加する。</p> <p style="text-align: right;">以 上</p>

別紙11. H3Tモデルを用いた Jmat の算出過程について

H3Tモデルを用いた Jmat 曲線の算出過程について、玄海3号機の「ホットレグ直管」の例を以下の通り示す。

(1) 評価条件

- ・フェライト量：
 - ・ σ_y^* (0.2%耐力) (室温)：
 - ・ σ_u^* (引張り強さ) (室温)：
- ※ 対象材料のミルシートにより算出。

(2) 算出過程

○Jmat 曲線の算出

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。

$$Jmat = C_1(\Delta a)^{C_2} \dots \dots \dots \textcircled{1}$$

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。

$$J_{IC} \text{ or } J_6 = A + \frac{B_{325}}{t + (t_F + C)_{325} - t_{F325}}$$

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。

$$J_{IC} \text{ or } J_6 = A$$

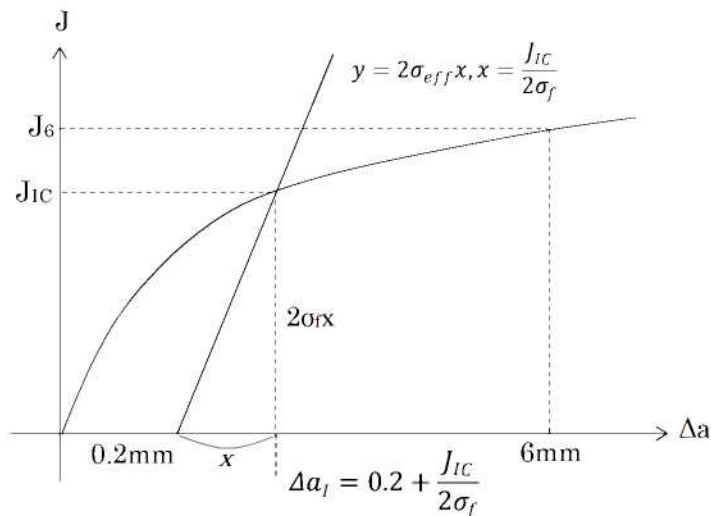


図1 J-R 曲線導出のイメージ

内は商業機密に属しますので公開できません。

○ 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。

$$J_{IC} = 10^{(3.2961 - 0.0530 \times F\% - 2 \times 0.2518)} = 185.3$$

$$J_6 = 10^{(3.6699 - 0.0490 \times F\% - 2 \times 0.1490)} = 770.5$$

表1 各係数の算出式一覧

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



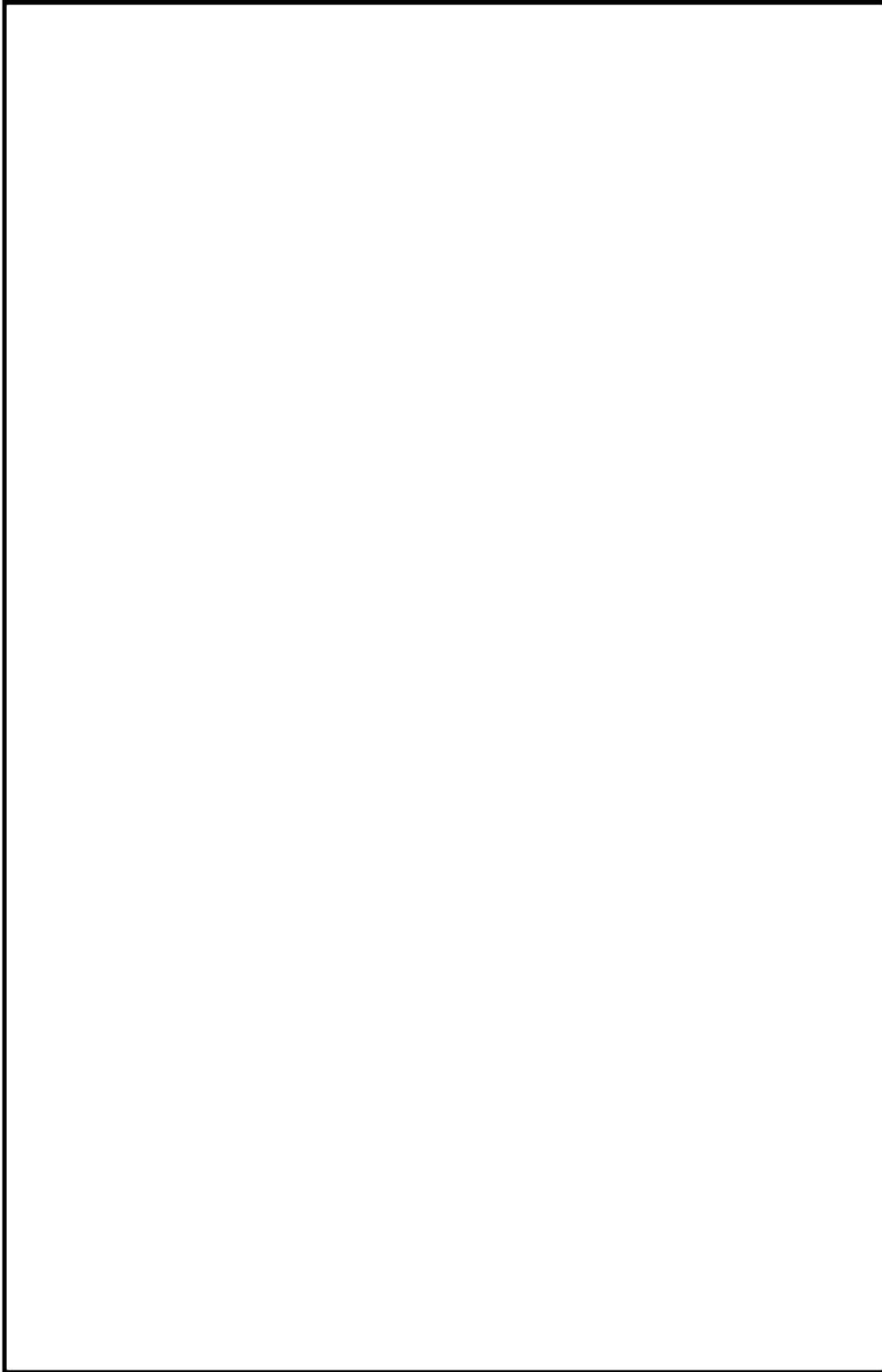
となり、連立方程式を解くと、



※ σ_y 、 σ_u の関係式の出典については、添付-2参照。

内は商業機密に属しますので公開できません。

<<抜粋>> 「(電共研) 1次冷却材管等の時効劣化に関する研究 (ステップⅢ) (その2)」



内は商業機密に属しますので公開できません。