

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<耐震安全性評価>

2023年7月25日 九州電力株

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	高経年化技術評価書 本冊	44	長期施設管理方針に炭素鋼について「設備対策を行った場合は」と記載されているが、現時点での設備対策の優先度や時期が決まっていれば説明すること。	現時点で、具体的な設備対策の計画については策定しておらず、いずれの箇所についても机上検討の段階となっている。今後、机上検討を踏まえて、現場確認や減肉管理の状況、許認可手続きの要否を確認した上で、実施時期の具体的な検討を行っていく予定としている。	7月25日	7月25日
2	2023年6月19日	高経年化技術評価書 別冊	2.5、2.6	耐震安全性評価に適用する基準地震動について震源を特定しない地震動(標準応答スペクトルによる $S_s-6$ )の扱いを含めて提示すること。	玄海3号炉—耐震安全性評価—2のとおり。	7月25日	7月25日
3	2023年6月19日	高経年化技術評価書 別冊	3.2.20	表3.2-15の湿分分離加熱器の流れ加速型腐食に対する評価の具体的内容(評価仕様、解析モデル、入力(荷重)条件、評価結果)を提示すること。	後日回答		
4	2023年6月19日	高経年化技術評価書 別冊	3.4.42	原子炉容器の胴の中性子照射脆化に対する評価について、耐圧・漏えい検査時における線形破壊力学に基づく評価(炉心領域内筒胴のK I C とK I (運転開始後60年時点)の関係の図示を含む)を提示すること。	玄海3号炉—耐震安全性評価—4のとおり。	7月25日	7月25日
5	2023年6月19日	高経年化技術評価書 別冊	3.10.23	表3.10-20の高圧タービン主蒸気入口管の流れ加速型腐食に対する評価の具体的内容(評価仕様、解析モデル、入力(荷重)条件、評価結果)を提示すること。	玄海3号炉—耐震安全性評価—5のとおり。	7月25日	7月25日
6	2023年6月19日	高経年化技術評価書 別冊	3.13.30	表3.13-19の凝縮器伝熱管の流れ加速型腐食に対する評価の具体的内容(評価仕様、解析モデル、入力(荷重)条件、評価結果)を提示すること。	玄海3号炉—耐震安全性評価—6のとおり。	7月25日	7月25日
7	2023年6月19日	補足説明資料 別紙4	4-3	表4-3の評価用荷重算出に係る(注3)記載の時刻歴解析(CV内)とスペクトル解析(CV外)の具体的適用内容(方法)を提示すること。	後日回答		
8	2023年6月19日	補足説明資料 別紙8	8-1	1(1)想定欠陥で亀裂の想定部位は下部炉心槽上部胴と下部胴の溶接部としており、溶接手法の種別及び溶接部と亀裂の位置関係を提示(拡大図示)すること。	玄海3号炉—耐震安全性評価—8のとおり。	7月25日	7月25日
9	2023年6月19日	補足説明資料 別紙12	12-6	添付-2の主給水ポンプタービン低圧駆動蒸気管(B)のFEM評価の具体的内容を提示すること。	玄海3号炉—耐震安全性評価—9のとおり。	7月25日	7月25日
10	2023年6月19日	補足説明資料 別紙12	12-30	添付-6(3/3)の表下の注記※2が該当する表中項に※2を記載すること。	添付-6(3/3)の表には注記※2が該当する設備はないため、注記※2を削除する。 【補足説明資料 3号炉 劣化状況評価(耐震安全性評価) 別紙12 p.30】	7月25日	7月25日
11	2023年6月19日	補足説明資料 別紙17	17-1	2 (3)b 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象(△▲事象)で、腐食(ケミカルアンカ)を抽出しない理由を提示すること。	津波監視カメラのケミカルアンカについては、アンカボルトの材質が炭素鋼であり、腐食が想定される(△事象)。大気接触部については、腐食を想定した場合、断面減少による剛性低下は有意であるため、耐震安全上考慮する必要がある経年劣化事象として抽出しており、耐震安全性評価を実施している。 基礎ボルトの型式(ケミカルアンカ、メカニカルアンカ)を区別するとともに、津波監視カメラのケミカルアンカ(M16)も評価対象となっているため、補足説明資料を修正する。 【補足説明資料 3号炉 劣化状況評価(耐震安全性評価) 別紙17 p.12】	7月25日	7月25日
12	2023年6月19日	補足説明資料 別紙17	17-1	2 (3)b 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象(△▲事象)で、腐食(基礎ボルト)を◎事象に区分しない理由を提示すること。	取水ビット水位の基礎ボルト(メカニカルアンカ)及び津波監視カメラの基礎ボルト(ケミカルアンカ)のうち材質が炭素鋼の基礎ボルトについては、腐食を想定しており、コメントNo.11のとおり、耐震安全上考慮する必要がある経年劣化事象(◎事象)として抽出し、耐震安全性評価を実施している。 基礎ボルトの型式(ケミカルアンカ、メカニカルアンカ)を区別するとともに、取水ビット水位のメカニカルアンカ(M12)及び津波監視カメラのケミカルアンカ(M16)も評価対象となっているため、補足説明資料を修正する。 【補足説明資料 3号炉 劣化状況評価(耐震安全性評価) 別紙17 p.12】  なお、取水ビット水位のうち電波レベル計の基礎ボルト(メカニカルアンカ)については、材質がステンレス鋼であるため、想定される経年劣化事象はない。基礎ボルトの技術評価において、ステンレス鋼を記載しない方針としているが、分かり易さの観点からステンレス鋼についても追記する方針とする。	7月25日	7月25日

玄海 3 号炉－耐震安全性評価－ 2

タイトル	耐震安全評価に適用する基準地震動について震源を特定しない地震動（標準応答スペクトルによる $S_s - 6$ ）の扱いを含めて提示すること。
説明	<p>申請時の耐震安全性評価においては、<math>S_s - 1 \sim S_s - 5</math> を考慮した評価を実施しており、標準応答スペクトルを取込んだ基準地震動（<math>S_s - 6</math>）による評価は実施していない。</p> <p>（劣化状況評価書 別冊 耐震安全性評価 2.2(3)参照）</p> <p>標準応答スペクトルを取込んだ基準地震動（<math>S_s - 6</math>）の劣化状況評価への反映については、設置許可にて基準地震動が確定し、設計及び工事計画の認可、及び使用前確認が完了した後に、速やかに実施する方針である。</p> <p style="text-align: right;">以 上</p>

玄海3号炉－耐震安全性評価－4

タイトル	高経年化技術評価書 別冊において、原子炉容器の胴の中性子照射脆化に対する評価について、耐圧・漏えい検査時における線形破壊力学に基づく評価（炉心領域円筒胴の $K_{Ic}$ と $K_I$ （運転開始後60年時点）の関係の図示を含む）を提示すること。
説明	<p>運転開始後60年の運転を想定した中性子照射を受けた状態において、耐圧・漏えい検査時における破壊靱性を評価するため、「(社)日本電気協会原子力発電用機器に対する破壊靱性の確認方法（JEAC4206-2007[2013年追補版]）」の附属書A「非延性破壊防止のための解析法」に定められた破壊靱性（<math>K_{Ic}</math>）の曲線を用いる。なお、耐圧・漏えい試験時における応力拡大係数<math>K_I</math>は、板厚<math>t</math>に対して仮想欠陥深さ<math>1/4t</math>の軸方向欠陥に対して算出した<math>K_I</math>を用いる。</p> <p>評価結果を添付－1に示す。</p> <p>評価の結果、想定欠陥を加味しても、脆性破壊に対する抵抗値（材料自身の持つねばり強さ）を示す<math>K_{Ic}</math>曲線は、負荷状態を応力拡大係数<math>K_I</math>（脆性破壊を起こそうとする値）で示すPTS状態遷移曲線を上回っていることから、運転開始後60年時点の試験状態においても脆性破壊は起こらないことを確認した。</p> <p style="text-align: right;">以上</p>

耐圧・漏えい検査時における線形破壊力学に基づく評価結果について

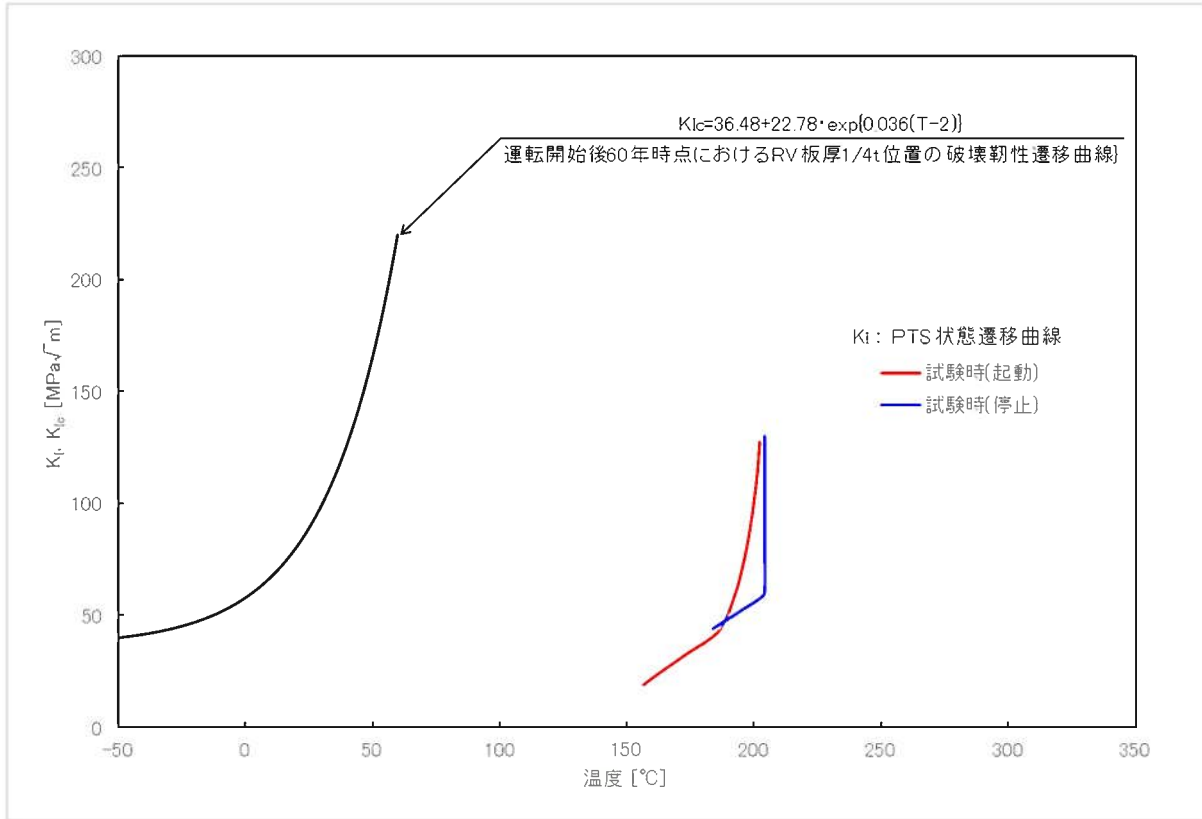


図 4-1 運転開始60年時点の試験状態におけるPTS評価結果

玄海 3 号炉－耐震安全性評価－ 5

<p>タイトル</p>	<p>表 3.10-20 の高圧タービン主蒸気入口管の流れ加速型腐食に対する評価の具体的内容（評価仕様、解析モデル、入力（荷重）条件、評価結果）を提示すること。</p>																											
<p>説明</p>	<p>高圧タービン主蒸気入口管の流れ加速型腐食に対する評価の具体的内容を以下に示す。</p> <p>1. 評価仕様 評価仕様を表 5-1 に示す。</p> <p style="text-align: center;">表 5-1 評価仕様</p> <table border="1" data-bbox="445 692 1208 1090"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>単位</th> <th>数値</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>静的水平地震力</td> <td>G</td> <td>0.32</td> </tr> <tr> <td>最高使用圧力</td> <td>MPa</td> <td>8.17</td> </tr> <tr> <td>最高使用温度</td> <td>°C</td> <td>298</td> </tr> <tr> <td>配管外径</td> <td>mm</td> <td rowspan="4" style="border: 2px solid black;"></td> </tr> <tr> <td>配管肉厚</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>必要最小肉厚</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>材質</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>2. 評価モデル</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>配管ルート及びはり要素にモデル化し、Auto PIPE ver.12 による静荷重解析を実施。</li> <li>解析モデル図及び入力条件の詳細については添付資料－1 参照。</li> </ul> <p>3. 解析条件</p> <p>3.1 地震荷重</p> <p>入力とする地震力に関する諸元は以下の通り。</p> <p style="text-align: center;">表 5-2 静的水平地震力</p> <table border="1" data-bbox="437 1565 1216 1709"> <thead> <tr> <th>耐震重要度</th> <th>タービン建屋 床高さ</th> <th>静的水平地震力</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>C</td> <td>EL. 19.3(m)</td> <td>0.320(G)</td> </tr> </tbody> </table>	項目	単位	数値	静的水平地震力	G	0.32	最高使用圧力	MPa	8.17	最高使用温度	°C	298	配管外径	mm		配管肉厚	mm	必要最小肉厚	mm	材質		耐震重要度	タービン建屋 床高さ	静的水平地震力	C	EL. 19.3(m)	0.320(G)
項目	単位	数値																										
静的水平地震力	G	0.32																										
最高使用圧力	MPa	8.17																										
最高使用温度	°C	298																										
配管外径	mm																											
配管肉厚	mm																											
必要最小肉厚	mm																											
材質																												
耐震重要度	タービン建屋 床高さ	静的水平地震力																										
C	EL. 19.3(m)	0.320(G)																										

[ ] 内は商業機密に属しますので公開できません。

### 3.2 経年劣化事象の解析モデル化

流れ加速型腐食により、配管内面が必要最小肉厚[Tsr]まで一様減肉とする。また減肉想定部については、エルボ部及び曲がり部後の下流部（2D）の範囲とする。

### 4. 評価結果

解析による計算結果については、以下の通り。

表 5-3 流れ加速型腐食に対する計算結果

発生応力 [MPa]	許容応力 [MPa]	応力比
		0.42

以 上

内は商業機密に属しますので公開できません。

[解析モデル及び解析結果]

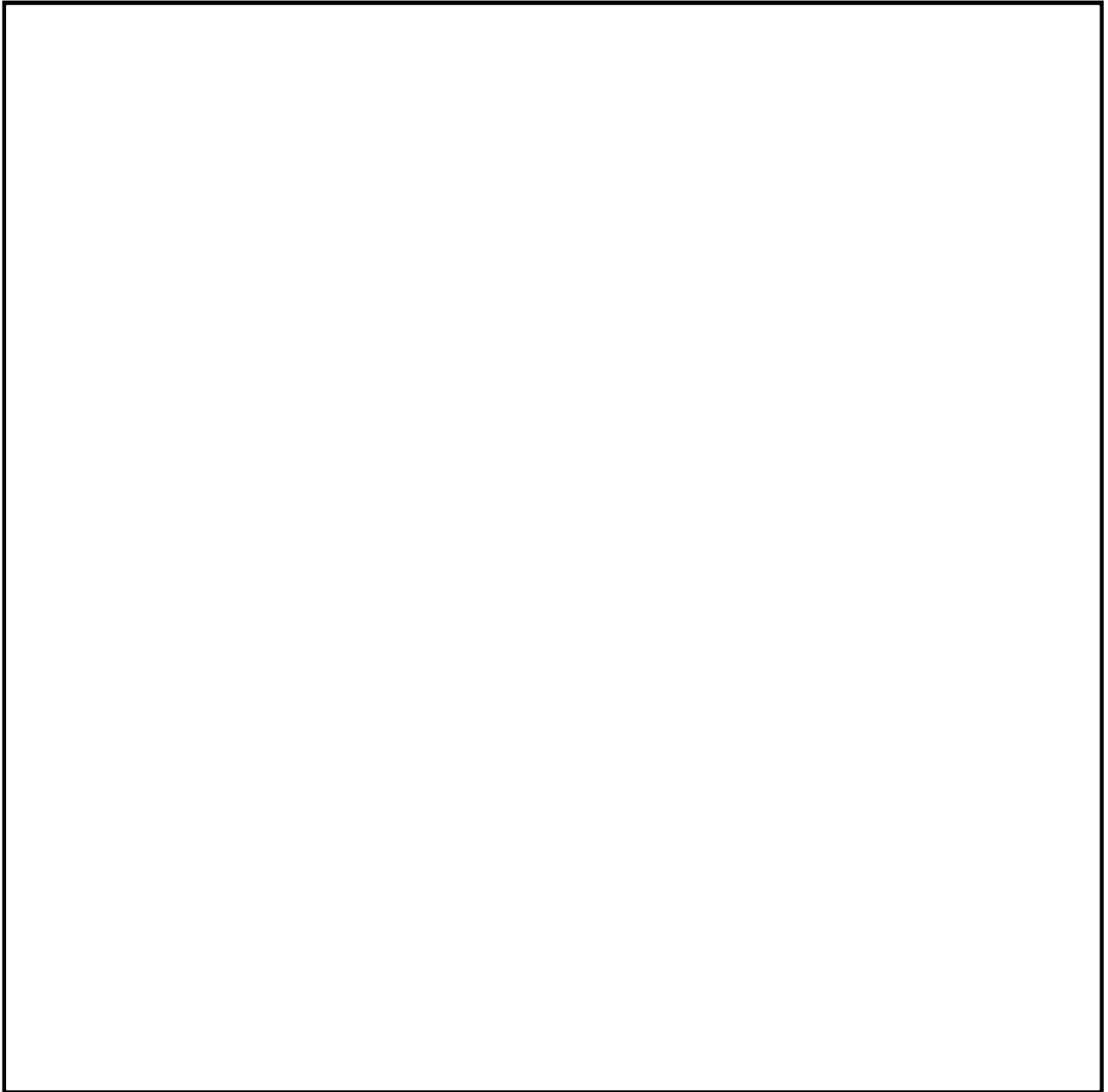


表 5-4 解析結果

地震		応力 (MPa)				許容応力 $S_y$ (MPa)	応力比
方向	震度	内圧	自重	地震	組合せ		
X	0.320						0.42

以上

内は商業機密に属しますので公開できません。

玄海3号炉－耐震安全性評価－6

<p>タイトル</p>	<p>高経年化技術評価書 別冊において、表 3.13-19 の凝縮器伝熱管の流れ加速型腐食に対する評価の具体的内容（評価仕様、解析モデル、入力（荷重）条件、評価結果）を提示すること。</p>																																											
<p>説明</p>	<p>空調用冷水設備のうち空調用冷凍機（凝縮器伝熱管）の流れ加速型腐食に対する評価の具体的内容を以下に示す。</p> <p>1. 評価仕様</p> <p>評価仕様を表 6-1 に示す。</p> <p style="text-align: center;">表 6-1 評価仕様</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>単位</th> <th>記号</th> <th>数値</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>伝熱管材料</td> <td>—</td> <td>—</td> <td rowspan="10" style="border: 2px solid black;"></td> </tr> <tr> <td>伝熱管外径（谷径）</td> <td>mm</td> <td><math>d_o</math></td> </tr> <tr> <td>伝熱管肉厚</td> <td>mm</td> <td><math>t_o</math></td> </tr> <tr> <td>減肉量（内面）※1</td> <td>mm</td> <td><math>\Delta t</math></td> </tr> <tr> <td>減肉後の伝熱管肉厚※1</td> <td>mm</td> <td><math>t</math></td> </tr> <tr> <td>減肉後の伝熱管内径※1</td> <td>mm</td> <td><math>d_i</math></td> </tr> <tr> <td>伝熱管長さ</td> <td>mm</td> <td><math>L</math></td> </tr> <tr> <td>伝熱管質量</td> <td>kg/本</td> <td><math>w_1</math></td> </tr> <tr> <td>伝熱管内の海水質量</td> <td>kg/本</td> <td><math>w_2</math></td> </tr> <tr> <td>最高使用圧力</td> <td>MPa</td> <td><math>P</math></td> <td>0.69</td> </tr> <tr> <td>支持間隔 （管板～伝熱管支持板）</td> <td>mm</td> <td><math>a_1</math></td> <td rowspan="2" style="border: 2px solid black;"></td> </tr> <tr> <td>支持間隔 （伝熱管支持板～伝熱管支持板）</td> <td>mm</td> <td><math>a_2</math></td> </tr> </tbody> </table> <p>※1：伝熱管に施栓基準（減肉率 <span style="border: 1px solid black; padding: 0 2px;">  </span> %）までの一様減肉が生じたと仮定する。</p> <p>2. 評価モデル</p> <p>凝縮器伝熱管は管板及び伝熱管支持板によって支持されており、最も発生応力の大きな箇所について評価する。なお、管板～伝熱管支持板については片端固定－片端支持はりモデルに、伝熱管支持板～伝熱管支持板については両端支持はりモデルにモデル化する。評価モデルを図6-1に示す。</p>	項目	単位	記号	数値	伝熱管材料	—	—		伝熱管外径（谷径）	mm	$d_o$	伝熱管肉厚	mm	$t_o$	減肉量（内面）※1	mm	$\Delta t$	減肉後の伝熱管肉厚※1	mm	$t$	減肉後の伝熱管内径※1	mm	$d_i$	伝熱管長さ	mm	$L$	伝熱管質量	kg/本	$w_1$	伝熱管内の海水質量	kg/本	$w_2$	最高使用圧力	MPa	$P$	0.69	支持間隔 （管板～伝熱管支持板）	mm	$a_1$		支持間隔 （伝熱管支持板～伝熱管支持板）	mm	$a_2$
項目	単位	記号	数値																																									
伝熱管材料	—	—																																										
伝熱管外径（谷径）	mm	$d_o$																																										
伝熱管肉厚	mm	$t_o$																																										
減肉量（内面）※1	mm	$\Delta t$																																										
減肉後の伝熱管肉厚※1	mm	$t$																																										
減肉後の伝熱管内径※1	mm	$d_i$																																										
伝熱管長さ	mm	$L$																																										
伝熱管質量	kg/本	$w_1$																																										
伝熱管内の海水質量	kg/本	$w_2$																																										
最高使用圧力	MPa	$P$		0.69																																								
支持間隔 （管板～伝熱管支持板）	mm	$a_1$																																										
支持間隔 （伝熱管支持板～伝熱管支持板）	mm	$a_2$																																										

（    は商業機密に該当するため公開できません。）



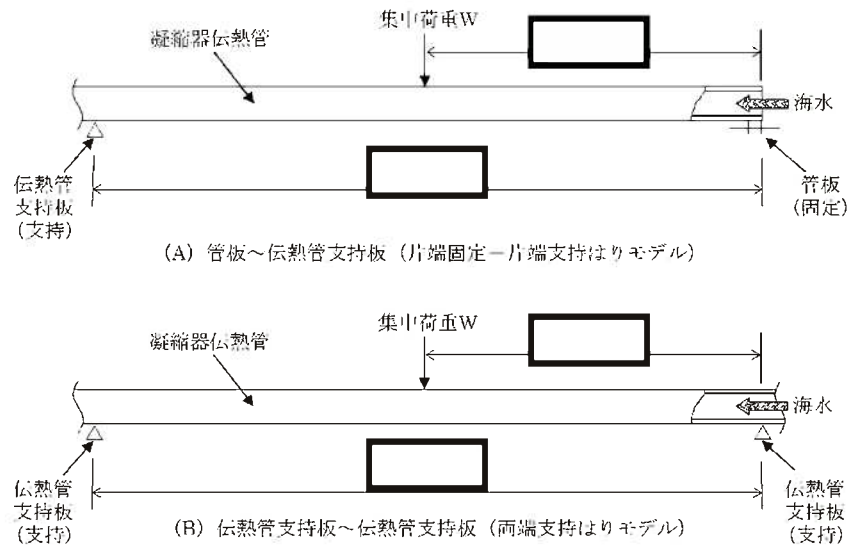


図6-1 凝縮器伝熱管評価モデル

### 3. 入力（荷重）条件

#### 3.1 地震荷重

入力とする地震力に関する諸元を表 6-2 に示す。

表 6-2 静的水平地震力

耐震重要度	原子炉周辺建屋 床高さ	静的水平地震力 (=C <sub>H</sub> )
C	EL. 3.7(m)	0.192 (G <sup>※1</sup> )

※1：重力加速度  $G=9.80665 (m/s^2)$

(  は商業機密に該当するため公開できません。)

### 3.2 地震時発生応力

地震時の伝熱管に発生する応力は、JEAC4601 のクラス 2 配管の評価式に準拠するものとし、以下の計算式により求められる。

$$\text{発生応力} : \sigma = \sigma_{\text{内圧}} + \sigma_{\text{自重+地震}}$$

・内圧による応力

$$\sigma_{\text{内圧}} = \frac{P \times d_o}{4 \times t}$$

・自重+地震荷重による応力

$$\sigma_{\text{自重+地震}} = \frac{0.75 \times 1.33 \times (M_a + M_b)}{Z}$$

$M_a$  : 自重による曲げモーメント (N・mm)

$M_b$  : 地震荷重による曲げモーメント (N・mm)

$Z$  : 管の断面係数 (mm<sup>3</sup>)

### 3.3 モーメント

自重及び地震荷重による曲げモーメント算出式を以下に示す。

(1) 管板～伝熱管支持板 (片端固定-片端支持はりモデル)

$$M_a = \frac{3 \times W \times a_1}{16} \times G$$

$$M_b = \frac{3 \times W \times a_1 \times C_{II}}{16} \times G$$

ここで、 $W$  は評価対象部位の質量であり、以下により算出される。

$$W = \frac{a_1 \times (w_1 + w_2)}{L}$$

(2) 伝熱管支持板～伝熱管支持板 (両端支持はりモデル)

$$M_a = \frac{W \times a_2}{4} \times G$$

$$M_b = \frac{W \times a_2 \times C_{II}}{4} \times G$$

$$W = \frac{a_2 \times (w_1 + w_2)}{L}$$

(   は商業機密に該当するため公開できません。)

#### 4. 算出過程

##### 4.1 管板～伝熱管支持板

自重による曲げモーメントは、

$$\begin{aligned}
 M_a &= \frac{3 \times W \times a_1}{16} \times G \\
 &= \frac{3 \times \text{[ ]}}{16} \times 9.80665 \\
 &= \text{[ ]} \text{ (N} \cdot \text{mm)}
 \end{aligned}$$

地震荷重による曲げモーメントは、

$$\begin{aligned}
 M_b &= \frac{3 \times W \times a_1 \times C_{II}}{16} \times G \\
 &= \frac{3 \times \text{[ ]}}{16} \times 0.192 \times 9.80665 \\
 &= \text{[ ]} \text{ (N} \cdot \text{mm)}
 \end{aligned}$$

管の断面係数は、以下により算出される。

$$Z = \frac{\pi \times (d_o^3 - d_i^3)}{32 \times d_o} = \frac{\pi \times \text{[ ]}}{32 \times \text{[ ]}} = \text{[ ]} \text{ (mm}^3\text{)}$$

以上より、発生応力  $\sigma$  は、

$$\begin{aligned}
 \sigma &= \sigma_{\text{内圧}} + \sigma_{\text{自重+地震}} = \frac{P \times d_o}{4 \times t} + \frac{0.75 \times 1.33 \times (M_a + M_b)}{Z} \\
 &= \frac{0.69 \times \text{[ ]}}{4 \times \text{[ ]}} + \frac{0.75 \times 1.33 \times \text{[ ]}}{\text{[ ]}} \\
 &= \text{[ ]} \text{ (MPa)}
 \end{aligned}$$

( [ ] は商業機密に該当するため公開できません。 )

## 4.2 伝熱管支持板～伝熱管支持板

自重による曲げモーメントは、

$$\begin{aligned} M_a &= \frac{W \times a_2}{4} \times G \\ &= \frac{\boxed{\phantom{0000000}}}{4} \times 9.80665 \\ &= \boxed{\phantom{00000}} \text{ (N} \cdot \text{mm)} \end{aligned}$$

地震荷重による曲げモーメントは、

$$\begin{aligned} M_b &= \frac{W \times a_2 \times C_{II}}{4} \times G \\ &= \frac{\boxed{\phantom{0000000}} \times 0.192}{4} \times 9.80665 \\ &= \boxed{\phantom{00000}} \text{ (N} \cdot \text{mm)} \end{aligned}$$

管の断面係数は、「4.1 管板～伝熱管支持板」と同様の計算式により算出される。

以上より、発生応力  $\sigma$  は、

$$\begin{aligned} \sigma &= \sigma_{\text{内圧}} + \sigma_{\text{自重+地震}} = \frac{P \times d_o}{4 \times t} + \frac{0.75 \times 1.33 \times (M_a + M_b)}{Z} \\ &= \frac{0.69 \times \boxed{\phantom{0000000}}}{4 \times \boxed{\phantom{0000000}}} + \frac{0.75 \times 1.33 \times \boxed{\phantom{0000000}}}{\boxed{\phantom{0000000}}} \\ &= \boxed{\phantom{00000}} \text{ (MPa)} \end{aligned}$$

( $\boxed{\phantom{00000}}$  は商業機密に該当するため公開できません。)

5. 評価結果


「4. 算出過程」の結果を踏まえ、発生応力の大きい「4.2 伝熱管支持板～伝熱管支持板」の評価結果を表 6-3 に示す。空調用冷凍機（凝縮器伝熱管）に流れ加速型腐食による減肉を考慮しても、地震時に発生する応力が許容応力を超えることはないことから、耐震安全性評価上問題はない。

表 6-3 流れ加速型腐食に対する評価結果

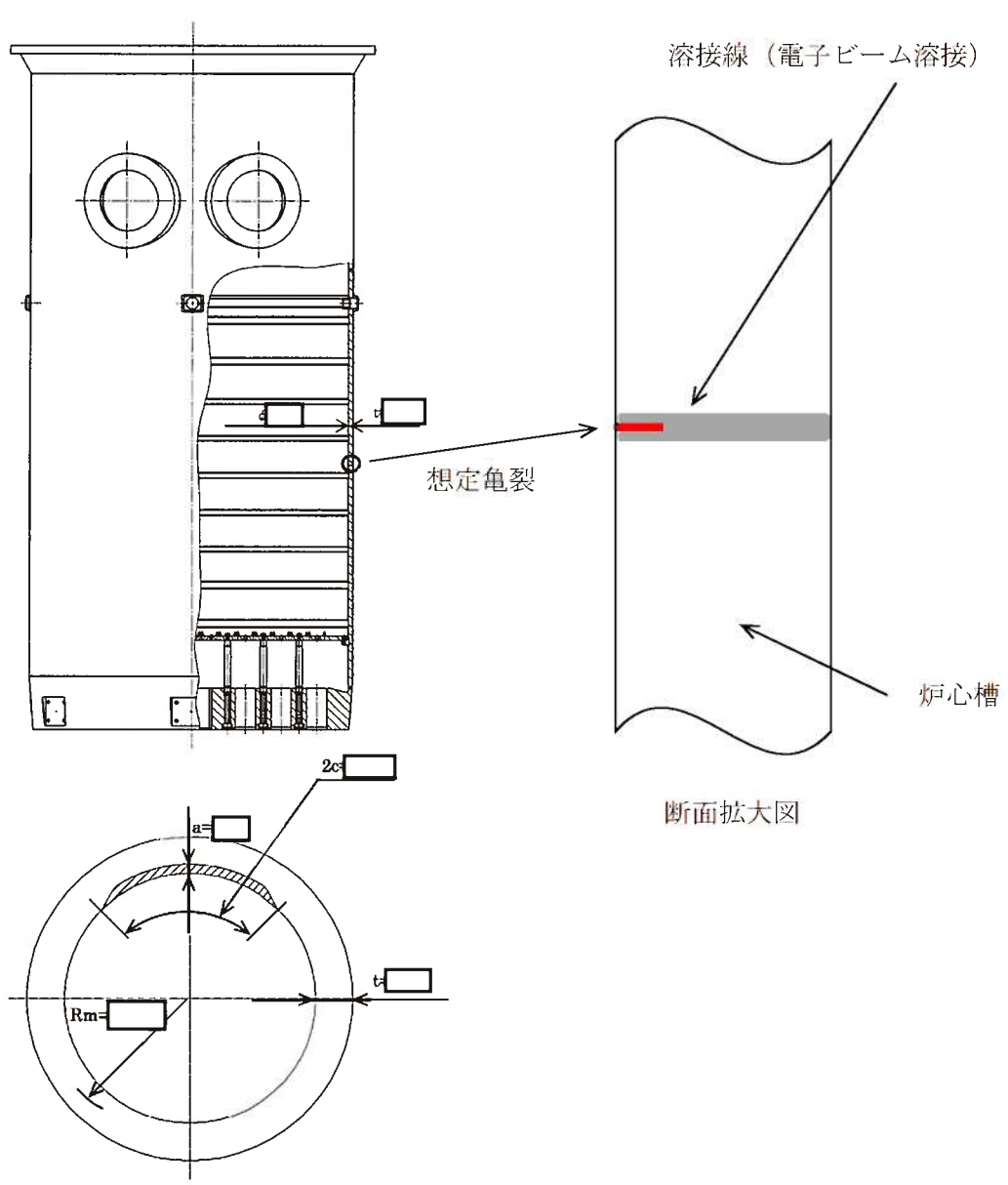
評価部位	地震時発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	応力比
空調用冷凍機 (凝縮器伝熱管)	22	68 <sup>*1</sup>	0.32



以上

(  は商業機密に該当するため公開できません。)

玄海3号炉—耐震安全性評価—8

<p>タイトル</p>	<p>補足説明資料 別紙8において、1 (1) 想定欠陥で亀裂の想定部位は下部炉心槽上部胴と下部胴の溶接部としていることから、溶接手法の種別及び溶接部と亀裂の位置関係を提示 (拡大図示) すること。</p>
<p>説明</p>	<p>中性子照射による材料の靱性低下が想定される炉心槽溶接部に有意な欠陥が存在すると仮定し、下部炉心槽上部胴と下部胴の溶接部 (溶接手法: 電子ビーム溶接) をき裂の想定部位 (評価部位) とした。</p> <p>炉心槽における溶接部と亀裂の位置関係を以下に示す。</p>  <p>断面拡大図</p> <p>以上</p>

(  は商業機密に該当するため公開できません。)

玄海 3 号炉－耐震安全性評価－ 9

タイトル	補足説明資料 別紙 1 2 において、添付－ 2 の主給水ポンプタービン低圧駆動蒸気管（B）の F E M 評価の具体的内容を提示すること。
説明	<p>主蒸気系統配管のうち主給水ポンプタービン低圧駆動蒸気管（B）について、内面からの腐食（流れ加速型腐食）に対する耐震安全性評価として F E M 解析による評価を実施している。具体的内容を添付資料－ 1 に示す。</p> <p style="text-align: right;">以上</p>

### 主蒸気系統配管に対するFEM解析について

主蒸気系統配管（主給水ポンプタービン低圧駆動蒸気管（B））のFEM解析では、一次要素のソリッドモデルにて解析を行い、ミーゼス応力を算出している。

固定端は偏平を許容しない真円固定としているが、真円固定条件が評価部（3次元梁モデル解析で応力評価上厳しい結果となった部位）に影響を与えない範囲を考慮して、評価部から2D程度（評価する配管の外径の2倍程度）の位置を固定端としている。

また、板厚方向のメッシュ数を3層としているが、これは曲げにより偏平を生じる解析においてもCクラス配管の耐震評価で対象とする一次応力を適切に評価できることを過去の解析や試験等により確認しているため、採用したものである。



添付資料－1 (2 / 2)

【FEM入力荷重】

3次元はりモデル解析で得られたB点及びC点の荷重を、FEMモデルに入力する。

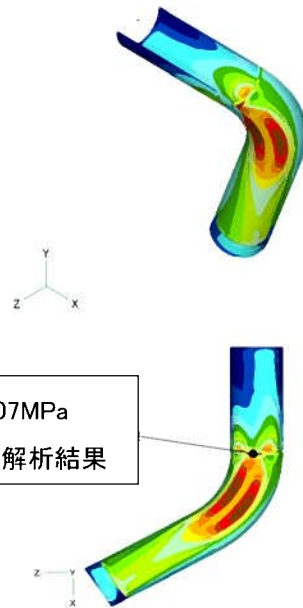
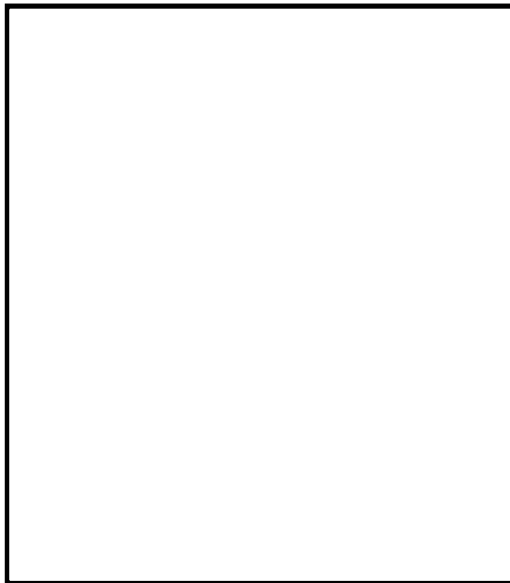
B		力(N)			モーメント(N・m)		
荷重ケース		X	Y	Z	X	Y	Z
自重							
地震	(+X)						
	(-X)						
自重+地震	(+X)						
	(-X)						

} 梁モデル解析結果  
} FEM入力荷重

C		力(N)			モーメント(N・m)		
荷重ケース		X	Y	Z	X	Y	Z
自重							
地震	(+X)						
	(-X)						
自重+地震	(+X)						
	(-X)						

} 梁モデル解析結果  
} FEM入力荷重

【FEM解析モデル及び結果】



地震方向	発生応力(MPa)			許容応力 $S_y$ (MPa)	応力比
	内圧	自重+地震	合計		
				(FEM解析結果)	
-X					0.84 (0.57)

-X方向の発生応力が大きいのでこれを評価結果とする。( )内は+X方向の結果を示す。

(  は商業機密に該当するため公開できません。)

玄海3号炉一耐震安全性評価一10

添付一6 (3/3)

系統分類	代表機器名称	耐震 重要度	応力種別	全箇所必要最小肉厚条件モデル				60年後減肉条件モデル			
				はりモデル評価			FEM評価	はりモデル評価			FEM評価
				発生応力 / 許容応力 <sup>※1</sup>	応力比	評価	発生応力 / 許容応力 <sup>※1</sup>	応力比	評価	発生応力 / 許容応力 <sup>※1</sup>	応力比
タービンランド 蒸気系統	ランド蒸気管	C	一次	152/169	0.90	○	—	—	—	—	—
補助蒸気系統	スチームタービン加熱蒸気管	C	一次	241/158	1.53	×	—	—	139/158	0.88	○
	スチームタービン外レン管1 (S/C~S/Cトレンク)	C	一次	49/140	0.35	○	—	—	—	—	—
	スチームタービン外レン管2 (S/Cトレンク~S/Cトレンク)	C	一次	113/172	0.66	○	—	—	—	—	—
	スチームタービン外レン管3 (副機弁(LCV-6758)以降)	C	一次	128/136	0.94	○	—	—	—	—	—
	スチームタービン給水管 (トレンク~S/C脱気器)	C	一次	42/151	0.28	○	—	—	—	—	—
	スチームタービン発生蒸気管	C	一次	265/179	1.48	×	—	—	121/179	0.68	○
	補助蒸気母管	C	一次	164/179	0.92	○	—	—	—	—	—
	補助蒸気投給配管	C	一次	97/151	0.64	○	—	—	—	—	—
	蒸気発生器ブローダ ウン系統	A-SGBD PEN506(CV外) CVBD内	Ss	一次	168/315	0.53	○	—	—	—	—
一次十二次				299/314	0.95	○	—	—	—	—	—
Sd			一次	125/157	0.80	○	—	—	—	—	—
			一次十二次	191/314	0.61	○	—	—	—	—	—
B-SGBD PEN507(CV外) CVBD内		Ss	一次	169/315	0.54	○	—	—	—	—	—
			一次十二次	300/314	0.96	○	—	—	—	—	—
		Sd	一次	125/157	0.80	○	—	—	—	—	—
			一次十二次	192/314	0.61	○	—	—	—	—	—
C-SGBD PEN508(CV外) CVBD内		Ss	一次	155/315	0.49	○	—	—	—	—	—
			一次十二次	274/314	0.87	○	—	—	—	—	—
		Sd	一次	116/157	0.74	○	—	—	—	—	—
			一次十二次	174/314	0.55	○	—	—	—	—	—
D-SGBD PEN505(CV外) CVBD内		Ss	一次	154/315	0.49	○	—	—	—	—	—
			一次十二次	271/314	0.86	○	—	—	—	—	—
		Sd	一次	115/157	0.73	○	—	—	—	—	—
			一次十二次	171/314	0.54	○	—	—	—	—	—

※1 発生応力及び許容応力の単位はMPa

評価書に記載した評価結果

<p>タイトル</p>	<p>浸水防護施設の耐震安全性評価について</p>
<p>説明</p>	<p>玄海原子力発電所3号炉の「浸水防護施設」のうち、耐震安全性評価対象とした設備について、経年劣化事象の抽出や耐震安全性評価の要否判断などのプロセスを示す。</p> <p>1. 浸水防護施設について 耐震安全性評価対象とした浸水防護施設（浸水防止設備、津波監視設備）については以下のとおり。なお、施設の概要を添付-1に示す。</p> <p>(1) 浸水防止設備：海水ポンプエリア水密扉・・・a 海水ポンプエリア防護壁・・・b 原子炉周辺建屋水密扉・・・c 原子炉補助建屋水密扉・・・d 原子炉補機冷却海水系統リフト逆止弁・・・e 2次系ドレン系統リフト逆止弁・・・f</p> <p>(2) 津波監視設備：取水ピット水位<sup>※1</sup>・・・g 津波監視カメラ・・・h</p> <p>※1：取水ピット水位のうち電波レベル計の基礎ボルト（メカニカルアンカ）については、材質がステンレス鋼であるため、想定される経年劣化事象はない。</p> <p>2. 想定される劣化事象<sup>※1</sup></p> <p>(1) 鉄骨構造物（a, b, c, d）</p> <p>a. 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象（○事象） 該当なし</p> <p>b. 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（△▲事象）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・腐食・・・①</li> <li>・風などによる疲労・・・②</li> </ul> <p>(2) 弁（e, f）</p> <p>a. 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象（○事象） 該当なし</p> <p>b. 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（△▲事象）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・応力腐食割れ・・・③</li> <li>・摩耗・・・④</li> </ul> <p>(3) 計測制御設備（g, h）</p> <p>a. 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象（○事象） 該当なし</p> <p>b. 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（△▲事象）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・腐食（筐体、サポート、チャンネルベース、取付ボルト及び架台）・・・⑤</li> <li>・腐食（メカニカルアンカ）・・・⑥（g）</li> <li>・腐食（ケミカルアンカ）・・・⑦（h）</li> <li>・劣化（ケミカルアンカ）・・・⑧（h）</li> </ul>

※1：絶縁低下（絶縁体の水トリー劣化による絶縁低下を含む）、特性変化および導通不良については、耐震性に影響を及ぼすパラメータの変化とは無関係であるため記載は省略する。

3. 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出

「2. 想定される劣化事象」で整理した経年劣化事象①～⑦について、耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の有無について検討したプロセスを表17-1に整理した。

表17-1 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の有無検討プロセス

「技術評価」で想定される経年劣化事象		ステップ1	ステップ2		ステップ3
高経年化対策上 着目すべき 経年劣化事象	下記 1)～2)を除く経年劣化事象	○	i	高経年化対策上着目すべき経年劣化事象であるが、現在発生しておらず、今後も発生の可能性がないもの、または小さいもの ×	×
			ii	現在発生しているか、または将来にわたって起こることが否定できないもの ○	振動応答特性上または構造・強度上「軽微もしくは無視」できない事象 振動応答特性上または構造・強度上「軽微もしくは無視」できる事象 ◎
高経年化対策上 着目すべき 経年劣化事象 ではない事象	1) △ 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考えがたい経年劣化事象であって、想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの (日常劣化管理事象)	○	i	日常劣化管理事象であるが、現在発生しておらず、今後も発生の可能性がないもの、または小さいもの -	-
			ii	現在発生しているか、または将来にわたって起こることが否定できないもの ○	振動応答特性上または構造・強度上「軽微もしくは無視」できない事象 振動応答特性上または構造・強度上「軽微もしくは無視」できる事象 ◎
	2) ▲ 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により、今後も経年劣化の進展が考えられない、または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象 (日常劣化管理事象以外)	-	-		②⑧

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）  
 ▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）  
 ○：評価対象として抽出  
 一：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象であり、日常劣化管理事象以外であるもの、あるいは日常劣化管理事象であるが、現在発生しておらず、今後も発生の可能性がないもの、または小さいものとして評価対象から除外  
 ×：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象であるが、現在発生しておらず、今後も発生の可能性がないもの、または小さいものとして評価対象から除外  
 ●：振動応答特性上または構造・強度上「軽微もしくは無視」できる事象として評価対象から除外  
 ◎：耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象として抽出

以上より、玄海原子力発電所3号炉の「浸水防護施設」については、◎となる対象としてメカニカルアンカの腐食及びケミカルアンカの腐食を考慮した耐震安全性評価を実施した。

以上