


浜岡3号炉－耐震－1

<p>タイトル</p>	<p>現行の JEAG4601 に基づく標準的な手法以外の値を適用したケース及び適用内容について。</p>
<p>説明</p>	<p>現行の JEAG4601 に基づく標準的な手法以外の値を適用したケース及び適用内容は以下のとおりです。</p> <p>1. 設計用減衰定数</p> <p>設計用減衰定数について、日本電気協会「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」を用いて評価を実施しております。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・適用項目：減衰定数 (Ss(800gal)) ・評価項目：配管疲労評価，弁疲労評価，伸縮継手疲労評価 ・対象系統：原子炉冷却材再循環系，給水系，主蒸気系 <p>[参考]</p> <p>各系統における配管解析に用いた減衰定数</p> <ul style="list-style-type: none"> ①原子炉冷却材再循環系  ②給水系 ③主蒸気系 <p>2. 許容値</p> <p>耐震 S クラスの耐震評価について、Ss 地震力が S₁ 又は静的震度により決まる地震力を上回ることから、S₁ 又は静的震度により決まる地震力による評価を省略し、Ss 地震力による発生応力が IIIAS, IVAS の許容応力を満足することを確認しています。</p> <p style="text-align: right;">以上</p>

 内は営業秘密に属しますので公開できません

浜岡3号炉－耐震－3 Rev. 2

タイトル	<p>高経年化対策上着目すべき経年劣化事象でない事象として、「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、運転を断続的に行うことを前提とした場合には経年劣化の進展が考えられるが、冷温停止状態が維持されることを前提とした場合には経年劣化の進展が考えられない、又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象」の区分（耐震安全性評価の対象とし、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として扱うもの）を適用しない理由について</p>
説明	<p>高経年化対策上着目すべき経年劣化事象でない事象のうち、「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、運転を断続的に行うことを前提とした場合には経年劣化の進展が考えられるが、冷温停止状態が維持されることを前提とした場合には経年劣化の進展が考えられない、又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象」は、△事象として整理しています。</p> <p>△事象のうち、機器の振動応答特性又は構造強度への影響が「軽微若しくは無視」できるものについては、■事象として整理を行い、それ以外は◎事象として耐震安全性評価を実施しています。</p> <p>以上の理由から、「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、運転を断続的に行うことを前提とした場合には経年劣化の進展が考えられるが、冷温停止状態が維持されることを前提とした場合には経年劣化の進展が考えられない、又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象」の区分（耐震安全性評価の対象とし、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として扱うもの）は適用していません。</p> <p>なお、△→◎事象として耐震安全性評価を行った事象で、運転を断続的に行うことを前提とした場合には経年劣化の進展が考えられるが、冷温停止状態が維持されることを前提とした場合には経年劣化の進展が考えられない、又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象としては、炉内構造物の中性子照射による靱性の低下がありますが、これについては、冷温停止期間中は劣化が進展しないとして評価を行っています。</p> <p>また、○→◎事象として耐震安全性評価を行った事象で、運転を断続的に行うことを前提とした場合には経年劣化の進展が考えられるが、冷温停止状態が維持されることを前提とした場合には経年劣化の進展が考えられない、又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象としては、疲労割れ、中性子照射脆化及び照射誘起型応力腐食割れがありますが、これらについても、冷温停止期間中は劣化が進展しないとして評価を行っています。</p> <p style="text-align: right;">以 上</p>

浜岡3号炉－耐震－15 Rev.1

<p>タイトル</p>	<p>耐震重要度がSクラスの熱交換器の腐食に対する評価結果（許容応力状態Ⅲ_AS）について</p>																				
<p>説明</p>	<p>熱交換器の耐震安全性評価は、S_s地震時の発生応力を算出し、許容応力状態Ⅲ_{AS}及び許容応力状態Ⅳ_{AS}の許容応力を満足することを確認している。以下に、耐震重要度がSクラスの熱交換器の腐食に対する評価結果について示す。</p> <p>1. 胴の腐食に対する評価結果（余熱除去熱交換器）</p> <p>1. 1 応力評価</p> <p>胴の腐食に対する耐震安全性評価では、腐食量0.8mm（全面腐食）を想定し評価を実施した。腐食量0.8mmは、防食技術便覧の知見を参考に60年間の腐食量として設定した値であり、評価期間が40年までである本評価においても保守的な値として同値を使用した。</p> <p>解析モデルはJEAG4601-1987に記載される熱交換器の計算手法に基づき、地震時の発生応力を算出し評価した。</p> <p>1. 2 許容応力</p> <p>(1) 算出条件</p> <p>JEAG4601-1987に基づき、許容応力を算出する。以下に算出に用いる評価条件を示す。</p> <table border="1" data-bbox="512 1301 1267 1621"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>記号</th> <th>入力値</th> <th>単位</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>胴材質</td> <td>—</td> <td>SGV480</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>評価温度</td> <td>—</td> <td></td> <td>℃</td> </tr> <tr> <td>胴材の設計降伏点</td> <td>S_y</td> <td></td> <td>MPa</td> </tr> <tr> <td>胴材の設計引張強さ</td> <td>S_u</td> <td></td> <td>MPa</td> </tr> </tbody> </table> <p>(2) 許容応力の算出</p> <p>胴材の設計降伏点、設計引張強さの設計・建設規格データの温度補正により</p> <p>$S_y =$ 213.16</p> <p>$S_u =$ 421.00</p>	項目	記号	入力値	単位	胴材質	—	SGV480	—	評価温度	—		℃	胴材の設計降伏点	S_y		MPa	胴材の設計引張強さ	S_u		MPa
項目	記号	入力値	単位																		
胴材質	—	SGV480	—																		
評価温度	—		℃																		
胴材の設計降伏点	S_y		MPa																		
胴材の設計引張強さ	S_u		MPa																		

①ⅢAS の許容応力

- ・一次一般膜応力の許容応力

$$\begin{aligned} \text{Min}[S_y, 0.6S_u] &= \text{Min}[213.16, 0.6 \times 421.00] \\ &= \text{Min}[213.16, 252.60] = 213.16 \Rightarrow 213\text{MPa} \end{aligned}$$

- ・一次応力の許容応力

$$\begin{aligned} 1.5 \times \text{一次一般膜応力の許容応力} &= 1.5 \times 213.16 \\ &= 319.74 \Rightarrow 319\text{MPa} \end{aligned}$$

- ・一次＋二次応力の許容応力

$$\begin{aligned} 2S_y &= 2 \times 213.16 = 426.32 \\ \text{片振幅のため } 1/2 \text{ とする。} &\frac{426.32}{2} = 213.16 \Rightarrow 213\text{MPa} \end{aligned}$$

②IVAS の許容応力

- ・一次一般膜応力の許容応力

$$0.6S_u = 0.6 \times 421.00 = 252.60 \Rightarrow 252\text{MPa}$$

- ・一次応力の許容応力

$$\begin{aligned} 1.5 \times \text{一次一般膜応力の許容応力} &= 1.5 \times 252.60 \\ &= 378.90 \Rightarrow 378\text{MPa} \end{aligned}$$

- ・一次＋二次応力の許容応力

$$\begin{aligned} 2S_y &= 2 \times 213.16 = 426.32 \\ \text{片振幅のため } 1/2 \text{ とする。} &\frac{426.32}{2} = 213.16 \Rightarrow 213\text{MPa} \end{aligned}$$

1. 3 まとめ

評価の結果は表 1 5 - 1 に示すとおりであり，地震時の胴の発生応力は許容応力を下回り，耐震安全性に問題のないことを確認した。

表 1 5 - 1 胴の腐食に対する評価結果

評価対象	地震時の発生応力※		許容応力 (MPa)	
	応力種別	発生応力 (MPa)		
余熱除去熱交換器	一次一般膜応力	71	ⅢAS	213
			IVAS	252
	一次応力	82	ⅢAS	319
			IVAS	378
	一次＋二次応力	35	ⅢAS	213
			IVAS	213

※ Ss(800gal)地震力が S₁ 地震力及びSクラスの機器に適用される静的地震力より大きく，Ss 地震力による評価応力がⅢAS の許容応力を下回るため，S₁ 地震力及び静的地震力による評価を省略した。

2. 伝熱管の腐食に対する評価

(原子炉機器冷却水熱交換器, 高圧炉心スプレイ機器冷却水熱交換器)

2. 1 応力評価

伝熱管の腐食に対する耐震安全性評価では, 腐食により伝熱管が管理値 (50%肉厚) まで一様減肉することを想定した。

解析モデルは伝熱管の管板-管支持板の部分に片側固定・他端支持はりモデル, 管支持板-管支持板の部分に両端支持はりモデルを使用し, 地震時の発生応力を算出し評価した。

なお, 伝熱管の減肉に対しては, 減肉率で管理しており管理値 (50%肉厚) まで減肉した場合には施栓を行っている。

2. 2 許容応力

当該伝熱管の材料である銅合金 (C6871TS-O) については, JSME S NC1-2005 付録材料図表 Part 5 表 8 及び表 9 に S_y および S_u の記載がないため, 保守的な許容値応力として, 下記のとおり当該材料の許容引張応力 S を 1.5 倍した値を許容応力として採用している。

JEAG4601-1987 によるⅢAS の許容応力は, $1.5 \times$ 「 S_y と $0.6 S_u$ の小さい方」により決まる。

一方, 銅合金の S 値の定義※によると S 値は $0.9 S_y$ および $0.25 S_u$ 等の最小値により決まるため, 常に「 $1.5 S < \text{ⅢAS の許容応力}$ 」の関係が成り立つため, 許容応力を $1.5 S$ とした。また, ⅣAS の許容応力は保守的にⅢAS の許容応力を用いた。

※ 出典：告示 501 号 別表第 7 解説

項目	記号	入力値	単位
伝熱管材質	—	C6871TS-O	—
評価温度	—		℃
伝熱管材の許容引張 応力	S		MPa

$$S = \text{ } 81.14$$

$$1.5S = 1.5 \times 81.14 = 121.71 \Rightarrow 121\text{MPa}$$

2. 3 まとめ

評価の結果は表 1 5 - 2 に示すとおりであり，地震時の伝熱管の発生応力は許容応力を下回り，耐震安全性に問題のないことを確認した。

表 1 5 - 2 伝熱管の腐食に対する評価結果

評価対象	地震時の発生応力(MPa) [※]		許容応力 (MPa)	
	管板 -管支持板	管支持板 -管支持板	ⅢAS IVAS	121
原子炉機器 冷却水熱交換器	18	18	ⅢAS IVAS	
高圧炉心スプレイ機器 冷却水熱交換器	17	15	ⅢAS IVAS	

※ Ss(800gal)地震力が S₁ 地震力及びSクラスの機器に適用される静的地震力より大きく，Ss 地震力による評価応力がⅢAS の許容応力を下回るため，S₁ 地震力及び静的地震力による評価を省略した。

以上

浜岡3号炉－耐震－24

タイトル	今回の高経年化技術評価に当たって既工認からの評価条件，評価手法の変更点，その変更内容及び適用実績について。
説明	<p>既工認からの評価条件，評価手法の変更点，その変更内容及び適用実績は以下のとおりです。</p> <p>1. 設計用減衰定数</p> <p>既工認は日本電気協会「原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987」発行前のため，配管について保守的な設計用減衰定数を適用していましたが，高経年化技術評価では，日本電気協会「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」を用いて評価を実施しております。</p> <ul style="list-style-type: none">・変更対象：配管系・適用実績：耐震バックチェック，定期安全レビュー <p>[参考]</p> <p>既工認における配管解析に用いた減衰定数 </p> <p>2. 解析モデル</p> <p>既工認から解析モデルを変更しています。</p> <p>添付資料 24-1 に解析モデル変更点を示します。</p> <ul style="list-style-type: none">・変更対象：余熱除去熱交換器，配管系（改造）・適用実績：耐震バックチェック，定期安全レビュー・変更対象：原子炉圧力容器給水ノズル（有限要素法）・適用実績：定期安全レビュー・変更対象：低圧炉心スプレイポンプ，余熱除去ポンプ，高圧炉心スプレイポンプ（単質点モデル）・適用実績：なし

3. 応力集中係数

既工認から応力集中係数を変更しています。

添付資料 24-2 に応力集中係数変更点を示します。

- ・変更対象：炉心シュラウド, シュラウドサポート
- ・適用実績：定期安全レビュー

添付資料 24-1 解析モデル変更点

添付資料 24-2 応力集中係数変更点

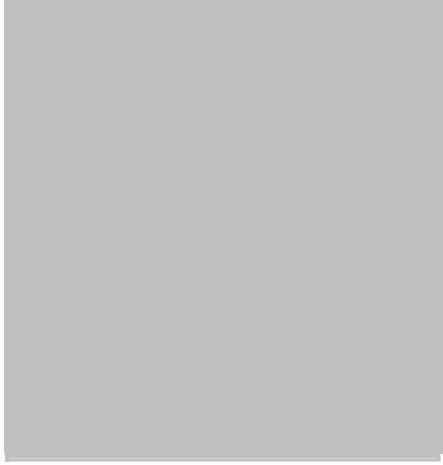
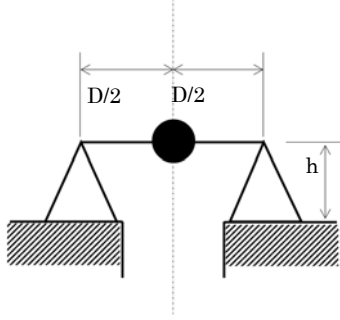
以上

解析モデル変更点

項目	既工認手法	高経年化技術評価解析モデル
解析モデル	余熱除去熱交換器 (改造前モデル)	余熱除去熱交換器 (改造後モデル)
変更点	脚部サポート追加によりモデル修正しています。	

項目	既工認手法	高経年化技術評価解析モデル
解析モデル	原子炉圧力容器給水ノズル 理論式により評価	原子炉圧力容器給水ノズル
変更点	外荷重の評価について、理論式による評価から有限要素法による評価に変更しています。	

■ 内は営業秘密に属しますので公開できません

項目	既工認手法	高経年化技術評価解析モデル
解析モデル	多質点モデル※ (低圧炉心スプレィポンプ) 	単質点モデル 
変更点	多質点モデルから，単質点モデルへ変更しています。	

※：余熱除去ポンプ，高圧炉心スプレィポンプも同様な多質点モデルです。

■ 内は営業秘密に属しますので公開できません

応力集中係数変更点

炉心シュラウドの応力集中係数

応力評価点	既工認		高経年化技術評価		備考
	Kn 引張り	Kb 曲げ	Kn 引張り	Kb 曲げ	



■ 内は営業秘密に属しますので公開できません

シュラウドサポートの応力集中係数

応力評価点	既工認		高経年化技術評価		備考
	Kn 引張り	Kb 曲げ	Kn 引張り	Kb 曲げ	

※1 西田正孝, “応力集中”, 北森出版, 昭和 42 年

※2 March 1979 Revision of WRC Bulletin 107/August 1965 「Local Stress in Spherical and Cylindrical Shells due to External Loadings」



■ 内は営業秘密に属しますので公開できません