

浜岡原子力発電所 4 号炉 審査資料	
資料番号	H4-PLM30(冷温)-08 改 6
提出年月日	令和 5 年 4 月 13 日

浜岡原子力発電所 4 号炉 高経年化技術評価
(耐震安全性評価)

補足説明資料

本資料のうち、枠囲みの内容は営業
秘密に属しますので公開できません

令和 5 年 4 月 13 日

中部電力株式会社

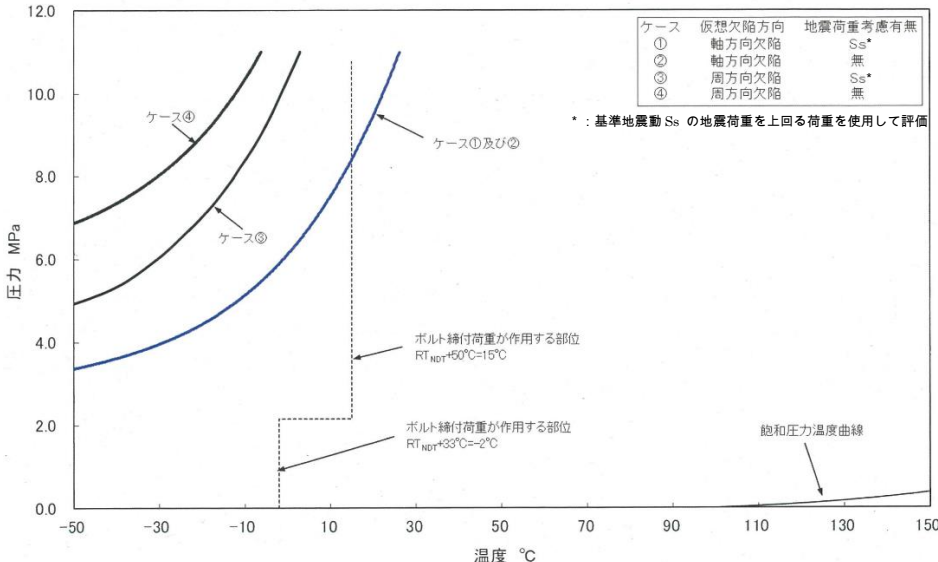
<p>タイトル</p>	<p>原子炉压力容器の中性子照射脆化に対する耐震安全性評価結果について</p>															
<p>説明</p>	<p>原子炉压力容器胴板の中性子照射脆化に対する耐震安全性評価では、地震を考慮した場合の欠陥を想定した線形破壊力学に基づく圧力-温度制限曲線を求め健全性を評価した。</p> <p>図 5-1 に原子炉压力容器の最低温度制限の要求及び線形破壊力学に基づく圧力-温度制限曲線(耐圧試験時)を示す。</p> <p>冷温停止の維持状態における評価のため、評価時点(2020 年度末)における最新の原子炉停止までの中性子照射量とし、JEAC4206-2007 における供用状態「耐圧・漏えい試験(未臨界)」で評価した。なお、冷温停止の維持状態評価と運転状態評価の差異を添付資料 5-1 に示す。</p>  <table border="1" data-bbox="1061 884 1348 974"> <thead> <tr> <th>ケース</th> <th>仮想欠陥方向</th> <th>地震荷重考慮有無</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>①</td> <td>軸方向欠陥</td> <td>Ss*</td> </tr> <tr> <td>②</td> <td>軸方向欠陥</td> <td>無</td> </tr> <tr> <td>③</td> <td>周方向欠陥</td> <td>Ss*</td> </tr> <tr> <td>④</td> <td>周方向欠陥</td> <td>無</td> </tr> </tbody> </table> <p>* : 基準地震動 Ss の地震荷重を上回る荷重を使用して評価</p> <p>図 5-1 原子炉压力容器の圧力-温度制限図(耐圧試験時)</p> <p>原子炉压力容器の最低温度制限は-2°C及び15°Cの最低温度制限線からなる。これは、ボルト締め付けによる荷重が作用する部位の最大の関連温度RT_{NDT} (-40°C)を用い JEAC4206-2007 に従う方法により最低使用温度の要求値として求められるものである。</p> <p>欠陥を想定した線形破壊力学に基づく圧力-温度制限曲線は JEAC4206-2007 にて次式で与えられる静的破壊靱性(K_{IC})を、応力拡大係数(K_I)が超えないよう求めるものである。</p> $K_{IC} = 36.48 + 22.78 \exp[0.036(T - RT_{NDT})] \dots \textcircled{1}$ <p>応力拡大係数は内圧の関数であることから、応力拡大係数が静的破壊靱性を超えない温度を求めることで、内圧と温度との相関曲線が得られる。表 5-1 に線形破壊力学に基づく圧力-温度計算結果を示す。</p>	ケース	仮想欠陥方向	地震荷重考慮有無	①	軸方向欠陥	Ss*	②	軸方向欠陥	無	③	周方向欠陥	Ss*	④	周方向欠陥	無
ケース	仮想欠陥方向	地震荷重考慮有無														
①	軸方向欠陥	Ss*														
②	軸方向欠陥	無														
③	周方向欠陥	Ss*														
④	周方向欠陥	無														

表 5-1 線形破壊力学に基づく圧力-温度計算結果

内圧 (MPa)	RT_{NDT} (°C)	ケース	K_I (MPa√m)	温度 (°C)
[]	[]	①	[]	[]
		②		
		③		
		④		

また、参考に供用状態 A 及び B (耐圧・漏えい試験を除く) における圧力-温度制限曲線を図 5-2 に示す。

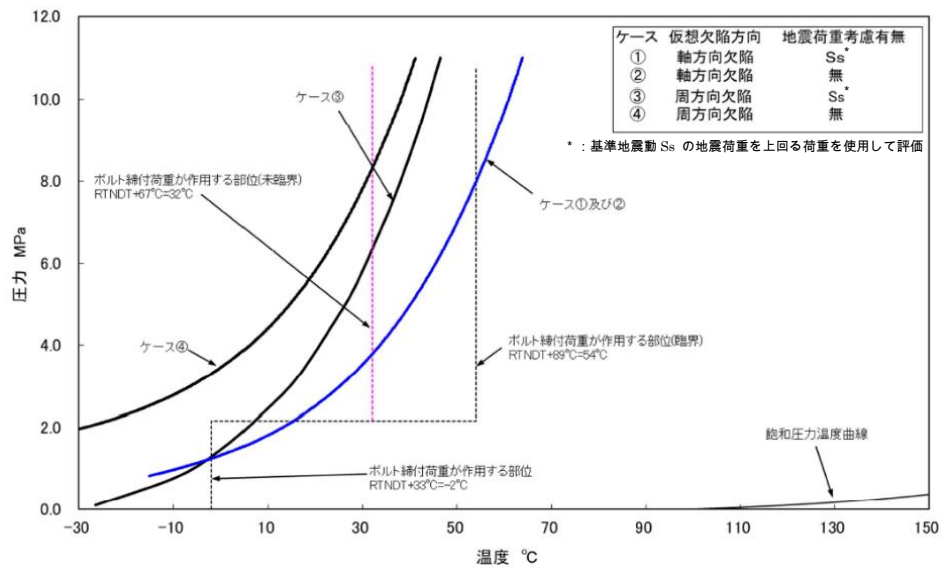


図 5-2 原子炉压力容器の圧力-温度制限図 (供用状態 A 及び B (耐圧・漏えい試験を除く))

2. K_{IC} 下限包絡曲線と K_I による評価

(1) K_{IC} 下限包絡曲線

表 5-1 より，炉心領域における胴板母材の関連温度（ °C）を考慮し，最低使用温度 T を 1. ①式より算出する。 K_{IC} 下限包絡曲線作成にあたっての K_{IC} と T の関係を表 5-2 に示す。

表 5-2 2020 年度末時点での K_{IC} 計算値

No.	静的破壊靱性 K_{IC} [MPa \sqrt{m}]	破壊力学的検討 によるマージン $T - RT_{NDT}$ [°C]	最低使用温度 T [°C]
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

(2) 応力拡大係数 K_I

地震荷重による影響が想定される周方向欠陥を想定した炉心領域における胴板について， S_s 地震動による K_I を算出する。

a. 円筒胴の地震荷重による軸方向膜応力 σ_t

鉛直荷重 $F =$ kN

モーメント $M =$ kN・m

原子炉圧力容器の断面積 A と断面係数 Z より，

軸応力 $\sigma_t = F/A + M/Z =$ MPa

b. 地震荷重による応力拡大係数 K_I

K_I の算出は，以下の JEAC4206-2007 附属書 F F-3300 ASME Code Section XI Appendix A の解（作用分布応力を線形近似する場合）(9)式による。

$$K_I = S_f \times \sigma_l \times M_m \times \sqrt{\pi \times a / Q_1}$$

$$= \boxed{} \text{MPa}\sqrt{\text{m}}$$

ここで、

M_m : 仮想欠陥の寸法から、JEAC4206-2007 附属書表 F F-3200-1 を用いて算出される係数。(仮想欠陥の寸法より $M_m = 1.1656$)

Q_1 : 仮想欠陥の寸法と降伏点から算出される塑性域補正項。降伏点は保守的に耐圧漏えい試験時の温度条件における設計・建設規格の S_y を使用し算出している。($Q_1 = \boxed{}$)

S_f : 安全係数 (耐圧・漏えい試験時 : 1.5)

上記結果を踏まえ、 K_{IC} 下限包絡曲線と K_I の関係を図 5-3 に示す。これにより、2020 年度末時点での K_{IC} 下限包絡曲線と S_s 地震動による K_I は、 $K_{IC} > K_I$ を満足することを確認した。

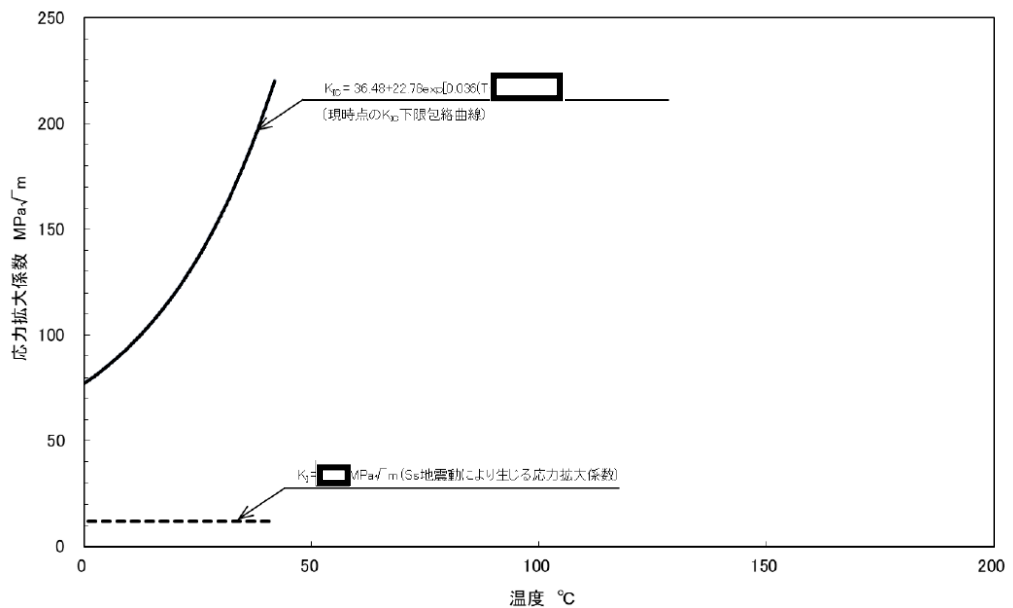


図 5-3 2020 年度末時点での K_{IC} 下限包絡曲線と K_I の関係

添付資料 5-1 冷温停止の維持状態評価と運転状態評価の差異

以上