

資料 2 - 2

泊発電所 3 号炉審査資料	
資料番号	DB04-9 r. 3. 6
提出年月日	令和5年6月26日

泊発電所 3 号炉

設置許可基準規則等への適合状況について
(設計基準対象施設等)
比較表

第4条 地震による損傷の防止

令和 5 年 6 月
北海道電力株式会社

枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	島根原子力発電所2号炉（2021.9.6版）	泊発電所3号炉	相違理由
<p>1. 説明概要</p> <p>実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈等における動的機能保持に関する評価に係る一部改正を踏まえて、動的機能維持評価において、原子力発電所耐震設計技術指針JEAG4601-1991追補版（以下「JEAG4601」という。）に定められた適用範囲から外れ新たな検討又は加振試験が必要な設備、若しくは機能維持評価用加速度が機能確認済加速度を超えるため詳細検討が必要な設備を抽出するとともに、抽出された設備における動的機能維持評価のための検討方針について説明する。</p> <p>弁についてはJEAG4601にて機能維持評価用加速度が機能確認済加速度を超えた場合の詳細検討の具体的手順が定められているため、本資料の対象外とする。一方、詳細設計段階における泊3号炉の弁駆動部での応答加速度値の設定は、上記JEAG4601の規定に加えて、一定の余裕を見込み評価を実施する方針を説明する。</p> <p>2. 女川2号炉及び島根2号炉との比較（主な相違）について</p> <p>(1) 動的機能維持評価の検討方針について、<u>女川2号炉及び島根2号炉と相違ない。</u></p> <p>(2) 相違点は、設備の抽出結果であり、具体的な相違点を以下に示す。</p> <p>①新たな検討が必要となる設備の抽出結果の相違</p> <ul style="list-style-type: none"> ・泊3号炉では、新たな検討が必要な設備としてギヤ式ポンプであるディーゼル発電機燃料油移送ポンプ、女川2号炉及び島根2号炉では、新たな検討が必要な設備としてスクリー式ポンプを抽出している。 ・泊3号炉では、JEAG4601に定められた適用範囲から外れた設備については、作動原理、構造又は機能が類似している構成設備を有する機種／形式に対する耐特委及び電共研での検討を参考に、地震時異常要因分析による基本評価項目を踏まえた検討を行い、動的機能維持評価を実施する方針であり、女川2号炉、島根2号炉と同様の検討方針である。 ・なお、ギヤ式ポンプの検討については東海第二、先行PWR電力のバックフィット工認等で審査実績がある。 <p>②詳細検討が必要となる設備の抽出結果の相違</p> <ul style="list-style-type: none"> ・泊3号炉では、詳細検討が必要となる設備は抽出されなかった。機能維持評価に当たっては、基本評価項目に対して、必要な評価項目を選定し、その妥当性を示す方針としており、女川2号炉、島根2号炉と同様の検討方針である。 <p>③加振試験が必要となる設備の抽出結果の相違</p> <ul style="list-style-type: none"> ・加振試験が必要な設備として、泊3号炉では代替非常用発電機、女川2号炉では高圧代替注入系ポンプとガスタービン発電機、島根2号炉では高圧原子炉代替注入ポンプが抽出されている。 ・異常要因分析や基本評価項目の抽出が困難なものを加振試験にて確認する方針としており、女川2号炉、島根2号炉と同様の検討方針である。 <p>(3) その他</p> <ul style="list-style-type: none"> ・泊3号炉では、別添-2における「第3-1図 動的機能維持の評価手順」のフロー図が女川2号炉と相違しているが、JEAG4601の規格適用範囲外も含めた動的機能維持の評価手順が分かるように記載内容を充実させたものであり、検討方針に相違ない。 ・なお、女川2号炉「別紙-8 規格適用範囲外の動的機能維持の評価」では、泊3号炉と同様のフロー図である。 			

第4条 地震による損傷の防止（別添2 動的機能維持の評価）

女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	島根原子力発電所2号炉（2021.9.6版）	泊発電所3号炉	相違理由
<p>動的機能維持の評価</p> <p>動的機能維持に関する評価は、以下に示す機能確認済加速度との比較により実施する。</p> <p>動的機能維持の評価手順を別添2-1図に示す。</p> <p>1. 機能確認済加速度との比較</p> <p>基準地震動 S_s による評価対象機器の応答加速度を求め、その加速度が機能確認済加速度以下であることを確認する。なお、機能確認済加速度とは、立形ポンプやポンプ駆動用タービン等の機種ごとに試験あるいは解析によって動的機能維持が確認された加速度である。</p> <p>制御棒の地震時挿入性については、炉心を模擬した実物大の部分モデルによる加振時制御棒挿入試験結果から挿入機能に支障を与えない最大燃料集合体変位を求め、地震応答解析から求めた燃料集合体変位がその最大燃料集合体変位を下回ることを確認する。</p> <p>2. 詳細評価</p> <p>機能確認済加速度の設定されていない機器、基準地震動 S_s による応答加速度が機能確認済加速度を上回る機器については、JEAG4601-1991等を参考に、動的機能維持を確認する上で評価が必要となる項目を抽出し、対象部位ごとの構造強度評価又は動的機能維持評価を行い、発生値が許容限界を満足していることを確認する。</p>	<p>動的機能維持の評価</p> <p>動的機能維持に関する評価は、以下に示す機能確認済加速度との比較により実施する。</p> <p>動的機能維持の評価手順を第1図に示す。</p> <p>1. JEAG4601の適用性確認</p> <p>Sクラス設備並びに常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に対して、動的機能維持の要求の有無を確認し、要求がある設備については、「原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1991追補版（以下「JEAG4601」という。）」に規定の適用範囲内であるかを確認する。適用範囲から外れ、新たな検討又は加振試験が必要な設備については、動的機能維持のための検討を実施する。</p> <p>2. 機能確認済加速度との比較</p> <p>JEAG4601に定められた適用範囲に該当する設備については、基準地震動 S_s による評価対象設備の応答加速度を求め、その加速度が機能確認済加速度以下であることを確認する。なお、機能確認済加速度とは、立形ポンプ、横形ポンプ及びポンプ駆動用タービン等、機種ごとに試験あるいは解析により動的機能維持が確認された加速度である。</p> <p>制御棒の地震時挿入性の評価については、炉心を模擬した実物大の部分モデルによる加振時制御棒挿入試験結果から挿入機能に支障を与えない最大燃料集合体変位を求め、地震応答解析から求めた燃料集合体変位がその最大燃料集合体変位を下回ることを確認する。</p> <p>（大飯3/4号機 第4条地震による損傷の防止 別添-2 動的機能維持の評価 抜粋）</p> <p>制御棒挿入性の評価においては、安全評価解析条件である制御棒クラスタ落下開始から全ストロークの85%挿入までの時間を評価基準値として用いる。</p> <p>3. 詳細評価</p> <p>基準地震動 S_s による応答加速度が機能確認済加速度を上回る設備については、JEAG4601等を参考に、動的機能維持を確認する上で評価が必要となる項目を抽出し、対象部位ごとの構造強度評価又は動的機能維持評価を行い、発生値が評価基準値を満足していることを確認する。</p>	<p>動的機能維持の評価</p> <p>動的機能維持に関する評価は、以下に示す機能確認済加速度との比較により実施する。</p> <p>動的機能維持の評価手順を第3-1図に示す。</p> <p>1. JEAG4601の適用性確認</p> <p>Sクラス設備並びに常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に対して、動的機能維持の要求の有無を確認し、要求がある設備については、「原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1991追補版（以下「JEAG4601」という。）」に規定の適用範囲内であるかを確認する。適用範囲から外れ、新たな検討又は加振試験が必要な設備については、動的機能維持のための検討を実施する。</p> <p>2. 機能確認済加速度との比較</p> <p>JEAG4601に定められた適用範囲に該当する設備については、基準地震動による評価対象設備の応答加速度を求め、その加速度が機能確認済加速度以下であることを確認する。なお、機能確認済加速度とは、立形ポンプ、横形ポンプ、ポンプ駆動用タービン等、機種ごとに試験あるいは解析により動的機能維持が確認された加速度である。</p> <p>制御棒挿入性の評価においては、安全評価解析条件である制御棒クラスタ落下開始から全ストロークの85%挿入までの時間を評価基準値として用いる。</p> <p>3. 詳細評価</p> <p>基準地震動による応答加速度が機能確認済加速度を上回る設備については、JEAG4601等を参考に、動的機能維持を確認する上で評価が必要となる項目を抽出し、対象部位ごとの構造強度評価又は動的機能維持評価を行い、発生値が評価基準値を満足していることを確認する。</p>	<p>相違理由</p> <p>・評価手法の相違</p> <p>【女川2、島根2】</p> <p>泊3号炉では、制御棒挿入性評価の評価手法が異なることによる評価基準の相違</p> <p>なお、「平成29年5月大飯3/4号機 第4条地震による損傷の防止 別添-2 動的機能維持の評価」と同様の方針であることから、参考として比較する</p>

第4条 地震による損傷の防止(別添2 動的機能維持の評価)

女川原子力発電所2号炉 (2020.2.7版)	島根原子力発電所2号炉 (2021.9.6版)	泊発電所3号炉	相違理由
<p>別添2-1図 動的機能維持の評価手順</p>	<p>第1図 動的機能維持の評価手順</p>	<p>第3-1図 動的機能維持の評価手順</p>	<p>・記載内容の充実 【女川2】 泊3号炉では、JEAG4601の規格適用範囲外も含めた動的機能維持の評価手順が分かるフローにした なお、女川2号炉においても「別紙-8 規格適用範囲外の動的機能維持の評価」では、泊3号炉と同様のフローとなっており、動的機能維持評価の検討方針に相違ない</p>
<p>*1: 制御棒の地震時挿入性の評価については、炉心を模擬した実物大の部分モデルによる加振時制御棒挿入性試験結果から挿入機能に支障を与えない最大燃料集合体変位を求め、地震応答解析から求めた燃料集合体変位がその最大燃料集合体変位を下回ることを確認する。</p> <p>*2: 解析、試験等による検討。</p>	<p>注1: 対象物の複雑さ、加振試験の可否等により選択 注2: 評価の成立性が確認できない場合、対策による検討を実施</p>	<p>(注1) 対象物の複雑さ、加振試験の可否等により選択 (注2) 評価の成立性が確認できない場合、対策による検討を実施</p>	

実線・・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第4条 地震による損傷の防止（別紙4 動的機能維持評価の検討方針について：本文）

女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	島根原子力発電所2号炉（2021.9.6版）	泊発電所3号炉	相違理由
<p>別紙－8 規格適用範囲外の動的機能維持の評価</p> <p>＜目次＞</p> <p>1. はじめに</p> <p>2. 動的機能維持のための新たな検討又は詳細検討が必要な設備の検討方針</p> <p>3. 動的機能維持のための新たな検討又は詳細検討が必要な設備の抽出</p> <p>4. 新たな検討が必要な設備における動的機能維持評価の検討</p> <p>4.1 新たな検討が必要な設備における動的機能維持の検討方針</p> <p>4.2 新たな検討が必要な設備における動的機能維持評価の評価項目の抽出</p> <p>4.3 スクリュー式ポンプの地震時異常要因分析による基本評価項目の抽出</p> <p>4.4 耐特委で検討された遠心式ポンプの地震時異常要因分析による基本評価項目</p> <p>4.5 電共研で検討されたギヤ式ポンプの地震時異常要因分析による基本評価項目</p> <p>4.6 スクリュー式ポンプの基本評価項目の検討</p> <p>4.7 まとめ</p> <p>5. 詳細検討が必要な設備における動的機能維持の検討方針</p> <p>6. 弁の機能維持評価に用いる配管系の応答値について</p> <p>別表1 検討対象設備における動的機能維持評価の整理結果</p>	<p>別紙－1.5 動的機能維持評価の検討方針について</p> <p>目次</p> <p>1. はじめに</p> <p>2. 動的機能維持のための新たな検討、詳細検討又は加振試験が必要な設備の検討方針</p> <p>3. 動的機能維持のための新たな検討、詳細検討又は加振試験が必要な設備の抽出</p> <p>4. 新たな検討が必要な設備における動的機能維持評価の検討</p> <p>4.1 新たな検討が必要な設備における動的機能維持の検討方針</p> <p>4.2 スクリュー式ポンプに対する検討</p> <p>4.2.1 検討対象設備の概要</p> <p>4.2.2 スクリュー式ポンプの動的機能維持評価項目の抽出</p> <p>4.2.3 耐特委で検討された遠心式ポンプの地震時異常要因分析による基本評価項目</p> <p>4.2.4 電共研で検討されたギヤ式ポンプの地震時異常要因分析による基本評価項目</p> <p>4.2.5 スクリュー式ポンプの基本評価項目の検討</p> <p>4.2.6 スクリュー式ポンプの動的機能維持評価項目の検討結果</p> <p>4.3 ガスタービン発電機に対する検討</p> <p>4.3.1 検討対象設備の概要</p> <p>4.3.2 ガスタービン発電機の動的機能維持評価項目の抽出</p> <p>4.3.3 耐特委で検討された非常用ディーゼル発電機の地震時異常要因分析による基本評価項目</p> <p>4.3.4 耐特委で検討されたポンプ駆動用タービンの地震時異常要因分析による基本評価項目</p> <p>4.3.5 ガスタービン発電機の基本評価項目の検討</p> <p>4.3.6 ガスタービン発電機の動的機能維持評価項目の検討結果</p> <p>5. 詳細検討が必要な設備における動的機能維持の検討方針</p> <p>6. 加振試験が必要な設備における動的機能維持評価の検討</p> <p>7. 弁の動的機能維持評価に用いる配管系の応答値について</p> <p>別表1 検討対象設備の抽出結果</p> <p>添付資料1 高圧原子炉代替注水ポンプの加振試験について</p> <p>参考資料1 ガスタービン発電機の加振試験について</p>	<p>別紙－4 動的機能維持評価の検討方針について</p> <p>目次</p> <p>1. はじめに</p> <p>2. 動的機能維持のための新たな検討、詳細検討又は加振試験が必要な設備の検討方針</p> <p>3. 動的機能維持のための新たな検討、詳細検討又は加振試験が必要な設備の抽出</p> <p>4. 新たな検討が必要な設備における動的機能維持評価の検討</p> <p>4.1 新たな検討が必要な設備における動的機能維持の検討方針</p> <p>4.2 ギヤ式ポンプに対する検討</p> <p>4.2.1 検討対象設備の概要</p> <p>4.2.2 ギヤ式ポンプの動的機能維持評価項目の抽出</p> <p>4.2.3 耐特委で検討された遠心式ポンプの地震時異常要因分析による基本評価項目</p> <p>4.2.4 ギヤ式ポンプの基本評価項目の検討</p> <p>4.2.5 ギヤ式ポンプの動的機能維持評価項目の検討結果</p> <p>5. 詳細検討が必要な設備における動的機能維持の検討方針</p> <p>6. 加振試験が必要な設備における動的機能維持評価の検討</p> <p>7. 弁の動的機能維持評価に用いる配管系の応答値について</p> <p>別表1 検討対象設備の抽出結果</p>	<p>相違理由</p> <p>・記載の充実</p> <p>【女川2】 泊3号炉では、加振試験の概要を本資料に含む（以下、「①の相違」という。）</p> <p>・新たな検討が必要となる設備の抽出結果の相違</p> <p>【女川2、島根2】 新たな検討が必要な設備は、抽出結果がプラント固有のため相違する（以下、「②の相違」という。） なお、泊3号炉で抽出されたギヤ式ポンプについては、東海第二で審査実績があるものと同様である</p> <p>・新たな検討が必要となる設備の抽出結果の相違</p> <p>【島根2】 ガスタービン発電機は島根2号炉特有の設備である</p> <p>・記載の充実</p> <p>【女川2】 ①の相違</p> <p>・資料構成の相違</p> <p>【島根2】 泊3号炉では、加振試験の内容と結果は詳細設計段階で示す（以下、「③の相違」という。）</p>

第4条 地震による損傷の防止（別紙4 動的機能維持評価の検討方針について：本文）

女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	島根原子力発電所2号炉（2021.9.6版）	泊発電所3号炉	相違理由
<p>1. はじめに</p> <p>本資料では、実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈等における動的機能保持に関する評価に係る一部改正を踏まえて、動的機能維持についての検討方針、新たな検討又は詳細検討が必要な設備の抽出及び検討結果を示す。</p> <p>なお、検討の結果、詳細な評価が必要になった設備については、<u>工認段階</u>で詳細評価の内容を説明する。</p> <p>実用発電用原子炉及びその附属設備の技術基準に関する規則の解釈及び耐震設計に係る審査ガイドのうち、動的機能維持の評価に係る部分は以下のとおり。</p> <p>実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈（抜粋）</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>第5条（地震による損傷の防止）</p> <p>3 動的機器に対する「施設の機能を維持していること」とは、基準地震動による応答に対して、当該機器に要求される機能を保持することをいう。具体的には、当該機器の構造、動作原理等を考慮した評価を行うこと、既往研究で機能維持の確認がなされた機能確認済加速度等を超えていないことを確認することをいう。</p> </div> <p>耐震設計に係る工認審査ガイド（抜粋）</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>4.6.2 動的機能</p> <p>【審査における確認事項】</p> <p>Sクラスの施設を構成する主要設備又は補助設備に属する機器のうち、地震時又は地震後に機能保持が要求される動的機器については、基準地震動 S_s を用いた地震応答解析結果の応答値が動的機能保持に関する評価基準値を超えていないことを確認する。</p> <p>【確認内容】</p> <p>動的機能については以下を確認する。</p> <p>(1) 水平方向の動的機能保持に関する評価については、規制基準の要求事項に留意して、機器の地震応答解析結果の応答値が J EAG4601 の規定を参考に設定された機能確認済加速度、構造強度等の評価基準値を超えていないこと。（中略）また、適用条件、適用範囲に留意して、既往の研究等において試験等により妥当性が確認されている設定等を用いること。</p> <p>(2) 鉛直方向の動的機能保持に関する評価については、規制基準の要求事項に留意して、機器の地震応答解析結果の応答値が水平方向の動的機能保持に関する評価に係る J EAG4601 の規定を参考に設定された機能確認済加速度、構造強度等の評価基準値を超えていないこと。（中略）また、適用条件、適用範囲に留意して、既往の研究等において試験等により妥当性が確認されている設定等を用いること。</p> <p>(3) 上記(1)及び(2)の評価に当たっては、当該機器が J EAG4601 に規定されている機種、形式、適用範囲等と大きく異なる場合又は機器の地震応答解析結果の応答値が J EAG4601 の規定を参考に設定された機能確認済加速度を超える場合（評価方法が J EAG4601 に規定されている場合を除く。）については、既往の研究等を参考に異常要因分析を実施し、当該分析に基づき抽出した評価項目毎に評価を行い、評価基準値を超えていないこと。また、当該分析結果に基づき抽出した評価部位について、構造強度評価等の解析のみにより行うことが困難な場合には、当該評価部位の地震応答解析結果の応答値が、加振試験（既往の研究等において実施されたものを含む。）により動的機能保持を確認した加速度を超えないこと。</p> </div>	<p>1. はじめに</p> <p>本資料では、実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈等における動的機能保持に関する評価に係る一部改正を踏まえて、動的機能維持についての検討方針、新たな検討又は詳細検討が必要な設備の抽出及び検討結果を示す。</p> <p>なお、検討の結果、詳細な評価が必要になった設備については、<u>詳細設計段階</u>で詳細評価の内容を説明する。</p> <p>実用発電用原子炉及びその附属設備の技術基準に関する規則の解釈及び耐震設計に係る審査ガイドのうち、動的機能維持の評価に係る部分は以下のとおり。</p> <p>実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈（抜粋）</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>第5条（地震による損傷の防止）</p> <p>3 動的機器に対する「施設の機能を維持していること」とは、基準地震動による応答に対して、当該機器に要求される機能を保持することをいう。具体的には、当該機器の構造、動作原理等を考慮した評価を行うこと、既往研究で機能維持の確認がなされた機能確認済加速度等を超えていないことを確認することをいう。</p> </div> <p>耐震設計に係る工認審査ガイド（抜粋）</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>4.6.2 動的機能</p> <p>【審査における確認事項】</p> <p>Sクラスの施設を構成する主要設備又は補助設備に属する機器のうち、地震時又は地震後に機能保持が要求される動的機器については、基準地震動 S_s を用いた地震応答解析結果の応答値が動的機能保持に関する評価基準値を超えていないことを確認する。</p> <p>【確認内容】</p> <p>動的機能については以下を確認する。</p> <p>(1) 水平方向の動的機能保持に関する評価については、規制基準の要求事項に留意して、機器の地震応答解析結果の応答値が J EAG4601 の規定を参考に設定された機能確認済加速度、構造強度等の評価基準値を超えていないこと。（中略）また、適用条件、適用範囲に留意して、既往の研究等において試験等により妥当性が確認されている設定等を用いること。</p> <p>(2) 鉛直方向の動的機能保持に関する評価については、規制基準の要求事項に留意して、機器の地震応答解析結果の応答値が水平方向の動的機能保持に関する評価に係る J EAG4601 の規定を参考に設定された機能確認済加速度、構造強度等の評価基準値を超えていないこと。（中略）また、適用条件、適用範囲に留意して、既往の研究等において試験等により妥当性が確認されている設定等を用いること。</p> <p>(3) 上記(1)及び(2)の評価に当たっては、当該機器が J EAG4601 に規定されている機種、形式、適用範囲等と大きく異なる場合又は機器の地震応答解析結果の応答値が J EAG4601 の規定を参考に設定された機能確認済加速度を超える場合（評価方法が J EAG4601 に規定されている場合を除く。）については、既往の研究等を参考に異常要因分析を実施し、当該分析に基づき抽出した評価項目毎に評価を行い、評価基準値を超えていないこと。また、当該分析結果に基づき抽出した評価部位について、構造強度評価等の解析のみにより行うことが困難な場合には、当該評価部位の地震応答解析結果の応答値が、加振試験（既往の研究等において実施されたものを含む。）により動的機能保持を確認した加速度を超えないこと。</p> </div>	<p>1. はじめに</p> <p>本資料では、実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈等における動的機能保持に関する評価に係る一部改正を踏まえて、動的機能維持についての検討方針、新たな検討又は詳細検討が必要な設備の抽出及び検討結果を示す。</p> <p>なお、検討の結果、詳細な評価が必要になった設備については、<u>詳細設計段階</u>で詳細評価の内容を説明する。</p> <p>実用発電用原子炉及びその附属設備の技術基準に関する規則の解釈及び耐震設計に係る審査ガイドのうち、動的機能維持の評価に係る部分は以下のとおり。</p> <p>実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈（抜粋）</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>第5条（地震による損傷の防止）</p> <p>3 動的機器に対する「施設の機能を維持していること」とは、基準地震動による応答に対して、当該機器に要求される機能を保持することをいう。具体的には、当該機器の構造、動作原理等を考慮した評価を行うこと、既往研究で機能維持の確認がなされた機能確認済加速度等を超えていないことを確認することをいう。</p> </div> <p>耐震設計に係る工認審査ガイド（抜粋）</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>4.6.2 動的機能</p> <p>【審査における確認事項】</p> <p>Sクラスの施設を構成する主要設備又は補助設備に属する機器のうち、地震時又は地震後に機能保持が要求される動的機器については、基準地震動 S_s を用いた地震応答解析結果の応答値が動的機能保持に関する評価基準値を超えていないことを確認する。</p> <p>【確認内容】</p> <p>動的機能については以下を確認する。</p> <p>(1) 水平方向の動的機能保持に関する評価については、規制基準の要求事項に留意して、機器の地震応答解析結果の応答値が J EAG4601 の規定を参考に設定された機能確認済加速度、構造強度等の評価基準値を超えていないこと。（中略）また、適用条件、適用範囲に留意して、既往の研究等において試験等により妥当性が確認されている設定等を用いること。</p> <p>(2) 鉛直方向の動的機能保持に関する評価については、規制基準の要求事項に留意して、機器の地震応答解析結果の応答値が水平方向の動的機能保持に関する評価に係る J EAG4601 の規定を参考に設定された機能確認済加速度、構造強度等の評価基準値を超えていないこと。（中略）また、適用条件、適用範囲に留意して、既往の研究等において試験等により妥当性が確認されている設定等を用いること。</p> <p>(3) 上記(1)及び(2)の評価に当たっては、当該機器が J EAG4601 に規定されている機種、形式、適用範囲等と大きく異なる場合又は機器の地震応答解析結果の応答値が J EAG4601 の規定を参考に設定された機能確認済加速度を超える場合（評価方法が J EAG4601 に規定されている場合を除く。）については、既往の研究等を参考に異常要因分析を実施し、当該分析に基づき抽出した評価項目毎に評価を行い、評価基準値を超えていないこと。また、当該分析結果に基づき抽出した評価部位について、構造強度評価等の解析のみにより行うことが困難な場合には、当該評価部位の地震応答解析結果の応答値が、加振試験（既往の研究等において実施されたものを含む。）により動的機能保持を確認した加速度を超えないこと。</p> </div>	

第4条 地震による損傷の防止（別紙4 動的機能維持評価の検討方針について：本文）

女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	島根原子力発電所2号炉（2021.9.6版）	泊発電所3号炉	相違理由
<p>2. 動的機能維持のための新たな検討又は詳細検討が必要な設備の検討方針</p> <p>動的機能維持評価において、原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1991 追補版（以下「JEAG4601」という。）に定められた適用範囲から外れ新たな検討が必要な設備又は評価用加速度が機能確認済加速度を超えるため詳細検討が必要な設備を抽出するとともに、抽出された設備における動的機能維持のための検討方針を示す。</p> <p>3. 動的機能維持のための新たな検討又は詳細検討が必要な設備の抽出</p> <p>(1) 検討対象設備</p> <p>検討対象設備は、耐震Sクラス並びに常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備とし、動的機能が必要な設備として JEAG4601 で適用範囲が定められている機種（立形ポンプ、横形ポンプ、電動機等）とする。</p> <p>なお、電気計装機器については、原則として加振試験により電氣的機能維持を確認することから、動的機能維持評価の検討対象設備から除いている。</p> <p>(2) 新たな検討又は詳細検討が必要な設備の抽出</p> <p>第3-1 図に動的機能維持評価方法の検討フローを示す。検討対象設備について、動的機能維持の要求の有無を確認し、要求がない設備については、本検討における対象外とする。</p> <p>動的機能維持の要求がある検討対象設備について、JEAG4601 に定める機能確認済加速度（At）との比較による評価方法が適用できる機種に対して、構造、作動原理、各機器の流量、出力等が JEAG4601 で定められた適用範囲と大きく異なることを確認する。大きく異なる場合は、解析による評価が可能かにより、新たな検討（地震時異常要因分析の実施、基本評価項目の抽出、評価）が必要な設備又は加振試験を実施する設備として抽出する。</p> <p>さらに、評価用加速度が JEAG4601 及び既往の研究等により妥当性が確認されている機能確認済加速度（At）以下であることの確認を行い、機能確認済加速度を超える設備については詳細検討（基本評価項目の評価）が必要な設備として抽出する。</p> <p>なお、弁については JEAG4601 にて評価用加速度が機能確認済加速度を超えた場合の詳細検討の具体的手順が定められているため、本検討の対象外とする。</p> <p>上記の整理結果として別表1に検討対象設備を示すとともに、詳細検討又は新たな検討が必要な設備の抽出のための情報として JEAG4601 に該当する機種名等を整理した。</p>	<p>2. 動的機能維持のための新たな検討、詳細検討又は加振試験が必要な設備の検討方針</p> <p>動的機能維持評価において、原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1991 追補版（以下「JEAG4601」という。）に定められた適用範囲から外れ新たな検討又は加振試験が必要な設備、若しくは機能維持評価用加速度が機能確認済加速度を超えるため詳細検討が必要な設備を抽出するとともに、抽出された設備における動的機能維持のための検討方針を示す。</p> <p>3. 動的機能維持のための新たな検討、詳細検討又は加振試験が必要な設備の抽出</p> <p>(1) 検討対象設備</p> <p>検討対象設備は、Sクラス設備並びに常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備とし、動的機能が必要な設備として JEAG4601 で適用範囲が定められている機種（立形ポンプ、横形ポンプ、電動機等）とする。</p> <p>なお、電気計装機器については、原則として加振試験により電氣的機能維持を確認することから、動的機能維持評価の検討対象設備から除いている。</p> <p>(2) 新たな検討、詳細検討又は加振試験が必要な設備の抽出</p> <p>第3-1 図に動的機能維持評価の検討フローを示す。検討対象設備について、動的機能維持の要求の有無を確認し、要求がない設備については本検討における対象外とする。</p> <p>動的機能維持の要求がある検討対象設備について、JEAG4601 に定める機能確認済加速度（At）との比較による評価方法が適用できる機種に対して、構造、作動原理、各機器の流量、出力等が JEAG4601 で定められた適用範囲と大きく異なることを確認する。大きく異なる場合は、新たな検討（地震時異常要因分析の実施、基本評価項目の抽出、評価）が必要な設備、又は加振試験を実施する設備として抽出する。</p> <p>さらに、機能維持評価用加速度が JEAG4601 及び既往の研究等により妥当性が確認されている機能確認済加速度（At）以下であることの確認を行い、機能確認済加速度を超える設備については詳細検討（基本評価項目の評価）が必要な設備として抽出する。</p> <p>なお、弁については JEAG4601 にて機能維持評価用加速度が機能確認済加速度を超えた場合の詳細検討の具体的手順が定められているため、詳細評価法検討の対象外とする。</p> <p>上記の整理結果として別表1に検討対象設備を示すとともに、詳細検討又は新たな検討が必要な設備の抽出のための情報として JEAG4601 に該当する機種名等を整理した。</p>	<p>2. 動的機能維持のための新たな検討、詳細検討又は加振試験が必要な設備の検討方針</p> <p>動的機能維持評価において、原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1991 追補版（以下「JEAG4601」という。）に定められた適用範囲から外れ新たな検討又は加振試験が必要な設備、若しくは機能維持評価用加速度が機能確認済加速度を超えるため詳細検討が必要な設備を抽出するとともに、抽出された設備における動的機能維持のための検討方針を示す。</p> <p>3. 動的機能維持のための新たな検討、詳細検討又は加振試験が必要な設備の抽出</p> <p>(1) 検討対象設備</p> <p>検討対象設備は、Sクラス設備並びに常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備とし、動的機能が必要な設備として JEAG4601 で適用範囲が定められている機種（立形ポンプ、横形ポンプ、電動機等）とする。</p> <p>なお、電気計装機器については、原則として加振試験により電氣的機能維持を確認することから、動的機能維持評価の検討対象設備から除いている。</p> <p>(2) 新たな検討、詳細検討又は加振試験が必要な設備の抽出</p> <p>第3-1 図に動的機能維持評価の検討フローを示す。検討対象設備について、動的機能維持の要求の有無を確認し、要求がない設備については本検討における対象外とする。</p> <p>動的機能維持の要求がある検討対象設備について、JEAG4601 に定める機能確認済加速度（At）との比較による評価方法が適用できる機種に対して、構造、作動原理、各機器の流量、出力等が JEAG4601 で定められた適用範囲と大きく異なることを確認する。大きく異なる場合は、新たな検討（地震時異常要因分析の実施、基本評価項目の抽出、評価）が必要な設備又は加振試験を実施する設備として抽出する。</p> <p>さらに、機能維持評価用加速度が JEAG4601、既往の研究等により妥当性が確認されている機能確認済加速度（At）以下であることの確認を行い、機能確認済加速度を超える設備については詳細検討（基本評価項目の評価）が必要な設備として抽出する。</p> <p>なお、弁については JEAG4601 にて機能維持評価用加速度が機能確認済加速度を超えた場合の詳細検討の具体的手順が定められているため、詳細評価法検討の対象外とする。</p> <p>上記の整理結果として別表1に検討対象設備を示すとともに、詳細検討又は新たな検討が必要な設備の抽出のための情報として JEAG4601 に該当する機種名等を整理した。</p>	<p>・記載の充実 【女川2】 ①の相違</p> <p>・記載の充実 【女川2】 ①の相違</p> <p>・記載の充実 【女川2】 ①の相違</p> <p>・記載の充実 【女川2】 ①の相違</p>

第4条 地震による損傷の防止（別紙4 動的機能維持評価の検討方針について：本文）

女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	島根原子力発電所2号炉（2021.9.6版）	泊発電所3号炉	相違理由
<p>また、別表1に整理した設備や評価用加速度等の内容については、設計途中のため、動的機能維持評価の方針が検討中の設備も含まれており、今後の詳細設計の進捗に併せて変更の可能性があることから、<u>工認段階</u>で再度、設備及び評価方法の整理を行う。</p> <p>※電力共通研究「鉛直地震動を受ける設備の耐震評価手法に関する研究（平成10年度～平成13年度）」</p> <p>第3-1図 動的機能維持評価の検討フロー</p> <p>(3) 抽出結果 別表1をもとに、第3-1図の検討フローにより、①詳細検討、②新たな検討及び③加振試験が必要な設備を検討した結果を、第3-1表に示す。</p> <p>①詳細検討（基本評価項目の評価）が必要な設備 評価用加速度が機能確認用加速度を超え、<u>詳細検討が必要となる設備として、以下の設備が該当する。</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・原子炉補機冷却海水ポンプ用電動機 ・非常用ガス処理系排風機及び電動機 ・可燃性ガス濃度制御系再結合装置ブロワ及び電動機 ・ほう酸水注入系ポンプ及び電動機 ・非常用ディーゼル発電設備非常用ディーゼル発電機 ・高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機 	<p>また、別表1に整理した設備や機能維持評価用加速度等の内容については、設計途中のため、動的機能維持評価の方針が検討中の設備も含まれており、今後の詳細設計の進捗に併せて変更の可能性があることから、<u>詳細設計段階</u>で再度、設備及び評価方法の整理を行う。</p> <p>※電力共通研究「鉛直地震動を受ける設備の耐震評価手法に関する研究（平成10年度～平成13年度）」</p> <p>第3-1図 動的機能維持評価の検討フロー</p> <p>(3) 抽出結果 別表1をもとに、第3-1図の検討フローにより、①詳細検討、②新たな検討及び③加振試験が必要な設備を検討した結果を、第3-1表に示す。</p> <p>① 詳細検討（基本評価項目の評価）が必要な設備 機能維持評価用加速度が機能確認用加速度を超え、<u>詳細検討が必要となる設備として、以下の設備が該当する。</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・原子炉補機海水ポンプ及び電動機 ・非常用ガス処理系排風機及び電動機 ・可燃性ガス濃度制御系再結合装置ブロワ及び電動機 ・ほう酸水注入ポンプ及び電動機 ・高圧炉心スプレイ補機海水ポンプ及び電動機 ・燃料プール冷却ポンプ及び電動機 	<p>また、別表1に整理した設備や機能維持評価用加速度等の内容については、設計途中のため、動的機能維持評価の方針が検討中の設備も含まれており、今後の詳細設計の進捗に併せて変更の可能性があることから、<u>詳細設計段階</u>で再度、設備及び評価方法の整理を行う。</p> <p>（注）電力共通研究「鉛直地震動を受ける設備の耐震評価手法に関する研究（平成10年度～平成13年度）」</p> <p>第3-1図 動的機能維持評価の検討フロー</p> <p>(3) 抽出結果 別表1を基に、第3-1図の検討フローにより、①詳細検討、②新たな検討及び③加振試験が必要な設備を検討した結果を第3-1表に示す。</p> <p>① 詳細検討（基本評価項目の評価）が必要な設備 機能維持評価用加速度が機能確認用加速度を超え、<u>詳細検討が必要となる設備はない見込み。</u></p>	<p>相違理由</p> <p>・詳細検討が必要となる設備の抽出結果の相違 【女川2、島根2】 女川2号炉、島根2号炉では、詳細検討が必要となる設備を抽出しているが、泊3号炉では、詳細検討が必要となる設備はない見込みによる相違（以下、「④の相違」という。）</p>

第4条 地震による損傷の防止(別紙4 動的機能維持評価の検討方針について:本文)

女川原子力発電所2号炉(2020.2.7版)	島根原子力発電所2号炉(2021.9.6版)	泊発電所3号炉	相違理由																																																																																																																																																															
<p>②新たな検討(地震時異常要因分析の実施,基本評価項目の抽出,評価)が必要な設備 新たな検討が必要な設備としては,以下の設備が該当する。 なお,ポンプの型式は全て横形スクリー式ポンプ(以下「スクリー式ポンプ」という。)である。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ガスタービン発電設備燃料移送ポンプ ・非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ ・高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ <p>③加振試験(本検討における対象外) 検討対象設備のうち,加振試験が必要な設備として以下の設備が抽出された。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・高圧代替注水系ポンプ ・ガスタービン発電機 	<p>② 新たな検討(地震時異常要因分析の実施,基本評価項目の抽出,評価)が必要な設備 新たな検討が必要な設備としては,以下の設備が該当する。 ＜スクリー式ポンプ＞</p> <ul style="list-style-type: none"> ・非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ ・高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ ・ガスタービン発電機用燃料移送ポンプ <p>＜ガスタービン機関＞</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ガスタービン発電機 <p>③ 加振試験(試験による評価)が必要な設備 加振試験が必要な設備としては,以下の設備が該当する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・高圧原子炉代替注水ポンプ 	<p>② 新たな検討(地震時異常要因分析の実施,基本評価項目の抽出,評価)が必要な設備 新たな検討が必要な設備としては,以下の設備が該当する。 ＜ギヤ式ポンプ＞</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ディーゼル発電機燃料油移送ポンプ <p>③ 加振試験(試験による評価)が必要な設備 加振試験が必要な設備としては,以下の設備が該当する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・代替非常用発電機 	<p>・新たな検討が必要となる設備の抽出結果の相違 【女川2,島根2】 ②の相違</p> <p>・記載の充実 【女川2】 ①の相違</p> <p>・加振試験が必要となる設備の抽出結果の相違 【女川2,島根2】 設備構成はプラント固有のため抽出結果が異なる ・対象設備の相違 【女川2,島根2】 設備構成及び応答加速度はプラント固有のため抽出結果が異なる</p>																																																																																																																																																															
<p>第3-1表 新たな検討又は詳細検討が必要な設備の抽出結果 (1/3)</p>	<p>第3-1表 新たな検討又は詳細検討が必要な設備の抽出結果 (1/2)</p>	<p>第3-1表 新たな検討又は詳細検討が必要な設備の抽出結果 (1/2)</p>																																																																																																																																																																
<table border="1"> <thead> <tr> <th>機種名</th> <th>設備名称</th> <th>REGARDの適用性確認 ○:適用可 ×:適用外 (新たな検討が必要)</th> <th>A1 確認済 ○:A1以下 (評価完了) ×:A1超過 (詳細検討が必要) -:評価中</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="6">立形ポンプ</td> <td>残留蒸気除去ポンプ</td> <td>○</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>高圧炉心スプレイ系ポンプ</td> <td>○</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>低圧炉心スプレイ系ポンプ</td> <td>○</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>原子炉循環冷却水ポンプ</td> <td>○</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>高圧炉心スプレイ系ポンプ</td> <td>○</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>高圧炉心スプレイ系ポンプ</td> <td>○</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td rowspan="6">横形ポンプ</td> <td>原子炉蒸気発生器冷却系ポンプ</td> <td>○</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>原子炉蒸気発生器冷却系ポンプ</td> <td>○</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>高圧炉心スプレイ系ポンプ</td> <td>○</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>復水移送ポンプ</td> <td>○</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>代替蒸気発生器冷却系ポンプ</td> <td>○</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>燃料プール冷却浄化系ポンプ</td> <td>○</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">ポンプ駆動用タービン</td> <td>ガスタービン発電設備燃料移送ポンプ</td> <td>×</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ</td> <td>×</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ</td> <td>×</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>原子炉蒸気発生器冷却系ポンプ駆動用タービン</td> <td>○</td> <td>○</td> </tr> </tbody> </table>	機種名	設備名称	REGARDの適用性確認 ○:適用可 ×:適用外 (新たな検討が必要)	A1 確認済 ○:A1以下 (評価完了) ×:A1超過 (詳細検討が必要) -:評価中	立形ポンプ	残留蒸気除去ポンプ	○	○	高圧炉心スプレイ系ポンプ	○	○	低圧炉心スプレイ系ポンプ	○	○	原子炉循環冷却水ポンプ	○	○	高圧炉心スプレイ系ポンプ	○	○	高圧炉心スプレイ系ポンプ	○	○	横形ポンプ	原子炉蒸気発生器冷却系ポンプ	○	○	原子炉蒸気発生器冷却系ポンプ	○	○	高圧炉心スプレイ系ポンプ	○	○	復水移送ポンプ	○	○	代替蒸気発生器冷却系ポンプ	○	○	燃料プール冷却浄化系ポンプ	○	○	ポンプ駆動用タービン	ガスタービン発電設備燃料移送ポンプ	×	○	非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ	×	○	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ	×	○	原子炉蒸気発生器冷却系ポンプ駆動用タービン	○	○	<table border="1"> <thead> <tr> <th>機種名</th> <th>設備名称</th> <th>REGARDの適用性確認 ○:適用可 ×:適用外 (新たな検討が必要)</th> <th>A1 確認済 ○:A1以下 (評価完了) ×:A1超過 (詳細検討が必要) -:評価中</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="6">立形ポンプ</td> <td>残留蒸気ポンプ</td> <td>○</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>高圧炉心スプレイ系ポンプ</td> <td>○</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>低圧炉心スプレイ系ポンプ</td> <td>○</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>原子炉蒸気発生器冷却水ポンプ</td> <td>○</td> <td>×</td> </tr> <tr> <td>高圧炉心スプレイ系ポンプ</td> <td>○</td> <td>×</td> </tr> <tr> <td>燃料プール冷却浄化系ポンプ</td> <td>×</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td rowspan="6">横形ポンプ</td> <td>残留蒸気ポンプ</td> <td>○</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>原子炉蒸気発生器冷却水ポンプ</td> <td>○</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>高圧炉心スプレイ系ポンプ</td> <td>○</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>高圧炉心スプレイ系ポンプ</td> <td>○</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>高圧炉心スプレイ系ポンプ</td> <td>○</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>高圧炉心スプレイ系ポンプ</td> <td>○</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">ポンプ駆動用タービン</td> <td>原子炉蒸気発生器冷却系ポンプ駆動用タービン</td> <td>○</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>燃料プール冷却浄化系ポンプ駆動用タービン</td> <td>×</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ</td> <td>×</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ</td> <td>×</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>	機種名	設備名称	REGARDの適用性確認 ○:適用可 ×:適用外 (新たな検討が必要)	A1 確認済 ○:A1以下 (評価完了) ×:A1超過 (詳細検討が必要) -:評価中	立形ポンプ	残留蒸気ポンプ	○	○	高圧炉心スプレイ系ポンプ	○	○	低圧炉心スプレイ系ポンプ	○	○	原子炉蒸気発生器冷却水ポンプ	○	×	高圧炉心スプレイ系ポンプ	○	×	燃料プール冷却浄化系ポンプ	×	-	横形ポンプ	残留蒸気ポンプ	○	○	原子炉蒸気発生器冷却水ポンプ	○	○	高圧炉心スプレイ系ポンプ	○	○	高圧炉心スプレイ系ポンプ	○	○	高圧炉心スプレイ系ポンプ	○	○	高圧炉心スプレイ系ポンプ	○	○	ポンプ駆動用タービン	原子炉蒸気発生器冷却系ポンプ駆動用タービン	○	○	燃料プール冷却浄化系ポンプ駆動用タービン	×	○	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ	×	-	非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ	×	-	<table border="1"> <thead> <tr> <th>機種名</th> <th>設備名称</th> <th>REGARDの適用性確認 ○:適用可 ×:適用外 (新たな検討が必要)</th> <th>A1 確認済 ○:A1以下 (評価完了) ×:A1超過 (詳細検討が必要) -:評価中</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="4">立形ポンプ</td> <td>原子炉蒸気発生器冷却水ポンプ</td> <td>○</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>燃料油移送ポンプ</td> <td>○</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>復水ポンプ</td> <td>○</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>高圧注入ポンプ</td> <td>○</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td rowspan="6">横形ポンプ</td> <td>原子炉蒸気発生器冷却水ポンプ</td> <td>○</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>原子炉蒸気発生器冷却水ポンプ</td> <td>○</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>燃料油移送ポンプ</td> <td>○</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>燃料油移送ポンプ</td> <td>○</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>燃料油移送ポンプ</td> <td>○</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>燃料油移送ポンプ</td> <td>○</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">ポンプ駆動用タービン</td> <td>タービン駆動ポンプ駆動用タービン</td> <td>○</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>タービン駆動ポンプ駆動用タービン</td> <td>○</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>タービン駆動ポンプ駆動用タービン</td> <td>○</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>タービン駆動ポンプ駆動用タービン</td> <td>○</td> <td>○</td> </tr> </tbody> </table>	機種名	設備名称	REGARDの適用性確認 ○:適用可 ×:適用外 (新たな検討が必要)	A1 確認済 ○:A1以下 (評価完了) ×:A1超過 (詳細検討が必要) -:評価中	立形ポンプ	原子炉蒸気発生器冷却水ポンプ	○	○	燃料油移送ポンプ	○	○	復水ポンプ	○	○	高圧注入ポンプ	○	○	横形ポンプ	原子炉蒸気発生器冷却水ポンプ	○	○	原子炉蒸気発生器冷却水ポンプ	○	○	燃料油移送ポンプ	○	○	燃料油移送ポンプ	○	○	燃料油移送ポンプ	○	○	燃料油移送ポンプ	○	○	ポンプ駆動用タービン	タービン駆動ポンプ駆動用タービン	○	○	タービン駆動ポンプ駆動用タービン	○	○	タービン駆動ポンプ駆動用タービン	○	○	タービン駆動ポンプ駆動用タービン	○	○	
機種名	設備名称	REGARDの適用性確認 ○:適用可 ×:適用外 (新たな検討が必要)	A1 確認済 ○:A1以下 (評価完了) ×:A1超過 (詳細検討が必要) -:評価中																																																																																																																																																															
立形ポンプ	残留蒸気除去ポンプ	○	○																																																																																																																																																															
	高圧炉心スプレイ系ポンプ	○	○																																																																																																																																																															
	低圧炉心スプレイ系ポンプ	○	○																																																																																																																																																															
	原子炉循環冷却水ポンプ	○	○																																																																																																																																																															
	高圧炉心スプレイ系ポンプ	○	○																																																																																																																																																															
	高圧炉心スプレイ系ポンプ	○	○																																																																																																																																																															
横形ポンプ	原子炉蒸気発生器冷却系ポンプ	○	○																																																																																																																																																															
	原子炉蒸気発生器冷却系ポンプ	○	○																																																																																																																																																															
	高圧炉心スプレイ系ポンプ	○	○																																																																																																																																																															
	復水移送ポンプ	○	○																																																																																																																																																															
	代替蒸気発生器冷却系ポンプ	○	○																																																																																																																																																															
	燃料プール冷却浄化系ポンプ	○	○																																																																																																																																																															
ポンプ駆動用タービン	ガスタービン発電設備燃料移送ポンプ	×	○																																																																																																																																																															
	非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ	×	○																																																																																																																																																															
	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ	×	○																																																																																																																																																															
	原子炉蒸気発生器冷却系ポンプ駆動用タービン	○	○																																																																																																																																																															
機種名	設備名称	REGARDの適用性確認 ○:適用可 ×:適用外 (新たな検討が必要)	A1 確認済 ○:A1以下 (評価完了) ×:A1超過 (詳細検討が必要) -:評価中																																																																																																																																																															
立形ポンプ	残留蒸気ポンプ	○	○																																																																																																																																																															
	高圧炉心スプレイ系ポンプ	○	○																																																																																																																																																															
	低圧炉心スプレイ系ポンプ	○	○																																																																																																																																																															
	原子炉蒸気発生器冷却水ポンプ	○	×																																																																																																																																																															
	高圧炉心スプレイ系ポンプ	○	×																																																																																																																																																															
	燃料プール冷却浄化系ポンプ	×	-																																																																																																																																																															
横形ポンプ	残留蒸気ポンプ	○	○																																																																																																																																																															
	原子炉蒸気発生器冷却水ポンプ	○	○																																																																																																																																																															
	高圧炉心スプレイ系ポンプ	○	○																																																																																																																																																															
	高圧炉心スプレイ系ポンプ	○	○																																																																																																																																																															
	高圧炉心スプレイ系ポンプ	○	○																																																																																																																																																															
	高圧炉心スプレイ系ポンプ	○	○																																																																																																																																																															
ポンプ駆動用タービン	原子炉蒸気発生器冷却系ポンプ駆動用タービン	○	○																																																																																																																																																															
	燃料プール冷却浄化系ポンプ駆動用タービン	×	○																																																																																																																																																															
	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ	×	-																																																																																																																																																															
	非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ	×	-																																																																																																																																																															
機種名	設備名称	REGARDの適用性確認 ○:適用可 ×:適用外 (新たな検討が必要)	A1 確認済 ○:A1以下 (評価完了) ×:A1超過 (詳細検討が必要) -:評価中																																																																																																																																																															
立形ポンプ	原子炉蒸気発生器冷却水ポンプ	○	○																																																																																																																																																															
	燃料油移送ポンプ	○	○																																																																																																																																																															
	復水ポンプ	○	○																																																																																																																																																															
	高圧注入ポンプ	○	○																																																																																																																																																															
横形ポンプ	原子炉蒸気発生器冷却水ポンプ	○	○																																																																																																																																																															
	原子炉蒸気発生器冷却水ポンプ	○	○																																																																																																																																																															
	燃料油移送ポンプ	○	○																																																																																																																																																															
	燃料油移送ポンプ	○	○																																																																																																																																																															
	燃料油移送ポンプ	○	○																																																																																																																																																															
	燃料油移送ポンプ	○	○																																																																																																																																																															
ポンプ駆動用タービン	タービン駆動ポンプ駆動用タービン	○	○																																																																																																																																																															
	タービン駆動ポンプ駆動用タービン	○	○																																																																																																																																																															
	タービン駆動ポンプ駆動用タービン	○	○																																																																																																																																																															
	タービン駆動ポンプ駆動用タービン	○	○																																																																																																																																																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>機種名</th> <th>設備名称</th> <th>REGARDの適用性確認 ○:適用可 ×:適用外 (新たな検討が必要)</th> <th>A1 確認済 ○:A1以下 (評価完了) ×:A1超過 (詳細検討が必要) -:評価中</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="10">電動機</td> <td>残留蒸気除去ポンプ用電動機</td> <td>○</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>高圧炉心スプレイ系ポンプ用電動機</td> <td>○</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>低圧炉心スプレイ系ポンプ用電動機</td> <td>○</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>原子炉蒸気発生器冷却水ポンプ用電動機</td> <td>○</td> <td>×</td> </tr> <tr> <td>高圧炉心スプレイ系ポンプ用電動機</td> <td>○</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>原子炉蒸気発生器冷却水ポンプ用電動機</td> <td>○</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>原子炉蒸気発生器冷却水ポンプ用電動機</td> <td>○</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>原子炉蒸気発生器冷却水ポンプ用電動機</td> <td>○</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>高圧炉心スプレイ系ポンプ用電動機</td> <td>○</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>高圧炉心スプレイ系ポンプ用電動機</td> <td>○</td> <td>○</td> </tr> </tbody> </table>	機種名	設備名称	REGARDの適用性確認 ○:適用可 ×:適用外 (新たな検討が必要)	A1 確認済 ○:A1以下 (評価完了) ×:A1超過 (詳細検討が必要) -:評価中	電動機	残留蒸気除去ポンプ用電動機	○	○	高圧炉心スプレイ系ポンプ用電動機	○	○	低圧炉心スプレイ系ポンプ用電動機	○	○	原子炉蒸気発生器冷却水ポンプ用電動機	○	×	高圧炉心スプレイ系ポンプ用電動機	○	○	原子炉蒸気発生器冷却水ポンプ用電動機	○	○	原子炉蒸気発生器冷却水ポンプ用電動機	○	○	原子炉蒸気発生器冷却水ポンプ用電動機	○	○	高圧炉心スプレイ系ポンプ用電動機	○	○	高圧炉心スプレイ系ポンプ用電動機	○	○	<table border="1"> <thead> <tr> <th>機種名</th> <th>設備名称</th> <th>REGARDの適用性確認 ○:適用可 ×:適用外 (新たな検討が必要)</th> <th>A1 確認済 ○:A1以下 (評価完了) ×:A1超過 (詳細検討が必要) -:評価中</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="10">電動機</td> <td>残留蒸気ポンプ用電動機</td> <td>○</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>高圧炉心スプレイ系ポンプ用電動機</td> <td>○</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>低圧炉心スプレイ系ポンプ用電動機</td> <td>○</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>原子炉蒸気発生器冷却水ポンプ用電動機</td> <td>○</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>高圧炉心スプレイ系ポンプ用電動機</td> <td>○</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>高圧炉心スプレイ系ポンプ用電動機</td> <td>○</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>高圧炉心スプレイ系ポンプ用電動機</td> <td>○</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>高圧炉心スプレイ系ポンプ用電動機</td> <td>○</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>高圧炉心スプレイ系ポンプ用電動機</td> <td>○</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>高圧炉心スプレイ系ポンプ用電動機</td> <td>○</td> <td>○</td> </tr> </tbody> </table>	機種名	設備名称	REGARDの適用性確認 ○:適用可 ×:適用外 (新たな検討が必要)	A1 確認済 ○:A1以下 (評価完了) ×:A1超過 (詳細検討が必要) -:評価中	電動機	残留蒸気ポンプ用電動機	○	○	高圧炉心スプレイ系ポンプ用電動機	○	○	低圧炉心スプレイ系ポンプ用電動機	○	○	原子炉蒸気発生器冷却水ポンプ用電動機	○	○	高圧炉心スプレイ系ポンプ用電動機	○	○	高圧炉心スプレイ系ポンプ用電動機	○	○	高圧炉心スプレイ系ポンプ用電動機	○	○	高圧炉心スプレイ系ポンプ用電動機	○	○	高圧炉心スプレイ系ポンプ用電動機	○	○	高圧炉心スプレイ系ポンプ用電動機	○	○	<table border="1"> <thead> <tr> <th>機種名</th> <th>設備名称</th> <th>REGARDの適用性確認 ○:適用可 ×:適用外 (新たな検討が必要)</th> <th>A1 確認済 ○:A1以下 (評価完了) ×:A1超過 (詳細検討が必要) -:評価中</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="10">電動機</td> <td>燃料油移送ポンプ用電動機</td> <td>○</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>燃料油移送ポンプ用電動機</td> <td>○</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>燃料油移送ポンプ用電動機</td> <td>○</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>燃料油移送ポンプ用電動機</td> <td>○</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>燃料油移送ポンプ用電動機</td> <td>○</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>燃料油移送ポンプ用電動機</td> <td>○</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>燃料油移送ポンプ用電動機</td> <td>○</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>燃料油移送ポンプ用電動機</td> <td>○</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>燃料油移送ポンプ用電動機</td> <td>○</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>燃料油移送ポンプ用電動機</td> <td>○</td> <td>○</td> </tr> </tbody> </table>	機種名	設備名称	REGARDの適用性確認 ○:適用可 ×:適用外 (新たな検討が必要)	A1 確認済 ○:A1以下 (評価完了) ×:A1超過 (詳細検討が必要) -:評価中	電動機	燃料油移送ポンプ用電動機	○	○	燃料油移送ポンプ用電動機	○	○	燃料油移送ポンプ用電動機	○	○	燃料油移送ポンプ用電動機	○	○	燃料油移送ポンプ用電動機	○	○	燃料油移送ポンプ用電動機	○	○	燃料油移送ポンプ用電動機	○	○	燃料油移送ポンプ用電動機	○	○	燃料油移送ポンプ用電動機	○	○	燃料油移送ポンプ用電動機	○	○																																																							
機種名	設備名称	REGARDの適用性確認 ○:適用可 ×:適用外 (新たな検討が必要)	A1 確認済 ○:A1以下 (評価完了) ×:A1超過 (詳細検討が必要) -:評価中																																																																																																																																																															
電動機	残留蒸気除去ポンプ用電動機	○	○																																																																																																																																																															
	高圧炉心スプレイ系ポンプ用電動機	○	○																																																																																																																																																															
	低圧炉心スプレイ系ポンプ用電動機	○	○																																																																																																																																																															
	原子炉蒸気発生器冷却水ポンプ用電動機	○	×																																																																																																																																																															
	高圧炉心スプレイ系ポンプ用電動機	○	○																																																																																																																																																															
	原子炉蒸気発生器冷却水ポンプ用電動機	○	○																																																																																																																																																															
	原子炉蒸気発生器冷却水ポンプ用電動機	○	○																																																																																																																																																															
	原子炉蒸気発生器冷却水ポンプ用電動機	○	○																																																																																																																																																															
	高圧炉心スプレイ系ポンプ用電動機	○	○																																																																																																																																																															
	高圧炉心スプレイ系ポンプ用電動機	○	○																																																																																																																																																															
機種名	設備名称	REGARDの適用性確認 ○:適用可 ×:適用外 (新たな検討が必要)	A1 確認済 ○:A1以下 (評価完了) ×:A1超過 (詳細検討が必要) -:評価中																																																																																																																																																															
電動機	残留蒸気ポンプ用電動機	○	○																																																																																																																																																															
	高圧炉心スプレイ系ポンプ用電動機	○	○																																																																																																																																																															
	低圧炉心スプレイ系ポンプ用電動機	○	○																																																																																																																																																															
	原子炉蒸気発生器冷却水ポンプ用電動機	○	○																																																																																																																																																															
	高圧炉心スプレイ系ポンプ用電動機	○	○																																																																																																																																																															
	高圧炉心スプレイ系ポンプ用電動機	○	○																																																																																																																																																															
	高圧炉心スプレイ系ポンプ用電動機	○	○																																																																																																																																																															
	高圧炉心スプレイ系ポンプ用電動機	○	○																																																																																																																																																															
	高圧炉心スプレイ系ポンプ用電動機	○	○																																																																																																																																																															
	高圧炉心スプレイ系ポンプ用電動機	○	○																																																																																																																																																															
機種名	設備名称	REGARDの適用性確認 ○:適用可 ×:適用外 (新たな検討が必要)	A1 確認済 ○:A1以下 (評価完了) ×:A1超過 (詳細検討が必要) -:評価中																																																																																																																																																															
電動機	燃料油移送ポンプ用電動機	○	○																																																																																																																																																															
	燃料油移送ポンプ用電動機	○	○																																																																																																																																																															
	燃料油移送ポンプ用電動機	○	○																																																																																																																																																															
	燃料油移送ポンプ用電動機	○	○																																																																																																																																																															
	燃料油移送ポンプ用電動機	○	○																																																																																																																																																															
	燃料油移送ポンプ用電動機	○	○																																																																																																																																																															
	燃料油移送ポンプ用電動機	○	○																																																																																																																																																															
	燃料油移送ポンプ用電動機	○	○																																																																																																																																																															
	燃料油移送ポンプ用電動機	○	○																																																																																																																																																															
	燃料油移送ポンプ用電動機	○	○																																																																																																																																																															

第4条 地震による損傷の防止（別紙4 動的機能維持評価の検討方針について：本文）

女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）			島根原子力発電所2号炉（2021.9.6版）	泊発電所3号炉	相違理由
<p>第3-1表 新たな検討又は詳細検討が必要な設備の抽出結果 (2/3)</p>					
機種名	設備名称	JEAG4901の適用性確認 ○：適用可 ×：適用外 (新たな検討が必要)	A1確認 ^{※1} ○：A1以下 (評価完了) ×：A1超過 (詳細検討が必要) —：評価中		<p>・対象設備の相違 【女川2，島根2】 設備構成及び応答加速度はプラント固有のため抽出結果が異なる</p>
電動機	復水移送ポンプ用電動機 ^{※2}	○	—		
	代替蒸発冷却ポンプ用電動機 ^{※2}	○	—		
	燃料プール冷却浄化系ポンプ用電動機 ^{※2}	○	—		
	ほう酸水注入系ポンプ用電動機	○	×		
	中央制御室送風機用電動機	○	○		
	中央制御室排風機用電動機	○	○		
	中央制御室再循環送風機用電動機	○	○		
	非常用ガス処理系排風機用電動機	○	×		
	可燃性ガス濃度制御系再結合装置ブロワ用電動機	○	×		
	緊急時対策所非常用送風機用電動機 ^{※2}	○	—		
	ガスタービン発電設備燃料移送ポンプ用電動機 ^{※2}	○	—		
	非常用ディーゼル発電設備	○	—		
	燃料移送ポンプ用電動機 ^{※2}	○	—		
高圧炉心スプレィ系ディーゼル発電設備	○	—			
燃料移送ポンプ用電動機 ^{※2}	○	—			
ファン	中央制御室送風機	○	○		
	中央制御室排風機	○	○		
	中央制御室再循環送風機	○	○		
	非常用ガス処理系排風機	○	×		
	可燃性ガス濃度制御系再結合装置ブロワ	○	×		
緊急時対策所非常用送風機 ^{※2}	○	—			
非常用ディーゼル発電設備	非常用ディーゼル発電設備	○	×		
	非常用ディーゼル発電機	○	×		
往復動式ポンプ	ほう酸水注入系ポンプ	○	×		

第4条 地震による損傷の防止（別紙4 動的機能維持評価の検討方針について：本文）

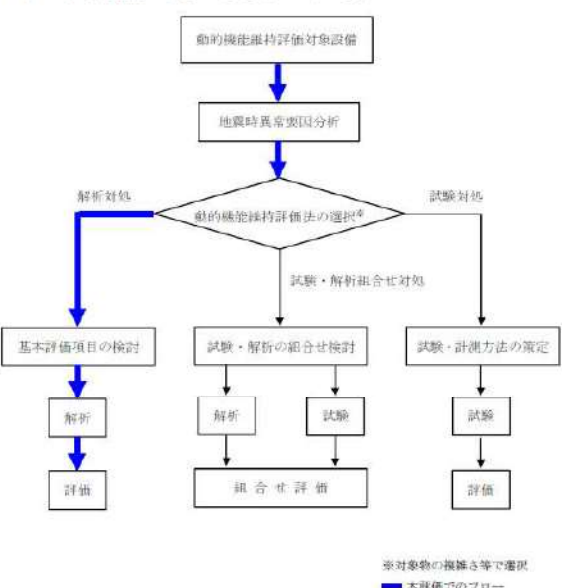
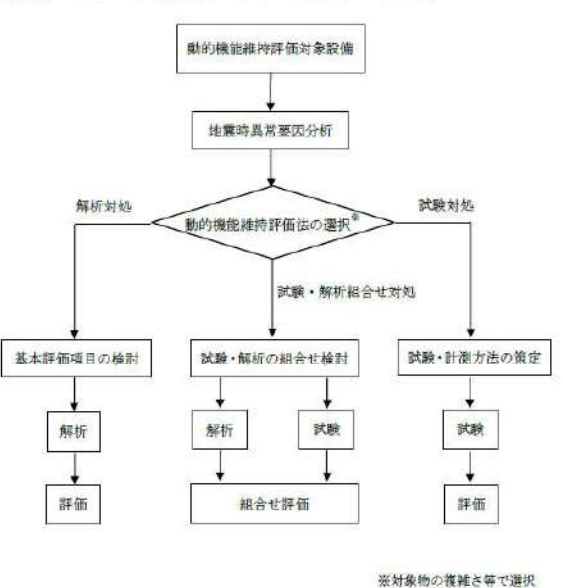
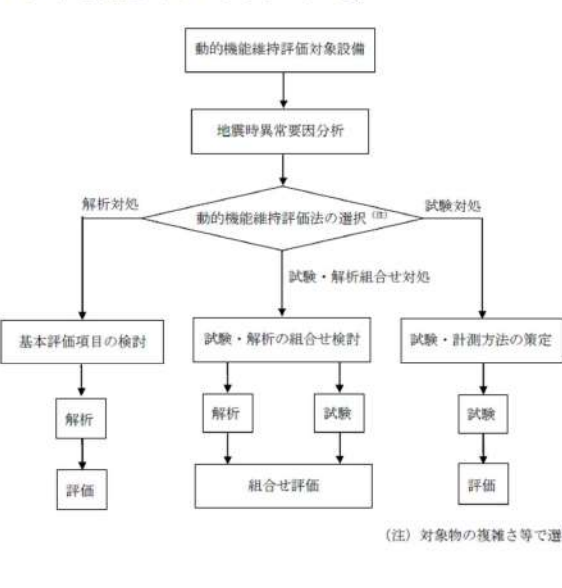
女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	島根原子力発電所2号炉（2021.9.6版）	泊発電所3号炉	相違理由																																																																																																				
<p>第3-1表 新たな検討又は詳細検討が必要な設備の抽出結果 (3/3)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>機種名</th> <th>設備名称</th> <th>JISG4801の適用性確認 ○：適用可 ×：適用外 （新たな検討が必要）</th> <th>At 確認^{注1} ○：At以下 （評価完了） ×：At超過 （詳細検討が必要） —：評価中</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>制御棒</td> <td>制御棒挿入性</td> <td>○</td> <td>○^{注2}</td> </tr> </tbody> </table>	機種名	設備名称	JISG4801の適用性確認 ○：適用可 ×：適用外 （新たな検討が必要）	At 確認 ^{注1} ○：At以下 （評価完了） ×：At超過 （詳細検討が必要） —：評価中	制御棒	制御棒挿入性	○	○ ^{注2}	<p>第3-1表 新たな検討又は詳細検討が必要な設備の抽出結果 (2/2)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>機種名</th> <th>設備名称</th> <th>JISG4801の適用性確認 ○：適用可 ×：適用外 （新たな検討が必要）</th> <th>At 確認^{注1} ○：At以下 （評価完了） ×：At超過 （詳細検討が必要） —：評価中</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="10">電動機</td> <td>中央制御室送風機用電動機</td> <td>○</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>中央制御室非常用送風機送風機用電動機</td> <td>○</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>非常用ガス処理系送風機用電動機</td> <td>○</td> <td>×</td> </tr> <tr> <td>可燃性ガス濃度制御系再結合装置ブロワ用電動機</td> <td>○</td> <td>×</td> </tr> <tr> <td>非常用ディーゼル発電機燃料移送ポンプ用電動機</td> <td>○</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>高圧炉心スプレッドディーゼル発電機燃料移送ポンプ用電動機</td> <td>○</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>ガスタービン発電機燃料移送ポンプ用電動機</td> <td>○</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>非常用ディーゼル発電機燃料移送ポンプ用電動機</td> <td>○</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>高圧炉心スプレッドディーゼル発電機燃料移送ポンプ用電動機</td> <td>○</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>ガスタービン発電機</td> <td>○</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">ファン</td> <td>中央制御室送風機</td> <td>○</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>中央制御室非常用送風機</td> <td>○</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>非常用ガス処理系送風機</td> <td>○</td> <td>×</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">非常用ディーゼル発電機</td> <td>非常用ディーゼル発電機燃料移送ポンプ用電動機</td> <td>○</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>高圧炉心スプレッドディーゼル発電機燃料移送ポンプ用電動機</td> <td>○</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>ガスタービン機</td> <td>ガスタービン機</td> <td>×</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>制御棒</td> <td>制御棒（地震時挿入性）</td> <td>○</td> <td>○^{注2}</td> </tr> </tbody> </table>	機種名	設備名称	JISG4801の適用性確認 ○：適用可 ×：適用外 （新たな検討が必要）	At 確認 ^{注1} ○：At以下 （評価完了） ×：At超過 （詳細検討が必要） —：評価中	電動機	中央制御室送風機用電動機	○	○	中央制御室非常用送風機送風機用電動機	○	○	非常用ガス処理系送風機用電動機	○	×	可燃性ガス濃度制御系再結合装置ブロワ用電動機	○	×	非常用ディーゼル発電機燃料移送ポンプ用電動機	○	○	高圧炉心スプレッドディーゼル発電機燃料移送ポンプ用電動機	○	○	ガスタービン発電機燃料移送ポンプ用電動機	○	○	非常用ディーゼル発電機燃料移送ポンプ用電動機	○	○	高圧炉心スプレッドディーゼル発電機燃料移送ポンプ用電動機	○	○	ガスタービン発電機	○	○	ファン	中央制御室送風機	○	○	中央制御室非常用送風機	○	○	非常用ガス処理系送風機	○	×	非常用ディーゼル発電機	非常用ディーゼル発電機燃料移送ポンプ用電動機	○	○	高圧炉心スプレッドディーゼル発電機燃料移送ポンプ用電動機	○	○	ガスタービン機	ガスタービン機	×	—	制御棒	制御棒（地震時挿入性）	○	○ ^{注2}	<p>第3-1表 新たな検討又は詳細検討が必要な設備の抽出結果 (2/2)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>機種名</th> <th>設備名称</th> <th>JISG4801の適用性確認 ○：適用可 ×：適用外 （新たな検討が必要）</th> <th>At 確認^{注1} ○：At以下 （評価完了） ×：At超過 （詳細検討が必要） —：評価中</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="4">ファン</td> <td>アユラス送風機用ファン</td> <td>○</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>中央制御室送風機ファン</td> <td>○</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>中央制御室送風機ファン</td> <td>○</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>中央制御室非常用送風機ファン</td> <td>○</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">非常用ディーゼル発電機</td> <td>ディーゼル機</td> <td>○</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>ディーゼル発電機（送風機用及び非常用送風機用）</td> <td>○</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>代替非常用発電機</td> <td>代替非常用発電機</td> <td>×</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>制御棒</td> <td>制御棒（制御棒挿入性）</td> <td>○</td> <td>○^{注2}</td> </tr> </tbody> </table>	機種名	設備名称	JISG4801の適用性確認 ○：適用可 ×：適用外 （新たな検討が必要）	At 確認 ^{注1} ○：At以下 （評価完了） ×：At超過 （詳細検討が必要） —：評価中	ファン	アユラス送風機用ファン	○	○	中央制御室送風機ファン	○	○	中央制御室送風機ファン	○	○	中央制御室非常用送風機ファン	○	○	非常用ディーゼル発電機	ディーゼル機	○	○	ディーゼル発電機（送風機用及び非常用送風機用）	○	○	代替非常用発電機	代替非常用発電機	×	—	制御棒	制御棒（制御棒挿入性）	○	○ ^{注2}	<p>・対象設備の相違 【女川2，島根2】 設備構成及び応答加速度はプラント固有のため抽出結果が異なる</p> <p>・評価手法の相違 【女川2，島根2】 泊3号炉では、制御棒挿入性評価の評価手法が異なることによる評価基準の相違 なお、「平成29年5月大飯3／4号機 第4条地震による損傷の防止 別添-2 動的機能維持の評価」と同様の方針であることから、参考として比較する</p>
機種名	設備名称	JISG4801の適用性確認 ○：適用可 ×：適用外 （新たな検討が必要）	At 確認 ^{注1} ○：At以下 （評価完了） ×：At超過 （詳細検討が必要） —：評価中																																																																																																				
制御棒	制御棒挿入性	○	○ ^{注2}																																																																																																				
機種名	設備名称	JISG4801の適用性確認 ○：適用可 ×：適用外 （新たな検討が必要）	At 確認 ^{注1} ○：At以下 （評価完了） ×：At超過 （詳細検討が必要） —：評価中																																																																																																				
電動機	中央制御室送風機用電動機	○	○																																																																																																				
	中央制御室非常用送風機送風機用電動機	○	○																																																																																																				
	非常用ガス処理系送風機用電動機	○	×																																																																																																				
	可燃性ガス濃度制御系再結合装置ブロワ用電動機	○	×																																																																																																				
	非常用ディーゼル発電機燃料移送ポンプ用電動機	○	○																																																																																																				
	高圧炉心スプレッドディーゼル発電機燃料移送ポンプ用電動機	○	○																																																																																																				
	ガスタービン発電機燃料移送ポンプ用電動機	○	○																																																																																																				
	非常用ディーゼル発電機燃料移送ポンプ用電動機	○	○																																																																																																				
	高圧炉心スプレッドディーゼル発電機燃料移送ポンプ用電動機	○	○																																																																																																				
	ガスタービン発電機	○	○																																																																																																				
ファン	中央制御室送風機	○	○																																																																																																				
	中央制御室非常用送風機	○	○																																																																																																				
	非常用ガス処理系送風機	○	×																																																																																																				
非常用ディーゼル発電機	非常用ディーゼル発電機燃料移送ポンプ用電動機	○	○																																																																																																				
	高圧炉心スプレッドディーゼル発電機燃料移送ポンプ用電動機	○	○																																																																																																				
ガスタービン機	ガスタービン機	×	—																																																																																																				
制御棒	制御棒（地震時挿入性）	○	○ ^{注2}																																																																																																				
機種名	設備名称	JISG4801の適用性確認 ○：適用可 ×：適用外 （新たな検討が必要）	At 確認 ^{注1} ○：At以下 （評価完了） ×：At超過 （詳細検討が必要） —：評価中																																																																																																				
ファン	アユラス送風機用ファン	○	○																																																																																																				
	中央制御室送風機ファン	○	○																																																																																																				
	中央制御室送風機ファン	○	○																																																																																																				
	中央制御室非常用送風機ファン	○	○																																																																																																				
非常用ディーゼル発電機	ディーゼル機	○	○																																																																																																				
	ディーゼル発電機（送風機用及び非常用送風機用）	○	○																																																																																																				
代替非常用発電機	代替非常用発電機	×	—																																																																																																				
制御棒	制御棒（制御棒挿入性）	○	○ ^{注2}																																																																																																				
<p>※1 今後の設計進捗によって評価用加速度が変更となり、At 確認結果が変更となる場合がある。</p> <p>※2 SA 設備として現在設計中。</p> <p>※3 地震応答解析結果から求めた燃料集合体相対変位が、加振試験により確認された制御棒挿入機能に支障を与えない変位に対して下回ることを確認。</p>	<p>注1：今後の設計進捗によって機能維持評価用加速度が変更となる場合は確認結果に反映する。</p> <p>注2：地震応答解析結果から求めた燃料集合体相対変位が、加振試験により確認された制御棒挿入機能に支障を与えない変位に対して下回ることを確認。</p> <p>（大飯3／4号機 第4条地震による損傷の防止 別添-2 動的機能維持の評価 抜粋）</p> <p>制御棒挿入性の評価においては、安全評価解析条件である制御棒クラスタ落下開始から全ストロークの85%挿入までの時間を評価基準値として用いる。</p>	<p>（注1）今後の設計進捗によって機能維持評価用加速度が変更となる場合は確認結果に反映する。</p> <p>（注2）制御棒挿入性の評価においては、安全評価解析条件である制御棒クラスタ落下開始から全ストロークの85%挿入までの時間を評価基準値として用いる。</p>																																																																																																					

実線・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第4条 地震による損傷の防止（別紙4 動的機能維持評価の検討方針について：本文）

女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	島根原子力発電所2号炉（2021.9.6版）	泊発電所3号炉	相違理由
<p><u>(4) 動的機能維持評価の検討方針が未定の設備について</u> <u>検討対象設備のうち、新規基準適合に必要な設備として設計途中又は審議中のために、動的機能維持の検討方針が未定の設備として、以下の設備が該当する。</u></p> <p><u>①直流駆動低圧注水系ポンプ</u> <u>直流駆動低圧注水系ポンプは、横形ポンプとして現在設計中であり、今後の設計進捗に応じて構造、容量等が変更となるため、動的機能維持の検討方針は定まっていない。</u> <u>そのため、動的機能維持の検討方針及び詳細については、設計条件が確定した後、工認段階で再度整理する。</u></p> <p><u>②地下水低下設備</u> <u>本資料における検討対象には該当しないが、新規基準適合性審査において、当該設備についての審査が進められている。</u> <u>そのため、今後の審査状況を踏まえ、動的機能維持の検討方針については、工認段階で再度整理する。</u></p> <p>4. 新たな検討が必要な設備における動的機能維持評価の検討 4.1 新たな検討が必要な設備における動的機能維持の検討方針 検討対象設備のうち、<u>ガスタービン発電設備燃料移送ポンプ、非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ及び高圧炉心スプレイスターター発電設備燃料移送ポンプについては、スクリュウ式ポンプであり、JEA4601に定められた適用範囲から外れ、機能確認済加速度との比較による評価方法が適用できないことから、新たな検討（新たに評価項目の検討）が必要となる設備である。</u> JEA4601に定められた機能確認済加速度との比較による評価方法が適用できる機種の範囲から外れた設備における動的機能維持の検討方針としては、技術基準規則解釈等の改正を踏まえて、公知化された検討として（社）日本電気協会 電気技術基準調査委員会の下に設置された原子力発電耐震設計特別調査委員会（以下「耐特委」という。）により取り纏められた類似機器における検討及び電力共通研究（以下「電共研」という。）にて取り纏められた類似機器の検討をもとに実施する。 具体的には、耐特委では動的機能の評価においては、対象機種ごとに現実的な地震応答レベルでの異常のみならず、破壊に至るような過剰な状態を念頭に地震時に考え得る異常状態を抽出し、その分析により動的機能上の評価点を検討し、動的機能維持を評価する際に確認すべき事項として、基本評価項目を選定している。また、電共研の検討では、耐特委及び原子力発電技術機構（以下「NUPEC」という。）での検討を踏まえて、動的機能維持の基本評価項目を選定している。</p>	<p>4. 新たな検討が必要な設備における動的機能維持評価の検討 4.1 新たな検討が必要な設備における動的機能維持の検討方針 検討対象設備のうち、3.(3)②に示す機器については、JEA4601に定められた機種及び適用形式から外れ、機能確認済加速度との比較による評価方法が適用できないことから、新たに評価項目の検討が必要となる設備である。</p> <p>JEA4601に定められた機能確認済加速度との比較による評価方法が適用できる機種の範囲から外れた設備における動的機能維持の検討においては、技術基準規則解釈等の改正を踏まえて、公知化された検討として（社）日本電気協会 電気技術基準調査委員会の下に設置された原子力発電耐震設計特別調査委員会（以下「耐特委」という。）により取り纏められた類似機器における検討及び電力共通研究（以下「電共研」という。）にて取り纏められた類似機器を参考に検討を実施する。 具体的には、耐特委では動的機能の評価においては、対象機種ごとに現実的な地震応答レベルでの異常のみならず、破壊に至るような過剰な状態を念頭に地震時に考え得る異常状態を抽出し、その分析により動的機能上の評価項目を検討し、動的機能維持を評価する際に確認すべき事項として、基本評価項目を選定している。また、電共研の検討では、耐特委及び原子力発電技術機構（以下「NUPEC」という。）での検討を踏まえて、動的機能維持の基本評価項目を選定している。</p>	<p>4. 新たな検討が必要な設備における動的機能維持評価の検討 4.1 新たな検討が必要な設備における動的機能維持の検討方針 検討対象設備のうち、<u>ディーゼル発電機燃料油移送ポンプについては、ギヤ式ポンプであり、JEA4601に定められた機種及び適用形式から外れ、機能確認済加速度との比較による評価方法が適用できないことから、新たに評価項目の検討が必要となる設備である。</u> JEA4601に定められた機能確認済加速度との比較による評価方法が適用できる機種の範囲から外れた設備における動的機能維持の検討においては、技術基準規則解釈等の改正を踏まえて、公知化された検討として（社）日本電気協会 電気技術基準調査委員会の下に設置された原子力発電耐震設計特別調査委員会（以下「耐特委」という。）により取り纏められた類似機器における検討及び電力共通研究（以下「電共研」という。）にて取り纏められた類似機器を参考に検討を実施する。 具体的には、耐特委では動的機能の評価においては、対象機種ごとに現実的な地震応答レベルでの異常のみならず、破壊に至るような過剰な状態を念頭に地震時に考え得る異常状態を抽出し、その分析により動的機能上の評価項目を検討し、動的機能維持を評価する際に確認すべき事項として、基本評価項目を選定している。また、電共研の検討では、耐特委及び原子力発電技術機構（以下「NUPEC」という。）での検討を踏まえて、動的機能維持の基本評価項目を選定している。</p>	<p>・対象設備の相違 【女川2】 泊3号炉では、動的機能維持の検討方針が未定の設備はないことによる相違</p> <p>・新たな検討が必要となる設備の抽出結果の相違 【女川2、島根2】 ②の相違</p>

第4条 地震による損傷の防止（別紙4 動的機能維持評価の検討方針について：本文）

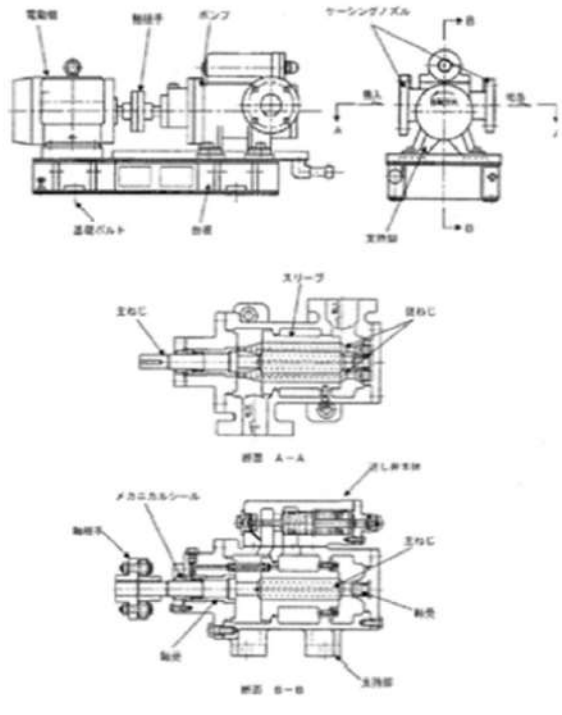
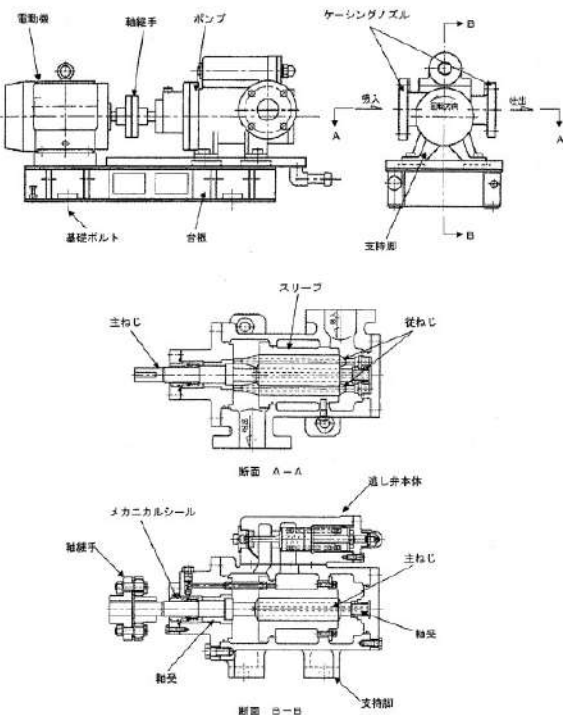
女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	島根原子力発電所2号炉（2021.9.6版）	泊発電所3号炉	相違理由
<p>今回 JEAG4601 に定められた適用機種^①の範囲から外れた設備については、<u>基本的な構造</u>が類似している機種／型式に対する耐特委及び電共研での検討を参考に、<u>型式</u>による構造の違いを踏まえた上で地震時異常要因分析を実施し、基本評価項目を選定し動的機能維持評価を実施する。動的機能維持評価のフローを第4.1-1図に示す。</p> <p>なお、JEAG4601においても、機能維持評価の基本方針として、地震時の異常要因分析を考慮し、動的機能の維持に必要な評価のポイントを明確にすることとなっている。</p>  <p>※対象物の複雑さ等で選択 — 本評価でのフロー</p> <p>第4.1-1図 動的機能維持評価フロー</p>	<p>JEAG4601 に定められた機種及び適用形式から外れた設備については、<u>作動原理</u>、<u>構造</u>又は<u>機能</u>が類似している構成設備を有する機種／型式に対する耐特委及び電共研での検討を参考に、<u>形式</u>による構造の違いを踏まえた上で地震時異常要因分析を実施し、基本評価項目を選定し動的機能維持評価を実施する。動的機能維持評価のフローを第4.1-1図に示す。</p> <p>なお、JEAG4601においても、機能維持評価の基本方針として、地震時の異常要因分析を考慮し、動的機能の維持に必要な評価のポイントを明確にすることとなっている。</p>  <p>※対象物の複雑さ等で選択</p> <p>第4.1-1図 動的機能維持評価フロー</p>	<p>JEAG4601 に定められた機種及び適用形式から外れた設備については、<u>作動原理</u>、<u>構造</u>又は<u>機能</u>が類似している構成設備を有する機種／型式に対する耐特委及び電共研での検討を参考に、<u>形式</u>による構造の違いを踏まえた上で地震時異常要因分析を実施し、基本評価項目を選定し動的機能維持評価を実施する。動的機能維持評価のフローを第4.1-1図に示す。</p> <p>なお、JEAG4601においても、機能維持評価の基本方針として、地震時の異常要因分析を考慮し、動的機能の維持に必要な評価のポイントを明確にすることとなっている。</p>  <p>(注) 対象物の複雑さ等で選択</p> <p>第4.1-1図 動的機能維持評価フロー</p>	

第4条 地震による損傷の防止（別紙4 動的機能維持評価の検討方針について：本文）

女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	島根原子力発電所2号炉（2021.9.6版）	泊発電所3号炉	相違理由																												
<p>地震時異常要因分析を検討するに当たり、<u>第4.1-1表に、新たな検討が必要な設備及び参考とする機種／型式を示すとともに、第4.1-2図に、今回工認において、新たな検討が必要な設備として抽出されたスクリー式ポンプ、参考とする耐特委で検討された遠心式ポンプ及び電共研で検討されたギヤ式ポンプの構造概要図を示す。</u></p> <p><u>スクリー式ポンプは、容積式の横形ポンプであり、一定容積の液をスクリーにて押し出す構造のポンプである。参考とするギヤ式ポンプは、スクリー式ポンプと同様の容積式であり、ギヤで一定容積を押し出す構造である。</u></p> <p>一方、遠心式ポンプはインペラの高速回転により液を吸込み・吐出するポンプであり、<u>スクリー式と内部流体の吐出構造が異なるが、ケーシング内にて軸系が回転し内部流体を吐出する機構を有している。</u></p> <p>また、固定方法については、基礎ボルトで周囲を固定した架台の上に、駆動機器である横形ころがり軸受の電動機とポンプが取付ボルトにより設置され、地震荷重は主軸、軸受を通してケーシングに伝達されることから、基本構造は同じと<u>言える</u>。さらに、電動機からの動力は軸継手を介してポンプ側に伝達する方式であることから、作動原理についても同じと<u>言える</u>。</p> <p>そのため、<u>スクリー式ポンプについては、遠心式ポンプ及びギヤ式ポンプを参考として、地震時異常要因分析を実施する。</u></p> <p>なお、<u>ガスタービン発電設備燃料移送ポンプ、非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備燃料移送ポンプについては、新規制基準により新たに動的機能要求が必要となり、評価する設備となる。</u></p> <p>第4.1-1表 新たな検討が必要な設備において参考とする機種／型式</p> <table border="1" data-bbox="107 1161 667 1348"> <thead> <tr> <th colspan="2">新たな検討が必要な設備</th> <th rowspan="2">参考とする機種／型式</th> </tr> <tr> <th>設備名</th> <th>機種／型式</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">・ガスタービン発電機燃料移送ポンプ ・非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ ・高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ</td> <td>横形ポンプ／スクリー式</td> <td>横形ポンプ／単段遠心式</td> </tr> <tr> <td></td> <td>横形ポンプ／ギヤ式</td> </tr> </tbody> </table>	新たな検討が必要な設備		参考とする機種／型式	設備名	機種／型式	・ガスタービン発電機燃料移送ポンプ ・非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ ・高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ	横形ポンプ／スクリー式	横形ポンプ／単段遠心式		横形ポンプ／ギヤ式	<p>4.2 スクリュー式ポンプに対する検討</p> <p>4.2.1 検討対象設備の概要</p> <p><u>スクリー式ポンプは、その作動原理・構造から異常要因分析や基本評価項目の抽出が可能であり、分析や項目の抽出において参考とする類似ポンプの検討事例があることから、解析による評価を実施する。地震時異常要因分析を検討するにあたり、第4.2.1-1表に、新たな検討が必要な設備及び参考とする機種／形式を示すとともに、第4.2.1-1図、第4.2.1-2図及び第4.2.1-3図に、今回工認において、新たな検討が必要な設備として抽出されたスクリー式ポンプ、参考とする耐特委で検討された遠心式ポンプ及び電共研で検討されたギヤ式ポンプの構造概要図を示す。</u></p> <p><u>スクリー式ポンプは、容積式の横形ポンプであり、一定容積の液をスクリーにて押し出す構造のポンプである。参考とするギヤ式ポンプは、スクリー式ポンプと同様の容積式であり、ギヤで一定容積を押し出す構造である。</u></p> <p>一方、遠心式ポンプはインペラの高速回転により液を吸込み・吐出するポンプであり、<u>スクリー式と内部流体の吐出構造が異なるが、ケーシング内にて軸系が回転し内部流体を吐出する機構を有している。</u></p> <p>また、固定方法については、基礎ボルトで周囲を固定した架台の上に、駆動機器である横形ころがり軸受の電動機とポンプが取付ボルトにより設置され、地震荷重は主軸、軸受を通してケーシングに伝達されることから、基本構造は同じと<u>言える</u>。さらに、電動機からの動力は軸継手を介してポンプ側に伝達する方式であることから、作動原理についても同じと<u>言える</u>。</p> <p>そのため、<u>スクリー式ポンプについては、遠心式ポンプ及びギヤ式ポンプを参考として、地震時異常要因分析を実施する。</u></p> <p>なお、<u>ガスタービン発電設備燃料移送ポンプ、非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備燃料移送ポンプについては、新規制基準により新たに動的機能要求が必要となり、評価する設備となる。</u></p> <p>第4.2.1-1表 新たな検討が必要な設備において参考とする機種／形式</p> <table border="1" data-bbox="701 1161 1272 1348"> <thead> <tr> <th colspan="2">新たな検討が必要な設備</th> <th rowspan="2">参考とする機種／形式</th> </tr> <tr> <th>設備名</th> <th>機種／形式</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">・非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ ・高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ ・ガスタービン発電機燃料移送ポンプ</td> <td>横形ポンプ／スクリー式</td> <td>横形ポンプ／単段遠心式</td> </tr> <tr> <td></td> <td>横形ポンプ／ギヤ式</td> </tr> </tbody> </table>	新たな検討が必要な設備		参考とする機種／形式	設備名	機種／形式	・非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ ・高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ ・ガスタービン発電機燃料移送ポンプ	横形ポンプ／スクリー式	横形ポンプ／単段遠心式		横形ポンプ／ギヤ式	<p>4.2 ギヤ式ポンプに対する検討</p> <p>4.2.1 検討対象設備の概要</p> <p><u>ギヤ式ポンプは、その作動原理・構造から異常要因分析や基本評価項目の抽出が可能であり、分析や項目の抽出において参考とする類似ポンプの検討事例があることから、解析による評価を実施する。地震時異常要因分析を検討するに当たり、第4.2.1-1表に、新たな検討が必要な設備及び参考とする機種／形式を示すとともに、第4.2.1-1図及び第4.2.1-2図に、今回詳細設計段階において、新たな検討が必要な設備として抽出されたギヤ式ポンプ、参考とする耐特委で検討された遠心式ポンプの構造概要図を示す。</u></p> <p><u>ギヤ式ポンプは、容積式の横形ポンプであり、一定容積の液をギヤにて押し出す構造のポンプである。</u></p> <p>一方、遠心式ポンプはインペラの高速回転により液を吸込み・吐出するポンプであり、<u>ギヤ式と内部流体の吐出構造が異なるが、ケーシング内にて軸系が回転し内部流体を吐出する機構を有している。</u></p> <p>また、固定方法については、基礎ボルトで周囲を固定した架台の上に、駆動機器である横形ころがり軸受の電動機とポンプが取付ボルトにより設置され、地震荷重は主軸、軸受を通してケーシングに伝達されることから、基本構造は同じと<u>言える</u>。さらに、電動機からの動力は軸継手を介してポンプ側に伝達する方式であることから、作動原理についても同じと<u>言える</u>。</p> <p>そのため、<u>ギヤ式ポンプについては、遠心式ポンプを参考として、地震時異常要因分析を実施する。</u></p> <p>なお、<u>ディーゼル発電機燃料油移送ポンプについては、新規制基準により新たに動的機能要求が必要となり、評価する設備となる。</u></p> <p>第4.2.1-1表 新たな検討が必要な設備において参考とする機種／形式</p> <table border="1" data-bbox="1299 1161 1870 1284"> <thead> <tr> <th colspan="2">新たな検討が必要な設備</th> <th rowspan="2">参考とする機種／形式</th> </tr> <tr> <th>設備名</th> <th>機種／形式</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>・ディーゼル発電機燃料油移送ポンプ</td> <td>横形ポンプ／ギヤ式</td> <td>横形ポンプ／単段遠心式</td> </tr> </tbody> </table>	新たな検討が必要な設備		参考とする機種／形式	設備名	機種／形式	・ディーゼル発電機燃料油移送ポンプ	横形ポンプ／ギヤ式	横形ポンプ／単段遠心式	<p>・新たな検討が必要となる設備の抽出結果の相違 【女川2，島根2】 ②の相違</p>
新たな検討が必要な設備		参考とする機種／型式																													
設備名	機種／型式																														
・ガスタービン発電機燃料移送ポンプ ・非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ ・高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ	横形ポンプ／スクリー式	横形ポンプ／単段遠心式																													
		横形ポンプ／ギヤ式																													
新たな検討が必要な設備		参考とする機種／形式																													
設備名	機種／形式																														
・非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ ・高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ ・ガスタービン発電機燃料移送ポンプ	横形ポンプ／スクリー式	横形ポンプ／単段遠心式																													
		横形ポンプ／ギヤ式																													
新たな検討が必要な設備		参考とする機種／形式																													
設備名	機種／形式																														
・ディーゼル発電機燃料油移送ポンプ	横形ポンプ／ギヤ式	横形ポンプ／単段遠心式																													

実線・・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

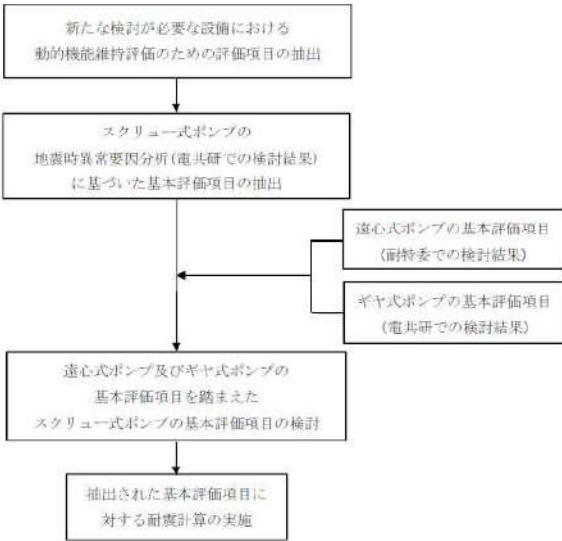
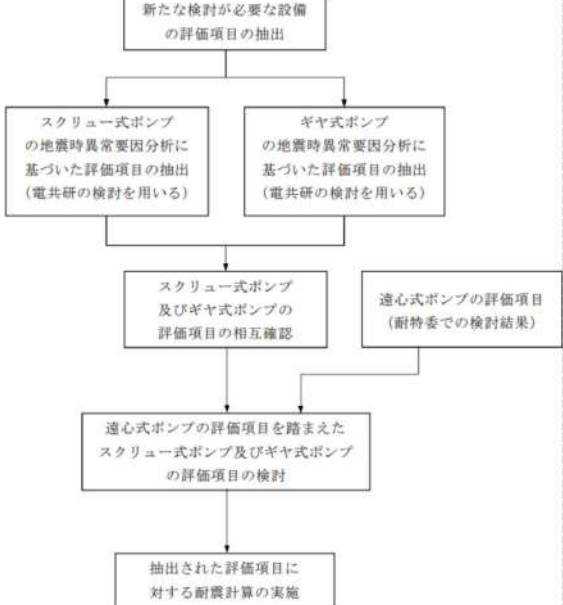
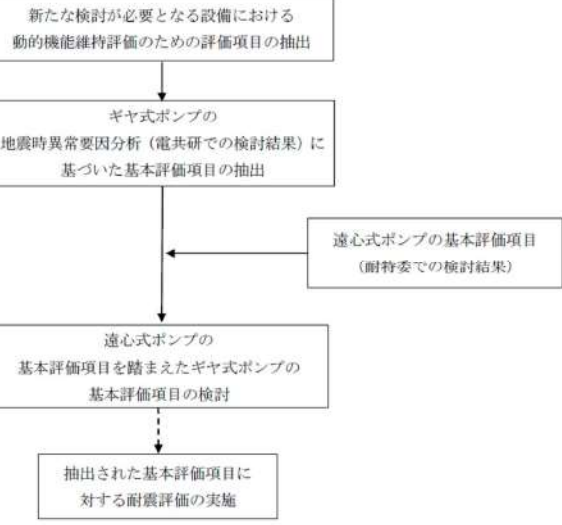
第4条 地震による損傷の防止（別紙4 動的機能維持評価の検討方針について：本文）

女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	島根原子力発電所2号炉（2021.9.6版）	泊発電所3号炉	相違理由
 <p style="text-align: center;">スクリー式</p>	 <p style="text-align: center;">第4.2.1-1図 スクリュー式ポンプ構造概要図</p>		<p>相違理由</p> <ul style="list-style-type: none"> ・新たな検討が必要となる設備の抽出結果の相違 【女川2，島根2】 ②の相違

第4条 地震による損傷の防止(別紙4 動的機能維持評価の検討方針について:本文)

女川原子力発電所2号炉(2020.2.7版)	島根原子力発電所2号炉(2021.9.6版)	泊発電所3号炉	相違理由
<p>発電機 軸継手 ポンプ ケーシングノズル 取付ボルト 基礎ボルト 主軸【駆動歯車】 軸受 オイルシール ケーシング 従動軸【駆動歯車】 リリーフ弁 逃がし弁(リリーフ弁) 拡大図 取付ボルト ギヤ式</p>	<p>発電機 軸継手 ポンプ ケーシングノズル 取付ボルト 基礎ボルト 主軸【駆動歯車】 軸受 オイルシール ケーシング 従動軸【駆動歯車】 リリーフ弁 逃し弁(リリーフ弁) 拡大図 取付ボルト</p>	<p>電動機 軸継手 ポンプ ケーシングノズル 取付ボルト 基礎ボルト 主軸【駆動歯車】 軸受 オイルシール ケーシング 従動軸【駆動歯車】 リリーフ弁 逃し弁(リリーフ弁) 拡大図 取付ボルト</p>	<p>相違理由 ・新たな検討が必要となる設備の抽出結果の相違 【女川2, 島根2】 ②の相違</p>
<p>電動機 軸継手 ポンプ ケーシングノズル 取付ボルト 基礎ボルト 主軸【駆動歯車】 軸受 オイルシール ケーシング 従動軸【駆動歯車】 リリーフ弁 逃し弁(リリーフ弁) 拡大図 取付ボルト</p>	<p>電動機 軸継手 ポンプ ケーシングノズル 取付ボルト 基礎ボルト 主軸【駆動歯車】 軸受 オイルシール ケーシング 従動軸【駆動歯車】 リリーフ弁 逃し弁(リリーフ弁) 拡大図 取付ボルト</p>	<p>電動機 軸継手 ポンプ ケーシングノズル 取付ボルト 基礎ボルト 主軸【駆動歯車】 軸受 オイルシール ケーシング 従動軸【駆動歯車】 リリーフ弁 逃し弁(リリーフ弁) 拡大図 取付ボルト</p>	
<p>第4.1-2図 スクリーウ式ポンプ、遠心式ポンプ及びギヤ式ポンプの構造概要図</p>	<p>第4.2.1-3図 遠心式ポンプ構造概要図</p>	<p>第4.2.1-2図 遠心式ポンプ構造概要図</p>	

第4条 地震による損傷の防止(別紙4 動的機能維持評価の検討方針について:本文)

女川原子力発電所2号炉(2020.2.7版)	島根原子力発電所2号炉(2021.9.6版)	泊発電所3号炉	相違理由
<p>4.2 新たな検討が必要な設備における動的機能維持評価の評価項目の抽出</p> <p>新たな検討が必要な設備であるスクリー式ポンプの動的機能維持評価の評価項目については、電共研で検討されたスクリー式ポンプに対する地震時異常要因分析を踏まえて基本評価項目を検討する。</p> <p>また、当該検討において参考とする、耐特委で検討された遠心式ポンプ及び電共研で検討されたギヤ式ポンプに対する地震時異常要因分析による基本評価項目を踏まえた検討を行う。</p> <p>スクリー式ポンプにおける動的機能維持評価のための基本評価項目の抽出フローを第4.2-1図に示す。</p>  <p>第4.2-1図 動的機能維持評価のための基本評価項目の抽出フロー</p>	<p>(東海第二発電所 別紙-13 動的機能維持評価の検討方針について(耐震) 抜粋)</p> <p>(2) 新たな検討が必要な動的機能維持評価の評価項目の抽出</p> <p>新たな検討が必要な設備として、スクリー式ポンプ及びギヤ式ポンプに対する地震時異常要因分析を踏まえて評価項目を抽出する。</p> <p>また当該検討において参考とする耐特委での機種/型式に対する評価項目を踏まえた検討を行う。</p> <p>動的機能維持評価のための評価項目の抽出フローを第4図に示す。</p>  <p>第4図 動的機能維持評価のための評価項目の抽出フロー</p>	<p>4.2.2 ギヤ式ポンプの動的機能維持評価項目の抽出</p> <p>新たな検討が必要な設備であるギヤ式ポンプの動的機能維持評価の評価項目については、電共研で検討されたギヤ式ポンプに対する地震時異常要因分析を踏まえて基本評価項目を検討する。</p> <p>また、当該検討において参考とする、耐特委で検討された遠心式ポンプに対する地震時異常要因分析による基本評価項目を踏まえた検討を行う。</p> <p>ギヤ式ポンプにおける動的機能維持評価のための基本評価項目の抽出フローを第4.2.2-1図に示す。</p>  <p>第4.2.2-1図 ギヤ式ポンプにおける動的機能維持評価のための基本評価項目の抽出フロー</p>	<p>・新たな検討が必要となる設備の比較プラントについて</p> <p>【女川2, 島根2】</p> <p>ギヤ式ポンプの動的機能維持評価は審査実績のある東海第二(平成30年9月東海第二 第4条地震による損傷の防止 別紙-13 動的機能維持評価の検討方針について(耐震))と比較する。</p> <p>島根2号炉は女川2号炉とスクリー式ポンプの評価方針が同じであるため、島根2号炉の代わりに東海第二と比較する</p> <p>なお、新たな検討が必要な設備の検討方針は女川2号炉、島根2号炉の方針と同様である</p> <p>・新たな検討が必要となる設備の抽出結果の相違</p> <p>【女川2, 島根2, 東海第二】</p> <p>②の相違</p>

第4条 地震による損傷の防止(別紙4 動的機能維持評価の検討方針について:本文)

女川原子力発電所2号炉(2020.2.7版)

4.3 スクリュー式ポンプの地震時異常要因分析による基本評価項目の抽出

スクリュー式ポンプの地震時異常要因分析図(以下「要因分析図」という。)及び基本評価項目は、電共研^(注)での検討内容を用いる。電共研では第4.3-1図に示すとおり、耐特委における遠心式ポンプ及びNUPECにおける非常用DGの燃料供給ポンプに対する異常要因分析結果(非常用ディーゼル発電機システム耐震実証試験(1992年3月))を網羅するように、スクリュー式ポンプに対する地震時異常要因分析を行い、基本評価項目を抽出している。

スクリュー式ポンプの要因分析図を第4.3-2図に示す。要因分析図に基づき抽出されるスクリュー式ポンプの基本評価項目は、第4.3-1表のとおりである。

※動的機器の地震時機能維持の耐震余裕に関する研究(平成25年3月)

第4.3-1図 地震時異常要因分析の適用(スクリュー式ポンプ)

異常	異常原因	影響	異常影響
スクリープ式ポンプ	地震後の起動・運転と緊急停止	ポンプモータの異常	ポンプモータの異常
	回転機能	ケーシング軸継ぎ目での軸力伝達 ケーシングの歪み ケーシングの歪み	ケーシングの歪み ケーシングの歪み
移送機能	移送機能	ケーシングの歪み ケーシングの歪み	ケーシングの歪み ケーシングの歪み
	移送機能	ケーシングの歪み ケーシングの歪み	ケーシングの歪み ケーシングの歪み
送給機能	送給機能	ケーシングの歪み ケーシングの歪み	ケーシングの歪み ケーシングの歪み
	送給機能	ケーシングの歪み ケーシングの歪み	ケーシングの歪み ケーシングの歪み

第4.3-2図 スクリュー式ポンプの地震時異常要因分析図

島根原子力発電所2号炉(2021.9.6版)

(東海第二発電所 別紙-13 動的機能維持評価の検討方針について(耐震) 抜粋)

(b) ギヤ式ポンプの評価項目の抽出

ギヤ式ポンプの要因分析図及び評価項目は、電共研^(注)での検討内容を用いる。電共研では、第7図に示すとおり耐特委における遠心式横形ポンプ及びNUPECにおける非常用DGの燃料供給ポンプに対する異常要因分析結果(非常用ディーゼル発電機システム耐震実証試験(1992年3月))を網羅するように、ギヤ式ポンプに対する異常要因分析を行い、評価項目を抽出している。

ギヤ式ポンプの要因分析図を第8図に示す。要因分析図に基づき抽出される評価項目は第4表のとおりである。

※動的機器の地震時機能維持の耐震余裕に関する研究(平成25年3月)

第7図 地震時異常要因分析の適用(ギヤ式ポンプ)

社会	異常原因	異常	異常影響
ギヤ式ポンプ	地震後の起動・運転と緊急停止	ポンプモータの異常	ポンプモータの異常
	回転機能	ケーシング軸継ぎ目での軸力伝達 ケーシングの歪み ケーシングの歪み	ケーシングの歪み ケーシングの歪み
移送機能	移送機能	ケーシングの歪み ケーシングの歪み	ケーシングの歪み ケーシングの歪み
	移送機能	ケーシングの歪み ケーシングの歪み	ケーシングの歪み ケーシングの歪み
送給機能	送給機能	ケーシングの歪み ケーシングの歪み	ケーシングの歪み ケーシングの歪み
	送給機能	ケーシングの歪み ケーシングの歪み	ケーシングの歪み ケーシングの歪み

第8図 ギヤ式ポンプの地震時異常要因分析図

泊発電所3号炉

ギヤ式ポンプの地震時異常要因分析図(以下「異常要因分析図」という。)及び基本評価項目は、電共研^(注)での検討内容を用いる。電共研では、第4.2.2-2図に示すとおり、耐特委における遠心式ポンプ及びNUPECにおける非常用DGの燃料供給ポンプに対する異常要因分析結果(非常用ディーゼル発電機システム耐震実証試験(1992年3月))を網羅するように、ギヤ式ポンプに対する異常要因分析を行い、基本評価項目を抽出している。

ギヤ式ポンプの異常要因分析図を第4.2.2-3図に示す。異常要因分析図に基づき抽出される基本評価項目は、第4.2.2-1表のとおりである。

(注) 動的機器の地震時機能維持の耐震余裕に関する研究(平成25年3月)

第4.2.2-2図 地震時異常要因分析の適用(ギヤ式ポンプ)

社会	異常原因	異常	異常影響
ギヤ式ポンプ	地震後の起動・運転と緊急停止	ポンプモータの異常	ポンプモータの異常
	回転機能	ケーシング軸継ぎ目での軸力伝達 ケーシングの歪み ケーシングの歪み	ケーシングの歪み ケーシングの歪み
移送機能	移送機能	ケーシングの歪み ケーシングの歪み	ケーシングの歪み ケーシングの歪み
	移送機能	ケーシングの歪み ケーシングの歪み	ケーシングの歪み ケーシングの歪み
送給機能	送給機能	ケーシングの歪み ケーシングの歪み	ケーシングの歪み ケーシングの歪み
	送給機能	ケーシングの歪み ケーシングの歪み	ケーシングの歪み ケーシングの歪み

第4.2.2-3図 ギヤ式ポンプの地震時異常要因分析図

相違理由

- ・新たな検討が必要となる設備の抽出結果の相違【女川2, 島根2】②の相違

第4条 地震による損傷の防止（別紙4 動的機能維持評価の検討方針について：本文）

女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）

第4.3-1表 スクリュー式ポンプの要因分析図から抽出した基本評価項目

No.	基本評価項目	異常要因
①	基礎ボルト (取付ボルト含む)	ポンプ全体系の応答が過大となることで、転倒モーメントにより基礎ボルト（取付ボルトを含む）の応力が過大となり損傷に至り、全体系が転倒することで機能喪失する。
②	支持脚	ポンプ全体系の応答が過大となることで、転倒モーメントにより支持脚の応力が過大となり損傷に至り、全体系が転倒することで機能喪失する。
③	摺動部 (②主軸又は③従動軸)	ポンプ全体系の応答が過大となることで、軸変形が過大となることによりスリップと主ねじ又はねじが接触し、摺動部が損傷に至り回転機能及び移送機能が喪失する。
④	軸系	軸応力が過大となり軸が損傷することにより、回転機能及び移送機能が喪失する。
⑤	逃がし弁フランジ部	ケーシングの応答が過大となり逃がし弁フランジ部が変形し、油の外部漏えいに至る。
⑥	メカニカルシール	軸ねじの応答過大により軸変形に至り、メカニカルシールが損傷することにより、移送機能及び流体保持機能が喪失する。
⑦	軸受	軸変形が過大となり軸受が損傷することで、回転機能及び移送機能が喪失する。
⑧	電動機	電動機の応答が過大になり電動機の機能が喪失することで、回転機能及び移送機能が喪失する。
⑨	軸継手	電動機の変形過大により軸受部の相対変位が過大となり、軸継手が損傷することで回転機能が喪失する。
⑩	ケーシングノズル	接続配管の応答が過大となり、ケーシングノズルが損傷することで移送機能及び流体保持機能が喪失する。

島根原子力発電所2号炉（2021.9.6版）

(東海第二発電所 別紙-13 動的機能維持評価の検討方針について(耐震) 抜粋)

第4表 ギヤ式ポンプ要因分析図から抽出した評価項目

No.	評価項目	異常要因
①	基礎ボルト (取付ボルト含む)	ポンプ全体系の応答が過大となることで、転倒モーメントにより基礎ボルト（取付ボルトを含む）の応力が過大となり損傷に至り、全体系が転倒することにより機能喪失する。
②	摺動部 (②主軸又は③従動軸と④ケーシングのクリアランス)	ポンプ全体系の応答が過大となることで、主軸（主動歯車）及び従動軸（従動歯車）の応答が過大となり軸部の変形により、ギヤがケーシングと接触することで損傷に至り、回転機能及び輸送機能が喪失する。
③	軸	軸応力が過大となり、軸が損傷することにより回転機能及び輸送機能が喪失する。
④	軸受	軸受荷重が過大となり、軸受が損傷することで回転機能及び輸送機能が喪失する。
⑤	電動機	電動機の応答が過大になり電動機の機能が喪失することで、回転機能及び輸送機能が喪失する。
⑥	軸継手	被駆動機軸と電動機軸の相対変位が過大となり、軸継手が損傷することで回転機能及び輸送機能が喪失する。
⑦	ケーシングノズル	接続配管の応答が過大となり、ケーシングノズルが損傷することで輸送機能及び流体保持機能が喪失する。
⑧	逃がし弁	弁の応答が過大となり、弁が損傷又は誤動作することで外部漏えい、ポンプ内循環が発生し、輸送機能及び流体保持機能が喪失する。

泊発電所3号炉

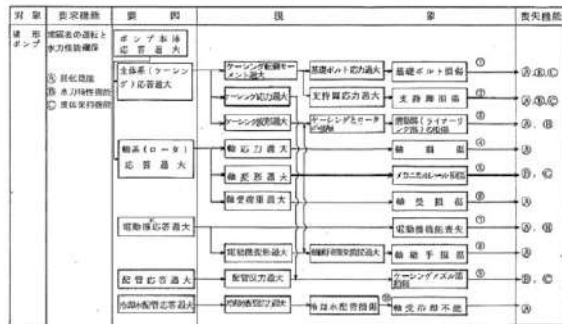
第4.2.2-1表 ギヤ式ポンプの地震時異常要因分析図から抽出された基本評価項目

No.	基本評価項目	異常要因
①	基礎ボルト (取付ボルト含む)	ポンプ全体系の応答が過大となることで、転倒モーメントにより基礎ボルト（取付ボルトを含む）の応力が過大となり損傷に至り、全体系が転倒することにより機能喪失する。
②	摺動部 (②主軸又は③従動軸と④ケーシングのクリアランス)	ポンプ全体系の応答が過大となることで、主軸（主動歯車）及び従動軸（従動歯車）の応答が過大となり軸部の変形により、ギヤがケーシングと接触することで損傷に至り、回転機能及び輸送機能が喪失する。
③	軸	軸応力が過大となり、軸が損傷することで回転機能及び輸送機能が喪失する。
④	軸受	軸受荷重が過大となり、軸受が損傷することで回転機能及び輸送機能が喪失する。
⑤	電動機	電動機の応答が過大になり電動機の機能が喪失することで、回転機能及び輸送機能が喪失する。
⑥	軸継手	被駆動機軸と電動機軸の相対変位が過大となり、軸継手が損傷することで回転機能及び輸送機能が喪失する。
⑦	ケーシングノズル	接続配管の応答が過大となり、ケーシングノズルが損傷することで輸送機能及び流体保持機能が喪失する。
⑧	逃がし弁	弁の応答が過大となり、弁が損傷又は誤動作することで外部漏えい、ポンプ内循環が発生し、輸送機能及び流体保持機能が喪失する。

相違理由
 ・新たな検討が必要となる設備の抽出結果の相違【女川2，島根2】
 ②の相違

4.4 耐特委で検討された遠心式ポンプの地震時異常要因分析による基本評価項目

新たな検討が必要な設備として抽出されたスクリュー式ポンプの基本評価項目の検討において、公知化された検討として、参考とする耐特委での遠心式ポンプの地震時異常要因分析図を第4.4-1図に、地震時異常要因分析図から抽出される遠心式ポンプの基本評価項目を第4.4-1表に示す。



第4.4-1図 遠心式ポンプの地震時異常要因分析図

4.4 耐特委で検討された遠心式ポンプの地震時異常要因分析による評価項目

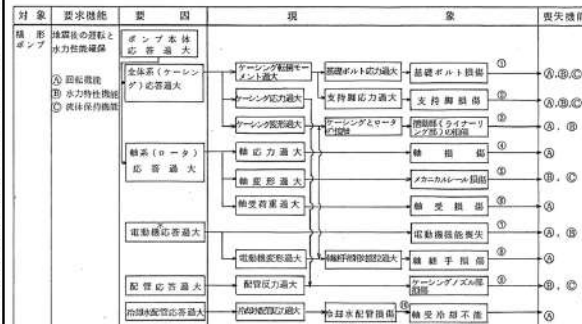
新たな検討が必要な設備としてスクリュー式ポンプ及びギヤ式ポンプの評価項目の検討において、公知化された検討として参考とする耐特委での遠心式ポンプの要因分析図を第9図に、要因分析図から抽出される評価項目を第5表に示す。



第9図 遠心式ポンプの地震時異常要因分析図

4.2.3 耐特委で検討された遠心式ポンプの地震時異常要因分析による基本評価項目

新たな検討が必要な設備として抽出されたギヤ式ポンプの基本評価項目の検討において、公知化された検討として、参考とする耐特委での遠心式ポンプの異常要因分析図を第4.2.3-1図に、異常要因分析図から抽出される遠心式ポンプの基本評価項目を第4.2.3-1表に示す。

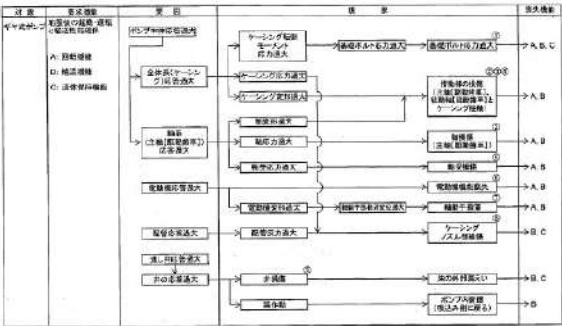
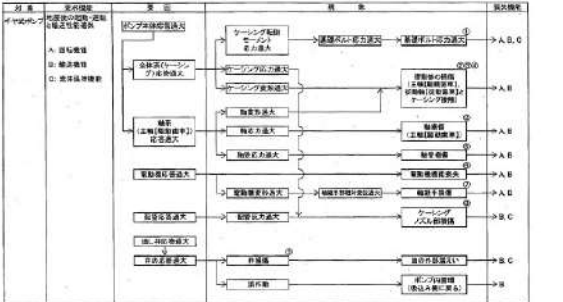


第4.2.3-1図 遠心式ポンプの地震時異常要因分析図

第4条 地震による損傷の防止(別紙4 動的機能維持評価の検討方針について:本文)

女川原子力発電所2号炉(2020.2.7版)	島根原子力発電所2号炉(2021.9.6版)	泊発電所3号炉	相違理由																																																																																																
<p>第4.4-1表 遠心式ポンプの要因分析図から抽出された基本評価項目</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>基本評価項目</th> <th>異常要因</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>①</td> <td>基礎ボルト (取付ボルト含む)</td> <td>ポンプ全体の応答が過大となることで、転倒モーメントにより基礎ボルト(取付ボルト含む)の応力が過大となり損傷に至り、全体系が転倒することにより機能喪失する。また、ポンプ全体の応答が過大となることで、支持脚の応力が過大となり損傷に至り、ポンプが転倒することにより機能喪失する。</td> </tr> <tr> <td>②</td> <td>支持脚</td> <td></td> </tr> <tr> <td>③</td> <td>摺動部 (インペラとライナーリングのクリアランス)</td> <td>軸変形が過大となり、インペラがライナーリングと接触することで損傷に至り、回転機能及び輸送機能が喪失する。</td> </tr> <tr> <td>④</td> <td>軸</td> <td>軸応力が過大となり、軸が損傷することにより回転機能及び輸送機能が喪失する。</td> </tr> <tr> <td>⑤</td> <td>メカニカルシール</td> <td>軸変形が過大となり、メカニカルシールが損傷することにより流体保持機能が喪失する。</td> </tr> <tr> <td>⑥</td> <td>軸受</td> <td>軸受荷重が過大となり、軸受が損傷することで回転機能及び輸送機能が喪失する。</td> </tr> <tr> <td>⑦</td> <td>電動機</td> <td>電動機の応答が過大になり電動機の機能が喪失することで、回転機能及び輸送機能が喪失する。</td> </tr> <tr> <td>⑧</td> <td>軸継手</td> <td>被駆動器軸と電動機軸の相対変位が過大となり、軸継手が損傷することで回転機能及び輸送機能が喪失する。</td> </tr> <tr> <td>⑨</td> <td>ケーシングノズル</td> <td>接続配管の応答が過大となり、ケーシングノズルが損傷することで輸送機能及び流体保持機能が喪失する。</td> </tr> <tr> <td>⑩</td> <td>軸冷却水配管</td> <td>冷却水配管の応答が過大となり、損傷することで軸冷却不能に至り、回転機能が喪失する。</td> </tr> </tbody> </table>	No.	基本評価項目	異常要因	①	基礎ボルト (取付ボルト含む)	ポンプ全体の応答が過大となることで、転倒モーメントにより基礎ボルト(取付ボルト含む)の応力が過大となり損傷に至り、全体系が転倒することにより機能喪失する。また、ポンプ全体の応答が過大となることで、支持脚の応力が過大となり損傷に至り、ポンプが転倒することにより機能喪失する。	②	支持脚		③	摺動部 (インペラとライナーリングのクリアランス)	軸変形が過大となり、インペラがライナーリングと接触することで損傷に至り、回転機能及び輸送機能が喪失する。	④	軸	軸応力が過大となり、軸が損傷することにより回転機能及び輸送機能が喪失する。	⑤	メカニカルシール	軸変形が過大となり、メカニカルシールが損傷することにより流体保持機能が喪失する。	⑥	軸受	軸受荷重が過大となり、軸受が損傷することで回転機能及び輸送機能が喪失する。	⑦	電動機	電動機の応答が過大になり電動機の機能が喪失することで、回転機能及び輸送機能が喪失する。	⑧	軸継手	被駆動器軸と電動機軸の相対変位が過大となり、軸継手が損傷することで回転機能及び輸送機能が喪失する。	⑨	ケーシングノズル	接続配管の応答が過大となり、ケーシングノズルが損傷することで輸送機能及び流体保持機能が喪失する。	⑩	軸冷却水配管	冷却水配管の応答が過大となり、損傷することで軸冷却不能に至り、回転機能が喪失する。	<p>(東海第二発電所 別紙-13 動的機能維持評価の検討方針について(耐震) 抜粋)</p> <p>第5表 遠心式ポンプ要因分析図から抽出した評価項目</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>評価項目</th> <th>異常要因</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>①</td> <td>基礎ボルト(取付ボルト含む)、支持脚</td> <td>ポンプ全体の応答が過大となることで、転倒モーメントにより基礎ボルト(取付ボルト含む)の応力が過大となり損傷に至り、全体系が転倒することにより機能喪失する。またポンプ全体の応答が過大となることで、支持脚の応力が過大となり損傷に至り、ポンプが転倒することにより機能喪失する。</td> </tr> <tr> <td>③</td> <td>摺動部 (インペラとライナーリングのクリアランス)</td> <td>軸変形が過大となり、インペラがライナーリングと接触することで損傷に至り、回転機能及び輸送機能が喪失する。</td> </tr> <tr> <td>④</td> <td>軸</td> <td>軸応力が過大となり、軸が損傷することにより回転機能及び輸送機能が喪失する。</td> </tr> <tr> <td>⑤</td> <td>メカニカルシール</td> <td>軸変形が過大となり、メカニカルシールが損傷することにより流体保持機能が喪失する。</td> </tr> <tr> <td>⑥</td> <td>軸受</td> <td>軸受荷重が過大となり、軸受が損傷することで回転機能及び輸送機能が喪失する。</td> </tr> <tr> <td>⑦</td> <td>電動機</td> <td>電動機の応答が過大になり電動機の機能が喪失することで、回転機能及び輸送機能が喪失する。</td> </tr> <tr> <td>⑧</td> <td>軸継手</td> <td>被駆動器軸と電動機軸の相対変位が過大となり、軸継手が損傷することで回転機能及び輸送機能が喪失する。</td> </tr> <tr> <td>⑨</td> <td>ケーシングノズル</td> <td>接続配管の応答が過大となり、ケーシングノズルが損傷することで輸送機能及び流体保持機能が喪失する。</td> </tr> <tr> <td>⑩</td> <td>軸冷却水配管</td> <td>冷却水配管の応答が過大となり、損傷することで軸冷却不能に至り、回転機能が喪失する。</td> </tr> </tbody> </table>		評価項目	異常要因	①	基礎ボルト(取付ボルト含む)、支持脚	ポンプ全体の応答が過大となることで、転倒モーメントにより基礎ボルト(取付ボルト含む)の応力が過大となり損傷に至り、全体系が転倒することにより機能喪失する。またポンプ全体の応答が過大となることで、支持脚の応力が過大となり損傷に至り、ポンプが転倒することにより機能喪失する。	③	摺動部 (インペラとライナーリングのクリアランス)	軸変形が過大となり、インペラがライナーリングと接触することで損傷に至り、回転機能及び輸送機能が喪失する。	④	軸	軸応力が過大となり、軸が損傷することにより回転機能及び輸送機能が喪失する。	⑤	メカニカルシール	軸変形が過大となり、メカニカルシールが損傷することにより流体保持機能が喪失する。	⑥	軸受	軸受荷重が過大となり、軸受が損傷することで回転機能及び輸送機能が喪失する。	⑦	電動機	電動機の応答が過大になり電動機の機能が喪失することで、回転機能及び輸送機能が喪失する。	⑧	軸継手	被駆動器軸と電動機軸の相対変位が過大となり、軸継手が損傷することで回転機能及び輸送機能が喪失する。	⑨	ケーシングノズル	接続配管の応答が過大となり、ケーシングノズルが損傷することで輸送機能及び流体保持機能が喪失する。	⑩	軸冷却水配管	冷却水配管の応答が過大となり、損傷することで軸冷却不能に至り、回転機能が喪失する。	<p>第4.2.3-1表 遠心式ポンプの地震時異常要因分析図から抽出された基本評価項目</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>基本評価項目</th> <th>異常要因</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>①</td> <td>基礎ボルト (取付ボルト含む)</td> <td>ポンプ全体の応答が過大となることで、転倒モーメントにより基礎ボルト(取付ボルトを含む)の応力が過大となり損傷に至り、全体系が転倒することにより機能喪失する。またポンプ全体の応答が過大となることで、支持脚の応力が過大となり損傷に至り、ポンプが転倒することにより機能喪失する。</td> </tr> <tr> <td>②</td> <td>支持脚</td> <td></td> </tr> <tr> <td>③</td> <td>摺動部 (インペラとライナーリングのクリアランス)</td> <td>軸変形が過大となり、インペラがライナーリングと接触することで損傷に至り、回転機能及び輸送機能が喪失する。</td> </tr> <tr> <td>④</td> <td>軸</td> <td>軸応力が過大となり、軸が損傷することで回転機能及び輸送機能が喪失する。</td> </tr> <tr> <td>⑤</td> <td>メカニカルシール</td> <td>軸変形が過大となり、メカニカルシールが損傷することにより流体保持機能が喪失する。</td> </tr> <tr> <td>⑥</td> <td>軸受</td> <td>軸受荷重が過大となり、軸受が損傷することで回転機能及び輸送機能が喪失する。</td> </tr> <tr> <td>⑦</td> <td>電動機</td> <td>電動機の応答が過大になり、電動機の機能が喪失することで、回転機能及び輸送機能が喪失する。</td> </tr> <tr> <td>⑧</td> <td>軸継手</td> <td>被駆動器軸と電動機軸の相対変位が過大となり、軸継手が損傷することで回転機能及び輸送機能が喪失する。</td> </tr> <tr> <td>⑨</td> <td>ケーシングノズル</td> <td>接続配管の応答が過大となり、ケーシングノズルが損傷することで輸送機能及び流体保持機能が喪失する。</td> </tr> <tr> <td>⑩</td> <td>軸冷却水配管</td> <td>冷却水配管の応答が過大となり、損傷することで軸冷却不能に至り、回転機能が喪失する。</td> </tr> </tbody> </table>	No.	基本評価項目	異常要因	①	基礎ボルト (取付ボルト含む)	ポンプ全体の応答が過大となることで、転倒モーメントにより基礎ボルト(取付ボルトを含む)の応力が過大となり損傷に至り、全体系が転倒することにより機能喪失する。またポンプ全体の応答が過大となることで、支持脚の応力が過大となり損傷に至り、ポンプが転倒することにより機能喪失する。	②	支持脚		③	摺動部 (インペラとライナーリングのクリアランス)	軸変形が過大となり、インペラがライナーリングと接触することで損傷に至り、回転機能及び輸送機能が喪失する。	④	軸	軸応力が過大となり、軸が損傷することで回転機能及び輸送機能が喪失する。	⑤	メカニカルシール	軸変形が過大となり、メカニカルシールが損傷することにより流体保持機能が喪失する。	⑥	軸受	軸受荷重が過大となり、軸受が損傷することで回転機能及び輸送機能が喪失する。	⑦	電動機	電動機の応答が過大になり、電動機の機能が喪失することで、回転機能及び輸送機能が喪失する。	⑧	軸継手	被駆動器軸と電動機軸の相対変位が過大となり、軸継手が損傷することで回転機能及び輸送機能が喪失する。	⑨	ケーシングノズル	接続配管の応答が過大となり、ケーシングノズルが損傷することで輸送機能及び流体保持機能が喪失する。	⑩	軸冷却水配管	冷却水配管の応答が過大となり、損傷することで軸冷却不能に至り、回転機能が喪失する。	<p>・新たな検討が必要となる設備の抽出結果の相違 【女川2, 島根2】 ②の相違</p>
No.	基本評価項目	異常要因																																																																																																	
①	基礎ボルト (取付ボルト含む)	ポンプ全体の応答が過大となることで、転倒モーメントにより基礎ボルト(取付ボルト含む)の応力が過大となり損傷に至り、全体系が転倒することにより機能喪失する。また、ポンプ全体の応答が過大となることで、支持脚の応力が過大となり損傷に至り、ポンプが転倒することにより機能喪失する。																																																																																																	
②	支持脚																																																																																																		
③	摺動部 (インペラとライナーリングのクリアランス)	軸変形が過大となり、インペラがライナーリングと接触することで損傷に至り、回転機能及び輸送機能が喪失する。																																																																																																	
④	軸	軸応力が過大となり、軸が損傷することにより回転機能及び輸送機能が喪失する。																																																																																																	
⑤	メカニカルシール	軸変形が過大となり、メカニカルシールが損傷することにより流体保持機能が喪失する。																																																																																																	
⑥	軸受	軸受荷重が過大となり、軸受が損傷することで回転機能及び輸送機能が喪失する。																																																																																																	
⑦	電動機	電動機の応答が過大になり電動機の機能が喪失することで、回転機能及び輸送機能が喪失する。																																																																																																	
⑧	軸継手	被駆動器軸と電動機軸の相対変位が過大となり、軸継手が損傷することで回転機能及び輸送機能が喪失する。																																																																																																	
⑨	ケーシングノズル	接続配管の応答が過大となり、ケーシングノズルが損傷することで輸送機能及び流体保持機能が喪失する。																																																																																																	
⑩	軸冷却水配管	冷却水配管の応答が過大となり、損傷することで軸冷却不能に至り、回転機能が喪失する。																																																																																																	
	評価項目	異常要因																																																																																																	
①	基礎ボルト(取付ボルト含む)、支持脚	ポンプ全体の応答が過大となることで、転倒モーメントにより基礎ボルト(取付ボルト含む)の応力が過大となり損傷に至り、全体系が転倒することにより機能喪失する。またポンプ全体の応答が過大となることで、支持脚の応力が過大となり損傷に至り、ポンプが転倒することにより機能喪失する。																																																																																																	
③	摺動部 (インペラとライナーリングのクリアランス)	軸変形が過大となり、インペラがライナーリングと接触することで損傷に至り、回転機能及び輸送機能が喪失する。																																																																																																	
④	軸	軸応力が過大となり、軸が損傷することにより回転機能及び輸送機能が喪失する。																																																																																																	
⑤	メカニカルシール	軸変形が過大となり、メカニカルシールが損傷することにより流体保持機能が喪失する。																																																																																																	
⑥	軸受	軸受荷重が過大となり、軸受が損傷することで回転機能及び輸送機能が喪失する。																																																																																																	
⑦	電動機	電動機の応答が過大になり電動機の機能が喪失することで、回転機能及び輸送機能が喪失する。																																																																																																	
⑧	軸継手	被駆動器軸と電動機軸の相対変位が過大となり、軸継手が損傷することで回転機能及び輸送機能が喪失する。																																																																																																	
⑨	ケーシングノズル	接続配管の応答が過大となり、ケーシングノズルが損傷することで輸送機能及び流体保持機能が喪失する。																																																																																																	
⑩	軸冷却水配管	冷却水配管の応答が過大となり、損傷することで軸冷却不能に至り、回転機能が喪失する。																																																																																																	
No.	基本評価項目	異常要因																																																																																																	
①	基礎ボルト (取付ボルト含む)	ポンプ全体の応答が過大となることで、転倒モーメントにより基礎ボルト(取付ボルトを含む)の応力が過大となり損傷に至り、全体系が転倒することにより機能喪失する。またポンプ全体の応答が過大となることで、支持脚の応力が過大となり損傷に至り、ポンプが転倒することにより機能喪失する。																																																																																																	
②	支持脚																																																																																																		
③	摺動部 (インペラとライナーリングのクリアランス)	軸変形が過大となり、インペラがライナーリングと接触することで損傷に至り、回転機能及び輸送機能が喪失する。																																																																																																	
④	軸	軸応力が過大となり、軸が損傷することで回転機能及び輸送機能が喪失する。																																																																																																	
⑤	メカニカルシール	軸変形が過大となり、メカニカルシールが損傷することにより流体保持機能が喪失する。																																																																																																	
⑥	軸受	軸受荷重が過大となり、軸受が損傷することで回転機能及び輸送機能が喪失する。																																																																																																	
⑦	電動機	電動機の応答が過大になり、電動機の機能が喪失することで、回転機能及び輸送機能が喪失する。																																																																																																	
⑧	軸継手	被駆動器軸と電動機軸の相対変位が過大となり、軸継手が損傷することで回転機能及び輸送機能が喪失する。																																																																																																	
⑨	ケーシングノズル	接続配管の応答が過大となり、ケーシングノズルが損傷することで輸送機能及び流体保持機能が喪失する。																																																																																																	
⑩	軸冷却水配管	冷却水配管の応答が過大となり、損傷することで軸冷却不能に至り、回転機能が喪失する。																																																																																																	

第4条 地震による損傷の防止（別紙4 動的機能維持評価の検討方針について：本文）

女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	島根原子力発電所2号炉（2021.9.6版）	泊発電所3号炉	相違理由																																																						
<p>4.5 電共研で検討されたギヤ式ポンプの地震時異常要因分析による基本評価項目</p> <p>新たな検討が必要な設備として抽出されたスクリー式ポンプの基本評価項目の検討において、公知化された検討として、参考とする電共研でのギヤ式ポンプの地震時異常要因分析図を第4.5-1図に、地震時異常要因分析図から抽出されるギヤ式ポンプの基本評価項目を第4.5-1表に示す。</p> 	<p>4.2.4 電共研で検討されたギヤ式ポンプの地震時異常要因分析による基本評価項目</p> <p>新たな検討が必要な設備として抽出されたスクリー式ポンプの基本評価項目の検討において、公知化された検討として、参考とする電共研でのギヤ式ポンプの異常要因分析図を第4.2.4-1図に、異常要因分析図から抽出されるギヤ式ポンプの基本評価項目を第4.2.4-1表に示す。</p> 		<p>・新たな検討が必要となる設備の抽出結果の相違 【女川2，島根2】 ②の相違</p>																																																						
<p>第4.5-1図 ギヤ式ポンプの地震時異常要因分析図</p>	<p>第4.2.4-1図 ギヤ式ポンプの地震時異常要因分析図</p>																																																								
<p>第4.5-1表 ギヤ式ポンプ要因分析図から抽出された基本評価項目</p>	<p>第4.2.4-1表 ギヤ式ポンプの要因分析図から抽出された基本評価項目</p>																																																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>基本評価項目</th> <th>異常要因</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>①</td> <td>基礎ボルト (取付ボルト含む)</td> <td>ポンプ全体の応答が過大となることで、転倒モーメントにより基礎ボルト（取付ボルト含む）の応力が過大となり損傷に至り、全体系が転倒することにより機能喪失する。</td> </tr> <tr> <td>②</td> <td>摺動部 (②主軸又は③従動軸と ④ケーシングのクリアランス)</td> <td>ポンプ全体の応答が過大となることで、主軸（主動歯車）及び従動軸（従動歯車）の応答が過大となり軸部の変形により、ギヤがケーシングと接触することで損傷に至り、回転機能及び輸送機能が喪失する。</td> </tr> <tr> <td>③</td> <td>軸系</td> <td>軸応力が過大となり、軸が損傷することにより回転機能及び輸送機能が喪失する。</td> </tr> <tr> <td>④</td> <td>軸受</td> <td>軸受荷重が過大となり、軸受が損傷することで回転機能及び輸送機能が喪失する。</td> </tr> <tr> <td>⑤</td> <td>電動機</td> <td>電動機の応答が過大になり電動機の機能が喪失することで、回転機能及び輸送機能が喪失する。</td> </tr> <tr> <td>⑥</td> <td>軸継手</td> <td>被駆動機軸と電動機軸の相対変位が過大となり、軸継手が損傷することで回転機能及び輸送機能が喪失する。</td> </tr> <tr> <td>⑦</td> <td>ケーシングノズル</td> <td>接続配管の応答が過大となり、ケーシングノズルが損傷することで輸送機能及び流体保持機能が喪失する。</td> </tr> <tr> <td>⑧</td> <td>逃がし弁</td> <td>弁の応答が過大となり、弁が損傷又は誤動作することで外部漏えい、ポンプ内循環が発生し、輸送機能及び流体保持機能が喪失する。</td> </tr> </tbody> </table>	No.	基本評価項目	異常要因	①	基礎ボルト (取付ボルト含む)	ポンプ全体の応答が過大となることで、転倒モーメントにより基礎ボルト（取付ボルト含む）の応力が過大となり損傷に至り、全体系が転倒することにより機能喪失する。	②	摺動部 (②主軸又は③従動軸と ④ケーシングのクリアランス)	ポンプ全体の応答が過大となることで、主軸（主動歯車）及び従動軸（従動歯車）の応答が過大となり軸部の変形により、ギヤがケーシングと接触することで損傷に至り、回転機能及び輸送機能が喪失する。	③	軸系	軸応力が過大となり、軸が損傷することにより回転機能及び輸送機能が喪失する。	④	軸受	軸受荷重が過大となり、軸受が損傷することで回転機能及び輸送機能が喪失する。	⑤	電動機	電動機の応答が過大になり電動機の機能が喪失することで、回転機能及び輸送機能が喪失する。	⑥	軸継手	被駆動機軸と電動機軸の相対変位が過大となり、軸継手が損傷することで回転機能及び輸送機能が喪失する。	⑦	ケーシングノズル	接続配管の応答が過大となり、ケーシングノズルが損傷することで輸送機能及び流体保持機能が喪失する。	⑧	逃がし弁	弁の応答が過大となり、弁が損傷又は誤動作することで外部漏えい、ポンプ内循環が発生し、輸送機能及び流体保持機能が喪失する。	<table border="1"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>評価項目</th> <th>異常要因</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>①</td> <td>基礎ボルト (取付ボルト含む)</td> <td>ポンプ全体の応答が過大となることで、転倒モーメントにより基礎ボルト（取付ボルト含む）の応力が過大となり損傷に至り、全体系が転倒することにより機能喪失する。</td> </tr> <tr> <td>②</td> <td>摺動部 (②主軸又は③従動軸と④ケーシングのクリアランス)</td> <td>ポンプ全体の応答が過大となることで、主軸（主動歯車）及び従動軸（従動歯車）の応答が過大となることによる軸部の変形により、ギヤがケーシングと接触することで損傷に至り、回転機能及び輸送機能が喪失する。</td> </tr> <tr> <td>③</td> <td>軸系</td> <td>軸応力が過大となり、軸が損傷することにより回転機能及び輸送機能が喪失する。</td> </tr> <tr> <td>④</td> <td>軸受</td> <td>軸受荷重が過大となり、軸受が損傷することで回転機能及び輸送機能が喪失する。</td> </tr> <tr> <td>⑤</td> <td>電動機</td> <td>電動機の応答が過大になり電動機の機能が喪失することで、回転機能及び輸送機能が喪失する。</td> </tr> <tr> <td>⑥</td> <td>軸継手</td> <td>被駆動機軸と電動機軸の相対変位が過大となり、軸継手が損傷することで回転機能及び輸送機能が喪失する。</td> </tr> <tr> <td>⑦</td> <td>ケーシングノズル</td> <td>接続配管の応答が過大となり、ケーシングノズルが損傷することで輸送機能及び流体保持機能が喪失する。</td> </tr> <tr> <td>⑧</td> <td>逃がし弁</td> <td>弁の応答が過大となり、弁が損傷又は誤動作することで外部漏えい、ポンプ内循環が発生し、輸送機能及び流体保持機能が喪失する。</td> </tr> </tbody> </table>	No.	評価項目	異常要因	①	基礎ボルト (取付ボルト含む)	ポンプ全体の応答が過大となることで、転倒モーメントにより基礎ボルト（取付ボルト含む）の応力が過大となり損傷に至り、全体系が転倒することにより機能喪失する。	②	摺動部 (②主軸又は③従動軸と④ケーシングのクリアランス)	ポンプ全体の応答が過大となることで、主軸（主動歯車）及び従動軸（従動歯車）の応答が過大となることによる軸部の変形により、ギヤがケーシングと接触することで損傷に至り、回転機能及び輸送機能が喪失する。	③	軸系	軸応力が過大となり、軸が損傷することにより回転機能及び輸送機能が喪失する。	④	軸受	軸受荷重が過大となり、軸受が損傷することで回転機能及び輸送機能が喪失する。	⑤	電動機	電動機の応答が過大になり電動機の機能が喪失することで、回転機能及び輸送機能が喪失する。	⑥	軸継手	被駆動機軸と電動機軸の相対変位が過大となり、軸継手が損傷することで回転機能及び輸送機能が喪失する。	⑦	ケーシングノズル	接続配管の応答が過大となり、ケーシングノズルが損傷することで輸送機能及び流体保持機能が喪失する。	⑧	逃がし弁	弁の応答が過大となり、弁が損傷又は誤動作することで外部漏えい、ポンプ内循環が発生し、輸送機能及び流体保持機能が喪失する。		
No.	基本評価項目	異常要因																																																							
①	基礎ボルト (取付ボルト含む)	ポンプ全体の応答が過大となることで、転倒モーメントにより基礎ボルト（取付ボルト含む）の応力が過大となり損傷に至り、全体系が転倒することにより機能喪失する。																																																							
②	摺動部 (②主軸又は③従動軸と ④ケーシングのクリアランス)	ポンプ全体の応答が過大となることで、主軸（主動歯車）及び従動軸（従動歯車）の応答が過大となり軸部の変形により、ギヤがケーシングと接触することで損傷に至り、回転機能及び輸送機能が喪失する。																																																							
③	軸系	軸応力が過大となり、軸が損傷することにより回転機能及び輸送機能が喪失する。																																																							
④	軸受	軸受荷重が過大となり、軸受が損傷することで回転機能及び輸送機能が喪失する。																																																							
⑤	電動機	電動機の応答が過大になり電動機の機能が喪失することで、回転機能及び輸送機能が喪失する。																																																							
⑥	軸継手	被駆動機軸と電動機軸の相対変位が過大となり、軸継手が損傷することで回転機能及び輸送機能が喪失する。																																																							
⑦	ケーシングノズル	接続配管の応答が過大となり、ケーシングノズルが損傷することで輸送機能及び流体保持機能が喪失する。																																																							
⑧	逃がし弁	弁の応答が過大となり、弁が損傷又は誤動作することで外部漏えい、ポンプ内循環が発生し、輸送機能及び流体保持機能が喪失する。																																																							
No.	評価項目	異常要因																																																							
①	基礎ボルト (取付ボルト含む)	ポンプ全体の応答が過大となることで、転倒モーメントにより基礎ボルト（取付ボルト含む）の応力が過大となり損傷に至り、全体系が転倒することにより機能喪失する。																																																							
②	摺動部 (②主軸又は③従動軸と④ケーシングのクリアランス)	ポンプ全体の応答が過大となることで、主軸（主動歯車）及び従動軸（従動歯車）の応答が過大となることによる軸部の変形により、ギヤがケーシングと接触することで損傷に至り、回転機能及び輸送機能が喪失する。																																																							
③	軸系	軸応力が過大となり、軸が損傷することにより回転機能及び輸送機能が喪失する。																																																							
④	軸受	軸受荷重が過大となり、軸受が損傷することで回転機能及び輸送機能が喪失する。																																																							
⑤	電動機	電動機の応答が過大になり電動機の機能が喪失することで、回転機能及び輸送機能が喪失する。																																																							
⑥	軸継手	被駆動機軸と電動機軸の相対変位が過大となり、軸継手が損傷することで回転機能及び輸送機能が喪失する。																																																							
⑦	ケーシングノズル	接続配管の応答が過大となり、ケーシングノズルが損傷することで輸送機能及び流体保持機能が喪失する。																																																							
⑧	逃がし弁	弁の応答が過大となり、弁が損傷又は誤動作することで外部漏えい、ポンプ内循環が発生し、輸送機能及び流体保持機能が喪失する。																																																							

第4条 地震による損傷の防止（別紙4 動的機能維持評価の検討方針について：本文）

女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	島根原子力発電所2号炉（2021.9.6版）	泊発電所3号炉	相違理由																																																																																																																																																																		
<p>4.6 スクリュー式ポンプの基本評価項目の検討</p> <p><u>(1) 遠心式ポンプ及びギヤ式ポンプの基本評価項目を踏まえたスクリュー式ポンプの評価項目の整理</u></p> <p>スクリュー式ポンプの要因分析結果について、参考とする遠心式ポンプ及びギヤ式ポンプの要因分析結果と同様に整理した結果、スクリュー式ポンプの基本評価項目は、第4.6-1表に示すとおり、一部構造の差異による違いはあるものの、参考とする遠心式ポンプ及びギヤ式ポンプとほぼ同様となった。</p> <p>第4.6-1表 スクリュー式ポンプにおける基本評価項目の整理結果</p> <p>○：既往知見における評価項目、－：対象外</p> <table border="1" data-bbox="100 518 660 1117"> <thead> <tr> <th rowspan="2">No.</th> <th rowspan="2">基本評価項目</th> <th colspan="3">検討対象 (参照知見)</th> <th rowspan="2">備考</th> </tr> <tr> <th>スクリー式ポンプ (電共研)</th> <th>ギヤ式ポンプ (電共研)</th> <th>遠心式ポンプ (耐特委)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>I</td> <td>基礎ボルト (取付ボルト含む)</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>○</td> <td></td> </tr> <tr> <td>II</td> <td>支持脚</td> <td>○</td> <td>△</td> <td>○</td> <td>ギヤ式ポンプには構造上、存在しない</td> </tr> <tr> <td>III</td> <td>摺動部</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>○</td> <td></td> </tr> <tr> <td>IV</td> <td>軸系</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>○</td> <td></td> </tr> <tr> <td>V</td> <td>逃がし弁フランジ部 (漏えい防止)</td> <td>○</td> <td>－</td> <td>△</td> <td>遠心式ポンプには構造上、存在しない</td> </tr> <tr> <td>VI</td> <td>逃がし弁（移送機能）</td> <td>－</td> <td>○</td> <td>△</td> <td>遠心式ポンプには構造上、存在しない</td> </tr> <tr> <td>VII</td> <td>メカニカルシール</td> <td>○</td> <td>△</td> <td>○</td> <td>ギヤ式ポンプはブッシングを使用</td> </tr> <tr> <td>VIII</td> <td>軸受</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>○</td> <td></td> </tr> <tr> <td>IX</td> <td>電動機</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>○</td> <td></td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>軸継手</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>○</td> <td></td> </tr> <tr> <td>XI</td> <td>ケーシングノズル</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>○</td> <td></td> </tr> <tr> <td>XII</td> <td>軸冷却水配管</td> <td>△</td> <td>△</td> <td>○</td> <td>試験体が大聖ポンプのため設置</td> </tr> </tbody> </table> <p><u>(2) 女川2号炉のスクリュー式ポンプにおける動的機能維持評価の基本評価項目の検討</u></p> <p>女川2号炉のスクリュー式ポンプにおける動的機能維持評価の基本評価項目の選定に当たっては、第4.6-1表のとおり、既往知見により抽出されたスクリュー式ポンプの基本評価項目に、参考とする遠心式ポンプ及びギヤ式ポンプの基本評価項目を踏まえた全12項目について検討を行う。</p>	No.	基本評価項目	検討対象 (参照知見)			備考	スクリー式ポンプ (電共研)	ギヤ式ポンプ (電共研)	遠心式ポンプ (耐特委)	I	基礎ボルト (取付ボルト含む)	○	○	○		II	支持脚	○	△	○	ギヤ式ポンプには構造上、存在しない	III	摺動部	○	○	○		IV	軸系	○	○	○		V	逃がし弁フランジ部 (漏えい防止)	○	－	△	遠心式ポンプには構造上、存在しない	VI	逃がし弁（移送機能）	－	○	△	遠心式ポンプには構造上、存在しない	VII	メカニカルシール	○	△	○	ギヤ式ポンプはブッシングを使用	VIII	軸受	○	○	○		IX	電動機	○	○	○		X	軸継手	○	○	○		XI	ケーシングノズル	○	○	○		XII	軸冷却水配管	△	△	○	試験体が大聖ポンプのため設置	<p>4.2.5 スクリュー式ポンプの基本評価項目の検討</p> <p><u>(1) 遠心式ポンプ及びギヤ式ポンプの基本評価項目を踏まえたスクリュー式ポンプの評価項目の整理</u></p> <p>スクリュー式ポンプの異常要因分析結果について、参考として遠心式ポンプ及びギヤ式ポンプの異常要因分析結果と同様に整理した結果、スクリュー式ポンプの基本評価項目は、第4.2.5-1表に示すとおり、一部構造の差異による違いはあるものの、参考とする遠心式ポンプ及びギヤ式ポンプの評価項目を網羅していることを確認した。</p> <p>第4.2.5-1表 スクリュー式ポンプにおける基本評価項目の整理結果</p> <p>○：既往知見における評価項目、－：対象外</p> <table border="1" data-bbox="705 518 1265 1021"> <thead> <tr> <th rowspan="2">No.</th> <th rowspan="2">基本評価項目</th> <th colspan="3">検討対象 (参照知見)</th> <th rowspan="2">備考</th> </tr> <tr> <th>スクリー式ポンプ (電共研)</th> <th>ギヤ式ポンプ (電共研)</th> <th>遠心式ポンプ (耐特委)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>I</td> <td>基礎ボルト (取付ボルト含む)</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>○</td> <td></td> </tr> <tr> <td>II</td> <td>支持脚</td> <td>○</td> <td>△</td> <td>○</td> <td>ギヤ式ポンプには構造上、存在しない</td> </tr> <tr> <td>III</td> <td>摺動部</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>○</td> <td></td> </tr> <tr> <td>IV</td> <td>軸系</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>○</td> <td></td> </tr> <tr> <td>V</td> <td>逃がし弁フランジ部 (漏えい防止)</td> <td>○</td> <td>－</td> <td>△</td> <td>遠心式ポンプには構造上、存在しない</td> </tr> <tr> <td>VI</td> <td>逃がし弁（移送機能）</td> <td>－</td> <td>○</td> <td>△</td> <td>遠心式ポンプには構造上、存在しない</td> </tr> <tr> <td>VII</td> <td>メカニカルシール</td> <td>○</td> <td>△</td> <td>○</td> <td>ギヤ式ポンプはブッシングを使用</td> </tr> <tr> <td>VIII</td> <td>軸受</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>○</td> <td></td> </tr> <tr> <td>IX</td> <td>電動機</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>○</td> <td></td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>軸継手</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>○</td> <td></td> </tr> <tr> <td>XI</td> <td>ケーシングノズル</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>○</td> <td></td> </tr> <tr> <td>XII</td> <td>軸冷却水配管</td> <td>△</td> <td>△</td> <td>○</td> <td>試験体が大聖ポンプのため設置</td> </tr> </tbody> </table> <p><u>(2) 島根2号炉のスクリュー式ポンプにおける動的機能維持評価の基本評価項目の検討</u></p> <p>島根2号炉のスクリュー式ポンプにおける動的機能維持評価の基本評価項目の選定に当たっては、第4.2.5-1表のとおり、既往知見により抽出されたスクリュー式ポンプの基本評価項目に、参考とする遠心式ポンプ及びギヤ式ポンプの基本評価項目を踏まえた全12項目について検討を行う。</p>	No.	基本評価項目	検討対象 (参照知見)			備考	スクリー式ポンプ (電共研)	ギヤ式ポンプ (電共研)	遠心式ポンプ (耐特委)	I	基礎ボルト (取付ボルト含む)	○	○	○		II	支持脚	○	△	○	ギヤ式ポンプには構造上、存在しない	III	摺動部	○	○	○		IV	軸系	○	○	○		V	逃がし弁フランジ部 (漏えい防止)	○	－	△	遠心式ポンプには構造上、存在しない	VI	逃がし弁（移送機能）	－	○	△	遠心式ポンプには構造上、存在しない	VII	メカニカルシール	○	△	○	ギヤ式ポンプはブッシングを使用	VIII	軸受	○	○	○		IX	電動機	○	○	○		X	軸継手	○	○	○		XI	ケーシングノズル	○	○	○		XII	軸冷却水配管	△	△	○	試験体が大聖ポンプのため設置		<p>・新たな検討が必要となる設備の抽出結果の相違 【女川2，島根2】 ②の相違</p>
No.			基本評価項目	検討対象 (参照知見)			備考																																																																																																																																																														
	スクリー式ポンプ (電共研)	ギヤ式ポンプ (電共研)		遠心式ポンプ (耐特委)																																																																																																																																																																	
I	基礎ボルト (取付ボルト含む)	○	○	○																																																																																																																																																																	
II	支持脚	○	△	○	ギヤ式ポンプには構造上、存在しない																																																																																																																																																																
III	摺動部	○	○	○																																																																																																																																																																	
IV	軸系	○	○	○																																																																																																																																																																	
V	逃がし弁フランジ部 (漏えい防止)	○	－	△	遠心式ポンプには構造上、存在しない																																																																																																																																																																
VI	逃がし弁（移送機能）	－	○	△	遠心式ポンプには構造上、存在しない																																																																																																																																																																
VII	メカニカルシール	○	△	○	ギヤ式ポンプはブッシングを使用																																																																																																																																																																
VIII	軸受	○	○	○																																																																																																																																																																	
IX	電動機	○	○	○																																																																																																																																																																	
X	軸継手	○	○	○																																																																																																																																																																	
XI	ケーシングノズル	○	○	○																																																																																																																																																																	
XII	軸冷却水配管	△	△	○	試験体が大聖ポンプのため設置																																																																																																																																																																
No.	基本評価項目	検討対象 (参照知見)			備考																																																																																																																																																																
		スクリー式ポンプ (電共研)	ギヤ式ポンプ (電共研)	遠心式ポンプ (耐特委)																																																																																																																																																																	
I	基礎ボルト (取付ボルト含む)	○	○	○																																																																																																																																																																	
II	支持脚	○	△	○	ギヤ式ポンプには構造上、存在しない																																																																																																																																																																
III	摺動部	○	○	○																																																																																																																																																																	
IV	軸系	○	○	○																																																																																																																																																																	
V	逃がし弁フランジ部 (漏えい防止)	○	－	△	遠心式ポンプには構造上、存在しない																																																																																																																																																																
VI	逃がし弁（移送機能）	－	○	△	遠心式ポンプには構造上、存在しない																																																																																																																																																																
VII	メカニカルシール	○	△	○	ギヤ式ポンプはブッシングを使用																																																																																																																																																																
VIII	軸受	○	○	○																																																																																																																																																																	
IX	電動機	○	○	○																																																																																																																																																																	
X	軸継手	○	○	○																																																																																																																																																																	
XI	ケーシングノズル	○	○	○																																																																																																																																																																	
XII	軸冷却水配管	△	△	○	試験体が大聖ポンプのため設置																																																																																																																																																																

第4条 地震による損傷の防止（別紙4 動的機能維持評価の検討方針について：本文）

女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	島根原子力発電所2号炉（2021.9.6版）	泊発電所3号炉	相違理由
<p><u>No. I：基礎ボルト（取付ボルト含む）</u> スクリュー式ポンプは参考とする遠心式ポンプ及びギヤ式ポンプと同様に、基礎ボルトで固定された架台の上に、駆動機器及び被駆動機器が取付ボルトで設置されており、地震時に有意な荷重がかかる構造となっていることから、基礎ボルトを動的機能維持評価の基本評価項目として選定する。</p> <p><u>No. II：支持脚</u> 支持脚については、スクリュー式ポンプと遠心式ポンプとで構造に大きな違いはなく、高い剛性を有するためにケーシング定着部に荷重がかかる構造となっている。</p> <p>そのため、取付ボルト及び基礎ボルトが評価上厳しい部位となることから、取付ボルト及び基礎ボルトを支持脚の評価として代替する。</p> <p><u>No. III：摺動部</u> 摺動部の損傷の観点から、遠心式ポンプの検討において、ケーシングがローターと接触して損傷するライナーリング部（摺動部）の評価を行うと同様に、スクリュー式ポンプにおいても摺動部の検討を行い、動的機能維持評価の基本評価項目として以下のとおり選定する。</p> <p>スクリュー式ポンプの摺動部であるスクリュー部は構造が非常に剛であり、地震応答増幅が小さく、動的機能評価上重要な部分の地震荷重は通常運転荷重に比べて十分小さいと考えられる。また、スリーブ部については、剛性の高いケーシング部に設置されており、有意な変形が生じることはない。</p> <p>スクリュー部を構成する主ねじ又は従ねじについては、損傷によってスリーブと接触することで、回転機能及び移送機能が喪失に至ることが考えられるため、摺動部を動的機能維持評価の基本評価項目として選定する。</p> <p><u>No. IV：軸系</u> スクリュー式ポンプは主ねじ及び従ねじを有する構造であり、遠心式ポンプは一軸構造、ギヤ式ポンプは主軸及び従動軸からなる二軸構造となっている。各ポンプによって軸構造は異なるが、軸系の損傷によってポンプとしての機能を喪失することは同様である。</p> <p>そのため、軸損傷が発生しないことを確認するために、軸系を動的機能維持評価の基本評価項目として選定する。</p> <p><u>No. V：逃がし弁フランジ部（漏えい防止）</u> 逃がし弁フランジ部については、地震によりポンプケーシングの応答が増大すると、フランジ部に変形が生じて内部流体の漏えいに至り、ポンプとしての機能に影響を与えることから、逃がし弁フランジ部（漏えい防止）を動的機能維持の基本評価項目として選定し、フランジ部の構造評価を実施する。</p>	<p><u>No. I：基礎ボルト（取付ボルト含む）</u> スクリュー式ポンプは参考とする遠心式ポンプ及びギヤ式ポンプと同様に、基礎ボルトで固定された架台の上に駆動機器及び被駆動機器が取付ボルトで設置されており、地震時に有意な荷重がかかる構造となっていることから、基礎ボルトを動的機能維持評価の基本評価項目として選定する。</p> <p><u>No. II：支持脚</u> 支持脚については、スクリュー式ポンプと遠心式ポンプとで構造に大きな違いはなく、高い剛性を有するためにケーシング定着部に荷重がかかる構造となっている。</p> <p>そのため、取付ボルト及び基礎ボルトが評価上厳しい部位となることから、取付ボルト及び基礎ボルトを支持脚の評価として代替する。</p> <p><u>No. III：摺動部</u> 摺動部の損傷の観点から、遠心式ポンプの検討において、ケーシングがローターと接触して損傷するライナーリング部（摺動部）の評価を行うと同様に、スクリュー式ポンプにおいても摺動部の検討を行い、動的機能維持評価の基本評価項目として以下のとおり選定する。</p> <p>スクリュー式ポンプの摺動部であるスクリュー部は剛性が高く、地震応答増幅が小さいため、動的機能評価上重要な部分の地震荷重は通常運転荷重に比べて十分小さいと考えられる。また、スリーブ部については、剛性の高いケーシング部に設置されており、有意な変形が生じることはない。</p> <p>スクリュー部を構成する主ねじ又は従ねじについては、損傷によってスリーブと接触することで、回転機能及び移送機能が喪失に至ることが考えられるため、摺動部を動的機能維持評価の基本評価項目として選定する。</p> <p><u>No. IV：軸系</u> スクリュー式ポンプは主ねじ及び従ねじを有する構造であり、遠心式ポンプは一軸構造、ギヤ式ポンプは主軸及び従動軸からなる二軸構造となっている。各ポンプによって軸構造は異なるが、軸系の損傷によってポンプとしての機能を喪失することは同様である。</p> <p>そのため、軸損傷が発生しないことを確認するために、軸系を動的機能維持評価の基本評価項目として選定する。</p> <p><u>No. V：逃がし弁フランジ部（漏えい防止）</u> 逃がし弁フランジ部については、地震によりポンプケーシングの応答が増大すると、フランジ部に変形が生じて内部流体の漏えいに至り、ポンプとしての機能に影響を与えることから、逃がし弁フランジ部（漏えい防止）を動的機能維持の基本評価項目として選定し、フランジ部の構造評価を実施する。</p>		<p>・新たな検討が必要となる設備の抽出結果の相違 【女川2，島根2】 ②の相違</p>

第4条 地震による損傷の防止(別紙4 動的機能維持評価の検討方針について:本文)

女川原子力発電所2号炉(2020.2.7版)	島根原子力発電所2号炉(2021.9.6版)	泊発電所3号炉	相違理由
<p>No. VI: 逃がし弁(移送機能) スクリー式ポンプは、ギヤ式ポンプと同様に逃がし弁が設置されており、誤作動すれば移送機能に影響を与えることから、逃がし弁(移送機能)を動的機能維持評価の基本評価項目として選定する。評価においては、弁に作用する最大加速度が、安全弁の機能維持確認済加速度以下であることを確認する。</p> <p>No. VII: メカニカルシール メカニカルシールは、高い剛性を有するケーシングに固定されており、地震時に有意な変位が生じない。また軸封部は軸受近傍に位置し、軸は地震時でも軸受で支持されており、有意な変位は生じることなく、軸封部との接触は生じないため、メカニカルシールは動的機能維持評価の対象外とする。</p> <p>No. VIII: 軸受 ポンプにおける軸受の役割は回転機能の保持であり、その役割はスクリー式ポンプも参考とする遠心式及びギヤ式ポンプも同じである。軸受が損傷すると、ポンプの機能喪失につながるから、軸受は動的機能維持評価の基本評価項目として選定する。また、評価においては発生する荷重として、スラスト方向及びブラジアル方向の荷重を考慮して評価を行う。</p> <p>No. IX: 電動機 スクリー式ポンプの電動機は、横向きに設置されるころがり軸受を使用する電動機であり、その構造は耐特委(JEAG4601)で検討されている横形ころがり軸受電動機の適用範囲内である。 そのため、電動機を動的機能維持評価の基本評価項目として選定し、機能維持確認済加速度との比較により評価を行う。</p> <p>No. X: 軸継手 スクリー式ポンプは遠心式及びギヤ式ポンプと同様に、軸受でスラスト荷重を受け持つこと及びフレキシブルカップリングを採用しており、軸継手にはスラスト荷重による有意な応力が発生しない構造となっている。 よって、軸継手は動的機能維持評価の対象外とする。</p> <p>No. XI: ケーシングノズル スクリー式ポンプのケーシングノズル部は、遠心式及びギヤ式ポンプと同様に、ポンプケーシングと配管の接続部であるが、ノズル出入口配管のサポートについて適切に配管設計することで、ノズル部に過大な配管荷重が伝わらないようにすることが可能である。 よって、ケーシングノズルは動的機能維持評価の対象外とする。</p>	<p>No. VI: 逃がし弁(移送機能) スクリー式ポンプは、ギヤ式ポンプと同様に逃がし弁が設置されており、誤作動すれば移送機能に影響を与えることから、逃がし弁(移送機能)を動的機能維持評価の基本評価項目として選定する。評価においては、弁に作用する最大加速度が、安全弁の機能確認済加速度以下であることを確認する。</p> <p>No. VII: メカニカルシール メカニカルシールは、高い剛性を有するケーシングに固定されており、地震時に有意な変位が生じない。また軸封部は軸受近傍に位置し、軸は地震時でも軸受で支持されており、有意な変位は生じることなく、軸封部との接触は生じないため、メカニカルシールは動的機能維持評価の対象外とする。</p> <p>No. VIII: 軸受 ポンプにおける軸受の役割は回転機能の保持であり、その役割はスクリー式ポンプも参考とする遠心式及びギヤ式ポンプと同じである。軸受が損傷すると、ポンプの機能喪失につながるから、軸受は動的機能維持評価の基本評価項目として選定する。また、評価においては発生する荷重として、スラスト方向及びブラジアル方向の荷重を考慮して評価を行う。</p> <p>No. IX: 電動機 スクリー式ポンプの電動機は、横向きに設置されるころがり軸受を使用する電動機であり、その構造は耐特委(JEAG4601)で検討されている横形ころがり軸受電動機の適用範囲内である。 そのため、電動機を動的機能維持評価の基本評価項目として選定し、機能確認済加速度との比較により評価を行う。</p> <p>No. X: 軸継手 スクリー式ポンプは遠心式及びギヤ式ポンプと同様に、軸受でスラスト荷重を受け持つこと及びフレキシブルカップリングを採用しており、軸継手にはスラスト荷重による有意な応力が発生しない構造となっている。 よって、軸継手は動的機能維持評価の対象外とする。</p> <p>No. XI: ケーシングノズル スクリー式ポンプのケーシングノズル部は、遠心式及びギヤ式ポンプと同様に、ポンプケーシングと配管の接続部であるが、ノズル出入口配管のサポートについて適切に配管設計することで、ノズル部に過大な配管荷重が伝わらないようにすることが可能である。 よって、ケーシングノズルは動的機能維持評価の対象外とする。</p>		<p>・新たな検討が必要となる設備の抽出結果の相違 【女川2, 島根2】 ②の相違</p>

実線・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第4条 地震による損傷の防止（別紙4 動的機能維持評価の検討方針について：本文）

女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	島根原子力発電所2号炉（2021.9.6版）	泊発電所3号炉	相違理由
<p><u>No. XII：軸冷却水配管</u></p> <p><u>耐特委で検討された遠心式ポンプは大型のポンプであり、軸受としてすべり軸受を採用していることから、軸受の冷却が必要となる。このため、地震により軸冷却水配管の損傷に至ればポンプの機能維持に影響を及ぼすため、基本評価項目としている。</u></p> <p><u>一方、スクリー式ポンプの軸受は内部流体で冷却が可能であるため、軸冷却水配管は有していないことから、軸冷却水配管は動的機能維持評価の対象外とする。</u></p> <p>4.7 まとめ</p> <p><u>女川2号炉における規格適用外の動的機能維持が必要な設備のうち、新たな検討が必要な設備であるスクリー式ポンプについて、基本的な構造が類似している耐特委での遠心式ポンプ及び電共研でのギヤ式ポンプにおける検討結果を参考に、型式による構造の違いを踏まえた上で地震時異常要因分析を行い、動的機能維持を確認するための基本評価項目の抽出を行った。</u></p> <p><u>その結果、スクリー式ポンプの基本評価項目は、参考とした遠心式ポンプ及びギヤ式ポンプとの構造の違いにより一部の評価項目は異なるが、ほぼ同様となった。また、参考とするポンプとの構造及び評価項目の差異を踏まえ、基本評価項目について、女川2号炉のスクリー式ポンプにおける動的機能維持評価の基本評価項目についての検討した結果、評価項目が異なる部位に対する評価方法は同様であり、既往の評価手法を踏まえた詳細評価が可能であると考えられる。</u></p> <p><u>以上の検討結果から、女川2号炉のスクリー式ポンプにおける動的機能維持評価の基本評価項目については、第4.7-1表のとおり整理し、抽出された基本評価項目に対して、耐震計算を実施する。</u></p>	<p><u>No. XII：軸冷却水配管</u></p> <p><u>耐特委で検討された遠心式ポンプは大型のポンプであり、軸受としてすべり軸受を採用していることから、軸受の冷却が必要となる。このため、地震により軸冷却水配管の損傷に至ればポンプの機能維持に影響を及ぼすため、基本評価項目としている。</u></p> <p><u>一方、スクリー式ポンプの軸受は内部流体で冷却が可能であるため、軸冷却水配管は有していないことから、軸冷却水配管は動的機能維持評価の対象外とする。</u></p> <p>4.2.6 スクリュー式ポンプの動的機能維持評価項目の検討結果</p> <p><u>島根2号炉における規格適用外の動的機能維持が必要な設備のうち、新たな検討が必要な設備であるスクリー式ポンプについて、基本的な構造が類似している耐特委での遠心式ポンプ及び電共研でのギヤ式ポンプにおける検討結果を参考に、形式による構造の違いを踏まえた上で地震時異常要因分析を行い、動的機能維持を確認するための基本評価項目の抽出を行った。</u></p> <p><u>その結果、スクリー式ポンプの基本評価項目は、参考とした遠心式ポンプ及びギヤ式ポンプとの構造の違いにより一部の評価項目は異なるが、ほぼ同様となった。また、参考とするポンプとの構造及び評価項目の差異を踏まえ、基本評価項目について、島根2号炉のスクリー式ポンプにおける動的機能維持評価の基本評価項目について検討した結果、評価項目が異なる部位に対する評価方法は同様であり、既往の評価手法を踏まえた詳細評価が可能であると考えられる。</u></p> <p><u>以上の検討結果から、島根2号炉のスクリー式ポンプにおける動的機能維持評価の基本評価項目については、第4.2.6-1表のとおり整理し、抽出された基本評価項目に対して、耐震計算を実施する。</u></p>		<p>・新たな検討が必要となる設備の抽出結果の相違</p> <p>【女川2，島根2】</p> <p>②の相違</p>

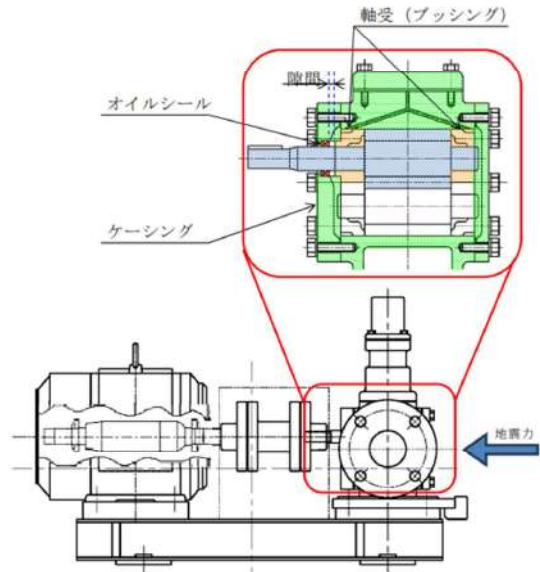
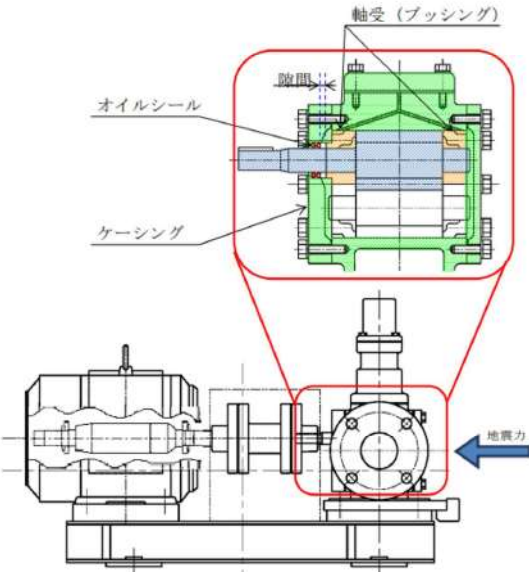
第4条 地震による損傷の防止（別紙4 動的機能維持評価の検討方針について：本文）

女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）				島根原子力発電所2号炉（2021.9.6版）				泊発電所3号炉		相違理由
第4.7-1表 女川2号炉のスクリー式ポンプにおける動的機能維持評価の基本評価項目の検討結果 ○：評価対象（計算書対象）、－：対象外				第4.2.6-1表 島根2号炉のスクリー式ポンプにおける動的機能維持評価の基本評価項目の検討結果 ○：評価対象（計算書対象）、－：対象外						・新たな検討が必要となる設備の抽出結果の相違 【女川2，島根2】 ②の相違
No.	既往知見における基本評価項目	スクリー式ポンプにおける動的機能維持評価の基本評価項目	主な理由	No.	既往知見における基本評価項目	スクリー式ポンプにおける動的機能維持評価の基本評価項目	主な理由			
I	基礎ボルト (取付ボルト含む)	○	損傷によりポンプ機能喪失	I	基礎ボルト (取付ボルト含む)	○	損傷によりポンプ機能喪失			
II	支持脚	－	基礎ボルトにて代替評価	II	支持脚	－	基礎ボルトにて代替評価			
III	摺動部	○	損傷によりポンプ機能喪失	III	摺動部	○	損傷によりポンプ機能喪失			
IV	軸系	○	損傷によりポンプ機能喪失	IV	軸系	○	損傷によりポンプ機能喪失			
V	逃がし弁フランジ部 (漏えい防止)	○	損傷によりポンプ機能喪失	V	逃がし弁フランジ部 (漏えい防止)	○	損傷によりポンプ機能喪失			
VI	逃がし弁本体 (移送機能)	○	誤動作によりポンプ機能喪失	VI	逃がし弁 (移送機能)	○	誤動作によりポンプ機能喪失			
VII	メカニカルシール	－	地震により損傷しないため評価不要	VII	メカニカルシール	－	地震により損傷しないため評価不要			
VIII	軸受	○	損傷によりポンプ機能喪失	VIII	軸受	○	損傷によりポンプ機能喪失			
IX	電動機	○	損傷によりポンプ機能喪失	IX	電動機	○	損傷によりポンプ機能喪失			
X	軸継手	－	地震により損傷しないため評価不要	X	軸継手	－	地震により損傷しないため評価不要			
XI	ケーシングノズル	－	配管設計により対応可能なため評価不要	XI	ケーシングノズル	－	配管設計により対応可能なため評価不要			
XII	軸冷却水配管		構造上、存在しないため評価不要	XII	軸冷却水配管		構造上、存在しないため評価不要			

第4条 地震による損傷の防止（別紙4 動的機能維持評価の検討方針について：本文）

女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	島根原子力発電所2号炉（2021.9.6版）	泊発電所3号炉	相違理由																																																																																																																																																																																							
<p>(比較のため女川2号炉の表を再度、掲載する)</p> <p>第4.6-1表 スクリュー式ポンプにおける基本評価項目の整理結果</p> <table border="1" data-bbox="100 550 672 1157"> <thead> <tr> <th rowspan="2">No.</th> <th rowspan="2">基本評価項目</th> <th colspan="2">検討対象 (参照知見)</th> <th colspan="2">参考とする機種 (参照知見)</th> <th rowspan="2">備考</th> </tr> <tr> <th>スクリー式ポンプ (電共研)</th> <th>ギヤ式ポンプ (電共研)</th> <th>遠心式ポンプ (耐特委)</th> <th>遠心式ポンプ (耐特委)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>I</td> <td>基礎ボルト (取付ボルト含む)</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>○</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>II</td> <td>支持脚</td> <td>○</td> <td>△</td> <td>○</td> <td></td> <td>ギヤ式ポンプには構造上、存在しない</td> </tr> <tr> <td>III</td> <td>遮断弁</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>○</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>IV</td> <td>軸系</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>○</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>V</td> <td>逃がし弁フランジ部 (漏えい防止)</td> <td>○</td> <td>—</td> <td>△</td> <td></td> <td>遠心式ポンプには構造上、存在しない</td> </tr> <tr> <td>VI</td> <td>逃がし弁（移送機能）</td> <td>—</td> <td>○</td> <td>△</td> <td></td> <td>遠心式ポンプには構造上、存在しない</td> </tr> <tr> <td>VII</td> <td>メカニカルシール</td> <td>○</td> <td>△</td> <td>○</td> <td></td> <td>ギヤ式ポンプはブッシングを使用</td> </tr> <tr> <td>VIII</td> <td>軸受</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>○</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>IX</td> <td>電動機</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>○</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>軸継手</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>○</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>XI</td> <td>ケーシングノズル</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>○</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>XII</td> <td>軸冷却水配管</td> <td>△</td> <td>△</td> <td>○</td> <td></td> <td>試験体が大型ポンプのため設置</td> </tr> </tbody> </table>	No.	基本評価項目	検討対象 (参照知見)		参考とする機種 (参照知見)		備考	スクリー式ポンプ (電共研)	ギヤ式ポンプ (電共研)	遠心式ポンプ (耐特委)	遠心式ポンプ (耐特委)	I	基礎ボルト (取付ボルト含む)	○	○	○			II	支持脚	○	△	○		ギヤ式ポンプには構造上、存在しない	III	遮断弁	○	○	○			IV	軸系	○	○	○			V	逃がし弁フランジ部 (漏えい防止)	○	—	△		遠心式ポンプには構造上、存在しない	VI	逃がし弁（移送機能）	—	○	△		遠心式ポンプには構造上、存在しない	VII	メカニカルシール	○	△	○		ギヤ式ポンプはブッシングを使用	VIII	軸受	○	○	○			IX	電動機	○	○	○			X	軸継手	○	○	○			XI	ケーシングノズル	○	○	○			XII	軸冷却水配管	△	△	○		試験体が大型ポンプのため設置	<p>(東海第二発電所 別紙-13 動的機能維持評価の検討方針について(耐震) 抜粋)</p> <p>(b) ギヤ式ポンプの評価項目の検討</p> <p>ギヤ式ポンプの要因分析結果について、耐特委における遠心式ポンプの要因分析結果と同様に整理した結果、ギヤ式ポンプの評価項目は、遠心式ポンプとほぼ同様となる。ギヤ式ポンプの動的機能維持の評価項目の抽出にあたり、遠心式ポンプの耐特委における評価項目に加え、構造の差異により抽出されたギヤ式ポンプの評価項目を加えて検討を行う。なお、構造の差異として抽出された評価項目は下記の通りである。</p> <p>○：既往知見における評価項目、—：対象外</p> <ul style="list-style-type: none"> ・逃がし弁（遠心式ポンプの評価項目になくギヤ式ポンプのみで抽出） ・摺動部（ギヤ式ポンプと遠心式ポンプの両方で抽出された評価項目であるが、構成部品が異なる。） ・メカニカルシール（ギヤ式ポンプの評価項目になく遠心式ポンプのみで抽出） ・軸冷却水配管（ギヤ式ポンプの評価項目になく遠心式ポンプのみで抽出） 	<p>4.2.4 ギヤ式ポンプの基本評価項目の検討</p> <p>ギヤ式ポンプの異常要因分析結果について、耐特委における遠心式ポンプの異常要因分析結果と同様に整理した結果、ギヤ式ポンプの基本評価項目は、遠心式ポンプとほぼ同様となる。ギヤ式ポンプの動的機能維持の基本評価項目の抽出に当たり、遠心式ポンプの耐特委における基本評価項目に加え、構造の差異により抽出されたギヤ式ポンプの基本評価項目を加えて検討を行う。なお、構造の差異として抽出された基本評価項目は第4.2.4-1表の通りである。</p> <p>第4.2.4-1表 ギヤ式ポンプにおける基本評価項目の整理結果</p> <p>○：既往知見における基本評価項目</p> <table border="1" data-bbox="1299 550 1859 1061"> <thead> <tr> <th rowspan="2">No.</th> <th rowspan="2">基本評価項目</th> <th colspan="2">検討対象 (参照知見)</th> <th colspan="2">参考とする機種 (参照知見)</th> <th rowspan="2">備考</th> </tr> <tr> <th>ギヤ式ポンプ (電共研)</th> <th>ギヤ式ポンプ (電共研)</th> <th>遠心式ポンプ (耐特委)</th> <th>遠心式ポンプ (耐特委)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>①</td> <td>基礎ボルト (取付ボルト含む)</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>○</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>②③④</td> <td>摺動部 (②主軸又は③従動軸と④ケーシングのクリアランス)</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>○</td> <td></td> <td>ギヤ式ポンプと遠心式ポンプの両方で抽出された評価項目であるが、構成部品が異なる</td> </tr> <tr> <td>⑤</td> <td>軸（主軸）</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>○</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>⑥</td> <td>軸受</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>○</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>⑦</td> <td>電動機</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>○</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>⑧</td> <td>軸継手</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>○</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>⑨</td> <td>ケーシングノズル</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>○</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>⑩</td> <td>逃がし弁（移送機能）</td> <td>○</td> <td>△</td> <td>△</td> <td></td> <td>遠心式ポンプには構造上、存在しない</td> </tr> <tr> <td>⑪</td> <td>支持脚</td> <td>△</td> <td>△</td> <td>○</td> <td></td> <td>ギヤ式ポンプには構造上、存在しない</td> </tr> <tr> <td>⑫</td> <td>メカニカルシール</td> <td>△</td> <td>△</td> <td>○</td> <td></td> <td>ギヤ式ポンプはブッシングを使用</td> </tr> <tr> <td>⑬</td> <td>軸冷却水配管</td> <td>△</td> <td>△</td> <td>○</td> <td></td> <td>試験体が大型ポンプのため設置</td> </tr> </tbody> </table>	No.	基本評価項目	検討対象 (参照知見)		参考とする機種 (参照知見)		備考	ギヤ式ポンプ (電共研)	ギヤ式ポンプ (電共研)	遠心式ポンプ (耐特委)	遠心式ポンプ (耐特委)	①	基礎ボルト (取付ボルト含む)	○	○	○			②③④	摺動部 (②主軸又は③従動軸と④ケーシングのクリアランス)	○	○	○		ギヤ式ポンプと遠心式ポンプの両方で抽出された評価項目であるが、構成部品が異なる	⑤	軸（主軸）	○	○	○			⑥	軸受	○	○	○			⑦	電動機	○	○	○			⑧	軸継手	○	○	○			⑨	ケーシングノズル	○	○	○			⑩	逃がし弁（移送機能）	○	△	△		遠心式ポンプには構造上、存在しない	⑪	支持脚	△	△	○		ギヤ式ポンプには構造上、存在しない	⑫	メカニカルシール	△	△	○		ギヤ式ポンプはブッシングを使用	⑬	軸冷却水配管	△	△	○		試験体が大型ポンプのため設置	<p>相違理由</p> <ul style="list-style-type: none"> ・記載方法の相違【東海第二】 見やすさの観点から、泊3号炉では、女川2号炉、島根2号炉と同様に基本評価項目の整理結果を表で示す
No.			基本評価項目	検討対象 (参照知見)		参考とする機種 (参照知見)		備考																																																																																																																																																																																		
	スクリー式ポンプ (電共研)	ギヤ式ポンプ (電共研)		遠心式ポンプ (耐特委)	遠心式ポンプ (耐特委)																																																																																																																																																																																					
I	基礎ボルト (取付ボルト含む)	○	○	○																																																																																																																																																																																						
II	支持脚	○	△	○		ギヤ式ポンプには構造上、存在しない																																																																																																																																																																																				
III	遮断弁	○	○	○																																																																																																																																																																																						
IV	軸系	○	○	○																																																																																																																																																																																						
V	逃がし弁フランジ部 (漏えい防止)	○	—	△		遠心式ポンプには構造上、存在しない																																																																																																																																																																																				
VI	逃がし弁（移送機能）	—	○	△		遠心式ポンプには構造上、存在しない																																																																																																																																																																																				
VII	メカニカルシール	○	△	○		ギヤ式ポンプはブッシングを使用																																																																																																																																																																																				
VIII	軸受	○	○	○																																																																																																																																																																																						
IX	電動機	○	○	○																																																																																																																																																																																						
X	軸継手	○	○	○																																																																																																																																																																																						
XI	ケーシングノズル	○	○	○																																																																																																																																																																																						
XII	軸冷却水配管	△	△	○		試験体が大型ポンプのため設置																																																																																																																																																																																				
No.	基本評価項目	検討対象 (参照知見)		参考とする機種 (参照知見)		備考																																																																																																																																																																																				
		ギヤ式ポンプ (電共研)	ギヤ式ポンプ (電共研)	遠心式ポンプ (耐特委)	遠心式ポンプ (耐特委)																																																																																																																																																																																					
①	基礎ボルト (取付ボルト含む)	○	○	○																																																																																																																																																																																						
②③④	摺動部 (②主軸又は③従動軸と④ケーシングのクリアランス)	○	○	○		ギヤ式ポンプと遠心式ポンプの両方で抽出された評価項目であるが、構成部品が異なる																																																																																																																																																																																				
⑤	軸（主軸）	○	○	○																																																																																																																																																																																						
⑥	軸受	○	○	○																																																																																																																																																																																						
⑦	電動機	○	○	○																																																																																																																																																																																						
⑧	軸継手	○	○	○																																																																																																																																																																																						
⑨	ケーシングノズル	○	○	○																																																																																																																																																																																						
⑩	逃がし弁（移送機能）	○	△	△		遠心式ポンプには構造上、存在しない																																																																																																																																																																																				
⑪	支持脚	△	△	○		ギヤ式ポンプには構造上、存在しない																																																																																																																																																																																				
⑫	メカニカルシール	△	△	○		ギヤ式ポンプはブッシングを使用																																																																																																																																																																																				
⑬	軸冷却水配管	△	△	○		試験体が大型ポンプのため設置																																																																																																																																																																																				

第4条 地震による損傷の防止(別紙4 動的機能維持評価の検討方針について:本文)

女川原子力発電所2号炉(2020.2.7版)	島根原子力発電所2号炉(2021.9.6版)	泊発電所3号炉	相違理由
<p>(東海第二発電所 工事計画に係る補足説明資料 耐震性に関する説明書のうち 補足-340-13【機電分耐震計算書の補足について】 別紙-1 抜粋)</p> <p>耐特委で検討された遠心式ポンプは、大型のポンプであり軸受としてすべり軸受を採用していることから、軸受の冷却が必要となる。このため、地震により軸冷却水配管の損傷に至ればポンプの機能維持に影響を及ぼすため、軸冷却水配管を評価項目として抽出している。一方でギヤ式ポンプの標準設計として、軸冷却水配管を有していない。軸冷却水配管は軸受の冷却のため設置されるが、ギヤ式ポンプの軸受は内部流体で冷却が可能であるため、軸冷却水配管は設置されていない。</p>	<p>(東海第二発電所 別紙-13 動的機能維持評価の検討方針について(耐震) 抜粋)</p> <p>耐特委で検討された遠心式ポンプは、大型のポンプであり軸受としてすべり軸受を採用していることから、軸受の冷却が必要となる。このため、地震により軸冷却水配管の損傷に至ればポンプの機能維持に影響を及ぼすため、軸冷却水配管を評価項目として抽出している。一方でスクリー式ポンプの標準設計として、軸冷却水配管を有していない。軸冷却水配管は軸受の冷却のため設置されるが、スクリー式ポンプの軸受は内部流体で冷却が可能であるため、軸冷却水配管は設置されていない。</p> <p>また、ギヤ式ポンプは軸封部の標準設計としてオイルシールを採用している(第10図参照)。オイルシールはケーシングと軸受(ブッシング)で形成される隙間部に挿入される形態で取り付けられており、オイルシールとブッシングの間には隙間がある構造であるため、地震荷重は軸受(ブッシング)を通してケーシングに伝達されることから、ケーシングと軸受(ブッシング)が健全であれば、オイルシールが損傷することはないことから、地震時異常要因分析による評価項目に選定されていない。</p>  <p>設計進捗により構造変更の可能性有り。</p> <p>第10図 ギヤ式ポンプの標準的な構造概要図</p>	<p>耐特委で検討された遠心式ポンプは、大型のポンプであり軸受としてすべり軸受を採用していることから、軸受の冷却が必要となる。このため、地震により軸冷却水配管の損傷に至ればポンプの機能維持に影響を及ぼすため、軸冷却水配管を基本評価項目として抽出している。一方でギヤ式ポンプの標準設計として、軸冷却水配管を有していない。軸冷却水配管は軸受の冷却のため設置されるが、ギヤ式ポンプの軸受は内部流体で冷却が可能であるため、軸冷却水配管は設置されていない。</p> <p>また、ギヤ式ポンプは軸封部の標準設計としてオイルシールを採用している(第4.2.4-1図参照)。オイルシールはケーシングと軸受(ブッシング)で形成される隙間部に挿入される形態で取り付けられており、オイルシールとブッシングの間には隙間がある構造であるため、地震荷重は軸受(ブッシング)を通してケーシングに伝達されることから、ケーシングと軸受(ブッシング)が健全であれば、オイルシールが損傷することはないことから、地震時異常要因分析による基本評価項目に選定されていない。</p>  <p>第4.2.4-1図 ギヤ式ポンプの標準的な構造概要図</p>	<p>・(参考) 【東海第二】 東海第二の工認資料でも同様の記載があることから、参考のため「平成30年10月 東海第二 工事計画に係る補足説明資料 耐震性に関する説明書のうち 補足-340-13【機電分耐震計算書の補足について】 別紙-1」を掲載する</p>

女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	島根原子力発電所2号炉（2021.9.6版）	泊発電所3号炉	相違理由
	<p>（東海第二発電所 別紙-13 動的機能維持評価の検討方針について（耐震） 抜粋）</p> <p>① 基礎ボルト（取付ボルトを含む）の評価 ギヤ式ポンプは遠心式ポンプと同様に、基礎ボルトで固定された架台の上に、駆動機器及び被駆動機器が取付ボルトに設置されており、地震時に有意な荷重がかかることから動的機能維持の評価項目として選定する。</p> <p>②③④ 摺動部の評価 摺動部の損傷の観点より、遠心式ポンプの検討におけるケーシングと接触して損傷するライナーリング部の評価を行うのと同様に、ギヤ式ポンプにおける評価項目を以下のとおり選定する。</p> <p>ギヤ式ポンプのギヤ部は、構造が非常に剛であり、地震応答増幅が小さく動的機能評価上重要な部分の地震荷重が通常運転荷重に比べて十分小さいと考えられる。また、ケーシングについては、横形ポンプと同様に耐圧構造であり、使用圧力に耐えられる強度の肉厚を有している。</p> <p>主軸又は従動軸については、損傷によってギヤがケーシングと接触することで回転機能及び輸送機能が喪失に至ることが考えられる。主軸の重量は、従動軸の重量に比べ大きく、軸を支持する距離は双方の軸で同じであるため、評価項目は、主軸（ギヤ部）を対象として行う。</p> <p>② 主軸の評価 ギヤ式ポンプは二軸（主軸及び従動軸）構造であり、一軸構造の横形ポンプとは軸の構造が異なるが、主軸の重量は、従動軸に比べ大きく、軸を支持する距離は双方の軸で同じであるため、主軸の健全性確認を行うことによって、一軸構造の横形ポンプと同様の見解が適用できるものである。</p> <p>そのため、ギヤ式ポンプにおいても、遠心式ポンプと同様に、軸損傷が発生しないことを確認するため、主軸の評価を動的機能維持の評価項目として選定する。</p> <p>⑤ 軸受の評価 ポンプにおいて、軸受の役割は「回転機能の保持」であり、その役割は遠心ポンプもギヤ式ポンプも同じである。</p> <p>当該軸受が損傷することにより、ポンプの機能喪失につながるため、動的機能維持の評価項目として選定する。また、評価においては発生する荷重としてスラスト方向及びラジアル方向の荷重を考慮して評価を行う。</p> <p>なお、遠心式ポンプは「ころがり軸受」を用いており、「回転機能の保持」という役割を果たすために、ベアリング内外輪間に鋼球を装備した回転機構を有する構造となっている。</p>	<p>①基礎ボルト（取付ボルトを含む）の評価 ギヤ式ポンプは遠心式ポンプと同様に、基礎ボルトで固定された架台の上に、駆動機器及び被駆動機器が取付ボルトに<u>より</u>設置されており、地震時に有意な荷重がかかることから動的機能維持の<u>基本</u>評価項目として選定する。</p> <p>②③④摺動部の評価 摺動部の損傷の観点より、遠心式ポンプの検討におけるケーシングと接触して損傷するライナーリング部の評価を行うのと同様に、ギヤ式ポンプにおける<u>基本</u>評価項目を以下のとおり選定する。</p> <p>ギヤ式ポンプのギヤ部は、構造が非常に剛であり、地震応答増幅が小さく動的機能評価上重要な部分の地震荷重が通常運転荷重に比べて十分小さいと考えられる。また、ケーシングについては、横形ポンプと同様に耐圧構造であり、使用圧力に耐えられる強度の肉厚を有している。</p> <p>主軸又は従動軸については、損傷によってギヤがケーシングと接触することで回転機能及び輸送機能が喪失に至ることが考えられる。主軸の重量は、従動軸の重量に比べ大きく、軸を支持する距離は双方の軸で同じであるため、<u>基本</u>評価項目は、主軸（ギヤ部）を対象として行う。</p> <p>②主軸の評価 ギヤ式ポンプは二軸（主軸及び従動軸）構造であり、一軸構造の<u>遠心式ポンプ</u>とは軸の構造が異なるが、主軸の重量は、従動軸に比べ大きく、軸を支持する距離は双方の軸で同じであるため、主軸の健全性確認を行うことによって、一軸構造の<u>遠心式ポンプ</u>と同様の見解が適用できるものである。</p> <p>そのため、ギヤ式ポンプにおいても、遠心式ポンプと同様に、軸損傷が発生しないことを確認するため、主軸の評価を動的機能維持の<u>基本</u>評価項目として選定する。</p> <p>⑤軸受の評価 ポンプにおいて、軸受の役割は「回転機能の保持」であり、その役割は遠心式ポンプもギヤ式ポンプも同じである。</p> <p>当該軸受が損傷することにより、ポンプの機能喪失につながるため、動的機能維持の<u>基本</u>評価項目として選定する。また、評価においては発生する荷重としてスラスト方向及びラジアル方向の荷重を考慮して評価を行う。</p> <p>なお、遠心式ポンプは「ころがり軸受」を用いており、「回転機能の保持」という役割を果たすために、ベアリング内外輪間に鋼球を装備した回転機構を有する構造となっている。</p>	

第4条 地震による損傷の防止（別紙4 動的機能維持評価の検討方針について：本文）

女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	島根原子力発電所2号炉（2021.9.6版）	泊発電所3号炉	相違理由
	<p><u>（東海第二発電所 別紙-13 動的機能維持評価の検討方針について（耐震）抜粋）</u></p> <p>一方、ギヤ式ポンプは「ブッシング」を用いており、「ころがり軸受」と同様に「回転機能の保持」という役割を果たすために、軸とブッシング間に形成された油膜によるスベリ支持を有する構造となっている。</p> <p>⑥ 電動機の評価 ギヤ式ポンプの電動機は横向きに設置されるころがり軸受を使用する電動機であり、耐特委（JEAG4601）で検討されている横型ころがり軸受電動機の適用範囲内であることから、動的機能維持済加速度との比較により評価を行う。</p> <p>⑦ 軸継手の評価 ギヤ式ポンプは、遠心式ポンプと同様に、軸受でスラスト荷重を受け持つこと及びフレキシブルカップリングを採用していることから、軸継手にはスラスト荷重による有意な応力が発生しないため、計算書の評価対象外とする。</p> <p>⑧ ケーシングノズルの評価 ギヤ式ポンプのケーシングノズル部は、遠心式ポンプと同様に、機器と配管の接続部であるが、ノズル出入口配管のサポートについて適切に配管設計することで、ノズル部に過大な配管荷重が伝わらないため、計算書の評価対象外とする。</p> <p>⑨ 逃がし弁の評価 逃がし弁はばね式であるため、弁に作用する最大加速度が、安全弁の動的機能維持確認済加速度以下であることを確認する。</p>	<p>一方、ギヤ式ポンプは「ブッシング」を用いており、「ころがり軸受」と同様に「回転機能の保持」という役割を果たすために、軸とブッシング間に形成された油膜によるスベリ支持を有する構造となっている。</p> <p>⑥電動機の評価 ギヤ式ポンプの電動機は横向きに設置されるころがり軸受を使用する電動機であり、耐特委（JEAG4601）で検討されている横型ころがり軸受電動機の適用範囲内であることから、動的機能維持済加速度との比較により評価を行う。</p> <p>⑦軸継手の評価 ギヤ式ポンプは、遠心式ポンプと同様に、軸受でスラスト荷重を受け持つこと及びフレキシブルカップリングを採用していることから、軸継手にはスラスト荷重による有意な応力が発生しないため、計算書の評価対象外とする。</p> <p>⑧ケーシングノズルの評価 ギヤ式ポンプのケーシングノズル部は、遠心式ポンプと同様に、機器と配管の接続部であるが、ノズル出入口配管のサポートについて適切に配管設計することで、ノズル部に過大な配管荷重が伝わらないため、計算書の評価対象外とする。</p> <p>⑨逃がし弁の評価 逃がし弁はばね式であるため、弁に作用する最大加速度が、安全弁の動的機能維持確認済加速度以下であることを確認する。</p>	

実線・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・記載表現、設備名称の相違(実質的な相違なし)

第4条 地震による損傷の防止(別紙4 動的機能維持評価の検討方針について:本文)

女川原子力発電所2号炉(2020.2.7版)	島根原子力発電所2号炉(2021.9.6版)	泊発電所3号炉	相違理由																																																																																								
	<p>(東海第二発電所 別紙-13 動的機能維持評価の検討方針について(耐震) 抜粋)</p> <p style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">泊との比較のために記載の順番を入れ替え</p> <p>(3) まどめ</p> <p>新たな検討が必要な設備について、地震時要因分析を行い、基本的な機構造が類似している機種/型式に対する耐特委での検討を参考に、型式による構造の違いを踏まえた上で地震時異常要因分析を行い、評価項目の抽出を行った。</p> <p>また、耐特委における遠心式ポンプの評価項目に対して、スクリー式ポンプ及びギヤ式ポンプは、一部構造の異なる部位があるが、これら部位に対する評価方法については、耐特委で検討された遠心式ポンプにおける評価手法と同様であること、既往の評価方法を踏まえて実施が可能であることから、耐特委の検討をもとに参考とする遠心式ポンプをベースとした評価は可能であると考える。</p> <p style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">泊との比較のために記載の順番を入れ替え</p> <p>以上から、ギヤ式ポンプにおいて抽出される動的機能維持の評価項目のうち、計算書の評価対象とするものは以下の通りである。</p>	<p>4.2.5 ギヤ式ポンプの動的機能維持評価項目の検討結果</p> <p>新たな検討が必要な設備について、地震時異常要因分析を行い、基本的な機構造が類似している機種/形式に対する耐特委での検討を参考に、形式による構造の違いを踏まえた上で地震時異常要因分析を行い、基本評価項目の抽出を行った。</p> <p>また、耐特委における遠心式ポンプの基本評価項目に対して、ギヤ式ポンプは、一部構造の異なる部位があるが、これら部位に対する評価方法については、耐特委で検討された遠心式ポンプにおける評価手法と同様であること、既往の評価方法を踏まえて実施が可能であることから、耐特委の検討を基に参考とする遠心式ポンプをベースとした評価は可能であると考える。</p> <p>以上から、ギヤ式ポンプにおいて抽出される動的機能維持の基本評価項目のうち、計算書の評価対象とするものは第4.2.5-1表の通りである。</p>	<p>・新たな検討が必要となる設備の抽出結果の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>②の相違</p>																																																																																								
<p>(比較のため女川2号炉の表を再度、掲載する)</p>		<p>第4.2.5-1表 泊3号炉のギヤ式ポンプにおける動的機能維持評価の基本評価項目の検討結果</p>	<p>・記載方法の相違</p>																																																																																								
<p>第4.7-1表 女川2号炉のスクリー式ポンプにおける動的機能維持評価の基本評価項目の検討結果</p>		<p>第4.2.5-1表 泊3号炉のギヤ式ポンプにおける動的機能維持評価の基本評価項目の検討結果</p>	<p>【東海第二】</p>																																																																																								
<p>○: 評価対象(計算書対象), -: 対象外</p>	<p>○: 評価対象(計算書対象), -: 対象外</p>	<p>○: 評価対象(計算書対象), -: 対象外</p>	<p>見やすさの観点から、泊3号炉では、女川2号炉、島根2号炉と同様に基本評価項目の検討結果を表で示す</p>																																																																																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>既往知見における基本評価項目</th> <th>スクリー式ポンプにおける動的機能維持評価の基本評価項目</th> <th>主な理由</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>I</td> <td>基礎ボルト(取付ボルト含む)</td> <td>○</td> <td>損傷によりポンプ機能喪失</td> </tr> <tr> <td>II</td> <td>支持脚</td> <td>-</td> <td>基礎ボルトにて代替評価</td> </tr> <tr> <td>III</td> <td>撓動部</td> <td>○</td> <td>損傷によりポンプ機能喪失</td> </tr> <tr> <td>IV</td> <td>軸系</td> <td>○</td> <td>損傷によりポンプ機能喪失</td> </tr> <tr> <td>V</td> <td>逃がし弁フランジ部(漏えい防止)</td> <td>○</td> <td>損傷によりポンプ機能喪失</td> </tr> <tr> <td>VI</td> <td>逃がし弁本体(移送機能)</td> <td>○</td> <td>潤滑作によりポンプ機能喪失</td> </tr> <tr> <td>VII</td> <td>メカニカルシール</td> <td>-</td> <td>地震により損傷しないため評価不要</td> </tr> <tr> <td>VIII</td> <td>軸受</td> <td>○</td> <td>損傷によりポンプ機能喪失</td> </tr> <tr> <td>IX</td> <td>電動機</td> <td>○</td> <td>損傷によりポンプ機能喪失</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>軸継手</td> <td>-</td> <td>地震により損傷しないため評価不要</td> </tr> <tr> <td>XI</td> <td>ケーシングノズル</td> <td>-</td> <td>配管設計により対応可能なため評価不要</td> </tr> <tr> <td>XII</td> <td>軸冷却水配管</td> <td>-</td> <td>構造上、存在しないため評価不要</td> </tr> </tbody> </table>	No.	既往知見における基本評価項目	スクリー式ポンプにおける動的機能維持評価の基本評価項目	主な理由	I	基礎ボルト(取付ボルト含む)	○	損傷によりポンプ機能喪失	II	支持脚	-	基礎ボルトにて代替評価	III	撓動部	○	損傷によりポンプ機能喪失	IV	軸系	○	損傷によりポンプ機能喪失	V	逃がし弁フランジ部(漏えい防止)	○	損傷によりポンプ機能喪失	VI	逃がし弁本体(移送機能)	○	潤滑作によりポンプ機能喪失	VII	メカニカルシール	-	地震により損傷しないため評価不要	VIII	軸受	○	損傷によりポンプ機能喪失	IX	電動機	○	損傷によりポンプ機能喪失	X	軸継手	-	地震により損傷しないため評価不要	XI	ケーシングノズル	-	配管設計により対応可能なため評価不要	XII	軸冷却水配管	-	構造上、存在しないため評価不要	<p>・基礎ボルト(取付ボルトを含む)の評価</p> <p>・主軸(ギヤ部)の評価</p> <p>・主軸の評価</p> <p>・軸受の評価</p> <p>・電動機の評価</p> <p>・逃がし弁の評価</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>既往知見における基本評価項目</th> <th>ギヤ式ポンプにおける動的機能維持評価の基本評価項目</th> <th>主な理由</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>①</td> <td>基礎ボルト(取付ボルト含む)</td> <td>○</td> <td>損傷によりポンプ機能喪失</td> </tr> <tr> <td>②</td> <td>主軸(ギヤ部)</td> <td>○</td> <td>損傷によりポンプ機能喪失</td> </tr> <tr> <td>③</td> <td>主軸</td> <td>○</td> <td>損傷によりポンプ機能喪失</td> </tr> <tr> <td>④</td> <td>軸受</td> <td>○</td> <td>損傷によりポンプ機能喪失</td> </tr> <tr> <td>⑤</td> <td>電動機</td> <td>○</td> <td>損傷によりポンプ機能喪失</td> </tr> <tr> <td>⑥</td> <td>軸継手</td> <td>-</td> <td>地震により損傷しないため評価不要</td> </tr> <tr> <td>⑦</td> <td>ケーシングノズル</td> <td>-</td> <td>配管設計により対応可能なため評価不要</td> </tr> <tr> <td>⑧</td> <td>逃がし弁(移送機能)</td> <td>○</td> <td>損傷によりポンプ機能喪失</td> </tr> </tbody> </table>	No.	既往知見における基本評価項目	ギヤ式ポンプにおける動的機能維持評価の基本評価項目	主な理由	①	基礎ボルト(取付ボルト含む)	○	損傷によりポンプ機能喪失	②	主軸(ギヤ部)	○	損傷によりポンプ機能喪失	③	主軸	○	損傷によりポンプ機能喪失	④	軸受	○	損傷によりポンプ機能喪失	⑤	電動機	○	損傷によりポンプ機能喪失	⑥	軸継手	-	地震により損傷しないため評価不要	⑦	ケーシングノズル	-	配管設計により対応可能なため評価不要	⑧	逃がし弁(移送機能)	○	損傷によりポンプ機能喪失	
No.	既往知見における基本評価項目	スクリー式ポンプにおける動的機能維持評価の基本評価項目	主な理由																																																																																								
I	基礎ボルト(取付ボルト含む)	○	損傷によりポンプ機能喪失																																																																																								
II	支持脚	-	基礎ボルトにて代替評価																																																																																								
III	撓動部	○	損傷によりポンプ機能喪失																																																																																								
IV	軸系	○	損傷によりポンプ機能喪失																																																																																								
V	逃がし弁フランジ部(漏えい防止)	○	損傷によりポンプ機能喪失																																																																																								
VI	逃がし弁本体(移送機能)	○	潤滑作によりポンプ機能喪失																																																																																								
VII	メカニカルシール	-	地震により損傷しないため評価不要																																																																																								
VIII	軸受	○	損傷によりポンプ機能喪失																																																																																								
IX	電動機	○	損傷によりポンプ機能喪失																																																																																								
X	軸継手	-	地震により損傷しないため評価不要																																																																																								
XI	ケーシングノズル	-	配管設計により対応可能なため評価不要																																																																																								
XII	軸冷却水配管	-	構造上、存在しないため評価不要																																																																																								
No.	既往知見における基本評価項目	ギヤ式ポンプにおける動的機能維持評価の基本評価項目	主な理由																																																																																								
①	基礎ボルト(取付ボルト含む)	○	損傷によりポンプ機能喪失																																																																																								
②	主軸(ギヤ部)	○	損傷によりポンプ機能喪失																																																																																								
③	主軸	○	損傷によりポンプ機能喪失																																																																																								
④	軸受	○	損傷によりポンプ機能喪失																																																																																								
⑤	電動機	○	損傷によりポンプ機能喪失																																																																																								
⑥	軸継手	-	地震により損傷しないため評価不要																																																																																								
⑦	ケーシングノズル	-	配管設計により対応可能なため評価不要																																																																																								
⑧	逃がし弁(移送機能)	○	損傷によりポンプ機能喪失																																																																																								

実線・・・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・・・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

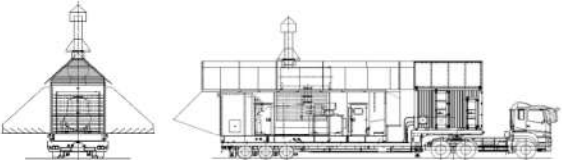
第4条 地震による損傷の防止（別紙4 動的機能維持評価の検討方針について：本文）

女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	島根原子力発電所2号炉（2021.9.6版）	泊発電所3号炉	相違理由
	<p>4.3 <u>ガスタービン発電機に対する検討</u></p> <p>4.3.1 <u>検討対象設備の概要</u></p> <p><u>ガスタービン発電機は、その作動原理・構造から異常要因分析や基本評価項目の抽出が可能であり、分析や項目の抽出において参考とする類似機器の検討事例があることから、解析による評価を実施する。地震時異常要因分析を検討するに当たり、第4.3.1-1表に新たな検討が必要な設備及び参考とする機種／形式を示すとともに、第4.3.1-1図、第4.3.1-2図及び第4.3.1-3図に今回工認において新たな検討が必要な設備として抽出されたガスタービン発電機、参考とする耐特委で検討された非常用ディーゼル発電機及びポンプ駆動用タービンの構造概要図を示す。</u></p>		<p>・新たな検討が必要となる設備の抽出結果の相違</p> <p>【島根2】</p> <p>ガスタービン発電機は島根2号炉特有の設備であるため以降の比較は省略する</p>

第4条 地震による損傷の防止（別紙4 動的機能維持評価の検討方針について：本文）

女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	島根原子力発電所2号炉（2021.9.6版）	泊発電所3号炉	相違理由																					
<p>5. 詳細検討が必要な設備における動的機能維持の検討方針 評価用加速度が機能確認済加速度を超えた場合の検討については、J E A G 4 6 0 1 及び耐特委報告書にて、動的機能維持の評価に必要な基本評価項目が地震時異常要因分析に基づき選定されている（第5-1表）。</p> <p>機能維持評価に当たっては、技術基準規則解釈等の改正を踏まえて、基本評価項目に対して、必要な評価項目を選定し、その妥当性を示した上で検討を実施する。</p>	<p>5. 詳細検討が必要な設備における動的機能維持の検討方針 機能維持評価用加速度が機能確認済加速度を超えた場合の検討については、J E A G 4 6 0 1 及び耐特委報告書にて、動的機能維持の評価に必要な基本評価項目が地震時異常要因分析に基づき選定されている（第5-1表）。</p> <p>機能維持評価に当たっては、技術基準規則解釈等の改正を踏まえて、基本評価項目に対して、必要な評価項目を選定し、その妥当性を示した上で検討を実施する。なお、詳細設計段階において、弁の応答加速度（機能維持評価用加速度）が機能確認済加速度を超える場合、J E A G 4 6 0 1 に基づき詳細検討を実施する。</p>	<p>5. 詳細検討が必要な設備における動的機能維持の検討方針 機能維持評価用加速度が機能確認済加速度を超えた場合の検討については、J E A G 4 6 0 1 及び耐特委報告書にて、動的機能維持の評価に必要な基本評価項目を地震時異常要因分析に基づき選定する。</p> <p>機能維持評価に当たっては、技術基準規則解釈等の改正を踏まえて、基本評価項目に対して、必要な評価項目を選定し、その妥当性を示した上で検討を実施する。なお、詳細設計段階において、弁の応答加速度（機能維持評価用加速度）が機能確認済加速度を超える場合、J E A G 4 6 0 1 に基づき詳細検討を実施する。</p>																						
<p>第5-1表 各設備における基本評価項目（1/2）</p>	<p>第5-1表 各設備における基本評価項目（1/2）</p>																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th>詳細検討が必要な設備</th> <th>機種/型式</th> <th>基本評価項目</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>・原子炉補機冷却水ポンプ用電動機 ・ほう酸水注入系ポンプ用電動機 ・非常用ガス処理系排風機用電動機 ・可燃性ガス濃度制御系再結合装置 ・ブロワ用電動機</td> <td>電動機/立形ころがり軸受、楕形ころがり軸受</td> <td>①端子箱 ②フレーム ③基礎ボルト・取付ボルト ④固定子 ⑤軸（回転子） ⑥軸受 ⑦固定子と回転子のクリアランス ⑧軸継手</td> </tr> <tr> <td>・非常用ガス処理系排風機 ・可燃性ガス濃度制御系再結合装置 ・ブロワ</td> <td>ファン/速心直結型ファン、速心直動型ファン</td> <td>①ケーシング ②ケーシング取付ボルト ③軸 ④軸受 ⑤軸受取付ボルト ⑥インペラ ⑦ベローズ ⑧軸継手 ⑨メカニカルシール ⑩電動機取付ボルト ⑪電動機 ⑫基礎ボルト ⑬フレキシブルダクト継手</td> </tr> </tbody> </table>	詳細検討が必要な設備	機種/型式	基本評価項目	・原子炉補機冷却水ポンプ用電動機 ・ほう酸水注入系ポンプ用電動機 ・非常用ガス処理系排風機用電動機 ・可燃性ガス濃度制御系再結合装置 ・ブロワ用電動機	電動機/立形ころがり軸受、楕形ころがり軸受	①端子箱 ②フレーム ③基礎ボルト・取付ボルト ④固定子 ⑤軸（回転子） ⑥軸受 ⑦固定子と回転子のクリアランス ⑧軸継手	・非常用ガス処理系排風機 ・可燃性ガス濃度制御系再結合装置 ・ブロワ	ファン/速心直結型ファン、速心直動型ファン	①ケーシング ②ケーシング取付ボルト ③軸 ④軸受 ⑤軸受取付ボルト ⑥インペラ ⑦ベローズ ⑧軸継手 ⑨メカニカルシール ⑩電動機取付ボルト ⑪電動機 ⑫基礎ボルト ⑬フレキシブルダクト継手	<table border="1"> <thead> <tr> <th>詳細検討が必要な設備</th> <th>機種/型式</th> <th>基本評価項目</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>・原子炉補機海水ポンプ ・高圧炉心スプレイ補機海水ポンプ</td> <td>立形ポンプ/斜置き式</td> <td>①基礎ボルト、取付ボルト ②ディスタンスジョイントケーシング ③ベレル ④コラム ⑤軸受 ⑥軸 ⑦冷却水配管 ⑧メカニカルシール熱交換器 ⑨電動機</td> </tr> <tr> <td>・燃料プール冷却ポンプ</td> <td>楕形ポンプ/半直立式</td> <td>①基礎ボルト ②支持脚 ③振動部（ライナーリング部） ④軸 ⑤メカニカルシール ⑥軸受 ⑦電動機 ⑧軸継手 ⑨ケーシングノズル部 ⑩冷却水配管</td> </tr> <tr> <td>・ほう酸水注入ポンプ</td> <td>往復動式ポンプ/楕形3連往復動式</td> <td>①基礎ボルト ②ポンプ本体取付ボルト ③クランク軸軸受 ④コネクティングロッド軸受 ⑤クロスヘッドガイド振動部 ⑥バルブシート面 ⑦吸込・吐出ノズル ⑧換気機取付ボルト ⑨弁車箱軸受 ⑩弁車 ⑪電動機 ⑫軸継手 ⑬冷却水配管</td> </tr> </tbody> </table>	詳細検討が必要な設備	機種/型式	基本評価項目	・原子炉補機海水ポンプ ・高圧炉心スプレイ補機海水ポンプ	立形ポンプ/斜置き式	①基礎ボルト、取付ボルト ②ディスタンスジョイントケーシング ③ベレル ④コラム ⑤軸受 ⑥軸 ⑦冷却水配管 ⑧メカニカルシール熱交換器 ⑨電動機	・燃料プール冷却ポンプ	楕形ポンプ/半直立式	①基礎ボルト ②支持脚 ③振動部（ライナーリング部） ④軸 ⑤メカニカルシール ⑥軸受 ⑦電動機 ⑧軸継手 ⑨ケーシングノズル部 ⑩冷却水配管	・ほう酸水注入ポンプ	往復動式ポンプ/楕形3連往復動式	①基礎ボルト ②ポンプ本体取付ボルト ③クランク軸軸受 ④コネクティングロッド軸受 ⑤クロスヘッドガイド振動部 ⑥バルブシート面 ⑦吸込・吐出ノズル ⑧換気機取付ボルト ⑨弁車箱軸受 ⑩弁車 ⑪電動機 ⑫軸継手 ⑬冷却水配管		<p>・詳細検討が必要となる設備の抽出結果の相違 【女川2，島根2】 ④の相違</p>
詳細検討が必要な設備	機種/型式	基本評価項目																						
・原子炉補機冷却水ポンプ用電動機 ・ほう酸水注入系ポンプ用電動機 ・非常用ガス処理系排風機用電動機 ・可燃性ガス濃度制御系再結合装置 ・ブロワ用電動機	電動機/立形ころがり軸受、楕形ころがり軸受	①端子箱 ②フレーム ③基礎ボルト・取付ボルト ④固定子 ⑤軸（回転子） ⑥軸受 ⑦固定子と回転子のクリアランス ⑧軸継手																						
・非常用ガス処理系排風機 ・可燃性ガス濃度制御系再結合装置 ・ブロワ	ファン/速心直結型ファン、速心直動型ファン	①ケーシング ②ケーシング取付ボルト ③軸 ④軸受 ⑤軸受取付ボルト ⑥インペラ ⑦ベローズ ⑧軸継手 ⑨メカニカルシール ⑩電動機取付ボルト ⑪電動機 ⑫基礎ボルト ⑬フレキシブルダクト継手																						
詳細検討が必要な設備	機種/型式	基本評価項目																						
・原子炉補機海水ポンプ ・高圧炉心スプレイ補機海水ポンプ	立形ポンプ/斜置き式	①基礎ボルト、取付ボルト ②ディスタンスジョイントケーシング ③ベレル ④コラム ⑤軸受 ⑥軸 ⑦冷却水配管 ⑧メカニカルシール熱交換器 ⑨電動機																						
・燃料プール冷却ポンプ	楕形ポンプ/半直立式	①基礎ボルト ②支持脚 ③振動部（ライナーリング部） ④軸 ⑤メカニカルシール ⑥軸受 ⑦電動機 ⑧軸継手 ⑨ケーシングノズル部 ⑩冷却水配管																						
・ほう酸水注入ポンプ	往復動式ポンプ/楕形3連往復動式	①基礎ボルト ②ポンプ本体取付ボルト ③クランク軸軸受 ④コネクティングロッド軸受 ⑤クロスヘッドガイド振動部 ⑥バルブシート面 ⑦吸込・吐出ノズル ⑧換気機取付ボルト ⑨弁車箱軸受 ⑩弁車 ⑪電動機 ⑫軸継手 ⑬冷却水配管																						

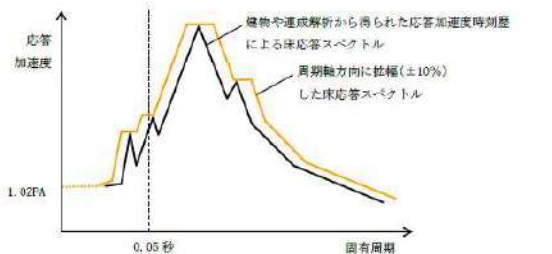
第4条 地震による損傷の防止（別紙4 動的機能維持評価の検討方針について：本文）

女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	島根原子力発電所2号炉（2021.9.6版）	泊発電所3号炉	相違理由			
<p>6. 加振試験が必要な設備における動的機能維持評価の検討</p> <p>高圧原子炉代替注水ポンプは、海外メーカー製であり、異常要因分析や基本評価項目の抽出が容易ではないことから、加振試験による評価を実施する。</p> <p>高圧原子炉代替注水ポンプの構造概要を第6-1図に示すとともに、加振試験の内容を添付資料1に示す。また、加振試験結果より設定した機能確認済加速度と島根2号炉高圧原子炉代替注水ポンプの動的機能維持における機能維持評価用加速度の比較を第6-1表に示す。</p> <div data-bbox="698 614 1267 1061" style="border: 1px solid black; height: 280px; width: 100%;"></div> <p>第6-1図 高圧原子炉代替注水ポンプの構造概要図</p> <p>第6-1表 島根2号炉高圧原子炉代替注水ポンプ機能維持評価用加速度と機能確認済加速度の比較</p> <table border="1" data-bbox="698 1193 1267 1380"> <thead> <tr> <th>島根2号炉 高圧原子炉代替注水ポンプ 機能維持評価用加速度^{注1} [G]</th> <th>加振試験により確認された 機能確認済加速度 [G]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>水平：0.81 鉛直：0.58</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>注1：機能維持評価用加速度は、暫定値であり今後設計進捗により変更の可能性がある。</p>	島根2号炉 高圧原子炉代替注水ポンプ 機能維持評価用加速度 ^{注1} [G]	加振試験により確認された 機能確認済加速度 [G]	水平：0.81 鉛直：0.58		<p>6. 加振試験が必要な設備における動的機能維持評価の検討</p> <p>代替非常用発電機は、異常要因分析や基本評価項目の抽出が容易ではないことから、加振試験による評価を実施する。</p> <p>代替非常用発電機の構造概要を第6-1図に示す。なお、詳細設計段階において、加振試験の内容と結果を示す。</p> <div data-bbox="1310 630 1870 790" style="text-align: center;">  </div> <p>第6-1図 代替非常用発電機の構造概要図</p>	<p>・記載の充実 【女川2】 ①の相違</p> <p>・加振試験が必要となる設備の抽出結果の相違 【島根2】 設備構成はプラント固有のため抽出結果が異なる</p> <p>・資料構成の相違 【島根2】 ③の相違</p> <p>・資料構成の相違 【島根2】 ③の相違</p>
島根2号炉 高圧原子炉代替注水ポンプ 機能維持評価用加速度 ^{注1} [G]	加振試験により確認された 機能確認済加速度 [G]					
水平：0.81 鉛直：0.58						

第4条 地震による損傷の防止(別紙4 動的機能維持評価の検討方針について:本文)

女川原子力発電所2号炉(2020.2.7版)	島根原子力発電所2号炉(2021.9.6版)	泊発電所3号炉	相違理由
<p>6. 弁の機能維持評価に用いる配管系の応答値について 技術基準規則解釈等の改正を踏まえて、<u>女川2号炉</u>の配管系に設置される弁の機能維持評価に適用する加速度値の算定方針について、規格基準に基づく設計手順を整理し、比較することにより示す。規格基準に基づく手法としてJ EAG4601の当該記載部の抜粋を第6-1図に示す。</p> <p>(1) 規格基準に基づく設計手順の整理 J EAG4601において、弁の動的機能維持評価に用いる弁駆動部の応答加速度の算定方針が示されている。配管系の固有値が剛と判断される場合は最大加速度(ZPA)を用いること、また、柔の場合は設計用床応答スペクトルを入力とした配管系のスペクトルモード解析を行い、算出された弁駆動部での応答加速度を用いることにより、弁の動的機能維持評価を実施することとされている。</p> <p>(2) 今回工認における女川2号炉の設計手順 今回工認における女川2号炉の弁駆動部での応答加速度値の設定は、上記J EAG4601の規定に加えて、一定の余裕を見込み評価を実施する方針とする。</p> <p>a. 剛の場合 配管系が剛な場合は、最大加速度に一定の<u>余裕</u>を考慮し、1.2倍した値(1.2ZPA)を用いて弁駆動部の応答加速度を算出し、機能維持評価を実施する。</p> <p>b. 柔の場合 配管系の固有値が柔の場合は、J EAG4601の手順と同様にスペクトルモード解析を行い、弁駆動部の応答加速度を算出した値に加えて、剛領域の振動モードの影響を考慮する観点から1.2倍した最大加速度(1.2ZPA)による弁駆動部の応答加速度を算定し、いずれか大きい加速度を用いて機能維持評価を行う方針とする。</p> <p>また、弁駆動部の応答加速度の算定に用いる配管系のスペクトルモード解析において、剛領域の振動モードの影響により応答加速度の増加が考えられる場合には、剛領域の振動モードの影響を考慮するため、高周波数域の振動モードまで考慮した地震応答解析を行う。スペクトルモード解析において考慮する高周波数域の範囲については、応答解析結果を用いた検討を踏まえて決定する。</p>	<p>7. 弁の動的機能維持評価に用いる配管系の応答値について 技術基準規則解釈等の改正を踏まえて、<u>島根2号炉</u>の配管系に設置される弁の機能維持評価に適用する加速度値の算定方針について、規格基準に基づく設計手順を整理し、比較することにより示す。規格基準に基づく手法としてJ EAG4601の当該記載部の抜粋を第7-1図に示す。</p> <p>(1) 規格基準に基づく設計手順の整理 J EAG4601において、弁の動的機能維持評価に用いる弁駆動部の応答加速度の算定方針が示されている。配管系の固有値が剛と判断される場合は最大加速度(ZPA)を用いること。また、柔の場合は設計用床応答スペクトルを入力とした配管系のスペクトルモード解析を行い、算出された弁駆動部での応答加速度を用いることにより、弁の動的機能維持評価を実施することとされている。</p> <p>(2) 今回工認における島根2号炉の設計手順 今回工認における島根2号炉の弁駆動部での応答加速度値の設定は、上記J EAG4601の規定に加えて、一定の余裕を見込み評価を実施する方針とする。</p> <p>a. 剛の場合 配管系が剛な場合は、最大加速度に一定の<u>裕度</u>を考慮し、1.2倍した値(1.2ZPA)を弁駆動部の応答加速度を算出し、機能維持評価を実施する。</p> <p>b. 柔の場合 配管系の固有値が柔の場合は、J EAG4601の手順と同様にスペクトルモード解析を行い、弁駆動部の応答加速度を算出した値に加えて、剛領域の振動モードの影響を考慮する観点から1.2倍した最大加速度(1.2ZPA)による弁駆動部の応答加速度を算定し、いずれか大きい加速度を用いて機能維持評価を行う方針とする。</p> <p>また、弁駆動部の応答加速度の算定に用いる配管系のスペクトルモード解析において、剛領域の振動モードの影響により応答加速度の増加が考えられる場合には、剛領域の振動モードの影響を考慮するため、高周波数域の振動モードまで考慮した地震応答解析を行う。<u>地震応答解析に用いる20Hz以上(周期0.05s以下)の高振動数領域を考慮した床応答スペクトルは、従来から適用している20Hz以下(周期0.05s以上)の床応答スペクトルの作成方法と同様に、建物や連成解析から得られた応答加速度時刻歴を用いて算出し、周期軸方向に拡張して設定する。弁の動的機能維持評価に適用する床応答スペクトルのイメージを第7-2図に示す。</u></p>	<p>7. 弁の動的機能維持評価に用いる配管系の応答値について 技術基準規則解釈等の改正を踏まえて、<u>泊3号炉</u>の配管系に設置される弁の動的機能維持評価に適用する加速度値の算定方針について、規格基準に基づく設計手順を整理し、比較することにより示す。規格基準に基づく手法としてJ EAG4601の当該記載部の抜粋を第7-1図に示す。</p> <p>(1) 規格基準に基づく設計手順の整理 J EAG4601において、弁の動的機能維持評価に用いる弁駆動部の応答加速度の算定方針が示されている。配管系の固有値が剛と判断される場合は最大加速度(ZPA)を用いること。また、柔の場合は設計用床応答スペクトルを入力とした配管系のスペクトルモード解析を行い、算出された弁駆動部での応答加速度を用いることにより、弁の動的機能維持評価を実施することとされている。</p> <p>(2) 詳細設計段階における泊3号炉の設計手順 詳細設計段階における泊3号炉の弁駆動部での応答加速度値の設定は、上記J EAG4601の規定に加えて、一定の余裕を見込み評価を実施する方針とする。</p> <p>a. 剛の場合 配管系が剛な場合は、最大加速度に一定の<u>裕度</u>を考慮し、1.2倍した値(1.2ZPA)を弁駆動部の応答加速度を算出し、<u>動的機能維持評価</u>を実施する。</p> <p>b. 柔の場合 配管系の固有値が柔の場合は、J EAG4601の手順と同様にスペクトルモード解析を行い、弁駆動部の応答加速度を算出した値に加えて、剛領域の振動モードの影響を考慮する観点から1.2倍した最大加速度(1.2ZPA)による弁駆動部の応答加速度を算定し、いずれか大きい加速度を用いて<u>動的機能維持評価</u>を行う方針とする。</p> <p>また、弁駆動部の応答加速度の算定に用いる配管系のスペクトルモード解析において、剛領域の振動モードの影響により応答加速度の増加が考えられる場合には、剛領域の振動モードの影響を考慮するため、高周波数域の振動モードまで考慮した地震応答解析を行う。<u>スペクトルモード解析において考慮する高周波数域の範囲については、応答解析結果を用いた検討を踏まえて決定することから、詳細設計段階において示す。</u></p>	

第4条 地震による損傷の防止（別紙4 動的機能維持評価の検討方針について：本文）

女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	島根原子力発電所2号炉（2021.9.6版）	泊発電所3号炉	相違理由																											
<p>弁の機能維持評価における規格基準に基づく耐震設計手順及び女川2号炉の耐震設計手順の比較を第6-1表に示す。</p> <p>第6-1表に示すとおり、女川2号炉における弁の機能維持評価に用いる加速度値としては、規格基準に基づく設定方法に比べて一定の裕度を見込んだ値としている。</p> <p>第6-1表 弁の機能維持評価の耐震設計手順の比較</p> <table border="1" data-bbox="91 323 685 619"> <thead> <tr> <th>配管系の固有値</th> <th>JEAG4601</th> <th>女川2号炉</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>剛の場合</td> <td>最大加速度（1.0ZPA）を適用する。</td> <td>最大加速度の1.2倍した値（1.2ZPA）を適用する。</td> </tr> <tr> <td>柔の場合</td> <td>スペクトルモーダル解析により算出した弁駆動部の応答を適用する。</td> <td>スペクトルモーダル解析により算出した弁駆動部の応答^(注1)又は最大加速度の1.2倍した値（1.2ZPA）のいずれか大きい方を適用する。</td> </tr> </tbody> </table>	配管系の固有値	JEAG4601	女川2号炉	剛の場合	最大加速度（1.0ZPA）を適用する。	最大加速度の1.2倍した値（1.2ZPA）を適用する。	柔の場合	スペクトルモーダル解析により算出した弁駆動部の応答を適用する。	スペクトルモーダル解析により算出した弁駆動部の応答 ^(注1) 又は最大加速度の1.2倍した値（1.2ZPA）のいずれか大きい方を適用する。	<p>弁の機能維持評価における規格基準に基づく耐震設計手順及び島根2号炉の耐震設計手順の比較を第7-1表に示す。</p> <p>第7-1表に示すとおり、島根2号炉における弁の機能維持評価に用いる加速度値としては、規格基準に基づく設定方法に比べて一定の裕度を見込んだ値としている。</p> <p>第7-1表 弁の動的機能維持評価の耐震設計手順の比較</p> <table border="1" data-bbox="685 323 1279 619"> <thead> <tr> <th>配管系の固有値</th> <th>JEAG4601</th> <th>島根2号炉</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>剛の場合</td> <td>最大応答加速度（1.0ZPA）を適用する。</td> <td>最大応答加速度を1.2倍した値（1.2ZPA）を適用する。</td> </tr> <tr> <td>柔の場合</td> <td>スペクトルモーダル解析により算出した弁駆動部の応答を適用する。</td> <td>スペクトルモーダル解析により算出した弁駆動部の応答^(注1)又は最大応答加速度を1.2倍した値（1.2ZPA）のいずれか大きい方を適用する。</td> </tr> </tbody> </table>	配管系の固有値	JEAG4601	島根2号炉	剛の場合	最大応答加速度（1.0ZPA）を適用する。	最大応答加速度を1.2倍した値（1.2ZPA）を適用する。	柔の場合	スペクトルモーダル解析により算出した弁駆動部の応答を適用する。	スペクトルモーダル解析により算出した弁駆動部の応答 ^(注1) 又は最大応答加速度を1.2倍した値（1.2ZPA）のいずれか大きい方を適用する。	<p>弁の動的機能維持評価における規格基準に基づく耐震設計手順及び泊3号炉の耐震設計手順の比較を第7-1表に示す。</p> <p>第7-1表に示すとおり、泊3号炉における弁の動的機能維持評価に用いる加速度値としては、規格基準に基づく設定方法に比べて一定の裕度を見込んだ値としている。</p> <p>第7-1表 弁の動的機能維持評価の耐震設計手順の比較</p> <table border="1" data-bbox="1279 323 1872 619"> <thead> <tr> <th>配管系の固有値</th> <th>JEAG4601</th> <th>泊3号炉</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>剛の場合</td> <td>最大応答加速度（1.0ZPA）を適用する。</td> <td>最大応答加速度を1.2倍した値（1.2ZPA）を適用する。</td> </tr> <tr> <td>柔の場合</td> <td>スペクトルモーダル解析により算出した弁駆動部の応答を適用する。</td> <td>スペクトルモーダル解析により算出した弁駆動部の応答^(注1)又は最大応答加速度を1.2倍した値（1.2ZPA）のいずれか大きい方を適用する。</td> </tr> </tbody> </table>	配管系の固有値	JEAG4601	泊3号炉	剛の場合	最大応答加速度（1.0ZPA）を適用する。	最大応答加速度を1.2倍した値（1.2ZPA）を適用する。	柔の場合	スペクトルモーダル解析により算出した弁駆動部の応答を適用する。	スペクトルモーダル解析により算出した弁駆動部の応答 ^(注1) 又は最大応答加速度を1.2倍した値（1.2ZPA）のいずれか大きい方を適用する。	
配管系の固有値	JEAG4601	女川2号炉																												
剛の場合	最大加速度（1.0ZPA）を適用する。	最大加速度の1.2倍した値（1.2ZPA）を適用する。																												
柔の場合	スペクトルモーダル解析により算出した弁駆動部の応答を適用する。	スペクトルモーダル解析により算出した弁駆動部の応答 ^(注1) 又は最大加速度の1.2倍した値（1.2ZPA）のいずれか大きい方を適用する。																												
配管系の固有値	JEAG4601	島根2号炉																												
剛の場合	最大応答加速度（1.0ZPA）を適用する。	最大応答加速度を1.2倍した値（1.2ZPA）を適用する。																												
柔の場合	スペクトルモーダル解析により算出した弁駆動部の応答を適用する。	スペクトルモーダル解析により算出した弁駆動部の応答 ^(注1) 又は最大応答加速度を1.2倍した値（1.2ZPA）のいずれか大きい方を適用する。																												
配管系の固有値	JEAG4601	泊3号炉																												
剛の場合	最大応答加速度（1.0ZPA）を適用する。	最大応答加速度を1.2倍した値（1.2ZPA）を適用する。																												
柔の場合	スペクトルモーダル解析により算出した弁駆動部の応答を適用する。	スペクトルモーダル解析により算出した弁駆動部の応答 ^(注1) 又は最大応答加速度を1.2倍した値（1.2ZPA）のいずれか大きい方を適用する。																												
<p>※1 高周波数域の振動モードまで考慮した地震応答解析を行う。</p> <p>(5) 地震応答解析</p> <p>弁の地震応答を算出するに当たり、(4)項で作成した弁モデルを配管系モデルに組み込み、地震応答解析を実施する。この場合の解析方法は、配管系の固有値に応じて静的応答解析法あるいはスペクトルモーダル応答解析法を用いる。</p> <p>配管系の固有値が剛と判断される場合は、静的応答解析を行うが、この場合弁に加わる加速度は設計用床応答スペクトルのZPA（ゼロ周期加速度）であり、これを弁駆動部応答加速度と見なして評価を行う。また、剛の範囲にない場合には、原則として(3)項で定めた設計用床応答スペクトルを入力とする配管系のスペクトルモーダル解析を行い、算出された弁駆動部応答加速度を用いて弁の評価を実施する。更に、弁の詳細評価が必要となる場合には、弁各部の強度評価に必要な応答荷重を算出する。</p> <p>なお、減衰定数については現在配管系の解析に使用されている0.5～2.5%の値を用いるものとする。</p>	<p>注1：高周波数領域の振動モードまで考慮した地震応答解析を行う。</p> <p>(5) 地震応答解析</p> <p>弁の地震応答を算出するに当たり、(4)項で作成した弁モデルを配管系モデルに組み込み、地震応答解析を実施する。この場合の解析方法は、配管系の固有値に応じて静的応答解析法あるいはスペクトルモーダル応答解析法を用いる。</p> <p>配管系の固有値が剛と判断される場合は、静的応答解析を行うが、この場合弁に加わる加速度は設計用床応答スペクトルのZPA（ゼロ周期加速度）であり、これを弁駆動部応答加速度と見なして評価を行う。また、剛の範囲にない場合には、原則として(3)項で定めた設計用床応答スペクトルを入力とする配管系のスペクトルモーダル解析を行い、算出された弁駆動部応答加速度を用いて弁の評価を実施する。更に、弁の詳細評価が必要となる場合には、弁各部の強度評価に必要な応答荷重を算出する。</p> <p>なお、減衰定数については現在配管系の解析に使用されている0.5～2.5%の値を用いるものとする。</p>	<p>(注1) 高周波数域の振動モードまで考慮した地震応答解析を行う。</p> <p>(5) 地震応答解析</p> <p>弁の地震応答を算出するに当たり、(4)項で作成した弁モデルを配管系モデルに組み込み、地震応答解析を実施する。この場合の解析方法は、配管系の固有値に応じて静的応答解析法あるいはスペクトルモーダル応答解析法を用いる。</p> <p>配管系の固有値が剛と判断される場合は、静的応答解析を行うが、この場合弁に加わる加速度は設計用床応答スペクトルのZPA（ゼロ周期加速度）であり、これを弁駆動部応答加速度と見なして評価を行う。また、剛の範囲にない場合には、原則として(3)項で定めた設計用床応答スペクトルを入力とする配管系のスペクトルモーダル解析を行い、算出された弁駆動部応答加速度を用いて弁の評価を実施する。更に、弁の詳細評価が必要となる場合には、弁各部の強度評価に必要な応答荷重を算出する。</p> <p>なお、減衰定数については現在配管系の解析に使用されている0.5～2.5%の値を用いるものとする。</p>																												
<p>第6-1図 JEAG4601（1991）の抜粋</p>	<p>第7-1図 JEAG4601-1991 抜粋</p>  <p>第7-2図 弁の動的機能維持評価に適用する床応答スペクトル（イメージ）</p>	<p>第7-1図 JEAG4601-1991 抜粋</p>																												

実線・・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第4条 地震による損傷の防止（別紙4 動的機能維持評価の検討方針について：本文）

女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	島根原子力発電所2号炉（2021.9.6版）	泊発電所3号炉	相違理由
	<p><u>添付資料1</u></p> <p><u>高圧原子炉代替注水ポンプの加振試験について</u></p> <p><u>高圧原子炉代替注水ポンプは横形のポンプであるが、原動機であるタービンと一体構造となっており、JEAG4601における適用形式が異なることから、機能確認済加速度を用いた評価とすることができない。そのため、機能確認済加速度を設定することを目的とし、を用いて、高圧原子炉代替注水ポンプに対する加振試験を実施した。加振試験の概要について、以下に示す。</u></p> <p><u>1. 試験概要</u></p> <p><u>高圧原子炉代替注水ポンプはタービンと一体構造であるため、ガバナ等の付属品を含む形で試験を実施した。ポンプ断面イメージ図を第1-1図に示す。</u></p> <p><u>試験方法としては振動特性把握試験を実施し固有振動数を求め、剛構造であることを確認した後、機器の据付位置における機能維持評価用加速度を包絡する加振波で加振試験を実施した。また、加振試験に加え、試験前後の性能比較及び試験後に機器毎の部品に分解し目視検査を実施することで健全性を確認している。振動試験装置外観を第1-2図、加振台仕様を第1-1表に示す。</u></p> <div data-bbox="696 730 1272 1114" style="border: 1px solid black; height: 240px; width: 257px; margin: 10px auto;"></div> <p style="text-align: center;"><u>第1-1図 ポンプ断面イメージ図</u></p>		<p>・資料構成の相違</p> <p>【島根2】</p> <p>③の相違</p> <p>泊3号炉では、加振試験の内容と結果は詳細設計段階で示すので、以降の比較は省略する</p>

第4条 地震による損傷の防止（別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持）

大飯発電所3/4号炉 (2018.9.26版)	女川原子力発電所2号炉 (2020.2.7版)	泊発電所3号炉	差異理由
<p>1. 説明概要</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ 設置許可基準規則の改正に伴う追加要求事項を踏まえて、炉心内の燃料被覆管は、基準地震動による地震力に対して放射性物質の閉じ込めの機能が損なわれるおそれがない設計とする方針であることを説明する。 ◆ 追加要求事項に対し、地震による影響を考慮すべき評価項目、評価方針及び評価条件を説明する。 ◆ 基準地震動の暫定値による評価により、基準に適合する見通しであることを説明する。詳細評価については設計及び工事計画認可申請段階で説明する。 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>先行プラントとの差異（サマリ）</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持に係る設計方針について、先行プラントと相違ない。（基準地震動による地震力に対して、放射性物質の閉じ込めの機能に影響を及ぼさないように設計する。） ● 追加要求事項に対する評価項目、評価方針、評価条件及び評価方法について、大飯3/4号炉を含む先行PWRプラントと相違ない。 </div> <p>2. 比較対象について</p> <p>(1) 比較表の形式は「大飯3/4号炉－女川2号炉－泊3号炉」とした。</p> <p>(2) 泊3号炉及び女川2号炉は再稼働審査時に合わせてバックフィットを扱っている点で同じであること、また、BWR最新審査知見の反映の観点から、資料の目次構成及び記載内容は、女川2号炉に合わせた。</p> <p>(3) 許可済み最新プラントである島根2号炉については、女川2号炉との差異を把握した上で必要な反映箇所がある場合は泊3号炉のまとめ資料に反映することとした。</p> <p>(4) BWRとPWRの燃料設計手法が異なることから、PWRの大飯3/4号炉を設計評価に関する技術的な内容を比較する対象とした。</p> <p>3. 女川2号炉との比較（主な差異）について</p> <p>(1) 適合方針に相違なし。</p> <p>(2) 基準地震動による評価結果の設置許可/設工認における提示方針に相違なし</p> <ul style="list-style-type: none"> ・女川2号炉は、設置許可段階では基準地震動の暫定波（H25年申請時の基準地震動）による基準適合の見通しを示し、設工認段階ですべての基準地震動に対して評価した結果を示している。 ・泊3号炉の提示方針も同上。泊の暫定波は平成27年12月25日審査会合に示す基準地震動とした。 <p>(3) 既許可・既認可の燃料設計手法及び燃料耐震評価手法がBWRとPWRで異なるため、評価内容が異なる。（BWR/PWRそれぞれ既許認可で妥当性が確認された評価手法に基づき実施）</p> <p>1) BWRとPWRの燃料設計手法が異なる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「発電用軽水型原子炉の燃料設計手法について（昭和63年5月12日原子力安全委員会了承）」に加えて、BWRは「沸騰水型原子炉に用いられる8行8列型の燃料集合体について（昭和49年12月25日原子炉安全専門審査会）」及び「沸騰水型原子炉に用いられる9行9列型の燃料集合体について」（平成6年3月3日原子力安全委員会）、PWRは「加圧水型原子炉に用いられる17行17列型の燃料集合体について（昭和51年2月16日原子炉安全専門審査会）」に基づき設計している。 <p>2) BWRとPWRの燃料耐震評価手法が異なる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・BWRは、すべての燃料集合体を単一の弾性はりで代表し、原子炉建屋－原子炉圧力容器－炉内構造物連成系の地震応答解析により直接得られる燃料集合体の水平方向加速度、鉛直方向加速度及び応答相対変位に基づき、計算式により燃料被覆管の地震時応力を計算している。 ・PWRは、原子炉圧力容器－炉内構造物連成系の地震応答解析により得られる上下部炉心板の時刻歴応答加速度を入力として、隣接燃料集合体の衝突等を考慮した非線形の水平方向群振動解析及び鉛直方向振動解析により得られる燃料集合体の応答に基づき、燃料被覆管の地震時応力を計算している。 <p>4. 大飯3/4との比較（主な差異）について</p> <p>(1) 適合方針に相違なし。</p> <p>(2) 評価方針及び評価方法に相違なし。</p> <p>(3) バックフィットを取り扱う審査上のタイミングが異なる。具体的には、大飯3/4号炉は再稼働審査（新規基準の許可・認可取得）済みの状態でバックフィットとして申請した一方で、泊3号炉及び女川2号炉は再稼働審査時に合わせてバックフィットを扱っている点が異なる。審査上のタイミングは異なるものの、評価方針、評価方法等は大飯3/4号炉を含む先行PWRプラントと同様。</p> <p>(4) 対象燃料が異なる。（大飯3/4号炉：ステップ燃料1及びステップ2燃料、泊3号炉：ステップ2燃料及びウラン・プルトニウム混合酸化物燃料）</p>			

実線・・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第4条 地震による損傷の防止（別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持：本文）

大飯発電所3 / 4号炉 (2018.9.26版)	女川原子力発電所2号炉 (2020.2.7版)	泊発電所3号炉	相違理由
<p style="text-align: center;">目次</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 概要 2. 改正規則に対する対応の方針 <ol style="list-style-type: none"> 2.1 改正規則において追加された事項 2.2 改正規則への適合性 3. 炉心内における燃料被覆管閉じ込め機能において地震動の影響を考慮すべき項目 5. 燃料被覆管応力評価 <ol style="list-style-type: none"> 5.2 燃料被覆管応力評価の評価方針 5.3 燃料被覆管応力評価方法 6. 燃料被覆管累積疲労評価 <ol style="list-style-type: none"> 6.1 燃料被覆管累積疲労評価の評価方針 6.2 既許可における燃料被覆管累積疲労評価方法 6.3 設計地震荷重を考慮した燃料被覆管累積疲労評価(本規則改正後の評価) 6.4 設計地震荷重を考慮した燃料被覆管累積疲労評価方法の妥当性 5. 燃料被覆管応力評価 <ol style="list-style-type: none"> 5.4 評価例 6. 燃料被覆管累積疲労評価 <ol style="list-style-type: none"> 6.5 評価例 7. まとめ 	<p style="text-align: center;">目次</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. はじめに 2. 基本方針 <ol style="list-style-type: none"> 2.1 要求事項の整理 2.2 追加要求事項への適合性に係る設計方針 3. 追加要求事項に係る評価項目の選定 4. 地震時の燃料被覆管閉じ込め機能評価方針 5. 追加要求事項を踏まえた燃料被覆管応力評価条件 6. 評価手法 <ol style="list-style-type: none"> 6.1 応力評価手法 6.2 疲労評価手法 7. 評価結果 8. まとめ 	<p style="text-align: center;">目次</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. はじめに 2. 基本方針 <ol style="list-style-type: none"> 2.1 要求事項の整理 2.2 追加要求事項への適合性に係る設計方針 3. 追加要求事項に係る評価項目の選定 4. 地震時の燃料被覆管閉じ込め機能評価方針 5. 追加要求事項を踏まえた燃料被覆管応力評価条件 6. 評価手法 <ol style="list-style-type: none"> 6.1 応力評価手法 6.2 疲労評価手法 7. 評価結果 8. まとめ 	
<p style="text-align: center;">泊との比較のために記載の順番を入替え</p>			

泊発電所3号炉 DB基準適合性 比較表

実線・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・記載表現、設備名称の相違(実質的な相違なし)

第4条 地震による損傷の防止 (別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持:本文)

大飯発電所3/4号炉 (2018.9.26版)	女川原子力発電所2号炉 (2020.2.7版)	泊発電所3号炉	相違理由
<p>泊との比較のために記載の順番を入替え</p> <p>5.1 燃料被覆管に発生する応力</p>	<p>添付資料1: 燃料被覆管の応力評価に考慮する応力について</p> <p>添付資料2: 燃料被覆管下部端栓溶接部における応力の取扱いについて</p>	<p>添付資料1 燃料被覆管の応力評価に考慮する応力について</p>	<p>・燃料設計手法等の相違 (BWR/PWR それぞれ既許認可で妥当性が確認された評価手法に基づき実施。以下同様)</p> <p>【女川】 女川添付資料2:PWRは下部端栓応力を評価する設計ではないため左記の添付資料は無い。(PWR燃料の下部端栓はBWR燃料のように下部端栓をタイプレートで拘束される構造ではないため評価対象としていない。なお、PWRの燃料はBWRの燃料被覆管下部端栓溶接部のように切り欠き形状を含む複雑な形状ではなく、有限要素法を用いた詳細な解析を要さない)</p>
<p>泊との比較のために記載の順番を入替え</p> <p>別添資料4 燃料被覆管応力評価結果</p> <p>別添資料6 燃料被覆管疲労評価結果</p> <p>添付資料2 Langer and O' Donnellの設計疲労曲線</p>	<p>添付資料3: 地震による応力を考慮した燃料被覆管応力評価(閉じ込め機能の維持)について</p> <p>添付資料4: 地震による繰り返し荷重を考慮した燃料被覆管疲労評価(閉じ込め機能の維持)について</p>	<p>添付資料2 地震による応力を考慮した燃料被覆管応力評価(閉じ込め機能の維持)について</p> <p>添付資料3 地震による繰り返し荷重を考慮した燃料被覆管疲労評価(閉じ込め機能の維持)について</p> <p>添付資料4 Langer and O' Donnellの設計疲労曲線</p>	<p>・記載箇所の相違</p> <p>【女川】 設計疲労曲線については、泊は大飯同様添付資料としている(女川は添付資料4の中で設計疲労曲線を示している)</p>

泊発電所3号炉 DB基準適合性 比較表

実線・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第4条 地震による損傷の防止（別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持：本文）

大飯発電所3/4号炉（2018.9.26版）	女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	泊発電所3号炉	相違理由
<p>添付資料3 レインフロー法による計数方法 別添資料5 レインフロー法による繰り返し回数の計数結果</p> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p style="text-align: center;">泊との比較のために記載の順番を入替え</p> </div> <p>図-2 A型燃料被覆管の耐力（ジルコニウム基合金）</p>	<p>添付資料5：燃料被覆管応力評価における許容応力について</p> <p>添付資料6：燃料被覆管応力評価におけるモンテカルロ法による統計処理について</p> <p>添付資料7：下部端栓溶接部の応力評価に使用する有限要素法解析コードについて</p>	<p>添付資料5 レインフロー法による計数方法 添付資料6 レインフロー法による繰り返し回数の計数結果</p> <p>添付資料7 燃料被覆管応力評価における許容応力について</p>	<p>・燃料耐震評価手法の相違 【女川】 PWRは燃料集合体の地震応答解析結果に基づき実際に繰り返し回数を計数しているため、泊では添付資料5及び6にてその方法及び計数結果を示している。</p> <p>・燃料設計手法等の相違 【女川】 女川添付資料6：PWRの応力評価はモンテカルロ法を用いる評価手法ではないため左記の添付資料は無い。（なおPWRでは被覆管応力評価の許容値を95%確率×95%信頼度下限値を考慮して設定しており、その旨を泊の添付資料7に記載している）</p> <p>・燃料設計手法等の相違 【女川】 女川添付資料7：添付資料7は女川が許認可コードと異なるコードを使用しているが故に添付している資料だが、泊号炉は許認可コードと異なるコードは使用していないため左記の添付資料は無い。（なお、PWR燃料の下部端栓はBWR燃料のように</p>

泊発電所3号炉 DB基準適合性 比較表

実線・・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第4条 地震による損傷の防止（別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持：本文）

大飯発電所3 / 4号炉 (2018.9.26版)	女川原子力発電所2号炉 (2020.2.7版)	泊発電所3号炉	相違理由
	<p><u>添付資料8：9×9燃料（B型）における地震時鉛直方向加速度の考慮方法について</u></p> <p><u>添付資料9：評価部位の選定理由について</u></p>		<p>下部端栓をタイプレートで拘束される構造ではないため評価対象としていない。また、PWRの燃料はBWRの燃料被覆管下部端栓溶接部のように切り欠き形状を含む複雑な形状ではなく、有限要素法を用いた詳細な解析を要さない)</p> <p>・燃料設計手法等の相違【女川】 女川添付資料8：BWR燃料設計手法に関するものであるため、左記の添付資料は泊には無い。(BWRは、考慮する応力として、B型ではA型と異なり鉛直地震加速度に基づく応力を他の応力項目に加味している。一方、PWRではA型とB型で考慮する応力項目に違いはない)</p> <p>・燃料設計手法等の相違【女川】 女川添付資料9：BWR燃料設計手法に関するものであるため泊には無い。 (PWR燃料の下部端栓はBWR燃料のように下部端栓をタイプレートで拘束される構造ではないため評価対象としていない。また、支持格子部と支持格子間も含めた燃料被覆管</p>

泊発電所3号炉 DB基準適合性 比較表

実線・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第4条 地震による損傷の防止（別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持：本文）

大飯発電所3 / 4号炉 (2018.9.26版)	女川原子力発電所2号炉 (2020.2.7版)	泊発電所3号炉	相違理由
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> 泊との比較のために記載の順番を入替え </div> 2.3 改正規則関係条文への適合性	<p style="text-align: center;">添付資料10：燃料被覆管の応力評価に用いる各評価手法の 保守性について</p> <p style="text-align: center;">添付資料1.1：改正規則の影響について</p>	<p style="text-align: center;">添付資料8 改正規則の影響について</p>	<p>全体をモデル化した応力解析モデルにて地震時応力を求めているため、評価部位（スペーサ部とスペーサ間）を分けて計算式で応力を計算しているBWRとは異なる。なお、燃料被覆管に発生する各応力(地震時応力、接触圧、内外圧差等)が最大となる軸方向位置はそれぞれ異なるのに対し保守的に同一の軸方向位置で最大になると仮定して評価している。）</p> <p>・燃料設計手法等の相違</p> <p>【女川】 女川添付資料10：添付資料10はモンテカルロ法と決定論的手法との保守性の違いを比べた資料であり、BWR燃料設計手法に関するものであるため左記の添付資料は泊にはない。なおPWRでは被覆管応力評価の許容値を95%確率×95%信頼度下限値を考慮して設定しており、その旨を泊の添付資料7に記載している。</p>

泊発電所3号炉 DB基準適合性 比較表

実線・・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第4条 地震による損傷の防止（別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持：本文）

大飯発電所3 / 4号炉 (2018.9.26版)	女川原子力発電所2号炉 (2020.2.7版)	泊発電所3号炉	相違理由
<p>(別添資料)</p> <p>別添資料1 大飯発電所発電用原子炉設置変更許可申請書の抜粋</p> <p>別添資料2 燃料集合体の耐震計算書の抜粋</p> <p>別添資料3 燃料被覆管応力評価方法及び疲労評価方法に係る公開文献の抜粋</p>		<p><u>別添資料1 泊発電所 発電用原子炉設置変更許可申請書の抜粋</u></p> <p><u>別添資料2 燃料集合体の耐震計算方法</u></p> <p><u>別添資料3 燃料被覆管応力評価方法及び疲労評価方法に係る公開文献の抜粋</u></p>	<p>・記載方針の相違</p> <p>【女川】</p> <p>燃料設計手法に関しては、泊は大飯と同様PWRの手法を用いており大飯同様、既許可、公開文献等の手法を用いることから、泊では別添として既許可等を抜粋している。</p>

泊発電所3号炉 DB基準適合性 比較表

実線・設計方針又は設備構成等の相違
波線・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第4条 地震による損傷の防止（別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持：本文）

大飯発電所3 / 4号炉（2018.9.26版）	女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	泊発電所3号炉	相違理由
<p>1. 概要</p> <p>平成29年8月30日に原子力規制委員会にて「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」（以下、「設置許可基準規則」という）の改正が決定、平成29年9月11日に施行され、地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能の維持についての要求が追加された。</p> <p>本資料は、地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能の維持について説明する資料である。</p>	<p>1. はじめに</p> <p>燃料被覆管の応力評価に関しては、燃料の健全性を確認する観点から、原子炉設置変更許可申請書添付書類八及び燃料体設計認可申請書添付書類Ⅱ（応力解析）において、通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時に発生する内外圧力差による応力、熱応力等を考慮し、解析コードを用いて燃料被覆管の応力設計比の評価を行っている。また、工事計画認可申請書及び燃料体設計認可申請書添付書類Ⅱ（耐震解析）において、崩壊熱除去可能な形状の維持の観点から、地震時の一次応力も考慮した応力評価を実施している。</p> <p>一方、平成29年8月30日に原子力規制委員会にて「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」（以下、「設置許可基準規則」という）及び「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則」（以下、「技術基準規則」という）の改正が決定、平成29年9月11日に施行され、地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能の維持についての要求が追加された。</p> <p>本資料では、地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能の維持に係る設計方針及び地震動の暫定値^{※1}による基準適合性の見通しについて説明する。なお、詳細評価については<u>工事計画認可申請</u>で説明する。</p> <p>※1：平成25年12月設置変更許可申請時の弾性設計用地震動S_d及び基準地震動S_s</p>	<p>1. はじめに</p> <p>燃料被覆管の応力評価に関しては、燃料の健全性を確認する観点から、<u>発電用</u>原子炉設置変更許可申請書添付書類八及び燃料体設計認可申請書添付書類二（応力評価）において、通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時に発生する内外圧力差による応力、熱応力等を考慮し、解析コードを用いて燃料被覆管の応力設計比の評価を行っている。また、工事計画認可申請書及び燃料体設計認可申請書添付書類二（<u>地震時強度評価</u>）において、崩壊熱除去可能な形状の維持の観点から、地震時の一次応力も考慮した応力評価を実施している。</p> <p>一方、平成29年8月30日に原子力規制委員会にて「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」（以下「設置許可基準規則」という）及び「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則」（以下「技術基準規則」という）の改正が決定、平成29年9月11日に施行され、地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能の維持についての要求が追加された。</p> <p>本資料では、地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能の維持に係る設計方針及び地震動の暫定値^{※1}による基準適合性の見通しについて説明する。なお、詳細評価については<u>設計及び工事計画認可申請段階</u>で説明する。</p> <p>※1：平成27年12月25日審査会合に示す基準地震動</p>	<p>・記載の充実</p> <p>【大飯】</p> <p>最新審査実績反映の観点で記載を充実。（なお、大飯のまとめ資料には左記の記載はないが、泊欄の記載内容と同様である。）</p>

実線・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第4条 地震による損傷の防止（別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持：本文）

大飯発電所3 / 4号炉 (2018.9.26版)	女川原子力発電所2号炉 (2020.2.7版)	泊発電所3号炉	相違理由
<p>2. 改正規則に対する対応の方針</p> <p>2.1 改正規則において追加された事項</p> <p>改正設置許可基準規則 第四条（地震による損傷の防止）において、炉心内の燃料被覆材の放射性物質の閉じ込めの機能については、以下のとおりとされた。</p> <p>【第1項（変更なし）】</p> <p>1 設計基準対象施設は、地震力に十分に耐えることができるものでなければならない。</p> <p>【第1項解釈（追加）】</p> <p>一 第1項に規定する「地震力に十分に耐える」とは、通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時に生じるそれぞれの荷重と、弾性設計用地震動による地震力（本規程別記2第4条第4項第1号に規定する弾性設計用地震動による地震力をいう。）又は静的地震力（同項第2号に規定する静的地震力をいい、Sクラスに属する機器に対し算定されるものに限る。）のいずれか大きい方の地震力を組み合わせた荷重条件に対して、炉心内の燃料被覆材の応答が全体的におおむね弾性状態に留まることをいう。</p> <p>【第5項（追加）】</p> <p>5 炉心内の燃料被覆材は、基準地震動による地震力に対して放射性物質の閉じ込めの機能が損なわれるおそれがないものでなければならない。</p> <p>【第5項解釈（追加）】</p> <p>二 第5項に規定する「基準地震動による地震力に対して放射性物質の閉じ込めの機能が損なわれるおそれがない」とは、通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時に生じるそれぞれの荷重と基準地震動による地震力を組み合わせた荷重条件により塑性ひずみが生じる場合であっても、その量が小さなレベルに留まって破断延性限界に十分な余裕を有し、放射性物質の閉じ込めの機能に影響を及ぼさないことをいう。</p> <p>（実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則等の一部を改正する規則H29.9.11施行）</p>	<p>2. 基本方針</p> <p>2.1 要求事項の整理</p> <p>設置許可基準規則第4条及び設置許可基準規則の解釈第4条を第2.1-1表に、また、技術基準規則第5条及び技術基準規則の解釈第5条を第2.1-2表に示す。</p> <p>なお、本規則改正に伴う要求事項については、「実用発電用原子炉の燃料体に対する地震の影響の考慮について（平成29年2月15日 原子力規制庁）」において以下のとおり示されている。</p> <p>『…地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能の維持に係る評価として、より精緻化する観点から、地震力並びに地震力と重畳する可能性のある1次応力及び2次応力を加味した評価を実施することを求める必要がある。</p> <p>よって、原子力規制庁としては、通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時に、基準地震動Ssの地震が発生した場合でも、燃料被覆管の閉じ込め機能が維持できることを新たに要求し、耐震重要度分類Sクラスの耐震設計の考え方にならって、その判断基準として、基準地震動Ssの地震による1次応力を加味した運転状態における応力が設計引張強さを下回ること、また、弾性設計用地震動Sdの地震による1次応力を加味した運転状態における応力が設計降伏点を下回ることとしたい。』</p>	<p>2. 基本方針</p> <p>2.1 要求事項の整理</p> <p>設置許可基準規則第4条及び設置許可基準規則の解釈第4条を第2.1-1表に、また、技術基準規則第5条及び技術基準規則の解釈第5条を第2.1-2表に示す。</p> <p>なお、本規則改正に伴う要求事項については、「実用発電用原子炉の燃料体に対する地震の影響の考慮について（平成29年2月15日 原子力規制庁）」において以下のとおり示されている。</p> <p>『…地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能の維持に係る評価として、より精緻化する観点から、地震力並びに地震力と重畳する可能性のある1次応力及び2次応力を加味した評価を実施することを求める必要がある。</p> <p>よって、原子力規制庁としては、通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時に、基準地震動Ssの地震が発生した場合でも、燃料被覆管の閉じ込め機能が維持できることを新たに要求し、耐震重要度分類Sクラスの耐震設計の考え方にならって、その判断基準として、基準地震動Ssの地震による1次応力を加味した運転状態における応力が設計引張強さを下回ること、また、弾性設計用地震動Sdの地震による1次応力を加味した運転状態における応力が設計降伏点を下回ることとしたい。』</p>	<p>・記載の充実</p> <p>【大飯】</p> <p>最新審査実績反映の観点で記載を充実。記載構文は異なるものの、規則改正に伴う要求事項を整理しており、内容は同様である。</p>

実線・設計方針又は設備構成等の相違
波線・記載表現、設備名称の相違(実質的な相違なし)

第4条 地震による損傷の防止 (別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持: 本文)

大飯発電所3/4号炉 (2018.9.26版)	女川原子力発電所2号炉 (2020.2.7版)	泊発電所3号炉	相違理由																														
<p>本規則改正に伴う要求事項は、「実用発電用原子炉の燃料体に対する地震の影響の考慮について(平成29年2月15日 原子力規制庁)」において以下のとおり示されている。</p> <ul style="list-style-type: none"> 要求事項は、「通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時に、地震時の荷重が負荷された時に燃料被覆管の閉じ込め機能が維持できること」。 具体的には、燃料被覆管に1次応力と2次応力と地震応力が作用した場合でも、燃料被覆管の許容値以下であること。 	<p>第2.1-1表 設置許可基準規則第4条及び設置許可基準規則の解釈第4条(1/2)</p> <table border="1" data-bbox="741 240 1245 903"> <thead> <tr> <th>設置許可基準規則 第4条(地震による損傷の防止)</th> <th>設置許可基準規則の解釈 第4条(地震による損傷の防止)</th> <th>備考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>設計基準対象施設は、地震力に十分に耐えることができるものでなければならない。</td> <td>一 第1項に規定する「地震力に十分に耐える」とは、通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時に生じるそれぞれの荷重と、弾性設計用地震動による地震力(本規程別記2第4条第4項第1号に規定する弾性設計用地震動による地震力をいう。)又は静的地震力(同項第2号に規定する静的地震力をいい、Sクラスに属する機器に対し算定されるものに限る。)のいずれか大きい方の地震力を組み合わせた荷重条件に対して、炉心内の燃料被覆材の応答が全体的におおむね弾性状態に留まることをいう。</td> <td>解釈 追記</td> </tr> <tr> <td>2 前項の地震力は、地震の発生によって生ずるおそれがある設計基準対象施設の安全機能の喪失に起因する放射線による公衆への影響の程度に応じて算定しなければならない。</td> <td>-</td> <td>変更 なし</td> </tr> <tr> <td>3 耐震重要施設は、その供用中に当該耐震重要施設に大きな影響を及ぼすおそれがある地震による加速度によって作用する地震力(以下「基準地震動による地震力」という。)に対して安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない。</td> <td>-</td> <td>変更 なし</td> </tr> <tr> <td>4 耐震重要施設は、前項の地震の発生によって生ずるおそれがある斜面の崩壊に対して安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない。</td> <td>-</td> <td>変更 なし</td> </tr> </tbody> </table>	設置許可基準規則 第4条(地震による損傷の防止)	設置許可基準規則の解釈 第4条(地震による損傷の防止)	備考	設計基準対象施設は、地震力に十分に耐えることができるものでなければならない。	一 第1項に規定する「地震力に十分に耐える」とは、通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時に生じるそれぞれの荷重と、弾性設計用地震動による地震力(本規程別記2第4条第4項第1号に規定する弾性設計用地震動による地震力をいう。)又は静的地震力(同項第2号に規定する静的地震力をいい、Sクラスに属する機器に対し算定されるものに限る。)のいずれか大きい方の地震力を組み合わせた荷重条件に対して、炉心内の燃料被覆材の応答が全体的におおむね弾性状態に留まることをいう。	解釈 追記	2 前項の地震力は、地震の発生によって生ずるおそれがある設計基準対象施設の安全機能の喪失に起因する放射線による公衆への影響の程度に応じて算定しなければならない。	-	変更 なし	3 耐震重要施設は、その供用中に当該耐震重要施設に大きな影響を及ぼすおそれがある地震による加速度によって作用する地震力(以下「基準地震動による地震力」という。)に対して安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない。	-	変更 なし	4 耐震重要施設は、前項の地震の発生によって生ずるおそれがある斜面の崩壊に対して安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない。	-	変更 なし	<p>第2.1-1表 設置許可基準規則第4条及び設置許可基準規則の解釈第4条(1/2)</p> <table border="1" data-bbox="1305 240 1843 874"> <thead> <tr> <th>設置許可基準規則 第4条(地震による損傷の防止)</th> <th>設置許可基準規則の解釈 第4条(地震による損傷の防止)</th> <th>備考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>設計基準対象施設は、地震力に十分に耐えることができるものでなければならない。</td> <td>一 第1項に規定する「地震力に十分に耐える」とは、通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時に生じるそれぞれの荷重と、弾性設計用地震動による地震力(本規程別記2第4条第4項第1号に規定する弾性設計用地震動による地震力をいう。)又は静的地震力(同項第2号に規定する静的地震力をいい、Sクラスに属する機器に対し算定されるものに限る。)のいずれか大きい方の地震力を組み合わせた荷重条件に対して、炉心内の燃料被覆材の応答が全体的におおむね弾性状態にとどまることをいう。</td> <td>解釈 追記</td> </tr> <tr> <td>2 前項の地震力は、地震の発生によって生ずるおそれがある設計基準対象施設の安全機能の喪失に起因する放射線による公衆への影響の程度に応じて算定しなければならない。</td> <td>-</td> <td>変更 なし</td> </tr> <tr> <td>3 耐震重要施設は、その供用中に当該耐震重要施設に大きな影響を及ぼすおそれがある地震による加速度によって作用する地震力(以下「基準地震動による地震力」という。)に対して安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない。</td> <td>-</td> <td>変更 なし</td> </tr> <tr> <td>4 耐震重要施設は、前項の地震の発生によって生ずるおそれがある斜面の崩壊に対して安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない。</td> <td>-</td> <td>変更 なし</td> </tr> </tbody> </table>	設置許可基準規則 第4条(地震による損傷の防止)	設置許可基準規則の解釈 第4条(地震による損傷の防止)	備考	設計基準対象施設は、地震力に十分に耐えることができるものでなければならない。	一 第1項に規定する「地震力に十分に耐える」とは、通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時に生じるそれぞれの荷重と、弾性設計用地震動による地震力(本規程別記2第4条第4項第1号に規定する弾性設計用地震動による地震力をいう。)又は静的地震力(同項第2号に規定する静的地震力をいい、Sクラスに属する機器に対し算定されるものに限る。)のいずれか大きい方の地震力を組み合わせた荷重条件に対して、炉心内の燃料被覆材の応答が全体的におおむね弾性状態にとどまることをいう。	解釈 追記	2 前項の地震力は、地震の発生によって生ずるおそれがある設計基準対象施設の安全機能の喪失に起因する放射線による公衆への影響の程度に応じて算定しなければならない。	-	変更 なし	3 耐震重要施設は、その供用中に当該耐震重要施設に大きな影響を及ぼすおそれがある地震による加速度によって作用する地震力(以下「基準地震動による地震力」という。)に対して安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない。	-	変更 なし	4 耐震重要施設は、前項の地震の発生によって生ずるおそれがある斜面の崩壊に対して安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない。	-	変更 なし	
設置許可基準規則 第4条(地震による損傷の防止)	設置許可基準規則の解釈 第4条(地震による損傷の防止)	備考																															
設計基準対象施設は、地震力に十分に耐えることができるものでなければならない。	一 第1項に規定する「地震力に十分に耐える」とは、通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時に生じるそれぞれの荷重と、弾性設計用地震動による地震力(本規程別記2第4条第4項第1号に規定する弾性設計用地震動による地震力をいう。)又は静的地震力(同項第2号に規定する静的地震力をいい、Sクラスに属する機器に対し算定されるものに限る。)のいずれか大きい方の地震力を組み合わせた荷重条件に対して、炉心内の燃料被覆材の応答が全体的におおむね弾性状態に留まることをいう。	解釈 追記																															
2 前項の地震力は、地震の発生によって生ずるおそれがある設計基準対象施設の安全機能の喪失に起因する放射線による公衆への影響の程度に応じて算定しなければならない。	-	変更 なし																															
3 耐震重要施設は、その供用中に当該耐震重要施設に大きな影響を及ぼすおそれがある地震による加速度によって作用する地震力(以下「基準地震動による地震力」という。)に対して安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない。	-	変更 なし																															
4 耐震重要施設は、前項の地震の発生によって生ずるおそれがある斜面の崩壊に対して安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない。	-	変更 なし																															
設置許可基準規則 第4条(地震による損傷の防止)	設置許可基準規則の解釈 第4条(地震による損傷の防止)	備考																															
設計基準対象施設は、地震力に十分に耐えることができるものでなければならない。	一 第1項に規定する「地震力に十分に耐える」とは、通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時に生じるそれぞれの荷重と、弾性設計用地震動による地震力(本規程別記2第4条第4項第1号に規定する弾性設計用地震動による地震力をいう。)又は静的地震力(同項第2号に規定する静的地震力をいい、Sクラスに属する機器に対し算定されるものに限る。)のいずれか大きい方の地震力を組み合わせた荷重条件に対して、炉心内の燃料被覆材の応答が全体的におおむね弾性状態にとどまることをいう。	解釈 追記																															
2 前項の地震力は、地震の発生によって生ずるおそれがある設計基準対象施設の安全機能の喪失に起因する放射線による公衆への影響の程度に応じて算定しなければならない。	-	変更 なし																															
3 耐震重要施設は、その供用中に当該耐震重要施設に大きな影響を及ぼすおそれがある地震による加速度によって作用する地震力(以下「基準地震動による地震力」という。)に対して安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない。	-	変更 なし																															
4 耐震重要施設は、前項の地震の発生によって生ずるおそれがある斜面の崩壊に対して安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない。	-	変更 なし																															
	<p>第2.1-1表 設置許可基準規則第4条及び設置許可基準規則の解釈第4条(2/2)</p> <table border="1" data-bbox="741 987 1245 1273"> <thead> <tr> <th>設置許可基準規則 第4条(地震による損傷の防止)</th> <th>設置許可基準規則の解釈 第4条(地震による損傷の防止)</th> <th>備考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>5 炉心内の燃料被覆材は、基準地震動による地震力に対して放射性物質の閉じ込め機能が損なわれるおそれがないものでなければならない。</td> <td>二 第5項に規定する「基準地震動による地震力に対して放射性物質の閉じ込め機能が損なわれるおそれがない」とは、通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時に生じるそれぞれの荷重と基準地震動による地震力を組み合わせた荷重条件により塑性ひずみが生じる場合であっても、その量が小さなレベルに留まって破断延性限界に十分な余裕を有し、放射性物質の閉じ込めの機能に影響を及ぼさないことをいう。</td> <td>追加 要求 事項</td> </tr> </tbody> </table>	設置許可基準規則 第4条(地震による損傷の防止)	設置許可基準規則の解釈 第4条(地震による損傷の防止)	備考	5 炉心内の燃料被覆材は、基準地震動による地震力に対して放射性物質の閉じ込め機能が損なわれるおそれがないものでなければならない。	二 第5項に規定する「基準地震動による地震力に対して放射性物質の閉じ込め機能が損なわれるおそれがない」とは、通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時に生じるそれぞれの荷重と基準地震動による地震力を組み合わせた荷重条件により塑性ひずみが生じる場合であっても、その量が小さなレベルに留まって破断延性限界に十分な余裕を有し、放射性物質の閉じ込めの機能に影響を及ぼさないことをいう。	追加 要求 事項	<p>第2.1-1表 設置許可基準規則第4条及び設置許可基準規則の解釈第4条(2/2)</p> <table border="1" data-bbox="1305 1002 1843 1268"> <thead> <tr> <th>設置許可基準規則 第4条(地震による損傷の防止)</th> <th>設置許可基準規則の解釈 第4条(地震による損傷の防止)</th> <th>備考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>5 炉心内の燃料被覆材は、基準地震動による地震力に対して放射性物質の閉じ込め機能が損なわれるおそれがないものでなければならない。</td> <td>二 第5項に規定する「基準地震動による地震力に対して放射性物質の閉じ込め機能が損なわれるおそれがない」とは、通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時に生じるそれぞれの荷重と基準地震動による地震力を組み合わせた荷重条件により塑性ひずみが生じる場合であっても、その量が小さなレベルにとどまって破断延性限界に十分な余裕を有し、放射性物質の閉じ込めの機能に影響を及ぼさないことをいう。</td> <td>追加 要求 事項</td> </tr> </tbody> </table>	設置許可基準規則 第4条(地震による損傷の防止)	設置許可基準規則の解釈 第4条(地震による損傷の防止)	備考	5 炉心内の燃料被覆材は、基準地震動による地震力に対して放射性物質の閉じ込め機能が損なわれるおそれがないものでなければならない。	二 第5項に規定する「基準地震動による地震力に対して放射性物質の閉じ込め機能が損なわれるおそれがない」とは、通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時に生じるそれぞれの荷重と基準地震動による地震力を組み合わせた荷重条件により塑性ひずみが生じる場合であっても、その量が小さなレベルにとどまって破断延性限界に十分な余裕を有し、放射性物質の閉じ込めの機能に影響を及ぼさないことをいう。	追加 要求 事項																			
設置許可基準規則 第4条(地震による損傷の防止)	設置許可基準規則の解釈 第4条(地震による損傷の防止)	備考																															
5 炉心内の燃料被覆材は、基準地震動による地震力に対して放射性物質の閉じ込め機能が損なわれるおそれがないものでなければならない。	二 第5項に規定する「基準地震動による地震力に対して放射性物質の閉じ込め機能が損なわれるおそれがない」とは、通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時に生じるそれぞれの荷重と基準地震動による地震力を組み合わせた荷重条件により塑性ひずみが生じる場合であっても、その量が小さなレベルに留まって破断延性限界に十分な余裕を有し、放射性物質の閉じ込めの機能に影響を及ぼさないことをいう。	追加 要求 事項																															
設置許可基準規則 第4条(地震による損傷の防止)	設置許可基準規則の解釈 第4条(地震による損傷の防止)	備考																															
5 炉心内の燃料被覆材は、基準地震動による地震力に対して放射性物質の閉じ込め機能が損なわれるおそれがないものでなければならない。	二 第5項に規定する「基準地震動による地震力に対して放射性物質の閉じ込め機能が損なわれるおそれがない」とは、通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時に生じるそれぞれの荷重と基準地震動による地震力を組み合わせた荷重条件により塑性ひずみが生じる場合であっても、その量が小さなレベルにとどまって破断延性限界に十分な余裕を有し、放射性物質の閉じ込めの機能に影響を及ぼさないことをいう。	追加 要求 事項																															

泊発電所 3号炉 DB基準適合性 比較表

実線・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第4条 地震による損傷の防止（別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持：本文）

大飯発電所3 / 4号炉 (2018.9.26版)	女川原子力発電所2号炉 (2020.2.7版)	泊発電所3号炉	相違理由																														
	<p>第2.1-2表 技術基準規則第5条及び技術基準規則の解釈第5条</p> <table border="1" data-bbox="748 236 1265 975"> <thead> <tr> <th>技術基準規則</th> <th>技術基準規則の解釈</th> <th>備考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>第5条（地震による損傷の防止） 設計基準対象施設は、これに作用する地震力（設置許可基準規則第四条第二項の規定により算定する地震力をいう。）による損傷により公衆に放射線障害を及ぼさないように施設しなければならない。</td> <td>第5条（地震による損傷の防止） -</td> <td>変更なし</td> </tr> <tr> <td>2 耐震重要施設（設置許可基準規則第三条第一項に規定する耐震重要施設をいう。以下同じ。）は、基準地震動による地震力（設置許可基準規則第四条第三項に規定する基準地震動による地震力をいう。以下同じ。）に対してその安全性が損なわれるおそれがないように施設しなければならない。</td> <td>-</td> <td>変更なし</td> </tr> <tr> <td>3 耐震重要施設が設置許可基準規則第四条第三項の地震により生ずる斜面の崩壊によりその安全性が損なわれるおそれがないよう、防護措置その他の適切な措置を講じなければならない。</td> <td>-</td> <td>変更なし</td> </tr> <tr> <td>4 炉心内の燃料被覆材は、基準地震動による地震力に対して放射性物質の閉じ込めの機能が損なわれるおそれがないように施設しなければならない。</td> <td>5 第4項に規定する「基準地震動による地震力に対して放射性物質の閉じ込めの機能が損なわれるおそれがない」とは、通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時に生じるそれぞれの荷重と基準地震動による地震力を組み合わせた荷重条件により塑性ひずみが生じる場合であっても、その量が小さなレベルに留まって破断延性限界に十分な余裕を有し、放射性物質の閉じ込めの機能に影響を及ぼさないことをいう。</td> <td>追加要求事項</td> </tr> </tbody> </table>	技術基準規則	技術基準規則の解釈	備考	第5条（地震による損傷の防止） 設計基準対象施設は、これに作用する地震力（設置許可基準規則第四条第二項の規定により算定する地震力をいう。）による損傷により公衆に放射線障害を及ぼさないように施設しなければならない。	第5条（地震による損傷の防止） -	変更なし	2 耐震重要施設（設置許可基準規則第三条第一項に規定する耐震重要施設をいう。以下同じ。）は、基準地震動による地震力（設置許可基準規則第四条第三項に規定する基準地震動による地震力をいう。以下同じ。）に対してその安全性が損なわれるおそれがないように施設しなければならない。	-	変更なし	3 耐震重要施設が設置許可基準規則第四条第三項の地震により生ずる斜面の崩壊によりその安全性が損なわれるおそれがないよう、防護措置その他の適切な措置を講じなければならない。	-	変更なし	4 炉心内の燃料被覆材は、基準地震動による地震力に対して放射性物質の閉じ込めの機能が損なわれるおそれがないように施設しなければならない。	5 第4項に規定する「基準地震動による地震力に対して放射性物質の閉じ込めの機能が損なわれるおそれがない」とは、通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時に生じるそれぞれの荷重と基準地震動による地震力を組み合わせた荷重条件により塑性ひずみが生じる場合であっても、その量が小さなレベルに留まって破断延性限界に十分な余裕を有し、放射性物質の閉じ込めの機能に影響を及ぼさないことをいう。	追加要求事項	<p>第2.1-2表 技術基準規則第5条及び技術基準規則の解釈第5条</p> <table border="1" data-bbox="1314 236 1839 975"> <thead> <tr> <th>技術基準規則</th> <th>技術基準規則の解釈</th> <th>備考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>第5条（地震による損傷の防止） 設計基準対象施設は、これに作用する地震力（設置許可基準規則第四条第二項の規定により算定する地震力をいう。）による損傷により公衆に放射線障害を及ぼさないように施設しなければならない。</td> <td>第5条（地震による損傷の防止） -</td> <td>変更なし</td> </tr> <tr> <td>2 耐震重要施設（設置許可基準規則第三条第一項に規定する耐震重要施設をいう。以下同じ。）は、基準地震動による地震力（設置許可基準規則第四条第三項に規定する基準地震動による地震力をいう。以下同じ。）に対してその安全性が損なわれるおそれがないように施設しなければならない。</td> <td>-</td> <td>変更なし</td> </tr> <tr> <td>3 耐震重要施設が設置許可基準規則第四条第三項の地震により生ずる斜面の崩壊によりその安全性が損なわれるおそれがないよう、防護措置その他の適切な措置を講じなければならない。</td> <td>-</td> <td>変更なし</td> </tr> <tr> <td>4 炉心内の燃料被覆材は、基準地震動による地震力に対して放射性物質の閉じ込めの機能が損なわれるおそれがないように施設しなければならない。</td> <td>5 第4項に規定する「基準地震動による地震力に対して放射性物質の閉じ込めの機能が損なわれるおそれがない」とは、通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時に生じるそれぞれの荷重と基準地震動による地震力を組み合わせた荷重条件により塑性ひずみが生じる場合であっても、その量が小さなレベルにとどまって破断延性限界に十分な余裕を有し、放射性物質の閉じ込めの機能に影響を及ぼさないことをいう。</td> <td>追加要求事項</td> </tr> </tbody> </table>	技術基準規則	技術基準規則の解釈	備考	第5条（地震による損傷の防止） 設計基準対象施設は、これに作用する地震力（設置許可基準規則第四条第二項の規定により算定する地震力をいう。）による損傷により公衆に放射線障害を及ぼさないように施設しなければならない。	第5条（地震による損傷の防止） -	変更なし	2 耐震重要施設（設置許可基準規則第三条第一項に規定する耐震重要施設をいう。以下同じ。）は、基準地震動による地震力（設置許可基準規則第四条第三項に規定する基準地震動による地震力をいう。以下同じ。）に対してその安全性が損なわれるおそれがないように施設しなければならない。	-	変更なし	3 耐震重要施設が設置許可基準規則第四条第三項の地震により生ずる斜面の崩壊によりその安全性が損なわれるおそれがないよう、防護措置その他の適切な措置を講じなければならない。	-	変更なし	4 炉心内の燃料被覆材は、基準地震動による地震力に対して放射性物質の閉じ込めの機能が損なわれるおそれがないように施設しなければならない。	5 第4項に規定する「基準地震動による地震力に対して放射性物質の閉じ込めの機能が損なわれるおそれがない」とは、通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時に生じるそれぞれの荷重と基準地震動による地震力を組み合わせた荷重条件により塑性ひずみが生じる場合であっても、その量が小さなレベルにとどまって破断延性限界に十分な余裕を有し、放射性物質の閉じ込めの機能に影響を及ぼさないことをいう。	追加要求事項	
技術基準規則	技術基準規則の解釈	備考																															
第5条（地震による損傷の防止） 設計基準対象施設は、これに作用する地震力（設置許可基準規則第四条第二項の規定により算定する地震力をいう。）による損傷により公衆に放射線障害を及ぼさないように施設しなければならない。	第5条（地震による損傷の防止） -	変更なし																															
2 耐震重要施設（設置許可基準規則第三条第一項に規定する耐震重要施設をいう。以下同じ。）は、基準地震動による地震力（設置許可基準規則第四条第三項に規定する基準地震動による地震力をいう。以下同じ。）に対してその安全性が損なわれるおそれがないように施設しなければならない。	-	変更なし																															
3 耐震重要施設が設置許可基準規則第四条第三項の地震により生ずる斜面の崩壊によりその安全性が損なわれるおそれがないよう、防護措置その他の適切な措置を講じなければならない。	-	変更なし																															
4 炉心内の燃料被覆材は、基準地震動による地震力に対して放射性物質の閉じ込めの機能が損なわれるおそれがないように施設しなければならない。	5 第4項に規定する「基準地震動による地震力に対して放射性物質の閉じ込めの機能が損なわれるおそれがない」とは、通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時に生じるそれぞれの荷重と基準地震動による地震力を組み合わせた荷重条件により塑性ひずみが生じる場合であっても、その量が小さなレベルに留まって破断延性限界に十分な余裕を有し、放射性物質の閉じ込めの機能に影響を及ぼさないことをいう。	追加要求事項																															
技術基準規則	技術基準規則の解釈	備考																															
第5条（地震による損傷の防止） 設計基準対象施設は、これに作用する地震力（設置許可基準規則第四条第二項の規定により算定する地震力をいう。）による損傷により公衆に放射線障害を及ぼさないように施設しなければならない。	第5条（地震による損傷の防止） -	変更なし																															
2 耐震重要施設（設置許可基準規則第三条第一項に規定する耐震重要施設をいう。以下同じ。）は、基準地震動による地震力（設置許可基準規則第四条第三項に規定する基準地震動による地震力をいう。以下同じ。）に対してその安全性が損なわれるおそれがないように施設しなければならない。	-	変更なし																															
3 耐震重要施設が設置許可基準規則第四条第三項の地震により生ずる斜面の崩壊によりその安全性が損なわれるおそれがないよう、防護措置その他の適切な措置を講じなければならない。	-	変更なし																															
4 炉心内の燃料被覆材は、基準地震動による地震力に対して放射性物質の閉じ込めの機能が損なわれるおそれがないように施設しなければならない。	5 第4項に規定する「基準地震動による地震力に対して放射性物質の閉じ込めの機能が損なわれるおそれがない」とは、通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時に生じるそれぞれの荷重と基準地震動による地震力を組み合わせた荷重条件により塑性ひずみが生じる場合であっても、その量が小さなレベルにとどまって破断延性限界に十分な余裕を有し、放射性物質の閉じ込めの機能に影響を及ぼさないことをいう。	追加要求事項																															

実線・・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第4条 地震による損傷の防止（別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持：本文）

大飯発電所3 / 4号炉 (2018.9.26版)	女川原子力発電所2号炉 (2020.2.7版)	泊発電所3号炉	相違理由
<p>2.2 改正規則への適合性</p> <p>本規則改正に係る要求事項を満足し、規則への適合性を示すため、燃料被覆材の閉じ込め機能の維持に係る設計方針を定め、発電用原子炉設置変更許可申請書に以下のとおり追記する。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>炉心内の燃料被覆材の放射性物質の閉じ込めの機能については、以下のとおり設計する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・弾性設計用地震動による地震力又は静的地震力のいずれか大きい方の地震力に対して、炉心内の燃料被覆材の応答が全体的におおむね弾性状態に留まる設計とする。 ・基準地震動による地震力に対して、放射性物質の閉じ込めの機能に影響を及ぼさない設計とする。 </div> <p>(本申請の発電用原子炉設置変更許可申請書 本文五号 口. 発電用原子炉施設的一般構造 (1)耐震構造 (i)設計基準対象施設の耐震設計 H30.6.11申請)</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <ul style="list-style-type: none"> ・通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時に生じるそれぞれの荷重と、弾性設計用地震動による地震力又は静的地震力のいずれか大きい方の地震力を組み合わせた荷重条件に対して、炉心内の燃料被覆材の応答が全体的におおむね弾性状態に留まる設計とする。 ・通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時に生じるそれぞれの荷重と基準地震動による地震力を組み合わせた荷重条件により塑性ひずみが生じる場合であっても、その量が小さなレベルに留まって破断延性限界に十分な余裕を有し、放射性物質の閉じ込めの機能に影響を及ぼさない設計とする。 </div> <p>(本申請の発電用原子炉設置変更許可申請書 添付書類八 1.2.8.1「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則(平成25年6月19日制定)」に対する適合 H30.6.11申請)</p>	<p>2.2 追加要求事項への適合性に係る設計方針</p> <p>本規則改正に係る要求事項を満足し、追加要求事項への適合性を示すため、燃料被覆管の閉じ込め機能の維持に係る設計方針を定め、原子炉設置変更許可申請書に以下のとおり追記する。</p> <p>(本文)</p> <p>炉心内の燃料被覆管の放射性物質の閉じ込めの機能については、以下のとおり設計する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・弾性設計用地震動による地震力又は静的地震力のいずれか大きい方の地震力に対して、炉心内の燃料被覆管の応答が全体的におおむね弾性状態にとどまるように設計する。 ・基準地震動による地震力に対して、放射性物質の閉じ込めの機能に影響を及ぼさないように設計する。 <p>(添付書類八)</p> <p>炉心内の燃料被覆管の放射性物質の閉じ込めの機能については、以下のとおり設計する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時に生じるそれぞれの荷重と、弾性設計用地震動による地震力又は静的地震力のいずれか大きい方の地震力を組み合わせた荷重条件に対して、炉心内の燃料被覆管の応答が全体的におおむね弾性状態にとどまる設計とする。 ・通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時に生じるそれぞれの荷重と基準地震動による地震力を組み合わせた荷重条件により塑性ひずみが生じる場合であっても、その量が小さなレベルにとどまって破断延性限界に十分な余裕を有し、放射性物質の閉じ込めの機能に影響を及ぼさない設計とする。 	<p>2.2 追加要求事項への適合性に係る設計方針</p> <p>本規則改正に係る要求事項を満足し、追加要求事項への適合性を示すため、燃料被覆管の閉じ込め機能の維持に係る設計方針を定め、発電用原子炉設置変更許可申請書に以下のとおり追記する。</p> <p>(本文)</p> <p>炉心内の燃料被覆管の放射性物質の閉じ込めの機能については、以下のとおり設計する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・弾性設計用地震動による地震力又は静的地震力のいずれか大きい方の地震力に対して、炉心内の燃料被覆管の応答が全体的におおむね弾性状態にとどまるように設計する。 ・基準地震動による地震力に対して、放射性物質の閉じ込めの機能に影響を及ぼさないように設計する。 <p>(添付書類八)</p> <p>炉心内の燃料被覆管の放射性物質の閉じ込めの機能については、以下のとおり設計する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時に生じるそれぞれの荷重と、弾性設計用地震動による地震力又は静的地震力のいずれか大きい方の地震力を組み合わせた荷重条件に対して、炉心内の燃料被覆管の応答が全体的におおむね弾性状態にとどまる設計とする。 ・通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時に生じるそれぞれの荷重と基準地震動による地震力を組み合わせた荷重条件により塑性ひずみが生じる場合であっても、その量が小さなレベルにとどまって破断延性限界に十分な余裕を有し、放射性物質の閉じ込めの機能に影響を及ぼさない設計とする。 	<p>・記載表現の相違</p> <p>【大飯】</p> <p>最新審査実績反映の観点により記載構文は異なるものの、規則改正に係る要求事項を満足する適合性を示しており、内容は同様である。</p>

泊発電所3号炉 DB基準適合性 比較表

実線・設計方針又は設備構成等の相違
波線・記載表現、設備名称の相違(実質的な相違なし)

第4条 地震による損傷の防止 (別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持:本文)

大飯発電所3/4号炉 (2018.9.26版)	女川原子力発電所2号炉 (2020.2.7版)	泊発電所3号炉	相違理由
<p>3. 炉心内における燃料被覆管閉じ込め機能において地震動の影響を考慮すべき項目</p> <p>これまで、燃料被覆管の閉じ込め機能に関してはPWR燃料では「発電用軽水型原子炉の燃料設計手法について(昭和63年5月12日原子力安全委員会了承)」及び「加圧水型原子炉に用いられる17行17列型の燃料集合体について(昭和51年2月16日原子力安全専門審査会)」に基づき、燃料要素は所要の運転期間において、通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時に、以下の基準(以下「5基準」という。)を満足できるように設計することとしている。</p> <p>(1)燃料中心最高温度は、二酸化ウラン及びガドリニア入り二酸化ウランそれぞれの溶融点未満であること。</p> <p>(2)燃料要素内圧は、通常運転時において、燃料被覆材の外向きのクリープ変形により燃料材と燃料被覆材のギャップが増加する圧力を超えないこと。</p> <p>(3)燃料被覆材応力は、燃料被覆材の耐力以下であること。</p> <p>(4)燃料被覆材に生じる円周方向引張歪の変化量は、各過渡変化に対して1%以下であること。</p> <p>(5)累積疲労サイクルは、設計疲労寿命以下であること。 (既許可の発電用原子炉設置変更許可申請書添付書類八)</p> <p>(以下、燃料要素内圧を「燃料棒内圧」、燃料被覆材を「燃料被覆管」と読み替える)</p>	<p>3. 追加要求事項に係る評価項目の選定</p> <p>BWR燃料集合体は「沸騰水型原子炉に用いられる8行8列型の燃料集合体について(昭和49年12月25日原子力安全専門審査会)」に従い、構造強度設計で以下を考慮している。なお、損傷限界は1%塑性歪及び沸騰遷移であり、それぞれ最大線出力密度と最小限界出力比を通常運転時の熱的制限値として管理することで損傷限界に至らないことを確認しているため、地震の影響は問題とならない。</p> <p>(1)被覆管にかかる応力は、設計応力強さ限界を超えないこと。</p> <p>(2)累積疲労サイクル数は、設計疲労寿命を超えないこと。</p> <p>(3)使用中に燃料棒の変形等による過度の寸法変化を生じないこと。</p>	<p>3. 追加要求事項に係る評価項目の選定</p> <p>これまで、燃料被覆管の閉じ込め機能に関してはPWR燃料では「発電用軽水型原子炉の燃料設計手法について(昭和63年5月12日原子力安全委員会了承)」及び「加圧水型原子炉に用いられる17行17列型の燃料集合体について(昭和51年2月16日原子力安全専門審査会)」に基づき、燃料棒は所要の運転期間において、通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時に、以下の基準(以下「5基準」という。)を満足できるように設計することとしている。</p> <p>(1)燃料中心最高温度は、二酸化ウラン、ガドリニア入り二酸化ウラン及びウラン・プルトニウム混合酸化物それぞれの溶融点未満であること。</p> <p>(2)燃料棒内圧は、通常運転時において、被覆管の外向きのクリープ変形によりペレットと被覆管のギャップが増加する圧力を超えないこと。</p> <p>(3)被覆管応力は、被覆材の耐力以下であること。</p> <p>(4)被覆管に生じる円周方向引張歪の変化量は、各過渡変化に対して1%以下であること。</p> <p>(5)累積疲労サイクルは、設計疲労寿命以下であること。 (既許可の発電用原子炉設置変更許可申請書添付書類八)</p>	<p>※相違理由の記載に関する補足</p> <p>BWRとPWRは従来からそれぞれの安全専門審査会内規に基づき燃料設計を行っているため、燃料設計手法の相違により記載内容が異なる箇所(評価方針・評価結果等)については大飯3/4号炉と比較する。以下、この比較表において同じ。(具体的には、3., 4., 5.及び6.)ただし、最新審査実績反映の観点で女川相当の記載を追加して充実させた部分は、女川との差異の説明を示す。</p> <p>・対象燃料の相違 【大飯】</p>

実線・設計方針又は設備構成等の相違
波線・記載表現、設備名称の相違(実質的な相違なし)

第4条 地震による損傷の防止(別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持:本文)

大飯発電所3/4号炉(2018.9.26版)	女川原子力発電所2号炉(2020.2.7版)	泊発電所3号炉	相違理由
<p>本規則改正に伴う要求事項(2.1参照)は、上記の5基準のうち(3)応力を対象としたものであるが、2.2で示した設計方針を満足するための具体的な要求事項を明確化するため、以上の5基準のうち、応力以外の項目も含めて、地震による影響を考慮すべき項目を検討する。</p> <p>5基準に対する地震動の影響は以下のとおりである。</p> <p>(1)「燃料中心最高温度」及び(2)「燃料棒内圧」 「燃料中心最高温度」及び「燃料棒内圧」は、出力変化に依存するものである。一方、地震により生じるのは応力の増加といった機械的な変化であり、出力の著しい変化は起こらないため、地震動の考慮による影響はない。</p> <p>(3)「燃料被覆管応力」 地震動により燃料被覆管に外力として応力が作用するため、影響を考慮する必要がある。</p> <p>(4)「燃料被覆管歪」 運転時の異常な過渡変化事象において発生する円周方向の燃料被覆管引張歪はペレットと燃料被覆管の機械的相互作用(Pellet Cladding Mechanical Interaction:PCMI)による歪が支配的であり、地震により燃料被覆管に発生する変位は軸方向に作用するものであることから円周方向引張歪への影響はない。</p> <p>(5)「累積疲労サイクル(燃料被覆管累積疲労)」 地震動によって燃料被覆管には外力が作用し、地震動が継続する間、繰り返し応力として作用するため、疲労評価への影響を考慮する必要がある。</p> <p>以上のとおり、燃料被覆管閉じ込め機能評価において地震動の影響を考慮すべき項目は「燃料被覆管応力」及び「燃料被覆管疲労」である¹。</p> <p><u>1 今回の規則改正で追加された要求事項は、地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持に対するものであり、今回の規則改正による制御棒の挿入機能及び崩壊熱除去可能な形状の維持の評価への影響はない。</u></p>	<p>上記のうち、(3)の燃料集合体に異常な寸法形状変化を生じさせないための以下の配慮は地震の影響が問題とならないことから評価対象としない。</p> <ul style="list-style-type: none"> 燃料被覆管製造時における残留応力除去 スペーサによる燃料棒の間隔保持及び燃料棒の軸方向伸縮を拘束しない接触圧保持 上部タイプレートを通して燃料棒の軸方向伸びを自由に逃げられるようにすること スペーサ等によるウォータロッドと燃料棒の軸方向伸びの差への処置 <p>地震動により燃料被覆管に外力として応力が作用し、また、地震動が継続する間、繰り返し応力として作用するため、(1)及び(2)について地震影響を考慮した評価を行う。</p>	<p>本規則改正に伴う要求事項(2.1参照)は、上記の5基準のうち(3)応力を対象としたものであるが、2.2で示した設計方針を満足するための具体的な要求事項を明確化するため、以上の5基準のうち、応力以外の項目も含めて、地震による影響を考慮すべき項目を検討する。</p> <p>5基準に対する地震動の影響は以下のとおりである。</p> <p>(1)「燃料中心最高温度」及び(2)「燃料棒内圧」 「燃料中心最高温度」及び「燃料棒内圧」は、出力変化に依存するものである。一方、地震により生じるのは応力の増加といった機械的な変化であり、出力の著しい変化は起こらないため、地震動の考慮による影響はない。</p> <p>(3)「燃料被覆管応力」 地震動により燃料被覆管に外力として応力が作用するため、影響を考慮する必要がある。</p> <p>(4)「燃料被覆管歪」 運転時の異常な過渡変化事象において発生する円周方向の燃料被覆管引張歪はペレットと燃料被覆管の機械的相互作用(Pellet Cladding Mechanical Interaction:PCMI)による歪が支配的であり、地震により燃料被覆管に発生する変位は軸方向に作用するものであることから円周方向引張歪への影響はない。</p> <p>(5)「累積疲労サイクル(燃料被覆管累積疲労)」 地震動によって燃料被覆管には外力が作用し、地震動が継続する間、繰り返し応力として作用するため、疲労評価への影響を考慮する必要がある。</p> <p>以上のとおり、燃料被覆管閉じ込め機能評価において地震動の影響を考慮すべき項目は「燃料被覆管応力」及び「燃料被覆管疲労」である。</p>	<p>相違理由</p> <p>・記載方針の相違 【大飯】 バックフィット申請タイミングの相違による差異。大飯の記載は、認可済み工認(再稼働時の工認)への影響について言及したものである。一方、泊は今後の再稼働設工認で制御棒挿入機能等の評価を実施する。このため、左記の記載は泊には不要。</p>

泊発電所3号炉 DB基準適合性 比較表

実線・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第4条 地震による損傷の防止（別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持：本文）

大飯発電所3 / 4号炉 (2018.9.26版)	女川原子力発電所2号炉 (2020.2.7版)	泊発電所3号炉	相違理由
	<p>4. 燃料被覆管閉じ込め機能評価方針</p> <p>第4-1図に燃料被覆管閉じ込め機能評価フロー，第4-2図に評価対象部位（<u>スペーサ間，スペーサ部及び下部端栓溶接部</u>）を示す。</p> <p>燃料被覆管閉じ込め機能の評価は，<u>燃料棒熱・機械設計解析コードから得られる被覆管温度及び燃料棒内圧のほか，炉心条件，地震動^{*2}に対する燃料集合体の応答加速度等を入力値とした応力評価及び疲労評価により行う。被覆管温度，燃料棒内圧，炉心条件，被覆管寸法等については不確かさを考慮した値を用いる。</u></p> <p><u>なお，弾性設計用地震動 Sd 及び基準地震動 Ss（7波）を用いた応力評価及び疲労評価の詳細手法については工事計画認可申請で説明する。</u></p> <p><u>また，燃料集合体の浮き上がりの可能性については，冷却材による流体力，水平方向加速度（10G）及び鉛直方向加速度（2G）においても，浮き上がりの影響がない（燃料支持金具から外れない）ことが過去の解析評価により確認されている^[1]。上記に加え，制御棒挿入時の突き上げや燃料と上部格子板との摩擦を考慮した場合においても，ほぼ同様の結果となることが別の試験及び解析で確認されている^[2]。</u></p> <p>※2：平成25年12月設置変更許可申請時の弾性設計用地震動 Sd及び基準地震動 Ss</p>	<p>4. 燃料被覆管閉じ込め機能評価方針</p> <p>第4-1図に燃料被覆管閉じ込め機能評価フロー，第4-2図に評価対象部位（<u>被覆管</u>）を示す。</p> <p>燃料被覆管閉じ込め機能の評価は，<u>燃料棒機械設計解析コードから得られる被覆管温度，燃料棒内圧及び被覆管応力のほか，炉心条件，地震動^{*2}に対する燃料集合体の応答解析結果を基に計算される被覆管応力（地震による応力）等により，応力評価及び疲労評価を行う。許容応力及び設計疲労曲線は不確かさを考慮した値を用いる。</u></p> <p>応力評価及び疲労評価の詳細手法についてはそれぞれ「6.1 応力評価手法」及び「6.2 疲労評価手法」並びに設計及び工事計画認可申請段階で説明する。</p> <p>※2：平成27年12月25日審査会合に示す基準地震動</p>	<p>・記載の充実</p> <p>【大飯】 最新審査実績反映の観点で記載を充実</p> <p>・燃料設計手法の相違</p> <p>【女川】 燃料設計手法の相違</p> <p>・炉内燃料配置設計の相違</p> <p>【女川】 燃料集合体の浮き上がりについて，PWRでは燃料集合体は上下部炉心板に支持されるため左記の記載はない。（上部及び下部炉心板に取り付けられた案内ピンと燃料集合体の上部及び下部ノズルがかん合しているため，上下部炉心板に支持される）</p>

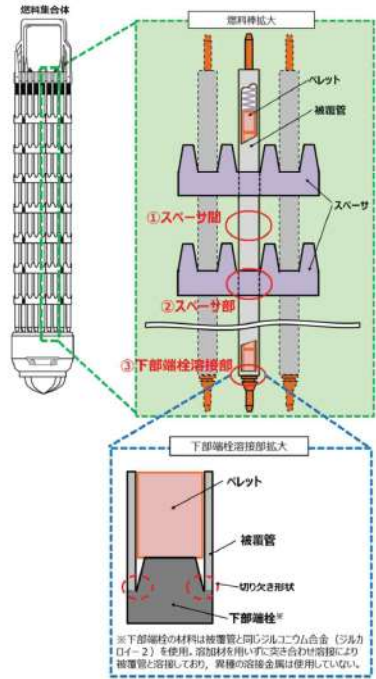
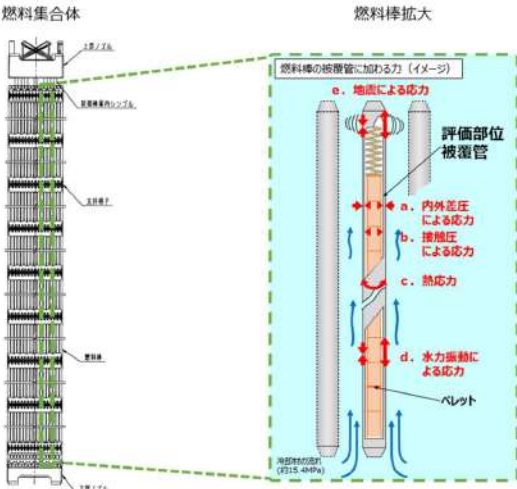
実線・設計方針又は設備構成等の相違
波線・記載表現、設備名称の相違(実質的な相違なし)

第4条 地震による損傷の防止 (別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持: 本文)

大飯発電所3 / 4号炉 (2018.9.26版)	女川原子力発電所2号炉 (2020.2.7版)	泊発電所3号炉	相違理由
	<p>第4-1図 燃料被覆管閉じ込め機能評価フロー</p>	<p>第4-1図 燃料被覆管閉じ込め機能評価フロー</p>	<p>・燃料設計手法の相違 【女川】 燃料設計手法等の違いにより記載の異なる箇所はあるが、追加要求事項に対し、地震時の荷重を考慮した一次応力+二次応力の評価を実施し、基準適合性の見通しを確認する点で同様。</p>

実線・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・記載表現、設備名称の相違(実質的な相違なし)

第4条 地震による損傷の防止 (別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持: 本文)

大飯発電所3 / 4号炉 (2018.9.26版)	女川原子力発電所2号炉 (2020.2.7版)	泊発電所3号炉	相違理由
	 <p>第4-2図 評価対象部位 (イメージ)</p>	 <p>第4-2図 評価対象部位 (イメージ)</p>	<p>・燃料設計手法の相違</p> <p>【女川】</p> <p>燃料設計手法の違いによる評価対象部位の相違はあるものの、BWRとPWRそれぞれ既許認可で妥当性が確認された評価手法(評価対象部位)を示している点で同様。</p> <p>(PWR燃料の下部端栓はBWR燃料のように下部端栓をタイプレートで拘束される構造ではないため評価対象としていない。また、支持格子部と支持格子間も含めた燃料被覆管全体をモデル化した応力解析モデルにて地震時応力を求めているため、評価部位(スペーサ部とスペーサ間)を分けて計算式で応力を計算しているBWRとは異なる。なお、燃料被覆管に発生する各応力(地震時応力、接触圧、内外圧差等)が最大となる軸方向位置はそれぞれ異なるのに対し保守的に同一の軸方向位置で最大になると仮定して評価している。)</p>

第4条 地震による損傷の防止 (別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持: 本文)

大飯発電所3 / 4号炉 (2018.9.26版)	女川原子力発電所2号炉 (2020.2.7版)	泊発電所3号炉	相違理由																												
<p>4. 荷重の組合せ及び許容応力</p> <p>3. で示した、燃料被覆管閉じ込め機能評価において地震動の影響を考慮すべき項目である「燃料被覆管応力」及び「燃料被覆管疲労」の評価に対して考慮する荷重の組合せ及び許容値は以下のとおりとする。これらの荷重の組合せ及び許容値は、応力については2.1で示した本規則改正に伴う要求事項のとおりとしており、また、疲労については、従来の5基準評価における評価条件に対し設計地震荷重を追加し、許容値については従来同様としている。それぞれの評価については次章以降で詳述する。</p> <table border="1" data-bbox="174 555 712 762"> <thead> <tr> <th>構成部品</th> <th>要求事項</th> <th>荷重の組合せ</th> <th>評価値</th> <th>許容値</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">燃料被覆管</td> <td>通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時に閉じ込め機能を維持すること (注1)</td> <td>運転時荷重 (注2) + 設計地震荷重</td> <td>体積平均相当応力 (注3)</td> <td>Sd地震動時 : 耐力 (Sy) Ss地震動時 : 設計引張強さ (Su)</td> </tr> <tr> <td>種々の設計過渡条件 (注4) + 設計地震荷重</td> <td>累積損傷係数</td> <td>ASME Sec. III の概念による設計疲労寿命以下であること (注5)</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>(注1) JEAC 4601補-1984より、「通常運転時」は「運転状態 I」に相当し、「運転時の異常な過渡変化時」は「運転状態 II」を包絡した状態である。また、JEAC 4601-1991追補版では「運転状態 I」及び「運転状態 II」とSd地震動及びSs地震動の組合せに対する許容応力状態はそれぞれIII_sS及びIV_sSとされている。JEAC 4601-1991追補版では許容応力状態III_sS及びIV_sSには崩壊熱の除去が可能な形状を保つことが要求されているが、改正規則では、閉じ込め機能維持が要求されることから、<u>1次+2次</u>応力評価及び疲労評価を新たに実施する。</p> <p>(注2) 運転時荷重には通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時の荷重を考慮する。</p> <p>(注3) 燃料被覆管に発生する応力には、一次応力(内外圧差による応力、水力振動による応力及び地震による応力)と、二次応力(ペレット-燃料被覆管相互作用による応力及び熱応力)があり、これらは燃料被覆管の肉厚方向に分布を有している。体積平均相当応力とは</p>	構成部品	要求事項	荷重の組合せ	評価値	許容値	燃料被覆管	通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時に閉じ込め機能を維持すること (注1)	運転時荷重 (注2) + 設計地震荷重	体積平均相当応力 (注3)	Sd地震動時 : 耐力 (Sy) Ss地震動時 : 設計引張強さ (Su)	種々の設計過渡条件 (注4) + 設計地震荷重	累積損傷係数	ASME Sec. III の概念による設計疲労寿命以下であること (注5)			<p>4.1 荷重の組合せ及び許容値</p> <p>3. で示した、燃料被覆管閉じ込め機能評価において地震動の影響を考慮すべき項目である「燃料被覆管応力」及び「燃料被覆管疲労」の評価に対して考慮する荷重の組合せ及び許容値は第4-1表のとおりとする。これらの荷重の組合せ及び許容値は、応力については2.1で示した本規則改正に伴う要求事項のとおりとしており、また、疲労については、従来の5基準評価における評価条件に対し設計地震荷重を追加し、許容値については従来同様としている。それぞれの評価については6.1及び6.2で詳述する。</p> <p style="text-align: center;">第4-1表 荷重の組合せ及び許容値</p> <table border="1" data-bbox="1310 592 1848 794"> <thead> <tr> <th>構成部品</th> <th>要求事項</th> <th>荷重の組合せ</th> <th>評価値</th> <th>許容値</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">燃料被覆管</td> <td>通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時に閉じ込め機能を維持すること (注1)</td> <td>応力 + 設計地震荷重</td> <td>体積平均相当応力 (注3)</td> <td>弾性設計用地震動時 : 耐力 (Sy) 基準地震動時 : 設計引張強さ (Su)</td> </tr> <tr> <td>種々の設計過渡条件 (注4) + 設計地震荷重</td> <td>累積損傷係数</td> <td>ASME Sec. III の概念による設計疲労寿命以下であること (注5)</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>(注1) JEAC 4601補-1984より、「通常運転時」は「運転状態 I」に相当し、「運転時の異常な過渡変化時」は「運転状態 II」を包絡した状態である。また、JEAC 4601-1991追補版では「運転状態 I」及び「運転状態 II」と弾性設計用地震動及び基準地震動の組合せに対する許容応力状態はそれぞれIII_sS及びIV_sSとされている。JEAC 4601-1991追補版では許容応力状態III_sS及びIV_sSには崩壊熱の除去が可能な形状を保つことが要求されているが、改正規則では、閉じ込め機能維持が要求されることから、<u>二次+二次</u>応力評価及び疲労評価を新たに実施する。</p> <p>(注2) 運転時荷重には通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時の荷重を考慮する。</p> <p>(注3) 燃料被覆管に発生する応力には、一次応力(内外圧差による応力、水力振動による応力及び地震による応力)と、二次応力(ペレット-燃料被覆管相互作用による応力及び熱応力)があり、これらは燃料被覆管の肉厚方向に分布を有している。体積平均相当</p>	構成部品	要求事項	荷重の組合せ	評価値	許容値	燃料被覆管	通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時に閉じ込め機能を維持すること (注1)	応力 + 設計地震荷重	体積平均相当応力 (注3)	弾性設計用地震動時 : 耐力 (Sy) 基準地震動時 : 設計引張強さ (Su)	種々の設計過渡条件 (注4) + 設計地震荷重	累積損傷係数	ASME Sec. III の概念による設計疲労寿命以下であること (注5)		<p>・記載の充実</p> <p>【女川】 女川には左記の記載はないが、応力及び疲労評価において地震荷重を考慮する点で同様であり、女川では第4-1図や、6.1 応力評価手法、6.2 疲労評価手法にて同様の内容が示されている。</p>
構成部品	要求事項	荷重の組合せ	評価値	許容値																											
燃料被覆管	通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時に閉じ込め機能を維持すること (注1)	運転時荷重 (注2) + 設計地震荷重	体積平均相当応力 (注3)	Sd地震動時 : 耐力 (Sy) Ss地震動時 : 設計引張強さ (Su)																											
	種々の設計過渡条件 (注4) + 設計地震荷重	累積損傷係数	ASME Sec. III の概念による設計疲労寿命以下であること (注5)																												
構成部品	要求事項	荷重の組合せ	評価値	許容値																											
燃料被覆管	通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時に閉じ込め機能を維持すること (注1)	応力 + 設計地震荷重	体積平均相当応力 (注3)	弾性設計用地震動時 : 耐力 (Sy) 基準地震動時 : 設計引張強さ (Su)																											
	種々の設計過渡条件 (注4) + 設計地震荷重	累積損傷係数	ASME Sec. III の概念による設計疲労寿命以下であること (注5)																												

実線・・・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・・・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第4条 地震による損傷の防止（別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持：本文）

大飯発電所3 / 4号炉（2018.9.26版）	女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	泊発電所3号炉	相違理由
<p>燃料被覆管にかかる合応力を体積の重みを付けて平均したものである。</p> <p>（注4）種々の設計過渡条件として起動・停止，負荷追従運転，運転時の異常な過渡変化時を考慮する。</p> <p>（注5）設計疲労曲線にはLanger and O'Donnellの曲線を使用する。</p> <p>燃料被覆管応力評価の許容値について、上記表のとおり、弾性設計用地震動S_dに対して耐力（S_y）、基準地震動S_Sに対して設計引張強さ（S_u）であるが、基準地震動により生じる燃料被覆管応力は弾性設計用地震動により生じる応力を包含するため、通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時に発生する応力に基準地震動により発生する応力を加えた場合でも耐力以下となることを確認することにより、弾性設計用地震動に対する要求も満足する。</p>		<p>応力とは燃料被覆管にかかる合応力を体積の重みを付けて平均したものである。</p> <p>（注4）種々の設計過渡条件として起動・停止，負荷追従運転，運転時の異常な過渡変化時を考慮する。</p> <p>（注5）設計疲労曲線にはLanger and O'Donnellの曲線を使用する。</p> <p>燃料被覆管応力評価の許容値について、上記表のとおり、弾性設計用地震動に対して耐力（S_y）、基準地震動に対して設計引張強さ（S_u）であるが、基準地震動により生じる燃料被覆管応力は弾性設計用地震動により生じる応力を包含するため、通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時に発生する応力に基準地震動により発生する応力を加えた場合でも耐力以下となることを確認することにより、弾性設計用地震動に対する要求も満足する。</p>	

実線・設計方針又は設備構成等の相違
波線・記載表現、設備名称の相違(実質的な相違なし)

第4条 地震による損傷の防止 (別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持:本文)

大飯発電所3 / 4号炉 (2018.9.26版)	女川原子力発電所2号炉 (2020.2.7版)	泊発電所3号炉	相違理由																																																					
<p>(参考) 島根2号炉の記載</p> <p>「実用発電用原子炉の燃料体に対する地震の影響の考慮について(平成29年2月15日, 原子力規制庁)」を踏まえた燃料被覆管の応力評価条件を第5-1表に示す。また、あわせて参考として従来より実施している燃料被覆管の応力評価条件を示す。追加要求事項を踏まえた燃料被覆管の応力評価条件は、従来の燃料被覆管の応力評価条件に代わるものではなく、追加されるものである。</p>	<p>5. 追加要求事項を踏まえた燃料被覆管応力評価条件</p> <p>「実用発電用原子炉の燃料体に対する地震の影響の考慮について(平成29年2月15日, 原子力規制庁)」を踏まえた燃料被覆管の応力評価条件を表5-1に示す。なお、既許認可より実施している第5-2表に示す応力評価条件についても引き続き評価を行う。</p> <p>評価対象燃料は、原子炉設置変更許可済の9×9燃料(A型)及び9×9燃料(B型)とする。</p> <p>第5-1表 追加要求事項を踏まえた燃料被覆管の応力評価条件</p> <table border="1" data-bbox="734 614 1227 737"> <thead> <tr> <th>運転状態</th> <th>要求機能</th> <th>考慮すべき応力[※]と地震動</th> <th>許容応力</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">地震時</td> <td rowspan="2">燃料被覆管の閉じ込め機能</td> <td>一次応力 (Sdを考慮) 十二次応力 (Sdを考慮)</td> <td>降伏応力 (Sy)</td> </tr> <tr> <td>一次応力 (Seを考慮) 十二次応力 (Seを考慮)</td> <td>引張強さ (Su)</td> </tr> </tbody> </table> <p>第5-2表 既許認可より実施している燃料被覆管の応力評価条件</p> <table border="1" data-bbox="734 853 1182 976"> <thead> <tr> <th>運転状態</th> <th>要求機能</th> <th>考慮すべき応力</th> <th>許容値</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時</td> <td rowspan="2">燃料被覆管の閉じ込め機能</td> <td>一次応力</td> <td>降伏応力 (Sy)</td> </tr> <tr> <td>一次応力+十二次応力[※]</td> <td>引張強さ (Su)</td> </tr> <tr> <td>地震時</td> <td>崩壊熱除去可能な形状の維持</td> <td>一次応力</td> <td>0.7Su</td> </tr> </tbody> </table> <p>※3: 考慮すべき応力には熱応力を含む(添付資料1参照)</p>	運転状態	要求機能	考慮すべき応力 [※] と地震動	許容応力	地震時	燃料被覆管の閉じ込め機能	一次応力 (Sdを考慮) 十二次応力 (Sdを考慮)	降伏応力 (Sy)	一次応力 (Seを考慮) 十二次応力 (Seを考慮)	引張強さ (Su)	運転状態	要求機能	考慮すべき応力	許容値	通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時	燃料被覆管の閉じ込め機能	一次応力	降伏応力 (Sy)	一次応力+十二次応力 [※]	引張強さ (Su)	地震時	崩壊熱除去可能な形状の維持	一次応力	0.7Su	<p>5. 追加要求事項を踏まえた燃料被覆管応力評価条件</p> <p>「実用発電用原子炉の燃料体に対する地震の影響の考慮について(平成29年2月15日, 原子力規制庁)」を踏まえた燃料被覆管の応力評価条件を第5-1表に示す。また、あわせて参考として従来より実施している燃料被覆管の応力評価条件を第5-2表に示す。追加要求事項を踏まえた燃料被覆管の応力評価条件は、従来の燃料被覆管の応力評価条件に代わるものではなく、追加されるものである。</p> <p>評価対象燃料は、原子炉設置変更許可済の第5-3表に示す燃料とする。</p> <p>第5-1表 追加要求事項を踏まえた燃料被覆管の応力評価条件</p> <table border="1" data-bbox="1301 614 1765 737"> <thead> <tr> <th>運転状態</th> <th>要求機能</th> <th>考慮すべき応力*と地震動</th> <th>許容値</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">地震時</td> <td rowspan="2">燃料被覆管の閉じ込め機能</td> <td>一次応力(弾性設計用地震動を考慮)+二次応力</td> <td>耐力 (Sy)</td> </tr> <tr> <td>一次応力(基準地震動を考慮)+二次応力</td> <td>引張強さ (Su)</td> </tr> </tbody> </table> <p>第5-2表 既許認可より実施している燃料被覆管の応力評価条件</p> <table border="1" data-bbox="1301 853 1765 1002"> <thead> <tr> <th>運転状態</th> <th>要求機能</th> <th>考慮すべき応力</th> <th>許容値</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時</td> <td>燃料被覆管の閉じ込め機能</td> <td>一次応力+二次応力*</td> <td>耐力 (Sy)</td> </tr> <tr> <td>地震時</td> <td>崩壊熱除去可能な形状の維持</td> <td>一次応力</td> <td>耐力 (Sy)</td> </tr> </tbody> </table> <p>※考慮すべき応力には熱応力を含む(添付資料1参照)</p> <p>第5-3表 評価対象燃料</p> <table border="1" data-bbox="1301 1120 1809 1284"> <thead> <tr> <th></th> <th>燃料タイプ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">三菱原子燃料製燃料 (A型燃料)</td> <td>ステップ2燃料 (註1) (註2)</td> </tr> <tr> <td>ウラン・プルトニウム混合酸化物燃料 (註3)</td> </tr> <tr> <td>原子燃料工業製燃料 (B型燃料)</td> <td>ステップ2燃料 (註2)</td> </tr> </tbody> </table> <p>(注1) 信頼性向上燃料を含む。 (注2) 燃料集合体最高燃焼度 55,000 MWd/t。 (注3) 燃料集合体最高燃焼度 45,000 MWd/t。設計及び工事計画認可は未取得。</p>	運転状態	要求機能	考慮すべき応力*と地震動	許容値	地震時	燃料被覆管の閉じ込め機能	一次応力(弾性設計用地震動を考慮)+二次応力	耐力 (Sy)	一次応力(基準地震動を考慮)+二次応力	引張強さ (Su)	運転状態	要求機能	考慮すべき応力	許容値	通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時	燃料被覆管の閉じ込め機能	一次応力+二次応力*	耐力 (Sy)	地震時	崩壊熱除去可能な形状の維持	一次応力	耐力 (Sy)		燃料タイプ	三菱原子燃料製燃料 (A型燃料)	ステップ2燃料 (註1) (註2)	ウラン・プルトニウム混合酸化物燃料 (註3)	原子燃料工業製燃料 (B型燃料)	ステップ2燃料 (註2)	<p>・記載の充実</p> <p>【大飯】 最新審査実績反映の観点で女川及び島根同等の記載を充実</p> <p>【女川】 追加要求事項を踏まえた応力評価条件の位置付けの記載を適正化した(島根の記載表現を適用した)</p>
運転状態	要求機能	考慮すべき応力 [※] と地震動	許容応力																																																					
地震時	燃料被覆管の閉じ込め機能	一次応力 (Sdを考慮) 十二次応力 (Sdを考慮)	降伏応力 (Sy)																																																					
		一次応力 (Seを考慮) 十二次応力 (Seを考慮)	引張強さ (Su)																																																					
運転状態	要求機能	考慮すべき応力	許容値																																																					
通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時	燃料被覆管の閉じ込め機能	一次応力	降伏応力 (Sy)																																																					
		一次応力+十二次応力 [※]	引張強さ (Su)																																																					
地震時	崩壊熱除去可能な形状の維持	一次応力	0.7Su																																																					
運転状態	要求機能	考慮すべき応力*と地震動	許容値																																																					
地震時	燃料被覆管の閉じ込め機能	一次応力(弾性設計用地震動を考慮)+二次応力	耐力 (Sy)																																																					
		一次応力(基準地震動を考慮)+二次応力	引張強さ (Su)																																																					
運転状態	要求機能	考慮すべき応力	許容値																																																					
通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時	燃料被覆管の閉じ込め機能	一次応力+二次応力*	耐力 (Sy)																																																					
地震時	崩壊熱除去可能な形状の維持	一次応力	耐力 (Sy)																																																					
	燃料タイプ																																																							
三菱原子燃料製燃料 (A型燃料)	ステップ2燃料 (註1) (註2)																																																							
	ウラン・プルトニウム混合酸化物燃料 (註3)																																																							
原子燃料工業製燃料 (B型燃料)	ステップ2燃料 (註2)																																																							

実線・設計方針又は設備構成等の相違
波線・記載表現、設備名称の相違(実質的な相違なし)

第4条 地震による損傷の防止 (別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持: 本文)

大飯発電所3 / 4号炉 (2018.9.26版)	女川原子力発電所2号炉 (2020.2.7版)	泊発電所3号炉	相違理由																				
<p>5. 燃料被覆管応力評価</p> <p>5.2 燃料被覆管応力評価の評価方針</p> <p>今回の申請における燃料被覆管応力評価方針は以下のとおりである。</p> <table border="1" data-bbox="181 464 689 699"> <thead> <tr> <th>構成部品</th> <th>要求事項</th> <th>荷重の組合せ</th> <th>評価値</th> <th>許容値</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>燃料被覆管</td> <td>通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時に閉じ込め機能を維持すること</td> <td>運転時荷重 (通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時の荷重) <内外圧差による応力> <接触圧による応力> <熱応力> <水力振動による応力> 設計地震荷重 <地震による応力></td> <td>体積平均 相当応力</td> <td>Ss地震動時 : 耐力 (Sy) (注1)</td> </tr> </tbody> </table> <p>(注1) 燃料被覆管の放射性物質の閉じ込めの機能が損なわれるおそれがないこと、すなわち燃料被覆管に破損が発生しないことは、許容値を引張り強さとするにより確認できる。一方、PWR燃料被覆管では、JEAGに規定されるように従来、保守的にSy (耐力) を許容値としており、この評価においても許容値として耐力を適用する。</p> <p>既許可の発電用原子炉設置変更許可申請書添付書類八において、燃料被覆管応力評価の方針が以下のとおり記載されているが、上記表に示したとおり、今回申請の地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持に係る燃料被覆管応力評価方針と同様である。</p> <div data-bbox="181 1153 712 1337" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>(既許可の発電用原子炉設置変更許可申請書 添付書類八)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・被覆管応力は、被覆材の耐力以下となる設計とする。 ・被覆管の応力として、内外圧差による応力、ペレットの接触圧による応力、熱応力、地震による応力及び水力振動による応力を考えるが、これらの応力を組み合わせた場合でも被覆材の耐力を十分下回る。通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時において、定常状態からの線出力密度の増加は過大なものとはならず、被覆管の応力を被覆材の耐力以下に保つことができる。 </div>	構成部品	要求事項	荷重の組合せ	評価値	許容値	燃料被覆管	通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時に閉じ込め機能を維持すること	運転時荷重 (通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時の荷重) <内外圧差による応力> <接触圧による応力> <熱応力> <水力振動による応力> 設計地震荷重 <地震による応力>	体積平均 相当応力	Ss地震動時 : 耐力 (Sy) (注1)	<p>6. 評価手法</p> <p>6.1 応力評価手法^{※4}</p> <p>燃料被覆管応力評価は、燃料被覆管のスペーサ間、スペーサ部及び下部端栓溶接部の各位置において、せん断歪エネルギー説 (von Mises理論) に基づき燃料被覆管の相当応力を求め応力設計比^{※4}を評価することにより行う。応力計算は、燃料被覆管に発生するすべての応力を三軸方向 (半径方向、円周方向及び軸方向) について解析し、それらより相当応力を評価する。燃料被覆管の応力評価に考慮する応力を添付資料1に示す。</p> <p>スペーサ間及びスペーサ部における応力評価では、燃料被覆管に発生する各応力についての厚肉円筒式を用いた弾性解析により、厚肉円筒式の入力変数の統計的分布に基づくモンテカルロ法 (添付資料6参照) による統計評価を行う。このため応力設計比は、被覆管寸法、被覆管温度、燃料棒内圧、炉心条件、許容応力等の統計的入力変数の関数となる。入力変数の統計的分布は、製造実績、実機運転データ等を考慮して設定した値を用いる。モンテカルロ法による評価では、1回の試行ごとに乱数が用いられ、統計的分布に従い設定された入力条件から1つの応力設計比が得られる。この試行を繰り返すことにより応力設計比の95%確率上限値を求める。応力設計比の95%確率上限値が1以下であることで燃料の健全性を確認する。</p> <p>下部端栓溶接部における応力評価については、形状が複雑であることから有限要素法による決定論的評価を実施し、一次応力+二次応力と許容応力を比較して応力設計比が1以下であることを確認している。なお、既許認可における下部端栓溶接部の応力評価では簡便な扱いとしてピーク応力を含んだ値を用いていたが、今回申請ではピーク応力を含まない一次応力+二次応力にて応力評価を行う (添付資料2参照)。また、入力変数については、保守的な条件 (変数の95%確率上下限値) を使用している。</p> <p>※4: 応力設計比=発生応力 (通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時にかかる応力+地震時にかかる応力) / 許容応力</p>	<p>6. 評価手法</p> <p>6.1 応力評価手法</p> <p>6.1.1 燃料被覆管応力評価の評価方針</p> <p>今回の申請における燃料被覆管応力評価方針は以下のとおりである。</p> <p style="text-align: center;"><u>第6-1表 燃料被覆管応力評価の評価方針</u></p> <table border="1" data-bbox="1317 448 1848 699"> <thead> <tr> <th>構成部品</th> <th>要求事項</th> <th>荷重の組合せ</th> <th>評価値</th> <th>許容値</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>燃料被覆管</td> <td>通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時に閉じ込め機能を維持すること</td> <td>運転時荷重 (通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時の荷重) <内外圧差による応力> <接触圧による応力> <熱応力> <水力振動による応力> 設計地震荷重 <地震による応力></td> <td>体積平均 相当応力</td> <td>Ss地震動時 : 耐力 (Sy) (注1)</td> </tr> </tbody> </table> <p>(注1) 燃料被覆管の放射性物質の閉じ込めの機能が損なわれるおそれがないこと、すなわち燃料被覆管に破損が発生しないことは、許容値を引張り強さとするにより確認できる。一方、PWR燃料被覆管では、JEAGに規定されるように従来、保守的にSy (耐力) を許容値としており、この評価においても許容値として耐力を適用する。</p> <p>既許可の発電用原子炉設置変更許可申請書添付書類八において、燃料被覆管応力評価の方針が以下のとおり記載されているが、上記表に示したとおり、今回申請の地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持に係る燃料被覆管応力評価方針と同様である。</p> <div data-bbox="1317 1169 1848 1345" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>(既許可の発電用原子炉設置変更許可申請書 添付書類八)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・被覆管応力は、被覆材の耐力以下となる設計とする。 ・被覆管の応力として、内外圧差による応力、ペレットの接触圧による応力、熱応力、地震による応力及び水力振動による応力を考えるが、これらの応力を組み合わせた場合でも被覆材の耐力を十分下回る。通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時において、定常状態からの線出力密度の増加は過大なものとはならず、被覆管の応力を被覆材の耐力以下に保つことができる。 </div>	構成部品	要求事項	荷重の組合せ	評価値	許容値	燃料被覆管	通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時に閉じ込め機能を維持すること	運転時荷重 (通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時の荷重) <内外圧差による応力> <接触圧による応力> <熱応力> <水力振動による応力> 設計地震荷重 <地震による応力>	体積平均 相当応力	Ss地震動時 : 耐力 (Sy) (注1)	
構成部品	要求事項	荷重の組合せ	評価値	許容値																			
燃料被覆管	通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時に閉じ込め機能を維持すること	運転時荷重 (通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時の荷重) <内外圧差による応力> <接触圧による応力> <熱応力> <水力振動による応力> 設計地震荷重 <地震による応力>	体積平均 相当応力	Ss地震動時 : 耐力 (Sy) (注1)																			
構成部品	要求事項	荷重の組合せ	評価値	許容値																			
燃料被覆管	通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時に閉じ込め機能を維持すること	運転時荷重 (通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時の荷重) <内外圧差による応力> <接触圧による応力> <熱応力> <水力振動による応力> 設計地震荷重 <地震による応力>	体積平均 相当応力	Ss地震動時 : 耐力 (Sy) (注1)																			

実線・設計方針又は設備構成等の相違
波線・記載表現、設備名称の相違(実質的な相違なし)

第4条 地震による損傷の防止 (別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持:本文)

大飯発電所3/4号炉 (2018.9.26版)	女川原子力発電所2号炉 (2020.2.7版)	泊発電所3号炉	相違理由
<p>5.3 燃料被覆管応力評価方法</p> <p>燃料被覆管応力の評価方法は、既許可の発電用原子炉設置変更許可申請書添付書類八に記載の参考文献及び既認可の工事計画認可申請書燃料集合体の耐震計算書に記載されている。</p> <p>5.2に示すとおり、考慮する荷重や評価値などの評価方針は既許可と同様であることから、今回申請している地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持に係る応力は、<u>既許可の評価方法と同様の手法で評価する。また、基準地震動Ssによる燃料被覆管の応力については、既認可の工事計画認可申請書燃料集合体の耐震計算書に記載されている記載値を使用する。</u></p> <p>(1) 概要</p> <p>5.2に記す方針を満足することを確認するため、通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時に発生する応力に基準地震動による応力を加味した燃料被覆管応力を求め、これが燃料被覆管応力の評価基準である燃料被覆管の耐力以下となることを確認する。</p> <p>(2) 燃料被覆管応力評価方法</p> <p>燃料被覆管応力評価は、燃料棒健全性評価の方法として許可を受けている燃料棒挙動解析モデルによって行う(別添資料1及び別添資料3)。燃料被覆管応力評価の流れを図1に示す。</p> <p>(3) 地震時に燃料被覆管に生じる応力の評価方法</p> <p>燃料被覆管に生じる地震時応力については、燃料集合体の水平方向及び鉛直方向応答解析を実施し、得られた応答を入力として燃料棒に生じる応力の解析を実施して得られる結果を用いる。具体的な評価方法は、<u>平成29年8月25日付け原規規発第1708254号にて認可された工事計画の資料131713「燃料集合体の耐震計算書」、平成29年8月25日付け原規規発第1708255号にて認可された工事計画の資料131713「燃料集合体の耐震計算書」に記載の方法による(別添資料2)。</u></p>		<p>6.1.2 燃料被覆管応力評価手法</p> <p>燃料被覆管応力の評価方法は、既許可の発電用原子炉設置変更許可申請書添付書類八に記載の参考文献及び既認可の工事計画認可申請書燃料集合体の耐震計算書に記載されている。</p> <p>6.1.1に示すとおり、考慮する荷重や評価値等の評価方針は既許可と同様であることから、今回申請している地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持に係る応力は、<u>既許可の評価方法と同様の手法で評価する。</u></p> <p>(1) 概要</p> <p>6.1.1に記す方針を満足することを確認するため、通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時に発生する応力に基準地震動による応力を加味した燃料被覆管応力を求め、これが燃料被覆管応力の評価基準である燃料被覆管の耐力以下となることを確認する。</p> <p>(2) 燃料被覆管応力評価方法</p> <p>燃料被覆管応力評価は、燃料棒健全性評価の方法として許可を受けている燃料棒挙動解析モデルによって行う(別添資料1及び別添資料3)。燃料被覆管応力評価の流れを第6.1-1図に示す。</p> <p>(3) 地震時に燃料被覆管に生じる応力の評価方法</p> <p>燃料被覆管に生じる地震時応力については、燃料集合体の水平方向及び鉛直方向応答解析を実施し、得られた応答を入力として燃料棒に生じる応力の解析を実施して得られる結果を用いる。具体的な評価方法は、<u>別添資料2(燃料集合体の耐震計算方法)によるが、詳細については設計及び工事計画認可申請段階で説明する。</u></p>	<p>・記載方針の相違</p> <p>【大飯】</p> <p>大飯には既認可(再稼働時の工認)の記載値を使用するとの文言がある一方で、泊の既工認には基準地震動による応力はないためこの文言は記載していないが、応力の評価手法を既許可と同じ手法で評価することについて、泊も大飯も同じ。</p> <p>・記載方針の相違</p> <p>【大飯】</p> <p>大飯は認可済み工認(再稼働時の工認)を引用している。泊は今後の設工認段階で説明するため記載が異なるものの、具体的な評価手法は大飯も含めて先行PWRプラントと同じ。</p>

実線・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・記載表現、設備名称の相違(実質的な相違なし)

第4条 地震による損傷の防止 (別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持:本文)

大飯発電所3/4号炉 (2018.9.26版)	女川原子力発電所2号炉 (2020.2.7版)	泊発電所3号炉	相違理由
<p>(4) 応力の組み合わせ</p> <p>燃料被覆管応力評価において考慮している応力は、「5.1 燃料被覆管に発生する応力」にて述べたとおり「a. 内外圧差による応力」、「b. 接触圧による応力」、「c. 熱応力」、「d. 水力振動による応力」、「e. 地震による応力」がある。このうち、通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時において燃料被覆管に発生する応力は、運転時の異常な過渡変化時における線出力密度の上昇に伴うペレットの熱膨張により、ペレットと燃料被覆管の接触が増大することによるペレットと燃料被覆管の接触による応力が主である。このため、通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時において、線出力密度が上昇する事象として以下の2事象を選定し、炉心内の燃料の寿命期間中に燃料被覆管に発生する「a. 内外圧差による応力」、「b. 接触圧による応力」、「c. 熱応力」を組み合わせた最大の応力を評価する。</p> <p>① 原子炉の出力運転中、ほう素の異常な希釈に伴う反応度添加を補償するよう自動制御された制御棒クラスタが炉心内に自動挿入され、出力分布の歪みが大きくなる「原子炉冷却材中のほう素の異常な希釈」事象</p> <p>② 原子炉の出力運転中、制御棒クラスタの異常な引き抜きによる原子炉出力の上昇及び出力分布の変化を生じる「出力運転中の制御棒の異常な引き抜き」事象</p> <p>このように評価された「a. 内外圧差による応力」、「b. 接触圧による応力」、「c. 熱応力」に、更に「d. 水力振動による応力」、「e. 地震による応力」を組み合わせ、最終的に体積平均の相当応力を算出し耐力と比較する。なお、上述している応力の組み合わせについては、許可を受けた発電用原子炉設置変更許可申請書添付書類八に記載されている(別添資料1)。</p> <p>燃料被覆管に生じる応力は、上述のa～eまでの応力を組み合わせた合計応力が、内面から外面へと連続的に変化している。燃料被覆管に生じる応力が連続的にかつ燃料被覆管が延性材料であることから燃料被覆管に発生する応力が耐力を超えても直ちに破損しないことを考慮して、燃料被覆管全体</p>		<p>(4) 応力の組み合わせ</p> <p>燃料被覆管応力評価において考慮している応力は、「a. 内外圧差による応力」、「b. 接触圧による応力」、「c. 熱応力」、「d. 水力振動による応力」、「e. 地震による応力」がある(添付資料1)。このうち、通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時において燃料被覆管に発生する応力は、運転時の異常な過渡変化時における線出力密度の上昇に伴うペレットの熱膨張により、ペレットと燃料被覆管の接触が増大することによるペレットと燃料被覆管の接触による応力が主である。このため、通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時において、線出力密度が上昇する事象として以下の2事象を選定し、炉心内の燃料の寿命期間中に燃料被覆管に発生する「a. 内外圧差による応力」、「b. 接触圧による応力」、「c. 熱応力」を組み合わせた最大の応力を評価する。</p> <p>① 原子炉の出力運転中、ほう素の異常な希釈に伴う反応度添加を補償するよう自動制御された制御棒クラスタが炉心内に自動挿入され、出力分布の歪みが大きくなる「原子炉冷却材中のほう素の異常な希釈」事象</p> <p>② 原子炉の出力運転中、制御棒クラスタの異常な引き抜きによる原子炉出力の上昇及び出力分布の変化を生じる「出力運転中の制御棒の異常な引き抜き」事象</p> <p>このように評価された「a. 内外圧差による応力」、「b. 接触圧による応力」、「c. 熱応力」に、さらに「d. 水力振動による応力」、「e. 地震による応力」を組み合わせ、最終的に体積平均の相当応力を算出し耐力と比較する。なお、上述している応力の組み合わせについては、許可を受けた発電用原子炉設置変更許可申請書添付書類八に記載されている(別添資料1)。</p> <p>燃料被覆管に生じる応力は、上述のa～eまでの応力を組み合わせた合計応力が、内面から外面へと連続的に変化している。燃料被覆管に生じる応力が連続的にかつ燃料被覆管が延性材料であることから燃料被覆管に発生する応力が耐力を超えても直ちに破損しないことを考慮して、燃料被覆管全体</p>	<p>・記載方針の相違</p> <p>【大飯】</p> <p>泊は女川同様、燃料被覆管応力評価に考慮している応力について添付資料として整理している。考慮している応力について、泊は大飯を含む先行PWRプラントと同じ。</p>

実線・・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・・記載表現、設備名称の相違(実質的な相違なし)

第4条 地震による損傷の防止 (別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持: 本文)

大飯発電所3 / 4号炉 (2018.9.26版)	女川原子力発電所2号炉 (2020.2.7版)	泊発電所3号炉	相違理由
<p>としての変形を抑えることにより燃料被覆管の破損を防止するため、燃料被覆管応力に体積平均相当応力を用いて平均的な挙動として捉え、燃料被覆管耐力で制限する。</p> <p>なお、「加圧水型原子炉に用いられる17行17列型の燃料集合体について」(昭和51年2月16日原子炉安全専門審査会)に、燃料被覆管の応力は「体積平均の相当応力」を「耐力」と比較することで健全性を確認することが記載されている。</p> <p>ここで、体積平均相当応力とは、燃料被覆管にかかる合計応力を体積の重みを付けて平均したものであり、工事計画認可申請書の燃料集合体の耐震計算書における応力評価においても用いている方法である(別添資料2)。具体的には以下に示すとおりである。</p> <p>まず、燃料被覆管任意半径 r における相当応力 $\sigma_{eff}(r)$ は以下の式で与えられる。</p> $\sigma_{eff}(r) = \sqrt{\frac{(\sigma_r - \sigma_\theta)^2 + (\sigma_\theta - \sigma_z)^2 + (\sigma_z - \sigma_r)^2}{2}}$ <p>これを軸方向単位長さ当たり、半径方向に体積積分(あるいは体積平均)をとり、体積平均相当応力 $\sigma_{eff}(r)$ を以下の式で求める。</p> $\sigma_{eff} = \frac{\int_{r_i}^{r_o} \int_0^{2\pi} \int_0^1 \sigma_{eff}(r) dz \cdot r d\theta \cdot dr}{\int_{r_i}^{r_o} \int_0^{2\pi} \int_0^1 dz \cdot r d\theta \cdot dr}$ $= \frac{2 \int_{r_i}^{r_o} r \cdot \sigma_{eff}(r) dr}{(r_o^2 - r_i^2)}$ <p>r、θ 及び z は円筒座標系の変数であり、それぞれ径方向、周方向及び軸方向の座標値を表す。</p> <p>(5) 許容応力(耐力)</p> <p>応力評価における許容値として燃料被覆管の耐力を用いる。燃料被覆管の材料であるジルカローイ-4及びジルコニウ</p>	<p>としての変形を抑えることにより燃料被覆管の破損を防止するため、燃料被覆管応力に体積平均相当応力を用いて平均的な挙動として捉え、燃料被覆管耐力で制限する。</p> <p>なお、「加圧水型原子炉に用いられる17行17列型の燃料集合体について」(昭和51年2月16日原子炉安全専門審査会)に、燃料被覆管の応力は「体積平均の相当応力」を「耐力」と比較することで健全性を確認することが記載されている。</p> <p>ここで、体積平均相当応力とは、燃料被覆管にかかる合計応力を体積の重みを付けて平均したものであり、既認可の工事計画認可申請書の燃料集合体の耐震計算書における応力評価においても用いている方法である。具体的には以下に示すとおりである。</p> <p>まず、燃料被覆管任意半径 r における相当応力 $\sigma_{eff}(r)$ は以下の式で与えられる。</p> $\sigma_{eff}(r) = \sqrt{\frac{(\sigma_r - \sigma_\theta)^2 + (\sigma_\theta - \sigma_z)^2 + (\sigma_z - \sigma_r)^2}{2}}$ <p>これを軸方向単位長さ当たり、半径方向に体積積分(あるいは体積平均)をとり、体積平均相当応力 $\sigma_{eff}(r)$ を以下の式で求める。</p> $\sigma_{eff} = \frac{\int_{r_i}^{r_o} \int_0^{2\pi} \int_0^1 \sigma_{eff}(r) dz \cdot r d\theta \cdot dr}{\int_{r_i}^{r_o} \int_0^{2\pi} \int_0^1 dz \cdot r d\theta \cdot dr}$ $= \frac{2 \int_{r_i}^{r_o} r \cdot \sigma_{eff}(r) dr}{(r_o^2 - r_i^2)}$ <p>r、θ 及び z は円筒座標系の変数であり、それぞれ径方向、周方向及び軸方向の座標値を表す。</p> <p>(5) 許容値(耐力)</p> <p>応力評価における許容値として燃料被覆管の耐力を用いる。燃料被覆管の材料であるジルカローイ-4及びジルコニウ</p>	<p>としての変形を抑えることにより燃料被覆管の破損を防止するため、燃料被覆管応力に体積平均相当応力を用いて平均的な挙動として捉え、燃料被覆管耐力で制限する。</p> <p>なお、「加圧水型原子炉に用いられる17行17列型の燃料集合体について」(昭和51年2月16日原子炉安全専門審査会)に、燃料被覆管の応力は「体積平均の相当応力」を「耐力」と比較することで健全性を確認することが記載されている。</p> <p>ここで、体積平均相当応力とは、燃料被覆管にかかる合計応力を体積の重みを付けて平均したものであり、既認可の工事計画認可申請書の燃料集合体の耐震計算書における応力評価においても用いている方法である。具体的には以下に示すとおりである。</p> <p>まず、燃料被覆管任意半径 r における相当応力 $\sigma_{eff}(r)$ は以下の式で与えられる。</p> $\sigma_{eff}(r) = \sqrt{\frac{(\sigma_r - \sigma_\theta)^2 + (\sigma_\theta - \sigma_z)^2 + (\sigma_z - \sigma_r)^2}{2}}$ <p>これを軸方向単位長さ当たり、半径方向に体積積分(あるいは体積平均)をとり、体積平均相当応力 $\sigma_{eff}(r)$ を以下の式で求める。</p> $\sigma_{eff} = \frac{\int_{r_i}^{r_o} \int_0^{2\pi} \int_0^1 \sigma_{eff}(r) dz \cdot r d\theta \cdot dr}{\int_{r_i}^{r_o} \int_0^{2\pi} \int_0^1 dz \cdot r d\theta \cdot dr}$ $= \frac{2 \int_{r_i}^{r_o} r \cdot \sigma_{eff}(r) dr}{(r_o^2 - r_i^2)}$ <p>r、θ 及び z は円筒座標系の変数であり、それぞれ径方向、周方向及び軸方向の座標値を表す。</p> <p>(5) 許容値(耐力)</p> <p>応力評価における許容値として燃料被覆管の耐力を用いる。燃料被覆管の材料であるジルカローイ-4及びジルコニウ</p>	<p>・記載方針の相違</p> <p>【大飯】</p> <p>大飯は認可済み工認(再稼働時の工認)を引用している。泊は既認可工認の評価手法を引用しており記載表現は異なるものの、具体的な評価手法は大飯も含めて先行PWRと同じ。</p>

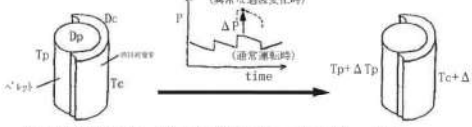
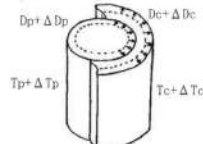

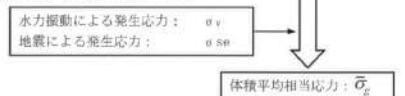
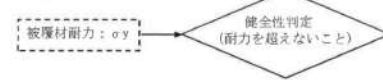
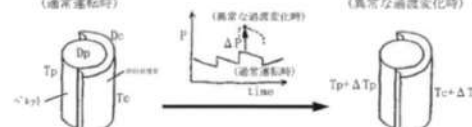
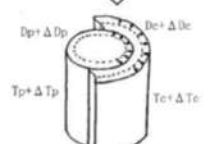


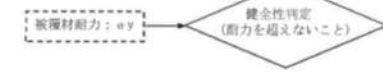
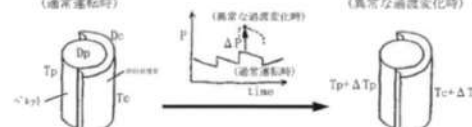
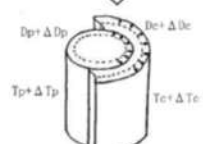


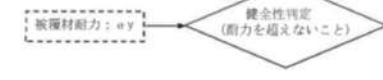
泊発電所3号炉 DB基準適合性 比較表

実線・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第4条 地震による損傷の防止（別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持：本文）

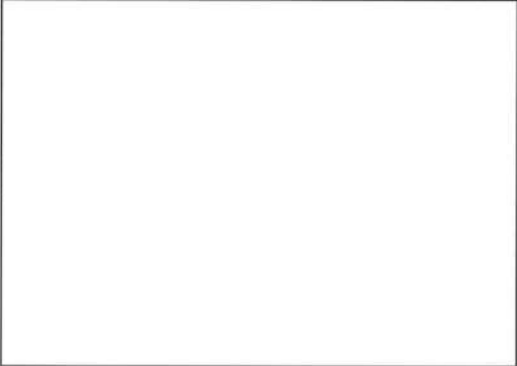

大飯発電所3/4号炉（2018.9.26版）	女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	泊発電所3号炉	相違理由
<p>ム合金の耐力は、高速中性子照射によって増加するため、燃料寿命初期は未照射材の耐力と、それ以外の時点では照射材の耐力と比較する。これらの未照射材及び照射材の耐力基準値は、それぞれ耐力実績データに基づき、データのばらつきを考慮して導いた値であり、平成29年8月25日付け原規規発第1708254号にて認可された工事計画の資料13-17-1-3「燃料集合体の耐震計算書」、平成29年8月25日付け原規規発第1708255号にて認可された工事計画の資料13-17-1-3「燃料集合体の耐震計算書」にて用いた値と同じである。大飯3/4号炉で最も評価結果の厳しいA型ウラン燃料(ステップ2燃料(信頼性向上燃料))で適用した耐力を図-2に示す。</p> <p>5.2及び本項に示したとおり、今回申請している地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持に係る燃料被覆管応力評価の評価方針及び評価方法は既許可の発電用原子炉設置変更許可及び既認可の工事計画認可と同様であることから、燃料被覆管応力評価における技術的新規性はない。</p>		<p>ム合金の耐力は、高速中性子照射によって増加するため、燃料寿命初期は未照射材の耐力と、それ以外の時点では照射材の耐力と比較する。これらの未照射材及び照射材の耐力基準値は、それぞれ耐力実績データに基づき、データのばらつきを考慮して導いた値である。最も評価結果の厳しくなったA型ウラン・プルトニウム混合酸化物燃料で適用した燃料被覆管の耐力を第6.1-2図に示す。</p> <p>6.1.1及び本項に示したとおり、今回申請している地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持に係る燃料被覆管応力評価の評価方針及び評価方法は既許可の発電用原子炉設置変更許可及び既認可の工事計画認可と同様であることから、燃料被覆管応力評価における技術的新規性はない。</p>	<p>・記載方針の相違，使用燃料の相違</p> <p>【大飯】</p> <p>大飯は認可済み工認（再稼働時の工認）を引用している一方で泊は引用の記載がないものの、耐力基準を実績データに基づきデータのばらつきを考慮して導いた点は大飯も含めて先行PWRと同じ。</p> <p>また、泊の評価で用いる耐力基準は、既設置許可及び燃料設計認可と同じである。</p>

第4条 地震による損傷の防止 (別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持: 本文)

大飯発電所3 / 4号炉 (2018.9.26版)	女川原子力発電所2号炉 (2020.2.7版)	泊発電所3号炉	相違理由
<p style="text-align: center;">洩との比較のために記載の順番を入替え</p> <p>(1) 燃料被覆管/ペレット温度変化 (通常運転時) (異常な過渡変化時) (異常な過渡変化時)  P: 局所線出力、Tc: 燃料被覆管温度、Tp: ペレット温度 Dc: 燃料被覆管寸法、Dp: ペレット寸法</p> <p>(2) 温度変化に対応する寸法変化  Dp+ΔDp, Dc+ΔDc, Tp+ΔTp, Tc+ΔTc</p> <p>(3) 温度変化・寸法変化に伴う発生応力  燃料被覆管 ペレット 温度変化: Tc+ΔTc Tp+ΔTp 寸法変化: Dc+ΔDc Dp+ΔDp 燃料棒内外圧差+ペレット-燃料被覆管相互作用 による発生応力: $\sigma_{dp} + \sigma_{FOM}$ 熱応力: σ_T</p> <p>(4) 水力振動・地震に伴う発生応力  水力振動による発生応力: σ_v 地震による発生応力: σ_{se} 体積平均相当応力: $\bar{\sigma}_E$</p> <p>(5) 耐力との比較  被覆材耐力: σ_y 健全性判定 (耐力を超えないこと)</p> <p style="text-align: center;">図-1 燃料被覆管応力評価の流れ</p>	<p>(1) 燃料被覆管/ペレット温度変化 (通常運転時) (異常な過渡変化時) (異常な過渡変化時)  P: 局所線出力、Tc: 燃料被覆管温度、Tp: ペレット温度 Dc: 燃料被覆管寸法、Dp: ペレット寸法</p> <p>(2) 温度変化に対する寸法変化  Dp+ΔDp, Dc+ΔDc, Tp+ΔTp, Tc+ΔTc</p> <p>(3) 温度変化・寸法変化に伴う発生応力  燃料被覆管 ペレット 温度変化: Tc+ΔTc Tp+ΔTp 寸法変化: Dc+ΔDc Dp+ΔDp 燃料棒内外圧差+ペレット-燃料被覆管相互作用 による発生応力: $\sigma_{dp} + \sigma_{FOM}$ 熱応力: σ_T</p> <p>(4) 水力振動・地震に伴う発生応力  水力振動による発生応力: σ_v 地震による発生応力: σ_{se} 体積平均相当応力: $\bar{\sigma}_E$</p> <p>(5) 耐力との比較  被覆材耐力: σ_y 健全性判定 (耐力を超えないこと)</p> <p style="text-align: center;">第6.1-1図 燃料被覆管応力評価の流れ</p>	<p>(1) 燃料被覆管/ペレット温度変化 (通常運転時) (異常な過渡変化時) (異常な過渡変化時)  P: 局所線出力、Tc: 燃料被覆管温度、Tp: ペレット温度 Dc: 燃料被覆管寸法、Dp: ペレット寸法</p> <p>(2) 温度変化に対する寸法変化  Dp+ΔDp, Dc+ΔDc, Tp+ΔTp, Tc+ΔTc</p> <p>(3) 温度変化・寸法変化に伴う発生応力  燃料被覆管 ペレット 温度変化: Tc+ΔTc Tp+ΔTp 寸法変化: Dc+ΔDc Dp+ΔDp 燃料棒内外圧差+ペレット-燃料被覆管相互作用 による発生応力: $\sigma_{dp} + \sigma_{FOM}$ 熱応力: σ_T</p> <p>(4) 水力振動・地震に伴う発生応力  水力振動による発生応力: σ_v 地震による発生応力: σ_{se} 体積平均相当応力: $\bar{\sigma}_E$</p> <p>(5) 耐力との比較  被覆材耐力: σ_y 健全性判定 (耐力を超えないこと)</p>	<p>相違理由</p>

実線・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第4条 地震による損傷の防止（別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持：本文）

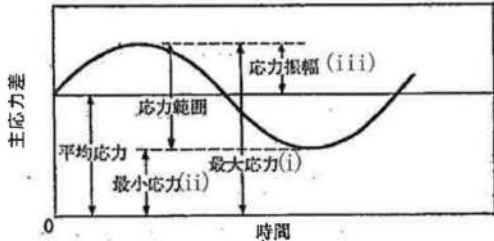
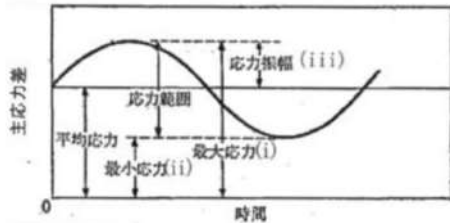
大飯発電所3 / 4号炉 (2018.9.26版)	女川原子力発電所2号炉 (2020.2.7版)	泊発電所3号炉	相違理由
<p data-bbox="197 180 701 212">泊との比較のために記載の順番を入替え</p>  <p data-bbox="215 751 674 807">図-2 A型燃料被覆管の耐力(ジルコニウム基合金) (大飯3/4号炉の評価結果)</p>		 <p data-bbox="1339 751 1821 775">第6.1-2図 燃料被覆管の耐力(ジルコニウム基合金)</p> <p data-bbox="1317 802 1821 826"> 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。 </p>	

実線・設計方針又は設備構成等の相違
波線・記載表現、設備名称の相違(実質的な相違なし)

第4条 地震による損傷の防止 (別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持:本文)

大飯発電所3 / 4号炉 (2018.9.26版)	女川原子力発電所2号炉 (2020.2.7版)	泊発電所3号炉	相違理由																																		
<p>6. 燃料被覆管累積疲労評価</p> <p>6.1 燃料被覆管累積疲労評価の評価方針</p> <p>今回の申請における燃料被覆管累積疲労評価の方針は以下のとおりである。</p> <table border="1" data-bbox="174 379 705 531"> <thead> <tr> <th>構成部品</th> <th>要求事項</th> <th>荷重の組合せ</th> <th>評価値</th> <th>許容値</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">燃料被覆管</td> <td rowspan="2">通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時に閉じ込め機能を維持すること</td> <td>種々の設計過渡条件(起動・停止、負荷追従運転、運転時の異常な過渡変化時)</td> <td rowspan="2">累積損傷係数</td> <td rowspan="2">ASME Sec. IIIの概念による設計疲労寿命以下であること⁽¹⁾</td> </tr> <tr> <td>設計地震荷重(基準地震動S_a)</td> </tr> </tbody> </table> <p>(注) 設計疲労曲線にはLanger and O' Donnellの曲線を使用する。</p> <p>既許可の発電用原子炉設置変更許可申請書添付書類八において、燃料被覆管累積疲労評価の評価方針が以下のとおり記載されているが、上記表に示したとおり、今回申請の地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持に係る燃料被覆管累積疲労評価方針と同様である。</p> <div data-bbox="174 853 705 943" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>(既許可の発電用原子炉設置変更許可申請書 添付書類八)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・累積疲労サイクルは設計疲労寿命以下となる設計とする。 ・設計疲労曲線としては、Langer and O' Donnellの曲線を使用する。 </div> <p>6.2 既許可における燃料被覆管累積疲労評価方法</p> <p>既許可における燃料被覆管累積疲労評価方法は、既許可の発電用原子炉設置変更許可申請書添付書類八に記載の参考文献に記載されているとおり、ASME Sec. IIIの疲労評価手順(最大せん断応力説による疲労損傷評価)に基づいて実施する。以下、許可を受けた発電用原子炉設置変更許可申請書の安全審査において確認されている評価方法の手順を示す(別添資料1及び別添資料3)。</p> <p>a. 応力繰り返しサイクル条件の設定</p> <p>燃料寿命中に想定される過渡条件について、3つに分類</p>	構成部品	要求事項	荷重の組合せ	評価値	許容値	燃料被覆管	通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時に閉じ込め機能を維持すること	種々の設計過渡条件(起動・停止、負荷追従運転、運転時の異常な過渡変化時)	累積損傷係数	ASME Sec. IIIの概念による設計疲労寿命以下であること ⁽¹⁾	設計地震荷重(基準地震動S _a)	<p>6.2 疲労評価手法</p> <p>燃料の疲労限界に対する設計基準は、累積損傷の法則(Minerの仮説)及びLanger-O' Donnellの考え方に基づく。具体的には炉内滞在期間8年を仮定した温度・圧力及び出力の予測サイクル⁽⁵⁾による疲労に加え、地震動による繰り返し荷重を考慮し、累積疲労係数が1.0未満であることを確認する。疲労評価においては、一次応力と二次応力に加えてピーク応力を考慮する。また、地震荷重の繰り返し数は、建設時の評価に用いた60回とその倍の120回を用いて暫定的に影響を確認する。なお、詳細評価については、別途、等価繰り返し回数の検討結果を踏まえて工事計画認可申請にて行う。</p> <p>※5: 予測サイクルを以下に示す。(原子炉設置変更許可申請書添付書類八より)</p> <table border="1" data-bbox="743 646 1272 837"> <thead> <tr> <th>サイクル条件</th> <th>予測サイクル</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>室温から100%出力</td> <td>~4 / 年</td> </tr> <tr> <td>高温待機状態から100%出力</td> <td>~12 / 年</td> </tr> <tr> <td>50%出力から100%出力</td> <td>~60 / 年</td> </tr> <tr> <td>75%出力から100%出力</td> <td>~250 / 年</td> </tr> <tr> <td>100%出力から121%出力</td> <td>~0.5 / 年</td> </tr> </tbody> </table>	サイクル条件	予測サイクル	室温から100%出力	~4 / 年	高温待機状態から100%出力	~12 / 年	50%出力から100%出力	~60 / 年	75%出力から100%出力	~250 / 年	100%出力から121%出力	~0.5 / 年	<p>6.2 疲労評価手法</p> <p>6.2.1 燃料被覆管累積疲労評価の評価方針</p> <p>今回の申請における燃料被覆管累積疲労評価の方針は以下のとおりである。</p> <p style="text-align: center;">第6-2表 燃料被覆管累積疲労評価の評価方針</p> <table border="1" data-bbox="1317 371 1803 539"> <thead> <tr> <th>構成部品</th> <th>要求事項</th> <th>荷重の組合せ</th> <th>評価値</th> <th>許容値</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">燃料被覆管</td> <td rowspan="2">通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時に閉じ込め機能を維持すること</td> <td>種々の設計過渡条件(起動・停止、負荷追従運転、運転時の異常な過渡変化時)</td> <td rowspan="2">累積損傷係数</td> <td rowspan="2">ASME Sec. IIIの概念による設計疲労寿命以下であること⁽¹⁾</td> </tr> <tr> <td>設計地震荷重(基準地震動S_a)</td> </tr> </tbody> </table> <p>(注) 設計疲労曲線にはLanger and O' Donnellの曲線を使用する。</p> <p>既許可の発電用原子炉設置変更許可申請書添付書類八において、燃料被覆管累積疲労評価の評価方針が以下のとおり記載されているが、上記表に示したとおり、今回申請の地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持に係る燃料被覆管累積疲労評価方針と同様である。</p> <div data-bbox="1310 858 1841 943" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>(既許可の発電用原子炉設置変更許可申請書 添付書類八)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・累積疲労サイクルは設計疲労寿命以下となる設計とする。 ・設計疲労曲線としては、Langer and O' Donnellの曲線を使用する。 </div> <p>6.2.2 既許可における燃料被覆管累積疲労評価方法</p> <p>既許可における燃料被覆管累積疲労評価方法は、既許可の発電用原子炉設置変更許可申請書添付書類八に記載の参考文献に記載されているとおり、ASME Sec. IIIの疲労評価手順(最大せん断応力説による疲労損傷評価)に基づいて実施する。以下、許可を受けた発電用原子炉設置変更許可申請書の安全審査において確認されている評価方法の手順を示す(別添資料1及び別添資料3)。</p> <p>a. 応力繰り返しサイクル条件の設定</p> <p>燃料寿命中に想定される過渡条件について、3つに分類</p>	構成部品	要求事項	荷重の組合せ	評価値	許容値	燃料被覆管	通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時に閉じ込め機能を維持すること	種々の設計過渡条件(起動・停止、負荷追従運転、運転時の異常な過渡変化時)	累積損傷係数	ASME Sec. IIIの概念による設計疲労寿命以下であること ⁽¹⁾	設計地震荷重(基準地震動S _a)	
構成部品	要求事項	荷重の組合せ	評価値	許容値																																	
燃料被覆管	通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時に閉じ込め機能を維持すること	種々の設計過渡条件(起動・停止、負荷追従運転、運転時の異常な過渡変化時)	累積損傷係数	ASME Sec. IIIの概念による設計疲労寿命以下であること ⁽¹⁾																																	
		設計地震荷重(基準地震動S _a)																																			
サイクル条件	予測サイクル																																				
室温から100%出力	~4 / 年																																				
高温待機状態から100%出力	~12 / 年																																				
50%出力から100%出力	~60 / 年																																				
75%出力から100%出力	~250 / 年																																				
100%出力から121%出力	~0.5 / 年																																				
構成部品	要求事項	荷重の組合せ	評価値	許容値																																	
燃料被覆管	通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時に閉じ込め機能を維持すること	種々の設計過渡条件(起動・停止、負荷追従運転、運転時の異常な過渡変化時)	累積損傷係数	ASME Sec. IIIの概念による設計疲労寿命以下であること ⁽¹⁾																																	
		設計地震荷重(基準地震動S _a)																																			

第4条 地震による損傷の防止 (別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持: 本文)

大飯発電所3/4号炉 (2018.9.26版)	女川原子力発電所2号炉 (2020.2.7版)	泊発電所3号炉	相違理由
<p>(起動・停止、負荷追従運転、運転時の異常な過渡変化時) してそれぞれの応力繰り返しサイクル数を設定する。</p> <p>b. 内外圧差による応力 想定している3つの過渡条件ごとに以下のとおり実施する。</p> <p>(a) 燃料被覆管に発生する主応力成分 ($\sigma_r, \sigma_\theta, \sigma_z$) を温態停止時及び過渡条件時 (冷態停止時、100%出力時 (負荷追従運転)、運転時の異常な過渡変化時) について算出する。</p> <p>(b) ASME Sec. IIIの考え方に基づいて、温態停止時及び過渡条件時について、主応力差 $\sigma_r - \sigma_\theta$、$\sigma_\theta - \sigma_z$、$\sigma_z - \sigma_r$ を求める。</p> <p>(c) 温態停止時の主応力差と過渡条件時の主応力差との幅を、疲労評価における繰り返し応力の全振幅と考えて、大きい方の主応力差を最大値 (下図の(i))、小さい方の主応力差を最小値 (下図の(ii)) として、(最大値-最小値)/2より片振幅S_{alt} (下図の(iii)) を算出する。</p> <p>(d) 燃料棒の寿命中の評価期間に対して上記の計算を行う。</p>  <p>繰り返し応力 (主応力差) の時間変化 (概念図)</p> <p>c. 許容繰り返しサイクル数の算出 b. にて算出した各過渡条件におけるS_{alt}のうち、それぞれ最大となるMax S_{alt}について、対応する許容繰り返しサイクル数Nを、図-3に示すLanger and O'Donnellによるジルカロイ材の設計疲労曲線に基づき算出する。</p>	<p>(起動・停止、負荷追従運転、運転時の異常な過渡変化時) してそれぞれの応力繰り返しサイクル数を設定する。</p> <p>b. 内外圧差による応力 想定している3つの過渡条件ごとに以下のとおり実施する。</p> <p>(a) 燃料被覆管に発生する主応力成分 ($\sigma_r, \sigma_\theta, \sigma_z$) を温態停止時及び過渡条件時 (冷態停止時、100%出力時 (負荷追従運転)、運転時の異常な過渡変化時) について算出する。</p> <p>(b) ASME Sec. IIIの考え方に基づいて、温態停止時及び過渡条件時について、主応力差 $\sigma_r - \sigma_\theta$、$\sigma_\theta - \sigma_z$、$\sigma_z - \sigma_r$ を求める。</p> <p>(c) 温態停止時の主応力差と過渡条件時の主応力差との幅を疲労評価における繰り返し応力の全振幅と考えて、大きい方の主応力差を最大値 (第6.2-1図の(i))、小さい方の主応力差を最小値 (第6.2-1図の(ii)) として、(最大値-最小値)/2より片振幅S_{alt} (第6.2-1図の(iii)) を算出する。</p> <p>(d) 燃料棒の寿命中の評価期間に対して上記の計算を行う。</p>  <p>第6.2-1図 繰り返し応力 (主応力差) の時間変化 (概念図)</p> <p>c. 許容繰り返しサイクル数の算出 b. にて算出した各過渡条件におけるS_{alt}のうち、それぞれ最大となるMax S_{alt}について、対応する許容繰り返しサイクル数Nを第6.2-2図に示すLanger and O'Donnellによるジルカロイ材の設計疲労曲線に基づき算出する。</p>		

実線・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・記載表現、設備名称の相違(実質的な相違なし)

第4条 地震による損傷の防止 (別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持:本文)

大飯発電所3/4号炉 (2018.9.26版)	女川原子力発電所2号炉 (2020.2.7版)	泊発電所3号炉	相違理由																		
<p>d. 累積疲労損傷係数の算出</p> <p>評価期間ごとにc. にて求めた最大応力変動幅Max S_{a1t}に対応する許容繰り返しサイクル数Nと、各過渡条件にて想定される応力繰り返しサイクル数nの比、すなわち疲労損傷係数 n/Nを求め、これらを燃料寿命全般に渡って足し合わせ、累積疲労損傷係数を算出する。</p> <p>6.3 設計地震荷重を考慮した燃料被覆管累積疲労評価 (本規則改正後の評価)</p> <p>今回の申請では、6.1 に示すとおり、種々の設計過渡条件(起動・停止、負荷追従運転、運転時の異常な過渡変化時)及び設計地震荷重(基準地震動)に対し、既許可と同様にASME Sec. IIIの概念による方法を用いることとしているが、今回の申請において設計地震荷重を考慮した累積疲労評価は新たな取扱いとなる。</p> <p>以下に、設計地震荷重を考慮した燃料被覆管累積疲労評価方法の概要を示す。</p> <p>a. 応力繰り返しサイクル条件の設定</p> <p>地震時に燃料被覆管に発生する応力が繰り返し応力として作用すると想定し設定する。設計地震荷重を考慮した燃料被覆管累積疲労評価における繰り返し回数としては、<u>工事計画認可申請書における他機器の評価条件と同一の200回</u>としている。</p> <p>b. 応力変動幅の算出</p> <p>以下のとおり応力変動幅を算出する。</p> <p>(a) 地震時に燃料被覆管に発生する応力の主応力成分 ($\sigma_r, \sigma_\theta, \sigma_z$) を算出する。</p> <p>地震動による発生応力として基準地震動により燃料被覆管に発生する応力を考慮する。地震による応力は以下のとおり軸方向成分のみである。</p> <table border="1" data-bbox="174 1361 707 1417"> <tr> <td>径方向応力</td> <td>周方向応力</td> <td>軸方向応力</td> </tr> <tr> <td>$\sigma_r [= 0]$</td> <td>$\sigma_\theta [= 0]$</td> <td>$\sigma_z [= \text{地震による応力}]$</td> </tr> </table>	径方向応力	周方向応力	軸方向応力	$\sigma_r [= 0]$	$\sigma_\theta [= 0]$	$\sigma_z [= \text{地震による応力}]$	<p>d. 累積疲労損傷係数の算出</p> <p>評価期間ごとにc. にて求めた最大応力変動幅Max S_{a1t}に対応する許容繰り返しサイクル数Nと、各過渡条件にて想定される応力繰り返しサイクル数nの比、すなわち疲労損傷係数 n/Nを求め、これらを燃料寿命全般に渡って足し合わせ、累積疲労損傷係数を算出する。</p> <p>6.2.3 設計地震荷重を考慮した燃料被覆管累積疲労評価 (本規則改正後の評価)</p> <p>今回の申請では、6.2.1に示すとおり、種々の設計過渡条件(起動・停止、負荷追従運転、運転時の異常な過渡変化時)及び設計地震荷重(基準地震動)に対し、既許可と同様にASME Sec. IIIの概念による方法を用いることとしているが、今回の申請において設計地震荷重を考慮した累積疲労評価は新たな取扱いとなる。</p> <p>以下に、設計地震荷重を考慮した燃料被覆管累積疲労評価方法の概要を示す。</p> <p>a. 応力繰り返しサイクル条件の設定</p> <p>地震時に燃料被覆管に発生する応力が繰り返し応力として作用すると想定し設定する。設計地震荷重を考慮した燃料被覆管累積疲労評価における繰り返し回数としては、<u>他機器の評価条件(詳細評価については設計及び工事計画認可申請段階で説明する)</u>と同一の200回としている。</p> <p>b. 応力変動幅の算出</p> <p>以下のとおり応力変動幅を算出する。</p> <p>(a) 地震時に燃料被覆管に発生する応力の主応力成分 ($\sigma_r, \sigma_\theta, \sigma_z$) を算出する。</p> <p>地震動による発生応力として基準地震動により燃料被覆管に発生する応力を考慮する。地震による応力は以下のとおり軸方向成分のみである。</p> <table border="1" data-bbox="1310 1361 1843 1417"> <tr> <td>径方向応力</td> <td>周方向応力</td> <td>軸方向応力</td> </tr> <tr> <td>$\sigma_r [= 0]$</td> <td>$\sigma_\theta [= 0]$</td> <td>$\sigma_z [= \text{地震による応力}]$</td> </tr> </table>	径方向応力	周方向応力	軸方向応力	$\sigma_r [= 0]$	$\sigma_\theta [= 0]$	$\sigma_z [= \text{地震による応力}]$	<p>d. 累積疲労損傷係数の算出</p> <p>評価期間ごとにc. にて求めた最大応力変動幅Max S_{a1t}に対応する許容繰り返しサイクル数Nと、各過渡条件にて想定される応力繰り返しサイクル数nの比、すなわち疲労損傷係数 n/Nを求め、これらを燃料寿命全般に渡って足し合わせ、累積疲労損傷係数を算出する。</p> <p>6.2.3 設計地震荷重を考慮した燃料被覆管累積疲労評価 (本規則改正後の評価)</p> <p>今回の申請では、6.2.1に示すとおり、種々の設計過渡条件(起動・停止、負荷追従運転、運転時の異常な過渡変化時)及び設計地震荷重(基準地震動)に対し、既許可と同様にASME Sec. IIIの概念による方法を用いることとしているが、今回の申請において設計地震荷重を考慮した累積疲労評価は新たな取扱いとなる。</p> <p>以下に、設計地震荷重を考慮した燃料被覆管累積疲労評価方法の概要を示す。</p> <p>a. 応力繰り返しサイクル条件の設定</p> <p>地震時に燃料被覆管に発生する応力が繰り返し応力として作用すると想定し設定する。設計地震荷重を考慮した燃料被覆管累積疲労評価における繰り返し回数としては、<u>他機器の評価条件(詳細評価については設計及び工事計画認可申請段階で説明する)</u>と同一の200回としている。</p> <p>b. 応力変動幅の算出</p> <p>以下のとおり応力変動幅を算出する。</p> <p>(a) 地震時に燃料被覆管に発生する応力の主応力成分 ($\sigma_r, \sigma_\theta, \sigma_z$) を算出する。</p> <p>地震動による発生応力として基準地震動により燃料被覆管に発生する応力を考慮する。地震による応力は以下のとおり軸方向成分のみである。</p> <table border="1" data-bbox="1310 1361 1843 1417"> <tr> <td>径方向応力</td> <td>周方向応力</td> <td>軸方向応力</td> </tr> <tr> <td>$\sigma_r [= 0]$</td> <td>$\sigma_\theta [= 0]$</td> <td>$\sigma_z [= \text{地震による応力}]$</td> </tr> </table>	径方向応力	周方向応力	軸方向応力	$\sigma_r [= 0]$	$\sigma_\theta [= 0]$	$\sigma_z [= \text{地震による応力}]$	<p>相違理由</p> <p>・記載方針の相違</p> <p>【大飯】</p> <p>大飯は認可済み工認(再稼働時の工認)を引用している。泊は今後の設工認段階で説明するため記載が異なるものの、具体的な評価条件は大飯も含めて先行PWRと同じ。</p>
径方向応力	周方向応力	軸方向応力																			
$\sigma_r [= 0]$	$\sigma_\theta [= 0]$	$\sigma_z [= \text{地震による応力}]$																			
径方向応力	周方向応力	軸方向応力																			
$\sigma_r [= 0]$	$\sigma_\theta [= 0]$	$\sigma_z [= \text{地震による応力}]$																			
径方向応力	周方向応力	軸方向応力																			
$\sigma_r [= 0]$	$\sigma_\theta [= 0]$	$\sigma_z [= \text{地震による応力}]$																			

実線・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・記載表現、設備名称の相違(実質的な相違なし)

第4条 地震による損傷の防止 (別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持:本文)

大飯発電所3/4号炉 (2018.9.26版)	女川原子力発電所2号炉 (2020.2.7版)	泊発電所3号炉	相違理由																
<p>(b) ASME Sec. IIIの考え方に基づいて、温態停止時及び過渡条件時について、主応力差 $\sigma_r - \sigma_\theta$、$\sigma_\theta - \sigma_z$、$\sigma_z - \sigma_r$ を求める。</p> <p>(c) 主応力差の最大値と最小値の幅を、疲労評価における繰り返し応力の全振幅と考えて、(最大値-最小値)/2より片振幅 S_{alt} を算出する。</p> <table border="1" data-bbox="174 475 707 603"> <tr> <td>応力の差</td> <td>径方向応力- 周方向応力</td> <td>周方向応力- 軸方向応力</td> <td>軸方向応力- 径方向応力</td> </tr> <tr> <td>主応力差</td> <td>$\sigma_r - \sigma_\theta$ [= 0]</td> <td>$\sigma_\theta - \sigma_z$ [= -地震による 応力]</td> <td>$\sigma_z - \sigma_r$ [= 地震による 応力]</td> </tr> </table> <p>c. 許容繰り返しサイクル数の算出</p> <p>b. にて算出した地震時に燃料被覆管に発生する応力における S_{alt} を用いて、対応する許容繰り返しサイクル数 N を 図3 に示すLanger and O'Donnellによるジルカロイ材の設計疲労曲線に基づき算出する。</p> <p>Langer and O'Donnellの設計疲労曲線は、ジルカロイ照射材による高温 (316℃) の疲労試験データに基づいて設定された最確曲線に対し、データのばらつきを考慮して、保守的に繰り返し応力の片振幅を1/2倍、許容繰り返し回数1/20倍して設定されている。また、Langer and O'Donnellの設計疲労曲線を燃料被覆管の疲労評価に用いることについては「加圧水型原子炉に用いられる17行17列型の燃料集合体について」(昭和51年2月16日原子炉安全専門審査会)等に記載され、適用の妥当性が確認されている。詳細については、添付資料2に示す。</p> <p>d. 地震時に発生する応力による累積疲労損傷係数の算出</p> <p>c. にて求めた許容繰り返しサイクル数 N と、地震時に燃料被覆管に発生する応力の繰り返しサイクル数 n の比、すなわち疲労損傷係数 n/N を求める。</p> <p>e. 累積疲労損傷係数の算出</p> <p>地震時の燃料被覆管閉じ込め機能維持に係る疲労評価で</p>	応力の差	径方向応力- 周方向応力	周方向応力- 軸方向応力	軸方向応力- 径方向応力	主応力差	$\sigma_r - \sigma_\theta$ [= 0]	$\sigma_\theta - \sigma_z$ [= -地震による 応力]	$\sigma_z - \sigma_r$ [= 地震による 応力]	<p>(b) ASME Sec. IIIの考え方に基づいて、温態停止時及び過渡条件時について、主応力差 $\sigma_r - \sigma_\theta$、$\sigma_\theta - \sigma_z$、$\sigma_z - \sigma_r$ を求める。</p> <p>(c) 主応力差の最大値と最小値の幅を疲労評価における繰り返し応力の全振幅と考えて、(最大値-最小値)/2より片振幅 S_{alt} を算出する。</p> <table border="1" data-bbox="1310 483 1843 587"> <tr> <td>応力の差</td> <td>径方向応力- 周方向応力</td> <td>周方向応力- 軸方向応力</td> <td>軸方向応力- 径方向応力</td> </tr> <tr> <td>主応力差</td> <td>$\sigma_r - \sigma_\theta$ [= 0]</td> <td>$\sigma_\theta - \sigma_z$ [= -地震による応力]</td> <td>$\sigma_z - \sigma_r$ [= 地震による応力]</td> </tr> </table> <p>c. 許容繰り返しサイクル数の算出</p> <p>b. にて算出した地震時に燃料被覆管に発生する応力における S_{alt} を用いて、対応する許容繰り返しサイクル数 N を 第6.2-2図に示すLanger and O'Donnellによるジルカロイ材の設計疲労曲線に基づき算出する。</p> <p>Langer and O'Donnellの設計疲労曲線は、ジルカロイ照射材による高温 (316℃) の疲労試験データに基づいて設定された最確曲線に対し、データのばらつきを考慮して、保守的に繰り返し応力の片振幅を1/2倍、許容繰り返し回数1/20倍して設定されている。また、Langer and O'Donnellの設計疲労曲線を燃料被覆管の疲労評価に用いることについては「加圧水型原子炉に用いられる17行17列型の燃料集合体について」(昭和51年2月16日原子炉安全専門審査会)等に記載され、適用の妥当性が確認されている。詳細については、添付資料4に示す。</p> <p>d. 地震時に発生する応力による累積疲労損傷係数の算出</p> <p>c. にて求めた許容繰り返しサイクル数 N と、地震時に燃料被覆管に発生する応力の繰り返しサイクル数 n の比、すなわち疲労損傷係数 n/N を求める。</p> <p>e. 累積疲労損傷係数の算出</p> <p>地震時の燃料被覆管閉じ込め機能維持に係る疲労評価で</p>	応力の差	径方向応力- 周方向応力	周方向応力- 軸方向応力	軸方向応力- 径方向応力	主応力差	$\sigma_r - \sigma_\theta$ [= 0]	$\sigma_\theta - \sigma_z$ [= -地震による応力]	$\sigma_z - \sigma_r$ [= 地震による応力]	<p>(b) ASME Sec. IIIの考え方に基づいて、温態停止時及び過渡条件時について、主応力差 $\sigma_r - \sigma_\theta$、$\sigma_\theta - \sigma_z$、$\sigma_z - \sigma_r$ を求める。</p> <p>(c) 主応力差の最大値と最小値の幅を疲労評価における繰り返し応力の全振幅と考えて、(最大値-最小値)/2より片振幅 S_{alt} を算出する。</p>	<p>相違理由</p>
応力の差	径方向応力- 周方向応力	周方向応力- 軸方向応力	軸方向応力- 径方向応力																
主応力差	$\sigma_r - \sigma_\theta$ [= 0]	$\sigma_\theta - \sigma_z$ [= -地震による 応力]	$\sigma_z - \sigma_r$ [= 地震による 応力]																
応力の差	径方向応力- 周方向応力	周方向応力- 軸方向応力	軸方向応力- 径方向応力																
主応力差	$\sigma_r - \sigma_\theta$ [= 0]	$\sigma_\theta - \sigma_z$ [= -地震による応力]	$\sigma_z - \sigma_r$ [= 地震による応力]																

実線・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第4条 地震による損傷の防止（別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持：本文）

大飯発電所3 / 4号炉 (2018.9.26版)	女川原子力発電所2号炉 (2020.2.7版)	泊発電所3号炉	相違理由
<p>は、6.2 d. で求めた燃料寿命期間中の疲労損傷係数と、本項 d. で求めた地震時に発生する応力による疲労損傷係数を足し合わせることで、累積損傷係数を算出し、その総和が1を超えないことを確認する²。</p> <p>6.1、6.2及び本項に示したとおり、地震時の燃料被覆管閉じ込め機能維持に係る燃料被覆管累積疲労評価の評価方針については既許可の発電用原子炉設置変更許可と同様であるが、設計地震荷重の考慮については既許可の範囲に含まれていないことから、次項では、設計地震荷重を考慮した累積疲労評価方法の妥当性について述べる。</p> <hr/> <p>2 地震動のみの繰り返し応力による疲労損傷係数と燃料寿命期間中におけるその他の発生要因による繰り返し応力の疲労損傷係数を足し合わせて評価する方法（ASME Sec. IIIの概念による線形累積損傷則）は、JEAG 4601-1987における他機器の地震時の疲労評価の方法と同一である。</p> <p>6.4 設計地震荷重を考慮した燃料被覆管累積疲労評価方法の妥当性</p> <p>6.3 a～eで示した設計地震荷重を考慮した燃料被覆管累積疲労評価方法において、新たな取扱いとなる点についての妥当性は以下のとおりである。</p> <p>○ 地震による応力変動幅</p> <ul style="list-style-type: none"> 地震による応力は既認可の工事計画認可申請書燃料集合体の耐震計算書に記載されている地震により燃料被覆管に発生する応力の最大値を使用する。 <p>○ 設計地震荷重を考慮した疲労損傷係数と設計過渡条件での疲労損傷係数の足し合わせ</p> <ul style="list-style-type: none"> 各条件に対してそれぞれ評価した疲労損傷係数を足しあわせ累積疲労損傷係数を算出する方法についてはASME Sec. IIIの 		<p>は、6.2.2 d. で求めた燃料寿命期間中の疲労損傷係数と、本項 d. で求めた地震時に発生する応力による疲労損傷係数を足し合わせることで、累積損傷係数を算出し、その総和が1を超えないことを確認する¹。</p> <p>6.2.1, 6.2.2及び本項に示したとおり、地震時の燃料被覆管閉じ込め機能維持に係る燃料被覆管累積疲労評価の評価方針については既許可の発電用原子炉設置変更許可と同様であるが、設計地震荷重の考慮については既許可の範囲に含まれていないことから、次項では、設計地震荷重を考慮した累積疲労評価方法の妥当性について述べる。</p> <hr/> <p>1 地震動のみの繰り返し応力による疲労損傷係数と燃料寿命期間中におけるその他の発生要因による繰り返し応力の疲労損傷係数を足し合わせて評価する方法（ASME Sec. IIIの概念による線形累積損傷則）は、JEAG 4601-1987における他機器の地震時の疲労評価の方法と同一である。</p> <p>6.2.4 設計地震荷重を考慮した燃料被覆管累積疲労評価方法の妥当性</p> <p>6.2.3 a～eで示した設計地震荷重を考慮した燃料被覆管累積疲労評価方法において、新たな取扱いとなる点についての妥当性は以下のとおりである。</p> <p>○ 地震による応力変動幅</p> <ul style="list-style-type: none"> 地震による応力は地震により燃料被覆管に発生する応力の最大値を使用する。 <p>○ 設計地震荷重を考慮した疲労損傷係数と設計過渡条件での疲労損傷係数の足し合わせ</p> <ul style="list-style-type: none"> 各条件に対してそれぞれ評価した疲労損傷係数を足しあわせ累積疲労損傷係数を算出する方法についてはASME Sec. IIIの 	<p>相違理由</p> <p>・記載表現及び記載方針の相違</p> <p>【大飯】</p> <p>大飯は認可済み工認（再稼働時の工認）を引用している一方で泊は引用の記載がないものの、地震により燃料被覆管に発生</p>

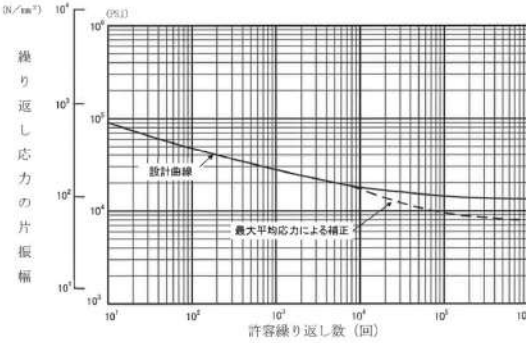
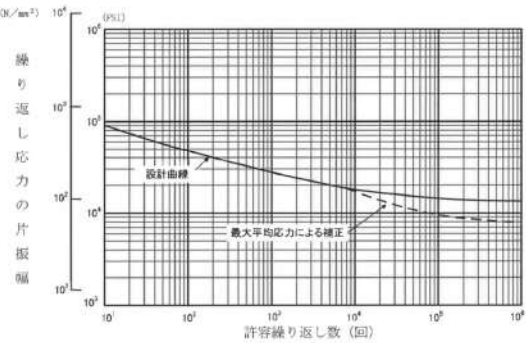
実線・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第4条 地震による損傷の防止（別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持：本文）

大飯発電所3/4号炉（2018.9.26版）	女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	泊発電所3号炉	相違理由
<p>概念と同一である。なお、JSMEやJEAGにおいて機器の疲労評価にも採用されている一般的な疲労評価の方法である。</p> <p>○ 繰り返し回数200回</p> <ul style="list-style-type: none"> 設計地震荷重を考慮した燃料被覆管累積疲労評価における繰り返し回数としては、<u>工事計画認可申請書における他機器の評価条件と同一の200回としている。</u> 地震による応力の繰り返し回数200回については、他機器と同一の繰り返し回数の計数方法（レインフロー法）により、燃料集合体の地震応答解析結果に基づき、実際に繰り返し回数を計数し、200回を下回ることを確認している。（各燃料タイプの評価結果は別添資料5） 具体的には、まず、図3に示すLanger and O'Donnellの設計疲労曲線より疲労限（繰り返し負荷しても疲労破損に到らない限界）となる応力（約55MPa）を求める。次に、燃料集合体の地震応答解析結果から、疲労限以上の応力が発生する変位となる応答変位が発生する回数をレインフロー法により計数する。レインフロー法による計数方法の詳細は添付資料3に示す。 <p>以上のように、今回申請している設計地震荷重を考慮した燃料被覆管累積疲労評価の妥当性を確認している。</p>		<p>概念と同一である。なお、JSMEやJEAGにおいて機器の疲労評価にも採用されている一般的な疲労評価の方法である。</p> <p>○ 繰り返し回数200回</p> <ul style="list-style-type: none"> 設計地震荷重を考慮した燃料被覆管累積疲労評価における繰り返し回数としては、<u>他機器の評価条件（詳細評価については設計及び工事計画認可申請段階で説明する）と同一の200回としている。</u> 地震による応力の繰り返し回数200回については、他機器と同一の繰り返し回数の計数方法（レインフロー法）により、燃料集合体の地震応答解析結果に基づき、実際に繰り返し回数を計数し、200回を下回ることを確認している。（各燃料タイプの評価結果は添付資料6） 具体的には、まず、第6.2-2図に示すLanger and O'Donnellの設計疲労曲線より疲労限（繰り返し負荷しても疲労破損に到らない限界）となる応力（約55MPa）を求める。次に、燃料集合体の地震応答解析結果から、疲労限以上の応力が発生する変位となる応答変位が発生する回数をレインフロー法により計数する。レインフロー法による計数方法の詳細は添付資料5に示す。 <p>以上のように、今回申請している設計地震荷重を考慮した燃料被覆管累積疲労評価の妥当性を確認している。</p>	<p>する応力の最大値を使用する点は大飯も含めて先行PWRと同じ。</p> <p>・記載方針の相違 【大飯】 大飯は認可済み工認（再稼働時の工認）を引用している。泊は今後の設工認段階で説明するため記載が異なるものの、具体的な評価条件は大飯も含めて先行PWRと同じ。</p>

実線・・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第4条 地震による損傷の防止（別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持：本文）

大飯発電所3 / 4号炉（2018.9.26版）	女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	泊発電所3号炉	相違理由
 <p data-bbox="235 614 660 638">図-3 Langer and O' Donnellの設計疲労曲線*</p> <p data-bbox="168 718 683 805">* W. J. O' donnell and B. F. Langer, " Fatigue Design Basis for Zircaloy Components" Nuclear Science and Engineering 20, 1 - 12(1964)</p>		 <p data-bbox="1355 614 1825 638">第6.2-2図 Langer and O' Donnellの設計疲労曲線²</p> <p data-bbox="1299 718 1814 805">² W. J. O' Donnell and B. F. Langer, " Fatigue Design Basis for Zircaloy Components" Nuclear Science and Engineering 20, 1 - 12(1964)</p>	

実線・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第4条 地震による損傷の防止（別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持：本文）

大飯発電所3/4号炉（2018.9.26版）	女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	泊発電所3号炉	相違理由										
<p style="text-align: center;">泊との比較のために記載の順番を入替え</p> <p>5.4 評価例 設計方針の実現可能性を示すために、大飯3号炉及び4号炉における基準地震動を考慮した場合の燃料被覆管応力について、表-1に示す認可を受けている工事計画認可申請書の燃料タイプを対象に、最も評価が厳しくなる燃料タイプの評価結果（代表例）を表-2に示す（その他の燃料タイプの評価結果は別添資料4参照）。</p> <p>評価の詳細については、工事計画認可申請書において示す予定である。</p> <p>6.5 評価例 設計方針の実現可能性を示すために、大飯3号炉及び4号炉における設計過渡条件の累積疲労損傷係数と設計地震荷重の疲労損傷係数について、表-1に示す認可を受けている工事計画認可申請書の燃料タイプを対象に、各プラントで最も評価結果が厳しくなる燃料タイプの評価結果（代表例）を表-3に示す。（その他の燃料タイプの評価結果は別添資料6）</p> <p>評価の詳細については、工事計画認可申請書において示す予定である。</p> <p style="text-align: center;">表-1 大飯3/4号炉 評価対象の燃料タイプ</p> <div style="text-align: center;"> <p>三菱原子燃料製燃料（A型燃料）</p> <table border="1" data-bbox="331 975 674 1142"> <tr><td></td><td>燃料タイプ</td></tr> <tr><td rowspan="2">大飯3/4号炉</td><td>ウラン燃料 (ステップ1燃料)</td></tr> <tr><td>ウラン燃料 (ステップ2燃料^(注1))</td></tr> </table> <p>原子燃料工業製燃料（B型燃料）</p> <table border="1" data-bbox="331 1166 674 1334"> <tr><td></td><td>燃料タイプ</td></tr> <tr><td rowspan="2">大飯3/4号炉</td><td>ウラン燃料 (ステップ1燃料)</td></tr> <tr><td>ウラン燃料 (ステップ2燃料)</td></tr> </table> </div> <p>ステップ1燃料：燃料集合体最高燃焼度 48000 MWd/t ステップ2燃料：燃料集合体最高燃焼度 55000 MWd/t 注1：信頼性向上燃料を含む。</p>		燃料タイプ	大飯3/4号炉	ウラン燃料 (ステップ1燃料)	ウラン燃料 (ステップ2燃料 ^(注1))		燃料タイプ	大飯3/4号炉	ウラン燃料 (ステップ1燃料)	ウラン燃料 (ステップ2燃料)	<p>7. 評価結果 燃料被覆管応力評価結果（暫定条件による概算値）を添付資料3に示す。 通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時に発生する応力に加えて地震による応力を考慮した場合においても、<u>応力設計比は最大で0.73（9×9燃料（A型））及び0.73（9×9燃料（B型））となり、1.0より小さいことを確認した。</u></p> <p>燃料被覆管疲労評価結果（暫定条件による概算値）を添付資料4に示す。 <u>基準地震動Ssによる地震力が繰り返された場合の応力振幅と繰り返し回数、ジルカロイの設計疲労曲線を用いて評価された疲労係数の増分は繰り返し数60回の場合で 0.00333（9X9燃料（A型））及び 0.00536（9X9燃料（B型））、繰り返し数120回の場合で 0.00667（9X9燃料（A型））及び 0.01071（9X9燃料（B型））となった。</u> <u>よって、全寿命を通した累積疲労係数（約0.003^[4]（9X9燃料（A型））及び約 0.006^[5]（9X9燃料（B型）））に、地震動による疲労係数増分を加えても累積疲労係数は 1.0より小さいことを確認した。</u></p>	<p>7. 評価結果 燃料被覆管応力評価結果（暫定条件による概算値）を添付資料2に示す。 通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時に発生する応力に加えて地震による応力を考慮した場合においても、<u>燃料被覆管の体積平均相当応力は燃料被覆管の耐力以下となることを確認した。最も評価が厳しくなった燃料タイプの評価結果（代表例）を第7-1表に示す。（その他の燃料タイプの評価結果は添付資料2参照）。</u></p> <p>燃料被覆管疲労評価結果（暫定条件による概算値）を添付資料3に示す。 <u>最も評価が厳しくなった燃料タイプの評価結果（代表例）を第7-2表に示す。（その他の燃料タイプの評価結果は添付資料3参照）。</u></p> <p>全寿命を通した累積疲労係数に、地震動による疲労係数増分を加えても累積疲労係数は1.0より小さいことを確認した。</p>	<p>・記載表現の相違 【女川】 記載表現は異なるものの、評価結果が許容値を下回ることを確認した点において女川も泊も同じ。</p>
	燃料タイプ												
大飯3/4号炉	ウラン燃料 (ステップ1燃料)												
	ウラン燃料 (ステップ2燃料 ^(注1))												
	燃料タイプ												
大飯3/4号炉	ウラン燃料 (ステップ1燃料)												
	ウラン燃料 (ステップ2燃料)												

実線・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・記載表現、設備名称の相違(実質的な相違なし)

第4条 地震による損傷の防止 (別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持: 本文)

大飯発電所3/4号炉 (2018.9.26版)	女川原子力発電所2号炉 (2020.2.7版)	泊発電所3号炉	相違理由																																																																																																												
<p>表-2 燃料被覆管応力評価結果 大飯3/4号炉</p> <p>(最も評価が厳しくなるA型ウラン燃料(ステップ2燃料(信頼性向上燃料))を記載している)</p> <table border="1" data-bbox="280 255 600 630"> <caption>(単位:MPa)</caption> <thead> <tr> <th colspan="2">項目</th> <th colspan="3">応力成分</th> </tr> <tr> <th colspan="2"></th> <th>σ_{θ}</th> <th>σ_r</th> <th>σ_z</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">内外圧差及び接触圧による応力</td> <td>内面</td> <td rowspan="4">[Redacted]</td> <td rowspan="4">[Redacted]</td> <td rowspan="4">[Redacted]</td> </tr> <tr> <td>外面</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">熱応力</td> <td>内面</td> </tr> <tr> <td>外面</td> </tr> <tr> <td>水力振動による応力</td> <td>内外面</td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> <td>±0.5</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">地震による応力</td> <td>内外面</td> <td rowspan="4">[Redacted]</td> <td rowspan="4">[Redacted]</td> <td rowspan="4">[Redacted]</td> </tr> <tr> <td>内面</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">合計応力^(注1)</td> <td>内面</td> </tr> <tr> <td>外面</td> </tr> <tr> <td colspan="2">体積平均相当応力^(注1)</td> <td colspan="3">[Redacted]</td> </tr> <tr> <td colspan="2">許容応力^(注2)</td> <td colspan="3">[Redacted]</td> </tr> </tbody> </table> <p>(注1) 上段は地震及び水力振動に基づく応力の正符号の値を加えたもので、下段は負符号の値を加えたものである。</p> <p>(注2) 燃料被覆管耐力データのばらつきを考慮した値である。</p> <p>(注3) 負の数値は圧縮応力、正の数値は引張応力であることを示す。</p> <table border="1" data-bbox="174 973 705 1109"> <thead> <tr> <th>プラント</th> <th>燃料タイプ^(注1)</th> <th>設計過渡条件の累積疲労損傷係数</th> <th>設計地震荷重の疲労損傷係数</th> <th>合計</th> <th>基準</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>大飯3/4号炉</td> <td>A型ウラン燃料(ステップ2燃料(信頼性向上燃料))</td> <td>0.40</td> <td>0.03</td> <td>0.43</td> <td>≤ 1</td> </tr> </tbody> </table> <p>(注1) 評価が最も厳しくなった燃料タイプを記載している</p>	項目		応力成分					σ_{θ}	σ_r	σ_z	内外圧差及び接触圧による応力	内面	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	外面	熱応力	内面	外面	水力振動による応力	内外面	0.0	0.0	±0.5	地震による応力	内外面	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	内面	合計応力 ^(注1)	内面	外面	体積平均相当応力 ^(注1)		[Redacted]			許容応力 ^(注2)		[Redacted]			プラント	燃料タイプ ^(注1)	設計過渡条件の累積疲労損傷係数	設計地震荷重の疲労損傷係数	合計	基準	大飯3/4号炉	A型ウラン燃料(ステップ2燃料(信頼性向上燃料))	0.40	0.03	0.43	≤ 1		<p>第7-1表 応力評価結果</p> <p>(最も評価が厳しくなったA型ウラン・プルトニウム混合酸化物燃料を記載している)</p> <table border="1" data-bbox="1433 255 1724 630"> <caption>(単位:MPa)</caption> <thead> <tr> <th colspan="2">項目</th> <th colspan="3">応力成分</th> </tr> <tr> <th colspan="2"></th> <th>σ_{θ}</th> <th>σ_r</th> <th>σ_z</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">内外圧差及び接触圧による応力</td> <td>内面</td> <td rowspan="4">[Redacted]</td> <td rowspan="4">[Redacted]</td> <td rowspan="4">[Redacted]</td> </tr> <tr> <td>外面</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">熱応力</td> <td>内面</td> </tr> <tr> <td>外面</td> </tr> <tr> <td>水力振動による応力</td> <td>内外面</td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> <td>±0.6</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">地震による応力</td> <td>内外面</td> <td rowspan="4">[Redacted]</td> <td rowspan="4">[Redacted]</td> <td rowspan="4">[Redacted]</td> </tr> <tr> <td>内面</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">合計応力^(注1)</td> <td>内面</td> </tr> <tr> <td>外面</td> </tr> <tr> <td colspan="2">体積平均相当応力^(注1)</td> <td colspan="3">[Redacted]</td> </tr> <tr> <td colspan="2">許容応力^(注2)</td> <td colspan="3">[Redacted]</td> </tr> </tbody> </table> <p>(注1) 上段は地震及び水力振動に基づく応力の正符号の値を加えたもので、下段は負符号の値を加えたものである。</p> <p>(注2) 燃料被覆管耐力データのばらつきを考慮した値である。</p> <p>(注3) 負の数値は圧縮応力、正の数値は引張応力であることを示す。</p> <p>[Redacted] 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。</p> <p>第7-2表 疲労評価結果</p> <table border="1" data-bbox="1317 1005 1848 1109"> <thead> <tr> <th>燃料タイプ^(注1)</th> <th>設計地震荷重の累積疲労損傷係数</th> <th>設計過渡条件の累積疲労損傷係数</th> <th>合計</th> <th>基準</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A型ステップ2燃料^(注2)</td> <td>0.02</td> <td>0.40</td> <td>0.42</td> <td>≤ 1</td> </tr> </tbody> </table> <p>(注1) 評価が最も厳しくなった燃料タイプを記載している</p> <p>(注2) 信頼性向上燃料を含む。</p>	項目		応力成分					σ_{θ}	σ_r	σ_z	内外圧差及び接触圧による応力	内面	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	外面	熱応力	内面	外面	水力振動による応力	内外面	0.0	0.0	±0.6	地震による応力	内外面	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	内面	合計応力 ^(注1)	内面	外面	体積平均相当応力 ^(注1)		[Redacted]			許容応力 ^(注2)		[Redacted]			燃料タイプ ^(注1)	設計地震荷重の累積疲労損傷係数	設計過渡条件の累積疲労損傷係数	合計	基準	A型ステップ2燃料 ^(注2)	0.02	0.40	0.42	≤ 1	<p>・評価結果の相違 【大飯】</p> <p>・評価結果の相違 【大飯】</p>
項目		応力成分																																																																																																													
		σ_{θ}	σ_r	σ_z																																																																																																											
内外圧差及び接触圧による応力	内面	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]																																																																																																											
	外面																																																																																																														
熱応力	内面																																																																																																														
	外面																																																																																																														
水力振動による応力	内外面	0.0	0.0	±0.5																																																																																																											
地震による応力	内外面	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]																																																																																																											
	内面																																																																																																														
合計応力 ^(注1)	内面																																																																																																														
	外面																																																																																																														
体積平均相当応力 ^(注1)		[Redacted]																																																																																																													
許容応力 ^(注2)		[Redacted]																																																																																																													
プラント	燃料タイプ ^(注1)	設計過渡条件の累積疲労損傷係数	設計地震荷重の疲労損傷係数	合計	基準																																																																																																										
大飯3/4号炉	A型ウラン燃料(ステップ2燃料(信頼性向上燃料))	0.40	0.03	0.43	≤ 1																																																																																																										
項目		応力成分																																																																																																													
		σ_{θ}	σ_r	σ_z																																																																																																											
内外圧差及び接触圧による応力	内面	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]																																																																																																											
	外面																																																																																																														
熱応力	内面																																																																																																														
	外面																																																																																																														
水力振動による応力	内外面	0.0	0.0	±0.6																																																																																																											
地震による応力	内外面	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]																																																																																																											
	内面																																																																																																														
合計応力 ^(注1)	内面																																																																																																														
	外面																																																																																																														
体積平均相当応力 ^(注1)		[Redacted]																																																																																																													
許容応力 ^(注2)		[Redacted]																																																																																																													
燃料タイプ ^(注1)	設計地震荷重の累積疲労損傷係数	設計過渡条件の累積疲労損傷係数	合計	基準																																																																																																											
A型ステップ2燃料 ^(注2)	0.02	0.40	0.42	≤ 1																																																																																																											

泊発電所3号炉 DB基準適合性 比較表

実線・・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第4条 地震による損傷の防止（別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持：本文）

大飯発電所3 / 4号炉（2018.9.26版）	女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	泊発電所3号炉	相違理由
<p>7. まとめ</p> <p>大飯3号炉及び4号炉において、地震時の燃料被覆管の放射性物質の閉じ込め機能維持の要求事項に対する、評価方針及び評価方法は妥当であることを確認した。</p>	<p>8. まとめ</p> <p>地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能の維持に係る設計方針を示すととも、地震動の暫定値^{※6}による評価により、基準に適合する見通しであることを確認した。なお、詳細評価については<u>工事計画認可申請</u>で説明する。</p> <p>※6：<u>平成25年12月設置変更許可申請時の弾性設計用地震動Sd及び基準地震動Ss</u></p>	<p>8. まとめ</p> <p>地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能の維持に係る設計方針を示すととも、地震動の暫定値^{※3}による評価により、基準に適合する見通しであることを確認した。なお、詳細評価については<u>設計及び工事計画認可申請段階</u>で説明する。</p> <p>※3：<u>平成27年12月25日審査会合に示す基準地震動</u></p>	

実線・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）



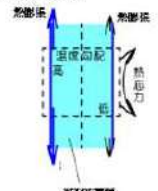
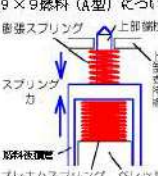
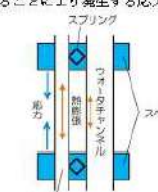
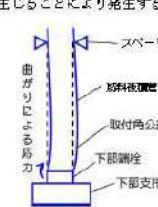


第4条 地震による損傷の防止（別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持：添付資料）

大飯発電所3 / 4号炉 (2018.9.26版)	女川原子力発電所2号炉 (2020.2.7版)	泊発電所3号炉	相違理由																																																				
<p style="text-align: center;">洩との比較のために記載の順番を入れ替え</p> <p>5.1 燃料被覆管に発生する応力</p> <p>原子炉の運転中、燃料被覆管に発生する応力として以下の要因を考慮している。なお、燃料被覆管応力の評価項目については、許可を受けた発電用原子炉設置変更許可申請書添付書類八において記載されている。（別添資料1）</p>	<p style="text-align: center;">添付資料1</p> <p style="text-align: center;">燃料被覆管の応力評価に考慮する応力について</p> <p>各評価対象部位において考慮する応力を添付1-1表に、評価対象部位（スペーサ間、スペーサ部及び下部端栓溶接部）を添付1-1図に示す。また、燃料集合体の構造図(9X9燃料(A型))を添付1-2図に、燃料集合体の構造図(9X9燃料(B型))を添付1-3図に示す。9X9燃料(A型)には2本の太径のウォータロードがあるが、9X9燃料(B型)では1本の角管のウォータチャンネルであり、また9X9燃料(A型)のみに部分長燃料棒が存在するといった違いがある。</p> <p style="text-align: center;">添付 1-1 表 各評価対象部位において考慮する応力</p> <table border="1" data-bbox="730 651 1249 1046"> <thead> <tr> <th>考慮する応力</th> <th>スペーサ間</th> <th>スペーサ部</th> <th>下部端栓溶接部</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>(1) 内外圧力差に基づく応力</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td></tr> <tr><td>(2) 水力振動に基づく応力</td><td>○</td><td>○^{※1}</td><td>—</td></tr> <tr><td>(3) 楕円度に基づく応力</td><td>○</td><td>○</td><td>—</td></tr> <tr><td>(4) スペーサの接触力に基づく応力</td><td>—</td><td>○</td><td>—</td></tr> <tr><td>(5) 半径方向温度差に基づく応力</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td></tr> <tr><td>(6) 円周方向温度差に基づく応力</td><td>○</td><td>○</td><td>○^{※1}</td></tr> <tr><td>(7) 膨張スプリング等による軸方向荷重に基づく応力</td><td>○</td><td>○</td><td>○^{※1}</td></tr> <tr><td>(8) ウォータチャンネルと燃料被覆管の熱膨張による応力</td><td>○^{※2}</td><td>○^{※2}</td><td>—</td></tr> <tr><td>(9) 端栓取付角公差による曲がりに基づく応力</td><td>—</td><td>—</td><td>○^{※1}</td></tr> <tr><td>(10) スペーサ間の水平地震力による燃料被覆管のたわみに基づく応力^{※3}</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td></tr> <tr><td>(11) チャンネルボックスの水平地震力によるたわみに基づく応力^{※3}</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td></tr> <tr><td>(12) 鉛直方向地震加速度に基づく応力^{※3}</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td></tr> </tbody> </table> <p>※1：9×9燃料（A型）の場合に考慮 ※2：9×9燃料（B型）の場合に考慮 ※3：地震動を考慮する場合に新たに加わる応力</p>	考慮する応力	スペーサ間	スペーサ部	下部端栓溶接部	(1) 内外圧力差に基づく応力	○	○	○	(2) 水力振動に基づく応力	○	○ ^{※1}	—	(3) 楕円度に基づく応力	○	○	—	(4) スペーサの接触力に基づく応力	—	○	—	(5) 半径方向温度差に基づく応力	○	○	○	(6) 円周方向温度差に基づく応力	○	○	○ ^{※1}	(7) 膨張スプリング等による軸方向荷重に基づく応力	○	○	○ ^{※1}	(8) ウォータチャンネルと燃料被覆管の熱膨張による応力	○ ^{※2}	○ ^{※2}	—	(9) 端栓取付角公差による曲がりに基づく応力	—	—	○ ^{※1}	(10) スペーサ間の水平地震力による燃料被覆管のたわみに基づく応力 ^{※3}	○	○	○	(11) チャンネルボックスの水平地震力によるたわみに基づく応力 ^{※3}	○	○	○	(12) 鉛直方向地震加速度に基づく応力 ^{※3}	○	○	○	<p style="text-align: center;">添付資料1</p> <p style="text-align: center;">燃料被覆管の応力評価に考慮する応力について</p> <p>原子炉の運転中、燃料被覆管に発生する応力として以下の要因を考慮している。なお、燃料被覆管応力の評価項目については、許可を受けた発電用原子炉設置変更許可申請書添付書類八において記載されている。（別添資料1）</p>	<p>※相違理由の記載に関する補足</p> <p>BWRとPWRは従来からそれぞれの安全専門審査会内規に基づき燃料設計を行っているため、燃料設計手法（評価方針・評価結果等）に係る内容については大飯3 / 4号炉と比較する。</p> <p>添付資料1は上記の考えのもと大飯3 / 4号炉と比較している。大飯3 / 4号炉と相違なし。</p>
考慮する応力	スペーサ間	スペーサ部	下部端栓溶接部																																																				
(1) 内外圧力差に基づく応力	○	○	○																																																				
(2) 水力振動に基づく応力	○	○ ^{※1}	—																																																				
(3) 楕円度に基づく応力	○	○	—																																																				
(4) スペーサの接触力に基づく応力	—	○	—																																																				
(5) 半径方向温度差に基づく応力	○	○	○																																																				
(6) 円周方向温度差に基づく応力	○	○	○ ^{※1}																																																				
(7) 膨張スプリング等による軸方向荷重に基づく応力	○	○	○ ^{※1}																																																				
(8) ウォータチャンネルと燃料被覆管の熱膨張による応力	○ ^{※2}	○ ^{※2}	—																																																				
(9) 端栓取付角公差による曲がりに基づく応力	—	—	○ ^{※1}																																																				
(10) スペーサ間の水平地震力による燃料被覆管のたわみに基づく応力 ^{※3}	○	○	○																																																				
(11) チャンネルボックスの水平地震力によるたわみに基づく応力 ^{※3}	○	○	○																																																				
(12) 鉛直方向地震加速度に基づく応力 ^{※3}	○	○	○																																																				

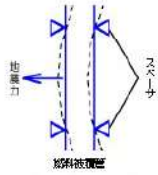
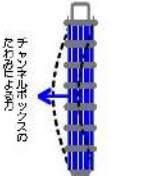
第4条 地震による損傷の防止 (別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持: 添付資料)

大飯発電所3 / 4号炉 (2018.9.26版)	女川原子力発電所2号炉 (2020.2.7版)	泊発電所3号炉	相違理由
<p style="text-align: center;">泊との比較のために記載の順番を入れ替え</p> <p>a. 内外圧差による応力 内外の差圧により燃料被覆管が円形から圧縮されることにより発生する応力。1次応力に分類される。</p> <p>P_o : 外圧 P_i : 内圧 σ_r : 内外圧差による半径方向応力 σ_θ : 内外圧差による円周方向応力 σ_z : 内外圧差による軸方向応力</p> <p>b. 接触圧による応力 ペレットと燃料被覆管の接触により、ペレットが燃料被覆管を押し広げようとすることにより発生する応力。2次応力に分類される。</p> <p>P_c : ペレットと燃料管の接触圧による接触圧 σ_r : 接触圧による半径方向応力 σ_θ : 接触圧による円周方向応力 σ_z : 接触圧による軸方向応力</p> <p>c. 熱応力 燃料被覆管内外面で温度が異なるため、熱膨張の差により発生する応力。内面側は、温度が高く熱膨張量が大きくなるが、外面側では温度が低く、内面側に比べ熱膨張量が小さい。このため、内面側では外面側に押さえられ圧縮応力が発生し、外面側では、内側から広げられることにより引張り応力が発生する。2次応力に分類される。</p> <p>σ_r : 熱による半径方向応力 σ_θ : 熱による円周方向応力 σ_z : 熱による軸方向応力</p>	<p>[解説]</p> <p>1. 運転中(通常運転時及び運転時の異常な過速変化時)に発生する応力 (1)内外圧差に基づく応力 燃料被覆管内部ガス圧力と冷却材圧力の差圧により発生する応力。</p> <p>(2)水力振動に基づく応力 冷却材の流れによって生じる燃料被覆管の微小振動に基づき発生する応力。</p> <p>(3)構円度に基づく応力 燃料被覆管製作時に生じる真円からのわずかな歪みにより、燃料被覆管内部ガス圧力と冷却材圧力の差圧により発生する応力。</p> <p>(4)スペーサの接触圧に基づく応力 スペーサのばね押圧により、スペーサ部に発生する応力。</p> <p>(5)半径方向温度差に基づく応力 燃料被覆管内外面の温度差に基づく熱膨張差が拘束されることにより発生する応力。</p>	<p>a. 内外圧差による応力 内外の差圧により燃料被覆管が円形から圧縮されることにより発生する応力。1次応力に分類される。</p> <p>P_o : 外圧 P_i : 内圧 σ_r : 内外圧差による半径方向応力 σ_θ : 内外圧差による円周方向応力 σ_z : 内外圧差による軸方向応力</p> <p>b. 接触圧による応力 ペレットと燃料被覆管の接触により、ペレットが燃料被覆管を押し広げようとすることにより発生する応力。2次応力に分類される。</p> <p>P_c : ペレットと燃料管の接触圧による接触圧 σ_r : 接触圧による半径方向応力 σ_θ : 接触圧による円周方向応力 σ_z : 接触圧による軸方向応力</p> <p>c. 熱応力 燃料被覆管内外面で温度が異なるため、熱膨張の差により発生する応力。内面側は、温度が高く熱膨張量が大きくなるが、外面側では温度が低く、内面側に比べ熱膨張量が小さい。このため、内面側では外面側に押さえられ圧縮応力が発生し、外面側では、内側から広げられることにより引張り応力が発生する。2次応力に分類される。</p> <p>σ_r : 熱による半径方向応力 σ_θ : 熱による円周方向応力 σ_z : 熱による軸方向応力</p>	

第4条 地震による損傷の防止 (別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持: 添付資料)

大飯発電所3 / 4号炉 (2018.9.26版)	女川原子力発電所2号炉 (2020.2.7版)	泊発電所3号炉	相違理由
<p style="text-align: center;">泊との比較のために記載の順番を入替え</p> <p>d. 水力振動による応力 燃料棒軸方向の冷却材の流れによって燃料棒が振動し、燃料被覆管が曲げられることにより発生する応力。1次応力に分類される。</p>  <p>e. 地震による応力 地震による応力において、軸方向のゆれについては、燃料被覆管は自重による軸方向の荷重を受け、軸方向に応力が発生する。 また、水平方向のゆれについては、燃料棒の曲がりが発生することにより応力が発生する。この曲がりについては、地震時に発生する燃料集合体の水平方向の変位により燃料棒が変位することにより発生するものであり周方向・径方向応力は、軸方向応力に比べて極めて小さく無視しうることから、燃料被覆管の地震による応力については、軸方向についてのみ考慮している。また、支持格子の衝突による荷重は支持格子が変形することにより、支持格子が荷重を負担することから、考慮していない。なお、地震による応力は1次応力に分類される。</p> 	<p>(6) 円周方向温度差に基づく応力 燃料被覆管の円周方向温度分布の不均一による燃料被覆管の湾曲がスペーサにより拘束されることで発生する応力(9×9燃料(B型)の熱曲矯正による応力も同様の応力)。</p>  <p>(7) 膨張スプリング等による軸方向荷重に基づく応力 膨張スプリング及びプレナムスプリング(内部スプリング)により発生する応力(9×9燃料(A型)については、燃料自重による応力も含む)。</p>  <p>(8) ウォータチャンネルと燃料被覆管の熱膨張による応力 ウォータチャンネルと燃料被覆管の熱膨張差により、燃料被覆管の軸方向拘束されることにより発生する応力(9×9燃料(B型))。</p>  <p>(9) 端栓取付角公差による曲がりに基づく応力 下部端栓の取付角の公差により、下部端栓とスペーサとの間で燃料被覆管に曲げが生じることにより発生する応力(9×9燃料(A型))。</p> 	<p>d. 水力振動による応力 燃料棒軸方向の冷却材の流れによって燃料棒が振動し、燃料被覆管が曲げられることにより発生する応力。1次応力に分類される。</p>  <p>e. 地震による応力 地震による応力において、軸方向のゆれについては、燃料被覆管は自重による軸方向の荷重を受け、軸方向に応力が発生する。 また、水平方向のゆれについては、燃料棒の曲がりが発生することにより応力が発生する。この曲がりについては、地震時に発生する燃料集合体の水平方向の変位により燃料棒が変位することにより発生するものであり周方向・径方向応力は、軸方向応力に比べて小さく無視しうることから、燃料被覆管の地震による応力については、軸方向についてのみ考慮している。また、支持格子の衝突による荷重は支持格子が変形することにより、支持格子が荷重を負担することから、考慮していない。なお、地震による応力は1次応力に分類される。</p> 	<p>相違理由</p>

第4条 地震による損傷の防止（別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持：添付資料）

大飯発電所3 / 4号炉 (2018.9.26版)	女川原子力発電所2号炉 (2020.2.7版)	泊発電所3号炉	相違理由
	<p>2. 地震時に付加される応力</p> <p>(10) スペーサ間の水平地震力による燃料被覆管のたわみに基づく応力 水平地震荷重により、スペーサを支持点として燃料被覆管がたわむことにより発生する応力。</p>  <p>(11) チャンネルボックスの水平地震力によるたわみに基づく応力 水平地震荷重によるチャンネルボックスのたわみに従って、燃料被覆管がたわむことにより発生する応力。</p>  <p>(12) 鉛直方向地震加速度に基づく応力 鉛直方向地震加速度により、燃料被覆管に見かけの質量が軸方向に付加されることにより発生する応力。なお、9×9燃料(B型)では「(10) スペーサ間の水平地震力による燃料被覆管のたわみに基づく応力」に加味する形で考慮している。</p>		

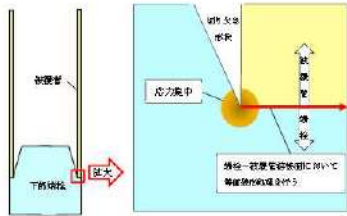
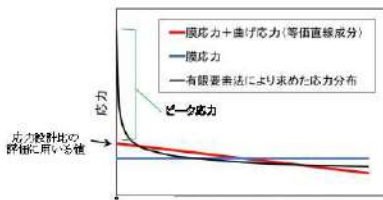
実線・・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・・記載表現、設備名称の相違(実質的な相違なし)

第4条 地震による損傷の防止(別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持:添付資料)

大飯発電所3/4号炉(2018.9.26版)	女川原子力発電所2号炉(2020.2.7版)	泊発電所3号炉	相違理由
	<p>添付1-1図 評価対象部位(イメージ)【第4-2図再掲】</p>		

第4条 地震による損傷の防止（別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持：添付資料）

大飯発電所3 / 4号炉（2018.9.26版）	女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	泊発電所3号炉	相違理由
<p>（大飯には右記の資料は無い）</p>	<p>添付資料2</p> <p><u>燃料被覆管下部端栓溶接部における応力の取扱いについて</u></p> <p><u>燃料被覆管下部端栓溶接部は、切り欠き形状を含む複雑な形状（添付2-1図参照）であるため有限要素法（以下「FEM」という。）を用いた解析により発生応力を求めている。FEM解析から得られる下部端栓溶接部の応力値には一次応力及び二次応力に加えて、切り欠き形状に伴うピーク応力が含まれる（添付2-2図参照）。ピーク応力は、荷重の繰返しがなければ直ちに破損につながることはなく^[1]、JEAG 4601・補-1984^[2]においてもピーク応力は疲労評価が対象とされている（添付2-1表参照）。よって、等価線形処理によりFEM解析結果から一次応力+二次応力を求め、応力設計比の計算を行う。</u></p> <p><u>等価線形処理はFEM解析で得られた応力分布を一次応力及び二次応力並びにピーク応力に数値処理により分離する手法であり、圧力容器等のプラント機器の応力解析に適用されている。</u></p> <p><u>一次応力及び二次応力に相当するのは、肉厚方向に分布する応力の平均値に等しい応力成分（膜応力）及び肉厚方向に分布する応力による正味の曲げモーメントと等しいモーメントによって生じる応力成分（曲げ応力の等価直線成分）である。ピーク応力に相当するのは、これらと元の応力分布との差である。</u></p> <p><u>なお、応力が最も厳しい条件となるのはピーク応力の方向と正味の曲げモーメントの方向が一致するケースであり、下部端栓溶接部の応力解析では燃料被覆管内面位置が該当する。よって、応力設計比の評価には燃料被覆管内面位置での応力を用いる。</u></p> <p>参考文献</p> <p><u>[1]「構造解析のための有限要素法実践ハンドブック」、森北出版、第1版第6刷、2012年</u></p> <p><u>[2] JEAG 4601・補-1984、「原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編」、(社)日本電気協会</u></p>	<p>（泊には左記の資料は無い）</p>	<p>・燃料設計手法の相違 （BWR/PWR それぞれ既許認可で妥当性が確認された評価手法に基づき実施）</p> <p>【女川】</p> <p>・女川添付資料2：PWRは下部端栓応力を評価する設計ではないため左記の添付資料は無い。（PWR燃料の下部端栓はBWR燃料のように下部端栓をタイプレートで拘束される構造ではないため評価対象としていない。なお、PWRの燃料はBWRの燃料被覆管下部端栓溶接部のように切り欠き形状を含む複雑な形状ではなく、有限要素法を用いた詳細な解析を要さない）</p>

大飯発電所3/4号炉(2018.9.26版)	女川原子力発電所2号炉(2020.2.7版)	泊発電所3号炉	相違理由																																																								
	 <p>添付2-1図 下部端栓溶接部の有限要素法による応力解析体系(模式図)</p>  <p>添付2-2図 応力分布と等価線形処理結果の模式図</p> <p>添付2-1表 第1種容器の許容応力(JEAG 4601・補-1984 [2]からの抜粋)</p> <p>2.1.1 第1種容器の許容応力 第1種容器の許容応力を次に示す。</p> <table border="1" data-bbox="772 901 1176 1356"> <thead> <tr> <th>応力の種別</th> <th>1次一般応力</th> <th>1次最大応力+1次許容応力</th> <th>1次+2次応力</th> <th>1次+2次+ピーク応力</th> <th>特殊な応力制限 又は応力</th> <th>3次応力</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>設計条件</td> <td>S_m</td> <td>$1.5 S_{yt}$</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>I_A</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>$3 S_m$</td> <td>—</td> <td>0.0 S_m (1.4 S_y)</td> <td>0.0 S_m (1.4 S_y)</td> </tr> <tr> <td>II_B</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>0.6 S_m (0.8 S_y)</td> <td>0.6 S_m (1.5 S_y)</td> </tr> <tr> <td>III_B</td> <td>S_mと$2/3 S_{yt}$の小さい方。ただし、ボルトジョイント部、フランジ、及び高圧側の残余応力については$1.2 S_m$とする。</td> <td>左欄の1.5倍の値</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>0.4 S_m (0.8 S_y)</td> <td>0.4 S_m (1.5 S_y)</td> </tr> <tr> <td>IV_B</td> <td>$2/3 S_m$。ただし、ボルトジョイント部、フランジ、及び高圧側の残余応力については$2/3 S_m$と$3/4 S_m$の小さい方。</td> <td>左欄の1.5倍の値</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>III_S</td> <td>S_mと$2/3 S_{yt}$の小さい方。ただし、ボルトジョイント部、フランジ、及び高圧側の残余応力については$1.2 S_m$とする。</td> <td>左欄の1.5倍の値</td> <td>$3 S_m$ (注)</td> <td>—</td> <td>0.6 S_m (注)</td> <td>0.6 S_m (1.5 S_y)</td> </tr> <tr> <td>IV_S</td> <td>$2/3 S_m$。ただし、ボルトジョイント部、フランジ、及び高圧側の残余応力については$2/3 S_m$と$3/4 S_m$の小さい方。</td> <td>左欄の1.5倍の値</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>0.4 S_m (注)</td> <td>0.4 S_m (1.5 S_y)</td> </tr> </tbody> </table>	応力の種別	1次一般応力	1次最大応力+1次許容応力	1次+2次応力	1次+2次+ピーク応力	特殊な応力制限 又は応力	3次応力	設計条件	S_m	$1.5 S_{yt}$	—	—	—	—	I_A	—	—	$3 S_m$	—	0.0 S_m (1.4 S_y)	0.0 S_m (1.4 S_y)	II_B	—	—	—	—	0.6 S_m (0.8 S_y)	0.6 S_m (1.5 S_y)	III_B	S_m と $2/3 S_{yt}$ の小さい方。ただし、ボルトジョイント部、フランジ、及び高圧側の残余応力については $1.2 S_m$ とする。	左欄の1.5倍の値	—	—	0.4 S_m (0.8 S_y)	0.4 S_m (1.5 S_y)	IV_B	$2/3 S_m$ 。ただし、ボルトジョイント部、フランジ、及び高圧側の残余応力については $2/3 S_m$ と $3/4 S_m$ の小さい方。	左欄の1.5倍の値	—	—	—	—	III_S	S_m と $2/3 S_{yt}$ の小さい方。ただし、ボルトジョイント部、フランジ、及び高圧側の残余応力については $1.2 S_m$ とする。	左欄の1.5倍の値	$3 S_m$ (注)	—	0.6 S_m (注)	0.6 S_m (1.5 S_y)	IV_S	$2/3 S_m$ 。ただし、ボルトジョイント部、フランジ、及び高圧側の残余応力については $2/3 S_m$ と $3/4 S_m$ の小さい方。	左欄の1.5倍の値	—	—	0.4 S_m (注)	0.4 S_m (1.5 S_y)		
応力の種別	1次一般応力	1次最大応力+1次許容応力	1次+2次応力	1次+2次+ピーク応力	特殊な応力制限 又は応力	3次応力																																																					
設計条件	S_m	$1.5 S_{yt}$	—	—	—	—																																																					
I_A	—	—	$3 S_m$	—	0.0 S_m (1.4 S_y)	0.0 S_m (1.4 S_y)																																																					
II_B	—	—	—	—	0.6 S_m (0.8 S_y)	0.6 S_m (1.5 S_y)																																																					
III_B	S_m と $2/3 S_{yt}$ の小さい方。ただし、ボルトジョイント部、フランジ、及び高圧側の残余応力については $1.2 S_m$ とする。	左欄の1.5倍の値	—	—	0.4 S_m (0.8 S_y)	0.4 S_m (1.5 S_y)																																																					
IV_B	$2/3 S_m$ 。ただし、ボルトジョイント部、フランジ、及び高圧側の残余応力については $2/3 S_m$ と $3/4 S_m$ の小さい方。	左欄の1.5倍の値	—	—	—	—																																																					
III_S	S_m と $2/3 S_{yt}$ の小さい方。ただし、ボルトジョイント部、フランジ、及び高圧側の残余応力については $1.2 S_m$ とする。	左欄の1.5倍の値	$3 S_m$ (注)	—	0.6 S_m (注)	0.6 S_m (1.5 S_y)																																																					
IV_S	$2/3 S_m$ 。ただし、ボルトジョイント部、フランジ、及び高圧側の残余応力については $2/3 S_m$ と $3/4 S_m$ の小さい方。	左欄の1.5倍の値	—	—	0.4 S_m (注)	0.4 S_m (1.5 S_y)																																																					

実線・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・記載表現、設備名称の相違(実質的な相違なし)

第4条 地震による損傷の防止 (別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持: 添付資料)

大飯発電所3 / 4号炉 (2018.9.26版)	女川原子力発電所2号炉 (2020.2.7版)	泊発電所3号炉	相違理由
<p style="text-align: center;">別添資料4</p> <p style="text-align: center;">燃料被覆管応力評価結果</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin: 5px auto; width: fit-content;"> 泊との比較のために記載の順番を入替え </div>	<p style="text-align: right;">添付資料3</p> <p>地震による応力を考慮した燃料被覆管応力評価(閉じ込め機能の維持)について</p> <p>通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時に発生する応力に加え地震による応力を考慮した燃料被覆管の応力評価結果を以下に示す。</p> <p>1. <u>9X9燃料(A型)の評価結果(添付3-1表)</u></p> <p>(1) <u>評価部位: スペーサ間, スペーサ部, 下部端栓溶接部</u></p> <p>(2) <u>解析コード:</u> <スペーサ間, スペーサ部> <u>弾性解析コード FURST Ver. 5^{*1}(設置許可, 設計認可と同じ)</u> <下部端栓溶接部> <u>有限要素法解析コード ANSYS Ver. 14^{*2}(添付資料7参照)</u></p> <p>(3) <u>評価点: 燃料寿命初期, 中期, 末期</u></p> <p>(4) <u>運転状態:</u> <u>出力過渡(121%出力(出力運転中の制御棒の異常な引き抜き))又は圧力過渡(冷却材圧力[MPa[abs]](負荷の喪失))</u></p> <p>(5) <u>考慮する応力:</u> ① <u>内外圧力差に基づく応力(一次応力)</u> ② <u>水力振動に基づく応力(一次応力)</u> ③ <u>楕円度に基づく応力(一次応力)</u> ④ <u>スペーサの接触力に基づく応力(スペーサ部評価のみ)(二次応力)</u> ⑤ <u>半径方向温度差に基づく熱応力(二次応力)</u> ⑥ <u>円周方向温度差に基づく熱応力(二次応力)</u> ⑦ <u>膨張スプリング等による軸方向荷重に基づく応力(一次</u></p>	<p style="text-align: right;">添付資料2</p> <p>地震による応力を考慮した燃料被覆管応力評価(閉じ込め機能の維持)について</p> <p>通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時に発生する応力に加え地震による応力を考慮した燃料被覆管の応力評価結果を以下に示す。 <u>燃料被覆管応力評価の流れを添付第2-1図、地震による応力評価の流れを添付第2-2図に示す。</u></p> <p>1. <u>A型ステップ2燃料及びウラン・プルトニウム混合酸化物燃料の評価結果(添付第2-1表及び添付第2-2表)</u></p> <p>(1) <u>評価部位: 被覆管</u></p> <p>(2) <u>解析コード:</u> <u>地震時応力解析コード</u> <u>ANSYS Ver11.0^{*1}(設置許可, 設計認可と同じ)</u> <u>燃料被覆管応力評価コード</u> <u>高燃焼度用FINE Ver3.0及び3.1^{*2}(設置許可, 設計認可と同じ)</u></p> <p>(3) <u>評価点: 燃料寿命初期, 中期, 末期</u></p> <p>(4) <u>運転状態:</u> <u>高温停止時, 通常運転時, 運転時の異常な過渡変化時(「原子炉冷却材中のほう素の異常な希釈」又は「出力運転中の制御棒の異常な引き抜き」)</u></p> <p>(5) <u>考慮する応力</u> ① <u>内外圧差による応力(一次応力)</u> ② <u>接触圧による応力(二次応力)</u> ③ <u>熱応力(二次応力)</u> ④ <u>水力振動による応力(一次応力)</u> ⑤ <u>地震による応力(一次応力)</u></p>	<p>・記載の充実</p> <p>【大飯】 泊の資料構成は女川に合わせて作成する方針としたため、燃料設計手法は異なるものの本添付資料を泊でも作成し、女川と比較した。大飯には左記添付資料に相当する資料はないが、応力評価結果を掲載した。</p> <p>・記載方針の相違</p> <p>【女川】 泊では、分かり易さの観点から耐震評価の流れを図示した。</p> <p>・燃料設計手法の相違</p> <p>【女川】 BWRとPWRは従来からそれぞれの安全専門審査会内規に基づき燃料設計を行っているため、燃料設計手法の相違により記載内容が異なる。</p>

実線・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第4条 地震による損傷の防止（別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持：添付資料）

大飯発電所3 / 4号炉 (2018. 9. 26版)	女川原子力発電所2号炉 (2020. 2. 7版)	泊発電所3号炉	相違理由
<p>(参考) 島根2号炉の記載 ここで、燃料集合体に作用する水平地震加速度及び鉛直地震加速度、燃料集合体の相対変位として、基本ケースの値に加えて地盤の不確かさを考慮した値を用いる。工事計画認可申請段階における評価では、その他の材料物性の不確かさ等も考慮する。</p>	<p><u>応力)</u> ⑧端栓取付角公差による曲がりに基づく応力(二次応力) 地震による影響を評価する場合は下記応力を追加する。ここで燃料集合体の加速度(水平方向)は燃料集合体軸方向で分布を持つが、スペーサ間及びスペーサ部については最大値を固定値として入力する。 ⑨スペーサ間の水平地震力による燃料被覆管のたわみに基づく応力(一次応力) ⑩チャンネルボックスの水平地震力によるたわみに基づく応力(二次応力) ⑪鉛直地震加速度に基づく応力(一次応力) (6)許容応力: 弾性設計用地震動(Sd)において、一次二次応力に対して降伏応力(Sy) 基準地震動(Ss)において、一次二次応力に対して引張強さ(Su) (添付資料5参照) (7)入力値^{*3}: <スペーサ間、スペーサ部> 水平加速度 4.66G(Ss 応答加速度概算値) 鉛直加速度 1.38G^{*4}(同上) 燃料集合体相対変位 45.3mm^{*5}(Ss 応答変位概算値) 水平加速度 2.68G(Sd 応答加速度概算値) 鉛直加速度 0.69G(同上) 燃料集合体相対変位 25.1mm(Sd 応答変位概算値) <下部端栓溶接部> 水平加速度 3.07G(Ss 応答加速度概算値) 鉛直加速度 1.38G^{*4}(同上) 燃料集合体相対変位 45.3mm^{*5}(Ss 応答変位概算値) 水平加速度 1.63G(Sd 応答加速度概算値) 鉛直加速度 0.69G(同上) 燃料集合体相対変位 25.1mm(Sd 応答変位概算値) ここで、工事計画認可申請における評価では、燃料集合体に作用する水平地震加速度及び鉛直地震加速度、燃料集合体の相対変位として、基本ケースの最大応答加速度に対し、材料物性の不確かさ等を考慮した値を用いる。</p>	<p>(6) 許容値:耐力(Sy) (7) 入力値^{*3}: <A型ステップ2燃料^(注1)> 燃料集合体最大変位(水平方向の燃料集合体群振動計算より) <input type="text"/> 燃料集合体軸荷重(鉛直方向の燃料集合体振動計算より) <input type="text"/> <A型ウラン・プルトニウム混合酸化物燃料> 燃料集合体最大変位(水平方向の燃料集合体群振動計算より) <input type="text"/> 燃料集合体軸荷重(鉛直方向の燃料集合体振動計算より) <input type="text"/> (注1) 信頼性向上燃料を含む。 <input type="text"/> 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。 ここで、燃料集合体の耐震評価手法自体の保守性に包絡されている地盤の不確かさによる影響を定量評価により確認した(「3. 地盤の不確かさによる影響について」参照)。影響評価の結果、地盤の不確かさ考慮による影響は解析が有する保守性に比べて十分小さいことが確認できた。設計及び工事</p>	<p>相違理由 ・記載方針の相違 【女川】 泊は、設置許可段階で地盤の不確かさ、設工認段階でその他の材料物性の不確かさに</p>

泊発電所3号炉 DB基準適合性 比較表

実線・・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第4条 地震による損傷の防止（別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持：添付資料）

大飯発電所3 / 4号炉 (2018. 9. 26版)	女川原子力発電所2号炉 (2020. 2. 7版)	泊発電所3号炉	相違理由
	<p><u>材料物性の不確かさは、別紙6「原子炉本体の基礎の復元力特性について」に示す原子炉本体基礎の復元力特性の不確かさを考慮したケースと別紙11「東北地方太平洋沖地震等による影響を踏まえた建屋耐震設計方法への反映について」に示す原子炉建屋の材料物性の不確かさを考慮したケースについて検討する。</u></p> <p>今回の暫定評価は平成25年12月設置変更許可申請時の基準地震動(Ss-1, 2)及び弾性設計用地震動(Sd-1, 2)に対するものであり、今後工事計画認可申請段階において基準地震動Ss及び弾性設計用地震動Sd(各7波)（材料物性の不確かさを考慮したケースを含む）に対する評価を実施する。</p>	<p>計画認可申請段階における評価では、<u>その他の材料物性の不確かさ等の影響を評価する。</u></p> <p>今回の暫定評価は平成27年12月25日審査会合に示す基準地震動(9波)に対するものであり、 今後設計及び工事計画認可申請段階において令和5年6月9日審査会合に示す基準地震動(全19波)（材料物性の不確かさの影響評価を含む）に対する評価を実施する。</p>	<p>いて影響を考慮する（地盤/材料物性の不確かさの設置許可と設工認段階の切り分けについては、島根と同様の方針）。</p> <p>・燃料耐震評価手法の相違による考慮事項の相違</p> <p>【女川】 女川は燃料集合体に作用する加速度及び相対変位に不確かさを「考慮した値」を用いることとしている。一方、泊は不確かさを「考慮しない値」を用いる。泊を含むPWR先行電力では、燃料集合体同士が衝突する応答挙動を解析する時刻歴解析を実施しており、解析が有する保守性は地盤物性のばらつきを内包していることから、燃料集合体耐震解析入力に地盤物性の不確かさを「考慮しない値」を用いる。</p> <p>・女川特有の相違</p> <p>【女川】 別紙6及び別紙11は震災影響を受けた女川特有の資料であるため泊には無い。</p> <p>・評価方針の相違</p> <p>【女川】 女川欄の「及び弾性設計用地震動(Sd-1, 2)」の部分(Sdに対する評価を実施すること</p>

泊発電所3号炉 DB基準適合性 比較表

実線・設計方針又は設備構成等の相違
波線・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第4条 地震による損傷の防止（別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持：添付資料）

大飯発電所3 / 4号炉 (2018.9.26版)	女川原子力発電所2号炉 (2020.2.7版)	泊発電所3号炉	相違理由
	<p>なお、暫定評価の地震動条件は、<u>工事計画認可申請段階</u>で用いる地震動とほぼ同等レベルと見込まれること、また、暫定評価での発生応力値は許容応力に余裕があることから、<u>工事計画認可申請段階</u>における評価については、概ね問題ないものと考えている。</p> <p>また、<u>工事計画認可申請段階</u>の評価においては水平2方向及び鉛直方向を考慮した評価も実施する。燃料被覆管の水平2方向の地震動を考慮した評価では、別紙3「水平2方向及び鉛直方向の適切な組合せに関する検討について」参考資料3に示すとおり、女川原子力発電所の基準地震動S_sには水平方向の地震動に方向性がないことから、水平2方向及び鉛直方向地震力の同時入力による影響検討を行う場合、水平2方向のうち1方向について位相の異なる模擬地震波を作成し入力する方法を適用する予定である。別紙3に示すとおり、位相の異なる水平地震動を用いた場合、水平2方向の地震動によるオービットには偏りがない傾向となることから、水平2方向を考慮した場合の影響は軽微であると考えられるが、今後、<u>工事計画認可申請段階</u>で水平2方向への影響について詳細検討を実施する。</p>	<p>なお、暫定評価の地震動条件は、<u>設計及び工事計画認可申請段階</u>で用いる地震動とほぼ同等レベルと見込まれること、また、暫定評価での発生応力値は許容応力に余裕があることから、<u>設計及び工事計画認可申請段階</u>における評価については、概ね問題ないものと考えている。</p> <p>また、<u>設計及び工事計画認可申請段階</u>で水平2方向への影響について詳細検討を実施する。</p>	<p>について)</p> <p>女川は基準地震動及び弾性設計用地震動それぞれについて評価を実施する評価方針としている。一方、泊を含む先行PWRプラントは基準地震動により発生する応力を加えた場合でも耐力以下となることを確認することにより、弾性設計用地震動に対する要求も満足することを確認する方針である。</p> <p>・燃料耐震評価手法及び炉内燃料配置設計の相違による考慮事項の相違</p> <p>【女川】</p> <p>水平2方向入力の影響を踏まえた評価の成立性については、PWR燃料集合体の耐震評価は、上部炉心板及び下部炉心板における時刻歴応答加速度を入力とした群振動解析により、水平EW方向及び水平NS方向それぞれについて評価を行っており、水平2方向同時による応答よりも保守的な応答、評価となる。具体的には、横1列に並んだ15体の燃料集合体が同一の方向に振動する場合に比べて、水平2</p>

泊発電所3号炉 DB基準適合性 比較表

実線・・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第4条 地震による損傷の防止（別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持：添付資料）

大飯発電所3 / 4号炉 (2018.9.26版)	女川原子力発電所2号炉 (2020.2.7版)	泊発電所3号炉	相違理由
	<p>※1:地震時に燃料被覆管に発生する応力は、燃料棒を梁モデルに置換し水平方向の加速度による燃料被覆管のたわみに基づく応力の計算式、チャンネルボックスのたわみにより強制変位を受けた際の応力計算式及び燃料棒に鉛直方向地震力が加わった場合に燃料被覆管断面にかかる圧縮及び引張り応力の計算式で計算する。これは、通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時に発生する応力の計算式を材料力学に基づいて設定している点と同様であり、応力計算方法は同じである。FURSTはこれらを組み合わせて計算することが可能である。</p> <p>※2:燃料被覆管下部端栓溶接部の切り欠き形状の先端近傍では応力集中が生じるがピーク応力は荷重の繰り返しがなければ直ちに破損につながることはないため、一次応力十二次応力を評価に用いる。</p> <p>※3:平成25年12月設置変更許可申請時の弾性設計用地震動Sd及び基準地震動Ss</p>	<p>※1: ANSYSは燃料集合体の二次元有限要素法（はり要素）による応力解析に使用している汎用市販コードであり、地震時の燃料集合体変形等を入力して、燃料被覆管の地震時応力を算出することができる。</p> <p>※2: 高燃焼度用FINEコードは、A型ウラン燃料(Ver3.0)及びウラン・プルトニウム混合酸化物燃料(Ver3.1)を対象に、通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び地震時における被覆管応力を足し合わせて、燃料被覆管の体積平均相当応力を計算することができる。 なお、地震時に燃料被覆管に発生する応力は、上部炉心板及び下部炉心板における時刻歴応答加速度を入力とした燃料集合体の応答解析（水平方向群振動解析及び鉛直方向振動解析）を実施し、得られた応答を入力として燃料棒に生じる応力の解析を実施して得られる結果を用いる（添付第2-2図）。これに、通常運転時、運転時の異常な過渡変化時における内外圧差及び接触圧による応力、熱応力、水力振動による応力を組み合わせて体積平均相当応力を計算する（添付第2-1図）。地震時に発生する応力にはANSYSを、通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時に発生する応力には高燃焼度用FINEを用いて計算する。</p> <p>※3: 平成27年12月25日審査会合に示す基準地震動。</p>	<p>方向同時に振動すると振動方向がばらけることや加振力が直行方向に散逸することが考えられるため、1方向入力の方が2方向同時入力よりも保守的な応答になる。これは大飯を含む先行PWRプラントと同様である。（なお、同様の内容を「別紙3 水平2方向及び鉛直方向地震力の適切な組合せに関する検討について」に記載している。）</p> <p>・燃料耐震評価手法の相違【女川】 燃料耐震評価モデルに関するEWRとPWRそれぞれの記載であるため、記載内容が異なる。</p>

第4条 地震による損傷の防止（別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持：添付資料）

大飯発電所3 / 4号炉 (2018.9.26版)	女川原子力発電所2号炉 (2020.2.7版)	泊発電所3号炉	相違理由																																																															
	<p>※4:鉛直加速度が1Gを超過するため、燃料集合体が浮き上がる可能性について検討した結果は別紙1「既工認との手法の相違点の整理(設置変更許可申請段階での整理)」参考資料4に示しているが、既往知見より鉛直加速度1.5Gの場合でも燃料集合体の浮き上がりは5mm程度と小さく、浮き上がりに伴う衝突荷重の影響や冷却材流路に及ぼす影響は小さいものと考えているが、工事計画認可申請段階で女川2号炉の地震応答に対する燃料集合体の浮き上がりの影響について詳細検討を行う。</p> <p>※5:燃料集合体を含めた制御棒挿入性試験について、別紙1「既工認との手法の相違点の整理(設置変更許可申請段階での整理)」参考資料5に示しているが、燃料集合体相対変位60mmにおける試験においても、チャンネルボックスに微小な変形が発生する程度であり、燃料集合体へ有意な影響を及ぼすことがないことを確認している。</p> <p>添付3-1表 燃料被覆管応力の評価結果（9×9 燃料（A型））</p> <table border="1" data-bbox="725 916 1261 1246"> <thead> <tr> <th rowspan="2">地震動と許容応力</th> <th rowspan="2">運転条件</th> <th rowspan="2">評価点</th> <th colspan="2">スベリリ間 (応力設計比)</th> <th>下部燃焼器接部 (応力設計比)</th> </tr> <tr> <th>一次応力+二次応力</th> <th>一次応力+二次応力</th> <th>一次応力+二次応力</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="6">弾性設計用地震動S_dに対して降伏応力S_y</td> <td rowspan="3">圧力過渡</td> <td>寿命初期</td> <td>0.73</td> <td>0.58</td> <td>0.66</td> </tr> <tr> <td>寿命中期</td> <td>0.87</td> <td>0.85</td> <td>0.81</td> </tr> <tr> <td>寿命末期</td> <td>0.83</td> <td>0.82</td> <td>0.84</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">出力過渡</td> <td>寿命初期</td> <td>0.70</td> <td>0.49</td> <td>0.60</td> </tr> <tr> <td>寿命中期</td> <td>0.89</td> <td>0.87</td> <td>0.89</td> </tr> <tr> <td>寿命末期</td> <td>0.84</td> <td>0.82</td> <td>0.82</td> </tr> <tr> <td rowspan="6">基準地震動S_pに対して引張強さS_u</td> <td rowspan="3">圧力過渡</td> <td>寿命初期</td> <td>0.49</td> <td>0.45</td> <td>0.44</td> </tr> <tr> <td>寿命中期</td> <td>0.30</td> <td>0.27</td> <td>0.34</td> </tr> <tr> <td>寿命末期</td> <td>0.26</td> <td>0.27</td> <td>0.29</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">出力過渡</td> <td>寿命初期</td> <td>0.49</td> <td>0.40</td> <td>0.41</td> </tr> <tr> <td>寿命中期</td> <td>0.82</td> <td>0.29</td> <td>0.81</td> </tr> <tr> <td>寿命末期</td> <td>0.87</td> <td>0.86</td> <td>0.86</td> </tr> </tbody> </table>	地震動と許容応力	運転条件	評価点	スベリリ間 (応力設計比)		下部燃焼器接部 (応力設計比)	一次応力+二次応力	一次応力+二次応力	一次応力+二次応力	弾性設計用地震動 S_d に対して降伏応力 S_y	圧力過渡	寿命初期	0.73	0.58	0.66	寿命中期	0.87	0.85	0.81	寿命末期	0.83	0.82	0.84	出力過渡	寿命初期	0.70	0.49	0.60	寿命中期	0.89	0.87	0.89	寿命末期	0.84	0.82	0.82	基準地震動 S_p に対して引張強さ S_u	圧力過渡	寿命初期	0.49	0.45	0.44	寿命中期	0.30	0.27	0.34	寿命末期	0.26	0.27	0.29	出力過渡	寿命初期	0.49	0.40	0.41	寿命中期	0.82	0.29	0.81	寿命末期	0.87	0.86	0.86		<p>・炉内燃料配置設計の相違 【女川】 燃料集合体の浮き上がりについて、PWRでは、燃料集合体は上下部炉心板に支持される。（上部及び下部炉心板に取り付けられた案内ピンと燃料集合体の上部及び下部ノズルがかん合しているため、上下部炉心板に支持される）</p> <p>・燃料設計の相違 【女川】 PWR燃料にチャンネルボックスはないため、泊に左記の記載は不要。</p> <p>・記載方針の相違 【女川】 泊ではA型及びB型の評価結果をまとめて添付資料の最後に掲載。</p>
地震動と許容応力	運転条件				評価点	スベリリ間 (応力設計比)		下部燃焼器接部 (応力設計比)																																																										
		一次応力+二次応力	一次応力+二次応力	一次応力+二次応力																																																														
弾性設計用地震動 S_d に対して降伏応力 S_y	圧力過渡	寿命初期	0.73	0.58	0.66																																																													
		寿命中期	0.87	0.85	0.81																																																													
		寿命末期	0.83	0.82	0.84																																																													
	出力過渡	寿命初期	0.70	0.49	0.60																																																													
		寿命中期	0.89	0.87	0.89																																																													
		寿命末期	0.84	0.82	0.82																																																													
基準地震動 S_p に対して引張強さ S_u	圧力過渡	寿命初期	0.49	0.45	0.44																																																													
		寿命中期	0.30	0.27	0.34																																																													
		寿命末期	0.26	0.27	0.29																																																													
	出力過渡	寿命初期	0.49	0.40	0.41																																																													
		寿命中期	0.82	0.29	0.81																																																													
		寿命末期	0.87	0.86	0.86																																																													

実線・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第4条 地震による損傷の防止（別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持：添付資料）

大飯発電所3 / 4号炉 (2018.9.26版)	女川原子力発電所2号炉 (2020.2.7版)	泊発電所3号炉	相違理由
	<p>2. <u>9X9燃料(B型)の評価結果(添付3-2表)</u></p> <p>(1) <u>評価部位: スペーサ間, スペーサ部, 下部端栓溶接部</u></p> <p>(2) <u>解析コード:</u> <スペーサ間, スペーサ部> <u>弾性解析コード BSPAN2 Ver. 2.2^{*1}(設置許可, 設計認可と同じ)</u> <下部端栓溶接部> <u>有限要素法解析コード ANSYS Ver. 13^{*2}</u></p> <p>(3) <u>評価点: 燃料寿命初期, 中期, 末期</u></p> <p>(4) <u>運転状態: 出力過渡(121%出力(出力運転中の制御棒の異常な引き抜き))又は圧力過渡(冷却材圧力□MPa[abs](負荷の喪失))</u></p> <p>(5) <u>考慮する応力:</u> ① <u>冷却材による外圧及び燃料被覆管内圧によって生じる応力(一次応力)</u> ② <u>燃料被覆管楕円度による曲げ応力(一次応力)</u> ③ <u>流れ振動による応力(スペーサ間評価のみ)(一次応力)</u> ④ <u>スペーサでの保持力による応力(スペーサ部評価のみ)(二次応力)</u> ⑤ <u>燃料被覆管の径方向温度勾配による応力(二次応力)</u> ⑥ <u>燃料被覆管の周方向温度勾配による応力(二次応力)</u> ⑦ <u>熱湾曲矯正による応力(二次応力)</u> ⑧ <u>ウォータチャンネルと燃料被覆管の熱膨張差による応力(二次応力)</u> ⑨ <u>膨張スプリング及び内部スプリングによる応力(二次応力)</u> 地震による影響を評価する場合は下記応力を追加する。ここで燃料集合体の加速度(水平方向)は燃料集合体軸方向で分布を持つが、スペーサ間及びスペーサ部については最大値を固定値として入力する。 ⑩ <u>スペーサ間の水平地震力による燃料被覆管のたわみに基づく応力(一次応力)</u> ⑪ <u>チャンネルボックスの水平地震力によるたわみに基づく応力(二次応力)</u></p>	<p>2. <u>B型ステップ2燃料の評価結果(添付第2-3表)</u></p> <p>(1) <u>評価部位: 被覆管</u></p> <p>(2) <u>解析コード:</u> <u>地震時応力解析コード</u> <u>NASTRAN Ver2012.2.0^{*1}(設置許可, 設計認可はNASTRAN ver70)</u> <u>燃料被覆管応力評価コード</u> <u>高燃焼度用FPAC Ver1^{*2}(設置許可, 設計認可と同じ)</u></p> <p>(3) <u>評価点: 燃料寿命初期, 中期, 末期</u></p> <p>(4) <u>運転状態:</u> <u>高温停止時, 通常運転時, 運転時の異常な過渡変化時(「原子炉冷却材中のほう素の異常な希釈」又は「出力運転中の制御棒の異常な引き抜き」)</u></p> <p>(5) <u>考慮する応力</u> ① <u>内外圧差による応力(一次応力)</u> ② <u>接触圧による応力(二次応力)</u> ③ <u>熱応力(二次応力)</u> ④ <u>水力振動による応力(一次応力)</u> ⑤ <u>地震による応力(一次応力)</u></p>	<p>・燃料設計手法の相違</p> <p>【女川】</p> <p>BWR と PWR は従来からそれぞれの安全専門審査会内規に基づき燃料設計を行っているため、燃料設計手法の相違により記載内容が異なる。</p>

泊発電所3号炉 DB基準適合性 比較表

第4条 地震による損傷の防止（別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持：添付資料）

大飯発電所3/4号炉（2018.9.26版）	女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	泊発電所3号炉	相違理由
	<p><u>鉛直方向の地震加速度は燃料要素単位長質量に加速度を考慮することでみかけの質量増加として扱い、⑩に加味することで計算する。なお、水平方向の地震加速度がおよそ0Gを超える範囲において、地震時鉛直方向加速度を直接軸方向応力として作用させる手法に対して本手法が保守的な評価となることを確認している（添付資料8参照）。</u></p> <p><u>(6)許容応力：弾性設計用地震動(Sd)において、一次十二次応力に対して降伏応力(Sy) 基準地震動(Ss)において、一次十二次応力に対して引張強さ(Su)（添付資料5参照）</u></p> <p><u>(7)入力値^{*3}：</u> <スペーサ間、スペーサ部> <u>水平加速度 4.66G(Ss 応答加速度概算値)</u> <u>鉛直加速度 1.38G^{*4}(同上)</u> <u>燃料集合体相対変位 45.3mm^{*5}(Ss 応答変位概算値)</u> <u>水平加速度 2.68G(Sd 応答加速度概算値) 鉛直加速度 0.69G(同上)</u> <u>燃料集合体相対変位 25.1mm(Sd 応答変位概算値)</u> <下部端栓溶接部> <u>水平加速度 3.07G(Ss 応答加速度概算値)</u> <u>鉛直加速度 1.38G^{*4}(同上)</u> <u>燃料集合体相対変位 45.3mm^{*5}(Ss 応答変位概算値)</u> <u>水平加速度 1.63G(Sd 応答加速度概算値) 鉛直加速度 0.69G(同上)</u> <u>燃料集合体相対変位 25.1mm(Sd 応答変位概算値)</u></p> <p><u>ここで、工事計画認可申請における評価では、燃料集合体に作用する水平地震加速度及び鉛直地震加速度、燃料集合体の相対変位として、基本ケースの最大応答加速度に対し、材料物性の不確かさ等を考慮した値を用いる。材料物性の不確かさは、別紙6「原子炉本体の基礎の復元力特性について」に示す原子炉本体基礎の復元力特性の不確かさを考慮したケースと別紙11「東北地方太平洋沖地震等による影響を踏まえた建屋耐震設計方法への反映について」に示す原子炉建屋の材料物性の不確かさを考慮したケースについて検討する。</u></p>	<p><u>(6) 許容値：耐力(Sy)</u></p> <p><u>(7) 入力値^{*3}：</u> <u>燃料集合体最大変位（水平方向の燃料集合体群振動計算より）： <input type="text"/></u> <u>燃料集合体軸荷重（鉛直方向の燃料集合体振動計算より）： <input type="text"/></u></p> <p><input type="text"/> 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。</p> <p><u>ここで、燃料集合体の耐震評価手法自体の保守性に包絡されている地盤の不確かさによる影響を定量評価により確認した（「3. 地盤の不確かさによる影響について」参照）。影響評価の結果、地盤の不確かさ考慮による影響は解析が有する保守性に比べて十分小さいことが確認できた。設計及び工事計画認可申請段階における評価では、その他の材料物性の不確かさ等の影響を評価する。</u></p>	<p>相違理由</p> <p>・記載方針の相違 ・燃料耐震評価手法の相違による考慮事項の相違 ・女川特有の相違 【女川】 （1. 同じ相違理由のため、記載省略）</p>

泊発電所3号炉 DB基準適合性 比較表

実線・設計方針又は設備構成等の相違
波線・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第4条 地震による損傷の防止（別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持：添付資料）

大飯発電所3 / 4号炉 (2018.9.26版)	女川原子力発電所2号炉 (2020.2.7版)	泊発電所3号炉	相違理由
	<p>今回の暫定評価は平成25年12月設置変更許可申請時の基準地震動(Ss-1, 2)及び弾性設計用地震動(Sd-1, 2)に対するものであり、今後工事計画認可申請段階において基準地震動Ss及び弾性設計用地震動Sd(各7波)(材料物性の不確かさを考慮したケースを含む)に対する評価を実施する。</p> <p>なお、暫定評価の地震動条件は、工事計画認可申請段階で用いる地震動とほぼ同等レベルと見込まれること、また、暫定評価での発生応力値は許容応力に余裕があることから、工事計画認可申請段階における評価については、概ね問題ないものと考えている。</p> <p>また、工事計画認可申請段階の評価においては水平2方向及び鉛直方向を考慮した評価も実施する。燃料被覆管の水平2方向の地震動を考慮した評価では、別紙3「水平2方向及び鉛直方向の適切な組合せに関する検討について」参考資料3に示すとおり、女川原子力発電所の基準地震動Ssには水平方向の地震動に方向性がないことから、水平2方向及び鉛直方向地震力の同時入力による影響検討を行う場合、水平2方向のうち1方向について位相の異なる模擬地震波を作成し入力する方法を適用する予定である。別紙3に示すとおり、位相の異なる水平地震動を用いた場合、水平2方向の地震動によるオービットには偏りが無い傾向となることから、水平2方向を考慮した場合の影響は軽微であると考えられるが、今後、工事計画認可申請段階で水平2方向への影響について詳細検討を実施する。</p> <p>※1:地震時に燃料被覆管に発生する応力は、燃料棒を梁モデルに置換し水平方向の加速度による燃料被覆管のたわみに基づく応力の計算式、チャンネルボックスのたわみにより強制変位を受けた際の応力計算式及び燃料棒に鉛直方向地震力が加わった場合に燃料被覆管断面にかかる圧縮及び引張り応力の計算式で計算する。これは、通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時に発生する応力の計算式を材料力学に基づいて設定している点と同様であり、応力計算方法は同じである。BSPAN2はこれらを組み合わせて計算することが可能である。</p>	<p>今回の暫定評価は平成27年12月25日審査会合に示す基準地震動(9波)に対するものであり、</p> <p>今後設計及び工事計画認可申請段階において令和5年6月9日審査会合に示す基準地震動(全19波)(材料物性の不確かさの影響評価を含む)に対する評価を実施する。</p> <p>なお、暫定評価の地震動条件は、設計及び工事計画認可申請段階で用いる地震動とほぼ同等レベルと見込まれること、また、暫定評価での発生応力値は許容応力に余裕があることから、設計及び工事計画認可申請段階における評価については、概ね問題ないものと考えている。</p> <p>また、今後、設計及び工事計画認可申請段階で水平2方向への影響について詳細検討を実施する。</p> <p>※1: NASTRAN は燃料集合体の二次元有限要素法(はり要素)による応力解析に使用している汎用市販コードであり、地震時の燃料集合体変形等を入力して、燃料被覆管の地震時応力を算出することができる。</p> <p>※2: 高燃焼度用FPACは、通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び地震時における被覆管応力を足し合わせて、燃料被覆管の体積平均相当応力を計算することができる。</p> <p>なお、地震時に燃料被覆管に発生する応力は、上部炉心板及び下部炉心板における時刻歴応答加速度を入力とした燃料集合体の応答解析(水平方向群振動解析及</p>	<p>・評価方針の相違 【女川】 (1.と同じ相違理由のため、記載省略)</p> <p>・燃料耐震評価手法及び炉内燃料配置設計の相違による考慮事項の相違 【女川】 (1.と同じ相違理由のため、記載省略)</p> <p>・燃料耐震評価手法の相違 【女川】 燃料耐震評価モデルに関するBWRとPWRそれぞれの記載であるため、記載内容が異なる。</p>

泊発電所3号炉 DB基準適合性 比較表

実線・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・記載表現、設備名称の相違(実質的な相違なし)

第4条 地震による損傷の防止 (別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持: 添付資料)

大飯発電所3/4号炉 (2018.9.26版)	女川原子力発電所2号炉 (2020.2.7版)	泊発電所3号炉	相違理由
	<p>※2:燃料被覆管下部端栓溶接部の切り欠き形状の先端近傍では応力集中が生じるが <u>ピーク応力は荷重の繰り返しが必要ならば直ちに破損につながることはないため、一次応力十二次応力を評価に用いる。</u></p> <p>※3:平成25年12月設置変更許可申請時の弾性設計用地震動Sd及び基準地震動Ss</p> <p>※4:鉛直加速度が1Gを超過するため、燃料集合体が浮き上がる可能性について検討した結果は別紙1「既工認との手法の相違点の整理(設置変更許可申請段階での整理)」参考資料4に示しているが、既往知見より鉛直加速度1.5Gの場合でも燃料集合体の浮き上がりは5mm程度と小さく、浮き上がりに伴う衝突荷重の影響や冷却材流路に及ぼす影響は小さいものと考えているが、工事計画認可申請段階で女川2号炉の地震応答に対する燃料集合体の浮き上がりの影響について詳細検討を行う。</p> <p>※5:燃料集合体を含めた制御棒挿入性試験について、別紙1「既工認との手法の相違点の整理(設置変更許可申請段階での整理)」参考資料5に示しているが、燃料集合体相対変位60mmにおける試験においても、チャンネルボックスに微小な変形が発生する程度であり、燃料集合体へ有意な影響を及ぼすことがないことを確認している。</p>	<p>び鉛直方向振動解析)を実施し、得られた応答を入力として燃料棒に生じる応力の解析を実施して得られる結果を用いる(添付第2-2図)。これに、通常運転時、運転時の異常な過渡変化時における内外圧差及び接触圧による応力、熱応力、水力振動による応力を組み合わせて体積平均相当応力を計算する(添付第2-1図)。地震時に発生する応力にはNASTRANを、通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時に発生する応力には高燃焼度用FPACを用いて計算する。</p> <p>※3:平成27年12月25日審査会合に示す基準地震動。</p>	<p>・炉内燃料配置設計の相違 【女川】 燃料集合体の浮き上がりについて、PWRでは、燃料集合体は上下部炉心板に支持される。(上部及び下部炉心板に取り付けられた案内ピンと燃料集合体の上部及び下部ノズルがかん合しているため、上下部炉心板に支持される)</p> <p>・燃料設計の相違 【女川】 PWR燃料にチャンネルボックスはないため、泊に左記の記載は不要。</p>

泊発電所3号炉 DB基準適合性 比較表

実線・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第4条 地震による損傷の防止（別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持：添付資料）

大飯発電所3/4号炉（2018.9.26版）	女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	泊発電所3号炉	相違理由
		<p>3. <u>地盤の不確かさによる影響について</u></p> <p><u>地震時の燃料集合体は燃料集合体同士が衝突する非線形の応答挙動を示すため、従来から拡張した設計用床応答曲線による線形応答解析ではなく、非線形の時刻歴応答解析を実施している。非線形の時刻歴応答解析においては、以下の2つの理由により地盤物性等のばらつきが燃料集合体耐震評価へ与える影響は小さいと考えられる。</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・<u>燃料集合体の耐震評価では、炉内の限られた空間で燃料集合体同士が衝突する非線形の時刻歴解析を実施しており、燃料集合体の応答は入力加速度に単純に比例することではなく、地盤物性等のばらつきによる地震動の違いに伴う影響は小さい。</u> ・<u>燃料集合体は振幅に依存した振動特性（固有振動数、減衰比）を有している。添付第2-3図に燃料集合体の変位振幅と固有振動数の関係を示す。この図に示すとおり、燃料集合体の固有振動数は振幅に応じて1.5Hz～3.5Hz付近（周期0.3s～0.7s付近）で変化する。応答解析モデルでもこのような振幅依存特性を考慮し、燃料集合体の振動特性が応答変位に応じて時々刻々と変化しながら応答する挙動を計算している。そのため特定の周期の加速度だけでなく、幅を持った周期の加速度に対して応答することとなる。（添付第2-4図参照）。したがって、地盤物性等のばらつきによる燃料集合体への応答（入力波）の特性が変化したとしても、応答変位への影響は小さい。</u> <p><u>さらに、燃料集合体の耐震評価では、燃料集合体の応答解析が実測値に比べて安全側の応答値を与えることを過去に実証しており、応答値がごく低レベルの範囲を除き、解析は10%程度の保守性を有している（添付第2-5図）。</u></p> <p><u>以上のことから、燃料集合体耐震評価においては地盤物性等のばらつきを考慮しない入力を用いた評価としている。</u></p> <p><u>なお、上記記載内容の確認として、燃料集合体の地震時応</u></p>	<p>・記載方針の相違</p> <p>・燃料耐震評価手法の相違による考慮事項の相違</p> <p>【女川】</p> <p>燃料耐震評価手法の相違により考慮事項に違いがある（評価値について、不確かさを考慮した値を用いるとする女川と、不確かさを考慮した値を用いるのではなく耐震評価手法自体の保守性の範囲に収まることを確認している泊とでは、考慮に違いがある）ことから、泊では左記にて、地盤物性の不確かさの影響を定量的に評価した確認結果を示している。</p>

泊発電所 3号炉 DB基準適合性 比較表

実線・・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第4条 地震による損傷の防止（別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持：添付資料）

大飯発電所3 / 4号炉 (2018. 9. 26版)	女川原子力発電所2号炉 (2020. 2. 7版)	泊発電所3号炉	相違理由
		<p>力について、地盤の不確かさを考慮した場合の影響を評価した。その結果、影響は軽微であることを確認した。確認内容を以下に示す。</p> <p><u>地盤の不確かさの影響評価として、地盤物性のばらつき（地盤せん断波速度 $V_s \pm 20\%$）を考慮した。また、応力評価結果において地震による応力が大きいA型ステップ2燃料（信頼性向上燃料）の照射条件で評価を行った。評価の結果、地盤物性のばらつき考慮の有無による解析の応答値への影響は1.3%であり、解析が有する保守性に比べて十分小さいことを確認した（添付第2-4表）。したがって、地盤物性のばらつきを考慮しない従来からの燃料集合体の耐震評価手法は妥当である。</u></p>	

実線・設計方針又は設備構成等の相違
波線・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第4条 地震による損傷の防止（別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持：添付資料）

大飯発電所3/4号炉 (2018.9.26版)	女川原子力発電所2号炉 (2020.2.7版)	泊発電所3号炉	相違理由																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
<p style="text-align: center;">泊との比較のために記載の順番を入替え</p> <p>大飯3/4号炉 別添資料4より</p> <p>表1 大飯3/4号機 A型ステップ1燃料 被覆管応力評価結果</p> <table border="1" data-bbox="212 335 627 542"> <thead> <tr> <th rowspan="2">評価項目</th> <th rowspan="2">評価基準</th> <th colspan="12">燃料被覆管の応力評価結果</th> </tr> <tr> <th>燃料被覆管</th> <th>燃料被覆管</th> <th>燃料被覆管</th> <th>燃料被覆管</th> <th>燃料被覆管</th> <th>燃料被覆管</th> <th>燃料被覆管</th> <th>燃料被覆管</th> <th>燃料被覆管</th> <th>燃料被覆管</th> <th>燃料被覆管</th> <th>燃料被覆管</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>圧力</td> <td>許容応力</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> </tr> <tr> <td>出力</td> <td>許容出力</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> </tr> </tbody> </table> <p>表2 大飯3/4号機 A型ステップ2燃料 被覆管応力評価結果</p> <table border="1" data-bbox="212 638 627 845"> <thead> <tr> <th rowspan="2">評価項目</th> <th rowspan="2">評価基準</th> <th colspan="12">燃料被覆管の応力評価結果</th> </tr> <tr> <th>燃料被覆管</th> <th>燃料被覆管</th> <th>燃料被覆管</th> <th>燃料被覆管</th> <th>燃料被覆管</th> <th>燃料被覆管</th> <th>燃料被覆管</th> <th>燃料被覆管</th> <th>燃料被覆管</th> <th>燃料被覆管</th> <th>燃料被覆管</th> <th>燃料被覆管</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>圧力</td> <td>許容応力</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> </tr> <tr> <td>出力</td> <td>許容出力</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> </tr> </tbody> </table> <p>表3 大飯3/4号機 B型ステップ1燃料 被覆管応力評価結果</p> <table border="1" data-bbox="212 909 627 1117"> <thead> <tr> <th rowspan="2">評価項目</th> <th rowspan="2">評価基準</th> <th colspan="12">燃料被覆管の応力評価結果</th> </tr> <tr> <th>燃料被覆管</th> <th>燃料被覆管</th> <th>燃料被覆管</th> <th>燃料被覆管</th> <th>燃料被覆管</th> <th>燃料被覆管</th> <th>燃料被覆管</th> <th>燃料被覆管</th> <th>燃料被覆管</th> <th>燃料被覆管</th> <th>燃料被覆管</th> <th>燃料被覆管</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>圧力</td> <td>許容応力</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> </tr> <tr> <td>出力</td> <td>許容出力</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> </tr> </tbody> </table> <p>表4 大飯3/4号機 B型ステップ2燃料 被覆管応力評価結果</p> <table border="1" data-bbox="212 1181 627 1388"> <thead> <tr> <th rowspan="2">評価項目</th> <th rowspan="2">評価基準</th> <th colspan="12">燃料被覆管の応力評価結果</th> </tr> <tr> <th>燃料被覆管</th> <th>燃料被覆管</th> <th>燃料被覆管</th> <th>燃料被覆管</th> <th>燃料被覆管</th> <th>燃料被覆管</th> <th>燃料被覆管</th> <th>燃料被覆管</th> <th>燃料被覆管</th> <th>燃料被覆管</th> <th>燃料被覆管</th> <th>燃料被覆管</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>圧力</td> <td>許容応力</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> </tr> <tr> <td>出力</td> <td>許容出力</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> </tr> </tbody> </table>	評価項目	評価基準	燃料被覆管の応力評価結果												燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	圧力	許容応力	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	出力	許容出力	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	評価項目	評価基準	燃料被覆管の応力評価結果												燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	圧力	許容応力	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	出力	許容出力	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	評価項目	評価基準	燃料被覆管の応力評価結果												燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	圧力	許容応力	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	出力	許容出力	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	評価項目	評価基準	燃料被覆管の応力評価結果												燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	圧力	許容応力	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	出力	許容出力	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	<p>添付3-2表 燃料被覆管応力の評価結果 (9×9 燃料 (B型))</p> <table border="1" data-bbox="728 255 1254 582"> <thead> <tr> <th rowspan="2">地震動と許容応力</th> <th rowspan="2">運転条件</th> <th rowspan="2">評価点</th> <th colspan="3">スペーサ間 (応力設計比)</th> <th colspan="3">スペーサ部 (応力設計比)</th> <th colspan="3">下節継ぎ合接部 (応力設計比)</th> </tr> <tr> <th>一次応力</th> <th>二次応力</th> <th>一次応力</th> <th>二次応力</th> <th>一次応力</th> <th>二次応力</th> <th>一次応力</th> <th>二次応力</th> <th>一次応力</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="6">臨界設計用地震動 Sa に対して臨界応力 Sa</td> <td rowspan="3">圧力</td> <td>寿命初期</td> <td>0.68</td> <td>0.73</td> <td>0.73</td> <td>0.73</td> <td>0.73</td> <td>0.73</td> <td>0.73</td> <td>0.73</td> <td>0.73</td> </tr> <tr> <td>寿命中期</td> <td>0.33</td> <td>0.29</td> <td>0.29</td> <td>0.29</td> <td>0.29</td> <td>0.29</td> <td>0.29</td> <td>0.29</td> <td>0.29</td> </tr> <tr> <td>寿命末期</td> <td>0.27</td> <td>0.26</td> <td>0.26</td> <td>0.26</td> <td>0.26</td> <td>0.26</td> <td>0.26</td> <td>0.26</td> <td>0.26</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">出力</td> <td>寿命初期</td> <td>0.68</td> <td>0.68</td> <td>0.68</td> <td>0.68</td> <td>0.68</td> <td>0.68</td> <td>0.68</td> <td>0.68</td> <td>0.68</td> </tr> <tr> <td>寿命中期</td> <td>0.35</td> <td>0.30</td> <td>0.30</td> <td>0.30</td> <td>0.30</td> <td>0.30</td> <td>0.30</td> <td>0.30</td> <td>0.30</td> </tr> <tr> <td>寿命末期</td> <td>0.28</td> <td>0.24</td> <td>0.24</td> <td>0.24</td> <td>0.24</td> <td>0.24</td> <td>0.24</td> <td>0.24</td> <td>0.24</td> </tr> <tr> <td rowspan="6">基準地震動 Sa に対して別添表 5a</td> <td rowspan="3">圧力</td> <td>寿命初期</td> <td>0.53</td> <td>0.53</td> <td>0.53</td> <td>0.53</td> <td>0.53</td> <td>0.53</td> <td>0.53</td> <td>0.53</td> <td>0.53</td> </tr> <tr> <td>寿命中期</td> <td>0.38</td> <td>0.34</td> <td>0.34</td> <td>0.34</td> <td>0.34</td> <td>0.34</td> <td>0.34</td> <td>0.34</td> <td>0.34</td> </tr> <tr> <td>寿命末期</td> <td>0.38</td> <td>0.30</td> <td>0.30</td> <td>0.30</td> <td>0.30</td> <td>0.30</td> <td>0.30</td> <td>0.30</td> <td>0.30</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">出力</td> <td>寿命初期</td> <td>0.52</td> <td>0.49</td> <td>0.49</td> <td>0.49</td> <td>0.49</td> <td>0.49</td> <td>0.49</td> <td>0.49</td> <td>0.49</td> </tr> <tr> <td>寿命中期</td> <td>0.38</td> <td>0.36</td> <td>0.36</td> <td>0.36</td> <td>0.36</td> <td>0.36</td> <td>0.36</td> <td>0.36</td> <td>0.36</td> </tr> <tr> <td>寿命末期</td> <td>0.32</td> <td>0.30</td> <td>0.30</td> <td>0.30</td> <td>0.30</td> <td>0.30</td> <td>0.30</td> <td>0.30</td> <td>0.30</td> </tr> </tbody> </table>	地震動と許容応力	運転条件	評価点	スペーサ間 (応力設計比)			スペーサ部 (応力設計比)			下節継ぎ合接部 (応力設計比)			一次応力	二次応力	一次応力	二次応力	一次応力	二次応力	一次応力	二次応力	一次応力	臨界設計用地震動 Sa に対して臨界応力 Sa	圧力	寿命初期	0.68	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	寿命中期	0.33	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	寿命末期	0.27	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	出力	寿命初期	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	寿命中期	0.35	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	寿命末期	0.28	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	基準地震動 Sa に対して別添表 5a	圧力	寿命初期	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	寿命中期	0.38	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	寿命末期	0.38	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	出力	寿命初期	0.52	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	寿命中期	0.38	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	寿命末期	0.32	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	<p>添付第2-1表 A型ステップ2燃料 被覆管応力評価結果</p> <table border="1" data-bbox="1288 239 1803 502"> <thead> <tr> <th rowspan="2">評価項目</th> <th rowspan="2">評価基準</th> <th colspan="12">燃料被覆管の応力評価結果</th> </tr> <tr> <th>燃料被覆管</th> <th>燃料被覆管</th> <th>燃料被覆管</th> <th>燃料被覆管</th> <th>燃料被覆管</th> <th>燃料被覆管</th> <th>燃料被覆管</th> <th>燃料被覆管</th> <th>燃料被覆管</th> <th>燃料被覆管</th> <th>燃料被覆管</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>圧力</td> <td>許容応力</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> </tr> <tr> <td>出力</td> <td>許容出力</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> </tr> </tbody> </table> <p>添付第2-2表 A型ウラン・プルトニウム混合酸化物燃料 被覆管応力評価結果</p> <table border="1" data-bbox="1288 654 1803 917"> <thead> <tr> <th rowspan="2">評価項目</th> <th rowspan="2">評価基準</th> <th colspan="12">燃料被覆管の応力評価結果</th> </tr> <tr> <th>燃料被覆管</th> <th>燃料被覆管</th> <th>燃料被覆管</th> <th>燃料被覆管</th> <th>燃料被覆管</th> <th>燃料被覆管</th> <th>燃料被覆管</th> <th>燃料被覆管</th> <th>燃料被覆管</th> <th>燃料被覆管</th> <th>燃料被覆管</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>圧力</td> <td>許容応力</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> </tr> <tr> <td>出力</td> <td>許容出力</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> </tr> </tbody> </table> <p>添付第2-3表 B型ステップ2燃料 被覆管応力評価結果</p> <table border="1" data-bbox="1288 1029 1803 1316"> <thead> <tr> <th rowspan="2">評価項目</th> <th rowspan="2">評価基準</th> <th colspan="12">燃料被覆管の応力評価結果</th> </tr> <tr> <th>燃料被覆管</th> <th>燃料被覆管</th> <th>燃料被覆管</th> <th>燃料被覆管</th> <th>燃料被覆管</th> <th>燃料被覆管</th> <th>燃料被覆管</th> <th>燃料被覆管</th> <th>燃料被覆管</th> <th>燃料被覆管</th> <th>燃料被覆管</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>圧力</td> <td>許容応力</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> </tr> <tr> <td>出力</td> <td>許容出力</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> <td>0.98</td> </tr> </tbody> </table>	評価項目	評価基準	燃料被覆管の応力評価結果												燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	圧力	許容応力	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	出力	許容出力	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	評価項目	評価基準	燃料被覆管の応力評価結果												燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	圧力	許容応力	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	出力	許容出力	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	評価項目	評価基準	燃料被覆管の応力評価結果												燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	圧力	許容応力	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	出力	許容出力	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	<p>・評価結果の相違 【大飯, 女川】</p>
評価項目			評価基準	燃料被覆管の応力評価結果																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	燃料被覆管	燃料被覆管		燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
圧力	許容応力	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
出力	許容出力	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
評価項目	評価基準	燃料被覆管の応力評価結果																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
		燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
圧力	許容応力	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
出力	許容出力	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
評価項目	評価基準	燃料被覆管の応力評価結果																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
		燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
圧力	許容応力	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
出力	許容出力	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
評価項目	評価基準	燃料被覆管の応力評価結果																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
		燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
圧力	許容応力	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
出力	許容出力	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
地震動と許容応力	運転条件	評価点	スペーサ間 (応力設計比)			スペーサ部 (応力設計比)			下節継ぎ合接部 (応力設計比)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
			一次応力	二次応力	一次応力	二次応力	一次応力	二次応力	一次応力	二次応力	一次応力																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
臨界設計用地震動 Sa に対して臨界応力 Sa	圧力	寿命初期	0.68	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
		寿命中期	0.33	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
		寿命末期	0.27	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	出力	寿命初期	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
		寿命中期	0.35	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
		寿命末期	0.28	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
基準地震動 Sa に対して別添表 5a	圧力	寿命初期	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
		寿命中期	0.38	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
		寿命末期	0.38	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	出力	寿命初期	0.52	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
		寿命中期	0.38	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
		寿命末期	0.32	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
評価項目	評価基準	燃料被覆管の応力評価結果																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
		燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
圧力	許容応力	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
出力	許容出力	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
評価項目	評価基準	燃料被覆管の応力評価結果																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
		燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
圧力	許容応力	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
出力	許容出力	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
評価項目	評価基準	燃料被覆管の応力評価結果																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
		燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管	燃料被覆管																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
圧力	許容応力	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
出力	許容出力	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											

待画面の内容は機密情報に属しますので公開できません。

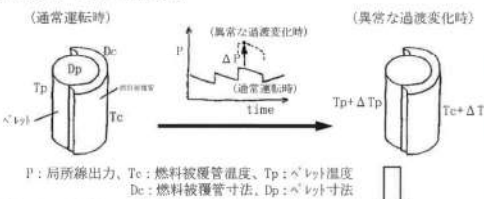
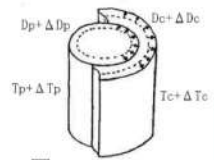
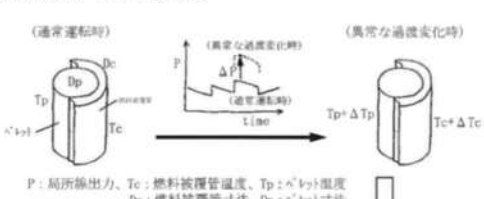
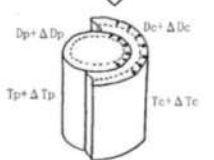
泊発電所3号炉 DB基準適合性 比較表

実線・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・記載表現、設備名称の相違(実質的な相違なし)

第4条 地震による損傷の防止(別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持:添付資料)

大飯発電所3/4号炉(2018.9.26版)	女川原子力発電所2号炉(2020.2.7版)	泊発電所3号炉	相違理由										
		<p>添付第2-4表 地盤物性のばらつき考慮の有無による影響の評価結果</p> <table border="1" data-bbox="1317 244 1800 325"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>ばらつき考慮無し</th> <th>ばらつき考慮</th> <th>差</th> <th>評価結果</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>応答値(変化)</td> <td>□</td> <td>□</td> <td>1.3%</td> <td>応答値(変化)の差は、耐震評価における解析の保守性(約10%)に比べて十分小さいことを確認した。</td> </tr> </tbody> </table> <p>□ 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。</p>	項目	ばらつき考慮無し	ばらつき考慮	差	評価結果	応答値(変化)	□	□	1.3%	応答値(変化)の差は、耐震評価における解析の保守性(約10%)に比べて十分小さいことを確認した。	<p>・記載方針の相違 ・燃料耐震評価手法の相違による考慮事項の相違</p> <p>【女川】 燃料耐震評価手法の相違により考慮事項に違いがある(評価値について、不確かさを考慮した値を用いるとする女川と、不確かさを考慮した値を用いるのではなく耐震評価手法自体の保守性の範囲に取まることが確認している泊とでは、考慮に違いがある)ことから、泊では左記にて、地盤物性の不確かさの影響を定量的に評価した確認結果を示している。</p>
項目	ばらつき考慮無し	ばらつき考慮	差	評価結果									
応答値(変化)	□	□	1.3%	応答値(変化)の差は、耐震評価における解析の保守性(約10%)に比べて十分小さいことを確認した。									

第4条 地震による損傷の防止（別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持：添付資料）

大飯発電所3/4号炉 (2018.9.26版)	女川原子力発電所2号炉 (2020.2.7版)	泊発電所3号炉	相違理由
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> 泊との比較のために記載の順番を入替え </div>			
<p>大飯3/4号炉 本文図1より</p>			
<p>(1) 燃料被覆管/ペレット温度変化</p>  <p>P: 局所線出力、Tc: 燃料被覆管温度、Tp: ペレット温度 Dc: 燃料被覆管寸法、Dp: ペレット寸法</p> <p>(2) 温度変化に対応する寸法変化</p>  <p>(3) 温度変化・寸法変化に伴う発生応力</p> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> 燃料被覆管 ペレット 温度変化: Tc+ΔTc Tp+ΔTp 寸法変化: Dc+ΔDc Dp+ΔDp </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> 燃料棒内外圧差+ペレット-燃料被覆管相互作用 による発生応力: $\sigma_{dp} + \sigma_{POM}$ 熱応力: σ_s </div> <p>(4) 水力振動・地震に伴う発生応力</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; width: 100%;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">水力振動による発生応力: σ_v</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">地震による発生応力: σ_{se}</div> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> 体積平均相当応力: $\bar{\sigma}_e$ </div> <p>(5) 耐力との比較</p> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> 被覆材耐力: σ_y </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> 健全性判定 (耐力を超えないこと) </div>	<p>(1) 燃料被覆管/ペレット温度変化</p>  <p>P: 局所線出力、Tc: 燃料被覆管温度、Tp: ペレット温度 Dc: 燃料被覆管寸法、Dp: ペレット寸法</p> <p>(2) 温度変化に対する寸法変化</p>  <p>(3) 温度変化・寸法変化に伴う発生応力</p> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> 燃料被覆管 ペレット 温度変化: Tc+ΔTc Tp+ΔTp 寸法変化: Dc+ΔDc Dp+ΔDp </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> 燃料棒内外圧差+ペレット-燃料被覆管相互作用 による発生応力: $\sigma_{dp} + \sigma_{POM}$ 熱応力: σ_s </div> <p>(4) 水力振動・地震に伴う発生応力</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; width: 100%;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">水力振動による発生応力: σ_v</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">地震による発生応力: σ_{se}</div> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> 体積平均相当応力: $\bar{\sigma}_e$ </div> <p>(5) 耐力との比較</p> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> 被覆材耐力: σ_y </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> 健全性判定 (耐力を超えないこと) </div>	<p>・記載方針の相違</p> <p>【女川】</p> <p>泊では、分かり易さの観点から耐震評価の流れを図示した。燃料被覆管応力評価の流れは大飯と同様。</p>	
<p>図-1 燃料被覆管応力評価の流れ</p>			<p>添付第2-1図 燃料被覆管応力評価の流れ</p>

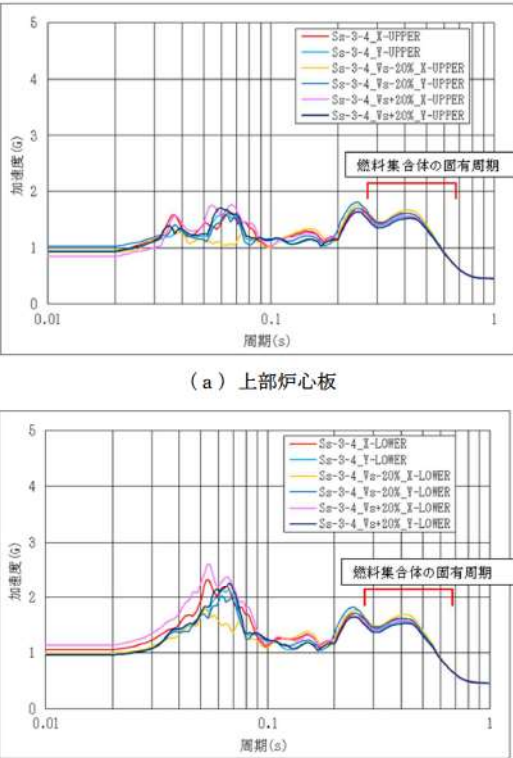
実線・・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第4条 地震による損傷の防止（別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持：添付資料）

大飯発電所3/4号炉（2018.9.26版）	女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	泊発電所3号炉	相違理由
<p>大飯3/4号炉 審査会合資料より</p> <p>地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能の維持について 参考5</p> <p>＜既認可の地震時の燃料被覆管の応力評価方法＞ 既認可の工事計画認可申請書燃料集合体の耐震計算書に記載の地震時の燃料被覆管の応力評価方法について示す。 以下、大飯3、4号炉三菱原子燃料製造所の例について示す。</p> <p>1. 燃料被覆管の応力評価フローは以下のとおり。</p> <p>第1図 燃料被覆管の応力評価フロー</p>	<p>女川原子力発電所2号炉</p>	<p>添付第2-2図 燃料被覆管の地震による応力評価の流れ</p> <p>添付第2-3図 17×17型 55GWd/t 燃料集合体の振動特性 （振幅と固有振動数の関係）</p> <p>□ 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。</p>	<p>相違理由</p> <ul style="list-style-type: none"> ・記載方針の相違 【女川】 泊では、分かり易さの観点から耐震評価の流れを示した図を追加。なお、燃料被覆管の地震による応力評価の流れは大飯と同様。 ・記載方針の相違 ・燃料耐震評価手法の相違による考慮事項の相違 【女川】 （前々ページと同様のため記載省略）

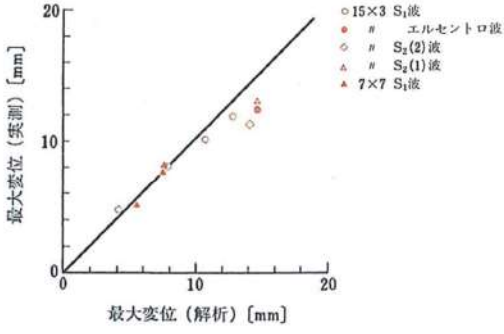
実線・・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・・記載表現、設備名称の相違(実質的な相違なし)

第4条 地震による損傷の防止 (別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持: 添付資料)

大飯発電所3/4号炉 (2018.9.26版)	女川原子力発電所2号炉 (2020.2.7版)	泊発電所3号炉	相違理由
		 <p>(a) 上部炉心板</p> <p>(b) 下部炉心板</p> <p>添付第 2-4 図 上下部炉心板波加速度応答スペクトル (Ss3-4)</p>	<p>・記載方針の相違</p> <p>・燃料耐震評価手法の相違による考慮事項の相違</p> <p>【女川】 (前ページと同様のため記載省略)</p>

実線・・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第4条 地震による損傷の防止（別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持：添付資料）

大飯発電所3/4号炉（2018.9.26版）	女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	泊発電所3号炉	相違理由
		 <p>添付第2-5図 燃料集合体の耐震評価における解析結果と実測値の比較¹</p> <p>¹ 原子力工学試験センター，発電設備技術検査協会「原子力発電施設 信頼性実証試験の現状（昭和61年）」より</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・記載方針の相違 ・燃料耐震評価手法の相違による考慮事項の相違 <p>【女川】 （前ページと同様のため記載省略）</p>

泊発電所3号炉 DB基準適合性 比較表

実線・・設計方針又は設備構成等の相違
波線・・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第4条 地震による損傷の防止（別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持：添付資料）

大飯発電所3 / 4号炉 (2018. 9. 26版)	女川原子力発電所2号炉 (2020. 2. 7版)	泊発電所3号炉	相違理由
<p style="text-align: right;">別添資料6</p> <p style="text-align: center;">燃料被覆管疲労評価結果</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: 80%;"> <p style="text-align: center;">泊との比較のために記載の順番を入替え</p> </div>	<p style="text-align: right;">添付資料4</p> <p>地震による繰返し荷重を考慮した燃料被覆管疲労評価(閉じ込め機能の維持)について</p> <p>地震による振動サイクルを考慮した燃料被覆管疲労評価結果を以下に示す。<u>燃料被覆管疲労解析の評価部位は、切り欠きと類似した形状を有し応力集中が発生する下部端栓溶接部とする。</u></p> <p>1. <u>9X9燃料(A型)の評価結果(添付4-1表)</u></p> <p>(1) <u>評価部位:下部端栓溶接部</u></p> <p>(2) <u>解析コード:</u> <u>有限要素法解析コード ANSYS Ver. 14</u></p> <p>(3) <u>評価点:燃料寿命初期, 中期, 末期</u></p> <p>(4) <u>運転状態:応力評価上最も厳しい条件として圧力過渡(冷却材圧力 <input type="text"/> MPa[abs])</u></p> <p>(5) <u>地震荷重の繰返し数:60 回, 120 回(暫定条件)</u></p> <p>(6) <u>許容サイクル数:最大応力振幅からジルカロイ設計疲労曲線(添付4-1図参照)に基づき設定</u></p>	<p style="text-align: right;">添付資料3</p> <p>地震による繰返し荷重を考慮した燃料被覆管疲労評価(閉じ込め機能の維持)について</p> <p>種々の設計過渡条件に加え、<u>設計地震荷重を考慮した燃料被覆管疲労評価結果を以下に示す。</u></p> <p>1. <u>A型ステップ2燃料及びウラン・プルトニウム混合酸化物燃料の評価結果(添付第3-1表)</u></p> <p>(1) <u>評価部位:被覆管</u></p> <p>(2) <u>解析コード:</u> <u>地震時応力解析コード</u> <u>ANSYS Ver11.0</u></p> <p>(3) <u>評価点:燃料寿命初期, 中期, 末期</u></p> <p>(4) <u>運転状態:</u> <u>高温停止時, 通常運転時, 運転時の異常な過渡変化時(「原子炉冷却材中のほう素の異常な希釈」又は「出力運転中の制御棒の異常な引き抜き」)</u></p> <p>(5) <u>地震荷重の繰返し数:200 回</u></p> <p>(6) <u>許容サイクル数:最大応力振幅からジルカロイ設計疲労曲線(添付第3-1図参照)に基づき設定</u></p>	<p>相違理由</p> <ul style="list-style-type: none"> ・記載表現の相違 ・燃料設計手法の相違 <p>【女川】</p> <p>BWR と PWR は従来からそれぞれの安全専門審査会内規に基づき燃料設計を行っているため、燃料設計手法の相違により記載内容が異なる。</p>

泊発電所3号炉 DB基準適合性 比較表

実線・設計方針又は設備構成等の相違
波線・記載表現、設備名称の相違(実質的な相違なし)

第4条 地震による損傷の防止(別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持:添付資料)

大飯発電所3/4号炉(2018.9.26版)	女川原子力発電所2号炉(2020.2.7版)	泊発電所3号炉	相違理由
	<p>(7)入力値*1:</p> <p>水平加速度 3.07G(Ss 応答加速度概算値) 鉛直加速度 1.38G(同上) 燃料集合体相対変位 45.3mm(Ss 応答変位概算値) 水平加速度 1.63G(Sd 応答加速度概算値) 鉛直加速度 0.69G(同上) 燃料集合体相対変位 25.1mm(Sd 応答変位概算値)</p> <p>ここで、工事計画認可申請における評価では、燃料集合体に作用する水平地震加速度及び鉛直地震加速度、燃料集合体の相対変位として、基本ケースの最大応答加速度に対し、材料物性の不確かさを考慮した値を用いる。材料物性の不確かさは、別紙6「原子炉本体の基礎の復元力特性について」に示す原子炉本体基礎の復元力特性の不確かさを考慮したケースと別紙11「東北地方太平洋沖地震等による影響を踏まえた建屋耐震設計方法への反映について」に示す原子炉建屋の材料物性の不確かさを考慮したケースについて検討する。</p> <p>今回の暫定評価は平成25年12月設置変更許可申請時の基準地震動(Ss-1, 2)及び弾性設計用地震動(Sd-1, 2)に対するものであり、今後工事計画認可申請段階において基準地震動Ss及び弾性設計用地震動Sd(各7波)(材料物性の不確かさを考慮したケースを含む)に対する評価を実施する。なお、暫定評価の地震動条件は、工事計画認可申請段階で用いる地震動とほぼ同等レベルと見込まれること、また、暫定評価での発生応力値は許容応力に余裕があることから、工事計画認可申請段階における評価については、概ね問題ないものと考えている。</p>	<p>(7) 入力値:</p> <p>< A型ステップ2燃料(注1) > 燃料集合体最大変位(水平方向の燃料集合体群振動計算より): <input type="text"/> 燃料集合体軸荷重(鉛直方向の燃料集合体振動計算より): <input type="text"/> < A型ウラン・プルトニウム混合酸化物燃料 > 燃料集合体最大変位(水平方向の燃料集合体群振動計算より): <input type="text"/> 燃料集合体軸荷重(鉛直方向の燃料集合体振動計算より): <input type="text"/> (注1) 信頼性向上燃料を含む。</p> <p><input type="checkbox"/> 特頭みの内容は機密情報に属しますので公開できません。</p>	<p>・記載方針の相違 【女川】 添付資料2と同じ内容となるため、泊では記載していない。(同じ内容を記載しない方針は島根も同様)</p> <p>・記載方針の相違 【女川】 添付資料2と同じ内容となるため、泊では記載していない。(同じ内容を記載しない方針は島根も同様)</p>

泊発電所3号炉 DB基準適合性 比較表

実線・設計方針又は設備構成等の相違
波線・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第4条 地震による損傷の防止（別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持：添付資料）

大飯発電所3/4号炉（2018.9.26版）	女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	泊発電所3号炉	相違理由																																																		
	<p>また、工事計画認可申請段階の評価においては水平2方向及び鉛直方向を考慮した評価も実施する。燃料被覆管の水平2方向の地震動を考慮した評価では、別紙3「水平2方向及び鉛直方向の適切な組合せに関する検討について」参考資料3に示すとおり、女川原子力発電所の基準地震動 S_s には水平方向の地震動に方向性がないことから、水平2方向及び鉛直方向地震力の同時入力による影響検討を行う場合、水平2方向のうち1方向について位相の異なる模擬地震波を作成し入力する方法を適用する予定である。別紙3に示すとおり、位相の異なる水平地震動を用いた場合、水平2方向の地震動によるオービットには偏りがない傾向となることから、水平2方向を考慮した場合の影響は軽微であると考えられるが、今後、工事計画認可申請段階で水平2方向への影響について詳細検討を実施する。</p> <p>添付4-1表 燃料被覆管疲労評価結果（9×9 燃料（A型））</p> <table border="1" data-bbox="728 778 1261 1098"> <thead> <tr> <th>地震動</th> <th>評価点</th> <th>AS/166742 (N/mm²)</th> <th>許容サイクル数 (回)</th> <th>地震荷重の繰り返し数 (回)</th> <th>疲労係数の増分</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="6">基準地震動 S_s</td> <td rowspan="2">寿命初期</td> <td rowspan="2">90</td> <td rowspan="2">$L.9 \times 10^4$</td> <td>50</td> <td>0.00316</td> </tr> <tr> <td>120</td> <td>0.00632</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">寿命中期</td> <td rowspan="2">90</td> <td rowspan="2">$L.9 \times 10^4$</td> <td>50</td> <td>0.00316</td> </tr> <tr> <td>120</td> <td>0.00632</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">寿命末期</td> <td rowspan="2">91</td> <td rowspan="2">$L.8 \times 10^4$</td> <td>50</td> <td>0.00333</td> </tr> <tr> <td>120</td> <td>0.00667</td> </tr> <tr> <td rowspan="6">弾性設計用地震動 S_d</td> <td rowspan="2">寿命初期</td> <td rowspan="2">49</td> <td rowspan="2">$L.0 \times 10^6$</td> <td>50</td> <td>0.00006</td> </tr> <tr> <td>120</td> <td>0.00012</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">寿命中期</td> <td rowspan="2">49</td> <td rowspan="2">$L.0 \times 10^6$</td> <td>50</td> <td>0.00006</td> </tr> <tr> <td>120</td> <td>0.00012</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">寿命末期</td> <td rowspan="2">50</td> <td rowspan="2">$L.0 \times 10^6$</td> <td>50</td> <td>0.00006</td> </tr> <tr> <td>120</td> <td>0.00012</td> </tr> </tbody> </table>	地震動	評価点	AS/166742 (N/mm ²)	許容サイクル数 (回)	地震荷重の繰り返し数 (回)	疲労係数の増分	基準地震動 S_s	寿命初期	90	$L.9 \times 10^4$	50	0.00316	120	0.00632	寿命中期	90	$L.9 \times 10^4$	50	0.00316	120	0.00632	寿命末期	91	$L.8 \times 10^4$	50	0.00333	120	0.00667	弾性設計用地震動 S_d	寿命初期	49	$L.0 \times 10^6$	50	0.00006	120	0.00012	寿命中期	49	$L.0 \times 10^6$	50	0.00006	120	0.00012	寿命末期	50	$L.0 \times 10^6$	50	0.00006	120	0.00012		<p>・記載方針の相違 【女川】 添付資料2と同じ内容となるため、泊では記載していない。（同じ内容を記載しない方針は島根も同様）</p> <p>・記載箇所の相違 【女川】 泊ではA型及びB型の評価結果をまとめて添付資料の最後に掲載</p>
地震動	評価点	AS/166742 (N/mm ²)	許容サイクル数 (回)	地震荷重の繰り返し数 (回)	疲労係数の増分																																																
基準地震動 S_s	寿命初期	90	$L.9 \times 10^4$	50	0.00316																																																
				120	0.00632																																																
	寿命中期	90	$L.9 \times 10^4$	50	0.00316																																																
				120	0.00632																																																
	寿命末期	91	$L.8 \times 10^4$	50	0.00333																																																
				120	0.00667																																																
弾性設計用地震動 S_d	寿命初期	49	$L.0 \times 10^6$	50	0.00006																																																
				120	0.00012																																																
	寿命中期	49	$L.0 \times 10^6$	50	0.00006																																																
				120	0.00012																																																
	寿命末期	50	$L.0 \times 10^6$	50	0.00006																																																
				120	0.00012																																																

泊発電所3号炉 DB基準適合性 比較表

実線・・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・・記載表現、設備名称の相違(実質的な相違なし)

第4条 地震による損傷の防止 (別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持:添付資料)

大飯発電所3/4号炉 (2018.9.26版)	女川原子力発電所2号炉 (2020.2.7版)	泊発電所3号炉	相違理由
	<p>2. 9X9燃料(B型)の評価結果(添付4-2表)</p> <p>(1)評価部位:下部端栓溶接部</p> <p>(2)解析コード:有限要素法解析コードANSYS Ver.13</p> <p>-</p> <p>(3)評価点:燃料寿命初期, 中期, 末期</p> <p>(4)運転状態:応力評価上最も厳しい条件として圧力過渡(冷却材圧力 <input type="text"/> MPa[abs])</p> <p>(5)地震荷重の繰返し数:60回, 120回(暫定条件)</p> <p>(6)許容サイクル数:最大応力振幅からジルカロイ設計疲労曲線(添付4-1図参照)に基づき設定</p> <p>(7)入力値^{*1}:</p> <p>水平加速度3.07G(Ss 応答加速度概算値)</p> <p>鉛直加速度1.38G(同上)</p> <p>燃料集合体相対変位45.3mm(Ss応答変位概算値)</p> <p>水平加速度1.63G(Sd 応答加速度概算値)</p> <p>鉛直加速度0.69G(同上)</p> <p>燃料集合体相対変位25.1mm(Sd応答変位概算値)</p> <p>ここで, 工事計画認可申請における評価では, 燃料集合体に作用する水平地震加速度及び鉛直地震加速度, 燃料集合体の相対変位として, 基本ケースの最大応答加速度に対し, 材料物性の不確かさ等を考慮した値を用いる。材料物性の不確かさは, 別紙6「原子炉本体の基礎の復元力特性について」に示す原子炉本体基礎の復元力特性の不確かさを考慮したケースと別紙11「東北地方太平洋沖地震等による影響を踏まえた建屋耐震設計方法への反映について」に示す原子炉建屋の材料物性の不確かさを考慮したケースについて検討する。</p> <p>今回の暫定評価は平成25年12月設置変更許可申請時の基準地震動(Ss-1, 2)及び弾性設計用地震動(Sd-1, 2)に対するものであり, 今後工事計画認可申請段階において基準地震動Ss及び弾性設計用地震動Sd(各7波)(材料物性の不確かさを考慮したケースを含む)に対する評価を実施する。なお, 暫定評価の地震動条件は, 工事計画認可申請段階で用いる地震動と</p>	<p>2. B型ステップ2燃料の評価結果(添付第3-1表)</p> <p>(1)評価部位:被覆管</p> <p>(2)解析コード:</p> <p>地震時応力解析コード</p> <p>NASTRAN Ver2012.2.0</p> <p>(3)評価点:燃料寿命初期, 中期, 末期</p> <p>(4)運転状態:</p> <p>高温停止時, 通常運転時, 運転時の異常な過渡変化時(「原子炉冷却材中のほう素の異常な希釈」又は「出力運転中の制御棒の異常な引き抜き」)</p> <p>(5)地震荷重の繰返し数:200回</p> <p>(6)許容サイクル数:最大応力振幅からジルカロイ設計疲労曲線(添付第3-1図参照)に基づき設定</p> <p>(7)入力値^{*1}:</p> <p>燃料集合体最大変位(水平方向の燃料集合体群振動計算より) <input type="text"/></p> <p>燃料集合体軸荷重(鉛直方向の燃料集合体振動計算より): <input type="text"/></p> <p><input type="text"/> 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。</p>	<p>・燃料設計手法の相違</p> <p>【女川】</p> <p>BWR と PWR は従来からそれぞれの安全専門審査会内規に基づき燃料設計を行っているため, 燃料設計手法の相違により記載内容が異なる。</p> <p>・記載方針の相違</p> <p>【女川】</p> <p>添付資料2と同じ内容となるため, 泊では記載していない。(同じ内容を記載しない方針は島根も同様)</p> <p>・記載方針の相違</p> <p>【女川】</p> <p>添付資料2と同じ内容となるため, 泊では記載していない。(同じ内容を記載しない方針は島根も同様)</p>

泊発電所3号炉 DB基準適合性 比較表

実線・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第4条 地震による損傷の防止（別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持：添付資料）

大飯発電所3/4号炉（2018.9.26版）	女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	泊発電所3号炉	相違理由
	<p>ほぼ同等レベルと見込まれること、また、暫定評価での発生応力値は許容応力に余裕があることから、<u>工事計画認可申請段階における評価については、概ね問題ないものと考えている。</u></p> <p><u>また、工事計画認可申請段階の評価においては水平2方向及び鉛直方向を考慮した評価も実施する。燃料被覆管の水平2方向の地震動を考慮した評価では、別紙3「水平2方向及び鉛直方向の適切な組合せに関する検討について」参考資料3に示すとおり、女川原子力発電所の基準地震動 Ss には水平方向の地震動に方向性がないことから、水平2方向及び鉛直方向地震力の同時入力による影響検討を行う場合、水平2方向のうち1方向について位相の異なる模擬地震波を作成し入力する方法を適用する予定である。別紙3に示すとおり、位相の異なる水平地震動を用いた場合、水平2方向の地震動によるオービットには偏りがない傾向となることから、水平2方向を考慮した場合の影響は軽微であると考えられるが、今後、工事計画認可申請段階で水平2方向への影響について詳細検討を実施する。</u></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: fit-content;"> 泊との比較のために記載の順番を入替え </div> <p>※1:平成25年12月設置変更許可申請時の弾性設計用地震動Sd及び基準地震動Ss</p>	<p>※1：平成26年12月25日審査会合に示す基準地震動</p>	<p>・記載方針の相違</p> <p>【女川】 添付資料2と同じ内容となるため、泊では記載していない。（同じ内容を記載しない方針は島根も同様）</p>

泊発電所3号炉 DB基準適合性 比較表

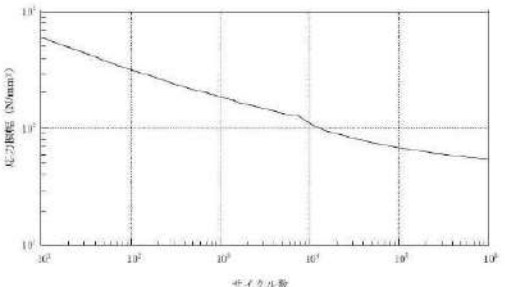
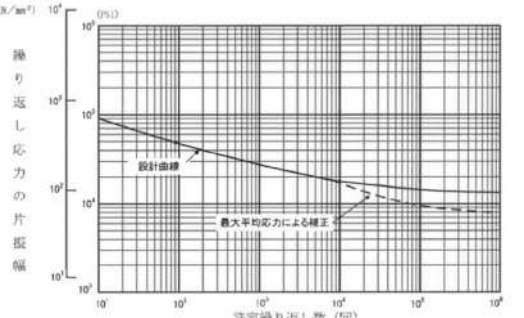
実線・・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第4条 地震による損傷の防止（別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持：添付資料）

大飯発電所3 / 4号炉 (2018. 9. 26版)	女川原子力発電所2号炉 (2020. 2. 7版)	泊発電所3号炉	相違理由
	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> 泊との比較のために記載の順番を入替え </div> <p>※2: <u>ジルカロイ設計疲労曲線は、ジルカロイ-2の未照射材及び照射材についての疲労試験結果をベースに、ジルカロイ-4等の機械特性及び疲労特性がジルカロイ-2とほぼ同等であることを確認し、ジルカロイ-2、3及び4共通の設計曲線として設定したものである。Langer-0' Donnell は、設計曲線を保守側に見積もるため、未照射材及び照射材それぞれについて応力を1/2、サイクル数を1/20とし、未照射材及び照射材の両者の包絡線をLanger-0' Donnell の設計疲労曲線^[1]としている。ここで、異なる高速中性子照射量に対する疲労試験結果から、疲労特性の照射量依存性は小さいことが示されており、また、過去の研究^[2]において、高速中性子照射量約$1.3 \times 10^{22} \text{cm}^2$までのジルカロイ-2燃料被覆管の疲労試験データが採取され、Langer-0' Donnellの照射材疲労試験データに包絡されることが確認されている。なお、BWR の燃料被覆管はジルカロイ-2を用いており、疲労評価の対象部位である下部端栓溶接部の寿命末期に相当する高速中性子照射量は、上記疲労試験^{[1]、[2]}の範囲内にある。</u></p> <p>参考文献</p> <p>[1] W. J. O' Donnell and B. F. Langer, "Fatigue Design Basis for Zircaloy Components", Nuclear Science and Engineering, 20, 1-12 (1964)</p> <p>[2] S. Ishimoto, et al., "Improved Zr Alloys for High Burnup BWR Fuel", Top Fuel 2006 (2006 International Meeting on LWR Fuel Performance, 22-26 October 2006, Salamanca, Spain)</p>		<p>・記載箇所の相違</p> <p>【女川】</p> <p>女川と同等の記載を泊では添付資料4として記載している。</p>

実線・設計方針又は設備構成等の相違
波線・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第4条 地震による損傷の防止（別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持：添付資料）

大阪発電所3/4号炉（2018.9.26版）	女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	泊発電所3号炉	相違理由																																																																																																																													
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> 泊との比較のために記載の順番を入れ替え </div> <p>大阪3/4号炉 別添資料6より</p> <p>表1 大阪3/4号機 地震時応力を考慮した疲労評価結果</p> <table border="1" data-bbox="174 327 696 555"> <thead> <tr> <th>機種</th> <th>地震時 応力 (MPa)</th> <th>地震時 疲労 (%)</th> <th>運転時 疲労^(注1) (%)</th> <th>疲労評価 結果 (%)</th> <th>損傷限界 (%)</th> <th>設計比</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>大阪3/4号機 A型ステップ1燃料</td> <td rowspan="6" style="background-color: #cccccc;"></td> <td>2</td> <td>4</td> <td>6</td> <td rowspan="6" style="text-align: center;">100</td> <td>0.06</td> </tr> <tr> <td>大阪3/4号機 A型ステップ2燃料^(注2)</td> <td>3</td> <td>40</td> <td>43</td> <td>0.43</td> </tr> <tr> <td>大阪3/4号機 B型ステップ1燃料</td> <td>4</td> <td>2</td> <td>6</td> <td>0.06</td> </tr> <tr> <td>大阪3/4号機 B型ステップ2燃料</td> <td>39</td> <td>4</td> <td>43</td> <td>0.43</td> </tr> </tbody> </table> <p>(注1) 燃料体設計認可申請書の強度評価における起動・停止、負荷追従運転及び運転時の異常な過渡変化時を考慮した疲労評価結果を記載している。</p> <p>(注2) 信頼性向上燃料を含む</p>	機種	地震時 応力 (MPa)	地震時 疲労 (%)	運転時 疲労 ^(注1) (%)	疲労評価 結果 (%)	損傷限界 (%)	設計比	大阪3/4号機 A型ステップ1燃料		2	4	6	100	0.06	大阪3/4号機 A型ステップ2燃料 ^(注2)	3	40	43	0.43	大阪3/4号機 B型ステップ1燃料	4	2	6	0.06	大阪3/4号機 B型ステップ2燃料	39	4	43	0.43	<p>添付4-2表 燃料被覆管疲労評価結果（9×9 燃料（B型））</p> <table border="1" data-bbox="734 343 1256 667"> <thead> <tr> <th>地震動</th> <th>評価点</th> <th>応力振幅 (N/mm²)</th> <th>許容 サイクル数 (回)</th> <th>地震荷重の 繰り返し数 (回)</th> <th>疲労係数の 増分</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">基当地震動 Sp</td> <td>寿命初期</td> <td>112</td> <td>1.1×10⁴</td> <td>60</td> <td>0.00536</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>120</td> <td>0.01071</td> </tr> <tr> <td>寿命中期</td> <td>110</td> <td>1.3×10⁴</td> <td>60</td> <td>0.00508</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>120</td> <td>0.01017</td> </tr> <tr> <td></td> <td>寿命末期</td> <td>109</td> <td>1.2×10⁴</td> <td>60</td> <td>0.00492</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>120</td> <td>0.00984</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">特殊設計用地震動 Sd</td> <td>寿命初期</td> <td>53</td> <td>1.0×10⁶</td> <td>60</td> <td>0.00006</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>120</td> <td>0.00012</td> </tr> <tr> <td>寿命中期</td> <td>52</td> <td>1.0×10⁶</td> <td>60</td> <td>0.00006</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>120</td> <td>0.00012</td> </tr> <tr> <td></td> <td>寿命末期</td> <td>51</td> <td>1.0×10⁶</td> <td>60</td> <td>0.00006</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>120</td> <td>0.00012</td> </tr> </tbody> </table>	地震動	評価点	応力振幅 (N/mm ²)	許容 サイクル数 (回)	地震荷重の 繰り返し数 (回)	疲労係数の 増分	基当地震動 Sp	寿命初期	112	1.1×10 ⁴	60	0.00536				120	0.01071	寿命中期	110	1.3×10 ⁴	60	0.00508					120	0.01017		寿命末期	109	1.2×10 ⁴	60	0.00492					120	0.00984	特殊設計用地震動 Sd	寿命初期	53	1.0×10 ⁶	60	0.00006				120	0.00012	寿命中期	52	1.0×10 ⁶	60	0.00006					120	0.00012		寿命末期	51	1.0×10 ⁶	60	0.00006					120	0.00012	<p>添付第3-1表 疲労評価結果</p> <table border="1" data-bbox="1294 343 1816 497"> <thead> <tr> <th></th> <th>地震地 応力 (MPa)</th> <th>設計地震荷重の 累積疲労損傷係数</th> <th>設計運転条件の 累積疲労損傷係数 (注1)</th> <th>合計</th> <th>基準</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A型ステップ2燃料^(注2)</td> <td rowspan="3" style="background-color: #cccccc;"></td> <td>0.02</td> <td>0.40</td> <td>0.42</td> <td>≤1</td> </tr> <tr> <td>A型ウラン・プルトニウム 混合酸化物燃料</td> <td>0.01</td> <td>0.40</td> <td>0.41</td> <td>≤1</td> </tr> <tr> <td>B型ステップ2燃料</td> <td>0.18</td> <td>0.05</td> <td>0.23</td> <td>≤1</td> </tr> </tbody> </table> <p>(注1) 燃料体設計認可申請書の強度評価における起動・停止、負荷追従運転及び運転時の異常な過渡変化時を考慮した疲労評価結果を記載している。</p> <p>(注2) 信頼性向上燃料を含む。</p> <p style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 2px;"> </p> 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。		地震地 応力 (MPa)	設計地震荷重の 累積疲労損傷係数	設計運転条件の 累積疲労損傷係数 (注1)	合計	基準	A型ステップ2燃料 ^(注2)		0.02	0.40	0.42	≤1	A型ウラン・プルトニウム 混合酸化物燃料	0.01	0.40	0.41	≤1	B型ステップ2燃料	0.18	0.05	0.23	≤1	<p>・評価結果の相違 【大阪、女川】</p>
機種	地震時 応力 (MPa)	地震時 疲労 (%)	運転時 疲労 ^(注1) (%)	疲労評価 結果 (%)	損傷限界 (%)	設計比																																																																																																																										
大阪3/4号機 A型ステップ1燃料		2	4	6	100	0.06																																																																																																																										
大阪3/4号機 A型ステップ2燃料 ^(注2)		3	40	43		0.43																																																																																																																										
大阪3/4号機 B型ステップ1燃料		4	2	6		0.06																																																																																																																										
大阪3/4号機 B型ステップ2燃料		39	4	43		0.43																																																																																																																										
地震動		評価点	応力振幅 (N/mm ²)	許容 サイクル数 (回)		地震荷重の 繰り返し数 (回)	疲労係数の 増分																																																																																																																									
基当地震動 Sp		寿命初期	112	1.1×10 ⁴		60	0.00536																																																																																																																									
				120	0.01071																																																																																																																											
	寿命中期	110	1.3×10 ⁴	60	0.00508																																																																																																																											
				120	0.01017																																																																																																																											
	寿命末期	109	1.2×10 ⁴	60	0.00492																																																																																																																											
				120	0.00984																																																																																																																											
特殊設計用地震動 Sd	寿命初期	53	1.0×10 ⁶	60	0.00006																																																																																																																											
				120	0.00012																																																																																																																											
	寿命中期	52	1.0×10 ⁶	60	0.00006																																																																																																																											
				120	0.00012																																																																																																																											
	寿命末期	51	1.0×10 ⁶	60	0.00006																																																																																																																											
				120	0.00012																																																																																																																											
	地震地 応力 (MPa)	設計地震荷重の 累積疲労損傷係数	設計運転条件の 累積疲労損傷係数 (注1)	合計	基準																																																																																																																											
A型ステップ2燃料 ^(注2)		0.02	0.40	0.42	≤1																																																																																																																											
A型ウラン・プルトニウム 混合酸化物燃料		0.01	0.40	0.41	≤1																																																																																																																											
B型ステップ2燃料		0.18	0.05	0.23	≤1																																																																																																																											
	<p>添付4-1図 ジルカロイの設計疲労曲線^{※2}</p> 	<p>添付第3-1図 Langer and O' Donnellの設計疲労曲線</p> 																																																																																																																														

実線・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・記載表現、設備名称の相違(実質的な相違なし)

第4条 地震による損傷の防止 (別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持: 添付資料)

大飯発電所3/4号炉 (2018.9.26版)	女川原子力発電所2号炉 (2020.2.7版)	泊発電所3号炉	相違理由
<p style="text-align: right;">添付資料2</p> <p style="text-align: center;">Langer and O' Donnellの設計疲労曲線</p> <p>燃料被覆管の疲労評価においては、ジルコニウム材の疲労試験結果より設定されたLanger and O' Donnellの設計疲労曲線¹を用いて評価をおこなっている。燃料被覆管の疲労評価にあたってLanger and O' Donnellの設計疲労曲線を用いることについては「加圧水型原子炉に用いられる17行17列型の燃料集合体について」(昭和51年2月16日原子炉安全専門審査会)(以下、17内規と称す)において記載されており、適用の妥当性が確認されている。</p> <p>ここで、17内規に記載されている燃料設計基準は、米国Westinghouse社製燃料の設計を基礎に検討、確認が行われたものである。米国におけるWestinghouse社製燃料の設計に関する許認可資料²によると、Westinghouse社は疲労評価手法について、Langer and O' Donnellの設計疲労曲線を用いASME Sec. III の概念に基づく疲労評価を実施することを妥当としたとの記載がある。このような経緯をふまえ昭和51年(1976年)の17内規における疲労評価においてLanger and O' Donnellの設計疲労曲線が採用されたものと考えられる。</p> <p>また、国産燃料では集合体燃焼度の最高燃焼度を55,000Mwd/tとする燃料(ステップ2燃料)にて、耐食性を改良した燃料被覆管(MDA等)を導入している。これらの燃料被覆管の導入時には、疲労試験によりジルコロイ-4と同様にLanger and O' Donnellの設計疲労曲線が適用できることを確認しており、「PWR燃料の高燃焼度化(ステップ2)及び燃料の高燃焼度化に係る安全研究の現状と課題について」(平成13年12月7日 原子力安全・保安部会 原子炉安全小委員会)において改良被覆管とジルコロイ4とで疲労特性が同等であると結論付けられている。</p> <p>なお、Langer and O' Donnellの設計疲労曲線は、ジルコロイ照射材に対して高温(316℃)で軸方向又は曲げ方向の繰り返し試験により得られた疲労試験データをフィッティングすることで最確曲線を作成している。その後、データのばらつきを考慮して、保守的に最確曲線の繰り返し応力の片振幅を1/2倍、許容繰り返し回数を1/20倍することで設計疲労</p>	<p style="text-align: center;">(再掲) 泊との比較のため女川添付資料4を再掲</p> <p>※2: <u>ジルコロイ設計疲労曲線は、ジルコロイ-2の未照射材及び照射材についての疲労試験結果をベースに、ジルコロイ-4等の機械特性及び疲労特性がジルコロイ-2とほぼ同等であることを確認し、ジルコロイ-2、3及び4共通の設計曲線として設定したものである。Langer-O' Donnellは、設計曲線を保守側に見積もるため、未照射材及び照射材それぞれについて応力を1/2、サイクル数を1/20とし、未照射材及び照射材の両者の包絡線をLanger-O' Donnell の設計疲労曲線^[1]としている。ここで、異なる高速中性子照射量に対する疲労試験結果から、疲労特性の照射量依存性は小さいことが示されており、また、過去の研究^[2]において、高速中性子照射量約$1.3 \times 10^{20} \text{cm}^{-2}$までのジルコロイ-2燃料被覆管の疲労試験データが採取され、Langer-O' Donnellの照射材疲労試験データに包絡されることが確認されている。なお、BWRの燃料被覆管はジルコロイ-2を用いており、疲労評価の対象部位である下部端栓溶接部の寿命末期に相当する高速中性子照射量は、上記疲労試験^{[1], [2]}の範囲内にある。</u></p> <p>参考文献</p> <p>[1] W. J. O' Donnell and B. F. Langer, "Fatigue Design Basis for Zircaloy Components", Nuclear Science and Engineering, 20, 1-12 (1964)</p> <p>[2] S. Ishimoto, et al., "Improved Zr Alloys for High Burnup BWR Fuel", Top Fuel 2006 (2006 International Meeting on LWR Fuel Performance, 22-26 October 2006, Salamanca, Spain)</p>	<p style="text-align: right;">添付資料4</p> <p style="text-align: center;">Langer and O' Donnellの設計疲労曲線</p> <p>燃料被覆管の疲労評価においては、ジルコニウム材の疲労試験結果より設定されたLanger and O' Donnellの設計疲労曲線¹を用いて評価を行っている。燃料被覆管の疲労評価にあたってLanger and O' Donnellの設計疲労曲線を用いることについては「加圧水型原子炉に用いられる17行17列型の燃料集合体について」(昭和51年2月16日原子炉安全専門審査会)(以下、17内規と称す)において記載されており、適用の妥当性が確認されている。</p> <p>ここで、17内規に記載されている燃料設計基準は、米国Westinghouse社製燃料の設計を基礎に検討、確認が行われたものである。米国におけるWestinghouse社製燃料の設計に関する許認可資料²によると、Westinghouse社は疲労評価手法について、Langer and O' Donnellの設計疲労曲線を用いASME Sec. III の概念に基づく疲労評価を実施することを妥当としたとの記載がある。このような経緯をふまえ昭和51年(1976年)の17内規における疲労評価においてLanger and O' Donnellの設計疲労曲線が採用されたものと考えられる。</p> <p>また、国産燃料では集合体燃焼度の最高燃焼度を55,000Mwd/tとする燃料(ステップ2燃料)にて、耐食性を改良した燃料被覆管(MDA等)を導入している。これらの燃料被覆管の導入時には、疲労試験によりジルコロイ-4と同様にLanger and O' Donnellの設計疲労曲線が適用できることを確認しており、「PWR燃料の高燃焼度化(ステップ2)及び燃料の高燃焼度化に係る安全研究の現状と課題について」(平成13年12月7日 原子力安全・保安部会 原子炉安全小委員会)において改良被覆管とジルコロイ-4とで疲労特性が同等であると結論付けられている。</p> <p>なお、Langer and O' Donnellの設計疲労曲線は、ジルコロイ照射材に対して高温(316℃)で軸方向又は曲げ方向の繰り返し試験により得られた疲労試験データをフィッティングすることで最確曲線を作成している。その後、データのばらつきを考慮して、保守的に最確曲線の繰り返し応力の片振幅を1/2倍、許容繰り返し回数を1/20倍することで設計疲労</p>	<p>・記載方針の相違</p> <p>【女川】 設計疲労曲線については、泊は大飯同様添付資料としている(女川は添付資料4の中で設計疲労曲線を示している)</p> <p>【大飯】相違無し</p>

泊発電所3号炉 DB基準適合性 比較表

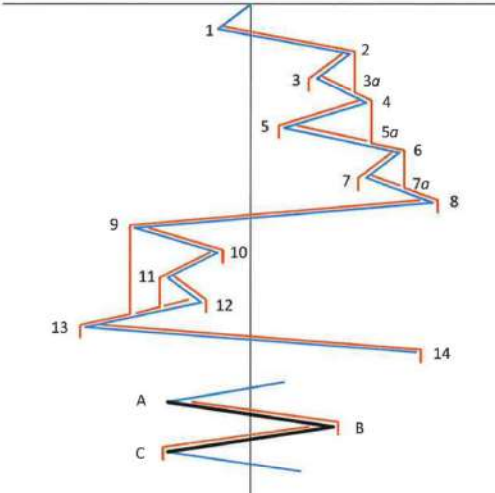
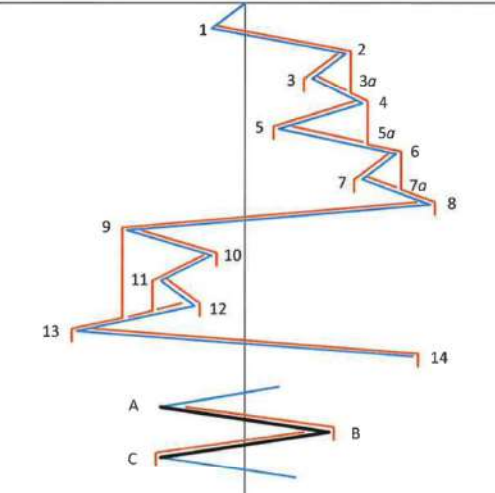
実線・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第4条 地震による損傷の防止（別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持：添付資料）

大飯発電所3/4号炉（2018.9.26版）	女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	泊発電所3号炉	相違理由
<p>曲線を設定している。</p> <hr/> <p>¹ W. J. O'Donnell and B. F. Langer, "Fatigue Design Basis for Zircaloy Components" Nuclear Science and Engineering 20, 1-12(1964)</p> <p>² North Anna Power Station Updated Final Safety Analysis Report Revision 52 (NRC ADAMS 検索番号 ML17033B509)</p>		<p>曲線を設定している。</p> <hr/> <p>¹ W. J. O'Donnell and B. F. Langer, "Fatigue Design Basis for Zircaloy Components" Nuclear Science and Engineering 20, 1-12(1964)</p> <p>² North Anna Power Station Updated Final Safety Analysis Report Revision 52 (NRC ADAMS 検索番号 ML17033B509)</p>	

実線・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第4条 地震による損傷の防止（別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持：添付資料）

大飯発電所3 / 4号炉 (2018.9.26版)	女川原子力発電所2号炉 (2020.2.7版)	泊発電所3号炉	相違理由
<p style="text-align: right;">添付資料3</p> <p style="text-align: center;">レインフロー法による計数方法*</p>  <p>時間変動する変位から疲労損傷評価において考慮すべき変位の発生頻度(回数)を計数する方法としてレインフロー法を用いた。具体的には、変位-時間の波形の時間軸を鉛直方向にとり、変位の大きさを多重の塔の屋根からの雨だれに例え、雨だれの流れた範囲(変位の幅)の変位が1/2回発生したとして変位の発生頻度を計数する方法である。以下に手順を示す。</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 雨だれは各極値(波形の向きが変わる箇所。上図では極値となる箇所に番号が振られている(αと付く点は除く))から流れ出す。一つの雨だれが流れている間は次の雨だれは流れ出さない。 (2) 極値から流れ出した雨だれは屋根の先に来た場合、次の極値のほうが大きな値の場合には停止する(例では、1→8の流れは極値9が最初の極値1より大きいため停止する。同様に、9→10の流れは極値13が極値9より大きいため停止する。 	<p style="text-align: center;">(女川には右記の資料は無い)</p>	<p style="text-align: right;">添付資料5</p> <p style="text-align: center;">レインフロー法による計数方法*</p>  <p>時間変動する変位から疲労損傷評価において考慮すべき変位の発生頻度(回数)を計数する方法としてレインフロー法を用いた。具体的には、変位-時間の波形の時間軸を鉛直方向にとり、変位の大きさを多重の塔の屋根からの雨だれに例え、雨だれの流れた範囲(変位の幅)の変位が1/2回発生したとして変位の発生頻度を計数する方法である。以下に手順を示す。</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 雨だれは各極値(波形の向きが変わる箇所。上図では極値となる箇所に番号が振られている(αと付く点は除く))から流れ出す。一つの雨だれが流れている間は次の雨だれは流れ出さない。 (2) 極値から流れ出した雨だれは屋根の先に来た場合、次の極値のほうが大きな値の場合には停止する(例では、1→8の流れは極値9が最初の極値1より大きいため停止する。同様に、9→10の流れは極値13が極値9より大きいため停止する。) 	<p>燃料耐震評価手法の相違</p> <p>【女川】 PWRは燃料集合体の地震応答解析結果に基づき実際に繰り返し回数を計数しているため、泊では添付資料5にてその方法を示している。</p> <p>【大飯】相違無し</p>

第4条 地震による損傷の防止（別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持：添付資料）

大飯発電所3/4号炉（2018.9.26版）	女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	泊発電所3号炉	相違理由
<p>* 日本機械学会編「機械工学便覧 基礎編α3 材料力学」を参考としている</p> <p>(3)先に雨だれが流れている場合は、いま考えている流れはその点で停止する。 (例では3→3α、5→5α など)</p> <p>(4)(例)極値1→8の波形では以下の7つの範囲(大きさ)をもつ変位がそれぞれ発生したとして変位の発生頻度(回数)を計数する。 ① 1→2→3α→4→5α→6→7、→8の流れ ② 2→3の流れ ③ 3→3α の流れ ④ 4→5の流れ ⑤ 5→5α の流れ ⑥ 6→7の流れ ⑦ 7→7α の流れ 上記の変位は、変位-時間の波形としては1/2サイクルとなることから、頻度分布の計数としては、①から⑦の範囲(変位の幅)の変位がそれぞれ1/2回発生したと数える。 なお、この考え方では1/2サイクル毎 に変位を計数するため、1サイクルの波を2回に分けて計数することとなる。その例をA→B→Cの1サイクルの波で示すが、A→Bで1/2サイクル、B→Cで1/2サイクルと計数し、その合計として1サイクルの波を計数する。</p> <p>(5)計数した変位の頻度(回数)分布の結果のうち、疲労限以上となる応力が発生する変位を、地震時に被覆管に発生する応力の繰り返し回数として計数する。</p>		<p>* 日本機械学会編「機械工学便覧 基礎編α3 材料力学」を参考としている</p> <p>(3)先に雨だれが流れている場合は、いま考えている流れはその点で停止する。 (例では3→3α、5→5α等)</p> <p>(4)(例)極値1→8の波形では以下の7つの範囲(大きさ)をもつ変位がそれぞれ発生したとして変位の発生頻度(回数)を計数する。 ① 1→2→3α→4→5α→6→7α→8の流れ ② 2→3の流れ ③ 3→3αの流れ ④ 4→5の流れ ⑤ 5→5αの流れ ⑥ 6→7の流れ ⑦ 7→7αの流れ 上記の変位は、変位-時間の波形としては1/2サイクルとなることから、頻度分布の計数としては、①から⑦の範囲(変位の幅)の変位がそれぞれ1/2回発生したと数える。 なお、この考え方では1/2サイクルごとに変位を計数するため、1サイクルの波を2回に分けて計数することとなる。その例をA→B→Cの1サイクルの波で示すが、A→Bで1/2サイクル、B→Cで1/2サイクルと計数し、その合計として1サイクルの波を計数する。</p> <p>(5)計数した変位の頻度(回数)分布の結果のうち、疲労限以上となる応力が発生する変位を地震時に被覆管に発生する応力の繰り返し回数として計数する。</p>	

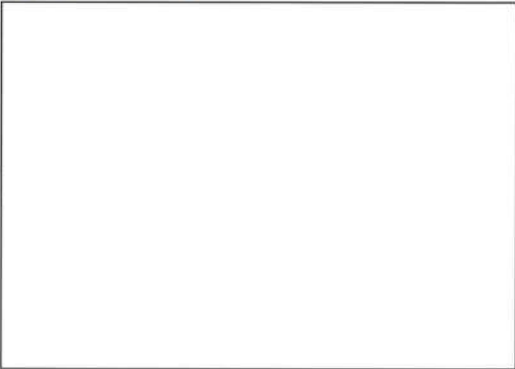
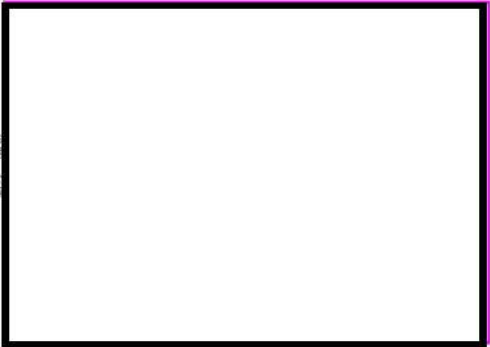

実線・・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第4条 地震による損傷の防止（別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持：添付資料）

大飯発電所3 / 4号炉 (2018. 9. 26版)	女川原子力発電所2号炉 (2020. 2. 7版)	泊発電所3号炉	相違理由																
<p style="text-align: right;">別添資料5</p> <p>レインフロー法による繰り返し回数の計数結果</p> <p>表1 大飯3/4号機 繰り返し回数の計数結果</p> <table border="1" data-bbox="192 488 640 756"> <thead> <tr> <th></th> <th>繰り返し回数 計数結果</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>大飯3/4号機 A型ステップ1燃料</td> <td rowspan="6" style="text-align: center; vertical-align: middle;">[Redacted]</td> </tr> <tr> <td>大飯3/4号機 A型ステップ2燃料^(注)</td> </tr> <tr> <td>大飯3/4号機 B型ステップ1燃料</td> </tr> <tr> <td>大飯3/4号機 B型ステップ2燃料</td> </tr> <tr> <td>大飯3/4号機 B型ステップ2燃料</td> </tr> <tr> <td>大飯3/4号機 B型ステップ2燃料</td> </tr> </tbody> </table> <p>(注) 信頼性向上燃料を含む。</p>		繰り返し回数 計数結果	大飯3/4号機 A型ステップ1燃料	[Redacted]	大飯3/4号機 A型ステップ2燃料 ^(注)	大飯3/4号機 B型ステップ1燃料	大飯3/4号機 B型ステップ2燃料	大飯3/4号機 B型ステップ2燃料	大飯3/4号機 B型ステップ2燃料	<p>(女川には右記の資料は無い)</p>	<p style="text-align: right;">添付資料6</p> <p>レインフロー法による繰り返し回数の計数結果</p> <p>添付第6-1表 繰り返し回数の計数結果</p> <table border="1" data-bbox="1285 478 1812 635"> <thead> <tr> <th></th> <th>繰り返し回数 計数結果</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A型ステップ2燃料^(注)</td> <td rowspan="4" style="text-align: center; vertical-align: middle;">[Redacted]</td> </tr> <tr> <td>A型ウラン・プルトニウム 混合酸化物燃料</td> </tr> <tr> <td>B型ステップ2燃料</td> </tr> <tr> <td>B型ステップ2燃料</td> </tr> </tbody> </table> <p>(注) 信頼性向上燃料を含む。</p> <p>[Redacted] 枠面みの内容は機密情報に属しますので公開できません。</p>		繰り返し回数 計数結果	A型ステップ2燃料 ^(注)	[Redacted]	A型ウラン・プルトニウム 混合酸化物燃料	B型ステップ2燃料	B型ステップ2燃料	<p>・燃料耐震評価手法の相違 【女川】 PWR は燃料集合体の地震応答解析結果に基づき実際に繰り返し回数を計数しているため、泊では添付資料6にてその計数結果を示している。</p> <p>・評価結果の相違 【大飯】</p>
	繰り返し回数 計数結果																		
大飯3/4号機 A型ステップ1燃料	[Redacted]																		
大飯3/4号機 A型ステップ2燃料 ^(注)																			
大飯3/4号機 B型ステップ1燃料																			
大飯3/4号機 B型ステップ2燃料																			
大飯3/4号機 B型ステップ2燃料																			
大飯3/4号機 B型ステップ2燃料																			
	繰り返し回数 計数結果																		
A型ステップ2燃料 ^(注)	[Redacted]																		
A型ウラン・プルトニウム 混合酸化物燃料																			
B型ステップ2燃料																			
B型ステップ2燃料																			

実線・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・記載表現、設備名称の相違(実質的な相違なし)

第4条 地震による損傷の防止 (別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持: 添付資料)

大飯発電所 3 / 4号炉 (2018. 9. 26版)	女川原子力発電所 2号炉 (2020. 2. 7版)	泊発電所 3号炉	相違理由
<p>添付資料5</p> <p>燃料被覆管応力評価における許容応力について</p> <p>燃料被覆管の許容応力(降伏応力及び引張強さ)は、放射線照射量と燃料被覆管温度に依存するため、燃料メーカーの試験結果に基づき、添付5-1図～添付5-4図のように設定している。参考として、今回の応力評価に用いた各条件における許容応力を添付5-1表、添付5-2表に示す。</p>  <p>図-2 A型燃料被覆管の耐力 (ジルコニウム基合金) (大飯3/4号炉の評価結果)</p> <p>待望みの内容は機密情報に属しますので公開できません。</p>	<p>添付資料7</p> <p>燃料被覆管応力評価における許容応力について</p> <p>燃料被覆管の許容応力(耐力)は、放射線照射量と燃料被覆管温度に依存するため、燃料メーカーの試験結果に基づき、添付第7-1図～添付第7-3図のように設定している。参考として、今回の応力評価に用いた各条件における許容応力を添付第7-1表～添付第7-3表に示す。</p>  <p>添付第7-1図 A型ステップ2燃料(注1)被覆管の耐力 (注1)信頼性向上燃料を含む</p>  <p>添付第7-2図 A型ウラン・プルトニウム混合酸化物燃料被覆管の耐力</p> <p>待望みの内容は機密情報に属しますので公開できません。</p>	<p>相違理由</p> <ul style="list-style-type: none"> ・評価方針の相違 【女川】 設計方針は泊も女川も同じだが、泊を含むPWRでは「許容値は弾性設計用地震動に対してS_y、基準地震動に対してS_uであるが、基準地震動に対してS_y以下となることを確認することにより弾性設計用地震動に対する要求も満足する」評価方針としている。女川では「弾性設計用地震動に対してS_y、基準地震動に対してS_y」の評価 ・記載表現の相違 【女川】 泊では安全専門審査会内規(17行17列型)の表記「耐力」に合わせた表記に統一しており、女川の降伏応力と同義である 	

実線・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第4条 地震による損傷の防止（別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持：添付資料）

大飯発電所3/4号炉（2018.9.26版）	女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	泊発電所3号炉	相違理由
	<div data-bbox="748 225 1245 564" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="734 579 1238 639">添付5-3図 9×9燃料（B型）燃料被覆管のスペーサ間、スペーサ部の引張試験強さ及び降伏応力設計値（公称値）</p> <div data-bbox="752 746 1249 1086" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="725 1126 1261 1187">添付5-4図 9×9燃料（B型）燃料被覆管の下部端栓溶接部の引張強さ及び降伏応力設計値（95%確率下限値）</p>	<div data-bbox="1281 180 1816 1018" data-label="Figure"> </div> <p data-bbox="1335 1058 1765 1082">添付第7-3図 B型ステップ2燃料被覆管の耐力</p> <p data-bbox="1294 1145 1756 1169"> 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。 </p>	

泊発電所3号炉 DB基準適合性 比較表

実線・設計方針又は設備構成等の相違
波線・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第4条 地震による損傷の防止（別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持：添付資料）

大飯発電所3 / 4号炉 (2018.9.26版)	女川原子力発電所2号炉 (2020.2.7版)	泊発電所3号炉	相違理由																																										
	<p>(参考) 添付5-1表 9×9燃料 (A型) における降伏応力及び引張強さ</p> <table border="1" data-bbox="725 247 1263 400"> <thead> <tr> <th rowspan="2">降伏応力 S_y</th> <th>寿命初期</th> <th rowspan="2">スベール初期^{※1}</th> <th rowspan="2">スベール中期^{※1}</th> <th rowspan="2">下部結核溶接部^{※2}</th> </tr> <tr> <th>寿命中期</th> </tr> <tr> <th rowspan="2">引張強さ S_u</th> <th>寿命初期</th> <th rowspan="2">スベール初期^{※1}</th> <th rowspan="2">スベール中期^{※1}</th> <th rowspan="2">下部結核溶接部^{※2}</th> </tr> <tr> <th>寿命中期</th> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: center;">(参考) 添付5-2表 9×9燃料 (B型) における降伏応力及び引張強さ</td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: center;"> <table border="1" data-bbox="725 528 1263 681"> <thead> <tr> <th rowspan="2">降伏応力 S_y</th> <th>寿命初期</th> <th rowspan="2">スベール初期^{※1}</th> <th rowspan="2">スベール中期^{※1}</th> <th rowspan="2">下部結核溶接部^{※2}</th> </tr> <tr> <th>寿命中期</th> </tr> <tr> <th rowspan="2">引張強さ S_u</th> <th>寿命初期</th> <th rowspan="2">スベール初期^{※1}</th> <th rowspan="2">スベール中期^{※1}</th> <th rowspan="2">下部結核溶接部^{※2}</th> </tr> <tr> <th>寿命中期</th> </tr> </thead> </table> </td> </tr> <tr> <td colspan="5"> <p>※1：モンテカルロ法における中央値 ※2：95%確率下限値</p> </td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: center;"> <p>□ 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。</p> </td> </tr> </thead></table>	降伏応力 S _y	寿命初期	スベール初期 ^{※1}	スベール中期 ^{※1}	下部結核溶接部 ^{※2}	寿命中期	引張強さ S _u	寿命初期	スベール初期 ^{※1}	スベール中期 ^{※1}	下部結核溶接部 ^{※2}	寿命中期	(参考) 添付5-2表 9×9燃料 (B型) における降伏応力及び引張強さ					<table border="1" data-bbox="725 528 1263 681"> <thead> <tr> <th rowspan="2">降伏応力 S_y</th> <th>寿命初期</th> <th rowspan="2">スベール初期^{※1}</th> <th rowspan="2">スベール中期^{※1}</th> <th rowspan="2">下部結核溶接部^{※2}</th> </tr> <tr> <th>寿命中期</th> </tr> <tr> <th rowspan="2">引張強さ S_u</th> <th>寿命初期</th> <th rowspan="2">スベール初期^{※1}</th> <th rowspan="2">スベール中期^{※1}</th> <th rowspan="2">下部結核溶接部^{※2}</th> </tr> <tr> <th>寿命中期</th> </tr> </thead> </table>					降伏応力 S _y	寿命初期	スベール初期 ^{※1}	スベール中期 ^{※1}	下部結核溶接部 ^{※2}	寿命中期	引張強さ S _u	寿命初期	スベール初期 ^{※1}	スベール中期 ^{※1}	下部結核溶接部 ^{※2}	寿命中期	<p>※1：モンテカルロ法における中央値 ※2：95%確率下限値</p>					<p>□ 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。</p>				
降伏応力 S _y	寿命初期		スベール初期 ^{※1}				スベール中期 ^{※1}		下部結核溶接部 ^{※2}																																				
	寿命中期																																												
引張強さ S _u	寿命初期	スベール初期 ^{※1}	スベール中期 ^{※1}	下部結核溶接部 ^{※2}																																									
	寿命中期																																												
(参考) 添付5-2表 9×9燃料 (B型) における降伏応力及び引張強さ																																													
<table border="1" data-bbox="725 528 1263 681"> <thead> <tr> <th rowspan="2">降伏応力 S_y</th> <th>寿命初期</th> <th rowspan="2">スベール初期^{※1}</th> <th rowspan="2">スベール中期^{※1}</th> <th rowspan="2">下部結核溶接部^{※2}</th> </tr> <tr> <th>寿命中期</th> </tr> <tr> <th rowspan="2">引張強さ S_u</th> <th>寿命初期</th> <th rowspan="2">スベール初期^{※1}</th> <th rowspan="2">スベール中期^{※1}</th> <th rowspan="2">下部結核溶接部^{※2}</th> </tr> <tr> <th>寿命中期</th> </tr> </thead> </table>					降伏応力 S _y	寿命初期	スベール初期 ^{※1}	スベール中期 ^{※1}	下部結核溶接部 ^{※2}	寿命中期	引張強さ S _u	寿命初期	スベール初期 ^{※1}	スベール中期 ^{※1}	下部結核溶接部 ^{※2}	寿命中期																													
降伏応力 S _y	寿命初期	スベール初期 ^{※1}	スベール中期 ^{※1}	下部結核溶接部 ^{※2}																																									
	寿命中期																																												
引張強さ S _u	寿命初期	スベール初期 ^{※1}	スベール中期 ^{※1}	下部結核溶接部 ^{※2}																																									
	寿命中期																																												
<p>※1：モンテカルロ法における中央値 ※2：95%確率下限値</p>																																													
<p>□ 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。</p>																																													

 添付第7-1表 A型ステップ2燃料被覆管の許容応力^(注1) | 運転状態 | 温度条件 (°C) | S _p ^(注1) (MPa) | |--------------|-----------|--------------------------------------| | 高温停止時 | 寿命初期 | □ | | | 寿命中期 | | | 通常運転時 | 寿命初期 | | | | 寿命末期 | | | 運転時の異常な過渡変化時 | 寿命初期 | | | | 寿命末期 | | (注1) 評価結果が厳しい、信頼性向上燃料の値を記載している。 (注2) 耐力の基準値は、当該材料の耐力実測データに基づいて、各評価時点での燃焼度、温度を基に決められる。ここで実測データには、個々のデータ間に大きさの不均い、すなわち、ばらつきが存在するため、耐力の最確値にその不確定性 (95%確率×95%信頼度下限) を考慮して添付第7-1図のとおり保守的に定められた値を許容基準として採用する。 添付第7-2表 A型ウラン・プルトニウム混合酸化物燃料被覆管の許容応力 | 運転状態 | 温度条件 (°C) | S _p ^(注1) (MPa) | |--------------|-----------|--------------------------------------| | 高温停止時 | 寿命初期 | □ | | | 寿命中期 | | | 通常運転時 | 寿命初期 | | | | 寿命末期 | | | 運転時の異常な過渡変化時 | 寿命初期 | | | | 寿命末期 | | (注1) 耐力の基準値は、当該材料の耐力実測データに基づいて、各評価時点での燃焼度、温度を基に決められる。ここで実測データには、個々のデータ間に大きさの不均い、すなわち、ばらつきが存在するため、耐力の最確値にその不確定性 (95%確率×95%信頼度下限) を考慮して添付第7-2図のとおり保守的に定められた値を許容基準として採用する。 □ 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。 | |

泊発電所3号炉 DB基準適合性 比較表

実線・・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第4条 地震による損傷の防止（別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持：添付資料）

大飯発電所3 / 4号炉 (2018. 9. 26版)	女川原子力発電所2号炉 (2020. 2. 7版)	泊発電所3号炉	相違理由																
		<p>添付第7-3表 B型ステップ2燃料被覆管の許容応力</p> <table border="1" data-bbox="1370 245 1715 655"> <thead> <tr> <th colspan="2">運 転 状 態</th> <th>温度条件 (°C)</th> <th>S_y (0.1) (MPa)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">高 温 停 止 時</td> <td>寿命初期</td> <td rowspan="9">[Redacted]</td> <td rowspan="9">[Redacted]</td> </tr> <tr> <td>寿命中期</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">通 常 運 転 時</td> <td>寿命中期</td> </tr> <tr> <td>寿命末期</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">運 転 時 の 異 常 な 温 度 変 化 時</td> <td>寿命初期</td> </tr> <tr> <td>寿命中期</td> </tr> <tr> <td>寿命末期</td> </tr> </tbody> </table> <p>(注1) 耐力の基準値は、当該材料の耐力実測データに基づいて、各評価時点での高速中性子照射量・温度を基に決められる。ここで実測データには、個々のデータ間に大きさの不揃い、すなわちばらつきが存在するため、耐力の最確値にその不確定性(95%確率×95%信頼度下限)を考慮して保守的に定めた値を許容基準として採用する。</p> <p>[Redacted] 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。</p>	運 転 状 態		温度条件 (°C)	S _y (0.1) (MPa)	高 温 停 止 時	寿命初期	[Redacted]	[Redacted]	寿命中期	通 常 運 転 時	寿命中期	寿命末期	運 転 時 の 異 常 な 温 度 変 化 時	寿命初期	寿命中期	寿命末期	
運 転 状 態		温度条件 (°C)	S _y (0.1) (MPa)																
高 温 停 止 時	寿命初期	[Redacted]	[Redacted]																
	寿命中期																		
通 常 運 転 時	寿命中期																		
	寿命末期																		
運 転 時 の 異 常 な 温 度 変 化 時	寿命初期																		
	寿命中期																		
	寿命末期																		

実線・・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第4条 地震による損傷の防止（別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持：添付資料）

大飯発電所3/4号炉（2018.9.26版）	女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	泊発電所3号炉	相違理由
<p>（大飯には右記の資料は無い）</p>	<p style="text-align: right;">添付資料6</p> <p><u>燃料被覆管応力評価におけるモンテカルロ法による統計処理について</u></p> <p><u>燃料被覆管応力評価におけるモンテカルロ法による統計処理の概要フローを添付6-1図に示す。モンテカルロ法による統計処理では、入力変数に公称値と標準偏差を定め、一回の試行ごとに統計的分布に従った入力データセットを乱数により作成し、応力設計比を求める。本試行を繰り返すことで応力設計比の統計的分布を求め、95% 確率上限値が1以下であることを確認する。</u></p> <div data-bbox="741 627 1167 1316" data-label="Diagram"> </div> <p><u>添付6-1図 モンテカルロ法による統計処理の概要フロー</u></p>	<p>（泊には左記の資料は無い）</p>	<p>・燃料設計手法の相違</p> <p>【女川】</p> <p>（DWR/PWR それぞれ既許認可で妥当性が確認された評価手法に基づき実施）</p> <p>女川添付資料6：PWR の応力評価はモンテカルロ法を用いる評価手法ではないため左記の添付資料は無い。（なおPWR では被覆管応力評価の許容値を95%確率×95%信頼度下限値を考慮して設定しており、その旨を泊の添付資料7に記載している）</p>

実線・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

大飯発電所3 / 4号炉 (2018.9.26版)	女川原子力発電所2号炉 (2020.2.7版)	泊発電所3号炉	相違理由
<p>(大飯には右記の資料は無い)</p>	<p style="text-align: right;">添付資料7</p> <p><u>下部端栓溶接部の応力評価に使用する有限要素法解析コードについて</u></p> <p><u>下部端栓溶接部の応力評価は、端栓溶接部が切り欠き形状を含む複雑形状のため有限要素法を用いる。9X9燃料(A型)の下部端栓溶接部の応力評価に使用する有限要素法解析コードについては、既認可の評価¹⁾ではMARCを使用しているが、本評価においては ANSYS を使用している。いずれのコードも様々な分野の構造解析に広く利用されている汎用の解析コードであり、ANSYSは9X9燃料(B型)の下部端栓溶接部の応力評価や工事計画認可申請書における応力解析等、これまで多くの構造解析に対し使用実績がある。今回、9X9燃料(A型)の評価では、汎用有限要素法解析コードの集約化のためANSYSを使用するものである。</u></p> <p><u>本資料は、9X9燃料(A型)の評価にANSYSを適用するにあたり、既認可の9X9燃料(A型)の下部端栓溶接部応力解析において使用されたMARCと同等な入力条件（有限要素モデル、ペレットやジルカロイ被覆管の物性値、荷重条件及び境界条件）を設定可能なこと、MARCと本解析コードとで同等な解析結果となることを説明する。</u></p> <p><u>1. コードの概要</u></p> <p><u>本解析コードは、スワンソン・アナリシス・システムズ（現、アンシス）により開発された有限要素法による計算機プログラムである。本解析コードは、広範囲にわたる多目的な有限要素法による計算機プログラムであり、伝熱、構造、流体、電磁界及びマルチフィジックス解析を実施するものである。</u></p> <p><u>本解析コードは、ISO9001及びASME NQA-1の認証を受けた品質保証システムのもとで開発され、アメリカ合衆国原子力規制委員会による10CFR50及び10CFR21の要求を満たしており、数多くの研究機関や企業において、航空宇宙、自動車、機械、建築、土木等の様々な分野の構造解析に広く利用されている。また、9X9燃料(B型)の原子炉設置変更許可申請書や</u></p>	<p>(泊には左記の資料は無い)</p>	<p>・燃料設計手法の相違</p> <p>【女川】</p> <p>(BWR/PWR それぞれ既許認可で妥当性が確認された評価手法に基づき実施)</p> <p>女川添付資料7：添付資料7は女川が許認可コードと異なるコードを使用しているが故に添付している資料だが、泊は許認可コードと異なるコードは使用していないため左記の添付資料は無い。(なお、PWR 燃料の下部端栓はBWR 燃料のように下部端栓をタイプレートで拘束される構造ではないため評価対象としていない。また、PWR の燃料はBWR の燃料被覆管下部端栓溶接部のように切り欠き形状を含む複雑な形状ではなく、有限要素法を用いた詳細な解析を要さない)</p>

泊発電所3号炉 DB基準適合性 比較表

実線・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第4条 地震による損傷の防止（別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持：添付資料）

大飯発電所3 / 4号炉 (2018.9.26版)	女川原子力発電所2号炉 (2020.2.7版)	泊発電所3号炉	相違理由
	<p>燃料体設計認可申請書における下部端栓溶接部の応力評価に <u>対し使用実績がある。本解析コードを適用するにあたり、以 下の確認を行っている。</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ <u>開発元のリリースノートの例題集において、多くの解析 例に対する理論解と解析結果との比較により検証されて いる。</u> ・ <u>本解析コード配布時に同梱されたANSYS Mechanical APDL Verification Testing Packageを入力とした解析 により、上記例題集の検証を再現できることを確認して いる。</u> ・ <u>本解析コードの運用環境について、開発元から提示され た要件を満足している ことを確認している。</u> <p><u>2. 下部端栓溶接部の応力評価の方法</u> 本再現解析は、MARCによる既存の解析結果とANSYSによる 解析結果を比較するため、従来の下部端栓部応力評価と同等 の入力条件にてMARCとANSYS応力設計比の比較を行った。添 付7-1図に解析フローを示す。</p> <p><u>(1) 下部端栓溶接部の応力評価モデル</u> 下部端栓溶接部の応力評価では、最初に下部端栓溶接部近 傍の下部端栓、被覆管及びペレットをモデル化し(添付7-2図 参照)、有限要素法を用いた熱解析により下部端栓溶接部近 傍での温度分布を評価する。次に、熱解析で得られた下部端 栓溶接部近傍の温度分布を読み込み、熱膨張差による熱応力 の分布、通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時における 荷重条件に基づき発生する応力分布を、有限要素法を用いた 機械解析により評価する。</p> <p><u>(2) 下部端栓溶接部の熱解析での入力データ</u> 通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時における下部端 栓溶接部近傍の温度分布を評価するため、以下の項目を入力 している。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ <u>ペレットの発熱</u> ・ <u>ジルカロイ部材のγ発熱</u> ・ <u>ペレット-被覆管ギャップ熱伝達</u> <input type="text"/> 		

大飯発電所3 / 4号炉 (2018.9.26版)	女川原子力発電所2号炉 (2020.2.7版)	泊発電所3号炉	相違理由
	<p>・ 被覆管表面熱伝達係数 <input type="text"/></p> <p>・ ペレット及びジルカロイ部材の熱伝導率</p> <p><u>なお、解析モデル上下端は断熱の境界条件とし、ペレット-下部端栓接触面には熱抵抗がないものとして、上記の保守側の入力と合わせて、下部端栓溶接部近傍の温度分布による熱応力が大きくなるような解析を実施する。</u></p> <p>(3)下部端栓溶接部の応力評価で考慮する荷重 <u>通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時に下部端栓溶接部に作用する荷重として、</u></p> <p>・ 下部端栓及び被覆管部における温度分布(熱解析結果を読み込む)</p> <p>・ 燃料棒内圧 <input type="text"/></p> <p>・ 冷却材圧力 <input type="text"/></p> <p>・ 内外圧力差による軸方向荷重(軸方向応力)</p> <p>・ 被覆管周方向温度差及び端栓取付角公差による初期曲りに基づく曲げ荷重(曲げ応力)を考慮する。</p> <p>(4)設計比の評価 <u>設計比の評価では、被覆管温度、燃料棒内圧、炉心条件、燃料棒寸法及び許容応力の統計的分布を考慮し、それぞれの95%確率上下限值に基づき解析結果が保守側となるように設定した入力値を用いて決定論的評価を実施する。ここで、被覆管温度、燃料棒内圧については、燃料棒熱・機械設計コードによる解析結果を用いる。応力計算は、下部端栓溶接部に発生する三軸方向(半径方向、円周方向及び軸方向)の応力を解析し、それらより相当応力を計算する。また、許容応力については下部端栓溶接部の温度及び照射の影響を考慮した保守側の95%確率下限値を用いる。</u></p> <p>3. 解析条件 <u>以下に、解析条件を示す。また、MARC及びANSYSによる下部端栓溶接部の応力評価における解析入力値の比較を添付7-1表にまとめる。同表に示すとおり、MARCとANSYSの解析入力値は、一部の物性値について温度依存性を関数式で入力するかテーブル形式で入力するかの差があることを除いて</u></p>		

第4条 地震による損傷の防止（別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持：添付資料）

大飯発電所3 / 4号炉 (2018.9.26版)	女川原子力発電所2号炉 (2020.2.7版)	泊発電所3号炉	相違理由																					
	<p>はすべて同一であり、同等な入力条件を設定可能である。</p> <p>(1)燃料タイプ:9X9燃料(A型)</p> <p>(2)評価部位:下部端栓溶接部</p> <p>(3)解析コード:</p> <p>①有限要素法解析コード MARC Ver. K4</p> <p>②有限要素法解析コード ANSYS Ver. 14</p> <p>(4)評価点:燃料寿命初期, 中期, 末期^{※1}</p> <p>(5)運転状態:圧力過渡(冷却材圧力 <input type="checkbox"/> MPa[abs](公称値))^{※2}</p> <p>(6)考慮する応力:2.(3)の通り。</p> <p>(7)許容応力:引張強さ(Su)</p> <p>※1:燃料寿命初期, 中期, 末期は, 燃料棒熱・機械解析で設定された評価点を引き継ぎ, 炉内滞在期間がそれぞれ0年, 2.2年, 8年に相当する評価点。</p> <p>※2:下部端栓部の燃料棒の出力は低く, 出力過渡時に発生する応力は圧力過渡時の応力より小さいため, 圧力過渡時を評価対象とした。</p> <p>4.再現解析結果</p> <p>以下に解析結果を示す。MARCとANSYSによる同等な入力条件に基づく解析結果の差 分は0.02あり, 判定基準(応力設計比が1以下であること)に対し十分小さく同等な結果が得られ, 下部端栓溶接部の応力評価への適用に支障はないものとする。</p> <table border="1" data-bbox="721 1026 1263 1118"> <thead> <tr> <th rowspan="2">解析コード</th> <th rowspan="2">運転条件</th> <th rowspan="2">許容応力</th> <th colspan="3">応力設計比</th> </tr> <tr> <th>寿命初期</th> <th>寿命中期</th> <th>寿命末期</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>MARC</td> <td>圧力過渡</td> <td>Su</td> <td>0.39</td> <td>0.42</td> <td>0.28</td> </tr> <tr> <td>ANSYS</td> <td>同上</td> <td>同上</td> <td>0.40</td> <td>0.40</td> <td>0.27</td> </tr> </tbody> </table> <p>参考文献</p> <p>[1] 女川原子力発電所第2号機「燃料体設計認可申請書」(GNF 燃設認第 35 号, 平成 21 年 10 月 16 日認可)</p>	解析コード	運転条件	許容応力	応力設計比			寿命初期	寿命中期	寿命末期	MARC	圧力過渡	Su	0.39	0.42	0.28	ANSYS	同上	同上	0.40	0.40	0.27		
解析コード	運転条件				許容応力	応力設計比																		
		寿命初期	寿命中期	寿命末期																				
MARC	圧力過渡	Su	0.39	0.42	0.28																			
ANSYS	同上	同上	0.40	0.40	0.27																			

実線・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第4条 地震による損傷の防止（別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持：添付資料）

大飯発電所3 / 4号炉 (2018. 9. 26版)	女川原子力発電所2号炉 (2020. 2. 7版)	泊発電所3号炉	相違理由
	<p>添付7-1図 下部端栓溶接部の応力評価のフロー</p>		

泊発電所3号炉 DB基準適合性 比較表

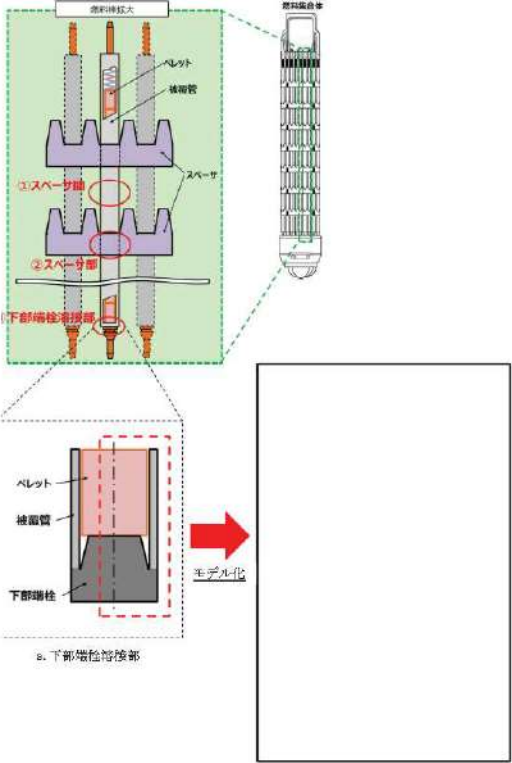
実線・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第4条 地震による損傷の防止（別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持：添付資料）

大飯発電所3 / 4号炉 (2018. 9. 26版)	女川原子力発電所2号炉 (2020. 2. 7版)	泊発電所3号炉	相違理由																
	<p>添付7-1表 MARC及びANSYSによる下部端栓溶接部の応力評価 における解析入力値(1/2)</p> <table border="1" data-bbox="730 252 1240 292"> <thead> <tr> <th>解析</th> <th>項目</th> <th>MARCへの 入力</th> <th>ANSYSへの 入力</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="4" style="height: 250px;"></td> </tr> </tbody> </table> <p>添付7-1表 MARC及びANSYSによる下部端栓溶接部の応力評価 における解析入力値(2/2)</p> <table border="1" data-bbox="730 895 1240 935"> <thead> <tr> <th>解析</th> <th>項目</th> <th>MARCへの 入力</th> <th>ANSYSへの 入力</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="4" style="height: 250px;"></td> </tr> </tbody> </table>	解析	項目	MARCへの 入力	ANSYSへの 入力					解析	項目	MARCへの 入力	ANSYSへの 入力						
解析	項目	MARCへの 入力	ANSYSへの 入力																
解析	項目	MARCへの 入力	ANSYSへの 入力																

実線・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第4条 地震による損傷の防止（別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持：添付資料）

大飯発電所3/4号炉（2018.9.26版）	女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	泊発電所3号炉	相違理由
	 <p>添付7-2図 下部端栓溶接部の有限要素モデル</p>		

泊発電所3号炉 DB基準適合性 比較表

実線・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第4条 地震による損傷の防止（別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持：添付資料）

大飯発電所3 / 4号炉 (2018. 9. 26版)	女川原子力発電所2号炉 (2020. 2. 7版)	泊発電所3号炉	相違理由
<p>(大飯には右記の資料は無い)</p>	<p style="text-align: right;">添付資料8</p> <p><u>9X9燃料(B型)における地震時鉛直方向加速度の考慮方法について</u></p> <p><u>9X9燃料(B型)では、地震時鉛直方向加速度を地震時水平方向加速度によるスペーサ間たわみにより発生する軸方向応力σ_z(式(1))における質量増加として考慮している。</u></p> <div style="text-align: center;"> $\sigma_z = \frac{W_0}{D_0} \cdot I \cdot G \cdot \alpha$ <p>(1)</p> </div> <p><u>ただし、W_0:見かけの燃料要素単位長質量、I:スペーサ間距離、G:地震時水平方向加速度、I:断面二次モーメント、D_0:燃料被覆管外径とする。</u></p> <p><u>なお、地震時鉛直方向加速度による見かけの質量増加を式(2)のように定めている。</u></p> <div style="text-align: center;"> $W = W_0 \cdot (1 + \alpha \cdot g)$ <p>(2)</p> </div> <p><u>ただし、W:実際の燃料要素単位長質量、α:地震時鉛直方向加速度、g:重力加速度とする。</u></p> <p><u>式(1)及び式(2)より、式(3)が得られる。</u></p> <div style="text-align: center;"> $\sigma_z = \frac{W}{D_i} \cdot I \cdot G \cdot \alpha$ <p>(3)</p> </div> <p><u>式(3)の右辺第二項が地震時鉛直方向加速度による応力に相当する。</u></p> <p><u>一方で、地震時鉛直方向加速度が慣性力として直接軸方向応力σ_zとして作用すると考えると式(4)の計算式となる(9X9燃料(A型)の評価方法)。</u></p> <div style="text-align: center;"> $\sigma_z = \frac{m}{D_i} \cdot a_z$ <p>(4)</p> </div> <p><u>ただし、m:燃料棒総質量、D_i:燃料被覆管内径とする。</u></p> <p><u>9X9燃料(B型)の地震時鉛直方向加速度の考慮方法(式(3)右辺</u></p>	<p>(泊には左記の資料は無い)</p>	<p>・燃料設計手法の相違</p> <p>【女川】</p> <p>(BWR/PWR それぞれ既許認可で妥当性が確認された評価手法に基づき実施)</p> <p>女川添付資料8：BWR 燃料設計手法に関するものであるため、左記の添付資料は泊には無い。(BWR は、考慮する応力として、B型ではA型と異なり鉛直地震加速度に基づく応力を他の応力項目に加味している。一方、PWR ではA型とB型で考慮する応力項目に違いはない。)</p>

泊発電所3号炉 DB基準適合性 比較表

実線・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第4条 地震による損傷の防止（別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持：添付資料）

大飯発電所3/4号炉（2018.9.26版）	女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	泊発電所3号炉	相違理由
	<p>第二項)では、地震時水平方向加速度が約□Gを超える条件において、直接軸方向応力として考慮する場合(式(4))よりも保守的な評価となる(添付8-1図)。女川2号炉では、評価に用いた炉心内の燃料集合体の地震時水平方向加速度が2.68G(Sd-1, 2)以上であり□Gよりも十分大きいことから、地震時鉛直方向加速度に対する評価として十分保守的な評価となっていることを確認した。</p> <div data-bbox="730 453 1245 858" style="border: 1px solid black; height: 250px; width: 100%;"></div> <p>添付8-1図 9×9燃料（B型）の地震時鉛直方向加速度考慮方法の保守性</p>		

第4条 地震による損傷の防止 (別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持: 添付資料)

大飯発電所3 / 4号炉 (2018. 9. 26版)	女川原子力発電所2号炉 (2020. 2. 7版)	泊発電所3号炉	相違理由
<p>(大飯には右記の資料は無い)</p>	<p style="text-align: right;">添付資料9</p> <p style="text-align: center;"><u>評価部位の選定理由について</u></p> <p><u>燃料被覆管はその構造から管部、上部端栓溶接部及び下部端栓溶接部に分類することができる。管部についてはスペーサと接触しない部分(スペーサ間)とスペーサと接触する部分(スペーサ部)があり、いずれもその軸方向位置によらず同じ形状である。上部端栓溶接部は中空のプレナム領域を含み重量が小さいことから地震によるたわみに基づく曲げ応力が小さいこと、また、発熱部から離れており熱応力が小さいことから下部端栓溶接部の評価結果に包絡される。これらを踏まえ、スペーサ間、スペーサ部及び下部端栓溶接部を評価部位とする。評価部位の概要図を添付9-1図に示す。</u></p> <p><u>燃料被覆管応力評価は、TEAG4601-1987^[1]に基づき地震動[*]により生じる燃料集合体位置の加速度及び燃料集合体の相対変位を用いて応力値を算出している。</u></p> <p><u>地震動[*]により生じる水平方向加速度については、各質点での値の差が大きいため、スペーサ間、スペーサ部及び下部端栓溶接部とも評価部位位置の値を使用しており、スペーサ間及びスペーサ部は複数存在することから最厳値を使用している。また、鉛直加速度については、各質点での値の差が比較的小さいため、スペーサ間、スペーサ部及び下部端栓溶接部とも全質点中の最厳値を使用している。</u></p> <p><u>なお、弾性設計用地震動Sd及び基準地震動Ss(7波)を用いた評価は工事計画認可申請で説明する。</u></p> <p><u>※1:平成25年12月設置変更許可申請時の弾性設計用地震動Sd及び基準地震動Ss</u></p> <p>参考文献 <u>[1]TEAG4601-1987「原子力発電所耐震設計技術指針」,(社)日本電気協会</u></p>	<p>(泊には左記の資料は無い)</p>	<p>・燃料設計手法の相違</p> <p>【女川】 (BWR/PWR それぞれ既許認可で妥当性が確認された評価手法に基づき実施)</p> <p>女川添付資料9：BWR 燃料設計手法に関するものであるため泊には無い。(PWR 燃料の下部端栓はBWR 燃料のように下部端栓をタイプレートで拘束される構造ではないため評価対象としていない。また、支持格子部と支持格子間も含めた燃料被覆管全体をモデル化した応力解析モデルにて地震時応力を求めているため、評価部位(スペーサ部とスペーサ間)を分けて計算式で応力を計算しているBWRとは異なる。なお、燃料被覆管に発生する各応力(地震時応力、接触圧、内外圧差等)が最大となる軸方向位置はそれぞれ異なるのに対し保守的に同一の軸方向位置で最大になると仮定して評価している。)</p>

実線・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第4条 地震による損傷の防止（別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持：添付資料）

大飯発電所3/4号炉（2018.9.26版）	女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	泊発電所3号炉	相違理由
	<p>添付9-1図 評価部位の概要図</p>		

大飯発電所3 / 4号炉 (2018.9.26版)	女川原子力発電所2号炉 (2020.2.7版)	泊発電所3号炉	相違理由
<p>(大飯には右記の資料は無い)</p>	<p style="text-align: right;">添付資料 10</p> <p><u>燃料被覆管の応力評価に用いる各評価手法の保守性について</u></p> <p><u>1.はじめに</u> 燃料被覆管の応力評価においては、高燃焼度 8X8 燃料の導入以降、スペーサ間及びスペーサ部の弾性解析ではモンテカルロ法、下部端栓溶接部の FEM 解析では決定論的手法を用いて応力設計比 (=発生応力/許容応力) を評価している。</p> <p><u>2.モンテカルロ法と決定論的手法の保守性の考え方</u> 燃料被覆管(スペーサ間、スペーサ部、下部端栓溶接部)の応力評価における応力設計比は、被覆管寸法、被覆管温度、燃料棒内圧、炉心条件、許容応力等を入力変数 とした関数となっている。また、これらの入力変数の不確かさを考慮するため、製造 実績、実機運転データ等を考慮し、それぞれの公称値を中央値として統計的分布を設定している。</p> <p><u>(1)スペーサ間及びスペーサ部</u> モンテカルロ法では、1回の試行ごとに乱数を用いて、各入力変数の統計的分布から各入力条件を選定し、厚肉円筒式による弾性解析を行い、応力設計比を評価する。この試行を繰り返し実施することにより応力設計比の統計的分布を求め、95%確率上限値における応力設計比が1以下であることで当該部位の健全性を確認するとともに、評価結果に保守性を持たせている(添付 10-1 図参照)。</p> <p><u>(2)下部端栓溶接部</u> 下部端栓溶接部は、切り欠き形状を含んだ複雑形状のため、FEM 解析により応力設計比を評価する。ここで、スペーサ間及びスペーサ部と同様にモンテカルロ法を用いるとすると、入力変数となる被覆管寸法等を変動させる都度、FEM 解析モデルの修正が必要であり、対応が膨大となるため現実的ではない。よって、下部端栓溶接部の応力設計比の評価については、決定論的手法を適用することとし、各入力変数に統計的分布における 95%確率上下限値を用いる</p>	<p>(泊には左記の資料は無い)</p>	<p>・燃料設計手法の相違</p> <p>【女川】 (EWR/PWR それぞれ既許認可で妥当性が確認された評価手法に基づき実施) 女川添付資料10：添付資料10はモンテカルロ法と決定論的手法との保守性の違いを比べた資料であり、EWR 燃料設計手法に関するものであるため左記の添付資料は泊にはない。なお PWR では被覆管応力評価の許容値を 95%確率×95%信頼度下限値を考慮して設定しており、その旨を泊の添付資料7に記載している。</p>

泊発電所3号炉 DB基準適合性 比較表

実線・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第4条 地震による損傷の防止（別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持：添付資料）

大飯発電所3 / 4号炉 (2018.9.26版)	女川原子力発電所2号炉 (2020.2.7版)	泊発電所3号炉	相違理由
	<p><u>ことで保守性を持たせている（添付10-1図参照）。</u></p> <p><u>3.モンテカルロ法と決定論的手法における保守性の確認</u> <u>モンテカルロ法での保守性の確認として、スペーサ間の応力設計比の統計的分布における中央値と応力評価で用いた95%確率上限値の対比を添付10-1表に示す。</u> <u>また、決定論的手法の保守性の有無を把握する観点から、FEM解析モデルの修正を要しない範囲で変更可能なすべての入力変数を公称値とした解析を実施した。具体的には「内外圧力差に基づく応力」及び「温度差に基づく応力」に影響を与える入力変数、並びに「許容応力」を対象とした。この解析結果と応力評価で用いた95%確率上下限値による解析結果の対比を添付10-2表に示す。なお、FEM解析モデルの修正を実施し、すべての入力変数を変更する場合には、応力設計比がより中央値に近づき、さらに大きな保守性を示す結果になると考える。</u> <u>添付10-1表及び添付10-2表のとおり、モンテカルロ法及び決定論的手法による応力設計比はともに中央値、あるいは公称値による解析結果よりも保守的な評価結果となっている。</u> <u>なお、スペーサ間及びスペーサ部の弾性解析にモンテカルロ法、下部端栓溶接部のFEM解析に決定論的手法をそれぞれ用いることは、「発電用軽水型原子炉の燃料設計手法について（昭和63年5月12日、原子力安全委員会了承）」において妥当と判断されており、原子炉設置変更許可申請書添付書類Ⅷ及び燃料体設計認可申請書添付書類Ⅱ（応力解析）において許認可実績を有している。</u></p>		

実線・・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第4条 地震による損傷の防止（別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持：添付資料）

大飯発電所3 / 4号炉 (2018.9.26版)	女川原子力発電所2号炉 (2020.2.7版)	泊発電所3号炉	相違理由												
	<p>(a) モンテカルロ法 (スベール中間及びスベール評価)</p> <p>(b) 決定論的手法 (下部燃料格納容器)</p>														
<p>添付 10-1 図 モンテカルロ法及び決定論的手法における保守性の概念図</p>															
<p>添付 10-1 表 モンテカルロ法における保守性の確認</p>															
<p>a. 確認条件</p>															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>確認条件</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>燃料タイプ</td> <td>9 × 9 燃料 (A型)</td> </tr> <tr> <td>評価部位</td> <td>スベール中間</td> </tr> <tr> <td>地震動と許容応力</td> <td>弾性設計用地震動Sdに対して降伏応力Sy</td> </tr> <tr> <td>運転条件</td> <td>圧力過渡</td> </tr> <tr> <td>評価点</td> <td>寿命初期</td> </tr> </tbody> </table>				項目	確認条件	燃料タイプ	9 × 9 燃料 (A型)	評価部位	スベール中間	地震動と許容応力	弾性設計用地震動Sdに対して降伏応力Sy	運転条件	圧力過渡	評価点	寿命初期
項目	確認条件														
燃料タイプ	9 × 9 燃料 (A型)														
評価部位	スベール中間														
地震動と許容応力	弾性設計用地震動Sdに対して降伏応力Sy														
運転条件	圧力過渡														
評価点	寿命初期														
<p>b. 確認結果</p>															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>中央値 (モンテカルロ法における中央値)</th> <th>ベースケース (モンテカルロ法における95%確率上限値)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.66</td> <td>0.73</td> </tr> </tbody> </table>				中央値 (モンテカルロ法における中央値)	ベースケース (モンテカルロ法における95%確率上限値)	0.66	0.73								
中央値 (モンテカルロ法における中央値)	ベースケース (モンテカルロ法における95%確率上限値)														
0.66	0.73														

実線・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第4条 地震による損傷の防止（別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持：添付資料）

大飯発電所3/4号炉（2018.9.26版）	女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	泊発電所3号炉	相違理由																																		
	<p>添付10-2表 決定論的手法における保守性の確認</p> <p>a. 確認条件</p> <table border="1" data-bbox="770 263 1218 395"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>確認条件</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>燃料タイプ</td> <td>9×8燃料（A型）</td> </tr> <tr> <td>評価部位</td> <td>下部燃焼室接部</td> </tr> <tr> <td>地震動と許容応力</td> <td>弾性設計用地震動Eaに対して降伏応力σ_y</td> </tr> <tr> <td>運転条件</td> <td>圧力過渡</td> </tr> <tr> <td>評価点</td> <td>寿命初期</td> </tr> </tbody> </table> <p>b. 確認において変更した入力変数</p> <table border="1" data-bbox="732 437 1256 655"> <thead> <tr> <th>応力成分</th> <th>変更した入力変数</th> <th>確認解析</th> <th>ベースケース</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">内外圧力差に基づく応力</td> <td>冷却材圧力</td> <td>公称値</td> <td rowspan="6"></td> </tr> <tr> <td>燃料棒均圧</td> <td>公称値</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">温度差に基づく応力</td> <td rowspan="3"></td> <td>公称値</td> </tr> <tr> <td>公称値</td> </tr> <tr> <td>公称値</td> </tr> <tr> <td>許容応力</td> <td></td> <td>公称値</td> </tr> </tbody> </table> <p>c. 確認結果</p> <table border="1" data-bbox="826 697 1160 762"> <thead> <tr> <th>確認解析 [公称値を入力]</th> <th>ベースケース [95%確率上下限値を入力]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.59</td> <td>0.66</td> </tr> </tbody> </table>	項目	確認条件	燃料タイプ	9×8燃料（A型）	評価部位	下部燃焼室接部	地震動と許容応力	弾性設計用地震動Eaに対して降伏応力 σ_y	運転条件	圧力過渡	評価点	寿命初期	応力成分	変更した入力変数	確認解析	ベースケース	内外圧力差に基づく応力	冷却材圧力	公称値		燃料棒均圧	公称値	温度差に基づく応力		公称値	公称値	公称値	許容応力		公称値	確認解析 [公称値を入力]	ベースケース [95%確率上下限値を入力]	0.59	0.66		
項目	確認条件																																				
燃料タイプ	9×8燃料（A型）																																				
評価部位	下部燃焼室接部																																				
地震動と許容応力	弾性設計用地震動Eaに対して降伏応力 σ_y																																				
運転条件	圧力過渡																																				
評価点	寿命初期																																				
応力成分	変更した入力変数	確認解析	ベースケース																																		
内外圧力差に基づく応力	冷却材圧力	公称値																																			
	燃料棒均圧	公称値																																			
温度差に基づく応力		公称値																																			
		公称値																																			
		公称値																																			
許容応力		公称値																																			
確認解析 [公称値を入力]	ベースケース [95%確率上下限値を入力]																																				
0.59	0.66																																				

第4条 地震による損傷の防止 (別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持: 添付資料)

大飯発電所3/4号炉 (2018.9.26版)	女川原子力発電所2号炉 (2020.2.7版)	泊発電所3号炉	相違理由
<p style="text-align: center;">泊との比較のために記載の順番を入替え</p> <p>2.3 改正規則関係条文への適合性</p> <p>本規則改正に伴う発電用原子炉設置変更許可申請 (H30.6.11申請) における関係条文を整理した結果を添付資料1に示す。今回申請の関係条文は第三条～第十三条及び第十五条であるが、これらのうち第四条への適合性は2.2に示すとおりである。また、本規則改正に伴い変更されている第十五条への適合性を以下に示す。その他の関係条文については、発電用原子炉施設、設計基準対象施設または安全施設全般に關係するものであるが、添付資料1に示すとおり、地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能の維持に係る本申請においては、既存設備の変更はなく、及びそれらの運用の変更は伴わないことから、既設置許可の基準適合性確認結果に影響を与えるものではない。</p> <p>○第十五条 炉心等</p> <p>第十五条</p> <p>6 燃料体は、次に掲げるものでなければならない。</p> <p>一 通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時における発電用原子炉内の圧力、自重、附加荷重その他の燃料体に加わる負荷に耐えるものとする。</p> <p>規則への適合性</p> <p>本規則改正に伴い第十五条第6項は以下のとおり変更されている。本変更は記載の適正化であり、要求事項に変更はない。</p> <p>(変更前)</p> <p>通常運転時における発電用原子炉内の最高使用圧力、自重、附加荷重その他の燃料体に加わる負荷に耐えるものとする。</p> <p>(変更後)</p> <p>通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時における発電用原子炉内の圧力、自重、附加荷重その他の燃料体に加わる負荷に耐えるものとする。</p>	<p style="text-align: right;">添付資料 11</p> <p style="text-align: center;">改正規則の影響について</p> <p>地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能の維持に関する規則改正においては、要求事項が追加された第四条に加えて、第十五条についても要求事項に変更のない記載の適正化が行われている。</p> <p>本規則改正に対する第四条への基準適合性は「2.2 追加要求事項への適合性に係る設計方針」に示したとおりであり、第十五条については以下のとおり基準適合性確認に影響を与えるものではない。</p> <p>(炉心等)</p> <p>第十五条 設計基準対象施設は、原子炉固有の出力抑制特性を有するとともに、発電用原子炉の反応度を制御することにより核分裂の連鎖反応を制御できる能力を有するものでなければならない。</p> <p>2 炉心は、通常運転時又は運転時の異常な過渡変化時に発電用原子炉の運転に支障が生ずる場合において、原子炉冷却系統、原子炉停止系統、反応度制御系統、計測制御系統及び安全保護回路の機能と併せて機能することにより燃料要素の許容損傷限界を超えないものでなければならない。</p> <p>3 燃料体、減速材及び反射材並びに炉心支持構造物は、通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故時において、発電用原子炉を安全に停止し、かつ、停止後に炉心の冷却機能を維持できるものでなければならない。</p> <p>4 燃料体及び反射材並びに炉心支持構造物、熱遮蔽材並びに一次冷却系統に係る容器、管、ポンプ及び弁は、一次冷却材又は二次冷却材の循環、沸騰その他の一次冷却材又は二次冷却材の挙動に</p>	<p style="text-align: right;">添付資料 8</p> <p style="text-align: center;">改正規則の影響について</p> <p>地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能の維持に関する規則改正においては、要求事項が追加された第四条に加えて、第十五条についても要求事項に変更のない記載の適正化が行われている。</p> <p>本規則改正に対する第四条への基準適合性は「2.2 追加要求事項への適合性に係る設計方針」に示したとおりであり、第十五条については以下のとおり基準適合性確認に影響を与えるものではない。</p> <p>(炉心等)</p> <p>第十五条 設計基準対象施設は、原子炉固有の出力抑制特性を有するとともに、発電用原子炉の反応度を制御することにより核分裂の連鎖反応を制御できる能力を有するものでなければならない。</p> <p>2 炉心は、通常運転時又は運転時の異常な過渡変化時に発電用原子炉の運転に支障が生ずる場合において、原子炉冷却系統、原子炉停止系統、反応度制御系統、計測制御系統及び安全保護回路の機能と併せて機能することにより燃料要素の許容損傷限界を超えないものでなければならない。</p> <p>3 燃料体、減速材及び反射材並びに炉心支持構造物は、通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故時において、発電用原子炉を安全に停止し、かつ、停止後に炉心の冷却機能を維持できるものでなければならない。</p> <p>4 燃料体及び反射材並びに炉心支持構造物、熱遮蔽材並びに一次冷却系統に係る容器、管、ポンプ及び弁は、一次冷却材又は二次冷却材の循環、沸騰その他の一次冷却材又は二次冷却材の挙動に</p>	

泊発電所3号炉 DB基準適合性 比較表

実線・設計方針又は設備構成等の相違
波線・記載表現、設備名称の相違(実質的な相違なし)

第4条 地震による損傷の防止 (別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持: 添付資料)

大飯発電所3 / 4号炉 (2018.9.26版)	女川原子力発電所2号炉 (2020.2.7版)	泊発電所3号炉	相違理由
<p>本規則改正に伴い、発電用原子炉設置変更許可申請書本文五号の「口、発電用原子炉施設の一般構造 (3)その他の主要な構造 (1)a.設計基準対象施設 (j)炉心等」の記載について以下のとおり適正化を行う。</p> <p>(従来の記載)</p>	<p>より生ずる流体振動又は温度差のある流体の混合 その他の一次冷却材又は二次冷却材の挙動により生ずる温度変動により損傷を受けないものでなければならない。</p> <p>5 燃料体は、通常運転時における圧力、温度及び放射線に起因する最も厳しい条件において、必要な物理的及び化学的性質を保持するものでなければならない。</p> <p>6 燃料体は、次に掲げるものでなければならない。 一 通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時における発電用原子炉内の圧力、自重、附加荷重その他の燃料体に加わる負荷に耐えるものとする。</p>	<p>より生ずる流体振動又は温度差のある流体の混合 その他の一次冷却材又は二次冷却材の挙動により生ずる温度変動により損傷を受けないものでなければならない。</p> <p>5 燃料体は、通常運転時における圧力、温度及び放射線に起因する最も厳しい条件において、必要な物理的及び化学的性質を保持するものでなければならない。</p> <p>6 燃料体は、次に掲げるものでなければならない。 一 通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時における発電用原子炉内の圧力、自重、附加荷重その他の燃料体に加わる負荷に耐えるものとする。</p>	
<p>燃料体は、通常運転時における原子炉内の最高使用圧力、自重、附加荷重その他の燃料体に加わる負荷に耐えるものとし、輸送中又は取扱中において、著しい変形を生じない設計とする。</p> <p>(適正化後の記載)</p>	<p>二 輸送中又は取扱中において、著しい変形を生じないものとする。</p>	<p>二 輸送中又は取扱中において、著しい変形を生じないものとする。</p>	
<p>燃料体は、通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時における原子炉内の圧力、自重、附加荷重その他の燃料体に加わる負荷に耐えるものとし、輸送中又は取扱中において、著しい変形を生じない設計とする。</p>	<p>規則への適合性 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能の維持に係る変更においては、既存設備の変更はなく、及びそれらの運用の変更は伴わないことから、炉心等に係る基準適合性確認に影響を与えるものではない。</p>	<p>規則への適合性 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能の維持に係る変更においては、既存設備の変更はなく、及びそれらの運用の変更は伴わないことから、炉心等に係る基準適合性確認に影響を与えるものではない。</p>	
<p>また、発電用原子炉設置変更許可申請書添付書類八の「原子炉設置変更許可申請に係る安全設計の方針」の記載について以下のとおり適正化を行う。</p> <p>(従来の記載)</p>	<p>ただし、本規則改正に伴い第十五条第6項の記載は適正化されていることから(要求事項の変更はない。), 規則への適合のための設計方針について、以下のとおり記載の適正化を図る。</p>	<p>ただし、本規則改正に伴い第十五条第6項の記載は適正化されていることから(要求事項の変更はない。), 規則への適合のための設計方針について、以下のとおり記載の適正化を図る。</p>	
<p>燃料体は、通常運転時における原子炉内の最高使用圧力、自重、附加荷重、核分裂生成物の蓄積による燃料被覆材の内圧上昇、熱応力等の荷重に耐える設計とする。</p>	<p>適合のための設計方針 5 及び6の一について 燃料体は、発電用原子炉内における使用期間中を通じて、通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時においても、燃料棒の内外圧差、燃料棒及び他の材料の照射、負荷の変化により起こる圧力・温度の変化、化学的効果、静的・動的荷重、燃料ペレットの変形、燃料棒内封入ガスの組成の変化等を考慮して、各構成要素が、十分な強度を有し、その機能が保持できる設計とし、通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時における発電用原子炉内の圧力、自重、附加荷重、核分裂生成物の蓄積による燃</p>	<p>適合のための設計方針 5 及び6の一について 燃料体は、発電用原子炉内における使用期間中を通じて、通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時においても、燃料棒の内外圧差、燃料棒及び他の材料の照射、負荷の変化により起こる圧力・温度の変化、化学的効果、静的・動的荷重、燃料ペレットの変形、燃料棒内封入ガスの組成の変化等を考慮して、各構成要素が、十分な強度を有し、その機能を保持できる設計とし、通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時における発電用原子炉内の圧力、自重、附加荷重、核分裂生成物の蓄積による燃</p>	
<p>このため、燃料要素は所要の運転期間において、通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時に、以下の基準を満足できる設計とする。</p> <p>(1)燃料中心最高温度は、二酸化ウラン及びガドリニア入り二酸化ウランそれぞれの融点未満であること。</p> <p>(2)燃料要素内圧は、通常運転時において、燃料被覆材の外向きのクリープ変形により燃料材と燃料被覆材のギャップが増加する圧力を超えないこと。</p> <p>(3)燃料被覆材応力は、燃料被覆材の耐力以下であること。</p> <p>(4)燃料被覆材に生じる円周方向引張歪の変化量は、各過渡変化に対して1%以下であること。</p>			

泊発電所3号炉 DB基準適合性 比較表

実線・設計方針又は設備構成等の相違
波線・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第4条 地震による損傷の防止（別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持：添付資料）

大飯発電所3/4号炉（2018.9.26版）	女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	泊発電所3号炉	相違理由
<p>(5)累積疲労サイクルは、設計疲労寿命以下であること。</p> <p>(適正化後の記載)</p> <p>燃料体は、通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時における原子炉内の圧力、自重、附加荷重、核分裂生成物の蓄積による燃料被覆材の内圧上昇、熱応力等の荷重に耐える設計とする。</p> <p>～以下従来と同じ～</p>	<p>料被覆管の内圧上昇、熱応力等の荷重に耐える設計とする。</p> <p><u>燃料体には燃料棒を保護する機能を持つチャンネルボックスをかぶせる。</u></p>	<p>料被覆管の内圧上昇、熱応力等の荷重に耐える設計とする。</p> <p><u>このため、燃料棒は使用期間中の通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時において、以下の基準を満足できる設計とする。</u></p> <p><u>(1)燃料中心最高温度は、二酸化ウラン、ガドリニア入り二酸化ウラン及びウラン・プルトニウム混合酸化物それぞれの溶融点未満であること。</u></p> <p><u>(2)燃料棒内圧は、通常運転時において、被覆管の外向きのクリープ変形によりペレットと被覆管のギャップが増加する圧力を超えないこと。</u></p> <p><u>(3)被覆管応力は、被覆材の耐力以下であること。</u></p> <p><u>(4)被覆管に生じる円周方向引張歪の変化量は、各過渡変化に対して1%以下であること。</u></p> <p><u>(5)累積疲労サイクルは、設計疲労寿命以下であること。</u></p>	<p>・既許可記載方針の相違 ・燃料設計手法の相違</p> <p>【女川】 泊は既許可において、適合のための設計方針として、構造設計に係る5基準を記載しており、規則第十五条改正後においても同様に記載をしている。なお、要求事項に変更はないことから記載内容に変更はない。なお、下線部分の記載内容は大阪と同様である。</p> <p>・燃料設計の相違</p> <p>【女川】</p>
<p>なお、地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能の維持に係る本申請においては、既存設備の変更はなく、及びそれらの運用の変更は伴わないことから、炉心等に係る既設置許可の基準適合性確認結果に影響を与えるものではない。</p>	<p>また、上記設計方針に対する燃料体の機械設計について、従前より通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時を考慮した設計を行っており、その具体的な設計方針（評価結果含む）は、原子炉設置変更許可申請書の添付書類八、<u>3.2 機械設計</u>に記載している。なお、「3.追加要求事項に係る評価項目の選定」にて言及した燃料被覆管応力、<u>累積疲労サイクル</u>、<u>過度の寸法変化防止</u>についても上記設計方針に含まれており、これらに適合するように燃料体の設計を行っている。</p>	<p>また、上記設計方針に対する燃料体の機械設計について、従前より通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時を考慮した設計を行っており、その具体的な設計方針（評価結果含む）は、原子炉設置変更許可申請書の添付書類八「<u>3.1 燃料</u>」に記載している。なお、「3.追加要求事項に係る評価項目の選定」にて言及した<u>燃料中心最高温度</u>、<u>燃料棒内圧</u>、<u>燃料被覆管応力</u>、<u>燃料被覆管歪</u>、<u>累積疲労サイクル</u>についても上記設計方針に含まれており、これらに適合するように燃料体の設計を行っている。</p>	<p>PWR 燃料にチャンネルボックスはないため、泊に左記の記載は不要。</p> <p>・燃料設計手法の相違</p> <p>【女川】 BWR と PWR は従来からそれぞれの安全専門審査会内規に基づき燃料設計を行っているため、燃料設計手法の相違により記載内容が異なる。</p>

泊発電所3号炉 DB基準適合性 比較表

実線・・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第4条 地震による損傷の防止（別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持：別添資料）

大飯発電所3/4号炉（2018.9.26版）	女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	泊発電所3号炉	相違理由
<p>別添資料1 <u>大飯発電所</u> 発電用原子炉設置変更許可申請書の抜粋</p> <p>○資料</p> <p>・平成15年9月25日付け平成14・03・21原第5号にて許可を受けた発電用原子炉設置変更許可申請書の抜粋</p>	<p>（女川には右記の資料は無い。島根も同様）</p>	<p>別添資料1 <u>泊発電所</u> 発電用原子炉設置変更許可申請書の抜粋</p> <p>○資料</p> <p>・平成22年11月26日付け平成21・03・09原第4号にて許可を受けた発電用原子炉設置変更許可申請書の抜粋</p>	<p>※別添資料1全般に関する相違についての補足</p> <p>別添資料1は既許可の内容を抜粋しているため、対象燃料や記載表現等の相違はあるが、許可を受けている燃料棒健全性評価の方法に相違ない。</p> <p>対象燃料：泊3号炉はステップ2燃料及びMOX燃料。大飯3/4号炉はステップ1およびステップ2燃料。</p> <p>記載方針の相違</p> <p>【女川】</p> <p>泊は、大飯同様、応力評価方法が既許可と同様であることを示すため別添資料1として添付しているが、女川には同資料はない。</p>

実線・設計方針又は設備構成等の相違
波線・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第4条 地震による損傷の防止（別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持：別添資料）

大阪発電所3/4号炉（2018.9.26版）	女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	泊発電所3号炉	相違理由
<p>3.2 機械設計</p> <p>3.2.1 燃料</p> <p>3.2.1.1 概要</p> <p>燃料集合体は、多数の二酸化ウラン焼結ペレット又はガドリニア入り二酸化ウラン焼結ペレットを「ジルカローイ-4の合金成分を調整しニオブ等を添加したジルコニウム基合金」若しくは「ジルコニウム-ニオブ合金にスズ及び鉄を添加したジルコニウム基合金」又はジルカローイ-4で被覆した燃料棒、制御棒案内シンプル、炉内計装用案内シンプル、支持格子、上部ノズル、下部ノズル等で構成する。申請書本文における五、原子炉及びその附属施設的位置、構造及び設備 ハ、原子炉本体の構造及び設備 (ロ) 燃料体(2)被覆材の種類に示す「ジルカローイ-4の合金成分を調整しニオブ等を添加したジルコニウム基合金」若しくは「ジルコニウム-ニオブ合金にスズ及び鉄を添加したジルコニウム基合金」（以下、3.2.1 では「ジルコニウム基合金」という。）の主成分は第3.2.1表のとおりである。⁽¹⁾⁽²⁾ 燃料棒の配列は、17×17であり、そのうち264本が燃料棒、24本が制御棒案内シンプル、残り1本が炉内計装用案内シンプルである。制御棒案内シンプルは、制御棒クラスタ、バーナブルボイズン、中性子源又はシンプルプラグアセンブリの挿入に使用する。</p> <p>3.2.1.2 設計方針⁽¹⁾⁽²⁾</p> <p>燃料の機械設計においては、燃料材料、使用温度、圧力条件及び照射効果を考慮し、通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時において、原子炉施設の各設備とあいまって燃料の健全性を確保するため、次の設計方針を満足するようにする。</p> <p>(1) 燃料棒</p> <p>6(3)-3-3</p>		<p>平成21年3月9日申請書の抜粋</p> <p>3.1 燃料</p> <p>3.1.1 概要</p> <p>燃料集合体は、多数の二酸化ウラン焼結ペレット、ガドリニア入り二酸化ウラン焼結ペレット又はウラン・プルトニウム混合酸化物焼結ペレットを「ジルカローイ-4の合金成分を調整しニオブ等を添加したジルコニウム基合金」若しくは「ジルコニウム-ニオブ合金にスズ及び鉄を添加したジルコニウム基合金」又はジルカローイ-4で被覆した燃料棒、制御棒案内シンプル、炉内計装用案内シンプル、支持格子、上部ノズル、下部ノズル等で構成する。申請書本文における五、原子炉及びその附属施設的位置、構造及び設備 ハ、原子炉本体の構造及び設備(ロ)燃料体(2)被覆材の種類に示す「ジルカローイ-4の合金成分を調整しニオブ等を添加したジルコニウム基合金」又は「ジルコニウム-ニオブ合金にスズ及び鉄を添加したジルコニウム基合金」（以下3.1では「ジルコニウム基合金」という。）の主成分は第3.1.1表のとおりである。⁽¹⁾⁽²⁾ 燃料棒の配列は、17×17であり、そのうち264本が燃料棒、24本が制御棒案内シンプル、残り1本が炉内計装用案内シンプルである。制御棒案内シンプルは、制御棒クラスタ、バーナブルボイズン、中性子源及びシンプルプラグアセンブリの挿入に使用する。</p> <p>3.1.2 設計方針⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾</p> <p>燃料の機械設計においては、燃料材料、使用温度、圧力条件及び照射効果を考慮し、通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時において、原子炉施設の各設備とあいまって燃料の健全性を確保するため、次の設計方針を満足するようにする。</p> <p>(1) 燃料棒</p> <p>8(3)-3-3</p>	<p>対象燃料の相違</p> <p>【大阪】 泊はウラン・プルトニウム混合酸化物燃料について記載。</p>

実線・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・記載表現、設備名称の相違(実質的な相違なし)

第4条 地震による損傷の防止 (別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持:別添資料)

大飯発電所3/4号炉 (2018.9.26版)	女川原子力発電所2号炉 (2020.2.7版)	泊発電所3号炉	相違理由
<p>燃料棒は、燃料温度、燃料棒内圧、被覆管の応力、歪及び疲労を制限することにより、その健全性を確保する。このため、燃料寿命中、通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時において、以下の方針を満足するように燃料棒の設計を行う。</p> <p>設計に当たっては、ペレットの熱膨張、スエリング及び焼きしまり、核分裂生成ガスの生成及び放出、被覆管の熱膨張、クリープ、弾性変形等の原子炉運転中に生じる諸現象を考慮する。また、濃縮度、ガドリニア濃度等を考慮する。</p> <p>a. 燃料中心最高温度は、二酸化ウラン及びガドリニア入り二酸化ウランそれぞれの溶融点未満となる設計とし、それぞれのペレットと被覆管との熱膨張差によって生じる応力を抑える。</p> <p>b. 燃料棒内圧は、通常運転時において、被覆管の外向きのクリープ変形によりペレットと被覆管のギャップが増加する圧力を超えない設計とする。</p> <p>c. 被覆管応力は、被覆材の耐力以下となる設計とする。被覆材の耐力は、使用温度及び放射線照射の効果を考慮すると、約 310N/mm²～約 590N/mm²となる。</p> <p>d. 被覆管に生じる円周方向引張歪の変化量は、各過渡変化に対して 1%以下となる設計とする。</p> <p>e. 累積疲労サイクルは、設計疲労寿命以下となる設計とする。設計疲労曲線としては、Langer and O'Donnell の曲線を使用する。</p> <p>(2) 燃料集合体</p> <p><u>燃料集合体の健全性は、種々の荷重に基づく応力及び変形を制限することにより確保する。</u></p> <p><u>また、燃料集合体が他の構成部品の機能に影響を及ぼさないようにする。</u></p> <p>8(3)-3-4</p>		<p>燃料棒は、燃料温度、燃料棒内圧、被覆管の応力、歪及び疲労を制限することにより、その健全性を確保する。このため、燃料寿命中、通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時において、以下の方針を満足するように燃料棒の設計を行う。</p> <p>設計に当たっては、ペレットの熱膨張、スエリング及び焼きしまり、核分裂生成ガスの生成及び放出、被覆管の熱膨張、クリープ、弾性変形等の原子炉運転中に生じる諸現象を考慮する。</p> <p>a. 燃料中心最高温度は、二酸化ウラン、ガドリニア入り二酸化ウラン及びウラン・プルトニウム混合酸化物それぞれの溶融点未満となる設計とし、それぞれのペレットと被覆管との熱膨張差によって生じる応力を抑える。</p> <p>b. 燃料棒内圧は、通常運転時において、被覆管の外向きのクリープ変形によりペレットと被覆管のギャップが増加する圧力を超えない設計とする。</p> <p>c. 被覆管応力は、被覆材の耐力以下となる設計とする。被覆材の耐力は、使用温度及び放射線照射の効果を考慮すると、約 310N/mm²～約 590N/mm²となる。</p> <p>d. 被覆管に生じる円周方向引張歪の変化量は、各過渡変化に対して 1%以下となる設計とする。</p> <p>e. 累積疲労サイクルは、設計疲労寿命以下となる設計とする。設計疲労曲線としては、Langer and O'Donnell の曲線を使用する。</p> <p>(2) 燃料集合体</p> <p><u>燃料集合体には、ウラン燃料集合体とウラン・プルトニウム混合酸化物燃料集合体があり、ウラン燃料集合体には、二酸化ウラン燃料集合体とガドリニア入り二酸化ウラン燃料集合体がある。</u></p> <p>8(3)-3-4</p>	<p>相違理由</p> <p>・既許可の記載方針の相違</p> <p>【大飯】</p> <p>既許可の記載に違いはあるものの、燃料の機械設計において、濃縮度、ガドリニア濃度等を考慮することは泊も同じである。</p> <p>・既許可の記載方針の相違</p> <p>【大飯】</p> <p>燃料集合体に関する記載に相違はあるものの、燃料集合体の健全性に関する設計方針は同じである。</p>

実線・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第4条 地震による損傷の防止（別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持：別添資料）

大阪発電所3 / 4号炉 (2018.9.26版)	女川原子力発電所2号炉 (2020.2.7版)	泊発電所3号炉	相違理由
<p>るのは、燃料中心温度が最高となり、かつ、燃料中心温度と制限値との差が最も小さくなるペレット初期密度約95%理論密度の場合の燃料寿命初期約1,200MWd/tであり、この場合制限値は2,570℃となるが、定格出力時の最大線出力密度43.1kW/m並びに通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時における最大線出力密度59.1kW/mに対する燃料中心最高温度は、第3.2.4図に示すようにそれぞれ約1,830℃及び約2,270℃であり、制限値を十分下回っている。</p> <p>ガドリニア入り二酸化ウラン燃料については、ウラン濃縮度を二酸化ウラン燃料よりも下げることにより、定格出力時の最大線出力密度は33.4kW/m、通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時における最大線出力密度は44.3kW/mとしているが、これらの線出力密度に対するガドリニア入り二酸化ウラン燃料の燃料中心最高温度はそれぞれガドリニア濃度約10wt%の場合の約1,680℃及び約2,040℃であり、ガドリニア入り二酸化ウラン燃料に対する解析上の制限値2,440℃を十分下回っている。</p> <p>したがって、いずれの燃料の燃料中心最高温度も、それぞれの溶融点より十分低い。</p> <p>b. 燃料棒内圧</p> <p>燃料棒内圧は、燃焼に伴う核分裂生成ガスの蓄積等により徐々に上昇するが、プレナムを十分大きくとっているので、最高燃焼度を有する燃料棒内圧でも、通常運転時において、第3.2.5図に示すように過大となることはなく、被覆管の外向きのクリープ変形によりペレットと被覆管のギャップが増加する圧力である約18.6MPa～約19.7MPaを超えることはない。</p> <p>c. 被覆管の応力</p> <p>8(3)-3-11</p>		<p>ウラン・プルトニウム混合酸化物燃料については、燃料中心温度の評価が最も厳しくなるのは、燃料中心温度が最高となり、かつ、燃料中心温度と制限値との差が最も小さくなる燃料寿命初期約1,200MWd/tであり、その制限値は2,500℃となるが、定格出力時の最大線出力密度41.1kW/m並びに通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時における最大線出力密度59.1kW/mに対する燃料中心最高温度は、第3.1.5(2)図に示すようにそれぞれ約1,740℃及び約2,230℃であり、制限値を十分下回っている。</p> <p>したがって、いずれの燃料の燃料中心最高温度も、それぞれの溶融点より十分低い。</p> <p>b. 燃料棒内圧</p> <p>燃料棒内圧は、燃焼に伴う核分裂生成ガスの蓄積等により徐々に上昇するが、プレナムを十分大きくとっているので、最高燃焼度を有する燃料棒内圧でも、通常運転時において、第3.1.6(1)図及び第3.1.6(2)図に示すように過大となることはなく、被覆管の外向きのクリープ変形によりペレットと被覆管のギャップが増加する圧力である約18.6MPa～19.7MPaを超えることはない。</p> <p>c. 被覆管の応力</p> <p>燃料寿命初期においては、1次冷却材定格運転圧力と燃料棒内圧との内外圧差によって被覆管には圧縮応力が生じるが、燃料棒をヘリウムガスで加圧しているため、定常状態での圧縮応力は小さい。燃焼に伴う核分裂生成ガスの蓄積等により内外圧差は低下し、ペレットと被覆管の接触後はペレットのスエリングにより、また、その後内圧が上昇した場合は内圧によっても、被覆管には引張応力が生じるが、被覆管の外側への変形は非常に小さく、また、変形には長</p> <p>8(3)-3-12</p>	<p>・既許可の記載表現の相違 【大阪】 対象燃料の違いにより記載表現は異なるものの、燃料中心温度の評価方針及び評価手法は同様である。</p>

第4条 地震による損傷の防止（別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持：別添資料）

大飯発電所3/4号炉（2018.9.26版）	女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	泊発電所3号炉	相違理由
<p>燃料寿命初期においては、1次冷却材定格運転圧力と燃料棒内圧との内外圧差によって被覆管には圧縮応力が生じるが、燃料棒をヘリウムガスで加圧しているため、定常状態での圧縮応力は小さい。燃焼に伴う核分裂生成ガスの蓄積等により内外圧差は低下し、ペレットと被覆管の接触後はペレットのスエリングにより、また、その後内圧が上昇した場合は内圧によっても、被覆管には引張応力が生じるが、被覆管の外側への変形は非常に小さく、また、変形には長時間を要し、その間には被覆管のクリープによる応力緩和が起こるので、定常状態での引張応力は小さくなる。</p> <p>被覆管の応力として、内外圧差による応力、ペレットの接触圧による応力、熱応力、地震による応力及び水力振動による応力を考えるが、これらの応力を組み合わせた場合でも被覆材の耐力を十分下回る。</p> <p>通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時において、定常状態からの線出力密度の増加は過大なものとはならず、被覆管の応力を被覆材の耐力以下に保つことができる。</p> <p>d. 被覆管の歪</p> <p>燃料棒内圧は、燃料寿命初期においては1次冷却材定格運転圧力より低いので、被覆管は内外圧差による圧縮応力を受け、クリープにより徐々に径が減少し、ペレットとの接触に至る。ペレットと接触後は、第3.2.6図に示すように、ペレットのスエリングによる膨張速度、接触圧及び燃料棒内圧によるクリープ速度が釣り合った状態で、径が徐々に増加する。接触してから燃料寿命末期までの歪増加は極めて小さく問題にならない。なお、スエリングによる歪増加率は小さく、このような場合、被覆管は10%以上の歪に至るまで定常クリープ領域にあり、不安定化は生じ</p> <p>8(3)-3-12</p>		<p>時間を要し、その間には被覆管のクリープによる応力緩和が起こるので、定常状態での引張応力は小さくなる。</p> <p>被覆管の応力として、内外圧差による応力、ペレットの接触圧による応力、熱応力、地震による応力及び水力振動による応力を考えるが、これらの応力を組み合わせた場合でも被覆材の耐力を十分下回る。</p> <p>通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時において、定常状態からの線出力密度の増加は過大なものとはならず、被覆管の応力を被覆材の耐力以下に保つことができる。</p> <p>d. 被覆管の歪</p> <p>燃料棒の内圧は、燃料寿命初期においては1次冷却材定格運転圧力より低いので、被覆管は内外圧差による圧縮荷重を受け、クリープにより徐々に径が減少し、ペレットとの接触に至る。ペレットと接触後は、第3.1.7(1)図及び第3.1.7(2)図に示すように、ペレットのスエリングによる膨張速度、接触圧及び内圧によるクリープ速度が釣り合った状態で、径が徐々に増加する。接触してから燃料寿命末期までの歪増加は極めて小さく問題にならない。なお、スエリングによる歪増加率は小さく、このような場合、被覆管は10%以上の歪に至るまで定常クリープ領域にあり、不安定化は生じない。通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時においても、定常状態からの線出力密度の増加は過大なものとはならず、被覆管の歪の増加量を設計方針で示した1%以下に保つことができる。</p> <p>e. 疲労サイクル</p> <p>被覆管には燃料寿命中、起動停止や負荷変化による応力サイクルがかかり、熱応力、内外圧差及び接触圧が変化する。燃料棒のヘリ</p> <p>8(3)-3-13</p>	

実線・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・記載表現、設備名称の相違(実質的な相違なし)

第4条 地震による損傷の防止 (別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持:別添資料)

大阪発電所3/4号炉 (2018.9.26版)	女川原子力発電所2号炉 (2020.2.7版)	泊発電所3号炉	相違理由
<p>3.6 参考文献</p> <p>(1) 「三菱PWR高燃焼度化ステップ2燃料の機械設計」 MHI-NES-1021改3 三菱重工業、平成14年</p> <p>(2) 「原燃工製PWRステップ2燃料の改良因子について」 NFK-8116改3 原子燃料工業、平成14年</p> <p>(3) 「原燃工製PWRステップ2燃料の機械設計について (大阪1.2.3.4号)」 NFK-8119改1 原子燃料工業、平成15年</p> <p>(4) 「燃料被覆管のクリープコラプスについて」 MAPI-1030 三菱原子力工業、昭和49年</p> <p>(5) 「燃料被覆管のクリープコラプスの評価」 NFK-8026改3 原子燃料工業、昭和56年</p> <p>(6) 「原燃工製PWRステップ2燃料集合体の開発」 NFK-8114改1 原子燃料工業、平成14年</p> <p>(7) 「燃料ペレットの焼きしまりについて」 MAPI-1032 三菱原子力工業、昭和50年</p> <p>(8) 「燃料ペレット焼きしまりの評価」 NFK-8010改6 原子燃料工業、平成14年</p> <p>(9) 「燃料ペレット焼きしまりによるパワースパイクについて」 MHI-NES-1002改1 三菱重工業、平成14年</p> <p>(10) 「三菱PWRの燃料設計計算コードの概要」 MAPI-1019改1 三菱原子力工業、昭和63年</p> <p>8(3)-3-75</p>		<p>3.6 参考文献</p> <p>(1) 「三菱PWR高燃焼度化ステップ2燃料の機械設計」 MHI-NES-1021改10、三菱重工業、平成19年</p> <p>(2) 「原燃工製PWRステップ2燃料の機械設計について(泊1、2、3号)」 NFK-8134改1、原子燃料工業、平成18年</p> <p>(3) 「燃料被覆管のクリープコラプスについて」 MAPI-1030、三菱原子力工業、昭和49年</p> <p>(4) 「燃料被覆管のクリープコラプスの評価」 NFK-8026改3、原子燃料工業、昭和56年</p> <p>(5) 「原燃工製PWRステップ2燃料集合体の開発」 NFK-8114改2、原子燃料工業、平成15年</p> <p>(6) 「原燃工製PWRステップ2燃料の改良因子について」 NFK-8116改5、原子燃料工業、平成17年</p> <p>(7) 「燃料ペレットの焼きしまりについて」 MAPI-1032、三菱原子力工業、昭和50年</p> <p>(8) 「燃料ペレット焼きしまりの評価」 NFK-8010改6、原子燃料工業、平成14年</p> <p>(9) 「燃料ペレット焼きしまりによるパワースパイクについて」 MHI-NES-1002改1、三菱重工業、平成14年</p> <p>(10) 「三菱PWRの燃料設計計算コードの概要」 MAPI-1019改1、三菱原子力工業、昭和63年</p> <p>(11) 「燃料棒性能解析コード(FPAC)」 NFK-8011改9、原子燃料工業、平成17年</p> <p>(12) 「Melting Point of Irradiated Uranium Dioxide」 J.A.Christensen, R.J.Allio and A.Biancheria, WCAP-6065, 1965</p> <p>8(3)-3-52</p>	<p>・既許可の相違による参照する公開文献の相違</p> <p>【大阪】 審査時期により参照する最新の公開文献が異なるが、実質的な相違はない。</p>

泊発電所3号炉 DB基準適合性 比較表

実線・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第4条 地震による損傷の防止（別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持：別添資料）

大阪発電所3/4号炉（2018.9.26版）	女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	泊発電所3号炉	相違理由
<p>(11)「燃料棒性能解析コード（FPAC）」 NFK-8011改7 原子燃料工業、平成14年</p> <p>(12)「Melting Point of Irradiated Uranium Dioxide」 J.A.Christensen,R.J.Allio and A.Biancheria, WCAP-6065, 1965</p> <p>(13)「改良統計的熱設計手法について」 MHI-NES-1009改1 三菱重工業、平成12年</p> <p>(14)「三菱製バーナブルポイズン（BP）集合体について」 MAPI-1073 三菱原子力工業、昭和60年</p> <p>(15)「原燃C型バーナブルポイズンの概要」 NFK-8079改4 原子燃料工業、昭和60年</p> <p>(16)「改良統計的熱設計手法について」 NFK-8107改1 原子燃料工業、平成12年</p> <p>(17)「PWR燃料の使用実績」 MHI-NES-1022 三菱重工業、平成14年</p> <p>(18)「原燃C型燃料の照射実績」 NFK-8049改10 原子燃料工業、平成14年</p> <p>(19)「ガドリニア入り燃料の核設計」 MAPI-1066改4 三菱重工業、平成14年</p> <p>(20)「三菱PWRの新核設計手法と信頼性」 MAPI-1087改5 三菱重工業、平成10年</p> <p style="text-align: center;">8(3)-3-76</p>		<p>(13)「改良統計的熱設計手法について」 MHI-NES-1009改1、三菱重工業、平成12年</p> <p>(14)「改良統計的熱設計手法について」 NFK-8107改1、原子燃料工業、平成12年</p> <p>(15)「PWR燃料の使用実績」 MHI-NES-1022改5、三菱重工業、平成20年</p> <p>(16)「原燃C型燃料の照射実績」 NFK-8049改15、原子燃料工業、平成20年</p> <p>(17)「ガドリニア入り燃料の核設計」 MAPI-1066改6、三菱重工業、平成17年</p> <p>(18)「三菱PWRの新核設計手法と信頼性」 MAPI-1087改6、三菱重工業、平成18年</p> <p>(19)「三菱PWRのPHOENIX-P/ANCによる核設計の信頼性」 MHI-NES-1025改2、三菱重工業、平成18年</p> <p>(20)「PWR核設計手法と信頼性（改良NU-LIFシステム）」 NFK-8102、原子燃料工業、平成7年</p> <p>(21)「改良NU-LIFシステムにおけるPWR核設計手法の信頼性」 NFK-8113改3、原子燃料工業、平成18年</p> <p>(22)「三菱PWRにおける出力分布制御について」 MHI-NES-1027改2、三菱重工業、平成16年</p> <p>(23)「PWRのキセノン振動制御」 原子力学会誌 Vol.19 No.1(1977)</p> <p>(24)「A型及びB型燃料集合体の共存する炉心特性（3ループ17×17型 ステップ2燃料集合体）」 NFK-8112改2、原子燃料工業、平成20年</p> <p style="text-align: center;">8(3)-3-53</p>	<p>・既許可の相違による参照する公開文献の相違 【大阪】 審査時期により参照する最新の公開文献が異なるが、実質的な相違はない。</p>

泊発電所3号炉 DB基準適合性 比較表

実線・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第4条 地震による損傷の防止（別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持：別添資料）

大阪発電所3/4号炉（2018.9.26版）	女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	泊発電所3号炉	相違理由
<p>(21)「三菱PWRのPHOENIX-P/ANCによる核設計の信頼性」 <u>MHI-NES-1025</u> 三菱重工業、平成14年</p> <p>(22)「PWR核設計手法と信頼性（改良NULIFシステム）」 <u>NFK-8102</u> 原子燃料工業、平成7年</p> <p>(23)「改良NULIFシステムにおけるPWR核設計手法の信頼性」 <u>NFK-8113改1</u> 原子燃料工業、平成14年</p> <p>(24)「三菱PWRにおける出力分布制御について」 <u>MHI-NES-1027</u> 三菱重工業、平成14年</p> <p>(25)「PWRのキセノン振動制御」 原子力学会誌、Vol.19 No.1（1977）</p> <p>(26)「A型及びB型燃料集合体の共存する炉心特性（4ループ17×17型ステップ2燃料集合体）」 <u>NFK-8122</u> 原子燃料工業、平成14年</p> <p>(27)「THINC-IVコードの概要」 <u>MAPI-1044</u> 三菱原子力工業、昭和51年</p> <p>(28)「PWR熱水力設計手法」 <u>NFK-8024改6</u> 原子燃料工業、平成14年</p> <p>(29)「三菱新DNB相関式（MIRC-1）について」 <u>MAPI-1075改3</u> 三菱重工業、平成12年</p> <p>(30)「DNB相関式について」 <u>MAPI-1029改2</u> 三菱重工業、平成12年</p> <p style="text-align: center;">8(3)-3-77</p>		<p>(25)「THINC-IVコードの概要」 <u>MAPI-1044</u>、三菱原子力工業、昭和51年</p> <p>(26)「PWR熱水力設計手法」 <u>NFK-8024改6</u>、原子燃料工業、平成14年</p> <p>(27)「三菱新DNB相関式（MIRC-1）について」 <u>MAPI-1075改4</u>、三菱重工業、平成18年</p> <p>(28)「原燃工新DNB相関式（NFI-1）について」 <u>NFK-8087改2</u>、原子燃料工業、平成19年</p> <p>(29)「三菱製バーナブルポイズン（BP）集合体について」 <u>MAPI-1073改1</u>、三菱重工業、平成12年</p> <p>(30)「原燃工B型バーナブルポイズンの概要」 <u>NFK-8079改5</u>、原子燃料工業、平成12年</p> <p>(31)「三菱PWRの過渡解析と実測の比較」 <u>MAPI-1046改1</u>、三菱重工業、平成14年</p> <p>(32)「三菱PWR高燃焼度化ステップ2炉心におけるMOX燃料機械設計」 <u>MHI-NES-1032改2</u>、三菱重工業、平成21年</p> <p>(33)「MOX燃料の特性について」 <u>NFK-8130</u>、原子燃料工業、平成10年</p> <p>(34)「MOX燃料の機械設計について（泊3号）」 <u>NFK-8135</u>、原子燃料工業、平成20年</p> <p>(35)「我が国におけるMOX燃料の照射実証及び照射後試験」 原子力学会誌（Vol.30 No.2）（1997）</p> <p>(36)「PWR向けMOX燃料のプルトニウム富化度について」 <u>MHI-NES-1001改1</u>、三菱重工業、平成10年</p> <p style="text-align: center;">8(3)-3-54</p>	<p>・既許可の相違による参照する公開文献の相違</p> <p>【大阪】 審査時期により参照する最新の公開文献が異なるが、実質的な相違はない。</p>

泊発電所3号炉 DB基準適合性 比較表

実線・・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第4条 地震による損傷の防止（別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持：別添資料）

大飯発電所3 / 4号炉 (2018.9.26版)	女川原子力発電所2号炉 (2020.2.7版)	泊発電所3号炉	相違理由
<p>(31)「<u>原燃工新DNB相関式(NFI-1)について</u>」 <u>NFK-8087改1</u> 原子燃料工業、平成12年</p> <p>(32)「<u>三菱PWRの過渡解析と実測の比較</u>」 <u>MAPI-1046改1</u> 三菱重工業、平成14年</p>			<p>・既許可の相違による参照する公開文献の相違</p> <p>【大飯】</p> <p>審査時期により参照する最新の公開文献が異なるが、実質的な相違はない。</p>

泊発電所3号炉 DB基準適合性 比較表

実線・・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第4条 地震による損傷の防止（別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持：別添資料）

大飯発電所3/4号炉（2018.9.26版）	女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	泊発電所3号炉	相違理由																																
		<div data-bbox="1429 220 1816 272" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> 平成22年3月19日一部補正の抜粋 ※以下の [] は前頁までに掲載した頁の補正箇所を示す。 </div> <table border="1" data-bbox="1308 320 1783 959"> <thead> <tr> <th>頁</th> <th>行</th> <th>補正前</th> <th>補正後</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>全性について示す。</td> </tr> <tr> <td>8(3)-3-38</td> <td>下6</td> <td>想定したケースの炉心の主要パラメータを第3.5.3表、第3.5.4(1)表及び第3.5.4(2)表に、…</td> <td>想定したケースの炉心の主要パラメータを第3.5.3(1)表、第3.5.3(2)表、第3.5.4(1)表及び第3.5.4(2)表に、…</td> </tr> <tr> <td></td> <td>下3</td> <td>炉心の安全性確認項目及び各ケースの詳細評価は第3.5.5表、第3.5.6(1)表及び第3.5.6(2)表に示すとおりであり、…</td> <td>炉心の安全性確認項目及び各ケースの詳細評価は第3.5.5(1)表、第3.5.5(2)表、第3.5.6(1)表及び第3.5.6(2)表に示すとおりであり、…</td> </tr> <tr> <td>8(3)-3-48</td> <td>上9</td> <td>…、燃料中心温度が最高となるのは、燃料寿命初期であり、…</td> <td>…、燃料中心温度が最高となるのは、燃料寿命初期であり、…</td> </tr> <tr> <td>8(3)-3-52</td> <td>上3</td> <td>NFK-NES-1021 改10, 三菱重工業, 平成19年</td> <td>NFK-1001, 三菱原子燃料, 平成21年</td> </tr> <tr> <td></td> <td>上13</td> <td>NFK-8116 改5, 原子燃料工業, 平成17年</td> <td>NFK-8116 改2, 原子燃料工業, 平成21年</td> </tr> <tr> <td></td> <td>下3</td> <td>NFK-8011 改9, 原子燃料工業, 平成17年</td> <td>NFK-8011 改11, 原子燃料工業, 平成21年</td> </tr> </tbody> </table>	頁	行	補正前	補正後				全性について示す。	8(3)-3-38	下6	想定したケースの炉心の主要パラメータを第3.5.3表、第3.5.4(1)表及び第3.5.4(2)表に、…	想定したケースの炉心の主要パラメータを第3.5.3(1)表、第3.5.3(2)表、第3.5.4(1)表及び第3.5.4(2)表に、…		下3	炉心の安全性確認項目及び各ケースの詳細評価は第3.5.5表、第3.5.6(1)表及び第3.5.6(2)表に示すとおりであり、…	炉心の安全性確認項目及び各ケースの詳細評価は第3.5.5(1)表、第3.5.5(2)表、第3.5.6(1)表及び第3.5.6(2)表に示すとおりであり、…	8(3)-3-48	上9	…、燃料中心温度が最高となるのは、燃料寿命初期であり、…	…、燃料中心温度が最高となるのは、燃料寿命初期であり、…	8(3)-3-52	上3	NFK-NES-1021 改10, 三菱重工業, 平成19年	NFK-1001, 三菱原子燃料, 平成21年		上13	NFK-8116 改5, 原子燃料工業, 平成17年	NFK-8116 改2, 原子燃料工業, 平成21年		下3	NFK-8011 改9, 原子燃料工業, 平成17年	NFK-8011 改11, 原子燃料工業, 平成21年	<p>記載方針の相違</p> <p>・記載表現の相違</p> <p>【大飯】</p> <p>「許可を受けた原子炉設置変更許可申請書の抜粋」として、泊では申請書の補正箇所も含めて記載した（泊の参考文献は補正時に最新化があったため）。</p>
頁	行	補正前	補正後																																
			全性について示す。																																
8(3)-3-38	下6	想定したケースの炉心の主要パラメータを第3.5.3表、第3.5.4(1)表及び第3.5.4(2)表に、…	想定したケースの炉心の主要パラメータを第3.5.3(1)表、第3.5.3(2)表、第3.5.4(1)表及び第3.5.4(2)表に、…																																
	下3	炉心の安全性確認項目及び各ケースの詳細評価は第3.5.5表、第3.5.6(1)表及び第3.5.6(2)表に示すとおりであり、…	炉心の安全性確認項目及び各ケースの詳細評価は第3.5.5(1)表、第3.5.5(2)表、第3.5.6(1)表及び第3.5.6(2)表に示すとおりであり、…																																
8(3)-3-48	上9	…、燃料中心温度が最高となるのは、燃料寿命初期であり、…	…、燃料中心温度が最高となるのは、燃料寿命初期であり、…																																
8(3)-3-52	上3	NFK-NES-1021 改10, 三菱重工業, 平成19年	NFK-1001, 三菱原子燃料, 平成21年																																
	上13	NFK-8116 改5, 原子燃料工業, 平成17年	NFK-8116 改2, 原子燃料工業, 平成21年																																
	下3	NFK-8011 改9, 原子燃料工業, 平成17年	NFK-8011 改11, 原子燃料工業, 平成21年																																
		8-11																																	

泊発電所3号炉 DB基準適合性 比較表

実線・・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第4条 地震による損傷の防止（別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持：別添資料）

大飯発電所3/4号炉（2018.9.26版）	女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	泊発電所3号炉	相違理由																													
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>頁</th> <th>行</th> <th>補正前</th> <th>補正後</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">8(3)-3-53</td> <td>上1</td> <td>組I-NES-1009 改1, 三菱重工業, 平成19年</td> <td>組I-NES-1009 改2, 三菱重工業, 平成21年</td> </tr> <tr> <td>上6</td> <td>組I-NES-1022 改5, 三菱重工業, 平成20年</td> <td>NF-1002, 三菱原子燃料, 平成21年</td> </tr> <tr> <td>上8</td> <td>NF-8049 改15, 原子燃料工業, 平成20年</td> <td>NF-8049 改16, 原子燃料工業, 平成21年</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">8(3)-3-54</td> <td>下9</td> <td>組I-NES-1022 改2, 三菱重工業, 平成21年</td> <td>NF-1003, 三菱原子燃料, 平成21年</td> </tr> <tr> <td>下4</td> <td>「我が国におけるMOX燃料の照射実証及び照射後試験」</td> <td>「我が国におけるMOX燃料の照射実証および照射後試験」</td> </tr> <tr> <td>8(3)-3-63～8(3)-3-67</td> <td></td> <td>第3.5.1表 核設計値</td> <td>別紙2に変更する。</td> </tr> <tr> <td>8(3)-3-69と8(3)-3-70の間</td> <td></td> <td>(記載の追加)</td> <td>「第3.5.3表 炉心の主要パラメータ(1)」を「第3.5.3(1)表 炉心の主要パラメータ(1) (ウラン燃料炉心)」に読み替えるとともに、「第3.5.3(2)表 炉心の主要パラメータ(1) (ウラン・プルトニウム混合燃料炉心)」を追加する。</td> </tr> </tbody> </table>	頁	行	補正前	補正後	8(3)-3-53	上1	組I-NES-1009 改1, 三菱重工業, 平成19年	組I-NES-1009 改2, 三菱重工業, 平成21年	上6	組I-NES-1022 改5, 三菱重工業, 平成20年	NF-1002, 三菱原子燃料, 平成21年	上8	NF-8049 改15, 原子燃料工業, 平成20年	NF-8049 改16, 原子燃料工業, 平成21年	8(3)-3-54	下9	組I-NES-1022 改2, 三菱重工業, 平成21年	NF-1003, 三菱原子燃料, 平成21年	下4	「我が国におけるMOX燃料の照射実証及び照射後試験」	「我が国におけるMOX燃料の照射実証および照射後試験」	8(3)-3-63～8(3)-3-67		第3.5.1表 核設計値	別紙2に変更する。	8(3)-3-69と8(3)-3-70の間		(記載の追加)	「第3.5.3表 炉心の主要パラメータ(1)」を「第3.5.3(1)表 炉心の主要パラメータ(1) (ウラン燃料炉心)」に読み替えるとともに、「第3.5.3(2)表 炉心の主要パラメータ(1) (ウラン・プルトニウム混合燃料炉心)」を追加する。	<p>・記載表現の相違</p> <p>【大飯】</p> <p>「許可を受けた原子炉設置変更許可申請書の抜粋」として、泊では申請書の補正箇所も含めて記載した（泊の参考文献は補正時に最新化があったため）。</p>
頁	行	補正前	補正後																													
8(3)-3-53	上1	組I-NES-1009 改1, 三菱重工業, 平成19年	組I-NES-1009 改2, 三菱重工業, 平成21年																													
	上6	組I-NES-1022 改5, 三菱重工業, 平成20年	NF-1002, 三菱原子燃料, 平成21年																													
	上8	NF-8049 改15, 原子燃料工業, 平成20年	NF-8049 改16, 原子燃料工業, 平成21年																													
8(3)-3-54	下9	組I-NES-1022 改2, 三菱重工業, 平成21年	NF-1003, 三菱原子燃料, 平成21年																													
	下4	「我が国におけるMOX燃料の照射実証及び照射後試験」	「我が国におけるMOX燃料の照射実証および照射後試験」																													
8(3)-3-63～8(3)-3-67		第3.5.1表 核設計値	別紙2に変更する。																													
8(3)-3-69と8(3)-3-70の間		(記載の追加)	「第3.5.3表 炉心の主要パラメータ(1)」を「第3.5.3(1)表 炉心の主要パラメータ(1) (ウラン燃料炉心)」に読み替えるとともに、「第3.5.3(2)表 炉心の主要パラメータ(1) (ウラン・プルトニウム混合燃料炉心)」を追加する。																													

実線・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第4条 地震による損傷の防止（別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持：別添資料）

大飯発電所3/4号炉（2018.9.26版）	女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	泊発電所3号炉	相違理由
<p style="text-align: right;">別添資料2</p> <p style="text-align: center;">燃料集合体の耐震計算書の抜粋</p> <p>○資料</p> <p><u>平成29年8月25日付け原規規発第1708254号にて認可された大飯3号機工事計画の資料13-17-1-3『燃料集合体の耐震計算書』のうち、地震時に燃料被覆管に生じる応力の評価方法に関連する箇所の抜粋</u></p>		<p style="text-align: center;">別添資料2 燃料集合体の耐震計算方法</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>本資料は、設計及び工事計画認可申請段階で提出する予定の添付資料「燃料集合体の耐震計算書」の資料案を抜粋したものであり、詳細は設計及び工事計画認可申請段階で説明するが、設置許可申請段階の燃料被覆管の閉じ込め機能維持の設計方針を説明する上で参考となることから、別添資料として提出するものである。なお、燃料集合体の耐震計算方法は再稼働済み先行PWRと同じ評価方法である。</p> </div>	<p>・記載方針の相違</p> <p>【大飯】 大飯は認可済み工認（再稼働時の工認）を抜粋している。泊は今後の設工認段階で説明するため記載が異なるものの、具体的な評価方法は泊も含めて先行PWRと同じ。</p> <p>記載方針の相違</p> <p>【女川】 泊は、大飯同様、燃料集合体耐震評価方法が工認と同様であることを示すため別添資料2として添付しているが、女川には同資料はない。</p>

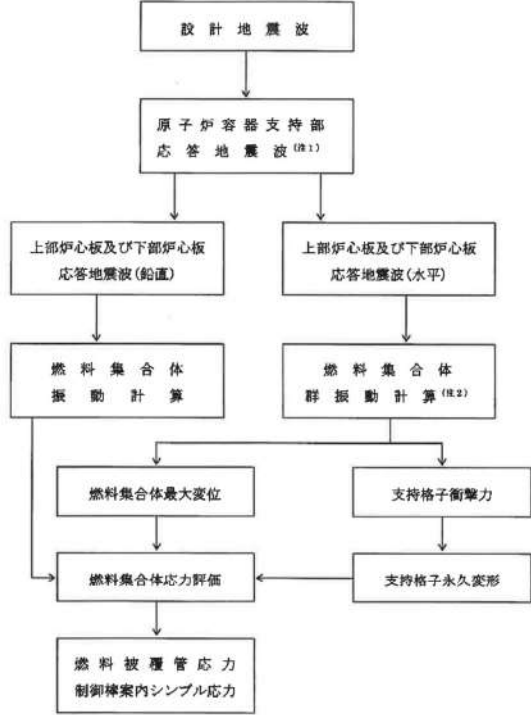
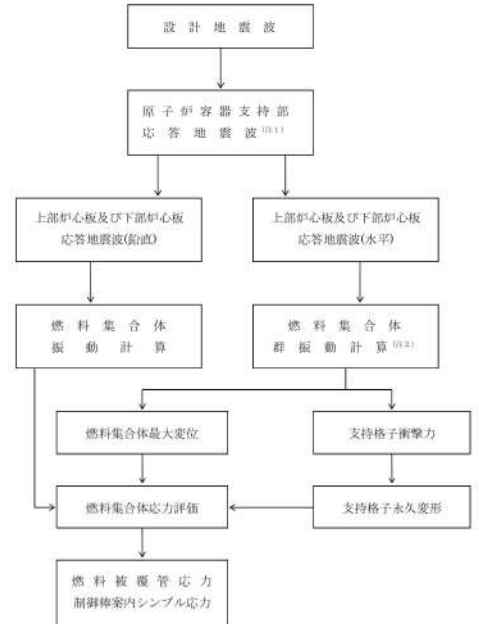
実線・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第4条 地震による損傷の防止（別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持：別添資料）

大阪発電所3/4号炉（2018.9.26版）	女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	泊発電所3号炉	相違理由
<p>資料13-17-1-3 燃料集合体の耐震計算書</p> <p>2.2 評価方針</p> <p>燃料集合体の応力評価は、資料13-9「機能維持の基本方針」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき、「2.1 構造の説明」にて示す燃料集合体の部位を踏まえ「3. 耐震評価箇所」にて設定する箇所において、「4. 地震応答解析」で算定した荷重による応力等が許容限界内に収まることを、「5. 応力評価」にて示す方法にて確認することで実施する。確認結果を「6.1 燃料被覆管の応力評価結果」、「6.2 懸吊格子上シンプルの応力評価結果」及び「6.3 支持格子の強度評価結果」に示す。</p> <p>燃料集合体の耐震評価の流れは、大阪発電所3号機平成16年10月1日付け平成16・06・18原第22号にて認可された既工事計画の実績に基づき、実施する。</p> <p>燃料集合体の耐震評価フローを第2-9図に示す。</p>		<p>資料13-17-1-3 燃料集合体の耐震計算書</p> <p>2.2 評価方針</p> <p>燃料集合体の応力評価は、資料13-9「機能維持の基本方針」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき、「2.1 構造の説明」にて示す燃料集合体の部位を踏まえ「3. 耐震評価箇所」にて設定する箇所において、「4. 地震応答解析」で算定した荷重による応力等が許容限界内に収まることを、「5. 応力評価」にて示す方法にて確認することで実施する。確認結果を「6. 燃料被覆管の応力評価結果」、「7. 耐震格子上シンプルの応力評価結果」及び「8. 支持格子の強度評価結果」に示す。</p> <p>燃料集合体の耐震評価の流れは、泊発電所3号機平成20年8月14日付け平成22・06・17原第1号にて認可された既工事計画の実績に基づき、実施する。</p> <p>燃料集合体の耐震評価フローを第2-9図に示す。</p>	<p>記載表現の相違</p> <p>【大阪】</p> <p>・参照番号の相違。参照内容は同じ。</p>

実線・・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・・記載表現、設備名称の相違(実質的な相違なし)

第4条 地震による損傷の防止 (別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持:別添資料)

大阪発電所3/4号炉 (2018.9.26版)	女川原子力発電所2号炉 (2020.2.7版)	泊発電所3号炉	相違理由
 <p>設計地震波</p> <p>原子炉容器支持部 応答地震波^(注1)</p> <p>上部炉心板及び下部炉心板 応答地震波(鉛直)</p> <p>上部炉心板及び下部炉心板 応答地震波(水平)</p> <p>燃料集合体 振動計算</p> <p>燃料集合体 群振動計算^(注2)</p> <p>燃料集合体最大変位</p> <p>支持格子衝撃力</p> <p>燃料集合体応力評価</p> <p>支持格子永久変形</p> <p>燃料被覆管応力 制御棒案内シンプル応力</p> <p>(注1) 支持部位置より1つ上の質点における応答地震波を用いる。 (注2) 鉛直方向の地震動が水平方向の振動特性へ及ぼす影響を考慮</p> <p>第2-9図 燃料集合体の耐震評価フロー</p>		 <p>設計地震波</p> <p>原子炉容器支持部 応答地震波^(注1)</p> <p>上部炉心板及び下部炉心板 応答地震波(鉛直)</p> <p>上部炉心板及び下部炉心板 応答地震波(水平)</p> <p>燃料集合体 振動計算</p> <p>燃料集合体 群振動計算^(注2)</p> <p>燃料集合体最大変位</p> <p>支持格子衝撃力</p> <p>燃料集合体応力評価</p> <p>支持格子永久変形</p> <p>燃料被覆管応力 制御棒案内シンプル応力</p> <p>(注1) 支持部位置における応答地震波を用いる。 (注2) 鉛直方向の地震動が水平方向の振動特性へ及ぼす影響を考慮</p> <p>第2-9図 燃料集合体の耐震評価フロー</p>	<p>・建屋応答解析モデルの質点位置の相違</p> <p>【大阪】 泊3号炉と大阪3/4号炉の建屋応答解析モデルにおける質点位置の相違による。 大阪3/4の原子炉容器支持部応答解析の入力位置となる原子炉容器支持部構造物の固定位置の質点が建屋応答解析モデルに存在しないため、1つ上の質点の応答地震波を用いているが、泊3号炉では原子炉容器支持部構造物固定位置の質点が建屋応答解析モデルにあるため支持部固定位置の応答地震波を用いていることによる相違。 質点位置の相違による記載の相違はあるものの、自プラントの建屋応答解析モデルを用いて設計地震波による応答を評価している点において、大阪3/4号炉と泊3号炉と同様である。建屋応答解析モデルについては設計及び工事計画認可申請段階で詳細説明する。</p>

第4条 地震による損傷の防止 (別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持:別添資料)

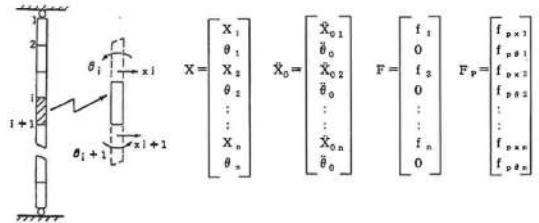
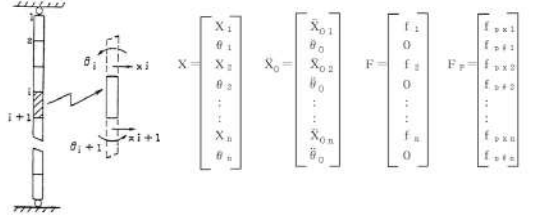
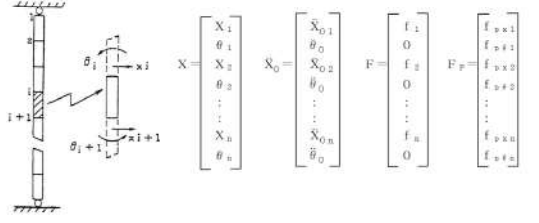
大飯発電所3/4号炉 (2018.9.26版)	女川原子力発電所2号炉 (2020.2.7版)	泊発電所3号炉	相違理由
<p>3. 耐震評価箇所 燃料集合体においては、制御棒挿入機能の維持及び崩壊熱除去可能な形状維持の観点から、燃料集合体を構成する以下の箇所について耐震評価を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・燃料被覆管 ・制御棒案内シンプル ・支持格子 <p>4. 地震応答解析 地震による燃料集合体の変形、支持格子の衝撃力及び変形を求めるために、基準地震動S_e及び弾性設計用地震動S_dに対する水平方向及び鉛直方向の地震応答解析を時刻歴法にて実施する。</p> <p>4.1 基本方針 燃料集合体の耐震評価は、以下の手順で行う。</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 計算に用いる寸法は、公称値を使用する。 (2) 群振動解析に当たって、最新知見の反映として、照射による耐震性への影響の程度を確認するため、運転期間中における照射の影響を取り込んで評価を行う。 照射による影響の程度の確認においては、以下の影響を考慮する。 <ol style="list-style-type: none"> ① 支持格子ばね力緩和 支持格子のばね力は照射により緩和し、これにより支持格子強度特性及び燃料集合体振動特性が変化する。 ② 燃料被覆管及び制御棒案内シンプルの腐食 燃料被覆管及び制御棒案内シンプルは、照射により腐食が生じる。腐食により断面二次モーメントが低下することで、燃料集合体振動特性が変化する。 ①及び②の照射の影響について、具体的には、試験によって得られたデータに基づき入力定数を設定し、評価を実施する。第4-1表にA型燃料集合体、第4-2表にB型燃料集合体、それぞれの耐震評価に必要なパラメータに関する照射の影響をまとめる。燃料集合体振動特性については、第4-1図～第4-8図に示す特性を用いる。 (3) 燃料集合体の耐震解析は「4.2 入力地震動」に示す上部炉心板及び下部炉心板の地震波に対し、支持格子の衝突を考慮した時刻歴群振動解析により行う。 (4) 事故時における原子炉容器内の圧力変動によっても地震時と同様に燃料集合体の振動が発生するが、その際の応答はこれらの入力地震波による応答に包絡される^(注)。 <p>(注) 「三菱PWR燃料集合体の事故時強度評価」 (MHI-NES-1034 改1、三菱重工業務、平成19年)</p>		<p>3. 耐震評価箇所 燃料集合体においては、制御棒挿入機能の維持及び崩壊熱除去可能な形状維持の観点から、燃料集合体を構成する以下の箇所について耐震評価を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・燃料被覆管 ・制御棒案内シンプル ・支持格子 <p>4. 地震応答解析 地震による燃料集合体の変形、支持格子の衝撃力及び変形を求めるために、基準地震動S_e及び弾性設計用地震動S_dに対する水平方向及び鉛直方向の地震応答解析を時刻歴法にて実施する。</p> <p>4.1 基本方針 燃料集合体の耐震評価は、以下の手順で行う。</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 計算に用いる寸法は、公称値を使用する。 (2) 群振動解析に当たって、最新知見の反映として、照射による耐震性への影響の程度を確認するため、運転期間中における照射の影響を取り込んで評価を行う。 照射による影響の程度の確認においては、以下の影響を考慮する。 <ol style="list-style-type: none"> ① 支持格子ばね力緩和 支持格子のばね力は照射により緩和し、これにより支持格子強度特性及び燃料集合体振動特性が変化する。 ② 燃料被覆管及び制御棒案内シンプルの腐食 燃料被覆管及び制御棒案内シンプルは、照射により腐食が生じる。腐食により断面二次モーメントが低下することで、燃料集合体振動特性が変化する。 ①及び②の照射の影響について、具体的には、試験によって得られたデータに基づき入力定数を設定し、評価を実施する。第4-1表～第4-3表にA型燃料集合体、B型燃料集合体それぞれの耐震評価に必要なパラメータに関する照射の影響をまとめる。燃料集合体振動特性については、第4-1図～第4-8図に示す特性を用いる。 (3) 燃料集合体の耐震解析は、上記に示す上部炉心板及び下部炉心板の地震波に対し、支持格子の衝突を考慮した時刻歴群振動解析により行う。 (4) 事故時における原子炉容器内の圧力変動によっても地震時と同様に燃料集合体の振動が発生するが、その際の応答はこれらの入力地震波による応答に包絡される^(注)。 <p>(注) 「三菱PWR燃料集合体の事故時強度評価」 (MHI-NES-1034 改1、三菱重工業務、平成19年)</p>	<p>・対象燃料の相違 【大飯】 泊と大飯での使用燃料の違いによる図表数の違いであり、実質的な相違はない。</p>

実線・設計方針又は設備構成等の相違
波線・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第4条 地震による損傷の防止（別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持：別添資料）

大阪発電所3／4号炉（2018.9.26版）	女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	泊発電所3号炉	相違理由
<p>4.2 入力地震動</p> <p>資料 13-17-7-2「原子炉格納施設地震応答解析」に基づく原子炉容器支持構造物設置位置相当（設置位置より1つ上の質点）の内相コンクリートの時刻歴応答波を、資料 13-17-1-4「炉内構造物（炉心支持構造物を含む）の耐震計算書」に示す炉内構造物の地震応答解析モデルに入力し、得られる上部炉心板及び下部炉心板の応答波を燃料集合体の入力とする。</p> <p>入力地震波として水平地震動及び鉛直地震動を考慮し、第4-3表のS_a地震波及びS_d地震波により評価する。なお、既設の設備における弾性設計用地震動S_dによる耐震評価については、基準地震動S_aによる評価結果が資料13-9「機能維持の基本方針」に示す弾性設計用地震動の許容限界を満足する場合、省略するものとする。</p> <p>S_a地震動及びS_d地震動の上部炉心板及び下部炉心板応答加速度を第4-9図～第4-202図に示す。</p>		<p>4.2 入力地震動</p> <p>資料 13-17-7-2「原子炉格納施設地震応答解析」に基づく原子炉容器支持構造物設置位置の内相コンクリートの時刻歴応答波を、資料 13-17-1-4「炉内構造物（炉心支持構造物を含む）の耐震計算書」に示す。炉内構造物の地震応答解析モデルに入力し、得られる上部炉心板及び下部炉心板の応答波を燃料集合体の入力とする。</p> <p>入力地震波として水平地震動及び鉛直地震動を考慮し、第4-4表のS_a地震波及びS_d地震波により評価する。なお、既設の設備における弾性設計用地震動S_dによる耐震評価については、基準地震動S_aによる評価結果が資料13-9「機能維持の基本方針」に示す弾性設計用地震動の許容限界を満足する場合、省略するものとする。</p> <p>S_a地震動及びS_d地震動の上部炉心板及び下部炉心板応答加速度を第4-7図～第4-92図に示す。</p>	<p>・建屋応答解析モデルの質点位置の相違</p> <p>【大阪】</p> <p>泊3号炉と大阪3／4号炉の建屋応答解析モデルにおける質点位置の相違による。</p> <p>泊3号炉では、原子炉容器支持構造物設置位置における質点の時刻歴応答地震波を炉内構造物の地震応答モデルへ入力し、上部炉心板及び下部炉心板の時刻歴応答地震波を得ている。一方、大阪3／4号炉の建屋応答解析モデルには原子炉容器支持構造物設置位置に質点が存在しないため、同設置位置相当（1つ上の質点）の時刻歴応答地震波を入力している。</p> <p>質点位置の相違による記載の相違はあるものの、自プラントの建屋応答解析モデルを用いて設計地震波による応答を評価している点において、大阪3／4号炉と泊3号炉と同様である。建屋応答解析モデルについては設計及び工事計画認可申請段階で詳細説明する。</p>

第4条 地震による損傷の防止 (別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持:別添資料)

大飯発電所3/4号炉 (2018.9.26版)	女川原子力発電所2号炉 (2020.2.7版)	泊発電所3号炉	相違理由
<p>4.3 水平方向の解析方法</p> <p>4.3.1 解析モデル</p> <p>「原子力発電所耐震設計技術指針(JEAG4601-1987)」に基づき、第4-203図に示すように、炉心内の燃料集合体の最大体数15体の一列(X-X軸上)について、この燃料集合体群が地震によりその列方向に加振される場合を扱うこととする。</p> <p>解析モデルは、第4-204図に示すように燃料集合体を模擬した15列のほりが間隔δで配列されたモデルとする。</p> <p>炉心バップルと上部炉心板及び下部炉心板は一列の燃料集合体群と冷却水を格納する1つの剛なる閉じた容器(水櫃)とみなし、また、燃料集合体の上端及び下端は容器にピン支持されているとする。衝突は支持格子の位置で発生することから、この位置に解析上、反発ばね及びエネルギー吸収素子を考慮する。</p> <p>支持格子の数は実際には9個あるが、上端及び下端の2個はそれぞれ上部ノズル及び下部ノズルに近い位置にあり、衝突を生じ得ないと考えられるので省略する。</p> <p>炉心内の水は付加質量として燃料集合体に加えており、また、燃料集合体の振動特性(固有振動数、減衰定数)で考慮する。</p> <p>4.3.2 解析方法</p> <p>燃料集合体は上部支点及び下部支点(上部炉心板及び下部炉心板)から入力された地震波により加振され、燃料集合体の振幅が間隔δより大となると、まず、炉心バップルと燃料集合体の間に衝突が生じ、以後は複雑な衝撃を伴う振動性状を示す。</p> <p>従って、応答解析は、衝突を考慮した時刻歴法により行う。</p> <p>振動方程式を以下に示す。</p> <p>A型燃料集合体 : $M \cdot \ddot{X} + C \cdot \dot{X} + K \cdot X = -M \cdot \ddot{X}_0 + F - F_p$</p> <p>B型燃料集合体 : $M \cdot \ddot{X} + C \cdot \dot{X} + K \cdot X = -M \cdot \ddot{X}_0 + F$</p> 	<p>4.3 水平方向の解析方法</p> <p>4.3.1 解析モデル</p> <p>「原子力発電所耐震設計技術指針(JEAG 4601-1987)」に基づき、第4-93図に示すように、炉心内の燃料集合体の最大体数15体の一列(X-X軸上)について、この燃料集合体群が地震によりその列方向に加振される場合を扱うこととする。</p> <p>解析モデルは、第4-94図に示すように燃料集合体を模擬した15列のほりが間隔δで配列されたモデルとする。</p> <p>炉心バップルと上部炉心板及び下部炉心板は一列の燃料集合体群と冷却水を格納する1つの剛なる閉じた容器(水櫃)とみなし、また、燃料集合体の上端及び下端は容器にピン支持されているとする。衝突は支持格子の位置で発生することから、この位置に解析上、反発ばね及びエネルギー吸収素子を考慮する。</p> <p>支持格子の数は実際には9個あるが、上端及び下端の2個はそれぞれ上部ノズル及び下部ノズルに近い位置にあり、衝突を生じ得ないと考えられるので省略する。</p> <p>炉心内の水は付加質量として燃料集合体に加えており、また、燃料集合体の振動特性(固有振動数、減衰定数)で考慮する。</p> <p>4.3.2 解析方法</p> <p>燃料集合体は上部支点及び下部支点(上部炉心板及び下部炉心板)から入力された地震波により加振され、燃料集合体の振幅が間隔δより大となると、まず、炉心バップルと燃料集合体の間に衝突が生じ、以後は複雑な衝撃を伴う振動性状を示す。</p> <p>従って、応答解析は、衝突を考慮した時刻歴法により行う。</p> <p>振動方程式を以下に示す。</p> <p>A型燃料集合体: $M \cdot \ddot{X} + C \cdot \dot{X} + K \cdot X = -M \cdot \ddot{X}_0 + F - F_p$</p> <p>B型燃料集合体: $M \cdot \ddot{X} + C \cdot \dot{X} + K \cdot X = -M \cdot \ddot{X}_0 + F$</p> 	<p>4.3 水平方向の解析方法</p> <p>4.3.1 解析モデル</p> <p>「原子力発電所耐震設計技術指針(JEAG 4601-1987)」に基づき、第4-93図に示すように、炉心内の燃料集合体の最大体数15体の一列(X-X軸上)について、この燃料集合体群が地震によりその列方向に加振される場合を扱うこととする。</p> <p>解析モデルは、第4-94図に示すように燃料集合体を模擬した15列のほりが間隔δで配列されたモデルとする。</p> <p>炉心バップルと上部炉心板及び下部炉心板は一列の燃料集合体群と冷却水を格納する1つの剛なる閉じた容器(水櫃)とみなし、また、燃料集合体の上端及び下端は容器にピン支持されているとする。衝突は支持格子の位置で発生することから、この位置に解析上、反発ばね及びエネルギー吸収素子を考慮する。</p> <p>支持格子の数は実際には9個あるが、上端及び下端の2個はそれぞれ上部ノズル及び下部ノズルに近い位置にあり、衝突を生じ得ないと考えられるので省略する。</p> <p>炉心内の水は付加質量として燃料集合体に加えており、また、燃料集合体の振動特性(固有振動数、減衰定数)で考慮する。</p> <p>4.3.2 解析方法</p> <p>燃料集合体は上部支点及び下部支点(上部炉心板及び下部炉心板)から入力された地震波により加振され、燃料集合体の振幅が間隔δより大となると、まず、炉心バップルと燃料集合体の間に衝突が生じ、以後は複雑な衝撃を伴う振動性状を示す。</p> <p>従って、応答解析は、衝突を考慮した時刻歴法により行う。</p> <p>振動方程式を以下に示す。</p> <p>A型燃料集合体: $M \cdot \ddot{X} + C \cdot \dot{X} + K \cdot X = -M \cdot \ddot{X}_0 + F - F_p$</p> <p>B型燃料集合体: $M \cdot \ddot{X} + C \cdot \dot{X} + K \cdot X = -M \cdot \ddot{X}_0 + F$</p> 	<p>相違理由</p>

実線・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第4条 地震による損傷の防止（別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持：別添資料）

大阪発電所3/4号炉（2018.9.26版）	女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	泊発電所3号炉	相違理由
<p>ここで、</p> <p>X_0 : 容器の絶対変位</p> <p>X_{0i} : 容器のi節点相当高さ位置における絶対変位（並進成分）</p> <p>θ_0 : 容器の絶対変位（回転成分）</p> <p>X_i : i節点の容器に対する相対変位（並進成分）</p> <p>θ_i : i節点の容器に対する相対変位（回転成分）</p> <p>n : 節点数（17）</p> <p>f_i : i節点の衝突力又は支持反力</p> <p>f_{pxi} : i節点の軸力による補正荷重（並進成分）（A型燃料集合体のみ）</p> <p>$f_{\theta i}$: i節点の軸力による補正荷重（回転成分）（A型燃料集合体のみ）</p> <p>M : 質量マトリックス</p> <p>K : 剛性マトリックス</p> <p>C : 粘性マトリックス</p> <p>\ddot{X}_0 は地震波加速度であり、上記方程式を時刻歴解析することにより各節点の変位及び衝突力を時間の関数として求める。</p> <p>また、支持格子の衝突力が弾性限界荷重を上回った場合には、支持格子の変形を時間の関数として求め、さらに、その後の支持格子定数の変化を考慮する。</p> <p>K及びCは燃料集合体の変位により変化するものとして扱う。</p> <p>A型燃料集合体については4.4.1(1)に示す鉛直方向応答解析コードVERSALで求められた時刻歴軸荷重を取り込んで解析を行う。また、B型燃料集合体については鉛直加速度に応じたKの低下を下記に示す燃料集合体群振動解析コードAQUARIUS内部で考慮する。</p> <p>解析に使用するコードはA型燃料集合体については燃料集合体群振動解析コード「FINDS Ver.4」、B型燃料集合体については「AQUARIUS Ver.3」である。なお、評価に用いる解析コード「FINDS Ver.4」及び「AQUARIUS Ver.3」の検証及び妥当性確認等の概要については、別紙「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。解析の概要を第4-205図に示す。</p>		<p>ここで、</p> <p>X_0 : 容器の絶対変位</p> <p>X_{0i} : 容器のi節点相当高さ位置における絶対変位（並進成分）</p> <p>θ_0 : 容器の絶対変位（回転成分）</p> <p>X_i : i節点の容器に対する相対変位（並進成分）</p> <p>θ_i : i節点の容器に対する相対変位（回転成分）</p> <p>n : 節点数（17）</p> <p>f_i : i節点の衝突力又は支持反力</p> <p>f_{pxi} : i節点の軸力による補正荷重（並進成分）（A型燃料集合体のみ）</p> <p>$f_{\theta i}$: i節点の軸力による補正荷重（回転成分）（A型燃料集合体のみ）</p> <p>M : 質量マトリックス</p> <p>K : 剛性マトリックス</p> <p>C : 粘性マトリックス</p> <p>\ddot{X}_0 は地震波加速度であり、上記方程式を時刻歴解析することにより各節点の変位及び衝突力を時間の関数として求める。</p> <p>また、支持格子の衝突力が弾性限界荷重を上回った場合には、支持格子の変形を時間の関数として求め、さらに、その後の支持格子定数の変化を考慮する。</p> <p>K及びCは燃料集合体の変位により変化するものとして扱う。</p> <p>A型燃料集合体については4.4.1(1)に示す鉛直方向応答解析コードVERSALで求められた時刻歴軸荷重を取り込んで解析を行う。また、B型燃料集合体については鉛直加速度に応じたKの低下を下記に示す燃料集合体群振動解析コードAQUARIUS内部で考慮する。</p> <p>解析に使用するコードはA型燃料集合体については燃料集合体群振動解析コード「FINDS Ver.4」、B型燃料集合体については「AQUARIUS Ver.3」である。なお、評価に用いる解析コード「FINDS Ver.4」及び「AQUARIUS Ver.3」の検証及び妥当性確認等の概要については、別紙「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。解析の概要を第4-95図に示す。</p>	

第4条 地震による損傷の防止(別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持:別添資料)

大飯発電所3/4号炉 (2018.9.26版)	女川原子力発電所2号炉 (2020.2.7版)	泊発電所3号炉	相違理由
<p>4.4 鉛直方向の解析方法</p> <p>4.4.1 解析モデル及び解析方法</p> <p>(1) A型燃料集合体</p> <p>第4-206図に燃料集合体の解析モデルを示す。主要部材である燃料棒と制御棒案内シムル(炉内計装用案内シムル、スリーブ等を含む)を各々1本の1次元ばね要素で扱い、それらの質量を支持格子位置にて集中質量で与えている。支持格子位置では、燃料棒と制御棒案内シムル間をばね-摩擦要素で結合し、すべりを考慮できるようにしている。下部ノズルの質点の下側には下部ノズル剛性を模擬したばね要素を配している。一方、上部ノズルの質点上方のばね要素は、上部ノズル押えばねを表わすものである。</p> <p>上記の解析モデルを用いて、次の振動方程式を時刻歴により解く。</p> $M \cdot \ddot{X} + C \cdot \dot{X} + K \cdot X = -M \cdot \ddot{x}_0 + F_L$ <p>ここで、</p> <ul style="list-style-type: none"> M : 質量マトリックス K : 剛性マトリックス C : 粘性マトリックス \ddot{x}_0 : 炉心板の応答加速度 F_L : 浮力、揚力、上部ノズル押えばね力 <p>ここで求まる各要素の時刻歴軸荷重については、4.3.2に示す燃料集合体群振動解析コードFINDSの軸荷重成分としても用いられる。</p> <p>解析に使用するコードは、燃料集合体鉛直耐震解析コード「VERSAL Ver.1」である。なお、評価に用いる解析コード「VERSAL Ver.1」の検証及び妥当性確認等の概要については、別紙「計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。</p> <p>(2) B型燃料集合体</p> <p>第4-207図に燃料集合体の解析モデルを示す。主要部材である燃料棒と制御棒案内シムル(炉内計装用案内シムル等を含む)をあわせて1本の1次元ばね要素で扱い、それらの質量を支持格子位置にて集中質量で与えている。下部ノズルの質点の下側には下部ノズル剛性を模擬したばね要素を配している。一方、上部ノズルの質点上方のばね要素は、上部ノズル押えばねを表わすものである。</p>		<p>4.4 鉛直方向の解析方法</p> <p>4.4.1 解析モデル及び解析方法</p> <p>(1) A型燃料集合体</p> <p>第4-96図に燃料集合体の解析モデルを示す。主要部材である燃料棒と制御棒案内シムル(炉内計装用案内シムル、スリーブ等を含む)を各々1本の1次元ばね要素で扱い、それらの質量を支持格子位置にて集中質量で与えている。支持格子位置では、燃料棒と制御棒案内シムル間をばね-摩擦要素で結合し、すべりを考慮できるようにしている。下部ノズルの質点の下側には下部ノズル剛性を模擬したばね要素を配している。一方、上部ノズルの質点上方のばね要素は、上部ノズル押えばねを表わすものである。</p> <p>上記の解析モデルを用いて、次の振動方程式を時刻歴により解く。</p> $M \cdot \ddot{X} + C \cdot \dot{X} + K \cdot X = -M \cdot \ddot{x}_0 + F_L$ <p>ここで、</p> <ul style="list-style-type: none"> M : 質量マトリックス K : 剛性マトリックス C : 粘性マトリックス \ddot{x}_0 : 炉心板の応答加速度 F_L : 浮力、揚力、上部ノズル押えばね力 <p>ここで求まる各要素の時刻歴軸荷重については、4.3.2に示す燃料集合体群振動解析コードFINDSの軸荷重成分としても用いられる。</p> <p>解析に使用するコードは、燃料集合体鉛直耐震解析コード「VERSAL Ver.1」である。なお、評価に用いる解析コード「VERSAL Ver.1」の検証及び妥当性確認等の概要については、別紙「計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。</p> <p>(2) B型燃料集合体</p> <p>第4-97図に燃料集合体の解析モデルを示す。主要部材である燃料棒と制御棒案内シムル(炉内計装用案内シムル等を含む)をあわせて1本の1次元ばね要素で扱い、それらの質量を支持格子位置にて集中質量で与えている。下部ノズルの質点の下側には下部ノズル剛性を模擬したばね要素を配している。一方、上部ノズルの質点上方のばね要素は、上部ノズル押えばねを表わすものである。</p>	

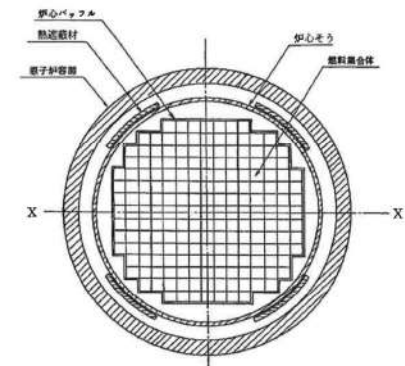
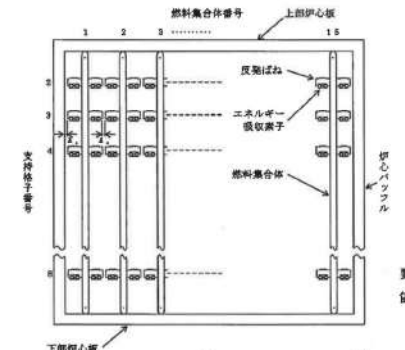
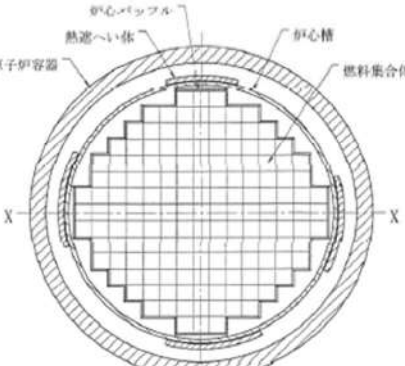
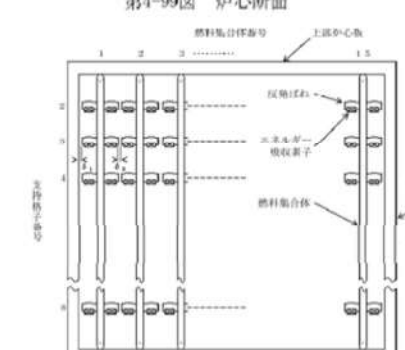
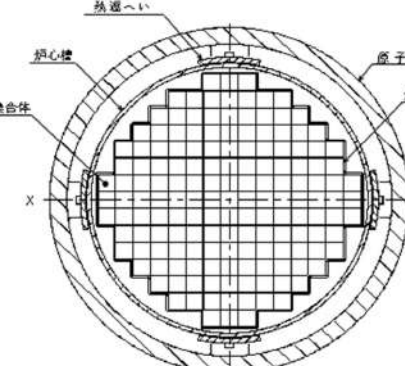
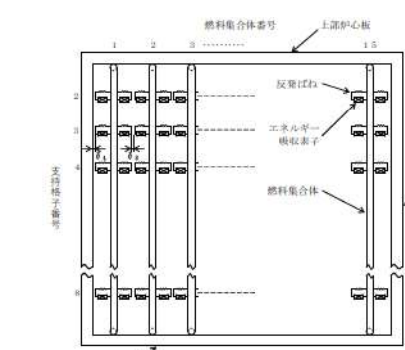
実線・・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第4条 地震による損傷の防止（別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持：別添資料）

大飯発電所3 / 4号炉 (2018.9.26版)	女川原子力発電所2号炉 (2020.2.7版)	泊発電所3号炉	相違理由
<p>上記の解析モデルを用いて、次の振動方程式を時刻歴により解く。</p> $M \cdot \ddot{X} + C \cdot \dot{X} + K \cdot X = -M \cdot \ddot{x}_0 + F_L$ <p>ここで、</p> <ul style="list-style-type: none"> M : 質量マトリックス K : 剛性マトリックス C : 粘性マトリックス \ddot{x}_0 : 炉心板の応答加速度 F_L : 上部ノズル押えばね力 <p>解析に使用するコードは、燃料集合体群振動解析コード「AQUARIUS Ver.3」である。なお、評価に用いる解析コード「AQUARIUS Ver.3」の検証及び妥当性確認等の概要については、別紙「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。</p>		<p>上記の解析モデルを用いて、次の振動方程式を時刻歴により解く。</p> $M \cdot \ddot{X} + C \cdot \dot{X} + K \cdot X = -M \cdot \ddot{x}_0 + F_L$ <p>ここで、</p> <ul style="list-style-type: none"> M : 質量マトリックス K : 剛性マトリックス C : 粘性マトリックス \ddot{x}_0 : 炉心板の応答加速度 F_L : 上部ノズル押えばね力 <p>解析に使用するコードは、燃料集合体群振動解析コード「AQUARIUS Ver.3」である。なお、評価に用いる解析コード「AQUARIUS Ver.3」の検証及び妥当性確認等の概要については、別紙「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。</p>	

実線・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第4条 地震による損傷の防止（別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持：別添資料）

大阪発電所3/4号炉 (2018.9.26版)	女川原子力発電所2号炉 (2020.2.7版)	泊発電所3号炉	相違理由
<p>第4-203図 炉心断面</p>  <p>第4-204図 群振動解析モデル</p>  <p>要素数：450 節点数：255</p> <p>炉心バッフル/燃料集合体間隔：$\delta_1 = \frac{1}{2}m$ (ステップ1燃料)、$\frac{1}{2}m$ (ステップ2燃料) 燃料集合体間隔：$\delta_2 = \frac{1}{2}m$ (ステップ1燃料)、$\frac{1}{2}m$ (ステップ2燃料)</p>	<p>伊方3号炉 別添資料2より</p> <p>第4-99図 炉心断面</p>  <p>第4-100図 群振動解析モデル</p>  <p>炉心バッフル/燃料集合体間隔：$\delta_1 = \frac{1}{2}m$ (A型ウラン燃料、B型燃料集合体) $\frac{1}{2}m$ (A型ウラン・プルトニウム混合酸化物燃料) 燃料集合体間隔：$\delta_2 = \frac{1}{2}m$ (A型ウラン燃料、B型燃料集合体) $\frac{1}{2}m$ (A型ウラン・プルトニウム混合酸化物燃料)</p>	<p>第4-93図 炉心断面</p>  <p>第4-94図 群振動解析モデル</p>  <p>炉心バッフル/燃料集合体間隔：$\delta_1 = \frac{1}{2}m$ (A型ウラン・プルトニウム混合酸化物燃料) $\frac{1}{2}m$ (A型ステップ2燃料、B型ステップ2燃料) 燃料集合体間隔：$\delta_2 = \frac{1}{2}m$ (A型ウラン・プルトニウム混合酸化物燃料) $\frac{1}{2}m$ (A型ステップ2燃料、B型ステップ2燃料)</p> <p>枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。</p>	<p>相違理由</p> <ul style="list-style-type: none"> ・炉心構造の相違 【大阪】炉心断面について、大阪3/4号炉は4グループであるのに対し、泊3号炉は3グループであるため、燃料装荷体数は193体（大阪）と157体（泊）で違いがある。なお、泊は同じ3グループ炉心の伊方3号炉と同様である。 ・対象燃料の相違 【大阪】群振動解析モデルにおいて、大阪3/4号炉はステップ1及びステップ2燃料を使用しているのに対し、泊3号炉はウラン・プルトニウム混合酸化物燃料とステップ2燃料を採用している。なお、泊は使用する燃料が同じ伊方3号炉と同様である。

実線・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・記載表現、設備名称の相違(実質的な相違なし)

第4条 地震による損傷の防止 (別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持: 別添資料)

大飯発電所3/4号炉 (2018.9.26版)	女川原子力発電所2号炉 (2020.2.7版)	泊発電所3号炉	相違理由
<p style="text-align: center;">入 力 定 数</p> <p>支持格子定数 k, e, δ</p> <p>はり定数 m, E, I [K], [M]</p> <p>減衰比 C [C]</p> <p>初期条件 $X(0)=0$ $\dot{X}(0)=0$ $F(0)=0$ $F_p(0)=0$ (注)</p> <p>$t=0$</p> <p>$X(t), \dot{X}(t), F(t), F_p(t)$ (注)</p> <p>入力地震波 $\ddot{x}_0(t)$ (上部) \rightarrow $\ddot{x}_s(t)$</p> <p>集合体変位に応じて、 [K]、[C]を、 支持格子変形に応じて k, e, δを見直す。 またB型燃料集合体 については鉛直加速度に 応じて [K] を見直す。</p> <p> $M \cdot \ddot{X} + C \cdot \dot{X} + K \cdot X = -M \cdot \ddot{x}_s + F - F_p$ (A型燃料集合体) $M \cdot \ddot{X} + C \cdot \dot{X} + K \cdot X = -M \cdot \ddot{x}_s + F$ (B型燃料集合体) から \ddot{X}, \dot{X}, X, F (支持格子衝撃力) を求める。 </p> <p> X_0: 容器の絶対変位 X: 容器に対する相対並進変位 M: 質量マトリックス K: 剛性マトリックス C: 粘性マトリックス F: 衝撃力又は支持反力 F_p: 軸力による補正荷重 m: 質 量 E: 縦弾性係数 I: 断面二次モーメント k: ばね定数 e: 反発係数 δ: 支持格子間隔 t: 時 刻 </p> <p> 支持格子衝撃力 < 弾性限界荷重 Yes → 集合体変位 支持格子衝撃力出力 → $t \geq$ 地震継続時間 → Yes → 終 No → 支持格子変形量出力 → $t = t + \Delta t$ → 繰り返し </p> <p> $t \geq$ 地震継続時間 Yes → 終 No → $t = t + \Delta t$ → 繰り返し </p> <p>第4-205図 燃料集合体群振動解析コード「FINDS」(A型燃料集合体用)及び「AQUARIUS」(B型燃料集合体用)における解析概要</p>		<p style="text-align: center;">入 力 定 数</p> <p>支持格子定数 k, e, δ</p> <p>はり定数 m, E, I [K], [M]</p> <p>減衰比 C [C]</p> <p>初期条件 $X(0)=0$ $\dot{X}(0)=0$ $F(0)=0$ $F_p(0)=0$ (注)</p> <p>$t=0$</p> <p>$X(t), \dot{X}(t), F(t), F_p(t)$ (注)</p> <p>入力地震波 $\ddot{x}_0(t)$ (上部) \rightarrow $\ddot{x}_s(t)$</p> <p>集合体変位に応じて、 [K]、[C]を、 支持格子変形に応じて k, e, δを見直す。 またB型燃料集合体 については鉛直加速度に 応じて [K] を見直す。</p> <p> $M \cdot \ddot{X} + C \cdot \dot{X} + K \cdot X = -M \cdot \ddot{x}_s + F - F_p$ (A型燃料集合体) $M \cdot \ddot{X} + C \cdot \dot{X} + K \cdot X = -M \cdot \ddot{x}_s + F$ (B型燃料集合体) から \ddot{X}, \dot{X}, X, F (支持格子衝撃力) を求める。 </p> <p> X_0: 容器の絶対変位 X: 容器に対する相対並進変位 M: 質量マトリックス K: 剛性マトリックス C: 粘性マトリックス F: 衝撃力又は支持反力 F_p: 軸力による補正荷重 m: 質 量 E: 縦弾性係数 I: 断面二次モーメント k: ばね定数 e: 反発係数 δ: 支持格子間隔 t: 時 刻 </p> <p> 支持格子衝撃力 < 弾性限界荷重 Yes → 集合体変位 支持格子衝撃力出力 → $t \geq$ 地震継続時間 → Yes → 終 No → 支持格子変形量出力 → $t = t + \Delta t$ → 繰り返し </p> <p> $t \geq$ 地震継続時間 Yes → 終 No → $t = t + \Delta t$ → 繰り返し </p> <p>第4-95図 燃料集合体群振動解析コード「FINDS」(A型燃料集合体用)及び「AQUARIUS」(B型燃料集合体用)における解析概要</p>	<p>相違理由</p>

実線・・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第4条 地震による損傷の防止（別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持：別添資料）

大飯発電所3/4号炉（2018.9.26版）	女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	泊発電所3号炉	相違理由
<div data-bbox="219 236 600 655" style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 100%;"></div> <div data-bbox="622 536 698 576" style="text-align: right;"> 要素数：33 節点数：25 </div> <div data-bbox="226 660 584 676" style="font-size: small;"> 第4-206図 A型燃料集合体応答解析モデル（鉛直方向） </div> <div data-bbox="226 687 600 1074" style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 100%;"></div> <div data-bbox="600 979 685 1034" style="text-align: right;"> 要素数： 節点数： </div> <div data-bbox="226 1082 584 1098" style="font-size: small;"> 第4-207図 B型燃料集合体応答解析モデル（鉛直方向） </div>		<div data-bbox="1301 188 1704 667" style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 100%;"></div> <div data-bbox="1720 523 1796 563" style="text-align: right;"> 要素数：33 節点数：25 </div> <div data-bbox="1317 675 1688 691" style="font-size: small;"> 第4-96図 A型燃料集合体応答解析モデル（鉛直方向） </div> <div data-bbox="1317 727 1704 1150" style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 100%;"></div> <div data-bbox="1720 1002 1805 1056" style="text-align: right;"> 要素数： 節点数： </div> <div data-bbox="1317 1158 1688 1174" style="font-size: small;"> 第4-97図 B型燃料集合体応答解析モデル（鉛直方向） </div> <div data-bbox="1290 1246 1749 1270" style="margin-top: 10px;"> 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。 </div>	

第4条 地震による損傷の防止（別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持：別添資料）

大飯発電所3 / 4号炉 (2018.9.26版)	女川原子力発電所2号炉 (2020.2.7版)	泊発電所3号炉	相違理由
<p>5.2 燃料被覆管の応力評価方法</p> <p>燃料被覆管の応力評価においては、内外圧差による応力、水力振動による応力及び地震による応力を考慮する。</p> <p>これらの合計応力から体積平均相当応力を評価する。</p> <p>5.2.1 内外圧差による応力評価方法</p> <p>照射初期においては、燃料被覆管は外圧による圧縮応力を受ける。その後、核分裂生成ガスの蓄積による内圧の上昇がある。ここで、内圧はA型ステップ1燃料集合体については「FINE Ver.1.0」コード、A型ステップ2燃料集合体については「高燃焼度用FINE Ver.3.0」コード、B型ステップ1燃料集合体については「FPAC Ver.4」コード、B型ステップ2燃料集合体については「高燃焼度用FPAC Ver.1」コードにより算出する。なお、評価に用いる解析コード「FINE Ver.1.0」、「高燃焼度用FINE Ver.3.0」、「FPAC Ver.4」及び「高燃焼度用FPAC Ver.1」の検証及び妥当性確認等の概要については、別紙「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。</p> <p>内外圧差による応力は大飯発電所3号機平成16年10月1日付け平成16-06-18原第22号にて認可された既工事計画にて実績のある手法である下記により算定する。</p> $\sigma_r = \frac{1-k^2}{k^2-1} P - \frac{k^2-k^2}{k^2-1} P_0$ $\sigma_\theta = \frac{1+k^2}{k^2-1} P - \frac{k^2+k^2}{k^2-1} P_0$ $\sigma_z = \frac{1}{k^2-1} P - \frac{k^2}{k^2-1} P_0$ <p>ここで、</p> <ul style="list-style-type: none"> σ_r : 半径方向応力 (MPa) σ_θ : 円周方向応力 (MPa) σ_z : 軸方向応力 (MPa) P : 内 圧 (MPa) P_0 : 外 圧 (MPa) r_i : 燃料被覆管内半径 (mm) 		<p>5.2 燃料被覆管の応力評価方法</p> <p>燃料被覆管の応力評価においては、内外圧差による応力、水力振動による応力及び地震による応力を考慮する。</p> <p>これらの合計応力から体積平均相当応力を評価する。</p> <p>5.2.1 内外圧差による応力評価方法</p> <p>照射初期においては、燃料被覆管は外圧による圧縮応力を受ける。その後、核分裂生成ガスの蓄積による内圧の上昇がある。ここで、A型ウラン・プルトニウム混合酸化物燃料集合体については「高燃焼度用FINE Ver.3.1」コード、A型ステップ2燃料集合体については「高燃焼度用FINE Ver.3.0」コード、B型燃料集合体については「高燃焼度用FPAC Ver.1」コードにより算出する。なお、評価に用いる解析コード「高燃焼度用FINE Ver.3.0、Ver.3.1」及び「高燃焼度用FPAC Ver.1」の検証及び妥当性確認等の概要については、別紙「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。</p> <p>内外圧差による応力は泊発電所3号機平成20年8月14日付け平成20-06-17原第1号にて認可された既工事計画にて実績のある手法である下記により算定する。</p> $\sigma_r = \frac{1-k^2}{k^2-1} P - \frac{k^2-k^2}{k^2-1} P_0$ $\sigma_\theta = \frac{1+k^2}{k^2-1} P - \frac{k^2+k^2}{k^2-1} P_0$ $\sigma_z = \frac{1}{k^2-1} P - \frac{k^2}{k^2-1} P_0$ <p>ここで、</p> <ul style="list-style-type: none"> σ_r : 半径方向応力 (MPa) σ_θ : 円周方向応力 (MPa) σ_z : 軸方向応力 (MPa) P : 内 圧 (MPa) P_0 : 外 圧 (MPa) r_i : 燃料被覆管内半径 (mm) 	<p>・対象燃料の相違</p> <p>【大飯】</p> <p>大飯3 / 4号炉は、ステップ1燃料とステップ2燃料を使用しているのに対し、泊3号炉はステップ2燃料とウラン・プルトニウム混合酸化物燃料を使用しているため、使用している計算コード ver が違う。それぞれの燃料タイプごとに検証及び妥当性を確認したコード ver である点において同様。</p>

第4条 地震による損傷の防止(別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持:別添資料)

大阪発電所3/4号炉 (2018.9.26版)	女川原子力発電所2号炉 (2020.2.7版)	泊発電所3号炉	相違理由
<p>r_o : 燃料被覆管外半径 (mm) R : 燃料被覆管任意半径/燃料被覆管内半径 $k = \frac{r_o}{R}$</p> <p>5.2.2 水力振動による応力評価方法 1次冷却材の流れによる振動については大阪発電所第3号機平成16年10月1日付け平成16-06-18原第22号にて認可された既工事計画にて実績のある、WV-1の式^(B1)又はPaidoussisの式^(B2)を用いて検討する。各燃料棒は9箇所を支持格子で支持されているが、支持格子ではさまれた代表的な1スパンについて評価する。 振動の要因には流路の非一様性による横流れ、燃料棒支持構造物の点で生じる流れのはく離及び乱流がある。WV-1の式又はPaidoussisの式は上述のような流れの乱れを有する軸方向流れに対する棒又は管の振動振幅の実験式であり、炉心内の流れに対しても適合できる。 (注1) J.R.Reavis, "Vibration Correlation for Maximum Fuel-Element Displacement in Parallel Turbulent Flow", Nuclear Science and Engineering, 38, 1969, pp.63-69 (注2) M.P.Paidoussis, "An Experimental Study of Vibration of Flexible Cylinders Induced by Nominally Axial Flow", Nuclear Science and Engineering, 35, 1969, pp.127-138</p> <p>(1) A型燃料集合体 軸方向の流れに伴う乱れによって生じる水力振動振幅は、次に示すWV-1の式によって与えられる。</p> $\delta = C \cdot \eta_d \cdot \eta_D \cdot \eta_L \cdot \frac{d \cdot L}{W \cdot f^{1.5} \cdot z^{0.5}} \cdot U \cdot \rho \cdot \nu^{0.5}$ <p>ここで、 δ : 振 幅 (mm) C : 不等係数 (= $2.59 \times 10^{-3} C'$) η_d : 燃料棒直径に関する係数 η_D : 水力学的直径に関する係数 η_L : スパン長さに関する係数 d : 燃料棒直径 (mm)</p>		<p>r_o : 燃料被覆管外半径 (mm) R : 燃料被覆管任意半径/燃料被覆管内半径 $k = \frac{r_o}{R}$</p> <p>5.2.2 水力振動による応力評価方法 1次冷却材の流れによる振動については泊発電所3号機平成20年8月14日付け平成20-06-17原第1号にて認可された既工事計画にて実績のある、WV-1の式^(B1)又はPaidoussisの式^(B2)を用いて検討する。各燃料棒は9箇所を支持格子で支持されているが、支持格子ではさまれた代表的な1スパンについて評価する。 振動の要因には流路の非一様性による横流れ、燃料棒支持構造物の点で生じる流れのはく離及び乱流がある。WV-1の式又はPaidoussisの式は上述のような流れの乱れを有する軸方向流れに対する棒又は管の振動振幅の実験式であり、炉心内の流れに対しても適合できる。 (注1) J.R.Reavis, "Vibration Correlation for Maximum Fuel-Element Displacement in Parallel Turbulent Flow", Nuclear Science and Engineering, 38, 1969, pp.63-69 (注2) M.P.Paidoussis, "An Experimental Study of Vibration of Flexible Cylinders Induced by Nominally Axial Flow", Nuclear Science and Engineering, 35, 1969, pp.127-138</p> <p>(1) A型燃料集合体 軸方向の流れに伴う乱れによって生じる水力振動振幅は、次に示すWV-1の式によって与えられる。</p> $\delta = C \cdot \eta_d \cdot \eta_D \cdot \eta_L \cdot \frac{d \cdot L}{W \cdot f^{1.5} \cdot z^{0.5}} \cdot U \cdot \rho \cdot \nu^{0.5}$ <p>ここで、 δ : 振 幅 (mm) C : 不等係数 (= $2.59 \times 10^{-3} C'$) η_d : 燃料棒直径に関する係数 η_D : 水力学的直径に関する係数 η_L : スパン長さに関する係数 d : 燃料棒直径 (mm)</p>	

実線・・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第4条 地震による損傷の防止（別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持：別添資料）

大阪発電所3/4号炉（2018.9.26版）	女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	泊発電所3号炉	相違理由
<p>L : スパン長さ (mm) W : スパン当たりの燃料棒質量 (kg) f : 燃料棒の固有振動数 (Hz) D : 水力学的直径 (mm) ζ : 減衰比 U : 燃料棒の軸方向に沿った平均流速 (mm/s) ρ : 流体の密度 (kg/mm³) ν : 流体の動粘性係数 (mm²/s)</p> <p>C'の値は第5-5図より、η_a、η_D、η_Lの値については、第5-6図より求める。 上式より、燃料棒の最大振幅を求める。 その変位を燃料棒の中心部に与えたとき発生する応力を求める。ここで燃料棒の両端を単純支持と仮定すると、中立軸からr₀の位置の被覆管断面に生じる応力は次式で与えられる。</p> $\sigma_a = \pm \frac{48E \cdot r_0 \cdot \delta}{5L^2}$ <p>ここで、 σ_a : 振幅に対応する応力 (MPa) δ : 水力振動振幅 (mm) L : スパン長さ (mm) r₀ : 燃料被覆管外半径 (mm) E : 燃料被覆管の縦弾性係数 (MPa)</p>		<p>L : スパン長さ (mm) W : スパン当たりの燃料棒質量 (kg) f : 燃料棒の固有振動数 (Hz) D : 水力学的直径 (mm) ζ : 減衰比 U : 燃料棒の軸方向に沿った平均流速 (mm/s) ρ : 流体の密度 (kg/mm³) ν : 流体の動粘性係数 (mm²/s)</p> <p>C'の値は第5-4図より、η_a、η_D、η_Lの値については、第5-5図より求める。 上式より、燃料棒の最大振幅を求める。 その変位を燃料棒の中心部に与えたとき発生する応力を求める。ここで燃料棒の両端を単純支持と仮定すると、中立軸からr₀の位置の被覆管断面に生じる応力は次式で与えられる。</p> $\sigma_a = \pm \frac{48E \cdot r_0 \cdot \delta}{5L^2}$ <p>ここで、 σ_a : 振幅に対応する応力 (MPa) δ : 水力振動振幅 (mm) L : スパン長さ (mm) r₀ : 燃料被覆管外半径 (mm) E : 燃料被覆管の縦弾性係数 (MPa)</p>	

実線・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第4条 地震による損傷の防止（別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持：別添資料）

大飯発電所3/4号炉（2018.9.26版）	女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	泊発電所3号炉	相違理由
<p>(2) B型燃料集合体</p> <p>1次冷却材の軸方向流れによる振動により燃料被覆管に生じる応力を計算する。 燃料棒は1次冷却材の軸方向流れによって振動し、燃料棒に曲げ応力が生じる。この1次冷却材による振動は、次のPaidoussisの式により計算する。</p> $\frac{\delta}{D} = \alpha^{-4} \left[\frac{\mu^{1.6} \cdot \epsilon^{1.8} \cdot Re^{0.25}}{1 + \mu^2} \right] \left(\frac{D_h}{D} \right)^{0.4} \left[\frac{\beta^{2/3}}{1 + 4\beta} \right] \times [5 \times 10^{-4} K]$ <p>ここで、</p> <ul style="list-style-type: none"> D : 燃料棒直径 (mm) δ : 振 幅 (mm) D_h : 水力学的等価直径 (mm) Re : レイノルズ数 = $\frac{D_h \cdot U}{\nu}$ μ : $\left(\frac{M}{E \cdot I} \right)^{1/2} U \cdot L$ M : 単位長さ当たりの流体の質量 (kg/mm) E : 燃料被覆管の縦弾性係数 (MPa) I : 断面二次モーメント (mm⁴) U : 燃料棒の軸方向に沿った平均流速 (mm/s) L : スパン長さ (mm) β : $\frac{M}{(M+m)}$ m : 単位長さ当たりの燃料棒質量 (kg/mm) ρ : 流体の密度 (kg/mm³) ν : 流体の動粘性係数 (mm²/s) ε : $\frac{L}{D}$ α : $\alpha^2 = \left[\frac{(m+M) L^4}{E \cdot I} \right]^{1/2} \cdot \omega$ ω : 燃料棒の固有角振動数 (Hz) K : 流れの乱れのレベルを表わす因子 (実際の流れではK = 5) <p>上式より、燃料棒の最大振幅を求める。</p>		<p>(2) B型燃料集合体</p> <p>1次冷却材の軸方向流れによる振動により燃料被覆管に生じる応力を計算する。 燃料棒は1次冷却材の軸方向流れによって振動し、燃料棒に曲げ応力が生じる。この1次冷却材による振動は、次のPaidoussisの式により計算する。</p> $\frac{\delta}{D} = \alpha^{-4} \left[\frac{\mu^{1.6} \cdot \epsilon^{1.8} \cdot Re^{0.25}}{1 + \mu^2} \right] \left(\frac{D_h}{D} \right)^{0.4} \left[\frac{\beta^{2/3}}{1 + 4\beta} \right] \times [5 \times 10^{-4} K]$ <p>ここで、</p> <ul style="list-style-type: none"> D : 燃料棒直径 (mm) δ : 振 幅 (mm) D_h : 水力学的等価直径 (mm) Re : レイノルズ数 = $\frac{D_h \cdot U}{\nu}$ μ : $\left(\frac{M}{E \cdot I} \right)^{1/2} U \cdot L$ M : 単位長さ当たりの流体の質量 (kg/mm) E : 燃料被覆管の縦弾性係数 (MPa) I : 断面二次モーメント (mm⁴) U : 燃料棒の軸方向に沿った平均流速 (mm/s) L : スパン長さ (mm) β : $\frac{M}{(M+m)}$ m : 単位長さ当たりの燃料棒質量 (kg/mm) ρ : 流体の密度 (kg/mm³) ν : 流体の動粘性係数 (mm²/s) ε : $\frac{L}{D}$ α : $\alpha^2 = \left[\frac{(m+M) L^4}{E \cdot I} \right]^{1/2} \cdot \omega$ ω : 燃料棒の固有角振動数 (Hz) K : 流れの乱れのレベルを表わす因子 (実際の流れではK = 5) <p>上式より、燃料棒の最大振幅を求める。</p>	

第4条 地震による損傷の防止（別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持：別添資料）

大阪発電所3/4号炉（2018.9.26版）	女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	泊発電所3号炉	相違理由
<p>その変位を燃料棒の中心部に与えたとき発生する応力を求める。いま燃料棒の両端を単純支持と仮定すると、任意の直径をdとすると、中立軸から$\frac{d}{2}$の位置の燃料被覆管断面に生じる応力は次式で与えられる。</p> $\sigma_s = \pm \frac{M \cdot d}{2I} = \pm \frac{24 d \cdot E \cdot \delta}{5L^2}$ <p>ここで、</p> <ul style="list-style-type: none"> σ_s : 振幅に対応する応力 (MPa) M : 最大曲げモーメント $\frac{W \cdot L^2}{8}$ (N・mm) d : 任意の直径 (mm) <ul style="list-style-type: none"> d_o : 燃料被覆管外径 (mm) d_i : 燃料被覆管内径 (mm) I : 断面二次モーメント $\frac{\pi}{64} (d_o^4 - d_i^4)$ (mm⁴) W : 等分布荷重 $\frac{384 E \cdot I \cdot \delta}{5L^4}$ (N/mm) δ : 振幅 (Paidoussisの式より求めた値) (mm) L : スパン長さ (mm) E : 燃料被覆管の縦弾性係数 (MPa) <p>5.2.3 地震による応力解析方法</p> <p>燃料被覆管には、地震時において、燃料集合体の変形に応じた応力が発生するので、応力解析を行う。</p> <p>(1) A型燃料集合体</p> <p>水平方向応力解析モデルを第5-7図に示す。燃料棒、制御棒案内シムプル、スリーブ、インサート、上部ノズル、下部ノズル及び支持格子は、はり要素で、また支持格子ばね及びディンプルは、ばね-摩擦要素にて模擬している。ここで上部ノズル及び下部ノズルは固定、ノズルと制御棒案内シムプル及び制御棒案内シムプルと支持格子は剛結合、燃料棒と支持格子は弾性結合、ノズル及び支持格子は変形に対して剛とする。燃料棒及び制御棒案内シムプルについては、複数本あるのでそれぞれ等価な剛性を持つ2本のはりとして扱う。</p> <p>鉛直方向応力解析モデルを第5-8図に示す。上部ノズル、下部ノズル、制御棒案内シムプル及び燃料棒等は、はり要素で、支持格子ばね及びディンプルは、ばね-摩擦要素にて模擬している。</p> <p>応力解析においては、地震応答解析で得られる各支持格子の最大変位における燃料集合体の振動モードを強制変位として、第5-7図の水平方向応力解析モデルに与えることにより水平地震による応力を求め、さらに、鉛直地震による応力を第5-8図の鉛直方向応力解析モデルにより求め、足し合わせ、地震時応力とする。</p> <p>なお、解析に使用するコードは「ANSYS Ver.10.0及び11.0」である。評価に用いる解析コード「ANSYS Ver.10.0及び11.0」の検証及び妥当性確認等の概要については、別紙「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。</p>		<p>その変位を燃料棒の中心部に与えたとき発生する応力を求める。いま燃料棒の両端を単純支持と仮定すると、任意の直径をdとすると、中立軸から$\frac{d}{2}$の位置の燃料被覆管断面に生じる応力は次式で与えられる。</p> $\sigma_s = \pm \frac{M \cdot d}{2I} = \pm \frac{24 d \cdot E \cdot \delta}{5L^2}$ <p>ここで、</p> <ul style="list-style-type: none"> σ_s : 振幅に対応する応力 (MPa) M : 最大曲げモーメント $\frac{W \cdot L^2}{8}$ (N・mm) d : 任意の直径 (mm) <ul style="list-style-type: none"> d_o : 燃料被覆管 外径 (mm) d_i : 燃料被覆管 内径 (mm) I : 断面二次モーメント $\frac{\pi}{64} (d_o^4 - d_i^4)$ (mm⁴) W : 等分布荷重 $\frac{384 E \cdot I \cdot \delta}{5L^4}$ (N/mm) δ : 振幅 (Paidoussisの式より求めた値) (mm) L : スパン長さ (mm) E : 燃料被覆管の縦弾性係数 (MPa) <p>5.2.3 地震による応力解析方法</p> <p>燃料被覆管には、地震時において、燃料集合体の変形に応じた応力が発生するので、応力解析を行う。</p> <p>(1) A型燃料集合体</p> <p>水平方向応力解析モデルを第5-6図に示す。燃料棒、制御棒案内シムプル、スリーブ、インサート、上部ノズル、下部ノズル及び支持格子は、はり要素で、また支持格子ばね及びディンプルは、ばね-摩擦要素にて模擬している。ここで上部ノズル及び下部ノズルは固定、ノズルと制御棒案内シムプル及び制御棒案内シムプルと支持格子は剛結合、燃料棒と支持格子は弾性結合、ノズル及び支持格子は変形に対して剛とする。燃料棒及び制御棒案内シムプルについては、複数本あるのでそれぞれ等価な剛性を持つ2本のはりとして扱う。</p> <p>鉛直方向応力解析モデルを第5-7図に示す。上部ノズル、下部ノズル、制御棒案内シムプル及び燃料棒等は、はり要素で、支持格子ばね及びディンプルは、ばね-摩擦要素にて模擬している。</p> <p>応力解析においては、地震応答解析で得られる各支持格子の最大変位における燃料集合体の振動モードを強制変位として、第5-6図の水平方向応力解析モデルに与えることにより水平地震による応力を求め、さらに、鉛直地震による応力を第5-7図の鉛直方向応力解析モデルにより求め、足し合わせ、地震時応力とする。</p> <p>なお、解析に使用するコードは「ANSYS Ver.11.0」である。評価に用いる解析コード「ANSYS Ver.11.0」の検証及び妥当性確認等の概要については、別紙「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。</p>	<p>相違理由</p> <p>・記載表現の相違</p> <p>【大阪】</p> <p>解析時期の違いによるものだが、解析内容・結果は同じ。(検証及び妥当性確認したコードであることも同じ)</p>

実線・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第4条 地震による損傷の防止（別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持：別添資料）

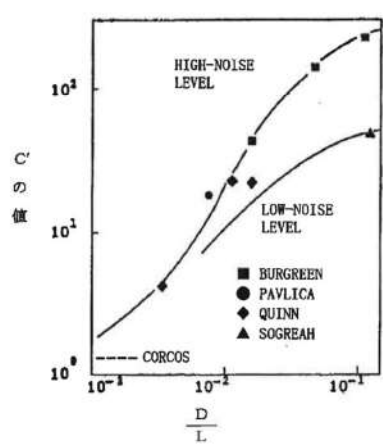
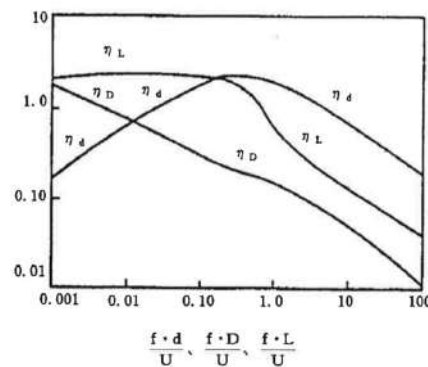
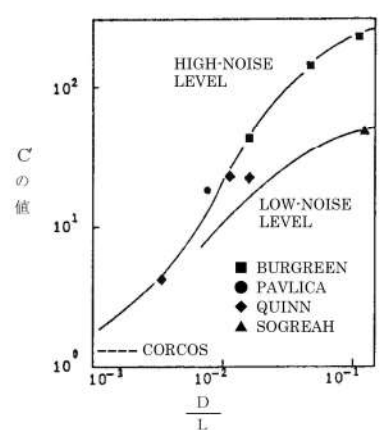
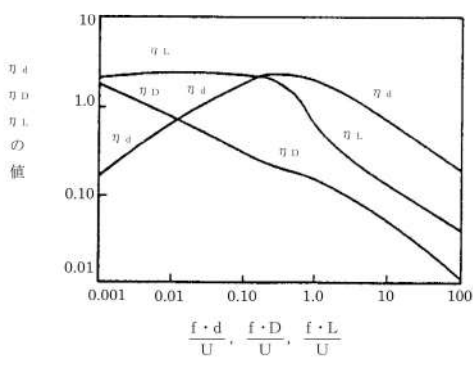
大飯発電所3 / 4号炉 (2018.9.26版)	女川原子力発電所2号炉 (2020.2.7版)	泊発電所3号炉	相違理由
<p>(2) B型燃料集合体</p> <p>水平方向応力解析モデルを第5-9図に示す。ここで、制御棒案内シムプルと上・下部ノズル及び最上・下部支持格子は固定、中間の7個の支持格子とは摩擦要素とばね要素で結合しフローティングを模擬している。また、燃料棒と支持格子は摩擦要素、ばね要素及び回転ばね要素を用いて結合し、ソフトストップ及びハードストップを模擬している。燃料棒については、たわみ方向と垂直な燃料棒列を考え、同一列に属するものを1本のはりとしてまとめ（剛性、断面二次モーメント等）、数本のはりとしてモデル化した。</p> <p>また、制御棒案内シムプルについても同様なモデル化を実施した。</p> <p>ノズル、支持格子については実験により求めた等価な物性値を持ったはり要素で代表している。</p> <p>鉛直方向応力解析モデルを第5-10図に示す。ここで、制御棒案内シムプルと上・下部ノズル及び最上・下部支持格子は固定、中間の7個の支持格子とは摩擦要素とばね要素で結合しフローティングを模擬している。また、燃料棒と支持格子は摩擦要素、ばね要素及び回転ばね要素を用いて結合し、ソフトストップ及びハードストップを模擬している。</p> <p>水平地震による応力は、地震応答解析により得られる各支持格子の最大変位を、第5-9図の水平応力解析モデルにおいてそれが生じる支持格子に与えることによって求め、さらに、鉛直地震による応力を第5-10図の鉛直方向応力解析モデルにより求め、足し合わせ、地震応力とする。</p> <p>なお、解析に使用するコードは「NASTRAN Ver.2012.2.0」である。評価に用いる解析コード「NASTRAN Ver.2012.2.0」の検証及び妥当性確認等の概要については、別紙「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。</p>		<p>(2) B型燃料集合体</p> <p>水平方向応力解析モデルを第5-8図に示す。ここで、制御棒案内シムプルと上・下部ノズル及び最上・下部支持格子は固定、中間の7個の支持格子とは摩擦要素とばね要素で結合しフローティングを模擬している。また、燃料棒と支持格子は摩擦要素、ばね要素及び回転ばね要素を用いて結合し、ソフトストップ及びハードストップを模擬している。燃料棒については、たわみ方向と垂直な燃料棒列を考え、同一列に属するものを1本のはりとしてまとめ（剛性、断面二次モーメント等）、数本のはりとしてモデル化した。</p> <p>また、制御棒案内シムプルについても同様なモデル化を実施した。</p> <p>ノズル、支持格子については実験により求めた等価な物性値を持ったはり要素で代表している。</p> <p>鉛直方向応力解析モデルを第5-9図に示す。ここで、制御棒案内シムプルと上・下部ノズル及び最上・下部支持格子は固定、中間の7個の支持格子とは摩擦要素とばね要素で結合しフローティングを模擬している。また、燃料棒と支持格子は摩擦要素、ばね要素及び回転ばね要素を用いて結合し、ソフトストップ及びハードストップを模擬している。</p> <p>水平地震による応力は、地震応答解析により得られる各支持格子の最大変位を、第5-8図の水平応力解析モデルにおいてそれが生じる支持格子に与えることによって求め、さらに、鉛直地震による応力を第5-9図の鉛直方向応力解析モデルにより求め、足し合わせ、地震時応力とする。</p> <p>なお、解析に使用するコードは「NASTRAN Ver.2012.2.0」である。評価に用いる解析コード「NASTRAN Ver.2012.2.0」の検証及び妥当性確認等の概要については、別紙「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。</p>	

第4条 地震による損傷の防止(別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持:別添資料)

大飯発電所3/4号炉 (2018.9.26版)	女川原子力発電所2号炉 (2020.2.7版)	泊発電所3号炉	相違理由
<p>5.2.4 体積平均相当応力評価方法</p> <p>燃料被覆管に生じる応力は、内外圧差による応力の他に水力振動による応力と地震による応力を加えた合応力が、内面から外面へと連続的に変化している。燃料被覆管の破損を判定するため耐力と比較する応力は、燃料被覆管にかかる平均的な応力(せん断ひずみエネルギーに基づく体積平均相当応力)とする必要がある。体積平均相当応力とは、燃料被覆管にかかる合応力を体積の重みを付けて平均したもので、以下に示すとおりである。なお、本手法は大飯発電所3号機平成18年10月1日付け平成16・06・18原第22号にて認可された既工事計画にて実績のある手法である。</p> <p>まず、燃料被覆管任意半径rにおける相当応力$\sigma_{e,1}(r)$は以下の式で与える。</p> $\sigma_{e,1}(r) = \sqrt{\frac{(\sigma_z - \sigma_\theta)^2 + (\sigma_\theta - \sigma_r)^2 + (\sigma_r - \sigma_z)^2}{2}}$ <p>これを軸方向単位長さ当たり、半径方向に体積積分(あるいは体積平均)をとり、体積平均相当応力$\sigma_{e,1}$を以下の式で求める。</p> $\sigma_{e,1} = \frac{\int_{r_1}^{r_2} \int_0^{2\pi} \int_0^\pi \sigma_{e,1}(r) dz \cdot r d\theta \cdot dr}{\int_{r_1}^{r_2} \int_0^{2\pi} \int_0^\pi dz \cdot r d\theta \cdot dr}$ $= \frac{2 \int_{r_1}^{r_2} r \cdot \sigma_{e,1}(r) dr}{r_2^2 - r_1^2}$ <p>ここで、r、θ及びzは円筒座標系の変数であり、それぞれ半径方向、円周方向及び軸方向を表わす。</p>		<p>5.2.4 体積平均相当応力評価方法</p> <p>燃料被覆管に生じる応力は、内外圧差による応力の他に水力振動による応力と地震による応力を加えた合応力が、内面から外面へと連続的に変化している。燃料被覆管の破損を判定するため耐力と比較する応力は、燃料被覆管にかかる平均的な応力(せん断ひずみエネルギーに基づく体積平均相当応力)とする必要がある。体積平均相当応力とは、燃料被覆管にかかる合応力を体積の重みを付けて平均したもので、以下に示すとおりである。なお、本手法は泊発電所3号機平成20年8月14日付け平成20・06・17原第1号にて認可された既工事計画にて実績のある手法である。</p> <p>まず、燃料被覆管任意半径rにおける相当応力$\sigma_{e,1}(r)$は以下の式で与える。</p> $\sigma_{e,1}(r) = \sqrt{\frac{(\sigma_z - \sigma_\theta)^2 + (\sigma_\theta - \sigma_r)^2 + (\sigma_r - \sigma_z)^2}{2}}$ <p>これを軸方向単位長さ当たり、半径方向に体積積分(あるいは体積平均)をとり、体積平均相当応力$\sigma_{e,1}$を以下の式で求める。</p> $\sigma_{e,1} = \frac{\int_{r_1}^{r_2} \int_0^{2\pi} \int_0^\pi \sigma_{e,1}(r) dz \cdot r d\theta \cdot dr}{\int_{r_1}^{r_2} \int_0^{2\pi} \int_0^\pi dz \cdot r d\theta \cdot dr}$ $= \frac{2 \int_{r_1}^{r_2} r \cdot \sigma_{e,1}(r) dr}{r_2^2 - r_1^2}$ <p>ここで、r、θ及びzは円筒座標系の変数であり、それぞれ半径方向、円周方向及び軸方向を表わす。</p>	

実線・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・記載表現、設備名称の相違(実質的な相違なし)

第4条 地震による損傷の防止 (別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持:別添資料)

大飯発電所3/4号炉 (2018.9.26版)	女川原子力発電所2号炉 (2020.2.7版)	泊発電所3号炉	相違理由
 <p>第5-5図 不等係数Cの値</p>  <p>第5-6図 各係数η_d、η_D、η_Lの値</p>		 <p>第5-4図 不等係数Cの値</p>  <p>第5-5図 各係数η_d、η_D、η_Lの値</p>	

実線・・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第4条 地震による損傷の防止（別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持：別添資料）

大飯発電所3/4号炉（2018.9.26版）	女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	泊発電所3号炉	相違理由									
<div data-bbox="170 292 698 855" style="border: 1px solid black; height: 350px; width: 236px;"></div> <table border="1" data-bbox="443 874 683 922" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th></th> <th>ステップ1燃料</th> <th>ステップ2燃料</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>質量数</td> <td>506</td> <td>574</td> </tr> <tr> <td>原子数</td> <td>259</td> <td>287</td> </tr> </tbody> </table> <p data-bbox="237 943 645 959">第5-7図 燃料棒及び制御棒案内シンプルの水平方向応力解析モデル（A型燃料）</p>		ステップ1燃料	ステップ2燃料	質量数	506	574	原子数	259	287		<div data-bbox="1290 236 1827 834" style="border: 2px solid black; height: 375px; width: 240px;"></div> <p data-bbox="1413 842 1809 874">質量数：506（ウラン・プルトニウム混合酸化物燃料）、574（ウラン燃料） 原子数：259（ウラン・プルトニウム混合酸化物燃料）、287（ウラン燃料）</p> <p data-bbox="1352 898 1771 914">第5-6図 燃料棒及び制御棒案内シンプルの水平方向応力解析モデル（A型燃料）</p> <p data-bbox="1290 1010 1749 1026">□ 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。</p>	
	ステップ1燃料	ステップ2燃料										
質量数	506	574										
原子数	259	287										

実線・・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第4条 地震による損傷の防止（別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持：別添資料）

大飯発電所3 / 4号炉 (2018.9.26版)	女川原子力発電所2号炉 (2020.2.7版)	泊発電所3号炉	相違理由
<div data-bbox="181 252 703 963" style="border: 1px solid black; height: 446px; width: 233px;"></div> <div data-bbox="622 938 696 979" style="font-size: small;">要素数：52 節点数：43</div> <div data-bbox="219 1007 680 1027" style="font-size: x-small;">第5-8図 燃料棒及び制御棒案内シンプルの鉛直方向応力解析モデル（A型燃料）</div>		<div data-bbox="1294 180 1816 890" style="border: 2px solid black; height: 445px; width: 233px;"></div> <div data-bbox="1733 898 1807 938" style="font-size: x-small;">要素数：52 節点数：43</div> <div data-bbox="1339 954 1778 975" style="font-size: x-small;">第5-7図 燃料棒及び制御棒案内シンプルの鉛直方向応力解析モデル（A型燃料）</div> <div data-bbox="1285 1114 1749 1134" style="border: 1px solid black; padding: 2px; font-size: x-small;">棒囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。</div>	

実線・・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第4条 地震による損傷の防止（別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持：別添資料）

大飯発電所3/4号炉（2018.9.26版）	女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	泊発電所3号炉	相違理由
<div data-bbox="174 292 703 839" style="border: 1px solid black; height: 343px; width: 236px;"></div> <div data-bbox="607 863 689 911" style="display: flex; align-items: center;"> 要書数 始点数 <input style="width: 20px; height: 20px; margin-left: 5px;" type="text"/> </div> <div data-bbox="212 930 667 952" style="font-size: x-small; margin-top: 10px;"> <p>第5-9図 燃料棒及び制御棒案内シンプルの水平方向応力解析モデル（B型燃料）</p> </div>		<div data-bbox="1294 248 1823 802" style="border: 2px solid black; height: 347px; width: 236px;"></div> <div data-bbox="1715 823 1798 871" style="display: flex; align-items: center;"> 要書数 節点数 <input style="width: 20px; height: 20px; margin-left: 5px;" type="text"/> </div> <div data-bbox="1328 884 1769 904" style="font-size: x-small; margin-top: 10px;"> <p>第5-8図 燃料棒及び制御棒案内シンプルの水平方向応力解析モデル（B型燃料）</p> </div> <div data-bbox="1285 971 1749 994" style="font-size: x-small; margin-top: 10px;"> <p> 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。</p> </div>	

実線・・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第4条 地震による損傷の防止（別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持：別添資料）

大飯発電所3/4号炉（2018.9.26版）	女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	泊発電所3号炉	相違理由
<div data-bbox="174 292 698 879" style="border: 1px solid black; height: 368px; width: 234px;"></div> <div data-bbox="622 879 698 922" style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> 要素数： 節点数： </div> <div data-bbox="230 943 685 963" style="font-size: small;"> 第5-10図 燃料棒及び制御棒案内シンプルの鉛直方向応力解析モデル（B型燃料） </div>		<div data-bbox="1301 284 1818 975" style="border: 1px solid black; height: 433px; width: 231px;"></div> <div data-bbox="1742 986 1818 1029" style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> 要素数： 節点数： </div> <div data-bbox="1305 1054 1794 1075" style="font-size: small;"> 第6-9図 燃料棒及び制御棒案内シンプルの鉛直方向応力解析モデル（B型燃料） </div> <div data-bbox="1290 1145 1749 1166" style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-top: 10px;"> 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。 </div>	


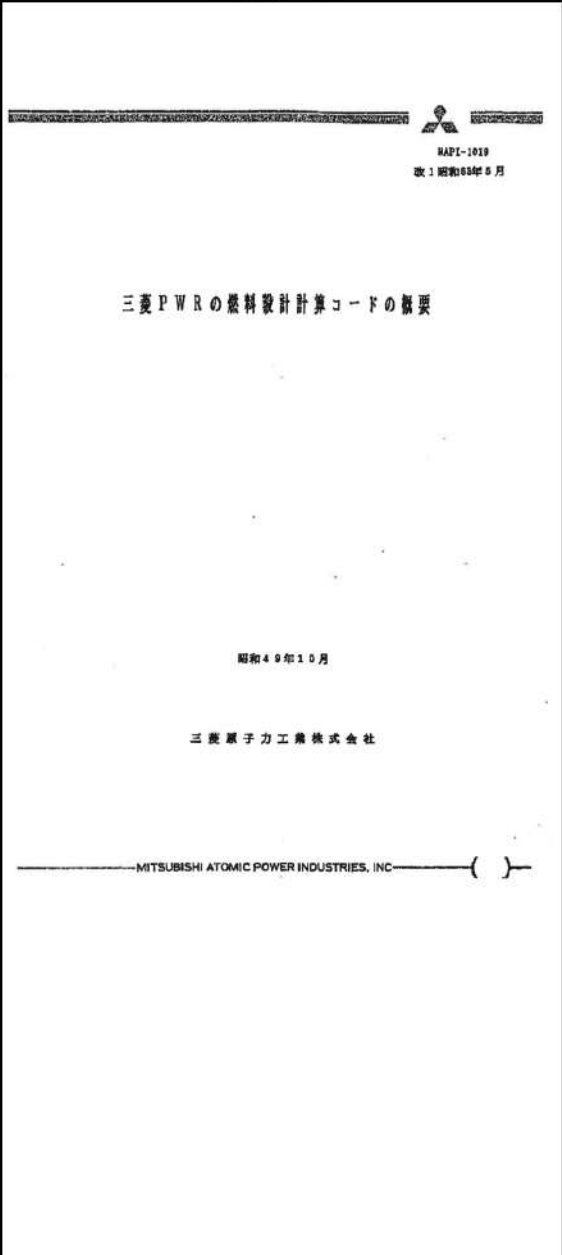
実線・・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）





第4条 地震による損傷の防止（別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持：別添資料）

大飯発電所3/4号炉（2018.9.26版）	女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	泊発電所3号炉	相違理由
<p style="text-align: center;">別添資料3</p> <p>燃料被覆管応力評価方法および疲労評価方法に係る公開文献の抜粋</p> <p>○資料</p> <p>【三菱公開文献】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・MAPI - 1019 三菱PWRの燃料設計計算コードの概要 改1 ・<u>MHI - NES - 1021三菱PWR高燃焼度化ステップ2燃料の機械設計 改3</u> <p>【原燃工公開文献】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・NFK - 8011 燃料棒性能解析コード (FPAC) 改4 ・NFK - 8011 燃料棒性能解析コード (FPAC) 改7 ・<u>NFK - 8119 原燃工製PWRステップ2燃料の機械設計について(大飯1, 2, 3, 4号)改1</u> 		<p>別添資料3 燃料被覆管応力評価方法及び疲労評価方法に係る公開文献の抜粋</p> <p>○資料</p> <p>【三菱公開文献】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・MAPI-1019 三菱PWRの燃料設計計算コードの概要 改1 ・<u>MNF-1001 三菱PWR高燃焼度化ステップ2燃料の機械設計</u> <p>【原燃工公開文献】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・NFK-8011 燃料棒性能解析コード (FPAC) 改4 ・NFK-8011 燃料棒性能解析コード (FPAC) 改11 ・<u>NFK-8134 原燃工製PWRステップ2燃料の機械設計について(泊1, 2, 3号) 改1</u> ・<u>NFK-8135 MOX燃料の機械設計について(泊3号)</u> 	<p>・既許可の相違による参照する公開文献の相違</p> <p>【大飯】</p> <p>審査時期により参照する最新の公開文献が異なるが、燃料被覆管応力評価方法及び疲労評価方法自体に相違はない。</p>

実線・・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第4条 地震による損傷の防止（別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持：別添資料）

大飯発電所3/4号炉（2018.9.26版）	女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	泊発電所3号炉	相違理由
			

大飯発電所3 / 4号炉 (2018.9.26版)	女川原子力発電所2号炉 (2020.2.7版)	泊発電所3号炉	相違理由
<p style="text-align: right;">2107</p>  <p>2.5 被覆管応力 被覆管応力の要因として、内外圧差やペレット-被覆管相互作用による応力、熱応力があるが、これらの応力はPIRCコード内で計算される。以下にそれぞれの計算式を示す。</p> <p>2.5.1 内外圧差及び接触圧による応力 次のような内外圧を受ける厚肉円筒公式を用いる。</p> $\sigma_r = \frac{1-K^2/R^2}{K^2-1}P' - \frac{K^2-K^2/R^2}{K^2-1}P_0$ $\sigma_\theta = \frac{1+K^2/R^2}{K^2-1}P' - \frac{K^2+K^2/R^2}{K^2-1}P_0$ $\sigma_z = \frac{1}{K^2-1}P' - \frac{K^2}{K^2-1}P_0$ <p>但し、 $K = r_o / r_i$ $R = r / r_i$</p> <p>ここで、 σ_r: 被覆管半径方向応力, kg/cm² σ_θ: 被覆管円周方向応力, kg/cm² σ_z: 被覆管軸方向応力, kg/cm² P': 内圧とペレット-被覆管接触圧の和 ($P_i = P_0$), kg/cm² P_0: 外圧, kg/cm² r_o: 被覆管外半径, m r_i: 被覆管内半径, m r: 被覆管任意半径, m</p> <p>また、接触圧 P_0 は次の表の式を用いて計算する。</p> <hr/> <p style="text-align: center;">MITSUBISHI ATOMIC POWER INDUSTRIES, INC. (19)</p> <hr/>  $P_0 = \frac{\frac{r}{r_i}}{\frac{K^2+1}{K^2-1} \times \frac{1}{E_1} + \frac{1}{E_2} + \frac{r}{E_1} - \frac{r}{E_2}}$ <p>ここで、 r_i: 燃料棒中心から接触面までの距離, m r_o: 被覆管外半径, m δ: ペレットと被覆管の相互干渉 (半幅分), mm ν_1, ν_2: 被覆管及びペレットのポアソン比 E_1, E_2: 被覆管及びペレットの弾性係数, kg/cm²</p>		<p style="text-align: right;">2107</p>  <p>2.5 被覆管応力 被覆管応力の要因として、内外圧差やペレット-被覆管相互作用による応力、熱応力があるが、これらの応力はPIRCコード内で計算される。以下にそれぞれの計算式を示す。</p> <p>2.5.1 内外圧差及び接触圧による応力 次のような内外圧を受ける厚肉円筒公式を用いる。</p> $\sigma_r = \frac{1-K^2/R^2}{K^2-1}P' - \frac{K^2-K^2/R^2}{K^2-1}P_0$ $\sigma_\theta = \frac{1+K^2/R^2}{K^2-1}P' - \frac{K^2+K^2/R^2}{K^2-1}P_0$ $\sigma_z = \frac{1}{K^2-1}P' - \frac{K^2}{K^2-1}P_0$ <p>但し、 $K = r_o / r_i$ $R = r / r_i$</p> <p>ここで、 σ_r: 被覆管半径方向応力, kg/cm² σ_θ: 被覆管円周方向応力, kg/cm² σ_z: 被覆管軸方向応力, kg/cm² P': 内圧とペレット-被覆管接触圧の和 ($P_i = P_0$), kg/cm² P_0: 外圧, kg/cm² r_o: 被覆管外半径, m r_i: 被覆管内半径, m r: 被覆管任意半径, m</p> <p>また、接触圧 P_0 は次の表の式を用いて計算する。</p> <hr/> <p style="text-align: center;">MITSUBISHI ATOMIC POWER INDUSTRIES, INC. (19)</p> <hr/>  $P_0 = \frac{\frac{r}{r_i}}{\frac{K^2+1}{K^2-1} \times \frac{1}{E_1} + \frac{1}{E_2} + \frac{r}{E_1} - \frac{r}{E_2}}$ <p>ここで、 r_i: 燃料棒中心から接触面までの距離, m r_o: 被覆管外半径, m δ: ペレットと被覆管の相互干渉 (半幅分), mm ν_1, ν_2: 被覆管及びペレットのポアソン比 E_1, E_2: 被覆管及びペレットの弾性係数, kg/cm²</p>	

実線・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第4条 地震による損傷の防止（別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持：別添資料）

大飯発電所3/4号炉（2018.9.26版）	女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	泊発電所3号炉	相違理由
<p>2.1.2 熱応力 被覆管内の半径方向温度分布は次式で計算される。</p> $T(r) = \frac{T_o \cdot \ln(r/r_i) + T_i \cdot \ln(r_o/r)}{\ln k}$ <p>但し、$K = r_o/r_i$ ここで、T_i：被覆管内面温度、℃ r_i：被覆管内半径、mm T_o：被覆管外面温度、℃ r_o：被覆管外半径、mm r：被覆管任意半径、mm</p> <p>この温度分布をもとに三軸方向の熱応力σ_r、σ_θ、σ_xは各々次の円筒の熱応力方式で計算される。</p> <p>(i) 半径方向応力</p> $\sigma_r = \frac{\sigma E_1}{2(1-\nu_1)} \{ [K^2 T_o - T_i] - (T_o - T_i)(r_o/r)^2 \} / [K^2 - 1] - T(r)$ <p>(ii) 接線方向応力</p> $\sigma_\theta = \frac{\sigma E_1}{2(1-\nu_1)} \{ [K^2 T_o - T_i] + (T_o - T_i)(r_o/r)^2 \} / [K^2 - 1] - (T_o - T_i) / \ln k - T(r)$ <p>(iii) 軸方向応力</p> $\sigma_x = \frac{\sigma E_1}{1-\nu_1} \{ [K^2 T_o - T_i] / (K^2 - 1) - (T_o - T_i) / 2 \ln k - T(r) \}$ <p>ここで、σ：被覆管熱膨張率、1/℃ E_1：被覆管ヤング率、kg/mm² ν_1：被覆管ポアソン比</p> <p>MITSUBISHI ATOMIC POWER INDUSTRIES, INC. (21)</p>		<p>2.1.2 熱応力 被覆管内の半径方向温度分布は次式で計算される。</p> $T(r) = \frac{T_o \cdot \ln(r/r_i) + T_i \cdot \ln(r_o/r)}{\ln k}$ <p>但し、$K = r_o/r_i$ ここで、T_i：被覆管内面温度、℃ r_i：被覆管内半径、mm T_o：被覆管外面温度、℃ r_o：被覆管外半径、mm r：被覆管任意半径、mm</p> <p>この温度分布をもとに三軸方向の熱応力σ_r、σ_θ、σ_xは各々次の円筒の熱応力方式で計算される。</p> <p>(i) 半径方向応力</p> $\sigma_r = \frac{\sigma E_1}{2(1-\nu_1)} \{ [K^2 T_o - T_i] - (T_o - T_i)(r_o/r)^2 \} / [K^2 - 1] - T(r)$ <p>(ii) 接線方向応力</p> $\sigma_\theta = \frac{\sigma E_1}{2(1-\nu_1)} \{ [K^2 T_o - T_i] + (T_o - T_i)(r_o/r)^2 \} / [K^2 - 1] - (T_o - T_i) / \ln k - T(r)$ <p>(iii) 軸方向応力</p> $\sigma_x = \frac{\sigma E_1}{1-\nu_1} \{ [K^2 T_o - T_i] / (K^2 - 1) - (T_o - T_i) / 2 \ln k - T(r) \}$ <p>ここで、σ：被覆管熱膨張率、1/℃ E_1：被覆管ヤング率、kg/mm² ν_1：被覆管ポアソン比</p> <p>MITSUBISHI ATOMIC POWER INDUSTRIES, INC. (21)</p>	

泊発電所3号炉 DB基準適合性 比較表

実線・・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第4条 地震による損傷の防止（別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持：別添資料）

大飯発電所3/4号炉（2018.9.26版）	女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	泊発電所3号炉	相違理由
<p style="text-align: center;">MH-NE3-102L <u>改1 平成14年4月</u> <u>改2 平成14年7月</u> <u>改3 平成14年12月</u></p> <p style="text-align: center;">三菱PWR高燃焼度化ステップ2燃料の機械設計</p> <p style="text-align: center;"><u>平成13年9月</u></p> <div style="text-align: center;">  三菱重工業株式会社 </div>		<p style="text-align: center;">MNF-1001</p> <p style="text-align: center;">三菱PWR高燃焼度化ステップ2燃料の機械設計</p> <p style="text-align: center;"><u>平成21年6月</u></p> <p style="text-align: center;">三菱原子燃料株式会社</p>	<p>・既許可の相違による参照する公開文献の相違</p> <p>【大飯】</p> <p>審査時期により参照する最新の公開文献が異なるが、燃料被覆管応力評価方法及び疲労評価方法自体に相違はない。</p>

第4条 地震による損傷の防止（別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持：別添資料）

大飯発電所3 / 4号炉 (2018.9.26版)	女川原子力発電所2号炉 (2020.2.7版)	泊発電所3号炉	相違理由
<p>4.1.2 設計基準</p> <p>三菱 PWR 高燃焼度化ステップ2燃料棒設計は、従来の燃料棒の設計と同様に、燃料寿命中、通常運転時および運転時の異常な過渡変化時における燃料健全性の観点から、表 4.1.2-1にまとめる5つの基準に基づいている。</p> <p>なお、これらの基準は、原子力安全委員会安全審査指針「発電用軽水型原子炉施設に関する安全設計審査指針(平成2年8月30日)」, 原子炉安全基準専門部会報告書「発電用軽水型原子炉の燃料設計手法について(昭和63年5月12日)」, 原子炉安全専門審査会内規「加圧水型原子炉に用いられる17行17列型の燃料集合体について(昭和51年2月16日)」等に記載されている考え方に基づいている。</p> <p>(1) 燃料温度</p> <p>ペレットが溶融すると体積が膨張し、被覆管に大きな応力が発生し、また、燃料スタックの寸法安定性あるいは、FP ガスの過度な放出・移動、さらにはペレットと被覆管の有害な化学反応を引き起こす恐れがある。これらを防ぐため、寿命中の燃料最高温度(中心温度)を燃料の溶融点未満とする。</p> <p>溶融点は、未照射状態における UO₂ ペレットに対して 2800℃、また高濃度ガドリニア入りペレット**では 2700℃である。燃料中心温度の各燃焼度に対する解析上の制限値は、溶融点の燃焼に伴う低下、ならびに計算モデルの不確実性および燃料の製造公差に基づく燃料中心温度の不確実性 220℃を考慮し、以下の通りとする。</p> <p>① UO₂ ペレット 未照射燃料では不確実性 220℃を考慮し、2580℃とする。以降燃焼に伴い 10,000MWd/tあたり32℃の割合で低下するとする。</p> <p>② ガドリニア入りペレット** 未照射燃料では不確実性 220℃を考慮し、2480℃とする。以降燃焼に伴い 10,000MWd/tあたり32℃の割合で低下するとする。</p> <p>(2) 燃料棒内圧</p> <p>通常運転時において、寿命初期では内圧は外圧を下回っており、被覆管は内向きのクリープ変形により径が減少してペレットとの接触に到る。その後、寿命中期以降、ペレットより放出された FP ガスの蓄積により内圧が増加し、寿命末期では内圧が外圧を超える可能性がある。このような内圧支配に到った状態では被覆管は外向きのクリープ変形により外径が増加し、一旦接触したペレットと被覆管にギャップが生じる可能性がある。このギャップが開くことによりギャップコンダクタンスが低下して燃料温度が上昇すると、さらに FP ガスが放出されて内圧が上昇し、その結果、さらにギャップが広がるといったいわゆるサーマル</p> <p>4-17</p>		<p>4.1.2 設計基準</p> <p>三菱 PWR 高燃焼度化ステップ2燃料棒設計は、従来の燃料棒の設計と同様に、燃料寿命中、通常運転時および運転時の異常な過渡変化時における燃料健全性の観点から、表 4.1.2-1にまとめる5つの基準に基づいている。</p> <p>なお、これらの基準は、原子力安全委員会安全審査指針「発電用軽水型原子炉施設に関する安全設計審査指針(平成2年8月30日)」, 原子炉安全基準専門部会報告書「発電用軽水型原子炉の燃料設計手法について(昭和63年5月12日)」, 原子炉安全専門審査会内規「加圧水型原子炉に用いられる17行17列型の燃料集合体について(昭和51年2月16日)」等に記載されている考え方に基づいている。</p> <p>(1) 燃料温度</p> <p>ペレットが溶融すると体積が膨張し、被覆管に大きな応力が発生し、また、燃料スタックの寸法安定性あるいは、FP ガスの過度な放出・移動、さらにはペレットと被覆管の有害な化学反応を引き起こす恐れがある。これらを防ぐため、寿命中の燃料最高温度(中心温度)を燃料の溶融点未満とする。</p> <p>溶融点は、未照射状態における UO₂ ペレットに対して 2800℃、また高濃度ガドリニア入りペレット**では 2700℃である。燃料中心温度の各燃焼度に対する解析上の制限値は、溶融点の燃焼に伴う低下、ならびに計算モデルの不確実性および燃料の製造公差に基づく燃料中心温度の不確実性 220℃を考慮し、以下の通りとする。</p> <p>① UO₂ ペレット 未照射燃料では不確実性 220℃を考慮し、2580℃とする。以降燃焼に伴い 10,000MWd/tあたり32℃の割合で低下するとする。</p> <p>② ガドリニア入りペレット** 未照射燃料では不確実性 220℃を考慮し、2480℃とする。以降燃焼に伴い 10,000MWd/tあたり32℃の割合で低下するとする。</p> <p>(2) 燃料棒内圧</p> <p>通常運転時において、寿命初期では内圧は外圧を下回っており、被覆管は内向きのクリープ変形により径が減少してペレットとの接触に到る。その後、寿命中期以降、ペレットより放出された FP ガスの蓄積により内圧が増加し、寿命末期では内圧が外圧を超える可能性がある。このような内圧支配に到った状態では被覆管は外向きのクリープ変形により外径が増加し、一旦接触したペレットと被覆管にギャップが生じる可能性がある。このギャップが開くことによりギャップコンダクタンスが低下して燃料温度が上昇すると、さらに FP ガスが放出されて内圧が上昇し、その結果、さらにギャップが広がるといったいわゆるサーマル</p> <p>4-17</p>	

**： ガドリニア濃度 10wt%の場合。

**： ガドリニア濃度 10wt%の場合。

実線・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・記載表現、設備名称の相違(実質的な相違なし)

第4条 地震による損傷の防止 (別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持:別添資料)

大飯発電所3 / 4号炉 (2018.9.26版)	女川原子力発電所2号炉 (2020.2.7版)	泊発電所3号炉	相違理由
<p>フィードバックを起こす可能性がある。このような状態での燃料使用は、燃料温度の過大な上昇を招くこととなり望ましい状況ではない。このサーマルフィードバックを防ぐために、燃料棒内圧は、通常運転時において、被覆管の外向きクリープ変形によりペレットと被覆管のギャップが増加する圧力を超えない設計とする。</p> <p>ここで、燃料棒内圧基準値は、原子炉安全基準専門部会報告書「発電用軽水型原子炉の燃料設計手法について」に記載された方法に基づき、改良被覆管の特性等を適切に評価できる燃料棒設計計算コードを用いて求めており、複数の燃料タイプに対して炉心運用を想定し、さらに評価の不確定性を考慮して求めた具体的判断基準値として、19.7MPaを設定する。</p> <p>(3) 被覆管応力 内外圧差およびペレットとの接触圧等により生じる被覆管応力を、被覆管の過度な変形を防ぐため、通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時を通して燃料寿命中、被覆材の耐力以下とする。 MDAおよびZIRLO被覆管の耐力は、ジルカロイ-4の耐力と同等であり、使用温度および高速中性子の照射効果を考慮すると約310N/mm²～約590N/mm²となる。被覆管応力基準値は、これに基づき設定する。</p> <p>(4) 被覆管歪 被覆管の過大な変形を防ぐため、被覆管円周方向引張歪の変化量は、各過渡変化に際して1%を超えない設計とする。</p> <p>(5) 周期的な被覆管歪(疲労損傷係数) 被覆管の累積疲労サイクル数は、設計疲労寿命を超えない設計とする。 具体的には、燃料寿命中の起動停止や負荷変化により被覆管にかかる応力サイクル数と、それぞれの応力振幅に対応して設計疲労曲線から求まる設計許容繰返し数との比の累積である累積疲労損傷係数が1.0を超えないことを評価する。なお、改良被覆管の疲労強度は、ジルカロイ-4の疲労強度と同等であり、設計疲労曲線としては、従来と同様、Langer and O'Donnell²⁶⁾の曲線を使用する。</p>		<p>フィードバックを起こす可能性がある。このような状態での燃料使用は、燃料温度の過大な上昇を招くこととなり望ましい状況ではない。このサーマルフィードバックを防ぐために、燃料棒内圧は、通常運転時において、被覆管の外向きクリープ変形によりペレットと被覆管のギャップが増加する圧力を超えない設計とする。</p> <p>ここで、燃料棒内圧基準値は、原子炉安全基準専門部会報告書「発電用軽水型原子炉の燃料設計手法について」に記載された方法に基づき、改良被覆管の特性等を適切に評価できる燃料棒設計計算コードを用いて求めており、複数の燃料タイプに対して炉心運用を想定し、さらに評価の不確定性を考慮して求めた具体的判断基準値として、19.7MPaを設定する。</p> <p>(3) 被覆管応力 内外圧差およびペレットとの接触圧等により生じる被覆管応力を、被覆管の過度な変形を防ぐため、通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時を通して燃料寿命中、被覆材の耐力以下とする。 MDAおよびZIRLO被覆管の耐力は、ジルカロイ-4の耐力と同等であり、使用温度および高速中性子の照射効果を考慮すると約310N/mm²～約590N/mm²となる。被覆管応力基準値は、これに基づき設定する。</p> <p>(4) 被覆管歪 被覆管の過大な変形を防ぐため、被覆管円周方向引張歪の変化量は、各過渡変化に際して1%を超えない設計とする。</p> <p>(5) 周期的な被覆管歪(疲労損傷係数) 被覆管の累積疲労サイクル数は、設計疲労寿命を超えない設計とする。 具体的には、燃料寿命中の起動停止や負荷変化により被覆管にかかる応力サイクル数と、それぞれの応力振幅に対応して設計疲労曲線から求まる設計許容繰返し数との比の累積である累積疲労損傷係数が1.0を超えないことを評価する。なお、改良被覆管の疲労強度は、ジルカロイ-4の疲労強度と同等であり、設計疲労曲線としては、従来と同様、Langer and O'Donnell²⁶⁾の曲線を使用する。</p>	

実線・・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第4条 地震による損傷の防止（別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持：別添資料）

大飯発電所3 / 4号炉 (2018.9.26版)	女川原子力発電所2号炉 (2020.2.7版)	泊発電所3号炉	相違理由																																				
<p>表4.1.2-1 燃料棒設計における基本的考慮事項と設計基準</p> <table border="1" data-bbox="188 564 705 1139"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>基本的考慮事項</th> <th>設計基準</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>(1) 燃料温度</td> <td>1) ペレット溶融に伴う過大な膨張を防ぐ。 2) 燃料スタックの不安定化を防ぐ。 3) H₂O ガスの過度の放出あるいは移動を防ぐ。 4) 燃料と被覆管の有害な化学反応を防ぐ。</td> <td>UO₂ ペレットおよびガドリニア入りペレットそれぞれの溶融点未満であること。</td> </tr> <tr> <td>(2) 燃料棒内圧</td> <td>サーマルフィードバック効果による燃料温度の過度な上昇を防ぐ。</td> <td>通常運転時において、被覆管の外向きのクリープ変形により、ペレットと被覆管のギャップが増加する圧力を超えないこと。</td> </tr> <tr> <td>(3) 被覆管応力</td> <td>通常運転時および運転時の異常な過渡変化時を通じて被覆管の健全性を確保する。</td> <td>被覆材の耐力以下であること。</td> </tr> <tr> <td>(4) 被覆管歪</td> <td></td> <td>円周方向引張歪*が1%以下であること。</td> </tr> <tr> <td>(5) 周期的な被覆管歪</td> <td>日間負荷変動を含む種々の設計過渡条件に対して被覆管の健全性を確保する。</td> <td>ASME Sec. III の概念による設計疲労寿命以下であること。</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: right;">*:各過渡変化に対する変化量</p>	項目	基本的考慮事項	設計基準	(1) 燃料温度	1) ペレット溶融に伴う過大な膨張を防ぐ。 2) 燃料スタックの不安定化を防ぐ。 3) H ₂ O ガスの過度の放出あるいは移動を防ぐ。 4) 燃料と被覆管の有害な化学反応を防ぐ。	UO ₂ ペレットおよびガドリニア入りペレットそれぞれの溶融点未満であること。	(2) 燃料棒内圧	サーマルフィードバック効果による燃料温度の過度な上昇を防ぐ。	通常運転時において、被覆管の外向きのクリープ変形により、ペレットと被覆管のギャップが増加する圧力を超えないこと。	(3) 被覆管応力	通常運転時および運転時の異常な過渡変化時を通じて被覆管の健全性を確保する。	被覆材の耐力以下であること。	(4) 被覆管歪		円周方向引張歪*が1%以下であること。	(5) 周期的な被覆管歪	日間負荷変動を含む種々の設計過渡条件に対して被覆管の健全性を確保する。	ASME Sec. III の概念による設計疲労寿命以下であること。		<p>表4.1.2-1 燃料棒設計における基本的考慮事項と設計基準</p> <table border="1" data-bbox="1294 539 1807 1107"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>基本的考慮事項</th> <th>設計基準</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>(1) 燃料温度</td> <td>1) ペレット溶融に伴う過大な膨張を防ぐ。 2) 燃料スタックの不安定化を防ぐ。 3) FP ガスの過度の放出あるいは移動を防ぐ。 4) 燃料と被覆管の有害な化学反応を防ぐ。</td> <td>UO₂ ペレットおよびガドリニア入りペレットそれぞれの溶融点未満であること。</td> </tr> <tr> <td>(2) 燃料棒内圧</td> <td>サーマルフィードバック効果による燃料温度の過度な上昇を防ぐ。</td> <td>通常運転時において、被覆管の外向きのクリープ変形により、ペレットと被覆管のギャップが増加する圧力を超えないこと。</td> </tr> <tr> <td>(3) 被覆管応力</td> <td>通常運転時および運転時の異常な過渡変化時を通じて被覆管の健全性を確保する。</td> <td>被覆材の耐力以下であること。</td> </tr> <tr> <td>(4) 被覆管歪</td> <td></td> <td>円周方向引張歪*が1%以下であること。</td> </tr> <tr> <td>(5) 周期的な被覆管歪</td> <td>日間負荷変動を含む種々の設計過渡条件に対して被覆管の健全性を確保する。</td> <td>ASME Sec. III の概念による設計疲労寿命以下であること。</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: right;">*:各過渡変化に対する変化量</p>	項目	基本的考慮事項	設計基準	(1) 燃料温度	1) ペレット溶融に伴う過大な膨張を防ぐ。 2) 燃料スタックの不安定化を防ぐ。 3) FP ガスの過度の放出あるいは移動を防ぐ。 4) 燃料と被覆管の有害な化学反応を防ぐ。	UO ₂ ペレットおよびガドリニア入りペレットそれぞれの溶融点未満であること。	(2) 燃料棒内圧	サーマルフィードバック効果による燃料温度の過度な上昇を防ぐ。	通常運転時において、被覆管の外向きのクリープ変形により、ペレットと被覆管のギャップが増加する圧力を超えないこと。	(3) 被覆管応力	通常運転時および運転時の異常な過渡変化時を通じて被覆管の健全性を確保する。	被覆材の耐力以下であること。	(4) 被覆管歪		円周方向引張歪*が1%以下であること。	(5) 周期的な被覆管歪	日間負荷変動を含む種々の設計過渡条件に対して被覆管の健全性を確保する。	ASME Sec. III の概念による設計疲労寿命以下であること。	
項目	基本的考慮事項	設計基準																																					
(1) 燃料温度	1) ペレット溶融に伴う過大な膨張を防ぐ。 2) 燃料スタックの不安定化を防ぐ。 3) H ₂ O ガスの過度の放出あるいは移動を防ぐ。 4) 燃料と被覆管の有害な化学反応を防ぐ。	UO ₂ ペレットおよびガドリニア入りペレットそれぞれの溶融点未満であること。																																					
(2) 燃料棒内圧	サーマルフィードバック効果による燃料温度の過度な上昇を防ぐ。	通常運転時において、被覆管の外向きのクリープ変形により、ペレットと被覆管のギャップが増加する圧力を超えないこと。																																					
(3) 被覆管応力	通常運転時および運転時の異常な過渡変化時を通じて被覆管の健全性を確保する。	被覆材の耐力以下であること。																																					
(4) 被覆管歪		円周方向引張歪*が1%以下であること。																																					
(5) 周期的な被覆管歪	日間負荷変動を含む種々の設計過渡条件に対して被覆管の健全性を確保する。	ASME Sec. III の概念による設計疲労寿命以下であること。																																					
項目	基本的考慮事項	設計基準																																					
(1) 燃料温度	1) ペレット溶融に伴う過大な膨張を防ぐ。 2) 燃料スタックの不安定化を防ぐ。 3) FP ガスの過度の放出あるいは移動を防ぐ。 4) 燃料と被覆管の有害な化学反応を防ぐ。	UO ₂ ペレットおよびガドリニア入りペレットそれぞれの溶融点未満であること。																																					
(2) 燃料棒内圧	サーマルフィードバック効果による燃料温度の過度な上昇を防ぐ。	通常運転時において、被覆管の外向きのクリープ変形により、ペレットと被覆管のギャップが増加する圧力を超えないこと。																																					
(3) 被覆管応力	通常運転時および運転時の異常な過渡変化時を通じて被覆管の健全性を確保する。	被覆材の耐力以下であること。																																					
(4) 被覆管歪		円周方向引張歪*が1%以下であること。																																					
(5) 周期的な被覆管歪	日間負荷変動を含む種々の設計過渡条件に対して被覆管の健全性を確保する。	ASME Sec. III の概念による設計疲労寿命以下であること。																																					

実線・・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第4条 地震による損傷の防止（別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持：別添資料）

大飯発電所3/4号炉（2018.9.26版）	女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	泊発電所3号炉	相違理由
<p style="text-align: right;">NFK-8011</p> <p>改1 昭和52年8月 改2 昭和54年11月 改3 昭和56年1月 改4 昭和63年3月</p> <p style="text-align: center;">燃料棒性能解析コード (FPAC)</p> <p style="text-align: center;">昭和51年8月</p> <p style="text-align: center;">原子燃料工業株式会社</p>		<p style="text-align: right;">NFK-8011</p> <p>改1 昭和52年8月 改2 昭和54年11月 改3 昭和56年1月 改4 昭和63年3月</p> <p style="text-align: center;">燃料棒性能解析コード (FPAC)</p> <p style="text-align: center;">昭和51年8月</p> <p style="text-align: center;">原子燃料工業株式会社</p>	

第4条 地震による損傷の防止（別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持：別添資料）

大阪発電所3/4号炉（2018.9.26版）	女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	泊発電所3号炉	相違理由
<p>2-5 燃料棒内圧</p> <p>燃料棒の内圧は内部のガスが理想気体と仮定して次式で計算する。</p> $P = nR / \sum_i (V_i / T_i)$ <p>P : 内圧 n : ガスのモル数 R : ガス定数 V_i : 各空間体積 T_i : 各空間の温度</p> <p>内部ガスとしては、初期輸入ガス、核分裂生成ガス、ペレットに吸着されたガス等を考慮する。核分裂生成ガスとしてはXe、Krを考慮している。</p> <p>空間体積としては、プレンナム、ペレットと被覆管のギャップ、ディシム、チャンブラ、クランク、オープンボアなどが考慮される。</p> <p>2-6 被覆管応力</p> <p>(1) 内外圧差による応力</p> <p>応力は、その主方向が円筒座標の座標軸方向と一致し、（せん断応力は零として計算する。）その方向が変化しないと仮定して計算する。</p> <p>応力の計算は次の2つの場合に分けて行なう。</p> <p>(a) 被覆管がペレットと接触していない時</p> <p>弾性限界内であれば、内外圧のみから次の円筒の式を用いて計算する。</p> $\sigma_\theta = -\frac{r_i^2 r_o^2 (P_o - P_i)}{r^2 (r_o^2 - r_i^2)} + \frac{P_i r_i^2 - P_o r_o^2}{r_o^2 - r_i^2}$ $\sigma_r = \frac{r_i^2 r_o^2 (P_o - P_i)}{r^2 (r_o^2 - r_i^2)} + \frac{P_i r_i^2 - P_o r_o^2}{r_o^2 - r_i^2}$ $\sigma_x = \frac{P_i r_i^2 - P_o r_o^2}{r_o^2 - r_i^2}$ <p>ここで σ_r : 半径方向応力 kg/㎠ σ_θ : 円筒方向応力 kg/㎠ σ_x : 軸方向応力 kg/㎠ r_i : 被覆管内半径 mm</p>		<p>2-5 燃料棒内圧</p> <p>燃料棒の内圧は内部のガスが理想気体と仮定して次式で計算する。</p> $P = nR / \sum_i (V_i / T_i)$ <p>P : 内圧 n : ガスのモル数 R : ガス定数 V_i : 各空間体積 T_i : 各空間の温度</p> <p>内部ガスとしては、初期輸入ガス、核分裂生成ガス、ペレットに吸着されたガス等を考慮する。核分裂生成ガスとしてはXe、Krを考慮している。</p> <p>空間体積としては、プレンナム、ペレットと被覆管のギャップ、ディシム、チャンブラ、クランク、オープンボアなどが考慮される。</p> <p>2-6 被覆管応力</p> <p>(1) 内外圧差による応力</p> <p>応力は、その主方向が円筒座標の座標軸方向と一致し、（せん断応力は零として計算する。）その方向が変化しないと仮定して計算する。</p> <p>応力の計算は次の2つの場合に分けて行なう。</p> <p>(a) 被覆管がペレットと接触していない時</p> <p>弾性限界内であれば、内外圧のみから次の円筒の式を用いて計算する。</p> $\sigma_\theta = -\frac{r_i^2 r_o^2 (P_o - P_i)}{r^2 (r_o^2 - r_i^2)} + \frac{P_i r_i^2 - P_o r_o^2}{r_o^2 - r_i^2}$ $\sigma_r = \frac{r_i^2 r_o^2 (P_o - P_i)}{r^2 (r_o^2 - r_i^2)} + \frac{P_i r_i^2 - P_o r_o^2}{r_o^2 - r_i^2}$ $\sigma_x = \frac{P_i r_i^2 - P_o r_o^2}{r_o^2 - r_i^2}$ <p>ここで σ_r : 半径方向応力 kg/㎠ σ_θ : 円筒方向応力 kg/㎠ σ_x : 軸方向応力 kg/㎠ r_i : 被覆管内半径 mm</p>	

第4条 地震による損傷の防止（別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持：別添資料）

大飯発電所3 / 4号炉 (2018.9.26版)	女川原子力発電所2号炉 (2020.2.7版)	泊発電所3号炉	相違理由
<p style="text-align: center;">ro : 被覆管外半径 mm Po : 冷却材圧力(外圧) kg/m² Pi : 内圧 kg/m²</p> <p>(4) 被覆管がペレットと接触している時 付に記した式において内圧にペレットと被覆管の接触圧を加えて計算する。 接触圧はいわゆる焼きばめの式を用いて計算する。この時、ペレット及び被覆管のヤング率はそれぞれUO₂及びジルカコイ-4のヤング率を用いる。ただし、ペレットに、並びかえ(リコケーション)による外径の増加分が誘っている間はペレットは小さな外力で収縮し、大きな接触圧は生じないとモデル化している。 応力が弾性限界内であるかは、Von Misesの理論に基づいて判定する。 弾性限界内であればPrandl-Reussの式を用いてくり返し計算で応力を求める。</p> <p>(2) 熱 応 力 被覆管の内外面に温度差がある場合には、被覆管に熱応力が生ずる。 本計算コードで使用している基本式は次のとおりである。</p> $\sigma_r = \frac{E\alpha}{r^3(1-\nu)} \left[- \int_{r_i}^r T(t) r dr + \frac{r^3 - r_i^3}{r_0^3 - r_i^3} \int_{r_i}^{r_0} T(t) r dr \right]$ $\sigma_\theta = \frac{E\alpha}{r_i(1-\nu)} \left[-T(t)r + \int_{r_i}^r T(t) r dr + \frac{r^2 + r_i^2}{r_0^2 - r_i^2} \int_{r_i}^{r_0} T(t) r dr \right]$ $\sigma_z = \frac{E\alpha}{1-\nu} \left[-T(t) + \frac{2}{r_0^2 - r_i^2} \int_{r_i}^{r_0} T(t) r dr \right]$ <p>ここで</p> $T(t) = \frac{T_i - T_0}{\log r_i - \log r_0} \log r + \frac{T_0 \log r_i - T_i \log r_0}{\log r_i - \log r_0}$ <p style="text-align: center;">-27-</p>	<p style="text-align: center;">ro : 被覆管外半径 mm Po : 冷却材圧力(外圧) kg/m² Pi : 内圧 kg/m²</p> <p>(4) 被覆管がペレットと接触している時 付に記した式において内圧にペレットと被覆管の接触圧を加えて計算する。 接触圧はいわゆる焼きばめの式を用いて計算する。この時、ペレット及び被覆管のヤング率はそれぞれUO₂及びジルカコイ-4のヤング率を用いる。ただし、ペレットに、並びかえ(リコケーション)による外径の増加分が誘っている間はペレットは小さな外力で収縮し、大きな接触圧は生じないとモデル化している。 応力が弾性限界内であるかは、Von Misesの理論に基づいて判定する。 弾性限界内であればPrandl-Reussの式を用いてくり返し計算で応力を求める。</p> <p>(2) 熱 応 力 被覆管の内外面に温度差がある場合には、被覆管に熱応力が生ずる。 本計算コードで使用している基本式は次のとおりである。</p> $\sigma_r = \frac{E\alpha}{r^3(1-\nu)} \left[- \int_{r_i}^r T(t) r dr + \frac{r^3 - r_i^3}{r_0^3 - r_i^3} \int_{r_i}^{r_0} T(t) r dr \right]$ $\sigma_\theta = \frac{E\alpha}{r_i(1-\nu)} \left[-T(t)r + \int_{r_i}^r T(t) r dr + \frac{r^2 + r_i^2}{r_0^2 - r_i^2} \int_{r_i}^{r_0} T(t) r dr \right]$ $\sigma_z = \frac{E\alpha}{1-\nu} \left[-T(t) + \frac{2}{r_0^2 - r_i^2} \int_{r_i}^{r_0} T(t) r dr \right]$ <p>ここで</p> $T(t) = \frac{T_i - T_0}{\log r_i - \log r_0} \log r + \frac{T_0 \log r_i - T_i \log r_0}{\log r_i - \log r_0}$ <p style="text-align: center;">-27-</p>	<p style="text-align: center;">ro : 被覆管外半径 mm Po : 冷却材圧力(外圧) kg/m² Pi : 内圧 kg/m²</p> <p>(4) 被覆管がペレットと接触している時 付に記した式において内圧にペレットと被覆管の接触圧を加えて計算する。 接触圧はいわゆる焼きばめの式を用いて計算する。この時、ペレット及び被覆管のヤング率はそれぞれUO₂及びジルカコイ-4のヤング率を用いる。ただし、ペレットに、並びかえ(リコケーション)による外径の増加分が誘っている間はペレットは小さな外力で収縮し、大きな接触圧は生じないとモデル化している。 応力が弾性限界内であるかは、Von Misesの理論に基づいて判定する。 弾性限界内であればPrandl-Reussの式を用いてくり返し計算で応力を求める。</p> <p>(2) 熱 応 力 被覆管の内外面に温度差がある場合には、被覆管に熱応力が生ずる。 本計算コードで使用している基本式は次のとおりである。</p> $\sigma_r = \frac{E\alpha}{r^3(1-\nu)} \left[- \int_{r_i}^r T(t) r dr + \frac{r^3 - r_i^3}{r_0^3 - r_i^3} \int_{r_i}^{r_0} T(t) r dr \right]$ $\sigma_\theta = \frac{E\alpha}{r_i(1-\nu)} \left[-T(t)r + \int_{r_i}^r T(t) r dr + \frac{r^2 + r_i^2}{r_0^2 - r_i^2} \int_{r_i}^{r_0} T(t) r dr \right]$ $\sigma_z = \frac{E\alpha}{1-\nu} \left[-T(t) + \frac{2}{r_0^2 - r_i^2} \int_{r_i}^{r_0} T(t) r dr \right]$ <p>ここで</p> $T(t) = \frac{T_i - T_0}{\log r_i - \log r_0} \log r + \frac{T_0 \log r_i - T_i \log r_0}{\log r_i - \log r_0}$ <p style="text-align: center;">-27-</p>	

泊発電所3号炉 DB基準適合性 比較表

実線・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第4条 地震による損傷の防止（別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持：別添資料）

大飯発電所3/4号炉（2018.9.26版）	女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	泊発電所3号炉	相違理由
<p> σ_r : 半径方向応力 σ_θ : 円周方向応力 σ_z : 軸方向応力 r_i : 被覆管内半径 r_o : 被覆管外半径 E : 被覆管のヤング率 α : 熱膨張係数（被覆管） ν : ポアソン比 T_i : 被覆管の内面温度 T_o : 被覆管の外表面温度 </p>		<p> σ_r : 半径方向応力 σ_θ : 円周方向応力 σ_z : 軸方向応力 r_i : 被覆管内半径 r_o : 被覆管外半径 E : 被覆管のヤング率 α : 熱膨張係数（被覆管） ν : ポアソン比 T_i : 被覆管の内面温度 T_o : 被覆管の外表面温度 </p>	

実線・・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第4条 地震による損傷の防止（別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持：別添資料）

大飯発電所3/4号炉（2018.9.26版）	女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	泊発電所3号炉	相違理由
<p style="text-align: center;">NFK-8011</p> <p>改1 昭和52年6月 改2 昭和54年11月 改3 昭和56年1月 改4 昭和63年3月 改5 平成14年4月 改6 平成14年8月 改7 平成14年12月</p> <p style="text-align: center;">燃料棒性能解析コード (FPAC)</p> <p style="text-align: center;">昭和51年8月</p> <p style="text-align: center;">原子燃料工業株式会社</p>		<p style="text-align: center;">NFK-8011</p> <p>改1 昭和52年6月 改2 昭和54年11月 改3 昭和56年1月 改4 昭和63年3月 改5 平成14年4月 改6 平成14年8月 改7 平成14年12月 改8 平成16年7月 改9 平成17年11月 改10 平成21年6月 改11 平成21年10月</p> <p style="text-align: center;">燃料棒性能解析コード (FPAC)</p> <p style="text-align: center;">昭和51年8月</p> <p style="text-align: center;">原子燃料工業株式会社</p>	<p>・既許可の相違による参照する公開文献の相違</p> <p>【大飯】</p> <p>審査時期により参照する最新の公開文献が異なるが、燃料被覆管応力評価方法及び疲労評価方法自体に相違はない。</p>

実線・・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第4条 地震による損傷の防止（別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持：別添資料）

大飯発電所3 / 4号炉 (2018.9.26版)	女川原子力発電所2号炉 (2020.2.7版)	泊発電所3号炉	相違理由
<p>参考資料2</p> <p>高燃焼度用FPACの適用範囲について</p> <p>高燃焼度用FPACコードは、従来のFPACコードに改良被覆管等の特性及びペレット照射挙動に関する最近の知見等を反映したものであり、主要な特徴は以下のとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ペレット照射挙動は、ペレット熱伝導率の燃焼度依存性等の最近の知見を反映したモデルにより評価している。 ・ 被覆管照射挙動は、各被覆管の特性を反映したモデルにより評価しており、改良被覆管を用いるステップ2燃料に加えジルカロイ-4製被覆管を用いた従来燃料についても評価できる機能を有している。 <p>高燃焼度用FPACの従来燃料への適用性を表1にまとめる。本コードの実証性は、本文中において照射挙動項目毎に計算値と実測値の比較により示している。</p> <p>これらのことから、高燃焼度用FPACコードは、ステップ2燃料の健全性評価に加えて従来燃料の健全性評価にも使用できる。</p>		<p>参考資料2</p> <p>高燃焼度用FPACの適用範囲について</p> <p>高燃焼度用FPACコードは、従来のFPACコードに改良被覆管等の特性及びペレット照射挙動に関する最近の知見等を反映したものであり、主要な特徴は以下のとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ペレット照射挙動は、ペレット熱伝導率の燃焼度依存性等の最近の知見を反映したモデルにより評価している。 ・ 被覆管照射挙動は、各被覆管の特性を反映したモデルにより評価しており、改良被覆管を用いるステップ2燃料に加えジルカロイ-4製被覆管を用いた従来燃料についても評価できる機能を有している。 <p>高燃焼度用FPACの従来燃料への適用性を表1にまとめる。本コードの実証性は、本文中において照射挙動項目毎に計算値と実測値の比較により示している。</p> <p>これらのことから、高燃焼度用FPACコードは、ステップ2燃料の健全性評価に加えて従来燃料の健全性評価にも使用できる。</p>	

実線・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・記載表現、設備名称の相違(実質的な相違なし)

第4条 地震による損傷の防止(別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持:別添資料)

大飯発電所3/4号炉 (2018.9.26版)				女川原子力発電所2号炉 (2020.2.7版)				泊発電所3号炉				相違理由																																																																																																																	
<p>表1 高燃焼度用FPACコードの従来燃料への適用性</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>計算項目</th> <th>評価評価モデル</th> <th>高燃焼度用FPACコードにおける追加・変更点</th> <th>従来燃料への適用性評価</th> <th>参照図</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">燃料温度</td> <td>ペレット被覆管ギャップ温度</td> <td>ギャップ温度</td> <td>従来燃料のペレット仕舞を含む燃料の照射データに対しても実証性が確認できている。</td> <td>第3-2図 (1/3) 第3-2図 (2/3)</td> </tr> <tr> <td>ペレット内温度分布</td> <td>ペレット熱伝導率式</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="4">燃料棒寸法変化</td> <td>ペレット膨張</td> <td>固体FPACコードの燃焼度依存性</td> <td>従来燃料のペレット仕舞を含む燃料の照射データに対しても実証性が確認できている。</td> <td>第3-6図 (1/2) 第3-3図 (3/4)</td> </tr> <tr> <td>ペレット収縮</td> <td>ペレットと被覆管接触後のペレット塑性</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>被覆管閉じ込め変形</td> <td>被覆管タイプ別に評価式の定数を設定</td> <td>従来SnZrMoFe4製被覆管の照射データに対して実証性が確認できている。</td> <td>第3-3図 (3/4)</td> </tr> <tr> <td>被覆管照射成長</td> <td>被覆管タイプ別に評価式の定数を設定</td> <td>従来SnZrMoFe4は変更無し。</td> <td>第3-7図</td> </tr> <tr> <td>燃料棒内圧</td> <td>FPAC放出</td> <td>FPAC放出評価式(ペレット燃焼率)</td> <td>従来燃料のペレット仕舞を含む燃料の照射データに対しても実証性が確認できている。</td> <td>第3-4図 (1/2) 第3-4図 (2/2) 第3-5図 (1/2) 第3-3図 (3/4)</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">被覆管応力</td> <td rowspan="2">内外圧差及び接触圧による応力</td> <td rowspan="2">有限要素法を使用</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="2">被覆管腐食及び水素吸収</td> <td rowspan="2">被覆管腐食</td> <td rowspan="2">被覆管タイプ別に評価式の定数を設定</td> <td>従来SnZrMoFe4は変更無し。</td> <td>第3-8図 第3-9図</td> </tr> <tr> <td>従来SnZrMoFe4製被覆管の照射データに対して実証性が確認できている。</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>水素吸収量</td> <td>被覆管タイプによらず同一の水素吸収率を設定</td> <td>従来SnZrMoFe4製SnZrMoFe4製被覆管の照射データに対して実証性が確認できている。</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>								計算項目	評価評価モデル	高燃焼度用FPACコードにおける追加・変更点	従来燃料への適用性評価	参照図	燃料温度	ペレット被覆管ギャップ温度	ギャップ温度	従来燃料のペレット仕舞を含む燃料の照射データに対しても実証性が確認できている。	第3-2図 (1/3) 第3-2図 (2/3)	ペレット内温度分布	ペレット熱伝導率式			燃料棒寸法変化	ペレット膨張	固体FPACコードの燃焼度依存性	従来燃料のペレット仕舞を含む燃料の照射データに対しても実証性が確認できている。	第3-6図 (1/2) 第3-3図 (3/4)	ペレット収縮	ペレットと被覆管接触後のペレット塑性			被覆管閉じ込め変形	被覆管タイプ別に評価式の定数を設定	従来SnZrMoFe4製被覆管の照射データに対して実証性が確認できている。	第3-3図 (3/4)	被覆管照射成長	被覆管タイプ別に評価式の定数を設定	従来SnZrMoFe4は変更無し。	第3-7図	燃料棒内圧	FPAC放出	FPAC放出評価式(ペレット燃焼率)	従来燃料のペレット仕舞を含む燃料の照射データに対しても実証性が確認できている。	第3-4図 (1/2) 第3-4図 (2/2) 第3-5図 (1/2) 第3-3図 (3/4)	被覆管応力	内外圧差及び接触圧による応力	有限要素法を使用					被覆管腐食及び水素吸収	被覆管腐食	被覆管タイプ別に評価式の定数を設定	従来SnZrMoFe4は変更無し。	第3-8図 第3-9図	従来SnZrMoFe4製被覆管の照射データに対して実証性が確認できている。			水素吸収量	被覆管タイプによらず同一の水素吸収率を設定	従来SnZrMoFe4製SnZrMoFe4製被覆管の照射データに対して実証性が確認できている。		<p>表1 高燃焼度用FPACコードの従来燃料への適用性</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>計算項目</th> <th>評価評価モデル</th> <th>高燃焼度用FPACコードにおける追加・変更点</th> <th>従来燃料への適用性評価</th> <th>参照図</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">燃料温度</td> <td>ペレット被覆管ギャップ温度</td> <td>ギャップ温度</td> <td>従来燃料のペレット仕舞を含む燃料の照射データに対しても実証性が確認できている。</td> <td>第3-2図 (1/3) 第3-2図 (2/3)</td> </tr> <tr> <td>ペレット内温度分布</td> <td>ペレット熱伝導率式</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="4">燃料棒寸法変化</td> <td>ペレット膨張</td> <td>固体FPACコードの燃焼度依存性</td> <td>従来燃料のペレット仕舞を含む燃料の照射データに対しても実証性が確認できている。</td> <td>第3-6図 (1/2) 第3-3図 (3/4)</td> </tr> <tr> <td>ペレット収縮</td> <td>ペレットと被覆管接触後のペレット塑性</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>被覆管閉じ込め変形</td> <td>被覆管タイプ別に評価式の定数を設定</td> <td>従来SnZrMoFe4製被覆管の照射データに対して実証性が確認できている。</td> <td>第3-3図 (3/4)</td> </tr> <tr> <td>被覆管照射成長</td> <td>被覆管タイプ別に評価式の定数を設定</td> <td>従来SnZrMoFe4は変更無し。</td> <td>第3-7図</td> </tr> <tr> <td>燃料棒内圧</td> <td>FPAC放出</td> <td>FPAC放出評価式(ペレット燃焼率)</td> <td>従来燃料のペレット仕舞を含む燃料の照射データに対しても実証性が確認できている。</td> <td>第3-4図 (1/2) 第3-4図 (2/2) 第3-5図 (1/2) 第3-3図 (3/4)</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">被覆管応力</td> <td rowspan="2">内外圧差及び接触圧による応力</td> <td rowspan="2">有限要素法を使用</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="2">被覆管腐食及び水素吸収</td> <td rowspan="2">被覆管腐食</td> <td rowspan="2">被覆管タイプ別に評価式の定数を設定</td> <td>従来SnZrMoFe4は変更無し。</td> <td>第3-8図 第3-9図</td> </tr> <tr> <td>従来SnZrMoFe4製被覆管の照射データに対して実証性が確認できている。</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>水素吸収量</td> <td>被覆管タイプによらず同一の水素吸収率を設定</td> <td>従来SnZrMoFe4製SnZrMoFe4製被覆管の照射データに対して実証性が確認できている。</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>								計算項目	評価評価モデル	高燃焼度用FPACコードにおける追加・変更点	従来燃料への適用性評価	参照図	燃料温度	ペレット被覆管ギャップ温度	ギャップ温度	従来燃料のペレット仕舞を含む燃料の照射データに対しても実証性が確認できている。	第3-2図 (1/3) 第3-2図 (2/3)	ペレット内温度分布	ペレット熱伝導率式			燃料棒寸法変化	ペレット膨張	固体FPACコードの燃焼度依存性	従来燃料のペレット仕舞を含む燃料の照射データに対しても実証性が確認できている。	第3-6図 (1/2) 第3-3図 (3/4)	ペレット収縮	ペレットと被覆管接触後のペレット塑性			被覆管閉じ込め変形	被覆管タイプ別に評価式の定数を設定	従来SnZrMoFe4製被覆管の照射データに対して実証性が確認できている。	第3-3図 (3/4)	被覆管照射成長	被覆管タイプ別に評価式の定数を設定	従来SnZrMoFe4は変更無し。	第3-7図	燃料棒内圧	FPAC放出	FPAC放出評価式(ペレット燃焼率)	従来燃料のペレット仕舞を含む燃料の照射データに対しても実証性が確認できている。	第3-4図 (1/2) 第3-4図 (2/2) 第3-5図 (1/2) 第3-3図 (3/4)	被覆管応力	内外圧差及び接触圧による応力	有限要素法を使用					被覆管腐食及び水素吸収	被覆管腐食	被覆管タイプ別に評価式の定数を設定	従来SnZrMoFe4は変更無し。	第3-8図 第3-9図	従来SnZrMoFe4製被覆管の照射データに対して実証性が確認できている。			水素吸収量	被覆管タイプによらず同一の水素吸収率を設定	従来SnZrMoFe4製SnZrMoFe4製被覆管の照射データに対して実証性が確認できている。	
計算項目	評価評価モデル	高燃焼度用FPACコードにおける追加・変更点	従来燃料への適用性評価	参照図																																																																																																																									
燃料温度	ペレット被覆管ギャップ温度	ギャップ温度	従来燃料のペレット仕舞を含む燃料の照射データに対しても実証性が確認できている。	第3-2図 (1/3) 第3-2図 (2/3)																																																																																																																									
	ペレット内温度分布	ペレット熱伝導率式																																																																																																																											
燃料棒寸法変化	ペレット膨張	固体FPACコードの燃焼度依存性	従来燃料のペレット仕舞を含む燃料の照射データに対しても実証性が確認できている。	第3-6図 (1/2) 第3-3図 (3/4)																																																																																																																									
	ペレット収縮	ペレットと被覆管接触後のペレット塑性																																																																																																																											
	被覆管閉じ込め変形	被覆管タイプ別に評価式の定数を設定	従来SnZrMoFe4製被覆管の照射データに対して実証性が確認できている。	第3-3図 (3/4)																																																																																																																									
	被覆管照射成長	被覆管タイプ別に評価式の定数を設定	従来SnZrMoFe4は変更無し。	第3-7図																																																																																																																									
燃料棒内圧	FPAC放出	FPAC放出評価式(ペレット燃焼率)	従来燃料のペレット仕舞を含む燃料の照射データに対しても実証性が確認できている。	第3-4図 (1/2) 第3-4図 (2/2) 第3-5図 (1/2) 第3-3図 (3/4)																																																																																																																									
被覆管応力	内外圧差及び接触圧による応力	有限要素法を使用																																																																																																																											
被覆管腐食及び水素吸収	被覆管腐食	被覆管タイプ別に評価式の定数を設定	従来SnZrMoFe4は変更無し。	第3-8図 第3-9図																																																																																																																									
			従来SnZrMoFe4製被覆管の照射データに対して実証性が確認できている。																																																																																																																										
	水素吸収量	被覆管タイプによらず同一の水素吸収率を設定	従来SnZrMoFe4製SnZrMoFe4製被覆管の照射データに対して実証性が確認できている。																																																																																																																										
計算項目	評価評価モデル	高燃焼度用FPACコードにおける追加・変更点	従来燃料への適用性評価	参照図																																																																																																																									
燃料温度	ペレット被覆管ギャップ温度	ギャップ温度	従来燃料のペレット仕舞を含む燃料の照射データに対しても実証性が確認できている。	第3-2図 (1/3) 第3-2図 (2/3)																																																																																																																									
	ペレット内温度分布	ペレット熱伝導率式																																																																																																																											
燃料棒寸法変化	ペレット膨張	固体FPACコードの燃焼度依存性	従来燃料のペレット仕舞を含む燃料の照射データに対しても実証性が確認できている。	第3-6図 (1/2) 第3-3図 (3/4)																																																																																																																									
	ペレット収縮	ペレットと被覆管接触後のペレット塑性																																																																																																																											
	被覆管閉じ込め変形	被覆管タイプ別に評価式の定数を設定	従来SnZrMoFe4製被覆管の照射データに対して実証性が確認できている。	第3-3図 (3/4)																																																																																																																									
	被覆管照射成長	被覆管タイプ別に評価式の定数を設定	従来SnZrMoFe4は変更無し。	第3-7図																																																																																																																									
燃料棒内圧	FPAC放出	FPAC放出評価式(ペレット燃焼率)	従来燃料のペレット仕舞を含む燃料の照射データに対しても実証性が確認できている。	第3-4図 (1/2) 第3-4図 (2/2) 第3-5図 (1/2) 第3-3図 (3/4)																																																																																																																									
被覆管応力	内外圧差及び接触圧による応力	有限要素法を使用																																																																																																																											
被覆管腐食及び水素吸収	被覆管腐食	被覆管タイプ別に評価式の定数を設定	従来SnZrMoFe4は変更無し。	第3-8図 第3-9図																																																																																																																									
			従来SnZrMoFe4製被覆管の照射データに対して実証性が確認できている。																																																																																																																										
	水素吸収量	被覆管タイプによらず同一の水素吸収率を設定	従来SnZrMoFe4製SnZrMoFe4製被覆管の照射データに対して実証性が確認できている。																																																																																																																										
<p>(参考文献) □ 原子燃料工業, "燃料棒性能解析コード (FPAC)", NFK-8011 改4, 1988</p>								<p>(参考文献) □ 原子燃料工業, "燃料棒性能解析コード (FPAC)", NFK-8011 改4, 1988</p>																																																																																																																					

実線・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第4条 地震による損傷の防止（別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持：別添資料）

大飯発電所3/4号炉（2018.9.26版）	女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	泊発電所3号炉	相違理由
<p style="text-align: right;"><u>NFK-8119</u> 改訂1 平成15年3月</p> <p style="text-align: center;">原燃工製PWRステップ2燃料の 機械設計について <u>（大飯1,2,3,4号）</u></p> <p style="text-align: center;"><u>平成14年8月</u></p> <p style="text-align: center;">原子燃料工業株式会社</p>		<p style="text-align: right;"><u>NFK-8134</u> 改1 平成18年9月</p> <p style="text-align: center;">原燃工製PWRステップ2燃料の 機械設計について <u>（泊1,2,3号）</u></p> <p style="text-align: center;"><u>平成17年11月</u></p> <p style="text-align: center;">原子燃料工業株式会社</p>	<p>・既許可の相違による参照する公開文献の相違 【大飯】 審査時期により参照する最新の公開文献が異なるが、燃料被覆管応力評価方法及び疲労評価方法自体に相違はない。</p>

実線・・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第4条 地震による損傷の防止（別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持：別添資料）

大阪発電所3 / 4号炉 (2018.9.26版)	女川原子力発電所2号炉 (2020.2.7版)	泊発電所3号炉	相違理由
<p>(2) 燃料棒内圧 燃料棒内圧に対しては、燃料温度の過大な上昇防止の観点から「通常運転時において被覆管の外向きクリーブ変形によりペレットと被覆管のギャップが増加する圧力を超えないこと」としており、設計基準である限界内圧以下であることを確認する。 ここで、限界内圧は高燃焼度用FPACにより評価した値を用いる。限界内圧の評価ではFPACを用いて燃料棒内圧が高くなるような仮想的な計算を行い、図3-4に示すようにペレットと被覆管のギャップが増加し始める時の内圧（18.6MPa[abs]）を限界内圧とする。</p> <p>(3) 被覆管応力 被覆管応力は被覆管の耐力（0.2%オフセット）以下となるように設計する。被覆管応力評価では、内外圧差による応力、ペレット・被覆管の接触応力、熱応力、地震による応力及び水力振動による応力を考慮する。ここで被覆管の耐力には傾斜による増加及び温度依存性を考慮している。</p> <p>(4) 被覆管歪 燃料ペレットのスエリング及び熱膨張により被覆管に引張歪が発生するが、この歪変化量は被覆管の健全性に影響を与えない範囲に保つ必要があることから、設計基準としては、「被覆管の円周方向引張歪の変化量は各温度変化に対して1%以下であること」としている。</p> <p>(5) 被覆管疲労損傷 燃料棒は原子炉に装着されてから取出されるまでの間、出力変動及び圧力変動を受け、これにより繰返し応力が被覆管に加わる。この繰返し応力は、ASME ボイラ及び圧力容器コード第3章（ASME Sec.Ⅲ）に準拠した方法により評価し、累積疲労サイクル数と設計疲労寿命との比として表される累積疲労損傷係数が1.0を超えないように設計する。</p>		<p>(2) 燃料棒内圧 燃料棒内圧に対しては、燃料温度の過大な上昇防止の観点から「通常運転時において被覆管の外向きクリーブ変形によりペレットと被覆管のギャップが増加する圧力を超えないこと」としており、設計基準である限界内圧以下であることを確認する。 ここで、限界内圧は高燃焼度用FPACにより評価した値を用いる。限界内圧の評価では高燃焼度用FPACを用いて燃料棒内圧が高くなるような仮想的な計算を行い、図3-4に示すようにペレットと被覆管のギャップが増加し始める時の内圧（18.6MPa[abs]）を限界内圧とする。</p> <p>(3) 被覆管応力 被覆管応力は被覆管の耐力（0.2%オフセット）以下となるように設計する。被覆管応力評価では、内外圧差による応力、ペレット・被覆管の接触応力、熱応力、地震による応力、及び水力振動による応力を考慮する。ここで被覆管の耐力には傾斜による増加及び温度依存性を考慮している。</p> <p>(4) 被覆管歪 燃料ペレットのスエリング及び熱膨張により被覆管に引張歪が発生するが、この歪変化量は被覆管の健全性に影響を与えない範囲に保つ必要があることから、設計基準としては、「被覆管の円周方向引張歪の変化量は各温度変化に対して1%以下であること」としている。</p> <p>(5) 被覆管疲労損傷 燃料棒は原子炉に装着されてから取出されるまでの間、出力変動及び圧力変動を受け、これにより繰返し応力が被覆管に加わる。この繰返し応力は、ASME ボイラ及び圧力容器コード第3章（ASME Sec.Ⅲ）に準拠した方法により評価し、累積疲労サイクル数と設計疲労寿命との比として表される累積疲労損傷係数が1.0を超えないように設計する。</p>	

泊発電所3号炉 DB基準適合性 比較表

実線・・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第4条 地震による損傷の防止（別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持：別添資料）

大飯発電所3／4号炉（2018.9.26版）	女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	泊発電所3号炉	相違理由
<p>（大飯には泊記載の資料は無い）</p>		<p style="text-align: right;">NFK-8135</p> <p style="text-align: center;">MOX燃料の機械設計について （泊3号）</p> <p style="text-align: center;">平成20年12月</p> <p style="text-align: center;">原子燃料工業株式会社</p>	<p>・対象燃料の相違による参照する公開文献の相違</p> <p>【大飯】</p> <p>泊はウラン・プルトニウム混合酸化物燃料に対する公開文献を掲載しているが、燃料被覆管応力評価方法及び疲労評価方法に関する内容はウラン燃料と同様。</p>

実線・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第4条 地震による損傷の防止（別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持：別添資料）

大飯発電所3/4号炉（2018.9.26版）	女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	泊発電所3号炉	相違理由
		<p>3.3. 燃料棒の設計基準</p> <p>3.3.1. 燃料中心温度</p> <p>燃料中心温度は、ペレットの溶融点未満となるよう設計する。 MOX燃料の溶融点は、Pu含有率の増加に伴い低下する。そこでMOX燃料の融点は、PWR炉心での使用を想定し最大Pu含有率13wt%時の融点2730℃とする。また溶融点の燃焼に伴う低下は二酸化ウラン燃料と同じく、32℃/10,000MWd/tとする。^[4] さらに設計では評価モデル及び製造公差に基づく不確実性として220℃を考慮した値を制限値として用いる。この制限値をステップ2二酸化ウラン燃料及びガドニウム入り二酸化ウラン燃料とともに以下に示す。</p> <p>MOX燃料 : 2,510℃ ステップ2二酸化ウラン燃料 : 2,580℃ ステップ2ガドニウム入り二酸化ウラン燃料 : 2,480℃</p> <p>3.3.2. 燃料棒内圧</p> <p>燃料棒内圧は、燃料温度の過大な上昇防止の観点から「通常運転時において被覆管の外向きスクリーブ変形によりペレットと被覆管のギャップが増加する圧力を超えないこと」としており、設計基準である限界内圧以下であることを確認する。ここで、限界内圧は高燃焼度用FPACにより評価した値を用いる。限界内圧の評価では高燃焼度用FPACを用いて燃料棒内圧が高くなるような仮想的な計算を行い、図3-2に示すようにペレットと被覆管のギャップが増加し始める時の内圧（18.6MPaabs）を限界内圧とする。</p> <p>3.3.3. 被覆管応力</p> <p>被覆管応力は、被覆管の耐力（0.2%オフセット）以下となるように設計する。被覆管応力評価では、内外圧差による応力、ペレットと被覆管の接触応力、熱応力、地震による応力及び水方振動による応力を考慮する。ここで、被覆管の耐力は照射による増加及び温度依存性を考慮している。^[4]</p> <p>3.3.4. 被覆管歪</p> <p>ペレットのスエリング及び熱膨張により被覆管に引張歪が発生する。この歪変化量は被覆管の健全性に影響を与えない範囲に保つ必要があることから、設計基準としては、「被覆管の内周方向引張歪の変化量は各通過変化に対して1%以下であること」としている。</p> <p>3.3.5. 被覆管疲労損傷</p> <p>燃料棒は原子炉に装荷されてから取り出されるまでの間、出力変動及び圧力変動を受け、これにより繰り返し応力が被覆管に加わる。この繰り返し応力は、ASME Sec.IIIに準拠した方法に</p>	

泊発電所3号炉 DB基準適合性 比較表

実線・・設計方針又は設備構成等の相違
 波線・・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第4条 地震による損傷の防止（別紙5 地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能維持：別添資料）

大飯発電所3／4号炉（2018.9.26版）	女川原子力発電所2号炉（2020.2.7版）	泊発電所3号炉	相違理由
		<p>より評価し、累積疲労サイクル数と設計疲労寿命との比として表される累積疲労損傷係数が1を超えないように設計する。</p>	