

3.1.4 安全裕度評価

設計上の想定を超える事象の発生を仮定し、評価対象の発電用原子炉施設が、どの程度の事象まで燃料体又は使用済燃料（以下「燃料体等」という。）の著しい損傷を発生させることなく、また、格納容器機能喪失及び放射性物質の異常放出をさせることなく耐えることができるか、安全裕度を評価する。また、燃料体等の著しい損傷並びに格納容器機能喪失及び放射性物質の異常放出を防止するための措置について、深層防護(defense in depth)の観点から、その効果を示すとともに、クリフェッジ・エフェクト（例えば、設計時の想定を超える地震及び津波により機器類の損傷、浸水等が生じ、燃料損傷等を引き起こす安全上重要な機器等の一連の機能喪失が生じること。）を特定して、設備の潜在的な脆弱性を明らかにする。これにより、発電用原子炉施設について、設計上の想定を超える外部事象に対する頑健性に関して、総合的に評価する。

3.1.4.1 評価実施方法

3.1.4.1.1 評価項目

評価項目は、「実用発電用原子炉の安全性向上評価に関する運用ガイド（平成29年3月29日 原規規発第17032914号 原子力規制委員会決定）」（以下「運用ガイド」という。）に基づき、以下の項目について評価を実施する。

【評価項目】

- ・ 地震
- ・ 津波
- ・ 地震と津波の重畠事象（地震随伴事象及び津波随伴事象含む）
- ・ 地震又は津波に対するその他の自然現象の重畠事象
- ・ 号機間相互影響

3.1.4.1.2 評価の進め方

(1) 各評価項目に対する共通的な前提条件及び留意事項

評価において、事象の進展過程については、イベントツリーの形式で示すこととし、イベントツリーの各段階において、その段階で使用可能な防護措置について検討し、それぞれの有効性及び限界を示す。このような各段階の状況を示すことにより、深層防護の観点からの評価を明らかにする。評価に当たっては、以下の点に留意する。

- a 起因事象発生時の状況として、最大出力下での運転等、最も厳しい運転条件を想定するとともに、使用済燃料ピットが使用済燃料で満たされている等、最も厳しい発電用原子炉の状態を設定する。
- b 評価対象事象は、地震及び津波とする。これらの重畠事象についても想定する。評価においては、設計段階での想定事象に限らず、最新の知見に照らして最も過酷と考えられる条件及びそれを上回る事象を想定する。
- c 地震及び津波に対する随伴事象やその他自然現象の重畠によ

る影響を確認する。具体的には、前項の評価結果から特定されるクリフエッジを回避するために必要な緩和機能を防護すべき対象と位置付け、これらに対する随伴事象やその他自然現象の重畠の影響を評価する。

- d 発電用原子炉及び使用済燃料ピットが同時に影響を受けると想定する。また、防護措置の評価にあたっては、合理的な評価による場合を除き、一度失った機能は回復に期待せず、また外部からの支援は受けられない等、厳しい状況を仮定する。
- e 個別の発電用原子炉施設で自主的に強化した施設及び機能並びに耐震B・Cクラスの構造物・機器であっても合理的な評価によって機能が維持されることが示せる場合は、その機能に期待するものとする。
- f 安全裕度評価が自らの発電用原子炉施設の有する安全裕度及び潜在的な脆弱性を把握し、たえず安全性を向上させるためのプロセスの一貫であることを認識しつつ、原子炉施設保安規定に位置付けられた「原子力発電所における安全のための品質保証規程（J E A C 4 1 1 1 – 2 0 0 9）」を適用規格とする品質マネジメントシステムの仕組みのもと、この評価を実施する。また、評価の過程でメーカー等へ解析業務を委託する場合は、「原子力施設における許認可申請等に係る解析業務の品質向上ガイドライン（JANSI-GQA-01-第2版 平成26年3月）」の内容を反映した社内標準「原子力発電所保修業務要綱指針」に基づき、適切な調達管理を実施する。
- g 評価時点までに対応を実施した対策を含め、最新の情報を反映した評価を実施する。
- h 運転開始以降の設備の状態に関し、事象発生後における設備の機能維持、相互干渉、二次的影響、防護措置に係る作業性及び接近性等について情報を収集し、防護措置に係る成立性及び頑健性を確認するため、安全裕度評価の実施方法に照らして確認すべき観点を明確にしたうえで、プラント・ウォークダウン

を体系的に実施する。なお、実施に当たっては、新規制基準への適合性確認や P R A 等、これまでに実施したプラント・ウォータクダウンの結果が活用できる場合は、これを活用する。

(2) 建物・構築物、機器等の安全裕度評価における実応答値及び実耐力値または設計応答値及び設計耐力値の使用方法

a 地震に対する耐力評価の指標

運用ガイドでは、「安全裕度評価では、実応答値及び実耐力値を用いることとし、設計応答値及び設計耐力値を混在して使用しない。」（運用ガイド 参考資料 2 1. 評価実施方法 (3) 安全裕度評価実施事項①(a)より抜粋）とされている。

今回の地震に対する安全裕度評価では、地震に対する耐力評価の指標としてフラジリティを使用することとしている。このフラジリティ評価では、文献値や専門家判断を活用して耐力・応答のそれぞれについて中央値を設定するとともに、対数正規分布を仮定することでそれぞれの分布を考慮しており、得られた耐力分布・応答分布から建物、構築物、機器等の損傷確率を評価している。各分布の作成に当たっては、設計における保守性※を排除した現実的な評価が前提となるため、結果として得られるフラジリティは建物・構築物、機器等の実力値である。

※設計においては、耐力値・応答値についてそれぞれ以下に例示するような保守性を有している。

耐力値：物性値に規格基準値を使用、機能維持確認済加速度の使用、安全率を付加した許容値の設定等

応答値：保守的な減衰定数の使用、床応答曲線の拡幅、保守的な解析モデル等

フラジリティ評価で考慮する耐力分布・応答分布は設計における保守性を排除した現実的な評価に基づくという点は、建物、構築物、機器等のフラジリティ評価において共通であり、フラジリティを評価指標とする安全裕度評価においては、「設計値と実力値の混在」が発生することはない。

また、運用ガイドでは、評価の信頼性について、「設計応答値及び設計耐力値を用いる場合には、その信頼度を明確にする。更に、クリフエッジ・エフェクトの値の信頼度（例えば、95%信頼度の5%損傷確率等）には、偶然的不確実さ及び認識論的不確実さを考慮する。また、安全裕度評価が有する信頼性を明確にする。」（運用ガイド 参考資料2 1. 評価実施方法 (3) 安全裕度評価実施事項①(a)より抜粋）と記載されている。

前述の通り、地震に係る安全裕度評価では実力値とみなすことができるフラジリティを指標とするため、運用ガイドの「設計応答値及び設計耐力値を用いる場合」に該当しない。

なお、地震に係る安全裕度評価においては、第3.1.4.1.2.1図に示すフラジリティに対して、95%信頼度における5%損傷確率に相当する地震加速度レベル（以下「HCLPF」という。ここで、HCLPFはHigh Confidence of Low Probability of Failure（高信頼度低損傷確率）の略称である。）を用いてクリフエッジ・エフェクトの値（以下「クリフエッジ・エフェクト地震加速度」という。）を表わすこととし、HCLPFを評価における指標とする。工学分野においては、高い信頼度を求める場合には慣例的に信頼度95%（有意水準5%）が設定されることから、本評価の指標としてHCLPFを使用することは、十分高い信頼度が確保できていることを意味するものである。

HCLPFはフラジリティ評価により算出されるAmと不確実さ β_{CR} 及び β_{CU} により、次式のように表される。

$$HCLPF = Am \times \exp(-1.65 \times (\beta_{CR} + \beta_{CU}))$$

ここで、

Am：フラジリティ加速度中央値

（損傷確率50%に対応する地震動強さ）

β_{CR} ：偶然的不確実さ

β_{CU} ：認識論的不確実さ

である。

β_{CR} 及び β_{CU} は、フラジリティ評価において、物性値や地震応答等の物理現象が持つ不確実さ、並びに知識及び認識の不足に関係する不確実さを、分布のバラツキとして定量的に評価することにより得るものであり、具体的には以下のとおりである。

- ・ β_{CR} ：偶然的不確実さ

材料特性などに見られるように対象物が本来持っている「ばらつく特性」による不確実さである。物理現象が本質的に持っているランダム性に起因する「ばらつき」であるため、データの補充、評価モデルの詳細化を行ったとしても技術的に減じることができない性質のものである。第 3.1.4.1.2.2 図のフラジリティ曲線において、この不確実さ β_{CR} は曲線の傾きに相当する。

安全裕度評価においては、例えば、加振試験等により求めた現実的耐力の統計的精度（試験体の個体差、加振器の動作条件、計測器のノイズ等に起因する統計的精度）の不確実さや、建屋の地震応答評価におけるせん断波速度等の地盤物性値及びコンクリート強度にかかる不確実さ等に、この偶然的不確実さを考慮している。

- ・ β_{CU} ：認識論的不確実さ

知識及び認識の不足に関係する不確実さである。評価に用いるデータの不足、モデルの詳細度、複数の専門家の解釈の相違などが起因となる「不確実さ」を考慮するものといえる。これは、将来的な知識の増加又は科学の進展によってそのばらつきを減じることが期待できる。

この不確実さ β_{CU} はフラジリティ曲線の信頼度と関連しており、第 3.1.4.1.2.2 図における 95% 信頼度フラジリティ曲線と 5% 信頼度フラジリティ曲線の値の開き（同一損傷確率における地震加速度レベルの値の差）は、 β_{CU} が大きくなるほど大きくなる。評価においてより高い信頼度を必要とするほど、フラジリティ曲線は図の左側（地震加速度が小さい側）に移

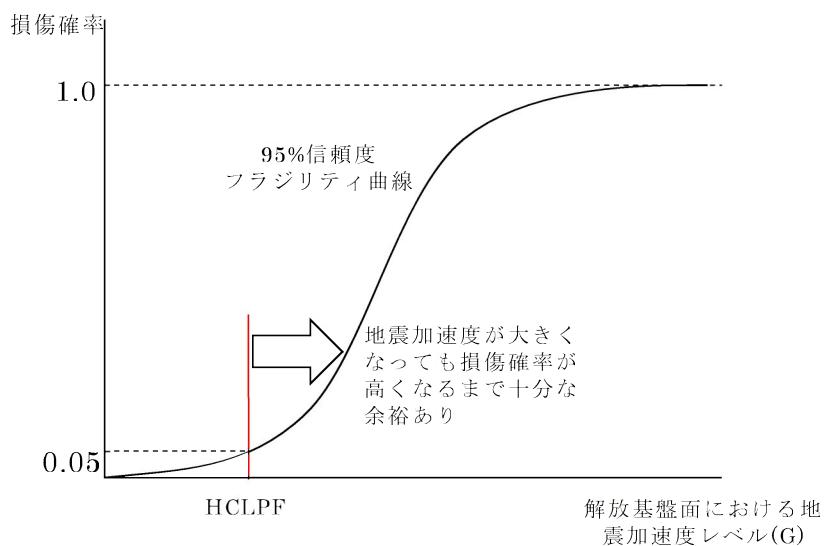
動し、不確実さ β_{CU} の影響を考慮しない場合（50%信頼度のフラジリティ曲線に相当）に比べ、より小さい加速度で高い損傷確率を示すようになる。

安全裕度評価においては、構造部材の現実的耐力を求める際、引張り強さなどの物性値に一般データを用いている場合の不確実さや、評価に用いる解析モデル自体が持つ不確実さ等に、この認識論的不確実さを考慮している。

したがって、HCLPFを指標とすることで、信頼性に関する評価が含まれることとなり、運用ガイドの「偶然的不確実さ及び認識論的不確実さを考慮」していることとなる。

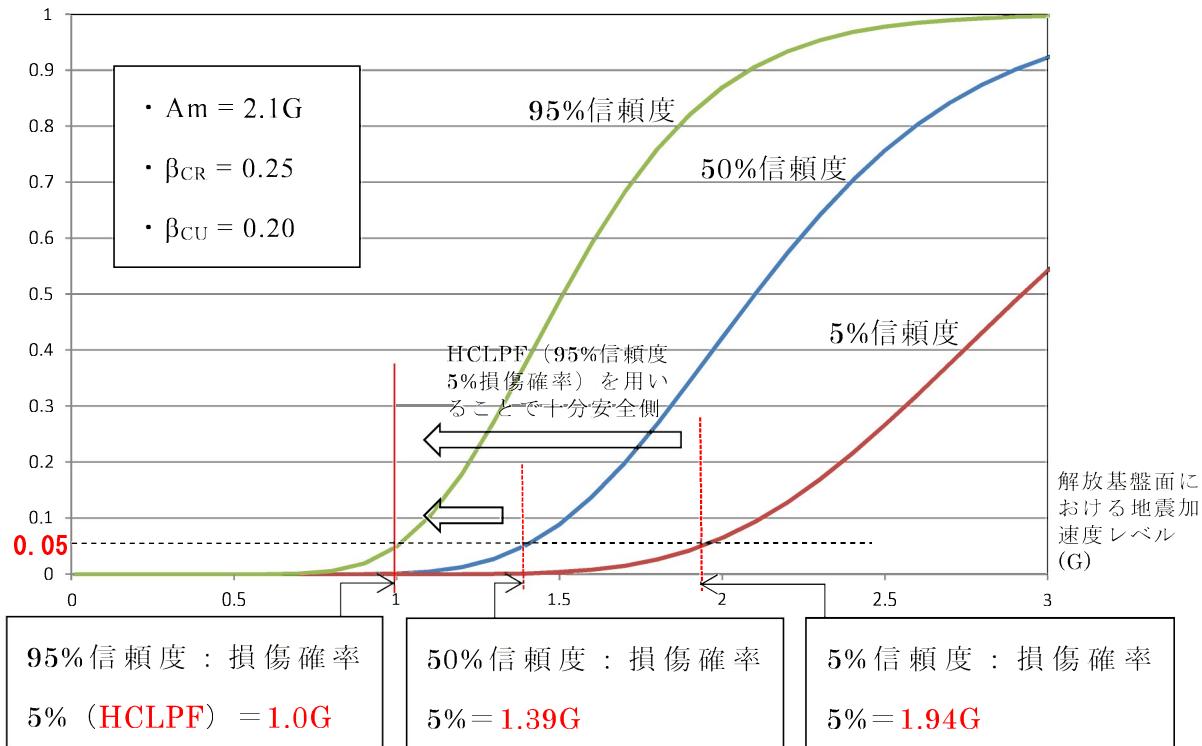
なお、今回の評価においてはクリフエッジ・エフェクト地震加速度を解放基盤面における加速度レベル(G)で記載しているが、上記のとおりHCLPFの定義を踏まえれば、第3.1.4.1.2.1 図に示すとおり、HCLPFに相当する地震加速度が生じても、損傷確率が高くなる地震加速度までは十分な余裕があることから、必ずクリフエッジ・エフェクトが発生することを意味するものではない。

さらに、HCLPFが意味する損傷確率 5%の加速度レベルは、前述の通り 95%信頼度に基づく値であることを考慮すると、第 3.1.4.1.2.2 図に示すとおり、信頼度の観点からも十分安全側（保守的）に設定されている値である。

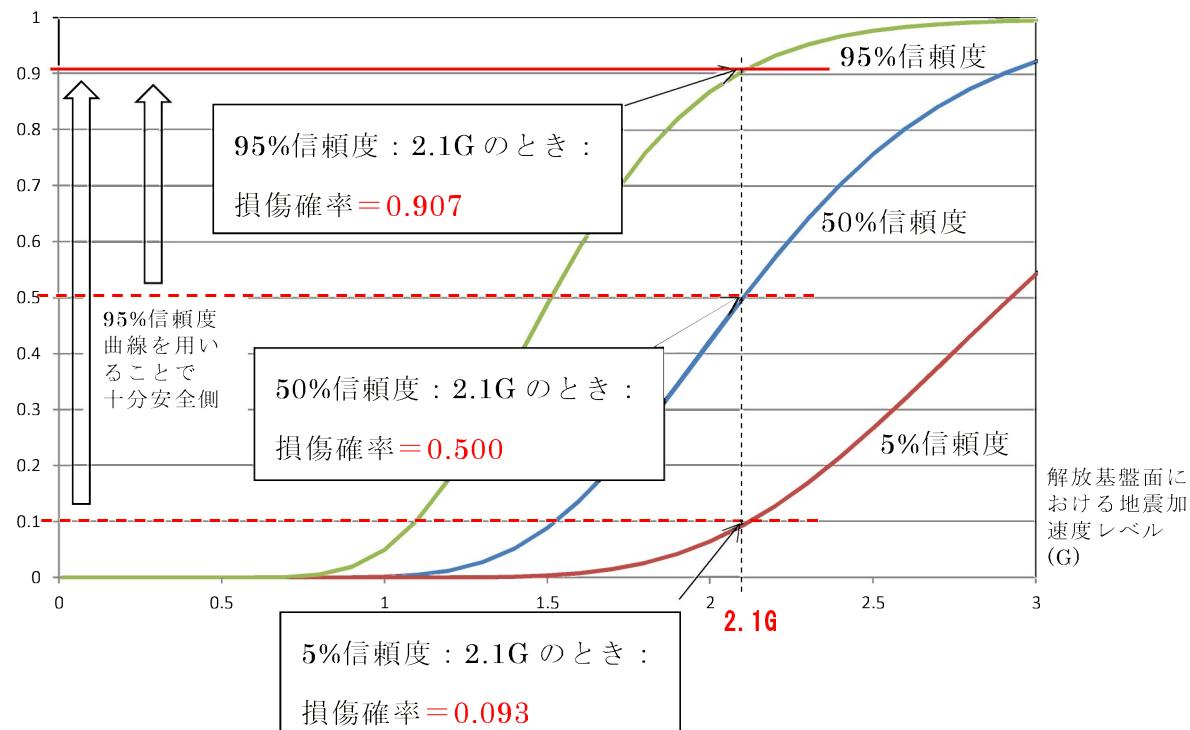


第 3.1.4.1.2.1 図 建物・構築物、機器等の損傷確率

損傷確率



損傷確率

第 3.1.4.1.2.2 図 各信頼度におけるフラジリティ曲線^(注)(Am=2.1、 $\beta_{CR}=0.25$ 、 $\beta_{CU}=0.20$ のフラジリティ曲線を例とする)

注) 各信頼度におけるフラジリティ曲線は以下の式により算出される。

$$F(A) = \Phi \left\{ \frac{\ln \left(\frac{A}{Am} \right) + \beta c_U \cdot X}{\beta c_R} \right\}$$

ここで、

F : 損傷確率

Φ : 標準正規累積分布関数

A : 入力加速度

Am : フラジリティ加速度中央値

(損傷確率 50%に対応する入力加速度 (地震動強さ))

β_{CR} : 偶然的不確実さ要因の対数標準偏差

β_{CU} : 認識論的不確実さ要因の対数標準偏差

$$\begin{aligned}\beta c_R &= \sqrt{(\beta_{R-s})^2 + (\beta_{R-r})^2} \\ \beta c_U &= \sqrt{(\beta_{U-s})^2 + (\beta_{U-r})^2}\end{aligned}$$

β_{R-s} : 現実的耐力の偶然的不確実さ

β_{R-r} : 現実的応答の偶然的不確実さ

β_{U-s} : 現実的耐力の認識論的不確実さ

β_{U-r} : 現実的応答の認識論的不確実さ

X : フラジリティ曲線の信頼度 p に対応する標準正規確率変量 ($\Phi^{-1}(p)$)

$p=5\%$ 信頼度の時 $X = -1.65$

$p=50\%$ 信頼度の時 $X = 0$

$p=95\%$ 信頼度の時 $X = 1.65$

b 津波に対する耐力評価の指標

運用ガイドでは、「安全裕度評価では、実応答値及び実耐力値を用いることとし、設計応答値及び設計耐力値を混在して使用しない。ここで、実応答値及び実耐力値を用いる場合には、その根拠及び妥当性を明確にする。設計応答値及び設計耐力値を用いる場合には、その信頼度を明確にする。更に、クリフェッジ・エフェクトの値の信頼度（例えば、95%信頼度の5%損傷確率等）には、偶然的不確実さ及び認識論的不確実さを考慮する。また、安全裕度評価が有する信頼性を明確化し、フラジリティの信頼度及び損傷の定義を明確にする。」（運用ガイド 参考資料2 1. 評価実施方法 (3) 安全裕度評価実施事項②(a)より抜粋）とされている。

ここで、津波に関するフラジリティ評価は、「3.1.3 内部事象及び外部事象に係る確率論的リスク評価（PRA）」にて記載したとおり、以下の各損傷・機能喪失の要因に対して実施しているが、ここでは各々の要因に対して、津波に対する安全裕度評価における耐力評価の指標について整理する。

① 被水・没水（屋外設備）

津波PRAに適用した屋外設備の被水・没水に対するフラジリティの作成においては、遡上応答に係る不確実さを考慮している。

ここで、遡上応答に係る不確実さについて、津波に対する安全裕度評価では、クリフェッジ津波高までの遡上評価を行い津波の遡上による影響を直接評価することで、これに代えることとしている。

このため、津波に対する安全裕度評価では、津波PRAに適用した屋外設備の被水・没水に対するフラジリティを用いる必要は無く、屋外設備の設置高さに津波が到達した時点で、屋外設備が機能喪失するものとする。

② 被水・没水（屋内設備）

津波 P R A に適用した屋内設備の被水・没水に対するフラジリティとしては、建屋シールの耐力を基にしており、遡上応答に係る不確実さを考慮している。

ここで、遡上応答に係る不確実さについて、津波に対する安全裕度評価では、クリフエッジ津波高さでの遡上評価を行い津波の遡上による影響を直接評価することで、これに代えることとしている。このため、津波に対する安全裕度評価では、津波 P R A に適用した屋内設備の被水・没水に対するフラジリティを用いる必要は無く、建屋シール等の設置高さ（E.L. + 15.0m）に津波が到達した時点で、屋内設備が機能喪失するものとする。

③ 波力

津波 P R A に適用した復水タンク及び 2 次系純水タンクに対する波力のフラジリティとしては、遡上応答に係る不確実さに加え、限界耐力を定める物性値の不確実さや塑性エネルギー吸収効果に係る不確実さ、評価対象物に津波が衝突した際の水位上昇に係る不確実さを考慮している。

具体的には、「3.1.3 内部事象及び外部事象に係る確率論的リスク評価（P R A）」の第 3.1.3.2.2.3.1 表に示すとおりであり、H C L P F は復水タンクで E.L. + 21.2m、2 次系純水タンクで E.L. + 28.2m となる。

これは復水タンクの設置高さ E.L. + 15.0m、2 次系純水タンクの設置高さ E.L. + 25.0m を上回っており、津波に対する安全裕度評価では各々のタンクの設置高さに津波が到達した時点で各タンクが機能喪失するものとするため、津波 P R A に適用した波力のフラジリティを考慮する必要は無い。

④ 漂流物衝突

津波 P R A に適用した復水タンク及び 2 次系純水タンクに対する漂流物衝突のフラジリティとしては、遡上応答に係る不確実さに加え、限界耐力を定める物性値の不確実さや塑性

エネルギー吸収効果に係る不確実さ、漂流物衝突による発生荷重を評価する計算式が有する不確実さを考慮している。

具体的には、「3.1.3 内部事象及び外部事象に係る確率論的リスク評価（P R A）」の第 3.1.3.2.2.3.1 表に示すとおりであり、H C L P F は復水タンクで E.L.+18.0m、2 次系純水タンクで E.L.+25.2m となる。

これは復水タンクの設置高さ E.L.+15.0m、2 次系純水タンクの設置高さ E.L.+25.0m を上回っており、津波に対する安全裕度評価では各々のタンクの設置高さに津波が到達した時点で各タンクが機能喪失するものとするため、津波 P R A に適用した漂流物衝突のフラジリティを考慮する必要は無い。

⑤ 海底砂移動

津波 P R A に適用した海水ポンプ及び循環水ポンプに対する海底砂移動のフラジリティとしては、土砂堆積厚の解析手法に関する不確実さを考慮している。

具体的には、「3.1.3 内部事象及び外部事象に係る確率論的リスク評価（P R A）」の第 3.1.3.2.2.1.7 表に示すとおりであり、H C L P F は海水ポンプで E.L. + 4.1m、循環水ポンプで E.L. + 12.6m となる。

これは海水ポンプの設置高さ E.L. + 3.8m、循環水ポンプの設置高さ E.L. + 8.7m を上回っており、津波に対する安全裕度評価では各々の設置高さに津波が到達した時点で機能喪失するものとするため、津波 P R A に適用した海底砂移動のフラジリティを考慮する必要は無い。

以上を踏まえ、津波に対する安全裕度評価では、津波に関するフラジリティは考慮せず、許容津波高さとして機器等または建屋シール等の設置高さを用いることとする。

3.1.4.2 評価結果

3.1.4.2.1 地震

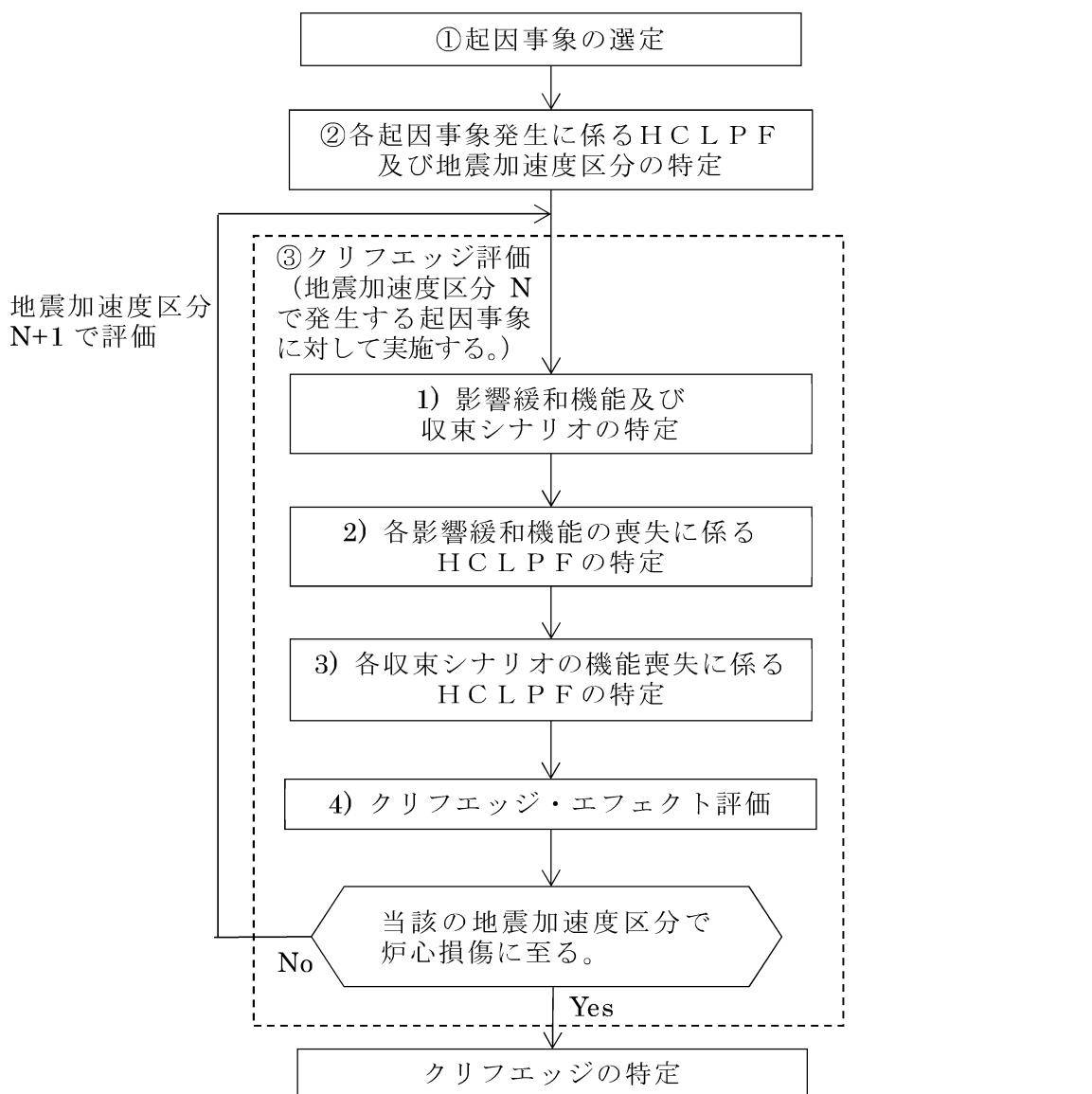
(1) 地震単独の評価

a. 炉心損傷防止対策

(a) 出力運転時

i 評価方法

出力運転時の炉心損傷を防止するための措置について、以下の評価を実施する（第 3.1.4.2.1.1 図参照）。



第 3.1.4.2.1.1 図 クリフェッジの特定に係るフロー図

(地震：出力運転時炉心損傷)

① 起因事象の選定

地震発生時の安全裕度評価における起因事象は、「3.1.3 内部事象及び外部事象に係る確率論的リスク評価（PRA）」に示すレベル1地震PRAの検討結果を踏まえて選定する。

② 各起因事象発生に係るHCLPF及び地震加速度区分の特定

①項にて選定した各起因事象を引き起こす建屋、系統、機器（以下「設備等」という。）とそのHCLPFを、「3.1.3 内部事象及び外部事象に係る確率論的リスク評価（PRA）」に示すレベル1地震PRAの検討結果を踏まえて特定する。

また、この結果を踏まえ、発生する起因事象に対応する地震加速度区分を設定する。

③ クリフエッジ評価

②項にて設定した地震加速度区分の小さい順に、各区分で発生する起因事象に対して以下の1)～4)の評価を実施するとともに、当該区分で炉心損傷に至るかを評価する。

ここで、当該区分で炉心損傷に至らない場合は、次の地震加速度区分を対象とし、新たな起因事象が追加して発生することを考慮して、以下の1)～4)の評価を実施する。

評価対象の地震加速度区分において炉心損傷に至る場合、起因事象に対する各収束シナリオの機能喪失に係るHCLPFのうち、最も大きいものがクリフエッジの地震加速度となる。

1) 影響緩和機能及び収束シナリオの特定

当該の地震加速度区分で発生する起因事象に対し、

「3.1.3 内部事象及び外部事象に係る確率論的リスク評価（PRA）」に示すレベル1地震PRAの検討結果を踏まえて、影響緩和機能及び収束シナリオを特定する。

2) 各影響緩和機能の喪失に係るHCLPFの特定

1) 項にて特定した各影響緩和機能について、フロントライン系^{*1}及びサポート系^{*2}の各々に対し、機能喪失を引き起こす設備等とそのHCLPFを、「3.1.3 内部事象及び外部事象に係る確率論的リスク評価（PRA）」に示すレベル1地震PRAの検討結果を踏まえて特定する。具体的には、影響緩和機能の機能喪失に係るHCLPFは、フロントライン系とサポート系の機能喪失に至る各々のHCLPFのうち、小さい方となる。

* 1 : 各イベントツリーの安全機能の達成に直接必要な影響緩和機能をフロントライン系という。例えば主給水流量喪失事象では、原子炉停止、補助給水による蒸気発生器への給水、主蒸気逃がし弁による熱放出等がフロントライン系である。

* 2 : フロントライン系を機能させるために必要な電源や冷却水等を供給する機能をサポート系という。例えば、電動補助給水の機能達成に必要な監視、制御のための直流電源やポンプ駆動力のための交流電源等がサポート系である。

3) 各収束シナリオの機能喪失に係るHCLPFの特定

2) 項にて特定した各影響緩和機能の喪失に係るHCLPFの結果から、各収束シナリオの機能喪失に係るHCLPFを特定する。具体的には、各収束シナリオの機能喪失に係るHCLPFは、当該収束シナリオに必要な各影響緩和機能のHCLPFのうち、最も小さ

いものとなる。

4) クリフエッジ・エフェクト評価

1) 項にて特定した各起因事象のイベントツリーに対して、起因事象の発生及び各影響緩和機能の喪失による収束シナリオの変化を評価する。また、収束シナリオに変化を及ぼす起因事象の発生及び各影響緩和機能の喪失となる H C L P F が、各クリフエッジ・エフェクトの地震加速度となる。

ii 評価結果

① 起因事象の選定結果

地震発生時の安全裕度評価における起因事象については、「3.1.3 内部事象及び外部事象に係る確率論的リスク評価（P R A）」に示すレベル 1 地震 P R A の検討結果を踏まえて、以下の 9 事象を選定した。

- ・主給水流量喪失
- ・外部電源喪失
- ・原子炉補機冷却機能喪失
- ・2 次系破断
- ・大破断 L O C A
- ・中破断 L O C A
- ・小破断 L O C A
- ・炉心損傷直結
- ・C V 機能喪失直結

なお、ここで「炉心損傷直結」事象はレベル 1 地震 P R A における「E x c e s s L O C A」及び「A T W S」、「C V 機能喪失直結」事象はレベル 1 地震 P R A における「蒸気発生器伝熱管破損」、「原子炉格納容器損傷」及び「原子炉建屋損傷」に該当する。

② 各起因事象発生に係る H C L P F 及び地震加速度区分の特定結果

各起因事象を引き起こす設備等とそのHCLPFを第3.1.4.2.1.1表のとおり特定した。

ここで、「主給水流量喪失」及び「外部電源喪失」については耐震B, Cクラス設備等の破損により発生することから、地震加速度の大きさによらず発生するものとした。

また、この結果を踏まえ、発生する起因事象に対応する地震加速度区分1～7を同表のとおり設定した。

第3.1.4.2.1.1表 各起因事象発生に係るHCLPF及び地震加速度区分の特定結果

地震加速度区分		各加速度区分で追加して発生する起因事象	各起因事象を引き起こす設備等とHCLPF	
区分1	1.05G未満	主給水流量喪失	—	—
		外部電源喪失	—	—
区分2	1.05～1.28G未満	原子炉補機冷却機能喪失	制御棒駆動装置 冷却ユニット	1.05G
区分3	1.28～1.35G未満	CV機能喪失直結	原子炉格納容器	1.28G
		大破断LOCA	加圧器 (ガイドブラケット)	1.28G
区分4	1.35～1.42G未満	2次系破断	蒸気発生器 主蒸気流量計	1.35G
区分5	1.42～1.52G未満	炉心損傷直結	炉内計装引出管	1.42G
区分6	1.52～1.57G未満	小破断LOCA	加圧器 (安全弁及び 逃がし弁用管台)	1.52G
区分7	1.57G以上	中破断LOCA	充てん／高圧注入ポンプ 高温側注入配管、 低圧注入系配管 (C/L側)、 余熱除去系ポンプ 高温側注入配管	1.57G

③ クリフエッジ評価結果

イ) 地震加速度区分1(1.05G未満)に対する評価結果

1) 影響緩和機能及び収束シナリオの特定

地震加速度区分 1 で発生する起因事象である「主給水流量喪失」及び「外部電源喪失」について、別紙 3.1.4.2.1(1)-1 のとおり、レベル 1 地震 P R A のイベントツリーを踏まえ、影響緩和機能及び収束シナリオを特定した。

収束シナリオの特定においては、炉心の未臨界性が確保され、かつ、燃料が安定、継続的に冷却される状態に至るシナリオを収束シナリオ（冷却成功）とし、この状態に至らないシナリオを燃料の重大な損傷に至るシナリオ（炉心損傷）とした。

別紙 3.1.4.2.1(1)-1 に示すとおり、外部電源が期待できないことを考えると「主給水流量喪失」と「外部電源喪失」の収束シナリオは同様のものとなるため、「主給水流量喪失」、「外部電源喪失」の評価は「外部電源喪失」にまとめて評価を実施することとした。

2) 各影響緩和機能の喪失に係る H C L P F の特定

1) 項にて抽出した各影響緩和機能について、フロントライン系とそれに必要なサポート系の関連を整理するとともに、各々の機能喪失を引き起こす設備等の H C L P F の評価結果を用いて、各影響緩和機能の喪失に係る H C L P F を別紙 3.1.4.2.1(1)-2 のとおり特定した。

3) 各収束シナリオの機能喪失に係る H C L P F の特定

「外部電源喪失」の収束シナリオ①～⑥の機能喪失に係る H C L P F について、別紙 3.1.4.2.1(1)-3 のとおり特定した。

4) クリフエッジ・エフェクト評価

「主給水流量喪失」及び「外部電源喪失」の起因事象が発生し、その収束シナリオは①～⑥の 6 つとなる。

その後、1.05G でサポート系である C C W の制御棒駆動装置冷却ユニットが損傷することで、収束シナリオ①（2 次系による冷却及び充てん系によるほう酸の添加等）における充てん系によるほう酸の添加機能等及び収束シナリオ②～④（フィードアンドブリード等）における高圧注入による炉心への注水機能等が喪失し、収束シナリオは⑤、⑥（2 次系による冷却及び蓄圧注入による炉心への注水等）の 2 つとなる。

そして 1.18G でフロントライン系である蓄圧タンクが損傷することで、収束シナリオ⑤、⑥における蓄圧注入による炉心への注水機能が喪失し、収束シナリオがなくなることとなる。（別紙 3.1.4.2.1(1)-23 参照）その結果、収束シナリオ①～⑥共に収束シナリオの機能喪失に係る H C L P F が 1.05G 以上であることから、地震加速度区分 1（1.05G 未満）で炉心損傷に至ることはない。

よって、次の地震加速度区分 2（1.05～1.28G 未満）に対して以下のとおり評価を行った。

口) 地震加速度区分 2（1.05～1.28G 未満）に対する評価結果

1) 影響緩和機能及び収束シナリオの特定

地震加速度区分 2において新たに追加して発生する起因事象である「原子炉補機冷却機能喪失」について、別紙 3.1.4.2.1(1)-4 のとおり、レベル 1 地震 P R A のイベントツリーを踏まえ、影響緩和機能及び収束シナリオを特定した。

2) 各影響緩和機能の喪失に係るHCLPFの特定

1) 項にて抽出した各影響緩和機能について、フロントライン系とそれに必要なサポート系の関連を整理するとともに、各々の機能喪失を引き起こす設備等のHCLPFの評価結果を用いて、各影響緩和機能の喪失に係るHCLPFを別紙3.1.4.2.1(1)-5のとおり特定した。

3) 各収束シナリオの機能喪失に係るHCLPFの特定

「原子炉補機冷却機能喪失」の収束シナリオ①～④の機能喪失に係るHCLPFについて、別紙3.1.4.2.1(1)-6のとおり特定した。

4) クリフエッジ・エフェクト評価

1.05Gで制御棒駆動装置冷却ユニットが損傷することで、「原子炉補機冷却機能喪失」の起因事象が新たに発生し、その収束シナリオは①～④の4つとなる。

その後、1.18Gでフロントライン系である蓄圧タンクが損傷することで、収束シナリオ①～④（2次系による冷却及び蓄圧注入による炉心への注水等）における蓄圧注入による炉心への注水機能が喪失し、収束シナリオがなくなることとなる。（別紙3.1.4.2.1(1)-23参照）

ここで、各収束シナリオの緩和機能のうち、最もHCLPFが小さいのは、収束シナリオ①～④とともに蓄圧注入による炉心への注水機能のHCLPFの1.18Gである。これは非常用所内電源からの給電機能のHCLPFである1.19Gを下回るものであるため、蓄圧注入による炉心への注水機能が喪失する段階では、非常用所内電源からの給電機能に期待でき

ることから、収束シナリオ③、④には至らない。

よって、収束シナリオ①、②について、蓄圧注入による炉心への注水機能のH C L P Fである 1.18G で機能喪失することで、炉心損傷に至る。

すなわち、当該の地震加速度区分 2 (1.05 ~ 1.28G 未満) で炉心損傷に至ることから、これをクリフエッジとして特定した。

ここで、クリフエッジとなる収束シナリオ①、②については、いずれも起因事象として「外部電源喪失」と「原子炉補機冷却機能喪失」が重畳して発生した後、原子炉を停止するとともに非常用所内電源からの給電を確保する。

その後、電動、またはタービン動補助給水ポンプによる蒸気発生器への給水を行うとともに、主蒸気逃がし弁を開放して 2 次冷却系による冷却を行う。

これにより 1 次系が減圧され、蓄圧タンクのほう酸水を注水出来れば炉心の冷却が維持できるところ、この機能が蓄圧タンクのH C L P Fである 1.18G で喪失することから、炉心損傷に至るものと評価した。この値は蓄圧タンクに対する 95%信頼度のフラジリティ曲線における 5%損傷確率に相当する地震加速度であり、3.1.4.1.2(2)で述べたように、1.18G の地震加速度が生じたとしても、必ずクリフエッジが発生することを意味するものではない。

なお、収束シナリオ①と②では 1 次系からの漏えい量の想定が異なり、収束シナリオ①は R C P シールリークを、収束シナリオ②では R C P シール L O C A を想定するものである。

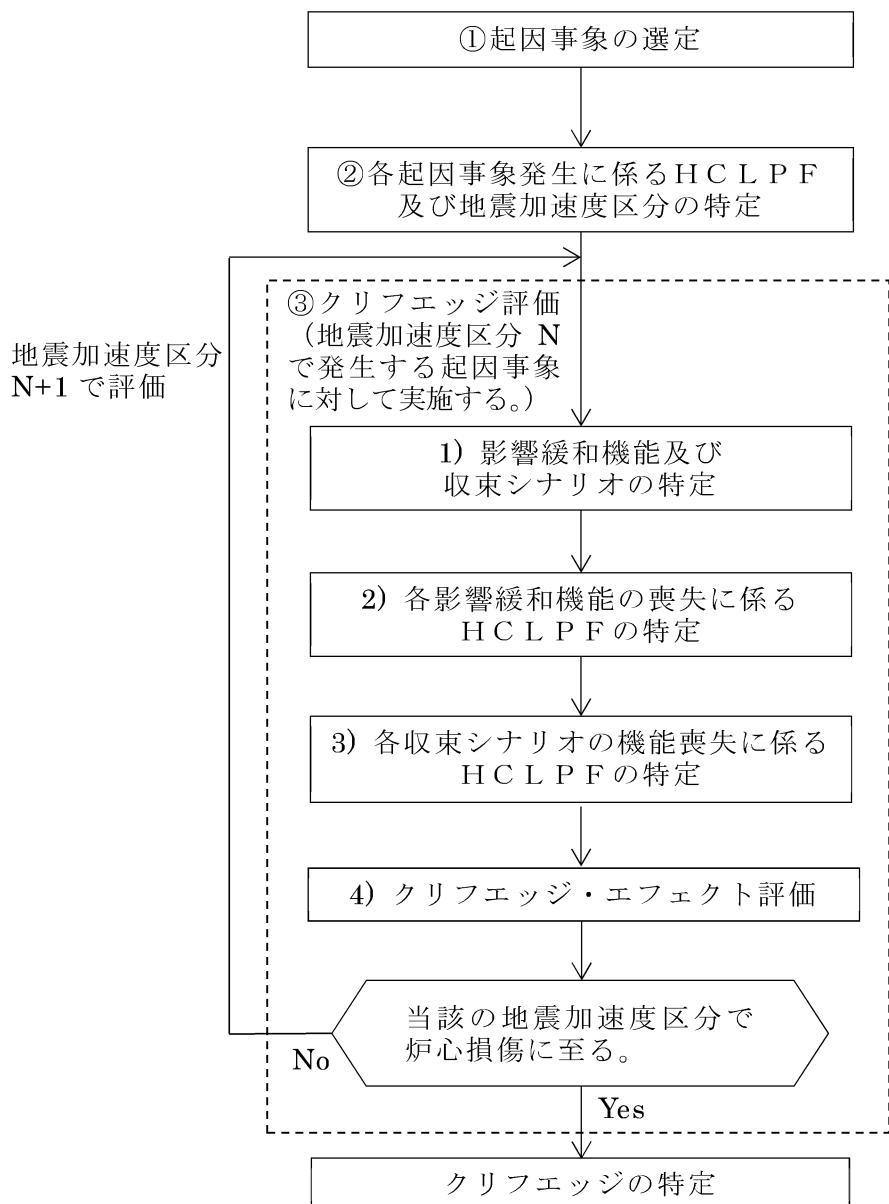
ここで、R C P シール L O C A を想定する場合、燃料取替用水タンクを水源として恒設代替低圧注水

ポンプによる1次系への給水を行うとともに、長期的には大容量ポンプによる補機冷却機能を確保した後、余熱除去ポンプ及び充てん／高圧注入ポンプによる高圧再循環運転に加え、格納容器再循環ユニットを用いた格納容器内自然対流冷却により崩壊熱除去を行うものであるが、これらの機能のH C L P F はいずれも 1.26G であることから、1次系からの漏えい量の想定によらず、収束シナリオ①、②ともに、クリフエッジ地震加速度は 1.18G となる。

(b) 運転停止時

i 評価方法

運転停止時の炉心損傷を防止するための措置について、崩壊熱が高く、1次系保有水量が少ない燃料取出前のミッドループ運転中を対象に、以下の評価を実施する（第3.1.4.2.1.2 図参照）。



第 3.1.4.2.1.2 図 クリフェッジの特定に係るフロー図
(地震 : 運転停止時炉心損傷)

① 起因事象の選定

地震発生時の安全裕度評価における起因事象は、「3.1.3 内部事象及び外部事象に係る確率論的リスク評価（PRA）」に示す停止時内的事象PRA及びレベル1地震PRAの検討結果を踏まえて選定する。

② 各起因事象発生に係るHCLPF及び地震加速度区分の特定

①項にて選定した各起因事象を引き起こす設備等とそのHCLPFを特定する。

また、この結果を踏まえ、発生する起因事象に対応する地震加速度区分を設定する。

③ クリフェッジ評価

②項にて設定した地震加速度区分の小さい順に、各区分で発生する起因事象に対して以下の 1)～4)の評価を実施するとともに、当該区分で炉心損傷に至るかを評価する。

ここで、当該区分で炉心損傷に至らない場合は、次の地震加速度区分を対象とし、新たな起因事象が追加して発生することを考慮して、以下の 1)～4)の評価を実施する。

評価対象の地震加速度区分において炉心損傷に至る場合、起因事象に対する各収束シナリオの機能喪失に係るHCLPFのうち、最も大きいものがクリフェッジの地震加速度となる。

1) 影響緩和機能及び収束シナリオの特定

当該の地震加速度区分で発生する起因事象に対し、影響緩和機能及び収束シナリオを特定する。

2) 各影響緩和機能の喪失に係るHCLPFの特定

1)項にて特定した各影響緩和機能について、フロン

トライン系及びサポート系の各々に対し、機能喪失を引き起こす設備等とそのHCLPFを特定する。具体的には、影響緩和機能の機能喪失に係るHCLPFは、フロントトライン系とサポート系の機能喪失に至る各々のHCLPFのうち、小さい方となる。

- 3) 各収束シナリオの機能喪失に係るHCLPFの特定
 - 2) 項にて特定した各影響緩和機能の喪失に係るHCLPFの結果から、各収束シナリオの機能喪失に係るHCLPFを特定する。具体的には、各収束シナリオの機能喪失に係るHCLPFは、当該収束シナリオに必要な各影響緩和機能のHCLPFのうち、最も小さいものとなる。
- 4) クリフエッジ・エフェクト評価
 - 1) 項にて特定した各起因事象のイベントツリーに対して、起因事象の発生及び各影響緩和機能の喪失による収束シナリオの変化を評価する。また、収束シナリオに変化を及ぼす起因事象の発生及び各影響緩和機能の喪失となるHCLPFが、各クリフエッジ・エフェクトの地震加速度となる。

ii 評価結果

① 起因事象の選定結果

地震発生時の安全裕度評価における起因事象については、「3.1.3 内部事象及び外部事象に係る確率論的リスク評価（PRA）」に示す停止時内的事象PRA及びレベル1地震PRAの検討結果を踏まえて、以下のとおり検討した。

- a) レベル1地震PRAにおける起因事象に対する検討
レベル1地震PRAの起因事象のうち、運転停止時の地震に対する安全裕度評価で考慮すべき起因事象を第3.1.4.2.1.2表のとおり検討し、以下のとおり抽出し

た。

- ・原子炉格納容器損傷
- ・原子炉建屋損傷
- ・E x c e s s L O C A
- ・原子炉冷却材圧力バウンダリ機能喪失
- ・原子炉補機冷却機能喪失
- ・外部電源喪失

b) 停止時内的事象 P R A における起因事象に対する検討

停止時内的事象 P R A の起因事象のうち、運転停止時の地震に対する安全裕度評価で考慮すべき起因事象を第 3.1.4.2.1.3 表のとおり検討し、以下のとおり抽出した。

- ・原子炉冷却材圧力バウンダリ機能喪失
- ・水位維持失敗
- ・余熱除去機能喪失
- ・原子炉補機冷却機能喪失
- ・外部電源喪失

c) 運転停止時の地震に対する安全裕度評価で想定する起因事象の選定結果

運転停止時の地震に対する安全裕度評価の対象とする起因事象としては、a)及び b)項で抽出された起因事象を全て考慮することとし、以下の 7 事象を選定した。

- ・原子炉冷却材圧力バウンダリ機能喪失
- ・水位維持失敗
- ・余熱除去機能喪失
- ・原子炉補機冷却機能喪失
- ・外部電源喪失
- ・炉心損傷直結
- ・C V 機能喪失直結

なお、ここで「炉心損傷直結」事象は「E x c e s s L O C A」、「C V機能喪失直結」事象は「原子炉格納容器損傷」及び「原子炉建屋損傷」である。

第 3.1.4.2.1.2 表 レベル 1 地震 P R A における起因事象に対する検討

レベル 1 地震 P R A における起因事象	今回の安全裕度評価における想定要否	備考
蒸気発生器伝熱管破損 (複数本破損)	×	ミッドループ運転中に発生しても、崩壊熱除去機能に影響を与えないため想定不要とする。
原子炉格納容器損傷	○	—
原子炉建屋損傷	○	—
E x c e s s L O C A	○	—
大破断 L O C A	○	「原子炉冷却材圧力バウンダリ機能喪失」として想定する。
中破断 L O C A	○	
小破断 L O C A	○	
2 次系破断	×	ミッドループ運転中に発生しても、崩壊熱除去機能に影響を与えないため想定不要とする。
原子炉補機冷却機能喪失	○	—
外部電源喪失	○	—
主給水流量喪失	×	ミッドループ運転中に発生することはないため想定不要とする。
A T W S	×	停止時は原子炉停止後／起動前であり、想定不要とする。

○：要、×：否

第 3.1.4.2.1.3 表 停止時内的事象 P R A における起因事象に対する検討

停止時内的事象 P R A における起因事象	今回の安全裕度評価における想定要否	備考
原子炉冷却材圧力バウンダリ機能喪失	○	—
オーバードレン	×	安全裕度評価では地震時に運転員が誤操作することを想定しない。
水位維持失敗	○	—
余熱除去機能喪失	○	—
原子炉補機冷却機能喪失	○	—
外部電源喪失	○	—
反応度の誤投入	×	安全裕度評価では地震時に運転員が誤操作することを想定しない。

○：要、×：否

② 各起因事象発生に係る H C L P F 及び地震加速度区分の特定結果

各起因事象を引き起こす設備等とその H C L P F を第 3.1.4.2.1.4 表のとおり特定した。

ここで、「外部電源喪失」については耐震 B, C クラス設備等の破損により発生することから、地震加速度の大きさによらず発生するものとした。

また、この結果を踏まえ、発生する起因事象に対応する地震加速度区分 1 ~ 6 を同表のとおり設定した。

第 3.1.4.2.1.4 表 各起因事象発生に係る H C L P F 及び地震加速度区分の特定結果

地震加速度区分		各加速度区分で追加して発生する起因事象	各起因事象を引き起こす設備等と H C L P F	
区分 1	1.05G 未満	外部電源喪失	—	—
区分 2	1.05～1.26G	原子炉補機冷却機能喪失	制御棒駆動装置冷却ユニット	1.05G
区分 3	1.26～1.28G	余熱除去機能喪失	電動弁	1.26G
		原子炉冷却材圧力バウンダリ機能喪失	空気作動弁	1.26G
区分 4	1.28～1.42G	C V 機能喪失直結	原子炉格納容器	1.28G
区分 5	1.42～3.82G	炉心損傷直結	炉内計装引出管	1.42G
区分 6	3.82G 以上	水位維持失敗	充てん／高圧注入ポンプ操作箱	3.82G

③ クリフエッジ評価結果

イ) 地震加速度区分 1 (1.05G 未満) に対する評価結果

1) 影響緩和機能及び収束シナリオの特定

地震加速度区分 1 で発生する起因事象である「外部電源喪失」について、別紙 3.1.4.2.1(1)-7 のとおり、影響緩和機能及び収束シナリオを特定した。

収束シナリオの特定においては、炉心の未臨界性が確保され、かつ、燃料が安定、継続的に冷却される状態に至るシナリオを収束シナリオ（冷却成功）とし、この状態に至らないシナリオを燃料の重大な損傷に至るシナリオ（炉心損傷）とした。

2) 各影響緩和機能の喪失に係る H C L P F の特定

1) 項にて抽出した各影響緩和機能について、フロントライン系とそれに必要なサポート系の関連を整

理するとともに、各々の機能喪失を引き起こす設備等のH C L P F の評価結果を用いて、各影響緩和機能の喪失に係るH C L P F を別紙 3.1.4.2.1(1)-8 のとおり特定した。

3) 各収束シナリオの機能喪失に係るH C L P F の特定

「外部電源喪失」の収束シナリオ①～④の機能喪失に係るH C L P F について、別紙 3.1.4.2.1(1)-9 のとおり特定した。

4) クリフエッジ・エフェクト評価

「外部電電喪失」の起因事象が発生し、その収束シナリオは①～④の 4 つとなる。

その後、1.05G でサポート系であるC C W の制御棒駆動装置冷却ユニットが損傷することで、収束シナリオ①（余熱除去系を用いた 1 次系冷却等）における余熱除去系による冷却機能、収束シナリオ②（充てん系による炉心注水及び格納容器スプレイポンプによる代替再循環運転等）における充てん注入による原子炉への注水機能等及び収束シナリオ③（恒設代替低圧注水ポンプによる炉心注水及び格納容器スプレイポンプによる代替再循環運転等）における格納容器スプレイによる代替再循環炉心冷却機能が喪失し、収束シナリオは④（恒設代替低圧注水ポンプによる炉心注水及び大容量ポンプによる補機冷却等）の 1 つとなる。

そして、1.19G でサポート系であるバッテリーが損傷することで、収束シナリオ④における空冷式非常用発電装置からの給電機能が喪失し、収束シナリオがなくなることとなる。（別紙 3.1.4.2.1(1)-23 参照）

その結果、収束シナリオ①～④共に収束シナリオ

の機能喪失に係るHCLPFが1.05G以上であることから、地震加速度区分1(1.05G未満)で炉心損傷に至ることはない。

よって、次の地震加速度区分2(1.05~1.26G未満)に対して以下のとおり評価を行った。

ロ) 地震加速度区分2(1.05~1.26G未満)に対する評価結果

1) 影響緩和機能及び収束シナリオの特定

地震加速度区分2において新たに追加して発生する起因事象である「原子炉補機冷却機能喪失」について、別紙3.1.4.2.1(1)-10のとおり、影響緩和機能及び収束シナリオを特定した。

2) 各影響緩和機能の喪失に係るHCLPFの特定

1)項にて抽出した各影響緩和機能について、フロントライン系とそれに必要なサポート系の関連を整理するとともに、各々の機能喪失を引き起こす設備等のHCLPFの評価結果を用いて、各影響緩和機能の喪失に係るHCLPFを別紙3.1.4.2.1(1)-11のとおり特定した。

3) 各収束シナリオの機能喪失に係るHCLPFの特定

「原子炉補機冷却機能喪失」の収束シナリオ①、②の機能喪失に係るHCLPFについて、別紙3.1.4.2.1(1)-12のとおり特定した。

4) クリフエッジ・エフェクト評価

1.05Gで制御棒駆動装置冷却ユニットが損傷することで、「原子炉補機冷却機能喪失」の起因事象が新たに発生し、その収束シナリオは①、②の2つとなる。

その後、1.19Gでサポート系であるバッテリーが

損傷することで、収束シナリオ①（非常用所内電源からの給電及び代替低圧再循環運転等）における非常用所内電源からの給電機能及び収束シナリオ②（空冷式非常用発電機からの給電及び低圧再循環運転等）における空冷式非常用発電装置からの給電機能が喪失し、収束シナリオがなくなることとなる。
(別紙 3.1.4.2.1(1)-23 参照)

ここで、収束シナリオ①の緩和機能のうち、最も H C L P F が小さいのは、非常用所内電源からの給電機能の H C L P F の 1.19G であり、この地震加速度で収束シナリオ①が機能喪失するところ、収束シナリオ②についても、非常用所内電源の代替電源である空冷式非常用発電装置からの給電機能が 1.19G で喪失することで、炉心損傷に至る。

すなわち、当該の地震加速度区分 2 (1.05～1.26G 未満) で炉心損傷に至ることから、これをクリフエッジとして特定した。

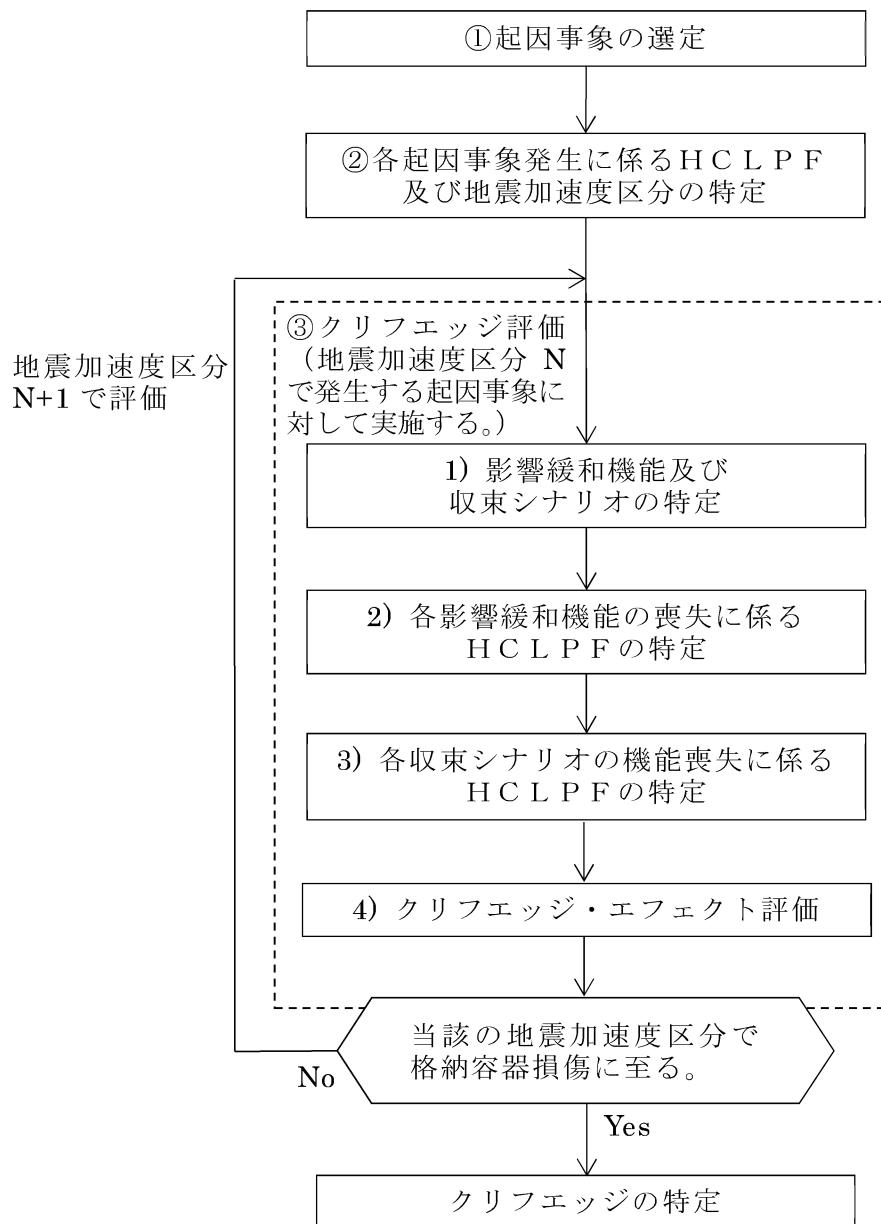
ここで、クリフエッジとなる収束シナリオ①及び②については、起因事象として「外部電源喪失」と「原子炉補機冷却機能喪失」が重畠して発生した後、燃料取替用水タンクを水源として恒設代替低圧注水ポンプによる 1 次系への給水を行うとともに、長期的には大容量ポンプによる補機冷却機能を確保した後、余熱除去ポンプ及び充てん／高圧注入ポンプによる高圧再循環運転に加え、格納容器再循環ユニットを用いた格納容器内自然対流冷却により崩壊熱除去を行うところ、非常用所内電源及び空冷式非常用発電装置からの給電機能の H C L P F である 1.19G でこれらの機能が喪失することから炉心の冷却が維持できなくなり、炉心損傷に至るものと評価した。

この値は蓄電池に対する 95%信頼度のフラジリティ曲線における 5%損傷確率に相当する地震加速度であり、3.1.4.1.2(2)で述べたように、1.19G の地震加速度が生じたとしても、必ずクリフェッジが発生することを意味するものではない。

b. 格納容器損傷防止対策

i 評価方法

格納容器損傷を防止するための措置について、以下の評価を実施する（第 3.1.4.2.1.3 図参照）。



第 3.1.4.2.1.3 図 クリフェッジの特定に係るフロー図
(地震：格納容器損傷)

① 起因事象の選定

地震発生時の安全裕度評価における起因事象は、「3.1.3 内部事象及び外部事象に係る確率論的リスク評価（P R A）」に示すレベル1 地震P R Aの検討結果を踏まえて選定する。

② 各起因事象発生に係るH C L P F 及び地震加速度区分の特定

①項にて選定した各起因事象を引き起こす設備等とそのH C L P F を、「3.1.3 内部事象及び外部事象に係る確率論的リスク評価（P R A）」に示すレベル1 地震P R Aの検討結果を踏まえて特定する。

また、この結果を踏まえ、発生する起因事象に対応する地震加速度区分を設定する。

③ クリフエッジ評価

②項にて設定した地震加速度区分の小さい順に、各区分で発生する起因事象に対して以下の 1)～4)の評価を実施するとともに、当該区分で格納容器損傷に至るかを評価する。ここで、当該区分で格納容器損傷に至らない場合は、次の地震加速度区分を対象とし、新たな起因事象が追加して発生することを考慮して、以下の 1)～4)の評価を実施する。

評価対象の地震加速度区分において格納容器損傷に至る場合、起因事象に対する各収束シナリオの機能喪失に係るH C L P F のうち、最も大きいものがクリフエッジの地震加速度となる。

1) 影響緩和機能及び収束シナリオの特定

当該の地震加速度区分で発生する起因事象に対し、「3.1.3 内部事象及び外部事象に係る確率論的リスク評価（P R A）」に示すレベル2 地震P R Aの検討結果を踏まえて、影響緩和機能及び収束シナリオを特定する。

2) 各影響緩和機能の喪失に係るH C L P F の特定

1)項にて特定した各影響緩和機能について、フロント

ライン系及びサポート系の各々に対し、機能喪失を引き起こす設備等とそのHCLPFを、「3.1.3 内部事象及び外部事象に係る確率論的リスク評価（PRA）」に示すレベル2地震PRAの検討結果を踏まえて特定する。具体的には、影響緩和機能の機能喪失に係るHCLPFは、フロントライン系とサポート系の機能喪失に至る各々のHCLPFのうち、小さい方となる。

3) 各収束シナリオの機能喪失に係るHCLPFの特定

2)項にて特定した各影響緩和機能の喪失に係るHCLPFの結果から、各収束シナリオの機能喪失に係るHCLPFを特定する。具体的には、各収束シナリオの機能喪失に係るHCLPFは、当該収束シナリオに必要な各影響緩和機能のHCLPFのうち、最も小さいものとなる。

4) クリフエッジ・エフェクト評価

1)項にて特定した各起因事象のイベントツリーに対して、起因事象の発生及び各影響緩和機能の喪失による収束シナリオの変化を評価する。また、収束シナリオに変化を及ぼす起因事象の発生及び各影響緩和機能の喪失となるHCLPFが、各クリフエッジ・エフェクトの地震加速度となる。

ii 評価結果

① 起因事象の選定結果

3.1.4.2.1(1)a.(a) ii ①項と同様に、以下の9事象を選定した。

- ・主給水流量喪失
- ・外部電源喪失
- ・原子炉補機冷却機能喪失
- ・2次系破断
- ・大破断LOCA

- ・中破断 L O C A
- ・小破断 L O C A
- ・炉心損傷直結
- ・C V 機能喪失直結

② 各起因事象発生に係る H C L P F 及び地震加速度区分の特定結果

3.1.4.2.1(1)a.(a) ii ②項の結果より、各起因事象を引き起こす設備等とその H C L P F を第 3.1.4.2.1.5 表のとおり特定し、発生する起因事象に対応する地震加速度区分 1 ~ 7 を同表のとおり設定した。

第 3.1.4.2.1.5 表 各起因事象発生に係る HCLPF 及び地震加速度区分の特定結果

地震加速度区分		各加速度区分で追加して発生する起因事象	各起因事象を引き起こす設備等と H C L P F	
区分 1	1.05G 未満	主給水流量喪失	—	—
		外部電源喪失	—	—
区分 2	1.05~1.28G 未満	原子炉補機冷却機能喪失	制御棒駆動装置 冷却ユニット	1.05G
区分 3	1.28~1.35G 未満	C V 機能喪失直結	原子炉格納容器	1.28G
		大破断 L O C A	加圧器 (ガイドブラケット)	1.28G
区分 4	1.35~1.42G 未満	2 次系破断	蒸気発生器 主蒸気流量計	1.35G
区分 5	1.42~1.52G 未満	炉心損傷直結	炉内計装引出管	1.42G
区分 6	1.52~1.57G 未満	小破断 L O C A	加圧器 (安全弁及び 逃がし弁用管台)	1.52G
区分 7	1.57G 以上	中破断 L O C A	充てん／高圧注入ポンプ 高温側注入配管、 低圧注入系配管 (C/L 側)、 余熱除去ポンプ 高温側注入配管	1.57G

③ クリフエッジ評価結果

クリフエッジの評価にあたっては、3.1.4.2.1(1)a.(a) ii ③項の結果より、区分1では炉心損傷に至らないことから、区分2より評価を実施した。

イ) 地震加速度区分2（1.05～1.28G未満）に対する評価結果

1) 影響緩和機能及び収束シナリオの特定

地震加速度区分2で発生する起因事象である「主給水流量喪失」、「外部電源喪失」、「原子炉補機冷却機能喪失」について、別紙3.1.4.2.1(1)-13のとおり、レベル2地震PRAの格納容器イベントツリーを踏まえ、影響緩和機能及び収束シナリオを特定した。

収束シナリオの特定においては、炉心が損傷した状態において原子炉格納容器内の除熱が安定的に継続されるシナリオを収束シナリオ（格納容器健全）とし、この状態に至らないシナリオを格納容器損傷に至るシナリオとした。

2) 各影響緩和機能の喪失に係るHCLPFの特定

1)項にて抽出した各影響緩和機能について、フロントライン系とそれに必要なサポート系の関連を整理するとともに、各々の機能喪失を引き起こす設備等のHCLPFの評価結果を用いて、各影響緩和機能の喪失に係るHCLPFを別紙3.1.4.2.1(1)-14のとおり特定した。

3) 各収束シナリオの機能喪失に係るHCLPFの特定

収束シナリオの機能喪失に係るHCLPFについて、別紙3.1.4.2.1(1)-15のとおり特定した。

4) クリフエッジ・エフェクト評価

1.18Gで「主給水流量喪失」、「外部電源喪失」及び「原子炉補機冷却機能喪失」による炉心損傷が発生し、

その収束シナリオは①の 1 つである。

その後、1.26G フロントライン系である代表弁等が損傷することで、格納容器隔離機能等が喪失し、収束シナリオがなくなることとなる。(別紙 3.1.4.2.1(1)-23 参照)

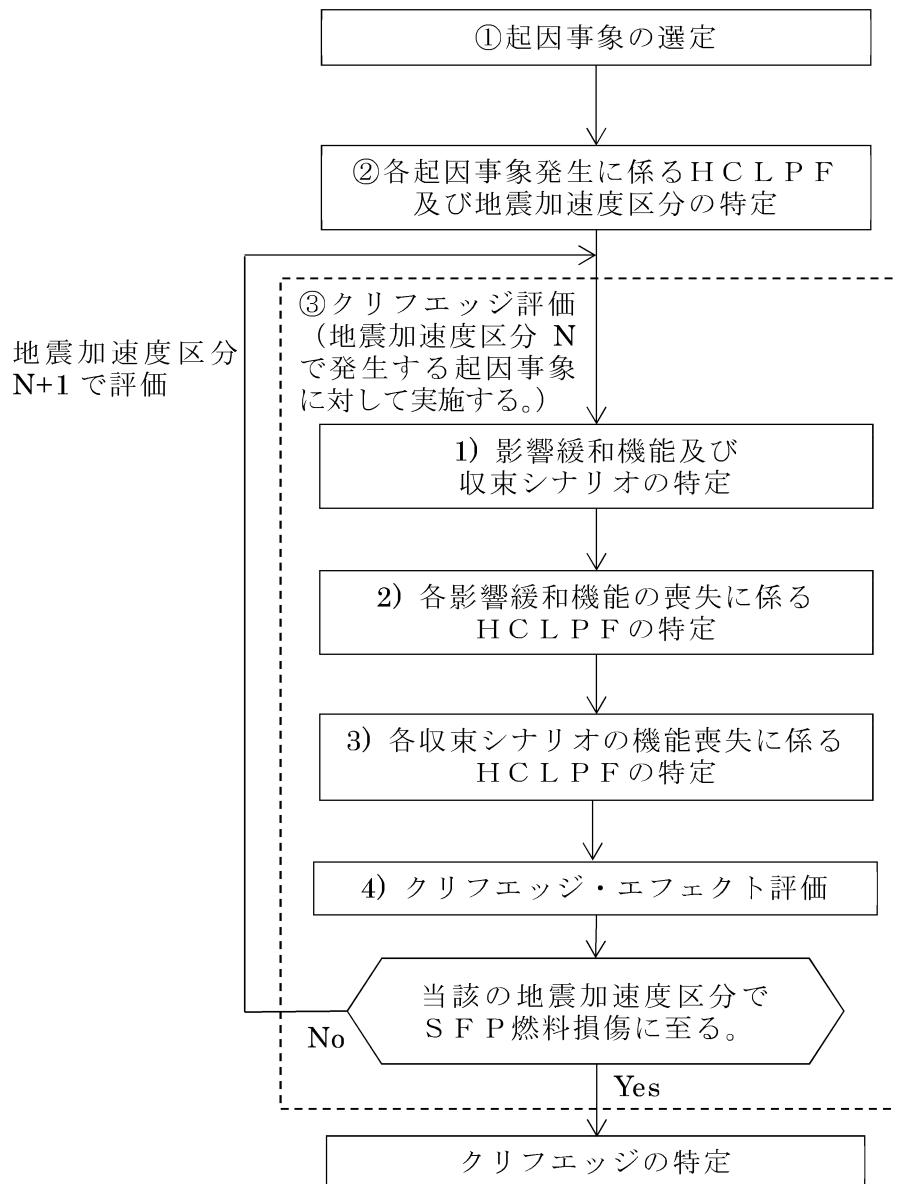
その結果、収束シナリオの緩和機能のうち、最も H C L P F が小さいのは、格納容器隔離、加圧器逃がし弁による 1 次系強制減圧、恒設代替低圧注水ポンプによる格納容器スプレイ、可搬式代替低圧注水ポンプによる格納容器スプレイ及び格納容器内自然対流冷却による格納容器除熱機能の H C L P F である 1.26G であり、この地震加速度で収束シナリオの各影響緩和機能が喪失することで、格納容器損傷に至る。

すなわち、当該の地震加速度区分 2 (1.05~1.28G 未満) で格納容器損傷に至ることから、これをクリフエッジとして特定した。この値は代表弁に対する 95% 信頼度のフラジリティ曲線における 5% 損傷確率に相当する地震加速度であり、3.1.4.1.2(2)で述べたように、1.26G の地震加速度が生じたとしても、必ずクリフエッジが発生することを意味するものではない。

c. 使用済燃料ピットの燃料損傷防止対策

i 評価方法

使用済燃料ピット（以下「SFP」）にある燃料の損傷を防止するための措置について、以下の評価を実施する（第3.1.4.2.1.4図参照）。



第3.1.4.2.1.4図 クリフェッジの特定に係るフロー図
(地震 : SFP燃料損傷)

① 起因事象の選定

SFPの燃料の損傷に至る事象として、SFP冷却系の機能喪失、SFP保有水の流出を考慮する。SFP冷却系の機能喪失の原因として、SFPポンプ・SFP冷却器等の故障及びSFP冷却系の運転をサポートする機器の故障を考慮して、起因事象を選定する。また、SFP保有水の流出原因として、SFPの本体損傷等を考慮する。

② 各起因事象発生に係るHCLPF及び地震加速度区分の特定

①項にて選定した各起因事象を引き起こす設備等とそのHCLPFを特定する。

また、この結果を踏まえ、発生する起因事象に対応する地震加速度区分を設定する。

③ クリフエッジ評価

②項にて設定した地震加速度区分の小さい順に、各区分で発生する起因事象に対して以下の 1)～4)の評価を実施するとともに、当該区分でSFP燃料の損傷に至るかを評価する。

ここで、当該区分でSFP燃料の損傷に至らない場合は、次の地震加速度区分を対象とし、新たな起因事象が追加して発生することを考慮して、以下の 1)～4)の評価を実施する。

評価対象の地震加速度区分においてSFP燃料損傷に至る場合、起因事象に対する各収束シナリオの機能喪失に係るHCLPFのうち、最も大きいものがクリフエッジの地震加速度となる。

1) 影響緩和機能及び収束シナリオの特定

当該の地震加速度区分で発生する起因事象に対し、影響緩和機能及び収束シナリオを特定する。

2) 各影響緩和機能の喪失に係るHCLPFの特定

1)項にて特定した各影響緩和機能について、フロントライン系及びサポート系の各々に対し、機能喪失を引き起こす設備等とそのHCLPFを特定する。具体的には、影響緩和機能の機能喪失に係るHCLPFは、フロントライン系とサポート系の機能喪失に至る各々のHCLPFのうち、小さい方となる。

3) 各収束シナリオの機能喪失に係るHCLPFの特定

2)項にて特定した各影響緩和機能の喪失に係るHCLPFの結果から、各収束シナリオの機能喪失に係るHCLPFを特定する。具体的には、各収束シナリオの機能喪失に係るHCLPFは、当該収束シナリオに必要な各影響緩和機能のHCLPFのうち、最も小さいものとなる。

4) クリフエッジ・エフェクト評価

1)項にて特定した各起因事象のイベントツリーに対して、起因事象の発生及び各影響緩和機能の喪失による収束シナリオの変化を評価する。また、収束シナリオに変化を及ぼす起因事象の発生及び各影響緩和機能の喪失となるHCLPFが、各クリフエッジ・エフェクトの地震加速度となる。

ii 評価結果

① 起因事象の選定結果

地震発生時の安全裕度評価における起因事象については以下の4事象を選定した。

- ・外部電源喪失
- ・SFP冷却機能喪失
- ・原子炉補機冷却機能喪失
- ・SFP損傷

② 各起因事象発生に係るHCLPF及び地震加速度区分の

特定結果

各起因事象を引き起こす設備等とその H C L P F を第 3.1.4.2.1.6 表のとおり特定した。

ここで、「外部電源喪失」については耐震 B, C クラス設備等の破損により発生することから、地震加速度の大きさによらず発生するものとした。

また、この結果を踏まえ、発生する起因事象に対応する地震加速度区分 1 ~ 4 を同表のとおり設定した。

第 3.1.4.2.1.6 表 各起因事象発生に係る H C L P F 及び地震加速度区分の

特定結果

地震加速度区分		各加速度区分で追加して 発生する起因事象	各起因事象を引き起こす 設備等と H C L P F	
区分 1	0.70G 未満	外部電源喪失	—	—
区分 2	0.70~1.05G 未満	S F P 冷却機能喪失	使用済燃料ピット ゲート	0.70G
区分 3	1.05~1.86G 未満	原子炉補機冷却機能喪失	制御棒駆動装置 冷却ユニット	1.05G
区分 4	1.86G 以上	S F P 損傷	使用済燃料ピット	1.86G

③ クリフエッジ評価結果

イ) 地震加速度区分 1 (0.70G 未満) に対する評価結果

1) 影響緩和機能及び収束シナリオの特定

地震加速度区分 1 で発生する起因事象である「外部電源喪失」について、別紙 3.1.4.2.1(1)-16 のとおり、影響緩和機能及び収束シナリオを特定した。

収束シナリオの特定においては、S F P の未臨界性が確保され、かつ、燃料が安定、継続的に冷却される状態に至るシナリオを収束シナリオ（冷却成功）とし、この状態に至らないシナリオを燃料の重大な損傷に至るシナリオ（S F P 燃料損傷）とした。

2) 各影響緩和機能の喪失に係る H C L P F の特定

1) 項にて抽出した各影響緩和機能について、フロントライン系とそれに必要なサポート系の関連を整理するとともに、各々の機能喪失を引き起こす設備等の H C L P F の評価結果を用いて、各影響緩和機能の喪失に係る H C L P F を別紙 3.1.4.2.1(1)-17 のとおり特定した。

3) 各収束シナリオの機能喪失に係る H C L P F の特定

「外部電源喪失」の収束シナリオ①～④の機能喪失に係る H C L P F について、別紙 3.1.4.2.1(1)-18 のとおり特定した。

4) クリフエッジ・エフェクト評価

「外部電源喪失」の起因事象が発生し、その収束シナリオは①～④の 4 つである。

その後、0.70G でフロントライン系である使用済燃料ピットゲートが損傷することで、収束シナリオ①（S F P 冷却系による冷却等）における S F P 冷却系による冷却機能が喪失し、収束シナリオは②～④の 3 つとなる。

次に、1.19G でサポート系であるバッテリーが損傷することで、収束シナリオ②（燃料取替用水ポンプによる注水等）及び収束シナリオ③（消防ポンプによる海水注水等）における非常用所内電源からの給電機能が喪失し、収束シナリオは④（消防ポンプによる海水注水）の 1 つとなる。

そして、4.08G でフロントライン系である使用済燃料ピット供給用消防ポンプが損傷することで、収束シナリオ④における消防ポンプによる海水注水機能が喪失し、収束シナリオがなくなることとなる。（別紙 3.1.4.2.1(1)-23 参照）

その結果、収束シナリオ①～④共に収束シナリオの

機能喪失に係る HCLPF が 0.70G 以上であることから、地震加速度区分 1 (0.70G 未満) で SFP 燃料損傷に至ることはない。

よって、次の地震加速度区分 2 (0.70~1.05G 未満) に対して以下のとおり評価を行った。

ロ) 地震加速度区分 2 (0.70~1.05G 未満) に対する評価結果

1) 影響緩和機能及び収束シナリオの特定

地震加速度区分 2において新たに追加して発生する起因事象である「SFP 冷却機能喪失」について、別紙 3.1.4.2.1(1)-19 のとおり、影響緩和機能及び収束シナリオを特定した。

2) 各影響緩和機能の喪失に係る HCLPF の特定

1)項にて抽出した各影響緩和機能について、フロントライン系とそれに必要なサポート系の関連を整理するとともに、各々の機能喪失を引き起こす設備等の HCLPF の評価結果を用いて、各影響緩和機能の喪失に係る HCLPF を別紙 3.1.4.2.1(1)-20 のとおり特定した。

3) 各収束シナリオの機能喪失に係る HCLPF の特定

「SFP 冷却機能喪失」の収束シナリオ①～③の機能喪失に係る HCLPF について、別紙 3.1.4.2.1(1)-21 のとおり特定した。

4) クリフエッジ・エフェクト評価

0.70G で使用済燃料ピットゲートが損傷することで、「SFP 冷却機能喪失」の起因事象が新たに発生し、その収束シナリオは①～③の 3 つとなる。

その後、1.19G でサポート系であるバッテリーが損傷することで、収束シナリオ①（燃料取替用水ポンプによる注水等）及び収束シナリオ②（消防ポンプによ

る海水注水等)における非常用所内電源からの給電機能が喪失し、収束シナリオは③(消防ポンプによる海水注水)の1つとなる。

そして、4.08Gでフロントライン系である使用済燃料ピット供給用消防ポンプが損傷することで収束シナリオ③における消防ポンプによる海水注水機能が喪失し、収束シナリオがなくなることとなる。(別紙3.1.4.2.1(1)-23 参照)

その結果、収束シナリオ①～③共に収束シナリオの機能喪失に係るHCLPFが1.05G以上であることから、地震加速度区分2(0.70～1.05G未満)でSFP燃料損傷に至ることはない。

よって、次の地震加速度区分3(1.05～1.86G未満)に対して以下のとおり評価を行った。

ハ) 地震加速度区分3(1.05～1.86G未満)に対する評価結果

1) 影響緩和機能及び収束シナリオの特定

地震加速度区分3において新たに追加して発生する「原子炉補機冷却機能喪失」について、別紙3.1.4.2.1(1)-22のとおり、影響緩和機能及び収束シナリオを特定した結果、「SFP冷却機能喪失」の収束シナリオと同様のものとなった。

2) 各影響緩和機能の喪失に係るHCLPFの特定

1)項のとおり、「原子炉補機冷却機能喪失」の収束シナリオは、「SFP冷却機能喪失」の収束シナリオと同様のものとなることから、「原子炉補機冷却機能喪失」の各影響緩和機能の喪失に係るHCLPFは、別紙3.1.4.2.1(1)-20と同様のものとなった。

3) 各収束シナリオの機能喪失に係るHCLPFの特定

1)項のとおり、「原子炉補機冷却機能喪失」の収束シ

ナリオは、「SFP冷却機能喪失」の収束シナリオと同様のものとなることから、「原子炉補機冷却機能喪失」の収束シナリオ①～③の機能喪失に係るHCLPFは、別紙3.1.4.2.1(1)-21と同様のものとなった。

4) クリフエッジ・エフェクト評価

1)項のとおり、「原子炉補機冷却機能喪失」の収束シナリオは、「SFP冷却機能喪失」の収束シナリオと同様のものとなることから、クリフエッジ・エフェクトも同様となる。(別紙3.1.4.2.1(1)-23参照)

ここで、1.05Gで制御棒駆動装置冷却ユニットの損傷による「原子炉補機冷却機能喪失」の起因事象が新たに発生しても、収束シナリオが変化しないことから、クリフエッジ・エフェクトとはならない。

ここで、収束シナリオ①、②の緩和機能のうち、最もHCLPFが小さいのは、非常用所内電源からの給電機能のHCLPFの1.19Gであり、この地震加速度で収束シナリオ①、②が機能喪失するところ、収束シナリオ③については、消防ポンプによる海水注水のHCLPFが4.08Gであることから、地震加速度区分3(1.05～1.86G未満)でSFP燃料損傷に至ることはない。

よって、次の地震加速度区分4(1.86G以上)に対して以下のとおり評価を行った。

二) 地震加速度区分4(1.86G以上)に対する評価結果

1) 影響緩和機能及び収束シナリオの特定

地震加速度区分4において新たに追加して発生する起因事象である「SFP損傷」については、影響緩和機能に期待せず、直接SFP燃料の重大な損傷に至るとみなすことから収束シナリオは作成していない。

2) 各影響緩和機能の喪失に係るHCLPFの特定

1)項のとおり、直接 SFP 燃料損傷に至ることから、影響緩和機能はない。

3) 各収束シナリオの機能喪失に係る HCLPF の特定

1)項のとおり、直接 SFP 燃料損傷に至ることから、収束シナリオはない。

4) クリフエッジ・エフェクト評価

1.86G で使用済燃料ピットが損傷することで、「SFP 損傷」の起因事象が発生するが、1)項のとおり、直接 SFP 燃料損傷に至ることから、収束シナリオはない。

よって、「SFP 損傷」の HCLPF である 1.86G で SFP 燃料損傷に至る。(別紙 3.1.4.2.1(1)-23 参照)

ここで、「3.1.4.1.2(1) 各評価項目に対する共通的な前提条件及び留意事項」の d 項を踏まえ、発電用原子炉及び使用済燃料ピットが同時に影響を受けると想定すると、既に「3.1.4.2.1(1)b. ii 評価結果」にて評価した格納容器損傷防止策のクリフエッジである地震加速度 1.26G を超える場合には、環境線量が極めて高くなり使用済燃料ピット損傷防止対策である消防ポンプによる海水注水の実施が困難になることが予想される。従って、使用済燃料ピット損傷防止対策のクリフエッジは、格納容器損傷防止対策のクリフエッジと同じ地震加速度 1.26G と特定した。

(2) 地震単独の評価に対する随伴事象の影響

a. 地震随伴溢水

(a) 炉心損傷防止対策（出力運転時）、格納容器損傷防止対策及び使用済燃料ピットの燃料損傷防止対策への影響

① 溢水評価方針

1) 建屋内の防護すべき設備に関する溢水評価方針

1-1) 防護すべき設備の設定

「3.1.4.2.1(1)a.(a) ii 評価結果」、「3.1.4.2.1(1)b. ii 評価結果」及び「3.1.4.2.1(1)c. ii 評価結果」を踏まえて特定されるクリフエッジシナリオの成立のために必要な設備のうち、建屋内に設置されているものを防護すべき設備とする。なお、構造が単純で外部からの動力の供給を必要としない静的機器等、溢水による影響を受けない設備は防護すべき設備に設定しない。

1-2) 溢水評価条件の設定

1-2-1) 溢水源及び溢水量の設定

流体を内包する溢水源となり得る機器のうち、そのH C L P F がクリフエッジ地震加速度以上であることが確認できないものを溢水源とする。

溢水量の算出に当たっては、溢水が生じるとした機器のうち防護すべき設備への溢水の影響が最も大きくなる位置で溢水が生じるものとして評価する。

溢水源となる容器については全保有水量を溢水量とする。溢水源となる配管は完全全周破断を考慮した溢水量とする。

また、クリフエッジ地震加速度により発生する使用済燃料ピットのスロッシングにて使用済燃料ピット外へ漏えいする溢水量を算出する。

1-2-2) 溢水防護区画及び溢水経路の設定

溢水防護区画は、防護すべき設備を設置している

すべての区画について設定する。

溢水防護区画は壁、扉及び堰又はそれらの組み合わせによって他の区画と分離される区画として設定し、溢水防護区画の水位が最も高くなるように保守的に溢水経路を設定する。

1・3) 溢水評価

1・3・1) 没水影響に対する評価

1・3・1・1) 評価方法

建屋内で発生を想定する溢水源、溢水量、溢水防護区画及び溢水経路から算出される溢水水位と、防護すべき設備が要求される機能を損なうおそれのある高さ（以下「機能喪失高さ」という）を比較し、防護すべき設備が没水影響により要求される機能を損なうおそれのないことを評価する。没水影響評価に用いる溢水水位の算出は、漏えい発生階とその経路上のすべての溢水防護区画に対して行い、水位 H は、以下の式に基づいて算出する。床勾配が溢水防護区画にある場合には、保守的に床勾配分の滞留量は考慮せず、溢水水位の算出は床勾配高さ^(注1) 分嵩上げする。

(注1) 床勾配の下端から上端までの高さ

$$H = Q/A + h$$

H : 水位(m)

Q : 流入量(m^3)

(設定した溢水量及び溢水経路に基づき評価対象区画への流入量を算出する。)

A : 滞留面積(m^2)

(評価対象区画内と溢水経路に存在する区画の総面積を滞留面積として評

価する。滞留面積は、壁及び床の盛り上がり（コンクリート基礎等）範囲を除く有効面積を滞留面積とする。)

h : 床勾配高さ(m)

(溢水防護区画に床勾配がある場合)

1・3・1・2) 判定基準

以下の判定基準を満足することを確認する。

- ・発生を想定する溢水水位と、防護すべき設備の機能喪失高さを比較し、防護すべき設備が没水して要求される機能を損なうおそれのないこと。

1・3・2) 被水影響に対する評価

1・3・2・1) 評価方法

建屋内における溢水源からの直線軌道及び放物線軌道の飛散による被水又は天井面開口部若しくは貫通部からの被水影響により、防護すべき設備が要求される機能を損なうおそれのないことを評価する。

1・3・2・2) 判定基準

以下のいずれかの判定基準を満足することを確認する。

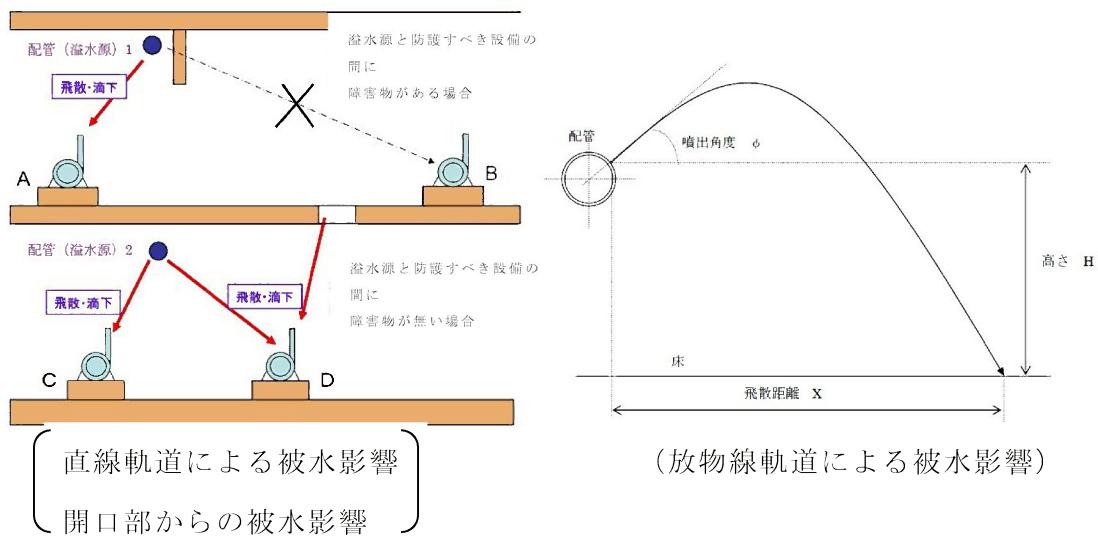
- ・対象設備が、被水源からの直線軌道及び放射線軌道の飛散による被水^(注1)の範囲外であり、かつ天井面の開口部又は貫通部からの被水の影響を受ける範囲外であること。
- ・対象設備が多重性又は多様性を有しており、各々が別区画に設置されていることから、同時に要求される機能を損なうおそれのないこと。
- ・評価対象区画に流体を内包する設備が設置さ

れている場合は、防護すべき設備に対し被水防護措置^(注2)がなされていること。

- ・評価対象区画に流体を内包する設備が設置されていない場合は、天井面に開口部又は貫通部が存在しないこと。
- ・評価対象区画に流体を内包する設備が設置されておらず、かつ、天井面に開口部又は貫通部が存在する場合は、当該開口部及び貫通部に密封処理等の流出防止対策がなされていること。
- ・評価対象区画に流体を内包する設備が設置されておらず、天井面に開口部又は貫通部が存在し、かつ、当該開口部及び貫通部に密封処理等の流出防止対策がなされていない場合にあっては、防護すべき設備に対し被水防護措置^(注2)がなされていること。
- ・上記を満足しない場合は、防護すべき設備が防滴仕様であること。

(注1) 飛散距離については、管内圧力を高い側に包絡できる直線の軌道を採用する。また、放射線軌道による被水の影響についても現場確認を踏まえて評価する。被水影響範囲の考え方を第3.1.4.2.1.5図に示す。

(注2) 被水防護措置において、保護カバーや盤筐体扉部のパッキンにより防護すべき設備の要求される機能を損なうおそれのない対策を実施している場合は、被水試験を踏まえて評価する。



第3.1.4.2.1.5図 被水影響範囲の考え方

1-3-3) 蒸気影響に対する評価

地震起因で発生を想定する区画内での漏えい蒸気及び区画間を拡散する漏えい蒸気による影響について、設定した空調条件や解析区画条件により評価し、防護すべき設備が蒸気影響により要求される機能を損なうおそれのないことを評価する。なお蒸気の溢水源が存在しない場合は、蒸気影響に対する評価は不要である。

2) 建屋外の防護すべき設備に関する溢水評価方針

2-1) 防護すべき設備の設定

「3.1.4.2.1(1)a.(a) ii 評価結果」、「3.1.4.2.1(1)b. ii 評価結果」及び「3.1.4.2.1(1)c. ii 評価結果」を踏まえて特定される、クリフエッジシナリオの成立のために必要な設備のうち、建屋外に設置されているものを防護すべき設備とする。なお、構造が単純で外部からの動力の供給を必要としない静的機器等、溢水による影響を受けない設備は防護すべき設備に設定しない。

2-2) 溢水評価条件の設定

流体を内包する溢水源となり得る機器のうち、その H C L P F がクリフェッジ地震加速度以上であること が確認できないものを溢水源とする。

2-3) 溢水評価

2-3-1) 評価方法

地震に起因する溢水による影響を受けて、建屋外 に設置される防護すべき設備が、要求される機能を 損なうおそれのないことを評価する。

2-3-2) 判定基準

以下のいずれかの判定基準を満足することを確認 する。

- ・防護すべき設備が溢水源であるタンク等から発 生する溢水の経路上に存在せず、要求される機 能を損なうおそれのないこと。
- ・防護すべき設備が溢水源であるタンク等から発 生する溢水の経路上に存在するが、設備周辺に おいて溢水が滞留せずに低位へ流下する地形等 であるため、没水して要求される機能を損なう おそれのないこと。

② 評価結果

1) 建屋内の防護すべき設備に関する溢水評価結果

1-1) 防護すべき設備の設定結果

「3.1.4.2.1(1)a.(a) ii 評価結果」を踏まえて特定さ れる、クリフェッジシナリオの成立のために必要な設 備のうち、建屋内に設置されているものを防護すべき 設備とし選定した。第 3.1.4.2.1.7 表には、「1-2-2) 溢 水防護区画及び溢水経路の設定結果」で設定する溢水 防護区画ごとの機能喪失高さが最も低い設備を示す。 なお、使用済燃料ピットの燃料損傷防止に関する設備

は、全て屋外設備であり、建屋内の防護すべき設備はない。

第 3.1.4.2.1.7 表 防護すべき設備

溢水防護区画	設置建屋	床面高さ (E.L.[m])	防護すべき設備（代表） ^{※1}	機能喪失高さ (床上[m])
①	外周建屋	24.5	4A 電動弁現場操作盤-1	0.35
②	外周建屋	17.5	4B 電動弁現場操作盤-1	0.35
③	外周建屋	17.5	4A アニュラス空気浄化ファン現場操作盤 4B アニュラス空気浄化ファン現場操作盤	0.30
④	外周建屋	10.5	余熱除去流量計	0.95
⑤	外周建屋	6.5	4B 余熱除去ポンプ格納容器 再循環サンプ側入口隔離弁	2.22
⑥	外周建屋	24.5	4C 主蒸気逃がし弁	0.95
⑦	原子炉 補助建屋	17.5	代替所内電気設備 変圧器盤	0.44
⑧	原子炉 補助建屋	10.5	4C 充てん/高圧注入ポンプ	0.51
⑨	原子炉 補助建屋	-2.0	4B 余熱除去ポンプ	0.74
⑩	中間建屋	10.5	34D 中央制御室循環ファン 入口ダンパ	0.30

※1：各溢水防護区画において、「炉心損傷防止（出力運転時）」及び「格納容器損傷防止」シナリオを通じて機能喪失高さが最も低い設備を示す。

1・2) 溢水評価条件の設定結果

1・2・1) 溢水源及び溢水量の設定結果

評価方針に基づき設定した建屋内の溢水量を第 3.1.4.2.1.8 表及び第 3.1.4.2.1.9 表に示す。

使用済燃料ピットのスロッシングによる溢水量は、クリフエッジ地震加速度に対して生じるスロッシング現象を3次元流動解析により評価し、使用済燃料ピット外へ漏えいする水量を考慮して設定した。また、使用済燃料ピットの初期水位等の評価条件は保守的となるように設定して評価した。

モデル化範囲は、使用済燃料ピットフロアレベルの燃料取扱建屋とした。燃料取扱建屋（E.L.+32.8m）の使用済燃料ピット周辺の概要を第3.1.4.2.1.6図に示す。

使用済燃料ピットスロッシングの3次元流動解析条件を第3.1.4.2.1.10表に、使用済燃料ピットスロッシングによる最大溢水量を第3.1.4.2.1.11表に示す。

なお、クリフエッジ地震加速度は、第3.1.4.2.1.12表の通り各シナリオにより結果が異なるが、格納容器損傷を想定した場合のクリフエッジ地震加速度である1.26Gを保守的に用いた。

第3.1.4.2.1.8表 設定した各建屋の溢水量（管理区域）

溢 水 量(m ³)		
外周建屋 (燃料取扱建屋含む)	原子炉補助建屋	制御建屋
63.2	49.9	77.2

第3.1.4.2.1.9表 設定した各建屋の溢水量（非管理区域）

溢 水 量(m ³)	
外周建屋	中間建屋
29.0	0.1

第3.1.4.2.1.10表 3次元流動解析に用いた評価条件

モデル化範囲	・使用済燃料ピットのあるフロアレベルの全体（第 3.1.4.2.1.6 図）
境界条件	・上部は開放とする。他は壁による境界を設定。
初期水位	・E.L.32.43m (High Water Level : 高水位警報設定値)
評価用地震動	・応答スペクトルに基づく地震動評価結果による基準地震動 Ss (以下、応答スペクトルベース) の 1.77 倍（クリフェッジ地震加速度 1.26G）による燃料取扱建屋 E.L.+32.8m の応答を使用 ・応答スペクトルベースに対し、EW 方向と UD 方向、NS 方向と UD 方向について時刻歴により評価する。
解析コード	・FLOW-3D Ver.9.2.1 (流体解析ソフトウェア)
その他	・使用済燃料ラックは考慮せず、使用済燃料ピット内の水がすべて揺動するとした。 ・使用済燃料ピット周りに設置されているフェンス等による流出に対する抵抗は考慮しない。

第3.1.4.2.1.11表 使用済燃料ピットスロッシングによる最大溢水量

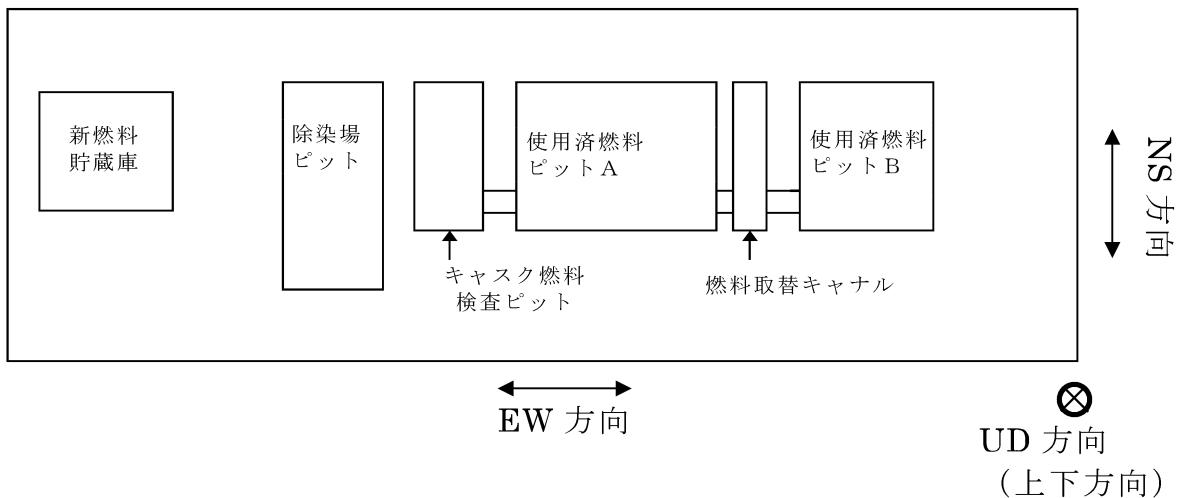
クリフェッジ地震動 EW方向、UD方向	35.5m ³
クリフェッジ地震動 NS方向、UD方向	58.7m ³

第 3.1.4.2.1.12 表 地震時の安全裕度評価結果（クリフェッジ地震加速度）

シナリオ	各シナリオの クリフェッジ地震加速度
炉心損傷防止（出力運転時）	1.18G
格納容器損傷防止	1.26G
使用済燃料ピットの燃料損傷防止*	(1.26G)

*：使用済燃料ピットの燃料損傷防止対策に対する溢水影響評価対象設備は、いずれも

屋外設備であるため、屋内溢水の影響を受けることは無い。



第3.1.4.2.1.6図 使用済燃料ピット周辺の概要図

1-2-2) 溢水防護区画及び溢水経路の設定結果

評価方針に基づき設定した溢水防護区画の一例を第3.1.4.2.1.7図に示す。また、当該溢水防護区画における機器の位置とその機能喪失高さを第3.1.4.2.1.8図及び第3.1.4.2.1.13表に示す。

溢水経路は、床面開口部（機器ハッチ、階段等）及び溢水評価において期待することのできる設備（水密扉、堰等）の抽出を行い、溢水防護区画内外で発生を想定する溢水に対して当該区画の溢水水位が最も高くなるよう保守的に設定した。

参考資料－5に記載する。

第3.1.4.2.1.7図 溢水防護区画の一例 (E.L.-2.0m)
(3号機からの溢水を考慮した場合)

参考資料－5に記載する。

第3.1.4.2.1.8図 防護すべき設備の配置図（溢水防護区画⑨）
(3号機からの溢水を考慮した場合)

第 3.1.4.2.1.13 表 防護すべき設備の機能喪失高さ一覧（溢水防護区画⑨）

防護すべき設備	機能喪失高さ (床上[m])	当該溢水防護 区画の代表
4B 余熱除去ポンプ ^⑨	0.74	○
B 余熱除去ポンプ吐出流量計	0.93	
余熱除去ポンプ操作箱	1.20	

1・3) 溢水評価結果

1・3・1) 没水影響評価結果

没水影響に対して、防護すべき設備の機能喪失高さが発生を想定する溢水水位を上回ることから、没水の影響を受けて要求される機能を損なうおそれはないことを確認した。溢水防護区画ごとの評価結果を第 3.1.4.2.1.14 表に示す。

第 3.1.4.2.1.14 表 没水影響評価結果

溢水防護 区画	設置建屋	床面高さ (E.L.[m])	防護すべき設備（代表）※1	溢水水位 ([m])	機能喪失高さ (床上[m])	判定
①	外周建屋	24.5	4A 電動弁現場操作盤-1	0.12	0.35	○
②	外周建屋	17.5	4B 電動弁現場操作盤-1	0.15	0.35	○
③	外周建屋	17.5	4A アニュラス空気浄化ファン現場操作盤 4B アニュラス空気浄化ファン現場操作盤	0.14	0.30	○
④	外周建屋	10.5	余熱除去流量計	0.16	0.95	○
⑤	外周建屋	6.5	4B 余熱除去ポンプ格納容器再循環 サンプ側入口隔離弁	0.68	2.22	○
⑥	外周建屋	24.5	4C 主蒸気逃がし弁	0.18	0.95	○
⑦	原子炉 補助建屋	17.5	代替所内電気設備 変圧器盤	0.20	0.44	○
⑧	原子炉 補助建屋	10.5	4C 充てん/高圧注入ポンプ	0.23	0.51	○
⑨※2	原子炉 補助建屋	-2.0	4B 余熱除去ポンプ	0.26	0.74	○
				0.24	0.74	○
⑩	中間建屋	10.5	34D 中央制御室循環ファン入口ダンパ	0.11	0.30	○

※1：各溢水防護区画において、「炉心損傷防止（出力運転時）」及び「格納容器損傷防止」シナリオを通じて機能喪失高さが最も低い設備を示す。

※2：(上段) 4号機のみを単独で評価した場合の最大溢水水位を評価

(下段) 3号機側も含めて評価した場合の最大溢水水位を評価

高浜3号機の評価条件は高浜3号機第1回安全性向上評価届出書（平成30年1月10日付け関原発第362号）の通りとする。

1・3・2) 被水影響評価結果

地震起因による被水影響に対して、防護すべき設備が判定基準のいずれかを満足することから、被水の影響を受けて要求される機能を損なうおそれはないことを確認した。一例として、「1・3・1) 没水影響評価結果」において示した溢水防護区画⑨における機器の評価結果を第 3.1.4.2.1.15 表に示す。

第 3.1.4.2.1.15 表 被水影響評価結果の一例（溢水防護区画⑨）

防護すべき設備	評価	判定
4B 余熱除去ポンプ	被水源からの直線軌道及び放射線軌道の飛散による被水の範囲外であり、かつ天井面の開口部又は貫通部からの被水の影響を受ける範囲外である	○
B 余熱除去ポンプ吐出流量計	被水源からの直線軌道及び放射線軌道の飛散による被水の範囲外であり、かつ天井面の開口部又は貫通部からの被水の影響を受ける範囲外である	○
余熱除去ポンプ操作箱	被水源からの直線軌道及び放射線軌道の飛散による被水の範囲外であり、かつ天井面の開口部又は貫通部からの被水の影響を受ける範囲外である	○

1・3・3) 蒸気影響評価結果

蒸気を内包する設備について H C L P F を確認した結果、H C L P F が最も小さい設備である廃液蒸発装置の値が 1.33G であった。これは、格納容器損傷におけるクリフエッジ地震加速度の 1.26G を上回っていることから、防護すべき設備に対する蒸気影響評価は不要であることを確認した。

2) 建屋外の防護すべき設備に関する溢水評価結果

2・1) 防護すべき設備の選定結果

「3.1.4.2.1(1)a.(a) ii 評価結果」、「3.1.4.2.1(1)b. ii

評価結果」及び「3.1.4.2.1(1)c. ii 評価結果」を踏まえて特定される、クリフエッジシナリオの成立のために必要な設備のうち、建屋外に設置されているものを防護すべき設備とし選定した。選定した結果を第3.1.4.2.1.16 表に示す。

第 3.1.4.2.1.16 表 防護すべき設備

防護すべき設備	設置高さ (E.L.[m])	機能喪失高さ (E.L.[m])
復水タンク水位計 1 復水タンク水位計 2	15.00	15.67
原子炉補機冷却海水ポンプ操作箱	3.80	4.70
4A 海水ポンプ 4B 海水ポンプ 4C 海水ポンプ	1.55	3.85
4A 使用済燃料ピット給水用消防ポンプ 可搬式代替低圧注水ポンプ用消防ポンプ 復水タンク水源補給用消防ポンプ	12.30 32.50	12.51 32.71
可搬式代替低圧注水ポンプ	7.00 29.80 32.50	7.81 30.61 33.31
可搬式代替低圧注水ポンプ用電源車	7.00 29.80 32.50	7.19 29.99 32.69
大容量ポンプ	12.30 15.10 32.00	12.58 15.38 32.28
空冷式非常用発電装置 中継・接続盤	32.50	33.50
A・空冷式非常用発電装置 信号処理盤 B・空冷式非常用発電装置 信号処理盤	32.50	33.40
タンクローリー	12.30 15.10 32.00	12.57 15.55 32.28
空冷式非常用発電装置	32.50	33.40

2-2) 溢水評価条件の設定結果

評価方針に基づき、流体を内包する溢水源となり得る機器のうち、そのH C L P F がクリフエッジ地震加速度以上であることが確認できないものを溢水源とした。溢水源としては、海水ポンプ室の淡水系統、スクリーン洗浄系統及び海水電解装置系統の配管、タービン建屋の 2 次系設備の破損及び屋外タンクの破損による溢水を想定した。

建屋外における防護すべき設備及び屋外タンクの配置を第 3.1.4.2.1.9 図に示す。

参考資料－5に記載する。

参考資料－5に記載する。

2-3) 溢水評価結果

屋外の防護すべき設備に対する溢水評価結果を第3.1.4.2.1.17表に示す。溢水源であるタンク等から発生する溢水の経路上に存在し影響を受ける設備には、海水ポンプ及びその関連設備並びに大容量ポンプ、各消防ポンプ、タンクローリー、可搬式代替低圧注入ポンプ及びその関連設備があるが、これらの設備の設置場所は、周辺において溢水が滞留せずに低位へ流下する地形または滞留した場合を想定しても機能喪失高さに至らない溢水水位である。よって、これらの設備は没水して要求される機能を損なうおそれはない。

第 3.1.4.2.1.17 表 屋外の防護すべき設備に対する溢水評価結果

防護すべき設備	溢水の流出 経路上	設置場所周辺において 溢水が滞留せずに低位 へ流下する地形等
	○：経路上でない ×：経路上	○：該当する ×：該当しない
復水タンク水位計 1 復水タンク水位計 2	○	—
原子炉補機冷却海水ポンプ操作箱	×	○
4A 海水ポンプ 4B 海水ポンプ 4C 海水ポンプ	×	○
4A 使用済燃料ピット給水用消防ポンプ 可搬式代替低圧注水ポンプ用消防ポンプ 復水タンク水源補給用消防ポンプ	×	○
可搬式代替低圧注水ポンプ	×	○
可搬式代替低圧注水ポンプ用電源車	×	○
大容量ポンプ	×	○
空冷式非常用発電装置 中継・接続盤	○	—
A-空冷式非常用発電装置 信号処理盤 B-空冷式非常用発電装置 信号処理盤	○	—
タンクローリー	×	○
空冷式非常用発電装置	○	—

(b) 炉心損傷防止対策（運転停止時）の評価に対する影響評価

① 溢水評価方針

運転停止時における地震随伴内部溢水の評価は、炉心損傷防止対策（出力運転時）、格納容器損傷防止対策及び使用済燃料ピットの燃料損傷防止対策における溢水評価方針である「3.1.4.2.1(2)a.(a)① 溢水評価方針」の評価に準ずる。具体的な評価方針を以下の通り示す。

1) 建屋内の防護すべき設備に関する溢水評価方針

1-1) 防護すべき設備の設定

「3.1.4.2.1(1)a.(b) ii 評価結果」を踏まえて特定される、クリフエッジシナリオの成立のために必要な設備のうち、建屋内に設置されているものを防護すべき設備とする。なお、構造が単純で外部からの動力の供給を必要としない静的機器等、溢水による影響を受けない設備は防護すべき設備に設定しない。

1-2) 溢水評価条件の設定

運転停止時における溢水評価条件については、「(a)

①1)1-2) 溢水評価条件の設定」と同様である。

1-3) 溢水評価

運転停止時における溢水評価については、「(a)①1-3) 溢水評価」と同様である。

2) 建屋外の防護すべき設備に関する溢水評価

2-1) 防護すべき設備の設定

「3.1.4.2.1(1)a.(b) ii 評価結果」を踏まえて特定される、クリフエッジシナリオの成立のために必要な設備のうち、建屋外に設置されているものを防護すべき設備とする。なお、構造が単純で外部からの動力の供給を必要としない静的機器等、溢水による影響を受けない設備は防護すべき設備に設定しない。

2-2) 溢水評価条件の設定

運転停止時における溢水評価条件については、「(a)①2)2-2) 溢水評価条件の設定」と同様である。

2-3) 溢水評価

運転停止時における溢水評価については、「(a)①2)2-3) 溢水評価」と同様である。

② 評価結果

1) 建屋内の防護すべき設備に関する溢水評価結果

1-1) 防護すべき設備の選定結果

「3.1.4.2.1(1)a.(b) ii 評価結果」を踏まえて特定される、クリフェッジシナリオの成立のために必要な設備のうち、建屋内に設置されているものを防護すべき設備とし選定した。第 3.1.4.2.1.18 表には、「(a)②1)1-2)1-2-2) 溢水防護区画及び溢水経路の設定結果」で設定する溢水防護区画ごとの機能喪失高さが最も低い設備を示す。

第 3.1.4.2.1.18 表 防護すべき設備

溢水防護区画	設置建屋	床面高さ (E.L.[m])	防護すべき設備（代表）	機能喪失高さ (床上[m])
②	外周建屋	17.5	格納容器広域圧力計（I）（II） (III)	0.96
③	外周建屋	17.5	格納容器広域圧力計（IV）	0.96
⑤	外周建屋	6.5	4A 余熱除去ポンプ格納容器 再循環サンプ側入口隔離弁	2.21
⑦	原子炉 補助建屋	17.5	代替所内電気設備 変圧器盤	0.44
⑧	原子炉 補助建屋	10.5	4A,B,C 充てん／高圧注入ポンプ	0.51
⑨	原子炉 補助建屋	-2.0	4A,B 余熱除去ポンプ	0.74

1-2) 溢水評価条件の設定結果

運転停止時における溢水評価条件については、「(a)②1)1-2) 溢水評価条件の設定結果」と同様に実施した。

溢水源については、運転停止時のクリフェッジ地震加速度は出力運転時(1.26G)よりも小さな値(1.19G)となるが、保守的に「(a)②1)1-2)1-2-1) 溢水源及び溢水量の設定結果」と同じ設備を溢水源とした。

溢水量については、使用済燃料ピットのスロッシング現象を検討する際に用いるクリフェッジ地震加速度を 1.19G とした。そのため、各建屋の溢水量（管理区域）が第 3.1.4.2.1.19 表の通りとなった。

使用済燃料ピットのスロッシングによる溢水量の設定におけるモデル化範囲は、「(a)②1)1-2)1-2-1) 溢水源及び溢水量の設定結果」と同じとした。使用済燃料ピットスロッシングの 3 次元流動解析条件を第 3.1.4.2.1.20 表に、使用済燃料ピットスロッシングによる最大溢水量を第 3.1.4.2.1.21 表に示す。

溢水防護区画については、「(a)②1)1-2)1-2-2) 溢水防護区画及び溢水経路の設定結果」の結果に包絡される。

第3.1.4.2.1.19表 設定した各建屋の溢水量（管理区域）

溢　水　量(m^3)		
外周建屋 (燃料取扱建屋含む)	原子炉補助建屋	制御建屋
59.2	49.9	77.2

第3.1.4.2.1.20表 3次元流動解析に用いた評価条件

モデル化範囲	・使用済燃料ピットのあるフロアレベルの全体（第 3.1.4.2.1.6 図）
境界条件	・上部は開放とする。他は壁による境界を設定。
初期水位	・E.L.32.43m (High Water Level : 高水位警報設定値)
評価用地震動	・応答スペクトルに基づく地震動評価結果による基準地震動 Ss (以下、応答スペクトルベース) の 1.67 倍 (クリフェッジ地震加速度 1.19G) による燃料取扱建屋 E.L.+32.8m の応答を使用 ・応答スペクトルベースに対し、EW 方向と UD 方向、NS 方向と UD 方向について時刻歴により評価する。
解析コード	・FLOW-3D Ver.9.2.1 (流体解析ソフトウェア)
その他	・使用済燃料ラックは考慮せず、使用済燃料ピット内の水がすべて揺動するとした。 ・使用済燃料ピット周りに設置されているフェンス等による流出に対する抵抗は考慮しない。

第3.1.4.2.1.21表 使用済燃料ピットスロッシングによる最大溢水量

クリフェッジ地震動 EW方向、UD方向	33.3m ³
クリフェッジ地震動 NS方向、UD方向	54.7m ³

1-3) 溢水評価結果

1-3-1) 没水影響評価結果

地震起因による没水影響に対して、防護すべき設備の機能喪失高さが発生を想定する溢水水位を上回ることから、没水の影響を受けて要求される機能を損なうおそれはないことを確認した。溢水防護区画ごとの評価結果を第 3.1.4.2.1.22 表に示す。

第 3.1.4.2.1.22 表 没水影響評価結果

溢水防護区画	設置建屋	床面高さ (E.L.[m])	防護すべき設備（代表）	溢水水位 [m]	機能喪失高さ (床上[m])	判定
②	外周建屋	17.5	格納容器広域圧力計（I）（II）（III）	0.15	0.96	○
③	外周建屋	17.5	格納容器広域圧力計（IV）	0.14	0.96	○
⑤	外周建屋	6.5	4A 余熱除去ポンプ格納容器再循環サンプ側 入口隔離弁	0.68	2.21	○
⑦	原子炉 補助建屋	17.5	代替所内電気設備 変圧器盤	0.20	0.44	○
⑧	原子炉 補助建屋	10.5	4A,B,C 充てん／高圧注入ポンプ	0.23	0.51	○
⑨ ^{*1}	原子炉 補助建屋	-2.0	4A,B 余熱除去ポンプ	0.26	0.74	○
				0.24	0.74	○

※1：(上段) 4号機のみを単独で評価した場合の最大溢水水位を評価

(下段) 3号機側も含めて評価した場合の最大溢水水位を評価

高浜3号機の評価条件は高浜3号機第1回安全性向上評価届出書（平成30年1月10日付け関原発第362号）の通りとする。

1・3・2) 被水影響評価結果

被水影響に対して、防護すべき設備が判定基準のいずれかを満足することから、被水の影響を受けて要求される機能を損なうおそれはないことを確認した。一例として、「1・3・1) 没水影響評価結果」において示した溢水防護区画⑨における機器の評価結果を第3.1.4.2.1.23表に示す。

第3.1.4.2.1.23表 被水影響評価結果の一例（溢水防護区画⑨）

防護すべき設備	評価	判定
4A,B 余熱除去ポンプ	被水源からの直線軌道及び放射線軌道の飛散による被水の範囲外であり、かつ天井面の開口部又は貫通部からの被水の影響を受ける範囲外である	○
A,B 余熱除去ポンプ吐出流量計	被水源からの直線軌道及び放射線軌道の飛散による被水の範囲外であり、かつ天井面の開口部又は貫通部からの被水の影響を受ける範囲外である	○
余熱除去ポンプ操作箱	被水源からの直線軌道及び放射線軌道の飛散による被水の範囲外であり、かつ天井面の開口部又は貫通部からの被水の影響を受ける範囲外である	○

1・3・3) 蒸気影響評価結果

蒸気を内包する設備については「(a)②1)1・3)1・3-3) 蒸気影響評価結果」より、H C L P F がクリフエッジ地震加速度を下回るものはなく、防護すべき設備に対する蒸気影響評価は不要であることを確認した。

2) 建屋外の防護すべき設備に関する溢水評価結果

2・1) 防護すべき設備の選定結果

「3.1.4.2.1(1)a.(b) ii 評価結果」を踏まえて特定される、クリフエッジシナリオの成立のために必要な設

備のうち、建屋外に設置されているものを防護すべき設備とし選定した。整理した結果を第 3.1.4.2.1.24 表に示す。なお、これらの設備は、「(a)②2)2-1) 防護すべき設備の選定結果」の選定設備に包絡される。

第 3.1.4.2.1.24 表 防護すべき設備

防護すべき設備	設置高さ (E.L.[m])	機能喪失高さ (E.L.[m])
原子炉補機冷却海水ポンプ操作箱	3.80	4.70
4A 海水ポンプ		
4B 海水ポンプ	1.55	3.85
4C 海水ポンプ		
大容量ポンプ	12.30 15.10 32.00	12.58 15.38 32.28
空冷式非常用発電装置 中継・接続盤	32.50	33.50
A-空冷式非常用発電装置 信号処理盤	32.50	33.40
B-空冷式非常用発電装置 信号処理盤		
タンクローリー	12.30 15.10 32.00	12.57 15.55 32.28
空冷式非常用発電装置	32.50	33.40

2-2) 溢水評価条件の設定結果

評価方針に基づき、流体を内包する溢水源となり得る機器のうち、その H C L P F がクリフエッジ地震加速度以上であることが確認できないものを溢水源とした。溢水源としては、海水ポンプ室の淡水系統、スクリーン洗浄系統及び海水電解装置系統の配管、タービン建屋の 2 次系設備の破損及び屋外タンクの破損による溢水を想定した。なお、これらの溢水源は、「(a)②

2)2-2) 溢水評価条件の設定結果」と同じである。

2-3) 溢水評価結果

防護すべき設備が出力運転時の対象に包絡されており、また、溢水源については出力運転時と同じであることから、評価結果については「(a)②2)2-3) 溢水評価結果」と同様である。よって、防護すべき設備は要求される機能を損なう恐れはない。

- b. 原子炉建屋の背後斜面等のすべり及び剥落
- (a) 炉心損傷防止対策、格納容器損傷防止対策及び使用済燃料ピットの燃料損傷防止対策への影響

1) 評価方法

1-1) 防護すべき設備等の選定

「3.1.4.2.1(1) 地震単独の評価」における、「3.1.4.2.1(1)a.(a) ii 評価結果」、「3.1.4.2.1(1)a.(b) ii 評価結果」、「3.1.4.2.1(1)b. ii 評価結果」及び「3.1.4.2.1(1)c. ii 評価結果」を踏まえて特定される、クリフエッジを回避するために必要な緩和設備等を選定する。

ここで、屋内設備等の防護については、それらを設置する建屋を防護すべき設備等とする。

一方、屋外設備等については、その使用継続に必要となる燃料等に加え、ホース敷設等の屋外作業に必要なアクセスルートの整備に必要となる重機等についても、防護すべき設備等として選定する。

その結果、防護すべき設備等としては、別紙3.1.4.2.1(2)b-1 のとおり整理された。これらの配置場所を第3.1.4.2.1.10図に示す。

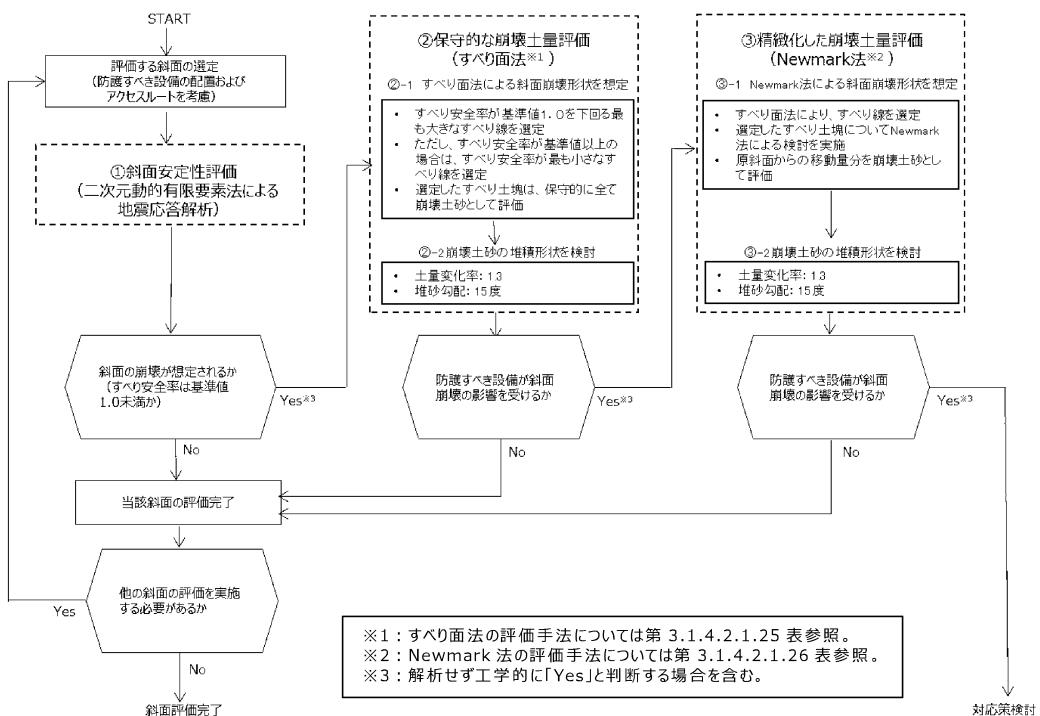
参考資料－5に記載する。

第3.1.4.2.1.10図 防護すべき設備等の配置場所

1-2) 防護すべき設備等への影響評価

背後斜面等のすべり及び剥落の検討用地震加速度として、比較的高い地震加速度である 1.5G を設定する。これは、「3.1.4.2.1(1) 地震単独の評価」から得られる、炉心損傷防止対策、格納容器損傷防止対策、及び使用済燃料ピットの燃料損傷防止対策に係るクリフエッジ地震加速度を上回っている。

斜面崩壊範囲については、斜面の安定性評価及び斜面の崩壊影響評価を行い、その範囲を想定する。斜面安定性評価及び斜面崩壊影響評価の検討フローを第3.1.4.2.1.11 図に示す。また、すべり面法による崩壊土量評価の概要を第3.1.4.2.1.25 表に、Newmark 法による崩壊土量評価の概要を第3.1.4.2.1.26 表に示す。



第 3.1.4.2.1.11 図 斜面安定性評価及び斜面崩壊影響評価の検討フロー

第 3.1.4.2.1.25 表 すべり面法による崩壊土量評価

(1) 斜面の土砂崩壊範囲の設定	保管場所近傍及びアクセスルート背面に斜面が存在し、その斜面の崩壊が想定される場合には、斜面の崩壊を考慮することにより土砂の堆積形状を検討する。対象となる設備等への斜面の影響範囲については、谷・尾根形状等を地形図から判読し、設定する。
(2) すべり線の設定	想定する地震動に対するすべり安全率が 1 を下回るすべり線の中で崩壊土量の最も大きなすべり線を考慮する。(斜面のすべりは、すべり安全率が最も小さいすべり線において先ずすべり、より安定な状態となることからその後により規模の大きなすべり線ですべることはないと考えられる。しかし、ここでは、土砂の到達範囲に対する影響をより保守的に評価する観点から、想定する地震動に対するすべり安全率が 1 を下回るすべり線の中で崩壊土量の最も大きなすべり線を考慮する)
(3) 崩壊土砂の到達範囲の設定	1) 崩壊土砂の堆積量 すべり土塊の土量に対して土量変化率 1.3 を考慮する。 2) 崩壊土砂の堆積時の角度 崩壊土砂の堆積時の角度は 15 度とする。

第 3.1.4.2.1.26 表 Newmark 法による崩壊土量評価

(1)すべり土塊の変位量の算定	すべり面法により設定したすべり線に対して、Newmark 法によりすべり土塊の正規化変位量（すべり変位／すべり円弧の長さ）を算定する。
(2)すべり土塊の土量の設定	(1)で算出した正規化変位量が、限界すべり量(0.17%) *を超過した場合、崩壊土砂の到達範囲を設定する。また、限界すべり量を超過しない場合においても、崩壊土量が無視できないと考えられる場合については、崩壊土砂の到達範囲を設定する。 ※：平成 25 年度の原子力土木委員会地盤安定性評価部会にて示された指標。（すべり変位／すべり円弧）の長さを正規化変位量とし、0.17%を超えるなければすべり土塊は崩落しないことを実験により示している。
(3)崩壊土砂の到達範囲の設定	(2)において、限界すべり量を超過したすべり線、及び崩壊土量が無視できないと考えられるすべり線については、崩壊土砂の到達範囲を設定する。設定方法については、前頁「すべり面法による崩壊土量評価」を参照する。

2) 評価結果

2-1) 屋外設備等に対する評価結果

2-1-1) 特高開閉所背後斜面の検討結果

第 3.1.4.2.1.11 図で示すフローに従い、評価する斜面として防護すべき設備等が多く存在する特高開閉所背後斜面を選定した。別紙 3.1.4.2.1(2)b-2 のとおり評価した結果、斜面下の保管場所やアクセスルートに影響を与えることはない。従って、「b. 可搬式代替低圧注水ポンプ（1 台）」、「b. 可搬式代替低圧注水ポンプ用電源車（1 台）」、「c. 仮設組立式水槽（1 式）」、「a. 消防ポンプ及びホース類（1 式）」、「a. 及び f. 大容量ポンプ（2 台）」、「a. 及び d. 大容量ポンプホース類（2 式）」、「g. ブルドーザー（1 台）」及び「a. 及び e.

タンクローリー（2台）」については、その健全性を維持できる。

このため、1-1)項で選定した防護すべき設備等のうち、上記の設備については使用可能であることを確認した。残る防護設備である、「k. 空冷式非常用発電装置」、「l. 重油（燃料油貯油槽）」及び「j. ガソリン（危険物貯蔵庫）」については、3号機及び4号機背面斜面の影響を受ける可能性がある。このため、次項において3号機及び4号機背面斜面の検討を行う。

2-1-2) 3号機及び4号機背面斜面の検討結果

別紙 3.1.4.2.1(2)b-3 のとおり、3号機及び4号機背面斜面の検討を実施した結果、背面斜面が崩壊する可能性はあるが、「k. 空冷式非常用発電装置（2台）」及び「l. 重油（燃料油貯油槽）」については、崩壊土砂が到達することはないため、健全性が損なわれることはない。「j. ガソリン（危険物貯蔵庫）」については、斜面崩壊による土砂が到達する可能性があることから、使用するまでの復旧作業に時間を見込む。

2-2) 屋内設備等に対する評価結果

別紙 3.1.4.2.1(2)b-3 のとおり、3号機及び4号機背面斜面崩壊時に発生する土砂が建屋に到達することはない。従って、建屋の健全性は維持されることから、屋内設備等の健全性は維持される。

2-3) 評価結果まとめ

2-1)項及び2-2)項の評価の結果、クリフエッジ地震加速度では、斜面崩壊が発生する可能性があるが、必要な屋外設備等について、いずれかの保管場所がその機能を維持出来ることを確認した。

これは防護すべき設備等の機能維持の観点での確認結果であり、接近性、作業性の観点もあいまって格納容器

損傷を防止できることについては、「3.1.4.3.1 余裕時間に関する評価」にて詳細に評価する。

c. 地震随伴内部火災

(a) 炉心損傷防止対策への影響

a) 出力運転時

1) 評価方法

地震随伴内部火災による地震単独の安全裕度への影響の有無を評価するにあたり、地震時の随伴火災発生の可能性や影響範囲等の想定について考慮する必要がある。

地震時において、機器等はその耐震設計に応じて、損傷、機能の喪失等が想定されるが、その随伴火災については、必ずしも発生するとは限らない現象であり、火災発生の閾値を適切に設定することが困難である。

この点については、地震による損傷に伴って内包する流体が系外へ溢れ出る蓋然性が高い地震随伴内部溢水と比較すると、それとは異なるアプローチが必要となる。

従って、この地震随伴火災の評価においては、これまで決定論に基づいて実施してきた火災防護対策を踏まえつつ、機器等の種別等を考慮して、火災源の想定上の取扱いと影響範囲等を検討する。その上で、それぞれの火災源からの火災が事象緩和機能に影響を与えないことを確認することにより、地震単独の安全裕度が、地震随伴内部火災による影響を受けないことを確認する。

具体的な評価の流れについては、まず、評価対象となる区画を設定する。その区画については、出力運転時の炉心損傷を防止するために必要な事象緩和機器が設置されている区画（以下、評価対象区画という）を設定する。

なお、評価対象区画は、平成27年10月9日に認可を受けた高浜発電所4号機の工事計画変更認可申請において設定した火災区域・区画に基づき設定するものとする。

次に考慮すべき点として、火災源の選定を行う必要が

あるが、ここで火災源については評価対象区画にある可燃物を種類で分類する。火災源の選定にあたり、その可燃物の物質特性である引火点や、発生防止に係る機器の構造面、過去事例等の知見を考慮するとともに、必要に応じ、現場での確認（以下、「プラントウォークダウン」という）により可燃物の周囲に着火源となり得るもののが設置されていないことも確認して、火災源を選定する。

そして、選定された火災源について、着火時の事象緩和機能への影響の有無を評価する。

この評価の結果、それぞれの火災源からの火災が事象緩和機能に影響を与えないことが確認できた場合、地震単独の安全裕度が、地震随伴内部火災による影響を受けないこととなる。

2) 評価結果

2-1) 評価対象区画の設定

出力運転時の炉心損傷を防止するために必要な事象緩和機器が設置されている区画を対象に、第3.1.4.2.1.12図に示すような火災区域・区画を評価対象区画として設定した。

2-2) 火災源の選定

評価対象区画内で発生する火災事象としては、油火災、可燃性ガス火災、電気火災、その他可燃物による火災があり、その原因となる評価対象区画内の可燃物を以下のとおり抽出した。

(油火災)

- ・潤滑油
- ・燃料油

(可燃性ガス火災)

- ・水素ガス

(電気火災)

- ・電気盤
 - ・ケーブル
- (その他可燃物火災)

- ・換気空調系フィルタ
- ・モータ絶縁物

抽出した可燃物については、潤滑油を除き、地震随伴内部火災の火災源となる可能性のあるものとして選定した。

以下、潤滑油を火災源から除外する考え方を示す。

2-2-1) 潤滑油

潤滑油は引火点（約 180°C）以上に加熱されないと着火しにくい物質である。ここで、高浜発電所における原子炉格納容器内、原子炉補助建屋内、燃料取扱建屋内、制御建屋内又は中間建屋内に設置されている機器の潤滑油の引火点は約 220～268°Cであり、第 3.1.4.2.1.27 表に示すとおり、各火災区画の室内温度及び機器運転時の潤滑油温度に対して、十分に高いことを確認している。

また、プラントウォークダウン（結果の一例を第 3.1.4.2.1.28 表に示す。）により、潤滑油を内包している機器（以下、「油内包機器」という。）の軸受の損傷等による潤滑油の漏えいを想定しても、それぞれの漏えい範囲内に着火源になり得る設備（電気盤等）が設置されていないことを確認している。

以上のことから、潤滑油については火災源として選定しない。

2-3) 火災源の事象緩和機能への影響の有無

2-2)項で火災源として選定された各可燃物に対して、実際に火災が発生した場合の事象緩和機能への影響の有無について評価した結果を以下に示す。

2-3-1) 燃料油火災

燃料油を内包する設備としては、ディーゼル発電機があるが、ディーゼル機関内で燃焼している場合、地震発生時に機器の不具合等から室内火災になるおそれがある。

また、潤滑油と比較して引火点が低い（重油：約60°C）ため、仮に機器が損傷し、燃料油が漏えいした場合、近傍に設置されている電気設備との接触により着火するおそれがある可燃物である。

しかし、仮に燃料油火災が発生したとしても、ディーゼル発電機は第3.1.4.2.1.12図の火災区域・区画図(E.L.+4.0m)に示すとおり、A系とB系の区画が分離されている。これらの区画間は、耐火能力を有する隔壁にて、完全に分離されていることから、地震により発生した燃料油火災により、ディーゼル発電機の両系統が同時に機能喪失することはない。

よって、燃料油火災は、事象緩和機能への影響は無いと評価する。

2-3-2) 水素ガス火災

水素ガスは、水素ガスを内包する系統から系外へ漏えいした場合は、空気により希釈される過程で可燃性混合気体を形成し、静電気等の非常に小さなエネルギーの着火源で着火するおそれがある可燃物である。

しかし、評価対象区画内の水素ガスを内包する系統を構成する弁、配管は、溶接構造、ベローズ及びダイヤフラム構造にすることによって、水素の漏えい防止対策を講じていることから地震発生時に水素が漏えいするおそれは無い。

よって、水素ガス火災は、事象緩和機能への影響

は無いと評価する。

2-3-3) 電気盤火災

電気盤は、盤内の構成品が地震により破損し、過電流が発生すること等により、電気的に加熱され、着火するおそれがある可燃物である。

しかし、電気盤は金属製の筐体に覆われていることから、盤内構成品の火災が発生しても、筐体により、電気盤外への火災の影響範囲は限定される。更に、電気盤については、片トレンの安全系電源盤自身の火災を想定しても、第 3.1.4.2.1.12 図の火災区域・区画図 (E.L. + 4.0m) に示すとおり、異トレンの電源盤が設置されている区画とは耐火壁で分離されており、影響を及ぼすことはない。

よって、電気盤火災は、事象緩和機能への影響は無いと評価する。

2-3-4) ケーブル火災

ケーブルは地震により破損し、過電流が発生すること等により、電気的に加熱され、着火するおそれがある可燃物である。

しかし、ケーブルが着火したとしても、難燃性材料が使用されているため、延焼し難い。また、筐体や電線管に収納されていることから、ケーブルの火災の影響範囲は限定される。

よって、ケーブル火災は、事象緩和機能への影響は無いと評価する。

2-3-5) 換気空調系フィルタ

換気空調系フィルタ内にあるチャコールフィルタは地震発生時に電気ヒータにより加熱され、着火するおそれがある可燃物である。

しかし、チャコールフィルタが着火したとしても、

金属製の筐体に収納されていることから、換気空調系フィルタの火災の影響範囲は限定される。

よって、換気空調系フィルタ火災は、事象緩和機能への影響は無いと評価する。

2-3-6) モータ絶縁物火災

モータ絶縁物は、モータ内の構成品が地震により破損し、過電流が発生すること等により、電気的に加熱され、着火するおそれがある可燃物である。

しかし、モータ絶縁物は絶縁物の量が限定されていること、金属製の筐体により覆われており、モータ絶縁物が着火したとしても、火災の影響範囲は限定されることにより、周囲に影響し難いと考えられる。

よって、モータ絶縁物火災は、事象緩和機能への影響は無いと評価する。

2-4) 評価結果まとめ

地震随伴内部火災の安全裕度評価については、設定した評価対象区画において、火災源を選定し、着火時の事象緩和機器への影響の有無を確認、評価した。出力運転時における各可燃物に対する評価結果の一覧を第 3.1.4.2.1.29 表に示す。

第 3.1.4.2.1.29 表に記載の通り、出力運転時において設計上の想定を超える地震の発生を仮定し、評価対象である炉心損傷を防止するための措置の地震単独の安全裕度が、地震随伴内部火災による影響を受けないことを確認した。

b) 運転停止時

1) 評価方法

出力運転時における地震単独の評価に対する随伴事象の影響のうち、出力運転時と同様の評価方法を適用する。

ただし、運転停止時において、出力運転時と異なる条件に着目して、火災源の選定を行い、選定された火災源による事象緩和機能への影響の有無を評価する。

2) 評価結果

2-1) 評価対象区画の設定

運転停止時の炉心損傷を防止するために必要な事象緩和機器が設置されている区画を対象に、第3.1.4.2.1.12図に示すような火災区域・区画を評価対象区画として設定した。

2-2) 火災源の選定

地震に随伴した内部火災を評価するにあたり、出力運転時と運転停止時の評価において異なる条件に着目して、火災源の選定を行う。

出力運転時の評価において抽出した可燃物について運転停止時と出力運転時とで異なる条件としては、運転停止時においては、電気盤及びケーブルが通電されていない状態、水素内包系統については、プラント運転停止時には定められた手順により、水素は放出されている状態が考えられる。電気盤火災及びケーブル火災については、出力運転時の評価として通電状態であることを前提として評価を実施し、水素ガス火災については水素が内包状態であることを前提として評価を実施している。よって、電気盤火災、ケーブル火災及び水素ガス火災の運転停止時における評価については、出力運転時における評価結果に包絡される。

また、運転停止時と出力運転時の評価で燃料油を内包する設備の分離状態（耐火能力を有する隔壁）に変更は無いことから、燃料油火災については出力運転時の評価結果と同様となる。

従って、出力運転時に抽出した可燃物のうち、運

転停止時においても評価対象とする可燃物としては、潤滑油、換気空調系フィルタ及びモータ絶縁物とする。

また、上記の可燃物に加え、運転停止時においては定期点検等の保守作業のため、火氣使用作業及び有機溶剤等を使用した保守作業が想定されることから、火氣使用作業時に発生する可燃物・引火物及び作業時に持ち込む有機溶剤等の持込可燃物についても、運転停止時に評価対象とする可燃物とする。

以上のことから、運転停止時における地震単独の評価に対する随伴事象の影響評価としては、潤滑油、換気空調系フィルタ、モータ絶縁物、火氣使用作業時に発生する可燃物・引火物及び作業時に持ち込む有機溶剤等の持込可燃物を火災源とした場合について、事象緩和機能への影響の有無を評価する。

2-3) 火災源の事象緩和機能への影響の有無

2-3-1) 潤滑油火災

運転停止時においては、出力運転時と異なり、潤滑油を内包する機器の保守点検作業による分解点検等により潤滑油内包部位が油拡大防止措置の範囲外に設置されることが想定され、油拡大防止措置の範囲外に設置されていた場合は、潤滑油が漏えい・拡大し、周辺の着火源により着火することが考えられる。しかし、仮に潤滑油火災が発生したとしても、作業中においては常時保守要員が現地に滞在していることから、早期に火災を感知し、消火することができるため、事象緩和機能へ影響を及ぼすような規模の火災になるおそれは無い。また、日々の作業中断時及び作業完了時においては、原子力発電所請負工事一般仕様書にて、周辺を整備し、整理・整頓等を推進すること、及び火氣使用作業では後始末

を確実に実施すること、火気使用作業管理要領にて火気使用作業の養生管理や作業周辺エリア周辺で可燃物・引火物がないことの確認等を規定していることから、火災が発生するおそれは無い。

よって、潤滑油火災は、事象緩和機能への影響は無いと評価する。

2-3-2) 換気空調系フィルタ火災

運転停止時においては、出力運転時と異なり、フィルタユニットの点検により分解されていること、及びチャコールフィルタの取替作業が実施されていることが想定される。これらの作業時には、換気空調系フィルタにおいて着火源と考えられる電気ヒータは通電されておらず、仮に試験運転等により通電され、チャコールフィルタ火災が発生したとしても、常時保守要員が現地に滞在していることから、早期に火災を感知し、消火することが可能であるため、事象緩和機能へ影響を及ぼすような規模の火災になるおそれは無い。また、取替えたチャコールフィルタについては、高浜発電所 火災防護計画にて固体廃棄物として処理を行うまでの間、金属製の容器や不燃シートに包んで保管することを規定していることから、使用済みのチャコールフィルタにて火災が発生するおそれは無い。

よって、換気空調系フィルタ火災は、事象緩和機能への影響は無いと評価する。

2-3-3) モータ絶縁物火災

モータ絶縁物は、絶縁物の量が限定されていること、金属製の筐体により覆われており、モータ絶縁物が着火したとしても、火災の影響範囲は限定される。

運転停止時においては、出力運転時と異なり、モータの分解点検により、モータブラケットを取り外すことで、モータ絶縁物が露出し、着火源により着火されることが想定される。しかし、仮にモータ絶縁物火災が発生したとしても、作業中においては、常時保守要員が現地に滞在していることから、早期に火災を感知し、消火することが可能であるため、事象緩和機能へ影響を及ぼすような規模の火災になるおそれは無い。また、日々の作業中断時及び作業完了時においては、原子力発電所請負工事一般仕様書にて、周辺を整備し、整理・整頓等を推進すること、及び火気使用作業では後始末を確実に実施すること、火気使用作業管理要領にて火気使用作業の養生管理や作業周辺エリア周辺で可燃物・引火物がないことの確認等を規定していることから、火災が発生するおそれは無い。

よって、モータ絶縁物火災は、事象緩和機能への影響は無いと評価する。

2-3-4) 火気使用作業時に発生する可燃物・引火物

火気使用作業により発生する可燃物・引火物については、火気使用作業管理要領にて火気使用作業の養生管理や作業エリア周辺で可燃物・引火物がないことの確認等を規定している。

更に原子力発電所請負工事一般仕様書にて、「作業中は常に現場の状況監視に努め、不安全状態が生じた場合には作業を中断し、適切な処置を行うこと」を規定しており、地震が発生した場合には火気使用作業を中断して、適切な処置を行うことを規定していることから、火気使用作業により火災が発生しても事象緩和機能へ影響を及ぼすような規模の火災に

なるおそれは無い。

よって、火気使用作業により発生する可燃物・引火物による火災は事象緩和機能への影響は無いと評価する。

2-3-5) 持込可燃物

火気使用作業管理要領による作業エリア周辺の可燃物管理に加え、現場資機材管理所則では、資機材の固定や、転倒防止を含めた保管管理等について規定している。更に、原子力保修業務要綱において、特定化学物質、有機溶剤及び危険物を取り扱う作業管理が規定していることから、持込可燃物により火災が発生しても事象緩和機能へ影響を及ぼすような規模の火災になるおそれは無い。

よって、持込可燃物により発生する可燃物・引火物による火災は事象緩和機能への影響は無いと評価する。

2-4) 評価結果まとめ

地震随伴内部火災の安全裕度評価については、設定した評価対象区画において、火災源を選定し、着火時の事象緩和機器への影響の有無を確認、評価した。プラント運転停止時における各可燃物に対する評価結果の一覧を第 3.1.4.2.1.30 表に示す。

第 3.1.4.2.1.30 表に記載の通り、プラント運転停止時において、設計上の想定を超える地震の発生を仮定し、評価対象である炉心損傷を防止するための措置の地震単独の安全裕度が、地震随伴内部火災による影響を受けないことを確認した。

(b) 格納容器損傷防止対策への影響

1) 評価方法

地震単独の評価に対する随伴事象の影響のうち、出力運

転時における炉心損傷防止対策と同様の評価方法を適用する。

なお、評価対象区画は、高浜発電所の既工事計画書において設定した火災区域・区画に基づき設定するものとし、格納容器損傷を防止するための措置に必要な事象緩和機器が設置されている区画を対象とする。

2) 評価結果

2-1) 評価対象区画の設定

格納容器損傷を防止するために必要な事象緩和機器が設置されている区画を対象に、第 3.1.4.2.1.12 図に示すような火災区域・区画を評価対象区画として設定した。

2-2) 火災源の選定

評価対象区内の発生する火災事象としては、出力運転時における炉心損傷防止対策と同様であり、火災源も同様とする。

2-3) 火災源の事象緩和機能への影響の有無

2-2)項で火災源として選定された各可燃物に対して、実際に火災が発生した場合の事象緩和機能への影響の有無については、出力運転時における炉心損傷防止対策と同様の評価結果を適用する。

2-4) 評価結果まとめ

地震随伴内部火災の安全裕度評価については、設定した評価対象区画において、火災源を選定し、着火時の事象緩和機器への影響の有無を確認、評価した。出力運転時における各可燃物に対する評価結果の一覧を第 3.1.4.2.1.29 表に示す。

第 3.1.4.2.1.29 表に記載の通り、出力運転時において設計上の想定を超える地震の発生を仮定し、評価対象である格納容器損傷を防止するための措置の地震単独の安全裕度が、地震随伴内部火災による影響を受けないこと

を確認した。

(c) 使用済燃料ピットの燃料損傷防止対策への影響

1) 評価方法

地震単独の評価に対する随伴事象の影響のうち、出力運転時及び運転停止時における炉心損傷防止対策と同様の評価方法を適用する。

なお、評価対象区画は、高浜発電所の既工事計画書において設定した火災区域・区画に基づき設定するものとし、使用済燃料ピットにある燃料の損傷を防止するための措置に必要な事象緩和機器が設置されている区画を対象とする。

2) 評価結果

2-1) 評価対象区画の設定

使用済燃料ピットの燃料損傷を防止するために必要な事象緩和機器が設置されている区画を対象に、第3.1.4.2.1.12図に示すような火災区域・区画を評価対象区画として設定した。

2-2) 火災源の選定

評価対象区内で発生する火災事象としては、油火災、電気火災、その他可燃物による火災があり、その原因となる評価対象区内の可燃物を以下のとおり抽出した。

(油火災)

- ・潤滑油

(電気火災)

- ・電気盤
- ・ケーブル

(その他可燃物火災)

- ・モータ絶縁物
- ・火気使用作業時に発生する可燃物・引火物
- ・持込可燃物

抽出した可燃物については、潤滑油を除き、地震随伴

内部火災の火災源となる可能性のあるものとして選定した。

なお、潤滑油を火災源から除外する考え方については出力運転時及び運転停止時における炉心損傷防止対策と同様の評価結果を適用する。

2-3) 火災源の事象緩和機能への影響の有無

2-2)項で火災源として選定された各可燃物に対して、実際に火災が発生した場合の事象緩和機能への影響の有無については、出力運転時及び運転停止時における炉心損傷防止対策と同様の評価結果を適用する。

2-4) 評価結果まとめ

地震随伴内部火災の安全裕度評価については、設定した評価対象区画において、火災源を選定し、着火時の事象緩和機器への影響の有無を確認、評価した。出力運転時における各可燃物に対する評価結果の一覧を第3.1.4.2.1.31表に示す。

第3.1.4.2.1.31表に記載の通り、設計上の想定を超える地震の発生を仮定し、評価対象である使用済燃料ピットにある燃料の損傷を防止するための措置の地震単独の安全裕度が、地震随伴内部火災による影響を受けないと確認した。

参考資料－5に記載する。

第3.1.4.2.1.12図 高浜発電所4号機 火災区域・火災区画 (E.L.+4.0m)

第 3.1.4.2.1.27 表 潤滑油の引火点、室内温度及び機器運転時の温度

潤滑油品種	潤滑油内包機器	引火点 [°C]	室内温度 [°C]	機器運転時の 潤滑油温度 [°C]
DN タービン オイル 56	余熱除去ポンプ	約 248	約 40	約 200
	タービン動補助給水ポンプ 他		約 33	約 93
DN タービン オイル 32	電動補助給水ポンプ	約 220	約 37	約 75
	充てん／高圧注入ポンプ 他		約 36	約 150
DN スーパー [†] タービンオイル 46	1 次冷却材ポンプ電動機 他	約 236	約 49	約 80
DN マリン オイル SX-40	ディーゼル発電機 他	約 268	約 40	約 75

第 3.1.4.2.1.28 表 プラントウォームダウン結果 (1 / 4)

例

[大災 No. 18] 機器番号 : 4RHP1A, 4RHP1B

高浜発電所 4 号機 安全性向上評価のためのプラントウォームダウンチェックシート

S S C 名 : 4A, 4B余熱除去ポンプ

機器番号 : 4RHP1A, 4RHP1B

可燃物名 : 潤滑油

漏洩拡大防止措置 : 有

漏洩範囲[m2] : 漏洩拡大防止措置内
(等価直徑[m])

区画 : A:A/B 1-14 B:A/B 1-16

[チェック対象項目] 要 否
A) 潤滑油漏洩範囲内の着火源の確認

総合評価
潤滑油漏洩範囲内に着火源となるものはない。

実施日 : 2018年7月3日

実施者 : [Redacted]

火災(18)-1

付録C-2-1-64

第 3.1.4.2.1.28 表 プラントウォークダウン結果 (2 / 4)

例

〔火災 No. 18〕 機器番号：4RHP1A, 4RHP1B

A) 潤滑油漏洩範囲内の着火源の確認

I. 漏洩拡大防止措置内又は漏洩範囲内の潤滑油に対して着火源は無い

	Y	N	U	N/A
1. 電気盤は無い	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. 裸火は無い	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. 高温の発熱体は無い	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. その他着火源は無い (Nの場合、具体的な着火源を特記事項に記入)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

特記事項

ポンプ側はドレンリムの設置、モータ側は部屋内のサンプおよび壁により、部屋外への油の漏洩拡大は防止できるため、漏洩拡大防止措置を「有」とした。

(記号の説明) Y : YES, N : NO, U : 調査不可, N/A : 対象外

火災(18)-2

付録C-2-1-65

第 3.1.4.2.1.28 表 プラントウォークダウン結果 (3 / 4)

例

[火災 No. 18] 機器番号 : 4RHP1A, 4RHP1B



図18-1 4A, 4B余熱除去ポンプ
機器名表示



図18-2 4A, 4B余熱除去ポンプ
外観

火災(18)-3
付録C-2-1-66

第 3.1.4.2.1.28 表 プラントウォークダウン結果 (4 / 4)

例

〔火災 No. 18〕機器番号：4RHP1A, 4RHP1B



図18-3 4A, 4B余熱除去ポンプ
漏液拡大防止措置



図18-4 4A, 4B余熱除去ポンプ
部屋入口の壇

火災(18)-4
付録C-2-1-67

第 3.1.4.2.1.29 表 炉心損傷防止対策（出力運転時）及び格納容器損傷防止対策における地震随伴内部火災影響評価
結果一覧表

可燃物種別	評価結果		備考
	火災源選定要否	事象緩和機能への影響有無	
潤滑油	否	—	機器に使用される潤滑油は引火点が高く、また潤滑油を内包する設備の周辺に、着火源となり得る設備は無いことから、火災源には選定しない。
燃料油	要	無	耐火能力を有する隔壁にて、燃料油を内包する設備の A 系と B 系は分離されているため、事象緩和機能への影響は無い。
水素ガス	要	無	水素ガス内包系統の弁及び配管は漏えいしない構造であることから、事業緩和機能への影響は無い。
電気盤	要	無	電気盤は金属製の筐体により覆われており、筐体により火災の範囲は限定される。また、異トレンの電気盤は、耐火能力を有する隔壁で分離されていることから、事象緩和機能への影響は無い。
ケーブル	要	無	難燃性材料の使用や金属製の電線管、トレイへ敷設されており、火災の範囲は限定されるため、事象緩和機能への影響は無い。
換気空調系フィルタ	要	無	換気空調系フィルタは金属製の筐体により覆われており、火災の範囲は限定されるため、事象緩和機能への影響は無い。
モータ絶縁物	要	無	モータ絶縁物火災は、筐体により限定されること、絶縁物の量が限定されていることから、事象緩和機能への影響は無い。

第 3.1.4.2.1.30 表 炉心損傷防止対策（運転停止時）における地震随伴内部火災影響評価結果一覧表

可燃物種別	評価結果		備 考
	出力運転時の評価結果に 包絡されるか否か	事象緩和機能 への影響有無	
潤滑油	包絡されない	無	出力運転時の相違点として、保守作業（分解点検等）により、潤滑油内包部位の場所が異なる可能性があるが、作業中は保守要員が現地に常駐していること、作業中断時には養生管理等を確実に実施することを社内ルールに規定していることから、事象緩和機能への影響は無い。
燃料油	包絡される	—	プラント運転停止時においても燃料油を内包する設備の分離状態（耐火能力を有する隔壁）に変更は無いことから、出力運転時の評価結果に包絡される。
水素ガス	包絡される	—	水素内包系統については、プラント運転停止時には定められた手順により、水素ガスを放出しており、系統内に水素は内包していないことから、出力運転時の評価結果に包絡される。
電気盤	包絡される	—	プラント運転停止時にはプラント運転中とは異なり、通電されていない電気盤もあるため、通電状態を前提とした出力運転時の評価結果に包絡される。
ケーブル	包絡される	—	プラント運転停止時にはプラント運転中とは異なり、通電されていないケーブルもあるため、通電状態を前提とした出力運転時の評価結果に包絡される。
モータ絶縁物	包絡されない	無	出力運転時の相違点として、モータケーシングの分解によりモータ絶縁物が露出している状態が想定されるが、作業中は保守要員が現地に常駐していること、作業中断時には養生管理等を確実に実施することを社内ルールに規定していることから、事象緩和機能への影響は無い。
換気空調系フィルタ	包絡されない	無	出力運転時の相違点として、①フィルタユニットの分解、②チャコールフィルタの取替作業等が想定されるが、①については、作業中は保守要員が現地に常駐していること、②については、取替えたチャコールフィルタを固体廃棄物として処理を行うまでの間、金属製の容器等に包んで保管することを社内ルールにて規定していることから、事象緩和機能への影響は無い。
火気使用作業時に発生 する可燃物・引火物 ^{※1}	— (出力運転時には無し)	無	養生管理や作業エリア周辺に可燃物・引火物がないことの確認等を社内ルールに規定していることから、事象緩和機能への影響は無い。
持込可燃物 ^{※1}	— (出力運転時には無し)	無	作業エリア周辺の可燃物管理や保管管理、特定化学物質、有機溶剤及び危険物を取り扱う作業管理を社内ルールに規定していることから、事象緩和機能への影響は無い。

※ 1 プラント運転停止時にのみ想定される可燃物である。

第 3.1.4.2.1.31 表 使用済燃料ピットの燃料損傷防止対策における地震随伴内部火災影響評価結果一覧表

可燃物種別	評価結果		備考
	火災源選定要否	事象緩和機能への影響有無	
潤滑油	否	—	機器に使用される潤滑油は引火点が高く、また潤滑油を内包する設備の周辺に、着火源となり得る設備は無いことから、火災源には選定しない。
電気盤	要	無	電気盤は金属製の筐体により覆われており、筐体により火災の範囲は限定される。また、異トレンの電気盤は、耐火能力を有する隔壁で分離されていることから、事象緩和機能への影響は無い。
ケーブル	要	無	難燃性材料の使用や金属製の電線管、トレイへ敷設されており、火災の範囲は限定されるため、事象緩和機能への影響は無い。
モータ絶縁物	要	無	モータ絶縁物火災は、筐体により限定されること、絶縁物の量が限定されていることから、事象緩和機能への影響は無い。
火気使用作業時に発生する可燃物・引火物 ^{※1}	— (出力運転時には無し)	無	養生管理や作業エリア周辺に可燃物・引火物がないことの確認等を社内ルールに規定していることから、事象緩和機能への影響は無い。
持込可燃物 ^{※1}	— (出力運転時には無し)	無	作業エリア周辺の可燃物管理や保管管理、特定化学物質、有機溶剤及び危険物を取り扱う作業管理を社内ルールに規定していることから、事象緩和機能への影響は無い。

※ 1 プラント運転停止時にのみ想定される可燃物である。

d. 地震随伴外部火災

(a) 炉心損傷防止対策、格納容器損傷防止対策及び使用済燃料ピットの燃料損傷防止対策への影響

地震随伴外部火災については、平成27年2月12日に許可を受けた原子炉設置（変更）許可申請（以下、「設置許可」という。）及び平成27年10月9日に認可を受けた工事計画変更認可申請（以下、「工認」という。）において想定されている火災に対して、地震随伴の観点で火災源を選定する。

次に、「3.1.4.2.1(1) 地震単独の評価」を踏まえて特定される、炉心損傷防止対策、格納容器損傷防止対策及び使用済燃料ピットの燃料損傷防止対策に対するクリフエッジを回避するために必要な緩和設備等を選定し、屋外設備等、屋内設備等及びアクセスルートに対する外部火災の影響を評価する。

1) 評価方法

1-1) 地震随伴外部火災として想定する火災源の選定

発電所敷地内（屋外）の火災源としては、設置許可及び工認においては、森林火災、発電所敷地内に存在する危険物タンク火災、航空機墜落による火災及び発電所港湾内に入港する船舶の火災が想定されている。

ここで、森林火災については工認で種々の評価条件を最も保守的に設定した評価を基に防火帯を設けており、仮に地震随伴外部火災が発生したとしても、工認での評価条件に包絡されると考えられる。また航空機墜落による火災及び発電所港湾内に入港する船舶の火災については、その性質上、地震起因で起こらないと考えられる。従って、森林火災、航空機墜落による火災及び発電所港湾内に入港する船舶の火災については火災源として選定しない。

また、危険物タンクについては、高浜発電所構内には、「補助ボイラ燃料タンク（重油、150kℓ）」、「3号機及び

4号機タービン油計量タンク（タービン油、130kℓ）」及び「1号機及び2号機タービン油タンク（タービン油、80kℓ）」がある。このうち、「3号機及び4号機タービン油計量タンク（タービン油、130kℓ）」及び「1号機及び2号機タービン油タンク（タービン油、80kℓ）」については、引火点が高い潤滑油であり、引火点以上に加熱されないと着火しにくく、かつ防油堤内に着火源となり得る設備（電気盤等）が設置されていないことから、火災源として選定しない。一方で、「補助ボイラ燃料タンク（重油、150kℓ）」については、引火点が低い燃料油であるため、何らかの要因で着火する可能性がある。

以上より、ここでは外部火災源としては補助ボイラ燃料タンク（重油、150kℓ）を想定することとする。

1-2) 防護すべき設備等の選定

「3.1.4.2.1(1) 地震単独の評価」における、「3.1.4.2.1(1)a.(a) ii 評価結果」、「3.1.4.2.1(1)a.(b) ii 評価結果」、「3.1.4.2.1(1)b. ii 評価結果」及び「3.1.4.2.1(1)c. ii 評価結果」を踏まえて特定される、クリッフェッジを回避するために必要な緩和設備等をまとめると、別紙3.1.4.2.1(2)d-1のとおり整理された。

2) 評価結果

1-1)項で外部火災源として特定された補助ボイラ燃料タンク（重油、150kℓ）については、工認において、補助ボイラ燃料タンクに最も近い距離にある建屋である4号機ディーゼル発電機建屋に対する影響評価が実施されており、タンク内の全量が流出し火災が継続したとしても、建屋の許容温度を下回ることを既に確認している。従って、4号機建屋の健全性は維持されることから、屋内設備等の健全性は維持される。

屋外の防護すべき設備等については、第3.1.4.2.1.13図

に示す通り、3号機背面及び特高背面は火災源から十分に距離が離れている。また、4号機背面道路は補助ボイラ燃料タンクが設置されている E.L. 高さ約 +10m に対して E.L. 高さ約 +32.5m と高低差があり、かつ、100m 程度の水平距離があるため、十分に離隔されている。よって、これらに保管されている設備を使用することで、別紙 3.1.4.2.1(2)d-1 に示す必要数量を確保可能である。

アクセスルートへの外部火災の影響を確認した結果、消火活動に必要な設備である可搬式消防ポンプは、第 3.1.4.2.1.13 図で示す配置図の通り、外部火災源に対して十分な距離が確保されており、また「高浜発電所 防火管理所達」において、消火活動に必要な手順が整備されていることから、適切な消火活動を行えることを確認した。

以上より、クリフエッジを回避するために必要な緩和設備及びアクセスルートに対する外部火災の影響がないことを確認した。

参考資料－5 に記載する。

第 3.1.4.2.1.13 図 防護すべき設備等の配置場所

各起因事象における収束シナリオ（地震：出力運転時炉心損傷（区分1））

参考資料－5に記載する。

各起因事象における収束シナリオ（地震：出力運転時炉心損傷（区分1））

参考資料－5に記載する。

- : フロントライン 系の機能に必要なサポート系であることを示す
- : □に該当する項目のうち、各影響性や操作性のうち最もHCL(HPCL)の小さい項目であることを示す

フロントライン系とサポート系の関連表 (地震:出力運転時炉心損傷(区分1))

参考資料－5に記載する。

各収束シナリオの機能喪失に係る HCLPF 及びクリフエッジ評価（地震：出力運転時炉心損傷（区分1））

参考資料－5に記載する。

各起因事象における収束シナリオ（地震：出力運転時炉心損傷（区分2））

		フロントライン系														
		影響緩和機能	原子炉停止	非常用所内電源からの給電	RCPシールLOCA	補助給水による蒸気発生器への給水(電動またはターピン動)		補助給水による蒸気発生器への給水(ターピン動)	主蒸気逃がし弁による熱放出(手動・現場)	蓄圧注入による炉心への注水	空冷式非常用発電装置からの給電	恒設代替低圧注水ポンプによる原子炉への注水	大容量ポンプによる補機冷却	余熱除去ポンプによるブースティング(海水)	高圧注入による再循環炉心冷却(海水)	格納容器内自然対流冷却による格納容器除熱(海水冷却)
						電動	ターピン動									
設備	燃料集合体	非常用ディーゼルコントロールセンタ	-	代表逆止弁 代表電動弁	代表逆止弁 代表電動弁	代表逆止弁 代表電動弁	主蒸気逃がし弁 代表逆止弁 代表電動弁	蓄圧タンク	代替所内電気設備 高圧ケーブルコネクタ接続盤	代表逆止弁 代表電動弁	代表逆止弁 代表電動弁	代表逆止弁 代表電動弁	代表逆止弁 代表電動弁	代表逆止弁 代表電動弁	代表逆止弁 代表電動弁	
サポート系	影響緩和機能	設備		1.38G	1.26G	-	1.26G	1.26G	1.26G	1.18G	2.42G	1.26G	1.26G	1.26G	1.26G	1.26G
	6.6kV AC電源	メタルクラッドスイッチギア	1.34G		○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	440V AC電源	パワーセンタ	1.29G		○		○	○	○			○	○	○	○	○
	125V DC電源	原子炉補助建屋	1.38G		○		○	○	○			○		○	○	○
	115V AC電源	原子炉補助建屋	1.38G		○		○	○	○			○	○	○	○	○
	バッテリー	蓄電池	1.19G		●		●	●			●					
	大容量ポンプ	代表逆止弁 代表電動弁	1.26G											●	●	●
	空冷DG	代替所内電気設備 高圧ケーブルコネクタ接続盤	2.42G									○				
	海水系	代表逆止弁	1.26G		○											
	再循環切替	格納容器再循環サンブ配管	1.53G											○		
RWST	代表逆止弁	1.26G										●				
	ディーゼル発電機室換気系	非常用ディーゼルコントロールセンタ	1.26G		○											
各影響緩和機能のHCLPF			1.38G	1.19G	-	1.26G	1.19G	1.19G	1.26G	1.18G	1.19G	1.26G	1.26G	1.26G	1.26G	1.26G

○:フロントライン系の機能に必要なサポート系であることを示す
 ●:○に該当する項目のうち、各影響緩和機能のうち最もHCLPF(G)の小さい項目であることを示す

フロントライン系とサポート系の関連表（地震：出力運転時炉心損傷（区分2））

参考資料－5に記載する。

各収束シナリオの機能喪失に係る HCLPF 及びクリフエッジ評価（地震：出力運転時炉心損傷（区分2））

参考資料－5に記載する。

各起因事象における収束シナリオ（地震：運転停止時炉心損傷（区分1））

		フロントライン系										
		影響緩和機能	非常用所内電源からの給電	余熱除去系による冷却	充てん注入による原子炉への注入	恒設代替低圧注水ポンプによる原子炉への注水	格納容器スプレイによる代替再循環炉心冷却	空冷式非常用発電装置からの給電	恒設代替低圧注水ポンプによる原子炉への注水	大容量ポンプによる再循環炉心冷却	低圧注入による再循環炉心冷却	格納容器内自然対流冷却による格納容器除熱(海水冷却)
			設備	非常用ディーゼルコントロールセンタ	代表空気作動弁 代表逆止弁 代表電動弁	代表空気作動弁 代表逆止弁 代表電動弁	代表逆止弁 代表電動弁	代表空気作動弁 代表逆止弁 代表電動弁	代替所内電気設備 高圧ケーブルネクタ接続盤	代表逆止弁 代表電動弁	代表逆止弁 代表電動弁	代表逆止弁 代表電動弁
サポート系	影響緩和機能	設備		1.26G	1.26G	1.26G	1.26G	1.26G	2.42G	1.26G	1.26G	1.26G
	6.6kV AC電源	メタルクラッドスイッチギア	1.34G	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	440V AC電源	パワーセンタ	1.29G	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	125V DC電源	原子炉補助建屋	1.38G	○	○	○		○	○		○	
	1115V AC電源	原子炉補助建屋	1.38G	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	バッテリー	蓄電池	1.19G	●					●			
	大容量ポンプ	代表逆止弁 代表電動弁	1.26G								●	●
	空冷DG	代替所内電気設備 高圧ケーブルネクタ接続盤	2.42G				○			○		
	CCW	制御棒駆動装置冷却ユニット	1.05G		●	●		●				
	海水系	代表逆止弁	1.26G	○	○	○		○				
各影響緩和機能のHCLPF			1.19G	1.05G	1.05G	1.26G	1.05G	1.19G	1.26G	1.26G	1.26G	1.26G

○:フロントライン系の機能に必要なサポート系であることを示す
 ●:○に該当する項目のうち、各影響緩和機能のうち最もHCLPF(G)の小さい項目であることを示す

フロントライン系とサポート系の関連表（地震：運転停止時炉心損傷（区分1））

参考資料－5に記載する。

各収束シナリオの機能喪失に係る HCLPF 及びクリフエッジ評価（地震：運転停止時炉心損傷（区分1））

参考資料－5に記載する。

各起因事象における収束シナリオ（地震：運転停止時炉心損傷（区分2））

		フロントライン系							
		影響緩和機能	非常用所内電源からの給電	空冷式非常用発電装置からの給電	恒設代替低圧注水ポンプによる原子炉への注水	大容量ポンプによる補機冷却	低圧注入による再循環炉心冷却	格納容器内自然対流冷却による格納容器除熱(海水冷却)	
		設備	非常用ディーゼルコントロールセンタ	代替所内電気設備 高圧ケーブルコネクタ接続盤	代表逆止弁 代表電動弁	代表逆止弁 代表電動弁	代表逆止弁 代表電動弁	代表逆止弁 代表電動弁	
		影響緩和機能	設備		1.26G	2.42G	1.26G	1.26G	1.26G
サポート系	6.6kV AC電源	メタルクラッズイッチギア	1.34G	○	○	○	○	○	○
	440V AC電源	パワーセンタ	1.29G	○		○	○	○	○
	125V DC電源	原子炉補助建屋	1.38G	○	○			○	
	115V AC電源	原子炉補助建屋	1.38G	○	○	○	○	○	○
	バッテリー	蓄電池	1.19G	●	●				
	大容量ポンプ	代替逆止弁 代表電動弁	1.26G				●	●	
	空冷DG	代替所内電気設備 高圧ケーブルコネクタ接続盤	2.42G			○			
	海水系	代表逆止弁	1.26G	○					
	再循環切替	格納容器再循環サンプル配管	1.53G				○		
	RWST	代表逆止弁	1.26G			●			
各影響緩和機能のHCLPF				1.19G	1.19G	1.26G	1.26G	1.26G	1.26G

○：フロントライン系の機能に必要なサポート系であることを示す
 ●：○に該当する項目のうち、各影響緩和機能のうち最もHCLPF(G)の小さい項目であることを示す

フロントライン系とサポート系の関連表（地震：運転停止時炉心損傷（区分2））

各収束シナリオの機能喪失に係る HCLPF 及びクリフエッジ評価（地震：運転停止時炉心損傷（区分 2））

参考資料－5 に記載する。

参考資料－5に記載する。

各起因事象における収束シナリオ（地震：格納容器損傷（区分2））

		フロントライン系							
		影響緩和機能	空冷式非常用発電装置からの給電	格納容器隔離	イグナイタ及び静的水素再結合装置による水素処理	加圧器送がし弁(空素ポンベ)による1次系強制減圧	恒設代替低圧注水ポンプによる格納容器スプレイ	可燃式代替低圧注水ポンプによる格納容器スプレイ	格納容器内自然対流冷却による格納容器除熱(海水冷却)
		設備	代替所内電気設備 高圧ケーブルコネクタ接続盤	代表空気作動弁 代表逆止弁 代表電動弁	ケーブルレイ	加圧器送し弁 代表逆止弁 代表電動弁	代表逆止弁 代表電動弁	代表逆止弁 代表電動弁	代表逆止弁 代表電動弁
サポート系	影響緩和機能	設備		2.42G	1.26G	1.39G	1.26G	1.26G	1.26G
	6.6kV AC電源	メタルクラッドスイッチギア	1.34G	●	○	○	○	○	○
	440V AC電源	パワーセンタ	1.29G		○	●	○	○	○
	125V DC電源	原子炉補助建屋	1.38G				○	○	○
	115V AC電源	原子炉補助建屋	1.38G	○	○	○	○	○	○
	バッテリー	蓄電池	1.19G						
	大容量ポンプ	代表逆止弁 代表電動弁	1.26G					●	●
	空冷DG	代替所内電気設備 高圧ケーブルコネクタ接続盤	2.42G				○		
	海水系	代表逆止弁	1.26G						
	RWST	代表逆止弁	1.26G				●		
中央制御室空調系(室温維持)									
ディーゼル発電機室換気系									
空調用冷水設備									
中央制御室非常用循環系(被ばく低減)									
アニラス空気浄化系									
各影響緩和機能のHCLPF				1.34G	1.26G	1.29G	1.26G	1.26G	1.26G

○: フロントライン系の機能に必要なサポート系であることを示す
 ●: ○に該当する項目のうち、各影響緩和機能のうち最もHCLPF(G)の小さい項目であることを示す

フロントライン系とサポート系の関連表（地震：格納容器損傷（区分2））

各収束シナリオの機能喪失に係る HCLPF 及びクリフエッジ評価（地震：格納容器損傷（区分 2））

参考資料－5 に記載する。

参考資料－5に記載する。

各起因事象における収束シナリオ（地震：S F P燃料損傷（区分1））

		フロントライン系					
		影響緩和機能	非常用所内電源からの給電	SFP冷却系による冷却	燃料取替用水ポンプによる注水	消防ポンプによる海水注水	
		設備	非常用ディーゼルコントロールセンタ	使用済燃料ピットゲート	代表逆止弁 代表電動弁	使用済燃料ピット給水用消防ポンプ	
サポート系	影響緩和機能	設備		1.26G	0.70G	1.26G	4.08G
	6.6kV AC電源	メタルクラッズイッチギア	1.34G	○	○	○	
	440V AC電源	パワーセンタ	1.29G	○	○	○	
	125V DC電源	原子炉補助建屋	1.38G	○	○		
	115V AC電源	原子炉補助建屋	1.38G	○	○	○	
	バッテリー	蓄電池	1.19G	●			
	CCW	制御棒駆動装置冷却ユニット	1.05G		○		
	海水系	代表逆止弁	1.26G	○	○		
各影響緩和機能のHCLPF			1.19G	0.70G	1.26G	4.08G	

○: フロントライン系の機能に必要なサポート系であることを示す

●: ○に該当する項目のうち、各影響緩和機能のうち最もHCLPF(G)の小さい項目であることを示す

フロントライン系とサポート系の関連表（地震：SFP燃料損傷（区分1））

各収束シナリオの機能喪失に係る HCLPF 及びクリフエッジ評価（地震：S F P 燃料損傷（区分 1））

参考資料－5 に記載する。

参考資料－5に記載する。

各起因事象における収束シナリオ（地震：SFP燃料損傷（区分2））

		フロントライン系			
		影響緩和機能	非常用所内電源からの給電	燃料取替用水ポンプによる注水	消防ポンプによる海水注水
		設備	非常用ディーゼルコントロールセンタ	代表逆止弁 代表電動弁	使用済燃料ピット給水用消防ポンプ
サポート系	影響緩和機能	設備		1.26G	1.26G
	6.6kV AC電源	メタルクラッドスイッチギア	1.34G	○	○
	440V AC電源	パワーセンタ	1.29G	○	○
	125V DC電源	原子炉補助建屋	1.38G	○	
	115V AC電源	原子炉補助建屋	1.38G	○	○
	バッテリー	蓄電池	1.19G	●	
	海水系	代表逆止弁	1.26G	○	
各影響緩和機能のHCLPF			1.19G	1.26G	4.08G

○: フロントライン系の機能に必要なサポート系であることを示す

●: ○に該当する項目のうち、各影響緩和機能のうち最もHCLPF(G)の小さい項目であることを示す

フロントライン系とサポート系の関連表（地震：S F P 燃料損傷（区分2））

各収束シナリオの機能喪失に係る HCLPF 及びクリフエッジ評価（地震：S F P 燃料損傷（区分2））

参考資料－5に記載する。

参考資料－5に記載する。

各起因事象における収束シナリオ（地震：S F P燃料損傷（区分3））

評価対象	地震加速度区分	イベントツリーの起因事象	クリフェッジ・エフェクトを引き起こす地震加速度	クリフェッジ・エフェクト	各クリフェッジ・エフェクトを引き起こす機器	収束シナリオ			備考
						機能喪失した収束シナリオ	機能する収束シナリオ	機能する収束シナリオ数	
出力時運転炉心損傷	区分1 (1.05G未満)	主給水流量喪失 外部電源喪失	—	主給水流量喪失 外部電源喪失	—	—	①~⑥	6	
			1.05G	充てん系によるほう酸の添加機能等の喪失 高圧注入による原子炉への注水機能等の喪失	制御棒駆動装置 冷却ユニット	①~④	⑤、⑥	2	
			1.18G	蓄圧注入による炉心への注水機能の喪失	蓄圧タンク	⑤、⑥	—	0	
			1.05G	原子炉補機冷却機能喪失	制御棒駆動装置 冷却ユニット	—	①~④	4	
	区分2 (1.05G~1.28G未満)	主給水流量喪失 外部電源喪失 原子炉補機冷却機能喪失	1.18G	蓄圧注入による炉心への注水機能の喪失	蓄圧タンク	①~④	—	0	クリフェッジ
			1.05G	原子炉補機冷却機能喪失	制御棒駆動装置 冷却ユニット	—	①~④	4	
			1.18G	蓄圧注入による炉心への注水機能の喪失	蓄圧タンク	①~④	—	0	クリフェッジ
運転停止時炉心損傷	区分1 (1.05G未満)	外部電源喪失	—	外部電源喪失	—	—	①~④	4	
			1.05G	余熱除去系による冷却機能等の喪失	制御棒駆動装置 冷却ユニット	①~③	④	1	
			1.18G	空冷式非常用発電装置からの給電機能の喪失	バッテリー	④	—	0	
	区分2 (1.05G~1.26G未満)	外部電源喪失 原子炉補機冷却機能喪失	1.05G	原子炉補機冷却機能喪失	制御棒駆動装置 冷却ユニット	—	①、②	2	
			1.18G	非常用所内電源からの給電機能の喪失 空冷式非常用発電装置からの給電機能の喪失	バッテリー	①、②	—	0	クリフェッジ
			1.05G	空冷式非常用発電装置からの給電機能の喪失	バッテリー	①、②	—	0	クリフェッジ
			1.18G	空冷式非常用発電装置からの給電機能の喪失	バッテリー	①、②	—	0	クリフェッジ
格納容器損傷	区分1 (1.05G未満)	主給水流量喪失 外部電源喪失	—	—	—	—	—	—	
	区分2 (1.05G~1.28G未満)	主給水流量喪失 外部電源喪失 原子炉補機冷却機能喪失	1.18G	炉心損傷	蓄圧タンク	—	①	1	
			1.26G	格納容器隔離等の機能喪失	代表弁	①	—	0	クリフェッジ
	区分1 (0.70G未満)	外部電源喪失	—	外部電源喪失	—	—	①~④	4	
			0.70G	SFP冷却系による冷却機能の喪失	使用済燃料ビットゲート	①	②~④	3	
			1.18G	非常用所内電源からの給電機能の喪失	バッテリー	②、③	④	1	
			4.08G	消防ポンプによる海水注水機能の喪失	使用済燃料ビット給水用消防ポンプ	④	—	0	
SFP燃料損傷	区分2 (0.70~1.05G未満)	外部電源喪失 SFP冷却機能喪失	0.70G	SFP冷却機能喪失	使用済燃料ビットゲート	—	①~③	3	
			1.18G	非常用所内電源からの給電機能の喪失	バッテリー	①、②	③	1	
			4.08G	消防ポンプによる海水注水機能の喪失	使用済燃料ビット給水用消防ポンプ	③	—	0	
	区分3 (1.05G~1.86G未満)	外部電源喪失 SFP冷却機能喪失 原子炉補機冷却機能の喪失	0.70G	SFP冷却機能喪失	使用済燃料ビットゲート	—	①~③	3	原子炉補機冷却機能の喪失はクリフェッジ・エフェクトとはならない
			1.18G	非常用所内電源からの給電機能の喪失	バッテリー	①、②	③	1	
			4.08G	消防ポンプによる海水注水機能の喪失	使用済燃料ビット給水用消防ポンプ	③	—	0	
	区分4 (1.86G以上)	外部電源喪失 SFP冷却機能喪失 原子炉補機冷却機能の喪失 SFP損傷	1.86G	SFP損傷	使用済燃料ビット	—	—	0	クリフェッジの地震加速度は格納容器損傷と同じ1.26G

地震におけるクリフェッジ・エフェクト評価

斜面崩壊による影響を確認する項目					
	防護すべき設備等	出力時 炉心損傷防止 (1.18G)	停止時 炉心損傷防止 (1.19G)	出力時 CV損傷防止 (1.26G)	SFP損傷防止 (1.26G)
屋内設備等	・原子炉格納容器、原子炉建屋、原子炉補助建屋、制御建屋、中間建屋、D／G建屋	○ 屋内設備の防護	○ 屋内設備の防護	○ 屋内設備の防護	—
	・燃料取扱建屋	—	—	—	○ 屋内設備の防護
屋外設備等	・空冷式非常用発電装置(1台)	○ 空冷式非常用発電装置からの給電	○ 空冷式非常用発電装置からの給電	○ 空冷式非常用発電装置からの給電	—
	・可搬式代替低圧注水ポンプ(1台) ・可搬式代替低圧注水ポンプ用電源車(1台) ・仮設組立水槽(1式)	—	—	○ 可搬式代替低圧注水ポンプによる格納容器スプレイ	—
	・消防ポンプ及びホース類(1式)	○ 補助給水によるSG給水(タービン動)のための復水タンクへの給水	—	○ 可搬式代替低圧注水ポンプによる格納容器スプレイ	○ 消防ポンプによる海水注水
	・大容量ポンプ(1台) ・大容量ポンプホース類(1式)	○ 格納容器内自然対流冷却	○ 格納容器内自然対流冷却	○ 格納容器内自然対流冷却	—
	・ブルドーザ(1台)	○ アクセスルート確保	○ アクセスルート確保	○ アクセスルート確保	○ アクセスルート確保
	・タンクローリ(1台) ・重油(燃料油貯油槽(空冷式非常用発電装置、可搬式代替低圧注水ポンプ用電源車及び大容量ポンプ用))	○ 燃料補給	○ 燃料補給	○ 燃料補給	—
	・ガソリン(危険物貯蔵庫(消防ポンプ用))	○ 燃料補給	○ 燃料補給	○ 燃料補給	○ 燃料補給

<凡例>

○:期待する

—:シナリオ上期待しない

各収束シナリオに必要な緩和機能に関連する設備等の一覧

特高開閉所斜面の評価

参考資料－5に記載する。

参考資料－5に記載する。

3号機及び4号機背面斜面の評価

参考資料－5に記載する。

外部火災による影響を
確認する項目

	防護すべき設備等	出力時 炉心損傷防止 (1.18G)	停止時 炉心損傷防止 (1.19G)	出力時 CV損傷防止 (1.26G)	SFP損傷防止 (1.26G)
屋内設備等	・原子炉格納容器、原子炉建屋、原子炉補助建屋、制御建屋、中間建屋、D/G建屋	○ 屋内設備の防護	○ 屋内設備の防護	○ 屋内設備の防護	—
	・燃料取扱建屋	—	—	—	○ 屋内設備の防護
屋外設備等	・空冷式非常用発電装置(1台)	○ 空冷式非常用発電装置からの給電	○ 空冷式非常用発電装置からの給電	○ 空冷式非常用発電装置からの給電	—
	・可搬式代替低圧注水ポンプ(1台) ・可搬式代替低圧注水ポンプ用電源車(1台) ・仮設組立水槽(1式)	—	—	○ 可搬式代替低圧注水ポンプによる格納容器スプレイ	—
	・消防ポンプ及びホース類(1式)	○ 補助給水によるSG給水(タービン動)のための復水タンクへの給水	—	○ 可搬式代替低圧注水ポンプによる格納容器スプレイ	○ 消防ポンプによる海水注水
	・大容量ポンプ(1台) ・大容量ポンプホース類(1式)	○ 格納容器内自然対流冷却	○ 格納容器内自然対流冷却	○ 格納容器内自然対流冷却	—
	・ブルドーザ(1台)	○ アクセスルート確保	○ アクセスルート確保	○ アクセスルート確保	○ アクセスルート確保
	・タンクローリ(1台) ・重油(燃料油貯油槽(空冷式非常用発電装置、可搬式代替低圧注水ポンプ用電源車及び大容量ポンプ用))	○ 燃料補給	○ 燃料補給	○ 燃料補給	—
	・ガソリン(危険物貯蔵庫(消防ポンプ用))	○ 燃料補給	○ 燃料補給	○ 燃料補給	○ 燃料補給

<凡例>

○:期待する

—:シナリオ上期待しない

各収束シナリオに必要な緩和機能に関連する設備等の一覧